इलेक्ट्रीशियन

(ELECTRICIAN)

NSQF स्तर - 5

प्रथम वर्ष - भाग - I (कुल दो भाग)

1st Year - (Volume - I out of II)

व्यवसाय सिध्दान्त

(TRADE THEORY) - HINDI

(**व्यावसायिक क्षेत्र** : पावर)

(**Sector** : Power)

कौशलं बलम्

Directorate General of Training

प्रशिक्षण महानिदेशालय
कौशल विकास एवं उद्यमिता मंत्रालय
भारत सरकार

Nimi

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान, चेन्नई

पो.बा. सं. 3142, CTI कैम्पस, गिण्डी, चेन्नई - 600 032

व्यावसायिक क्षेत्र : पावर

अवधि : 2 - वर्ष

व्यवसाय : इलेक्ट्रीशियन - व्यवसाय सिद्धान्त - प्रथम वर्ष - भाग - I (कुल दो भाग)

प्रकाशक एवं मुद्रण :

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान
पो.बा. सं. 3142,
गिण्डी, चेन्नई - 600 032.
ई-मेल: chennai-nimi@nic.in,
वेब-साइट: www.nimi.gov.in

प्रकाशनाधिकार C 2021 राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान, चेन्नई

प्रथम संस्करण : दिसम्बर, 2019 प्रतियाँ : 500
प्रथम पुनःमुद्रण : अक्तूबर, 2019 प्रतियाँ : 1000
द्वितीय संस्करण : दिसम्बर, 2019 प्रतियाँ : 500
तीसरी पुनःमुद्रण : फरवरी, 2021 प्रतियाँ : 500

Rs.320/-

प्राक्कथन

भारत सरकार ने एक बहुत ही महत्वकांक्षी ध्येय निर्धारित किया है कि सन् 2020 तक 30 करोड़ लोगों को अर्थात् हर चार में से एक भारतीय को कौशल प्रदान करना है और राष्ट्रीय कौशल विकास योजना के अन्तर्गत उनको रोजगार दिलाना है । इस लक्ष्य की प्राप्ती हेतु प्रशिक्षण मातृभाषा में उपलब्ध कराना परम आवश्यक है । NIMI अपनी सभी अनुदेशात्मक सामग्री अंग्रेजी, राजभाषा हिन्दी तथा अन्य क्षेत्रीय भाषाओं में उपलब्ध करके इस लक्ष्य प्राप्ति में अपनी महत्वपूर्ण सहयोग दे रहा है । इस प्रक्रिया में औद्योगिक प्रशिक्षण संस्थान (ITIs) एक महत्वपूर्ण भूमिका अदा करेगा, विशेषकर कौशल से परिपूर्ण कार्मिक जन-शक्ति को तैयार करने में और इस बात को ध्यान में रखते हुए प्रशिक्षुओं को तत्कालीन आवश्यक औद्योगिक प्रशिक्षण प्रदान करने हेतु ITI का पाठ्य-क्रम हाल में सुधारा गया है और इस कार्य में एक परामर्शदात्री परिषद की सहायता ली गई है । परामर्शदात्री परिषद के गठन में तत्सम्बन्धित सदस्यों का समावेश होता है, जैसे कि उद्योग, उद्यमी, शिक्षाविद और ITIs के प्रतिनिधि ।

मुझे हर्ष है कि अपने लक्ष्य 'कुशल भारत' की प्राप्ति हेतु मंत्रालय प्रशिक्षण महानिदेशलय (DGT), कौशल विकास एवं उद्यमशीलता मंत्रालय के अधीन आने वाली श्वायत्तशासी निकाय, राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI), चेन्नई जिसको अनुदेशात्मक माध्यम पैकेजो (IMPs) के निर्माण, विकास तथा वितरण का कार्यभार सौंपा गया है वह ITI तथा कौशल प्रदान करने वाले तत्संबंधित संस्थानों की आवश्यकता हेतु सेमेस्टर पेटर्न के अधीन, **पावर** व्यवसाय की प्रस्तुत अनुदेशात्मक पुस्तक, **इलेक्ट्रीशियन - व्यवसाय सिद्धान्त - प्रथम वर्ष - भाग - I (कुल दो भाग) NSQF स्तर 5** में प्रकाशित कर रहा है। मुझे हर्ष है कि इस अनुदेशात्मक सामग्री के अंग्रेजी एवं हिन्दी संस्करण एक साथ प्रकाशित कर NIMI ने भी 'कुशल भारत' के लक्ष्य में अपनी भागदारी दर्ज करायी है।

इस काम के लिए NIMI के निर्देशक, कर्मचारी तथा माध्यम विकास परिषद (MDC) के सदस्यों का मैं हार्दिक अभिनंदन करता हूँ । NSQF स्तर 5 व्यवसाय अभ्यास प्रशिक्षुओं को अंतर्राष्ट्रीय समकक्ष स्तर प्रदान करेगा जिसके कारण उनकी कौशल प्रवीणता तथा दक्षता को विश्वभर में विधिवत् मान्यता मिलेगी; फलस्वरूप उनके पूर्व प्राप्त ज्ञान को भी मान्यता मिलने की संभावना में वृद्धि होगी। मुझे पूर्ण विश्वास है कि NSQF स्तर 5 के इन IMPs से ITIs प्रशिक्षु, प्रशिक्षक तथा अन्य सम्बन्धित लोग भरपूर लाभ उठायेंगे तथा देश में व्यावसायिक प्रशिक्षण की गुणवत्ता में अभिवृद्धि हेतु NIMI द्वारा किया गया यह प्रयत्न दूरगामि परिणाम लाएगा।

NIMI के निर्देशक, कर्मचारी तथा माध्यम विकास कमिटी (MDC) के सदस्य इस प्रकाशन में प्रदत्त अपने योगदान हेतु अभिनंदन के पात्र हैं ।

जय हिन्द !

राजेश अग्रवाल
महानिर्देशक / अतिरिक्त सचिव
कौशल विकास एवं उद्यमशीलता मंत्रालय,
भारत सरकार

नई दिल्ली - 100 001

भूमिका

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI) महानिदेशालय, रोजगार एवं प्रशिक्षण (DGE&T) श्रम एवं रोजगार मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा फेडरल रिपब्लिक ऑफ जर्मनी सरकार की तकनीकी सहायता से चेन्नई में स्थापित किया गया था। इस संस्थान का प्रमुख उद्देश्य शिल्पकार और प्रशिक्षु प्रशिकक्षण योजना के अधीन निर्धारित पाठ्यक्रम के अनुसार विभिन्न व्यवसायों के लिए अनुदेशात्मक सामग्री का विकास एवं प्रसार करना है ।

अनुदेशात्मक सामग्री प्रमुख रूप से NCVT/NAC के अधीन शिल्पकार प्रशिक्षण को ध्यान में रखकर तैयार की जाती है । जिससे व्यक्ति एक रोजगार हेतु कौशल प्राप्त कर सके । अनुदेशात्मक सामग्री को अनुदेशात्मक माध्यम पैकेज़स (IMPs) के रूप में विकसित एवं निर्मित किया जाता है। इस अनुदेशात्मक माध्यम पैकेज के रूप में व्यवसाय सिद्धान्त थ्योरी पुस्तक, व्यवसाय अभ्यास पुस्तक, परीक्षा और गृहकार्य पुस्तक, कार्यशाला संगणना एवं विज्ञान, अभियांत्रिकी चित्रण, अनुदेशक गाइड, वॉल चार्ट, एवं पारदर्शितायें निर्मित की जाती हैं ।

प्रस्तुत व्यावसायिक अभ्यास पुस्तक प्रशिक्षु को सम्बन्धित सैद्धान्तिक ज्ञान देगी जिससे वह अपना कार्य कर सकेंगे । इसलिए पाठक हर शीर्षक को विभिन्न इकाइयों में बँटा हुआ पायेगा। परीक्षण एवं नियत कार्य के माध्यम से अनुदेशक प्रशिक्षुओं को नियत कार्य दे सकेंगे। यदि प्रशिक्षु इसी पद्धति से कार्य करता है तो यह प्रशिक्षु को स्वंय नियत कार्य देने में सहायक होगा एवं वह स्वयं अपना मूल्यांकन भी कर सकेगा है। वाल चार्ट (दीवार चित्र) और पारदर्शितायें अद्वितीय होती हैं। ये केवल अनुदेशक को प्रभावशाली तरीके से पाठ प्रस्तुत करने में सहायता ही नहीं करती बल्कि प्रशिक्षुओं को तकनीकी शीर्षक जल्दी ग्रहण करने में भी मदद करती है। अनुदेशक निर्देशिका (इन्सट्रक्टर गाइड) अनुदेशक को अपनी अनुदेश योजना, कच्चे माल की आवश्यकता की योजना बनाने में सहायता करती है।

इस व्यवसाय प्रयोगात्मक पुस्तक में प्रशिक्षार्थियों द्वारा कार्यशाला में किये जाने वाले अभ्यासों की श्रृँखला हैं । इन अभ्यासों की रचना इस तरह से हैं कि कौशल के निर्धारित पाठ्यक्रम को आच्छादित करें । व्यवसाय सैद्धान्तिक पुस्तक प्रशिक्षार्थियों को रोजगार हेतु सैद्धान्तिक ज्ञान प्रदान करती हैं । टेस्ट और ऐसाइन्मेन्ट्स अनुदेशकों को प्रशिक्षार्थी द्वारा किये गये एसाइन्मेन्ट के प्रदर्शन का मूल्याँकन करने में सक्षम होंगे । वाल चार्ट और ट्रान्सपेरेन्सीज अनूठी है, ये अनुदेशक को किसी विषय की प्रभावी प्रस्तुति ही नहीं बल्कि उनको प्रशिक्षार्थियों की समझ का आँकलन करने में सहायक है । अनुदेशक दिग्दर्शिका, अनुदेशकों को दैनिक अनुदेश का रखकर बनाने, कच्चे माल की आवश्यकतायें, प्रतिदिन पाठों और प्रदर्शनों की योजना बनाने में सक्षम हैं ।

कौशल के प्रदर्शन क्रम को उत्पादक रूप में देखने हेतु अनुदेशात्मक वीडियो को QR code द्वारा एकीकृत कर क्रियात्मक प्रयोगात्मक पदों को अभ्यास में दिया गया हैं । अनुदेशक वीडियो, प्रयोगात्मक प्रशिक्षण की गुणवत्ता स्तर को सुधारकर और प्रशिक्षार्थियों को केन्द्रित होकर मूल कौशल के प्रदर्शन को उत्साहित करेगा ।

IMPs प्रभावी सामूहिक कार्य निष्पादन के लिए आवश्यक संयुक्त कौशल देने का सफल प्रयत्न भी करते हैं । इस बात पर भी ध्यान दिया गया है कि पाठ्यक्रम के महत्वपूर्ण कौशल क्षेत्रों से सम्बन्धित सामग्री भी इसमे संलग्न हो।

इस प्रकार एक संस्थान में पूर्ण अनुदेशात्मक माध्यम पैकेज़स (IMPs) की उपलब्धता प्रशिक्षक और प्रबन्धन को प्रभावशाली प्रशिक्षण उपलब्ध कराने में सहायता प्रदान करती है ।

प्रस्तुत IMPs NIMI के कर्मचारियों एवं मिडिया विकास कमेटी के सदस्यों के सामूहिक प्रयत्न का फल है । कमेटी के सदस्य के रूप में सरकारी एवं निजी व्यावसायिक उद्योगों, प्रशिक्षण महानिदेशालय (DGT) के अर्न्तगत आनेवाले विभिन्न प्रशिक्षण संस्थानों और सरकारी तथा निजी ITIs के कर्मचारियों को सम्मिलित किया है ।

NIMI विभिन्न राज्य सरकार के रोजगार एवं प्रशिक्षण महानिर्देशकों, सरकारी एवं निजि औद्योगिक क्षेत्र के प्रशिक्षण विभागों DGT तथा DGT क्षेत्र संस्थानों के अधिकारियों, प्रूफ रीडरों, व्यक्तिगत माध्यम विकासकर्तायों एवं संयोजकों को प्रस्तुत सामग्री के प्रकाशन में उनके अमूल्य योगदान हेतु हार्दिक धन्यवाद देता है ।

आर.पी. ढिंगरा

निर्देशक

चेन्नई - 600 032

आभार

पावर व्यवसाय के अधिन ITIs के लिए **इलेक्ट्रीशियन NSQF स्तर- 5** की प्रस्तुत अनुदेशात्मक सामग्री **(व्यवसाय सिद्धान्त)** के प्रकाशन में अपना सहयोग देने हेतु राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI) निम्नलिखित माध्यम विकासकर्ताओं तथा प्रायोजकों को हार्दिक धन्यवाद देता है ।

मीडिया विकास समिति के सदस्य

श्री टी. मुत्तु	-	प्रिन्सपल (से. नि.) Govt. ITI (W), मदुरै MDC मेम्बर, NIMI चेन्नई
श्री सी. सी. जोश	-	प्रशिक्षण अधिकारी (से.नि.), ATI, चेन्नई MDC मेम्बर, NIMI चेन्नई
श्री के. लक्ष्मणन	-	सहायक प्रशिक्षण अधिकारी (से.नि.), Govt. ITI, अम्बत्तूर MDC मेम्बर, NIMI, चेन्नई
श्री वी. गोपालकृष्णन्	-	सहायक प्रबन्धक, NIMI, चेन्नई को-ऑर्डिनेटर, NIMI, चेन्नई -32

NIMI ने अनुदेशात्मक सामग्री के विकास की प्रकिया में सराहनीय एवं समर्पित सेवा देने के लिए DATA ENTRY, CAD, DTP आपरेटरों की भूरी-भूरी प्रशंसा करता है ।

NIMI उन सभी कर्मचारियों के प्रति धन्यवाद व्यक्त करता है जिन्होंने अनुदेशात्मक सामग्री के विकास के लिए सहायोग दिया है ।

NIMI उन सभी का आभार करता है जिन्होंने परोक्ष या अपरोक्ष रूप से अनुदेशात्मक सामग्री के विकास में सहायता की है।

आंशिक अनुवाद	-	**श्री इन्दु भूषण भारतीय** अनुदेशक (इलेक्ट्रिशियन) Govt. ITI, अलीगंज लखनऊ.

परिचय

यह मैनुअल ITI कार्यशाला में व्यवसाय प्रयोगात्मक हेतु हैं । पावर सेक्टर में इलैक्ट्रिशियन व्यवसाय के वार्षिक पेटर्न में प्रयोगात्मक पाठ्यक्रम में अभ्यासों की श्रृंखला को प्रशिक्षार्थियों द्वारा पूर्ण किया जाता है । प्रशिक्षार्थियों के अभ्यास के प्रदर्शन में निर्देशों/सूचनायों के लिये **राष्ट्रीय कौशल योग्यता फ्रेमवर्क (NSQF) - स्तर 5,** पूरक व सहयोग देता है । पाठ्यक्रम में अभ्यासों की रचना समस्त निर्देशित कौशल के साथ सम्बधित व्यवसायों के अभ्यासों का आवंटन निश्चित करें । **पावर सेक्टर इलेक्ट्रीशियन - व्यवसाय सिद्धान्त - प्रथम वर्ष - भाग - I (कुल दो भाग)** के पाठ्यक्रम को 6 माड्यूल्स में बाँटा गया हैं। विभिन्न माड्यूल्स के लिये समय आवंटेन निम्न प्रकार है :

माड्यूल 1 - सुरक्षा अभ्यास और हस्त औज़ार	14 अभ्यास	75 घण्टे
माड्यूल 2 - मूलभूत कार्यशाला अभ्यास (सम्बन्धित व्यवसाय)	09 अभ्यास	100 घण्टे
माड्यूल 3 - वायर्स, ज्वाइन्टस, सोल्डरिंग - भूमिगत केबिल	10 अभ्यास	125 घण्टे
माड्यूल 4 - मूलभूत इलैक्ट्रिकल अभ्साय	11 अभ्यास	75 घण्टे
माड्यूल 5 - चुम्बकत्व और संघारित्र	08 अभ्यास	50 घण्टे
माड्यूल 6 - AC सर्किट्स	12 अभ्यास	100 घण्टे
कुल	**64 अभ्यास**	**525 घण्टे**

पाठ्यक्रम तथा माड्यूलों में दी गई विषय वस्तु का सावधानी पूर्वक अध्ययन करने से पता चलता है कि ये माड्यूल एक दूसरे से जूड़े हैं । आगे, इलेक्ट्रीकल विभाग में उपलब्ध कार्यस्थलों की संख्या, मशीनरी तथा उपकरण सीमित होते है । इन वाधाओं के कारण, यह आवश्यक है कि अभ्यासों को विभिन्न माड्यूलों में अन्तर्वेशित किया जाए, जिससे कि एक उपयुक्त पढने तथा पढ़ाने का अनुक्रम बन जाए । विभिन्न माड्यूलों के लिए दिए गए अनुदेश सुझाव के अनुक्रम, अनुदेश के नियोजन में दिए गए है, जो अनुदेशक गाइड में समावेशित है । 5 कार्यकारी दिवसों के सप्ताह में 25 प्रायोगिक घण्टे है तथा इसलिए एक माह में प्रायोगिक के 100 घण्टे है ।

व्यवसाय अभ्यास की विषय वस्तु

प्रथम वर्ष - भाग - I (कुल दो भाग) के दौरान की जानेवाले **प्रथम वर्ष - भाग - II (कुल दो भाग)** के अभ्यासों के लिए प्रक्रिया तथा प्रत्येक अभ्यास के अन्त में प्राप्त किये जाने वाले विशिष्ट उद्देश्यों को नीचे सांकेतिक किये गए अनुक्रम में व्यवस्थित किया गया है ।

उद्‌देश्य

प्रत्येक अभ्यास के अन्त में प्राप्त किये जाने वाले प्रवीणता उद्देश्यों की सूची को प्रत्येक अभ्यास के आरंभ में दिया गया है ।

आवश्यकताएँ

अभ्यास को निष्पादित करने के लिए आवश्यक औज़ार/मापीयंत्र, उपकरण/मशीने तथा सामग्री, प्रत्येक अभ्यास के प्रथम पृष्ठ में दी गई है ।

अभ्यास आरेख तथा प्रक्रिया

कार्यशाला स्थल में सैद्धान्तिक सूचना जिस में प्रशिक्षणार्थियों को विद्युतकार व्यवसाय में प्रायोगिक कौशल के साथ संज्ञात्मक कौशल भी प्राप्त हो सकने हेतु कौशल प्रशिक्षण की योजना प्रायोगिक अभ्यास/प्रयोग की श्रृंखला द्वारा दी जाती है । प्रशिक्षण को अधिक प्रभावशाली बनाने के साथ प्रशिक्षणार्थियों में समूहिक कार्य करने का भाव उत्पन्न करने हेतू न्यूनतम संख्या में परियोजनाएँ सम्मिलित की गई है । अभ्यासों में प्रशिक्षणार्थियों की विचारधारा विस्तृत करने हेतु यथासम्भव चित्रमय योजना बध्द, तारस्थापन तथा परिपथ रेखाचित्र का समावेश किया गया है । इस पुस्तक को यथासम्भव कम से कम भाषा रूपी बनाने के लिए चित्रों को सम्मलित किया गया है । अभ्यासों को पूर्ण करने केलिए अनुपालित की जानेवाली विधियाँ भी दी गई है । प्रशिक्षणार्थियों तथा अनुदेशक के मध्य अन्तः क्रिया को बाँधने के लिए अभ्यासों को जहाँ भी आवश्यक हुआ है, विभिन्न प्रकार के मध्यमवर्ती परीक्षण प्रश्न सम्मिलित किये गए है ।

कौशल सूचना

केवल प्रवीणता क्षेत्र को प्रकृति में पुनरावृत है, को पृथक प्रवीणता सूचना शीट में दिया गया है । दूसरी ओर कौशल जिन्हें विशिष्ट क्षेत्रों में विकसित किया जाना है । शीटों के शीर्षकों को विषय वस्तु में तिर्यकित (italics) में प्रत्येक के सापेक्ष पृष्ठ क्रमांक के साथ दिया गया है ।

व्यवसाय अभ्यास पर यह पुस्तिका, लिखित निंदेशन सामग्री (WIM) का एक भाग है, जिसमें व्यवसाय प्रायोगिक तथा समानुदेश/परीक्षण की पुस्तिकायें भी सम्मिलित हैं । समानुदेश/परीक्षण के उत्तरों को अनुक्रिया शीट पर ही लिखने चाहिए ।

विषय-क्रम

अभ्यास सं.	अभ्यास के शीर्षक	पृष्ट सं.
	माड्यूल 1 : सुरक्षा अभ्यास और हस्त औज़ार (Safety practice and hand tools)	
1.1.01	ITIs का संगठन और इलेक्ट्रिशियन व्यवसाय में अवसर (Organization of ITI's and scope of the electrician trade)	1
1.1.02 & 1.1.03	सुरक्षा नियम - सुरक्षा चिह्न - जोख़िम (Safety rules - Safety signs - Hazards)	4
1.1.04 & 1.1.05	आग - प्रकार - अग्निशामक (Fire - Types - Extinguishers)	11
1.1.06 & 1.1.07	बचाव कार्य - प्राथमिक चिकित्सा - कृत्तिम श्वसन प्रणाली (Rescue operation - First aid treatment - Artificial respiration)	16
1.1.08	अपशिष्ट पदार्थों का निदान (Disposal of waste material)	24
1.1.09	व्यक्तिगत सुरक्षात्मक उपकरण (Personal Protective Equipment (PPE))	26
1.1.10	वर्कशाप की स्वच्छता तथा रखरखाव के लिए दिशा निर्देश (Guidelines for cleanliness of workshop and maintenance)	33
1.1.11 - 1.1.14	व्यावसायिक हस्त औज़ार - विर्निदेश - मानदण्ड - NEC कोड 2011 - भारी बोजों को उठाना (Trade hand tools - specification - standards - NEC code 2011 - lifting of heavy loads)	35
	माड्यूल 2 : मूलभूत कार्यशाला अभ्यास (सम्बन्धित व्यवसाय) (Basic Workshop Practice (Allied Trade))	
1.2.15 & 1.2.16	फिटिंग औज़ार - मार्किंग औज़ार - विर्निदेश - ग्रेड्स - उपयोग (Fitting tools - marking tools - specification - grades - uses)	50
1.2.17	चिह्नांकन साधन - स्टील पैमाना - पंच्स - कैलीपर्स - गुनिया - गेजस् (Marking tools - steel rule - punches - calipers - try square - gauges)	57
1.2.18 & 1.2.19	बढ़ई के औज़ार - लकड़ी की आरी - पट्टे - लकड़ी के जोड़ (Carpenter tools - wood saws - planes - wooden joints)	66
1.2.20 & 1.2.23	चादर धातु - चिह्नांकन और काटने के औज़ार - रिवट जोड़ (Sheet metal - marking and cutting tools - rivet joints)	83
1.2.21 & 1.2.22	बर्मा और बर्मा मशीन - बाह्य और आन्तरिक चूड़ियाँ (Internal and external threads (Drills and drilling machines - Internal and external threads))	92
	माड्यूल 3 : वायरर्स, ज्वाइन्ट्स, सोल्डरिंग - अन्डर ग्राउन्ड (Wires, Joints-Soldering-U.G. Cables)	
1.3.24 - 1.3.26	इलेक्ट्रिसीटी के मूलभूत आधार - कन्डक्टर्स - इन्स्यूलेटर्स - वायर की साईजों का नाप - क्रिम्पिंग (Fundamental of electricity - conductors - insulators - wire size measurement - crimping)	107
1.3.27 - 1.3.29	वायर जोड़ - प्रकार - सोल्डरिंग विधियाँ (Wire joints - Types - Soldering methods)	133
1.3.30 - 1.3.33	अंडर ग्राउण्ड केबल - संरचना - पदार्थ - प्रकार जोड़ परीक्षण (Under ground (UG) cables - construction - materials - types - joints - testing)	142

अभ्यास सं.	अभ्यास के शीर्षक	पृष्ट सं.
	माड्यूल 4 : मूलभूत इलैक्ट्रिकल अभ्साय (Basic Electrical Practice)	
1.4.34	ओह्म का सिद्धान्त - सरल इलेक्ट्रिकल सर्किटें और समस्याएँ (Ohm's law - simple electrical circuits and problems)	155
1.4.35	किरचॉफ का नियम और उसका अनुप्रयोग (Kirchhoff's law and its applications)	161
1.4.36 & 1.4.37	DC श्रेणी और समानांतर श्रेणी (DC series and parallel circuits)	166
1.4.38 & 1.4.39	सीरीज में खुला और शार्ट सर्किट तथा समान्तर नेटवर्क (Open and short circuit in series and parallel network)	173
1.4.40	प्रतिरोध के सिद्धान्त और प्रतिरोधकों के प्रकार (Laws of resistance and various types of resistors)	177
1.4.41	व्हीटस्टोन सेतु - सिद्धान्त और उसका अनुप्रयोग (Wheatstone bridge-principle and its application)	187
1.4.42 & 1.4.43	प्रतिरोध पर तापमान विविधता का प्रभाव (Effect of variation of temperature on resistance)	190
1.4.44	श्रेणी और समान्तर संयोजन सर्किट (Series and parallel combination circuit)	192
	माड्यूल 5 : चुम्बकत्व और संघारित्र (Magnetism and Capacitors)	
1.5.45	चुम्बकत्व - शब्दावली, चुम्बकत्व सामग्री और चुम्बक के गुण (Magnetic terms, magnetic material and properties of magnet)	195
1.5.46 & 1.5.47	वैद्युत चुम्बकत्व के सिद्धान्त और नियम (Principles and laws of electro magnetism)	201
1.5.48 & 1.5.50	चुम्बकीय परिपथ स्वतः तथा हस्त प्रेरित emfs (The magnetic circuits - self and mutually induced emfs)	204
1.5.51 & 1.5.52	संघारित्र - प्रकार - प्रकार्य, समूहन और दोष (Capacitors-types-functions, grouping and uses)	215
	माड्यूल 6 : AC सर्किट्स (AC Circuits)	
1.6.53	प्रत्यावर्ती धारा - शब्दावली और परिभाषा - वेक्टर आरेख (Alternating current - terms & definitions - vector diagrams)	230
1.6.54	सीरीज़ रिसोनॉन्स सर्किट (Series resonance circuit)	258
1.6.55	R-L, R-C और R-L-C समान्तर परिपथ (R-L, R-C and R-L-C parallel circuits)	261
1.6.56	समांतर अनुनाद परिपथ (Parallel resonance circuits)	268
1.6.57	AC सिंगल फेज प्रणाली में शक्ति, ऊर्जा एवं पावर फैक्टर - समस्याएँ (Power, energy and power factor in AC single phase system - Problems)	271
1.6.58 & 1.6.59	पॉवर फैक्टर (Power factor)	281
1.6.60 - 1.6.64	3 कला AC के मूल सिद्धान्त (3-Phase AC fundamentals)	285

संयोजित / अभ्यास परिणाम

इस पुस्तक के अन्त में आप यह कार्य करने योग्य होंगे :

- **सुरक्षित कार्य अभ्यास का निष्पादन**
- **रेखाचित्र की सटीकता के अनुसार व्यकित्व बनाना**
- **विद्युतीय वायर जोड़, सोल्डर करना, क्रिम्पिंग और भूमिगत केबिल का इन्सुलेशन रैजिस्टैन्स मापन**
- **विद्युतीय और चुम्बकीय परिपथों की विशेषतायों का सत्यापन**

SYLLABUS

Duration: Six Month

Week No.	Ref. Learning Outcome	Professional Skills(Trade Practical) with Indicative hours	Professional Knowledge (Trade Theory)
1.	• Apply safe working practices • Install and setup operating system and related software in a computer.	**Safe working practices** 1. Visit various sections of the institutes and location of electrical installations. (05 hrs) 2. Identify safety symbols and hazards. (05 Hrs) 3. Preventive measures for electrical accidents and practice steps to be taken in such accidents. (05 hrs) 4. Practice safe methods of fire fighting in case of electrical fire. (05 hrs) 5. Use of fire extinguishers. (05 Hrs)	Scope of the electrician trade. Safety rules and safety signs. Types and working of fire extinguishers
2.	• Install and setup operating system and related software in a computer.	6. Practice elementary first aid. (05 hrs) 7. Rescue a person and practice artificial respiration. (05 Hrs) 8. Disposal procedure of waste materials. (05 Hrs) 9. Use of personal protective equipments. (05 hrs) 10. Practice on cleanliness and procedure to maintain it. (05 hrs)	First aid safety practice. Hazard identification and prevention. Personal safety and factory safety. Response to emergencies e.g. power failure, system failure and fire etc
3	• Prepare profile with an appropriate accuracy as per drawing	11. Identify trade tools and machineries. (10 Hrs) 12. Practice safe methods of lifting and handling of tools & equipment. (05 Hrs) 13. Select proper tools for operation and precautions in operation. (05 Hrs) 14. Care & maintenance of trade tools	Concept of Standards and advantages of BIS/ISI. Trade tools specifications. Introduction to National Electrical Code-2011

4 - 5	• Prepare profile with an appropriate accuracy as per drawing	15. Operations of allied trade tools. (05 Hrs) 16. Workshop practice on filing and hacksawing. (10 Hrs) 17. Prepare hand coil winding assembly. (5 Hrs) 18. Practice on preparing T-joint, straight joint and dovetail joint on wooden blocks. (15 Hrs) 19. Practice sawing, planing, drilling and assembling for making a wooden switchboard. (15 Hrs)	Allied trades: Introduction to fitting tools, safety precautions. Description of files, hammers, chisels hacksaw frames, blades, their specification and grades. Marking tools description and use. Types of drills, description & drilling machines. Various wooden joints
6 - 7	• Prepare profile with an appropriate accuracy as per drawing	20. Practice in marking and cutting of straight and curved pieces in metal sheets, making holes, securing by screw and riveting. (10 Hrs) 21. Workshop practice on drilling, chipping, internal and external threading of different sizes. (20 Hrs) 22. Practice of making square holes in crank handle. (5 Hrs) 23. Prepare an open box from metal sheet. (15 Hrs)	Marking tools; calipers Dividers, Surface plates, Angle plates, Scribers, punches, surface gauges Types, Uses, Care and maintenance. Sheet metal tools: Description of marking & cutting tools. Types of rivets and riveted joints. Use of thread gauge. Description of carpenter's tools Care and maintenance of tools
8	• Prepare electrical wire joints, carry out soldering, crimping and measure insulation resistance of underground cable	24. Prepare terminations of cable ends (02 hrs) 25. Practice on skinning, twisting and crimping. (15 Hrs) 26. Identify various types of cables and measure conductor size using SWG and micrometer. (8 Hrs)	Fundamentals of electricity, definitions, units & effects of electric current. Conductors and insulators. Conducting materials and their comparison
9 - 10	• Prepare electrical wire joints, carry out soldering, crimping and measure insulation resistance of under ground cable	27. Make simple twist, married, Tee and western union joints. (18 Hrs) 28. Make britannia straight, britannia Tee and rat tailjoints. (18 Hrs) 29. Practice in Soldering of joints / lugs. (14 Hrs)	Joints in electrical conductors. Techniques of soldering. Types of solders and flux

11 - 12	• Prepare electrical wire joints, carry out soldering, crimping and measure insulation resistance of underground cable	30. Identify various parts, skinning and dressing of underground cable. (15 Hrs) 31. Make straight joint of different types of underground cable. (15 Hrs) 32. Test insulation resistance of underground cable using megger. (05 hrs) 33. Test underground cables for faults and remove the fault. (15 Hrs)	Underground cables: Description, types, various joints and testing procedure. Cable insulation & voltage grades Precautions in using various types of cables
13 - 14	• Verify characteristics of electrical and magnetic circuits	34. Practice on measurement of parameters in combinational electrical circuit by applying Ohm's Law for different resistor values and voltage sources and analyse by drawing graphs. (15 Hrs) 35. Measure current and voltage in electrical circuits to verify Kirchhoff's Law (10 Hrs) 36. Verify laws of series and parallel circuits with voltage source in different combinations. (05Hrs) 37. Measure voltage and current against individual resistance in electrical circuit (10 hrs) 38. Measure current and voltage and analyse the effects of shorts and opens in series circuit. (05 Hrs) 39. Measure current and voltage and analyse the effects of shorts and opens in parallel circuit. (05 Hrs)	Ohm's Law; Simple electrical circuits and problems. Kirchoff's Laws and applications. Series and parallel circuits. Open and short circuits in series and parallel networks
15	• Verify characteristics of electrical and magnetic circuits	40. Measure resistance using voltage drop method. (5 Hrs) 41. Measure resistance using wheatstone bridge. (5 Hrs) 42. Determine the thermal effect of electric current. (5Hrs) 43. Determine the change in resistance due to temperature. (5 Hrs) 44. Verify the characteristics of series parallel combination of resistors. (5 Hrs)	Laws of Resistance and various types of resistorsWheatstone bridge; principle and its applications. Effect of variation of temperature on resistance. Different methods of measuring the values of resistance. Series and parallel combinations of resistors

16 - 17	• Verify characteristics of electrical and magnetic circuits	45. Determine the poles and plot the field of a magnet bar. (08 Hrs) 46. Wind a solenoid and determine the magnetic effect of electric current. (06 Hrs) 47. Measure induced emf due to change in magnetic field. (06 hrs) 48. Determine direction of induced emf and current. (06 hrs) 49. Practice on generation of mutually induced emf. (08 hrs) 50. Measure the resistance, impedance and determine inductance of choke coils in different combinations. (06 Hrs) 51. Identify various types of capacitors, charging / discharging and testing. (05 Hrs) 52. Group the given capacitors to get the required capacity and voltage rating. (05 Hrs)	Magnetic terms, magnetic materials and properties of magnet. Principles and laws of electromagnetism. Self and mutually induced EMFs. Electrostatics: Capacitor- Different types, functions, grouping and uses. Inductive and capacitive reactance, their effect on AC circuit and related vector concepts
18 - 19	• Verify characteristics of electrical and magnetic circuits	53. Measure current, voltage and PF and determine the characteristics of RL, RC and RLC in AC series circuits. (08 Hrs) 54. Measure the resonance frequency in AC series circuit and determine its effect on the circuit. (07 hrs) 55. Measure current, voltage and PF and determine the characteristics of RL, RC and RLC in AC parallel circuits. (08 Hrs) 56. Measure the resonance frequency in AC parallel circuit and determine its effects on the circuit. (07 hrs) 57. Measure power, energy for lagging and leading power factors in single phase circuits and compare characteristic graphically. (08 Hrs) 58. Measure Current, voltage, power, energy and power factor in three phase circuits. (07 hrs) 59. Practice improvement of PF by use of capacitor in three phase circuit.(05 Hrs)	Comparison and Advantages of DC and AC systems. Related terms frequency, Instantaneous value, R.M.S. value Average value, Peak factor, form factor, power factor and Impedance etc. Sine wave, phase and phase difference. Active and Reactive power. Single Phase and three-phase system. Problems on A.C. circuits

20 - 21	• Verify characteristics of electrical and magnetic circuits	60. Ascertain use of neutral by identifying wires of a 3-phase 4 wire system and find the phase sequence using phase sequence meter. (10 Hrs) 61. Determine effect of broken neutral wire in three phase four wire system.(05 hrs) 62. Determine the relationship between Line and Phase values for star and delta connections. (10Hrs) 63. Measure the Power of three phase circuit for balanced and unbalanced loads. (15 Hrs) 64. Measure current and voltage of two phases in case of one phase is short-circuited in three phase four wire system and compare with healthy system.(10 hrs)	Advantages of AC poly-phase system. Concept of three-phase Star and Delta connection. Line and phase voltage, current and power in a 3 phase circuits with balanced and unbalanced load. Phase sequence meter
22 - 23	Project work / Industrial visit Broad Areas: a) Prepare and assemble a test board with switches, plug socket, lamp holder etc. b) Temperature controlled system for switching 'ON' and 'OFF' of any circuit using bimetallic strip. c) Series/ parallel combinational circuits		
24 - 25	Revision		
	x		

ITIs का संगठन और इलेक्ट्रीशियन व्यवसाय में अवसर (Organization of ITI's and scope of the electrician trade)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **औद्योगिक प्रशिक्षण संस्थान का संक्षिप्त परिचयात्मक वर्णन करना**
- **संस्थान के संगठनात्मक ढांचे का वर्णन करना।**

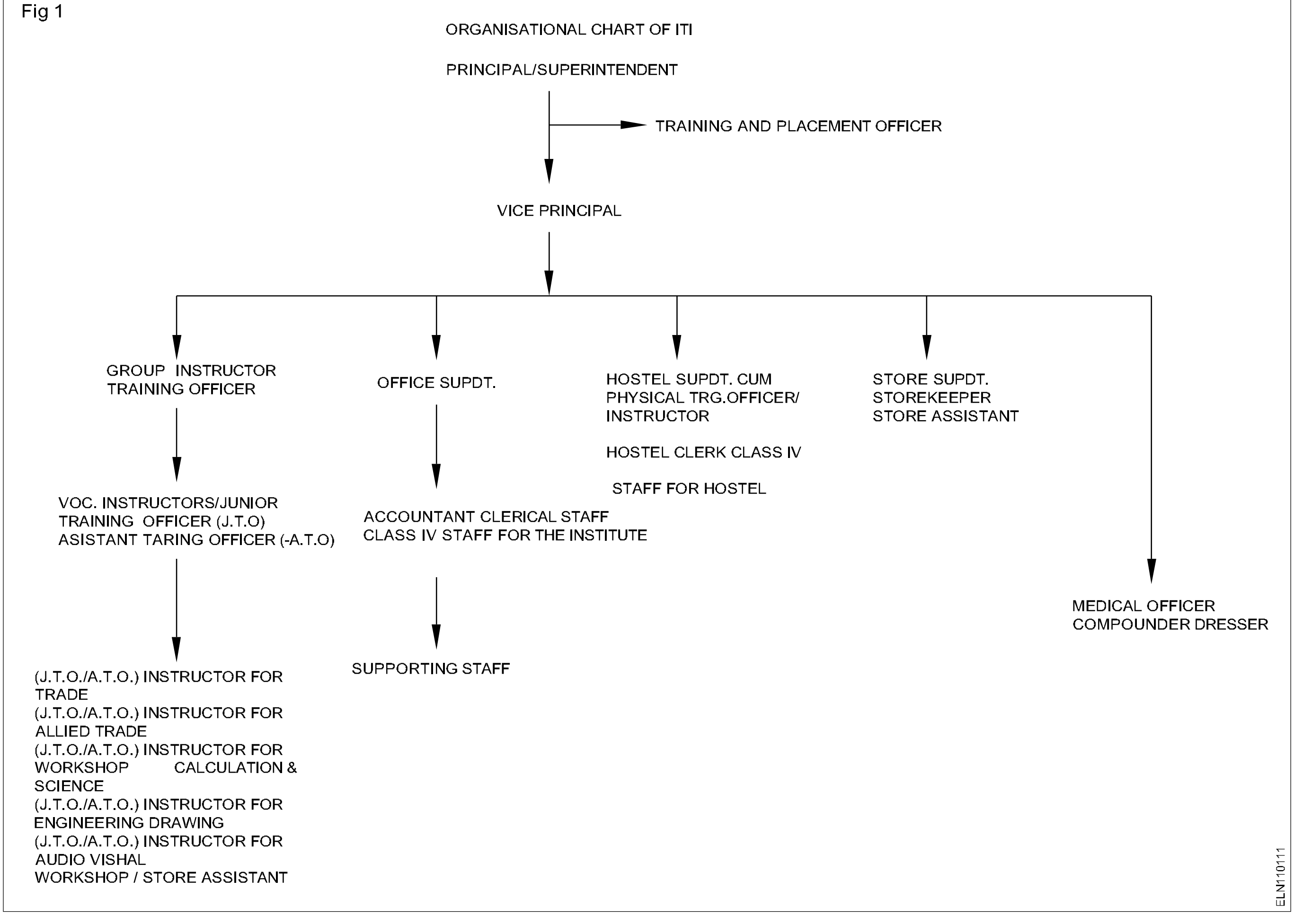
औद्योगिक प्रशिक्षण संस्थानों (ITIs) का संक्षिप्त परिचय (Brief Introduction of Industrial Training Institute (ITIs))

औद्योगिक प्रशिक्षण संस्थान राष्ट्र के आर्थिक विकास में, विशेषतः प्रशिक्षित जनशक्ति उपलब्ध कराने में महत्तवपूर्ण भूमिका निभाते हैं ।

कौशल विकास एवम उद्यमिता मंत्रालय (MSDE) के अंतर्गत महानिदेशक, (प्रशिक्षण) आर्थिक/श्रम बाजार पर आधारित व्यवसायिक प्रशिक्षण को विभिन्न सेक्टरों में प्रस्तुत करते हैं। व्यवसायिक प्रशिक्षण के दो अग्रणी कार्यक्रम शिल्पकार प्रशिक्षण CTS कार्यक्रम NCVT, शिशिक्षु प्रशिक्षण कार्यक्रम राष्ट्रीय व्यवसायिक परीक्षा परिषद के तत्वाधान में संचालित और दोनों कार्यक्रम के लोकप्रिय प्रचारित व्यवसायिक कार्यक्रम हैं। भारत में अप्रैल 2016 में लगभग 1315 सरकारी 2293 + 10812 निजी हैं। ये तकनीकी और गैर तकनीकी व्यवसायों में एक वर्षीय या दो वर्षीय समयान्तराल में प्रशिक्षण प्रदान करती है। ITIs में प्रवेश के लिए न्यूनतम योग्यता 8 वीं 10वीं और 12वीं उत्तीर्ण को उनकी योग्यता के अनुसार व्यवसायों में प्रवेश और प्रवेश प्रक्रिया प्रत्येक वर्ष जुलाई में होती है। 2013 से 6 माह/सेमेस्टर प्रणाली शुरू हुई और प्रत्येक सेमेस्टर के पाठ्यक्रम संसोधित किए गए। तब 2014 में "सेक्टर मेंटर काउंसिल (SMC)" द्वारा प्रस्तावित लगभग 80 व्यवसायों का 11 सेक्टर में पुनःसंशोधित पाठ्यक्रम लागू किया।

प्रत्येक सेमेस्टर के अंत में, प्रत्येक जुलाई और जनवरी में अखिल भारतीय व्यवसायिक परीक्षा बहुविकल्पिय प्रश्न OMR और उत्तर पुस्तिका प्रणाली के साथ होगे। उत्तीर्ण होने पर DGT राष्ट्रीय व्यवसाय प्रमाणपत्र जारी करता है, जो अंतराष्ट्रीय स्तर पर अधिकृत व मान्य हैं। 2017 में कुछ व्यवसायों में उन्होने **राष्ट्रीय कौशल योग्यता** स्तर का स्तर 4 स्तर 5 को लागू किया।

Fig 1



NTC प्रणाम पत्र सहित अनुदेशात्मक प्रशिक्षण को पूर्ण करने के बाद उनको संबंधित व्यवसाय के एक वर्षीय या दो वर्षीय अप्रेन्टिस शिप प्रशिक्षण (ATS), अप्रेन्ट्सि एक्ट 1961 के अंतर्गत सरकारी और निजी संस्थानों में भेजा जाएगा। अप्रेन्टिस शिप प्रशिक्षण के बाद, राष्ट्रीय शिशिक्षु परीक्षा आयोजित होगी और अप्रेन्टिसशिप प्रमाणपत्र जारी किया जाएगा। उन्हें भारत में रोजगार के अवसर निजी या सरकारी संस्थानों में या विदेशों में या सरकारी ऋण मं छूट सहित निर्माण क्षेत्र में लघु उद्योग शुरू कर सकने का अवसर मिलेगा।

ITIs का संगठनात्मक ढ़ांचा (Organizational Structure of ITIs)

अधिकतर औद्योगिम प्रशिक्षण संस्थानों (ITIs) में प्रधानाचार्य संस्थान का मुखिया, उसके नीचे एक उपप्रधानाचार्य, फिर ट्रेनिंग ऑफिसर। ग्रुप इस्ट्रक्टर (GI) होते है, जो प्रबंधन करते है और उसके बाद पर्यवेक्षक वर्ग होता है। तब सहायक ट्रेनिंग अफसर (ATO), कनिष्ठ ट्रेनिंग अफसर (TTO) और प्रत्येक व्यवसाय के लिए व्यवसाय अनुदेशक, कार्यशाला गणना, इंजीनियंरिग ड्राइंग और एम्लायबिल्टी स्किल इत्यादि के अनुदेशक होते हैं। प्रशासन स्टाफ, छात्रावास अधीक्षक (HS), शारीरिक शिक्षा अनुदेशक (PET), पुस्तकालय अध्यक्ष और फार्मेसिस्ट इत्यादि संस्थान के मुखिया के अधीन होते हैं।

Fig 1 में ITI का प्रारूप संगठनात्मक ढ़ांचा दिखाया हैं।

इलेक्ट्रीशियन व्यवसाय में अवसर (Scope of the electrician trade)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **इलेक्ट्रीशियन जनरल और इलेक्ट्रीशियन फिटर के कर्तव्यो और उनके NCO को स्पष्ट करना**
- **व्यवसाय का राष्ट्रीय कोड का वर्णन करना**
- **इलेक्ट्रीशियन के मुख्य कौशल और रोजगार पथ का वर्णन करना**
- **रोजगार अवसरो की सूची बनाना ।**

इलेक्ट्रीशियन व्यवसाय में आपका स्वागत है (Welcome to the electrician trade)

शिल्पकार प्रशिक्षण योजना (CTS) मे इलेक्ट्रीशियन व्यवसाय राष्ट्र भर के आई.टी.आई. (ITIs) मे सबसे लोकप्रिय व्यवसाय है । यह व्यवसाय दो वर्षीय (4 सेमेस्टर) समयान्तराल का है।

यह मुख्यतः मूलभूत व सभी भागों से परिपूर्ण है। मूलभूत भागों मे व्यवसाय सैद्धन्तिक और भागो मे कार्यशाला गणना और विज्ञान, इंजीनियरिंग ड्राइंग और एमप्लायबिल्टी स्किल, जिसमें सरल और जीवन्त कौशल है इसमें राष्ट्रीय व्यवसाय कोड पर आधारित दो विशेषज्ञ वर्ग इलेक्ट्रीशियन व्यवसाय में है :

i) इलेक्ट्रीशियन सामान्य (NCO-2015 संदर्भ है 7411.0100)

ii) इलेक्ट्रिशियन फिटर (NCO-2015 संदर्भ है 7412.0200)

इलेक्ट्रीशियन-इलैक्ट्रिशयन सामान्य और इलैक्ट्रिकल फिटर (Duties of Electrician - General and Electrical - Fitter)

इलेक्ट्रीशियन सामान्य- इलेक्ट्रीशियन सामान्य फैक्ट्रियों में, कार्यशालायो में पावर हाउसों में और आवासीय भवनों परिसरो में स्थापना, अनुरक्षण और मरम्मत इत्यादि करता हैं। विद्युतीय परिपथो और स्थापनायो की ड्राइंग को पढना, समझना और दूसरे विनिर्देशो को ज्ञात करना हचैं इलैक्ट्रिकल मोटर ट्रांन्सफारामरर्स, स्विच बोर्डस, माइक्रोफान्स, लाउडस्वीकर व दूसरे विद्युत उपकरण, फिटिंग और लाइटिंग फिक्चर्स को स्थान पर स्थपित करता है संयोजन और सोल्डर करता है मैगर, टेस्ट लैम्प इत्यादि का प्रयोग से इलैक्ट्रिकल यन्त्रो, उपकरणो और अन्य में दोष ढूँढता है। खराब भागो, खराब वायरिगं और जले फयूजो की मरम्मत को बदलता है। और इलैक्ट्रिकल फिटिंग और फिक्चर्स को कार्य करने हेतु तैयार रखता है। वायर व केबल को बिछा और आर्मेचर वाइन्ड कर सकता है इलैक्ट्रिकल मोटर और पम्पस का संचसलन मरमत व देखभाल इत्यादि कर सकता है। (NCO-2015 संदर्भ 7412.0200)

जहाज, पावर हाउस और कारखनो मे कार्य के जो अनुभव है उनको रिकार्ड करता है विद्युतीय मरम्मत मे अनुभवी हो, चाहे मरम्मत व दोष का पता करना हो, ध्वनि संग्राहक यन्त्र, वायु शुद्धिकरण यन्त्र और उष्मा यन्त्र इत्यादि हैं। चाहे ड्राइंग हो या निम्न वोल्टेज प्रणाली या उच्च वोल्टेज प्रणाली और इलैक्ट्रिकल एकट में कार्य करने मे समक्ष होने का प्रणाम पत्र दिया जाता है।

इलैक्ट्रिकल फिटर विद्युतीय मशीनरी व उपकरण जैसे मोटर ट्रांसफार्मर स्विचगियरर्स, पंखे आदि को संयोजित करता है। वायरिंग फिटिंग के रेखा चित्रो को पढ़ता और उनको योजना के अनुसार बनाने का कार्य करता है पूर्व संयोजिन यान्त्रिक/ वायरिंग घटको को इकट्ठा कर परिपथ के अनुसार मैगर और गेजेज आदि से परीक्षण कर उचित कार्य व दक्षता के लिये कार्य करता हैं।

जहां आवश्यक होता है, वहां पूरक औजारों से कार्य कर मानको के अनुसार यान्त्रिकी घटको, रैजिस्टैन्स, इन्सुलेटर्स आदि को फिट करता है। वायरिंग रेखाचित्र का अनुपालन, विद्युतीय संयोजन को बनाना और सोल्डरिंग बिन्दुओं को सोल्डर करता हैं निरन्तरता, रैजिस्टैन्स, लीकेज, आर्थिंग आदि को परीक्षण करता हैं। संयोजन के प्रत्येक चरण में मैगर, एमीटर, वोल्टमीटर- और अन्य उपकरणों और तकनीकी और विद्युतीय घटको दोनो को पूरा करता हैं।

बस बार, पैनल बोर्ड, इलैक्ट्रिकल बोर्ड या पोस्ट, गीयर सहित फयूज बॉक्स, मीटर्स और रिलेज आदि का निमार्ण करता हैं। अचालक, विद्युतरोधी और आवश्यक हो तो प्राप्त उपकरणों को उठाता और फीडर लाइनो मे इलैक्ट्रिक कस्ट का विभाजन करता है।

मोटर जनरेटरो ट्रांसफारमरर्स आदि रेखाचित्र के अनुसार सप्लाई लाइन से जोड़ता और विद्युतीय वायरिंग को स्थापित करता है। ब्रेक डाउन की स्थिति में दोष का पता लगाना और जले फयूजो जली क्वायलो, जले स्विचो और चालको इत्यादि को आवश्यकतानुसार बदलना और नियमित व निर्धारित प्रक्रिया के अनुसार इलैक्ट्रिकल इकाइयो की ओवर हालिंग करता हैं।

विद्युतीय उपकरणो को परीक्षण और जली क्वायलो को रिवाइन्ड करता हैं।

विद्युतीय उपकरणो और मशीनरी की मरम्मत में विशेषज्ञ होता हैं उपकरणो के निर्माण, पावर हाउस की स्थापना और NCO-2015 संदर्भ 7412.0200 के अनुसार कार्य करता है जनरेटर, मोटर, ट्रांसफार्मर, रिलेज, स्विचिगियरर्स, घरेलू उपकरणो में मरम्मत या संयोजन को विशेष जानकारी को, यदि कोई हो तो कार्य की प्रकृति को दर्ज करता हैं पावर हाउस और डिस्ट्रीब्युशन केन्द्र मे कार्य करने का अनुभव इलेक्ट्रीशियन मे होता हैं।

इलेक्ट्रीशियन के प्रमुख कौशल (Key Skills of Electrician)

इलेक्ट्रीशियन व्यवसाय के उतीर्ण करने के बाद योग्य होते हैं।

- योजना, तकनीकी मानक प्रपत्र को पढना और कारक करना
- सुरक्षा नियमो, दुर्घटना बचाव नियम और पर्यावरण सुरक्षा नियमो को ध्यान मे रखकर कार्य करना।
- जब कार्य करता है, तो विशेष कौशल ज्ञान और रोजगार कौशल का प्रदर्शन करना।
- कार्य से समबन्धित तकनीकी मानको के अभिलेख लेना
- 2013 मे सेमेस्टर प्रणाली जारी की गई थी और पाठयक्रम को पुनः संशोधित कर लागू किया गया था
- तब 2014 मे सेक्टर सलाहकार परिषद (SMC) का गठन हुआ और पाठयक्रम पुनः संशोधित व लागू किया गया

वर्तमान मे पाठयक्रम पुनः संशोधित और राष्ट्रीय कौशल योग्यता ढाँचा (NSQF) स्तर 5 के अनुसार अगस्त, 2017 से लागू किया गया।

रोजगार विकास मार्ग (Career Progression Pathways)

प्रशिक्षर्थी व्यवसाय इलेक्ट्रीशियन परीक्षा उत्तीर्ण करके 10+2 परीक्षा में राष्ट्रीय मुक्त विद्यालय संस्थान (NIOS) द्वारा उच्चतर माध्यमिक प्रमाण पत्र मे प्रवेश ले सकता है और सामान्य तकनीकी शिक्षा में जा सकता हैं।

- डिप्लोमा पाठयक्रम की इंजीनिरिंग की अनुंशसित शाखायो मे सीधे प्रवेश ले सकता है।
- विभिन्न प्रकार की औद्योगिक इकाइयो मे शिशिक्षु प्रशिक्षण के लिये शामिल होकर राष्ट्रीय शिशिक्षु प्रमाणपत्र ले सकता है।
- व्यवसाय मे शिल्पकार अनुदेशक प्रशिक्षण योजना मे प्रवेश कर (ITIs) में अनुदेशक हो सकता हैं।
- सीधे विधुत लाइसेन्स बोर्ड से वायरमैन (B) में लाइसेन्स ले सकता है।

रोजगार के अवसर (Job Opportunities)

एक इलेक्ट्रीशियन के लिये संरका मे रोजगार के अवसर है।

- स्थानीय विद्युत बोर्ड, रेलवे, टेलीफोन विभाग, एयरपोर्ट और अन्य सरकारी और अर्द्धसरकारी प्रतिष्ठानो मे।
- इलेक्ट्रीशियन कारखानो ((निजी/सार्वजनिक) मे स्थापन, परीक्षण और समागारो और सिनेमाघरो मे विद्युत उपकरणो की देखभाल व मरम्मत हेतु।
- स्विर्च गियर्स कारखनो मे विद्युत नियन्त्रक गियर और स्विचो का पैनल बोर्ड असेम्बल करने मे।
- वाइडिंग दुकानो मे इलैक्ट्रिकल मोटरो का वाइन्डर
- इलेक्ट्रिकल दुकानो मे विधुतीय उपकरणो की मरम्मत ये
- होटलो, रिजार्टस, अस्पतालो और फलैटस मे स्थापन सर्विस और विद्युत उपकरणो की मरम्मत में।
- घरेलू उपकरण निर्माण कारखनो मे असेम्बलर में
- प्रतिष्ठित उपकरण कम्पनी मे सर्विस टेक्नीशियन में

स्वरोजगार के अवसर (Self-employment opportunities)

- नगरीय एवं ग्रामीण क्षेत्रों में इलेक्ट्रिकल स्वीट्च गियर एवं मोटर मरम्मत केन्द्रों में
- होटलों/रिसोर्टों/अस्पतालों/बैंकों आदि में वायर इन्स्टालेशन की रखरखाव ठेकेदारी
- इलेक्ट्रिकल पैनलों के लिए सब-एसम्बली का उत्पादन
- घरेलू तथा औद्योगिक वायरिंग की ठेकेदारी
- इलेक्ट्रिकल मोटरों के शौकिया वाइन्डर
- सरल इलेक्ट्रिक उपकरणों की मरम्मत
- घरेलू उपकरणों की सर्विस, रखरखाव और मरम्मत
- इलेक्ट्रिक हार्डवेयर की डिलरशीप/एजंसी
- किसी खास क्षेत्र में प्रशिक्षण से आडियो/रेडिया/ TV मैकानिक

सुरक्षा नियम - सुरक्षा चिन्ह - जोख़िम (Safety rules - Safety signs - Hazards)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **सुरक्षा के नियमों के अनुपालन की आवश्यकता स्पष्ट करना**
- **इलेक्ट्रीशियन द्वारा अनुपाल किए जानेवाले सुरक्षा नियमों की सूची बनाना**
- **इलेक्ट्रिक झटके/घाव के लिए व्यक्ति के उपचार की विधि स्पष्ट करना ।**

सुरक्षा नियमों की आवश्यकता (Necessity of safety rules) : किसी कार्य में सुरक्षा जागरूकता एक आवश्यक अवस्था है । एक चतुर इलेक्ट्रीशियन को सदैव सुरक्षित कार्यकारी स्वभाव बनाने का प्रयास करना चाहिये। सुरक्षित कार्यकारी स्वभाव सदैव जन, धन और सामग्री की रक्षा करता है। असुरक्षित स्वभाव से सदैव उत्पादन और कम लाभ व्यक्तिगत चोट और मृत्यु तक होती है। दुर्घटनाओं तथा वैद्युत आघातों से बचने के लिये इलेक्ट्रीशियन को नीचे दिये गये सुरक्षा बिन्दुओं का अनुपालन करना चाहिये क्योंकि उसके कार्य में अनेकों व्यवसायिक संकट है।

प्रत्येक इलेक्ट्रीशियन को सूचीबद्ध सुरक्षा नियमों को सीखना, याद रखना और उनका अभ्यास करना चाहिये। यहां इलेक्ट्रीशियन को प्रसिद्ध कहावत याद रखना चाहिये कि **"वैद्युत एक उत्तम सेवक पर अधम स्वामी है" ("Electricity is a good servant but a bad master")**

सुरक्षा नियम (Safety rules)

- केवल अर्हित प्राप्त लोगों को ही वैद्युत कार्य करना चाहिये।
- कार्यशाला के फर्श को स्वच्छ और टूल्स को उत्तम दशा में रखें।
- विद्युन्मय परिपथों पर कार्य न करें। यदि आवश्यक है तो रबर के दस्ताने, चटाई का प्रयोग करें।
- वैद्युत परिपथों पर कार्य करते समय लकडी अथवा PVC रोधित हैण्डिल पेंचकस का प्रयोग करें।
- अनावृत चालकों को स्पर्श न करें।
- सोल्डरिंग करते समय तप्त सोल्डरिंग लोहे को उनके धारकों में नियोजित करें। कभी भी कुन्जी को चालू अथवा तप्त सोल्डरिंग लोहे को बेंच अथवा मेज पर न रखें क्योकि इससे आग पकड़ सकती है।
- परिपथ में केवल उचित धारिता वाले फ्यूज प्रयोग करें। यदि धारिता कम है तो भारित किये जाने पर यह जल जायेगा। यदि धारिता अधिक है तो इससे कोई रक्षा नही होती, अधिक धारा प्रवाह मनुष्यों और यंत्रो को जोखिम में डालता है जिससे धन की हानि होती है।
- परिपथ कुन्जी को बन्द करने के पश्चात ही फ्यूज को पृथक अथवा प्रतिस्थापित करें।
- लैम्पों को टूटने तथा तप्त लैम्पों को ज्वलनशील पदार्थों के सम्पर्क में आने से बचाने के लिये विस्तार तारों का प्रयोग करें।
- सॉकेट्स प्लग्स, जैसे उपसाधनों और साधनों का प्रयोग केवल उनके उत्तम दशा में होने पर ही करें और सुनिश्चत करले कि उन पर BIS (ISI) चिन्ह है। मानकी करण के अन्तर्गत चिन्हित उपसाधनों के ही प्रयोग ही आवश्यकता स्पष्ट की गई है। अस्थायी तार स्थापन से वैद्युत परिपथों का कभी भी विस्तार न करें।
- अस्थाई वायरिंग के लिए कभी भी वैद्युत परिपथों का विस्तार न करें ।
- लकड़ी के स्टूल अथवा रोधित सीढ़ी पर खड़े होकर विद्युन्नमय वैद्युत परिपथों/साधनों की मरम्मत अथवा फ्यूज बल्ब का प्रतिस्थापन करें। प्रत्येक दशा में यह सदैव उत्तम होता है कि मुख्य कुन्जी को खोल कर परिपथ को मृत कर दें।
- स्विच पैनेल्स नियन्त्रण गियर्स इत्यादि पर कार्य करने/प्रचालन के समय रबर की चटाई पर खड़े हों।
- सीढ़ी को दृढ़ भूमि पर रखें।
- सीढ़ी के प्रयोग समय, सहायक से कहें कि सीढ़ी को सम्भावित खिसकने से रोकने के लिये दृढ़ता से पकड़ें ।
- उच्च बिन्दुओं अथवा खम्भों पर कार्य करते समय सदैव सुरक्षा पेटी का प्रयोग करें।
- घूर्णन यन्त्र के चल भाग पर कभी अपने हाथों को न रखें। ढीली बाहों की कमीज अथवा झूलती हुई टाई पहनकर मोटर अथवा जनित्र के चल शैफ्ट अथवा घिर्रियों पर कभी कार्य न करें।
- किसी भी यन्त्र/उपकरण को उसकी प्रचालन विधि का विनिर्देशन करके ही प्रचालित करें।
- केबल्स अथवा डोरियों को पोर्सलेन नलियों में से निकाल कर ही लकड़ी विभाजकों में से निकालें।
- वैद्युत उपकरणें के सम्बन्ध कसे होने चाहिए। ढीले जुड़े केबल्स तप्त होकर अग्नि संकट उत्पन्न करेंगे।
- सदैव 3 पिन सॉकेट और प्लगों के साथ सभी वैद्युत साधनों के लिये भूसम्पर्कन करें।
- मृत परिपथों पर कार्य करते समय फ्यूज बन्धकों को पृथक कर दें। उन्हें सुरक्षित संरक्षता में रखें तथा कुन्जी पट पर "लाइन पट पर मनुष्य है" प्रदर्शित करें।
- यन्त्र/स्विच गियर के अन्तपाशन से छेड़छाड़ न करें।

• जल वाहक लाइन्स से भूसम्पर्कन न करें।

• वैद्युत उपस्करों पर जल का प्रयोग न करें ।

• HV लाइन्स/उपस्करों और संघरित्रों से स्थैतिक वोल्टता को निरेवेशित कर दें।

सुरक्षा अभ्यास - प्राथमिक चिकित्सा (Safety practice - first aid) :

वैद्युत आघात (Electric shock)

वैद्युत आघात की गम्भीरता शरीर में प्रवाहित धारा स्तर तथा सम्पर्क समय की अवधि पर निर्भर होगी। अर्थात कर्मक जो गम्भीरता में भागीदारी करते हैं :

- व्यक्ति की आयु
- body resistance
- रोधित जूते पहने हुये बिना अथवा भीगे हुये जूते पहने
- मौसमी स्थिति
- फर्श भीगा अथवा शुष्क है
- मुख्य वोल्टता इत्यादि

यदि पास ही सहायता है तो चिकित्सा प्राप्त करें और बाद में आपात कालीन उपचार करें।

अगर आप अकेले है, तुरन्त उपचार आरंम्भ करें ।

Make sure the victim is not in contact with the supply.

वैद्युत आघात के प्रभाव (Effect of electric shock)

अति अल्प स्तर पर धारा का प्रभाव केवल अप्रिय झनझनाहट का अनुभव हो सकता है लेकिन यह स्वयं में पीढ़ित का संतुलन नष्ट करके उसको गिरा देने के लिये यथेष्ट है।

धारा का स्तर अधिक होने पर आघात पाने वाला व्यक्ति गिर सकता है। जिससे उसे भयंकर पीड़ा होगी तथा सम्पर्क बिन्दु पर कुछ जल जाने तक की सम्भावना होगी।

वैद्युत आघात सम्पर्क बिन्दु पर चमड़ी को जला भी सकता है।

वैद्युत आघात के उपचार (Treatment of electric shock)

तुरन्त उपचार आवश्यक है।

जाँच करें कि क्या व्यक्ति स्वाभाविक रूप से साँस ले रहा है और चेतन है। स्वाच्छोस्वास की प्रक्रिया देकर होश में लाने का प्रयत्न करें ।

घायर की जाँच करें कि उसको कोई घाव लगा है या कोई भाग जल गया है । कृत्रिम साँस देने की उपयुक्त विधि निश्चित करें ।

छाती अथवा पेट पर चोट/जलन की स्थिति में मुँह-से-मुँह की साँस देने की विधि अपनायें ।

पीठ पर चोट/जलन की स्थिति में नेल्सन विधि को अपनायें ।

अगर मुँह बंद हो ऐसी स्थिति में स्काफर अथवा होल्गन-नेल्सन विधि अपनायें ।

इन विधियों का अभ्यास होना चाहिए । (अभ्यास 1.1.06 का संदर्भ लें)

विद्युत घाओं के लिए चिकित्सा (Treatment for electrical burns)

वैद्युत धारा शरीर से प्रवाहित होने पर व्यक्ति वैद्युत आघात के साथ जल भी सकता है।

जले होने पर प्राथमिक सहायता देने में समय का अपव्यय न करें। जब तक उसकी श्वास प्रत्यवस्थित (Restored) न हो जाय और पीडित सहायता बिना सामान्य रूप से श्वास न लेने लगें।

जलना अति पीढ़ादायक होता है यदि शरीर का अधिक भाग जला है वायु को पानी स्वच्छ कागज अथवा एक स्वच्छ कमीज से ढ़क कर विलग कर दें कोई उपचार न करें। यह पीढ़ा को कम करता है।

अत्यधिक रक्तस्राव (Severe bleeding)

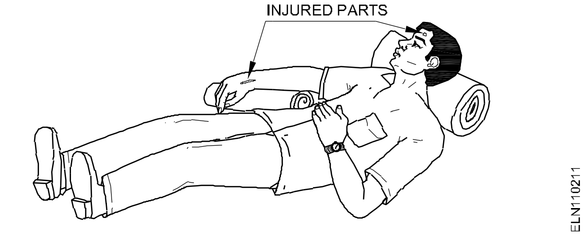
किसी भी घाव विशेष कर कलाई हाथ अथवा अंगुलियों से यदि अत्यधिक रक्तस्राव हो रहा है तो उसे गम्भीरत से लेना चाहिये तथा कुशल और अनुभवी व्यक्तियों को देखना चाहिये। रक्तस्राव को रोकने और सक्रमण न होने देने के लिये घाव पर दाब देना स्वयं में सर्वोत्तम प्राथमिक चिकित्सा उपाय है।

तुरत कार्य (Immediate action)

गहन रक्तस्राव में सदैव

- पीड़ित को लिटा दे और आराम करने दें
- यदि सम्भव हो तो पीड़ित के घायल शरीर को ऊपर उठावें (Fig 1)

Fig 1

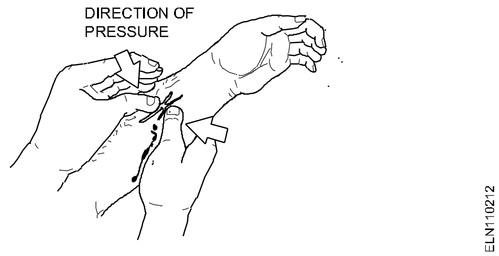


- घाव पर दाब दें
- सहायता बुलायें

गहन रक्तस्राव को नियंत्रित करना (To control severe bleeding)

घाव के किनारे को आवश्यकतानुसार एक साथ ऐंठें रक्तस्राव रोकने के लिये दाब आरोपित करें। जब रक्तस्राव रूक जाता है घाव पर एक ड्रेसिंग लगा दें और इसको मुलायम पदार्थ के पैड से ढ़क दें (Fig 2)

Fig 2

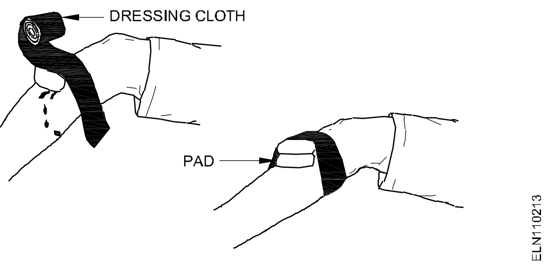


पेट का स्टैब घाव जो किसी पैने टूल पर गिरने से हुआ है, पीड़ित को घाव पर आन्तरिक रक्तस्राव रोकने के लिये झुके रहने के लिये कहें।

बड़ा घाव (Large wound)

एक स्वच्छ पैड लगावे (व्यक्तिगत ड्रेसिंग को वरीयता दें) और मजबूती से पटटी को स्थान पर बांध दें। यदि रक्तस्राव अत्यधिक है तो एक से अधिक ड्रेसिंग लगावें। (Fig 3)

Fig 3



सुरक्षा चिह्न (सड़क चिह्न) (Safety signs (Road signals))

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **तीन प्रकार के रोड चिह्नों की सूची बनाना**
- **सड़क पर बने "अंकनों" का वर्णन करना**
- **विभिन्न ट्राफिक पुलिस के हाथ चिह्नों तथा लाईट चिह्नों का वर्णन करना**
- **टक्कर के कारणों की सूची बनना ।**

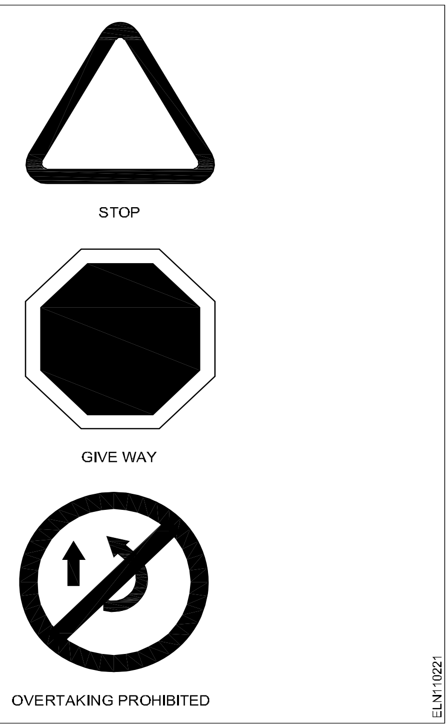
पुराने ज़माने में गाड़ियाँ दिन में लाल ध्वज और रात में लालटेन रख कर चलती थी । हर प्रकार के ट्राफिक का प्रथम ध्येय सुरक्षा होता है ।

सड़क चिह्नों के प्रकार (Kinds of road signs)

- अनिवार्य (Mandatory)
- चेतावनी और (Cautionary and)
- सूचनात्मक (Informatory)

अनिवार्य चिह्न (Mandatory sign) (Fig 1)

Fig 1



अनिवार्य चिह्नों का उल्लंघन दण्ड का कारण बन सकता है । उदाहरण के लिए रुकिएँ, रास्ता दीजिएँ, सीमा, निषेध, पार्किंग नहीं अनिवार्य चिह्न हैं ।

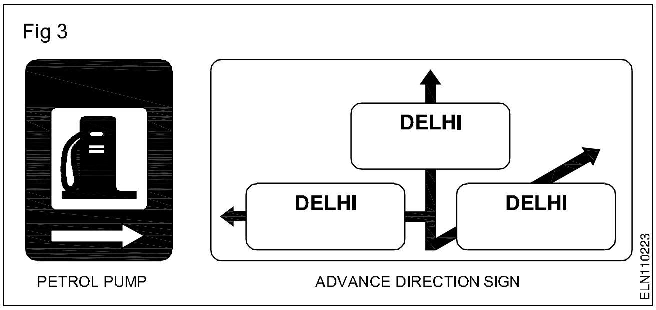
चेतावनी चिह्न (Cautionary signs) (Fig 2)

Fig 2

चेतावनी/सतकर्ता चिह्न विशेष सुरक्षात्मक होते हैं 'किजिए' 'मत किजिए' चिह्न पैदल-यात्रियों, साईकिल सवारों, बस-यात्रियों और गाड़ी चालकों के लिए होते हैं ।

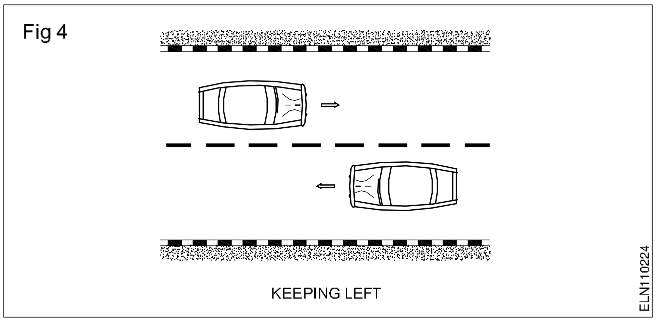
सूचनात्मक चिह्न (Information signs) (Fig 3)

सूचनात्मक चिह्न सवारियों और दो पहियाँ चालकों के लिए विशेष लाभदायक होते हैं ।



सडकों पर अंकित लाइनें (Marking lines on road) (Fig 4)

- अंकित लाईनें चलती गडियों, साईकिल सवारों और पैदल चलनेवालों को निर्देश या चेतावनी देने के लिए होती हैं ।



- सड़के के मध्य एकल छोटी विखण्डित लाईनें गाड़ियों को क्रास करने के लिए होती हैं और बिन्दुवाली लाईनें गाडियों को आवश्यक हों तो 'ओवर टेक' कराने के लिए होती हैं ।
- जब गाड़ी पैदल यात्रियों की क्रासिंग के पास आये तो उसे धीमी होना अथवा रुकना चाहिए ताकि लोग क्रास कर लें ।
- पैदल यात्रियों के क्रासिंग के आस-पास 'ओवर टेक' न करें ।

पुलिस चिह्न (Police signals) (Fig 5)

पीछे ले आ रही गाड़ी को रोकने के लिए (Fig 5/1)

आगे से आ रही गाड़ी को रोकने के लिए । (Fig 5/2)

आगे और पीछे से एक साथ आनेवाली गाड़ियों को रोकने के लिए । (Fig 5/3)

बायीं ओर से आ रहे यातायात जो दायीं ओर मुड़ना चाहता हो उसे रोकने के लिए। (Fig 5/4)

दायीं ओर से आ रहे यातायात को रोकना ताकि बायीं ओर का यातायात दायीं ओर मुड़ सके । (Fig 5/5)

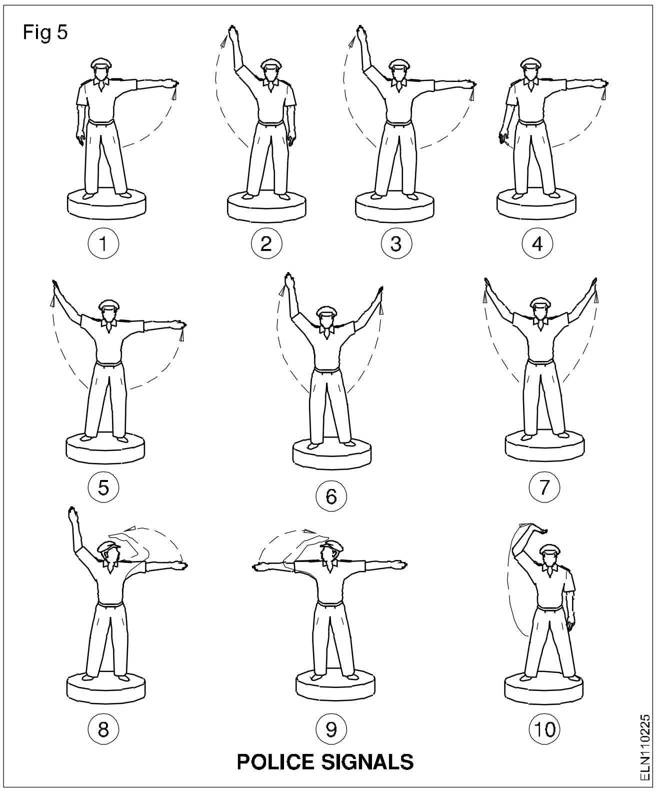
बायीं ओर से आ रहे यातायत को आने देना और दायीं ओर से आ रहे यातायात को रोक कर उसे बायीं ओर मुड़ने देना । (Fig 5/6)

पूरे यातायात को रोकनेवाला चेतावनी चिह्न । (Fig 5/7)

बायीं ओर से आनेवाली गाड़ियों के लिए इंगित । (Fig 5/8)

दायीं ओर से आनेवाली गाड़ियों के लिए इंगित । (Fig 5/9)

आगे से आनेवाली गाड़ियों के लिए इंगित । (Fig 5/10)



ट्राफिक लाईट चिह्न (Traffic light signals) (Fig 6)

लाल का 'स्टाप' अर्थ है । गाड़ियों के रास्ते पर स्टाप लाईन के पीछे रुकिए। (Fig 6/1)

लाल और एम्बर का अर्थ भी है स्टाप जब तक हरा दिखाई न दे आगे न बढ़े और चलें नहीं । (Fig 6/2)

हरे का अर्थ है यदि रास्ता साफ हो तो आप जा सकते हैं । यदि आपको बाये या दाये मुड़ना हो तो खास सावधानी बरतें और क्रास कर रहे पैदल यात्रियों को रास्ता दे दें । (Fig 6/3)

एम्बर का अर्थ है स्टाप लाईन पर रुक जाईएँ । आप उस पर तभी जा सकते हैं यदि एम्बर रंग आपके क्रास होने के बाद दिखाई देता है या इतने नज़दीक हैं कि वापस आना संभव न हो । (Fig 6/4)

हरे तीरे का अर्थ है कि आप हरे तीरे में दिखाई दिशा में जा सकते हैं । यह आप तब भी कर सकते हैं जब अन्य कोई भी लाईटें जल रही हों । (Fig 6/5)

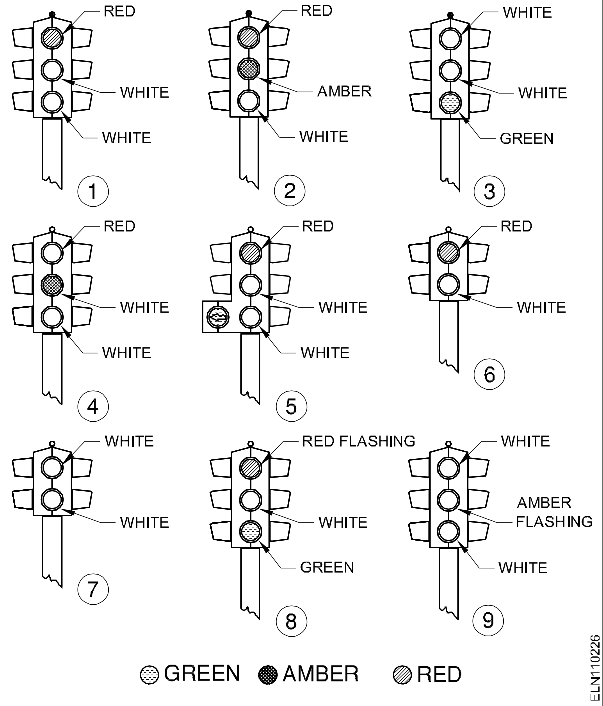
पैदल यात्री - क्रास न करें । (Fig 6/6)

पैदल यात्री - क्रास करें । (Fig 6/7)

स्टाप लाईन पर लाल लाईट फ्लैश कर रही है तो अर्थ है स्टाप लाईन पर रुकिए और यदि रास्ता साफ हो जाए तो आगे बढिएँ । (Fig 6/8)

एम्बर लाईट फ्लैश होने का अर्थ है कि सावधानी के साथ आगे बढ़िए । (Fig 6/9)

Fig 6



टक्कर के कारण (Collision causes) (Fig 7)

तीन घटक टक्कर के उत्तरदायी होते हैं

- सड़कें (Roads)
- गाड़ियाँ और (Vehicles)
- चालक (Drivers)

Fig 7

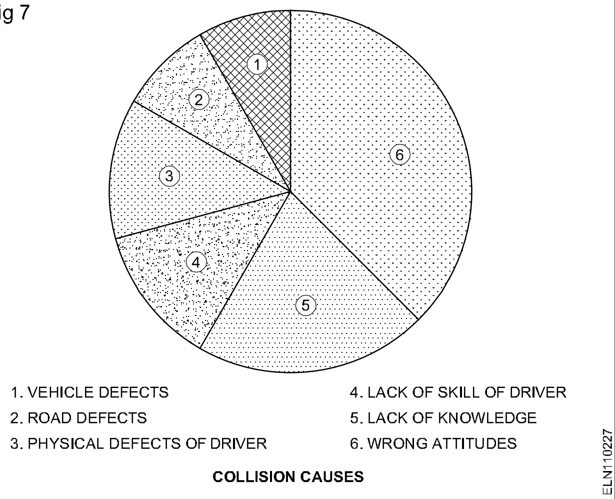
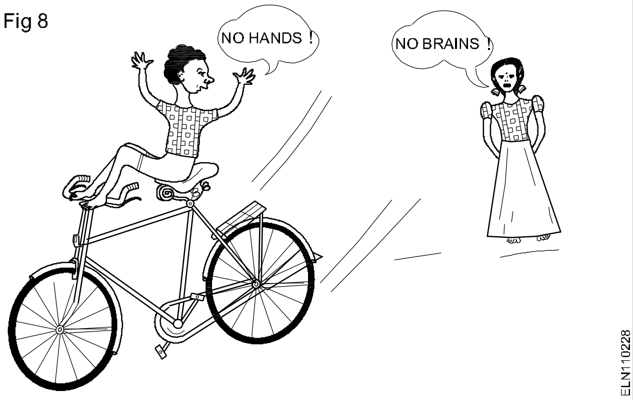


Fig 8 टक्कर के कारण का लगभग अनुपात दर्शाता है । गाड़ी चलाते समय गलत प्रवृत्तियों और मूर्खतापूर्ण कार्यों से बचना चाहिए गाड़ी चलाने का समय खेलकुद का समय नहीं है । (Fig 8)

Fig 8



सुरक्षा अभ्यास - सुरक्षा चिह्न (Safety practice - Safety signs)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **दुर्घटना क्या होती है साधारणतः कारण बताना**
- **चार मौलिक प्रकार के सुरक्षा नियमों का विनिर्देशन करना।**

उत्तरदायित्व (Responsibilities)

सुरक्षा यू ही नही होती इसको कार्य प्रक्रिया की भाति जिसका एक वह भाग है संगठित और प्राप्त करना पड़ता है। नियमानुसार व्यवसायी और उसके कर्मचारी दोनों का इसके लिये एक उत्तरदायित्व होता है।

नियोक्ता का उत्तरदायित्व (Employer's responsibilities)

वह प्रयास जो कोई अनुष्ठान आयोजन और संगठन कार्य लोगों के प्रशिक्षण कुशल और सुयोग्य कर्मियों को रखने में संयत्र अनुरक्षण में, तथा अभिलेखों के निरीक्षण तथा रखरखाव में करता है वह सभी, कार्य स्थल की सुरक्षा में भागीदार होते है।

कर्मियों को दिये गये उपस्करों, कार्य परिस्थितियों, व्यवसायी कर्मियों से क्या करवाना चाहते है और उनकों दिये गये प्रशिक्षण के लिये व्यवसायी उत्तरदायी होगा।

कर्मचारियों के उत्तरदायित्व (Employee's responsibilities)

उपस्करों की प्रयोग विधि, कार्य करने की विधि प्रशिक्षण के उपयोग तथा सुरक्षा के लिये सामान्य व्यवहार का उत्तरदायित्व कर्मी का होगा।

आपके कार्य जीवन को सुरक्षित बनाने के लिये व्यवसायियों तथा अन्य लोगों द्वारा बहुत कुछ किया जाता पर सदैव स्मरण रहे कि आपके कार्य तथा उसका दूसरों पर पड़ने वाले प्रभाव का उत्तरदायित्व आप का है। आपको उस उत्तरदायित्व को सरलता से नही लेना चाहिये।

कार्य स्थल पर नियम और प्रक्रिया (Rules and procedure at work)

आपको नियमानुसार क्या करना चाहिये प्रायः उन विभिन्न नियमों और परिस्थितियों में सम्मिलित रहता है जो आपके स्वामी द्वारा बनाये जाते हैं। वे लिखित हो सकते हैं लेकिन प्रायः एक प्रतिष्ठान किस प्रकार कार्य करता है आप कार्यकाल में सहयोगियों से सीख लेगें।

वे टूल्स का रक्षणात्मक परिधान और उपस्कर, उपस्थित प्रक्रिया, आपात कालीन अभ्यास प्रतिबन्धित क्षेत्र पर पहुंच तथा कई अन्य विषय नियमित कर सकते हैं। इस प्रकार के नियम कार्यसुरक्षा और दक्षता में भागीदार होते हैं इसलिये वे आवश्यक हैं।

सुरक्षा चिन्ह (Safety signs)

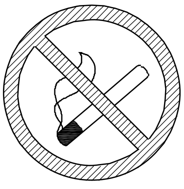
किसी निर्माण स्थल पर कार्य के लिये जाते समय आप विभिन्न प्रकार के चिन्ह सूचनायें देखेगें। इनमें से कुछ से परिचित होगें उदाहरणार्थ एक धूम्र पान निषेध चिन्ह अन्यो को आपने हो सकता है पहले कभी न देखा हो। उनके अर्थ सीखना और उन पर ध्यान देना आप पर निर्भर है। यह सम्भावित खतरे के लिये आगाह करते है और इन्हें अनदेखा नही करना चाहिए।

सूचना चिन्ह को चार विभिन्न श्रेणियों में रखा जाता है। इनकी पहचान आकार तथा रंग से की जाती है। कभी यह केवल एक प्रतीक हो सकते हैं अन्य चिन्ह, अक्षर अथवा चित्र सहित हो सकते है और वे अतरिक्त सूचना प्रदान करते हैं जैसे रूकावट की मुक्तांतर ऊँचाई अथवा और क्रेन का सुरक्षित कार्यान्वन भार।

चिन्हों की चार मौलिक श्रेणियां निम्न प्रकार है :

- निषेधात्मक चिन्ह (Fig 1 & Fig 5)
- आवश्यक चिन्ह (Fig 2 & Fig 6)
- सावधानी चिन्ह (Fig 3 & Fig 7)
- सूचना चिन्ह (Fig 4)

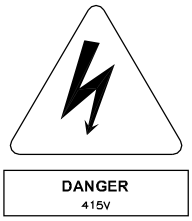
निषेधात्मक चिन्ह (Prohibition signs)

Fig 1 	आकृति	वृत्ताकार
	रंग	श्वेत पृष्ठ भूमि पर काला चिह्न
	अर्थ	ऐसा न करने को दर्शाता है
	उदाहरण	धूम्रपान निषेध

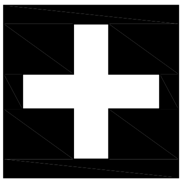
अनिवार्य चिन्ह (Mandatory signs)

Fig 2	आकृति	वृत्ताकार
	रंग	नीली पृष्ठ भूमि पर श्वेत चिह्न
	अर्थ	क्या करना चाहिये दर्शाता है
	उदाहरण	हस्तरक्षक पहने

चेतावनी चिन्ह (Warning signs)

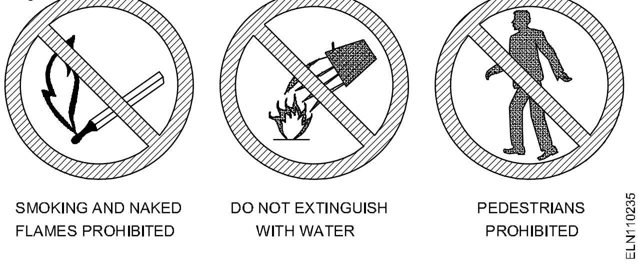
Fig 3 	आकृति	त्रिभुजाकार
	रंग	काले बार्डर और चिन्ह सहित पीली पृष्ठ भूमि
	अर्थ	संकट अथवा भय, सावधान
	उदाहरण	सावधान वैद्युत आघात का भय

सूचना चिन्ह (Information signs)

Fig 4 	आकृति	वर्गाकार अथवा आयताकार
	रंग	हरे पृष्ठ भूमि पर सफेद चिन्ह
	अर्थ	सुरक्षा सामग्री की सूचना प्रदर्शित करता है
	उदाहरण	प्राथमिक चिकित्सा केन्द्र

निषेधात्मक चिन्ह (Prohibition signs)

Fig 5

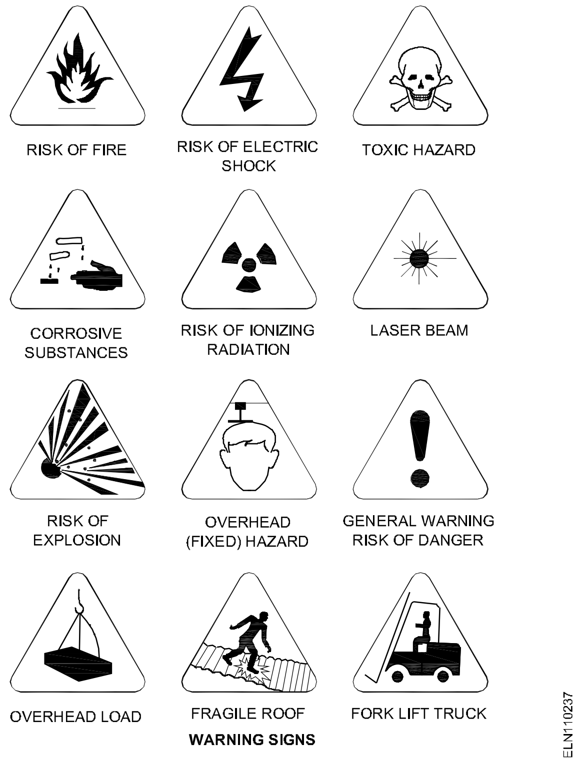


आवश्यक चिन्ह (Mandatory Signs)

Fig 6

सावधानी चिन्ह (Warning Signs)

Fig 7



WARNING SIGNS

आग - प्रकार - अग्निशामक (Fire - Types - Extinguishers)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **कार्यशाला में आग लगने के कारण एवं परिणामों को स्पष्ट करना**
- **विभिन्न प्रकार के अग्निशामकों को पहचानना**
- **विभिन्न प्रकार की आग का वर्गीकरण करना और आग बुझाने की मूलभूत प्रक्रिया स्पष्ट करना**
- **आग के प्रकार के अनुरूप सही अग्नि शामक का चयन करना**
- **आग लगने की स्थिति में अपनायी जानेवाली सामान्य**
- **अग्निशामक के प्रचालन और आग बुझाने की विधि को स्पष्ट करना ।**

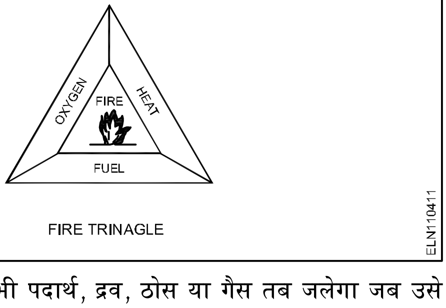
आग (Fire)

ज्वलनशील पदार्थ के जलने को आग कहते है । न चाहे गये स्थान पर तथा न चाहे गये मौको पर तथा अनियंत्रित मात्रा में आग के कारम संपत्ति तथा सामान को क्षति या नष्ट कर सकती है । यह व्यक्ति को हानि पहुँचा सकती है । तथा कभी कभी इसके कारण जान भी जा सकती है अतः आग से बचने के लिए सभी कोशिश करनी चाहिए । जब आग के लगने का पता चलता है तो उसे नियंत्रित करने तथा बुझाने की तुरन्त उचित कार्यवाही करनी चाहिए ।

क्या आग की रोकथाम है ? हाँ, आग लगने तीन कारणों में से किसी एक को खत्म (विलोपन) करके आग को लगने से बचाया जा सकता है ।

निम्न लिखित कारणों में से तीन कारणों को संयुक्तरूप से आग को लगातार जलते रहने के लिए उपस्थिति रहना चाहिए । (Fig 1)

Fig 1



FIRE TRINAGLE

ईंधन (Fuel) : कोई भी पदार्थ, द्रव, ठोस या गैस तब जलेगा जब उसे आक्सीजन तथा उच्च ताप दिया जाये ।

ताप (Heat) : कोई भी ईंधन किसी निश्चित तापमान पर जलना आरम्भ करता है । यह परिवर्तित करता है तथा ईंधन पर निर्भर करता है । ठोस तथा द्रव को जब गर्म किया जाये तो वे वाष्प उत्पन्न करते है तथा वह यह वाष्प जिससे यह आग लगती है । कुछ द्रव को गर्म करने की आवश्यकता नहीं होती क्योंकि वह नार्मल कमरे के ताप पर जैसे 15°C पर वाष्प उत्पन्न करते जैसे पेट्रोल ।

ऑकसीजन (Oxygen) : आग को जलते रहने के लिए ऑक्सीजन सामान्यतः पर्याप्त मात्र में हवा में उपस्थित रहती है ।

आग को बुझाना (Extinguishing of fires) : इनमें से किसी कारण को मेल में से अलग करने या हटाने से आग को बुझाया जा सकता है । इसे प्राप्त करने के मूल तीन बेसिक विधियाँ है ।

- **ईंधन की आग को रोकना (Starving)** - ईंधन की आग इस तत्व को हटाता है ।
- **स्मूथरिंग (हवा को रोकना) (Smothering)** - अर्थात फोम (झग) रेत इत्यादि से ढककर आक्सीजन की सप्लाई को आग से अलग करना ।
- **कूलिंग (ठण्डा करना) (Cooling)** - ताप कम करने के लिए पानी का उपयोग करना । इनमें से कोई भी एक तत्व आग बुझायेगा ।

इनमें से कोई भी प्रकार्य को हटाने पर आग बुझ जाएगी ।

आग को लगने से रोकना (Preventing fires) : अधिकांश आग छोटे से प्रारंभ होती है जिनका पता नहीं चलता जब तक की उनकी पकड़ मजबूत न हो जाएं। कुछ सरल सामान्य ज्ञान के नियम का पालन करते हुए तथा अधिक सावधानी के साथ अधिकांश आग को लगने से बचाया जा सकता है।

ज्वलनशील रिफ्युज (गंदगी) (तेल में भीगा हुआ कॉन वेस्ट, लकड़ी का कर्तन, पेपर इत्यादि) का संचय आड़ कोने (जगह) में होने से आग का खतरा रहता है। सभी रिफ्युज को एक स्थान पर हटाना चाहिए।

विद्युत उपकरणों में आग लगने के कारण उपयोग के दुर उपयोग या उपेक्षा करता है। लूज कनेक्शन, गलत दर के फ्यूज सर्किट, ओवर लोड के कारण ओवर हीटिंग होती है, जिसके कारण आग लग सकती है। केबिल्स के बीच कण्डेक्टर का इंसुलेशन नष्ट होने के कारण आग लग सकती है।

कपड़े तथा अन्य कुछ भी जिसमें आग लग सकती है को हीटर्स से पर्याप्त दूर रखना चाहिए।

कार्य दिवस के अंत यह निश्चित कर लें कि हीटर्स को बंद कर दिया गया है।

उच्च ज्वलीशील द्रव तथा पैट्रोलियम के मिक्सचर (थिनर, चिप्स को धोल साल्वेंट, मिट्टी का तेल, स्प्रिट, LPG गैस इत्यादि) को ज्वलनशील पदार्थ के स्टोरेज क्षेत्र में स्टोर्स किया जाना चाहिए।

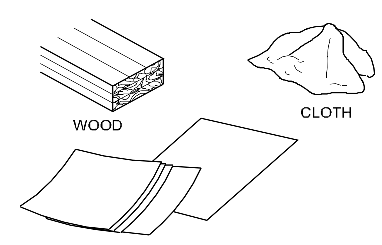
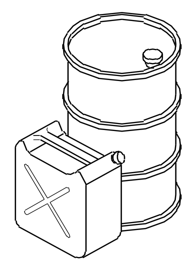
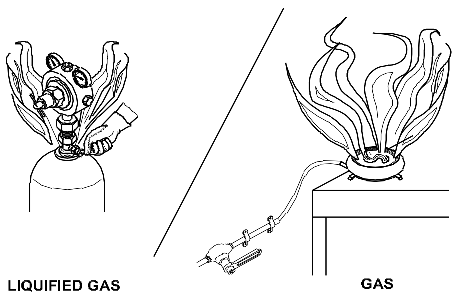
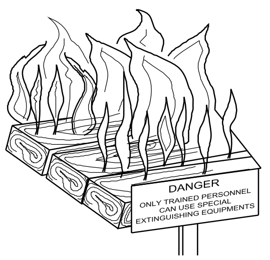
ब्लो लेम्प तथा टार्च का जब उपयोग न हो तो उन्हें जलता हुआ न छोड़े।

आग का वर्गीकरण (Classification of fires) ईंधन की प्रकृति के आधार पर आप को चार प्रकार से वर्गीकृत किया जाता है।

विभिन्न प्रकार के आग (Fig 2, Fig 3, Fig 4 & Fig 5) को बुझाने के लिए निन्म कारक से निपटाना चाहिए।

विभिन्न आग बुझाने वाले कारक के साथ तथा विभिन्न विधियों से विभिन्न प्रकार की आग को व्यवहार करना होता है। आग बुझाने वाला कारक वह पदाथ्र या चीज है जिसका उपयोग आग बुझाने में किया जाता है। तथा यह सामान्यतः (सदैव नहीं) अग्नि शामकयंत्र में होता है जिसमें आग में स्प्रे करने के लिए रिलीज मैकेनिज्म होता है।

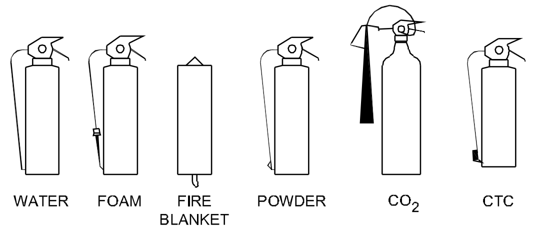
यह जानना महत्तवपूर्ण है कि किसी विशेष प्रकार की आग को बुझाने के लिए सही प्रकार के एजेंट (कारक) की जानकारी होनी चाहिए, गलत एजेंट के उपयोग से कार्य खराब हो सकता है। विद्युत की आग के लिए अलग से वर्गीकरण नहीं है क्योंकि यह वे आग है जो उन पदार्थों में लगती है जिनमे विद्युत उपस्थित होती है।

आग का वर्गीकरण और ईंधन	आग बुझाने की विधि
Fig 2 	अतिप्रभावी जैसे पानी से ठंडा करना। पानी की फुहार द्वारा आग के निचले हिस्से में दें तथा धीरे-धीरे ऊपर लाएं।
Fig 3 	**हवा का प्रभाव बंद करनाः** जलते हुए द्रव्य की पूरी सतह को ढ्कने का उद्देश्य होना चाहिए। इसके प्रभाव से ऑक्सीजन को आग से सम्पर्क टूट जाएगा। पानी का उपयोग जलते हुए द्रव्य पर कभी न करें। फोम, सूखा पाऊडर या CO_2 का उपयोग इस प्रकार की आग पर किया जा सकता है।
Fig 4 	द्रवित गैस के बुझाने के लिए बहुत अधिक सावधानी की आवश्यकता होती है। विस्फोट का तथा एकाकए आग फैलने का खतरा रहता है। आसपास के संपूर्ण क्षेत्र में यदि सिलेण्डर से आग बुझाने वाले साधन में आग लग जाएं तो ऑक्सीजन के प्रदेय को बंद कर दें। सुरक्षित विधि है एलार्म बजाना तथा आग को बुझाना प्रशिक्षित लोगों पर छोड़ दें। सूखे चर्ण वाले शामक का उपयोग इस प्रकार की आग पर करें
Fig 5 	विशेष चूर्ण का विकास हो चुका है जो इस प्रकार की आग को बुझाने का तथा या नियंत्रित कर सकते हैं । मूल श्रेणी के आग बुझाने वाले कारक अयोग्य या खतरनाक तब होते है जब मेटल फायर के साथ सर्म्पक में आता है । वैद्युत उपकरणों में आग हैलन, कार्बन डाईआक्साइड, सूखा पाऊडर और वाष्पीय लिक्वड़ (CTC) अग्निशामक इलेक्ट्रीकल उपकरणों में आग को बुझाने में सहायक है । फोम या तलर पदार्थ (उदा. जल) अग्निशामक को किसी भी परिस्थिति में इलेक्ट्रानिक उपकरणों में प्रयुक्त नहीं किया जाता है ।

अग्निशामक के प्रकार (Types of Fire Extinguisher)

आग की विभिन्न प्रकार के आग से निपटने के लिए बहुत तरह के अग्निशामक यंत्र तरह - तरह के कारक के साथ मिलते है। (Fig 1)

Fig 1



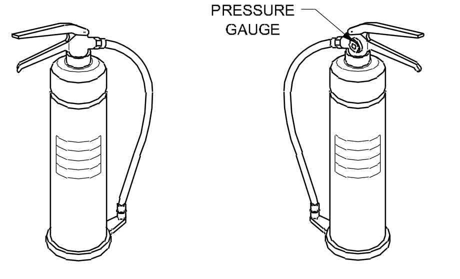
आग बुझान वाले पानी भरे यंत्र (Water-filled extinguishers)

ऑपरेशन की दो विधियाँ होती है। (Fig 2)

- गैस कार्टिड्स टाईप (Gas cartridge type)
- स्टोर्ड प्रेशर टाईप (Stored pressure type)

संपर्क को संरक्षण (कंजरविंग) करके तथा आवश्यक पानी की क्षति को बचाकर दोनों के ऑपरेशन की विधि में डिस्चार्ज को आवश्यकतानुसार रोका जा सकता है।

Fig 2

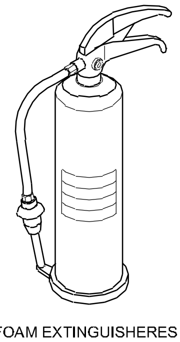


फोम एक्सटिंगुशर्स (Foam extinguishers) (Fig 3): ये संग्रहित दाब या गैस कार्टेज प्रकार के हो सकते है । आग बुझाने वाले यंत्र (फायर एक्सटिंगुशर्स) का उपयोग करने के पूर्व सदेंश उस पर दिए गए ऑपरेटिंग अनुदेशों को चेक र लेना चाहिए।

फोम एक्सटिंगुशर्स निम्न के लिए अति उपयुक्त होते है

- ज्वलनशील रहित द्रव्य आग (फ्लेमेबिल लिक्विड फायर)
- रनिंग लिक्विड फायर

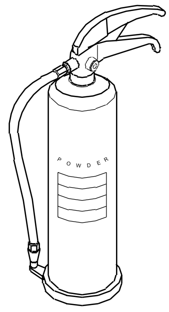
Fig 3



जहाँ पर विद्युत उपकरण लगें हो वहां इसका उपयोग कभी न करें

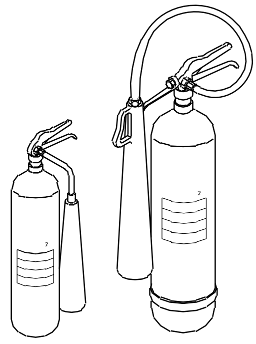
ड्राई पावडर एक्सटिंगुशर्स (Dry powder extinguishers) (Fig 4): एक्सटिंगुशर्स जिनमें सूखा पाऊडर फिट किया गया रहता है वे या गेस कार्टेज या स्टोर्ड प्रेशर प्रकार के हो सकते हैं। इनका रूप तथा कार्य करने की विधि पानी भरे वाले के समान ही होती है इनका प्रमुख पहचान करने का लक्षण इनका फोर्क के आकार का नॉजल है। क्लास की आग से निपटने के लिए पाऊडर का विकास किया गया है।

Fig 4



कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) (Carbon dioxide (CO_2)) : ये अपने विशिष्ट आकार के डिचार्ज होने के कारण आसानी से पहचान किए जा सकते है। (Fig 5)

Fig 5



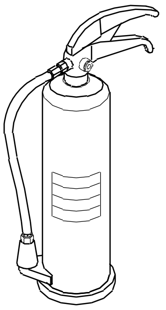
ये क्लास B आग के लिए उपयुक्त हैं जमाव के कारण प्रदूषण को रोकने के लिए ज्यादा उपयुक्त है। साधारणतः खुली हवा में प्रभावी नहीं होते।

उपयोग करने से पूर्व सदैव कन्टेनर पर दिए गए चालन के अनुदेश की जांच कर लें। ये सदैव क्रिया करने के विभिन्न गजेट (जुगत) के साथ मिलते है जैसे प्लंजर, लीवर, ट्रिगर इत्यादि।

हेलोन एक्सटिंगुशर्स (Halon extinguishers) :इन एक्सटिंगुशर्स में कार्बन टेट्राक्लोराइड तथा ब्रोमोक्लोरो डाई फ्लोरो मीथेन (BCF) भरा जा सकता है। ये गैस कार्टेज या स्टोर्ड प्रेशर को प्रकार के हो सकत है।

ये बहने वाले द्रव के साथ छोटी आग को बुझाने में अधिक प्रभावी होते है। ये शामकयंत्र विद्युत उपकरण पर विशेष उपयुक्त तथा सुरक्षित होते है क्योंकि केमिकल्स विद्युत में नॉनकन्डेक्टिव सहायक होते है।

Fig 6



HALON EXTINGUISHERS

ELN110426

इन शामक द्वारा दिया गया फ्यूमस (धुआँ) खतरनाक होता है, विशेष रूप से कॉनफाइन्ड (बन्द) स्थान में

आग लगने की घटना पर अपनाई जाने वाली सामान्य प्रक्रिया :

- अलार्म बजाना।
- सभी मशीनरी एवं पावर (गैस एवं विद्युत) को बंद करें।
- खिड़की एवं दरवाजे बंद करने पर उनमें चटखनी या ताला न लागएं इससे बाहर से ऑक्सीजन आने पर रोक लगेगी जिससे कि आग को फैलने से बचाया जा सकता है।
- आग को बुझाने की कोशिश करें यदि आप सुरक्षित ढ़ंग से कर सकते है। स्वयं आग के घेरे में आने का जोखिम न लें।
- जो व्यक्ति बुझाने में शामिल ना हों वे आपाती द्वार से धीरे से बाहर निकल लें तथा एकत्र होने वाले निश्चित स्थान पर पहुँचे। ऐसा ना करने का मतलब कुछ व्यक्ति छूट जाएंगे तथा उनका खोज निकालने में किसी अन्य को स्वयं खतरे में डालना होगा।

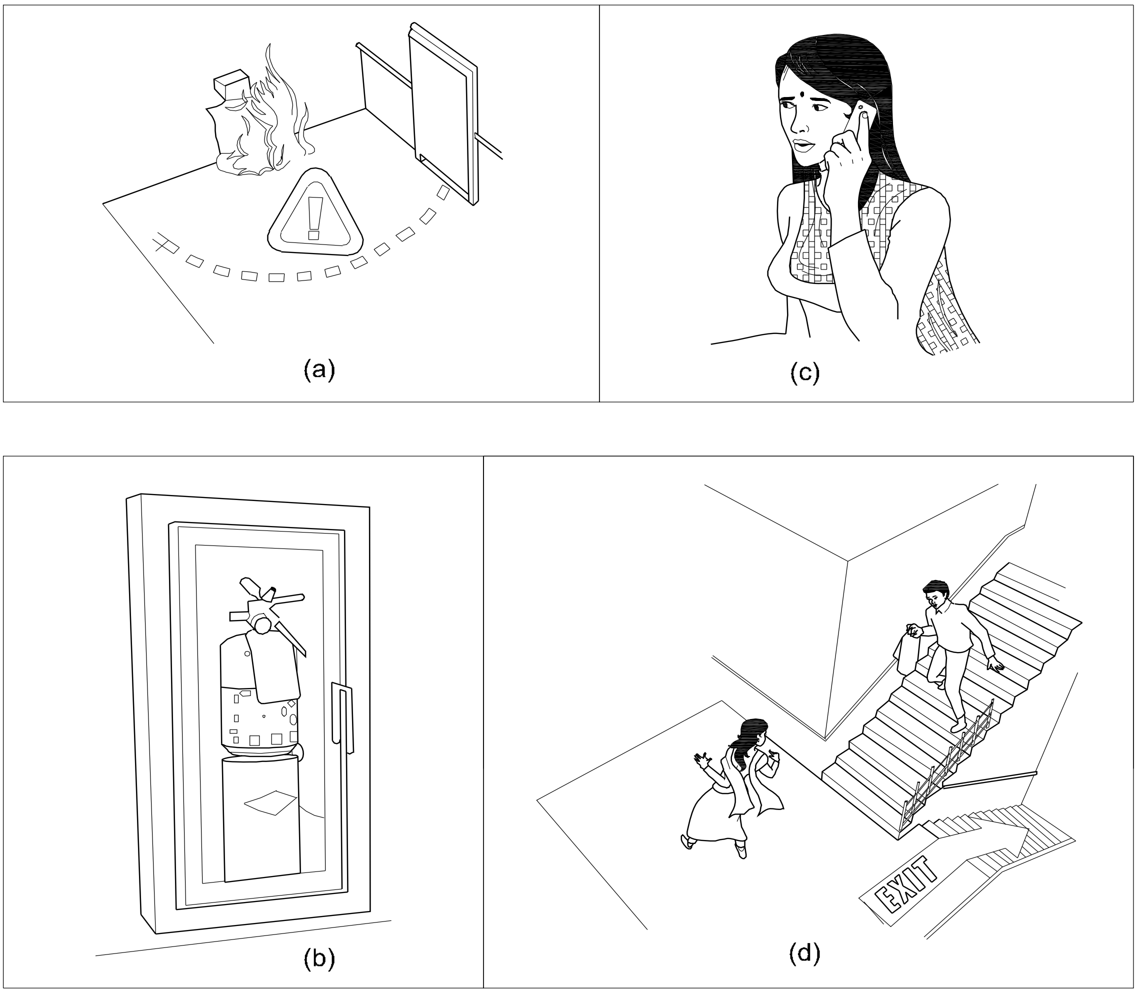
यह न करने का अर्थ है कोई व्यक्ति अपना काम नहीं कर रहा और अन्य लोगों को अपना बचाव करते वक्त उस व्यक्ति को ढूँढने की परेशानी झेलनी होगी ।

अग्निशमन के लिए कार्य करना (Working on fire extinguishers):

- जब लोग स्थल में आग देखेंगे तो 'आग' 'आग' करके चिल्ला के लोगो को सर्तक(Alert) करें। (Fig 1a & b)
- अग्नि शामक आवाज को सूचित करना या जल्दी से सूचित करने के लिए इंतजाम (arrange) करना। (Fig 1c)
- आपातकाल द्वार को खोलकर जल्दी से लोगों को निकाले ।(Fig 1d)
- विधुत साधनों को बन्द कर दें ।

लोगों को आग के समीप न जाने दें।

Fig 1



ELN110431

• आग के प्रकारों को पहचानना और विश्लेषण करना। रेफर टेबल 1।

टेबल 1

वर्ग 'A'	लकड़ी, कागज, कपड़ा ठोस पदार्थ
वर्ग 'B'	तेल संबंधी आग (ग्रीस, गैसोलीन, तेल) और द्रवणीय पदार्थ
वर्ग 'C'	गैस, द्रवणीय गैस
वर्ग 'D'	धातु और विद्युत उपकरण

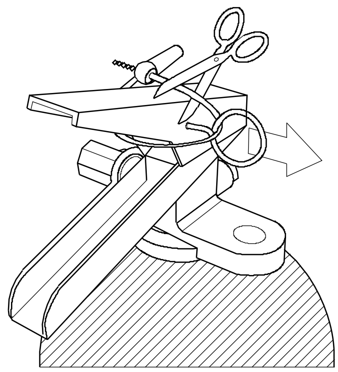
मान ले कि आग 'B' (फ्लेममेबल लिक्विफेबुल सालिड) है ।

• अग्नि शामक CO_2 (कार्बन डाईआक्साईड) को चुनिए ।

• CO_2 अग्निशामक(fire extinguisher) को ढूढिए और चयन कीजिए। सामाप्ति की तिथि जाँचिऐ ।

• सील को तोडें। (Fig 2)

Fig 2

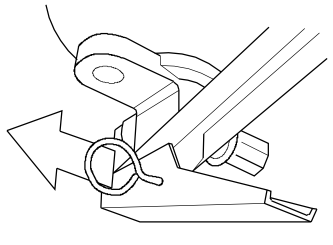


BREAK THE SEAL

ELN110432

• सेफ्टीपिन को हैन्डल से खींचिए । (ऊपर दिखाए गए अग्नि शामक को देखिए।) (Fig 3)

Fig 3



PULL THE SAFTY PIN

ELN110433

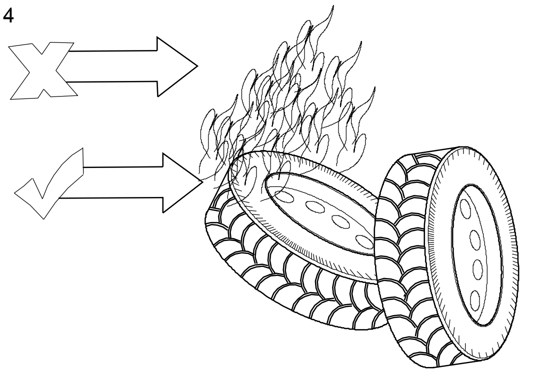
• आग के निचले भाग को शामक को लक्ष्य करें नोजल को दिखाओं । (इससे इंधन आग के शमक को निकाले) (Fig 4)

अपने आप को नीचा रखें ।

• हेंड़ल लिवर को धीरे-धीरे निचोड़ से दबावो ताकि एजेंट का निर्वाहण हो सकें। (Fig 5)

• उसको साइड साइड घुमाओं ताकि वो 15 cm आग के ऊपर रहे और आग जब तक पूरा बूझ न जाये। (Fig 5)

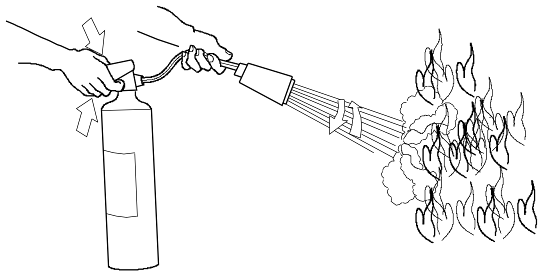
Fig 4



AIM THE EXTINGUISHER

ELN110434

Fig 5



SQUEEZE THE HANDLE LEVER

ELN110435

अग्नि शामक को थोड़ा दूर से इस्तेमाल करें।

सावधानी (Caution)

- **आग बुझाते समय भड़क भी सकती है।**
- **डर मत जाना जब तक आग तुरंत बुझ न जाए ।**
- **अगर अग्नि शामक को इस्तेमाल करने के बाद भी आग नही बुझ रही है तो किसी सुरक्षा स्थान पर चले जाए।**
- **अगर आग नहीं बुझा पा रहे हैं । तो अग्नि शामक की सहायता लें।**
- **संपत्ति से बढ़कर आपका जीवन बहुत मूल्यवान है। इसलिए अपने आप और दूसरों को खतरे में न डालिए ।**

अग्नि शामक को चलाने के लिए ध्यान में रखने वाले सरल कार्य याद करना पी.ए.एस.एस (P.A.S.S.) - यह अग्नि शामक को उपयोग में मदद करेगा ।

P माने खींचना (pull)

A माने निशाना (aim)

S माने दबाना (squeeze)

S माने इधर उधर धुमाना (sweep)

बचाव कार्य - प्राथमिक चिकित्सा - कृत्तिम श्वसन प्रणाली (Rescue operation - First aid treatment-Artificial respiration)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विद्युत प्रवाहित तार सम्पर्क से किसी व्यक्ति को बचाना**
- **प्राथमिक उपचार का अर्थ बताना**
- **प्राथमिक उपचार के ABC की व्याख्या करना**
- **प्रथमिक उपचार के प्रमुख उद्देश्यों की सूची बनाना**
- **घायल जिसको प्राथमिक चिकित्सा की आवश्यकता हो उसे प्राथमिक चिकित्सा कैसे देना यह बताना ।**

वैद्युत आघात की गम्भीरता शरीर में प्रवाहित हुई धारा स्तर तथा सम्पर्क समय की अवधि पर निर्भर होगी। विलम्ब न करें तुरन्त कार्य करें। सुनिश्चित करे कि वैद्युत धारा असम्पर्कित हो गयी है।

यदि पीड़ित आपूर्ति सम्पर्क में अब भी है सम्पर्क को शक्ति कुंजी बन्द करके प्लग को हटा कर अथवा केबल को रिंच द्वारा हटा कर पृथक कर दें। अन्यथा किसी रोधन पदार्थ जैसे शुष्क लकड़ी रबर अथवा प्लास्टिक पर खड़े होकर अथवा अपने को जो भी उपलब्ध हो उससे रोधित करें, और पीड़ित को खींच कर अथवा धक्का देकर स्वतन्त्र करें (Fig 1 & 2)

Fig 1

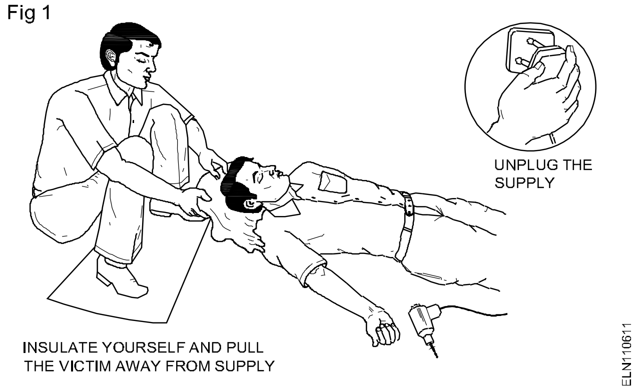
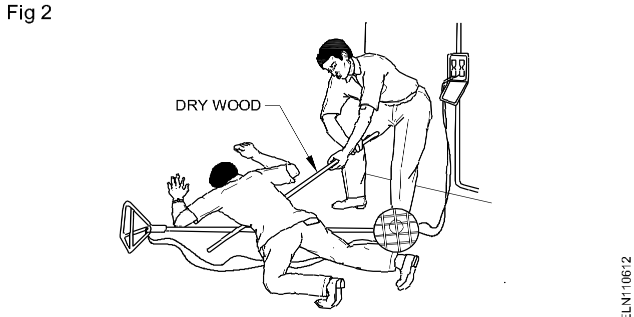


Fig 2



यदि आप रोधित नहीं है तो पीड़ित को नंगे हाथों से स्पर्श न करें। जब तक परिपथ मृत न हो जाये अथवा उसे उपस्कर से दूर न कर दिया जाय।

यदि पीड़ित ऊपर है तो उसको गिर जाने से बचने के उपाय करने चाहिये अथवा उसे सुरक्षित गिरने दें।

पीडित के जले भाग का क्षेत्र अधिक न हो लेकिन उसकी गहराई अधिक हो। आप केवल उस क्षेत्र को एक स्वच्छ स्टराइल ड्रेसिंग से ढक दे और आघात का उपचार करें। यथा शीघ्रता से आप विशेषज्ञ की सहायता लें।

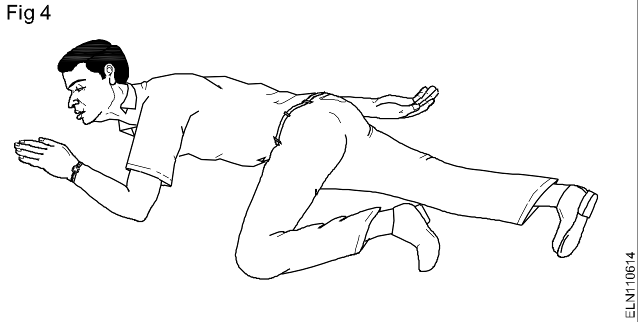
यदि पीड़ित बेहोश है पर सांस ले रहा है तो गरदन सीना और कमर के कपड़ों को ढ़ीला कर दे और उसे स्वस्थ्य होने की स्थिति में रखें (Fig 3)

Fig 3

श्वास और नाड़ी के चलने की दर पर निरन्तर ध्यान रखें।

पीड़ित को भरकता हुआ आराम से रखें। सहायता पाने के लिये प्रयत्न करें। (Fig 4)

Fig 4



बेहोश व्यक्ति को मुँह से कुछ न दें।

बेहोश व्यक्ति को सेवा विहीन न रखें।

यदि पीड़ित श्वास नही ले रहा है तो समय व्यर्थ न करें तुरन्त कार्य करें।

अभ्यास 1.1.07 में कृत्तिम श्वसन प्रणालियाँ दर्शायी गयी है, उनका पालन करें ।

सामान्य प्राथमिक उपचार (Basic first-aid treatment)

प्राथमिक उपचार (First aid) किसी घायल या बीमार व्यक्ति को उसकी जान बचाने के लिए प्रारम्भिक तौर पर देखभाल तथा सहारा देना जिससे जान बचे उसे और बिगडने वाले हालात को रोक जाए। पिड़ित को सुरक्षित स्थान पर पहुचाना है और अस्पताल/ मेडिकल सेन्टर पहुचनें तक उचित सम्भावित लाभ/ आराम पहुंचाना है इन सब के माध्यम से। यह एक जीवन रक्षित सुविधाएँ है जो उपलब्ध स्त्रोत का प्रयोग करके दी जाती है ।

युवाओं को स्कूल, कालेज, उधोगो के अन्दर, प्रशिक्षण संस्थानो आदि के माध्यम से कुशल प्रशिक्षण प्रदान करना महत्वपूर्ण है। अच्छे स्वास्थ निर्माण में युवाओं में यह आदत सहायक होती है ।

प्राथमिक उपचार प्रक्रिया प्रायः सरल और जीवन-रक्षक तकनीक होती है जो एक उचित प्रशिक्षण तथा ज्ञान प्राप्त व्यक्ति व्यवहार में जाता है ।

इसका मुख्य बिन्दु निम्न तीन महत्वपूर्ण तथ्यों पर या द्वारा प्रस्तुत किया जा सकता है :

- **जीवन बचाना (Preserve life) :** यदि मरीज़ साँस ले रहा हो तो प्राथमिक उपचार देनेवाले को उसे स्वास्थ्य लाभ की स्थिति में लिटाना होगा जिससे वह अपने एक बाजू हो जाए, इससे जिह्वा साँस मार्ग को बन्द नहीं कर पायेगी । इससे बेहोश व्यक्ति को औमतौर पर होनेवाली मौत से बचाया जा सकता है जिसमें पेट में भरी हुई सामग्री के कारण साँस रूक जाती है ।

  साँस मार्ग बाहरी वस्तु के फैरिक्स अथवा लारिक्स में जाने से बंद हो जाता है जिससे साधारणतः रूँधना कहते हैं । ऐसी स्थिति से निपटने के लिए प्राथमिक उपचार देनेवाले को "बैक स्लैप" और "अब्डोमनल थ्रस्ट" की दोहरी प्रक्रिया सीखाई जाती है । जैसे ही साँस-मार्ग खुल जाये प्राथमिक उपचार देनेवाले को देखना चाहिए कि मरीज़ साँस ले रहा है या नहीं ।

- **आगे होनेवाले क्षति को रोकना (Prevent further harm) :** इस को कभी-कभी स्थिति को खराब होने से रोकना अथवा आगे चोट होने का खतरा भी कहते हैं । इस में बाह्य घटक आते है, जैसे कि रोगी को नुकसान कारक स्थिति से हटाना और प्राथमिक चिकित्सा तकनीक का उपयोग करना जिससे स्थिति को बदत्तर होने से बचाना - जैसे कि रक्त-बहाव खतरनाक न हो उसके लिए दबाव डालना ।

- **स्वास्थ्य लाभ को बढ़ावा देना (Promote recovery) :** प्राथमिक चिकित्सा ने बीमारी अथवा चोटे से स्वास्थ्य लाभ की प्रक्रिया आती है और कुछ मामलों में चिकित्सा को पूरा करना भी है - जैसे कि छोटे जख्म पर प्लास्टर चढ़ाना ।

प्रशिक्षण (Training)

आधारभूत सिद्धान्तों द्वारा बहते हुए खुन पर पट्टियों द्वारा चिपकने वाले पदार्थ लगाकर उन्हें रोके तथा जीवन कार्य द्वारा अर्जित ज्ञान आदि प्राप्त करना चाहिए। प्रायः प्रयोगात्मक प्रक्षिक्षण और दिये गये सुझावों के द्वारा जीवन रक्षक तथा प्रभावित उपाय द्वारा इनका प्रयोग करना चाहिए। खासतौर पर ध्यातक बिमारी को सम्भवतः रोकनक को प्रयोग करने के लिए किया जा सकता है। **CPR (Cardio Pulmonary Resuscitation)** के द्वारा इनका प्रयोग करें। यह उपचार लगातार रोगी पिडिता को देते रहे, जबकि उसे जरुरत पड़े तो करें। किसी प्रशिक्षण द्वारा ली गई शिक्षा को इसके प्रयोग से वास्तविक अपातकाल के दौरान एम्बुलेन्स के डिसपैचरो को यह प्रशिक्षण दिया जाता है या दिया जाना चाहिए यह प्रशिक्षण फोन पर भी दिया जा सकता है जब एम्बुलेंस किसी रास्ते आदि में फसी हो।

प्रभाविकता के द्वारा विशिष्ट रुप से प्रशिक्षण उपलब्ध कराया जा सकता है या दिया जाना चाहिए । बदलते हुए प्रणाली या प्रोटोकाल के दौरान बदलते सुधारों के आधार पर चिकित्सीय ज्ञान और कुशलता को ध्यान में रखकर पुनः प्रभाविकता द्वारा अनिवार्य रुप से करना चाहिए। प्राथमिक उपचार प्रायः सामुदायिक संगठन द्वारा या रेड क्रास और सेंट जॉन एम्बुलेंस के द्वारा प्रायः प्राथमिक प्रशिक्षण दिया जाता है।

प्राथमिक उपचार का A B C (ABC of first aid)

यह **ABC** का तात्पर्य **A**irway (हवा नली), **B**reathing (श्वसन प्रक्रिया) और **C**irculation (परिसंचरण) है।

- **वायुमार्ग (Airway) -** वायुमार्ग को निश्चित कर लेना चाहिए कि यह रोगी का सही है अर्थात् ध्यान देना चाहिए कि रोगी का वायुमार्ग साफ हो। आपातकाल के आशंकानुसार परिस्थिति को समझ लेना चाहिए। यह भी एक कारण हो सकता है।

- **श्वसन (Breathing) -** यदि श्वसन क्रिया रुक गई तो पीड़ित के जल्द ही मृत होने की सम्भावना होती है। अर्थात् उसे तुरन्त श्वसन क्रिया में सहयोग करना चाहिए ताकि अगली क्रिया को (बचाने के लिए) पूरा किया जा सके। इस प्रकार निम्न उपायों द्वारा प्राथिमिक उपचार किया जा सकता है।

- **परिसंचरण (Circulation) -** रक्त परिसंचरण द्वारा व्यक्ति जीवित रहता है। अतः प्राथमिक उपचार कर्ता को CRP पद्धन्ति के द्वारा इसका प्रशिक्षण प्राप्त होना चाहिए।

जब प्राथमिक उपचार दिया जा रहा हो तो कुछ नियमों का पालन आवश्यक है। यह निश्चित होना चाहिए कि साधारण शिक्षण और प्रशिक्षण पद्धति द्वारा छात्रो को प्रशासन द्वारा बिमारी व हानिकारक स्थिति से बचने के लिए प्रशिक्षित करना चाहिए।

धबराये नहीं (Not to get panic)

धबराहट एक ऐसी भावना है जो स्थिति को अधिक खराब कर सकती/ देती है। प्रायः लोग गलती कर बैठते है क्योकि वे धबरा जाते है। अज्ञानता व गलती धबराहट का ही परिणाम होती है। प्राथमिक उपचार कर्ता को शांत व स्थिर दृष्टिकोण की आवश्यकता होती है। यदि प्राथमिक उपचार कर्ता धबराये व डरने लगे तो परिणाम स्वरुप वह गलती कर

बैठेगा जो कि नुकसानदायक होगा। ऐसे लोगो को पीडित व्यक्ति से दूर रहना चाहिए।

धबरायें हुए व्यक्ति आकस्मिक परिस्थिति में, वे जानते है कि क्या करना चाहिए। या क्या कर रहे है। ट्रेंनिगं संस्थानों को इस पर ध्यान देना चाहिए। आत्मविश्वास से जल्द व सही दृष्टिकोण द्वारा हानि या नुकसान को कम किया जा सकता है।

आपातकाल चिकित्सक को बुलाना (Call medical emergencies)

यदि परिस्थिति की मांग हो तो चिकित्सक प्रतिनिधि को शीध्रता से बुला लेना चाहिए । तुरंत प्रस्ताव से जीवन रक्षा की जा सकती है ।

जीवनरक्षक माहौल बनाना (Surroundings play vital role)

अलग- अलग माहौल में अलग- अलग दृष्टिकोण बनाने की आवश्यकता होती है । प्राथमिक चिकित्सक को सही माहौल की जानकारी होना आवश्यक है। या इन्हें पता हो कि जिस वातावरण में हम कार्य कर रहे है उससे कोई खतरा तो नहीं जिससे प्राथमिक चिकित्सक के लिए स्वंय ही खतरा न बढ़ जाये।

नुकसान-क्षति न पहुचाएं (Do no harm)

प्रायः अधिकतर प्रबल इच्छा शक्ति के द्वारा बहते हुए खून को (जो खून को बहने से रोक सके) रोके तथा जो क्षतिग्रस्त भाग है जहाँ से खून बह रहा है उसे सही तरीके से रोकने की कोशिश करें। गलत तरीका अपनाने से स्थिति बिगड़ सकती है जब गलत प्राथमिक उपाय किये जाते है। यद्यपि जरुरत न हो तो धायल व्यक्ति को इधर-उधर नही धुमाना चाहिए। जब रीढ़ की चोट कन्धें की चोट, गर्दन की चोट या सिर का चोट है तो घायल व्यक्ति को हिलाने से जीवन अधिक खतरे में पड़ सकता है।

इसका अर्थ यह नहीं है कि कुछ न करें । इसका मतलब है यह निश्चित करना है कि देखभाल करनेवाला पूरे प्रशिक्षण के दौरान आत्म-विश्वास का अनुभव करे और मामले को सुरक्षित बनाये । यदि प्राथमिक चिकित्सा देनेवाले को इस बात का आत्मविश्वास न हो कि हो वह स्थिति को सही ढंग से निपटा सकता है तो बेहतर है कि वह यह कार्य न करें । अतः हादसे के शिकार व्यक्ति को स्थानांतरित करते समय (विशेषकर बेहोश व्यक्ति को), स्थिति का ठीक से जायजा लेना चाहिए । चुभे हुई वस्तु को (जैसे चाकू, कील) घाव से निकालते समय जखम में ज्यादा क्षति हो सकती है (उदाहरण के लिए रक्त बहाव का बढ़ना) । सहायता के लिए बुलावा भेजना सदा बेहतर होता है ।

पुनः आश्वासन (Reassurance)

घायल व्यक्ति से बातचीत करके बढ़ावा देते हुए आश्वासन देते रहिए ।

रक्त-बहाव को रोकना (Stop the bleeding)

घायल व्यक्ति को कहीं रक्त बह रहा है तो बहाव को रोकने के लिए घाव के स्थान पर दबाव डालिए ।

गोल्डन आवर्स (Golden hours)

भारत के अस्पतालों में खतरनाक चिकित्सा समस्याओं जैसे कि सिर की चोट, बहुआयामी हादसा, हार्ट-अटैक, स्ट्रोक आदि के लिए बेहतरीन तकनीक है पर मरीज़ को फायदा नहीं पहुँचता क्योंकि उनको यह तकनीक समय पर उपलब्ध नहीं होती ।

इन स्थितियों में आरंभिक 30 मिनटों में प्रायः तुरन्त मरने की संभावना सर्वाधिक है । इस अवधि को **गोल्डन अवर्स (Golden period)** कहते हैं । जब तक मरीज़ अस्पताल पहुँचता है वह इसे खतरनाक अवधि को पार कर गया होता है । प्राथमिक चिकित्सा जीवन बचाने में परम उपयोगी है ।

निकटतम एमर्जन्सी रूम तक शीघ्रा अतिशीघ्र तथा सुरक्षा पूर्वक संभालने में और पहुँचाने में यह सहायक होती है । समय जितना कम लगता है उतनी ही अच्छी चिकित्सा दी जा सकती है ।

स्वच्छता बनाये रखें (Maintain the hygiene)

सर्वप्रथम प्राथमिक चिकित्सा प्रदान करनेवाले को अपने हाथ धोकर सुखा लेने चाहिए या दस्ताने पहनने चाहिए ताकि संक्रमण से बचाव जा सके ।

साफ़ करना और ड्रेसिंग करना (Cleaning and dressing)

बैन्डऐड लगाने से पहले हमेशा घाव को स्वच्छ पानी से पूरी तरह साफ कर लें ।

काट या खुले जख़्म पर कोई दवा नहीं लगानी चाहिए (Not to use local medications on cuts or open wounds)

इससे मास-तंतुओं में जलन ही होगी, कोई लाभ नहीं होगा । साधारण सुखा साफ करना या पानी के साथ साफ करना और बैन्डऐड् लगाना ही श्रेष्ठ है ।

CPR (कार्डियो - प्लमोनरी रिससिटेसन) जीवन रक्षक हो सकता है

CPR से जीवन को बचाया जा सकता है, यदि कोई CPR जानता है और आपके सामने किसी व्यक्ति को सांस लेने में समस्या हो रहा है, तो आप तुरन्त CPR की प्रक्रिया शुरू करें और अगर यदि आपको CPR की जानकारी नही है तो इसकी कोशिश न करें उसे कुछ नुकसान भी हो सकता है। कुछ लोग इसे गलत तरह से करते है और इसे भीड़ भाड़ वाली जगह में करने का प्रयत्न न करें अगर किसी बेहोश व्यक्ति के आस-पास काफी लोग होते है तो यह प्रक्रिया सही नहीं हो पाती है लेकिन अगर इस CPR क्रिया को बहुत कुशलता और सावधानों से किया जाये, तो यह बहुत लाभदायक है।

मृत्यु की घोषणा करना (Declaring death)

हादसे की जगह पर व्यक्ति की मृत्यु घोषित कर देना सही नही है इसके लिये किसी कुशल मेडिकल डॉक्टर की आवश्यकता है।

आपातकालीन स्थिती में कैसे सूचित करें ? (How to report an emergency?)

आपातकालीन की स्थिती सबसे सरल कार्यो में से एक लगता है परन्तु जब तक आप इस स्थिती में नहीं आते तब तक आप इसकी महानता नही समझ सकते। हादसे के कारण दिमाग काम करना बन्द कर देता है आस-पास इकटठा हुई भीड़ कोई काम नही आती, ना ही सड़क पर हुये हादसे इस बात का बड़ा प्रमाण है कोई भी सड़क पर गुजरने वाला व्यक्ति इन सब बातों में सम्मिलित नही होना चाहता।

इसलिये व्यक्ति को प्राथमिक चिकित्सा देना काफी कठिन हो जाता है और चिकित्सा देने वाले को हर चीज को बड़ी सावधानी से सम्भालना पड़ता है, एम्बुलेन्स को सूचित करना आदि । ऐसी घटनाओं में मोबाइल फोन काफी काम आते है। ऐसी समस्या से निपटने के लिए नीचे कुछ निदेश दिये जा रहे हैं ।

स्थिती की गम्भीरता का जायज़ा लें । यदि आप किसी हादसे को आपातकालीन बता कर उसके बारे में सूचित कर रहे है तो यह जरूर ध्यान दे कि आपके द्वारा दी गई सूचना सच है:

- अगर कोई हादसा आपके सामने हो रहा हो तो फोन पर पूरे हादसे को सूचित करें।
- यदि आप किसी आग की सूचना दे रहे है तो पूरी घटना की जानकारी दें कि आग कैसे लगी और कहाँ से लगी अगर कोई घायल हो गया या लापता है तो ।
- आपके सामने अगर कोई खतरनाक हादसा होता है तो उसका पूरा विश्लेषण करें कि घटना कैसे घटी और व्यक्ति कि दशा उस समय कैसी थी दिखायें ।
- अगर कोई कार दुर्घटना होती है तो उसकी जगह, कार की पंजीकरण संख्या, लोगो की संख्या सूचित करें।

आपात्तकालीन सुविधाओं को बुलावा (Call emergency service)

आपात्तकाल के नम्बर अलग-अलग होते हैं - पुलिस के लिए 100, आग और अम्बयुलेन्स के लिए 108.

अपने स्थान का विवरण दें (Report your location)

आपातकालीन प्रेषणकर्ता को सबसे पहले आप कहाँ हो ताकि शीघ्रातीशीघ्र आपातकालीन सेवाएँ वहाँ पहुँच सकें । गली का सटिक पता दीजिए यदि आप सटीकपन के सम्बन्ध में आश्वस्त नहीं है तो लगभग सही सूचना दीजिए ।

प्रेषणकर्ता को अपने फोन नम्बर दीजिए (Give the dispatcher your phone number)

प्रेषणकर्ता के पास यह सूचना होना अनिवार्य है ताकि वह आवश्यक हो तो वह वापस काल कर सके ।

आपात्तकाल के प्रकार का वर्णन करें (Describe the nature of the emergency)

प्रशांत और साफ आवाज़ में बात करें और प्रेषणकर्ता को बताइए कि आप क्यों काल कर रहे हैं । सबसे पहले मुख्य बात की जानकारी दें, फिर बेहतर से बेहतर प्रेषककर्ता के प्रश्नों को फॉलोअप करें ।

तब तक फोन मत रखिए जब तक आपको यह रखने का अनुदेश न दिया जाए । उसके बाद आपको दिए गए अनुदेशों का पालन करें ।

प्राथमिक चिकित्सा कैसे दें ? (How to do basic first aid?)

प्राथमिक चिकित्सा का अर्थ है कि घायल व्यक्ति साँस रूँधने के कारण मानसिक दबाव में, हार्ट अटैक, अलर्जी रिक्शिन, ड्रग या अन्य चिकिस्सा सम्बन्धी आपातकालीन अवस्था में हो तो उसको आरंभिक सहायता देने की प्रक्रिया और उसकी आवश्यकताओं को परखना है । मूलभूत प्रारंभिक चिकित्सा से व्यक्ति घायल की शारीरिक अवस्था को समझ सकता है और सही चिकित्सा प्रणाली को जान सकता है ।

प्राथमिक चिकित्सा उपलब्ध करानेवाले के लिए महत्त्वपूर्ण निर्देश (Important guideline for first aiders)

स्थिति का आकलन करें (Evaluate the situation)

कोई ऐसी वस्तुएँ हैं जिसके कारण प्राथमिक चिकित्सा देनेवाले को खतरा हो सकता है । आग, जहरीला धुँआ, गैस, हिलती इमारत, लाइव इलेक्ट्रिकल वायर, या अन्य खतरनाक अवस्था में प्राथमिक चिकित्सा देनेवाले को बहुत सावधान रखना चाहिए और तुरन्त नहीं दौड़ पड़ना चाहिए जिसके कारण जान जा सकती हो ।

A - B - Cs को याद रखें (Remember A-B-Cs)

प्राथमिक चिकित्सा में ABCs का अभिप्राय है तीन गम्भीर चीज़ें जिस पर प्राथमिक चिकित्सा देनेवाले को ध्यान देना चाहिए ।

- **A**irway - व्यक्ति की साँस रुकावट होने है क्या ?
- **B**reathing - क्या व्यक्ति साँस ले रहा है ?
- **C**irculation - क्या व्यक्ति की नाड़ी प्रमुख नाड़ियों के स्थान पर चल रही है (कलई, केरोटाइट आर्टरी, ग्रोईन)?

घायल व्यक्ति को स्थानांतरित करने से बचें (Avoid moving the victim)

जब तक अत्यधिक खतरा न हो तब तक घायल व्यक्ति को स्थानांतरित करने से बचें । घायल व्यक्ति को स्थानांतरित करने से घाव और बिगड़ सकते हैं, विशेषकर रीढ़ की हड्डी में हुई चोट ।

आपातकालीन सेवाओं को बुलायें (Call emergency services)

जितना जल्दी संभव हो सके उतना जल्दी सहायता के लिए काल कीजिए या अन्य किसी से काल करने के लिए कहें । यदि दुर्घटना स्थल पर आप अकेले

हैं तो सहायता बुलाने से पहले साँस को पुनः चालू करें और घायल व्यक्ति को देखभाल वंचित अकेला न छोड़ें ।

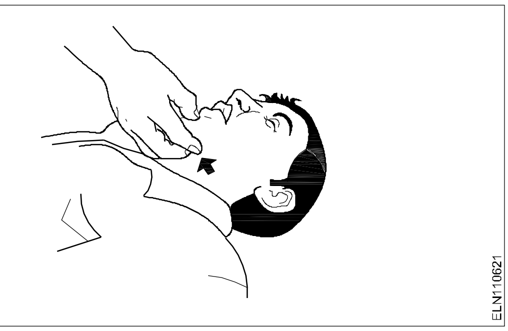
घायल की प्रतिक्रिया को जाँचें (Determine responsiveness)

यदि व्यक्ति बेहोश है तो उसे हिलाकर या बात करके उसे होश में लाने का प्रयत्न करें ।

यदि व्यक्ति कोई प्रतिक्रिया नहीं दे रहा है तो सावधानी पूर्वक उसे बाजु की ओर पलटिए (स्वास्थ्य लाभ की अवस्था) और उसके साँस मार्ग को खोलिए ।

- सिर और गरदन एक सीध में रखें ।
- सर पकड़कर सावधानी से पुनः उसको पीठ के बल पलटिए ।
- उसकी ठोड़ी को ऊपर उठाते हुए साँस-मार्ग को खोल दें । (Fig 1)

Fig 1



देखिये, सुनिये और महसूस करिये सांस लेने के संकेतों को (Look, listen and feel for signs of breathing)

बेहोश हुये व्यक्ति की छाती पर ध्यान दीजिये, और उसकी धड़कनों को सुनने की कोशिश करियें।

अगर व्यक्ति सांस नही ले रहा है तो नीचे दी गई बातों को देखे -

- अगर व्यक्ति बेहोश है लेकिन सांस ले रहा है तो उसे अपनी तरफ लिटाकर उसके शरीर को सीधा रखकर लिटाए, इससे सूखे मुँह को आराम मिलेगा और जीभ या उल्टी के कारण साँस-मार्ग बन्द नहीं होगा ।

व्यक्ति के शरीर में प्रसार की जॉच करें (Check the victim's circulation)

बेहोश हुये व्यक्ति के शरीर की तरफ देखे और नाड़ी को चेंक करें (ग्रीवाधमनी एक अच्छा विकल्प है यह गले की साइड़ पर या गर्दन में जबड़े की हड्डी के नीचे होता है) अगर उसके शरीर में प्रसार नही हो रहा हो तो तुरन्त CPR शुरू करें।

खून बहना, सदमा और कुछ अन्य समस्यायों का इलाज (Treat bleeding, shock and other problems as needed)

यह निश्चित होने के बाद कि व्यक्ति साँस ले रहा है और नाड़ी स्थिर है तो दूसरी महत्व रक्तस्राव को रोकना है । मुख्य रूप से चोट और सदमें से बचने के लिए ।

- **खून रोकना (Stop bleeding) :** मानसिक आधात से बचाने के लिए रक्त प्रवाह को रोकना सबसे मुख्य कार्य है । किसी दूसरे विधि का उपयोग करने से पहले धाव पर सीधे दबाब द्वारा रोकने का प्रयास करें ।
- **झटके का इलाज (Treat shock) :** यह एक मुख्य कारण है किसी इंसान के शरीर से खून के कम होने का। जिस व्यक्ति को झटका लगता है उसका शरीर ठंडा पड़ जाता है और व्यक्ति की चमड़ी ठंडी पड़ जाती है। होंठों और चहरा पीला पड़ जाता है जान भी जा सकती है । अगर इलाज नहीं किया गया तो यह हानीकारक हो सकता है। घेठ और चेहस पीला पड़ जाता । जान भी जा सकती है।
- **घुटन के कारण (Choking victim) :** घुटन के कारण एक व्यक्ति की मौत हो सकती है या और उसका दिमाग बंद हो सकता है।
- **जले का इलाज (Treat a burn) :** जले का इलाज करने के लिये उस पर थोड़ा ठंडा पानी डाल दें और उस पर क्रीम, बटर और कॉफी अलग-अलग दवाइयों का प्रयोग न करें। छाँलों को न फोड़े तीन डिग्री के जले का इलाज गीले कपड़े से हो सकता है । शरीर से चिपके कपड़े को निकालने का प्रयास न करें । व्यक्ति के शरीर से कपड़े ज्वैलरी को हटा दें।
- **मस्तिष्क आधात (Treat a concussion) का इलाज करना:** यदि घायल व्यक्ति को सिर में धक्का लगा होतो कन्कशन के लक्षणों की जाँच करें । साधारण लक्षण है: बेहोशी, दिशाभ्रम या याददास्त खोना, चक्कर आना, मितली और थकावट ।
- **रीढ़ में इज़ा के शिकार का उपचार करना (Treat a spinal injury victim) :** यदि रीढ़ की इज़ा का अंदेशा हो, और यदि विशेष गम्भीर प्रकार की हो तो घायल व्यक्ति का सिर, गरदन अथवा पीठ को मत हिलाए बशर्त वह अत्यधिक खतरनाक अवस्था में न हो ।

जब तक सहायता न पहूँचे तब तक घायल व्यक्ति के साथ रहें (Stay with the victim until help arrives)

आप व्यक्ति (शिकार) के साथ रहे जब तक कोई मदद नही आ जाती:

बेहोशी Unconsciousness (COMA) :

बेहोशी की हालत को COMA भी कहते है। यह एक बहुत ही खतरनाक समय है। जब व्यक्ति आपकी बातों पर ध्यान ना दें या ना सुने, लेकिन उसके शरीर में प्रसार होता रहे। तो यह समय व्यक्ति के लिये काफी खतरनाक है। इसे व्यक्ति की मृत्यु भी हो सकती है।

इस समस्या के कुछ प्रमुख कारण है **(Causes for COMA Stage)**

- सदमा (कार्डियोजेनीक, न्यूरोजेनीक)
- सिर में चोट (कान्कुशन, कम्प्रेंशन)
- एसफिक्सिया (साँस-मार्ग में रूकावट)
- शरीर का तापमान अति पर (गरम, सर्द)

- कार्डियाक अरेस्ट (हार्ट अटैक)
- स्ट्रोक (सर्बो-वास्कूयलर दुर्घटना)
- रक्त की कमी (हैमरेज़)
- पानी की कमी (दस्त तथा उल्टी)
- मधुमेह (लो या हाई शुगर)
- ब्लड प्रेशर (बहुत लो या बहुत हाई)
- आल्कोहॉल, दवाइयों का अति सेवन
- जहर-प्रवेश (गैस, कीटनाशक, काट)
- मीर्गी फिट्स (फिट्स)
- हिस्टेरिया (भावात्मक, मनोवैज्ञानिक)

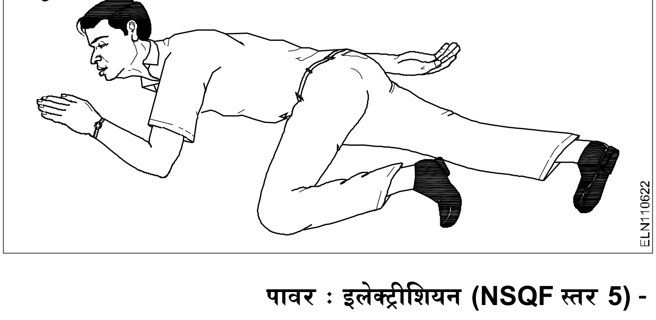
बेहोशी के बाद कुछ लक्षण इस प्रकार हैः -

- असमंजस
- चक्कर आना
- सिर दर्द
- बोलने या अंग के संचालन में असमर्थता (स्ट्रोक के लक्षण देखें)
- सर में खालीपन
- मल-मूत्र मार्ग पर नियंत्रण न रहना (इनकॉन्टिनेन्स)
- दिल की धड़कनों में तीव्रता (पल्पिटेशन)
- स्टूपोर

प्राथमिक उपचार (First aid)

- आपातकालीन नं. पर काल करें ।
- व्यक्ति की स्वसेन नली, सांस, और नाडी की जाँच करें । आवश्यक हो तो CPR आरंभ करें ।
- यदि व्यक्ति साँस ले रहा है और पीठ के बल लेटा हुआ है तो पहले देख लीजिए कि रीढ़ में कोई चोट नहीं पहुँची है, फिर सावधानी से व्यक्ति को बाजु की ओर घुमाइएँ हो सकते तो बायीं ओर । ऊपरवाला पैर मोड़िए जिससे कमर और घुटना समकोण में हों । धीरे से सिर को पीछे के ओर मोड़िए (Fig 2) जिससे साँस का मार्ग खुला रहे । यदि साँस या नाडी किसी भी क्षण बन्द हो जाएँ तो व्यक्ति को पीठ के घुमाइए और CPR शुरू कीजिए ।

Fig 2



- यदि रीढ़ में चोट पहुँची है तो व्यक्ति पीड़ित की स्थिति की सावधानी पूर्ण जाँच होनी चाहिए । यदि व्यक्ति उल्टी करता है तो एक ही साथ पूरे शरीर को बाजू में घुमाइए । गरदन और कमर को सहारा दीजिए ताकी सिर और शरीर घुमाते समय एक ही स्थिति में हों ।
- व्यक्ति को चिकित्सा सहायता आने तक गरम रखिए ।
- यदि किसी व्यक्ति को बेहोश होता देखें तो उसे गिरने से बचाने की कोशिश कीजिए व्यक्ति को सीधा लिटा दिजिए और पैरों का स्तर ऊपर रखें और सहारा दें ।
- यदि ब्लड शुगर बेहोशी की बज़ह हो सकती है तो व्यक्ति जब होश में आये तो उसे कुछ मीठा पीने या खाने के लिए दीजिए ।

न करें (Do not)

- बेहोश व्यक्ति को कुछ न खिलायें या पिलायें।
- व्यक्ति को अकेला न छोडें।
- बेहोश व्यक्ति के सिर के नीचे तकिया न रखें।
- बेहोश व्यक्ति के चेहरे पर चपत न मारें या होश में लाने के लिये चेहरे पर पानी न छिड़कें।

बेहोशी जान लेवा हो सकती है यदि व्यक्ति पीठ के बल हो और जीभ गले के आगे झूक गये हो तो सॉस का मार्ग रुक सकता है। बेहोशी का कारण जानने से पहले निश्चित करलें कि वह साँस ले रहा है । यदि चोट बाधारूप न हो तो पीड़ित व्यक्ति को पुनः होश में आने की अवस्था में सिर को सीधा रखें । बेहोश व्यक्ति को मुँह के द्वारा कभी भी कुछ भी न दें । (Fig 2)

एक घायल बेहोश व्यक्ति का निदान कैसे करना चाहिए (How to diagnose an unconscious injured person)

- **शराब की संभावन (Consider alcohol) :** शराब पीने के संकेतों की जाँच करें - जैसे कि खाली बोतल या शराब की बू।
- **मिर्गी की संभावना (Consider epilepsy) :** सख्त दौरे के संकेत जैसा कि मुँह के आस-पास थूक या अस्तव्यस्त नज़ार है ?
- **इन्स्यूलिन की संभावना (Think insulin) :** कदाचित् व्यक्ति इन्स्यूलिन के सदेमे का शिकार हुआ हो (देखिए इन्स्यूलिन सदमे की पहचान और इलाज कैसे करना है।)
- **ड्रग्स की संभावना (Think about drugs) :** क्या ओवर डोज़ हुआ है? या व्यक्ति ने कम डोज़ लिया हो - अर्थात् दिये हुए नुखसे से कम दवाई ली हो ?
- **हादसे की संभावना (Consider trauma) :** क्या व्यक्ति शारीरिक रूप से घायल हुआ है ?
- **संक्रमण के संकतों की जाँच करें (Look for signs of infection) :** ललिमा और/अथवा घाव के आस-पास लाल रेखाएँ ।

- **जहर के संकतों की जाँच करें (Look around for signs of Poison)** : गोलियों की खाली बोतल अथवा साँप के काटने से हुआ जख्म ।
- **मनोवैज्ञानिक सदमे की संभावना (Consider the possibility of psychological trauma)** : क्या व्यक्ति को कोई मनोवैज्ञानिक बिकार तो नहीं है ।
- स्ट्रोक की संभावना - विशेषकर बुजुर्ग व्यक्तियों के लिए ।
- अपने निदान अनुरूप चिकित्सा कीजिए ।

शॉक (Shock) (Fig 3)

शरीर में अत्यधिक प्रवाही बह जाता है तो ब्लड प्रेशर कम हो जाता है । इससे खून के संचारण में कमी आ जाती है और बाकी का खून शरीर के महत्वपूर्ण भागों में चला जायेगा जैसा कि मस्तिष्क । इस प्रकार खून शरीर के बाहरी हिस्सों से अन्दर चला जाएगा और घायल पीला नज़र आयेगा और चमड़ी बर्फ सी ठंडी हो जाएगी ।

जैसे ही रक्तचाप धीमा होता है, आक्सीजन की थोड़ी मात्रा मस्तिष्क में पहुँचती है । मरीज अस्पष्ट, कमजोर और संभ्रमित नजर आयेगा । अंततः बेहोशी की हालत में बिगड़ सकता है । आक्सीजन की कभी की क्षतिपूलि करने की कोशिश करें, हृदय की गति, दोनों बराबरी में कमजोर हो जायेगे तो अंत में सब रूक जायेगा ।

Fig 3

संभावित शॉक की वजह : अत्यधिक आंतरिक या बाह्य रक्तस्त्राव, जलन, अत्यधिक उल्टी और डयेरिया, खासकर बच्चों की और बड़ों को हृदय सम्बन्धी तकलीफें हो सकती है ।

शॉक के लक्षण (Symptoms of shock)

पीडित व्यक्ति पीला और ठंडा, नाडी की गति तेज आरंम्भ में फिर धीरे धीरे धीमी हो जायेगी, साँस लेने में अस्वस्थता होगी । कमजोरी अस्पष्ट होना, बेहोशी आदि होगी । यदि पीडित को अकेला छोडेगे तो मरीज बेहोश व मृत्यु को प्राप्त हो सकता है ।

प्रथम उपचार (First aid)

मरीज को गर्म स्थान पर रखें तथा उसे दिमागी आराम करने दें । जहाँ पर एअर सर्कुलेशन अच्छा हो तथा सहायता के लिए मरीज स्थान/ हास्पिटल यात्रा कर सके निश्चित होना चाहिए ।

- **गर्मी (Warmth)** : मरीज को गर्म जगह पर रखें लेकिन ज्यादा अधिक गर्म स्थान ना हो । यदि आप बाहर है तो कोशिश करें कि जरूरी वस्तुएँ उसके पास रख दें यदि तुम सरलता से करते हो । कम्बल को मोड़कर तथा वह लगाकर उसके चारों ओर तथा सिर को पूरी तरह से आराम दें जहाँ उसकी बॉडी पूरी तरह से जल गई हो ।
- **हवा (Air)** : पीड़ित के वायुमार्ग पर आँख को सावधानीपूर्वक बनाये रखें तथा रिकवरी स्थिति के लिए तैयार रहें यदि आवश्यकता अथवा पुनः जीवित करना यदि साँस बंद हो गई है कोशिश करें कि बिना कुछ काम के तमाशाई पीछे ही रहें । पीड़ित को अधिक वायुमार्ग में रखें ।
- **आराम (Rest)** : पीड़ित को शांत रखें तथा नीचे की ओर बिठा दें । यदि पीड़ित बहुत चंचल या अस्थिर है तो उसके पैरों को नीचे की ओर छोड़ दें जिससे अधिकतम आक्सीजन उसके दिमाग को मिले ।

वैद्युत आघात के उपचार (Treatment of electric shock)

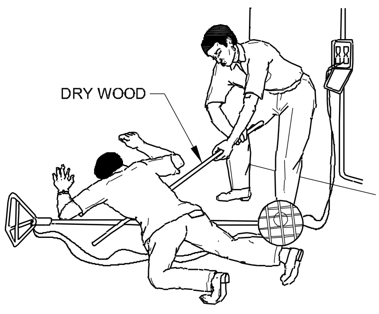
तुरन्त उपचार आवश्यक है (Prompt treatment is essential)

यदि पास ही सहायता है तो चिकित्सा प्राप्त करें और बाद में आपात कालीन उपचार करें। अगर आप अकेले है, तुरन्त उपचार आरंम्भ करें ।

स्विच को बन्द कर दें यदि यह अधिक विलम्ब हुये बिना सम्भव हो ।

अन्यथा शुष्क अचालक पदार्थों जैसे लकडी, रस्सी स्कार्फ पीढ़ित के कोट के किनारे कपड़े की कोई शुष्क वस्तु बेल्ट बेलित अखबार आधातीय होज PVC नली बेकित कागज इत्यादी (Fig 4) के प्रयोग से पीढ़ित को विद्युन्नम्य तार के सम्पर्क से हटा दें।

Fig 4



पीढ़ित से सीधा सम्पर्क न होने दें। यदि रबर के दस्ताने उपलब्ध नही है तो अपने हाथों को शुष्क पदार्थ से लपेट लें।

वैद्युत जलना (Electrical burns) : वैद्युत धारा शरीर से प्रवाहित होने पर व्यक्ति वैद्युत आघात के साथ जल भी सकता है। जले होने पर प्राथमिक

सहायता देने में समय का अपवव्य न करें। जब तक उसकी श्वास प्रत्यवस्थित (Restored) न हो जाय और पीढित सहायता बिना सामान्य रूप से श्वास न लेने लगें।

जलना और झुलसना (Burns and scalds) : जलना अति पीढ़ादायक होता है यदि शरीर का अधिक भाग जला है वायु को पानी स्वच्छ कागज अथवा एक स्वच्छ कमीज से ढ़क कर विलग कर दें कोई उपचार न करें। यह पीढ़ा को कम करता है।

बिजली के झटके से आहत व्यक्ति के लिए कृत्तिम श्वसन प्रणाली (Artificial respiration methods to the electric shock victim)

कृत्तिम श्वाशन प्रणाली की चर्चा पहले अभ्यास 1.1.07 में हो चुकी है । कृपया अभ्यास पुस्तक का संदर्भ लें ।

अपशिष्ट पदार्थों का निदान (Disposal of waste material)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **अपशिष्ट पदार्थो के संबध में बताना**
- **अपशिष्ट पदार्थो के प्रकार एंव स्त्रोत बताना**
- **कार्यशाला में अपशिष्ट पदार्थो को सूचीबद्ध करना**
- **अपशिष्ट पदार्थो के निदान की विधियों का वर्णन करना।**

अपशिष्ट (Waste)

अंवाछित या अनुपयोगी पदार्थो को अपशिष्ट कहते है अपशिष्ट कोई भी चीज हो सकती है जिसका प्रांरभिक उपयोग कर लेने के बाद यह खराब अनुपयोगी और बेकार हो जाता है।

अपशिष्ट सजीवों द्वारा उपयोग किये जाने वाले पदार्थ उद्योगों एंव कृषिकार्य आदि के द्वारा प्राप्त होने वाले उत्पाद होते है प्रायः अपशिष्ट के शहर के बाहरी क्षेत्रों में फेंका जाता है लेकिन खुले में अपशिष्ट का निदान करने से उपयोगी भू-भाग अनुपयोग भू-भाग में परिवर्तिन हो जाता है और पर्यावरण भी प्रदूषित होता है अपशिष्ट को मोटे तौर निम्न वर्गो में वर्गिकृत किया जा सकता है।

a) ग्रामीण अपशिष्ट (Rural waste)

b) शहरी अपशिष्ट (Urban waste)

  i) ठोस अपशिष्ट (Solid waste)

  II) द्रव अपशिष्ट (Liquid waste)

a) ग्रामीण अपशिष्ट (Rural waste)

कृषि एंव पशुपालन कार्य से प्रदान अपशिष्ट ग्रामीण अपशिष्ट है उनका पुनः उपयोग कृषि से प्राप्त अपशिष्ट को जलाकर या खाद किया जा सकता है। मानवों एंव पशुओं के द्वारा उत्पन्न अपशिष्ट का उपयोग अब बायोगैस ईधन के उत्पादनो संयंत्र में किया जाता है।

b) शहरी अपशिष्ट (Urban waste)

यह घरेलू वस्तुओ या नगर सीमा में औद्योगिक संस्थानों से प्राप्त अपशिष्ट है

इसे पुनः दो वर्गो में विभाजित किया जा सकता है।

i) ठोस अपशिष्ट (Solid waste)

ठोस अपशिष्ट में ठोस पदार्थ जैसे समाचार पत्र डिब्बो बोतल टूटा हुआ काँच प्लास्टिक की चीजो एंव पॉलिथीन थैले आदि आते हैं।

ii) द्रव अपशिष्ट (Liquid waste)

यह जल पर आधारित अपशिष्ट है जो मुख्य अपशिष्ट सक्रियण स्त्रोत से प्राप्त होता है।

अपशिष्ट के स्त्रोत (Sources of waste)

i) औधोगिक अपशिष्ट (Industrial waste)

इसमें ठोस और द्रव प्रकार के अपशिष्ट होते है। यह तथा इसमें हानिकारक रासयनिक और घात्विक अपशिष्ट होते हैं।

ii) घरेलू अपशिष्ट (Domestic waste)

इसमें सभी कचरा धूल मल-अपशिष्ट आदि होते है। इसमें दहनशील और अदहनशील पदार्थ होते है जब इस अपशिष्ट का खुले में निदान किया जाता है तो इसके बहुत हानिकारक प्रथाव होते हैं।

iii) कृषि अपशिष्ट (Agricultural waste)

इसमें फसल ओर घरेलु पशुओ द्वारा उत्पन्न अपशिष्ट आता है। खुले में इस अपशिष्ट का कनदान करने से मनुष्य और पशुयों के स्वाथय संबेधी समस्याएँ होती है ।

iv) पावर प्लांटो से उत्पन्न होने वाला फ्लाई एश।

v) चिकित्सालय अपशिष्ट (Hospital waste) सबसे अधिक हानिकारक होता है जिसम सूक्ष्मजीव होते है जो संक्रामक एंव असंक्रामक रोगों का कारण होते हैं।

कार्यशाला में अपशिष्ट की सुची बनाना (List out the waste material in workshop) (Fig 1)

- तैलीय अपशिष्ट जैसे लुब्रीकेन्ट आइल कूलेन्ट आदि।
- काटन वेस्ट
- विभिन्न पदार्थो के धात्विक छीलन
- वैधुतिक अपशिष्ट जैसे उपयोग के पश्चात टूटे-फूटे पूर्जे नए पाईप आदि।

अवशिष्ट के निदान की विधियाँ (Methods of disposal of waste) (Fig 2)

निदान प्रक्रिया (Disposal process) : यह अपशिष्ट प्रबंधन का अंतिम चरण है। इस निदान बिंदु या स्थल पर पदार्थो को निम्न प्रक्रियाओं के लिए चुना जाता है।

- पुर्न चक्रण (Recycling)
- खाद बनाना (Composing)
- जमींन के गर्त को भरना (Landfill)
- दहन (Incineration)
- अपशिष्ट मिश्रण (Waste compaction)
- पुनः उपयोगी बनाना (Reuse)
- पशुओं के भोजन के रूप में (Animal Feed)
- जलाऊ लकड़ी (Fire Wood)

Fig 1

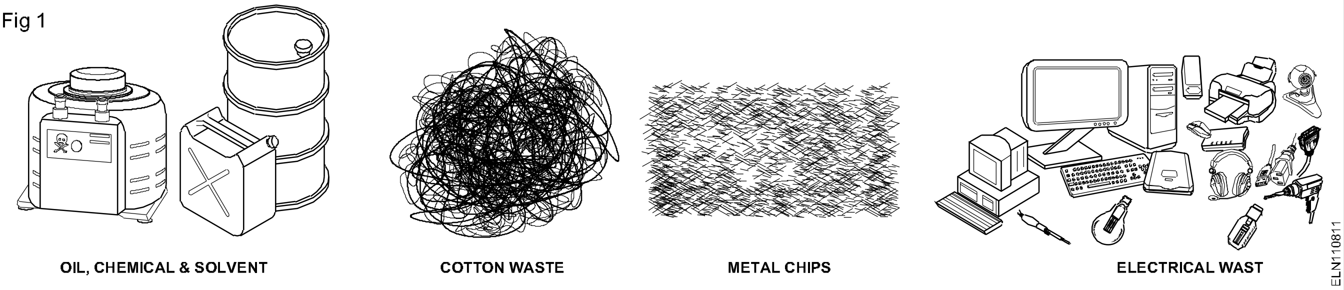


Fig 2

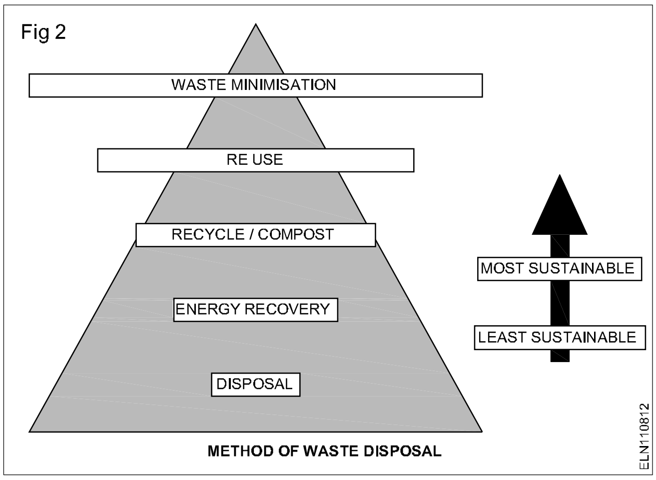
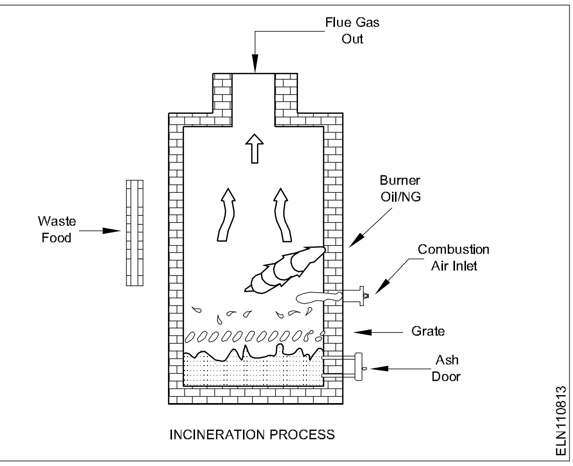


Fig 3



पुर्नचक्रण (Recycling)

अपशिष्ट प्रंबधन के लिए बहुत जाना-माना तरीका है यह मँहगा नही है और आपने द्वारा आसानी से किया जा सकता है यदि आप पुर्नचक्रण करते है तो ऊर्जा स्त्रोत की बहुत बचत होती है और प्रदूषण भी कम होता है।

खाद बनाना (Composting)

यह एक प्राकृतिक प्रक्रिया है जो हानिकारक उत्पादों से पूर्णतः मुक्त होता है। इस प्रक्रिया में पदार्थ उसके कार्बनिक अवयवों में विभक्त होकर खाद के रूप में प्रयुक्त किया जाता है ।

भू-भाग गर्तो को भरना (Landfill)

जिस अपशिष्ट का पुनः उपयोग या पुर्नचक्रण नहीं किया जा सकता उन्हे शहर के निचले क्षेत्र में पतली पर्त के रूप में बिछाया जाता है अपशिष्ट के प्रत्येक पर्त के ऊपर मिट्टी की एक पर्त बिछायी जाती है एक बार जब यह प्रक्रिया पूर्ण हो जाती है तो इस क्षेत्र को गृह निर्माण के अनुपयोगी घोषित कर दिया जाता है और केवल पार्क या खेलमैदान के रूप में उपयोग किया जाता है।

दहन (Incineration) (Fig 3)

यह कूड़ा-कचरा को जलाने के प्रक्रिया है जिससे यह अदहनशील राख, धुँआ और ऊष्मा के रूप में परिवर्तित हो जाता है यह ऊष्मा आदि को पर्यावरण में मुक्त करता है यह अपशिष्ट का आयतन 90% कम कर देता हे कभी-कभी इसका उपयोग विद्युत पावर उत्पन्न करने में भी किया जाता है।

पुनः उपयोगी बनाना (Waste compaction)

अपशिष्ट पदार्थ जैसे डिब्बे, प्लास्टिक की बोतलों को एक गलाकार उसको पुनः उपयोगी बनाया जाता है। इस प्रक्रिया में स्थान की अधिक आवश्यकता होती है। अतः इससे बनाना परिवहन एंव रखरखाव में कठिनाई आती है।

दुबारा उपयोग करना (Reuse)

अपशिष्ट पदार्थों की मात्रा को इसको सही तरीके से दूर करने का तरीका अपना कर कम किया जा सकता है किसी पदार्थ को फेंकने से पहले उसे साफ कर उसके दुबारा उपयोग के बारे मे सोचना चाहिए। जैसे कि आइसक्रीम और मक्खन के छोटे प्लास्टिक टब का उपयोग नट और स्क्रू रखने के लिए अच्छी तरह से किया जा सकता है।

जानवरों को खिलाना (Animal Feed)

सब्जियों की छीलन एंव जूठन आदि का उपयोग छोटे जानवरों जैसे खरगोश, लैम्सर्टस आदि को खिलाने के लिए किया जा सकता है। माँस के टुकड़े एंव हड्डियों का उपयोग कुतों को खिलाने में किया जा सकता है।

ज्वलनशील लकड़ी (Fire Wood)

लकड़ी का बहुत कम भाग का निदान पुनः उपयोग के लिए उपयोग किया जाता है और इससे फर्नीचर आदि बनाया जाता है। फर्नीचर बनाने के पूर्व लकड़ी को कई टुकड़ो में काटा जाता है जिस प्रक्रिया के दौरान छोटे टुकड़ो का जलाऊ लकड़ी के रूप में उपयोग किया जाता है।

व्यक्तिगत सुरक्षात्मक उपकरण (Personal Protective Equipment (PPE))

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विशेष सुरक्षात्मक उपकरण (PPE) क्या होते हैं तथा इनके उद्देश्य के बारे में बताना**
- **व्यावसायिक स्वास्थ्य सुरक्षा तथा स्वच्छता के बारे में बताना**
- **व्यावसायिक खतरों के बारे में बताना**
- **विशेष सुरक्षात्मक उपकरण की सूची बनाना ।**

विशेष व्यक्तिगत सुरक्षात्मक उपकरण (PPE) (Personal protective equipment (PPE))

कर्मचारी द्वारा उपयोग उपकरण, औज़ार, कपड़े जो पहने या उपयोग किये जाते है वही आखिरी सहारा है उनका खरतों से रक्षा हेतु कार्यस्थल पर । मुख्य पहुँच सुरक्षा सम्बन्धी खतरों के विपरीत यह है कि कर्मचारी इनजेनियरिंग प्रणाली नियंत्रित या निकल सके खतरों से न कि कर्मचारी को व्यक्तिगत सुरक्षात्मक उपकरण द्वारा बचाने की चेष्टा करें (PPEs) । इन्जिनियरिंग प्रणाली में प्रारूप का बदलाव, प्रतिस्थापन, वायुसंचार, मेकेनिकल व्यवस्था, यंत्रमानव आदि आते है । यदि किसी अवस्था में यह संभव नहीं है कि हम मुख्य इन्जिनियरिंग प्रणाली का परिचय कर सके खतरों को नियंत्रित करने हेतू, तो कर्मचारी (PPE) प्रकारों का समुचित प्रयोग कर सकता है ।

बदलते समय के साथ कार्यस्थल में आधुनिकीकरण करना, सरकारी और पक्ष समर्थन समूहों न कई सुरक्षा मान्य बनाये है कार्य वातावरण के अनुसार ।

कारखाने अधिनियम, 1948 और कर्मचारी कानून 1996 ने प्रभावकारी प्रावधान बनाये है जिससे PPE प्रकार का सही उपयोग हो । क्योंकि PPE का उपयोग बहुत आवश्यक है ।

कार्यस्थल पर व्यक्तिगत सुरक्षात्मक उपकरण के प्रयोग करने के तरीके को सुनिश्चित करना (Ways to ensure workplace safety and use personal protective equipment (PPE) effectively)

- कर्मचारी सुरक्षा सम्बधी सभी जानकारी नियामक संस्था को दे जिससे मुख्य स्थानों पर निरीक्षण कर सके ।
- संसाधन में उपलब्ध सभी पाठों का उपयोग कार्यक्षेत्र में करें और उचित सुरक्षा जानकारी हेतु PPE का सही उपयोग कैसे करें इसकी जानकारी ले ।
- जब यह साधारण प्रकार के व्यक्तिगत सुरक्षात्मक उपकरण जैसे गॉगिलस, दस्ताना या बॉडीसूट ये सामग्री कम प्रभावी होती है जिसे सभी समय नहीं पहना जा सकता या खतरे के समय कार्य स्थल में । PPE का निरंतर उपयोग सहायता करता है कुछ साधारण औद्योगिक दुर्घटना से बचने में ।
- कार्यस्थल पर खतरे से बचाने में व्यक्तिगत सुरक्षा उपकरण सदैव सहायक नहीं होते है । अपने कार्य के गतिविधियों के प्रसंग की पूरी जानकारी और अच्छी तरह से जानने से यह बहुत ही सहायक होगी स्वास्थ और सुरक्षा सम्बन्धी चेतावनी कार्यों पर ।
- यह निश्चित कर ले गिमर का निराक्षण पर्याप्तरूप से उसके लक्षण और प्रारूप रक्षा उपयोगकर्ता ठीक तरह से निरंतर करके ले ।

व्यक्तिगत सुरक्षात्मक उपकरण को वर्गीकृत करना (Categories of PPEs)

व्यक्तिगत सुरक्षात्मक उपकरण को दो भागों में वर्गीकृत किया गया है :

1 **गैर स्वास्थ सम्बन्धी (Non-respiratory) :** इसका प्रयोग बॉडी की बाहरी इन्जरी, सिर की सुरक्षा, आँख, चेहरा, हाथ, भुजा, पैर, टांग तथा दूसरे बॉडी के भागों की सुरक्षा के लिए गैर स्वास्थ सम्बन्धी का प्रयोग किया जाता है ।

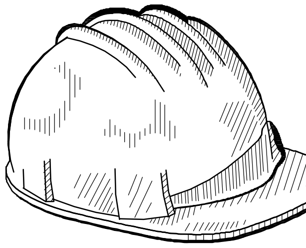
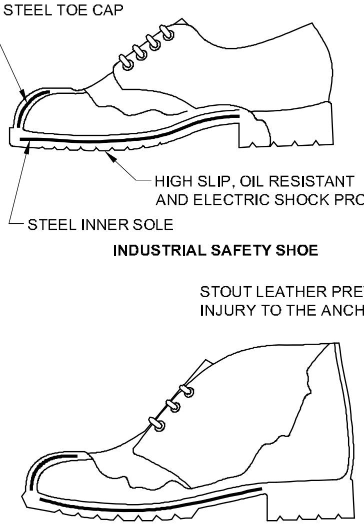
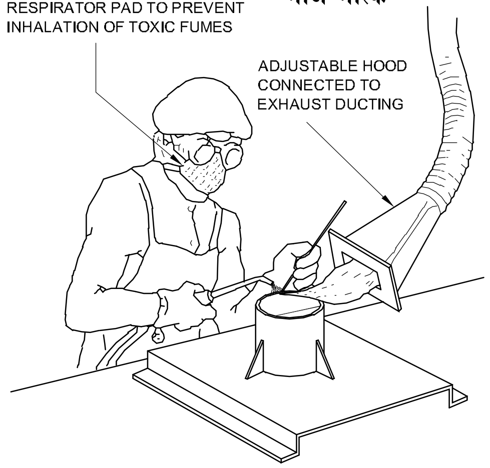
2 **स्वास्थ सम्बन्धी (Respiratory) :** इसका प्रयोग प्रश्वसन, हवा को दूषित करना की सुरक्षा के लिए स्वास्थ सम्बन्धी का प्रयोग करते हैं ।

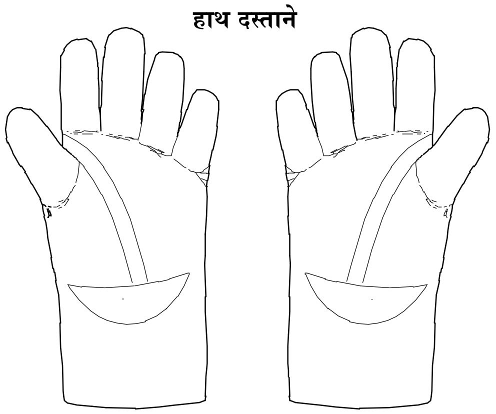
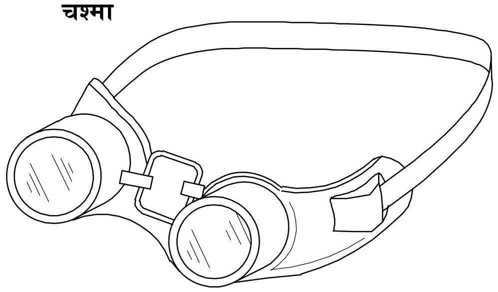
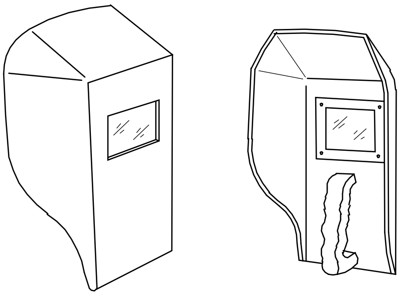
BIS को (ब्यूरो आफ इण्डिया स्टैण्डर्ड) को लागू करना मान्य होता है विभिन्न प्रकार के PPE व्यक्तिगत सुरक्षात्मक उपकरण में ।

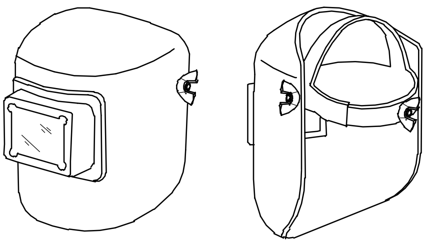
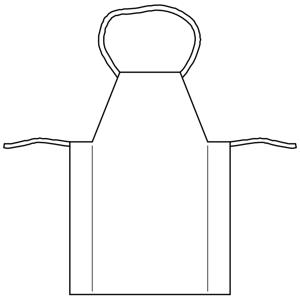
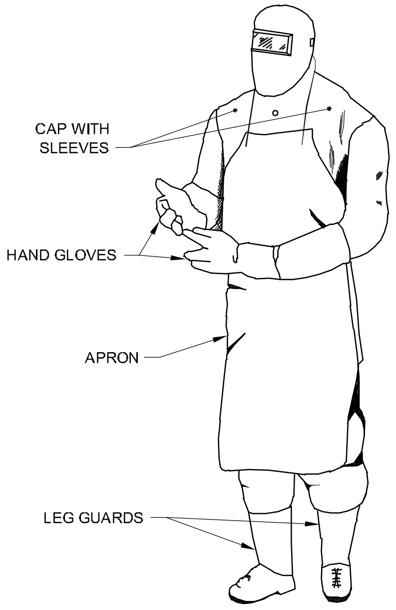
'व्यक्तिगत सुरक्षात्मक उपकरण' मार्गदर्शन करता है सरल बनाता है कि जिस प्रकार पौधों की देखभाल विशेष प्रकार से होती है उसी प्रकार व्यक्ति की सुरक्षा खतरों से भी की जाती है जिससे निकाला या नियंत्रित नहीं किया जा सकता इन्जिनियरिंग प्रणाली द्वारा जो नीचे की टेबल 1 में दर्शाया है ।

टेबल 1

संख्या	नाम
PPE1	हेलमेट
PPE2	सुरक्षा जूते
PPE3	स्वास्थ सम्बन्धी उपकरण
PPE4	भुजाएं तथा हाथ सुरक्षा
PPE5	आँखें तथा चेहरा सुरक्षा
PPE6	सुरक्षात्मक कपड़े तथा पूरा कवर
PPE7	कानों की सुरक्षा
PPE8	सुरक्षा बेल्ट और उपस्करण

सुरक्षा के प्रकार	**खतरा**	**PPE का प्रयोग**
सिर सुरक्षा (Fig 1)	1 वस्तु का गिरना 2 वस्तुओं के विपरीत अधिक आकर्षण 3 छीटे उड़ना	Fig 1 
पैर सुरक्षा (Fig 2)	1 गर्म छीटे उड़ना 2 वस्तु का गिरना 3 गीले स्थान पर कार्य	Fig 2  **और** **लेदर पैर गार्ड**
नाक (Fig 3)	1 धूल कण 2 भभक / गैस / विषाद	Fig 3 

सुरक्षा के प्रकार	खतरा	PPE का प्रयोग
हाथ की सुरक्षा (Fig 4)	1 प्रत्यक्ष सम्पर्क से छाँले पड़ना 2 साधारण गर्म से उडते चिंगारी 3 इलेक्ट्रिक शॉक	Fig 4 हाथ दस्ताने  GLOVES EL110224
आँख की सुरक्षा (Fig 5, Fig 6)	1 उड़ते धूल कण 2 UV रेस, IR रेस गर्म और उच्छ श्रेणी के विजिबल रेडियेशन	Fig 5 चश्मा  EL110225 **और** **चेहरा कवच** **सिर कवच** **हाथ कवच**
चेहरे की सुरक्षा (Fig 6, Fig 7)	1 उड़ती हुई चिंगारी, वेलडिंग, ग्राइडिंग 2 वेल्डिंग के समय असाधारण छोटे 3 चेहरे की रक्षा UV रेस से	Fig 6  HAND SCREEN EL110226 **और** **चेहरा कवच** **सिर कवच मफ हेलमेट के साथ या बिना** **मफ हेलमेट के वेल्डर स्क्रीन वेल्डर के लिए**

सुरक्षा के प्रकार	खतरा	PPE का प्रयोग
कान सुरक्षा (Fig 7)	1 बहुत शोर	Fig 7  कान मफ के साथ हेड शील्ड EL110277 और कान प्लग कान मफ
शरीर सुरक्षा (Fig 8, Fig 9)	1 गर्म टुकड़े	Fig 8  लेदर एप्रान EL110228 Fig 9  बॉडी सुरक्षा EL110249

व्यक्तिगत सुरक्षात्मक उपकरण की गणना (Quality of PPEs)

PPE निम्नलिखित कसौटी से सम्बन्धित खतरों से बचने हेतू पूरी रक्षा PPE करता है जिसका निर्माण उपकरणों के न उपलब्ध होने पर भी खतरों का सामना कर सकते है जो कि भावी क्षेत्र में उपयोग हुआ है ।

जरूरी स्थितियों में व्यक्तिगत सुरक्षात्मक उपकरण का चयन करना (Selection of PPEs requires certain conditions)

- खतरे की जड़ता और प्रकृति पर निर्भर करता है ।
- संदूषित पदार्थों के प्रकार, संदूषित पदार्थ और संदूषित पदार्थों वाले स्थान और जगह श्वसनीय हवा वाले स्त्रोत के साथ
- कार्य के दौरान कर्मचारी से गतिविधि की अपेक्षा करना, जब PPE का उपयोग कर्मचारी कर रहा हो तो सांत्वना देना
- विशेष लक्षणों और PPE की सीमाऐ
- रखरखाव और सफाई कम होना
- भारतीय सहमति/अर्न्तराष्ट्रीय मान्य और टेस्ट के प्रमाणों की उपलब्धता ।

सही तरीके से पीपीई का प्रयोग (Proper use of PPE's)

चयन किये गये PPE प्रकारों को कर्मचारी अवश्य पहनना चाहिए कई बार कर्मचारी PPE का प्रयोग नहीं करते है । यहाँ निम्नलिखित कारक और समस्याओं का समाधान दिया है ।

- कर्मचारी सीमा को समझे और जहाँ आवश्यक है PPE का उपयोग करें ।
- साधारण प्रक्रिया का कार्य करते समय PPE के उपकरणों को पहन सकते हैं । और कार्य कम कर सकते है ।
- अर्थव्यस्था, सामाजिक और अनुशासन संबन्धी स्वीकृति उपलब्ध है जो कि कर्मचारी उपयोग कर सकता है और उसके कर्मचारी के बर्ताव को प्रभावित करता है ।
- सबसे अच्छा उपाय इस समस्या का 'वेयरिंग ऑफ PPE' है जो सभी कर्मचारियों के लिए आवश्यक है ।
- जब कर्मचारी प्रथम बार PPE का उपयोग करते है तेज निराक्षण शिक्षा में दूसरे जगहों पर होती है ।

व्यावसायिक स्वास्थ्य जोखिम तथा सुरक्षा (Occupational health hazard and safety)

सुरक्षा (Safety)

सुरक्षा का मतलब स्वतंत्रता अथवा कष्ट, खतरा, जोखिम, खतरे, दुर्घटना, इंजरी अथवा डैमेज से बचाव करना है ।

व्यावसायिक स्वास्थ्य तथा सुरक्षा (Occupational Health and Safety)

- व्यावसायिक स्वास्थ्य तथा सुरक्षा एक महत्वपूर्ण पहलू है । यह संगठन की प्रभावशीलता में एक निर्णायक कारक है ।
- यह एक दुर्घटना मुक्त औद्योगिक परिवेश सुनिश्चित करता है ।
- यह उन सभी सहकर्मियों की पारिवारिक सदस्यों, कर्मचारीयों, लेखाप्रबंधक, पूर्तिकारों पास के समुदाय और दूसरे सदस्यों जो भी प्रभावित हुए कार्यक्षेत्र वातावरण से उनकी रक्षा करता है ।
- यह कई क्षेत्रों से सम्पर्क बनाये रखते है जैसे व्यवसायिक औषधी, व्यवसायिक (या औद्योगिक) स्वास्थ्य विज्ञान, सार्वजनिक स्वास्थ्य और सुरक्षा इन्जीनियरिंग, केमेस्ट्री और स्वास्थ्य भौतिक विज्ञान आदि ।

व्यावसायिक स्वास्थ्य तथा सुरक्षा की आवश्यकता (Need of occupational health and safety)

- कम्पनी के सरल और प्रगतिशील कार्य के लिए स्वास्था और सुरक्षा मुख्य पहलू है ।
- व्यवस्थापन संबंधी प्रभावकारिता में यह दृढ़ता से तय है कि दुर्घटना मुक्त औद्योगिक वातावरण को सुनिश्चित करना है ।
- कर्मचारियों के सुरक्षा और कल्याण पर खात ध्यान देना चाहिए ताकि वे अपना कीमती मुनाफा बना सकेंगे ।
- कर्मचारियों के मनोबल को प्रोत्साहित करने में ।
- अनुपस्थिति को कम करने में ।
- उत्पत्ति को बढ़ाने में ।
- कार्य सम्बन्धी दुर्घटना और बीमारी की संभावना को कम करने में ।
- उत्पादन पदार्थों में गुण की वृद्धि और या सेवा करने में ।

व्यावसायिक (औद्योगिक) स्वास्थ्य विज्ञान (Occupational (Industrial) Hygiene)

- व्यवसायिक स्वास्थ्य विज्ञान में पुर्वानुमान, पहचान, मूल्यांकन और कार्यस्थल पर खतरे पर नियंत्रण (या) वातावरण तत्वों (या) तनाव बताना है ।
- यह उत्पन्न होता है या शुरू होता है कार्यस्थल से ।
- जिससे बीमारी, अस्वस्थता और सुत्व, अशांति अयोग्यता वर्कस के मध्म होती है ।

पुर्वानुमान (पहचान) (Anticipation (identification)) : पहचानने की विधि खतरों और उससे स्वास्थ्य पर प्रभाव ही सम्भव है ।

मान्यता (स्वीकृति) (Recognition (Acceptance) : र्निधारित खतरों के दुषपरिणाम की स्वीकृति ।

आँकलन (मापन और मूल्याँकन) (Evaluation (Measurement & Assessment) : उपकरण द्वारा खतरों की गणना या मापन करना, ताजे नमूने का निरीक्षण, मान्यों की तुलना और निर्णय लेना कि मापा या गणना किये गये खतरे कम या अधिक है निरीक्षण किये गये मान्य से ।

खतरे के कार्यस्थल को नियन्त्रित करना (Control of work place Hazards)

इंजीनियरिंग तथा प्रशासकीय नियंत्रण, मेडिकल परीक्षण, व्यक्तिगत सुरक्षात्मक उपकरण का प्रयोग, शिक्षा, ट्रेनिंग तथा जिम्मेदारी आदि को मापने में करते हैं ।

व्यावसायिक जोखिम अथवा खतरे (Occupational Hazards)

स्त्रोत या परिस्थिति क्षति की शर्तों की संभावन आघात या अस्वस्थता सम्पत्ति की नष्टता, कार्यस्थल पर नष्टता या इनसे मिलते जुलते कारण ।

व्यावसायिक स्वास्थ्य खतरों के प्रकार (Types of occupational health hazards)

- शारीरिक खतरा
- केमिकल खतरा
- जीव-विज्ञान संबंधी खतरा
- शरीरिक - विज्ञान संबंधी खतरा
- मैकेनिकल खतरा
- इलेक्ट्रिकल खतरा
- मनोवैज्ञानिक खतरा
- श्रम दक्षता संबंधी खतरा

1 शारीरिक खतरा (Physical Hazards)

- शोर
- गर्म तथा ठंडा
- वाइब्रेशन
- रेडियेशन (आयनीकरण)
- सजावट

2 केमिकल खतरा (Chemical Hazards)

- ज्वलनशील
  - विस्फोटक
  - विषाक्त
  - क्षयकारी
  - रेडियोधर्मी

3 जीवविज्ञान संबंधी खतरा (Biological Hazards)

- बैक्टीरिया
  - वाइरस
  - फुंगी
  - प्लाट पेस्ट
  - इनफेक्शन

4 शारीरिक विज्ञान संबंधी खतरा (Physiological)

- बढ़ती आयु
- सेक्स
- बीमारी
- बुखार
- थकावट

5 मनोवैज्ञानिक खतरा (Psychological)

- गलत प्रवृत्ति
- धूम्रपान
- अल्कोहलिक्स
- अप्रशिक्षित
- खराब तौर तरीका
  - अनुपस्थिति
  - अवज्ञा
  - आक्रमक बर्ताव
- दुर्घटना प्रवृत्ति आदि
- भावात्मक उत्तेजना
  - हिंसा
  - डराना धमकाना
  - यौन उत्पीडन

6 मैकेनिकल खतरा (Mechanical)

- विचाहरीन प्रशासन
- घेराबंदी ना होना
- सुरक्षा उपकरण ना होना
- नियंत्रण उपकरण ना होना आदि

7 इलेक्ट्रिकल खतरा (Electrical)

- अर्थिंग ना होना
- शार्ट सर्किट होना
- लीकेज धारा
- खुला तार
- फ्यूज ना होना आदि

8 श्रम दक्षता संबंधी खतरा (Ergonomic)

- मैनुअल हैण्डिलिंग तकनीक खराब होना
  - मशीन का लेआउट गलत होना
  - डिजाइन गलत होना
  - हाउसकीपिंग खराब होना
  - गलत टूल्स आदि

सुरक्षा प्रचार वाक्य

सुरक्षा नियम ब्रेकर, एक दुर्घटना मेकर है ।

वर्कशाप की स्वच्छता तथा रखरखाव के लिए दिशा निर्देश (Guidelines for cleanliness of workshop and maintenance)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **वर्कशाप स्वच्छ बनाए रखने की आवश्यकता स्पष्ट करना**
- **वर्कशाप के फर्श को साफ रखने तथा अच्छे रख-रखाव से होने वाले लाभों की सूची बनाना**
- **वर्कशाप की स्वच्छ रखने के सामान्य विधि स्पष्ट करना**
- **सफाई प्रक्रिया की विभिन्न विधियों को सूची बनाना**
- **5s तकनीक बताकर उनका वर्णन करना**
- **5s तकनीक के लाभ बताना।**

सफाई प्रक्रिया (Cleaning process)

सफाई करना वह प्रक्रिया है जिसमें अवांछित वस्तुएँ निकाल दी जाती है तथा पर्यावरण में व्याप्त प्रदूषण तथा प्रदूषकों को रोका जाता है अथवा वातावरण खराब हाने से रोका जाता है। इस प्राकर वह ग्रीन (GREEN) स्वच्छ होना चाहिए।

"ग्रीन क्लिनिंग (Green-cleaning)" का अर्थ है सफाई प्रक्रिया को स्वच्छ तथा उनको बचाना ।

सफाई का अर्थ है प्रदुषकों को हटाना और उनको बढ़ाना नहीं।

वर्कशाप को स्वच्छ रखने की आवश्यकता (Necessity of cleaning of workshop)

एक स्वच्छ कार्यशाला के कारण कर्मचारियों की सुरक्षा तथा स्वास्थ्य को सुनिश्चित होता है। कार्यस्थल के पर्यावरण को स्वच्छ रखने से दुर्घटनाओं को रोका जा सकता है ।

वर्कशाप की सफाई के कारण (Reasons for cleaning the workplace)

- फर्श को साफ तथा सूखा रखने से फिसलने और गिरने जैसी दुर्घटनाओं को रोका जा सक्ता है।
- कीटाणुनाशक कीटाणुओं बिमारियों फैलने से रोकता हैं क्योंकि वे कीटाणुओं को आगे ही नहीं बढ़ने देते।
- अच्छी फिल्टर विधि से वायु एवं भाप में उपस्थित खतरनाक पदार्थों को रोका जा सकता है।
- लाइट के उपकरणों को साफ रखने से प्रकाश व्यवस्था की गुणवत्ता बढ़ती है।
- ग्रीन क्लिन उत्पादों का प्रयोग कर्मचारियों तथा पर्यावरण के लिए सुरक्षापूर्ण है।
- कचड़े तथा रिसाइक्लिंग पदार्थों का सही निपटान कार्यस्थल को स्वच्छ रखता है।

वर्कशाप के फर्श के रख-रखाव के लाभ (Benefits of a shop floor maintenance)

- उत्पादकता बढ़ती है
- प्रचालकों की कार्य क्षमता में बढ़ोतर्य हाती है।
- सहायक कार्य जेसे कि बदलने का कार्य और माल को भेजने का काम आसान हो जाता है।
- सामग्री का अपव्यय बचता है।
- उत्पादन प्रक्रिया पर दक्षता से नियंत्रण रखा जा सकता है।
- अच्छे मशीनों तथा साधनों के कारण समय की बचता
- गढ़ने की प्रक्रिया पर अच्छा नियंत्रण

समान्य सफाई विधि (Common cleaning procedure)

- सफाई कार्य आरंभ करने से पूर्व उत्पाद एवं साधन पर दिए गए लेबलों और प्रयोग के निर्देशों को पढें।
- अनुस्तुतित पर्सनल प्रोटेक्टिव इक्वीमेंट (PPE) पहनें जैसे कि रब्बर अथवा सर्जिक प्रकार वे दस्ताने, योगल्स, डक्ट मास्क अथवा रेस्पिरेटर, एयरप्लग आदि।
- सफाई का प्रयोजन लैभ, प्रदुषक पदार्थो, प्रदुषकों को हटाना या रोकना होता है।
- कम जहरीले पदार्थों का प्रयोग करें और इस पद्धति को **स्टान्डर्ड ओपरेटिंग प्रोसिजर "(Standard Operating Procedures)" (SOPs)**.
- संपूर्ण सफाई और रखरखाव योजना का एक भाग है (Sops)

सफाई की अन्य विधियाँ हैं

- छिडकाव (Sprinkling)
- स्पेईंग (Spraying)
- पावर वाश प्रक्रिया (Power wash process)

– दबाव में खोलना (Boiling under pressure)

– कार्बन डायोक्साइड से सफाई (Carbon dioxide cleaning)

– पूर्व सफाई (Pre cleaning)

– मुख्य सफाई (Main cleaning)

– रवँगालना (Rinsing)

– सूखाना आदि (Drying etc,)

सफाई के मापदण्ड बढ़ाने के लिए **स्टांडर्ड ऑपरेटिंग प्रोसिजर (SOPs)** के अंतगर्त कुछ लिखित दिशानिर्देश दिए गए है जो नीचे प्रकार हैं

1 सफाई प्रक्रिया

2 रसायनों का प्रयोग तथा अनुगमन की आवश्यताएं

3 संप्रेषण के आलेख

4 प्रशिक्षण तथा निरीक्षण कार्यक्रम

5 रिपोटिंग तथा रेकार्ड रखने की प्रक्रियाएं

उपरोक्त दिशा निर्देश की सफाई कर्मचारियों तथा आवासियों को दिए जाने चाहिए।

ग्रीन क्लिनिंग के लिए संस्तुत क्रिया-क्लाप (Recommended activities for green cleaning)

- सफाई कर्मचारियों को आसानी से समस में आने वाले निर्देश उनकी अपनी स्थानीय भाषा में दें।
- उपयुक्त प्रौद्योगिका प्रयोग करें (कारसस्प्रे, ऑटोमेटिक केमीकल डिस्पेन्सर्स आदि)
- घोलो के खाली बर्तनों के सही निपटान के लिए दिशा निर्देशिका दें।
- सफाई रसायनों का हो उतना प्रयोग करें, हो बिल्कुल न करें।

5 स्टेप्स (5s) की अवधारणा (5 Steps (5s) - Concept)

5s लोगों केंद्रित तथा अभ्यास केंद्रित अभिगम हैं। 5s में आशा की जाती है कि सभी इसमें शामिल हों। यह सगंठन सतत सुधार का आधार बनना चाहिए।

(5s) शब्द के 5 चरण हैं :

Step 1: SEIRI (Sorting out)

Step 2: SEITON (Systematic arrangement)

Step 3: SEISO (Shine cleanliness)

Step 4: SEIKTSU (Stanardization)

Step 5: SHITSURE (Self discipline)

Fig 1

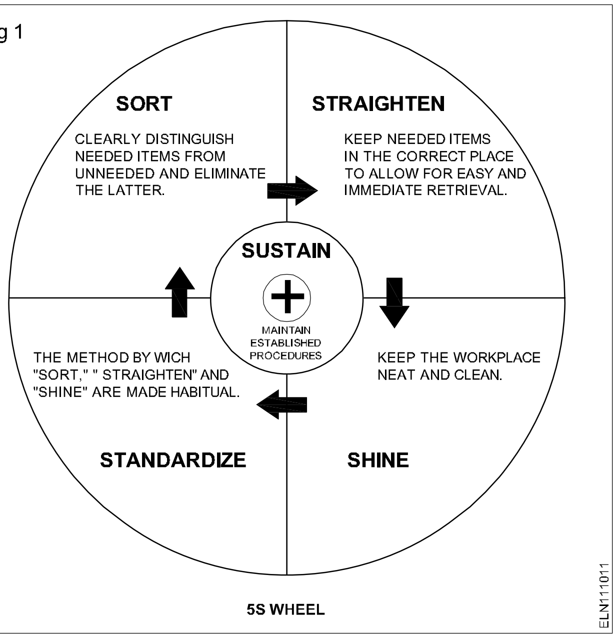


Fig 1 5s की अवधारणा को दर्शाता है।

सूची बनाती है कि किसी कार्य स्थल को कैसे व्यवस्थित रखा जाए, क्षमता प्रभाव के लिए स्थानों की पहचान करना, प्रयुक्त साधनों को सही सजग रखना, स्थान तथा साधनों का रखरखाव और नई कार्य प्रणाली को बनाएं रखना।

5s के लाभ

- कार्यस्थल अधिक स्वच्छ और व्यवस्थित हो जाता है।
- कार्य-स्थल पर काम करना आसान हो जाता है।
- लागत में कमी आती है।
- लोग अधिक अनुशासन में रहते हैं।
- देरी नही होती है।
- अनुपस्थिति का आँकड़ा कम होता है।
- फर्श का होता है।
- दुर्घटनाओं में कमी
- अधिक उत्पाद और उच्च गुणवत्ता में वृद्धि आदि।

व्यावसायिक हस्त औज़ार - विर्निदेश - मानदण्ड - NEC कोड 2011 - भारी बोजों को उठाना (Trade hand tools - specification - standards - NEC code 2011 - lifting of heavy loads)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **इलेक्ट्रीशियन के लिए आवश्यक साधन की सूची बनाना**
- **प्रत्येक साधन की बनावट और उपयोग का वर्णन करना**
- **इलेक्ट्रीशियन हस्तचालित साधन के संरक्षण और रखरखाव का वणर्न करना।**

यह महत्वपूर्ण है कि इलेक्ट्रिशियन अपने काम के लिए उचित औजारों का प्रयोग करें। सही औजारों के प्रयोग पर काम की गति और कारीगिरी की परिशुद्धता निर्भर करती हैं यदि औजारों का उचित प्रयोग और अनुरक्षण किया जाता है तो इलेक्ट्रिशियन देखेगा कि उसकी कार्यकुशलता में वृद्धि हुई है और प्रवीणता की उसे जैसे आदत हो जाएगी।

इलेक्ट्रिशियन द्वारा जिन औजारों का सब से आम प्रयोग किया जाता है उनका ब्योरा नीचे हैं।

आपके संदर्भ के लिए उनके विनिर्देश और बीआईएस दिए गए हैं। उचित देख रेख और अनुरक्षण विधि से औजार का जीवन बढ़ेगा और कार्यकुशलता में सुधार होगा।

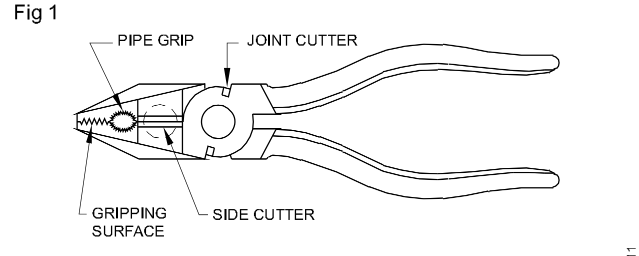
प्लायर्स (Pliers)

उन्हें mm में लंबाई की समग्र विमाओं द्वारा विनिर्दिष्ट किया जाता है। बिजली कार्य के लिए प्रयुक्त प्लायर्स की पकड़ विद्युतरोधित होनी चाहिए।

1 **पाइप पकड़, साइज कटर और विद्युतरोधित हैंडल वाले बहुक्रिया प्लायर्स (Combination pliers with pipe grip, side cutter and insulated handle)** BIS 3650 (Fig 1)

साइज 150 mm, 200 mm आदि।

Fig 1



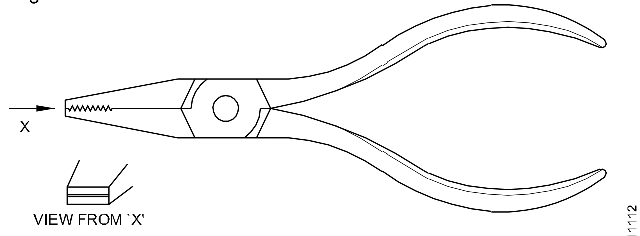
COMBINATION SIDE CUTTING PLIERS
(ENGINEER'S PLIERS, COMBINATION PLIERS)

यह कुट्टित स्टील से बना होता हैं। कर्तन, मोड़नें, खींचने, पकड़नें और वायरिंग समुच्चय और मरम्मत कार्य से छोटी जांबों की पकड़ के लिए इन का प्रयोग किया जाता है। एक गैर-विद्युतरोधित टाइप भी उपलब्ध हैं। ऊर्जित लाइनों पर काम के लिए विद्युतरोधित प्लार्यस का प्रयोग किया जाता हैं।

2 **चपटी नाक प्लार्यस (Flat nose pliers)** BIS 3552 (Fig 2)

साइज 100 mm, 150 mm, 200 mm आदि।

Fig 2



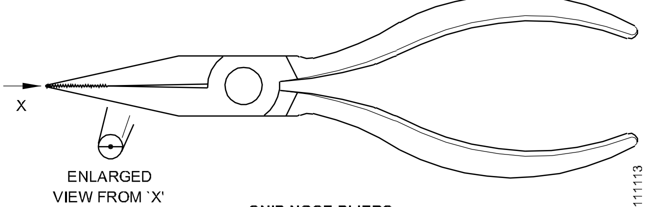
FLAT NOSE PLIERS

पतली प्लेटों आदि चपटी वस्तुओं को पकड़ने के लिए चपटी नाक प्लार्यस का इस्तेमाल किया जाता है।

3 **लम्बी नाक प्लायर्स (स्निप नोज प्लायर्स) साइड कटर (Long nose pliers)** BIS 5658 (Fig 3)

साइज 100 mm, 150 mm etc.

Fig 3



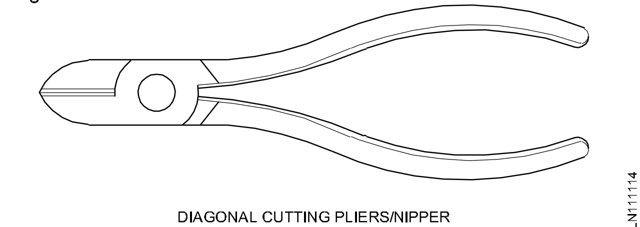
SNIP NOSE PLIERS

जहां अंगुलियां नहीं पहुंच सकतीं वहां छोटी वस्तुओं को पकड़नें के लिए लम्बी नाक प्लायर्स का प्रयोग किया जाता हैं।

4 **साइड-कटिंग प्लार्यस (विकिरण कर्तन प्लार्यस) (Side cutting pliers)** BIS 4378 (Fig 4)

साइज 100 mm, 150 mm आदि।

Fig 4



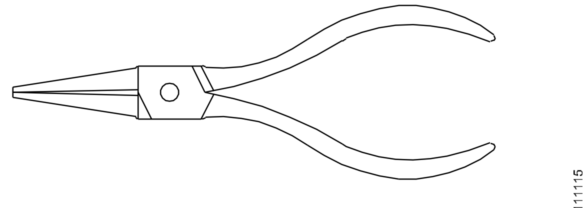
DIAGONAL CUTTING PLIERS/NIPPER

छोटे व्यास की ताम्र और ऐलुमिनियम तारों को काटने के लिए इसका प्रयोग किया जाता है (4 mm व्यास से कम)

5 **गोल नोक प्लायर्स (Round nose pliers)** BIS 3568 (Fig 5)

साइज 100 mm, 150 mm आदि।

Fig 5



ROUND NOSE PLIERS

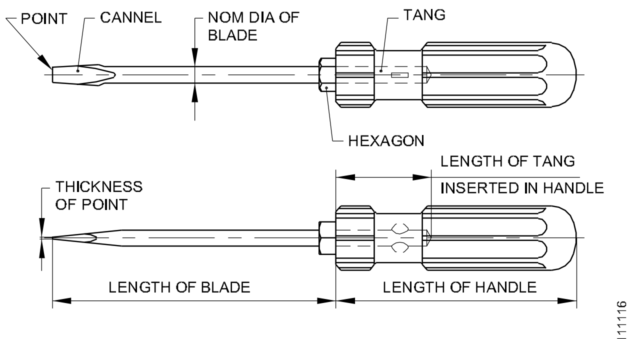
गोल नाक प्लायर्स का इस्तेमाल करके तार हुक और लूप बनाए जा सकते हैं।

प्लार्यस का अनुरक्षण और हिफाजत **(Care and maintenance of pliers)**

- प्लार्यस का हथौड़ें के रूप में प्रयोग न करें।
- लंबा साइज तांबा या ऐलूमिनियम तारों और किसी साइज की स्टील तारें काटने के लिए प्लार्यस का प्रयोग न करें।
- प्लायर्स का प्रयोग करते समय हस्त पकड़ के विद्युतरोधन को क्षतिग्रस्त न करें।
- कब्जेदार जोडों का स्नेहन करें ।

6 **पेचकस (Screwdriver) BIS 844** (Fig 6)

Fig 6



NOMENCLATURE FOR SCREWDRIVERS

बिजली संकर्मों के लिए प्रयुक्त पेचकशों के सामान्यतः प्लास्टिक हैंडल होते हैं और दंड विद्युतरोधन स्लीवों से ढका होता हैं। पेचकश का साइज ब्लेड लम्बाई द्वारा mm में और नामीय पेचकश नोक साइज (ब्लेड की टिप की मोटाई) और दंड के व्यास द्वारा निर्धारित किया जाता हैं।

eg. 75 mm x 0.4 mm x 2.5 mm
150 mm x 0.6 mm x 4 mm
200 mm x 0.8 mm x 5.5 mm etc.

पेचकसों के हैडल काष्ठ या सेलूलोस एसीटेट के बने होते हैं।

पेचों को कसने या ढीला करने के लिए पेचकसों का प्रयोग किया जाता है। पेचकस टिप पेच के खांचे मे अच्छी तरह फिट होनी चाहिए ताकि अधिकतम कुशलता प्राप्त की जाए और पेच शीर्ष की क्षति न हो।

चूंकि पेचकस की लंबाई घूर्णन बल के सामानुपाती होती हैं, छोटे काम के लिए उपयुक्त छोटे साइज का पेचकस चुनें और विलोमतः बड़े काम के लिए बड़ें साइज का पेचकस चुनें।

स्क्रूड्राइवर फिलिप्स (Screwdriver - Philips)

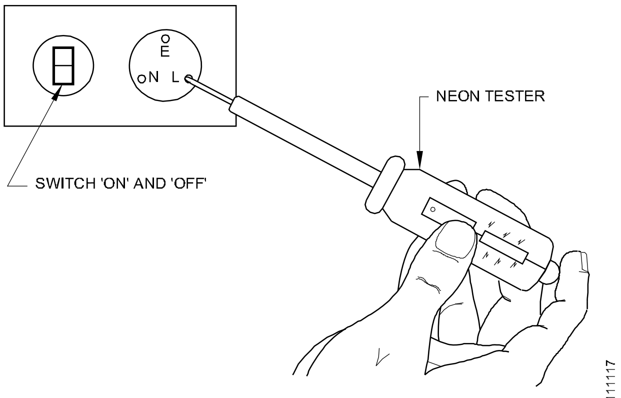
इन्हें तारा शीर्ष पेचों को कसने के लिए इस्तेमाल किया जाता है

अनुरक्षण और हिफाजत (Care and maintenance)

- पेचकश का प्रयोग लीवर के रूप में कभी न करें क्योंकि ऐसा करने से दंड टेढ़ा हो जाएगा और पेचकश इस्तेमाल योग्य नहीं रहेगा।
- टिप को ठीक आकार में रखे और कभी कभार किसी मामले में आकार के अनुरूप ग्राइंड किया जा सकता हैं।

7 **निऑन टेस्टर (Neon tester)** BIS 5579 - 1985 (Fig 7)

Fig 7



NEON TESTER

यह इसकी संचालन वोल्टता रेंज 100 से 250 वोल्ट तक विनिर्दिष्ट होती है लेकिन 500 V के लिए निर्धारित होती है।

इसमें निऑन गैस से भरी एक कांच टयूब होती है, जिस के सिरों पर इलैक्ट्रोड होते हैं। उच्चतम वोल्टता पर 300 माइक्रो एम्पस के बीच धारा सीमित करने के लिए एक उच्च मान प्रतिरोधक एक, इलैक्ट्रोड के साथ श्रेणी में योजित किया जाता है। इसके एक सिरे पर एक सलाई या पेचकश जैसी नोक हो सकती है। बत्ती की दीप्ति से सप्लाई की मौजूदगी सूचित होती है जब ऊर्जित सप्लाई की टिप का स्पर्श किया जाता है और निऑन टेस्टर के दूसरे सिरे पर पीतल संपर्क हाथ से छूआ जाता हैं।

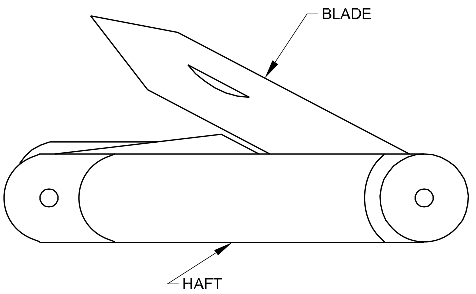
देखरेख और अनुरक्षण (Care and maintenance)

- विनिर्दिष्ट रेंज की बजाए उच्चतर वोल्टता के लिए निऑन टेस्टर का कभी प्रयोग न करें।
- परीक्षण करते समय देखें कि काय में से परिपथ पूरा किया जाता हैं तो ऐसी हालत में एक हाथ से दीवार को छूंकर काय का भूसंपर्कनं उपलब्ध कराया जा सकता है।

- केवल हल्के कार्यों के लिए ही निऑन टेस्टर की टिप वाले पेचकश का प्रयोग करें। work only.

8 **इलैक्ट्रीशियन का चाकू (Electrician's knife)** (दोहरा ब्लेड) (Fig 8)

Fig 8



ELECTRICIAN'S KNIFE

चाकू का साइज उसके सबसे बड़ी ब्लेड लम्बाई जैसे 50mm, 75mm से निर्धारित होता है।

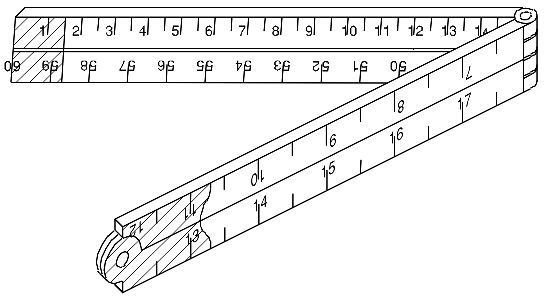
केबिलों के विद्युतरोधन की छिलाई और तार पृष्ठ को साफ करने के लिए इसे इस्तेमाल किया जाता है। ब्लेडों में से एक जो तेज है उसका प्रयोग केबिल की छिलाई के लिए किया जाता है और खुरदुरे सिरे वाले ब्लेड का प्रयोग तारों के पृष्ठ की सफाई के लिए।

देखरेख और अनुरक्षण (Care and maintenance)

- तारें काटने के लिए ब्लेड का प्रयोग न करें
- इसे जंग से मुक्त रखें
- एक ब्लेड तेज हालत में रखें
- जब प्रयोग में न हो तो नाइफ ब्लेड को तह कर दें।

9 **तह बक्स काष्ठ रूलर (Four-fold box wood rule 600 mm)** (Fig 9)

Fig 9



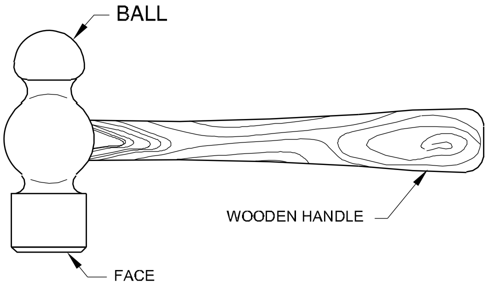
FOUR-FOLD BOX WOOD RULE

छोटी लंबाइयों को मापने के लिए प्रयुक्त होता है। जब प्रयोग न किया जा रहा हो तो उसे तह करके रखें।

10 **बालपीन हथौड़ा (Hammer ball pein)** (Fig 10)

हथौड़े का साइज धातु शीर्ष के वजन में व्यक्त किया जाता है जैसे 125 gms, 250 gms आदि।

Fig 10



BALL PEIN HAMMER

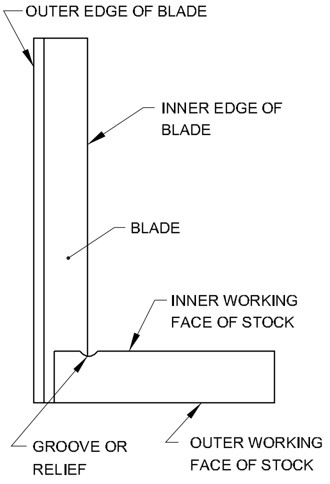
हथौड़े विशेष स्टील का बनाया जाता है और आघात फलक को पान दी जाती है। कील ठोंकने, सीधा करने और मोड़ने के काम के लिए इसका प्रयोग किया जाता है। हत्थी कठोर काष्ठ की होती हैं।

हिफाजत और अनुरक्षण (Care and maintenance)

- ढीली हत्थी वाले हथौड़े का प्रयोग न करें।
- हथौड़े के फलक पर तेल ग्रीज और छत्रक नहीं लगाना चाहिए।

11 **गुनिया** (इंजीनियर गुनिया) **(Try-square)** (Engineer's square) (Fig 11) BIS 2103

Fig 11



TRY-SQUARE

इसे ब्लेड की लम्बाई से विनिर्दिष्ट किया जाता है

जैस 50 mm x 35 mm

100 mm x 70 mm

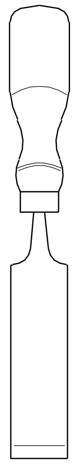
150 mm x 100 mm etc.

इसके दो प्रकार है: एक स्टाक के साथ प्रवाहित सिरा का होता है और दूसरा बिना स्टाक के चपटा सिरा। यह चैक करने के लिए इसका प्रयोग किया जाता है कि वस्तु समतल, लम्ब और समकोण पर है। दो सीधे ब्लेड एक दूसरे के समकोण पर रखने से गुनिया बन जाता है। स्टील ब्लेड की स्टाक के साथ, रिवेट की गई है। स्टाक ढलवां लोहे का होता है। स्टाक को जाब के सिरे के साथ सैट किया जाना चाहिए।

इसका प्रयोग हथौड़े के रूप में न करें।

12 **फर्मर छेनी (Firmer chisel)** (Fig 12)

Fig 12



FIRMER CHISEL

ELN11111C

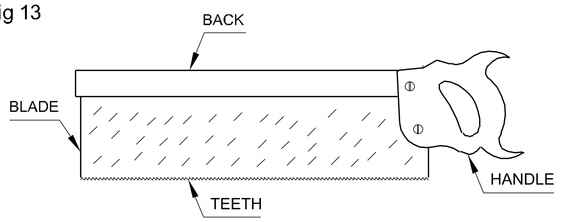
इसकी काष्ठ की हत्थी होती है और 150mm लंबाई का ढलवां लोहा स्टील ब्लेड होता है। ब्लेड की चौड़ाई के अनुसार इसका साइज मापा जाता है जैसे 6mm, 12mm, 18mm, 25mm। इसका प्रयोग लकड़ी की छिलाई, खुरचाई और खांचा बनाने के लिए किया जाता है।

हिफाजत और अनुरक्षण (Care and maintenance)

- इसका प्रयोग पेच कसने के लिए न करें
- छिलाई के लिए मुंगरी का प्रयोग करें
- पत्थरी पर रगड़े और सिल्ली पर धार लगाएं
- जहां कील लगाए गए है, वहां इसका प्रयोग न करें

13 **चूल आरी (Tenon-saw)** (Fig 13) BIS 5123, BIS 5130, BIS 5031

Fig 13



TENON-SAW

ELN11111D

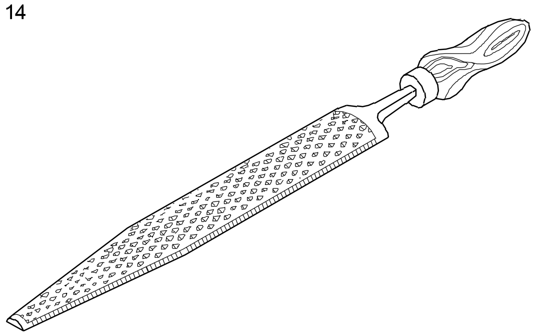
सामान्यतः चूल आरी की लंबाई 250 या 300 mm होगी और प्रति 25.4 mm में 8 से 12 दांते होते हैं और ब्लेड चौड़ाई 10 cm होती है। इसका प्रयोग पतली काष्ठ वस्तुओं जैसे काष्ठ बैंटन, केसिंग कैपिंग, बोर्ड और गोल ब्लाकों को काटने के लिए इस्तेमाल किया जाता है।

हिफाजत और अनुरक्षण (Care and maintenance)

- जंग से बचाएं
- जब प्रयोग में न हो तो ग्रीज लगाएं ।

14 **काष्ठ उद्दंत रेती (Wood rasp file)** (Fig 14) BIS 1931

Fig 14



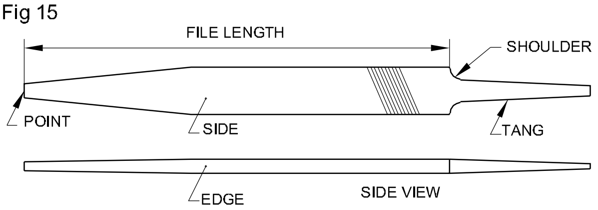
WOOD RASP FILE

ELN11111E

काष्ठ वस्तुओं को रेतने के लिए इसका प्रयोग किया जाता है जहां प्रकाशित महत्वपूर्ण नहीं होता है काष्ठ उद्दंत रेतीयां अर्धगोल आकार की होती हैं। उनके तेज खुरदरे एकल काट दांते होते है।

15 **रेतियों (Files)** (Fig 15) BIS 1931

Fig 15



FILE

ELN11111F

इनको इनकी नामीय लंबाई द्वारा विनिर्दिष्ट किया जाता है।

जैसे 150 mm, 200 mm, 250 mm, 300 mm आदि।

इन रेतियों मे दांतों की संख्या भिन्न भिन्न होती है जिन्हें केवल अग्र आघात में काटने के लिए डिजाइन किया गया है। वे विभिन्न लंबाइयों और सेक्शनों में उपलब्ध होते हैं (जैसे चपटी, अर्धगोल, गोल, चौकोर, तिकोनी), ग्रेडों जैसे रूक्ष, अधम चिकनी, मध्यम चिकनी, चिकनी और काट जैसे एकल काट, दोहरा काट।

धातुओं से सामग्रियों के महीन टुकाड़े हटाने के लिए इन रेतियों का प्रयोग किया जाता है। रेती का पिंड छलवां स्टील और कठोरित से बनाया जाता है टैंग को छोड़।

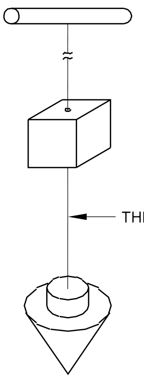
हिफाजत और अनुरक्षण (Care and maintenance)

- रेती को हथौड़े के रूप में कभी प्रयोग न करें।
- हत्थी के बिना रेती का प्रयोग न करें।
- रेती को कभी न फेंके क्योंकि दांते क्षतिग्रस्त हो जाएंगे

16 **प्लम्ब बोब (Plumb bob)** (Fig 16)

इसकी तेज नोक होती है और डोरी लगाने के लिए शीर्ष पर केन्द्र सुराख होता है जैसा (Fig 16) में दिखाया गया है। भित्ती पर ऊर्ध्वाधर रेखाएं अंकित, करने के लिए इसका इस्तेमाल किया जाता है

Fig 16



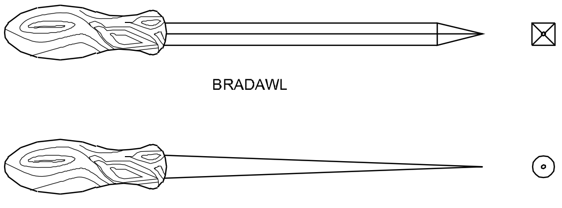
हिफाजत और अनुरक्षण (Care and maintenance)

धरती पर इसे न फैंके।

17 **सूजा चौकोर नोकदार (या सूआ) (Bradawl square pointed) (or poker)** (Fig 17)

BIS 10375 - 1982

Fig 17



इसे इसकी लंबाई और व्यास से विनिर्दिष्ट किया जाता है जैसे 150 mm x 6 mm

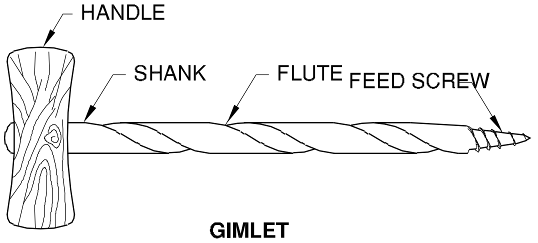
यह लंबा तेज औजार होता है जिसका प्रयोग काष्ठ वस्तुओं पर पेच लगाने के लिए पायलट छेद बनाने के लिए किया जाता है।

हिफाजत और अनुरक्षण (Care and maintenance)

- धातुओं पर छेद बनाने के लिए इसका प्रयोग न करें
- इसे अच्छी धार लगाई स्थिति में रखें

18 **गिमलैट (Gimlet)** (Fig 18)

Fig 18



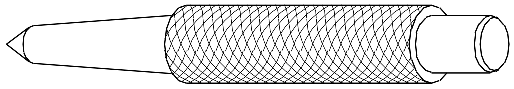
काष्ठ वस्तुओं पर छोट छेद बनाने के लिए इसका प्रयोग किया जाता है। इसकी काष्ठ हत्थी होती है और छेद बनाने वाले पेचदार सिरा होता है। इसका साइज इसके व्यास पर निर्भर करता है जैसे 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm

हिफाजत और अनुरक्षण (Care and maintenance)

- हत्थी के बिना इसका प्रयोग न करें
- कीलों पर इसका प्रयोग न करें
- छेद बनाते समय इसे सीधा रखें अन्यथा पेचदार भाग क्षतिग्रस्त हो सकता है।

19 **केन्द्र पंच (Centre punch)** (Fig 19) BIS 7177

Fig 19



CENTRE PUNCH

साइज बाडी के व्यास और इसकी लंबाई द्वारा दिया जाता है जैस 100 mm x 8 mm. केन्द्र सुम्मे की नोक का कोण 90^0 होता हैं।

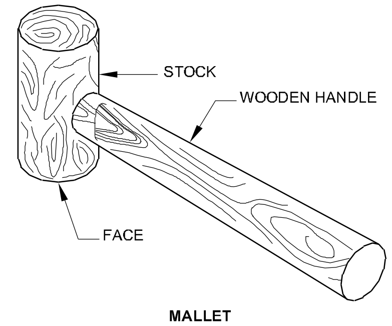
धातुओं पर पायलेट छेद अंकित करने और पंच करने के लिए इसका प्रयोग किया किया जाता है। यह टूलस्टील से बना होता है और सिरों को कठोरित किया जाता है और पनियाया जाता है ।

हिफाजत और अनुरक्षण (Care and maintenance)

- नोक को तेज और उचित कोण पर बनाए रखें
- छत्रक सिरों से बचें

20 **मुंगरी (Mallet)** (Fig 20)

Fig 20



मुंगरी को शीर्ष के व्यास का वजन द्वारा विनिर्दिष्ट किया जाता ह

जैसे 50 mm x 150 mm

75 mm x 150 mm या 500gms, 1 Kg.

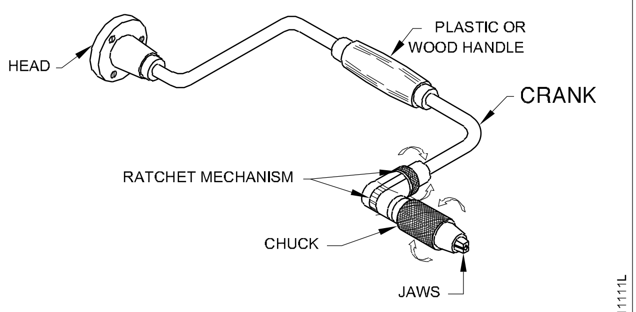
यह कठोर काष्ठ या नायलोन से बनी होती है। रूखानी को धकेलने और पतली धातुक शीटों को सीधा करने या मोड़ने के लिए इसका प्रयोग किया जाता हैं इसका मोटर समन्वायोजन में भी प्रयोग किया जाता है।

हिफाजत और अनुरक्षण (Care and maintenance)

- कील लगाने के लिए इसका प्रयोग न करें
- स्टील और लोहे की कठोर धातु पर इसका प्रयोग कभी न करें

21 **रेचेट ब्रेस (Ratchet brace)** (Fig 21) BIS 7042

Fig 21

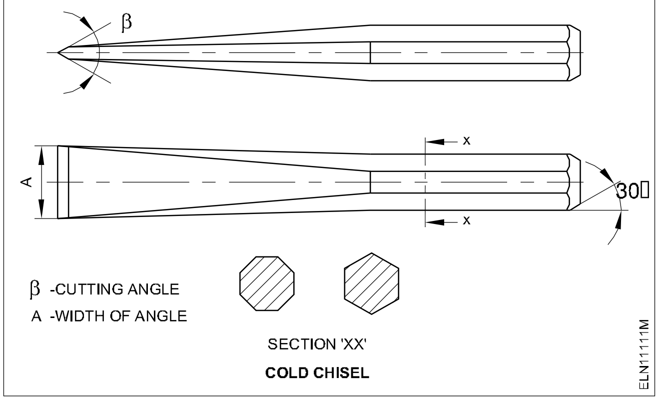


RATCHET BRACE

रेचेट ब्रेस का साइज ड्रिल अनी के साइज द्वारा दिया गया है। यह 0.6 mm, 0-12 mm को ले सकती हैं। काष्ठ ब्लाकों पर छेद करने के लिए इसका इस्तेमाल किया जाता है।

22 **चपटी अतप्त छैनी (Flat cold chisel)** (Fig 22) BIS 402

Fig 22



COLD CHISEL

इसका साइज नामीय चोड़ाई और लंबाई द्वारा दिया जाता हैं यानी

ie. 14 mm x 100 mm
15 mm x 150 mm
20 mm x 150 mm

अतत्प छैनी का काय आकार गोल या षटकोण हो सकता है।

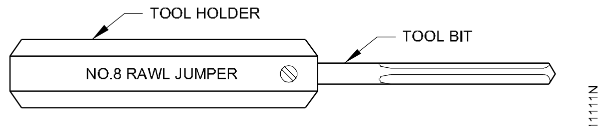
अतप्त छैनी उच्च कार्बन स्टील की बनाई जाती है। इसके कर्तन कोर कोण 35^0 से 45^0 होता है इसके कर्तन कोर को कठोरित किया जाता है और पनियाया जाता है। दीवार आदि पर छेद बनाने मे इसका प्रयोग किया जाता हैं

हिफाजत और अनुरक्षण (Care and maintenance)

- अपेक्षित कोण के अनुसार छैनी के सिरे को बनाए रखा जाए।
- छैनी को ग्राइंड करते समय बार बार शीतक द्रव्य का प्रयोग करें ताकि इसकी टेम्पर खत्म न हो जाए।

23 **रॉल प्लग टूल और अनी (Rawl plug tool and bit)** (Fig 23)

Fig 23



RAWL PLUG TOOL

इसका साइज संख्या पर निर्भर करता है। जैसे ही संख्या बढ़ती है वैसे ही अनी और प्लग की मोटाई भी बढ़ती है। जैसे न. 8, 10, 12, 14 आदि

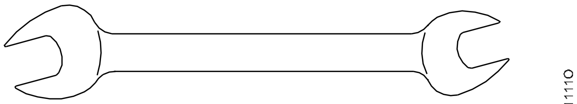
एक रॉल प्लग टूल के दो भाग होते है यानी टूल अनी और टूल होल्डर। टूल अनी टूल स्टील की और होल्डर मृदु स्टील का बना होता है। ईंटों, कांक्रीट दीवार और छत में छेद बनाने के लिए इसका प्रयोग होता है। उपसाधन लगाने के लिए उनमे रॉल प्लग लगाएं जाते हैं।

हिफाजत और अनुरक्षण (Care and maintenance)

- हथौड़े की प्रत्येक चोट के बाद होल्डर को धीरे से घुमाएं।
- औजार को सीधा पकड़ें।
- इसे धरती पर न फेंके।
- इसके सिर पर छत्रक न बनने दें

24 **स्पैनर : दोहरे सिरे वाला (Spanner: double ended)** (Fig 24) BIS 2028

Fig 24



DOUBLE ENDED OPEN JAW SPANNER

स्पैनर का साइज नटो पर फिट करने के लिए बताया जाता है। वे बहुत से आकारों और शक्लों में उपलब्ध होते हैं।

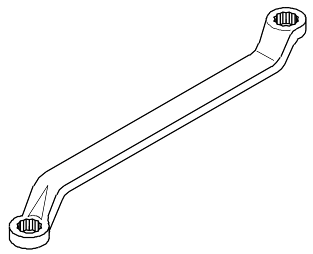
दोहरा सिरा स्पैनरों पर अंकित साइज हैं-

10-11 mm
12-13 mm
14-15 mm
16-17 mm
18-19 mm
20-22 mm.

नटों और बोल्टों को ढीला कसने के लिए स्पैनर सैटों का प्रयोग किया जाता हैं। ये बहुत से साइजों में उपलब्ध होते हैं और इनके एक या दो सिरे हो सकते हैं।

25 **रिंग स्पैनर सैट (Ring spanner set)** (Fig 25) BIS 2029

Fig 25



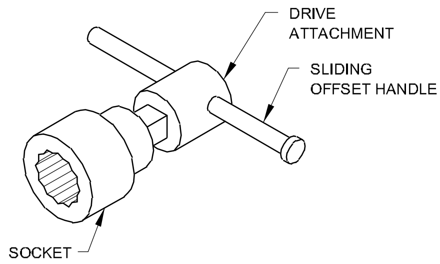
RING SPANNER

ELN1111P

रिंग स्पैनर का प्रयोग ऐसे स्थानों में किया जाता है जहां स्थान सीमित होता है और जहां उच्च उत्तोलक शक्ति की जरूरत होती है।

26 **साकेट (बक्स) स्पैनर (Socket (box) spanner)** (Fig 26) BIS 7993, 7991, 6129

Fig 26



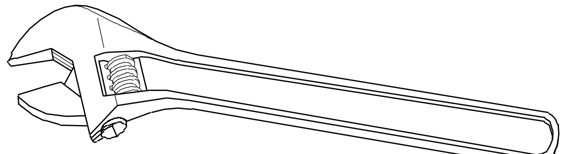
SOCKET SPANNER

ELN1111Q

ये स्पैनर ऐसे स्थलों पर उपयोगी होते हैं जहां नट और बोल्ट तंग स्थान या गहराई पर लगा होता हैं

27 **एकल सिरा खुला जबड़ा समायोज्य स्पैनर (Single ended open jaw adjustable spanner)** (Fig 27) BIS 6149

Fig 27



ADJUSTABLE SPANNER

ELN1111R

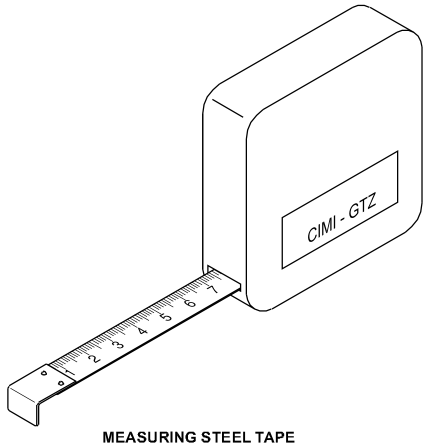
यह समय और काम बचाता है । एक पेच प्रचलित करके चाल जबड़ं को समायोज्य बनाया जाता है इसे मंकी रिन्य कहते हैं 150-200-250 mm आदि से उपलब्ध होता है ।

हिफाजत और अनुरक्षण (Care and maintenance)

- नट और वोल्ट के साइज के अनुरूप सही साइज स्पैनर का प्रयोग करें।
- स्पैनर को हथौड़े के रूप में इस्तेमाल न करें।
- स्पैनर का प्रयोग करते समय इस हथौड़ें की चोट न दें।
- इसके जबड़ों पर ग्रीज या तेल न लगने दें

28 **माप स्टील टेप (Measuring steel tape)** (Fig 28)

Fig 28



MEASURING STEEL TAPE

ELN1111S

इसका साइज इसके द्वारा मापी जानेवाली अधिकतम लंबाई होगा। जैसे ब्लेड 12 mm चौ. 2 m लम्बा ।

माप टेप पतले स्टील ब्लेड का बना होता है जिसपर विमाएं अंकिबत होती हैं।

वायरिंग स्थापना और समान्य मापयंत्रों की विमाओं को मापने के लिए इसका प्रयोग किया जाता है।

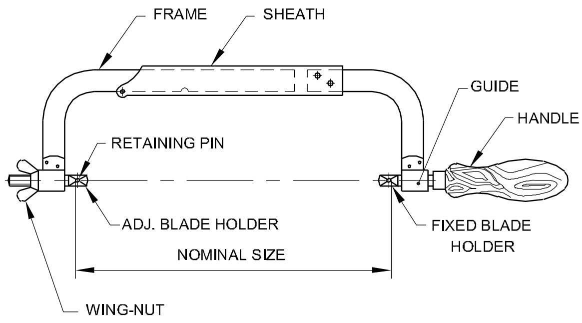
हिफाजत और अनुरक्षण (Care and maintenance)

सावधानी पूवर्क इस्तेमाल करें क्योंकि असावधानी से अंशांकन खराब हो जाएंगे।

29 **लोहकाट आरी (Hacksaw)** (Fig 29) फ्रेमों के लिए BIS 5169-1986

ब्लेडों के लिए BIS 2594 - 1977

Fig 29



NOMENCLATURE FOR HACKSAW FRAME

ELN1111T

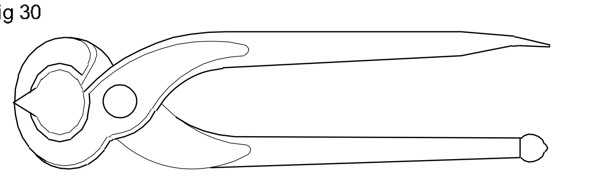
यह मजबूत निकैल, पटलित स्टील फ्रेम से बनाया जाता है। फ्रेम को 250 mm से 300 mm के ब्लेडों के लिए समायोजित किया जा सकता है। इसे फ्रेम पर लगाकर जाना चाहिए और दांते हत्थी से परे होने चाहिए ताकि अग्र धातु में काट की जा सके। इसका प्रयोग मुख्यतः धातुओं को काटने के लिए किया जाता है।

हिफाजत और अनुरक्षण (Care and maintenance)

- ब्लेड ठीक ढंग से कसा जाना चाहिए
- कर्तन करते समय द्रव्य पदार्थ का प्रयोग करें
- काटने के दौरान इसे सीधा रखें
- वापसी घात पर आरी को थोड़ा उठाए
- ज्यादा तेजी से काटने का प्रयास न करें

30 **चिमटी (Pincers)** (Fig 30) BIS 4195

Fig 30



साइज इसकी लम्बाई द्वारा दिया जाता है जैसे 100 mm, 150 mm, 200 mm

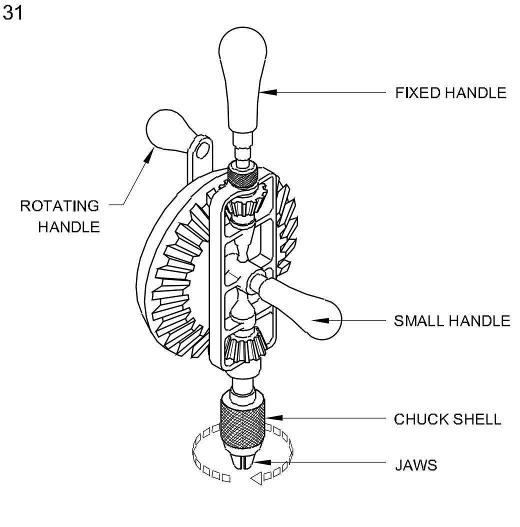
इसका प्रयोग काष्ठ से कील रखने के लिए किया जाता हैं।

हिफाजत और अनुरक्षण (Care and maintenance)

- हथौड़ें की तरह इसका प्रयोग न करें ।

31 **दस्ती ड्रिल (Hand drill)** (Fig 31)

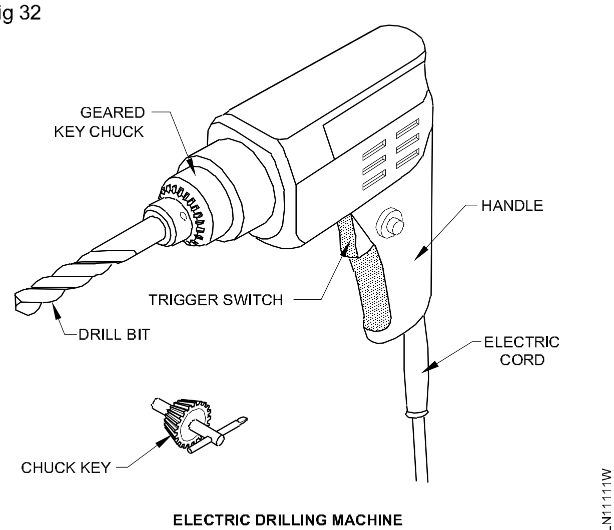
Fig 31



मरोड़ी ड्रिल अनियों द्वारा साइज दिया जाता है जिसेफिट किया जा सकता है जैसे 6 mm, 0-12 mm क्षमता

पहली धातु शीटों या काष्ठ वस्तुओं में छेद बनाने के लिए दस्ती ड्रिल मशीन का इस्तेमाल किया जाता है।

Fig 32



32 **सुवाह्य बिजली बरमाई मशीन (Portable electric drilling machine)** (Fig 32)

जब बिजली उपलब्ध हो तो बिजली चालित मशीन ज्यादा सुविधाजनक और विशुद्ध टूल के रूप में होती है जिससे काष्ठ और धातु वस्तुओं पर छेद ड्रिल किए जा सकते हैं।

हिफाजत और अनुरक्षण (Care and maintenance)

- मशीन के सब चल पुर्जों को तेल दें
- ड्रिल अनी को जबड़ों पर मजबूती से लगाएं
- ड्रिलिंग से पहले जाब पर केन्द्र पंच के साथ निशान लगाए।
- ड्रिल अनी को बाहर निकालने के लिए, चक को उल्टी दिशा में घुमाएं।
- छोटी अनियों पर अत्यधिक दाब न लगाएं।
- बिजली ड्रिलिंग मशीन की स्थिति में, इसे पूरी तरह भू-संपर्कित किया जाना चाहिए और विद्युतरोधन मजबूत होना चाहिए।

मानक और मानकीकरण (Standard and standardisation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **मानकीकरण और मानक का अर्थ बताना**
- **विभिन्न मानक संगठनों के नाम बताना**
- **इलेक्ट्रिकल कोड 2011 को पढ़ना तथा आधारभूत अवधारण की व्याख्या करना**
- **गलत भार उठाने की विधि से उत्पन्न चोयें के प्रकार बतना**
- **भारी उपकरणों का हटाने की प्रक्रिया का वर्णन करना ।**

किसी विशेष क्रिया हेतु नियमों द्वारा व्यवस्थित पहुंच के लिये **मानकीकरण (Standardization)** एक सूत्री करण प्रक्रम के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जो उपभोक्ता तथा निर्माता के लाभ के लिये क्रियात्मक स्थितियों तथा सुरक्षा आवश्यकताओं विशेष रूप से इष्टतम मितव्ययता के संवर्धन के लिये किया जाता है।

यह विज्ञान तकनीकी तथा अनुभव के एकत्रीकृत परिणामों पर आधारित है यह न केवल वर्तमान प्रत्युत भविष्य विकास के लिये भी आधार ज्ञात करता है और प्रगति के साथ कदम मिलाता है।

किसी भी देश में निर्मित सामग्री/टूल्स/उपस्कर एक निश्चित मानक के होने चाहिए। इस आवश्यकता की पूर्ति के लिये मानकीकरण के लिये अन्तराष्ट्रीय संगठन प्रारम्भ किया गया है जो माप तकनीकी मात्रकों, प्रतीकों, उत्पादन और प्रक्रियाओं, ज्ञान और भारण की सुरक्षा का विनिर्देशन ISO संख्या युक्त अनेक पुस्तिकाओं द्वारा करता है।

मानकों की परिभाषा मौखिक, लिखित अथवा किसी अन्य ग्राफीय विधि, अथवा किसी प्रारूप नमूना अथवा व्यक्त करने की किसी अन्य विधि द्वारा किसी विशेष समय अन्तराल में नियुक्ति परिभाषण अथवा किसी इकाई की विशेष कृति को विनिर्देशित करने अथवा मापन आधार, एक भौतिक वस्तु, एक कर्तव्य, एक प्रक्रिया, एक क्षमता, उत्तरदायित्व का अधिकार, एक वर्ताव एक ढंग, सामान्य विचार अथवा एक धारणा के रूप में हो सकता है।

भारतीय वस्तुओं को स्थानीय और अन्तराष्ट्रीय बाजार में विक्रय के लिये कुछ निश्चित मानकीकरण विधियां आवश्यक हैं। विभिन्न वस्तुओं के लिये भारतीय मानक ब्यूरो BIS (ISI) अपनी पुस्तिकाओं द्वारा मानक विनिर्देशित करता रहता है। BIS केवल उसी माल को प्रमाणित करता है जब वह विनिर्देशन पालक होता है और कुछ आवश्यक परीक्षणों में सफल रहता है। निर्माता BIS प्रमाण-पत्र माल पर BIS (ISI) चिन्ह का प्रयोग स्वीकृत करता है।

विभिन्न देशों में मानकीकरण के लिये अनेक संगठन हैं।

मानक संगठन और ततसम्बन्धी देशों को नीचे दिया गया है :

BIS - Bureau of Indian Standard (ISI) - India

ISO - International standard Organisation

JIS - Japanese Industrial Standard - Japan

BSI - British Standards Institution BS(S) - Britain

DIN - Deutche Industrie Normen - Germany

GOST - Russian

ASA - American standards association - America

BIS (ISI) प्रमाणन चिन्ह प्रणाली के लाभ (Advantages of BIS(ISI) certification marks scheme) :

BIS (ISI) प्रमाणन चिन्ह प्रणाली से अर्थव्यवस्था के विभिन्न खण्डों को अनेक लाभ प्राप्त हैं।

निर्माताओं को (To manufacturers)

- उत्पादन क्रियाओं का धारा रेखन, और गुणवत्ता नियन्त्रण पद्धति का प्रवेश।
- BIS द्वारा गुणवत्ता नियत्रण पद्धति का स्वतन्त्र आडिट।
- मानकीकरण द्वारा उत्पादन मितव्ययता का लाभ
- अन्तराष्ट्रीय तथा समुद्र पार बाजार में उत्पादन की उत्तम छवि
- थोक खुदरा भण्डारकों और उपभोक्ताओं का विश्वास तथा साख।
- ISI चिन्हित उत्पादनों को संगठित खरीदारों, केन्द्रीय और राजकीय सरकारों, स्थानीय निकायों, संस्थागत तथा व्यक्तिगत इकाइयों द्वारा वरीयता। कुछ संगठित खरीदार ISI चिन्हित माल के लिये उच्चतर मूल्य देते हैं।
- भारतीय औद्योगिक विकास बैंक (IDBI) तथा राष्ट्रीकृत बैंको से वित्तीय प्रलोभन।

उपभोक्ताओं को (To consumers)

- एक स्वतन्त्र तकनीकी राष्ट्रीय संगठन से अनुरूपता।
- मानक उत्पादन को चयनित करने में सहायता।
- उपमानक गुणवत्ता होने पर ISI चिन्हित उत्पादों को निशुल्क प्रतिस्थापन।
- शोषण तथा धोखे से रक्षा।
- जीवन और सम्पत्ति संकट के लिये सुरक्षा का आश्वासन।

संगठित ग्राहकों को (To organised purchasers)

- कान्ट्रैक्ट समापन के लिये सुविधा जनक आधार
- क्रय माल पर व्यर्थ निरीक्षण और परीक्षण से समय श्रम और धन की बचत।
- ISI चिन्हित उत्पादन उपमानक होने पर निशुल्क प्रतिस्थापन।

निर्यातकों को (To exporters)

- मान्य जहाज में निरीक्षण पर छूट जब जब स्वीकार्य हो ।
- निर्यात कान्ट्रैक्ट समापन का सुविधा जनक आधार।

निर्यात निरीक्षण अधिकारियों के लिये (To export inspection authorities)

- गहन निरीक्षण बिना देश से माल का निर्यात, फलस्वरूप व्यय, समय और श्रम की बचत ।

राष्ट्रीय इलेक्ट्रिकल कोड का परिचय (Introduction to National Electrical Code - 2011)

राष्ट्रीय इलेक्ट्रिकल कोड (National Electrical Code - 2011)

राष्ट्रीय इलेक्ट्रिकल कोड कुछ भारतीय मापदण्डों का वर्णन करता है जो इलेक्ट्रिकल इन्स्टालेशन के कुछ आयामों का निर्धारण करता है। अतः यह सिफारिश की जाती है कि कोड के कुछ स्वतंत्र भाग/प्रभाग का अध्ययन किया जाए और उसका समायोजन भारतीय मानदण्डों के साथ किया जाए।

इसमें 8 भाग है और प्रत्येक भाग में उनके प्रभाग हैं। प्रत्येक प्रभाव में विभिन्न इलेक्ट्रिकल सामग्रियों/उपकरणों और साधनों आदि का वर्णन दिया गया है।

यहाँ 20 भाग के प्रभाग दिए गए है जो दिए गए आयामों का वर्णन करते हैं।

भाग 1 में 20 भाग है। प्रत्येक प्रकाय का संदर्भ नीचे दिया गया है।

अनुभाग 1 प्रभाग 1 भाग 1 प्रभाग 1 NEC की संभावनाओं का वर्णन करता है।

अनुभाग 2 सामग्रियों की परिभाषा संदर्भ सहित बताता है।

अनुभाग 3 चित्रों के लिए ग्राफिक चिह्नों का समावेश करता है अक्षर के चिह्न और संकेत का समावेश करता है जो आगे विवरण के रूप में प्रयुक्त हो।

अनुभाग 4 चित्रों के बनाने के निर्देशों का समावेश करता है। वह इलेक्ट्रो टेक्नॉलोजी के चार्ट और टेबल दर्शाता है और कंडक्टरों को बनाने के निर्देश देता है।

अनुभाग 5 में इलेट्रो टेकनोलाजी में नाप की पद्धति का समावेश है।

अनुभाग 6 में AC और DC वितरण के आदर्श मान दिए गए हैं। करंट रेटिंग के वोल्टेज को वरियता और आर्दश फ्रीवेंसी पद्धतियाँ बताता है।

अनुप्रभाग 7 डिजाइन के मूलभूत सिद्धांत गिनाता है और इलेक्ट्रिकल इन्स्टालेशन के तरीके की सूची देता है।

अनुभाग 8 इमारतों की विशेषताओं के निर्देश देता है और उनमें लगने वाले इलेक्ट्रिकल इन्स्टालेशन का वर्णन करता है।

अनुभाग 9 इलेक्ट्रिक वायरिंग के लिए आवश्यक संरचना के डिजाइन का समावेश करता है **अनुभाग 10** में सर्किट के आवश्यक दिशा निर्देशों का समावेश है।

अनुभाग 11 में इलेक्ट्रिकल पावर प्रयुक्त करने वाली इमारतों में इंस्टालेशन की आवश्यकता का वर्णन करता है।

अनुभाग 12 साधनों के चयन के सामान्य मानदण्ड बताता है।

अनुभाग 13 इन्स्टालेशन के सामान्य सिद्धांत बताता है और चालू करने से पहले किए जाने वाले परीक्षण के सामान्य दिशा निर्देश स्पष्ट करता है।

अनुभाग 14 इलेक्ट्रिकल इन्स्टालेशन में की जाने वाली साधारण अर्थिंग की सामान्य आवश्कताएँ बताता है। कोड के संबंधित भाग में निजी इंस्टालेशन की विशेष आवश्यकताओं का वर्णन दिया गया है।

अनुभाग 15 में इमारतों की बिजली संरक्षण देने के आधारभूत दिशा निर्देशों का समावेश हुआ है और इलेक्ट्रिक इन्स्टालेशन की पद्धति का समावेश किया गया है।

अनुभाग 16 में इमारत में कम वोल्टेज इलेक्ट्रिकल इन्स्टालेशन के संरक्षण की आवश्यकताओं का वर्णन है।

अनुभाग 17 निम्न पावर फेक्टर के कारण बताता है और इसको ग्राहक इंस्टालेश के लिए सुधारने के दिशा निर्देश देता है।

अनुभाग 18 में बिजली की बचत की दृष्टि से किए जाने वाले उपकरणों के चयन के आयामों का समावेश है।

अनुभाग 19 में इलेक्ट्रिक कार्य के सुरक्षा उपायों के अभ्यास के दिशा निर्देश दिए गए है।

अनुभाग 20 में इंजीनियरिंग कार्य में संदर्भ हेतु बार-बार देखे जाने वाले टेबल दिए गए है।

ऊपर केवल भाग का विवरण दिया गया है। अन्य भागों में आप इलेक्ट्रिकल इंस्टालेशन सामग्रियों उपकरण तथा साधन के संदर्भ देख सकते है।

भारों को उठाना और उनका प्रहस्तन (Lifting and handling of loads)

अनेक सूचित दुर्घटनाओं में चोटे लगती है जो भार को उठाते और ले जाते समय घटित होती है। एक विद्युत कर्मी को एक भारी वैद्युत मोटर एक सीमित स्थान में स्थापित करके तार सम्बन्धन करना है। त्रुटि पूर्ण उत्तोलन तकनीकि चोट में फलित हो सकती है ।

अधिक भार के कारण चोट लगे ऐसा आवश्यक नही है। चोट प्रायः किन कारणों से लगती है ?

मांसपेशियां और जोड विकृत होते है यह पीठ में चोट के लिये विशेषकर सत्य है। उत्तोलन की त्रुटिपूर्ण प्रक्रिया से पीठ में लगने वाली चोट सर्वाधिक सामान्य है।

ने से अथवा भार के साथ किसी वस्तु से टकराने पर भी लग सकती है।

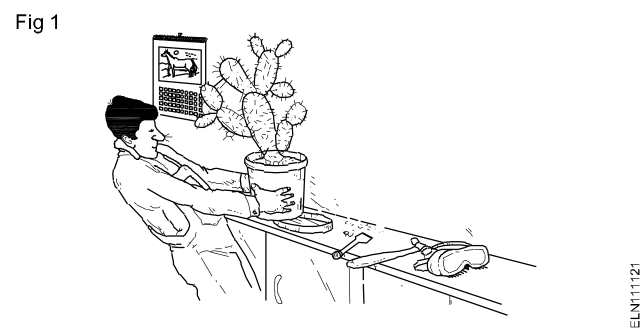
चोटों के प्रकार और उनसे बचने के उपाय (Types of injury and how to prevent them) :

कट जाना और छिल जानाः

कट जाना और छिल जाना निम्न के कारण होता है।

– टुकडो और पैने अथवा नुकीले प्रेक्षेप्यों के कारण (Fig 1)

Fig 1

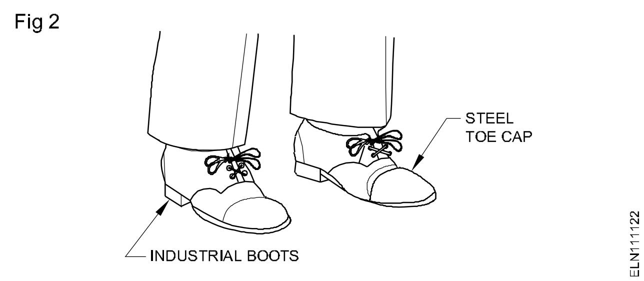


चमडे के दस्ताने रक्षण के लिये सामान्य रूप से यथेष्ट होगें लेकिन इसको सुनिश्चित करने के लिये भार की जांच कर लेना चाहिये। क्योंकि बडे आकार और भारी वस्तुओं के उत्तोलन में शारीरिक सम्पर्क भी सम्मिलित होता है।

पैरो अथवा हाथों का कुचल जाना (Crushing of feet or hands): पैरों तथा हाथों की स्थिति ऐसी रखनी चाहिये कि वे भार से दब न सकें । यह सुनिश्चित करने के लिये कि हाथ और उंगलियां भार से दब कर कुचल न जाये लकडी की वेज का प्रयोग करना चाहिये।

लोहे के टोकैप्स जडित सुरक्षा जूते पांव की रक्षा करेंगें। (Fig 2)

Fig 2



मासपेशियों और जोडों (Strain to muscles and joints) की विकृति जोडो तथा मांसपेशियों में उत्पन्न विक्रिया निम्न के कारण हो सकती है:

– ऐसे भार का उत्तोलन जो अत्यन्त भारी है अथवा त्रुटि पूर्ण विधि से उत्तोलित किया गया है।

उत्तोलन के समय ऐठन तथा झटके जैसी एकाएक और भददी चाले मांसपेशियों में भीषण विक्रिया उत्पन्न कर सकती हैं।

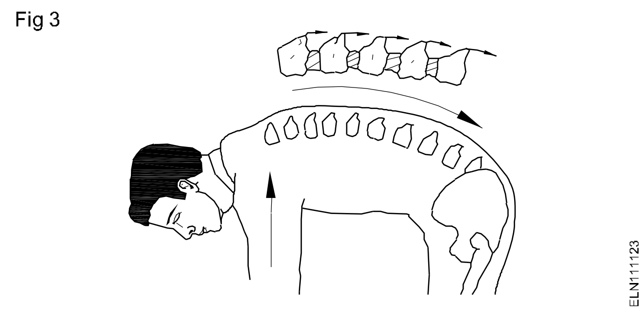
– अत्यधिक भार अथवा त्रुटिपूर्ण उत्तोलन विधि प्रायः पीठ की चोट का कारण होते है

निहूरित उत्तोलन (Stoop liftfing) : गोलाकार पीठ रखते हुये खडे स्थिति में उत्तोलन से पीठ की चोट का भय अधिक हो जाता है ।

मानव रीढ एक उत्तम दक्षता उत्तोलक यन्त्र नही है और सुगमता से क्षतित हो सकती है। यदि त्रुटि पूर्ण तकनीके प्रयोग में लायी जाती हैं।

गोलाकार पीठपर प्रतिबल रीढ को सीधा रखने की तुलना में छ गुना अधिक तक हो सकता है। Fig 3 निहूरित उत्तोलन एक उदाहरण प्रदर्शित करता है।

Fig 3



उत्तोलन के लिये तैयारी (Preparing to lift) :

उत्तोलन से पहले आप की क्या तैयारी होनी चाहिये।

किसी भार को उत्तोलित अथवा प्रहसितत करने के पूर्व अपने से निम्न प्रश्न पूछें।

कोई मनुष्य जितना भार उत्तोलित कर सकता है :

– आयु

– शारीरिक रचना और

– परिस्थितियों

जैसे दूसरे स्वास्थय कारकों के अनुसर विभिन्न होगा।

यह इस बात पर भी निर्भर होगा कि क्या वह अधिक भार को उत्तोलित और प्रहस्तित करने का अभ्यासी है।

किन कारणो से वस्तुओं को उत्तोलित करके ले जाना कठिन होता है?

1 केवल भार ही ऐसा कारक नही है जिससे वस्तु को उत्तोलित करना और ले जाना कठिन हो जाता है।

2 वस्तु का आकार और आकृति किसी वस्तु के प्रहस्तन को कठिन बना देती है।

3 सुगठित वस्तुयें जो शरीर से सटा कर ले जायी जाती है उनकी तुलना में जिनको उत्तोलित करने के लिये भुजाओं को शरीर के सामने फैलाना पडता है पीठ और पेट पर छः गुनी विक्रिया उत्पन्न करती है।

4 हस्त पकड अथवा प्राकृतिक प्रहस्तन बिन्दुओं की अनुपस्थिति में भार को उत्तोलित करना और ले जाना कठिन हो जाता है।

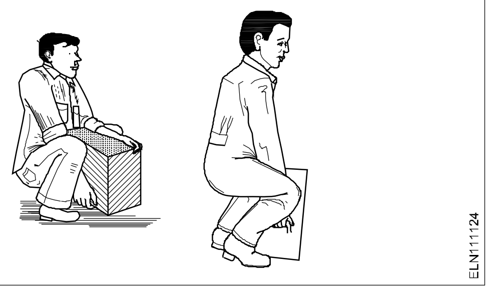
सही हस्त उत्तोलक तकनीक (Correct manual lifting techniques)

1 गति की दिशा में स्थिर होकर भार पर पहुंचे टांगों को कुछ दूर रखते हुये

2 उत्तोलित किये जाने वाले भार को शरीर के समीप उत्तोलन का प्रारम्भ उत्तोलक की सन्तुलित पाल्ती मार की स्थिति में होना चाहिये।

3 एक सुरक्षित कसी हुयी हस्त पकड सुनिश्चित कर लेनी चाहिये। भार को लेने से पहले पीठ को सीधा करके अधिकतम सम्भव उर्द्धाधर स्थिति में शरीर के समीप रखना चाहिये। (Fig 4)

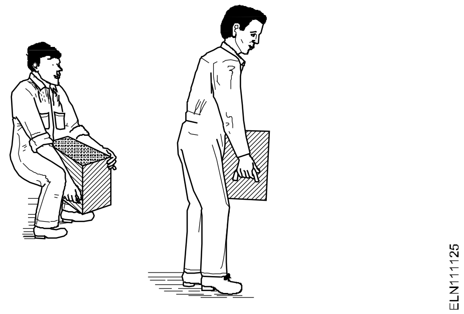
Fig 4



4 भार उठाने के लिये पहले टांगों को सीधा करें। इससे सुनिश्चित होता है कि उत्तोलन विक्रिया का सही संचरण हो रहा है और जंघाओं की शक्ति शाली मांसपेशियां और हडियां उसे ग्रहण कर रही है।

5 सीधा होते समय नीचे भार को न देख कर सीधा सामने देखें इससे झटके अथवा विक्रिया बिना सरल प्राकृतिक गति सुनिश्चित होगी। (Fig 5)

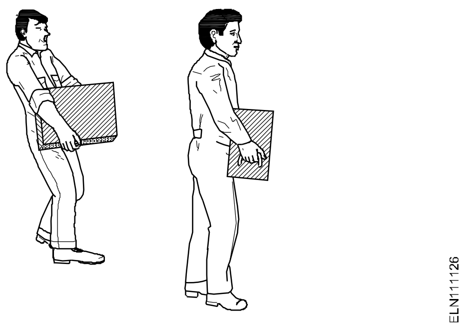
Fig 5



6 उत्तोलन के पूरा करने के लिये शरीर के उपरी भाग को उधर्वाधर स्थिति में उठायें । जब कोई भार व्यक्ति की अधिकतम उत्तोलन सीमा के लगभग है तो सीधा उपर उठाने से पहले कूल्हें पर कुछ झुकना (भार को प्रति संतुलित करने के लिये) आवश्यक होगा। (Fig 6)

भार को शरीर से भले प्रकार लगाये हुये उस स्थान पर ले जाये जहां उसे रखना है। मुडते समय कमर से कमर से न मुडकर पूरे शरीर को एक साथ मोडें।

Fig 6

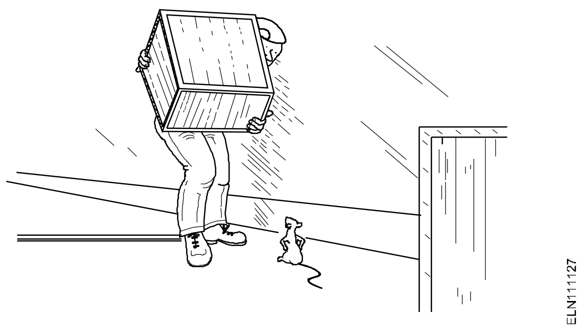


भारको उतारना (Lowering the load) :

सुनिश्चित करकि बीच में कुछ बाधारूप पड़ा न हो । (Fig 7)

घुटनों को अर्धपाल्थी स्थिति में मोडें भार को न देखते हुये सीधा सामने देखें और पीठ तथा सर को उर्धवाधर रखें। उतारने के अतिंम चरण कोहनियों को जंघाओं पर टिका लेना सहायक होगा।

Fig 7



भारी उपकरण को हटाना (Moving heavy equipment)

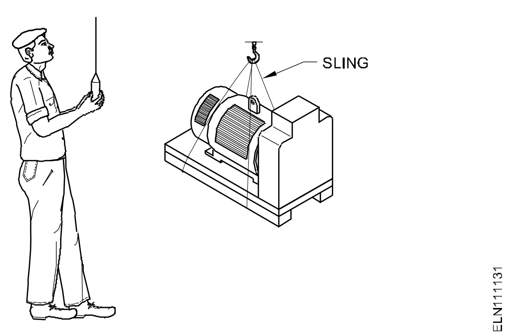
निम्न में से किसी एक विधि द्वारा व्यवसाय में भारी उपस्कर हटाया जाता है।

- क्रेन और उत्बन्धन (Sling)
- चर्खी
- यन्त्र चालन प्लेटफार्म
- लेयरों और रोलरों से

क्रेन्स और उत्बन्धन (Cranes and slings):

यह विधि जब कभी भारों को उत्तोलित करना और ले जाना होता है प्रयोग में लायी जाती है। (Fig 1)

Fig 1



कट अपघर्षण, निघर्षण, फ्रेयिंग अथवा संक्षारण के लिये उत्बन्धन की जांच करें।

क्षतित उत्बन्धन का प्रयोग नही होना चाहिये।

एक से अधिक उत्बन्धन का प्रयोग करते समय भार को यथा सम्भव समरूपता से वितरित करें। (Fig 1)

उदबन्धन को उर्धवाधर के जितना अधिक समीप हो सके रखें।

चर्खियां (Winches)

चर्खियों का प्रयोग अधिक भार को पृथ्वी के अनुदिश खींचने के लिये होता है। क्रेन्स और उतबन्धन वैद्युत चलित Fig 2 अथवा हस्त परिचालित हो सकती है। (Fig 3)

Fig 2

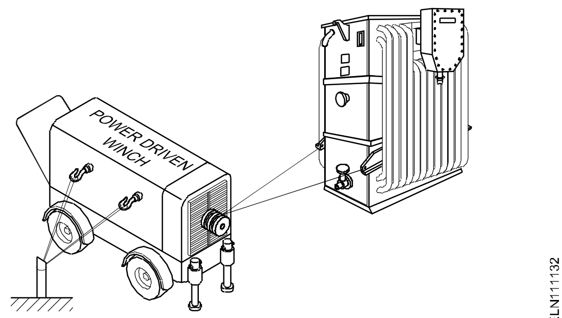
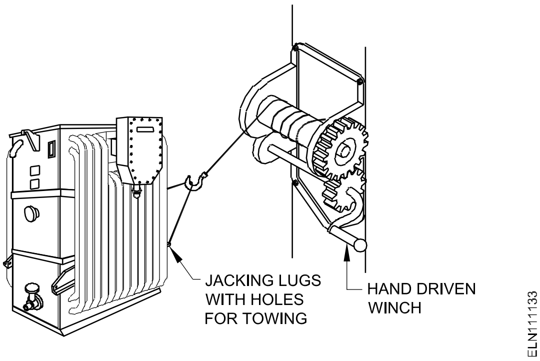


Fig 3



सुनिश्चित कर लें कि चर्खी का सुरक्षित कार्यन भार (SWL) प्रकार्य के लिये यथेष्ट है।

चर्खी को ऐसे ढांचे से बांधे जो खिचांव का प्रतिकार कर सके। खुली भूमि पर भूमि में लम्बी निहायिकायें गाढ कर चर्खी को उनसे बांध दे।

एक उपयुक्त उतबंघन चयनित कर उसे भार के आधार के चारों ओर लपेट दें और इसे चर्खी हुक से बांध दें।

कुछ भारी वस्तुओं में विशेष लग्स जैकन और रजुकर्षण के लिये वेल्ड कर दिये जातें हैं।

सुरक्षा हेतु विचार (Safety consideration)

किसी चर्खी का प्रयोग करते समय जांच ले कि ब्रेक अथवा रैचिट यांत्रिकत्व कार्यकारी स्थिति में है और उसको नियंत्रित करना आपको आता है।

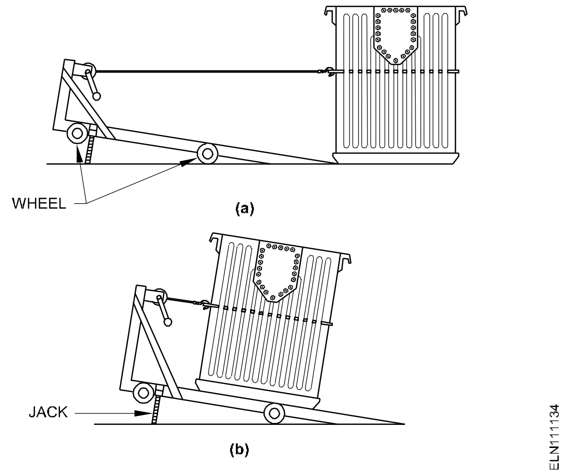
हाथों और उंगुलियों को गियर पटियों से यथेष्ट दूरी पर रखें।

बियरिंग्स और गियर्स को स्नेहित और ग्रीसित रखें

यंत्र चालन प्लेटफार्म (Machine moving platforms) :

व्यवसाय में भारी उपकरण ले जाने के लिये यह एक युक्ति है। Fig 4 उपकरण की भारण विधि दर्शाते हैं।

Fig 4



सुविधा जनक उंचाई पर भार के चारों ओर एक उपयुक्त उतबन्धन लपेटें चर्खी के हुक से उतबन्धन को जोड दें और भार को प्लेटफार्म पर खींच लें, जब तक कि गुरूत्व केन्द्र सामने पीछे वाली पटिटयों के बीच नही आ जाता।

जैक्स को नीचे लायें, जब तक प्लेटफार्म पटिटयों पर नही आ जाता।

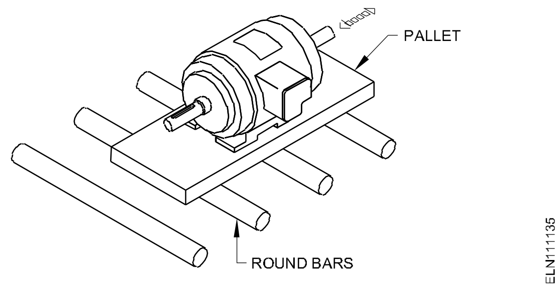
उतारने के लिये प्रक्रिया को प्रतिलोमित क्रम में अनुपालित करें।

पटटा और बेलनों के प्रयोग द्वारा (Using layers and rollers)

कभी कभी भार को भूमि पर उसके आधार के उचे नीचे होने के कारण अथवा यथेष्ट सुदृढ न होने के कारण नही ले जाया जा सकता।

ऐसे भार को चपटे पटटे पर जो बेलनों पर आधारित है रखें। (Fig 5)

Fig 5



पकड सकने की सुविधा के लिये सुनिश्चित कर लें कि छडें (बेलन) यथेष्ट लम्बे है और वह इधर उधर निकले रहते है।

उन्हें यथेष्ट लम्बा होना चाहिये। जिससे वह सरलता से किसी भी ऊंची नीची भूमि पर लुढकायी जा सके साथ ही इतनी छोटी भी हो कि उनको सरलता से प्रहस्तित किया जा सके।

अधिकतर भारों के लिये समान व्यास की दो तीन छड़ें यथेष्ट है लेकिन चार अथवा अधिक छड़ें प्रयुक्त की जाती है दो भारों को अधिक गति से लुढ़काया जा सकता है, क्योंकि पीछे के बेलन को आगे ले जाने में विलम्ब नही होता। (Fig 5)

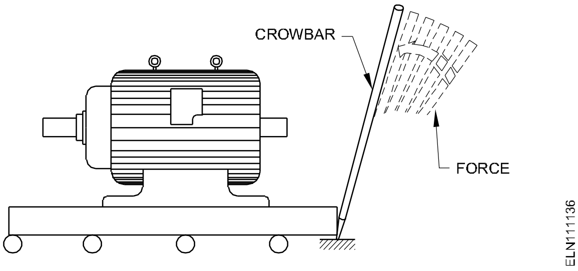
Fig 6 में दर्शाये अनुसार भार को क्रोबार का उपयोग करते हुए हटाइए क्रोबार को पेलेट के किनारे एक कोण पर रखें और जमीन पर दृढ़ पकड़ को बनाये रखें । जैसा दिखाया गया है वैसे बार के ऊपर बल का प्रयोग करें ।

जब भार बेलनों पर है तो केवल छिछली ढलान पार की जा सकती है ।

जब भार ढलान पर है उसे पकडे रहें

प्रचालन के लिये प्रभावी ब्रेक सहित एक चर्खी का प्रयोग करें।

Fig 6

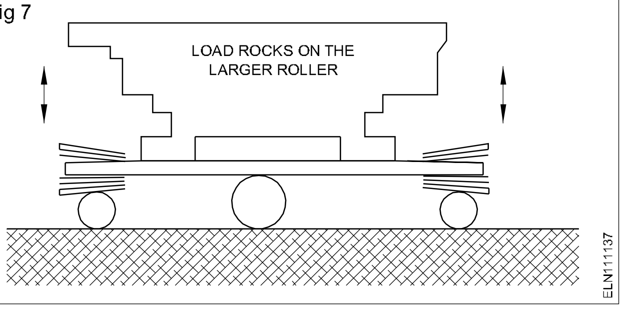


कोनों को बेलनों द्वारा पार करना ।

माध्यम श्रेणी के भार के लिये कोना आने पर बेलनों के बीच उनसे कुछ बडा एक रोलर प्रवेश करा दें।

जब बेलन भार के गुरूत्व केन्द्र के अन्दर है तो भार को बेलन पर इधर उधर हिलाया और भ्रामित किया जा सकता है। (Fig 7).

Fig 7



अधिक भारों के लिये

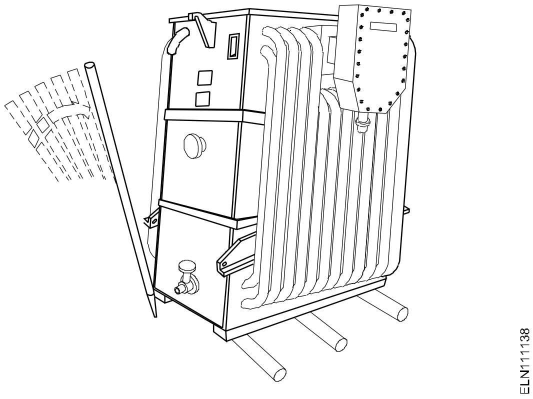
कोने के प्रारम्भ में ही भार को रोक लें।

एक क्रोबार द्वारा पार्श्व से बेलनों को धक्का देकर भार को घुमा दें। जब तक की भार बेलनों के किनारे के ऊपर न पहुंच जाय। (Fig 8)

इन रोलरों पर भार को आगे धकेलें ।

भार के सम्मुख झुके हुये कुछ और बेलन रखें इन बेलनों पर भार को आगे धकेलें। (Fig 9)

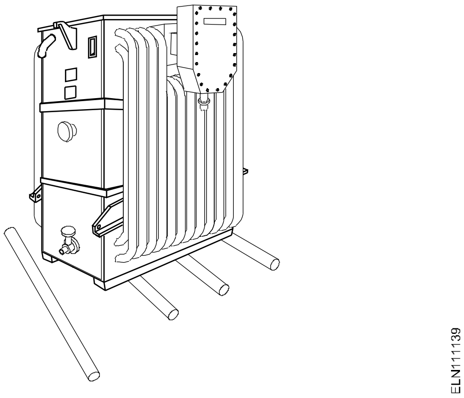
Fig 8



भार और अधिक ऐंठे, और स्वतन्त्र बेलनों को भार के सम्मुख एक कोण पर रखें।

इस को उस समय तक करते रहे जब तक भार वांछित दिशा में नही आ जाता।

Fig 9



सुरक्षा नियम (Safety considerations)

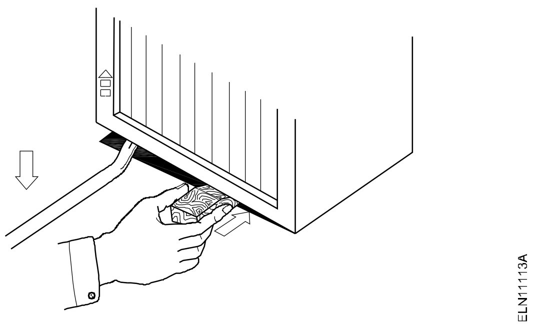
क्रोबार अथवा जैक द्वारा अधिक भार को ले जाना (Moving heavy loads with crowbars or jacks)

पैकिंग अथवा बेलनों पर भार को रखने से पहले हाथों के बाहर निकाल लेने को सुनिश्चित कर लें।

रखते समय हाथों को पैकिंग के नीचे न रखें।

पैंकिग को फर्श पर रखें और भार के नीचे धकेल दें। (Fig 10)

Fig 10



पार्श्व से इसे पकडें तथा अगुलियों को भार के निचले किनारे से दूर रखें। (Fig 10)

भार को उठाना (Raising a load)

जांच ले कि उतबन्धन भार और हुक से सही बंधे हैं। सुनिश्चित कर लें कि वे ऐठें नही है। और न किसी निकले हुये भाग से फसे हैं।

यदि भार के दूर वाले किनारे के सहायक को आप नही देख सकते है तो उठाने प्रारम्भ करने से पहले जांच ले कि वह तैयार है और सुनिश्चित कर लें कि उसकी अगुलियां उतबन्धन से दूर है।

आस पास के कर्मियों को सावधान कर दें कि उत्तोलन प्रारम्भ होने वाला है

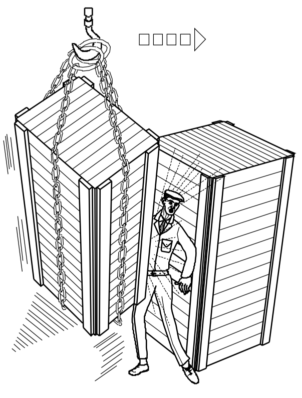
धीरे से उत्तोलित करे

ध्यान रखे कि भार के उपर उठने पर दब न जायें भूमि छोडने पर यह झूल अथवा घूम सकता है। (Fig 11)

इस प्रकार की गतियों को भार के गुरूत्व केन्द्र के उपर यथा सम्भव यथार्थता से ज्ञात करके कम से कम कर दें।

अनावश्यक वस्तुओं को फर्श से हटा दें।

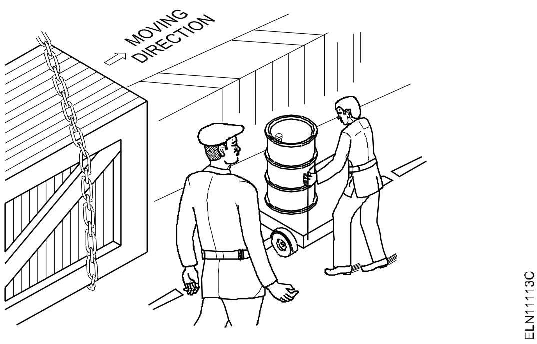
Fig 11



भार ले जाना (Moving a load)

जांच ले कि क्रेन और भार के रास्ते में कोई रुकावटें नही है (Fig 12)

Fig 12



भार से दूर रहे और इसे स्थिरता से जाने दें ।

यदि कोई इसके रास्ते में आ जाता है तो इसको शीघ्रता से रोक देने के लिये तैयार रहें।

दिशा अथवा चाल परिवर्तित करते समय भार को प्राकृतिक अवस्था में झूलने दें।

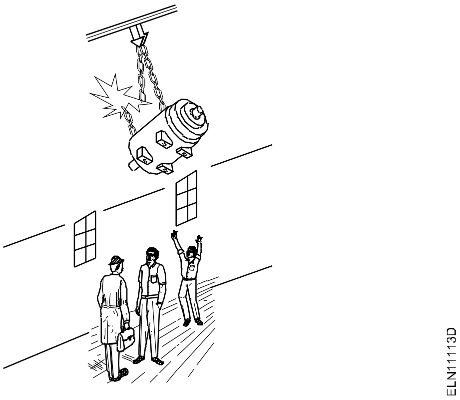
सुनिश्चित करे कि भार दूसरों के सिर के उपर से नही जायेगा। (Fig 13)

टैकेल टूट अथवा सरक सकती है।

दुर्घटना के होने से पहले उन्हें हट जाने के लिये सावधान करें।

दुर्घटनायें होती नही हैं उन्हें कराया जाता है।

Fig 13



फिटिंग औज़ार - मार्किंग औज़ार - विनिर्देश - ग्रेड्स - उपयोग (Fitting tools - marking tools - specification - grades - uses)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विभिन्न प्रकार रेतियों के प्रकार, ग्रेड, आकार, विर्निदेश और अनुप्रयोग बताना**
- **रेतियों के विभिन्न कट के नाम बताना और प्रत्येक कट का अनुप्रयोग बताना**
- **रेती के भागों का अभिनिर्धारण करना ।**

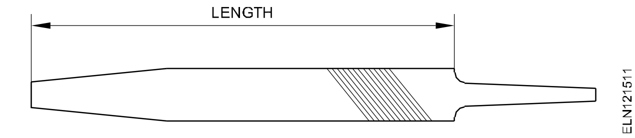
रेती (File) : रेती एक साधन है जिससे धातुओं की खुरदुरी सतहों को रेतने का काम किया जाता है ।

रेती विनिर्देश (File specification) : रेतियों का विनिर्देशन उनकी

- लम्बाई (length)
- वर्ग (grade)
- कट (cut)
- प्रारूप (shape) के अनुसार होता है।

लम्बाई (Length) : टिप से एडी तक की दूरी लम्बाई होती है (Fig 1)। यह 300mm, 250mm, 200mm, 150mm अथवा 100mm का हो सकती है।

Fig 1



रूक्ष, अधम (Bestard) द्वितीय कट, चिकनी और मृत चिकनी विभिन्न **ग्रेड्स** है रेतियों के जो साधारणतः उपलब्ध है।

अधिक पदार्थ को शीघ्रता से हटा देने के लिये रूक्ष रेती प्रयोग में लायी जाती है (Fig 2a)

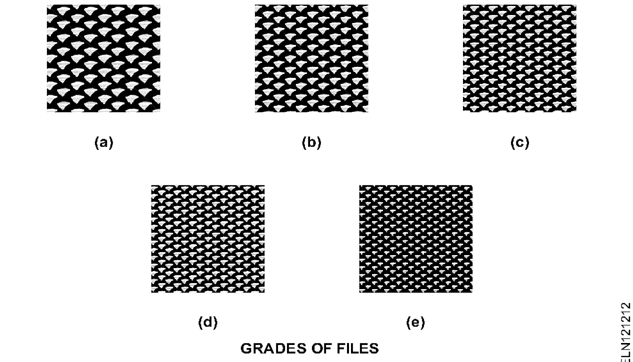
साधारण रेतने के लिये अधम रेती का प्रयोग करते है। (Fig 2b)

उत्तम सम्पूर्ति के लिये द्वितीय कट रेती प्रयोग में लायी जाती है। (Fig 2c)

एक चिकनी रेती का प्रयोग कम पदार्थ को हटाने और उत्तम तल सम्पूर्ती के लिये होता है (Fig 2d)

एक मृत चिकनी रेती का प्रयोग उच्च कोटि सम्पूर्ती के लिये होता है। (Fig 2e)

Fig 2



GRADES OF FILES

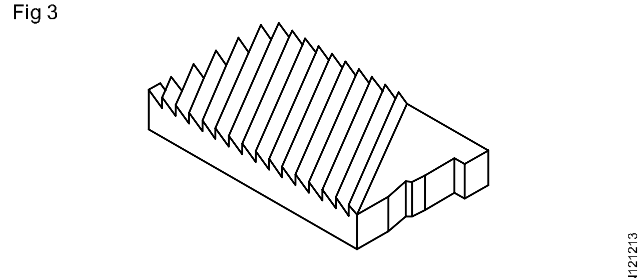
रेती के कट (Cut of file) : दातों की पंक्तियाँ रेती के कट का निर्णय करती है ।

कट के प्रकार (Types of cut)

एकल कट, द्वितीय कट, उधक्रन्त (Resp) और वक्र कट विभिन्न प्रकार के कट है।

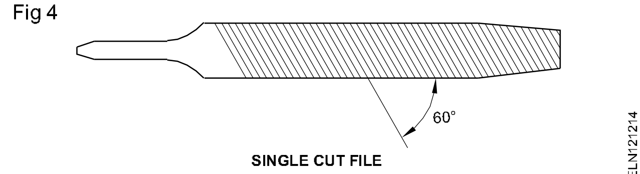
एकल कट (Single cut) : एक एकल कट रेती में दांतों की एकल पंक्ति 60° पर एक ही दिशा में रेती तल पर होती है और रेती का प्रयोग मुलयाम पदर्था जैसे सीसा, टिन, एल्यूमिनियम को रेतने में किया जाता है। (Fig 3 & 4)

Fig 3



CUT OF FILE

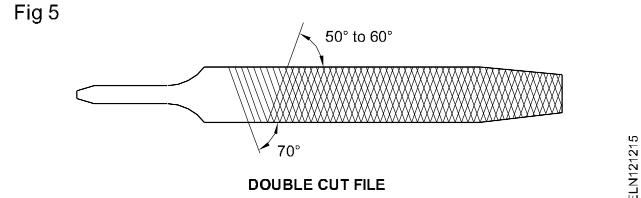
Fig 4



SINGLE CUT FILE

द्विकट (Double cut) : एक द्विकट रेती में दातों की दो पंक्तियां एक दूसरे की प्रति दिशाओं में होती है। एक 50° से 60° कोण पर और दूसरी पंक्ति 70° जिसका प्रयोग दृढ़ पदार्थ जैसे स्टील, पीतल, कांसा इत्यादि को रेतने के लिये होता है। (Fig 5)

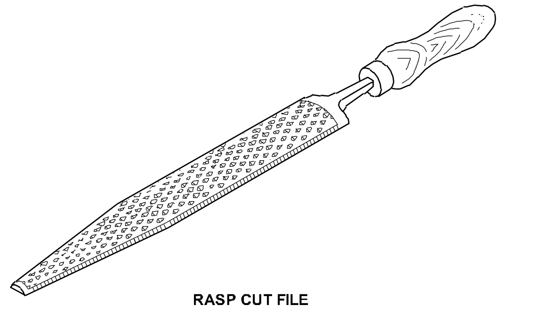
Fig 5



DOUBLE CUT FILE

उदक्रन्त कट (Rasp cut) : इसमें एक रेखा में वृष्टि (individual), पैने नुकीले दांत होते है और लकड़ी चमड़ा तथा अन्य मुलायम पदार्थे को रेतने के लिये उपयोगी है। यह रेतियां केवल अर्धगोलाकार प्रारूप में उपलब्ध है। (Fig 6)

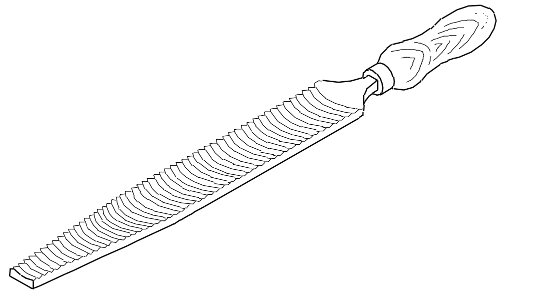
Fig 6



RASP CUT FILE

वक्र कट (Curved cut) : इन रेतियों का कट गहरा होता है और मूलायम पदार्थ जैसे एल्यूमिनियम टिन, तांबा और प्लास्टिक को रेतने के उपयोग में आती है। यह केवल चपटे प्रारूप में उपलब्ध है। (Fig 7)

Fig 7

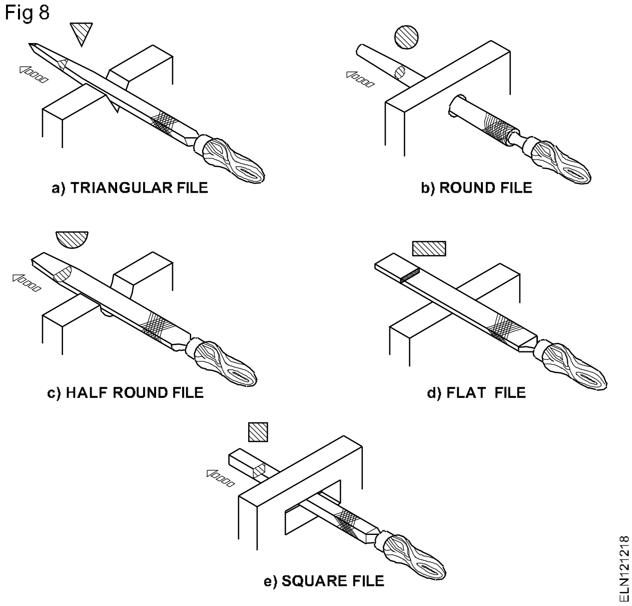


CURVED CUT FILE

कट के प्रकार का चयन रेते जाने वाले पदार्थ पर आधारित होता है। एकल कट रेतियां मुलायम पदार्थों को रेतने में प्रयुक्त होती है। लेकिन कुछ विशेष रेतियां जैसे दातों को पैने करने वाली भी एकल कट होती है।

प्रारूप (Shape) : नीचे विभिन्न प्रारूप की रेतियाँ उनके अनुप्रयोगों के साथ दिखायी गई है। रेती में आरेखित परिच्छेद रेती के प्रारूप को व्यक्त करता है। (Fig 8)

Fig 8

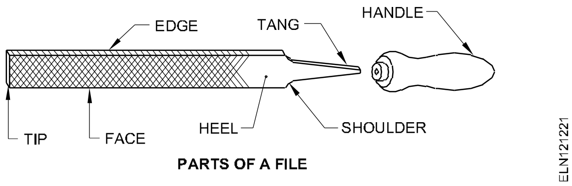


रेति के भाग (Parts of file)

रेती (File) : रेती एक काटने वाला टूल है जिसमें अनेक काटने वाले किनारे होते है जो विभिन्न पदर्थो को रेतने के काम आते है।

रेती के भाग (Parts of a file) : (Fig 1 देखें)

Fig 1



PARTS OF A FILE

टिप अथवा बिन्दु (Tip or point) : यह टैंग के विपरीत रेती का सिरा होता है।

पृष्ठ अथवा तल (Face or side) : रेती का चौड़ा भाग जिस पर दांत कटे होते है।

किनारा (Edge): रेती का पतला भाग जिसमें समान्तर दातों की एक सरल पंक्ति होती है।

एड़ी (Heel) : रेती का चौड़ा भाग जिसमें दांत नही होते है

कन्धा (Shoulder) : यह रेती का वक भाग होता है जो टैंग को काय से पृथक करता है।

टैग (Tang) : रेती का संर्कीण और पतला भाग जो हैण्डिल में लगता है।

हैण्डिल (Handle) : वह भाग जो टैंग में लगा होता है और पकड़ने तथा रेती को प्रयोग करते समय काम में आता है।

बेंच शिकंजा (Bench vice)

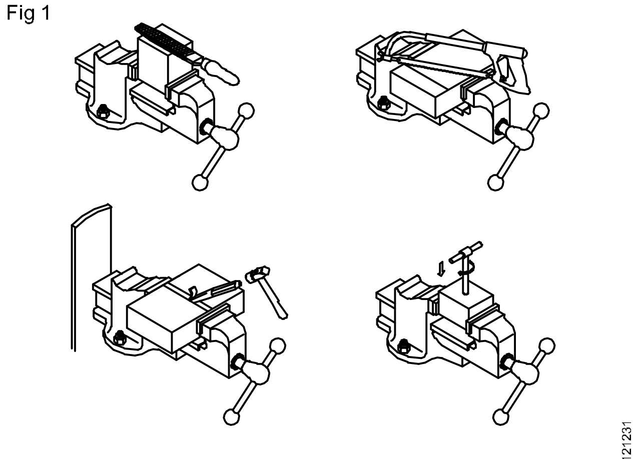
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **बेन्च शिंकजे के भागों के नाम और उपयोग बताना**
- **बेन्च शिंकजे के आकार का अभिनिर्धारण करना**
- **बेन्च शिंकजे के उपयोग बताना ।**

बेन्च शिंकजा (Bench vice) : कृत्य को पकड़े रहने के लिये बेंन्च शिकंजो का प्रयोग होता है। यह विभिन्न प्रकारों में उपलब्ध है।

बेंन्च कार्य के लिये प्रयुक्त शिकंजें के लिये बेंन्च शिकंजा (अभियन्त्र शिकंजा)।

एक बेन्च शिकंजा ढले हुये लोहे अथवा स्टील का बना होता है इसका उपयोग कृत्य को रेतने चीरने चूडियां बनाने तथा अन्य हस्त प्रचालनों में किया जाता है। (Fig 1)

Fig 1



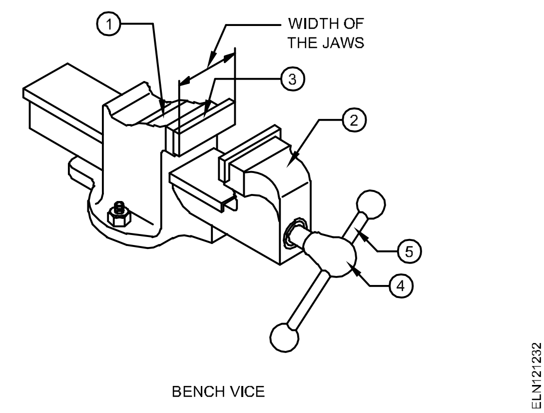
VICES

शिंकजे का आकार उसके जबड़ों की चौड़ाई से व्यक्त किया जाता है।

एक बेंच शिकजे के भाग (Parts of a bench vice) (Fig 2)

- जबड़ा (Fixed jaw) (1)
- चल जबड़ा (Movable jaw) (2)
- दृढ़ जबड़ा (Hard jaw) (3)
- स्पिन्डल (Spindle) (4)
- हैण्डिल (Handle) (5)
- बाक्स नट (Box nut) (6)
- स्प्रिंग (Spring) (7)

Fig 2

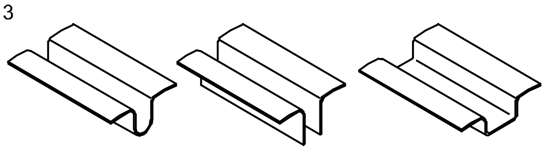


BENCH VICE

बाक्स नट और स्प्रिंग आन्तरिक भाग है।

शिकंजा क्लैम्प अथवा मुलायम जबड़े (Vice clamps or soft jaws) : एक सम्पूर्तित कृत्य को पकड़ने के लिये मुलायम जबड़े (शिकंजा)(Fig 3) का प्रयोग करें जो दृढ़ जबड़े के ऊपर एल्यूमिनियम के बने होते है। यह कृत्य सतह को क्षतिग्रस्त होने से बचाता है। शिकंजे का अति कसाव न करें जिससे स्पिन्डल को क्षति न पहुंचे।

Fig 3



VICE CLAMPS

हथौडा (Hammer)

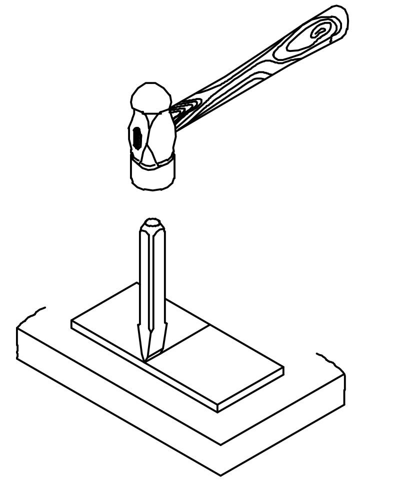
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **अभियन्ता हथौडे के उपयोग बताना**
- **अभियन्ता हथौड़े के भागों का अभिनिर्धारण और उनक लक्षणों को बताना**
- **अभियन्ता हथौड़े को विर्निदेशित करना ।**

हथौड़ा (Hammer) : अभियन्ता हथौड़ा एक हस्त टूल है जो विभिन्न आघातों जैसे पंचिग, मोड़ना, सीधा करना, तोड़ना, फोजिंग और रिबेटिंग के लिये प्रयुक्त होता है (Fig 1)

हथौड़े के मुख्य भाग (Major parts of a hammer) (Fig 2)

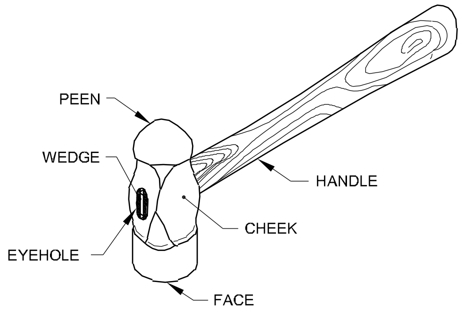
- हेड
- हैण्डिल

Fig 1



STRIKING WITH HAMMER

Fig 2



HAMMER

हेड पात फोर्जित स्टील से बना होता है और लकड़ी का हैण्डिल आघातों को शोषित कर सकने योग्य होना चाहिये।

हथौड़ा हेड के निम्न भाग है :

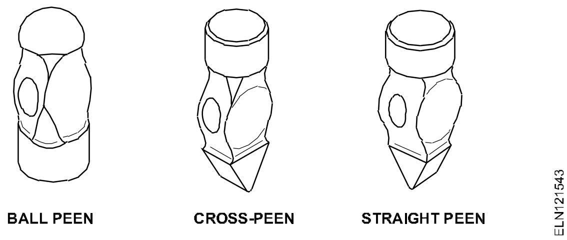
- फेस (face)
- पीन (peen)
- चीक (cheek)
- आई होल (eyehole)

फेस (Face) : यह आघात करने वाला भाग होता है। किनारे में घुस जाने को बचाने के लिये इसे कुछ उत्तलता दी जाती है।

पीन (Peen) : यह हेड का दूसरा सिरा होता है। यह आकृति देने के लिये और रिबेटिंग मोड़ने इत्यादि के लिये होता है। पीन विभिन्न आकृतियों की होतती है। जो निम्न है। (Fig 3)

- बालपीन (ball peen)
- क्रासपीन (cross-peen)
- सीधीपीन (straight peen)

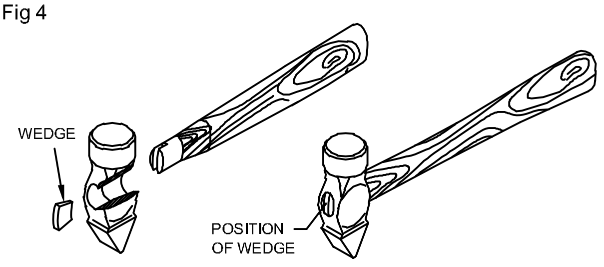
Fig 3



चीक (Cheek) : हथौड़े हेड का मध्य भाग चीक होता है। हथौड़े का भार यही होता है।

आई होल (Eyehole) : यह हैण्डिल को स्थिर करने के लिये होता है इसे हैण्डिल को दृढ़ता से स्थिर रखने के लिये आकृति दी जाती है आंख छिद्र में वेज, हैण्डिल को स्थिर करती है। (Fig 4)

Fig 4



HAMMER WEDGE

विनिर्देशन (Specifications) : पृष्ठ और पीन दृढ़ बने होते है।

जबकि चीक मुलायम होता है

अभियन्ता के हथौड़े का विनिर्देशन हेड के भार और पीन की आकृति से किया जाता है । भार 125gm से 1.5kg तक होता है।

अभियन्ता हथौड़ा जो चिन्हांकन के लिये प्रयुक्त होता है 250gms होता है।

बालपीन हथौड़ा मशीन फिटिंग दुकानों में सामान्य कार्य के लिये होता है।

हथौड़े के प्रयोग से पहले सुनिश्चित कर ले कि :

- हैण्डिल उचित रूप से अन्वायोजित है।
- कार्य के प्रकार के अनुसार सही भार के हथौड़े का चयन करें।
- हेड और हैण्डिल को किसी फटन के लिये जांच लें।
- सुनिश्चित कर ले कि हथौड़े का पृष्ठ ग्रीस तेल रहित है।

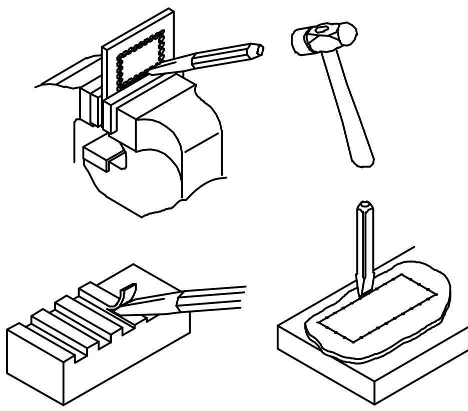
छेनी (Chisel)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **शीतल छेनी के उपयोगों की सूची बनाना**
- **एक शीतल छेनी के भागों के नाम बताना**
- **विभिन्न प्रकार की करवत की फ्रेमों, ब्लैडों के नाम बताना और उनके उपयोग बताना ।**

शीतल छेनी एक हस्त कटिंग टूल है जो कर्मियों द्वारा छीलने और काटने में प्रयुक्त किया जाता है।

एक छेनी और हथौडे की सहायाता से अतिरिक्त धातु की क्रिया को छीलना है (Fig 1) छीले गये तल रूक्ष होते है इसलिये उनका सम्पूर्णन रेत कर करना चाहिये।

Fig 1



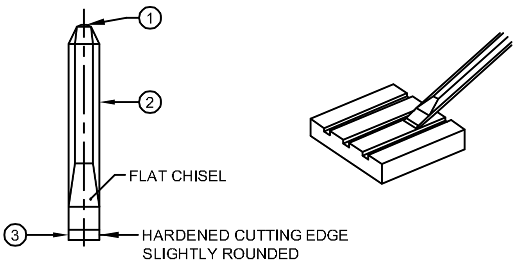
CHIPPING PROCESS

ELN121251

छेनी के भाग (Parts of a chisel) (Fig 2 देखें)

- हेड (हार्ड नहीं किया हुआ) (1)
- काय (2)
- बिन्दु अथवा कटिंग किनारा (3)

Fig 2



FLAT CHISEL

ELN121252

छेनियां उच्च कार्बन स्टील अथवा क्रोम-वेनाडियम स्टील से बनायी जाती है। छेनियों की अनुप्रस्थ परिच्छेद प्रायः षटकोण अथवा अष्टकोण होता है।

सामान्य प्रकार की छेनियाँ (Common types of chisels)

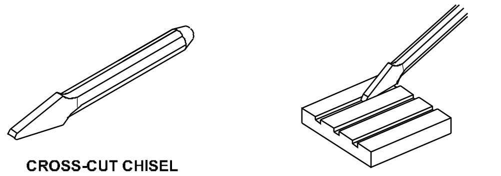
- चपटी छेनी (Flat chisel)
- प्रतिकट छेनी (Cross-cut chisel)
- अर्धगोलाकार नोज छेनी (Half-round nose chisel)
- डायमण्ड पाईण्ट छेनी (Diamond point chisel)

चपटी छेनियां निम्न प्रयोग में आती है :

- बडी चपटी सतहों से धातु को हटाने के लिये
- वेल्डिंड जोडों और ढाली गयी वस्तुओं को अतरिक्त धातु को छीलने म
- लडी बर्मायन के पश्चात धातु को हटा देने में । (Fig 1)

प्रतिकट अथवा केप छेनी का प्रयोग वक्र खांचों, चाबी खाचों को काटने में होता है। (Fig 3)

Fig 3

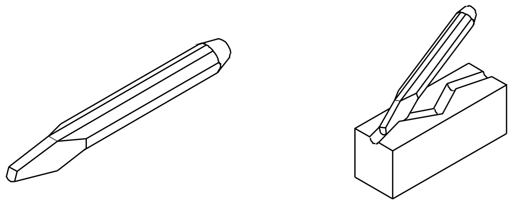


CROSS-CUT CHISEL

ELN121553

अर्धगोला नोज छेनियां वक्र खांचों को काटने में प्रयुक्त होती है। (Fig 4)

Fig 4

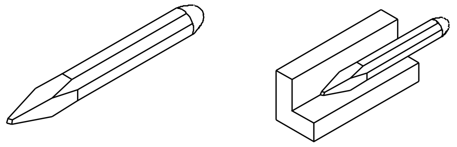


HALF ROUND CHISEL

ELN121554

डायमण्ड पाईण्ट छैनियों का उपयोग पदार्थो के कोनों का वर्गीकरण करने में किया जाता है। (Fig 5)

Fig 5

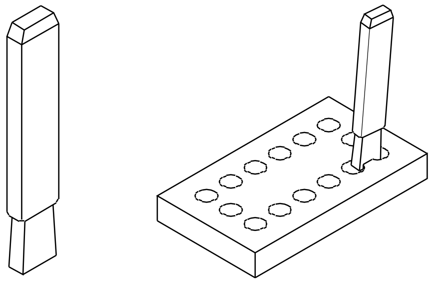


DIAMOND POINT CHISEL

ELN121555

वेब छेनियाँ / पंचिग छेनियाँ कडी बर्मायन के पश्चात धातुओं को हटाने में प्रयुक्त होती है (Fig 6)

Fig 6



WEB CHISEL

ELN121556

छेनियों का विनिर्देशन निम्न अनुसार होता है :

- लम्बाई
- कटिंग किनारे की चौडाई
- प्रकार
- काय का अनुप्रस्थ परिच्छेद

छेनियों की लम्बाई का परास 150mm से 400mm होता है।

कटिंग किनारे की चौडाई छैनी के प्रकार के अनुसर होती है।

हैक्सा फ्रेम और ब्लेड (Hacksaw frame and blade)

विभिन्न खण्डों के धातुओं को काटने के लिये हस्त हैक्सा ब्लेड का उपयोग उसके ब्लैड के साथ किया जाता है। इसको खांचा और कंटूर काटने के लिये प्रयोग में लाया जाता है।

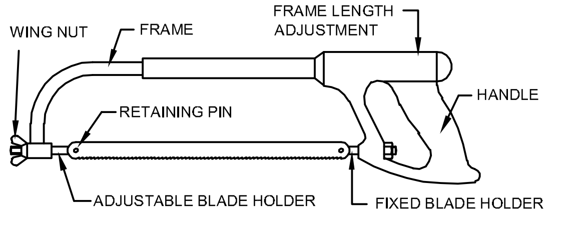
हेक्सा फ्रेमों के प्रकार (Types of hacksaw frames)

बोल्ड फ्रेम (Bold frame) : इसमें एक विशेष मानक लम्बाई के ब्लेड को ही स्थिर किया जा सकता है ।

समंजन योग्य फ्रेम (चपटा) (Adjustable frame (flat)) : इसमें विभिन्न मानक लम्बाईयों के मानक ब्लेड ही लग सकते है।

समंजन योग्य नलिका प्रकार (Adjustable frame tubular type): (Fig 1) यह सर्वाधिक प्रयुक्त फ्रेम है चीरते समय इनकी पकड़ और नियन्त्रण उत्तम होता है।

Fig 1



HACKSHAW FRAME

हैक्सा ब्लेड्स (Hacksaw blades) : हैक्सा ब्लेड्स एक पतला संकीणृ स्टील पट होता है जिसमें दांत और किनारे पर दो छेद होते है। इसका उपयोग हैक्सा फ्रेम के साथ होता है। यह ब्लेड् लघु एलाय स्टील (la) अथवा उच्च चाल स्टील (hs) के बनाये जाते है और 250mm तथा 300mm की मानक लम्बाईयों में उपलब्ध है।

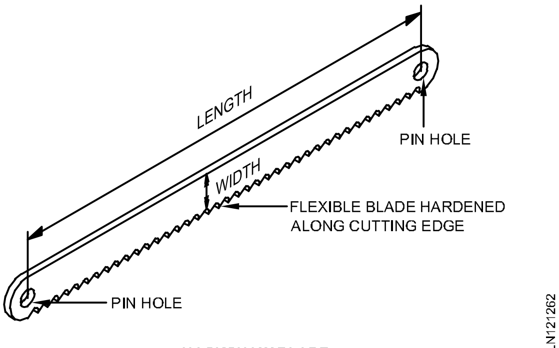
उपर्युक्त कार्यान्वन के लिये दृढ़ रचना के फ्रेम होना आवश्यक है ।

हेक्सा ब्लेड्स के प्रकार (Types of hacksaw blades)

सर्व दृढ़ ब्लेड (All-hard blades) : पिन छिद्रों की चौडाई ब्लेड की कुल लम्बाई पर कस दी जाती है । (Fig 1)

नम्य ब्लेड (Flexible blades) : इस प्रकार केब्लैड के लिये केवल दांत दृढ़ कर दिये जाते है। नम्यता के कारण यह ब्लेड वक्र रेखाओं के अनुदिश काटने के लिये उपयोगी होते है। (Fig 2)

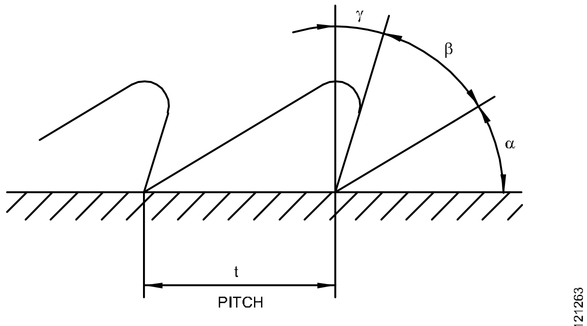
Fig 2



HACKSHAW BLADE

ब्लेड का पिच (Pitch of the blade) : यह दो संगत दांतों के बीच की दूरी है (Fig 3 देखें)। हैक्सा ब्लेड अपनी लम्बाई पिच और ब्लेड के प्रकार के अनुसार विनिर्धारित किये जाते है।

Fig 3



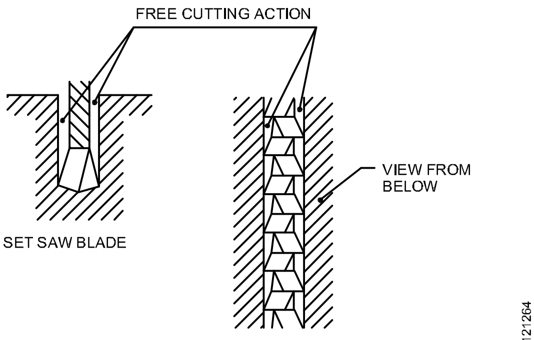
PITCH OF BLADE

ब्लेड के पिच (Pitches of blades)

वर्ग	पिच
रूक्ष	1.8mm
मध्यम	1.4 mm & 1.0 mm
महीन	0.8mm

आरे का नियोजन (Setting of the saw) : पदार्थ में प्रवेश करते समय आरे को मुड जाने से रोकने के लिये और ब्लेड की स्वतन्त्र गति के लिये कट और ब्लेड की मोटाई से अधिक चौडा होना चाहिये। यह आरे दाँतों का उपयुक्त नियोजन करके प्राप्त होता है। (Fig 4) आरे दो प्रकार से नियोजित होते है।

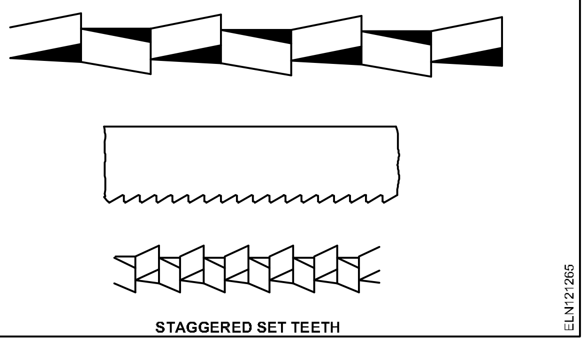
Fig 4



TYPE OF SAW SETTING

स्टेगर्ड नियोजन (Staggered Set) : एकान्तर दांत अथवा दांत समूहों को स्टैगर किया जाता है यह प्रबन्धन स्वतन्त्र कटिंग में सहायक होता है और उत्तम चिप मुक्तांतर प्रदान करता है (Fig 5)

Fig 5



STAGGERED SET TEETH

नियोजनों का वर्गीकरण

पिच	0.8mm	तरंग नियोजन
पिच	1.0mm	तंरग अथवा स्टेगर्ड
पिचओवर	1.0mm	स्टेगर्ड

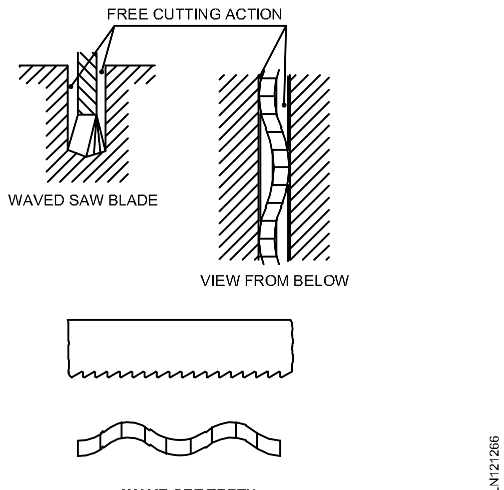
तरंग नियोजन (Wave set) : इसमें ब्लेड के दांत एक तरंगरूप में व्यवस्थित किये जाते है। (Fig 6) नियोजनों का वर्गीकरण

संतोषजनक परिणामों के लिये सही पिच के ब्लेड का चयन करके उसे सही रूप में लगाना चाहिये।

बड़ी और छोटी दांत कटिंग के साथ आरा ब्लेड पदार्थ के प्रकार और आमाप के अनुसार उपलब्ध है दांत का आकार उनके पिच से सीधा सम्बन्धित होता है जिसको कटिंग किनारे के प्रति 25mm दांतों की संख्या से विनिर्देशित किया जाता है। हैक्सा ब्लेड निम्न पिचों में उपलब्ध है : (Fig 7)

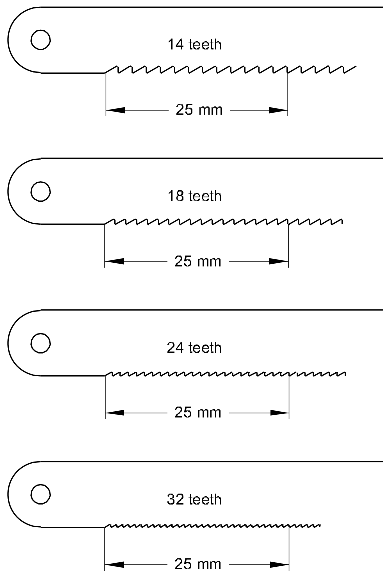
- 14 दांत प्रति 25mm
- 18 दांत प्रति 25mm
- 24 दांत प्रति 25mm
- 32 दांत प्रति 25mm

Fig 6



WAVE SET TEETH

Fig 7



चिह्नांकन साधन - स्टील पैमाना - पंच्स - कैलीपर्स - गुनिया - गेजस् (Marking tools - steel rule - punches - calipers - try square - gauges)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

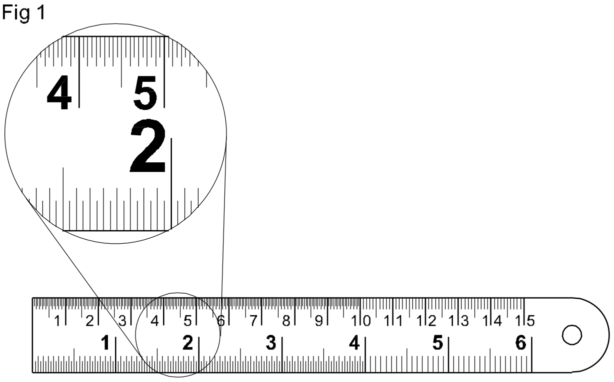
- **अभियन्ता स्टील पैमाने के रचनात्मक लक्षण व्यक्त करना**
- **स्टील पैमाने के उपयोगों का स्पष्टीकरण करना**
- **स्टील पैमाने से सम्बन्धित ध्यान देने वाले अनुरक्षण तथ्य व्यक्त करना ।**

अभियन्ता स्टील पैमाना (Engineer's steel rule) : जब एक रेखा कृति में सहिष्णुता निर्देश बिना परिमाप दिये रहते है तो यह मानना पड़ता है कि मापन एक स्टील पैमाने द्वारा करना है।

स्टील पैमानों के पदार्थ और आमाप (Material and sizes of steel rules): स्टील पैमाने स्प्रिंग स्टील अथा स्टैनलेस स्टील से बने होते है। इसके किनारे विशुद्धता से घिसे रहते है जिससे एक सीधी रेखा निर्मित हो।

स्टील पैमाने विभिन्न लम्बाईयों में उपलब्ध है। सामान्य आमाप 150mm, 300mm 600mm हैं। (Fig 1 देखें)

Fig 1



ENGINEER'S STEEL RULE

ELN121711

स्टील पैमाने की सतहें सेटिंन – क्रोम सम्पूर्तित होती है जिससे मोर्चा न लगे और कम चमक हो अभियन्ता पैमाने का चिन्हांकन 10mm 5mm 1mm 0.5mm में होता है। इस प्रकार मापन यथार्थता 0.5mm होती है।

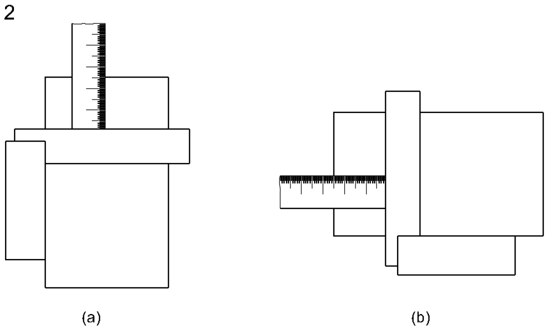
अंशाकन (Graduation) : अल्पतम अंशाकन 0.5mm होता है।

उपयोग (Uses) : एक स्टील पैमाने पर एक डेटम किनारे पर एक गुनिया द्वारा अन्य डेटम किनारे की दूरी ज्ञात करने में (Fig 2a & b)

एक स्टील पैमाने का प्रयोग सतह गेज अंशाकन के लिये वांछित ऊचाई लेने के लिये किया जाता है। (Fig 3)

(Fig 4) के अनुसार स्टील पैमाने से मापों का स्थान्तरण विभाजक पर करें।

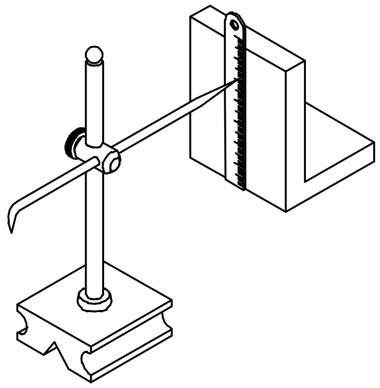
Fig 2



USE OF A STEEL RULE

ELN121712

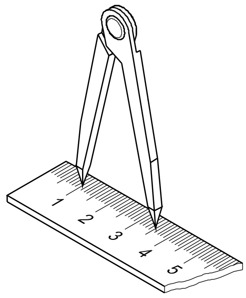
Fig 3



MARKING SURFACE GAUGE

ELN121413

Fig 4



TRANSFER OF MEASUREMENT - DIVIDER

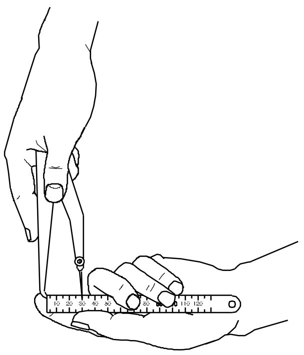
ELN121714

स्टील पैमाने का उपयोग पैमाने से मापों को विषम टांग कैलीपर्स पर स्थानतरण के लिये किया जाता है । (Fig 5)

स्टील पैमानों का उपयोग मापों को वाह्य कैलीपर्स स्थान्तरण के लिये किया जाता है। (Fig 6)

स्टील पैमाने का उपयोग मापों को आन्तरिक कैलीपर्स पर स्थान्तरणक के लिये किया जाता है । (Fig 7)

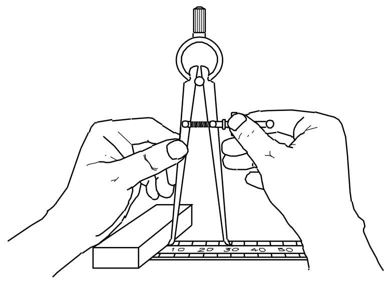
Fig 5



TRANSFER OF MEASUREMENT - ODD LEG CALIPER

ELN121715

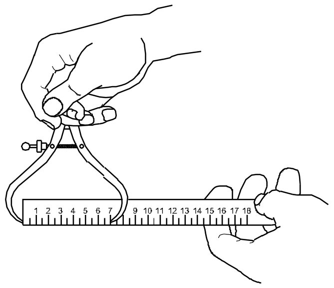
Fig 7



TRANSFER OF MEASUREMENT - INSIDE CALIPER

ELN121717

Fig 6



TRANSFER OF MEASUREMENT - OUTSIDE CALIPER

ELN121716

चिन्हांकन साधन (Marking media)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

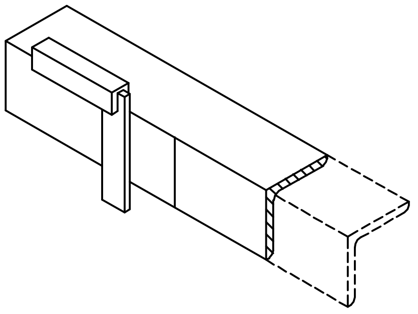
- **सामान्य प्रकार के चिन्हांकन साधनों का नाम बताना**
- **विभिन्न अनुप्रयोगों के लिये सही चिन्हांकन माध्यम का चयन करना ।**

विभिन्न प्रकार के चिन्हांकन साधन (Different types of marking media)

पुताई (White whash) : यह रूक्ष फोरजिंग और आक्सीकृत ढली सतहों पर की जाती है। (Fig 1) इसके लिये सामग्री अनेक प्रकार से निर्मित की जाती है।

- जल में मिश्रित खड़िया पाउडर
- मिथाइलेटेड स्प्रिट में मिश्रित खड़िया
- तारपीन तेल मिश्रित श्वेत सीसा पाउडर

Fig 1

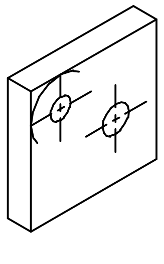


SURFACE MARKING

ELN121421

प्रुश्यिन नीला (Prussian blue) : रेती गई अथवा सम्पूर्तित सतहों पर प्रयुक्त होता है इससे स्पष्ट रेखायें प्राप्त होती है लेकिन अन्य चिन्हांकन साधनों की तुलना में सूखने में यह अधिक समय लेता है (Fig 2)

Fig 2



MARKED SURFACE

ELN121422

कापर सल्फेट (Copper sulphate) : रेती गई अथवा सम्पूर्तित मशीन सतहों पर प्रयुक्त होती है। कापर सल्फेट सम्पूर्तित सतहों पर भले प्रकार से चिपकता है। कापर सल्फेट को नाइट्रिक एसिड की कुछ बूंदों के साथ जल में मिला कर घोल बनाया जाता है।

कापर सल्फेट का प्रहस्तन सावधानी से करना चाहिये क्योंकि यह विषैला होता है। कापर सल्फेट की लेप को चिन्हांकन प्रारम्भ करने से पहले भलिभांति सुखा लेना चाहिये। अन्यथा यह उस मापी यन्त्र पर चिपक सकती है जो अशांकन के लिये प्रयुक्त किया जा रहा है।

सेलोल्यूज लेकर (Cellulose lacquer) : यह व्यवसायिक उपलब्ध चिन्हांकन साधन है। यह विभिन्न रंगों में बना होता है और अति शीघ्रता से सूखता है।

चिन्हांकन साधन का चयन निम्न पर निर्भर करता है :

- सतह सम्पूर्ति
- क्रत्यक की यथार्थता

चिन्हांकन छिद्रण के प्रकार (Types of marking punches)

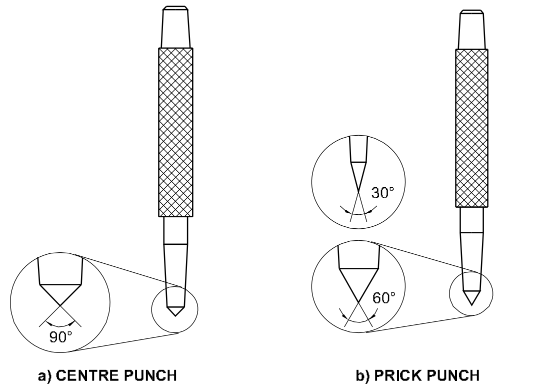
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **चिन्हांकन में प्रयुक्त विभिन्न छिद्रणों के नाम बताना**
- **प्रत्येक छिद्रण के लक्षण तथा उनके उपयोग बताना ।**

चिन्हांकन छिद्रण के प्रकार (Types of marking punches) : कुछ आमापी लक्षणों के अभिन्यास को स्थायी बनाने के लिये छिद्र प्रयोग में लाये जाते हैं। छिद्र दो प्रकार के होते है।

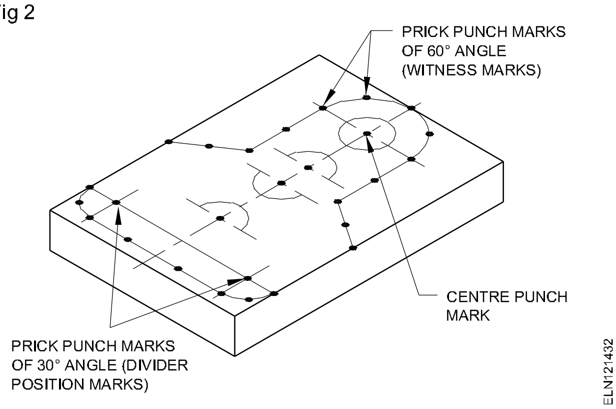
केन्द्र छिद्रण (Centre punch) : बिन्दु का कोण 90° पर होता है । इससे बना छिद्रण चौडा होता है पर गहरा नही होता। यह छिद्रण छेदों के स्थान निर्धारण के लिये होता है चौड़ा पन्च चिन्ह ड्रिल के प्रारम्भ के लिये एक उत्तम पीठिका (Seating) प्रदान करता है। (Fig 1a)

Fig 1



प्रिक पन्च (Prick punch) : प्रिक पन्च का कोण 30° अथवा 60° होता है। (Fig 1b) 30° बिन्दु पन्च हल्के पन्च चिन्ह के लिये होता है जो स्थिति विभाजकों के लिये आवश्यक होता है। इस पन्च चिन्ह में विभाजक टांग को उचित पीठिका प्राप्त होती है। 60° का पन्च संदर्भ चिन्हों के लिये प्रयुक्त होता है। सन्दर्भ चिन्ह अति समीप नही होने चाहिये। (Fig 2)

Fig 2



कैलीपर्स के प्रकार (Types of calipers)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **सामान्यतः प्रयुक्त कैलीपर्स के नाम बताना**
- **द्रढ़ जोड़ और स्प्रिंग जोड़ लक्षणों की तुलना करना**
- **स्प्रिंग जोड़ कैलीपर्स के लाभ व्यक्त करना ।**

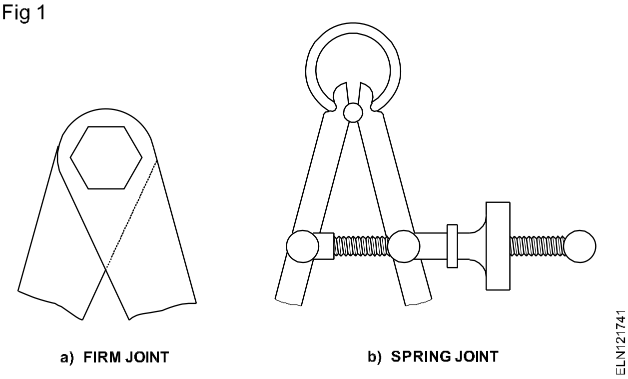
कैलीपर्स (द्रढ़ और स्प्रिंग जोड़) (Calipers (firm and spring joints)) : कैलीपर्स सरल मापी यन्त्र होते हैं जिनका प्रयोग मापों को स्टील पैमाने से वस्तुओं को स्थान्तरित करने में किया जाता है और विलोम अनुक्रम में।

सामान्यत प्रयुक्त कैलीपर्स निम्न है :

- द्रढ़ जोड़ कैलीपर्स (firm joint calipers) (Fig 1a)
- स्प्रिंग जोड़ कैलीपस (spring joint calipers) (Fig 1b)

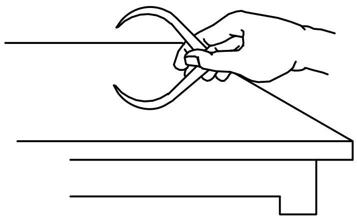
द्रढ़ जोड़ कैलीपर्स (Firm joint calipers) : द्रढ़ जोड़ कैलीपर्स में दोनों टांगें एक सिरे पर किलकिल होती है। क्रत्यक की नाप लेने के लिये इसे लगभग आकार के बराबर खोला जाता है। उत्तम नियोजन के लिये इसे लकडी सतह पर हल्के से टैप किया जाता है। (Fig 2 & 3) ।

Fig 1



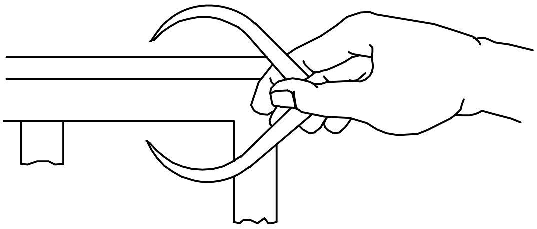
स्प्रिंग जोड़ कैलीपर्स (Spring joint calipers) : इस प्रकार के कैलीपर्स के लिये टागों का समुच्चयन स्प्रिंग से भारित कीलक से किया

Fig 2



FIRM JOINT CALIPERS

Fig 3



FRIM JOINT CALIPER

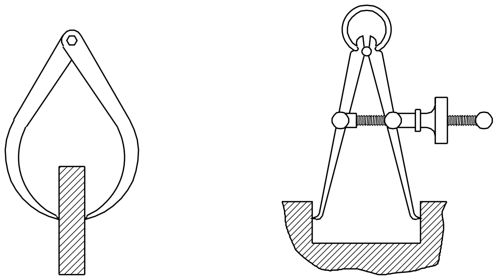
जाता है। कैलीपर्स टांगों को खोलने और बन्द करने के लिये एक पेंच और नट प्रदत्त होता है।

किया गया नियोजन जब तक नट को घुमाया नहीं जाता परिवर्तित नही होता है। यह शीघ्र नियोजन स्प्रिंग कैलीपर्स का लाभ है कैलीपर्स के आकारों का विनिर्देश उस लम्बाई से होता है जो कीलक केन्द्र और टांग की टिप के बीच होता है।

लिये गये माप की यथार्थता बहुत मापन के समय 'स्पर्श' और 'अनुभव' की चेतना पर निर्भर होती है। जब टांगें सतह को स्पर्श करती है आप को इसका अनुभव होना चाहिये।

वाह्य और आन्तिरिक मापन (Outside and inside measurements) : वाह्य मापन के लिये प्रयुक्त कैलीपर्स को वाह्य जब कि आन्तरिक मापन के लिये प्रयुक्त कैलीपर्स आन्तरिक कैलीपर्स कहलाते है। (Fig 4a & 4b)

Fig 4



a) OUTSIDE CALIPERS   b) INSIDE CALIPERS

स्टील पैमाने के साथ कैलीपर्स प्रयुक्त होते हैं जिनकी परिशुद्धता 0.5mm तक सीमित होती है। समान्तरण की जांच उच्च स्तर की परिशुद्धता तक हो सकती है।

जेनी कैलीपर्स (Jenny calipers)

उद्‌देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **जेनी कैलीपर्स के रचनात्मक लक्षणों को व्यक्त करना**
- **जेनी कैलीपर्स के प्रकारों के नाम बताना**
- **जेनी कैलीपर्स के प्रयोगों को बताना।**

जेनी कैलीपर्स (Jenny calipers) : जेनी कैलीपर्स का उपयोग चिन्हांकन और अभिन्यास कार्य में होता है।

ये कैलीपर्स को निम्न प्रकार से जान जाते हैं

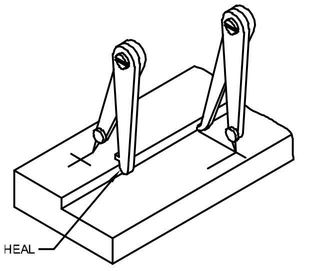
- हरमाफ्रोडाइट कैलीपर्स
- विषमटांग कैलीपर्स
- टांग और जोड़ कैलीपर्स

जेनी कैलीपर्स में समंजन योग्य विभाजक बिन्दु के साथ एक टांग होती है जबकि दूसरी झुकी हुई होती है दोनों टांगें परस्पर जुड़ी रहती है जिससे एक द्रढ़ बिन्दु निर्मित हो सके।

उपयोग (Uses)

- किनारों के समान्तर बाहर और अन्दर रेखाओं को चिन्हित करने के लिये (Fig 1)
- गोल छड़ों के केन्द्र की स्थिति स्थापन के लिये (Fig 2)

Fig 1

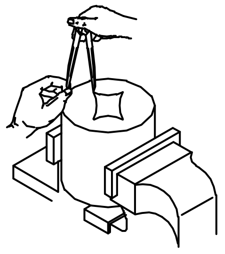


JENNY CALIPERS

कैलीपर्स सामान्य झुकी टांग अथवा एक एड़ी के साथ उपलब्ध होते हैं। साधारण झुकी टांगों युक्त कैल्रीपर्स आन्तरिक किनारों के समान्तर रेखाओं के लिये और एड़ी प्रकार के वाह्य किनारों के समान्तर रेखाओं के आरेखन के लिये होते हैं ।

जेनी कैलीपर्स का प्रयोग वक्र किनरों पर अनुदिश रेखायें खींचने के लिये होता है परिमापों का नियोजन और रेखाओं के खींचते समय दोनों टांगे समान लम्बाई की होनी चाहिये। (Fig 3)

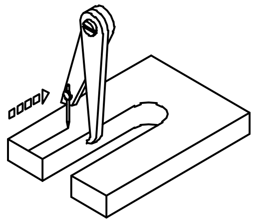
Fig 2



CENTRE LOCATION OF ROUND BAR

ELN121452

Fig 3

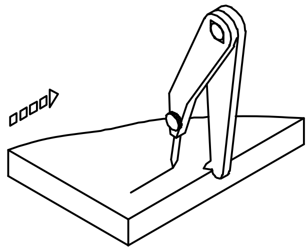


JENNY CALIPER

ELN121453

जेनी कैलीपर्स को रेखाओं के खींचने के समय कुछ झुका होना चाहिये। (Fig 4)

Fig 4

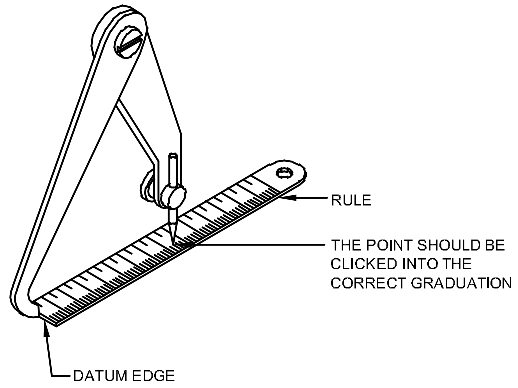


SCRIBING WITH JENNY CALIPER

ELN121454

यथार्थ नियोजन के लिये आमापों का नियोजन करते समय जेनी कैलीपर्स बिन्दु को अंशाकन में किल्क करने चाहिये। (Fig 5)

Fig 5



ACCURATE MEASUREMENT SETTING

ELN121455

लम्बाई मापन (Length measurement)

उद्‌देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **SI (System International) के अनुसार लम्बाई मापन का अधार मात्रक का नाम बताना**
- **मीटर के गुणक और उनके मान बताना ।**

लम्बाई मापन SI मात्रक (Length measurement SI units) : जब हम किसी वस्तु को मापते है वास्तव में हम उसकी तुलना मापन के एक ज्ञात मात्रक से करते हैं।

SI के अनुसार लम्बाई का आधार मात्रक मीटर हैं।

लम्बाई (Length) : SI मात्रक और गुणक

आधार मात्रक (Base unit) : अन्तरॉष्ट्रीय पद्‌र्धात के अनुसार लम्बाई का आधार मात्रक मीटर है।

Metre (m)	=	1000 mm	
Centimetre (cm)	=	10 mm	
Millimetre (mm)		= 0.001 m	= 10^{-3} m
1 Micrometre µm		= 10^{-6} m	= 0.000001 m
1 Micrometer		= 10^{-3} mm	= 0.001 mm

अभियान्त्रिकी में मापन पद्धति (Measurement in engineering practice) : साधारणतयः अभियान्त्रिकी व्यवहार में लम्बाई मापन में वरीयता प्राप्त मात्रक मिमी० है। बड़े और छोटे दोनों आमाप मिमी० से व्यक्त किये जाते है।

लम्बाई मापन की ब्रिटिश पद्धति (The British system of length measurement) : लम्बाई मापन की दूसरी पद्धति ब्रिटिश पद्धति है। इस पद्धति में आधार मात्रक राजकीय मानक गज है। ग्रेट ब्रिटेन सहित अधिकांश देशों ने हाल के वर्षो में SI मात्रकों को मान लिया है।

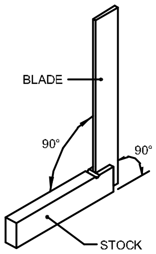
गुनिया (Try square)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **गुनिया के भागों के नाम बताना**
- **गुनिया के उपयोग बताना ।**

गुनिया (Try square) : गुनिया एक विशुद्धता से काम करने वाला मापी यन्त्र है जो वर्गाकारिता (90° कोण) की जांच के लिये प्रयुक्त होता है। इसकी यथार्थता लगभग 0.002mm/10mm लम्बाई है जो अधिकांश कार्य शाला प्रयोजनों के लिये यथेष्ट है। गुनिया में समान्तर तलों वाला एक ब्लेड होता है। ब्लेड स्टांक में 90° पर जडा रहता है (Fig 1)

Fig 1

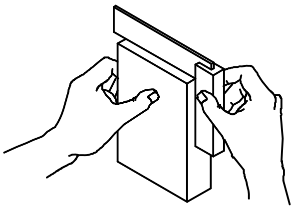


TRY SQUARE

गुनिया का उपयोग

- रेती गई अथवा मशीन्ड तलों की वर्गाकारिता की जांच के लिये (Fig 2)

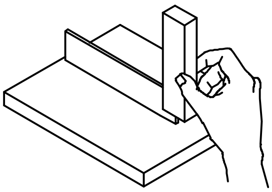
Fig 2



CHECKING SQUARENESS

- तलों के चपटे पन की जांच के लिये (Fig 3)

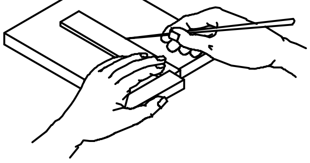
Fig 3



CHECKING FLATNESS

- प्रकार्यो के किनारों के 90° पर रेखाओं के चिन्हांकन के लिये (Fig 4)

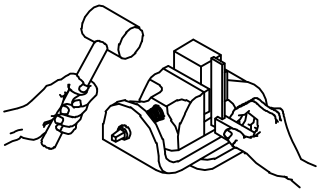
Fig 4



MARKING LINES

- कार्य ग्रहीत युक्तियों पर प्रकार्यों को लम्बवत नियोजित रखने के लिये (Fig 5)

Fig 5



RIGHT ANGLES ON WORK HOLDING DEVICES

गुनिया कठोर स्टील से निमिर्त होती है ।

गुनिया ब्लेड की लम्बाई अर्थात 100mm, 150mm, 200mm के अनुसार विनिर्देशित होती है।

खरोंचक, विभाजक (Scriber, divider)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **खरोंचकों और विभाजकों के लक्षणों को व्यक्त करना**
- **खरोंचकों और विभाजकों के उपयोग बताना ।**

खरोंचक (Scriber) : खरोंचक एक पैना नुकीला स्टील टूल होता है जो कार्बन टूल स्टील से बना होता है।

- दोहरे और समतल खरोंचक (Fig 1)

उपयोग (Uses) : अभिन्यासित धातु पर रेखाओं के खरोंचने के लिये प्रयोग में लाया जाता है। (Fig 2)

Fig 1

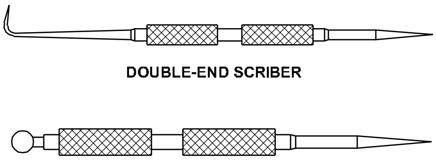
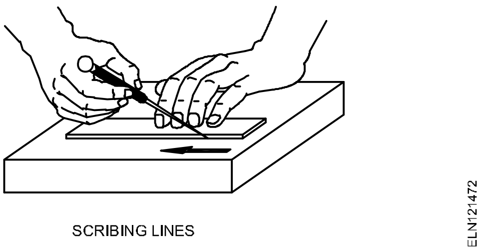


Fig 2



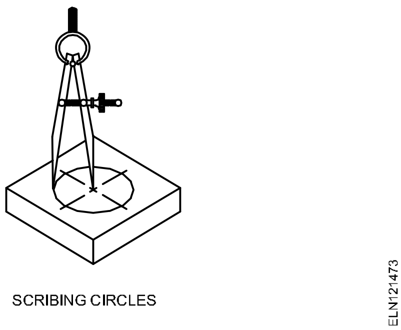
SCRIBING LINES

विभाजक (Divider) : विभाजक स्टील टांगों का एक युगुल होता है जिसे एक पेंच और नट से समंजित किया जाता है और एक सिरे पर वृत्ताकार स्प्रिंग द्वारा परस्पर जकड़ा पर रखा जाता है । स्प्रिंग पर हैण्डिल प्रवेशित करा दिया जाता है।

उपयोग (Uses) : एक विभाजक निम्न के लिये प्रयुक्त होता है

- बिन्दुओं के बीच दूरियां मापने के लिये
- पैमाने से मापन को सीधे स्थान्तरित करने के लिये
- धातुओं पर चाप और वृत्तों को खींचने के लिये । (Fig 3)

Fig 3



SCRIBING CIRCLES

अर्धव्यास गेज (Radius gauges)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **अर्धव्यास गेज के उपयोगों के बताना**
- **अर्धव्यास गेज के लक्षण बताना ।**

अर्धव्यास गेज (Radius gauges) : कृत्य के आन्तरिक और वाह्य अर्धव्यास की जांच के लिये अर्धव्यास गेज का प्रयोग होता है।

यह गेज उच्च गुणवत्ता की स्टील पटिटयों से निर्मित हाती है और इनकी सम्पूर्ति यथार्थ अर्धव्यास तक की जाती है ।

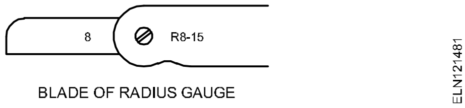
भागों के अर्ध व्यास की जांच गेज के अर्धव्यास से तुलना करके की जाती है।

एक धारक में अनेक ब्लेड्स नियोजित, अर्धगेज उपलब्ध है।

उपयोग के समय प्रत्येक ब्लेड् को धारक से बाहर निकाल कर पृथक किया जाता है।

गेज के प्रत्येक ब्लेड पर अर्धव्यास के आमाप को चिन्हित कर दिया जाता है (Fig 1)

Fig 1



BLADE OF RADIUS GAUGE

विभिन्न संयोजनों में अर्धव्यास गेज उपलब्ध हैं।

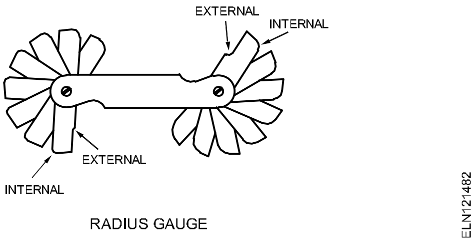
– आन्तरिक और वाह्य अर्धव्यास युक्त नियोजन (Fig 2 & 3)

– प्रत्येक अर्धव्यास के लिये विशिष्ट गेज (Fig 4)

अर्धव्यास गेज के प्रयाग के पूर्व :

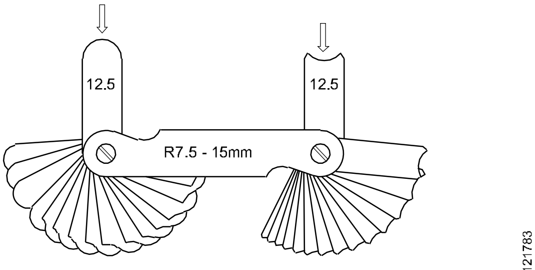
- सुनिश्चित कर ले कि गेज पूर्ण रूप से स्वच्छ है

Fig 2



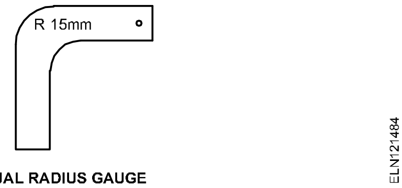
RADIUS GAUGE

Fig 3



INTERNAL RADII EXTERNAL RADII

Fig 4



INDIVIDUAL RADIUS GAUGE

- यदि कोई बर्र है तो उन्हें कृत्य से हटा दें
- जांच कर सुनिश्चित कर लें कि मेज की रूपरेखा पर कोई क्षति तो नहीं है।

सार्वत्रिक तल गेज (Universal surface gauge)

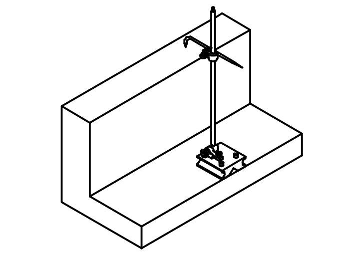
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **तल गेज के रचनात्मक लक्षणों को बताना**
- **विभिन्न प्रकारों की तल गेजों का नाम बताना**
- **तल गेज के उपयोग बताना**
- **सार्वत्रिक तल गेजों के लाभ बताना ।**

सार्वत्रिक तल गेज (Universal surface gauge) : निम्न प्रयोग में लाने के लिये तल गेज सर्वाधिक सामान्य चिन्हांकन टूल है।

- डेटम तल के समान्तर रेखाओं को खीचने में (Fig 1)

Fig 1

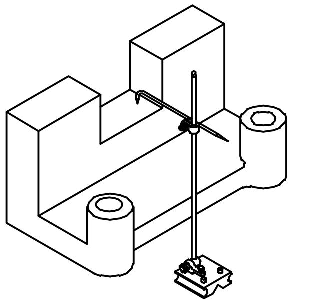


SCRIBING LINES PARALLEL TO DATUM

ELN121491

- डेटम तल के समान्तर मशीन पर कृत्य को नियोजित करने में (Fig 2)

Fig 2



JOB SETTING ON MACHINE

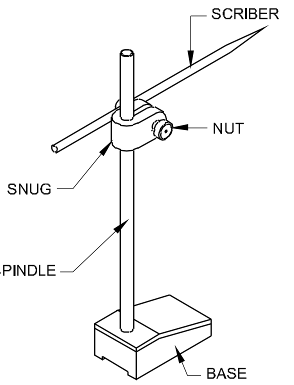
ELN121492

- कार्य की ऊचाई और समान्तरीकरण की जांच के लिये
- मशीन स्पिन्डल के समकेन्द्रित कृत्यों को नियोजित करने में।

तल गेजों के प्रकार (Types of surface gauges) : एक तल गेज/खरोंचन खण्ड दो प्रकार का होता है।

- स्थिर (Fig 3)

Fig 3

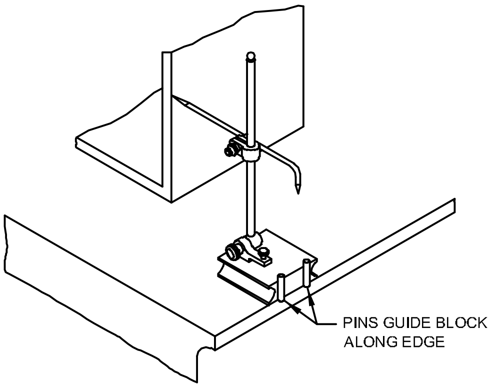


FIXED SURFACE GAUGE

ELN121793

- सार्वत्रिक (Fig 4)

Fig 4



PIN GUIDE BLOCK UNIVERSAL SURFACE GUAGE

ELN121494

तल गेज (स्थिर प्रकार) **(Surface gauge** (fixed type)**) :** यह एक भारी चपटे आधार और स्पिन्डल से बनी होती है, जिसके लम्बवत एक उत्तम शिकंजा नट द्वारा एक खरोंचक के साथ अनवायोजित (Fixed) रहता है।

सार्वत्रिक सर्फेस गेज (Universal surface gauge) : इसमें निम्न अतिरिक्त लक्षण होते है।

- स्पिन्डल को किसी स्थिति में नियोजित किया जा सकता है।
- शीघ्रता से उत्तम समंजन हो जाता है।
- बेलना कार तलों पर भी प्रयुक्त हो सकता है।
- मार्गदर्शक पिन्स की सहायता से किसी डेटम किनारे से समान्तरण हो सकता है। (Fig 4)

एक सार्वत्रिक तल गेज के भाग और प्रकार्य (Parts and functions of a universal surface gauge) (Fig 5)

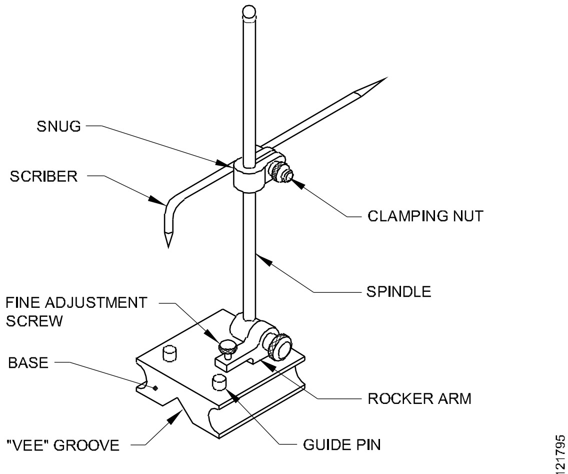
आधार (Base) : तली में वी खांचे युक्त आधार स्टील अथवा ढले लोहे से बना होता है वृत्ताकार कृत्य पर बिठाने के लिये वीसहायक होता है। आधार में अन्वायोजित मार्गदर्शन पिन्स किसी डेटम किनारे से रेखाओं को खींचने में सहायक होती है।

सन्दोलक भुजा (Rocker arm) : आधार पर उत्तम समंजन पेंच सहित एक स्प्रिंग के साथ एक सन्दोलक भुजा जुडी रहती है। यह परिष्क्रति समंजन के लिये प्रयुक्त होती है।

स्पिन्डल (Spindle) : सन्दोलक भुजा से स्पिन्डल जुडी होती है।

खरोंचक (Scriber) : खरोंचक को किसी भी स्थिति में उत्कृष्ट शिंकजें की सहायता से शिकंजित किया जा सकता है।

Fig 5



UNIVERSAL SURFACE GAUGE

डेटम (Datum)

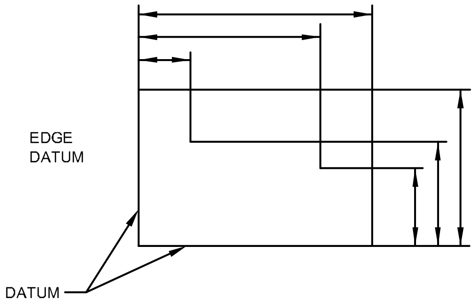
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **चिन्हांकन में डेटम की आवश्यकता बताना**
- **विभिन्न डेटम बिन्दु तलों अथवा रेखाओं के नाम बताना**
- **चिन्हांकन के समय डेटम को ज्ञात करने का आधार व्यक्त करना ।**

डेटम (Datum) : किसी व्यक्ति की ऊंचाई उस तल से मापी जाती है जिस पर वह खड़ा है फर्श मापन का एक उभय आधार हो जाता है। अर्थात यह **डेटम** हो जाता है ।

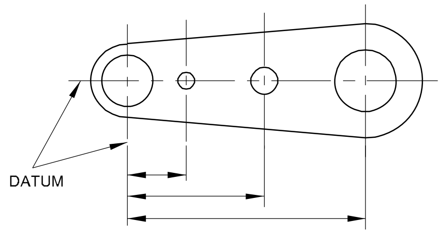
डेटम एक संदर्भ तल रेखा अथवा बिन्दु होता है जहां से माप लेना चाहिये। डेटम कृत्य की आकृति के अनुसार एक किनारा अथवा केन्द्र रेखा हो सकता है। किसी बिन्दु की स्थिति ज्ञात करने के लिये दो डेटम संदर्भों की आवश्यकता होती है। (Fig 1 & 2)

Fig 1



DATUM EDGE LINE

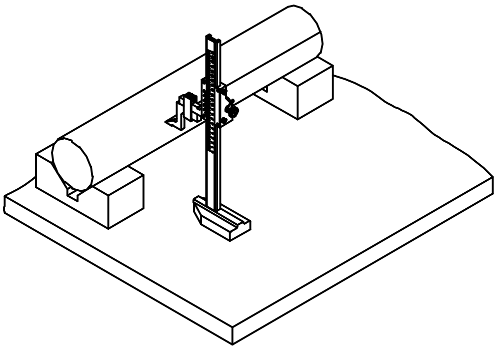
Fig 2



DATUM CENTRE LINE

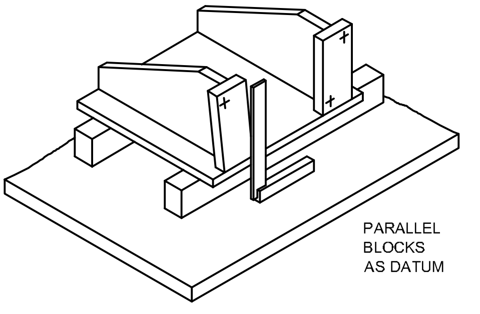
चिन्हांकन मेज तल पट्टी कोण पट्टी वीसमूह अथवा समान्तर समूह यह सब संदर्भो की भांति कार्य कर सकते हैं। (Fig 3 & 4)

Fig 3



DATUM MARKING ANGLE

Fig 4



DATUM MARKING PLATE

डेटम को आरेख से प्रदर्शित कर देना चाहिये।

कृत्य पर आमापों के स्थानतरण के लिये एक ही डेटम का प्रयोग करना चाहिये।

बढ़ई के औज़ार - लकड़ी की आरी - पट्टे - लकड़ी के जोड़ (Carpenter tools - wood saws - planes - wooden joints)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

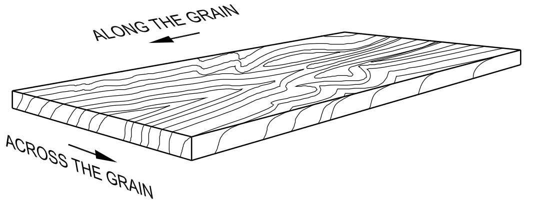
- **लकड़े के बारे में बताना**
- **लकडी की कण दिशा का अभिनिर्धारण और प्रकाष्ठ के दोष ज्ञात करना।**

प्रकाष्ठ एक रूक्ष पदार्थ है जिसका प्रयोग लकड़ी की वस्तुओं के निर्माण में किया जाता है। प्रकाष्ठ पेड का उत्पाद है।

ल कडी अनेक नलिका समान सेल से बनी होती है जो घनिष्ठता से परस्पर सवेष्ठित रहते हैं। पेड के वृद्धि काल में यह सेल एक विशेष दिशा में अवस्थित होते है इन सेल्स की दिशा को कण कहते है। कण की दिशा प्रकाष्ठ तल पर दृश्य रेखाओं से अभिनिर्धारित किया जा सकता है।

कण दिशा में किये गये किसी प्रचालन को कण के अनुदिश प्रचालन कहते है। (Fig 1)

Fig 1



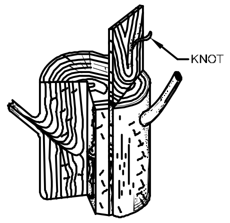
GRAIN DIRECTION IN WOOD

कण दिशा के लम्बवत किया गया कोई प्रचालन 'कण के प्रति' कहलाता है।

प्रकाष्ठ में प्राप्त कोई अनियमितता प्रकाष्ठ का दोष होता है। प्रकाष्ठ के यह दोष उसके दृढता टिकाऊ पन और उपयोग मान को कम करता है।

प्रकाष्ठ में सामान्य दोष (Common defects in timber) : पेड़ पर शाखा वृद्धि से एक गांठ बन जाती है। यह तख्तों और पटटो के तल पर लटठों के चीरे जाने पर प्रकट होती है। (Fig 2)

Fig 2

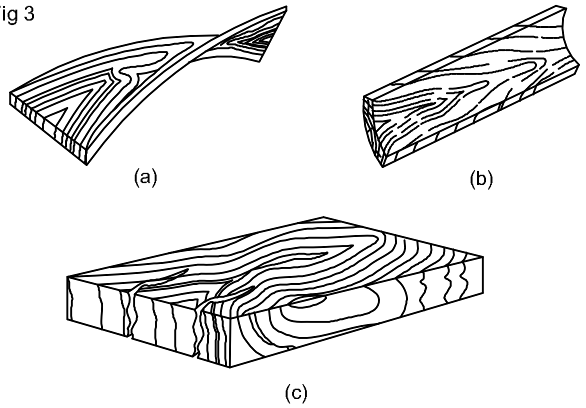


TIMBER WITH KNOT

निम्न दोष असमान सिकुडन, अनुपयुक्त संशोषण और दोषित भंण्डारन के कारण होता है।

- ऐठन (Fig 3a)
- चस्कन (Coupping) (Fig 3b)
- दरार (Fig 3c)

Fig 3



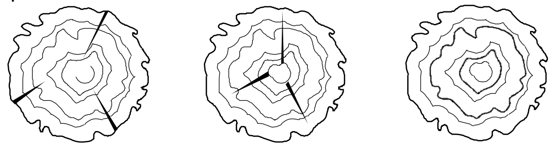
DEFECTS IN TIMBER

चटखन (Shakes)

- त्रिज्य चटखन (Radial shake) (Fig 4a)
- तारा चटखन (Star shake) (Fig 4b)
- कप चटखन (Cup shake) (Fig 4c)

> **उत्तम परिणामों के लिये प्रकाष्ठ चयन के समय दोषित टुकडों को छोड दें**

Fig 4



अंशाकन मापी औज़ार (Marking and measuring tools)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **अशांकन और मापन टूल्स के नाम और उनके प्रकार्यो के नाम बताना**
- **सीधे एड्ज, चिह्नांकन गैज और लकड़ी के फोल्डिंग पैमाने के प्रकार्य बताना ।**

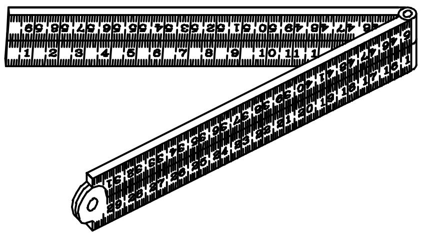
अशांकन और मापन टूल्स का प्रयोग लकडी के काम में विभिन्न स्तरों पर अंशाकन, मापन और जांच के लिये किया जाता है।

सामान्य अशांकन टूल्स (Common marking tools)

- लकडी का सिमटवन पैमाना
- स्टील पैमाना

लकडी का सिमटवन पैमाना (Wooden folding rule) : एक लकडी सिमटवन पैमाना cm. और इंच दोनों में चिन्हांकित होता है। अधिकतम सामान्य रूप से प्रयुक्त दो फीट, चार सिमटवन लकडी पैमाना है जो (Fig 1) में प्रदर्शित किया गया है।

Fig 1



WOODEN FOLDING RULE

ELN121521

इसका प्रयोग 1mm अथवा 1/16" की परिशुद्धता से रैखिक मापन के लिये किया जाता है।

स्टील पैमाना (Steel rule) : यह सेमी०/इंच और उनके उपभागों में चिन्हाकित होता है। मापन परिशुद्धता 0.5mm होती है।

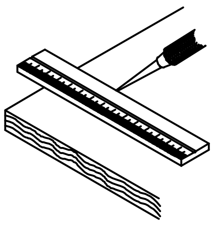
सामान्य अंशाकन टूल्स (Common marking tools)

वे है :

- सीधा किनारा (straight edge)
- अंशाकन गेज (marking gauge)
- गुनिया (try square)

सीधा किनारा (Straight edge) : स्टील से बना यह यथार्थ सीधा और समान्तर किनारों का होता है। सामान्य रूप से यह कृत्य पर सीधी रेखाओं के खीचने में प्रयुक्त होता है। यह तल के चपटे पन और किनारों पर सीधे पन के परीक्षण के लिये भी प्रयुक्त हो सकता है। (Fig 2)

Fig 2

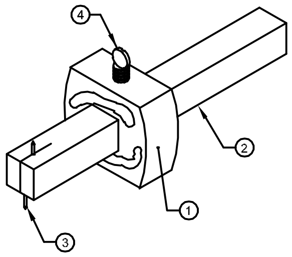


STRAIGHT EDGE

ELN121522

आंशाकन गेज (Marking gauge) : यह एक अंशाकन टूल हेता है जो निम्न से बना होता है। (1) स्टाक (2) स्टैम्प (3) इसपर (4) थम्ब (पाशन) पेंच (Fig 3) के अनुसार होते है।

Fig 3



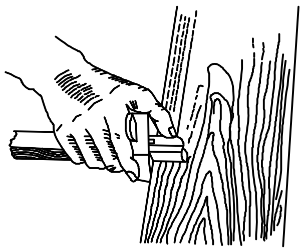
MARKING GAUGE

ELN121523

स्टाक का समंजन स्पर और स्टाक के आमुख के बीच वांछित दूरी रखने के लिये स्टैम्प पर किया जा सकता है। मापन को बनाये रखने के लिये थम्ब पेंचकस दिया जाता है। इस पर एक नुकीला स्टील, लकडी तल रेखायें बनाता है। यह पृष्ठ अथवा किनारों पर रेखाओं पर अंशाकन के लिये होता है।

इसका प्रयोग सतह या किनारों के समान्तर रेखाओं के अंशाकन के लिए होता है । (Fig 4)

Fig 4



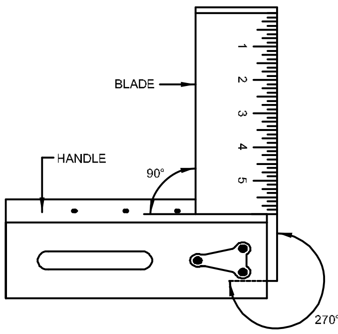
MARKING LINES WITH MARKING GAUGE

ELN121524

गुनिया (Try square) : यह समकोण पर बनी अंशाकन रेखाओं की जांच के लिये होता है। यह समकोण और सतहों के चपटे पन की जांच के लिये भी होता है।

(Fig 5) में गुनिया के भाग प्रदर्शित किये गये है। यह 150mm से 800mm तक की विभिन्न आमापों में उपलब्ध है। (Fig 5)

Fig 5



TRY SQUARE

ELN121525

> **स्मरण रहे : क्षति से बचाने के लिये इन टूल्स को अन्य टूल्स से पृथक रखें।**
>
> **कार्य बेन्च से इन्हें गिरने अथवा टकराने न दें।**

हथौड़ा (The Mallet)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **लकडी के हथौड़े की बनावट के लक्षण बताना**
- **हथौड़े के उपयोग बताना**
- **हथौड़े के विनिर्देश बताना ।**

लकड़ी का हथौड़ा कठोर लकड़ी से बना होता है और लौहे के हथौंडे की जगह पर प्रयोग किया जाता है। लेकिन अंतर केवल हैड (Head) Face में होता है।

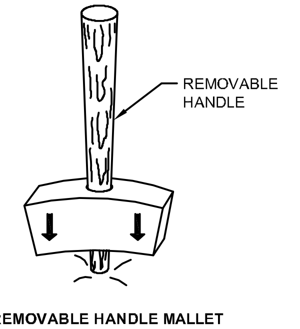
मैटल का प्रयोग लकडी की चीजल को चलाने (ठोकने) तथा वुडेन रन्दा को एडजस्ट करने में होता है। इसका प्रयोग असेम्बलिंग के लिए लकडी के कार्यो तथा कार्य बेन्च में होता है।

इसका हैण्डल स्ट्रेइट ग्रेइन्ड (Straight grained) के साथ बीच (beech) अथवा एश (ash) फाइबर से बना होता है । इसका हेड (Head) कठोर लकड़ी का स्वीस्टेड् रोंएदार होता है। मैटल लकड़ी को स्लीट होने से सेकता है।

एक विशेष प्रकार का मैटल जो 'Ligno stone' होता है का बना होता है। जिसको एक स्पेशल लकड़ी को उच्च दाब व ताप पर उपचारित किया जाता है उससे बना होता है।

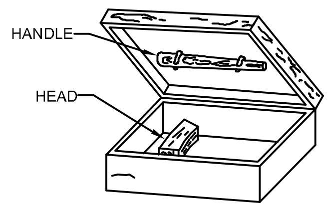
कुछ मैटल के हैन्डल को निकाला जा सकता है। जिसके हेड (Head) को आसानी से निकाला जा सकता है इस प्रकार उसके पार्ट को स्टोर (एकत्र) करना आसान होता है जैसा कि (Fig 1) व (Fig 2) में दिखाया गया है।

Fig 1



REMOVABLE HANDLE MALLET

Fig 2

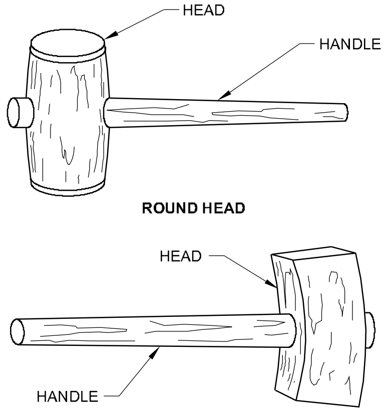


STORING OF MALLET

मैटल का Straight Face (सिरा) bevelled होता है जिससे माटल chisel को ठीक कर सकता है। अधिकांतः मैटल का साइज 110mm log, 80 mm wide ad 60 mm मोटाई का suitable होता है।

इसका हैन्डल ऊपर के सिरे से टेपर्ड होता है। इसका सिरस या तो गोलाई में अथवा वर्गाकार में होता है। (Fig 3)

Fig 3



हथौड़े के सिर को उल्टा रखकर वर्क बेंच पर एक या दो बार थपथपाया जाता है जिससे सिर हैण्डल पर बैठ जाता है ।

बढ़ई का हथौड़ा (Carpenter's hammer)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **बढ़ई के हथौड़े के उपयोग बताना**
- **बढ़ई के हथौड़े के भागों का अभिनिर्धारण और उनके लक्षणों को बताना**
- **बढ़ई के हथौड़े को विनिर्देशित करना ।**

बढ़ई का हथौड़ा एक हस्त टूल है जो विभिन्न आघातों करने के लिए प्रयुक्त होता है । जैसे -

1 पंचिंग (punching)

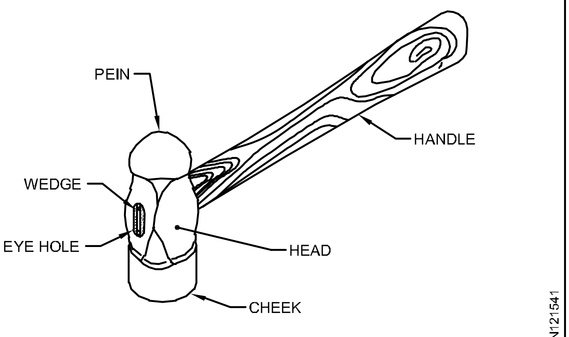
2 मोडना (striking)

3 खीचना (pulling)

- हथौडे के मुख्य भाग हेड तथा हैन्डिल हैं।
- हेड फोर्जित स्टील से बना होता है।
- लकड़ी का हैन्डिल आघातो को शोषित करने योग्य होना चाहिए।

हथौडे के मुख्य भाग (Part of hammer head) (Fig 1)

Fig 1



HAMMER HEAD PARTS

हैन्डिल

पिन

चीक

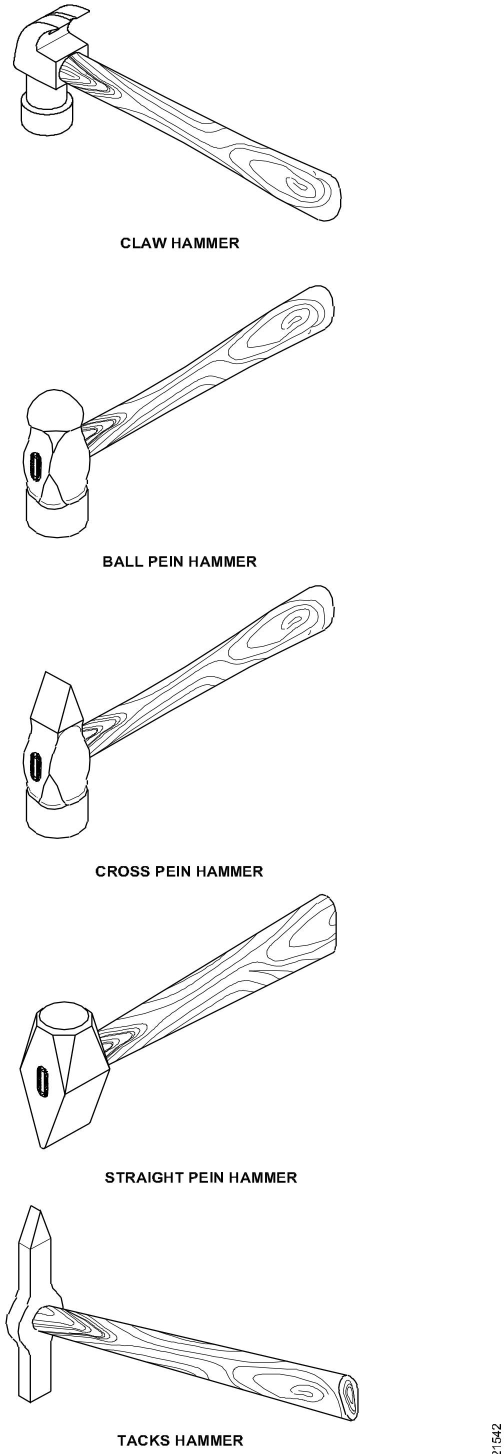
आई होल

चीक (Cheek)

चीक वह भाग है जो मारने के काम आता है और वह थोडा उत्तल होता है जिससे किनारी मुड़ न जाए ।

पिन (Pein) (Fig 2)

Fig 2



TYPES OF HAMMER

यह हेड का दूसरा भाग होता है।

यह आकृति देने के और रिबंटिंग मोडने इत्यादि के लिए होता है। पिन विभिन्न आकृतियों की होती है जो निम्न है : (Fig 2)

1 बाल पिन (हथौड़ा)

2 क्रास पिन (हथौड़ा)

3 सीधी पिन (हथौड़ा)

4 क्लॉ (हथौड़ा)

5 टैक्स (हथौड़ा)

आई होल (Eye hole)

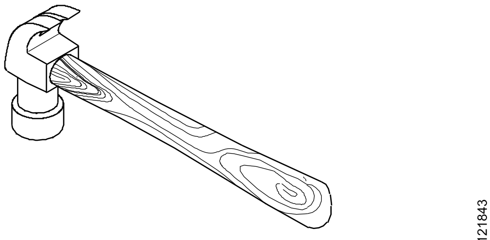
यह हैन्डिल को स्थिर करने के लिए होता है इसे हैन्डिल को दृढ़ता से स्थिर रखने के लिए आकृति दी जाती है आई होल में वेंज, हैन्डिल को स्थिर करती हैं।

विनिर्देशन (Specification)

बढ़ई के हथौड़े को विनिर्देष्टित हेड के भार और पिन की आकृति से किया जाता है। भार 125 ग्राम से 1500 gms तक होता है।

क्ला हैमर (Claw hammer) (Fig 3)

Fig 3



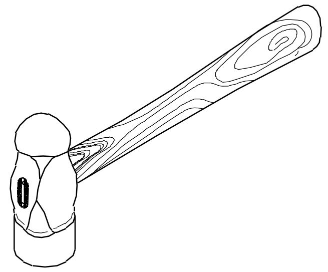
CLAW HAMMER

ये कास्ट स्टील का बना होता है तथा एक सिरे पर स्ट्राईकिंग फेस तथा दूसरे सिरे पर क्ला होता है। इसके फेस का प्रयोग लकड़ी के नेल (nail) को ड्राइव (drive) करने में इसका प्रयोग किया जाता है तथा दूसरा र्शिन्किंग (shirking) उद्देय के लिए किया जाता है और क्ला का प्रयोग नेल का लकड़ी

से बाहर निकालने के लिए किया जाता है इसका भार 0.25kg से 0.75 kg होता है।

बाल पिन हथौडा (Ball pein hammer) (Fig 4)

Fig 4



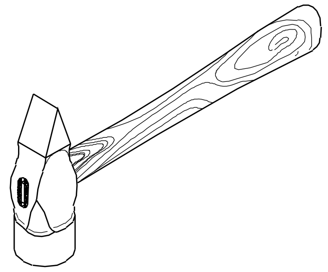
BALL PEIN HAMMER

ELN121844

ये कास्ट स्टील का बना होता है तथा इसका भार 110 gms से 910 gms तक होता है। इस बाल पिन हथौडे को अभियन्ता हथौडा भी कहते हैं। इसके एक किनारे का आकार बॉल की तरह होता है इसका प्रयोग रिविटिंग के लिए भी किया जाता है।

क्रास पिन हथौडा (Cross pein hammer) (Fig 5)

Fig 5



CROSS PEIN HAMMER

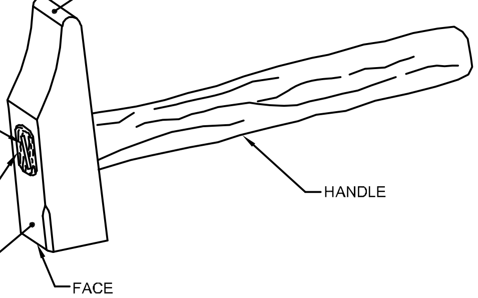
ELN121845

यह हथौड़ा हेड का एक भाग होता है जो हैन्डिल को चारों तरफ होता है। क्रासपिन हथौडे का प्रयोग हल्के काम (Light works) के लिए करते है।

हथौड़े के सिर को उल्टा रखकर वर्क बेंच पर एक या दो बार थपथपाया जाता है जिससे सिर हैण्डल पर बैठ जाता है । कभी-कभी इसे पीन हथौंड़ा भी कहते है इसका भार 100 gms से होता है।

बढ़ई हथौड़ा (Carpenter's hammer) (Fig 6)

Fig 6



CARPENTER'S HAMMER

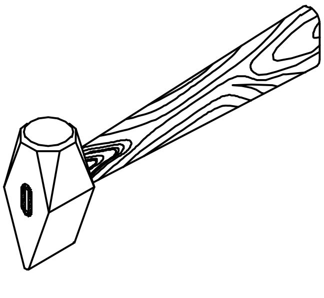
ELN121546

इस हथौंड़े का सिर आयताकार होता है तथा ओवल (oval) अण्डाकार छेद होता है जोकि अन्दर से टैपर्ड होता है। इसका आकार में यह छेद अच्छे पकड के लिए होता है जब हैन्डिल अटका देता है।

कारपेन्टर शॉप में इसको वैरिंगटन हथौंड़ा (warrington hammer) भी कहते है। ये आयरन फ्रेम में मोडने के लिए तथा दूसरे कामों के लिए प्रयोग करते हैं। इसका भार 220 gms से 910 gms तक होता है।

सीधा पिन हथौडा (Straight pein hammer) (Fig 7)

Fig 7



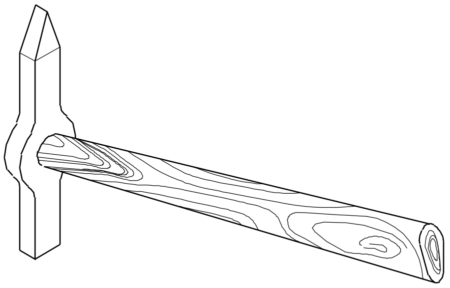
STRAIGHT PEIN HAMMER

ELN121547

इस हथौंड़े का सिरा सीधा होता है इसके नीचे का भाग सिरे से बड़ा तथा इन्ड (end) सिरे पर टैपरिंग (taperig) होता है। इसका प्रयोग रिबिटिंग तथा मेटल फ्रेम को एक्सटेण्ड करने में करते हैं। इसका भार 110gms से 900 gms तक होता है।

टैक हथौडा (Tack hammer) (Fig 8)

Fig 8



TACKS HAMMER

ELN121848

सभी हथौड़े की तुलना में इसका भार कम होता है इसका सिरा सीधा होता है इसकी कमजोर (छरहरा) मैग्नेटिक प्रापर्टी होती है।

सावधानी

सुनिश्चित करें कि हैन्डिल ठीक से फिट हो। सही भार के हथौड़े को जाब के लिए चयन करें।

हैन्डिल तथा सिर को चेक करना कि क्रेक तो नहीं हैं। हथौंड़े के सिर पर तेल तथा ग्रीस ना हो।

लकड़ी - कार्य के लिए आरे (Woodworking saws)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **आरे का प्रकार्य बताना**
- **टेनन आरे का उपयोग बताना**
- **टेनन और हस्त आरे का भेद बताना**
- **आरे के दांतों के नियोजन का वर्णन करना ।**

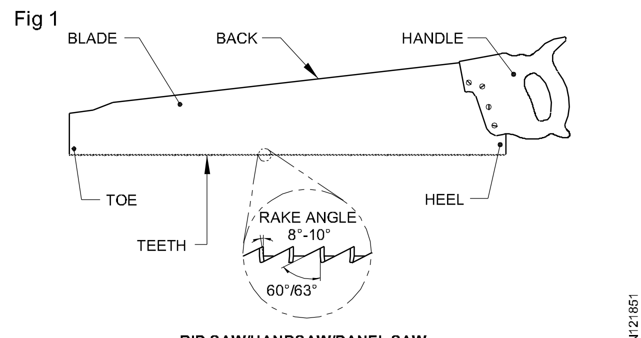
वांछित आकृति और आमापों में प्रकोष्ठ को काटने के लिये आरे का प्रयोग होता है ।

एक विद्युत कर्मी द्वारा आधिकतम प्रयुक्त टूल आरा है :

- हस्त आरा (handsaw)
- टेनन आरा (tenon-saw)

हस्त आरा (Handsaw) : (Fig 1) में हस्तआरा के भाग दिखाये गये है वे हैण्डिल और ब्लेड हैं।

Fig 1



RIP SAW/HANDSAW/PANEL SAW

हैण्डिल (Handle) : यह प्रायः लकडी का बना होता है।

ब्लेड (Blade) : यह मृदुकन्त स्टील से बने होते है जिसके निचले किनारे पर दांत होते है। स्प्रिंग स्टील से सर्वोत्तम प्रकार के आरे निर्मित होते है जिनकी मोटाई दांतों से पीठ की ओर कुछ कम होती है।

ब्लेड लगभग 66mm (26 inch) लम्बे होते है और प्रायः प्रति सेमी 0 2-¼ दांत प्रति cm (6 tpi)। एक हस्त आरे में दांतों की संख्या प्रति सेमी 4 दांत तक परिवर्तित होती है (10tpi) ।

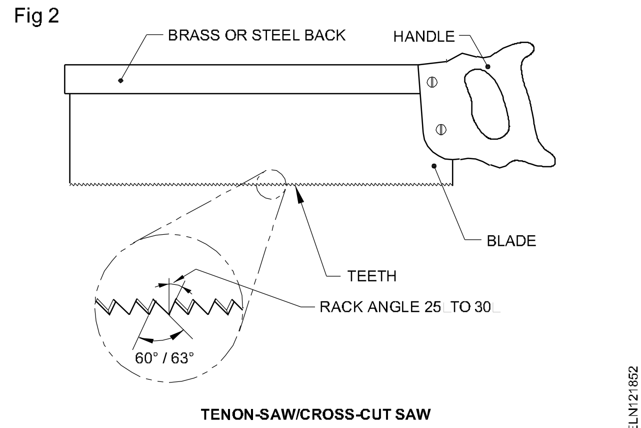
एक आरे के ब्लेड जिसमें प्रति इंच दातों की संख्या कम होती है उसके दांत बडे होते है। इसलिये चूंकि यह शीघ्रता से काटता है यह रूक्ष कार्य कार्यों में प्रयोग किया जाता है।

टेनन आरा (Tenon-saw) : परिष्कृत कार्यों के लिये टेनन आरा प्रयुक्त किया जाता है जो पतले ब्लेड का होता है। यह साधारण बेंच कार्य जैसे संयुक्त निर्माण जिसमें अधिक यथार्थता आवश्यक होती है टेनन आरा के लिये प्रयुक्त होता है।

इस आरे को पश्च आरा भी कहते है (Fig 2)

ब्लेड को पीतल अथवा स्टील पीठ से दृढ़ कर दिया जाता है। ब्लेड लगभग 30cm (12 inch) लम्बा होता है। एक टेनन आरे में प्रति इंच 12 से 14 दांत होते है।

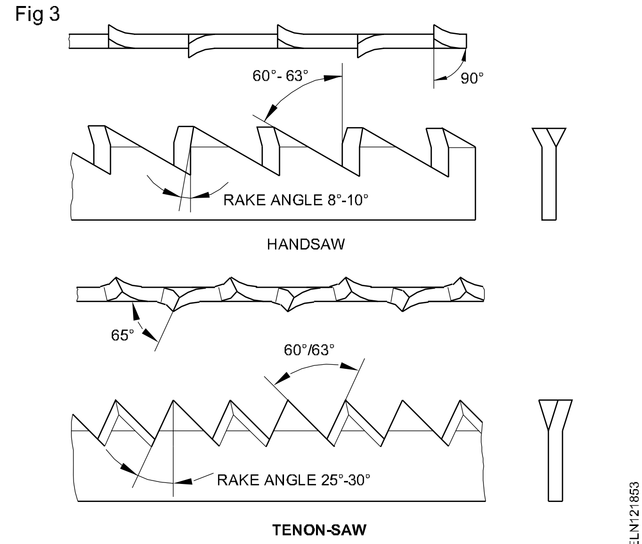
Fig 2



TENON-SAW/CROSS-CUT SAW

दांत ज्यामिति (Tooth geometry) : सभी प्रकार के आरों में पीछे रहने वाले किनारे के एक दांत और दूसरे के अग्र किनारे के बीच का कोण स्थिर होता है जो लगभग 60° -63° होता है दांत के अग्रण किनारे पर कोण आरे की शैली तथा निर्माण प्रयोजन के अनुसार परिवर्तित होते है। (Fig 3)

Fig 3



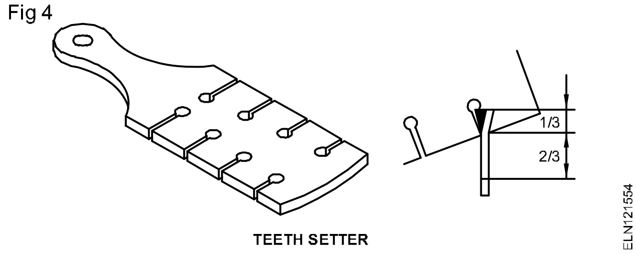
TENON-SAW

हस्त आरे का ढलान कोण 8° से 10° तक होता है। टेनन आरे का ढलान कोण 25° से 30° तक होता है।

दांतों का नियोजन (Setting of teeth) : दांतों का नियोजन (Fig 4) के अनुसार नियोजकों (setter) द्वारा होता है। इससे ब्लेड को कटी हुई झिर्री (cut slit) में स्वतन्त्र रहने में सहायता होती है।

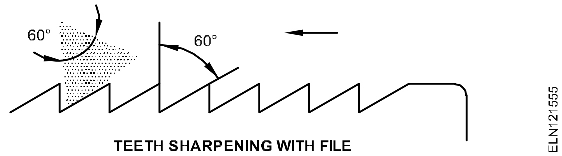
मुथरे दातों को पैना करने के लिये त्रिभुजाकार रेती का प्रयोग किया जाता है जैसा कि (Fig 5) में दिखाया गया है।

Fig 4



TEETH SETTER

Fig 5



TEETH SHARPENING WITH FILE

उपयोग (Uses) : आरे का प्रयोग शूल काटने में खाइयों के किनारों को चीरने में और सामान्य बेंच कार्य जैसे गोल ब्लाक्स, तार स्थापन के लिये T.W. बैटेन्स और T.W. पटल को काटने में प्रयुक्त किया जाता है।

सदैव सही कृत्य के लिये सही आरे का प्रयोग करें।

काटते समय आरे पर अत्यधिक बल प्रयोग न करें। क्योंकि पैने आरे के प्रचालन में बहुत कम बल की आवश्यकता होती है।

धारन यंत्र (Holding devices)

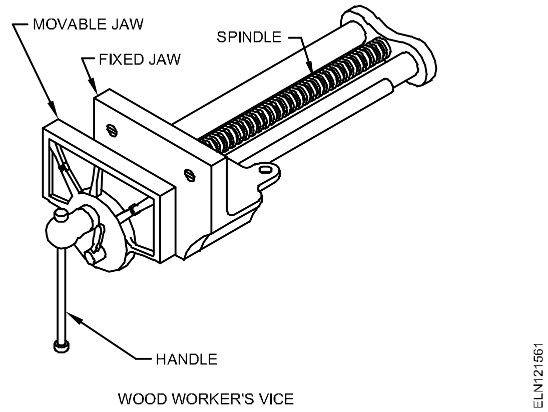
लकडी के काम में अनेक धारन यंत्र विभिन्न प्रचालनों जैसे समतलन, छैनी से गढने, चीरने और रेतने के लिये प्रयुक्त होते हैं।

सामान्य धारन टूल्स हैं :

- लकडी कर्मी शिकंजा/बढई शिकंजा
- 'G' क्लैम्प
- बेंच कांटा (bench hook)

लकड़ी कर्मी का शिकंजा (Woodworker's vice) (Fig 1) : यह धातु का बना होता है और कार्य बेंच में ही लगा रहता है यह विभिन्न आमापों में उपलब्ध है।

Fig 1

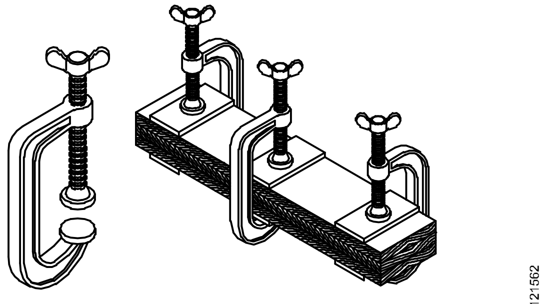


WOOD WORKER'S VICE

यह चल और स्थिर दो जबडों से बना होता है। स्पिन्डल से जुडे हैण्डिल के वार्मावर्त घूर्णन से चल जबडा खुलता है। हैण्डिल को दक्षिणवर्त घुमाकर कृत्य को जबडों के बीच कसा जा सकता है।

G क्लैम्प (G Clamp) (Fig 2) : यह G आकृति का धातु का एक क्लैम्प होता है जो चीरने अथवा छीलने के समय कृत्य को बेंच से कसा बनाये रखता है। इसका प्रयोग कृत्य के छोटे भागों को चिपका बनाये रखने के लिये भी किया जाता है।

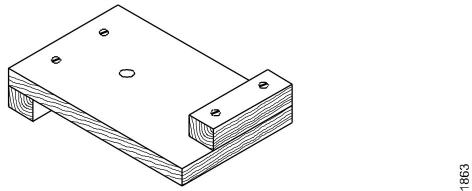
Fig 2



G CLAMP

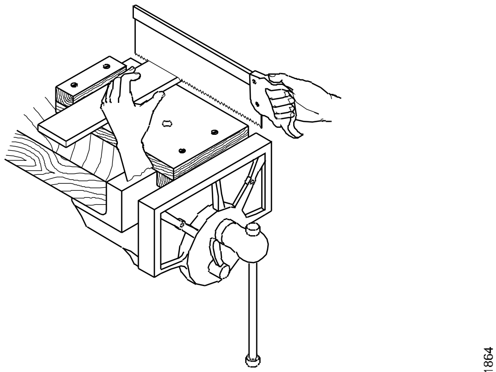
बेंच हुक (Bench hook) : इसे कटिंग पटल के नाम से भी जानते हैं। यह दृढ़ लम्बी लकड़ी का बना होता है । (Fig 3) इसका प्रयोग कृत्य को चीरते औरछीलते समय स्थिर रखने और कार्य बेंच तथा तल को क्षति से बचाने में भी होता है। (Fig 4)

Fig 3



BENCH HOOK OR EARTHING BOARD

Fig 4



THE USE OF BENCH HOOK WHEN SAWING SMALL PIECES

बेंच काटा और टेनन आरे का प्रयोग :

- बेंच कांटे की निचली पटटी कोट बेंच किनारे के विपरीत रखें अथवा शिकंजे में कसे।
- काटें की ऊपर के विपरीत प्रकाष्ठ को रखें जिससे कटिंग चिन्ह किनारे के बाहर रहे।
- पटरी शीर्ष और प्रकाष्ठ को साथ जकडें। अंगूठे को कट के प्रारम्भ से चीरने के लिये मार्गदर्शक की भांति प्रयोग करें।

अपने अंगूठे को आरे दांत से दूर रखें।

बेंच रंदे (Bench planes)

उद्‌देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **रंदे के विभिन्न प्रकार बताना**
- **विभिन्न रंदों के प्रकार्य बताना**
- **जैक रंदा ब्लेड के नियोजन के उद्‌देश्य को बताना ।**

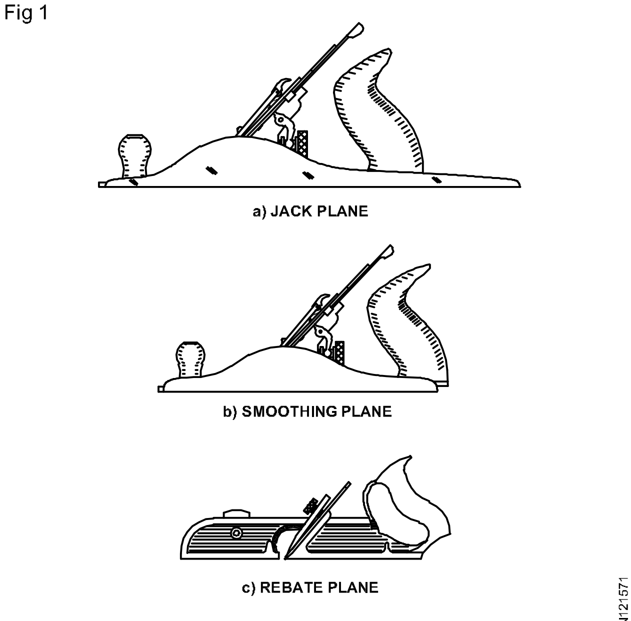
रंदे का उपयोग लकडी की पतली छीलन को निकाल कर चपटे और चिकने समतलों को उत्पन्न करन होता है। इसके लिये विभिन्न प्रकार के रंदे प्रयुक्त होते है।

रंदों के प्रकार (Types of planes) :

अधिक तम समान्य रूप से उपलबध रंदे निम्नलिखित हैं :

- जैक रंदा (Fig 1a)
- चिक्कणन रंदा (Fig 1b)
- पतांग रंदा (Fig 1c)

Fig 1

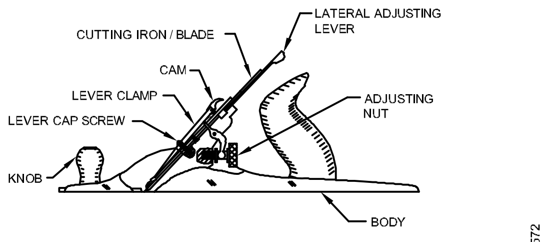


TYPES OF PLANES

जैक रंदा (Jack plane) : इसका प्रयोग प्रकोष्ठ के प्रारम्भिक समकरण के लिये होता है जिससे वांछित माप के समीपतम पहुंच सके। (Fig 2) में इसके मुख्य भाग दिखाये गये है।

यह भाग विभिन्न पदार्थो से बने होते हैं और नीचे सूची बद्ध किये जा रहे हैं :

Fig 2



JACK PLANE

काय	–	लोहा
हैण्डिल	–	लकडी
धुण्डि (knobs)	–	लकडी
कटिंग लोहा/ब्लेड	–	टंगस्टन स्टील
सभी अन्य भाग	–	धातु

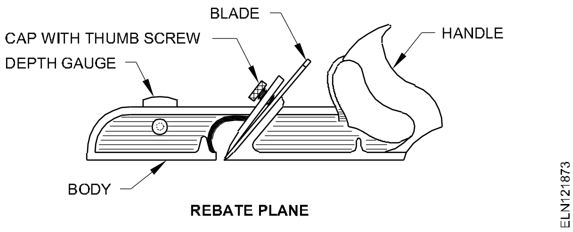
साधारण प्रयोग में आने वाले रंदे का आमाप 350mm लम्बा और 50mm ब्लेड।

चिक्कणन रंदा (Smoothing plane) : युक्त छोटे लकडी टुकडों / भागों के समकरन के लिये प्रयोग में लाया जाता है। यह जैक प्लेन की तुलना में लम्बाई में छोटा होता है। (Fig 1b)

चिक्कणन रंदे के भाग जैक रंदे की भांति ही होते है। (Fig 2)

पताम रंदा (Rebate plane) : यह पताम अर्थात किनारे के अनुदिश अथवा अनुप्रस्थ आयताकार गर्तो के समतलीकरण और समपूर्णन के लिये प्रयुक्त होता है। (Fig 3) में इसके मुख्य भाग प्रदर्शित किये गये है।

Fig 3



REBATE PLANE

जैक रंदे की तुलना में इस रंदे और ब्लेड की चौडाई कम होती है ।

प्रयोग में लाने के पहले सुनिश्चित कर लें कि ब्लेड भली भांति पैने कर लिये गये है। एक दिये गये कृत्य के लिये सदैव उचित प्रकार के रंदे का प्रयोग करें।

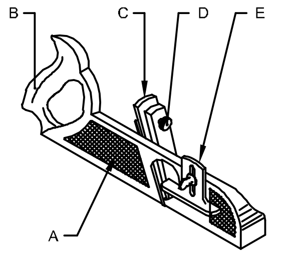
रिबेट प्लेन - भाग और उनके प्रकार्य (Rebate plane – parts and their functions)

एक रूक्ष तलों को समतल और सम्पूर्णन में रिबेट प्लेन को प्रयुक्त किया जाता है।

रिबेट प्लेन के भाग (Parts of a rebate plane)

धातु रिबेट प्लेन (A metal rebate plane) : एक रिबेट धातु प्लेन में निम्न भाग होते है (Fig 1)

Fig 1



REBATE PLANE

A **काय (Body) :** धातु का पूर्ण चपटा आमुख

B **हैण्डिल (Handle) :** यह कार्य का एकीकृत भाग होता है।

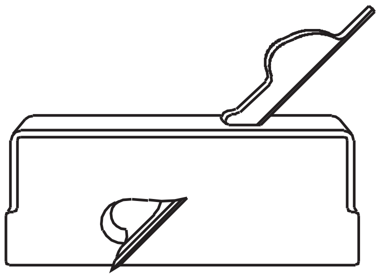
C **ब्लेड (Blade) :** यह उत्तम मृदु कारित स्टील से बना होता है

D **अगूंठा पेंच युक्त टोपी (Cap with thumb screw) :** यह धातु निर्मित होती है और कर्तक को स्थिति में बनाये रखती है।

E **गहराई गेज (Depth gauge) :** यह प्लेन के एक भुजा से जुडा धातु से बना होता है और यह गहराई के अनुसार समजिज्त हो सकता है।

लकडी रिबेट प्लेन (Wooden rebate plane) : यह निम्न भागों से बना होता है (Fig 2)

Fig 2



WOODEN REBATE PLANE

काय (Body) : लकडी की बनी होती है और अन्य भागों को बंधक रखती है

ब्लेड (Blade) : उत्तम मृदु कारित स्टील की होती है ।

वेज (Wedge) : लकडी से बनी ब्लेड को काय में एक नियोजित स्थिति में बांधे रखने के लिये होती है।

सुनिश्चित कर लें कि ब्लेड पैने है और प्रयोग से पहले इनको दृढ़ता से आधार पर नियोजित कर लिया गया है।

बर्मा अनी - प्रकार्य और आमाप (Drill bits-types and sizes)

उद्‌देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विभिन्न प्रकार की बर्मा अनी और उनके उपयोग बताना**
- **बर्मा अनी के भागों को बताना**
- **विभिन्न प्रकार की कीलें, लकड़ी के स्क्रू और उनके अनुप्रयोग स्पष्ट करना ।**

विभिन्न प्रकार के पदार्थों जैसे धातु, लकड़ी प्लास्टिक इत्यादि में गोल छेद अंशाकन के लिये बर्मा का प्रयोग किया जाता है।

बरमा-अनी - प्रकार्य (Types of drill bits) :

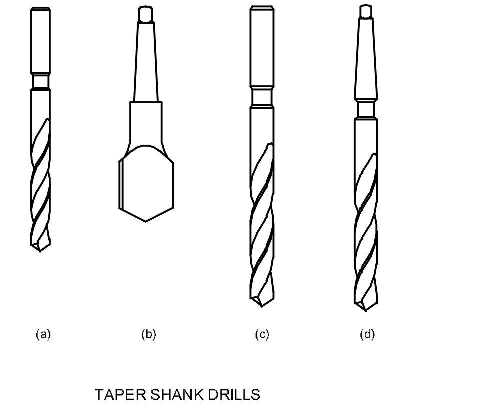
अधिकतम साधारण बरमा-अनी (a) ऐठन बर्मा (b) चपटा बर्मा है ऐठन बर्मा :

- समान्तर शैंक
- शुण्डाकार शैंक बर्मा (Fig 1) हो सकता है

समान्तर अथवा सीधी शैंक बर्मा एक बर्माचक में कसे रहते है। (Fig 2a)

शुण्डा कार शैंक बर्मा बरमा-अनी मशीन में शुण्डाकार साकेट में कसे रहते है (Fig 2b)

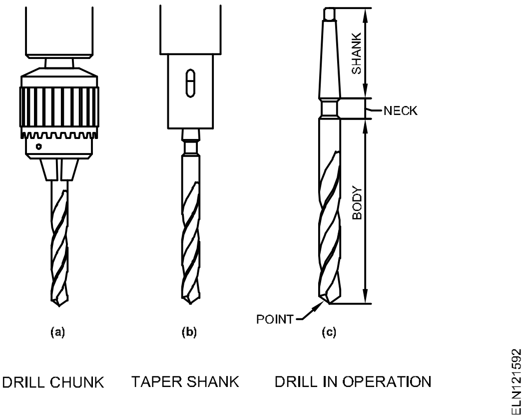
Fig 1



TAPER SHANK DRILLS

ऐठन बर्मा के भाग (Parts of a twist drill) : ऐठन बर्मा में एक काय, बिन्दु, गर्दन और शैंक होता है। काय, बर्मा के प्रचालन में मार्गदर्शन करती है और बिन्दु कटिंग घटक से बना होता है (Fig 2c) ।

Fig 2

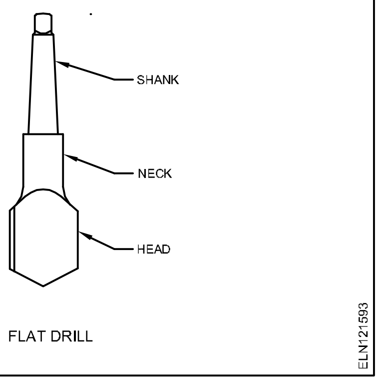


DRILL CHUNK TAPER SHANK DRILL IN OPERATION

चपटे बर्मा के भाग (Parts of a flat drill) : चपटे बर्मा में एक मत्थ, गर्दन और शैंक होता है। शैंक शुण्डाकार होता है (Fig 3)

चपटा बर्मा भारी कृत्यों में उथले छेदों के बर्मायन के लिये होता है।

Fig 3



FLAT DRILL

बर्मा अनी के आमाप (Sizes of the drill bits) : बर्माअनी विभिन्न आमापों में उपलब्ध है बर्मा का आमाप शैंक के समलत भाग पर अंकित होता है।

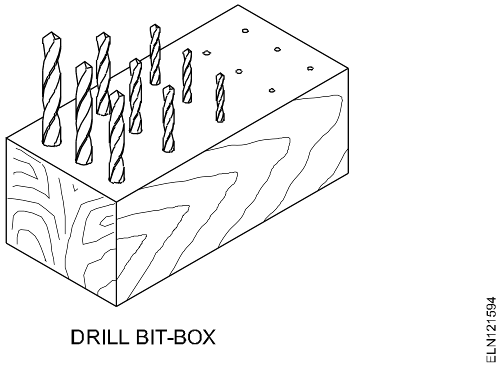
समान्तर शैंक बरमे छोटे 12mm व्यास तक के आमापों में उपलब्ध है।

शुण्डाकार बर्मा 3mm से 50mm व्यास आमापों में उपलब्ध है।

ऐठित बरमा-अनियों को क्षतिग्रस्त होने से बचाने के लिये उनको छोटे बाक्स / धारकों में पृथक रखें। (Fig 4)

ये चिल अनियाँ हस्त बर्मायन मशीन अथवा विद्युत बर्मायन मशीन से बर्मायन छेदों से जुडी रहती है।

Fig 4



DRILL BIT-BOX

कीलों के प्रकार और लकडी के पेंच (Types of nails and wood screws)

कीलें और पेंच दोनों लकडी कार्य में बन्धनों के लिये प्रयुक्त होते है। कम मूल्य प्रकार के कार्यो के लिये कीले और उत्तम प्रकार के कार्यों के लिये अतरिक्त दृढता और टिकाउपन बाध्यता होती है पेंच प्रयुक्त होते है।

कीलों के विनिर्देश (Specification of nails) : कीलों का विनिर्देशन उनकी

- लम्बाई
- प्रकार और
- गेज संख्या से होता है ।

लम्बाई (Length) : कीलों की लम्बाई में उनका मत्था भी सम्मलित रहता है (Fig 1)

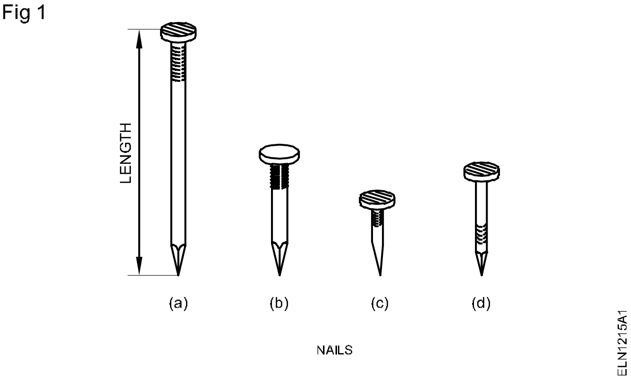
'प्रकार' में उनके मत्थे की आकृति, अनुप्रस्थ, परिच्छेद, प्रयोजन, कील का पदार्थ सम्मलित होता है ।

गेज को मानक तार गेज के अनुसार संख्या से व्यक्त करते है जहां उच्च गेज संख्या कील के कम व्यास को व्यक्त करता है और इसका विलोमन।

कीलों के प्रकार (Types of nails) : विभिन्न प्रयाजनों के लिये विभिन्न प्रकार की कीले है। विद्युत कार्यो में प्रयुक्त कीलें निम्न है :

- तार कील (Fig 1a)
- तार बताशी कील (Fig 1b)
- कट टैक अथवा स्टड (Fig 1c)
- तार टैक (Fig 1d)

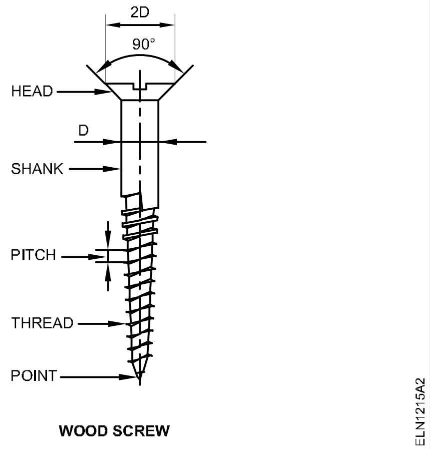
Fig 1



पेंचों के विनिर्देश (Specification of screws) : कीलों की भांति पेचों का भी विनिर्देशन होता है अर्थात उनकी लम्बाई अभिहित संख्या प्रकार और पदार्थ जिससे वे बनायी गई है।

लकडी के पेंच के भाग (Parts of a wood screw) : (Fig 2) में लकडी पेंच के भाग दिखाये गये है।

Fig 2



मत्था : सबसे ऊपर का भाग

शैंक : समतल अथवा चूडी बिना भाग जो पेंच की लम्बाई का एक तिहाई होता है

पिच : संगत चूडियों की बीच की दूरी

बिन्दु : पेंच सिरे का पैना किनारा

चूडी : क्रोण के चारो ओर विशेष मेड

लम्बाई को पेंच के बिन्दु से उस भाग तक जो प्रकाष्ठ में घुस सकता है (Fig 3) मापा जाता है।

पेंच की अभिहित संख्या चूडी रहित शैंक के व्यास को व्यक्त करती है। पेंच संख्या और शैंक का संगत व्यास, IS6739, 6736, 6760 में दिया रहता है। पेंच संख्या, पेंच का अभिहित होता है। यह तार कीलों के SWG से भिन्न होता है। (Fig 4)

पेंचों के प्रकार (Types of screws) :

मत्थे की आकृति के अनुसार पेचों का वर्गीकरण निम्न में होता है।

Fig 3

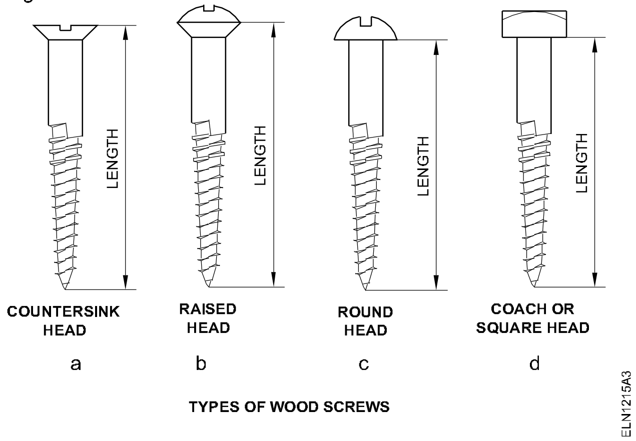
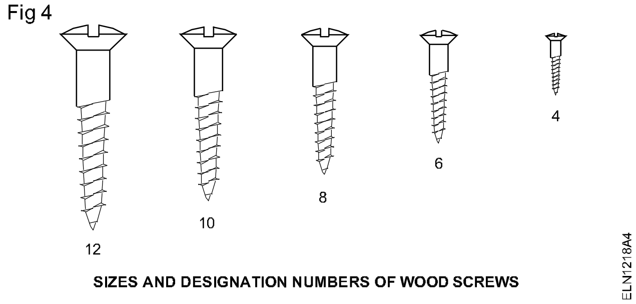


Fig 4



- **खांचे दार प्रति शंकुखनित (चपटा) मत्था लकडी पेंच (Fig 3a)**
  - सामान्य प्रयोजनों में प्रयुक्त (IS6760-1972)
- **खांचे दार शंकु खनित उठा मत्था, लकडी पेंच (Fig 3b)**
  - मोटी चादरों को लकडी से बद्ध करने के लिये (IS6736-1972)
- **खांचे दार गोल मत्था पेंच (Fig 3c)**
  - पतली चादरों को लकडी से बद्ध करने के लिये (IS6739-1972)
- **कोंच अथवा वर्गाकार मत्था पेंच (Fig 3d)**
  - भारी कार्यों के लिये इनको पाना द्वारा कसा जा सकता है।

उपलब्धता (Availability) : लकडी पेंच प्रायः मुलायम स्टील एल्यूमिनियम और पीतल से बनाये जाते है और 8mm से 200mm लम्बाई पेंच संख्या परास 0 से 24 तक होते है।

तत्सम्बन्धी IS में वरीयता प्राप्त लम्बाइयों और लकडी पेंचों के लिये पेंच संख्या और लम्बाई संयोग के चार्ट उपलब्ध है।

विद्युत कर्मियों द्वारा साधारण तयः प्रयुक्त पेंच संख्या 4 से 12 और 12mm से 50mm के लम्बाई के प्रयुक्त होते है।

लकडी पेंच 100 से 200 संख्या के व्यवहार में उपलब्ध है। पैकिट् पर पेंचों का आमाप और संख्या अंकित रहती है/

मृदुस्टील पेंच सामान्य कार्य में अधिकतम प्रयुक्त होते है। पीतल और एल्यूमिनियम पेंचों का प्रयोग धातु के साजोसमान के सुमेलन के लिये होता है। और नम परिस्थितियों में मोर्चा रोकता है।

रैचित बन्धनी (Ratchet brace)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **रैचित बन्धनी के नाम और उसके प्रकार्यों को बताना**
- **शंकु खनन अनी के आमापों को बताना ।**

हस्त प्रचालन द्वारा लकडी में विभिन्न व्यासों के छेद बनाने के लिये विभिन्न प्रकार्य की अनियों को रोके रहने के लिये प्रयुक्त एक टूल रैचिट बन्धनी है।

इसका प्रयेग उन कृत्यों के लिये होता है जिनमें मन्द गति और उच्च आघूर्ण प्रचालन वांछित होता है।

भाग और उनके प्रकार्य (Parts and their functions) (Fig 1) :

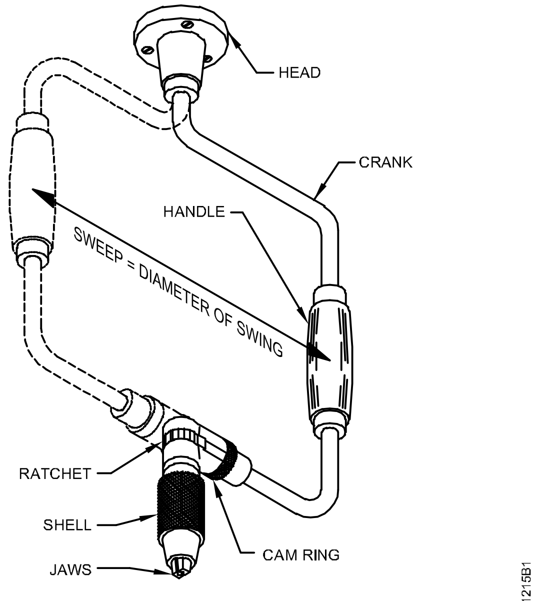
मत्था (Head) : लकडी का बना होता है और बाल बियरिंग युक्त क्रैन्क के ऊपरी सिरे से बधां होता है यह एक हाथ से बन्धनी को सीधी स्थिति को बनाये रखने और प्रचालन समय वाछित बल आरोपण के लिये भी होता है।

क्रैन्क (Crank) : यह (Fig 1) के अनुसार मुडी हुई धातु की छड होती है। रैचिट बन्धक क्रैन्क के विभिन्न प्रसर्प (Sweep) आमापों में उपलब्ध है। अधिकांश प्रयुक्त आमाप 250 mm प्रसर्प के होते है। स्वतन्त्र हाथ द्वारा क्रैन्क को घूर्णित करने के लिये एक लकडी का हैण्डिल प्रदत्त किया जाता है।

चक (Chuck) : यह क्रैन्क के निचले सिरे से जुड़ा रहता है। वर्ग शैंक अनी को बन्धित रखने के लिये इसमें दो जबड़े होते है, और एक जबड़ों को कसने अथवा ढीला करने के लिये होता है।

रैचिट (Ratchet) : यह केवल एक चयनित दिशा में चख को घूमने देता है। कैम रिंग को घुमा कर दिशा का चयन होता है। इससे अनी सीमित स्थान और जहां क्रैन्क का पूर्ण प्रसर्प प्रतिबन्धित रहता है घूर्णित होती है (Fig 1)

Fig 1

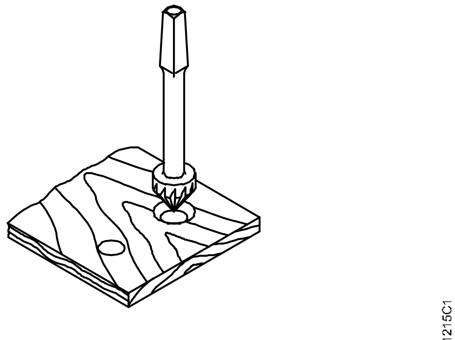


RATCHET BRACE

शंकु खनन अनी-प्रकार - आमाप (Countersink bits–types - sizes)

एक बर्मित पेंच छेद में शंकु खनन इसलिये किया जाता है कि वह लकडी पेंच के शंकु खनित मत्थे का समायोजन कर सके। एक छिद्र के आस पास के तल पर CS पेंच मत्थें के सुमेलन अनुसार पदार्थ को हटा देने की प्रक्रिया को शंकु खनन कहते है। (Fig 1)

Fig 1



COUNTERSUNK BITS

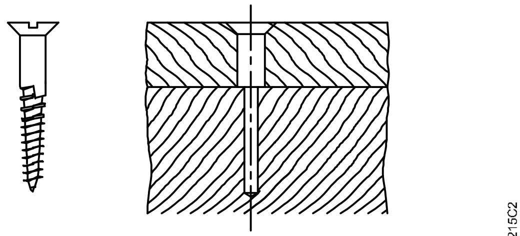
पेंच संख्या के साथ CS पेंच मत्थें के आमाप में परिवर्तन उचित CS अनी का चयन आवश्यक कर देता है।

शंकु खनन अनी के आमाप (Sizes of countersink bits) : नेम (रिम) व्यास द्वारा शंकु खनन अनी का विनिर्देशन अनी का होता है अनी का समान्य आमाप 10mm -25mm तक परिवर्तित होता है।

82° कटिंग कोण CS अनी प्रयुक्त होती है क्योंकि लकडी पेंचों में सदैव 90° ढलान होता है।

चयन करने का तरीका (Method of select) : लकडी पेंच मत्था व्यास से अगले उच्च व्यास आमाप का शंकु खनन चयनित करें। शंकु खनन के समय वांछित गहराई को पेंच के मत्थे से सुनिश्चित करें (Fig 2)

Fig 2



HEAD OF WOOD SCREW FOR COUNTER SUNKING

प्रकार (Types) : दो प्रकार की अनी है :

- रोज शंकु खनन अनी (Fig 3a) जो बहु कटिंग किनारा टूल है।
- नेल शंकु खनन अनी (Fig 3b) जो एकल कटिंग किनारा है।

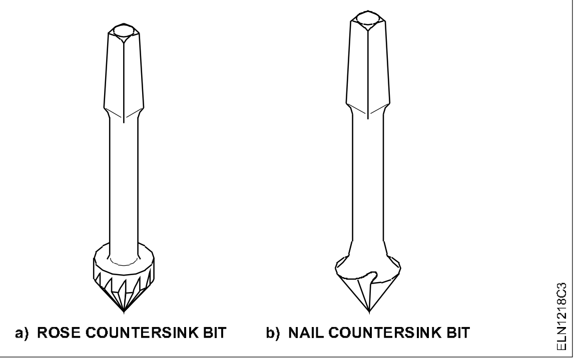


Fig 3

लकडी कार्यो में प्रयुक्त पेंचकस (Screwdrivers used in woodwork)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विभिन्न प्रकार के पेंचकसों के नाम उनके आमाप और उपयोग बताने में ।**

अनुप्रयोगों के अनुसार पेंचकस विभिन्न आमापों और आकृति में उपलब्ध है ।

पेंचकसों के प्रकार (Types of screwdrivers) : लंदन, प्रारूप एक भारी पेंचकस है, चपटे शैंक के साथ इसका आमाप 75 से 350mm तक होता है। इसका प्रयोग सामान्य लकडी के कार्य में होता है। (Fig 1a)

कैबिनेट प्रारूप एक मध्यम पेंचकस है जिसका आमाप 75 से 350mm होता है। इसका प्रयोग कैबिनेट कार्यों के लिये होता है। (Fig 1b)

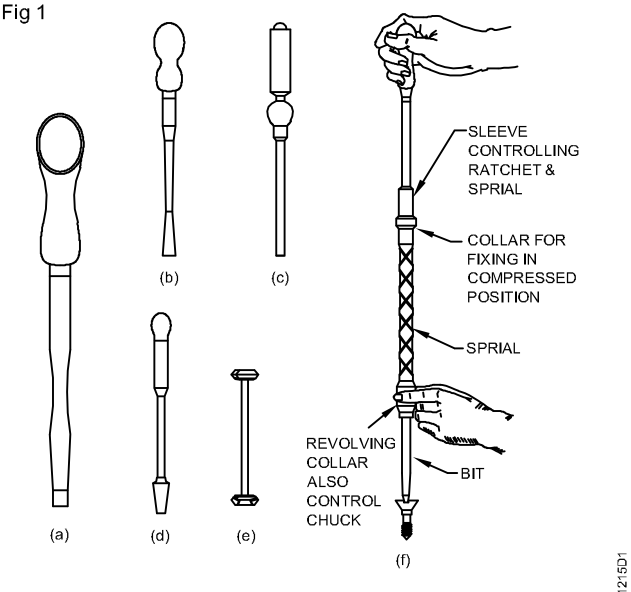
इलेक्ट्रीशियन प्रारूप एक समान्य प्रकार का पेंचकस है जिसका उपयोग विद्युत कर्मियों द्वारा होता है यह 100mm से 300mm आमाप तक उपलबध है। इसका हैण्डिल लकडी का अथवा प्लास्टिक का होता है। शैंक रोधित अथवा अरोधित हो सकता है। (Fig 1c)

रैचित प्रकार के पेंचकस में एक रैचिट हैण्डिल लगा होता है। पेंचकस ब्लेड की वामावर्त अथवा दक्षिणावर्त घुमाने के लिये पेंचकस का ब्लेड विभिन्न स्थितियों में नियोजित हो सकता है यह उदासीन स्थिति (पाशित) में भी नियोजित हो सकता है। यह सामान्य कार्य में प्रयुक्त होता है और 50mm से 200mm परासों में विभिन्न आमापों में उपलब्ध है। (Fig 1d)

क्रैन्कड पेंचकस (A cranked screwdriver) विशेष प्रकार का है जिसका उपयोग वहां होता है जहां सामान्य पेंचकस प्रयुक्त नही किया जा सकता। (Fig 1e)

एक **सर्पिल रैचिट (A spiral ratchet)** घूर्णन क्रिया पर कार्य करता है विभिन्न आमापों और प्रारूपों 300mm, 500mm 600mm लम्बाई के परिवर्तनीय ब्लेडों के साथ यह प्रयुक्त होता है। इस प्रकार के पेंचकस का उपयाग करते समय केवल अधोदिशा में दाब आरोपित करने की आवश्यकता होती है इस प्रकार के पेंचकसों को भी कसने और ढीला करने के लिये वामावर्त और दक्षिणावर्त घुमाने के लिये नियोजित किया जा सकता है। (Fig 1f)

Fig 1



SCREW DRIVERS

फिलिप्स पेंचकस (A Phillips screwdriver) का प्रयोग फिलिप्स मत्थों वाले पेंचों को चलाने में होता है। यह विशेष प्रयोजन पेंचकस है जो 75 से 200mm आमापों में उपलब्ध है। फिलिप्स पेंचकस (Fig 2) उचित आकार का चयनित होने पर पेंच के मत्थे को सर्पण और बर्र नही करता।

Fig 2

A PHILLIPS SCREW DRIVER

आरे के दांतों को पैना और नियोजित करना (Sharpening and setting of saw teeth)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

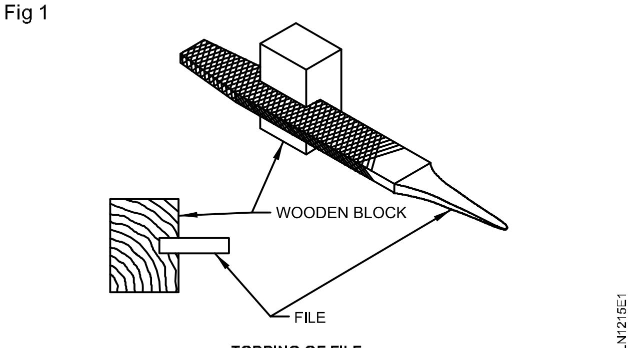
- **आरे के दाँत 'पैना करने और नियोजित' करने के विभिन्न चरणों का वर्णन करना**
- **जैक प्लेन ब्लेड को पुनः पैना करने को विधियाँ स्पष्ट करना ।**

सुगमता और यथार्थता से आरे का प्रयोग करने के लिये यह आवश्यक है कि वह पैने दांतों के साथ उत्तमता से नियोजित हो।

आरे का पैना करने में चार पद होते है जो निम्न है।

टापिंग अथवा जोडना (Topping or jointing) : यह सभी दांतों के बिन्दुओं को समान स्तर तक लाने के लिये किया जाता है। एक चपटी रेती को लकडी के ब्लाक में कस कर दांतों के ऊपर उस समय तक रगडा जाता है जब तक सबसे नीचे का दांत रेती के आमुख को नही छू लेता (Fig 1)

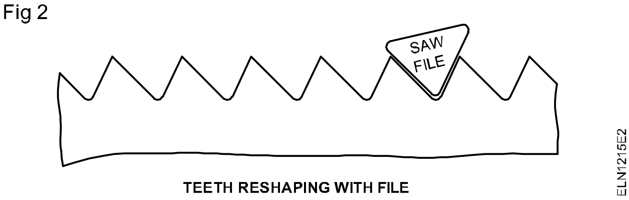
Fig 1



TOPPING OF FILE

पुर्नआकृतन (Reshaping) : यह दांतों की टिप्स को प्रत्यावस्थित करने के लिये आवश्यक है। इसलिये प्रत्येक दांत की नरेटी (Gullet) को एक उचित आमाप की तिकोनी रेती लेकर रेता जाता है। दांतों की नरेटी की समरूप गहराई पिच और कोणों को अनुरक्षित रखने के लिये सावधानी रखी जाती है। (Fig 2)

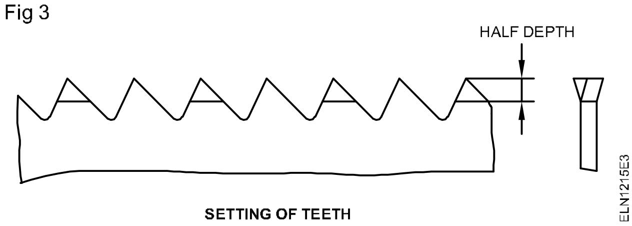
Fig 2



TEETH RESHAPING WITH FILE

नियोजन (Setting) : एकान्तर दातों को विपरीत दिशा में मोडने की प्रक्रिया को नियोजन कहते है। इसको एक आरा नियोजन प्लायर द्वारा किया जाता है। (Fig 3)

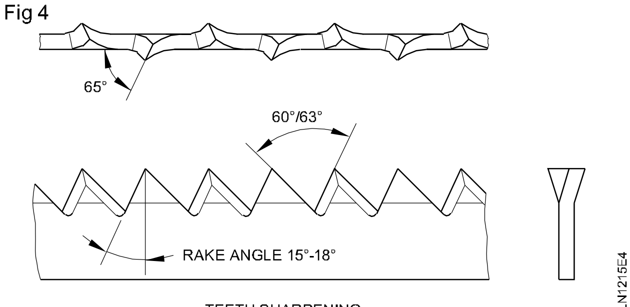
Fig 3



SETTING OF TEETH

पैना करना (Sharpening) : उचित माप की तिकोनी रेती द्वारा आरे के प्रत्येक दांत की नरेटी को रेत कर पैने किनारे बनाने के लिये यह अंतिम चरण है। (Fig 4)

Fig 4



TEETH SHARPENING

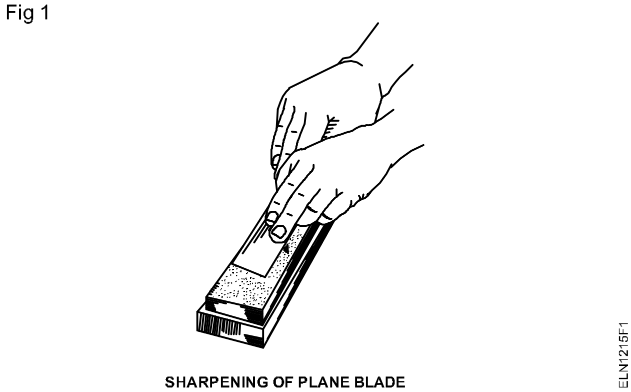
> **टापिंग उस स्थिति में आवश्यक होता है जब दांत अपनी ऊचाई मे विषम हो जाते है और उसे पुनः पैना करना होता है।**

समकारी ब्लेड का पुनः पैना करना (Re-sharpening of a plane blade)

एक प्लेन ब्लेड को पैना करना आवश्यक होता है जिससे वह उत्तम तल सम्पूर्णन अल्पतम प्रयास से उच्च कोटि का समकरण करने के लिये पैना कटिंग किनारा उत्पन्न कर सके।

पैना और होन घषर्ण करना (Sharpening and honing) : पंख को नीचा रखते हुये और 25° से 30° का सही कोण बनाये रख कर ब्लेड को रगड कर एक चिकने पत्थर से पैना करना की प्रक्रिया की जाती है। (Fig 1)

Fig 1

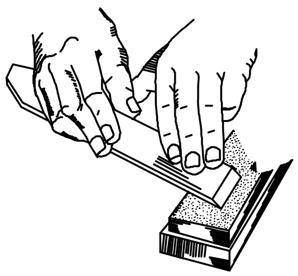


SHARPENING OF PLANE BLADE

यह रगडाई उस समय तक चलती है जब तक एक बर्र अथवा तार किनारा उत्पन्न नही होता । चिकने पत्थर पर पंख को ऊपर रखते हुये प्लेन ब्लेड के चपटे तल की पीठ को रगड कर बर्र हटा दी जाती है। (Fig 2)

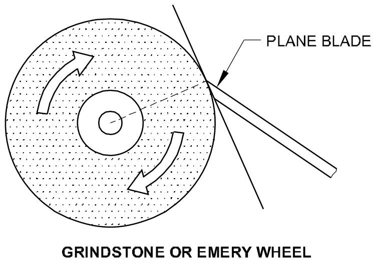
पैना करते समय घर्षण से उत्पन्न ऊष्मा को कम करने और तेल पत्थर का अवरोधन दूर करने के लिये धातु कण को बहा देने के लिये तेल का उपयोग किया जाता है।

Fig 2



BURR REMOVAL

Fig 3



GRINDSTONE OR EMERY WHEEL

निरन्तर उपयोग और अनेक बार पैना करने से ब्लेड के पंख छोटे अथवा गोलाकृत हो सकते है। पंख की सही प्रत्यावस्थान करने के लिये घिसाई एक एमरी पहिया अथवा शान पर की जाती है। (Fig 3)

छेनी - भाग - प्रकार और प्रयोग (Chisel - parts - types - uses)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

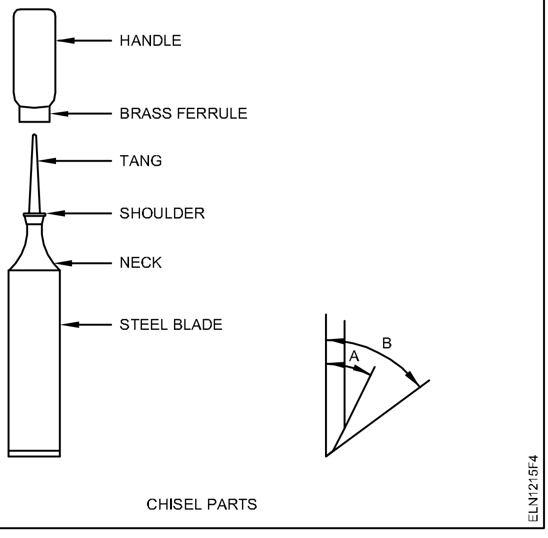
- **चार विभिन्न प्रकार की दृढ़ छेनियों के भाग बताना**
- **प्रत्येक छेनी के विशेष उपयोग का वर्णन करना ।**

लकडी जोडों के आकृतन और सम्पूर्णन के लिये छैनी का प्रयोग होता है। इनका प्रयोग लकडी कार्य में विभिन्न रूप रेखा में आकृतन के लिये भी होता है छेनी का आमाप ब्लेड की चौडाई से किया जाता है।

छेनी के भाग (Parts of a chisel)

एक छेनी के निम्न भाग होते है (Fig 1)

Fig 1



CHISEL PARTS

हैण्डिल	:	लकडी से निर्मित ।
फेरूल	:	हैण्डिल से जुडा हुआ ।
टैंग	:	ब्लेड का शुण्डा कार किनारा ।
शोल्डर	:	टैंग का निचला किनारा ।
नेक	:	शोल्डर के नीचे का आकृतित भाग ।
ब्लेड	:	नेक के नीचे का भाग कटिंग किनारे तक ।

छैनियों के प्रकार (Types of chisels)

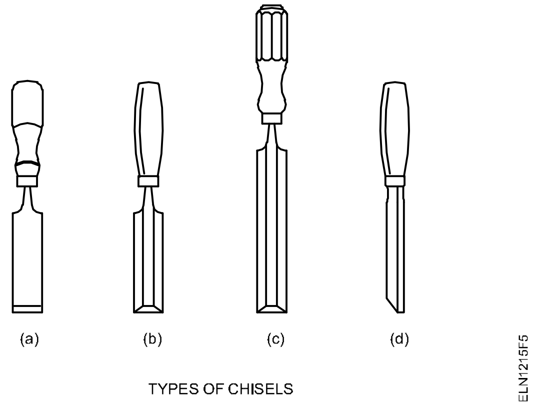
फर्मर छैनी (Firmer chisel) (Fig 2a) : इसमें एक आयताकार खण्ड स्टील ब्लेड होता है जिसका आमाप (ब्लेड की चौडाई) 3 मिमी से 50 मिमी० होता है यह साधारण छीलने के काम में प्रयुक्त होती है।

बेवेल किनारा फर्मर छैनी (Bevel-edge firmer chisel) (Fig 2b) : इसके किनारे लम्बाई के अनुदिश तिरछे होते है यह हल्के और पैने किनारों को जहां एक सामान्य फर्मर छैनी के किनारे नही पहुंच सकते स्वच्छ करने में प्रयुक्त होती है।

कतरन छैनी (Paring chisel) (Fig 2c) : यह झुके किनारों वाली अतिरिक्त लम्बे पतले ब्लेड की होती है। यह जोडों को कतरने और सम्पूर्णन में प्रयुक्त होती है।

मोर्टाइज छैनी (Mortise chisel) (Fig 2d): इसका वर्ग खण्ड ब्लेड अधिक दृढ होता है। इसका प्रयोग चूल बनाने अर्थात लकडी में वर्गाकार छेद करने के लिये होता है।

Fig 2



TYPES OF CHISELS

अर्धलैप जोड़ - प्रकार - उपयोग (Half- lap joints - types - uses)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

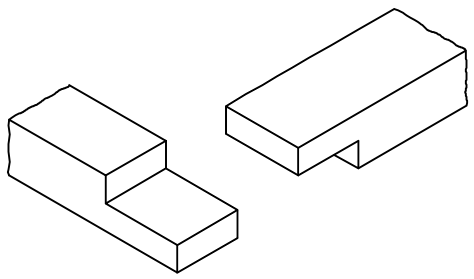
- **लैप जोडों की आवश्यकता बताना**
- **लैप जोडों के प्रकार बताना ।**

अर्धलैप जोडों को प्रयोग फ्रेम की रचना में होता है जहां क्रत्य के भागों का मिलन किनारों के समीप अथवा कुछ दूरी पर होता है। सपाट रखने के लिये प्रत्येक भाग में लैप्स मोटाई से आधे रखे जाते है इन जोडों को बन्धक पेंचों से दृढ कर दिया जाता है।

अर्धलैप जोडों के प्रकार (Types of half-lap joints) :

अन्त लैप जोड (End-lap joint) (Fig 1) : यह जोड वहां प्रयुक्त होता है जहां कृत्य के दो भाग किनारों पर एक दूसरे को काटते है। जैसे कोनों पर।

Fig 1

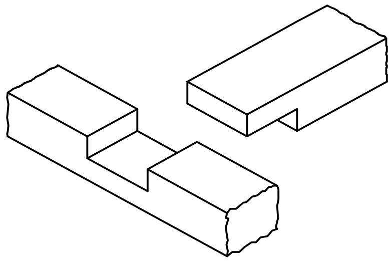


HALF LAP JOINT

ELN1215G1

मध्य लैप जोड (Middle-lap joint) (Fig 2) : जहां कृत्य का एक भाग किनारे से कुछ दूरी पर दूसरे भाग से मिलता है इस जोड का उपयोग होता है।

Fig 2

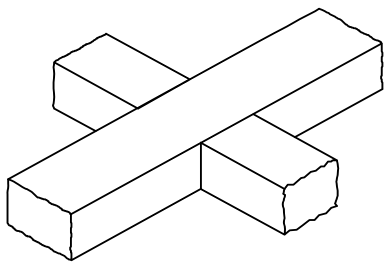


MIDDLE-LAP JOINT

ELN1215G2

क्रास लैप जोड (Cross-lap joint) (Fig 3) : जहां किनारे से कुछ दूरी पर एक फ्रेम के दो भाग एक दूसरे को काटते है इस जोड का उपयोग होता है।

Fig 3



CROSS-LAP JOINT

ELN1215G3

वक्र - कटिंग आरे - प्रकार - उपयोग (Curve-cutting saws - types - uses)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **वक्र कटिंग आरों की आवश्यकता बताना**
- **वक्र कटिंग आरों के प्रकार और उनके अनुप्रयोग बताना ।**

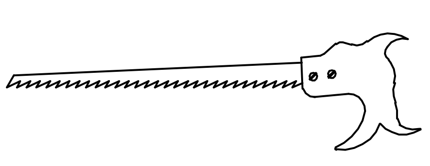
वक्र कटिंग आरों में संकरे ब्लेड होते है जिससे वक्र को काटते समय वक्र के अनुदिश यह सुगमता से घूम जाने योग्य होते है। दृढ़ और चौडे ब्लेड में हैण्डिल्स होते है जबकि अति परिष्कृत ब्लेड फ्रेम में लगे होते है जिससे उन्हें तनाव में रखा जा सके। अति सक्रीर्ण परिष्कृत ब्लेड को मुथरा होते ही हटा दिया जाता है अथवा प्रतिस्थापित कर दिया जाता है। अन्य ब्लेड्स को पुनः पैना किया जाता है।

वक्र कटिंग आरों के अनेंक प्रकार हैं कुछ अधिक चौडे ब्लेड वाले और बडे वक्रों को परिष्कृत ब्लेड पैने वक्रों को काटने में प्रयुक्त होते हैं।

वक्र कटिंग आरों के प्रकार (Types of curve-cutting saws)

कम्पास आरा (Compass saw) (Fig 1): बड़े वक्र को काटने में प्रयुक्त ।

Fig 1

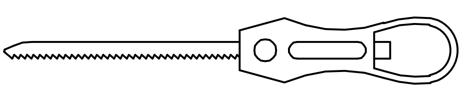


COMPASS SAW

ELN1215H1

- **चाबी छिद्र अथवा पैड आरा (Keyhole saw or pad saw)** (Fig 2) : यह आन्तरिक कटिंग के लिये प्रयुक्त होते है।

Fig 2

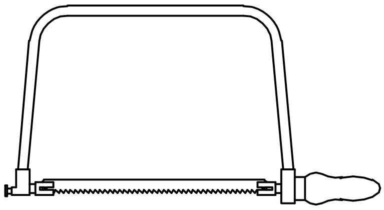


KEYHOLE SAW

ELN1215H2

• **कोपिंग आरा (Coping saw) :** यह पैने कोनों को काटने में प्रयुक्त होता हैं (Fig 3)

Fig 3



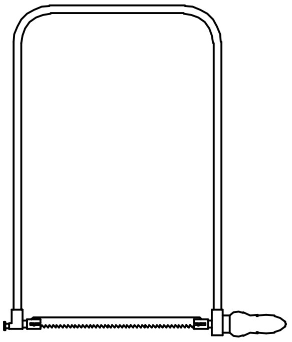
COPING SAW

ELN1215H3

– **फ्रेट आरा (Fretsaw) :** इसका ब्लेड अति परिष्कृत होता है (Fig 4) और इसे पैनी कटिंग और परिष्कृत वक्रों को काटने में किया जाता है।

बडे दांतों वाले आरे शीघ्रता से काटते हैं लेकिन तल रूक्ष होता है और छोटे दांत वाले आरे मन्द गति से काटते हैं लेकिन तल का परिष्कृत सम्पूर्णन होता है।

Fig 4



FRET SAW

ELN1215H4

लकड़ी पर कार्य करने वाली रेतियों के भाग और उनके उपयोग (Wood working files - parts - uses)

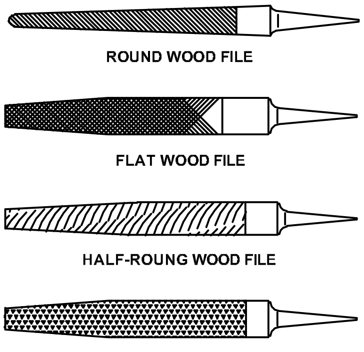
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **लकडी पर कार्य करने वाली रेतियों का उपयोग बताना**
- **लकडी पर कार्य करने वाली रेतियों और उनके अनुप्रयोग बताना ।**

लकडी अथवा पटल के चिकने सम्पूर्णन और विभिन्न रूप रेखा की आकृतन करने के लिये लकडी पर कार्य करने वाली रेतियों का प्रयोग होता है।

लकडी पर कार्य करने वाली रेतियों के प्रकार और उपयोग (Types and uses of wood working files) : अनेक प्रकार की लकडी काटने वाली उपलब्ध रेतियों के नाम और आकृति उनके अनुप्रस्थ परिच्छेद के अनुसार होती है। (Fig 1)

Fig 1



TYPES OF WOOD WORKING FILES

ELN1215I1

गोल रेतियां (Round files) : अवतल कोनों के सम्पूर्णन और धर्न के लिये प्रयुक्त होती हैं।

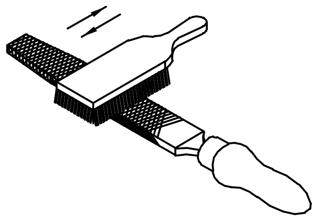
चपटी रेतियां (Flat files) : किनारे के काणों और कोनों के किनारों के सम्पूर्णन में प्रयुक्त होती हैं।

अर्धगोला रेतियां (Half-round files) : अवतल और उत्तल दोनों किनारों के सम्पूर्णन के लिये प्रयुक्त होती हैं।

लकडी उदकान्त रेतियां (Wood rasp files) : लकडी के निरर्थक भाग को शीघ्रता से हटाने और प्रारम्भिक रूक्ष कार्य के लिये प्रयुक्त होती हैं।

इन सभी को बहुधा स्वच्छ करते रहने चाहिये । (Fig 2)

Fig 2



CLEANING OF FILE

ELN1215I2

चादर धातु - चिह्नांकन और काटने के औज़ार - रिवट जोड़ (Sheet metal - marking and cutting tools - rivet joints)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **चादर धातु कृत्य में प्रयुक्त धातु चादरों के छः प्रकारों को बताना**
- **पट्टी और चादर में एक दूसरे से विभेदन कैसे किया जाता है यह बताना**
- **विभिन्न प्रकार की स्निप्ल और उनके उपयोग के बारे में बताना**
- **ठोस कोल्ड पंचों के उपयोग बताना**
- **सेल्फ टेपिंग स्क्रू के उपयोग बताना ।**

चादर धातु व्यवसाय में प्रयुक्त चादर धातु बड़ी मात्रा में स्टील होता है। जो विभिन्न मोटाई की वेल्लित जस्ता, टिन अथवा अन्य धातुओं से मण्डित चादरों के रूप में होता है। स्टील के अतिरिक्त कर्मियों द्वारा जस्ता ताबां एल्यूमिनियम स्टेनलेस स्टील इत्यादि से निर्मित चादरें भी प्रयुक्त की जाती है।

पद चादर धातु' विभिन्न मोटाईयों की प्रायः 5mm से कम वेल्लित धातु और एलाय चादरों के लिये प्रयुक्त होता है। 5mm से अधिक मोटई की चादरे पटिटयां कहलाती है।

पहले चादरों का विनिर्देशन मात्रक तार गेज संख्या से किया जाता था। प्रत्येक गेज का अभिहितन एक निश्चित मोटाई से किया जाता है (टेबल 1)। जितनी अधिक गेज संख्या होती है उतनी ही कम मोटाई होती है। अब चादर मोटाई का विनिर्देशन मिली में जैसे 0.40, 0.50, 0.63, 0.80, 0.90, 1.00, 1.12,1.25 इत्यादि में किया जाता है।

टेबल **1**

चादर की मोटाई mm में		
गेज संख्या	**Inch**	**mm**
18	0.048	1.22
19	0.040	1.02
20	0.036	0.91
21	0.032	0.81
22	0.028	0.71
23	0.024	0.61
24	0.022	0.56
25	0.020	0.51
27	0.0164	0.42
28	0.0148	0.38

चादरों के प्रकार (Types of sheets)

स्टील चादर (Sheet steel) : यह अमण्डित (un coated) चादर होती है, जो नीली, काली प्रतीत होती है। इस धातु का उपयोग उन वस्तुओं तक सीमित रहता है जिन्हें पेंन्ट करना अथवा इनेमलित करना होता है।

गेल्वनाइज़्ड लोहा चादर (Galvanised iron sheet) : जस्ता मण्डित लौह चादर को गेल्वनाइज़्ड लौह चादर लोक प्रिय भाषा में GI चादर कहते है। जस्ता मण्डन मोर्चे को रोकता है वस्तुयें जैसे पलड़े बाल्टियां, भट्टियां, अलमारियां इत्यादि GI चादरों से बनी होती है।

तांबा चादरे (Copper sheets) : तांबा चादरें शीतल वेल्लित अथवा तप्त वेल्लित चादरों के रूप में उपलब्ध है। शीतल वेल्लित चादरों पर चादर धातु दुकानों पर सरलता से कार्य होता है नालियों छत फ्लैशिंग और हुड्स सामान्य उदाहरण है जहां तांबा शीट प्रयुक्त होता है।

एल्यूमिनियम चादरें (Aluminium sheets) : यह उच्च संक्षरण अवरोधी श्वेत रंग और भार में हल्की होती है। इनका उपयोग अनेक वस्तुये जैसे घर के बर्तन प्रकाश स्थायक, खिड़कियों इत्यादि के व्यापक निर्माण में किया जाता है।

टिन पटिटयाँ (Tin plates) : टिन पटिटयां टिन मण्डित लौह चादरें होती है। जिससे इनकी मोर्चे से रक्षा हो सके। टिन पटिटयों का आमाप और मोटाई गेज संख्या से न करके विशेष चिन्हों से व्यक्त की जाती है ।

टिन पटिटयों का उपयोग भोजन ग्राही, दुग्धशाला उपस्करों, भट्टी साजोसामान इत्यादि में किया जाता है।

पीतल चादरें (Brass sheet) : पीतल, ताबें और जस्ते का विभिन्न अनुपातों से बना एक एलाय है। यह क्षय नही होता है और व्यापक रूप शिल्प में प्रयुक्त किया जाता है।

स्निप्स (Snips)

स्निप एक काटने वाला टूल है जिसका प्रयोग धातु चादरों को काटने में किया जाता है।

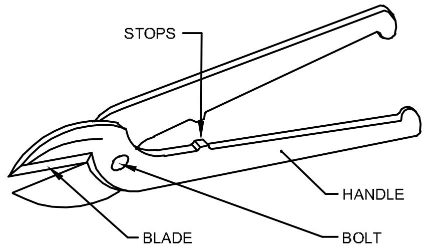
स्निप दो प्रकार के होते है।

- सीधे स्निप (Straight snips)
- झुके स्निप (Bent snips)

सीधे स्निप के भाग (Parts of a straight snip) (Fig 1)

- हैण्डिल (1)
- ब्लेड (2)
- रोधक (3)

Fig 1

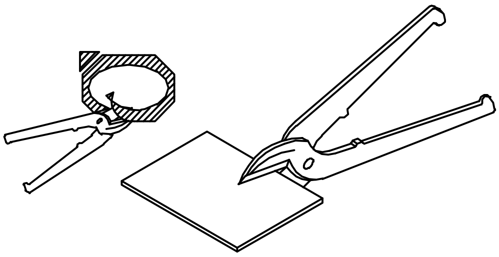


SNIP

ELN121711

सीधे स्निप (Straight snips) : सीधा काटने के लिये सीधे स्निप के सीधे ब्लेड होते हैं इनका प्रयोग वाह्य वक्र कट के लिये भी हो सकता है। (Fig 2)

Fig 2

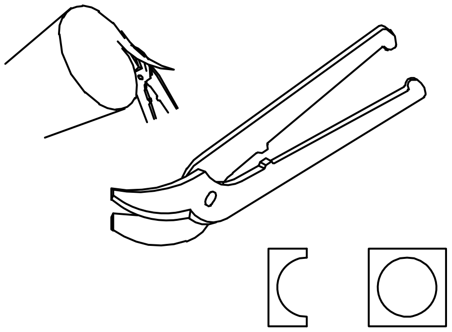


STRAIGHT SNIP

ELN121712

झुके स्निप (Bent snip) : आन्तरिक वक्रों को काटने के लिये झुके स्निप के ब्लेड वक्र होते है। एक बेलन के समीकृतन में नीचे के ब्लेड को कट के बाहर रखें। (Fig 3)

Fig 3



BENT SNIP

ELN121713

ठोस शीतल पंचस् (Solid cold punches)

धातु चादर में छिद्र करने के लिये शीतल पंच का उपयोग किया जा सकता है।

धातु चादर पर प्रयुक्त होने वाले शीतल पंच दो प्रकार के होते हैं:

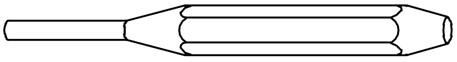
- ठोस शीतल पंच (Solid cold punch)
- खोखला शीतल पंच (Hollow cold punch)

इस अध्याय में आप ठोस शीतल पंच के विषय में जानकारी प्राप्त करेंगें।

ठोस शीतल पंच (Solid cold punch) : यह धातु की चादरों (पतली गेज) में छोटे छिद्र बनाने में प्रयुक्त किये जाते है।

सामान्यतः इस पंच द्वारा छोटे छेद बनाये जा सकते है। (Fig 1)

Fig 1

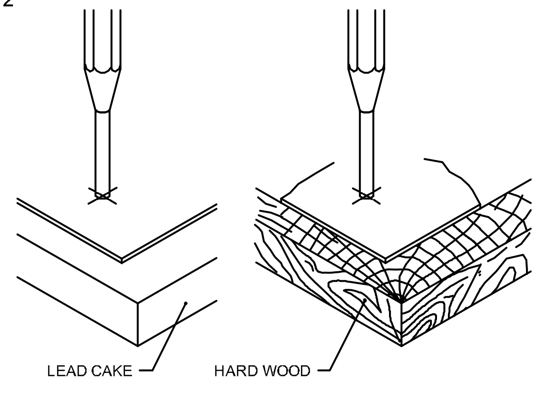


COLD PUNCH

ELN121731

एक ठोस शीतल पंच को प्रयुक्त करते समय अपनायी गई सावधानियाँ (Precautions to be observed while using a solid cold punch) : चादर को पंच करते समय शीश केक अथवा एक दृढ़ लकड़ी ब्लाक पर रखनी चाहिये। (Fig 2)

Fig 2



METHOD OF PUNCHING SMALL HOLES

ELN121732

आघात करने से पहले पंच के हेड को न देख कर कटिंग बिन्दु को देखें। सही स्थल पर पंच को एक उर्ध्वाधर स्थिति में पकड़े ।

सेल्फ-टेपिंग पेंच (Self – tapping screws)

सेल्फ-टेपिंग पेंच का उपयोग उस समुच्चय में किया जाता है जहां पतली खण्ड धातु चादरें प्रयुक्त होती है। इन पेंचों से बने जोड कम्पन्न विरोधक होते है और अनेक बार समुच्चयित और असमुच्चयित किये जा सकते है। तीन प्रकार के स्वटैपिंग पेंच निम्न हैं:

- चूडी फार्मिंग (thread forming) (Fig 1a)
- चूडी कटिंग (thread cutting) (Fig 1b)
- स्वभेदक (self-piercing) (Fig 1c)

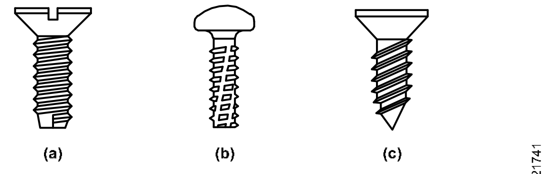
चूंकि यह पेंच मुलायम स्टील और मुलायम स्टील धातु में चूडियां काटते हैं इनको सेल्फ-टेपिंग पेंच कहा जाता है।

चूडी फार्मिंग प्रकार (The thread forming type) (Fig 1a) : इस प्रकार के धातु पेंच पदार्थ को हटा कर सुमेली चूडियां बनाते है। यह मुलायम और पतले पदार्थो के लिये उपयोगी है।

चूडी कटिंग प्रकार (The thread cutting type) (Fig 1b) : इस प्रकार के पेंच भी कटिंग टैप की भांति ही सुमेलित चूडियां बनाते है। इन पेंचों में काटने के लिये चूडी के आकर की निकली हुई मेडें होती है यह पतली दीवार खण्ड युक्त दृढ़ अथवा भंगुर पदार्थो पर स्वटैपिंग के लिये उपयोगी है।

स्वभेदन और टैपिंग (Self-piercing and tapping) (Fig 1c) : इन पेंचों में एक विशेष भेदन बिन्दु और एक द्वि प्रवर्तन चूडी होती है इन पेंचों का उपयोग एक विशेष बन्दूक के साथ किया जाता है। चादर भेद कर पेंच लग जाता है।

Fig 1



TYPES OFSELF TAPPING SCREWS

सिमटवन टूल्स (Folding tools)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

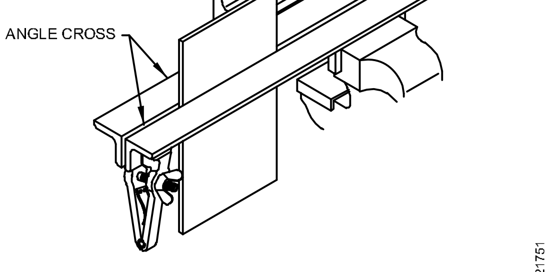
- **विभिन्न सिमटवन टूल्स की सूची बनाना**
- **सिमटवन टूल्स के उपयोग बताना**
- **विभिन्न प्रकार के खांचे और उनके उपयोग के बारे में बताना**
- **हैम के प्रकार और उनके अनुप्रयोग बताना ।**

चादर धातु को सिमटवित करने में प्रयुक्त सामान्य टूल्स :

- स्टील कोण और सिमटवन छड़
- C कलैम्प
- स्टेक्स
- मैलेट

स्टील कोण (Angle steel) : कोणों को दो टुकडों का प्रयोग 90° पर सिमटवन के लिये प्रयुक्त होता है। लम्बी चादरों के लिये कलैम्प (अथवा) हस्त शिकंजा के अनुदिश लम्बे कोण प्रयुक्त होते है। (Fig 1)

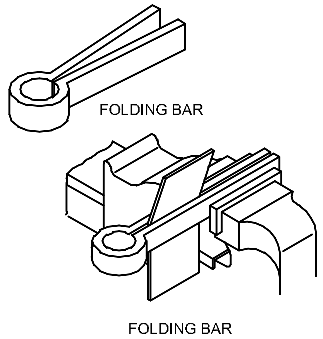
Fig 1



ANGLE STEEL

सिमटवन छड़ (Folding bar) : सिमटवन छड़ों में झुकाये जाने वाली चादर को क्लैम्प कर दिया जाता है सिमटवन छड़ें (Fig 2) की भांति शिकंजे में क्लैम्प कर दी जाती है।

Fig 2

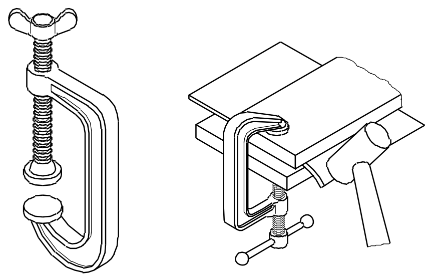


FOLDING BAR

'C' क्लैम्प (`C' clamp) : क्लैम्प की आकृति अक्षर 'C' के समान होती है। 'C' क्लैम्प एक ग्राही युक्ति है। इस क्लैम्प का उपयोग उस समय किया जाता है जब एक टुकड़ें को दूसरे टुकड़े से दृढ़ता पूर्वक स्थिर रखना होता है। जबड़ों के मुक्तांतर के अनुसार यह विभिन्न आमापों में उपलब्ध है। (Fig 3)

स्टेक्स (Stakes) : स्टेक्स का प्रयोग धातु चादर को झुकाने सीवन और धातु चादर के फार्मिंग में किया जाता है जिससे किसी सामान्य मशीन

Fig 3



`C' CLAMP / `G' CRAMP

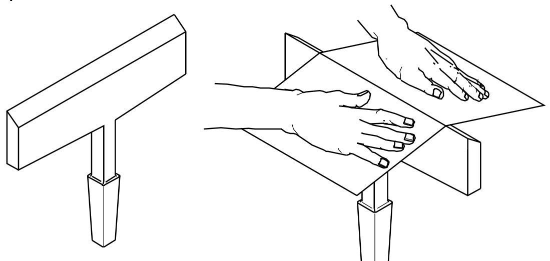
पर नही किया जा सकता। इन प्रयोजनों के लिये विभिन्न स्टेक्स प्रयुक्त होते हैं। स्टेक्स फोर्जड स्टील अथवा ढ़ली स्टील से बनाये जाते हैं।

स्टेक्स के प्रकार (Types of stakes)

- हैचिट स्टेक (Hatchet stake)
- वर्ग स्टेक (Square stake)
- ब्लोहार्न वर्ग स्टेक (Blow-horn square stake)
- वेबेल किनारा वर्ग स्टेक (Bevel-edge square stake)

हैचित स्टेक (Hatchet stake) : एक हैचित स्टेक्स में एक सीधा पैना किनारा होता है जो एक किनारे पर बेवेल्ड होता है यह पैनी मोड किनारों को झुकाने और सिमटवन धातु चादरों को बनाने में प्रयुक्त किया जाता है। (Fig 4)

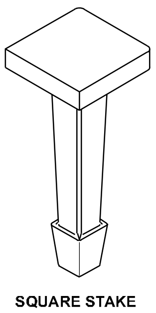
Fig 4



HATCHET STAKE

वर्ग स्टेक (Square stake) : एक वर्ग स्टेक्स में एक चपटा और वर्ग आकृति हेड एक लम्बे शैंक के साथ होता है। इसे सामान्य कार्यो के लिये प्रयुक्त किया जाता है । (Fig 5)

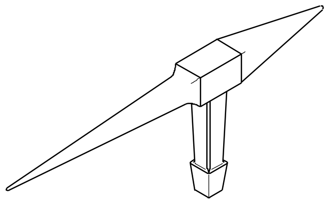
Fig 5



SQUARE STAKE

ब्लोहार्न स्टेक (Blow-horn stake) : इसमें एक छोटा शुण्डा कारित और दूसरे सिरे पर लम्बा शुण्डा कारित हार्न होता है । इसका उपयोग फार्मिंग रिबेटिंग शुण्डा कारित सीमिंग और कोन आकृत्ति की वस्तुओं जैसे कपि इत्यादि में किया जाता है। (Fig 6)

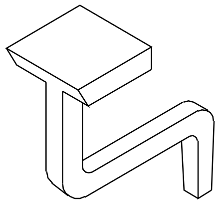
Fig 6



BLOW HORN STAKE

वेबेल किनारा वर्ग स्टेक (Bevel-edged square stake) : एक वेबेल किनारे वाला वर्ग स्टेक का प्रयोग कोनों और किनारें के बनाने में होता है। (Fig 7)

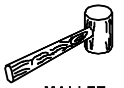
Fig 7



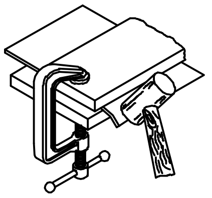
BEVEL-EDGED SQUARE STAKE

मैलेट (Mallet) : मैलेट का प्रयोग धातु चादर पर कार्य करने में होता है। यह कार्य करते समय चादर तल को क्षति नहीं पहंचाता है। मुगरियां, लकडी, रबर तांबा इत्यदि की बनी होती है। (Fig 8)

Fig 8



MALLET

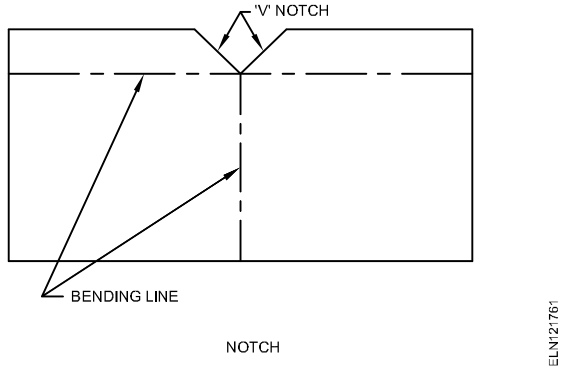


USE OF MALLET

खांचे (Notches)

खांचे (Notches) : जब विन्यास से धातु चादर काटी जाती है तो किनारों को जोड़ने के लिये प्रदत्त स्थान को खांचा कहते हैं। (Fig 1)

Fig 1

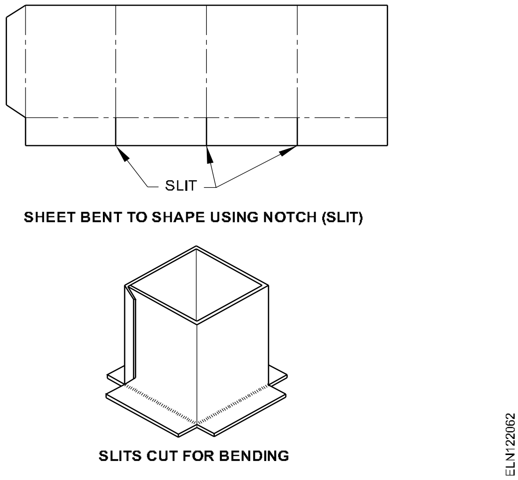


खाचों का प्रयोजन (Purpose of notches) :

- अतिरिक्त पदार्थ के आध्यारोपण से किनारो और सीमा पर ढेर को उत्पन्न रोकने के लिये ।
- बनाये जाने वाले कृत्य को वांछित आमाप और आकृति में निर्मित करने के लिये ।

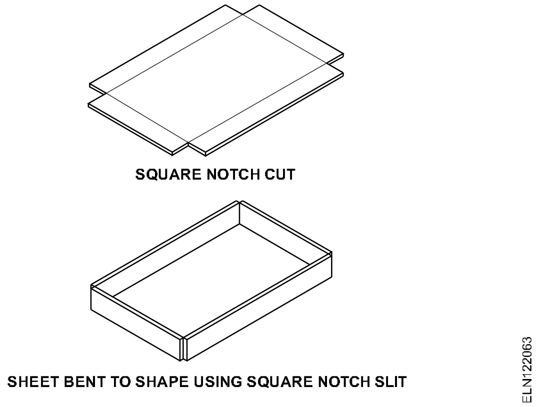
खाचों के प्रकार (Types of notches) : एक सीधा खांचा अथवा झिरी एक सीधा कट होता है जो चादर के किनारें पर जहां इसको झुकाना होता है बनाया जाता है। (Fig 2)

Fig 2



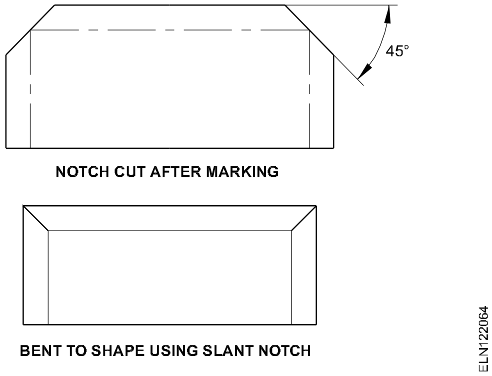
एक वर्ग अथवा आयत के निर्माण के लिये एक खांचा प्रयुक्त होता है (Fig 3)

Fig 3



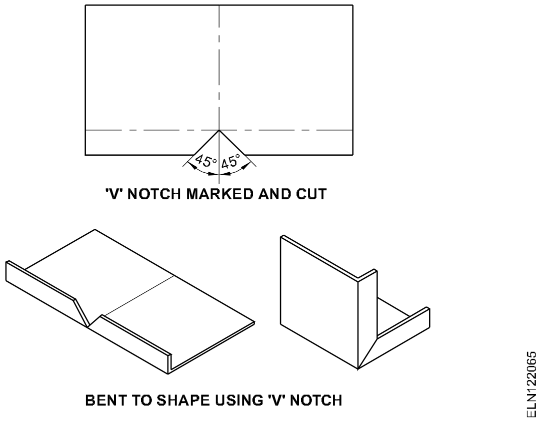
45° कोण पर एक तिरछा खांचा बनाया जाता है। इसका प्रयोग उस समय होता है जब एक बंकित कोर (Hem) लम्बवत मिलती है। (Fig 4)

Fig 4



एक V खाचों में दोनों किनारों पर चादर के किनारों से 45° पर काटा जाता है खाचें की भुजायें 90° पर मिलती है इसे 90° मोड़ और एक आन्तरिक फ्लैन्ज के साथ वाले कृत्य को बनाने में इसका उपयोग होता है। (Fig 5)

Fig 5



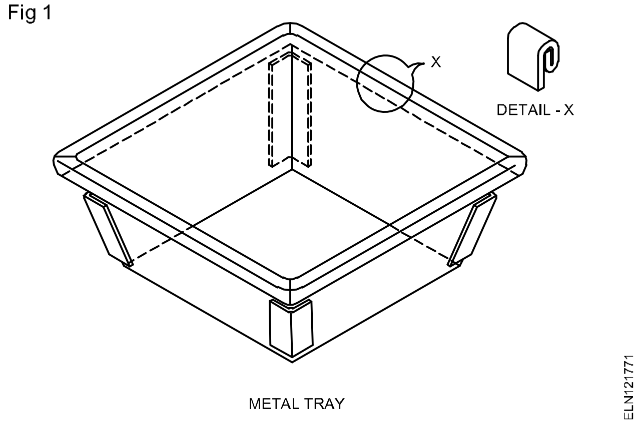
किनारा दृढीकरण (Edge stiffening)

हल्के गेज की धातु की चादर की वस्तुओं के किनारे बहुत पैने होते है प्रहस्तन के लिये असुरक्षित होते है सुरक्षित किनारे धातु चादर को सीधा करने के लिये तथा सम्पूर्तित कृत्य की आकृति को उत्तम करने के लिये प्रयुक्त होते है। (Fig 1)

हेम क्या है ? (What is hem?) : सिमटवन से बने किनारे अथवा सीमा को हेम कहते हैं।

इससे धातु की चादर दृढ हो जाती है और पैने किनारे नही रहते।

Fig 1



METAL TRAY

इससे चादर को क्षति भी नही पहुंचती और किनारे घिसते भी नही है।

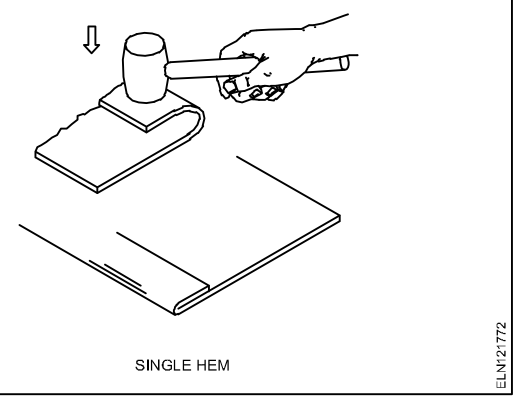
हेम के प्रकार (Types of hems) : हेम तीन प्रकार होते हैं ।

- एकल हेम (Single hem)
- द्वि हेम (Double hem)
- तारित किनारा (Wired edge)

एकल हेम (Single hem) (Fig 2) : एक हेम, एक सिमटवन से धातु चादर के किनारों को सिमटा कर बनायी जाती है।

इसके किनारे चिकने और दृढ़ हो जाते है। और छोटी वस्तुओं के लिये की जाती है।

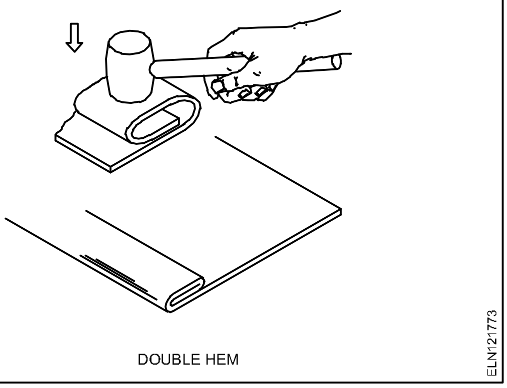
Fig 2



SINGLE HEM

द्विहेम (Double hem) (Fig 3) : द्विहेम किनारों को दो बार सिमटित करके बनाये जाते हैं। और यह सामान्यतः लम्बी वस्तुओं के किनारों को दृढ करने के लिये होते हैं।

Fig 3



DOUBLE HEM

प्रतिरूप विकास (Pattern development)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **प्रतिरूप विकास के बारे में बताना**
- **प्रतिरूप विकास के विभिन्न प्रकारों को बताना ।**

धातु चादरों की परियोजना प्रारम्भ के पूर्व सम्पूर्तित वस्तु की यथार्थता के लिये एक प्रतिरूप का विकास करना चाहिये।

प्रतिरूप, कृत्य की केवल एक परिरेखा होती है। अधिकांश प्रतिरूप कुछ सामान्य ज्यामित ठोसों जैसे बेलन कोन, प्रिज्म, पिरामिड इत्यादि की सतहों का विकास करके प्राप्त किये जाते है।

किसी वस्तु का प्रतिरूप अथवा परिरेखा एक कागज पर खीची जा सकती है, तत्पश्चात इसे धातु की चादर पर स्थान्तरित किया जात सकता है अथवा धातु से काटा जा सकता है।

सामान्यतः प्रतिरूप विकास की तीन विधियां है :

- समान्तर रेखा विकास (Parallel line development)
- त्रिज रेखा विकास (Radial line development)
- त्रिकोणन (Triangulation)

प्रतिरूप विकास की विधियाँ (Methods of pattern development)

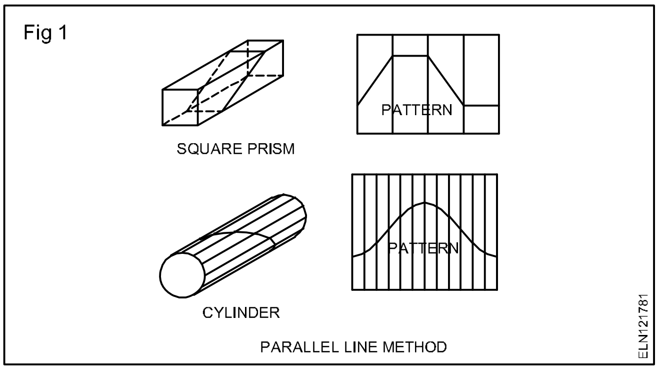
साधारण उपयोग के लिये तीन विधियां है

निर्मित की जाने वाली वस्तु के ज्यामित आकृति श्रेणी को ध्यान में रखकर ही विधि विशेष का निर्णय करना चाहिये।

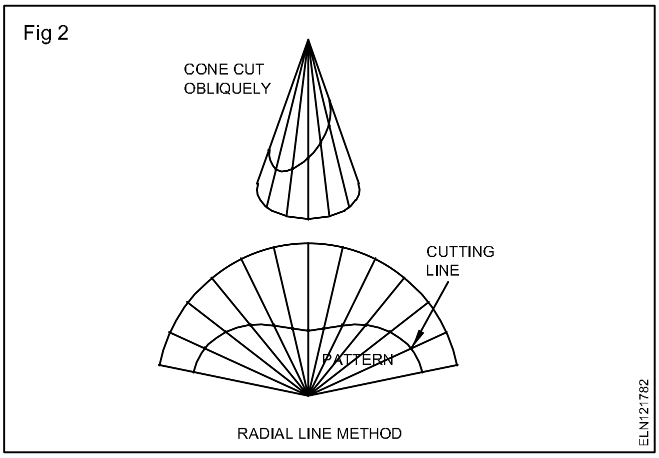
समान्तर रेखा विधि (Parallel line method) (Fig 1) यह विधि बाक्स, प्रिज्म और बेलनों की आकृति की वस्तुओं के प्रतिरूप को विकसित करने के लिये प्रयुक्त होती है।

त्रिज्य रेखा विधि (Radial line method) (Fig 2): पिरामिड और कोन जैसी वस्तुओं के प्रतिरूप को इस विधि द्वारा विकसित किया जा सकता है इसमें उन सभी आवृत्तियों का समावेश हो जाता है जो पिरामिड अथवा कोन का भाग होती है।

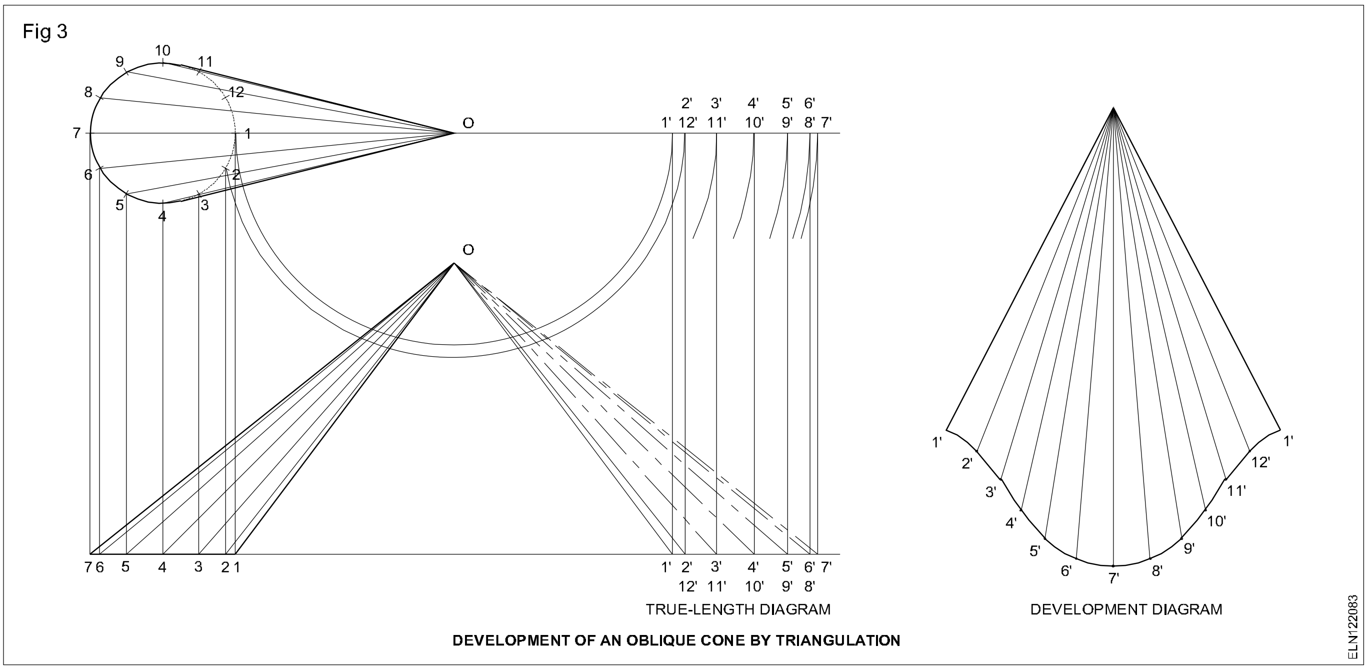
सभी रेखायें शीर्ष से निकलती है।



त्रिकोणन (Fig 3a) : इस विधि का प्रयोग उन प्रतिरूपों के विकास के लिये किया जाता है जिनका कोई शीर्ष नही होता औरसभी रेखायें समान्तर नही होती । अर्थात वर्ग 3।



जबकि समान्तर त्रिज्य और समान्तर रेखा विधियां (Fig 3) में प्रदर्शित आकृतियों के लिये प्रयुक्त नहीं की जा सकती तो (Fig 1 & Fig 2) में प्रदर्शित प्रतिरूपों के विकास के लिये त्रिकोणन विधि का उपयोग किया जा सकता है।



रिवेट्स (Rivets)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **रिवेटिंग को परिभाषित करने और उसके उपयोग बताना**
- **रिवेट्स के विभिन्न प्रकार बताने और पदार्थो के नाम बताने में जिनसे रिवेट्स निर्मित की जाती है ।**

रिवेटिंग (Riveting) : दो टुकड़ों – धातु स्निपों (Fig 1) के स्थाई जोडों को बनाने के लिये रिवेटिंग एक अच्छी विधि है।

जोड़े जाने वाले पदार्थ की ही रिवेट्स प्रयुक्त करना एक प्रचलन है।

उपयोग (Uses) : सेतु, जहाज, क्रेन्स, संरचित स्टील काय, ब्वायलर्स, वायुयान और अनेक समविरचित कार्यों में धातु चादरों और पट्टियों को जोडने में रिबेट्स का प्रयोग होता है।

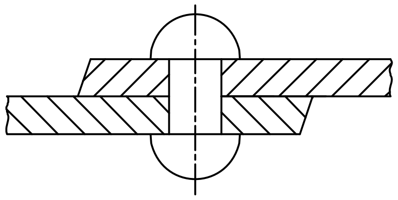
पदार्थ (Material) : रिवेटन में रिवेट्स को शैंक विरूपण द्वारा मत्था रूप देकर दृढता से रोका जाता है यह तन्य पदार्थ जैसे लघु कार्बन स्टील, पीतल, तांबा और एल्यूमिनियम से निर्मित की जाती हैं।

रिवेट के प्रकार (Types of rivets) (Fig 2)

चार अधिकांश प्रयुक्त रिवेट्स निम्न है।

- टिन मेन्स रिवेट (tinmen's rivet)
- चपटा मत्त्था रिवेट (flat head rivet)

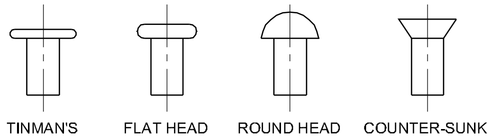
Fig 1



RIVET

ELN121791

Fig 2



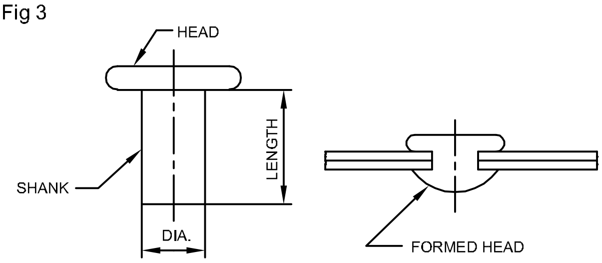
TYPES OF RIVETS

ELN122092

- गोल मत्त्था रिवेट (round head rivet)
- प्रतिनिमज्जित मत्त्था रिवेट (countersunk head rivet)

प्रत्येक रिबेट एक मत्था और एक बेलनाकार काय जिसे शैंक (Fig 3) कहते हैं द्वारा निर्मित होती है।

Fig 3



HEAD AND SHANK

ELN121793

रिबेट के आमाप (Sizes of rivets) : शैंक की लम्बाई और व्यास से रिवेट्स के आमाप किये जाते हैं ।

रिवेट आमाप का चयन (Selection of rivet size) : रिबेट के व्यास की गणना निम्न सूत्र से की जाती है।

$$D = \left(\frac{21}{2} \text{ to } 3\right) \times T$$ जहाँ T कुल मोटाई

शैंक की लम्बाई निम्न से प्राप्त होती है।

$$L = T + T + \left(\frac{11}{2} D\right)$$

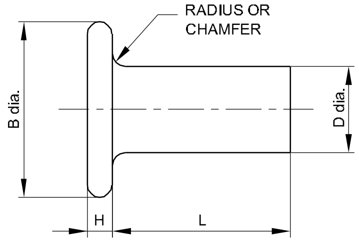
जहां T चादर मोटाई और D रिबेट का व्यास है।

समान्यत : टिन मेन्स रिबेट का अभिहितन संख्या में होता है।

टिन मेन्स रिबेट की परिमापें देने वाली ISI टेबल नीचे दी जा रही है। (Fig 4)

रिबेटिंग विधि (Method of riveting) : रिबेटिंग हाथ अथवा मशीन द्वारा की जाती है।

Fig 4



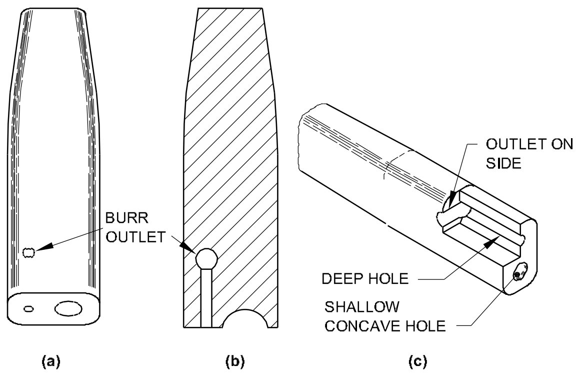
TINMEN'S RIVET
IS:866-1957

ELN122094

हाथ से रिबेटिंग करते समय यह एक और रिबेट सेट्स से की जा सकती है।

रिबेट सेट (Rivet set) : (Fig 5a, b, c) में एक रिबेट सेट का अनुप्रस्थ परिच्छेद प्रदर्शित किया गया है। उथला , कप आकृति के छेद का प्रयोग चादर और रिबेट को एक साथ रिबेट करने के लिये किया जाता है। पार्श्व में दिया गया निर्गम स्लग को निकाल देता है।

Fig 5



SECTION OF A RIVET

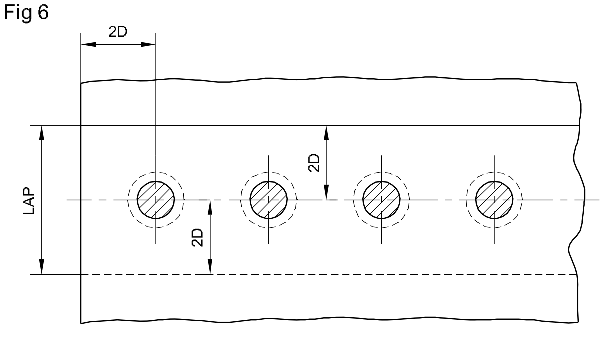
ELN122095

कप आकृति का प्रयोग रिवेट मत्थे को बनाने में किया जाता है।

चयनित रिबेट सेट का छेद रिबेट के व्यास से कुछ बडा होना चाहिये।

रिवेट्स का अन्तरण (Spacing of rivets) : फटने से बचने के लिये धातु किनारे से किसी रिबेट के केन्द्र की दूरी अथवा स्थान रिवेट के व्यास का कम से कम दो गुना होना चाहिये। लैप दूरी (4D) को (Fig 6) में प्रदिर्शति किया गया है।

Fig 6



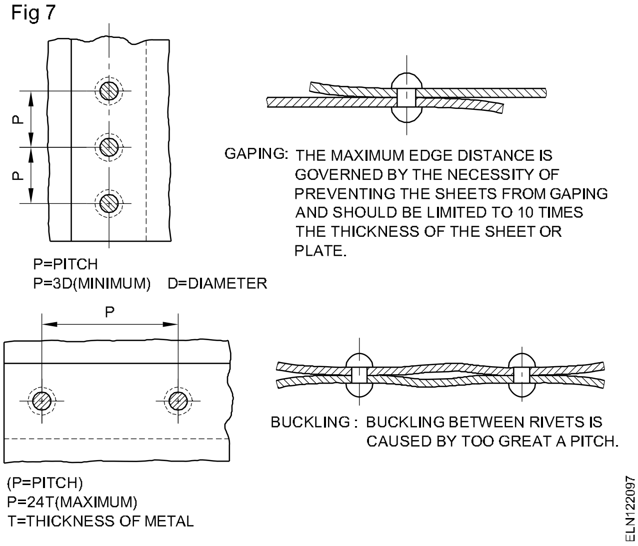
EDGE DISTANCE = TWICE THE DIAMETER OF RIVET (MINIMUM)
MNINIMUM LAP = FOUR TIMES DIAMETER OF RIVET

ELN122096

रिवेट (पिच) के बीच की अल्पतम दूरी रिवेट्स को व्यतिकरण बिना उनको अन्दर पहुंचाने के लिये यथेष्ट होनी चाहिये। चादर की मोटाई से कम से कम तीन गुनी अथवा अधिक दूरी होना चाहिये।

अधिकतम दूरी कभी भी चादर मोटाई की 24 गुने से अधिक नही होना चाहिये। अन्यथा जैसा कि (Fig 7) में प्रदर्शित किया गया है बकलिंग होगा ।

Fig 7



बर्मा और बर्मा मशीन - बाह्य और आन्तरिक चूड़ियाँ (Drills and drilling machines - Internal and external threads)

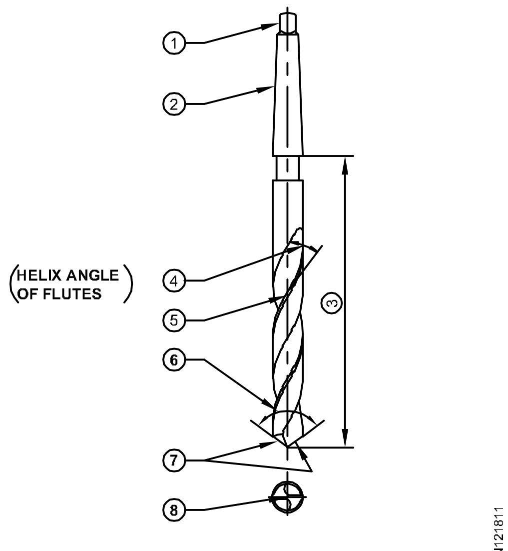
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **बर्मा के प्रकार्य बताना**
- **बर्मा के भागों के नाम बताना**
- **बर्मा बिट धारकों के नाम बताना**
- **काउन्टर शेन्क अनियों के उपयोग बताना ।**

बर्मा (Drill) : बर्मा द्वारा कृत्य में छेद करने की प्रक्रिया ड्रिलिंग कहलाती है।

बर्मा के भाग (Parts of a drill) (Fig 1)

Fig 1



DRILL

- टैंग (Tang) (1)
- शैंक (Shank) (2)
- काय (Body) (3)
- फ्लूयट (Flute) (4)
- लैण्ड (Land) (5)
- बिन्दु कोण (Point angle) (6)
- कटिंग लिप (Cutting lip) (7)
- चिजेल किनारा (Chisel edge) (8)

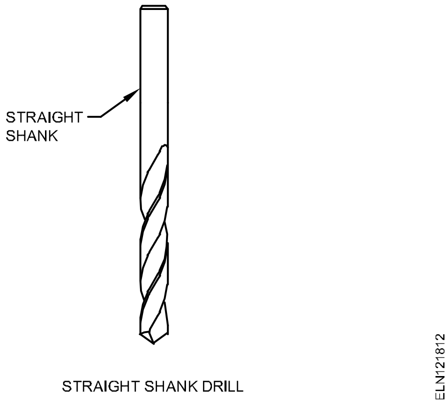
टैंग (Tang) बर्मायन करने वाली मशीन स्पिन्डल के खांचें में अन्वायोजित हो जाने वाला भाग टैंग कहलाता है।

शैंक (Shank) : यह बर्मा का प्रवर्तन सिरा है जो मशीन पर अन्वायोजित होता है शैंक दो प्रकार के होते हैं ।

- बडे व्यास बर्मा के लिये टैपर शैंक
- लघु व्यास बर्मा के लिये सीधे शैंक

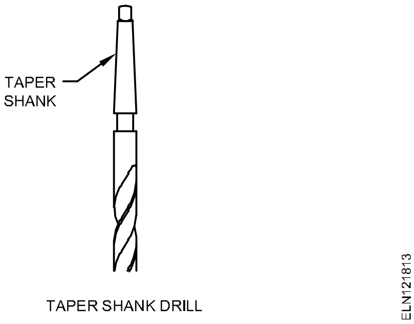
शैंक समान्तर अथवा टेपर्ड हो सकते है (Fig 2 & 3) समान्तर अथवा टेपर्ड शैंक 12mm (½ in) तक छोटे आकार के होते हैं। और इनका व्यास बांसुरी के समान होता है।

Fig 2



STRAIGHT SHANK DRILL

Fig 3



TAPER SHANK DRILL

टेपर शैंक बर्मा 3mm (1/8 in) व्यास से लेकर 55mm (2 in) व्यास के बनाये जाते हैं।

काय (Body) : शैंक और बिन्दु के बीच का भाग काय होता है।

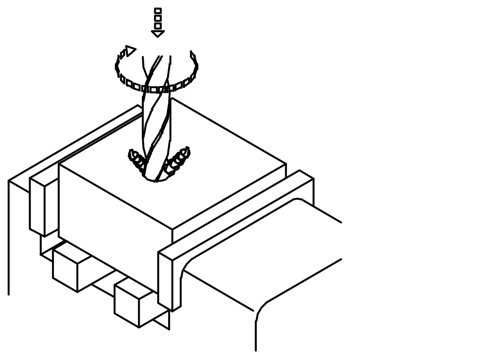
फ्लूयट्स (Flutes) : बांसुरी सर्पिलाकार खांचे की होती है जो बर्मा की लम्बाई के अनुदिश होते है।

फ्लूयट निम्न के लिये सहायक होती है:

- कटिंग किनारा निर्मित करने के लिये

• टुकडों को वक्रित करके बाहर निकालने में (Fig 4)

Fig 4



DRILLING BY DRILL BIT

ELN121814

• शीतलक को कटिंग किनारे तक प्रवाहित करने के लिये ।

लेण्ड / हाशिया (Land/margin) : एक सक्रीर्ण पटटी होती है जो पूरी फ्लूयट की लम्बाई तक फैली होती है। बर्मा का व्यास लैण्ड/ हाशियें के सिरों से मापा जाता है।

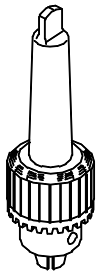
काय मुक्तांतर (Body clearence) : काय मुक्तांतर काय का वह भाग होता है जो व्यास में न्यूनित किया जाता है जिससे बर्मा और बर्मायन किये जाने वाले क्षेत्र के बीच कम घर्षण हो।

वेब (Web) : वेब वह धातु मुक्तांतर होता है जो फ्लूयट को पृथक करता है। इसकी मोटाई शैंक की ओर क्रमशः बढती है।

बर्मा बिट धारक (Drill bit holder)

बर्मा चक (Drill chuck) : सीधे शैंक आधार के लिये बर्मा चक्र मुख्य स्पिन्डल से जुडा रहता है (Fig 5)

Fig 5



DRILL CHUCK

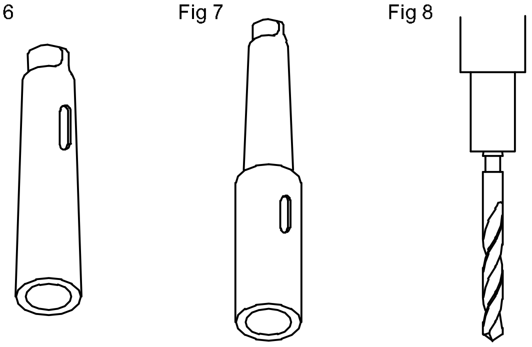
ELN121815

स्लीव (Sleeve) : यह बिट टेपर्स और स्पिन्डल टेपर्स छिद्रों के सुमेलन के लिये होते है। (Fig 6)

साकेट (Socket) : इसका उपयोग मुख्य स्पिन्डल की लम्बाई के बहुत कम और बिट को बहुधा परिवर्तित किये जाने की आवश्यकता होने पर किया जाता है। (Fig 7)

टेपर शैंक बर्मा टेपर मशीन के साकेट में रखे जाते है। (Fig 8)

Fig 6 Fig 7 Fig 8



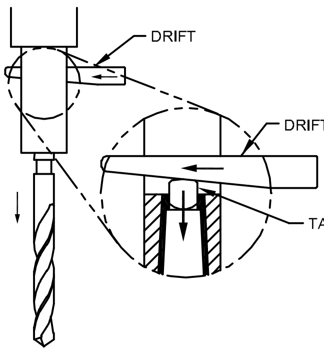
SLEEVE SOCKET TAPER SHANK DRILL

PARTS OF DRILL HOLDERS

ELN121816

टैपर शैंक पर लगा टैंग ड्रिलिंग के अन्त में ड्रिल को सॉकेट से आसानी से निकाल में सहायक होता है । यह कार्य ड्रिफ्ट का प्रयोग करते हुए किया जाता है । (Fig 9) टैंग ड्रिल को सॉकेट में घूमने से भी बचाता है ।

Fig 9



TANG ON A TAPER SHANK

ELN121819

कूलान्ट का उपयोग : कुलान्ट का उपयोग काटनेवाले औज़ार और कार्य को ठंडा रखने में होता है ।

बर्मायन मशीन के प्रकार (Drilling machines)

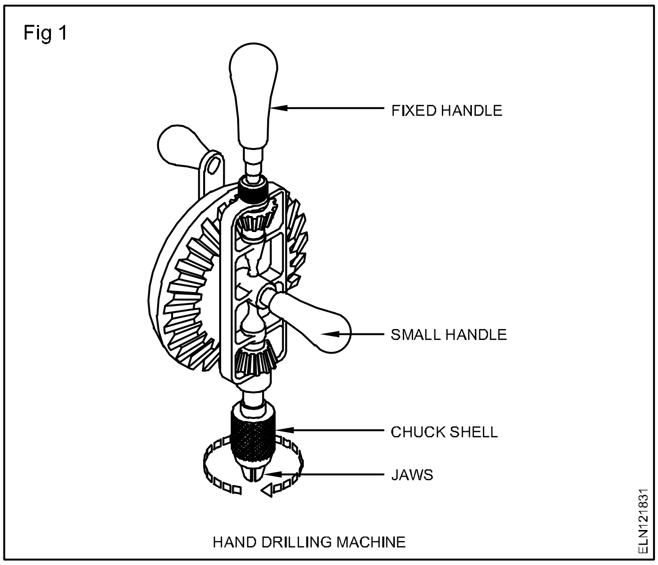
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **हस्त बर्मायन मशीनों के प्रकार और उनके उपयोगों को बताना**
- **बेंच और पिल्लर प्रकार की बर्मायी मशीन के भागों का अभिनिर्धारण करना**
- **बर्मायन के लिये बरती जानेवाली सावधानियों की सूची बनाना ।**

ठोस पंच द्वारा धातु चादर में छेद करना एक मन्द और अदक्ष प्रक्रिया है।

भारी पदार्थों पर कार्य करते समय छेदों का बर्मायन आवश्यक होता है।

छेदों को हाथ अथवा मशीन से बर्मित किया जा सकता है हाथ से बर्मायन के लिये एक हस्त बर्मायन मशीन (Fig 1) अथवा विद्युत बर्मायन मशीन (Fig 2) प्रयुक्त की जाती है ।



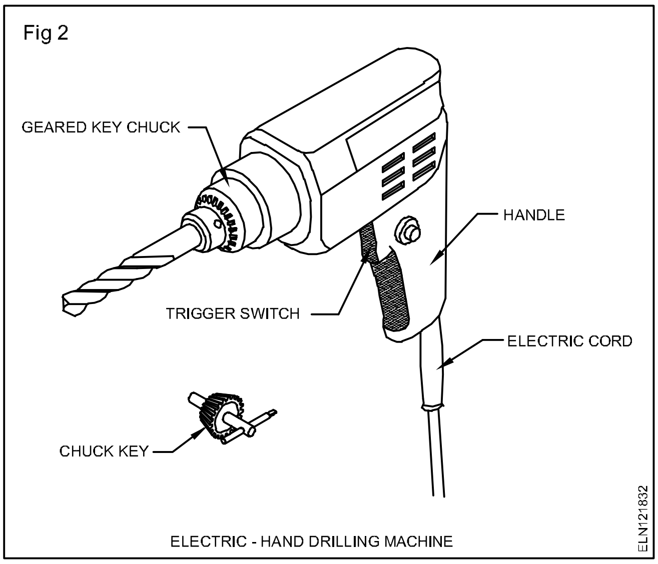
HAND DRILLING MACHINE

छेदों के बर्मायन के लिये कटिंग टूल के रूप में एंठे बमे का प्रयोग होता है हस्त बर्मा का प्रयोग 6.5mm व्यास तक के छेदों के बर्मायन के लिये किया जाता है।

बहनीय विद्युत हस्त बर्मायन मशीन एक अति लोकप्रिय और उपयोगी शक्तिशाली टूल है। यह विभिन्न आमापों और क्षमताओं में उपलब्ध है।

(Fig 2) में प्रदर्शित हैण्डिल पिस्टल को पकड हैण्डिल कहा जाता है

(Fig 2) में विद्युत हस्त मशीन के भाग प्रदिर्शित किये गये हैं।



ELECTRIC - HAND DRILLING MACHINE

बरती जाने वाली सावधानियाँ (Precautions to be observed): सुनिश्चित कर लें कि छेदों का उचित प्रकार से स्थित स्थायित्व कर लिया गया है और केन्द्र पंच से पंच कर लिये गये है। बर्मे का आमाप जांच ले और बर्मे का चिन्ह स्पष्ट नही है तो बर्मा गेज का प्रयोग करें।

ड्रिल की साइज़ की जाँच करें । यदि ड्रिल पर मार्किंग ठीक से दिखाई नहीं देती है तो ड्रिल गेज का प्रयोग करें ।

घुमा कर (घूर्णित) सुनिश्चित कर ले कि बर्मा चक्र में उचित रूप से केन्द्रित है।

सुनिश्चित कर लें कि क्रत्य किसी शिकंजा अथवा 'G' क्लैम्प जैसी ग्राही युक्ति पर उचित रूप से आरोहित है।

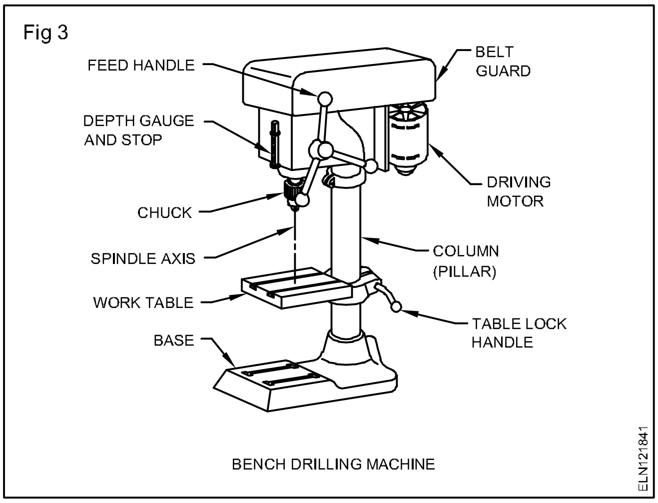
बिन्दु के धातु में जाते ही बर्मे के केन्द्रियन की जांच कर लें । छेद की केन्द्र पंच द्वारा पुर्नस्थिति स्थापन करें। यदि आवश्यक हो तो छेद पर बर्मे का एक हल्का समरूप दाब डाले ।

इलेक्ट्रिक बर्मायी मशीन (Types of Electric Drilling Machines) : कुछ बर्मायी मशीने नीचे दी जा रही है।

- सुग्राही बेंच बर्मायी मशीन
- पिल्लर बर्मायी मशीन
- त्रृज्य भुजा बर्मायी मशीन (र्तिज्य बर्मायी मशीन)

(चूंकि अभी आपके द्वारा पिल्लर और त्रिज्य प्रकार की बर्मायी मशीनों का प्रयोग करने की सम्भावना नही है इसलिये केवल सुग्राही और पिल्लर प्रकार की मशीनों का विवरण दिया जा रहा है)

सुग्राही बेंच बर्मायी मशीन (Sensitive bench driling machine): विभिन्न भागों से चिन्हित सरलतम प्रकार की (Fig 3) सुग्राही बेंच बर्मायी मशीन चित्र में दिखायी जा रही है। मशीन हल्के कार्यों में प्रयुक्त की जाती है। (Fig 3)



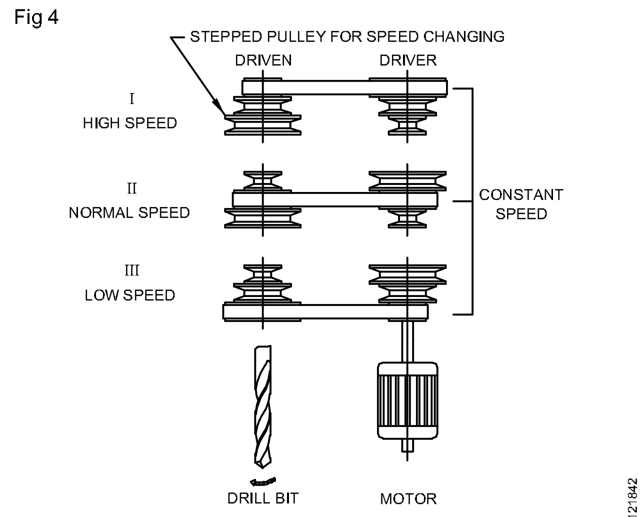
BENCH DRILLING MACHINE

यह मशीन 12.5mm तक के व्यास के छिद्र बर्माने योग्य होती है। बर्मा चक, में अथवा मशीन स्पिन्डल के ढालों छेद में फिट रहता है।

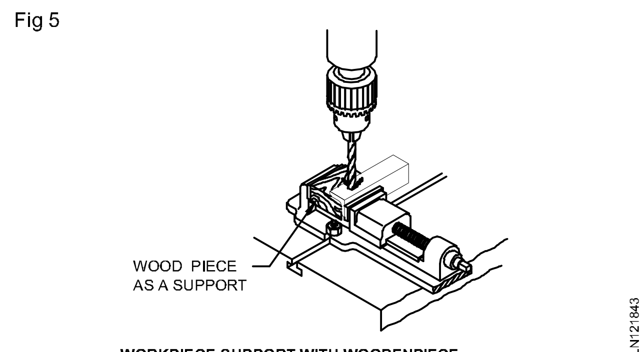
सोपानित घिर्री में पटटे के स्थिति को परिवर्तित कर स्पिन्डल को विभिन्न चालें दी जा सकती हैं। (Fig 4)

सामान्य बर्माने के लिये कार्य तल को क्षैतिज रखा जाता है यदि छिद्रों को किसी कोण पर बर्माना है तो मेंज को झुकाया जा सकता है।

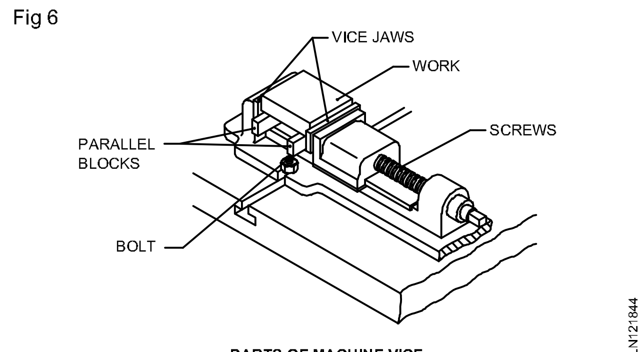
पिल्लर बर्मायन मशीन (The pillar drilling machine) : यह सुग्राही बेंच बर्मायी मशीन का वृद्धित प्रारूप है यह मशीने तल पर आरोहित होती है और अधिक शक्तिशाली वैद्युत मोटरों से चलायी जाती है। इनका प्रयोग भारी कामों में होता है खम्भा बर्मायन मशीनें विभिन्न आमापों में



BELT ARRANGEMENT IN BENCH DRILLING MACHINE



WORKPIECE SUPPORT WITH WOODENPIECE



PARTS OF MACHINE VICE

उपलब्ध है। बडी मशीनों में एक रैक और पिनीयन यात्रिकत्व मेंज को हटा कर कृत्य नियोजन के लिये होता है।

मशीन शिकंजा (The machine vice) : अधिकांश बर्मायन कृत्यों को शिकंजे में कसा जा सकता है। सुनिश्चित करे कि बर्मा कृत्य में बर्मायन करके शिकंजे के अन्दर न चला जाय। इसके लिये कृत्य को उठा कर समान्तर ब्लाक पर कृत्य और शिकंजे के तल के बीच स्थान छोड कर कस सकते है। (Fig 6) जो कृत्य यथार्थ नहीं है उन्हें लकड़ी के टुकड़े से साधा जा सकता है। (Fig 5)

समान्तरक (Parallels) : कृत्यों को हटा पाने के लिये समान्तरकों पर नियोजित किया जा सकता है। इससे समान्तरण भी अनुरक्षित रहता है। लगभग समान आमाप के समान्तरक दृढ स्टील से बनाये जाते है। जिनका घिसा हुआ सम्पूर्णन विपरीत पृष्ठ समान्तर और संगत पृष्ठ वर्गाकार होते है। यह अनेकों आमापों में उपलब्ध हैं।

कटिंग चाल और rpm (प्रति मिनट प्रतिक्रमण) (Cutting speed and rpm (revolutions per minute))

उद्‌देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **कटिंग चाल और r.p.m. के बीच विभेद बताना**
- **कटिंग चाल को परिभाषित करना**
- **r.p.m./ स्पिन्डल चाल को ज्ञात करना ।**

कटिंग चाल और r.p.m. (Cutting speed and r.p.m.) : बर्मा को संतोष जनक परिणाम दे सकने के लिये इसको सही कटिंग चाल और भरण पर प्रचालित करना चाहिये।

कटिंग चाल वह है जिस पर कटिंग किनारा पदार्थ को काटते समय उसके ऊपर से निकलता है और मीटर प्रति मिनट में व्यक्त किया जाता है।

कटिंग चाल को कभी तल चाल अथवा परिरेखीय (Peripheral) चाल कहते हैं।

सही कटिंग चाल का चयन बर्मित किये जाने वाले पदार्थ और टूल के पदार्थ पर निर्भर करता है। टेबल से विभिन्न पदार्थों के लिये अनुशंसित कटिंग चाल पर आधारित वह r.p.m. जिस पर बर्मा को चलाना है ज्ञात की जाती है।

बर्मित किये जाने वाला पदार्थ	कटिंग चाल m./min.
एल्यूमिनियम	70 - 100
पीतल	35 - 50
कस्कुट	20 - 35
ढला लोहा (ग्रे)	25 - 40
तांबा	35 - 45
स्टील (मृदु)	30 - 40
स्टील (मध्ययम कार्बन)	20 - 30
स्टील (एलाय उच्च तन्य)	5 - 8
ऊष्मा नियोजन प्लास्टिक (लघु चाल क्षारी गुण के कारण)	20 - 30

RPM

बर्मा के व्यास के अनुसार r.p.m. भिन्न होगा। कटिंग चाल समान रहते हुये बढे व्यास के बर्मो का कम r.p.m. होगा और कम व्यास का अधिक व्यास होगा।

r.p.m. की गणना :

$$CS = \frac{N\pi d}{1000}$$

$$N = \frac{1000 \times CS}{\pi d}$$

N = r.p.m.

CS = कटिंग चाल m./min

d = mm में बर्मा का व्यास; π = 3.14

उदाहरणः

मृदु स्टील को काटने के लिये एक उच्च चाल स्टील बर्मा का व्यास 24mm है स्पिन्डल चाल (r.p.m.)की गणना करें।

$$N = \frac{1000 \times 30}{3.14 \times 24} = 398 \text{ r.p.m.}$$

स्पिन्डल की चाल 408 r.p.m. है।

ड्रिल का फीड = एक क्रत्य में बर्मा के प्रति चक्कर में बर्मा का भेदन

छेनी के कोण (Angles of chisel)

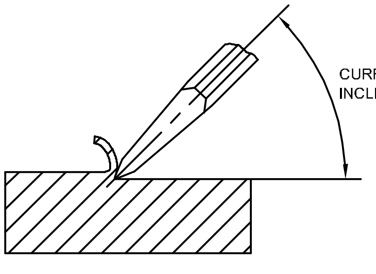
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विभिन्न पदार्थो के लिये छेनियों के लिये बिन्दु कोणों का चयन करना**
- **छेनी के विभिन्न कटिंग कोणों को व्यक्त करना**
- **ढाल और मुक्तांतर कोणों के प्रभाव बताना ।**

बिन्दु कोण और पदार्थ (Point angle and materials) : छेनी का सही बिन्दु / कटिंग कोण छीले जाने वाले पदार्थ पर निर्भर करता है मुलायम पदार्थों के लिये पैने कोण और दृढ पदार्थ के लिये चौडे कोण दिये जाते हैं।

सही बिन्दु और ढलान कोण से सही ढलान और मुक्तांतर बनाता है। (Fig 1)

Fig 1



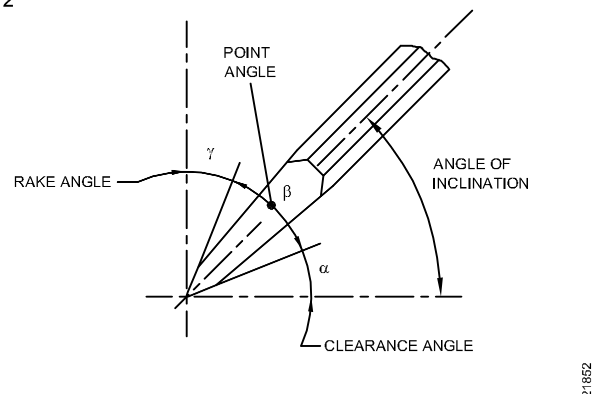
CUTTING ANGLE OF INCLINATION

कटिंग बिन्दु के उपरी तल के बीच का ढलान कोण है जो कटिंग किनारे के कार्य तल के अविलम्ब होता है। (Fig 2)

बिन्दु के तली पृष्ठ के बीच मुक्तांतर कोण होता है और कार्य तल पर स्पर्षज्या कटिंग किनारे से प्रारम्भ करता है (Fig 2)

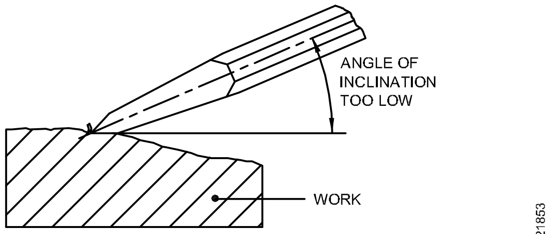
यदि मुक्तांतर कोण बहुत कम अथवा शून्य है तो ढलान कोण में वृद्धि होती है कटिंग किनारा अंदर नही जा सकता और छेनी रपट जायेगी (Fig 3)

Fig 2



RAKE AND CLEARANCE ANGLE

Fig 3



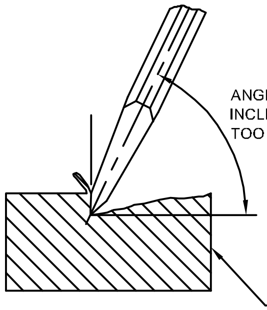
CLEARANCE ANGLE TOO LOW

यदि मुक्तांतर कोण अधिक है तो ढलान कोण कम हो जाता है कटिंग किनारा अंदर आ जाता है और कट में लगातार वृद्धि होती है (Fig 4)

टेबल

काटे जान वाला पदार्थ	बिन्दु कोण	कोण का ढलान
उच्च कार्बन स्टील	65°	39.5°
ढला लोहा	60°	37°
मृदु स्टील	55°	34.5°
पीतल	50°	32°
ताँबा	45°	29.5°
अल्यूमीनियम	30°	22°

Fig 4



Vee चूड़ी-टैप और डाई सेट (Vee threads - Tap and die set)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **चूड़ियों के विभिन्न प्रकारों के नाम बताना**
- **ISO चूड़ियों के नामांकन का वर्णन करना**
- **पाईप चूड़ियों, समान्तर फिमेल चूड़ियों और टेपर्ड चूड़ियों का वर्णन करना ।**

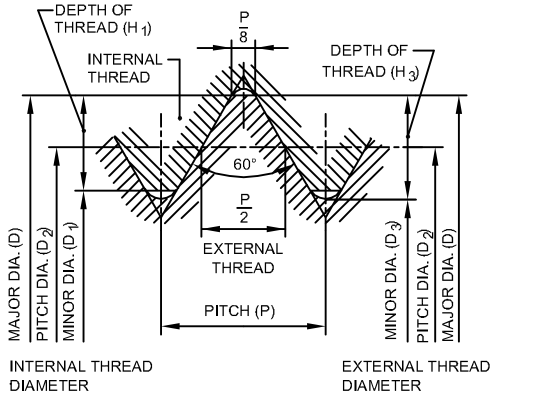
Vee चूड़ियों के प्रकार (Types of Vee threads)

विभिन्न फर्मों और मानकों में वी चूड़ियाँ उपलब्ध है। वी चूड़ियों के विभिन्न प्रकार के चूड़ियोंदार बन्धक जे सामान्य अभियन्त्रिकी में प्रयुक्त होते है निम्न है।

- ISO मेट्रिक चूड़ी
- ब्रिट्रिश मानक व्हीटवर्थ चूड़ी
- ब्रिट्रिश मानक महीन चूड़ी ।

ISO मीट्रिक चूड़ी (ISO metric thread) (Fig 1) : चूड़ी दार बन्धन के लिये चूड़ी का फर्मा B.I.S. से व्यक्त किया जाता है । मानक चूड़ियों की दो श्रृंखलाओं का अभिनिर्धरण करता है।

Fig 1



ISO METRIC THREAD

- ISO मेट्रिक रूक्ष
- ISO मेट्रिक महीन

चूड़ी कोण 60° है। वाह्य चूडी का मूल गोलाकार होता है वाह्य चूड़ी का श्रंग चपटा लेकिन निर्माण प्रक्रिया के प्रकार पर आधारित, कभी कभी यह गोलाकार होता है। आन्तरिक चूडी का मूल पिच के आठवें भाग चौड़ाई से अधिक तक मुक्तांतर गोल होता है आन्तरिक चूडियों के श्रंग चपटे रखे जाते हैं।

ISO मेट्रिक चूड़ियों का अभिहित (Designation of ISO metric thread) : ISO मीट्रिक रूक्ष चूड़ियों का अभिहितन M12 की भांति होता है।

प्रतीक M यह व्यक्त करता है कि वह ISO मेट्रिक चूड़ी है, चूडी का व्यास 12 है रूक्ष श्रृँखला के लिये चूडी के लिये पिच का मानकीकरण प्रत्येक व्यास के लिये होता है।

ISO मीट्रिक (महीन चूड़ियां) M12 x 1.25 की भांति अभिहित होती है।

1.25 का संयोजन यहां चूडी का पिच व्यक्त करता है।

ISO inch (एकीकृत) चूडी (ISO inch (unified) thread) : ISO inch पद्धति (एकीकृत) एक मान्यता प्राप्त मात्रक है जो अमेरिकी राष्ट्रीय चूडी के साथ परिवर्तनीयता के लिये है।

इन चूडियों का उपयोग अभियांत्रिकी के सामान्य प्रयोजन में चूड़ी बन्धन के लिये प्रयुक्त होता है जो दो प्रकार के होते है जैसे

- एकीकृत रूक्ष (UNC)
- एकीकृत परिष्कृत (UNF)

एकीकृत चूडियों के लिये कोण 60° है चूडी प्रारूप ISO मेट्रिक चूडी के भांति होता है

ISO inch (एकीकृत) चूडियों का अभिहितन (Designation of ISO inch (unified) threads)

उदाहरण

a $\frac{1}{4}$ 20 UNC

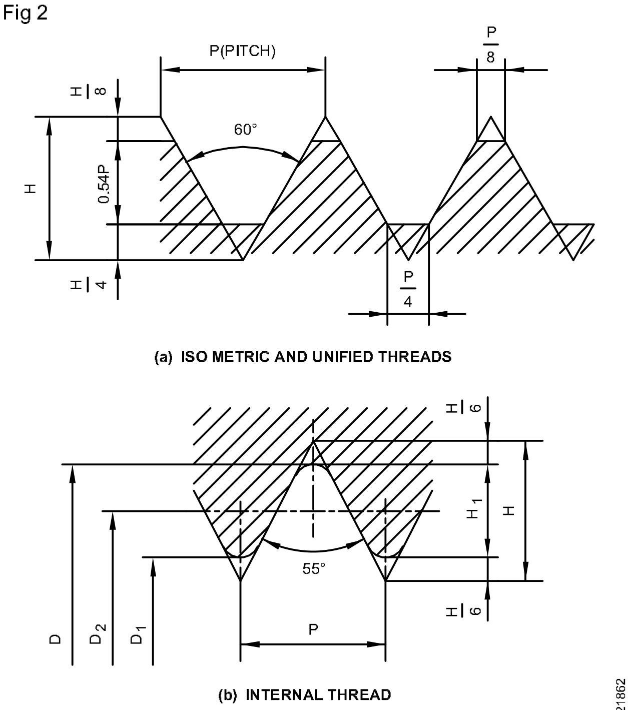
b $\frac{1}{4}$ 28 UNF

उदाहरण

यह व्यक्त करता है कि चूडी का व्यास 1/4" है। और इसमें प्रति इंच 20 चूड़ियाँ (TPI) है। ISO चूडी श्रृँखला UNC (एकीकृत) रूक्ष है। उदाहरण (b) में 28 TPI है और UNF श्रृंखला की है।

ब्रिट्रिश मानक व्हीटवर्थ (BSW) चूडी (British Standard Whitworth (BSW) thread) (Fig 2) : इस चूडी का प्रतिस्थापन ISO मेट्रिक चूडी से हो रहा है लेकिन इस चूडी के अनुप्रयोग सीमित प्रकार से विशेष कर अतरिक्त भागों और मरम्मत कार्यों में अब भी होता है।

Fig 2



(a) ISO METRIC AND UNIFIED THREADS

(b) INTERNAL THREAD

BSW THREADS

इन चूड़ियों का कोण 55° होता है श्रंग तथा मूल पर गोलाकार होते है। एक विशेष व्यास के लिय इसमें प्रति इंच चूडियों की विशेष संख्या होती है।

इन चूडियों का अभिहितन व्यास के द्वारा होता है जिसमें संक्षेप में चूडी श्रृंखला दी रहती है।

उदाहरण : 1/2" BSW

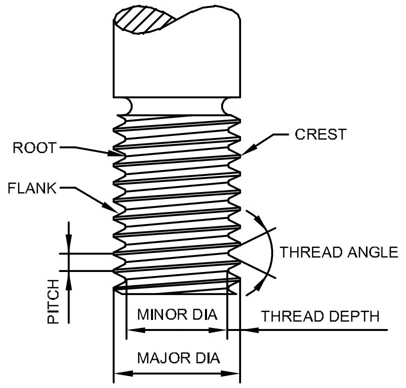
ब्रिट्रिश मानक परिष्कृत (BSF) चूडी (British Standard fine (BSF) thread) : महीन पिच के साथ इस चूडी का रूप (BSW) की भांति होता है।

इंच के व्यास अभिहितन के साथ चूडी श्रृंखला का अनुगमन होता है।

उदाहरण : 3/8" BSF

पेंच चूडी-पद (Screw thread - terms) : चूड़ियों का वर्णन करते समय यह महत्व पूर्ण है कि सम्बन्धित पदों को भले प्रकार समझ लिया जाय निम्न चित्र से यह प्रदर्शित होता है कि किस प्रकार प्रयुक्त पद V फर्मो के एक पेंच से सम्बन्धित होता है। (Fig 3)

Fig 3



SCREW THREAD

नली चूड़ियाँ Pipe threads

लौह नली पर नली चूडियां शुण्डा कारित (Tapered) होती है। जिससे उचित रूप से कसे जाने पर वह जल अवरूद्ध जोड का निमार्ण करें। (Fig 1)

नलिकाओं के लिये BSP वहीट वर्थ चूड़ियाँ

DIN 299 के BSP नलिका आमाप (आन्तरिक) (B)	चूडियां / इंच	वाह्य व्यास/mm नलिका A
1/2"	14	20.955mm
3/4"	14	26.441
1"	11	33.249
1 1/4	11	41.910
1 1/2"	11	47.803
2"	11	59.614
2 1/2"	11	75.184
3"	11	87.884
4"	11	113.030

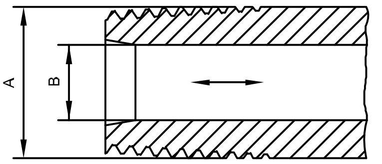
*(BSP और DIN नलिकायें - ISO/P7 मानकों के अनुसार होती है)

BSP - British Standard Pipe

DIN - German Industrial Norm

ISO - International Organization for Standardization

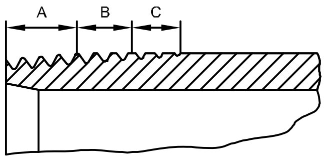
Fig 1



IRON PIPE THREAD

अन्त A पर अनेक पूर्ण फर्मा चूड़ियों युक्त एक जस्ता मंडित स्टील नलिका का प्रदर्शन किया गया है। बाद में पूर्ण फर्मा नली लेकिन चपटा शीर्ष (B) के साथ दो चूडियां, और अन्त में चपटे शीर्ष और तली युक्त चार चूडियां है। (Fig 2)

Fig 2

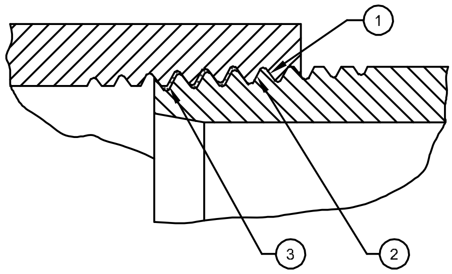


TAPPERED IRON PIPE THREAD

जस्ता मडिंत स्टील नलिका समुच्चयन का वास्तविक कार्य नलिका की लम्बाईयों को नलिका साजोसमान के साथ परस्पर पेचित कर देना होता है। जोड को पूर्ण रूप से जल रोधित रखने के लिये नर और मादा चूडियों के बीच के स्थान को रोधक पदार्थ से भर देना चाहिये। (Fig 3) में एक जस्ता मडिंत स्टील नलिका जोड दिखाया गया है।

- समान्तर मादा चूडी (Parallel female thread) (1)

Fig 3



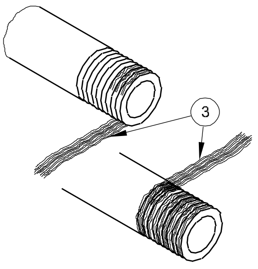
GALVANIZED STEEL PIPE JOINT

- शुण्डाकारित नर चूडी (Tapered male thread) (2)

- हेम्प (Hemp) (3) (Fig 3)

दो धातु चूडियों (नर मादा) के बीच कम स्थान के भरे हुये होने को सुनिश्चित कर ने के लिये हेम्प संकलन का प्रयोग होता है। (Fig 4)

Fig 4



HEMP PACKING

हस्त टेप्स और रेन्चज (Hand taps and wrenches)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

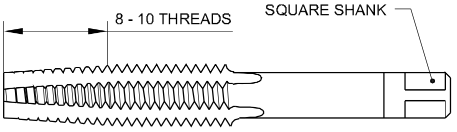
- **हस्त टैप्स के उपयोगों का अभिनिर्धारण करना**
- **विभिन्न प्रकार के टेप रेंचों और उनके उपयोग बताना**
- **दायी ओर और बायी ओर की चूड़ियों का अन्तर समझना**
- **टेप ड्रिल आमापों की समस्याओं को सुलझाना ।**

टैप्स (Taps) : एक टैप एक आन्तरिक (मादा) बायें अथवा दाहिने हाथ की चूडी काटता है। टैप्स प्रायः तीन के सेट में बनाये जाते हैं।

- प्रथम टैप अथवा टेपर टैप
- द्वितीय टैप अथवा माध्यमिक टैप
- प्लग अथवा तली टैप

टेपर टैप को आठ से दस चूडियों में शुण्डाकारित करते है और उसे पहले प्रयोग में लाकर पूरी चूडी को धीरे धीरे काटते है। (Fig 1)

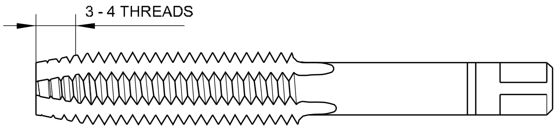
Fig 1



TAPER TAP (OR) 1ST TAP

माध्यमिक टैप में प्रायः तीन अथवा चार निषिकोणित (Chamfered) चूड़ियाँ होतीहै। द्वितीय टैप एक पूरे छेद को सम्पूर्तित कर सकता है। (Fig 2)

Fig 2

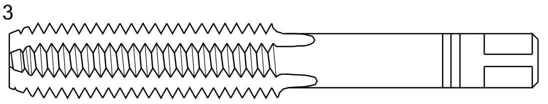


INTERMEDIATE TAP (OR) 2ND TAP

प्लगटैप में पूर्ण आमाप के अन्त तक अशुण्डाकारित चूडी होती है और मुख्य सम्पूर्णन टैप होता है। अन्ध छिद्र के लिये प्लग टैप प्रयोग में लाने चाहिये। (Fig 3)

टैप्स को प्रहस्तित करते समय उनकी कटिंग किनारों से सावधान रहें।

Fig 3



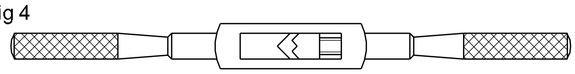
PLUG TAP (OR) BOTTOMING TAP

टैप रेन्चेज (Tap wrenches) : टैप रेन्वेस का प्रयोग पिरोने वाले छेद में हस्त टैप को सही ढंग से डालने और संरेखि करने के लिये प्रयोग में लाया जाता है टैप रेन्वेस विभिन्न प्रकार के होते है:

- द्वितीय अन्तित समंजन योग्य रेन्व
- T हैण्डिल टैप रेन्व
- ठोस प्रकार का टैप रेन्च

द्वि अन्तित संमजन योग्य टैप रेन्च (छड प्रकार के टैप रेन्च) (Double-ended adjustable tap wrench (Bar type tap wrench)**)** (Fig 4) :

Fig 4

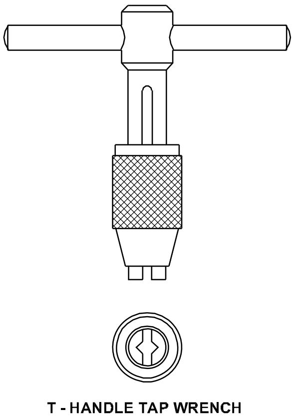


DOUBLE ENDED ADJUSTABLE TAP WRENCH

यह टैप रेन्व सर्वाधिक सामान्य प्रकार का प्रयोग में आने वाला रेन्व है यह टैप रेन्वेस विभिन्न आमापों में उपलब्ध है। यह बडे व्यास टैप्स के लिये अधिक उपयुक्त है और खुले स्थानों में जहां टैप घुमाने के लिये कोई अवरोध नही होता है प्रयुक्त किये जाते है। सही आमाप के रेन्व का चयन महत्वपूर्ण है।

T हैण्डिल टैप रेन्च (T-handle tap wrench) (Fig 5) : यह छोटे समंजन योग्य चक्स दो जबड़े और रेन्व घुमाने के लिये हैण्डिल युक्त होते है।

Fig 5



T - HANDLE TAP WRENCH

यह टैप प्रतिबन्धित स्थानों में उपयोगी होते है और केवल एक हाथ से घुमाये जाते है।

यह रेन्व बडे व्यास टैप्स को पकडने के लिये उपलब्ध नही है।

ठोस प्रकार के टैप रेंच (Soild type tap wrench) (Fig 6a & b): यह रेन्चेज समंजन योग्य नहीं होते।

Fig 6a

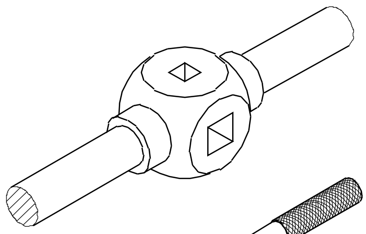
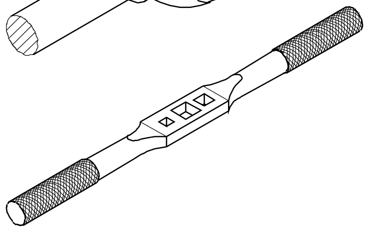


Fig 6b



SOLID TAP WRENCH

यह एक टैप केवल टैप के निश्चित आमाप को ले सकते है इससे टैप रेंन्वेस की अशुध्द लम्बाई के उपयोग की सम्भावना नही रहती और टैप्स को क्षति नहीं पहुँचती।

टैप बर्मा आमाप (Tap drill size)

टैप बर्मा आमाप क्या होता है ? (What is tap drill size?) : आन्तरिक चूड़ियों को काटने के लिय टैप को प्रयुक्त करने से पहले एक छेद बनाना पड्ता है। इस छेद का व्यास इस प्रकार का होना चाहिये कि इसमें चूडियां बनाने के लिये यथार्थ पदार्थ हो।

विभिन्न चूड़ियों के लिये टैप बर्मा आमाप (Tap drill sizes for different threads)

M10 x 1.5 चूड़ि के टैपिंग बर्मा आमाप

छोटा व्यास = बडा व्यास - (2 x गहराई)

चूड की गहराई = 0.6134 x पेंच का स्क्रूव

चूडी की 2 गहराई = 0.6134 x 2 x पिच

= 1.226 x 1.5 mm = 1.839 mm

छोटा व्यास (D1) = 10 mm – 1.839 mm

= 8.161 mm or 8.2 mm.

यह टैप बर्मा 100% चूडी उत्पन्न करेगा। क्योंकि यह बर्मा के छोटे व्यास के बराबर है। अधिकतर बन्धक प्रयोजनों के लिये एक 100% निर्मित चूडी वांछित नहीं होती ।

60% चूडी वाला एक मानक नट बन्धन के लिये यथेष्ट मजबूत होता है जब तक वोल्ट चूडी को छीले बिना कसा रखे। साथ ही यदि चूडी निर्माण में उच्च प्रतिशत वांछित होता है तो अधिकघूर्णन बल आवश्यक होता है।

इस पहलू को ध्यान में रखते हुये टैप बर्मा आकार को ज्ञात करने की अधिक व्यवहारिक पहुँच निम्न है,

टैप बर्मा आमाप = (बडा व्यास) - पिच

= 10 mm – 1.5 mm = 8.5 mm.

ISO मेट्रिक चूड़ियों के लिये टैप बर्मा आमापों की टेबल के साथ इसकी तुलना करें।

ISO इंच (एकीकृत) चूड़ियों का सूत्र

टैप बर्मा आमाप

$$= (\text{प्रमुख व्यास}) - \frac{1}{\text{प्रति (पिट्च) दांत की संख्या}}$$

5"/8 UNC चूड़ी के लिये टैप बर्मा आमाप की गणना के लिये

$$\text{टैप बर्मा आमाप} = \frac{5''}{8} - \frac{1''}{11}$$

$$= 0.625'' - 0.091''$$

$$= 0.534''$$

दूसरा बर्मा आमाप है $\frac{17''}{32}$ (0.531 inches).

इसकी तुलना एकीकृत इंच चूडियों के लिये बर्मा आमापों की टेबल से करें।

निम्न चूडियों के लये टैपिंग आमाप क्या होगें ?

a M 20 b UNC $\frac{3}{8}$

इस अध्याय के अन्त में दिये गये चार्ट 1 को चूडियों के पिचे को ज्ञात करने के लिये देखें।

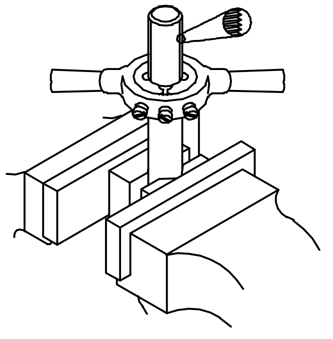
डाई और डाई स्टाक (Die and die stock)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **प्रत्येक प्रकार की डाई के लक्षण बताना**
- **प्रत्येक प्रकार की डाई के लिये डाई स्टाक का नाम बताना**
- **विभिन्न प्रकार की डाईस का अभिनिर्धारण करना**
- **'वी' ब्लोक के उपयोग बताना ।**

डाईज के उपयोग (Uses of Dies) : बेलनाकार कृत्यों पर बाह्य चूडियाँ बनाने के लिये चूडी काटने वाले डाई का उपयोग किया जाता है। (Fig 1)

Fig 1



EXTERNAL THREADING

ELN121891

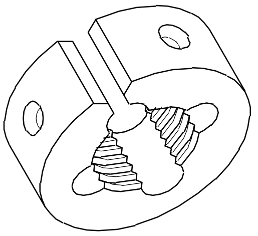
डाई के प्रकार (Types of Dies) : विभिन्न प्रकार की डाई निम्न प्रकार है

- वृत्ताकार विभक्त डाई (बटन डाई)
- अर्धडाई
- समंजन योग्य पेच प्लेट डाई

वृत्ताकार विभक्त डाई/ बटन डाई (Circular Split Die\Button Die) (Fig 2): इसमें एक खांचा कटा होता है जिससे आमाप में कुछ परिवर्तन हो सकता है।

डाई स्टाक में कसे जाने पर आमापों में परिवर्तन समंजन पेंचों द्वारा होता है इससे कट की गहराई में वृद्धि अथवा कमी की जा सकती है। जब पार्श्व पेंचों को कसा जाता है तो डाई कुछ समीप आ जाती है (Fig 3) कट की गहराई के समंजन के लिये केन्द्रीय पेंच को आगे बढा कर खांचें में पाशित कर दिया जाता है इस प्रकार के डाई स्टाक को बटन प्रारूप स्टाक कहते हैं।

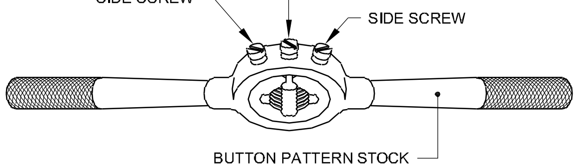
Fig 2



CIRCULAR SPLIT DIE / BUTTON DIE

ELN122192

Fig 3



DIE STOCK & DIE OR BUTTON DIE

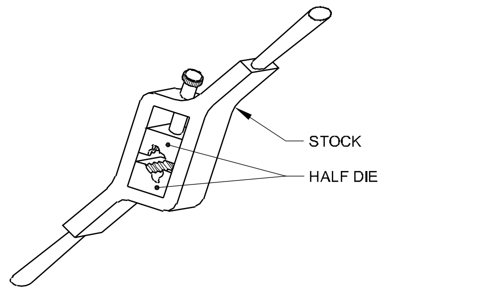
ELN121893

अर्ध डाई (Half die) (Fig 4) : अर्ध डाई की रचना अधिक सुदृढ होती है।

कट की गहराई को बढाने घटाने के लिये सरलता से समंजन हो जाता है।

यह डाई सुमेलित युगुल में उपलब्ध है और एक साथ प्रयुक्त होना चाहिये।

Fig 4



HALF DIE WITH STOCK

डाई स्टाक के पेंच को संमजित करके परस्पर समीप लाया अथवा दूर किया जा सकता है।

इनको एक विशेष डाई धारक की आवश्यकता होती है ।

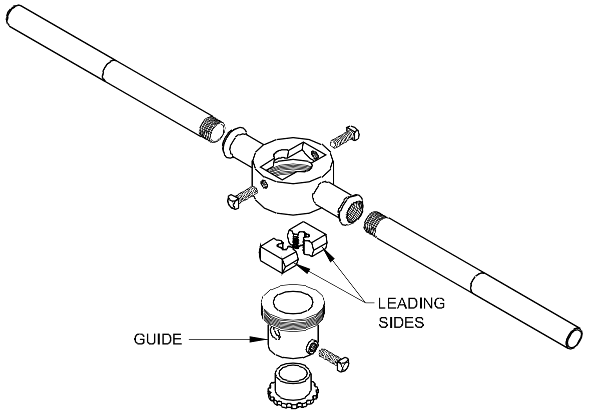
संयोजन येाग्य पेंच प्लेट डाई (Adjustable screw plate die) (Fig 5) : अर्धडाइ की भांति यह अन्य प्रकार की दो टुकडा डाई है।

यह विभक्त डाई की तुलना में अधिक समंजन प्रदत्त करती है।

एक कालर में डाई के दो अर्ध दृढता से एक चूडी काट पटटी से जकडे में जाते है जो चूडी बनाते समय मार्ग दशर्क की भांति भी कार्य करते हैं। (Fig 5)

डाई टुकडों को कालर में रखने के पश्चात जब मार्ग दर्शक पटटी को कसा जाता है तो डाई टुक्डों का सही स्थान निर्धरित हो जाता है और दृढता से कसे रहते है।

Fig 5



ADJUSTABLE SCREW PLATE DIE

कालर पर पेंचों के समंजन द्वारा डाई टुकडों का समंजन हो सकता है ।

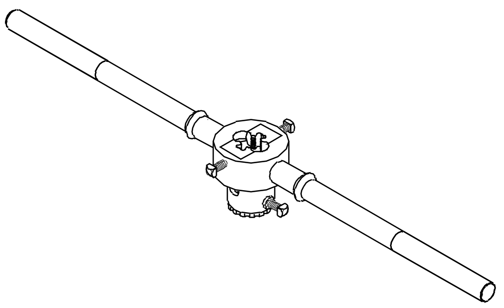
इस प्रकार के डाई स्टाक को शीघ्र कट डाई स्टाक कहते हैं। (Fig 6)

डाई अधकों की तली शुण्डा कार होती है जिससे यह चूडी प्रारम्भ के लिये बढत दे सके प्रत्येक डाई हेड के एक ओर क्रम संख्या स्टैम्पड रहती है।

दोनों टुकडों की संख्या समान रहनी चाहिये।

विभिन्न प्रकार की चूडियाँ (Different types of threads) (Fig 7)

Fig 6



ASSEMBLED VIEW OF QUICK CUT DIESTOCK

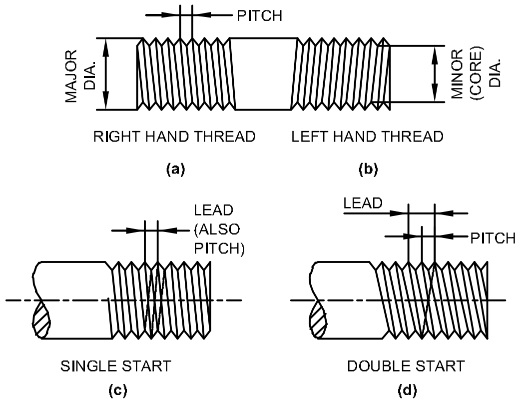
दाया हाथ चूडी (Right hand thread) : चूडी की आकृति दाहिनी से बायें ओर (a)।

बाया हाथ चूडी (Left hand thread) : चूडी की आकृति बायें से दाहिनी ओर (b)।

एकल प्रवर्तन चूडी (Single start thread) : पिच और बढ़त समान अथवा समरूप है (c)

द्विप्रर्वतन चूडी (Double start thread) : बढ़त पिच से दो गुनी होती है (d) ।

Fig 7

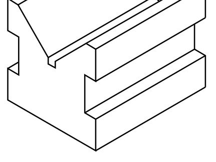


TYPES OF THREADS

'वी' ब्लाक (`V' Block)

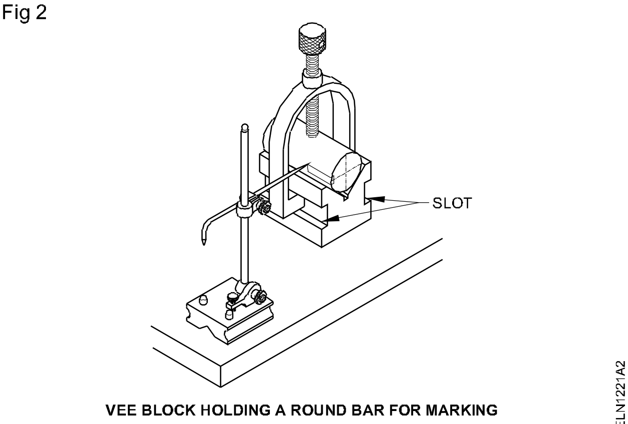
प्रायः वी ब्लाक ढले लोहे से बने होते है। जिसकी उपरी तल पर एक बड़ी वी होती है और तली चपटी अथवा तली सतह पर एक छोटी वी होती है (Fig 1)

Fig 1



VEE BLOCK

गोल छड़ पर अंशांकन के लिये शिकंजा सहित Vee ब्लाक (Vee block with clamp for marking round bar) (Fig 2) : वी ब्लाक के प्रत्येक ओर खांचा बना होता है जिससे एक शिंकजां जो ब्लाक के साथ दिया

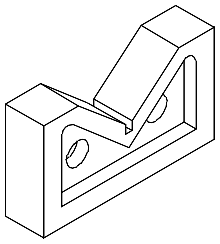


VEE BLOCK HOLDING A ROUND BAR FOR MARKING

जाता है और जिसका प्रयोग हल्के बर्मायन प्रचालनों इत्यादि के लिये लघु कृत्यों को कसने के लिये किया जाता है।

जब बर्मायन प्रचालनों के लिये छड की लम्बाई बडी है तो वी ब्लाक के एक युगल का प्रयोग हो सकता है।

बड़े आमाप ढले हुये लोहे से बनाये जाते हैं और जिनमें केवल एक वी ऊपरी तल पर होता है (Fig 3) इनको बड़े कृत्यों को आधार देने के लिये बनाया जाता है और शिकंजे के लिये इनमें खांचा नहीं होता। इस प्रकार के वी ब्लाक विभिन्न आमापों में उपलब्ध है।



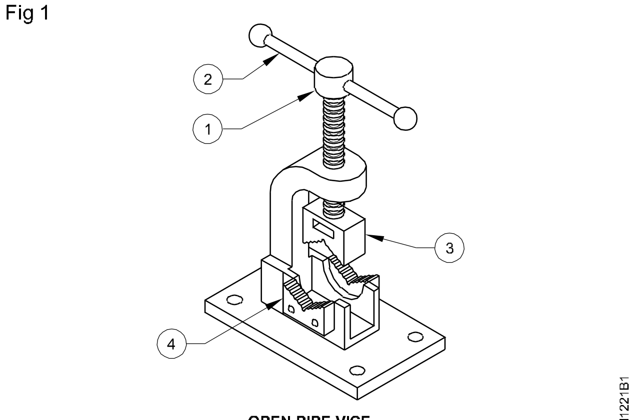
LARGER SIZED VEE BLOCK

नलिका शिंकजे (Pipe vices)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **नलिका शिकंजों के विभिन्न प्रकारों का अभिनिर्धारण करना**
- **प्रत्येक प्रकार के उपयोग बताना ।**

नलिका शिकंजों का प्रयोग नलिकाओं को स्थिर रखने, कांड्यूट्स को लम्बाई में काटने चूडियां बनाने और समुच्चयन में किया जाता है।

खुली नलिका शिकंजा (Open pipe vice) (Fig 1) : हैण्डिल युक्त स्पिन्डल को घुमा कर इस प्रकार की नलिका शिकंजा को खुल बन्द कर सकते है। स्पिन्डल के किनारे पर चल जबडे को जोड दिया जाता है।



OPEN PIPE VICE

भाग (Parts)

1 स्पिन्डल (Spindle)

2 हैण्डिल (Handle)

3 चल जबड़ा (Movable jaw)

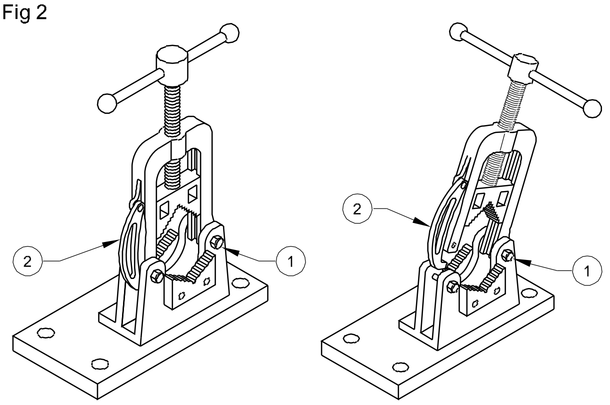
4 स्थिर जबड़ा (Fixed jaw)

अनेक आमापों की एक भुजा अथवा खुली नलिका शिकंजा में उपलब्ध है।

मुख्य रूप से इनका निर्धारण नलिका के अधिकतम वाह्य व्यास जिसे यह पकड़ सकती है और जबड़ों की खुल सकने की अधिकतम क्षमता से किया जाता है। उदाहरण के लिये तीन आमापों को सूची बद्ध किया जाता है।

जबड़ों का अधिकतम मुक्तांतर	नालिका का अधिकतम वाह्य व्यास
60 mm	50 mm
90 mm	75 mm
120 mm	100 mm

स्वःपाशित- हिन्जित नलिका शिकंजा (Self-locking hinged pipe vice) (Fig 2a) : नलिका को एक स्वपाशित हिन्जित नलिका शिकंजा में रखने के लिये हिन्जित फ्रेम (Fig 2b) के अनुसार खोला जाता है। एक



a) SELF-LOCKING HINGED PIPE VICE b) SELF-LOCKING HINGED VICE

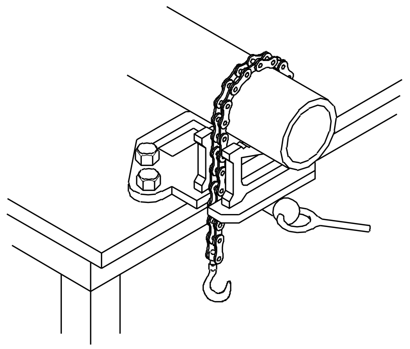
स्वपाशित हुक फ्रेम को पाशित कर देता है और नलिका जबड़ा के बीच शिकंजे की स्पिन्डल की हैण्डिल को घुमाने से जकड़ जाती है ।

- शिकंजे के फ्रेम को खोलने के लिये हिन्ज (Fig 2 के (a) को देखें)
- स्वपाशन हुक (Fig 2 के (b) को देखें)

150mm तक की व्यास की नलिकाओं और कांड्यूट्स को पकड़ने के लिये अनेक आमापों की स्वपाशित हिन्जित नलिका शिकंजे उपलब्ध है।

कड़ी नलिका शिकंजा (Chain pipe vice) (Fig 3) : एक कड़ी नलिका शिकंजा में स्थिर जबड़ों का केवल एक सेट होता है जो एक मेज के ऊपर अथवा धातु स्टैन्ड पर आरोहित होता है। उच्च गुणवत्ता स्टील से बनी एक दृढ़ कड़ी नलिका को जबड़े में पकड़े रहती है। शिकंजे के कसने वाले लीवर को घुमा कर कड़ी को कस दिया जाता है।

Fig 3



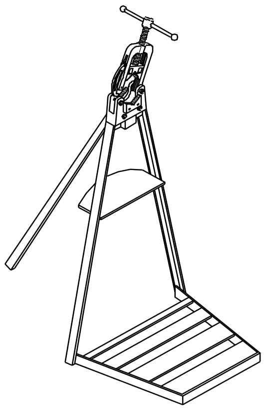
CHAIN PIPE VICE

ELN1221B3

कड़ी नलिका शिकंजे 200mm व्यास वाली नलिकाओं को पकड़ सकती है।

ट्राईपोड स्टैन्ड पर आरोहित स्वपाशन हिन्जित नलिका शिकंजा (Self-locking hinged pipe vice mounted on tripod stand) (Fig 4) : सिमटन योग्य धातु के ट्राईपोड स्टैन्ड पर आरोहित यह एक स्वपाशित हिन्जित नलिका शिकंजा है। ब्लाक इस प्रकार की व्यवस्था भवन स्थलों इत्यादि के लिये एक चल कार्य स्थल के रूप में अति व्यवहारिक है।

Fig 4



PIPE VICE WITH THE TRIPOD STAND

ELN1221B4

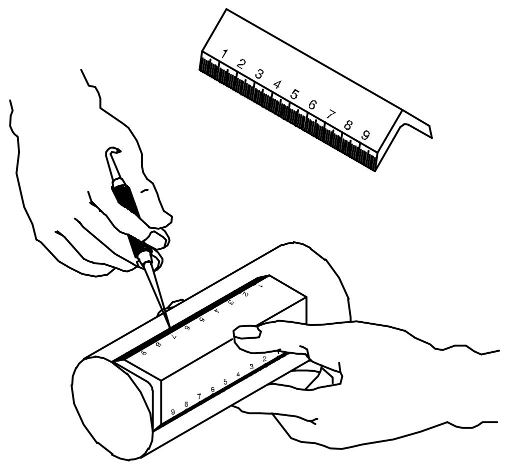
अंशाकन उपसाधन (Marking accessories)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एक बाक्स वर्ग के उपयोगों का अभिनिर्धारण करना**
- **एक तल पट्टी के उपयोगों को व्यक्त करना**
- **एक कोण पट्टी के उपयोगों को व्यक्त करना।**

बाक्स वर्ग (Box square) (Fig 1) : गोला कार छड़ों अथवा नलिकाओं पर रेखा अंशाकन के लिये एक बाक्स वर्ग अथवा कुंजी पीठिका नियम का प्रयोग किया जाता है।

Fig 1

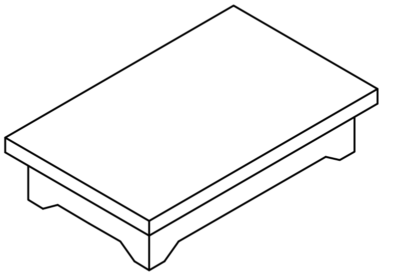


BOX SQUARE

ELN1218C1

सतह पट्टी (Surface plate) (Fig 2) : अत्यधिक विशुद्धता वाली चपटी पटटी के साथ इस पट्टी का उपयोग अन्य सतहों के चपटे पन का परीक्षण मापन के अन्य मापी यन्त्रों के साथ, परीक्षण, अंशाकन के लिये किया जाता है।

Fig 2



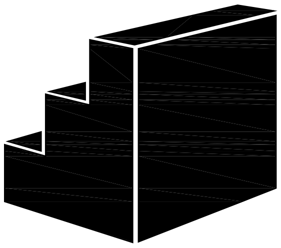
SURFACE PLATE

ELN1218C2

सतह पट्टी प्रायः ढलें लोहे अथवा ग्रेनाइट से बनायी जाती है।

कोण पट्टी (Angle plate) : यह ढले लोहे से बनायी जाती है। ग्रेनाइट कोण पटिटयां भी उपलब्ध है। (Fig 3)

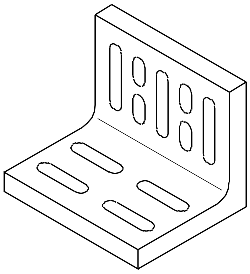
Fig 3



GRANITE ANGLE PLATE

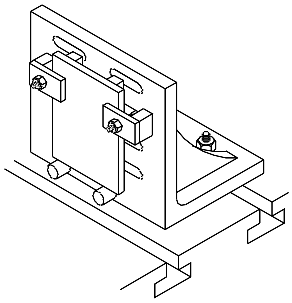
इसको विन्यासित और मशीन्ड किये जाने वाले कृत्य को पकड़े रहने के लिये एक स्थायीयक (Fixture) की भांति प्रयुक्त किया जाता है। पार्श्व लम्बवत होते है जिनमें खांचे हो सकते है जो कृत्य को पकड़ने के लिये क्लैम्प से अनवायोजित हों। (Fig 4 & 5)

Fig 4



CAST IRON ANGLE PLATE

Fig 5



WORKPIECE CLAMPED WITH ANGLE PLATE

लिमिट गेज (Limit Gauges)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **गो तथा नो गो गेजों का सिद्धान्त तथा उनके लक्षण बताना**
- **कॉमन टाइप के लिमिट सूची बताना**
- **प्रत्येक प्रकार के लिमिट गेज के उपयोग बताना ।**

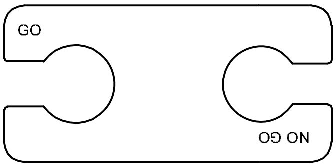
जब कम्पोनेन्ट के नम्बर को जॉचते हैं तो यह आवयक नहीं होता कि उनके आकार को मापें लेकिन साथ में लिमिट टोलरेन्स (tolerance) की भी जॉच करें। सबसे अच्छा तरीका है कम्पोनेन्ट के साथ लिमिट गेज की भी जाँच करें।

इस गेज का प्रयोग निरीक्षण में करते हैं क्योंकि वे स्पेसिफिक डायेमेन्शन (specific dimension) की जल्दी से जॉच करने में सहायक होता है ।

'गो' तथा 'नो गो' एण्ड सिद्धान्त ('Go' and 'No-Go' end Principal):- गो की डायमेन्शन (dimension) तथा 'नो गो' इण्ड के गेज लिमिट स्टेट पर डाइमेंशन गेज द्वारा जाँचते हैं।

'गो' तथा 'नो गो' का सिद्धान्त यह है कि 'नो' एण्ड के फीचर्स की जाँच होनी चाहिए तथा 'नो गो' एण्ड के समान फीचर्स में नहीं जाना चाहिए । 'गो' का डायमेंशन के अधिकतम प्रदत्त डायमेंशन के समान है जो कि 'नो गो' सिरे के न्यूनतम प्रदत्त डायमेंशन के समान है । (Fig 1)

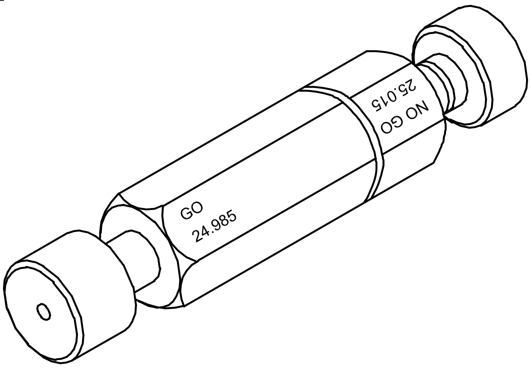
Fig 1



EXTERNAL MEASUREMENT

आन्तरिक नाप के लिए गेज का 'गो' सिरा 'नो गो' की न्यूनतम सीमा के बराबर है और 'नो गो' सिरा कोम्पोनेन्ट की अधिकतम सीमा के बराबर है। (Fig 2)

Fig 2



INTERNAL MEASUREMENT

आवश्यक लक्षण (Essential features)

ये गेज हैण्डल को सरल तथा अच्छी सही ढंग से तैयार कर सकते हैं । ये साधारणतया 1/10 भाग सहनशीलता और ये कंट्रोल करने के लिए डिजायन किये जाते हैं । उदाहरण : यदि सहनशीलता 0.02mm बनाये रखें, तब मेज 0.002 mm जरूरी आकार पर समाप्त होगा ।

वे तापमान के कारण होनेवाले घिसाव, जंग और अभिवृध्दि का प्रतिरोध करनेवाले होना चाहिए ।

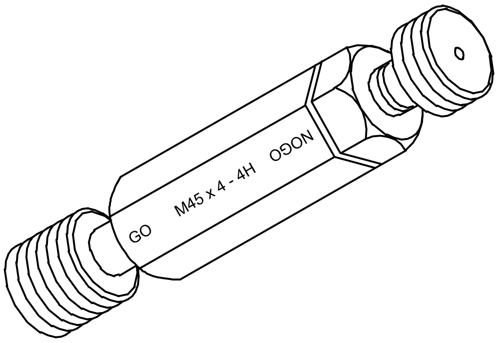
इसकी निर्माण कीमत कम होती है ।

'गो' किनारा 'नो गो' किनारे से लम्बा, सरल पहचानने में बना होता है । कुछ समय एक ग्रुव हैण्डल के पास कट कर 'नो गो' किनारे से फर्क बताना कि यह गो इण्ड है । इसको प्लग गेज में लगाते हैं । इन गेजों की डायमेन्शन स्टैम्पड में प्रयोग करते हैं ।

थ्रेड प्लग गेज (Thread plug guages) (Fig 3 तथा Fig 4)

अंदरूनी थ्रेड 'ग्रो' के थ्रेड प्लग गेज तथा 'नो गो' से जाँच करके यहीं सिध्दान्त सिलिण्डिकल प्लग गेज में अपनाते हैं ।

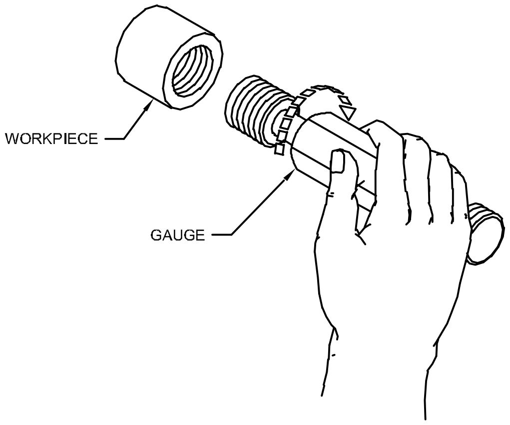
Fig 3



THREAD PLUG GAUGES

ELN1218D3

Fig 4



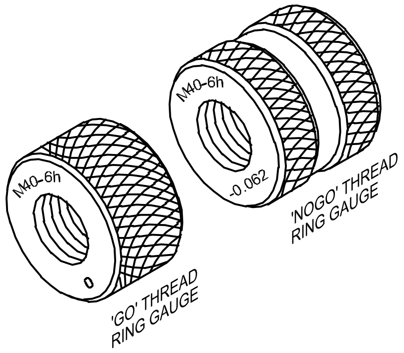
INTERNAL THREAD PLUG GAUGES

ELN1218D4

थ्रेड रिंग गेज (Thread ring guages) (Fig 5)

इन गेजों का प्रयोग बाहरी थ्रेड की सत्यता या यथार्थता की जाँच के लिए करते हैं । इनमें सेन्टर के साथ तीन रेडियल स्लाटों में थ्रेडेड छेद होता है तथा एक छोटे समंजन की परमिट से सेट करते हैं ।

Fig 5



THREAD RING GAUGES

ELN1218D5

इलेक्ट्रिसीटी के मूलभूत आधार - कन्डक्टर्स - इन्स्यूलेटर्स - वायर की साईजों का नाप - क्रिम्पिंग (Fundamental of electricity - conductors - insulators - wire size measurement - crimping)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **परमाणु और विद्युत को परिभाषित करना**
- **परमाणु संरचना के बारे में समझना**
- **इलेक्ट्रिसीटी मूलभूत पारिभाषिक शब्दों की व्याख्या करना**
- **आपूर्ति का प्रकार, पोलारीटी और इलेक्ट्रिक करन्ट का प्रभाव बताना**
- **चालक, अवरोधक और अर्द्धचालक को परिभाषित करना।**

परिचय (Introduction)

विद्युत आजकल ऊर्जा का एक महत्वपूर्ण स्त्रोत हैं। जटिल उपकरणो और मशीनो को चलाने के लिए विद्युत अत्यन्त आवयक है।

गतिमय विद्युत को वैद्युत धारा कहते है, जबकि स्थिर अवस्था में विद्युत को स्थैतिक विद्युत कहते हैं।

स्थैतिज विद्युत के उदाहरण (Examples of static electricity)

- दरी बिछी हुई फर्श वाले कमरे का दरवाजा खोलने पर उसके हैण्डल द्वारा झटका लगना।
- कंघी द्वारा कागज के टुकडों को आकर्षित करना।

पदार्थ की संरचना (Structure of matter)

विद्युत को समझने के लिए हमें पहले पदार्थ की संरचना को समझना जरूरी है। विद्युत का सम्बन्ध पदार्थ के सबसे महत्वपूर्ण इकाई अणु (इलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन) से है। सभी पदार्थ जिस महत्वपूर्ण विद्युत इकाई से बना है इसलिए सभी पदार्थ को वैद्युतिक कह सकते हैं। कोई भी वस्तु जिसका कुछ भार हो और कुछ जगह घेरता हो पदार्थ कहलाता हैं। कोई भी पदार्थ अतिसुक्ष्म कणों (परमाणु) से बना होता है किसी पदार्थ के परमाणु सबसे छोटी इकाई या कण हैं जिसेअवु कहते हैं । जो पदार्थ के गुण प्रदर्शित करते हैं। अणु एक छोटा सा भाग होता है जिसका गुण पदार्थ में होता है । प्रत्येक परमाणु को रासायनिक क्रिया द्वारा छोटे भाग में तोडा जा सकता है। परमाणु के सबसे सरल भाग को अणु कहते हैं।

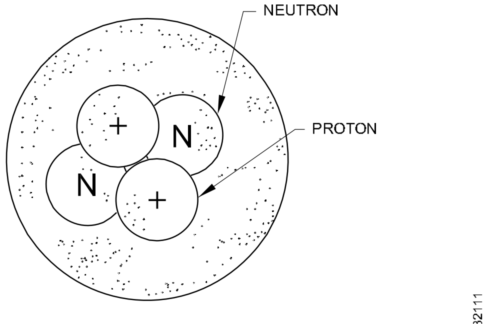
मुख्यतः एक अणु तीन प्रकार के कणो से बना होता हैं जिनकी विद्युत में खास महत्व है, वे हैं- इलेक्ट्रान, प्रोट्रान और न्यूट्रॉन। प्रोट्रान और न्यूट्रॉन अणु के नाभि में रहते हैं और इलेक्ट्रान नाभि के बाहरी कक्षाओ में घूर्णन करते रहते हैं।

अणु की संरचना (Atomic structure)

नाभिक (The Nucleus)

नाभिक अणु का मध्य भाग होता है। इसमे प्रोट्रान और न्यूट्रॉन होते हैं परमाणु में जैसा (Fig 1) में दर्शाया गया है ।

Fig 1



NUCLEUS OF AN ATOM

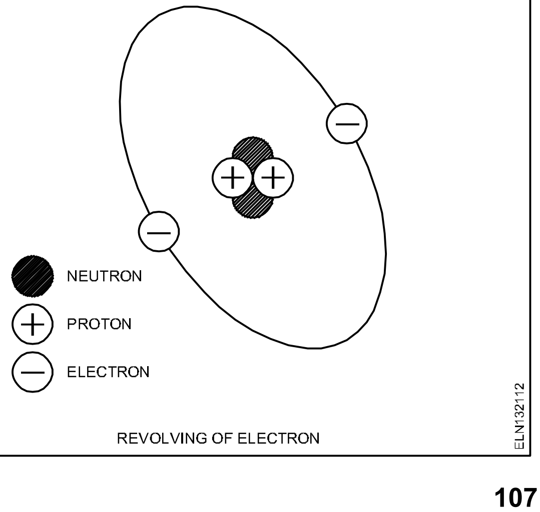
प्रोट्रान (Protons)

प्रोटॉन के पास धनात्मक विद्युत आवेश होता है। (Fig 1) यह इलेक्ट्रान से लगभग 1840 गुना भारी होता हैं और यह नाभिक का स्थिर भाग होता हैं। विद्युत शक्ति के बहाव या आदान- प्रदान में प्रोट्रान भाग नही लेता हैं।

इलेक्ट्रान (Electron)

यह एक छोटा पारटिकल जो नाभिक के चारों ओर न्यूक्लिया के चक्कर लगाता हैं (Fig 2 में देखें) इस पर नकारात्मक विद्युत चार्ज होता है। इलेक्ट्रान प्रोटॉन के डायामीटर से 3 गुना बडा होता है। प्रोटॉना की संख्या इलेक्ट्रानो की संख्या के बराबर होती है।

Fig 2



REVOLVING OF ELECTRON

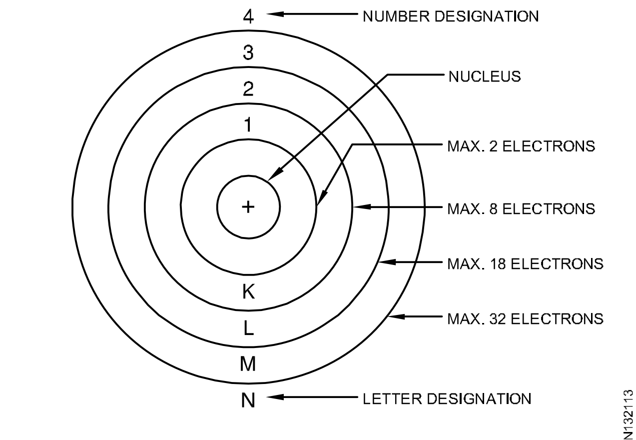
न्यूट्रॉन (Neutron)

वास्तव में न्यूट्रॉन स्वयं मे एक कण है। यह प्रायः सोचा जाता है कि यह इलेक्ट्रान और प्रोट्रान का मिश्रण है और वैद्युत रूप से उदासीन होते है यह परमाणु की वैद्युत प्रकृति के लिए अधिक महत्वपूर्ण नही हैं।

ऊर्जा कोश (Energy shells)

एक परमाणु में न्यूक्लियस के चारो ओर इलेक्ट्रान एक कोश में व्यवस्थित होते हैं। काश एक अथवा अधिक इलेक्ट्रान्स का घूर्णन परत अथवा ऊर्जा स्तर होता है। मुख्य कोश परतो का अभिनिर्धारण संख्या में अथवा न्यूक्लियस के समीपतम अक्षर K से प्रारम्भ होकर लगातार आगे जाते हैं। प्रत्येक कोश में अधिकतम इलेक्ट्रान्स की संख्या निर्धारित होती है। (Fig 3) में ऊर्जा शेल स्तर और यह अधिकतम इलेक्ट्रान्स की संख्या जो इसमें हो सकती है का सम्बन्ध दिखाया गया हैं।

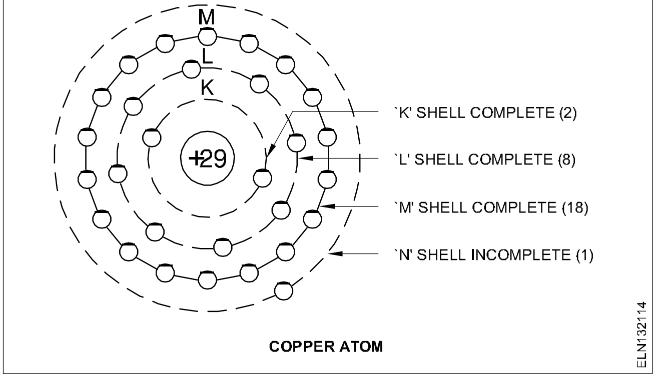
Fig 3



SHELL LEVEL AND ELECTRONS

यदि एक दिये गये परमाणु के लिए इलेक्ट्रान्स की कुल संख्या ज्ञात है तो प्रत्येक कोश में इलेक्ट्रान्स की स्थिति सरलतापूर्वक ज्ञात की जा सकती है। प्रथम से प्रारम्भ होकर प्रत्येक कोश परत अनुक्रम में इलेक्ट्रान्स की अधिकतम संख्या से भरी जाती है। उदाहरण के लिए एक ताँबे के परमाणु में 29 इलेक्ट्रान होते हैं जो चार कोा में और प्रत्येक शेल में इलेक्ट्रान की संख्या शेल के अनुसार होगी। (Fig 4)

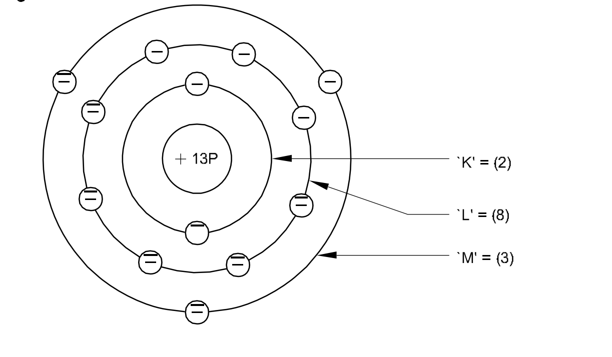
Fig 4



COPPER ATOM

इसी प्रकार एल्यूमिनियम परमाणु जिसमें 13 प्रोट्रान्स है (Fig 5) के अनुसार तीन कोश होगे।

Fig 5



ALUMINIUM ATOM

इलेक्ट्रान वितरण (Electron distribution)

परमाणुओ का रासायनिक और वैद्युत व्यवहार इस पर निर्भर करता है कि विभिन्न कोश और उपकोश कितने पूर्ण भरे हैं।

वे परमाणु जो रासायनिक रूप से सर्वाधिक सक्रिय होते हैं उनमें पूर्ण भरे कोश की तुलना में एक इलेक्ट्रान कम होता है। वे कोश जिनका वाह्म कोश पूर्ण रूप से भरा होता है रासायनिक रूप से निष्क्रिय होते हैं। इनको निष्क्रिय तत्व कहते हैं। सभी निष्क्रिय तत्व गैस होते हैं और दूसरे तत्वो से रासायनिक रूप से संयोग नही करते हैं।

धातुओं में निम्न अभिलक्षणिक होते हैं (Metals possess the following characteristics)

- यह उत्तम विद्युत चालक होती हैं।
- वाह्म कोश अथवा उपकोशो में इलेक्ट्रान्स एक परमाणु से दूसरे पर सरलता से गति कर सकते हैं।
- यह पदार्थ से आवेश को ले जाते हैं।

परमाणु का वाह्म कोश वैलेन्स कोश कहलाता है और इसके इलेक्ट्रान्स वैलेन्स इलेक्ट्रान्स कहलाते हैं। न्यूक्लियस से इनकी अधिक दूरी होने के कारण और आन्तरिक कोश में इलेक्ट्रान द्वार वैद्युत क्षेत्र के आंशिक रोकने के कारण वैलेन्स इलेक्ट्रान पर आकर्षण बल कम होता है, इसलिए वैलेन्स इलेक्ट्रान को सुगमता से स्वतन्त्र किया जा सकता है। जब कभी वैलेन्स इलेक्ट्रान्स को अपने कक्ष से पृथक कर दिया जाता है यह स्वतन्त्र इलेक्ट्रान हो जाता है। विद्युत को सामान्य रूप से इन स्वतन्त्र इलेक्ट्रान्स का चालक में से होने वाले प्रवाह से परिभाषित करते हैं। अतः इलेक्ट्रान का प्रवाह न कारात्मक टर्मिनल से सकारात्मक टर्मिनल तक होता है । परमाणुरहित वैद्युत प्रवाह कल्पित होता है । नकारात्मक से सकारात्मक तक ।

चालक, रोधक और अर्धचालक (Conductors, insulators and semi conductors)

चालक (Conductors)

चालक पदार्थ जिनमें अनेक स्वतन्त्र इलेक्ट्रान होते है और विद्युत धारा वाहन के योग्य होते हैं चालक कहलाते हैं।

चालक पदार्थों में अपूर्ण रसायनिक संयोजन शेल एक, दो या तीन इलेक्ट्रान होते है । अधिकतः मेटल अच्छी अवस्था में होते है । कुछ सार्वजनिक अच्छे पदार्थ जैसे, ताँबा, एरमू नियम, जिंक, लेड, टिन, यूरेका, निकरोम, सिल्वर और गोल्ड़ आदि है ।

रोधक (Insulators)

पदार्थ जिनमें कुछ स्वतन्त्र इलेक्ट्रान होते है (यदि कोई हैं) और विद्युत धारा को अपने में प्रवाह होने में बाधक होते हैं रोधक कहलाते हैं। साधारणतः इन्सुलेटर से रासायनिक संयोजक शेल पाँच, छह या सात इलेक्ट्रान्स है । कुछ सामान्य इन्सलेटर हवा रबड पी.वी.सी. पोर्सलेन, अभ्रक शुष्क कागज, फाइबर ग्लास, रोधक पदार्थों के कुछ उदाहरण हैं।

अर्धचालक (Semi conductors)

जिन पदार्थो की चालकता का स्तर, चालक और रोधक के बीच का होता हैं उसे अर्धचालक कहतें हैं। इन पदार्थों की परमाणुओ की अंतिम कक्षा में प्रायः 4 इलेक्ट्रान होते हैं।

शुध्द अवस्थामें अर्धचालक पदार्थ, विद्युत धारा बहाव के लिए अधिक प्रतिरोध प्रस्तुत करते हैं। सिलिकॉन और जर्मेनियम । खासकर अर्ध्दचालक का उपयोग मार्डेन इलेक्ट्रानिक घटाको की उत्पत्ति हेतू होता है । जैसे डॉयोडस, ट्रान्जिस्टर और समकालित परिपथ चिप आदि ।

सरल वैद्युत परिपथ और इसके तत्व (Simple Power circuit and its elements)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एक सरल बिजली परिपथ बताना सकेंगे और उसका वर्णन करना**
- **धारा, इसकी यूनिटों और मापन की विधि बताना (ऐमीटर)**
- **ईएमएफ, विभव अन्तर उनकी यूनिटों और मापन के तरीकें (वोल्टमीटर) बताना**
- **प्रतिरोध और उसकी यूनिटों और विद्युत के बारे में बताना ।**

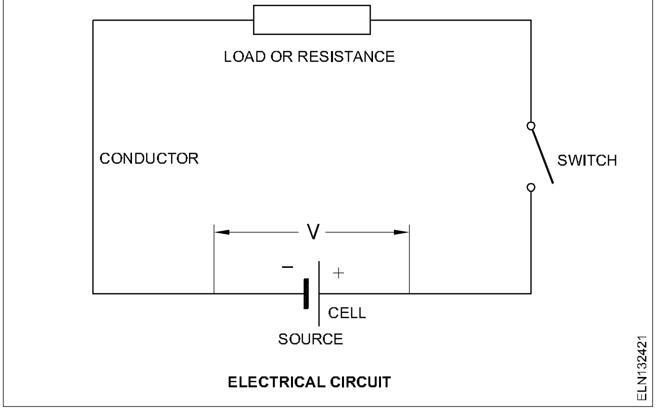
सरल विद्युत परिपथ (Simple electric circuit)

एक सरल बिजली परिपथ वह है जिसमें धारा स्रोत से लोड तक प्रवाहित होती है और वापस स्रोत तक पहुंचती है और पथ को पूरा करती हैं।

जैसा (Fig 1) में दिखाया गया है, बिजली परिपथ में निम्नलिखित होंगे।

- एक ऊर्जा स्रोत (सेल) जो परिपथ में से धारा का बहाने के लिए जरूरी वोल्टता उपलब्ध कराएगा।
- चालक जिन में से धारा प्रवाहित हो सकती है
- धारा की मात्रा को नियंत्रित करने और बिजली ऊर्जा को दूसरे रूपों मे बदलने के लिए एक लोड (प्रतिरोधक)
- धारा का प्रवाह चालू करने या रोकने के लिए एक नियंत्रण युक्ति (स्विच) है ।

Fig 1



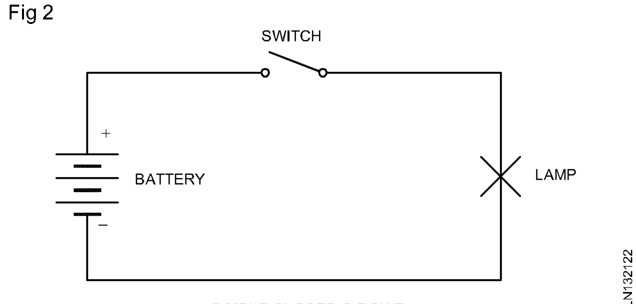
ELECTRICAL CIRCUIT

उपर्युक्त के आलावा, परिपथ के (PVC या रबड़) विद्युतरोधक हो सकते है जो वांछित पथ पर धारा को सीमित करेंगे और एक सुरक्षा युक्ति (फ्यूज 'F') जो परिपथ की कुसंक्रिया होने पर परिपथ को बांछित करती हैं।

बिजली धारा (Electric current)

(Fig 2) में एक सरल परिपथ दिखाया गया है जिसमें ऊर्जास्रोत के रूप में एक बैंटरी और प्रतिरोध के रूप में एक बत्ती दिखाई गई है। इस परिपथ में, जब स्विच बंद है, क्योंकि बिजली धारा स्रोत के धनात्मक टर्मिनल बैटरी से बत्ती के रास्ते प्रवाहित होकर स्रोत के ऋण टर्मिनल में पहुंच जाती हैं।

Fig 2



SIMPLE CLOSED CIRCUIT

बिजली धारा का प्रवाह इलेक्ट्रॉन के प्रवाह के आलावा और कुछ नहीं है। वास्तव मे इलेक्ट्रान प्रवाह बैटरी के ऋणात्मक टर्मिनल से बत्ती तक और वापस बैटरी के धनात्मक टर्मिनल में पहुंचता है

तथापि धारा प्रवाह की दिशा को परम्परागत रूप से बैटरी के घनात्मक टर्मिनल से बत्ती तक और बैटरी के ऋणात्मक टर्मिनल तक वापस लिया

जाता हैं। अतः हम इस नतीजे पर पहुंचते है कि धारा का परम्परागत प्रवाह इलेक्ट्रान की दिशा के विपरीत होता है। सारी ट्रेड सिद्धांत पुस्तक में धारा प्रवाह धारा के स्रोत के घनात्मक टर्मिनल से लोड तक और तब वापस स्रोत के ऋणात्मक टर्मिनल तक माना गया है।

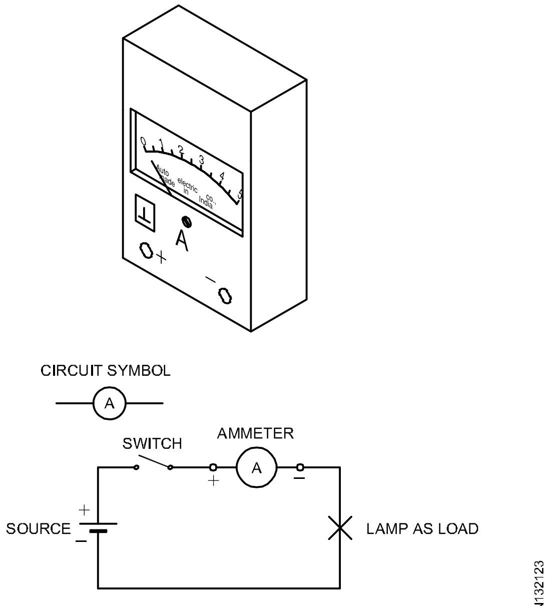
एम्पियर - धारा का यूनिट (संक्षिप्त 1 के रूप में) एक एम्पियर (प्रतीक A) होता है। यदि चालक में से 6.24×10^{18} इलेक्ट्रान प्रति सेकेण्ड गुजरते हैं तब हम कह सकते है कि चालक में से 1 एम्पियर धारा गुजरी है।

ऐमीटर (Ammeter)

हम जानते है कि इलैक्ट्रान देखे नहीं जा सकते और कोई मानव इलेक्ट्रानों को गिन नहीं सकता; अतः परिपथ मे धारा को मापने के लिए ऐमीटर नाम के मापयंत्र का प्रयोग किया जाता हैं।

जैसे एक ऐमीटर धारा का प्रवाह एम्पियरों में करता है इसे प्रतिरोध श्रेणी के साथ श्रेणी में जोड़ा जाना चाहिए जैसा (Fig 3) में दिखाया गया है। एम्पियर के दशमलव या दशमलव उप गुणकों के लिए हम निम्नलिखित शब्दों को इस्तेमाल करते हैं।

Fig 3



AMMTER WITH LOAD

1 किलो एम्पियर = 1 kA = 1000 A = 1×10^3 A

1 मिली एम्पियर = 1 mA = 1/1000 A = 1×10^{-3} A

1 माइक्रो एम्पियर = 1 mA = 1/1000000 A = 1×10^{-6} A

इलैक्ट्रोमोटिव बल (EMF) (Electromotive Force - EMF)

इलैक्ट्रानों को परिपथ मे चलाने के लिए यानी धारा को प्रवाहित करने के लिए, बिजली उर्जा का एक स्रोत अपेक्षित होता है । धारा का उत्पन्न करने के लिए एक विद्युत ऊर्जास्त्रोत आवश्यक है । टार्च लाइट में, बिजली ऊर्जा का स्रोत बैटरी होती है।

परिपथ प्रतीक में दो रेखाओं द्वारा बैटरी टर्मिनल सूचति किए जाते हैं घनात्मक की रेखा जितनी लम्बी होगी, ऋणात्मक टर्मिनल उतना ही छोटा होगा। बैटरी के भीतर ऋणात्मक टर्मिनल में ज्यादा इलैक्ट्रान होते जब कि घनात्मक टर्मिनल में इलेक्ट्रान कम होते हैं।

कहा जाता है कि

बैटरी का इलेक्ट्रोमोटिव बल होता है (EMF) जो बिजली परिपथ के बन्द पथ में मुक्त इलैक्ट्रान को चालित करने के लिए उपलब्ध होते हैं। बैटरी के दो टर्मिनलों के बीच इलेक्ट्रान के वितरण में अन्तर इस ईएमएफ को उत्पन्न करता है

इसकी इकाई 'वोल्ट' है।

यह असर 'E' से दर्शाया जाता है।

यह किसी मोटर के द्वारा नहीं मापा जा सकता। यह केवल निम्न सूत्र से ज्ञात किया जा सकता है।

E = विभवांतर (P.D) + V. वोल्टेज ड्रॉप

= p.d + V.वोल्टेज ड्रॉप

$E = V + IR$

किसी परिपथ में इलेक्ट्रॉन को चलाने हेतु विद्युत वाहक बल अनिवार्य है।

यह बल सप्लाई स्त्रोत जैसे - बैट्री, डायनेमों आदि।

अंतराष्ट्रीय पद्धति (SI) में विद्युत वाहक बल का मात्रक वोल्ट है और (प्रतीक 'E')

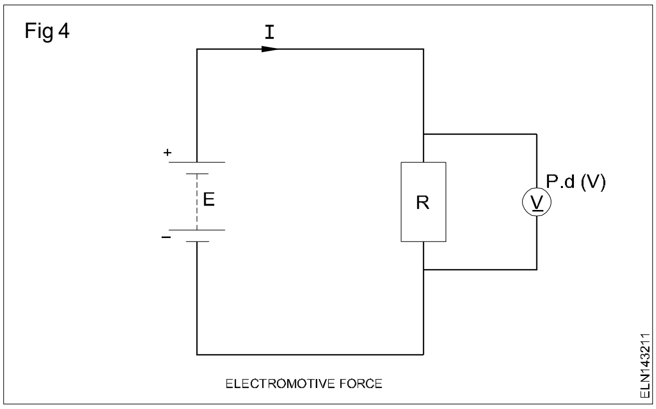
विभवान्तर (PD) (Potential difference - PD)

इलैक्ट्रोमोटिव बल का यूनिट वोल्ट (प्रतीक V_T) होता है और emf को समान्यतः वोल्टता कहते हैं । जब बैटरी किसी लोड से योजित होती है तो टर्मिनल के आरपार मानी गई वोल्टता को विभव अन्तर (p.d) कहते हैं और ईएमएफ के मान से यह थोड़ा कम होता है ।

किसी परिपथ में लोड के आरपार या एक्रॉस मापे गए वोल्टेज में अंतर पोटेंशियल डिफरेंस कहलाता है और यह वोल्ट में मापा जाता है। जब किसी परिपथ में करंट प्रवाहित होती है तब परिपथ में लगे प्रतिरोधक के सिरों पर पोटेंशियल डिफरेंस प्राप्त होता है। Fig 4, में दिखाया गया है- जब किसी परिपथ का स्विच ऑफ हो तब सैल के टर्मिनल पर प्राप्त वोल्टेज इलेक्ट्रो मोटिव फोर्स या ई. एम. एफ. कहलाता है। यदि परिपथ का स्विच ऑन हो उस स्थिति में सैल के टर्मिनल पर प्राप्त वोल्टेज पोटेंशियल डिफरेंस प्राप्त होता है। p.d का मान तुरंत मापे गये टर्मिनल वोल्टेज से कम होता है।

पोटेंशियल डिरेंस का मान टर्मिनल वोल्टेज से कम होने का कारण यह है कि जब लोड के द्वारा धारा लिया जाता है तब सैलों के आंतरिक प्रतिरोध के कारण बोल्टेज ड्रॉप हो जाता है।

जिस कारण से परिपथ में करंट प्रवाहित होता है वह emf. कहलाता है।



इसका प्रतीक E और इसकी इकाई वोल्ट (V) है। इसको इस प्रकार ज्ञात किया जा सकता है।

EMF = सप्लाई स्त्रोत के टर्मिनल पर वोल्टेज + सप्लाई स्त्रोत में वोल्टेज ड्रॉप

या emf = V_T + IR

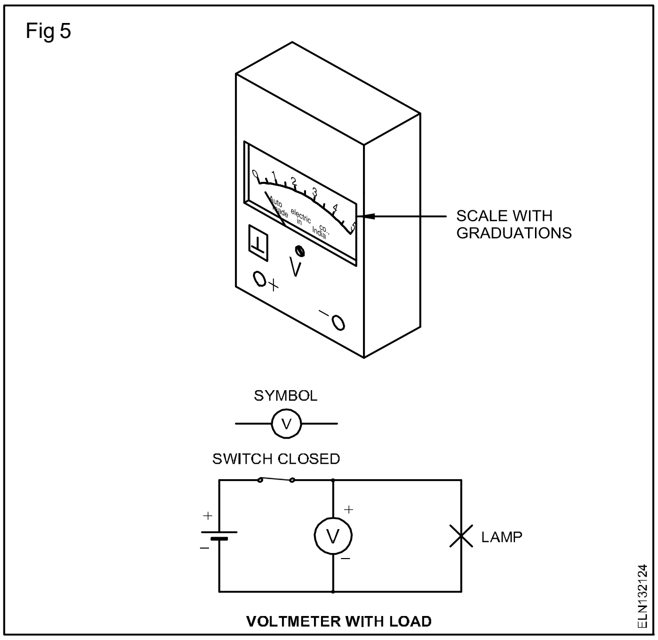
टर्मिनल वोल्टेज (Terminal voltage) (p.d)

यह सप्लाई स्त्रोत के टर्मिनल पर उपलब्ध वोल्टेज है। इसका प्रतीक V_T इसकी इकाई भी वोल्ट है और वोल्टमीटर से मापा जा सकता है। यह emf में स्त्रोत वोल्टेज ड्रॉप को घटाने पर प्राप्त होता है।

V_T = EMF - IR

जहाँ I धारा एवं और R प्रतिरोध

अतः EMF का मान हमेशा पोटेंशियल डिफरेंस से अधिक होता है। p.d [E.M.F>p.d]



वोल्टमीटर (Voltmeter)

बिजली वोल्टता के वोल्टमीटर से मापते हैं। एक स्त्रोत की वोल्टता मापने के लिए वोल्टमीटर के टर्मिनलों को स्त्रोत के टर्मिनलों से जोड़ा जाना चाहिए। घनात्मक टर्मिनल से घनात्मक और ऋणात्मक टर्मिनल से ऋणात्मक जैसा (Fig 5) में दिखाया गया है। वोल्टमीटर संबंधन आरपार एक समांतर संबंधन होता हैं

वोल्ट के दशमलव या दशमलव गुणकों के लिए हम निम्नलिखित अभिव्यक्तियों का प्रयोग करते हैं।

1 kilo-volt = 1 KV = 1000 V
= 1 x 10^3V

1 milli-volt = 1 mV = 1/1000 V
= 1 x 10^{-3}V

1 micro-volt = 1 µV = 1/1000000 V = 1 x 10^{-6}V

प्रतिरोध (Resistance)

धारा और वोल्टता के अलावा एक तीसरी मात्रा होती है जो परिपथ में भूमिका निभाती है और इसे वैद्युत प्रतिरोध कहते है प्रतिरोध एक सामग्री की विशेषता होती है जिस के द्वारा यह बिजली धारा के प्रवाह का विरोध करती है।

किसी परिपथ में प्रतिरोध ऐसा गुण है जो करंट प्रवाह के मार्ग में बाधा उत्पन्न होता है जो कि परिपथ में लगे प्रतिरोधक और एलीमेंट के कारण होता है। कंडक्टर को प्रतिरोध में करंट प्रवाह को रोकता है।

प्रतिरोध की अनुपस्थिति में परिपथ का करंट अत्यधिक/उच्च होगा। असामान्य उच्च मान का करंट किसी भी परिपथ के लिए खतरनाक होगा।

ओम (Ohm)

वैद्युत प्रतिरोध का यूनिट (संक्षिप्त 'R') ओम होता है (प्रतीक W)

ओम के दशमलव गुणक या दशमलव उप-गुणकों के लिए हम निम्नलिखित अभिव्यक्ति का प्रयोग करते हैं :

1 megohm	= 1 MΩ	= 1000000Ω	= 1 x 10^6Ω
1 kilo-ohm	= 1 kΩ	= 1000Ω	= 1 x 10^3Ω
1 milli-ohm	= 1 mΩ	= 1/1000Ω	= 1 x 10^{-3}Ω
1 micro-ohm	= 1 µΩ	= 1/1000000Ω	= 1 x 10^{-6}Ω

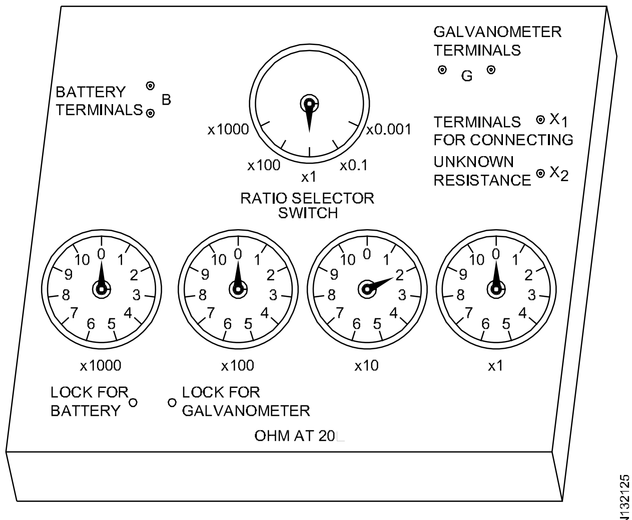
प्रतिरोध मापने का मीटर (Meter to measure resistance)

मध्य प्रतिरोध के मान की ओम मीटर या बीटस्टोन ब्रिज के द्वारा मापा जाता है । (Fig 6) इसे प्रतिरोध मल्टीमीटर के द्वारा भी मापा जा सकता है । विभिन्न प्रकार की विधियों से प्रतिरोध की मान मापी जाती है । उनमें से कुछ विधियों को इस किताब के अगले पन्नों पे प्रदर्शित किया गया है ।

अन्तर्राष्ट्रीय ओम (International Ohm)

जैसा कि यह परिभाषित है कि प्रतिरोध जो एक कॅलाम पारे पर बर्फ के गलन ताप (0°C) पर 14.4521 ग्राम भार जिसका ताम्र सेक्शन क्षेत्र (1 sq.mm) और 106.3 cm लम्बाई पर अचल धारा (डी.सी.) प्रवाहित होती है।

Fig 6



WHEATSTONE BRIDGE

अन्तर्राष्ट्रीय एम्पियर (International Ampere)

एक अन्तर्राष्ट्रीय एम्पियर परिभाषित किया गया है कि वह अचल धारा (DC) जो पानी के सिल्वर नाइट्रेड के विलयन से गुजरती है, कैथोड़ पर घुलनशील सिल्वर की दर 1.118 मिलीग्राम/ सेकण्ड ऋणाग्र है।

अन्तर्राष्ट्रीय वोल्ट (International Volt)

यह परिभाषित है कि विभवान्तर जो कि एक चालक पर लगाया जाता है जिसका प्रतिरोध, एक अन्तर्राष्ट्रीय एम्पियर धारा द्वारा उत्पन्न एक अन्तर्राष्ट्रीय ओम हो, इसका मान 1.00049 V के बराबर है।

चालकता (Conductance)

चालक का वह गुण जिसमें धारा का प्रवाह इससे होकर जाता है चालकता कहते हैं । दूसरे शब्दों में चालकता प्रतिरोध के विपरीत होती है। इसका प्रतीक G (G=1/R) और इसका मात्रक म्हो है इसे से दर्शाते है। एक अच्छा चालक, अधिक चालकता, तथा अचालक कम चालकता का होता है। अतः एक तार का प्रतिरोध RΩ है तो इसकी चालकता 1/R है ।

विद्युत की मात्रा (Quantity of electricity)

विद्युतधारा को विद्युत की बहने के दर से मापा जाता है । विद्युत की मात्रा को जानने के लिए अन्य इकाई आवश्यक होती है । विद्युत (Q) की मात्रा को किसी में निश्चित समय में बहाने के लिए इस इकाई को Coulomb (t) कहा जाता है । इसे Q अक्षर से जाना जाता है ।

बिजली की मात्रा = विद्युत एम्पियर में (I) X समय सेकेंड में (t)

or $Q = I \times t$

कॉलम्ब (Coulomb)

1 ऐम्पियर बिजली 1 सेकेण्ड में बहने की मात्रा है इसे ऐम्पियर-सेकेंड इकाई के नाम से भी जाना जाता है । विद्युत की बड़ी इकाई ऐम्पियर-घंटा (A.h) अभिप्राप्त होती है जब समय यूनिक घंटों में होता है ।

1 A.h = 3600 Asec or 3600 C

बिजली सप्लाई के प्रकार (Types of Power supply)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विभिन्न प्रकार की बिजली सप्लाई के बारे में बताना**
- **प्रत्यावर्ती धारा और दिष्ट धारा के बीच अन्तर बताना**
- **प्रत्यावर्ती वोल्टता और दिष्ट वोल्टता और उनके स्रोतों के बीच अन्तर बताना**
- **टर्मिनल चिन्हों से एसी और डीसी सप्लाई की पहचान करना ।**

बिजली के साथ काम करने के लिए सही माप लेने पड़ते है। मापयंत्रों के प्रयोग द्वारा माप लिए जाते हैं (मीटरों) विभिन्न प्रकार के मापयंत्र होते है जो भिन्न सिद्धांतों पर काम करते हैं। प्रत्येक मापयंत्र इस प्रकार डिजाइन किया जाता है कि वह एक विशेष वैद्युत मात्रा या एक से अधिक मात्रा को उचित रूपांतरण और जरूरी अनुदेश के साथ माप सके। आगे, उन्हें एसी या डीसी सप्लाई मात्राए मापने के लिए डिजाइन किया जा सकता है या उसका प्रयोग किसी भी सप्लाई में किया जा सकता है।

उपकरणों के उचित उपयोग के लिए, बायरमेन को निम्न विवरण के आधार पर सप्लाई के प्रकार को पहचानना चाहिए ।

बिजली की सप्लाई (वोल्टता) के प्रकार (Type of electrical supply)

विभिन्न तकनीकी जरूरतों के लिए प्रयोग में बिजली की सप्लाई के दो प्रकार हैं। प्रत्यावर्ती धारा सप्लाई (Alternative current) (AC) और दिष्ट धारा सप्लाई (Direct current) (DC)

—— DC इस प्रतीक द्वारा प्रस्तुत होती है

~ AC इस प्रतीक द्वारा प्रस्तुत होती है

डीसी सप्लाई (DC supply)

कई भागों में डीसी सप्लाई सेल/बैटरी डी सी सप्लाई का मुख्य स्रोत होता है । (Fig 1a & 1b) और डीसी जनरेटर डायनमों में (Fig 1c)

डीसी वोल्टता लगातार परिणाम की होती है। स्विच चालू करने से लेकर स्विच बन्द करने तक यह उसी परिमाण पर बनी रहती है। वोल्टता स्रोत की ध्रुवता नहीं बदलती (Fig 2)

दिष्ट वोल्टता (आमतौर पर डीसी वोल्टता के नाम से ज्ञात) की ध्रुवता घनात्मक ($+^{ve}$) और ऋणात्मक ($-^{ve}$) होती है। धारा के परम्परागत प्रवाह

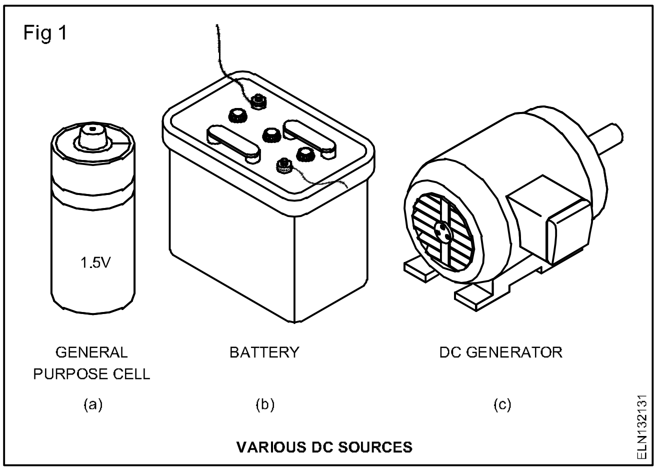


Fig 1 VARIOUS DC SOURCES

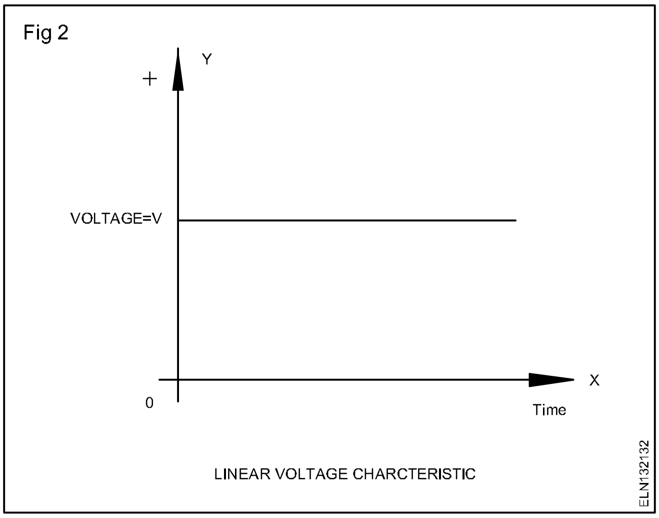


Fig 2 LINEAR VOLTAGE CHARCTERISTIC

की दिशा स्रोत के बाहर धनात्मक से ऋणात्मक टर्मिनल के रूप में ली जाती है (Fig 3)

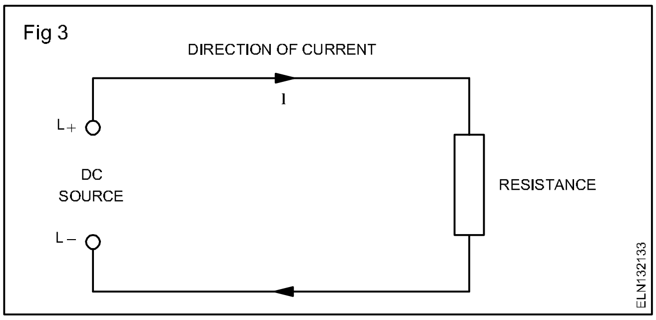


Fig 3

दिष्टधारा (Direct current) (Fig 4)

वोल्टता विद्युतधारा का कारण होती हैं। यदि एक दिष्ट धारा एक परिपथ में से प्रवाहित होती हैं, तो परिपथ मे इलेक्ट्रान का संचालन एक दिशा में होता हैं।

इस प्रकार दिष्ट धारा स्विच ऑन करने के पल से लेकर स्विच 'आफ' करने तक दिष्ट धारा उसी मान पर रहती है। (ओम प्रयोग मे दिष्ट धारा को डीसी धारा कहते हैं)।

एसी सप्लाई (AC Supply)

एसी सप्लाई का स्रोत एसी जनित्र होता है (प्रत्यवर्तक) (Fig 5a) । ट्रांसफार्मर (Fig 5b) से सप्लाई भी एसी होती है ।

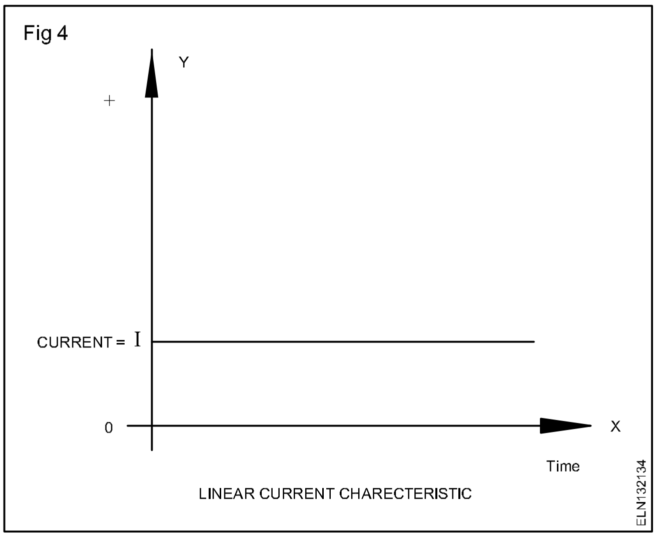


Fig 4 LINEAR CURRENT CHARECTERISTIC

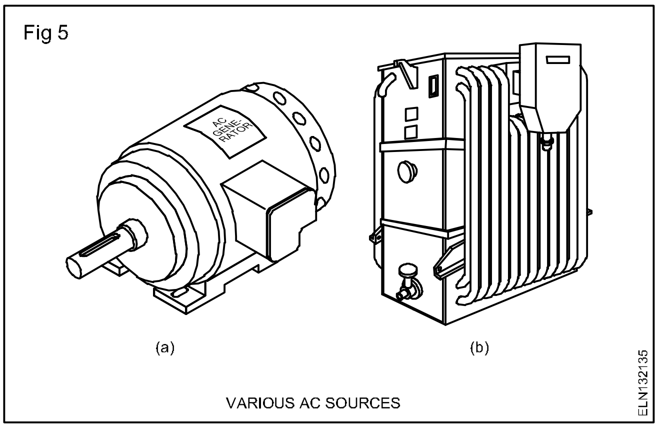


Fig 5 VARIOUS AC SOURCES

प्रत्यावर्ती वोल्टता (Alternating voltage)

एसी सप्लाई स्रोत अपनी ध्रुवता को लगातार बदलते है और फलस्वरूप वोल्टतर की दिशा को पावरप्वांटों हमारे घरों को सप्लाई की गई वोल्टता प्रत्यावर्ती होती है। (Fig 6) शिरानलमात्मक प्रत्यावर्ती वोल्टता समयोपरि (तरंग रूप) दिखाती हैं।

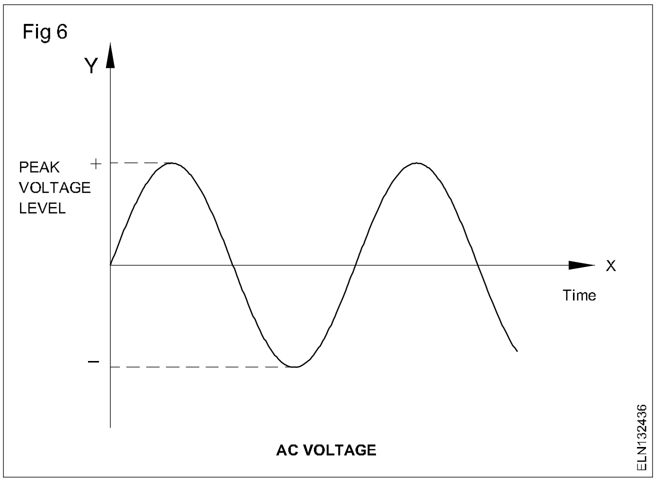


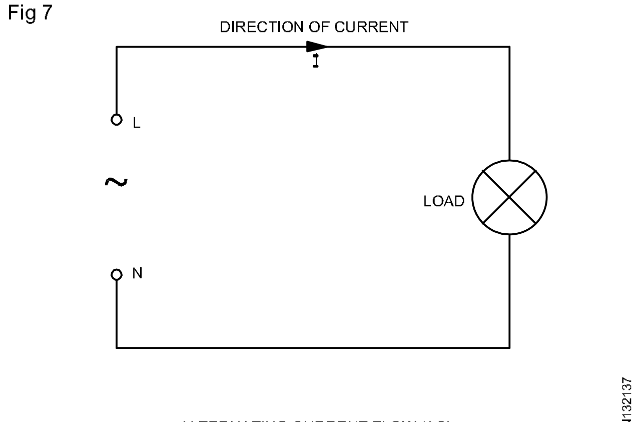
Fig 6 AC VOLTAGE

एसी को वोल्टता के प्रभावी मान द्वारा व्यक्त किया जाता है और एक सेकण्ड मे यह जितनी बार बदलती है उसे आवृत्ति कहा जाता है। आवृति को 'F' द्वारा निरूपित किया जाता है और इसकी यूनिट हर्टज (Hz) होती है।

उदाहरणार्थ, प्रकाश व्यवस्था के लिए प्रयुक्त एसी सप्लाई 240V 50 Hz (प्रत्यावर्ती वोल्टता को आम तौर पर एसी वोल्टता कहते हैं) होती है। एसी टर्मिनलों को फेज/लाइन (L) और न्यूट्रल (N) के रूप में अंकित किया जाता हैं।

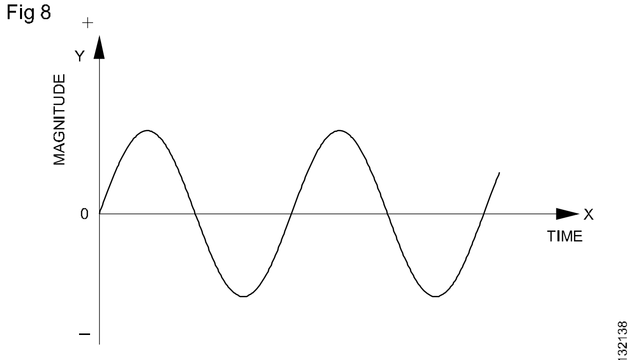
वोल्टता के अनुप्रयोग से एक विद्युत धारा में धारा उत्पन्न होती है। यदि एक विद्युत परिपथ के लिए एक प्रत्यावर्ती वोल्टता का अनुप्रयोग किया जाता है तो एक प्रत्यावर्ती धारा (आम तौर पर एसी धारा कहते हैं) प्रवाहित होगी। (Fig 7 और Fig 8)

Fig 7



ALTERNATING CURRENT FLOW (AC)

Fig 8



ALTERNATING CURRENT

DC में ध्रुवता परीक्षण (Polarity test in DC)

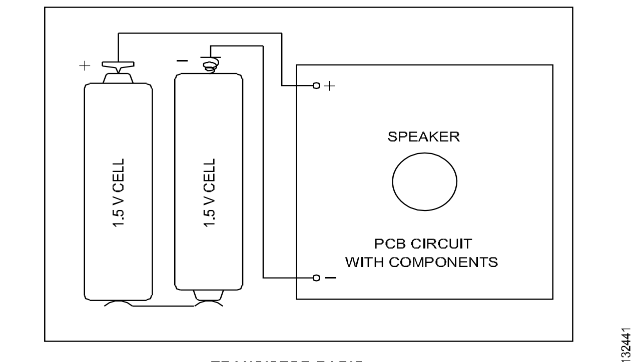
ध्रुवता (Polarity)

डीसी सप्लाई स्रोत की ध्रुवता को घनात्मक या ऋणात्मक के रूप में पहचान जाना चाहिए। हम यह सूचित करने के लिए भी शब्द का प्रयोग कर सकते है कि सप्लाई के साथ बिजली युक्ति कैसे योजित की जा सकती है। उदाहरणार्थ, एक ट्रांसिस्टर रेडियों में नए सेल डालते समय हमे सेलों को ठीक ढंग से लगाना चाहिए ऐसे कि एक सैल का घनात्मक टर्मिनल रेडियो के घनात्मक टर्मिनल से और दूसरे सेल का ऋणात्मक टर्मिनल रेडियों के ऋणात्मक टर्मिनल से जोड़ा जाता है जैसा (Fig 1) में दिखाया गया हैं।

ध्रुवता का महत्त्व (Importance of the polarity)

दिष्ट धारा सप्लाई ध्रुवता होती है, घनात्मक और ऋणात्मक को – और - के रूप में अंकित किया जाता हैं। जब विद्युत युक्तियों के टर्मिनलों पर घनात्मक और ऋणात्मक संकेत होते हैं उन्हें ध्रुवीकृत हुआ माना जाता है

Fig 1



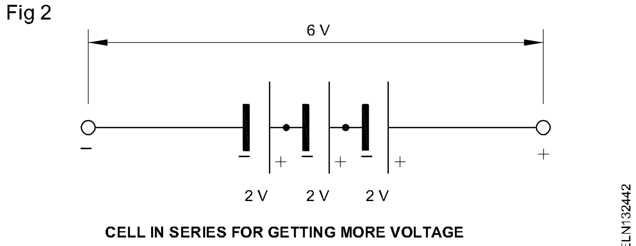
TRANSISTOR RADIO

वोल्टता के स्रोत के साथ ऐसी युक्तियों को जोड़ते समय (जैसे बैटरी या डीसी सप्लाई)

हमे सही ध्रुवता अंकन देखने चाहिंए। यानी युक्ति के घनात्मक टर्मिनल को स्रोत के घनात्मक टर्मिनल से जोड़ा जाना चाहिए और ऋणात्मक को ऋणात्मक के साथ। यदि ध्रुवता का ठीक अवलोकन नहीं किया (यदि $+^{ve}$ को $-^{ve}$ से जोड़ा जाता है) तो युक्ति काम नहीं करेगी और क्षतिग्रस्त हो सकती है।

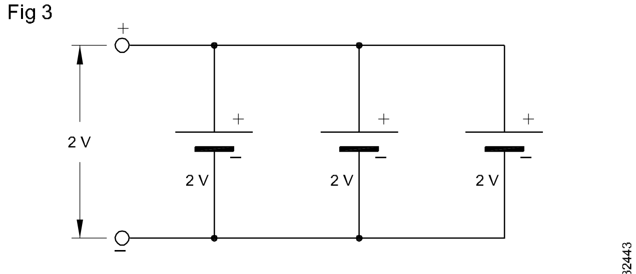
अधिक वोल्टता, धारा और शक्ति प्राप्त करने के लिए, वोल्टता स्रोतों , जैसे सेल, बैटरी और जनित्र को साधारणतः या पार्श्व मे या श्रेणी/पार्श्व संयोजन परिपथ में योजित किया जाता है। उनको इस प्रकार योजित करने के लिए हमें स्रोत की सही ध्रुवता जाननी चाहिए। (Fig 2) में 3 सेलों को श्रेणी में जोड़ने की विधि दिखाई गई है कि ज्यादा वोल्टता प्राप्त हो। (Fig 3) में 3 सेल का समांतर में जोड़ना दिखाया गया है कि ज्यादा धारा प्राप्त हो।

Fig 2



CELL IN SERIES FOR GETTING MORE VOLTAGE

Fig 3



CELLS IN PARALLEL FOR GETTING MORE CURRENT.

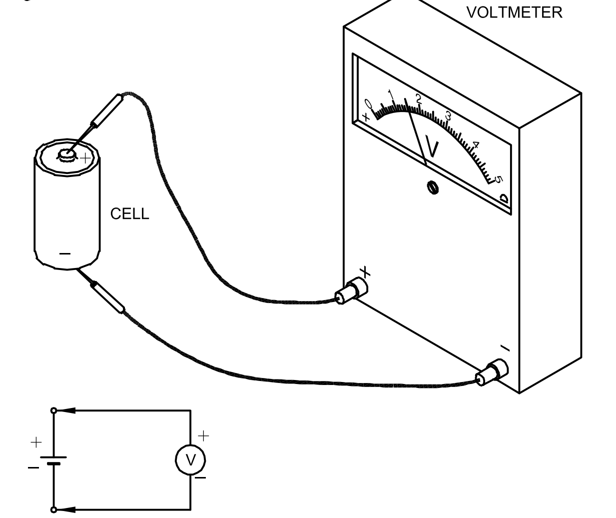
एमसी मीटर द्वारा ध्रुवता परीक्षण (Testing polarity by MC meter)

एक चल कुंडली वोल्टमीटर का प्रयोग करके एक सेल की ध्रुवता निर्धारित की जाती है।

एमसी मीटर के टर्मिनलों को $+^{ve}$ और $-^{ve}$ के रूप में अंकित किया जाता है। एमसी मीटरों को ध्रुवीकृत कहते है। क्योंकि उन्हें ध्रुवता अंकन के अनुसार जोड़ा जाना है। निम्न रेंज मीटर (0-3v MC) का प्रयोग करते हुए एक सेल की वोल्टता का पता लगा सकते हैं।

(Fig 4) के अनुसार संबंधन किए जाते है, वोल्टमीटर 1.5 वोल्ट पढ़ता है। मीटर टर्मिनलों पर अंकित ध्रुवता के अनुसार सेल की ध्रुवता सही है। यदि (Fig 5) में दिखाए अनुसार वोल्टमीटर का संकेतक शून्य से नीचे करता है तो ध्रुवता ठीक नहीं है। इस से हम इस नतीजे पर पहुंचते हैं कि मापयंत्र टर्मिनलों पर अंकित चिन्हों के अनुसार यदि मापयंत्र सही ध्रुवता के साथ योजित किया जाता हैं तो मीटर केवल अग्र दिशा में ही पढ़ता है।

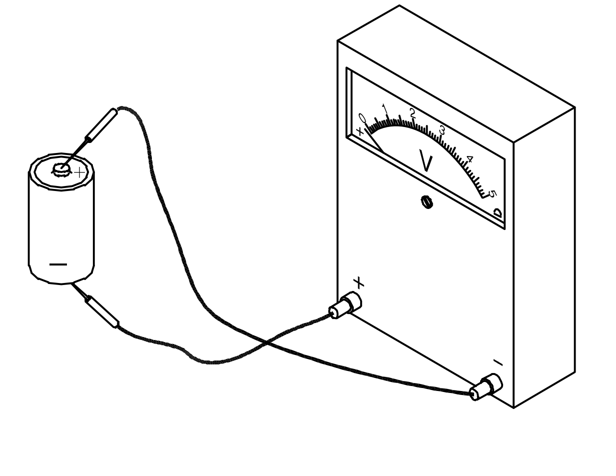
Fig 4



CORRECT POLARITY INDICATION

ELN132144

Fig 5



WRONG POLARITY INDICATION

ELN132145

बैटरी की ध्रुवता (Polarity of the battery)

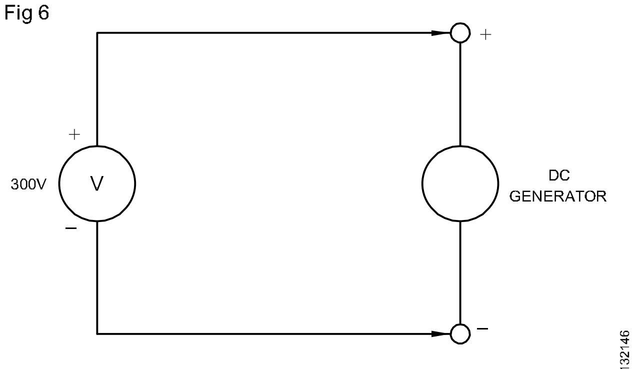
बिना निशान बैटरी के टर्मिनलों की ध्रुवता निर्धारित करने के लिए यानी $+^{ve}$ और $-^{ve}$ हम एक निम्न रेंज एमसी वोल्टमीटर का प्रयोग कर सकते है। यदि वोल्टमीटर पर घनात्मक रीडिंग आती है, यानी 10 या 12 वोल्ट तब टर्मिनलों की ध्रुवता मीटर टर्मिनलों पर अंकनों के अनुसार सही है।

यदि मीटर रीडिंग ऋणात्मक है यानी शून्य के नीचे है तो मीटर के अनुसार बैटरी ध्रुवता के नीचे है तो मीटर के अनुसार बैटरी ध्रुवता ठीक नहीं है।

डीसी सप्लाई की ध्रुवता (Polarity of DC supply)

इसी तरीके से, DC जनित्र या डीसी स्रोत की ध्रुवता जानने के लिए यह उचित होगा कि एक चल कुंडली टाइप वोल्टमीटर, जिसकी रेंज उचित हो यानी 0-300 वोल्ट का प्रयोग किया जाए। मीटरों की सुरक्षा के लिए सदा डीसी स्रोत सप्लाई या जनित्र की निर्धारित वोल्टता से ऊपर उच्चतर रेंज मीटरों का प्रयोग करें। (Fig 6)

Fig 6



POLARITY TEST BY D.C GENERATOR

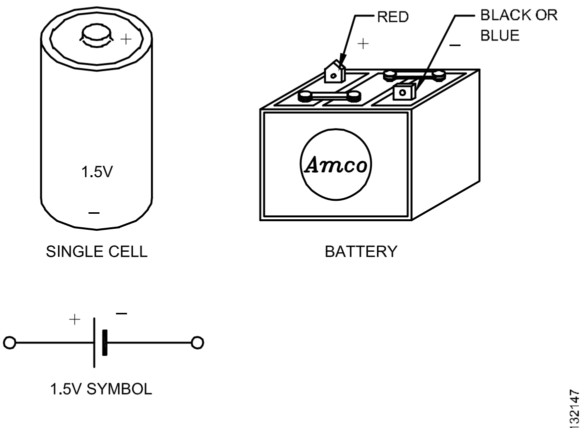
ELN132146

व्यवहार में किए गए अंकन (Marking made in practice)

समान्यतः डीसी स्रोत में सप्लाई लीडका $+^{ve}$ टर्मिनल रंग में लाल और सप्लाई लीड का $-^{ve}$ टर्मिनल रंग मे काला या नीला होता है। बैटरी टर्मिनल पोस्ट या काय पर $+^{ve}$ और $-^{ve}$ अंकित किए जाते हैं।

- सेल की शीर्ष पर सेल को $+^{ve}$ और तल पर $-^{ve}$ अंकित किया जाता है।
- बैटरी टर्मिनल को $+^{ve}$ अंकित किया जाता है और लाल रंग में होता है और दूसरे टर्मिनल को $-^{ve}$ निशान दिया जाता है और काले या नीले रंग में होता है (Fig 7)

Fig 7



CELL & BATTERY WITH COLOUR POLARITY

ELN132147

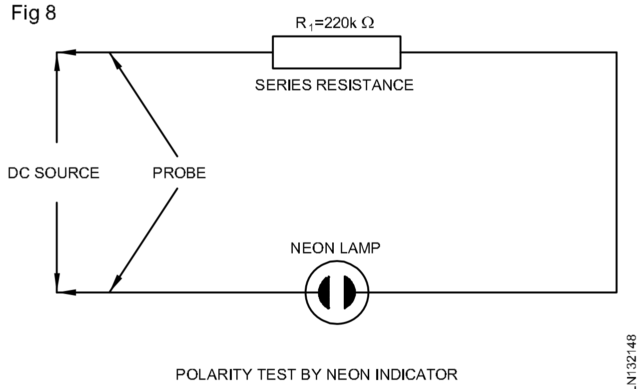
नियॉन ध्रुवता सूचक (Neon polarity indicator)

ध्रुवता चैक करने के लिए, श्रेणी में एक 220 कि ओम नियॉन लैम्प

इस्तेमाल किया जा सकता है (जैसा Fig 8 में दिखाया गया है) टेस्ट किए जानेवाले परिपथ के आर पार निऑन लैम्प परिपथ के एषणी को छुऐं। जब वोल्टेज मौजूद हो तो बत्ती जलेगी। यदि लैम्प मे दोनों इलैक्ट्रोड जलते है तो आपका स्रोत एसी पावर है। यदि केवल एक इलेक्ट्रोड प्रदीप्त होना है तो वोल्टता डीसी है और प्रज्वलित इलेक्ट्रोड स्रोत की ऋणात्मक ध्रुवता के पार्श्व पर होगें।

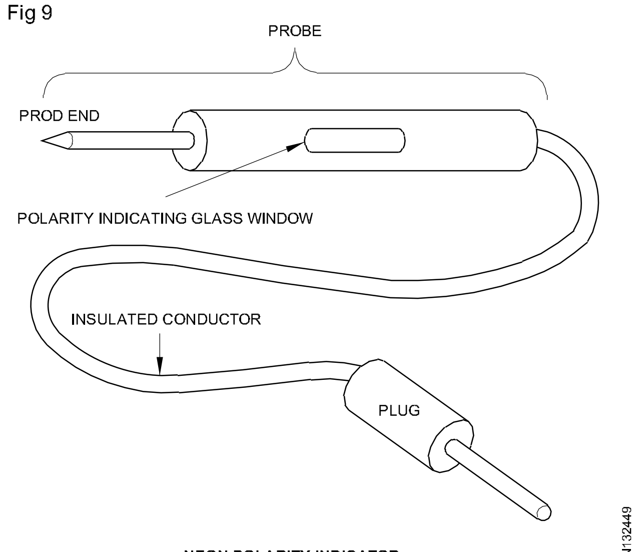
अतः आप डीसी परिपथ पर ध्रुवता चैक कर सकते हैं। (Fig 8)। एक वार्णिज्यिक निऑन ध्रुवता सूचक (Fig 9) में दिखाया गया हैं। इसकी एक सूचक कांच खिड़की होती है, जिसमे सूचक के नोंकदार सिरे से छूई गई ध्रुवता को निऑन चिन्हों द्वारा $+^{ve}$ या $-^{ve}$ के रूप में प्रदर्शित किया जाएगा।

Fig 8



POLARITY TEST BY NEON INDICATOR

Fig 9



NEON POLARITY INDICATOR

विद्युत धारा का प्रभाव (Effects of electric current)

जब किसी परिपथ में विद्युत धारा बहती है जब हम उसके प्रभाव से पता लगाातें हैं जो कि नीचे दिये गये हैं।

1 केमिकल प्रभाव (Chemical effect)

जब कंडक्टिंग लिक्विड के द्वारा विद्युत धारा जाती है तो उसे इलेक्ट्रोलाइट कहते हैं ये केमिकल एक्शन का कान्सीटिट्यूट (constituents) है। प्रैक्टिकल अनुप्रयोग से इसके प्रभाव का प्रयोग इलेक्ट्रोप्लेटिंग, ब्लाक बनाने में, बैटरी चार्ज करनें में, मेटल रिफायनरी आदि में करते हैं।

2 ऊष्मीय प्रभाव (Heating effect)

जब चालक में एक विद्युत पोटेशियल एप्लाई करते हैं तो प्रतिरोध इलेक्ट्रान के बहाव का विरोध करता है तथा ऊष्मा उत्पन्न करती है थोड़ी बहुत ऊष्मा उत्पन्न होती है वह परिस्थिति के अनुसार होती है । लेकिन थोडी बहुत ऊष्मा हमेशा उत्पन्न होती रहती है इस प्रभाव का अनुप्रयोग विद्युत प्रेस, हीटर, इलेक्ट्रिक लैम्प आदि में करतें हैं।

3 चुम्बकीय प्रभाव (Magnetic effect)

जब धारावाही चालक के अन्दर एक चुम्बकीय कम्पास रखते हैं तो यह डिफेक्ट होता है। धारा और मैग्नेटिजम के बीच कुछ सम्बन्ध यहाँ दिखाये गये हैं। धारावाही तार में मैग्नेट नहीं होता है लेकिन स्पेस में मैग्नेटिक फील्ड उत्पन्न करता है। यदि इस तार को लपेट दें एक आयरन कोर (बार) तो यह एक इलेक्ट्रो मैग्नेट होने लगेगा। विद्युत धारा के इस प्रभाव को विद्युत बॉल, मोटर, पंखा, विद्युत इन्सट्रूमेन्टस (electric instruments) में प्रयोग करते हैं।

4 गैस आयनीकरण प्रभाव (Gas ionization effect)

जब ग्लास टयूब के कुछ भाग से इलेक्ट्रान गुजरता है तो आयनीकरण होने लगता है तथा इमिटिंग लाइट रेज (Emitting light rays) शुरू हो जाता है फ्लूरोसेन्ट ट्यूब में, मरकरी वेपर लैम्प, सोडियम वेपर लैम्प, नियॉन लैम्प आदि।

5 स्पेशल रेस प्रभाव (Special Rays effect)

स्पेशल रेस X- रेख है तथा लेसर किरणें भी उत्पन्न कर सकती है विद्युत धारा के द्वारा डेवलेप करती है।

6 झटके का प्रभाव (Shock effect)

मनुष्य शरीर में बिजली के प्रवाह होने से खतरनाक झटका या मृत्यु भी हो सकती है । यदि यह विद्युत विशेष मान पर नियंत्रित करके उससे मानसिक बीमार व्यक्ति को ठीक करने के लिए हल्के बिजली के झटके दे सकते है ।

चालक -रोधक - तार-प्रकार (Conductors - insulators - wires - types)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **चालक और विद्युतरोधी सामग्रियां के बीच अन्तर करना**
- **चालक सामग्रियों की वैद्युत विशेषताएं बताना**
- **वैद्युत केबिलों में प्रयुक्त शब्दावली बताना**
- **ताम्र और ऐलुमिनियम चालकों के अभिलक्षण बताना**
- **विभिन्न प्रकार की विद्युतरोधी सामग्रियों के बारे में बताना।**

चालक और विद्युतरोधक (Conductors and insulators)

सामग्रियां जिसमें बहुत से मुक्त इलैक्ट्रान होते है ओर बिजली धारा का वहन कर सकती हैं चालक कहलाती हैं।

उदाहरण - सिल्वर, तांबा, ऐलुमिनियम और बहुत सी अन्य धातुएं।

सामग्रियां जिनमें थोड़ें से इलैक्ट्रान होते हैं और अपने अंदर से धारा प्रवाहित नहीं होने देते विद्युतरोधक कहलाती हैं।

उदाहरण - काष्ठ, रबड़, पीवीसी, पोर्सलेन, माइका खुश्क कागज और फाइबर ग्लास

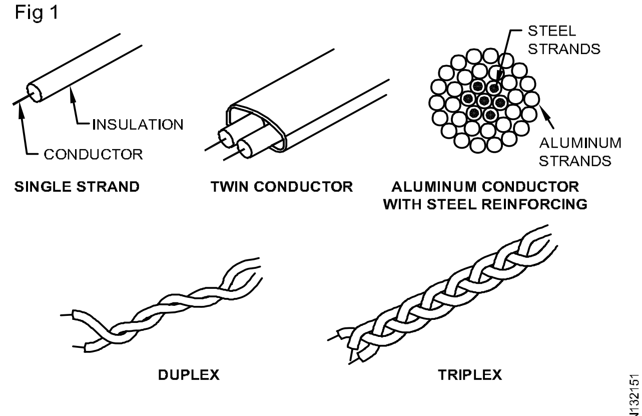
चालक (Conductors)

चालकों का प्रयोग और उनका विद्युतरोधन आईई विनियमों और बीआईएस (ISI) पद्धति संहिता द्वारा विनियमित किया जाता है।

आई ई नियमों और आईएस के अन्तर्गत सब चालक आ जाते हैं और बिजली के प्रयोग के जोखिमों से लोगों, भवन और सामानों की सुरक्षा के लिए जरूरी न्यूनतम संरक्षा पूर्वोपाय दिए गए हैं।

तारें और केबिलें चालकों के बहुत आम रूप हैं। भिन्न अनुप्रयोगों के अनुरूप उन्हें विभिन्न रूपों में बनाया गया हैं (Fig 1)

Fig 1



VARIOUS FORMS OF CONDUCTOR

चालक एक अटूट लाइन के रूप में होते हैं जो बिजली को जनित्र संयंत्रों से प्रयोग के बिन्दु तक ले जाते हैं। चालक सामान्यतः ताम्र या ऐलुमिनियम के बने होते हैं।

चालक में से गुजरनेवाली धारा ऊष्मा उत्पन्न करती है। उत्पादित ताप की मात्रा चालक में से गुजरनेवाली धारा और चालक के प्रतिरोध के वर्गकरण पर आधारित होती हैं।

चूंकि चालक में उत्पन्न ताप चालक के प्रतिरोध पर निर्भर करता है, इसलिए चालक का अनुप्रस्थ काट क्षेत्र काफी बड़ा होना चाहिए जो इसे निम्न प्रतिरोध दे। लेकिन अनुप्रस्थ काट क्षेत्र काफी छोटा भी होना चाहिए ताकि लागत और वजन यथासंभव कम रहे।

सर्वोतम अनुप्रस्थ काट क्षेत्र इस बात पर आधारित्र होता है कि लाइन में वोलटता पात के बिना चालक कितनी धारा और चालक में ताप उत्पादन वहन कर सकता है। लेकिन अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल मूल्य भार को यथा सम्भव कम रखने के लिए यथेपर छोटा भी होना चाहिये ।

सबसे अच्छा अनुप्रस्थ परिछेद क्षेत्रफल इस बात पर र्निभर करता है कि कितना वैद्युत चालक वोल्टेज ड्राप कर सकता है लाइन में और उष्मा उत्पन्न कर सकता है चालक में ।

प्रत्येक सीथ होती है कि सुरक्षा प्रतिरोध करना विभिन्न प्रकार के इन्सुलेशन के जो फिजिकल, केमिकल उष्मा ज़ोन में प्रतिरोध करता है ।

BIS (ISI)) संहिता अधिकतम धारा विनिर्दिष्ट करती है जिसे विभिन्न साइजों के, भिन्न विद्युतरोधन रखनेवाले और भिन्न भिन्न प्रतिवेशों में स्थापित चालकों के लिए सुरक्षित समझा गया है।

चालकों के साइज (Size of conductors)

साइज मिमी में व्यास या अनुप्रस्थ काट क्षेत्र द्वारा विनिर्दिष्ट किया जाता है। प्ररूपी साइज है 1.5 वर्ग मिमी, 2.5 वर्ग मिमी, 6 वर्ग मिमी आदि।

भारत में अब भी मानक तार गेज नम्बर द्वारा व्यास निर्धारित करने की पुरानी विधि प्रयोग में हैं।

चालकों का वर्गीकरण (Classfication of conductors)

तारों और केबिलों को उन के आवरण के प्रकार से वर्गीकृत किया जाता हैं।

अनावृत चालक (Bare conductors)

इनका कोई आवरण नहीं होता। अनावृत चालकों का आम प्रयोग ऊपरी बिजली संचार और वितरण लाइनों में किया जाता है। भूसंपर्कन के लिए भी अनावृत चालकों का प्रयोग किया जाता हैं।

विद्युतरोधित चालक (Insulated conductors)

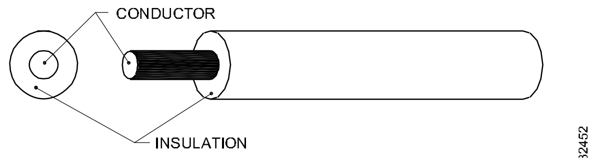
उनपर विद्युतरोधन का लेपन होता हैं। विद्युतरोधन चालकों को वैद्युत रूप से अन्य चालकों से और प्रतिवेशों से पृथक करता है। यह चालकों को

बिना खतरे के समूहित होने की अनुमति देता हैं। विद्युतरोधन के ऊपर अतिरिक्ति आवरण मौसम, नमी और धर्षण के विरूध्द यांत्रिक शक्ति और सुरक्षा देता हैं।

ठोस और मान्य चालक (Solid and stranded conductors)

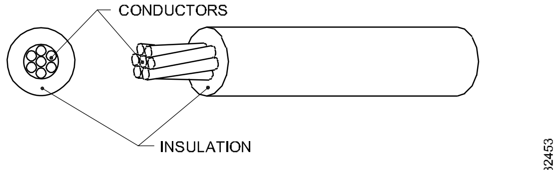
एक ठोस चालक वह है जब क्रोड में केवल एक ही चालक है जैसा (Fig 2) में दिखाया गया है। एक गुंफित चालक वह है जिसमें कई छोटे चालकों को मरोड़कर क्रोड बनाया गया हैं जैसा (Fig 3) में दिखाया गया हैं। चालकों की संख्या 3 से 162 हो सकती है और चालक के साइज में 0.193 मिमी से 3.75 मिमी की विभिन्नता हो सकती है जो धारा वहन क्षमता और लाक इन चालकों के केबिलों में या ऊपरी लाइनों में प्रयोग पर निर्भर होती हैं।

Fig 2



INSULATED SOLID CONDUCTOR

Fig 3



INSULATED CONDUCTOR

सामान्यतः गुंफ्ति चालकों को 10 वर्ग मिमी केबिल साइज 7/1.40 के रूप में नामोद्दिष्ट किया जाता है जहां 10 मिमी अनुप्रस्थ काट का क्षेत्र देता हैं, साइज में, अंश (7) चालकों की संख्या और हर चालक का व्यास 1.40 mm में देता है । हलांकि 7/1.40 केबिल 7/17 दोनों बराबर होतें हैं । बकि बाद के मामलें में हर SWG नं. में व्यक्त किया जाता है ।

गुफ्ति चालक अधिक लचीलें होते हैं और उनका यांत्रिक सामर्थ्य अधिक होता हैं। वर्तमान अनुप्रस्थ के अनुसार केबिल साइज वर्ग मिलीमिटरों में व्यक्त किया जाएगा या उसे केबिल में चालकों की संख्या और चालक के मिमी में व्यास के रूप में व्यक्त किया जा सकता हैं।

केबिल (Cable)

केबिल एकल, विद्युतरोधित चालक (एकल या गुफित) या दो या अधिक ऐसे चालकों की लंबाई होती है प्रत्येक का अपना विद्युतरोधन होता है और एक साथ रखे होते हैं। विद्युतरोधित चालक का एक समग्र रक्षी आवरण हो सकता है और नहीं भी हो सकता ।

केबिल (कवचित) (Cable (armoured))

एक कवचित केबिल में धातु वेष्टन उपलब्ध कराया जाता है (सामान्य टेप या तार के रूप में) जो यांत्रिक सुरक्षा के रूप में कार्य करता हैं।

केबिल (नम्य) (Cable (armoured))

एक नम्य केबिल में एक या आधिक क्रोड होती हैं, प्रत्येक तारों के समूह की बनी होती हैं, क्रोडों और तारों के व्यास पर्याप्त कम होते हैं ताकि लचीलापन बना रहें।

क्रोड (Core)

सब केबिलों की एक केन्द्रीय क्रोड या कई लड़दार चालक होते हैं जो उच्च चालकता बनाते हैं, सामान्यतः एक, दो, तीन और चार क्रोड होते हैं। प्रत्येक क्रोड अलग से विद्युतरोधित होता है, और क्रोड़ो के ईर्द-गिर्द समग्र विद्युतरोधन होता है।

तार (Wire)

एक ठोस पदार्थ (चालक) या एक विद्युतरोधित चालक (ठोस या लड़दार) तनन प्रतिबल के अध्यधीन, स्कीन के साथ या बिना तार कहलाता हैं।

ताम्र और ऐलुमिनियम (Copper and aluminium)

वैद्युत कार्य में, सामान्यतः चालकों के लिए बहुधा ताम्र और ऐलुमिनियम का प्रयोग किया जाता है। यद्यपि ताम्र की तुलना में रजत बेहतर चालक होता है। लेकिन उच्चतर लागत के कारण सामान्य कार्य के लिए इसका प्रयोग नहीं होता।

वैद्युत कार्य में प्रयुक्त तांबा उच्च दर्जा माने 99.9 प्रतिशत शुद्धता से बनाया जाता है।

ताम्र की विशेषताएं (Characteristics of copper)

1 रजत के बाद इसकी चालकता बहुत उच्च होती हैं।

2 अन्य धातुओं की तुलना में इसका धारा घनत्व प्रतियूनिट क्षेत्र सब से अधिक होता हैं। अतः एक दत्त लंबाई के लिए एक दत्त धारा वहन करने के लिए अपेक्षित आयतन कम होता हैं।

3 इसे पतली तारों और शीटों में खींचा जा सकता हैं

4 वायुमंडलीय संक्षारण के प्रति इसका उच्च प्रतिरोध होता है इसलिए यह लंबे अर्से तक काम दे सकता हैं।

5 इलैक्ट्रोलाइटिक क्रिया रोकने के लिए बिना किसी विशेष व्यवस्था के इसे जोड़ा जा सकता हैं।

6 यह टिकाउ होता है और रद्दी मोल उच्च होता हैं।

तांबे के बाद, बिजली कार्यों के लिए जिस धातु का प्रयोग किया जाता हैं वह ऐलुमिनियम हैं।

ऐलुमिनियम की विशेषताएं (Characteristics of aluminium)

1 तांबे के बाद इसकी चालकता अच्छी होती हैं। तांबे की तुलना मे इसकी चालकता 60.6 प्रतिशत होती हैं। अतः समान धारा क्षमता के

लिए ऐलुमिनियम तार का अनुप्रस्थ काट ताम्र तार के लिए अनुप्रस्थ काट से ज्यादा होना चाहिए।

2 यह वजन मे हल्का होता हैं।

3 इसे पतली तारों और शीटों में खींचा जा सकता है लेकिन अनुप्रस्थ काट क्षेत्र कम होने से इसका तनन सामर्थ्य कम हो जाता हैं।

4 ऐलुमिनियम चालकों को जोड़ते समय बहुत सी ऐहतियातें बरती जाती हैं।

5 ऐलुमिनियम का गलनांक कम होता है इसलिए विकसित ऊष्मा के कारण ढीले संबंधनों के बिन्दुओं पर यह क्षतिग्रस्त हो सकता हैं।

6 यह तांबे से सस्ता होता हैं।

तालिका 1 में ऐलुमिनियम की विशेषताओं की तुलना में तांबा की विशेषताएं दिखाई गई है।

टेबल 1

चालक पदार्थो के अभिलक्षणिक

क्र. सं.	गुण	तांबां (CU)	एल्यूमिनियम (Al)
1	रंग	लाल भूरा	श्वेत
2	वैद्युत चालकता MHO/ मीटर में	56	35
3	20° पर ओम / मीटर में प्रतिरोधकता 1mm में	0.01786	0.0287
4	गलनांक	1083°C	660°C
5	Kg/Cm^3 में घनत्व	8.93	2.7
6	20°C पर प्रतिरोध का ताप गुणांक प्रत्येक °C पर	0.00393	0.00403
7	20°C /° पर लम्ब प्रसार गुणांक	17×10^{-6}	23×10^{-6}
8	NW / मि.मी² में तन्य दृढता	220	70

विद्युतरोधी सामग्रियों की विशेषताएं (Properties of insulating materials)

विद्युतरोधन सामग्रियों की दो मूलभूत विषेषताएं होती हैं- विद्युतरोधन प्रतिरोध और परावैद्युत। वे एक दूसरे से सर्वथा भिन्न है और विभिन्न तरीकों से मापी जाती हैं।

विद्युतरोधन प्रतिरोध (Insulation resistance)

यह धारा के प्रवाह के विरूद्ध विद्युतरोधन का वैद्युत प्रतिरोध होता है। विद्युतरोध प्रतिरोधन मापने के लिए जिस माप यंत्र का प्रयोग करते हैं उसे मेगोम मीटर (मैगर) कहते हैं। यह विद्युतरोधन को हानि पहुंचाए बिना मेगोम में उच्च प्रतिरोध मान मापता है। विद्युतरोधन की स्थिति का मूल्यांकन करने के लिए माप गाइड के रूप में काम करता हैं।

परावैद्युत सामर्थ्य (Dielectric strength)

यह माप है कि विद्युतरोधन तहें कितना विभव अन्तर बिना टूटे सह सकती हैं। विभव अन्तर जो भंग उत्पन्न करता हैं, विद्युतरोधन की भंग वोल्टता कहलाता है।

प्रत्येक विद्युत युक्ति किसी न किसी प्रकार के विद्युतरोधन से सुरिक्षत होती हैं। विद्युतरोधन सामग्रियों की वांछित विशेषताएं हैं :

- उच्च परावैद्युत सामर्थ्य
- ताप के प्रति प्रतिरोध
- नम्यता
- यांत्रिक सामर्थ्य

किसी एकल सामग्री में सब विशेषताएं नहीं है जो प्रत्येक अनुप्रयोग के लिए अपेक्षित होती हैं। अतः बहुत किस्मों के विद्युतरोधन सामग्रियां विकसित की गई हैं।

विद्युतरोधन टेप (Insulation tape)

बिजली उपस्करों चालकों और पुर्जो के विद्युतरोधन के लिए विभिन्न प्रकार के टेपस का प्रयोग किया जाता हैं। इनमें से कुछ आसंजक हैं। जिस टेपस का आम प्रयोग होता है उनमें शामिल हैं घर्षण, रबड़, प्लास्टिक, वार्निश्ड कैम्बरिक टेप।

रबड़ टेप (Rubber tape)

संधियों के विद्युतरोधन के लिए रबड़ टेपों का प्रयोग किया जाता है। यह टेप थोड़े तनन के बीच लगाया जाता है। दाब के कारण तहें जुड जाती है। इसके प्रयोग से विद्युतरोधन बहाल हो जाएगा लेकिन यांत्रिक रूप से यह मजबूत नहीं होगा।

घर्षण टेप (Friction tape)

इसे रबड़ टेप विद्युतरोधन के ऊपर इस्तेमाल किया जाता है। यह सूती कपड़ें का बना होता है जिसमें आसंजक संसेचित होता है। यह रबड़ टेप की तरह खींच कर बढ़ाया नहीं जा सकता। घर्षण टेप में रबड़ टेप की विद्युतरोधन विशेषताएं नहीं होती; इसलिए विद्युतरोधन के लिए इसे अकेले इस्तमाल नहीं किया जाना चाहिए।

प्लास्टिक टेप (पीवीसी टेप) (Plastic tape) (PVC +ape)

इसका प्रयोग अन्य टेपों की तुलना में ज्यादा किया जाता है। PVC टेपों के निम्नलिखित लाभ होते हैं।

- उच्च परोवैद्युत सामर्थ्य
- बहुत पतला
- संधियों की रूपरेखा के अनरूप बढ़ सकता है।

वार्निशिड कैम्ब्रिक टेप (Varnished cambric tape)

ये टेप वर्निश से संसेचित कपड़ें से बने होते हैं। सामान्यतः इस पर कोई असंजक लेपन नहीं होता। यह शीटों और रोलों में उपलब्ध होता है और मोटर योजक लीड्स के विद्युतरोधन के लिए यह आदर्श होता हैं।

तार की साईज मापना - स्टैण्डर्ड तार गेज - बाह्य माइक्रोमीटर (Measurement of wire sizes - standard wire gauge - out side micrometer)

तार की साईज के मापन की आवश्यकता (Necessity of measuring the wire sizes)

वायरिंग कार्य को करने के लिए एक उत्तम योजना बनानी पडती है। मकान मालिक के आवश्यकताओं को समझने के पश्चात् वायरमेन वायरिंग का एक नक्शा तथा वायरिंग वस्तुओं तथा श्रमिकों के खर्चे का ब्योरा तैयार करता है। एक उचित योजना में प्रत्येक लोड में लगने वाले धारा, केबल का उचित आकार एवं प्रकार तथा आवश्यक मात्रा का उल्लेख होता है। किसी भी-प्रकार की त्रुटि से दोषित वायरिंग, अग्नि दुर्घटना के परिणाम को मकान मालिक और वायरमेन दोनों को असंतुष्टि होती है।

केबल के आकार के चयन में वायरमेन को प्रस्तावित लोड, भविष्य में लोड में किये जानेवाले परिवर्तन, केबल की कुंल लम्बाई तथा केबल में सहने योग्य ओल्टता पात आदि का ध्यान रखना चाहिए।

एक वायरमेन को अपने पद में सफलता प्राप्त करने के लिए क्रोड के अनुप्रस्थ काट, चालक के एक लड का व्यास, प्रत्येक मानक चालक के क्रोड में चालकों की संख्या आदि का उत्तम ज्ञान होना चाहिए।

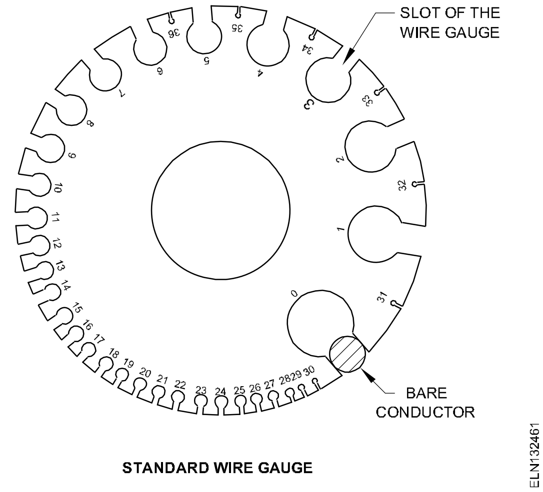
एक चालक का आकार ज्ञात करने के लिए एक वायरमेन मानक वायर गेज अथवा बहुत सही परिणाम के लिए बाहय माइक्रोमीटर का प्रयोग कर सकता है।

वायर को विनिर्माताओं द्वारा बहुत ध्यानपूर्वक आकार दिया जाता है। हालांकि भारतीय मानक ब्यूरो केबिल को उसके अनुप्रसथ काट क्षेत्र को मिलीमीटर वर्ग में विशिष्ट करता है तथापि विनिर्माता एक लड केबल में तार की संख्या, प्रत्येक तार के ब्यास आदि को ध्यान में रख केबल बनाता है। कभी-कभी विनिर्माता द्वारा दर्शित केबल का आकार सही नही होता तब वायरमेन को माप के आधार पर आकार सुनिश्चित करना पडता है।

मानक वायर गेज (Standard Wire Gauge) (SWG)

एक चालक का आकार मानक वायर गेज द्वारा दर्शाया जाता है। मानक के मुताबिक प्रत्येक संख्या का एक परिकलित व्यास इंच या mm होता है। जो तालिका 1 में दर्शित है। (Fig 1) में दिये गये मानक वायर गेज से 0 से 36 तक SWG नम्बर में वायर आकार मापा जा सकता है। यह बात ध्यान में रखा जाना चाहिए कि जितना बडा गेज होगा उतना वायर का व्यास छोटा होगा।

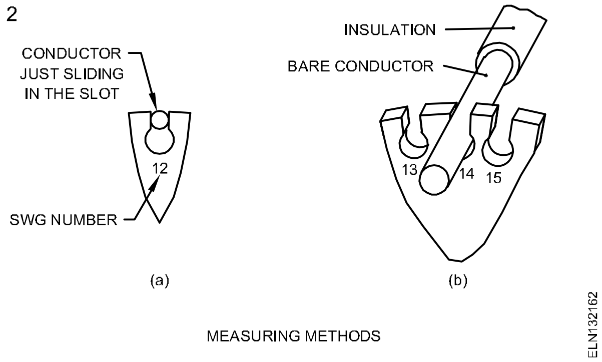
Fig 1



उदाहरणार्थ (0) शून्य SWG, 0.324 इंच अथवा 8.23 mm व्यास का होता है जबकि 36 SWG 0.0076 इंच या 0.19 mm व्यास का होता है।

वायर को मापते समय वायर साफ होना चाहिए तथा उसे वायर गेज के खाँचे में रखना चाहिए और SWG no (Fig 2) जिस खाँचे मे वायर बिल्कुल ठीक बैठता है वही खाँचा सही तथा उसका SWG न. सीधा पढ लेना चाहिए। अधिकांश वायर गेज में तालिका के सन्दर्भ के परेशानी से बचने के लिए, गेज के पिछले भाग पर ही वायर का व्यास खुदा हुआ होता है।

Fig 2



एक अमेरिकन वायर गेज ब्रिटिश मानक वायर गेज से भिन्न होता है। अमेरिकन वायर गेज (AWG) में व्यास इंच या मि.मी. के बदले मिल्स से दर्शित होता है। एक मिल, एक इंच का एक हजारवी भाग होता है। कृपया नोट करे कि AWG से SWG में बदलने के लिए कोई सीधा तरीका नही है।

अमेरिकन वायर गेज (AWG) (American Wire Gauge (AWG))

अमेरिकन वायर गेज ब्रिटिश मानक वायर गेज से भिन्न है । अमेरिकन वायर गेज (AWG) में व्यास का प्रतिनिधित्व mils में होता है न कि अपेक्षित inch या mm में । एक mil एक inch का हजार वा हिस्सा है । कृप्या ध्यान दें कि AWG से सीधा SWG में कोई बदलने की कोई व्यवस्था नहीं है ।

टेबल 1 - SWG से मिमी/इंच परिवर्तन टेबल

SWG नं.	मिमी	इंच
7/0	12.7	0.500
6/0	11.38	0.464
5/0	10.92	0.432
4/0	10.16	0.400
3/0	9.44	0.372
2/0	8.83	0.348
0	8.23	0.324
1	7.62	0.300
2	7.01	0.276
3	6.40	0.252
4	5.89	0.234
5	5.38	0.212
6	4.88	0.192
7	4.47	0.176
8	4.06	0.160
9	3.66	0.144
10	3.25	0.128
11	2.95	0.116
12	2.64	0.104
13	2.34	0.092
14	2.03	0.080
15	1.83	0.072
16	1.63	0.064
17	1.42	0.056
18	1.22	0.048
19	1.02	0.040
20	0.91	0.036
21	0.81	0.032
22	0.71	0.028

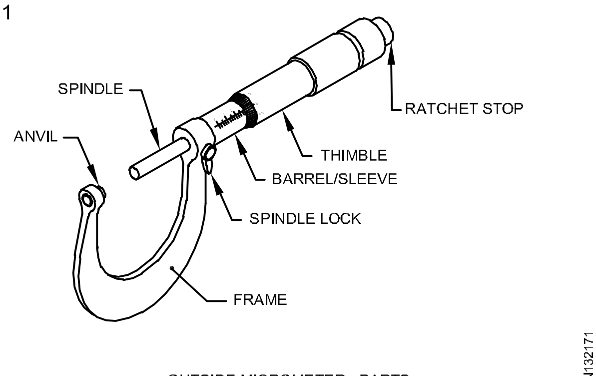
SWG नं.	मिमी	इंच
23	0.61	0.024
24	0.56	0.022
25	0.51	0.020
26	0.46	0.018
27	0.42	0.0164
28	0.38	0.0148
29	0.34	0.0136
30	0.31	0.0124
31	0.29	0.0116
32	0.27	0.0108
33	0.25	0.0100
34	0.23	0.0092
35	0.21	0.0084
36	0.19	0.0076
37	0.17	0.0068
38	0.15	0.0060
39	0.13	0.0052
40	0.12	0.0048
41	0.11	0.0044
42	0.10	0.0040
43	0.09	0.0036
44	0.08	0.0032
45	0.07	0.0028
46	0.06	0.0024
47	0.05	0.0020
48	0.04	0.0016
49	0.03	0.0012
50	0.02	0.0010

बाह्य माइक्रोमीटर से वायर की साईज नापना (Measurement of wire size by Outside micrometers)

एक माइक्रोमीटर एक परिशुद्ध माप यन्त्र होता है जिसका प्रयोग एक जाब को सामन्यतः 001 mm की परिशुद्धता के अन्तगर्त मापने के लिए किया जाता है।

बाहरी मापन लेने के लिए प्रयुक्त माइक्रोमीटरों को बाह्य माइक्रोमीटर कहते हैं (Fig 1)

Fig 1



OUTSIDE MICROMETER - PARTS

माइक्रोमीटर के भाग नीचे दिए गए हैं

फ्रेम (Frame)

फ्रेम पात फोर्जित स्टील या आघातवर्ध्य ढलवां लोहे का बना होता है। माइक्रोमीटर के सब अन्य पूर्जे इसके साथ लगाए जाते हैं।

बैरेल/स्लीव (Barrel/sleeve)

बैरेल या स्लीव फ्रेम के साथ लगाई जाती है। निर्देश रेखा और अंशांकन इस पर अंकिन किए जाते हैं।

थिम्बल (Thimble)

थिम्बल तर्कु के साथ जोड़ी जाती है और थिम्बल के बेवलित पृष्ठ पर अंशांकन होते हैं।

तर्कु (Spindle)

तर्कु का एक सिरा मापन फलक होता है। दूसरा सिरा चूड़ीदार होता है और एक नट में से गुजरता है। चूडीदार यंत्रावली के कारण तर्कु आगे और पीछे संचलन कर सकती हैं।

एन्विल (Anvil)

मापन फलकों में एक एन्विल होता है जिसे माइक्रोमीटर फ्रेम पर लगाया जाता है। यह अलॉय स्टील का बनाया जाता है और पूर्ण सपाट पृष्ठ के रूप में परिष्कृत किया जाता है।

तर्कु लाक-नट (Spindle lock-nut)

वांछित स्थिति पर तर्कु को लाक करने के लिए लाकनट का प्रयोग किया जाता है।

रैचट स्टाप (Ratchet stop)

रैचट स्टाप मापन पृष्ठों के बीच एक समान दाब सुनिश्चित करता है।

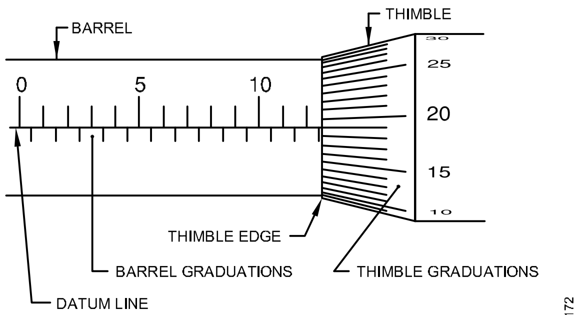
माइक्रोमीटर के सिद्धांत (Principle of the micrometer)

माइक्रोमीटर पेच और नट के सिद्धांत पर काम करता है। एक घूर्णन के बीच तर्कु का अनुदैर्ध्य संचलन पेच की पिच के बराबर होता है। तर्कु का पिच या उसके अंशों की दूरी के लिए संचलन बैरेल और थिम्बल पर परिशुद्धता से मापा जा सकता हैं।

अंशांकन (Graduations)

मीटरिक माइक्रोमीटरों में तर्कु चूड़ी की पिच 0.5 mm होती हैं इससे, थिम्बल के एक घूर्णन में तर्कु 0.5mm से आगे बढ़ती हैं।

Fig 2



GRADUATIONS MARKINGS ON OUTSIDE DIAMETER

एक 0.25 mm बाह्य माइक्रोमीटर में, बैरेल पर एक 25 mm लम्बी निर्देश रेखा अंकित होती हैं (Fig 2) इस रेखा को आगे मिलीमीटरों और आधे मिलीमीटरों (यानी 1 मिमी और 0.5 mm) में, अंशांकित किया जाता है। अंशांकनों के 0,5,10,15,20,25mm नम्बर बैरेल पर दिए जाते हैं।

इस मान के बेवेल सिरे की परिधि को 50 भागों में अंशांकित किया जाता है और दक्षिणावर्त दिशा में 0-5-10-15-45-50 अंकित किया जाता है।

थिम्बल के एक घूर्णन में तर्कु द्वारा तय की गई दूरी 0.5 mm होती हैं।

थिम्बल को माइक्रोमीटर का न्यूनतम माप कहते हैं।

एम मीटरिक माइक्रोमीटर की परिशुद्धता या न्यूनतम माप 0.01 mm होती हैं।

एक बाह्य माइक्रोमीटर की रेज (Ranges of an outside micrometer)

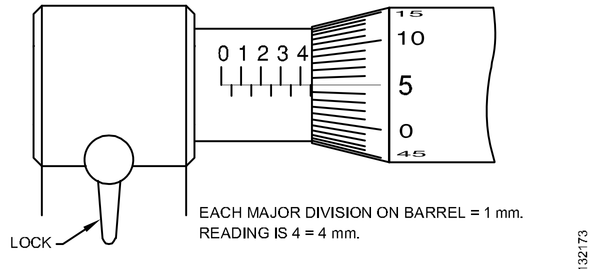
बाह्य माइक्रोमीटर से 25 mm, 25 mm से 50 mm और इस प्रकार की रेंजों में उपलब्ध हैं। वायरमैन के तार का साइज पढ़ने के लिए 0 से 25 mm ही उपयुक्त होता है।

माइक्रोमीटर मापन पढ़ना (Reading micrometer measurements)

बाह्य माइक्रोमीटर के साथ माप कैसे पढ़ा जाए ?

a बैरेल स्केल पर पूर्ण मिलीमीटरों की संख्या पढ़ें जो थिम्बल के बेबेंल सिरे से पूर्णतः दृश्य है। यह 4 mm पढ़ी जाती है (Fig 3)

Fig 3

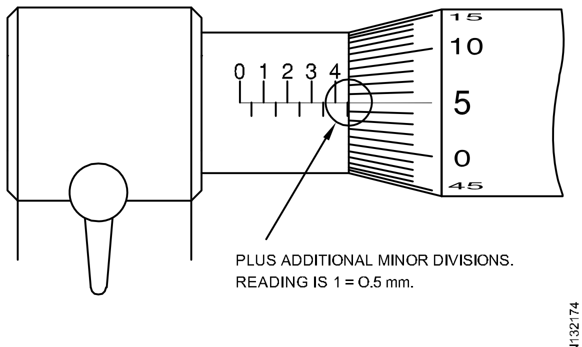


READING MICROMETER MEASUREMENT

b इसमें आधा मिलीमीटर जोड़ें जो पूर्णतः दिखाई देता है थिम्बल के बेवेल सिरे से और पूर्ण मिलीमीटर रीडिंग से परे हैं।

(Fig 4) mm अंके के बाद एक भाग मिमी (Fig 4) जमा अतिरिक्त छोटे भाग, अतः पहली रीडिंग में 0.5 mm जोड़ा जाए।

Fig 4



THIMBLE READING ON MICROMETER

c) दो पहली रीडिंग्स में थिम्बल रीडिंग जोड़ें।

Fig में दिखाया गया है कि थिम्बल को पांचवा भाग बैरेल की निर्देश रेखा से मेल खा रहा हैं। अतः थिम्बल की रीडिंग 5 x 0.01 mm = 0.05 mm है (Fig 5)

माइक्रोमीटर की कुल रीडिंग,

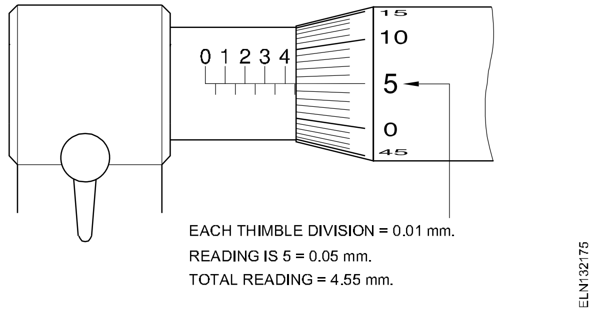
a 4.00 mm

b 0.50 mm

c 0.05 mm.

कुल रीडिंग = 4.55 mm (Fig 5)

Fig 5



माइक्रोमीटर का प्रयोग करते समय किए जानेवाले पूर्वोपाय (Precautions to be followed while using a micrometer)

मापन के लिए माइक्रोमीटर का प्रयोग करने से पहले, यह जरूरी है कि पता लगाया जाए कि माइक्रोमीटर में कोई त्रुटि तो नहीं है। त्रुटि ढूंढने के लिए मापन पृष्ठों को रैचट का प्रयोग करते हुए मिलाएं। माइक्रोमीटर पढ़ें। यदि थिम्बल शून्य बैरेल की निर्देश रेखा के अनुरूप है तो त्रुटि शून्य है। यदि यह उच्चतर मान पढ़ता है तो त्रुटि घनात्मक है और यह कम मान पढ़ता है तो शून्य और पढ़ें मान के बीच अन्तर ऋणात्मक त्रुटि है।

यदि ऋण त्रुटि है तो इसे कुल रीडिंग में जोड़ा जाए और यदि घनात्मक त्रुटि है तो तो इसे कुल रीडिंग से घटाया जाए।

एन्विल और तर्कु के फलक धूल, गर्द और ग्रीज से मुक्त होने चाहिए।

माइक्रोमीटर पढ़ते समय, तर्कु को रीडिंग के साथ लाक किया जाए।

माइक्रोमीटर को न तो गिराये और न लापरवाही से प्रयोग करें।

केबलों को छिलना (Skinning of cables)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

• **जोड़ों की आवयकता, उनके प्रकार और उपयोग बताना।**

एल्यूमिनियम केबल्स का अधिष्ठापन विधि ताँबा केबल्स की भाँति ही है। चूंकि एल्यूमिनियम लघु यांत्रिक दृढ़ता समान अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल के लिए कम धारा वाहक क्षमता, लघु गलनांक और ताँबे की तुलना में सतह पर त्वरित्र आक्सीकरण हो जानेवाला होता है ।

इसलिये एल्यूमिनियम केबल्स का उपयोग करते समय कुछ अतिरिक्त सावधानियाँ आवश्यक है।

• प्रहस्तन

• केबल्स का त्वचनन

• केबल्स सिरों का सम्बन्धन

प्रहस्तन (Handling) : स्मरण रहे कि जाँबा चालकों की तुलना में एल्यूमिनियम चालकों की कम तनन दृढ़ता और शैथिल्य के लिए कम

प्रतिरोध होता है। इसलिए केबल्स को बिछाते समय एल्यूमिनियम का मोडना अथवा ऐठना यथा सम्भव नहीं करना चाहिए।

केबल्स का त्वचनन (Skinning of cables)

केबल्स के रोधन त्वचनन के समय, निक्स और खरोंचें त्यागना चाहिए। Fig 1 के अनुसार रोधन का वृत्तीकरण नहीं करना चाहिए क्योंकि चाकू से रोधन का वृत्तीकरण करते समय एल्यूमिनियम चालक के निंकिग का भय रहता है।

Fig 1

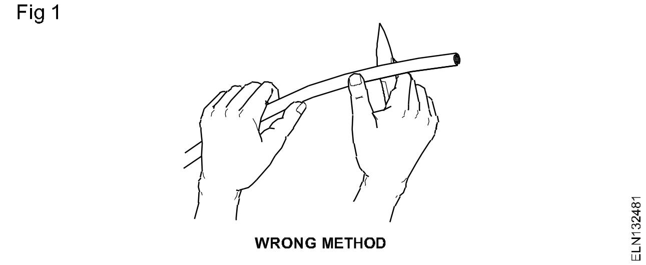
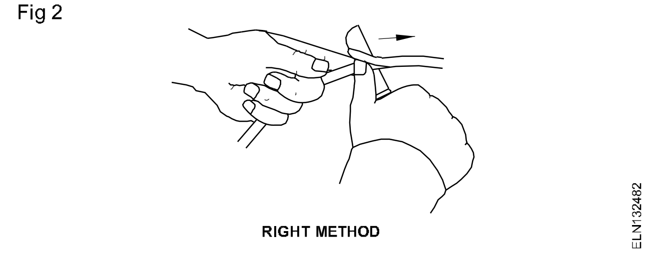


Fig 2 के अनुसार चाकू से कला अक्ष से 20° कोंण पर चलाने से चालक की निकिंग नहीं होता है।

Fig 2



केबल अन्तों को सम्बन्धित करना (Connecting of cable ends)

एल्यूमिनियम केबल से उपसाधनों को सम्बन्धित करने पर निम्न कठिनाइयाँ आती हैं।

उपसाधनों के अन्तन छिद्र छोटे हो सकता है

यह सामान्यतः पुराने उपसाधनों में होता है। क्योंकि उनकी अभिकल्पना ताबां केबल अन्तनों के लिए होती है। इसलिए उपसाधनों का चयन करते समय यह सुनिचित करने के लिए (Fig 4) के अनुसार विनिर्देशित एल्यूमिनियम चालकों के समावेशन के लिए अन्तन सम्बन्धकों के लिए उपयुक्त है। सभी उपसाधनों की सघन जाँच कर लेना चाहिए। किसी भी स्थिति में (Fig 3) के अनुसार अब आमापित छेदों में प्रवेशन योग्यता पाने के लिए लडियों को न तो काटना चाहिए, और न चालकों को रेतना चाहिए क्योंकि इस प्रक्रिया से भारित स्थिति में केबल सिरों का ऊष्मन होता है।

Fig 3

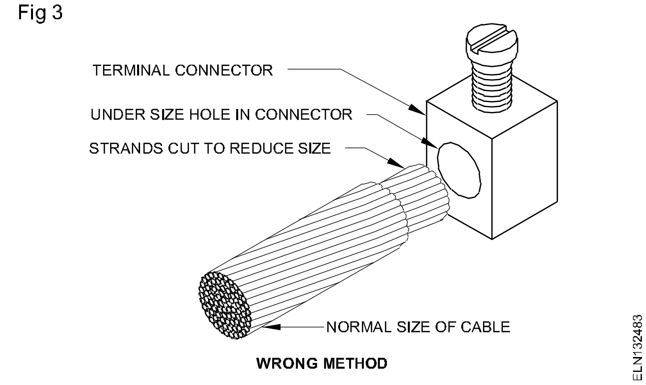
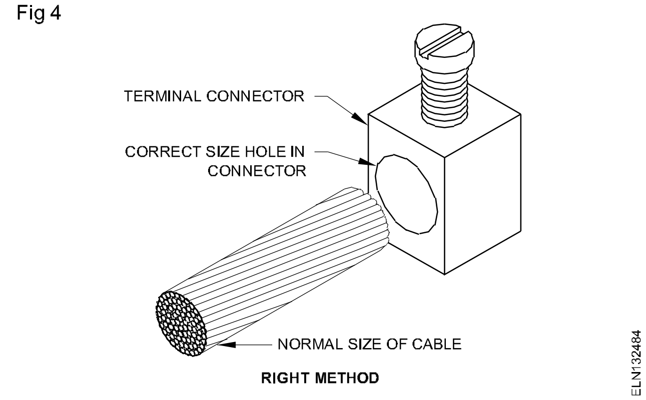


Fig 4



इलेक्ट्रिकल चालकों जोड़ना आवश्यक है । तारों को विस्तृत करने हेतु, ऊष्मन रेखा और साथ ही टेप करें विद्युत को दूसरे ब्रैन्च में जहाँ आवश्यक है ।

केबल सिरा अन्तन - क्रिम्पिंग साधन (Cable end termination - crimping tool)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **उचित अन्तन की आवश्यकता बताना**
- **विभिन्न प्रकार के अन्तनो की सूची बताना**
- **अन्तन में ढीले सम्पर्क का प्रभाव बताना**
- **विद्युत सोल्डरिंग लोहे द्वारा केबल सिरों के सोल्डर करने की विधि बताना ।**

वैद्युत सम्बन्धों के लिए अनुप्रयोगों उपसाधनो और उपस्कारो इत्यादि पर केबल्स का अन्तन किया जाता है। सभी अन्तन उत्तम वैद्युत अविछिन्नता प्रदान करने के लिए होने चाहिए और इस प्रकार होने चाहिए जिससे अन्य धातीय भागो और केबल्स से सम्पर्क न हो सके।

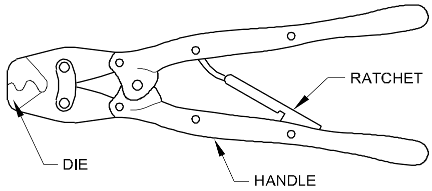
ढीले अन्तन से केबल्स प्लग्स और अन्य सम्बन्धक बिन्दुओ पर उन अन्तनों पर उच्च प्रतिरोध के कारण केबल्स अति ऊष्मित होगा। अतिरिक्त ऊष्मा के कारण आग भी उत्पन्न हो सकती है। त्रुटिपूर्ण अन्तन जैसे चालक का अतिरिक्त अथवा विस्तारित भाग उपस्कर के धातीय भाग से स्पर्श करके उस व्यक्ति

को जो उपस्कर के सम्पर्क में आता है आघात पहुंचा सकता है। लडियो का निकला होना एक टर्मिनल से दूसरे टर्मिनल तक स्पर्श लडी से लघु हो सकता है। निष्कर्ष मे हम यह कह सकते हैं कि त्रुटिपूर्ण अन्तन बिन्दुओ को अतिरिक्त ऊष्मित करेगा और केबल्स का लघु परिपथ और भू क्षरण होगा।

अन्तन के प्रकार (Types of Termination)

क्रिम्प सम्बन्ध (Crimp Connection) : इस प्रकार के सम्बन्ध में चालक को एक क्रिम्प टर्मिनल में प्रवेशित किया जाता है, इसके पचात क्रिम्पिंग टूल से क्रिम्प किया जाता है। (Fig 1) ।

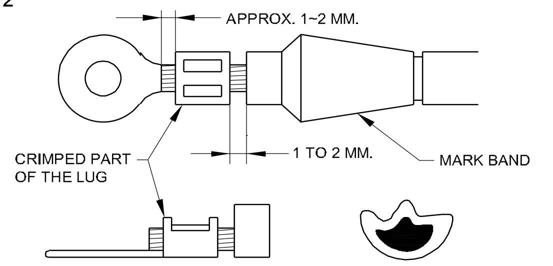
Fig 1



CRIMPING TOOL

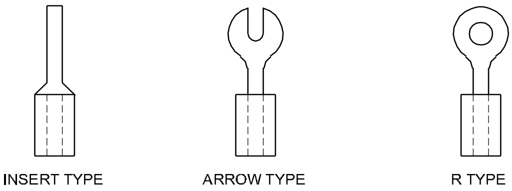
चालक व्यास के सुमेलन में क्रिम्प टर्मिनल का चयन और आयाम सम्बन्धित पेंच टर्मिनल के सुमेलन में होना। (Fig 2 और 3)

Fig 2



CRIMP TERMINAL CONNECTION

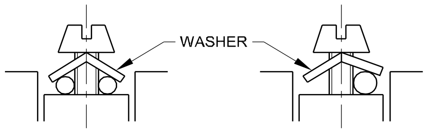
Fig 3



VARIOUS KINDS OF CRIMP TERMINALS

प्रवेशित पेंच संयोजन (Insert screw setting) : चालक पर टर्मिनल ब्लाक और विशेष फार्म के वाशर के बीच प्रवेशित किया जाता हैं (Fig 4) इसके बाद पेंच कस दिया जाता है।

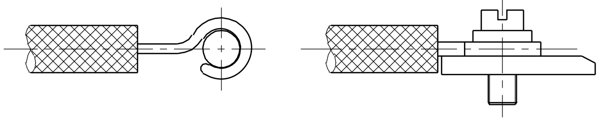
Fig 4



INSERT AND SCREW SETTING

टर्मिनल पर पेंच पाश/ रिंग चालक युक्त (Screw on terminal with loop/ring conductor) : पेंच व्यास के आमाप के सुमेलन में चालक के अनआवरणित भाग मे एक पाश वामावर्ती दिशा में निर्मित किया जाता है इसके पचात पाश को पेंच में प्रवेशित करके कस दिया जाता है (Fig 5) चालक की एक लडी पाश के सोल्डरन के लिए, आवयक है जिससे लडियाँ फैल न जायें।

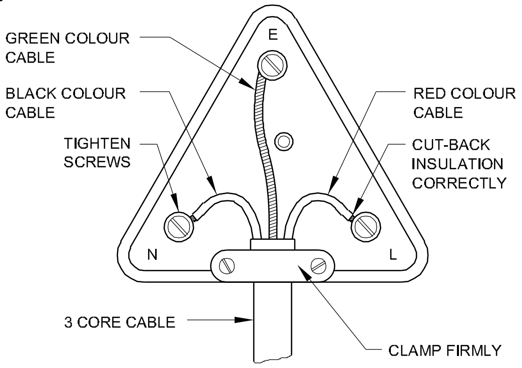
Fig 5



RING MAKE-UP SCREW SETTING

जबकि केबल, लाइन (L) उदासीन (N) और भुमि (E) टर्मिनल को प्लग और साकेट को विस्तरण के समय जोडते समय टर्मिनल्स का उचित अभिनिर्धारण उनको चिन्हित करके होना चाहिए (Fig 6)

Fig 6



INSIDE VIEW OF A 3-PIN PLUG

त्रिकोण केबल्स को सम्बन्धित करते समय रंग कोड का उचित प्रकार से अनुपालन करना चाहिए। लाल तार को L काला/नीले को N हरे तार अथवा हरी लाइन वाले पीले को, टर्मिनल E से जोडना चाहिए। एक तीन प्लग में भू टर्मिनल अन्य दो की तुलना में बडा होता है।

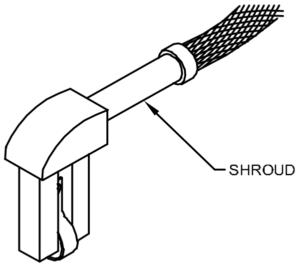
जोड़ और टर्मिनल्स (Connections and terminals)

वैद्युत अग्नि का संकट होता है यदिः

- केबल्स की धारा वाहक क्षमता अपर्याप्त है।
- प्लग की क्षमता अपर्याप्त है।
- रोधन पीछे की ओर दूर तक कटा है।
- इन्सुलेशन के पीछे काटने पर चालक क्षतिग्रस्त हो गया है।
- सम्बन्ध सही नही है।
- केबल प्लग अथवा उपसाधन के प्रवेश बिन्दु पर उचित रूप से आधारित नही हैं।

जब एक भारित रबर प्रदत्त किया जाता है तो सुनिचित कर लें यह उपयोग में आ रहा है। (Fig 7)

Fig 7



RUBBER SHROUD FITTING ON CABLE

क्रिम्पिंग और क्रिम्पिंग टूल (Crimping and Crimping Tool)

लग द्वारा अन्तन, केबल के सिरों को लग सोल्डरित करके अथवा सपींडन अन्वायुक्ति जैसी यांत्रिक विधि द्वारा तैयार किया जा सकता है।

संपीडन अन्वायुक्ति द्वारा अन्तन लग से सम्बन्धित केबल्स को क्रिम्पिंग कहते है संपीडन अन्वायुक्ति में एक अंगूठी जीब टरमिलन को एक पूरे रोधित बहु लडी कैबल के अनावरणित सिरें से क्रिम्प करना होता है।

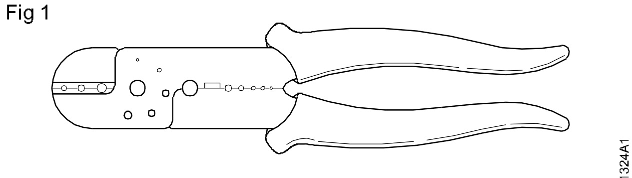
संपीडन प्रकार के सम्बन्धक उचित बन्धन टूल (क्रिम्पिंगटूल) द्वारा चालक के चारों ओर सम्बन्ध को संपीडन कर दाब आरोपित और अनुरक्षित रखते है।

दाब का मुख्य प्रयोजन चालक के सम्पर्क तलें के बीच उचित लघु सम्पर्क प्रतिरोध लगाना और उसे अनुरक्षित किये रहना है वृध्दित सम्पर्क प्रतिरोध वैद्युत धारा वहन करते समय अति ऊष्मित होगा।

क्रिम्पिंग टूल (Crimping tools)

(Fig 1) में प्रदर्शित क्रिम्पिंग टूल 0.5 से 6 mm तक केवल क्रिम्प करता है।

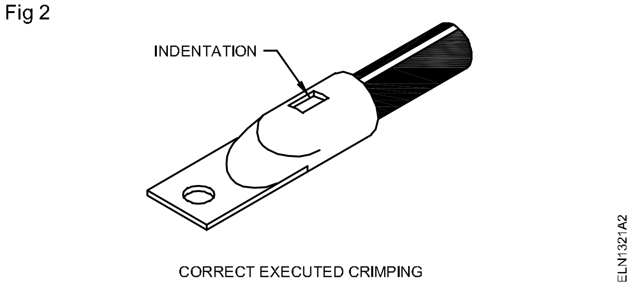
Fig 1



HAND CRIMPING PLIERS

हैण्डिल को ऐठ कर टूल प्रचालित किया जाता है जबडे परस्पर संचलित होकर जकडते है और स्थायिको को क्रिम्प कर देते है। विशिष्ठ क्रिम्प लग से सुमेलित क्रिम्प टूल द्वारा एक उचित क्रिम्पिंग बल सही क्रिम्पिंग के लिये प्राप्त होता है उचित रूप से बनी क्रिम्प लग के ऊपरी भाग का अधियाचन करेगी और अधियाचन (Fig 2) के अनुसार चालक को दृढता से बन्धक रखेगा।

Fig 2

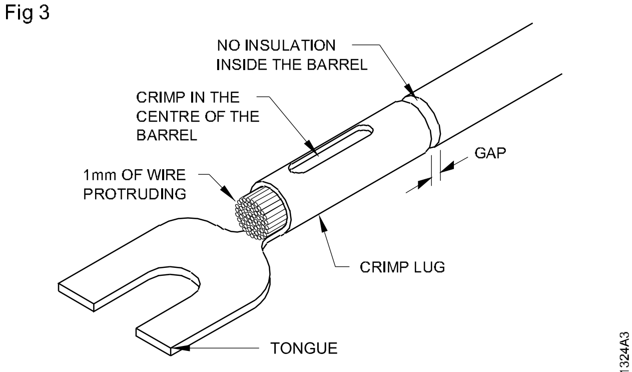


CORRECT EXECUTED CRIMPING

यदि टर्मिनल का क्रिम्प अति गहरा है तो जोड की पकड कम होती है क्रिम्प के अति उथले होने पर विद्युत सम्पर्क का प्रतिरोध उच्च होगा। सही क्रिम्पिंग टूल का चयन आवश्यक है। (Fig 3) में एक उचित क्रिम्प टर्मिनल प्रदर्शित किया गया है।

180 से 300mm के परास में टर्मिनल लग क्रिम्पिंग प्लायर्स उपलब्ध है। क्रिस्टिंग टूल सेट में उपलब्ध है उच्च के पासिटि क्लिपिंग को हाइड्रालिक फोंस द्वारा उपयोग किया जाता है ।

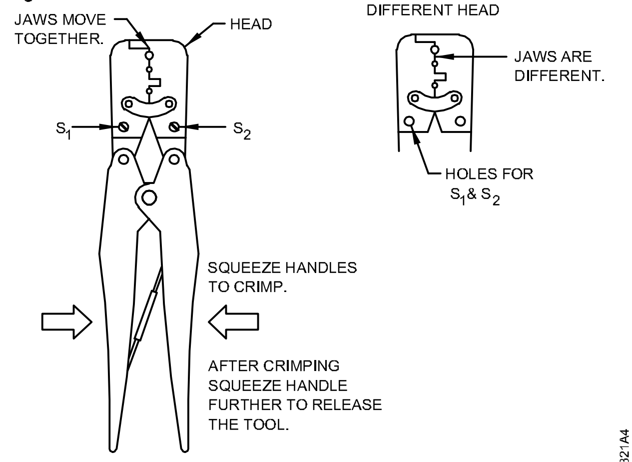
Fig 3



A PROPERLY CRIMPED TERMINAL

26 से 10 SWG क्रिम्प करने वाला एक अन्य प्रकार का क्रिम्पिंग टूल (Fig 4) में प्रदर्शित किया गया है।

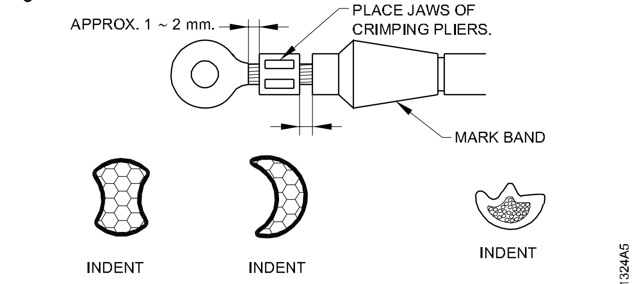
Fig 4



PARTS OF CRIMPING TOOLS

S1 और S2 को ढीला करके मत्था और जबडे हटाये जा सकते है। विभिन्न आकृति जबडों का मत्था टूल से कसा जा सकता है। जबडों की आकृति क्रिम्प (अधियाचन) की आकृति से निर्धारित होती है (Fig 5) में कुछ क्रिम्प खण्ड प्रदर्शित किये गये है।

Fig 5



CRIMPED SECTION

सुरक्षा (Safety)

इस प्रकार के क्रिम्पिंग टूल का प्रयोग करते समय अंगुली के फंस न जाने की सावधानी रखनी चाहिये। क्योंकि इस टूल का प्रचालन चक्र अउत्क्रमणीय है अर्थात हैण्डिल के दबा देने के पश्चात (Fig 4) के अनुसार जबडों को हैण्डिल्स पर और अधिक दाब आरोपित करके ही छुडाया जा सकता है।

टर्मिनल के प्रकार (Terminal types)

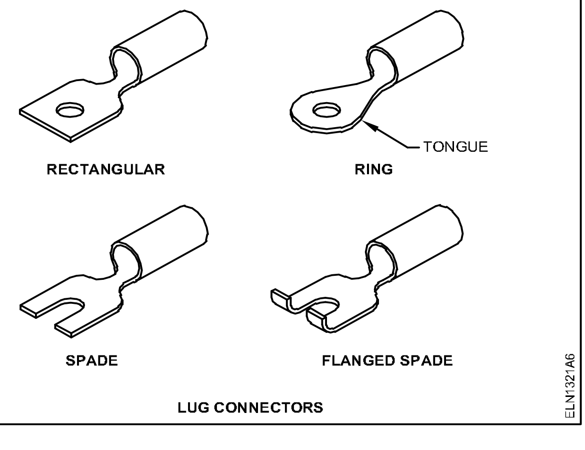
एक सम्बन्ध टर्मिनल का चयन करते समय यांत्रिक और वैद्युत दाबों की आवश्यकताओं पर ध्यान देना महत्वपवूर्ण है।

वे हैं :

- टन्गा प्रकार अर्थात आयातकार खांचा अंगूठी, हुक फावडा इत्यादि
- यांत्रिक आमाप अर्थात आमाप और मोटाई सुराख आमाप इत्यादि चयन किये गये के बल के अनुसार
- वैद्युत प्रतिबन्ध जैसे धारा वाहक क्षमता जो कुछ यांत्रिक विमाओं को भी ज्ञात कर सके।

इसके द्वारा केबल व्यास और आधार पदार्थ द्वारा वांछित अल्पतम जिव्या आमाप और नली आमाप भी ज्ञात होगा बैरल आकार और टंग आकार के अनुसार मुख्य रूप से उपयोग होनेवाली सामग्री संपर्क का स्थान निश्चित होगा । ताबां और पीतल अधिकतम सामान्य टर्मिनल के अधार पदार्थो के लिये प्रयुक्त किया जाता है। निकिल और एल्यूमिनिया और स्टील भी प्रयुक्त होते है पर उतनी बहुलता से नही (Fig 6) में कुछ साधारण प्रयुक्त टर्मिनल दिखाये गये है। वे अगूंठी आयताकार फावडा फ्लैन्ज फावडा इत्यादि है। रिंग और आयताकर टर्मिनल असम्बन्धन के लिये बहुधा हटाने के लिये नही होते है जबकि फावडा और फलैज्ड फावडा लग (टर्मिनल) में असम्बन्धन के लिये पेंच को हटाये जाने के लिये आवश्यकता नही होती।

Fig 6



क्रिम्पिंग टूल अनुप्रयोग के समय अपनायी गई सावधानियाँ (Precautions for crimping tool application)

जाब या टूल को रूक्षता से न पकड़ें जैसे हथौड़ा फैंकना जिससे टूल खराब हो सकता है।

क्रिम्पिंग टूल में परिवर्तन न करे जैसे डाई के आकार में परिवर्तन आदि ।

मेटल चिप को खुला न छोड़े कार्यस्थल पर विशेषरूप से निचले सतह के परिवर्तनशील डाई के क्रिम्पिंग भाग को ।

क्रिम्पिंग टूल को परिवर्तित न करें अर्थात डाई के आमाप इत्यादि को परिवर्तित न करें।

यदि कोई पिन स्प्रिंग क्षतित हो जाती है तो उसकी तुरंत मरम्मत करें।

क्रिम्पिंग के कुछ समय पूर्व ही ऑक्साईड ग्रीस का उपयोग ऐलयुनियम केन्डेक्टर के सिरे पर लगाये ।

क्रिम्पिंग अन्तकों के लाभ (Advantages of crimping terminations)

1 एक उपयुक्त रूप से बनाया गया क्रिम्प वैद्युत चालकता और यांत्रिक सामर्थ्य में बेहतर होता हैं।

2 कम कीमत का होता है

3 जब लग संबंधनों से समान प्रकार की केबिलों को लग संयोजकों के माध्यम से अन्तक किया जाना है तो क्रिम्पिंग प्रक्रिया सोल्डरन से ज्यादा तेज होती है।

4 क्रिम्पिंग प्रचालनों के लिए निश्चित रूप से अच्छी प्रवीणता की जरूरत होती हैं लेकिन सोल्डरन प्रचालनों के लिए उन्नत प्रवीणताओं की जरूरत होती हैं।

5 चालक में उत्पन्न ऊष्मा कई बार सोल्डर को पिघला देती है और संबंधन का परिपथ खुल जाता है। लेकिन उर्मिल संबंधन उतनी आसानी से नहीं खुलेंगे।

ताम्र और ऐलुमिनियम केबिलों की धारा वहन क्षमता और वोल्टेज ग्रेडिंग (Current carrying capacity of copper & aluminium cables - voltage grading)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **केबल चयन के कारणों की सूची बताना**
- **परिपथ सुरक्षा के प्रकार के आधार पर वहन क्षमता के अनुसार केबिलों का चयन करना**
- **ताम्र और ऐलुमिनियम केबिलों में उपलब्ध लड़ों की संख्या और साइज और उनकी धारा वहन क्षमता बताना**
- **नर्धार तत्व लागू कर सकेंगे और ताप के संबंध में केबिलों की धारा वहन क्षमता निर्धारित करना**
- **ठोस और लड़दार चालकों के बीच विभेद करना।**

केबिलों का चयन (Selection of cables)

अनुपस्थ काट केबिल के विशेष क्षेत्र की धारा वहन क्षमता निम्नलिखित तत्वों पर निर्धारित होती हैं।

- चालकों के प्रकार (धातु)
- विद्युतरोधन के प्रकार
- कंड्यूइट या खुले पृष्ठ में केबिल लंबाई

- एकल या तीन फेज परिपथ
- सुरक्षा का प्रकार-रूक्ष या निकट अतिरिक्त धारा सुरक्षा
- परिवेशी ताप
- बंचों में केबिलों की संख्या
- परिपथ की लंबाई (अनुज्ञात वोल्टता पात) इसपर बाद में चर्चा की जाएगी।

उपर्युक्त तत्वों पर निर्भर करते हुए केबिलों का धारा निर्धार बहुत हद तक भिन्न होता हैं।

इस पाठ में सूचना में वायरमैन सामान्य कार्य स्थितियों के अन्तर्गत सही केबिल का चयन कर सकेगा।

सुरक्षा के प्रकार के आधार पर केबिलों का धारा निर्धार (Current rating of cables based on type of protection)

पीवीसी वाली विद्युतरोधित केबिलों को, चाहे अपेक्षाकृत छोटी अवधियों के लिए, निरन्तर प्रचालन के लिए अनुज्ञात ताप से उच्चतर ताप का जब सामना करना पड़ता है तो गम्भीर रूप से क्षतिग्रस्त हो सकती हैं।

इसीलिए पीवीसी PVC वाली केबिलों का धारा निर्धार अविच्छिन्नता निर्धार के लिए अनुज्ञात अधिकतम चालक ताप द्वारा ही निर्धारित नहीं किया जाता बल्कि उस ताप द्वारा भी जो अतिरेक धारा की स्थितियों के अन्तर्गत प्राप्त होगा।

अतः केबिलों का धारा निर्धार दो शीर्षकों के अन्तर्गत दिया जाता हैं।

- केबिलें जिन्हें रूक्ष अतिरेक धारा सुरक्षा प्रदान की गई हैं
- केबिलें जिन्हें निकट अतिरेक धारा सुरक्षा प्रदान की गई हैं

रूक्ष अतिरेक धारा सुरक्षा (Coarse excess current protection)

इस प्रकार की सुरक्षा में, परिपथ की निर्धारित लोड धारा के 1.5 गुणा पर चार घंटों के भीतर परिपथ सुरक्षा प्रचालित नहीं की जाएगी, जिसका इसने बचाव करना हैं।

रूक्ष अधिक धारा सुरक्षा प्रदान करनेवाली युक्तियां निम्नानुसार हैं।

- फ्यूज जो अंकित निर्धार से 1.5 गुणा अधिक फ्यूजिंग तत्व रखते हैं।
- पुनः वायर योग्य टाइप बिजली फ्यूजों में प्रयुक्त वाहक और आधार

निकट अधिक धारा सुरक्षा (Close excess current protection)

इस प्रकार की सुरक्षा में परिपथ का निर्धारित लोड धारा के 1.5 गुणा पर चार घंटों के भीतर परिपथ सुरक्षा प्रचालित की जाएगी जिसका इसने बचाव करना हैं।

युक्तियों में शामिल हैं

- फ्यूज लिंकों के साथ लगाए फ्यूज जो अंकित निर्धार HRC & catridge (एचआरसी और कार्टरिज आदि) के 1.5 गुणा से अधिक फ्यूजिंग तत्व नहीं रखते।
- लधुकृत और मोल्डित केस परिपथ वियोजक
- परिपथ वियोजक जो एक अधिलोड पर प्रचालित किए जाने के लिए सैट किए गए है जो परिपथ की निर्धारित लोड धारा के 1.5 गुणा से अधिक न हो।

बिजली निरीक्षक, जिन्हें सरकार द्वारा स्थापनाओं का परीक्षण करने और बिजली सप्लाई के लिए अनुमति देने का काम सौंपा है अब सिफारिश करते हैं कि उपयोक्ता की संरक्षा के लिए और आग दुर्घटनओं को घटाने के लिए MCB एमसीबी और HRC एचआरसी फ्यूजों जैसी संरक्षा युक्तियों को परिपथ में शामिल किया जाए।

सुरक्षा के बारें में निर्धारित तत्व (Rating factor with respect to protection)

रूक्ष अधिक धारा सुरक्षा rewirable fuse unit (पुनःवायरिंग योग्य फ्यूज यूनिट) वाले परिपथों के लिए केबिलों का धारा निर्धार टेबल 1 में दिया गया हैं। यद्यपि टेबल 1 में सूचित धारा की तुलना में केबिलें उच्चतर मान की धाराएं वहन कर सकती हैं, रूक्ष अधिक धारा सुरक्षा वाले परिपथों के लिए, केबिलों में अनुज्ञात धारा सामान्य धारा क्षमता को 0.81 के निर्धार गुणांक द्वारा गुणा करके प्राप्त की जाती है जबकि निटक धारा सुरक्षा द्वारा रक्षित परिपथों के लिए सामान्य धारा क्षमता का 1.2.3 के निर्धार गुणक से गुणा किया जाता है।

निम्नलिखित उदाहरण उपर्युक्त सूचना स्पष्ट हो जाएगी।

1.5 वर्ग मिमी ताम्र केबिल की सामान्य धारा वहन क्षमता को = 16 एम्पस (सामान्य निर्धार)

उसी केबिल की धारा क्षमता जब रूक्ष अधिक धारा सुरक्षा से सुरक्षित की जाए (निर्धार गुणक 0.81)

= सामान्य क्षमता x निर्धार गुणक)
= 16 x 0.81 = 13 एम्पस (amps)

निकट अतिरेक धारा सुरक्षा (निर्धार गुणक 1.23)

= सामान्य क्षमता x निर्धार गुणक
= 16 x 1.23 = 19.7 = 20 एम्पस

निकट अतिरेक धारा सुरक्षा के लिए धारा क्षमता निम्नलिखित सूत्र से भी प्राप्त की जा सकती हैं

$$= \frac{\text{रूक्ष अतिरेक धारा सुरक्षा निर्धार}}{\text{रूक्ष सुरक्षा का निर्धार गुणक}} \times \text{निकट अतिरेक धारा सुरक्षा का निर्धार गुणक}$$

टेबल 1

40°C के परिवेशी ताप पर आमाप 1 से 50mm² के ताबां धारा रक्षण युक्त लगभग अतरिक्त केबल्स और एल्यूमिनियम के एकल क्रोण PVC रोधित कवचित चालकों के लिये धारा निर्धारण (IS 694 भाग 1 - 1964 देखें) (रूक्ष अधिक धारा सुरक्षा के साथ केबिल उपलब्ध है)

नामीय अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल	तारों का व्यास और संख्या	कन्डयूट अथवा ट्रंकिंग में गुम्फित और बंद			
		2 केबल एकल कला AC अथवा DC		3 अथवा 4 केबल थ्री कला AC	
mm²	लडियों/व्यास mm में की संख्या	तांबा Amps.	एल्यूमिनियम Amps.	तांबा Amps.	एल्यूमिनियम Amps.
1	1/1.12	11	–	9	–
1.5	1/1.40	13	8	11	7
2.5	1/1.80	18	11	16	10
4	1/2.24	24	15	20	13
6	1/2.80	31	19	25	16
10	1/1.40	42	26	35	22
16	7/1.70	57	36	48	30
25	7/2.24	71	45	60	38
35	7/2.50	91	55	77	47
50	19/1.80	120	69	100	59

निर्धारण गुणांक के लिए परिवेशी ताप (Rating factor for ambient temperature)

परिवेशी ताप के लिये निर्धारण गुणक केबल्स का धारा निर्धारण परिवेशी ताप से भी यथेष्ट प्रभावित होता है इसलिये यह यदि परिवेशी ताप 40°C से भिन्न है तो ऊपर की टेबल में प्रदर्शित धारा निर्धारण को टेबल 2 में दिये गये निर्धारण गुणक से गुणा करना चाहिये।

टेबल 2

क्र. सं.	परिवेशी ताप °C केबल्स के लिये निर्धारण गुण	25	30	35	40	45	50	55	60	65
1	रूक्ष अतरिक्त धारा रक्षण युक्त	1.09	1.06	1.03	1.00	0.97	0.94	0.82	0.67	0.46
2	निकट अतरिक्त धारा रक्षण युक्त	1.22	1.15	1.08	1.00	0.91	0.82	0.70	0.57	0.40
3	नम्य डोरियों युक्त	--	1.09	1.04	1.00	0.95	0.77	0.54	--	–

उदाहरण 1

50°C पर 2.5mm² के एल्यूमिनियम केबल का धारा निर्धारण ज्ञात करें परिपथ एकल कला AC है और पुनः तारन योग्य फ्यूज से रक्षित है केवल कन्डूयट में है।

हल

रक्षण रूक्ष अतिरिक्त धारा रक्षण है इसलिये 2.5 sq mm के लिये धारा निर्धारण टेबल 1 के अनुसार 40°C पर एल्यूमिनियम केबल = 11 amps

टेबल 2 में 50°C पर निर्धारण गुणक = 0.94

रूक्ष अतरिक्त धारा रक्षण जो कन्डयूट में और परिवेशी ताप 50ºC है के 2.5 sq mm के धारा निर्धारण = 11 x 0.94 = 10 amps

उदाहरण 2

60ºC पर 4 sq mm तांबा केबल का धारा निर्धारण ज्ञात करें जब इसे तीन कला परिपथ जो HRC फ्यूज द्वारा रक्षित है पर प्रयुक्त किया जाता है।

हल

रक्षण निकट अतिरिक्त धारा रक्षण है ।

टेबल 1 के अनुसार 4 sq. mm का तांबा केबल रूक्ष अतिरिक्त धारा निर्धारण (पुर्न तारन फ्यूज) 40ºC	=	20 amps
जब 3 फेस धारा उपयोग में हो 40ºC पर बन्द अतरिक्त धारा रक्षण के लिये धारा निर्धारण	=	20 x 1.23 /0.81
3 फेस धारा में उपयोग हो	=	30.37 amps
60ºC पर निर्धारण गुणक (टेबल 2 देखें)	=	0.57
इसलिये तांबें के 4sq mm को ऐसे परिपथ में जो 60ºC के परिवेशी ताप पर निकट अतिरिक्त धारा रक्षण में है धारा निर्धारण	=	30.37 x 0.57
	=	17.31 amps
	=	माना 17 amps

टेबल 3 में नम्य केबल्स का धारा निर्धारण दिया गया है ।

ठोस चालकों की तुलना में लड़दार चालकों के लाभ (Advantages of stranded conductors over solid conductors)

चूंकि लडीय चालक अधिक नम्य होते है चालकों के भंजन और मोड पर रोधन के चटकने की संभावना कम होती है इनका प्रहस्तन और स्थापन सुगमता से हो सकता है।

लडीय चालकों के सम्बन्ध और जोड दृढ होते है और जीवन काल लम्बा होता है।

टेबल 3

BIS नम्बर 694 के अनुसार PVC से रोधित नम्य डोरी तांबा चालक के लिये धारा निर्धारण

चालक का नामीय अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल mm^2	तारों का व्यास और संख्या संख्या / mm	DC धारा निर्धारण अथवा एकल तीन कला AC amps
0.50	16/0.20	4
0.75	24/0.20	7
1.00	32/0.20	11
1.50	48/0.20	14
2.50	80/0.20	19
4.00	128/0.20	26

ठोस और लडी युक्त चालकों के बीच तुलना

ठोस चालक	लडी युक्त चालक
दृढ	नम्य
कम यांत्रिक दृढता	अधिक यांत्रिक दृढता
वर्ग गोल और चपटे आकृतियों में उपलब्ध	कम व्यास वाले गोल आकार में उपलब्ध
बार छडों के लिये और बडे धारिता ट्रांसफार्मर के वेष्ठनों में	केबल्स और तारों के लिये प्रयुक्त

लड़दार चालकों में विद्युतरोधन की तार पर बेहतर पकड़ होती है।

ऊपरी लाइनों की टेकों के बीच ठोस चालक कंपन के कारण टूट सकते हैं। लड़दार चालकों में यह टूट कम होती है।

लड़ों की बीच अंतरण के कारण यूजी केबिलों में तेल का प्रवाह होता है जिससे बेहतर विद्युतरोधन विशेषताएं और शीतन होता हैं।

अनुप्रस्थ काट के दत्त क्षेत्र के लिए लड़दार केबिलें के ठोस चालकों की तुलना में ज्यादा धारा का वहन करती हैं।

वोल्टेड ग्रेडिंग कावर्गीकरण (Classification of voltage grading)

वोल्टेज को वर्गीकृत किया है

1 कम वोल्टेज (L.V) असाधारणतः 250V जैसे 0 से 250 वोल्ट ।

2 मध्यय वोल्टेज (M.V) असाधारणतः 250V जैसे 650V से असाधारण 250 से 650 वोल्ट ।

3 उच्च वोल्टेज (H.V) अधारणतः 650V लेकिन 33000V से अधिक आधारणतः नहीं (650 - 33000 Volts)

4 अधिक उच्च वोल्टेज : सभी वोल्टेज 33000V से ऊपर आते है इस कैटगेरी में ।

टेबल 1

विभिन्न प्रकार के विद्युत केबल

कोड का प्रकार	वोल्टता ग्रेड	अनुप्रस्थ काट (mm^2) में	अनुप्रयोगें का परास	लागू B.I.S.
A तार स्थापन (wiring) केबल 1 PVC रोधित	250/440, 650/1100	1.5 से 50	कंड्यूट में घरेलू/आद्यौगिक तारस्थापन	694 भाग II
a) अन-आच्छादित एकल क्रोड़				
b) PVC आच्छादित (sheathed)			बैटन में घरेलू / औद्योगिक तारस्थापन	
i) एकल क्रोड़	— do —-	— do —-	— do —-	
ii) स्पाट-द्वि क्रोड़	— do —-	1.5 से 16	शक्ति प्लग के लिए घरेलू तार स्थापन	
iii) स्पाट द्वि क्रोड़ ECC तथा 3 क्रोड़ सहित	250/440	1.5 से 50	बैटन में घरेलू /औद्यौगिक तार स्थापन उप मुख्य / औद्योगिक अस्थायी तार	
iv) वृताकार 2, 3 या 4 क्रोड़	650/1100V	1.5 से 300	स्थापन, अर्न्त संबंधन घरेलू उपसाधन	694 भाग I
c) अन-अच्छादित एकल क्रोड़ तथा ऐठं हुआ द्वि नम्य तांबा	250 / 400 650 / 1100	4 से 5		केवल तांबा 694 भाग I, II
d) PVC अच्छादित वृतीय द्वि, 3 तथा 4 क्रोड़ नम्य तांबा	— do —-	— do —-		
e) एक्ल बर्हिवेघन (extrusion) द्वि मोटा	— do —-	1.5 से 50	घरेलू तार स्थापन	694 भाग I, II
2 पोलीथीन विद्युतरोधित तथा एल्युमिनियम चालक सहित PVC आच्छादित				
a) एकल क्रोड़ स्पाट तथा वृत्ताकार यमल	250 / 440	1.5 से 50	घरेलू तार स्थापन	1596
b) ECC तथा वृत्ताकार के साथ स्पाट यमल (twin)	— do —-	1.5 से 10	— do —-	1596
3 सीसा मिश्रण आच्छादित		एल्युमीनियम	तांबा	
i) एकल क्रोड़	250 / 440	1.5 से 50		
ii) 2, 3 तथा 4 क्रोड़ वृत्तीय	650 / 1100	1.5 से 50		
iii) यमल तथा 3 क्रोड़ स्पाट (ECC)	250 / 440	70 से 625 64.5 से 645 1.5 से 16 1.5 से 16	आद्र संक्षारक वातावरण में औद्योगिक तार स्थापन	434 भाग I , II
4 TRS आच्छादित				
i) एकल क्रोड़			बैटन पर आवासीय तार स्थापन।	434 भाग I , II
ii) 2, 3 तथा 4 - क्रोड़ वृत्ताकार	— do —-	1.5 से 50 0.5 से 50	औद्योगिक तार स्थापन, अग्नि के	— do —-
iii) यमल तथा 3 - क्रोड़ स्पाट (ECC)	— do —-	1.5 से 625 64.5 से 615	जोखिम में आवासीय बैटन वेल्डिंग केबल्स, लिफट तथा अन्य उपकरण	— do —-
e) TRS आच्छादित नम्य	250 / 440	1.5 से 16	के लिए तल सर्पी केबल	
f) अग्नि रोधी एस्बेस्टस आच्छादित	650 /110	1.5 से 16	(Training cable)	— do —-
g) पोली क्रोपीन आच्छादित नम्य	— do —- — do —-			

कोड का प्रकार	वोल्टता ग्रेड	अनुप्रस्थ काट (mm^2) में	अनुप्रयोगें का परास	लागू B.I.S.
5 ऋतुसह केबल्स a) VIR विद्युतरोधित सूतर ऋतु प्रतिरोध मिश्र से गुंफित एवं उपचारित b) PVC विद्युतरोधित PVC आच्छादित c) पालीथिन विद्युतरोधित टेप्ड युम्फित तथा संयोजित	250 / 440, 660 / 1100 — do —- — do —-	1.5 से 50 — do —-	 सेवा सम्बंधन तथा अन्य बाहरी अनुप्रयोग	 434 भाग I , II 3035 भाग I 3035 भाग II
6 शक्ति केबल्स उच्च भार 1.1 kV ग्रेड 1. PVC विद्युतरोधित PVC आच्छादित केबल a) अकवचित / कवचित i) एकल कोड़ ii) द्वि कोड़ iii) तीन-कोड़ iv) तीन तथा आधा कोड़ (3½) v) चार कोड़	 650/ 1100 650/ 1100 — do —- — do —- — do —-	 1.5 से 1000 1.5 से 500 1.5 से 400 16 से 400 1.5 से 50	 एकल क्रोड़ में कवचित केबल्स उपलब्ध नहीं। केबल रक्षित स्थानों में अकवचित शक्ति केबल्स उपयोग होते है। ऐसे अनुप्रयोगों के लिए तांबा का प्रयोग प्रतिबंधित हैं।	 1554 भाग-I/ 76
7 कागज विद्युतरोधित, सीसा, आवर्णित, एकल क्रोड़, अकवचित a) द्वि क्रोड़ कवचित b) तीन तथा साडे तीन कवचित	1.1 kV — do —- — do —- — do —-	6 से 625 6 से 625 — do —- — do —-	शुष्क स्थल, उच्च भार, खैंतरनाक अनुप्रयोग, भूमिगत सूतर गुम्फित के लिए स्थल, अन्यथा धातु शुष्क स्थल, सूती चोटी या मेटल स्यान	692 - 73 693-1965
8 वार्निश किया हुआ कैम्ब्रिक विद्युतरोधित	— do —-	— do —-		

नोट : 1 जहॉ क्रोड़ की सामग्री का वर्णन नहीं हैं, यह एल्यूमिनियम हैं।

2 ECC - भू अविच्छिन्नता चालक।

वायर जोड़ - प्रकार - सोल्डरिंग विधियाँ (Wire joints - Types - Soldering methods)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **वैद्युत कार्यो में टांका लगाने की आवश्यकता और उसकी प्रक्रिया का स्पष्टीकरण करना**
- **सोल्डरिंग की आवश्यकता बताना और सोल्डरिंग के प्रकार बताना**
- **फ्लक्स का प्रयोजन प्रकार और उनके उपयोग बताना**
- **टांका लगाने की विभिन्न विधियों का अभिनिर्धारण करना**
- **अल्युमिनियम कन्डक्टर की शोल्डरिंग में प्रयुक्त सोल्डर और फ्लक्स का प्रकार बताना ।**

केबल्स शिरोपरि लाइन्स को विस्तारित करने और विद्युत को अंश भारों तक आवश्यकतनुसार अंश निष्कासन के लिये वैद्युत चालकें में जोड आवश्यक है।

जोड की परिभाषा (Definition of joint) : वैद्युत चालक में जोड का अर्थ दो अथवा अधिक चालकों का सम्बन्धन/बन्धन अथवा दो अथवा अधिक चालकों का परस्पर इस प्रकार रखना कि संयोग /सन्धि वैद्युत और यांत्रिक दोनों प्रकार से दृढता पूर्वक आबद्ध रहे।

जोडों के प्रकार (Types of joints) : वैद्युत कार्य में विभिन्न प्रकार के जोड आवश्यकतानुसार प्रयुक्त होते है। एक जोड द्वारा दी गई सेवा से जोड का उपयोग मे आने वाला प्रकार ज्ञात होता है। कुछ जोडों में उत्तम वैद्युत चालकता वांछित होती है उन्हें यांत्रिक रुप से दृढ होना आवश्यक नही है।

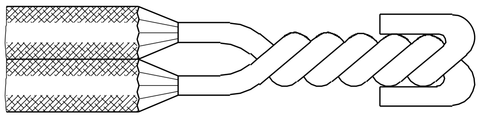
उदाहरण : सन्धि बाक्स और कन्डयूट उपसाधनों में निर्मित जोड

दूसरी ओर शिरोपरि चालकों में निर्मित जोड न केवल वैद्युत रूप से चालक होने चाहिये लेकिन निलम्बित चालक के भार और वायु दाब के कारण तनाव को सहन करने के लिये यांत्रिक रूप से दृढ होना चाहिये। नीचे कुछ सामान्यतः प्रयुक्त जोड दिये जा रहे है

- पिग टेल अथाा रैट टेल अथवा ऐठे जोड (Pig-tail or rat-tail)
- विवाहित जोड (twisted joints)
- टी जोड (Tee joint)
- ब्रिटानिया सीधा जोड (Britannia straight joint)
- ब्रिटानियाटी जोड (Britannia tee joint)
- पश्चिम संघ जोड (Western union joint)
- स्कार्फड जोड (Scarfed joint)
- एकल लडीय चालक में अंशनिष्कसित जोड (Tap joint in single stranded conductor)

पिग टेल/रेट टेल/ ऐठे जोड (Pig-tail/Rat-tail/Twisted joint) : (Fig 1) यह जोड उन स्थितियों में उपयुक्त होता है जहां पर चालकों पर कोई यांत्रिक प्रतिबल नही होता जैसा की संन्धि बाक्स अथवा कन्डयूट उपसाधन बाक्स में पाया जाता है। लेकिन जोड की उत्तम वैद्युत चालकता अनुरक्षित रखनी चाहिये।

Fig 1



RAT TAIL JOINT

मेरीड़ जोड़ (Married joint) : (Fig 2) एक विवाहित जोड को उन स्थानों में प्रयुक्त किया जाता है जहां दृढता के साथ उत्तम वैद्युत चालकता वांछित होती है।

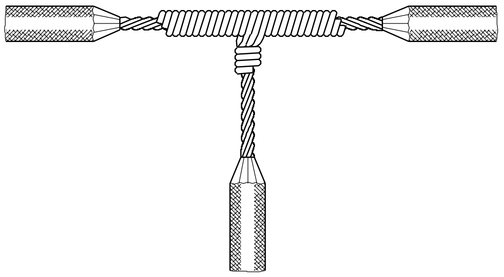
Fig 2

MARRIED JOINT

चूंकि यांत्रिक दृढता कम होती है इस जोड को उन स्थानों पर प्रयोग में ला सकते है जहां तनन प्रतिबल अत्यधिक नही होता है।

टी जोड (Tee joint) (Fig 3)**:** इस जोड का उपयोग वितरण लाइन्स में किया जा सकता है जहां वैद्युत ऊर्जा के सेवायी सम्बन्धों को अंश निष्कासित करना होता है।

Fig 3



TEE JOINT

ब्रिटानिया जोड (Britannia joint) : (Fig 4) इस जोड का उपयोग सिरोपरि लाइन्स में होता है जहां यथेष्ट तनन दृढता वांछित होती है।

इसका उपयोग आन्तरिक और वाह्य तार स्थापन में भी किया जाता है जहा 4mm अथवा अधिक व्यास को एकल चालक प्रयुक्त होते है।

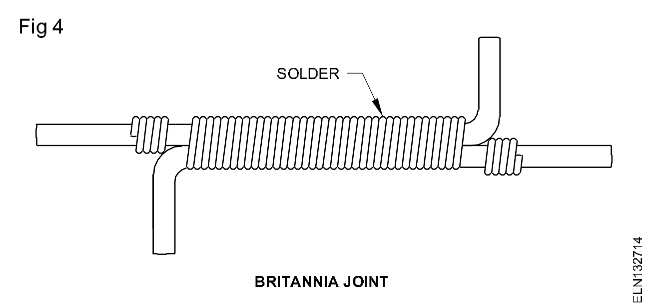


Fig 4 BRITANNIA JOINT

ब्रिटानिया टी जोड (Britannia tee joint) : इस जोड (Fig 5) में प्रदर्शित) का उपयोग शिरोपरी लाइन्स द्वारा सेवायी रेखाओं के लम्बवत वैद्युत ऊर्जा के अन्त निष्काशन के लिये किया जाता है।

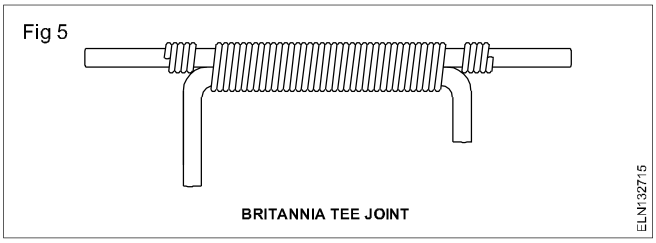


Fig 5 BRITANNIA TEE JOINT

पश्चिम संघ जोड (Western union joint) (Fig 6) **:** इस जोड का प्रयोग शिरोपरी रेखाओं में तार की लम्बाई को विस्तारित करने में किया जाताहै जहां जोड पर यथेष्ट तनन प्रतिबल लगता है।

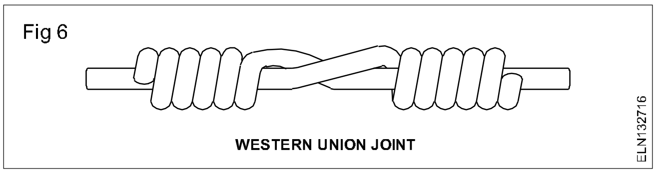


Fig 6 WESTERN UNION JOINT

स्कार्फड जोड (Scarfed joint) (Fig 7) : इस जोड का उपयोग बडे एकल चालकों में किया जाता है। जहां उत्तम प्रदर्शन और दृढता मुख्य होता है और जहा जोड पर यथेष्ट तनन प्रतिबल नही लगता जैसा कि आन्तरिक तार स्थापन में प्रयुक्त भू चालक।

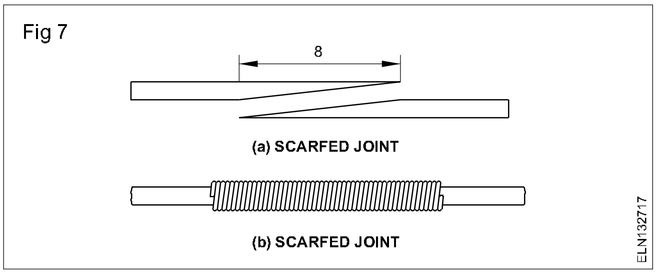


Fig 7

2mm अथवा कम व्यास के एकल लड़िय चालकों में अंशनिष्कासित जोडः

परिभाषा के अनुसार अंश निष्कासन, तार के सिरे का सम्बन्ध दूसरे की लम्बाई पर किसी बिन्दु पर होता है।

सामान्यतः निम्न प्रकार के अन्त निष्कासन प्रयोग में लाये जाते है।

- सरल (Plain)
- एरियल (Aerial)
- गांठी युक्त (Knotted)
- प्रति डबल-डुपलेक्स (Cross - Double - Duplex)

सरल निष्कासन जोड (Plain tap joint) (Fig 8) : यह जोड व्यापक रूप प्रयुक्त होता है और शीध्रता से निर्मित हो जाता है। सोल्डर करने पर जोड अधिक विष्वसनीय होता है।

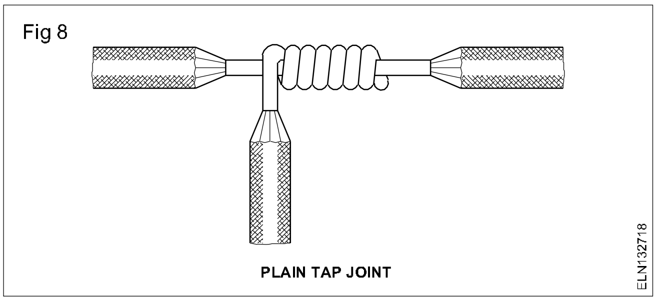


Fig 8 PLAIN TAP JOINT

एरिलय अन्त निष्कासित जोड (Aerial tap joint) : (Fig 9) यह जोड उन तारों के लिये होता है जिनमें यथेष्ठ गति होती है और इसलिये इसे सोल्डरन किये बिना रखा जाता है। यह जोड केवल लघु धारा परिपथों के लिये उपयुक्त होता है। यह सरल अन्त निष्किासित जोड की भांती होता है कि अन्तर यह होता है इसमें एक लम्बा अथवा सरल मोड होता है जिससे मुख्य तार पर अन्त-नष्काशित तार की गति हो सके।

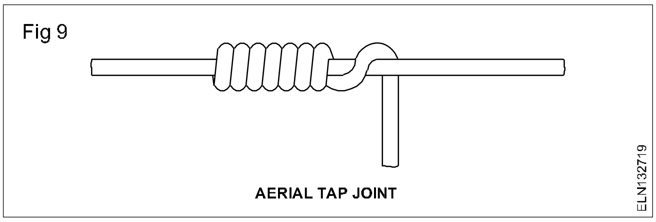


Fig 9 AERIAL TAP JOINT

गांठ युक्त अन्तनिष्काशित जोड (Knotted tap joint) : (Fig 10) गाठ युक्त अन्त निष्कासित जोड की अभिकल्पना यथेष्ट तनन प्रतिबल ले सकने के लिये की जाती है।

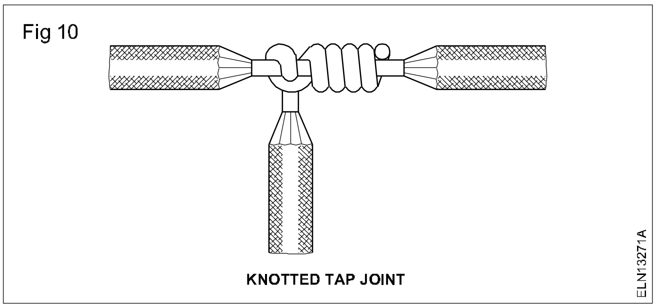


Fig 10 KNOTTED TAP JOINT

डुपलेक्स प्रतिअन्त निष्कासित जोड (Duplex cross-tap joint) (Fig 11) : इस जोड का उपयोग उस जगह होता है जहां दो तारों का एक साथ अन्तनिष्कासन होना है। इस जोड को शीघ्रता से निर्मित किया जा सकता है।

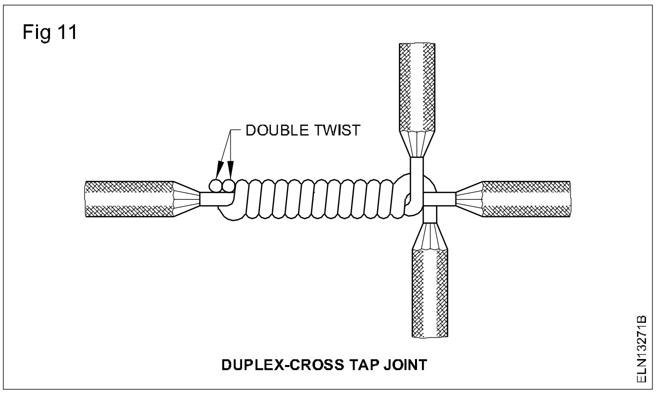


Fig 11 DUPLEX-CROSS TAP JOINT

द्वि-क्रास अन्त निष्कासित जोड (Double-cross tap joint) : (Fig 12) यह जोड (Fig 12 में प्रदर्शित) दो सरल अन्तनिष्काशनों का संयोजन है।

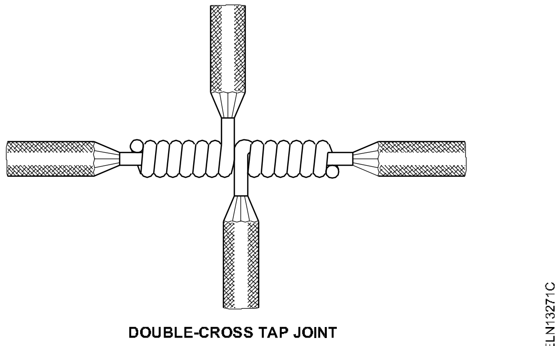


Fig 12

DOUBLE-CROSS TAP JOINT

सोल्डरिंग - सोल्डरों के प्रकार, फ्लक्स और सोल्डरिंग की विधियाँ (Soldering - types of solders, flux and methods of soldering)

सोल्डरिंग (Soldering) : बिना पिघलाये दो धातु पटिटयों अथवा चालकों को सोलडर कहे जाने वाले एलाय जिसका गलनांक बिन्दु सोलडर किये जाने वाले धातु के गलनांक बिन्दु से कम है से जोडने की विधि को सोलडरन कहते है। जोडे जाने वाली सतहों पर पिघलें सोलडर को लगाया जाता है। जिससे वे सोल्डर की एक पतली परत जो सतहों पर भेदित हो गयी है से जुड जाते है।

सोल्डरिंग की आवश्यकता (Necessity of soldering) : तार और केबल्स की वैद्युत चालकता और यांत्रिक दृढता उद्‌गम चालक के समान ही होनी चाहिये। यह केवल यांत्रिक जोड से प्राप्त नही हो सकता है इसलिये केबल्स जोड उत्तम यांत्रिक दृढता और वैद्युत चालकता प्राप्त करने तथा संक्षरण को दूर करने के लिये सोल्डरित किये जाते है।

सोल्डरो (Solders)

सोल्डरो में सीसा और टिन का सामान्य अनुपात निम्न टेबल में दिया गया है।

अभिकलपन	संरचना	कार्यान्वन ताप	उपयोग
प्लम्बिंग/ टिनमान सोल्डर	टिन-50% सीसा-50%	212°C. अथवा 413.6°F.	परिष्कृत सोल्डरिंग
विद्युत कर्मी सोल्डर	टिन-60% सीसा-40%	185°C. अथवा 365°F.	वैद्युत जोडों इत्यादि कों टिन करना और सोल्डरिंग आदि
परिष्कृत सोल्डर	टिन-63% सीसा-37%	183°C. अथवा 361°F.	टिन्निंग/ इलेक्ट्रिकल/ इलेक्ट्रानिक कॉम्पाउंड

ताबें के लिये प्रयुक्त सोल्डर (Solder used for copper) : सोल्डरिंग बंधक कर्मक की भांति प्रयुक्त धातु एलाय सोल्डर कहलाता है। मुलायम सोल्डरन में प्रयुक्त सोल्डर एक एलाय (मिश्रण) के बने होते है जिनमें अधिकतर टिन और सीसा होता है।

सोल्डर के चयन को प्रभावित करने वाले कारक (Factors influencing the choice of a solder)

सोल्डर के चयन को प्रभावित करने वाले कारक निम्न है:

- उपयोग स्थान (place of use)
- गलनांक (melting point)
- ठोसी करण परास (solidification range)
- दृढता (strength)
- कठोरता (hardness)
- बन्दीकरण (sealability)
- मूल्य (price)

फ्लक्स (Flux) : चालकों की सतह पर आक्साइड को घोलने और सोल्डर प्रक्रिया में उनकी निआक्सीकरण से रक्षा करने में प्रयुक्त पदार्थ फ्लक्स होता है।

फ्लक्स के सामान्य गुण (General properties of flux) :

फ्लक्स के प्रयोजन निम्न है।

- आक्साइड्स, सल्फाइड्स इत्यादि को विलगित करके सोल्डरन तल को आक्साइड और धूल से स्वतन्त्र करना।
- सोल्डरन प्रक्रिया में पुनः आक्सीकरण को रोकना जिससे सोल्डर किये जाने वाले तल पर सोल्डर असंजित हो सके।
- तल तनाव से सोल्डर प्रवाह को सुविधा युक्त करना जिससे सोल्डर किये जाने वाले सतह में सोल्डर प्रवाह हो सके।

फ्लक्स ठोस अथवा द्रव्य हो सकता है।

फ्लक्स की क्रिया निर्बल अथवा प्रबल हो सकती है और उसका वर्गीकरण लघु संक्षारण अथवा उच्च संक्षारण के आधार पर होता है।

सोल्डर का प्रकार सोल्डरिंग के लिये प्रयुक्त फ्लक्स को निर्धारित करता है

टेबल

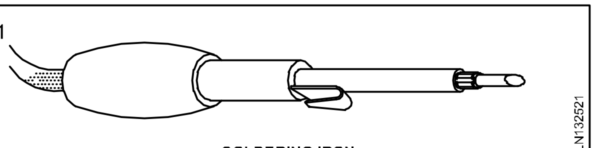
क्र. सं.	उपयुक्त फ्लक्स	धातु / कार्यक - उपयोग के लिये	सोल्डर का प्रकार
1	जिंक क्लोराइड (ऐसिडिक)	ढ़ला लोहा मिश्र लोहा मृदु स्टील ढली स्टील पीतल, कस्कुट ताबां इत्यादि लघु ताप पर सोल्डरिंग के लिये	टिनमान सोल्डर परिष्कृत सोल्डर
2	हाइड्रोक्लोरिक ऐसिड 10% 90% जल से निर्बलित	जस्ता, गैलवनित लोहा	रूक्षसोल्डर
3	सेल अमोनिया रोजिन (पूर्ण रूप से अम्ल स्वतन्त्र नही)	ताबां पीतल टिन पटटी गन मैटल स्वच्छ और परिष्कृत सोल्डरिंग कारी के लिये	रूक्ष सोल्डर
4	रोजिन	वैद्युत चालकों के जोडने में	वैद्युतकर्मी सोलडर
5	टेलो (टरपेनटाइन अम्ल रहित)	सोल्डरिंग के लिये वैद्युत चालकों को जोडने के लिये	विद्युत कर्मी परिष्कृत सोल्डर

निम्न सारिणी सोल्डरन के लिये प्रयुक्त फ्लक्स को सूची बद्ध करती है। 1,2, 3 के अनतर्गत प्रदर्शित फ्लक्स वैद्युत कार्यो के लिये अनुसंशित नही होते है क्योंकि वे अति संक्षारक आदृता ग्राही (नमी सोधने वाले) और उनका अवशिष्ट, विद्युत चालक होता है।

सोल्डरिंग प्रणाली (Soldering Methods)

सोल्डरिंग इस्त्री से सोल्डर (Soldering with a soldering iron): सोल्डरिंग को सर्वोत्तम सामान्य विधि सोल्डरिंग इस्त्री द्वारा होती है जैसा कि (Fig 1) में प्रदर्शित किया गया है। अधिकांश प्रकार के मृदु सोल्डरिंग कार्य के लिये इसे व्यापकता से प्रयोग में लाया जाता है।

Fig 1



SOLDERING IRON

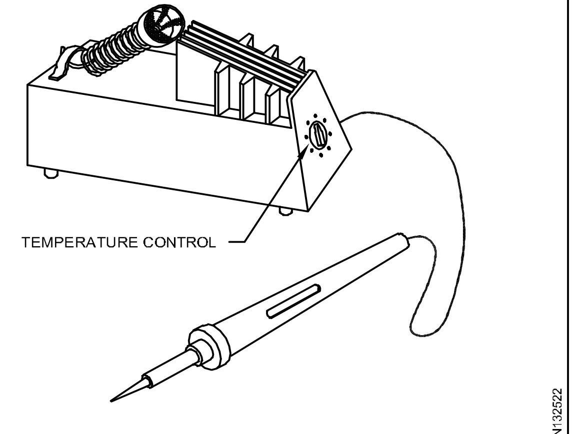
यह टूल सरल और सस्ता है सोल्डरिंग इस्त्रियां आमाप और माडेल के व्यापक परास में उपलब्ध है । ऊष्मन प्रायः वैद्युत से होता है यद्यपि अवैद्युत इस्त्रिया भी प्रयुक्त होती है।

(Temperature controlled soldering) मुद्रित परिपथ पटों पर छोटे घटकों के सोल्डरन के लिये (Fig 2) के अनुसार ताप नियन्त्रित सोल्डरन इस्त्री का प्रयोग होता है । सोल्डरिंग इस्त्री को आपूर्ति वैद्युत लघु वोल्टता की होती है और मेन आपूर्ती से पूर्ण रूप से विलगित होती है। लघु वोल्टेज के कारण जीवन संकट नही होता और सुग्राही घटकों को नष्ट भी नही करता। उपभोक्ता के लिये नियन्त्रित ताप कार्य को सुगम बनाता है।

सोल्डरिंग गन से सोल्डरिंग (Soldering with a soldering gun): (Fig 3) में प्रदर्शित विधि व्यक्तिगत सोल्डरिंग जैसे सेवाई और मरम्मत कार्य में प्रयुक्त की जाती है।

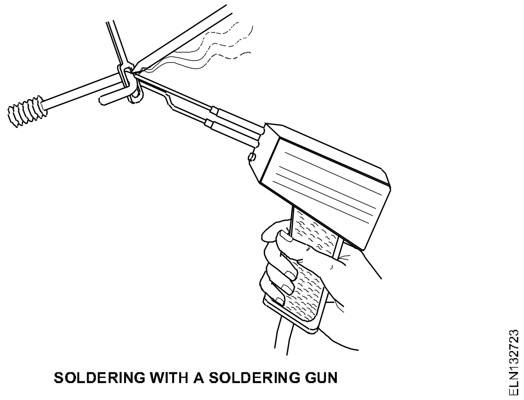
इस विधि का सिद्धान्त है कि चालक में प्रवाहित धारा उसे ऊष्मित करती है। ताप की जांच करना कठिन होता है अति उष्मन सरलता से होता है यह इसका अवगुण है।

Fig 2



TEMPERATURE CONTROLLED SOLDERING IRON

Fig 3



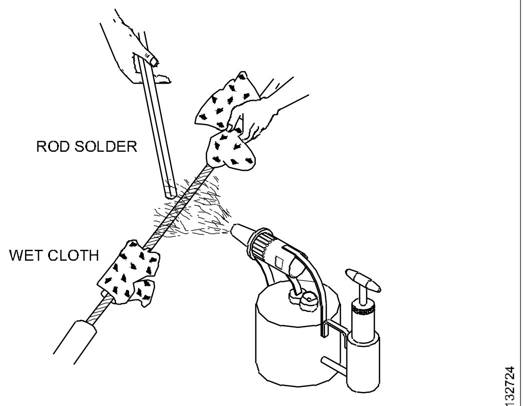
SOLDERING WITH A SOLDERING GUN

ज्वाला द्वारा सोल्डरिंग (Soldering with a flame) : जब सोल्डरिंग इस्त्री की ऊष्मा क्षमता अपर्याप्त होती है तो ज्वाला द्वारा सोल्डरिंग किया जाता है।

(Fig 4) में इस विधि को दिखाया गया है। इससे त्वरित ऊष्मन होता है और प्रारम्भिक रूप से बडे कार्यो जैसे, पाइपिंग और केबल कार्य गाडी कार्य मरम्मत और निर्माण कार्य में कुछ अनुप्रयोग में आता है।

इस विधि में ज्वाला का कुशल प्रबन्धन वांछित होता है।

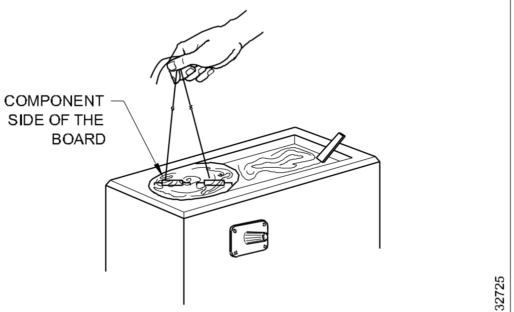
Fig 4



SOLDERING WITH BLOWLAMP

डिप सोल्डरन (Dip soldering) : (Fig 5) में प्रदर्शित विधि का प्रयोग मात्रा उत्पादन और मुद्रित परिपथ पट (PCB) पर घटकों के समान टिनिंग कार्य के लिये प्रयुक्त होता है। सोल्डर अथवा टिन किये जाने वाले घटक पिघले सोल्डर में डुबो दिये जाते है जो विद्युत से ऊष्मित होता है।

Fig 5



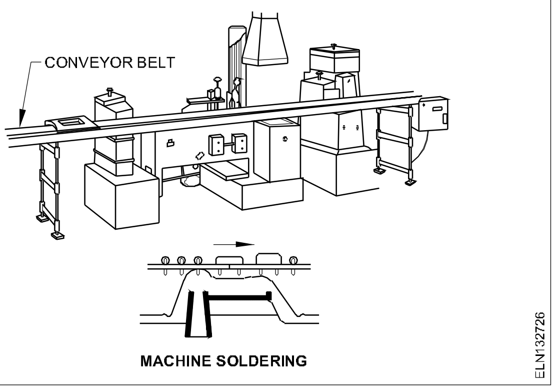
DIP SOLDERING

एक विलोडक द्वारा सोलडर को गतिमय रखा जाता है जिससे ताप समरूप रहे और सतह आक्साइड मुक्त रहे। यदि विलोडक नही है तो सतह को नियमित समय पर आक्साइड को हटाने के लिये रक्षित ओर मथनित कराना चाहिये।

ताप को अति यथार्थता से नियन्त्रित किया जा सकता है।

मशीन सोल्डरिंग (Machine soldering) : (Fig 6) में प्रदर्शित इस विधि का प्रयोग मात्रा उत्पादन के लिये होता है जो इस सिद्धान्त पर आधारित है कि पिघला सोल्डर या तेल का मिश्रण और पिघला सोल्डर शीघ्रता से सेट होकर आक्साइड परत को तोड देते है। सोल्डर किये जाने वाले घटक सिरों के सीधे सम्पर्क में सोल्डर आता है।

Fig 6



MACHINE SOLDERING

विभिन्न अभिकल्पन की सोल्डरिंग मशीने तरंग सोल्डरिंग, सोपान सोल्डरिंग और जेट सोल्डरिंग में प्रयुक्त होती है।

मशीन सोल्डरन के लिये उपस्कर मूल्यवान होता है और उत्पादन मूल्य उच्च होता है।

यथार्थ ताप नियन्त्रण व्यवस्थिति किया जा सकता है इनके अतिरिक्त सोल्डरिंग के लिये निम्न में से कोई एक विधि भी अपनायी जा सकती है।

- प्रतिरोध सोल्डरिंग (Resistance soldering)
- प्रेरण सोल्डरिंग (Induction soldering)
- भटटी सोल्डरिंग (Oven soldering)
- वनस्पति तेल में सोल्डरिंग (Soldering in vegetable oil)
- तप्त गैस से सोल्डरिंग (Soldering by hot gas)

सोल्डरिंग - तकनीक - पोट और लेडल (Soldering - Techniques - pot and ladle)

विद्युत सोल्डरिंग इस्त्री से सोल्डरिंग (Soldering with electric soldering iron): इस विधि में जोडने वाली सतह को पहले स्वच्छ किया जाता है और तत्पश्चात तल के ऊपर फ्लक्स लगाया जाता है। जोड को ऊष्मित करते है और सोल्डर की जाने वाली सतह को रख कर सोल्डरिंग इस्त्री टिप को ऊपर रख कर ऊष्मित किया जाता है। सोल्डर पिघल कर सतह पर समरूपता से फैलता है।

विद्युत सोल्डरिंग इस्त्री (The electric soldering iron) : इस्त्री में ऊष्मन घटक एक प्रवाहित विद्युत धारा से ऊष्मित होता है। ऊष्मक घटन द्वारा बिट ऊष्मित होती है।

बिट का अमुख इस्त्री का एक भाग होता है ।

जिसे सोल्डर की जाने वाली सतहों से सम्पर्क बनाने के लिये प्रयुक्त किया जाता है

निम्न वोल्टताओं और निवेश शक्ति (वाटेज) की सोल्डरिंग इस्त्रियां उपलब्ध है (IS 950-1980) ।

निर्धारण

वोल्टता	6	12	24	50	110	230 or 240
वाल्टेज	25	25	25	25	25,75, 250	5,10,25,75, 125,250,500

कार्य के आमाप के अनुसार उपयुक्त शक्ति की इस्त्री का चयन करें।

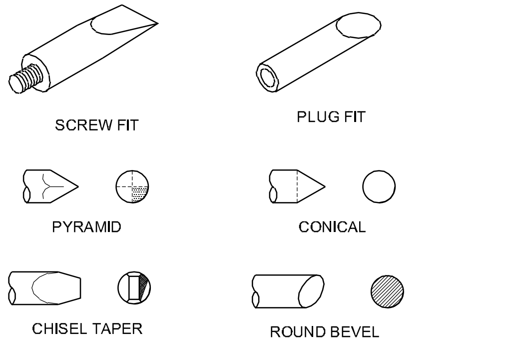
बिट (The bit) : अधिकांश बिट ताबें के होते है क्योंकि यह ऊष्मा का उत्तम चालक है। बिट का आमुखः

- अपटलित (un-plated) अथवा
- लौ पटलित (iron-plated.) होता है।

लौह पटलित आमुख अपटलित आमुखों की तुलना में शीघ्रता से नही घिसते।

अधिकांश इस्त्रिया इस प्रकार निर्मित होती है कि बिट को परिवर्तित किया जा सकता है। Fig 1 के अनुसार विभिन्न आकृतियों के बिटस उपलब्ध है।

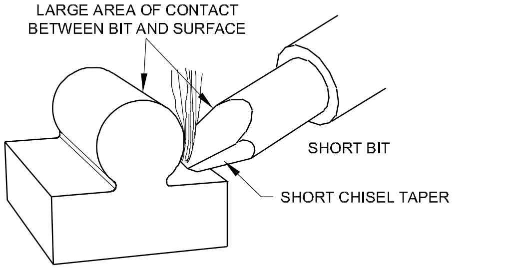
Fig 1



SHAPES OF SOLDERING BITS

बिट का चयन (Selecting the bit) (Fig 2) : निम्न के बीच समझौता करने के लिये बिट का चयन करें।

Fig 2



SELECT CORRECT SOLDERING BIT FOR THE JOB

- कार्य पर सर्वोत्तम पहुंच
- लघुतम बिट और बिट टेपर
- आदर्श सतह सम्पर्क

बिट की देखभाल (Care of the bit) (Fig 3) : अपटलित बिट शीघ्रता से गर्तित होती है और आक्साइड से ढक जाती है यदि इस्त्री निरन्तर प्रयोग में आती है यह कुछ घण्टों में हो जायेगा।

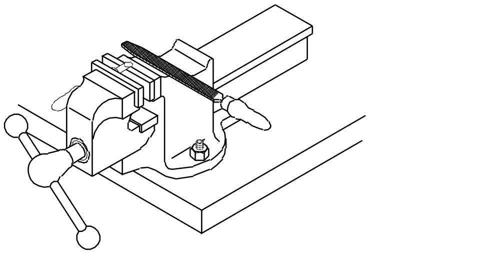
Fig 3

SOLDERING BITS

उत्तम सोल्डरन जोड के लिये बिट को स्वच्छ चिकना और सही आकृति का होना चाहिये।

बिट की गढाई (Dressing the bit) (Fig 4) : एक अपटलित बिट की गढाई के लिये निम्न लिखित प्रक्रिया का अनुपालन करें।

Fig 4



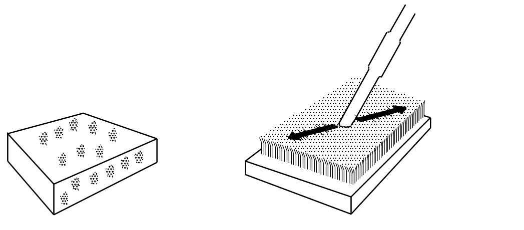
FILING THE SOLDERING BIT

- कुंजी को बन्द करें और निकाल दें प्लग से ठंडा होने के लिए
- बिट को इस्त्री से निकाले दें यदि सम्भव है ।
- एक शिंकजे में बिट को आरोहित करें।
- आकृति के अनुसार रेते

एक इलेक्ट्रानिक समुच्चयित क्षेत्र में बिट को न रेते । उपस्कर में बिट से निकली ताबां चूर्ण उपस्कर पर स्थिर हो सकता है और लघु परिपथ हो सकता है। लौह पटलित बिट को रेतना चाहिये। घिस जाने पर नवीनीकरण करें।

बिट की सफाई करना (Cleaning the bit) (Fig 5) : बिट को बहुधा स्वच्छ करना चाहिये। बिट को स्वच्छ करने के लिये अपटलित बिट को आमुख को एक तार ब्रश अथवा विशेष स्पांज पैड से इस्त्री के गरम रहते ब्रश करें।

Fig 5



CLEANING THE SOLDERING BIT

लौह पटलित बिट्स एकतार ब्रश से स्वच्छ नही करनी चाहिये एक स्पान्ज पैड पर रगडें।

आद्रण (सोल्डरिंग) (Wetting (soldering)) : उत्तम जोड के लिये सोलडर का प्रवाह सोल्डर की जाने वाली सतहों के ऊपर और बीच में समरूपता से होना चाहिये। आद्रण एक पद है। जो उस सीमा का वर्णन करता है जहां तक आद्रण होता है।

उत्तम आद्रण परिमाण प्राप्त किये जा सकते है

- सतह स्वच्छ है
- सही प्रकार के यथेष्ट फ्लक्स का प्रयोग होता है
- सतह यथेष्ट तप्त है।

- सतहों पर टिन की गई है।

सोल्डरिंग की तकनीकियाँ (Techniques of soldering)

सोल्डरन में निम्न मुख्य घटनायें होती है

- सोल्डरिंग इस्त्री पर रंगा का चढाना
- सोल्डर किये जाने वाले भागों को स्वच्छ करना
- सोल्डर आरोपित करना

सोल्डरिंग इस्त्री पर रांगा चढाना (Tinning the soldering iron): सोल्डरिंग इत्री की नोक पर सोल्डर को आसंजित रखने के लिये नोक की सतह को सोल्डर से पटलित करना चाहिये इस प्रक्रिया को रांगा चढाना कहते है।

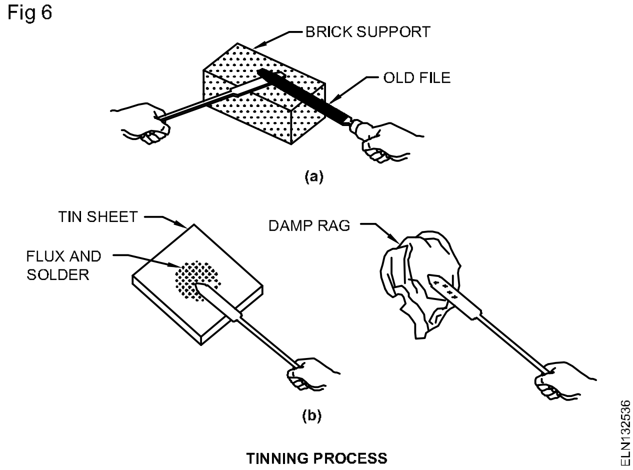
पहले नोक को कपडे से स्वच्छ किया जाता है और प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्ष रूप से तप्त किया जाता है। इसके पश्चात टिप के बचे हुये पदार्थ को हटाने के लिये पुनः कपडे से स्वच्छ किया जाता है।

तप्त करने पर नोक की रंग परिवर्तन से रांगा करने के लिये उचित ताप का निर्धारण हो सकता है। यदि सतह ताबें टिप की है तो तुरन्त धूमिल होती है।ताप उच्च होता है और सतह को स्रोत से स्थायी रूप से हटा कर कुछ शीतल करना आवश्यक होता है। उचित रूप से ऊष्मित नोक धीरे धीरे धूमिल होती है।

सोलडरिंग इस्त्री के नोक से सही ताप पर पहुंच जाने पर सोल्डर की कुछ मात्रा रखें और टिन प्लेट में फ्लक्स रखें और मिश्रण को बिट से रगडें। टिप की सतह पर सोल्डर को समरूपता से चिपक जाना चाहिये। एक स्वच्द आद्र कपडें द्वारा अतरिक्त सोल्डर को हटा दें।

रांगा करने की कुल प्रक्रिया को (Fig 6a और 6b) में प्रदर्शित किया गया है।

Fig 6



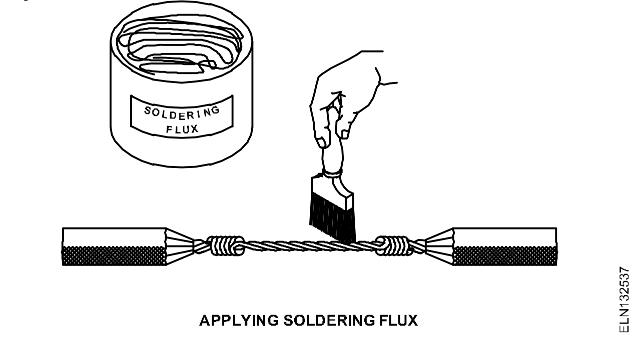
TINNING PROCESS

उचित रूप से टिन हो जाने पर सतह एक प्रबल चांदीय हो जाती है।

सोल्डर की जाने वाली सतह को स्वच्छ करना (Cleaning the surface to be soldered) : आदर्श सोल्डरिंग के लिये सोल्डर किये जाने वाले भागों को भले प्रकार से स्वच्छ करना चाहिये। टुकडे धूल तेल और ग्रीस को रगड कर या सेंड पेपर से रगड कर अथवा पोछ कर पूर्ण रूप से हटा देना चाहिये। स्वच्छ करने के तुरन्त बाद आक्सीकरण दूर करने के लिये फ्लक्स को तुरंत आरोपित कर देना चाहिये।

फ्लक्स का आरोपण (Applying the flux) : सोल्डर की जाने वाली सतह पर फ्लक्स के रूप में अनुमोदित रोजिन को छिडक देना चाहिये अथवा (Fig 7) के अनुसार एक ब्रश द्वारा आरोपित कर देना चाहिये।

Fig 7



APPLYING SOLDERING FLUX

सोल्डरन का आरोपण (Applying the solder) : कार्य के आमाप पर आरोपित किये जाने वाले सोल्डर का परिमाण निर्भर करता है लघु कार्यों जैसे मुद्रित परिपथ पट सोल्डरिंग अथवा दो mm अथवा कम व्यास तारों के जोडों के सोल्डरिंग के लिये एक विद्युत सोल्डरन इस्त्री का प्रयोग होता है। जबकि बडे आमाप के केबल पाट ओर करछुल के जोडों का सोडरिंग करने के लिये पाट और करछुल प्रयुक्त होते है

सोल्डरन सावधानियाँ (Soldering precautions) : सतहों के ऊपर सोल्डर के प्रवाहित होने के तुरन्त पश्चात इस्त्री को हटा लें ।

अतरिक्त ऊष्मन निम्न को क्षतित कर सकता है:

- तार और उसके रोधन को
- घटक जिसे सोल्डर करना है।
- पास के घटक

सुरक्षा (Safety) :

सोल्डरिंग इस्त्रियां यदि उचित रूप से प्रयुक्त और अनुरक्षित नही रहती है तो संकट मय हो सकती है। निम्न दिये गये निर्देशों का अनुपालन करें।

भौतिक क्षति के लिये इस्त्री को नियमित रूप से जांचें विशेषकर शक्ति डोरी यदि क्षतिग्रस्त हो तो उसे प्रतिस्थापित करें।

इस्त्री जब प्रयोग में नही है, उसे आधार पर रखें। इससे जलना आग लगना बचता है और इस्त्री की क्षति होने से रक्षा होती है। इस्त्री से रूक्ष व्यवहार न करें।

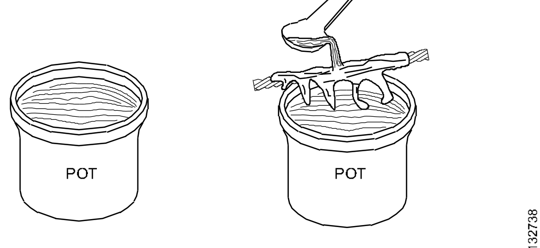
शरीर के सभी भागों और इसकी अपनी शक्ति डोरी से इस्त्री को दूर रखें।

मेन से सम्बन्धित सभी इस्त्रियों को उचित रूप से भू सम्पर्कित करें। यदि आपकों संशय हो कि इस्त्री भू सम्पर्कित नही है उसका प्रयोग न करें।

कभी भी बिट से अतरिक्त सोल्डर को स्फुरित न करें। तप्त सोल्डर किसी को जला सकता है अथवा कार्य में गिरकर लघु परिपथन कर सकता है।

पाट और लेडल से सोल्डरिंग (Soldering with pot and ladle) (Fig 8) : बडे आमाप के कार्य जैसे भूमिगत केबल जोड के लिये एक गलन पाठ और करछुल का उपयोग होता है। सोल्डर को पाट में रख कर ब्लो लैम्प अथवा तारकोल से तप्त करते है। प्रारम्भ में सोल्डर की जाने वाली सतह स्वच्छ की जाती है फ्लक्स की एक परत लगायी जाती है।

Fig 8



POT AND LADLE METHOD OF SOLDERING

इसके पश्चात सोल्डर की जाने वाली सतह पर पिघले सोल्डर को शीघ्र अनुक्रमण में गिराया जाता है। गिरता हुये सोल्डर को एक स्वच्छ ट्रे में एकत्रित किया जाता है। अनेक बार गिराने के बाद सतह वही ताप ग्रहण कर लेती है जो पिछले सोल्डर का होता है। पुनः सोल्डर आरोपित किया जाता है और उसे क्रमशः तल पर गिराया जाता है। और यह समरूप परत निर्मित कर लेता है। अतिरिक्त सोल्डर जो ट्रे में एकत्रित हुआ है पाट में पुनः पिघलाया जाता है।

सुरक्षा (Safety)

पिघले सोल्डर को आरोपित करने से पहले सुनिश्चित कर लें कि चालक शुष्क और स्वच्छ है और उसे रोधन में न घुसने दे।

बाथ में किसी भी वस्तु को सोल्डर किये जाने वाले धातु सहित कभी न डालें। तप्त पिघलें सोल्डर की बौछार गम्भीर क्षति पहुंचा सकती है। सोल्डर बाथ पर कार्य करते समय रक्षक कपडे जैसे दस्ताने एप्रान बूटस इत्यादि पहने और सुनिश्चित कर लें कि शरीर का कोई भी अरक्षित भाग पाट को सर्पा नही करता है। सोल्डर को जोड पर डालते समय करछुल को अधिक से अधिक सम्भव नीचा रखें जिससे पाट के किनारों पर पिघला सोल्डर छलक न जाये।

ठोसन समय में किसी भी परिस्थिति के जोडों नहीं के भागों को छेडना चाहिये। यदि उनकों छेड दिया गया तो दृढता चालकता और जोडों की दृश्यता संकट मय हो जायेगी। इसका परिणाम वह होगा जिसे शीतल सोल्डर कहते है और जोड दोष पूर्ण होगा। शीतलन को त्वरित नही करना चाहिये। यदि शीतलन को त्वरित किया गया तो सोल्डर एक क्रिस्टल आकार ग्रहण कर लेगा इससे यांत्रिक दढता कम होती है

पास के विद्युत केबल्स और अथवा गैस नली पर पिछले सोल्डर को न गिरने दें। अनआवरणित ज्वाला को आग संकट से मुक्त रखने के लिये सावधान रहें।

सोल्डर जिसके पिघलने की पुनरावृत्ति हुई है का पुनःनवीयन (Reconditioning of solder which is subjected to repeated melting) : व्यवहार में जब सोल्डर को बार बार पिघलाया जाता है। तो सोल्डरन प्रकिया के समय सोल्डर का टिन निम्न के कारण यथेष्ट कम हो जाता है।

- पिघले सोल्डर पर टिन का स्लग निर्माण
- टिन का आक्सीकरण इसके लघु उबाल बिन्दु के कारण

इसलिये सोल्डर जिसको बार बार तप्त किया जाता है भण्डार से लिये गये सोल्डर की अपेक्षा टिन के कम प्रतिशत वाला होगा।

सोल्डर का पुर्न नवीयन करने के लिये और टिन प्रतिशत को ऊपर लाने के लिये प्रत्येक उपयोग के अन्त में सोल्डर में टिन मिला देना चाहिये। मिलाये जाने वाली टिन का परिमाण इस बात पर निर्भर करता है कि सोल्डर कितने समय तक पिघले रूप में रहा है।

एल्यूमिनियम केबल्स की सोल्डरिंग (Soldering aluminium cables)

एल्यूमिनियम केबल्स का सोल्डरिंग (Soldering of aluminium cables) : एल्यूमिनियम चालको का सोल्डरिंग ताबें चालकों के सोल्डरिंग की अपेक्षा उनके उच्च सग्रही दुर्गलनीय अक्साइड और स्थिर प्रकृति की आक्साइड परत के कारण जो किसी एल्यूमिनियम के वायु में अनआवरणित होने पर तुरन्त निर्मित हो जाती है अधिक कठिन होता है।

यह आक्साइड परत सोल्दरित की जाने वाली सतह को सोल्डर द्वारा आद्रण से रोकती है। सोल्डर को सतह के आन्तरिक भाग में केश नली क्रिया द्वारा घुसने से भी रोकती है। इसलिये एल्यूमिनियम सोल्डरिंग के लिये सोल्डर और फ्लक्सेज प्रयुक्त होते है।

सोल्डर (Solder): एल्यूमिनियम चादरों को जोडने के लिये एक विशेष प्रकार का मृदू सोल्डर जिसमें जस्ते का लघु प्रतिशत होता है प्रयुक्त किया जाता है। मृदु सोल्डर एलाय होते है जिनका गलनांक 300° से कम होता है। IS 5479-1985 मृदु सोल्डर का रासायनिक संरचना का विवरण देता है और एल्यूमिनियम चालको के सोल्डरिंग के लिये प्रयुक्त उनके पद देता है। सारिणी एक में विवरण दिया गया है।

एल्यूमिनियम सोल्डर में लघु जिंक का होना सामान्य लक्षण है। इसको सोल्डर को एल्यूमिनियम तल के साथ एलाय बनाने में सुविधा होती है सोल्डर की एक विशेष संरचना 51% सीसा, 31% टिल 9% जस्ता और 9% कैडमियम जिसका ब्रान्ड नाम ALCAP सोल्डर है बाजार में एल्यूमिनियम चालकों के सोल्डरन के लिये उपलब्ध है। इसके अतरिक्त केरेलाइट नाम का विशेष सोल्डर भी एल्यूमिनियम चालकों के सोल्डरन के लिये उपलब्ध है।

फ्लक्स (Flux) : एल्यूमिनियम चालकें के सोल्डरन के लिये प्रतिक्रिया प्रकार के जैव फ्लक्स क्लोराइड्स मुक्त और मृदु सोल्डरन के लिये उपयुक्त प्रयोग में लाये जाते है। जैव फ्लक्स की संरचना लगभग 250°C पर टूट जाती

है और आक्साइड परत को हटा कर पिघले सोल्डरन को फैलने में भी सहायक होकर सतह को तुरन्त निआक्सीकृत करके रांगा करने के योग्य बना देता है।

जैव फ्लक्स का मुख्य दोष यह होता है कि यह लगभग 360° से ऊपर ताप पर जलने लगते है। इस प्रकार का जलना फ्लक्स को निष्प्रभावित कर देता है। और जले हुये फ्लक्स अवशेष के कारण जोड के बीच रिक्तता का संकट उत्पन्न करता है।

इस कारण प्रचालन समय इस सोल्डरिंग के ताप को 360°C के कम यथेष्ट रहना आवश्यक है। एल्यूमिनियम्म चालकों के जोडने में प्रयुक्त व्यवसायिक फ्लक्स के नाम काइनाल फ्लक्स और आयर संख्या 7 है।

एल्यूमिनियम सोल्डरिंग की प्रक्रिया (Procedure of soldering aluminium):

एल्यूमिनियम केबल का मानक ताबां लग्स के **काइनाल फ्लक्स (Kynal's flux)** और **केरोलाइट (Ker-al-lite)** विशिष्ट फ्लक्स के प्रयोग द्वारा सोल्डरन क्रिया को नीचे स्पष्ट किया जा रहा है।

सामान्य प्रकार से जोडने की तैयारी के अनुसार केवल को अनआवरणित करें।

लडियों को विस्तारित करें जिससे तारों की साधारण ढिलाई और विस्थापन हो सके साथ ही एक तार ब्रश से सतह को पूर्ण रूप से स्वच्छ करें। चालक के निकले हुये किनारों को ब्रश करके कुछ फ्लका आरोपित करें और पूरे करछुल को पिघले सोल्डर से भर कर फ्लक्स किये गये चालक को आद्रित करें।

और अधिक फ्लक्स आरोपित करके पिघले सोल्डर से पुनः आद्रित करें।

फ्लक्स और सोल्डरन की आरोपण प्रक्रिया की एकान्तर क्रम से उस समय तक पुनरावृत्ति करें जब तक तार मन्द से प्रदीप्त नही हो जाते।

अन्तिम आद्रण के पश्चात अतिरिक्त धातु को स्वच्छ सूखे कपडे से हटा दें।

लग की अन्तरिक सतह पर फ्लक्स आरोपित करें और उसे पिधले सोल्डर से भर दें। लग के अन्दर केबल के रांगा युक्त सिरों को प्रवेशित करें और बिना हिलाये लग और केबल दोनों को दृढता से बन्धित रखें। लग को शीतल होने दें और अतरिक्त सोल्डर को हटा देने के लिये तल को पिघले सोल्डर द्वारा शीघ्रता से आद्रित करें।

एक स्वच्छ कपडें से लग तल को पोंछ दें ।

उपयोग में लाने से पहले ग्रेफाइट की चालक ग्रीस की एक परत लग पर लपेट दें।

एल्यूमिनियम को सोल्डरिंग करते समय अनुपालित की जाने वाली सावधानियां (Precautions to be followed while soldering aluminium) :

सभी तल पूर्ण रूप से स्वच्छ हों जब लडी युक्त चालकों के बीच एक जोड बनाना है तो लडियों को सतह क्षेत्रफल में वृद्धि के लिये सोपानित कर दें।

ऊष्मा आरोपित करने से पहले तल को फ्लक्स कर दें।

सुरक्षा (Safety)

जोड प्रक्रिया के समय अत्यधिक मात्रा में धुवां निकलता है जब फ्लक्स को तप्त किया जाता है इस धुँओं में फ्लोरीन की लघु मात्र होती है इसलिये इनकों ग्रहित न करने की अनुशंसा की जाती है। चूंकि जोडने की प्रक्रिया के समय निकला हुआ जहरीली धुँआ अन्दर चला जाता है इसलिये सोल्डरिंग के समय धुम्रपान त्याग देना चाहिये।

टेबल 1

वर्ग	मिश्रित तत्वों का प्रतिशत			°C में गलनांक	फ्लक्स	अनुप्रयोग
	जस्ता	सीसा	टिन			
SnPb53Zn	1.75–2.25	52–54	45.71–45.21	170–215	आर्गानिक	वैद्यत केबल्स के चालक करना
SnPb58Zn	1.75–2.25	57–59	40.66–40.6	175–220		-do-

अंडर ग्राउण्ड केबल - संरचना - पदार्थ - प्रकार - जोड़ - परीक्षण (Under ground (UG) cables - construction - materials - types - joints - testing)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **एज केबल की परिभाषा देना**
- **एज केबल की संरचना स्पष्ट करना**
- **केबल में प्रयुक्त इंस्यूलेटिंग पदार्थों के बारे में बताते हुए उनकी सूची बनाना**
- **फेस सेवाओं में प्रयुक्त एज केबलों के प्रकार बताकर उनकी सूची बनाना**
- **केबल जोड़ो के प्रकार बताकर उनके बिछाने की विधियाँ बनाना**
- **केबल के दोष और परीक्षण की विधियाँ बताना।**

अंडरग्राउण्ड केबल (Under Ground (UG) cables)

केबल की बनावट ऐसी होती है कि वह दबाव को सह सकता है और भूमि के नीचे स्थित किया जा सकता है। सामान्यतः केबल में दो या उससे अधिक कण्डक्टर रखे जाते हैं, प्रत्येक कण्डक्टर के लिए अलग इन्स्यूलेशन होता है।

इलेक्ट्रिक पावर स्थानांतरित या वितरित किया जा सकता है ओवरस्हेड लाइन पद्धति से या अंडर ग्राउण्ड केबल पद्धति से। अण्डर ग्राउण्ड सिस्टम के अनेक लाभ हैं। जैसे कि

लाभ (Advantages)

- तूफान या बिजली के दौरान क्षति की कम संभावनाएँ
- रखरखाव का खर्चा कम
- दोष आने के कम अवसर
- मनुष्य निर्मित समस्याओं का प्रभाव नहीं पड़ता जैसे धोखा हड़ताल आदि UG केबल पद्धति में वोल्टेज को नियंत्रित करना आसान होता है क्योंकि उनमें कम इण्डक्टिव हानि होती है।
- OH लाइनों की तुलना में स्थान का देखने में अधिक अच्छा लगता है।

नुकसान (Disadvantages)

यद्यपि मुख्य दोष/नुकसान भी है। वे हैं:
- UG केबलो पद्धति की आंरभिक कीमत बहुत अधिक होती है।
- जोड़ो की कीमत अधिक होती है।
- OH लाइनों की तुलना में उच्च वोल्टेज की स्थिति में इन्यूलेन्स लगाना हो समस्या हो सकता है।

इसलिए UG केबल तभी लगाए जाते है जब OH लाइनों को लगाना व्यावहारिक नही जैसे (i) घनी आबादी वाले स्थान जहाँ म्युनस्पिल्टी लाइनों का सुरक्षा की दृष्टि से निषेध करती हो।

ii संयंत्रो के आसपास

iii सबस्टेशनों में

iv जहाँ रखरखाव की स्थितियाँ OH कन्स्ट्राक्शन की अनुमति नहीं देती।

अनेक वर्षों तक UG केबल गीच इलाकों में इलेक्ट्रिक पावर के वितरण के लिएय प्रयुक्त होता हैं, वोल्टेज निम्न से मध्य होता हो। डिजाइन के सुधार तथा विकास के पश्चात् उत्पादकों ने यह संभव कर दिया कि उसी मध्यम दूरी के लिए उच्च वोल्टेज की भी स्थानांतरित किया जा सके।

UG केबल की सामान्य संरचना (General construction of UG cables)

ग्राउण्ड केबल में अनिवार्य रूप में एक या एक से अधिक कण्डक्टर होते हैं जो उपयुक्त इन्स्यूलेन्सों से ढके होते हैं और सुरक्षा कवचों से घिरे रहते हैं।

केबलों की आवश्यकताएँ (Necessity requirements for cables)

साधारणतः केबलों की बनावट के ये महत्तवपूर्ण आयाम हैं:

i केबल में प्रयुक्त कण्डक्टर उच्च वाहकता वाले टिण्ड तांबे अथवा एल्यूमिनियम का होना चाहिए।

ii कण्डक्टर का नाप चयमित होना चाहिए जिससे केबल वांच्छित करंट का लोड वहन बिना गरम हुए कर सके और वोल्टेज ड्राप को अनुमति प्रदेयमस तक सीमित रख सकें।

iii केबल में इन्स्यूलेन्स की उपयुक्त मोटाई होनी चाहिए जिससे डिजाइन कि वोल्टेज की सुरक्षा बनी रहे।

UG केबल की सामान्य बनावट (General construction of UG cables)

iv केबल में उपयुक्त मैकेनिक सुरक्षा होनी चाहिए। जिससे वह बिछाते समय किए जाने वाले सख्त संचालन को वहन कर सकें।

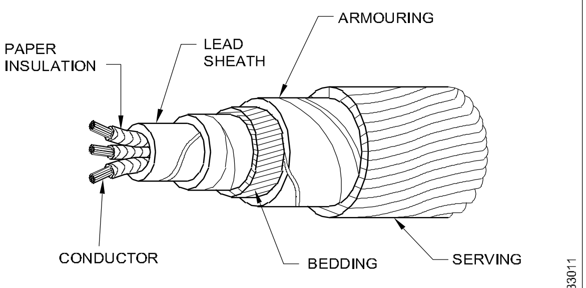
v केबल में प्रयुक्त पदार्थ पूर्णतः रासानिक और भौतिक स्थिरता पूरी तरह बनी रहे।

केबलो की संरचना (Construction of Cables)

Fig 1 इन्कोरवाले केबल की सामान्य संरचना दिखाता है। विभिन्न भाग हैं:

i) कोर अथवा कन्डंटर (Cores or conductors): केबल में एक या एक से अधिक काटे (कंडक्टर) हो सकते है। यह निर्भर करता है कि

Fig 1



CONSTRUCTION OF CORE CABLE

किस प्रकार की सेवा के लिए बताया गया है। उदाहरण के लिए कन्डकटर केबल जो में दिखाया गया है उसमें फेज सर्विस है। कन्डक्टर टिंड तांबे या एल्यूमिनियम में बने होते हैं। सामान्यतः उसके तार जो होते हैं वे लोच और उच्च वइनता प्रदान करता हैं।

ii इन्स्यूलेशन (Insulation): प्रत्येक कोर अथवा कन्डक्टर में इन्स्यूलेशन की उपयुक्त मोटाई होती है। तहों की मोटाई वोल्टेज की धारकता पर निर्भर रहती है। इन्स्यूलेशन के लिए प्रयुक्त पदार्थ होते हैं- इम्प्रग्नेटेड पेपर, वार्निश्ड केम्ब्रिक की तहों पर पेट्रोलियम जैली लगायी जाती है ताकि क्षतिग्रस्त न हो।

iii धातु क्वच (मेटालिक शीर्ष) (Metallic sheath): केबल की भूमि तथा वातावरण में आद्रता, गैस और अन्य हानिकारक द्रव्य जैसे लेड अथवा आल्कयाइक से बचाने के लिए लेड अथवा एल्यूमिनियम से बना धातु क्वच (मेटालिक शीथ) इन्स्यूलेशन पर लगाया जाता है, जैसा कि (Fig 1) में दर्शाया गया है। धातु क्वच प्राय लेड अथवा लेड मिश्रण का बना होता है।

iv कागज का पट्टा (Paper Belt) : समूहगत इन्स्यूलेट्ड कोर पर इम्प्रीग्नेटेड कागज की तहों को लपेटा जाता है। कोरों के बीच के खाली स्थान को फिब्रुअस इन्सूलेटिंग पदार्थ (तार आदि) से भरा जाता है।

v बेडिंग (Bedding) : धातु क्वच के ऊपर बडिंग की तह लगायी जाती है जिसमें जूट अथवा हेसियन टेप जैसे फिब्रुअस पदार्थ होते हैं। बेडिंग का प्रयोजन धातु क्वच को जंग से बचाना होता है, और आर्मरिंग से होने वाली मैकेनिज्म क्षति से बचाना होता है।

vi आर्मरिंग (Armouring): बेडिंग के ऊपर आर्मरिंग लगायी जाती है जिसमें एक या दो तहें गेल्बनाइज्ड स्टील की होती है। इसका ध्र्यय केबल को समय केबल को होने वाली मैकेनिज्म क्षति से बचाना होता है। कुछ केबलों में आर्मरिंग नहीं की जाती है।

vii सर्विंग (Serving) : आर्मरिंग को वायुमण्डल की स्थितियों से बचाने के लिए तंतयुक्त पदार्थ (जैसाकि जूट) की परत लगाई जाती है उसके ऊपर। इसको सर्विंग कहा जाता है।

इस प्रकार बेडिंग, आर्मरिंग और सर्विंग केबल पर कंडक्टर इन्स्यूलेशन को बचाने के लिए ही लगाया जाता है और धातु शीथ को मेकानिक क्षति से बचाने के लिए लगाया जाता है।

केबलों के लिए इन्स्यलेशन पदार्थ (Insulating materials for cables)

केबलों का संतोषप्रद प्रचालन अधिकतर प्रयुक्त इन्स्यूलेशन की गुणवत्ता पर निर्भर करता है। इसलिए इन्स्यूलेशन के उचित पदार्थों का चयन बहुत महत्तवपूर्ण है। सामान्यतः केबलों में प्रयुक्त इन्स्यूलेशन के पदार्थों में नीचे निम्नलिखित गुण होने चाहिए :

i) उच्च इन्स्यूलेशन प्रतिरोधकता होना चाहिए जिसने करन्ट का लीकेज नहीं ।

ii) इसमें उच्च डायलेक्ट्रिक शक्ति होती है जिसमें इलेक्ट्रिकल केबल का ब्रेकडाउन नहीं होता ।

iii) इसमें उच्च मेकानिकल शक्ति होती है जिससे केबल मेकानिकल हेन्डलिक को सहपाता है ।

iv) यह नोन-हाईग्रोस्कोपिक होता है; अर्थात् इसको वायु या मिट्टी पे नमी इन्स्लेशन प्रतिरोध में कमी लाती है जिससे केबल में जल्दी ब्रेडडाउन होता है। यदि पदार्थ हाइग्रोस्कोपिक होता है तो स्थिति में उसको लेडरलीथ जैसे वाटरप्रूफ कवच में रखना चाहिए।

v) ज्वलनशील का अभाव

vi) O.H. प्रणाली की तुलना में कम लागत

vii) यह एसिड तथा अल्कलाइसों से प्रभावित नहीं होता जिससे कोई रासायनिक प्रक्रिया नहीं होती।

इन्स्यूलेट करने में प्रयुक्त पदार्थ कौन सा होगा वह केबल के प्रयोजन पर निर्भर रहता है तथा किसलिए इन्स्यूलेशन किया जा रहा है उस पर निर्भर रहता है।

प्रमुख इन्स्यूलेशन सामग्रियाँ नीचे प्रकार हैं:

i) रब्बर

ii) वाल्कनाइजड इण्डियन रब्बर

iii) इम्प्रेग्नेटेड कागज

iv) वार्निश्ड केब्रिक और

v) पाथिविनाइल क्लोराइड

1 रब्बर (Rubber) : रब्बर ट्रोपिक पेड के निल्की सैप से प्राप्त किया जा सकता है अथवा यह तेल के उत्पादों से बनाया जा सकता है। इसकी सापेक्षिक पर्मिटिविटी और के बीच परिवर्तनशील होती है और इसकी डायक्ट्रिक शक्ति 30 KV/mm लगभग होती है। इसकी इन्स्यूलेशन की प्रतिरोधकता 10^{17}cm होती है।

इसमें एक प्रमुख कमी होती है, जैसे की यह तुरंत

i) नमी को सोख लेता है

ii) इसका न्यूनतम सुरक्षित तापमान कम होता है (लगभग 38^0C)

iii) नरम होता है जिससे सख्त हेण्डलिक से क्षति की संभावना होती है और वह जब प्रकाश के सानिध्यक में आता है तो एज होता है।

अतः शुद्ध रब्बर को इन्स्यूलेश प्रदार्थ के रूप में प्रयुक्त नहीं किया जा सकता।

2 वल्कनाइज्ड इंडियन रब्बर (VIR) (Vulcanised Indian Rubber (V.I.R.)) : यह शुद्ध रब्बर को जिंक ऑक्साइड, रेड लैड आदि मिनरल पदार्थो में मिलाकर बनाया जाता है और उसमें 3 से 5% सल्फर की मात्रा होती है। इस प्रकार से जो मिश्रण तैयार होता है उसको बेलकर पतली चादरों और पट्टियों में काटा जाता है। इस रब्बर मिश्रण को फिर कंडक्टर पर लगाया जाता है और लगभग 150^0C तक गर्म किया जाता है। इस पूरी प्रक्रिया को वल्कनाइजेशन कहा जाता है और जो उत्पाद तैयार होता है उसे वल्कनाइज्ड इंडियन रब्बर कहा जाता है।

लाभ (Advantages) : वल्कनाइज्ड इंडियन रब्बर की मेकेनिकल शक्ति, टिकाऊपन और पानी प्रतिरोधकता शुद्ध रब्बर से अधिक होती है।

नुकसान (Disadvantages) : इसमें सबसे बड़ी कमी यह है कि सल्फर तांबे पर तुरंत प्रतिक्रिया करता है। इसलिए जिन केबलों में इन्स्यूलेशन का प्रयोग होता है उसमें टिंड कॉपर कन्डक्टर होने चाहिए। सामान्यतः इन्स्यूलेशन निम्न अथवा मध्यम वोल्टेज केबलों के लिए प्रयुक्त होता है।

3 इम्प्रेग्नेटेड कागज (Impregnated paper) : यह रासायनिक मावावाला कागज होता है जिसको लकड़ी के छिलकों से बनाया जाता है और फिर उसमें पेरफिन अथवा नेप्थेनिक जैसा पदार्थ भरा जाता है।

लाभ (Advantages) :

i) कम लागत

ii) निम कैपेसिटान्स

iii) उच्च डायलेक्ट्रिक शक्ति और

iv) उच्च इन्स्यूलेशन प्रतिरोध

नुकसान (Disadvantages) :

i) कागज को यद्यपि इम्प्रेग्नेट किया जाए तो भी यह हाइग्रोस्कोपिक ही रहेगा।

ii) यह नमी को सोखता है और इस प्रकार केबल की प्रतिरोधकता को कम करता है।

इसी कारण से पेपर से इन्स्यूलेट किए गए केबलो पर हमेश संरक्षण कवच लगाया जाता है और उनको कभी भी बिना सील के नहीं रखा जाता। यदि यह साइट पर बिना प्रयोग के रखा जाता है तो उसके सिरे अस्थायी तौर पर मोम या तार से सोल किए जाते हैं।

पेपर इंसुलेटड केबल की यह प्रवृत्ति होती है कि वह नमी को अवशोषित करता है इन केबल का उपयोग उन रास्तों के लिए किया जाता है । जहाँ जोड़ बहुत कम होते है, इनका उपयोग उन भीड़वाले क्षेत्रों में किया जाता है जहाँ जोड़ केवल टर्मिनल उपकरणों के लिए होता है और लो वोल्टेज को लाभ के साथ इन क्षेत्रों में डिस्ट्रीब्युट किया जाता है । जबकि छोटे स्थापन में जहाँ लम्बाई छोटी और बहुत से स्थानों पर जोड़ की जरूरत होती है VIR केब्बल का प्रयोग किया जाता है, VIR केबल पेपर इंसुलेटड केबल की तुलना में सस्ते एवं सहनशील होते हैं ।

4 वार्निश केम्ब्रीक (Varnished cambric) : यह कॉटन क्लाथ इम्प्रीग्रेनेटेड होता है जिसे वार्निश के साथ कोट किया जाता है इस तरह के इंसुलेशन को इम्पायर टाइप भी कहते हैं । केम्ब्रीक कंडक्टर के ऊपर टेप के साथ में लपेटा जाता है केबल के मुडने से एक टर्न दूसरे टर्न पर आसानी से फिसल सके इसलिए इसकी सतह को पेट्रोलियम जैली के मिश्रण के साथ कोट किया जाता है । जैसा कि वार्निश केम्ब्रिक हायग्रोस्कोपिक होता है इस तरह केबल मेटेलिक शीट के साथ मिलते है इसकी डायइलेक्ट्रिक शीट लगभग 4 KV/mm और परमिटीविटी 2.5 से 3.8 होती है ।

5 पाँलीविनाइल क्लोराइड (Polyvinyl chloride (PVC)) : यह इंसुलेशन पदार्थ सिथेटिक यौगिक होता है यह एसीटिलिन पोलीमेराइज़ेशन से प्राप्त होता है और यह सफेद पावडर में होता है इस पदार्थ को केबल इंसुलेशन के लिए बनाया जाता है यह प्लास्टी साइज़र जो द्रव के रूप में उच्च वायलिंग पाइंट का होता है के साथ यौगिक बनाता है । प्लीस्टी साइज़र ज़ेल के रूप में या प्लास्टीक के रूप में आवश्यक तापमान की रेंज में उपलब्ध होता है ।

लाभ (Advantages) :

i) उच्च इंसुलेशन प्रतिरोध होता है

ii) अच्छा डायइलेक्ट्रिक स्ट्रेंथ

iii) विभिन्न तापक्रम पर मेकेनिकल टफनेस होती है ।

इसलिए इस प्रकार के इंसुलेशन को VIR के ऊपर उपयोग किया जाता है जहाँ का वातावरण चरम स्थिति पर हो जैसे सीमेंट फेक्ट्री और केमिकल फैक्ट्री ।

केबल का वर्गीकरण (Classification of Cables)

भूमिगत सर्विस के लिए केबल का वर्गीकरण करने के दो रास्ते हैं (i) केबल के निर्माण में उपयोग में आनेवाले इंसुलेशन पदार्थ का प्रकार पर (ii) वह वोल्टेज जिसके लिए केबल को बनाया जा रहा है । वर्गीकरण की विधि को पसंद किया जाता है इसके अनुसार किस के केबल को नि. लि. ग्रुप में बांटा गया है इस प्रकार है :

i) लो-टेन्शन (L.T) केबल्स – 1100 V तक

ii) हाई-टेन्शन (H.T) केबल्स – 11,000 V तक

iii) सुपर-टेन्शन (S.T) केबल्स – 22 KV से 33 KV तक

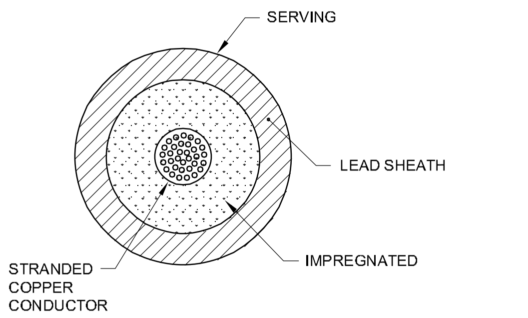
iv) एक्स्ट्रा हाई टेन्शन (E.H.T) केबल्स – 33 से 66 KV तक

v) एक्स्ट्रा सुपर वोल्टेज केबल –132 KV से ज्यादा

जिस प्रकार की सर्विस की जरूरत है उस पर केबल के एक या एक से अधिक क्रोड निर्भर करते है यह (i) सिंगल कोर (ii) टू-कोर (iii) थ्री-कोर (iv) फोर-कोर इत्यादि हो सकता है । 3-फेस सिस्टम में ऑपरेटिंग वोल्टेज और लोड डिमांड पर या तो 3-सिंगल कोर केबल या 3-कोर केबल का उपयोग निर्भर करता है ।

Fig 2 में सिंगल कोर लो टेंशन केबल की संरचना विस्तार में दर्शायी गई है । केबल का साधारण निर्माण किया जाता है क्योंकि लो वोल्टेज (6.6 KV) पर केबल का तनाव भी सामान्यतः कम ही होता है । यह एक सर्कुलर टीन्ड स्ट्रेंड कॉपर कोर या एल्युमिनियम कोर होता है जो इम्प्रीगनेटेड पेपर की परत से इंसुलेटेड होता है यह इंसुलेशन लेड शीथ से घिरा हुआ होता है जो इसके आंतरिक भागों में नमी पहुँचने से रोकता है । इस क्रम में लेड शीथ कोरोसन से बचाती है और रेशोदार पदार्थ (जूट etc.) को सभी सर्विस के लिए इस्तेमाल किया जाता है । बहुत ज्यादा शीथ हानियाँ को हटाने के लिए सिंगल कोर केबल, आर्मड नहीं होती है । सिंगल कोर केबल का मुख्य लाभ यह होता है कि यह निर्माण में आसान और कॉपर सेक्शन में आसानी से उपलब्ध हो जाती है ।

Fig 2



SINGLE CORE L.T. CABLE

3-फेस सर्विस के लिए केबल (Cables for 3-Phase Service)

भूमिगत केबल को सामान्यतः उपयोग 3-पावर को पहुँचाने में किया जाता है । इस योजना के लिए 3-कोर केबल या 3-सिंगल कोर केबल का उपयोग किया जाता है, आर्थिक कारणों के कारण 66 KV, 3-कोर केबल (i.e. मल्टी कोर निर्माण) को उपयोग में लिया जाता है । तथापि जब वोल्टेज 66 KV, 3-कोर केबल बहुत लंबा और भारी दिखाई देता है । इसलिए सिंगलकोर केबल का उपयोग किया जाता है । निम्नलिखित प्रकार केबल जिनका सामान्यतः उपयोग 3-फेस सर्विस में किया जाता है ।

1 बेल्टेड केबल (Belted cables) – 11 KV तक

2 स्क्रीन्ड केबल (Screened cables) – 33 KV से 66 KV तक

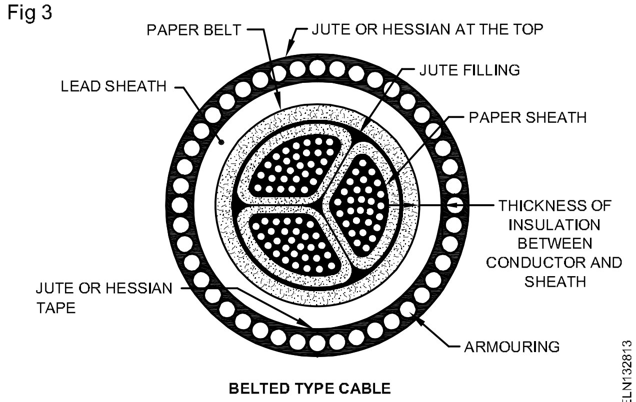
3 दबाव केबल (Pressure cables) – 66 KV से ज्यादा

1 बेल्टेड केबल (Belted cables)

यह केबल 11 KV वोल्टेज के लिए इस्तेमाल की जाती है किंतु असाधारण स्थिति में इसका उपयोग 33 KV तक के लिए भी किया जाता है । Fig 3 में बेल्टेड केबल के निर्माण की जानकारी दर्शाई हुई है ।

कोर एक दूसरे से इम्प्रीगनेटेड पेपर की परत से इंसुलेटेड होती है । इम्प्रीगनेटेड पेपर टेप की एक ओर परत जिसे पेपर बेल्ट कहते है को ग्रुप इंसुलेटेड कर कोड को चारों तरफ से लपेटा जाता है । इंसुलेटेड कोर के बीच में इवाली स्थान को रेशेदार पदार्थ (जुट etc.) सञ्चे भरा जाता है । केबल का क्रास सेक्शनल क्षेत्रफल गोलाई में मिलता है । क्रोड सामान्यतः लड़ी में होते है और प्राप्त स्थान में नॉन-सर्कुलर आकार अच्छा प्रयोग में आ सकता है । बेल्ट लेड शीथ के साथ कवर किया होता है जो केबल को नमी और यांत्रिक क्षति से सुरक्षा प्रदान करता है ।

Fig 3



BELTED TYPE CABLE

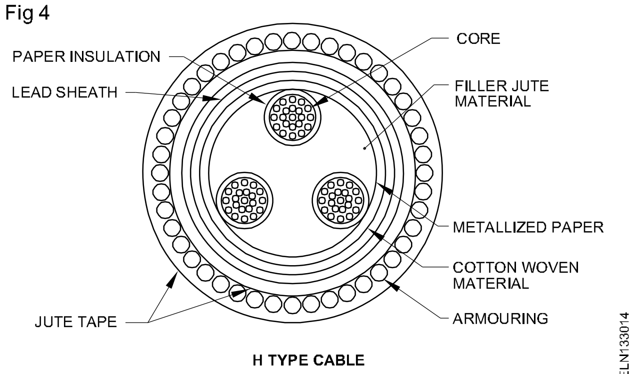
लॉ या मध्यम वोल्टेज के लिए बेल्टेड टाइप निर्माण किया जाता है । जौसो हा कोबल पर इलेक्ट्रोस्टेटिक तनाव बनता है तो इस वोल्टेज पर अधिक या कम रेडियल होता है, इंसुलेशन के एक्रास में । तथापि उच्च वोल्टेज (22 KV से ज्यादा), पर स्पर्शरेखा तनाव भी मुख्य होता है ।

2 स्क्रीन्ड केबल (Screened cable)

इस केबल का उपयोग 33 KV तक किया जाता है किंतु कुछ विशिष्ट परिस्थितियों में 66 KV तक भी इस केबल का उपयोग किया जाता है । स्क्रीन्ड केबल के 2 मुख्य प्रकार होते हैं H-टाइप केबल और S.L. टाइप केबल ।

i) **H-टाइप केबल (H-type cables) :** इस प्रकार के केबल को H. Horchstadter ने सबसे पहले कहते हैं । प्ररुपी उन्कोड, H-टाइप केबल की निर्माण जानकारी Fig 4 में दर्शायी गयी है । हर एक कोर इम्प्रीगनेटेड पेपर की परत से इंसुलेट किया जाता है । हर एक कोर के इंसुलेशन को मेटेलिक स्क्रीन के द्वारा कवर किया जाता है जो एक छेदवाला एलुमिनियम फोइल होता है । कोर को इस तरह से रखा जाता है कि मेटेलिक स्क्रीन एक ओर दूसरे से कान्टेक्ट बना सके और अतिरिक्त कंडक्टिंग बेल्ट 3 कोर को घेरे में बांधा जाता है ।

Fig 4



H TYPE CABLE

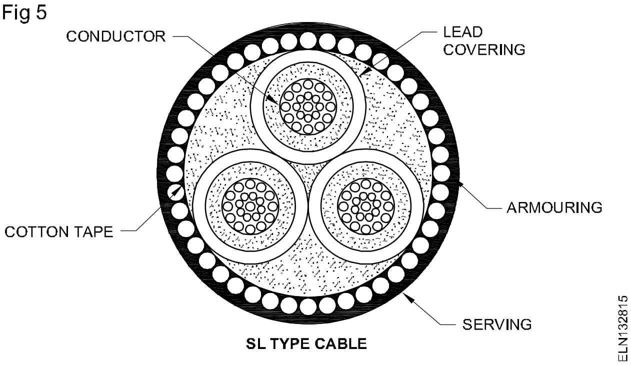
केबल में इंसुलेटिंग बेल्ट नहीं होता है किन्तु लेड शीथ, बेडिंग, आर्मरिंग और अन्य सर्विस पहले की तरह ही होती है । यह आसानी से देखा जाता है कि कंडक्टिंक बेल्ट और लेड शीथ के साथ हर एक कोर में इलेक्ट्रिकल कान्टेक्ट है । जैसा टर 4 स्क्रीन (3 कोर स्क्रीन और एक कंडक्टिंग बेल्ट) और लेड शीथ, अर्थ पोटेंशियल होती है ।

लाभ (Advantages) :

- डायइलेक्ट्रिक में से एयर पॉकेट या वाइड्स को हटाया जा सका है
- मेटेलिक स्क्रिन पर छिद्र होते है जिससे यह मुमकिन हुआ ह

ii) **S.L. टाइप केबल (S.L. type cables)** Fig 5 3-core S.L टाइप केबल के निर्माण विस्तार को दर्शाता है । यह सामान्यतः H-टाइप केबल होता है हर इंसुलेशन कोर से घिरा हुआ स्क्रिन लेड शीथ से कवर किया जाता है । पूरे तरह से लेड शीथ नहीं होती है किंतु आर्मरिंग और सर्विंग देते हैं ।

Fig 5



H-टाइप केबल की तुलना में S.L टाइप केबल के 2 मुख्य लाभ होते है,

a) अलग शीथ से कोर से कोर ब्रेकडाउन को कम किया जा सकता संभव हुआ है

b) दूसरा पूरी तरह से लेड शीथ को हटाने से केबल को मोड़ना (bending) आसान हुआ है

इसकी हानि यह है कि S.L. केबल की 3 लोड शीथ बहुत पतली होती है और H-केबल

सोलिड प्रकार के केबलों की सीमाएँ (Limitations of solid type cables)

ऊपर जिए हुए जितने भी केबल का निर्माण हुआ है वो सोलिड टाइप केबल होते है क्योंकि केबल शीथ में सॉलिड इंसुलेशन का उपयोग किया गया है ना कि गैस या ऑयल का । निम्नलिखित कारणों से सॉलिड टाइप केबल की वोल्टेज लिमिट 66 kV होती है :

a जब सॉलिड केबल लोड को वहन करती है तो कंडक्टर का तापमान बढ़ता है और केबल यौगिक फैलने लगता है (i.e. पेपर पर इंसुलेटिंग यौगिक) यह किया लोड शीथ को खींचती है जिससे क्षति बहुंचती है ।

b जब केबल पर लोड घटता है तो कंडक्टर ठंडा होता है और केबल शीथ पर थोड़ा वेक्युम बनने लगता है । यदि लेडशीथ पर पिनहोल्स बनने लगेंगे तो नमी वाली हवा केबल में आने लगेगी । यह नमी इंसुलेशन की डायइलेक्ट्रिक स्ट्रेंथ को कम करने लगती है जिससे केबल का ब्रेकडाउन हो सकता है ।

c केबल के इंसुलेशन में वाइड्स हमेशा उपस्थित रहते हैं । आधुनिक तकनीकी से बनाये, गये केबल में वाइड्स नहीं होते । जब भी ऑपरेटिंग स्थिति होती है तब वाइड्स (रिक्तियाँ) के कारम शीथ और इम्प्रीगनेटडेड यौगिक में विस्तार एवं संकुचन होता है ।

3 दबाव केबल (Pressure cables)

3 दबाव केबल (Pressure cables)

66 KV, के व्ही के ऊपर वोल्टेज के लिए, सोलीड टाइप केबल विश्वसनीय नहीं होती है क्योंकि वाइड्स के उपस्थिती के कारण इंसुलेशन में खतरनाक ब्रेकडाउन होता है । जब ऑपरेटिंग वोल्टेज 66 KV, से ज्यादा होता है वहाँ प्रेशर या दबाव केबल का उपयोग होता है । इस तरह के केबल में वाइड्स को हटाने के लिए यौगिक का क्षात बढ़ाया जाता है, यही वजह के कारण इस तरह के केबल को दबाव केबल कहते है । दो प्रकार दे दवाब केबल है ऑयल फील केबल और गैस प्रेशर केबल जो सामान्यतः उपयोग में लाए जाते है ।

i) **ऑयल से भरे केबल (Oil filled cables)** इस तरह के केबल में ऑयल को प्रसारित करने के लिए चैनल डक्ट पाई जाती है । केबल के रास्ते से उपयुक्त दूरी (500 m) पर स्थिति तेल के बाहरी हौज या कुण्ड द्वारा लगातार ऑयल को दबाव के साथ चैनल में सप्लाय किया जाता है ।

दबाव में तेल इंसुलेशन पेपर को दबाने लगता है और वाइड्स को भी दबाने के लिए मजपूर किया जाता है जो परतों के बीच बन सकते है । वाइड्स को हटाने के लिए ऑयल फिल केबल का उपयोग उच्च वोल्टेज पर भी किया जा सकता है यह वोल्टेज 66 KV से 230 KV तक होता है ।

ऑयल फिल केबल तीन प्रकार के होते हैं,

i) सिंगल कोर कंडक्टर चैनल

ii) सिंगल कोर शीश चैनल

iii) तीन-कोर फिलर स्पेस चैनल

i) सिंगल कोर कंडक्टर चैनल (Single-core Conductor channel)

Fig 6 सिगल कोर कंडक्टर चैनल, ऑयल फिल केबल की निर्माण विस्तार को दिखाता है । कंडक्टर वायर जो खोखले बेलनाकार स्टील स्पाइरल टेप वे चारों तरफ फंसे होते है के द्वारा ऑयल चैनल केन्द्र में बनते हैं । बाहरी कुंड के द्वारा दबाव से ऑयल, चैनल में गुजरता है । जैसा कि चैनल स्वाइरल स्टील टेप से बनता है जो यह अनुमति देता है कि लिपटे इन्सुलेशन के लिए ऑयल को लंबे कॉपर के बीच घुमाए ।

ऑयल को दबाव पेपर के इंसुलेशन की परतों को दबाता है और वाइड्स के बनने की संभावना को कम करता है । इस सिस्टम को इस तरह से

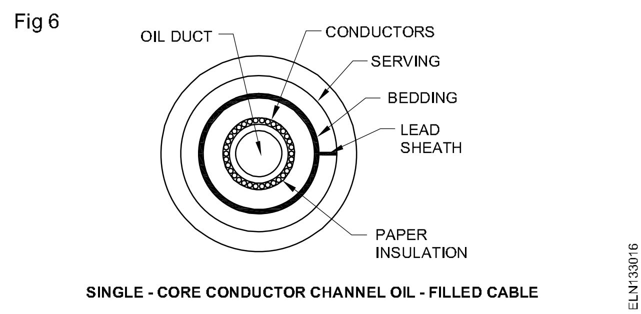


Fig 6 SINGLE - CORE CONDUCTOR CHANNEL OIL - FILLED CABLE

बनाया जाता है कि केबल का तापमान बढ़ने से आईल का भी विस्तार होने लगता है जिससे कुंड या हौज में अतिरिक्त ऑयल रखा जाता है । जब कभी भी कम लोड की स्थिति होती है तो केबल का तापमान गिरने लगता है तो कुंड से ऑयल चैनल में बहने लगता है । इस केबल की यह हानि है कि जब अर्थ के संबंध में वोल्टेज उच्च होता है तो सिस्टम जटिल हो जाता है तब केबल के मध्यम चैनल के लिए जोड़ आवश्यक हो जाता है ।

ii) सिंगल कोर शीथ चैनल (Single-core sheath channel)

इस प्रकार के केबल में सोलिड केबल के अनुसार कन्डक्टर सोलिड होता है और इसमें कागज का इन्स्यूलेटर लगा होता है । हालाँकि आयल डक्ट धातु के शीथ में लगे होते हैं ।

Fig 7 में 3 कोर ऑयल फील केबल दिखाया गया है कि ऑयल डक्ट खाली जगह पर स्थित दिए जाते है । यह चैनल अर्थ पोटेशियल पर छिद्रित धातु रिबन से बना होता है ।

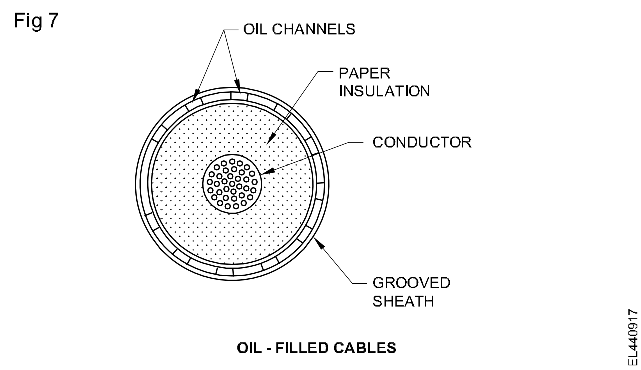


Fig 7 OIL - FILLED CABLES

लाभ (Advantages) :

a) वाइड्स और आयनीकरण नहीं होते हैं

b) स्वीकार्य तापमान रेंज और डायइलेक्ट्रिक स्ट्रेंथ बढ़ता है

c) यदि लिकेज है तो पहली बार में ही लेड शीथ की क्षति प्रदर्शित हो जाती है और अर्थ फाल्ट की संभावना घट जाती है ।

नुकसान (Disadvantages) :

a) सबसे बड़ी हानि प्रारंभिक किमत एवं बिछाने की जटिल सिस्टम है ।

ii) **गैस प्रेशर केबल (Gas pressure cables)** दबाव बढ़नेसे वाइड्स के अंदर आयनी करम स्थापित करने के लिए आवश्यक वोल्टेज बढ़ जाता है । इसलिए साधारण केबल को यदि उच्च दबाव के अधीन किया जाता है तो आयनीकरम पूरी तरह समाप्त हो सकता है । एक ही समय में दबाव बढ़ने से रेडियल संपीडन उत्पन्न होता है जो किसी भी वाइड्स को बंद कर देता है । यह गैस प्रेशर-केबलव का अंतर्निहित सिद्धांत है ।

Fig 8 बाहरी प्रेशर केबल के सेक्शन को दिखाता है जिसकगो हॉकस्टैडर, वोगल और बोडन के द्वारा डिजाइन किया है । केबल का निर्माण, साधारण सॉलिड टाइप केबल की तरह होता है सिर्फ इसका आकार त्रिभुजाकार एवं लेड शीथ की मोटाई सॉलिड केबल की तुलना में 75% है । त्रिभुजाकार सेक्शन (Fig 9) भार को घटाता है और थर्मल प्रतिरोध कम देता है किंतु त्रिभुजाकार आकार का मुख्य कारण यह है कि लेड शीथ, प्रेशर मेम्ब्रेन की तरह होता है । यह शीथ पतले मेटल टेप से सुरक्षित किया जाता है । केबल को गैस टाइट स्टील पाइप में रखा जाता है ।

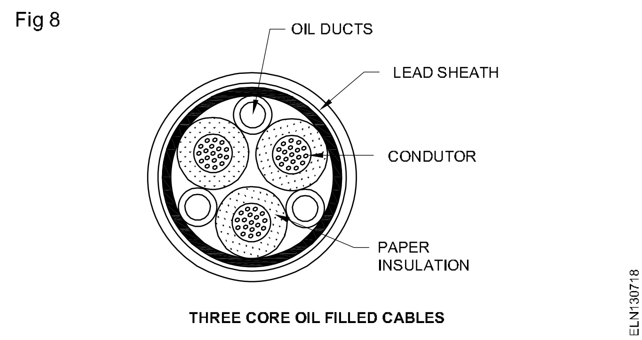


Fig 8 THREE CORE OIL FILLED CABLES

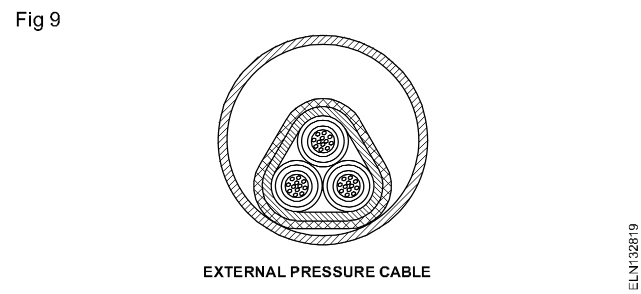


Fig 9 EXTERNAL PRESSURE CABLE

पाइप को सुखी नाइट्रोजन गैस से 12 - 15 वायुमण्डलीय दबाव पर भरा जाता है । गैस प्रेशर रेडियल संपीडन को उत्पन्न करता है और वाइड्स को बंद कर देता है, जो पेपर इंसुलेशन की परतों के बीच बन सकते हैं ।

लाभ (Advantages) :

a) केबल अधिक लोड करंट को वहन कर सकते है

b) सामान्य केबल की तुलना में अधिक वोल्टेज पर काम कर सकते हैं

c) इसके अलावा मरम्मत किमत कम होती है और नाइट्रोजन गैस किसी भी ज्वाला को ठंडा करती है ।

नुकसान (Disadvantages) :

The overall cost is very high.

केबल को उनके इंसुलेशन सिस्टम के आधार पर भी वर्गीकृत किया जाता है :

PVC इंसुलेटेड केबल	(पॉलीविनाइल क्लोराइड)
MI केबल्स	(मिनरहल इंसुलेशन)

PILC केबल्स (पेपर इंसुलेटेड लेड कवर्ड)

XLPE केबल्स (क्रास लिंक पॉली एथेलीन)

PILCDTA केबल्स (पेपर इंसुलेटेड लेड कवर डबल टेप आर्मर)

भूमिगत केबलों के विर्निदेश (The specification of underground cables)

केबलों में नीचे की गई सूचनाएँ लेबल पर या दी जानी चाहिए या रील अथवा ड्रम या बरतन पर स्टेन्सिल की गई होनी चाहिए ।

भूमिगत केबलों का विशेष विवरण (The specification of underground cables)

केबल पर निम्नलिखित जानकारी होनी चाहिए या रील या ड्रम या कन्टेनर पर लेबल लगाकर या स्टेंसिल करके होनी चाहिए ।

1 भारतीय मानक का संदर्भ, उदाहरण के लिए Ref. IS 694-1977.

2 उत्पादक का नाम, ब्रांड नाम, ट्रेड मार्क

3 केबल का प्रकार, वोल्टेज ग्रेड

4 कोर की संख्या

5 कंडक्टर का नॉमिनल क्रोस सेक्शनल एरिया

6 केबल कोड

7 कोर का रंग (सिंगल कोर केबल के संबंध में)

8 रील, ड्रम और कॉइल पर केबल की लंबाई

9 रील पर, ड्रम पर या कॉइल पर (यदि एक से ज्यादा हो) लंबाई की संख्या

10 ड्रम के घुमने की दिशा (तीर के निशान से)

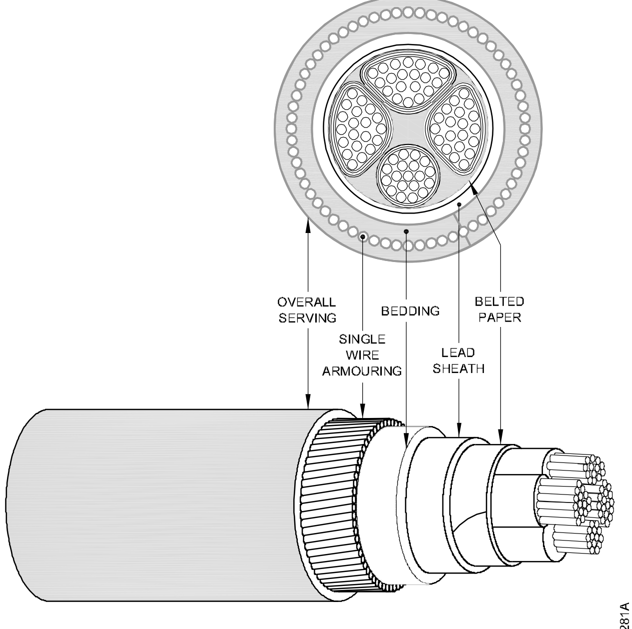
11 लगभग कुल भार

12 उत्पादक देश

13 उत्पादन का वर्ष

Fig 10 में पेपर इंसुलेटेड 3 फेस 3 ½ core केबल दिखाया गया है ।

Fig 10



PAPER INSULATED 3 PHASE 3 ½ CORE CABLE

भूमिगत केबलों को बिछाना (UG cables laying method)

भूमिगत केबल (UG) स्थापना की विश्वसनीयता इस बात पर निर्भर करती है कि केबल सही बिछाये गए है और सही तरीके से केबल, बॉक्स, जोड़, ब्रांच कनेक्टर इत्यादि की फिटिंग को जोड़ा गया है ।

भूमिगत केबल को बिछाने की विधियाँ (Methods of laying of UG cables)

अंडरग्राउण्ड को केबल को बिछाने की विधियाँ निम्न-लिखित है :

1 ग्राउण्ड में सीधे बिछाना

2 नालिका में बिछाना

3 हवा में रैक पर बिछाना

4 केवल सुरंग के अंदर रैक पर बिछाना

5 इमारतों या ढाँचों के साथ बिछाना

ऊपर दिए गए किसी सिस्टम का विकल्प

i) वास्तविक स्थापना स्थितियों,

ii) प्रारंभिक लागत

iii) रखरखाव और मरम्मत के प्रभार की

iv) कसी भी केबल के लिए प्रतिस्थापना में वांछित देखभाल या भविष्य के लिए नँ केबलों को जोड़ने पर निर्भर करता है ।

जहाँ तक संभव हो केबल सड़क के किनारे बिछाना चाहिए और पावर और संचार केबल समकोण में क्रास होने चाहिए ।

केबल बिछाने के प्रारंभिक चरम के दौरान, विचार से जोड़, स्थिति को उचित स्थान पर देना चाहिए ताकि केबल वास्तव में बिचाई जाएं, जोड़ सबसे उपयुक्त जगह पर देना चाहिए ।

जहाँ तक संभव हो सके पानी के स्थानों, गाड़ी के रास्ते, फुटपाथ, टेलीफोन केबल्स, गैस या पहुंच के स्थानों में पानी के निकट, डक्ट पाइप, रैक आदि स्थानों पर जोड़ स्थिति को टाला जाये ।

सीधे भूमि में बिछाना (Laying direct in ground) : इस विधि में भूमि में खाई को खोदना तथा खाई के निचले भाग पर न्यूनतम 75 mm छानी हुई मिट्टी या रेत को डालकर तथा कम से कम 75 mm रेत या छानी

हुई अतिरिक्त रेत से उसे कवर किया जाता है तथा टाईल्स, ईंट या स्लेब से सुरक्षित किया जाता है ।

गहराई (Depth) : भू सतह से केबल के ऊपरी भाग को बिछाने की वांछित न्यूनतम गहराई निम्नानुसार है :

a उच्च वोल्टता केबल्स, 3.3 KV से 11 KV निर्धारण : 0.9 m.

b उच्च वोल्टता केबल्स, 22 KV, 33 KV निर्धारण : 1.05 m.

c कम तथा मध्यम वोल्टता तथा नियंत्रण केबल्स : 0.75 m.

d सड़क क्रासिंग पर केबल्स : 1.00 m.

e रेल्वे सतह क्रासिंग पर केबल्स, (स्लीपर के नीचले भाग से पाइप की ऊपरी भाग तक माप) : 1.00 m.

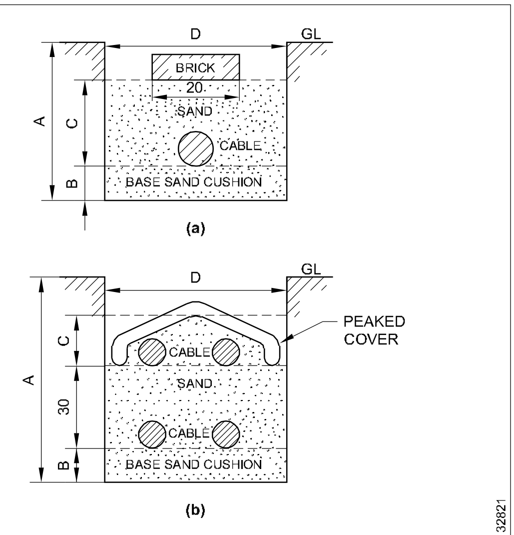
चौड़ाई (Width) : एक केबल को बिछाने के लिए खाई की चौड़ाई को न्यूनतम 35 cm. होना चाहिए । जब एक से अधिक केबल को एक ही खाई में लम्बवत् रूप से बिछाना हो तो खाई की चौड़ाई को इस तरह से बढ़ाना चाहिए, जिससे कि दो केबल के बीच की अन्तर अक्षीय दूरी 20 cm. हो ।

टर्मिनल केबल की खाई की साइड का अंतराल 15 cm. होना चाहिए ।

केबल को Fig 1a में दर्शाये गये अनुसार रेत या ईंट की परत से सुरक्षित किया जाता है । ईंटों के द्वितीय श्रेणी की ईंट के 20 cmx10 cmx10 cm से कम साइज की नहीं होनी चाहिए, तथा एक केबल की पूरी लंबाई के लिए बिछाना चाहिए (ईंटों को चौड़ाई में बिछाना चाहिए) ।

जब एक ही खाई में एक से अधिक केबलों को बिछाना हो तो, इस रक्षण कवर को केबल के सिरों के साइड पर कम से कम 5 cm. विस्तारित होना चाहिए । इस आवरण के लिए विकल्प, अर्थ वेचर या R.C.C. या आग्निसह ईंट शिखर के आकार के कवर काट जैसा कि Fig 1b में दर्शाया गया है का हो सकता है ।

Fig 1



LAYING DIRECT IN GROUND METHOD

यह अच्छा अभ्यास होगा कि जोड़ तथा खम्भे के निकट लूप के आकार में लगभग 3 m के अतिरिक्त केबल को छोड़ दिया जाये, जिससे कि जोड़ के विफल होने की स्थिति में, यह अतिरिक्त केबल का उपयोग होगा । केबल को जल तथा शक्ति मुख्य से 0.4 m की दूरी पर बिछाना चाहिए ।

केबल रेटिंग के लिए

संदर्भ	1.1 kV तक	1.1 kV से अधिक
A	75	120
A1	(75+n1x30)	(120+n1x30)
B	8	8
C	17	17
D	35	35
D1	(30+n2x20)	(30+n2x20)
E	15	15

n1 = वर्टिकल रचना में अतिरिक्त केबल्स की संख्या

n2 = होरिजोन्टल रचना में अतिरिक्त केबल्स की संख्या

भविष्य में सड़क को क्षति होने से रोकने के लिए निर्माण के समय उचित व्यास के मध्यम वर्ग के, सड़क क्रासिंग (आर-पार) के लिए ढलवा लौहा, या द्वितीय श्रेणी के RCC पाईप पर या M.S/G.I. पाइप को बिछाना चाहिए । पाईप की ऊपरी सतह को कम से कम 1m. की गहराई पर होना चाहिए । भवन में प्रवेश के लिए उपलब्ध किये गये पाईप के भवन में जल के प्रवेश को रोकने के लिए ढाल के ऊपर की तरफ होना चाहिए । केबल को बिछाने के पश्चात् इन्हें सील कर देना चाहिए ।

लाभ (Advantages)

1 यह आसान और कम कीमत या खर्च वाली विधी होती है ।

2 यह केबलों में उत्पन्न गर्मी को नष्ट करने के लिए सबसे अच्छी स्थिति देता है ।

3 यह एक स्वच्छ और सुरक्षित विधि है क्योंकि केवल अदृश्य है और बाहरी गाड़बड़ी से मुक्त है ।

हानियाँ (Disadvantages)

1 भार का विस्तार केवल एक पूरी नई खुदाई के द्वारा संभव है जिसका ज्यादा से ज्यादा खर्च वास्तविक काम जितना हो सकता है ।

2 केवल नेटवर्क में बदलाव आसानी से नहीं किया जा सकता है ।

3 रखरखाव का खर्चा बहुत अधिक होता है ।

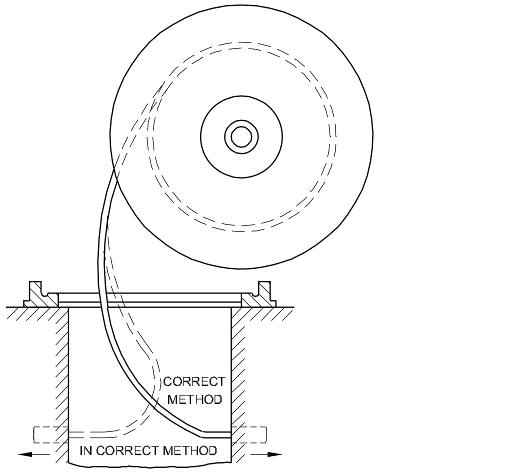
4 फॉल्ट का स्थानीयकरण मुश्किल है ।

5 यह भी भाड़वाले क्षेत्रों में उपयोग नहीं किया जा सकता जहाँ खुदाई मुश्किल है ।

केबल को डक्ट पाइपों में खींचना (Drawing the cables into duct pipes) : केबल को डक्ट में खींचते समय, खींचने के गर्त (pits) में स्थान की कमी से सामान्यतः केबल ड्रम से डक्ट के मुह की दूरी प्रतिबंधित करती है । यह अनिवार्य है कि उसे डक्ट में प्रवेश होते समय केबल की वक्रता की दिशा को विपरीत नहीं होना चाहिए । यह केबल का ड्रम, खींचनेवाले गर्त

के उसी साइड पर हो तभी यह शर्त पूरी होती है जैसा कि Fig 2 में दर्शाया गया है ।

Fig 2



METHOD OF PULLING CABLES INTO DUCTS

लाभ (Advantages)

1 जमीन को खोले बिना केबल नेटवर्क को मरम्मत की जा सकती है और बारिकियों या जोड़ बनाये जा सकते हैं ।

2 जैसे केबल में आर्मड नहीं किया जाता है तो इसलिए जोड़ आसान हो जाते है और रखरखाव लागत काफी कम हो जाती है ।

3 सिस्टम द्वारा प्रदान की गई मजबूत मैकेनिकल सुरक्षा के कारण फॉल्ट की घटना की बहुत कम संभावनाएँ है ।

हानियाँ (Disadvantages)

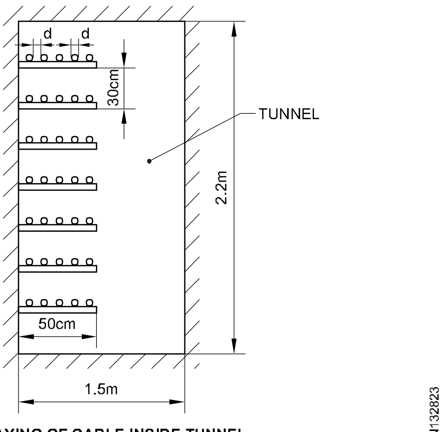
1 प्रारंभिक खर्च ज्यादा होता है ।

2 केबल की करंट केयरिंग केपेसिटी घटने लगती है क्योंकि केबलों में करीबी गुपिंग होती है और गर्मी या उष्मा के अपव्ययच के लिए प्रतिकूल परिस्थितियाँ उत्पन्न होती है ।

केबल बिछाने की यह विधि भीड़ भाड़वाले क्षेत्रों के लिए उपयुक्त है जहाँ खुदाई महंगा और असुविधाजनक है, क्योंकि एक बार कन्ड्युट को रख दिया जाता है, मरम्मत या बारिकियों को जमीन खोलने के बिना ही किया जा सकता है । इस पद्धति का उपयोग आमतौर पर कार्यशालाओं सड़क पार जहाँ अक्सर खुदाई महंगा या असंभव है ।

वायु में रैक पर केबल्स को बिछाना (Laying cables on racks in air) : भवन औद्योगिक संयत्र, जनित्र केन्द्र, उपकेन्द्र तथा सुरंग में केबल्स को सीलिंग से टेक (सपोर्ट) किए हुए था दिवार से स्थित रैकों पर समांतर स्थापित की जाती है । रैक, सीढ़िया छिद्रित प्रकार की हो सकती है या तो घटना स्थल पर फेब्रीकेटेड या प्री-फेब्रीकेटेड हो सकती है । स्टेण्डर्ड कारखाने में बने रैक काउपयोग करना, विचारणीय किफायती होता है । रैक तथा संबंधित संरचना के आवश्यक साइज का, अनुमेय मोड़ने की त्रिज्या तथा केबल समूहन पर विचार करते हुए परिकलन करना चाहिए । Fig 3 में टनल के अंदर रैक पर केबल्स को बिछाने की विधि को दर्शाया गया है ।

Fig 3



LAYING OF CABLE INSIDE TUNNEL

भवन या संरचना के साथ केबल्स को बिछना (Laying cables along buildings or structures) : केबल के मार्ग को, संरचना घटक के साथ या भू वाहिनी के नीचे खाई या भू-सुरंग के साथ भवन के अन्दर होना चाहिए । प्रस्तावित केबल के मार्ग को ऐसा होना चाहिए, जिससे कि अन्य केबलों के साथ प्रतिछेदन न्यूनतम हो । इन केबल्स के मार्ग को कोई कंपन, उष्मा या अन्य यांत्रिक कारणों से क्षतिग्रस्त नहीं होना चाहिए । इन केबल्स की रक्षण के लिए सभी पर्याप्त पूर्व उपाय किया जाना चाहिए ।

केबलों के प्रयोग के समय बरती जानेवाली सावधनियाँ (Precautions while handling cables)

1 केबल्स को भूमि पर मत घसिटें ।

2 केबल को विकुंचन से रोके ।

3 केबल को बाहिनी में बिछाने के बाद, उसे तुरंत कवर करना चाहिए या लटकाना चाहिए ।

केबल को जोड़ने की प्रक्रिया (Cable jointing process) : इस प्रक्रिया में निम्नलिखित पद होते है ।

a विद्युत रोधन हटाने के लिए केबल का सटीक माप होना ।

b विद्युत रोधन को हटाना ।

c मूल विद्युत रोधन को उच्च ग्रेड के टेप तथा स्लीव से बदलना ।

d स्लीव/विभक्त स्लीव के द्वारा केबल के सिरे तथा चालक के जोड़ को सजाना ।

e केबल्स के बीच प्रथवकारव्दी को उपलब्ध करना ।

f जोड़ के चारों ओर ढलवे लोहे या अन्य किसी रक्षण शैल को स्थिर माना तथा जोड़ के बाक्से को पिघले हुए बिटुमेन यौगिक से भरना ।

g ढाले हुए रेजिन किट जोड़ बाक्स की स्थिति में टेप विद्युतरोधन या ढलवा लौह जोड़ बाक्स की स्थिति में जोड़ में प्रवेश होने वाले नमी को रोकने के लिए केबल्स के सीसा कवच को धात्विक स्लीव या पीतल की ग्लेड लगाना ।

सीधे आर-पार जोड़ (Straight through joints)

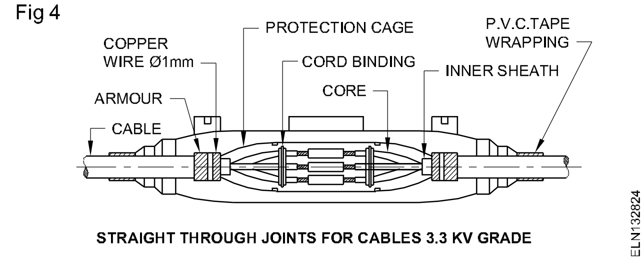
केबल की गुणवत्ता, सही अनुपात, केबल के उपसाधनों, जोड़ की सही तकनीकों पर विशेष बल दिया जाना चाहिए । केबल की गुणवत्ता ऐसी

होनी चाहिए कि वह सर्किट में कोई प्रतिरोध न बढ़ाये । केबलों को जोड़ने में प्रयुक्त सामग्री और तकनीक सभी सर्विस स्थितियों में पर्याप्त मैकानिकल और इलेक्ट्रिकल संरक्षण देनेवाली होनी चाहिए । इसके अतिरिक्त जोड़ सभी प्रकार की जंग और रासायनिक प्रक्रियाओं का प्रतिरोध करनेवाले होने चाहिए ।

PILC केबल्स के लिए (For PILC cable) : पेपर इंसुलेटेड सीसा शीथ केबल के लिए या तो स्लीव जोड़ के उपयोग से सीधा जोड़ या 11 KV वोल्टेज ग्रेड तक क्रिम्पिंग जोड़ बनाया जाता है । 11 KV से अधिक, यौगिक भरे, कॉपर या ब्रास की स्लीव को ढलवे लौह के साथ, फाईबर कांच रक्षण बाक्स उपयोग होते है ।

Fig 4 में ऐसा जोड़ दर्शाया गया है

Fig 4



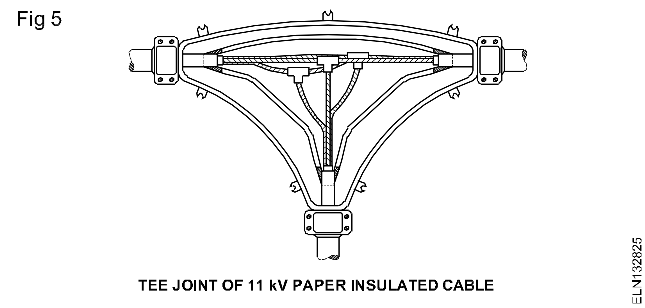
STRAIGHT THROUGH JOINTS FOR CABLES 3.3 KV GRADE

Fig 4 11 KV तक के लिये उपयोग होनेवाले ढलवे लोहे के रक्षण बाक्स या ढाले रेजिन जोड़ में 1.1 KV के लिये उपयोग होने वाले मोल्ड (साँचे) को संबंधित भारतीय मानक के अनुकूल होना चाहिए । 11 KV से अधिकर ढाले गये रेजिन पद्धति का मानकी करण अभी तक नहीं किया गया है ।

टी जोड़ (Tee joint) : ये जोड़ 11 KV तक सीमित है ।

ये जोड़ या तो ढीले हुए रेजिन किट या PILC केबल्स के लिए स्लीव के बिना या के साथ बाक्सों तथा PVC तथा XLPE केबल्स के लिए ढाले हुए रेजीन किट के बनाये जाते है । (Fig 5)

Fig 5



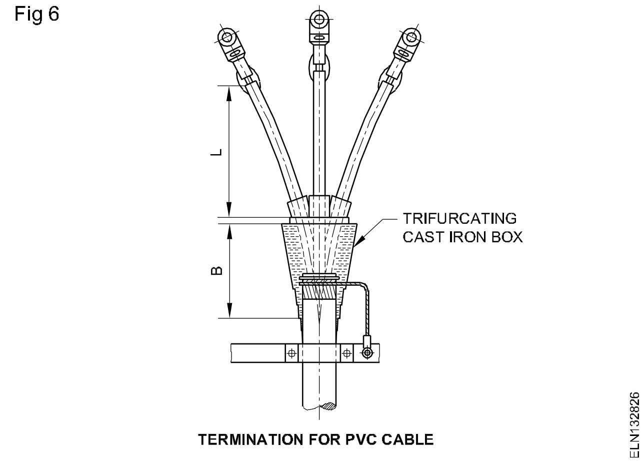
TEE JOINT OF 11 kV PAPER INSULATED CABLE

त्रि-शाखित सिरे के सम्बंधन (Tri-furcating end connections) : UG केबल्स को वायु विच्छेद कुंजी आदि को तोड़ने के लिए त्रि-शाखित बाक्सों का उपयोग किया जाता है । ये या तो 1.1 KV तक ढाले हुये रेजन प्रकार के या 11 KV के लिए ढाले हुए लोहे प्रकार के हो सकते है । इस प्रकार के बाक्स को Fig 6 में दर्शाया गया है ।

यौगिक को बनाने तथा भरने की विधि (Method of preparing and filling compounds)

– लप्त अधः स्त्रावी (ढलाई) (Hot pouring)

Fig 6



TERMINATION FOR PVC CABLE

– अलप्त स्त्रावी अधः (ढलाई) (Cold pouring)

तप्त अधःस्त्रावी यौगिक (Hot pouring compounds) : तप्त स्त्रावी के लिए 180°C - 190°C के अथः स्त्रावी ताप तथा 90°C गलनांक ताप के बिदुगिनस यौगिक उपयोग होते है ।

गुण (Properties) : बिदुमिनस यौगिक में निम्नलिखित गुण होते हैं।

a उच्च विद्युतीय सामर्थ्य

b नमी के उच्च प्रतिरोधी

मिश्रण प्रक्रिया (Compounding process) : यौगिक को विशेष में बाल्टी में ईंधन या लकड़ी के कोयले की अग्नि पर गर्म करें । यौगिक के समरूप गलने के लिए साफ धातु की छड़ से हिलायें । थर्मामीटर से ताप की जाँच करें तथा यौगिक को 180° से 190°C तक गर्म करें ।

सीलिंग बॉक्स को ब्लो टार्च से 70°C तक गर्म करें । सभी वायु के निकास प्लगो को खोलें । गर्म कीप को अतःस्त्रावी छिद्र से फिट करें । यौगिक को सावधानीपूर्वक तथा दो या तीन स्तरों में यौगिक को जमने के लिए उनके बीच अंतराल के साथ समान रूप से अथः स्त्रावण करें । यह सावधानी रखें के अन्दर वायु के बुलबुले न बनें ।

शीत अधःस्त्रावण यौगि (Cold pouring compound) : PVC केबल को जोड़ने के लिए ढाले हुए रेजिन पद्धति के उपयोग से शीत अध स्त्रावी का उपयोग किया जाता है । इसे 11 KV ग्रेड के केबल्स तक के अनुप्रयोगों के लिए विकसित किया गया है । यौगिक में रेजिन आधार तथा पालीअमिनो हार्डनर होता है । निर्माता की अनुशासा के अनुसार दो घटक द्रव्यों को भूमि स्थल पर मिलाया जाता है ।

PVC केबल के लिए वर्गगत् एपक्सी सीधा जोड़ (Typical epoxy straight joint for PVC cable) : जोड़ की इस पद्धति में विद्युतरोधन आदि को हटाया जाता है तथा चालक को जोड़ा जाता है । LV/MV केबल्स की स्थिति में क्रोड के जोड़ को, उनके बीच कोई भी फ्लेशओवर को रोकने के लिए अलग रखना चाहिए । H.V. केबल्स के लिए कोष के बीच अन्तरक उपलब्ध होते है । कोड के जोड़ पर कोई विद्युतरोधन नहीं लगाया जाता है ।

कवच के दो कटे सिरों पर आवरण भू रिंग स्थित की जाती है तथा कवचित केबल को सोल्डर किया जाता है । दो रिंगों को फिर कॉपर के वायर से जोड़ा जाता है तथा भू चालक के जैसे कवच की अविच्छिलता प्राप्त होने के लिए कवचित के दो कटे सिरों को रिखों पर मोड़ा जाता है ।

आन्तरिक आच्छद सतह पर रेत का गज लगाया जाता है तथा मिथाइल क्लोराइड के उपयोग से साफ किया जाता है । जोड प्लास्टिक खांचे में परिबद्ध होता है । जो दो भागों में होता है, जिसके सिरे केवल के साइज के लिए उपयुक्त कटे होते है । दो स्थानो जहाँ पर खाँचा, केबल को स्पर्श करेगा, पर PVC टेप को बांधा जाता है । किसी भी वायु अंतराल को रोकने के लिए दो अर्द्धभागों को एक साथ चिपकाया जाता है तथा क्लैम्प करके रखा जाता है । साँचे के सिरों की पट्टी से परिबद्ध किया जाता है, जो जोड़ की किट के साथ अपूर्तित होती है ।

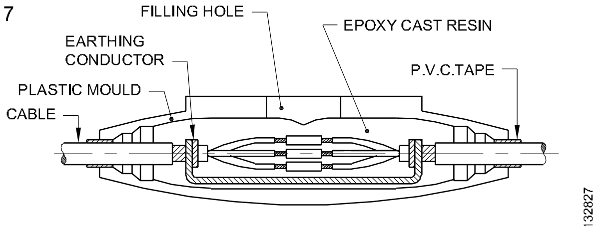
रेजिन की समाप्ति दिनांक की जाँच की जाती है तथा रैजिन में कोरक मिलाया जाता है । मिश्रण को लगभग 15 से 20 मिनट तक अच्छी तरह से मंथन किया जाता है, जब तक कि मिश्रण यौगिक का रंग grey न हो जाये । मिश्रण को यह सावधानी रखते हुए, कि साँचे के भरने तक तथा उसे राइजर पर बाहर आने तक वायु के बुलबुलों के बनने की रोकते हुये, साँचे में धीरे-धीरे डाला जाता है ।

केबल को आवेशित करने के पूर्व, जोड़ को सेट होने के लिए कम से कम तीन घंटों का समय दें, जब तक कि वह ठोस द्रव्यमान न बन जाए । यदि आवश्यकता हो तो सांचे को हटाया जा सकता है ।

जोड़ के लिए आवश्यक सभी पुर्जो को, केबल्स के विभिन्न साइजों के लिए सामान्यतः किट की तरह आपूर्तित किया जाता है ।

Fig 7 में, PVC केबल के विशिष्ट सीधे आर-तार तथा बाहरी समाप्ति को एपॉक्सी रेजिन के साथ दर्शाया गया है।

Fig 7



TYPICAL EPOXY STRAIGHT JOINT FOR PVC CABLE

केबल दोष के प्रकार एवं उनकी स्थिति (Types of Cable faults and their location)

केबलों में होनेवाले आम दोष है :

1 **ग्राउण्ड दोष (Ground fault) :** यदि करंट का प्रवाह केबल के कोर से लेड शीथ या अर्थ तक हो तो केबल के इंसुलेशन का ब्रेकडाउन हो सकता है इसे "ग्राउण्ड फॉल्ट" कहते है ।

2 **शॉर्ट सर्किट दोष (Short circuit fault) :** अगर दो कंडक्टर के बीच इंसुलेशन दोषपूर्ण है, तो उनके बीच करंट फ्लो या प्रवाहित होता है उसे "शॉर्ट सर्किट फाल्ट" कहा जाता है ।

ग्राउण्ड और शॉर्ट सर्किट दोषों का पता लगाने के तरीके (Methods for Locating Ground and Short Circuit Faults)

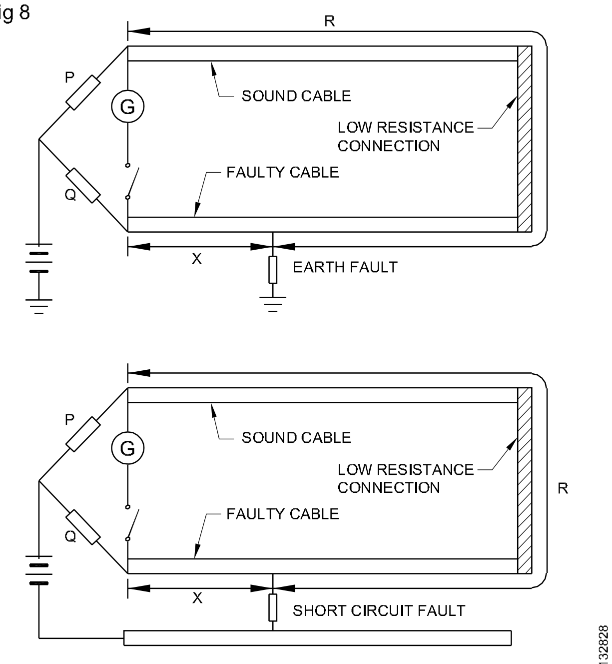
इस विधि में ग्राउण्ड को स्थानीयकृत करने के लिए इस्तेमाल किया जाता है ग्राउण्ड़ और शॉर्ट सर्किट दोष उनसे भिन्न होते है जो ओपन सर्किट दोष को स्थानीय करण के लिये इस्तेमाल करते है ।

मल्टी कोर केबल्स के मामले में यह सलाह दी जाती है कि, सबसे पहले ग्राउण्ड से प्रत्येक कोर को और कोर के बीच में इंसुलेशन प्रतिरोध को मापना चाहिए । इससे हम उस कोर को हल करने में मदद मिलती है जो ग्राउण्ड के फाल्ट होने के मामले में उत्पन्न होती है और शार्ट सर्किट फाल्ट के मामल में कोर के शॉर्ट होने को भी सुलझाते है । लूप टेस्ट का उपयोग ग्राउंड शॉर्ट सर्किट फाल्ट के स्थान के लिए किया जाता है । टेस्ट केवल तब ही उपयोग किए जा सकते है यदि ध्वनि केबल दोषपूर्ण केबल या केबल के साथ चलती है ।

लूप टेस्ट का कार्य व्हीटस्टोन ब्रिज के सिद्धांत पर करता है । इन परीक्षणों का लाभ यह है कि उनकी स्थापना ऐसी है कि फाल्ट का प्रतिरोध बैटरी सर्किट में जुड़ा हुआ है और इसलिए परिणाम को प्रभावित नहीं करता है । हालांकि, यदि दोष प्रतिरोध उच्च है तो संवेदनशीलता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है । इस सेक्शन में केवल दो प्रकार के परीक्षण अर्थात् मरे और बरले लूप परीक्षणों का वर्णन किया जा रहा है ।

मूरे लूप टेस्ट (Murray Loop Test) इस टेस्ट के कनेक्शन Fig 8 (a) में जो ग्राउण्ट फाल्ट से संबंधित है एवं Fig 8 (b) जो शॉर्ट सर्किट फाल्ट से संबंधित है ।

Fig 8



MURRAY LOOP TEST

दोनों मामलों में, केबल कंडक्टर द्वारा बने लूप सर्किट अनिवार्य है, जिसमें एक ब्रिजस्टोन ब्रिज है जो प्रतिरोध P, Q, R और X. और G रोल्वेनोमीटडर संतुलन को प्रदर्शित करने के लिए है से बनता है ।

प्रतिरोध P, Q अनुपात भुजाए है जो एक दशक प्रतिरोध बक्से या स्लाइड प्रतिरोध हो सकते है ।

संतुलन की स्थिति में :

$$\frac{X}{R} = \frac{Q}{P} \text{ or } \frac{X}{R+X} = \frac{Q}{P+Q}$$

$$\therefore X = \frac{Q}{P+Q}(R+X)$$

जहाँ (R+X) एक पूर्ण लूप प्रतिरोध है जो साउण्ड केबल और फॉल्टी केबल से बनता है । जब कंडक्टर का समान क्रास-सेकरानल क्षेत्र और समान प्रतिरोधकता होती है तो प्रतिरोध, लम्बाई के समानुपाती होता है। यदि L_1 परीक्षण सिरे से फार्ट की लम्बाई है और 'L' हर एक केबल की लंबाई है तो

$$l_1 = \frac{Q}{P+Q} \cdot 2l$$

जब केबल की लम्बाई ज्ञात हो तो उपरोक्त संबंध यह दर्शाता है कि फाल्ट की स्थिति, स्थित या पता हो सकती है । इसके अलावा, फाल्ट या दोष प्रतिरोध संतुलन की स्थिति में बदलाव नहीं करता है क्योंकि इसका प्रतिरोध बेहतर सर्किट में प्रवेश करता है । इसलिए ब्रिज सर्किट की संवेदनशीलता पर केवल प्रभाव रहता है । हालांकि, यदि दोष प्रतिरोध की परिमाण अधिक है, संवेदनशीलता में कमी के कारण संतुलन की स्थिति करने में कठिनाई का अनुभव हो सकता है और इसलिए दोष की स्थिति का सही निर्धारण संभव नहीं हो सकता है ।

ऐसी स्थिति में, दोष के पांइट या बिंदु पर इंसुलेशन को कार्बोनाइज करने के लिए, केबल के इन्सुलेशन रेटिंग के अनुरूप एक उच्च प्रत्यक्ष या वैकलिपक वोल्टेज लगाने से दोष का प्रतिरोध कम हो सकता है ।

वरले लूप टेस्ट (Varley loop test) इस परीक्षण में प्रयोगात्मक रूप से केबल की ज्ञात लंबाई और इसकी प्रतिरोध प्रति इकाई लंबाई की गणना की बजाय कुल लूप प्रतिरोध निर्धारित कर सकते हैं । ग्राउण्ड दोष का आवश्यक कनेक्शन Fig 9 (a) में दिखाया गया है और शॉर्ट सर्किट फाल्ट Fig 9 (b) में । इस समस्या का इलाज दोनों ही मालमों में एक समाने है ।

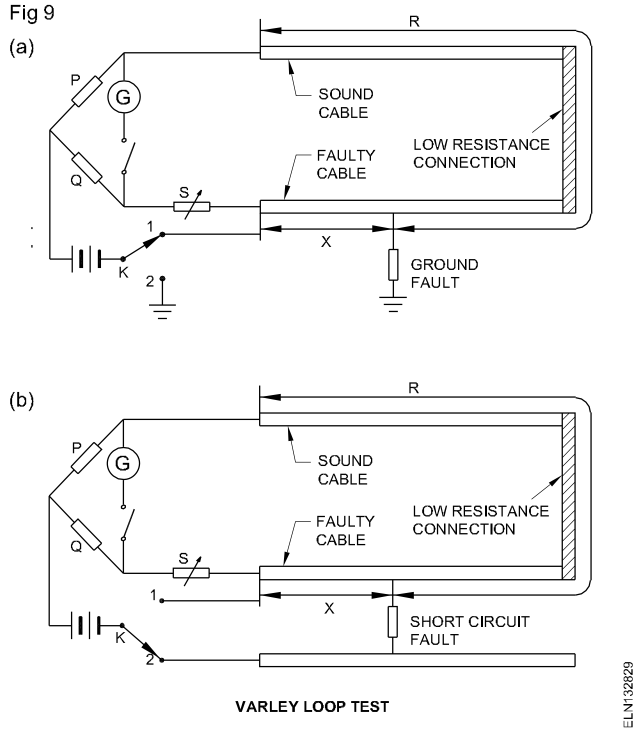
इस सर्किट में सिंगल पोल डबल थ्रो स्वीट्च A का प्रयोग किया जाता है। स्थिति 'l' के लिए स्विट्च K पहला थ्रो है और रसिस्टान्स 'S' को परिवर्तित करके समतल बनाया जाता है ।

प्रतिरोध का माप (Measurement of resistance)

मानें संतुलन S केलिए वेल्यु S_1 है। व्हीट स्टीन ब्रिज की चार भुजाएँ P, Q, R + X, S_1 हैं । संतुलन स्थिति में :

$$\frac{R+X}{S_1} = \frac{P}{Q}$$

Fig 9



VARLEY LOOP TEST

R + X यह निर्धारित करता है कि पूर्ण लूप प्रतिरोध P, Q और S_1 ज्ञात है ।

स्वीच K को जब स्थिति '2' पर लाया जाता है और ब्रिज दोबारा संतुलित हो जाता है । माना S की नई वेल्यु S_2 है । और ब्रिज की चार भुजाएँ P, Q, R, X + S_2 है ।

संतुलन स्थिति में

$$\frac{R}{X+S_2} = \frac{P}{Q}$$

$$\frac{R+X+S_2}{X+S_2} = \frac{P+Q}{Q} \text{ or } X = \frac{(R+X)Q - S_2 P}{P+Q}$$

तथापि X को ज्ञात वेल्यु P, Q, S2 के समीकरण से ज्ञात किया जाता है और R+X (2 केबल का कुल प्रतिरोध) समीकरण के द्वारा ज्ञात किया जाता है । X वेल्यु को ज्ञात करने के बाद, दोष की स्थिति को ज्ञात किया जाता है ।

अब

$$\frac{X}{R+X} = \frac{l_1}{2l} \text{ or } l_1 = \frac{X}{R+X} 2l$$

जहाँ

l_1= परीक्षण सिरे से दोष तक की लंबाई

l = चादलक की पूरी लंबाई

मूरे लूप टेस्ट और वरले लूप टेस्ट का समीकरण तब ही वैद्य है जब केबल सेक्शन लूप में समान होते है । दोषपूर्ण और ध्वनि के केबलों के फ्रास सेक्शन अलग है या फिर दोषपूर्ण केबल का क्राससेक्शन पूरी तरह से सामान नहीं है, तो सुधार लागू किया जाना चाहिए ।

चूंकि प्रतिरोध की वेल्यु तापमान से प्रभावित होती है, यदि दो केबल का तापमान भिन्न है तो भी सुधार जरूरी है । यदि केबल में जोड़ों की संख्या ज्यादा है तब भी सुधार होना ही चाहिए ।

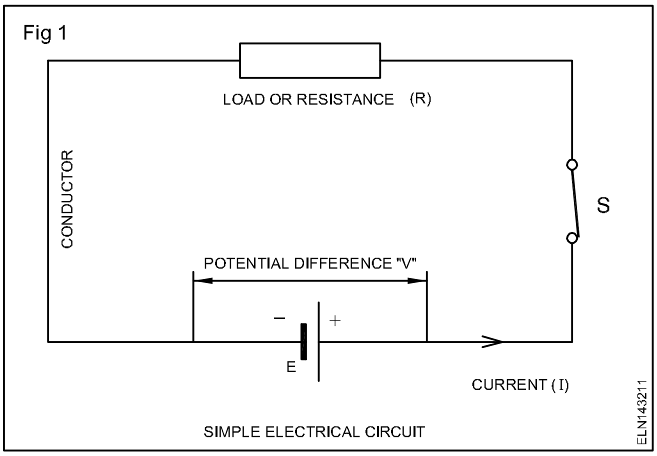
ओह्म का सिद्धान्त - सरल पावर सर्किटें और समस्याएँ (Ohm’s law - simple Power circuits and problems)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **पावर सर्किट के आधारभूत प्रकार्यों का काम करना**
- **ओह्म के सिद्धान्त के माध्यम से सर्किट प्रकार्यों के बीच का सम्बन्ध बताना**
- **इलेक्ट्रिक सर्किट में ओम्ह के सिद्धान्त का अनुप्रयोग करना**
- **इलेक्ट्रिक पावर एवं ऊर्जा को परिभाषित करना और सम्बन्धित प्रश्नों की गणना करना ।**

सरल विद्युत परिपथ (Simple electric circuit)

(Fig 1) में दिखाए सरल बिजली परिपथ में, धारा स्विच और लोड के रास्ते बैटरी के घनात्मक टर्मिनल से अपना पथ पूरा करती है और बैटरी के ऋणात्मक टर्मिनल मे वापस जाती है।

(Fig 1) में दिखाया परिपथ एक बन्द परिपथ होता है। एक परिपथ से समान्य काम लेने के लिए निम्नलिखित तीन तत्व जरूरी होते है।



- परिपथ में से इलैक्ट्रानों को चालित करने के लिए विद्युत-वाहक बल (EMF)
- धारा (I), इलैक्ट्रानों का बहाव (प्रवाह)
- प्रतिरोध (R) - विद्युत धारा के प्रवाह का विरोध

ओह्म का सिद्धान्त (Ohm’s law)

सन् 1826 में ज्योर्ज सियोन ओह्म ने पता लगाया कि धातु कन्डकटरों के लिए कन्डक्टरों के सिरों के बीच में मूलतः पोटेन्शियल अन्तर का स्थिर अनुपात है ।

परिपथ में विद्युत वाहक बल, धारा और प्रतिरोध के बीच सम्बन्ध ओम नियम द्वारा दिया जाता हैं।

ओम नियम बताता है कि प्रवाहित धारा (V) के अनुपात में परिपथ के दो बिन्दुओं के आर पार वोल्टता (I) स्थिर होती है बशर्ते कि भौतिक स्थिति यानी ताप आदि स्थिर रहे। इस स्थिर को परिपथ के प्रतिरोध के प्रतिरोध (R) के रूप में द्योतित किया जाता है।

(या)

साधारण रूप में

ओह्म सिद्धान्त कहता है कि किसी भी बन्द इलेक्ट्रिक सर्किट में करन्ट (I) सीधा वोल्टेज (V), के साथ अनुपात में है और स्थिर तापमान पर रसिस्टान्स 'R' के साथ व्यत्क्रमानुपात में है ।

(अर्थात्) $I \propto V$ (जब 'R' को स्थिर रखा जाता है)

$I \propto R$ (जब 'V' को स्थिर रखा जाता है)

$I \propto V/R$ (I,V और R के बीच का सम्बन्ध)

$$I \propto \frac{V}{R}$$

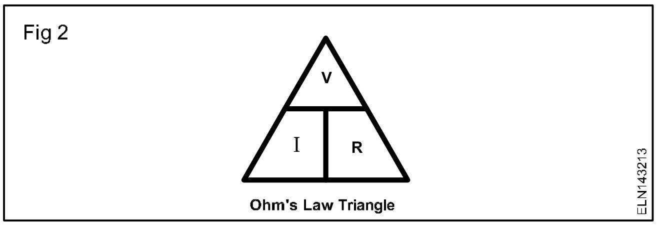
इस प्रकार V = IR

V = सर्किट में प्रयुक्त किया गया वोल्टाज ‘Volt’ में

I = सर्किट में बहुत हुआ करन्ट ‘Amp’ में

R = सर्किट का रसिस्टान्स Ohm में

(Fig 2) में दिखाए अनुसार उपर्युक्त संबंध को एक तिकोन के रूप में निर्दिष्ट कया जा सकता हैं। इस तिकोन में जो कुछ मान आप पढ़ना चाहते हैं, उसपर अपना अंगूठा रखें तब अन्य तत्वों की स्थिति आपको अपेक्षित मान देगी।



उदाहरणार्थ 'V' प्राप्त करने के लिए, 'V' मान बन्द करें तब पाठनीय मान है IR, इस प्रकार V = IR

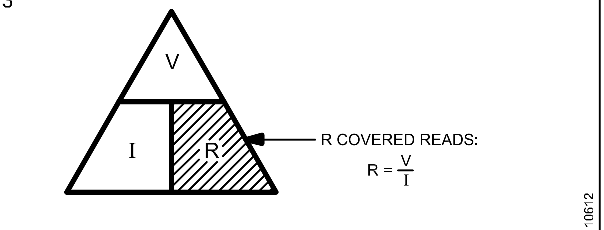
इसी प्रकार 'R' प्राप्त करने के लिए 'R' मान बन्द करें तब पठनीय मान हैं V/I इस प्रकार R = V/I जैसे .

गणित पद्धति में लिखने पर ओह्म इस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है ।

$$\text{Resistance} = \frac{\text{Voltage (V)}}{\text{Current (I)}} \text{ (Refer Fig 3)}$$

$$\text{(or)}\, R = \frac{V}{I} \text{ (Refer Fig 3)}$$

Fig 3



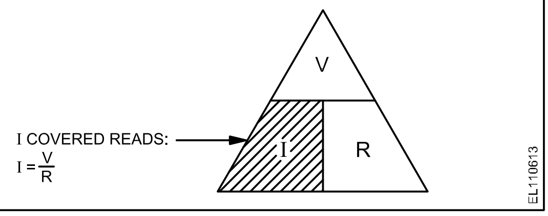
FINDING RESISTANCE

निश्चित कह सकते हैं कि उपरोक्त समीकरण नीचे प्रकार पुनः क्रमबद्ध किया जा सकता है :

$$\text{Current (I)} = \frac{\text{Voltage (V)}}{\text{Resistance (R)}}$$

$$\text{(or)}\, I = \frac{V}{R} \text{ (Refer Fig 4)}$$

Fig 4

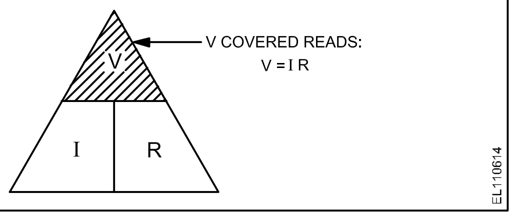


उसी प्रकार 'V' का मान 'V' को पाटकर ज्ञात किया जा सकता है

वोल्टेज (V) = धारा (I) x रेसिस्टान्स (R)

अथवा V - IR (Fig 5 में देखें)

Fig 5

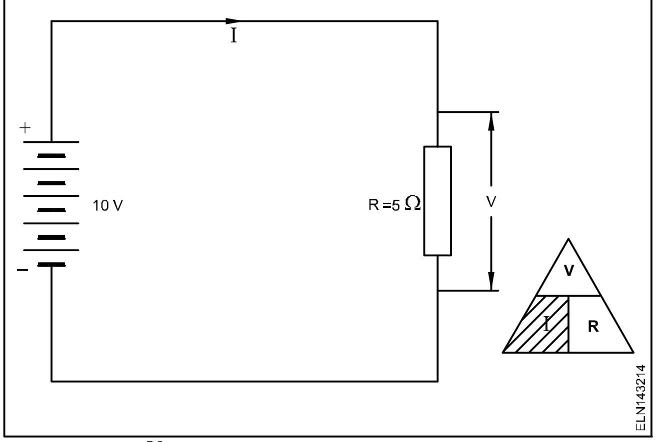


परिपथों मे ओम नियम का अनुप्रयोग (Application of Ohm's Law in circuits)

उदाहरण 1

आओ हम (Fig 6) में दिखाए परिपथ को लें जिसका 10V बैटरी स्रोत और 5 ओम प्रतिरोध का लोड है। अब हम चालक में से धारा प्राप्त कर सकतें हैं

Fig 6



$$I \propto \frac{V}{R}$$

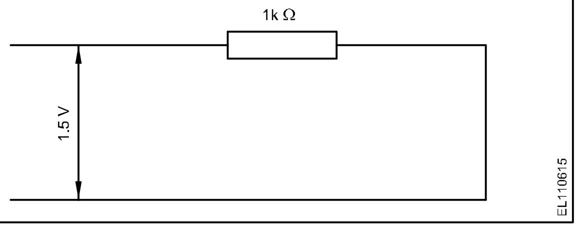
$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{10}{5} = 2 \text{ amp}$$

उदाहरण 2

Fig 7 में दर्शाये सर्किट में कितना करन्ट (I) प्रवाहित होता है ।

Fig 7



दिया गया है :

वोल्टेज (V)	= 1.5 Volts
प्रतिरोध (R)	= 1 kOhm
	= 1000 Ohms

ज्ञात करना है : धारा (I)

ज्ञात करें :

$$I = \frac{V}{R}$$

हल (Solution)

$$I = \frac{1.5\ V}{1000\ \text{Ohms}} = 0.0015 \text{ amp}$$

उत्तर (Answer)

सर्किट में करन्ट है 0.0015 A

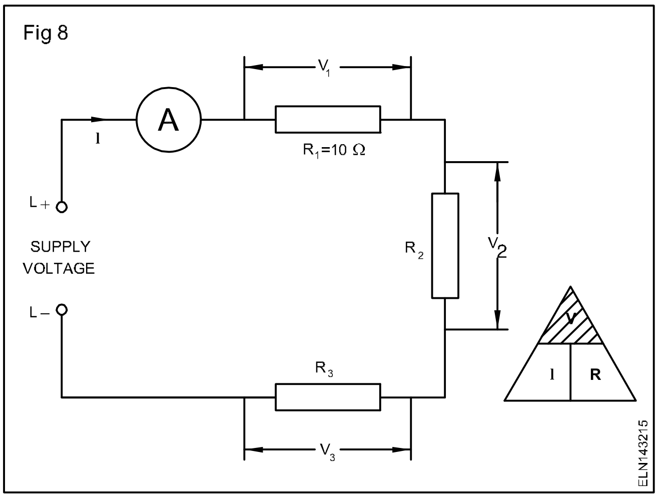
अथवा

सर्किट में करन्ट 1.5 milliampere (mA) है

(1000 milliamps = 1 ampere)

समस्या (Problem)

(Fig 8 में) दिखाए परिपथ मे 10 ओम प्रतिरोध के आरपार वोल्टता का मान प्राप्त करें जब 2 एम्पस धारा 10 ओम प्रतिरोधक में से प्रवाहित होती हैं



हल (Solution)

वोल्टेज 10 ओम

V= I x R

= 2 x 10

= 20 Volt

इसी प्रकार यदि अन्य प्रतिरोध का मान ज्ञात है तो हम उनके आरपार वोल्टता प्राप्त कर सकते हैं।

आत्यन्तिक परिपथ स्थितियां (Extreme circuit conditions)

एक परिपथ में दो आत्यन्तिक स्थितियां उत्पन्न हो सकती हैं

खुला परिपथ (Open circuit)

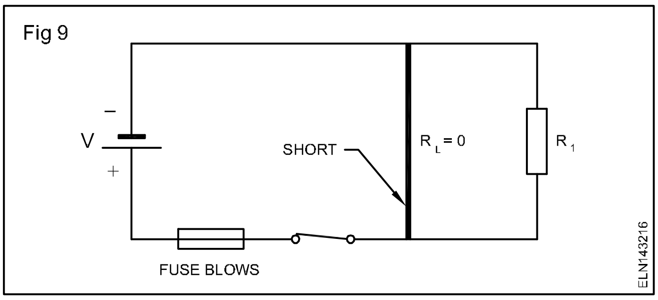
एक खुले परिपथ में, परिपथ में अत्यधिक उच्च प्रतिरोध होता हैं। परिपथ में ऐसी स्थिति घटित हो सकती है जब स्विच खुला हो। अतः कोई धारा प्रवाह नहीं।

उदाहरणार्थ, एक जनित्र को खुले परिपथ में कहा जाता है जब स्विच खुला हो और परिपथ को धारा सप्लाई किए बिना चालू हो। एक भित्ति साकेट भी, खुला परिपथ होता है यदि भित्ति साकेट का नियंत्रण स्विच 'आफ' या 'आन' स्थिति में हैं बशर्तें कि भित्ति साकेट में काई उपकरण प्लगा न किया गया हो

लधु परिपथ (Short circuit)

अन्य महत्वपूर्ण आत्यंतिक स्थिति लधु परिपथ होता है। एक लधु पथ, उदाहरणार्थ उत्पन्न होता हैं जब एक सेल के दो टर्मिनलों को जोड़ा जाता है (Fig 9) लधु परिपथन तब भी हो सकता है जब केबिल दो क्रोडों के बीच खराबी हो।

परिणामी निम्न प्रतिरोध बड़ी धाराएं उत्पन्न करेगा जो जोखिम बन सकता है। यदि (Fig 9) में दिखाए अनुसार परिपथ में फ्यूज उपलब्ध कराया गया है तब उड़ जाएगा और परिपथ स्वतः खुला हो जाएगा।



प्रैक्टीकल अनुप्रयोग (Practical application)

इस अभ्यास से प्राप्त ज्ञान का प्रयोग आप एक विशेष लोड प्रतिरोध से प्राप्त धारा को परिकलित करने के लिए कर सकते है जब सप्लाई वोल्टता ज्ञात हो। इससे वायरमैन को परिपथ के लिए उचित साइज का केबिल चुनने में सहायता मिलेगी।

वैद्युतिक शक्ति (P) और ऊर्जा (E) (Electrical Power (P) & Energy (E))

वोल्टेज (v) और धारा (I) के गुणन फल को वैधूतिक शक्ति कहते है वैधूतिक शक्ति (P) = वोल्टेज (v) x धारा (I) P=V x I

वैद्युतिक शक्ति की इकाई वाट 'Watt' है इसे 'P' से दर्शाते है इसे वाटमीटर में मापते है। वैधूतिक शक्ति के लिए निम्नलिखित फारमूला है

i) $P = V \times I$

$= IR \times I$

$P = I^2R$

ii) $P = V \times I$

$= V \times \frac{V}{R}$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

वैद्युतिक ऊर्जा (E) (Electrical Energy (E))

वैद्युतिक शक्ति (P) और समय (t) के गुणनफल को वैद्युतिक ऊर्जा (Electrical Enengy) (E) कहते है

वैद्युतिक ऊर्जा (E) = वैद्युतिक शक्ति x समय

$E = P \times t$

$= (V \times I) \times t$

$E = V \times I \times t$

वैद्युतिक ऊर्जा की इकाई "वाट घण्टा" (Watt hour) (Wh) है।

वैद्युतिक ऊर्जा की व्यवसायिक इकाई "किलो वाट आवर" (KWH) या यूनिट है।

B.O.T (बोर्ड आफ ट्रेड) यूनिट / KWH/यूनिट (B.O.T (Board of Trade) unit / KWH/Unit)

बी.ओ.टी. (बोर्ड आफ ट्रेड) यूनिट /कि.वा.आ./ यूनिट एक बी.ओ.टी. इकाई (Board of Trade) वह मात्रक है जिसमें 1 हजार वाट के लैम्प को 1घण्टा तक जलाने पर जितनी ऊर्जा की खपत होती है एक किलो वाट ऊर्जा खपत(1 KWH) करती है। इसे भी एक **"यूनिट"** कहते है।

ऊर्जा = 1000W x 1Hr = 1000WH (or) 1kWH

उदाहरण 1

एक वैद्युतिक इस्त्री (electric iron) 750W/250v की है जिसे 90 मिनट उपयोग करने पर कितनी वैद्युतिक ऊर्जा खपत होती है।

दिया है :

शक्ति (P)	=	750W
वोल्टेज (V)	=	250V
समय	=	90min (या) 1.5Hr

ज्ञात करना है :

वैद्युतिक ऊर्जा (E) = ?

प्रश्नानुसार :

वैद्युतिक ऊर्जा (E)	= P x t
	=750 w x 1.5Hr
	= 1125 WH (या)
E	= 1.125 kWH

उदाहरण 2

एक वैद्युतिक लैम्प का शक्ति (Power) की गणना करें जो 240 V वैद्युतिक सप्लाई पर 0.42 एम्पी धारा लेती है।

दिया है :

वोल्टेज (V)	= 240 V
धारा (I)	= 0.5 A

ज्ञात करना है :

शक्ति (P) = ?

प्रश्नानुसार :

P	= V X I
	= 240 x 0.42
	= 100.8W
जहाँ शक्ति लगभग (P)	= 100 W (लगभग)

उदाहरण 3:

लैम्प के गर्म प्रतिरोध (R) की गणना करें जिसका रेटिंग 200W/250 V है ?

दिया है :

शक्ति (P)	= 200 W
वोल्टेज (V)	= 250 V

ज्ञात करना है :

प्रतिरोध (R) = ?

प्रश्नानुसार :

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{250 \, X \, 250}{200}$$

(R) प्रतिरोध = 312.5 Ohm (Ω)

उदाहरण 4

एक घर में निम्नलिखित वैद्युतिक लोड हमेशा उपयोग किया जाता हैः

i) 40W का 5 Nos. ट्यूब लाइट 5 घण्टे/दिन

ii) 30W का 4No 5 फेन 3घण्टे/दिन

iii) 120W का 1 No टी.वी. 5 घण्टे/दिन

iv) 60W का 4Nos. लैम्प 4 घण्टे/दिन

कुल वैद्युतिक ऊर्जा की यूनिट में गणना करें और जानकारी महीने का बिजली का बिल का किराया ज्ञात करें यदि खपत मूल्य1.50/ यूनिट हो।

दिया है :

प्रति दिन के लोड का विवरण

	वैधूतिक उपकरण		शक्ति		नम्बर		घण्टा में समय
i)	ट्यूब लाइट	-	40W	-	5	-	5 घण्टा/दिन
ii)	पंखा	-	80W	-	4	-	8 घण्टा/दिन
iii)	टी.वी	-	120W	-	1	-	6 घण्टा/दिन
iv)	लैम्प	-	60W	-	4	-	4 घण्टा/दिन

ऊर्जा खपत की दर - Rs.1.50/यूनिट

ज्ञात करना है :

i) प्रतिदिन यूनिट में ऊर्जा खपत = ?

ii) जनवरी महीने के लिए ऊर्जा खपत = ?

प्रश्नानुसार :

ऊर्जा खपत प्रतिदिन

1 ट्यूब लाइट = 40W x 5 x 5 घण्टा/दिन

$$= \frac{1000\text{ wh}}{1000} = 1\text{Kwh/day}$$

2 पंखा = 80W x 4x8 घण्टा/दिन

$$= \frac{2560}{1000} = 2.56\text{Kwh/day}$$

3 टी.वी. = 120W x 1x6 घण्टा/दिन

$$= \frac{720\text{ wh}}{1000} = 0.72\text{Kwh/day}$$

4 लैम्प = 60W x 4x4 घण्टा/दिन

$$= \frac{960}{1000} = \text{Kwh} = \frac{0.96\text{kwh/day}}{5.24\text{kwh/day}}$$

i) प्रतिदिन कुल ऊर्जा खपत में यूनिट में = 5.24 यूनिट

ii) जनवरी महीने के लिए कुल ऊर्जा खपत या 31 दिन = 5.24 x 31
= 162.44 यूनिट

ऊर्जा कि दर = Rs. 1.50/यूनिट

जनवरी महीने का कुल बिजली का बिल = 162.44 x 1.50
= Rs.243.66

जनवरी महीने का कुल बिजली का बिल = Rs. 244/-

सौंपा गया कार्य (Assignment) :

नोट : अनुदेशक प्रशिक्षणार्थियों को किसी घर या बिल्डिंग के लिए समसमायिक महीने का बिजली का बिल तैयार करने के लिए कह सकते है।

कार्य, ऊर्जा और शक्ति (Work, Power and Energy)

यदि किसी पिण्ड पर बल (F) लगाने से वह पिण्ड एक स्थान (s) से दुसरे स्थान पर विस्थापित होती है तो उसे किया गया कार्य कहते है।

किया गया कार्य = बल x विस्थापन

w.d = F x S

इसे से ''W'' प्रदर्शित करते है

कार्य की इकाई है

i) फुट पाउंड सेकण्ड प्रणाली (F.P.S) में "फुट पाउंड (Foot Pound) (lb.ft)" है।

ii) सेन्टीमीटर ग्राम सेकण्ड पद्धति/प्रणाली में (C.G.S) "ग्राम सेन्टीमीटर (Gram Centimetre) (gm.cm)" है।

या

1 gm.cm = 1 dyne

1 dyne = 10^7 ergs

कार्य की सबसे छोटी इकाई **"अर्ग" (Erg)** है।

iii) Metre - Kilogram - Second (M.K.S.) पद्धति/प्रणाली में "Kilogram Metre (Kg-M)'

1 Kilogram = 9.81Newton

iv) अन्तर्राष्ट्रीय पध्दिति/ प्रणाली में (S.I. यूनिट) is 'Joule'

1 Joule = 1 Newton Metre (Nw-M)

शक्ति (P) (Power (P))

कार्य करने कि दर को शक्ति (P) कहते है

शक्ति (P) = किया गया कार्य / समय

$$P = \frac{F \times S}{t}$$

इकाई Lb.ft/sec in FPS system

gm-cm/sec is in C.G.S. System

(या)

Dyne/sec

(या)

Kg-M/sec in M.K.S System (या) NW - M/ sec

(1kg = 9.81 Newton)

Joule/sec in (S.I)

1 Joule/Sec = 1 watt

वैद्यूतिक शक्ति = VI Watt

यांत्रिक शक्ति की इकाई "हार्स पावर (Horse Power) (H.P)" है

हार्स पावर का दो प्रकार वर्गीकरण कर सकते है :

ये है :-

इंडिकैटेड हार्स पावर (Indicated Horse Power) - (IHP)

ब्रेक हार्स पावर (Brake Horse Power) - (BHP)

इंडिकेट हॅास पावर (Indicated Horse Power) (IHP)

यदि शक्ति इंजिन (या) पम्प (या) मोटर के अंदर उत्पन्न होती है उसे इंडिकॅटेड हॉर्स पावर (Indicated Horse Power (IHP)) कहते है।

ब्रेक हॅास पावर (BHP) (Brake Horse Power (BHP))

किसी इंजन/मोटर/पम्प के शाफ्ट पर उपलब्ध उपयोगी शक्ति ब्रेक हॅास पावर (Brake Horse Power (BHP)) कहलाता है।

BHP में घर्षण हानि होती है

इसलिए BHP से IHP बड़ी होती है।

IHP > BHP

यांत्रिक और वैधूतिक शक्ति के मध्य संबध

(ie) 1 HP (British) = 746 Watt

1 HP (Metric) = 735.5 Watt

HP (मैट्रिक) (One HP (Metric))

किसी वस्तु पर 75 Kg का बल लगाने पर वह एक सेकण्ड में एक मीटर की दुरी तय करती है तो लगाया गया यांत्रिक शक्ति कहलाता है।

HP (Metric) = 75kg - M/Sec

HP (ब्रिटिश) (One HP (British))

किसी वस्तु पर 550lb का बल लगाने पर एक फीट की दूरी एक सेकण्ड में तय करती है तो लगाया गया यांत्रिक शक्ति कहलाता है।

1 HP (British) = 550 lb.ft/sec

ऊर्जा (Energy)

किसी कार्य के संपादित होने पर लगाया गया शक्ति और समय के गुणनफल को वैधूत ऊर्जा कहते हैं।

(या)

कार्य और ऊर्जा दोनों की इकाई समान (जूल) है।

(ie) उर्जा = शक्ति x समय

$$t = \frac{\text{workdone}}{\text{time}} \text{xtime}$$

I- ऊर्जा = शक्ति x समय

= VI x t

कार्य की S.I इकाई "जूल" (Joule) होती है ।

(अर्थात्) ऊर्जा = (जूल/सेकेण्ड) x सेकेण्ड

$$= \frac{\text{Joulle}}{\text{Sec}} \times \text{Sec} = \text{जूल}$$

कार्य और ऊर्जा दोनों की S.I इकाई समान (जूल) है ।

ऊर्जा को दो मुख्य भागों में विभाजित किया जा सकता है-

i) स्थितिज ऊर्जा (Potential energy) (जैसे लोडेड गन संचित ऊर्जा आदि)

ii) गतिज ऊर्जा (Kinetic energy) (जैसे चलती हुई कार पानी का गिरना आदि).

किरचॉफ का नियम और उसका अनुप्रयोग (Kirchhoff's law and its applications)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **किरचॉफ के प्रथम नियम को बताना**
- **परिपथ धारा ज्ञात करने के लिये किरचॉफ के प्रथम नियम का प्रयोग करना**
- **किरचॉफ के द्वितीय नियम को बताने तथा उसके द्वारा शाखाओं में वोल्टता पतन ज्ञात करना**
- **किरचॉफ के नियमों द्वारा प्रश्न को हल करना।**

किरचॉफ के नियमों का उपयोग एक जटिल तन्त्र के तुल्य प्रतिरोध तथा विभिन्न चालकों में प्रवाहित धारा के ज्ञात करने में किया जाता है।

किरचॉफ के नियम (Kirchhoff's laws)

किरचाफ का प्रथम नियम (Kirchhoff's first law) : धारकों की प्रत्येक सन्धि पर पहुंचने वाली धाराओं का योग बाहर आने वाली धाराओं के योग के बराबर होता है। (Fig 1 & Fig 2) (अथवा) करन्ट की सभी शाखाएँ जो एक स्थान/नोड पर मिलती हैं उनका बीजगणितीय योग शून्य है ।

Fig 1

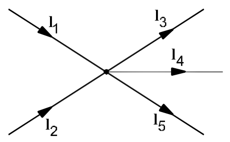
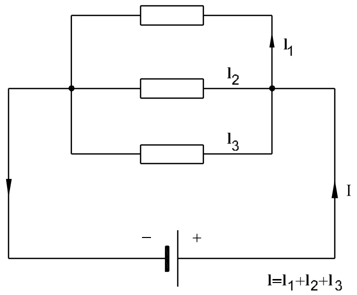


Fig 2



यदि सभी आने वाली धाराओं का धनात्मक चिन्ह और जाने वाली धाराओं का ऋणात्मक चिन्ह है तो हम कह सकते है कि

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$$

$$+I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

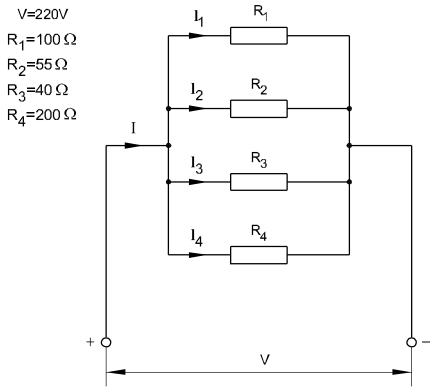
ऊपर के उदाहरण सन्धि में (नोड) पर प्रवाहित सभी धाराओं का योग शून्य के बराबर होता है।

$$\Sigma I = 0$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

उदाहरणः परिपथ में प्रदर्शित धारा को ज्ञात करने के लिये किरचॉफ के प्रथम नियम का उपयोग करें। (Fig 3)

Fig 3



धारा ज्ञात करें :

I, I_1, I_2, I_3, I_4

हलः

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{220\ V}{100\ ohms} = 2.2A$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{220\ V}{55\ ohms} = 4A$$

$$I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{220\ V}{40\ ohms} = 5.5A$$

$$I_4 = \frac{V}{R_4} = \frac{220\ V}{200\ ohms} = 1.1A$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

$$= 2.2A + 4A + 5.5A + 1.1A = 12.8A$$

गणना की जांच (Checking the calculation) :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$= \frac{1}{100} + \frac{1}{55} + \frac{1}{40} + \frac{1}{200}$$

$$= \frac{22 + 40 + 55 + 11}{2200} = \frac{128}{2200} = \frac{16}{275}$$

$$\frac{1}{R_{TOT}} = \frac{16}{275}$$

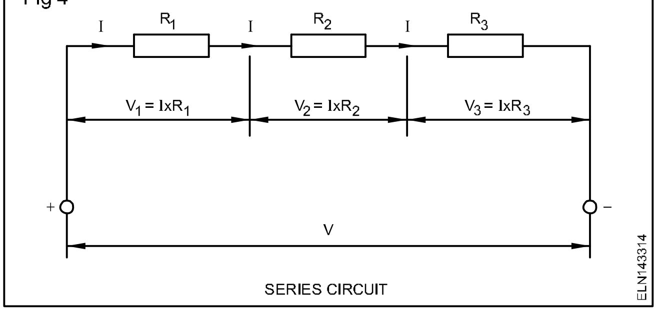
$$R_{TOT} = 17.19 \text{ ohms}$$

$$I = \frac{V}{R_{TOT}} = \frac{220V}{17.19 \text{ ohms}} = 12.798 \text{ A}$$

किरचाफ का द्वितीय नियम (Kirchhoff's second law)

एक सरल उदाहरणः बन्द परिपथों में टर्मिनल पर आरोपित वोल्टता V , वोल्टता पतनों V1 + V2 इत्यादि के योग के बराबर होती है । (Fig 4)

Fig 4



SERIES CIRCUIT

यदि सभी जनित वोल्टतायें धनात्मक ली जाती हैं और सभी प्रयुक्त वोल्टतायें ऋणात्मक ली जाती है तो यह कहा जा सकता है कि प्रत्येक बन्द परिपथ में सभी वोल्टताओं का योग शून्य होता है।

$$\Sigma V = 0$$

उदाहरणः

दिया है:

$V = 220V$
$R_1 = 36 \text{ ohms}$
$R_2 = 40 \text{ ohms}$
$R_3 = 60 \text{ ohms}$
$R_4 = 50 \text{ ohms}$

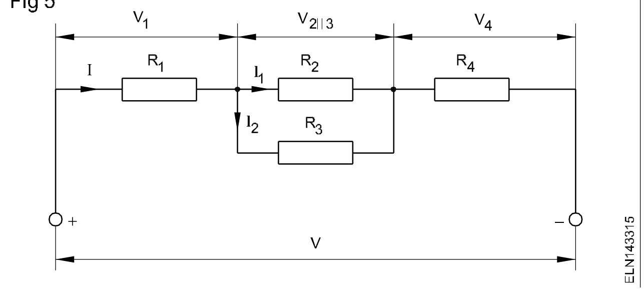
ज्ञात करें।

$R, I, I_1, I_2,$
$V_1, V_{2\|3}, V_4$

हल

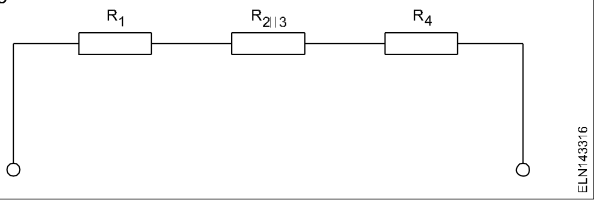
शखाओं में वोल्टता पतन ज्ञात करने के लिये किरचॉफ के प्रथम नियम का प्रयोग करें। (Fig 5)

Fig 5



किरचाफ के द्वितीय नियम के अनुसार श्रेणी परिपथ की कुल प्रतिरोध R की गणना करें। (Fig 6)

Fig 6



पहले किरचाफ के प्रथम नियम के अनुसार R_2, R_3 के लिये तुल्य प्रतिरोध की गणना करके सरलीकरण करें।

$$R_{2\|3} = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} = \frac{40 \text{ ohms} \times 60 \text{ ohms}}{(40+60) \text{ ohms}}$$

$$= 24 \text{ ohms}$$

$$R_{TOT} = R_1 + R_{2\|3} + R_4$$

$$= 36 \text{ ohms} + 24 \text{ ohms} + 50 \text{ ohms}$$

$$= 110 \text{ ohms}$$

अब ओम के नियम द्वारा कुल धारा I की गणना की जा सकती है :

$$I = \frac{V}{R_{TOT}} = \frac{220 \text{ V}}{110 \text{ ohms}} = 2A$$

तदनुसार आंशिक वोल्टतायें हैं :

$$V_1 = I \times R_1 = 2A \times 36 \text{ ohms} = 72 \text{ V}$$

$$V_{2\|3} = I \times R_{2\|3} = 2A \times 24 \text{ ohms} = 48 \text{ V}$$

$$V_4 = I \times R_4 = 2A \times 50 \text{ ohms} = 100 \text{ V}$$

गणना को जांचने पर :

$$V = V_1 + V_{2\|3} + V_4$$

$$220 \text{ V} = 72V + 48V + 100 \text{ V}$$

$$220 \text{ V} = 220 \text{ V}$$

प्रश्नों को हल करने के लिये किरचॉफ के नियमों के उपयोग पर प्रस्तावित पद

1 दिये गये तन्त्र में नोड्स (सन्धि बिन्दुओं) को चिन्हित करें

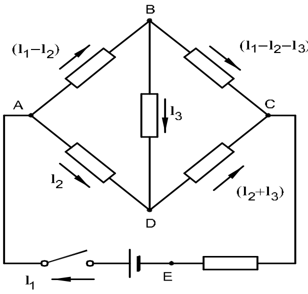
2 परिपथ में प्रत्येक घटक पर धारा दिशा को चिन्हित करें। धारा दिशा स्वैच्छिक होती है पर emf में ऋणात्मक से धनात्मक दिशा लेना बहुधा सुविधा जनक होता है।

3 पार्श्व धाराओं को I_1, I_2, I_3 इत्यादि से प्रदर्शित करें। समीप की सन्धि के लिये किरचॉफ के प्रथम नियम का प्रयोग करें (Fig 7)

4 किसी घटक पर एक बार धारा और उसकी दिशा चिन्हित हो जाने के पश्चात प्रश्न के हल हो जाने तक उसे परिवर्तित न करें।

5 परिपथ में खिड़कियों (बन्द पाश) का चयन करें और उसे नामाकिंत करें जैसे (Fig 8)

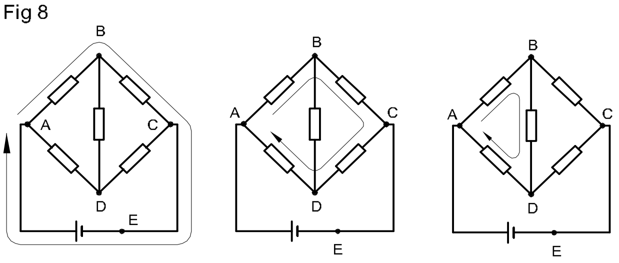
Fig 7



BRIDGE CIRCUIT

ELN143317

Fig 8



CLOSED LOOPS

ELN143318

6 ऊपर के पद में चयनित किसी एक बन्द पाश में प्रत्येक घटक कम से कम एक बार अवश्य सम्मिलित होना चाहिये।

7 विभव में वृद्धि धनात्मक ली जाती है। विभव में पतन (गिरावट को ऋणात्मक) माना जाता है।

8 प्रत्येक पाश के चारों ओर मार्गन करें। और किरचाफ के वोल्टता नियम समीकरण को लिखें। मार्गन के पूर्ण होने पर आपको प्रारम्भ बिन्दु पर ही वापस आना चाहिये।

9 मार्गन के समय गति की दिशा महत्वपूर्ण है।

emf स्रोत के लिये (For the source of emf)

स्रोत के ऋणात्मक से धनात्मक टर्मिनल की ओर **चलने पर विभव में वृद्धि होती है (raise in potential)** इसलिये मान धनात्मक होता है।

श्रोत के धनात्मक से ऋणात्मक टर्मिनल के **चलने पर विभव में पतन होता है (drop in potential)** इसलिये मान ऋणात्मक होता है।

emf के स्रोत पर विभव वृद्धि अथवा विभव पतन निश्चित करने के लिये धारा की दिशा पर ध्यान नही दिया जाता है।

प्रतिरोध के लिये (For the resistors)

प्रतिरोध में धारा की दिशा में ही प्रतिरोधक पर चलने से विभव पतन होता है इसलिये मान ऋणात्मक होता है।

प्रतिरोध में धारा की दिशा के विपरीत दिशा में प्रतिरोधक पर चलने से विभव वृद्धि हाती है इसलिये मान धनात्मक होता है।

पाश का मार्गन करते समय प्रत्येक घटक में धारा दिशा के सापेक्ष गति की दिशा महत्वपूर्ण है। प्रतिरोधक के सिरों पर विभव वृद्धि अथवा पतन को निश्चित समय emf स्रोत की ध्रुवता पर ध्यान नही दिया जाता।

10 प्रत्येक घटक में धारा ज्ञात करने के लिये समीकरणों को हल करें।

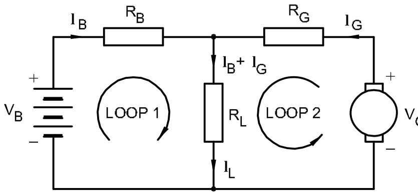
उदाहरण 1 : एक बैटरी जिसकी खुली परिपथ वोल्टता V_B और आन्तरिक प्रतिरोध R_B है एक जनित्र से जिसकी खुले परिपथ V_G वोल्टता और आन्तिरिक प्रतिरोध R_G है समान्तर क्रम में जोड़ा गया है इस संयोजन में R_L भार प्रतिरोध है। निम्न मानों के लिये बैटरी धारा जनित्र धारा भार धारा और भार वोल्टता ज्ञात करें।

V_B = 13.2 V, V_G = 14.5 V, $_{RB}$ = 0.5 Ω and R_L = 2 Ω, R_G = 0.1 - 2 Ω

हल:

1 एक परिपथ आरेख बनाइये (Fig 9)

Fig 9

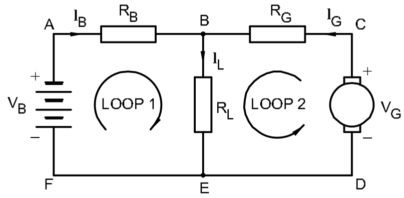


WINDOW LOOPS

ELN143319

2 (Fig 9) से देखा जा सकता है कि परिपथ में दो खिडकी पाश है इसका अर्थ है कि हमें प्रत्येक पाश में एक किसी भी स्वैच्छिक दिशा में दो धारायें प्रदर्शित करनी चाहिये। (हम धारायें IB और IG उस दिशा में प्रदर्शित करेगें जिसमें हम सोचते है कि धारा प्रवाहित हो सकती है) (Fig 10)

Fig 10



CURRENT DIRECTION

ELN14331A

3 किरचाफ के धारा नियम का प्रयोग करके हम भार प्रतिरोधक से जाने वाली धारा का अभिनिर्धारण निम्न की भांति कर सकते हैं।

$I_L = I_B + I_G$

(Fig 10) से इस धारा को सूचित करें।

4 धारा की मानी गयी दिशाओं के प्रयोग से प्रत्येक प्रतिरोधक के सिरों पर वोल्टता पतन के ध्रुवता चिन्हों को प्रदर्शित करें। (Fig 10)

5 प्रत्येक खिडकी में एक धारा पाश सूचित करें जो पूर्ण परिपथ में जाता है। दिशा स्वैच्छिक है लेकिन emf के ऋण से धन की ओर जाने वाली धारा दिशा प्रायः सुविधा जनक होती है (Fig 8 में पाश 1 और 2 देखें।)

6 निम्न मौलिक सिद्धान्तों के प्रयोग से किरचाफ के वोल्टता नियम समीकरण को लिख कर प्रत्येक पाश का मार्गन करें

- एक पाश का मार्गन करते समय यदि वोल्टता श्रोत के $-V_C$ का और तत्पाश्चात और स्रोत के धनात्मक समना करते है तो स्रोत को धनात्मक माने
- एक पाश का मार्गन करते समय यदि स्रोत के धन का पहले और तत्पश्चात ऋण का सामना करते है तो स्रोत को ऋण माने।
- जब आप धारा की दिशा में वोल्टता पतन का मार्गन करते है तो वोल्टता पतन को ऋण माने
- जब आप धारा की दिशा की विपरीत वोल्टता पतन का मार्गन करते है तो वोल्टता पतन को धन माने
- अक्षर 'A' से प्रारम्भ करके मार्गन रेखा प्रदर्शित करते हुये स्पष्ट पाश निर्मित करे और पथ को पूर्ण कर लेने पर 'A' से अन्त करें।

(Fig 10) देखें हम प्रथम पाश का निर्माण 'A' से प्रारम्भ करके 'A' पर ही अन्त करते हैं।

i.e. ABEFA

ऊपर के सिद्यान्तों का प्रयोग करके (Applying the above principles)

A to B = – $I_B R_B$(धारा दिशा के अनुदिश वोल्टता पतन)

B to E = – $I_L R_L$ -do-

E to F = 0

F to A = $+V_B$ (पहले ऋणात्मक और ततपशचात धनात्मक धारा की दिशा में)

इसलिये प्रथम पाश में हम प्राप्त करते है

$-I_B R_b - I_L R_L + V_B = 0$ .... समीकरण (1)

अथवा

$= I_B R_B + (I_B + I_G)R_L$ .... समीकरण (2)

पाश दो के लिये हमारे पास CBEDC है

$-I_G R_G - I_L R_L + V_G = 0$ .... समीकरण (3)

$-I_G R_G - (I_B + I_G) R_L + V_G = 0$

VG $= I_G R_G + (I_B + I_G)R_L$ .... समीकरण (4)

हमारे पास की अंको को समीकरण (2) और (4) में लागू करें

13.2 $= 0.5I_B + 2(I_B + I_G)$ .... समीकरण (5)

14.5 $= 0.1I_B + 2(I_B + I_G)$ ... समीकरण (6)

समान पदों को एकत्रित करके I_G I_B के लिये हल करें।

13.2 $= 2.5I_B + 2I_G$ .... समीकरण (7)

14.5 $= 2I_B + 2.1I_G$ .... समीकरण (8)

समीकरण 7 को 2 से और समीकरण 8 को 2.5 से गुणा करने पर हमें प्राप्त होता है,

26.4 $= 5I_B + 4I_G$ ..... समीकरण (9)

36.25 $= 5I_B + 5.25I_G$ .....समीकरण (10)

समीकरण 9 से समीकरण 10 को घटाने पर हमे प्राप्त होता है,

36.25 $= 5I_B + 5.25I_G$

26.4 $= 5I_B + 4I_G$

9.85 $= 1.25\, I_G$

$$I_G = \frac{9.85}{1.25} = 7.88 \text{ amps}$$

समीकरण 9 में $I_G = 7.88$ का (9) प्रतिस्थापन से हमें प्राप्त होता है

26.4 $= 5I_B + 4 \times 7.88$

$= 5I_B + 31.52$

$26.4 - 31.52 = 5I_B$

$-5.12 = 5\, I_B$

$$I_B = \frac{-5.12}{5}$$

$= -1.024$ amps

उत्तर में ऋणात्मक चिन्ह यह प्रदर्शित करता है कि बैटरी कोई भी धारा भेज नही रही है प्रत्युत 1.024amps की आवेशन धारा प्राप्त कर रही है।

तदनुसार जनित्र द्वारा आपूर्तित धारा

I_G = 7.88 amps

बैटरी द्वारा ली गई धारा I_B (बैटरी को आवेशित करने में) = 1.024 amps

भार धारा I_L $= I_B + I_G$

जहां I_B = –1.024 amps

I_G = +7.88

I_L = (–1.024 + 7.88)

= 6.856 amps

भार के सिरों पर वोल्टता $= I_L R_L$

= 6.856 x 2

= 13.712 volts

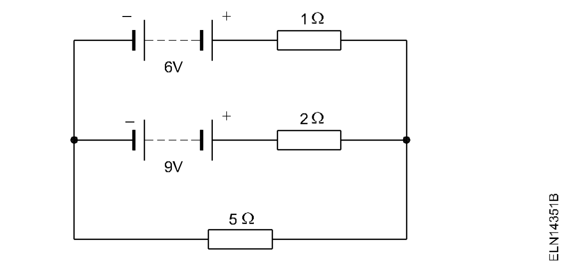
उदाहरण 2: (Fig 11) में दी गई धारा के लिये निम्न को ज्ञात करें।

1 नोड को चिन्हित करें और बन्द पाशों को नामांकित करें।

2 घटक में किरचाफ के प्रथम नियम का अनुपालन करते हुये धारा की दिशा चिन्हित करें और नामांकित करें।

3 प्रत्येक पाश का मार्गन करें और किरचाफ के द्वितीय नियम को लिखें।

Fig 11



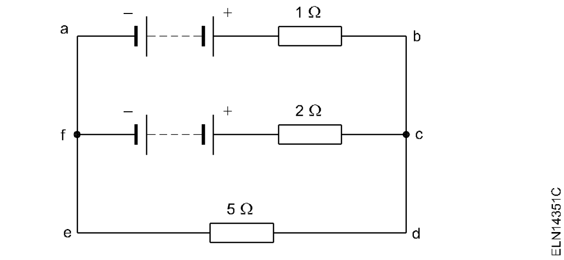
4 6V और 9V बैटरियों द्वारा दी अथवा ली गई धारा को ज्ञात करने के लिये युगपथ (Simultaneous) समीकरणों द्वारा प्रश्नों को हल करें।

5 5 ओम प्रतिरोधक से जाने वाली धारा ज्ञात करें।

6 अपने उत्तरों का प्रति परीक्षण करें (Cross checking)

i सन्धियों को चिन्हित करते है और बन्द पाशों का नामाकन करते हैं (Fig 12) से

Fig 12

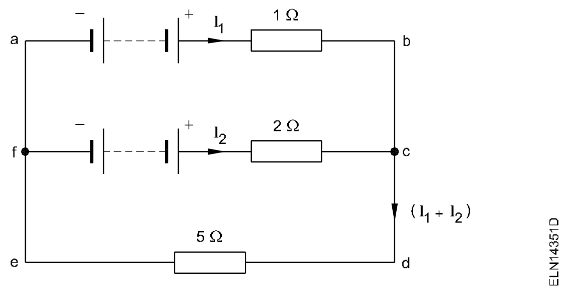


पाश 1 = a b c d e f a

पाश 2 = f c d e f

ii धारा की दिशा चिन्हित की जाती है। (Fig 13)

Fig 13



पाश 1 – a b c d e f a

$+6 - 1I_1 - 5(I_1 + I_2) = 0$

$+6 - I_1 - 5I_1 - 5I_2 = 0$

$+6 - 6I_1 - 5I_2 = 0$

$6I_1 + 5I_2 = 6$ .... समीकरण (1)

पाश 2- f c d e f

$+9 - 2I_2 - 5(I_1 + I_2) = 0$

$9 - 2I_2 - 5I_1 - 5I_2 = 0$

$9 - 5I_1 - 7I_2 = 0$

$5I_1 + 7I_2 = 9$ .... समीकरण (2)

iii समीरण (2) को 6 से और समीकरण (1) को 5 से गुणा करने पर हमें प्राप्त होता है।

$5I_1 + 7I_2 = 9 \times 6$

$6I_1 + 5I_2 = 6 \times 5$

$30I_1 + 42\,I_2 = 54$ .... समीकरण (3)

$30I_1 + 25I_2 = 30$ .... समीकरण (4)

iv समीरण (3) से समीकरण (4) को घटाने पर हमें प्राप्त होता है।

$17I_2 = 24$

$I_2 = \frac{24}{17} = 1.41$ amps

समीकरण 1 में I_2 = 1.41 का प्रतिस्थापन करने पर हमें प्राप्त होता है।

$6I_1 + 5(1.41) = 6$

$6I_2 + 7.05 = 6$

$6I_1 = 6 - 7.05 = -1.05$

$I_1 = -0.175$ amps.

चूंकि I_1 धारा के मान में ऋणात्मक चिन्ह है इसलिये धारा मानी गई दिशा के विपरीत दिशा में प्रवाहित होती है।

केवल 9V बैटरी धारा देती है जबकि 6V बैटरी द्वारा प्राप्त धारा = 0.175 amps

9V बैटरी द्वारा दी गई धारा = 1.41amps

5 ohm प्रतिरोध से प्रवाहित धारा

$I_1 + I_2 = -0.175 + 1.41$

$= 1.235$ amps

5 ohm प्रतिरोध के सिरों पर PD = 1.235 x 5 = 6.175 V.

प्रति जांच (Cross check)

पाश 3 abcfa को लेने पर

$+6 - I_1 + 2\,I_2 - 9 = 0$

$6-(-0.175)+2.82-9=0$

$8.995 - 9 = 0$

प्रति जांच से प्राप्त होता है कि मान लगभग समान है और सही पाये जाते है

DC श्रेणी और समानांतर श्रेणी (DC series and parallel circuits)

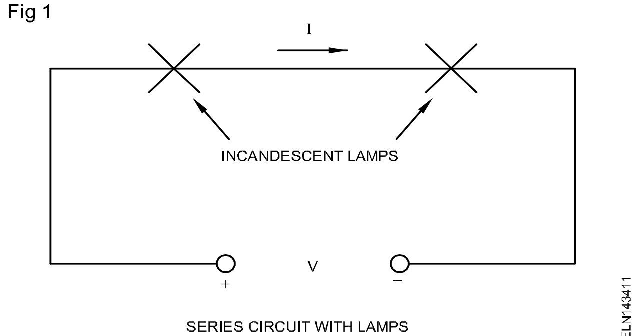
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **श्रेणी संबंध को पहचानने और श्रेणी परिपथ का अभिर्निधारण करना**
- **सीरीज सर्किट में कुल वोल्टज को ज्ञात करना**
- **EMF पोटेन्शियल अन्तर और टर्मिनल वोल्टाज के बीच का सम्बन्ध बताना**
- **भूमि के संदर्भ में वोल्टाज ड्रोप की पोलारीटी को ज्ञात करना ।**

श्रेणी परिपथ (The series circuit)

(Fig 1) में दर्शाये अनुसार दो तापदीप्ति लैम्पों को सम्बन्धित करना सम्भव है। यह सम्बन्ध श्रेणी सम्बन्ध कहा जाता है, जिसमें दोनों लैम्पों में समान धारा प्रवाहित होती है।

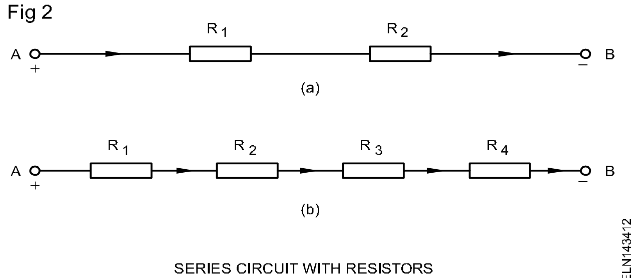
Fig 1



SERIES CIRCUIT WITH LAMPS

(Fig 2) में लैम्पों को प्रतिरोधकों से प्रतिस्थापित किया गया है। (Fig 2A) बिन्दु A और बिन्दु B के बीच श्रेणी में सम्बन्धित दो प्रतिरोधकों को प्रदर्शित करता है। (Fig 2B) घार को श्रेणी में प्रदर्शित करता है । वास्तव में श्रेणी सम्बन्धन में अनेक प्रतिरोधक हो सकते हैं। इस प्रकार के सम्बन्धन धारा के प्रवाह के लिये केवल एक मार्ग प्रदत्त करते हैं।

Fig 2



SERIES CIRCUIT WITH RESISTORS

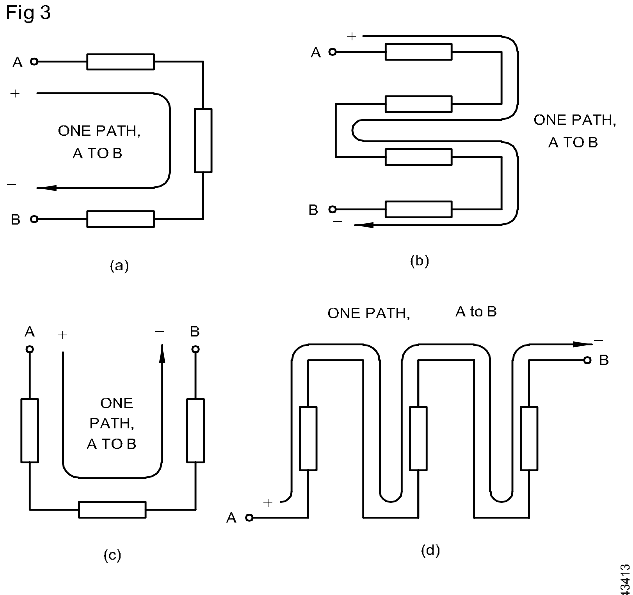
श्रेणी संबंधनों की पहचान (Identifying series connections)

एक वास्तविक परिपथ आरेख में, श्रेणी संबंधन की सदा पहचान उतनी आसान नहीं है जैसे आकृति में। उदाहरणार्थ Fig 3(a), 3(b), 3 (c), और 3(d) में विभिन्न तरीकों से खीचें श्रेणी प्रतिरोधक दिखाए गए हैं। उपर्युक्त सब परिपथों में; हम देखते है कि धारा के प्रवाह के लिए केवल एक पथ है।

श्रेणी परिपथों में धारा (Current in series circuits)

श्रेणी परिपथ में किसी भी बिन्दु पर धारा समान होगी। दत्त परिपथ में किसी भी बिन्दु पर धारा समान होगी। दत्त परिपथ मे किन्हीं दो बिन्दुओं

Fig 3



CURRENT IN SERIES CIRCUIT

पर धारा माप कर इसकी जांच की जा सकती है जैसा (Fig 4(a), 4 (b)) में दिखाया गया है। ऐमीटर वही रीडिंग दिखाएंगे।

श्रेणी परिपथ में धारा संबंध है

$I = I_{R1} = I_{R2} = I_{R3}$. (4a & 4b देखें)

हम इस निष्कर्ष पर पहुंचते है कि एक श्रेणी परिपथ में प्रवाहित होने के लिए धारा के लिए एक ही पथ होता है। इसलिए सारे परिपथ में धारा समान होगी

श्रेणी परिपथ में कुल प्रतिरोध (Total resistance in series circuit)

आप जानते है कि यदि प्रतिरोध और वोल्टता ज्ञात हों तो ओम नियम द्वारा परिपथ में धारा कैसे परिकलित की जाती हैं। दो प्रतिरोधकों R_1 और R_2 वाले परिपथ में हम जानते है कि प्रतिरोध R_1 धारा प्रवाह में कुछ विरोध प्रस्तुत करता है। चूंकि श्रेणी में R_2 मे से वही धारा प्रवाहित होगी इसे भी R_2 द्वारा उत्पन्न विरोध पर काबू पाना होगा।

यदि श्रेणी में कई प्रतिरोध है, वे सब उनमें से धारा के प्रवाह का विरोध करेंगे।

DC श्रेणी परिपथ की दूसरी विशेषता निम्नानुसार (R) लिखी जा सकती हैं।

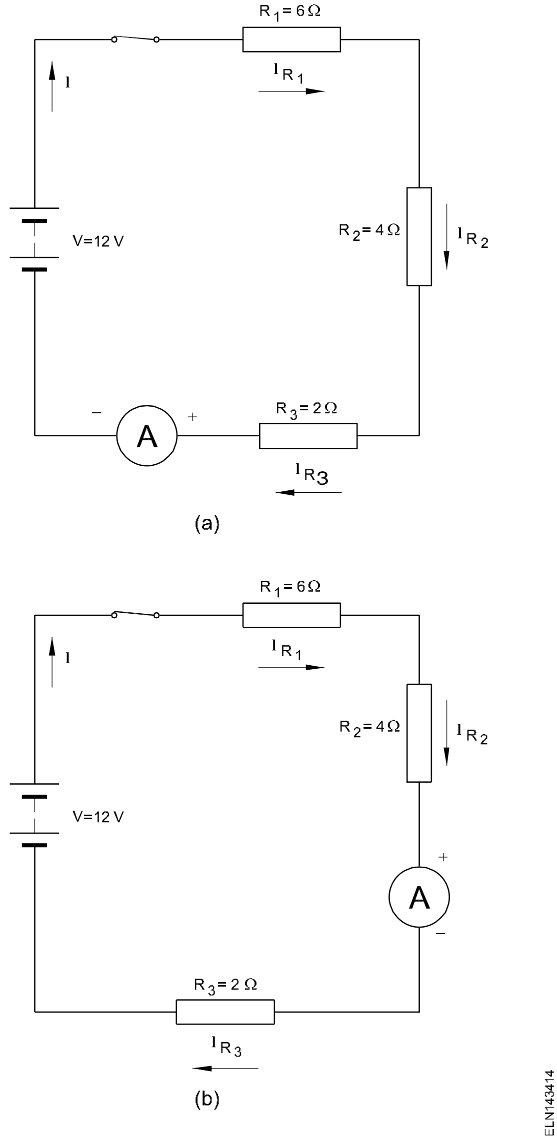
श्रेणी परिपथ में कुल प्रतिरोध श्रेणी परिपथ के इर्द-गिर्द व्यष्टि प्रतिरोधों के योग के बराबर होता है। इस कथन को निम्नानुसार लिखा जा सकता हैं

$R = R_1 + R_2 + R_3 + ...R_n$

जहां R कुल प्रतिरोध है

$R_1, R_2\ R_3$ .... R_n श्रेणी में योजित प्रतिरोध हैं जब श्रेणी में समान मान के एक परिपथ के एक से ज्यादा प्रतिरोधक हैं तो कुल प्रतिरोध R = r x N

Fig 4



जहां 'r' प्रत्यक प्रतिरोधक का मान है और N श्रेणी में प्रतिरोधकों की संख्या है।

सीरीज सर्किट में वोल्टाज (Voltage in series circuit)

रसिस्टार के मान के अनुसार DC सर्किट में वोल्टाज पूरे लोड रसिस्टारों में बाँट जाता है जिससे स्वतंत्र लोड वोल्टाजों का योग स्त्रोत वोल्टाज के बराबर होता है ।

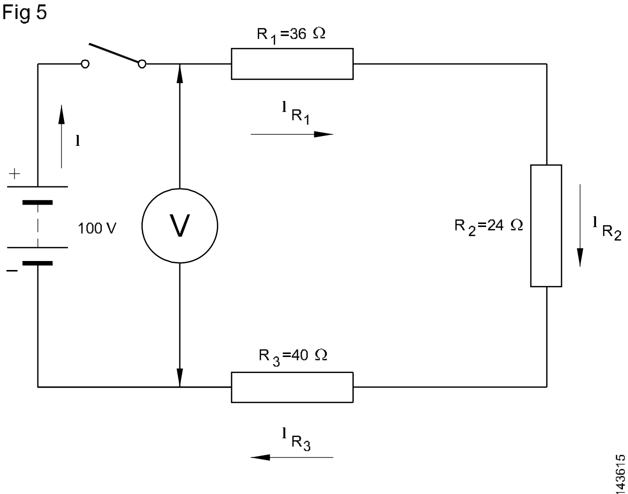
DC करन्ट का तीसरा (3rd) लक्षण नीचे प्रकार लिखा जा सकता है ।

लोड प्रतिरोधों के सिरों पर स्रोत वोल्टता विभाजित होती है यह सदैव इस प्रकार विभाजित होती है कि व्यक्तिगत भार वोल्टताओं का योग स्रोत वोल्टता के बराबर हो। अर्थात

$$V = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + ...V_{RH}$$

श्रेणी परिपथ की कुल वोल्टता स्रोत वोल्टता पर मापी जाएगी जैसा Fig 5 में दिखाया गया हैं।

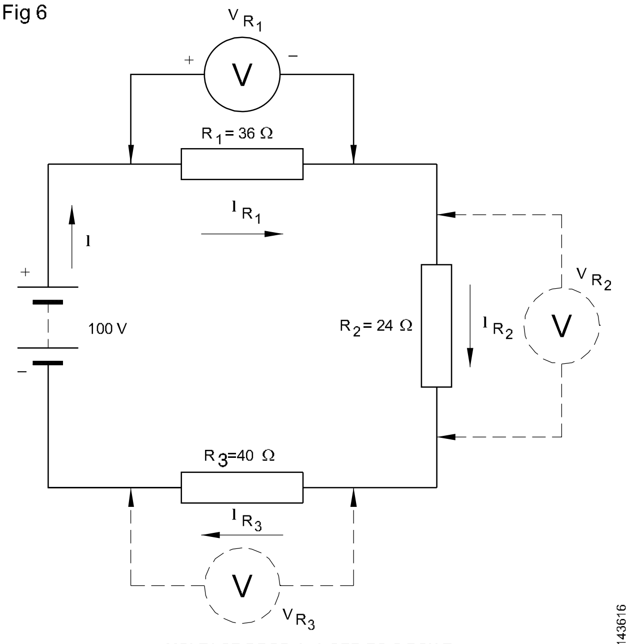
Fig 5



MEASURIING THE TOTAL VOLTAGE OF SERIES CIRCUIT

विभिन्न स्थितियों पर एक वोल्टमीटर का प्रयोग करते हुए श्रेणी प्रतिरोधकों पर वोल्टताएं मापी जा सकती है जैसा (Fig 6) में दिखाया गया हैं

Fig 6



VOLTAGE DROP IN A SERIES CIRCUIT

जब प्रयुक्त वोल्टता V और कुल प्रतिरोध ड वाले पूरे परिपथ पर ओम यिम लागू किया जाता है, हम परिपथ में धारा प्राप्त करते हैं जैसे

$$I = \frac{V}{R}$$

डी सी परिपथों पर ओम नियम का अनुप्रयोग (Application of Ohm's law to DC series circuit)

श्रेणी परिपथ में ओम के नियम के अनुसार विभिन्न धाराओं के बीच के अनुपात को निम्न की भांति व्यक्त कर सकते है

$$I = I_{R1} = I_{R2} = I_{R3}$$

इसको निम्न क भांति लिख सकते हैं $\frac{V}{R} = \frac{V_{R1}}{R_1} = \frac{V_{R2}}{R_2} = \frac{V_{R3}}{R_3}$

श्रेणी परिपथ में धारा की गणना के लिये आप उपर्युक्त समीकरण में किसी एक का प्रयोग कर सकते है।

हमें कुल आपूर्ति वोल्टता ज्ञात है

$V = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3}$

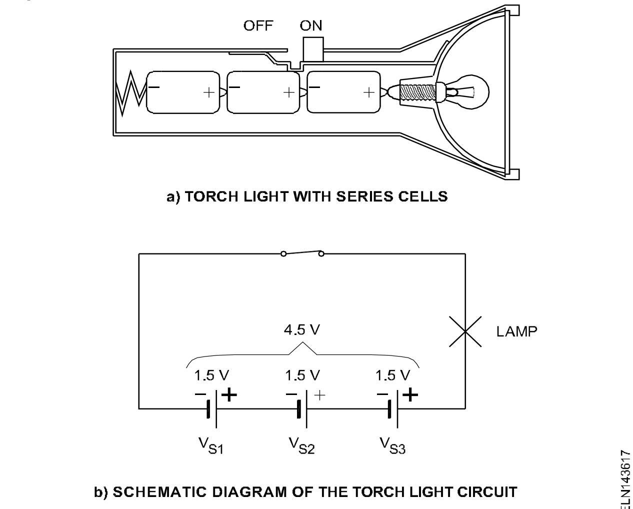
अभी $IR = R_1 I_{R1} + R_2 I_{R2} + R_3 I_{R3}$

और कुल प्रतिरोध $R = R_1 + R_2 + R_3$.

श्रेणी में वोल्टता स्रोत (Voltage sources in series)

जब टार्च में सेलों रखा जाता है तो (Fig 7) के अनुसार अधिक वोल्टता प्राप्त करने के लिये उन्हें श्रेणी में जोड़ जाता है।

Fig 7

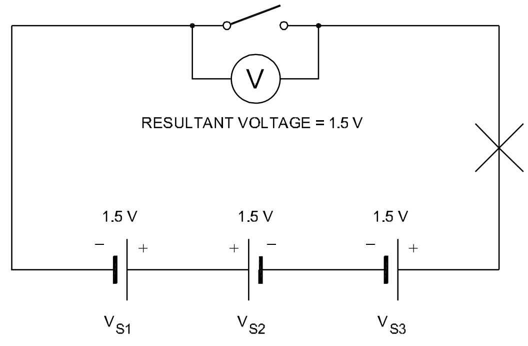


a) TORCH LIGHT WITH SERIES CELLS

b) SCHEMATIC DIAGRAM OF THE TORCH LIGHT CIRCUIT

श्रेणी स्रोत वोल्टतायें जब उनकी ध्रुवतायें एक ही दिशा में होती है तो जुड़ जाते हैं और विपरीत दिशा होने में घट जाती है। उदाहरण के लिये यदि टार्च में एक सेल की वोल्टता को पलट दिया जाय जैसा कि योजना बद्ध (Fig 8) में दिखाया गया है तो उसकी वोल्टता निम्न की भांति कम हो जाती है।

Fig 8



OPPOSITE POLARITIES SUBTRACT

$V_{Total} = V_{S1} - V_{S2} + V_{S3}$

$= 1.5\ V - 1.5\ V + 1.5\ V$

$= 1.5\ V$

श्रेणी सम्बन्धन के उपयोग (Use of a series connection)

1 प्रकाश टार्च, कार बैटरीज इत्यादी में सेल्स

2 सजावट क लिये मिनी लैम्पस का समूह

3 फ्यूजेस

4 अतिभारित कुण्डल

5 एक वोल्टमापी के गुणक

वोल्टता पात के विभवान्तर और ध्रुवतायें (Polarity of IR voltage drops)

परिभाषायें (Definitions)

विद्युदवाहक बल (ईएमएफ) (Electromotive force (emf))

हमने अभ्यास 1.07 के संबंधित सिद्धांत में देखा है कि सेल विद्युतवाहक बल (ईएमएफ) खुला परिपथ वोल्टता है और विभव अन्तर सेल के आर पार वोल्टता है जब यह एक धारा प्रदान करती है। विभव अन्तर सदा ईएमएफ से कम होता है।

विभव अन्तर (Potential difference)

PD = emf वोल्टता पात सेल में

विभव अन्तर को एक और नाम टर्मिनल वोल्टता से भी पुकारा जाता है जैसे नीचे स्पष्ट किया गया हैं।

टर्मिनल वोल्टता (Terminal Voltage)

यह आपूर्ति स्रोत के टर्मिनल पर उपलब्ध वोल्टता है इसका प्रतीक V_T इसका मात्रक भी वोल्ट है। इसको emf से आपूर्ति स्रोत में वोल्टता पतन घटा कर प्राप्त किया जाता है।

अर्थात V_T = emf – IR

जहां I धारा और R स्रोत का प्रतिरोध है।

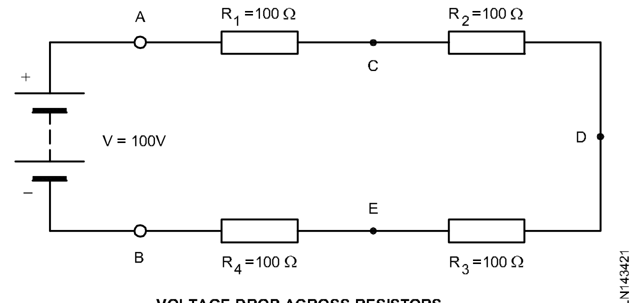
वोल्टता पतन (Voltage Drop) (IR drop)

किसी परिपथ में प्रतिरोध द्वारा व्यय वोल्टता को वोल्टत पतन अथवा IR Drop कहते हैं ।

उदाहरण 1

प्रतिरोध और वोल्टता ज्ञात है (Fig 1) तो वोल्टता पतन क्या हैं।

Fig 1



VOLTAGE DROP ACROSS RESISTORS

पद्यूरे रसिस्टारों में वोल्टाज गिरता है ।

(Fig 1) में परिपथ का कुल प्रतिरोध बराबर होगा,

R_T = 100 + 100 + 100 + 100 = 400 ohms.

परिपथ के सभी भागों में प्रवाहित धारा होगीः

I = 100/400 = 0.25 amps.

लेकिन बिन्दु A का विभव 100 वोल्टस और बिन्दु B का शून्य है। परिपथ में बिन्दु A अैर B के बीच में कहीं 100 वोल्टस का ह्रास हो गया है।

प्रत्येक प्रतिरोधक पर वोल्टता पतन ज्ञात करना सरल है। प्रथम धारा को ज्ञात करें जिसकी गणना है हमने 0.25Amps की है।

V_{R1} = 0.25 x 100 = 25 V

V_{R2} = 0.25 x 100 = 25 V

V_{R3} = 0.25 x 100 = 25 V

V_{R4} = 0.25 x 100 = 25 V.

इन सब वोल्टता पतनों का योग करने पर कुल 100 वोल्ट होगा जो परिपथ पर आरोपित वोल्टता है।

25 + 25 + 25 + 25 = 100 volts.

परिपथ में वोल्टता पतनों का योग आरोपित वोल्टता के बराबर होना चाहिये।

$$V_{Total} = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} + V_{R4}.$$

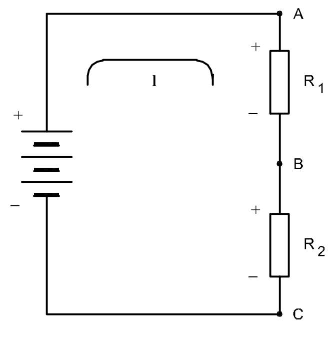
वोल्टता पतनों की ध्रुवतायें (Polarity of Voltage drops)

जब एक प्रतिरोध के सिरों पर वोल्टता पतन है तो एक सिरा अधिक दूसरे सिरे की तुलना में अधिकत धनात्मक अथवा अधिक ऋणात्मक होना चाहिये। वोल्टता पतन की ध्रुवता धनात्मक से अधिक ऋणात्मक की ओर रूढ़िवादी दिशा से ज्ञात की जाती है। बिन्दु A से B पर R_1 से होते हुये धारा दिशा होती है।

इसलिये बिन्दु B की तुलना में R_1 का वह सिरा जो बिन्दु A से जुडा है अधिक धनात्मक विभव पर है। हम यूं कहते है कि R_1 के सिरों पर वोल्टता इस प्रकार की है कि बिन्दु A की तुलना में अधिक धनात्मक है। इसी प्रकार बिन्दु B के सापेक्ष बिन्दु C की वोल्टता अधिक धनात्मक है।

दो बिन्दुओं के बीच ध्रुवता देखने की एक और विधि है कि वोल्टता स्रोत के धनात्मक टर्मिनल के पास वाला सिरा अधिक धनात्मक होता है, इसके अतिरिक्त आरोपित वोल्टता के ऋणात्मक टर्मिनल के अधिक समीप वाला बिन्दु अधिक ऋणात्मक होता है। इसलिये बिन्दु A बिन्दु B की तुलना में अधिक धनात्मक है जबकि C की तुलना B में अधिक ऋणात्मक है। (Fig 2)

Fig 2



POLARITY OF VOLTAGE SOURCE

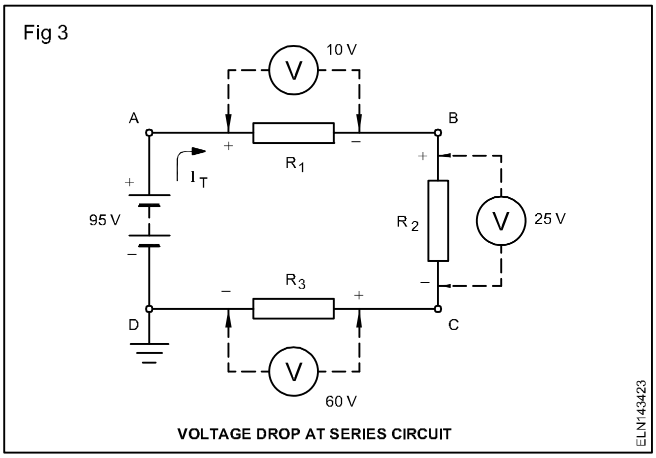
उदाहरण 2

भूमि के सापेक्ष बिन्दुओं a, b, c और d पर वोल्टता ज्ञात करें।

परिपथ में (Fig 3) वोल्टता पतनों को चिन्हित करें और भूमि के सापेक्ष बिन्दुओं A, B, C और D के वोल्टता मानों को ज्ञात करें।

बैटरी के (+) टर्मिनल से धारा की दिशा में पूरे परिपथ का मार्गन A, A से B, B से C, C से D और ऋणात्मक टर्मिनल D से करें। प्रत्येक प्रतिरोध में जहां से धारा प्रवेश करती है धन का चिन्ह (+) लगायें। और प्रत्येक प्रतिरोध में जहां धारा छोड़ती है वहां पर ऋण का चिन्ह (–) लगायें।

(Fig 3) में वोल्टता पतनों को दर्शाया गया है। टर्मिनल वोल्टता की धनात्मक दिशा से बिन्दु A अधिकतम समीप है। A पर वोल्टता है V_A = +95 V.



R_1 के सिरों पर वोल्टता पतन 10V है। इसलिय B पर वोल्टता पर है

$$V_B = 95 - 10 = + 85 \text{ V}.$$

R_2 के सिरों पर वोल्टता पतन 25V है इसलिये C पर वोल्टता

$$V_C = 85 - 25 = + 60 \text{ V}.$$

R3 के सिरों पर वोल्टत पतन 60V है इसलिय D पर वोल्टत है,

$$V_D = 60 - 60 = 0 \text{ V}.$$

चूंकि D पर परिपथ को भूसम्पर्कित किया गया है। VD का मान 0V होना चाहिये।

धनात्मक और ऋणात्मक भूमि (Positive and Negative ground)

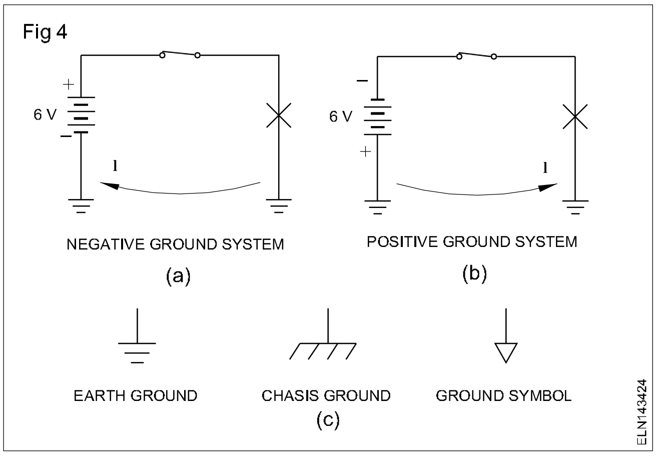
स्वचलित वाहनों के वैद्युत पद्धती में बैटरी की एक भुजा को वाहन के धातु चेसिस से जोड़ा जाता है। और इसको भुमि भुजा कहते है इस प्रकार धातु चेसिस का प्रयोग किसी भी धारा के वापसी पथ के लिये अतिरिक्त तार के बिना दिया जाता है।

यद्यपि अधिकतर वाहनों में ऋणात्मक भुमि भी होती है कुछ (यूरोपियन) वाहनों में धनात्मक भुमि पद्धद्धति है। दूसरी पद्धति में (संक्षरण करने में समस्यायें कम होती है) (Fig 4)

ऋणात्मक भूमि पद्धती में चेसिस के सापेक्ष सभी तारण धनात्मक विभव पर होता है जैसा कि (Fig 4a) में दिखाया गया है। जबकि एक धनात्मक भूमि पद्धति में (Fig 4b) सभी विभव ऋणात्मक होते है दो पद्धतियों में धारा प्रवाह की दिशा विपरीत होती हैं। पद्धती के किसी बिन्दु पर वोल्टता के मान को व्यक्त करने के लिये यद्यपि दोनों पद्धतियों में धातु चेसिस में एक उभय संदर्भ बिन्दु की भांति किया जाता है।

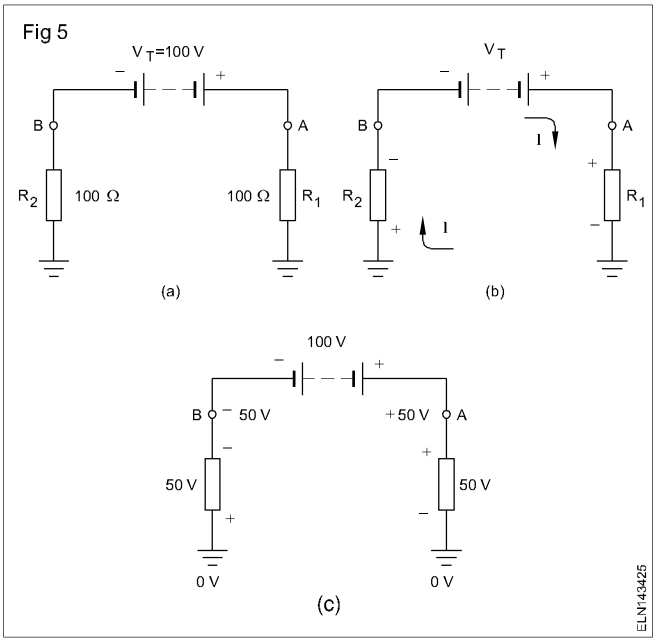
(Fig 4c) में चेसिस भूमि के लिये एक उत्तम प्रतीक प्रदर्शित किया गया है।

यह इसलिये है कि शब्द भूमि का अर्थ प्रायः **भू सम्पर्कन** होता है। (कार की चेसिस भूमि से रबर पहियों द्वारा रोधित होती है) उदाहरणार्थ घरेलू 240-V AC निर्गम का एक पार्श्व (Side) अर्थात उदासीन पृथ्वी (भूमि) सम्बन्धित होता है ।



पृथ्वी के सापेक्ष वोल्टता पतन की ध्रुवता को किस प्रकार चिन्हित करें ? (Marking the polarity of the voltage drop with respect to ground?)

प्रतिरोधों R_1 और R_2 के सिरों पर वोल्टता पतन की ध्रुवता चिन्हित करने के लिये (Fig 5a) में बिन्दुओं A, B पर वोल्टता पतन ज्ञात करें। और (Fig 5b, 5c) प्रर्दशित पदों का अनुकरण करें।



व्यावहारिक अनुप्रयोग (Practical application)

इस पाठ से अर्जित ज्ञान आपकी सहायता करेगा

- धारा को अपेक्षित स्तर तक रखने के लिए श्रेणी में प्रतिरोधक योजित करने में।
- जब पीडी और प्रतिरोध मान ज्ञात हैं तो श्रेणी परिपथ मे धारा निर्धारित करने में।
- उच्चतर वोल्टता प्राप्त करने के लिए उचित ढंग से सेलों जैसे वोल्टता स्रोतों को जोड़ने में
- ध्रुवीकृत मीटरों से IR पातों की ध्रुवता और इस प्रकार परिपथों की धारा दिशा निर्धारित करने में
- श्रेणी योजित सजावटी बत्ती परिपथ मे दोष ढूंढने में।

एक इलेक्ट्रिक सर्किट में यदि करन्ट के एक से अधिक पथ हो और प्रत्येक शाखा में समान वोल्टाज हो तो उसे समान्तर सर्किट कहते है ।

Fig 1 में दर्शाये अनुसार तीन इन्केन्डेन्स लैम्पों को जोड़ना संभव है । यह जोड़ समान्तर जोड़ कहलायेगा जिसमें तीनों लैम्पों में एक ही स्त्रोत वोल्टेज अनुप्रयुक्त किया जाता है ।

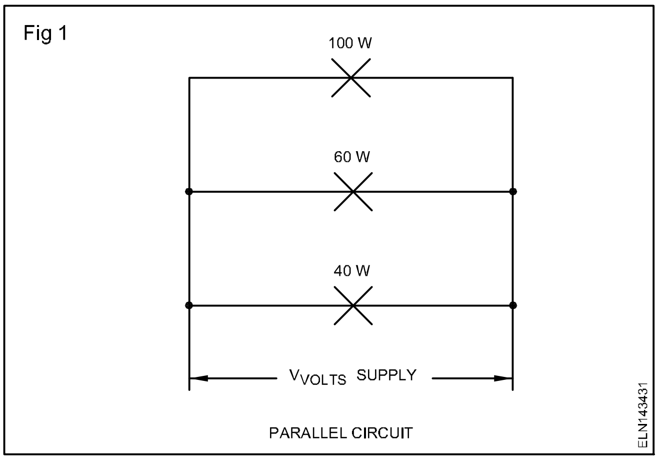
DC समान्तर परिपथ (DC Parallel circuit)

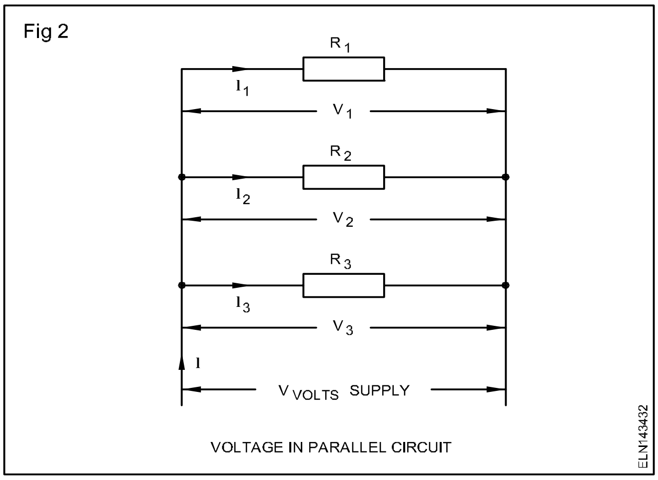
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **समानान्तर संबंधन की पहचान करना**
- **समानान्तर परिपथ में वोल्टता निर्धारित करना**
- **समानान्तर परिपथ में धारा निर्धारित करना**
- **समानान्तर परिपथ में कुल प्रतिरोध निर्धारित करना**
- **समानान्तर परिपथ का अनुप्रयोग बताना ।**

समानान्तर परिपथ में वोल्टता (Voltage in parallel circuit)

(Fig 1) में बत्तियों केा (Fig 2) में प्रतिरोधकों से बदला जाता है। पुनः प्रतिरोधकों के आर पार अनुप्रयुक्त वोल्टता समान होती है और सप्लाई वोल्टता के बराबर होती हैं।

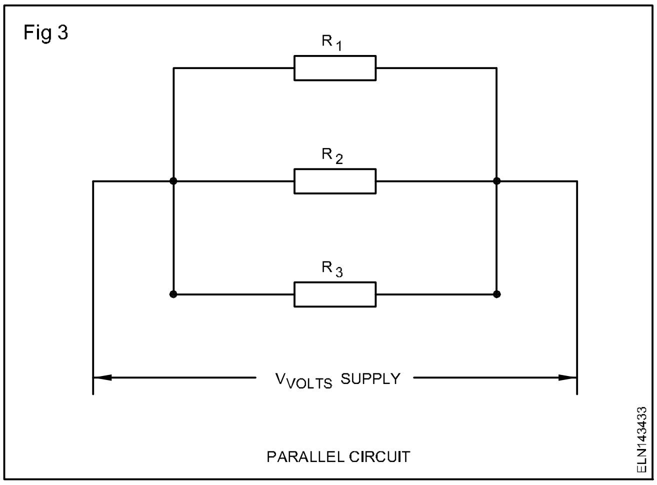




हम इस नतीजे पर पहुंचते हैं कि समानान्तर परिपथ पर वोल्टता सप्लाई वोल्टता के समान होती है।

(Fig 3) में दिखाए अनुसार (Fig 2) बनायी जा सकती हैं।

गणितीय रूप से इसे व्यक्त किया जा सकता है $V = V_1 = V_2 = V_3$



समानान्तर परिपथ में धारा (Current in parallel circuit)

पुनः (Fig 2) को देखने और ओम नियम का प्रयोग करने पर पार्श्व परिपथ में व्यष्टि शाखा धाराएं निर्धारित की जा सकती हैdetermined.

प्रतिरोधक में धारा $R_1 = I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{V}{R_1}$.

प्रतिरोधक में धारा $R_2 = I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{V}{R_2}$.

प्रतिरोधक में धारा $R_3 = I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{V}{R_3}$

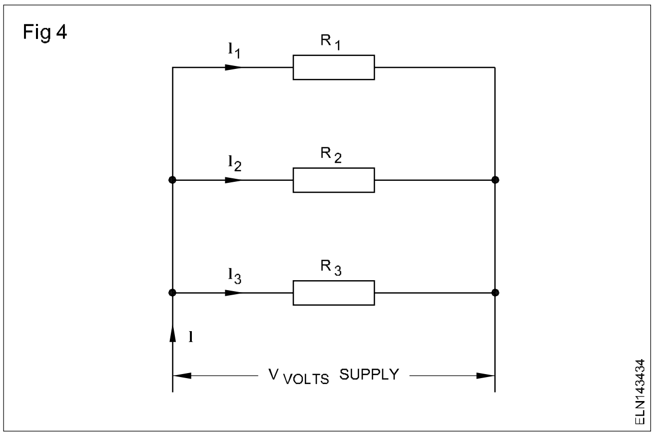
चूंकि $V_1 = V_2 = V_3$.

(Fig 4) देखें जिसमें शाखा धाराएं I_1, I_2 और I_3 दिखाई गई हैं जो क्रमशः प्रतिरोध शाखाओं R_1, R_2 और R_3 में प्रवाहित होती हैं।

समानान्तर परिपथ में कुल धारा I व्यष्टि शाखा धाराओं का योग होती है।

गणितीय रूप से इस व्यक्त किया जा सकता है

$I = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots I_n$.



समानान्तर परिपथ में प्रतिरोध (Resistance in parallel circuit)

समानान्तर परिपथ मे चाहे शाखाओं के आर पार वोल्टता समान होगी, समानान्तर परिपथ में व्यष्टि शाखा प्रतिरोध धारा प्रवाह का विरोध करते हैं।

मान लें कि समानान्तर परिपथ मे कुल प्रतिरोध R ओम है

ओम नियम के अनुप्रयोग से हम लिख सकते हैं-

$$R = \frac{V}{I} \text{ ओम या } I = \frac{V}{R} \text{ एम्पस}$$

जहां

R समानान्तर परिपथ का ओम में कुल प्रतिरोध है

V वोल्टों में अनुप्रयुक्त स्रोत वोल्टता है और

I समानान्तर परिपथ में कुल धारा एम्पियर्स मे हैं हमने यह भी देखा है कि

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\text{या } \frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

चूंकि सारे समीकरण मे V समान है और उपर्युक्त समीकरण को V द्वारा भाग देने पर हम लिख सकते हैं।

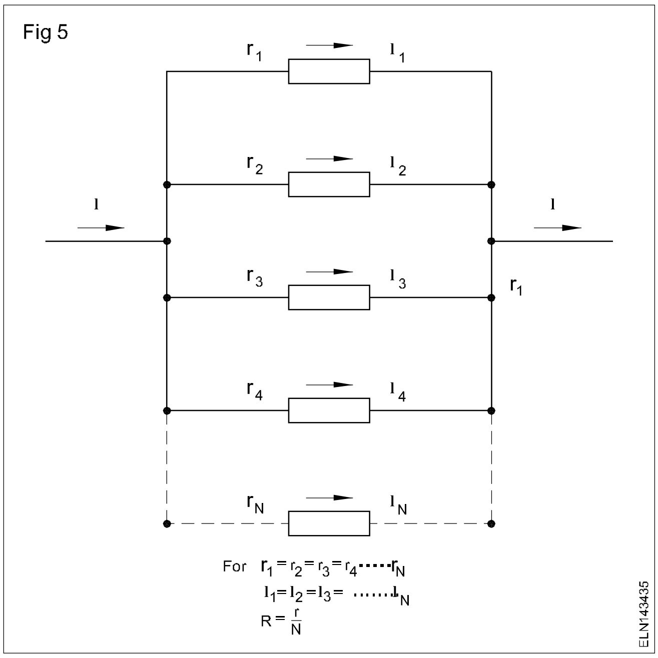
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

उपर्युक्त समीकरण बताता है कि एक समानान्तर परिपथ में, कुल प्रतिरोध का व्युत्क्रम व्यष्टि शाखा प्रतिरोधों के व्युत्क्रमों के योग के बराबर होते हैं।

विशेष मामलाः समानान्तर मे बराबर प्रतिरोध (Special case: Equal resistances in parallel)

N.P. समानान्तर मे बराबर प्रतिरोधकों का कुल प्रतिरोध R (Fig 5) एक प्रतिरोधक 'r' के प्रतिरोध को प्रतिरोधकों N की संख्या से भाग देने बराबर होता है।

$$R = \frac{r}{N}$$



समानान्तर परिपथों का अनुप्रयोग (Applications of parallel circuits)

विद्युत प्रणाली जिसमें एक खण्ड खराब हो जाता है और दूसरा खण्ड प्रचालित होता रहता है उसमें समानान्तर परिपथ होते हैं। जैसा पहले बताया गया है, घरों में प्रयुक्त बिजली प्रणाली में कई समानान्तर परिपथ होते हैं।

एक मोटरकार बिजली प्रणाली बत्तियों, हार्न, मोटर, रेडियों आदि के लिए समानान्तर परिपथों का प्रयोग करती हैं। इन युक्तियों से हर एक अन्यों से स्वतन्त्र रूप से प्रचालित होती हैं।

व्यष्टि टेलीविजन परिपथ बहुत जटिल होते हैं। तथापि जटिल परिपथों को मेन पावर सप्लाई से पार्श्वबद्ध किया जाता है। इसी कारण, वीडियो (पिक्चर) के अप्रचालित होने पर भी टेलीविजन रीसीवर का आडियो सेक्शन फिर भी काम करता है ।

सीरीज में खुला और शार्ट सर्किट तथा समान्तर नेटवर्क (Open and short circuit in series and parallel network)

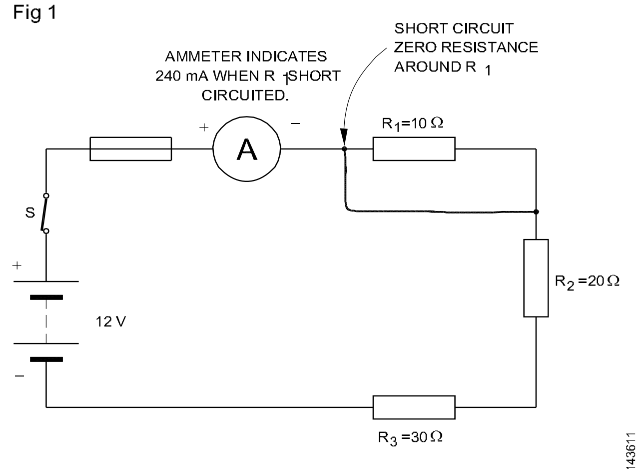
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **सीरीज सर्किट में शार्ट सर्किट का अर्थ बताना और सीरीज सर्किट में उसके प्रभाव को स्पष्ट करना**
- **सीरीज सर्किट में खुले सर्किट का प्रभाव बताना और उसके कारण बताना**
- **शार्ट और खुले समान्तर सर्किटों का प्रभाव बताना ।**

लघुपथित परिपथ (Short circuits)

सामान्य परिपथ प्रतिरोध की तुलना में एक ऐसा पथ जिसका प्रतिरोध शून्य अथवा अति लघु होता है एक लघु पथित परिपथ कहलाता है।

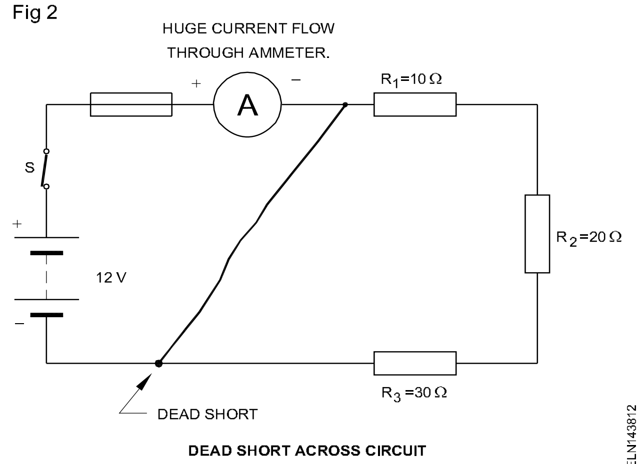
एक श्रेणी परिपथ में लघु पथन आंशिक अथवा पूर्ण (मृत लघु पथन) हो सकता है और (Fig 1) तथा (Fig 2) में क्रमशः प्रदर्शित किये गये है ।

Fig 1



PARTIAL SHORT AT R 1

Fig 2



DEAD SHORT ACROSS CIRCUIT

लघु पथित परिपथों के कारण धारा में वृद्धि होती है जिससे श्रेणी परिपथ क्षतिग्रस्त हो सकता है जो नही भी हो सकता है।

लघु पथित परिपथ के कारण त्रुटियाँ (Efects due to short circuit)

लघु पथित परिपथ के कारण उत्पन्न अधिक घारा परिपथ घटकों शक्ति स्रोतो को क्षति पूर्ण कर सकती है। अथवा सम्बन्धक तारों के रोधन को जला सकती है। चालको में अत्यधिक ऊष्मा उत्पन्न होने के कारण आग भी लग सकती है।

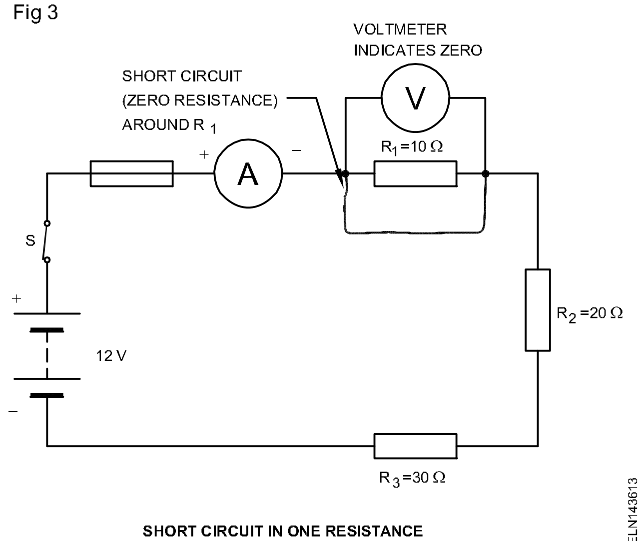
लघु पथित परिपथ से उत्पन्न संकटों से रक्षण (Protection against dangers of short circuit)

लघु पथित परिपथ से उत्पन्न संकटों को फ्यूज द्वारा और परिपथ में श्रेणी में जुड़े परिपथ भजंकों द्वारा रोका जा सकता है।

लघु पथित परिपथ का संसूचन (Detecting short circuit)

जब एम्पियर मापी परिपथ में अत्यधिक धारा प्रदर्शित करता है तो परिपथ में लघु पथित परिपथ प्रदर्शित होता है। परिपथ स्रोत प्रत्येक घटक के सिरों पर एक वोल्ट मापी को जोड् कर लघु पथित की स्थिति को ज्ञात किया जा सकता है। यदि वोल्टमापी शून्य वोल्ट प्रदर्शित करता है अथवा किसी घटक के सिरों पर कम हो जाता है तो उस घटक में लघु पथन है जैसा कि (Fig 3) में दिखाया गया है।

Fig 3



SHORT CIRCUIT IN ONE RESISTANCE

लधु पथ की स्थिति में परिपथ के बचाव की विधियां (Methods used to protect the circuit in case of a short circuit)

चूंकि लधु पथ में, परिपथ में से भारी धाराएं प्रवाहित होती है, बड़ी धाराओं से परिपथ केबिलों को बचाया जाना चाहिए। यदि लधुपथ धारा को परिपथ में से बहने दिया जाता है, केबिलें, जो समान्य परिपथ धारा के लिए निर्धारित है, गरम हो जाएंगी और विभव आग जोखिम बन जाएंगी।

लधुपथ की स्थिति मे परिपथ के स्वतः खुलने के लिए फ्यूज या परिपथ वियोजकों का प्रयोग किया जाता है। परिपथ में इस्तेमाल निम्नलिखित में से किसी एक के निम्नतम निर्धार पर निर्भर करते हुए परिपथ वियोजकों में अतिलोड रिले की सैटिंग या फ्यूज का निर्धार चुना जाएगा।

i परिपथ में लोड धारा

ii परिपथ का केबिल निर्धार

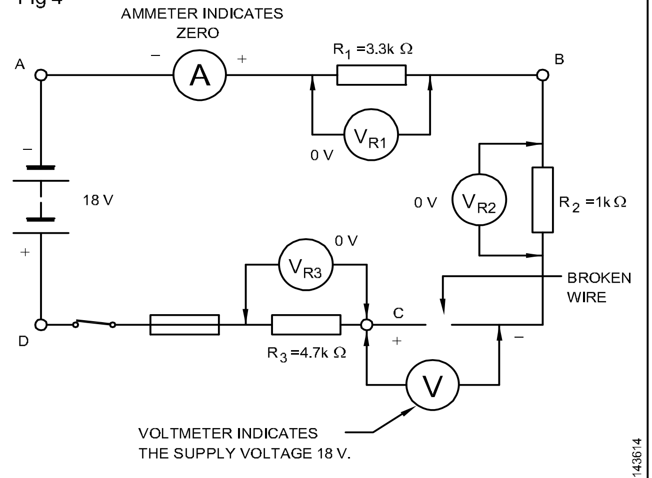
iii परिपथ का श्रेणी मीटर (ऐमीटर आदि) निर्धार

खुला परिपथ (Open circuit in series circuit)

जब कभी एक परिपथ टूट जाता है अथवा अपूर्ण है जिससे परिपथ में अविच्छिन्नता नही है तो इसका फल खुला परिपथ होता है।

श्रेणी परिपथ में खुले परिपथ का अर्थ यह होता है कि धारा के लिये कोई पथ नही है और परिपथ में कोई धारा प्रवाहित नही हो रही है। (Fig 4) की भांति परिपथ में कोई एम्पियर मापी धारा प्रदर्शित नही करेगा।

Fig 4



OPEN CIRCUIT IN SERIES CIRCUIT

श्रेणी परिपथ में खुले परिपथ के कारण (Causes for open circuit in series circuit)

अनुपयुक्त कुजियों के सम्पर्क जले हुये फ्यूज टूटे हुये सम्बन्धक तार और जले हुये प्रतिरोधों इत्यादि के कारण सामान्य रूप से खुले परिपथ होते हैं।

श्रेणी परिपथ में खुले परिपथ का प्रभाव

a परिपथ में धारा प्रवाह नही होता है

b परिपथ में कोई भी युक्ति कार्य नही करेगी।

c कुल आपूर्ति वोल्टता/ स्रोत वोल्टता खुले बिन्दुओं के सिरों पर होती है।

परिपथ कहाँ टूटा है इसको ज्ञात करना (Determination the location of break in the circuit has occurred)

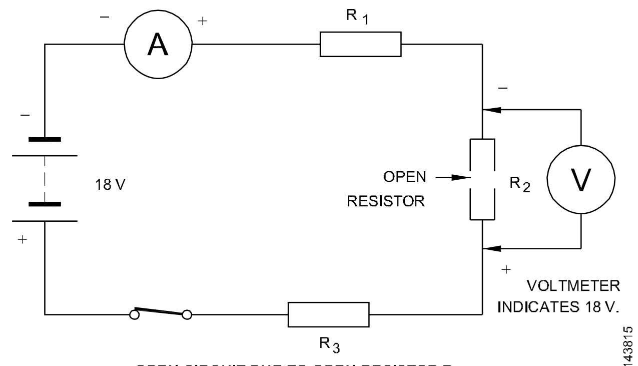
एक ऐसा वोल्टमापी प्रयोग करें जिसका परास आपूर्ति वोल्टता को ग्रहण कर सके। प्रत्येक सम्बन्धक तारों के सिरों पर बारी बारी से जोडें। यदि (Fig 4) के अनुसार तारों में से एक खुला है तो कुल आपूर्ति वोल्टता वोल्टमीटर के सिरों पर प्रदर्शित होती है। धारा की अनुपस्थिति में किसी भी प्रतिरोधकों के सिरों पर वोल्टता पतन नही होता इसलिये खुले परिपथ के सिरों पर वोल्टमापी पूर्ण आपूर्ति वोल्टता प्रदर्शित करेगा। अर्थात

वोल्टमापी पाठ

$$= 18\ V - V_{R1} - V_{R2} - V_{R3}$$
$$= 18\ V - O\ V - O\ V - O\ V = 18\ V.$$

(Fig 5) (प्रतिरोधक जल जाने पर खुले होते है)के अनुसार यदि परिपथ त्रुटिपूर्ण प्रतिरोध के कारण है तो वोल्टमीटर R2 प्रतिरोध के सिरों पर जोड़ने से 18V प्रदर्शित करेगा।

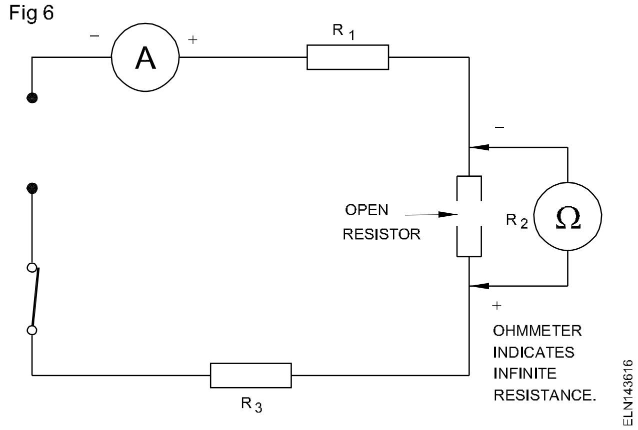
Fig 5



OPEN CIRCUIT DUE TO OPEN RESISTOR R 2

अथवा एक ओम मापी के प्रयोग से भी खुले परिपथ को ज्ञात किया जा सकता है। वोल्टता को हटा कर ओम मापी कोई अविच्छिन्नता प्रदर्शित नही करेगा (अनन्त प्रतिरोध) जब उसे टूटे तार अथवा खुले प्रतिरोधक के सिरों पर जोडा जाता है (Fig 6)

Fig 6



व्यवहारिक अनुप्रयोग (Practical Application)

- इस अभ्यास से प्राप्त ज्ञान सेः
- एक श्रेणी परिपथ में खुले और लघु पथित परिपथ को ज्ञात करें।
- श्रेणी सम्बन्धित सजावट बल्ब नियोजनों की मरम्मत करें।

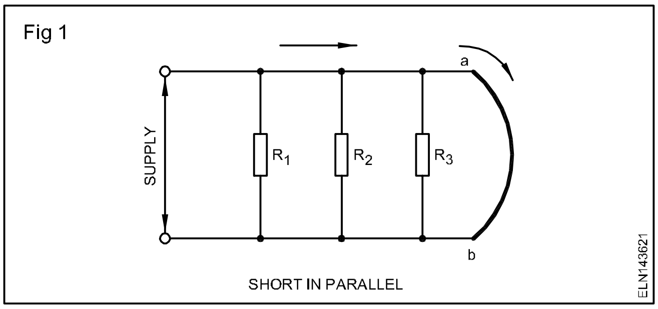
समानान्तर परिपथ में लघुपथ और खुलेपथ (Shorts and opens in parallel circuits)

विद्युत परिपथों मे दो दोष संभवतः घटित हो सकते हैं :

- लघुपथ
- खुला पथ

समानान्तर परिपथ में लघुपथ (Shorts in parallel circuit)

(Fig 1) में एक समानान्तर परिपथ दिखाया गया है जिसमें बिन्दु 'a' और 'b' के बीच लघुपथन दिखाया गया है।



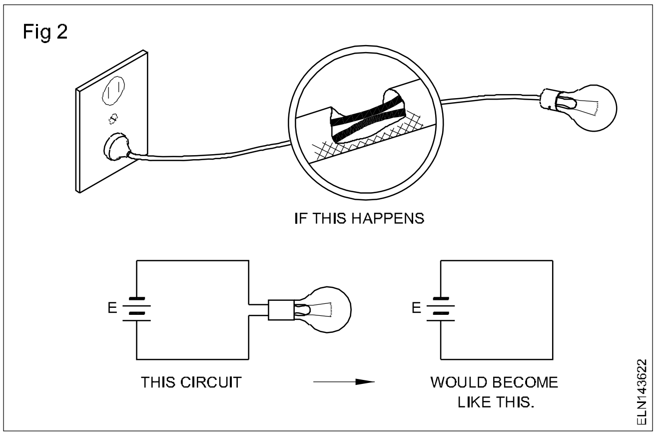
इससे परिपथ प्रतिरोध घट कर लगभग शून्य हो जाएगा।

अतः 'ab' के आरपार वोल्टता पात लगभग शून्य होगा (ओम नियम द्वारा)

अतः प्रतिरोधक R_1, R_2, R_3 में से धारा नगण्य होगी और उनकी समान्य धारा नहीं होगी।

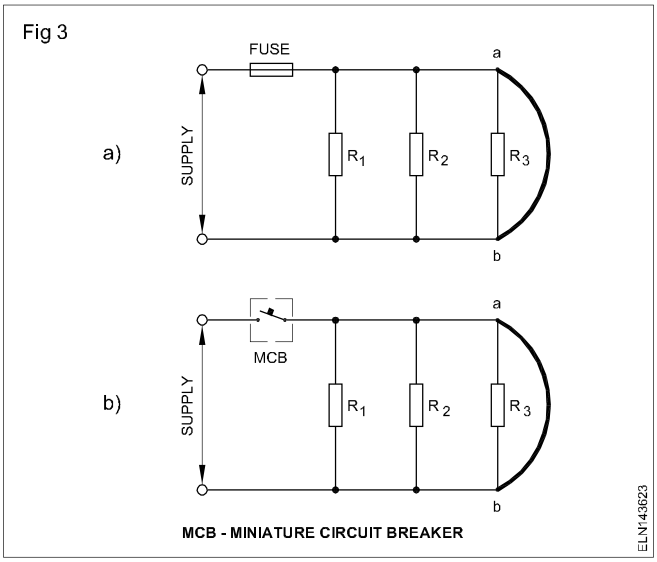
इसके फलस्वरूप, समान्य धारा के धारा का लगभग सौगुणा लघुपथ में से प्रवाहित होगा।

एक लघुपथ विद्यमान होता है जब धारा पावर स्रोत के धनात्मक टर्मिनल से योजक तारों में से होती हुई बिना किसी लोड में से गुजरती हुई पावर स्रोत के ऋणात्मक टर्मिनल में वापस प्रवाहित हो जाए (Fig 2)

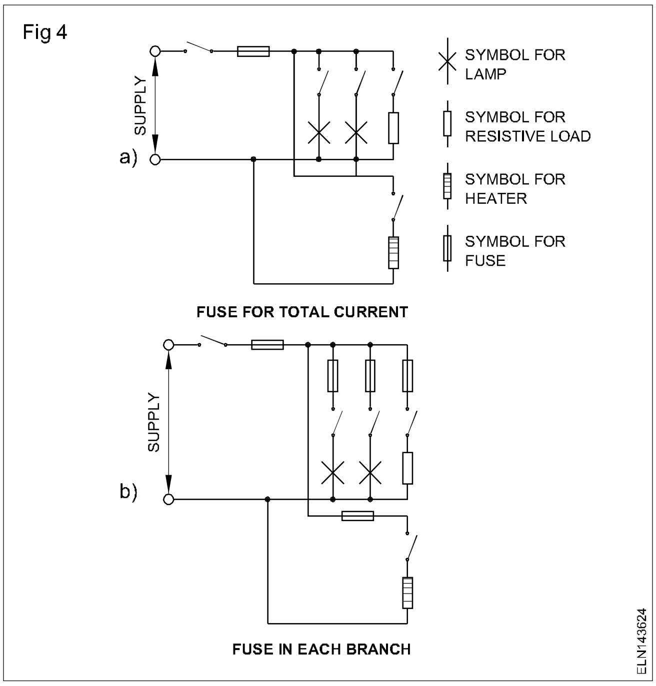


लधु परिपथ से परिपथ अवयव जैसे केबिल स्विच आदि जल सकते हैं ।

परिपथ घटकों के जलने से बचाव के लिए संरक्षा युक्तियां जैसे 'फ्यूज' परिपथ वियोजक आदि का प्रयोग परिपथ को खोलने के लिए किया जाता है (Figs 3a & 3b)



पार्शव परिपथ को फ्यूज से बचाने के लिए इसे परिपथ में रखना चाहिए जहां कुल धारा प्रवाहित होती है या प्रत्येक शाखा का फ्यूज होना चाहिए (Figs 4 a & b)

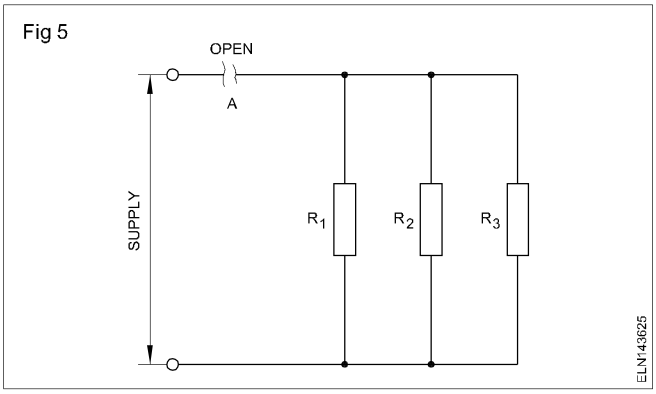


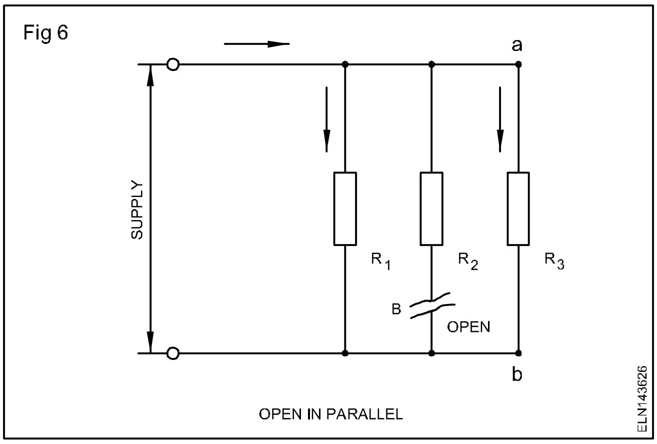
पार्श्व परिपथों में खुला पथ (Opens in parallel circuit)

बिन्दु A पर साझी लाइन में एक खुला पथ, जैसा (Fig 5) में दिखाया गया है, उस परिपथ में शून्य B धारा प्रवाह उत्पतन्न होगी । (Fig 6)

तथापि शाखा R_1 और R_3 में धारा प्रवाहित होती रहेगी जब तक वे वोल्टता स्रोत के साथ योजित हैं।

स्रोत की पूर्ण वोल्टता खुला पथ टर्मिनलों पर उपलब्ध होगी। जो परिपथ खुले है उनसे छेड़छाड़ खतरनाक होती है।





व्यावहारिक अनुप्रयोग (Practical application)

इस अभ्यास में प्राप्त ज्ञान का प्रयोग वायरिंग स्थापनाओं में खुले परिपथों या लधुपथों की पहचान के लिए किया जा सकता हैं।

प्रतिरोध के सिद्धान्त और प्रतिरोधकों के प्रकार (Laws of resistance and various types of resistors)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **प्रतिरोध के नियमों को बताने में तथा विभिन्न पदार्थो के प्रतिरोधों की तुलना करना**
- **प्रतिरोधों के बीच सम्बन्ध व्यक्त करने वाले सूत्र और एक चालक की विमाये बताना**
- **प्रतिरोध पर ताप का प्रभाव बताने में तथा प्रतिरोध के ताप गुणाकं का वर्णन करना**
- **दिये गये आंकडों से अर्थात विमायों इत्यादि से चालक के प्रतिरोध की गणना करना ।**

प्रतिरोध के निमय (Laws of resistance):

एक चालक द्वारा उत्पन्न प्रतिरोध R निम्न कारकों पर निर्भर करता है।

- चालक के प्रतिरोध में वृद्धि उसके लम्बाई के समानुपात में होती है
- चालक का प्रतिरोध उसके अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल का विलोमानुपाती होता है
- चालक का प्रतिरोध उसके पदार्थ पर निर्भर करता है। जो कि बने होते हैं ।
- यह चालक के ताप पर भी निर्भर करता है।

अभी अन्तिम कारक को अनदेखा करके हम कह सकते है कि जहां

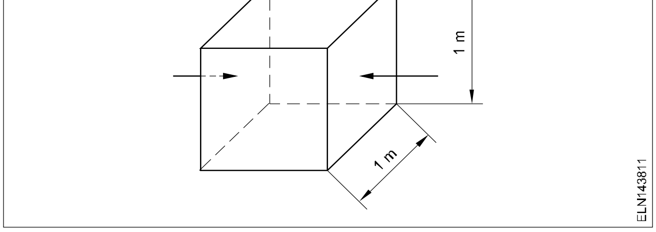
$$R = \frac{\rho L}{a}$$

जिसमें 'ρ' (rho - ग्रीक का वर्ण) - स्थिर है जो कन्डकटर के पदार्थ के गुण पर निर्भर है और उसके **विशिष्ट रसिस्टान्स (resistance)** अथवा **रसिस्विवीटी (resistivity)** के रूप में जाना जाता है ।

यदि लम्बाई 1 मीटर और क्षेत्रफल 'a' = 1m^2 है तो R = r

इसलिये किसी पदार्थ का विशिष्ठ प्रतिरोध उस पदार्थ के 1 घन मीटर के विपरीत पार्श्वो के बीच प्रतिरोध के रूप में परिभाषित किया जा सकता है। (अथवा कभी एकांक घन को उस पदार्थ के घन cm में लेते हैं।) (Fig 1)

Fig 1



हमें ज्ञात है कि $\rho = \frac{aR}{L}$

मात्रकों की SI पद्धति में $\rho = \frac{a\,\text{metre}^2 \times R\,\text{ohm}}{L\,\text{metre}}$

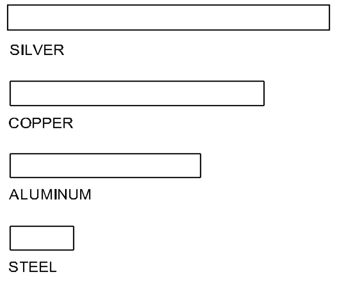
$$= \frac{aR}{L}\text{ohm} - \text{metre}$$

इसलिये विशिष्ठ प्रतिरोध का मात्रक Ohm meter (Ωm) में होता है।

विभिन्न पदार्थों की प्रतिरोध की तुलना (Comparison of the resistance of different materials) : वैद्युत के चालकों के रूप में अधिक महत्वपूर्ण पदार्थों के लिये (Fig 2) कुछ तुलनात्मक सूचना प्रदान करता है। सभी प्रदर्शित चालक समान अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल तथा समान प्रतिरोध के हैं। चादीं का तार सबसे अधिक जबकि ताबें का कुछ कम और एल्यूमिनियम का और भी कम है। स्टील तार की तुलना में चांदी का तार पांच गुने से अधिक लम्बा है।

चूंकि विभिन्न धातुयें विभिन्न चालकता निर्धारण के होते है उनके प्रतिरोध निर्धारण भी भिन्न होना चहिये विभिन्न धातुओं के प्रतिरोध निर्धारण, वैद्युत परिपथ में प्रत्येक धातु के एक मानक टुकडे से प्रयोग करके ज्ञात

Fig 2

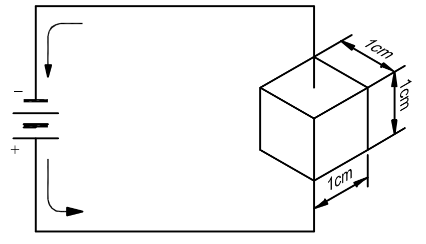


THE CONDUCTANCE OF DIFFERENT MATERIALS

किये जा सकते हैं। यदि आप अधिक साधारण धातुओं के एक मानक आकार के टुकडे को काट कर उन्हें एक बैटरी से एक एक करके जोडे तो आपको ज्ञात होगा कि उनमें विभिन्न मात्रा की धारा प्रवाहित होगी। (Fig 3)

ताबें की तुलना में कुछ साधारण धातुओं के प्रतिरोध (Fig 4) में छड़ ग्राफ द्वारा प्रदर्शित किये गये हैं। चांदी तांबे की तुलना में उत्तम चालक है।

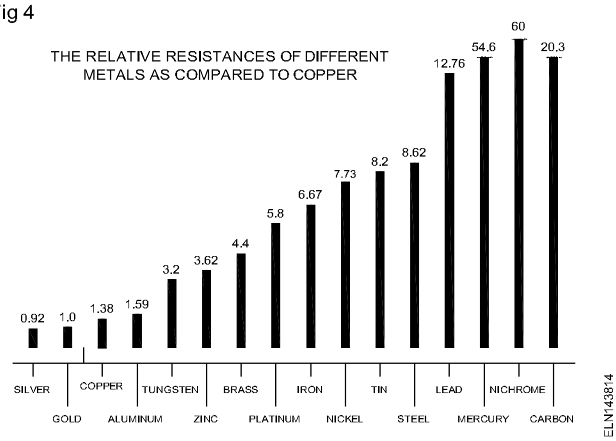
Fig 3



SPECIFIC RESISTANCE CIRCUIT

क्योंकि इसमें प्रतिरोध कम होता है । नाइक्रोम का प्रतिरोध ताबें की तुलना में 60 गुना है। इसलिये यदि इनको एक ही बैटरी से एक एक करके जोड़ा जाय तो नाइक्रोम की तुलना में ताबां 60 गुना अधिक धारा प्रवाहित करेगा।

Fig 4



प्रतिरोध और चालक की विमा के बीच सम्बन्ध (Relationship between the resistance and the dimensions of a conductor) : दिये गये पदार्थ के एक समरूप तार के किन्ही दो बिन्दुओं के बीच विभवान्तर को उनके बीच की धारा से भाग P.D. करने पर प्राप्त मान उन दो बिन्दुओं के बीच का प्रतिरोध होता है। और उनके बीच की दूरी का समानुपाती होता है।

साथ ही यदि दो प्रतिरोधक जिनमें से प्रत्येक का प्रतिरोध R है समान्तर में जोड़े जाते है तो इनका तुल्य R_T निम्न से प्राप्त होता है,

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$$

इसलिये $R_T = \frac{R}{2}$

इसलिये यदि समान लम्बाई, पदार्थ और व्यास के दो तार समान्तर में जोडें जाते है तो दो समान्तर तारों का प्रतिरोध एक का आधा होता है।

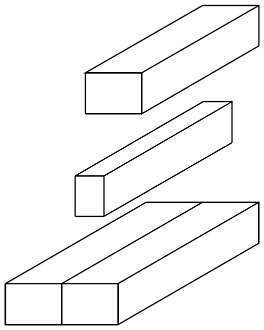
लेकिन समान्तर में दो तारों के जोडने का प्रभाव ठीक उसी प्रकार होता है जो चालक के परिच्छेद क्षेत्रफल को दो गुना कर देने से होता है, जो उसी प्रकार होता है जैसे समान्तर में पांच तारों अर्थात तार के क्षेत्रफल को पांच गुना करने से अथवा एक तार के प्रतिरोध को 1/5 कर देने से होता है।

साधारण तयः हम कह सकते है कि एक दी गई लम्बाई के चालक का प्रतिरोध उसके अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल का विलोमानुपाती होता है।

दूसरा कारक जो प्रतिरोध को प्रभावित करता है पदार्थ की प्रकृति है इसलिये अब हम कह सकते है कि तार का प्रतिरोध, (Fig 5 & Fig 6)

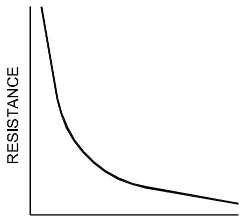
$$= \frac{\text{length}}{\text{area}} \times \text{लम्बाई /क्षेत्रफल} \times \rho \text{ (दिये गये पदार्थ)}$$

Fig 5



RESISTANCE IS INVERSELY PROPORTIONAL TO THE CROSS-SECTIONAL AREA OF THE CONDUCTOR.

Fig 6



INCREASING THE CROSS-SECTIONAL AREA OF A WIRE DECREASES ITS RESISTANCE

$$R(\text{ohms}) = \frac{L\,(\text{metres})}{a\,\text{metre}^2} \times \rho$$

इससे $\rho = Ra \div L$ Ohm - meter

जहां ρ (ग्रीक अक्षर उच्चारण रो), एक स्थिरांक व्यक्त करता है।

L तार की मीटर में लम्बाई है

a वर्ग मीटर में क्षेत्रफल है

उदाहरणः 1.5mm व्यास वाले ताबें की तार की लम्बाई की गणना करो जिसका प्रतिरोध 0.3ohm हो, ताबें की प्रतिरोधकता 0.017 माइक्रोओम मीटर है।

हलः

तार का अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल

$= (\pi/4) \times (1.5)^2 = 1.766 mm^2$

$= 1.766 \times 10^{-6} m^2$

$$R = \frac{\rho L}{a}$$

$$= 0.3 = \frac{0.017 \times 10^{-6} \times L}{1.766 \times 10^{-6}}$$

उत्तरः लम्बाई = 31.2 m.

संक्षेप में इस सभी को हम एक सरल कथन से कह सकते है। तार की जितनी अधिक लम्बाई उतना ही अधिक प्रतिरोध, तार की जितनी कम लम्बाई उतना ही कम प्रतिरोध

इसको हम सार्वत्रिक नियम में संक्षेपित कर सकते है: किसी धातीय चालक का वैद्युत प्रतिरोध उसके अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल का विलोमानुपाती होता है।

इससे हमे किसी भी प्रकार की वैद्युत चालकों से कार्य करने के लिये एक महत्वपूर्ण नियम प्राप्त होता है। किसी चालक का वैद्युत प्रतिरोध चालक की लम्बाई का समानुपाती होता है यदि पूरा चालक समान व्यास और समान पदार्थ से बना है (Fig 7 & 8)

इस प्रकार तार की लम्बाई उसकी वैद्युत चालन की योग्याता को यथेष्ठ प्रभावित करती है। जितना अधिक लम्बा तार होगा धारा के लिये उसमें प्रवाहित होना उतना ही कठिन होगा। अन्य शब्दों में जितना अधिक लम्बा तार उतना ही अधिक प्रतिरोध।

Fig 7

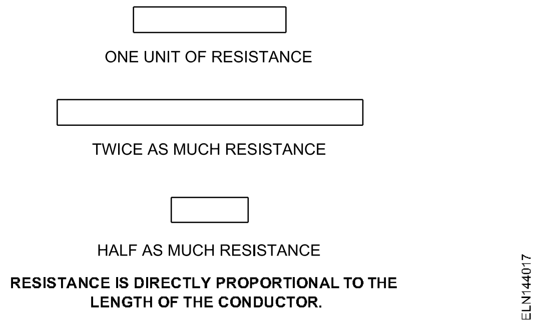
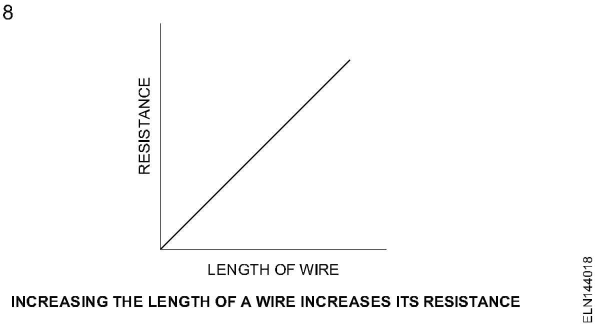


Fig 8



प्रतिरोध की गणना (Calculation of resistance)

उदाहरण 1: यदि 15m एक 0.14 व्यास के यूरेका तार का प्रतिरोध 3.75ohm है तो इसके पदार्थ का विशिष्ठ प्रतिरोध ज्ञात करें।

हल

तार की लम्बाई L = 15m = 15 x 100 = 1500 cm

तार का व्यास = 0.14cm

प्रतिरोध = 3.75 ohm

तार का अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल

$$a = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$a = \frac{22}{7} \times \frac{(0.14)^2}{4}$$

हम जानते है कि $R = \frac{\rho L}{a}$

स्पेसिफिक रसिस्टान्स = $\rho = \frac{R \times a}{L}$

$$= \frac{3.75 \times 22 \times (0.14)^2}{15 \times 100 \times 7 \times 4} \text{ ohm/cm}$$

$$= \frac{3.75 \times 22 \times (0.14)^2 \times 10^6}{15 \times 100 \times 7 \times 4} \text{ micro ohm/cm}$$

= 38.5 micro ohm cm

= 38.5 μ ohm cm.

उदाहरण 2 : 2 किलोमीटर लम्बे तार के प्रतिरोध की गणना करें। तार ताबें के चालक के 19 क्रोण से निर्मित है, प्रत्येक क्रोण का व्यास 1.32mm है। ताँबे की प्रतिरोधकता 1.72 x 10^{-8} ओम-मी ली जाय । पूर्ण केबल के प्रत्येक कोण में ऐठन के लिये 5% वृद्धि की छूट है।

हल

छूट के साथ क्रोण की लम्बाई

= 2000 + 5% of 2000 metre

= 2100m

कापर चालक के 19 क्रोणों का परिच्छेद क्षेत्रफल

$$= 19 \text{ x } = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$= 19 \times \pi \frac{(1.32 \times 10^{-3})^2 m^2}{4}$$

$$\text{Now } R = \frac{\rho L}{a} = \frac{1.72 \times 10^{-8} \times 2100 \times 4}{19 \times (1.32)^2 \times 10^{-6} \times \pi}$$

$$= \frac{1.72 \times 10^{-8} \times 2100 \times 4 \times 7}{19 \times 22 \times (1.32)^2 \times 10^{-6}}$$

= 1.388 ohms.

उदाहरण 3 : तांबे के एक तार व्यास की गणना करें। जिसका प्रतिरोध 14.4 ohms और लम्बाई 3km है ताबें का विशिष्ट प्रतिरोध 1.7mi-cro ohm प्रति घन cm॰ लिया जा सकता है।

हल

लम्बाई = 3km = 3 x 1000 x 100

= 300 000 cm

प्रतिरोध = 14.4 ohms

ρ = 1.7μΩ/cm

$$a = \frac{\rho L}{R}$$

$$= \frac{1.7 \times 300\,000}{10^{-6} \times 14.4}$$

$$= \frac{1.7 \times 3}{144} = \frac{5.1}{144} cm^2$$

$$= \frac{51}{1440} = cm^2 = 0.035\ cm^2$$

Now $a = \frac{\pi d^2}{4}$ or $d^2 = \frac{a \times 4}{\pi}$

$$d = \sqrt{\frac{a \times 4}{\pi}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.035 \times 4 \times 7}{22}}$$

$$= \sqrt{0.0445}$$

= 0.21 cm

= 2.1 mm.

प्रतिरोधक (Resistors)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विभिन्न प्रकार के प्रतिरोधको की रचना तथा अभिलक्षण का वर्णन करना**
- **इलेक्ट्रानिक परिपथ में प्रतिरोधको के फलन तथा अनुप्रयोगों का वर्णन करना ।**

प्रतिरोधक (Resistors) : ये इलेक्टानिक परिपथ में उपयोग होने वाले सबसे सामान्य निष्क्रिय (Passive) घटक है। प्रतिरोधक को ओह्म (प्रतिरोध) के विशिष्ट मान के साथ बनाया जाता है। परिपथ में प्रतिरोधक उपयोग करने का उद्देश्य या तो धारा को विशिष्ट मान तक सीमित करना या वांछित वोल्टता पतन (IR) उपलब्ध कराना है। प्रतिरोधक का शक्ति निर्धारण (rating) 0.1W से सैंकडों वॉट तक हो सकता है।

प्रतिरोधक पाँच प्रकार के होते है :

1 तार-कुंडलित प्रतिरोधक (Wire-wound resistors)

2 कार्बन संयोजन प्रतिरोधक (Carbon composition resistors)

3 धातु फिल्म प्रतिरोधक (Metal film resistors)

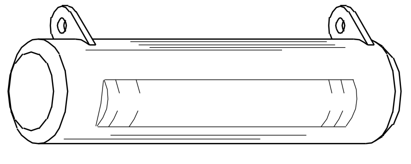
4 कार्बन फिल्म प्रतिरोधक (Carbon film resistors)

5 विशेष प्रतिरोधक (Special resistors)

1 तार-कुंडलित प्रतिरोधक (Wire-wound resistors)

तार-कुंडलित प्रतिरोधको को सिरेमिक पोर्सलेन, बैकेलाइट, दबे पेपर इत्यादि जैसे रोधित कोर केचारो तरफ प्रतिरोध तार (नाइक्रोम नामक निकल-क्रोम मिश्रण) को कुंडलित कर उपयोग करते हुए बनाए जाते है। Fig 1 में इस प्रकार का प्रतिरोधक दर्शाया गया है। इकाई में उपयोग किया गया अन आवर्णित (bare) तार सामान्यतः विद्युतरोधी पदार्थ में परिबद्ध रहता है। तार-कुंडलित प्रतिरोधकत उच्च धारा के अनुप्रयोगो के लिए उपयोग किए जाते है। ये एक वॉट से 100 वाट या अधिक तक के वॉटता निर्धारण में मिलते है। प्रतिरोध 1 ओह्म से कम या अनेक हजार ओह्म तक हो सकते है। ये वहां पर भी उपयोग होते है, जहॉ परिशुद्व प्रतिरोध के मान की आवश्यकता है।

Fig 1

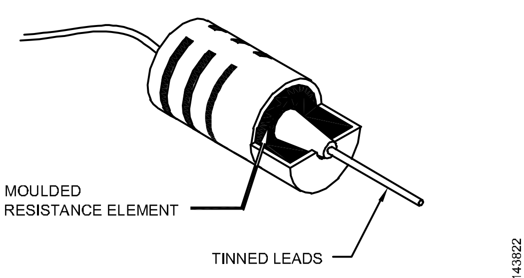


एक प्रकार के तार-कुंडलित प्रतिरोधक को गलनीय प्रतिरोधक कहते है, जो पोर्सलेन के आवरण में परिबद्ध होते है। प्रतिरोध को ऐसे डिजाइन किया जाता है जिससे कि उसमें निश्चित सीमा से अधिक धारा प्रवाह हो तो परिपथ खुल जाये।

2 कार्बन संयोजन प्रतिरोधक (Carbon composition resistors)

ये वांछित प्रतिरोध के मान के लिए आवश्यक अनुपात में सुक्ष्म कार्बन या बंधक के रूप में चूर्ण विद्युतरोधी सामग्री के साथ मिश्रित ग्रेफाइड से बनाए जाते है। कार्बन-प्रतिरोध घटको को परिपथ में सम्बंधन को सोल्डरन करने के लिए ताँबा के तार की कलईदार लीड के साथ धातु के आवरण (cap) के साथ स्थिर होते है। Fig 2 में कार्बन संयोजन प्रतिरोधक की रचना दर्शायी गई है।

Fig 2

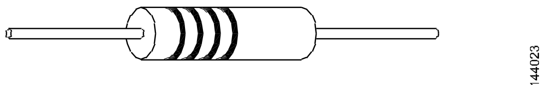


CARBON COMPOSITION RESISTOR

कार्बन प्रतिरोधक 1 ओह्म से 22 मेगओह्म के मानों में तथा सामान्यतः 0.1, 0.125, 0.25, 0.5 तथा 2 वॉट के विभिन्न शक्ति निर्धार (Power rating) में मिलते है।

3 धातु फिल्म के प्रतिरोधक (Metal film resistors) (Fig 3)

Fig 3



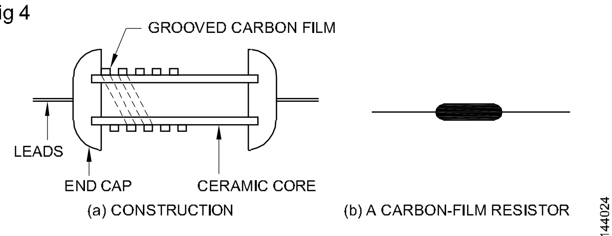
METAL FILM RESISTOR

धातु फिल्म प्रतिरोधक, दो प्रक्रमों से बनाये जाते है। मोटी फिल्म प्रतिरोधक, धातु मिश्र तथा चूर्ण काँच के साथ लेपित किए जाते है जो सिरेमिक आधार फैला कर पकाये जाते है।

पतले फिल्म के प्रतिरोधक को सिरेमिक आधार पर धातु के वाष्प को एकत्र कर के बनाया जाता है। धातु फिल्म प्रतिराधक 1 ओह्म से 10MΩ तक 1 W में मिलते है। धातु फिल्म प्रतिरोधक 120°C से 175°C तक कार्य कर सकते है।

4 कार्बन फिल्म प्रतिरोधक (Carbon film resistors) (Fig 4)

Fig 4



CARBON – FILM RESISTOR

इस प्रकार में, सिरेमिक आधार/ ट्यूब पर कार्बन की पतली परत को निक्षिप्त किया जाता है। पन्नी की लम्बाई को बढ़ाने के लिए पृ॰ क ऊपर विशिष्ट प्रक्रिया द्वारा एक सर्पिल खांचा काटा जाता है।

कार्बन फिल्म प्रतिरोधक 1 ओह्म से 10 मेगओह्म तथा 1W तक मिलते है, तथा 85°C से 155°C तक कार्य कर सकते है।

उपरोक्त सभी चार प्रकार के प्रतिरोधक को,यांत्रिक क्षति तथा जलवायु के प्रभाव के सापेक्ष उन्हे बचाव के लिये उन्हे कृत्रिम रेजिन से लेनित किये होते है, इसलिये उन्हे बाहर से देखते हुए प्रभेद करना कनि होता है।

प्रतिरोधकों के विर्निदेश (Specification of resistors): प्रतिरोधकों को सामान्यतः चार महत्वपूर्ण प्राचलों (पैरामीटर) से निर्दिष्ट किया जाता है।

1 प्रतिरोधक का प्रकार

2 प्रतिरोधक का अभिहित मान ओह्म (या) किलो ओह्म (या) मैगओह्म में।

3 प्रतिशत में प्रतिरोधक मान की सह्म (टालरेंस) सीमा

4 घटको की भारण क्षमता वॉटता में

उदाहरण

100 ± 10%, 1W जहाँ प्रतिरोध का अभिहित (nominal) मान 100Ω है।

प्रतिरोध का वास्तविक मान 90Ω से 110Ω के बीच तथा भारण क्षमता अधिकतम 1 वॉट हो सकती है।

प्रतिरोधकों को उनके कार्य के सापेक्ष भी वर्गीकृत किया जा सकता है जैसे

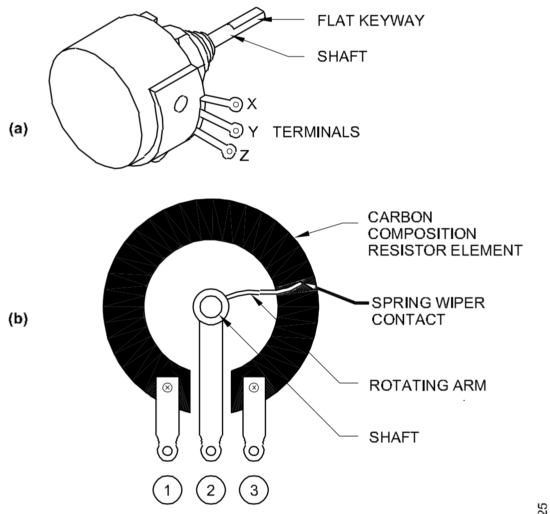
1 स्थिर प्रतिरोधक

2 परिवर्तीय प्रतिरोधक

स्थिर प्रतिरोधक (Fixed resistors): स्थिर प्रतिरोधक वे है जिसमें, प्रतिरोधक का अभिहित मान स्थिर होता है। इन प्रतिरोधकों में एक जोड़ा लीड़ की व्यवस्था रहती है। (Fig 1 से 4)

परिवर्तीय प्रतिरोधक (Variable resistors) (Fig 5): परिवर्तीय प्रतिरोधक वे है, जिनके मान को परिवर्तित किया जा सकता है। परिवर्ती प्रतिरोधक में वे घटक सम्मिलित होते है जिनमें सर्पी सम्पर्क की सहायता से प्रतिरोध मान को विभिन्न स्तरों पर सेट किया जा सकता है। इन्हें विभवमापी प्रतिरोधक या सरल रूप से विभवमापी कहते है।

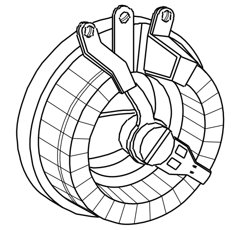
Fig 5



VARIABLE CARBON-RESISTANCE (a) EXTERNAL VIEW
(b) INTERNAL VIEW OF CIRCULAR RESISTANCE ELEMENT

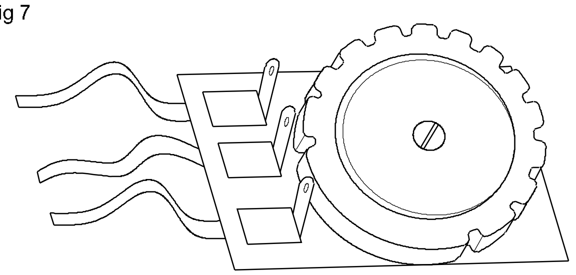
इनमें Fig 5 तथा 6 में दर्शाये गये अनुसार, इनमें 3 टर्मिनल लगाए जाते है। ये कार्बन ट्रैक्स (Fig 5) तथा तार कुंडलित (Fig 6) प्रकार में मिलते है। कतरनी (Timmer) विभवमापी या प्रतिरोधकों को एक छोटे पेंचकस की सहायता से समायोजित किया जा सकता हैं। (Fig7)

Fig 6



WIRE-WOUND VARIABLE RESISTOR

Fig 7



TRIMMER RESISTOR

5 विशेष रसिस्टार्स (Special resistors)

प्रतिरोध ताप, वोल्टता, प्रकाश पर निर्भर करता है (Resistance depends upon temperature, voltage light): विशेष प्रतिरोधक भी बनाए जाते है, जिनका प्रतिरोध ताप, वोल्टता तथा प्रकाश के साथ परिवर्तनीय होता है।

PTC प्रतिरोधक (ताप वर्धक प्ररिोध) PTC resistors (Sensistors): क्योकि विभिन्न पदार्थो का विभिन्न क्रिस्टलीय संरचना होती है, इसलिए प्रतिरोध की दर जिस से वह ताप के साथ बढ़ता है, वह विभिन्न पदार्थो में परिवर्तनीय होता हैं। PTC प्रतिरोधक (धनात्मक ताप गुणांक प्रतिरोधक) में जैसे ताप बढ़ता है तो प्रतिरोध रेखीय रूप से बढ़ता है। उदाहरण के लिए PTC का प्रतिरोध कमरे के ताप पर 100Ω के अभिहित (nominal) मान का हो सकता हैं। जब ताप माना 10°C बढ़ता है तो वह 150 Ω तक बढ सकता है, तथा ताप को और आगे 10°C बढ़ाने पर वह 500Ω तक बढ़ सकता हैं।

NTC रजिस्टर (तापी प्रतिरोधक) NTC Resistors (Thermistors): NTC प्रतिरोधक (ऋणात्मक ताप गुणांक प्रतिरोधक) की स्थिति में जैसे ताप बढ़ता है तो प्रतिरोध का मान रेखीय रूप से घटता है। उदाहरण के लिए NTC प्रतिरोधक, जिनका कमरे के ताप पर प्रतिरोधक का साधारण मान 500 Ω है, वे ताप के 10 °C बढने पर 400Ω घट सकते है तथा, और आगे 150 Ω तक घट सकते है, जब ताप को पुनः 10 °C बढ़ाया जायें।

PTC तथा NTC प्रतिरोधक विशिष्ट ताप पर स्विचन प्रचालन का कार्य कर सकते है। ये मापने तथा ताप प्रतिकारित (compensators) के लिये भी उपयोग होते है।

VDR (Varistors)(वैरिरस्टर/चर रोधक): VDR (Voltage Depeneded Resistor) प्रतिरोध, वोल्टता बढ़ने पर रेखीय रूप से कम होते हैं, उदाहरण के लिए एक VDR का 10V पर 100 Ω प्रतिरोध हो सकता हैं तथा वह 5V बढ़ने पर वह 90 Ω तक कम हो सकता है। वोल्टता को 5V पुनः बढाने पर प्रतिरोध 50 Ω तक कम हो सकता है। VDR का उपयोग वोल्टता स्थिरीकरण, आर्क शमन (क्विंचिंग) तथा अति वोल्टता रक्षण में उपयोग किया जाता है।

प्रकाश आश्रित प्रतिरोधक (LDR) (Light Dependent Resistor) (LDR): LDR को प्रकाश चालक भी कहते हैं। LDR में प्रदीप्ति की तीव्रता बढ़ने के साथ प्रतिरोध कम होता है। घटना का वर्णन, इस तरह से किया जाता है, कि प्रकाश उर्जा, प्रतिरोधक के पदार्थ में से कुछ इलेक्ट्रोन मुक्त करता है जो फिर अतिरिक्त संवाही इलेक्ट्रोन की तरह मिलते है। LDR का प्रकाश को संवेद करने के लिए खुली सतह हो सकती है। ये रिले (relays) के कार्य करने में प्रकाश के अवरोध लिये उपयोग किये जाते है। ये प्रकाश की तीव्रता को मापने के लिए भी उपयोग किये जाते है।

प्रतिरोधको के लिए चिन्हांकन कोड (Marking codes for resistors)

उद्देश्य : **इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :**
- **प्रतिरोधको पर रंगो क्म्र चिन्हांकन के कोड की व्याख्यय करना**
- **प्रतिरोध के मान के लिए अक्षर तथा संख्या कोड की व्याख्या करना**
- **प्रतिरोधको के लिए वरीयता मान की सूची बनाना ।**

रंग कोड किये हुए प्रतिरोधको के प्रतिरोध तथा सहिष्णुता (टालरेंस) का मान (Resistance and tolerance value of colour coded resistors)

व्यापारिक रूप से प्रतिरोधों क्म मान तथा सहिष्णुता (टालरेंस) का मान, रंगों के कोड या अक्षर तथा अंककीय कोड से प्रतिरोधको पर अंकित रहता है।

मान को संकेत करने के लिए रंगो के कोड को दो सार्थक अंको तथा टालरेंस को IS 8186 के अनुसार टेबल 1 में दिये गए है।

टेबल 1

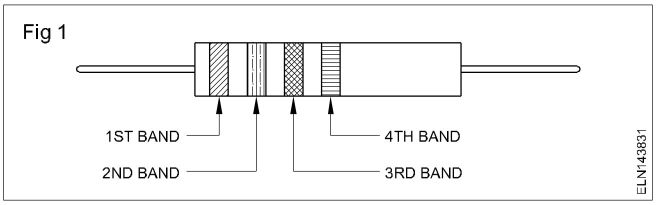
रंगो के संगत की सार्थकता अंको तथा टालरेंस का मान

रंग	प्रथम बैण्ड/ डाट	द्वितीय बैण्ड/ डाट	तृतीय बैण्ड/ डाट	चतुर्थ बैण्ड/ डाट
	प्रथम अंक	द्वितीय अंक	गुणक	टालरेंस
रजत	—	—	10^{-2}	± 10 %
स्वर्ण	—	—	10^{-1}	± 5 %
काला	—	0	1	—
भूरा	1	1	10	± 1 %
लाल	2	2	10^{2}	± 2 %
नारंगी	3	3	10^{3}	—
पीला	4	4	10^{4}	—
हारा	5	5	10^{5}	—
नीला	6	6	10^{6}	—
बेगंनी	7	7	10^{7}	—
धूसर	8	8	10^{8}	—
सफेद	9	9	10^{9}	—
कोइ नही	—	—	—	± 20 %

दो सार्थक अंक तथा टालरेंस रंग कोड प्रतिरोधकों में Fig 1 में दर्शाये गए अनुसार काय (बॉडी) पर रंगों का लेपन किये हुए 4 बेण्ड होते है।

प्रथम बेण्ड प्रतिरोधक घटक के एक सिरे के निकट हो सकता है। द्वितीय, तृतीय एवं चतुर्थ रंगो के बेण्ड Fig 1 में दर्शाये गऐ है।

Fig 1



प्रथम दो रंगो के बेण्ड, प्रतिरोध के आंकिक मान में प्रथम दो अंको को संकेत करते है। तीसरा रंग, बेण्ड गुणक को संकेत करता है। वास्तविक प्रतिरोध मान को ज्ञात करने के लिए प्रथम दो अंको को गुणक से गुणा किया जाता है। रंगो का चौथा बेण्ड टालरेंस को प्रतिशत में संकेत करता है।

उदाहरण

प्रतिरोध का मान (Resistance value) : यदि प्रतिरोधक में रंगो का बेण्ड, इस क्रम में हो तो लाल, हरा, संतरी तथा स्वर्ण हो तो

प्रथम रंग	द्वितीय रंग	तृतीय रंग	चतुर्थ रंग
लाल	बेंगनी	नारंगी	स्वर्ण
2	7	1000(10^{3})	±5%

प्रतिरोधक का मान 27,1000 ओह्म हैं, + 5% सहिष्णुता (टालरेंस) के साथ

टालरेंस (सहिष्णुता) **का मान (Tolerance value):** चौथा बैण्ड (टालरेंस), प्रतिरोध के परास को संकेत करता है, जो उसका वास्तविक मान है। उपरोक्त उदाहरण में टालरेंस (छूट) $\pm$ 5% है। 27000 का $\pm$5% 1350 ओह्म है। इसलिए प्रतिरोधक का मान 25650 ओह्म तथा 28350 ओह्म के बीच किसी भी मान का होगा। सहिष्णुता (टालरेंस) के निम्न मान के प्रतिरोधक (सूक्ष्म) साधारण मान के प्रतिरोधको से मेंहगे होते है।

लघु और मध्यम प्रतिरोध का मापन (Methods of measuring low and medium resistance)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **प्रतिरोध मापन की विभिन्न विधियों के नाम बताना**
- **एम्पियर मापी और वोल्ट मापी विधियाँ का वर्णन करना ।**

प्रतिरोध का वर्गीकरण (Classification of resistance) : प्रतिरोध के ओमिक मान पर आधारित इनके मान लघु मध्यम और उच्च प्रतिरोध रखे गये हैं।

एक प्रतिरोध का वर्गीकरण उसके ओमिक मान पर लघु मध्यम या उच्च रखा गया है।

परास (Ranges)

लघु प्रतिरोध - एक ओम और एक ओम से कम

मध्य प्रतिरोध - एक ओम से अधिक 100,000 ओम (100k Ohms) (100 kΩ)

उच्च प्रतिरोध - 100k Ohms से अधिक

उपरोक्त वर्गीकरण दृढ नही है।

उपयोग (Uses)

लघु प्रतिरोध (Low resistance) : आर्मेचर वेश्ठन, एम्पियर मापी शन्ट, केवल लम्बाई, सम्पर्क प्रतिरोध

मध्यम प्रतिरोध (Medium resistance) : सामान्य रूप से प्रयोग में आने वाले सभी वैद्युत उपकरण इस परास के प्रतिरोधों में आते हैं। जैसे बल्ब, ऊष्मक, रिले, मोटर प्रर्वतक।

उच्च प्रतिरोध (High resistance) : रोधन प्रतिरोध 100k से अधिक परिपथ में कार्बन मिश्रित प्रतिरोधक

निम्न खण्ड में वर्तमान में हम उन्ही विधियों तक सीमित रहेंगे जो लघु और मध्यम प्रतिरोध मापन के लिये हैं।

प्रश्न (Question)

1 1.5 वोल्ट से प्रचालित एक छोटी टार्च के लिये लैम्प का प्रतिरोध का वर्गीकरण .... प्रतिरोध है

लघु प्रतिरोध मापन की विधियां (Methods of measuring low resistance) : लघु प्रतिरोध को मापने में प्रयुक्त निम्न तीन विधियां लायी जाती हैं।

- वोल्टमापी और एम्पियर मापी विधि
- विभव मापी द्वारा मानक से अज्ञात की तुलना विधि
- कैलविन सेतु
- शन्ट प्रकार का ओममीटर

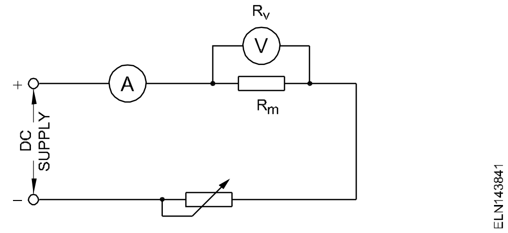
एम्पियर मापी और वोल्टमापी विधि (Ammeter and voltmeter method) : यह विधि सभी से सरल विधि है। और लघु प्रतिरोध को मापने के लिये अत्यधिक प्रयोग में लायी जाती है।

(Fig 1) में R_m मापे जाने वाला प्रतिरोध है और R_V प्रतिरोध का V एक उच्च वोल्टमापी है। स्थायी दिष्ट धारा आपूर्ति से एक धारा R से होती हुई श्रेणी में एक उपयुक्त एम्पियर मापी में जाती है। अब माना कि अज्ञात प्रतिरोध में वही धारा है जो कि एम्पियर मापी A के द्वारा मापी गई है। को निम्न सूत्र द्वारा

$$R_m = \frac{\text{Voltmeter reading}}{\text{Ammeter reading}}$$

R_m = Measured value

Fig 1



यदि वोल्टमापी प्रतिरोध अत्यधिक मापी जानेवाले प्रतिरोध की तुलना में अत्यधिक नही है तो वोल्टमापी की धारा I का एक बड़ा भाग होगी, जो कि एम्पियर मापी से मापी गई है और इस कारण एक गम्भीर त्रुटि हो सकती है।

मध्यम प्रतिरोध को मापने के लिये निम्न तीन विधियां प्रयुक्त होती है।

- सीरीज़ वर्ग का ओममीटर
- वोल्टमापी और एम्पियर मापी विधि
- प्रतिस्थापन विधि
- व्हीटस्टोन सेतु विधि

प्रथम विधि पर लघु प्रतिरोध मापन खण्ड में विचार किया जा चुका है। प्रतिस्थापन विधि का स्पष्टीकरण व्हीटस्टोन सेतु विधि का स्पष्टीकरण किया गया है।

ओम मीटर (Ohmmeter)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **परिमाण के पदों में प्रतिरोधों का वर्गीकरण करना**
- **श्रेणी प्रकार के ओम मापी के सिद्धान्त रचना, और उपयोग को बताना**
- **शन्ट प्रकार के ओम मापी के सिद्धान्त रचना, और उपयोग को बताना ।**

प्रतिरोधों का व्यापक रूप में वर्गीकरण उनके मान के रूप में हो सकता है।

लघु प्रतिरोध (Low resistance)

एक ओम और उससे कम स्तर के सभी लघु प्रतिरोध में वर्गीकृत किया जा सकता है।

उदाहरणः उदाहरण के लिये बडी DC मशीन एम्पियर मापी शन्ट केबिल प्रतिरोध सम्पर्क प्रतिरोध इत्यादि के आर्मेचर और श्रेणी क्षेत्र प्रतिरोध

मध्य प्रतिरोध (Medium resistances)

एक ओम से अधिक 100000 ओम तक के प्रतिरोधों का वर्गीकरण मध्य प्रतिरोध में होता है।

उदाहरणः ऊष्मक प्रतिरोध, शन्ट क्षेत्र प्रतिरोध, रिले कुण्डल प्रतिरोध इत्यादि

उच्च प्रतिरोध (High resistances)

100000 ओम के प्रतिरोंधों का वर्गीकरण उच्च प्रतिरोध में होता है।

उदाहरणः उपस्करों, केबिल्स इत्यादि का रोधन प्रतिरोध

प्रतिरोध का मापन (Measurement of resistances)

मध्यम प्रतिरोधों का मापन, उपस्करों जैसे केल्विन सेतु, व्हीट स्टोन सेतु, सर्पण तार सेतु, पोस्ट आफिस बाक्स, और ओम मापी से हो सकता है ऊपर के उपस्करों से विशेष डिजाइन से लघु प्रतिरोधों का मापन परिशुद्धता से हो सकता है।

लेकिन उच्च प्रतिरोधों को मापने के लिये मेग ओम मीटर अथवा मेगर जैसे उपस्कर प्रयोग में आते है।

ओममीटर (Ohmmeter)

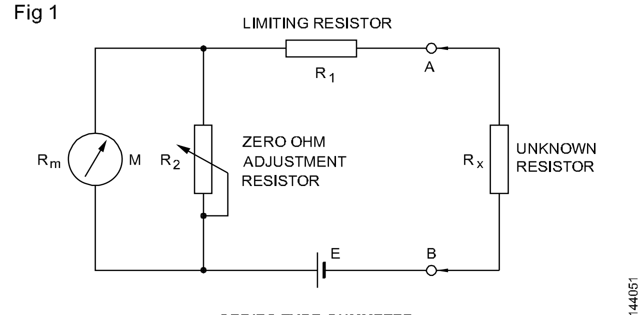
ओममीटर एक ऐसा उपस्कर है जो प्रतिरोध मापन करता है। ओम मापी दो प्रकार के है श्रेणी ओममीटर, मध्यम प्रतिरोध के मापने के लिये, और शन्ट प्रकार के ओम मापी जो लघु प्रतिरोधों को मापने में प्रयुक्त होते है। अपने मौलिक रूप में ओम मापी में यदि एक आन्तरिक शुष्क सेल है एक PMMC सेल मीटर और एक धारा सीमन प्रतिरोध होता है।

एक परिपथ में एक ओम मापी का प्रतिरोध मापन के लिये उपयोग करने से पहले परिपथ की धारा बन्द कर देनी चाहिये और किसी विद्युत अपघट्य संघारित्र को विसर्जित कर देना चाहिये क्योंकि ओम मापी ओर में अपना आपूर्ति स्रोत होता है।

श्रेणी प्रकार ओममीटर : संरचना (Series type ohmmeter: construction)

रचना: एक श्रेणी प्रकार के ओम मापी में (Fig 1) के अनुसार मुख्य रूप से एक PMMC (डीआर्सनवाल) मापी M सीमन प्रतिरोध R1 एक बैटरी E और A तथा B के लिये एक युगुल टर्मिनल जिससे अज्ञात प्रतिरोध RX का सम्बन्ध होना है। और मापी R_2 के समान्तर एक शन्ट M प्रतिरोध होता है जिसे संकेतक की शून्य स्थिति समंजन के लिये उपयोग में लाया जाता है।

Fig 1



SERIES TYPE OHMMETER

कार्यान्वन (Working)

जब A और B टर्मिनल को लघु पथित (अज्ञात प्रतिरोध $R_X = 0$) कर दिया जाता है परिपथ में अधिकतम धारा प्रवाहित होती है। मीटर पूर्ण स्केल करेन्ट में बना होता है । शन्ट प्रतिरोध R_2 के समंजन द्वारा मापी को पूर्ण पैमाना धारा (Ifsd) मापन के लिये बनाया जाता है। संकेतक के पूर्ण पैमाना धारा स्थिति को पैमाने पर शून्य अंश चिन्हांकित किया जाता है।

जब ओम मापी के अग्रण (A और B टर्मिनल) खुले है तो डायल मापी से कोई धारा प्रवाहित नही होती। इस कारण मापी विक्षेपित नही होता और संकेतक डायल के बायी ओर रहता है। इसलिये डायल का बायां सिरा अनन्त (α) प्रतिरोध चिन्हांकित किया जाता है जिसका अर्थ यह होता है कि परीक्षण अग्रण के बीच अनन्त प्रतिरोध (खुला प्रतिरोध) है।

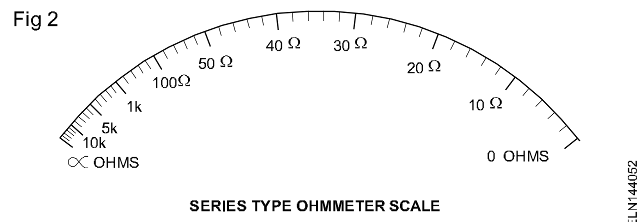
A और B टर्मिनल से ज्ञात प्रतिरोध RX के विभिन्न मानों को जोड कर डालय में माध्यमिक चिन्हांकन (पैमाना) किया जा सकता है।

ओम मापी की परिशुद्धता अधिकतर बैटरी की स्थिति पर निर्भर करती है। भण्डारन समय अथवा उपयोग से बैटरी का आन्तरिक प्रतिरोध धीरे धीरे कम हो सकता है। इस कारण पूर्ण पैमाना धारा कम हो जाती है और टर्मिनल A और B के लघु पथन होने पर मापी शून्य नही पढता ।

(Fig 1) में परिवर्ती शन्ट प्रतिरोध R_2 द्वारा एक समंजन प्राप्त होता है जो न्यूनित बैटरी वोल्टता प्रभाव का निरासन एक सीमा से अर्न्तगत कर सकता है। यदि बैटरी वोल्टता एक सीमा से भी कम हो जाती है R_2 के समंजन से शून्य संमजन संकेतक को शून्य स्थिति पर नही लाया जा सकता है। तब बैटरी का प्रतिस्थापन एक उत्तम बैटरी से होना चाहिये।

(Fig 2) के अनुसार मापी पैमाना दाहिनी सिरे पर शून्य और बायी ओर अनन्त ओम से होगा।

Fig 2



SERIES TYPE OHMMETER SCALE

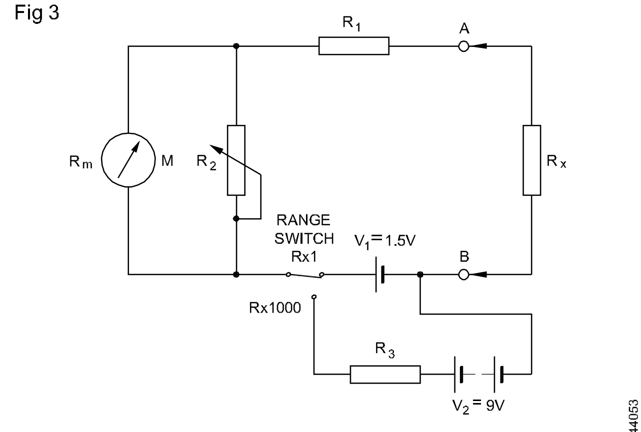
ओम मापी में एक अरेखिक पैमाना होता है। क्योंकि प्रतिरोध और धारा में व्युतक्रम सम्बन्ध होता है फलस्वरूप शून्य के समीप वृद्धित पैमाना और अन्त सिरे पर घनित पैमाना होता है।

बहु ओम मीटर प्रसार (Multiple ohmmeter range)

अधिकांश ओम मापियों में व्यापक पसार एक ओम से 100000 ओम परास के प्रतिरोध मापन सुविधा के लिये एक परास कुंजी होती है। परास कुंजी ओम पैमाने के लिये एक वर्धक गुणक की भांति कार्य करती है। मापन का वास्तविक मापन प्राप्त करने के लिये पैमाने माप के परास कुंजी को R_X गुणक से गुणा करने की आवश्यकता होती है।

पसार कुंजी व्यवस्था 1.5V के एक सेल अथवा 9 अथवा 22.5V बैटरी से शक्ति प्रतिरोधों के संचालन से प्रदत्त कराया जाता है। (Fig 3) में बाद की व्यवस्था दिखाई गई है। R_3 का प्रतिरोध मान इस प्रकार चयनित किया जाता है कि मापी में पूर्ण पैमाना धारा मापी वृद्धित स्रोत वोल्टता पर होता है।

Fig 3



MULTI-RANGE SERIES TYPE OHMMETER

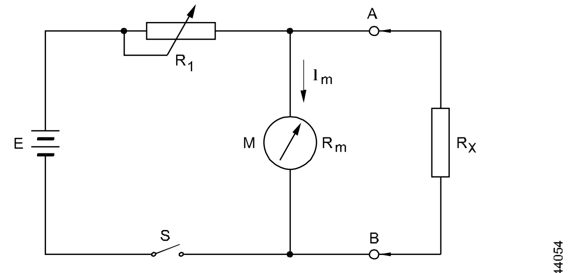
उपयोग (Use)

इस प्रकार का ओम मापी केवल मध्यमान प्रतिरोधों के मापन के लिये होता है और अति लघु तथा अति उच्च प्रतिरोध मापन के लिये परिशुद्धता कम होगी।

शन्ट प्रकार ओम मीटर (Shunt type ohmmeter)

(Fig 4) में एक शन्ट प्रकार ओम मापी का परिपथ आरेख दिखाया गया है। इस मापी में बैटरी E, PMMC मापी गति और शून्य समंजन के लिये संमजन प्रतिरोध R_1 के साथ श्रेणी में जोडी जाती है। अज्ञात प्रतिरोध R_X जो टर्मिनल A और B के टर्मिनल्स के सिरों पर जोडा जाता है मापी के साथ समान्तर परिपथ निर्मित करता है। भण्डारन समय बैटरी के निष्कासन को दूर करने के लिये कुंजी S स्प्रिंग भारित पुश बटन प्रकार की होती है।

Fig 4



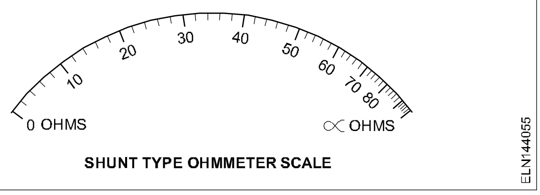
SHUNT TYPE OHMMETER

कार्यान्वन (Working)

जब A और B के टर्मिनल्स लघु पथित होते है (अज्ञात प्रतिरोध R_X = 0 ohms) मापी धारा शून्य होती है। दूसरी ओर यदि अज्ञात प्रतिरोध $R_X = \alpha$ = (A और B खुले) तो धारा केवल मापी से प्रवाहित होती है और R_1 मान के उचित चयन से संकेतक को पूर्ण पैमाने पर पहुंचाया जा सकता है।

इसलिये शन्ट प्रकार के ओम मापी का शून्य चिन्ह बायें हाथ की ओर (धारा शून्य) और अन्नत चिन्ह पैमाने के दाहिनी हाथ ओर होता है। पूर्ण पैमाना (विक्षेपण धारा) होता है। जैसा कि (Fig 5) में दिखाया गया है। मध्यम मान के प्रतिरोध मापन समय द्वारा प्रवाह मापी प्रतिरोध और अज्ञात प्रतिरोध के व्यतुक्रम अनुपात में विभाजित होता है और संकेतक मध्य मान स्थिति लेता है

Fig 5



SHUNT TYPE OHMMETER SCALE

उपयोग (Use)

इस प्रकार के ओम मापी लघु मान प्रतिरोधकों के मापन के लिये विशेषकर उपयुक्त होते है।

व्हीटस्टोन सेतु - सिद्धान्त और उसका अनुप्रयोग (Wheatstone bridge - principle and its application)

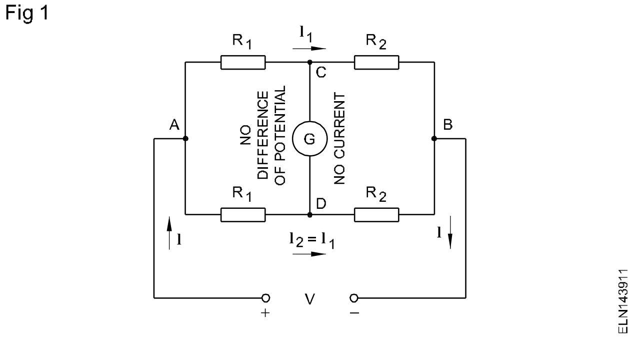
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **समान्तर परिपथ की दो शाखाओं में सम विभव बिन्दुओं को प्राप्त करने की विधि का वर्णन करना**
- **व्हीट स्टोन सेतु परिपथ को परिभाषित, रचना प्रकार्य (Function) और उपयोग बताना**
- **व्हीट स्टोन सेतु द्वारा अज्ञात प्रतिरोध ज्ञात करना ।**

समान्तर परिपथों में समान विभव के बिन्दु (Points of equal potential in parallel circuits) : धारा तभी प्रवाहित होगी जब विभवान्तर होगी । विभवान्तर न होने पर धारा प्रवाहित न होगी।

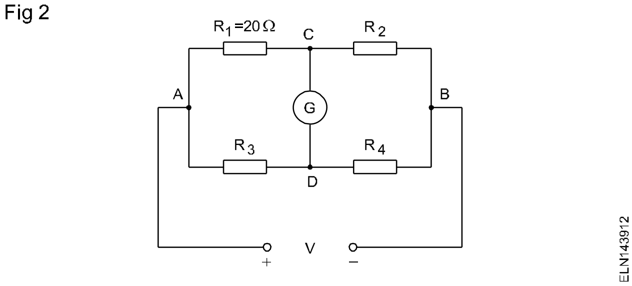
(Fig 1) में प्रत्येक सामान्तर शाखा में प्रतिरोध R_1 और R_2 समान है इसलिये दो प्रतिरोधकों R_1 और R_2 के सिरों पर विभवान्तर समान है अर्थात a से c तक और a से d तक, इसलिये बिन्दुओ c और d के गैलवनो मापी से जुडे होने पर भी कोई धारा प्रवाहित नही होगी।

Fig 1



(Fig 2) के अनुसार 4 प्रतिरोध R_1, R_2, R_3 और R_4 व्यवस्थित है। सूची से R_2, R_3 और R_4 के मानों को चयनित करें जिससे बिन्दुओ c और d के बीच कोई धारा प्रवाहित नही होती। प्रतिरोध मान 20 ohms 30ohms, 40 ohms, 70ohms और 15 ohms है।

Fig 2



समान्तर परिपथ में समान प्रतिरोध अनुपात (Equal resistance ratio in parallel circuit) : समान विभव सन्धियों को प्राप्त करने के लिये समान्तर परिपथों में समान प्रतिरोधों को लेना आवश्यक नही है यदि प्रतिरोध एक दूसरे के समान अनुपात में है इतना ही यथेष्ठ है।

परिपथ आरेख (Fig 3) में ऊपर की चालक शाखा में प्रतिरोध एक और तीन 1: 3 के अनुपात में है।

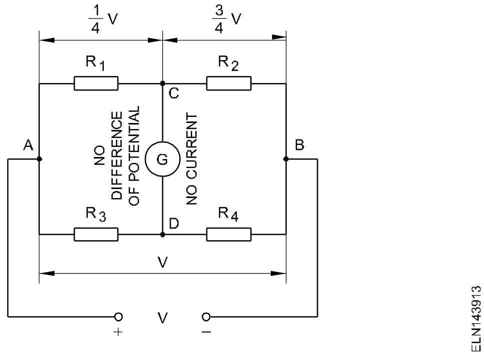
नीचे की चालक शाखा में भी प्रतिरोध 1: 3 के अनुपात में हैं। इसलिये emf, V आपूर्ती दोनों चालक शाखाओं में 1: 3 के अनुपात में विभाजित होती है। प्रथम विभवान्तर है।

$$= \frac{1}{4} V \text{ and second} = \frac{3}{4} V$$

साथ ही बिन्दुओं C और D से जुडे एक चालक में धारा प्रवाहित नही हो सकती

C और D के बीच जुडे चालक को सेतु सम्बन्ध कहते हैं

Fig 3

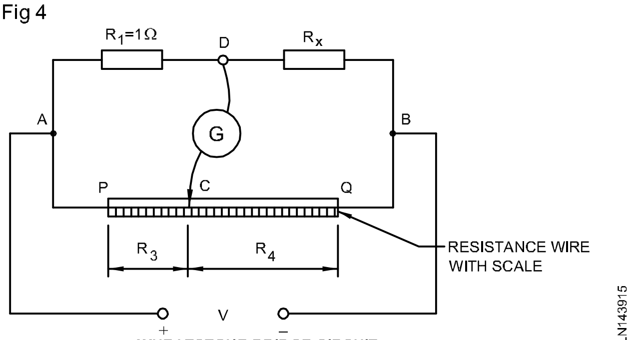


व्हीट स्टोन सेतु परिपथ (The Wheatstone Bridge circuit)

समान्तर परिपथों में समान प्रतिरोध अनुपात का प्रयोग प्रतिरोध मापन के लिये किया जा सकता है।

(Fig 4) के नीचे प्रदर्शित परिपथ व्यवस्था में सर्पिल सर्म्क C प्रतिरोध तार को अनुदिश करता है।

Fig 4



WHEATSTONE BRIDGE CIRCUIT

R_1 एक मानक प्रतिरोध जैसे एक ओम है

सर्पिल सम्पर्क C को प्रतिरोध तार के अनुदिश उस स्थिति तक सरकाया जाता है जब तक संसूचक अथवा C-D के बीच सेतु गैलवनों मापी शून्य पाठ नही देता। उस स्थिति में दो समान्तर शाखाओं में प्रतिरोध समान है।

$R_x : R_1 = R_4 : R_3$

If R_1 = 1 ohm then

$$R_x = \frac{R_4}{R_3}$$

इस लिये इस परिपथ व्यवस्था का उपयोग अज्ञात प्रतिरोध R_X को ज्ञात करने में किया जा सकता है। प्रतिरोध तार पर एक पैमाने द्वारा प्रतिरोध को ज्ञात कर सकते हैं। (Fig 4)

व्हीट स्टोन सेतु से अज्ञात प्रतिरोध को ज्ञात करने के लिये (For determining the unknown resistance by Wheatstone Bridge):

- सेतु सम्बन्ध से जाने वाली धारा शून्य होना चाहिये।
- अन्य तीन प्रतिरोधों के मान यथार्थ में ज्ञात होने चाहिये।

कैसे ज्ञात करें कि सेतु सम्बन्ध से कोई धारा प्रवाहित नही हो रही है ? (How to find no current flows through the bridge connection?) एक मापी यन्त्र जो कुछ माइक्रोएम्पियर (एक एम्पियर का दस लाखवां भाग) के प्रवाह का भी संकेत दे सकता है जिसे गैलवनों मापी कहते है प्रयुक्त किया जाता है। 25 माइक्रोएम्पियर द्वारा पूर्ण पैमाना विच्छेप देने वाले गैलवनोंमापी भी है।

व्यवसायिक व्हीटस्टोन सेतु एक समान्तर प्रतिरोध कुंजी युक्त गैलवनोमापी होते हैं सेतु सम्बन्ध का एक धक्का कुंजी दबाने से हो जाता है। इससे उपभोक्ता मापी के एक क्षडिक विच्छेप को जांच सकने में समर्थ होता है। अधिक विच्छेप होने पर परिवर्ती प्रतिरोध का समंजन किया जाता है। गैलवनोंमापी के शन्ट प्रतिरोधक को खुला रख कर अन्तिम और यथार्थ समंजन किया जाता है।

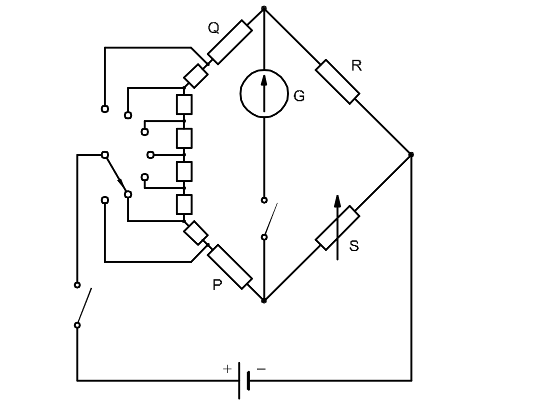
सेतु की तीन भुजायें मानक/यथार्थ प्रतिरोधको की बनी होती हैं। व्हीट स्टोन सेतु द्वारा मापन यथार्थता की वृद्धि के लिये सम्पर्क प्रतिरोध को अति लघु रखा जाता है।

संक्षेप में गैलवनों मापी का उपयोग सेतु सम्बन्ध से धारा के शून्य हो जाने को सुनिश्चित करना होता है। अर्थात सेतु सम्बन्धक द्वारा सम्बन्धित दोनों समान्तर शाखाओं में सम विभव बिन्दु होते हैं।

इस व्यवस्था का नाम आविष्कारक के नाम पर रखा गया है और व्हीटस्टोन सेतु कहलाता है

व्हीट स्टोन सेतु लगभग 1.0 ohm से 1.0 M ohm परास को मापने में प्रयुक्त होता है। (Fig 5) प्रतिरोधक P, Q और S मापी यन्त्र के आन्तरिक भाग हैं तथा R वह अज्ञात प्रतिरोध है जिसका मापन करना है।

Fig 5



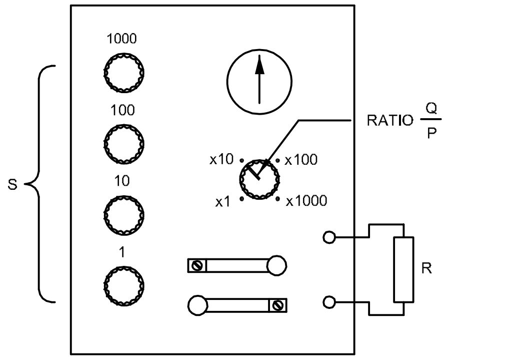
RESISTANCE ARRANGEMENT IN WHEATSTONE BRIDGE

मापी यन्त्र का समंजन अनुपात $\frac{Q}{P} = \frac{R}{S}$ हो जाने तक किया जाता है

कुंजी की बन्द स्थिति में गैलवनोमापी पाठ का शून्य हो जाना इसका संकेत होता है।

प्रतिरोधक P और Q अनुपात भुजायें कहलाती है। P और Q को पदों में परिवर्तित करते है जिससे प्रतिरोध मानों का एक परास प्राप्त हो सके और S मान का प्रतिरोध मार्गा दर्शाक प्रतिरोध S द्वारा निर्धारित किया जा सके। (Fig 6)

Fig 6



FRONT VIEW OF WHEATSTONE BRIDGE

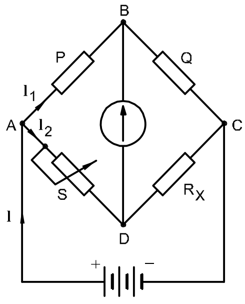
$R = \frac{Q}{P}$ multiplied by S.

अनुपात को गणना की सरलता के लिये 1,10, 100 अथवा 1000 रखा जाता है।

S परिवर्ती प्रतिरोध है। चार दशक प्रतिरोधों को श्रेणी में सम्बन्धित किया जाता है। S के मान को चार दशक प्रतिरोध इकाइयों के समंजन द्वारा एक ओम के पदों में 1.0 ओम से 9999 ओम तक रखा जाता है।

उदाहरण 1: व्हीटस्टोन सेतु परिपथ का उपयोग अज्ञात प्रतिरोधक Rx को ज्ञात करने के लिये किया जाता है। जब P = 100 ohm, Q= 1000 ohm और S को 130ohm पर समंजित किया जाता है सेतु संतुलित हो जाता है अज्ञात प्रतिरोध R_X की मान की गाणना करें। (Fig 7)

Fig 7



हल

संतुलन होने पर $V_{AB} = V_{AD}$

और $V_{BC} = V_{DC}$

इसलिये, $I_1P = I_2S$

और $I_1Q = I_2 R_X$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{S}{P} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_X}{Q}$$

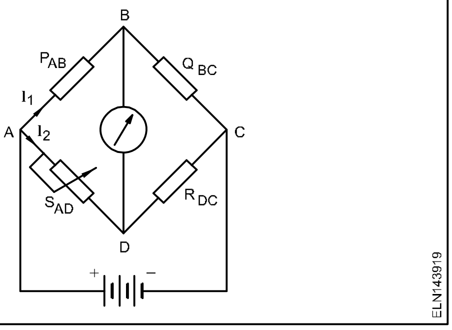
$$\frac{S}{P} = \frac{R_X}{Q}$$

$$R_X = \frac{S}{P} \times Q = \frac{130 \times 1000}{100}$$

$R_x = 1300\ \Omega$

उदाहरण 2 : व्हीट स्टोन सेतु तन्त्र (Fig 8) A, B, C, D उस समय संतुलित होता है जब

Fig 8



P_{AB} = 500 ohms

Q_{BC} = 250 ohms और

S_{AD} = 12 ohms.

$R_{DC.}$ का मान ज्ञात करें

हल

संतुलन होने पर $V_{AB} = V_{AD}$

और $V_{BC} = V_{DC}$

$I_1P = I_2S$

और $I_1Q = I_2R$

अतः

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{S}{P} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{R}{Q}$$

$$\frac{S}{P} = \frac{R}{Q} \text{ and } R = \frac{S}{P} \times Q$$

$$R = \frac{12}{500} \times 250 = 6 \text{ ohms}$$

प्रतिरोध पर तापमान विविधता का प्रभाव (Effect of variation of temperature on resistance)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **चालको का वैद्युत प्रतिरोध किन कारकों पर निर्भर करता है स्पष्ट करना**
- **किसी तार के ताप और उसके प्रतिरोध के बीच सम्बन्ध बताना ।**

पदार्थ का रसिस्टान्स अधिकांश तापमान पर निर्भर करता है और पदार्थ के अनुरूप बदलता है । इस प्रक्रिया का प्रयोग PTC और NTC जैसे खास रसिस्टारें को बनाने में होता है । पर तापमान का कुल प्रभाव सामान्यतः उस कन्डक्टर पदार्थ में करन्ट को बढ़ा देता है ।

जहां R एक स्थिरांक है जो चालक के पदार्थ की प्रकृति और विशिष्ट प्रतिरोध अथवा प्रतिरोधकता कहलाता है। ताप पर प्रतिरोध की निर्भरता निम्न से विस्तार में स्पष्ट की जा रही है।

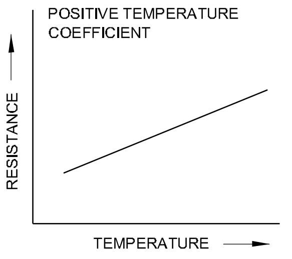
प्रतिरोध पर तापमान का प्रभाव (Effect of temperature on resistance) : प्रतिरोध के आपेक्षिक मान जिन्हे पहले बताया गया है वह धातुओ के लगभग कमरे के ताप पर दिये गये हैं। सभी पदार्थो के प्रतिरोध उच्च अथवा लघु तापों पर परिवर्तित होते हैं।

अधिकतर जब पदार्थ के ताप में वृद्धि होती है उसके प्रतिरोध में भी वृद्धि होते है लेकिन कुछ अन्य पदार्थो में ताप वृद्धि होने पर प्रतिरोध कम होता है।

प्रत्येक अंश ताप परिवर्तन से जिस परिमाण में प्रतिरोध प्रभावित होता है उसे ताप गुणांक कहते हैं। शब्द धनात्मक और ऋणात्मक ताप के प्रतिरोध में वृद्धि, कमी को प्रदर्शित करता है।

जब ताप वृद्धि से पदार्थ के प्रतिरोध में वृद्धि होती है ताप गुणाकं धनात्मक होता है। यह शुद्ध धातुओं जैसे चांदी, ताबां, एल्यूमिनियम, पीतल इत्यादी के लिये उपयुक्त है। (Fig 1)

Fig 1



RESISTANCE INCREASES WITH TEMPERATURE

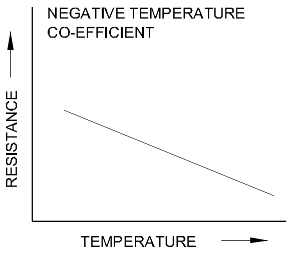
ELN144211

कुछ मिश्रित धातुओं जैसे यूरेका, मैंगानिन इत्यादि के लिये ताप वृद्धि से एक प्रतिरोध में वृद्धि अपेक्षाकृत कम और अनियमित होती है।

जब ताप वृद्धि से पदार्थ का प्रतिरोध कम होता है इसका ताप गुणांक ऋणात्मक होता है। (Fig 2)

यह विद्युत अपघट्य, रोधक जैसे कागज, रबर, कांच अभ्रक इत्यादि पर और चालकों जैसे कार्बन पर आंशिक रूप से प्रभावी है।

Fig 2



RESISTANCE DECREASES WITH TEMPERATURE

ELN144212

एक चालक के प्रतिरोध का ताप गुणांक (α) (Temperature co-efficient of resistance (α) of a conductor) : माना एक धातीय चालक R_0 का 0ºC पर प्रतिरोध है और इसको tºC तक तप्त किया जाता है। तथा इस ताप पर प्रतिरोध R_t जो सामान्य ताप परासों के लिये प्रतिरोध में वृद्धि के लिये निम्न से प्राप्त होता है:

- इसके प्रारम्भिक प्रतिरोध के समानुपात में
- ताप वृद्धि के समानुपात में
- चालक के पदार्थ की प्रकृति पर

इसलिये $(R_t - R_o) = R_o\, t\, \alpha$ .....(i)

जहां α (एल्फा) एक स्थिरांक है जिसे चालक के प्रतिरोध का ताप गुणांक कहते हैं।

पुनः व्यवाचित समीकरण हमें मिलता है

$$\alpha = \frac{R_t - R_0}{R_0 \times t} = \frac{\Delta R}{R_0 \times t}$$

If $R_o = 1\Omega$, $t = 1°C$, then $\alpha = \Delta R = R_t - R_o$.

इसलिये पदार्थ के ताप गुणांक को प्रति 0ºC ताप वृद्धि के लिये प्रति ओम प्रतिरोध में वृद्धि द्वारा परिभाषित किया जा सकता है।

समीकरण (1) से ज्ञात होता है कि $R_T = R_o(1+\alpha t)$ .....(ii)

प्रारम्भिक ताप पर α की निर्भरता को देखते हुये एक दिये गये ताप पर प्रतिरोध के ताप गुणाक को दिये गये ताप पर प्रति डिग्री सेन्टीग्रेट ताप परिवर्तन से प्रतिओम प्रतिरोध में होने वाले परिवर्तन से परिभाषित कर सकते हैं।

यदि R_0 ज्ञात नही हैं तो t_1°C ताप पर प्रतिरोध R1 और t_2°C पर अज्ञात प्रतिरोध R^2 में सम्बन्ध को निम्न प्रकार ज्ञात कर सकते हैं :

$$R_2 = R_o(1 + \alpha_o t_2) \text{ और}$$

$$R_1 = R_o(1 + \alpha_o t_1)$$

इसलिये $\frac{R_2}{R_1} = \frac{1+\alpha_0 t_2}{1+\alpha_0 t_1}$

प्रतिरोधकतायें और ताप गुणांक

पदार्थ धातुयें मिश्रित धातुयें	20^0c पर ओम मीटर में प्रतिरोधकता x 10^{-8}	20^0c पर ताप गुणांक x 10^{-4}
एल्युमिनियम	2.8	40.3
ब्रास	6 – 8	20
कार्बन	3000 –7000	–(5)
स्थिर अथवा यूरेका	49	(+0.160 – 0.4)
कॉपर (अनील्ड)	1.72	39.3
जर्मन सिल्वर	20.2	2.7
आयरन	9.8	65
मैग्नीन (84% कॉपर; 25% मैग्नीन; 4% निकिल)	44 – 48	0.15
मरकरी	95.8	8.9
नाइक्रोम (60% Cu;25% Fe; 15% Cr)	108.5	1.5
निकल	7.8	54
प्लेटिनम	9 –15.5	36.7
सिल्वर	1.64	38
टंगस्टन	5.5	47

रोधक	20^0c पर ओम पदार्थ की प्रतिरोधकता	20^0c पर मीटर में ताप गुणांक
अम्बर	5 x 10^{14}	
बैकलाइट	10^{10}	
ग्लास	10^{10}– 10^{12}	10^{12}
माइका	10^{15}	
रबर	10^{16}	
शैलक	10^{14}	
सल्फर	10^{15}	

उदाहरण : एक क्षेत्र कुण्डल का 25^0C पर प्रतिरोध 55Ω है और 75^0C पर 65Ω है। 0^0C पर चालक का ताप गुणांक ज्ञात करें।

$R_t = R_o(1 + \alpha_o t)$

$R_{25} = 55 = R_o(1 + 25\alpha_o)$ ..... समीकरण (1)

$R_{75} = 65 = R_o(1 + 75\alpha_o)$ ..... समीकरण (2)

समीकरण (2) को समीकरण 1 से भाग देने पर प्राप्त होता है

$$\frac{R_{75}}{R_{25}} = \frac{65}{55} = \frac{1+75\alpha_0}{1+25\alpha_0}$$

$$\frac{13}{11} = \frac{1+75\alpha_0}{1+25\alpha_0}$$

प्रति गुणनफल द्वारा हमें प्राप्त होता है

$13[1 + 25\alpha_o] = 11[1 + 75\alpha_o)$

$13 + 325\alpha_o = 11 + 825\alpha_o$

$13 - 11 = 825\alpha_o - 325\alpha_o$

$2 = 500\alpha_o$

$a_o = \frac{2}{500} = 0.004$ per °C.

श्रेणी और समान्तर संयोजन सर्किट (Series and parallel combination circuit)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **श्रेणी तथा श्रेणी समानन्तर संयोजन के लक्षणों की तुलना करना**
- **श्रेणी समान्तर प्रश्नों को हल करना ।**

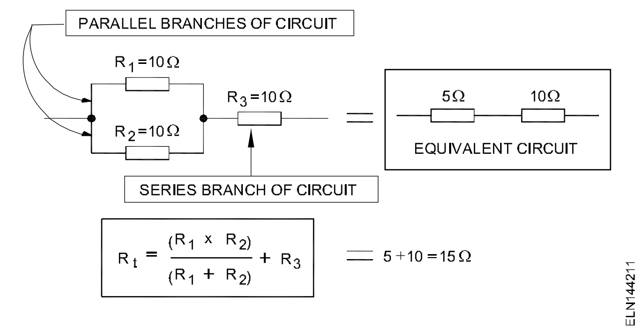
DC परिपथों और श्रेणी समान्तर संयोजन की तुलना

क्र. सं.	श्रेणी परिपथ	समान्तर परिपथ
1	वोल्टता पतनों का योग आरोपित वोल्टता के बराबर होता है।	प्रत्येक शाखा के सिरों पर आरोपित वोल्टता समान होती है।
2	व्यक्तिगत प्रतिरोध जिनसे परिपथ निर्मित होता है उनका योग कुल प्रतिरोध के बराबर होता है Rt= R1 + R2 + R3+...... इत्यादी	कुल प्रतिरोध के मान का विलोम प्रतिरोधों के विलोम के योग के बराबर होता है। परिणमित प्रतिरोध समान्तर संयोजन के अल्पतम प्रतिरोध से भी कम हाता है।
3	परिपथ के सभी भागों में धारा समान होती है।	प्रत्येक शाखा में उनकी प्रतिरोधों के अनुसार धारा विभाजित होती है।
4	व्यक्तिगत प्रतिरोधों से व्यय शक्ति का योग कुल शक्ति के योग के बराबर होता है।	व्यक्तिगत प्रतिरोधों में व्यय शक्ति का योग कुल शक्ति के बराबर होता है। (श्रेणी प्रतिरोध के समान)

श्रेणी समान्तर परिपथों की रचना (Formation of series parallel circuit)

तीसरे प्रकार की परिपथ व्यवस्था श्रेणी समान्तर परिपथ है इस परिपथ में कम से कम एक प्रतिरोध श्रेणी में और दो समान्तर में जोड़े जाते हैं। श्रेणी समान्तर परिपथ की दो मौलिक व्यवस्थायें यहां प्रदर्शित की गयी हैं एक में प्रतिरोधक R_1 और R_2 प्रतिरोध समान्तर में सम्बन्धित है और यह समान्तर संयोजन बाद में एक प्रतिरोध R_3 से श्रेणी में जोड़ा गया है। (Fig 1)

Fig 1

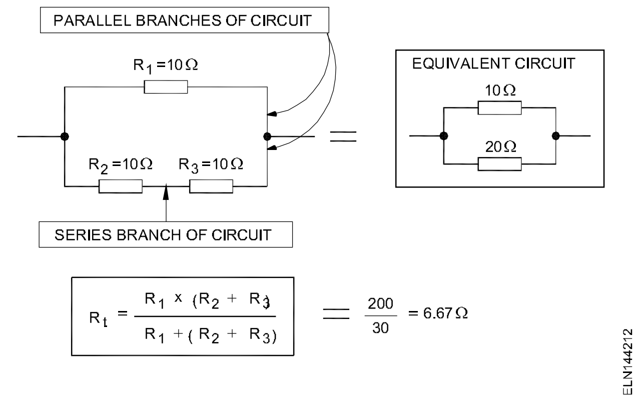


इस प्रकार R1 और R2 समान्तर घटक निर्माण करते हैं और R3 श्रेणी समान्तर परिपथ का एक श्रेणी घटक होता है। किसी श्रेणी समान्तर परिपथ का कुल प्रतिरोध समान्तर श्रेणी परिपथ को एक सरल परिपथ में न्यूनित करके ज्ञात किया जा सकता है। उदाहरण के लिये R_1 और R_2 समान्तर भाग 5Ω प्रतिरोध (10Ω प्रतिरोधक समान्तर में) के तुल्य में न्यूनित किया जा सकता है ।

उस सयम 10Ω प्रतिरोध (R_3) के साथ एक 5Ω प्रतिरोध के तुल्य परिपथ के बराबर होगा। इसका श्रेणी समान्तर समायोजन में कुल प्रतिरोध 15 ओम होगा।

एक द्वितीय मौलिक श्रेणी समान्तर व्यवस्था (Fig 2) में प्रदर्शित की गई है जहां मौलिक रूप से समान्तर परिपथ की दो शाखायें है। लेकिन शाखाओं में से एक में दो प्रतिरोध श्रेणी क्रम में है (R_2 और R_3) इस श्रेणी समान्तर परिपथ का कुल प्रतिरोध ज्ञात करने के लिये पहले R_2 और R_3 को समायोजित करके एक 20 ओम प्रतिरोध के तुल्य निर्माण करें। तब कुल प्रतिरोध को 20 ओम को 10 ओम के साथ समान्तर में जोड़े, अथवा यह 6.67 ओम होगा।

Fig 2



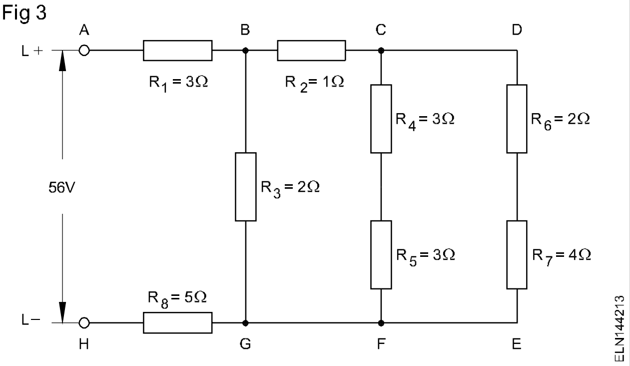
परिपथों का समायोजन (Combination circuits)

श्रेणी समान्तर समायोजन अति जटिल प्रतीत होता है। लेकिन इसका सरल हल यह है कि परिपथ को श्रेणी और अथवा समान्तर खण्डों में विभाजित कर दें। प्रत्येक समस्या का हल करते समय प्रत्येक को पृथक रूप से हल करे। प्रत्येक खण्ड को एक प्रतिरोध द्वारा प्रति स्थापित करें जिसका मान सभी प्रतिरोधों का योग समान मान के बराबर हो। एक विशेष खण्ड का सम्मिलित प्रतिरोध एक प्रतिरोध मान के तुल्य से

प्रतिस्थापित करें। तुल्य परिपथों को धारा वोल्टता और प्रतिरोध ज्ञात करने के लिये तुल्य परिपथ बनायें।

उदाहरण: (Fig 3) के अनुसार सम्मिलित प्रतिरोध ज्ञात करें

Fig 3



प्रक्रिया (PROCEDURE)

1 R_6 और R_7 का संयोजन करें

$R_a = R_6 + R_7$

$R_a = 2 + 4$

R_a = 6 ohms.

2 एक तुल्य परिपथ आरेखित (Draw) करें (Fig 4)

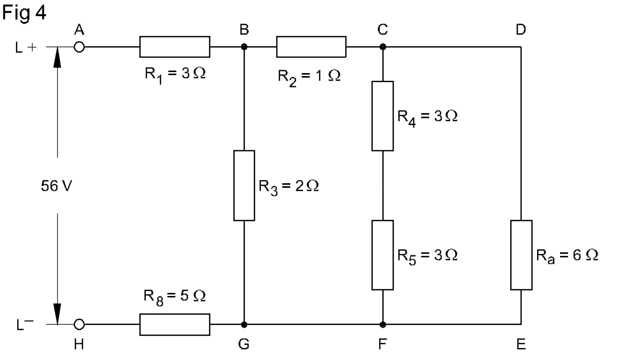
3 R_4 और R_5.. का संयोजन करें (Fig 4)

$R_b = R_4 + R_5$

$R_b = 3 + 3$

R_b = 6 ohms.

Fig 4



EQUIVALENT CIRCUIT OF FIG 3. R_6 AND R_7 ARE REPLACED WITH ONE RESISTOR (R_a) OF 6 Ω

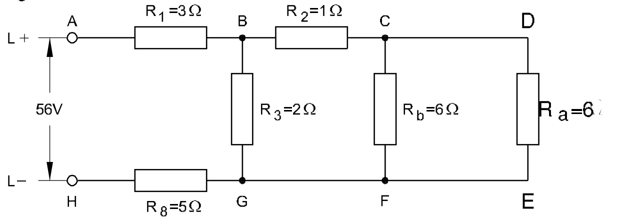
4 एक तुल्य परिपथ आरेखित करें (Fig 5)

5 R_a और R_b का संयोजन करें। और तुल्य परिपथ को की गणना को कह सकते हैं । (Fig 5)

$$R_c = \frac{R_a \times R_b}{R_a + R_b} = \frac{6 \times 6}{6 + 6}$$

$$= \frac{36}{12} = 3 \text{ ohms}$$

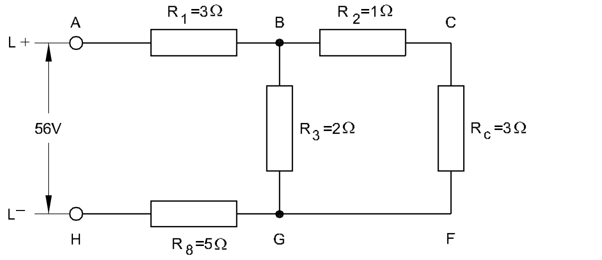
Fig 5



EQUIVALENT CIRCUIT TO FIG 3. R_4 AND R_5 ARE REPLACED WITH ONE RESISTOR (R_b) OF 6 Ω

6 तुल्य परिपथ आरेखित करें (Fig 6)

Fig 6



EQUIVALENT CIRCUIT TO FIG 3, R_4, R_5, R_6, R_7 ARE REPLACED WITH ONE RESISTANCE (R_c) OF 3 Ω .

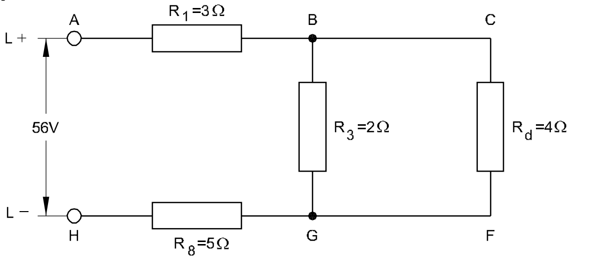
7 R_2 और R_C का संयोजन करें और तुल्य परिपथ को R_d कह सकते हैं ।

$R_d = R_2 + R_c$

$R_d = 1 + 3$ R_d = 4 ohms.

8 एक तुल्य परिपथ आरेखित करें (Fig 7)

Fig 7



EQUIVALENT CIRCUIT TO FIG 3, R_2, R_4, R_5, R_6, R_7 ARE REPLACED WITH ONE RESISTANCE (R_d) OF 4Ω.

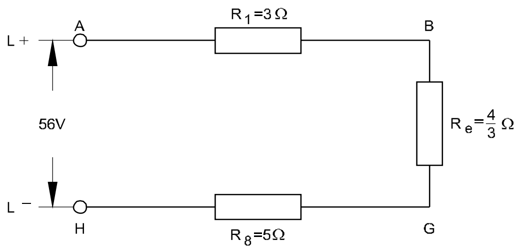
9 R_3 और R_D R_e का संयोजन करें।

$$R_e = \frac{R_3 \times R_d}{R_3 + R_d} = \frac{2 \times 4}{2 + 4}$$

$$= \frac{8}{6} = \frac{4}{3} = 1\ 1/3 \text{ ohms.}$$

10 एक तुल्य परिपथ आरेखित करें (Fig 8)

Fig 8



EQUIVALENT CIRCUIT IN FIG 3, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, AND R_7 ARE REPLACED WITH ONE RESISTANCE (R_e) EQUAL TO $\frac{4}{3}$ Ω.

ELN144418

11 $R_{1,}$ R_e और R_8 का संयोजन करें।

$$R_t = R_1 + R_e + R_8$$

$$R_t = 3 + 1\frac{1}{3} + 5$$

$$R_t = 9\frac{1}{3} \text{ ohms.}$$

परीपथ का संयोजित प्रतिरोध $9\frac{1}{3}$ ohms है।

अनुप्रयोग (Application)

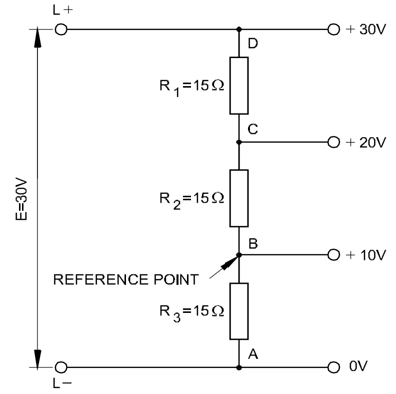
एक विशिष्ट प्रतिरोध मान बनाने के लिए श्रेणी पार्श्व परिपथों का प्रयोग किया जा सकता है जो बाजार मे उपलब्ध नहीं है और वोल्टता विभाजक परिपथों में प्रयुक्त किया जा सकता हैं।

वोल्टता विभाजक (Voltage divider)

यदि किसी को परिपथ के विभिन्न भागों पर वोल्टतायें आवश्यक है तो वह एक वोल्टता विभाजक निर्मित कर सकता है। वास्तव में एक वोल्टता विभाजक एक श्रेणी समान्तर परिपथ के अतिरिक्त कुछ भी नही है।

एक वोल्टता विभाजक भार प्रतिरोध पर ध्यान दिये बिना निर्मित नहीं किया जा सकता। (Fig 9) में ध्यान दे कि एक वोल्टता विभाजक प्रत्येक के सिरों पर 10V पतन को प्राप्त करने केलिये 15Ω के तीन प्रतिरोधकों से निर्मित है।

Fig 9



VOLTAGE VALUES ARE GIVEN FOR VOLTAGE DROP TESTS TAKEN ACROSS RESISTORS FROM A TO B (−10V), B TO C (+10V) AND B TO D (+20V). NOTE THAT THE CIRCUIT IS GROUNDED AT REFERENCE POINT B.

ELN144219

लेकिन जैसे ही अन्य प्रतिरोध (भार) सम्मिलित किया जाता है तो परिवर्तन होता है। (Fig 10) लोड प्रतिरोधक से कुल प्रतिरोध का पतन नीचे के भाग का वोल्टता विभाजक है। एक समान्तर परिपथ में प्रतिरोधकों का तुल्य प्रतिरोध (R_{eq}) को प्राप्त करने के लिये इस सूत्र का प्रयोग करें:

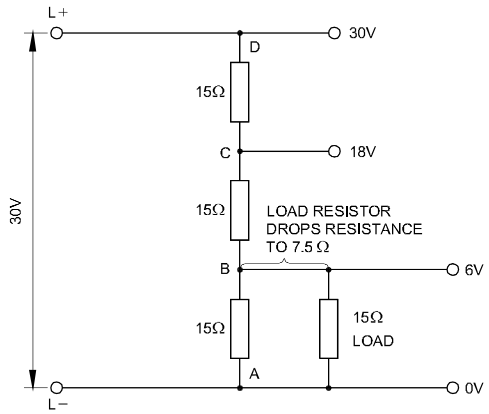
$$R_{eq} = \frac{r}{N}$$

$$R_{eq} = \frac{15}{2} = 7.5 \text{ ohms.}$$

15 ओम के इन दो प्रतिरोधकों का तुल्य प्रतिरोध वोल्टता विभाजक के नीचे के भाग में 7.5 ohms है। इस प्रतिरोध परिवर्तन के फल स्वरूप परिपथ में धारा का परिवर्तन क्या होगा?

स्मरण रहे कि प्रतिरोध कम होने पर धारा में वृद्धि होती है इसलिये भार प्रतिरोधक के सम्मिलित करने से परिपथ में धारा वृद्धि होगी। वोल्टता विभाजक परिपथ की रचना के समय धारा मान A और B दोनों मानों का ध्यान रखना आवश्यक है। (Fig 10) का अध्ययन करके सुनिश्चित करें कि आपने वोल्टता विभाजक का कार्य समझ लिया है।

Fig 10



THREE 15 OHMS RESISTORS AND ONE 15 OHM LOAD RESISTOR SERVE AS A VOLTAGE DIVIDER THAT ROUTES DIFFERENT VOLTAGES TO DIFFERENT PARTS OF THE CIRCUIT.

ELN14421A

चुम्बकत्व शब्दावली, चुम्बकत्व सामग्री और चुम्बक के गुण (Magnetic terms, magnetic material and properties of magnet)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विभिन्न प्रकार के चुम्बकों को व्यक्त करने में चम्बकीय पद्धार्थों का वर्गीकरण करना**
- **चुम्बकत्व की आवषिक सिद्धन्त के बारे में बताना**
- **पृथ्वी का चुम्बक की भांति वर्णन करना**
- **चुम्बकों का वर्गीकरण करना ।**

चुम्बकत्व और चुम्बक (Magnetism and magnets): चुम्बकत्व एक बल क्षेत्र है जो कुछ पदार्थो पर कार्य करता है पर अन्य पदार्थों पर नहीं करता। भौतिक युक्तियां जिनमें यह बल होता है चुम्बक कहलाते हैं। चुम्बक लोहे, और स्टील को आकर्षित करते हैं और घूर्णन के लिये स्वतन्त्र होने पर यह उत्तरी ध्रुव के सापेक्ष एक निश्चित स्थिति पर पहुंचते है।

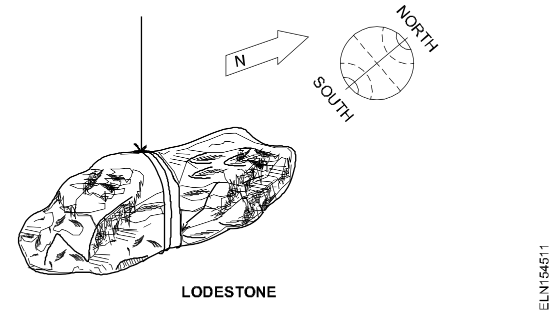
चुम्बको के प्रकार (Classification of magnets)

चुम्बकों का वर्गीकरण दो समूहों में होता है।

- प्राकृतिक चुम्बक
- क्रत्रिम चुम्बक

लोड स्टोन (एक लौह यौगिक) एक प्राकृतिक चुम्बक है जिसकी खोज शताब्दियों पूर्व की गई (Fig 1)

Fig 1



चुम्बक दो प्रकार के होते हैं अस्थायी और स्थायी चुम्बकें।

अस्थाई चुम्बके अथवा वैद्युत चुम्बकें (Temporary magnets or electromagnets) : यदि एक परिनालिका के शक्ति शाली चुम्बकीय क्षेत्र में चुम्बकीय पदार्थ जैसे मुलायम लोहे के एक टुकडे को रखा जाय तो प्रेरण से यह चुम्बकित हो जाता है। मुलायम लोहा स्वयं एक अस्थाई चुम्बक हो जाता है जब तक परिनालिका में धारा प्रवाहित होती रहती है। जैसे ही चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करने वाला स्रोत हटा दिया जाता है मुलायम लोहे का टुकडा अपना चुम्बकत्व खो देता है।

स्थायी चुम्बक (Permanent magnets) : यदि मुलायम लोहे के स्थान पर स्टील को उसी प्रेरण क्षेत्र में रखा जाय तो अवशिष्ट चुम्बकत्व के कारण चुम्बकन क्षेत्र को हटा देने पर भी स्टील एक स्थायी चुम्बक बन जायेगा। प्रतिधारित करने से इस गुण को प्रतिधारिता कहते हैं। इस प्रकार स्थायी चुम्बक स्टील, निकिल, एलनिको, टंगस्टन से बनाये जाते हैं जिनमें उच्च प्रतिधारिकत्व retentivenes होता है।

चुम्बकत्व का अणु सिद्धान्त (Molecular theory of magnetism): चुम्बकीय पदार्थो जैसे लोहा स्टील निकिल कोबाल्ट और इनकी मिश्रित धातुये जो लौह चुम्बकीय पदार्थ है में स्वयं छोटे अणु चुम्बक होते है जिनमें से प्रत्येक में एक उत्तरी ध्रुव और एक दक्षिणी ध्रुव होता है। यह मौलिक रूप से उनकी विशेष क्रस्टलीय रचना और उनके परमाणुओं में एलेक्ट्रान्स की निरन्तर गति के कारण होता है।

साधारण परिस्थितयों में यह अणु अव्यवस्थित रहते हैं। इनके उत्तरीय और दक्षिणी ध्रुव सभी दिशाओं में होते है और एक दूसरे को उदासीन कर देते है। इसलिये एक अचुम्बकित लौह छड जिसमें चुम्बकीय ध्रुवों की (Fig 2) के अनुसार निश्चित व्यवस्था नही होती है। जब लोहे अथवा स्टील को चुम्बकित कर दिया जाता है तो (Fig 3) के अनुसार एक नई व्यवस्था में चले जाते है। जो उस बल के कारण होता है जो उन्हें चुम्बकित करने के लिये प्रयुक्त होता है।

Fig 2

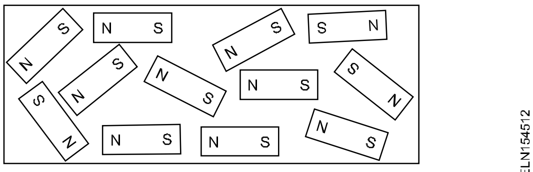
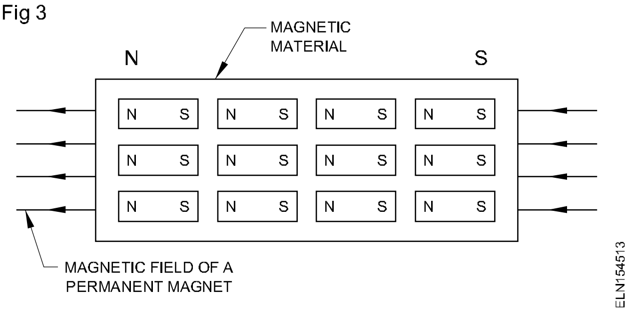


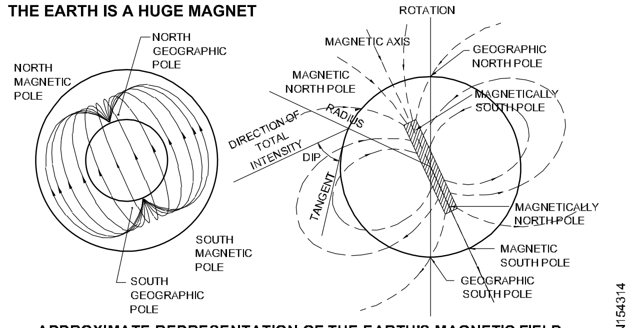
Fig 3



पृथ्वी का चुम्बकीय क्षेत्र (The earth's magnetic field) : पृथ्वी चूंकि स्वयं एक बडा घूर्णित द्रव्यमान है यह भी चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है। पृथ्वी इस प्रकार कार्य करती है जैसे इसके केन्द्र पर एक छड चुम्बक है। जिसका एक सिरा भौगोलिक उत्तरी ध्रुव पर और दूसरा दक्षिणी भौगोलिक ध्रुव पर है। (Fig 4)

Fig 4

THE EARTH IS A HUGE MAGNET



APPROXIMATE REPRESENTATION OF THE EARTH'S MAGNETIC FIELD

चुम्बकीय पदार्थों का वर्गीकरण (Classification of magnetic substances)

पदार्थों को तीन भागों वर्गीकृत किया जा सकता है।

लौह चुम्बकीय पदार्थ (Ferromagnetic substances) : वह पदार्थ जो एक चुम्बक द्वारा प्रबलता से आकर्षित होते है लौह चुम्बकीय पदार्थ कहलाते है जैसे लोहा निकिल, कोबाल्ट, स्टील और उनके एलाय।

अनुचुम्बकीय पदार्थ (Paramagnetic substances): सामान्य प्रबलता की चुम्बक द्वारा जो पदार्थ कुछ आकर्षित होते है अनुचुम्बकीय पदार्थ कहलाते है इनका आकर्षण सरलता से एक शक्ति शाली चुम्बक द्वारा देखा जा सकता है। संक्षेप में अनुचुम्बकीय पदार्थ व्यवहार में लौह चुम्बकीय पदार्थ की भांति ही होते है। उदाहरण एल्यूमिनियम मैगनीज प्लेटिनम तांबा इत्यादी।

प्रति चुम्बकीय पदार्थ (Dia magnetic substances): वह पदार्थ जो केवल प्रबल चुम्बकों द्वारा कुछ प्रतिकर्षित होते है प्रति चुम्बकीय पदार्थ कहलाते हैं। उदाहरणः बिस्मथ सल्फर, ग्रेफाइट, कांच, कागज, लकडी इत्यादि। प्रति चुम्बकीय पदार्थों में बिस्मथ प्रबलतम पदार्थ है।

कोई भी पदार्थ ऐसा नही है जिसे यथार्थ रूप से अचुम्बकीय कहा जा सके। ध्यान दें कि जल प्रतिचुम्बकीय और वायु अनुचुम्बकीय पदार्थ है।

चुम्बकीय शब्दावली और चुम्बक के गुण (Magnetic terms and properties of magnet)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **पदों जैसे चुम्बकीय क्षेत्र, चुम्बकीय रेखा, चुम्बकीय उदासीन अक्ष और एकांक ध्रुव को परिभाषित करना**
- **चुम्बक के गुणों का स्पष्टीकरण करना**
- **चुम्बकीय परिरक्षण का वर्णन करना**
- **चुम्बको की आकृति और चुम्बकन विधि का वर्णन करना**
- **स्थायी चुम्बक की रक्षा, अनुरक्षण और अनुप्रयोगों का वर्णन करना।**

चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic fields) : चुम्बकत्व के बल को चुम्बकीय क्षेत्र कहते है (Fig 1) के अनुसार यह क्षेत्र चुम्बक से सभी दिशाओं में फैलता है इस चित्र में चुम्बक से निकलने वाली रेखायें चुम्बकीय क्षेत्र को व्यक्त करती है।

किसी चुम्बक के चारो ओर का स्थान जिसमें चुम्बक के प्रभाव को ज्ञात किया जा सके चुम्बकीय क्षेत्र कहलाता है।

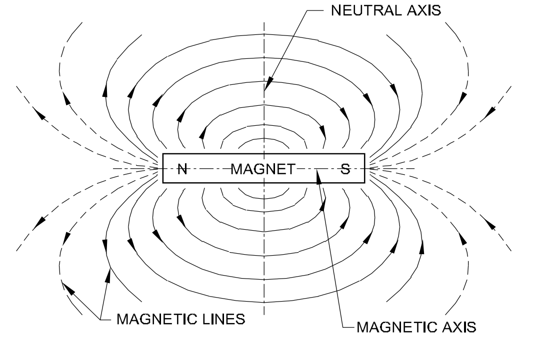
चुम्बकीय रेखायें (Magnetic lines) : चुम्बकीय बल रेखायें (फ्लक्स) अविरत पाश माने जाते है। फ्लक्स रेखायें चुम्बक के अन्दर भी मानी जाती है। वे ध्रुवों पर नही रुकती है।

(Fig 1) में एक छड चुम्बक के चारों ओर चुम्बकीय रेखायें प्रदर्शित की गई है।

चुम्बकीय अक्ष (Magnetic axis) : चुम्बक के दो ध्रुवों को मिलाने वाली काल्पनिक रेखा चुम्बकीय अक्ष कहलाती है। इसे चुम्बकीय इक्वेटर भी कहते हैं।

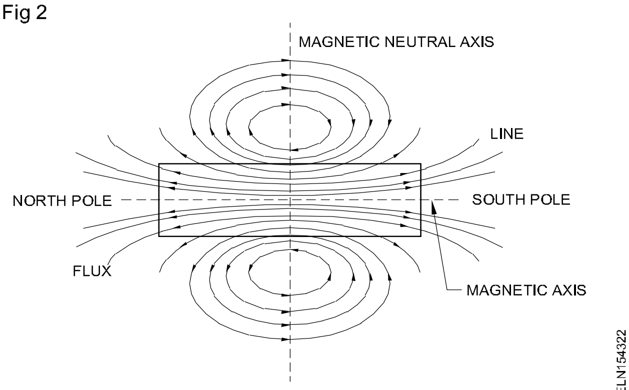
चुम्बकीय उदासीन अक्ष (Magnetic neutral axis) : (Fig 2) चुम्बक की अक्ष के लम्बवत काल्पनिक रेखायें जो चुम्बक के केन्द्र से होकर गुजरती है चुम्बकीय उदासीन अक्ष कहलाती है ।

Fig 1



MAGNETIC FIELD OF A MAGNET. THE FLUX IS MOST DENSE AT THE POLES.

Fig 2



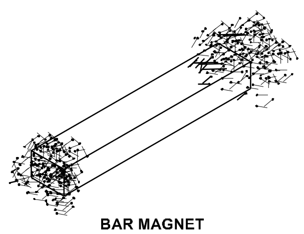
एकाकं ध्रुव (Unit pole) : एकांक ध्रुव उस ध्रुव से परिभाषित किया जा सकता है जिसको एक बराबर तथा समरूप ध्रुव से एक मीटर की दूरी पर रखने से वह 10 न्यूटन बल से प्रतिकर्षित होता है।

चुम्बक के गुण (Properties of a magnet)

चुम्बकों के गुण निम्नलिखित हैं।

आकर्षण गुण (Attractive property) : एक चुम्बक में चुम्बकीय पदार्थो जैसे लोहा, निकिल और कोबाल्ट को आकर्षित करने का गुण होता है और इसकी आकर्षण शक्ति इसके ध्रुवों पर सर्वाधिक होती है। (Fig 3)

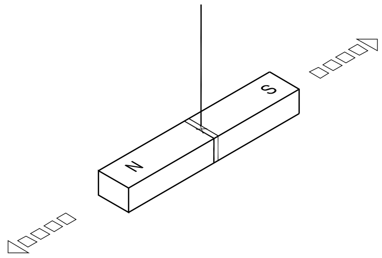
Fig 3



BAR MAGNET

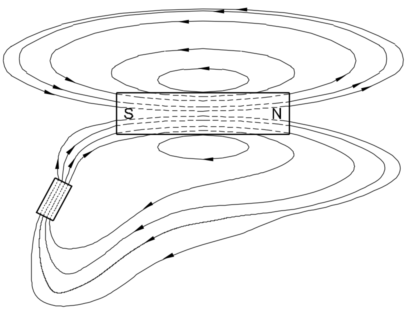
दिशात्मक गुण (Directive property): यदि एक चुम्बक को स्वतन्त्रता पूर्वक लटकाया जाय तो इसके ध्रुवों में सदैव उत्तर और दक्षिण दिशा में नियोजित होने की प्रवृत्ति होगी । (Fig 4)

Fig 4



प्रेरण गुण (Induction property): एक चुम्बक में पाश के चुम्बकीय पदार्थो में प्रेरण द्वारा चुम्बकत्व उत्पन्न करने का गुण होता है (Fig 5)

Fig 5

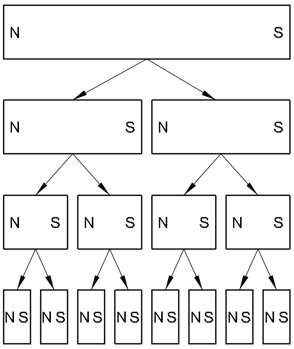


SOFT IRON PROVIDES A PATH FOR MAGNETIC LINES OF FORCE.

ध्रुवों के होने का गुण (Poles existing property): एक चुम्बक में एकल ध्रुव कभी नहीं हो सकता यदि इसको अणुओं में विभक्त किया जाय तो प्रत्येक अणु में दो ध्रुव होगें (Fig 6)

अचुम्बकत्त्व गुण (Demagnetising property) : यदि एक चुम्बक का प्रहस्तन रुक्षता से किया जाय अथवा तप्त किया जाय या हथौडे से पीटा जाय यह अपना चुम्बकत्व खो देता है।

Fig 6



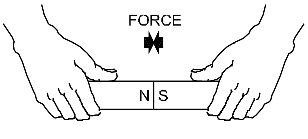
MAGNET WHEN DIVIDED

प्रबलता का गुण (Property of strength) : प्रत्येक चुम्बक में दो ध्रुव होते है या चुम्बक के दोनों ध्रुव समान ध्रुव प्रबलता के होते है।

संतृप्तिता का गुण (Saturation property): यदि उच्च प्रबलता के एक चुम्बक का अतिरिक्त चुम्बकन किया जाय तो यह कभी भी अधिक चुम्बकित नही होगी। क्योंकि यह पहले ही संतृप्त हो चुकी है।

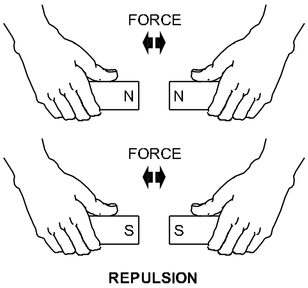
आर्कषण और प्रतिकर्षण गुण (Property of attraction and repulsion) : असमान ध्रुवों (अर्थात उत्तर और दक्षिण) एक दूसरे को आकर्षित करते है (Fig 7) जबकि समान ध्रुव उत्तर / उत्तर, दक्षिण / दक्षिण एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते है। (Fig 8)

Fig 7



ATTRACTION

Fig 8



REPULSION

चुम्बकीय बल रेखाओं के काल्पनिक भौतिक गुण (Assumed physical properties of magnetic lines of force) : बल रेखायें चुम्बक के बाहर सदैव उत्तर से दक्षिण की ओर चुम्बक के अन्दर दक्षिण से उत्तर की ओर जाती है।

सभी चुम्बकीय बल रेखायें अपने पथ को पूरा करती है (पार्श्व निर्मित करती है)

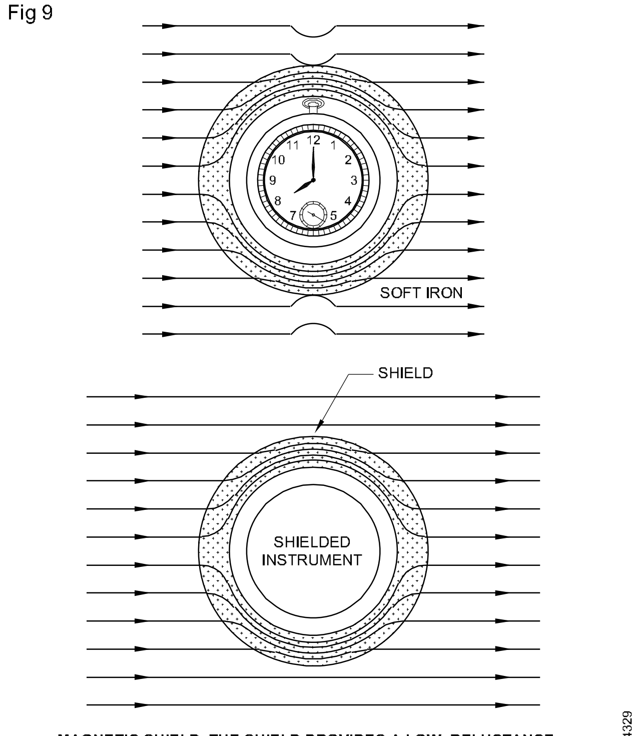
चुम्बकीय रेखायें परस्पर काटती नहीं है। एक दिशा में जाने वाली रेखाओं में परस्पर प्रतिकर्षण बल होता है इसलिये नही काटती।

चुम्बकीय रेखायें चुम्बकीय पदार्थ से होकर जाती हैं। और अपना परिपथ पूरा करती हैं।

उनका व्यवहार एक चुम्बकीय प्रत्यास्थ डोरी की भांति होता है।

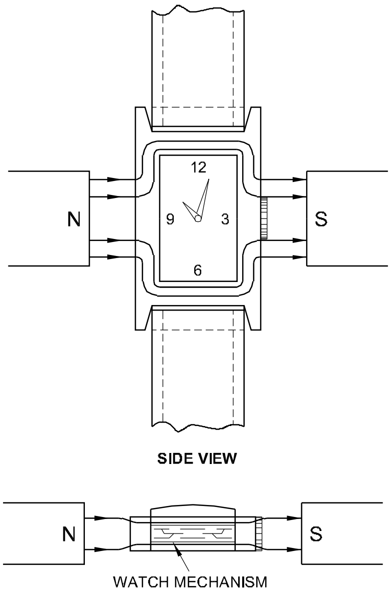
चुम्बकीय परीरक्षण (Magnetic shielding): चुम्बकीय फ्लक्स रेखायें सभी पदार्थों में होकर जाती है चुम्बकीय पदार्थो का फ्लक्स रेखा के लिये प्रतिष्ठम्भ (Reluctance) बहुत कम होता है। एक चुम्बकीय पदार्थ से फ्लक्स रेखायें आकर्षित होगी भले ही उन्हें लम्बा पथ लेना पडे। (Fig 9) इस अभिलक्षण के कारण वस्तुओं का चुम्बकीय बल रेखाअें से परिरक्षण उन्हें चुम्बकीय पदार्थ में बन्द करके सम्भव हो जाता है। इसी प्रकार चुम्बकीय घडियां निर्मित होती है। मापी यन्त्र जिनको परिरक्षित करना होता है लौह क्रोण में बन्द कर दिये जाते है (Fig 10)

Fig 9



MAGNETIC SHIELD. THE SHIELD PROVIDES A LOW- RELUCTANCE PATH AROUND THE PROTECTED AREA.

Fig 10



MAGNETIC MATERIALS SHIELD A WATCH FROM MAGNETIC FIELDS. THE SHIELD BECOMES ONLY TEMPORARILY MAGNETIZED. THE FLUX LINES CANNOT REACH THIS WATCH MECHANISM.

चुम्बकों की आकृति (Shapes of magnets) : चुम्बकें विभिन्न आकृतियों में उपलब्ध हैं। इनका चुम्बकत्व किनारों पर एकत्रित रहता है। जिन्हें ध्रुव कहते हैं। यहां समान्य आकृतियां सूचीबद्ध हैं।

– छड चुम्बक (Bar magnet)

– घोडा नाल चुम्बक (Horseshoe magnet)

– अंगूठी चुम्बक (Ring magnet)

– बेलनाकार चुम्बक (Cylindrical type magnet)

– विशेष आकृति चुम्बक (Specially shaped magnets)

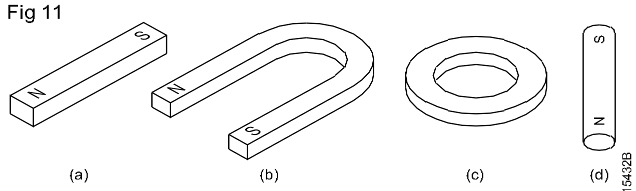
छड चुम्बक (Bar magnet) : यह आयताकार टुकडा होता है जिसमें किनारों पर चुम्बकत्व एकत्रित रहता है और जो उत्तरीय, दक्षिणी ध्रुव का निर्माण करते हैं (Fig 11a)

घोडा नाल चुम्बक (Horseshoe magnet) : एक आयताकार लोहे की छड को मोड कर घोडे की नाल की आकृति दे दी जाती है। इसमें चुम्बकत्व किनारें पर एकत्रित होता है जिससे उत्तरी धुव और दक्षिणी ध्रुव का निर्माण होता है (Fig 11b)

अंगूठी चुम्बक (Ring magnet) : Fig 11c के अनुसार लौह धातु को एक अंगूठी का रूप देकर अंगूठी चुम्बक निर्मित होती है।

बेलनाकार चुम्बक (Cylindrical type magnet) : इसको एक बेलनाकार छड से निर्मित करते हैं। (Fig 11d) के अनुसार चुम्बकत्व एकत्रण उत्तर और दक्षिण ध्रव किनारों पर होता है (Fig 11d)

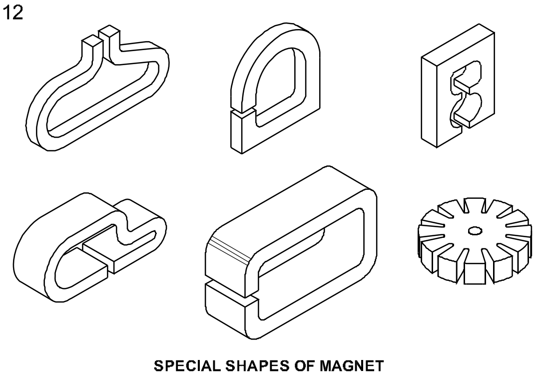
Fig 11



SHAPES OF PERMANENT MAGNETS

विशेष आकृति चुम्बक (Specially shaped magnets) : विशेष कार्यो जैसे स्वचालक साइकिल डायनमों वैद्युत मापी यन्त्रो और ऊर्जा मापियों में स्थायी चुम्बक होते है जो प्रयोजन के अनुसार विशेष आकृति के बनाये जाते हैं। (Fig 12) जो प्रयोजन पर र्निभर होता है जैसा (Fig 12) में दर्शाया है ।

Fig 12



SPECIAL SHAPES OF MAGNET

चुम्बकत्व की विधियां (Methods of magnetization)

पदार्थ को चुम्बकित करने की तीन मुख्य विधियां हैं।

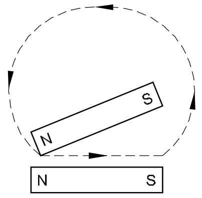
- स्पर्श विधि (Touch method)
- विद्युत धारा के द्वारा (By means of electric current)
- प्रेरण विधि (Induction method)

स्पर्श विधि (Touch method) : इस विधि को अन्य तीन विधियों में विभाजित किया जा सकता है

- एकल स्पर्श विधि (single touch method)
- द्वि स्पर्श विधि (double touch method) और
- विभाजित स्पर्श विधि (divided touch method)

एकल स्पर्श विधि (Single touch method) : एकल स्पर्श विधि में एक चुम्बकित किये जाने वाली स्टील छड को चुम्बक के किसी भी एक ध्रुव से रगडते है और दूसरे को दूर रखते हैं। (Fig 13) के अनुसार एक ही दिशा में रगडा जाता है। इस प्रकिया की पुनरावृत्ति छड में चुम्बकत्पव प्रेरण के लिये करना चाहिये।

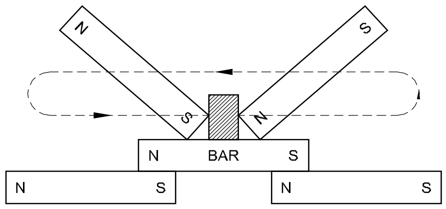
Fig 13



STEEL BAR

द्वि स्पर्श विधि (Double touch method) : इस विधि में चुम्बकित की जाने वाली स्टील छड को दो चुम्बकों के विपरीत दिशा में रखते है रगडने वाली दो चुम्बकों के विपरीत सिरों के बीच एक लकडी का टुकडा छड के केन्द्र पर रखते है जैसा कि (Fig 14) में दिखाया गया है। इनकों कभी भी स्टील छड की सतह से बिना उठाये किनारे से किनारे तक अनेकों बार रगडते है और केन्द्र पर अन्त करते है जहाँ से रगडना प्रारम्भ किया गया था। इस क्रिया की पुनरावृत्ति की जाती है।

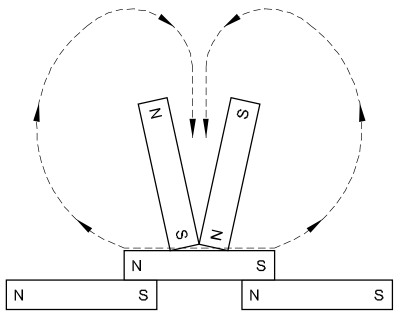
Fig 14



DOUBLE-TOUCH METHOD

विभाजित स्पर्श विधि (Divided touch method) : इस विधि में रगडने वाली चुम्बकों के विपरीत ध्रुवों को पहले की भांति रखा जाता है इनको छड की सतह के अनुदिश विपरीत किनारों तक रगडा जाता है अब रगडने वाली चुम्बकों को उठा लेते हैं। और पुनः केन्द्र पर रखते हैं, कुल प्रकिया की पुनरावृत्ति की जाती है (Fig 15)

Fig 15

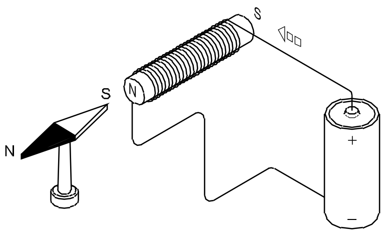


DIVIDED-TOUCH METHOD

इस प्रकार चुम्बकित की गई स्टील छड एक स्थायी चुम्बक बन जाती है। लेकिन चुम्बकन स्तर बहुत कम होता है।

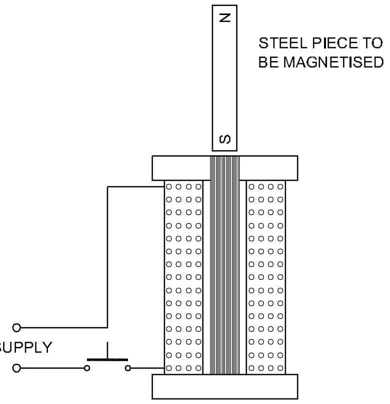
विद्युत धारा से (By electric current) : चुम्बकित की जाने वाली छड पर एक रोधित तार वेष्ठित किया जाता है इसके पश्चात बैटरी से एक प्रबल DC कुछ समय के लिये तार में प्रवाहित की जाती है। स्टील छड इस प्रकार अति चुम्बकित हो जाती है। यदि छड मुलायम लोहे की है तो चुम्बकत्व उस समय तक रहता है जब तक धारा प्रवाहित होती है। पर धारा के रोक देने पर लगभग पूर्ण रूप से विलुप्त हो जाता है। इस व्यवस्था से बना चुम्बक वैद्युत चुम्बक कहलाता है और प्रायः प्रयोगशाला में प्रयुक्त होता है। (Fig 16)

Fig 16



प्रेरण विधि (Induction method) : यह स्थायी चुम्बकों को बनाने की व्यवसायिक विधि है। इस विधि में एक ध्रुव आवेशक प्रयुक्त होता है जिसमें अनेकें चक्रों का एक कुण्डल लौह क्रोण होता है जैसा कि (Fig 17) में दिखाया गया है। एक दाब बटन कुंजी द्वारा यह दिष्ट धारा आपूर्ति से पालित किया जाता है।

Fig 17



चुम्बकित किये जाने वाला स्टील टुकडा कुण्डल के अन्दर रखे लौह क्रोण पर रखा जाता है और कुण्डल में दिष्ट धारा भेजी जाती है अब लौह क्रोण प्रबल चुम्बक बन जाता है। और इस प्रकार स्टील टुकडा प्रेरण द्वारा

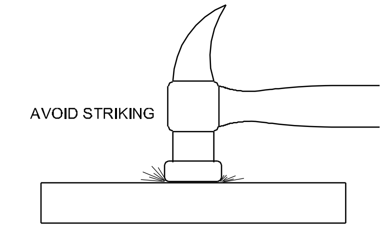
चुम्बकित हो जाता है। आपूर्ति कुंजी बन्द करके अब चुम्बकित टुकडा हटा लिया जाता है।

स्पीकर्स, टेलीफोन्स, माइक्रोफोन्स, कर्णफोन्स, वैद्युतमापी यन्त्रों, चुम्बकें, कम्पास इत्यादि के लिये स्थायी चुम्बको को बनाने की यह व्यवसायिक विधि है

स्थायी चुम्बकों की रक्षा और अनुरक्षण (Care and maintenance of permanent magnets) : स्थायी चुम्बकों को फेकना अथवा गिराना नही चाहिये।

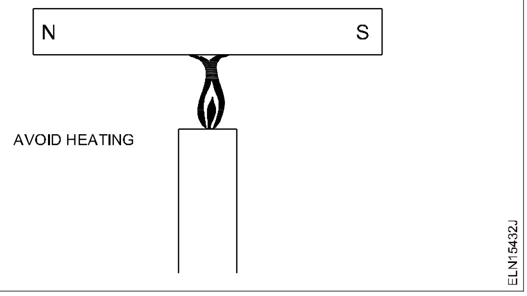
इनको पीटना नही चाहिये। (Fig 18)

Fig 18



इनको गरम नही करना चाहिये (Fig 19)

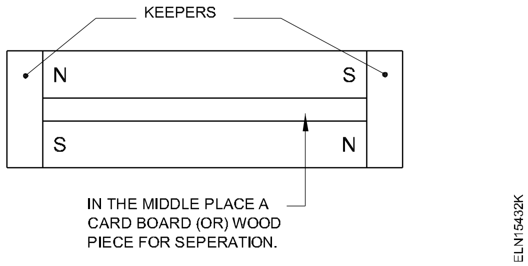
Fig 19



छड चुम्बकों को पास पास रखना चाहिये उनके किनारे विपरीत ध्रुवता की ओर हो और उन पर रक्षक रखें हों।

चुम्बकों को भण्डारित करते समय रक्षकों का प्रयोग करना चाहिये। (Fig 20)

Fig 20



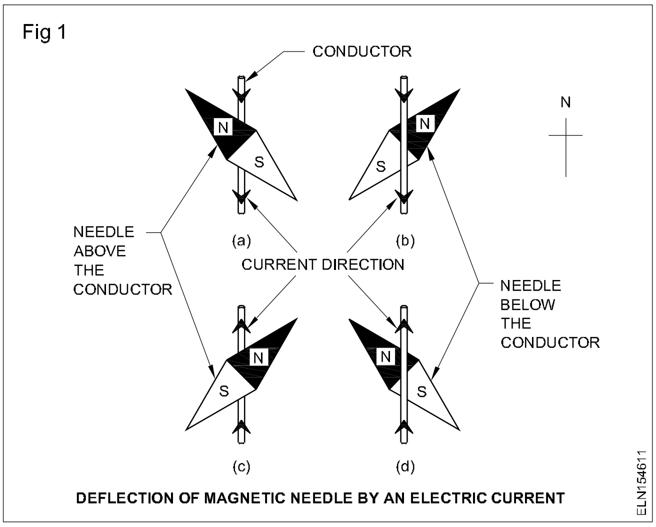
जहा तक सम्भव हो चुम्बक के उत्तर और दक्षिण ध्रवों को क्रमशः पृथ्वी के उत्तर दक्षिण दिशा में रखना चाहिये

वैद्युत चुम्बकत्व के सिद्धान्त और नियम (Principles and laws of electro magnetism)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **ओरेस्टेड सिद्धान्त व्यक्त करना**
- **वैद्युत चुम्बकत्व के अर्थ का स्पष्टीकरण करना**
- **पाश, कुण्डल, क्रोण युक्त कुण्डल में धारा के चुम्बकीय क्षेत्र को वर्णित करना**
- **दाहिने हाथ के पकड नियम, कार्क पेंच नियम द्वारा सीधे बताना**
- **चुम्बकीय पदार्थों को व्यक्त करना**
- **एक अस्थायी चुम्बक के लिए चुम्बकीय पदार्थ बताना ।**

आरेस्टड प्रयोग (Oersted's experiment) : डेनिश वैज्ञानिक ओरेस्टेड ने 1819 में प्रदर्शन समय एक भाषण में बताया कि विद्युत और चुम्बकत्व में गहरा सम्बन्ध है। उन्होंने ज्ञात किया कि जब एक चुम्बकीय सुई एक चालक के नीचे और समान्तर रखी जाती है तो धारा प्रवाह करने पर सुई में तार के लम्बवत विक्षेपित होने की प्रवृत्ति होती है।

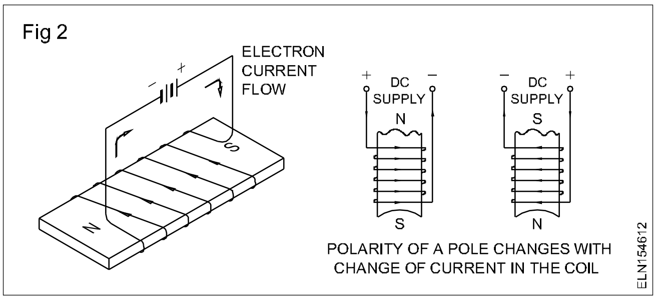
माना कि (Fig 1a) के अनुसार तार जिसमें धारा प्रवाहित होने को है के ऊपर सुई को रख कर उत्तर दक्षिण दिशा में व्यवस्थित किया गया है। सुई का उत्तरी ध्रुव पश्चिम की ओर लगभग लम्बवत विक्षेपित होगा। सुई को नीचे रखने पर (Fig 1b) के अनुसार विक्षेप पूर्व की ओर होगा। जब धारा प्रवाह की दिशा विपरीत कर दी जाती है तो विक्षेप की दिशा (Fig 1c और 1d) के अनुसार विपरीत होगी।



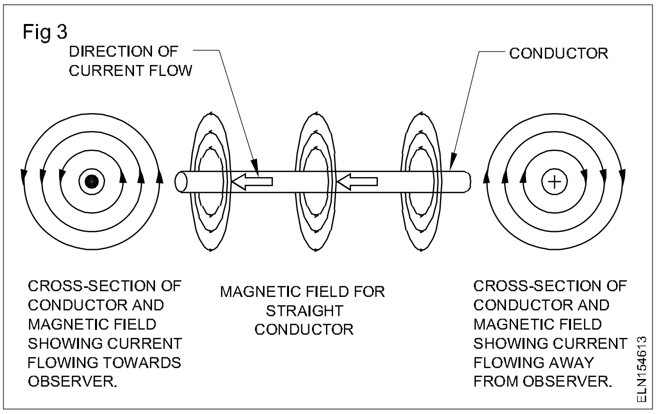
इन स्थितियों में सुई का विक्षेपण प्रदर्शित करता है कि धारा वाही चालक के चारों ओर बल रेखायें उत्पन्न होती है जैसा कि (Fig 3) में दिखाया गया है।

वैद्युत चुम्बकत्व (Electromagnetism): तार के कुण्डल में धारा प्रवाहित करने पर कुण्डल के चारों ओर एक चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है यदि एक मुलायम लौह छड तार के धारा वाही कुण्डल में रख दी जाती है तो लोहे की छड चुम्बकित हो जाती है। इस प्रक्रिया को विद्युत चुम्बकत्व कहते है मुलायम लौह छड उस समय तक चुम्बक रहती है जब तक परिपथ में धारा प्रवाहित होती है। इसका चुम्बकत्व कुण्डल धारा प्रवाह रोकते ही समाप्त हो जाता है।

इस वैद्युत चुम्बक की ध्रुवता इसमें प्रवाहित धारा की दिशा पर निर्भर करती है। यदि धारा प्रवाह की दिशा परिवर्तित कर दी जाय तो चुम्बकीय क्षेत्र भी (Fig 2) के अनुसार परिवर्तित हो जायेगा



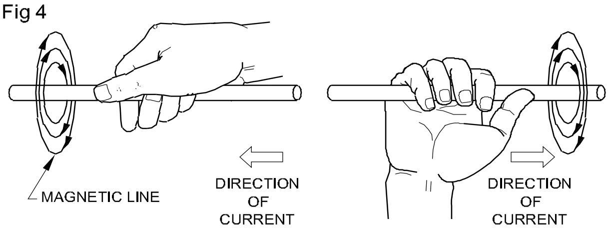
एक तार में विद्युत चुम्बकत्व (धारा वाही चालक) **(Electro-mangetism in a wire** (current-carrying conductor) **:** एक धारा वाही चालक के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है क्षेत्र चालक के चारों ओर इस प्रकार व्यवस्थित होता है जिससे पाशों की श्रृंखला निर्मित होती है। (Fig 3)



चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा धारा प्रवाह की दिशा पर निर्भर करती है। एक कम्पास सुई को यदि तार के चारों ओर ले जाया जाय तो यह बल रेखाओं के अनुदिश हो जायेगी।

चुम्बकीय दिशा ज्ञात करने के लिये दाहिने हाथ का प्रहस्तन नियम प्रयोग में लाया जा सकता है। यदि तार को दाहिने हाथ से पकडा जाय अेर अंगूठा धारा की दिशा में हो तो अंगुलियां (Fig 4) की भांति चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा का संकेत करेगी।

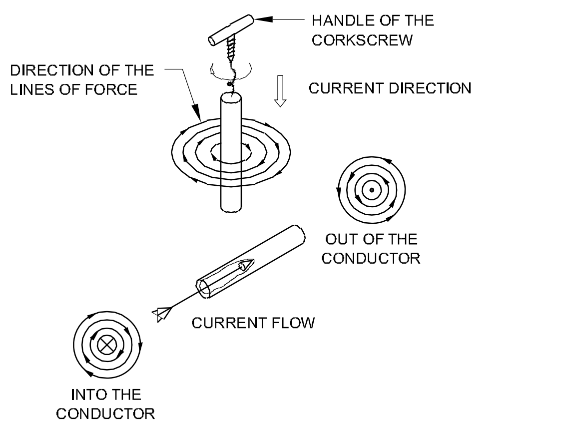
Fig 4



RIGHT HAND GRIP RULE SHOWING THE DIRECTION OF CURRENT AND DIRECTION OF MAGNETIC LINES

माना कि एक दाहिने हाथ वाला कार्क पेंच, तार के इस प्रकार अनुदिश है कि धारा की दिशा में आगे चलता है। हैन्डिल की गति, चालक के चारों ओर चुम्बकीय बल धारा की दिशा प्रदान करती है। (Fig 5)

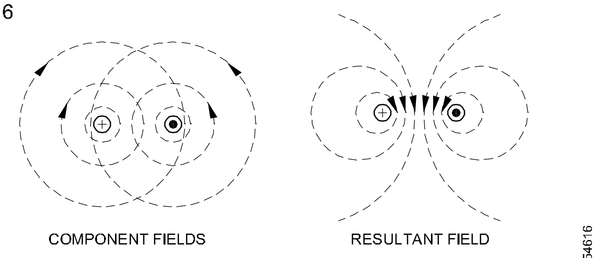
Fig 5



CORKSCREW RULE

यदि दो धारा वाही तारों को जिनमें विपरीत दिशा में धारा प्रवाहित हो रही है एक दूसरे के पास लाया जाय तो उनके चुम्बकीय क्षेत्र एक दूसरे का विरोध करेंगें क्योंकि चुम्बकीय रेखायें विपरीत दिशाओं में हैं। चूंकि चुम्बकीय रेखायें काट नही सकती है इसलिये क्षेत्र तारों को दूर कर देते है। (Fig 6)

Fig 6

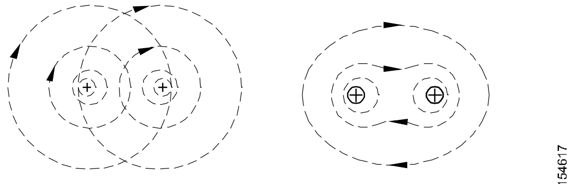


PARALLEL CONDUCTORS CARRYING CURRENT IN OPPOSITE DIRECTION

जब समान दिशा में धारा ले जाने वाले तार पास लाये जाते है तो उनके चुम्बकीय क्षेत्र परस्पर जुड जाते है। क्योंकि चुम्बकीय रेखायें समान दिशा में जाती है। दोनों तारों के चारों ओर चुम्बकीय रेखायें मिल कर पाश निर्मित करती है। और क्षेत्र तारों को पास ले आते है। दोनों तारों की चुम्बकीय रेखायें जुड कर एक प्रबल चुम्बकीय क्षेत्र बनाती है। इस प्रकार तीन अथवा चार तार एक साथ मिलकर और भी प्रबल क्षेत्र बनाते है। (Fig 7)

एक पाश में विद्युत चुम्बकत्व (Electromagnetism in a loop) : यदि तार का एक पाश बना दिया जाय तो तार के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र इस प्रकार व्यवस्थित होंगें कि वे सभी पाश में एक ओर से प्रवाहित

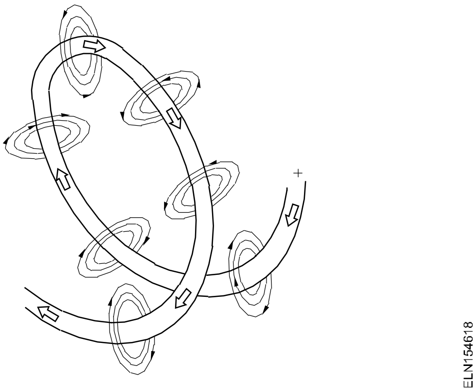
Fig 7



PARALLEL CONDUCTORS CARRYING CURRENT IN SAME DIRECTION

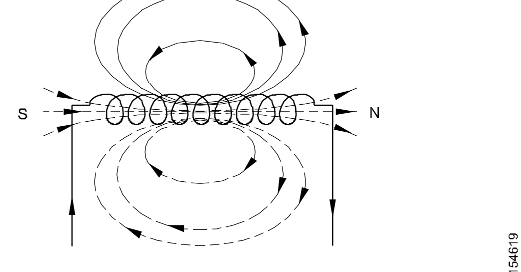
होकर दूसरी ओर से बाहर आयेंगे। पाश के केन्द्र पर चुम्बकीय बल रेखायें संघनित होकर एक घना और प्रबल क्षेत्र उत्पन्न करेंगें। इससे चुम्बकीय ध्रुव उत्पन्न होगें। चुम्बकीय रेखायें जिस ओर से बाहर आती है वह सिरा उत्तरी ध्रुव तथा जिस ओर से अंदर जाती है वह दक्षिणी ध्रुव होगा जैसा कि (Fig 8) में दिखाया गया है।

Fig 8



एक कुण्डल में वैद्युत चुम्बकत्व (Electromagnetism in a coil) : यदि अनेक पाशों को एक दिशा में वेष्ठित करके कुण्डल निर्मित किया जाता है तो अधिक क्षेत्रों के जुड जाने से कुण्डल में जाने वाली रेखायें अधिकाधिक संघनित हो जायेंगी। कुण्डल से जाने वाला चुम्बकीय क्षेत्र और भी अधिक प्रबल हो जाता है। पाशों की संख्या जितनी अधिक होती है चुम्बकीय क्षेत्र उतना ही प्रबल हो जाता है। यदि कुण्डल को दृढता से दबा दिया जाय तो क्षेत्र जुडकर अधिक प्रबल चुम्बक बनायेंगें जैसा कि (Fig 9) में दिखाया गया है।

Fig 9

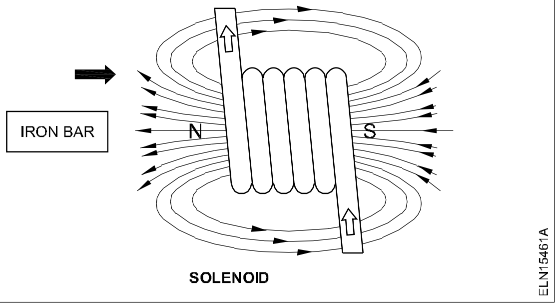


SOLENOID

एक सर्पिलाकार वेष्ठित कुण्डल जो प्रबल चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है एक परिनालिका कहलाता है। एक परिनालिका में चुम्बकीय रेखायें चुम्बक की भांति व्यवहार करती है। वे उत्तरी ध्रुव से निकल कर दक्षिणी ध्रुव की ओर जाती है। जब एक परिनालिका एक लौह छड को आकर्षित करती है यह छड को कुण्डल के अन्दर खींच लेती है (Fig 10)

चुम्बकीय क्रोण (The magnetic core) : कुण्डल के चुम्बकीय क्षेत्र को कुण्डल के अन्दर एक लौह क्रोण को रख कर चुम्बक को और भी

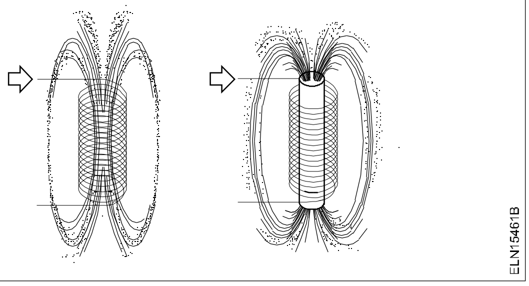
Fig 10



अधिक प्रबल बनाया जा सकता है। चूंकि मुलायम लोहा चुम्बकीय है और इसका प्रतिष्ठम्भ (Relectance) कम है इससे वायु की तुलना में अधिक चुम्बकीय बल रेखायें सान्द्रित होती है। चुम्बकीय बल रेखायें जितनी अधिक होगी चुम्बकीय क्षेत्र उतना ही प्रबल होगा। (Fig 11)

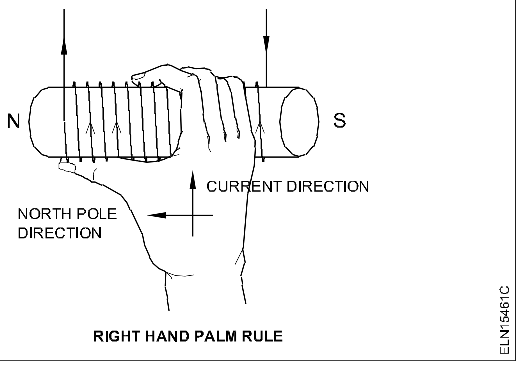
एक वैद्युत चुम्बक में लौह क्रोण इसलिये प्रयुक्त होता है क्येंकि दृढ स्टील स्थायी रूप से चुम्बकित हो जाती है।

Fig 11



चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा दाहिने हाथ की हथेली के नियम के द्वारा ज्ञात की जा सकती है। (Fig 12)

Fig 12



दाहिने हाथ की हथेली का नियम (The Right Hand Palm Rule): दाहिने हाथ की हथेली को परिनालिका के ऊपर इस प्रकार रखें कि उंगुलियां परिनालिका चालक में धारा की दिशा में हो तो अंगूठा परिनालिका की चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा उत्तरी ध्रुव का संकेत देता है।

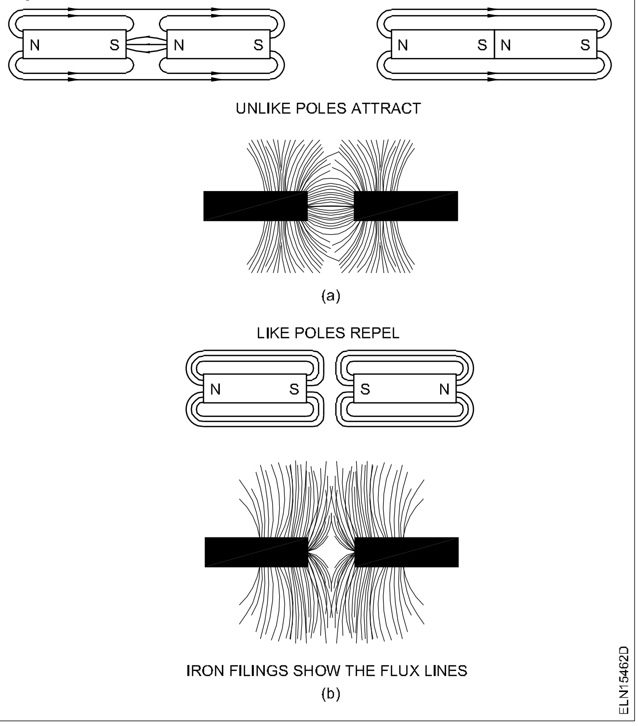
चुम्बकीय क्षेत्रों की अर्न्तक्रिया (Interaction of magnetic fields): जब दो चुम्बक पास लाये जाते है उनके क्षेत्रों में अनर्तकिया होती है चूंकि चुम्बकीय बल रेखायें एक दूसरे को नही काटती है इस तथ्य से ज्ञात होता है कि क्षेत्रो में किस प्रकार अन्तर्क्रिया होती है।

यदि बल रेखायें समान दिशा में जा रही है वे एक दूसरे को आकर्षित करेंगी और एक दूसरे के समीप पहुंचने पर जुड जायेगी इस लिये असमान ध्रुव आकर्षित होते है। (Fig 13a)

यदि बल रेखायें विपरीत दिशा में जा रही है वे नही जुड सकती। और चूंकि वे काट नही सकती है वे एक दूसरे के विपरीत बल लगाती है। इसलिये समान ध्रुव प्रतिकर्षित होते है।

चुम्बकीय रेखाओं की अर्न्तक्रिया की लौह छीलन से भी प्रदर्शित किया जा सकता है। (Fig 13b)

Fig 13



अस्थायी चुम्बकों के लिये चुम्बकीय पदार्थ (Magnetic materials for temporary magnets) : विद्युत चुम्बक सधारणतयः अस्थायी चुम्बक कहलाते हैं। इस प्रकार के चुम्बकों की चुम्बकीय प्रबलता उनमें से जाने वाली धारा परिवर्तन से परिवर्तित की जा सकती है। मुलायम लोहे का प्रयोग विद्युत चुम्बकों में चुम्बकीय क्रोण की भांति होता है। सिलिकान स्टील का अत्यधिक प्रयोग बडे चुम्बकों को बनाने में किया जाता है। (2.4% सिलीकान के साथ स्टील) आज कल अन्य धातु जैसे परमेल्वाय म्यूमेटल भी कुछ अनुप्रयोगों में प्रयुक्त होते हैं।

परमेल्वाय एक लोहे और निकिल का एलाय है। जिसे अति निर्बल क्षेत्रों से चुम्बकित किया जा सकता है और टेलीफोन्स के लिये प्रयोग किया जाता है।

म्यूमेटल, निकिल, तांबा, क्रोमियम और लोहे का एलाय है इसकी पारगम्यता और प्रतिरोधकता अत्यधिक है। भवंर धारा ह्रास बहुत कम है। इसका प्रयोग मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर और चुम्बकीय क्षेत्रों को आवरणित करने में किया जाता है ।

चुम्बकीय परिपथ स्वतः तथा हस्त प्रेरित emfs (The magnetic circuits - self and mutually induced emfs)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एक चुम्बकीय परिपथ में चुम्बकीय पदों को परिभाषित करना (जैसे MMF, प्रतिष्ठम्भ (Reluctance), फ्लक्स, क्षेत्र तीव्रता, फ्लक्स घनत्व चुम्बक शीलता सापेक्ष चुम्बकशीलता)**
- **हिस्टैरिसीस और हिस्टैरिसीस लूप का अर्थ स्पष्ट करना**
- **मेग्नर की खींचने की शक्ति का वर्णन करना ।**

चुम्बकत्व वाहक बल (Magneto motive force): क्रोण में नियोजित फ्लक्स घनत्व की मात्रा पांच कारकों पर निर्भर होती है। धारा, चक्करों की संख्या, चुम्बकीय क्रोण के पदार्थ क्रोण की लम्बाई और क्रोण के अनुपस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल पर तार के जितने अधिक चक्कर जितनी अधिक धारा उतना ही अधिक चुम्बकन प्रभाव होगा। चक्करों की संख्या तथा धारा के गुणनफल को हम विद्युत वाहक बल (mmf) की भांति चुम्बकत्व वाहक बल कहते है। (Fig 1 & 2)

Fig 1

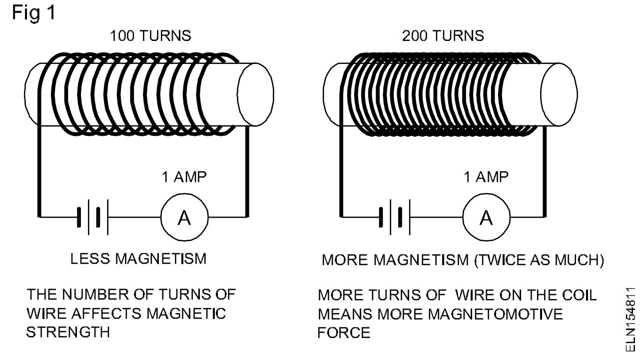
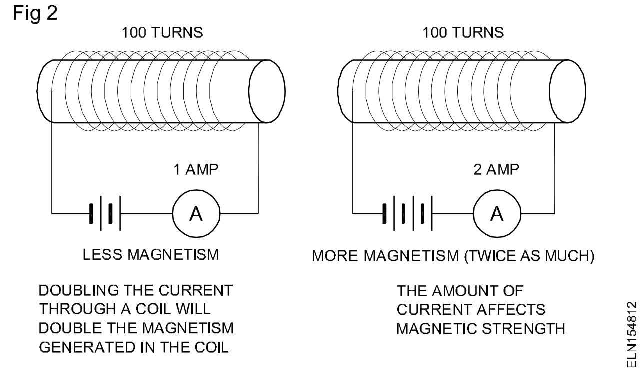


Fig 2



MMF = NI एम्पियर टर्न

जहां mmf - एम्पियर टर्न में चुम्बकत्व वाहक बल है

N - क्रोण पर वेष्ठित चक्करों की संख्या

I - एम्पियर A में कुण्डल की धारा है

यदि 200 चक्करों के कुण्डलों में एक एम्पियर की धारा प्रवाहित हो रही है तो mmf का मान 200 एम्पियर टर्न होगा

प्रतिष्टम्भ (Reluctance) : चुम्बकीय परिपथ में कुछ वैद्युत प्रतिरोध के तुल्य होता है जिसे प्रतिस्ठम्भ कहते है (प्रतीक S)। कुल फ्लक्स प्रतिस्ठम्भ का विलोमानुपाती होता है। इसलिये यदि mmf को एम्पियर टर्न से व्यक्त करते है तो हम लिख सकते हैं कि

$\phi = \frac{NI}{S}$ जहाँ ϕ फ्लक्स और प्रतिष्ठम्भ $S = \frac{\ell}{\mu_o \mu_r a}$

जहां S - प्रतिष्ठम्भ

l - चुम्बकीय पथ की मीटर में लम्बाई

μ_o - स्वतन्त्र स्थान की चुम्बक शीलता

μ_r - आपेक्षिक चुम्बक शीलता

a - वर्ग मिलीमीटर में चुम्बकीय पथ का अनुप्रस्थ परिच्छेद

क्षेत्रफल प्रतिष्ठम्भ का मात्रक एम्पियर टर्न/ Wb है।

चुम्बकीय फ्लक्स (Magnetic flux) : चुम्बकीय परिपथ में, चुम्बकीय फ्लक्स चुम्बकीय क्रोण के अनुपस्थ परिच्छेद पर जो फ्लक्स की दिशा के लम्बवत है, उपस्थित कुल रेखाओं की संख्या के बराबर होता है इसका प्रतीक ϕ और Si मात्रक वेवर है।

$$\phi = \frac{NI}{S}$$

$$= \frac{NIa\mu_o\mu_r}{\ell}$$

जहां

ϕ - कुल फ्लक्स

N - टर्न की संख्या

I - एम्पियर में धारा

S - प्रतिष्ठम्भ

μ_o - स्वतन्त्र स्थान की चुम्बक शीलता

μ_r - आपेक्षिक चुम्बक शीलता

a - वर्ग मिलीमीटर में चुम्बकीय पथ का अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल m^2

ℓ - चुम्बकीय पथ की मीटर में लम्बाई

चुम्बकीय क्षेत्र प्रबलता (Magnetic field strength) : कभी कभी इसे क्षेत्र तीव्रता, चुम्बकीय तीव्रता अथवा चुम्बकीय क्षेत्र भी कहते हैं और अक्षर H से व्यक्त करते हैं इसका मानक एम्पियर टर्न मीटर है।

$$H = \frac{M.M.F}{\text{Length of coil in meters}} = \frac{NI}{\ell}$$

फ्लक्स घनत्व (B) **(Flux density** (B)) : चुम्बकीय कोण के अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल के प्रतिवर्ग मीटर में रेखाओं की कुल संख्या को फ्लक्स घनत्व कहते हैं और प्रतीक B से व्यक्त करते हैं। SI इसका मानक (MKS पद्धती में) टेसला (वेवर प्रतिवर्गमीटर है)।

$$B - \frac{\phi}{A} \text{ Weber/ } m^2$$

जहाँ ϕ - वेबर में कुल फ्लक्स

A - अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल

B - वेबर / मीटर^2 में फ्लक्स घनत्व है

चुम्बक शीलता (Permeability) : किसी चुम्बकीय पदार्थ की चुम्बक शीलता पदार्थ में उत्पन्न फ्लक्स और वायु में उत्पन्न फ्लक्स के अनुपात को कहते है। यदि वह mmf और चुम्बकीय परिपथ विमायें समान रहे। इसका प्रतीक μ है और

$$\mu = B/H$$

जहाँ B फ्लक्स घनत्व है

H चुम्बकीय बल है।

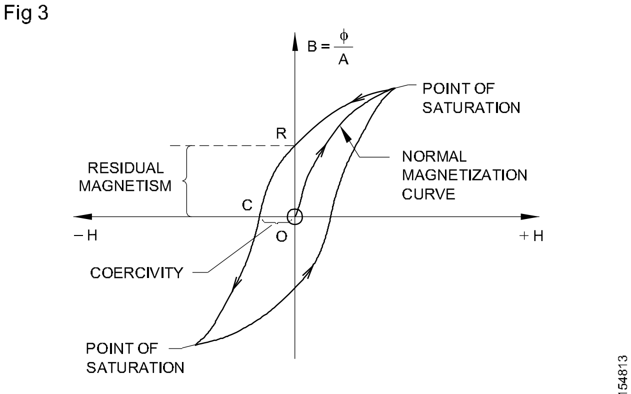
चूंकि यह अनुपात होता है कि इसका कोई मात्रक नही होता और केवल संख्या मात्र में व्यक्त किया जाता है। वायु की चुम्बक शीलता μ वायु = एकांक लोहे और स्टील की आपेक्षिक चुम्बक शीलता का परास 50 से 2000 होता है। दिये गये पदार्थ की चुम्बक शीलता उसके फ्लक्स घनत्व के साथ परिवर्तित होती है।

हिस्टेरिसिस (Hysteresis) : एक चुम्बकीय पदार्थ के लिये B और H के बीच एक ग्राफिकल सम्बन्ध पर विचार करें। चूंकि μ= BH इसलिये ग्राफिकल सम्बन्ध से ज्ञात होता है कि पादार्थ की चुम्बक शीलता चुम्बकन तीव्रता H से किस प्रकार परिवर्तित होती है।

एक चुम्बकीय क्रोण प्रारम्भ में पूर्ण रूप से अचुम्बकित है। धारा में वृद्धि होने पर $H = \frac{NI}{\lambda}$ में वृद्धि होती है जिससे फ्लक्स घनत्व में वृद्धि B होगी। H धारा तथा एम्पियर माप का समानुपाती होता है फ्लक्स घनत्व को क्रोण में बनाये गये छेद में फ्लक्स मापी के एक ऐषण को घुसा कर माप जा सकता है।

(Fig 3) के अनुसार BH के मानों को अंकित करके सामान्य चुम्बकन वक्र प्राप्त होता है। प्रत्यक्ष रूप से एक रैखिक भाग होता है जहां B अपेक्षाकृत H के समानुपात में होती है। इसके पश्चात एक संतृप्त स्थिति उत्पन्न होती है जहां B में एक पर्याप्त वृद्धि के लिये H में बडी वृद्धि वाछित होती है। वक्र का यह बिन्दु **संतृप्त बिन्दु (saturation point)** कहा जाता है।

Fig 3



HYSTERESIS LOOP FOR MATERIAL USED IN AN AC CIRCUIT

अब यदि धारा को क्रमशः शून्य की ओर कम किया जाय, H शून्य हो जाता है पर B नही होता है। क्रोण धारक्ता प्रदर्शित करता है, और कुछ अवशेष चुम्बकत्व बनाये रखता है। धारकता दूरी OR से व्यक्त की जाती है।

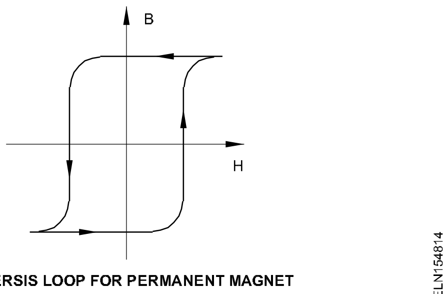
यदि कुण्डल के सम्बन्ध उत्क्रमित कर दिये जाये और धारा में पुनः वृद्धि की जाय कि कोण चुम्बकत्व शून्य करने के लिये H की एक निश्चित मात्रा होती है इसे **निग्रहता (Coercivity)** कहते है और दूरी OC से व्यक्त करते है ।

साथ ही विपरीत दिशा में धारा वृद्धि से पहले की भांति विपरीत दिशा में क्रोण के चुम्बकत्व में वृद्धि उस समय तक होती है जब तक संतृप्ती स्थिति नही पहुंच जाती।

हिस्टेरिसिस पाश (Hysteresis loop) : धारा में कमी और इसके पश्चात दिशा का उत्क्रमण एक बन्द चित्र उत्पन्न करता है जिसे BH वक्र अथवा हिस्टेरिसिस पाश कहते है। यह नाम ग्रीक भाषा के शब्द हेस्टीरोज से प्राप्त हुआ है जिसका अर्थ पीछे रह जाना होता है। अर्थात फ्लक्स घनत्व की स्थिति चुम्बकन तीव्रता द्वारा किये गये प्रयासों के सदैव पीछे रह जाती है।

B-H पाश की आकृति पदार्थ के चुम्बकीय गुणों का एक संकेत होता है (Fig 4)

Fig 4



HYSTERSIS LOOP FOR PERMANENT MAGNET

हिस्टेरिसिस के कारण ऊर्जा क्षय होती है जो ऊष्मा के रूप में प्रकट होती है इस प्रकार क्षय हुई ऊर्जा पाश के क्षेत्रफल की समानुपाती होती है। इस प्रकार एक चक्र में जूल्स में पदार्थ के प्रति घन मीटर में हुई ऊर्जा MKS मात्रक में पाश के क्षेत्रफल के बराबर होती है।

व्यय ऊर्जा/चक्र/०m^2 जूल्स में = m^2 में हिस्टेरिसिस क्षेत्र पर।

हिस्टेरिसिस पाश की आकृति प्रयुक्त लोहा अथवा स्टील की प्रकृति पर निर्भर होती है। लोहे में चुम्बकत्व के त्वरित प्रत्यागमन होते है इसलिये इसमें पाश क्षेत्र अति छोटा होता है आकिंक रूप में ह्वास निम्न समीकरण से प्राप्त होता है।

प्रति सेकेन्ड ह्वास हई ऊर्जा $\eta f B_m^{1.6}$ जूल्स / m^3

जहां η= स्थिरांक जिसे हिस्टेरिसिस गुणक कहते हैं

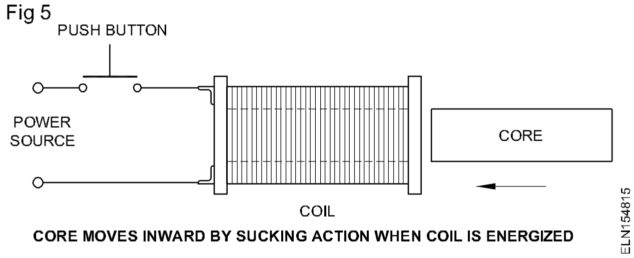
B_m = अधिकतम फ्लक्स घनत्व

f = आवृत्ति

परिनालिका की आकर्षण शक्ति (Pulling power of solenoid) : जब कुण्डल को ऊर्जित किया जाता है यह एक चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है जो लौह कोण को भी चुम्बकित करता है। लौह क्रोण कुण्डल की ओर आकर्षित होता है और वे पृथक हो जाते है। क्रोण के कुण्डल में एक बार पहुंचने के पश्चात चुम्बकीय क्षेत्र उस कोण में संघनित हो जाता है और अधिक गति करने के लिये स्थान नही रहता।

परिनालिका की खींचने की शक्ति कुण्डल में चक्करों की संख्या, धारा, पदार्थ चुम्बकीय क्रोण का फ्लक्स घनत्व अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल और लम्बाई पर निर्भर करता है। धारा की मात्रा जितनी अधिक होगी तार में प्रयुक्त चक्करों की संख्या जितनी अधिक हेागी चुम्बकन प्रभाव उतना ही अधिक होगा। एक विद्युत चुम्बक की प्रबलता चालन योग्यता पर निर्भर होगी। चालन योग्यता चुम्बकीय पथ के mmf प्रतिष्ठम्भ, और चुम्बक शीलता पर निर्भर होती है। (Fig 5)

Fig 5



विद्युत चुम्बकत्व के अनुप्रयोग - विद्युत चुम्बकीय प्रेरण (Electromagnet applications - Electromagnetic induction)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

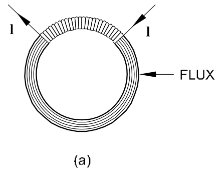
- **चुम्बकीय और विद्युत परिपथ की तुलना करना**
- **एक विद्युत चुम्बक के अनुप्रयोगों को सूचीबद्ध करना (बेल, बजर तथा ट्यूबलाइट चोक)**
- **विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के नियम तथा सिद्धान्त बताना**
- **प्रेरण कुण्डल में भण्डारण ऊर्जा का स्पष्टीकरण करना**
- **प्ररको के श्रेणी तथा समानान्तर सम्बन्धों को व्यक्त करने में तथा इण्डक्टर के प्रकार के बारे में बताना**
- **एक प्रतिदीप्त प्रकाश परिपथ में चोक के कार्य का वर्णन करना**
- **उन कारको को व्यक्त करने में प्रेरकत्व वोल्टेज का निर्धारण करना**
- **काउन्टर EMF इन्डूज्ड रियेक्टेन्स टाइम कान्सटेन्ट के बारे में बताना।**

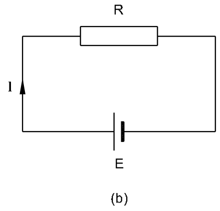
चुम्बकीय और विद्युत परिपथों के बीच तुलना

समानतायें (Fig 1a & 1b)

Fig 1

	चुम्बकीय धारा	चुम्बकीय धारा
1	फ्लक्स = $\frac{mmf}{reluctance}$	धारा = $\frac{emf}{resistance}$
2	M.M.F. (एम्पियर टर्न)	E.M.F. (वोल्टता)
3	फ्लक्स ϕ (वेबर्स)	करेन्ट I (एम्पियर)
4	फ्लक्स घनत्व B (Waber /m^2)	करेन्ट घनत्व (A/m^2)
5	प्रतिकूल $S = \frac{\ell}{\mu_A}$ or $S = \frac{\ell}{\mu_0 \mu_r a}$	प्रतिरोधक e $R = \frac{\rho L}{A}$
6	चुम्बकशीलन = (1/प्रतिष्ठम्भ)	चालक (= 1/प्रतिरोधक)
7	प्रतिष्टम्भन $\mu_o \mu_r A$	प्रतिरोधकता
8	चुम्बक शीलता (=1/प्रतिष्ठम्भन)	चालकता (= 1/प्रतिरोधकता)

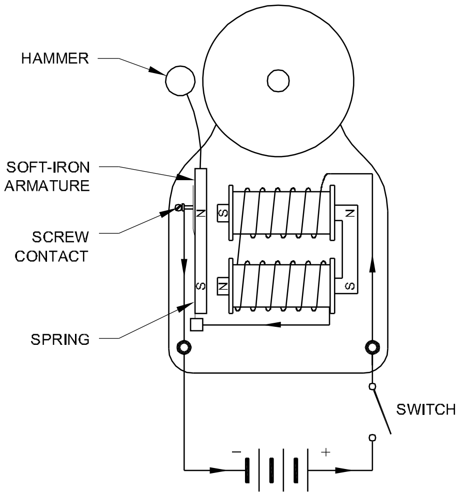




विद्युत चुम्बकत्व के व्यावहारिक अनुप्रयोग (Practical applications of electromagnets) : विद्युत चुम्बकों का प्रयोग सभी प्रकार की वैद्युत मशीनों जैसे मोटर्स, जनित्र, ट्रांसफामर्स, परिवर्तक, कुछ वैद्युत मापन के मापी यन्त्रों चिकित्सा प्रयोजनों के लिये रक्षक रिलेज (जैसे आंख से लौह टुकडों के निकालने केलिये) और अन्य कई वैद्युत युक्तियों जैसे घण्टी, बजर्स, परिपथ भंजक, टेलीग्राफिक परिपथों, लिफ्ट और अन्य व्यवसायिक प्रयोगों में होता है। (Fig 2,3,4,5 & 6)

a बेल (Fig 2)

Fig 2



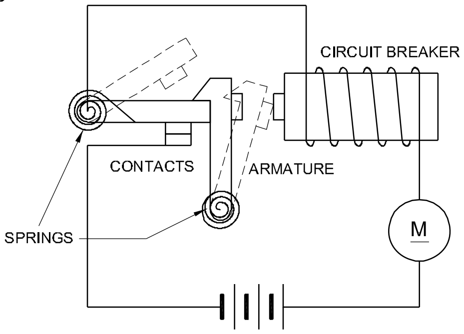
ELECTRIC BELL

ELN154822

b बजर

c सर्किट ब्रेकर (Fig 3)

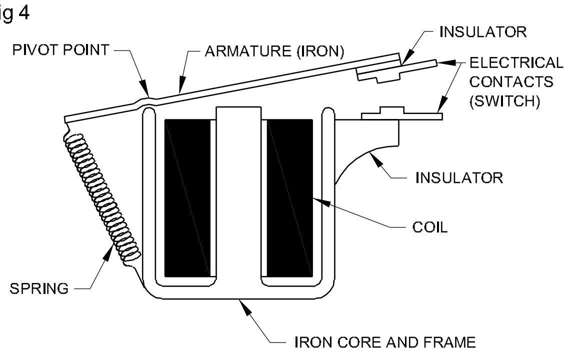
Fig 3



ELN154823

d रिले (Fig 4)

Fig 4



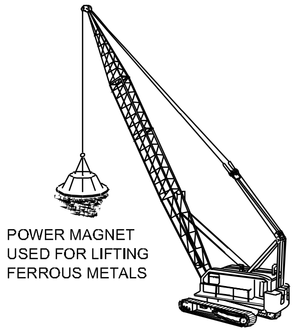
RELAY

ELN154824

e टेलीग्राफिक परिपथ

f लिफ्ट (Fig 5)

Fig 5

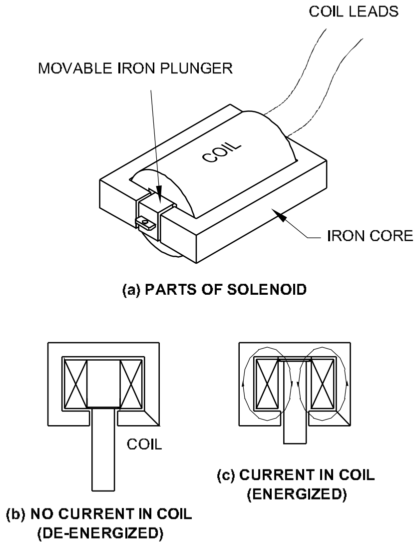


MOBILE CRANE

ELN154825

g इन्डस्ट्रियल प्रयोग (Fig 6)

Fig 6



ELN154826

विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के नियम प्रत्यावर्ती धारा वाहकों के लिये प्रयुक्त होते हैं (Principles and laws of electromagnetic induction)

फेरडे का विद्युत चुम्बकीय प्रेरण सिद्धान्त प्रत्यावर्ती धारा वाहकों के लिए भी प्रयुक्त होता है ।

फेरडे का विद्युत चुम्बकीय प्रेरण सिद्धान्त (Faradays' Laws of Electromagnetic Induction)

फैराडे के प्रथम नियम (Faraday's First Law) के अनुसार जब भी चुम्बकीय फ्लक्स परिपथ परिवर्तनों से सम्पर्कित होता है इसमें सदैव एक emf प्रेरित होती है।

द्वितीय नियम (The Second Law) के अनुसार प्रेरित emf का परिमाण फ्लक्स सम्पर्कन की परिर्वतन दर के बराबर होता है।

गति द्वारा प्रेरित EMF (Dyanamically Induced EMF)

इस प्रकार प्रेरित emf का उत्पादन एक स्थैतिक चुम्बकीय क्षेत्र में चालक गति द्वारा अथवा स्थैतिक चालक में चुम्बकीय फ्लक्स परिर्वतन द्वार

किया जा सकता है। जब चालक की गति द्वारा emf उत्पन्न होता है तो emf गतिज प्रेरित emf कहलाता है। उदाहरणः जनित्र।

स्थैतिक प्रेरित emf (Statically Induced EMF)

जब परिवर्ती फ्लक्स emf उत्पन्न करता है तो emf को स्थैतिक प्रेरित emf कहते है जैसा कि नीचे स्पष्ट किया जा रहा है। उदाहरणः ट्रांसफार्मर

स्थैतिक रूप में प्रेरित emf (Statically induced emf) : जब एक स्थैतिक चालक में फैराडे के विद्युत चुम्बकीय नियमों के अनुसार परिवर्ती चुम्बकीय क्षेत्रों के कारण emf प्रेरित होता है तो प्रेरित emf को स्थैतिक प्रेरित emf कहते है।

निम्न कथन के अनुसार स्थैतिक प्रेरित emf दो प्रकार के होते हैं:

1 **स्वप्रेरित emf (Self induced emf)** जो उसी कुण्डल में उत्पन्न होता है।

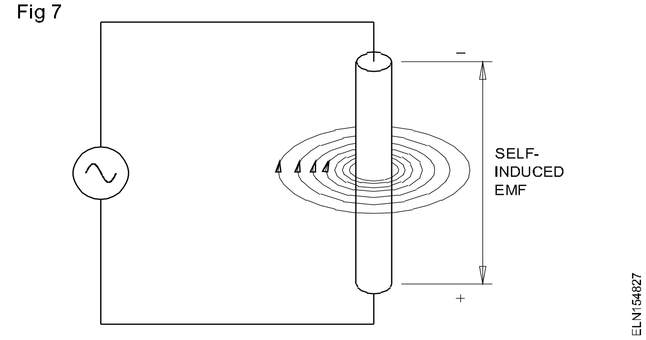
2 **पारस्परिक प्रेरित emf (mutually induced emf)** जो पडोसी कुण्डल में उत्पन्न होता है।

स्वप्रेरण (Self-induction) : जब एक चालक में प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित होती है जो आवर्ती विधि से परिवर्तित होती है तो इसके द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र भी दिशा में उत्क्रमित होता है। धारा प्रवाह की दिशा से चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात की जाती है।

एक पूरे चक्र में चालक के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है और इसके पश्चात निपातित (Collapsed) हो जाता है तब यह विपरीत दिशा में उत्पन्न होता है और पुनः निपातित होता है। जब चुम्बकीय क्षेत्र शून्य से बढना प्रारम्भ करता है तब चालक के केन्द्र से बल रेखायें अथवा फ्लक्स बाहर की ओर फैलती है बाहर की ओर फैलने पर ऐसा सोचा जा सकता है कि वे चालक को काट रही है।

फैराडे के नियम के अनुसार चालक में emf प्रेरित होता है। इसी प्रकार जब चुम्बकीय क्षेत्र निपातित होता है फ्लक्स पुनः चालक को काटता है और पुनः एक emf प्रेरित होता है। इसे स्वप्रेरण कहा जाता है। (Fig 7)

Fig 7



पारस्परिक प्रेरकत्त्व (Mutual Inductance) : जब दो या दो से अधिक क्वायल समान चुम्बकीय फ्लक्स से मैगनेटिकली जुड़े हुए है तब यह म्यूच्वल इंडक्शन का गुण कहलाता है । यह ट्रांसफार्मर का आधारभूत सिद्धांत है, इसी सिद्धांत पर ट्रांसफार्मर कार्य करता है । मोटर जनरेटर तथा अन्य उपकरण अन्य प्रकार के चुम्बकीय क्षेत्र से प्रभावित होते हैं । जब एक क्वाइल में करंट प्रवाहित होती है तब लिंकेज क्वायल या पास में पड़े क्वायल में वोल्टेज पैदा हो जाती है ।

चित्र 8 में क्वाइल L1 में धारा प्रवाह से इसके चारों ओर मैग्नेटिक फील्ड बनता है जिसके मैग्नेटिक फील्ड के कुछ मैग्नेटिक लाइन क्वाइल L_2 से गुजरते है । यदि L_1 क्वाइल में N_1 टर्न दिया है और बहनेवाली धारा **I** है जबकि क्वाइल L_2 में N_2 टर्न है । नव क्वाइल L_2 का क्वाइल L1 के सपिक्ष म्यूचुअल इंडक्टेस M इसके आपसी स्थिति पर निर्भर करता है ।

दो क्वाइलों के बीच म्यूचुअल इंडक्टेंस उन्हें एक नर्म लोहे की कोर पर रखकर बढ़ाया जा सकता है । या क्वाइलों के टर्न की संख्या बढ़ाकर जैसे कि ट्रांसफार्मर में पाया जाता है । एक उभ्य नये लौह कोर के ऊपर दो क्वाइल बाइंड करने पर उनके बीच होने वाला फ्लक्स लीकेज बहुत कम हो जाता है । तब दोनों क्वाइलों के बीच उचित फ्लक्स लीकेज होने पर क्वाइलों का म्यूचुअल इंडक्टेंस को निम्मानुसार लिखा जा सकता है :

$$M = \frac{MoMr N1\ N2\ A}{l}$$

जहाँ

M_o = मुख्य यानिवति का परमिप्यबिल्टि $(4\pi \times 10^{-7})$

µr = संबंधित परिमियाबिलिटी (नर्म लोहे का)

N = पहले क्वाइल के टर्नो की संख्या

A = दूसरे क्वाइल के टर्नो की संख्या m^2

l = क्वाइल की लंबाई मीटर में

प्रेरकत्व (Inductance) : प्रेरकत्व (L) एक वैद्युत परिपथ अथवा युक्ति का वह भौतिक गुण होता है जिससे परिपथ में धारा प्रवाह के परिमाण में परिवर्तन का विरोध होता है।

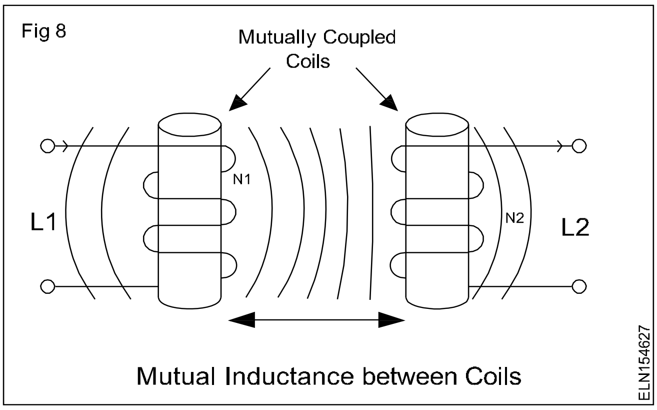
वे युक्तियां जिन्हें परिपथ में प्रेरण प्राप्त करने के लिये प्रयुक्त किया जाता है प्रेरक कहलाते है। प्रेरकों को चोक कुण्डल और रियेक्टर के नाम से भी जाना जाता है। प्रेरक प्रायः तार के कुण्डल होते है।

प्रेरकत्व को ज्ञात करने वाले कारक (Factors determining inductance) : एक प्रेरक के प्रेरकत्व को प्राथमिक रूप से चार कारकों से ज्ञात किया जाता है।

- क्रोण की क्रोण चुम्बक शीलता μ_r के प्रकार से
- कुण्डल में तार के चक्रो की संख्या N से
- तार के चक्करों के बीच स्थान से (स्थानिक कारक)
- अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफलः (कुण्डल क्रोण का व्यास) ‘a’ अथवा ‘d’

तार के कुण्डल में प्रेरण की मात्रा कुण्डल की भौतिक रचना से प्राभावित होती है। (Fig 8)

क्रोण (Core) (Fig 9a): यदि दृढ स्टील के स्थान पर कोण पदार्थ के लिये मुलायम लोहा प्रयुक्त किया जाय तो कुण्डल में अधिक प्रेरकत्व होगा।

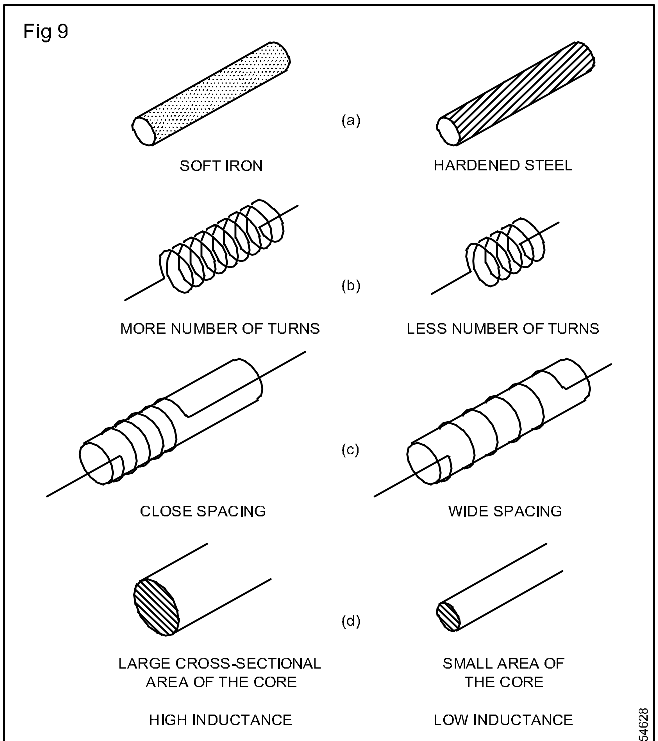


Mutual Inductance between Coils

यदि सभी कारक समान है तो लौह कोण प्रेरक में वायु कोण प्ररेक की तुलना में अधिक प्रेरकत्व होता है। क्योंकि लोहे में उच्च चुम्बक शीलता अथवा अधिक फ्लक्स ले जाने की योग्यता है। इस उच्च चुम्बक शीलता के कारण फ्लक्स परिवर्तन अधिक होता है फलस्वरूप एक दिये गये धारा परिवर्तन के लिये अधिक प्रतिप्रेरित emf (cemf) होता है।

चक्करों की संख्या (Number of turns) (Fig 9b): प्रेरक में चक्करों की संख्या वृद्धि कर देने पर उसके प्रेरकत्व में वृद्धि होती है क्योंकि प्रत्येक टर्न प्रेरक को और अधिक चुम्बकीय क्षेत्र प्रदान करता है। चुम्बकीय क्षेत्र तीव्रता में वृद्धि से प्रेरक के चालकों को काटने के लिये अधिक चुम्बकीय रेखायें प्राप्त होती है।

तार के चक्करों के बीच की दूरी (Spacing between turns of wire) : (Fig 9c) जब तार के कुण्डलों में चक्करों के बीच की दूरी में वृद्धि की जाती है तो कुण्डल का प्रेरकत्व कम होता है। यह (Fig 10) में प्रदर्शित किया है। अधिक दूरस्थ चक्करों के कारण पास के चक्करों से अनेक चुम्बकीय रेखायें परस्पर सम्पर्कित नही हो पाती वह रेखायें जो परस्पर सम्पर्कित नही होती दूसरे चक्करों में वोल्टता उत्पन्न नही करती। चक्करों के परस्पर समीप आने पर (Fig 10) केवल कुछ रेखायें सम्पर्कन नही कर पाती।

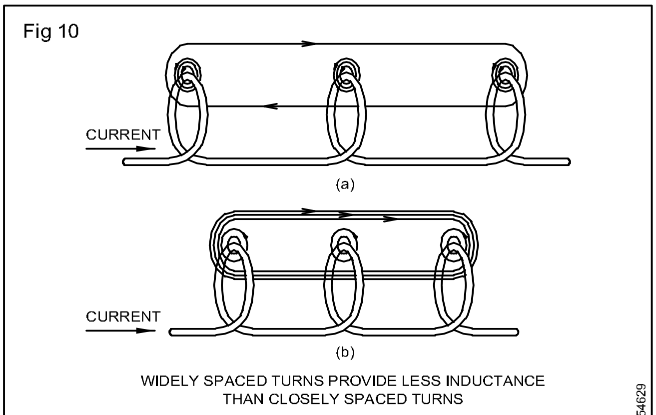


FACTORS DETERMINING INDUCTANCE

अनुप्रस्थ परच्छेिद क्षेत्रफल (Cross sectional area) (Fig 9d) **:** समान चक्कर वाले दिये गये पदार्थ के लिये अधिक अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल होने से प्रेरकत्व उच्च तथा कम अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल होने से कम होगा।

स्वप्रेरक का मात्रक और प्रतीक (Symbol and unit of Self-inductance) : किसी कुण्डल अथवा चालक का emf को स्वप्रेरित करने का गुण जबकि उनमें से धारा परिवर्तित हो रही है कुण्डल का (चालक का) स्वप्रेरकत्व अथवा केवल प्रेरकत्व कहलाता है। प्रेरकत्व के लिये अक्षर प्रतीक L और मौलिक मात्रक हेनरी H है।

हेनरी (Henry) : एक कुण्डल अथवा चालक का प्रेरकत्व एक हेनरी होता है। यदि एक एम्पियर प्रति सेकेन्ड की दर से परिवर्तित होने वाली धारा एक वोल्ट की वोल्टता (cemf) प्रेरित करती है।



EFFECT OF TURN SPACING

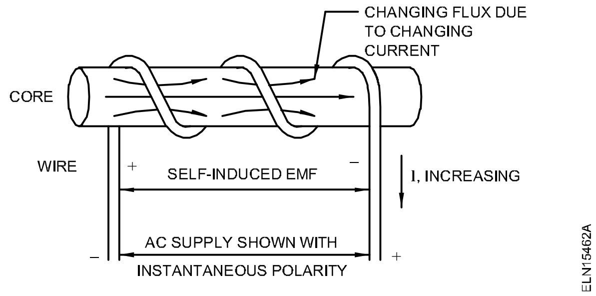
सीधे चालकों का प्रेरकत्व प्रायः बहुत कम होता है। और हमारे प्रयोजनों के लिये शून्य माना जा सकता है। कुण्डलित चालकों का प्रेरकत्व उच्च होता है और AC परिपथों के विश्लेषण में महत्वपूर्ण भूमिका होती है।

प्रेरित emf की दिशा क्या होगी (लेंज का नियम) स्वप्रेरित emf की दिशा लेंज के नियम से स्पष्ट होती है। What will be the direction of the induced emf? (Leng's Law)

धारा परिवर्तिन एक emf उत्पन्न करता है जिसकी दिशा ऐसी होती है कि यह धारा का विरोध करती है। अन्य शब्दों में जब धारा कम होती है तो धारा की दिशा में ही प्रेरित emf होता है और धारा के कम होने का विरोध करता है। और जब धारा में वृद्धि होती है तो प्रेरित emf की ध्रुवता धारा की दिशा की विपरीत होती है और धारा वृद्धि को रोकने का प्रयास करती है। (Fig 11)

प्रेरित emf का परिमाण क्या होगा (The magnitude of induced emf) : स्वप्रेरित emf का परिमाण चुम्बकीय क्षेत्र परिवर्तनों की दर पर निर्भर होता है लेकिन चुम्बकीय क्षेत्र धारा का समानुपाती होता है।

Fig 11



$$v = L \times \frac{di}{dt}$$

जहाँ

v प्रेरित emf वोल्ट में (कभी प्रति cemf भी कहा जाता है)

L हेनरी H में प्रेरकत्व है

di एपिम्यर A में धारा परिवर्तन है

dt सेकेन्ड S में समय परिवर्तन है।

$\frac{di}{dt}$ Amperes/second A/s धारा परिवर्तन की दर

स्वप्रेरकत्व गुणांक (Coefficient of self-inductance) : इसको कुण्डल में वेबर चक्कर प्रति एम्पियर के फ्लक्स सम्पर्कन से परिभाषित किया जाता है।

परिभाषा से $L \times \frac{N\phi}{i}$ Henry

जहां 'N' चक्करों की संख्या

'f' वेबर में फ्लक्स

I एम्पियर में धारा है

ऊर्जा भण्डारण (Energy storage) : धारा से उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र में प्रेरक ऊर्जा भण्डारण करता है। भण्डारित ऊर्जा को निम्न की भांति व्यक्त करते है।

$$W = \frac{1}{2} LI^2$$

जहा I एम्पियर में

L हेनरी

W जूल में ऊर्जा अथवा वाट-सेकेन्ड

उपयुक्त मानों के प्रेरकों के उपलब्ध न होने पर क्या करें? वाछित मान के प्रेरकों को प्राप्त करने के लिये कुछ प्रेरकों को श्रेणी और कुछ का समान्तर सम्बन्ध प्रयुक्त किया जा सकता है।

श्रेणी और समान्तर प्रेरकों (Series and Parallel Inductors)

श्रेणी में प्रेरक (Series inductors) : जब प्रेरकों को (Fig 12a) के अनुसार श्रेणी में सम्बन्धित किया जाता है तो कुल प्रेरकत्व L_T व्यक्तिगत प्रेरकों का योग होता है। L_T के लिये सूत्र श्रेणी N प्रेरकों की सामान्य स्थिति के लिये निम्न समीकरण से व्यक्त कर सकते हैं।

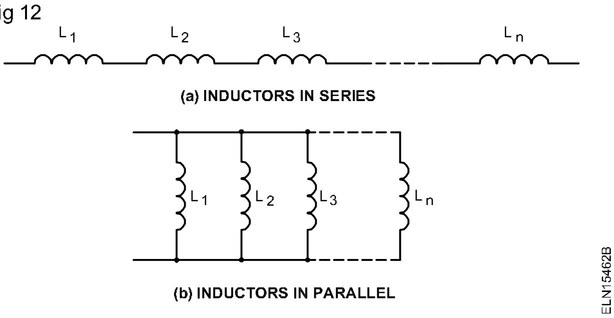
$$L_T = L_1 + L_2 + L_3 + ... L_n$$

ध्यान दे कि श्रेणी में प्रेरकत्व, श्रेणी में प्रतिरोध की भांति है।

समान्तर प्रेरक (Parallel inductors) : जब प्रेरकों को (Fig 12b) के अनुसार सम्बन्धित किया जाता है तो कुल प्रेरकत्व सबसे कम प्रेरकत्व से भी कम होता है। समान्तर में कुल प्रेरकत्व के लिये सूत्र समान्तर में प्रतिरोध के योग के समान होता है।

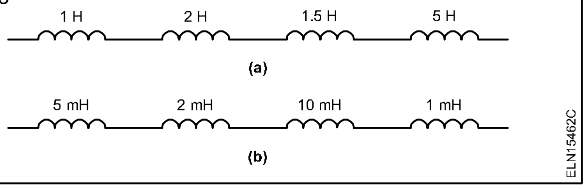
$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + ... \frac{1}{L_n}$$

Fig 12



उदाहरण 1: (Fig 13) में प्रत्येक श्रेणी सम्बन्ध के लिये कुल प्रेरकत्व ज्ञात करें

Fig 13



हलः

a) L_T = 1H + 2H + 1.5H + 5H = 9.5H

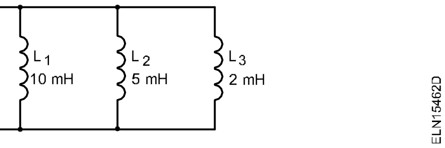
b) L_T = 5mH + 2mH + 10mH + 1mH = 18mH

ध्यान दें 1000mH = 1 H

उदारहण 2 : Fig 14 में L_T ज्ञात करें।

हलः

Fig 14

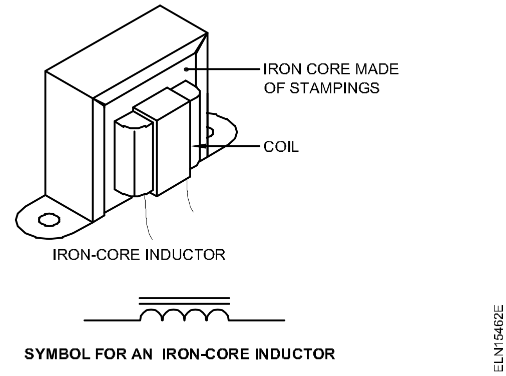


$$= \frac{1}{0.1+0.2+0.5}$$

$$L_T = \frac{1}{0.8} = 1.25 \text{ mH.}$$

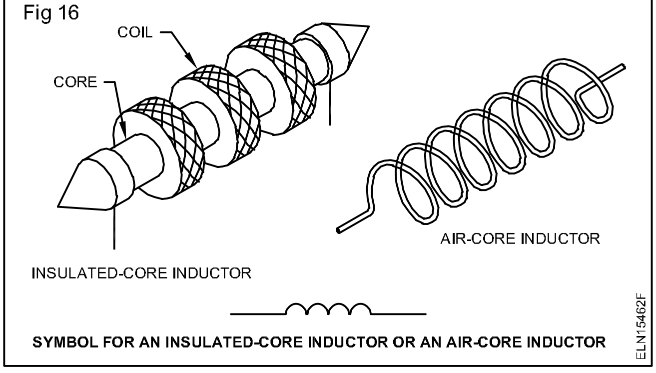
प्रेरक के प्रकार (Types of Inductor) : मौलिक रूप से सभी प्रेरक एक क्रोण के चारों ओर चालक की एक लम्बाई पर वेष्ठित करके निर्मित होते है। (Fig 15) चालक प्रायः एक ताबें अथवा एल्यूमिनियम तार के होते है जिस पर रोधन लेपित रहता है और क्रोण किसी चुम्बकीय पदार्थ जैसे लोहे का चूरा, अथवा रोधित पदार्थ का होता है।

Fig 15



जब प्रेरक को एक रोधित पदार्थ पर वेष्ठित किया जाता है तो क्रोण केवल एक आधार के रूप में प्रयुक्त होता है। क्योंकि इसमें कोई चुम्बकीय गुण नही होते है। यदि प्रेरक के निर्माण में भारी तार प्रयुक्त होता है तो क्रोण की वास्तव में आवश्यकता नही होती है। तारों के दृढ पाश स्वयं अपने को आधार देते है। जब एक चुम्बकीय कोण का प्रयोग नही किया जाता है तो प्रेरक को प्रायः एक वायुक्रोण प्रेरक कहते है। (Fig 16)

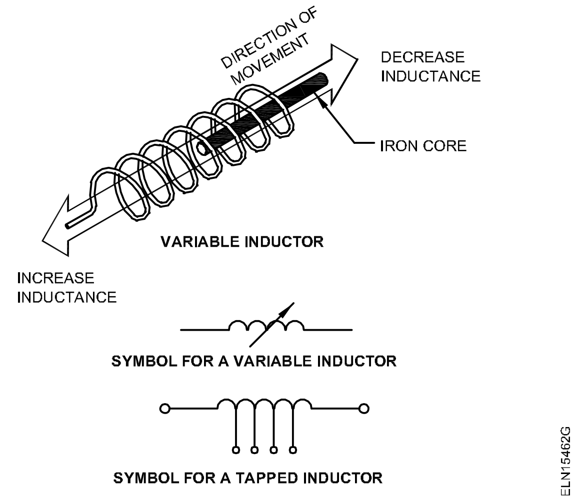
Fig 16



नियोजित मान के प्रेरक जिनको परिवर्तित नहीं किया जा सकता है स्थिर प्रेरक कहलाते हैं। प्रेरक जिनके मान एक परास के लिये परिवर्तित हो सकते है, परिवर्ती प्रेरक कहलाते है । प्रायः परिवर्ती प्रेरक इसलिये बनाये जाते है जिससे क्रोण वेष्ठन के अन्दर बाहर चलाया जा सके। कोण की स्थिति प्रेरकत्व का मान ज्ञात करती है। (Fig 17)

चालकों को भी बहुधा चोक्स अथवा कुण्डल कहते हैं। इन सभी तीन पदों का अर्थ समान होता है।

Fig 17

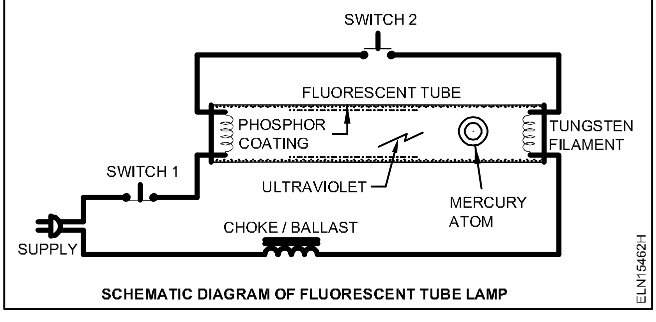


स्थिर प्रेरको का प्रयोग गैस विसर्जन लैम्प में गिट्टी की भांति होता है। इलेक्ट्रानिक्स में इनका प्रयोग शक्ति आपूर्ति फिल्टर की भांति होता है। परिवर्ती प्रेरक तथा अशं निष्कासित प्रेरक वेल्डिंग ट्रांसफार्मर में इलेक्ट्रोड आकर तथा वेल्ड पदार्थ के अनुरूप धारा परिवर्तन के लिये किया जाता है।

प्रतीदीप्ति प्रकाश परिपथ में प्रेरकत्व का अनुप्रयोग (Function of choke in a fluorescent lamp circuit) : (Fig 18) में एक प्रतीदीप्ति लैम्प परिपथ दिखाया गया है। प्रेरक (Ballast) का प्रयोग लैम्प को जलाने के लिये एक क्षणिक उच्च वोल्टता को प्रेरित करना होता है। कुण्डल के प्रेरकत्व प्रतिघात के कारण जब लैम्प प्रकाशित हो जाता है तो बैलास्ट लैम्प से जाने वाली धारा को सीमित करती है। लैम्प परिपथ का प्रचालन निम्न प्रकार होता है।

प्रतीदीप्ति लैम्प कांच की एक नली होती है जिसके प्रत्येक किनारे पर टंग्स्टन तार समुन्द्रित रहता है। ट्यूब की आन्तरिक सतह एक फासॅफर पदार्थ से लेपित रहती है। जिससे उत्पन्न प्रकाश का रंग ज्ञात होता है। निर्माण के समय अधिकांश वायु निकाल दी जाती है और अल्पमात्रा में आर्गन गैस तथा पारा समुन्द्रित नली में पहुंचा दिया जाता है (Fig 18)

Fig 18



जब कुंजी 2 का क्षणिक सम्पर्क बन्द (CLOSED) कर दिया जाता है और कई सेकेन्ड तक बन्द रखा जाता है तो धारा को दो तारों से होकर प्रवाहित होने के लिये एक पूर्ण श्रेणी परिपथ निर्मित हो जाता है, और वे तप्त होकर इलेक्ट्रान्स उत्सर्जित करने लगते हैं। नली के प्रत्येक किनारे पर एक धुंधला प्रकाश देखा जाता है। जब कुंजी 2 को स्वतन्त्र खोल (OPEN)

करते है तो बैलास्ट से जाती हई धारा अवरोधित होती है और एक क्षणिक उच्च वोल्टता प्रेरित होती है। 240V के साथ यह वोल्टता लैम्प को प्रकाशित कर देने के लिये यथेष्ट होती है। इसका अर्थ है कि धारा आयनित गैस से चालित होकर नली के एक तार से दूसरे पर पहुंच रही है।

यह ध्यान देना चाहिये कि बैलास्ट का नाम इसके द्वारा प्रदत्त दूसरे प्राकार्य के कारण है। लैम्प के प्रकाशित हो जाने के पश्चात एक विशिष्ठ 40W लैम्प से उपयुक्त धारा प्रवाह बनाये रखने के लिये केवल 110V वांछित होता है। प्रेरकत्व द्वारा प्रत्यावर्ती धारा का विरोध उसका प्रेरकत्व प्रतिघात आरोपित 240V को लैम्प के सिरों पर वांछित वोल्टता बनाये रखने में सहायक होता है।

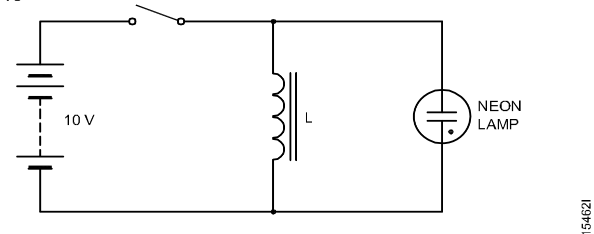
आपूर्ति में जो प्रतिदीप्ति लैम्प, एकल खुल/बंद कुंजी 1 का प्रयोग नियंत्रण के लिये करते है, कुंजी 2 के स्थान पर एक प्रवर्तक प्रयुक्त करते है, प्रयोग में लाया जाता है।

जब प्रतिदीप्ति लैम्प परिपथ DC आपूर्ति से जोडा जाता है तो चोक केवल प्रथम प्रयोजना पूरा करता है। लैम्प से जाने वाली धारा को सीमित करने के लिये एक अतिरिक्त प्रतिरोधक श्रेणी में जोडा जाता है।

प्रेरकत्व से क्या कोई हानि है (Disadvantage of inductance) : प्रेरकत्व कुजी सम्पर्क की आर्किंग में वृद्धि करता है जो एक बडा दोष है प्रेरण परिपथ की कुजी को खोलते समय सम्पर्क सिरों पर एक बड़ी वोल्टता एक आर्क नियोजित करती है और चुम्बकीय क्षेत्र में भण्डारित ऊर्जा आर्किंग में वृद्धि करती है। इस प्रकार के परिपथों में अतरिक्त युक्तियां आर्क को दबाने के लिये आवश्यक होती है।

उच्च वोल्टता उत्पादन के लिये प्रेरकत्व का अनुप्रयोग (Factors that contribute to induced voltage) : (Fig 19) के अनुसार एक कुण्डल की उच्च वोल्टता प्रेरण योग्यता एक नियांन लैम्प को कुण्डल के सिरों पर जोडने से देखा जा सकता है।

Fig 19



L - CHOKE OF 40W FLUORESCENT TUBELIGHT

संकेतक की भांति प्रयुक्त एक नियान लैम्प प्रकाशित होने के लिये कम से कम लगभग 70V लेता है । यह देखा जाता है कि बैटरी लैम्प को प्रकाशित नही कर पाती है क्येंकि कुंजी खोलते समय वोल्टता केवल 10V होती है। लेकिन जब कुण्डल खोला जाता है तो लैम्प के प्रकाशित होने से यह संकेत प्राप्त होता है कि वोल्टता 70V से अधिक है।

कुण्डल में प्रेरित वोल्टता का मुख्य अनुप्रयोग प्रतिदीप्ति लैम्प में कुण्डल से धारा को वाधित करना और पेट्रोल इंजन को प्रज्जवलित करना होता है।

प्रति emf-प्रेरकत्व प्रतिघात-समय स्थिरांक (Counter emf – inductive reactance - time constant)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **पद EMF (CEMF) का स्पष्टीकरण करना**
- **प्रेरकत्व प्रतिघात को स्पष्ट करना**
- **कुण्डल को ओमिक प्रतिरोध और प्रतिबाधा के बीच अन्तर के कारणों को व्यक्त करना**
- **एक प्रेरकत्व परिपथ के समय स्थिरांक को स्पष्ट करना ।**

काउन्टर emf और लेंज का नियम (Counter EMF and LENS's law): किसी चालक अथवा कुण्डल में अपने स्वयं के चुम्बकीय क्षेत्र से प्रेरित वोल्टता को प्रति विद्युत वाहक बल (cemf) कहते है। चूंकि प्रेरित emf (वोल्टता) स्रोत वोल्टता के कार्य का सदैव विरोध अथवा काट करती है। इसको (cemf) से जाना जाता है। प्रति विद्युत वाहक बल को कभी कभी पश्च विद्युत वाहक बल (bemf) से भी जाना जाता है।

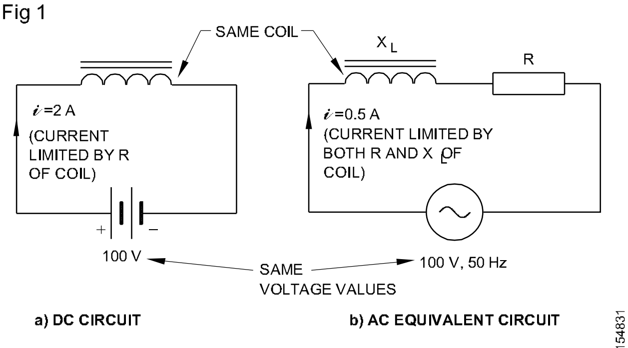
किसी भी प्रकार के प्रेरकत्व परिपथ धारा परिवर्तन की दिशा और प्रेरित वोल्टता में एक महत्वपूर्ण सम्बन्ध होता है। लेंज के नियम के अनुसार (cemf) की ध्रुवता सदैव इस प्रकार की होती है जो उस बल का विरोध करती है जिसने इसे उत्पन्न किया है।

प्रेरक का प्रेरकत्व निर्धारण धारा प्रवाह में परिवर्तन के विरोध में एक प्रति वोल्टता उत्पन्न करने की योग्यता से जाना जाता है। एक हेनरी (1H-SI unit) कुण्डल के उस प्रेरकत्व को व्यक्त करता है जिसमें एक एम्पियर प्रति सेकेन्ड का धारा परिवर्तन (1A/s) एक वोल्टता (1V) का (cemf) उत्पन्न करेगा।

प्रेरकत्व प्रतिघात (Inductive reactance) : AC धारा प्रवाह में प्रेरकत्व प्रभाव द्वारा उत्पन्न विरोध प्रेरकत्व प्रतिबाधा कहलाता है। प्रेरकत्व प्रतिघात प्रेरक के cemf का परिणाम होता है। प्रेरक (cemf) स्रोत वोल्टता के ठीक बराबर और विपरीत होता है।

एक DC स्रोत से सम्बन्धित कुण्डल में धारा प्रवाह केवल कुण्डल के तार प्रतिरोध से सीमित होता है। (Fig 1a) उसी कुण्डल में धारा प्रवाह AC स्रोत से जोडे जाने पर तार प्रतिरोध तथा प्रेरकत्व प्रतिबाधा से सीमित होता है। (Fig 1b)

Fig 1



INDUCTANCE CONNECTED TO AN AC AND DC SOURCE

निम्न सूत्र से एक प्रेरक की प्रतिबाधा की गणना की जा सकती है।

$X_L = 2\pi fL = 6.28\ fL$

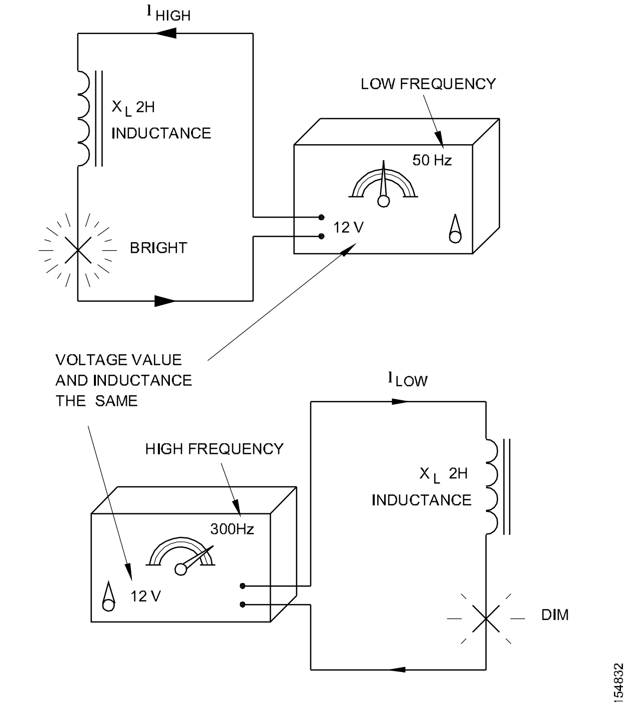
प्रेरकत्व प्रतिघात ओम में आवृत्ति हर्टज में और प्रेकरक्तव हेनरी में है।

ऊपर के सूत्र सें यह देखा जा सकता है कि प्रेरकत्व प्रतिबाधा आवृत्ति और प्रेरकत्व दोनों की समानुपाती होती है।

यह समानुपात सम्बन्ध अर्थ पूर्ण हो जाता है यदि दो बातों का स्मरण किया जाय

- जितनी अधिक आवृत्ति होती है धारा परिवर्तन भी उतना ही त्वरित होता है। इस प्रकार अधिक cemf और अधिक प्रतिबाधा उत्पन्न होती है। (Fig 2)

Fig 2

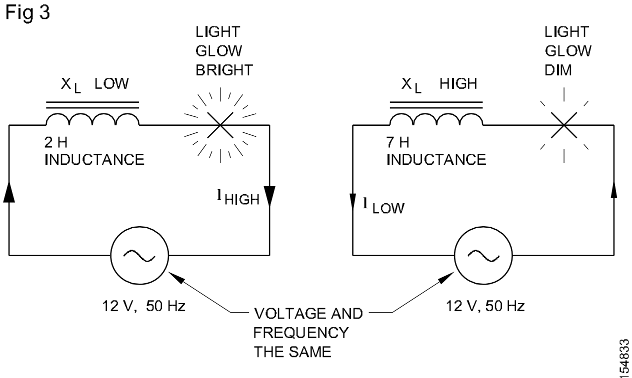


INDUCTIVE REACTANCE AND FREQUENCY

- प्रेरकत्व जितना ही अधिक होता है प्रति एकांक धारा परिवर्तन से उतना ही अधिक फ्लक्स परिवर्तन होता है (Fig 3)

ओमिक प्रतिरोध (OHMIC resistance) : DC प्रतिरोध वह प्रतिरोध है जिसे एक अत्यधिक यथार्थ ओम मापी से मापा जाता है। यह शुद्ध DC का शुद्ध प्रतिरोधक प्रभाव होता है।

Fig 3



COIL-INDUCTANCE AND INDUCTIVE-REACTANCE

प्रभावी प्रतिरोध (Effective resistance) : सामान्यतः एक शुद्ध प्रतिरोध AC अथवा DC दोनों के लिये लगभग समान रूप से प्रतिक्रिया करता है। लेकिन कुछ अन्तर होता है जिसे समझना चाहिये। यह अन्तर AC की आवृत्ति के साथ परिवर्तित होता है और लघु आवृत्तियों पर प्रायः नगण्य होता है।

एक शुद्ध प्रतिरोधकता परिपथ में धारा प्रवाह की मात्रा को निम्नलिखित पांच कारक प्रभावित करते हैं

- DC प्रतिरोध (DC resistance)
- त्वचा प्रभाव (Skin effect)
- भंवर धारायें (Eddy currents)
- हिस्टेरिसिस (Hysteresis)
- विद्युत अपघट्य प्रति बल (Dielectric stress)

DC प्रतिरोध (The DC resistance) वह प्रतिरोध है जो चालक (तत्व) द्वारा शुद्ध DC को प्राप्त होता है। चुंकि प्रत्यावर्ती धारा मान और दिशा में परिवर्तित होती है इसलिये इसकी प्रवृत्ति चालक की वाह्य सतह के अनुदिश प्रवाहित होने की होती है। इस घटना को त्वचा प्रभाव कहा जाता है और यह चालक पदार्थ के आन्तरिक चालन प्रभाव को कम कर देता है और परिपथ प्रतिरोध में वृद्धि होती है।

प्रत्यावर्ती धारा (Alternating current) एक चुम्बकीय फ्लक्स उत्पन्न करता है जो इसकी ध्रुवता को प्रत्येक धारा प्रवाह उत्क्रमण के साथ परिवर्तित करता है। ध्रुवता परिवर्तन परिपथ के समीप धातु भागों में अणुओ को गतिमय कर देता है जिससे ऊष्मा उत्पन्न होती है। ऊष्मा परिपथ चालकों में वापस विकरणित होती है अथवा चालकों में प्रवाहित धारा द्वारा प्रतिरोध में उत्पन्न ऊष्मा के ह्रास को मन्दित करती है। हिस्टेरिसिस प्रभाव से परिपथ के प्रभावी प्रतिरोध में वृद्धि होती है।

भंवर धारायें (Eddy currents) चालकों तथा अन्य आसपास के धातीय भागों में प्रेरित वोल्टता के कारण होती है। यह आपूर्ति आवृत्ति के समानुपाती होती है। इन धाराओं द्वारा उत्पन्न ऊष्मा परिपथ के प्रभावी प्रतिरोध में वृद्धि की प्रवृत्ति उत्पन्न करती है।

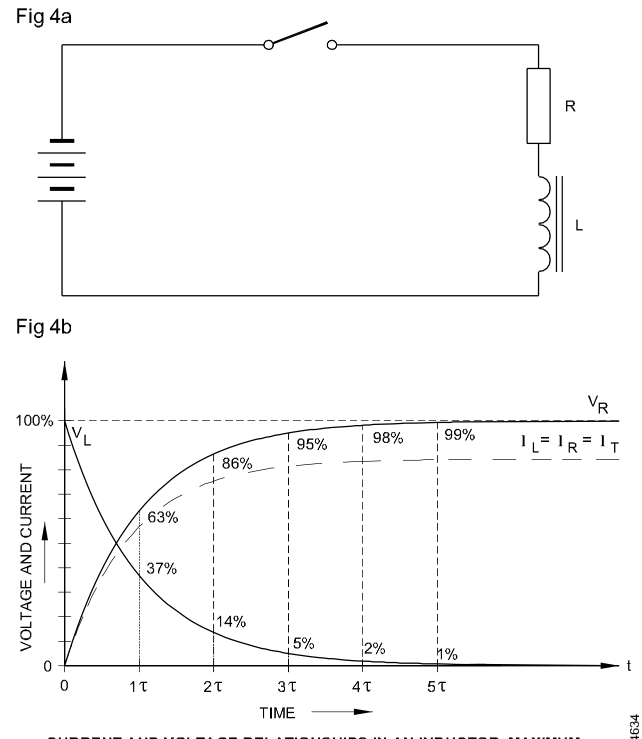
प्रत्यावर्ती वोल्टता में प्रबलता परिवर्तन से चालक रोधन पर प्रतिबल घटता बढता है। वैद्युत के इस प्रतिबल से भी ऊष्मा उत्पन्न होती है जो परिपथ प्रतिरोध में वृद्धि करती है।

एक AC परिपथ में प्रेरकत्व का प्रभाव (Effect of inductance present in a AC circuit) : वैद्युत अभियांत्रिकी में कुण्डलों के अनेक उपयोग होते हैं जैसे,

- विद्युत मशीनों अथवा चुम्बकों में उत्तेजक कुण्डल
- कुंजीयन युक्तियों में रिले कुण्डल
- धारा इत्यादि के सीमित रखने के लिये चोक कुण्डल

यदि एक धारा वाही कुण्डल की तुलना एक चल सवारी से की जाय तो कुण्डल की क्षणिक धारा i की तुलना सवारी के वेग V से की जा सकती है। धारा की वृद्धि सवारी के त्वरित होने के तुल्य और धारा में कमी सवारी के मन्दित होने के तुल्य हो सकती है। सवारी के द्रव्यमान जडत्व के कारण वेग में एकाएक परिवर्तन नही हो सकता यही कुण्डल की धारा के लिये भी सत्य है जहां एक एकाएक परिवर्तन स्वप्रेरित (emf) वोल्टता द्वारा रोका जाता है।

प्रेरको के लिये समय स्थिरांक (Time constant for inductors) : जब एक कुण्डल जिसका प्रेरकत्व L और प्रतिरोध R_L है एक दिष्ट वोल्टता से पालित (Fed) (Fig 4a) किया जाता है और धारा के साथ फ्लक्स में वृद्धि होती है तथा cemf इस प्रकार प्रेरित होता है कि धारा में केवल अपने अन्तिम मान $I = \frac{V}{R_L}$ तक वृद्धि एक समय विलम्ब से होती है। (Fig 4b) एक RL परिपथ के लिये समय स्थिरांक को उस समय के बराबर कहते है जो धारा को प्रतिरोधक – प्रेरक से निकलने पर अपने अन्तिम मान के 63.2% वृद्धि होने में लगता है। एक RL परिपथ के समय स्थिरांक की गणना



CURRENT AND VOLTAGE RELATIONSHIPS IN AN INDUCTOR. MAXIMUM INDUCTIVE VOLTAGE OCCURS BEFORE MAXIMUM CURRENT IS REACHED.

ELN154634

सूत्र $t = \frac{L}{R}$. से की जा सकती है

जब L हेनरी में R ओम में है तो समय स्थिरांक सेकेन्ड में होता है। समय t के पश्चात धारा अपने अन्तिम मान का 63.2% प्राप्त कर लेती है सारिणी से पांच समय स्थिरांकों के निकल जाने पर (τ=5t) धारा अपने अन्तिम मान का 99.3% प्राप्त करने को प्रदर्शित करती है। अर्थात यह लगभग अपने अन्तिम मान को प्राप्त चुकी है।

समय t =	τ	2τ	3τ	4τ	5τ	6τ	7τ	8τ
धारा मूल्य I =	63.2%	86.46	95.02	98.10	99.33	99.75	99.9	99.966

संघारित्र - प्रकार - प्रकार्य, समूहन और उपयोग (Capacitors - types - functions , grouping and uses)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **धारिता को ज्ञात करने वाले कारकों का वर्णन करने और उसे व्यक्त करना**
- **संघारित्र के आवेशन का स्पष्टीकरण करने और व्यक्त करना**
- **विभिन्न प्रकार के संघारित्रों का वर्णन करने और उन्हें व्यक्त करना**
- **संघारित्रों के दोषों का स्पष्टीकरण करना ।**

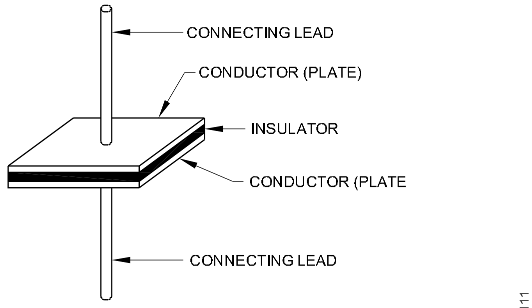
संघारित्र (Capacitor) :

धारिता रखने के लिये डिजाइन की गई युक्ति को संघारित्र कहते है।

संधारित्र का प्रभाव धारिता कहलाता है । इसमें दो प्रेरक प्लेटें होती हैं जो एक इन्स्यूलेटिंग सामग्री जिसे डायलेक्ट्रिक कहते हैं उससे विभाजित होती हैं । सरल शब्दों में संधारित्र डिजाइन किया हुआ वह उपकरण है जिसमें इलेक्ट्रिक चार्ज स्टोर किया जाता है ।

रचना (Construction) : संघारित्र एक वैद्युत युक्ति है जो दो समान्तर चालक पट्टियों से निर्मित होती है, एक रोधन पदार्थ से जिसे परावैद्युत कहते है उन्हें पृथक रखा जाता है। सम्बन्धक अग्रण समान्तर पट्टियों से जुडे रहते है । (Fig 1)

Fig 1

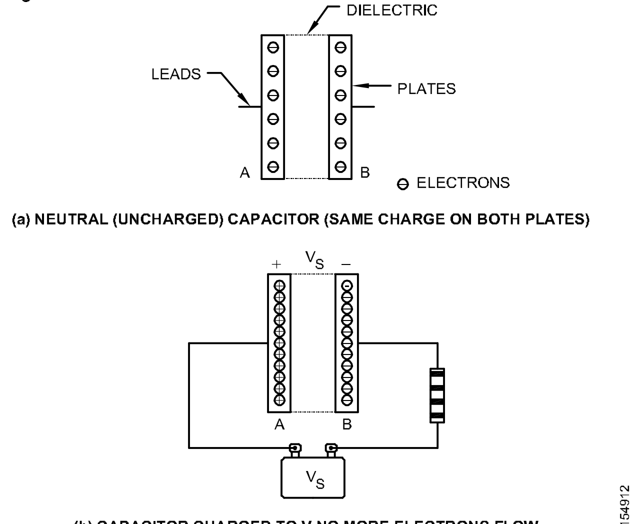


SIMPLE CAPACITOR. THE PLATES OF A CAPACITOR ARE ALWAYS INSULATED FROM EACH OTHER

कार्य (Function) : एक संघारित्र में दो चालकों अथवा पटिटयों के बीच विद्युत ऊर्जा को एक स्थिर वैद्युत क्षेत्र के रूप में भण्डारित किया जाता है। चूंकि आवेशन के समय परावैद्युत पदार्थ की ऊर्जा को विरूपित और भण्डारित करने तथा उस आवेश को लम्बे समय तक अथवा जब तक यह एक प्रतिरोधक अथवा तार से निरावेशित नही होता संरक्षित रखने की योग्यता होती है। आवेश का मात्रक कूलाम और इसका प्रतीक अक्षर 'C' है।

एक संघारित्र आवेश को किस प्रकार भण्डारित करता है? (How a capacitor stores charge?) : (Fig 2a) के अनुसार उदासीन स्थिति में संघारित्र की दोनों पट्टियों में समान संख्या में स्वतन्त्र इलेक्ट्रान्स होते है। जब संघारित्र को प्रतिरोधक द्वारा एक वोल्टता स्रोत से जोड दिया जाता है तो इलेक्ट्रान्स (ऋण आवेश) पट्टी A से विलग हो जाते है और समान संख्या में पटटी B पर एकत्रित हो जाते है। पटटी AB के सापेक्ष धनात्मक हो जाती है जैसा कि (Fig 2b) में दिखाया गया है।

Fig 2



(b) CAPACITOR CHARGED TO V NO MORE ELECTRONS FLOW

धारा संघारित्रों में प्रवेश करती है और बाहर आती है लेकिन संघारित्र पटिटयों के बीच का रोधन धारा को संघारित्र से जाने के लिये रोकता है।

चूंकि संघारित्र की ऋण पटटी में प्रवाहित इलेक्ट्रान्स की ध्रुवता धारा आपूर्ति करने वाली बैटरी की ध्रूवता के विपरीत होती है संघारित्र सिरों की वोल्टता बैटरी वोल्टता का विरोध करती है। इसलिये कूल परिपथ वोल्टता, दो श्रेणी विरोधक वोल्टताओं से निर्मित होती है।

संघारित्र के सिरों पर वोल्टता में वृद्धि होने से प्रभावी परिपथ वोल्टता जो बैटरी वोल्टता और संघारित्र वोल्टता का अंतर होती है घटती है।

फलस्वरूप परिपथ धारा में कमी होती है। जब संघारित्र के सिरों पर वोल्टता बैटरी वोल्टता के बराबर हो जाती है परिपथ में प्रभावी वोल्टता शून्य हो जाती है और धारा प्रवाह रूक जाता है इस स्थिति में संघारित्र पूर्ण आवेशित होता है और परिपथ में कोई धारा प्रवाह नही हो सकता।

धारिता (Capacitance) : ऊर्जा को विद्युत आवेश के रूप में भण्डारित करने की योग्यता धारिता कहलाती है। धारिता को व्यक्त करने के लिये प्रयुक्त प्रतीक C होता है।

धारित का मात्रक (Unit of capacitance) : धारिता का मौलिक मात्रक फैरेड है। फैरेड का संक्षेप F है। एक फैरेड धारिता की वह मात्रा है जो संघारित्र को 1V से आवेशित करने पर 1 कूलाम आवेश को भण्डारित करती है। अन्य शब्दों में एक फैरेड एक कूलाम प्रति वोल्ट (C/V) है।

फैरेडे (Farad)

फैरेडे धारिता (C) का मात्रक है और कूलाम आवेश (Q) का मात्रक है। और वोल्टता (V) का मात्रक है इसलिये गणित की भाषा में धारिता को

$C = \frac{Q}{V}$ से व्यक्त किया जा सकता है।

यह सम्बन्ध एक श्रेणी संघारित्र परिपथों में वोल्टता वितरण को समझने के लिये अत्यन्त उपयोगी है। समीकरण के अन्य रूप है, $V = \frac{Q}{C}$

उदाहरण 1: उस संघारित्र की धारिता क्या है जिसे 25V तक आवेशित करने के लिये 0.5C आवेश आवश्यक होता है?

ज्ञात है: आवेश (Q) = 0.5C

वोल्टता (V) = 25V

ज्ञात करें:

धारिता (C)

$$C = \frac{Q}{V}$$

हल $C = \frac{0.5\,C}{25\,V} = 0.02F$

उत्तर: धारिता 0.02F है।

कैपोसिटिव रिएक्टैंस (Capacitive reactance)

रेजिस्टैंस और इंडक्टर्स की तरह कैपेसिटर की AC करंट के प्रवाह का विरोध करता है । इस प्रकार कैपेसिटर द्वारा धारा प्रवाह में बाधा उत्पन्न करना **कैपेसिटिव रिएक्टैंस** कहलाता है । इसे X_C से दर्शाते हैं ।

सूत्र से स्पष्ट है -

$$I = \frac{Q}{t} = \text{and } Q = CV.$$

उपर्युक्त दोनों सूत्रों से Q = CV in I = Q/t

$$I = \frac{CV}{t}$$

इस प्रकार

$I \propto C$, $I \propto V$ तथा $I \propto f$ (क्योंकि, 1/t = f)

उपर्युक्त समीकरण से स्पष्ट है कि कैपेसिटर में प्रवाहित होनेवाली करंट की मात्रा निर्भर करती है ;

- आपूर्ति वोल्टता के फ्रीक्रवेंसी (f) पर
- कैपेसिटर के कैपेसिटेंसे (C) पर
- आपूर्ति वोल्टता (V) के आयाम पर

जब आपूर्ति वोल्टता को स्थिर रखा जाता है, तो आवृत्ति या कैपेसिटेंस के माध्यम से Fig 3a में करंट के विविधता को दिखाया गया है ।

कैपेसिटर में प्रवाहित होनेवाली धारा, फीक्वेंसी तथा कैपेसिटेंस के समानुपाती होती है । संधारित्र द्वारा धारा प्रवाह का विरोध इस मात्राओं का विलोमानुपाती होती है ।

कैपेसिटीव रिएक्टैंस X_C को गणितीय रूप से व्यक्त किया जाता है;

$$X_C = \frac{1}{2\pi fc}$$

जहाँ

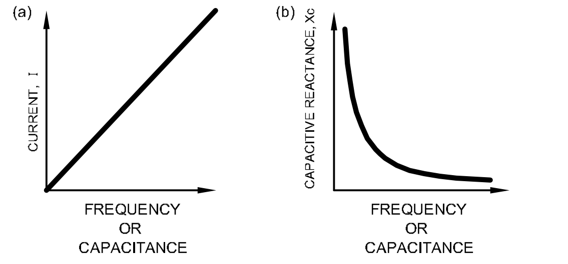
X_C कैपेसिटीव रिएक्टैंस ओह्म में

f आपूर्ति वोल्टता का फ्रीक्वेंसी Hz में

और C कैपेसिटेंस फैरड में

Fig 3b में X_C का फ्रीक्वेंसी या कैपेसिटेंस के साथ विविधता दिखाया गया है ।

FIG 3



कैपेसिटिव रिएक्टैंस X_C तो ओह्म में व्यक्त किया जाता है । यह AC धारा प्रवाह को सीमित करने के लिये प्रतिरोध की तरह कार्य करता है ।

फैराड के उपमात्रक (Sub-units of a farad) : इलेक्ट्रानिक कार्य में प्रयुक्त अधिकांश संघरित्र, माइक्रोफैराड (μF) और पिकोफैराड (pF) धारिता मान के होते है। एक माइक्रोफैरेड फैरेड का दस लाखवाँ भाग ($1\mu F = 1 \times 10^{-6} F$) और एक पिकोफैरेड का ट्रिलियन्थ भाग ($1PF = 1 \times 10^{-12}{}_{p}F$) और नैनोफैराड ($1\mu F = 10^{-9} F$) होता है।

धारिता को ज्ञात करने वाले कारक (Factors determining capacitance) : संघारित्र की धारिता चार कारकों से ज्ञात की जाती है।

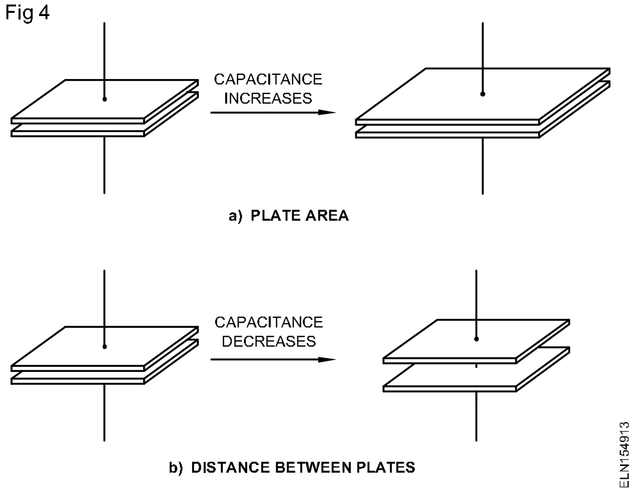
- पट्टियों का क्षेत्रफल ($C \propto A$)
- पट्टियों की बीच की दूरी ($C \propto d$)
- परावैद्युत पदार्थ का प्रकार
- ताप
- प्लेटों का प्रतिरोध

पट्टियों का क्षेत्रफल (Area of the plates) : संघारित्र की धारित पट्टियों के क्षेत्रफल (अथवा इसके परावैद्युत का क्षेत्रफल) के समानुपाती होती हे। पटटी क्षेत्रफल दो गुना कर देने से धारिता दो गुना हो जाती है। यदि अन्य सभी कारकों को स्थिर रखा जाय।

इस प्रकार जब परावैद्युत क्षेत्रफल में वृद्धि कर दी जाती है तो परावैद्युत में भण्डारित ऊर्जा में वृद्धि होती है और धारिता में भी वृद्धि होती है (ध्यान रहे कि धारिता ऊर्जा को भण्डारित करने की योग्यता होती है।) (Fig 4a)

पट्टियों की बीच की दूरी (Distance between the plates) : धारिता की मात्रा पट्टियों के बीच की दूरी की उत्क्रमानुपाती होती है यदि अन्य कारक समान रखे जाते है तो पट्टियों के बीच विद्युत क्षेत्र की प्रबलता घटती है यदि उनके बीच की दूरी में वृद्धि होती है। परावैद्युत के अन्दर इलेक्ट्रान्स पर लगने वाला बल उसी के अनुरूप कम होता है। इस कारण दी गई वोल्टता के लिये संघारित्र में भण्डारित ऊर्जा कम होगी और धारिता घटती है। (Fig 4b)

Fig 4



परावैद्युत पदार्थ का प्रकार (Type of dielectric material) : कुछ पदार्थो में दूसरे की अपेक्षा आणविक विरूपण अधिक होता है। सामान्यतः वह पदार्थ जिनमें अधिकतम विरूपण होता है उनकी धारिता अधिकतम होती है। परावैद्युत पदार्थ की विरूपण करने और ऊर्जा भण्डारन की योग्यता को उसके **परावैद्युत स्थिरंक (dielectric constant) K** द्वारा व्यक्त करते है।

पदार्थ का परावैद्युत स्थिरांक केवल एक संख्या होती है। (अर्थात इसका कोई मात्रक नही होता) यह वैद्युत क्षेत्र पदार्थ को विरूपित करने तथा ऊर्जा भण्डारित करने की क्षमता की तथा वायु द्वारा वही करने की क्षमता की तुलना करता है।

चूंकि वायु को मानक लिया गया है इसके (K) का मान 1 है अभ्रक को प्रायः परावैद्युत की भांति प्रयुक्त किया जाता है। इसका परवैद्युत स्थिरांक वायु की तुलना में पांच गुना है। इसलिये अभ्रक के लिये K = 5 लगभग। यदि सभी अन्य कारक जैसे (पटटी क्षेत्रफल, उनके बीच की दूरी और ताप) समान है तो अभ्रक युक्त परावैद्युत वाले संघारित्र की धारिता वायु संघारित्र की तुलन में पांच गुनी होगी। सामान्यतः प्रयुक्त पदार्थों के परावैद्युत स्थिरांक के परास वायु का एक से लेकर कुछ सिरामिक्स प्रकार के पदार्थों का 4000 से भी अधिक होता है।

ताप (Temperature) : चार कारकों में संघारित्र का ताप अल्पतम महत्व का है। अनेक सामान्य अनुप्रयोगों में इसको ध्यान देना आवश्यक नही है।

संघारित्रों के प्रकार (Types of capacitors) : संघारित्र व्यापाक प्रकार के निर्मित किये जाते है (आकार और मान)। कुछ स्थिर मान के होते है दूसरो के मान परिवर्ती होते है।

स्थिर संघरित्र (Fixed capacitors)

सिरेमिक संघरित्र (Ceramic capacitors) : सिरेमिक परावैद्युत अत्यधिक परावैद्युत स्थिरांक (1200 विशिष्ठ है) के होते है। फलस्वरूप छोटे भौतिक आकार से अपेक्षाकृत उच्च धारिता मान प्राप्त हो सकते हैं।

सिरेमिक संघारित्रों को (Fig 5 (a) और (b)) में प्रदर्शित किया गया है। प्रत्येक सतह पर चादीं निक्षेपित पटिटयां सिरेमिक को रोधक की भांति प्रयुक्त करके निर्मित होती है। यह कम धारिता मान के संघारित्रों के लिये प्रयुक्त होते है। और एक सामान्य T.V सेट के परिपथत्व में अनेक दर्जनों हो सकती है।

वोल्टता परास 6KV के साथ सिरेमिक संघारित्र 1µF से 2.2µF तक विशेष रूप से उपलब्ध है। सिरेमिक संघारित्रों के लिये एक विश्ष्ठि ताप गुणांक 200000 PPM / ºC होता है।

अभ्रक संघरित्र (Mica capacitors): अभ्रक संघारित्र दो प्रकार के होते हैं। (Fig 5 (c) के अनुसार स्टैक पत्रक (stack foil) यह धातु पत्रक और अभ्रक की पतली चादरों की एकांतर परतों से निर्मित होते है। धातु पत्रक एकांतर पत्रक परस्पर जुडी चादरों के साथ पट्टी निर्मित करते है इस कारण पटटी क्षेत्रफल में वृद्धि और फलस्वरूप धारिता में वृद्धि होती है।

अभ्रक पत्रक-स्टैक (Fig 5 (d)) के अनुसार एक रोधक पदार्थ जैसे बैकालाइट में प्रावरणित होते हैं चादीं अभ्रक संघारित्र भी इसी प्रकार चांदी इलेक्ट्रोड प्रकार से आवरणित अभ्रक की चादरों की स्टैकिग से निर्मित किये जाते है।

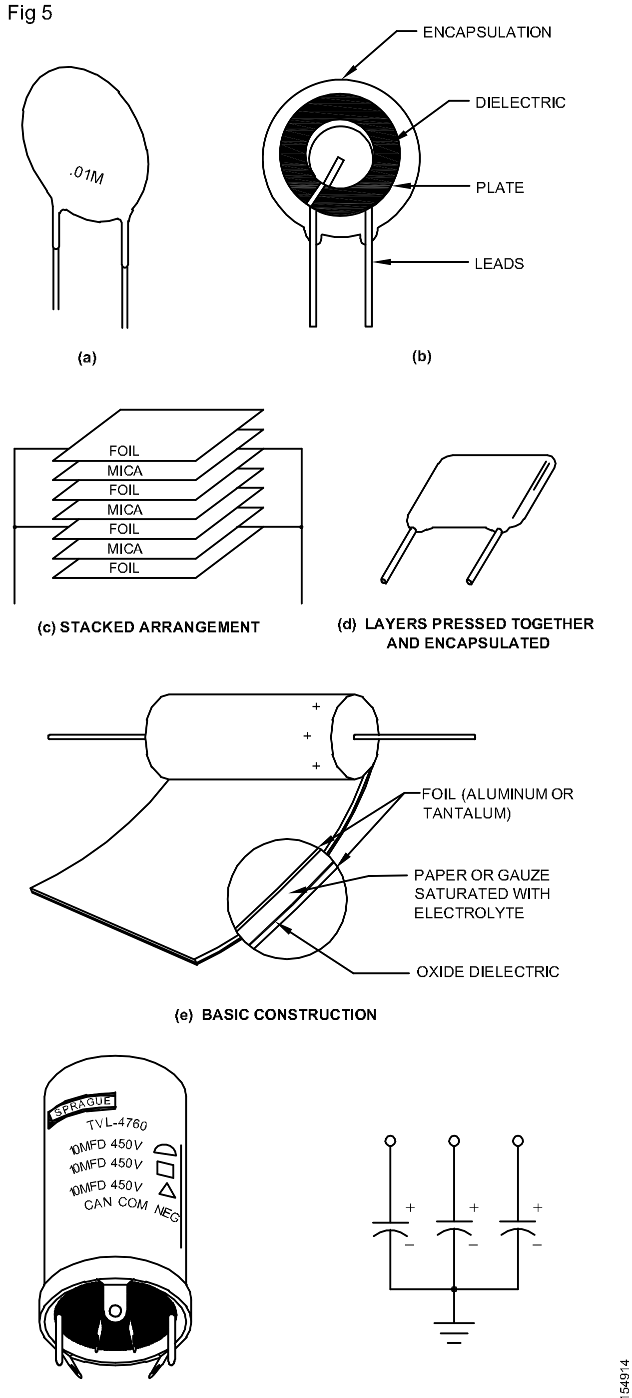
अभ्रक संघारित्र 1pF से 0.1pF धारिता मान तथा 100 से 2500V DC मान परासों में उपलब्ध है। -20 से +100 के ताप गुणंक सामान्य है। अभ्रक का विशिष्ठ परावैद्युत 5 स्थिरांक है।

वैद्युत अपघत्य संघरित्र (Electrolytic capacitors) : वैद्युत अपघट्य संघारित्र ध्रुवित होते है इसलिये इनकी एक पट्टी धनात्मक और एक ऋणात्मक होती हे।

इन संघारित्रों का प्रयोग उच्च धारिता मानों 200000µF से अधिक के लिये किया जाता है। लेकिन उनकी वोल्टता भंजकता कम (350V एक विशिष्ठ अधिकतम है) और क्षरण मात्रा उच्च होती है।

विद्युत अपघट्य संघारित्र एल्यूमिनियम और टेन्टालम दो प्रकार में ,उपलब्ध है (Fig 5 (e) (f)) में एक विद्युत अपघट्य संघारित्र की मौलिक रचना दिखाई गयी है।

Fig 5



(f) ELECTROLYTIC CAPACITOR AND SYMBOL

संघारित्र एल्यूमिनियम अथवा टेन्टालम की पटिटयों से जो कागज अथवा एक विद्युत अपघट्य से संतृप्त नलिका पटिटयों से पृथक कर दी जाती है, निर्मित होता है। निर्माण के समय एक विद्युत रासायनिक प्रतिक्रिया प्रेरित की जाती है जिससे एक आक्साइड पर्त (एल्यूमिनिमय आक्साइड अथवा टेन्टालम आक्साइड) धनात्मक पटटी की आन्तरिक सतह पर बन जाती है। यह आक्साइड पर्त विद्युत अपघट्य का कार्य करती है।

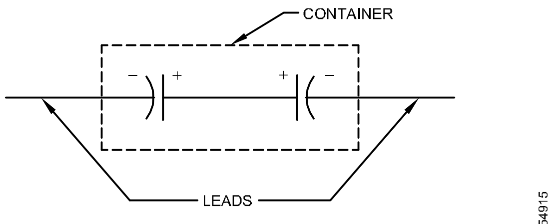
विद्युत अपघट्य संघारित्रों के लिये एक विशेष बात जो आपको सदैव ध्यान में रखना चाहिये वह यह है कि एक सिरां धन (+) और दूसरा (-) होता है परिपथ में जौडने से पहले आपको इस ध्रुवता का सदैव ध्यान रखना चाहिये। मान चित्र पर धनात्मक और ऋणात्मक चिन्ह सदैव बने रहते है। इन ध्रुवता चिन्हों से आप ज्ञात कर सकेगें कि यह विद्युत अपघट्य संघारित्र है।

चूंकि विद्युत अपघट्य संघारित्र सदैव ध्रुवित होते है धनात्मक पटटी को सदैव परिपथ की धनात्मक भुजा से जोडना चाहिये। सही सम्बन्ध करते समय अति सावधान रहे और संघरित को सदैव DC में अधिष्ठापित करें AC परिपथ पर नही।

एक विद्युत अपघट्य संघारित्र पर उत्क्रम वोल्टता संघारित्र में अत्यधिक ऊची धारा का कारण बनती है इससे संघारित्र ऊष्मित होता है और सम्भवत:विस्फोट हो सकता है इस प्रकार सामान्य विद्युत अपघटय संघारित्र का उपयोग DC परिपथों तक ही सीमित होता है।

AC परिपथों पर उपयोग के लिये विशेष विद्युत अपघट्य संघारित्र निर्मित होते है। यह संघारित्र सूची पत्र में अध्रुवित अथवा AC अपघट्य संघारित्र की श्रेणी में रखे जाते है एक AC विद्युत अपघट्य संघारित्र वास्तव में दो संघारित्रों से बना होता है जो एक ही धारक में रखे होते है (Fig 6) दो आन्तरिक संघारित्र श्रेणी में होते है और उनके धन सिरे परस्पर जुडे रहते है। AC विद्युत अपघट्य संघारित्र के अग्रणों पर ध्रुवता का ध्यान दिये बिना दो आन्तरिक संघारित्रों में से एक सही ध्रुवता का होगा।

Fig 6



NON-POLARIZED CAPACITOR.

कागज/ प्लास्टिक संघरित्र (Paper/plastic capacitors) : प्लास्टिक झिल्ली, और पुराने कागज परावैद्युत संघारित्र अनेक प्रकार के हैं। पॉलीकार्बोनेट, पेरीलीन, पालिस्टर, पालिस्टरीन, पालीप्रोपीलीन, माइलार और कागज कुछ अन्य सामान्य प्रयुक्त परावैद्युत पदार्थ है। इनमें से कुछ के धारिता मान 100µF तक होते है।

अब (Fig 7) में एक सामान्य मौलिक रचना प्रदर्शित की गई है जो अनेक प्लास्टिक झिल्ली और कागज संघारित्रों में प्रयुक्त होती है। प्लास्टिक झिल्ली परावैद्युत की एक पतली पटटी दो पतली धातु पटिटयों के बीच दाब दी जाती है एक अग्रण को आन्तरिक पटटी और दूसरी को दिखाये अनुसार वाह्य पटटी से जोड देते है। पटिटयों को एक सर्पिल विन्यास में लपेट देते है और एक ढले हुये धारक मे प्रावरणित कर देते है इस प्रकार एक बडे प्लेट क्षेत्रफल अपेक्षाकृत छोटे भौतिक आमाप में बाघ कर बडे धारित्र मान प्राप्त कर लेते है। (Fig 7b) एक प्रकार के प्लास्टिक झिल्ली संघारित्र का रचनात्मक दृश्य प्रदर्शित करता है।

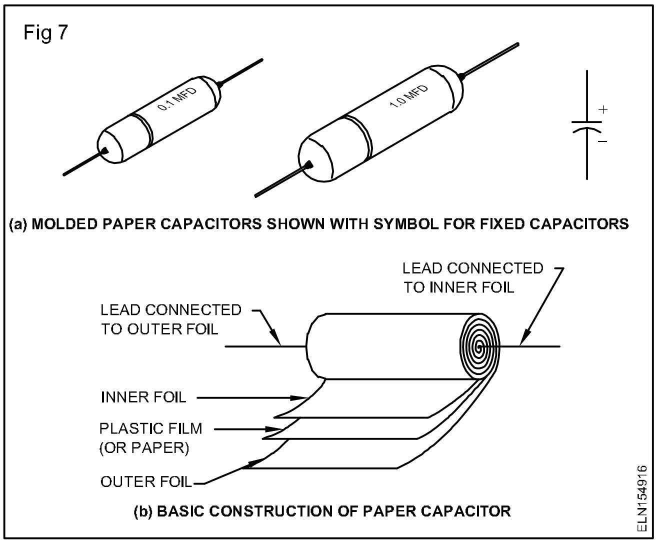


Fig 7

(a) MOLDED PAPER CAPACITORS SHOWN WITH SYMBOL FOR FIXED CAPACITORS

(b) BASIC CONSTRUCTION OF PAPER CAPACITOR

परिवर्ती संधारित्र (Variable capacitors)

जब धारित्र मान को हाथ अथवा स्वतः विधि से समंजित करने की आवश्यकता होती है परिपथ में परिवर्ती संघारित्र प्रयुक्त होते है। उदाहरण के लिये एक T.V. समस्वरक (Timer) अब मुख्य प्रकार के परिवर्ती अथवा समंजन योग्य संघारित्रों का विवरण दिया जायेगा।

वायु संधारित्र (Air capacitor) : (Fig 8b) के अनुसार वायु परावैद्युत युक्त परिवर्ती संघारित्र ऐसे अनुप्रयोगों में समस्वरक संघारित्रों के रूप में प्रयुक्त होते है जहां आवृत्ति चयन वाछित होता है। इस प्रकार के संघारित्र की रचना परस्पर लोपित अनेक पट्टियों से की जाती है। पटियों का एक नियोजन दूसरे के सापेक्ष चलाया जा सकता है और प्रभावी पटटी क्षेत्र फल में वृद्धि करके धारिता में वृद्धि की जा सकती है। चल पटियां यांत्रिक विधि से परस्पर जुडी होती है और एक शैफ्ट के घूर्णन से वे गतिमान होती है।

(Fig 8a) में एक परिवर्ती संघारित्र का योजनाबध्द प्रतीक दिखाया गया है।

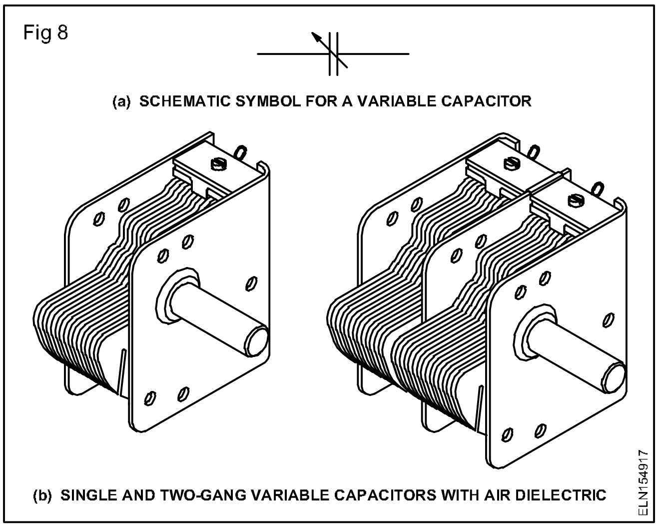


Fig 8

(a) SCHEMATIC SYMBOL FOR A VARIABLE CAPACITOR

(b) SINGLE AND TWO-GANG VARIABLE CAPACITORS WITH AIR DIELECTRIC

ट्रिमर्स और पैर्डस (Trimmers and padders) : समंजन योग्य संघारित्रों में सामान्यतः पेंचकस समंजन होता है और किसी परिपथ में अति यथार्थ समंजन के लिये प्रयुक्त होते है। इस प्रकार के संघारित्रों में सामान्यतः सिरेमिक अथवा अभ्रक परावैद्युत होता है और धारिता बहुधा प्लेट दूरी के समंजन के द्वारा परिवर्तित की जाती है (Fig 9)

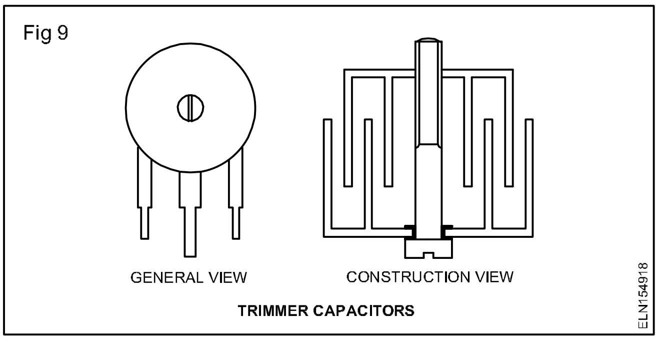


Fig 9

TRIMMER CAPACITORS

परिवर्ती प्रतिघातक (Varactors) : एक परिवर्ती प्रतिघातक अर्धचाालक युक्ति है जो धारिता अभिलक्षणिक का प्रदर्शन करती है। जो टर्मिनल वोल्टता के परिवर्तन से परिवर्तित किया जा सकता है। इस युक्ति का व्यापक विवरण युक्तियों के पाठ्यक्रम में किया जायेगा।

संघारित्रों के अनुप्रयोग, उनके प्रकार और निर्धारण चार्ट ।

प्रकार	धारिता	वोल्टता WVDC (कार्यान्वन वोल्टता DC)	अनुप्रयोग
मानोलिथिक	1 pF-10µF	50-200	UHF- RF युग्मन
चकती और नलिका सिरेमिक	1pF - 1µF	50-500	सामान्य VHF
कागज	0.001-1µF	200-1600	मोटर्स शक्ति आपूर्ती
फिल्म पोली प्रोपीलीन	0.001-0.47µF	400-1600	T.V. उर्ध्वाधर परिपथ, RF
पालिस्टर	0.001-1µF	100-600	मनोरंजन इलेक्ट्रानिक्स
पालिस्टरीन	0.001-1µF	100-200	सामान्य उच्च स्थायीयता
पालीकार्बोनेट	0.01 -18µF	50-200	सामान्य
धातीय पालीप्रोपेलीन	4-60µF	400 VAC 50Hz	AC मोटर्स

प्रकार	धारिता	वोल्टता WVDC (कार्यान्वन वोल्टता DC)	अनुप्रयोग
धातीय पालिस्टर	0.01-10µF	100-600	युग्मन, RF फिल्टरिंग
विद्युत अपघटय – एल्युमिनियम	1-500,000µF	5-500	शक्ति आपूर्ती फिल्टर्स
इलेक्ट्रोलिटिक टेन्टालम	0.1-1000µF	3-125	लघु स्थान वांछित, उच्च विश्वसनीयता,
विद्युत			लघु क्षरण
अपघट्य	0.47-220µF	16-100	लाउडस्पीकर और क्रास ओवर्स
(अध्रुवित AL अथ्वाTA)			
अभ्रक	330pF-0.05µF	50-100	उच्च आवृत्ति
चांदी-अभ्रक	5-820pF	50-500	उच्च आवृत्ति
परिवर्ती सिरेमिक	1-5 to 16-100pF	200	रेडियो टी०वी संचरण
फिल्म	0.8-5 to 1.2-30pF	50	दोलित्र, एन्टेना RF परिपथ
वायु	10-365pF	50	उदघोष ग्राही
टेफलान	0.25-1.5pF	2000	VHF, UHF.

संधारित्रों में सामान्य दोष (Common Defects in capacitors)

लघुपथित संघारित्र (Short circuited capacitors): सामान्य उपयोग में संघारित्र लघुपथित हो सकते है। यह समय के साथ प्रयुक्त परावैद्युत के अवह्रास के कारण होता है।

प्रायः यह दोष संघारित्र के सिरों पर परिवर्ती वोल्टता से उत्पन्न प्रतिबल के अन्तर्गत वर्षों तक संघारित्र के प्रयुक्त होने से होता है। जब संघारित्र को उच्च तापों पर प्रचालित किया जाता है तो यह अवधि कम हो जाती है।

अन्य प्रकार के संघारित्रों की अपेक्षा लघुपथन कागज और विद्युत अपघट्य संघारित्रो में अधिक सामान्य है।

संघरित्रें का लघु पथन उन पर निर्धारण वोल्टता से कहीं अधिक वोल्टता आरोपित करने के कारण विद्युत अपघट्य में भंजन हो जाने से भी होता है। एक लघु पथित संघारित्र ऊर्जा भण्डारन नही कर सकता।

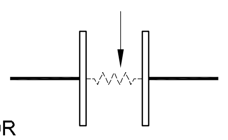
खुले संघरित्र (Open capacitors) : ढीले/टूटे अग्रण सम्बन्धों अथवा विद्युत अपघट्य सघंरित्रों में विद्युत अपघट्य के कारण यह समय के साथ उच्च प्रतिरोध उत्पन्न करता है विशेषकर जब उच्च ताप पर प्रचालित होता है कुछ वर्षो के प्रयोग के बाद विद्युत अपघट्य सूख सकता है और संघारित्र का परिपथ खुल सकता है। एक खुला संघारित्र ऊर्जा भण्डारन नही कर सकता।

द्रव प्रकार के विद्युत अपघट्य संघरित्रें की भण्डारन अवधि (Shelf life) कम होती है क्योंकि कुछ समय पश्चात विद्युत अपघट्य शुष्क हो जाता है।

क्षरित संघारित्र/ क्षरण प्रतिरोध (Leaky capacitors/leakage resistance) : सैद्धान्तिक रूप से एक शुद्ध धारित्र परिपथ, प्रवाहित धारा संघारित्रों के आवेश और निरावेशन धाराओं के कारण होता है। परावैद्युत जो रोधक होता है पटिट्यों के बीच किसी धारा प्रवाह को रोकता है। लेकिन सर्वोत्तम परावैद्युत भी अति लघु धारा प्रवाहित करता है।

उस स्थिति में परावैद्युत का कुछ अत्यधिक प्रतिरोध होता है जिसे क्षरण प्रतिरोध कहते है। (Fig 10) में प्रदर्शित यह क्षरण प्रतिरोध कुछ धारा प्रवाह होने देता है उस धारा की क्षरण प्रवृत्ति धारिता मान को कम करने की होती है

Fig 10



एक उत्तम संघारित्र में क्षरण प्रतिरोध प्रायः सैकडों मेगा ओम होता है और अधिकांश अन्य प्रयोगो में नगण्य माना जा सकता है। समय के साथ क्षरण प्रतिरोध कम हो सकता है। प्रायः लघुमान संघरित्रों की तुलना में उच्च मान संघारित्रों का क्षरण प्रतिरोध कम होता है क्योंकि बडे संघारित्रों का क्षेत्रफल अधिक होता है जो समीप होता है।

इसलिये उनके परावैद्युत का क्षेत्रफल अधिक होना चाहिये और पतले होने चाहिये। स्मरण करें कि खण्ड क्षेत्रफल में वृद्धि होने से तथा लम्बाई अथवा मोटाई कम होने से प्रतिरोध कम होता है।

इसलिये जितना बडा संघारित्र उतना ही कम क्षरण प्रतिरोध और उतनी ही अधिक क्षरण धारा होगी। उत्तम संघारित्र के सिरों पर सामान्य क्षरण प्रतिरोध अति उच्च होना चाहिये।

प्रयुक्त विद्युत अपघट्य के अनुसार सामान्य प्रतिरोध परिवर्तित होता है। कागज, प्लास्टिक, अभ्रक और सिरेमिक संघारित्र का सामान्य प्रतिरोध 500 से 1000m अथवा अधिक होता है। विद्युत अपघट्य संघारित्रों का सामान्य प्रतिरोध 200 KΩ से 500KΩ के स्तर का होगा।

संघारित्र के सिरों पर जब प्रतिरोध औसत गुणवत्ता वाले ओम मापी से मापने पर सामान्य से कम हो जाता है तो संघारित्र क्षरित हुआ कहा जाता है।

संघारित्रों की जांच (Checking capacitors) : संघारित्र की जांच के लिये निम्न दो सरल विधियां है।

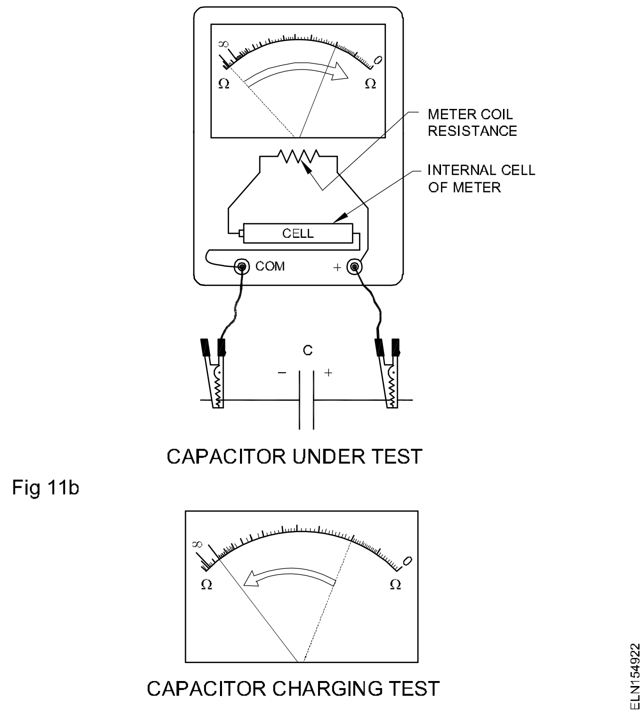
i संघारित्र क्रिया - सामान्य प्रतिरोध परीक्षण- एक ओम मापी / बहु मापी के प्रयोग द्वारा (इस परीक्षण को त्वरित परीक्षण भी कहते है)

ii आवेश धारण परीक्षण — एक बैटरी और वोल्टमापी / बहुमापी द्वारा।

संघारित्र क्रिया- सामान्य प्रतिरोध परीक्षण (Capacitor action-normal resistance test) : जब एक ओममापी को एक पूर्ण निरावेशित संघारित्र के सिरों पर जोडा जाता है प्रारम्भ में मापी के अन्दर की बैटरी संघारित्र को आवेशित करती है। आवेशन के समय प्रथम बार एक न्याय संगत उच्च आवेशन धारा प्रवाहित होती है।

चूंकि ओम मापी में अधिक धारा का अभिप्राय प्रतिरोध का कम होना, और मापी संकेतक का शीघ्रता से मापी पैमाने के शून्य की ओर से चलना, जैसा कि (Fig 11a) में दर्शाया गया है।

Fig 11



प्रारम्भिक आवेशन में संघारित्र की आवेशन धारा धीरे धीरे कम होती है। (जैसे संघारित्र के सिरों पर वोल्टता आरोपित वोल्टता की ओर बढ़ती है) चूकि ओम मापी के कम धारा के अर्थ उच्च प्रतिरोध और मापी संकेतक का धीरे धीरे मापी पैमाने पर अन्त प्रतिरोध की ओर बढता है जैसा कि (Fig 11b) में दिखाया गया है। अन्त में जब संघारित्र पूर्ण रूप से ओममापी आन्तरिक बैटरी वोल्टता तक आवेशित हो जाता है आवेशन धारा प्रायः शून्य और ओम मापी संघारित्र का सामान्य प्रतिरोध पढता है जो विद्युत अपघट्य से जानी वाली लघु क्षरण धारा के कारण होता है।

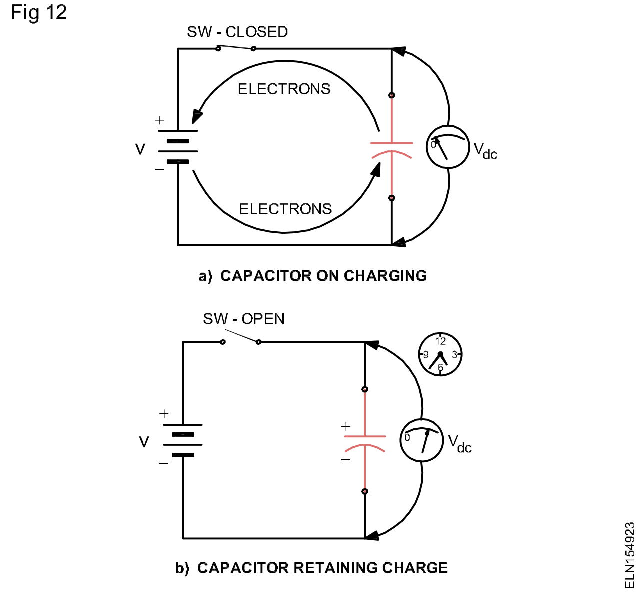
इस परिवर्ती प्रभाव को सामान्यतः संघारित्र क्रिया कहते है। इससे यह प्रदिर्शत होता है कि संघारित्र आवेश भण्डारित कर सकता है अथवा संघारित्र अत्यधिक क्षरित है अथवा संघारित्र पूर्ण रूप से लघु पथित अथवा संघारित्र पूर्णतयः खुला परिपथ है।

संघारित्र क्रिया परीक्षण उच्च मान संघारित्रों विशेष कर विद्युत अपघट्य संघारित्रों के लिये सर्वाधिक उपयुक्त है। जब लघु मान संघारित्र जैसे सिरेमिक चकती अथवा कागज संघारित्र का परीक्षण संघारित्र क्रिया के लिये किया जाता है अति लघु आवेशन धारा के कारण संघारित्र क्रिया को मापी डायल पर नही देखा जा सकता । ऐसे छोटे संघारित्रों के लिये संघारित्र आवेशन धारा परीक्षण को वरीयता दी जाती है। लेकिन संघारित्रों पर संघारित्र क्रिया परीक्षण किया जाय और यदि मापी उच्च प्रतिरोध प्रदर्शित करता है तो संघारित्र लघु पथित नही है। इसलिये उत्तम माना जा सकता है।

संघारित्रों पर आवेशन - होल्डिंग परीक्षण (Charging-holding test on capacitors) : (Fig 12a) के अनुसार इस परीक्षण में दिये गये संघारित्र को एक वाह्य बैटरी द्वारा कुल वोल्टता स्तर दिया जाता है।

संघारित्र के आरोपित वोल्टता स्तर तक आवेशित हो जाने पर बैटरी हटा दी जाती है और संघारित्र के सिरों पर वोल्टता का प्रबोधन (Monitoring) किया जाता है (Fig 12b) यह सुनिश्चित करने के लिये कि क्या संघारित्र आवेशन का कम से कम एक लघु समय (कुछ सेकेन्ड के स्तर) तक धारण करने योग्य है, वोल्टता का प्रबोधन एक समय तक किया जाता है ।

Fig 12



इस परीक्षण में संघारित्र को आवेशित करने पर बैटरी सम्बन्ध के यथेष्ठ समय पश्चात भी यदि संघारित्र तनिक भी आवेशित नही होता तो यह निष्कर्श प्राप्त किया जा सकता है कि संघारित्र या तो लघुपथित अथवा खुला पथित है।

यदि संघारित्र आवेश को यथेष्ट समय के पश्चात भी धारण करने में असमर्थ रहता है तो यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि यह अत्यधिक क्षरणीय है।

परीक्षण से सही परिणाम प्राप्त करने के लिये निम्न बिन्दु ध्यान में रखना चाहिये।

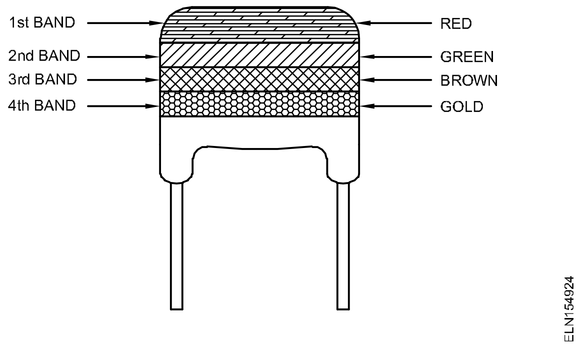
- यदि परीक्षित किये जाने वाले टर्मिनल पर + और – चिन्ह है (ध्रुवित संघरित्र) तो बैटरी को उसी ध्रुवता से सम्बन्धित करें। यदि एक ध्रुवित संघारित्र को त्रुटित ध्रुवता से परीक्षित किया जायेग तो वह स्थायी रूप से नष्ट हो सकता है।

- एक FET निवेश वोल्टमापी अथवा उच्च ओम / वोल्ट मापी का प्रयोग आवेशित संघारित्र के सिरों की वोल्टता रोक प्रबोधन के लिये करें। क्योंकि लघु ओम/ वोल्ट वोल्टमापी आवेशित संघारित्र से धारा लेगा। फलस्वरूप संघारित्र पर भण्डारित आवेशों का शीघ्र निरावेशन होगा।

टिप्पणीः FET वोल्टमापियों का निवेश प्रतिरोध 6-10 मेगा ओम के स्तर का होता है और पूर्ण पैमाना विक्षेपण के लिये केवल माइक्रोएम्पियर धारा लेता है।

संघारित्र के कलर कोड के द्वारा निर्धारित मान के संघारित्र चार्ट-2 के (Fig 13) में दिये गये हैं ।

Fig 13



संधारित्र रंग कोड़ चार्ट - 2

रंग	सिग्नीफिकेन्ट चित्र	मल्टीप्लायर	सहनशक्ति		डिप्ड टैन्टेलम वोल्टेज रेटिंग
			अधिक 10 PF	नीचे 10 PF	
काला	0	1	±20%	± 2 pF	4 VDC
भूरा	1	10	±1%	± 0.1 pF	6 VDC
लाल	2	10^2 or 100	±2%	-	10 VDC
नारंगी	3	10^3 or 1000	±3%	-	15 VDC
पीला	4	10^4 or 10,000	+100% - 0%	-	20 VDC
हरा	5	10^5 or 100,000	±5%	± 0.5 pF	25 VDC
नीला	6	10^6 or 1,000,000	-	-	35 VDC
बैंगनी	7	10^7 or 10,000,000	-	-	50 VDC
ग्रे	8	10^{-2} or 0.01 - 20%	+80%	± 0.25 PF	-
सफेद	9	10^{-1} or 0.1	±10%	± 1 pF	3 VDC
गोल्ड	-	-	-	-	-
सिल्वर	-	-	-	-	-
नन	-	-	±10%	± 1 pF	-

टिप्पणी : चार्ट-3 में मुख्य प्रकार के स्थिर मान संधारित्र दिये गये हैं । संरचनात्मक विवरण स्थिर मान संधारित्र का चार्ट-4 में देखें ।

चार्ट - 3 निर्धारित मान के संधारित्र के मुख्य प्रकार

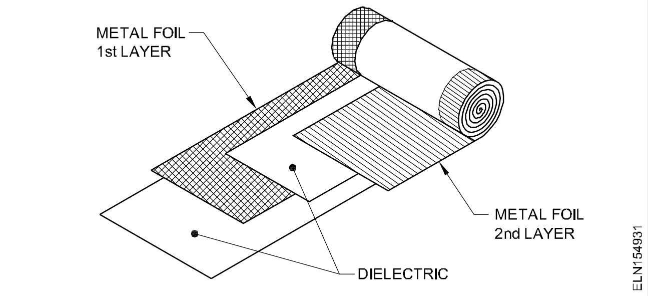
प्रकार	मुख्य सब प्रकार	डाइलेक्ट्रिक प्रयोग	संरचना	उपलब्ध कैपसिटेन्स	रेटेड वोल्टेज	अनुप्रयोग
पेपर	फोइल टाइप तथा मेटालाइज्ड टाइप	इम्प्रगनेटेड स्पेशल क्राफ्ट पेपर स्पेशल टिशु पेपर	मुड़ा फोइल्स	0.001-1μF	200-1600VDC	मोटर - स्टार्टिंग, पावर फैक्टर कनेक्शन पावर सप्लाई - फिल्टर
प्लास्टिक फिल्म	फोइल टाइप तथा मेटालाइज्ड प्रकार की	i. पॉलीस्टरीन ii पॉलीस्टर (मैलार केपासिटर) iiiपॉलीप्रोपलीन ivपॉली कार्बोनेट v मेटालाइज्ड पॉली प्रोपलीन vi मेटालाइज्ड पॉलिस्टर vii	मुड़ा फोइल्स पॉलीस्ट्राल (स्टैरोफेक्स)	0.001-1μF 0.001-1μF 0.001-0.47μF 0.01-18μF 4-60μF 0.01-10μF	100-200VDC 100-600VDC 400-1600 VDC 50-200 VDC 400 VAC, 50 Hz 100-600 VDC	साधारण प्रयोग,अधिक स्टेबिलिटी साधारण प्रयोग, RF परिपथ साधारण प्रयोग, ए० सी मोटर कपलिंग, RF फिल्टरिंग
सेरेमिक	डिस्क प्रकार ट्यूब प्रकार मोनोलिथिक (चिप प्रकार) स्टैण्ड ऑफ प्रकार की बटन से फीड करना	कक्षा -1 (नॉन फेरो इलेक्ट्रिक) -स्टेटाइट (टाल्क) -मिक्स MgO, TiO_2, TiO_2,CaO कक्षा -2 (फेरो इलेक्ट्रिक -बेरियम) titnate Ba, Sr, TiO_2+Mg, Zr	ड्राउन सेरैमिक फिल्म माल्डेड ट्यूब सबस्ट्रेट - स्क्रीनिंग-सिंटरिंग	1PF -1μF 1PF-1000PF 1pF-10μF	50-500 VDC 500-5K VDC 50-200 VDC	साधारण प्रयोग,RF साधारण VHF, VHF, RF कपलिंग कपलिंग VHF में में डिकपलिंग VHF में HF परिपथ फीडर
इलेक्ट्रो-लाइटिक	एल्यूमिनियम (पोलर, नॉन - पोलर) टैण्टलम (पोलर, नॉन पोलर) (गीला सूखा)	एल्यूमिनियम आक्साइड टैण्टलम पेन्टाक्साइड	मुड़ा फोइल्स - मैटेलिक कैन मुड़ा फोइल्स -	1-500,000μF 0.1-1000μF	5-500 VDC 3-125 VDC	पावर सप्लाई, फिल्टर स्पेस इलेक्ट्रानिक्स नान पोलर Al तथा Ta संधारित्र का प्रयोग लाउडस्पीकर के क्रास ओवर में
माइका	स्टैक्ड माइको - सिल्वर माइका बटन प्रकार का	सफेद माइका, गुलाबी तथा , अम्बर माइका	स्टैक्ड	5 pF-10,000pF 5pF-3300pF	50-100 50-500	अधिक फ्रीक्वेंशी अधिक फ्रीक्वेंशी HF लाइन फीडर
ग्लास		ग्लास की पतली पर्त	स्टैक्ड	5 pF-5000pF		VHF अनुप्रयोग
विट्रेस इनेमल		सिलिका का मिक्चर, पोटेशियम, लेड आक्साइड तथा फ्लुराइड	पर्त में डुबा हुआ		50-500	

चार्ट 4

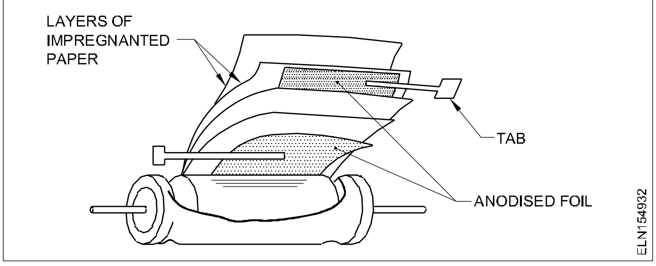
निर्धारित मान के संधारित्र की संरचना

पेपर संधारित्र

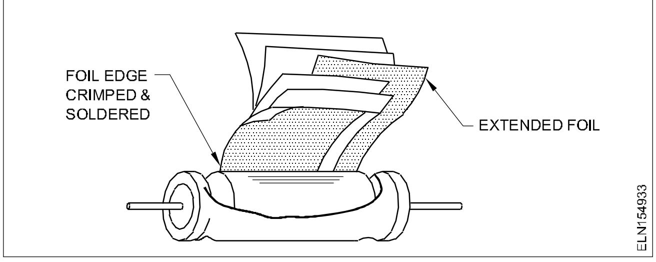
PRINCIPLE



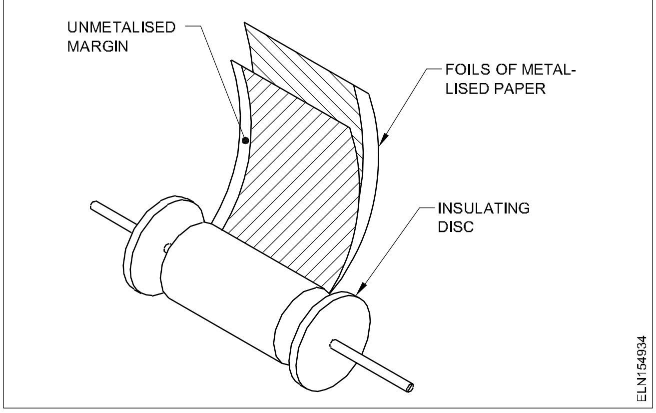
TAD TYPE



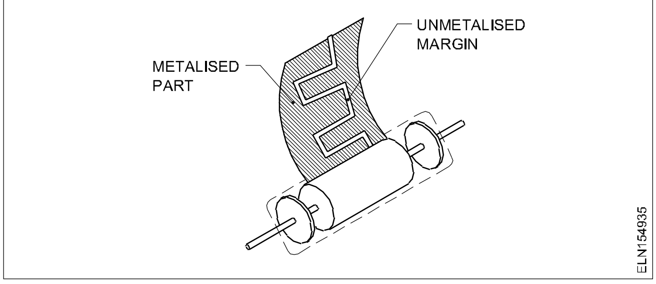
EXTENDED FOIL TYPE



METALISED PAPER CAPACITOR

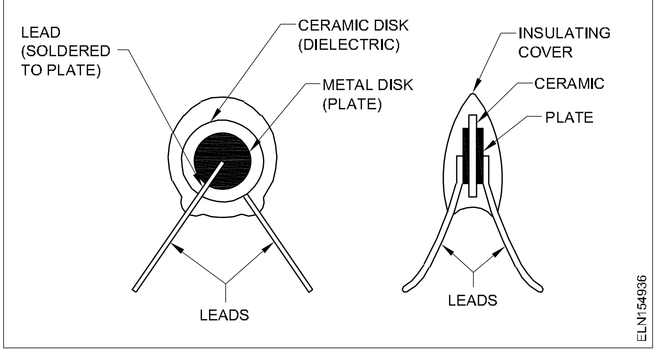


CASTELLATED TYPE
PAPER CAPACITOR

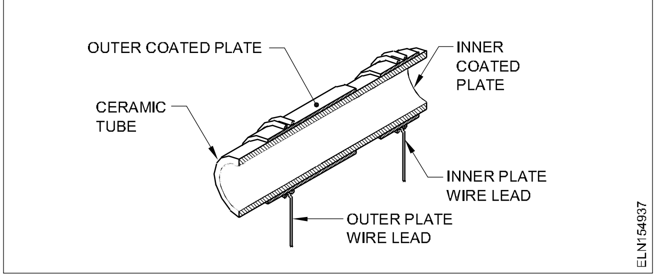


सिरामिक संधारित्र

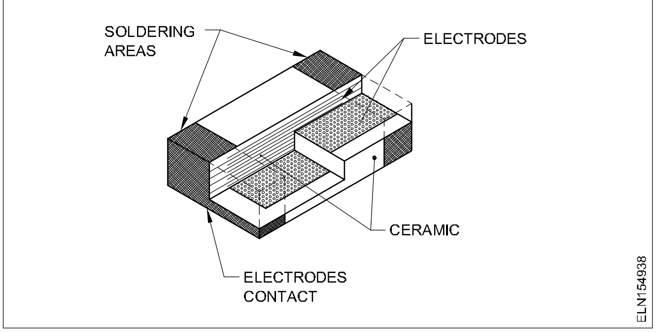
CERAMIC CAPACITORS



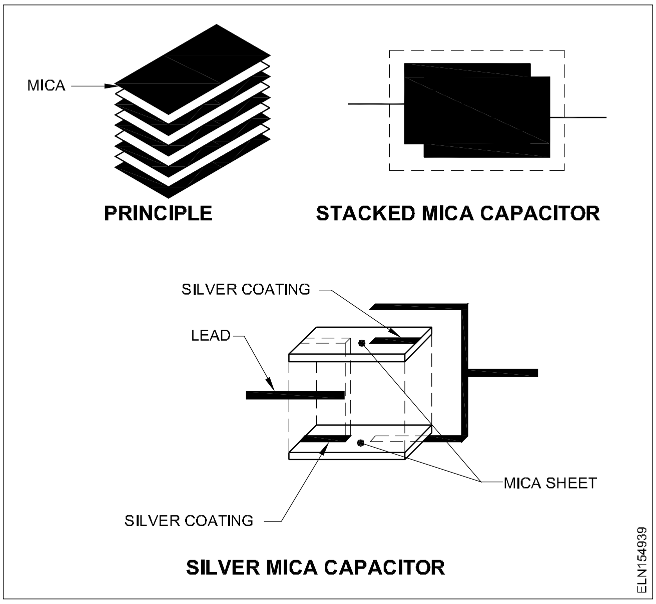
TUBULAR CERAMIC CAPACITOR
(CROSS SECTIONAL VIEW)



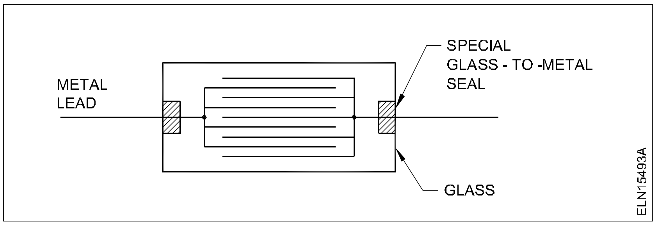
CERAMIC CAPACITOR

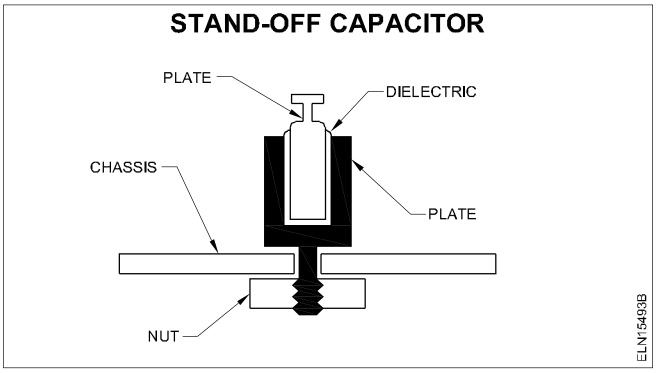


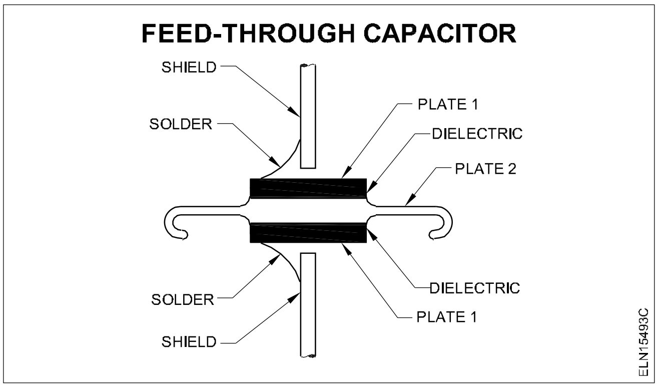
MICA संधारित्र



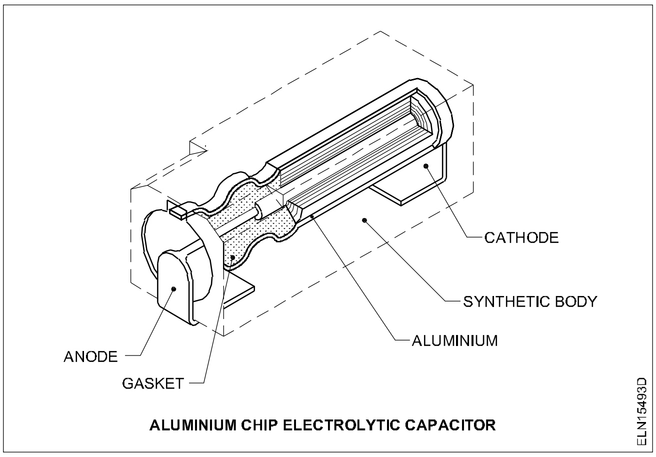
ग्लास संधारित्र

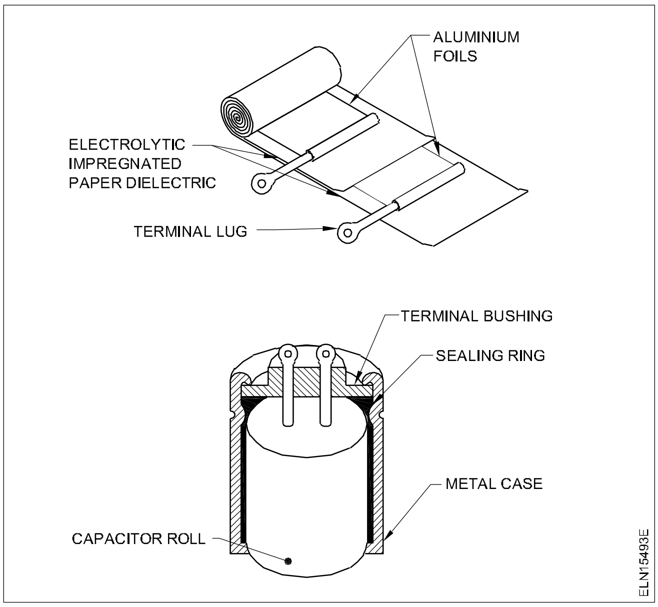




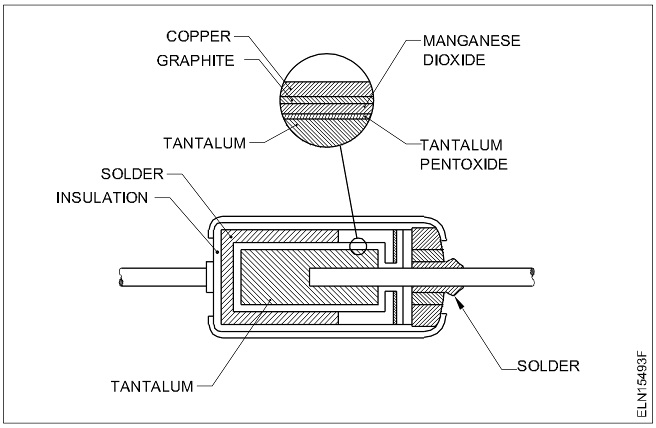


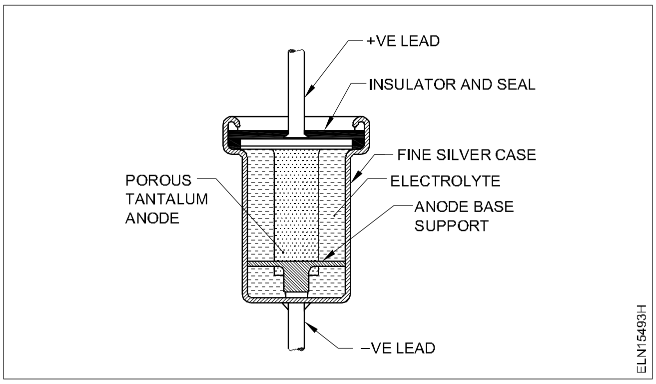
इलेक्ट्रोलाइटिक संधारित्र एल्यूमिनियम प्रकार का

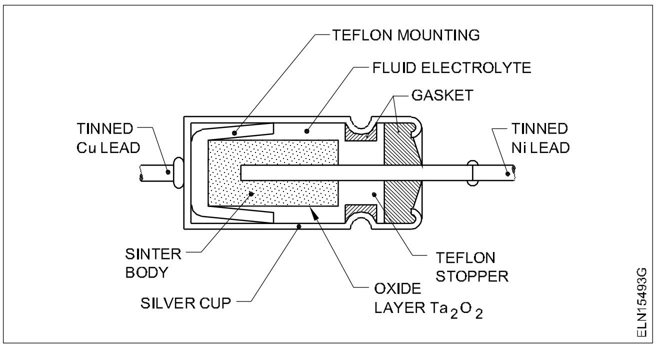


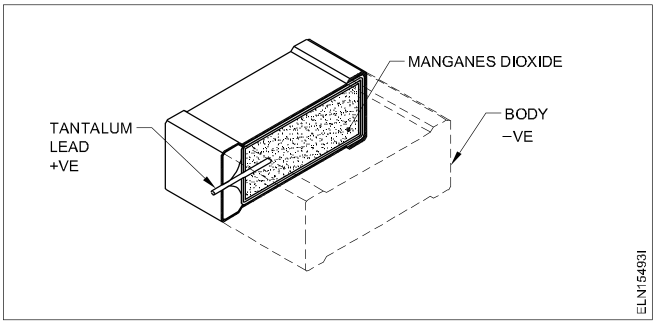


टैन्टलूम संधारित्र









संघारित्रों का समूहन (Grouping of capacitors)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **संघारित्रों की संयोजन विधियों को सूची बद्ध करना**
- **समान्तर संयोजन में धारिता और वोल्टता के मानों को ज्ञात करना**
- **समान्तर में संघारित्रों को सम्बन्धित करने के लिये प्रतिबन्धों को सूची बद्ध करना**

संघारित्रों के समूहन की आवश्यकता (Necessity of grouping of capacitors) : किन्ही परिस्थितियों में हम वांछित धारिता मान और वोल्टता निर्धारण प्राप्त करने के आयोग्य हो सकते हैं। इन परिस्थितियों में उपलब्ध संघारित्रों से वांछित धारितायें प्राप्त करने के लिये संघारित्र के सिरों पर सुरक्षित वोल्टता देने के लिये संघारित्रों का विभिन्न विधियों में समूहन करना पडता है। संघारित्रों का इस प्रकार का समूहन अति आवश्यक है।

समूहन विधियां (Methods of grouping) : समूहन की दो विधियां है

- समान्तर समूहन (Parallel grouping)
- श्रेणी समूहन (Series grouping)

समान्तर समूहन (Parallel grouping)

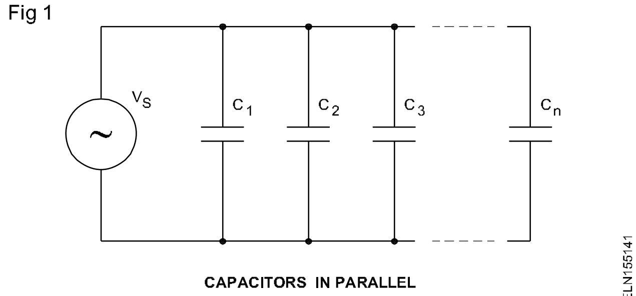
समान्तर समूहन के प्रतिबन्ध (Conditions for parallel grouping)

- संघारित्रों का वोल्टता निर्धारण आपूर्ति वोल्टता Vs की तुलना में अधिक होना चाहिये
- ध्रुवित संघारित्रों (विद्युत अपघट्य संघरित्र) के लिये ध्रुवता अनुरक्षित रहनी चाहिये

समान्तर समूहन की आवश्यकता (Necessity of parallel grouping) : संघारित्रों को समान्तर में उस समय समूहित किया जाता है जब एक संघारित्र की धारिता से अधिक धारिता प्राप्त करना होता है।

समान्तर समूहन का सम्बन्ध (Connection of parallel grouping): (Fig 1) में संघारित्रों का समान्तर समूहन दिखाया गया है, जो समान्तर में प्रतिरोध अथवा सेल के सम्बन्धों के समरूप है।

Fig 1

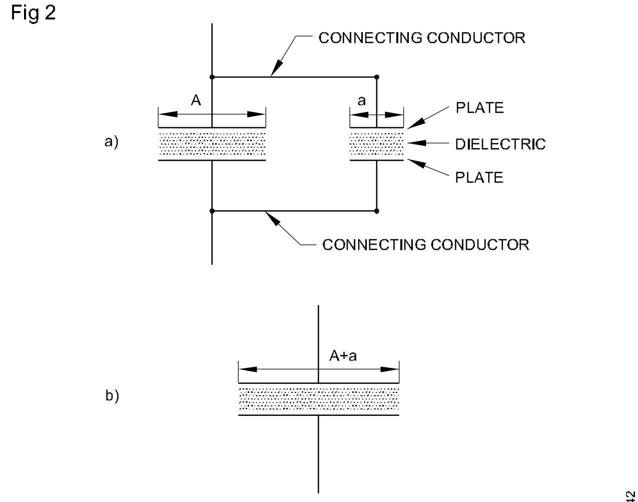


CAPACITORS IN PARALLEL

कुल धारिता (Total capacitance) : जब संघारित्रों को समान्तर में समबन्धित किया जाता है तो कुल धारिता व्यक्तिगत धारिताओं का योग होती है क्योंकि प्रभावी पट्टी क्षेत्रफल में वृद्धि हो जाती है। कुल समान्तर धारिता की गणना श्रेणी परिपथ में कुल प्रतिरोध की गणना के समरूप होती है।

(Fig 2a) और (Fig 2b) की तुलना करने पर आप जान सकते है कि संघारित्रों के समान्तर सम्बन्धन से प्रभा वी पटटी क्षेत्र फल में वृद्धि हो जाती है ।

Fig 2



CAPACITORS IN PARALLEL. THE EQUIVALENT CAPACITANCE IN (b) IS EQUAL TO THE SUM OF THE CAPACITANCES IN (a).

समान्तर धारिता के लिये सामान्य सूत्र (General formula for parallel capacitance) : समान्तर संघारित्रों की कुल धारिता व्यक्तिगत धारिताओं के योग से प्राप्त होती है।

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + ... + C_n$$

जहां C_T कुल धारिता है

C_1, C_2, C_3 इत्यादि समान्तर संघारित्र हैं।

एक समान्तर समूह पर आरोपित वोल्टता समान्तर समूह में सभी संघारित्रों के लिये अल्पतम भंजक वोल्टता के लिये अधिक नही होनी चाहिये।

उदाहरणः माना तीन संघारित्रों को समान्तर में समूहित किया जाता है जहां दो की भंजक वोल्टता 250V और एक की भंजक वोल्टता 200V है तो समान्तर समूह को अधिकतम आरोपित की जा सकने वाली वोल्टता 200V है।

प्रत्येक संघारित्र के सिरों पर वोल्टता आरोपित वोल्टता के बराबर होगी।

समान्तर समूहन में भण्डारित आवेश (Charge stored in parallel grouping) : चूंकि समान्तर समूहित संघारित्रों के सिरों पर वोल्टता है बडा संघारित्र अधिक आवेश भण्डारित करता है यदि संघारित्रों का मान

समान है तो वे समान आवेश भण्डारित करते है। आवेश जो सभी संघारित्रों द्वारा भण्डारित होता है स्रोत से प्राप्त कुल आवेश के बराबर होता है।

$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + ... + Q_n$

जहां Q_T = कुल आवेश है

Q_1, Q_2, Q_3 .... इत्यादि समानत्तर में संघारित्रों के व्यक्तिगत आवेश है

समीकरण $Q = C_V$ का प्रयोग करके

कूल आवेश $Q_T = C_T V_S$

जहां V_S आपूर्ति वोल्टता है।

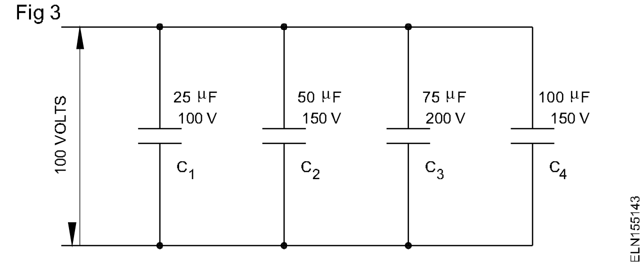
पुनः $C_T V_S = C_1 V_S + C_2 V_S + C_3 V_S$

चूंकि सभी में पद V_S उभय है उसे निरस्त किया जा सकता है।

इसलिये $C_T = C_1 + C_2 + C_3$

उदाहरणः (Fig 3) में दिये गये परिपथ की कुल धारिता व्यक्तिगत आवेश और दिये गये परिपथ के कुल आवेश की गणना करें।

Fig 3



हल

कुल धारिता = C_T

$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$

C_T = 250 micro farads.

व्यैक्तिक चार्ज = Q = CV

$Q_1 = C_1V$

$= 25 \times 100 \times 10^{-6}$

$= 2500 \times 10^{-6}$

$= 2.5 \times 10^{-3}$ coulombs.

$Q_2 = C_2V$

$= 50 \times 100 \times 10^{-6}$

$= 5000 \times 10^{-6}$

$= 5 \times 10^{-3}$ coulombs.

$Q3 = C_3V$

$= 75 \times 100 \times 10^{-6}$

$= 7500 \times 10^{-6}$

$= 7.5 \times 10^{-3}$ coulombs.

$Q_4 = C_4V$

$= 100 \times 100 \times 10^{-6}$

$= 10000 \times 10^{-6}$

$= 10 \times 10^{-3}$coulombs.

कुल आवेश $= Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$

$= (2.5 \times 10^{-3}) + (5 \times 10^{-3}) + (7.5 \times 10^{-3}) + (10 \times 10^{-3})$

$= (2.5+5+7.5+10) \times 10^{-3}$

$= 25 \times 10^{-3}$ coulombs.

अथवा $Q_T = C_TV$

$= 250 \times 10^{-6} \times 100$

$= 25 \times 10^{-3}$ coulombs.

श्रेणी समूहन (Series grouping)

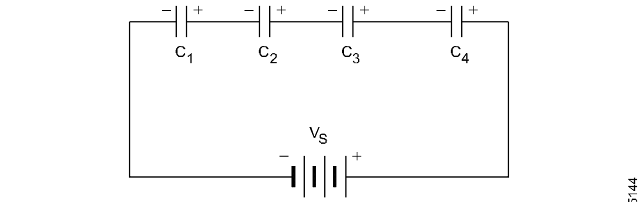
श्रेणी में संघारित्रों के समूहन की आवश्यकता (Necessity of grouping of capacitors in series) : परिपथ में कुल धारिता को कम करने के लिये श्रेणी में संघारित्रों के समूहन की आवश्यकता होती है। दूसरा कारण यह है कि दो अथवा अधिक श्रेणी समूहित संघरत्रि एकल संघारित्र की तुलना में उच्च विभवान्तर विजित कर सकते है लेकिन प्रत्येक संघारित्र के सिरों पर वोल्टता पतन प्रत्येक की धारिता पर निर्भर होता है। यदि संघारित्र असमान है तो किसी भी संघारित्र पर वोल्टता भंजक को न बढने दें।

श्रेणी समूहन के प्रतिबन्ध (Conditions for series grouping)

- यदि विभिन्न वोल्टता निर्धारण के संघारित्र को श्रेणी में सम्बन्धित करना है तो ध्यान रखें कि प्रत्येक संघारित्र के सिरों पर वोल्टता पात वोल्टता निर्धारण से कम है।
- ध्रुवित संघारित्रों के लिये ध्रुवता अनुरक्षित रखना चाहिये।

श्रेणी समूहन में सम्बन्ध (Connection in series grouping) (Fig 4) के अनुसार संघारित्रों का श्रेणी समूहन प्रतिरोधों अथवा सेलों के श्रेणी सम्बन्धन के अनुरूप है।

Fig 4



SERIES CONNECTION OF CAPACITORS

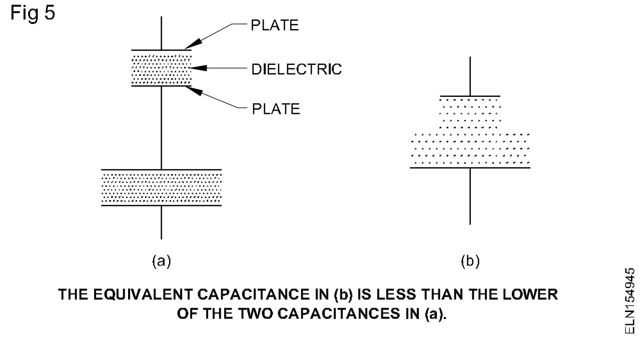
कुल धारिता (Total capacitance) : जब संघारित्र श्रेणी में सम्बन्धित किये जाते है तो कुल धारिता सबसे कम धारिता मान से भी कम होती है।

- क्योंकि प्रभावी पटटी के बीच की मोटाई में वृद्धि होती हैं।
- छोटी पटटी से प्रभावी पटटी क्षेत्र फल सीमित होता है।

कुल श्रेणी धारिता की गणना समान्तर प्रतिरोधों की कुल प्रतिरोध गणना के समरूप होती है।

(Fig 5a, 5b) और की तुलना करके आप ज्ञात कर सकते है कि संघारित्रों को श्रेणी में जोडने पर पटिटयों के बीच की मोटाई में वृद्धि होती है साथ ही प्रभावी क्षेत्र फल भी इस प्रकार सीमित हो जाता है कि वह छोटी पटटी संघारित्र के बराबर हो।

Fig 5



THE EQUIVALENT CAPACITANCE IN (b) IS LESS THAN THE LOWER OF THE TWO CAPACITANCES IN (a).

श्रेणी संघारित्रों के लिये सामान्य सूत्र (General formula for series capacitance) : श्रेणी संघारित्रो की कुल धारिता निम्न सूत्र से ज्ञात की जा सकती है।

$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots\ldots + \frac{1}{C_n}}$$

or

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots\ldots + \frac{1}{C_n}$$

यदि श्रेणी में दो संघारित्र हैं

$$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

यदि तीन संघारित्र श्रेणी में है

$$C_T = \frac{C_1 C_2 C_3}{(C_1C_2) + (C_2C_3) + (C_3C_1)}$$

यदि 'n' समान संघारित्र श्रेणी में है

$$C_T = \frac{C}{n}$$

प्रत्येक संघारित्र के सिरों पर अधिकतम वोल्टता (Maximum voltage across each capacitor) : श्रेणी समूहन में संघारित्रों पर आरोपित वोल्टता का विभाजन निम्न सूत्र के अनुसार प्रत्येक धारिता मान पर निर्भर करता है।

$$V = \frac{Q}{C}$$

प्रतिलोमन समबन्ध के कारण अधिकतम मान का संघारित्र अल्पतम वोल्टता और अल्पतम धारिता मान की अधिकतम वोल्टता होगी।

श्रेणी सम्बन्ध में प्रत्येक सघांरित्र के सिरों पर वोल्टता निम्न समीकरण से ज्ञात हो सकती है

किसी खास संधारित्र में एक श्रेणी में पूरे कनेक्शन की पूरी वोल्टता के मान नीचे दिये गये सूत्र से जाना जा सकता है ।

$$V_X = \frac{C_T}{C_X} \times V_S$$

जहां V_x - प्रत्येक संघारित्र की व्यक्तिगत वोल्टता

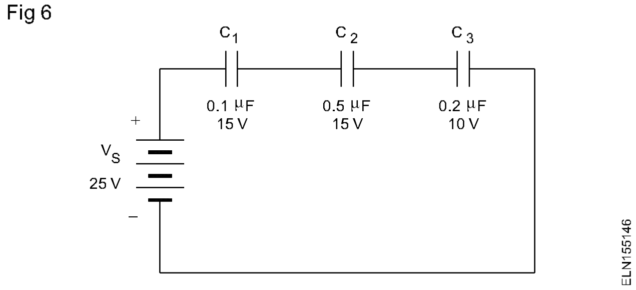
C_x - प्रत्येक संघारित्र की व्यक्तिगत धारिता

V_s - आपूर्ती वोल्टता है

यदि धारितायें असमान है तो विभवान्तर समान रूप से विभाजित नही होता है यदि संघारित्र असमान है तो सावधान रहे कि किसी संघारित्र की वोल्टता भंजक वोल्टता से अधिक न हो।

उदाहरणः प्रत्येक संघारित्र के सिरों पर वोल्टता ज्ञात करें। (Fig 6)

Fig 6



हल

कुल धारिता C_T

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{0.1} + \frac{1}{0.5} + \frac{1}{0.2}$$ मारक्रो फ्रैड

$$\frac{1}{C_T} = \frac{10}{1} + \frac{2}{1} + \frac{5}{1}$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{17}{1}$$ और CT = 0.0588 माईक्रो फ्रैड

$$V_1 = \frac{C_T}{C_1} \times V_S$$

$$V_1 = \frac{0.0588}{0.1} \times 25$$

V_1 = 14.71 V_S

$$V_2 = \frac{C_T}{C_2} \times V_S$$

$$V_2 = \frac{0.0588}{0.5} \times 25$$

V_2 = 2.94 वोल्ट

$$V_3 = \frac{C_T}{C_3} \times V_S$$

$$V_3 = \frac{0.0588}{0.2} \times 25$$

V_3 = 7.35 वोल्ट

श्रेणी समूहन में भण्डारित आवेश (Charge stored in series grouping) : हमें ज्ञात है कि एक श्रेणी परिपथ में

– सभी बिन्दुओं पर धारा सामान रहती है धारा को आवेश प्रवाह की दर से परिभाषित करते है।

(I= Q/t) अथवा Q= It

श्रेणी परिपथ के विभिन्न संघारित्रों में समान समय में समान धारा प्रवाहित हो रही है इसलिये प्रत्येक संघारित्र का आवेश बराबर होगा। और कुल आवेश Q_T के बराबर होगा।

$Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_3 = ... = Q_n$

लेकिन प्रत्येक के सिरों पर वोल्टता उसकी धारिता मान पर निर्भर होती है।

$(V = \frac{Q}{C})$

किरचाफ वोल्टता नियम से जो धारितीय और प्रतिरोधक परिपथों दोनों के लिये प्रभावी है संघारित्र वोल्टता का योग श्रोत वोल्टता के बराबर होता है।

$V_9 = V_1 + V_2 + V_3 + ... + V_n$

प्रत्यावर्ती धारा - शब्दावली और परिभाषा - वेक्टर आरेख (Alternating current - terms & definitions-vector diagrams)

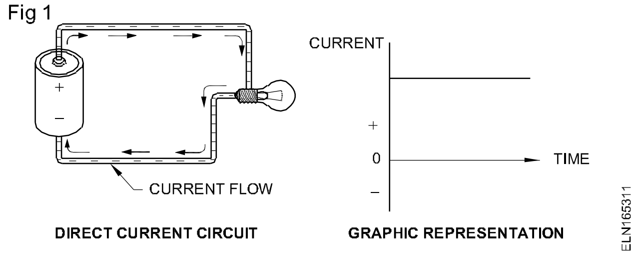
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **दिष्टधारा की विशेषताएँ बताना**
- **प्रत्यावर्ती धारा (DC) की तुलना में दिष्टधारा (AC) के लाभ बताना**
- **प्रत्यावर्ती धारा (DC) और दिष्टधारा (AC) के लक्षणों की तुलना करना**
- **प्रत्यावर्ती धारा (AC) उत्पत्ति प्रक्रिया और उसकी शब्दावली बताना**
- **दिष्टधारा (DC) की तुलना में प्रत्यावर्ती धारा (AC) के लाभ बताना ।**

दिष्टधारा (Direct current) (DC) : विद्युत धारा को परिपथ में इलेक्ट्रान्स के प्रवाह के रूप में परिभाषित किया जा सकता है। इलेक्ट्रान सिद्धान्त के आधार पर एक वोल्टता स्रोत में इलेक्ट्रान्स का प्रवाह ऋणात्मक ध्रुवता से धनात्मक ध्रुवता की ओर होता है।

दिष्टधारा (DC) वह धारा है जो परिपथ में केवल एक ही दिशा में प्रवाहित होती है। (Fig 1) इस प्रकार के परिपथ में धारा आपूर्ति एक DC वोल्टता स्रोत से हाती है चूंकि एक DC स्रोत में ध्रुवता निश्चित रहती है इसलिये इससे उत्पन्न धारा एक ही दिशा में होती है।

Fig 1

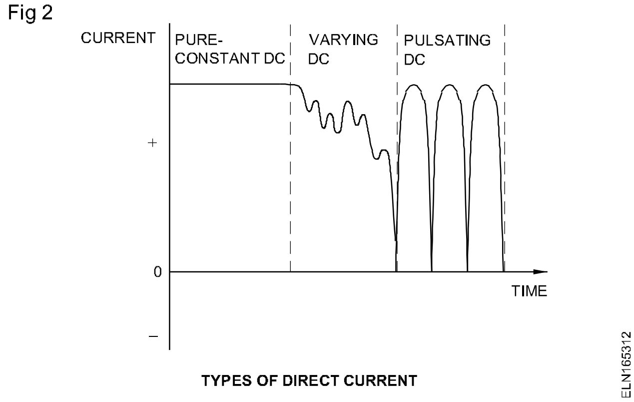


शुष्क सेल प्रायः एक सामान्य DC वोल्टता स्रोत की भांति प्रयुक्त होते हैं। एक शुष्क सेल में वोल्टता और ध्रुवता दोनों ही निश्चित होते हैं। जब एक भार से सम्बन्धित किये जाते हैं तो उत्पन्न स्थिर मान की धारा एक दिशा में प्रवाहित होती है।

एक दिष्टधारा प्रवाह का स्थिर रहना आवश्यक नही है लेकिन इसको सदैव समान दिशा में ही प्रवाहित होना चाहिये। दिष्ट धारायें अनेक प्रकार की होती है जो सभी समय के सापेक्ष धारा के मान पर निर्भर करती है। (Fig 2)

एक स्थिर DC धारा समय अन्तराल में कोई परिवर्तन प्रदर्शित नही करती है। DC धारायें परिवर्ती और स्पन्दिंत दोनों प्रकार की होती हैं

Fig 2



जिनका समय के सापेक्ष रेखांकन करने पर परिवर्ती मान होता है। स्पन्दित DC धारा के परिवर्तन समान होते हैं और निश्चित अन्तराल पर उनकी पुनरावृत्ति होती है।

DC का AC पर लाभ (Advantages of DC over AC)

1 DC सप्लाई में केवल दो तारों की आवश्यकता होती है जबकि 3 फेज AC में 4 तार तक की आवश्यकता होती है ।

2 DC में कोरोना हानि नगण्य होती है जबकि AC में इसका मान फ्रीक्वेंसी के साथ बढ़ जाता है ।

3 AC में स्किन प्रभाव भी पाया गया है जो ट्रांसमिशन चालक तैयार करने में समस्या उत्पन्न करता है ।

4 इसमें कोई निकटता प्रभाव नहीं होता है ।

5 इसमें कोई निकटता प्रभाव नहीं होता है ।

AC और DC की तुलना

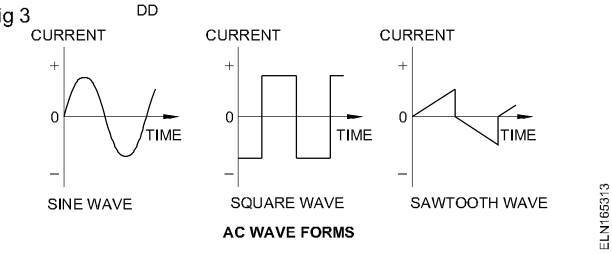
	प्रत्यावर्ती धारा	**D C धारा**
ली जा सकनेवाली ऊर्जा की मात्रा	इसमें अधिक दूरी तक और पावर प्रदान किया जा सकता है ।	DC वोल्टेज अधिक दूरी तक नहीं ले जाया जा सकता । इसमें ऊर्जा की हानि होती है ।
इलेक्ट्रान के प्रवाह की दिशा का कारण	घूमता हुआ चुंबकीय क्षेत्र चालक पर ।	चालक पर स्थिर चुंबकीय क्षेत्र ।

	प्रत्यावर्ती धारा	D C धारा
आवृत्ति	प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति 50Hz या 60Hz है जो अलग अलग देशों पर निर्भर करता है ।	DC करंट की आवृत्ति शून्य होती है ।
दिशा	जब यह सर्किट में प्रवाहित होता है तो इसकी दिशा बदलती रहती है ।	यह परिपथ में एक ही दिशा में प्रवाहित होता है ।
करंट	इसमें धारा का मान समय के साध बदलता रहता है ।	इसमें धारा का परिमाण स्थिर रहता है ।
इलेक्ट्रान का प्रवाह	इलेक्ट्रान प्रवाह की दिशा बदलते रहते हैं फारवर्ड एवं बैकवर्ड	इलेक्ट्रान स्थि रूप से एक ही दिशा में प्रवाहित होते हैं ।
जहाँ से प्राप्त किया जाता है	AC जनरेटर से	सेल एवं बैटरी से
अक्रिय मापदण्ड	इम्पीडेस	केवल रैजिस्टैंस
पावर फैक्टर	0 से 1 के बीच होता है ।	इसमें हमेशा पावर फैक्टर का मान 1 होता है ।
प्रकार ट्राइएन्गुलर, स्क्वेयर	साइनो सुइडल, ट्रेपेजोइडल,	शुद्ध और पल्सेटिंग

प्रत्यावर्ती धारा (Alternating current) (AC) :एक प्रत्यावर्ती धारा परिपथ वह होता है जिसमें धारा प्रवाह की दिशा और आयाम निश्चित अन्तराल में परिवर्तित होते हैं। इस प्रकार के परिपथ में धारा एक AC वोल्टता स्रोत से आपूर्तित होती है। AC स्रोत की ध्रुवता नियमित समय अन्तराल में परिवर्तित होती है जिसका परिणाम परिपथ धारा प्रवाह का उत्क्रमण होता है।

प्रत्यावर्ती धारा प्रायः मान और दिशा दोनों में ही परिवर्तित होती है। धारा में शून्य से एक निश्चित मान तक वृद्धि होती है और एक दिशा में प्रवाहित होकर शून्य हो जाती है। इसी तरह का प्रारूप की पुनरावृत्ति होती है। तरंग रूप अथवा सही विधि जिसमें धारा वृद्धि और कमी होती है प्रयुक्त AC वोल्टता स्रोत के प्रकार से ज्ञात किया जाता है।(Fig 3)

Fig 3



AC WAVE FORMS

प्रत्यावर्ती धारा जनित्र (Alternating current generator) : जहां अधिक मात्रा में वैद्युत शक्ति वांछित होती है प्रत्यावर्ती धारा प्रयुक्त होती है। घरेलू और व्यवसायिक कार्यो के लिये प्रयुक्त वैद्युत ऊर्जा लगभग सभी प्रत्यावर्ती धारा होती है।

प्रत्यावर्ती वोल्टता का प्रयोग इसलिये होता है कि इसको जनित करना अति सरल और सस्ता होता है तथा लम्बी दूरियों तक प्रसरित किये जाने पर इसमें शक्ति ह्रास कम होता है।

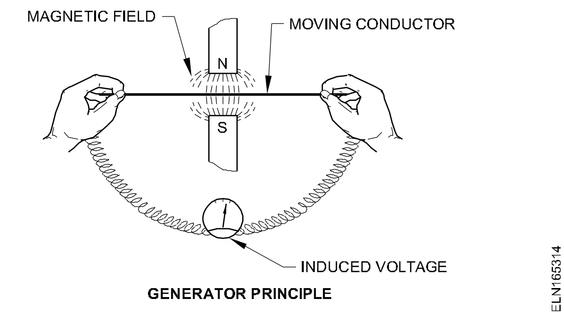
प्रायः AC उपस्करों को अभिरक्षित रखना सस्ता होता है और प्रति शक्ति मात्रक के लिये DC उपस्करों की तुलना में कम स्थान आवश्यक होता है।

प्रत्यावर्ती धारा को ऊष्मन और आरकिंग की कम समस्याओं के साथ उच्च वोल्टता पर जनित किया जा सकता है। वोल्टताओं की कुछ मानक मान हैं 6.6KV (6600V) 11Kv (11000V) और 33Kv (33000V) लम्बी दूरियों के प्रसरण के लिये मानों की वृद्धि 66000, 110000, 220,000, 400000 वोल्ट तक बढ़ायी जाती है भार क्षेत्र में वोल्टता को कार्यन्वन मान 240V, 415V तक कम कर दिया जाता है।

AC जनित्र द्वारा AC को मौलिक विधि से प्राप्त किया जाता है। जनित्र एक ऐसी मशीन है जिसमें चुम्बकत्व का प्रयोग यात्रिक ऊर्जा को वैद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करने के लिये किया जाता है। जनित्र का सिद्धान्त सरल शब्दों में इस प्रकार कहा जा सकता है कि एक चालक में जब भी चालक को एक चुम्बकीय क्षेत्र में इस प्रकार गतिमान किया जाता है कि वह चुम्बकीय बल रेखाओं को काटता है तो एक वोल्टता प्रेरित होती है।

(Fig 4) में एक मौलिक जनित्र का सिद्धान्त प्रदर्शित किया गया है। एक चालक के चारों ओर चुम्बकीय क्षेत्र में परिवर्तन करने पर इलेक्ट्रान्स में

Fig 4



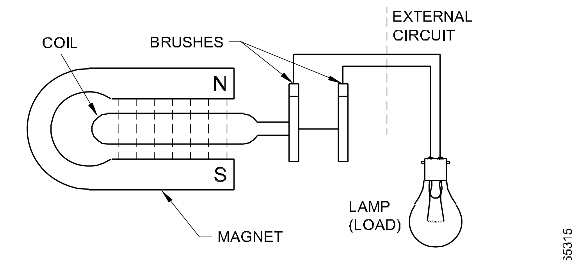
GENERATOR PRINCIPLE

गति उत्पन्न होती है। चुम्बकीय क्षेत्र की उपस्थिति केवल यथेष्ट नही है, क्षेत्र में किसी रूप में कुछ परिवर्तन होना चाहिये।

यदि हम चालक को एक चुम्बकीय क्षेत्र से गतिमान करें तो चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा एक बल चालक के अन्दर प्रत्येक स्वतन्त्र इलेक्ट्रान पर पडता है। यह सभी बल परस्पर जुड जाते है और उसका प्रभाव यह होता है कि वोल्टता जनित अथवा चालक में प्रेरित होती है।

एक चुम्बकीय क्षेत्र में तार पाश को घुमाने से एक AC जनित्र AC वोल्टता उत्पन्न करता है। तार और चुम्बकीय क्षेत्र की यह सापेक्षिक गति एक वोल्टता उत्पन्न करती है जो तार के सिरों के बीच प्रेरित होती है। यह वोल्टता परिमाण और ध्रुवता में परिवर्तित होती है (Fig 5) जब चुम्बकीय क्षेत्र में पाश को घूर्णित किया जाता है।

Fig 5



SIMPLIFIED AC GENERATOR

पाश को घुमाने के लिये वांछित बल विभिन्न स्रोतो से प्राप्त किया जा सकता है उदाहरण के लिये अति बडे AC जनित्र वाष्पटरबाईन अथवा जल की गति से घुमाये जाते हैं।

एक एकल पाश जनित्र द्वारा उत्पन्न वोल्टता व्यवहारिक मान के लिये अति निबर्ल होती है। एक व्यवहारिक जनित्र में एक वेष्ठन पर वेष्ठित तारों के अनेक चक्कर होते हैं एक लौह क्रोण पर वेष्ठित अनेक कुण्डलों द्वारा आर्मेचर निर्मित होता है ।

आर्मेचर कुण्डलों में प्रेरित AC वोल्टता सर्पिल अंगूठियों के सेट से सम्बन्धित होती है। जिससे वाहय परिपथ सेट ब्रशों के सेट से होकर वाह्य परिपथ द्वारा ग्रहण की जाती है। अधिक शक्तिशाली चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करने के लिये एक वैद्युत चुम्बक का उपयोग होता है।

ज्या तरंग (The sine wave) : एक कुण्डल के चुम्बकीय क्षेत्र में घूर्णन से उत्पन्न तरंग रूप वोल्टता की आकृति एक ज्यातरंग कहलाती है। उत्पन्न ज्या तरंग वोल्टता का मान और ध्रुवता परिवर्तित होती रहती है।

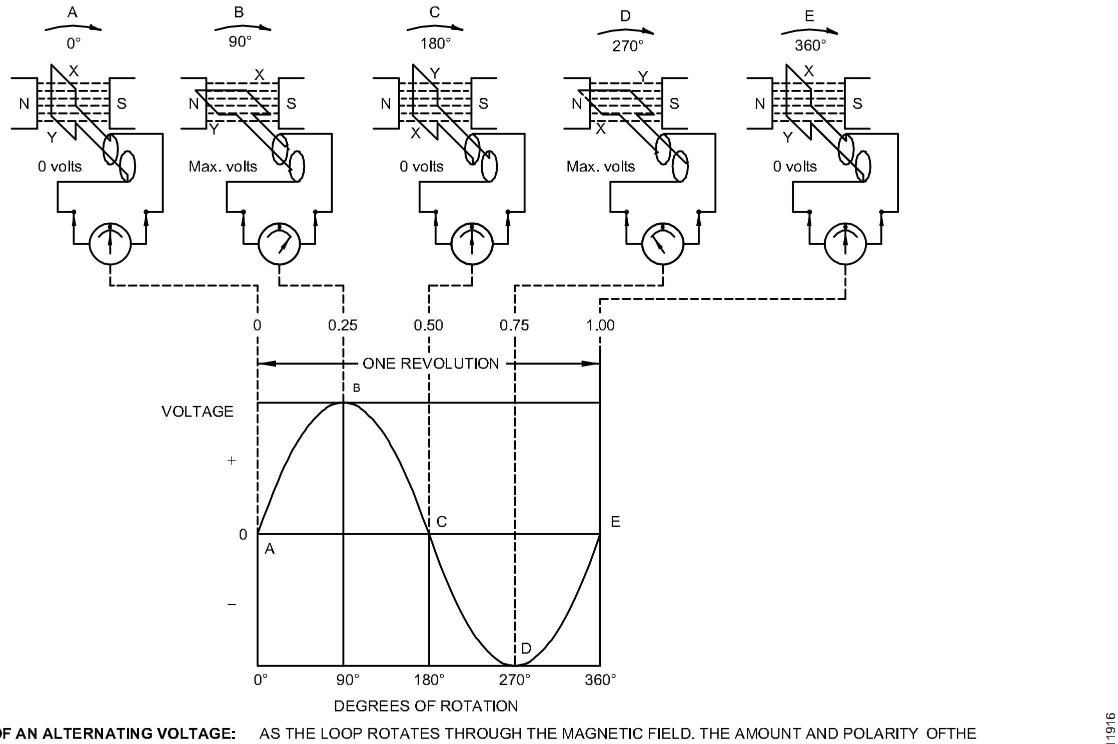
यदि कुण्डल को स्थिर चाल से घूर्णित किया जाता है तो कुण्डल की स्थिति के साथ चुम्बकीय रेखाओं के प्रति सेकेन्ड कटने की संख्या परिवर्तित होती है। जब कुण्डल चुम्बकीय क्षेत्र के समान्तर गति करता है तो रेखायें नही कटती हैं।

इसलिये इस क्षण पर वोल्टता जनित नही होती है। जब कुण्डल चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत गति करता है तो यह अधिकतम बल रेखायें काटता है।

इसलिये इस क्षण अधिकतम अथवा शिखर वोल्टता जनित होती है। इन दोनों बिन्दुओं के बीच वोल्टता उस कोण के ज्यापर निर्भर होती है जिस पर कुण्डल बल रेखाओं को काटता है।

(Fig 6) में कुण्डल को पांच विशिष्ट स्थितियों में दिखाया गया है। यह वह मध्यमान स्थितियां है जो कुण्डल स्थिति के एक पूर्ण चक्कर के समय उत्पन्न होती हैं। दिया गया आरेख यह प्रदर्शित करता है कि किस प्रकार पाश के एक चक्कर में वोल्टता में वृद्धि और कमी होती है।

Fig 6



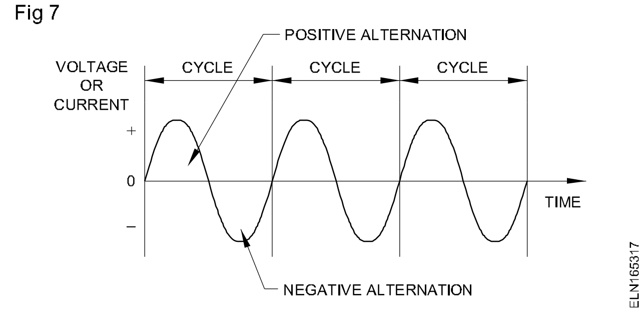
GENERATION OF AN ALTERNATING VOLTAGE: AS THE LOOP ROTATES THROUGH THE MAGNETIC FIELD. THE AMOUNT AND POLARITY OFTHE VOLTAGE CHANGES WITH ANGLE AND DIRECTION OF MOTION.

ध्यान दें कि वोल्टता की दिशा प्रत्येक अर्धचक्र में उत्क्रमित होती है। यह इसलिये होता है कि कुण्डल के प्रत्येक चक्र में एक भुजा पहले नीचे जाती है और इसके पश्चात क्षेत्र में से ऊपर आती है।

ज्या तरंग AC तरंग रूप का अधिकतम मौलिक और व्यापक रूप है। मानक AC जनित्र (प्रत्यावर्तक) ज्या तरंग रूप एक ज्या तरंग फार्म उत्पन्न करता है। कुछ महत्वपूर्ण प्रयुक्त वैद्युत अभिलक्षण और पद AC ज्यातरंग वोल्टता तथा धारा के सम्बन्ध में निम्न हैं।

चक्र (Cycle) : प्रत्यावर्ती वोल्टता अथवा धारा की एक पूर्ण तरंग एक चक्र होती है। निर्गत वोल्टता के एक चक्र को जनन के समय दो परिवर्तन अथवा उतक्रमण वोल्टता की ध्रुवता में होते हैं। यह दो लेकिन विपरीत पूर्ण चक्र के अर्ध प्रत्यावर्तन कहे जाते हैं। पद धनात्मक और ऋणात्मक एक प्रत्यावर्तन को दूसरे से पहचानने के लिये प्रयुक्त किये जाते हैं (Fig 7)

Fig 7

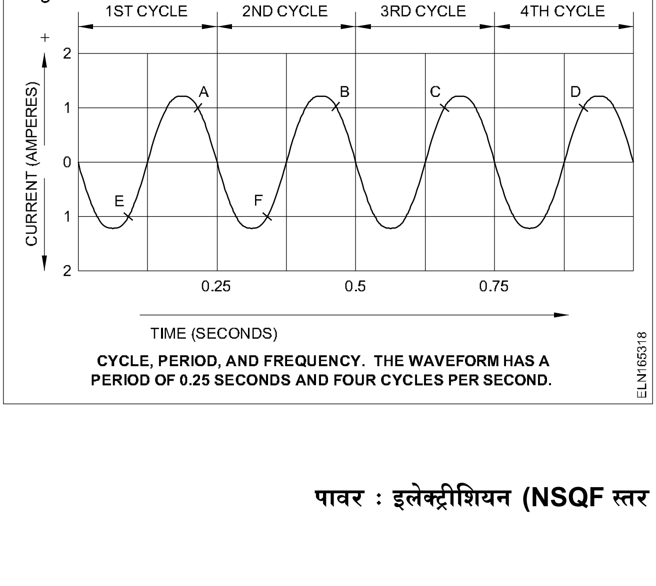


आवर्तकाल (Period) : एक पूर्ण चक्र को उत्पन्न करने में वांछित समय को तरंग रूप का आर्वतकाल कहते हैं (Fig 8) में एक चक्र को पूरा करने में 0.25sec लगता है इसलिये तरंग रूप का आवर्तकाल (T) 0.25sec है।

एक ज्या तरंग के आवर्तकाल (कोई सम्मतितरंग रूप) के लिये यह आवश्यक नही है कि इसे प्रारम्भ और अंत में चक्र के कटानों पर मापित किया जाय। दिये गये चक्र में इसको किसी बिन्दु से दूसरे चक्र के संगत बिन्दु पर मापा जा सकता है (Fig 8 AB, CD अथवा EF देखें) ।

आवृत्ति (Frequency): प्रतिसेकेन्ड उत्पन्न चक्करों की संख्या एक AC तरंग रूप की आवृत्ति होती है। (Fig 8) आवृत्ति का SI मात्रक हर्ट्ज (Hz) है। उदाहरण के लिये आपके घर पर 240V AC की आवृत्ति 50Hz है।

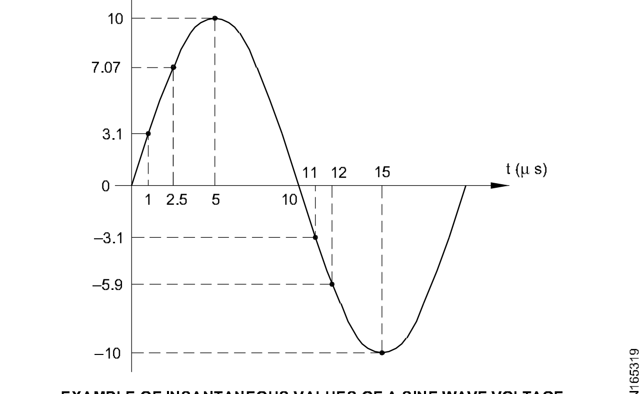
Fig 8



CYCLE, PERIOD, AND FREQUENCY. THE WAVEFORM HAS A PERIOD OF 0.25 SECONDS AND FOUR CYCLES PER SECOND.

तात्क्षणिक मान (Instantaneous value) : किसी विशेष क्षण पर एक प्रत्यावर्ती संख्या का मान तात्क्षणिक मान कहा जाता है। (Fig 9) में ज्या तरंग वोल्टता का तात्क्षणिक मान प्रदर्शित कियागया है। यह एक 3.1 volts पर 1μs, 7.07 V पर 2.5μs, 10V पर 5μs, 0V पर 10μs, 3.1 volt पर 11 μs और इसी प्रकार क्रमशः होता है।

Fig 9



EXAMPLE OF INSANTANEOUS VALUES OF A SINE WAVE VOLTAGE

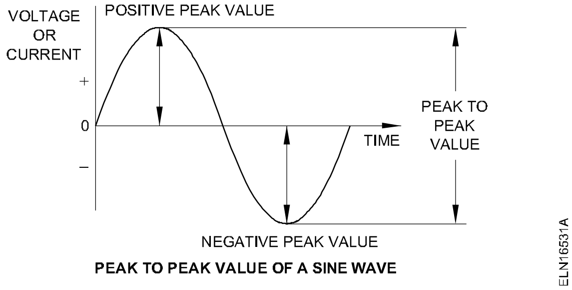
AC वोल्टता और धारा मान (AC voltage and current values) : चूंकि वोल्टता अथवा धारा की ज्या तरंग का मान निरन्तर परिवर्तित होता है इसलिये तरंग रूप के मान को वर्णित करते समय और व्यक्त करते समय विशिष्ट होना आवश्यक है। एक ज्या तरंग के मान को व्यक्त करने की अनेक विधियां हैं।

शिखर मान अथवा अधिकतम मान (Peak value or maximum value) : ज्या तरंग का प्रत्येक प्रत्यावर्तन अनेक तात्क्षणिक मानों से निर्मित होता है। यह मान क्षैतिज रेखा के ऊपर और नीचे विभिन्न ऊँचाईयों के लिये अंकित की जाती है। जिससे एक निरन्तर तरंग रूप निर्मित हेाता है। (Fig 10)

ज्यातरंग का शिखर मान अधिकतम वोल्टता अथवा धारा मान को व्यक्त करता है ध्यान दें कि एक चक्र में दो समान शिखर मान होते हैं।

शिखर से शिखर मान (Peak-to-peak value) : एक शिखर से दूसरे शिखर तक कुल सकल मान को ज्या तरंग का शिखर से शिखर मान करहते हैं। (Fig 10) यह शिखर मान का दो गुना होता है।

Fig 10



PEAK TO PEAK VALUE OF A SINE WAVE

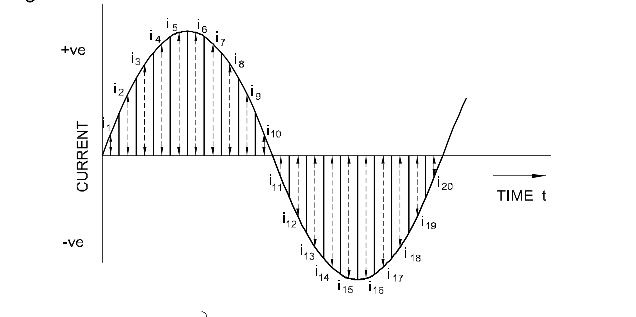
प्रभावी मान (Effective value) : एक प्रत्यावर्ती धारा का प्रभावी मान वह मान होता है जो एक स्थिर दिष्ट धारा के विशिष्ट मान द्वारा उत्पन्न ऊष्म के समान ऊष्मा उत्पन्न करता है। अन्य शब्दों में एक प्रत्यावर्ती धारा का प्रभावी मान एक एम्पियर है और यह उसी दर से ऊष्मा उत्पन्न

करता है जो एक एम्पियर की दिष्ट धारा से उत्पन्न होता है जबकि दोनों समान मान के प्रतिरोध में प्रवाहित होती है।

एक प्रत्यावर्ती धारा अथवा वोल्टता के प्रभावी मान का दूसरा नाम वर्ग माध्य मूल (rms) मान है। यह पद मान की गणना में प्रयुक्त विधि से लिया गया है। rms की गणन निम्न प्रकार से होती है।

एक चक्र के लिये समान समय अन्तराल के तात्क्षणिक मानों को चयनित किया जाता है। प्रत्येक मान का वर्ग करते है और कुछ न वर्गो के औसत मान की गणना की जाती है। मानों का वर्ग इसलिये किया जाता है क्योंकि ऊष्मन प्रभाव धारा के वर्ग के साथ परिवर्तित होता है। इस वर्गमूल को rms मान कहते हैं। (Fig 11)

Fig 11



$$\text{AVERAGE OF SQUARE OF INSTANTANIOUS VALUES} = \frac{i_1^2 + i_2^2 + i_3^2 + \cdots + i_{18}^2 + i_{19}^2 + i_{20}^2}{20}$$

इस विधि का प्रयोग करके एक धारा के ज्या तरंग का प्रभावी मान शिखर मान के 0.707 के बराबर होता है। ज्या तरंग के प्रभावी मान की गणना करने की एक सरल समीकरण है:

वोल्टता के लिये $V = 0.707\ V_m$

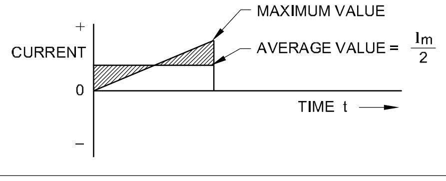
धारा के लिये, $I = 0.707\ I_m$

जहां m अधिकतम मान को प्रदिर्शत करता है।

जब प्रत्यावर्ती धारा अथवा वोल्टता को विनिर्देशित किया जाता है तो इसका अर्थ सदैव प्रभावी मान से होता है जब तक कुछ अन्य न बताया जाय। मानक AC मापक केवल प्रभावी मानों को ही संकेत करते हैं।

औसत मान (Average value) : कभी एक अर्ध चक्र के औसत मान को ज्ञात करना लाभप्रद होता है यदि धारा परिवर्तन पूरे अर्ध चक्र के लिये समान दर से परिवर्तित होती है जैसा कि (Fig 12) में प्रदर्शित किया गया है तो औसत मान अधिकतम मान का आधा होगा।

Fig 12



लेकिन धारा समान दर से आवेशित नही करती है दूसरी विधि प्रयोग में लायी जाती है क्षैतिज अक्ष के ऊपर वक्र द्वारा आक्षादित क्षेत्रफल को ज्ञात करें और आधार क्षैतिज लम्बई से उस क्षेत्र को भाग दें। यह देखा गया है कि औसत मान अधिकतम ज्यातरंग रूप के अधिकतम मान का 0.637 गुना होता है।

वोल्टता के लिये $V_{av} = 0.637\ V_m$

धारा के लिये $I_{av} = 0.637 I_m$

जहां av औसत मान को प्रदर्शित करती है और m अधोलेखन (sub-script) है।

रूप गुणक (Form Factor) K_f: अर्धचक्र के प्रभावी मान और औसत मान को रूप गुणक कहा जाता है।

ज्यावक्रीय AC के लिये

$$k_f = \frac{0.707\ I_m}{0.6637\ I_m} = 1.11$$

जहां m अधिकतम मान के लिये है

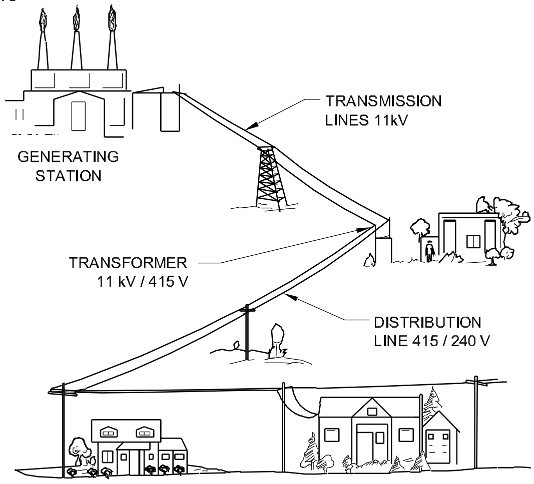
AC का DC पर लाभ (Advantages of AC over DC) :

1 AC वोल्टताओं को सुगमता से बढ़ाया अथवा घटाया जा सकता है इसलिये प्रेषण प्रयोजनों के लिये आदर्श है।

2 अल्पतम ह्रास के साथ शक्ति के बड़ी मात्रा को उच्च वोल्टता और लघु धारा पर प्रेषित किया जा सकता है।

3 चूंकि धारा कम होती है इसलिये छोटे प्रेषण तारों का प्रयोग करके अधिष्ठापन और अनुरक्षण मूल्यों को कम किया जा सकता है। (Fig 13)

Fig 13



TRANSMISSION AND DISTRIBUTION LINES FROM GENERATING STATION TO RESIDENCES

DC जनित्र अपनी निर्गम वोल्टता 6000V अथवा उससे भी कम तक सीमित होते हैं। ट्रांसफार्मर के द्वारा वोल्टता को बढ़ाया अथवा घटाया नही जा सकता है। अधिक दूरी प्रेषण में भारी केबल वाछित होते है AC

जनित्र 500000 किलो वाट क्षमता तक के निर्मित होते हैं। DC जनित्रों की क्षमता 10000 kw तक सीमित होती हैं।

AC मोटर्स का निर्माण अधिष्ठापन और अनुरक्षण DC मोटर की तुलना में सस्ता खर्चीला होता है। AC मोटर्स की तुलना में DC मोटर्स में एक ही स्पष्ट लाभ होता है, उनकी चाल नियन्त्रण उत्तम होती है।

- DC की तुलना में AC की उत्पत्ति आसान है ।
- DC की तुलना में AC की उत्पत्ति सस्ती है ।
- AC जनरेटरों की क्षमता DC से अधिक होती है ।
- लम्बी दूरी में AC के स्थानांतरण में ऊर्जा की क्षति कम होती है ।
- AC को आसानी से DC में बदला जा सकता है ।
- इसको आसानी से ट्रान्सफर्मर का प्रयोग करके सेटअप या सेटडाउन किया जा सकता है ।
- चॉक का प्रयोग करके AC का मान या मात्रा को आसानी से हटाया जा सकता है ।

उदासीन और पृथ्वी चालक (Neutral and earth conductors)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **भू सम्पर्कन के प्रयोजन का वर्णन करना**
- **दो प्रकार के भूसम्पर्कन का वर्णन करना**
- **'उदासीन' और 'भूतार' के बीच भेद व्यक्त करना।**

भूसम्पर्कन (Earthing): भूसर्म्पकन का महत्व इस तथ्य में है कि इसका सम्बन्ध सुरक्षा से है। वैद्युत निकायों की डिजाइन में एक अधिकतम महत्वपूर्ण लेकिन न्यूनतम ज्ञातित सोच भूसर्म्पकन है। शब्द भूसर्म्पकन इस तथ्य से प्राप्त होता है कि इस तकनीकि में लघु प्रतिरोध सम्बन्ध पृथ्वी अथवा भूमि से जुडे होते हैं। पृथ्वी को एक बडे चालक के रूप में लिया जा सकता है जो शून्य विभव पर है।

भू सम्पर्कन का प्रयोजन (Purpose of earthing) : भूसम्पर्कन का प्रयोजन मनुष्यों, उपस्कर और परिपथों को अधिक वोल्टता अथवा खतरनाक वोल्टता की संभावना को हटा देना होता है।

एक वैद्युत निकाय में दो मुख्य बातें होती है : तारण निकाय के चालकों में एक का भूसम्पर्कन और सभी धातीय भागों का जिनमें वैद्युत तार अथवा उपस्कर हैं उनका भूसर्म्पकन। दो मुख्य प्रकार के भूसम्पर्कन हैं-

- निकाय भूसम्पर्कन (System earthing)
- उपस्कर भूसम्पर्कन (Equipment earthing)

निकाय भूसम्पर्कन (System earthing) : यह वैद्युत निकाय के एक तार जैसे उदासीन के भूसम्पर्कन से किया जाता है जिससे सामान्य कार्यान्वन स्थिति में पृथ्वी को अधिकतम वोल्टता तक सीमित किया जा सके।

उपस्कर भूसम्पर्कन (Equipment earthing) : यह वैद्युत उपस्कर के सभी धारा न ले जाने वाले धातु भागों को निकाय के भूसम्पर्कन इलेक्ट्रोड से भूसम्पर्कन की स्थायी और अविरत क्रिया है।

एक इलेक्ट्रोड भूसम्पर्कन क्या है? (What is an earthing electrode?) : धातु की एक पट्टी, पाइप अथवा अन्य चालक जो पृथ्वी के सामान्य द्रव्यमान से विद्युत सम्बन्धित है भूसम्पर्कन इलेक्ट्रोड कहलाते हैं। भू इलेक्ट्रोड्स उत्पादन केन्द्रों उपकेन्द्रों और उपभोक्ता भवनों में (IS3043-1966 के अनुसार) प्रदत्त होते हैं।

एकल कला निकायों के सापेक्ष पर उदासीन यह व्यक्त करने के लिये होता है कि चालक पृथ्वी से (पृथ्वी इलेक्ट्रोड द्वारा) एक अथवा अधिक बिन्दुओं से जुडा है।

भू-तार क्या है? (What is an 'earth wire'?) : पृथ्वी से सम्बन्धित एक चालक जो प्रायः चालकों की सहयोगी रेखाओं की समीप अवस्थित होता है और जो उपस्कर के भूसम्पर्कन के लिये प्रयुक्त होता है एक भू तार कहलाता है।

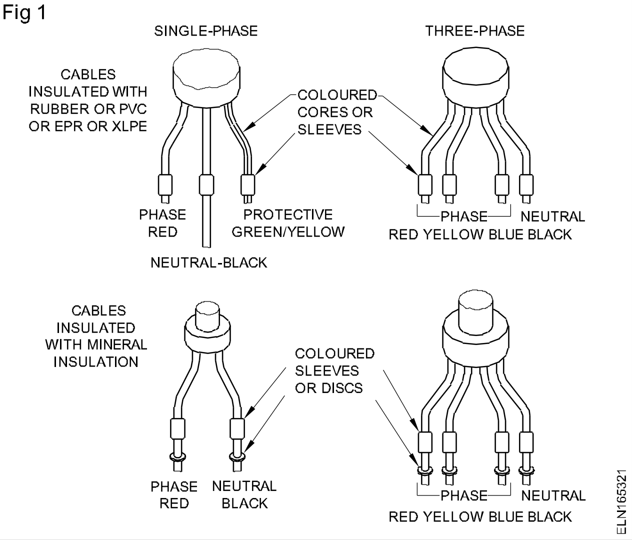
उपस्कर भूसम्पर्कन का प्रयोजन (The purpose of equipment earthing) : धातीय विन्यास (Work) को जो पृथ्वी तक धारा ले जाने के लिये नही होता है सम्बन्धित करके एक पथ प्रदत्त किया जाता है जो धारा क्षरण के लिये होता है जिसे संसूचित किया जा सकता है और आवश्यकता पडने पर निम्न युक्तियों से बाधित किया जा सकता है।

— फ्यूजेस — धारा भंजक

अभिनिर्धारण (Identification): अन्तस्थ बिन्दुओं पर केबल्स और चालकों के सभी क्रोणों का अभिनिर्धारण उनके प्रकार्य संकेत हेतु उत्तमता के लिये उनकी पूरी लम्बाई पर कर लेना चाहिये।

निर्माण में चालक पर रंगीन रोधन अथवा रंगीन टेप, स्लीप्स अथवा चकतियों (Fig 1) द्वारा अभिनिर्धारण हो सकता है। तारण नियामकों की IEE की टेबल 52A में विनिर्देशित प्रयुक्त रंग होना चाहिये।

Fig 1



IEE नियामकों की टेबल 52A

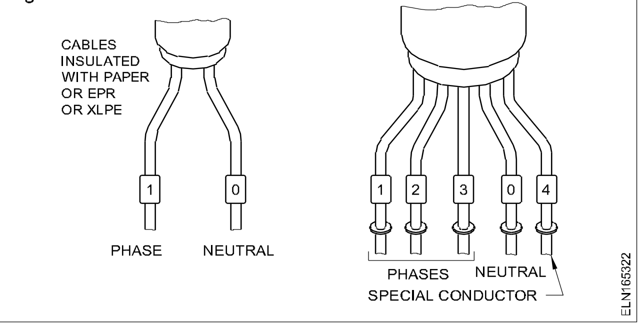
अनावरणित (Non flexible) केबल्स कोणों तथा तार स्थापन के लिये अनावरणित चालकों के रंग विनिर्देशन	
कार्य	**खण्ड अभिनिर्धारण**
रक्षक चालक (भूसम्पर्कन मिला के)	हरा और पीलस
AC तीन फेस या एक फेस परिपथ	लाल (पीला या नीला*) or blue*)
AC न्यूट्रल तीन फेस या एक फेस परिपथ	काला
तीन फेस AC परिपथ के R फेस	लाल
तीन फेस AC परिपथ के Y फेस	पीला
तीन फेस AC परिपथ के R फेस	नीला
धनात्मक 2 वाइर DC परिपथ	लाल
ऋनात्मक 2 वाइर DC परिपथ बाहर (धनात्मक या ऋनात्मक)	काला
DC 2 वाइर परिपथ से डिरैवड 3 वाइर पद्धति	लाल
धनात्मक 3 वाइर DC परिपथ	लाल
3 वाइर DC परिपथ के ब्रिच वाइर	काला
ऋनात्मक 3 वाइर DC परिपथ	नीला

*** लाल का प्रयोग वैकल्पिक की तरह करें, यदि संतोषजनक हो, बड़े स्थापन, आखिरी वितरण बोर्ड के सप्लाई की तरफ पर हो ।**

नम्य केबल्स और डोरियां नियामकों की टेबल 52B में प्रदर्शित अपने कार्य के अनुरूप पूरी लम्बाई में नम्न केबल अथवा नम्न डोरी का प्रत्येक क्रोण विनिर्देशन योग्य होना चाहिये।

सयुक्त हरे और पीले रंग के अतिरिक्त केवल हरा, पीला अथवा कोई दो रंगी डोरियों में प्रयुक्त नही करनी चाहियें। निम्न क्रोण रंगों युक्त नम्य केबल्स अथवा नम्य डोरियों का प्रयोग नही करना चाहिये। जब कवचित PVC रोधित सहायक केबल्स अथवा कागज रोधित केबल्स प्रयुक्त किये जाते है तो संख्याओं के उपयोग द्वारा एक वैकल्पिक विनिर्देशन पद्धति का प्रयोग किया जा सकता है। जहां 1, 2, और 3 फेज चालकों और O उदासीन चालकों के लिये होता है। संख्या 4 का प्रयोग किसी विशेष प्रयोजन चालक के लिये होता है। (Fig 2)

Fig 2



IEE नियामकों की टेबल 52B

अनावरणित केबल्स तथा डोरियों के कोणों का रंग विनिर्देशन		
कोण संख्या	**कोण का कार्य**	**कोण के रंग**
1	फेस न्यूट्रल रक्षक	भूरा नीला हरा एवं पीला (समिश्रण)
2	फेस न्यूट्रल	भूरा नीला
3	फेस न्यूट्रल रक्षक	भूरा नीला हरा एवं पीला (समिश्रण)
4 या 5	फेस न्यूट्रल रक्षक	भूरा or black नीला हरा एवं पीला (समिश्रण)

हरे और पीले रंग के समिश्रण को केबल रक्षक चालकों के विनिर्देशन के लिये प्रयोग में लाना चाहिये।

जहां वैद्युत कंड्यूइट्स को सरलता से पाइप रेखाओं तथा अन्य सेवाओं जैसे गैस, तेल, जलवाष्प इत्यादि से विनिर्देशित करने की आवश्यकता है उनको नारंगी रखना चाहिये।

वेक्टर मानचित्रों का प्रयोग (Use of vector diagram)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **सदिश और वेक्टर मात्र को परिभाषित करना**
- **दो सदिशों के लिये सदिश मानचित्र आरेखन की विधि को स्पष्ट करना ।**

आदिश एवं सदिश राशियों तथा फेजर की परिभाषा (Definition of scalar and vector quantity and phasor)

अदिश राशियाँ (Scalar quantity) : अरिश राशि वह राशि है जिसका निर्धारण केवल उसके परिमाण द्वारा किया जाता है जैसे उदाहरण के लिए ऊर्जा, आयतन, ताप आदि ।

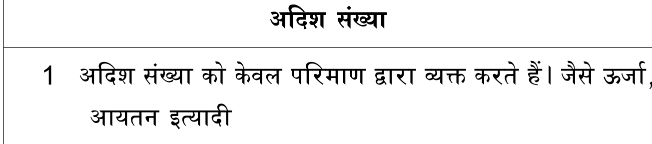
सदिश राशियाँ (Vector quantity) : सारिश राशियाँ वे राशियाँ है जिन्हें उनके ऊपर सीधी रेखा पर तीर का निशान लगाकर दर्शाया जाता है और इनका निर्धारण इनके परिभाषा और दिशा दोनों के आधार पर किया जाता है । जैसे उदाहरण के लिए बल, वेग, भार आदि ।

फेजर (Phasor) : फेजर एक सदिश है जो एक निश्चित कोणीय वेग से घूमता है । तीर के निशान के साथ एक सीधी रेखा उपयोग इसे ग्राफीय रूप में दर्शाने के लिए किया जाता है । ग्राफ में अल्टरनेटिंग (परिवर्तनशील) राशि का परिमाण और दिशा दर्शाया जाता है (उदा. के लिए करंट, वोल्टेज और पावर) यही फेजर कहलाता है ।

प्रत्यावर्ती वोल्टता के वक्र का अंकन (Plotting a curve of alternating voltage) : यदि प्रत्यावर्तक की अधिकतम वोल्टता ज्ञात हो तो जनित वोल्टता का अंकन एक वक्र के निर्माण में किया जा सकता है एक वृत्त को खींचे जिसका अर्धव्यास वोल्टता के अधिकतम मान को व्यक्त करता हो।

किसी सुविधा जनक पैमाने का उपयोग किया जा सकता है। वृत्त को समान भागों में विभाजित करें (Fig 1) । पैमाने के अनुसार एक क्षैतिज रेखा खींचे जिसके अनुदिश एक वोल्टता चित्र अंकित किया जायेगा। रेखा को उतने ही समान भागों में विभाजित करें जितने भाग वृत्त में हैं। क्षैतिज और उर्ध्वाधर रेखायें खींचे । जैसा कि (Fig 1) में डैस रेखाओं द्वारा प्रदर्शित किया गया है। रेखाओं के कटान बिन्दु उस क्षण वोल्टता के मान को प्रदर्शित करते हैं। उदाहरण के लिये एक क्षैतिज और एक उर्ध्वाधर रेखा बिन्दु X पर परस्पर काटती है।

Fig 1



SINE WAVE FORM

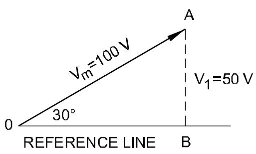
वृत्त के अर्धव्यास के लिये प्रयुक्त पैमाने का प्रयोग करके वोल्टता मान को मापा जा सकता है। यह मान उस क्षण पर उत्पन्न emf है जब कुण्डल बल रेखाओं के 30° कोण पर काटता है।

सदिश मानचित्रों का उपयोग (Use of vector diagrams) : किसी प्रत्यावर्ती वोल्टता और/अथवा धारा के मान में एक चक्र में होने वाले परिवर्तन को सदिश मानचित्र द्वारा भी प्रदर्शित कर सकते हैं।

सदिश एक रेखाखण्ड होता है जिसकी एक निश्चित लम्बाई और दिशा होती है। सूचना देने के लिये एक सदिश मानचित्र परस्पर जुडे हुये दो अथवा अधिक सदिशों से निर्मित होता है। पैमाने के अनुसार सदिश मानचित्र का उपयोग धारा और/अथवा वोल्टता के तात्क्षणिक मानों को ज्ञात करने में किया जाता है।

निम्न विधि के अनुसार (Fig 1) का विश्लेषण वेक्टर मानचित्र द्वारा किया जा सकता है। संदर्भ रेखा के रूप में एक क्षैतिज रेखा खींचे (Fig 2) संदर्भ रेखा से 30° पर बिन्दु O से प्रारंभ कर के OA को पैमान के अनुसार 100V की अधिकतम वोल्टता (VM) को व्यक्त करने के लिये खींचे। सदिश OA के सिरे से एक ऊर्ध्वाधर डैस रेखा खींचे। यह रेखा संदर्भ रेखा से 90° कोण पर होना चाहिये। ऊर्ध्वाधर डैस रेखा को AB से नामांकित किया गया है। और यह वोल्टता V_i तात्क्षणिक मान को व्यक्त करती है जब कुण्डल बल रेखाओं को 30° कोण पर काटता है सदिश AB के माप इसका मान 50V होना चाहिये।

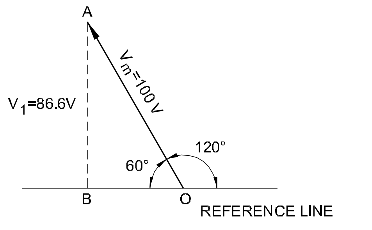
Fig 2



VECTOR DIAGRAM DRAWN TO SCALE TO DETERMINE THE VOLTAGE WHEN THE COIL IS MOVING AT A 30° ANGLE TO THE LINES OF FORCE

	अदिश संख्या	सदिश संख्या
1	अदिश संख्या को केवल परिमाण द्वारा व्यक्त करते हैं। जैसे ऊर्जा, आयतन इत्यादी	सदिश संख्याओं को परिमाण और दिशा में व्यक्त किया जाता है। जैसे बल वेग इत्यादी
2	अदिश संख्याओं का जोडना औरघटना बीजगणितीय विधि से किया जाता है।	सदिश संख्याओं का जोडना, घटाना बीजगणितीय विधि से न होकर सदिश योग होता है।

Fig 3

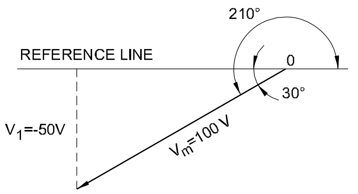


VECTOR DIAGRAM DRAWN TO SCALE. THE COIL HAS ROTATED 120° AND IS CUTTING THE FLUX AT 60°

ELN165333

यह विधि घूर्णन के किसी भी अंश के लिये अनुपालित की जा सकती है। (Fig 3) में प्रदर्शित सदिश मानचित्र का उपयोग वोल्टता के उस मान को ज्ञात करने के लिये होता है जब कुण्डल 120° घूर्णित हो गया है।

Fig 4



VECTOR DIAGRAM DRAWIN TO SCALE. THE COIL HAS ROTATED 210° AND IS CUTTING THE FLUX AT 30°. THE EMF HAS REVERSED DIRECTION, INDICATED BY THE -VE SIGN.

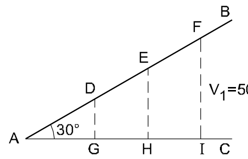
ELN165334

यद्यपि कुण्डल 120° घूर्णित हो चुका है लेकिन बल रेखाओं से यह केवल 60° कोण बना रहा है यही वह कोण है जिससे तात्क्षणिक वोल्टता मान ज्ञात किया जाता है। उदाहरण के लिये यदि कुण्डल 210° घूर्णित होता है यह बल रेखाओं को 30° काटता है (Fig 4)।

(Fig 1) को पुनः देखने से यह ज्ञात होता है कि वृत्त का प्रत्येक भाग सदिश OA को व्यक्त कर सकता है। वोल्टता वक्र पर बिन्दुओं द्वारा सदिश AB को व्यक्त कर सकते हैं। वृत्त के क्षैतिज व्यास और अर्धव्यास V_m के बीच का कोण वह कोण है जिस पर कुण्डल चुम्बकीय रेखाओं को काट रहा है। यद्यपि केवल सदिश मानचित्र बहुत कम प्रयुक्त किये जाते है लेकिन इनके द्वारा किसी समस्या के दृष्टिचित्रण की यह एक सरल विधि है। सदिश मानचित्र प्रायः त्रिकोणमिती फलन (Function) के साथ प्रयोग में लाये जाते हैं।

अनेक वैद्युत प्रश्नों का हल त्रिकोणमिती से हो जाता है। त्रिकोणमिती फलनों के साथ प्रयुक्त सदिश मानचित्र प्रायः त्रिभुजों और/अथवा समान्तर चतुर्भजों के रूप में होते हैं। (Fig 5, 6)

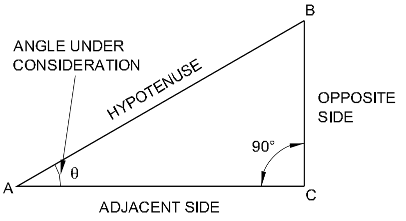
Fig 5



VECTOR DIAGRAM FORMING THREE 30° - 60° - 90° TRIANGLES

ELN165335

Fig 6



ELN165336

AC सरल परिपथ-केवल प्रेरकत्व के साथ (AC simple circuit - with inductance only)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

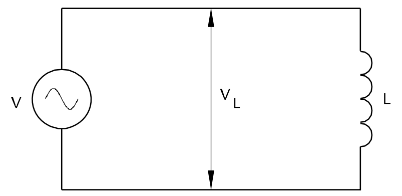
- **एक शुद्ध प्रेरकत्व परिपथ में V और I के बीच कला सम्बन्ध व्यक्त करना**
- **प्रेरकत्व प्रतिबाधा व्यक्त करना**
- **शुद्ध प्रेरकत्व परिपथ में शक्ति को व्यक्त करना**
- **शक्ति गुणक को परिभाषित करना ।**

केवल शुद्ध प्रेरकत्व के साथ परिपथ (Circuit with pure inductance only): प्रेरकत्व शुद्ध DC परिपथों के प्रचालन को केवल खुलने और बन्द होने के क्षण ही प्रभावित करता है। AC परिपथ में धारा सदैव परिवर्तित होती रहती है और प्रेरकत्व सदैव परिवर्तन का विरोध करता है।

इसलिये परिपथ प्रचालन में प्रेरक्तव का स्थिर प्रभाव होता है। केवल शुद्ध प्रेरकत्व वाले परिपथ का निर्माण कभी नही किया जा सकता क्योंकि स्रोत सम्बन्धक तार, प्रेरक सभी का कुछ प्रतिरोध होता है। लेकिन यदि यह प्रतिरोध अति अल्प है और परिपथ धारा पर प्रेरकत्व की तुलना में अति अल्प प्रभाव डालते है तो परिपथ को केवल प्रेरकत्व युक्त परिपथ समझा जा सकता है। (Fig 1)

यदि किसी AC परिपथ जिसमें केवल प्रेरकत्व है तीन परिवर्ती संख्या होती है। यह (1) आरोपित वोल्टता (2) प्रेरित पश्च emf (3) परिपथ धारा I_L होती है।

Fig 1



CIRCUIT DIAGRAM

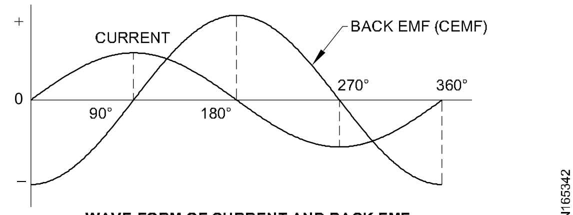
ELN165341

परिपथ और धारा के बीच कला सम्बन्ध (Phase relationship between voltage and current) : एक प्रेरकत्व में कला सम्बन्धन पहले धारा और पश्च emf को लेकर अति सरलता पूर्वक समझा जा सकता है। आप को धारा और पश्च emf के विषय में दो बाते ज्ञात है। पहला सम्बन्ध यह कि प्रति emf धारा के परिवर्तन दर के अधिकतम होने पर अधिकतम और जब धारा में परिवर्तिन नही होता है यह शून्य होती है।

दूसरा सम्बन्ध यह है कि cemf कि दिशा ऐसी होती है कि यह धारा परिवर्तन का सदैव विरोध करती है।

(Fig 2) में प्रदर्शित तरंग रूप AC धारा के एक चक्र को प्रदर्शित करता है। जहां तरंग रूप का ढलान अधिकतम है वहां परिवर्तन दर अधिकतम है। आप देख सकते है कि यह उन बिन्दुओं पर होता है जहां तरंग रूप शून्य से अथवा 180°, 360° से निकलता है। अर्थात 0, 180, 360° पर अधिकतम cemf जनित होता है। जैसा कि (Fig 2) में दिये गये तरंग रूप से प्रदर्शित किया गया है। परिर्वन 90, 270° पर बहुत कम वास्तव में ठीक 90° और 270° जहां धारा परिवर्तन उत्थान से पतन तक होता है धारा कुछ क्षणों के लिये स्थिर होती है इसलिये इन बिन्दुओं पर फ्लक्स रेखायें परिवर्तित नही होती है और cemf प्रेरित नही होता है।

Fig 2



WAVE-FORM OF CURRENT AND BACK EMF

जब धारा शून्य से धनात्मक दिशा में जा रही होती है तो प्रति emf (cemf) कि दिशा और मात्रा क्या होना चाहिये?

चूंकि 0° पर शून्य से जाने वाली धारा धनात्मक दिशा में होती है cemf ऋणात्मक दिशा में अधिकतम होना चाहिये। क्योंकि यह सदैव धारा धनात्मक दिशा में धारा प्रवाह में सहायक होने के लिये वृध्दि का विरोध करता है।

इसी प्रकार जब 90° पर धारा कम होने लगती है तो cemf में वृध्दि होनी चाहिये । इसलिये प्रदर्शन अनुसार cemf धारा से 90° पश्चगामी रह कर लेंज के नियम का पालन करता है। आप को ज्ञात है कि आरोपित वोल्टता cemf से 180° कला भिन्न होती है इसलिये आरोपित वोल्टता धारा से 90° अग्रगामी होनी चाहिये। यह (Fig 3) के तरंग रूप में प्रदर्शित किया गया है। तीन संख्याओं (धारा, cemf और आरोपित वोल्टता) के बीच सम्बन्ध को (Fig 4) के तरंग रूप में प्रदर्शित किया गया है। हमें ज्ञात है कि यह प्रतिरोधक परिपथों की भांति कला में नही है।

Fig 3

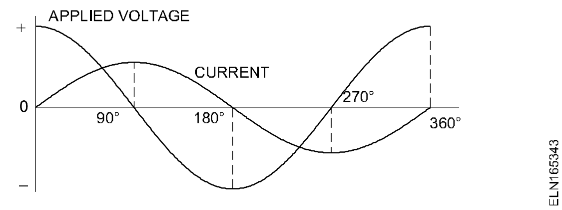
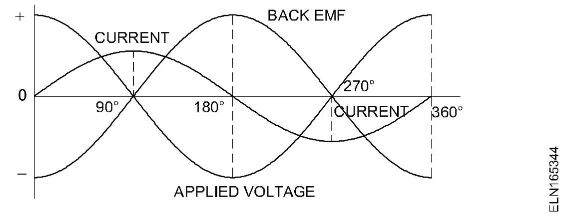


Fig 4



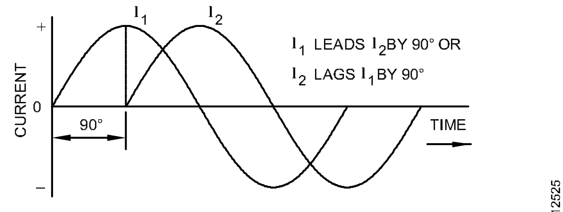
एक प्रेरकत्व में (Phase difference) : (1) आरोपित वोल्टता धारा से 90° अग्रगामी होती है (2) पश्च emf धारा से 90° पश्यगामी होता है (3) आरोपित वोल्टता और पश्च emf 180° कला भिन्न होते है।

इसे कलान्तर कहते हैं।

कलान्तर (Phase difference) : यदि दो प्रत्यावर्ती संख्या समान दिशा में विभिन्न समयों पर शून्य मान से निकलने के पश्चात अधिकतम मान प्राप्त कर लेती है तो उनमें कलान्तर होना कहलाता है।

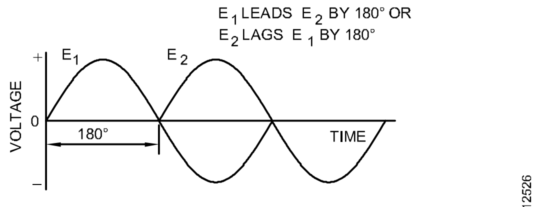
कलान्तर को चक्र के अंश भाग में व्यक्त कर सकते है। अधिक यथार्थता के लिये कलान्तर को अंश दिया जाता है। पद पश्च और अग्र का प्रयोग विभिन्न कला की दो धाराओं और वोल्टताओं की समय के साथ आपेक्षिक स्थितियों को व्यक्त करने में किया जाता है। जो समय में आगे होती है उसे अग्र और जो पीछे होती है और उसे पश्च कहते है। (Figs 5 और 6)

Fig 5



PHASE DIFFERENCE

Fig 6

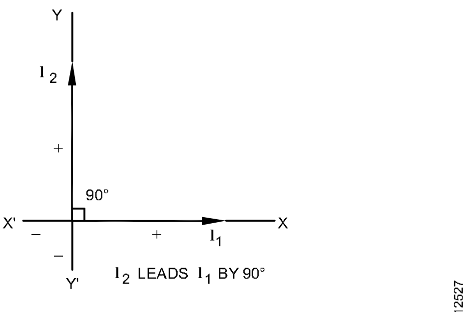


PHASE DIFFERENCE

जब एक वोल्टता अथवा धारा के अधिकतम और न्यूनतम बिन्दु अन्य वोल्टता अथवा धारा के संगत बिन्दुओं के पहले आते है तो दोनों कला भिन्न होते है जब इस प्रकार का कलान्तर होता है एक वोल्टता अथवा धारा अग्र होती है और दूसरी पश्च होती है।

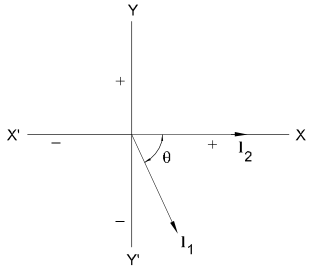
कलान्तर को सदिश चित्र से व्यक्त कर सकते है। कलान्तर को व्यक्त करते समय सदर्भ संख्या X अक्ष की धनात्मक दिशा में प्रदर्शित की जाती है। (Fig 7, 8)

Fig 7



VECTOR DIAGRAM OF LEADING

Fig 8



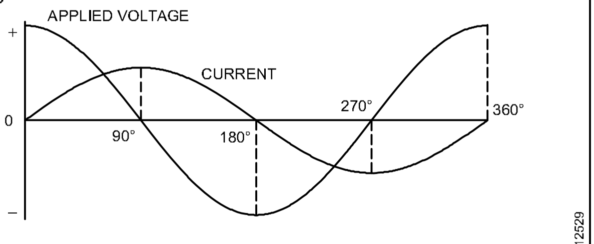
I_1 LAGGING I_2 BY ANGLE θ

अग्र होने वाली संख्या को वामावर्ती कोण और पश्च गामी संख्या को दक्षिणावर्ती कोण से प्रदर्शित करते है।

केवल प्रेरकत्व वाले परिपथ में धारा और वोल्टता के बीच कला सम्बन्ध (Phase relationship between current and voltage in a circuit with inductance only)

जब AC वोल्टता को एक प्रेरकत्व परिपथ पर आरोपित किया जाता है तो धारा आरोपित वोल्टता से चौथाई चक्र अथवा 90° से पश्चगामी रहती है (Fig 9)

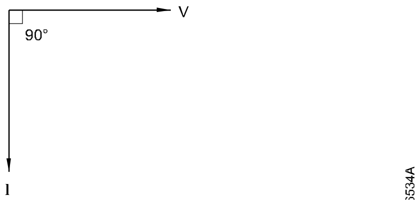
Fig 9



CURRENT LAGS VOLTAGE BY 90°

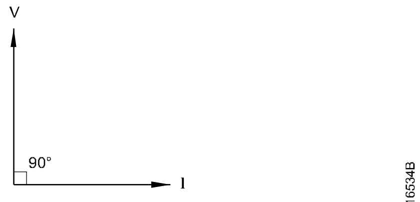
एक शुद्ध प्रेरकत्व परिपथ में धारा आरोपित वोल्टता से 90° पश्चगामी होती है। इसको (Fig 9) में एक तरंग रूप से दर्शाया गया है। इसको यह भी कहा जा सकता है कि वोल्टता धारा की अग्रगामी होती है। दोनों कथनों के लिये (Fig 10) और (Fig 11) दिये गये है।

Fig 10



I LAGS BEHIND V BY 90°

Fig 11



V LEADS I BY 90°

प्रेरकत्व प्रतिबाधा (Inductive reactance) : cemf प्रतिरोध की भांति ही धारा को सीमित करने का कार्य करती है। लेकिन cemf को वोल्ट के पदों में समझा गया है इसलिये इसको धारा की गणना के लिये ओम के नियम का उपयोग नही कर सकते । लेकिन cemf के प्रभाव को ओम के पदों में दिया जा सकता है। इस प्रभाव को प्रेरकत्व प्रतिबाधा संक्षेप में X_L कहते है। चूंकि cemf जो एक प्रेरक द्वारा उत्पन्न होता है प्रेरक के प्रेरकत्व (L) और धारा की आवृत्ति (f) से ज्ञात की जाती है, प्रेरकत्व प्रतिबाधा इन पर भी निर्भर होना चाहिये। प्रेरकत्व प्रतिबाधा की गणना समीकरण,

$X_L = 2\pi fL$ से की जाती है।

जहां X_L ओम में प्रेरकत्व प्रतिबाधा, f चक्र प्रति सेकेन्ड, धारा की आवत्ति और L हेनरी में प्रेरकत्व है। कुल संख्या $2\pi f$ वास्तव में धारा परिवर्तन की दर व्यक्त करती है। जो प्रायः ग्रीक ω (ओमेगा) से जानी जाती है।

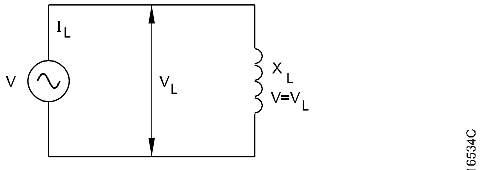
चूंकि $2\pi = 2(3.14) = 6.28$ समीकरण निम्न भांति हो जाता है।

$$L = \frac{X_L}{6.28\,f}$$

$$f = \frac{X_L}{6.28\,L}$$

केवल प्रेरकत्व वाले परिपथ में ओम के नियम का प्रयोग R के स्थान पर X_L प्रतिस्थापित करके धारा और वोल्टता को ज्ञात करने में किया जा सकता है। (Fig 12)

Fig 12



CIRCUIT WITH ONLY X_L

$$I_L = \frac{V_L}{X_L}$$

$$X_L = \frac{V_L}{I_L}$$

$$V_L = I_L X_L$$

जहां I_L = प्रेरकत्व में प्रवाहित एम्पियर में धारा

V_L = प्रेरकत्व के सिरों पर वोल्ट में वोल्टता

X_L = प्रेरकत्व प्रतिबाधा ओम में

उदाहरणः 1000kHz आवृत्ति पर प्रचालित एक AC परिपथ 20mH कुण्डल से बना है कुण्डल की प्रेरकत्व प्रतिबाधा क्या है?

X_L = 6.28fL

= $6.28(1000 \times 10^3)(20 \times 10^{-3})$

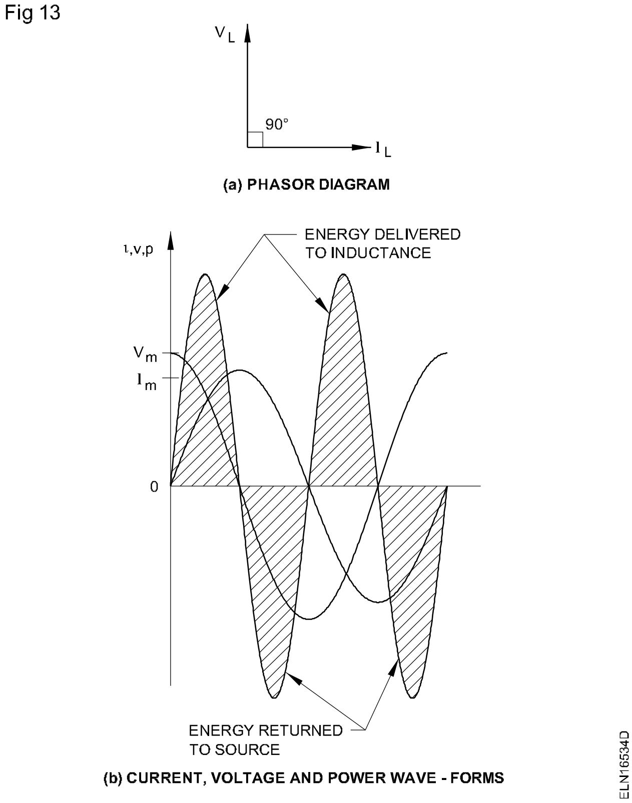
= 12.56×10^4 = 125600 ohms.

उदाहरणः एक कुण्डल का प्रेरकत्व क्या हो कि इसकी प्रतिबाधा 40Khz पर 628 ohm हो?

$$L = \frac{X_L}{6.28f} = \frac{628}{6.28(40 \times 10^3)} = 2.5 \times 10^{-3} = 2.5\ mH$$

शुद्ध प्रेरकत्व में शक्ति (Power in pure inductance) : यदि एक AC परिपथ में केवल प्रेरकत्व है और वोल्टता तथा धारा 90° कला भिन्न है जैसा कि फेजर और तरंग चित्रों से (Fig 13) में दिखाया गया है। V और i तरंग रूपों के गुणनफल से शक्ति वक्र प्राप्त होता है जिसकी आवृत्ति (Fig 13) के अनुसार स्रोत से दो गुनी है। लेकिन निवेश वोल्टता के एक पूरे चक्र के लिये शक्ति वक्र का औसत मान शून्य हो जाता है। अर्थात शक्ति वक्र शून्य अक्ष के ऊपर और नीचे धनात्मक और ऋणात्मक शक्ति का समान प्रत्यागमन प्रदर्शित करता है।

Fig 13



धनात्मक और ऋणात्मक शक्ति का क्या अर्थ है ? (Fig 13): शून्य अक्ष के ऊपर शक्ति वक्र का रेखांकित भाग यह प्रदर्शित करता है कि स्रोत से ऊर्जा प्रेरक को दी जा रही है। यह धनात्मक शक्ति वास्तव में प्रेरकत्व के चुम्बकीय क्षेत्र में ऊर्जा भण्डारण को व्यक्त करता है।

शून्य अक्ष के नीचे शक्ति वक्र का रेखांकित भाग प्रेरक से स्रोत को लौटायी गई ऊर्जा व्यक्त करता है। यह ऋणात्मक शक्ति यह संकेत करती है कि चुम्बकीय क्षेत्र के निपातित होने पर ऊर्जा प्रवाह विपरीत दिशा में हो रहा है। (भार से स्रोत)

AC परिपथों में शुद्ध प्रेरकत्व होने पर औसत वास्तविक शक्ति P शून्य है।

शक्ति= $VI\ Cos\ \phi$ watts

जहां ϕ वोल्टता और धारा के बीच कला है।

चूंकि शुद्ध प्रेरकत्व परिपथ में V और I के बीच कला कोण 90° होता है, Cos 90 शून्य है।

इसलिये P = V x I x (zero) = zero.

पद $cos\phi$ को शक्ति गुणक कहते है।

प्रतिघाती शक्ति (Reactive power) : लेकिन स्रोत को एक चक्र के चौथाई भाग तक शक्ति प्रदान करने योग्य होना चाहिये। यद्यपि अगले चौथाई चक्र में शक्ति लौटा दी जायेगी। यह भण्डारित अथवा स्थान्तरित शक्ति प्रतिबाधित शक्ति P_q कहलाती है।

शुब्द प्रेरकत्व परिपथ में शक्ति प्रायः निम्न से प्राप्त होती है।

$P_q = V_L I_L$ Volt एम्पियर प्रतिघाती (Var)

जहां P_q प्रतिघाती शक्ति वोल्टता एम्पियर प्रतिघाती (Var)

V_L वोल्ट में प्रेरकत्व के सिरों पर वोल्टता

I_L एम्पियर प्रेरकत्व से जाने वाली धारा

चूंकि $V_L = I_L X_L$

इसलिये $P_q = IL^2 X_L$ (Var)

जहां X_L ओम में प्रेरकत्व प्रतिघात है। ध्यान दें की R के स्थान पर X_L लेने से आपेक्षिक शक्ति समीकरण वास्तविक शक्ति के समान है। लेकिन हमें स्मरण रखना चाहिये कि प्रतिघाती शक्ति के लिये प्रयुक्त मात्रक Var होना चाहिये वाट्स नही।

उदाहरणः एक परिपथ की प्रतिघाती शक्ति की गणना करें जिसका प्रेरकत्व 4H हो जब वह 50Hz आपूर्ति पर 1.4 एम्पियर लेता है।

हलः

$X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 50Hz \times 4H = 1256$ ohms

$P_q = I_L^2 X_L = (1.4A)^2 \times 1256$ ohms = 2462 vars

= 2.462 kvar

ध्यान दे कि 1kvar = 1 किलो Var= 1000 बार Vars

R और L श्रेणी युक्त AC परिपथ (A.C. circuit with R & L in series)

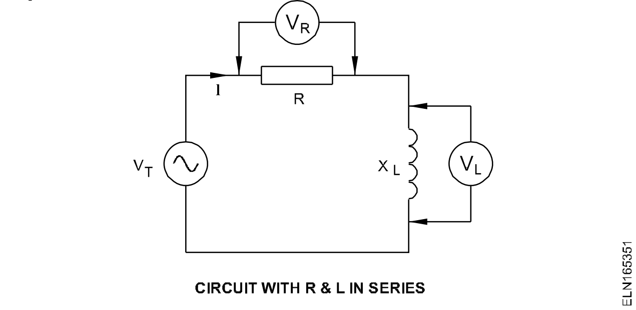
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **वोल्टता और धारा सम्बन्ध ज्ञात करना**
- **RL श्रेणी युक्त एक श्रेणी परिपथ की प्रतिबाधा (Impedance) ज्ञात करना**
- **एक श्रेणी परिपथ (RL श्रेणी युक्त) में शक्ति की गणना करना**
- **RL श्रेणी परिपथ में शक्ति गुणक की गणना करना।**

जब प्रतिरोधक और प्रेरकत्व अथवा एक कुण्डल प्रतिरोध के साथ श्रेणी में जोडे जाते है तो I_L rms धारा, X_L और R दोनों से सीमित होती है लेकिन धारा I का मान X_L और R दोनों में समान होता है क्योंकि वे श्रेणी में हैं। R के सिरों पर वोल्टता पतन V_R = IR और X_L के सिरों पर वोल्टता पतन V_L = IX_L होता है। X_L से धारा V_L से 90° पश्च गामी होना चाहिये क्योंकि यह धारा के बीच प्रेरकत्व से कला कोण है। और स्वप्रेरित वोल्टता है। R से निकली धारा I इसका वोल्टता पतन कला में है इसलिये कला कोण शून्य है।

अब हमें शुद्ध प्रतिरोध और शुद्ध प्रेरकत्व युक्त एक श्रेणी परिपथ के फेजर प्रदर्शन के सिद्धान्त का प्रयोग करना चाहिये। (Fig 1)

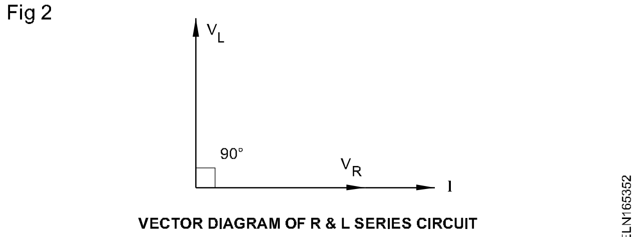
Fig 1



CIRCUIT WITH R & L IN SERIES

चूंकि हम एक श्रेणी परिपथ पर विचार कर रहे है तो यह सुविधा जनक होगा यदि धारा फेजर को क्षैतिज संदर्भ स्थिति में लिया जाय क्योंकि यह प्रतिरोध और प्रेरकत्व दोनों में उभय है। प्रतिरोध V_R के सिरों पर वोल्टता फेजर का आध्यारोपण फेजर पर है। इसका कारण शुद्ध प्रतिरोधक (Fig 2) होने पर धारा और वोल्टता का परस्पर सदैव कला में रहना है।

Fig 2



VECTOR DIAGRAM OF R & L SERIES CIRCUIT

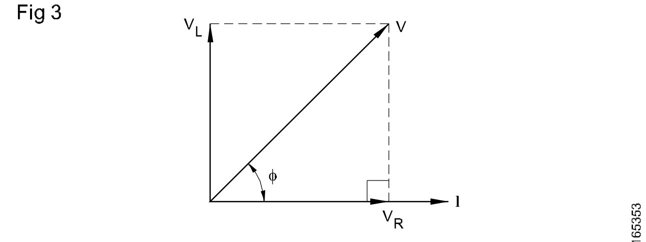
इसी प्रकार V_L से प्रेरक के सिरों पर वोल्टता फेजर धारा से 90° अग्रगमित खींचा गया है। दूसरे शब्दों में धारा फेजर के अग्र गमित है। यह इसलिये है कि हमें ज्ञात है शुद्ध प्रेरकत्व में धारा प्रेरक वोल्टता से सदैव 90° पश्चगमित होती है।

लेकिन यह दोनों वोल्टतायें एक दूसरे से 90° कला भिन्न है इसका अर्थ है कि श्रेणी संयोजन के सिरों पर कुल वोल्टता V_R से V_L को बीजगणितीय विधि से योगन करके प्राप्त नही कर सकते । हमें उनके बीच के कोण को भी सम्मिलित करना चाहिये। आरोपित वोल्टता V फेजर कोण के साथ V_R और V_L का योग (फेजर) है।

फेजर योग करने के लिये एक समान्तर चतुर्भुज खींचें (यहां एक वर्ग) और इसके कर्ण को बना लें। यह (Fig 3) में प्रदर्शित किया गया है। स्पष्ट है कि फेजर योग V, V_L और V_R के बीजगणितीय योग से कम है। साथ ही चूंकि एक समकोण त्रिभुज का कर्ण है V को निम्न से प्राप्त करते हैं।

$$V^2 = V_R^{\,2} + V_L^{\,2}$$ से

Fig 3

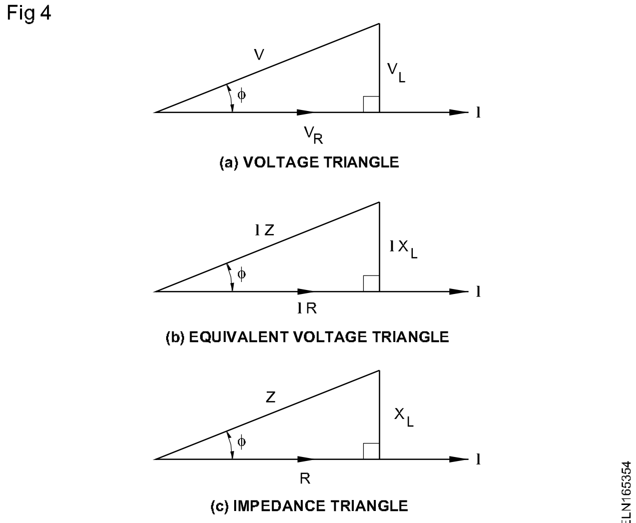


PHASOR DIAGRAM OF R & L SERIES CIRCUIT

श्रेणी RL परिपथ की प्रतिबाधा (Impedance of a series RL circuit) : श्रेणी RL परिपथ में धारा के कुल विरोध को प्रतिबाधा Z कहते है। यह कुल आरोपित वोल्टता V और धारा I का अनुपात है। प्रतिबाधा को प्रतिरोध और प्रेरकत्व प्रतिघात की भांति ओम में मापा जाता है। लेकिन निम्न प्रतिबाधा द्वारा प्रदर्शन के अनुसार यह प्रतिरोध और प्रतिघात का सदिश योग है।

(Fig 4a) के अनुसार श्रेणी RL परिपथ के लिये वोल्टता त्रिभुज पर ध्यान दें यदि (Fig 3) के फेजर आरोख की भांति है तो केवल V_L को स्थान्तरित करके बन्द त्रिभुज बनाया गया है।

Fig 4



दिया गया है, $V = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L)^2}$

$$= \sqrt{I^2R^2 + (I^2X_L)^2}$$

$$= \sqrt{I^2(R^2 + X_L^2)}$$

$$= I\sqrt{R^2 + X_L^2} \text{ and } \frac{V}{I} = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

लेकिन $\frac{V}{I} = Z$ प्रतिबाधा है

इसलिये $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ ohms

जहां Z ओम में प्रतिबाधा

R ओम में प्रतिरोध

X_L ओम प्रेरकत्व प्रतिघात है।

और $I = \frac{V}{Z}$ amperes (A).

हम (Fig 4b) और (Fig 4c) से देख सकते है कि यदि प्रतिबाधा कला कोण ज्ञात हो प्रतिरोध और प्रेरकत्व प्रतिघात ज्ञात किया जा सकता है।

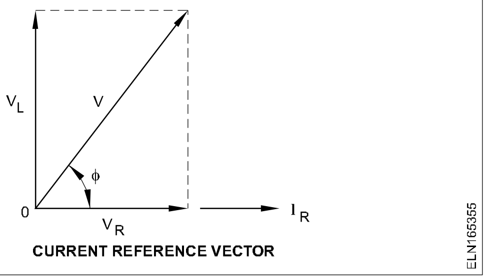
$R = Z \cos \phi$

$X_L = Z \sin \phi$

जहां ϕ, Z and R के बीच कोण है।

श्रेणी RL परिपथ में शक्ति (Power in a series RL circuit) : हम देख चुके है कि प्रेरक्तव सदैव प्रतिरोध के साथ होता है। इसलिये मोटर्स में कुण्डल, जनित्र, रिले कुण्डल इत्यादी में प्रतिरोध और प्रेरकत्व दोनों होते है। जब AC वोल्टता आरोपित की जाती है तो धारा I आरोपित वोल्टता V से न तो कला में होती है और न ही 90° कला में भिन्न होती है। (Fig 5)

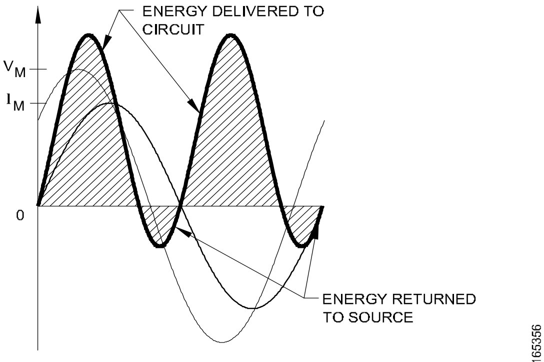
Fig 5



CURRENT REFERENCE VECTOR

इसका अर्थ है कि शुद्ध प्रतिरोध और शुद्ध प्रतिघात से पृथक (Fig 6) में वोल्ट मापी और एम्पियार मापी पाठों का गुणनफल वास्तविक और (समकोणिक) प्रतिघाती शक्ति का संयोजन है। कुल V और कुल I के गुणनफल को आभासी शक्ति PS कहते है चूंकि न तो यह वाट में शुद्ध

Fig 6



CURRENT, VOLTAGE, AND POWER WAVE - FORMS

शक्ति और न VA में प्रतिघाती शक्ति है आभासी शक्ति मापन के लिये हम एक नये मात्रक वोल्टएम्पियर का (VA) का प्रयोग करते है।

P = V x I volt-amperes (VA)

जहां P आभासी शक्ति वोल्ट एम्पियर (VA) में है।

V वोल्ट में कुल आरोपित वोल्टता V

I एम्पियर में कुल धारा A है।

शक्ति त्रिभुज (Power triangle) : AC परिपथ में तीन प्रकार की शक्तियों का अभिनिर्धारण किया गया है।

- वास्तविक शक्ति वाट में केवल प्रतिरोध वाले परिपथों के लिये
- प्रतिघाती शक्ति VARS में शुद्ध प्रेरकत्व अथवा शुद्ध धारित्र परिपथ के लिये
- आभासी शक्ति VA जैसा कि R और L अथवा R और C युक्त परिपथों में होता है। यह तीनों अतर्सम्बन्धित है।

हमें ज्ञात है कि श्रेणी RL परिपथ में

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$

इसलिये $V \times I = \sqrt{(V_R \times I)^2 + (V_L \times I)^2}$

लेकिन V x I = अभासी शक्ति VA में

V_R x I = वास्तविक शक्ति वाट में

V_L x I = प्रतिघाती शक्ति Vars में

इसलिये

(अभासी शक्ति)^2 = (वास्तविक शक्ति)^2 + (प्रतिघाती शक्ति)^2

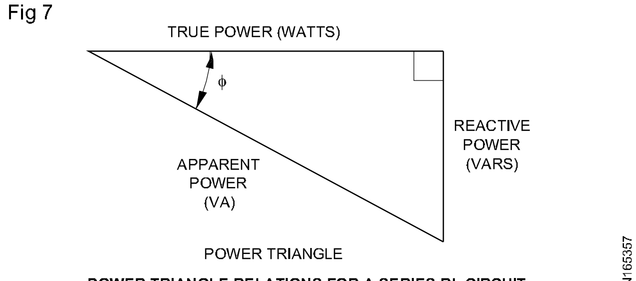
अथवा $VA = \sqrt{(W^2) + (VAR^2)}$

(Fig 7) के अनुसार इस सम्बन्ध को एक त्रिभुज से व्यक्त किया जा सकता है।

(Fig 7) आभासी शक्ति प्रदर्शित करती है इसे समकोण त्रिभुज के कर्ण से व्यक्त किया गया है। वास्तव शक्ति एक दूसरे से समान कला में धारा और

वोल्टता का गुणनफल होता है और क्षैतिज खींचा जाता है। कला भिन्न V_L और I का गुणफल प्रतिघाती शक्ति होता है और उर्ध्वाधर नीचे की ओर खींचा जाता है। यह पश्चगामी होता है। एक पश्चगामी धारा के संगत पश्चगामी प्रेरकत्व, प्रतिघाती शक्ति को प्रदर्शित करने की रीति है। (अग्र गामी धारा के संगत एक धारित्र प्रतिघात शक्ति के लिये उर्ध्वाधर ऊपर की ऊपर प्रदर्शित करते है)

Fig 7



POWER TRIANGLE RELATIONS FOR A SERIES RL CIRCUIT

अन्य सम्बन्ध भी प्राप्त हो सकते है,

$$W = VA \cos \phi$$
$$VAR = VA \sin \phi$$

शक्ति गुणक (Power factor) : वास्तविक शक्ति जो AC परिपथ को दी जाती है, का उस आभासी शक्ति से अनुपात जो स्रोत को आपूर्तित करना चाहिये भार का शक्ति गुणक कहलता है।

(Fig 7) के अनुसार यदि हम किसी शक्ति त्रिभुज का परीक्षण करें तो ज्ञात होगा कि वास्तविक शक्ति का अभासी शक्ति से अनुपात कोण ϕ है।

शक्ति गुणक $= \dfrac{W}{VA} = \cos \phi$

चूंकि $W = V_R \times I$ और

$VA = V \times I$ भी

$V_R = I \times R$

$= I \times Z$

शक्ति गुणक $\dfrac{V_R}{V}$ and to $\dfrac{R}{Z}$ भी होना चाहिये।

शक्ति गुणक $(PF) = \dfrac{W}{VA} = \dfrac{V_R}{V} = \dfrac{R}{Z} \cos \phi$

उस परिपथ का शक्ति गुणक क्या होना चाहिये जिसमें केवल प्रतिरोध है ? चूंकि धारा और वोल्टता के बीच कला कोण ϕ का मान शून्य है,

$\cos \phi = 1$ और PF = 1.

इसी प्रकार केवल शुद्ध प्रेरकत्व अथवा धारिता युक्त परिपथ का शक्ति गुणक शून्य होता है क्योंकि,

$\cos \phi = \cos 90° =$ शून्य

उदाहरण: 10 ओम प्रतिरोध के एक प्रेरकत्व कुण्डल का प्रेरकत्व 0.05 H है जिसे 230V, 50 चक्र के मुख्य AC से जोडा जाता है।

गणना करें

i) कुण्डल द्वारा ली गई धारा

ii) परिपथ का शक्ति गुणक

iii) व्यय शक्ति और उत्तर दे कि

iv) परिपथ में धारा अग्र अथवा पश्चगामी है।

हल

$X_L = 2\pi fL = 2 \times 3.142 \times 50 \times 0.05 = 15.7$ ohms

$Z = \sqrt{R^2 + {X_L}^2} = \sqrt{(10)^2 + (15.7)^2}$

$= \sqrt{346.49} = 18.6$ ohms

i I = (240/18.6) = 12.9 Amps

ii शक्ति गुणक $= \dfrac{R}{Z} = \dfrac{10}{18.6} = 0.537$

iii शक्ति व्यय $= I^2R = (12.9)^2 \times 10$

$= 166.72 \times 10$

$= 1667$ W.

iv परिपथ में धारा पश्च गामी है

उदाहरण: एक प्रेरकीय परिपथ में दो ओम प्रतिरोध और श्रेणी में एक 0.015 h का प्रेरकत्व है ज्ञात करें (i) धारा (ii) शक्ति गुणक जब इसे 200V, 50 चक्र प्रति सेकेन्ड की मुख्य आपूर्ती से जोडा जाता है।

हल

$X_L = 2\pi fL = 2 \times 3.142 \times 50 \times 0.015 = 4.71$ ohms

$Z = \sqrt{R^2 + {X_L}^2} = \sqrt{(2)^2 + (4.71)^2}$

$= \sqrt{4 + 17.39} = \sqrt{26.19}$

i. $I = \dfrac{200}{5.11} = 39.13$ amps

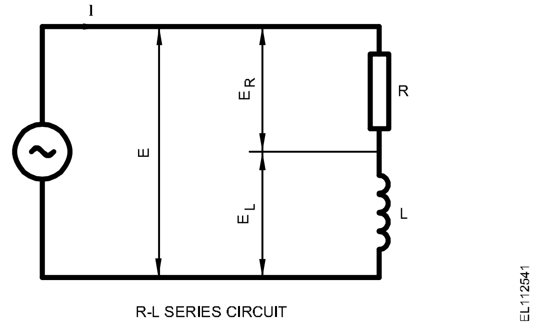
ii. शक्ति गुणक $= \dfrac{R}{Z} = \dfrac{2}{5.11} = 0.39$

R-L श्रेणी परिपथ में V और I के बीच कला सम्बन्ध (Phase relation between V & I in R - L series circuit)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **अदिश और सदशि संख्याओं के बीच अंतर बताना**
- **R-L परिपथ की वोल्टता सदिश द्वारा व्यक्त करना ।**

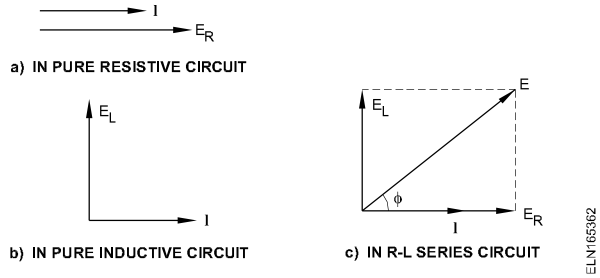
(Fig 1) में प्रदर्शित परिपथ आरेख पर विचार करें।

Fig 1



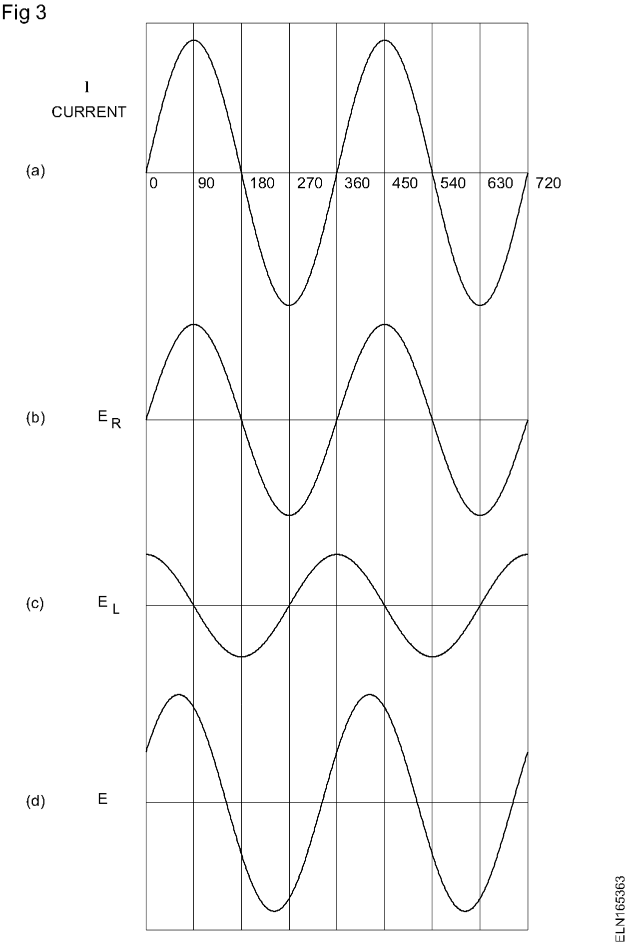
जब एक शुद्ध प्रेरक पर प्रत्यावर्ती वोल्टता अरोपित की जाती है तो प्रेरक से जाने वाली परिणामित प्रत्यावर्ती धारा, प्रति emf की उपस्थिति के कारण आपूर्ति वोल्टता से 90° पश्चगामी होती है। (Fig 2b) चूंकि धारा I को पहले प्रदर्शित किया गया है (Fig 2a), R प्रतिरोधक के सिरों पर वोल्टता अर्थात यह धारा के साथ कला में है। (Fig 2a, 3b)

Fig 2



प्रेरक (L) के सिरों पर विभवान्तर e_L धारा से 90° अग्रगामी I है। (Fig.2b , 3c) इसलिये आरोपित वोल्टता E स्पष्टतः E_R और E_L का परिणाम है। इसको तात्क्षणिक मानों E_R अैर E_L के योग से प्राप्त किया जाता है। (Fig 2c & 3d)

Fig 3



समान्तर चतुर्भुज विधि से सदिशों का जोडना और घटाना (Addition and subtraction of vectors by parallelogram method)

दो सदिशों का योग (Addition of two vectors) : (Fig 4) के अनुसार OA शक्ति OB दो सदिश एक ही बिन्दु O पर कोण α पर आरोपित हैं। दोनों सदिशें को समान्तर चतुर्भुज विधि से जोडा जा सकता है। समान्तर चतुर्भुज OACB को पूरा करने पर बिन्दु 0 से कर्ण OC खींचें।

अब OC दोनों सदिशों का परिणमित सदिश व्यक्त करता है।

दो सदिशों को घटाना (Subtraction of two vectors) : यदि सदिश OA को सदिश OB से घटाना है (Fig 5 के अनुसार) $(\overline{OB}-\overline{OA})$ तो OA को पीछे बड़ा देते है। जिससे OA' =OA होता है। अब समान्तर चतुर्भुज OBCA'. को पूरा करने पर समान्तर चतुर्भुज के बिन्दु '0' से खीचें गये कर्ण OC द्वारा OA और OB का परिणमित सदिश व्यक्त होगा।

Fig 4

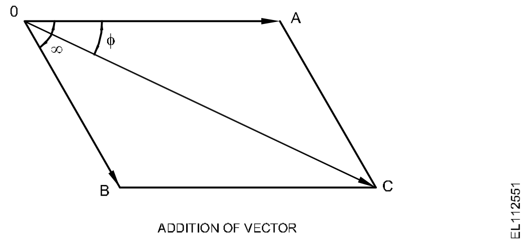
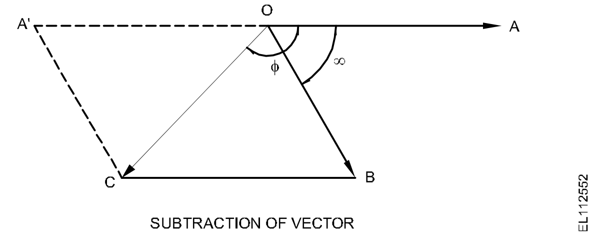


Fig 5

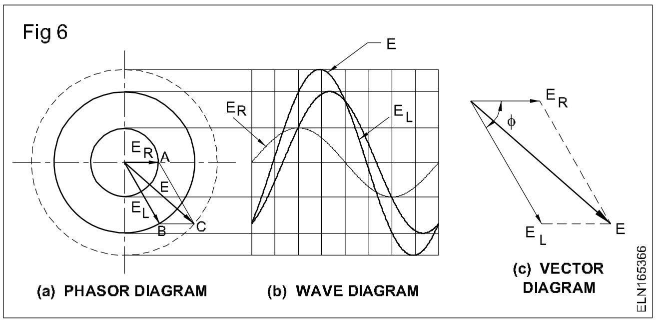


$\overline{OC} = (\overline{OB} - \overline{OA})$

श्रेणी सम्बन्धित प्रतिरोध और प्रेरकत्व के सिरों पर वोल्टता का सदिश विधि से योग और आपूर्ती वोल्टता से तुलना

फेजर ज्यावक्रीय संख्याओं का प्रदर्शन है। इसलिये दो वैद्युत संख्याओं को एक फेज आरेखन (Fig 6a) से व्यक्त किया जा सकता है और उनका तरंग रूप 6b से दर्शाया गया है।

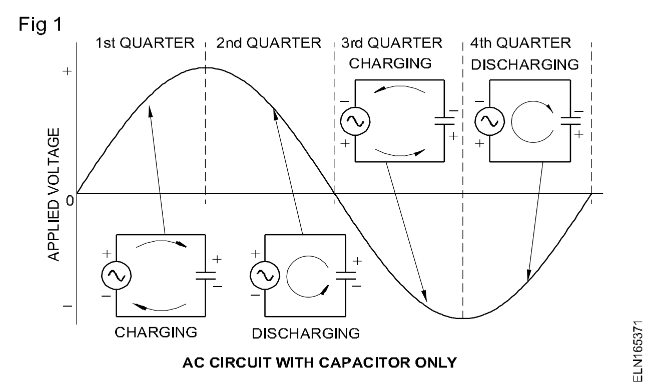
(Fig 6c) में दर्शायेनुसार अदिश रेखाचित्र विधि द्वारा दो विधतीय मात्राओं प्रत्येक (E_R, E_L) वोल्ट को जोडा जा सकता है।



केवल धारिता युक्त सरल AC परिपथ (AC Simple circuit - with capacitor only)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **केवल धारिता युक्त AC परिपथ का स्पष्टीकरण करना**
- **V और I के कला सम्बन्ध को व्यक्त करना**
- **केवल शुद्ध धारिता में शक्ति को व्यक्त करना ।**

केवल धारिता युक्त परिपथ (Circuit with capacitance only) : एक AC परिपथ में आरोपित वोल्टता तथा उत्पन्न धारा में आवर्ती दिशा परिवर्तन होता है। (Fig 1) AC परिपथ एक संघारित्र एक दिशा में वोल्टता के आरोपित किये जाने के कारण पहले आवेशित होता है, जब वोल्टता में कमी होना प्रारम्भ होती है कम धारा प्रवाहित होती है। लेकिन संघारित्र अब भी उसी दिशा में आवेशित होता है। फलस्वरूप चूंकि आरोपित वोल्टता का पतन होता रहता है संघारित्र के सिरों पर उत्पन्न वोल्टता अधिक हो जाती है।



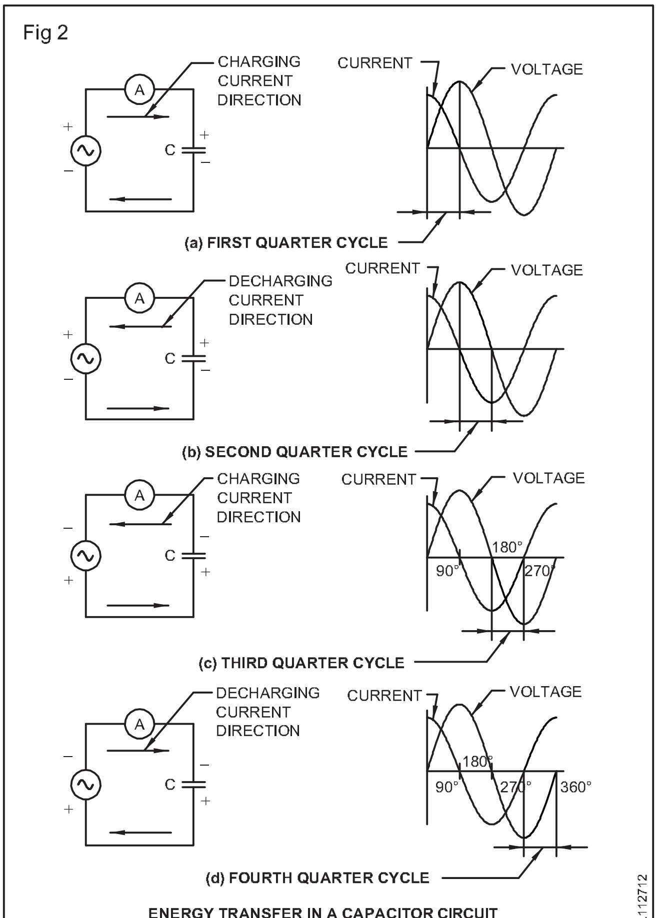
AC CIRCUIT WITH CAPACITOR ONLY

तब संघारित्र स्रोत की भांति कार्य करता है और निरावेशित होना प्रारम्भ करता है। आरोपित वोल्टता के शून्य होकर दिशा उत्क्रमित करने पर संघारित्र पूर्ण रूप से निरावेशित हो जाता है। तब संघारित्र पुनः आवेशित होना प्रारम्भ कर देता है लेकिन उसी दिशा में जिसमें वह पहले निरावेशित हो रहा था।

यह उस समय तक होता रहता है जब तक आरोपित वोल्टता पुनः गिरना प्रारम्भ नही कर देती और घटना की पुनरावृत्ति होती है। यह प्रत्यावर्तित आवेशन और निरावेशन आरोपित AC के प्रत्येक चक्र में पहले एक दिशा में और बाद में दूसरी दिशा में होता है। इसलिये परिपथ में एक AC धारा निरन्तर प्रवाहित होती है।

इसलिये कहा जा सकता है कि यद्यपि एक संघारित्र DC को रोकता है पर AC को जाने देता है।

वोल्टता और धारा सम्बन्ध (Voltage and current realtionship): जब एक संघारित्र पर AC वोल्टता स्रोत जोडा जाता है तो स्रोत वोल्टता का जिस क्षण से ज्यावक्रीय उत्थान, शून्य से प्रारम्भ होता है परिपथ में अधिकतम धारा प्रवाहित होती है (Fig 2a)।



ENERGY TRANSFER IN A CAPACITOR CIRCUIT

इसका कारण है कि पटिट्यां उदासीन स्थिति में है और स्रोत टर्मिनल्स पर कोई विरोधी स्थैतिक विद्युत बल नही लगता। इसलिये ओम के नियम के अनुसार यदि धारा का विरोध अति लघु है तो एक लघु वोल्टता यथेष्ट धारा प्रवाहित कर सकती है।

स्रोत वोल्टता में वृद्धि होने पर संघारित्र पटिट्यों पर आवेश (जो धारा प्रवाह फलस्वरूप होता है) निर्मित होता है। आवेश वोल्टता तब स्रोत वोल्टता को एक वृद्धित विरोध उपस्थित करता है और धारा में कमी होती हे।

जब स्रोत वोल्टता अपने शिखर मान पर पहुंचती है तो संघारित्र पटिट्यों पर आवेश वोल्टता अधिकतम होती है। यह आवेश स्रोत वोल्टता का पूर्ण रूप से निराकरण के लिये पर्याप्त होता है और परिपथ धारा प्रवाह रूक जाता है।

जैसे ही स्रोत वोल्टता कम होना प्रारम्भ करती है संघारित्र पटिट्यों पर स्थिर वैद्युत आवेश स्रोत टर्मिनल से विभव से अधिक हो जाता है और इसलिये संघारित्र निरावेशित होना प्रारम्भ कर देता है। (Fig 2b)

वोल्टता कम होने पर क्या धारा प्रवाह उसी दिशा में रहता है? (Is the current flow in the same direction when the voltage decreases?)

संघारित्र आवेशन के समय इलेक्ट्रान गति की दिशा के विपरीत इलेक्ट्रान प्रवाह की दिशा होती है। इसलिये उस बिन्दु जिस पर आरोपित वोल्टता अपने अधिकतम मान से निकल कर कम होना प्रारम्भ करती है परिपथ में धारा शून्य से निकलती है और दिशा परिवर्तित करती है। जैसा कि आरेख से स्पष्ट है धारा के आरोपित वोल्टता से अग्रगामी होने पर एक 90° का कलान्तर हो जाता है

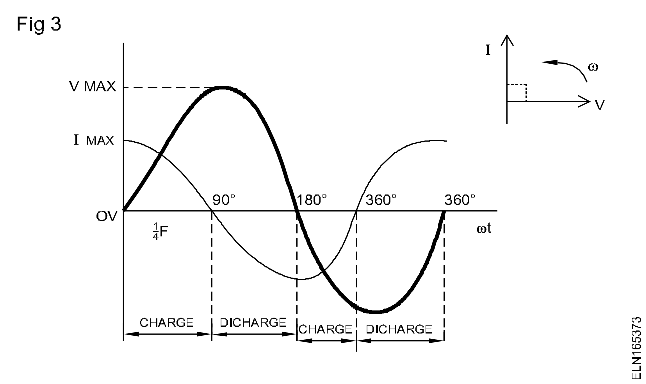
90° का यह अन्तर आरोपित वोल्टता के पूर्ण चक्र में अनुरक्षित रहता है। जब आरोपित वोल्टता शून्य हो जाती है तो परिपथ धारा विपरीत दिशा में अधिकतम हो जाती है और जब वोल्टता कि दिशा में उत्क्रमण होता है तो धारा कम होना प्रारम्भ करती है (Fig 2c) । इसलिये एक संघारित्र पर आरोपित वोल्टता संघारित्र से होकर जाने वाली धारा की 90° से पश्चगामी होती है। अथवा संघारित्र से धारा आरोपित वोल्टता की 90° से अग्रगामी होती है। इसलिये धारा शून्य से बढकर अधिकतम हो जाती है जब वोल्टता शिखर मान से शून्य की विपरीत दिशा में घटना प्रारम्भ करती है। (Fig 2d)

तरंग रूप और सदिश आरेख (Fig 3) में शुद्ध संघारित्र परिपथ में **धारितीय प्रतिघात (Capacitive reactance)**: एक संघारित्र द्वारा धारा प्रवाह में उत्पन्न विरोध धारीतीय प्रतिघात कहलाता है जिसे संक्षेप में X_C से दर्शाते है। धारितीय प्रतिरोध की गणना निम्न से हो सकती है:

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{\omega c}$$

जहां 2π लगभग 6.28 है।

Fig 3

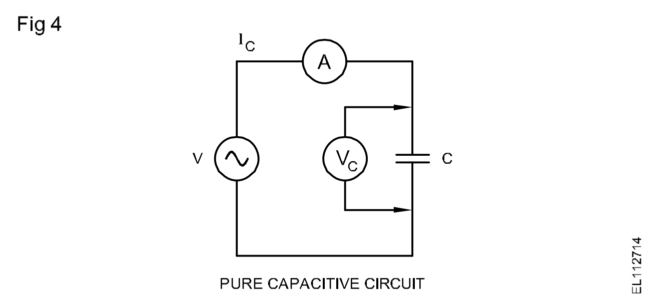


f आवृत्ति Hz में है

C फैराडे में धारिता और ω= 2πf है।

अपने प्रेरकत्व, प्रतिभाग की भांति प्रेरकत्व प्रतिघात धारितीय प्रतिघात कहलाता है और इसे ओम में व्यक्त किया जाता है केवल धारितीय प्रतिघात वाले परिपथ के लिये भी ओम के नियम को प्रयुक्त किया जा सकता है (Fig 4)

Fig 4



PURE CAPACITIVE CIRCUIT

$$V_C = I_c X_c$$

$$I_C = \frac{V_C}{X_C}, \qquad X_C = \frac{V_C}{I_C}$$

जहां, I_C एम्पियर में संघारित्र में जाने वाली धारा

V_C संघारित्र के सिरों पर वोल्ट्स में वोल्टता

X_C धारितीय प्रतिघात ओम में

उदाहरणः 10 माइक्रोफैरेड संघारित्र को एक 200V, 50Hz आपूर्ति से जोडा जाता है, धारा की गणना करें।

हल

$$I_C = \frac{V_C}{X_C}, \qquad V_C = V$$

जहां X_C धारितीय प्रतिघात

$$X_C = \frac{1}{2\pi fc} = \frac{10^6}{2\pi \times 50 \times 10}$$

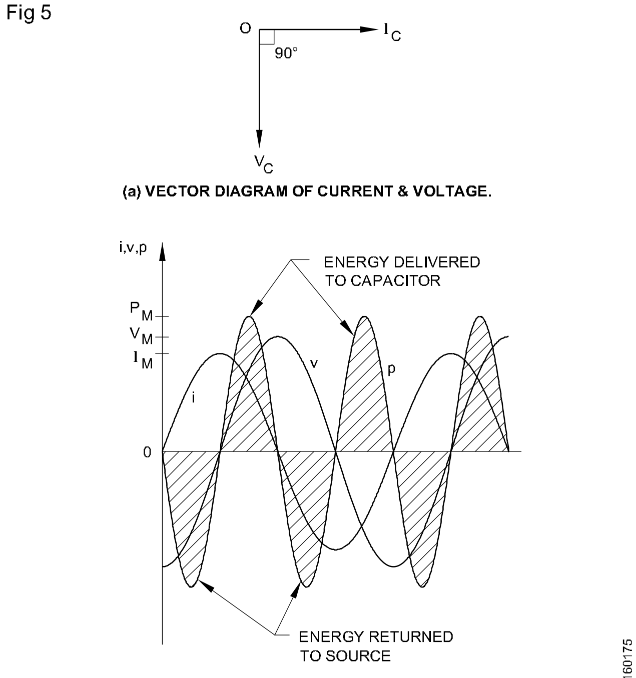
$$X_C = \frac{1000}{\pi} = 318.4 \text{ ohms}$$

$$I_C = \frac{200}{318.4} = 0.628 \text{ amps}$$

शुद्ध धारिता में शक्ति (Power in pure capacitance) : शुद्ध धारिता में वोल्टता और धारा एक दूसरे से 90° कला भिन्न होते है। (Fig 5a) में धारा को अग्रगामी दिखाया गया है।

(Fig 5b) के अनुसार V और I का गुणनफल शक्ति वक्र होता है। हम देखते है कि धारित्र को दी गई विद्युत क्षेत्र में भण्डारित ऊर्जा एक धनात्मक संख्या के रूप में व्यक्त की गई है। एक चौथाई चक्र के पश्चात यह सभी ऊर्जा संघारित्र के निरावेशित होने पर स्रोत को वापस हो जाती है। इस प्रकार शुद्ध धारिता में औसत वास्तविक शक्ति P शून्य है।

Fig 5



(b) CURRENT, VOLTAGE AND POWER FORMS.

लेकिन प्रतिघाती शक्ति P_q संघरित्र द्वारा ली जाती है और स्रोत इस शक्ति को देने योग्य होना चाहिये।

एक वास्तविक धारितीय परिपथ के लिये प्रतिघाती शक्ति निम्न से प्राप्त होती है।

$P_q = V_C I_C$ वोल्ट एम्पियर प्रतिघाती (Var)

जहां

P_q प्रतिघाती शक्ति वोल्ट एम्पियर में प्रतिघाती (Var)

V_C धारिता के सिरों पर वोल्टता वोल्ट में

I_C धारिता में धारा एम्पियर में

चूंकि $V_c = I_c X_c$

then $P_q = I_c^2 X_c$ var

और $P_q = \frac{V_c^2}{X_c}$

जहां X_C = धारितीय प्रतिघात ओम में

पुनः प्रतिघाती और वास्तविक शक्ति के समीकरण समान है, R के स्थान पर X_C प्रयुक्त होता है। प्रतिघाती शक्ति के लिये वाट्स के स्थान पर VARS का प्रयोग करना चाहिये।

वास्तविक प्रेरकत्व परिपथ की भांति वास्तविक धारितीय परिपथ की शक्ति गुणांक भी शून्य होती है।

ऐसा क्यों है ?

ऐसा इसलिये होता है कि एक धारितीय परिपथ में धारा और वोल्टता के बीच कोण 90° है। चूंकि $\cos\phi = 0$

उदाहरणः 100Vars की प्रतिघाती शक्ति एक 10 माइक्रोफैराड संघारित्र द्वारा एक 0.87A की धारा के कारण ली जाती है। आवृत्ति की गणना करें।

हल

$$X_C = \frac{P_q}{I_C^2} = \frac{100 \text{ vars}}{(0.87)^2} = 132 \text{ ohms}$$

अतः $f = \frac{1}{2.\pi.X_C.C}$

$$= \frac{1}{2\pi \times 132 \text{ ohms} \times 10 \times 10^{-6} F}$$

= 120 Hz.

AC एकल कला परिपथ में शक्ति और शक्ति गुणक (Power and power factor in AC single phase circuit)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **दिये गये प्रासंगिक मानों से एक एकल कला AC परिपथ की शक्ति और शक्ति गुणक की गणना करना।**

शुद्ध प्रतिरोध में पावर (Power in pure resistance circuit) : निम्न लिखित सूत्र का प्रयोग करके शक्ति की गणना की जा सकती है ।

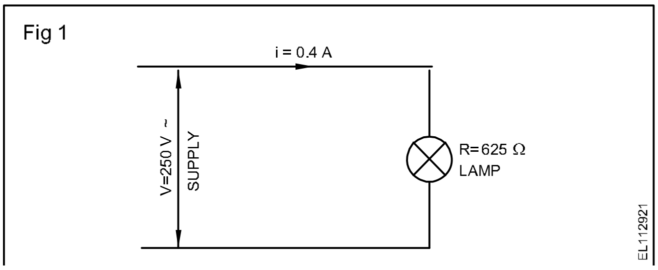
1 $P = V_R x I_R$ watts

2 $P = I^2_R$ R watts

3 $P = \frac{E^2}{R}$ watts

उदाहरण 1: एक 250V निर्धारण के प्रतिदीप्ति लैम्प द्वारा ली गई शक्ति की गणना करें। जब इसमें धारा 0.4A है और इसका प्रतिरोध 625 ओम्स (Fig 1)

Fig 1



$P = V_R x I_R$

= 250 x 0.4

= 100 watts.

Alternately

$P = I^2R$

= 0.4 x 0.4 x 625

= 100 watts

$$\text{or } P = \frac{E^2}{R} = \frac{250^2}{625}$$

$$P = \frac{250 \times 250}{625}$$

= 100 watts.

चूंकि धारा और वोल्टता कला में है कला कोण शून्य और शक्ति गुणक एक है इसलिये शक्ति को वोल्टता और धारा से ज्ञात कर सकते है।

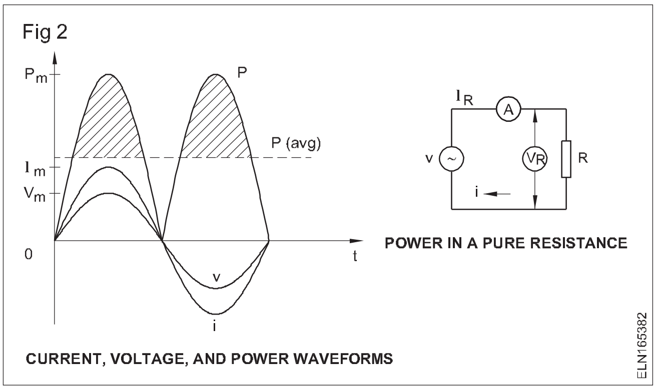
उदाहरण 2: ac परिपथ में जुडे वाटमापी का पाठ 50W है । भार के साथ श्रेणी में जुडा एम्पियर मापी 1.5A पढता है भार के प्रतिरोध की गणना करें

हल

ज्ञात है $P = I_R^2R$

(Fig 2) में i,v, p की परिपथ व्यवस्था और तरंग रूप दिखाया गया है।

Fig 2



दिया है : I = 1.5 amperes

P = 50 watts.

इसलिये,

$$R = \frac{P}{I^2R} = \frac{50W}{(1.5)^2} = 22.2 \text{ ohms}$$

वास्तविक प्रेरकत्व में शक्ति (Power in pure inductance) : यदि ac परिपथ में केवल प्रेरकत्व है तो वोल्टता और धारा 90° कला भिन्न हैं। और धारा धनात्मक तथा ऋणात्मक शक्ति देती है। इसलिये शुद्ध प्रेरकत्व परिपथ में व्यय शक्ति शून्य होगी।

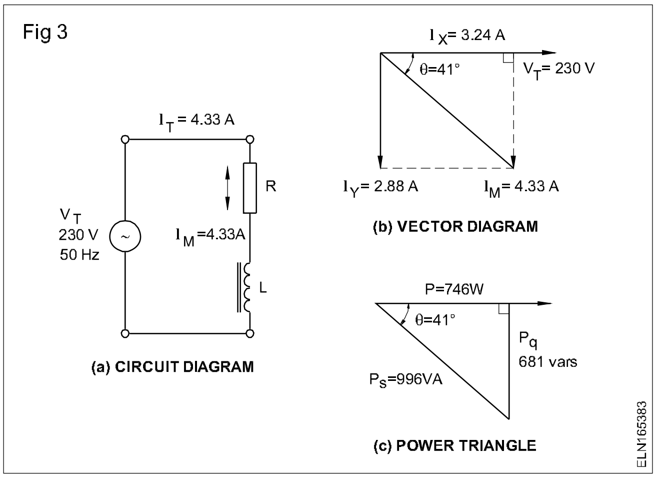
शुद्ध धारिता में शक्ति (Power in pure capacitance) : यदि एक ac परिपथ में केवल सघांरित्र है तो इसकी वोल्टता और धारा 90° कला भिन्न है। और वोल्टता तथा धारा के तात्क्षणिक मानों का गुणनफल धनात्मक और ऋणात्मक दोनों शक्तियां देता है। फलस्वरूप एक शुद्ध धारितीय परिपथ में व्यय शक्ति शून्य है।

अधिकांश व्यवसायिक प्रतिष्ठानों का pF पश्चगामी होता है क्योंकि वहां पर बडी संख्या में ac प्रेरक मोटर्स होती है। जो मूल रूप से प्रेरणिक (Inductive) होती है।

एक लघु शक्ति गुणक का हानिकारक प्रभाव (Detrimental effect of a low power factor): शक्ति गुणक के महत्व पूर्ण प्रभाव को स्पष्ट करने के लिये एक 230V, 50Hz, 1hP मोटर पर विचार करें। मान ले कि यह 100% दक्ष है। और 746W की वास्तविक शक्ति लेती है इस मोटर का विशिष्ठ 0.75 पश्चशक्ति गुणक होगा। (Fig 3)

शक्ति गुणक 0.75 के साथ 230V से 746W देने के लिये वांछित धारा मान

$$I = \frac{P}{V \times \text{Cos}\,\theta} A$$



$$= \frac{746W}{240V \times 0.75} = 4.144\ A$$

अब मान ले कि मोटर का किसी प्रकार अशोधित शक्ति गुणक एक होता है तो अब वांछित धारा

$$I = \frac{P}{V \times \cos\theta}$$

$$I = \frac{746W}{240V x 1} = 3.108A$$

स्पष्ट है कि एक निश्चित मान की वास्तविक शक्ति देने के लिये वांछित धारा का मान शक्ति गुणक के एक से कम होने पर अधिक होगा। उच्च धारा का अर्थ मोटर को जाने वाले भरण तारों में अधिक ऊर्जा क्षय। वास्तव में यदि किसी व्यवसायिक प्रतिष्ठान में शक्ति गुणक 85% (0.85) से कम है तो विद्युत उपभोक्ता संस्था द्वारा एक शक्ति गुणक दण्ड निर्धारित किया जाता है इसलिये बडे प्रतिष्ठानों में शक्ति गुणक संशोधन आवश्यक है।

शक्ति गुणक संशोधन (Power factor correction) : भार को दी जाने वाली धारा का अधिकतम दक्ष उपयोग करने के लिये हमे एक उच्च pF अथवा एक ऐसा pF जो लगभग एक हो आवश्यक होता है।

बडे प्रेरण भागों जैसे लैम्प, प्रेरक मोटर्स, ट्रांसफार्मर्स इत्यादि जो पश्चगामी धारा लेते है और ऊष्मा उत्पन्न करते है जो बिना किसी उपयोगी कार्य के जनित केन्द्रों को वापस भेजी जाती है के कारण लघु pF को उन्नत अथवा संशोधित करना आवश्यक होता है जिससे धारा वोल्टता के अधिकतम कला समीप्य में हो सके। अर्थात कला कोण θ को जितना अधिक सम्भव हो छोट करना चाहिये। यह प्रायः धारितीय भाग से होता है जो एक अग्रगमित धारा उत्पन्न करता है ।

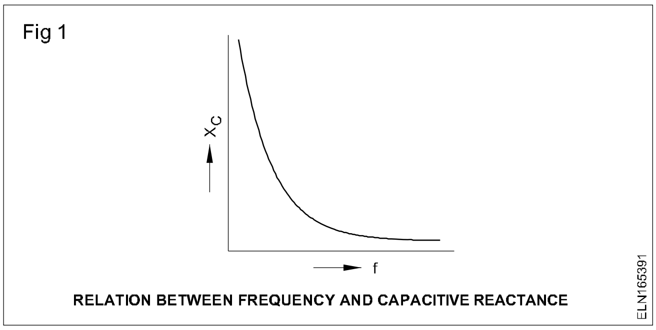
संघारित्र को प्रेरकत्व भाग के साथ समान्तर में जोड़ना चाहिये।

RC श्रेणी परिपथ (RC series circuit)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **X_C पर आवृत्ति का प्रभाव और श्रेणी में RC युक्त परिपथ में परिणमित धारा बताना**
- **शक्ति गुणक की गणना करना**
- **शक्ति गुणक और कोण ज्ञात करना**
- **C को आवेशित करते समय RC समय गुणांक को व्यक्त करना ।**

धारिता युक्त एक परिपथ में धारितीय प्रतिघात (X_C) उस समय घटता है जब आपूर्ति आवृत्ति (f) (Fig 1) के अनुसार बढती है।



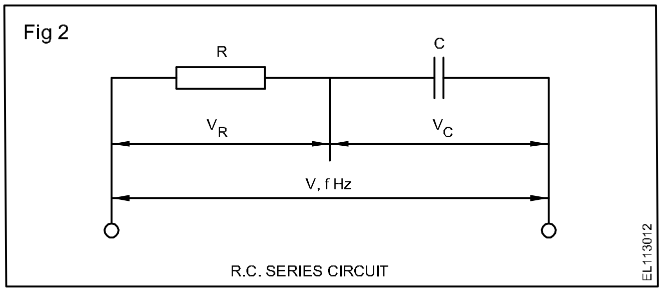
RELATION BETWEEN FREQUENCY AND CAPACITIVE REACTANCE

$$X_C \propto \frac{1}{f}$$

जब धारितिय प्रतिघात X_C में वृद्धि होती है परिपथ धारा में कमी होती है ।

$$I \propto \frac{1}{X_C}$$

इसलिये धारिततीय सर्किट में आवृत्ति f के बढने पर परिपथ धारा में वृद्धि होती है। जब एक परिपथ में प्रतिरोध (R) धारिता (C) और आवृत्ति (f) ज्ञात है तो शक्ति गुणक cos θ नीचे की भांति ज्ञात हो सकता है।(Fig 2)



R.C. SERIES CIRCUIT

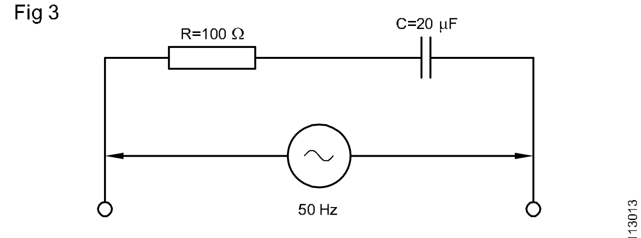
$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

शक्ति गुण्क $\cos\theta = \frac{R}{Z}$

उदाहरण 1: 50Hz आपूर्ती आवृत्ति के सिरों पर 20μF का एक संघारित्र और 100Ω का एक प्रतिरोध श्रेणी 50Hz में जोडा जाता है। शक्ति गुणक ज्ञात करें। (Fig 3)

Fig 3



R.C, SERIES CIRCUIT

हल

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 20 \times 10^{-6}}$$

$$= \frac{7 \times 10^{-6}}{2 \times 22 \times 50 \times 20}$$

$$= \frac{7000000}{44000}$$

= 159.1 Ω, say 160 Ω.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$= \sqrt{10000 + 25600}$$

$$= \sqrt{36600} = 191.3\Omega$$

$$P.F. = \frac{R}{Z} = \frac{100}{191.3} = -.522$$

एक धारितीय परिपथ में धारितीय प्रतिघात X_C को निम्न सूत्र से ज्ञात किया जा सकता है।

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

जहां X_C = धारितीय प्रतिघात Ω में

f = आवृत्ति Hz में

C = धारिता फैराड में

एक R_C-C श्रेणी परिपथ में उपभोगित शक्ति को निम्न सूत्र से ज्ञात कर सकते है।

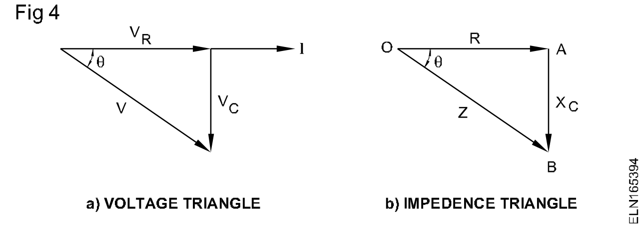
P = VI cos θ जहा P = वाट में शक्ति

I = एम्पियर में धारा

cos θ = शक्ति गुणक

वोल्टता का सदिश आरेख और pf कोण θ ज्ञात करने में इसका उपयोग (Fig 4)

Fig 4



a) VOLTAGE TRIANGLE b) IMPEDENCE TRIANGLE

$V_R = I_R R$ के सिरों पर पाथ (I के साथ कला में)

$V_C = IX_C$ संघारित्र के सिरों पर पाथ (I से 90° पश्च)

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_C^2} = \sqrt{(IR)^2 + (IX_C)^2} = I\sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$\therefore I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} = \frac{V}{Z}$$

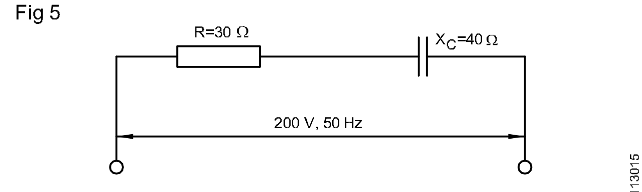
$\therefore Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ जहां Z परिपथ की प्रतिबाधा है ।

शक्ति गुणक cos θ = R/Z.

pf cosθ से कोण θ को त्रिकोणमितीय सारिणी द्वारा ज्ञात किया जा सकता है।

उदाहरण 2: आरेख (Fig 5) में प्रदर्शित R_c श्रेणी परिपथ में निम्न प्राप्त करें।

Fig 5



R.C. SERIES CIRCUIT

- ओम में प्रतिबाधा (Impedance in ohms)
- एम्पियर में धारा (Current in amps)
- वाट में वास्तविक शक्ति (True power in watts)
- Var में प्रेरणित शक्ति (Reactive power in var)
- वोल्ट एम्पियर में आभासी शक्ति (Apparent power in volt amp.)
- शक्ति गुणक (Power factor)

हल

1 Impedence (Z)

$$= \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = \sqrt{2500} = 50\Omega$$

2 धारा $I = \frac{V}{Z} = \frac{200}{50} = 4A$

3 वास्तविक शक्ति $W = I^2R = 4^2 \times 30 = 480W$

(कैपेसिटर में पावर की खपत = शून्य)

$V_C = IX_C = 4 \times 40 = 160$ V

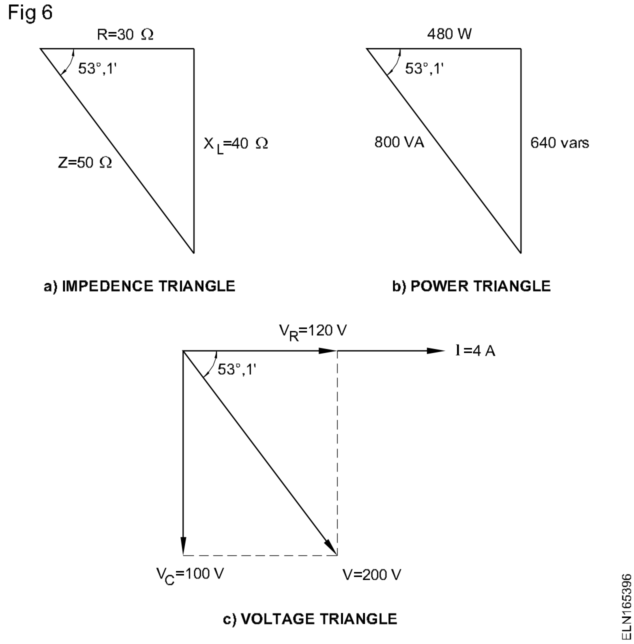
4 प्रेरणित शक्ति VAR = $V_CI = 160 \times 4 = 640$ VAR

आभासी शक्ति VI = 200 x 4 = 800 VA

PF $\cos\theta = \frac{R}{Z} = \frac{30}{50} = 0.6$

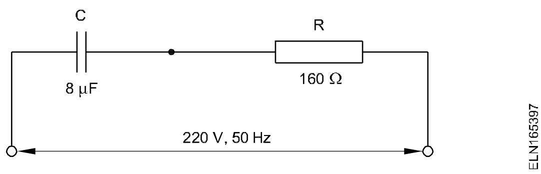
प्रतिबाधा त्रिभुज शक्ति त्रिभुज और वोल्टता त्रिभुज अभ्यास दो के लिये (Fig 6) में दिखाये गये है।

Fig 6



उदाहरण 3: 160Ω के ओमिक प्रतिरोध के साथ श्रेणी में एक 8μf धारिता का संघारित्र जुडा है। परिपथ में 220V AC, 50Hz की वोल्टता आरोपित की गयी है। (Fig 7)

Fig 7



गणना करें।

a) धारितीय प्रतिघात

b) प्रतिबाधा

c) धारा

d) सक्रिय शक्ति

e) प्रेरणित शक्ति

हल

a) $X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{10^6}{314 \times 8} = 400\Omega$

b) $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} = \sqrt{160^2 + 400^2}$

$= \sqrt{185600} = 430\,\Omega$

c) $I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{430} = 0.51A$

d) $W = I^2R = 0.51^2 \times 160 = 41.62W$

e) VAR = V x I Sin θ = 220 x 0.51 x 0.9291

= 102.2 VAR

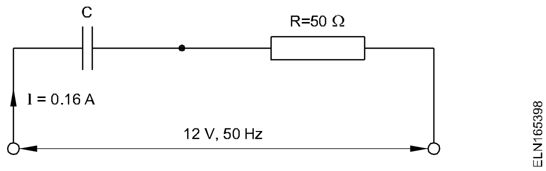
$\text{Cos}\,\theta = \frac{R}{Z} = \frac{160}{430} = 0.37$

($\theta = 18^0 18'$,टेबल के अनुसार)

sin θ = sin 18°18' = 0.9291.

उदाहरण 4: (Fig 8) में प्रदर्शित परिपथ में गणना करें। a) धारितीय प्रतिबाधा और b) संघारित्र की धारिता

Fig 8



हल

$V_R = IR = 0.16 \times 50 = 8V$

$V_C = \sqrt{V^2 - V_R^2} = \sqrt{12^2 - 8^2} = \sqrt{80}$ = 9V (App)

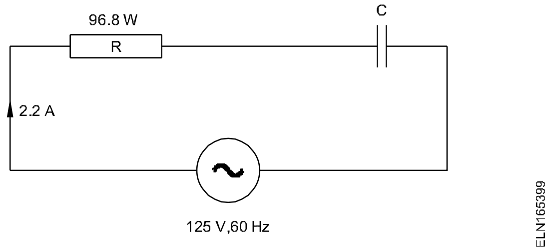
$X_C = \frac{V}{I} = \frac{9}{0.16} = 56\Omega$

$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$

$$C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{314 \times 56} = \frac{10^6}{314 \times 56} = 57\,\mu F$$

उदाहरण 5: 125V, 60Hz की वोल्टता के एक अप्रेरकीय प्रतिरोध को श्रेणी में एक संघारित्र से जोडा गया है। परिपथ में 2.2a धारा है प्रतिरोध में शक्ति क्षय 96.8W और संघारित्र में नगण्य है। प्रतिरोध और धारिता की गणना करें। (Fig 9)

Fig 9



हलः शक्ति ह्रास $I^2R = 96.8W$

$$\therefore R = \frac{96.8}{I^2} = \frac{96.8}{2.2^2} = 20\Omega$$

इंपीर्डिस $Z = \frac{V}{I} = \frac{125}{2.2} = 56.82\Omega$

कैपेसिटिन रिएक्टैंस $X_C = \sqrt{Z^2 - R^2}$

$$= \sqrt{56.82^2 - 20^2}$$

$$= 53.2\Omega$$

$X_C = 1 / (2\pi fC)$

$2\pi fC = 1 / X_C$

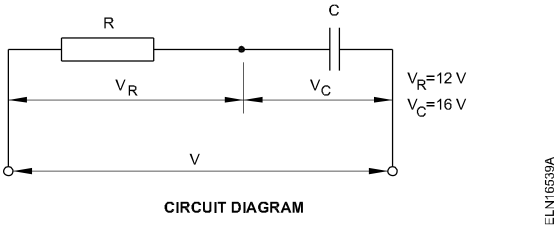
2 x 3.14 x 60 x C = 1/53.2

C = 1 / (53.2 x 2 x 3.14 x 60)

= 0.00005 F = 50 mF

उदाहरण 6: प्रदर्शित परिपथ (Fig 10) में

Fig 10

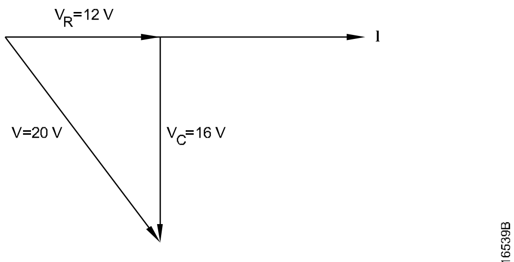


CIRCUIT DIAGRAM

a वोल्टता V की गणना करें

b वोल्टता त्रिभुज आरेखित करें (Fig 11)

Fig 11



VOLTAGE TRIANGLE

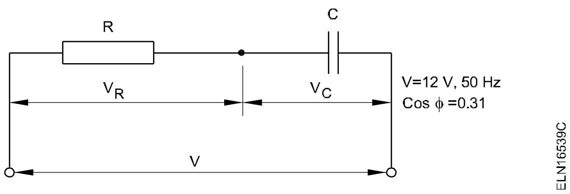
हल

a) $V = \sqrt{V_R^{\,2} + V_C^{\,2}} = \sqrt{12^2 + 16^2} = \sqrt{144 + 256}$

$= \sqrt{400} = 20V$

उदाहरण 7: (Fig 12) में प्रदर्शित परिपथ में गणना करे

Fig 12



a प्रतिरोधक वोल्टता

b धारित्र प्रतिघात वोल्टता

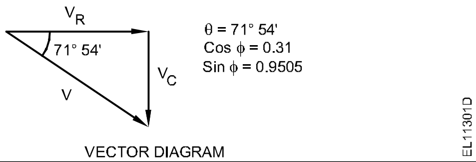
हल

a $V_R = V \cos\theta$ = 12 x 0.31 = 3.72V

b $V_C = V \sin\theta$ = 12 x 0.9595 x 11.4V

वेक्टर डायग्राम Fig 13

Fig 13



VECTOR DIAGRAM

'समय स्थिरांक' ('Time constant') एक पूर्ण निरावेशित संघारित्र को अपने स्रोत वोल्टता (आवेशन वोल्टता) का 63% आवेशित होने के लिये सेकेन्ड में वांछित समय को समय स्थिरांक कहते है।

τ = R x C

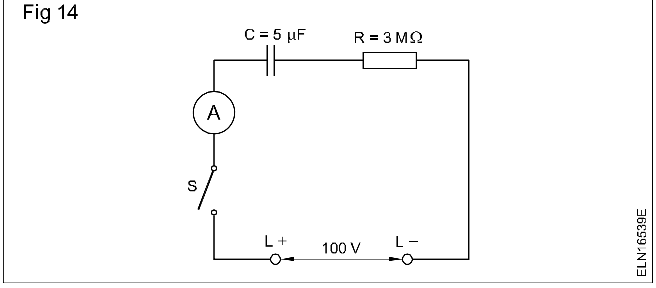
जहां τ = सेकेन्ड में एक समय स्थिरांक

R = ओम में प्रतिरोध

C = फैरेड में धारिता

जैसा की (Fig 14) दिखाया गया है कि यदि

Fig 14



C= 5 μF, R = 3 M Ω, तो

τ = 5 x 10^{-6} x 3 x 10^{6} = 15 seconds

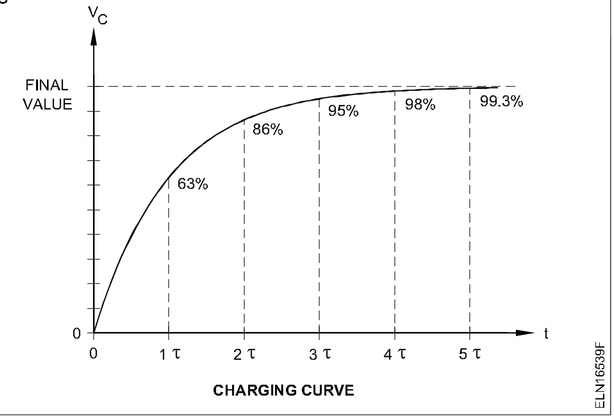
आवेशन वोल्टता = 100 V

एक टाइम स्थिरांक (τ) = 15 sec., V_e = 63V

पांच समय स्थिरांक के पश्चात एक संघारित्र 99.3% आवेशित होता है व्यवहारिक प्रयोजनों के लिये यह मान लिया जाता है कि संघारित्र पूर्ण रूप से आवेशित है। एक संघारित्र 5 समय स्थिरांक में आवेशित होता है

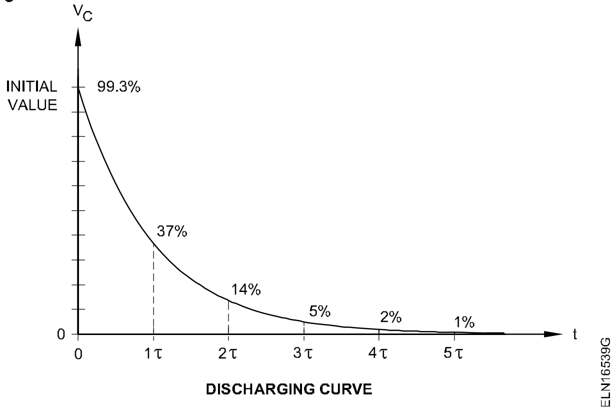
(Fig 15) एक आवेशन वक्र प्रदर्शित करती है।

Fig 15



निरावेशन के समय एक पूर्ण रूपसे आवेशित संघारित्र पांच समय स्थिरांक में निरावेशित होता है (Fig 16) में एक निरावेशन वक्र दिखाया गया है।

Fig 16



τ (sec)	**लिया गया समय** (V)	**आवेशन वोल्टता पर वोल्टता** (V)	**संघारित्र पट्टियों के सिरों**
कुजीयन समय पर		100	0
1τ	15	63% of 100 = 63	0 + 63 = 63
2τ	30	63% of (100-63) = 23.3 say 23	63 + 23 = 86
3τ	45	63% of 100-86) = 8.82 say 9	86 + 9 = 95
4τ	60	63% of (100-95) = 3.15 say 3	95 + 3 = 98
5τ	75	63% of (100-98) = 1.26 say 1.3	98 + 1.13 = 99.3

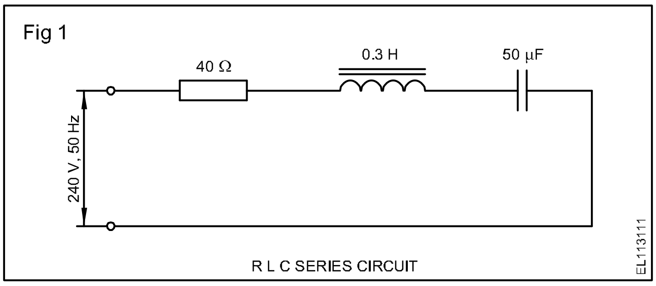
RLC श्रेणी परिपथ (R L C series circuit)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **RLC श्रेणी परिपथ में परिणमित प्रतिघात (Reactance) की गणना करना**
- **वोल्टता, शक्ति त्रिभुज को आरेखित करना**
- **श्रेणी अनुनाद के लिए आवश्यक प्रतिबन्धों को स्पष्ट करना ।**

एक AC एकल कला परिपथ की कल्पना करें जिसमें प्रतिरोध, प्रेरक, और संघारित्र श्रेणी में जुडे है। विभिन्न प्राचलें (Parameters) उदाहरण के अनुसार ज्ञात की जा सकती है।

उदाहरणः (Fig 1) में प्रदर्शित घटकों का मान R= 40Ω, L= 0.3H C= 50μf, आपूर्ती वोल्टता 240V, 50Hz है गणना करें प्रेरणित प्रतिघात, धारितीय प्रतिघात, शुध्द प्रतिघात, प्रतिबाधा परिपथ में धारा, R,L,C, के सिरों पर वोल्टता पात शक्ति गुणक सक्रिय शक्ति, प्रेरणित शक्ति और आभासी शक्ति एक प्रतिबाधा वोल्टता और शक्ति त्रिभुज भी आरेखित करें।



RLC परिपथ में परिणमित प्रतिघात की गणना करना (Calculate the resulting reactance in RLC circuit) : ac परिपथ में प्रेरकत्व और धारिता का सीधा विपरीत प्रभाव होता है। कुन्डल के प्रेरणित प्रतिघात के कारण वोल्टता पात लाइन धारा से 90° अग्र गामी होती है। प्रेरक कुण्डल और संघारित्र के सिरें पर वोल्टतापात 180° भिन्न होता है और एक दूसरे का विरोध करते है। उक्त उदाहरण में शुद्ध प्रतिघात की गणना के लिये।

प्रेरणक प्रतिघात

$X = 2\pi fL = 314 \times 0.3 = 94.2\Omega$

धारितीय प्रतिघात

$$X = \frac{1}{2\pi C} = \frac{1}{314 \times 0.00005} = \frac{1}{0.0157} = 63.69\,\Omega$$

शुद्ध प्रतिघात - $X_L - X_C = 94.2 - 63.69 = 30.51\Omega$

प्रतिबाधा की गणना करना (Calculate the impedance) : ऊपर दिये गये परिपथ से प्रतिबाधा ज्ञात की जा सकती है। प्रतिबाधा, प्रतिरोध और प्रतिघात संयोजन का परिणाम होता है। इस परिपथ में प्रतिबाधा 40Ω, प्रतिरोध और 30.51Ω परिणमित प्रतिघात है। परिपथ की प्रतिबाध

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{40^2 + 30.51^2}$$

$$= \sqrt{1600 + 930.86} = \sqrt{2530.86} = 50.30\,\Omega$$

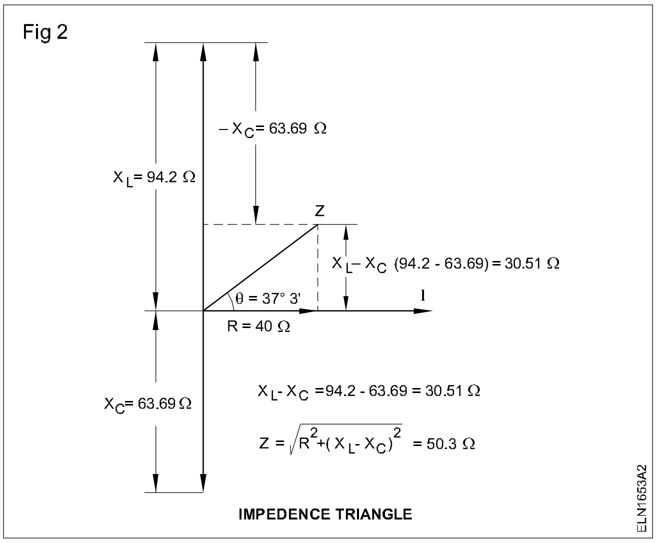
प्रतिबाधा त्रिभुज आरेखित करें (Draw the impedance triangle): क्षैतिज रेखा (X) अक्ष परिपथ धारा को आरेखित करें।

धारा सदिश के साथ उपयुक्त पैमाना अर्थात 1CM = YΩ पर R के मान को आरेखित करें।

धारा सदिश के लम्बवत उर्ध्वाधर रेखा +Y अक्ष पर प्रेरणित प्रतिघातों को व्यक्त करने के लिये पैमाना चयनित करें (1CM = YΩ).

एक सीधी अभिलम्ब वैद्युत सदिश रेखा खीचे +y अक्ष पर प्रेरकत्व धारिता से (1cm = y ohms) लाइन चुने उसी प्रकार एस सीधी अभिल्ब वैद्युत सदिश रेखा खीचे ऋणात्म-अक्ष पर प्रेरकत्व धारिता से (1cm = y ohms) लाइन पर ।

(Fig 2) के अनुसार X_C के मान को X_L से घटा दें। शुद्ध प्रतिघात मान 30.51 ओम्स है। समान्तर चतुर्भुज को पूरा करके सदिशों को पूरा करें। समान्तर चतुर्भुज की प्रतिघात RLC परिपथ की प्रतिबाधा है।



शुद्ध प्रतिघात और प्रतिबाधा का मान जो गणितीय विधि से ज्ञात किया गया है उसे उपरोक्त सदिश विधि से भी ज्ञात किया जा सकता है।

RLC परिपथ में धारा और वोल्टता की माप (Measurement of current and voltage drop in RLC circuit) : R के सिरों पर वोल्टता पात E_R, L = E_L और C= E_C है उनके मानों को ज्ञात करने का सूत्र नीचे दिया जा रहा है।

$E_R = IR$

$E_L = IX_L$

$E_C = IX_C$

RLC श्रेणी परिपथ में धारा (Current in given RLC series circuit) : इस श्रेणी परिपथ में धारा I = E/Z = 240/50.3 = 4.77 amps. है।

RL श्रेणी परिपथ में यह अभिनिर्धारित करना कि धारा प्रवाह वोल्टता का अग्रगामी अथवा पश्चगामी है (Identifying whether the current flow is leading or lagging the voltage in a RLC series circuit) : चूंकि यह एक श्रेणी परिपथ है इसलिये परिपथ के सभी भागों में धारा समान होगी। लेकिन प्रतिरोधक प्रेरक और संघारित्र के सिरों पर वोल्टता पात होगें।

$E_R = IR = 4.77 \times 40 = 190.8$ volts

$E_L = IX_L = 4.77 \times 94.2\,\Omega = 449.33$ volts

$E_C = IX_C = 4.77 \times 63.69 = 303.80$ volts.

प्रतिरोधक के सिरों पर वोल्टता 190.8V, और शुद्ध प्रतिघात 30.51Ω के सिरों पर वोल्टता 145.53V का सदिश योग 240V होगा जैसे कि नीचे दिखया गया है।

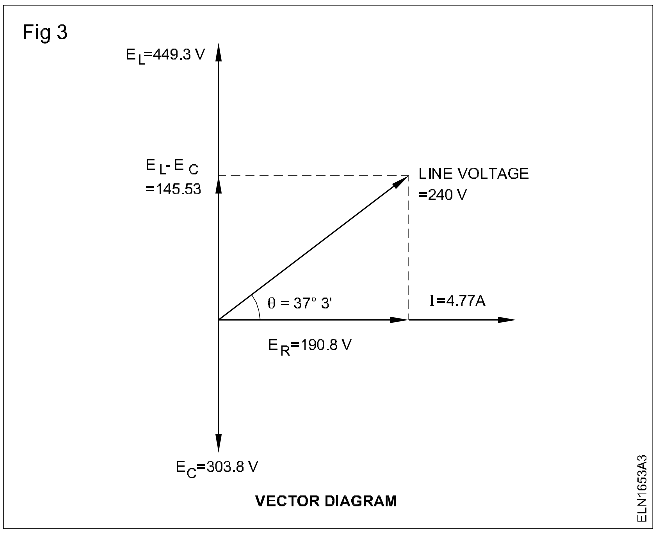
$$E = \sqrt{E^2R + (E_L - E_C)^2}$$

$$= \sqrt{190.8^2 + (449.33 - 303.80)^2}$$

$= \sqrt{190.8^2 + 145.53^2}$

E = 240 volts.

(Fig 3) के अनुसार वोल्टता सदिश चित्र का आरेखन किया जा सकता है।



इस प्रकार के श्रेणी परिपथ में धारा को एक क्षैतिज संदर्भ रेखा के रूप में प्रयुक्त किया जाता है। वोल्टता मान 145.53V प्रेरणित प्रतिबाधा के सिरों पर है और धारितीय प्रतिबाधा द्वारा निरस्त नही हुआ है। P_F = E_R/E = 190.8/240 = 0.795 पश्चगामी अथवा P_F = R/Z = 40/ 50.30 = 0.795 पश्च PF है। इस परिपथ में कला कोण 37.3° पश्चगामी है। अर्थात धारा वोटता रेखा के पीछे रहती है।

एक RLC श्रेणी परिपथ में यदि X_L अधिक है तो प्रेरक के सिरों पर वोल्टता अधिक होगी। और इसको IX_L से ज्ञात किया जा सकता है। इसी प्रकार यदि R_L श्रेणी परिपथ में X_C अधिक है तो संघारित्र के सिरों पर वोल्टता अधिक होगी और इसको IX_C से ज्ञात किया जा सकता है।

उपरोक्त उदाहरण में प्रतिरोधक 40Ω के सिरों पर वोल्टता पात = 190.8V है।

प्रेरकत्व 0.3H के सिरों पर वोल्टता पात = 449.33V

धारिता 50mf के सिरों पर वोल्टता पात = 303.80V

इन मानों से स्पष्ट है कि प्रेरकत्व और संघारित्र के सिरों पर वोल्टता मान आपूर्ती वोल्टता से अधिक है। इसलिये प्रेरकत्व और संघारित्र के सिरों पर मापी को वोल्टता पात मापने के लिये जोडने से पहले यह देख लेना चाहिये कि इसका परास अधिक है। इस उदाहरण में (0-500V) है

शक्ति गुणक की गणना करना (Calculate the power factor) : निम्न की भांति RLC श्रेणी परिपथ की शक्ति गुणक को प्रतिबाधा त्रिभुज अथवा वोल्टता त्रिभुज द्वारा ज्ञात किया जा सकता है।

शक्ति गुणक = $\cos\theta = \frac{R}{Z} = \frac{E_R}{V}$

शक्ति गुणक $= \frac{R}{Z} = \frac{40}{50.3} = 0.795$

$= \frac{E_R}{V} = \frac{190.8}{240} = 0.795$

सक्रिय शक्ति की गणना करे (R_A) (Calculate the active power (R_A) : नीचे दिये गये किसी एक सूत्र द्वारा सक्रिय शक्ति की गणना की जा सकती है।

P = EI Cos θ = I^2R

= EI Cos θ = 240 x 4.77 x 0.795

= 910 walts

= $I^2R = 4.77^2$ x 40

= 910 watts.

प्रेरणित शक्ति P_q की गणना करना (Calculate the reactive power P_q): निम्न सूत्र द्वारा प्रेरणित शक्ति की गणना की जा सकती है।

P_q = EI sin θ Vars

= 240 x 6.77 x 0.6074

= 695 Vars

Cos θ = 0.795

θ = 37°3'

Sin θ = Sin 37°3'

= 0.6074

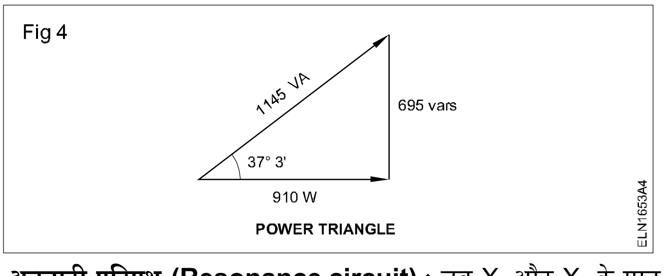
आभासी शक्ति की गणना करना (P_{App}) (Calculate the apparent power (P_{APP})) है : निम्न सूत्र द्वारा आभासी शक्ति की गणना की जा सकती है।

P_{APP} = EI volt-amperes

= 240 x 4.77

= 1145 Volt-amperes.

शक्ति त्रिभुज आरेखित करना (Draw the power triangle) : (Fig 4) में शक्ति त्रिभुज प्रदर्शित किया गया है।



अनुनादी परिपथ (Resonance circuit) : जब X_L और X_C के मान समान हाते है उनके सिरों पर वोल्टता पात समान होगा और वे एक दूसरे को निरस्त कर देगें। वोल्टता पात V_L और V_C का मान आरोपित वोल्टता से कहीं अधिक हो सकता है।

परिपथ की प्रतिबाधा का मान प्रतिरोध के समान होगा। R के सिरों पर आरोपित वोल्टता का कुल मान प्रकट होता है और परिपथ धारा का मान केवल प्रतिरोध से सीमित होता है इस प्रकार के परिपथ इलेक्ट्रोनिक

परिपथ जैसे रेडियो/ टी०वी० समस्वरक परिपथों में प्रयुक्त होते है। जब $X_L = X_C$ होता है तो परिपथ अनुनादी कहलाता है।

चूंकि श्रेणी अनुनादी परिपथों में धारा अधिकतम होती है इसे ग्राही (Acceptor) परिपथ भी कहते है। L और C के ज्ञात मान के लिये वह आवृत्ति जिस पर ऐसा होता है अनुनाद आवृत्ति कहलाती है। जब $X_C = X_L$ इस मान को निम्न प्रकार ज्ञात कर सकते है।

$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

इसलिये अनुनाद आवृत्ति $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

शक्ति गुणक कोण प्रायः θ (थीटा) से व्यक्त होता है। इस पाठ्य पुस्तक के कुछ पृष्ठों में इसको ϕ (फाई) से प्रदर्शित किया गया है। इसलिये इन पदों को पाठ्य पुस्तक में विकल्प के रूप में प्रयोग किया गया है।

सीरीज़ रिसोनॉन्स सर्किट (Series resonance circuit)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **सीरीज़ रिसोनान्स सर्किट का इम्पेन्डेन्स स्पष्ट करना**
- **सीरीज़ रिसोनान्स के लिए सर्किट स्थिति और अभिव्यक्ति बताना**
- **रिसोनान्स की फ्रीकवेन्सी और फॉर्मूला बताना**
- **ग्रॉफ से RLC सर्किट का फेक्टर 'Q' (सिलेक्टिवीटि) बताना।**

सीरीज़ रिसोनान्स सर्किट (Series resonance circuit)

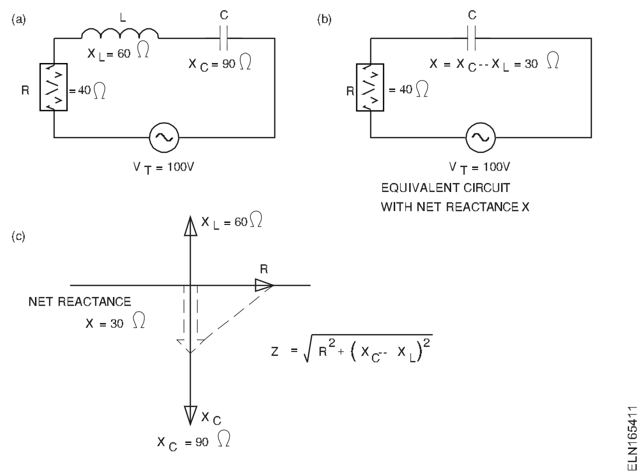
सीरीज़ रिसोनान्स सर्किट का इम्पेन्डेन्स (Impedance of series resonance circuit)

Fig 1 में एक सरल सीरीज़ सर्किट दर्शाया गया है। इस सीरीज़ LC सर्किट में,

- रसिस्टान्स R सीरीज़ सर्किट (आंतरिक रसिस्टान्स) का कुल रसिस्टान्स में है,
- X_L में इंडक्टिव रिऑक्टान्स और
- X_C ohm में कुल कैपेसिटीव

Fig 1a के सर्किट में चूँकि कैपेसिटीव रिआक्टान्स (90Ω) इंडक्टिव रिऑटान्स (60Ω) से बढ़ा है सर्किट का शुद्ध रिआस्टान्स कैपेसिटव होगा। यह Fig 1b में दर्शाया गया है।

Fig 1



> **टिप्पणीः यदि कैपेसिटीव रिएक्टान्स इंडक्टिव रिआक्टान्स से छोटा होगा तो सर्किट का शुद्ध रिआक्टान्स इन्डक्टिव होगा।**

यद्यपि रिआक्टान्स और रसिस्टान्स का नाप (ohms) समान है, सर्किट का इम्पेन्डेन्स Z, R, XL और X_C के सरल योग से नहीं दिया जा सकता। यह इसलिए कि X_C R + 90^0 कैसाल के फेज से बाहर है और X_C R के साथ -90^0 फेज के बाहर है।

इसलिए सर्किट का इम्पेन्डेन्स Z रसिस्टीव और रिएक्टिव भागों का फेसर एडिशन है जैसा कि बिंदुवाली रेखाओं से Fig 1c में दर्शाया गया है। अतः सर्किट का इम्पेन्डेन्स Z नीचे प्रकार दिया जा सकता है,

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

यदि X_L, X_C से अधिक है तो इम्पेन्डेन्स Z का संपूर्ण मान होगा,

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Fig 2(a) के सर्किट के लिए कुल इम्पेन्डेन्स Z है,

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

$$Z = \sqrt{40^2 + 30^2}$$

Z = 50Ω, कैपेसिटव (क्योंकि $X_C > X_L$)

सर्किट करंट I नीचे प्रकार से दिया जा सकता है

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{100}{50\Omega} = 2 \text{ Amps}$$

इसलिए पूरे सर्किट में वोल्टेज ड्राप होगा,

V_R = पूरे R में वोल्टेज ड्राप R = I.R = 2x40 = 80 volts

V_L = पूरे L में वोल्टेज ड्राप = I.X_L = 2x60 = 120 volts

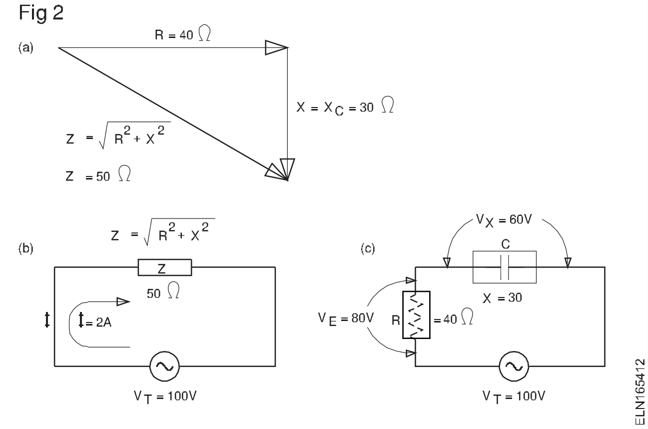
V_C = पूरे C में वोल्टेज ड्राप = I.X_C = 2x90 = 180 volts.

चूँकि V_L और V_C विरोधी पोलारिटी हैं, शुद्ध रिएक्टिव वोल्टेज VX = 180 - 120 = 60 X जैसा कि Fig 2 में दर्शाया गया है।

ध्यान रहें कि अप्लायड वोल्टेज पूरे रिएक्टिव भाग X के वोल्टेज ड्रॉप और रसिस्टीव भाग का कुल योग नहीं है। लेकिन V_R और V_X का फेसर योग नीचे दिए गए एप्लायड वोल्टेज के समान होगा,

$$V_T = \sqrt{V_R^{\,2} + V_X^{\,2}}$$

Fig 2



$$= \sqrt{V_R^{\,2} + (V_L - V_C)^2}$$

$$= \sqrt{80^2 + 60^2} \text{ = 100 volts (प्रयुक्त वोल्टेज)}$$

सर्किट का फेस एंगल θ इस प्रकार दिया जाता है,

$$\theta = \tan^{-1}\frac{X_C - X_L}{R}$$

स्थिति जिसमें RLC से करंट सीरीज़ में अधिकतम है। (Condition at which current through the RLC Series circuit is maximum)

सूत्र से,

$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$ यह स्पष्ट है कि कुल सर्किट का कुल इम्पेन्डेन्स शुद्ध रसिस्टीव बन जाएगा, जब रिऑक्टान्स e $X_L = X_C$

इस स्थिति में सर्किट का इम्पेडेन्सी Z न केवल शुद्ध रसिस्टीव होगा बल्कि न्यूनतम भी होगा।

कुछ विशेष आवृति जिसे f_r कहते है जब परिपथ शुद्ध प्रतिरोधी प्रकार का एंव निम्न होगी उस स्थिति में इंडक्टिव रिएक्टैंस (X_L) और कैपेसिटिव रिएक्टेंस (X_C) का मान बराबर होगा। परिपथ में प्रवाहित धारा उच्च (maximum) एंव आरोपित (Applied) वोल्टेज के बराबर होगा जो कि प्रतिरोध (R) द्वारा विभजित किया गया है

सीरीज रेजोनेंस

उपयोक्त चर्चा से यह जानकारी प्राप्त होती है की सीरीज RLC सर्किट में

इंपीडेंस $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

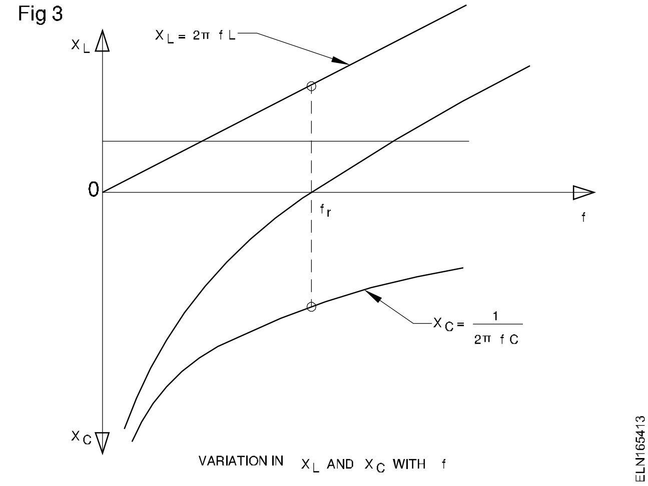
करेंट $I = \dfrac{V}{Z}$

और

फेज कोण $\theta = \tan^{-1}\dfrac{X_L - X_C}{R}$

यदि दिये गये सिगनल के आवृत्ति जैसा सिरीज LC परिपथ (Fig 1a) में 0 Hz, से बढ़ता है, जैसा कि आवृत्ति बढ़ता है वैसे ही एक सिधी लाइन में इंडक्टीव रिएक्टेंस ($X_L = 2\pi fL$) भी बढ़ती है और कैपेसिटिव रिएक्टेंस ($X_C = 1/2\pi fC$) घटती है जैसा Fig 3 में दिखाया गया है ।

Fig 3



जैसाकि Fig 3 में दिखाया गया है अनुनाद आवृत्ति (resonance frequency) नामक एक विशेष आवृत्ति f_r पर X_L और X_C को योग शून्य होता है । ($X_L - X_C = 0$).

उपरोक्त Fig 5 से, अनुनाद आवृत्ति (resonant frequency) पर

- कुल रिएक्टेंस, X = 0 (यदि, $X_L = X_C$)
- परिपथ का इंपिडेंस न्यूनतम, शुद्धतम प्रतिरोधी और R के बराबर हो
- धारा I परिपथ के माध्यम से अधिकतम और V/R के बराबर है ।
- परिपथ की धारा I लागू वोल्टेज V के साथ इन फेज में होगा (इस प्रकार फेज एंगल = 0).

इस विशेष आवृत्ति f_r पर अनुनाद आवृत्ति कहा जाता है, सिरीज RLC को सिरीज रेजोनेंस की स्थिति सिरीज रेजोनेंस कहा जाता है ।

उस आवृत्ति पर अनुनाद होता है जब,

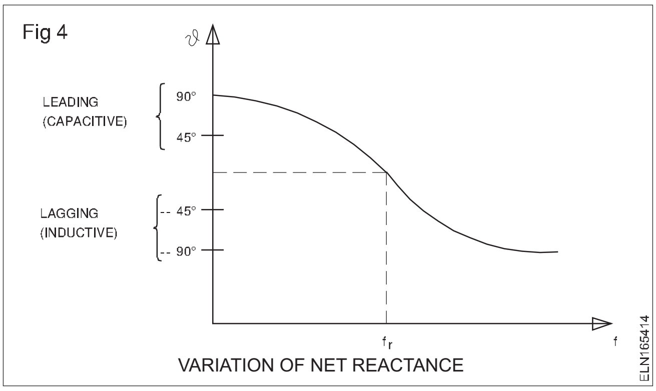
$X_L = X_C$ या $2\pi fL = 1/2\pi fC$

इसलिए, **अनुनाद आवृत्ति, f_r** दिया गया है,

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ Hz} \qquad \text{....[1]}$$

सिरिज RLC के रिएक्टेंस ऊपर और नीचे अनुनाद आवृत्ति f_r (Reactance of series RLC above and below resonance frequency f_r)

Fig 4 में दिखाएँ अनुसार कुल रिएक्टेंस RLC सर्किट का आवृत्ति में परिवर्तन के साथ परिवर्तित होती है ।



उपर्युक्त Fig 4 से देखा जा सकता है,

– अनुनारी आवृत्ति f_r पर कुल रिएक्टेंस शून्य है

– कैपेसिटिव का शुद्ध रिएक्टेंस अनुनारी आवृत्ति f_r नीचे है

_ इंडक्टीव का शुद्ध रिएक्टेंस अनुनारी आवृत्ति f_r के ऊपर है ।

एक सिरीज RLC सर्किट की चयनात्मकता या Q फैक्टर (Selectivity or Q factor of a series RLC circuit)

Figs 5a और 5b दो ग्राफ में दर्शाये अनुसार दो विभिन्न RLC परिपथ के लिए अनुनादी आवृत्ति f_r के ऊपर और नीचे दर्शाये गये है f_1 और f_2 ऐसे आवृत्ति है जिस पर सर्किट करेंट का मान उसके अधिकतम मान I_{max} का 0.707 गुना है । या 3dB पाइंट होता है ।

Fig 5 दर्शाता है कि सिरीज RLC सर्किट अनुनादी आवृत्ति f_r के आसपास एक आवृत्ति बेंड का निर्माण करती है यह बैंड (f_1 से f_2 तक) सिरीज सर्किट का **बैंड की चौड़ाई (band width)** कहलाता है ।

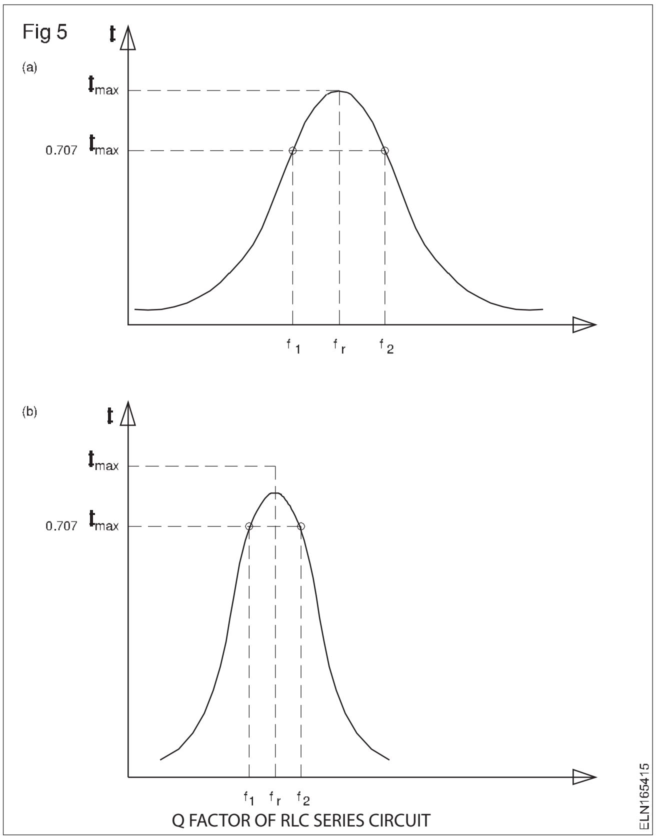
बैंड की चौड़ाई = $\Delta f = f_2 - f_1$ Hz.

जहाँ, f_2 ऊपरी निर्दिष्ट आवृत्ति और f_1 निम्न निर्दिष्ट आवृत्ति कहलाती है ।

Figs 5a और 5b का तुलना करने पर यह देखा जाता है कि 5b का बैंड विर्थ 5a की बैंड विर्थ की अपेक्षा छोटा है । यह अनुनादी परिपथ के **क्वालिटी फैक्टर (quality factor),** या **सेल्क्टीविटी Q** को बताता है । RLC परिपथ का Fig 5b में प्रतिक्रिया Fig 5a की अपेक्षा अधिक सलेक्टिव है । अनुनारी परिपथ का क्वालिटी फैक्टर Q को निम्नानुसार लिखा जा सकता है,

$$\text{क्वालिटी फैक्टर} = Q = \frac{f_r}{\Delta f} = \frac{f_r}{f_2 - f_1} \qquad ...[2]$$

यदि Q का मान बहुत अधिक है तो बैंडविर्थ की चौड़ाई सकरी होगी और इसी प्रकार अलग Q का मान कम है तो बैंड की चौड़ाई अधिक होगी । सिरीज अनुनारी परिपथ का Q फैक्टर मुख्य रूप से क्वाइल या इंडक्टेंस के ऊपर निर्भर करता है । जिसे RLC परिपथ में उपयोग किया गया है।



अतः,

$$\text{क्वाईल का Q फैक्टर} = \frac{X_L}{R} = \frac{2\pi f_r L}{R}$$

चूँकि,

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

RLC सर्किट का Q फैक्टर को लिखा जा सकता है

$$Q = \frac{1}{R} \cdot \frac{\sqrt{L}}{\sqrt{C}} \qquad ...[3]$$

सिरीज अनुनादी परिपथ का उपयोग (Application of series resonance circuits)

एक सिरिज अनुनादी परिपथ का उपयोग वहाँ पर किया जाता है जहाँ पर उच्छित आवृत्ति की आवश्यकता है इस प्रकार का एक उपयोग रेडियो रिसिवर में होता है ।

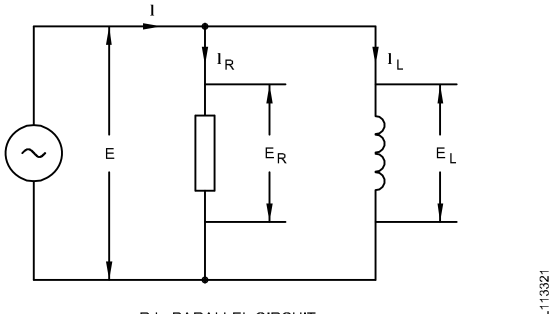
R-L, R-C और R-L-C समान्तर परिपथ (R-L, R-C and R-L-C parallel circuits)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **एक प्रवेश्यता (Admittance) त्रिभुज आरेखित करके चालकता (Conductacne), अग्राहिता (Susceptance) और प्रवेश्यता के बीच सम्बन्ध प्रदर्शित करना**
- **प्रतीकों द्वारा अग्राहिता, चालकता और प्रवेश्यता को व्यक्त करना ।**

R-L समान्तर परिपथ (R-L Parallel circuit)

जब AC वोल्टता के सिरों पर अनेक प्रतिबाधायें (Impedances) समान्तर क्रम में जोडी जाती है तो परिपथ द्वारा ली गयी कुल धारा शाखा धारा का फेजर योग होता है। (Fig 1).

Fig 1



R.L. PARALLEL CIRCUIT

कुल धारा को ज्ञात करने की दो विधियां है।

- प्रवेश्यात विधि
- फेजर विधि

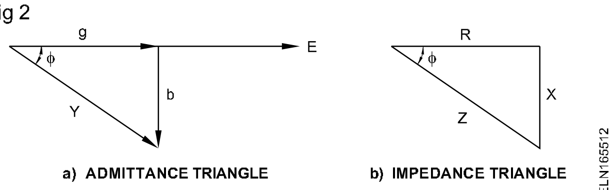
प्रवेश्यात विधि (Admittance method)

The current in any branch $I = \frac{E}{Z}$

$$= E \times \left|\frac{1}{Z}\right| \text{ where } \left|\frac{1}{Z}\right|$$

जहां $\frac{1}{Z}$ को परिपथ की **प्रवेश्यता** कहते है अर्थात प्रवेश्यता, प्रतिबाधा का विलोम है। प्रवेश्यता को 'Y' से व्यक्त करते है। (Fig 2).

Fig 2



a) ADMITTANCE TRIANGLE b) IMPEDANCE TRIANGLE

$$I = E \times \left|\frac{1}{Z}\right| = EY \quad \text{or} \quad Y = \frac{I}{E}$$

$$\therefore \text{Total admittance } (Y_T) = \frac{\text{total current}}{\text{common applied voltage}}$$

$$= \frac{\text{phasor sum of branch currents}}{\text{common applied voltage}}$$

= पृथक प्रवेश्यता का फेजर योग

> **टिप्पणी : आपूर्ति वोल्टता को अन्तर विनमेयिक V अथवा E से व्यक्त करते है।**

एक प्रवेश्यता को दो घटकों में वियोजित कर सकते है।

- एक घटक जो आरोपित वोल्टता से कला में है जिसे चालकता कहते है और g से व्यक्त करते है।
- एक घटक आरोपित वोल्टता के समकोणिक जिसे **अग्राहिता** कहते है और b से व्यक्त करते है।

$$g = Y \cos\phi = \frac{1}{Z} \times \frac{R}{Z}$$

$$= \frac{R}{Z^2} = \frac{R}{R^2 + Z^2}$$

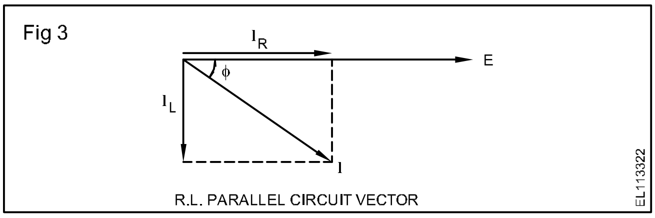
$$b = Y \sin\phi = \frac{1}{Z} \times \frac{X}{Z} = \frac{X}{Z^2}$$

$$= \frac{X}{R^2 + X^2}$$

प्रवेश्यता, चालकता और अग्राहिता का मात्रक mho होता है और प्रतीक ℧.

आपूर्ति वोल्टता और शाखा धारा के बीच सम्बन्ध (Relation between branch current and supply voltage)

एक समान्तर RL परिपथ में प्रतिरोधक और प्रेरकत्व के सिरों पर वोल्टता E_R और (E_L) समान होते है और आपूर्ती वोल्टता E के बराबर होते है। इसलिये E संदर्भ सदिश है। प्रतिरोधक से जाने वाली धारा (I_R). E_R के साथ कला में होती है। और E से व्यक्त की जाती है (Fig 2) । प्रेरक से जाने वाली धारा (I_L), E_L से 90° पश्चगामी होती है और E से व्यक्त की जाती है। संक्षेप में प्रतिरोध धारा I_R कला में होती है और प्रेरक से धारा I_L,अरोपित वोल्टता (V) से 90° पश्च होती है। R_L समान्तर परिपथ का शक्ति गुणक cosϕ होता है। जहां ϕ कुल धारा और आरोपित वोल्टता के बीच का कोण होता है।



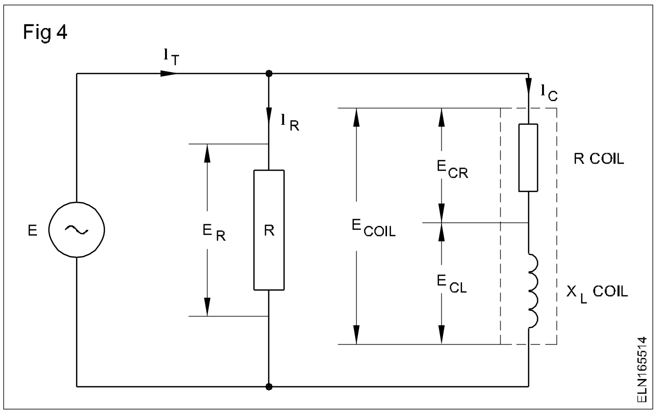
R.L. PARALLEL CIRCUIT VECTOR

R, R कुण्डल, X_L कुण्डल और आपूर्ती वोल्टता युक्त परिपथ में दो शाखा धाराओं और कुल धारा का प्रदर्शन।

I_R = प्रतिरोधक में शाखा धारा

I_C = कुण्डल से जाने वाली शाखा प्रभावी धारा

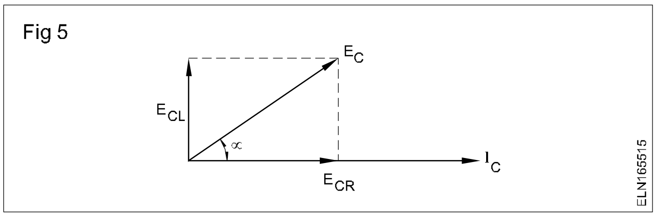
समान्तर परिपथ में R के सिरो पर वोल्टता (E_R) और कुण्डल पर (E_C) समान है। कुण्डल के सिरों पर आरोपित वोल्टता (E_C) के कारण कुण्डल से धारा (I_C) प्रवाहित होती है। कुण्डल से प्रवाहित धारा प्रभावी धारा होती है यही धारा कुण्डल के प्रतिरोध और प्रेरकत्व से प्रवाहित होती है। (Fig 4)



I_C = कुण्डल के प्रतिरोध और प्रेरकत्व से प्रवाहित धारा

E_{CR} = प्रतिरोध के कारण कुण्डल में वोल्टता पात और I_C के साथ कला में

E_{CL} = प्रेरकत्व के कारण कुण्डल में वोल्टता पात और धारा से 90° अग्रगामी (Fig 5)

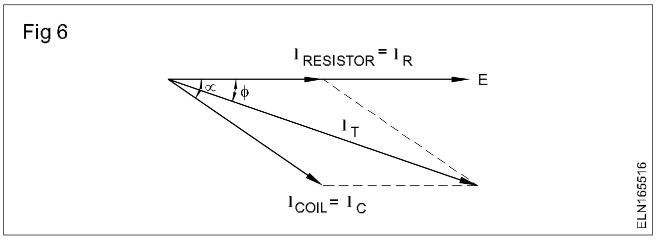


I_R = प्रतिरोधक से धारा और E के साथ कला में

I_C = कुण्डल में धारा कोण और E की पश्चगामी α

I_T = कुल धारा कोण ϕ से पश्चगामी E

उक्त परिपथ का शक्ति गुणक cos ϕ है अैर जहां ϕ कुल धारा और आरोपित वोल्टता के बीच कला कोण है। (Fig 6)



समनुदेश (Assignment)

1 15W प्रतिरोध और 0.05 प्रेरकत्व के कुण्डल को एक 20W के अप्रेरक प्रतिरोध से समान्तर में जोडा जाता है। ज्ञात करें (a) प्रत्येक शाखा में धारा (b) कुल व्यवस्था की कुल धारा और 50Hz पर 200V की आरोपित वोल्टता के बीच कला कोण।

2 एक 250V के आपूर्ती निकाय पर निम्न भार है।

a 12A, 0.8 शक्ति गुणक पश्चागामी

b 5A एक शक्तिगुणक पर, KVA में कुल भार और उसके शक्तिगुणक को ज्ञात करें।

3 एक 250V आपूर्ति निकाय पर निम्न भार है,

a 10A, 0.5 शक्ति गुणक पश्चागामी

b 5A एकांक शक्तिगुणक पर,

c 12A, 0.866 शक्तिगुणक पश्चगामी

सदिश चित्र का आरेखन करें। KVA में कुल भार और इसके शक्तिगुणक को ज्ञात करें।

4 15Ω प्रतिरोध के कुण्डल और 0.05H के प्रेरकत्व को एक 40Ω के अप्रेरकत्व के प्रतिरोध से समान्तर में जोडा जाता है। 50Hz पर 200V वोल्टता आरोपित किये जाने पर कुल धारा ज्ञात करे। एक फेजर चित्र दें।

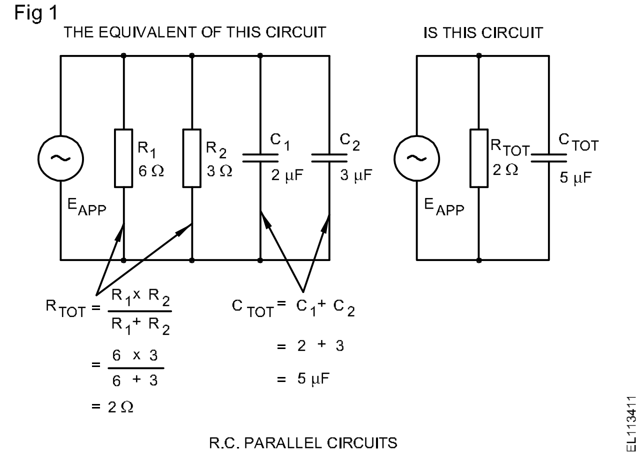
AC समान्तर परिपथ (R और C) (AC Parallel circuit (R and C))

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **समान्तर परिपथ में शाखा धारा और वोल्टता के बीच सम्बन्ध व्यक्त करने में कुल धारा और कला सम्बन्ध की गणना करना**
- **श्रेणी RC परिपथ की समान्तर परिपथ से तुलना करना**
- **A.C सिरीज और पैरलल सर्किट के विषयताओं की तुलना करना**
- **R-L-C समांतर सर्किट वेक्टर आरेख बताना ।**

समान्तर RC परिपथ (Parallel RC circuits) : एक समान्तर AC परिपथ में एक अथवा अधिक प्रतिरोधक भार तथा एक अथवा अधिक धारितीय भाग स्रोत वोल्टता के सिरों पर समान्तर में जोडे जाते है। इसलिये केवल प्रतिरोधक युक्त प्रतिरोधक शाखा में केवल धारिता युक्त धारितीय शाखायें होती है। (Fig 1) स्रोत वोटता से निकलने वाली धारा शाखाओं में विभाजित हो जाती है। इसलिये विभिन्न शाखाओं में विभिन्न धाराये होती है और धारा श्रेणी RC परिपथों की भांति एक उभय संख्या नही होती है।

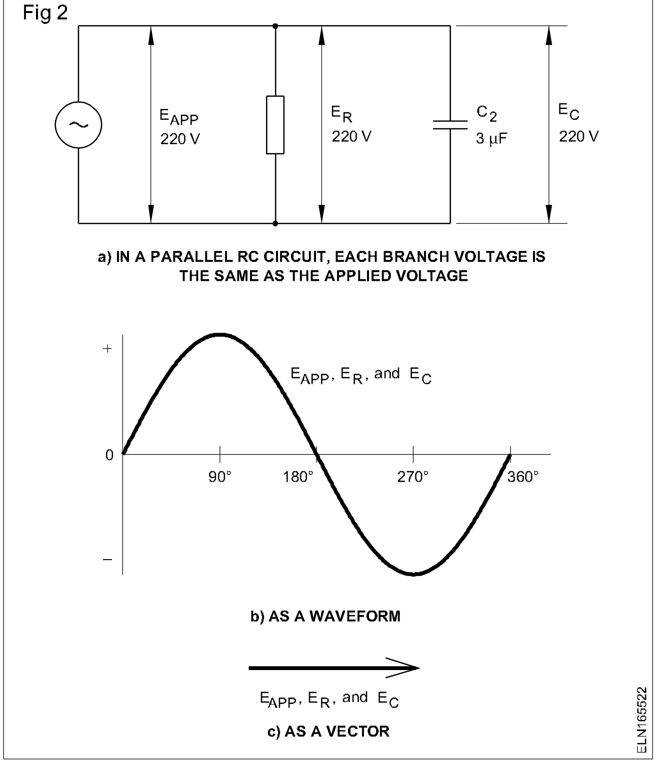
Fig 1



R.C. PARALLEL CIRCUITS

वोल्टता (Voltage) : एक समान्तर AC परिपथ में किसी अन्य समान्तर परिपथ की भांति आरोपित वोल्टता सीधी प्रत्येक शाखा पर होती है। इसलिये शाखा वोल्टता एक दूसरे के समान होती है। और सभी तीनों कला में होते है। (Fig 2) इसलिये यदि आपको कोई परिपथ वोल्टता ज्ञात है आप सभी की वोल्टता ज्ञात कर सकते है।

Fig 2

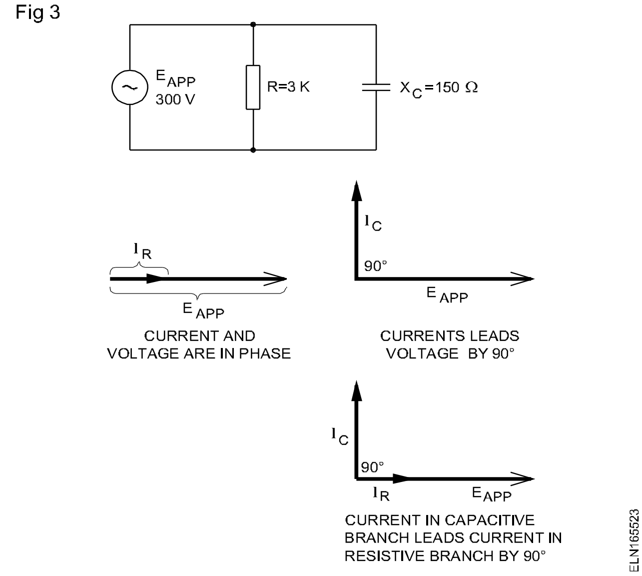


चूंकि वोल्टता पूरे परिपथ में उभय होती है यह किसी भी समान्तर RC परिपथ में सदिश प्रदर्शन के लिये एक उभय संख्या के रूप में कार्य करती है। अर्थात किसी सदिश चित्र में संदर्भ सदिश की दिशा और कला सम्बन्ध परिपथ वोल्टता के समान होगा।

परिपथ वोल्टता के साथ दो संख्यायें जिनमें यह सम्बन्ध है उनके सदिश शून्य अंश दिशा में होते है, वे संघारित्र वोल्टता और प्रतिरोध जाने वाली धारा है।

शाखा धारा (Branch current) : समान्तर RC परिपथ की प्रत्येक शाखा में धारा अन्य शाखाओं की धारा से स्वतन्त्र होती है। इस शाखा में धारा केवल शाखा के सिरों पर वोल्टता प्रतिरोध अथवा इसकी धारितीय प्रेरणिक पर निर्भर होती है। (Fig 3)

Fig 3

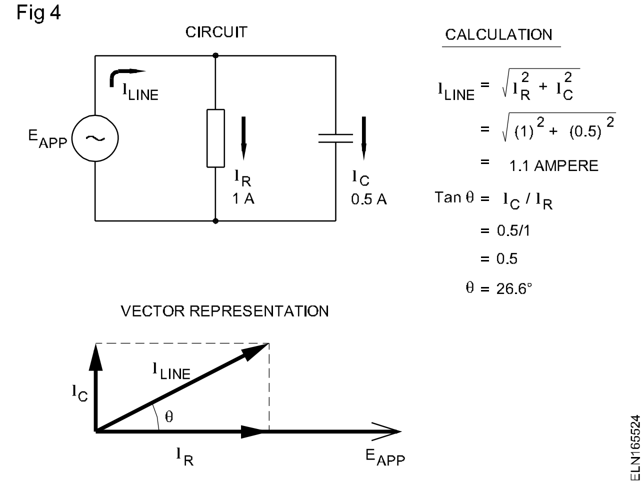


वैद्युत प्रतिरोधक शाखा की गणना समीकरण $I_R = E_{APP}/R$ है ।

वैद्युत क्षमता शाखा के समीकरण की गणना $I_C = E_{APP}/X_C$ में पाया गया है ।

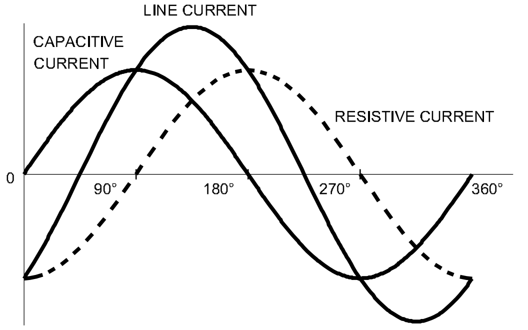
धारितीय शाखा में शाखा वोल्टता से 90° अग्रगामी होती है। चूंकि दो शाखायें वोल्टतायें समान है धारितीय शाखा में धारा (IC) प्रतिरोध शाखा धारा (IR) से 90° अग्र होना चाहिये। (Fig 4)

Fig 4



लाइन धारा (Line current) : चूंकि RC परिपथ में शाखा धारायें एक दूसरे से कला भिन्न होती है इसलिये लाइन धारा को ज्ञात करने के लिये उनका सदिश योग करना चाहिये। (Fig 5)

Fig 5



CAPACITIVE CURRENT LEADS THE RESISTIVE CURRENT BY 90°
THE LINE CURRENT IS THE VECTOR SUM OF THE RESISTIVE AND CAPACITIVE CURRENTS

ELN165525

दो शाखा धारयें 90° कला भिन्न होती है उनके सदिश एक समकोण त्रिभुज निर्मित करते है। जिनका कर्ण लाइन धारा होती है लाइन धारा

I_{LINE} की गणना में प्रयुक्त सूत्र

$I_{LINE} = \sqrt{I_R^2 + I_C^2}$ होता है।

यदि परिपथ की प्रतिबाधा और आरोपित वोल्टता ज्ञात है तो लाइन धारा की भी गणना ओम के नियम से हो सकती है

$$I_{LINE} = \frac{E}{Z}$$

चूंकि RC परिपथ की प्रतिरोधी शाखा आरोपित वोल्टता से कला में और धारितीय शाखा 90° अग्रगामी होती है। दोनों धाराओं अथवा लाइन धारा का योग आरोपित वोल्टता से एक फेज कोण से अग्र होता है जो 90° से कम लेकिन 0° से अधिक होता है।

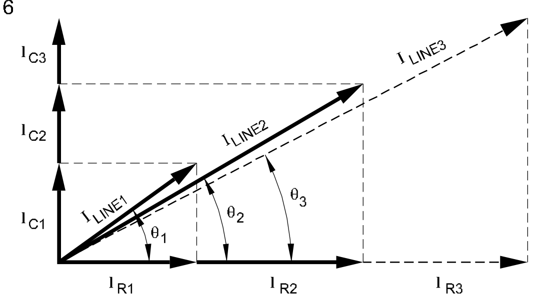
यथार्थ कोण इस बात पर निर्भर करता है कि धारितीय अथवा प्रतिरोधी धारा अधिक है। यदि धारितीय धारा अधिक है तो कोण 90° के समीप होगा। जबकि प्रतिरोधक धारा के अधिक होने पर यह 0° के समीप होगा।

कभी कोई एक दूसरे से 10 गुना अधिक है तो लाइन धारा का 0° का फेज कोण मान लेना चाहिये, यदि प्रतिरोधी अधिक है। (Fig 6) कला कोण की गणना निम्न समीकरण द्वारा दो शाखा धाराओं के मान से ज्ञात हो सकती है :

$$\tan\theta = \frac{I_C}{I_R}$$

संख्याओं $I_C = E/X_C$ और $I_R = E/R$ के मानों को उपर्युक्त समीकरण में रखने से कला कोण θ की गणना के लिये दो अन्य समीकरणों की उत्पत्ति की जा सकती है :

Fig 6



ELN165526

$$\tan\theta = \frac{R}{E_C} \qquad \cos\theta = \frac{R}{Z}$$

एक समान्तर RC परिपथ में लाइन धारा और आरोपित वोल्टता का मान ज्ञात होने पर समान्तर R_L परिपथ में प्राप्त समीकरणों का उपयोग करके परिपथ शक्ति भी ज्ञात होती है। यह है :

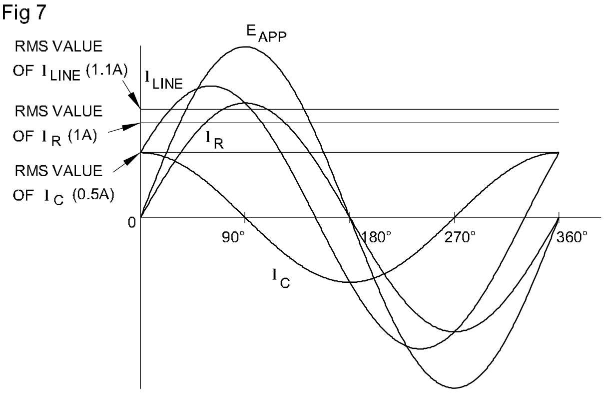
$$P_{APPARENT} = E_{APP}.I_{LINE}$$

$$P_{TRUE} = E_{APP}.I_{LINE}.\cos\theta$$

जहां cos θ शक्ति गुणक है।

धारा तरंग रूप (Current wave-forms) : चूंकि एक समान्तर RC परिपथ में शाखा धारायें कला भिन्न होती है अंकगणितीय योग की तुलना में उनका सदिश योग लाइन धारा के बराबर होता है। यह वह प्रतिबन्ध है जो श्रेणी RC परिपथ में वोल्टता पात के लिये होता है धाराओं के सदिश योग करने से उनके प्रत्येक बिन्दु पर उनके तात्क्षणिक मानों का योग होता है। इसके पश्चात औसत मान अथवा प्रभावी मान ज्ञात कर दिया जाता है। यह प्रदर्शित धारा तरंग रूप से देखा जा सकता है। (Fig 7) पूर्व पृष्ठ पर हल किये गये परिपथ के लिये ये तरंग रूप हैं।

Fig 7



EVERY POINT ON THE LINE CURRENT WAVEFORM (I_{LINE}) IS THE ALGEBRAIC SUM OF THE INSTANTANEOUS VALUES OF THE I_R AND I_C WAVEFORMS. THE RMS VALUE OF THE LINE CURRENT WAVEFORM IS THUS SHOWN TO BE EQUAL TO THE VECTOR SUM OF THE I_R AND I_C WAVEFORMS

ELN165527

प्रतिबाधा (Impedance) : समान्तर RC परिपथ की प्रतिबाधा धारा प्रवाह में प्रतिरोध शाखाओं के प्रतिरोध और धारितीय शाखाओं की धारितीय प्रतिबाधा द्वारा उत्पन्न किया गया प्रतिरोध होता है समान्तर RL परिपथ की प्रतिबाधा की भांति इसकी गणना उस समीकरण से ज्ञात

की जा सकती है जो समान्तर प्रतिरोधों के कुल प्रतिरोध को ज्ञात करने में प्रयोग किया जाता है।

लेकिन जैसा कि आप को ज्ञात है कि समान्तर RL परिपथ में दो सदिशों को सीधे नही जोडा जा सकता है सदिश योग का प्रयोग करना चाहिये। इसलिये एक समान्तर RC परिपथ की प्रतिबाधा की गणना के लिये समीकरण है,

$$Z = \frac{RX_C}{\sqrt{R^2 + X_C{}^2}}$$

जहां $\sqrt{R^2 + X_C{}^2}$ प्रतिरोध और धारितीय प्रतिघात का सदिश योग है।

उन स्थितियों में जहां आपको आरोपित वोल्टता परिपथ लाइन धारा ज्ञात है प्रतिबाधा को केवल ओम के नियम द्वारा ज्ञात किया जा सकता है :

$$Z = \frac{E_{APP}}{I_{LINE}}$$

RC परिपथ की प्रतिबाधा प्रत्येक शाखा के प्रतिरोध अथवा धारितीय प्रतिघात से सदैव कम होती है।

X_C और R के आपेक्षिक मान से ज्ञात होता है कि परिपथ लाइन धारा किस प्रकार धारितीय अथवा प्रतिरोधक है। जो सबसे कम होती है वह अधिक शाखा धारा प्रवाहित होने देती है और वही निर्णायक कारक बनती है।

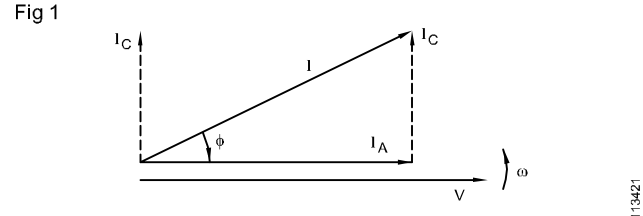
इस प्रकार यदि X_C का मान R से कम है तो प्रतिरोधक शाखा की तुलना में धारितीय शाखा में अधिक धारा होगी। और लाइन धारा की प्रवृत्ति अधिक धारितीय होने को होगी।

इसके विपरीत R के X_C से कम होने पर होगा। जब X_C अथवा R का मान दूसरे की तुलना में दस गुना अथवा उससे अधिक है तो परिपथ प्रचालन इस प्रकार होगा जैसे प्रायः प्रत्येक दृष्टि से दोनों में से बडी शाखा अस्तित्व विहीन है।

RC समान्तर परिपथ - प्रवेश्यता विधि (RC Parallel circuit - Admittance method)

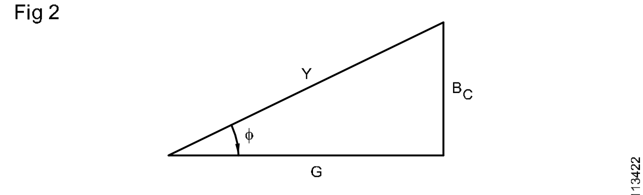
प्रवेश्यता (Admittance) : प्रतिरोध R और एक धारितीय प्रतिघाती X_C युक्त समान्तर परिपथ की प्रवेश्यता ज्ञात करने के लिये हम धाराओं IA,IC और I (Fig 1) के फेजर चित्र प्रदर्शन तथा संगत प्रवेश्यता त्रिभुज का प्रयोग करते हैं। (Fig 2)

Fig 1



PHASOR DIAGRAM

Fig 2



ADMITTANCE TRIANGLE

प्रवेश्यता $Y = \sqrt{G^2 + B_C{}^2}$

कुल धारा $I = VY$

धारा त्रिभुज से हमें निम्न प्राप्त होता है।

सक्रिय धारा $I_A = I \cos \phi$

प्रेरणित धारा $I_C = I \sin \phi$

कुल धारा $I = \sqrt{I^2A + I^2C}$

दोनों त्रिभुजों से कला सम्बन्धन निम्न से प्राप्त होता है

$$\tan \phi = \frac{I_C}{I_A} = \frac{B_C}{G} = \frac{R}{X_C}$$

यदि हमें वोल्टता V, धारा I और कला कोणϕ ज्ञात है तो R और X_C का मान ज्ञात किया जा सकता है।

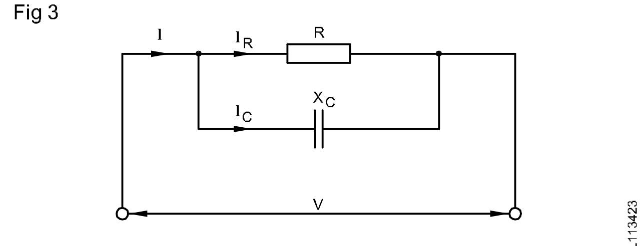
$$Y = \frac{V}{I} \quad \text{चालकता } G = Y \cos \phi$$

आग्राहिकता $B_C = Y \sin \phi$

$$R = \frac{1}{G} \text{ and } X_C = \frac{1}{B_C}.$$

R और X_C का समान्तर संम्बन्ध (Fig 3)

Fig 3



R.C. PARALLEL CIRCUIT

आलेख हल (Graphic solution)

1 V उभय सदिश की भांति

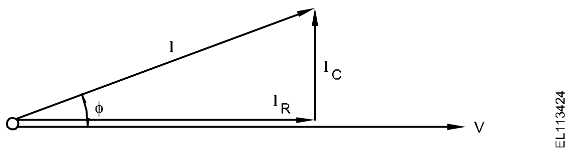
2 I_R V के साथ कला में

3 I_C 90° से अग्रित है।

4 I परिणमित की भांति (Fig 4)

5 ϕ V और I के बीच

Fig 4



$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_C}\right)^2}$$

$$Y = \sqrt{G^2 + B^2C} \text{ (Refer Fig 4)}$$

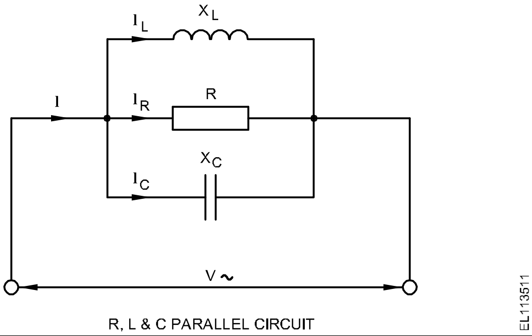
श्रेणी और समान्तर RC परिपथों की तुलना

संख्या	श्रेणी RC परिपथ	समान्तर RC परिपथ
धारा	परिपथ के प्रत्येक स्थान पर धारा समान R और C से धरायें कला में	प्रतिरोधी और धारितीय शाखाओं में विभाजित $I_{TOT} = \sqrt{I_R^{\,2} + I_C^{\,2}}$ $I_R = \frac{E_{APP}}{R}$ $I_C = \frac{E_{APP}}{X_C}$ C की धारा R की धारा से 0° आगे
वोल्टता	R और C के सिरों पर वोल्टता पात का सदिश योग आरोपित वोल्टता के बराबर $E_{APP} = \sqrt{E_R^{\,2} + E_C^{\,2}}$ C के सिरों पर वोल्टता R के सिरों की वोल्टता से 90° पीछे	प्रत्येक शाखा के सिरों पर समान वोल्टता आरोपित वोल्टता की भांति $\therefore$ R और C पर वोल्टता कला में $E_R = E_C = E_{APP}$
प्रतिबाधा	प्रतिरोध और धारितीय प्रतिघात का सदिश योग $Z = \sqrt{R^2 + X_C^{\,2}}$	गणना उसी प्रकार जैसे समान्तर प्रतिरोध में अन्तर केवल यह कि सदिश योग प्रयुक्त होता है। $Z = \frac{RX_C}{\sqrt{R^2 + X_C^{\,2}}}$
कला कोण θ	यह परिपथ धारा और अरोपित वोल्टता के के बीच का कोण है। $\tan\theta = \frac{E_C}{E_R} = \frac{X_C}{R}$ $\cos\theta = \frac{R}{Z}$	यह लाइन धारा और आरोपित वोल्टता के बीच का कोण है $\tan\theta = \frac{I_C}{I_R} = \frac{R}{X_C}$ $\cos\theta = \frac{R}{Z}$
शक्ति	स्रोत द्वारा प्रदत्त शक्ति आभासी शक्ति है शक्ति गुणक निर्णय करता है। परिपथ में व्यय शक्ति वास्तविक शक्ति है। शक्ति गुणक निर्णय करता है की आभासी शक्ति का कौन सा भाग वास्तविक शक्ति है। $P_{APP} = E_{APP}I$	$P_{TRUE} = E_{APP}I \cos\theta$ P.F. = $\cos\theta$
आवृत्ति वृद्धि का प्रभाव	X_C कम होता है परिपथ धारा में फलस्वरूप वृद्धि होती है कला कोण कम होता है अर्थात परिपथ अधिक प्रतिरोधी है	X_C कम होता है धारितीय शाखा में वृद्धि साथ ही लाइन धारा में वृद्धि कला कोण में वृद्धि अर्थात धारा अधिक धारितीय है।
प्रतिरोध वृद्धि प्रभाव	कला कोण में कमी अर्थात धारा अधिक प्रतिरोध	कला कोण में वृद्धि अर्थात धारा अधिक धारितीय
धारिता वृद्धि प्रभाव	कला कोण की कमी अर्थात धारा अधिक प्रतिरोधी	कला कोण में वृद्धि अर्थात धारा अधिक धारितीय

R,L और C समान्तर परिपथ- सदिश चित्र (R, L and C Parallel circuit - Vector diagram)

RX_L और X_C का समान्तर सम्बन्ध (Parallel connection of R, X_L and X_C) : X_L और X_C का विरोध करते है अर्थात I_L और I_C विरोध में है और आंशिक रूप से एक दूसरे को निरस्त करते है। (Fig 1)

Fig 1



R, L & C PARALLEL CIRCUIT

$I_X = I_C - I_L$ अथवा $I_L - I_C$ यह इस बात पर निर्भर होगा कि धारितीय अथवा प्रेरकीय धारा प्रबल है।

ग्राफीय हल (Graphic solution) : जब $I_L > I_C$

1 V उभय मान के रूप में

2 I_R V के साथ कला में

3 I_C 90° से अग्रगामी

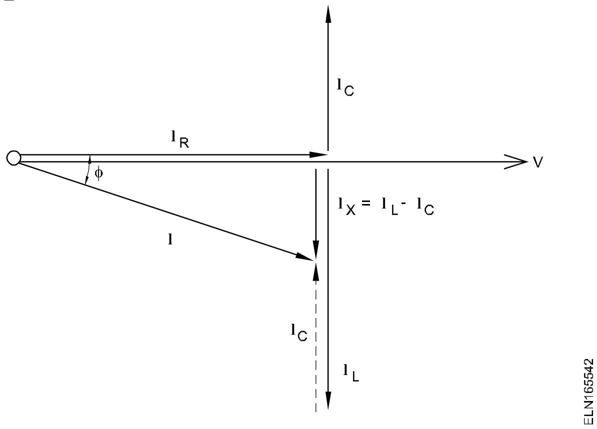
4 I_L 90° से पश्चगमी

5 I$I_X = I_L - I_C$ समान्तर

6 I परिणमित के रूप में

ϕ (यहां प्रेरणित, I पश्चगामी) (Fig 2)

Fig 2



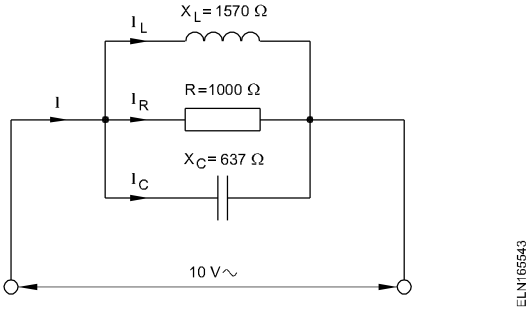
विशेष प्रकरण (Particular case) : X_L और X_C समान है,- I_L और I_C एक दूसरे को निरस्त करते है Z = R; समान्तर अनुनाद उत्पन्न होता है।

प्रेरकों में धारायें कुल धारा से अधिक हो सकती है।

अनुनाद आवृत्ति की गणना श्रेणी सम्बन्ध के भांति होती है।

उदाहरणः I_T Z शक्ति गुणक और शक्ति का (Fig 3) के अनुसार परिपथ की गणना करें।

Fig 3



दिया है

V_T = 10V

R = 1000 Ω

X_L = 1570 Ω

X_C = 637 Ω

ज्ञात है :ओम का नियम

$$I_T = \sqrt{(I_C - I_L)^2 + I_R^2}$$

हल

$$I_C = \frac{10\ V}{637\ \Omega} = 0.0157\ A = 15.7\ mA$$

$$I_L = \frac{10\ V}{1570\ \Omega} = 0.0064\ A = 6.4\ mA$$

$$I_R = \frac{10\ V}{1000\ \Omega} = 0.01 = 10\ mA$$

$$I_T = \sqrt{(0.0157 - 0.0064)^2 + (0.01)^2}$$

= 0.0137A = 13.7 mA

$$Z = \frac{10V}{0.0137\ A} = 730\ \Omega$$

$$P.F = \frac{Z}{R} \quad Y = \frac{1}{Z} \quad \text{and} \quad g = \frac{1}{R}$$

$$= \frac{730}{1000} = 0.73$$

$$= \frac{g}{Y} = \frac{1}{R} \times \frac{1}{1/Z} = \frac{Z}{R}$$

समांतर अनुवाद परिपथ (Parallel resonance circuits)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

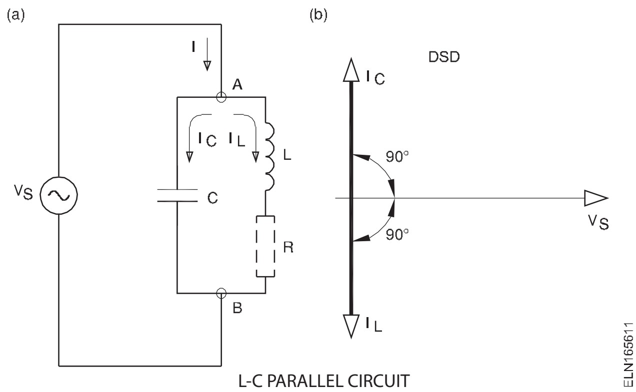
- **अनुनादी पर R-L-C समांतर परिपथों को अभिलक्षणों की सूची**
- **समांतर LC परिपथों में शब्द बैण्ड चौड़ाई का स्पष्टीकरण**
- **समांतर LC परिपथों में भण्डारन क्रिया की व्याख्या**
- **समांतर LC परिपथों के कुछ अनुप्रयोगों की सूची**
- **अनुनादी पर उससे ऊपर और नीचे श्रेणी और समांतर LC परिपथों के गुणों की तुलना।**

समांतर अनुनाद (Parallel resonance)

Fig 1, के परिपथ में एक प्रेरक और एक संघरित्र समांतर में जुड़े है, इसे समांतर LC परिपथ अथवा समांतर अनुवाद परिपथ कहते हैं। प्रतिरोध R जिसे बिंदु रेखाओं से दिखाया गया है कुण्डली के आंतरिक DC प्रतिरोध को व्यक्त करता है। R का मान प्रेरकत्व प्रतिरोध की तुलना में इतना कम हे कि इसे नगण्य माना जा सकता है।

Fig 1a, से ज्ञात होता है कि L और C के सिरों पर वोल्टता समान है और निवेश वोल्टता V_S के बराबर है।

Fig 1



L-C PARALLEL CIRCUIT

संधि A, पर किरचॉफ के नियमानुसार

$I = I_L + I_C$.

प्रेरक में धारा I_L (R को नगण्य मानकर), V_S से 90° पश्चगामी है। संधरित्र में धारा I_C, वोल्टता V_S से 90° अग्रमामी है। इसलिए फेजर Fig 1b के अनुसार दो धाराएं एक दूसरे से कला बाहर पर हैं। अपने परिमाण के अनुसार वे एक दूसरे का आयातों पूर्ण अथवा आंशिक रूप से निरसन करती है।

यदि $X_C < X_L$, तो $I_C > I_L$, और परिपथ धारितीय होता है।

यदि $X_L < X_C$, तो $I_L > I_C$, परिपथ प्रेरकीय होता है।

यदि $X_L = X_C$, तो $I_L = I_C$, इसलिए परिपथ शुद्ध प्रतिरोधी होता है।

परिपथ में शून्य धारा का अर्थ समांतर LC की अन्नत प्रतिबाधा से है। इस सिति में जहां एक विशेष आवृत्ति f_r के लिए $X_C = X_L$, होता है समांतर LC परिपथ समांतर अनुवादी कहलाता है।

सांरश में अनुवाद पर समांतर अनुवाद परिपथ के लिए,

$X_L = X_C$,

$Z_p = \infty$

$I_L = I_C$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$I = \frac{V}{Z_P} \approx 0$$

समांतर अनुवाद परिपथ में अनुवाद पर शुद्ध L (प्रतिरोध रहित) और एक शुद्ध C हास रहित की प्रतिबाधा अनन्त होगी । व्यवहारिक परिपथों में प्रेरकत्व के कितना ही कम होने पर उसमें कुछ प्रतिरोध होगा। इस कारण अनुवाद पर शाखा धाराओं में फेजर योग शून्य न होकर धारा I का कुछ मान होगा।

यह लघु धारा I आरोपित वोल्टता के फेज में होगी। जिससे परिपथ की प्रतिबाधा यघपि अनन्त नही पर अत्यधिक होगी।

सारांश में अनुवाद पर समान्तर अनुनादी परिपथ के तीन मुख्य अभिलक्षणिक होगें

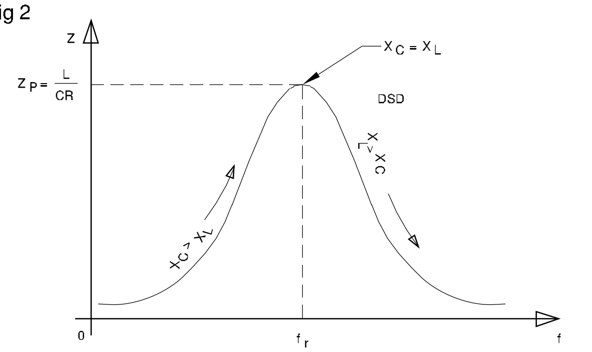
- परिपथ धारा और आरोपित वोल्टता का कलान्तर शून्य होगा
- अधिक तम प्रतिबाधा
- न्यूनतम लाइन धारा

Fig 2 में आवृति के साथ में समान्तर अनुवाद परिपथ में प्रतिबाधा परिवर्तन प्रदर्शित किया गया है।

In Fig 2 में समान्तर अनुनाद परिपथ में निवेश सिगनल आवृति को अनुवाद आवृति f_r से दूर ले जाते है तो परिपथ की प्रतिबाधा कम होती है अनुवाद पर प्रतिबाधा Z_p निम्न से प्राप्त होती है।

$$Z_P = \frac{L}{CR}$$

Fig 2



FREQUENCY VERSES IMPEDENCE OF A PARALLEL RESONANT CIRCUIT

ELN165612

अनुवाद पर यघपि परिपथ धारा न्यूनतम होती है लेकिन I_L और I_C के परिमाण लाइन धारा से बहुत अधिक होते है इसलिए एक समान्तर अनुवाद परिपथ को धारा आवर्धक पथ भी कहते है।

समान्तर अनुवाद में धारा आवर्धन के अधिक विवरण के लिये इस पुस्तक के अन्त की सदर्भ पुस्तकें देखें।

समान्तर अनुनाद परिपथों में बैण्ड चौडाई (Bandwidth of parallel resonant circuits)

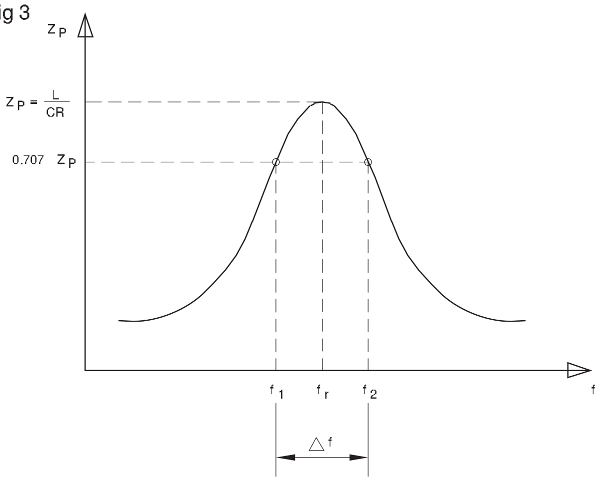
जैसी कि श्रेणी अनुवाद में बताया जा चुका है कि सभी अनुवाद परिपथो में अनुवाद आवृति f_r और जो अनुवादी नही है उनमें विवेचन कर सकने का गुण होता है। अनुवाद परिपथों में इस विवेचन गुण को उसकी **बैएड चौडाई (BW)** से व्यक्त किया जाता है।

श्रेणी अनुवाद परिपथो के लिए परिपथो की अनुवाद आवृति (f_r) पर अनुक्रिया को लाइन धारा के पदो में जो अधिकतम होती है और समान्तर अनुवाद परिपथ में प्रतिबाधा को जो अधिकतम होती है व्यक्त किया जाता है।

समान्तर अनुवाद परिपथ में बैण्ड चौडाई को अनुवाद आवृति के दोनों ओर बिन्दुओं द्वारा जिन पर प्रतिबाधा Z_p का मान अनुवाद पर अपने अधिकतम मान का 0.707 अथवा $1/\sqrt{2}$ होता है से व्यक्त किया जाता है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है।

Fig 3 से समान्तर अनुवाद परिपथ पर

Fig 3



BANDWIDTH OF PARALLEL RESONANCE CIRCUIT

ELN165613

बैण्ड चौडाई BW = $\Delta f = f_2 - f_1$

जैसी कि Fig 3 से स्पष्ट है कि Z_p का मान कुण्डली के प्रतिरोध R (Z_p = L/CR)पर निर्भर करता है.यदि Rका मान कम है तो Z_p का मान अधिक और इसका विलोमत होता है ।

चूंकि बैण्ड चौडाई. Z_p पर निर्भर करती है और Z_p R पर निर्भर करता है इसलिये कहा जा सकता है कि अनुनादी परिपथ की बैण्ड चौडाई कुण्डल से सम्बधित प्रतिरोध पर निर्भर करती है। इस प्रकार कुण्डल का प्रतिरोध, अन्ततः परिपथ के Q निर्णय करता है। इथ्स प्रकार कुण्डल काQ पनुनाद परिपथ की बैण्ड चौडाई का निर्णय करता है और निम्न से प्राप्त होता है

$$\text{बैण्ड चौडाई(BW)} = (f_2 - f_1) = \frac{f_r}{Q}$$

समान्तर अनुनाद परिपथ की भण्डारन क्रिया (Storage action of parallel resonance circuit)

समान्तर अनुवाद पथ पर यघपि परिपथ धारा न्यूनतम(आदर्श शून्य) होती है फिर भी I_Lऔर I_C वहां उपस्थित होगी। यह I_Lऔर I_C Lऔर C से निर्मित बन्द पाश मं परिंसाचारी धारा संघचित्र और प्रेरक के बीच में पथ करती हुए बारी बारी से प्रत्येक को आवेशित होता है उर्जा भण्डारित होती है और जब निरावेशित होता हे यह अपनी भण्डारित उर्जा को दे देता है।

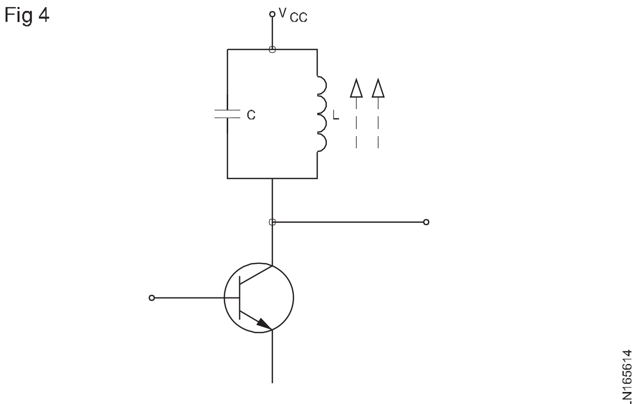
LC परिपथ के अन्दर की धारा भण्डारित उर्जा को L C. के बीच आगे पीछे चालू करती रहती है। यदि प्रेरक में प्रतिरोध नही है और संघरित्र हास रहित है तो इस थप थप अथवा आवेशन और निरावेशन के दोलनों को बनाये रखने के लिए अतिरिकत वाहय उर्जा आवश्यक नही होगी । लेकीन व्यवहारिक परिपथ में चुंकि।

LC आदर्श नही पाये जाते इसलिये पर संचारित उर्जा की कुछ मात्रा का ह्रास क्रुण्डल के प्रतिरोध और संघरित्र के कारण होता है। हास हुई बस उर्जा के पूर्ति स्त्रोत आपूर्ति (V_S)को परिपथ धारा Iके रूप में करना चाहिए।

इस धारा को इसलिये **प्रतिकर धारा (make-up current)** कहते है समांतर अनुनाद परिपथ की इस भण्डारन क्रिया के कारण ही इसको **टैंक परिपथ (tank circuit)** का नाम दिया गया हे जो प्रायः समान्तर अनुवादी परिपथों के साथ प्रयुक्त होता हैं

समान्तर अनुनाद परिपथों के अनुप्रयोग (Application of parallel resonant circuits)

समान्तर अनुवाद परिपथों अथवा टैंक परिपथों को प्रायः सभी उच्च्व आवृति परिपथों में प्रसुक्त किया जाता है Fig 4 की भांति टैंक परिपथों का उपयोग C श्रेणी के प्रवर्धकों में प्रतिरोधक लोड के स्थान संग्राहक लोड की भातिं किया जाता है।



श्रेणी अनुनाद और समान्तर अनुनाद परिपथ पर उनको अनुनाद आवृति f_r के ऊपर और नीचे आवृति की तुलनात्मक अध्ययन निम्न टेबल में दर्शित है।

गुण	श्रेणी परिपथ	समान्तर परिपथ
	अनुनाद आवृति पर	
अनुनाद आवृति f_r	$= \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$= \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
प्रतिघात	$X_L = X_C$	$X_L = X_C$
प्रतिबाधा	न्यूनतम (Z_r = R)	अधिकतम (Z_r = L/CR)
धारा	अधिकतम	न्यूनतम
गुणता गुणक	$\frac{X_L}{R}$	$\frac{X_L}{R}$
बैण्ड चौडाइ	$\frac{X_L}{R}$	$\frac{X_L}{R}$
	अनुनाद आवृति से ऊपर	
प्रतिघात	$X_L > X_C$	$X_C > X_L$
प्रतिबाधा	वृद्धि होती है	घटती है
कलान्तर	धारा आरोपित वोल्टता की पश्चागी	धारा आरोपित वोल्टता की अग्रगामी धारितीय
प्रतिघात के प्रकार	प्रेरकीय	धारितीय
	अनुनाद आवृति से नीचे	
प्रतिघात	$X_C > X_L$	$X_L > X_C$
प्रतिबाधा	वृद्धि होती है	घटती है
कलान्तर	धारा आरोपित वोल्टता की अग्रगामी	धारा आरोपित वोल्टता की पश्चगामी
प्रतिघात के प्रकार	धारितीय	प्रेरकीय

AC सिंगल फेज प्रणाली में शक्ति, ऊर्जा एवं पावर फैक्टर - समस्याएँ (Power, energy and power factor in AC single phase system - Problems)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **सिंगल फेज परिपथ में पावर और पावर फैक्टर के मध्य संबंध बताना**
- **कनेक्शन डायग्राम बनाकर पावर फैक्टर मीटर का प्रयोग की पाठ्यांक लेना**
- **AC सर्किट में पावर फैक्टर एवं पावर से संबंधित समस्या को हल करना।**

DC सर्किट में पावर की गणना निम्न सूत्र की सहायता से की जा सकती है

– $P = E \times I$ watts

– $P = E^2/R$ watts.

यदि AC सर्किट में शुद्ध प्रतिरोध जुड़ा है तो उपयुक्त सूत्र की सहायता से पावर की गणना की जा सकती है। ध्यान रहे कि AC सर्किट में रिएक्टेंस उपस्थित होता है।

AC सर्किट में पावर (Power in AC circuit) AC सर्किट में तीन प्रकार के पावर होते हैं-

– वास्तविक शक्ति

– प्रतिघाति शक्ति

– आभाषी शक्ति

वास्तविक शक्ति (Active power (True power)): AC सर्किट में पावर की गणना DC सर्किट से भिन्न होती है। एक्टिव पावर V x I cos के द्वारा ज्ञात किया जाता है, जहां cos पावर फैक्टर हैं (cosine करंट एवं वोल्टेज के बीच का phase angle) जो यह सूचित करता है कि लोड शुद्ध प्रतिरोधक नहीं है और न ही करंट एवं वोल्टेज इनफेज हैं। करंट का सिर्फ वह हिस्सा जो वोल्टेज के साथ Imphase रहता है, पावर उत्पन्न करेगा। जिसे वाटमीटर की सहायता से मापा जा सकता है।

प्रतिघाति शक्ति (Reactive power (P_r)) : प्रतिघाति शक्ति के साथ (वाटलेस पावर)

$$P_r = V \times I \times \sin\theta$$

करंट का वह भाग जो वोल्टेज से 90^0 आउट ऑफ फेज रहता है, उसी करंट का यहाँ प्रयोग होता है। केंडेसर, इंडक्टर AC ऊर्जा संग्राहक दूसरी ओर इसे स्त्रोत को वापस करते हैं। इस प्रकार की स्थानांतरित पावर रिएक्टिव पावर कहलाती है, जिसे V/A Reactive या Vars से मापा जाता है। True पावर की तरह Reactive power से उपयोगी कार्य नहीं किया जा सकता है।

आभाषी शक्ति (Apparent power) : आभाषी शक्ति, $P_a = V \times I$.

आभाषी शक्ति की गणना उसी तरह से की जा सकती है - जिस प्रकार से धारा की गणना वोल्टमीटर एवं अमीटर की सहायता से किया जाता है।

यह साधारण परिपथ को कुल वोल्टेज और करंट के गुणनफल होता है। जिसकी इकाई वोल्ट-एम्पीयर (VA) है।

शक्ति त्रिभुज (Power Triangle) : सर्किट में के तीन प्रकार को AC परिभाषित करती है

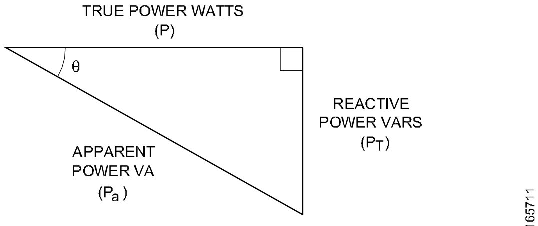
– वास्तविक शक्ति वाट में (P)

– अपघाती शक्ति vars में (P_r)

– आमापी शक्ति VA (P_a)

तीन प्रकार के पावर के संबंध को पावर ट्रेंगल के द्वारा समझाया जा सकता हैं। (Fig 1)

Fig 1



POWER TRIANGLE

यहां

$P_a^2 = P^2 + P_r^2$ वोल्ट एम्पियर (VA)

जहाँ 'P_a' आमापी शक्ति वोल्ट एम्पियर में (VA)

'P' वास्तविक शक्ति वाट में (W)

P_q अपघाटी शक्ति (VAR) में

पावर फैक्टर (Power Factor)

AC सर्किट में वास्तविक शक्ति और आभाषी शक्ति के अनुपात को पावर फैक्टर कहा जाता है। यदि हम किसी शक्ति त्रिभुज (Fig 2) को देखते

Fig 2

(a) POWER TRIANGLE FOR A SERIES OR PARALLEL RL CIRCUIT. (b) POWER TRIBNGLE FOR A SERIES OR PARALLEL RC CIRCUIT.

POWER TRIANGLES SHOWING THAT $\frac{P}{P_a}$=COS θ

है, तो हमें वास्तविक शक्ति और आभाषी शक्ति का अनुपात प्राप्त होता है जिसे cosine से θ. कोण से दर्शाते हैं।

$$\text{पावर फैक्टर} = \frac{P}{P_a} = \text{Cos}\,\theta$$

इस समीकरण में समकोण शक्ति त्रिभुज की सहायता से तीनों प्रकार के पावर के मध्य संबंध दर्शाया जा सकता है, जिसमें पावर फैक्टर वास्तविक शक्ति एवं आभाषी शक्ति का अनुपात होता है। इंडक्टिव लोड में पावर फैक्टर P.F का मान लैगिंग एवं कैपेसिटीव लोड Power factor में लीडिंग होता है। (Fig 2)

किसी सर्किट में टू पारवर प्राप्त करने के लिए पावर फैक्टर का मान इस बात पर निर्भर करता है कि सप्लाई/स्त्रोत से कितनी मात्रा में करंट प्रवाहित होती है। किसी सर्किट में यदि Power factor निम्न है तो उसे यूनिटी P.F. की अपेक्षा अधिक की आवश्यकता होती है।

एकल कला ऊर्जा (Single phase energy)

किसी कार्य को संपादित करने में वास्तविक शक्ति एवं समय (+) का गुणनफल ऊर्जा कहलाता है।

(ie) ऊर्जा = वास्तविक शक्ति x समय

= वोल्टेज x धारा x पावर पैक्टर x समय

= VI Cos θ x t (समय आवर में)

ऊर्जा की इकाई वाट-आवर है तथा इसकी व्यवसायिक इकाई KWH या यूनिट (बोर्ड ऑफ ट्रेड यूनिट BOT) से दर्शाई जाती है।

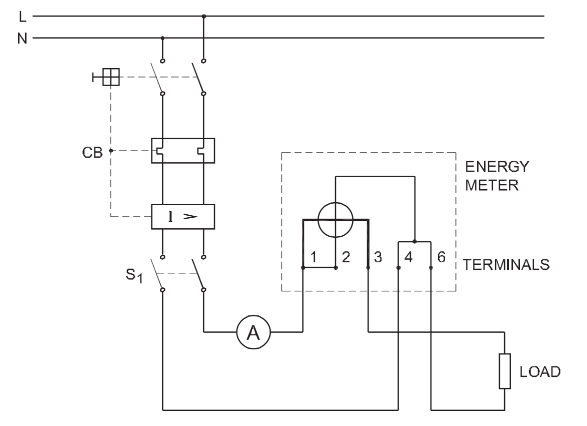
ऊर्जा निम्न कारकों पर निर्भर करती है :

- वोल्टेज
- करंट
- पावर फैक्टर (लोड)
- समय

एकल कला ऊर्जा (1 एनर्जी - 1 एनर्जी मीटर की सहायता से मापी जा सकती है। जिसमें 4 टर्मिनल्स होते हैं - इनकमिंग 2 एवं outgoing - 02 टर्मिनल्स (न्यूट्रल कॉमन होता है))

कनेक्शन Fig 3 में दिखाया गया ।

Fig 3

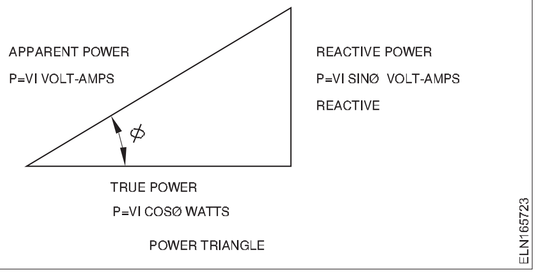


SINGLE PHASE ENERGY METER CONNECTION

RL और C सीरीजवाले AC सर्किट में पावर (Power in AC circuit having R L and C in series)

जैसे कि हम पूर्व से जानते है कि शक्ति त्रिभुज (power tringle) में 3 अवयव होते हैं जैसे Fig 1 में दिखाया गया है ।

Fig 1



POWER TRIANGLE

उपरोक्त फार्मूला AC सिंगल फेस सर्किट में उपयोग किया जाता है । पत्रंतु केपेसिटिव रिएक्टैंव तथा इंडक्टिव रिएक्टैंस का मान सर्किट के कैपेसिटिव या इंडक्टिव होने पर निर्भर करता है । जब कैपेसिटिव रिएक्टैंस का मान इंडक्टिव रिएक्टैंस अधिक होता है तो पावर फैक्टर लीडिंग होगा । अन्यथा इसका उल्टा होगा ।

यदि किसी AC सर्किट का प्रतिरोध 100 ओह्म इंडक्टैंस (L) का मान 0.2 H और कैपेसिटेंस का मान 120 μF तथा वे 200 V 50 C/S से जुडें है। तब इंपीडैंस, करंट, पावर फैक्टर तथा पावर की गणना कीजिए।

कैपेसिटिव रिएक्टैंस = 1/ 2πfc ohms.

$$X_C = \frac{1 \times 10^6}{2 \times \pi \times 50 \times 120} = 26.53 \text{ ohms}$$

इंडक्टिव रिएक्टैंस

$X_L = 2\pi fL.$

$X_L = 2 \times \pi \times 50 \times 0.2 = 62.83$ ohms.

अत:, $X_L - X_C = 62.83 - 26.53 = 36.30$ ohms.

$$\text{इंपीडैन्स} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$= \sqrt{100^2 + (62.83 - 26.53)^2}$$

$$= \sqrt{100^2 + (36.3)^2} = 106.4\text{ohms}$$

$$\text{करंट} = \frac{\text{Voltage}}{\text{Impedence}} = \frac{200}{106.4} = 1.88\text{A}$$

पावर फैक्टर = $\frac{R}{Z} = \frac{100}{106.4} = 0.94$ (lagging)

जब्र X_L का मान X_c से अदिक है सर्किट में लैगिग पावर फैक्टर होगा ।

ली गई शक्ति = V I cos θ

= 200 x 1.88 x 0.94 = 353.4 W.

उदाहरण 1

यदि 10 का प्रतिरोध 0.1 H का इंडक्टैंस तथा 100μF का कंडेसर किसी AC सीरीज़ सर्किट में जुड़े है। सप्लाई स्त्रोत 220 V 50 c/s है तो करंट और पावर की गणना कीजिए।

हल

R = 10 ohms

L = 0.1 H

C = 100 μF

$X_C = 1/ 2\pi fC$

$$X_C = \frac{10^6}{2 \times 3.14 \times 50 \times 100}$$

= 31.85 ohms.

$X_L = 2\pi FL$

= 2 x 3.14 x 50 x 0.1

= 31.4 ohms.

$X = X_C - X_L = 31.85 - 31.4$

= 0.45 ohms.

$Z = \sqrt{10^2 + (0.45)^2}$ = 10 ohms (लगभग)

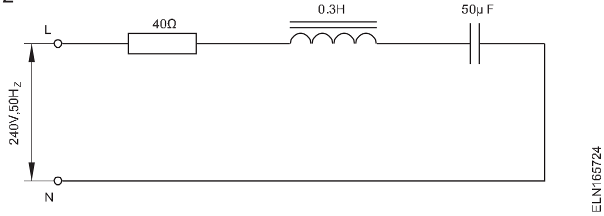
I = 220/ 10 = 22 A

PF = cos θ = R/Z = 10/10 = 1.Unity PF लगभग

उदाहरण 2

परिपथ Fig 2 में दिया गया है

Fig 2



गणना करें

a कुल रिएक्टैंस

b इंपीडेंस (Z)

c करंट

d R,L और C के सिरों पर वोल्टेज ड्रॉप

e वेक्टर डायग्राम बनाना

f गणना किए गए सप्लाई वोल्टेज के मान के आरोपित सप्लाई वोल्टेज से तुलना करना।

g शक्ति गुणांक

h शक्ति गुणांक कोण

हल

a इंडक्टिव रिएक्टेंस

$X_L = 2\pi fL = 2 \times 3.14 \times 50 \times 0.3 = 94.2$ ohms

$X_C = 1/2\pi fC$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 50 \times 10^{-6}} = \frac{10^6}{15714} = 63.69 \text{ ohms}$$

कुदल रिएक्टेंस = $X_L - X_C$ = 94.2 – 63.69 = 30.51 ohms.

सर्किट के लिए इम्पीडस Z

b $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{40^2 + (30.51)^2}$

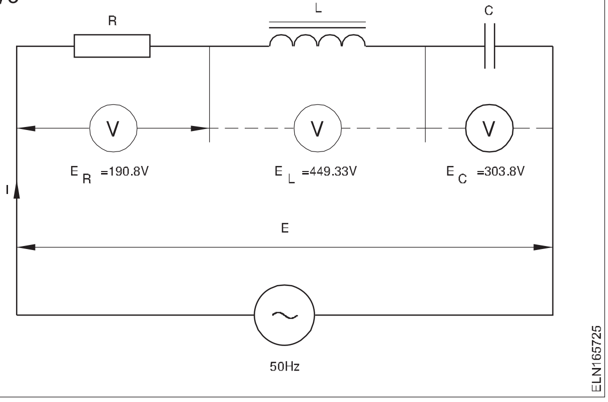
$= \sqrt{1600 + 930.86} = \sqrt{2530.86} = 50.30$ ohms

c RLC सीरीज सर्किट में करंट

श्रेणी सर्किट में करंट I = E/ Z = 240/50.3= 4.77 amps.

d R, L व C में सिरों पर वोल्टेज ड्राप (Fig 3)

Fig 3



E_R = IR = 4.77 X 40 = 190.8 volts

$E_L = IX_L$ = 4.77 X 94.2 ohms = 449.33 volts

$E_C = IX_C$ = 4.77 X 63.69 = 303.80 volts.

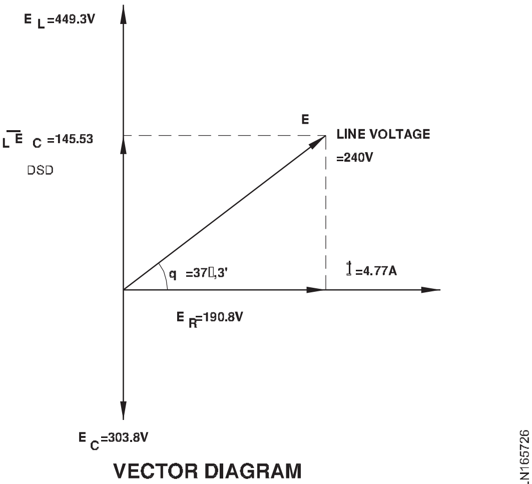
रेजिस्टेंस के सिरों पर 190.8 वोल्टेज और इंडक्टर और कैपेसिटर के सिरों के बीच के 145.53 वोल्टेज ड्राप के अंतर $(E_L - E_C)$ का सदिश योग लाइन वोल्टेज 240 v वे बराबर होगा ।

$$E = \sqrt{E_R^2 + (E_L - E_C)^2} = \sqrt{190.8^2 + (449.33 - 303.80)^2}$$

अतः E = 240 volts.

e सदिश आरेश Fig 4 में दिखाया गया है ।

Fig 4



VECTOR DIAGRAM

f गणना किया गया वोल्टेज और लगाया गया वोल्टेज बराबर है 240V

g पावर फैक्टर Cos θ = E_R/ E = 190.8/240 = 0.798.

h पावर फैक्टर कोण 37°3'. (कोज्या सारणी से)

अनुप्रयोग (Application)

इस प्रकार के R-L-C सीरीज़ सर्किट का उपयोग इलेक्ट्रॉनिक ट्यूनिंग परिपथ जैसे रेडियो/टी.वी. में चाही गयी स्टेशन या चैनल प्राप्त करने के लिए किया जाता है। एक परिवर्ती कंडेसर जिसे गेंग कंडेसर किया जाता है जिसका प्रयोग $X_L = X_C$ होने पर चाही गयी स्टेशन/चैनल की फ्रेकवेंसी प्राप्त करते है, इस स्थिति में सर्किट में अधिकतम धारा प्रवाहित होती है।

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

जब $X_L = X_C$

Z = R

धारा I = V/ R जो अधिकतम है ।

इस स्थिति में सर्किट को रेजोनेंट कहा जाता है।

रेजोनेस के स्थिति में आकृति

$$f_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

as $X_L = X_C$

$2\pi f_R L = 1/2\pi/RC$

अतः

$$f_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

AC समांतर परिपथ (सर्किट) में समस्याएँ (AC Parallel circuit problem)

व्यवहारिक में सभी औद्योगिक एवं घरेलू वैद्युतिक परिपथ सामांतर में संयोजित किए जाते हैं जिससे वोल्टेज का मान समान रूप से प्रवाहित होता है। सामांतर परिपथ के सभी शाखाओं में वोल्टेज का मान सप्लाई वोल्टेज के बारबर होता है इस प्राकर से शाखाओं परिपथ में प्रवाहित हाने वाली धाराओं का गणितीय योग कुल करंट के बराबर होना आवश्यक नहीं हैं। यह सत्य है क्योंकि ब्रांच शाखाओं में प्रवाहित होने वाली करंट वोल्टेज से **out of phase** होता है जो कि इस लक्ष्य पर निर्भर करता है कि लोड रैजिस्टिव, इंडक्टिव **(V lead I)** या कैपेसिटिव **(I lead V)** लोड से जुड़ा है।

इस प्रकार कुल करंट का मान शाखाओं में प्रवाहित होने वाली धाराओं के सदिश योग या घटाव से प्राप्त किया जाता है। (एडमिटेंस विधि या वेक्टर विधि से)

AC समांतर परिपथ को हल करने की सदिश विधि (Vector method of solving AC parallel circuit)

AC समांतर सर्किट के वेक्टर डायग्राम बनाने हेतु निम्न नियमों की आवश्यकता होती है-

i परिपथ के सभी शाखाओं के वोल्टेज मान को क्षैतिज रेखा (X axis) से दर्शाया जाता है।

ii शुद्ध प्रतिरोधी परिपथ में करंट को भी (X axis) पर संबंधित सदिश के साथ दर्शाया जाता है।

iii शुद्ध इंडक्टिव सर्किट में करंट को वोल्टेज वेक्टर से 90^0 लैग पर (Y axis) दर्शाया जाता है।

iv शुद्ध कैपेसिटिव सर्किट में करंट वोल्टेज से 90^0 लीड करती है जिसे Y axis पर दर्शाया जाता है।

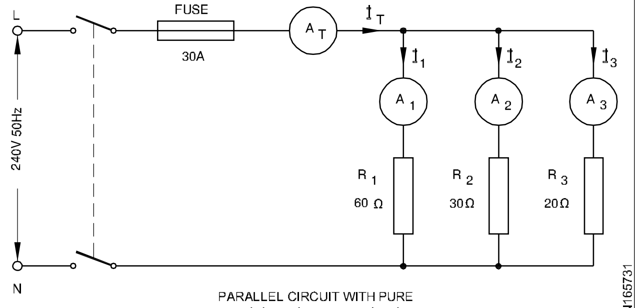
v कुल करंट प्राप्त करने के लिए सदिश घटाव/जोड़ विधि का प्रयोग किया जाता है।

उदाहरण 1

शुद्ध प्रतिरोध समांतर सर्किट में

Fig 1 में दिखाए गए परिपथ पर विचार करें जिसमें समांतर परिपथ की तीनों शाखाओं में शुद्ध प्रतिरोध जुड़े हुए हैं-

Fig 1



PARALLEL CIRCUIT WITH PURE RESISTANCE IN BRANCHES

Fig 1 में दर्शाए परिपथ के लिए निम्नांकित ज्ञात करें-

i प्रत्येक शाखा द्वारा लिया गया करंट (I_1, I_2 & I_3).

ii शाखा धाराओं एवं शाखा वोल्टेज का सदिश आरेख।

iii लाइन करंट I_T.

iv कुल प्रतिरोध

v शक्ति गुणांक कोण (P.F Angle) एवं शक्ति गुणांक (P.F)

vi समांतर परिपथ द्वारा ली गई कुल शक्ति (Power)

हल

i शाखा धारा $I_1 = \frac{V}{R_1}$

$= \frac{240}{60} = 4$ amps

शुद्ध प्रतिरोधी है अतः वोल्टेज के इनफेज हैं।

शाखा धारा $I_2 = \frac{V}{R_2}$

$= \frac{240}{30} = 8$ amps

शुद्ध प्रतिरोधी है अतः वोल्टेज के इस फेज है ।

शाखा धारा $I_3 = \frac{V}{R_3}$

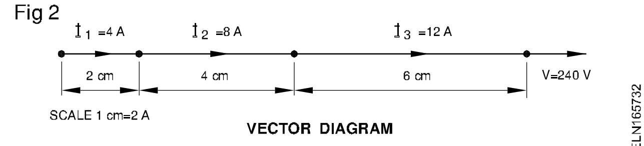
$= \frac{240}{20} = 12$ amps

शुद्ध प्रतिरोधी है अतः वोल्टेज के इन फेज है ।

ii अब ऊपर दर्शाये गए नियमानुसार सदिश आरेख बताएँ ।

निर्धारित पैमाना 1cm = 2 amps. (Fig 2)

Fig 2



VECTOR DIAGRAM

iii कुल करंट I_T सभी ब्रांच करंट I_1, I_2 व I_3 के योग के बराबर है जबकि वे एक दूसरे के इन फेज है ।

$I_T = I_1 + I_2 + I_3$

$= 4 + 8 + 12 = 24$ amps.

iv सभी शाखाओं में शुद्ध प्रतिरोध लोह है अतः कुल प्रतिरोध R_T कुल इंपीडेंस Z के बराबर होगा ।

The total resistance $R_T = Z = \frac{V}{I_T}$

$= \frac{240}{24} = 10$ ohms.

v सदिश चित्र के अनुसार दिये गये वोल्टेज और करेंट में बीच पावर फैक्टर कोण शून्य है ।

पॉवर फैक्टर कोण = 0

पॉवर फैक्टर = cos ø

= cos 0 = 1 एकता

vi सर्किट में ली जानेवाली कुल-पावर

$I_T^2 R_T = VI_T \cos ø = 24^2 \times 10$

$= 240 \times 24 = 5760$ watts.

(कुल करंट I_T वोल्टेज के साथ इनफेज है)

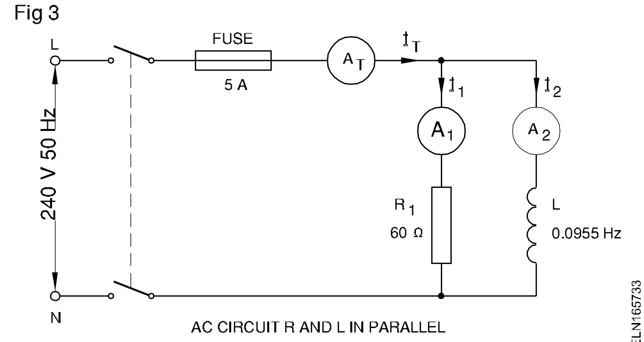
उदाहरण 2

समांतर परिपथ R एवं X_2 शाखाओं में (Parallel circuit with R and X_L in branches)

अब एक ऐसे समान्तर परिपथ पर विचार करें- जिसके एक शाखा में शुद्ध प्रतिरोध और दूसरे शाखा में शुद्ध इंडक्टैंस जुड़ा हो।

Fig 3 में दर्शाए परिपथ के लिए निम्नांकित ज्ञात करें।

Fig 3



AC CIRCUIT R AND L IN PARALLEL

i शाखा धारा

ii सदिश आरेख बनाना

iii कुल धारा

iv पावर फैक्टर एंगल एवं पावर फैक्टर

v कुल इम्पीडेंस (प्रतिबाधा)

vi परिपथ की शक्ति

हल

i ब्रांच करंट $I_1 = \frac{V}{R_1}$

$= \frac{240}{60} = 4$ amps

शुद्ध प्रतिरोधी है अतः वोल्टेज के इनफेज हैं ।

ब्रीच करंट I_2 की गणना करने के लिए पहले इंडक्टिव रिएक्टेंस X_L का मान ज्ञात करना है ।

$X_L = 2\pi FL = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 0.0955$

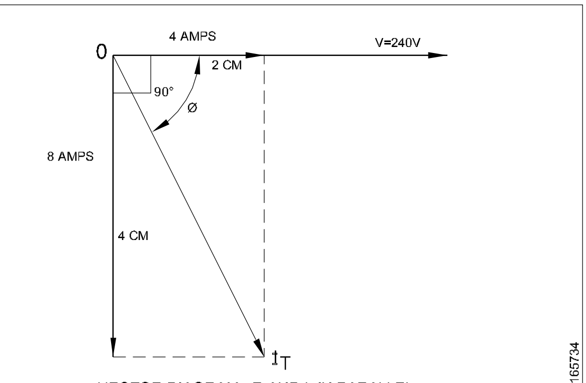
$= 30$ ohms.

अतः ब्रांच करेंट $I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{240}{30} = 8$ amps.

शुद्ध इंडक्टिव है अतः यह रिये गये वोल्टेज से 90° लैग करता है ।

ii नियमानुसार सदिश आरेख खीचें : पैमाना 1 cm = 2 amps. (Fig 4)

Fig 4



VECTOR DIAGRAM - R AND L IN PARALLEL

कुल धारा I_T का मान ज्ञात करने के लिए समांतर चर्तुभुज पूरा करो ।

कोण ø का मान और $0I_T$ की लंबाई मापें ।

iii मापा गया कोण 63° 26' है ।

पॉवर फैक्टर = Cos 63° 26'

= 0.447 लेगिंग

iv $0I_T$ की लंबाई = 4.47 cm.

अतः $I_T = 4.47 \times 2 = 8.94$ amps.

परिपथ का संयुक्त इंपीडेंस = Z.

v परिपथ द्वारा ली जाने वाली पॉवर

$P = VI \cos ø = I_1^2 R$

$= 240 \times 8.94 \times 0.447 = 4^2 \times 60$

= 959 watts लगभग 960 watts.

उदाहरण 3

R और X_C के साथ समांतर परिपथ

अब एक समांतर सर्किट पर विचार करें जिसकी दो शाखाओं में शुद्ध प्रतिरोध तथा तीसरी शाख में शुद्ध कैपेसिटेंस जुड़ा हो।

Fig 5 में दर्शाए परिपथ के लिए निम्नांकित प्राप्त करें

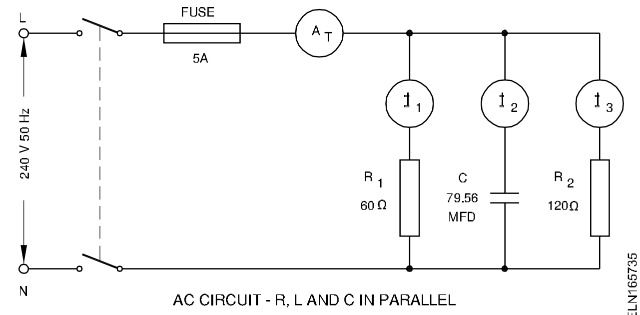
i ब्रांच करंट

ii ब्रांच करंट की सदिश आरेख

iii कुल करंट (I_T)

iv पावर फैक्टर एंगल

Fig 5



AC CIRCUIT - R, L AND C IN PARALLEL

v शक्ति गुणांक

vi परिपथ की शक्ति

हल

i ब्रांच करेंट $I_1 = \frac{V}{RI} = \frac{240}{60} = 4$ amps

शुद्ध प्रतिरोधी है अतः वोल्टेज के इनफेज है ।

ब्रांच करेंट I_2 की गणना करने के लिए पहले हमें कैपेसिटिव रिएक्टेंस X_C का मान ज्ञात करें ।

$$X_C = \frac{1}{2\pi FC} = \frac{1}{2 \times 3.142 \times 50 \times 79.56 \times 10^{-6}} = 40\Omega$$

अतः ब्रांच करेंट $I_2 = \frac{V}{X_C} = \frac{240}{40} = 6$ amps

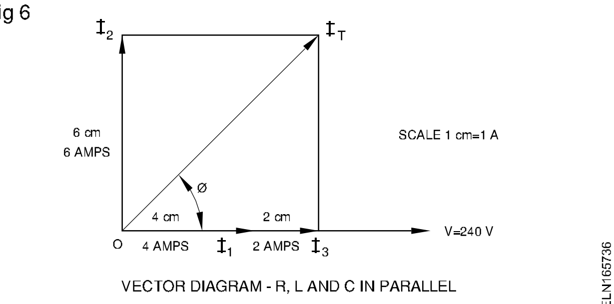
शुद्ध केपेसिटिव है अतः करंट लगाये गये वोल्टेज से 90° लीड करेगा।

ब्रांच करंट $I_3 = \frac{V}{R} = \frac{240}{120} = 2$ amps

ii पैमाने से सादिश आरेख बनाएँ ।

कुल करेंट I_T का मान ज्ञात करने के लिए समांतर चर्तुभुज की पूरा करें (Fig 6)

Fig 6



VECTOR DIAGRAM - R, L AND C IN PARALLEL

iii OI_T की लंबाई = 8.5cm.

कुल करेंट I_T. = 8.5 x 1 = 8.5 amps.

iv कुल करेंट और वोल्टेज के बीच कोण मापें

मापा गया कोण θ = 45° leading.

v पॉवर फैक्टर cos ø = cos 45° = 0.707.

vi परिपथ के द्वारा लिया गया पावर

$$P = VI\cos\theta = (I_1^2R_1 + I_3^2R_2) = 240 \times 85 \times 0.707$$

$$= (4^2 \times 60 + 2^2 \times 120)$$

1442 लगभग 1440 watts.

उदाहरण 4

R, X_L एवं X_C के साथ समांतर परिपथ (Parallel circuit with R, X_L and X_C)

अब ऐसे समांतर परिपथ पर विचार करें, जिसके एक शाखा पर शुद्ध प्रतिरोध, दूसरे शाखा पर शुद्ध इंडक्टेंस एवं तीसरे शाखा पर शुद्ध कैपेसिटेंस Fig 7 में दर्शाए अनुसार जुड़े हैं।

Fig 7

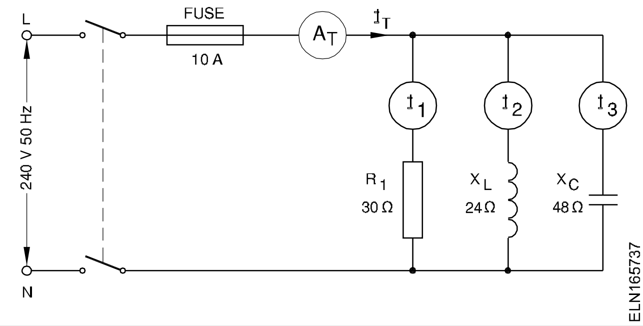


Fig 7 में दर्शाए परिपथ के लिए निम्न ज्ञात करें।

i शाखा धारा

ii शाखा आरेख

iii कुल धारा I_T.

iv पावर फैक्टर कोण

v पावर फैक्टर

vi परिपथ के द्वारा लिया गया पावर

vii परिपथ की इंपीडेंस

हल

i ब्रांच करेंट

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{240}{30} = 8$$ एम्पियर्स वोल्टेज V के साथ इनफेज

ब्रांच करेंट

$$I_2 = \frac{V}{X_L} = \frac{240}{24} = 10$$ एम्पियर्स वोल्टेज 'V' से 90° लेग कर रहा है ।

ब्रांच करेंट

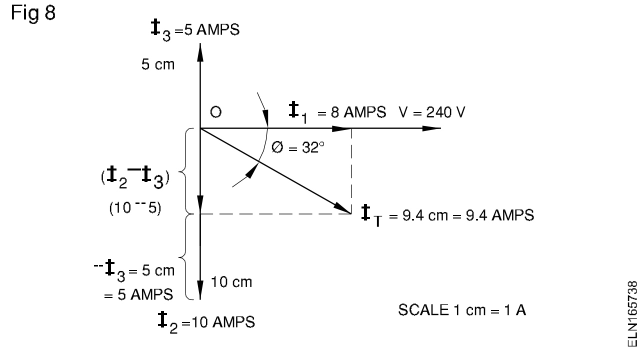
$$I_3 = \frac{V}{X_C} = \frac{240}{48} = 5$$ एम्पियर्स वोल्टेज 'V' से 90° लेग कर रहा है।

ii पैमाना निर्धारित करते हुए सादिश आरेख बनाएँ

स्केल 1 cm = 1 ampere

कुल करंट I_T प्राप्त करने हेतू (Fig 8) के अनुसार समांतर चर्तुभुज का निर्माण करते हैं ।

Fig 8



iii OI_T की माप = 9.4 cm.

कुल करंट

$I_T = 9.4 \times 1 = 9.4$ amps.

iv कुल करंट और वोल्टेज के मध्य कोण का माप

मापी गई कोण = 32° लैगिंग

v पॉवर फैक्टर $\cos\theta = \cos 32° = 0.85$.

vi परिपथ के द्वारा लिया पावर

$$VI\cos\theta = I_1^2R$$

$$= 240 \times 9.4 \times 0.85 = 8^2 \times 30$$

= 1918 लगभग 1920 watts.

vii कुल इंपीडेंस Z

$$Z = \frac{V}{I_T} = \frac{240}{9.4} = 25.5 \text{ ohms}$$

AC समांतर परिपथ को हल करने की एडमिटेंस विधि (Admittance method of solving AC parallel circuit)

AC समांतर परिपथ के समूहों के समस्याओं को हल करने में सदिश या एडमिटेंस विधि प्रयोग की जा सकती हळ। इस प्रकार सदिश विधि से श्रेणी समांतर संयुक्त परिपथ को हल करने में परेशानी होगी।

एडमिटेंस विधि के द्वारा साधारण गणित जैसे संख्या एवं दशमलव पर आधारित उनका जोड़, घटाव, वर्ग और फॉर्मूजा के जटिल समस्याओं को आसानी से निराकरण किया जा सकता है।

समांतर AC परिपथ में इस विधि का प्रयोग समस्या को हल करने में कैसे किया जा सकता है, आइए जानें-

जब विभिन्न प्रतिबाधाएँ जैसे Z_1, Z_2 एवं Z_3 समांतर में संयाजित हैं, तब उनकी कुल प्रतिबाधा निम्नवत प्राप्त कर सकते हैं।

$$Z = \frac{1}{\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} + \frac{1}{z_3}}$$ (समीकरण .... 1)

$$\frac{1}{z} = \frac{1}{\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} + \frac{1}{z_3}} .... + \frac{1}{z_n}$$ (सदिश योग)

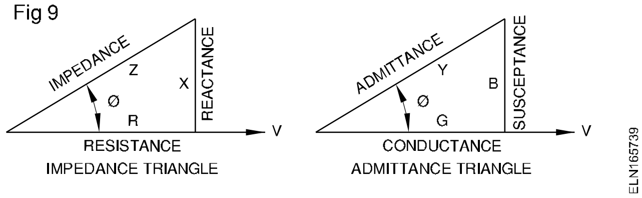
प्रत्यावर्ती

$Y = Y_1 + Y_2 + Y_3$ जहाँ $\frac{1}{Z} = Y$

जहाँ इम्पीडेंस का व्युत्क्रम एडमिटेंस कहलाता है। इसकी इकाई सिमेन्स है तथा प्रतीक Y है।

इम्पीडेंस की तरह एडमिटेंस के दो अवयव होते हैं, जैसे Fig 9 में दिखाया गया है।

Fig 9



वह अंश/राशि जो वोल्टेज के साथ इन फेज है कंडक्टैंस कहलाता है मात्रक सिमेंस और प्रतीक G है ।

और अन्य अंश जो सप्लाई स्रोत के क्वाडरेचर (90° बाद अधिकतम तथा मिनमम मान तक पहुँचना) होता है वह सरप्टैंस (susceptance) कहलाथ्ता है । उसकी मात्रक सिमेंस (Siemens) और प्रतीक 'B' है ।

एडमिटैंस $Y = Y_1 + Y_2 + Y_3$ (सदिश)

एडमिटैंस त्रिभुज से हम जानते हैं कि

$Y = \sqrt{G^2 + B^2}$ .... समीकरण

$G = Y \cos\theta$ .... समीकरण

जहाँ $Y = \frac{1}{Z}$ और $\sin\theta = \frac{R}{Z}$

अतः $G = Y \times \frac{R}{Z} = \frac{R}{Z^2} = \frac{R}{R^2 + X^2}$ .... समीकरण

$B = Y \sin\theta$ .... समीकरण

जहाँ $Y = \frac{1}{Z}$ and $\sin\theta = \frac{X}{Z}$

अतः $B = \frac{1}{Z} \times \frac{X}{Z} = \frac{R}{Z^2} = \frac{R}{R^2 + X^2}$ .... समीकरण

इस प्रकार जब विभिन्न रेजिस्टैंस, रिएक्टैंस समांतर में संयोजित हैं तो अलग-अलग शाखाओं में उनके चालकता का योज से कुल चालकता ज्ञात की जा सकती है।

$G = G_1 + G_2 + G_3 + ...+G_m$

इसी प्रकार जब अनेक रिएक्टान्सों को समान्तर जोड़ा जाता हैं तो ससेप्टान्स की स्वतंत्र शाखाओं को बीजगणित के द्वारा जोड़ा जा सकता है जिससे कुल ससेप्टान्स प्राप्त हो । इन्टक्टिव रिएक्टान्स से प्राप्त ससेप्टान्स +ve चिह्नों के माध्यम से लिया जाता है, वही कैपेसिटिव रिएक्टान्स से प्राप्त ससेप्टान्स को –ve चिह्न के माध्यम से लिया जाता है ।

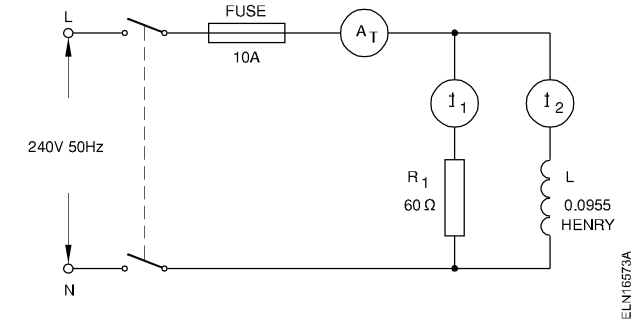
$B = b_1 + b_2 + (-b_3)$ ....

उदाहरण 1

R और X_L के साथ समांतर परिपथ शाखाओं में (Parallel circuit with R and XL in branches)

Fig 10 में दर्शाए परिपथ के लिए निम्न ज्ञात करें -

Fig 10



i शाखा परिपथों की चालकता:

कंडक्क्टैंस $G = g_1 + g_2$

जहाँ g_1 और g_2 क्रमशः शाखा 1 और 2 के कंडक्टैंस हैं ।

शाखा 1 में

$$g_1 = \frac{R_1}{R_1^2 + X_1^2} = \frac{60}{60^2 + 0^2}$$

$$= \frac{60}{60^2} = \frac{1}{60} = 0.01667 \text{ Siemens}$$

$$b_1 = \frac{X}{R_1^2 + X_1^2} = \frac{0}{60^2 + 0^2}$$

शाखा 2 में

$$X_L = 2\pi fL = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 0.0955 = 30 \text{ ohms}$$

$$g_2 = \frac{R_1}{R_2^2 + X_2^2} = \frac{0}{0^2 + 30^2} = 0$$

$$b_2 = \frac{X}{R_L^2 + X^2} = \frac{30}{0^2 + 30^2} = \frac{1}{30} = 0.033 \text{Siemens}$$

एडमिटैंश्स $Y = \sqrt{G^2 + B^2}$

जहाँ $G = g_1 + g_2 = 0.01667 + 0 = 0.01667$ सिमेंस

और $B = b_1 + b_2 = 0 + 0.0333 = 0.0333$ सिमेंस

i.e $Y = \sqrt{0.01667^2 + 0.0333^2} = 0.0372$ सिमेंस

= 0.0372 सिमेंस

ब्रांच करंट $I_1 = \frac{V}{Z_1}$

$\frac{V}{R} = \frac{240}{60} = 4$ एम्पियर्स वोल्टेज के साथ इनफेज है ।

ब्रांच करंट $I_2 = \frac{V}{Z_2}$

$\frac{V}{X_L} = \frac{240}{30} = 8\text{amps}$

सप्लाई वोल्टेज से 90° लैग है ।

कुल करंट = $I_T = \sqrt{I_1^2 + I_2^2}$

$= \sqrt{4^2 + 8^2} = \sqrt{16 + 64}$

= 8.94 एम्पियर्स

प्रत्यावर्ती, $I = \frac{V}{Z}$ = VY = 240 x 0.0372

= 8.94 एम्पियर्स

पॉवर फैक्टर $= \frac{G}{Y} = \frac{I_1}{I_T}$

$= \frac{0.01667}{0.0372} = \frac{4}{8.94}$ = 0.448 लगभग 0.447.

इसलिए पावर फैक्टर कोण = 63° 26'.

परिपथ की इंपीडैंस $Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{0.0372} = 26.88\text{ ohms}$

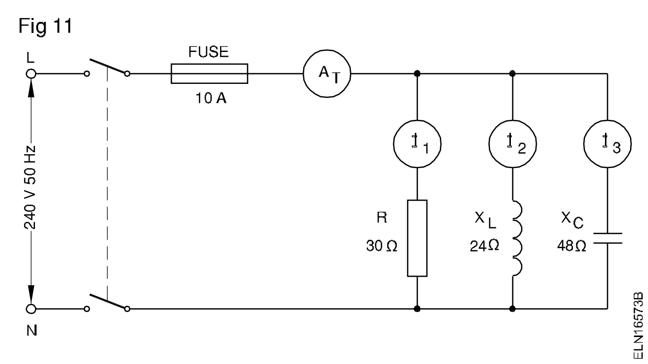
परिपथ के द्वारा लिया गया पावर = VI cos ø

= 240 x 8.94 x 0.447

= 959 वाट

उदाहरण 2

Fig 11 में R, X_L एवं X_C वाला समांतर परिपथ



निम्नांकित ज्ञात करें।

i प्रत्येक शाखा का conductive एवं susceptance

ii कुल G,B एवं Y

iii ब्रांच करंट

iv PF and PF कोण

v P.F एवं P.F कोण

i सर्किट द्वारा लिया गया शक्ति

$g_1 = \frac{R_1}{Z_1^2} = \frac{30}{30^2} = \frac{1}{30}$

= 0.0333 सिमेंस

$g_2 = \frac{R_2}{Z_2^2} = \frac{0}{24^2} = 0$

$g_3 = \frac{R_3}{Z_3^2} = \frac{0}{48^2} = 0$

ब्रांच परिपथ की सस्टैंस

$b_1 = \frac{X_1}{Z_1^2} = \frac{0}{30^2} = 0$

$b_2 = \frac{X_2}{Z_2^2} = \frac{24}{24^2} = \frac{1}{24}$

= 0.04167 सिमेंस

$b_3 = \frac{-X_3}{Z_1^2} = \frac{-48}{-48^2} = -\frac{1}{48}$

= - 0.02083 सिमेंस

ii कुल कंडक्टैंस $G = g_1 + g_2 + g_3$

= 0.0333 + 0 + 0

= 0.0333 सिमेंस

कुल सस्टटैंस $B = b_1 + b_2 + b_3$

= 0 + 0.04167 + (– 0.02083)

= 0.02084 सिमेंस

$$Y = \sqrt{G^2 + B^2}$$

$$= \sqrt{0.333^2 + 0.02084^2}$$

= 0.03928 सिमेंस

iii ब्रांच करंट $I_1 = \frac{V}{Z_1}$

$= \frac{V}{R} = \frac{240}{30}$ = 8 एम्पियर्स फेज के साथ इनफेज है ।

ब्रांच करंट $I_2 = \frac{V}{Z_2}$

$\frac{V}{X_L} = \frac{240}{24} = 10$ एम्पियर्स वोल्टेज से 90° लैग है ।

ब्रांच करंट $I_3 = \frac{V}{X_3}$

$= \frac{240}{48}$ = 5 एम्पियर्स वोल्टेज से 90° लैग है ।

कुल धारा

$$I_T = \sqrt{I_1^2 + (I_2 - I_3)^2}$$

$$= \sqrt{8^2 + (10-5)^2} = \sqrt{89}$$

= 9.43 एम्प्स

प्रत्यावर्ती

I_T = VY = 240 X 0.03928

= 9.43 एम्प्स

iv पॉवर फैक्टर $= \frac{G}{Y} = \frac{I_R}{I_T}$

$$= \frac{0.0333}{0.03929} = \frac{8}{9.43}$$

= 0.848.

v पॉवर फैक्टर कोण = 32° लैगिंग

परिपथ के द्वारा लिया गया पावर = VIcos ø

= 240 x 9.43 x 0.848

= 1919 वाट्स

कुल इंपीडेंस = $Z = \frac{1}{Y}$

$\frac{1}{0.03929}$ = 25.5 ओह्मस

सदिश विध से प्राप्त हल से उपरोक्त विधि से प्राप्त हुए हल की जाँच करें ।

पॉवर फैक्टर (Power factor)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **पावर फैक्टर परिभाषित करना लो पॉवर फैक्टर के कारणों का वर्णन करना**
- **परिपथ में निम्न पॉवर फैक्टर और उच्च पॉवर फैक्टर के लाभ एवं हानि की जानकारी प्राप्त करना**
- **किसी परिपथ (circuit) में पॉवर फैक्टर (PF) को सुधारने की विधि का वर्णन करना**
- **उद्योगो में पॉवर फैक्टर सुधारने के महत्तव को जानना**
- **लीडिंग लैंगिग तथा शून्य पॉवर फैक्टर को पहचान करना**
- **ISI 7752 (part I) 1975 के द्वारा विद्युतीय उपकरण के लिए निर्धारित पॉवर फैक्टर को जानना।**

पॉवर फैक्टर (P.F.) (Power Factor (P.F.))

वास्तविक शक्ति एवं आभाषी शक्ति के अनुपात को पॉवर फैक्टर कहते हैं और इसे Cos θ से दर्शाया जाता है।

$$\text{i. e. Power Factor} = \frac{\text{True Power } (W_T)}{\text{Apparent Power}(W_a)} = \text{Cos } \theta$$

$$\text{or Cos } \theta = \frac{W_T}{V \times I}$$

जहाँ W_T वास्तविक शक्ति (Tour power) है और इसे Watt में मापा जाता है कभी-कभी किलोवाट (KW) में भी मापा जाता है। इसी प्रकार वोल्टेज और करंट का गुणनफल आभाषी शक्ति कहलाता है जिसे वोल्ट-एम्पियर या कभी-कभी किलो वोल्ट एम्पियर (KVA) में मापा जाता है। इसे KVA में दर्शाते हैं।

अधिकांश वैद्युतिक मशीन एवं उपकरण सप्लाई स्त्रोत से आभाषी शक्ति व्यय करते हैं जिनके लिए उपयोगी शक्ति (wattful power) की मांग बढ़ जाती है यह रिएक्टिव पावर के कारण होता है। मोटर और ट्रांसफार्मर में मैग्नेटिक फील्ड उत्पन्न करने के लिए KVAR पॉवर आरथक होता है।

लोड के उपयोगी शक्ति (true power) तथा आभाषी शक्ति (apparent power) के अनुपात को पॉवर फैक्टर (PF) कहा जाता है। रिएक्टिव पावर विद्युत प्रणाली हेड अनिवार्य शक्ति (power) है परंतु इसके कारण विद्युत प्रणाली की मांग/खर्च अतिरक्त बढ़ जाती है।

निम्न पॉवर फैक्टर का मुख्य कारण सर्किट में रिएक्टिव पावर प्रवाहित होना हैं। रिएक्टिव पॉवर का मान इंडक्टिव लोड में कैपेसिटिव लोड की अपेक्षा अधिक होता है।

सर्किट में पॉवर फैक्टर और उसके प्रकार की विभिन्नता

अलग-अलग परिपथों में विभिन्न स्थितियों में पॉवर फैक्टर का मान निम्न होता हैं-

युनिटी पॉवर फैक्टर(Unity power factor)

यदि किसी परिपथ(ciruuit) में वास्तविक शक्ति एंव आभाषी शक्ति का मान बराबर है लो पॉवर फैक्टर यूनिटी होगा इस स्थिति में धारा वोल्टेज के इन-फंज होता है तथा उपयोग कार्य किया जाता हे। (Fig 1a)

लीडिंग पावर फैक्टर(Leading power factor)

यदि किसी सर्किअ में करंट वोल्टेज से कोण इलेक्लि डिग्री से आगे रहता है तो पावर फैक्टर लीडिंग अधिक होगी। ज्यादातर कैपेसिटिव सर्किट तथा अति ऊतेजित सिन्क्रोनस पॉवर फैक्टर प्राप्त होता है। (Fig 1b)

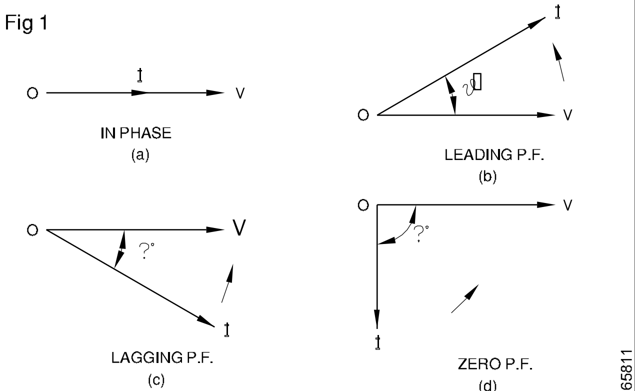
लैगिंग पॉवर फैक्टर(Lagging power factor)

यदि परिपथ में वास्तविक शक्ति का मान आभाषी शक्ति से कम है तथा करंट वोल्टेज की अपेक्षा लैग (Lagg)करता है तब पॉवर फैक्टर लैगिंग कहलाता है।ज्यादातर इंडक्टिव लोड जैसे - इंडक्शन मोटर इंडक्शन फर्निस लैगिंग पावर फैक्टर का कारण बनते हैं। (Fig 1c)

शून्य पावर फैक्टर (Zero power factor)

जब सर्किट में करंट तथा वोल्टेज के मध्य का फेज डिफरेंट होता है तो पावर फैट्टर शून्य होगा। तथा कोई भी उपयोग कार्य नहीं किया जा सकता है शुद्ध इंडक्टिव तथा शुद्ध कैपेसिटिव सर्किट शून्य पावर फैक्टर प्रदान करते हैं। (Fig 1d)

Fig 1



PHASE RELATIONSHIP BETWEEN V AND I

पॉवर फैक्टर एक या एक से कम होता है किंतु एक से अधिक कभी नही हो सकता।

टेबल - 1 में सामान्य उपयोग किए जाने वाले विधुतीय उपकरण और उनके पॉवर वॉट(wat) में तथा औसत पॉवर फैटटर दियें गया है।

टेबल- 2 उधैगो में प्रयोग किये जाने वाले उपकरणों का सामान्य पॉवर फैक्टर दिया गया हैं।

टेबल 1

सिंगल फेज इलेक्ट्रिकल्स उपकरण/यंत्रों के लिए निर्धारित पावर फैक्टर (संदर्भ IS 7752 (Part I) - 1975)

क्र.सं.	उपकरण/यंत्र	पावर आउटपुट		एवरेज न्यूट्रल पावर फैक्टर
		Min. (W)	***Max. (W)***	
1	न्योन साइन	500	5000	0.5 to 0.55
2	विन्डो टाइप एयर कंडीशनर	750	2000*	0.75 to 0.85 0.68 to 0.82 0.62 to 0.65
3	मिक्सर	150	450	0.8
4	काफी ग्राइन्डर	200	400	0.75
5	रेफ्रिजरेटर	200	800	0.65
6	फ्रीज	600	1000	0.7
7	सावर	80	250	0.6
8	टेबल फेन	25	120	0.5 to 0.6
9	सिलिंग फेन	60	100	0.5 to 0.7
10	एक्जास्ट फेन	150	350	0.6 to 0.7
11	सिविंग फेन	80	120	0.7 to 0.8
12	वंशिंग मशीन	300	450	0.6 to 0.7
13	रेडियो	25	450	0.8
14	वेक्यूम क्लीनर	200	450	0.7
15	ट्यूब लाइट	40	100	0.5
16	क्लॉक	5	10	0.9

* जब कम्प्रैशन मोटर सर्किट में नहीं होता है, तो ड्रापिंग प्रारंभ होता है ।

टेबल 2

तीन फेज इलेक्ट्रिकल्स इन्स्टालेशनों के लिए पावर फैक्टर (संदर्भ IS 7752 (Part I) - 1975)

क्र.सं.	स्थापना के प्रकार	न्यूट्रल पॉवर फैक्टर
1	कोल्ड स्टोरस एवं फिसरीस	0.7 to 0.80
2	सिनेमास	0.78 to 0.80
3	कॉनफिक्शनरी	0.77
4	डेविंग एण्ड प्रीटींग	0.60 to 0.87
5	प्लास्टिक मोलडिंग	0.57 to 0.73
6	फिल्म स्टूडियों	0.65 to 0.74
7	हैवी इंजीनियरिंग वर्क	0.48 to 0.75
8	फार्मास्युटिकल्स	0.75 to 0.86
9	ऑयल और पेन्ट मेन्युफेक्चरिंग	0.51 to 0.69
10	प्रिटींग प्रेस	0.65 to 0.75
11	फुड प्रोडक्ट्स	0.63
12	लॉर्न्डिस	0.92
13	फ्लोर मिल्स	0.61
14	टेक्सटाइल मिल्स	0.86
15	ऑयल मिल्स	0.51 to 0.59
16	वुलन मिल्स	0.70
17	कॉटन प्रेस	0.63 to 0.68
18	फांउण्ड्रीस	0.59
19	टाइल्स और मोसेक	0.61
20	केमिकल्स	0.72 to 0.87
21	रोलिंग मिल्स	0.72 to 0.60
22	सिंचाई पम्प	0.50 to 0.70

पॉवर फैक्टर(PF) के कारण (Causes of low power factor)

उसके निम्न कारण हैं ।

i औद्योगिक एंव घरेलु क्षेत्र में ज्यादातर इन्डक्शन मोटर उपयोग किया जाता है इंडक्शन मोटर हमेशा लैगिंग करंट लेता है ।

ii इसकी वजह से पॉवर फेक्टर(PF) निम्न(Low) हो जाता है।

iii उद्योगो में उपयोग किए जाने वाले इंडक्शन फटने भी पॉवर फैक्टर को निम्न (Low) करता है।

iv इंडक्टिव लोड और चुम्बकीय करंट के कारण सब स्टेशन का ट्रांस फार्मर भी लैगिंग पॉवर फैक्टिर प्राप्त करता हैं।

निम्न पावर फैक्टर की हानियाँ नीचे प्रकार हैं :

a दिये गये वास्तविक शक्ति के लिए करंट का मान निम्न पावर फैक्टर के कारण बंड जाता हैं। इस कारण से जनरेटर्स केबलस ट्रांसमिशन और डीस्ट्रीब्यूशन लाइन तथा ट्रांसफार्मरस् ओवर लोडिंग हो जाता हैं।

b निम्न पॉवर फैक्टर के कारण ऊपयोग बिन्दु पर लाइन वोल्टेज का मान कम हो जाता हैं।(ग्राहकों के उपकरण तक पहुचने से पहले वोल्टेज ड्राप होता है।) हुए वोल्टेज ड्राप और पॉवर व्यास के कारण लाइन वोल्टेज का मान कम प्राप्त होता हैं।

c संयत्र एंव मशीन की दक्षता में कमी आती हैं।(Low वोल्टेज के कारण)

d विधुत की खपत बंद जाती हैं।(बिजला बिल भी बढं जाती हैं।)

उच्च पावर फैक्टर(High P.F.) के निम्न लाभ हैः

दिये गये लोड के लिए उच्च पॉवर फैक्टर करंट के मान को कम करता हैं और निम्न लाभ होता हैं:

a दिये गए लाइन से ही अतिरिक्त पॉवर प्रसारित (Transmit)कर सकते है। एंव अतिरिक्त लोड भी संयोजित कर सकते हैं।

b लाइन में वोल्टेज ड्राप कम होने के कारण प्रसारण (Transmision) दक्षता उच्च होता हैं। और वोल्टेज ड्राप के बिना उपयोग बिन्दु पर सामान्य वोल्टेज प्राप्त प्राप्त होता हैं।

c संयंत्र और मशीनों को प्रचात्यन हेतु वोल्टेज बढ़ने (Improve)से दक्षता बढ़ जाती हैं।

d सामान समय में समान खपत के लिए बिजली बिल कम हो जाता हें।

पावर फैक्टर सुधारने की विधि (Method of improving the power factor)

परिपथ में पॉवर फैटटर को बढ़ाने हेतु दो विधियों का ऊपयोग किया जाता है :

i परिपथ में सिनक्रोनस मोटर को हल्के लोड के साथ अति उत्तेजित(Cover Excitel) कर चलाने से पॉवर फैक्टिटर (PF)बढ़ जाता हैं।

ii कैपेसिटर को लोड के समांतर(Parallal) संयोजित करने से।

भारतीय उधौगो में कैपेसिटर विधी का प्रयोग किया जाता है।

सिन्क्रोनस कैपेसिटर विधि (Synchronous condenser method)

कुछ उधौगों में सिन्क्रोनस मोटर को पॉवर फैक्टटर सुधारने के लिए उपयोग किया जाता हैं। अति उत्तेजित(Cover Excited) सिन्क्रोनस मोटर लीडिंग करंट लेता हैं और अन्य लोड के द्वारा लिए गए लैग्रिक करंट की क्षति पूर्ती करना हैं।

सिन्क्रोनस मोटर के द्वारा लीडींग वोल्टर एरपीयर लिया जाता हैं जब अति उतेजित मोटर उस लैगिंग वोल्टेज का विरोध करना हैं जो कि इंडक्टिव लोड के द्वारा उत्पन्न हुआ था। इस प्रकार वोल्ड एरिपयर रिएक्टिव अथवा को कम करने पॉवर फैक्टट को बढ़ाता हैं।

उदाहरण

एक उधौग 100 kW में लोड लगा है जो कि 0.6 PF लैगिंग पॉवर फैक्टट पर कार्य कर रहा हैं। और एक सिन्क्रोन्स मोटर 30 kW को बढ़ाने के लिए लगाया गया हैं। सिन्क्रोनस मोटर का हैं जो 0.8 PF लीडिंग पर कार्य कर रहा हैं निम्नलिखित की गणना करें :

i वास्तविक शक्ति (true power) वाट में 0.6 लैगिंग p.f पर आभासी शक्ति (apperent power) VAR में

ii वास्तविक शक्ति watt, में। और आभासी शक्ति Volt-VAR में और सिन्क्रोनस मोटर के लिए लैगिंग पॉवर फैक्टर पर लीडींग रिएक्टिव पॉवर 0.8P.F में ज्ञात करें

iii वास्तविक शक्ति में रिएक्टिव पॉवर में और आभाषी पॉवर में और फीडर के द्वारा दिए गए लाइन के लिए ज्ञात करें।

i लोड फैक्टर (Factory Load)

लोड kW में $= 100$ kW

लोड वाट्स में $= 100 \times 10^3$ watts

लोड वोल्ट एम्पियर $= \dfrac{\text{True power}}{\text{PF}} = \dfrac{100\times10^3}{0.6}$

$= 167 \times 10^3$ वोल्ट - एम्पियर

लोड vars में = वोल्ट एम्पियर $\times \sin\theta$

$= \cos\theta = 0.6$

$= \theta = 53.1^\circ$

$= \sin\theta = \sin 53.10 = 0.8$

लोड vars में $= 167 \times 10^3 \times 0.8$

$= 133.6 \times 10^3$ vars लैगिंग

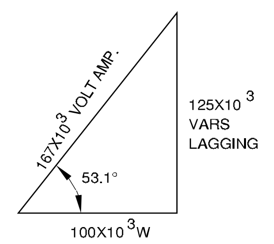
Fig 2 को जाँच करें

ii सिंगक्रनस मोटर (Synchronous motor)

मोटर लोड kW में $= 30$ kW $= 30 \times 10^3$ वाट्स

मोटर लोड वोल्ट - एम्पियर में $= \dfrac{\text{True power}}{\text{PF}} = \dfrac{30\times10^3}{0.8}$

Fig 2



FACTORY LOAD - VECTOR REPRESENTATION

= 37.5×10^3 volt - amperes

मोटर लोड vars में = वोल्ट एम्पियर sin θ

Cos θ = 0.8

θ = 36.1°

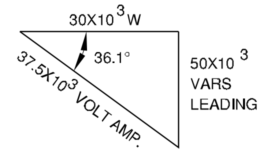
Sin θ = Sin 36.1° = 0.6

मोटर लोड vars में = $37.5 \times 10^3 \times 0.6$

= 22.5×10^3 vars लैगिंग

Fig 3 को जाँच करें ।

Fig 3



SYNCHRONOUS MOTOR - VECTOR REPRESENTATION

iii फिडर लाइन (Feeder line)

स्थिति (Condition) : पावर फैक्टर बढ़ाने के लिए सिन्क्रोनस मोटर को लोड के साथ जोड़ना चाहिए ।

पूर्ण लोड वाट में = वास्तविक शक्ति फैक्टर + वास्तविक शक्ति जो सिन्क्रोनस मोटर द्वारा लिया गया ।

= $100 \times 10^3 + 30 \times 10^3$

= 130×10^3 वाट्स

पूर्ण लोड़ V_{ARS} =

फैक्टर रिएक्टिव शक्ति (इंडक्टिव) } सिन्क्रोनस मोटर रिएक्टिव पावर (कैपेसिटिव)

= $133.6 \times 10^3 - 22.5 \times 10^3$ V_{ARS} लैगिंग

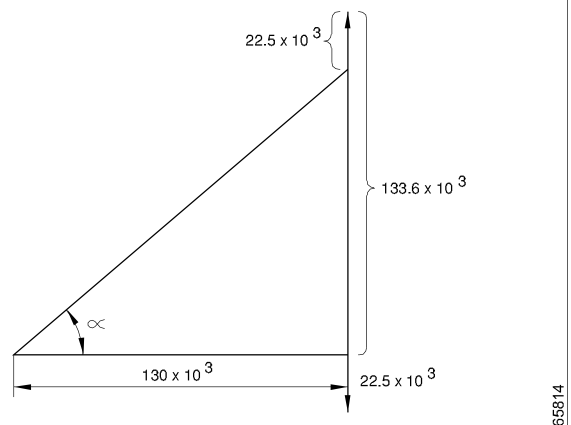
= 111.1×10^3 V_{ARS} लैगिंग

इसका वैक्टर डायग्राम Fig 4 में दिखाया गया है ।

अब $\text{Tan } \alpha = \dfrac{\text{Opp. side}}{\text{Adj. side}} = \dfrac{111.1 \times 10^3}{130 \times 10^3} = 0.8546$

कोण $\alpha = 40.5°$

Fig 4



LOAD + SYNCHRONOUS MOTOR
(VECTOR REPRESENTATION)

सिन्क्रोनस मोटर को कनेक्ट करने बाद पावर फैक्टर का कारक

= Cos θ = Cos 40.5° = 0.7604

पावर फैक्टर 0.6 से 0.7604 तक बढ़ा सिन्क्रोनस मोटर का उपयोग करने से ।

उद्योगों को सप्लाई की जानेवाली वर्तमान वोल्ट एम्पियर (Present volt-amperes supplied by the factory)

$$= \frac{\text{True power}}{\text{PF}} = \frac{\text{Truepower}}{\text{Cos}\,\alpha}$$

$$= \frac{130 \times 10^3}{\text{Cos } 40.5°} = \frac{130 \times 10^3}{0.7604}$$

= 171×10^3 वोल्ट एम्पियर

कन्डेन्सर विधि (Condenser method)

सप्लाई लाइन के समांतर में कैपेसिटर संयोजित करने से में सुधार होता है। परिपथ में कैपेसिटर को लोड के डेल्टा में संयोजित किया जाता है। वर्तमान में ऐसा संयोजित रहता हैं जो कि परिपथ में लो को पता लगाकर स्विच ऑन करने पर आवश्यक क्षमता के कैपेसिटर के मान को निर्धारित करना है जिससे में सुधार लाया जा सकें।

समान्यताः इस प्रकार के कैपेसिटर को अलग से दिए गए प्रतिरोध के द्वारा निरावेशित किया जाता हैं। इस प्रकार विधुत शॉक से बचाने के लिए कैपेसिटर के कोई भी टर्मीनल को छुना नही करना चाहिए।

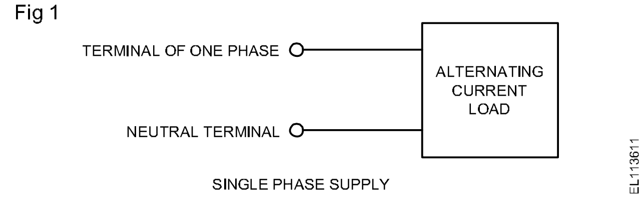
3 कला AC के मूल सिद्धान्त (3-Phase AC fundamentals)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **एकल पाश युक्त तीन कला निकाय के उत्पादन का विवरण देना**
- **एक कला निकाय की तुलना में तीन कला निकाय के लाभों में से एक को बताना**
- **तीन कला तीन तार और चार तार निकाय को स्पष्ट करने और व्यक्त करना**
- **कला और लाइन वोल्टता के बीच सम्बन्ध को स्पष्ट करने और बताना ।**

प्रस्तावना (Introduction)

जब एक वैद्युत उपस्कर को सामान्य प्रत्यावर्ती धारा आपूर्ती जैसे (एक अंगूठी मुख्य परिपथ) साकेट में लगाया जाता है तो यह एक कला के एक टर्मिनल और उदासीन तार के बीच जोडा जाता है। (Fig 1)

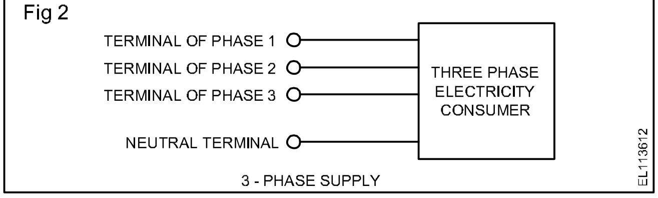
Fig 1



इसलिये सामान्य घरेलू प्रत्यावर्ती धारा परिपथ को एक एकल कला परिपथ की भांति वर्णित कर सकते है।

इसी प्रकार तीन कला शक्ति उपभोक्ता को तीन कला टर्मिनल प्रदत्त कराये जाते है। (Fig 2)

Fig 2



तीन कला AC आपूर्ति का एक बड़ा लाभ यह है कि स्थिर तीन कला कुण्डलों को आपूर्ती द्वारा उर्जित किये जाने पर यह स्थिर तीन कला कुण्डलो के एक नियोजन द्वारा एक घूर्णित चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न कर सकता है। अधिकांश आधुनिक घूर्णित मशीनों विशेष कर तीन कला प्रेरक मोटर का यह मौलिक प्रचालन सिद्धान्त है।

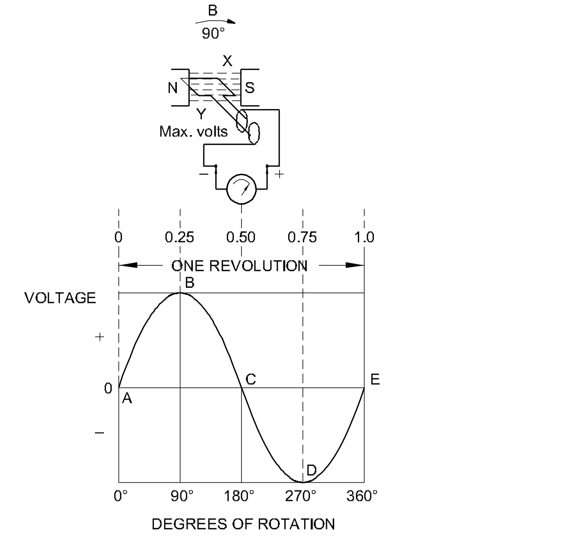
इसके अतिरिक्त प्रकाशीय भार को तीन कलाओं में से किसी एक और उदासीन के बीच जोड़ जा सकता है।

पुनरीक्षण (Review) : उपरोक्त दो लाभों के अतिरिक्त एकल कला की तुलना में बहु कला पद्धति के तीन लाभ है

- तीन कला मोटर्स एक समरूप आघूर्ण उत्पन्न करती है जबकि एकल कला मोटर्स केवल स्पन्दित आघूर्ण उत्पन्न करती है।
- अधिकांश तीन कला मोटर्स, स्वप्रवर्तित होती है जबकि एकल कला नही होती ।
- एक कला मोटर्स की तुलना में तीन कला मोटर्स का शक्ति गुणक यथेष्ट अधिक होता है।
- दिये गये आमाप के लिये तीन कला मोटर्स का शक्ति निर्गम उच्च होता है जबकि एकल कला मोटर्स कला का शक्ति निर्गम लघु होता है
- एक एकल कला पद्धति की तुलना में एक निश्चित शक्ति और दूरी के लिये तीन कला प्रेषण में वांछित तांबा कम होता है।
- तीन कला मोटर्स जैसे गिलहरी पिंजड़ा प्रेरक मोटर रचना में दृढ़ और लगभग अनुरक्षा स्वतन्त्र होती है।

प्रत्यावर्ती वोल्टता उत्पादन में प्रयुक्त मौलिक सिद्धान्त यह है कि एक समरूप चुम्बकीय क्षेत्र में एक तार पाश को समरूप कोणीय चाल से घूर्णित कराया जाता है। (Fig 3) । इस प्रकार उत्पादित प्रत्यावर्तित वोल्टता समय के साथ ज्यावक्रीय विधि से परिवर्तित होती है।

Fig 3



(AS THE LOOP ROTATES THROUGH THE MAGNETIC FIELD, THE MAGNITUDE AND DIRECTION OF THE VOLTAGE CHANGES.)
GENERATION OF AN ALTERNATING VOLTAGE

प्रभावी (RMS) मान वही होता है जो एक दिष्ट धारा समान ऊष्मन प्रभाव उत्पन्न करती है। एक ज्यावक्रीय प्रत्यावर्ती वोल्टता के लिये (RMS) वोल्टता और आवृत्ति प्रायः ज्ञात होती है। (Fig 4)

तीन कला उत्पादन (Three-phase generation) : तीन कला वोल्टता उत्पादन के लिये एक कला वोल्टता के उत्पादन में प्रयुक्त विधि के समान विधि ही अपनाई जाती है लेकिन यहां अन्तर यह होता है कि तीन

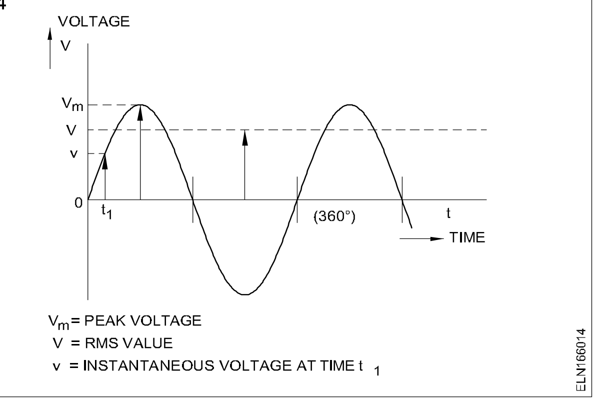


Fig 4

तार पाश U_1 U_2, V_1 V_2 और W_1 W_2 समान्तर चुम्बकीय क्षेत्र U_1 U_2, V_1 V_2 और W_1 W_2 जो 120° से एक दूसरे के सापेक्ष स्थायी रूप से विस्थापित रहते है। समान अक्ष पर समरूप कोणीय वेग से घूर्णित कराये जाते है (Fig 5)

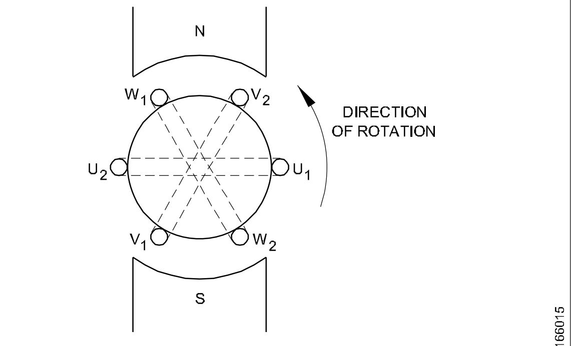
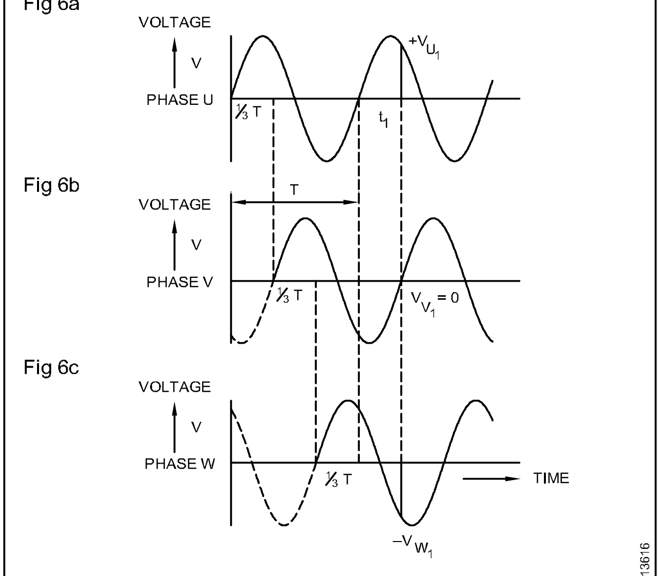


Fig 5

SIMPLIFIED THREE – PHASE ALTERNATOR

प्रत्येक तार पाश के लिये प्रत्यावर्ती वोल्टता जनित्र के समान ही परिणाम प्राप्त होता है। अर्थात प्रत्येक तार पाश में एक प्रत्यावर्ती वोल्टता प्रेरित होती है । लेकिन चूंकि पाश एक दूसरे से 120° से विस्थापित होते है और एक पूर्ण चक्कर 360° एक आवर्तकाल होता है ।

120° तीन प्रेरित प्रत्यावर्ती वोल्टतायें एक तिहाई आवर्तकाल 'T' से एक दूसरे के सापेक्ष विलम्बित रहती है। (Fig 6)



PHASE DISPLACEMENT OF 3 - PHASE

तीन कलाओं में विभेदन करने के लिये वैद्युत अभियान्त्रिकी में उनको बडे अक्षरों U,V और W से या रंग कोड लाल, पील और नीला से (भारी धारा) निर्धारित करने की साधारण प्रथा है। प्रारम्भ में U शून्य वोल्टा से धनात्मक वृद्धित वोल्टता (Fig 6) की ओर चलता है, V अपने शून्य को एक तिहाई आवर्तकाल के पश्चात (Fig 6b) प्राप्त करता है और यही W के साथ V के सापेक्ष होता है। (Fig 6c)

इन तीन कला संजाल में तीन कला वोल्टता के लिये निम्न कहा जा सकता है

- तीन कला वोल्टताओं की आवृत्ति समान है।
- तीन कला वोल्टतओं का शिखर मान समान है।
- तीन कला वोल्टतायें एक दूसरे के सापेक्ष एक तिहाई आवर्तकाल से विस्थापित है।
- किसी भी क्षण तीन वोल्टताओं का तात्क्षणिक योग

$$V_U + V_V + V_W = 0.$$

(Fig 6) में इस तथ्य को प्रदर्शित किया गया है कि तात्क्षणिक वोल्टता शून्य है समय T_1 पर U तात्क्षणिक वोल्टता मान V_U उसी समय पर V_V =0 और W का तात्क्षणिक मान $-V_W$ है। चूंकि V_U और V_W के मान समान है लेकिन चिन्ह विपरीत है इस लिये

$$V_{U1} + V_{V1} + V_{W1} = 0.$$

(Fig 7) में समान आयाम और आवृत्ति को एक साथ प्रदर्शित किया गया है।

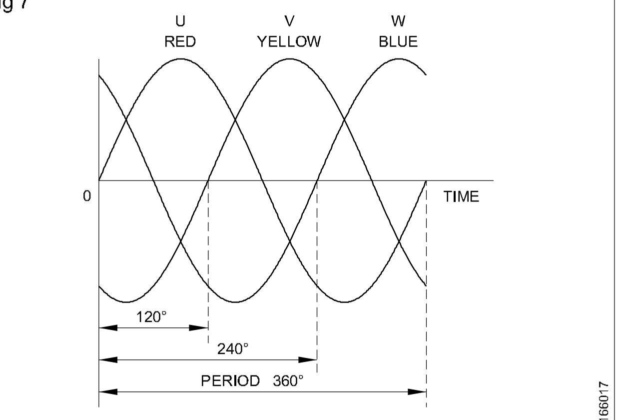


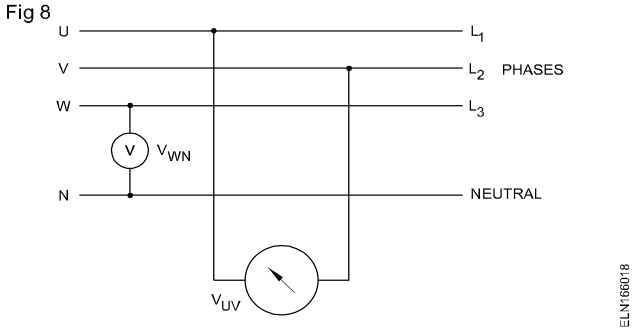
Fig 7

COMBINED WAVE - FORMS OF THREE PHASE SUPPLY

तीन कला जाल (Three-phase network) : तीन कला जाल में तीन रेखायें अथवा कलायें होती है । (Fig 8) में इन्हें बड़े अक्षरों U, V, W से दिखाया गया है।

प्रत्येक कला का वापसी अग्रण एक उभय उदासीन चालक N से निर्मित होता है। U, V, W रेखाओं और उदासीन रेखा N में से प्रत्येक के बीच वोल्ट मापी जुड़े होते है वे तीन कलाओं में से प्रत्येक और उदासीन के बीच rms (प्रभावी) मानों को प्रदर्शित करते है।

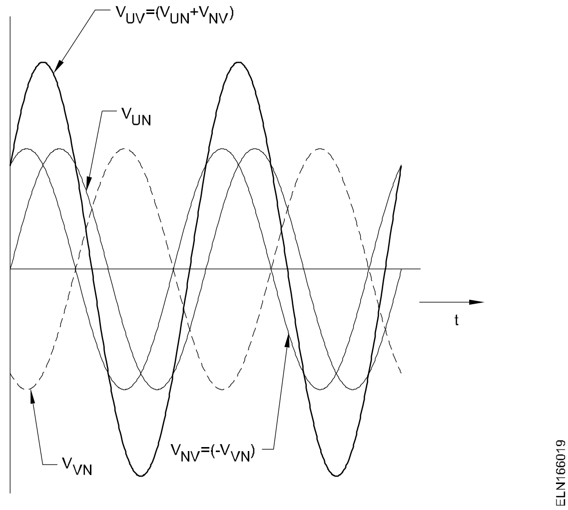
Fig 8



इन वोल्टताओं को कला वोल्टताओं V_{UN}, V_{VN}, V_{WN} से भिनिर्धारित किया जाता है।

सभी की व्यक्तिगत वोल्टतायें समान परिमाण की होती है। वे एक दूसरे से केवल एक तिहाई आवर्तकाल से विस्थापित होती है। (Fig 9)

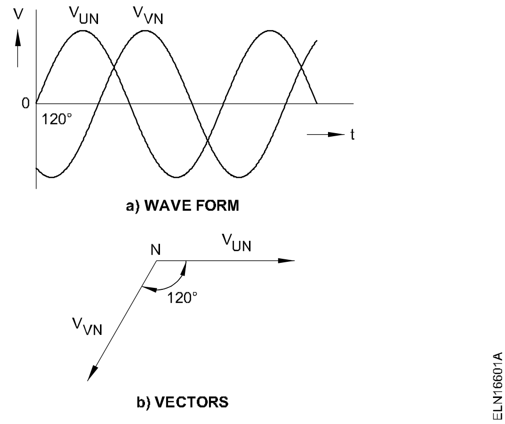
Fig 9



एक एकल प्रत्यावर्ती वोल्टता की भांति व्यक्तिगत तात्क्षणिक, शिखर और शिखर RMS मान भी समान होते है।

लाइन और कला वोल्टता (Line and phase voltage) : यदि एक वोल्टमापी को सीधे लाइन U और लाइन V (Fig 10) के बीच जोड़ दिया जाय और वोल्टता का rms मान V_{UV}, ज्ञात किया जाय तो यह तीन कला वोल्टताओं में से किसी एक से भिन्न होगा।

Fig 10



इसका परिमाण कला वोल्टता का समानुपाती होता है। (Fig 9) में यह सम्बन्ध प्रदर्शित किया गया है जहां V_{UV} का समय परिवर्ती तरंग रूप और कला वोल्टतायें V_{UN} और V_{VN} खींची गयी है।

V_{UV} का ज्यावक्रीय तरंग रूप है और कला वोल्टताओं के समान आवृत्ति है। लेकिन V_{UV} का शिखर मान ऊंचा है। क्योंकि इसका अभिकलन कला वोल्टताओं V_{UN} और V_{VN} से किया गया है। V_{UN} और V_{VN} के धनात्मक और ऋणात्मक परिवर्ती तात्क्षणिक मान एक विशेष समय पर V_{UV} और V_{VU} के तात्क्षणिक मान उत्पन्न करते है जो दो कला वोल्टताओं V_{UV} और V_{NV} का फेजर योग हैं।

कला विस्थापित प्रत्यावर्ती वोल्टताओं का यह सम्बन्धन फेजर योग कहलाता है।

कला से कला के सिरों पर वोल्टता को लाइन वोल्टता कहते हैं।

लाइन और कला वोल्टता के बीच सम्बन्ध (Relationship between line and phase voltage) : एक जनित्र में कलाओं के युगुल संयोजन की सम्भावना तीन कला विद्युत का एक मौलिक गुण है। इस सम्बन्ध के ज्ञान में निम्न प्रदर्शनीय उदाहरण के अध्ययन से एक से अधिक वृद्धि होगी। जो कला अन्तर की विचार को अति सरल विधि से स्पष्ट करता है।

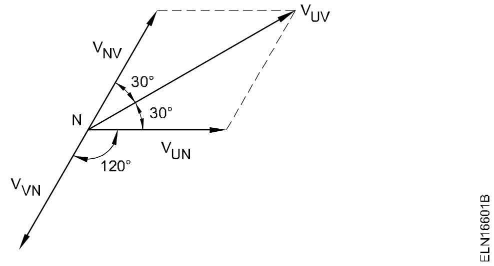
V_{UN} और V_{VN} कला वोल्टतायें आवर्तकाल के एक तिहाई अथवा दो फेजर के बीच 120° द्वारा पृथक होती है। (Fig 10)

दो कला वोल्टताओं V_{UN} और V_{NV} का फेजर योग ज्यामित द्वारा प्राप्त किया जा सकता है और इस प्रकार प्राप्त परिणमित फेजर सम्बन्ध V_{UN} $V_{VN} = V_{NV} + V_{NV}$ से लाइन वोल्टता होती है।

ध्यान दे कि वोल्टता V_{UV} को प्राप्त करने के लिये उभय बिन्दु N से होकर U टर्मिनल से एक तारा सम्बन्ध के लिये V टर्मिनल पर पहुंचकर माप की जाती है।

(Fig 11) में इस तथ्य को प्रदर्शित किया गया है। V_{UN} और V_{VN} (Fig 10) फेजर्स से प्रारम्भ करके फेजर $V_{VN} = V_{NV}$ बिन्दु N से उत्पन्न होता है। V_{UN} और V_{NV} भुजाओं वाले समान्तर चतुर्भुज का कर्ण वह फेजर है जो परिणमित लाइन वोल्टता V_{UV} को व्यक्त करता है।

Fig 11



इसलिये यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि एक जनित्र में लाइन वोल्टता V_L कला वोल्टता V_P से एक गुणन घटक से सम्बन्धित होती है। यह दिखाया जा सकता है कि यह घटक $\sqrt{3}$ है इसलिये $V_L = \sqrt{3} \times V_P$.

एक तीन कला उत्पादन निकाय में लाइन वोल्टता कला से उदासीन वौल्टता का सदैव $\sqrt{3}$ गुना होती है। लाइन वोल्टता और कला वोल्टता को जोड़ने वाला घटक $\sqrt{3}$ है।

यह बताया जा चुका है कि लाइन वोल्टता कला वोल्टता से अधिक होती है। यहां एक गणितीय उदाहरण दिया जा रहा है।

एक तीन कला पद्धति में rms कला वोल्टता 240V है। चूंकि लाइन वोल्टता और कला वोल्टता का अनुपात $\sqrt{3}$ है rms लाइन वोल्टता

$$V_L = \sqrt{3} \times V_P = \sqrt{3} \times 240$$
$$= 415.68V$$

अथवा त्रुटि निकटन के अनुसार $V_L = 415V$.

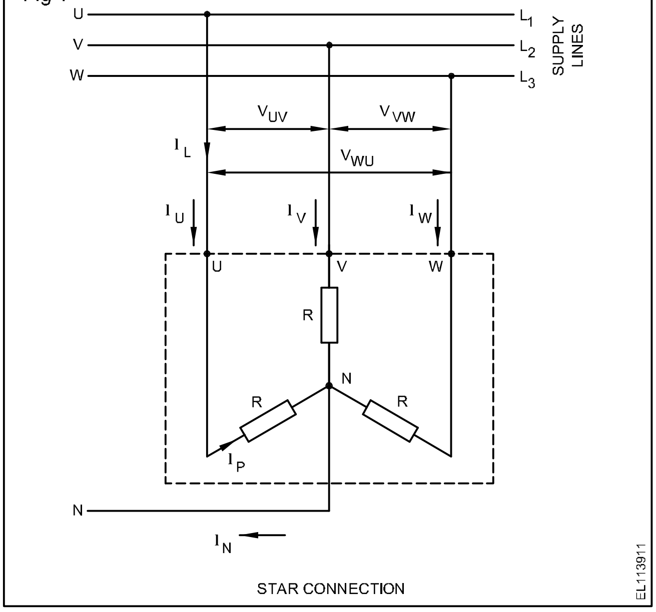
3 कला AC में सम्बन्ध पद्धतियाँ (Systems of connection in 3-phase AC)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **तारा और डेल्टा सम्बन्ध पद्धतियों का स्पष्टीकरण करना**
- **एक डेल्टा सम्बन्ध में कला और पंक्ति वोल्टता के बीच सम्बन्ध को व्यक्त करना**
- **तारा सम्बन्ध में पंक्ति और कला वोल्टताओं के बीच सम्बन्ध की व्यक्त करना ।**

तीन कला सम्बन्धों की विधियां (Methods of 3-phase connection): यदि एक कला भार को एक तीन-कला जाल से सम्बन्धित किया जाता है, तो दो मौलिक विन्यास सम्भव होते है। एक 'तारा सम्बन्ध' (प्रतीक Y) और 'डेल्टा सम्बन्ध' (प्रतीक Δ) है।

तारा सम्बनध (Star connection) : (Fig 1) में तीन-कला भाग को समान परिमाण के तीन प्रतिरोधों से प्रदर्शित किया जाता है। किसी निश्चित समय में प्रत्येक कला से एक एक पथ उपस्कर के टर्मिनल बिन्दु U, V, W के लिये और इसके पश्चात भार प्रतिरोध के व्यक्तिगत घटकों के लिये होता है। सभी घटकों को 'स्टार बिन्दु' N: से जोड़ा जाता है। इस तार बिन्दु को उदासीन चालक N से जोड़ा जाता है। कला धारायें i_U, i_V, और i_W प्रत्येक घटक में प्रवाहित होती है। और वही धारा आपूर्ती पंक्ति में प्रवाहित होती है, अर्थात एक तारा सम्बन्धित निकाय में आपूर्ति पंक्ति धारा (I_L) = कला धारा (I_P) (Fig 1).

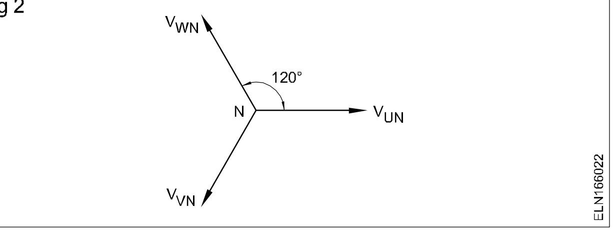
Fig 1



STAR CONNECTION

प्रत्येक कला के लिये विभवान्तर अर्थात एक पंक्ति से तारा बिन्दु को कला वोल्टता कहते है और V_P से अभिनिर्धारित होती है। किन्ही दो पंक्तियों का विभवान्तर पंक्ति वोल्टता V_L कहलाता है। इसलिये एक तारा सम्बन्धन में प्रत्येक प्रतिबाधा के सिरों पर वोल्टता कला वोल्टता V_P होती है पंक्ति वोल्टता V_L भार टर्मिनल्स U-V, V-W और W-U के सिरों पर प्रकट होती है। V_{UV}, V_{VW} और V_{WU} से अभिनिर्धारित की जाती है। (Fig 1) तारा -सम्बन्ध निकाय में पंक्ति वोल्टता दो पंक्तियों के सिरों पर होने वाली वोल्टता होती है। जो एक कला के धनात्मक और दूसरे के ऋणात्मक मान के फेजर योग के बराबर होती है। (Fig 2)

Fig 2

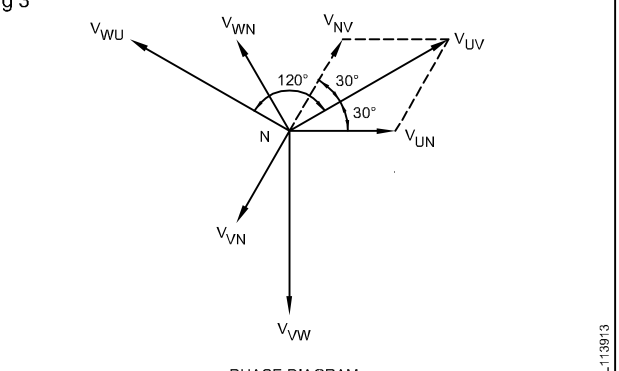


इस प्रकार

$$V_L = V_{UV} = (\text{फेजर } V_{UN}) - (\text{फेजर } V_{VN})$$
$$= \text{फेजर } V_{UN} + V_{VN}.$$

फेज आरेख (Fig 3)

Fig 3



PHASE DIAGRAM

$$V_L = V_{UV} = V_{UN} \cos 30^\circ + V_{NV} \cos 30^\circ$$

लेकिन $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

इस प्रकार चूंकि $V_{UN} = V_{VN} = V_P$

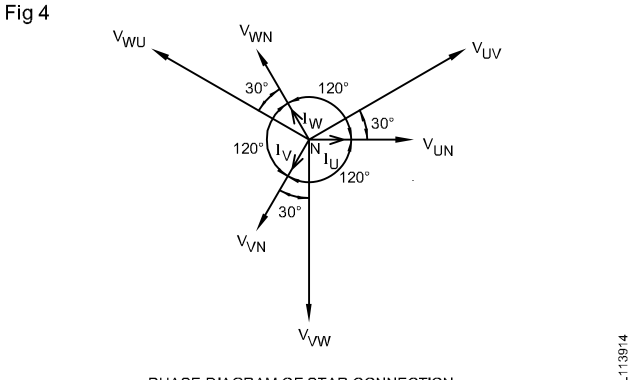
$V_L = \sqrt{3}\ V_P$.

यही सम्बन्ध V_{UV}, V_{VW} और V_{WU} के लिये भी होता है।

एक तीन कला तार सम्बन्धन में वोल्टता सदैव कला से उदासीन वोल्टता का $\sqrt{3}$ गुना होती है। लाइन वोल्टता और कला वोल्टता से सम्बन्धित घटक $\sqrt{3}$ होता है। (Fig 3)

फेजर आरेख (Fig 4) में तारा सम्बन्धन का वोल्टता और धारा सम्बन्ध दिखाया गया है। कला वोल्टतायें एक दूसरे के सापेक्ष 120° से विस्थापित होती हैं।

Fig 4



PHASE DIAGRAM OF STAR CONNECTION

संगत पक्ति वोल्टतायें इन्हीं से प्राप्त की गई है। पंक्ति वोल्टतायें एक दूसरे के सापेक्ष 120° से विस्थापित होती है। चूंकि इस उदाहरण में भार शुद्ध प्रतिरोधक प्रतिबाधायें है। इसलिये कला धारायें I_P (I_U, I_V, I_W) कला वोल्टताओं V_P (V_{UN}, V_{VN} और V_{WN}) के साथ सम कला में हैं। एक तारा सम्बन्धन में प्रत्येक धारा को कला वोल्टता के भार प्रतिरोध R के अनुपात से ज्ञात करते है।

उदाहरण 1: एक तीन-कला, सन्तुलित तारा-सम्बन्धति निकाय, के लिये पंक्ति वोल्टता क्या होगी? यदि कला वोल्टिता 240 V है?

$$V_L = \sqrt{3}V_P = \sqrt{3} x 240$$
$$= 415.7V$$

उदाहरण 2: प्रदर्शित (Fig 5) के परिपथ में प्रत्येक आपूर्ति की पंक्ति धारा का परिमाण क्या है?

एक तार सम्बन्ध की व्यवस्था के कारण वोल्टता

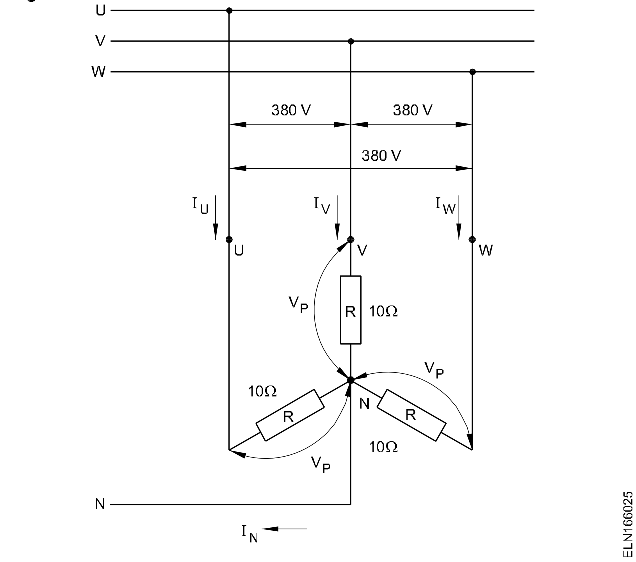
$$V_P = \frac{380}{1.73} = 220\ V$$

प्रत्येक शुद्ध प्रतिरोधी भार के R सिरों पर

तीन-आपूर्ति पंक्ति धाराओं का परिमाण समान होगा क्योंकि तारा-सम्बन्धित भार सन्तुलित है, जिसे निम्न से प्राप्त करते है।

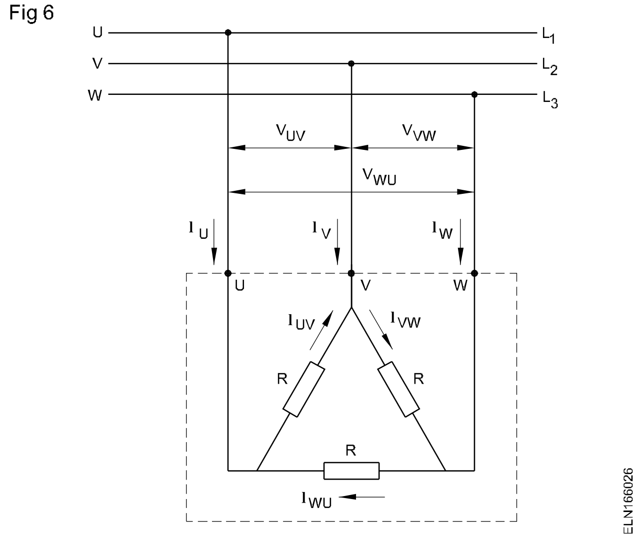
$$I_U = I_V = I_W = \frac{V_P}{R} = \frac{220}{10} = 22A = I_L = I_P$$

Fig 5



डेल्टा सम्बन्धन (Delta connection) : तीन-कला जाल में एक तीन-कला भार को सम्बन्धित करने का एक दूसरा सम्भव उपाय है। यह डेल्टा अथवा जाल सम्बनध (Δ) है। (Fig 6)

Fig 6



धारा प्रतिबाधायें एक त्रिभुज की भुजायें निर्मित करती है। टर्मिनल्स U, V और W को आपूर्ति पंक्तियों L_1, L_2 और L_3 से जोड़ा जाता है।

तारा सम्बन्धन, के विपरीत एक डेल्टा-सम्बन्धन में पंक्ति वोल्टता प्रत्येक भार कलाओं पर प्राप्त होती है।

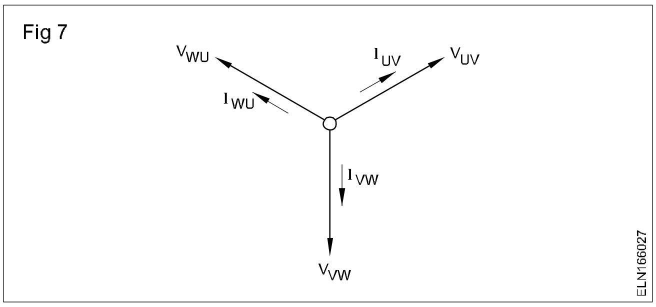
प्रतीक V_{UV}, V_{VW} और V_{WU} से विरूपित वोल्टतायें पंक्ति वोल्टतायें है।

एक डेल्टा व्यवस्था में घटकों से जाने वाली धारायें I_{UV}, I_{VW} और I_{WU} होती है। आपूर्ती पंक्ति से धारायें I_U, I_V और I_W है, और एक पंक्ति धारा सम्बन्ध बिन्दु पर विभाजित होकर दो कला धारायें उत्पन्न करती है।

एक प्रदर्शन की सहायता से डेल्टा सम्बन्धन का वोल्टता और धारा सम्बन्धन का वोल्टता और धारा सम्बन्ध स्पष्ट किया जा सकता है। पंक्ति वोल्टतायें V_{UV}, V_{VW} और V_{WU} सीधे प्रतिरोधी भार पर है, और इस स्थिति में कला वोल्टता पंक्ति वोल्टता के समान है। फेजर V_{UV}, V_{VW} और V_{WU} पंक्ति वोल्टतायें है। इस व्यवस्था को तारा सम्बन्धन में पहले देखा जा चुका है।

शुद्ध प्रतिरोधी भार के कारण संगत कला धारायें पंक्ति वोल्टताओं की कला मे है। (Fig 7)

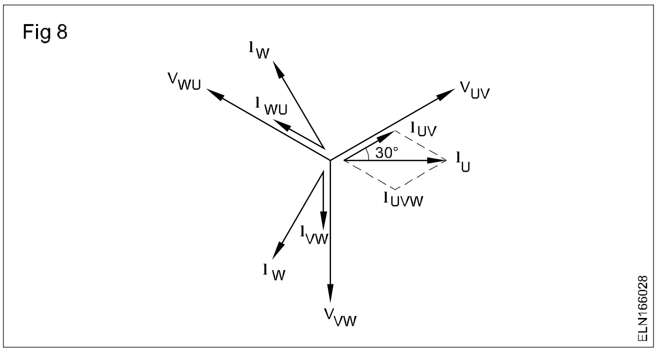
Fig 7



इनके परिमाण पंक्ति वोल्टता और प्रतिरोध R के अनुपात से ज्ञात किये जाते है।

इसके अतरिक्त पंक्ति धारायें I_U, I_V और I_W कला धाराओं से संयोजित है की जाती है। एक पंक्ति धारा सदैव उपयुक्त कला धाराओं के फेजर योग से प्राप्त होती है। इसे (Fig 8) में दिखाया गया है। पंक्ति धारा I_U धाराओं I_{UV} और I_{UW} का फेजर योग है। (Fig 8 भी देखे)

Fig 8



इसलिये, $I_U = I_{UV} \cos 30° + I_{UW} \cos 30°$

लेकिन $\cos 30° = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

इसप्रकार $I_L = \sqrt{3}\, Iph$

इस प्रकार एक सन्तुलित डेल्टा सम्बन्ध, के लिये पंक्ति धारा का फेज धारा से अनुपात $\sqrt{3}$ है।

इस प्रकार, पंक्ति धारा $\sqrt{3}$ x कला धारा।

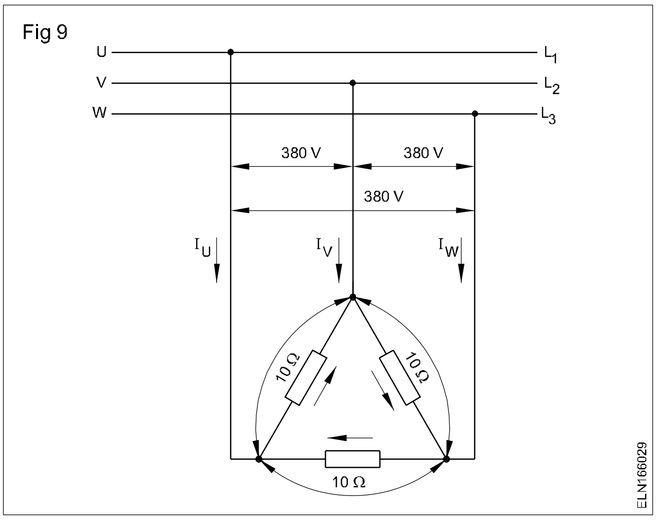
उदाहरण 3: ऊपर के उदाहरण में पंक्ति धाराओं I_U, I_V और I_W के मान क्या है? (Fig 9)

हल

चूंकि भार सन्तुलित (अर्थात प्रत्येक कला का समान प्रतिरोध) है। इस लिये कला धारायें समान परिमाण की है और पंक्ति वोल्टता तथा भार कला प्रतिरोध के अनुपात से प्राप्त होती है।

$$I_{UV} = I_{VW} = I_{WU} = \frac{V_P}{R} = \frac{V_L}{R} = \frac{380}{10} = 38A.$$

Fig 9



इस प्रकार डेल्टा प्रकरण में कला धारा 38A है।

शब्दों में व्यक्त करने पर = $\frac{\text{पंक्ति अथवा कला वोल्टता}}{\text{कला प्रतिरोध}}$

पंक्ति धारा फेज धारा का $\sqrt{3}$ गुना होती है।

इसलिये पंक्ति धारा

$I_U = I_V = I_W = \sqrt{3}$ x 38A = 1.73 x 38A = 66A.

उदाहरण 4: तीन समरूप कुण्डल जिनमें से प्रत्येक का प्रतिरोध 10 ओमस और प्रेरकत्व 20mH है और डेल्टा सम्बन्धन में 400-V, 50Hz, तीन कला आपूर्ती से जोड़े जाते है। पंक्ति धारा की गणना करें।

एक कुण्डल के लिये,

प्रतिघात $X_L = 2\pi fL = 2 \times 3.142 \times 50 \times \frac{20}{1000} = 6.3$ ओम्स

कुण्डल की प्रतिबाधा प्राप्त होती है, कायल की प्रतिबाधा इस प्रकार हो गई है ।

$$Z = \sqrt{(R^2 + X^2} = \sqrt{(10^2 + 6.3^2)} = 11.8 \text{ ohms.}$$

एक डेल्टा सम्बन्धित निकाय के लिये समीकरण के अनुसार $V_L = V_P$.

इस प्रकार V_P= 400V.

इसलिये कला धारा प्राप्त होती है

$$I_P = \frac{V_P}{Z} = \frac{400}{11.8} = 33.9 \text{ A.}$$

लेकिन डेल्टा सम्बन्धित निकाय, के लिये समीकरण के अनुसार,

$I_L = \sqrt{3} I_P = \sqrt{3}$ x 33.9 = 58.7A.

संतुलित भारों के साथ तारा और डेल्टा सम्बन्ध का अनुप्रयोग (Application of star and delta connection with balanced loads)

तारा-डेल्टा परिवर्तक कुंजी अथवा तारा-डेल्टा प्रर्वतक एक महत्वपूर्ण अनुप्रयोग है।

एक विशेष तीन-कला भार के लिये एक डेल्टा सम्बन्ध में पंक्ति धारा एक दी गई पंक्ति वोल्टता की तुलना में तारा सम्बन्ध के लिये तीन गुना होती है। अर्थात एक तीन-कला भार के लिये (Δ पंक्ति धारा) = 3 (Y - पंक्ति धारा)।

इस तथ्य का प्रयोग एक तीन-कला मोटर और तारा डेल्टा परिवर्तक कुंजी के साथ उच्च प्रर्वतन धारा को कम करने में किया जाता है।

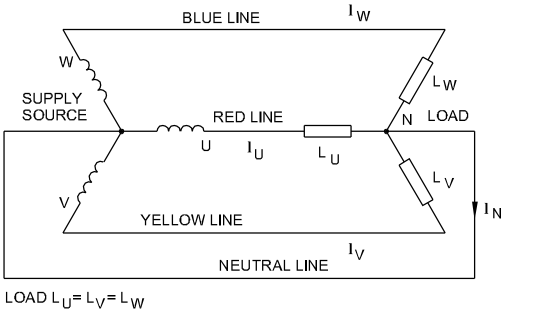
तारा सम्बन्धन का अनुप्रयोग (Application of star connection): प्रत्यावर्तक और वितरण ट्रांसफार्मर के द्वितीयक में तीन एकल-कला कुण्डल तारा में अन्तर सम्बन्धित होते है।

तीन-कला पद्धति में उदासीन (Neutral in 3-phase system)

उद्‌देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **एक तीन-कला तारा सम्बन्धन के उदासीन में धारा का स्पष्टीकरण करना**
- **एक तीन-कला डेल्टा सम्बन्धन में कृत्रिम उदासीन की निर्माण विधि को व्यक्त करना**
- **उदासीन के भूसम्पर्कन करने की विधि को व्यक्त करना।**
- **तीन फेज प्रणाली के कार्य का वर्णन करना, जब न्यूट्रल खुला हो ।**

उदासीन (Neutral) : एक तीन-कला तारा सम्बन्धन में तारा बिन्दु होता है, और उदासीन बिन्दु से सम्बन्धित उदासीन बिन्दु को चालक कहते है। (Fig 1)

Fig 1



THREE-PHASE SUPPLY AND LOAD

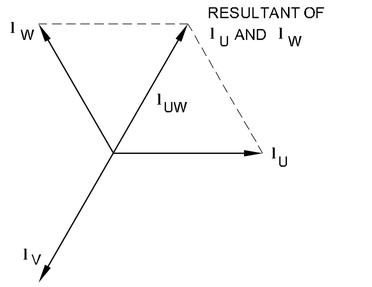
उदासीन चालक में धारा (Current in the neutral conductor): एक तारा-सम्बन्धित, चार-तार निकाय, में उदासीन चालक N को I_U, I_V और I_W धाराओं के योग को ले जाना चाहिये। इससे ऐसा प्रतीत होता है कि चालक द्वारा विशेष उच्च धारा प्रवाह के लिये उसका क्षेत्रफल यथेष्ट होना चाहिये लेकिन ऐसा नही है। क्योंकि इस चालक को तीन धाराओं का फेजर योग ले जाना अपेक्षित है।

I_N = I_U, I_V और I_W का फेजर योग है।

(Fig 2) में ऐसी स्थिति जिसमें भार सन्तुलित है और धारायें समान है। इस फेजर योग को दिखाया गया है। फलस्वरूप उदासीन लाइन में धारा I_N शून्य है। इसे अन्य तात्क्षणिक मानों के लिये भी दिखाया जा सकता है।

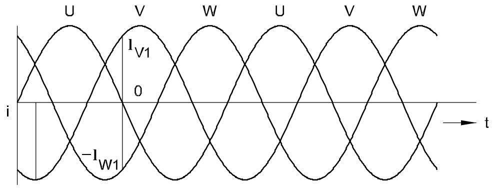
किसी विशेष समय, t_1, पर i_V का तात्क्षणिक मान i_U= 0 (Fig 3), i_V और i_W, के परिमाण है। लेकिन उनके चिन्ह विपरीत है अर्थात वे विरोध में है और फेजर योग्य शून्य है। t, के अन्य मानों को लेकर यह देखा जा सकता है कि तीन कला धाराओं का योग्य शून्य है। इसलिये एक सन्तुलित भार के लिये उदासीन चालक कोई धारा नही ले जाता।

Fig 2



FOR A BALANCED LOAD THE RESULTANT OF I_W AND I_U IS EQUAL IN MAGNITUDE BUT OPPOSITE TO I_V.

Fig 3



RESULTANT OF THREE-PHASE CURRENTS

फेज धाराओं के परिमाण असमान होने पर उदासीन धारा शून्य नही होती है।

उस समय उदासीन चालक में 'उदासीन' धारा I_N प्रवाहित होती है। लेकिन यह किसी आपूर्ति पंक्ति से कम होती है। इसलिये, प्रयुक्त होने पर उदासीन चालाक, का अनुप्रस्थ परिच्छेद आपूर्ति से कम होता है।

असंतुलन का प्रभाव (Effect of imbalance) : यदि भार संतुलित नही है और उदासीन चालक नही है। फेज धाराओं के योग के लिये लौटने का पथ नही रहता जो शून्य होगा। अब कला वोल्टतायें पंक्ति वोल्टता को $\sqrt{3}$, से भाग देने पर प्राप्त होगी और इसके विभिन्न मान होंगे।

उदासीन चालक का भू-सम्पर्कन (Earthing of neutral conductor): तीन-कला विद्युत का एक महत्वपूर्ण अनुप्रयोग व्यवसायिक और घरेलू

उपभोक्ताओं को वैद्युत ऊर्जा की आपूर्ति कराना होता है 'लघु वोल्टता वितरण' -के लिये सरलतम स्थिति, में अर्थात भवनों में प्रकाश और शक्ति के लिये दो अवश्यकतायें होती है।

1 उच्चतम सम्भव वोल्टता पर प्रचालित चालकों का उपयोग वांछित होता है। लेकिन महंगें चालक पदार्थो पर खर्चो को बचाने के लिये लघु धारा लेनी होती है।

2 सुरक्षा कारणों से चालक और पृथ्वी के बीच वोल्टता 250V से अधिक नही होना चाहिये।

कारण 2, के आधार पर यह 250 V कम पंक्ति वोल्टता से एक वोल्टता वितरण पद्धति सम्भव है। लेकिन यह कारण 1 के विपरीत है साथ ही एक तारा सम्बन्धन से 415V पंक्ति वोल्टता उपलब्ध है। इस प्रकार से आपूर्ति पंक्ति और उदासीन चालक के बीच केवल 240V रह जाता है। कारण 1 की संतुष्टी के लिये और 2, के लिये उदासीन को भूसम्पिर्कत कर दिया जाता है।

भारतीय विद्युत नियम (Indian Electricity Rules) : I.E. नियम इस बात पर बल देते है कि उदासीन चालक का भूसम्पर्कन दो विभिन्न और स्पष्ट सम्बन्धें से होना चाहिये। नियम संख्या 61(1)(a), नियम संख्या 67(1)(a) और नियम संख्या 32 इस बात पर बल देते है कि उपभाक्ता भवन के अन्दर आपूर्ती प्रारम्भ बिन्दु पर उदासीन बिन्दु का अभिनिर्धारण होना चाहिये। साथ ही उदासीन चालक में कटआउट से अथवा सम्बन्धों का प्रयोग नही होना चाहिये। BIS उदासीन के भूसम्पर्कन विधि को स्पष्ट करता है। (IS 3043-1966 का कोड संख्या 17.4)

उदासीन चालक का अनुप्रस्थ परिच्छेद क्षेत्रफल (Cross-sectional area of neutral conductor) : 3-कला में उदासीन चालक, 4-तार पद्धति का परिच्छेद कम होना चाहिये। (आपूर्ति पंक्ति के अनुप्रस्थ का आधा)।

कृत्रिम उदासीन (Artificial neutral) : सामन्यतः उदासीन चालक 3-कला, 4-तार निकाय में ही उपलब्ध है। 3-कला, 3-तार निकाय में उदासीन चालक उपलब्ध नही है। उदासीन चालक डेल्टा सम्बन्धित आपूर्ति निकाय के लिये भी उपलब्ध नही है।

एक उदासीन चालक की अवश्यकता कला वोल्टता, ऊर्जा शक्ति को मापने में होती है, जो संकेतक लैम्पों इत्यादि से सम्बन्धन के लिये होते है एक कृत्रिम उदासीन जो संकेतक लैम्प से जोडने के लिये होते है की रचना, उनको एक तारा से जोड कर की जा सकती है। (Fig 4) माप यन्त्रों के लिये कृत्रिम उदासीन की रचना तारा के अतिरिक्त प्रतिरोध कों को जोडने से भी हो सकती है। (Fig 5)

Fig 4

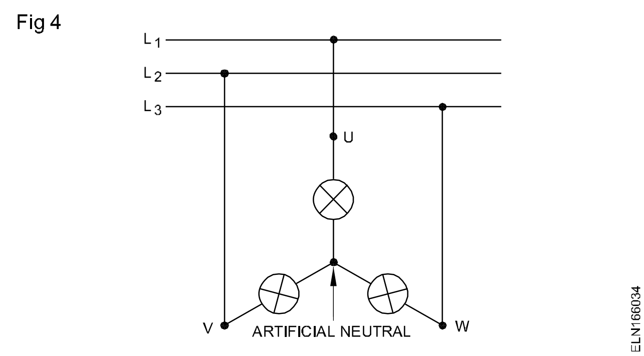
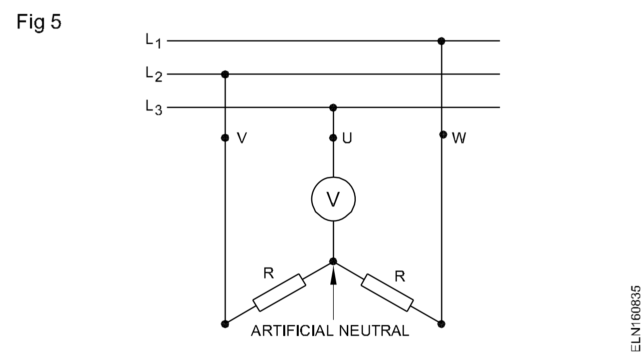


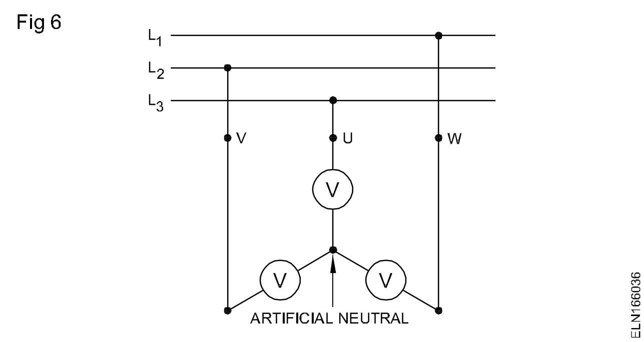
Fig 5



इस विधि में R का मान वोल्ट मापी के प्रतिरोध के बराबर होना चाहिये। इसी विधि को शक्ति अथवा ऊर्जा मापन के लिये भी प्रयुक्त करते है। इसे विभव कुण्डल के समान प्रतिरोध को जोड कर किया जा सकता है।

जब समान प्रकार के तीन मापी यन्त्र प्रयोग में लाये जाते है, तो उनके दाब कुण्डलों को जोड़ कर कृत्रिम उदासीन बनाया जा सकता है। (Fig 6)

Fig 6



इस प्रकार का उदासीन अधिक धारा नही ले सकता। जब डेल्टा सम्बन्धन के भू सम्पर्कन की अवश्यकता होती है तो उदासीन भूसम्पर्कन पूर्णक प्रयुक्त होते है। यह उदासीन से कला वोल्टता को स्थिर रखते हुये प्रबल धाराओं को अभिगमित अथवा उदगमित कर सकते है।

IS 3043 कोड संख्या 17 एक विधि प्रदत्त करता है, जिससे भू सम्पर्कन के लिये एक भूसम्पर्कन प्रति कारक द्वारा उदासीन प्राप्त हो सकता है।

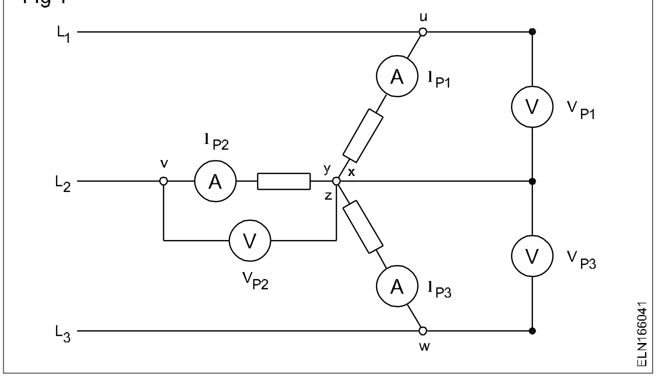
तारा और डेल्टा सम्बन्धों में शक्ति (Power in star and delta connections)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **3ϕ AC में सक्रिय, आमापी तथा रिएक्टिव पावर का वर्णन करना**
- **असंतुलित और संतुलित लोड के व्यवहार का वर्णन करना**
- **न्यूट्रन के अर्थिंग की विधि बतना**
- **तीन कला तारा डेल्टा सम्बन्धित भाग में शक्ति ज्ञात करना ।**

(Fig 1) में तार सम्बन्ध में तीन प्रतिरोध भारों को दिखाया गया है इसलिये एक कला शक्ति की तुलना में शक्ति तीन गुना होना चाहिये।

Fig 1



$P = 3V_pI_p$.

यदि व्यक्तिगत कलाओं में V_P और I_P संख्याओं को संगत पंक्ति संख्याओं V_L और I_L से क्रमश : प्रतिस्थापित कर दिया जाय तो निम्न प्राप्त होता है :

$$P = 3\frac{V_L}{\sqrt{3}}I_L.$$

(चूंकि $V_P = V_L \div \sqrt{3}$ और $I_p = I_L$)

चूंकि $3 = \sqrt{3} \times \sqrt{3}$ इस समीकरण का निम्न सरल रूप किया जा सकता है।

$$P = \sqrt{3}\, V_LI_L$$

> **ध्यान दें कि एक प्रतिरोध परिपथ में शक्ति गुणक एक होता है इसलिये शक्ति गुणक गणना में सम्मिलित नही होता ।**

संख्या	P	V_L	I_L
मात्रक	W	V	A

शुद्ध प्रतिरोधी भार में शक्ति (ϕ=0 cos ϕ = 1) पूर्ण रूप से सक्रिय शक्ति होती है जो ऊष्मा में परिवर्तित होती है। सक्रिय शक्ति का मात्रक वाट (W) है।

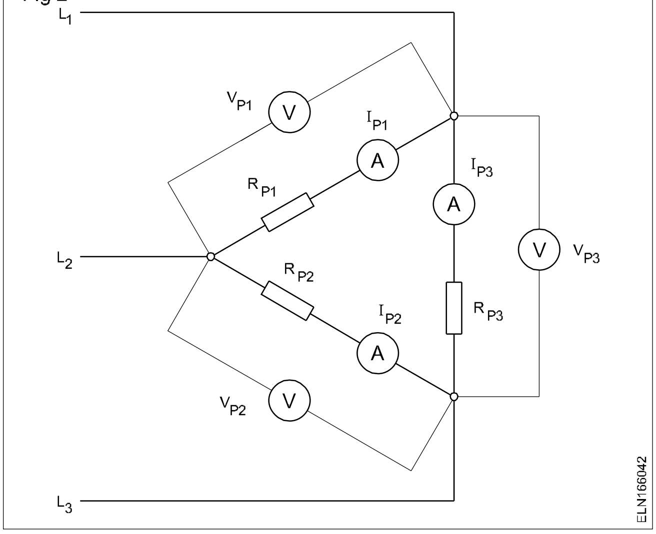
जैसा कि अन्तिम सूत्र प्रदर्शित करता है एक तारा सम्बन्धित भाग परिपथ में शक्ति की गणना संख्या से की जा सकती है। इसलिये कला संख्याओं को मापने की आवश्यकता नही होती है।

$P = \sqrt{3} \times V \times I$ (सूत्र शुद्ध प्रतिरोधी भार के लिये सही है)

व्यवहार में पंक्ति संख्याों को माप लेना सदैव सम्भव है लेकिन तारा बिन्दु पर पहुंच सदैव सम्भव नही है इसलिये इस कला वोल्टता का मापना सदैव सम्भव नही होता ।

एक डेल्टा सम्बन्धित भार के साथ तीन कला शक्ति (Three-phase power with a delta-connected load) : (Fig 2) में डेल्टा से सम्बन्धित तीन प्रतिरोधों का भार दिखाया गया है। कला शक्ति का तीन गुना ह्रास होगा।

Fig 2



$P = 3P_P = 3V_PI_P$

यदि V_P और I_p संख्याओं को उनके संगत पंक्ति संख्याओं V_L और I_L से प्रतिस्थापित कर दिया जाय तो हमें प्राप्त होता है,:

चूंकि $V_L = V_P$

$$I_L = \sqrt{3}\, I_P \text{ और } I_P = \frac{I_L}{\sqrt{3}}$$

लेकिन $3 = \sqrt{3} \times \sqrt{3}$ समीकरण को निम्न की भांति सरल कर सकते है :

$P = \sqrt{3}\, V_LI_L$. (यह सूत्र शुद्ध प्रतिरोधी भार के लिये सत्य है)

> **यदि हम तारा और डेल्टा सम्बन्धों के लिये दो शक्ति सूत्रों की तुलना करें तो हम देख सकते है कि दोनों के लिये समान सूत्र उपयुक्त है। दूसरे शब्दों में भार को सम्बन्धित करने की विधि प्रयुक्त सूत्र पर कोई प्रभाव नही डालती यदि भार संतुलित है।**

सक्रिय, प्रतिघाती और आभासी शक्ति (Active,reactive and apparent power) : जैसा कि आपको AC परिपथ सिद्धान्त से ज्ञात

है कि जिन भारों में प्रतिरोध और प्रेरकत्व दोनों अथवा प्रतिरोध धारिता होते है और सक्रिय तथा प्रेरणित दोनों शक्तियां लेते है क्योंकि उनकी वोल्टता और धारा कलान्तर होता है यदि शक्ति के इन दोनों घटकों को त्रिकोणमितीय विधि से योग किया जाय तो हमें आभासी शक्ति प्राप्त होती है। तीन कला पद्धति में भी प्रत्येक कला में लगभग वही होता है हमें यहां प्रत्येक कला में वोल्टता और धारा के बीच कलान्तर ज्ञात करना पड़ता है।

घटक $\sqrt{3}$ का प्रयोग करके एक तीन कला निकाय में शक्ति घटक उसी सूत्र का अनुपालन करते है जो एकल कला AC परिपथों के लिये प्राप्त किया गया है।:

आभासी शक्ति	$S=VI$	$S=\sqrt{3}V_L I_L$	VA
सक्रिय शक्ति	$P=VI\cos\phi$	$P=\sqrt{3}\,V_L I_L \cos\phi$	W
प्रेरणित शक्ति	$Q=VI\sin\phi$	$Q=\sqrt{3}V_L I_L \sin\phi$	var

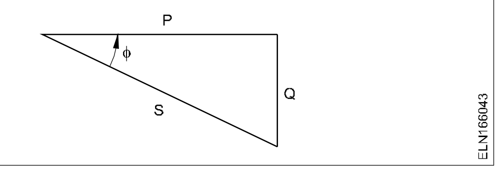
अन्त में एकल कला AC परिपथों में प्राप्त सम्बन्ध, तीन कला परिपथों के लिये भी लागू होते है।

$$\cos\phi = \frac{\text{activepower}}{\text{apparentpower}} = \frac{P}{S}$$

$$\sin\phi = \frac{\text{reactivepower}}{\text{apparentpower}} = \frac{Q}{S}$$

इसे (Fig 3) से भी देखा जा सकता है।

Fig 3



cosϕ को शक्ति गुणक भी कहते है और sin ϕ को कभी- प्रेरणित शक्ति गुणक कहते है।

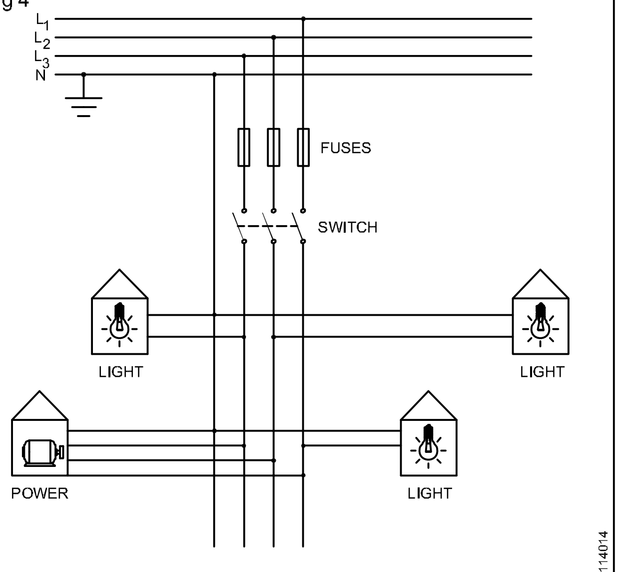
अंसतुलित भार (Unbalanced load) : वैद्युत ऊर्जा आपूर्ति के लिये अधिकतम सुविधा जनक वितरण पद्धति 415/240V चार तार, तीन कला AC पद्धति है।

इससे उपभोक्ताओं को तीन कला और एकल कला धारा की आपूर्ति सम्भव है भवनों के आपूर्ति दिये गये उदाहण के अनुसार दी जा सकती है। (Fig 4)

व्यक्तिगत भवन एक कला वोल्टता का उपयोग करते है। L_1, L_2, L_3 का N से वितरण अनुक्रम मे होता है। (कम धारा) लेकिन अधिक भाग (जैसे तीन कला ac मोटर्स) का भरण पंक्ति वोल्टता (भारी धारा) से होता है।

लेकिन कुछ उपस्कर जिन्हें एकल अथवा दो कला की आवश्यकता होती है व्यक्तिगत कलाओं से जोड़े जा सकते हैं जिससे कलाओं को विभिन्न प्रकार से भारित किया जा सकता है। इसका अर्थ यह है कि चार तार, तीन कला जाल का असंतुलित भरण होगा।

Fig 4



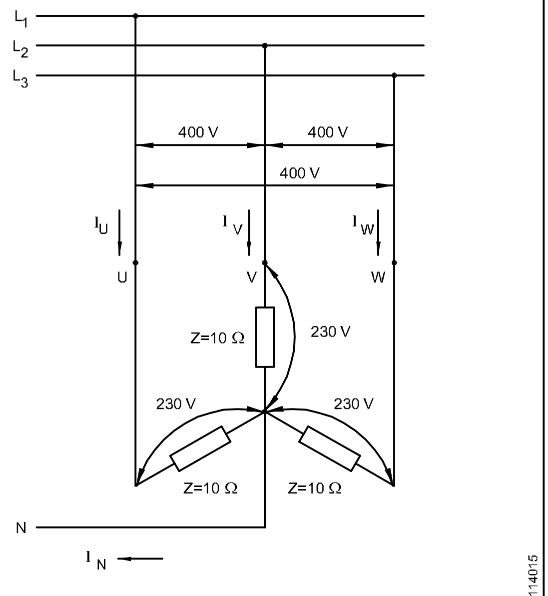
UNBALANCED LOAD

तारा सम्बन्धन में संतुलित भार (Balanced load in a star connection) : एक तारा सम्बन्धन में प्रत्येक कला धारा को कला वोल्टता और भार प्रतिबाधा Z के अनुपात से ज्ञात करते है।

इस तथ्य की पुष्टि एक संख्यात्मक उदाहरण होगी।

एक तारा सम्बन्धित भार जिसमें प्रतिबाधा Z 10Ω है एक तीन कला जाल से वोल्टता V_L = 415V (Fig 5) से जोड़ी जाती है

Fig 5



BALANCED STAR CONNECTED LOAD

तारा सम्बन्धन की व्यवस्था कला वोल्टता 240V (415/$\sqrt{3}$) है।

आपूर्ति से ली गई तीन धारा भाग समान परिमाण के है। इस कारण तारा सम्बन्धित भार सन्तुलित है और उनको

$I_U = I_V = I_W = V_P \div Z$ से प्राप्त करते है।

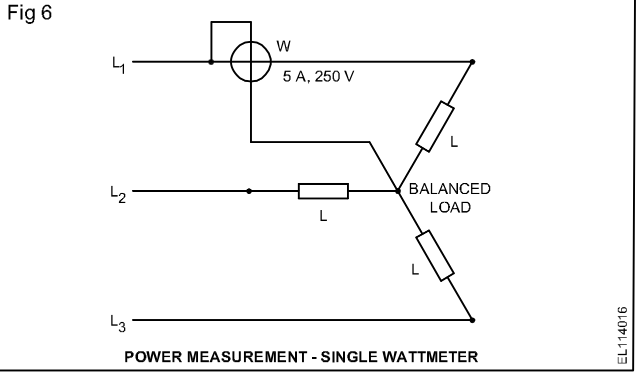
शक्ति मापन (The measurement of power) : एक तीन कला निकाय में शक्ति प्राप्त करने के लिये प्रयुक्त वोल्ट मापी की संख्या इस बात पर निर्भर होगी कि भार संतुलित अथवा असंतुलित है और क्या उदासीन बिन्दु है और क्या वह अभिगम्य (accessible) है।

- एक तारा सम्बन्धित संन्तुलित भार जिसमें एकल वाट मापी से उदासीन बिन्दु सम्भव है शक्ति मापन
- एक तारा अथवा डेल्टा सम्बन्धित संतुलित अथवा असंतुलित भार (उदासीन बिन्दु सहित अथवा रहित) से शक्ति मापन दो वाट मापी विधि से सम्भव है।

एक वाट मापी विधि (Single wattmeter method) : (Fig 6) में परिपथ आरेख दिखाया गया है जो एक तारा सम्बन्धित तीन कला शक्ति मापन के लिये है। और जिसमें सन्तुलित भार अभिगम्यता सहित उदासीन बिन्दु तथा वाटमापी का धारा कुण्डल एक पंक्ति से जुडा हुआ है तथा वोल्टता कुण्डल उस पंक्ति और उदासीन बिन्दु के बीच है। इस लिये योग वाटमापी पाठ का तीन गुना है।

पावर/फेस = $3V_PI_P \cos\theta = 3P = 3W$.

Fig 6



POWER MEASUREMENT - SINGLE WATTMETER

शक्ति मापन की दो वाटमीटर विधि (The two-wattmeter method of measuring power)

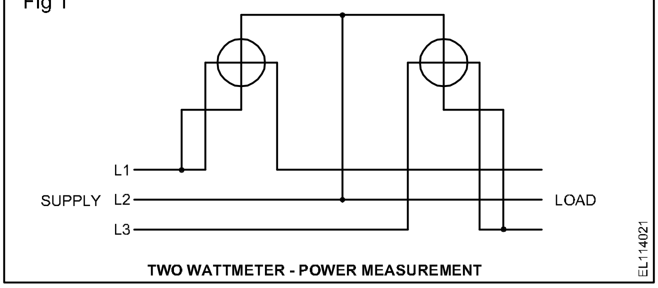
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **दो एक कला वाट मापी के प्रयोग से तीन कला शक्ति मापन करना**
- **मापी पाठ से शक्ति गुणक की गणना करना**
- **एक तीन कला तीन तार निकाय में शक्ति मापन की दो वाट मापी विधि का स्पष्टीकरण करना।**

एक तीन कला तीन तार निकाय में शक्ति साधारणतयः दो वाट मापी विधि से मापित की जाती है। इसका प्रयोग संतुलित अथवा असंतुलित भार से किया जा सकता है और इसमें कलाओं से पृथक सम्बन्ध आवश्यक नही होते। लेकिन यह विधि चार तार निकाय में प्रयुक्त नही होती क्योंकि धारा चौथे तार में प्रवाहित हो सकती है। यदि भार असंतुलित है और यह मानना कि $I_U + I_V + I_W = 0$ लागू नही है।

दो वाट मापी आपूर्ति से निकाय (Fig 1) के अनुसर जुड़े है दो वाट मापियों के धारा कुण्डल पंक्तियों में से दो से जुड़े है और वोल्टता कुण्डल उन्ही दो पंक्तियों से जुड कर तीसरी पंक्ति से जुडी है अब कुल दो प्रेक्षणों को जोड देने से निम्न प्राप्त होता है :

$P_T = P_1 + P_2$.

Fig 1



TWO WATTMETER - POWER MEASUREMENT

निकाय में कुल तात्क्षणिक शक्ति पर ध्यान दें। $P_T = P_1 + P_2 + P_3$ जहां P_1, P_2 और P_3 तीन कलाओं में से प्रत्येक में शक्ति के तात्क्षणिक मान है।

$$P_T = V_{UN}\, i_U + V_{VN}\, i_V + V_{WN}\, I_W$$

चूंकि चौथा तार नही है, $i_U + i_V + i_W = 0$; $i_V = -(i_U + i_W)$.

$$P_T = V_{UN} i_U - V_{VN}(i_U + i_W) + V_{WN}\, i_W$$
$$= i_U(V_{UN} - V_{VN}) + i_W(V_{WN} - V_{UN})$$
$$= i_U V_{UV} + i_W V_{WV}$$

अब $i_U V_{UV}$ प्रथम वाट मीटर में तात्क्षणिक शक्ति है और $i_W V_{WV}$ द्वितीय वाट में तात्क्षणिक शक्ति है। इसलिये कुल औसत शक्ति दो वाटमापियों द्वारा लिये गये पाठों की मध्यमान शक्ति का योग है।

वाटमापी के सही सम्बन्धन से यह सम्भव है कि उनमे एक ही ऋणात्मक पठन की प्रवृत्ति हो क्योंकि उस उपस्कर में वोल्टता और धारा के बीच कोण अधिक हो सकता है। तब धारा कुण्डल वोल्टता कुण्डल उत्क्रमित करने चाहिये और पाठ को एक ऋणात्मक चिन्ह देना चाहिये, जब उसे अन्य वाट मापी पाठ से कुल शक्ति के लिये संयोजित किया जाता है।

एकांक शक्ति गुणक होने पर दो वाट मापी के पाठ समान होगें। कुल शक्ति = 2 x 1 वाटमापी पाठ।

जब शक्ति गुणक = 0.5 1 वाट मापी का पाठ शून्य है और दूसरा कुल शक्ति पढ़ता है।

जब शक्ति गुणक = 0.5 से कम है तो एक वाट मापी ऋणात्मक संकेत देगा। वाट मापी को पढ़ने के लिये दाब कुण्डल अथवा धारा कुण्डल

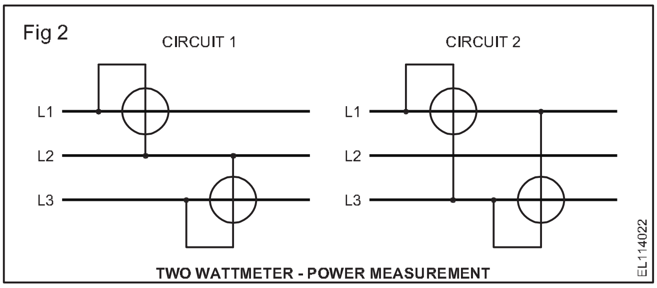
सम्बन्ध उत्क्रमित करें अब वाट मापी धनात्मक पाठ देगा। लेकिन कुल शक्ति की गणना के लिये ऋणात्मक लेना चाहिये।

जब शक्ति गुणक शून्य है तो दोनों वाट मापी के पाठ समान है पर विपरीत चिन्ह के है।

स्वआकलन परीक्षा (Self- evaluation test)

1 तीन कला शक्ति मापन की दो वाट मापी विधि के लिये एक सामान्य तारण आरेख आरेखित करें

2 व्यवहार में दो वाट मापी विधि का प्रयोग क्यों अपेक्षित होता है ? (Fig 2)



3 एक तीन कला चार तारों निकाय में याद्रक्षिक (Random) भारण के साथ दो वाट मापी विधि का उपयोग क्यों नही करना चाहिये।

4 उपयुक्त परिपथों में किसका प्रयोग शक्ति मापन के लिये दो वाट मापी विधि के लिये किया जाता है ?

शक्तिमापन की दो वाटमीटर विधि में शक्ति गुणक की गणना (Power factor calculation in the two-wattmeter method of measuring power)

जैसा कि आप पहले के अध्याय में पढ़ चुके है तीन कला तीन तार पद्धति में दो वाट मापी विधि में कुल शक्ति $P_T = P_1 + P_2$ होती है

दो वाट मापियों से प्राप्त पाठों से दिये गये सूत्र से $\tan\phi$ के मान की गणना की जा सकती है ।

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)} = \frac{\sqrt{3}(W_1 - W_2)}{(W_1 + W_2)}$$

इससे ϕ और भार का शक्ति गुणक ज्ञात किया जा सकता है।

उदाहरण 1 : दो वाट मापियों को एक संतुलित तीन कला परिपथ जो क्रमशः 4.5kw और 3kw प्रदर्शित करता है से सम्बन्धित किया जाता है। परिपथ के शक्ति गुणक को ज्ञात करें।

हल

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)}$$

$P_1 = 4.5$ KW

$P_2 = 3$ KW

$P_1 + P_2 = 4.5 + 3 = 7.5$ KW

$P_1 - P_2 = 4.5 - 3 = 1.5$ KW

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3} \times 1.5}{7.5} = \frac{\sqrt{3}}{5} = 0.3464$$

$\phi = \tan^{-1} 0.3464 = 19^0 6'$

शक्ति गुणक $\text{Cos } 19^0 6' = 0.95$

उदाहरण 2: एक संन्तुलित तीन कला परिपथ से दो वाट मापी शक्ति निवेश मापन के लिये जोड़े जाते है जो क्रमशः 4.5kw और 3kw प्रदर्शित करते है। बाद का पाठ्यांक उस वाट मापी के वोल्टता कुण्डल के सम्बन्धों का उत्क्रमण करके प्राप्त होता है परिपथ के शक्ति गुणक को ज्ञात करे।

हल

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)}$$

$$= \frac{\sqrt{3}(4.5 - (-3))}{(4.5 + (-3))}$$

$$= \frac{\sqrt{3}(4.5 + 3)}{(4.5 - 3)}$$

$$= \frac{\sqrt{3} \times 7.5}{1.5} = \sqrt{3} \text{ x } 5$$

$= 1.732 \times 5 = 8.66.$

$\phi = \tan^{-1} 8.66 = 83^o.27'$

चूंकि शक्ति गुणक $(\text{Cos } 83^o 27') = 0.114.$

प्रश्न 1 : शक्ति निवेश मापन के लिये तीन कला संतुलित भार से जोडने पर दो वाट मापियों के पाठ क्रमशः 600w और 300w है।

भार के कुल शक्ति निवेश और शक्ति गुणक की गणना करे।

प्रश्न 2: शक्ति निवेश मापन के लिये तीन कला संतुलित भार से जोडने पर वाट मापियों के पाठ क्रमशः 25kw और 5kw है।

परिपथ का शक्ति गुणक ज्ञात करो जब (1) दोनों पाठ धनात्मक है (2) बाद का पाठ वाट मापी के दाब कुण्डल के सम्बन्धों का उत्क्रमण करने से प्राप्त होता है।

हल

1 कुल शक्ति = $P_T = P_1 + P_2$

$P_1 = 600$W.

$P_2 = 300$W.

$P_T = 600 + 300 = 900$ W

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)} = \frac{\sqrt{3}(600 - 300)}{600 + 300} = \frac{\sqrt{3} \times 300}{900}$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.5774$$

$$\phi = \tan^{-1}0.5774 = 30^\circ$$

शक्ति गुणक = Cos 30° = 0.866.

2 a) P_1= 25 KW

P_2= 5 KW

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)} = \frac{\sqrt{3}(25 - 5)}{25+5}$$

$$= \frac{\sqrt{3} \times 20}{30} = \frac{\sqrt{3} \times 2}{3} = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1.1547$$

$$\phi = \tan^{-1} 1.1547 = 49^\circ 6'$$

शक्ति गुणक (Cosϕ) = Cos 49°6' = 0.6547

b) P_1= 25 KW

P_2= –5 KW

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)} = \frac{\sqrt{3}(25 - (-5))}{25+(-5)}$$

$$= \frac{\sqrt{3}\ (25+5)}{25-5} = \frac{\sqrt{3} \times 30}{20}$$

$$= \frac{\sqrt{3} \times 3}{2} = 2.5980$$

$$\phi = \tan^{-1} 2.5980 = 68^\circ 57'$$

शक्ति गुणक = Cos 68° 57' = 0.3592

कला-अनुक्रम संकेतक (मीटर) (Phase-sequence indicator (Meter))

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

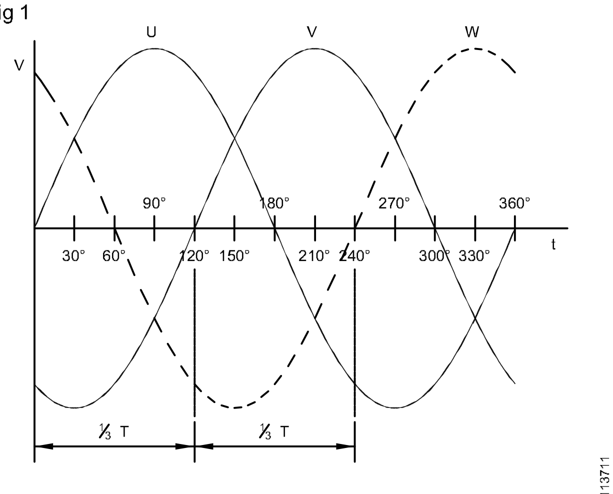
- **कला अनुक्रम संकेतक द्वारा एक तीन कला आपूर्ती के कला अनुक्रम को ज्ञात करने की विधि का वर्णन करना**
- **लैम्प का प्रयोग कर फेज सिक्वेंस प्राप्त करने की विधि का वर्णन करना ।**

पुनरीक्षण (Review)

एक तीन कला प्रत्यावर्तक में कुण्डलों के तीन नियोजन 120° के अन्तर पर रखे होते है। और उनका निर्गम एक तीन कला वोल्टता होता है। जिसे (Fig 1) में प्रदर्शित किया गया है। एक तीन कला वोल्टता में तीन वोल्टता तरंगें होती है जो 120 वैद्युत अंश से अलग होती है।

प्रारम्भ में कला U शून्य वोल्ट से निकलता हुआ धनात्मक वृद्धित वोल्टता (Fig 1) V से अनुगमित होता है। इसका शून्य आवर्तकाल के एक तिहाई समय पश्चात पहुंचता है। यही V के सापेक्ष W के साथ होता है। जिस क्रम में तीन कलायें अपने अधिकतम और न्यूनतम मानों को प्राप्त करती है कला अनुक्रम कहलाता है। यहां दिये गये प्रदर्शन में कला अनुक्रम U, V, W है।

Fig 1



3 - PHASE OUTPUT VOLTAGE

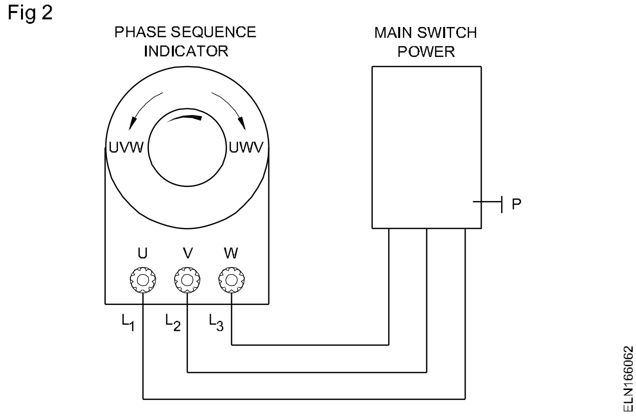
सही कला अनुक्रम का महत्त्व (Importance of correct phase sequence) : विभिन्न तीन कला निकायों के निर्माण और सम्बंधन मे सही कला अनुक्रम महत्व पूर्ण है। उदाहरण के लिये सही कला अनुक्रम उस समय महत्वपूर्ण होता है जब तीन प्रत्यावर्तकों के निर्गमों का एक उभय वोल्टता निकाय में समान्तरण करना आवश्यक होता है। एक प्रत्यावर्तक की कला U दूसरे कला प्रत्यावर्तक की कला U से सम्बन्धित होना चाहिये। कला V का V से और कला W का W से और इसी प्रकार सभी का एक दूसरे से सम्बन्ध होना चाहिये।

एक प्रेरक मोटर के लिये अनुक्रम के उत्क्रमण से मोटर घूर्णन में दिशा उत्क्रमण होता है और मशीनरी गलत दिशा में चलती है।

कला अनुक्रम संकेतक (मीटर) **(Phase-sequence indicator** (meter)) **:** एक तीन कला निकाय का कला अनुक्रम संकेतक (मापी) सही कला अनुक्रम को प्रदत्त कराना सुनिश्चित करता है। कला अनुक्रम संकेतक में तीन टर्मिनल्स UVW होते है। जो आपूर्ती के तीन कलाओं से सम्बन्धित होते है। जब संकेतक में आपूर्ती भरण होता है संकेतक में एक

चकती वामावर्त अथवा दक्षिणावर्त दिशा में घूमती है। चकती गति की दिशा संकेतक पर बने वाणाग्र से चिन्हित की जाती है वाणाग्र के नीचे सही अनुक्रम चिन्हित होता है (Fig 2)

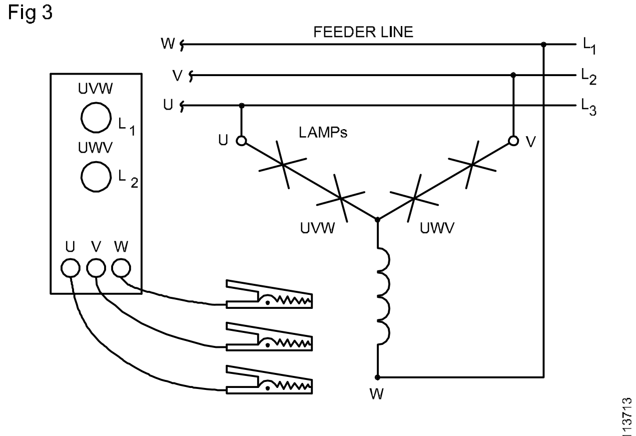
Fig 2



तीन कला निकाय का कला अनुक्रम तीन कलाओं में से किन्ही दो के सम्बन्ध उत्क्रमण द्वारा उत्क्रमित किया जा सकता है।

चोक और लैम्पों के उपयोग से कला अनुक्रम संकेतक (Phase-sequence indicator using choke and lamps) : कला अनुक्रम संकेतक में चार लैम्प और सितारा निर्माण स्तर Y से जुड़ा एक प्रेरक होता है। एक परीक्षक अग्रण को Y की प्रत्येंक टांग से जोड़ दिया जाता है एक लैम्प युगुल में U-V-W चिन्ह और दूसरे पर U-W-V चिन्ह होते है। जब तीन अग्रणों को एक तीन कला लाइन से जोडते है तो अधिक तीव्रता से प्रकाशित लैम्प कला अनुक्रम का संकेत देता है। (Fig 3)

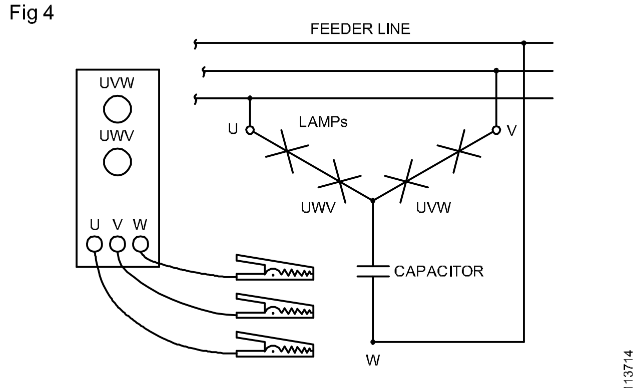
Fig 3



PHASE SEQUENCE INDICATOR USING CHOKE & LAMPS

संघारित्र और लैम्पों के उपयोग से कला अनुक्रम संकेतक (Phase-sequence indicator using capacitor & lamps) : कला अनुक्रम संकेतक में चार लैम्प और सितारा निर्माण स्तर (Star formation) (Y) से जुड़ा एक संघारित्र होता है। एक परीक्षण अग्रण को Y की प्रत्येक टांग से की जोड़ दिया जाता है। लैम्पों का एक युगुल पर U-V-W चिन्ह और दूसरे पर U-W-V चिन्ह होते है। जब तीन अग्रणों को एक तीन कला लाइन से जोडते है तो अधिक तीव्रता से प्रकाशित लैम्प कला अनुक्रम का संकेत देता है। (Fig 4)

Fig 4



PHASE SEQUENCE INDICATOR USING CAPACITOR & LAMPS

परियोजना कार्य (Project Work)

उद्‌देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **चयनित परियोजना का परियोजना रिपोर्ट तैयार करना**
- **सर्किट/लेआउट चित्र बनाना**
- **खरीदी जाने वाली सामग्रियों/पूर्जो विनिदेर्शो की सूची बनाना**
- **क्रियानिवत की जानेवाली योजना की सूची अनाना**
- **परियोजना का विकास करना और प्रस्तुत करना**

परियोजना का चयन एवं क्रियान्वय (Selection of project & its execution)

- परियोजना के विवरण पर चर्चा करें - आवश्यकता विपणन सुविधाएँ यागत सामग्री की उपलब्धता तथा भविष्य में विकास एवं परिव्याप्त की संभानाएँ
- काम चालू करने के लिए सारी सामग्री और साधन इक्ट्ठा करें।
- सभी सदस्यों की सहमति आवशयक है परियोजना की स्वर्किति के लिए एवं संबन्धित उददेश्य
- सभी सदस्यों एवं संबंधित अनुदेश की सहमति से एक निर्धारित समय टेबल बना लें कि क्या-क्या कब-कब करना है।
- आशा अनंरूप योजना को समाप्त करें।

परीक्षण वर्गीकरण कर परियोजना को समाप्त करें ।

परियोजना को अधिकतम फिनिश दें और अच्छी कारीगरी का सबूत दें।

परियोजना की रिपोर्ट तैयार करना (Preparation of project report)

रिपोर्ट में सम्बन्धि विषय को सूचना होनी चाहिए तथा उसके महत्व को वर्तमान समय में रेंखांकित करना चाहिए।

एक बाजार सर्वेक्षण होनी चाहिए उसके विपणन और वाणिज्य प्रयुक्ति के लिए

रिर्पोट में कार्य प्रणाली के सिद्धान्त एवं उसके प्रचलन की विधि होनी चाहिए । रिर्पोट में रख-रखाव मरम्मत एवं सार्वधिक सर्विसिंग

बिना किसी शर्त के कीमत प्रतिस्पर्द्धातमक एवं वहन योग्य होनी चाहिए।

आपकी परियोजना के बिना अधिक परिर्वतन एवं कीमत के विकास की संभवनाएँ उसकी और आकर्षित बनायेगी।

रिर्पोट के अन्त में पुस्तकों और वेबसाईट का संदर्भ होना चाहिए।

इलेक्ट्रीशियन

(ELECTRICIAN)

NSQF स्तर - 5

पहला वर्ष - भाग - II (कुल दो भाग)

1st Year - (Volume - II out of II)

व्यवसाय सिद्धान्त

(TRADE THEORY) - HINDI

व्यावसायिक क्षेत्र : पावर

Sector : Power

Directorate General of Training

प्रशिक्षण महानिदेशालय
कौशल विकास एवं उद्यमिता मंत्रालय
भारत सरकार

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान, चेन्नई

पो.बा. सं. 3142, CTI कैम्पस, गिण्डी, चेन्नई - 600 032

व्यावसायिक क्षेत्र : पावर

अवधि : 2 - वर्ष

व्यवसाय : इलेक्ट्रीशियन - व्यवसाय सिद्धान्त - प्रथम वर्ष - भाग - II (कुल दो भाग)

प्रकाशक एवं मुद्रण :

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान

पो.बा. सं. 3142,

गिण्डी, चेन्नई - 600 032.

ई-मेल: chennai-nimi@nic.in,

वेब-साइट: www.nimi.gov.in

ऑफसेट मुद्रित :

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान

चेन्नई - 600 032.

प्रथम संस्करण : अक्तूबर, 2018 प्रतियाँ : 1000

प्रथम पुनःमुद्रण : अक्तूबर, 2019 प्रतियाँ : 1000

द्वितीय संस्करण : दिसम्बर, 2019 प्रतियाँ : 500

तृतीय संस्करण : फरवरी, 2020 प्रतियाँ : 500

Rs.320/-

प्राक्कथन

भारत सरकार ने एक बहुत ही महत्वकांक्षी ध्येय निर्धारित किया है कि सन् 2020 तक 30 करोड़ लोगों को अर्थात् हर चार में से एक भारतीय को कौशल प्रदान करना है और राष्ट्रीय कौशल विकास योजना के अन्तर्गत उनको रोजगार दिलाना है । इस लक्ष्य की प्राप्ती हेतु प्रशिक्षण मातृभाषा में उपलब्ध कराना परम आवश्यक है । NIMI अपनी सभी अनुदेशात्मक सामग्री अंग्रेजी, राजभाषा हिन्दी तथा अन्य क्षेत्रीय भाषाओं में उपलब्ध करके इस लक्ष्य प्राप्ति में अपनी महत्वपूर्ण सहयोग दे रहा है । इस प्रक्रिया में औद्योगिक प्रशिक्षण संस्थान (ITIs) एक महत्वपूर्ण भूमिका अदा करेगा, विशेषकर कौशल से परिपूर्ण कार्मिक जन-शक्ति को तैयार करने में और इस बात को ध्यान में रखते हुए प्रशिक्षुओं को तत्कालीन आवश्यक औद्योगिक प्रशिक्षण प्रदान करने हेतु ITI का पाठ्य-क्रम हाल में सुधारा गया है और इस कार्य में एक परामर्शदात्री परिषद की सहायता ली गई है । परामर्शदात्री परिषद के गठन में तत्सम्बन्धित सदस्यों का समावेश होता है, जैसे कि उद्योग, उद्यमी, शिक्षाविद और ITIs के प्रतिनिधि ।

मुझे हर्ष है कि अपने लक्ष्य 'कुशल भारत' की प्राप्ति हेतु मंत्रालय प्रशिक्षण महानिदेशलय (DGT), कौशल विकास एवं उद्यमशीलता मंत्रालय के अधीन आनेवाली स्वायतशासी निकाय, राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI), चेन्नई जिसको अनुदेशात्मक माध्यम पैकेजो (IMPs) के निर्माण, विकास तथा वितरण का कार्यभार सौंपा गया है वह ITI तथा कौशल प्रदान करने वाले तत्संबंधित संस्थानों की आवश्यकता हेतु सेमेस्टर पेटर्न के अधीन, इलेक्ट्रिक व्यवसाय की प्रस्तुत अनुदेशात्मक पुस्तक, **इलक्ट्रीशियन - व्यवसाय सिद्धान्त - प्रथम वर्ष - भाग - II (कुल दो भाग) NSQF स्तर 5** प्रकाशित कर रहा है। मुझे हर्ष है कि इस अनुदेशात्मक सामग्री के अंग्रेजी एवं हिन्दी संस्करण एक साथ प्रकाशित कर NIMI ने भी 'कुशल भारत' के लक्ष्य में अपनी भागदारी दर्ज करायी है।

इस काम के लिए NIMI के निर्देशक, कर्मचारी तथा माध्यम विकास परिषद (MDC) के सदस्यों का मैं हार्दिक अभिनंदन करता हूँ । NSQF स्तर 5 व्यवसाय अभ्यास प्रशिक्षुओं को अंतर्राष्ट्रीय समकक्ष स्तर प्रदान करेगा जिसके कारण उनकी कौशल प्रवीणता तथा दक्षता को विश्वभर में विधिवत् मान्यता मिलेगी; फलस्वरूप उनके पूर्व प्राप्त ज्ञान को भी मान्यता मिलने की संभावना में वृद्धि होगी। मुझे पूर्ण विश्वास है कि NSQF स्तर 5 के इन IMPs से ITIs प्रशिक्षु, प्रशिक्षक तथा अन्य सम्बन्धित लोग भरपूर लाभ उठायेंगे तथा देश में व्यावसायिक प्रशिक्षण की गुणवत्ता में अभिवृद्धि हेतु NIMI द्वारा किया गया यह प्रयत्न दूरगामि परिणाम लाएगा।

NIMI के निर्देशक, कर्मचारी तथा माध्यम विकास कमिटी (MDC) के सदस्य इस प्रकाशन में प्रदत्त अपने योगदान हेतु अभिनंदन के पात्र हैं ।

जय हिन्द !

महानिर्देशक / अतिरिक्त सचिव
कौशल विकास एवं उद्यमशीलता मंत्रालय,
भारत सरकार

नई दिल्ली - 100 001

भूमिका

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI) महानिदेशालय, रोजगार एवं प्रशिक्षण (DGE&T) श्रम एवं रोजगार मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा फेडरल रिपब्लिक ऑफ जर्मनी सरकार की तकनीकी सहायता से चेन्नई में स्थापित किया गया था। इस संस्थान का प्रमुख उद्देश्य शिल्पकार और प्रशिक्षु प्रशिकक्षण योजना के अधीन निर्धारित पाठ्यक्रम के अनुसार विभिन्न व्यवसायों के लिए अनुदेशात्मक सामग्री का विकास एवं प्रसार करना है ।

अनुदेशात्मक सामग्री प्रमुख रूप से NCVT/NAC के अधीन शिल्पकार प्रशिक्षण को ध्यान में रखकर तैयार की जाती है । जिससे व्यक्ति एक रोजगार हेतु कौशल प्राप्त कर सके । अनुदेशात्मक सामग्री को अनुदेशात्मक माध्यम पैकेज़स (IMPs) के रूप में विकसित एवं निर्मित किया जाता है। इस अनुदेशात्मक माध्यम पैकेज के रूप में व्यवसाय सिद्धान्त थ्योरी पुस्तक, व्यवसाय अभ्यास पुस्तक, परीक्षा और गृहकार्य पुस्तक, कार्यशाला संगणना एवं विज्ञान, अभियांत्रिकी चित्रण, अनुदेशक गाइड, वॉल चार्ट, एवं पारदर्शितायें निर्मित की जाती हैं ।

प्रस्तुत व्यावसायिक अभ्यास पुस्तक प्रशिक्षु को सम्बन्धित सैद्धान्तिक ज्ञान देगी जिससे वह अपना कार्य कर सकेंगे । इसलिए पाठक हर शीर्षक को विभिन्न इकाइयों में बँटा हुआ पायेगा। परीक्षण एवं नियत कार्य के माध्यम से अनुदेशक प्रशिक्षुओं को नियत कार्य दे सकेंगे। यदि प्रशिक्षु इसी पद्धति से कार्य करता है तो यह प्रशिक्षु को स्वंय नियत कार्य देने में सहायक होगा एवं वह स्वयं अपना मूल्याकंन भी कर सकेगा है। वाल चार्ट (दीवार चित्र) और पारदर्शितायें अद्वितीय होती हैं। ये केवल अनुदेशक को प्रभावशाली तरीके से पाठ प्रस्तुत करने में सहायता ही नहीं करती बल्कि प्रशिक्षुओं को तकनीकी शीर्षक जल्दी ग्रहण करने में भी मदद करती है। अनुदेशक निर्देशिका (इन्सट्रक्टर गाइड) अनुदेशक को अपनी अनुदेश योजना, कच्चे माल की आवश्यकता की योजना बनाने में सहायता करती है।

इस व्यवसाय प्रयोगात्मक पुस्तक में प्रशिक्षार्थियों द्वारा कार्यशाला में किये जाने वाले अभ्यासों की श्रृँखला हैं । इन अभ्यासों की रचना इस तरह से हैं कि कौशल के निर्घारित पाठ्यक्रम को आच्छादित करें । व्यवसाय सैद्धान्तिक पुस्तक प्रशिक्षार्थियों को रोजगार हेतु सैद्धान्तिक ज्ञान प्रदान करती हैं । टेस्ट और ऐसाइन्मेन्ट्स अनुदेशकों को प्रशिक्षार्थी द्वारा किये गये एसाइन्मेन्ट के प्रदर्शन का मूल्याँकन करने में सक्षम होंगे । वाल चार्ट और ट्रान्सपेरेन्सीज अनूठी है, ये अनुदेशक को किसी विषय की प्रभावी प्रस्तुति ही नहीं बल्कि उनको प्रशिक्षार्थियों की समझ का आँकलन करने में सहायक है । अनुदेशक निर्देशिका, अनुदेशकों को कच्चे माल की आवश्यकतायें, प्रतिदिन पाठों और प्रदर्शनों की योजना बनाने में सहायक होगी ।

कौशल के प्रदर्शन क्रम को उत्पादक रूप में देखने हेतु अनुदेशात्मक वीडियो को QR code द्वारा एकीकृत कर क्रियात्मक प्रयोगात्मक पदों को अभ्यास में दिया गया हैं । अनुदेशक वीडियो, प्रयोगात्मक प्रशिक्षण की गुणवत्ता स्तर को सुधारकर और प्रशिक्षार्थियों को केन्द्रित होकर मूल कौशल के प्रदर्शन को उत्साहित करेगा ।

IMPs प्रभावी सामूहिक कार्य निष्पादन के लिए आवश्यक संयुक्त कौशल देने का सफल प्रयत्न भी करते हैं । इस बात पर भी ध्यान दिया गया है कि पाठ्यक्रम के महत्वपूर्ण कौशल क्षेत्रों से सम्बन्धित सामग्री भी इसमे संलग्न हो।

इस प्रकार एक संस्थान में पूर्ण अनुदेशात्मक माध्यम पैकेज़स (IMPs) की उपलब्धता प्रशिक्षक और प्रबन्धन को प्रभावशाली प्रशिक्षण उपलब्ध कराने में सहायता प्रदान करती है ।

प्रस्तुत IMPs NIMI के कर्मचारियों एवं मिडिया विकास कमेटी के सदस्यों के सामूहिक प्रयत्न का फल है । कमेटी के सदस्य के रूप में सरकारी एवं निजी व्यावसायिक उद्योगों, प्रशिक्षण महानिदेशालय (DGT) के अर्न्तगत आनेवाले विभिन्न प्रशिक्षण संस्थानों और सरकारी तथा निजी ITIs के कर्मचारियों को सम्मिलित किया है ।

NIMI विभिन्न राज्य सरकार के रोजगार एवं प्रशिक्षण महानिदेशकों, सरकारी एवं निजि औद्योगिक क्षेत्र के प्रशिक्षण विभागों DGT तथा DGT क्षेत्र संस्थानों के अधिकारियों, प्रूफ रीडरों, व्यक्तिगत माध्यम विकासकर्तायों एवं संयोजकों को प्रस्तुत सामग्री के प्रकाशन में उनके अमूल्य योगदान हेतु हार्दिक धन्यवाद देता है ।

आर.पी. ढिंगरा

चेन्नई - 600 032 निदेशक

आभार

इलेक्ट्रिकल व्यवसाय के अधिन ITIs के लिए **इलैक्ट्रिशियन NSQF स्तर- 5** की प्रस्तुत अनुदेशात्मक सामग्री **(व्यवसाय सिद्धान्त)** के प्रकाशन में अपना सहयोग देने हेतु राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI) निम्नलिखित माध्यम विकासकर्ताओं तथा प्रायोजकों को हार्दिक धन्यवाद देता है ।

मीडिया विकास समिति के सदस्य

श्री टी. मुत्तु	-	प्रिन्सपल (से. नि.) Govt. ITI (W), मदुरै MDC मेम्बर, NIMI चेन्नई
श्री सी. सी. जोश	-	प्रशिक्षण अधिकारी (से.नि.), ATI, चेन्नई MDC मेम्बर, NIMI चेन्नई
श्री के. लक्ष्मणन्	-	सहायक प्रशिक्षण अधिकारी (से.नि.), Govt. ITI, अम्बत्तूर MDC मेम्बर, NIMI, चेन्नई
श्री एन. सेन्दिल कुमार	-	व्यावसायिक प्रशिक्षक, N.S.T.I., गिण्डी, चेन्नई -32

NIMI समन्वयक

श्री के. श्रीनिवास राव	-	संयुक्त निदेशक NIMI, चेन्नई -32
श्री शुभांकर भौमिक	-	सहायक प्रबन्धक, NIMI, चेन्नई -32

NIMI ने अनुदेशात्मक सामग्री के विकास की प्रकिया में सराहनीय एवं समर्पित सेवा देने के लिए DATA ENTRY, CAD, DTP आपरेटरों की भूरी-भूरी प्रशंसा करता है ।

NIMI उन सभी कर्मचारियों के प्रति धन्यवाद व्यक्त करता है जिन्होंने अनुदेशात्मक सामग्री के विकास के लिए सहायोग दिया है ।

NIMI उन सभी का आभारी है जिन्होंने परोक्ष या अपरोक्ष रूप से अनुदेशात्मक सामग्री के विकास में सहायता की है।

आंशिक अनुवाद	-	**श्री सी. एम. गुप्ता, प्रशिक्षण अधिकारी,** Govt. M.I.T.I., कोनी, बिलासपुर, छत्तीसगढ़
	-	**श्री कृष्ण चन्द्र प्रधान, प्रशिक्षण अधिकारी,** Govt. I.T.I., सरिया, छत्तीसगढ़
	-	**श्री किरित कुमार धिरही, प्रशिक्षण अधिकारी,** Govt. I.T.I., अकलतरा, छत्तीसगढ़
	-	**श्री दिनेश कुमार गुप्ता, प्रशिक्षण अधिकारी,** Govt. I.T.I., मुंगेली, छत्तीसगढ़
	-	**श्री भूषण लाल नायक, प्रशिक्षण अधिकारी,** Govt. I.T.I., महासमुंद, छत्तीसगढ़

परिचय

यह मैनुअल ITI कार्यशाला में व्यवसाय प्रयोगात्मक हेतु है । इलैक्ट्रिकल सेक्टर में इलैक्ट्रीशियन व्यवसाय के प्रथम सेमेस्टर प्रयोगात्मक पाठ्यक्रम में अभ्यासों की श्रृंखला को प्रशिक्षार्थियों द्वारा पूर्ण किया जाता है । प्रशिक्षार्थियों के अभ्यास के प्रदर्शन में निर्देशों/सूचनाओं के लिये **राष्ट्रीय कौशल योग्यता फ्रेमवर्क (NSQF) - स्तर 5,** पूरक व सहयोगात्मक है । पाठ्यक्रम में अभ्यासों की रचना समस्त निर्देशित कौशल के साथ सम्बधित व्यवसायों के अभ्यासों का आवंटन निश्चित करें । **इलक्ट्रीशियन - व्यवसाय सिद्धान्त - प्रथम वर्ष - भाग - II (कुल दो भाग)** के पाठ्यक्रम को 7 माड्यूल्स में बाँटा गया है। विभिन्न माड्यूल्स के लिये समय आवंटेन निम्न प्रकार से है :

माड्यूल 1 - सेल्स और बैटरी		**5 अभ्यास**	**50 घण्टे**
माड्यूल 2 - मूलभूत वायरिंग अभ्यास		**7 अभ्यास**	**100 घण्टे**
माड्यूल 3 - वायरिंग स्थापना एवं अर्थिंग		**9 अभ्यास**	**100 घण्टे**
माड्यूल 4 - प्रदीप्ति		**6 अभ्यास**	**50 घण्टे**
माड्यूल 5 - मापक यंत्र		**8 अभ्यास**	**75 घण्टे**
माड्यूल 6 - घरेलू उपकरण		**6 अभ्यास**	**75 घण्टे**
माड्यूल 7 - ट्रान्सफार्मर		**9 अभ्यास**	**75 घण्टे**
	कुल	**50 अभ्यास**	**525 घण्टे**

पाठ्यक्रम तथा माड्यूलों में दिए विषय वस्तु का सावधानी पूर्वक अध्ययन करने से पता चलता है कि ये माड्यूल एक दूसरे से जूड़े है । आगे, इलेक्ट्रीकल विभाग में उपलब्ध कार्यस्थलों की संख्या, मशीनरी तथा उपकरण सीमित होते है । इन वाधाओं के कारण, यह आवश्यक है कि अभ्यासों को विभिन्न माड्यूलों में अन्तर्वेशित किया जाए, जिससे कि एक उपयुक्त पढने तथा पढ़ाने का अनुक्रम बन जाए । विभिन्न माड्यूलों के लिए दिए गए अनुदेश सुझाव के अनुक्रम, अनुदेश के नियोजन में दिए गए है, जो अनुदेशक गाइड में समावेशित है । 5 कार्यकारी दिवसों के सप्ताह में 25 प्रायोगिक घण्टे है तथा इसलिए एक माह में प्रायोगिक के 100 घण्टे है ।

व्यवसाय अभ्यास के विषय वस्तु

1st सेमिस्टर के दौरान की जानेवाले 2nd सेमिस्टर के अभ्यासों के लिए प्रक्रिया तथा प्रत्येक अभ्यास के अन्त में प्राप्त किये जाने वाले विशिष्ट उद्देश्यों को नीचे संकेत किये गए अनुक्रम में व्यवस्थित किया गया है ।

उद्देश्य

प्रत्येक अभ्यास के अन्त में प्राप्त किये जाने वाले प्रवीणता उद्देश्यों की सूची को प्रत्येक अभ्यास के आरंभ में दिया गया है ।

आवश्यकताएँ

अभ्यास को निष्पादित करने के लिए आवश्यक औज़ार/मापीयंत्र, उपकरण/मशीने तथा सामग्री, प्रत्येक अभ्यास के प्रथम पृष्ठ में दी गई है ।

अभ्यास आरेख तथा प्रक्रिया

कार्यशाला स्थल में सैद्धान्तिक सूचना जिस में प्रशिक्षणार्थियों को विद्युतकार व्यवसाय में प्रायोगिक कौशल के साथ संज्ञात्मक कौशल भी प्राप्त हो सकने हेतु कौशल प्रशिक्षण की योजना प्रायोगिक अभ्यास/प्रयोग की श्रृंखला द्वारा दी जाती है । प्रशिक्षण को अधिक प्रभावशाली बनाने के साथ प्रशिक्षणार्थियों में समूहिक कार्य करने का भाव उत्पन्न करने हेतू न्यूनतम संख्या में परियोजनाएँ सम्मिलित की गई है । अभ्यासों में प्रशिक्षणार्थियों की विचारधारा विस्तृत करने हेतु यथासम्भव चित्रमय योजना बध्द, तारस्थापन तथा परिपथ रेखाचित्र का समावेश किया गया है । इस पुस्तक को यथासम्भव कम से कम भाषा रूपी बनाने के लिए चित्रों को सम्मलित किया गया है । अभ्यासों को पूर्ण करने केलिए अनुपालित की जानेवाली विधियाँ भी दी गई है । प्रशिक्षणार्थियों तथा अनुदेशक के मध्य अन्तः क्रिया को बाँधने के लिए अभ्यासों को जहाँ भी आवश्यक हुआ है, विभिन्न प्रकार के मध्यमवर्ती परीक्षण प्रश्न सम्मिलित किये गए है ।

कौशल विवरण

प्रवीणता क्षेत्र जो पुनरावृत प्रकृति के हैं, उनको पृथक प्रवीणता विवरण शीट में दिया गया है । दूसरी ओर कौशल जिन्हें विशिष्ट क्षेत्रों में विकसित किया जाना है उनको अभ्यासों में ही जोड़ दिया गया है। शीटों के शीर्षकों को विषय वस्तु में तिर्यकित (italics) में प्रत्येक के सापेक्ष पृष्ठ क्रमांक के साथ दिया गया है ।

व्यवसाय अभ्यास पर यह पुस्तिका, लिखित निंदेशन सामग्री (WIM) का एक भाग है, जिसमें व्यवसाय प्रायोगिक तथा समानुदेश/परीक्षण की पुस्तिकायें भी सम्मिलित हैं ।

विषय-क्रम

अभ्यास सं.	अभ्यास के शीर्षक	पृष्ठ सं.
	माड्यूल 1 : सेल्स और बैटरी (Cells and Batteries)	
2.1.65	प्राथमिक सेल और द्वितीयक सेल (Primary cells and secondary cells)	1
2.1.66	सेलों का समूहन (Grouping of cells)	14
2.1.67	बेटरी चार्जिंग पद्धति - बेटरी चार्जर (Battery charging method - Battery charger)	16
2.1.68	बेटरियों का परिस्थान, संरक्षण तथा रखरखाव (Installation, care and maintenance of batteries)	21
2.1.69	सौर सेल (Solar cells)	23
	माड्यूल 2 : मूलभूत वायरिंग अभ्यास (Basic Wiring Practice)	
2.2.70	वैद्युतीय उपसाधनों के लिए प्रयुक्त B.I.S. प्रतीक (B.I.S. Symbols used for electrical accessories)	25
2.2.71	घरेलू तार स्थापन के प्रकार (Types of domestic wiring)	62
2.2.72 & 2.2.73	टेस्ट बोर्ड, एक्सटेन्शन बोर्ड और केबिलों के रंग कोड (Test board, Extension board and colour code of cables)	79
2.2.74- 2.2.76	विशेष वायरिंग परिपथ - सुरंग, गलियारा, गोदाम और होस्टल वायरिंग (Special wiring circuits - Tunnel, corridor, godown and hostel wiring)	94
	माड्यूल 3 : वायरिंग स्थापना एवं अर्थिंग (Wiring Installation and Earthing)	
2.3.77	मेन स्विच और डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड के लिए IE नियम (IE Regulation for main switch and distribution board)	98
2.3.78	एनर्जी मीटर बोर्ड का स्थापन (Energy meter board installation)	101
2.3.79 से 2.3.81	तार स्थापन के लिए आंकलन और सामग्री की लागत (Estimation and cost of material for wiring installation)	104
2.3.82	घरेलू तार स्थापन अधिष्ठापन का परीक्षण - दोष की पहचान - निवारण (Testing a domestic wiring installation - location of faults - Remedies)	113
2.3.83 से 2.3.85	अर्थिंग - प्रकार - नियम - मैगर - भू प्रतिरोध परीक्षक (Earthing - Types - Terms - Megger - Earth resistance Tester)	120
	माड्यूल 4 : प्रदीपन (Illumination)	
2.4.86	प्रदीपन नियम - सिद्धान्त (Illumination terms - Laws)	129
2.4.87	निम्न वोल्टता लैम्प - श्रृँखला में विभिन्न वोल्टेज के लैम्प (Low voltage lamps - different wattage lamps in series)	136

अभ्यास सं.	अभ्यास के शीर्षक	पृष्ठ सं.
2.4.88	विभिन्न प्रकार के लैम्प-कार्बन आर्क लैम्प (Various types of Lamps - Carbon arc lamps)	138
2.4.89 & 2.4.90	सजावटी लैम्प परिपथ ड्रम स्विचों के साथ - क्रमबद्ध सैट डिजाइन - फ्लैशर (Decorative lamp circuits with drum switches - serial set design - Flasher)	162
2.4.91	शो केश प्रकाश और फिटिंग्स - ल्यूमेनों की क्षमता की गणना (Show case lights and fittings - calculation of lumens efficiency)	166
	माड्यूल 5 : मापक यंत्र (Measuring Instrument)	
2.5.92	यंत्र - स्केल - वर्गीकरण - बल - MC और MI मीटर (Instruments - Scales - Classfication - Forces - MC and MI meter)	169
2.5.93	वाटमापी (Wattmeters)	185
2.5.94 और 2.5.95	3 फेज़ वाटमीटर (3-phase Wattmeter)	187
2.5.96	टॉन्ग - परीक्षक (क्लैम्प - अममीटर पर) (Tong - tester (clamp - on ammeter))	214
2.5.97 से 2.5.99	MC वोल्टमापी का परास विस्तारण - भार का प्रभाव - वाल्टेज गिरावट का प्रभाव (Extension of range of MC voltmeters - loading effect - voltage drop effect)	216
	माड्यूल 6 : घरेलू उपकरण (Domestic Appliances)	
2.6.100, 102 और 2.6.105	अर्थ-और न्युट्रल की अवधारण- कुकिंग रेंज (Concept of Neutral and Earth - Cooking range)	225
2.6.101	विद्युत घंटी और बजर (Electric Bell and Buzzer)	246
2.6.103	हीटिंग एलीमेंट, हीटर/इमर्शन हीटर, विद्युत स्टोव और हॉट प्लेट (Heating element, heater/ immersion heater, electric stove and hot plate)	248
2.6.104	फूड मिक्सर (Food mixer)	257
	माड्यूल 7 : ट्रान्सफार्मर (Transformer)	
2.7.106	ट्रांसफार्मर - सिद्धान्त - वर्गीकरण - EMF समीकरण (Transformer - Principle - Classification - EMF Equation)	271
2.7.107 और 2.7.108	ट्रांसफार्मर में ह्रास - OC और SC परीक्षण - दक्षता - वोल्टेज विनियमन (Transformer losses - OC and SC test - efficiency - Voltage Regulation)	298
2.7.109	दो एकल फ़ेज ट्रान्सफार्मरों का समान्तर प्रचालन (Parallel operation of two single phase transformers)	303

अभ्यास सं.	अभ्यास के शीर्षक	पृष्ठ सं.
2.7.110 और 111	तीन फेस ट्रासंफार्मर - सम्बन्धन (Three Phase transformer - Connections)	306
2.7.112	ट्रांसफार्मर का शीतलन - ट्रांसफार्मर ऑयल और परीक्षण (Cooling of transformer - Transformer oil and testing)	313
2.7.113	छोटे ट्रांसफार्मर की वाइन्डिंग - वाइन्डिंग मशीन (Small transformer winding - Winding machine)	317
2.7.114	तीन फेज ट्रांसफार्मर का सामान्य रखरखाव (General maintenance of three-phase transformers)	325
	परियोजना कार्य (Project Work)	329

मूल्यांकन / अभ्यास परिणाम

प्रस्तुत पुस्तक के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य कर पाएँगे :

- **बेटरियों और सोलार सेलों का परिस्थापन, परीक्षण और अनुरक्षण**
- **वायरिंग पद्धति का आकलन, संयोजन, परिस्थापन और परीक्षण**
- **भू-संपर्क परिस्थापना की योजना और तैयारी**
- **वैद्युत प्रदीपन पद्धति की योजना और निष्पादन**
- **मापक यंत्रों, डिजिटल उपकरणों तथा उनकी माप व्यवस्था का चयन करना और मापना**
- **मापक यंत्रों से परीक्षण करना और त्रुटियों का सत्यापन करना**
- **घरेलू उपकरणों के संस्थापन की योजना बनाना, पूरी करना और दोष निवारण करना**
- **ट्रान्सफार्मरों का परीक्षण, निष्पादन मूल्यांकन और रखरखाव करना ।**

SYLLABUS

Duration: Six Months

Week No.	Ref. Learning Outcome	Professional Skills(Trade Practical) with Indicative hours	Professional Knowledge (Trade Theory)
27 - 37	• Install, test and maintenance of batteries and solar cell • Apply safe working practices	65. Use of various types of cells. (08 Hrs) 66. Practice on grouping of cells for specified voltage and current under different conditions and care. (12 Hrs) 67. Prepare and practice on battery charging and details of charging circuit. (12 Hrs) 68. Practice on routine, care/ maintenance and testing of batteries. (08 Hrs) 69. Determine the number of solar cells in series / parallel for given power	Chemical effect of electric current and Laws of electrolysis. Explanation of Anodes and cathodes. Types of cells, advantages / disadvantages and their applications. Lead acid cell; Principle of operation and components. Types of battery charging, Safety precautions, test equipment and maintenance. Basic principles of Electro-plating and cathodic protection Grouping of cells for specified voltage and current. Principle and operation of solar cell
29 - 30	• Estimate, Assemble, install and test wiring system	70. Identify various conduits and different electrical accessories. (8 Hrs) 71. Practice cutting, threading of different sizes & laying Installations. (17 Hrs) 72. Prepare test boards / extension boards and mount accessories like lamp holders, various switches, sockets, fuses, relays, MCB, ELCB, MCCB etc. (25 Hrs)	I.E. rules on electrical wiring. Types of domestic and industrial wirings. Study of wiring accessories e.g. switches, fuses, relays, MCB, ELCB, MCCB etc. Grading of cables and current ratings. Principle of laying out of domestic wiring. Voltage drop concept
31 - 32	• Estimate, Assemble, install and test wiring system	73. Draw layouts and practice in PVC Casing-capping, Conduit wiring with minimum to more number of points of minimum 15 mtr length. (15 Hrs) 74. Wire up PVC conduit wiring to control one lamp from two different places. (10 Hrs) 75. Wire up PVC conduit wiring to control one lamp from three different places. (10 Hrs)	PVC conduit and Casing-capping wiring system. Different types of wiring - Power, control, Communication and entertainment wiring. Wiring circuits planning, permissible load in sub-circuit and main circuit

		76. Wire up PVC conduit wiring and practice control of sockets and lamps in different combinations using switching concepts. (15 Hrs)	
33 - 35	• Estimate, Assemble, install and test wiring system	77. Wire up the consumers main board with ICDP switch and distribution fuse box. (10 Hrs) 78. Prepare and mount the energy meter board. (10 Hrs) 79. Estimate the cost/bill of material for wiring of hostel/ residential building and workshop. (10 Hrs) 80. Practice wiring of hostel and residential building as per IE rules. (15 Hrs) 81. Practice wiring of institute and workshop as per IE rules. (15 Hrs) 82. Practice testing / fault detection of domestic and industrial wiring installation and repair. (15 Hrs)	Estimation of load, cable size, bill of material and cost. Inspection and testing of wiring installations. Special wiring circuit e.g. godown, tunnel and workshop etc
36	• Plan and prepare Earthing installation	83. Prepare pipe earthing and measure earth resistance by earth tester / megger. (10 Hrs) 84. Prepare plate earthing and measure earth resistance by earth tester / megger. (10 Hrs) 85. Test earth leakage by ELCB and relay. (5 Hrs)	Importance of Earthing. Plate earthing and pipe earthing methods and IEE regulations. Earth resistance and earth leakage circuit breaker
37 - 38	• Plan and execute electrical illumination system and test	86. Install light fitting with reflectors for direct and indirect lighting. (10 Hrs) 87. Group different wattage of lamps in series for specified voltage. (5 Hrs) 88. Practice installation of various lamps e.g. fluorescent tube, HP mercury vapour, LP mercury vapour, HP sodium vapour, LP sodium vapour, metal halide etc. (18 Hrs)	Laws of Illuminations. Types of illumination system. Illumination factors, intensity of light. Type of lamps, advantages/ disadvantages and their applications. Calculations of lumens and efficiency

		89. Prepare decorative lamp circuit using drum switches. (5 Hrs) 90. Prepare decorative lamp circuit to produce rotating light effect/running light effect. (6 Hrs) 91. Install light fitting for show case lighting. (6 Hrs)	
39 - 40	• Select and perform measurements using analog / digital instruments	92. Practice on various analog and digital measuring Instruments. (5 Hrs) 93. Practice on measuring instruments in single and three phase circuits e.g. multi-meter, Wattmeter, Energy meter, Phase sequence meter and Frequency meter etc. (15 Hrs) 94. Measure power in three phase circuit using two wattmeter methods. (8 Hrs) 95. Measure power factor in three phase circuit by using power factor meter and verify the same with voltmeter, ammeter and wattmeter readings. (12 Hrs) 96. Measure electrical parameters using tong tester in three phase circuits. (10 Hrs)	Classification of electrical instruments and essential forces required in indicating instruments. PMMC and Moving iron instruments. Measurement of various electrical parameters using different analog and digital instruments. Measurement of energy in three phase circuit
41	• Perform testing, verify errors and calibrate instruments	97. Practice for range extension and calibration of various measuring instruments. (10 Hrs) 98. Determine errors in resistance measurement by voltage drop method. (8 Hrs) 99. Test single phase energy meter for its errors. (7 Hrs)	Errors and corrections in measurement. Loading effect of voltmeter and voltage drop effect of ammeter in circuits. Extension of range and calibration of measuring instruments
42 - 44	• Plan and carry out installation, fault detection and repairing of domestic appliances	100. Dismantle and assemble electrical parts of various electrical appliances e.g. cooking range, geyser, washing machine and pump set. (25 Hrs) 101. Service and repair of bell/ buzzer. (5 Hrs) 102. Service and repair of electric iron, electric kettle,	Working principles and circuits of common domestic equipment and appliances. Concept of Neutral and Earth

		cooking range and geyser. (12 Hrs) 103. Service and repair of induction heater and oven. (10 Hrs) 104. Service and repair of mixer and grinder. (10 Hrs) 105. Service and repair of washing machine. (13Hrs)	
45 - 46	• Execute testing, evaluate performance and maintenance of transformer	106. Verify terminals, identify components and calculate transformation ratio of single phase transformers. (8 Hrs) 107. Perform OC and SC test to determine and efficiency of single phasetransformer. (12 Hrs) 108. Determine voltage regulation of single phase transformer at different loads and power factors. (12 Hrs) 109. Perform series and parallel operation of two single phase transformers. (12 Hrs) 110. Verify the terminals and accessories of three phase transformer HT and LT side. (6 Hrs)	Working principle, construction and classification of transformer. Single phase and three phase transformers. Turn ratio and e.m.f. equation. Series and parallel operation of transformer. Voltage Regulation and efficiency. Auto Transformer and instrument transformers (CT & PT).
47	• Execute testing, evaluate performance and maintenance of transformer	111. Perform 3 phase operation (i) delta-delta (ii) delta-star (iii) star-star (iv) star-delta, by use of three single phase transformers. (6 Hrs) 112. Perform testing of transformer oil. (6 Hrs) 113. Practice on winding of small transformer. (8 Hrs) 114. Practice of general maintenance of transformer. (5 Hrs)	Method of connecting three single phase transformers for three phase operation. Types of Cooling, protective devices, bushings and termination etc. Testing of transformer oil. Materials used for winding and winding wires in small transformer
48 - 49		Project work / Industrial visit Broad Areas: a) Overload protection of electrical equipment b) Automatic control of street light/night lamp c) Fuse and power failure indicator using relays d) Door alarm/indicator e) Decorative light with electrical flasher	

प्राथमिक सेल और द्वितीयक सेल (Primary cells and secondary cells)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विद्युत के रासायनिक प्रभाव को बताना**
- **विद्युत अपघटक का नियम बताना**
- **इलेक्ट्रोप्लेटिंग का आधारभूत बताना**
- **प्राथमिक सेल का सिद्धान्त एंव उसकी संरचना बताना**
- **द्वितीयक सेल का सिद्धान्त एंव उसकी संरचना बताना (लेड एसिड निकिल) आयरन एंव निकिल कैउमियम**
- **प्राथमिक सेल एंव द्वितीयक सेल की तुलना करना।**

विद्युत धारा का रासायनिक प्रभाव (Chemical effects of electric current)

कुछ ऐसे द्रव है जिसमें विद्युत धारा के प्रवाह से उनमें कुछ रासायनिक परिवर्तन हो जाता है यह प्रभाव विद्युत धारा का रासायनिक प्रभाव कहलाता है।

विद्युत धारा के रासायनिक प्रभाव के अनुप्रयोग दैनिक जीवन में देखे जाते है जैसे कि धात्विक वस्तुओ पर निकिल और तांबे कि पर्त चढ़ाना सेल के द्वारा E.M.F उत्पन्न करना आदि यदि बेटरी के धनात्मक और ऋणात्मक सिरों से दो लीड लेकर नमक युक्त पानी में डुबाया जाए तो लीड के सिरों पर बुलबुले का बनना देखा जाता है यह सब विद्युत धारा के रासायनिक प्रभाव के कारण होता है।

विद्युत अपघटक (Electrolysis)

यदि विद्युत धारा को विभिन्न द्रवों या होलो में प्रवाहित किया जाता है तो यह देखा जाता है कि यह केबल कुछ छोलो में ही प्रवाहित होता सभी में नहीं द्रव या छोल जिनमें विद्युत धारा प्रवाहित हो सकता है चालक द्रव या छोल कहलाते है जैसे कि अमोनियम क्लोराइड का छोल, सिल्बर नाइट्रेट का घोल आदि ऐसे घोल जिनमें विद्युत धारा प्रवाहित नहीं किया जा सकता अचालक द्रव कहलाते है जैसे कि आसुत जल एल्कोहल तेल आदि यदि आसुत जल में थोड़ा नमक मिला दिया जाए तो यह चालक द्रव बन जाता है

इस प्रकार किसी द्रव या घोल में विद्युत धारा प्रवाहित होने पर होने वाले रासायनिक परिवर्तन कि प्रक्रिया विद्युत अपघटक (electrolysis) कहलाता है।

विद्युत अपघट्य (Electrolyte)

'वे द्रव या घोल जिनमें विद्युत धारा के प्रवाह के कारण उनमें रासयनिक परिवर्तन हो जाता है विद्युत अपघटय कहलाते है उदाहरण के लिए नमक युक्त पानी अम्लीय या सारीय घोल आदि

इलेक्ट्रोड (एनोड एंव कैथोड) (Electrodes (Anode and Cathod)

किसी द्रव या घोल में विद्युत धारा के प्रवाह के लिए दो चालक छड़ डुबाये जाते है वे इलेक्ट्रोड कहलाते हे वह चालक छड़ या इलेक्ट्रोड जिससे करंट द्रव में प्रवेश करता है घनात्मक इलेक्ट्रोड या एनोड कहलाता है इसी प्रकार वह छड़ जिसमें द्रच से धारा प्रवेश करती है ऋणात्मक इलेक्ट्रोड या कैथोड कहलाती है।

आयोन (Ions)

विद्युत अपघटक के दौरान विद्युत अपघट्य के अणु अपने अवयवी भागो में टुट जाता है जो दायन कहलाते है जब इलेक्ट्रोडों के बीच विभवान्तर लगाया जाता है तो घनावेशित आयन (केटायन) कैथोड कि और जातो है ऋणावेशित आयन (एनायन) एनोड की और जाते है किसी इलेक्ट्रोड पर पहुँचकर ये आयन अपना आवेश इलेक्ट्रोड को प्रदान करते है और उस आयन का आवेश समाप्त हो जाता है अणु के आयनो में परिवर्तन कि प्रक्रिया **आयोनीकरण (Ionization)** कहलाता है ।

विद्युत रासायनिक तुल्यांक (Electrochemical equivalent) : पदार्थ कि वह मात्रा जो विद्युत अपघटक के दौरान एक कूलास आवेश को संग्रहीत कर सकता है उसका विद्युत रासायनिक तुल्यांक (Electrochemical equivalent ECE) कहलाता है चाँदी (silver) का ECE of is 1.1182 मिलीग्राम/ कूलाम है ।

कूलाम (Coulomb) : कूलाम (C) विद्युत कि मात्रा या वैधुतिक आवेश (Q) का मात्रक

कूलाम एम्पियर में धारा और समय (सेकंड में) का गुणन फल है।

फैराडे के विद्युत अपघटन के नियम (Faraday's Laws of Electrolysis)

1 प्रथम नियम (First law) : विभाजित हुए अवयवों की मात्रा निचित समय तक प्रवाहित की गई विद्युत की मात्रा के समानुपाती होता है। इलेक्ट्रिसिटी की मात्रा को चार्ज (Q) भी कहते है तथा इसकी इकाई कूलाम (C) होती है। धारा और समय के गुणनफल को कूलाम कहते हैं। धारा को एम्पियर में तथा समय को सेकेण्ड में लिखते हैं।

$$m \propto I$$

$$m \propto t \qquad \text{-----(i)}$$

$$m \propto I \,.\, t \qquad \text{-----(ii)}$$

$$m = Z \,.\, I \,.\, t$$

जहाँ I = धारा, एम्पियर में

t = समय सेकेण्ड में

m= द्रव्यमान ग्राम में

Z = constant

यहाँ स्थिर Z को इलेक्ट्रो-केमीकल इक्वीवालेन्ट (ECE).

2 दूसरा नियम (Second Law) फैराडे के इलैक्ट्रोलाइसिस के दूसरे नियम के अनुसार यदि एक समान मात्रा की विद्युत को जब अलग - अलग प्रकार के इलैक्ट्रोलाइटों में से प्रवाह किया जाता है तो विभाजित हुए अवयवों की मात्रा उन पदार्थो के रासायनिक तुल्यांको (chemical Equivalent) के समानुपाती होती है।

$$\text{Mass} \propto \text{E.C.E}$$

$$M \propto Z$$

जहाँ Z = इलैक्ट्रो केमिकल तुल्यांक

According to Faraday's laws of electrolysis

$$m = Z \cdot I \cdot t$$

Where, m = mass of iron liberated in grams

z= Electro chemical equivalent of the substance in gram

I = Current in amperes

t= Time in seconds

नोट : संग्रहित द्रव्यमान m = आयतन x घनात्व

$$\text{Equivalent weight} = \frac{\text{Atomic weight}}{\text{Valency}}$$

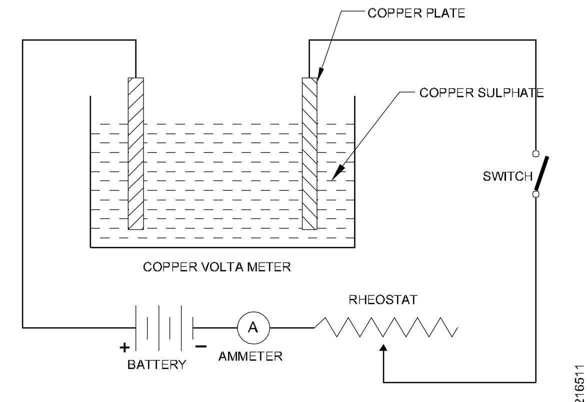
$$\text{E.C.E. of nickel} = \frac{\text{Equivalent wt. of nickle}}{\text{Equivalent wt. of silver}} \times \text{E.C.E. of silver}$$

फैराडे के नियम का सत्यापन (Verification of Faraday's laws)

1) प्रथम नियम का सत्यापन (Verification of first Law) फैराढे के प्रथम नियम के सत्यापन के लिए कापर सल्फेट के विलयन को एक कांच के पात्र में (वोल्टामीटर भी कहा जाता है) लेते है छोल में दो तांबे कि छड़ डुबाते है एक बेटरी स्विच अमीटर और रिहोस्टेट (परिवर्ती प्रतिरोध) को संयोजित करते है ।(Fig 1).

ऋणात्मक इलेक्ट्रोड का सूखी अवस्था में वजन करते हे निर्धारित मान कि धारा एक निर्धाति समय तक प्रवाहित करने के बाद धारा का मान रिहोस्टेट से समायोजित किया जा सकता है ऋणात्मक इलेक्ट्रोड को पुनः सुखाकर फिर से वजन किया जाता है ।

Fig 1

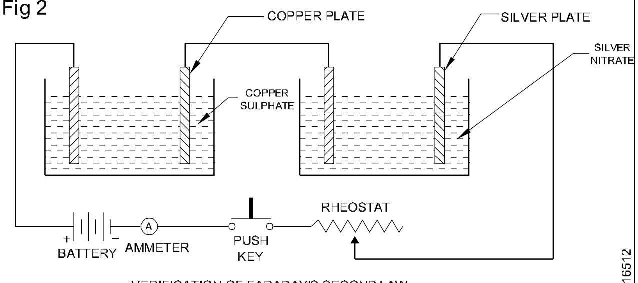


VERIFICATION OF FARADAY'S FIRST LAW

अब कैथोड में जमा हुए तांबे का द्रव्यमान धारा के प्रवाह के बाद प्राप्त वजन तथा पूर्व में लिए वजन के अंतर के बराबर होता है। उपयोक्त प्रयोग को प्रथम पा से दोगुना समय लेकर दोहराया जाता है तो यह देखा जाता है कि कैथोड पर जमा हुए तांबे का द्रवमान दो गुना हो जाता है इसी प्रकार यदि समय के स्थान पर धारा का मान दोगुना रखा जाता है तो भी जमा हुए तांबे का द्रव्यमान दो गुना हो जाता है इन तीनो प्रेक्षणो से यह सत्यापित होता है कि कैथोड पर जमा होने वाले तांबे कि मात्रा प्रवाहित होने वाली धारा और समय (सेकंड में) के गुणनफल के समानुपाती होता है ।

2) द्वितीय नियम का सत्यापन (Verification of Second Law) फैराडे के द्वितीय नियम के सत्यापन के लिए दो वोल्टामीटर लेते है कापर और सिल्वर वोल्टामीटर कापर वोल्टामीटर में कापर सल्फेट का विलयन और दो तांबे कि छड़े तथा सिल्वर वोल्टामीटर में सिल्वर नाइट्रेट का विलयन और दो चाँदी कि छड़े होती है दोनो वोल्टामीटर को श्रेणी में संयोजित कर एक बेटरी एक स्विच अमीटर और रिहोस्टेट के साथ संयोजित करने है। (Fig 2).

Fig 2



VERIFICATION OF FARADAY'S SECOND LAW

अब दोनो वोल्टमीटरो में निर्धारित समय तक निर्धारित मान कि धारा प्रवाहित कि जाती है यदि कापर कैथोड पर जमा हुए तांबे कि मात्रा m_1 और सिल्वर कैथोड पर जमा हुए चाँदी कि मात्रा m_2 है यदि उनका रासायनिक तुल्यांक क्रमशः w_1 व w_2 हो तो यह पाया जाता है।

$$m_1 : m_2 = w_1 : w_2$$

or

$$\frac{m_1}{w_1} = \frac{m_2}{w_2} \text{ or } \frac{m_1}{m_2} = \frac{w_1}{w_2}$$

$$\frac{\text{the mass of copper deposited}}{\text{the mass of silver deposited}} = \frac{31.5}{108}$$

(चूंकि तांबे और चाँदी का रासयनिक तुल्यांक क्रमशः 31.5 और 108 है)

संबंध $\frac{m_1}{m_2} = \frac{w_1}{w_2}$ फैरोडे के द्वितीय नियम को सत्यापित करता है ।

ECE (इलेक्ट्रोकेमिकल इक्वीवेलेंट) के लिए टेबल

Name of Element	Atomic Weight	Valency	Electro-Chemical Equivalent mg/c	Chemical equivalent g/c
Hydrogen	1.008	1	0.01045	1.008
Aluminium	27.1	3	0.0936	9.03
Copper	63.57	2	0.3293	31.78
Silver	107.88	1	1.118	107.88
Zinc	65.38	2	0.3387	32.69
Nickel	58.68	2	0.304	29.34
Chromium	52.0	3	0.18	17.33
Iron	55.85	2	0.2894	27.925
Lead	207.21	2	1.0738	103.6
Mercury	200.6	1	2.0791	200.6
Gold	197.0	1	2.0438	197

Note. (mg/c = milli-gram per coulomb)

विद्युत अपघटन के अनुप्रयोग Application of electrolysis)

विद्युत अपघटन का सैद्धान्तिक अनुप्रयोग निम्नानुसार है :

1 विद्युतरंजन या इलेक्ट्रोप्लेटिंग (Electroplating)

2 धातुओं का विद्युतशोधन या इलेक्टो-रिफाइनिंग (Electro-refining of metals)

3 विद्युतअपघट्य कैपेसीटर (Electrolytic capacitor)

4 विद्युत मुद्रा (Electrotyping)

5 धातुओं का निष्कार्षण (Extraction of metals)

इलैक्ट्रोप्लेटिंग (Electroplating)

किसी एक धातु पर दूसरी धातु की परत चढ़ाने की प्रक्रिया को इलैक्ट्रोप्लेटिंग कहते हैं। इसका कारखानों में किसी सस्ती धातु पर महंगी धातु की परत चढ़ाने का बहुत अधिक प्रयोग किया जाता है जिससे वह सस्ती धातु जंग से बच जाती है तथा देखने में सुन्दर लगती है। वह धातु जिस पर इलैक्ट्रोप्लेटिंग करनी होती है उसे सबसे पहले अच्छी तरह से साफ कर लेते हैं ताकि उस पर कोई चिकनाई युक्त पदार्थ न लगा हो। साफ करने के पचात इसे कैथोड़ बनाकर इलैक्ट्रोलाइट के घोल में रख देते है। एनोड उस धातु को बनाया जाता है जिस धातु की परत चढ़ानी होती है।

इलैक्ट्रोप्लेटिंग के लिए शर्तों (Conditions for electroplating)

इलैक्ट्रोप्लेटिंग करने से पहले निम्न शर्तों पूरी करनी चाहिए।

i) वह धातु जिस पर इलैक्ट्रोप्लेटिंग करनी होती है उसे सबसे पहले अच्छी तरह से साफ होनी चाहिए। उस पर कोई चिकनाई युक्त पदार्थ न लगा हो।

ii) साफ करने के पचात इसे कैथोड़ बनाकर इलैक्ट्रोलाइट के घोल में रख देते है।

iii) एनोड उस धातु को बनाया जाता है जिस धातु की परत चढ़ानी होती है।

iv) इलैक्ट्रोलाइट उस धातु के अनुसार लिया जाता है जिस धातु की परत चढ़ानी होती है।

एनोड़ और कैथोड़ को निचित मात्रा की धारा निचित समय के लिए दी जाती है जिससे इलैक्ट्रोलाइट में (+ve) धन आयन निकलकर, कैथोड़ पर जमा हो जाते हैं। एनोड़ से (-ve) ऋण आयन निकलकर धातु से रासायनिक क्रिया करके इलैक्ट्रोलाइट से मिलकर धातु का लवण बनाते हैं। जब आवयकतानुसार परत की मोटाई प्राप्त कर ली जाती है फिर E.C.E. सप्लाई को बंद कर दिया जाता है ताकि ण्क मजबूत और साफ - सुन्दर धातु तैयार की जा सके।

$$M = ZIt$$

इसलिए, समय $t = \frac{M}{IZ}$

हम जानते हैं $M = ZIt$ ------ (1)

$$I = \frac{M}{Zt} \text{ and } Z = \frac{M}{It} \text{ mg / Coulomb}$$

हम जानते हैं Volume = Area x Thickness ------(2)

$$\text{Area} = \frac{\text{Volume}}{\text{Thickness}}$$ और

$$\text{Thickness} = \frac{\text{Volume}}{\text{Area}}$$

Mass = Volume x Density ----- (3)

$$\text{Volume} = \frac{\text{Mass}}{\text{Density}} \text{ cc}$$

$$\text{Density} = \frac{\text{Mass}}{\text{Volume}} \text{ gm /cc}$$

उदाहरण 1 : यदि 111.83 मिलीग्राम सिल्वर कैथोड में मिलाया जाता है 3 मिनट 20 सेकेण्ड में, डी.सी. धारा द्वारा 0.5 एम्पियर, तो सिल्वर की E.C.E. की गणना करें ।

हलः

t = 3 min 20 s = 200 s

M = 111.83 mg

फैराडे के नियम से

M = ZIt

$$Z = \frac{M}{It} = \frac{111.83}{0.5 \times 200}$$

= 1.1183 mg/ C

उदाहरण 2 : यह जरूरी है कि आयरन प्लेट को दोनों सप्तहों में जमा 200 cm^2 क्षेत्रफल है कॉपर की मोटाई क्या होगी यदि एक एम्पियर धारा सल्यूशन से गुजरती 1 $^1/_2$ घंटे के लिए पास होती है । कॉपर का घनत्व 8.9 g/cc तथा E.C.E. कॉपर की 0.329 mg/C है ।

हलः

$$Z - 0.329 \text{ mg/C} = \frac{0.329}{10^3} = 0.329 \times 10^{-3} \text{ g/C}$$

I = 1A

t = 90 x 60 = 5400 s

फैराडे के नियम से,

M = ZIt

0.329 x 10^{-3} x 1 x 5400 = 1.7766 g (i)

यदि कॉपर की मोटाई जमा ह = T cm

Area = 200 cm^2

Density = 8.9 g/cc

Volume of copper deposited

= 2 x area x thickness

= 2 x 200 x T cc

Mass of copper deposited

= Volume x density

= 400 x T x 8.9 (ii)

Equating (i) and (ii);

400 x 8.9 x T = 1.7766

$$\text{or } T = \frac{1.7766}{400 \times 8.9} = 0.000499 \text{ cm}$$ **Ans.**

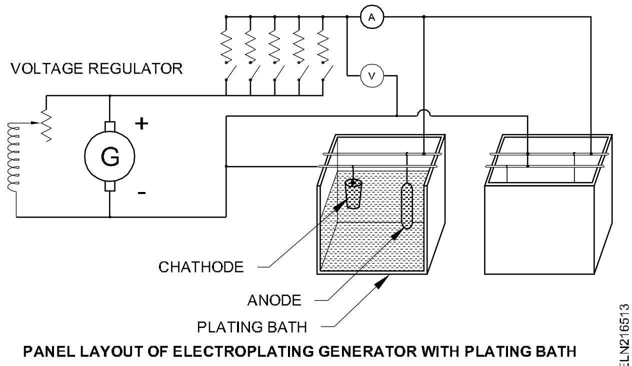
प्लेटिंग के लिए धारा की आवश्यकता (Current required for plating)

लो प्रेशर की DC सप्लाई सदैव इलेक्ट्रोप्लेटिंग प्रक्रिया में में प्रयोग करते हैं प्रेशर 1 वोल्ट से 16V तक प्रेशर का प्रयोग प्लेट की रेटिंग के आधार पर निर्भर करता है ये इलेक्ट्रोलाइटिक का स्वभाव होता है।

डायनमों के लिए इलेक्ट्रोप्लेटिंग (Dynamo for electroplating) (Fig 3)

शंट डायनेमों का साधारणतया उपयोग इलेक्ट्रोप्लेटिंग के लिए किया जाता है। ये अधिक धारा को कम प्रेशर से डिलीवर करते है तथा यह जरूरी है कि अधिक कम्प्यूटेटर तथा ब्रश गीयर हो। इस प्रकार के डायनेमो या तो ए० सी अथवा डी० सी० मोटर प्रकार के होते हैं। कुछ विभिन्न प्रकार के जैसे पेट्रोल इंजिन आदि तथा प्लेटिंग के लिए जरूरी धारा को धारा रेगुलेटर (current regulator) के द्वारा कंट्रोल किया जाता है। डायनेमों के द्वारा जेनेरेटर वोल्टेज को वोल्टेज रेगुलेटर के द्वारा कंट्रोल करते है। (Fig 3)

Fig 3



PANEL LAYOUT OF ELECTROPLATING GENERATOR WITH PLATING BATH

इलेक्ट्रोप्रेलिंट पर कैथोड प्रोटेक्शन (Cathodic protection in Eletroplating)

कैथोडिक प्रोटेक्शन (CP) धातुओं के सतह के संक्षारण को रोकने कि एक तकनीक है इस तकनीक में विद्युत रासायनिक सेल को इस प्रकार बनाया जाता है कि जिस धातु का संक्षारण रोकना होता है उसे कैथोड बना दिया जाता है यह एक ऐसी सामान्य विधि हे जिसमें एक सुरक्षित धातु के साथ आसानी से संक्षारित होने वाले धातु के साथ जोड़ दिया जाता है ।

तब अवक्षय धातु से प्रोटेक्टेड होने पर धातु का सय कम होता है संरचनाएँ जैसे कि लंबी पाइप लाइन जहाँ पर निष्क्रिय गैल्वेनिक कैथोडिक प्रोटेक्शन पर्याप्त नही होता है बाहरी DC पावर पर्याप्त धारा प्रदान करती है।

कैथोडिक प्रोटेक्शन सिस्टम CP कई प्रकार के धात्विक संरचनाओं स्टील के जल और ईधन पाइप लाइन स्टोरेज टैक वाटर हीटर स्टीर फायर पाइल्स आइल प्लेटफार्म विंडफार्म आदि कि सुरक्षा करती है उसका एक और सामान्य अनुप्रयोग स्टील में गैल्वेनीकरण है जिसमें स्टील के उपर जिंक कि पर्त चढ़ाई जाती है जो उन भागों को जंग लगाने से बचाता है । कुछ मामलों में CP स्ट्रेस कोरोजन क्रेकिंग को रोकती है ।

सेलों के प्रकार (Type of cells)

सेल (Cell) : विभिन्न पदार्थो के दो इलेक्ट्रोड्स तथा एक विद्युत अपघट्य से बनी सेल एक विद्युत रासायनिक युक्ति है। इलेक्ट्रोड्स और विद्युत अपघट्य के बीच होने वाली रासायनिक क्रिया एक वोल्टता उत्पन्न करती है।

सेलों का वर्गीकरणः

- शुष्क सेल (dry cells)
- द्रव सेल (wet cells)

सेल और बेटरी का वर्गीकरण शुष्क अथवा द्रव के रूप में किया जा सकता है। ऐतिहासिक दृष्टि से सेल वह होता है जिसमें एक लेई अथवा जेल विद्युत अपघट्य होता है। यह अर्धसील (Semi seal) होता है और किसी भी स्थिति में प्रयुक्त किया जा सकता है। नई डिजाइन और निर्माण तकनीकि द्वारा सेल को समुन्द्रित (Hermitically cealed) किया जा सकता है। समुन्द्रित होने और गैसे उत्पत्ति के रासायनिक नियन्त्रण के सम्भव हो जाने से शुष्क सेलों में द्रव अपघट्य का प्रयोग सम्भव हो गया है। आज शुष्क सेल का अर्थ उस सेल से है जिसे अपघट्य क्षरण बिना किसी भी स्थिति में रख कर प्रयुक्त किया जा सकता है।

द्रव सेल वह है जिसको उर्ध्वाधर स्थिति में रख कर ही प्रयोग किया जा सकता है। इस सेल में आवेशन और निरावेशन के समय जनित गैस को पलायन कर सकने के लिये निष्कास (Vent) बने होते हैं। सर्वाधिक सामान्य द्रव सेल एक जस्ता तेजाब सेल है।

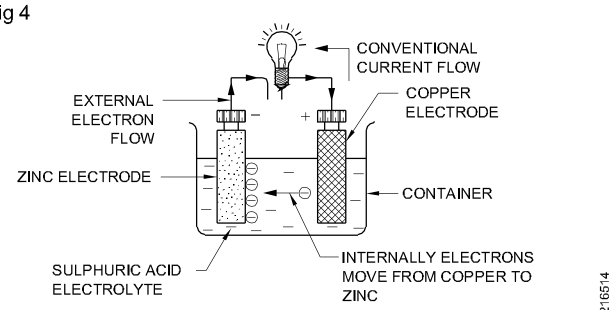
प्राथमिक सेल (Primary cells) : प्राथमिक सेल वह होते है जिनका पुर्नआवेशन सम्भव नही होता है अर्थात निरावेशन के समय जो रासायनिक क्रिया होती है उसका सरलता से उतक्रमण नही हो सकता। क्रियाओं में प्रयुक्त सभी रासायन जब परिवर्तित हो जाते है तो सेल पूर्ण रूप से निरावेशित हो जाता है। इसका प्रतिस्थापन नये सेल से होना चाहिये।

प्राथमिक सेल वर्ग (Types of primary cells) :

- वोल्टाइक सेल (Voltaic cell)
- कार्बन, जस्ता (Leclanche cell) (शुष्क सेल) (Carbon-zinc cell (Leclanche cell and Dry cell))
- क्षारीय सेल (Alkaline cell)
- पारा सेल (Mercury cell)
- सिल्वर आक्साइड सेल (Silver oxide cell)
- लीथियम सेल (Lithium cell)

सरल वोल्टाइक सेल (Simple voltaic cell) : एक वोल्टाइक सेल में तांबा और जस्ता के दो इलेक्ट्रोड तथा गन्धक का तेजाब विद्युत अपघट्य होता है। एक साथ रखे जाने पर इलेक्ट्रोड और गन्धक के तेजाब में रासायनिक प्रतिक्रिया होती है। प्रतिक्रिया से जस्ते पर ऋणात्मक आवेश (इलेक्ट्रान्स की अधिकता) और तांबें पर धनात्मक आवेश (इलेक्ट्रान की कमी) उत्पन्न होता है। यदि एक वाह्य परिपथ को इलेक्ट्रोड के सिरों पर जोड दिया जाता है तो इलेक्ट्रान्स का प्रवाह ऋणात्मक जस्ता इलेक्ट्रोड से धनात्मक तांबा इलेक्ट्रोड (Fig 4) पर होगा। जब तक रासायनिक क्रिया होती रहेगी विद्युत धारा प्रवाहित होगी। इस प्रकार के सेल में जस्ता इलेक्ट्रोड रासायनिक प्रतिक्रिया के अंश रूप में उपभोगित (Consumed) हो जाता है।

Fig 4

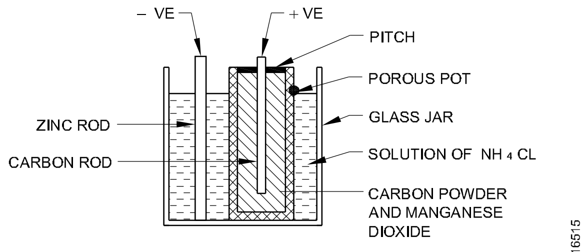


VOLTAIC CELL

वोल्टाइक सेल को द्रव सेल भी कहा जाता है क्योंकि इसमें द्रव घोल इलेक्ट्रोलाइट के रूप में प्रयुक्त होता है

लेकलांची सेल (कार्बन जस्ता सेल) (Leclanche cell (Carbon-zinc cells)) : सेल का धारक कांच का बर्तन होता है। बर्तन में अमोनियम क्लोराइड (NH_4Cl)का सान्द्रित घोल होता है। घोल क्षारीय होता है और विद्युत अपघट्य की भांति कार्य करता है। एक छिद्रित (Porous) बर्तन को कांच के बर्तन के केन्द्र पर रखा जाता है। इस छिद्रित बर्तन में पाउडर कार्बन और मैगनीज डाइ आक्साइड (MnO_2) के मिश्रण से घिरी एक कार्बन छड होती है। कार्बन छड सेल का धनात्मक इलेक्ट्रोड, MnO_2 एक निध्रुवक की भांति कार्य करता है। बर्तन के घोल में जस्ता की एक छड डुबो दी जाती है जो एक ऋणात्मक इलेक्ट्रोड की भांति कार्य करती है। (Fig 5)

Fig 5

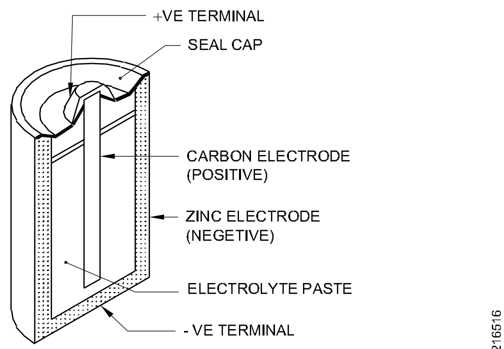


LECLANCHE CELL

शुष्क सेल (कार्बन जिंक सेल) (Dry cell (Carbon-Zinc cell)) **:** लेंकलांची प्रकार के सेल में द्रव इलेक्ट्रोलाइट के छलक जाने के भय ने एक अन्य प्रकार के सेल जिसे शुष्क सेल कहते हैं का अविष्कार कराया।

सर्वाधिक सामान्य और अल्पतम सस्ती शुष्क सेल बेटरी कार्बन जिंक प्रकार की है। (Fig 6) यह सेल जस्ता धारक से निर्मित होती है जो ऋणात्मक इलेक्ट्रोड का कार्य करता है। केन्द्र पर एक कार्बन क्षण होती है जो

Fig 6



CARBON-ZINC DRY CELL

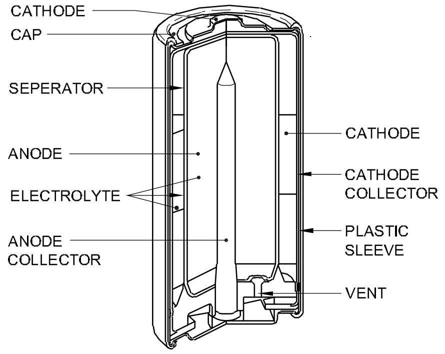
धनात्मक इलेक्ट्रोड होता है। विद्युत अपघट्य एक द्रव लेई के रूप में होता है जिसमे अमोनियम क्लोराइड युक्त एक घोल होता है।

एक इलेक्ट्रोड रासायनिक क्रिया के प्रभाग में विघटित होता है। इस सेल में ऋणात्मक जस्ता धारक इलेक्ट्रोड उपभोगित हो जाता है। फलस्वरूप लम्बे समय से उपस्कर में रखे हुये सेल फट सकते है और विद्युत अपघट्य छलक कर पड्ोस के भागों को नष्ट कर सकता है।

कार्बन जस्ता सेल सामान्य मानक आमापों के परास में निर्मित किये जाते है। इनमें 1.5VAA C, D सेल्स सम्मलित हैं। (AA पेन्सिल प्रकार के सेल C मध्य आमाप D बडे/ सस्ते आमाप)।

क्षारीय सेल (Alkaline cells) : क्षारीय सेल में जस्ता धारक ऋणात्मक इलेक्ट्रोड का कार्य करता है और मैगनीज डाई आक्साइड का एक बेलन धनात्मक इलेक्ट्रोड के लिये होता है। (Fig 7) विद्युत अपघट्य पोटैशियम हाइड्राआक्साइड के घोल अथवा क्षारीय घोल का होता है।

Fig 7

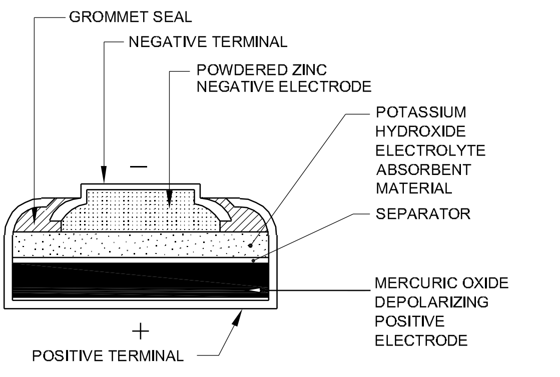


ALKALINE CELL

क्षारीय सेल भी कार्बन जस्ता की भांति उन्ही मानक आमापों में निर्मित होते है पर यह अधिक मूल्य के होते हैं। यह अधिक धारा की आपूर्ति लम्बे समय अन्तराल तक कर सकने के योग्य होते है। यह इनका विशेष गुण है। उदाहरण के लिये एक मानक D प्रकार का 1.5V क्षारीय सेल की क्षमता कार्बन जस्ता प्रकार की लगभग 2Ah की तुलना में लगभग 3.5Ah होती है। दूसरा लाभ यह है कि इनका भण्डारन समय (Shelf life) कार्बन जस्ता के लगभग 6 से 12 के भण्डारन समय की तुलना में लगभग ढाई वर्ष होता है।

पारा सेल्स (Mercury cells) : पारा सेल बहुधा डिजीटल घडियों, कैलकुलेटर, श्रव्य साधनों और अन्य छोटे इलेक्ट्रानिक उपस्करों में प्रयुक्त होते है। यह प्रायः छोटे होते हैं और कार्बन जस्ता प्रकार से भिन्न आकृति के होते हैं। (Fig 8)

Fig 8

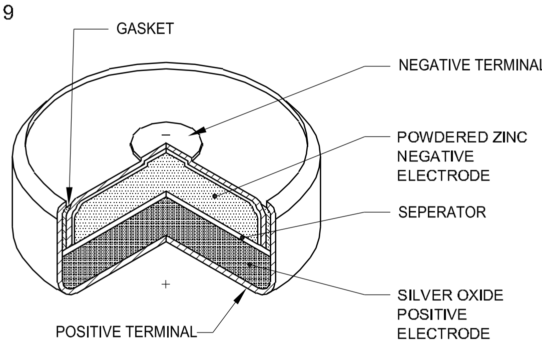


MERCURY CELL

इन सेलों में प्रयुक्त विद्युत अपघट्य क्षारीय होता है और इसलिये मरक्यूरिक आक्साइड (Cathode) और जस्ता Anode होता है।

सिल्वर आक्साइड सेल (Silver oxide cells) : सिल्वर आक्साइड सेल बहुत कुछ पारा सेल्स की भांति होते है। लेकिन यह उच्च वोल्टता (1.5V) प्रदान करते हैं और कम भार (Load) के लिये निर्मित किये जाते हैं। भार श्रृव्य साधनों और इलेक्ट्रानिक घड़ियों में प्रयुक्त भारों की भांति अविरत हो सकते हैं। पारा सेल की भांति सिल्वर आक्साइड सेल में उत्तम ऊर्जा से भार और ऊर्जा से आयतन अनुपात अधम लघु ताप अनुक्रिया, तथा चपटी निर्गत वोल्टता अभिलक्षणक होते है। पारा और सिल्वर आक्साइड सेलों की रचना समान होती है। उनमें मुख्य अन्तर यह होता है कि चांदी के सेल का धनात्मक इलेक्ट्रोड मरक्यूरिक आक्साइड के स्थान पर सिल्वर आक्साइड होता है। (Fig 9) में एक सिल्वर आक्साइड सेल का अनुप्रस्थ परिच्छेद प्रदर्शित किया गया है।

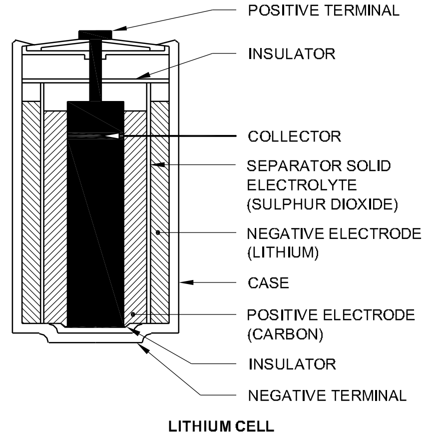
Fig 9



SILVER OXIDE CELL

लीथियम सेल (Lithium cells) : लीथियम सेल प्राथमिक सेल का एक अन्य प्रकार है। यह अनेक आमापों और विन्यास (Configurations) में उपलब्ध है। लीथियम के साथ प्रयुक्त रासायनों पर आधारित सेल की वोल्टता 2.5 और 3.6V के बीच होती है। ध्यान दे कि यह वोल्टता अन्य प्राथमिक सेलों की तुलना में यथेष्ट ऊंची है। अन्य प्राथमिक सेलों की तुलना में लीथियम से दो निम्न लाभ (Fig 10) है।

Fig 10



LITHIUM CELL

– लम्बा जीवन काल - 10 वर्ष तक

– उच्च ऊर्जा और भार अनुपात, 350Wh/Kg तक

लीथियम सेल्स -50 से +75ºC ताप परासों पर कार्य कर सकते हैं। निरावेशन के समय उनकी अति स्थाई निर्गम वोल्टता होती है।

उपयोग (Uses) : प्राथमिक सेल्स का उपयोग घडियों से लेकर धुआं संकेत, हृदय सम्बन्धित पेस मेकर, टार्चेस, श्रृव्य साधन, ट्रांजिस्टर, रेडियो, इत्यादि तक में होता है।

आन्तरिक प्रतिरोध (Internal resistance) : सेल की निर्गम वोल्टता सेल पर भार के अनुसार परिवर्तित होती है। सेल पर भार का अर्थ सेल से ली गई धारा की मात्रा से होता है। भार में वृद्धि होने से वोल्टता निर्गम पतित होता है। और इसका प्रतिलोमन। निर्गत में परिवर्तित सेल के आन्तरिक प्रतिरोध के कारण होता है चूंकि वह पदार्थ जिनसे यह निर्मित होता है, पूर्ण चालक नही होते है उनमें प्रतिरोध होता है। वाह्य परिपथ में प्रवाहित धारा भी सेल के आन्तिरिक प्रतिरोध से होकर प्रवाहित होती है।

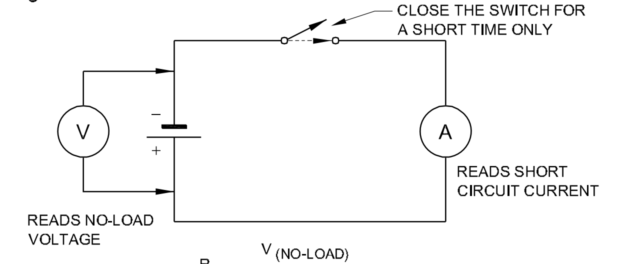
ओम के नियम के अनुसार एक प्रतिरोध में प्रवाहित धारा (वाह्य अथवा आन्तरिक) से वोल्टता पतन (V = IR) होता है। आन्तरिक प्रतिरोध के सिरों पर उत्पन्न कोई वोल्टता सेल के सिरों पर उपलब्ध नही होती है।

टर्मिनल पर प्राप्त वोल्टता रासायनिक क्रियाओं के कारण उत्पन्न वोल्टता ऋण आन्तरिक प्रतिरोध के सिरों पर वोल्टता होती है सेल की टर्मिनल वोल्टता सेल के आन्तरिक प्रतिरोध तथा भार धारा की मात्रा दोनों पर निर्भर होती है।

कुछ अनुप्रयोगों में टर्मिनल वोल्टता के परिवर्तन इतने लघु होते है कि उनसे कोई विशेष अन्तर नही पडता। अन्य अनुप्रयोगों में परिवर्तन अति ध्यान आकर्षक होते है। उदाहरण के लिये जब एक स्वचालक (Automobile) का प्रवर्तन (स्टार्ट) होता है बेटरी की निर्गम वोल्टता 12.6 से लगभग 8V तक परिवर्तित होती है।

(Fig 11) सेल के आन्तरिक प्रतिरोध की गणना विधि प्रदर्शित की गई है। सेल के निरावेषित होने से आन्तरिक प्रतिरोध में वृद्धि होती है इसलिये भार धारा के दिये गये मान के लिये निर्गम वोल्टता कम होती है।

Fig 11



$$R_{IB} = \frac{V_{(NO\text{-}LOAD)}}{I_{(SHORT\ CIRCUIT)}}$$

CALCULATING CELL INTERNAL RESISTANCE

सरल सेल के दोष (Defects of a simple cell) : सरल वोल्टाइक सेल में धारा तीव्रता लोड धारा के एक दिये गये मान के लिये निर्गम वोल्टता समय के साथ कम होती है। यह दोष मुख्य रूप से दो कारणां से होता है।

- स्थानीय क्रिया (Local action)
- ध्रुवण (Polarisation)

स्थानीय क्रिया (Local action) : परिपथ के खुले होने पर भी एक सरल वोलटाइक सेल में हाइड्रोजन बुलबुले जस्ते की पटटी पर निकलते दिखाई देते हैं इस प्रभाव को स्थानीय क्रिया कहते हैं यह व्यवसायिक जस्ते में कार्बन लोहा सीसा इत्यादि जैसी अशुद्धियों की उपस्थिति के कारण होता है इससे जस्ते की पट्टी पर छोटे स्थानीय सेल्स बन जाते है और सेल की धारा की तीव्रता घट जाती है।

स्थानीय क्रिया को जस्ते की पट्टी को पारे से अमलगमित करके दूर किया जाता है। ऐसा करने के लिये जस्ते पट्टी को गंधक के पतले तेजाब में कुछ समय के लिये डुबो कर उसकी सतह पर पारा रगड देते हैं।

ध्रुवण (Polarisation) : धारा के प्रवाहित होने पर हाइड्रोजन के बुलबुले निकलते है और तांबे की पट्टी पर धीरे धीरे एक पतली परत बना देते हैं। इस कारण धारा तीव्रता से कम होकर अन्त में पूर्ण रूप से रूक जाती है। इस प्रभाव को सेल का ध्रुवण कहते हैं।

ध्रुवण का कुछ रासायनों के प्रयोग से रोका जा सकता है जो हाइड्रोजन को पट्टी पर एकत्रित होने से पूर्व उसका जल में आक्सीकरण कर देंगें। रसायन जो ध्रुवण को दूर कर देने में प्रयुक्त होते है आक्सीकारक कहलाते हैं।

हम जान चुके है कि उन सेलों के अतिरिक्त जिनको पुर्नआवेशित नही किया जा सकता है अधिकांश प्राथमिक सेल केवल एक बार उपयोग में लाये जा सकते हैं। यह धारा की निरन्तर आपूर्ति नही करता। इस कमी को द्वितीयक सेल में विजित किया गया है।

द्वितीयक सेल (Secondary cell) : सेल जिसको आवेशन समय की धारा दिशा के विपरीत दिशा की धारा से पुनः आवेशित किया जा सकता है द्वितीयक सेल कहलाता है।

द्वितीयक सेल को भण्डारण सेल भी कहते है क्योंकि आवेशित करने के पश्चात, यह ऊर्जा का भण्डारण ऊर्जा के व्यय हो जाने तक अथवा निरावेशित हो जाने तक करता है।

फैराडे के वैद्युत अपघटन नियम के अनुसार द्वितीयक सेल में आवेशन और निरावेशन प्रक्रियायें होती है।

सामान्य प्राथमिक सेल की तुलना				
	कार्बन-जिंक	**अल्कलाइन-मैग्नीज**	**मरकरी**	**सिल्वर आक्साइड**
ऋणात्मक घनात्मक इलेक्ट्रोलाईट	जिंक कार्बन अमोनियम क्लोराइड	जिंक मैगनीज डाइआक्साइड पोटेशियम हाइड्रोआक्साइड या आलकालाईन	जिंक मरकरी आक्साइड पोटेशियम आलकालाईन	जिंक सिल्वर आाक्साइड पोटेशियम हाइड्राआक्साइड
नाम मात्र वोल्टता (Nominal) अधिकतम निर्धारित धारा - एम्पियर्स	1.5 2-30	1.5 0.05-20	1.35 या 1.4 0.003-3	1.5 0.1
ऊर्जा निर्गम वाट घन्टे एम्पियर घण्टे	 22 2.0	 35 3.5	 46 6.0	 50 8.0
ताप परास भण्डारन ^{0}F आपरेटिंग ^{0}F	 –40 से 120 20 से 130	 –40 से 120 –5 से 160	 –40 से 140 –5 से 160	 –40 से 140 –5 से 160
68^{o}F भण्डारन समय महीनों में प्रारम्भिक धारिता का 80% विसर्जन वक्र की आकृति	 6 से 12 स्लोपिंग	 30 से 36 स्लोपिंग	 30 से 36 फ्लैट	 30 से 36 फ्लैट

द्वितीयक सेलों के प्रकार (Types of secondary cells)

– सीसा तेजाब सेल (Lead acid cell)

– क्षारीय सेल अथवा निकिल लोह सेल (Alkaline cell or nickel-iron cell)

सीसा तेजाब सेल भाग (Parts of Lead acid cell) (Fig 12)

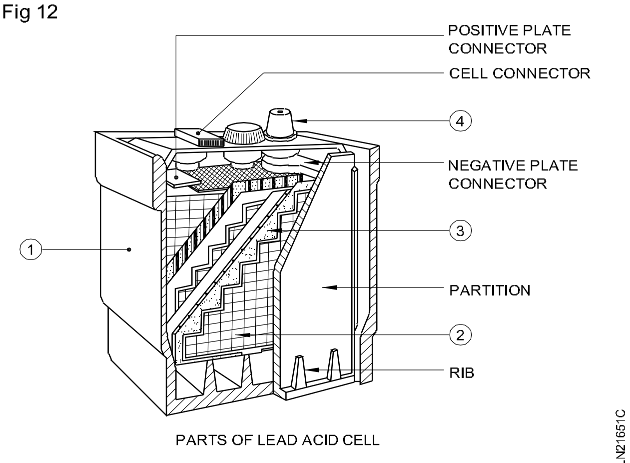
1 धारक (Container)

2 पट्टियां (Plates)

3 पृथक्कार (Separators)

4 पोस्ट टर्मिनल (Post terminals)

Fig 12



PARTS OF LEAD ACID CELL

धारक (Container): सक्रिय पट्टियों, पृथक्कार और विद्युत अपघट्य को आवासित करने के लिये दृढ रबर, कांच अथवा सेल्यूलाइट से बना होता है। पट्टियां धारक की तली पर प्रदत्त पसलियों पर आधारित होती है। और पसलियों के बीच के स्थान को तलछट कक्ष कहते हैं।

पट्टियां (Plates) : धनात्मक पट्टियां दो प्रकार की होती है।

– प्लांटे पट्टी अथवा निर्मित पट्टियां (Plante plate or formed plates)

– फॉरे पटिट्यां(Faure plate)

प्लांटे पट्टियां (Plante plates) : इनको आवेशन तथा निरावेशन क्रिया की पुनरावृत्ति से निर्मित किया जाता है। प्रारम्भ में इन्हें शुद्ध सीसा से बनाया जाता है जो आवेशन के पश्चात लेडपरआक्साइड में परिवर्तित हो जाती हैं।

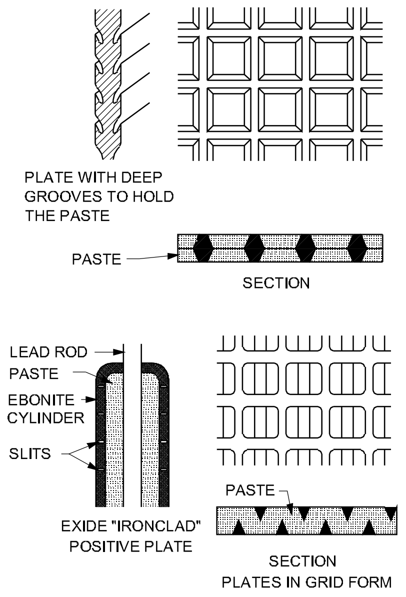
फॉरे पटिट्यां (Faure plate) : लेई युक्त अथवा फॉरेपटिट्यां आयताकार सीसे की ग्रिड से बनायी जाती है जिसमें सक्रिय पदार्थ अर्थात लेडपरआक्साइड ($Pb\ O_2$) लेई के रूप में भर दी जाती हैं। (Fig 13)

ऋणात्मक पट्टियां आयताकार ग्रिड की बनी होती है और सक्रिय पदार्थ स्पान्जी सीसा (Pb) से बना होता है जो एक लेई के रूप में होता है। (Fig 14)

पृथक्कार (Separators) : रसायनकों द्वारा उपचारित छिद्र युक्त लकडी अथवा रबर से बनी यह पतली पटिट्यां होती है। इनका प्रयोग धनात्मक और ऋणात्मक पट्टियों के बीच लघु पथन को रोकने के लिये किया जाता है। (Fig 15)

पोस्ट टर्मिनल (Post terminal) : प्लेट सम्बन्ध से वेल्डेड प्लेट के प्रत्येक समूह से ऊपर को निकला हुआ एक छोटा खम्भा (Fig 16 देखें) पोस्ट टर्मिनल निर्मित करता है।

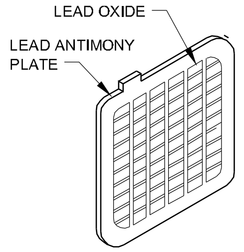
Fig 13



CONSTRUCTION OF PASTED-TYPE ACCUMULATOR PLATES

ELN21651D

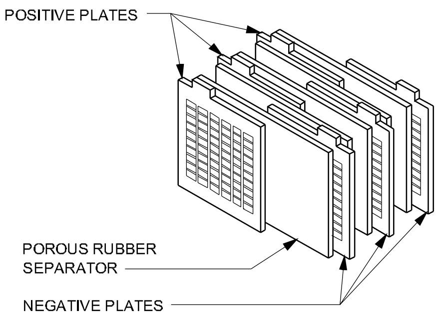
Fig 14



SINGLE LEAD PLATE

ELN21651E

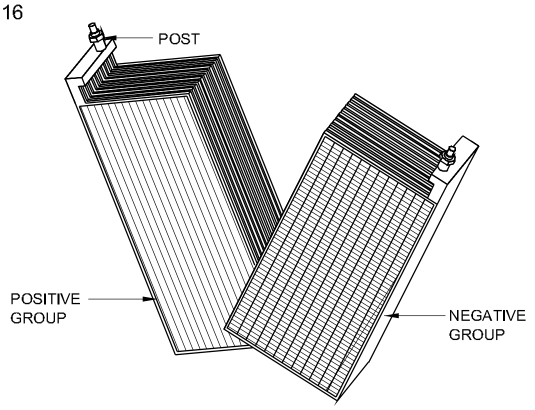
Fig 15



ARRANGEMENT OF PLATES AND SEPARATORS

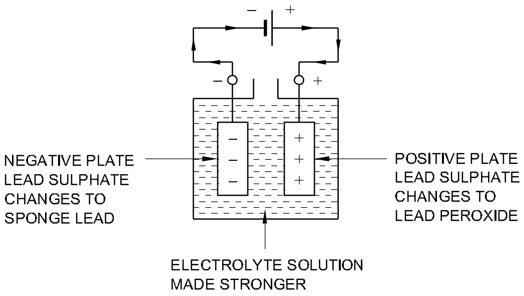
ELN21651F

Fig 16



ELN21651G

Fig 17



DURING CHARGING PROCESS

ELN21651H

विद्युत अपघट्य (Electrolyte) : सीसा तेजाब सेल में प्रयुक्त विद्युत अपघट्य गंधक का पतला तेजाब (H_2SO_4) होता है। अपघट्य का आपेक्षिक घनत्व 1.24 से 1.28 तक होता है। निर्माता के विनिर्देशन अनुसार यह परिवर्तित होता है।

कार्यान्वय सिद्धान्त (Working principle) :

द्वितीयक सेल में प्रारम्भ से कोई विशेष वैद्युत रासायनिक ऊर्जा नही होती। पहले ऊर्जा से द्वितीयक सेल को आवेशित करना होता है। इसके पश्चात निरावेशित हो जाने तक यह भण्डारित ऊर्जा को बनाये रखता है। अर्थात प्रारम्भ में दोनों सेल इलेक्ट्रोड लेड सल्फेट ($PbSO_4$) होते हैं लेकिन जब रासायनिक क्रियाओं द्वार सेल आवेशित होता है तो लेड सल्फेट इलेक्ट्रोड मुलायम अथवा स्पांजीलेड (Pb) ऋणात्मक पटटी में और दूसरा लेडपरआकसाइड (PbO_2) धनात्मक पटटी में परिवर्तित हो जाता है।

साथ ही विद्युत अपघट्य घोल सान्द्र होकर अधिकांश गंधक का तेजाब (H_2SO_4) हो जाता है।(Fig 17)

एक भण्डारक सेल (बेटरी के लिये सामान्य संस्तुतित) (Recommended): विनिर्देश निम्न है।

- वोल्टता/ सेल (Voltage/cell)
- एम्पियर घण्टा धारिता (Ampere hour capacity)
- पट्टियों /सेलों की संख्या (No. of plates/cell)
- ताप (Temperature)
- विद्युत अपघट्य का विशिष्ट घनत्व (Specific gravity of electrolyte)
- समूहित किये गये सेलों की संख्या (No. of cells grouped)

पूर्ण रूप से आवेशित सेल की वोल्टता 2.1 से 2.6V जो निरावेशित होकर 1.8V रह जाती है ।

धारिता (Capacity) : एक भाण्डरण सेल की धारिता का मात्रक एम्पियर घण्टा है। अर्थात एम्पियर में एक घण्टा तक निरन्तर धारा निरावेशन की योग्यता अथवा इसका प्रतिलोमन सेल की धारिता निम्न पर निर्भर होती है।

Capacity = Current x Time - AH

The capacity of the cell depends on the following.

- पटिट्यों का आमाप
- पटिट्यों की संख्या
- प्रयुक्त सक्रिय पदार्थ
- अपघट्य की सान्द्रता

पट्टियाँ (Plates) : धनात्मक पटिटयों की संख्या की तुलना में ऋणात्मक पटिट्यों की संख्या सदैव एक अधिक होती है। अर्थात सेल के दोनों सिरों पर ऋणात्मक पटटी न केवल यांत्रिक दृढता प्रदान करती है प्रत्युत सुनिश्चित करती है कि धनात्मक पटटी की दोनों सतहे प्रयुक्त होती है। यह धनात्मक पटिटयों के व्याकुंचन को रोकती है। उदाहरण के लिये एक नौ पट्टियाँ वाले सेल में चार धनात्मक और पांच ऋणात्मक पट्टियाँ होती है।

ताप और आपेक्षिक घनत्व (Temperature and specific gravity) : विद्युत अपघट्य का ताप 27°C और आपेक्षिक घनत्व 1.250 ± 0.010 रखना चाहिये।

27°C पर आपेक्षिक घनत्व पाट को शुद्ध करने के लिये हाइड्रोमीटर के पाट में 27°C से ऊपर प्रति अंश सेल्सियस के लिये 0.0007 का योग कर दें।

ताप अधिकता से धनात्मक प्लेट पर गंधकत्व और व्याकुंचन में अधिकता होगी।

दोष (Defects)

- दृढ गंधकत्व (Hard sulphation)
- व्याकुंचन (Buckling)
- आंशिक लघु पथन (Partial short)

दृढ गंधकत्व (Hard sulphation) : अति निरावेशन अथवा निरावेशित स्थिति में लम्बी अवधि तक बने रहने से दोनों इलेक्ट्रोडस पर गंधकत्व होता है जिससे उच्च आंतरिक प्रतिरोध फलित होता है। गंधकत्व (दृढ) को लघु दर पर लम्बे समय तक पुर्न आवेशन जिसे बिन्दु शः (Tricle) आवेश कहते हैं, द्वारा हटाया जा सकता है।

व्याकुंचन (Buckling) : अति आवेशन तथा निरावेशन, अनुपयुक्त विद्युत अपघटय तथा ताप के कारण इलेक्ट्रोडस के मुड जाने को व्याकुंचन कहते हैं।

आशिक लघु पथन (Partial short) : पट्टियों (इलेक्ट्रोडस) से गिरने वाली तलछट धनात्मक और ऋणात्मक इलेक्ट्रोडस का लघु पथन करके उस सेल का आवेशन और निरावेशन दोनों के समय अति ऊष्म कर देती है। इस प्रकार के सेल को नये सेल से प्रतिस्थापित किया जा सकता है।

दक्षता (Efficiency) : इसको दो प्रकार से सोचा जा सकता है।

- एम्पियर आवर (AH) दक्षता
- वाट आवर (WH) दक्षता

$$\text{AH efficiency} = \frac{\text{Output in AH discharge}}{\text{Input in AH charge}}$$

वाट घण्टा दक्षता, एम्पियर घण्टा दक्षता से सदैव कम होती है क्योंकि निरावेशन समय का विभवान्तर आवेशन समय से कम होता है।

वाट-आवर दक्षता

$$= \frac{\text{AH efficiency} \times \text{Average volts on discharge}}{\text{Average volts on charge}}$$

During discharge

Positive Plate

Lead peroxide	+	Hydrogen	+	Sulphuric Acid	$\rightarrow$	Lead sulphate	+	water
PbO_2	+	H_2	+	H_2SO_4	$\rightarrow$	$PbSO_4$	+	$2H_2O$

Negative Plate

Pure lead	+	Sulphate	=	Lead sulphate
Pb	+	SO_4	=	$PbSO_4$

During Charge

Positive Plate

Lead sulphate	+	Sulphate	+	Water	$\rightarrow$	Lead peroxide	+	Sulphuric acid
$PbSO_4$	+	SO_4	+	$2H_2O$	$\rightarrow$	PbO_2	+	$2H_2SO_4$

Negative Plate

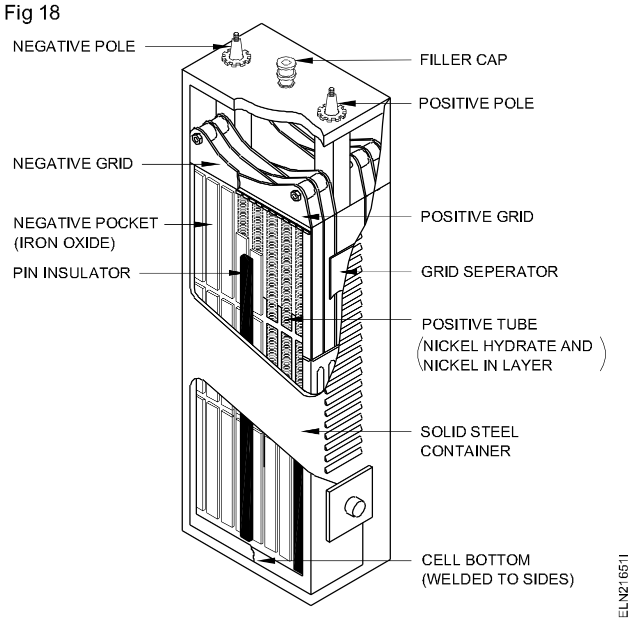
Lead sulphate	+	Hydrogen	$\rightarrow$	Lead	+	Sulphuric acid
$PbSO_4$	+	H_2	$\rightarrow$	Pb	+	H_2SO_4

निकिल आयरन और निकिल कैडमियम सेल

दो सेलों की संरचना में कोई भिन्नता नहीं है ऋणात्मक प्लेट को छोडकर। निकिल आयरन सेल की ऋण प्लेट आयरन की बनी होती हैं तथा निकिल कैड़मियम सेल की ऋण कैड़मियम की बनी होती हैं।

निकिल लौह अथवा एडीसन सेल (Fig 18)

Fig 18



विभिन्न भाग (Parts)

- धनात्त्मक पटटी (Positive plate)
- विद्युत अपघट्य (Electrolyte)
- पृथक्कार (Separators)
- ऋणात्मक पट्टी (Negative plate)
- धारक (Container)

धनात्मक पट्टी निकिल हाइड्राआक्साइड $Ni(OH)_4$ नलियों की बनी होती है। सर्पिलाकार वेष्ठित छिद्र युक्त स्टील फीता रिबन जिसे स्टील पसलियों द्वारा सम्बद्ध रखा जाता है और सभी को निकिल आवरणित (Plated) कर दी जाती है ।

ऋणात्मक पटटी एक निकिल स्टील पटटी से निर्मित हाती है जिसमें महीन छिद्र होते हैं। विद्युत अपघट्य लीथियम हाईड्रेट (LiOH) की कुछ मात्रा सहित पोटेशियम हाइड्राआक्साइड (KOH) का 21% घोल होता है।

धारक निकिल आवरणित स्टील का होता है। पृथक्कार दृढ रबर पट्टियों से बने होते है और निकिल आवरणित धारक में रखे जाते हैं।

रासायनिक परिवर्तन (Chemical changes) : निरावेशन के समय पोटेशियम हाइड्रोआक्साइड (KOH) K और (OH) आयन्स में विभाजित हो जती है। OH आयन्स ऋण की ओर जाकर लोहे को आक्सीकरण करते हैं। K आयन्स एनोड पर जाकर Ni (OH) को $Ni(OH)_2$ में परवर्तित करते हैं। आवेशन के समय विपरीत क्रियायें होती है। आवेशन तथा निरावेशन के समय होने वाले रासायनिक परिवर्तन एक उत्क्रमित समीकरण से व्यक्त किये जा सकते हैं।

समीकरण से स्पष्ट है कि विद्युत अपघट्य केवल एक पट्टी से अन्य पर OH आयन्स के स्थान्तरण स्रोत की भांति कार्य करता है। यह किसी रासायनिक क्रिया में भाग नही लेता है इसलिये इसका घनत्व साधारण सीसा तेजाब सेल की भांति उसी सीमा तक परिवर्तित नही होता। इसलिये क्रिया के समय विद्युत अपघट्य का घनत्व लगभग समान रहता है।

अभिलक्षण (Characteristics): पूर्ण रूप से आवेशित सेल का emf 1.4V होता है जो निरावेशन पर 1.2 पहुंच जाता है यदि वोल्टता 1.15V से कम हो जाती है तो सेल पूर्ण रूप से निरावेशित हो जाता है।

- पट्टियों की यांत्रिक दृढता उत्तम होती है क्योंकि वह स्टील की बनी होती है।
- सेल वहनीय होता है ।
- भारी आवेशन तथा निरावेशन का सेल विरोध कर सकता है और यदि अनावेशित भी छोड् दिया जाय तो क्षय नही होता।
- आन्तरिक प्रतिरोध अधिक होता है इसलिये सीसा तेजाब सेल की तुलना में दक्षता कम होती है।
- ताप वृद्धि के साथ emf में कुछ वृद्धि होती है लेकिन धारिता में यथेष्ट वृद्धि होती है और ताप में कमी होने से धारिता कम होती है।
- सीसा तेजाब सेल की तुलना में यह यांत्रिक दृढता स्थायीयता और पुष्टता में श्रेष्ट होता है।

इसके अतिरिक्त सीसा तेजाब सेल्स की तुलना में क्षारीय सेल कम तापों पर कही अधिक उत्तमता से कार्य करते हैं। अप्रिय धुआं निर्गत नही करते, स्वनिरावेशन बहुत कम होता है, और उनकी पट्टियों में दुर्गन्ध व्याचन नही होता है।

भण्डारन अवधि (Shelf life) : बेटरीज का निर्धारण वर्षो में उनको भण्डारित रख सकने की अवधि के अनुसार भी होता है सेल के प्रयुक्त न होने पर भी सेल के अन्दर एक आन्तरिक रासायनिक क्रिया होती है। इसे तकनीकी शब्दों में स्थानीय क्रिया कहते हैं। यह प्रक्रिया सदैव चलती रहती है और अन्ततः सेल को व्यर्थ कर देती है। भण्डारन अवधि वर्षो में वह समय होता है जब तक भण्डारित बेटरी अपनी प्रारम्भिक धारिता का कम से कम 75% उत्पन्न करती रहती है।

ताप (Temperature) : प्रायः बेटरीज कमरे के ताप अथवा 20°C पर एक विशेष निर्गम धारिता के लिये निर्धारित होती हैं। इस ताप से ऊपर अथवा नीचे के ताप पर प्रयोग में लाने से उनका निर्धारित निर्गम कम हो जाता है उदाहरण के लिये स्वचालकों की बेटरी निर्गम, शीतकाल में कम हो जाता है जिससे इंजन का प्रवर्तन कठिन हो जाता है।

$$Ni(OH)_4 + KOH + Fe \rightleftharpoons Ni(OH)_2 + KOH + Fe(OH)_2$$

Hydrated Ferrous	Potassium	Ferrous	Nickel		

तुलना : लेड एसिड सेल तथा एडीसन सेल

क्र. सं.	विशेषता	लेड एसिड सेल	एडीसन सेल
1	धनात्मक प्लेट	PbO, लेड प्रोक्साइड	निकिल हाइड्राक्साइड $Ni(OH)_4$ अथवा निकिल आक्सादड (NiO_2)
2	ऋणात्मक प्लेट	स्पांग लेड (Spong Lead)	आयरन
3	इलैक्ट्रोलाइट	डायलूटेड H2SO4	KOH
4	एवरेज emf	2.1 वोल्ट / सेल	1.2 वोल्ट / सेल
5	इन्टर्नल प्रतिरोध	कम्पैरिटवली कम	कम्पैरिटवली हाई प्रतिरोध
6	दक्षता : एम्पियर घंटे वॉट घंटे	 90 - 95% 72 - 80%	 80% के पास 60% तक
7	कीमत	कम्पैरिटवली एल्कलाइन सेल से कम	लगभग Pb - एसिड सेल (सरल रख रखाव) का दो गुना
8	जीवन	1250 चार्ज तथा डिस्चार्ज	कम से कम पाँच साल के पास देता है।
9	मजबूती	रख रखाव तथा सावधानी की आवयकता सल्फेशन अकर करता है जब चार्ज अथवा डिस्चार्ज अधूरा होता है।	सस्ता, मैकेलिकली मजबूत, वाइब्रेशन के साथ, लाइट, अनलिमिटेड रेट का चार्ज तथा डिस्चार्ज, डिस्चार्ज के लिए छोड सकते है, कोरोसिव लिक्विड तथा फम के द्वारा फ्री ।

निकिल आयरन सेल के लाभ एवं हानियाँ (Advantages and disadvantages of nickel iron cell)

A) लाभ (Advantages)

i) इसमें अधिक चार्जिंग और डिस्चार्जिंग धारा को सह सकता है और खराब नहीं होता है ।

ii) इसकी संरचना मजबूत होता है जिससे इसका किसीभी तरह से उपयोग कर सकते हैं ।

iii) यह भार में हल्का होता है अतः आसानी से स्थानांतरण योग्य है ।

iv) इसे लंबे समय तक डिस्चार्ज अवस्था में रखा जा सकता है ।

v) यह अधिक ताप में भी कार्य कर सकता है ।

vi) इसका उपयोग अधिक ताप में भी किया जा सकता है ।

vii) इसका उपयोग बिजली से चलनेवाले वाहनों, स्विच गीयर आपरेशन आदि में किया जाता है ।

B) हानियाँ (Disadvantages)

i) इसका EMF स्थिन नहीं रहता है ।

ii) इसकी दक्षता लेड एसिड सेल से कम होता है ।

iii) इसका उच्च आंतरिक प्रतिरोध होता है ।

iv) इसका EMF लेड एसिड सेल की तुलना में कम होता है ।

v) यदि ताप में वृद्धि होती है तो इसका EMF थोड़ा घट जाता है ।

प्राथमिक और द्वितियक सेल त्त्ढ तुलना

प्राथमिक सेल	द्वितियक सेल
1 यह एक त्वरित EMF एक उत्पादन उपकरण है ।	1 इसे बिजली आपूर्ति के लिए चार्ज किया जाता है इसके पश्चात् EMF उत्पन्न होता है
2 इसे पुनः चार्ज नहीं किया जा सकता	2 इसे पुनःचार्ज किया जा सकता है
3 ये वजन में हल्का होता है	3 यह वजन में भारी होता है
4 यह कम करेंट व कम वोल्टेज सप्लाई उत्पन्न करता है	4 यह अपेक्षाकृत अधिक वोल्टेज व अधिक करेंट सप्लाई उत्पन्न करता है
5 यह सस्ता होता है	5 यह महेगा होता है
6 इसका जीवन काल कम होता है	6 इसका जीवन काल अधिक होता है
7 यह रासायनिक ऊर्जा को वैद्यूतिक ऊर्जा में परिवर्तित करता है	7 यह विद्यूत सप्लाई देने पर सर्वप्रथम वैद्यूतिक ऊर्जा को रासायनिक ऊर्जा में उसके पश्चात् रासायनिक ऊर्जा को विद्यूत उर्जा में परिवर्तित करता है ।

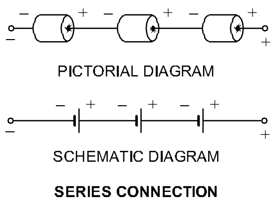
सेलों का समूहन (Grouping of cells)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **श्रृँखला में और समान्तर जोड़े गये सेलों का प्रयोजन स्पष्ट करना**
- **सेलों का श्रृँखला बद्ध जोड़, समान्तर जोड़ और श्रृँखला-समान्तर जोड़ का स्पष्टीकरण देना**
- **सेलों के परीक्षण की विधि बताना ।**

सेलों का समूहन (Grouping of cells) : प्रायः एक विद्युत परिपथ में एक वोल्टता अथवा धारा वांछित होती है जो केवल एक सेल आपूर्ति करने में सक्षम नही होता। इस स्थिति में सेलों के समूह को विभिन्न श्रेणी और समान्तर क्रमों में सम्बन्धित करना आवश्यक हो जाता है।

श्रेणी सम्बन्ध (Series connections) : एक सेल के धनात्मक टर्मिनल को दूसरे के ऋणात्मक टर्मिनल से सम्बन्धित करने पर सेल श्रेणी में सम्बन्धित किये जाते हैं। (Fig 1)

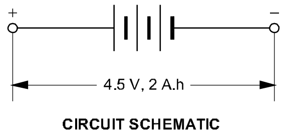
Fig 1



एक सेल से प्राप्त वोल्टता से अधिक वोल्टता प्राप्त करने के लिये समान सेल्स श्रेणी में समबिन्धित किये जाते हैं। इस प्रकार के सम्बन्ध से निर्गम वोल्टता सभी सेलों की वोल्टता के योग के बराबर होती है। लेकिन एम्पियर घण्टा निर्धारण (AH) एकल सेल के समान ही रहती है।

उदाहरण: माना कि तीन D फ्लैश प्रकाश सेल श्रेणी में सम्बन्धित किये जाते हैं। (Fig.2) प्रत्येक सेल का निर्धारण 1.5V और 2Ah है इस बेटरी की वोल्टता और एम्पियर घण्टा निर्धारण होगाः

Fig 2



V बेटरी = V प्रति सेल x सेल की संख्या

= 1.5V (3)

= 4.5V

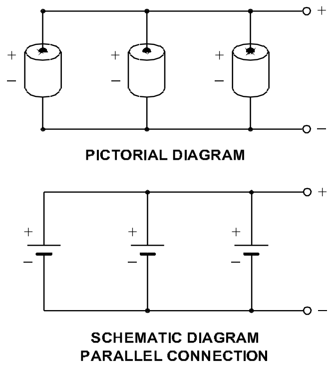
Ah बेटरी निर्धारण = A.h निर्धारण एक सेल का

= 2Ah

> **यदि त्रुटि वश एक सेल का सम्बन्ध श्रेणी समूह में विपरीत हो तो इसकी वोल्टता दूसरे सेलों का विरोध करेगी। इस कारण बेटरी निर्गम वोल्टता अपेक्षा से कम होगी।**

उदाहरण: माना कि पूर्व उदाहरण में तीन D फ्लैश लाइट सेलों में से एक विपरीत दिशा में सम्बन्धित है। (Fig 3) तब निर्गम वोल्टता होगी।

Fig 3



V बेटरी = (1.5V)+(1.5V) − (1.5V)

= (3.V) − (1.5V)

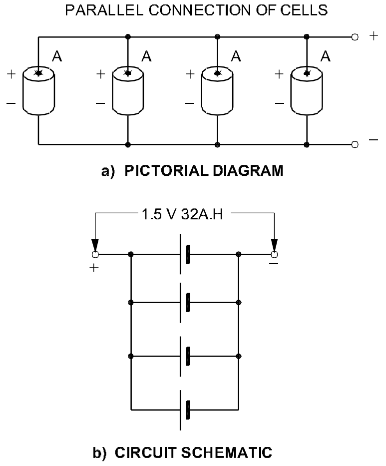
= 1.5V.

समान्तर सम्बन्ध (Parallel connection) : (Fig 3) के अनुसार समान्तर सम्बन्ध में सभी धनात्मक टर्मिनल एक साथ और ऋणात्मक टर्मिनल एकसाथ सम्बन्धित होते हैं।

समरूप सेल्स को समान्तर में उच्च निर्गम धारा अथवा एम्पियर घण्टा निर्धारण के लिये सम्बन्धित किया जाता है। सेल्स के इस सम्बन्ध से निर्गम एम्पियर धारा निर्धारण सभी सेल्स की एम्पियर घण्टे के योग के बराबर होगी लेकिन निर्गम वोल्टता वही रहती है जो वोल्टता एकल सेल की होती है।

उदाहरण: माना कि चार सेल समान्तर में सम्बन्धित किये जाते है (Fig 4) प्रत्येक सेल का निर्धारण 1.5V और 8Ah है। इस बेटरी की वोल्टता और एम्पियर घण्टा निर्धारण (Rating) क्या होगा?

Fig 4



V बेटरी = V एक सेल का निर्धारण

= 1.5 V

Ah बेटरी निर्धारण = Ah प्रतिसेल निर्धारण x सेलों की संख्या

= (8 AH) (4)

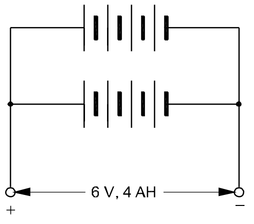
= 32 AH

यदि त्रुटि वश समान्तर समूह में एक सेल का सम्बन्ध विपरीत है यह लघु पथित परिपथ की भांति कार्य करेगा। इस लघु पथित पथ से होकर सभी सेल अपनी ऊर्जा का निरावेशन कर देगें। लघु पथित पथ से अधिकतम धारा प्रवाहित होगी और सेल स्थायी रूप से नष्ट हो सकते हैं।

श्रेणी समान्तर सम्बन्ध (Series parallel connection) : कभी एक उपस्कर की आवश्यकता वोल्टता और एम्पियर घण्टे दोनों निर्धारण के लिये एक सेल से अधिक होती है। इस स्थिति में सेल का श्रेणी समान्तर समूहन (Grouping) का प्रयोग करना चाहिये। (Fig 5).

वोल्टता निर्धारण को प्राप्त करने के लिये श्रेणी में सम्बन्धित किये जाने वाले सेलों की संख्या पहले ज्ञात कर ली जाती है इसके पश्चात श्रेणी सम्बन्धित सेल की समान्तर पंक्तियों की संख्या गणना वांछित एम्पियर घण्टा निर्धारण के लिये की जाती है।

Fig 5



SERIES-PARALLEL CONNECTION

उदाहरण: माना कि बेटरी प्रचालित परिपथ में 6V और 4Ah धारिता (Fig 5) वांछित है। 1.5V तथा 2Ah निर्धारण वाले सेल इसके लिये उपलब्ध हैं। तो सेलों की वांछित व्यवस्था निम्न होगी।

श्रेणी में सेलों की संख्या $= \left(\frac{\text{V required}}{\text{V per cell}}\right)$

$= \frac{6\text{ V}}{1.5\text{ V}} = 4\text{ cells}$

समान्तर पंक्तियों की संख्या $= \left(\frac{\text{AH required}}{\text{AH per cell}}\right)$

$= \frac{4\text{ AH}}{2\text{ AH}} = 2\text{ rows}$

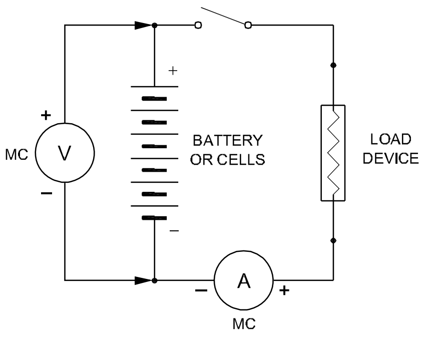
सेल अथवा बेटरी समूह को समान्तर में जोडते समय प्रत्येक समूह समान वोल्टता पर होना चाहिये। असमान वोल्टता की दो बेटरीज का समान्तरीकरण (Paralling) दोनों के अन्तर के बराबर स्थितिज ऊर्जा उत्पन्न करता है। फलस्वरूप उच्च वोल्टता बेटरी दूसरी बेटरी में अपनी धारा का उस समय तक विसर्जन करती है जब तक दोनों समान वोल्टता मान पर नही पहुंच जाती।

प्राथमिक सेल्स अथवा बेटरीज का परीक्षण (Testing primary cells or batteries) : एक सेल अथवा बेटरी के उपयोगी जीवन के विषय में दृश्य परीक्षण मात्र से बहुत कम ज्ञात हो पायेगा। जब तक वह इस स्थिति तक न पहुंच जाये कि उसके धारक से तेजाब छलकने लगे।

सेल अथवा बेटरी जीवन का एक अन्य परीक्षण भार रहित वोल्टता परीक्षण है। इस परीक्षण में सेल अथवा बेटरी से बहुत कम धारा ली जाती है जो वोल्टमापी के प्रचालन के लिये वांछित होती है।

सेल अथवा परिपथ में सामान्य भार बनाये रह कर बेटरी को परीक्षित करने की सर्वोत्तम विधि है। (Fig 6) सामान्य भार होने पर सेल अथवा बेटरी की वोल्टता में यथेष्ट पतन, सेल अथवा बेटरी की अधम स्थिति का संकेत है।

Fig 6



TESTING A BATTERY UNDER LOAD

बेटरी चार्जिंग पद्धति - बेटरी चार्जर (Battery charging method - Battery charger)

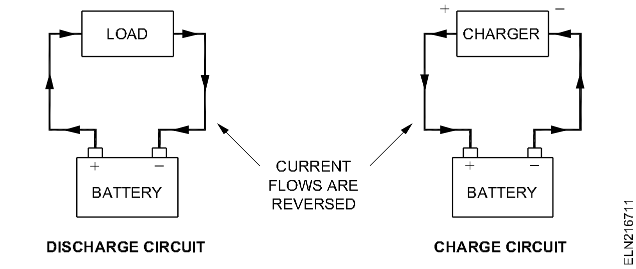
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **बेटरी बदलने की आवश्यकता स्पष्ट करना**
- **इलेक्ट्रोलाईट को तैयार करने की विधि स्पष्ट करना**
- **हाइड्रोमीटर और उच्च तर डिसचार्ज टेस्टर के उपयोग का वर्णन करना**
- **उच्च निर्धारण निरावेशन परीक्षक के उपयोग का वर्णन करना**
- **बेटरी की आवेशित और निरावेशित स्थितियों के बीच के भेद को स्पष्ट करना**
- **बेटरी के आवेशन और निरावेशन के समय अनुपालित किये जाने वाली सावधानियों का वर्णन करना ।**

आवेशन की आवश्यकता (Necessity of charging) : निरावेशन के समय रसायनिक क्रिया के कारण इलेक्ट्रोड छोटे हो जाते है और आन्तरिक प्रतिरोध अधिक हो जाता है जिससे लघु सक्रिय उत्पाद होता है। क्रिया का उत्क्रमण करने के लिये निरावेशन धारा दिशा के विपरीत एक लघु DC धारा बेटरी अथवा सेल में प्रवाहित करें। यह क्रिया आवेशन कहलाती है। आवेशन एक बेटरी आवेशक द्वारा हो सकता है।

बेटरी आवेशक (Battery chargers) : जब एक पुर्न आवेशन योग्य बेटरी में रासायनिक क्रिया समाप्त हो जाती है तो बेटरी निरावेशित हुई कही जाती है। और निर्धारित वैद्युत धारा प्रवाह उत्पन्न नही कर सकती लेकिन बेटरी का पुर्न आवेशन वाह्य स्रोत से दिष्टधारा को बेटरी से बाहर आने वाली धारा दिशा के विपरीत प्रवाहित करके किया जा सकता है।

बेटरी के आवेशन समय आवेशक का ऋणातमक अग्रण बेटरी के ऋणात्मक अग्रण से और आवेशक का धनात्मक अग्रण बेटरी के धनात्मक अग्रण से सम्बन्धित करना चहिये (Fig 1) इन सम्बन्धों का विपर्यय (Revirsible) लघु पथित परिपथ उत्पन्न करेगा। जो आवेशक तथा बेटरी दोनों को नष्ट कर सकता है।

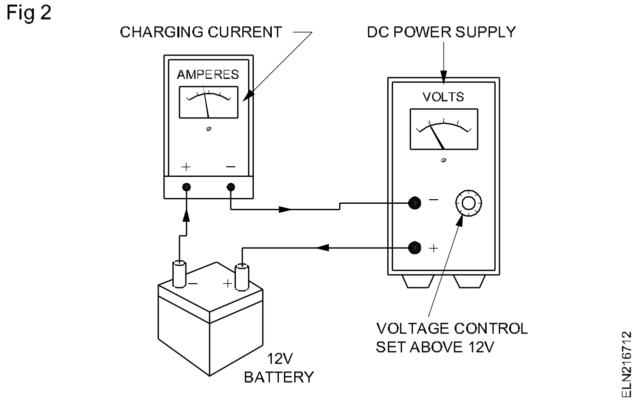
Fig 1



एक स्वचालक में एक स्वआवेशन परिपथ प्रयुक्त होता है जो कार्य के वैद्युत संजाल का एक भाग होता है और जिसकी डिजाइन आवश्यकतानुसार बेटरी को पुर्नआवेशन के लिये की जाती है। कार्य बेटरी के आतिरिक्त बेटरी आवेशन बडे व्यवसायिक प्रकार के बेटरी आवेशकों द्वारा होती है। छोटे प्रकार के आवेशक भी उपलब्ध हैं जो छोटे निकिल कैडमियम सेल्स के लिये प्रयोग में लाये जाते हैं। एक सरल परिवर्ती DC वोल्टता शक्ति आपूर्ति भी बेटरी आवेशक की भांति उत्तम कार्य करता है।

आवेशन धारा (Charging current) : किसी बेटरी को आवेशित करते समय यह महत्वपूर्ण है कि निर्माताओं द्वारा संस्तुतित मान के लिये ही आवेशन धारा को व्यवस्थति करें। धारा नियोजन (Set) आवेशक पर निर्गत वोल्टता का संमजन करके किया जाता है तथा बेटरी और आवेशक के साथ श्रेणी सम्बन्धित एम्पियर मापी द्वारा पढा जाता है। (Fig 2) जब बेटरी आवेशक समान वोल्टता पर होते है कोई धारा प्रवाहित नही होती। धारा प्रवाह उत्पन्न करने के लिये आवेशक वोल्टता का नियोजन मान बेटरी से अधिक रखा जाता है।

Fig 2



बेटरी अथवा सेल को आवेशित करने से पहले बेटरी की दशा को सुनिश्चित करने के लिये निम्न बिन्दुओं को ध्यान देना चाहिये।

1 विद्युत अपघट्य का आपेक्षिक घनत्व

2 बेटरी के प्रत्येक सेल की वोल्टता

3 प्रत्येक सेल की एम्पियर घण्टा धारिता

इलेक्ट्रोलाइट तैयार करना (Preparation of Electrolyte)

सेल में इलेक्ट्रोलाइट तनु सल्फ़ूयिरक अम्ल में 1.21 और 1.3 के बीच एक विशिष्ट गुरूत्वाकर्षण होता है । बाजार में उपलब्ध एसिड की विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण आमतौर पर 1.835 होती है, इसलिए एसिड को तनु करना आवश्यक है । याद रखें कि तनु करने के लिए एसिड पर धीरे-धीरे आसुतजल डाला जाता है न कि पानी को एसिड में । इस तरह, एसिड 1.4 की एक विशिष्ट गुरूत्वाकर्षण तक पतला होता है और संग्रहित होता है । जब बेटरी में भरना आवश्यक है, तो इसे 1.25 की विशिष्ट गुरूत्वाकर्षण तक और पतला कर दिया जाता है ।

विशिष्ट गुरूत्वाकर्षण (Specific gravity)

किसी तरल के दिये गये मात्रा के द्रव्यमान का अनुपात 4°C के पानी की मात्रा के उत्यमान के अनुपात को तरल की विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण के रूप में जाना जाता है ।

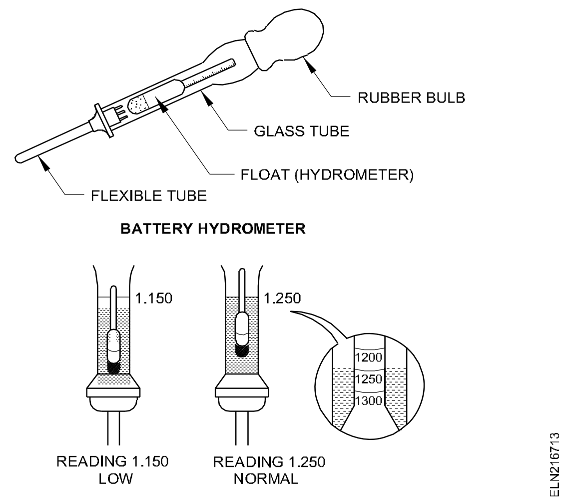
$$\text{विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण} = \frac{\text{(mass of given volume of liquid)}}{\text{(Mass of the same volume of water 4°C)}}$$

इसका मतलब है कि तरल की विशिष्ट गुरुत्वाकर्षण तरल के समान मात्रा के तुलनात्मक वजन का माप है । 4°C के पानी में ।इसका कोई इकाई नहीं है।

सेलों की स्थिति का परीक्षण करने के उपकरण (Instrument for testing the condition of cells) :

हाइड्रोमीटर (Hydrometer) : विद्युत अपघट्य का आपेक्षिक घनत्व एक हाइड्रोमीटर द्वारा मापा जाता है। (Fig 3).

Fig 3



मुख्य भाग (The main parts)

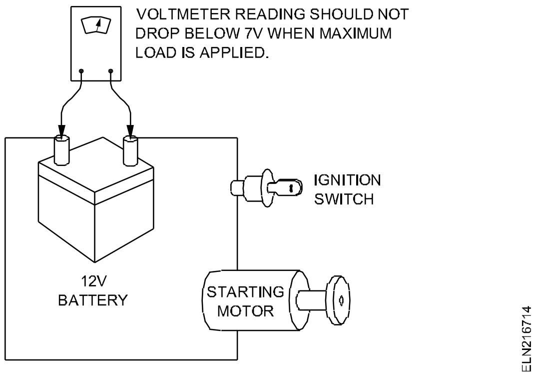
- रबर का बल्ब (Rubber bulb)
- कांच नली (Glass tube)
- प्लव (Float)
- नम्य रबर नली (Flexible rubber tube)

बेटरी की आवेशित स्थिति का परीक्षण एक बेटरी हाइड्रोमीटर द्वारा हो सकता है। यह मापी यन्त्र विद्युत अपघट्य का अपेक्षिक घनत्व मापता है। चूंकि विद्युत अपघट्य की सान्द्रता प्रत्येक सेल की आवेशन स्थिति के साथ परिवर्तित होती है आपको केवल यह ज्ञात कर लेने की आवश्यकता है कि उपल्बध उर्जा की मात्रा को ज्ञात करने के लिये प्रत्येक सेल इलेक्ट्रोलाइट में गन्धक के तेजाब का कितना प्रतिशत शेष है।

सेल की स्थिति	हाइड्रोमीटर पाठ
फुल चार्ज	1.26
50% चार्ज	1.20
डिस्चाज	1.15

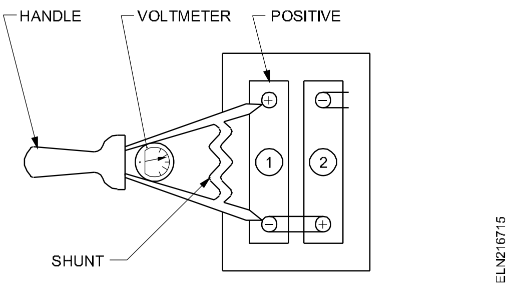
सीसा तेजाब बेटरी की वोल्टता, प्राथमिक सेल की भांति भार लगा कर करना चाहिये । कार बेटरी के एक सरल प्रकाश भार वोल्टता परीक्षण के लिये हेड लाइट्स खुली और बन्द रख कर, बेटरी की निर्गत वोल्टता का मान का परीक्षण करें। अधिकतम भार वोल्टता परीक्षण मोटर प्रवर्तन करते समय बेटरी वोल्टता का मापन करके किया जा सकता है। (Fig 4) 12V बेटरी के लिये 7V से कम वोल्टता निर्गम होना यह संकेत करता है कि बेटरी दोषित है अथवापूर्ण आवेशित नही है।

Fig 4



उच्च निर्धारण निरवेशन परीक्षण (High rate discharge tester): इस परीक्षण से सेल की आन्तरिक स्थिति ज्ञात की जाती है। (Fig 5) के अनुसार कम परास (0-3V) वोल्टमापी को एक लघु प्रतिरोध से शन्ट कर दिया जाता है। टर्मिनल प्राड्स परीक्षण के लिये एक सेल के टर्मिनल पर दाब डालते हैं। एक पूर्ण रूप से आवेशित सेल जो उत्तम स्थिति में है पूर्ण आवेश परास प्रदर्शित करता है।

Fig 5



एक पुरानी सल्फेटेड बेटरी निरावेशन पाठ प्रदर्शित करेगी। मापी के लाल पीले और हरे तीन रंग होते हैं। लाल पूर्ण निरावेशन,पीला अर्धनिरावेशन और हरा सेल की पूर्ण आवेशन स्थिति के लिये होता है।

प्रत्येक सेल की वोल्टता (Voltage of each cell) : सेल की वोल्टता एक MC वोल्टमापी से मापी जाती है। पूर्ण आवेशित सेल 2.5 से 2.6V और पूर्ण निरावेशित सेल 1.8V से 1.6V तक संकेत देगा।

बेटरी अथवा सेल की स्थिति ज्ञात करके आवेशन दर तथा विधि निश्चित करनी चाहिये। बेटरी को सदैव निर्माताओं द्वारा संस्तुतित दरों पर आवेशित करना चाहिये।

यदि आप दो अथवा तीन बेटरीज को श्रेणी अथवा समान्तर में आवेशित कर रहे है तो आवेशक यूनिट के टर्मिनल के बीच विभवान्तर श्रेणी के लिये सभी आवेशित किये जाने वाली बेटरीज की कुल वोल्टता से अधिक

नही होना चाहिये, और समान्तर में आवेशन वोल्टता सीमा बेटरी की वोल्टता से अधिक नही होना चाहिये।

सुरक्षा हेतु सावधानियाँ (Safety precautions)

बेटरी को आवेशन के लिये रखने से पहले निम्न सावधानियों का अनुपालन करना चाहिये।

टापिंग अप (Topping up): यदि पट्टी की सतह पर विद्युत अपघट्य स्तर 10 से 15mm कम है तो आसवित जल द्वारा निकास प्लग्स को हटा कर संकेतिक स्तर तक भर लेना चाहिये।

> **टापिंग अप के लिये नल अथवा कुएँ का जल न डालें ।**
>
> **आवेशन के समय स्वतन्त्रता से उत्पन्न गैस के पलायन के लिये निकास प्लग्स खुले रहने चाहिये।**

वातायन (Ventilation): कक्ष जहां बेटरीज का आवेशन होता है उत्तमता से वातायन होना चाहिये।

जब बेटरी अथवा सेल आवेशन मे है तो उसके पास लौ नही लानी चाहिये।

टर्मिनल पोस्ट संक्षारण रहित होने चाहिये। और उन्हें आवेशन से पहले और बाद में पेट्रोलियम जेली से ढंका रहना चाहिये।

पूर्ण रूप से आवेशित हो जाने के पश्चात अनुपयुक्त विद्युत अपघट्य का प्रयोग अपघट्य की भरपायी के लिये नही करना चाहिये।

द्वितीयक सेलों के आवेशन की विधियां निम्न हैं (The methods of charging secondary cells are) :

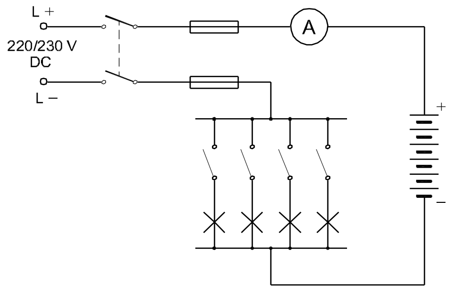
- स्थिर धारा विधि (constant current method)
- स्थिर विभव विधि (constant potential method)
- दिष्टकारी विधि (rectifier method)

स्थिर धारा विधि (Constant current method) : यह विधि वहां प्रयुक्त होती है जहां आपूर्ती वोल्टता उच्च जैसे DC 220V, 110V इत्यादि हैं। लेकिन बेटरी लघु वोल्टता 6V, 12V इत्यादि है। बेटरी emf आपूर्ति वोल्टता की तुलना में कम होता है इसलिये एक लैम्प अथवा परिवर्ती प्रतिरोधक बेटरी के साथ (Fig 6) श्रेणी में सम्बन्धित कर दिया जाता है । इस कारण ऊर्जा ह्रास होता है और विधि अक्षम (Inefficient) है।

उपयोग (Use) : अधिक संख्या में सेलों को स्थिर धारा निर्धारण पर आवेशित करने के लिये

स्थिर विभव विधि (Constant potential method) : इस विधि में वोल्टता एक निश्चित मान लगभग 2.3V प्रति सेल पर अनुरक्षित होती है, धारा में आवेशन होने पर कमी आती है। एक परिवर्ती प्रतिरोधक श्रेणी में सम्बन्धित किया जाता है। इसलिये 2.5 से 2.6V प्रति सेल का वोल्टता स्रोत आवश्यक होता है। 12V मोटर कार बेटरी के लिये

Fig 6

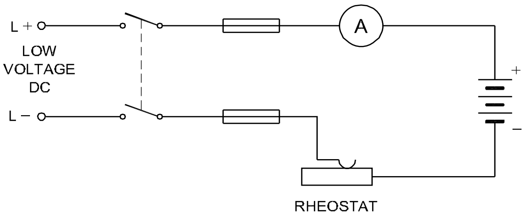


CONSTANT CURRENT METHOD

ELN216716

आवेशन डायनमो लगभग 15V का होता है। आवेशन के लिये स्थिर धारा विधि की तुलना में कम शक्ति क्षय होता है और कम समय लगता है। (Fig 7) बेटरी आवेशन की स्थिर विभव विधि के सम्बन्धों को प्रदर्शित करती है।

Fig 7



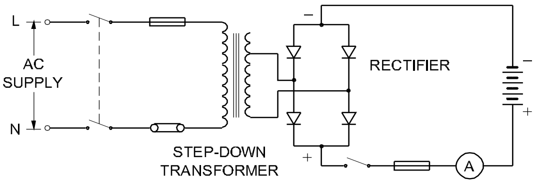
CONSTANT VOLTAGE METHOD

ELN216717

उपयोग (Use) : स्थिर वोल्टता निर्धारण की बेटरीज के आवेशन के लिये

दिष्टकारी विधि (Rectifier method) : बेटरी आवेशन के लिये एक दिष्टकारी प्रायः डायोड से निर्मित होता है जो सेतु की आकृति में सम्बन्धित होते हैं। (Fig 8)। वोल्टता को अपचयित करने के लिये (Step down) एक ट्रांसफार्मर प्रयुक्त होता है जिससे वह डायोड के लिये उपयुक्त हो। एम्पियर मापी वोल्टमापी कुन्जिंया और फ्यूजेस का प्रयोग दिष्टकारी नियोजन में होता है।

Fig 8



RECTIFIER METHOD

ELN216718

बिन्दुश आवेशः (Trickle charge): जब बेटरी को अति लघु दर अर्थात सामान्य दर का 2 से 3% पर लम्बी अवधि तक आवेशित किया जाता है तो इसे बिन्दुशः आवेश कहते हैं।

उपयोग (Use) : केन्द्रीय अथवा उपकेन्द्र बेटरीज के लिये तथा आकस्मिक प्रकाशन के लिये ।

प्रारम्भिक आवेशन (Initial charge) : पहले से आवेशित नई बेटरी का प्रथम आवेश प्रारम्भिक आवेश कहलाता है। बेटरी के अन्दर होने वाली प्रक्रिया सेल्स निर्माण की क्रिया कहलाती है।

प्रारम्भिक आवेश के लिये उचित आपेक्षिक घनत्व वाले एक वैद्युत अपघट्य से सेल को भर दें। निकास प्लग्स लगा दें। सुनिश्चित कर लें कि प्लग्स के

छिद्र खुले हैं। प्रारम्भिक आवेश को प्रारम्भ करने से पहले बेटरी को भी शीतल होना चाहिये।

फ्रेशनिंग आवेश (Freshening charge) : जब एक नयी बेटरी पहली बार उपयोग में लायी जाती है तो यह सुनिश्चित करने के लिये कि इसका प्रवर्तन पूर्ण रूप से आवेशित स्थिति में हो रहा है, एक सूक्ष्म आवेश दिया जा सकता है। इस प्रकार के आवेश को फ्रेशनिंग आवेश कहते हैं। सामान्यतः अन्तिम दर पर उस समय तक आवेशन की आवश्यकता होती है जब तक तीन घन्टा की अवधि तक वोल्टता अथवा आपेक्षिक घनत्व में कोई परिवर्तन नही होता ।

वर्धन आवेश (Boost charge) : यदि कार्य पाली के समय बेटरी के अति निरावेशन हो जाने का भय हो तो पाली के विराम काल में ही पूरक आवेश दिया जा सकता है। संचायक बेटरीज को आवेशित करने की वर्धन विधि रूढिवादी विधि नही है, यह मानक प्रक्रिया की भांति की अनुसंशित नही की जाती है। यह केवल अल्पकालिक उच्च आवेश दर है जिसका प्रयोग केवल यह सुनिश्चित करने के लिये किया जाता है कि बेटरी कम से कम पाली के अन्त तक सक्रिय रहेगी।

बेटरी चार्जर (Battery chargers)

जब प्राथमिक सेल की कार्य प्रणाली समाप्त हो जाती है तो उसे अन्य प्राथमिक सेल के द्वारा प्रतिस्थापित करने की आवश्यकता होती है । हालांकि हाल के कुछपूर्ण द्वितियक सेलों जैसे निकल कैडमिथम सेल जो प्राथमिक सेलों की तरह दिखती है उसे कम धारा प्लग के द्वारा चार्ज किया जा सकता है । दूसरी ओर, पारा सेल जैसे प्राथमिक सेल को चार्ज नहीं किया जाना चाहिए । उन्हें चार्ज करने का कोई भी प्रयास सेल को विस्फोट करने के लिए तैयार करेगा जो खतरनाक होगा ।

जबकि द्वितियक या रिचार्जेबल बेटरी में एक लोड पर बिजली की आपूर्ती तब तक होती है जब तक वह डिस्चार्ज न हो जाय । उसके बाद उन्हें बेटरी चार्जर की माध्यम से रिचार्ज किया जाना है और वह फिर से कार्य करने के लिए तैयार है । आधुनिक द्वितियक सेल निर्धारित शर्तों के तहत बड़ी संख्या में चार्ज और डिस्चार्ज चक्र का सामना कर सकती है ।

बेटरी चार्जर (Battery chargers) : आमतौर पर एक चार्जर एक विद्युत/इलेक्ट्रॉनिक डिवाइस होता है जिसमें AC इनपुट और DC आउटपुट के प्रावधान होते है । सेल में ऊर्जा डालने के लिए बेटरी चार्जर का उपयोग किया जाता है । हम जानते है कि एक द्वितियक सेल रासायनिक अभिक्रिया उल्टा दिशा में होता है प्रतिक्रिया एक दिशा में बढ़ जाती है जब बेटरी लोड को बिजली की आपूर्ती करता है । चार्जिंग के दौरान प्रतिक्रिया की दिशा उलट दी जाती है । यह रासायनिक ऊर्जा के रूप में विद्युत ऊर्जा के भंडारण को सक्षम बनाता है । इस संग्रहित रासायनिक ऊर्जा को फिर से विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित कर दिया जाता है, जब लोड को सप्लाई दिया जाता है ।

एक बेटरी चार्जर एक साधारण DC पावर सप्लाई है जो AC मेन से अपनी शक्ति खींचती है और अन्य बेटरी की तुलना में वोल्टेज पर DC पावर की अपूर्ति करती है । चार्जिंग प्रक्रिया की निगरानी और नियंत्रण करने के लिए कई चार्जर्स में अतिरिक्त सहायक उपकरण होते हैं । सामान्यतः बेटरी चार्जर में निम्नलिखित चार भाग होते हैं ।

i) चाही गई AC मेन सप्लाई के लिए एक स्टेप डाउन ट्रांसफॉर्मर

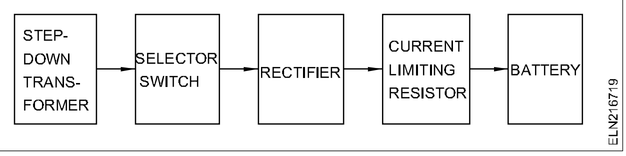
ii) वोल्टेज और धारा निर्धारण के लिए एक सलेक्टर स्विच

iii) AC धारा को एक दीशिय DC धारा में बदलने के लिए एक रेक्टीफायर

iv) चार्ज के तहत बेटरी में अत्यधिक चार्जिंग करेंट के प्रवाह को रोकने के लिए एक मौजूदा सीमित सर्किट ।

निर्माण (Construction) : Fig 9 एक ब्लॉक आरेख है जो अलग-अलग घटकों को दिखाता है जो बेटरी चार्जर बनाते है ।

Fig 9



सबसे पहले, एक स्टेप डाउन ट्राँसफार्मर है जो AC मेन के उच्च वोल्टेज को कम AC वोल्टेज में ट्रांसफार्म करता है । ट्राँसफार्मर का आकार आवश्यक चार्जिंग पावर पर निर्भर करता है । छोटे निकिल-कैडमियम प्रकार की बेटरी चार्ज करने के लिए बहुत छोटे ट्राँसफॉर्मर की आवश्यकता होती है, जबकि बड़े आकार के ट्राँसफार्मर को भारी ड्यूटी आटोमोबाइल या आपातकालीन प्रकाश बेटरी चार्ज करने की आवश्यकता होती है ।

बेटरी चार्जिंग के लिए ट्राँसफार्मर का उपयोग सामान्यतः द्वितीयक वाइंडिंग में टेपिंग्स देने के लिए करते है । ट्रांसफॉर्मर के द्वारा वोल्टेज को कम करने के अलावा अन्य और महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है, या चार्जिंग सर्किट को पूरी तरह से आइसोलेट करता है और इस प्रकार उच्च वोल्टेज AC मेन से इलेक्ट्रीक शॉक के खतरे को पूरी तरह से खत्म कर देता है ।

अधिकांश बेटरी चार्जर चिन्हित किए गए हो सलेक्टर स्विच के साथ प्रदान किए जाते है i) मोटा (coarse) ii) ठीक संकेत (fine indication).

मोटे चयनकर्ता स्विच बेटरी के वोल्टेज के अनुसार उदाहरणतः 6V, 12V, 24V, 48V ले इत्यादि के अनुसार आउटपुट चार्ज, वोल्टेज के चयन के लिए है ।

फाइन सलेक्टर स्विच का उपयोग कम या उच्च दर चार्जिंग को चुनने के लिए किया जाता है ।

रेक्टिफायर कम वोल्टेज AC को यूनि-डायरेक्शनल DC में परिवर्तित करता है । 3 प्रकार के रेक्टिफायर होते है जिन्हें आमतौर पर बेटरी चार्जर के लिए उपयोग किया जाता है ।

a) टंगस्टन रेक्टीफायर (Tungsten rectifier)

b) मेटल रेक्टीफायर (Metal rectifier)

c) जंक्शन डायोड रेक्टीफायर (Junction diode rectifier)

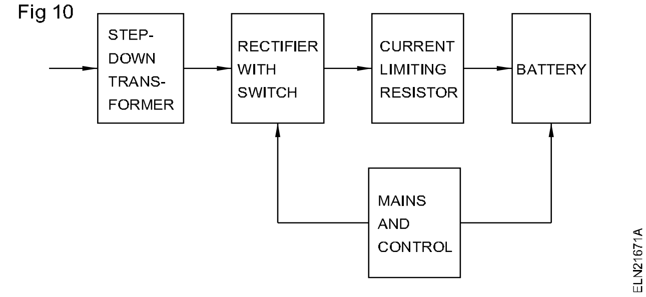
आजकल, लगभग सभी बेटरी चार्जर जंक्शन डायोड के साथ प्रदान किए जाते हैं जिन्हें 'सॉलिड स्टेट रेक्टीफायर इकाइयाँ' भी कहा जाता है ।

बेटरी चार्जर में उपयोग की जानेवाली रेक्टीफायर इकाई अर्ध और पूर्ण तरंग प्रकार का हो सकती है । लेकिन ज्यादातर मामलों में पूर्ण तरंग रेक्टीफायर का उपयोग किया जाता है ।

डायोड का आकार चार्जिंग करेंट के आवश्यकताओं पर निर्भर करता है । डायोड़ की संख्या, मेटल रेक्टीफायर को वोल्टेज का सामना करने के लिए ऑपरेटिंग सिरीज में जोड़ा जाना चाहिए । जहाँ भी जंक्शन डायोड का उपयोग किया जाता है, उपयुक्त गर्मी सिंक (heat sink) का प्रयोग किया जाता है ।

Fig 10 एक ब्लॉक आरेख है जो विभिन्न घटकों को दिखाता है जो आपातकालीन लैम्प सर्किट में बेटरी चार्ज करने के लिए उपयुक्त बेटरी चार्जर बनाते हैं ।

Fig 10

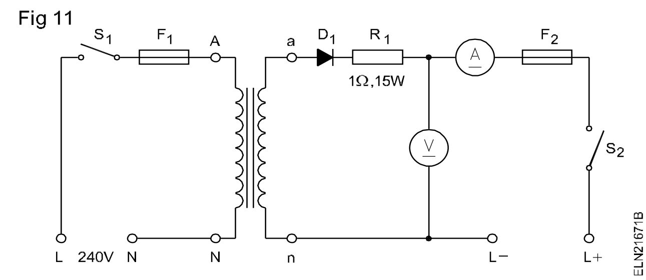


कार्य करना (Working) : बेटरी चार्जर के लिए कई सर्किट उपलब्ध है। किसी भी तरह से केवल 3 सबसे अधिक इस्तेमाल किए जानेवाले सर्किटों को यहाँ समझाया गया है ।

सर्किट 1 (Circuit 1) : स्टेप डाउन ट्रांसफॉर्मर के प्रथमीक कुण्डली को AC मेंन सप्लाई से जोड़कर (Fig 11) के अनुसार फ्यूज और टॉगलस्विच सें संरसिन एंव नियंत्रित किया गया है। स्टेप डाउन द्वितियक वाइंडिग में मेटल रेक्टिफायर या डायोड संयोजित किया और आउट पुट को पास करने के लिए करेंट लिमिंटिग प्रतिरोध लगाया गया है और एक अमीटर चार्जिंग करेंट को मापने के लिये लगाया गया है साथ में फ्यूज व स्विच भी वोल्टेज को मापने के लिए संयोजित किया है ।

इस प्रकार का सर्किट केवल फ्यूज के माध्यम से संरक्षित है और बेटार चार्जिंग की पूरी अवधि के दौरान निंरतर ध्यान देने की आवश्यकता है चूंकि आउट पुट वोल्टेज तय किया जाता है केवल विशेष रेटेड वोल्टेज बेटरी या उनमें से एक संयोजन चार्ज किया जा सकता है।

Fig 11

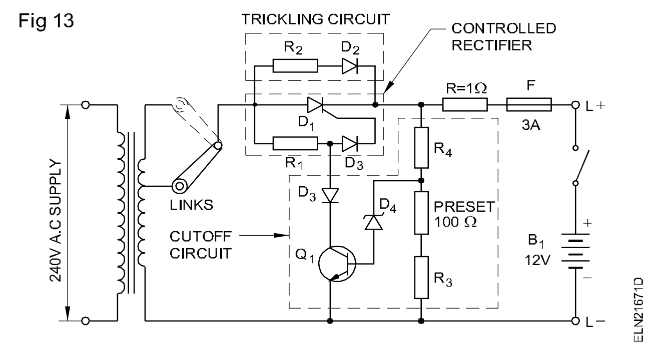


सर्किट 2 (Circuit 2) :वाणिज्यिक प्रतिष्ठानों के मामले में जँहा विभिन्न वोल्टेज रेटिंग बेटरी चार्ज करने की आवश्यकता होती है ट्रांसफ्रार्मर के द्वितियक कुण्डली से विभिन्न टैपिंग्स निकाले जाते है और आवश्यकता अनुसार आउटपुट वोल्टेज सलेक्टर स्विच के माध्यम से चित्र के अनुसार चयन करें। (Fig 12)

इसके अलावा चार्जिंग करेंट को एक या अधिक चयनकर्ता स्विच के माध्यम से अलग किया जा सकता है यहाँ कम वोल्टेज श्रेणियों के लिए टैपिंग किए जाते हैं । चार पावर डायोड का उपयोग ब्रिज रेक्टिफायर बनाने के लिए किया जाता है ।

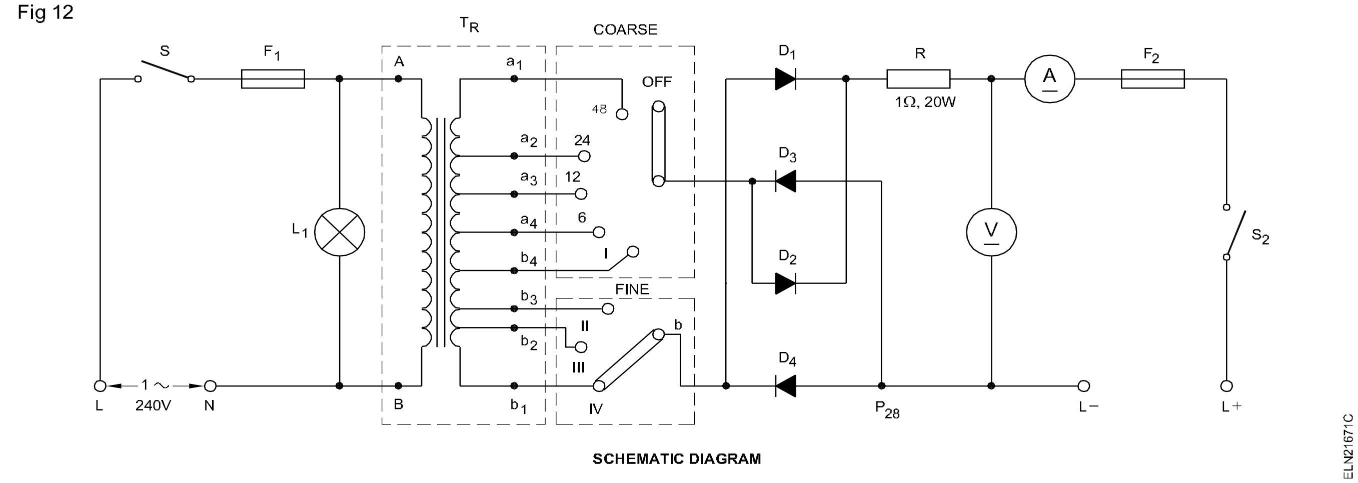
सर्किट 3 (Circuit 3) : सर्किट (Fig 13) में एक इलेक्ट्रॅनिक सर्किट होता है जो लगातार बेटरी की स्थिति पर नजर रखता है और फिट तदनुसार चार्जिंग को नियमित करता है यह सर्किट चार्जिंग प्रक्रिया को भी समाप्त करता है जब यह पता चलता है कि बेटरी पुरी तरह से चार्जकर चूकि है।

Fig 13



कई मामलों में चार्जिंग प्रक्रिया पूरी तरह से कट नही होती हे लेकिन बेटरी को अच्छी स्थिति में बनाये रखने के लिए कम चार्जिंग दर पर बेटरी को चार्ज किया जाता है जिसे **'ट्रिकल चार्जिंग' (trickle charging)** कहते हैं।

Fig 12



बेटरियों का परिस्थान, संरक्षण तथा रखरखाव (Installation, care and maintenance of batteries)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **बेटरियों के परिस्थापन हेतु दिए गए दिशा निर्देशों की सूची बनाना**
- **बेटरियों के संरक्षण और रखरखाव हेतु दिशा निर्देश स्पष्ट करना**
- **बेटरी के आवेशन और निरावेशन के समय ध्यान देने योग्य सावधानियों को स्पष्ट करना ।**

बेटरी को स्थापित करने के लिए निर्देश

आवासीय भवन में बेटरी की स्थापना के दौरान निम्नलिखित गाइड लाइनों का पालन किया जाना चाहिए ।

- स्थापित बेटरी का स्थान गर्मी स्त्रोतो और लौ से मुक्त होना चाहिए।
- अत्यधिक वोल्टेज ड्रॉप को रोने के लिए बेटरी कनेक्शन केबल्स जितना संभव हो उतना छोटा होना चाहिए
- बेटरी को कनेक्शन से पहले सही स्थापना सुनिश्चित करने के लिए उसके पाजीटिव का निगटिव ध्रुवो की जाँच सावधानीपूर्वक करना चाहिए।
- अधिकृत और प्रशिसित व्याक्ति को केवल स्थापना के लिए अनुमति दी जानी चाहिए।
- यदि रिमोट कंट्रोल जैसे सामानों में बेटरी स्थापित की जाय तो पहले बेटरी कवर खोले बैटरियों को सही ढ़ंग से +ve और +ve सिरो पर लगाये बेटरी कवर को बंद करने के लिए कवर को दबाये।
- गर्मी और लौ के लिए बेटरी को न खोले (expose)
- जब बेटरी की स्थापना की जाती है तो निर्माता निर्देशिक का अवश्य पालन करना चाहिए।
- स्थानिय,राज्य,और राष्ट्रीय बिजली कोड का पालन करें।
- एक बेटरी बैंक स्थापित करते समय हमेशा सावधान रहें क्योकि शौक का खतरा मौजूद हो सकता है।
- हमेशा सुरक्षात्मक / इंसुलेटिंग सामाग्रीयाँ जैसे दस्ताने जूते और आँख रसक व्रेन्वेस और अन्य इंन्सुलेट उपकरण का उपयोग करें।
- बड़ी बेटरी के साथ काम करते समय उचित उढ़ाने की तकनीक का प्रयोग करें।
- बेटरी के टर्मिनल को पकड़कर कभी नहीं उठाना चाहिए।
- बेटरी के उपरी भाग पर टूल्स और अनकनेक्टेड केवल को न रखे।
- बेटरी के टर्मिनल में कनेक्शन करने लिए किसी भारी औजार उपकरण से टर्मिनल को न जोड़ें ।
- बेटरी पर केमिकल क्लिनर का उपयोग न करें इसके कारण अपूरणीय क्षति हो सकती है।
- वेंट प्लग को न हटाएँ और सील बंद रखरखाव मुक्त (एस.एम.एफ) बेटरी में आसुत पानी न डालें।
- सुनिश्चित करें कि परीक्षण उपकरण की लीड अच्छी स्थिति में साफ है और दुर्घटना को रोकने के लिए पर्याप्त लँबाई से जुड़ी है।
- संनिश्चित करे कि सभी निगरानी प्रणाली संचालन योग्य है।
- सुपिश्चित करें कि बेटरी क्षेत्र और केबिनेट समान्यत हवादार हो।
- एक एयरलाइट संलग्नक में बेटरी स्थापित न करें।

बेटरीज की रक्षा और अनुरक्षण (Care and maintenance of batteries)

सीसा तेजाब बेटरीज का उपयोग उपयुक्त परिस्थितियों में करना चाहिये। यदि उनसे उचित ढंग से कार्य लेना है। नियमित अनुरक्षण उनको उचित स्थिति में रखने के लिये आवश्यक है इससे उनकी कार्य अवधि में भी वृद्धि होती है।

बेटरीज को एक अल्पतम वोल्टता मान जैसे 1.75V के पश्चात निरावेशित नहीं करना चाहिये।

आवेशित स्थिति में बेटरी को लम्बी अवधि तक नही रखना चाहिये

आसवित जल से भर कर विद्युत अपघट्य का स्तर पट्टियों के उपर कम से कम 10 से 15mm होना चाहिये

बेटरी का आवेशन और निरावेशन उच्च दर पर नहीं करना चाहिये यह उसकी पट्टी रचना को निर्बल करता है। यह निर्माताओं के निर्देशन के अनुसार होना चाहिये ।

निरावेशन के पश्चात बेटरी को यथाशीघ्र पुर्नआवेशित कर देना चाहिये ।

एक निरावेशित बेटरी का परीक्षण कभी भी उच्च निर्धारण परीक्षक से नहीं करना चाहिये ।

उच्च निर्धारण निरावेशित परीक्षक का प्रयोग केवल आवेशित बेटरीज पर 10 sec से कम अवधि के लिये करना चाहिये ।

बैटरी को आवेशन पर लगाने से पहले और बाद में उसके विद्युत अपघट्य का आपेक्षिक घनत्व जांच लेना चाहिये।

बेटरी आवेशन कक्ष सदैव भलीभांति सवांतित होना चाहिये, जिससे गैस का पलायन स्वतन्त्रा पूर्वक हो सके।

बेटरी टर्मिनल संक्षारण रहित हों। टर्मिनल सदैव स्वच्छ हो और उन पर पेट्रोलियम जेली आरोपित होना चाहिये ।

बेटरी के ऊपर विद्युत अपघट्य छलकने से संक्षारण होता है जिसे सोडा जल अथवा अमोनिया जल से स्वच्छ करना चाहिये ।

यदि बेटरी को लम्बी अवधि से स्वच्छ नहीं किया गया है तो बेटरी को बिन्दुशः आवेश देना चाहिये।

आवेशन समय निकास प्लग्स गैस के स्वतन्त्र निष्कास के लिये खुले रखने चाहिये।

उच्च दर पर आवेशन और निरावेशन न करें। इससे पट्टियाँ अपनी स्थिति से मुड जाती है और व्याकुंचित हो जाती है।

सावधानियां (Precaution)

आवेशन करते समय सुनश्चित कर ले कि आवेशक का धनात्मक टर्मिनल बेटरी के धनात्मक और ऋणात्मक टर्मिनल बेटरी के ऋणात्मक से जुडा है। अन्यथा त्रुटि पूर्ण सम्बन्धन से अति उच्च धारा बेटरी और आवेशक दोनों को यथेष्ट रूप से क्षतिग्रस्त कर सकती है।

सुनिश्चित करे कि आवेशन समय सेल का ताप निर्माताओं के लिये निदेशों के साथ विनिर्देशित सीमा 43ºC व्से अधिक नही है।

100ºF (38ºC) पर भण्डारित पूर्ण रूप से आवेशित बेटरी लगभग 90 दिनों के बाद तक पूर्ण आवेश उसी बैटरी की 60ºF (15ºC) पर भण्डारन करने से 90 दिनों में अपने आवेश का केवल कुछ भाग क्षय होगा। उच्च ताप आवेशन दर को कम करता है जिससे उसकी अवधि कम होती है।

समय के अन्त में आवेशन दर जिसे समाप्ति दर भी कहते हैं अति महत्वपूर्ण है। इसे निर्माताअें द्वारा संस्तुतित मान से अधिक नही होना चाहिये।

पुर्नआवेशन से सीसा तेजाब बेटरीज ज्वलनशील गैस उत्पन्न करती है दुर्घटना वश एक चिन्गारी इन गैसों को जला सकती है। जिससे बेटरी के अन्दर विस्फोट हो सकता है यह विस्फोट बेटरी आवरण को तोड सकता है जिससे क्षेत्र में मनुष्यों और उपस्करें पर तेजबा गिर सकता है।

सेलों को अनुपयुक्त जल जैसे नल, कुए, मिनिरल जल अथवा तेजाब से न भरें। इस कारण प्रबल सल्फेशन होगा और आन्तरिक प्रतिरोध में वृद्धि होगी।

अनुपयुक्त स्वच्छ कारी साधनों जैसे एमरी अथवा सेड पेपर द्वारा टर्मिनल पोस्ट बेटरी के धातीय भाग को एमरी अथवा सेड पेपर से स्वच्छ न करें। केवल संस्तुतित साधन जैसे बैकिंग सोडा, जल (गुनगुना), अमोनियम जल का ही प्रयोग करें और कपडे के टुकडे अथवा पुराने ब्रश से स्वच्छ कर दें।

सीसा सेल और बेटरी पर कार्य करते समय सदैव सुरक्षा चशमे का प्रयोग करें। यदि कपडों अथवा त्वचा पर तेजाब गिर जाता है तो तुरन्त स्वच्छ जल से धो डाले इसके पश्चात आखों को छोड कर सभी को साबुन और पानी से स्वच्छ करें। बेटरीज के प्रहस्तन पश्चात अपने हाथ साबुन और पानी से धो डालें।

सौर सेल (Solar cells)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **ऊर्जा के प्राकृतिक स्त्रोतों से, ऊर्जा प्राप्त करने की आवश्यकता स्पष्ट करना**
- **सौर सेल/फोटो वोल्टाइक सेल के बारे में बताना**
- **सौर सेल के मूल सिद्धांत, संरचना और सामान्य विशिष्टताओं का वर्णन करना**
- **किसी दी गई पावर आवश्यकता के लिए, श्रेणी व समानान्तर में सेलों के समूह बनाने के लिए आवश्यक गणना करना।**

गर्मी ऊर्जा (Heat energy)

गर्मी ऊर्जा भोजन को पकाते हुए और ठंड़े वातावरण में गर्म रखने के लिए सबसे अधिक माँग की जाने वाली ऊर्जा है हालांकि का उपयोग ईंधन के रूप में करने से वनो की कटाई में समाप्त हो गया है और इसके परिणाम स्वरूप सुखे की स्थिति निर्मित हुआ है।

ईधन की खोज आदमी को कोयला और फिर तेल का उपयोग करने के लिए नेतृत्व करती है हालांकि से वस्तुँए तेजी से कम हो रही है और कुछ सौ वर्षो के बाद दोनो पृथ्वी से पूरी तरह से गायब हो सकते है। इस तरह यह आवश्यक है कि मानव जाति को प्रकृति से ऊर्जा का वैकल्पिक स्त्रोत मिलना चाहिए।

इसलिए प्राकृतिक संसाधनो का उपयोग जैसे सूर्य के प्रकाश की गर्मी ऊर्जा संकट के समाधान में कई वैज्ञानिको के सोच सौर सेल का अविष्कार है।

सौर सेल/फोटोवोल्टाटिक सेल (Solar cell / Photovoltatic cell)

सौर सेल या फोटोवोल्टाइक सेल एक विद्युत युक्ति है जो प्रकाश ऊर्जा को सीधा ही फोटोवोल्टाइक प्रभाव से विद्युत ऊर्जा में बदल देती है जो कि भौतिक व रासायनिक अवधारणा होती है। यह फोटोवोल्टाइक सेल के रूप में होता है, यह इस प्रकार से परिभाषित किया जा सकता है कि यह एक ऐसी युक्ति होती है, जब यह प्रकाश की तरफ होता है तो इसके विद्युत अभिलक्षण जैसे करंट, वोल्टेज या प्रतिरोध परिवर्तित हो जाते है। सौर सेल फोटोवोल्टाइक मॉड्युल के निंव के खण्ड होते है, दूसरे शब्दों में इन्हें सौलर पैनल के नाम से भी जाना जाता है।

सौर सेलों को फोटोवोल्टाइक की तरह वर्णित किया जा सकता है अर्थात सौर सेल या तो सूर्य प्रकाश या कृत्रिम प्रकाश स्त्रोत के सामने होने पर फोटोवोल्टाईक की तरह कार्य करते है। ये फोटोडिटैक्टर की तरह उपयोग होते है (उदाहरण के लिए इन्फ्रारैड डिटैक्टर), प्रकाश का अलग करते है या दृश्य परास के समीप अन्य विद्युत चुम्बकीय विकिरण को अलग करते है, या प्रकाश की तीव्रता को मापते है।

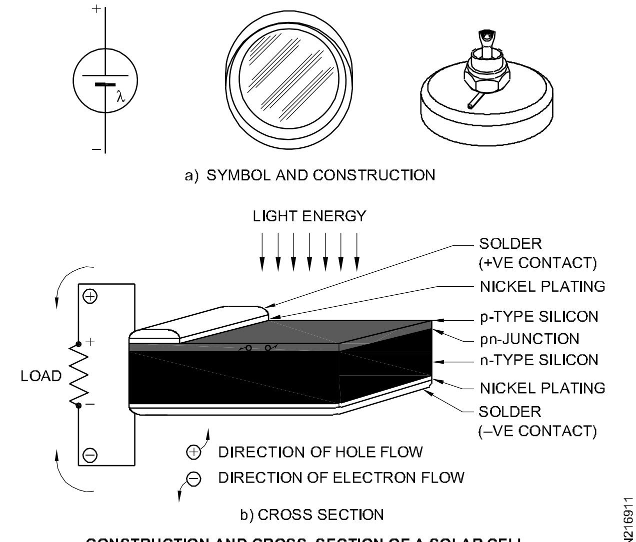
फोटोवोल्टाइक सेल (PV) के परिचालन के लिए 3 मौलिक विशेषताओं को होना आवश्यक है:

- प्रकाश का अवशोषण करके या तो इलैक्ट्रोन होल या निष्कर्षण (extraction) जोड़ ।
- विपरीत प्रकार के आवेश वाहकों का पृथक होना।
- बाहरी परिपथ के लिए आवेश वाहकों को पृथक निष्कर्षण ।

सौर सेल वस्तुतः एक बडे फोटो डायोड होते है जो इस प्रकार से डिजाइन किये गये है कि ये एक मात्र फोटो वोल्टाईक युक्ति की तरह परिचालित होती है और अधिक से अधिक सम्भव आउटपुट शक्ति दे सकें। जब ये सेल सूर्य से आ रही किरणों के प्रभाव में होते है, ये लगभग 100 mw/cm^2 शक्ति देते है।

एक विशेष प्रकार के सौर सेल की संरचना व अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल Fig 1 में दिखाया गया है। इसकी ऊपरी सतह बहुत पतली P-प्रकार के अर्द्ध चालक पदार्थ से बनी होती है, जिसमें प्रकाश, सन्धि तक प्रवेश कर सके।

Fig 1

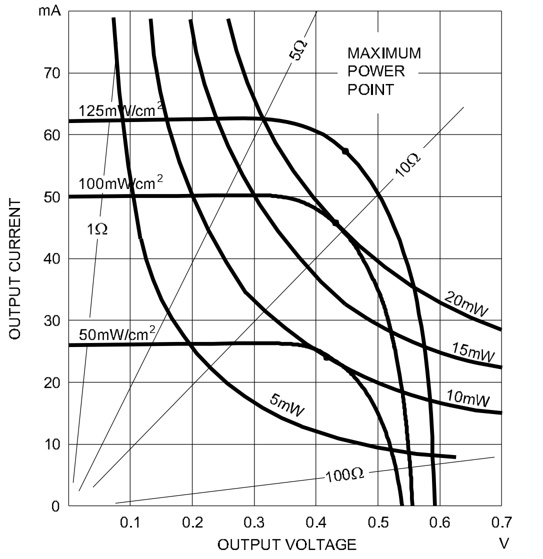


CONSTRUCTION AND CROSS SECTION OF A SOLAR CELL.

P-प्रकार का पदार्थ जो निकल प्लेटेड् रिंग की गोलाई में होता है वही पोजिटिव आऊटपुट टर्मिनल है और नीचे को प्लेटिंग नेगटिव आऊटपुट टर्मिनल है। वाणिज्य हेतु उत्पादित सौर सैल में चपटी पट्टियाँ होती हैं जिससे उपलब्ध सतही क्षेत्रफल का सक्षम कवरेज हो सके।

विभिन्न निर्माण के मानकों के अनुसार सेल की आउटपुट शक्ति 50mw/cm^2 से 125mw/cm^2 तक परिवर्तित होती है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है (Fig 2) में दिखाया गया ग्राफ सौर सेल के अभिलक्षणों को प्रदर्शित करता है, जो 100mw/cm^2 की आऊटपुट देता है। अभिलक्षण वक्र को देखने पर यह अनुमान लगता है कि जब आउटपुट टर्मिनल शॉर्ट सर्किट कर दिये जाये तो यह 50mA करंट देगा और आउटपुट वोल्टेज शून्य हो जायेगी।

Fig 2



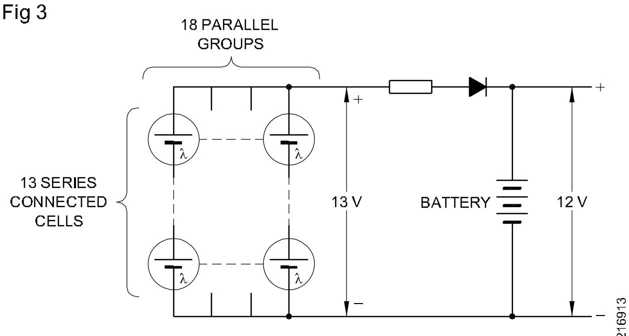
OUTPUT CHARACTERISTICS OF POWER PHOTOCELL FOR USE AS A SOLAR ENERGY CONVERTER

दूसरे पक्ष में सेल की खुला परिपथ वोल्टेज 0.55mv होगी परन्तु आउटपुट करंट शून्य होगा। इसलिए पुनः आउटपुट शून्य हो जाती है। युक्ति को अधिकतम आउटपुट शक्ति पर परिचालित करने के लिए अभिलक्षणों में घुटनों (knee) पर परिचालित किया जाना चाहिए। सौर सेलों में, उच्च तापमान पर आउटपुट शक्ति घट जाती है।

पावर फोटो सेल को सौर ऊर्जा परिवर्तक के रूप में उपयोग करने के लिए आउटपुट अभिलक्षणों को (Fig 2) में दिखाया गया है।

Fig 3 में एक श्रेणी-समान्तर में जुडे सौर सेलो का समूह दिखाया गया है जो बैट्री चार्जर के रूप में परिचालित है। आवश्यक आउटपुट वोल्टेज प्राप्त करने के लिए अनेक सेलों को श्रेणी में जोडा जाना चाहिए, और आवश्यक आउटपुट करंट प्राप्त करने के लिए समूहों को समानान्तर में जोडा जाना चाहिए।

Fig 3



ARRAY OF SOLAR CELLS CONNECTED AS A BATTERY CHARGER

उदाहरण

एक गाँव के समान कल्याण कल्ब में ब्लैक और व्हाइट TV है जो कि 24V पर परिचालित हो कर 3 एम्पियर करंट चार घण्टे तक लेता है। सामान्यतःसौर सेल का व्यूह 24V बैट्रियो को चार्ज करने के लिए उपयोग किया जाता है और सैलों को एक दिन में 10 घण्टे तक ऊर्जित रखने के लिए सूर्य से प्राप्त प्रकाश उपलब्ध है।

श्रेणी व समानान्तर समूहों में जुडने वाले कुल सेलों का संख्या की गणना करें, जिसमें सेल समूह 125mw/cm² की आउटपुट देता है।

हल (Solution)

Fig 2 को देखने पर ग्राफ के अनुसार सौर सेल (ऊर्जा परिवर्तक) 0.45V और 57mA पर लगभग परिचालित होना चाहिए। यह मान लें कि चार्जिंग वोल्टेज बैट्री वोल्टेज 24V से अधिक होनी चाहिए। सौर सेल से 26.4 वोल्ट बैट्री सर्किट को चार्जिंग के लिए मिलनी चाहिए।

श्रेणी में जुडने वाले सेलों की संख्या

$$= \frac{\text{Output voltage}}{\text{Cell voltage}} = \frac{26.4V}{0.45V}$$

= 58.5 = say 59 सेल

TV कार्यक्रम के प्रत्येक दिन के बाद बैट्री द्वारा लिया जाने वाला आवेश 3एम्पियर x 4घण्टे = 12 एम्पियर घण्टे होगा। यह सौर सेल द्वारा 10 घण्टे तक प्रदान किया जाना चाहिए।

$$= \frac{\text{Ampere hours}}{\text{hours}} = \frac{12}{10}$$

= 1.2 एम्पियर

समानान्तर में जुडने वाले सेलों के समूह की संख्या

$$= \frac{\text{output current}}{\text{cell current}} = \frac{1.2\text{ amp}}{57\text{ mA}}$$

= 21 सेल

अतः कुल आवश्यक सेलों की संख्या

= श्रेणी में सेलों की संख्या x समानान्तर में समूहों की संख्या

= **59 x 21 = 1239 सेल**

वैद्युतीय उपसाधनों के लिए प्रयुक्त B.I.S. प्रतीक (B.I.S. Symbols used for Power accessories)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **BIS विनिर्देशों के अनुसार बिजली वायरिंग आरेखों में प्रयुक्त विभिन्न प्रतीकों की व्याख्या करना।**

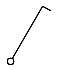
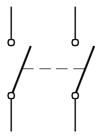
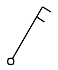
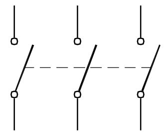
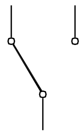
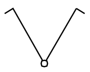
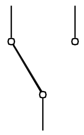
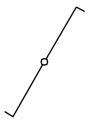
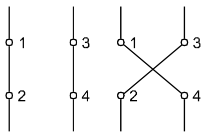
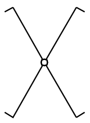
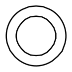
इलैक्ट्रोटैंक्नीकल इंजीनियरी में, बिजली भागों या परिपथ के कार्य बताने के लिए अभिन्यासों में प्रतीकों का प्रयोग किया जाता है।

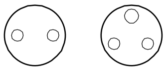
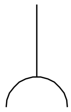
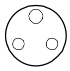
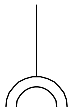
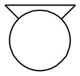
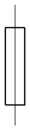
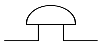
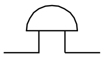
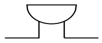
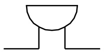
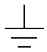
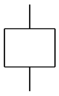
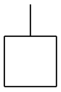
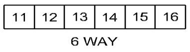
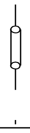
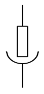
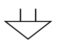
चूंकि वास्तविक युक्ति का आरेख बनाना परिश्रम साध्य है और हर व्यक्ति अलग प्रकार से बनाएगा इसलिए मानक प्रतीकों का प्रयोग किया जाता हैं।

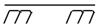
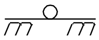
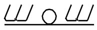
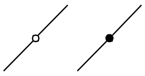
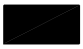
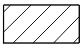
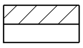
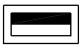
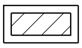
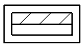
प्रतीकों की सहायता से, एक बिजली परिपथ को आसानी से निरूपित किया जा सकता है और ठीक-ठीक वर्णन भी किया जा सकता हैं।

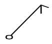
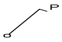
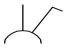
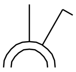
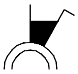
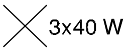
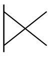
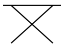
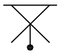
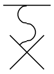
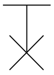
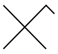
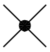
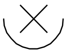
प्रतीक रचना और रूप के बारें में एक भाग के कार्य ही द्योतित करते हैं। एक अनुप्रयोग के आधार पर, विभिन्न वायरिंग योजनाओं का प्रयोग किया जाता है। उदाहरणार्थ, धारा प्रवाह आरेख निरूपण, स्थापना के नक्शे। स्थापना के विभिन्न नक्शों (अभिन्यासों) के और धारा प्रवाह (परिपथ आरेख) के प्रतीक एक दूसरे से भिन्न होते हैं। B.I.S. 2032 (विभिन्न भाग) द्वारा संस्तुत, वायरिंग के लिए प्रयुक्त मानक प्रतीकों के कुछ उदाहरण नीचे दिए जा रहे हैं।

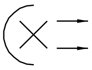
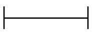
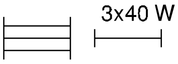
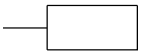
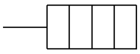
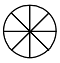
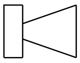
वायरिंग योजनाओं के लिए B.I.S. के कुछ प्रतीक

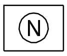
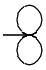
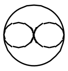
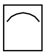
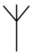
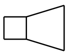
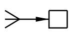
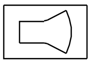
क्र. सं.	विवरण	परिपथ आरेखों में प्रयुक्त प्रतीक	अभिन्यासों में प्रयुक्त प्रतीक
1	एक पथ स्विच एकल ध्रुव		
2	एक-पथ स्विच दो-ध्रुव		
3	एक-पथ स्विच त्रि-ध्रुव		
4	बहु स्थिति स्विच एकल ध्रुव		
5	दो-पथ स्विच		
6	मध्यवर्ती स्विच		
7	पुश बटन या बेल पुश		

क्र. सं.	विवरण	परिपथ आरेखों में प्रयुक्त प्रतीक	अभिन्यासों में प्रयुक्त प्रतीक
8	साकेट निकास, 6 A		
9	साकेट निकास, 16 A		
10	बत्ती या बत्ती के लिएनिकास		
11	फ्यूज		
12	घंटी		
13	बजर		
14	भू-पाइंट		
15	परिपथ वियोजक		
16	अन्तक पट्टी		N.A
17	लिंक (संवृत्त)		N.A
18	प्लग और साकेट (नर और मादा)		N.A
19	छत नोज (ceiling nose)		N.A
	N.A: अनुप्रयुक्त नहीं		

मद	प्रतीक
I वायरिंग	
1 सामान्य वायरिंग	
2 सतह पर वायरिंग	
3 सतह के नीच वायरिंग	
4 कंड्यूट में वायरिंग	
a सतह पर कंड्यूइट	
b प्रच्छन्न कंड्यूइट	
यदि जरूरी हो तो कंड्यूइट का प्रकार बताया जाए	
5 ऊपर की ओर जाती वायरिंग	
6 नीचे की ओर आती वायरिंग	
7 कमरे में से ऊर्ध्वाधर गुजरनेवाली वायरिंग	
II फ्यूज बोर्ड	
1 प्रकाश व्यवस्था परिपथ फ्यूज बोर्ड	
a स्विच रहित मेन फ्यूज बोर्ड	
b स्विच सहित मेन फ्यूज बोर्ड	
c स्विच रहित वितरण फ्यूज बोर्ड	
d स्विच सहित वितरण फ्यूज बोर्ड	
2 पावर परिपथ फ्यूज बोर्ड	
a स्विच रहित मेन फ्यूज बोर्ड	
b स्विच सहित मेन फ्यूज बोर्ड	
c स्विच रहित वितरण फ्यूज बोर्ड	
d स्विच सहित वितरण फ्यूज बोर्ड	

मद	प्रतीक
III स्विचस और स्विच आवटलेट्स	
1 एकल पोल पुल-स्विच	
2 पेन्डेंट स्विच	
IV साकेट निकास	
1 साकेट निकास 6A	
2 साकेट निकास 16 A	
3 संयुक्त स्विच और साकेट निकास 16A	
4 संयुक्त स्विच और साकेट निकास 16A	
V बत्तियां	
1 तीन का समुह 40 W लैम्प	
2 लैम्प, भित्ति पर या लाइट ब्रैकेट पर आरोहित	
3 लैम्प, छत्त पर आरोहित	
4 प्रतितोलक लैम्प जुगाड़	
5 चेन लैम्प जुगाड़	
6 छड़ लैम्प जुगाड़	
7 अंतर्निर्मिति स्विच के साथ लैम्प जुगाड़	
8 परिवर्तित वोल्टता सप्लाई से प्रदत्त बत्ती	
9 आपतकालीन बत्ती	
10 गबराहट बत्ती	
11 बहु हैड लैम्प	
12 जलरोधी प्रकाश फिटिंग	

सामग्री	प्रतीक
13 बैटन लैम्प होल्डर (भित्ति पर आरोहित)	
14 प्रक्षेपक	
15 केन्द्रित प्रकाश	
16 परिदीप्ति	
17 प्रतिदीप्ति बत्ती	
18 तीन का समूह 40 W प्रतिदीप्ति बत्तियां	
VI बिजली उपकरण	
1 सामान्य	
टिप्पणी, जरूरी हो तो नाम का प्रयोग कर निर्धारित करें	
2 हीटर	
VII बेल बज़र और हूटर	
1 साइरन	
2 हार्न या हूटर	

सामग्री	प्रतीक
3 सूचक ('N' पर पथों की संख्या लिखें	
VIII पंखे	
1 छत पंखा	
2 ब्रैकेट पंखा	
3 रेचक पंखा	
4 पंखा रैगूलटर	
IX संचार उपकरण	
1 एरियल	
2 लाउडस्पीकर	
3 रेडियो अभिग्राही सैंट	
4 टलीविजन अभिग्राही सैट	

पावर वायरिंग उपसाधन (Power wiring accessories)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **घरेलू वायरिंग में प्रयुक्त उपसाधनों को वर्गीकृत करना, विनिर्दिष्ट करना, पहचानना और उनके उपयोग बताना**
- **विद्युत आपूर्ति सम्बन्धित IE नियम बताना ।**

वैद्युत उपसाधन (Electrical accessories) : एक वैद्युत घरेलू उपसाधन वायरिंग में प्रयुक्त मूल भाग है जो सुरक्षा, समायोजन, बिजली परिपथों के नियंत्रण या इन कार्यों के संयोजन के लिए होता हैं।

उपसाधनों के निर्धार (Rating of accessories): उपसाधनों के मानक धारा निर्धार है 6,16,32 एम्पस बीआईएस 1293-1988 के अनुसार वोल्टता निर्धार 240 V AC होता हैं।

उपसाधनों का आरोहण (Mounting of accessories): उपसाधन इस प्रकार डिजाइन किए जाते हैं कि उन्हें विद्युतरोधित पृष्ठों या अप्रकट (फ्लश टाइप) पर चढ़ाना पड़ता हैं।

सतह आरोहरण टाइप (Surface mounting type) : सीटिंग के साथ उपलब्ध कराये गए उपसाधन ताकि आरोहित किये जाने पर वे पृष्ठ से पूर्णतः प्रक्षेपित करते हैं जिस पर उन्हें चढ़ाया जाता है

फ्लश आरोहण टाइप (Flush mounting type) : ये उपसाधन इस प्रकार डिजाइन किए होते हैं कि पीछे से आरोहित हों या स्विच प्लेट के साथ शामिल होतें हैं, प्लेट का पृष्ठ भाग भित्ति के पृष्ठ या स्विच बक्स के साथ फ्लश होता हैं।

वायरिंग स्थापना में प्रयुक्त वैद्युत उपसाधनों को उनके प्रयोगों के अनुसार वर्गी कृतकिया जाता हैं)

– नियंत्रक उपसाधन (Controlling accessories)

– धारक उपसाधन (Holding accessories)

– संरक्षा उपसाधन (Safety accessories)

– निर्गम उपसाधन (Outlet accessories)

– सामान्य उपसाधन (General accessories)

नियंत्रण उपसाधन (Controlling accessories) : स्विचों जैसे उपसाधनों को नियंत्रक उपसाधन कहते हैं क्योंकि इनका प्रयोग परिपथों या विद्युत पाइंटों के नियंत्रण के लिए किया जाता हैं। सब स्विचों को उनके कार्यों, प्रयोग के स्थान, आरोहण के प्रकार, धारा क्षमता और कार्यकर वोल्टता के अनुसार निर्धारित किया जाता है। उदाहरणार्थ एसपीटी फ्लश आरोहित (एकल ध्रुव टम्बलर) स्विच 6 एम्पस 240 वोल्ट ।

कार्यों और प्रयोग के स्थल के अनुसार स्विचों के प्रकार

1 एकल ध्रुव एक पथ स्विच

2 एकल ध्रुव दो-पथ स्विच

3 मध्यवर्ती स्विच

4 बैलपुश या पुश-बटन स्विच

5 पुल या छत स्विच

6 द्वि ध्रुव स्विच (DP स्विच)

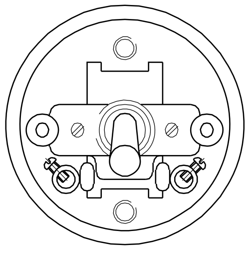
7 द्वि-ध्रुव लोह पटलित स्विच (DPIC)

8 लोह आवृत तीन-ध्रुव (ICTP) स्विच.

त्रि-ध्रुव लोह आवृत्त स्विच (टीपीआईसी) उपर्युक्त में से 1,2,3,4 और 6 पृष्ठ आरोहण टाइप या फ्लश आरोहण टाइप हो सकते हैं,

एकल ध्रुव एक-पथ स्विच (Single pole, one-way switch) : यह एक द्वि-अन्तक युक्ति होती हैं जो केवल एक परिपथ को बना या तोड़ सकती हैं इसका प्रयोग बत्तियों या पंखों या 6 एम्पस साकेट परिपथों के नियंत्रण के लिए किया जाता हैं। एक पथ स्विच को (Fig 1) में दिखाया गया हैं।

Fig 1

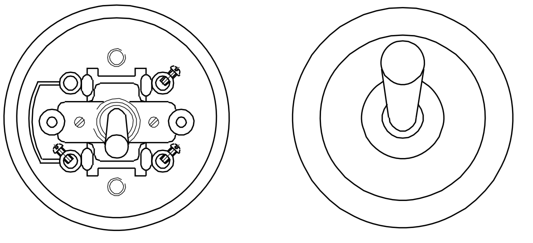


6 AMP SINGLE-WAY SURFACE MOUNTING SWITCH (COVER REMOVED)

ELN227021

एकल ध्रुव द्विपथ स्विच (Single pole, two-way switch): यह एक तीन अंतक युक्ति होती है जो (Fig 2) में दिखाए अनुसार एक स्थिति से दो संबंधनों को बना या तोड़ सकती हैं। इन स्विचों का प्रयोग सीढ़ी प्रकाश व्यवस्था में किया जाता है जहां एक बत्ती को दो स्थानों से नियंत्रित किया जाता है। यद्यपि चार अन्तक देखे जा सकते हैं, दो लधुपथित होते हैं और केवल तीन अन्तक ही संबंधन के लिए उपलब्ध होते हैं ।

Fig 2



(a) 6 AMP 2-WAY SURFACE MOUNTING SWITCH (COVER REMOVED)

(b) A 2-WAY SWITCH WITH A METAL CAP

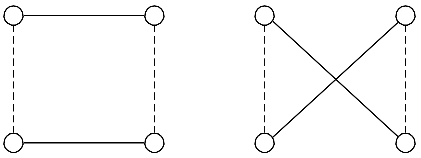
ELN227022

तथापि एकल पथ और द्वि-पथ दोनों स्विच अपने कवरों के साथ एक समान दिखलाई देते हैं (Fig 2b) लेकिन पीछे से देखने पर उनमें विभेद किया जा सकता हैं। एकल-पथ स्विचों के दो अन्तक ध्रुव होते हैं जबकि द्वि-पथ स्विचों के चार अन्तक ध्रुव होते हैं जबकि द्विपथ स्विचों के चार अन्तक ध्रुव होते हैं।

मध्यवर्ती स्विच (Intermediate switch) :

यह एक चार टर्मिनल युक्ति होती है जो (Fig 3) में दिखाए अनुसार दो स्थितयों से दो संबंधन बना या तोड़ सकती हैं। इस स्विच का प्रयोग दो पथ के साथ एक बत्ती को तीनया अधिक स्थानों से नियंत्रित करने के लिए किया जाता हैं।

Fig 3



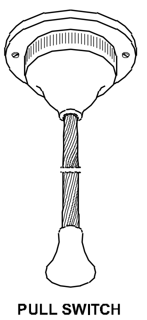
INTERMEDIATE SWITCH CONNECTIONS

ELN227023

बेल-पुश या पुश-बटन स्विच (Bell-push or push-button switch): यह एक दो टर्मिनल युक्ति है जिसका एक स्प्रिंग लोडित बटन होता हैं। दबाने पर यह अस्थायी रूप से परिपथ “बनाता” है और मुक्त करने पर “टूट” स्थिति प्राप्त करता हैं।

कर्ष और छत स्विच (पेंडेन्ट स्विच) (Pull or ceiling switch (Pendent switch)) : जैसा (Fig 4) में दिखलाया गया है, यह सामान्यतः एक द्वि-अन्तक युक्ति होती हैं जो एक पथ स्विच के रूप में परिपथ बनाने या तोड़ने का काम करती हैं

Fig 4



PULL SWITCH

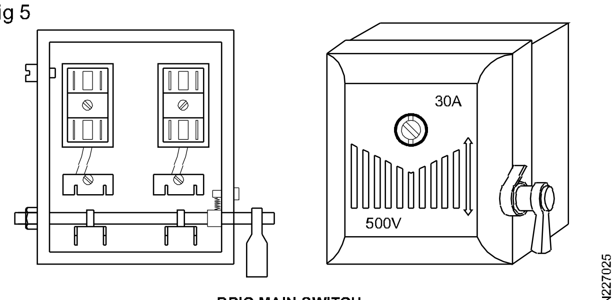
ELN227024

यह स्विच छत पर आरोहित होता हैं। चूंकि उपयोक्त विद्युतरोधित डोरी के माध्यम से एक दूरी से स्विच को प्रचालित कर सकता हैं, बाथरूमों में वाटर हीटर या श्यन कक्षों में पंखा या बत्ती प्रचालित करने के लिए इनका प्रयोग सुरक्षित ढंग से किया जा सकता हैं।

द्वि-ध्रुव स्विच (डीसी स्विच) (Double pole switch (DP switch)) : दो ध्रुव के साथ एक स्विच, दो ध्रुव यांत्रिक रूप से युग्मित हैं। टम्बलर स्विच की तरह इसे नॉब के साथ प्रचालित किया जा सकता है। इसमें एक फ्यूज और न्यूट्रल लिंक भी लगा होता हैं। घरेलू स्थापनाओं में मेन या शाखा परिपथों के नियंत्रण के लिए इनका प्रयोग मेन स्विचों के रूप में किया जा सकता हैं।

द्वि-ध्रुव लोह आवृत्त मेन स्विच (ICDP) (Iron - Clad Double pole (ICDP) main switch) : इसे (Fig 5) में दिखाया जाता है जिसका प्रयोग मुख्यतः एकल फेज घरेलू स्थापनाओं के लिए मेन सप्लाई के नियंत्रण के लिए किया जाता हैं। यह एक साथ सप्लाई के फेज और न्यूट्रल का नियंत्रण करता हैं।

Fig 5



DPIC MAIN SWITCH

इन स्विच में दो फ्युज वाहक होते हैं एक फेज परिपथ में फ्यूज के साथ वायर किया हुआ और दूसरा न्यूट्रल में ब्रास प्लेट या मोटी ताम्र तार से जोड़ा हुआ। उपयोक्ता की सुरक्षा के लिए इन स्विचों का उचित रूप से भू-संपर्कन किया जाना चाहिए। स्विच के धारा निर्धार में 16 एम्पस की विभिन्नता होती हैं।

इन स्विचों के विनिर्देशों में होता हैं :

– धारा निर्धार (current rating)

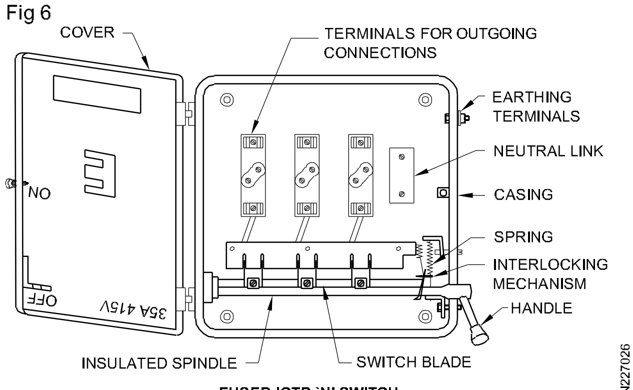
– वोल्टता निर्धार (voltage rating)

– आवरण का प्रकार (शीट स्टील या ढलवां लोहा)

त्रि-ध्रुव लोह आवृत मेन स्विच (Iron - Clad Triple pole (ICTP) main switch) : इसे टीपीआईसी स्विच भी कहते हैं और बड़ें घरेलू स्थापनों और 3 फेज पावर परिपथों में भी इसका प्रयोग होता हैं। इस स्विच में 3 फ्यूज वाहक, एक प्रत्येक फेज के लिए लगा होता है। न्यूट्रल संबंधन भी संभव होता हैं क्योंकि कई स्विचों में केसिंग के भीतर एक न्यूट्रल लिंक उपलब्ध कराया जाता है जैसा (Fig 6) में दिखाया गया हैं।

एक भू-अन्तक या बाहरी केसिंग में लगे एक पेंच के माध्यम से इन स्विचों के भू संपर्कन की जरूरत होती हैं।

Fig 6



FUSED ICTP `N' SWITCH

स्विच के वर्तमान निर्धार में 16 ॠसे 400 एम्पस की विभिन्नता होती है। इन स्विचों के विनिर्देशों में निम्नलिखित होना चाहिए।

– धारा निर्धार

– वोल्टता निर्धार

– आवरण का प्रकार (शीट स्टील या ढलवां लोहा)

– क्या न्यूट्रल लिंक के साथ है या अन्यथा

– पुनः तार स्थाप्य टाइप फ्यूज वाहक या HRC टाइप फ्यूजवाहक

धारक उपसाधन (Holding accessories)

लैम्प होल्डर (Lamp-holders) : एक लैम्प होल्डर का प्रयोग लैम्प पकड़ने के लिए किया जाता हैं। पहले, पीतल होल्डरों का आम इस्तेमाल होता था लेकिन आजकल इन्हें ब्रेकेलाइट होल्डरों में बदल दिया गया है। इनमें ठोस या खोखले स्प्रिंग संपर्क टर्मिनल हो सकते हैं। चार प्रकार के लैम्प होल्डर उपलब्ध हैं -

– बेनट कैप लैम्प होल्डर

– स्क्रू टाइप होल्डर

– एडीसन स्क्रू टाइप लैम्प होल्डर

– गोलिअथ एडीसन स्क्रू टाइप होल्डर

भारतीय मानक ब्यूरो 732, खण्ड 5.8 के अनुसार सब तापदीप्ति लैम्पों पर, जबतक कि उन्हें 2.5 मी. (8.5 फुट) से लटकाया न गया हो, 200 वाट के और तक लैम्पों पर मानक बेनट होल्डर लगाए जाएंगे और 200 वाट से ऊपर शक्ति लैम्पों के लिए एडीसन टाइप होल्डरों का प्रयोग किया जाएगा।

बेनट कैप लैम्प होल्डर (Bayonet cap (BC) lamp-holders) : इस टाइप में बल्व को सलाट में लगाया जाता है और लैम्प कैप में दो पिनों से यह स्थिति में रखा जाता हैं। इसमें स्प्रिंग या खोखले स्पिंग संपर्क अन्तक होते हैं और स्विच में से सप्लाई मेन्स इन संपर्कों के साथ जोड़ी जाती हैं। बीसी टाइप में सब प्रकार के होल्डरों की वृत्ताकार रचना पर दो खांचे होते हैं। खांचा और संपर्क टर्मिनल एक दूसरे के पर लम्ब होते हैं।

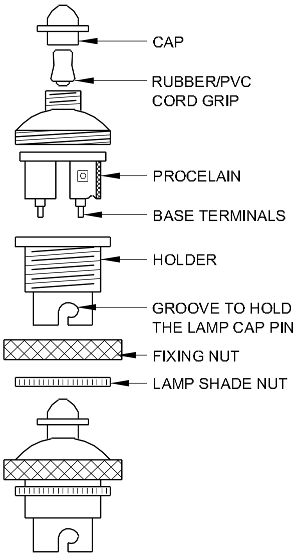
इस प्रकार के होल्डरों में लैम्प को घुसेडा जाता है, थोड़ा घुमाया जाता है

और फिर स्थिति में छोड़ा जाता हैं। इन होल्डरों को निम्नानुसार आगे वर्गीकृत किया जा सकता हैं।

पेन्डेंट लैम्प होल्डर (Pendent lamp-holders) :

(Fig 7) में दिखाए गए इस होल्डर का प्रयोग ऐसे स्थलों पर किया जाता हैं जहां बत्तियां लटकी स्थिति में होती हैं। यह पीतल या बेकलाइट के बने होते हैं। इस होल्डर के खंडित दृश्य में इसके भाग दिखाए गए हैं। इन होल्डरों का प्रयोग छत रोजों के साथ छत से निलंबन लैम्पों के लिए किया जाता हैं।

Fig 7



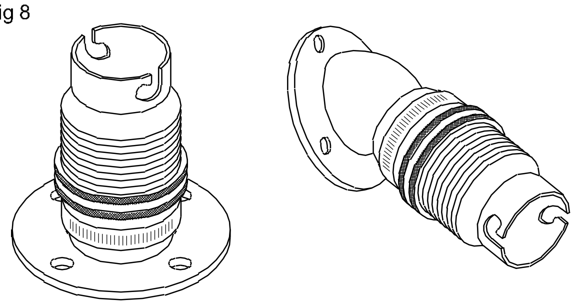
EXPLODED VIEW OF PENDENT HOLDER

ELN227027

बैटन लैम्प होल्डर (Batten lamp-holders) : (Fig 8a) में दिखाया सीधा होल्डर काष्ठ बोर्ड, गोल ब्लाक पर सपाट पृष्ठ पर इस्तेमाल किया जाता हैं।

ऐंगल होल्डर (Angle holders) : (Fig 8b) में दिखाया गया कोण होल्डर एक विशेष कोण पर लैम्प को पकड़ता हैं। ये पीतल या बैकेलाइट के बने होते हैं। इनका प्रयोग विज्ञापन बोर्डों, खिड़की प्रदर्शन, रसोईघर आदि में किया जाता हैं।

Fig 8

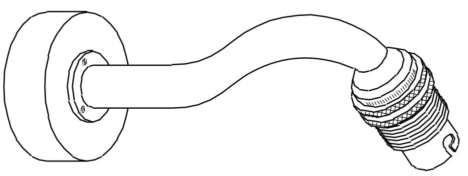


(a) BRASS BATTEN HOLDER (b) ANGLE HOLDER

ELN227028

ब्रैकेट होल्डर (Bracket holders) : (Fig 9) में दिखाया गया है यह होल्डर एक ब्रैकेट के साथ इस्तेमाल किया जाता हैं। यह पीतल के बने होते हैं और एक विशेष स्थल पर सीधा प्रकाश देने के लिए प्रयुक्त होते हैं। ब्रास ब्रैकेटों को बीआईएस संस्तुतियों के अनुसार भूसंपर्कित किया जाना चाहिए। कैप की भीतरी चूड़ियों द्वारा इन्हें ब्रैकेट के साथ लगाया जाता है।

Fig 9

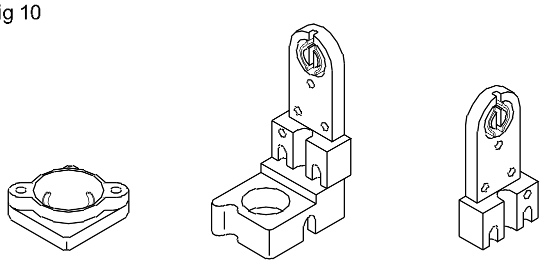


BRACKET HOLDERS

ELN227029

ट्यूब लाइट या प्रतिदीप्ति लैम्प होल्डर और स्टॉटर होल्डर (Tube light or fluorescent lamp-holders and starter-holders) : सामान्यतः प्रतिदीप्ति होल्डर द्वि पिन होते हैं। (Fig 10) में होल्डर दिखाया गया है। प्रतिदीप्ति लैम्पों के लिए स्टॉटर के लिए होल्डर और ट्यूब और स्टॉटर के लिए संयुक्त होल्डर का प्रयोग किया जाता है।

Fig 10



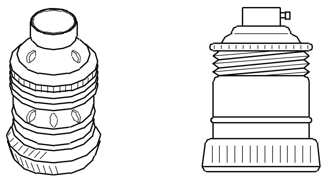
HOLDER FOR THE STARTER — COMBINED TUBE AND STARTER HOLDER — FLUORESCENT PIN TUBE HOLDER

ELN22702A

एडीसन स्क्रू टाइप लैम्प होल्डर (Edison screw-type lamp-holders) : इस होल्डर के भीतरी चूड़िया होती है और पेच लगाकर लैम्प फिट किया जाता है। इसमें एक मध्य संपर्क होता है जो ऊर्जित तार के साथ जोड़ा जाता है और पेंच युक्त कैप न्यूडल तार के साथ लगाई जाती है।

200 वाट से उपर वाटेज वाली और 300 वाट से कम लैम्पों के लिए एडीसन स्क्रु टाइप होल्डरों का प्रयोग किया जाता है। एडीसन स्क्रू लैम्प होल्डर में स्प्रिंग लोडेड केन्द्र संपर्क अच्छा संपर्क सुनिश्चित करने के लिए होते हैं। एक एडीसन स्क्रू टाइप होल्डर (Fig 11) में दिखाया गया है ।

Fig 11



EDISON SCREW TYPE HOLDER

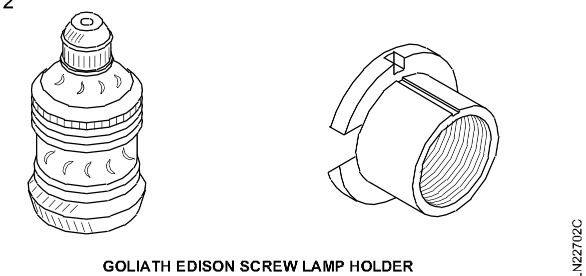
ELN22702B

गोलिअथ एडीसन स्क्रू टाइप होल्डर (Goliath Edison screw (GES) type holders) (Fig 12) **:** इस प्रकार के होल्डर का कबर पोंसलेन का बना होता है और ऐसे होल्डर का पर्याग स्टूडियो हैडलाइट, फलडहैड लाइटों फोकसिंग लाइटों आदि मे किया जाता है।

इन होल्डर का प्रयोग 300 वाट से बड़े लैम्पों में किया जाता है।

भ्रामि लैम्प होल्डर (Swivel lamp-holders) : (Fig 13) भ्रामि लैम्प होल्डर बड़ा कोण निदेर्शन प्रकाश व्यवस्था के लिए डिजाइन किये जाते हैं जिनका प्रयोग शाप खिड़कियों शो केसों आदि मे किया जाता है।

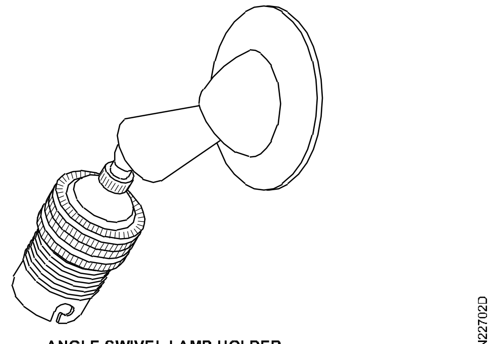
Fig 12



GOLIATH EDISON SCREW LAMP HOLDER

इसमें एक बाल और एक साकेट जोड़ा होता है जो पश्च प्लेट और लैम्प होल्डर के बीच लगाया जाता है। ये बेनट कैप टाइप, छोटा बेनट कैप टाइप और एडीसन स्क्रू टाइप में उपलब्ध होता है। स्थायी कर पैटर्न या छत पैर्टन के लिए भी सब प्रकार के होल्डर उपलब्ध कराए जाते हैं।

Fig 13



ANGLE SWIVEL LAMP-HOLDER

लैम्प होल्डर का बिर्निदेश (Specification of a lamp-holder) : लैम्प होल्डर को बिनिर्दिष्ट करते समय, हमें रचना के लिए प्रयुक्त सामग्री के प्रकार, पकड़ के प्रकार, आरोहण के प्रकार, कार्यकर धारा और वोल्टता का उल्लेख करना पड़ता है।

संरक्षा उपसाधन (Safety accessories) : एक फ्यूज संरक्षा उपसाधन होता है। परिपथ के साथ इसे श्रेणी में जोड़ा जाता है और वैधुत उपकरण और उपसकरों की क्षति से सुरक्षा करता है जब अत्याधिक धारा प्रवाहित होती है। वैधुत क्षेत्र में कई प्रकार के फयूजों का प्रयोग किया जाता है।

लेकिन घरेलू संस्थापना में किट कैट फयूज का प्रयौग किया जाता है।

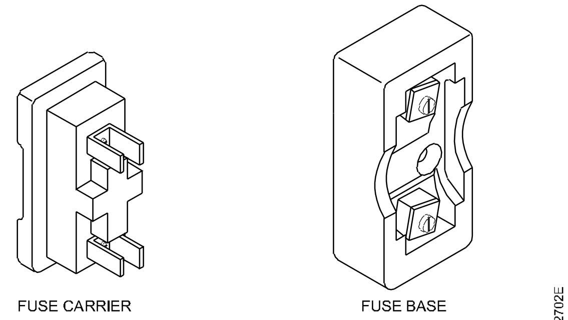
फ्यूजों के प्रकार (Types of fuses)

- किट कैट फयूज टाइप (पुनः तार स्थाप्य फयूज)
- लोह आवृत फयूज कट-आउट

किट कैट टइप फ्यूज (Kit -kat type fuse) : इस फ्यूज का पोर्सलेन आधार होता है जिसमें दो स्थिर संपर्क होते हैं जिनके साथ आगमन और वर्हिगामी केबिलें लगाई जाती हैं। फ्यूज के तल भाग को आधार और सब से शीर्ष भाग को फ्यूज वाहक कहते हैं।

लाइन और लोड तारें आधार टर्मिनलों में लगायी जाती है और वाहक को फ्यूज (Fig 14) के साथ लगाया जाता हैं। आधार स्थिर होता है जब कि वाहक हटाया जा सकता है ।

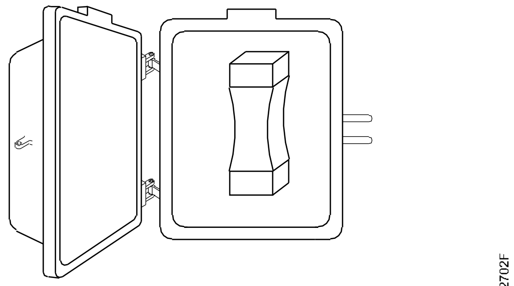
Fig 14



KIT-KAT FUSE

लोह आवृत्त फ्यूज कट-आउटस (Iron-clad fuse cut outs) (Fig 15) : ये किट कैट फ्यूज लोह आवरण में होते हैं। लोह कवर को बन्द किया जा सकता है और लैड सील से सील किया जा सकता है। इसका प्रयोग पावर सप्लाई के आगमन की ओर किया जाता है और सप्लाई प्राधिकरण इन्हें सील करते हैं ताकि सुनिश्चित किया जाए कि लाइन को एक निश्चित निर्धारित धारा क्षमता के ऊपर लोड न किया जाए।

Fig 15



IRON CLAD CUT - OUT

निकास उपसाधन (Outlet accessories) : इन उपसाधनों का प्रयोग सुवाह्य उपकरणों जैसे टेबल फैन, टीवी, बिजली इस्तरी आदि के लिए सप्लाई लेने के लिए किया जाता है।

साकेट निकास धारा निर्धार (Socket outlet current rating) : मानक निर्धार होगा 6,16, 32 एम्पियर और 250 वोल्ट। निम्नलिखित प्रकारों का प्रयोग सामान्यता घरेलू प्रयोजनों के लिए किया जाताहैं। आरोहण प्रकार, पिनों की संख्या धारा क्षमता और वोल्टता के आधार पर उन्हें निर्धारित किया जाता है।

द्वि-पिन साकेट और प्लग (Two-pin socket) : यह साकेट 6A, 250V पर निर्धारित होती हैं और इसमें भू-संबंधनों के बिना केवल दो अन्तक छेद होते हैं। (जिनकी काय PVC की या विद्युतरोधित होती है) ।

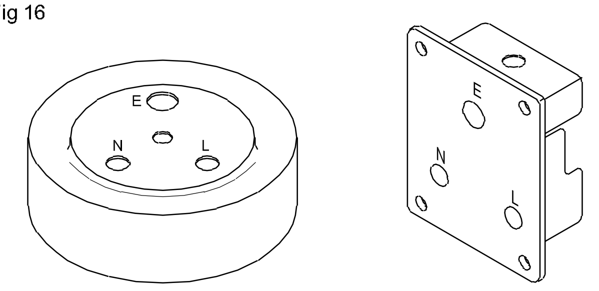
द्वि-पिन प्लग टॉप (Two-pin plug top) : द्वि पिन प्लग का प्रयोग साकेट से सप्लाई लेने के लिए किया जाता हैं। इसके एक ही साइज के दो पिन होते हैं।

त्रि-पिन साकेट (Three-pin socket) :

प्रकाश और पावर परिपथों के लिए साकेट की यह किस्म उपयोगी होती हैं। वे 6 A, 250 V, या 16 A, 250 V के रूप में निर्धारित होते हैं

(Fig 16) शीर्ष कवर के साथ 3 पिन 15 एम्प साकेट, फ्लश टाइप साकेट और पृष्ठ आरोहण टाइप और फ्लश टाइप में उपलब्ध होते हैं। तीन अंतक होते हैं जिन्हें लाइन (L) न्यूट्रल (N) और भू (E) के रूप में अंकित किया जाता है। लाइन अन्तक सदा दाहिने पार्श्व पर होता है, न्यूट्रल बायें पार्श्व पर और शीर्ष पर भू-अन्तक होता है जो व्यास में बड़ा होता है। सब मामलों में, भू तार को साकेट के भू टर्मिनल से जोड़ा जाएगा।

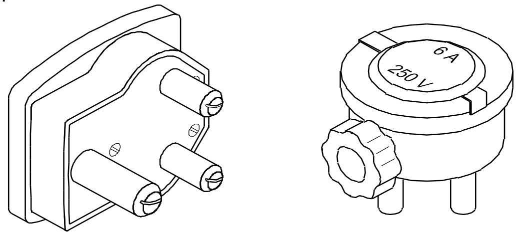
Fig 16



3-PIN 16 AMP SOCKET WITH TOP COVER FLUSH TYPE SOCKET

त्रि-पिन प्लग टॉप (Three-pin plug top) : साकेट से सप्लाई प्राप्त करने के लिए इसका प्रयोग किया जाता है। इसमें तीन पिन होते हैं, दो एक समान साइज के और तीसरा बड़ा और लंबा होता है और भू-योजन (Fig 17) के लिए होता हैं। इन्हें भी 6A, 250 V या 16 A, 250 V के रूप में निर्धारित किया जाता हैं। ये बैकेलाइट, PVC सामग्रियों से बनाये जाते हैं।

Fig 17



THREE-PIN PLUG TOP

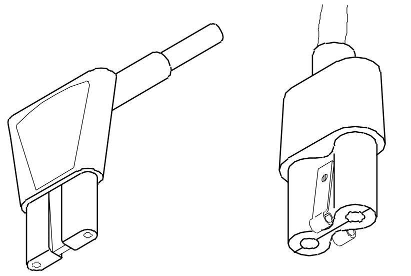
एक स्विच द्वारा नियंत्रित साकेट भी उपलब्ध होती है। इसे स्विच से योजित साकेट कहते हैं बहुपिन साकेट भी उपलब्ध होती है जो 2 पिन या 3 पिन के लिए उपयुक्त होती है। 6 amps और 16 amps के 3 पिन सॉकेट उपलब्ध हैं जिनमें 6 प्रति यूनिट में 6 छेद होते हैं ।

सामान्य उपसाधन (General accessories) : कई उपसाधनों का प्रयोग सामान्य और विशेष प्रयोजनों के लिए किया जाता है जैसे :

- उपकरण योजक या आयरन योजक
- ऐडैप्टर
- छत रोज
  a) द्वि-प्लेट
  b) त्रि-प्लेट
- योजक
- वितरण बोर्ड
- न्यूट्रल लिंक

उपकरण योजक या इस्तरी योजक (Appliance connectors or iron connectors) : बिजली कतलियों, बिजली इस्तरियों, हाट प्लेटों, हीटरों आदि को धारा सप्लाई करने के लिए इनका प्रयोग मादा योजकों के रूप में किया जाता है। यह बेकेलाइट या पोर्सलेन की बनी होती हैं। तारों के दो पीतल अन्तकों के साथ भू-संपर्क उपलब्ध कराया जाता है। केबिल प्रवेश रबड़ सुरक्षा टाइप का होता है। इन्हें 16 A, 250 V के रूप में निर्धारित किया जाता है। दो प्रकार के इस्तरी योजकों को (Fig 18) में दिखाया गया है। (Fig 18) पार्श्व प्रवेश वाला सपाट जोड़, लोह योजक सीधा प्रवेश ।

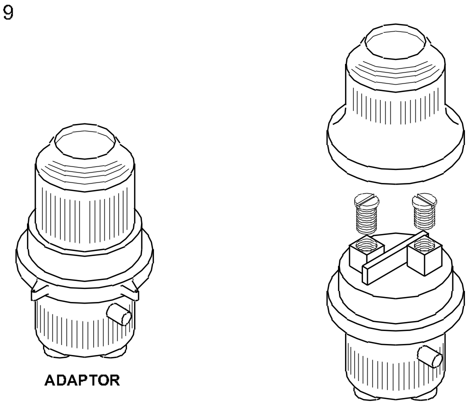
Fig 18



FLAT CONNECTOR WITH SIDE ENTRY IRON CONNECTOR DIRECT ENTRY

ऐडैप्टर (Adaptor) : (Fig 19) में एक ऐडैप्टर दिखाया गया है। छोटे उपकरणों के लिए लैम्प होल्डर से सप्लाई लेने के लिए ऐडैप्टरों का प्रयोग किया जाता है। वे बैकेलाइट के बने होते हैं और 6 A, 250 V तक के निर्धार में उपलब्ध होते हैं।

Fig 19



ADAPTOR ADAPTOR WITH CAP OPENED

एक एकल पाइंट से विभिन्न उपकरणों के लिए एक ही बार एक निकास सप्लाई लेने के लिए बहुत छेदों के साथ प्लग ऐडैप्टर उपलब्ध होते हैं। ऐडैप्टरों का प्रयोग बाथरूमों या अन्य नमीवाले स्थानों पर नहीं किया जाना चाहिए।

यह भी उचित नहीं होगा कि एक से अधिक उपकरणों को जोड़ने के लिए एकल पाइंट निकास का प्रयोग किया जाए।

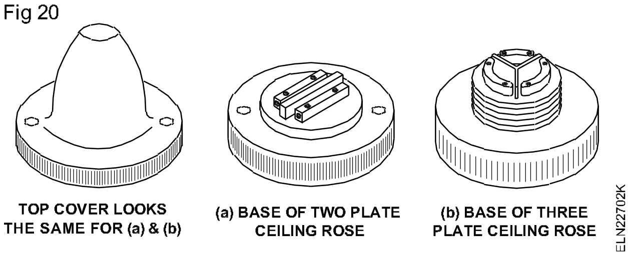
छत रोज (Ceiling roses) : पंखों, पेडेंन्ट होल्डरों, ट्यूब लाइटों आदि को पावर सप्लाई करने के लिए वायरिंग से टैपिंग पाइंट उपलब्ध कराने के लिए छत रोजों का प्रयोग किया जाता है। सामान्यतः छत रोजों से सप्लाई टैपन के लिए नम्य तारों का प्रयोग किया जाता हैं।

छत रोजों के दो भाग होते हैं, आधार और कवर जो बेकेलाइट के बने होते हैं। कवर के मध्य में विस्तार छेद होता है। कवर में भीतरी छेद होता है। कवर में भीतरी चूड़ियां होती हैं ताकि आधार के साथ लगाया जा सके। गोल/चौकोर ब्लाक पर लगाने और सप्लाई के साथ तारें जोड़नें के लिए आधार में अन्तक और छेद होते हैं। दो प्रकार के छत रोजों का प्रयोग किया जाता हैं।

द्विप्लेट छत रोज (Two-plate ceiling rose) (Fig 20 a & b)**:**इसके दो टर्मिनल (फेज और न्यूट्रल) होते हैं जिन्हें बैकेलाइट पुल द्वारा एक दूसरे से अलग किया जाता हैं। अन्तक प्लेटों में से प्रत्येक एक धातुक स्लीव और एक पार्श्व पर एक बंधन पेच उपलब्ध कराया जाता हैं जिसमें से पश्च (बरास्ता) आरोहण ब्लाक से परिपथ तार छत रोजों में दाखिल होती है; टर्मिनल प्लेट के दूसरे पार्श्व पर तार संबंधन टैपन के लिए एक वाशर और पेंच उपलब्ध कराया जाता हैं। द्विप्लेट छत रोज का प्रयोज 6A, 250V करन्ट अथवा के लिए होता है ।

त्रि-प्लेट छत रोज (Three-plate ceiling rose) : इस प्रकार के छत रोज में 3 टर्मिनल होते हैं जो एक दूसरे से एक बैकेलाइट पुल द्वारा अलग किए जाते हैं। इसका दो प्रयोजनों के लिए प्रयोग किया जा सकता हैं। (Fig 20 a & c)

Fig 20

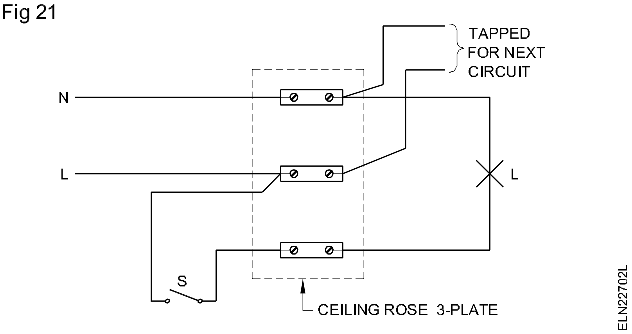


– शाखा प्रकाश व्यवस्था नियंत्रण

– फेज तार के लिए टैपन उपलब्ध कराना (Fig 21)

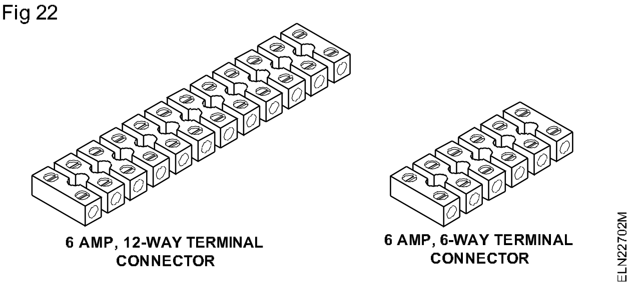
ये छत रोज 6A, 250V के नापों में उपलब्ध हैं । ढँके हुए 2 प्लेट और 3 प्लेट के छत रोज समान दिखते हैं लेकिन उनका पिछला हिस्सा देखकर उनको पहचाना जा सकता है ।

Fig 21



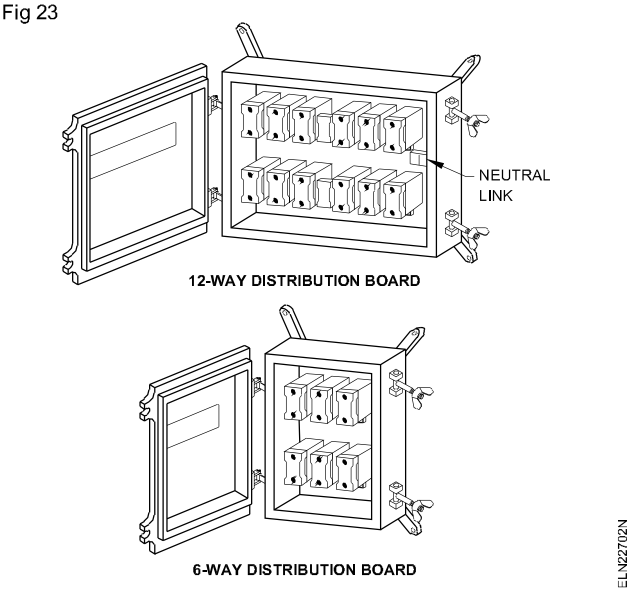
योजक (Connectors) (Fig 22) **:** जोड़ें बिना तार की लंबाई को बढ़ाने के लिए योजकों का प्रयोग किया जाता हैं। वे पोर्सलेन, बैकेलाइट या PVC आधारित सामग्री के बने होते हैं। जैसा आकृति में दिखाया गया हैं । एक पीतल स्लीव होती है जिसमें स्लीवों में तार कसने के लिए छोटे पेचों के लिए चूड़ियां होती हैं। ये एकल पथ, द्वि-पथ, त्रि-पथ, छःपथ, 12 पथ टाइपों में उपलब्ध होते हैं। धारा क्षमता और वोल्टता के अनुसार इन्हें निर्धारित किया जाता हैं। उदाहरणार्थ 6 A 250 V, 16 A 250 V, 30 A 250, 16 A 500 V, 32 A 500 V आदि ।

Fig 22



वितरण बोर्ड (Distribution board) (Fig 23) **:** जहां कुल लोड उच्च है और उसे कई शाखा परिपथों में विभाजित करना हैं वहां इनका इस्तेमाल किया जाता हैं। जहां लोड 800 W से अधिक है वहां इसका प्रयोग किया जाता हैं इसमें परिपथों की संख्या के बराबर संख्या में फ्यूज़ होते हैं। और एक न्यूट्रल लिंक भी लगाया जाता हैं ताकि विभिन्न परिपथों के लिए न्यूट्रल तार ली जा सकें। यह सब शाखा फ्यूज एक धातु बक्स में ढांपे जाते हैं। ये द्वि-पथ, त्रि-पथ 4,6,12 पथ फ्यूजों के रूप में उपलब्ध होते हैं ।

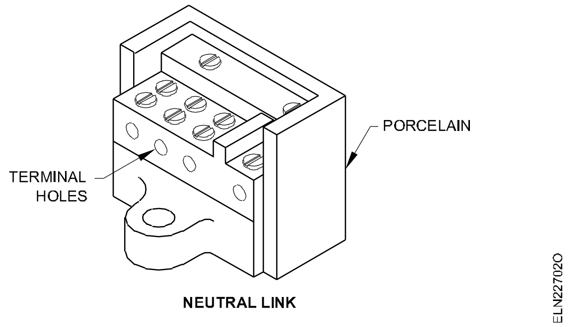
Fig 23



न्यूट्रल लिंक (Neutral link) : वायरिंग स्थापना की तीन फेज प्रणाली में, फेज़ों को स्विचों के माध्यम से नियंत्रित किया जाता है और न्यूट्रल को न्यूट्रल लिंक के माध्यम से टैप किया जाता है और न्यूट्रल को न्यूट्रल लिंक में आगमन के लिए एक अन्तक और बहुपथ बर्हिगामी परिपथ होते हैं। धातु अन्तकों को आधार पर आरोहित किया जाता ह (Fig 24)। निर्धार है 16 A, 32 A, 64 A, 100 A न्यूट्रल लिंक।

BIS 1293-1988 के मूल्यांकन 250V और 5 अथवा 15 amps के स्थान पर वर्ष 1991 से संशोधन का मूल्यांकन 240V और 6 अथवा 16 amps होगा ।

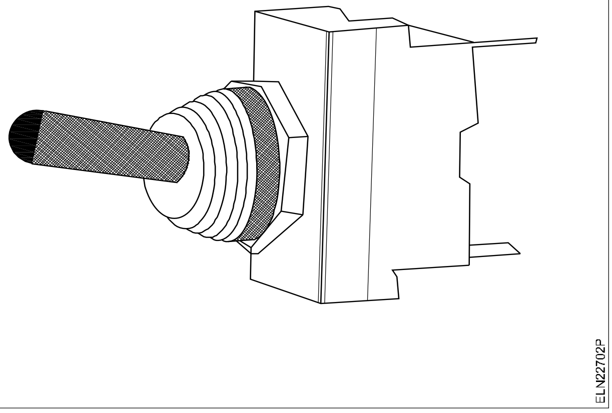
Fig 24



टॅगल स्विचेस (Toggle switches) (Fig 25) :

यह प्रोजेक्टिंग लीवर के माध्यम से संचालित एक इलेक्ट्रिक स्विचहै जैसे ऊपर और नीचे ले जाया जा सकता है इसे र्स्नेप स्विच भी कहा जाता है ।

Fig 25



टॉगल स्विच सामान्यः निम्न के आधार पर निर्दिष्ट किए जाते हैं।

- पोलो की संख्या (सिंगल/डबल/ट्रीपल)
- थ्रो की संख्या(सिंगल/डबल/केन्द्रिय बंद के साथ डबल)
- धारा की निर्धारण (3,6,10,16,20 & 25A)
- वोल्टेज का निर्धारण (125V & 250V , AC)
- आकार (8,10,12,15mm etc.)
- घुंडी प्रकार (पीतल/प्लास्टिक और अंडाकार/राउंड/फ्लैट आदि)

मॉडयूलर स्विच (Modular switches)

विभिन्न आकारों और रंगो के मॉडयूलर स्विच का नवीनतम संस्करण सॉकेट के साथ संयुक्तरूप और संकेतक के साथ स्विच बाजार में उपलब्ध है। (Fig 26)

भारतीय विद्युत नियम- सुरक्षा आवश्यकताएँ (Indian Electricity Rules - Safety Requirements) :

आई ई. नियम 1956 भारतीय विधुत अधिनियम1910 की धारा 37के तहत बनाए गए थे। अब विधुत अधिनियम 2003 के अधिनियम के बाद इसे फिर से परिभाषित किया गया है केन्द्रिय विधुत प्राधिकरण(सुरक्षा

Fig 26

और विधुत आपूर्ति से संबधित उपायों) विनियमन(सी.ए.आर.ए.आर) 2010 जो 20 सितंबर 2010 से भारतीय विधुत नियम 1956.के स्थान पर लागु हुआ था।

सुरक्षा नियम (SAFETY RULES) : सुरक्षा नियमों में निम्नलिखित महत्वपूर्ण और वास्तव में विशेष ध्यान देने योग्य है। भारतीय विधुत नियम 1956 में सुरक्षा नियम के लिए प्रत्यक्ष या परोक्ष रूप से संबंधित है।

नियम 32 (Rule 32) : स्विच को जिविन चालक में स्थापित करना चाहिए न्यूट्रल वायर में किसी भी प्रकार का कट आउट, लींक या स्विच को रौंग स्विच के अलावा स्थापित नही करना चाहिए। कंडक्टर को चिन्हित करते समय तारो के अभ्यास के संहित का पालन करना चाहिए।

नियम 50 (Rule 50) : ट्रासफार्मर को ऊर्जा सप्लाई से तब तक सप्लाई नहीं देना चाहिए जब तक निम्नलिखित प्रावधानो को प्रेक्षण न किया जाय। ट्रासंफार्मर के द्विनियक हिस्सा में एक उपयुक्त लिक्ड स्विच या सर्किट ब्रेकर लगाया जाता है प्रत्येक सर्किट को उपयुक्त कट आउट से सुरक्षित किया जाता है प्रत्येक मोटर या मोटरों के समूह को लिक्ड स्विच या सर्किट ब्रेकर नियंमित किया जाता है और यह ध्यान में रखना चाहिए कि जिवित वायर का इसुंलेशन खुला न है।

उच्च और अतिउच्च वोल्टेज प्रतिष्ठानों के संबध में विशेष प्रावधान

नियम 63 (Rule 63) : किसी भी उच्च वोल्टेज प्रतिष्ठानो को सक्रिय करने से पहले इंस्पेक्टट की स्वीकृति आवश्यक है।

नियम 65 (Rule 65) : स्थापना को सक्रिय करने से पहले निर्धारित परीक्षण के अधीन होना चाहिए।

नियम 66 (Rule 66) : कंडक्टट को धातु के कवर में संलग्न किया जाएगा और उपकरणो को ओवरलोकिडंग से बचाने के लिए उपयुक्त सक्रिट ब्रेकर प्रदान किए जाएंगे।

नियम 68 (Rule 68) : बाहरी प्रकार के उप-स्टेशन में ट्रासॅफार्मर के चारो और धातु की 4 बाड 1.8 मीटर की ऊँचाई से कम नहीं होनी चाहिए।

OH लाइन की शर्तों में प्रावधान (Provisions in terms of OH line)

नियम 77 (Rule 77) : सड़क के आर पार जमीन के ऊपर सबसे कम कंडक्टर की निकासी

- कम और मध्यय वोल्टेज लाइन - 5.8 m
- उच्च वोल्टेज लाइन - 6.1 m.
- सड़क के साथ-साथ जमीन के ऊपर सबसे कम कंडक्टट की निकासी कम और मध्यम वोल्टेज लाइन - 5.5 m.
- उच्च वोल्टेज लाइन - 5.8 m.
- सड़क के ऊपर पार व सड़क के साथ -साथ के अलावा जमीन के ऊपर सबसे कम कंडक्टट की निकासी कम मध्यम और उच्च वोल्टेज लाइन 11 KV तक यदि नंगा तार - 4.6m
- कम,मध्यम और उच्च वोल्टेज लाइन 11KV सहित अगर इन्सुलेट हो 4.0m
- उच्च वोल्टेज यदि 11 KV से ऊपर हो- 5.2 m.

नियम 79 (Rule 79) : इमारत से कम और मध्यम वोल्टेज लाइनों की निकासी

- ऊर्ध्वाधर निकासी - 2.5 m.
- क्षैतीज निकासी - 1.2 m.

नियम 80 (Rule 80) : उच्च और क्षति उच्च वोल्टेज का इमारत से निकासी उर्ध्वाधर निकासी उच्च वोल्टेज 33KV तक- 3.7m.

- अतिरिक्त उच्च वोल्टेज 33KV के ऊपर 3.7 m मी प्रत्येक 33KV - भाग पर 0.3 m
- 33KV भाग पर 0.3 m उच्च और अति उच्च वोल्टेज का ढलवा छत से निकासी उर्ध्वाधर निकासी 11KV - 2.2 तक .
- 11KV से ऊपर व 33KV तक - 2.2 m
- 33KV के ऊपर - 2m. प्रत्येक 33KV भाग पर 0.3 m

नियम 85 (Rule 85) : दो आधारो के बीच अधिकतम दुरी बिना जाँच कर्ता के सत्यापन के बिना 65 मी. से अधिक नही होना चाहिए।

आंतरिक वायरिंग के लिए भारतीय विद्युत नियम (Indian electricity rules regarding to internal wiring) :

1 घरेलू वायरिंग में उपयोग किए जाने वाले चालक का साइज कापर के लिए 1/1.12mm न्यूनतम और एल्यूमिनियम के लिए 1/1.40mm (1.5mm) न्यूनतम से कम नही होने चाहिए।

2 फ्लैजिबल वायर के लिए न्यूनतम साइज 14/0.193mm.है।

3 मीटर मेन स्विच बोर्ड को लगाने की ऊचाँई जमीन से होनी 1.5 m चाहिए

4 केसिंग को जमीन की सतह से 3.0 m कि ऊचाँई पर लगाना चाहिए

5 लैंपो के लिए होल्डर को जमीन की सतह 2 से 2.5 m की ऊचाँई पर लगाना चाहिए।

6 उप सर्किट में उधिकतम बिन्दु 10 हैं ।

7 उपसर्किट में अधिकतम भार 800W है ।

वोल्टेज ड्रॉफ से संबंधित I.E नियम (I.E. Rules regarding - Voltage drop concept) :

1 **I.E. नियम 48 (I.E. Rule 48) :** किसी वायरिंग स्थापना और अर्थ के बीच इंसुलेशन रजिस्टेंश इस प्रकार होना चाहिए कि लिकेज करेंट का मान फुल लोड करेंट के 1/50000 गुना से अधिक न हो या 0.02 से अधिक न हो ।

2 लाइटिंग सर्किट में स्विकृत वोल्टेज ड्रॉफ सप्लाई वोल्टेज का 2% होता है।

3 किसी इंडस्ट्रियल पावर सर्किट वोल्टेज में स्विकृत सर्केट वोल्टेज ड्रॉफ अधिकतम सप्लाई वोल्टेज का 5% होता है ।

4 किसी वायरिंग स्थापना का इंसुलेशन रेजिस्टेंश 1MΩ से कम नही होना चाहिए।

5 अर्थ रेजिस्टेंस मान 1M से अधिक नही होना चाहिए।

पावर वायरिंग के सम्बंध में I.E. नियम (I.E. Rules regarding to power wiring) :

1 किसी पावर सब सर्किट में सामान्यतः लोड 3000 वॉट से अधिक और आउटलेट की संख्या से अधिक नही होनी चाहिए।

2 पावर वायरिंग में उपयोग लेने वाली सामाग्रीया आयरन क्लेड की बनी होगी और वायरिंग आर्मड केबल या कन्ड्यूट प्रकार का होगा।

3 मोटर और स्टार्टर्स स्विच और मोटर्स के टर्मिनल बाक्स के बीच कनेक्शन के लिए फ्लोजिबल कन्ड्यूट की लम्बाई 1.25 मीटर से अधिक नही होनी चाहिए।

4 प्रत्येक मोटर का उसके आकार के आधार पर उसके निकट फ्यूज और स्विच स्थापित करना चाहिए।

5 चालक के न्यूनतम अनुप्रस्न काट क्षेत्रुल जिसका उपयोग तांबा कंडक्टर केबल्स के लिए 1.25 mm और एल्युमिनियम कंडक्टर केबल्स के लिए 1.50 mm (आई एस आई सिफारिशों के संदर्भ में) किया जा सकता है इसलिए 3/0.915 mm तांबा या 1/1.80 एल्युमिनियम से कम आकार के VIR या PVC केबल्स का उपयोग नही किया जा सकता है।

परिपथ विच्छेदक (CB) - लघु परिपथ विच्छेदक (MCB) - मोल्डेड केस परिपथ विच्छेदक (MCCB) (Circuit Breaker (CB) - Miniature Circuit Breaker (MCB)- Moulded Case Circuit Breaker (MCCB))

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **लघु परिपथ विच्छेदक के विभिन्न प्रकार, कार्य सिद्धान्त तथा उनके भागों का वर्णन करना**
- **लघु परिपथ विच्छेदक के लाभ तथा हानि बताना**
- **(ELCB + MCB) संयुक्त परिपथ विच्छेदक के कार्य का वर्णन करना**
- **MCBs के प्रकार और अनुप्रयोग बताना**
- **MCCBs का अनुप्रयोग, लाभ तथा हानि बताना ।**

परिपथ विच्छेदक (Circuit breaker)

परिपथ विच्छेदक एक युक्ति है जो सामान्य स्थितियों के साथ-साथ असामान्य स्थितियों जैसे लघु पथित में परिपथ को बनाने तथा विच्छेदित करने के योग्य होती है।

लघु परिपथ विच्छेदक (MCB) (Miniature Circuit breaker - MCB) :

MCB कुंजी के कार्य के साथ-साथ रक्षण युक्ति का कार्य करते हैं तथा परिणाम स्वरूप उन्हें परिपथ तथा उपकरण नियंत्रण के साथ-साथ रक्षण के लिए भी उपयोग किया जा सकता है।

MCBs के प्रकार (Types of MCB's)

MCB तीन प्रकार के सिद्धान्त पर बनाये जाते हैं

a थर्मल मैगनेटिक (Thermal Magnetic)

b मैगनेटिक हाइड्रोलिक (Magnetic hydraulic) तथा

c असिस्टेड बाइमेटैलिक (Assisted bimetallic)

थर्मल मैगनेटिक MCB (Thermal magnetic MCB)

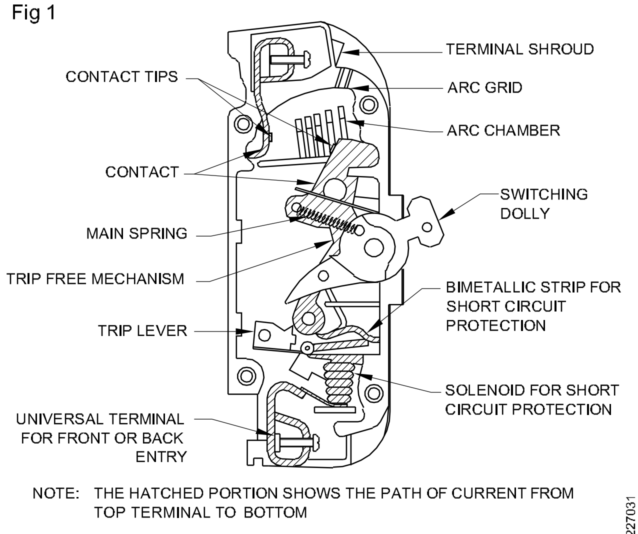
सुरक्षा के लिए फिर से ओवर लोड तथा शर्ट सर्किट है, MCB के पास थर्मल मैग्नेटिक रिलीज यूनिट है। बाइमेटैलिक यूनिट है। बाइमेटैलिक स्ट्रिप के द्वारा ओवरलोड लेने से सुरक्षा होती है। (Fig 1).

विद्युत धारा दो कान्टैक्ट टिप्स प्रत्येक पर एक घुमने वाला तथा दूसरी स्थिर कान्टैक्ट सिल्वर ग्रेफाइट के द्वारा मिलती है ।

एक आर्किंग चैम्बर कंट्रोल के लिए डी आयनीकरण समाविष्ट तथा तुरन्त ही आर्क के प्रतिबन्ध से दो कान्टैक्ट के बीच दूरियाँ आ जाती है । यह मेटल ग्रिड द्वारा रिब्ड खुला बंद जोकि संवातन तथा गैस को छोड़ने के लिए सहमत है ।

सुरक्षा के लिए फिर से ओवर लोड तथा शार्ट सर्किट, MCB के थर्मल चुम्बकीय यूनिट निकल जाते हैं । ओवरलोड बाइमेटैलिक स्ट्रिप के द्वारा रक्षा करता है, शार्ट सर्किट धारा तथा अधिक भार 100 प्रतिशत से सेलोनाइड के द्वारा सुरक्षा करता है ।

Fig 1



THERMAL MAGNETIC TYPE MCB

कार्यप्रणाली (Working)

बाइमेटैलिक स्ट्रिप जब तापमान 130% के बढ़ने से फ्लेक्सिंग होती है तो इसके द्वारा रोटेड धारा घूमती है एक ट्रिप लिवर आर्मेचर से जोकि एक सोलेनाइड की फील्ड से लिया गया । सोलेनाइड की डिजायन आर्मेचर से पूरी स्थिति का 700% ओवरलोड अथवा तुरन्त शार्ट सर्किट धारा को अपनी ओर खींचता है ।

आरम्भ की स्थिति विद्युतनुसार (130% से 400%) थर्मल की गतिविधि के कारण टूटता है । 400 से 700%, संयुक्त थर्मल और चुम्बकीय गतिविधि के कारण ट्रिप होता है और 700% पूर्ण चुम्बकीय 130% ऐक्शन के कारण होता है ।

मैग्नेटिक हाइड्रोलिक MCB (Magnetic hydraulic MCB)

मैग्नेटिक हाइड्रोलिक सर्किट ब्रेकर सोलेनाइड तथा हाइड्रोलिक डैम्पड प्लंजर (Hydraulically damped Plunger) के सिद्धान्त पर कार्य करता है।

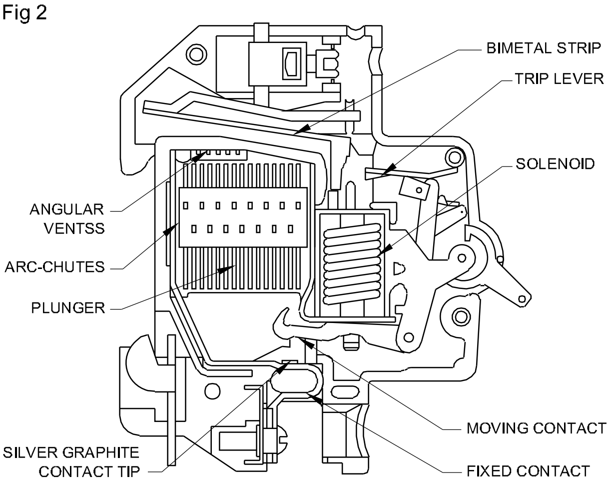
संरचना तथा कार्य (Construction and working)

तापमान की अभिलक्षणिक रेंज 20°C से 60°C होती है। सोलेनाइड MCB सर्किट की श्रेणी क्वाइल है। प्लंजर पोल पीस रिलक्टेन्स के मैग्नेटिक पाथ के आस-पास घूमता है।

आर्मेचर कुमुलिटिव लीडिंग से चुम्बकीय वाहक बल को कम करके फ्लक्स को बढ़ाने की प्रगति करता है ।

तब आर्मेचर यंत्रीकरण से ट्रिप तथा खुले कंट्रोल पर ओवर लोड अथवा शार्ट सर्किट है अचानक ट्रिपिंग होने से धारा बहुत अधिक 7 से 8 टाइम फुल लोड धारा की होगी । मैग्नेटिक हाइड्रोलिक ट्रिपिंग यंत्रीकरण जैसे कि (Fig 2) में दिखाया गया है ।

Fig 2



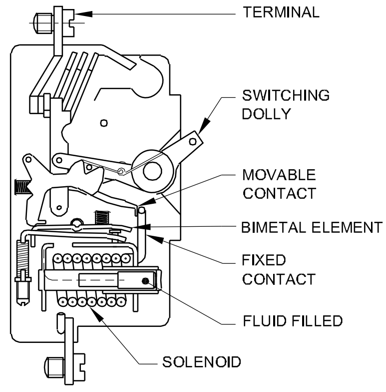
MAGNETIC HYDRAULIC MCB

असिस्टेड बाइमेटल ट्रिपिंग MCB (Assisted Bimetal Tripping MCB) (Fig 3)

संरचना में असिस्टेड बाइमेटैलिक, समय डिले अभिलक्षणिक थर्मलीय आपरेटेड बाइमेटल इलीमेन्ट के द्वारा उपलब्ध कराता है या तो डाइरेक्टली (directly) अथवा इनडाइरेक्टली (Indirectly) गर्म होता है।अचानक शार्ट सर्किट स्थिति में ट्रिपिंग पावरफुल (शक्तिशाली) चुम्बकीय पुल से बाइमेटल को डिफेक्ट पर (Fig 4) में देखें ।

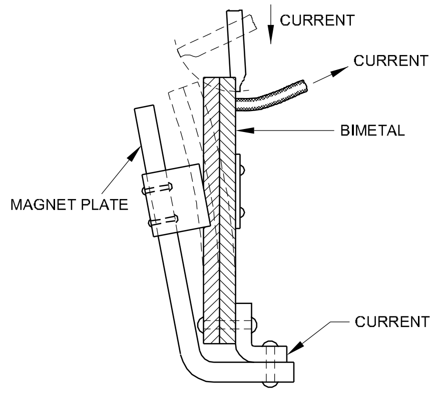
यह तरीका चुम्बकीय श्रेत्र में प्रयोग करते हैं जोकि चालक में धारा बहाव को उत्पन्न करता है । फेरस मैटीरियल के बहुत जरूरी या संतोषजनक भाग के पास, चुम्बकीय क्षेत्र से संबन्धित या संयुक्त धारा बहाव बाइमेट में किनारे की ओर अप्लाई होगा ।

Fig 3



ASSISTED BIMETAL TRIPPING MCB

Fig 4



ASSISTED BIMETAL TRIPPING

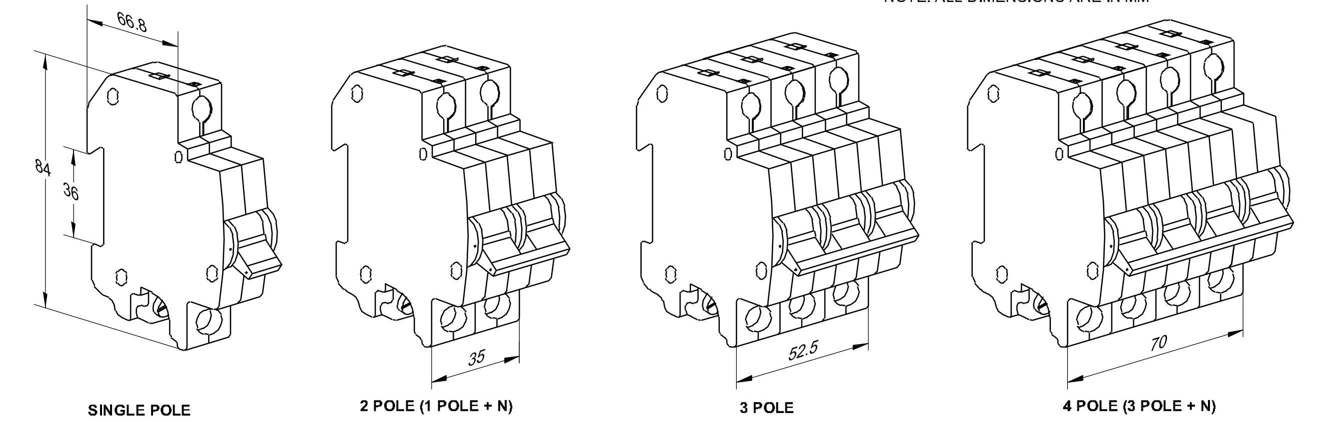
किनारों पर खिंचान की व्यवस्था की दिशा साधारणयता बाइ मेटल में ऊपर नीचे की दिशा में जिसे काफी शक्तिशाली से बाइमेटल मुड़कर सर्किट को ट्रिप कर ब्रेक करेगा (बहुत अधिक भार अथवा शार्ट सर्किट स्थिति)

MCB की डिजाइन तथा रेटिंग (Design and rating of MCB)

MCB साधारणतया 25°C एम्बियेन्ट तापमान (Ambiant temperature) और पोल्स तथा करेन्ट रेटिंग को संयुक्त करने के कई प्रकार हैं। (Fig 5)

Fig 5

NOTE: ALL DIMENSIONS ARE IN MM



DIFFERENT TYPES OF MCB'S

क्र.सं.	पोल की संख्या	धारा
1	सिंगल पोल MCB	0.5 से 60A
2	डबल पोल MCB (2 MCBs के साथ में कॉमन ट्रिप बार)	5 से 60A
3	ट्रिपल पोल MCB	5 से 60A
4	फोर पोल MCB	5 से 60A

आइसोलेटर (Isolators)

एक आइसोलेटर केबल एक कुंजी (स्विच) है, इनका प्रयोग आटोमेटिक ट्रिपिंग (Automatic tripping) के लिए नहीं कर सकते हैं। आइसोलेटर (Isolator) का मतलब या तो क्लोजिंग (Closing) या ब्रेकिंग (Breaking) लोड (भार) पर अथवा शार्ट सर्किट पर नहीं होता है। आइसोलेटर (Isolator) की फिजिकल डाइमेंशन (Physical dimension) MCB की तरह होती है। इसकी रेटिंग तथा कनफिगुरेशन (Configuration) उपलब्ध है-

पोल की संख्या	करेन्ट रेटिंग
सिंगल पोल	30, 60, तथा 100A
सिंगल पोल तथा न्यूट्रल	30, 60, तथा 100A
ट्रिपल पोल	60 तथा 100A
फोर पोल	60 तथा 100A

ELCB + MCB कॉम्बीनेशन सर्किट ब्रेकर (ELCB + MCB combination circuit breaker)

एक दिन कुछ निर्माताओं (उत्पादक) ने ELCB + MCB संयोग या समिश्रण सर्किट ब्रेकर के बारे में बताया जिसका प्रयोग अलग-अलग MCB तथा ELCB (भू क्षरण परिपथ विच्छेदक) के स्थान पर करते हैं । यह समिश्रण केवल कीमत को ही नहीं घटाता है, बल्कि अच्छी सुरक्षा भी लो वोल्टेड तथा मीडियम वोल्टेज विद्युत खतरों के शॉक तथा फायर से सुरक्षा करता है ।

- अधिक धारा (over current)
- शार्ट सर्किट (short circuit)
- भू क्षरण (earth leakage)
- भू दोष (earth fault)

भू क्षरण परिपथ विच्छेदक को अब साधारणतया अवशिष्ट धारा परिपथ विच्छेदक कहते हैं ।

रेटेड लोड धारा RCCB + MCB संयुक्त 6A, 16A, 20A, 25A, 32A तथा 35A है । बाइमेटलट्रिप उसके अनुसार ही कोई ट्रिप 1.3 समय रेटेड धारा के नहीं होगी ।

MCBs का वर्गीकरण (Categories of MCBs)

कुछ निर्माता इनको कॉप निर्माण MCB जो कि विभिन्न वर्गीकृत नार्मो 'L' श्रेणी 'G' श्रेणी तथा DC श्रेणी को पसन्द करते हैं ।

'L' श्रेणी MCB ('L' series MCBs)

'L' श्रेणी MCB परिपथ की सुरक्षा तथा रजिस्टिव भार के लिए होती है । ये सामग्री की सुरक्षा के लिए जैसे गीजर, ओवन तथा साधारण प्रकाश प्रणाली के लिए है ।

'G' श्रेणी MCB ('G' series MCBs)

'G' श्रेणी MCB परिपथ की सुरक्षा तथा इण्डक्टिव लोड के लिए है । 'G' श्रेणी MCB मोटर की सुरक्षा के लिए, ए.सी., हस्टटूल्स, हैलोजन लैम्प आदि की सुरक्षा के लिए है ।

'DC' श्रेणी MCB ('DC' series MCBs)

DC श्रेणी MCB 220 वोल्ट DC वोल्टेज के लिए है । तथा इसकी ब्रेकिंग क्षमता 6 किलो एम्पियर है ।

ट्रिपिंग अभिलक्षणिक 'L' श्रेणी 'G' के समान ही है । ये बहुत बड़ा था व्यापक अनुप्रयोग DC कंट्रोल, लोकोमोटिव, डीजल जनरेटर सेट आदि में होता है ।

MCB के लाभ (Advantages of MCB)

1 ट्रिपिंग अभिलक्षणिक सेटिंग निर्माता पूरी कर सकते हैं तथा ये बदल नहीं सकती ।

2 ये अनवरत ओवर लोड के लिए ट्रिप हेली लेकिन ट्रांजिएन्ट ओवरलोड के लिए नहीं ।

3 खराब परिपथ को जल्दी पहचानना ।

4 सप्लाई जल्दी से जमा करना ।

5 टैम्पर प्रूफ ।

6 गुणक यूनिक उपलब्ध ।

MCB की हानियाँ (Disadvantages)

1 कीमती है (Expensive)

2 अधिक घूमनेवाले भाग मशीन की सहायता से होते हैं ।

3 इसके लिए लगातार टेस्टिंग संतोषजनक ऑपरेशन की जरूरत हैं ।

4 इसकी अभिलक्षणिक एम्बियेन्ट तापमान के द्वारा बनावटी होती है ।

RCCB + MCB संयुक्त परिपथ विच्छेदक के अनुप्रयोग (Application of (RCCB + MCB) combination circuit breakers)

1 सभी आवासिक फिक्सिंग स्विच तथा मुख्य स्विच की जगह ऊर्जामीटर के बाद सुरक्षा की परमिसेस कर सकते हैं ।

2 सभी घरेलू औजार जैसे वाटर हीटर, वाशिंग मशीन, विद्युत आयरन, पम्प सेट आदि

3 सभी संरचना तथा बाहरी विद्युत औजार जैसे लिफ्ट, वाइब्रेटर, पॉलिशिंग मशीन आदि

4 सभी औद्योगिक विवरण तथा सामग्री

5 सभी कृषि-विभाग पम्प

6 आपरेशन थिमेटर तथा विद्युत ऑपरेटेड मेडिकल औजार जैसे एक्स-रे मशीन आदि

7 सभी नियॉन साइन स्थापन में

8 सभी लो तथा मीडियम वोल्टेज विद्युत वितरण में ।

MCBs के तकनीकी विशेष विवरण (Technical specification of MCBs)

रिलेटेड़ वोल्टेज	240/ 415V AC 50Hz
	Up to 220V DC
धारा रोटिंग	0.5, 1, 1.6, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 7.5,
	10, 16, 20, 25, 32, 35, 40 तथा 63A.
पोलों की संख्या	1,2,3
प्रकार	'L', 'G' तथा 'DC' श्रेणी
ब्रेकिंग क्षमता	9kA तक
मैकेनिकल जीवन	1,00, 000 ऑपरेशन
विद्युत जीवन	50,000 ऑपरेशन
ओवरलोड क्षमता	15% over load
हाउसिंग	ग्लास फाइबर रेनफोर्स पॉलीस्टर
फिक्सिंग	स्नैपफिक्सिंग डिन चैनल 35mm से DIN तक
टर्मिनल के प्रकार	$25mm^2$ प्रकार का टर्मिनल बाक्स
	के ऊपर आने वाली तथा जाने वाली

MCB की ब्रेकिंग क्षमता (Definition of Breaking capacity of MCB)

लघु परिपथ ब्रेकिंग क्षमता परिपथ विच्छेदक की धारा से अधिक फाल्ट धारा पर परिपथ विच्छेदक का स्थापन करें । प्रत्याशित फाल्ट धारा अधिकतम फाल्ट धारा है जोकि परिपथ विच्छेदक के द्वारा धारा को काटता है ।

मोल्डेड केस सर्किट ब्रेकर (MCCB) (Moulded Case Circuit Breakers (MCCB))

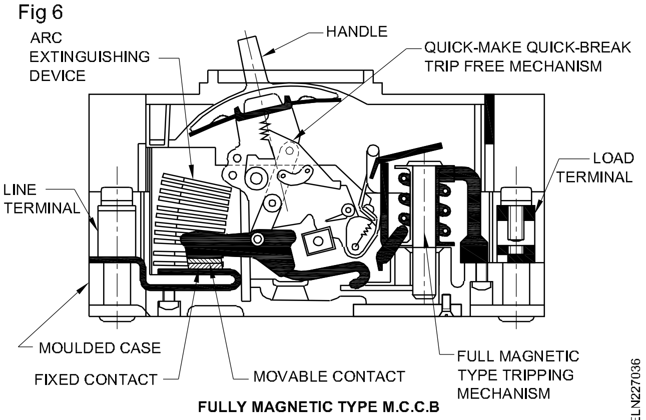
मोल्डेड केस परिपथ विच्छेदक थर्मोमैग्नेटिक प्रकार की MCB के समान ही है ये अधिक रेटिंग 100 से 800 एम्पियर पर 500 वोल्ट तीन फेस के लिए होते हैं इसको छोड़कर बाकी समान ही है ।

MCCB में, थर्मल तथा मैग्नेटिक रिलीज समंजनीय होती है । एक शंट रिलीज भी रिमोट ट्रिपिंग के लिए निगमित होती है तथा MCCB की इंटरलाकिंग भी होती है । MCCB अण्डर वोल्टेज रिलीज के लिए उपलब्ध हैं । ये दो प्रकार की MCCB होती हैं ।

1 थर्मल मैग्नेटिक प्रकार (Thermal magnetic type)

2 फुली मैग्नेटिक प्रकार (Fully magnetic type) (Fig 6).

Fig 6



FULLY MAGNETIC TYPE M.C.C.B

MCCB के लाभ (Advantages of MCCB)

1 MCCB फ्यूज स्विच यूनिट अथवा स्विच फ्यूजयूनिक की तुलना में कम स्थान घेरता है ।

2 MCCB अधिक फाल्ट जैसे स्विच गीयर HRC फ्यूजों में बराबर सुरक्षा प्रदान करता है ।

हानियाँ (Disadvantages)

1 MCCB बहुत महंगा है ।

2 किसी प्रकार की रीसाव की स्थिति नहीं होनी चाहिए ।

3 इन्स्यूलेशन प्रतिरोध के प्रति स्पन्दनशीलता निम्न होनी चाहिए ।

ELCB - प्रकार - कार्य सिद्वान्त - विनिर्देश (ELCB - types - working principle - specification)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **अर्थ लीकेज सर्किट ब्रेकर (ELCB) का कार्य सिद्वान्त विभिन्न प्रकार तथा सरचना स्पष्ट करना**
- **ELCB के टेक्निकल विनिर्देश स्पष्ट करना ।**

भूमिका (Introduction)

बिजली धारा के मानव शरीर के माध्यम से भू तक प्रवाहित होने से बिजली धक्के की सनसनी पैदा होती है। जब एक व्यक्ति वैद्युत रूप से विद्युन्मय वस्तुओं जैसे वाटर हीटरों, वाशिंग-मशीनों, बिजली इस्तरी आदि के संपर्क में आता है तो इस धारा द्वारा उत्पन्न क्षतियों की मात्रा इसके परिमाण और अवधि पर आधारित होती है।

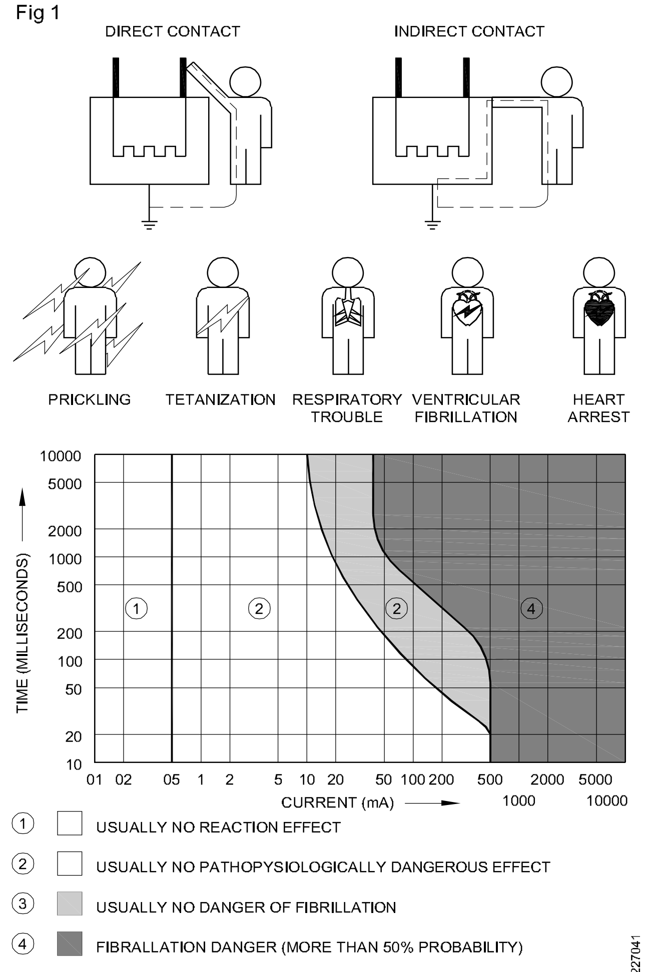
इस प्रकार की धारा को क्षरण धारा कहते हैं जो मिली एम्पियर में आती है। ये क्षरण धाराएं परिमाण में बहुत छोटी होती हैं और फ़्यूजों/ एमसीबी की पकड़ में नहीं आती और बिजली के कारण आग का मुख्य कारण हैं।

क्षरण धारा के भू में चले जाने से भी ऊर्जा की क्षति होती और बिजली के लिए ज्यादा बिल आता है जो वास्तव में इस्तेमाल नहीं की गई है।

अवशिष्ट धारा प्रचालित (residual current operated) परिपथ वियोजक अंतर्राष्ट्रीय तौर पर स्वीकृत साधन है जो भू-क्षरण धारा के कारण पैदा आग और बिजली धक्कों से अधिकतम रक्षण देते हैं और विद्युत ऊर्जा की क्षति को भी बचाते हैं। इन अवशिष्ट धारा परिपथ वियोजकों (RCCB) को साधारणतः भू-क्षरण परिपथ वियोजक (ELCB) भी कहते हैं। (Fig 1) में मानव काय पर बिजली धारा के प्रभाव को विभिन्न स्तरों में आरेख में निरूपित किया गया है।

मूलतः ELCBs के दो प्रकार हैं यानी वोल्टता प्रचालित ELCBs और धारा प्रचालित ELCBs।

Fig 1

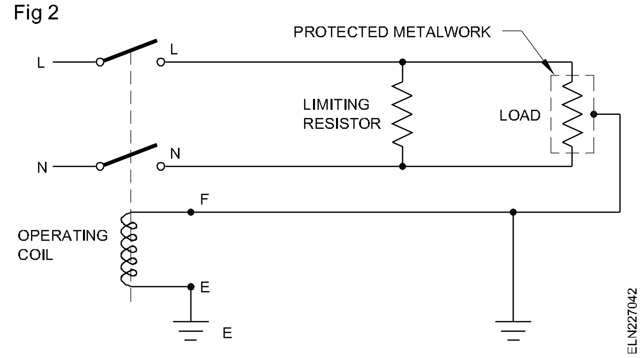


EFFECT OF ELECTRIC CURRENT ON HUMAN BODY

वोल्टता प्रचालित ELCB (Voltage operated ELCB)

इस युक्ति का प्रयोग परिपथ के संयोजन और विच्छेंदन के लिए किया जाता है। जब प्रतिष्ठापन से रक्षित धातु कार्य और भू के सामान्य द्रव्यमान के बीच विभव अंतर 24V से बढ़ता है तो यह स्वतः विमोचित या वियोजित हो जाता है। इस वोल्टता संकेत से रिले प्रचालित हो जाएगी। (Fig 2)

Fig 2



वोल्टता प्रचालित ELCBs इस्तेमाल किये जाते हैं जहां प्रत्यक्ष भू-संपर्कन द्वारा IEE वायरिंग नियमों की अपेक्षाओं को पूरा करना व्यवहार्य नहीं है जहां अतिरिक्त रक्षण वांछनीय है।

धारा प्रचालित ELCB (Current operated ELCB)

इस युक्ति का प्रयोग परिपथ के संयोजन और विच्छेदन के लिए और एक परिपथ के स्वतः विच्छेदन के लिए किया जाता है जब परिपथ वियोजक द्वारा नियंत्रित परिपथ को प्रदाय करने वाले चालकों में धारा का वेक्टर योग शून्य से एक पूर्वनिर्धारित मात्रा द्वारा भिन्न होता है। धारा प्रचालित ELCB प्रचालन में बहुत ज्यादा विश्वसनीय और स्थापन और अनुरक्षण में आसानी होती है।

ELCB की धारा रचना (Construction of current operated ELCB)

इसमें उच्च चुंबकशील चुंबकीय सामग्री का बना एक टाराइड रिंग होता है। इसमें दो प्राथमिक कुंडलन होते हैं, प्रत्येक फ़ेज़ और प्रतिष्ठापन के

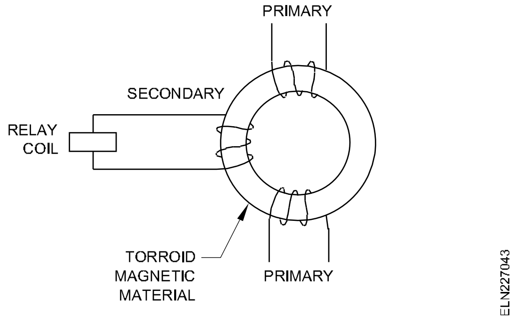
न्यूट्रल में से प्रवाहित धारा का वहन करता है। द्वितीयक कुंडलन एक अत्यन्त उच्च संवेदी इलैक्ट्रान चुंबकीय विमोचन रिले में जोड़ा जाता है जो विमोचन यंत्रावली को प्रचालित करती है।

कार्य सिद्धांत (Working principle)

अवशिष्ट धारा युक्ति (RCD) एक परिपथ वियोजक है जो फ़ेज़ में धारा और न्यूट्रल में लगतार तुलना करता है। दोनों के बीच अंतर को अवशिष्ट धारा कहते हैं जो भू को प्रवाहित हो रही है।

अवशिष्ट धारा युक्ति का प्रयोजन अवशिष्ट धारा को मानीटर करना और वर्तमान तल से बढ़ने पर परिपथ को बंद करना है। (Fig 3)

Fig 3



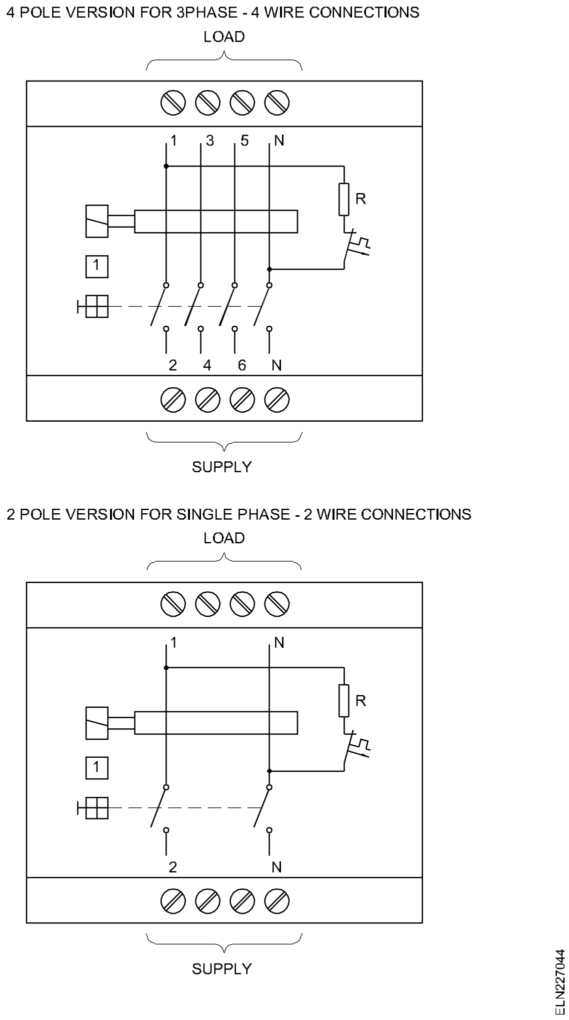
मेन संपर्कों को स्प्रिंग दाब के बिरुद्ध बंद किया जाता है जो उन्हें खोलने के लिए ऊर्जा देता है जब युक्ति विमोचित होती है। फ़ेज़ और न्यूट्रल धारा चुंबकीय परिपथ पर विपरीत दिशा में कुंडलित समान कुंडलियों में से गुज़रती है ताकि अवशिष्ट धारा न होने पर प्रत्येक कुंडली एम्पियर वर्तनों की समान लेकिन विरोधी संख्या उपलब्ध कराए। विरोधी एम्पियर वर्तन रद्द हो जाएंगे और चुंबकीय परिपथ में चुंबकीय फ़्लक्स स्थापित नहीं होगा।

एक ठीक परिपथ में फ़ेज़ों में धारा का योग न्यूट्रल में धारा के योग के समान होता है और सब धारा का वेक्टर योग शून्य के बराबर होगा। यदि परिपथ में कोई विद्युतरोध दोष हो तब क्षरण धारा भू को प्रवाहित होती है। यह अवशिष्ट धारा फ़ेज़ कुंडली के माध्यम से परिपथ को जाती है लेकिन भू-पथ के माध्यम से लौटती है और न्यूट्रल कुंडली से बचती है जो इस प्रकार कम धारा वहन करेगी।

अतः फ़ेज़ एम्पियर वर्तन न्यूट्रल एम्पियर वर्तनों से बढ़ते हैं और क्रोड में एक प्रत्यावर्ती चुंबकीय फ़्लक्स पैदा होता है। उसी चुंबकीय परिपथ पर कुंडलित द्वितीयक कुंडली के साथ फ़्लक्स जुड़ता है और इसमें एक emf प्रेरित करता है। इस emf का मान अवशिष्ट धारा पर निर्भर होता है, अतः यह एक धारा को विमोचन प्रणाली तक संचालित करती है जो उनके और न्यूट्रल धारा के अंतर पर आधारित होता है।

जब विमोचन धारा एक पूर्व निर्धारित तल तक पहुंच जाती है तो परिपथ वियोजक विमोचित होता है और मेन संपर्कों को खोलता है और इस प्रकार परिपथ को अंतरायित करता है। एक 4 ध्रुव अवशिष्ट धारा वियोजक एक 3 फ़ेज़ चार तार प्रणाली लोड परिपथ में योजित हुआ दिखाती है । (Fig 4)

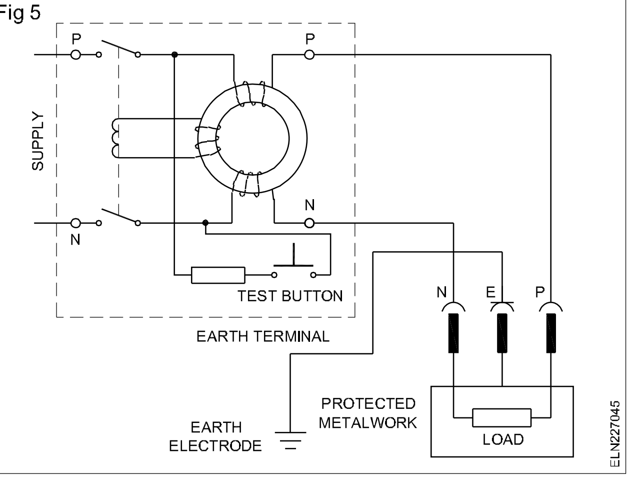
Fig 4



टेस्ट स्विच (Test Switch)

टेस्ट स्विच BS 842 की एक ज़रूरत है (Fig 5)। ELCB के कार्य को चैक करने के लिए इसका प्रयोग किया जाता है। जब टेस्ट बटन दबाया जाता है तो यह अतिरिक्त धारा न्यूट्रल कुंडली के माध्यम से परिसंचारित करता है जो धारा सीमाकारी प्रतिरोधक R के मान द्वारा निर्धारित किया जाता है। इसके फलस्वरूप फ़ेज़ और न्यूट्रल कुंडलियों के माध्यम से प्रवाहित धारा में अन्तर विद्यमान होता है और इसलिए ELCB विमोचित होता है।

Fig 5



तकनीकी विनिर्देश (Technical specification)

ELCB के धारा निर्धार है 25A, 40A, 63A

ध्रुवों की सं. - 2 और 4

नापीय वोल्टता - 240/415V 50Hz.

स्पन्दनशीलता (Sensitivities) : ELCB 30 mA, 100 mA, और 300 mA की क्षरण धाराओं पर विमोचन के लिए अभिकल्पित होते हैं।

वैद्युत जीवन (Electrical life) : 100,00 प्रचालनों से अधिक

यांत्रिक जीवन (Mechanical life) : 20000 से 100000 प्रचालन

विमोचन समय - < 30 ms

समय विलंबित RCCB (Time delayed RCCB)

कई मामलों में स्थापन में एक से अधिक RCCB इस्तेमाल किए जाते हैं। उदाहरणार्थ एक पूर्ण स्थापन 100 mA पर निर्धारित एक RCCB द्वारा रक्षित किया जा सकता हैं जबकि उपस्कर के लिए अभीष्ठ साकेट 30 mA युक्ति पर रक्षित की जा सकती है।

तब दो युक्तियों का विवेचन महत्वपूर्ण बन जाता है। उदाहरणार्थ 250mA की भूदोष धारा देने वाले उपस्कर में भूदोष उत्पन्न होता है। चूंकि दोष धारा दोनों युक्तियों की प्रचालन धारा की तुलना में उच्चतर होती है, दोनों विमोचित होंगी।

इसका यह अर्थ नहीं कि छोटी प्रचालन धारा वाली युक्ति पहले विमोचित होगी। यह दोनों युक्तियों में विवेचन का अभाव होता है। उचित विवेचन सुनिश्चित करने के लिए ,बड़ी प्रचालन धारा वाली युक्ति के प्रचालन मे विवेचित समय विलंब अन्तनिर्मित होता है। इसे समय विलंबित RCCB कहते हैं। (Fig 6).

भू दोष लूप प्रतिबाधा (Earth fault loop impedance)

एक उपस्कर से भू -इलैक्ट्रोड को भू-तार को भू-लूप कहते हैं। अर्थ फाल्ट एम्पेन्डेन्स (Z_E) फाल्ट करन्ट पाथ का एम्पेन्डेन्स है । यह निश्चित तौर पर उतना कम होना चाहिए कि ELCB जैसी उत्पादक युक्तियाँ एक सुनिश्चित समयावधि के अन्दर प्रचालित हो ।

किसी भी स्थिति में Ohms में अर्थ फाल्ट लूप का इम्पन्डेन्स का गुणात्मक मान और ELCB का एम्पेयर में रेटेड ट्रिपिंग करन्ट (I_t) को 50V से अधिक नहीं होना चाहिए।

$Z_E \times I_t < 50V$.

Fig 6

a) 2-POLE ELCB

b) 4-POLE ELCB

ELN227046

फ्यूज (Fuses)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **परिपथ में फ्यूज के प्रयोजन को स्पष्ट करना**
- **विभिन्न प्रकार के फ्यूजों और उनके उपयोगों का वर्गीकरण करना।**

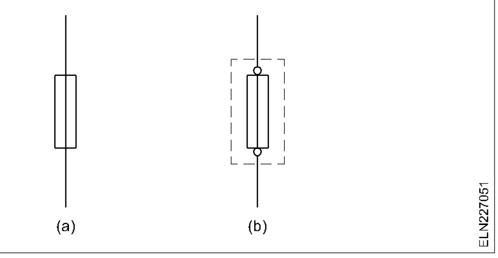
फ्यूजों का प्रयोजन (Purpose of fuses): अतिरिक्त धारा से परिपथ की रक्षा करने के लिये फ्यूज एक सुरक्षा युक्ति है। अतिरिक्त धारा होने पर फ्यूज घटक पिघल जाने से परिपथ खुल जाता है और क्षति होने से रक्षा हो जाती है।

प्रतीक (Symbols): यह अलेखी प्रतीक होते है जिन्हें विद्युत तकनीकि आरेखों में वैद्युत फ्यूज को प्रदर्शित करने के लिये प्रयुक्त किया जाता है।

- फ्यूज के सामान्य प्रतीक (Fig 1a)

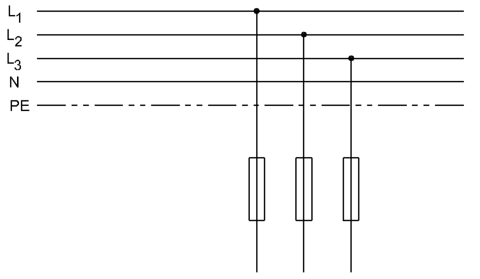
• टर्मिनल युक्त फ्यूज और रक्षक आवासन (Fig 1b)

Fig 1



फ्यूज को बदलना (Placement of fuses) : वैद्युत अधिष्ठापन में फ्यूज सदैव विद्युन्नमय तारों (L1, L2, L3 द्वारा Fig 2 के अनुसार) से सम्बन्धित किये जाते है पर उदासीन N अथवा रक्षक भूमि रेखा PE से कभी नही किये जाते।

Fig 2



परिभाषीक शब्द (Terminology)

फ्यूज घटक (Fuses element) : फ्यूज का वह भाग जिसकी अभिकल्पना परिपथ को पिघलाने और खोलने के लिये की जाती है।

फ्यूज वाहक (Fuses - carrier) : निकाले जा सकने वाला भाग जिसमें फ्यूज घटक होता है ।

फ्यूज आधार (Fuse base) : टर्मिनल युक्त फ्यूज का स्थिर भाग जो परिपथ से सम्बन्धित करने के लिये होता है और फ्यूज वाहक को ग्रहण करने के लिये होता है।

धारा निर्धारण (Current rating) : अधिकतम सुरक्षित धारा जो बिना ऊष्मित किये निरन्तर प्रवाहित हो सकती है।

फ्यूजिंग धारा (Fucing current) : धारा जिससे फ्यूज घटक पिघल जाता है।

क्रियान्त गुणक (Cut - off factor) : दोष होने पर फ्यूज द्वारा परिपथ को विक्षेदित करने में लिया गया समय (काल)।

फ्यूजिंग गुणक (Fusing factor) : अल्पतम फ्यूजिंग धारा और धारा निर्धारण का अनुपात

$$\text{फ्यूजिंग घटक} = \frac{\text{अल्पतम फ्यूजिंग धारा}}{\text{निर्धारित धारा}}$$

पुनः तारण योग्य फ्यूज का फ्यूजिंग गुणक 1.4 से 1.7 तक परिवर्तित होता है। जो 2.0 तक हो सकता है। लेकिन एक HRC फ्यूज के लिये यह 1.1 होता है।

परन्तु अतिधारा सें बचाव के लिए चयनित फयूज़ का फयूजिग कारक 1.4 से अधिकनही होना चाहिए ।

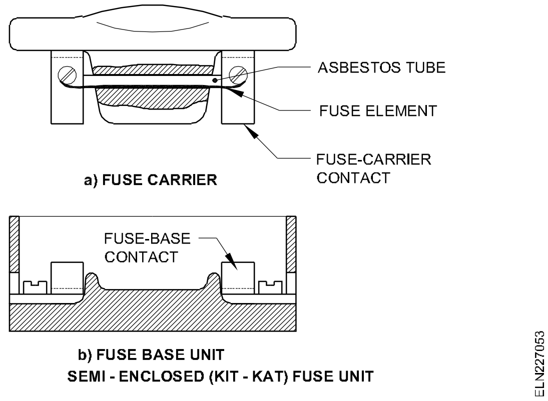
घरेलू तारस्थापन में प्रयुक्त फ्यूजों के प्रकार (Types of fuses used in domestic wiring) :

• पुनः तारण योग्य प्रकार (200A तक)

• कारतूस प्रकार (1250A तक)

पुनः तारण प्रकार का फ्यूज (Rewirable type fuse) : (Fig 3) : इस प्रकार के फ्यूज में फ्यूज घटक एक तार से बना होता है। जो आवष्यकता पडने पर प्रतिस्थापित किया जा सकता है। यह फ्यूज रचना में सरल और प्रारम्भिक मूल्य तथा नवीनीकरण मूल्य अति लघु होता है।

Fig 3



इस प्र कार में प्रयुक्त फ्यूज घटक टिन किया गया तांबें सीसा और टिन एलाय तार का होता टेबल 1 में दिये गये है।

धारा निर्धारण की दो गुनी धारा प्रवाहित होने के लगभग दो मिनट पश्चात फ्यूज घटक पिघल जायेगा। लेकिन पुनः तारण योग्य फ्यूज में क्रियान्त गुणक निम्न के कारण परिवर्तित होता है :

• वाहक की रचना (फ्यूज वाहक/ आधार की अभिकल्पना)

• विधि जिससे फ्यूज तार अवस्थिति किया गया है

• समय अन्तराल फ्यूज सेवा करता रहा है।

• परिवेशी ताप

• धारा की मात्रा इत्यादि

अधिक धारा के लिये यथा सम्भव एक धारक में समान्तर में छोटे फ्यूज तारों का प्रयोग करना चाहिये। व्यक्तिगत लडियों का निर्धारण योग की तुलना में वास्तविक निर्धारण कम हो जाता है। 0.7 से 0.8 का एक समान्तरण गुणक का उपयोग व्यक्ति लडियों के निर्धारण योग्य से गुणा कर वास्तविक धारा निर्धारण प्राप्त किया जाता है।

उदाहरण (Example) : 35 SWG. ताबां तार का फ्यूज निर्धारण 5 amp और समान्तर में तीन लडियों का कुंल निर्धारण लगभग 5 x 3 x 0.8 = 12 amp होगा। जब 0.8 को समान्तरण गुणन की भांति लिया जाता है।

टेबल 1

Current rating for	Approximate fusing current Amp	Tinned copper wire		Aluminium wire dia. in mm
		S.W.G.	Diameter in mm	
1.5	3	40	.12192	--
2.5	4	39	.13208	–
3.0	5	38	.1524	.195
4.0	6	37	.17272	–
5.0	8	35	.21336	–
5.5	9	34	.23368	–
6.0	10	33	.254	.307
7.0	11	32	.27432	–
8.0	12	31	.29464	–
8.5	13	30	.31496	–
9.5	15	–	—	.400
10.0	16	29	.34544	–
12.0	18	28	.37592	–
13.0	20	–	—	.475
13.5	25	–	—	.560
14.0	28	26	.4572	–
15.0	30	25	.508	.630
17.0	33	24	.5588	–
18.0	35	–	—	.710
20.0	38	23	.6096	--
21.0	40	–	—	–
22.0	45	–	—	.750
24.0	48	22	.7112	.850
25.0	50	–	—	.90
29.0	58	21	.8128	–
30.0	60	–	—	1.00
34.0	70	20	.9144	1.22
37.5	80	–	—	1.25
38.0	81	19	1.016	--
40.0	90	–	—	1.32
43.0	98	–	1.1176	–
43.5	100	–	—	1.40
45.0	106	18	1.2192	–
55.0	120	–	—	1.60
62.0	130	–	—	1.70
65.0	135	17	1.4224	–
66.0	140	–	—	1.80
69.0	150	–	—	1.85
73.0	166	16	1.6256	–
75.0	175	–	---	2.06
78.0	197	15	1.8288	–
80.0	200	–	—	2.24
102.0	230	14	2.032	–
130.0	295	13	2.3368	–

पुनः तारण प्रकार से हानियाँ (Disadvantages of rewirable type fuse) :

- ऊष्मन के कारण आक्सीकरण द्वारा फ्यूज घटक का क्षय
- विवेचन कमी
- परिवेशी ताप परिवर्तन से प्रभावी
- सामान्य भार अन्तर्गत ह्रास के कारण असामयिक भंजन
- लघु चाल प्रचालन (अधम क्रियान्त गुणक)
- जलने पर वाह्य चमक अथवा चाप
- अधम विदारण क्षमता (लघु पथित परिपथ होने पर)
- मनुष्य त्रुटि से दोषपूर्ण निर्धारण सम्भव

16a निर्धारण तक के पुनः तारण फ्यूज का प्रयोग उन स्थलों पर नही करना चाहिये जहां पथन स्तर 2KA से अधिक होता है तथा उन उच्च निर्धारण स्थलों पर जहां S.C. स्तर 4KA से अधिक होता है। (IS -2086-963)

कारतूस फ्यूज (Cartridge fuses): पुनः तारण योग्य फ्यूज के अवगुणों को विजित करने के लिये कारतूस फ्यूज विकसित किये गये है। उच्च ताप विस्तारित उपयोग और आक्सीकरण से पुनः तारण फ्यूज क्षतित हो जाते है और सामन्य धारा प्रवाह से भी अपूर्ती वाधित कर देते है चूंकि कारतूस फ्यूज घटक एक वायु समुन्द्रित कक्ष में परिवृत होते है उनमें क्षय नही होता। साथ ही कारतूस फ्यूज निर्धारण उसके चिन्ह से यथार्थता पूर्वक ज्ञात नही हो सकता । लेकिन कारतूस फ्यूज का प्रतिस्थापन मूल्य पुनः तारण फ्यूज की तुलना में अधिक है।

कारतूस फ्यूज का वर्गीकरण निम्न से हो सकता है :

- लघु विदारण क्षमता (जैसे 50KA विदारण क्षमता तक)
- उच्च विदारण क्षमता (जैसे 80KA से अधिक विदारण क्षमता)

एक फ्यूज की विदारण क्षमता दोषित परिपथ को बिना अधिक चापन अथवा स्वयं को क्षतित किये हुये खोल देने की योग्यता होती है। घरेलू अधिष्ठापनों के लिये लघु विदारण क्षमता के फ्यूज प्रयुक्त होते है। जब कि उच्च शक्ति कारखाना उच्च शक्ति स्रोतों से सम्बन्धित अधिष्ठापनों के लिये उच्च विदारण क्षमता (HRC फ्यूज) प्रयुक्त होते है ।

लघु विदारण क्षमता कारतूस फ्यूज को निम्न में विभाजित किया जा सकता है :

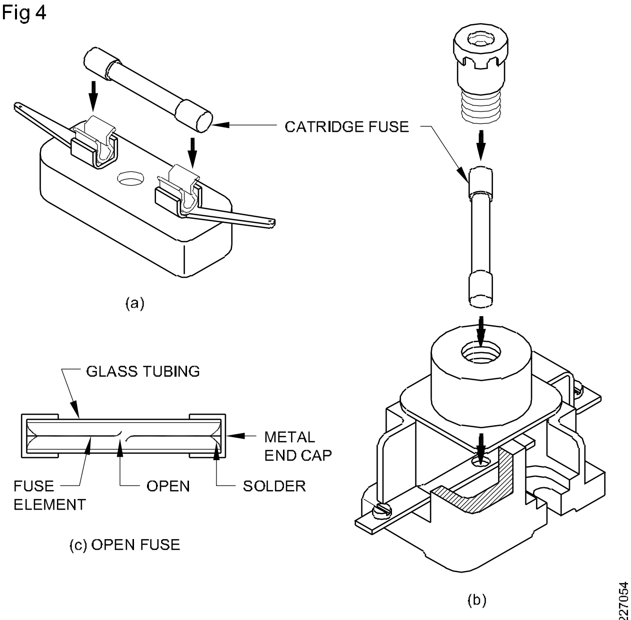
- फेरूल सम्पर्क कारतूस फ्यूज (Fig 4)
- डाइज्ड पेंच प्रकार कारतूस फ्यूज (Fig 5)

फेरूल सम्पर्क कारतूस फ्यूज (Ferrule - contact cartridge fuses): Fig 4 में प्रदर्शित इस प्रकार के फ्यूज का प्रयोग वैद्युत और इलेक्ट्रानिक परिपथों के रक्षण में होता है। यह 25, 50, 100, 200, 250, 500m amps और 125, 1,2,6,10,16 और 32 एम्पियर क्षमता में भी उपलब्ध है।

सामान्य रूप से धारा निर्धारण कैप के एक ओर लिखी रहती है और प्रतिस्थापन के समय इसकी क्षमता का फ्यूज प्रयुक्त करना चाहिये। इसकी काय कांच की होती है और फ्यूज तार दो धातीय कैप्स के बीच जुडा रहता है।

यह फ्यूज Fig 4a के अनुसार फ्यूज साकेट में लगाया जा सकता है अथवा इसको पेंच द्वारा एक फ्यूज आधार में Fig 4b में प्रदर्शित प्रकार के फ्यूज धारक में अवस्थिति किया जा सकता है।

Fig 4



FERRULE - CONTACT CATRIDGE FUSE UNIT

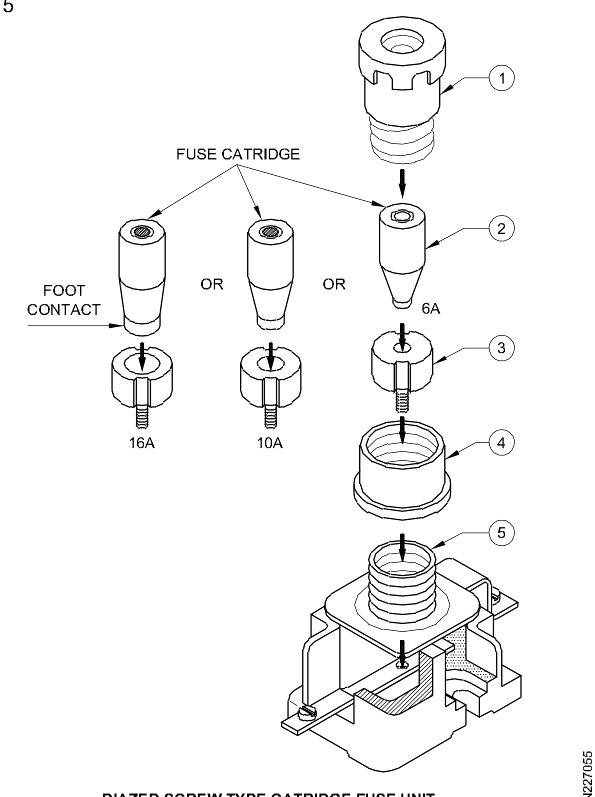
डाइज्ड पेंच प्रकार कारतूस फ्यूज (Diazed screw - type cartridge fuses): इसे Fig 5 में प्रदर्शित किया गया है यह भी पुनः तारण प्रकार का नही है। अनेक देशों में इस प्रकार के फ्यूज को घरेलू और औद्योगिक वैद्युत अधिष्ठापनों में सामान्यतः प्रयुक्त करते है Fig 5 के अनुसार यह निम्न भागों से निर्मित होता है।

- पेंच कैप अथवा फ्यूज कारतूस धारक (1)
- फ्यूज कारतूस (2)
- बंधक पेंच अथवा सम्पर्क पेंच (3)
- प्लास्टिक अथवा सिरेमिक रक्षक अंगूठी (4)
- फ्यूज आधार अथवा फ्यूज साकेट (5)

विद्युत धारा 2-4-6-10-16-20-25-35-50 और 63 apm निर्धारित मान के लिये फ्यूज कारतूस उपलब्ध है। अधिक धारा निर्धारण वाले कारतूस फ्यूज को लगा देने से बचाने के लिये इन फ्यूज कारतूसों के पद सम्पर्क प्रत्येक निर्धारित धारा के लिये विभिन्न व्यास के होते है। पद सम्पर्क का व्यास उतना ही लघु होगा जितनी लघु धारा है। चूकि प्रत्येक प्रकार के कारतूस के लिये एक पृथक बंधक पेंच होता है इसको प्रवेशित कर सकना सम्भव नही होता है जैसे एक 35 Amp फ्यूज का कारतूस 25 Apm फ्यूज कारतूस के बंधक पेंच में नही जा सकता।

एक उपर्युक्त फ्यूज कारतूस के आन्तिरिक भाग को Fig 6 में दिखाया गया है। इसमें कारतूस के सिरेमिक काय को उसके पद और शीर्ष सम्पर्कों के साथ

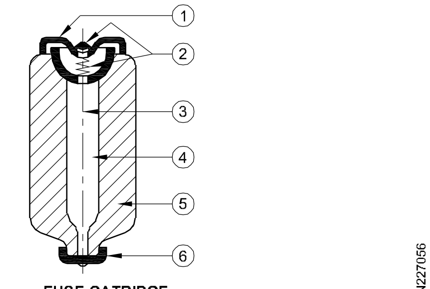
Fig 5



DIAZED SCREW TYPE CATRIDGE FUSE UNIT

दिखाया गया है। दो सम्पर्क एक फ्यूज तार से जुडे है जो बालू में अन्तः स्थापित है। प्रत्येक कारतूस में एक भंजन संकेत होता है जो फ्यूज के जल जाने पर कारतूस से निष्कासित होगा। Fig 6 में प्रदर्शित कारतूस के भाग है।

Fig 6



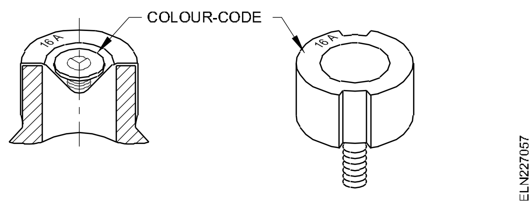
FUSE CATRIDGE

फ्यूज कार्टिज के प्रभाग नीचे प्रकार है :

- शीर्ष सम्पर्क (head contact) (1)
- भंजन संकेतक (break indicator) (2)
- फ्यूज तार (fuse wire) (3)
- बालू भरण (sand filling) (4)
- सिरेमिक फ्यूज काय (ceramic fuse body) (5)
- पद सम्पर्क (foot contact) (6).

फ्यूज कारतूस और उनके सगत लगने वाले पेंचों के सुगम अभिनिर्धारण के लिये उनको विभिन्न रंगों से Fig 7 में प्रदर्शित स्थानों से चिन्हित किया जाता है प्रत्येक धारा निर्धारण के लिये एक भिन्न रंग का प्रयोग होता है।

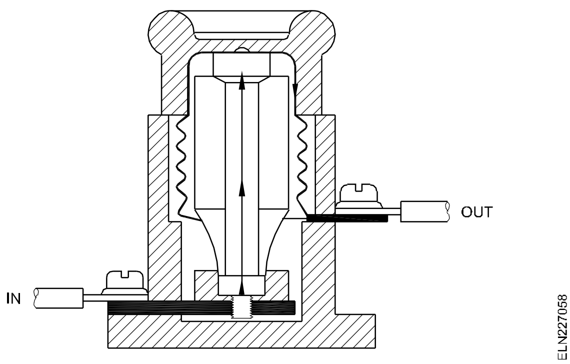
Fig 7



गुलाबी	- 2 amperes	नीला	- 20 amperes
भूरा	- 4 amperes	पीला	- 25 amperes
हरा	- 6 amperes	काला	- 32 amperes
लाल	- 10 amperes	श्वेत	- 50 amperes
ग्रे	- 16 amperes	ताबां	- 63 amperes

Fig 8 में फ्यूज आधार और फ्यूज से विद्युत धारा प्रवाह दर्शाया गया है। किसी विद्युन्मय लाइन के दुर्घटनावश स्पर्श हो जाने पर आपूर्ति को उस टर्मिनल से जोडना चाहिये जो आधार की तली पर आबद्ध पेंच से सम्बन्धित है

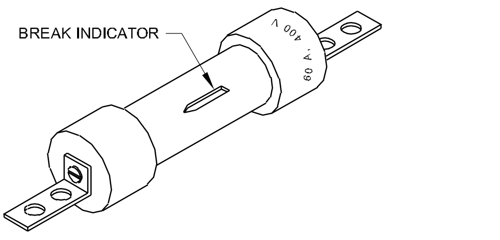
Fig 8



डायज्ड प्रकार के फ्यूज दो श्रेणियों में उपलब्ध है। a) त्वरित अनुक्रिया प्रकार b) विलम्बित क्रिया प्रकार/ त्वरित अनुक्रिया प्रकार परिपथों और सामान्य भारों को तप्त करने और विलम्बित क्रिया प्रकार के मोटर परिपथों और उच्च प्रेरक परिपथों के लिये प्रयुक्त होते है।

उच्च विदारण क्षमतावाले फ्यूज (High rupturing capacity fuses) (Fig 9) : यह आकृति में बेलनाकार होते है और सिरेमिक काय से निर्मित होते है और चापन तथा किसी अग्नि संकट को शीघ्रता से बुझा देने के लिये रासायनिक उपचारित भरण पाउडर अथवा सिलिका से भरे रहते है।

Fig 9



सामान्यतः एक चांदी एलाय फ्यूजिग पदार्थ की भांति प्रयुक्त होता है और जब अत्यधिक धारा के कारण यह पिघलता है तो आस पास की बालू / पाउडर से मिश्रित होकर चाप चिन्गारी अथवा गैस बनाये बिना छोटे गोले बनते है। HRC फ्यूज एक लघु पथित परिपथ को 0.013 सेकेन्ड में खोल सकते है। इसमें एक संकेतक फ्यूज जल जाने का संकेत करने को होता है। फ्यूज की विदारण क्षमता की निम्न सूत्र से गणना की जा सकती है।

$$\text{MVA में विदारण क्षमता} = \frac{\text{एम्पियर में दोषित धारा} \times \text{परिपथ वोल्टता}}{10^6}$$

चूंकि HRC फ्यूज अति उच्च दोषित धाराओं वाले परिपथों को खोल देने के योग्य होते है इनके उपयोग को उच्च शक्ति परिपथों में वरीयता दी जाती है। यद्यपि प्रतिस्थापन मूल्य अधिक होता है।

HRC और पुनः तारण फ्यूजों की तुलना

प्रकार्य	पुनः तारण योग्य	HRC फ्यूज
विदारण	200A अथवा 600V से अधिक अथवा जहां S.C. दोष की 5MVA से अधिक सम्भावना होती है वहां इनकी अनुशंसा नही की जाती।	सामान्य प्रकार केक्षमता फ्यूज 2500KVA तक के दोषित भारों को सम्भाल सकता है । कुछ विशेष अनुप्रयोगों के लिये 50MVA तक के फ्यूज उपलब्ध है।
विदारण चाल (क्रियान्त गुणक)	निर्धारण और क्रियान्त पूर्ण रूप से विश्वास योग्य नही है।	अति त्वरित सामान्यतः AC आपूर्ती धारा प्रथम अर्धचक्र में बन्द हो जाती है।
भेद	अधम	यथार्थ
प्रचालन	उच्च दोष इस परिस्थितियों में सुरक्षा	वाह्य ज्वाला रहित में फ्लैश का संकट
अवह्रास	आक्सीकरण फलस्वरूप अनुमापन से परिच्छेद क्षेत्र में कमी होती है जिससे प्रतिरोध में वृध्दि होती है जो अति ऊष्मन और पूर्व विदारण उत्पन्न होता है।	कोई अक्सीकरण नही क्योंकि घटक पूर्ण रूप से समुन्द्रित रहता है ।
फ्यूजिंग	ताबां तार 20A 1.7 तक गुणक	1.1 तक लघु और 20a 2.0 से अधिक

रिले - प्रकार - चिह्न (Relays - types - symbols)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **रिले को परिभाषित और वर्गीकृत करना**
- **प्रचालन बल तथा कार्य के अनुसार रिले को वर्गीकृत करना**
- **संपर्क तथा ध्रुवों को निर्दिष्ट करने के लिए प्रयुक्त सामान्य कोड को बताना**
- **रिले को निर्दिष्ट करना**
- **एक AC रिले में छायांकित कुण्डल के कार्य का वर्णन करना**
- **रिले के विफल होने के कारणों को बताना**
- **I.S.2032 (भाग XXVII) के अनुसार रिले में प्रयुक्त चिह्नों को पहचानना ।**

रिले (Relay): रिले एक युक्ति है जो मुख्य परिपथ में पूर्व ज्ञात स्थिति में सहायक परिपथ को खोलती तथा बंद करती है।

रिले, इलेक्ट्रानिक, विद्युतीय इंजीनिरिंग तथा अन्य अनेक क्षेत्रो में अत्याधिक रूप से उपयोग किया जाता है।

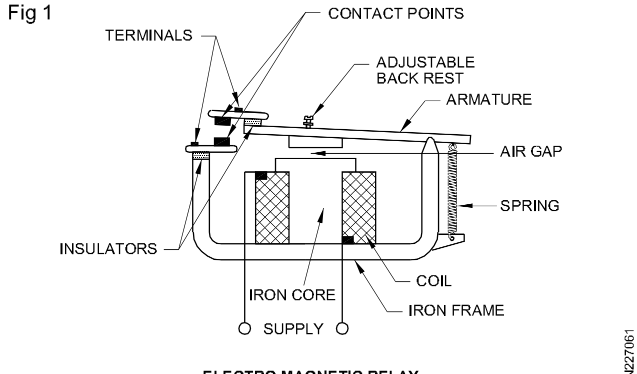
ऐस भी रिल है जो वोल्टता, धारा, ताप, आवृत्ति की स्थिति या इन स्थितियों के कुछ संयाजन से सुग्राही होते है।

रिले को मुख्य प्रचालन के अनुसार भी वर्गीकृत किया गया है। जैसे निम्नानुसारaccording to their main operating force as stated under.

- विद्युत चुम्बकीय रिले (Electromagnetic relays)
- ऊष्मीय रिले (Thermal relays)

विद्युत चुम्बकीय रिले (Electromagnetic relay): रिले स्विच (कुंजी) समुच्चय, चल तथा स्थिर कम प्रतिरोध के संपर्क का संयोजन होता है, जो परिपथ को खोलते है तथा बंद करते है। स्थिर संपर्क, स्प्रिंग या ब्रैकेट पर आरोहित होते है जो कुछ नम्य होते है। चल संपर्क, स्प्रिंग या कब्जे (Hinged) की भुजा पर आरोहित होते है, जो रिले में विद्युत चुम्बक से चलते है, जैसा कि Fig 1 में दर्शाया गया है।

Fig 1



ELECTRO MAGNETIC RELAY

इस समूह में आने वाले अन्य प्रकार के रिले निम्नानुसार है ।

धारा संवेदी रिले (Current sensing relay): धारा संवेदी रिले तब कार्य करते है जब कभी कुण्डल में धारा ऊपरी सीमा तक पहँचती है। उद्ग्राही (Pick-up) (प्रचालित करना चाहिए) तथा अनुद्ग्राही (Nonpick-up) (प्रचालित नहीं करना चाहिए) के लिए निर्दिष्ट धारा के बीच अंतर, प्रायः निकट रूप से नियंत्रित होता है। ड्राप आउट (निर्मुक्त होना चाहिए) तथा नान ड्राप आउट (निर्मुक्त नहीं होना चाहिए) के लिए धारा में अंतर को भी निकट रूप से नियंत्रित होना चाहिए।

अव धारा रिले (Under-current relay): अव धारा रिले एक चेतावनी या रक्षण रिले है। यह धारा को पूर्व में ज्ञात मापन के कम होने पर प्रचालित होने के लिए विशेष रूप से डिजाईन किया गया है।

वोल्टता संवेदी रिले (Voltage sensing relay): वोल्टता संवेदी रिले तब उपयोग होते है जब अव वोल्टता या अति वोल्टता की स्थिति के कारण उपकरण क्षतिग्रस्त हो सकता है। उदाहरण के लिए, इस प्रकार के रिले, वोल्टता स्थायीकारी (Voltage Stabilizers) में उपयोग होते है। इस प्रायोजन के लिए या तो ट्रांसफार्मर से व्युत्पन्न, अनुपाती AC वोल्टता या ट्रांसफार्मर तथा दिष्टकारी से व्युत्पन्न अनुपाती DC के लिए उपयोग होते है।

सिटकनी रिले (Latching relays)

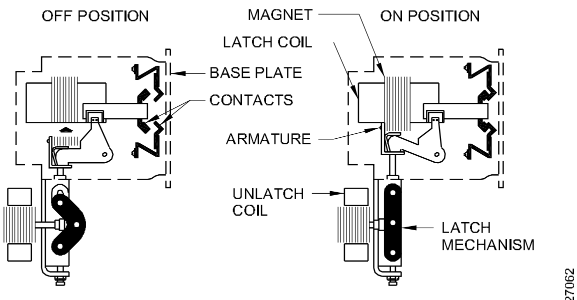
सिटकनी रिले, कुण्डल में धारा को बनाये रखे बिना, गत मानी (assumed) हुई स्थिति में उनके संपर्क को बनाये रखने के योग्य होती है। ये रिले, शक्ति विच्छेद होने के बाद, अपने संपर्क को स्थिति में धारण करके रखते है।

सिटकनी रिले दो मूल प्रकार के होते है। जिन्हें यांत्रिक पुनः सेट तथा विद्युतीय पुनः सेट कहते है।

यांत्रिक पुनः सेट (Mechanical reset relays): यांत्रिक पुनः सेट रिले में एक कुण्डल, एक आर्मेचर यंत्रावली तथा एक यांत्रकीय सिटकनी युक्ति होती है जो कुण्डल का विऊर्जित होने के बाद आर्मेचर का प्रचालित स्थिति में अभिबंधन (लॉक) करती है। अभिबंधन यंत्रावली के हस्त ट्रिपिंग से रिले पुनः सेट होता है।

विद्युतीय पुन सेट (Electrical reset relays): Fig 2 में दर्शाये गये विद्युतीय पुनः सेट रिले की प्रचालन यंत्रावली समान होती है, लेकिन उसमें सिटकनी यंत्रावली को ट्रिप करने के लिए आर्मेचर तथा दूसरी कुण्डल सम्मिलित होते है। इस निकाय के कारण रिले के सुदूर पुनः सेटिंग को उनके मूल स्थिति में किया जा सकता है।

Fig 2



LATCH RELAY ELECTRICAL RE-SET TYPE

रीड रिले (Reed relays): रीड रिले अन्य प्रकार के रिले से भौतिक रूप से भिन्न दिखते है। इसमें अनिवार्य रूप से क्रियांवित परनलिका या कुण्डलों के साथ चुम्बकीय क्रियान्वित रीड कुंजी होती है। रीड रिले में, संदूषण से स्वतंत्र तथा चल भागों की सीमित संख्या के कारण वह रीतिगत इलेक्ट्रोमैकेनकिल (विद्युत यांत्रिक) रिले की अनेक हानियों का रोकता है।

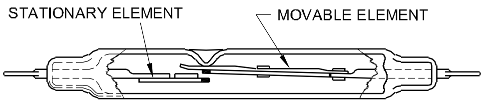
उपरोक्त के अतिरिक्त इस तथ्य के कारण की संर्पक बिन्दुएँ या तो स्वर्ण की या रोहिडयम (Rhodium) के बने होते, इसलिए, संपर्क प्रतिरोध न्यूनतम रखा जाता है। आगे भी, इन रिले को प्रचालित होने के लिए बहुत कम शक्ति की आवश्यकता होती है तथा ये अपने संपर्क पर 250 वाट परनलिका के भार को प्रहस्तन कर सकते है।

रीड रिले तीन प्रकार के होते है। अर्थात

- शुष्क-रीड रिले (dry-reed relay)
- चुम्बकीय रिले (ferreed relay)
- पारा आद्रित संपर्क रिले (mercury wetted contact relay)

शुष्क रीड रिले (Dry reed relay): Fig 3 इस प्रकार के रिले को दर्शाता है। दो विरोधी रीड को एक संकीर्ण कांच की नलिका में सील किया जाता है। रीड अपने मुक्त सिरों पर अतिव्यापित होती है। संपर्क क्षेत्र पर, कम संपर्क प्रतिरोध उत्पन्न करने के लिए, ये सामान्यतः स्वर्ण या रोहिडियम से लेपित होती है। इनका बहु ध्रुव बहु संपर्क डिजाईन होता है।

Fig 3

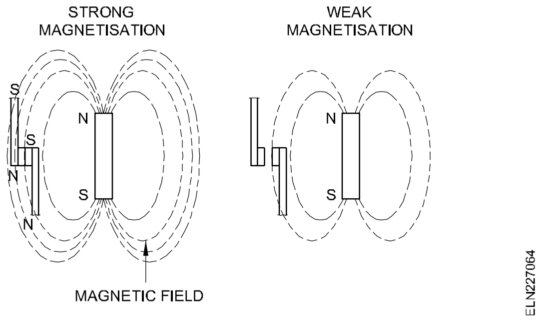


DRY REED RELAY

चुम्बकीय रीड रिले (Ferreed relay): शब्द चुम्बकीय रीड, एक रीड रिले को व्यक्त करता है जिसमें एक या दो चुम्बकीय सदस्यों के साथ शुष्क रीड कुंजी अन्तर्विष्ट (contained) होती है।

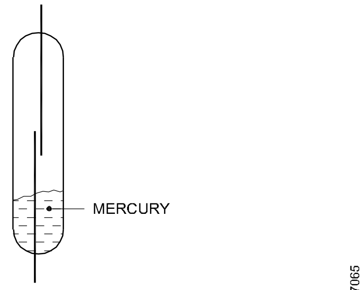
सहायक कुण्डलों में धारा स्पंद से चुम्बकन को परिवर्तित किया जा सकता है, जैसा कि Fig 4 में दर्शाया गया है। चुम्बकित अवस्था में, संपर्क को बद करने के लिए चुम्बकित सदस्य पर्याप्त मजबूत क्षेत्र की आपूर्ति करते है। अन्य चुम्बकन अवस्था में, संपर्क को बंद रखने के लिए क्षेत्र बहुत निर्बल होता है। कुण्डल के द्वारा प्रचालन स्पंद प्रथम अवस्था को उत्पन्न करता है। निर्मुक्त स्पंद, दूसरी अवस्था का उत्पन्न करता है। संपर्क, 5 माइक्रो सेकेण्ड अवधि में विच्छेदित या बन सकता है।

Fig 4



पारा आद्रित संपर्क रिले (Mercury wetted contact relay): जैसा कि Fig 5 में दर्शाया गया है, इस रिले में काँच में परिबद्ध रीड होता है, जिसका आधार, पारे के कुंड में डूबा रहता है। जब कैप्सूल से परिवर्ती कुण्डल क्रियान्वित होती है तो, पारा स्थिर तथा चल संपर्क के बीच सपर्क बनाता है।

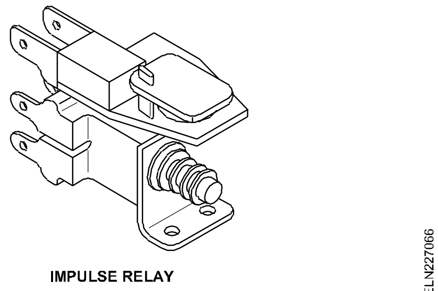
Fig 5



MERCURY-WETTED REED RELAY

संघट्य रिले (Impulse relay): Fig 6 में दर्शाये गये संघट्य रिले एक विशेष एकल- कुण्डल रिले है। इसमें एक आर्मेचर - चालित यंत्रावली होती है। जो एकान्तर रूप से कुण्डल के स्पंद होने पर दो में से एक स्थिति को मानती है। यह यंत्रावली विद्युतीय स्पंद प्राप्त होने पर संपर्क को एक स्थिति से दूसरे में चलाती है, तथा पुनः वापिस लाती है। रिले, AC या DC शक्ति पर प्रचालित हो सकता है।

Fig 6

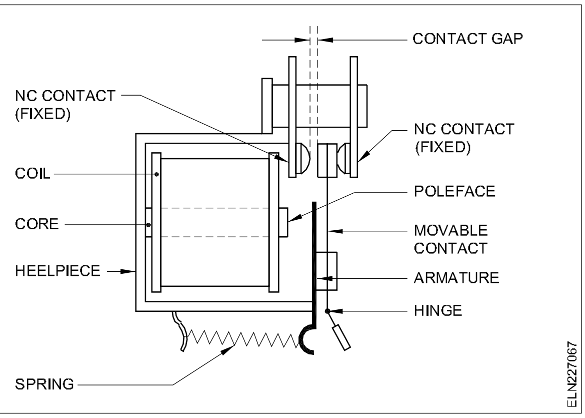


IMPULSE RELAY

क्लैपर-प्रकार का आर्मेचर रिले (Clapper - type armature relay): आर्मेचर रिले में उपयोग होने वाले सरलतम संपर्क व्यवस्था विच्छेद बनाना या स्थानान्तरण संपर्क संयोजन है। Fig 7 में दर्शाये गये क्लैपर प्रकार का आर्मेचर, संपर्क को खोलता या बंद करता है। धातु की नम्य पट्टी के द्वारा एक चल संपर्क, आर्मेचर से सीधे जुड़ा होता है। जब विद्युत चुबंक प्रचालित होता है तो, आर्मेचर, इस संर्पक को चलाता है, जिससे, संपर्क के दो सेट खोलते तथा बंद होते है।

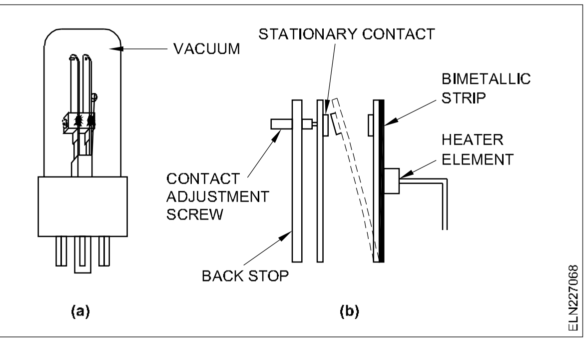
ऊष्मीय रिले (Thermal relay): Fig 8 में दर्शाये गये, ऊष्मीय रिले वह है जो ताप में परिवर्तन से प्रभावित होता है। अधिकांश द्विधात्विक रिले

Fig 7



जहां वे इस समूह में आते है, ताप में परिवर्तन के कारण द्वि धात्विक घटक, अपना आकार बदलते है।

Fig 8



वह ऊष्मन घटक को आवश्यक ताप पर पहुँचने के लिए समय लेता है तथा द्विधात्विक घटक के ताप को बढ़ने से अधिक समय लगता है। अतः ऊष्मीय रिले प्रायः समय-विलंब रिले की तरह उपयोग होते है।

ध्रुव तथा संपर्क (Poles and contacts): रिले, एकल या बहू ध्रुव की तरह प्रचालित हो सकते है तथा निर्दिष्ट संपर्क को खोल या बंद कर सकते है। विनिर्देश को लिखते समय कुछ संक्षिप्त शब्द जैसे कि नीचे बताये गए है, सामान्यतः उपयोग होते है।

SP - एकल ध्रुव (Single pole)

SB - एकल विच्छेद (Single break)

ST - एकल थ्रो (Single throw)

DB - द्वि विच्छेद (Double break)

DP - द्वि ध्रुव (Double pole)

DM - द्वि मेक (Double make)

DT - द्वि थ्रो (Double throw)

NO - सामान्यतः (साधारण) खुला (Normally open)

3P - तीन ध्रुव (Three pole)

NC - सामान्यतः बंद (Normally closed)

4P - चार ध्रुव (Four pole)

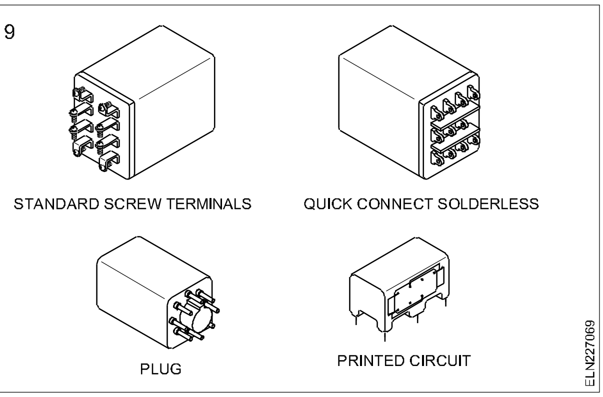
उदाहरण के लिए, एक 4 PDT में चार ध्रुव, द्वि थ्रो संपर्क व्यवस्था होती है।

NO, यह संकेत करता है कि, रिले की अप्रचालित स्थिति में संपर्क खुले है तथा इन्हें सामान्यतः खुले (NO) संपर्क कहा जाता है।

NC, यह संकेत करता है कि, रिले की अप्रचालित स्थिति में सम्पर्क बंद है तथा इन्हें सामान्यतः बंद (NC) संपर्क कहते है। नीचे दी गयी टेबल 1 में कुछ रिले संपर्क संयोजन की सूची दी गयी है।

परिबद्ध तथा आरोहरण (Enclosures and mounts): प्रचालन भागों को गंदगी तथा वातावरण से रक्षा करने के लिए रिले, सामान्यतः प्लास्टिक या धातु के कैंप (Cup) में परिबद्ध होते है। रिले को परिपथ में सीधे प्लग-इन पद्धति में आरोहित किया जा सकता है। PCB आरोहरण या स्क्रू टर्मिनल के उपयोग से अलग तार से लगे हो सकते है। ये प्रकार, Fig 9 में दर्शाये गये है। (Fig 9)

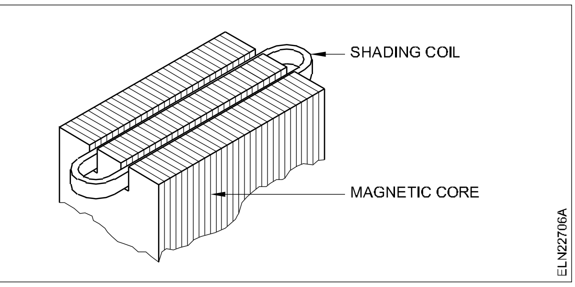
Fig 9



AC रिले (AC relay): AC रिले चुम्बक में, चुम्बकीय क्षेत्र लगातार दिशा बदलता है। 50 Hz आपूर्ति से, चुम्बकीय क्षेत्र शून्य के द्वारा 100 बार प्रति सेकेन्ड तक गुजरती है। शून्य क्षेत्र के समय पर, आर्मेचर निर्मुक्त होना प्रारंभ होता है। यद्यपि क्षेत्र शीघ्रता से परिवर्त्य दिशा में बनती है, फिर भी इसके परिणाम से शोर युक्त चेटर हो सकता है।

चेटर को विलोपित करने के लिए, Fig 10 में दर्शाये गये अनुसार एक छांयाकित कुण्डल, चुम्बक ध्रुव फलक के शीर्ष (Tip) के निकट स्थित की जाती है। यह छांयाकित कुण्डल एक चुम्बकीय क्षेत्र स्थापित करती है, जो मुख्य चुम्बकीय क्षेत्र के कुछ पश्च होती है तथा मुख्य क्षेत्र को शून्य में से गुजरते समय, चुम्बक को सील किये हुए रखने में सहायक होती है।

Fig 10



एक AC रिले को, DC आपूर्ति में उपयोग नहीं करना चाहिए।

AC रिले को जब DC आपूर्ति के साथ जोड़े, तो वह प्रेरणिक प्रतिकार्यता की अनुपस्थिति में अधिक धारा लेगा तथा इसके परिणाम से कुण्डल जल जायेगी।

रिले के विफल होने के कारण (Causes of realy failures): भागों के क्रमिक रूप से खराब होने के कारण रिले प्रायः विफल होते है। यह खराब होना प्रकृति में विद्युतीय यांत्रिकीय, या रासायनिक हो सकता है।

वातावरण का रोकना (Shirks) जो भौतिक विभंग में योगदान देते है, में अधिक ताप परिवर्तन, झटके, कपन तथा वोल्टता या धारा का परिवर्तन सम्मिलित होता है। इसलिए, रिले के विश्वसनीय निष्पादन को सुनिश्चित करने के लिए यह महत्वपूर्ण है कि इन घटकों पर विचार किया जाये।

सामान्यतः जब रिले विफल हो जाये तो निम्नलिखित को देंखे।

1 अनुचित नियंत्रण वोल्टता .

2 चल भागों या संपर्क पर गंदगी, ग्रीस या गोदं

3 भागों का अत्याधिक गर्म होनाः कुण्डल या आधार पर अपवर्णता या झुलसा हुआ रोधन

4 चल भागों का मुड़ना

5 धातु के भागों पर संक्षरण या निरक्षेप

6 चल भागों का अत्याधिक घिसना

7 ढ़ीले सम्बंधन

8 अनुचित स्प्रिंग तनाव

9 अनुचित नियंत्रण दाब

10 समय विलंब युक्ति का अनुचित कार्य करना।

रिले को निर्दिष्ट करते समय निम्नलिखित विवरण आवश्यक है।

प्रचालन वोल्टता का प्रकार

AC या DC

प्रचालन का क्रम ______________________

प्रचालन वोल्टता ______________________ वोल्ट

धारा निर्धारण ______________________ एम्पियर

कुण्डल प्रतिरोध ______________________ ओह्म

संपर्को की संख्या __________ NO __________ NC

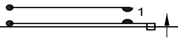
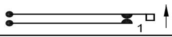
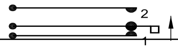
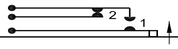
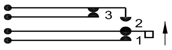
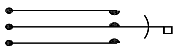
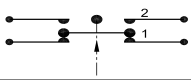
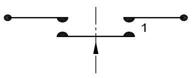
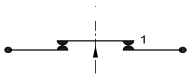
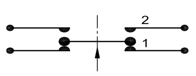
ध्रुवों की संख्या ______________________

आरोहरण का प्रकार ______________________

परिबद्ध का प्रकार ______________________

नीचे दिये गये टेबल 1 में कुछ रिले सम्पर्क के संयोजनों को सूचीबद्ध किया गया है

टेबल 1

डिजाईन	क्रम	चिन्ह
1 SPST-NO	बनाना (Make 1)	
2 SPST-NC	1 को विच्छेद	
3 SPDT	2 को बनाने के पूर्व, 1 को विच्छेद	
4 SPDT	2 को विच्छेद के पूर्व, 1 को बनाना	
5 SPDT (B-M-B)	3 के विच्छेद के पूर्व, 2 को बनाने के पूर्व, 1 को विच्छेद करें।	
6 SPDT-NO	केंद्र ऑफ	
7 SPDT-NC-NO (DB-DM)	द्वि विच्छेद 1 द्वि बनाना 2	
8 SPST-NO (DM)	द्वि बनाना 1	
9 SPST-NC (DB)	द्वि विच्छेद 1	
10 SPDT-NC (DB-DM)	द्वि विच्छेद 1 द्वि बनाना 2	

आरोहण उपसाधन राष्ट्रीय विद्युत (NE) संहिता-वायरिंग के लिए काष्ठ बोर्ड और ब्लॉकों का विनिर्देश (NE code Mounting accessories - specification of wooden boards and blocks)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **राष्ट्रीय विद्युत संहिता के अनुरूप वैद्युत स्थापनाओं में आरोहण उपसाधनों और बोर्डों के बारे में बताना**
- **वैद्युत उपसाधनों के आरोहण के लिए गोल काष्ठ ब्लॉकों और बोर्डों का विनिर्दिष्ट करना।**

बोर्डों पर उपसाधनों के आरोहण के लिए राष्ट्रीय विद्युत संहिता की संस्तुतियाँ (Recommendations of the National Electrical Code for mounting the accessories on the boards)

जब बोर्डों पर वैद्युत उपसाधनों को आरोहित करना हो तो निम्नलिखित राष्ट्रीय विद्युत संहिता संस्तुतियों का पालन करें ।

- सब छत रोजों, ब्रैकेटों, पेंडेन्ट और उपसाधनों को मजबूत काष्ठ ब्लाकों पर आरोहित किया जाएगा, जिसकी गहराई 4 cm. से कम नहीं होगी
- जहां स्विचों, रैगूलेटरों आदि का आरोहण के लिए टीक या कठोर काष्ठ बोर्डों का प्रयोग किया जाता है, इन बोर्डों के सब पार्श्वों पर (अन्दर और बाहर) शुद्ध शैलेक के साथ वार्निश की जाए, बिना लिहाज किए कि इर्द-गिर्द के मेल में इन्हें पेंट किया जाएगा। ऐसे बोर्डों का साइज उपसाधनों की संख्या पर निर्भर होगा जो सुविधाजनक ढंग से सफाई से व्यवस्थित की जा सकती हैं।
- बोर्ड के किसी सिरे के 2.5 cm. के भीतर कोई उपसाधन आरोहित नहीं किया जाएगा और उन छेदों को छोड़ जिनके द्वारा पैनल लगाया गया है कोई छेद पैंनल के किसी सिरे से 1:3 cm. से निकट ड्रिल नहीं किया जाएगा।
- एक स्विच बोर्ड नहीं लगाया जाएगा जब तक कि इसका तल फर्श से 1.25 m. ऊपर न हो उसे छोड़ जबकि स्विच बोर्ड एक बक्स में और पाशन व्यवस्था के साथ बन्द हैं।
- यदि स्विच बोर्ड भित्ति में लगाए जाते हैं तो अग्र भाग को टीकवुड के कब्जेदार पैनल या अन्य उपयुक्त सामग्री से फिट किया जाएगा जैसा कि बैकेलाइट, या टीकवुड फ्रेम में अनटूट कांच दरवाजा लगाया जाएगा।
- खुला टाइप स्विच बोर्ड बैटरी भंडारण के आस पड़ोस में नहीं रखा जाएगा और न ही रासायनिक धुंआ इस तक आना चाहिए।
- स्विच बोर्ड को गैस स्टोव के ऊपर नही लगाना चाहिए और धोने के कमरे में वाशिंग मशीन के पास 2.5 m. दूरी तक ही लगाना चाहिए ।
- बोर्ड के भीतर, उपकरण और अंतको के बीच अनावश्यक संबंधनों की क्रासिंग से बचना चाहिए।
- एक कब्जेदार बोर्ड में प्रवेशी और बर्हिगामी केबिलें, बोर्ड के पृष्ठ भाग के केबिलों के बीच उचित स्थान छोड़ते हुए केबिलों की संख्या के अनुसार एक या अधिक पाइंटों पर लगायी जाएंगी, और यदि संभव हो तो स्विच बोर्ड पैनल पर अनुरूपी बिन्दुओं पर उन्हें लगाया जाएगा। इन पाइंटों के बीच केबिलों की लंबाई इतनी होगी कि स्विच बोर्ड एक कोण में 90^0 से कम नहीं होगा।

बिजली उपसाधनों के आरोहण के लिए वाणिज्यिक रूप से उपलब्ध बोर्डों, गोल ब्लाकों का विनिर्देश (Specification of commercially available boards, round blocks for mounting electrical accessories)

वायरिंग स्थापना के लिए प्रयुक्त बोर्ड विभिन्न साइजों में उपलब्ध होते हैं और टीकवुड या PVC या धातु से बने होते हैं। बोर्डों को चुनते समय, निम्नलिखित बोर्डों का अग्र कवर फिनोली पटलित शीट का होगा।

बोर्ड का साइज (Size of the board) : बोर्ड पर आरोहित किए जानेवाले उपसाधनों की संख्या से बोर्ड का आकार निर्धारित किया जाता हैं। बोर्ड पर आरोहित की जानेवाले उपसाधनों को चुनने के बाद एक कार्डबोर्ड टेम्पलेट पर अभिन्यास बनाया जाए और तब बोर्ड को साइज निर्धारित किया जाए।

वायरिंग की प्रणाली (System of wiring) : यह फैसला करती हैं कि बोर्डों को भित्ति के पृष्ठ पर रखा जाएगा या फ्लश आरोहित होंगे। तदनुसार एक एकल या कब्जेदार बोर्ड चुना जा सकता हैं। तथापि प्रणाली के आधार पर बैटन या धातु कंड्यूट या PVC कंड्यूट की तरह क्रमशः काष्ठ, धातु या PVC से बने बोर्डों को चुना जा सकता हैं।

वायरिंग का स्थान (Place of wiring) : बोर्ड की सामग्री चुनने के बारे में यह भी एक अन्य निर्णायक तत्व होता हैं। भीतरी भाग के लिए वायरिंग प्रणाली के आधार पर हम किसी भी सामग्री के बोंडों का प्रयोग कर सकते हैं।

ब्लाकों और बोर्डों के लिए विनिर्देश (Specification for blocks and boards)

वायरिंग स्थापना के लिए बोर्ड निर्धारित करते समय निम्नलिखित ब्योंरे दिए जाएंगे।

- बोर्ड की सामग्री : काष्ठ, PVC या धातु
- साइजः लंबाई चौड़ाई और उंचाई mm. में
- सामग्री की मोटाई mm. में
- इकहरा या दोहरा (यदि दोहरा है तो कब्जेदार है या बिना कब्जे के)
- अतिरिक्त सूचना जैसे काष्ठ बोर्ड पर परिष्कृति का प्रकार, PVCया धातु बोर्डों का रंग, पृष्ठ या फ्लश आरोहण आदि।

टीक वुड गोल ब्लाक (T.W. round blocks) : गोल ब्लाक निर्धारित करने के लिए इसका समग्र व्यास और मोटाई दी जाती हैं। गोल ब्लाक

इकहरे या दोहरे (बेस ब्लाक सहित) उपलब्ध होते हैं। आजकल, PVC ब्लाकों का भी प्रयोग किया जा रहा हैं। निम्नलिखित साइज व्यावसायिक रूप से उपलब्ध हैंः पहली विमा समग्र व्यास निरूपित करती हैं और दूसरी विमा ब्लाक की मोटाई बताती हैं।

गोल ब्लाक इकहरा	**गोल ब्लाक -दोहरे**
75 mm x 25 mm	75 mm x 35 mm
75 mm x 40 mm	75 mm x 40 mm
90 mm x 25 mm	90 mm x 35 mm
90 mm x 40 mm	100 mm x 35 mm
100 mm x 25 mm	100 mm x 40 mm
100 mm x 40 mm	

गोल ब्लाकों की बजाय उपर्युक्त विमाओं के चौकोर ब्लाक भी उपलब्ध है। कई विशेष प्रयोजनों के लिए षटकोणीय आकार ब्लाकों का भी प्रयोग किया जाता है। एनई पद्धति संहिता के अनुसार गोल ब्लाकों की न्यूनतम मोटाई 40 mm. होनी चाहिए।

टीकवुड बोर्ड (T.W. boards)

एक बोर्ड पर दो या अधिक उपसाधन लगाने के लिए या पंखा रैगलूटर, D.P. स्विच आदि उपसाधन लगाने के लिए टीकवुड बोर्डो का प्रयोग किया जाता हैं। सामान्यतः निम्नलिखित साइजों के बोर्ड उपलब्ध होते हैं ।

गैर कब्जेदार बोर्डों की न्यूनतम मोटाई 40 mm. होनी चाहिए जबकि कब्जेदार बोंर्डो के लिए 65 से 80 mm. की विभिन्नता होती हैं।

विनिर्देशः मेट्रिक प्रणाली

लंबाई चौड़ाई	लंबाई चौड़ाई
100 mm x 100 mm	300 mm x 250 mm
150 mm x 100 mm	380 mm x 450 mm
150 mm x 150 mm	450 mm x 250 mm
200 mm x 150 mm	450 mm x 300 mm
200 mm x 200 mm	600 mm x 300 mm
250 mm x 200 mm	600 mm x 300 mm
300 mm x 200 mm	750 mm x 600 mm

आरपार के और पायलट छेद काष्ठ मशीन पेच विनिर्देश (Through and pilot holes - wood-machine screw specifications)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **केबिल साइज और केबिलों की संख्या के अनुसार आरपार के छेद का साइज निर्धारित करना**
- **सूजा, गिमलेट या अवमाप ड्रिलों को प्रयोग करके पायलट छेद बनाने की विधि बताना**
- **काष्ट पेचों और मशीन पेचों को विनिर्देशित करना।**

केबिल प्रवेश के लिए बोर्डों में छेदों की बरमाई करते समय केबिल का समग्र व्यास ज्ञान करना (Determining the through hole size according to the cable size and number of cables)

प्रयुक्त विद्युतरोधन के प्रकार के अनुसार और एक विनिर्माता और दूसरे विनिर्माता के कारण केबिल के व्यास में विभिन्नता हो सकती हैं। आगे साइज वोल्टता ग्रोडिंग पर भी निर्भर करता हैं। अतः अच्छा बात तो यह है कि केबिल का एक टुकड़ा लिया जाए, समग्र साइज मापा जाए और उचित ड्रिल चुने जाएं ताकि केबिलें छेदों में आसानी से जा सकें। जब एक से अधिक केबिलों को डालना है तो ड्रिल साइज के उसी अनुसार चुना जाए।

केबलों के कुल व्यासों और कुल नापों को टेबल 1 में विनिर्देश किया गया है ।

उदाहरणः टेबल 1 का जिक्र में यह पाया जाना है कि 2.5 sq.mm. के लिए केबल के आकार केबल का व्यास(इन्संलेशन सहित) 4.6 mm. है इसलिए छेद का आकार 5 mm डाया के रूप में निर्धारित किया जा सकता है और आवश्यक ड्रिल 5 mm डाया है ।

टेबल 1

चालक के नाप

केबल का चालक		केबल का लगभग पूर्ण व्यास	
सामान्य एरिया mm^2 में	वायर का व्यास और नम्बर mm^2 में	**250V ग्रेड mm^2 में**	**660 V ग्रेड mm^2 में**
1.5	1/1.40	4.20	5.40
2.5	1/1.80	4.60	6.00
4.0	1/2.24	5.25	6.80
6.0	1/2.24	6.00	7.35
10.0	1/3.55	7.10	8.10
16.0	7/1.70	8.85	9.65
25.0	7/2.24	10.80	11.50
35.0	7/2.50	11.75	12.25
50.0	7/3.00	13.40	13.90
70.0	19/2.24	---	16.70
95.0	19/2.50	---	19.10

सूजा और गिमलैट का प्रयोग करते हुए काष्ठ में सदा पायलेट छेद बनाना (The method of making pilot holes in wood using bradawl and gimlet)

पेच स्थायीकरों का प्रयोग करते हुए काष्ठ में सदा पथप्रदर्शी छेद बनाये जाने चाहिए। पेच काष्ठ या पेच को हानि पहुंचाए बिना काष्ठ में मजबूती से और कम प्रयास से चले जाएं।

पहले कलात्मक जरूरतों को पूरा करने के लिए अभिन्यास के अनुसार बोर्ड पर उपसाधनों को टिकाएं। कवर खोलें और स्थानों की पहचान करें जहां पायलेट छेद बनाए जाने हैं। सामान्य प्रथा है कि केबिल प्रवेश के लिए आर 'पार छेदों' और उपसाधन लगाने के लिए 'पायलेट छेदों' का भिन्न विशिष्टि रूप से अंकित किया जाए।

नरम काष्ठ में पायलेट छेद बनाने के लिए सूजा का प्रयोग करें। यदि गिमलैट चुनी जाती है तो लगाए जानेवाले काष्ठ पेच से यह बड़ा नहीं होनी चाहिए। नम्बर 6 तक के पेचों के लिए नरम काष्ठ में पायलट छेद बनाए जा सकते हैं। बड़ें साइज के पेचों और ज्यादा कठोर काष्ठ में लिए पायलट छेद गिमलैंट से अच्छी तरह बनाए जा सकते हैं, या दूसरा विकल्प यह है कि अवसाइज छेद ड्रिल किए जाएं।

पायलट छेदों के लिए सही साइज का ड्रिल चुनना (Select the correct size of drill for pilot holes) : ड्रिल साइज स्क्रू शैंक के व्यास की तुलना में व्यास में लगभग २ MM कम होने चाहिए।

सही गहराई तक छेद ड्रिल करना (Drill hole to correct depth) : नरम लकड़ी में छेद गहराई 1/2 पेच लंबाई के बराबर होती हैं। कठोर काष्ठ में - छेद गहराई पेच की लंबाई के बराबर होती हैं।

> **सुरक्षित स्थायीकरों के लिए यह महत्वपूर्ण है कि छेद ज्यादा गहराई तक ड्रिल न किए जाएं ।**

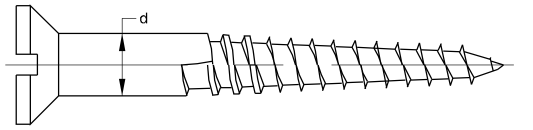
काष्ठ पेच (Wood screws) : इन पेचों की चूड़ी एकल सर्पिल होती है, बिन्दु से दक्षिणावर्त लगभग दो तिहाई चलती है, बिना चूड़ी के भाग को शैंक कहते हैं और पेच नम्बर (नाम नम्बर) देता हैं।

काष्ठ पेचों के प्रकार (Types of wood screws)

काष्ठ पेचों को शीर्ष के आकार के अनुसार वर्गीकृत किया जाता हैं। तदनुसार वायरिंग स्थापना में तीन प्रकार के काष्ठ पेचों का प्रयोग किया जाता हैं।

खांचेदार शंकुखात शीर्ष काष्ठ पेच (Slotted countersunk head wood screws) (Fig 1) : इस प्रकार के पेचों का प्रयोग सामान्य काष्ठ कार्य विविध हार्डवेयर फिटिंग के लिए किया जाता हैं।

Fig 1

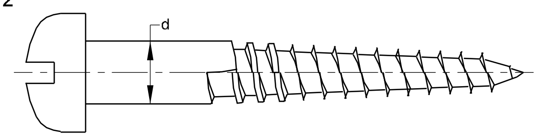


SLOTTED COUNTERSUNK HEAD WOOD SCREW

वैद्युत वायरिंग में, काष्ठ ब्लाकों बोर्डो बैटनों और बिजली उपसाधनों को लगाने के लिए शंकुखात छेदों का प्रयोग किया जाना चाहिए। पेच को धकेला जाएगा जब तक कि शीर्ष जाब के साथ बराबर या सतह के थोड़ा नीचे न हो जाए।

खांचेदार गोल शिर काष्ठ स्क्रू (slotter round head wood screw) (Fig 2) : इस प्रकार के काष्ठ पेचों का प्रयोग पृष्ठ कार्य, बिजली फिटिंग और उपसाधन स्थापित करने के लिए किया जाता है जहां फिटिंग छेद शंकुखात नहीं हैं ।

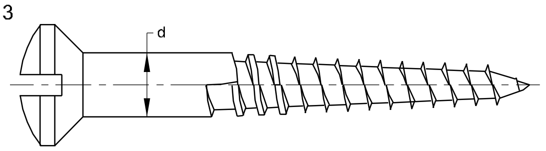
Fig 2



SLOTTED ROUND HEAD WOOD SCREW

खांचेदार उभरे शंकुखात शीर्ष काष्ठ पेच (Slotted raised counter-sunk head wood screws) (Fig 3) : सजावटी बिजली फिटिंग्स लगाने के लिए उभरे शंकुखात काष्ठ पेचों का प्रयोग किया जाता हैं। टीक वुड बोर्ड या बक्स पर सपाट टाइप बिजली उपसाधन लगाने के लिए भी उभरे शंकुखात काष्ठ पेचों का प्रयोग किया जाता हैं।

Fig 3



SLOTTED RAISED COUNTERSUNK HEAD WOOD SCREW

ऊपर बताए तीन प्रकार के पेचों में बिजली वायरिंग स्थापना के लिए शंकुखात (सपाट शीर्ष) पेचों का आम प्रयोग किया जाता हैं।

काष्ठ पेचों के नाम (Designation of wood screws) : काष्ठ पेचों को पेच नम्बर लंबाई, शीर्ष का प्रकार और सामग्री टेबल 2 में नाम नम्बर, शैंक व्यास, खांचेदार शुकुखात काष्ठ पेचों के लिए दिए गए हैं।

उदाहरण 1 : एक खांचेदार शंकुखात शीर्ष काष्ठ पेच शैंक 4.17 mm व्यास लंबाई 20 mm , स्टील से बने हुए को निम्नानुसार नाम दिया जाएगा।

काष्ठ पेच नं 8 x 20 शंकुखात स्टील (या)

काष्ठ पेच नं. 8 x 20 IS 6760 स्टील

शंकुखात काष्ठ पेच की प्रस्तुत लंबाई और पेच नम्बर टेबल 2 में दिखाया गया हैं।

उदाहरण 2 : शैंक 3.45 mm व्यास लंबाई 30 mm, स्टील निर्मित गोल शीर्ष काष्ठ पेच खांचेदार पेच को निम्नानुसार नाम दिया जाएगा।

काष्ठ पेच नं: 6 x 30 गोल शीर्ष स्टील या

काष्ठ पेच नं. 6 x 30 IS 6739 स्टील

टेबल 2

पेंच नं.	चूड़ी रहित शैंक का मामूली व्यास mm.	अधिमत लंबाई mm में															
		8	10	12	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
0	1.52	✓	✓	✓													
1	1.78	✓	✓	✓													
2	2.08	✓	✓	✓													
3	2.39	✓	✓	✓													
4	2.74			✓	✓	✓	✓										
5	3.10			✓	✓	✓	✓	✓									
6	3.45			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓							
7	3.81			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓							
8	4.17			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	4.52				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	4.88				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

उदाहरण 3 : एक खांचेदार उभरे शंकुखात शीर्ष काष्ठ पेच 2.08 mm व्यास, लम्बाई 12 mm, स्टील निर्मित को निम्नानुसार नाम दिया जाएगा।

काष्ठ पेच नं 2x12 उभरा शंकुखात स्टील या

काष्ठ पेच नं 2x 12 और I.S. 6736 स्टील

पेचों को सही प्रकार, साइज और लंबाई का चयन (Selection of the correct type, size and length of screws) : स्थायीकर बिन्दु पर जुगाड़ पर पृष्ठ परिष्कृति देखें जहां एक गड्ढ़ा बनाया गया है, एक शंकुखात पेच चुनें और यदि नहीं तो गोल शीर्ष पेच चुनें जुड़नार में छेद का साइज चैक करें। और तब एक पेंच चुनें जिसका पेच शैंक व्यास छेद साइज के बराबर हैं।

जुड़नार की मोटाई और काष्ठ की मोटाई से पेच की लंबाई के बारें में निर्णय लें जहां जुड़नार लगाना हैं।

पेच लगाने की विधियां (Screwing methods)

नरम लकड़ी में (In softwood) : जुड़नार और पेच को छेद के ऊपर रखें और पेच कस दें

कठोर काष्ठ में (In hardwood) : पेच को छेद में रखें और पेच को कम से कम 5 घुमावों तक कसें। पेच निकाल लें और तब छेद के ऊपर जुगाड़ और पेच रखें और पेच कस दें। जब जुड़नार के एक से अधिक स्थायीकर छेद हैं तो सब से ऊपरी छेद को तैयार करें और जूड़नार को अपने स्थायीकर पेच से लटकने दें जब तक कि अन्य स्थायीकर पेचों के स्थान का पता लगाकर कस नहीं दिया जाता है।

काष्ठ पेच लगाते समय बरती जानेवाली एहतियातें (Precautions to be adopted while fixing wood screws)

– काष्ठ पेच लगाने से पहले पेचों की नोकों पर मोरचा लगाया जाए ताकि साबुन, माप आदि सामग्रियों को बचाया जाए।

पेचों पर कभी भी हथौड़ा न चलाएं

– एक उपयुक्त पेचकश का प्रयोग करें जो पेच को खांचे में पूरी तरह आ जाए।

– छोटे पेच कसने से पहले पायलट छेद बनाए जाएं ।

– काष्ठ के स्क्रू लगाने के पहले पाइलट छेद बनाने चाहिए ।

कीलों की तुलना में पचों का लाभ (Advantages of screws over nails)

कीलों की तुलना में पेच ज्यादा मजबूत जकड़न देते हैं और उनका यह भी लाभ है कि उन्हें यथापेक्षित ढीला या कसा जा सकता हैं। पेच जंगरोधी और संक्षारण रोधक सामग्रियों से बनाए जा सकते हैं जैसे पीतल स्टेनलैस स्टील, ऐलुमिनियम एलाय, कांसा आदि मशीन पेच।

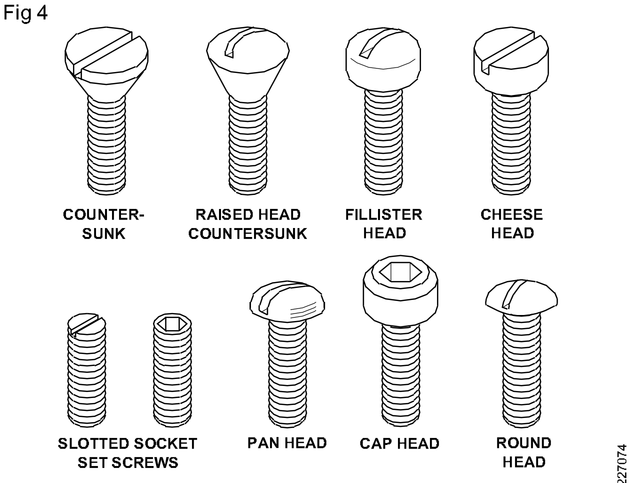
मशीन पेंच (Machine screws) : घटकों और समुच्चय कार्य को मजबूती के लिए मशीन पेचों का प्रयोग किया जाता हैं।

इन पेचों को सामान्यतः टैप छेदों में समान्यतः टैप छेदों में लगाया जाए या नटों के साथ लगाया जाए या नटों के साथ प्रयोग किया जाएगा।

मशीन पेचों के प्रकार (Types of machine screw head)

मशीन पेचों को मुख्यतः शीर्षों के आकार के सम्बन्ध में वर्गीकृत किया जाता हैं। (Fig 4) में सामान्य प्रयोग में विभिन्न प्रकार के शीर्ष दिखाए गए हैं।

Fig 4



TYPES OF MACHINE SCREW HEADS

पेच शीर्ष (Application) : सामान्य समुच्चय कार्य के लिए हैड टाइप पेचों का इस्तेमाल किया जाता हैं।

जब समुच्चयों के बीच थोड़ा अवकाश हो या बाहर निकले सिर वांछित न हो तो फ्लश फिटिंग पेचों का इस्तेमाल किया जाता हैं।

अर्ध-फ्लश टाइप का प्रयोग मुख्यतः पैनल समुच्चय या ऐसे स्थानों पर किया जाता है जहां सुन्दर दिखावट अपेक्षित है।

चूड़ियों के प्रकार (Types of threads)

विभिन्न प्रकार के चूड़ी पेच उपलब्ध होते हैं

मेट्रिक चूड़ीदार पेच (Metric threaded screws) :

ये पेच सामान्यतः अक्षर 'ग' से विनिर्दिष्ट किए जाते हैं जैसे M_4 जहां '4' पेच का व्यास MM में बताता है और M चूड़ी का प्रकार मीटरिक मे निरूपित करता हैं। अतः M4 x 20' मीटरिक चूड़ी का एक मशीन पेच है जिसका व्यास 4 MM है लम्बाई 20 mm

BA (ब्रिट्रिश एसोसिएशन) चूड़ीदार पेच (BA (British Association) threaded screws) : ये पेच अक्षर `BA' निर्धारित किए जाते हैं।

एकीकृत राष्ट्रीय चूड़ीदार पेच (UNF) (Unified national threaded screws (UNF)) : इन पेचों को 'UNF' के रूप में निर्धारित किया जाता हैं यानी यूनीफाइड नेशनल फाइन" या 'UNC' यानी यूनीफाइड नेशनल कोर्स"।

स्वतः टैपन पेच (Self-tapping screws) : इन्हें 'चूड़ी बनाने वाले टैपन पेच भी कहते हैं। काष्ठ पेचों के सामने उन्हें पेच साइज नम्बर द्वारा निर्धारित किया जाता हैं।

विनिर्देश (Specification): मशीन पेच निर्धारित करते समय, यह जरूरी है कि शीर्ष टाइप, पेच लंबाई और चूड़ी प्रकार का उल्लेख किया जाए।

वायरिंग के प्रकार : घरेलू और औद्योगिक - केबल नापों का चयन (Types of wiring : Domestic and Industrial - selection of cable size)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **घरेलू स्थापना में प्रयोग होने वाली आन्तरिक वायरिंग के प्रकार**
- **क्रोड ग्रिप और अण्डर राइटर नोट के प्रकार बताना ।**

परिचय (Introduction)

वायरिंग के प्रकार जो स्वीकार किये गये हैं जो विभिन्न कारकों जैसे - स्थिति, मजूबूती, सुरक्षा दिखावट, लागत और ग्राहक के बजट पर निर्भर है ।

वायरिंग के प्रकार (Types of wiring)

घरेलू और औद्योगिक कार्यों के लिए वायरिंग निम्नलिखित प्रकार की होती है ।

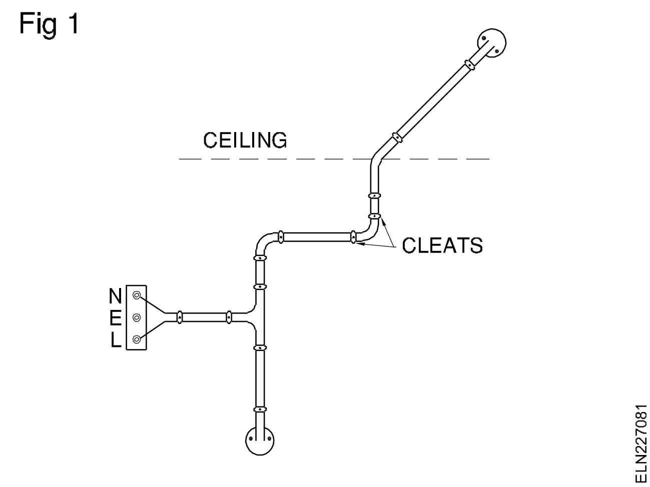
- क्लीट वायरिंग (Cleat wiring) (केवल अस्थायी वायरिंग के लिए)
- CTS/TRS (बैटन) वायरिंग
- धातु/PVC केसिंग और केपिंग वायरिंग
- PVC केसिंग और केपिंग वायरिंग

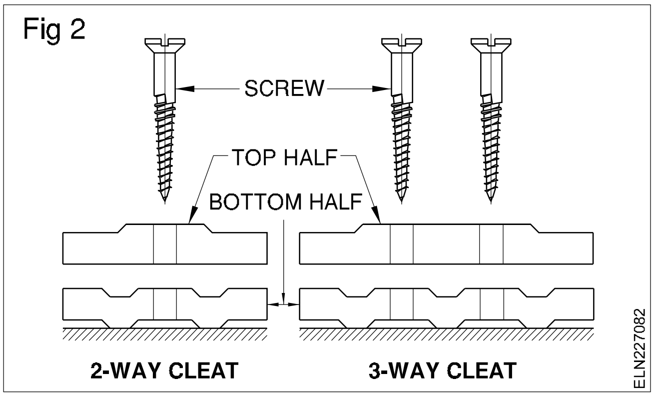
क्लीट वायरिंग (Clear wiring)

इस प्रकार की वायरिंग अस्थाई वायरिंग के लिए इस्तेमाल करते हैं क्लीट पोर्सिलीन के बने होते हैं पोर्सिलीन क्लीट के दो भाग होते हैं (Fig 1) ।

क्लीट वायरिंग की संस्तुलित केवल अस्थायी स्थापनों के लिए की जाती है। ये क्लीटें जोडियों में बनायी जाती हैं, जिसमें ऊपर और नीचे के आधे-आदे हिस्से होते हैं (Fig 2) । नीचे का आधा भाग वायर डालने के लिए ग्रूव किया जाता है और ऊपर का आधा भाग केबल ग्रिप के लिए होता है ।

आरंभ में ऊपर और नीचे की क्लीटों को दीवार पर लेआऊट के अनुसार हल्के से स्थिर किया जाता है । उनके बाद केबल को ग्रूवों में से खींचा जाता है और उसमें खींचा कर तनाव उत्पन्न किया जाता है तथा क्लीटों को स्क्रूओं से कसा जाता है ।





क्लीट वायरिंग सबसे सस्ती वायरिंग है यदि हम आरंभिक लागत और मजदूरी को देखें तो और यह अस्थायी वायरिंग के लिए बहुत उपयुक्त हैं। इस वायरिंग को तुरुन्त लगाया जा सकता है, जाँचा जा सकता है और बदला जा सकता है। आवश्यकता न होने पर क्लीट और उपसाधनों को क्षति पहूँचाये बिना इसको जल्दी से हटाया जा सकता है। इस प्रकार की प्रयोग वायरिंग अद्‌र्ध कुशल लोग भी कर सकते हैं ।

क्लीट में तीन प्रकार हैं जिनसे इन ग्रूवस में एक, दो या तीन केबलस को लगाया जा सके ।

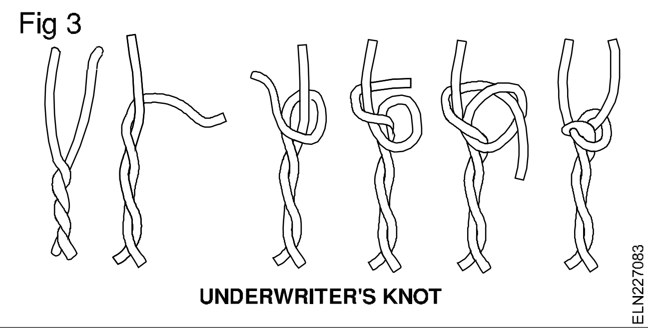
कोर्ड की पकड़ और अन्डर राइटर का नॉट (Cord grip and underwriter's knot)

जब एक लैम्प या लैम्प को उसके शेड के साथ सिलिंग के साथ लटकाया जाता है लैम्प और उसके शेड के भार के कारण लैम्प-होल्डर पर मेकेनिकल तनाव बनता है ।

यदि तनाव को हटाया नहीं जाता है तो केबल कनेक्शन सिरों में से निकल सकता है और बिजली के झटके का खतरा हो सकता है। टर्मिनलों के पेन्डेन्टों से तनाव हल्का करने के लिए लैम्प होल्डर और सिलिंग रोजों, एक धागे की पकड़ अथवा अन्डर राइटर नोट का प्रयोग होता है। कोर्ड की पकड़ अथवा अन्डर राइटर नोट का प्रयोग स्वीट्चों को खींचने और अन्य पोर्टेबल उपकरणों को जोड़ने के लिए भी होता है ।

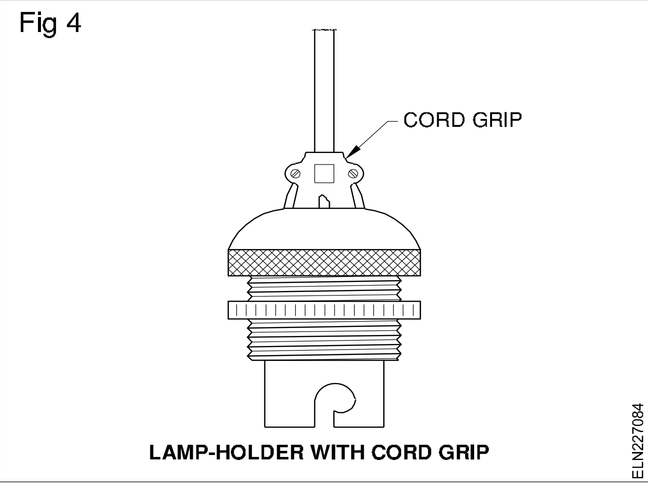
अन्डरराइटर का नोट (Underwriter's knot) (Fig 3)

उपसाधनों के कैप कवर पर नोट को ट्वीन-ट्वीस्टेड अथवा ट्वद्धीन-कोर से बनाया जाता है ।



कोर्ड की पकड़ (Cord grip) (Fig 4)

लैम्प-होल्डर, उपकरणों के जोड़ों, प्लग पिन टोप आदि जैसे विद्युत उपसाधनों में कोर्ड ग्रीप व्यवस्था उपलब्ध करायी जाती हैं । यह सब तरीके हैं सिरों के तनावों को हटाने के जो कोर्ड के खींचने अथवा मोडने के कारण उत्पन्न होता है ।



बिजली वायरिंग के प्रकार (Types of Power wiring)

उद्‌देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **आन्तरिक बिजली वायरिंग के प्रकार और उनका अनुप्रयोग बताना**
- **प्रत्येक प्रकार के लाभ और हानियाँ बताना ।**

लागत की बचत, आसान अनुरक्षण, त्रुटिशोधन और संरक्षा ज़रूरतों को पूरा करने के लिए बहुत-सी वायरिंग प्रणालियां विकसित की गई हैं। तकनीकी ज़रूरतों के अनुसार एक विशेष प्रणाली को चुना जा सकता है लेकिन प्रणाली का अनुमोदन स्थानीय बिजली प्राधिकरणों द्वारा किया जाना ज़रूरी है। किसी भी वायरिंग प्रणाली के लिए मूलभूत अपेक्षाएं निम्नानुसार हैं। वे हैं :

i संरक्षा के लिए विद्युन्मय फ़ेज़ तार को स्विचों द्वारा नियंत्रित किया जाए। स्विच के दूसरे टर्मिनल को जिसे आधी तार कहते हैं, तार के माध्यम से उपकरण या साकेट से जोड़ा जाए। न्यूट्रल को उपकरण, साकेट या लैम्प से सीधे जोड़ा जा सकता है। इससे कारीगर केवल विशेष परिपथ को बन्द करके विशेष लैम्प या उपकरण के दोष सुधार सकता है और मेन सप्लाई बन्द करने की ज़रूरत नहीं होती।

ii संरक्षा के लिए फ्यूज़ केवल ऊर्जित/फ़ेज़ तार में ही रखे जाने चाहिए। जब फ्यूज़ उड़ा हो तो लैम्प को सप्लाई नहीं मिलनी चाहिए।

iii निर्धारित वोल्टता सप्लाई करने के लिए सब लैम्पों और उपकरणों को समांतर संयोजन दिए चाहिए।

वायरिंग प्रणाली के प्रकार (Types of wiring system) : वायरिंग की तीन प्रणालियां हैं जिनका प्रयोग मेन्ज़ से विभिन्न शाखाओं को सप्लाई टैपन के लिए होता है। वे निम्नानुसार हैं -

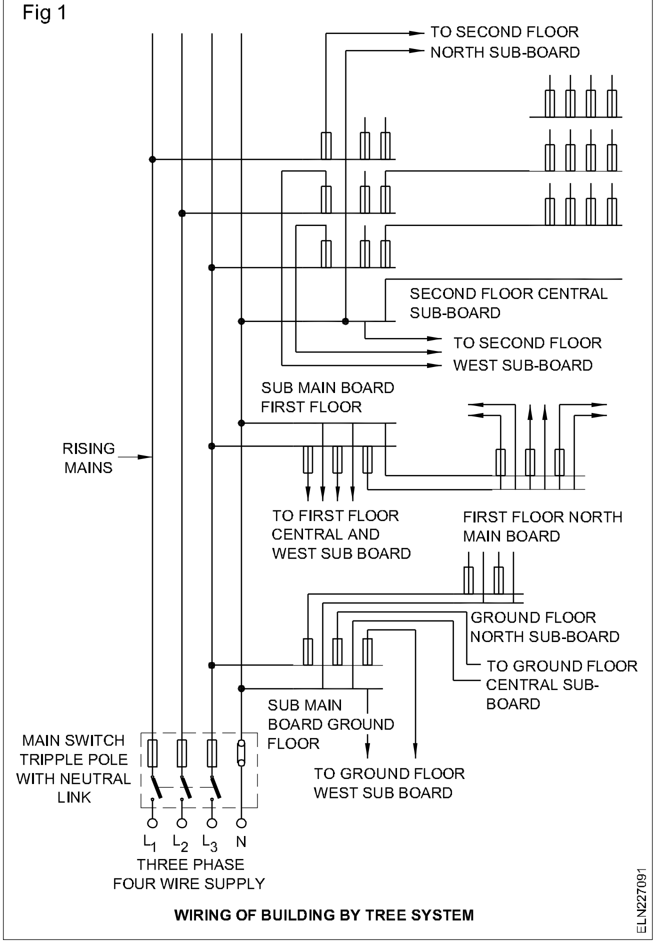
1 वृक्ष प्रणाली (Tree system)

2 रिंग मेन प्रणाली (Ring main system)

3 वितरण बोर्ड प्रणाली (Distribution board system)

वृक्ष प्रणाली (Tree system) : इस प्रणाली में मेन सप्लाई को आरोही मेन्ज़ (Rising mains) के साथ जोड़ने के लिए बस बारों के रूप में तांबा या ऐलुमिनियम पत्तियों का प्रयोग किया जाता है जैसा fig 1 में दिखाया गया है। यह प्रणाली बहु-मंजिली इमारतों के लिए उपयुक्त हाती है और किफ़ायत के प्रयोजन के लिए लोड केन्द्रों और सुविधाजनक स्थान पर इमारतों में बस-बार ट्रंकिंग स्थल उपलब्ध कराया जाता है।

Fig 1



WIRING OF BUILDING BY TREE SYSTEM

प्रत्येक मंज़िल पर संचालन मेन को उपयुक्त केविल अंतकों के माध्यम से सब-मेन बोर्ड से योजित किया जाता है। यदि प्रत्येक मंज़िल पर एक से ज़्यादा फ्लैट हैं तो फ़्लैट के लिए व्यष्टि मेन स्विच एक वितरण नेटवर्क के माध्यम से सब-मेन बोर्ड से अपनी सप्लाई प्राप्त करते हैं जिसमें प्रत्येक फ़्लैट के लिए एक ऊर्जा मीटर शामिल होता है।

तथापि फ़्लैट के भीतर अपनायी प्रणाली वितरण बोर्ड प्रणाली होगी।

लाभ (Advantages)

1 स्थापन के लिए अपेक्षित केबिलों की लंबाई कम हो जाएगी अतः लागत कम होगी

2 ऊंचे भवनों के लिए यह प्रणाली उपयुक्त होती है।

हानियाँ (Disadvantages)

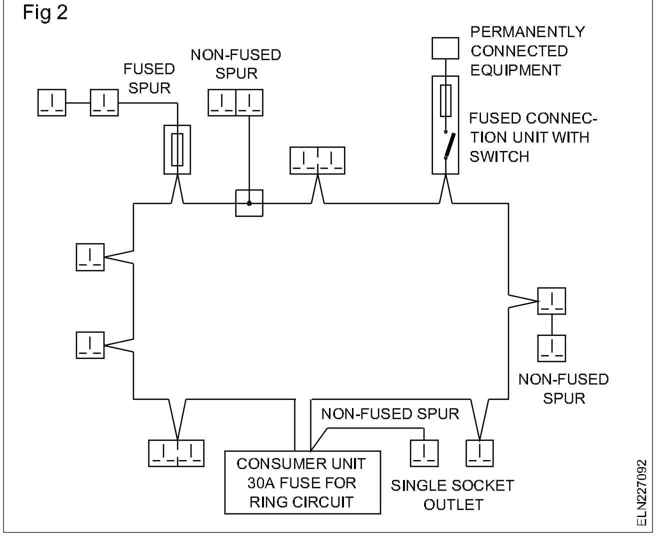
1 यदि बसबार पर्याप्त साइज का न हो तो वृक्ष प्रणाली के दूरस्थ सिरे पर उपकरणों पर वोल्टता समीपपस्थ सिरे पर योजित उपकरणों की तुलना में कम होगी।

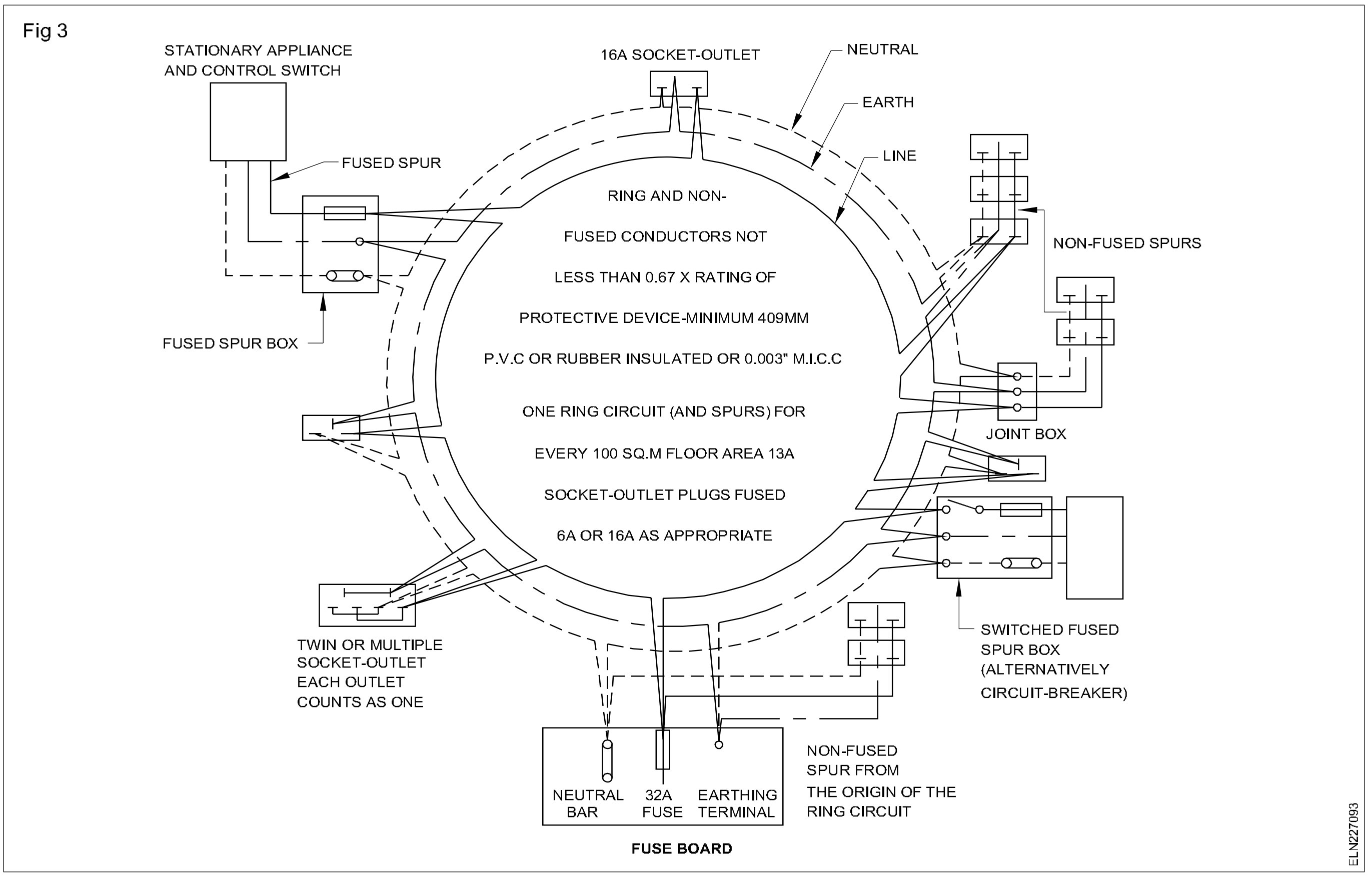
2 चूंकि फ़्यूज़ विभिन्न स्थानों पर स्थित हैं इसलिए दोष ढूंढना कष्ट दायक होता है ।

3 जब किफ़ायती कारणों से ऐलुमिनियम बसबारों का प्रयोग किया जाता है तो टैपन श्लथ हो सकता है और पावर सप्लाई को अंतरायित करता है।

रिंग मेन प्रणाली (Ring main system) : इस प्रणाली में साइज़ 4 या 6 वर्ग MM की दो जोड़ी केबिल होती है जो कमरों में से चलती है और मेन सबबोर्ड में वापस लाई जाती है जैसा fig 2 और 3 में दिखाया गया है। फ़्यूज़ों और नियंत्रक स्विचों के माध्यम से केबिलों के युगलों से सीलिंग रोज या साकेटों के लिए टैपन लिए जाते हैं। प्रयुक्त तांबे की बचत हो सकती है क्योंकि धारा दोनों पार्श्वों से प्रदत्त की जा सकती है। इस प्रणाली के लिए विशेष साकेट या फ़्यूज़ों के साथ प्लग ज़रूरी होते है

Fig 2

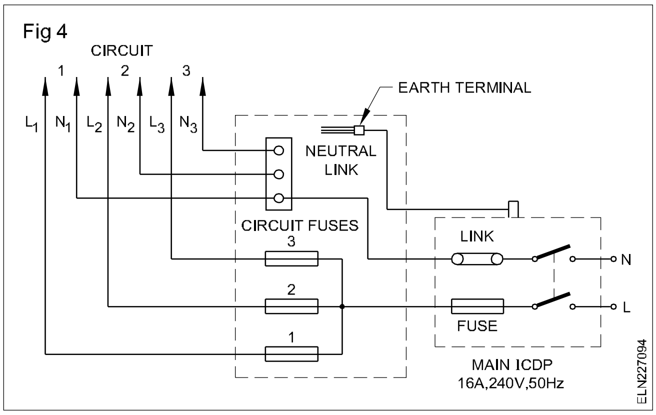




इसलिए यह महंगी होती है और भारत में इसका प्रयोग विरले ही किया जाता है।

IEE विनियम के अनुसार 100 वर्ग मीटर फ़्लोर क्षेत्र या उसके भाग के लिए एक रिंग परिपथ होना चाहिए। शाखा लाइन (स्पर) से प्रदत्त पावर प्लगों की संख्या दो से अधिक नहीं होनी चाहिए और कुल धारा 30 एम्प्स से अधिक नहीं होनी चाहिए। व्यष्टि पावर प्लग के लिए सुरक्षा व्यष्टि पावर प्लगों के साथ अन्तर्निमित फ़्यूज़ लगा कर या MCB टाइप स्विच और साकेट व्यवस्था करके उपलब्ध कराई जा सकती हैं।

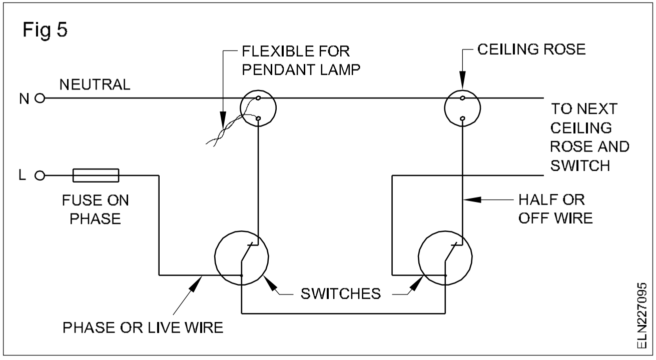
वितरण बोर्ड प्रणाली (Distribution board system) : यह सामान्यतः प्रयुक्त प्रणाली है। इस प्रणाली में उपकरण प्रणाली के साथ योजित किए जा सकते हैं जिसकी वोल्टता समान हो। मेन स्विच उपयुक्त केबिलों के माध्यम से वितरण बोर्ड के साथ जोड़ा जा सकता है। स्थापना में अपेक्षित परिपथों की संख्या के आधार पर वितरण बोर्ड में कई फ़्यूज़ होते हैं और फ़ेज़ और प्रत्येक फ़ेज़ की न्यूट्रल केबिल वितरण बोर्ड से ली जाती हैं जैसा Fig 4 दिखाया गया है।



चूंकि प्रत्येक परिपथ 800 वाट तक की पावर ले सकता है, वितरण बोर्ड के परिपथ फ़्यूज़ से ली गई फ़ेज़ उसी परिपथ के अन्य बत्ती स्विचों या पंखा स्विचों को निम्नलिखित तरीकों में से किसी एक से लूप की जाती है।

स्विचों, सीलिंग रोज़ या संधि बक्सों को छोड़ केबिल रूट में किसी जोड़ की इजाज़त नहीं है।

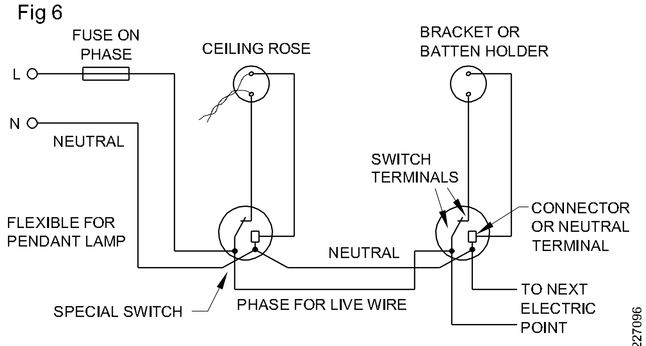
a **स्विच और सीलि्ज रोज से अपाशन (Looping out from switch and ceiling rose) :** Fig 5 में सरल पाशन विधि दिखाई गई है जिसका आम प्रयोग किया जाता है। स्विच के टर्मिनलों से योजित फेज़ तार को अगले स्विच तक अपाशित किया जाता है इत्यादि जब कि न्यूट्रल तारों को सीलिंग रोज़ से एक साथ लूप किया जाता है जैसा Fig 5 में दिखाया गया है। इस प्रणाली में प्रयुक्त केबिल बहुत उच्च होती है।



b **स्विच से अपाशन (Looping out from switch) :** इस प्रणाली में दो टर्मिनल और एक योजक वाले विशेष स्विच लगाए जाते हैं जेसा Fig 6 में दिखाया गया है। केबिलों की लूपिंग के लिए फ़ेज़ और न्यूट्रल दोनों केबिलों को स्विच तक लें जाया जाता है। चूंकि इन उपसाधनों

का भारत में सामान्य निर्माण नहीं होता इसलिए भारत में इस प्रणाली का इस्तेमाल नहीं किया जाता।

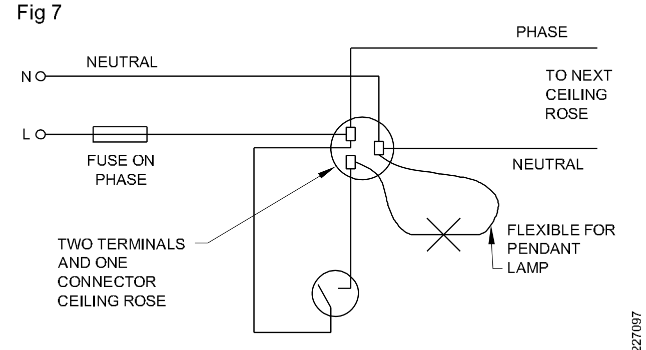
Fig 6



WIRING WITH TWO TERMINALS AND ONE CONNECTOR SWITCH

c 3-प्लेट सीलिंग रोज़ से अपाशन (Looping out from 3-plate Ceiling roses) : इस प्रकार की प्रणाली में, तीन टर्मिनल सीलिंग रोजों का प्रयोग करने की जरूरत होती है जैसा Fig 7 में दिखाया गया है। चूंकि (a) की तुलना में इस प्रणाली में कम केबिलों का प्रयोग होता है, अतः भारत के कुछ भागों में यह प्रणली प्रचालन में है।

Fig 7

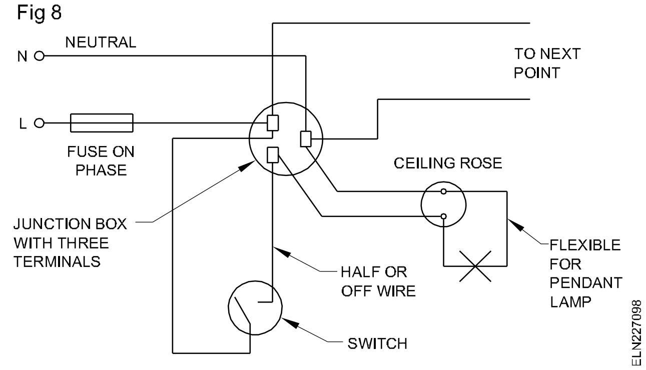


WIRING WITH THREE TERMINALS CEILING ROSE

d संधिबक्स से अपाशन (Looping out with junction box) :

इस प्रणाली में चालकों की एक जोड़ी को वितरण बक्स से संधि बक्स तक लाया जाता है और स्विचों, 2-प्लेट रोज़ों और संधिबक्स से अन्य पायंटों तक टैपन ले जाए जाते हैं जैसा Fig 8 में दिखाया गया है। जहां एक साझे गलियारे के दोनों पार्श्वों पर कमरों की पंक्तियां बनाई जाती हैं उन लाजों के लिए यह विधि किफ़ायती हो सकती है।

Fig 8



वितरण बोर्ड प्रणाली (Distribution board system)

लाभ (Advantages) :

1 सब बोर्ड समान वोल्टता के आर-पार योजित किए जाते हैं ।

2 दोष स्थान-निर्धारण आसान होता है ।

हानियाँ (Disadvantages) :

1 कुशल श्रमिकों की ज़रूरत होती है ।

2 दूसरी प्रणालीयों की तुलना में महंगा।

विभिन्न प्रकार की वायरिंग की सरसरे तौर पर तुलना निम्नानुसार टेबल में की गई है

विभिन्न प्रकार की वायरिंग-सरसरे तौर पर

क्र. सं.	विवरण	केसिंग और कैपिंग	बैटन वायरिंग		कंड्यूट वायरिंग	
		PVC (पोली विन्यलक्लोरिड) रबड़ं कोषित)	TRS (कठोर आवृत केबिल)	LCC (लैड	धातु	PVC
1	सामग्री	PVC केसिंग और केपिंग PVC तारे, काष्ट गट्टिया कील, बोर्ड और ब्लाक	T.W.बैटन TRS/CTS तार गट्टियां, क्लिप, कील, क्लिप बोर्ड और ब्लाक	बैटन लैड बैटन आवृत तार गट्टियां पेच/क्लिप बोर्ड और ब्लाक	धातु कंडयूट पाइप, सैडलें हुक, काष्ट गट्टिया, बेंड और साकेट और अन्य उपसाधन पेच ब्लाक और बोर्ड	PVC कंडयूट पाइप सैडले काष्ट गट्टियां बेंड और साकेट और अन्य उपसाधन ब्लाक और बोर्ड विभिन्न
2	लागत	काफी सस्ती	सस्ती	महंगी	महंगी	सस्ती
3	टिकाऊपन	काफी लंबा	लंबा	लंबा	बहुत लंबा	लंबा
4	यांत्रिक सुरक्षा	साधारण	साधारण	अच्छी	बहुत अच्छी	अच्छी
5	सुरक्षा	ख़राब	साधारण	साधारण	बहुत अच्छी	ख़राब
6	संरक्षा	साधारण	अच्छी	अच्छी	बहुत अच्छी	साधारण
7	श्रम	कुशल	कुशल	कुशल	उच्च कुशल	कुशल
8	विस्तार और हटाना	आसान	आसान	कठिन	आसान नहीं और मंहगा है	आसान
9	समय	काफी कम	कम	काफी लंबा	बहुत ज्यादा लंबा	काफी लंबा
10	साधारण विश्वसनीयता	अच्छी	काफी अच्छी	काफी अच्छी	काफी अच्छी	अच्छी
11	दिखावट	अच्छी	अच्छी	अच्छी	बहुत अच्छी	बहुत अच्छी
12	अनुप्रयोग की प्रकृति	केवल कार्यालय कम्प्यूटर वायरिंग के लिए	घरेलू और कार्यालय भवन	घरेलू और कार्यालय भवन	वर्कशाप	घरेलू

घरेलू तार स्थापन के प्रकार (Types of domestic wiring)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **एक अभिन्यास अधिष्ठापन आयोजन परिपथ आरेख और तार स्थापन आरेख का अभिनिर्धारण करना और उनके उपयोगों को बताना**
- **वैद्युत अभिन्यास आरेखों में प्रयुक्त BIS चिन्हों का अभिनिर्धारण करना ।**

वैद्युत तार स्थापन में विद्युत कर्मी को एक तार स्थापन अधिष्ठापन का अभिन्यास और एक अधिष्ठापन आयोजन प्रारम्भ में दिया जाता है।

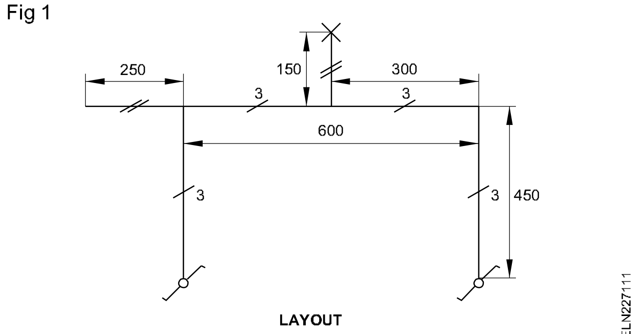
क्रमबद्ध कार्य करने के लिये कार्य प्रारम्भ करने से पहले इस अभिन्यास और अधिष्ठापन आयोजन के आधार पर विद्युत कर्मियों को परिपथ खीचना चाहिये और तार स्थापन आरेख बनाना चाहिये।

तार स्थापन अधिष्ठापन आरेखों में प्रयुक्त पदों को यहां स्पष्ट किया जा रहा है।

अभिन्यास आरेख (Layout diagram) : कुछ उपभोक्ता अपनी आवश्यकताअें को लिखित रूप में देते है लेकिन कुछ अभिन्यास आरेख के रूप में विद्युत कर्मी को दे सकते है। लिखित आवश्यकताओं के प्रकरण में विद्युत कर्मी एक अभिन्यास आरेख निर्मित करेगा इसके पश्चात उपभोक्ता से उसका अनुमोदन करा लेगा।

(Fig 1) में प्रदर्शित अभिन्यास आरेख तार स्थापन आरेख का एक सरल रूप है। परिपथ की किस लिये अभिकल्पना की गई है परिपथ के विषय में कोई सूचना दिये बगैर पाठक को इसकी सूचना को शीघ्रता और यर्थाथता से देना इसका प्रयोजन है।

Fig 1



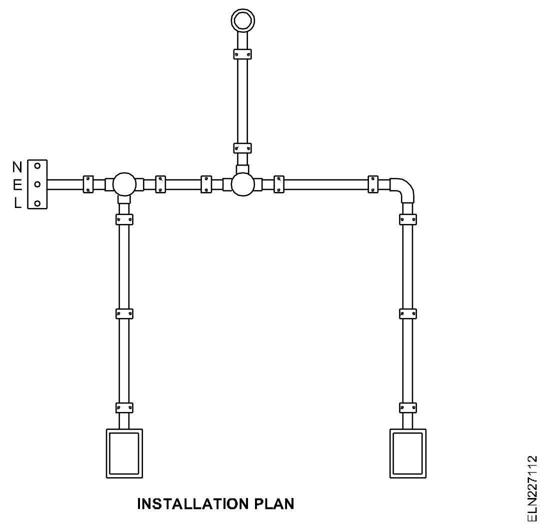
इस प्रकार का अभिन्यास आरेख भवन के वास्तुसम्बन्धी आरेखों, आयोजनों को निर्मित करने में प्रयुक्त किया जाता है।

एक अभिन्यास आरेख में यह आवश्यक है कि तारस्थापन सतह पर है अथवा ढका हुआ है फैला हुआ है, या अन्दर है तारों की संख्या क्या है आमाप और उपसाधनों IS प्रतीकों के सहित चिन्हों द्वारा सूचित करना आवश्यक है।

सामान्यत अभिन्यास आयोजन आरेखित कर दिया जाता है इसके पश्चात तार स्थापन आरेख निर्मित होता है। तार स्थापन आरेख के पूर्ण करने के पश्चात प्रत्येक केबल दौड में केबल्स की संख्या कन्डयूट का आमाप अथवा बैटन के आकलन से किया जाता है। अभिन्यास आयोजन पर दूरी चिन्हांकन की सहायता से केबल्स का आकलन किया जा सकता है।

अधिष्ठापन आयोजन (Installation plan) : (Fig 2) इस आयोजन में अधिष्ठापनों के उपसाधनों की स्थिति और अधिष्ठापन का समापन स्वरूप भी दिया जाता है। पूरे अभिन्यास आरेख के लिये अधिष्ठापन आयोजन खीचना संभव नही हो सकता है लेकिन कन्डयूट के प्रकार उपसाधनों गुल्लियों के बीच की दूरी कलैम्प इत्यादि को उजागर करने के लिये अधिष्ठापन के एक छोटे भाग तक प्रतिबन्धित किया जा सकता है।

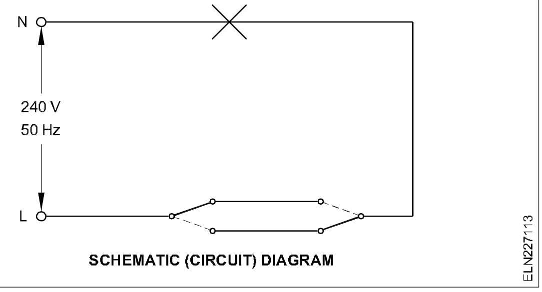
Fig 2



परिपथ आरेख (Circuit diagram) (Fig 3): ग्राफ चिन्हों के साथ (Fig 3) एक विशेष कार्य के लिये परिपथ के सम्बन्धों का योजना बद्ध प्रदर्शन सरलतम रूप में किया गया है।

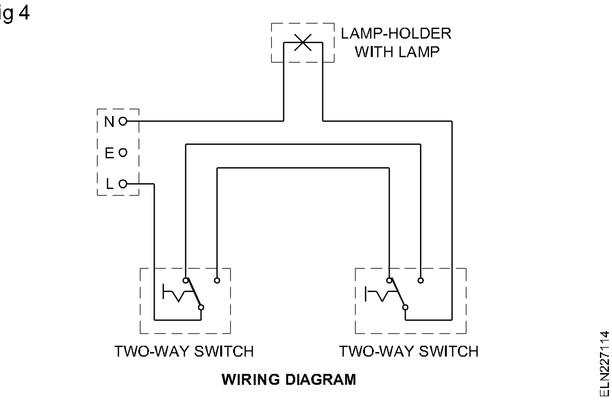
परिपथ में विभिन्न उपसाधनों के प्रकार्यो को स्पष्ट करना परिपथ आरेख का प्रयोजन होता है। (Fig 3) एक लैम्प को दो विभिन्न स्थानों से नियंत्रित करने के लिये परिपथ आरेख का एक उदाहरण है।

Fig 3



तार स्थापन आरेख (Wiring diagram) : (Fig 4) यह एक ऐसा आरेख है जिसमें घटकों की आरेख में स्थिति का वास्तविक भौतिक स्वरूप प्रदर्शित किया गया है ।

Fig 4



तार स्थापन आरेख में दूरी चिन्ह नही हो सकते है। तार स्थापन आरेख अभिन्यास आरेख के साथ प्रारम्भिक स्थिति में तकनीशियन को वांछित ताप प्रकार के आयोजन को विनिर्देशित / आंकलन करने में सहायक होता है। इससे आमाप केबल की लम्बाई और उसकी उर्ध्वाधर अथवा क्षैतिज स्थिति केबल की छत की दौड भी ज्ञात होती है। तार स्थापन आरेख का उपयोग अनुरक्षण कार्य केसमय अधिष्ठापन के दोषों को परीक्षण करने और निवारण करने में महत्वपूर्ण होता है। (Fig 4) में दो विभिन्न स्थानों से उनकी वास्तविक स्थिति के अनुसार एक लैम्प को नियंत्रित करने का प्रदर्शन किया गया है।

उपभोक्ता को विद्युत कर्मी से अपने हित में और बाद में दोषों के शीघ्र ज्ञात करने के लिये तार स्थापन का एक प्रतिरूप तार स्थापन के पश्चात देने के लिये आग्रह करना चाहिये। विद्युत कर्मी को भी ऐसा कर देना चाहिये।

BIS नियम और N.E. तार स्थापन अधिष्ठापन से सम्बन्धित नियम (B.I.S. Regulations and the N.E. code pertaining to wiring installations)

तार स्थापन अधिष्ठापन प्राय भारतीय वैद्युत नियम 1910 जो समय पर अपशोधित हुआ और जिसके अन्तर्गत भारतीय वैद्युत नियम 1956 तथा सम्बन्धित क्षेत्र (प्रान्त सरकार) के विद्युत आपूर्ति अधिकारी के प्रासंगिक नियम के अनुसार होता है।

वैद्युत तार स्थापन के अधिष्ठापन को सुरक्षा तथा उत्तम अभियांत्रिकी चलाक के सन्दर्भ में साबित करने के लिये भारतीय मानक प्रकाशित किया जाता है।

तार स्थापन अधिष्ठापन से सम्बन्धित नियमों के कुछ संग्रह नीचे दिये जा रहे है। सभी BIS नियम राष्ट्रीय वैद्युत कोड (NEC) द्वारा अनुसंशित होते है।

तार स्थापन अधिष्ठापन सम्बन्धित BIS नियम (B.I.S. regulations pertaining to wiring installations)

तार स्थापन (Wiring) : एक रिहायशी भवन में तार स्थापन की निम्न विधियों में से किसी एक को अपनाया जा सकता है।

- दृढ रबर कवचित अथवा PVC कवचित अथवा बैटेन तार स्थापन
- धातु कवचित तार स्थापन पद्धति
- कान्डयूट तार स्थापन पद्धति
  a दृढ स्टील कन्डयूट तार स्थापन
  b दृढ अधातीय कन्डयूट तार स्थापन
- लकडी आवरण तार स्थापन

स्थायीयक और उपसाधन (Fittings and accessories) : तार स्थापन अधिष्ठापन में प्रयुक्त सभी स्थायीयक और उपसाधनों को भारतीय मानकों (IS चिन्ह) के अनुरूप होना चाहिये।

पद्धति की अनुरक्षण मरम्मत अथवा पद्धति में किसी अन्य आशोधन के लिये सरल पहुंच होनी चाहिये। केवल पंजीकृत भारतीय विद्युत नियमो के अन्तर्गत वैद्युत ठेकेदारों द्वारा ही अशोधन होना चाहिये।

विभिन्न प्रकार के उप-परिपथ (Sub-circuits - different types): उप परिपथ निम्न दो समूहों में विभाजित हो सकते है।

- प्रकाश और पंखें उप परिपथ (Light and fan sub-circuit)
- शक्ति उप परिपथ (Power sub-circuit)

मुख्य कुंजी के बाद आपूर्ती वितरण पट पर आना चाहिये। प्रकाश और शक्ति परिपथों के लिये पृथक वितरण पट प्रयुक्त होगें।

प्रकाश और पंखा उप-परिपथ (Light and fan sub-circuits) : एक उभय परिपथ पर प्रकाश और पंखों का तार स्थापन हो सकता है। प्रत्येक उप परिपथ में प्रकाश पंखा और 6a साकेट निर्गम सब मिलाकर दस बिन्दुओं से अधिक नही होने चाहिये। प्रत्येक उप परिपथ पर भार 800W पर प्रति बन्धित होगा। यदि पंखों के लिये एक पृथक परिपथ का अधिष्ठापन होता है तो उस परिपथ में पंखों की संख्या 10 से अधिक नही होगी।

शक्ति उप-परिपथ (Power sub-circuits) : प्रत्येक शक्ति उप परिपथ पर लगभग 3000W प्रतिबन्धित भार होना चाहिये। प्रत्येक उप परिपथ में दो से अधिक निर्गम नही होगे।

यदि किसी उप परिपथ का भार 3000W से अधिक होता है तो उस परिपथ पर तार स्थापन आपूर्ती अधिकारी के विचार विर्मश से होना चाहिये।

सामान्य प्रवेश के आसन्न उस क्षेत्र की सामान्य प्रदीप्ति को नियन्त्रति करने के लिये एक कुंजी होगी। उपयोग योग्य दीवार स्थान पर कुंजियों को अवस्थिति होना चाहिये तथा खिडक्रियों और दरवाजों के पूर्ण खुले होने की स्थिति में किसी को वाधित नही होना चाहिये। फर्श तल के ऊपर 1.3 मीटर की ऊचाई तक उन्हें किसी ऊचाई पर लगाया जा सकता है।

सीढियों और सभागारों में द्विपथ कुंजियों की अनुशंसा की जाती है।

कुंजियां और बेल पुशेज वरीयतन स्वप्रदीप्त होने चाहिये जहां उन्हें अन्धेरे में प्रायः प्रचालित किया जाता है।

गहरे अन्धेरी अल्मारियां और मास भण्डारों में एक दरवाजा कुंजी के साथ प्रकाश निर्गम होना उत्तम होगा।

रसोई घर की प्रदीप्ती स्थायीयक इस प्रकार होने चाहिये कि कार्य स्थल सुचारूप रूप से प्रदीप्त हो और साधारण उपयोग के समय उन पर कोई छाया न पडें।

रहने और भोजनालयों कक्ष में यदि एक आवरण अथवा झालर है एक प्रदीप्ती निर्गम होना चाहिये जिसकी कुंजी पृथक हो।

शयन कक्षो में बिस्तर स्थिति से नियन्त्रित करने के लिये कुंजी की अनुशंसा की जाती है।

स्नानग्रहों में सीलिंग प्रकाश को नियन्त्रित करने के लिये स्नानग्रह के बाहर कुंजी होने की अनुशंसा की जाती है। विकल्प में एक रोधित डोरी प्रचालित कुंजी का भी उपयोग हो सकता है। लेकिन यदि स्नानग्रह के अन्दर प्रकाश कुंजी दी जाती है तो यह उस व्यक्ति की पहुंच के बाहर होना चाहिये जो फव्वारे अथवा स्नान टब में है । भीगे हाथ से कुंजीको स्पष्ट करने अति संकटमय होता है।

सभी सीढियों के लिये प्रकाश सुविधा गलियारे, पोंर्च कार कोर्ट, बरामदा इत्यादि में प्रदीप्ति सुविधा होने की अनुशंसा की जाती है। इनकी कुंजियां भवन के अन्दर सुविधा जनक स्थिति में होनी चाहिये। यदि कुंजियां बाहर है तो वे मौसम रोधित होना चाहिये।

बाहर के प्रदीप्ति के लिये सभी प्रदीप्ति स्थायीयक जल रोधित होने चाहिये।

साकेट निर्गम (Socket-outlets) : सभी प्लग्स और साकेट निर्गम तीन पिन प्रकार के होने चाहिये और साकेट की उचित पिन स्थायी रूप से भू सम्पर्कन निकाय से सम्बन्धित होनी चाहिये।

कक्षों में उपयुक्त स्थानों पर पर्याप्त संख्या में साकेट निर्गम होने चाहिये जिससे लम्बी नम्य डोरियों को त्याग सकें।

प्रकाश और पंखें उप परिपथों में केवल तीन पिन 6a साकेट निर्गम और 16a साकेट निर्गम पृथक कुंजियों से निर्गम होगें जो इसके निकट सामीप्य में होगें। 6a साकेट निर्गम, यदि यह फर्श से 130cm की ऊँचाई पर है, साकेट निर्गमा ऐसे स्थान पर है। जो बच्चों के पहुंच में है तो शर्टड अथवा अन्त पाशित साकेट निर्गमों के उपयोग की अनुशांसा की जाती है।

जहां 16A से अधिक निर्धारण के सााकेट निर्गम का उपसाधन में उपयोग किया जाना है उन्हें उचित निर्धारण के द्वि ध्रुव कुंजी से सम्बन्धित करना चाहिये।

साकेट निर्गम उस उपसाधन जिसके साथ उन्हें प्रयुक्त करना है उसके पीछे कभी स्थित नही होने चाहिये। साकेट निर्गम सतह से 25 अथवा 130cm ऊँचाई पर अथवा वांछित ऊँचाई पर अधिष्ठापित होगें।

अलमारी, पुस्तक धारकों, घडी स्थितियों सम्भावित पलंग स्थितियों इत्यादि के लिये तीन पिन 6A साकेट निर्गमों की अनुशंसा की जाती है।

रसोई घर के आमाप के अनुसार एक अथवा दो तीन पिन 16A साकेट निर्गम तप्त पटटी और अन्य उपसाधनों के लिये दिये जायेगे भोजन कक्षों, शयन कक्षो, रहने वाले कक्षों और अध्ययन कक्षों आवश्यकता पडने पर प्रत्येक में कम से कम एक तीन पिन 16A साकेट निर्गम दिया जायेगा।

किसी भी स्नानग्रह में 130cm से कम ऊचाई पर कोई भी साकेट निर्गम नही दिया जायेगा/।

नीचे साकेट निर्गमों के लिये अनुशंसित अनुसूची दी जा रही है।

स्थिति	6A निर्गम	16A निर्गम
शयन कक्ष	2 से 3 Nos.	1 No.
रिहायशी कक्ष	2 से 3 Nos.	2 Nos.
रसाई घर	1 No	2 Nos.
भोजन कक्ष	2 Nos	1 No.
गैराज	1 No	1 No.
रैफ्रीजरेटर	-	1 No.
वातनुकूलक	-	1 No.
बरामदा	1 No.	1 No.
स्नानग्रह	1 No.	1 No.

एक निगर्म साकेट से, एक से अधिक उपसाधनों के सम्बन्ध के लिये बहु प्लग एडाप्टर्स प्रयोग में नही लाने चाहिये।

पंखें (Fans) : छत पंखे को सीलिंग रोज अथवा विशिष्ठ सम्बन्ध बाक्सेस से तारित किया जायेगा। नियन्त्रक के अतिरिक्त सभी छत पंखों के साथ एक कुंजी होनी चाहिये।

कडे और जंजीर के बीच कुछ स्थान छोड कर तथा कडा और लटकन छडों को रोधित रख कर पंखों को इन से लटकाया जायेगा।

सभी पंखों को फर्श से कम से कम 2.75 मीटर की ऊँचाई पर जब तक अन्यथा न कहा जाये लटकाया जायेगा।

नम्य कोर्ड (Flexible cords) : निम्न प्रयोजनों के लिये नम्य कोर्डों का उपयोग होगा।

- लटकन के लिये
- स्थायीयकों के तार स्थापन के लिये
- बहनीय और हस्त धारित उपायों के लिये

निम्न में नम्य डोरियों का प्रयोग नही होगा।

- छुपे तार स्थापन के लिये
- स्थिर तार स्थापन के विकल्प में जहां केबल्स को छतों दीवारों फर्शो खिडकियों इत्यादि में
- छेदों से होकर ले जाना हो
- यदि दीवारों छतों इत्यादि से स्थायी रूप से जुडे है।

BIA और NEC की अनुशंसा के अनुसार उपसाधानों और केबल्स का आरोहण (Mounting levels of the accessories and cables as recommended in B.I.S. and N.E.C.) :

मुख्य और शाखा वितरण पटों की फर्श स्थल से 2m से अधिक ऊँचाई नहीं होनी चाहिये। 1m का सम्मुख मुक्तांतर भी रखना चाहिये।

सभी प्रकाश स्थायीयक फर्श से 2.25m की कम ऊँचाई पर नहीं होने चाहिये।

कुंजी फर्श तल से 1.3m की किसी ऊँचाई पर होना चाहिये। आवश्यकता अनुसार साकेट निर्गम को 0.25 अथवा 1.3m के ऊपर होना चाहिये।

छत पंखे की तल रेखा और फर्श के बीच मुक्तांतर 2.4m से कम नही होगा। छत और पंखें ब्लेडस के बीच अल्पतम मुक्तांतर 300mm से कम नही होगा। पृथ्वी तल से केबल्स किसी वांछित ऊँचाई पर होगे लेकिन लकडी आवरण कैपिंग और TRS तार स्थापन के फर्शो में पारगमित होने पर इसे फर्श तल से 1.5m ऊँचाई पर भारी गेज कन्डयूट में होना चाहिये।

सन्दर्भ (References)

I.S. 732-1963

I.S. 4648-1968

N.E. Code

तार स्थापन के लिये विन्यास चिन्हांकन की विधि (Method of marking the layout for wiring)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विन्यास चिन्हांकन के लिये वांछित टूल्स की सूची बनाना तथा तार स्थापन के लिये विन्यास चिन्हांकन की विधि बताना ।**

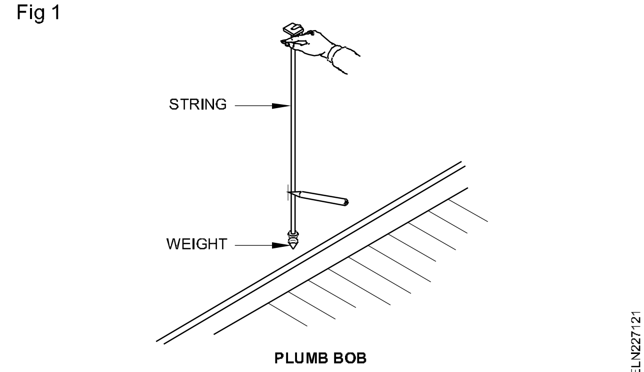
किसी भवन में वैद्युत तार स्थापन अधिष्ठापन करते समय अधिष्ठापित किये जाने वाले विभ्भिन स्थायीयकों उपायों छत और दीवार पर विन्यास को चिन्हित तथा केबल्स रंग का मार्गन कर लेना आवश्यक है।

दीवार और छतों पर विन्यास चिन्हांकन के लिये निम्न टूल्स को प्रयुक्त किया जाता है।

- साहुल गोला अथवा लंगर (Plumb bob or plummet)
- पारा तल (Spirit-level)
- जल तल (Water-level)

साहुल गोला (Plumb bob) : यह एक खण्ड और भार से निर्मित होता है जो उनके केन्द्रों से जाने वाली एक डोरी से जुडे रहते है। जब साहुल गोले को दीवार पर रखते है भार को डोरी और साहुल रेखा (डोरी) से उधर्वाधर नीचे लटकाया जाता है तो साहुल रेखा वास्तविक उधर्वाधर संकेत करती है जैसा कि (Fig 1) में प्रदर्शित किया गया है।

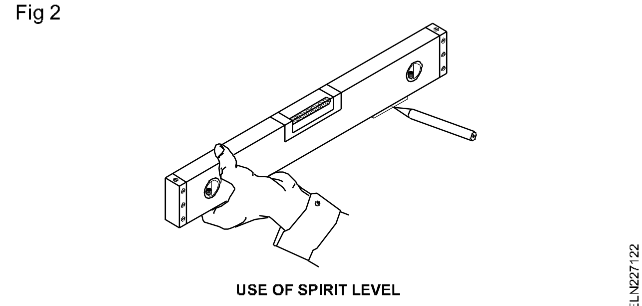
Fig 1



PLUMB BOB

पारा तल (Spirit-level) : इसमें सीधी पटटी पर एक स्तर नली होती है नली पर बने चिन्हों के मध्य में जब वायु बुलबुला होता है तो वह तल जिस पर सीधा किनारा रखा जाता है,तो समझा जाता है कि तल क्षैतिज स्थिति मे है। पारा तल प्रायः 155mm से 1m लम्बाई में उपलब्ध है Fig 2 में एक पारा तल दिखाया गया है।

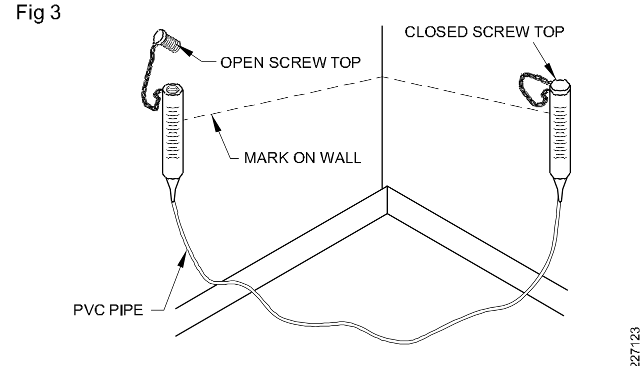
Fig 2



USE OF SPIRIT LEVEL

जल तल (Water-level) : एक जल तल दो चिन्हांकित नलियों से बना होता है जो एक नम्य रबर नली से परस्पर जुडी रहती है नली में उस समय तक जल भरा जाता है जब तक जल दोनों नलियों के मध्य तक नही पहुंच जाता । प्रयोग में न लाये जाने पर नलियां समुन्द्रित कर दी जाती है। एक अपार दर्शी नली के प्रत्येक ओर नलियों के स्थान पर साधारण PVC नली को जल तल के लिये प्रयुक्त कर सकते है। कांच नलियों के साथ जल तल को (Fig 3) में प्रदर्शित किया गया है।

Fig 3



WATER LEVEL

विन्यास का चिन्हांकन (Marking of layout) : दीवार और छत पर विन्यास चिन्हांकन के लिये खडिया द्वारा रेखाये बनायी जाती है। ऐठें

धागे पर खडिया पाउडर को छिडक दिया जाता है है खडिया पाउडर डालते समय धागे को खिचा रखा जाता है और छोड देने पर इसके द्वारा दीवार पर एक महीन रेखा बन जाती है।

वास्तविक उर्ध्वाधर दौडों का चिन्हांकन (Marking of true vertical runs): उर्ध्वाधर रेखाओं को बनाने के लिये प्रायः एक साहुल रेखा भी उपयोग में लाई जाती है। साहुल रेखा को निम्न की भांति उपयोग में लाया जाता है।

चिन्हित की जाने वाली उर्ध्वाधर रेखा की स्थिति ज्ञात करें ।

डोरी (रेखा) को अंगूठे और अंगुली के बीच भार से जो चिन्हित उर्ध्वाधर रेखा स्थिति के ऊचाई पर है एक उपयुक्त डोरी से पकडें।

भार को फर्श अथवा अन्य रूकावटें जैसे किनारा पटों से स्पष्ट मुक्तांतर पर रखते हुये अंगूठे को दीवार पर उस समय तक रखें जब तक डोरी और साहुल गोला रूक न जायें। दीवारो के तल को वाछित स्थल पर (Fig 1) के अनुसार स्पष्ट छोड दें।

डोरी रेखा के संगत दीवार पर कम से कम एक मीटर की दूरी पर दो रेखाये पेंन्सिल अथवा खडिया से बना दें।

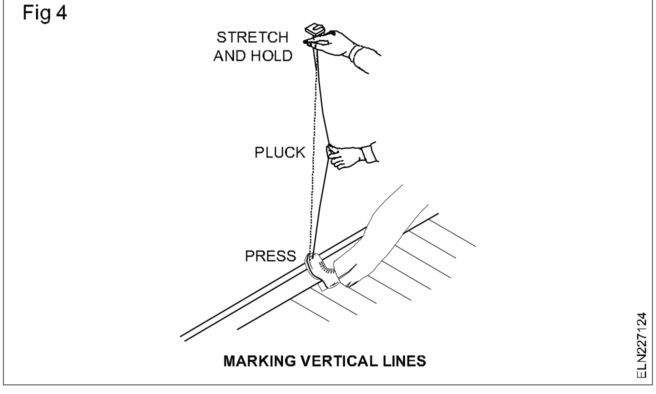
सीधे किनारे की सहायता से दो चिन्हों को जोडने वाली रेखा खीचें और आवश्यकता अनुसार रेखाओं को विस्तारित कर दें।

ऐठी (डोरियों) रेखाओं को खडिया द्वारा चिन्हित करने के लिये खडियां धागे को वांछित रेखा की ऊँचाई के लिये यथेष्ट लम्बाई लें।

नीचे के सिरें को एक पैर से पकडें और डोरी को खीचे आवश्यकता अनुसार पैर और हाथ को उस समय तक समंजित करें जब तक डोरी दीवार पर दों पेन्सिल चिन्हों के ऊपर न आ जाये। (डोरी को अपने पाँव से न पकड कर अन्य कर्मी से सहायता ले सकते है)।

स्वतन्त्र हाथ द्वारा तनी हुई डोरी को दीवार से लगभग 20-30mm दूर पर रखकर छोड दें। डोरी, खडियां पाउडर से, खडिया की रेखा दीवार तल पर एकत्रित कर देती है। (Fig 4)

Fig 4



MARKING VERTICAL LINES

खडिया रेखा प्रायः लम्बी रेखाओं को चिन्हित करने के लिये प्रयुक्त होती है।

वास्तविक क्षैतिज दौडों का चिन्हांकन (Marking `true' horizontal runs) : क्षैतिज दौड को प्रायः एक परातल अथवा जल तल से चिन्हित किया जाता है। वैद्युत कार्यो के लिये प्रायः पारा तल उपयोग में लाते है।

नीचे लिखे अनुसार क्षैतिज रेखाओं को चिन्हित करें।

स्थिर संन्दर्भो जैसे फर्श अथवा छत से माप कर आलेखनों की परिमापों आप कहां क्षैतिज रेखायें खींचना चाहते है ज्ञात कर लें। वांछित ऊँचाई पर दीवार पर एक चिन्ह बना लें।

पारे तल को दोंनों हाथों से पकड कर दीवार पर बने चिन्ह से रथ बना लें।

वायु बुलबुलों की स्थिति की नली पर बने चिन्हों के सापेक्ष जांच कर लें। पारे तल का समंजन उस समय तक करें जब तक वह चिन्हों के ठीक मध्य नही आ जाता ।

अन्त में एक हाथ से स्तर को स्थिति रखें और स्वतन्त्र हाथ से स्तर के सीधे अन्त के अनुदिश एक पेंन्सिल रेखा खींचे जैसा कि (Fig 2) में दिखाया गया है।

पारा तल की सीधे किनारे की रेखा को पहले निर्मित रेखा से मिला दें और मूल रेखा के दायी और बायी दोनों ओर विस्तरित कर दें ।

जहाँ लम्बी रेखायें वांछित होती है ऊपर की पदों की पुनरावृत्ति दीवार की वांछित दिशा में करें।

क्षैतिज और उर्ध्वाधर दौडों का मापन (Measuring off horizontal and vertical runs) : एक उभय आधार से नाप कर भी क्षैतिज रेखाओं को खीचा जा सकता है। दीवारों पर क्षैतिज रेखाओं को खीचने के लिये उभय आधार फर्श अथवा किनारों का शीर्ष अथवा छत तल हो सकता है। यदि फर्श अथवा फर्श यथेष्ट समतल अैर समरूप हों।

मापन की इस विधी का प्रयोग अनेक स्थितियों में होता है जहां अधिष्ठापन उपस्थिति स्थितियों जैसे दरवाजा फ्रेम और पट किनारों के समान्तर होता है।

छत पर केबल दौडों को चिन्हिांकित करना (Marking cable runs on the ceiling) : छत पर चिन्हांकन के लिये दो परस्पर लम्बवत आसन्न दिवारों का चयन करें।

इन दीवारों को आधार ले कर केबल दौड पथ केन्द्रों को मापन के लिये लें। सहायकों की सहायता से खडिया पाउडर डोरी किनारों को पकड कर डोरी को बलपूर्वक खींच कर छत पर खडिया के निशान बना दें।

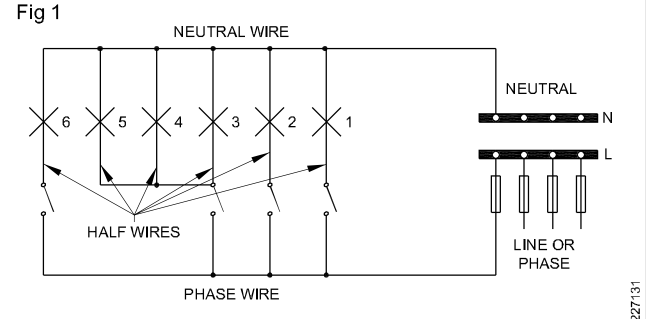
घरेलू तार स्थापन अधिष्ठापन में सम्बन्धों की विधियां (Methods of connections in domestic wiring installations)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **पाशन - पश्य (पाशन-इन) विधि स्पष्ट करना**
- **संयुक्त बाक्स विधि स्पष्ट करना ।**

प्रस्तावना (Introduction)

एक परिपथ आरेख (Fig 1) में दर्शाया गया है। जिसमें छः लैम्प जिनमें तीन पृथक रूप से एकल पथ कुंजियों से और तीन एक समूह के रूप में एकल पथ कुंजी से नियोजित किये जाते है यदि परिपथ का तार स्थापन परिपथ आरेख की यथार्थ अनुरूपता से किया जाय तो अनेक जोड आवश्यक होगें जो केवल संयुक्त बाक्सों मे होगें और मूल्य तथा श्रम में वृद्धि करेंगें। तार स्थापन को मितव्ययता से कर संकने के लिये दो विधियां अपनायी जाती है। वे है। 1) पश्चपाशन विधी 2) संयुक्त बाक्स विधि।

Fig 1



SCHEMATIC DIAGRAM

पाशन पश्च (पाशन) विधि (Looping-back (loop-in) method):

इस विधि में पृथक संयुक्त जोड प्रयुक्त नही होते है। इसके स्थान पर उपसाधनों के टर्मिनल्स पर ही ऐठे जोड प्रयुक्त होते है। (कुंजियों और सीलिंग रोज में)

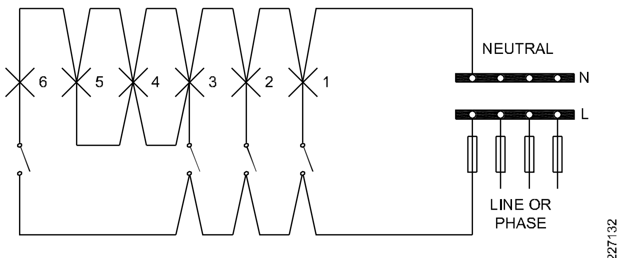
जहां तार स्थापन की पाशन पश्च-पद्धति विनिर्देशित होती है तार स्थापन उनकी लाइन में बिना किसी संधि संयोजक बाक्स के किया जायेगा।

घरेलू तार स्थापन अधिष्ठापन में पश्च पाशन पद्धति को वरीयता देनी चाहिये।

पाशन-पश्च पद्धति दो प्रकारों से अपनायी जा सकती है। .

दो पटटी सीलिंग रोज और कुंजियों द्वारा पाशन इन विधी (Loop-in method using 2-plate ceiling roses and switches) : पाशन इन पद्धति द्वारा तार स्थापन (Fig 1) में प्रदर्शित परिपथ का योजना बद्ध आरेख (Fig 2) में दिखाया गया है। संयुक्त बाक्सेज में पृथक जोडों की आवश्यता नही होती लेकिन द्वि पटटी सीलिंग रोज और कुजियों के टर्मिनल में ऐठित जोड वांछित होते है । (Fig 2) में प्रदर्शित योजनाबद्ध आरेख व्यवहार योग्य नही है। और किसी तार स्थापन पद्धति जैसे कन्डयूट लकडी बैटेन अथवा आवरण और कैपिंग पद्धति में एक ही कन्डयूट बैटेन अथवा आवरणन में केबल्स को परस्पर समीप दौडाना आवश्यक होता है, ग्राह्य नही हो सकता।

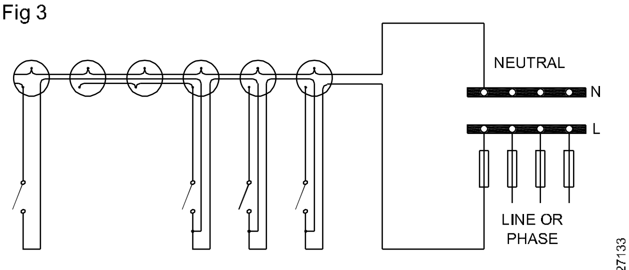
Fig 2



SCHEMATIC DIAGRAM OF LOOP-IN METHOD

(Fig 3) में उसी परिपथ का व्यवहारिक रूप दिखाया गया है।

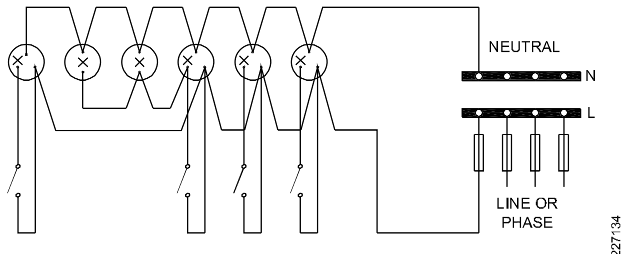
Fig 3



PRACTICAL WAY OF LOOP-IN METHOD

तीन पटटी सीलिंग रोज द्वारा पाश-इन विधि (Loop-in method by 3-plate ceiling rose) : (Fig 4) के अनुसार हम तीन पटटी सीलिंग रोज का भी प्रयोग कर सकते है। केबल की यथेष्ट लम्बाई को बचाया जा सकता है यदि सीलिंग रोज के तीसरे टर्मिनल को कुजियन पाश के लिये एक पाशन इन टर्मिनल की भांति प्रयुक्त किया जाय।

Fig 4



PRACTICAL WAY OF LOOP-IN METHOD

संयुक्त बाक्स विधि (Joint-box method) :

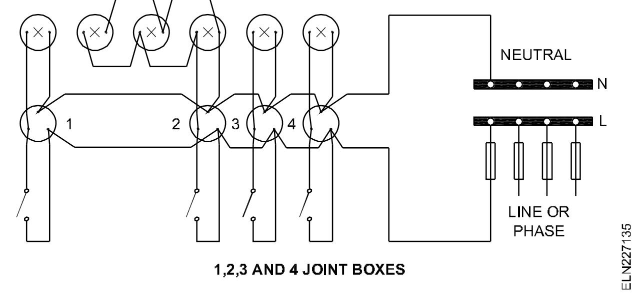
संयुक्त बाक्स विधि में जहां केबल से कही भी अन्त निष्कसन करना पडता है, जोड निर्मित कराये जाते है। केबल सम्बन्धक के सभी जोड पोर्सलेन सम्बन्धकों अथवा सम्बन्धक बाक्सेसे निर्मित होगें और उपयुक्त संयुक्त बाक्स में आवासित होगे।

किसी भी तार स्थापन विधि में मुख्य अथवा उपमुख्य परिपथ के केबल में अन्तरायिक बिन्दुओं पर अनआवरणति अथवा ऐठित जोड निर्मित नही

होगें। यदि जोडना वाध्यता हो तो इस प्रकार के जोड उपयुक्त कट आउट्स से निर्मित होगे अथवा सुगम निरीक्षण के लिये उपयुक्त संधि बाक्सेस से पारगमित होगें।

(Fig 5) में तार स्थापन पद्धति की सयुक्त बाक्स विधि प्रदर्शित की गई है इस पद्धति में कुंजियों और केबल्स रोजेस से एक केबल्स युगुल का अन्तन संधि बाक्स में होगा। केवल लम्बाई में मितव्ययता के लिये प्रकाश बिन्दुओं और कुंजियों के बीच संधि बाक्स रखा जाता है।

Fig 5



एक प्रदत्त लोड के वायरिंग स्थापन हेतु वायरिंग केबिल के प्रकार और नाप का चयन (Selection of the type and size of cable for a given wiring installation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एक परिपथ के लिए केबिल के चयन के लिए ध्यान देने योग्य आयामों के बारें में बताना**
- **आयामों को ध्यान में रखना और केबिल चुनना ।**

एक प्रदत्त परिपथ के लिए केबिल के प्रकार और आकार को निर्धारित करने के लिए निम्नलिखित बातों पर ध्यान रखा जाना चाहिए।

- परिपथ के स्थल और वायरिंग के प्रकार के लिए केबिल के प्रकार की उपयुक्तता।
- केबिल की धारा वहन क्षमता के आधार पर केबिल का साइज ।
- वायरिंग की लम्बाई और केबिल में अनुदित वोल्टता पात पर निर्भर केबिल की लम्बाई ।
- किफायत के आधार पर केबिल का न्यूनतम साइज ।

परिपथ के स्थल और वायरिंग के प्रकार से केबिल के टाइप का फैसला किया जाता है ।

इस बात पर विचार करना जरूरी है कि स्थापना उद्योग या घरेलू प्रयोग के लिए है और वतावरण आर्द्र है या संक्षारक। तदनुसार केबिल के प्रकार को चुना जाता हैं।

इसके आलावा केबिल का प्रकार वायरिंग के प्रकार को निर्धारित करता है जो स्थापनाओं के लिए उपयुक्त हो। टेबल 1 को निर्दिष्ट करके केबिल का प्रकार चुना जा सकता हैं

केबिल की धारा वहन क्षमता साइज का फैसला करती हैं।

इसमें पहला क्रम यह है कि परिपथ में धारा का पता लगाया जाए जिसके परिपथ में प्रवाहित होने की संभावना है जब कुल योजित लोड को पूरी तरह स्विच आन किया जाता है। यदि सब लोड एक ही समय काम कर रहे हैं तो यह धारा अधिकतम धारा है जो परिपथ में से प्रवाहित होती हैं।

विविधता का आयाम (Diversity factor)

लेकिन वास्तविक स्थिति में ऐसा मामला नहीं होता। प्रकाश व्यवस्था की स्थिति में एक घरेलू स्थापना में सब बत्तियों को एक ही समय स्विच आन नहीं किया जाता। अतः यह माना जाता है कि किसी भी समय केवल दो तिहाई बत्तियां (मानें 66%) 'आन' होंगी।

इससे एक तत्व आरंभ होता हैं जिसे विभिन्नता तत्व कहते हैं। जब योजित लोड को विभिन्निता तत्व से गुणा किया जाता है तो हम लोड प्राप्त करते हैं जिसे सामान्य कार्यकर लोड कहते हैं इस विभिन्नता के तत्व के प्रयोग द्वारा तकनीश्यिन परिकलित केबिल की तुलना में छोटी साइज के केबिल का प्रयोग कर सकते हैं। IEE नियमों के अनुसार प्रस्तावित विभिन्नता तत्व तालिका 2 में दिया गया हैं।

कार्यकर लोड के आधार पर प्रत्येक परिपथ में धारा परिकलित की जाती है और तालिका 3,4,5 से धारा वहन करने के लिए उपयुक्त केबिल का साइज परिकलित किया जाता हैं।

केबिल में वोल्टता पात (Voltage drop in the cable)

उपयोक्ता को सप्लाई आरंभ होने के बिन्दु और उपयोक्ता परिसर के भीतर किसी अन्य पाइंट के बीच वोल्टता पात सप्लाई के बिन्दु पर वोल्टता के 3 % से अधिक नहीं होना चाहिए। जैसा कि ज्ञात है किसी धारावहन चालक में वोल्टता पात भीतरी प्रतिरोध के कारण घटित होता है। BIS 732 के अनुसार परिसरों में यह वोल्टता पात मानक सप्लाई वोल्टता के 3 प्रतिशत से अधिक नहीं होना चाहिए जब उपयोक्ता सप्लाई बिन्दु और स्थापना में किसी पाइंट की बीच मापा जाता है जब चालक सामान्य सेवा स्थिति के अन्तर्गत अधिकतम धारा वहन कर रहे हैं।

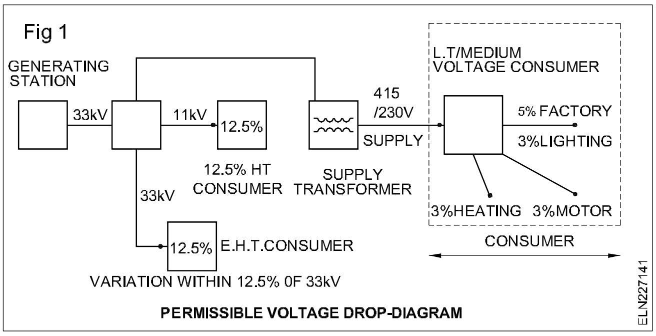
ऐलुमिनियम केबिल के लिए टेबल 3 और 4 और तांबा केबिल के लिए टेबल 5 वोल्टता पात और विभिन्न केबिल रन की लंबाई के बीच संबंध

बताती हैं। यदि केबिल में पाया वोल्टता पात 3% वोल्टता पात की निर्धारित सीमा को पार करता है तो वोल्टता पात को सीमाओं के भीतर रखने के लिए तकनीशन को अगले बड़ें साइज की केबिल चुननी होगी।

यदि परिपथ में वोल्टता पात से बचाव के लिए केबिल साइज बढ़ाया जाता है तो केबिल का निर्धार वह धारा होंगी जिसे वहन करने के लिए परिपथ अभिकल्पित है। प्रत्येक परिपथ या उप परिपथ में लोड या केबिल निर्धार, जो भी न्यूनतम हो, को मैच करने के लिए फ्यूज चुना जाएगा ताकि वांछित बचाव सुनिश्चित किया जाए (BIS 732)

उपयोक्ता को सप्लाई की घोषित वोल्टता (Declared voltage of supply to consumer)

दूसरी ओर, IE नियम 54 के अनुसार उपभोक्ता के सप्लाई के प्रारंभ बिन्दु पर वोल्टता में निम्न या मध्यम वोल्टता की स्थिति में 5 प्रतिशत से ज्यादा विभिन्नता नहीं होंगी और उच्च और अत्यधिक उच्च वोल्टता की स्थिति में 12 प्रतिशत से अधिक नहीं होगी। इन बातों को Fig 1 में दिखाया गया हैं



इस चरण पर यह याद रखना बेहतर होगा कि जब एक चालक में से धारा प्रवाहित होती हैं तो चालक द्वारा प्रस्तुत प्रतिरोध ताप उत्पन्न करता हैं। ताप में वृद्धि केबिल प्रतिरोध के आनुपातिक होती है जो आगे केबिल के जो आगे केबिल के अनुप्रस्थ काट क्षेत्र पर निर्भर होती हैं। चूंकि विद्युतरोधन को अतिपातन से क्षति पहुंचाती है, चालक साइज पर्याप्त होना चाहिए ताकि इस प्रकार की घटना न हो। केबिल का साइज चुनते समय किसी अन्य मापदंड की तुलना में वोल्टता पात एक गम्भीर प्रतिबन्ध होता हैं।

अतः बेहतर होगा कि अनुज्ञात वोल्टता पात का पता लगाने के बाद ही केबिल साइज चुना जाए। अत्यधिक वोल्टता पात हीटिंग उपकरणों, बत्तियों और बिजली मोटरों के निष्पादन को क्षीण करता हैं।

वोल्टता पात की गणना (Calculation of voltage drop)

दो तार परिपथों एकल फेज AC और DC में वोल्टता पात उ धारा ¬केबिलों का कुल प्रतिरोध (In DC and single phase AC two-wire circuits)

वोल्टता पतन = करन्ट x केबलों का कुल प्रतिरोध

= 2 IR

जहां I धारा है और

R केवल एक चालक का प्रतिरोध है (अग्र और वापसी नहीं)

जहां कहीं वोल्टता पात केबिल के रन के लिए 1 वोल्ट पात प्रति मीटर दिया गया है, हमें मानना पड़ता है कि अग्र और वापसी दोनों केबिलों को हिसाब में लिया गया हैं और केबिल अपनी निर्धारित धारा का वहन करती हैं। ऐसे मामलों में Y एम्पस के धारा भारण के लिए X मीटर लंबाई के लिए वोल्टता पात दिए अनुसार परिकलित किया जाता हैं।

$$\left\{\begin{matrix}\text{Voltage}\\ \text{drop}\end{matrix}\right\} = \frac{\left\{\begin{matrix}\text{Length of}\\ \text{the cable}\end{matrix}\right\} \text{x} \left\{\begin{matrix}\text{Actual current}\\ \text{of the load}\end{matrix}\right\}}{\left\{\begin{matrix}\text{Metre length of}\\ \text{the cable per one}\\ \text{volt drop}\end{matrix}\right\} \text{x} \left\{\begin{matrix}\text{Rated current}\\ \text{of the cable}\end{matrix}\right\}}$$

$$= \frac{XY}{\left\{\begin{matrix}\text{Metre length of}\\ \text{the cable per one}\\ \text{volt drop}\end{matrix}\right\} \text{x} \left\{\begin{matrix}\text{Rated current}\\ \text{of the cable}\end{matrix}\right\}}$$

3 फेज परिपथ (3-phase circuits)

$$\text{Voltage drop} = 1.73 \text{ x } I R = \sqrt{3}\, IR$$

जहां I लाइन धारा होती हैं

R केवल एक क्रोड का प्रतिरोध होता हैं।

निम्नलिखित उदाहरण से उपर्युक्त बिन्दुओं को स्पष्ट किया जा सकता हैं।

उदाहरण

न्यूट्रल सहित 3 फेज 415 वो. सप्लाई के साथ निम्नलिखित लोड योजित हैं, यह 10 श्यनकक्षों, 3 बाथरूमों लोंज, भोजन कक्ष, रसोई घर और सेवा कक्ष वाला गेस्ट हाउस हैं। इस स्थापना के लिए केबिलका उचित साइज चुनें।

प्रकाश व्यवस्था टंग्स्टन प्रकाश के 3 परिपथ कुल 2860 वाट ।

13A साकेट निकासों के 3x30A रिंग परिपथों से पावर वाटर हीटिंग

1 x 7 KW वाटर हीटर (Instant)

2 x 3 KW निमज्जन हीटर (तापस्थानीय नियंत्रण)

कुकिंग उपकरण : 1 x 3 KW कुकर

1 x 10.7 KW कुकर

प्रत्येक परिपथ में धारा मांग एम्पियर में परिकलित की जाती है और परिकलन तालिका 1 में दिखाई गई हैं। तालिका 2 में विभिन्नता तत्व को हिसाब में लेते हुए धारा का परिकलन।

मान लें कि घोषित वोल्टता 240 वोल्ट है और परिपथ में सब से लंबेरन की लंबाई 50 मीटर है

3% की दर पर अनुज्ञात वोल्टता पात

$$= \frac{3 \text{ x } 240}{100} = 7.2 \text{ Volts}$$

टेबल 3 को निर्दिष्ट करते हुए, यदि चुने गए चालक का साइज 35.0 वर्ग mm है जो 69 Amps वहन कर सकता है तो 69 एम्पियर निर्धार पर वोल्टता पात प्रत्येक 7.2 m केबिल रन के लिए m वोल्ट होगा।

50 m केबिल रन के लिए 69 एम्पस धारा निर्धार पर वोल्टता पात = 50 / 7.2 volts.

65 amps के लिए वोल्टता पात

$$= \frac{50 \text{ x } 65}{7.2 \text{ x } 69} = 6.54 \text{ Volts}$$

चूंकि परिपथ में वास्तविक वोल्टता पात यानी 6.54 अनुज्ञात मान यानी 7.2 के काफी भीतर है चुनी गई केबिल स्थापन के लिए उपयुक्त हैं ।

टेबल 1

क्र. सं.	विवरण	धारा भाग (एम्पियर)	विभिन्नता तत्व (टेबल 2)	विभिन्नता के लिए छूट देते हुए धारा मांग (एम्पियर)
1	प्रकाश व्यवस्था	11.9	75%	9.00
2	पावर i ii iii	30 30 30	100% 80% 60%	30 24 } 72.00 18
3	वाटर हीटर (तात्क्षणिक)	29.2	100%	29.2
4	वाटर हीटर (ताप स्थापी)	25.00	100%	25.00
5	कुकर i ii	12.5 44.5	80% 100%	10.00 44.5
कुल धारा		= 213.1		189.7

कुल धारा मांग (छूट देते हुए) = 189.7 amps
3 फेजों पर फैला लोड = 189.7/3 = 63.23 एम्पस यानी 65 amps एम्प प्रति फेज

उदाहरण 2

एक परिसर में 3 फेज 3 तार संबंधन दिया जाना है जिसमें 50 H.P. की एक बिजली मोटर लगाई जानी हैं। इस प्रयोजन के लिए मेन स्विच से 40 मीटर केबिल लंबाई अपेक्षित हैं। यदि उपलब्ध वोल्टता 400 V 50 HZ है तो प्रयोग की जानेवाली 3 क्रोड केबिल का साइज निर्धारित करें (मानें PF 0.8 है)

$$\{\text{मोटर द्वारा खींचा गया करन्ट}\} = \frac{50 \times 746}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.8} = 67.3$$

चूंकि 3 क्रोड केबिल इस्तेमाल की जाती हैं, टेबल 4 को निर्दिष्ट करते हुए यह देखा जा सकता है कि 35 वर्ग MM (7/2.5) PVC केबिल मोटर धारा को सुरक्षित ढंग से वहन करने के योग्य होगी।

$$\{\text{अनुमति प्रदेय वोल्टता पात}\} = \frac{400 \text{ x } 3}{100} = 12 \text{ Volts}$$

लेकिन टेबल 4 के अनुसार, चुनी गई केबिल के प्रत्येक 7.1 मी. केबिल रन में 1 वोल्ट पात होगा।

अत: 40 मीटरों के लिए वोल्टता पात = 40/7.1 वोल्ट

टेबल 4 को देखते हुए 69 एम्पस पर वोल्टता पात = 40/7.1

अत: 67.3 एम्प पर वोल्टता पात

$$= \frac{40 \text{ x } 67.3}{7.1 \text{ x } 69} = 5.49 \text{ Volts}$$

चूंकि पात अनुज्ञात सीमा के अन्तर्गत है, 3 क्रोड PVC केबिल साइज 35 वर्ग MM (7/2.5) उपयुक्त हैं।

टेबल 2

विविधता के लिए छूट

चालकों या स्विच गियर से पोषित अंतिम परिपथ का प्रयोजन जिस पर विविधता लागू हैं	**व्यष्टि घरेलू स्थापना एक ब्लाक के व्यष्टि निवासों सहित**	**परिसरों का प्रकार छोटी दुकानें, भण्डार कार्यालय, व्यापारिक परिसर**	**छोटे होटल बोर्डिंग हाउस**
1 प्रकाश व्यवस्था	कुल वर्तमान मांग का 66%	कुल योग धारा का 90%	कुल धारा का तरंग का 75%
2 हीटिंग और पावर (लेकिन नीचे 3 से 8 देखें)	10 एम्पियर तक कुल वर्तमान मांग का 100% + 50% किसी वर्तमान मांग का जो 10 एम्पियर से अधिक है	सबसे बड़ें उपकरण की 100% FLC अ शेष उपकरणों का 75% FLC	सबसे बड़ें उपकरण की 100% FLC दूसरे बड़ें उपकरण + 8% FLC दूसरे बड़ें उपकरण की + 60% FLC शेष उपकरणों की
3 कुकिंग उपकरण	10 एम्पियर = 30% FLC योजित कुकिंग उपकरण की 10 एम्पियर से अधिक + 5 एम्पियर यदि साकेट निकास यूनिट में शामिल हैं।	सबसे बड़ें उपकरण की 100% FLC + 80% FLC दूसरे सबसे बड़ें उपकरण की + 60% FLC क्षेत्र उपकरणों की	सबसे बड़ें उपकरण की 100% FLC दूसरे बड़ें उपकरण + 8% FLC दूसरे बड़ें उपकरण की + 60% FLC शेष उपकरणों की
4 मोटर (लिफ्ट मोटरों को छोड़ जिन पर विशेष ध्यान दिया जाता हैं)	100% FLC सब से कड़ें उपकरण की + 80% FLC दूसरे बड़ें उपकरण की + 60% FLC शेष उपकरण की		100% FLC सबसे बड़ी मोटर की + 50% FLC शेष मोटरों की
5 जल हीटर (तात्क्षणिक टाइप)*	100% FLC सब से कड़ें उपकरण की + 100% FLC दूसरे बड़ें उपकरण की + 25% FLC शेष उपकरण की	100 % FLC सबसे मोटर की + 80% FLC दूसरी बड़ी मोटर की + 60% FLC क्षेत्र मोटरों की	सबसे बड़ें उपकरण की 100% FLC दूसरे बड़ें उपकरण + दूसरे बड़ें उपकरण की + 25% FLC शेष उपकरणों की
6 जल हीटर (तात्क्षणिक टाइप)	कोई विभिन्नता अनुज्ञेय नहीं		
7 फर्श तापन स्थापना	कोई विभिन्नता अनुज्ञेय नहीं		
8 तापीय भंडारण स्थल तापन स्थापनाएं	कोई विभिन्नता अनुज्ञेय नहीं		
9 परिशिष्टि 5 के अनुसार अंतिम परिपथ में मानक व्यवस्थाएं	100% वर्तमान मांग सब से बड़ें परिपथ की + 40 % वर्तमान मांग प्रत्येक अन्य परिपथ की	100% वर्तमान मांग सबसे बड़ें मांग प्रत्येक अन्य परिपथ की	परिपथ की + 50 % वर्तमान
10 साकेट निकास उपर्युक्त 9 में शामिल के आलावा	उपयोग के सब से बड़ें बिन्दु की वर्तमान मांग का 100% + प्रत्येक मांग का 40%	उपयोग के सब से बड़ें बिन्दु की वर्तमान मांग का 100% + प्रत्येक अन्य उपयोग बिन्दु की वर्तमान मांग का 75%	उपयोग के सब से बड़ें बिन्दु की वर्तमान मांग का 100% + त्येक बिन्दु की वर्तमान मांग का 75% + उपयोग के प्रत्येक अन्य बिन्दु की वर्तमान मांग का 40%

* **इस टेबल के प्रयोजन के लिए तात्क्षणिक हीटर को किसी भारण जल हीटर माना जाता है जो जल को केवल तब गरम करता है जब नल चलाया जाता है इसलिए बिजली का आन्तरिक प्रयोग करता हैं।**

यह सुनिश्चित करना जरूरी है कि वितरण बोर्ड पर्याप्त निर्धार के हों जिससे उनके साथ योजित कुल लोड को किसी विविधता के बिना प्रयोग में ले सकें।

टेबल 3

वल्कनीकृत रबड़ पीवीसी या पोलीथीन विद्युतरोधित या चीमड़ रबड़ पीवीसी लीड कोषित, एकल क्रोड, ऐलुमिनियम तारें या केबलों

चालक का साइज		2 केबिल DC या एकल फेज AC		3 या 4 केबिल बकाया 3 फेज		4 केबिल DC	
सामान्य क्षेत्र sq. mm	तार का नम्बर और व्यास मीटरो में	धारा निर्धार एम्पियर में	1 वोल्ट पात के लिए रन की अनुमानित लंबाई मीटर में	एम्पियर में वेल्ट पात मीटर में	धारा निर्धार 1 वोल्ट पात के लिए रन की अनुमानित लंबाई मीटर में	धारा निर्धार एम्पियर में	1 वोल्ट पात के लिए रन की अनुमानित लंबाई मीटर में
1.5	1/1.40	10	2.3	9	2.9	9	2.5
2.5	1/1.80	15	2.5	12	3.6	11	3.4
4.0	1/2.24	20	2.9	17	3.9	15	4.1
6.0	1/2.80	27	3.4	24	4.3	21	4.3
10.0	1/3.55	34	4.3	31	5.4	27	5.4
16.0	7/1.70	43	5.4	38	7.0	35	6.8
25.0	7/2.24	59	6.8	54	8.5	48	8.5
35.0	7/2.50	69	7.2	62	9.3	55	9.0
50.0	7/3.0 19/1.80	91	7.9	82	10.1	69	10.0

टेबल 4

वल्कनीकृत रबड़ PVC या पोलीथीन विद्युतरोधित या चीमड़ रबड़ PVC लीड कोषित यमल, तीन या चार क्रोड, ऐलुमिनियम तारें या केबिलों के लिए करन्ट रेटिंग और वाल्टता पात

सामान्य क्षेत्र sq. mm.	तार का नम्बर और व्यास मीटर में वोल्टपात मीटर	धारा निर्धारण एम्पियर में	1 वोल्ट पात के लिए रन की अनुमानित लंबाई मीटर में	धारा निर्धारण एम्पियर में	1 वोल्ट पात के लिए रन की अनुमानित लंबाई मीटर में
1.5	1/1.40	10	2.3	7	3.7
2.5	1/1.80	15	2.5	11	1.9
4.0	1/2.24	20	2.9	14	4.8
6.0	1/2.80	27	3.4	19	5.5
10.0	1/3.55	34	4.2	24	6.8
16.0	7/1.70	43	5.3	30	8.7
25.0	7/2.24	59	6.6	42	10.8
35.0	7/2.50	69	7.1	48	11.7
50.0	7/3.00 19/1.80	91	7.7	62	13.1
70.0	19/2.24	118	8.8	82	14.7
95.0	19/2.50	135	9.5	94	15.7
120.0	37/2.06	162	10.3	114	16.8

टेबल 5

छोटी VR विद्युतरोधक ताम्र चालक केबिल का वाटेज लोडिंग

वोल्टता पात के अध्ययाधीन IEE धारा नियमों पर आधारित एक
कंड्यूट में दो एकल क्रोड केबिलों के लिए एकक शक्ति गुणक पर अधिकतम अनुज्ञात लोडिंग वॉट्स में

केबिल साइज			धारा निर्धार	परिपथ वोल्टता		कालम 4 में धारा सहित अनुमानित वोल्टता परत प्रति 10 मी. रन वोल्टता
mm	inch	mm में अनुमानित क्षेत्र	एम्प	230V वाट्स	250 V वाट्स	
1	2	3	4	5	6	7
1/1.11	1/.044	1	5	1150	1250	1.97
3/0.74	3/.029	1.2	10	2300	2500	3.09
3/0.91	3/.036	2	15	3450	3750	2.98
7/0.74	7/.029	3	20	4600	5000	2.64
7/0.91	7/.036	4.5	28	6440	7000	2.37
7/1.11	7/.044	6.75	36	8280	9000	2.04
7/1.32	7/.052	9.5	43	9890	10750	1.75
7/1.62	7/.064	15	53	12190	13250	1.42
19/1.11	19/.044	18	62	14260	15500	1.30
19/1.32	19/.052	25	74	17020	18500	1.11
19/1.62	19/.064	38.75	97	22310	24250	0.96

धातु कन्डयूट नली – काटने – चूडी बनाने और मोडने की विधियाँ (Metal conduit pipe - methods of cutting, threading and bending)

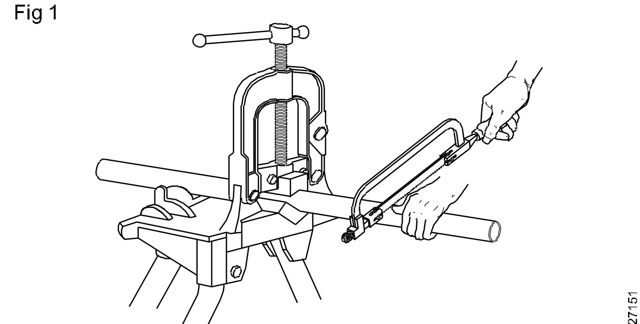
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **आवश्यकता अनुसार एक धातु कन्डयूट नली को काटने विधि बताना**
- **कन्डयूट नलियों पर चूडियां बनाते समय अपनायी गयी सावधानियों को सूचीबद्ध करना**
- **कन्डयूट अधिष्ठापन में प्रयुक्त विभिन्न उपसाधनों की सूची बताना**
- **कन्डयूट नलियों को मोडते समय अपनायी गयी सावधानियों को सूचीबद्ध करना।**

काटना (Cutting): दृढ और माध्यमिक कन्डयूट आरी (Fig 1) अथवा नली काटने वाले (Fig 2) से काटे जा सकते है। किसी भी विधि में कट बनाने के पूर्व कन्डयूट को एक नली शिकंजे में पाशित कर लेना चाहिये। कन्डयूट को शिकंजे में स्थापित करें जिससे शिकंजा काटे जाने वाले बिन्दु से कन्डयूट को 50 अथवा 75mm पर जकड ले। इससे कन्डयूट तल जिसमें चूडी निर्मित शिकंजे नली की पकड द्वारा क्षतिग्रस्त होने से बची रहती है।

यदि आरी प्रयुक्त करना है तो यह 24 दांत प्रति 25mm ब्लेड की होनी चाहिये। ब्लेड को लगाना सुनिश्चित कर लें जिससे अग्र आघात से कट निर्मित हो।

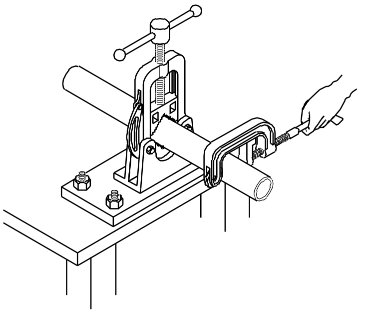
काटने के पश्चात (किसी विधि से) (Fig 1 & 2) कन्डयूट का आन्तरिक किनारा अर्धगोल रेती से (Fig 3) अथवा बन्धनी में आरोहित एक नली परिवेधक द्वारा चिकना कर लेना चाहिये।

Fig 1



कन्डयूट को काटने वाले नली टूल्स से काटते समय विशेष सावधान रहना चाहिये। टूल में आन्तरिक किनारे पर पैनी धार छोड देने की प्रवृत्ति होती है इस रिज को हटा देना सुनिश्चित कर लें। जिससे युग्मक अथवा किसी का अधिष्ठापा करने पर रोधन को कोई क्षति न पहुंचें ।

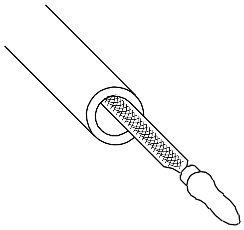
Fig 2



CUTTING A PIPE USING A PIPE CUTTER

ELN227152

Fig 3



DEBURRING PROCESS

ELN227153

चूडी निर्मित करने का प्रयोजन (Purpose of threading): कुंजी अथवा लैम्प ड्राप्स के लिये जब कन्डयूट की छोटी लम्बाईया प्रयुक्त करनी होती है तो नली के कटपर कन्डयूट को उप साधनों से आबध्द करने के लिये चूडियां बनाने की आवश्यकता होती है। सभी प्रकरणों में कन्डयूट नलियों पर चूडियां 11mm से 27mm लम्बाई के बीच होंगी जो युग्मको अथवा उपसाधनों को पूरी चूडी दार नलियों में समावेश करा देने के लिये यथेष्ट होगी।

चूडी बनाना (Threading): कन्डयूट पर चूडियां डाई और डाई स्टाक द्वारा निर्मित की जाती है। चूडियां काटने से पहले कन्डयूट के किनारों पर कटिंग तेल लगा लें । आवश्यकता से अधिक लम्बी चूडियां होने पर वे खुली रह जायेगी और क्षरण से रक्षित नही होगी।

किसी ऐसे स्नेहक का प्रयोग न करें जो एक वैद्युत रोधक नही है क्योंकि इससे कन्डयूट समुच्चयन के प्रतिरोध में वृद्धि होगी जो एक परिपथ रक्षक भू सम्पर्कन चालक की भांति इसके उपयोग को प्रभावित करेगा।

कन्डयूट नलियों पर चूडियां बनाते समय अपनायी जानेवाली सावधानियाँ (Precautions to be observed while threading conduit pipes):

1 कन्डयूट के किनारे को जिस पर चूडियां बनानी है निष्कोणित कर दें। चूडि के पिच के बराबर निष्कोणन की गहराई रखें। (कन्डयूट के लिये 1.5mm)

2 कन्डयूट पर चूडियां बनाते समय उसका बहुधा स्नेहन करें इससे डाई को काटने में सहायता मिलती है औरवह पैनी बनी रहती है।

3 जांच ले कि स्टाक नलिका अक्ष से लम्बवत है।

4 डाई स्टाक की उत्क्रमित घूर्णन कट टुकडों को हटा कर डाई की काटने वाले किनारे को स्वच्छ कर देन के लिये आवश्यक है।

5 डाई से धातु बर्र को हटाने के लिये केवल ब्रुश का प्रयोग करें। अपने हाथ का प्रयोग न करें।

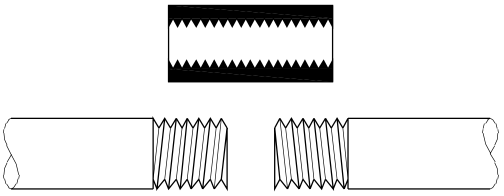
कन्डयूट उपसाधन (Conduit accessories)

कन्डयूट युग्मन (Conduit coupling) : व्यवसयिक दृष्टि से उपलब्ध कन्डयूट चूंकि केवल विनेर्देशित लम्बाई में ही होते है, वांछित लम्बाईयों को प्राप्त करने के लिये दो अथवा अधिक लम्बाईयों को जोडना आवश्यक है। कन्डयूटस को युग्मकों द्वारा जोडा जाता है।

दृढ धातु कन्डयूटस के लये प्रयुक्त दो प्रकार के युग्मकों का वर्णन नीचे दिया जा रहा है।

पेचित युग्मक (Screwed couplers): इन्हें स्वचल कन्डयूट भी कहते है और ढले लोहे के बने होते है जिनमें Fig 4 के अनुसार मादा चूडियां अन्दर होती है। जोडे जाने वाले कन्डयूट पर यथेष्ट लम्बाई तक चूडियां होनी चाहिये जिससे वह युग्मक के आधे तक संचरण रोकने के लिये इस प्रकार अवस्थित हो सके कि बाहर से चूडीदार भाग Fig 5 के अनुसार अदृश्य हो।

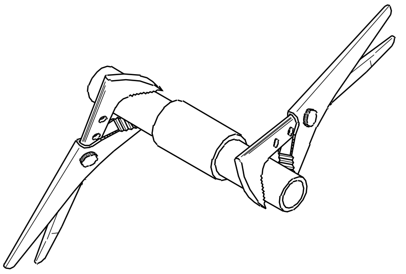
Fig 4



CONDUIT COUPLER ASSEMBLY

ELN227154

Fig 5



FIXING A CONDUIT COUPLER

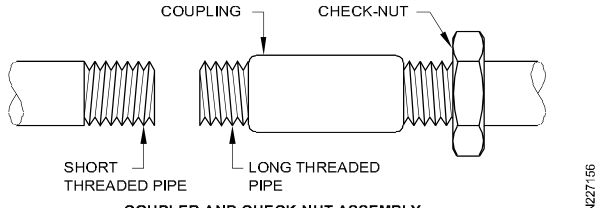
ELN227155

इस प्रकार के स्वचल युग्मक जोड यांत्रिक रूप से निर्बल और वैद्युत रूप से अविरत नही होते है, इस लिये दूसरे प्रकार के युग्मक में स्वचल युग्मक के साथ एक चेक नट होता है जो केवल स्वचल युग्मक की तुलना में कही उत्तम विकल्प होता है।

चेक - नट और चलित युग्मक (Check - nut and running coupler): इस युग्मक के उपयोग के लिये एक कन्डयूट में युग्मक को समावेशित करने के लिये Fig 6 के अनुसार लम्बी चूडियों और दूसरे कन्डयूट में युग्मक की लम्बाई आधे के बराबर होनी चाहिये।

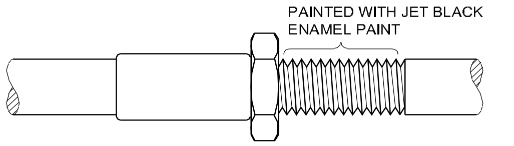
Fig 6 के अनुसार पहले चेक नट इसके पश्चात युग्मक को लम्बी चूडियों वाले कन्डयूट के अन्दर पेचित करना चाहिये। कम चूडी वाला कन्डयूट एक लम्बी चूडी वाले कन्डयूट से मुण्डित कर दिया जाता है और युग्मक को कम चूडी वाले कन्डयूट पर मजबूती से कस दिया जाता है। चेक नट को पेचित करके Fig 7 की भांति युग्मक के अनुदिश कस देते है।

Fig 6



COUPLER AND CHECK-NUT ASSEMBLY

Fig 7



COUPLE AND CHECK-NUT ASSEMBLY.

लम्बी चूडी वाले कन्डयूट के खुले चूडी वाले भाग को मोर्च से बचाने के लिये अति काले एनामिल से पेंट कर देते है।

नम्य कन्डयूट के लिये युग्म (Coupling for flexible conduits): नम्य कन्डयूट विभक्त युग्मक प्रयुक्त होता है इस प्रकार के विभक्त युग्मन को Fig 8 में प्रदर्शित किया गया है।

Fig 8

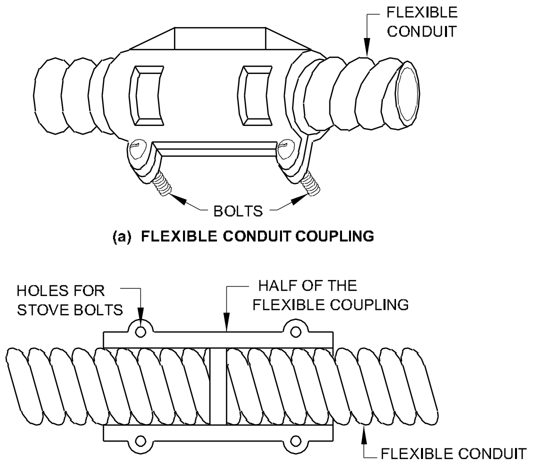
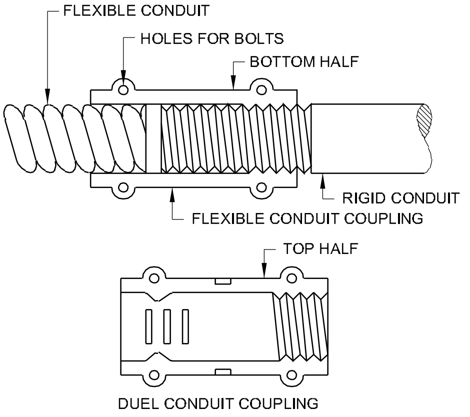


Fig 9 के अनुसार विशेष प्रकार के विभक्त युग्मक का उपयोग उस स्थिति में करना चाहिये जब नम्य कन्डयूट को दृढ कन्डयूट से ऐसे स्थान से युग्मित करना होता है जहां उच्च नम्यता वांछित होती है यह युग्मन एक ओर चूडियो और दूसरी ओर नम्य कन्डयूट को उचित पकड के लिये बनाया जाता है।

Fig 9



DUEL CONDUIT COUPLING

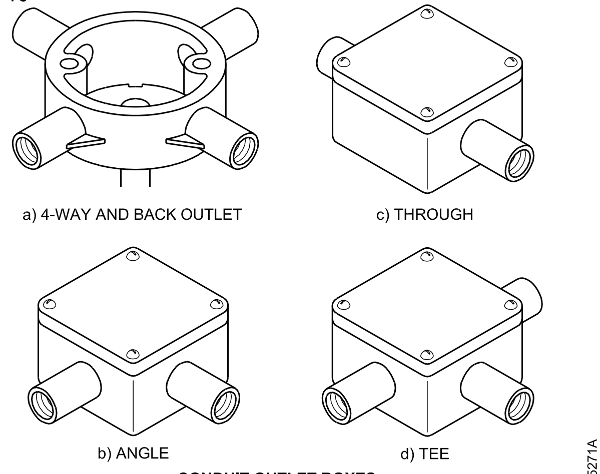
धातु कन्डयूट बाक्सेज (Metal conduit boxes): दृढ कन्डयूट का अन्तन ढले लोहे अथवा चादर धातु के धातु कन्डयूट बाक्सेज पर होता है बाजार में व्यवसायिक दृष्टि से विभिन्न आकृति और आयाम के बाक्सेज उपलब्ध है गोल, वर्गाकार, आयताकार, और षटकोण आकृति के एकल, द्वि, त्रि और चार पथ निर्गम के लये निर्मित होते है।

यह निर्गम सीधे कोणीय अथवा स्थिति के अनुसार र्स्पशीय होते है। क्रय करते समय पदार्थ जिसमें बाक्स निर्मित है फिट किये जाने वाले कन्डयूट का आमाप पथों की संख्या आकृति और निर्गमों की स्थिति विनिर्देशित कर देनी चाहिये।

उदाहरण (Example): ढला लोहा 20mm तीन पथ गोल टी

Fig 10 में कुछ लोकप्रिय प्रकार के निर्गम बाक्सेज प्रदर्शित किये गये है ढला लोहा 20mm तीन पथ गोल टी।

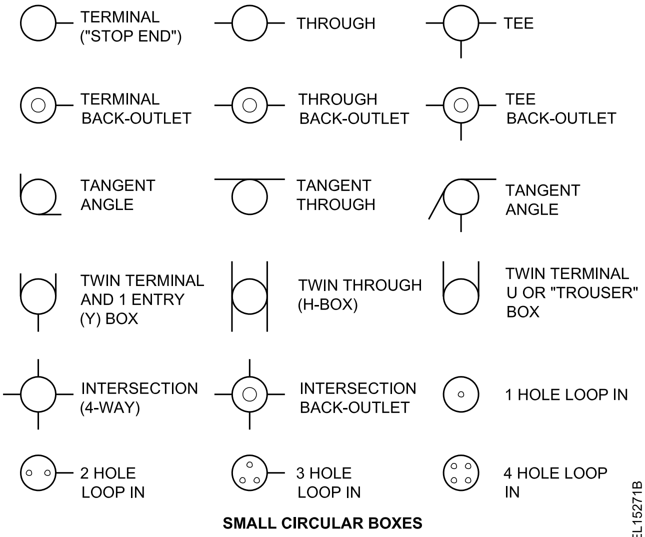
Fig 10



CONDUIT OUTLET BOXES

Fig 11 में विभिन्न प्रकार के वृत्ताकार (गोल) बाक्सेज एक एकल रेखा आरेख से प्रदर्शिति किये गये है।

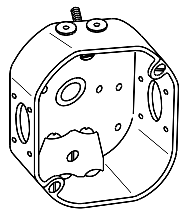
Fig 11



SMALL CIRCULAR BOXES

Fig 12 में विशेष सीलिंग बाक्सेज और Fig 13 में दीवार बाक्सेज तथा 14 में कुंजी बाक्सेज प्रदशित किये गये है।

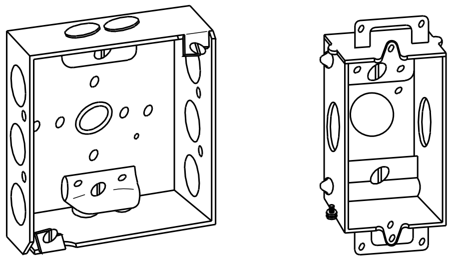
Fig 12



CEILING BOX FOR CONDUIT WIRING

EL15271C

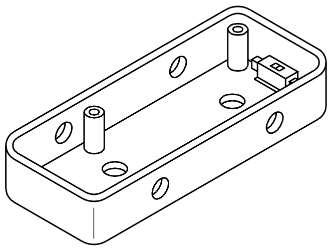
Fig 13



WALL BOXES FOR CONDUIT WIRING

EL15271D

Fig 14

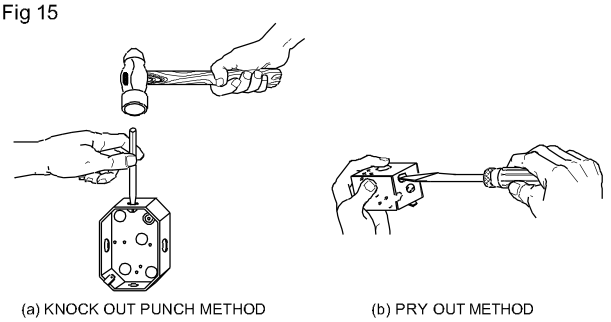


SWITCH BOXES FOR CONDUIT WIRING

EL15271E

सामान्यतः सीलिंग, दीवार और कुंजी बाक्सेज में तोड कर खुलने वाले प्रवेश होते है जिन्हें पंचेज अथवा चिजेल द्वारा आवश्यकता पडने पर हथौडे द्वारा से हटाया जा सकता है। कुछ प्रकरणों में तोड कर खुलने वाले कस पेंच से प्राईआउट विधि द्वारा निर्मित किये जाते है। नाक आउट्स को हटाने की विधियां Fig 15 में प्रदर्शित की गयी है।

Fig 15



(a) KNOCK OUT PUNCH METHOD (b) PRY OUT METHOD

METHOD OF REMOVING THE KNOCK OUTS

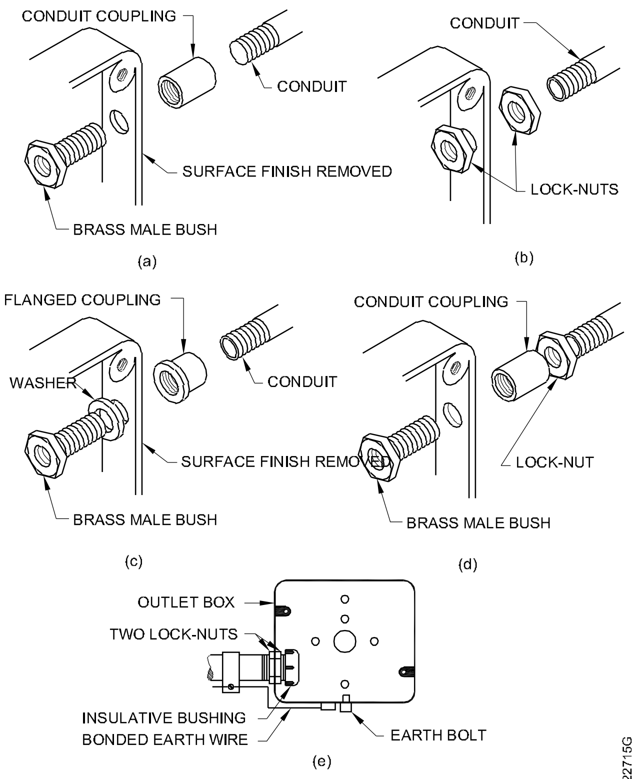
ELN22715F

नाकआउट्स को हटा देने के पश्चात कन्डयूट को प्रवेश में Fig 16 में प्रदर्शि किसी एक विधि से बद्ध करना होता है।

लेकिन जब अन्तन पर पीतल ब्रुश प्रयुग्त नही होते है तो कन्डयूट के सिरों पर केबल्स के सुगम प्रवेश और रोधन के खराब होने से बचने लिये PVC बुशेज का उपयोग आवश्यक है।

पाशन नट (Lock nuts): अन्तनों की यांत्रिक दृढता और वैद्युत अविच्छिन्नता प्राप्त करने के लिये Fig 17 के अनुसार कन्डयूट अन्तनों पर षटकेणीय पाशन नट प्रयुक्त होते है। ध्यान रहे कि बाक्स प्रवेश पर वैद्युत अविच्छिन्नता को सुगम करने के लिये पाशन नट का स्थति में फिट करने से पहले पेंट को खुरच देना चाहिये।

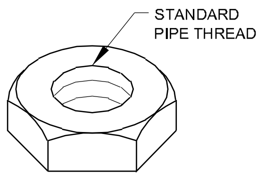
Fig 16



CONDUIT BOX ASSEMBLY

ELN22715G

Fig 17

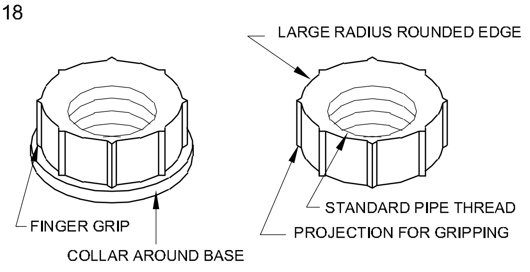


LOCK-NUT

ELN22715H

कन्डयूट बुशिंग (Conduit bushings): यह पीतल आधातवर्धय नियत-लोहा अथवा PVC से निर्मित होता है। जिसमें Fig 18 के अनुसार एक चिकना बडे व्यास का किनारा होता है। इसका उपयोग कन्डयूट अन्तन पर द्वि प्रयोजनों के लिये करना चाहिये।

Fig 18



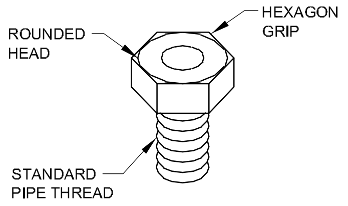
CONDUIT BUSHINGS

ELN22715I

प्रथम प्रयोजन केबल्स को प्रवेश कराते समय केवल रोधन को क्षतिग्रस्त होने से बचाना और दसरा एक उचित यात्रिक पकड प्रदान करना और अधिष्ठापन में कन्डयूट को वैद्युत अविच्छिन्नता प्रदान करना है।

कन्डयूट अन्तन में कन्डयूट निपुल युग्मकों के साथ होती है। जो कन्डयूट बुशेज का ही कार्य करता है। Fig.19 में निपिल को प्रदर्शित किया गया है।

Fig 19



कन्डयूट साजोसामान जैसे एलबोस, मोड और टीस (Conduit fittings like elbows, bends and Tees): यह सभी साजोसमान दो श्रेणियों में उपलब्ध है।

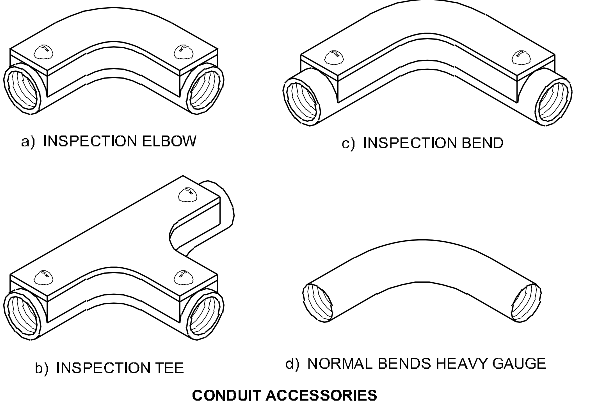
- समान्य (Normal)
- निरीक्षण प्रकार (Inspection type)

यह ढले लोहे से निर्मित होते है।

छोटे मोडों के लिये कुहनिया उपयुक्त है जबकि मोड बडे मोडों के लिये उपयुक्त है सामान्यत- जहां दीवार और सीलिंग के बीच कन्डयूट होते है कुहनिया का उपयोग होता है।

टीज का उपयाग कुंजी पातों और पथान्तर के लिये होता है। Fig 20 में विभिन्न प्रकार के उपसाधन प्रदर्शित किये गये है ।

Fig 20



CONDUIT ACCESSORIES

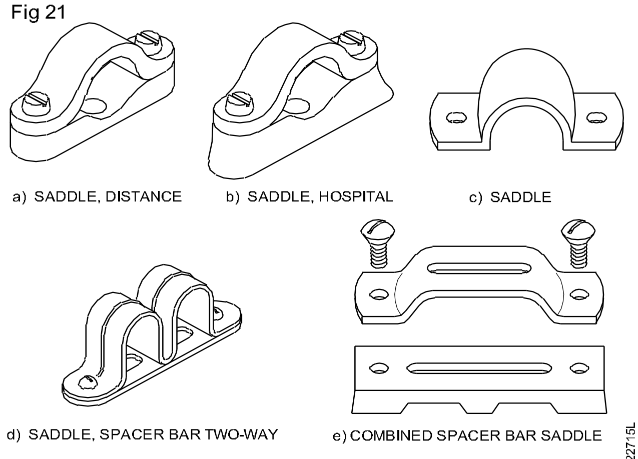
कन्डयूट काठियों का उपयोग दीवार तल पर कन्डयूट को बाधनें के लिये होता है। इन काठियों का उपयोग निम्न आधारों में से किसी एक के साथ हो सकता है। वे है :

- धातु चादर से निर्मित अन्तरक
- दूरी टुकडा लकडी अथवा PVC से निर्मित
- हास्पिटल टुकडा लकडी अथवा PVC से निर्मित

Fig 21 में विभिन्न काठियों सहित इन मूल साजो सामान को प्रदर्शित किया गया है।

कन्डयूट नली को मोडना (Conduit pipe bending): Fig 22 के अनुसार कन्डयूट को बहुधा किसी रूकावट को पार करने के लिये नियोजित

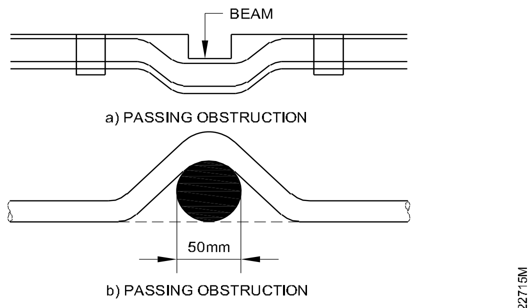
Fig 21



CONDUIT SADDLE ASSEMBLY

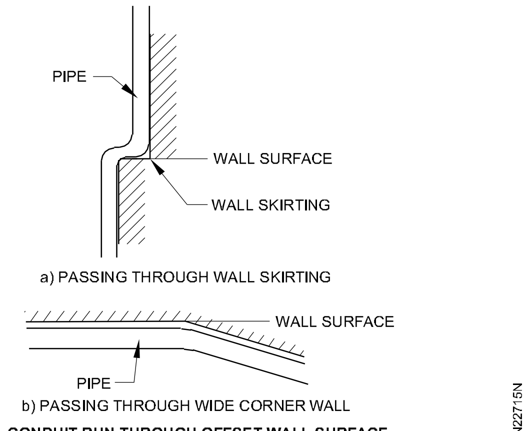
करना अथवा मोडना अथवा किसी कोने से जो 90° से कम अथवा अधिक होता है से Fig 23 के अनुसार मोड देना आवश्यक होता है।

Fig 22



OFFSETTING THE CONDUIT RUN

Fig 23



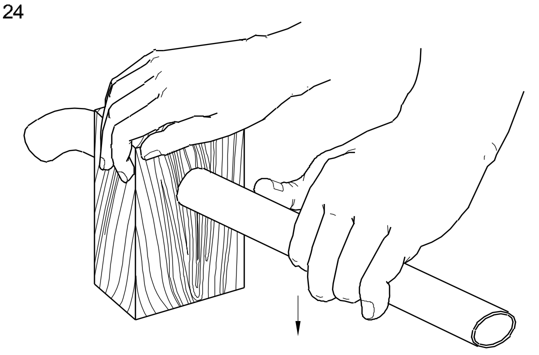
CONDUIT RUN THROUGH OFFSET WALL SURFACE

मोड कन्डयूट अधिष्ठापन रेखा से कुछ खिसकी हुई हो सकती है। इसको आवश्यकता अनुसार उचित युक्ति द्वारा मोड कर किया जा सकता है। एक सरल मोड कुन्दे द्वारा अथवा एक हिकी अथवा मोडन मशीन द्वारा इस प्रकार मोड दी जा सकती है। साथ ही ढकी कन्डयूट तार स्थापन में BIS अनुशंसा के अनुसार मोडक अथवा कुहनिया के उपयोग की तुलना में कन्डयूट नलियों के मोडनें को वरीयता देना चाहिये।

कन्डयूट मोडने के लिये मोडक कुन्दे का प्रयोग (Using bending block for bending conduit): Fig 24 में प्रदर्शित मोडक कुन्दा वरीयतन टीक लकडी अथवा दृढ देशी लकडी से निर्मित होना चाहिये। जिसमें कन्डयूट को मोडने के लिये उपयुक्त छेद हों। कन्डयूट के मुडे भाग में विकुन्ज को दूर

करने के लिये किनारे निष्कोणित किये जाते है। पतले गेज की नलियों में मोडने से पहले बालू भर कर गरम करना चाहिये जिससे मोडना सुगम हो।

Fig 24

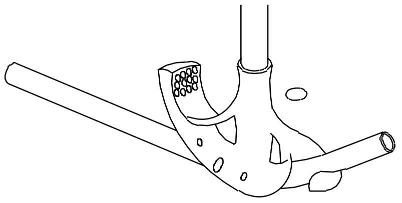


BENDING CONDUIT WITH THE BENDING BLOCK

ELN22715O

कन्डयूट को मोडने के लिये हिकी का उपयोग (Using hickey for bendig conduits): Fig 25 के अनुसार हिकी एक विशेष मोड टूल होता है। जिसे ढले स्टील, एलाय स्टील से बनाते है हिकी का आमाप नली के विशेष आमाप का होना चाहिये हिकी के उपयोग से नलियों का मोडना शीतल अथवा तप्त स्थिति में हो सकता है।

Fig 25

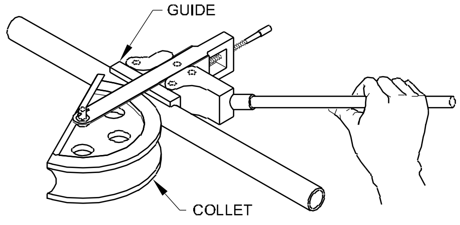


BENDING CONDUIT WITH THE HICKEY

ELN22715P

कन्डयूट मोडने के लिये मोडन मशीन का उपयोग (Using bending machine for bending conduit): बाजार में मोडने के लिये विभिन्न प्रकार की मशीने उपलब्ध है। उन्हें हाथ अथवा द्रव चालित मशीन से प्रचालित किया जा सकता है। Fig 26 में प्रदर्शित हस्त प्रचालित मशीन है। कन्डयूट के प्रत्येक आमाप के लिये गाइड और कालेट नीड को परिवर्तित करना चाहिये।

Fig 26



BENDING CONDUIT WITH THE BENDING MACHINE

ELN22715Q

मोडते समय अपनायी जाने वाली सावधानियाँ (Precautions to be observed while bending):

- मोडते समय दाब सहन कर सकने के लिये प्रयुक्त नली यांत्रिक रूप से दृढ होना चाहिये।
- अधम सीवन वेल्डिड नलियां अनुपयुक्त होती है क्योंकि वे मोडते समय विभक्त हो सकती है।
- मोडने की एक सरल विधि यह है कि मोड वक्र फर्श पर आरेखित कर लें और उसी के अनुसार मोड लें।
- जब लकडी कुन्दा मोडने के लिये प्रयुक्त करते है तो सूराख प्रवेश को दोनों ओर से निष्कोणित कर लें।
- सुनिश्चित कर लें कि कन्डयूट मोडते समय झुक नही जाता है।
- मोडे जाने वाली नली के व्यास के अनुसार उचित आमाप की हिंकी का प्रयोग करें।
- तप्त हस्त मोडन करते समय भीगी बालू का उपयोग न करें क्योंकि तप्त करते समय ऊष्मन वाष्प से विस्फोट हो सकता है।

टेस्ट बोर्ड, एक्सटेन्शन बोर्ड और केबिलों के रंग कोड (Test board, Extension board and colour code of cables)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **एक रोस्टर बोर्ड का प्रयोग करने की विधि बताना**
- **केबिलों में प्रयुक्त सामान्य कलर कोड बताना ।**

टेस्ट बोर्ड (Test board) : एक टेस्ट बोर्ड का प्रयोग निम्नलिखित परीक्षण करने के लिए किया जाता हैं ।

- **अविच्छिन्नता परीक्षण (Continuity test)** (एक बत्ती के साथ श्रेणी में योजित लोड)

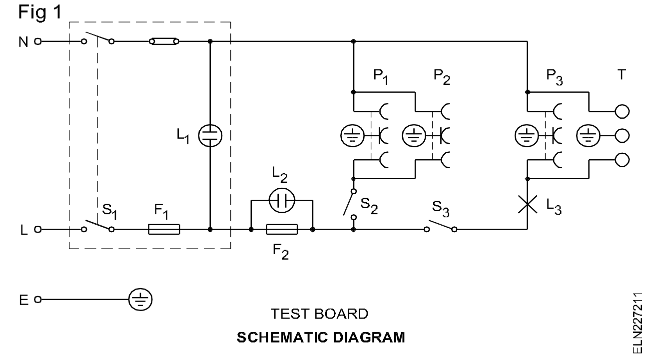
  उदाहरण : पंखा कुंडलन, चोक की स्थिति और टयूब लाइट स्टार्टर का परीक्षण

- **सीधा परीक्षण (Direct test)**

  उदाहरण 1000 वाट या कम निर्धार के बिजली उपकरणों का उनके उचित ढंग से काम करने का परीक्षण ।

Fig 1 में सब निकासों और नियंत्रणों के साथ संबंधन का योजनाबद्ध आरेख टेस्टिंग बोर्ड पर दिखाया गया हैं। उपर्युक्त आंकड़ों को देखते हुए, साकेट P_1 और P_2 सीधी एकल फेज सप्लाई उपलब्ध कराते हैं जबकि साकेट P_3 और टर्मिनल ब्लाक 'T' बत्ती L_3 के साथ श्रेणियों में एकल फेज सप्लाई उपलब्ध कराते हैं।

Fig 1



अविच्छिन्नता परीक्षण (Continuity test) : एक अविच्छिन्नता टेस्ट के दौरान टेस्ट किए जानेवाले उपकरण को साकेट P_3 या टर्मिनल 'T' के साथ जोड़ा जाता हैं जो बत्ती L_3 के साथ श्रेणी में है और स्विच S_3 द्वारा नियंत्रित हैं। सामान्यतः यह परीक्षण इलैक्ट्रीशन द्वारा यह पता लगाने के लिए किया जाता है कि उपकरण खुला परिपथित है या लधुपथित । एक निम्न वाटेज उपकरण को जब जोड़ा जाएगा तो बत्ती L_3 को धीमा प्रदीप्त करेगा और एक उच्च वाटेज उपकरण बत्ती को चमकदार दीप्त देगा।

बत्ती की चमक के अनुसार उपकरण के व्यवहार और उपकरण और बत्ती की वाटेज और उपकरण की हालत का अनुमान लगाया जा सकता हैं। शून्य प्रकाश या तो खुले परिपथ या उपकरण में उच्च प्रतिरोध को द्योतित करता हैं। इसी तरीके से एक चोक कुंडली और ट्यूब लाइट का स्टार्टर चैक किया जा सकता हैं (स्टार्टर के साथ बत्ती L_3 की टिमटिमाहट बताती है कि स्टार्टर ठीक है) ।

इस प्रकार टेस्टिंग बोर्ड अविच्छिन्नता टेस्टर का भी काम करता है।

सीधा परीक्षण (Direct testing) : साकेट P_1 या P_2 के साथ उपकरण को सीधे जोड़कर मरम्मत के बाद उपकरण के काम की जांच की जा सकती हैं।

फ्यूज (Fuses) : यदि सूचक बत्ती क प्रदीप्त नहीं होती, तो यह शून्य सप्लाई बताती है। दूसरी ओर सामान्य स्थितियों में सूचक बत्ती L_2 प्रदीप्त नहीं होंगी और फ्यूज F_2 खुलने के बाद ही यह प्रदीप्त होती हैं।

इस प्रकार टेस्ट बोर्ड एक सस्ता और सुलभ टेस्ट सैट होता है जिससे वायरमैन अपने काम के दौरान रूटीन जांचे कर सकता हैं।

केबिल की रंग पहचान (Colour identification of cables) : केबिलारें का कलर (रंग) उनके कार्य को बताता हैं। बिजली कार्य में प्रयुक्त रंग कोड की हर वायरमैन को पहचान करनी चाहिए और जोखिमों से बचने के लिए इसका पूरी तरह पालन करना चाहिए। टेबल 1 में रंग कोड और अक्षारांकीय संकेतन दिए गए हैं जिनकी राष्ट्रीय बिजली कोड द्वारा सिफारिश की गई हैं।

टेबल 1

अक्षारांकीय संकेतन और रंग

चालकों का नाम		अक्षरांकीय संकेल्न	रंग द्वारा
सप्लाई AC प्रणाली	फेज 1	L1	लाल
	फेज 2	L2	पीला
	फेज 3	L3	नीला
	न्यूट्रल	N	काला
उपकरण AC प्रणाली	फेज 1	U	लाल
	फेज 2	V	पीला
	फेज 3	W	नीला
	न्यूट्रल	N	काला
सप्लाई DC प्रणाली	घनात्मक	L+	लाल
	ऋणात्मक	L-	नीला
	मध्य तार	M	काला
सप्लाई AC प्रणाली (एक फेज)	फेज	L	लाल
	न्यूट्रल	N	काला
रक्षा चालक		PE	हरा या पीला
भू		E	चालक को अनावृत्त छोड़ कोई रंग नहीं

एक्सटेंशन बोर्ड (Extension board) (Fig 2)

एक्सटेंशन बोर्डों का उपयोग पेर्टेबल विधुत उपकरणों/मशीनो के संचालन के लिए किया जाता है इसका वहाँ भी उपयोग किया जाता है जॅहा एक समय में अधिक संख्या में सॅाकेट की आवश्यकता होती है।

एक्सटेंशन बोर्ड 2 कोर (या) 3 कोर केबल्स और मोल्ड किए गए प्लग के साथ प्रदान किए गए PVC (या) प्लास्टिक के बक्से के साथ विभिन्न आकारो में उपलब्ध है विस्तार बोर्ड 6A और 16A रेटिंग में होता है।

Fig 2

EXTENSION BOARDS

ELN227212

कंड्यूट वायरिंग -कंड्यूटों के प्रकार-अधातु कंड्यूट (Conduit wiring - types of conduits - non-metallic conduits (PVC))

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **वायरिंग में प्रयुक्त विभिन्न प्रकार के कंड्यूटों के विभेद करना**
- **धातु और PVC कंड्यूट वायरिंग की तुलना करना**
- **अधातु कंड्यूट वायरिंग में इस्तेमाल उपसाधनों के विभिन्न प्रकार बताना।**

सामान्यतः कंड्यूट को एक ट्यूब या चैनल के रूप मे परिभाषित किया जाता हैं। तथापि नलाकार कंड्यूट ऐसी सामग्री है जिस का बिजली स्थापनाओं में बहुत आम प्रयोग होता हैं। जब कंडयूट में से केबिलें खींची जाती है और निकास या स्विच पाइंटों पर समाप्त की जाती है तो वायरिंग की प्रणाली को कंड्यूट वायरिंग कहते हैं।

कंड्यूटों के प्रकार (Types of conduits)

वायरिंग के लिए चार प्रकार के कंड्यूटों का प्रयोग होता है ।

- दृढ़ स्टील कंड्यूट (Rigid steel conduits)
- दृढ़ अधात्विक कंड्यूट (Rigid non-metallic conduits)
- नम्य कंड्यूट (Flexible conduits)
- नम्य अधात्विक कंड्यूट (Flexible non-metallic conduits)

अधातु कंड्यूट (Non-metallic conduits)

ये फाइबर एस्बेस्टोस, पोलीवाइनल क्लोराइड (PVC), उच्च घनत्व पालीथीन (HDP) या पालीवाइनल (PV) से बनाए जाते हैं। उपर्युक्त के आलावा, PVC कंड्यूट नमी और रासायनिक ताप के प्रति उनके उच्च प्रतिरोध उच्च डाइइलैक्ट्रिक सार्मथ्य निम्न वजन और निम्न लागत के कारण लोकप्रिय हैं। इन कंडयूटों का चुना, कांक्रीट या प्लास्टर में दबाया जा सकता है और उसका कोई हानिकर प्रभाव नहीं होगा।

तथापि यांत्रिक संघट्ट के विरूद्ध धातु कंड्यूटों की तुलना में हल्की गेज (1.5 mm से कम भित्ति मोटाई से कम) PVC पाइप उतने मजबूत नहीं होते। विशेष PVC पाइप जो भारी गेज के हैं और उच्च संघट्ट प्रतिरोध है वे बाजार में उपलब्ध हैं जो भारी यांत्रिक संघट्ट को सहन कर सकते हैं क्योंकि पाइप की मोटाई 2 mm से ज्यादा हैं।

कई PVC भारी गेज है जिनकी आधार सामग्री विशेष होती हैं और वे 85^0C तक ताप सहने के लिए बनाए गए हैं। ये PVC कंड्यूट 3 m लंबाई में उपलब्ध होते हैं।

लचीले कंड्यूट (Flexible conduits)

दृढ़ कंड्यूटों के आलावा केबिल सिरों की सुरक्षा के लिए एक कंपमान मशीन से योजित स्विच गियर और वितरण बोर्डों के बीच अन्तसंबंधन के लिए लचीले कंड्यूटों का भी प्रयोग किया जाता हैं। धातु लचीलें कंडयूटों की स्थिति में एक ट्यूब बनाने के लिए स्टील पट्टियों को सर्पिल लपेटा जाता है। तथापि विनिर्माण विधि और सामग्री के कारण भू संपर्कन के एक मात्र साधन के रूप में किसी भी प्रकार के लचीलें कंड्यूटों पर निर्भर नहीं किया जा सकता। इसलिए भूसंपर्क संबंधन बनाने के लिए भू संपर्कन चालक लचीले कंड्यूटों के बाहर या भीतर चलने चाहिए। लचीले कंड्यूट उपसाधन चूड़ीदार प्रकार के होने चाहिए।

कंड्यूट वायरिंग प्रणालियों में विभिन्नताएं (Variation in conduit wiring systems)

जैसा नीचे बताया गया है दो प्रकार की कंड्यूट वायरिंग प्रणालियां हैं धात्विक या अधात्विक प्रकारों के लिए

- पृष्ठ कंड्यूट वायरिंग प्रणाली जो भित्ति पृष्ठों पर की जाती हैं।
- अप्रकट (झिरीदार) कंड्यूट वायरिंग प्रणाली जो कांक्रीट, पलास्टर या भित्ति के भीतर की जाती हैं।

कंड्यूट के प्रकार का चयन (Selection of the type of conduit)

धात्विक या PVC कंड्यूट वैद्यूत स्थापनों में समान रूप से लोकप्रिय हैं। कंड्यूट के प्रकार का चयन निम्नलिखित मानदंड पर आधारित होता हैं।

- स्थान का प्रकार, बाहर या भीतर
- वातावरण का प्रकार, शुष्क या आर्द्र या विस्फोटक या संक्षारक
- प्रत्याशित कार्यकर तापमान
- यांत्रिक संघट्ट के कारण भौतिक क्षति के लिए प्रभावन।
- कंड्यूट लंबाइयों में अनुमत्त वजन
- अनुमानित लागत

टेबल 1 में दिए धातु और PVC कंड्यूट के बीच तुलना से एक विशिष्ट स्थापन के लिए सही प्रकार का कंड्यूट चुनने मे सहायता मिलेगी।

टेबल 1

धातु और पीवीसी वायरिंग की तुलना

धातु कंड्यूट	PVC कंड्यूट
1 केबिलों के लिए अच्छी भौतिक सुरक्षा प्रदान करता हैं	तुलनात्मक रूप से घटिया
2 एक दत्त लंबाई के लिए वजन ज्यादा होता हैं।	हल्का
3 स्थापना के लिए हुनर और समय की जरूरत होती हैं	कम हुनर और समय की जरूरत
4 क्षरण के कारण बिजली प्रघात का जोखिम	कोई खतरा नहीं क्योंकि PVC विद्युतरोधक होता हैं।
5 पाइप मे ही से अच्छी भू-अविच्छिन्नता उपलब्ध होती हैं	संभव नहीं। अलग भूतार अपेक्षित
6 गैस लाइट और विस्फोटक रोधी स्थापनाओं में प्रयुक्त हो सकती हैं।	उपर्युक्त नहीं
7 संक्षारण का प्रतिरोधक नहीं हैं। रक्षी लेपन की जरूरत हैं	संक्षारण के प्रति प्रतिरोधक
8 बड़ा परिवेशी ताप रेंज	सीमित ताप रेंज के लिए उपयुकत $60^{0}C$ से ऊपर ताप के लिए कंड्यूट पिघलने लगता हैं। बहुत निम्न ताप पर कंड्यूट में दरक आ जाती हैं
9 आग प्रतिरोधक	आग प्रतिरोधक नहीं
10 ज्यादा महंगा	कम महंगा

अधातु कंड्यूटों के लिए विशेष एहतियातें (Special precautions with non- metallic conduits)

1 यदि कंड्यूटों को यांत्रिक रूप से क्षति हो सकती है तो उन्हें पर्याप्त रूप से सुरक्षित किया जाना चाहिए।

2 निम्नलिखित अनुप्रयोगों के लिए अधात्विक कंड्यूटों का प्रयोग नहीं किया जाएगा।

- दहनशील निर्माण के गुप्त। अगम्य स्थानों में जहां परिवेशी ताप $60^{0}C$ से अधिक हो।
- ऐसे स्थलों में जहां परिवेशी ताप $5^{0}C$ से कम है ।
- प्रतिदीप्त फिटिंग्स और अन्य जुगाड़ों के निलंबन के लिए
- धूप के सामने पड़ने वाले क्षेत्रों में।

अधातु कंड्यूट उपसाधन (Non-metallic conduit accessories)

अधात्विक कंड्यूट फिटिंग्स और उपसाधनों को वांछित आकार के अनुरूप संविरचित या मोल्डित किया जाएगा। उनका डिजाइन और रचना ऐसी होगी कि तदनुरूपी कंड्यूट साइजों के साथ और केबिलों के लिए तत्काल यांत्रिक सुरक्षा सुनिश्चित की जाती हैं।

इन फिटिंग्स और उपसाधनों का प्रयोग कंड्यूट विस्तार और टैपन या कर्षण चालकों की सहायता के लिए किया जाता है। दृढ़ कंड्यूट उपसाधन सामान्यतः केवल पकड़ टाइप होते हैं।

निरीक्षण टाइप अधात्विक फिटिंग्स और उपसाधनों पृष्ठ आरोहण टाइप वायरिंग के साथ प्रयोग की अनुमति दी जाती हैं । निरीक्षण फिटिंग्स इस प्रकार बनायी जाएगी कि कवर को लगाने के लिए प्रयुक्त पेंच कंड्यूट को विरूपित नहीं करते या उसमें रखी केबिलों के विद्युतरोधन को क्षति नहीं पहुंचाते ।

PVC फिटिंग्स और उपसाधन (PVC fittings and accessories)

युग्मक (Couplers) (Fig 1)

सामान्यतः पुश टाइप युग्मकों का प्रयोग किया जाता हैं और कंड्यूट को सीधा कंड्यूट चालनों में केबिलों के निरीक्षण के लिए निरीक्षण टाइप युग्मकों का प्रयोग किया जाता हैं।

Fig 1

COUPLERS

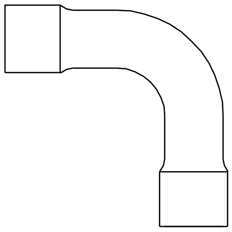
TYPES OF COUPLERS

ELN227221

कोहनी (Elbow) (Fig 2)

किसी कोहनी की घुरी एक वृत का वृत्तपाद जमा प्रत्येक सिरे का सीधा भाग होगा। कोहनियों का प्रयोग समीपस्थ भित्तियों या छत और भित्ति के तेज कोनों में किया जाता है ।

Fig 2

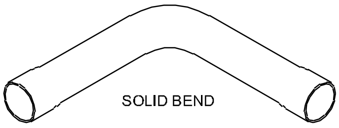


ELBOWS

मोड़ (Bend) (Fig 3)

एक मोड़ कंड्यूट के मोड़ में 90⁰C का अपवर्तन देता है और सामान्य मोड़ एक बड़ा पसर्प होगा। निरीक्षण टाइप मोड़ों का प्रयोग कोनों पर निरीक्षण में सहायता और केबिलें खींचने के लिए किया जाता है।

Fig 3

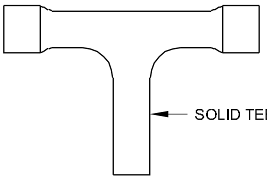


BENDS

टीज (Tees) (Fig 4)

मेन लाइन से स्विच पाइंटों या बत्ती पाइंटों तक अपवर्तन लेने के लिए टीज का प्रयोग किया जाता हैं। यह सामान्य प्रकार की या निरीक्षण प्रकार की हो सकती हैं। निरीक्षण में सहायता के लिए यदि जरूरत हो, निरीक्षण टाइप टीज का प्रयोग किया जाता हैं।

Fig 4

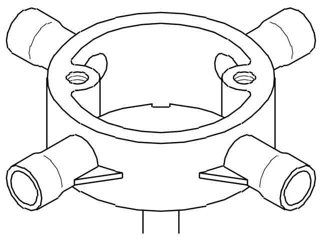


TEE

बक्स (Boxes)

वृत्ताकार बक्स (Circular boxes) (Fig 5)

Fig 5



CIRCULAR BOXES

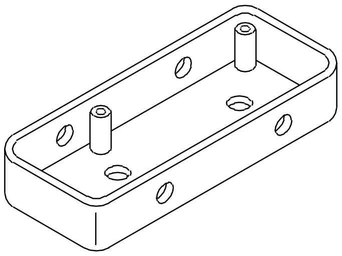
कवरों को लगाने के लिए दो मशीन पेच के साथ, जिनका व्यास 2.8 mm से कम नहीं होगा, छोटे गोल डिब्बे उपलब्ध कराए जांएगे। बड़े वृत्ताकार बक्सों में चार मशीन पेच होते हैं जिनका व्यास 4 mm से कम नहीं होता और कवर लगाने के लिए 10 mm से कम चूड़ीदार भाग नहीं होता।

वे एक पथ, दो पथ, तीन पथ और चार पथ और पश्च निकास टाइप में उपलब्ध होते हैं जिन्हें जरूरत के अनुसार वायरिंग में इस्तेमाल किया जा सकता हैं। छत स्लैबों में प्रयुक्त जंक्शन बक्सों की न्यूनतम गहराई 65 mmmm होगी। अन्य स्थलों के लिए कंड्यूट के व्यास के आधार पर गहराई में विभिन्नता होती हैं। गोल बक्स का कवर उसी सामग्री से बनाया जाएगा जिसका बक्स में और न्यूनतम मोटाई 1.6 mm होनी चाहिए।

आयताकार बक्स (Rectangular boxes) (Fig 6)

कवर लगाने के लिए इन बक्सों के लिए दो मशीन पेच उपलब्ध कराए जाएंगे। जिसका व्यास 28 mm से कम नहीं होगा। उन्हें जंक्शन बक्स या स्विच बक्स के रूप में सपाट टाइप स्विच लगाने के लिए इस्तेमाल किया जा सकता हैं। ये बक्स बरों, फिन और भीतरी खुरदरेपन से मुक्त होंगे। पीवीसी बक्स की भित्ति और आधार की न्यूनतम मोटाई 2 mm होनी चाहिए जो 60 mm की स्पष्ट गहराई के अतिरिक्त होंगी।

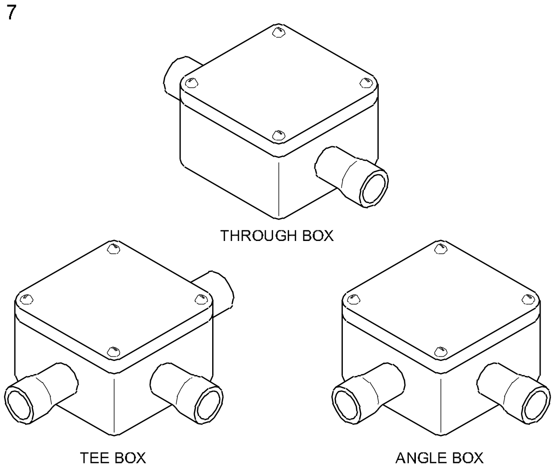
Fig 6



RECTANGULAR BOX

उपयुक्त प्रकारों के आलावा, विभिन्न अन्य प्रकार का प्रयोग जंक्शन बक्सों के रूप में किया जाता हैं जैसा (Fig 7) में दिखाया गया हैं।

Fig 7



TYPES OF BOXES (JUNCTION BOXES)

PVC कंड्यूट पाइपों को काटने, जोड़ने और मोड़नें की विधि (Method of cutting, joining and bending PVC conduit pipes)

कंड्यूट वायरिंग करते समय, यह जरूरी हो जाता है कि लंबाई बढ़ायी या घटायी जाए। इसके आलावा कंड्यूट को वांछित स्थिति के अनुसार मोड़ना भी पड़ता हैं।

PVC कंड्युट को काटना (Cutting PVC conduit)

एक बेंच को कोने पर पकड़ कर और एक लोह काट आरी का प्रयोग करके एक PVC कंड्यूट पाइप को आसानी से काटा जा सकता हैं। काट के खुदरेपन और बार्रो को चाकू ब्लेड/रेगमाल या कई बार रीमर का प्रयोग करके हटाया जाए। एक PVC कंड्यूट पाइप लगाने से पहले पाइपों के भीतर बर्रों को हटाने की अत्यधिक सावधानी बरती जानी चाहिए ताकि केबिल खींचने की प्रक्रिया में केबिलों की क्षति न हो।

फिटिंग्स के साथ कंड्यूट जोड़ना (Joining conduit with fittings)

जोड़ लगाने की बहुत आम प्रक्रिया एक PVC विलायक आसंजक का प्रयोग करना है। आसंजक लगाने से पहले उपसाधन की भीतरी सतह और PVC पाइप की बाहरी सतह रेगमाल से साफ की जाएगी ताकि पकड़ बेहतर हो। कंड्यूट फिटिंग के अभिग्राही भाग पर आसंजक लगाया जाएगा और कंड्यूट इसमें मरोड़ दिया जाएगा ताकि पूरी व्याप्ति सुनिश्चित की जाए।

सामान्यतः दो मिनट के बाद जोड़ प्रयोग के लिए काफी दृढ़ हो जाता है चाहे पूर्ण चिपकाव में कई घंटे लग जाते हैं। एक ठोस जोड़ सुनिश्चित करने के लिए ट्यूब और फिटिंग धूल या तेल से मुक्त होनी चाहिए।

जहां विस्तार होने की संभावना है और समायोजन जरूरी हो जाता हैं वहां एक आसंजक का प्रयोग किया जाय। यह नम्य आसंजक है जो ऋतु-सह जोड़ बनाता है जो पृष्ठ स्थापनों के लिए ताप की व्यापक विभिन्न स्थितियों में आर्दश होता हैं। यह बेहतर होगा कि मस्तगी आसंजक का प्रयोग किया जाए जहां पृष्ठ पर सीधी लंबाईयां हैं जो 8 m से ज्यादा हैं ।

बाहरी प्रणालियों में यथासंभव, कंड्यूट फिटिंग्स नहीं की जानी चाहिए।

कंड्यूट मे मोड़ (Bends in conduit)

अधात्विक प्रणाली में सब मोड़ पाइपों को उच्च तापन द्वारा मोड़ कर या उपयुक्त उपसाधन जैसे मोड़ कोहनियों या ऐसी ही स्थिति में घुसेड़ कर बनाए जाएंगे। एक तल वायरिंग के लिए ठोस प्रकार की फिटिंग्स का प्रयोग किया जाएगा। पृष्ठ कंड्यूट वायरिंग के लिए ठोस टाइप निरीक्षण टाइप फिटिंग्स का प्रयोग किया जाएगा।

कंड्यूट की न्यूनतम बंकन त्रिज्या 7.5 cm. होगी। पाइपों को मोड़ते समय सावधानी बरती जानी चाहिए और सुनिश्चित किया जाना चाहिए कि पाइप क्षतिग्रस्त या टूट न जाये और भीतरी व्यास प्रभावी ढंग से कम न हो जाए।

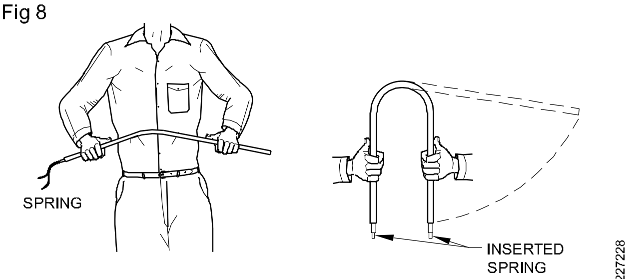
एक तल कंड्यूट वायरिंग में, कंड्यूट बंकन, सिरों को छोड़, अपेक्षित कोण तक पाइपों को मोड़ कर और छोटे अन्तरालों पर क्लैम्प करके बनाया जाएगा। छत स्लैबों में बिछाए कंड्यूटों की स्थिति मे इन्हें स्टील प्रबलित छड़ों के साथ उचित धातुक क्लैम्पों के साथ क्लैम्प किया जा सकता है या बांधा जा सकता हैं।

भित्तियों पर एक तल कंडयूटों की स्थिति में न्याधार अपेक्षित आकार में बनाया जाएगा और कंड्यूटों को खांचों में उपयुक्त क्लैम्पों के साथ लगाया जाएगा। पृष्ठ कंड्यूट प्रणाली के लिए बंकन की स्थिति में बंकन या तो अतप्त स्थिति में किया जा सकता है या उचित तापन द्वारा।

अतप्त बंकन-PVC कंड्यूट पाइप (Cold bending PVC conduit pipes)

एक स्प्रिंग का प्रयोग करके PVC कंड्यूटों को मोड़ा जा सकता हैं जिनका व्यास 25 cm. से अधिक न हों। तब मोड़ या तो हाथों द्वारा या घुटने के आर-पार (Fig 8) में दिखाए अनुसार बनाया जा सकता है।अपेक्षित कोण प्राप्त करने के लिए मूल जोड़ अपेक्षित कोण के दुगने पर बनाया जाए और ट्यूब को सही कोण पर वापस आने दिया जाए।

Fig 8



BENDING OF PVC PIPE BY HAND

किसी स्थित में स्प्रिंग के साथ वापस मोड़ने का प्रयास नहीं करना चाहिए यदि यह वामार्वत दिशा में मुड़ा हुआ है। इससे स्प्रिंग का व्यास घट जाता है और निकासी आसान हो जाती हैं।

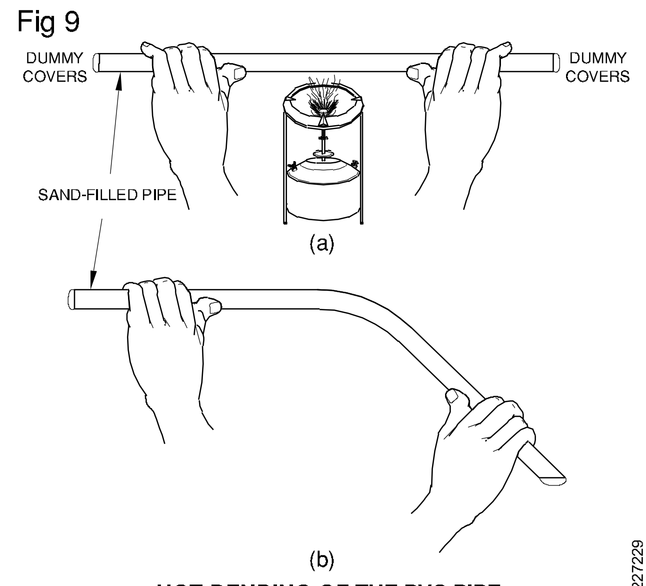
शरद ऋतु में PVC कंड्यूट बंकन (Bending PVC conduit in cold weather)

शरद मौसम में यह जरूरी होगा कि जिस बिन्दु पर मोड़ना है वहां कंड्यूट को थोड़ा गरम किया जाए। ऐसा करने की सरलतम विधि यह है कि कंड्यूट को हाथ या कपड़े से रगड़ा जाए। PVC उत्पन्न ताप को काफी समय तक रगड़ा जाए। PVC उत्पन्न ताप को काफी समय तक बनाए रखेगा ताकि मोड़ बनाया जाए। सही कोण पर मोड़ को बनाए रखने के लिए कंड्यूट को यथासंभव शीध्र सैडल किया जाए।

तापन द्वारा कंड्यूट का बंकन (Bending of conduit by heating)

मोड़े जानेवाले कंड्यूट का पहले काटा जाता है और छोड़े गए किसी बर्रों या तेज किनारे के लिए निरीक्षण किया जाता हैं। उचित रेग माल का प्रयोग करके ऐसे स्थिति में उसे मसृण बनाया जाएगा। तब कंड्यूट में नदी की रेत भरी जाती हैं। सिरों को डमी ढक्कनों से सील कर दिया जाता हैं। जहां मोड़ बनाना है उस भाग को एक सामन ऐसे ताप तक जो गलनांक से नीचे हो गरम किया जाएगा जैसा (Fig 9a) में दिखाया गया हैं।

तब तापित भाग से काफी अन्तर पर दोनों पार्श्वों पर पकड़ा जाएगा ताकि हाथ न जल जाएं और (Fig 9b) में दिखाए अनुसार एक समान दाब लगाकर अपेक्षित कोण पर मोड़ा जाएगा। सावधानी बरती जाएगी कि बंकन करते समय कंड्यूटों पर ऐंठन न पड़ जाए



HOT BENDING OF THE PVC PIPE

कंड्यूट साइजों का चयन और सामान्य विनियम (Selection of conduit sizes and general regulations)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एक निर्धारित संख्या में और साइजों की केबिलों के लिए कंड्यूट का उचित साइज चुनना ।**

PVC कंड्यूट वायरिंग में पहला काम कंड्यूट की सही किस्म को चुनना हैं। कंड्यूट साइज केबिलों के साइज और संख्या से निर्धारित होता है जो एक विशेष खण्ड में से खींची जानी हैं। यह सूचना वायरिंग अभिन्यास और वायरिंग आरेख से प्राप्त की जा सकती हैं।

कंड्यूट साइज का चयन

वायरिंग में प्रयुक्त एक अधात्विक कंड्यूट पाइप का व्यास न्यूनतम 20 mm साइज का होना चाहिए। जहां बड़ी संख्या में चालक खींचे जाने है वहां चालकों के साइज और चालकों की संख्या पर व्यास का साइज निर्भर करता हैं। टेबल 1 में चालक की संख्या और साइज दिखाया गया है जिन्हें एक प्रत्येक प्रकार के अधात्विक कर्षित चालक में से खींचा जा सकता हैं।

उदाहरण

एक PVC कंड्यूट के चयन के लिए

एक घ्व्न्क में 2.5 sq mm 640 V ग्रेड छः एकल क्रोड के बलें एक ही चालन में खींची जानी हैं तो हम तालिका के अनुसार 25 mm अधात्विक कंड्यूट का प्रयोग कर सकते हैं।

जब 6 sq mm 640 V एकल क्रोड 6 केबिलें एक ही पाइप में से खींची जानी है तो हम 32 mm PVC पाइप का प्रयोग कर सकते हैं। एक दृढ़ अधात्विक चालकों में से खींचे जानेवाली 640/1100 V वोल्ट ग्रेड एकल क्रोड केबिलों की अनुरूप संख्या नीचे दी गई हैं (टेबल 1)

टेबल 1

IS: 694-1990 के अनुरूप कंड्यूटों में से PVC विद्युतरोधित 640/1100V ग्रेड ऐलुमिनियम/ताम्र चालक केबिलों की अनुज्ञेय संख्या

चालक का नामीय अनुप्रस्थ काट क्षेत्र sq.mm में	20 mm		25 mm		32 mm		38 mm		51 mm		70 mm	
	S*	B*	S	B	S	B	S	B	S	B	S	B
1.50	5	4	10	8	18	12	–	–	–	–	–	–
2.50	5	3	8	6	12	10	–	–	–	–	–	–
4	3	2	6	5	10	8	–	–	–	–	–	–
6	2	–	5	4	8	7	–	–	–	–	–	–
10	2	–	4	3	6	5	8	6	–	–	–	–
16	–	–	2	2	3	3	6	5	10	7	12	8
25	–	–	–	–	3	2	5	3	8	6	9	7
35	–	–	–	–	–	–	3	2	6	5	8	6
50	–	–	–	–	–	–	–	–	5	3	6	5
70	–	–	–	–	–	–	–	–	4	3	5	4

*** उपर्युक्त तालिका में एक साथ खींची जानेवाली केबिलों के लिए कंड्यूटों की अधिकतम क्षमता दिखाई गई हैं।**

*** 'S' शीर्षक कालम कंड्यूटों के ऐसे चालनों के बारे में हैं जिन की दूरी बक्सों में खींच के बीच 4.25 m से अधिक नहीं है और जो एक कोणी की सीध से 15 दर्जा से ज्यादा विक्षेप नहीं करतें। '8' शीर्ष कालम कंड्यूटों के ऐसे चालनों पर लागू होता हैं जो एक कोणी की सीध से 15 दर्जा से ज्यादा विक्षेप करते हैं।**

*** कंड्यूट साइज नामीय बाह्य व्यास होते हैं।**

PVC चैनल (केसिंग और कैपिंग) वायरिंग (PVC Channel (casing and capping) wiring)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **चैनल वायरिंग पद्धति के उपयोग की सीमा तथा नियम बताना**
- **चार्ट में से केबल के नाप और नम्बर के अनुरूप चैनल के नाप का चयन करना**
- **PVC चैनल में न्यूट्रल, बेन्ड और जंक्शन बनाने की विधि स्पष्ट करना ।**

भूमिका (Introduction) : PVC केसिंग और कैपिंग वायरिंग एक प्रणाली है जिसमें आवरणों वाले PVC/धात्विक चैनलों का प्रयोग तारों के कर्षण के लिए किया जाता है। वायरिंग की यह प्रणाली भीतरी पृष्ठ वायरिंग कार्यों के लिए उपयुक्त होती है। अच्छी दिखावट देने और वर्तमान वायरिंग स्थापन के विस्तार के लिए इस प्रणाली को अपनाया जाता है। केसिंग और कैपिंग प्रणाली में सामान्यतः PVC विद्युतरोधित केबिल इस्तेमाल की जाती हैं। इसे अन्यथा 'तार मार्ग' ('wireways') कहते हैं।

केसिंग और कैपिंग एक ही सामग्री की होगी - PVC या ऐनोडकृत ऐलुमिनियम। केसिंग आकार में चौकोर या आयताकार हो सकती है। कैपिंग सर्पी टाइप की होगी और PVC तार पथों की संख्या में दोहरे खांचे होंगे। धात्विक तार पथों के लिए सपाट टाइप कैपिंग का इस्तेमाल किया जाता है।

PVC केसिंग और कैपिंग वायरिंग की हानि केवल यह है कि यह ज्वलनशील होती है और आग का खतरा होता है।

PVC केसिंग और कैपिंग तार पथों का प्रयोग नहीं किया जाना चाहिए।

रिहायशी इमारतों में या ऐसे भवनों में जहां चोरी का जोखिम हो। जहां परिवेशी तापमान 60°C से ज्यादा या 5°C से कम हो। क्षेत्रों में जहां धूप है।

विमाएं (Dimensions) : केसिंग और कैपिंग के साइज और प्रत्येक साइज में कितनी तारें कर्षित की जा सकती हैं- इसे नीचे टेबल 1 में दिया गया है।

केसिंग और कैपिंग की मोटाई 1.2mm ± 0.1mm होनी चाहिए।

टेबल 1

चालक का अभिहित अनुप्रस्थ काट sq.mm में	10/15mm x 10mm साइज़ केसिंग	20mm x 10mm साइज़ केसिंग	25mm x 10mm साइज़ केसिंग	30mm x 10mm साइज़ केसिंग	40mm x 20mm साइज़ केसिंग	50mm x 20mm साइज़ केसिंग
	तारों की सं.	तारों की सं.	तारों की सं.	तारों की सं.	तारों की सं.	तारों की सं.
1.5	3	5	6	8	12	18
2.5	2	4	5	6	9	15
4	2	3	4	5	8	12
6	-	2	3	4	6	9
10	-	1	2	3	5	8
16	-	-	1	2	4	6
25	-	-	-	1	3	5
35	-	-	-	-	2	4
50	-	-	-	-	1	3
70	-	-	-	-	1	2

सावधानियाँ (Precautions)

1 न्यूट्रल (ऋणात्मक) केबिलों को शीर्ष चैनल और फ़ेज़ (धनात्मक) को तल चैनल में ले जाएें।

2 फ़ेज़ (धनात्मक)। और न्यूट्रल (ऋणात्मक) के बीच केबिलों का पारण न करें।

3 भित्तियों में से केबिलों के पारण के लिए पोर्सिलेन या PVC पाइप इस्तेमाल करें

PVC चैनल का स्थापन (Installation of PVC channel) : केसिंग को दीवार छत पर सपाट सिरा पेचों या राल प्लगों से लगाएं।इन पेचों को 60 cm के अन्तराल पर लगाएं। जोड़ों के प्रत्येक पार्श्व पर सिरा बिन्दु से यह दूरी 15 cm से अधिक स्टील जोड़ों या चैनलों के अर्न्तगत केसिंग एम एस चिपों से लगाए जाए जिसकी मोटाई 1.2 mm (18 SWG) से कम नहीं और चौड़ाई 19 mm से कम नहीं होगी।

फ़र्श भित्ति पारण (Floor/Wall crossings) : जब चालक फ़र्शों/भित्ति में से गुज़रते है तो उन्हें दोनों सिरों पर समुचित व्यास्तरित स्टील कंडयूटों/ PVC कडयूटों में से ले जाया जाए। कंडयूटो को फ़र्श तल से 20 cm उपर और छत तल से 2.5 cm नीचे ले जाया जाए और केसिंग में ठीक तरीके से समाप्त किया जाए।

केसिंग और कैपिंग में जोड़ (Joints in PVC/Metal channel) : सीधी लंबाइयों में तारपथ यथासंभव एकल खण्ड होने चाहिए। सब जोड़ अनुदैर्ध्य काट में तिरछे काटे या मल्ल बनाए जाएंगे। काट सिरों को चिकना रेतित किया जाए और बिना किसी अन्तराल के टक्कर जोड़ बनाया जाए। इस बात की सावधानी बरते कि कैपिंग के जोड़ केसिंग मे जोड़ो के उपर न आयें।

उच्च ग्रेड PVC/ऐलुमिनियम एलाय के मानक उपसाधनों जैसे कोहनी, टीज, 3 पथ/4 पथ संधि बक्स आदि का प्रयोग करते हुए जोड़ बनाए जायें। PVC कैपिगं में जोड़ों, कोहनियों, टी, क्रास आदि के लिए पृथक्कारी कैपिंग आवरण उपल्बध हैं। कैपिंग लगाने के बाद, अच्छी दिखावट के लिए इन्हें लगाया जा सकता है। मोड़ के भीतर केबिलों की वक्रता की त्रिज्या इसके समस्त व्यास से 6 गुणा अधिक होनी चाहिए।

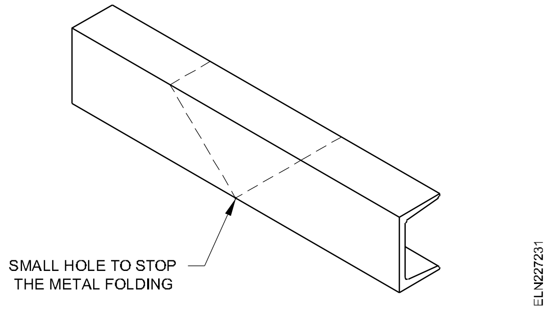
PVC केसिंग और कैपिंग की स्थिति में जोड़ बनाना अपेक्षाकृत आसान होता है। अपेक्षित कोण में दो खण्डों को रखते हुए जोड़ अंकित करें। प्रत्येक खण्ड पर काटी और हटाई जाने वाली स्थिति पहचानें। रेखाओं पर काटें और अन्तरहीन जोड़ प्राप्त करने के लिए किनारों को छेदें।

समकोण ऊर्ध्व मोड़ की रचना (Fabricating a right-angled vertical bend)

1 सब पार्श्वों पर मोड़ का स्थिति अंकित करे जैसा Fig 1 में दिखाया गया है। चौड़ाई 'Y' विकरण लंबाइ के बराबर बनाते हुए 'Y' काटें।

2 धातु फोल्डिंग को रोकने के लिए मोड़ के बिन्दु पर कानों में छोटे छेद ड्रिल करें। (Fig 1).

Fig 1



3 ट्रकिंग के भीतर टेक के लिए काष्ठ ब्लाक रखें। Fig 2 में दिखाए अनुसार ट्रकिंग के पार्श्वों को काटें।

4 Fig 3 में दिखाए अनुसार काटें , रेतन करें और छीजन हटाएं ।

5 आकार को मोड़ने के लिए सभी किनारों का रेतन करें । (Fig 4)

Fig 2

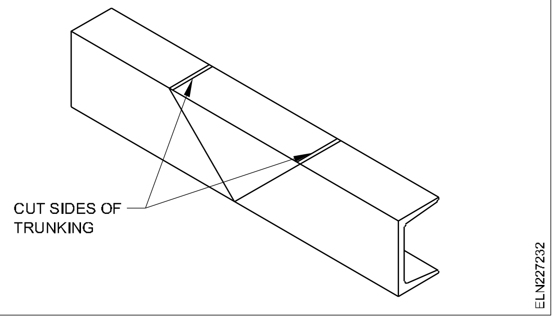


Fig 3

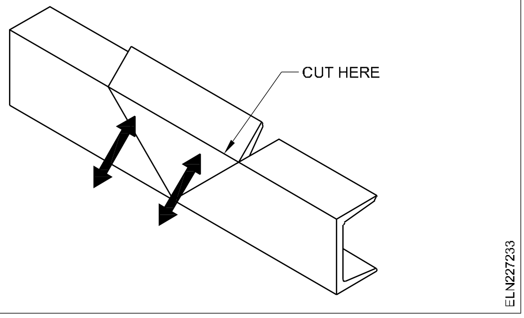
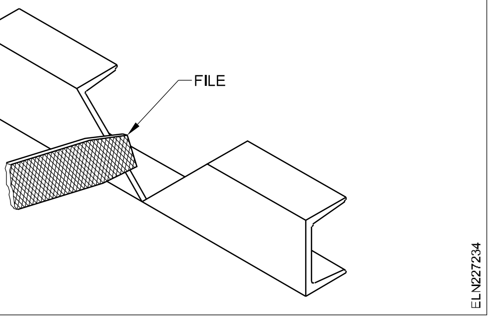
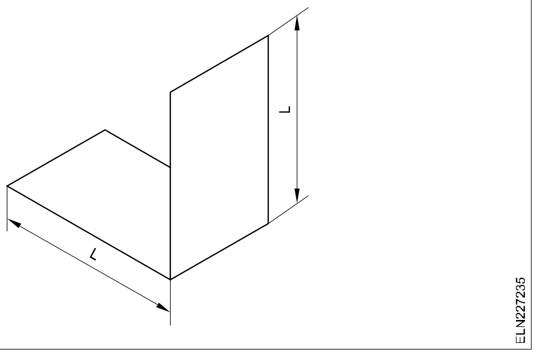


Fig 4



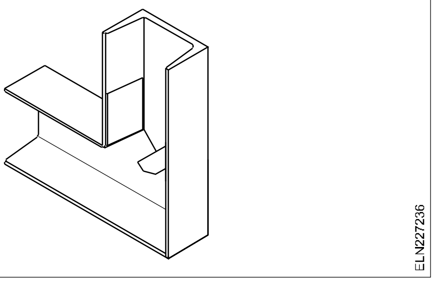
6 PVC रद्दी से 'L' प्लेटें बनायें । (Fig 5)

Fig 5



7 उचित एडहेसीव लेकर 'L' प्लेटों को जोड़कर सदृढ़ संयोजन बनायें । (Fig 6)

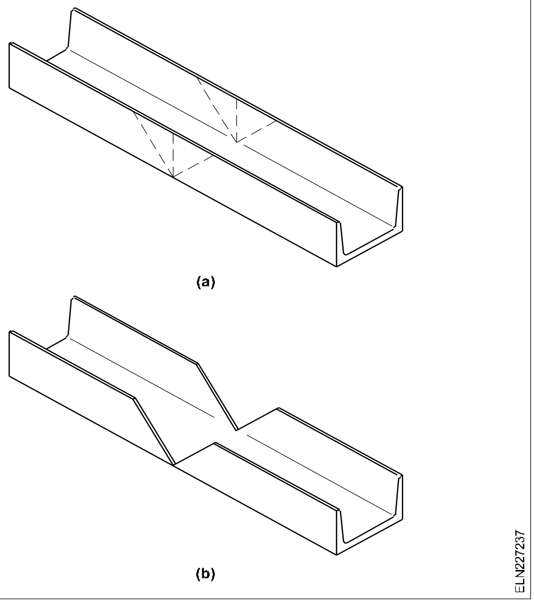
Fig 6



90^0 मोड़ की संरचना (Fabricating 90° bend)

1 (Fig 7a & b) में दिखाए अनुसार मोड़ की स्थिति अंकित करें ।

Fig 7



2 ट्रकिंग में टेक के लिए काष्ट ब्लाक रखें और लोहकाट आरी से काटें ।

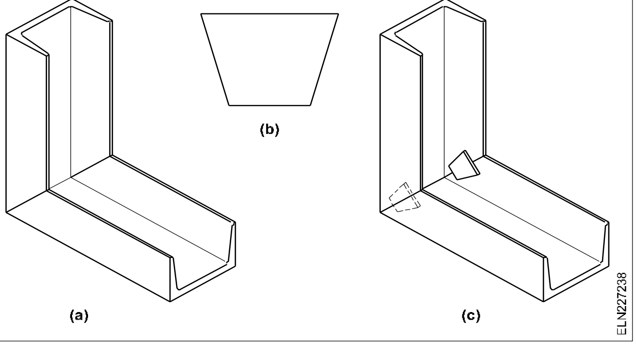
3 सेक्शनों को हटाएं और चिकना रेतन करें ।

4 आकृति मोड़ें (Fig 8a, b & c) फिट को यथापेक्षित समायोजित करें।

5 PVC रदी माल से फिश प्लेटें बनाएं । (Fig 8b).

6 फ़िशप्लेटें लेने के लिए ट्रंकिंग अंकित करें और छेद ड्रिल करें (Fig 8).

Fig 8



टी संधि संरचित करना (Fabricating a Tee junction)

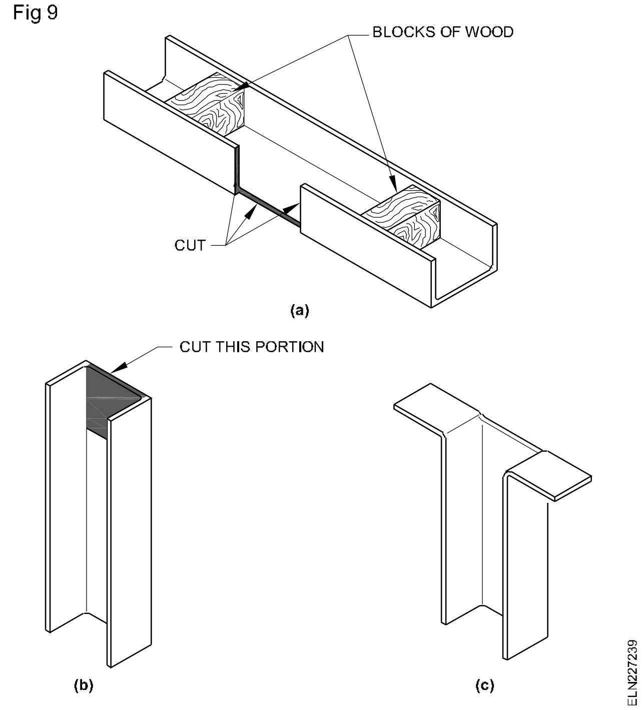
1 चौड़ाइ मापने के लिए ट्रंकिंग के एक अन्य खंड का प्रयोग करते हुए टी की स्थिति अकिंत करे ।

2 टी के लिए स्थल काटें जैसा Fig 9 (a) में दिखाया गया है। काट जाने वाले सेक्शन को टेक देने के लिए काष्ट ब्लाकों (Block of Woods) की टेक दें।

3 एक अन्य खण्ड में दो लग्स छोड़ने के लिए सेक्शन काटें जैसा Fig 9 (b) में दिखया गया है। Fig 9 (c) के अनुसार बांक में मोड़े।

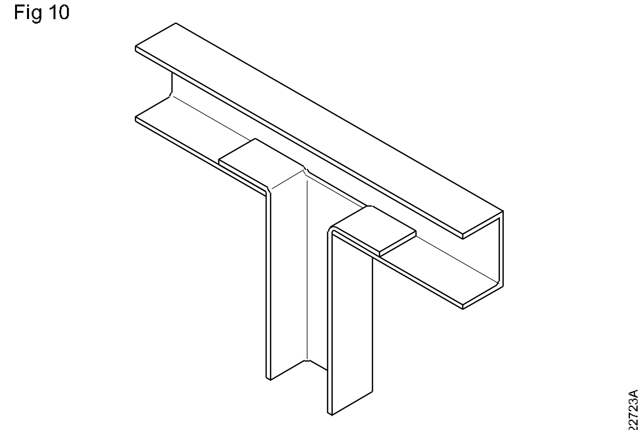
4 किनारों का चिकना रेतन करें , बर्रें हटाएं। फ़िट चैक करें और यथापेक्षित समायोजित करें ।

Fig 9



5 छेदों के लिए अंकन करें, ड्रिल करें और नट -बोल्टों या रिवटों से सुदृढ़ बनाएं। (Fig 10)

Fig 10



ASSEMBLEDTEE JUNCTION

दोहरे सैट की संविरचना (Fabricating a cross junction)

1 Fig 11a में दिखाए अनुसार पहले सैट करें।

2 ट्रंकिगं में टेक के लिए काष्ठ ब्लाक रखें और लोह काट आरी के साथ काटें ।

3 ट्रंकिंग के सेक्शन हटाएं और सिरों का रेतन करें ।

4 दो टुकड़े और लीजिए और (Fig 11b) का भाग टाँगों में से (11c) कटिंग ।

5 क्रोस जन्कशन बनाइए, जोड़िए और उचित एडहेसिव का प्रयोग करते हुए उसे सुरक्षित कीजिए । (Fig 12).

केबिलों का स्थापन (Installation of cables) : दिष्टधारा या प्रत्यावर्तित धारा वहन करने वाली केबिलों को सदा गुच्छित किया जाए ताकि बर्हिगामी और वापसी केबिलों को उसी केसिंग में कर्षित किया जाए। केसिंग के भीतर उपयुक्त अंतरालों पर तारों को रखने के लिए क्लैम्प लगाए जाएगें ताकि कैपिंग खोलते समय तारें बाहर न गिर जाएं।

Fig 11

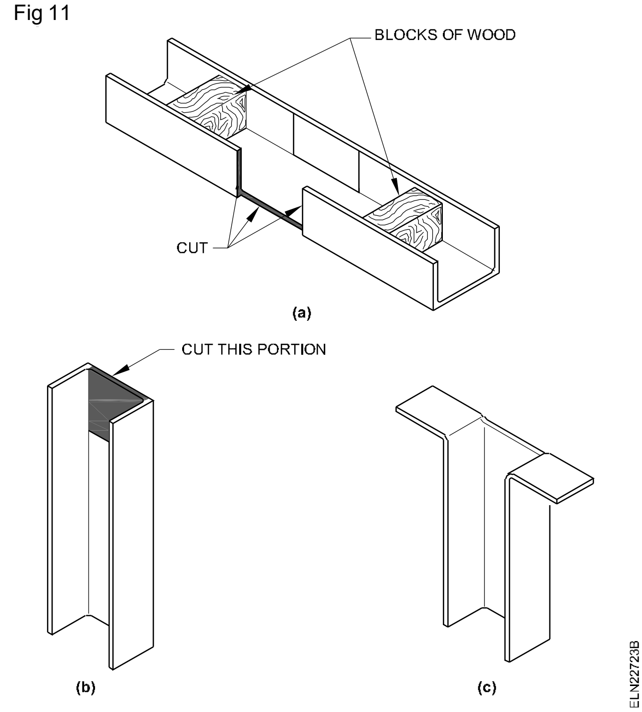
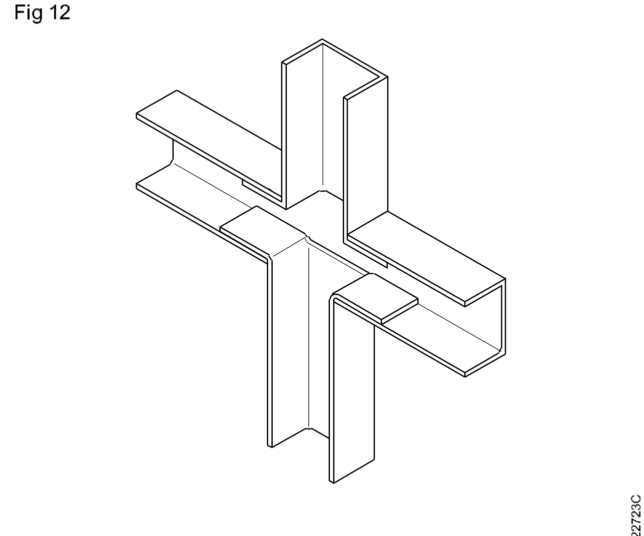


Fig 12



ASSEMBLED CROSS JUNCTION

कवर लगाना (Attachment of cover) : सब तारें भीतर कर्षित करने के बाद व्यष्टि खण्डों में केसिंग के साथ कैपिंग लगाएं। केसिंग के साथ PVC कैपिंग लगाने के लिए पेच और कील न लगाएं। कैपिंग को खांचों में से विसर्पित किया जाए। असम्मुख ढंग से केड्मियम पटलित पेचों के प्रयोग द्वारा धात्विक कैपिंग लगाइ जाए और अक्षीय अन्तराल 30 cm. से ज्यादा न हो।

भू-अविच्छिन्नता चालक (Earth continuity conductor) : स्थापना के सब धात्विक बक्सों के भूसंपर्कन और साकेट के भू-पिन को जाड़ने के लिए केसिंग और कैपिंग के भीतर भू-अर्विच्छिन्नता चालक कर्षित किए जाएगें।

धात्विक केसिंग और कैपिंग के मामले में पेच संबंधनों वाले सन्निकट केसिंग और सिरा केसिंग से और धात्विक बक्सों/निकासों के भू -टर्मिनल तक संबंधनों के बीच धात्विक लिंक होगा।

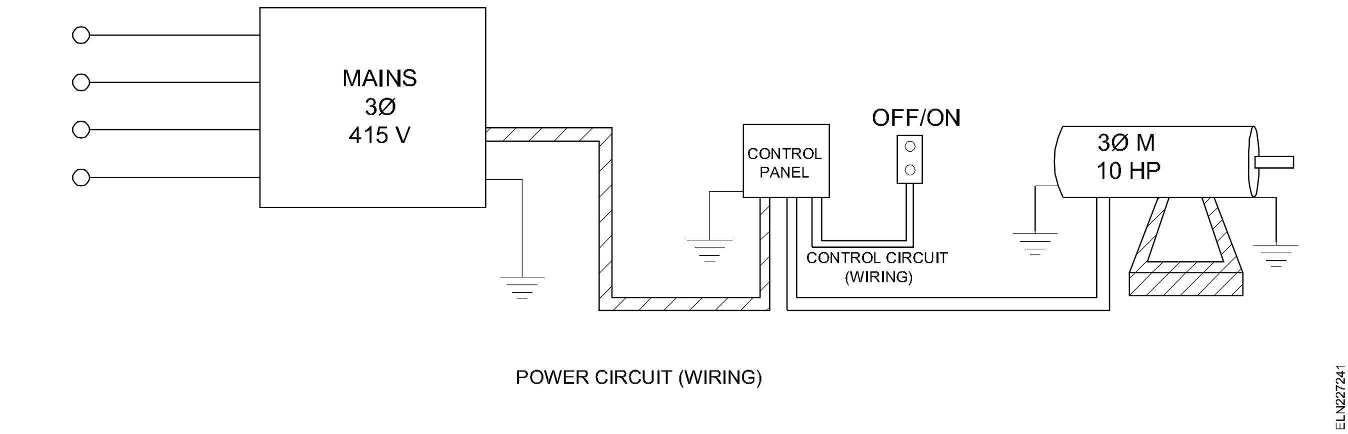
पावर वायरिंग (Power wiring)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **पावर, नियंत्रण, संचार और मनोरंजन वायरिंग को स्पष्ट करना**
- **विभिन्न वायरिंग की आवश्यकताओं को बताना।**

एक पैनलवायरिंग आरेख आमतौर पर डिवाइस को स्थापित करने या सर्विस करने में मदद करने के लिए डिवाइस की डिवाइसेज और टर्मिनलों की सापेस स्थिति और व्यवस्था के बारे में जानकारी देता है।.आमतौर पर सभी नियंत्रण कस/वाणिज्यक/औधोगिक तारो में दो हिस्सों जैसे नियंत्रण तारों और बिजली के तार शामिल होने है ।

Fig 1 में दर्शाये अनुसार मोटर वायरिंग लेआउट आरेख है एक कंट्रोल पैनल सभी नियंत्रीत ओर सुरक्षित उपकरणो से मिलकर बना होता है पावर स्त्रोत के निकट के लिए और लोड,फरनेंस,कम्प्रेसर इत्यादि को पावर स्त्रोत से दुर स्थापित करना चाहिए।

Fig 1



पावर वायरिंग एक उच्च करेंट वाहक सर्किट है जो ओएलआट और फ्यूज इत्यादि जैसे सुरसात्मक उपकरणो के माध्यम से मोटर्स/फर्नेस जैसे लोड को कनेक्ड/ डिस्कनेक्ट करने के लिए वायर्ड है। आई ई नियमों में निर्दिष्ट दिशा निर्देश और नियमों के अनुसष्ट पावर वायरिंग किया जाना है केबल आकार लोड करेंट पर निर्भर करता है और यह लोड के हिसाब से भिन्न होता है।

बिजली और नियंत्रण केबल को एक कंडयूट में नहीं चलाया जाना चाहिए चूकि करेंट विकिरण केबल को प्रभावित करना है नियंत्रण और पावर केबलस के लिए अलग कंडयूट प्रदान किया जाना चाहिए।

केट्रोल वायरिंग (Control wiring)

कंट्रोल वायरिंग एक परिपथ है जो नियंत्रण उपकरण और लाइटिंग के बीच आदेश और अन्य सूचनाओ के माध्यम से संचार करना है।

विभिन्न नियंत्रण उदेश्य के लिए नियंत्रण परिपथ समक्ष करें। मोटर नियंत्रण इकाई में नियंत्रण सर्किट तारित होता है और मोटर के पास रखा जाता है फायर अलार्म,फायर डिटेक्टर इत्यादि जैसे अन्य सिस्टम में नियंत्रण सर्किट को कम करेंट वाहक कंडक्टर के साथ अलग से तारित किया जाता है और आसानी से रखरखाव के लिए अलग-अलग खींचा जाता है।

फायर अलार्म (Fire alarm)

फायर अलार्म सिस्टम का उदेश्य आग लगाने पर तुरंत ही अलार्म से सूचना देकर जिवन को सुरक्षित करना है और फायर फाइटिंग स्टाफ को भी तुरंत सुचित करना है।

फायर डिटेक्टर (Fire detectors)

फायर डिटेक्टर पध्दिति के तीन सिध्दांत है गर्मी को महसूस करना फ्लैम और स्थिति की है जो एक ज्वलन शील गैस डिटेक्टर है जो टेक्निकली अग्नि डिटेक्टर नही है और इसका उपयोग उन स्थानों तक ही सीमीत है जहाँ ज्वलन शील गैस मौजुद है।

I हीट (Heat) डिटेक्टर (Heat detector)

हिट का पता लगाने के लिए तीन ब्युनयादी सिध्दांत हैः

a फ्येजन डिटेक्टर (धातु का पिघलना)

b थर्मल विस्तार डिटेक्टर

c इलेक्ट्रीकल सेंसीग

II स्मोल डिटेक्टर (Smoke detectors)

सामान्यतः स्मोक डिटेक्टर के तीन प्रकार होते है।

1 लोनीसैशन डिटेक्टर

2 लाइट-स्कैटरीग स्मोक डिटेक्टर

3 अवलोकन धुंआ डिटेक्टर

III ज्वलनशील गैस डिटेक्टर (Flammable gas detector)

एक ज्वलनशील गैस डिटेक्टर को वायुमंडल में ज्वलनशील गैस की मात्रा को मापने के लिए डिजाइन किया गया है गैस मिश्रण उत्प्रेरक सतह पर खीचा जाता है जँहा आक्सीजन का दहन होता है दहन सतह के तापमान में वृद्धि का कारण बनता हे जिसे विधुत प्रतिरोध द्वारा मापा जाता है। संदर्भ गैस के रूप में पेटेन या हेप्टेन का निर्धारण किया जाता है शीडिंग कम विस्फोटक सीमा के प्रतिशत के संदर्भ में प्रदर्शित होते है।

फायर अलार्म पद्धिति के लिए कन्ट्रोल पैनल (Control panel for fire alarm system)

नियंत्रण कक्ष उस प्रणाली का मुख्य भाग (heart) है जिसके माध्यम से अग्नि अलार्म सिस्टम की निगरानी की जाती हे और अगर किसी संकेत को पैनल को बताया जाता है तो अलार्म शुरू किया जाता है।

आग अलार्म सिस्टम का काम नियमित रूप से एक महीने में एक बार चेक किया जाना चाहिए।

नियंत्रण कक्ष (control panel) की विशेषताएं बिजली की आपूर्ति,बैटरी चार्जिंग इकाई और नियंत्रण कार्ड है।

संचार वायरिंग (Communication wiring)

यह उस प्रकार की वायरिंग है जो वांछित स्थान पर ध्वनि, डाटा, चित्र, विडियो आदि को स्थानांतरिक करती है ।

कुछ उदाहरण हैं

- टेलीफोन वायरिंग (Telephone wiring)
- इन्टरनेट / LAN नेटवर्क वायरिंग (Internet / LAN network wiring)
- केबल TV और अन्य मनोरंजन वायरिंग (Cable TV and other entertainment wiring)
- डाटा और सुरक्षा सेवा वायरिंग (Data and security services wiring)
- टेलेक्स/फैक्स मशीन वायरिंग (Telex/ Fax machines wiring)

साधारण फोन वायरिंग से अधिक विश्वसनीय तथा तेज होता है, कम कीमत, अधिक टेक कापर वायरिंग नये घर के कमरे में प्रत्येक की देखभाल करता है । यह जरूरी आवाज, आंकड़ा तथा दूसरी सर्विस को ले जाता है जहाँ वे घर के प्रत्येक कमरे में प्रवेश तथा एक कमरे से किसी दूसरे कमरे में प्रवेश करें ।

संचार वायरिंग की आवश्यकता (Necessity of communication wiring)

अनारक्षित मोड़ जोड़ा (UTP) कॉपर सूचना वायरिंग को प्रायः स्वरूप वाइण्डिंग कहते हैं । स्वरूप वाइण्डिंग (structured wiring) का प्रयोग आज ऑफिस स्कूलों तथा फैक्ट्रियों में लोकल क्षेत्र नेटवर्क (LANs) को उपलब्ध कराता है जिसे कम्प्यूटर इन्टरनेट को हाई स्पीड डेटा भेजता तथा के लिए बढ़ा हुआ) तथा वर्ग 6 (वर्ग 6 बैण्डविथ दोगुने से कम अथवा सूचना इकट्ठा क्षमता वर्ग 5 पर एक कम कीमत प्रीमियम होती है) ।

पढ़े लिखे होमबायर्स तथा होमबिल्डर्स ने महसूस किया है इसका अच्छा प्रयोग अधिकतम एडवान्स वायरिंग टेक्नोलॉजी अप फ्रान्ट में जब स्थापन किफायती हो तब प्रयोग करते हैं ।

घर मालिक को भविष्य की आवश्यकता अच्छी उम्मीद के द्वारा घर की वायरिंग के साथ स्टेट ऑफ आर्ट सिस्टम के द्वारा जबकि इसे बनाना तथा समान समय में अपने साथ एक शक्तिशाली मार्केटिंग औजार से बनाते हैं।

अतीत (past) की फोन वायरिंग प्रायः चतुष्कोण टंक खण्ड वायरिंग से सम्बन्धित थी क्योंकि इसमें चार कॉपर तार जोकि अब सुनिश्चित होती है। वर्ग 5 अथवा अधिक चाल (स्पीड) वायरिंग चार मुड़े हुये तार के जोड़े अथवा आठ तार होते हैं ।

कॉपर UTP वायरिंग (Copper UTP Wiring)

कॉपर UTP वायरिंग आठ कलर कोड चालकों (चार मुड़े हुये या लिपटे हुये कॉपर तार के जोड़े) को रोकता है । पुराने फैशन चतुष्कोण वायरिंग की तुलना में बैंडविथ बढ़ जाती है ।

केबल छोटी (लगभग 3/16 इंच व्यास), सस्ती तथा खींचने में सरल, यद्यपि इसको सावधानी पूर्वक संचलन करना होता है ।

लाभ (Advantages)

आधुनिक कॉपर UTP वायरिंग के निम्न लाभ प्रस्ताव है :

विविधता (Diversity)

इन्टरनेट तथा कम्प्यूटर कम्यूनिकेशन, ऑर्डिनरी फोन सिग्नलों की तरह घरों पर आधुनिक सस्ते, अधिक स्पीड यूटीपी केबल निष्पादित कर सकते हैं । (अधिक संख्या में TV चैनलों की सर्विस, अधिक क्वालिटी की कोएक्सिएल केबल भी आकर्षक है । जैसे चतुष्कोण शील्डेड RG-6)

अधिक फोन नम्बर (More phone numbers)

कई फोन नम्बरों से उपलब्ध लगातार हाउस बना सकते हैं । सम्भवतः आवाज सर्विस में बहुत कम या छोटी बैंडविद्थ जरूरी होती है तथा अलग-अलग नम्बरों को जोड़र नगण्य करते हैं ।

बैंडविथ (Bandwidth)

बैंडविद्थ स्पीड (चाल) से परस्पर सम्बन्धित हो तथा ये बैंडविद्थ (Band-width) कई आर्डर के परिमाण से अधिक बैंडविद्थ एक "आधुनिक" के लिए जरूरी 56 kbps (किलोबिट्स पर सेकेण्ड) मोडेम की हो ।

नयी सेवाएँ (New Services)

इण्टरनेट अब अधिक स्पीड में कई घरों में उपलब्ध है लेकिन घरों पर इसका पूरा लाभ नहीं ले सकते हैं या पूरा लाभ लेने योग्य नहीं होते हैं

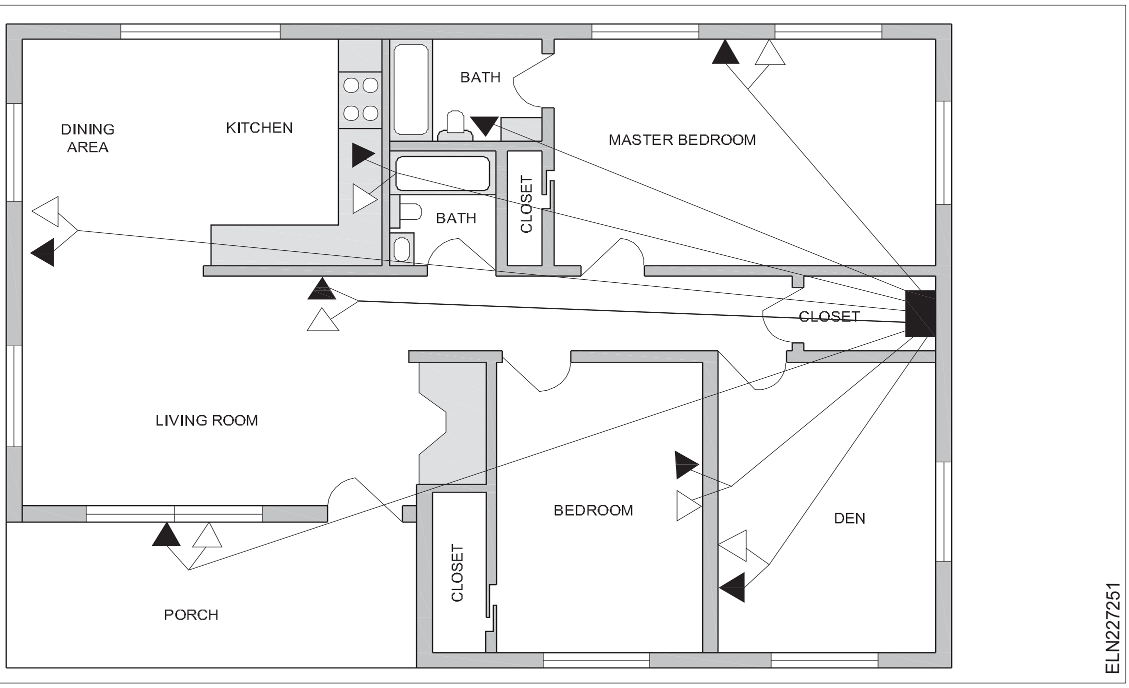
यदि इनकी वायरिंग अपर्याप्त या अयोग्य है । एक अधिक क्षमता की टेक्नोलॉजी (technology) लोकल फोन कम्पनियों के द्वारा DSL डिजिटल भुगतानकर्ता लाइन (digital subscriber line) अब सस्ती होती है तथा केबल मोडैम (modems) केबल टीवी कम्पनियों के द्वारा को एक्सिएल (coaxial) केबल के समान ही टीवी सिग्नलों में इन्टरनेट सस्ती लाता है ।

इन केबलों का प्रदर्शन (Performance) बीमाकम्पनी प्रयोगशालाओं के द्वारा, अंतर्राष्ट्रीय (international) उत्पाद टेस्टिंग अभिकरण (product testing agency) तथा समान ग्रुपों के द्वारा सत्यापित की जाती है ।

आपके नये घर के अगले भविष्य प्रमाण के लिए केवल एक कम या छोटी अतिरिक्त कीमत, अतिरिक्त हालत के वर्ग 5E अथवा 6 सभी रास्तों के लिए होती है लेकिन विशेष क्षेत्र के लिए एक घर ऑफिस की तरह प्रयोग कर सकते थे ।

Fig 1 एक सरलीकृत (simplified) एक छोटा विचार (plan) किया, दो बेडरूम, एकीय स्टोरी हाउस का विचार किया । सभी वायरिंग एक एकीय वितरण युक्ति द्वारा स्टार पैटर्न तथा प्रत्येक मेजर रूम के बहु आऊटलेट, किचेन तथा पोर्च को मिलाकर बिखेरते हैं ।

Fig 1

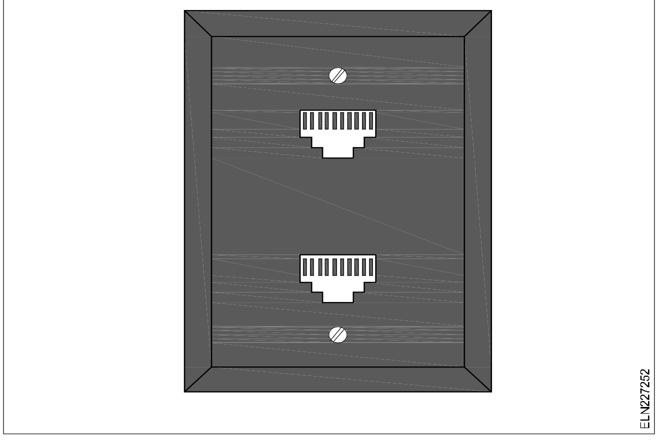


8 पिन माड्युलर (RJ-45) जैक्स का प्रयोग (Use 8-Pin Modular (RJ-45) Jacks) (Fig 2)

ये युक्तियाँ सभी 8 तारों को रोककर चार मुड़े हुये जोड़े के कनेक्शन को उपलब्ध कराता है ।

Fig 2 (नीचे) में एक दीवार आउटलेट के साथ दो जैक दिखाये गये हैं ।

Fig 2



सभी कनेक्टिंग युक्तियाँ (connecting devices) सेन्ट्रल वितरण युक्ति होती है, प्लगों, केबलों के आखिरी पर, आउटलेट आदि केबल की रेटेड का प्रयोग होना चाहिए ।

अन्ततः समाप्त में स्थापन परीक्षणयुक्त होना चाहिए ।

वीडियो केबल (Video Cables)

यद्यपि सभी यूटी सल्पूशन के लिए वायरिंग रेजीडेन्स में औद्योगिक कार्यों के लिए करते हैं, इस समय पर दूरदर्शी भी परम्परागत (conventional) कोएक्सिएल केबल को सामिल करके वीडियो वितरण (video distribution) के लिए करते हैं, विशेष (particular) टीवी केबल के लिए भी करते हैं । क्योंकि यह पूर्वानुमान या भविष्यवाणी (predict) या तो कई माध्यम 100 से अधिक होते हैं । उदाहरण के लिए आनेवाले समय या भविष्य में वास्तव में होता है, कुछ चैनलों जिसे अधिक बैंडविद्थ भार उठाना अधिक निर्धारण टेलीविजन आदि (HDTV) ।

यदि स्थापन मानना (coax) चतुष्कोणीय रक्षक (quad-shielded) RG-6 मानना साथ ही सभी कॉपर सेन्टर कण्डक्टर का प्रयोग श्रेष्ठ प्रदर्शन के लिए करते हैं । (कॉपर प्लेट स्टील सेन्टर चालक भी उपलब्ध

होते हैं, अतिरिक्त कठोरता (additional stiffness) लेकिन अयोग्य हैण्डल कम फ्रीक्वेंशी धारा का प्रयोग कुछ युक्तियों में पावर से करते हैं)। एक न्यूनतर ग्रेड (lesser grade), RG-59 का प्रयोग नहीं करना चाहिए ।

मनोरंजन वायरिंग (Entertainment wiring)

इस प्रकार की वायरिंग मुख्यतः मनोरंजन अथवा आराम करने के लिए प्रयुक्त होती है । उदाहरण होम थियेटर आदि ।

वायरिंग की गुण और गुणवत्ता को केवल होम थिएटर रूम में सुरक्षा के लेवल को ही निर्धारित नहीं करेंगे बल्कि या लेकिन समान रुप से महत्वपूर्ण, एक सुस्पष्ट प्रभाव डालना वीडियों तथा साउण्ड की गुणवत्ता के ऊपर अपने सिस्टम के पुर्जो के ऊपर प्रभाव डालेगा ।

सामान्य होम थिएटर वायरिंग : सुरक्षा, प्लानिंग, बजटिंग (Home Theater Wiring Basics: Safety, planning, budgeting)

जब होम थिएटर वायरिंग के मार्गदर्शक सिद्धान्त आते हैं ...

- इसे सुरक्षात्म रूप से (Do it safe)
- इसे एक बार करें (Do it once)
- इसे ठीक से करें (Do it right)

सुरक्षा (Safety) : यह एक अधिक जरूरी अवस्था है किसी भी स्थापन में । सब स्टैण्डर्ड केबलों के प्रयोग के द्वारा वायरिंग की बचाया नहीं जाता है ।

वॉलस्थापन में साथ, विशेष प्रमाणिक तार (यू एल-रेटेड CL3 वायर) फायर से प्रतिरोध, केमिकल्स, एबरेसन तथा तापमान अधिकतम के लिए राष्ट्रीय स्टैण्डर्ड कम्पनी का प्रयोग किया जाना चाहिए ।

योजना (Planning) : भविष्य में स्थापन सिद्ध करने की चाभी योजना या आयोजन है जबकि कीमती अल्टरेसन पर बाद में छोड़ दिया जाता है।

AV (ऑडियो वीडियो) उपकरण तथा स्पीकर को रुम लाइटिंग की आवश्यकता, नेटवर्किंग, सम्भव भविष्य योग आदि के प्लेसमेन्ट की आवश्यकता होती है । इनका निर्धारण कमरे में ऑडियो/वीडियो प्वाइंटों के कई प्लेसमेन्ट तथा क्वांटिटि (मात्रा) के जैसे ही होम थिएटर स्थापन के लिए विद्युत की आवश्यकता होती है ।

अंततः जब जरूरी केबल की लम्बाई का आकलन करना (estimating) होता है, अपने केबल को रन करके पूरी लीनियर लम्बाई की गणना मत करें, कम से कम 20% अधिक कवर से संम्भव एरर तथा टर्मिनेशन के लिए स्लैक (ढील) दें ।

बजट (Budgeting) : वायरिंग की आवश्यकता योजना स्टेज के दौरान अपने घर के वायरिंग प्रोजेक्ट के बजट की आवश्यकता को निर्धारित करेंगे ।

होम थिएटर स्पीकर वायरिंग (Home Theater Speaker Wiring)

होम थिएटर वायरिंग में कई असफल अनुभव कर सकते हैं एक सूचना स्पीकर प्रदर्शन के इम्पैक्ट (टक्कर) हो सकती है । बहुत अच्छा स्पीकर अच्छा साउण्ड नहीं देगा जब तक की उसकी स्पीकर का प्रयोग अच्छा अथवा एक गलत वायरिंग स्थापन होगा । सही स्पीकर तार का चयन उसकी मोटाई अच्छी स्पीकर प्रदर्शन के लिए पहले करेंगे ।

उसी समय पर, कुछ स्पीकर निर्माताओं को दिमाग में रखें, नॉन स्टैण्डर्ड कनेक्टर के साथ उनकी स्पीकर का प्रयोग करें, इन परिस्थितियों में स्पीकर तार का तीसरा भाग का वैकल्पिक प्रयोग तथा कनेक्टरों को सदैव वैकल्पिक नहीं रख सकते हैं । आप अपनी वायरिंग में कठोर मार्ग नहीं ले सकते हैं ।

स्पीकर तार का आकार (Speaker Wire Size)

अपने होम थिएटर वायरिंग के लिए सही मोटाई का चयन करें यह बहुत जरुरी है यह स्पीकर के प्रदर्शन पर प्रभाव डालता है । होम थिएटर साउण्ड में स्पीकर की योग्यता डिलीवर विस्फोटक प्रभाव की टक्कर करेगा ।

तार की मोटाई कन्डक्टिव कॉपर भाग को वायर गेज के द्वारा पहचानते हैं, साधारणतया AWG - अमेरिकन वायर गेज (American Wire Gauge) अथवा SWG - ब्रिटिश स्टैण्डर्ड वायर गेज (British Standard Wire Gauge) में अभिव्यक्त करते हैं ।

एकल रुम स्थापन (Single Room Installation)

मोटा वायर सही मधुर संगीतात्मक ब्यौरे की गुणवत्ता संगीत सिस्टम तक ले जाने में सहायता करेगा जैसे कि विस्फोटक प्रभाव साउण्ड के चारों ओर पहुँचायेगा ।

इन परिस्थितियों में जहाँ लोग स्पीकर वायर को जाने में परिवर्जन करता है, मोटा तार पूरे में प्रतिरोधक को कम करता है तथा वहाँ पर एम्लीफायर भार - ऑपरेटिंग तापमान बढ़कर घटता है । इसका निष्कर्ष यह निकलता है कि साउण्ड गुणवत्ता पहले से अधिक अच्छी तथा लम्बे समय तक नियमितता या स्थिरता बनी रहती है ।

बाद में संकोचशील ढंग से मूल्य की सेटिंग होम थिएटर के एक बाक्स पैकेज में की जाती है । अधिक मूल्यवान मोटे वायर के लिए आप विचार करके ना ले जायें । कुछ समय में सुधार करके भविष्य में गेज 16 स्पीकर वायर इस केस में काफी प्रयोग होता है ।

बहु रुम वायरिंग (Multi-Room Wiring)

एक बहु रूम वायरिंग स्थापन में, लॉग होम थिएटर वायर ले जाने के लिए अनिवार्य है । संकेतिक वायर गेज से होम थिएटर वायरिंग का प्रयोग नीचे दिया गया है :

स्पीकर तथा एम्प्लीफायर के बीच की दूरी	स्पीकर वायर गेज
50 फीट से कम	16
50 से 100 फीट	14
100 से 150 फीट	12
150 फीट से अधिक	10

'केवल लम्बाई पर ही विचार नहीं करके जब वायर गेज का प्रयोग करते समय स्पीकर प्रतिवाधा का भी ध्यान रखना चाहिए ।

सामान्य कनेक्शन (Connection Basics)

स्पीकर और एम्प्लीफायर (रिसीवर साधारण तया साज सामान सहित एक से दो प्रकार के कनेक्टरों स्प्रिगों के टर्मिनल अथवा जिल्दबन्दी या पट्टी पोस्ट कनेक्टरों के साथ आते हैं ।

प्रत्येक स्पीकर कनेक्शन के दो टर्मिनलों को चिन्हित धनात्मक (+) तथा ऋणात्मक (-) की सहायता से आप दो लीडों को चिन्हित करें । निश्यचपूर्वक सही ध्रुवता (polarity) अपने होम थिएटर वायरिंग के सभी किनारों के लिए जरूरी है । इस कारण के लिए, स्पीकर वायर तथा टर्मिनलों को साधारण कलर कोड ब्लैक ऋणात्मक में तथा लाल धनात्मक किनारें में प्रयोग करते हैं ।

स्प्रिंग टर्मिनलों में केवल पिन कनेक्टरों अथवा टिन्ड बेस वायर किनारे स्वीकार होगें । बाइण्डिंग पोस्ट की बजाय कई प्रकार के कनेक्शन, पिन सहित, बनाना प्लग अथवा फावड़ा स्वीकार किये जायेंगे ।

होम थिएटर वायरिंग के लिए मार्गदर्शन और स्थापन (Guidelines for Home theater wiring & installation)

- होम थिएटर केबलों से दूसरी विद्युत लाइनों को समीपता या उसके सामान्तर ना हो, और ना ही आपकी वायरिंग पावर सप्लाई के चारों ओर हो इससे आपके ऑडियो तथा वीडियो सिस्टम पुर्जों में हस्ताक्षेप या व्यक्तिकरण बढ़ सकता है ।

- स्लीसिंग वायरिंग सभी कीमतों पर टालें जैसे इसे प्रदर्शन में अधिक से कम हो । अतिरिक्त डायरेक्ट स्पीकर वायर सदैव सीधी प्रयोग एम्प्लीफायर से प्रत्येक स्पीकर द्वारा प्रयोग करें । यह रास्ता साधारण्तया वायर होम थिएटर में साउण्ड लेकिन साधारण इस पर छोड़ दें और स्लीस स्पीकर केबल के एलॉग हो । केबल लीड़ से एक हानिकारक प्रभाव नहीं हो सकता लेकिन फॉल्ट ट्रेसिंग अधिक कठिन होता है जब समस्या हो जाये इसलिए जरूरी है ।

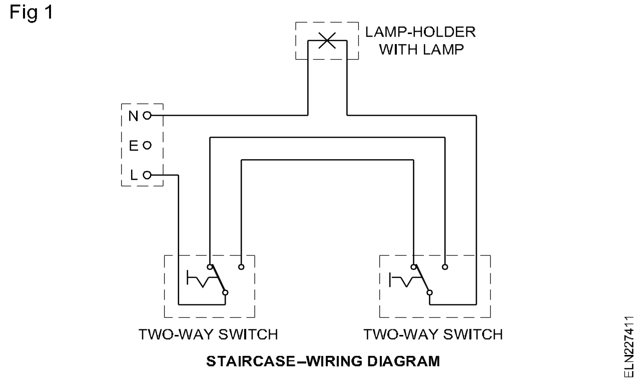
- केबल के प्रत्येक अन्त पर बहुत अधिक लम्बाई को छोड़ दें और यदि होम थिएटर वायरिंग का एक भाग नवीनीकरण प्रोजेक्ट है तो इसे भी उचित कवर से अधिक केबल की लम्बाई तथा टर्मिनेशन/जंक्शन बाक्स को उचित कवर करें । पलस्तर (plastering)/पेन्टिंग प्रक्रिया सही में अव्यवस्थित है ।

विशेष वायरिंग परिपथ - सुरंग, गलियारा, गोदाम और होस्टल वायरिंग (Special wiring circuits - Tunnel, corridor, godown and hostel wiring)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **गोदाम, सुरंग गलियारा बैंक और होस्टिल वायरिंग के बीच का अन्तर बताना**
- **सुरंग प्रकाश / गलियारा / बैंक / होस्टल वायरिंग परिपथ का आरेख बनाना**
- **उपर्युक्त परिपथों के लिए मोड़ चार्ट बनाना।**

सीढ़ी की वायरिंग (Staircase wiring) :हम आरंभ में सामान्य वायरिंग सर्किट में एक लैम्प को एक स्वीच सें कंट्रोल करते हैं । लेकिन जब एक लैम्प को दो स्वीच से दो भिन्न जगहो से कंट्रोल किया जाता है तब इस सामान्य वायरिंग को सीढ़ी वायरिंग के रूप में जानते है चित्र में इसी तरह का वायरिंग (Fig 1) में दिखाया गया है जँहा दो डबल पोल स्वीच को अलग-अलग एक लैम्प को कंट्रोल करने के लिए ऊपयोग किया गया है।

Fig 1



STAIRCASE–WIRING DIAGRAM

गोदाम वायरिंग में हमने देखा हैं कि आप जैसे जैसे गोदाम के अन्दर जाते हैं आप अपने आगे एक बत्ती को चालू कर सकते हैं जबकि आपके पीछे बत्ती बुझ जाती है। गोदाम से बाहर आते समय वही प्रक्रम उल्टा हो जाता हैं।

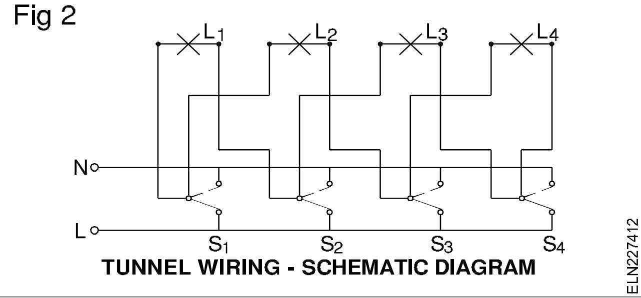
लेकिन सुरंग की स्थिति में पर्याप्त प्रकाश देने के लिए एक बत्ती काफी नहीं होगी जहां अन्धेरा ज्यादा होता है। इसलिए सुरंग के वायरिंग परिपथ में कम से कम एक ही समय दो बत्तियां 'आन' रखने की जरूरत होगी जब व्यक्ति सुरंग के अन्दर आता है, या बाहर जाता है।

जबकि गलियारा वायरिंग के मामले में गलियारें में विभिन्न व्यक्तियों के पास कई कमरे हो सकते हैं। जब एक व्यक्ति अपने कमरे की ओर जाता है तो उसे ऐसा करने के लिए अग्र प्रकाशकी जरूरत होती हैं। जैसे ही वह कमरे तक पहुंचता है और खोलता है तो उसे गलियारा बत्ती की जरूरत नहीं रहेगी। तब ऐसी व्यवस्था होनी चाहिए कि आगे जाने वाले व्यक्ति के पीछे बत्ती बुझायी जाए और साथ ही व्यवस्था होनी चाहिए कि उसके कमरे के सामने बत्ती बन्द की जाए। गलियारा वायरिंग में ऐसी व्यवस्था शामिल की जाती हैं।

दूसरी ओर बैंक/जेल/होस्टिल में अलग अलग नियंत्रण वाली कई बत्तियां हो सकती है। ऐसा व्यवस्था होनी चाहिए यदि जब बत्तियां बंद है तो सुरक्षा कर्मचारी/वार्डन सब को चालू कर दें और यदि सब 'आन' है तो उन्हें 'आफ' कर सकें। ऐसी व्यवस्था बैंक/जेल/होस्टल वायरिंग में शामिल की जाती हैं।

सुरंग प्रकाश व्यवस्था परिपथ (Tunnel lighting circuit) (Fig 2)

Fig 2



TUNNEL WIRING - SCHEMATIC DIAGRAM

सुरंग वायरिंग मे सुरंग में चलनेवाला व्यक्ति एक स्विच के साथ आगे दो बत्तियां क्रमिक रूप से जला सकता हैं और पीछे एक बत्ती बन्द कर सकता हैं।

सभी स्वीट्च दो तरफा हैं ।

> **सावधानी : यह परिपथ IE नियमों के अनुरूप नहीं है क्योंकि फेज और न्यूट्रल एक ही स्विच में आते हैं। इसलिए तारों को जोड़ते समय सावधानी बरती जानी चाहिए।**

स्विचों के प्रचालन की विधि और उसके फलस्वरूप प्रकाश स्थिति को नीचे दिखाया गया है।

सुरंग वायरिंग के लिए मोड चार्ट (Mode chart for tunnel wiring)

SWITCHES				LIGHTS			
S_1	S_2	S_3	S_4	L_1	L_2	L_3	L_4
✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗
✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗

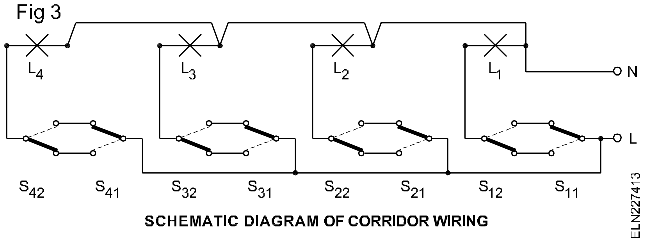
MODE CHART FOR TUNNEL WIRING

गलियारे की वायरिंग (Corridor wiring) (Fig 3)

इस परिपथ में, एक सैट में पहले स्विच को प्रचालित करने पर पहली बत्ती स्विच आन हो जाती है जबकि पहले सैट में दूसरे स्विच के प्रचालित करने

पर पहली बत्ती बुझ जाती हैं। यह अनुक्रम चलता जाता है जैसा विधि चार्ट में बताया गया हैं।

Fig 3



SCHEMATIC DIAGRAM OF CORRIDOR WIRING

Switch lamps chart

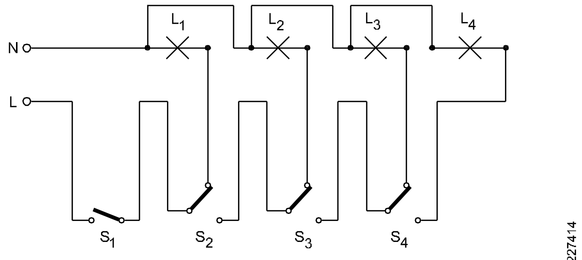
SWITCHES								LAMPS			
Ist SET		2nd SET		3rd SET		4th SET		L_1	L_2	L_3	L_4
S_{11}	S_{12}	S_{21}	S_{22}	S_{31}	S_{32}	S_{41}	S_{42}				
ON	–	–	–	–	–	–	–	✓	✗	✗	✗
ON	OFF	–	–	–	–	–	–	✗	✗	✗	✗
ON	OFF	ON	–	–	–	–	–	✗	✓	✗	✗
ON	OFF	ON	OFF	–	–	–	–	✗	✗	✗	✗
ON	OFF	ON	OFF	ON	–	–	–	✗	✗	✓	✗
ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	–	–	✗	✗	✗	✗
ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	–	✗	✗	✗	✓
ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	✗	✗	✗	✗

MODE CHART FOR CORRIDOR WIRING

गोदाम लाइटिंग सर्किट (Godown lighting circuit)

आइए हम (Fig 4) में एक गोदाम लाइट सर्किट को देखते है जिसमें तीन लैम्पों को L_1, L_2 , L_3 और L_4 स्वीचो से कंट्रोल किया गया है उसी प्रकार यदि कोई गोदाम में एक दिशा से अंदर जाता है तो एक बाद एक स्वीच को ऑन करता है तथा जब वापस आता है तब जिन स्वीचों से लाइट ऑन किया था उन्ही से बंद करते आता है इस व्यवस्था में S_1 सिंगल पोल स्वीच है तथा S_2 , S_3 S_4 डबल पोल स्वीच है।

Fig 4



CIRCUIT DIAGRAM

जब हम गोदाम से वापस आते है तो वह लाइट 4,स्वीच को 'ऑफ' करता है तो लाइट 3 'ऑन' हो जाता हैं। तथा इसी तरह उसे वापस आते समय रोशनी मिलती है जब वह गोदाम से बाहर निकलता है सभी लाइट बंद हो जाते है स्वीच S_1 को आपरेटर को करने से

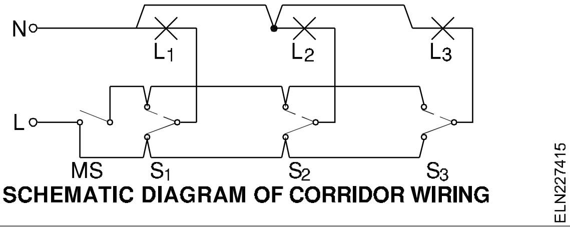
निम्न चार्ट दिया गया है जिसमें स्वीचो और लाइटों के आपरेटिंग को दिखाया गया हैं प्रशिक्षणार्थी को सलाह दी जाती है कि वापसी के लिए आपरेटिंग चार्ट बनाए।

गोदाम वायरिंग का आपरेटिंग चार्ट							
स्वीच				लाइट			
S_1	S_2	S_3	S_4	L_1	L_2	L_3	L_4
ON	OFF	OFF	OFF	ON	-	-	-
ON	ON	OFF	OFF	-	ON	-	-
ON	ON	ON	OFF	-	-	ON	-
ON	ON	ON	ON	-	-	-	ON

बैंक/जेल/होस्टल वायरिंग (Bank / jail / hostel wiring) (Fig 5)

इसमें मास्टर स्वीच (MS) को आपरेट कर वार्डन सभी लाइटों को एक साथ 'ऑन्' एंव 'ऑफ' कर सकता हैं।

Fig 5



SCHEMATIC DIAGRAM OF CORRIDOR WIRING

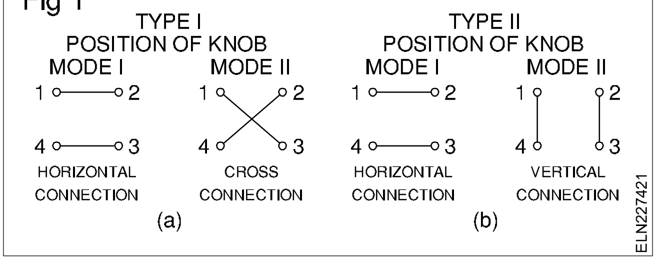
माध्यमिक स्वीट्च - विनिर्देशन और प्रदीप्त परिपथ में अनुप्रयोग (Intermediate switch - specification and application in lighting circuit)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एक माध्यमिक कुंजी के लक्षणों को पहचानना और माध्यमिक स्वीट्च को विनिर्देश करना**
- **माध्यमिक कुंजियों का उपयोग करके विभिन्न प्रकार के प्रदीप्त परिपथों का आरेखन करना ।**

एक माध्यमिक कुंजी विशेष कुंजी होती है जिसमें सम्बन्धन के लिए चार टर्मिनल होते हैं । इस कुंजी का सामान्य उपयोग एक लैम्प अथवा भार को सीढ़ियों गलियारों, शयनकक्षों जैसी तीन अथवा अधिक स्थितियों से नियन्त्रित करता होता है ।

Fig 1



एक माध्यमिक कुंजी के विनिर्देश (Specifications of an intermediate switch)

यह कुंजियाँ बाजार में दो प्रकार के सम्भव परिवर्तन के लिए होती है जिनका विवरण निम्न Figs 1a और 1b में दिया गया है ।

विनिर्देशन के अनुसार निम्न सूचना होनी चाहिए ।

- आरोहण विधि (Type of mounting)
- वोल्टता निर्धारण (Voltage rating)
- धारा निर्धारण (Current rating)
- सम्बन्ध प्रकार (Type of connection)

उदाहरण (Example)

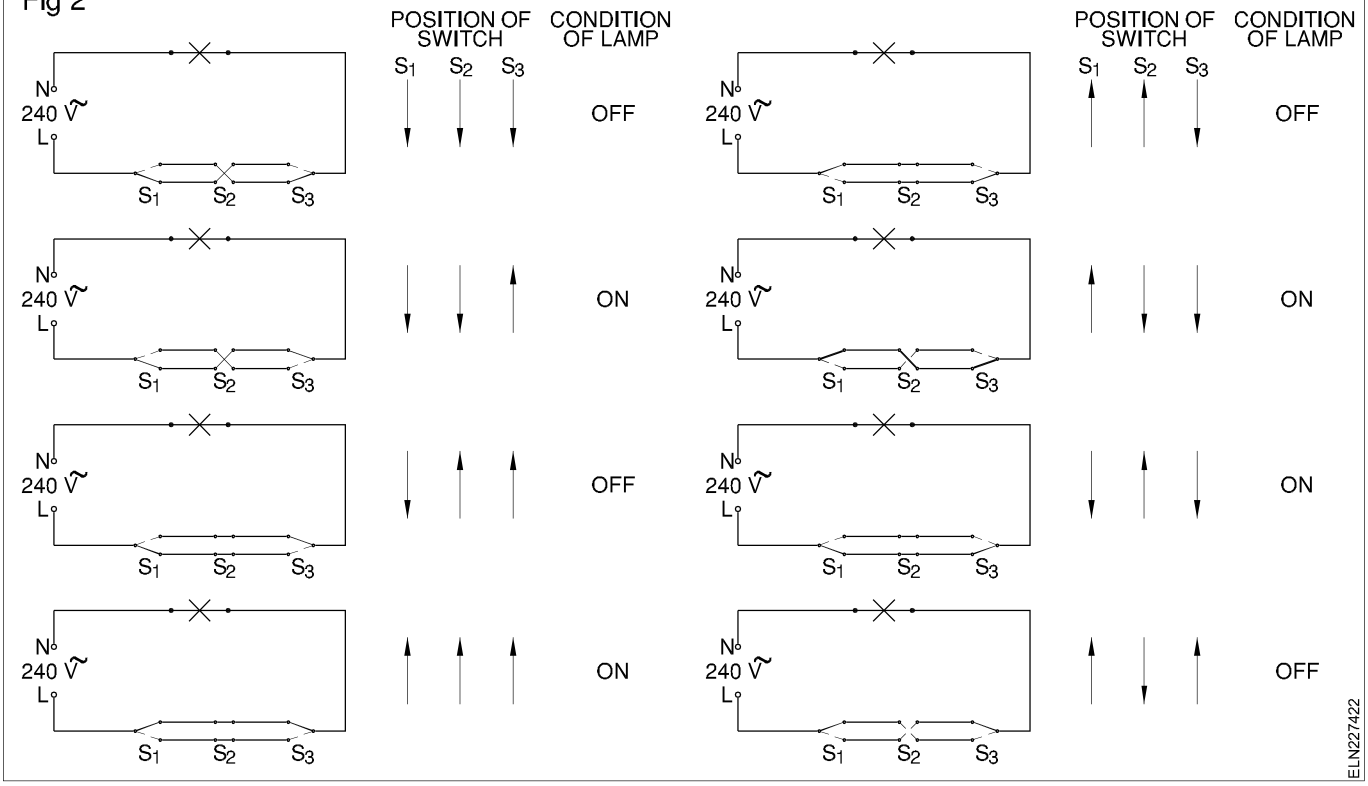
फ्लश आरोहण माध्यमिक कुंजी 250 V 6 A क्षैतिज और अनुप्रस्थ सम्बन्ध।

परिपथ कनेक्शन (Circuit connections)

परिपथ सम्बन्ध Fig 2 के अनुसार एकलैम्प को तीन स्थलों से नियन्त्रित करने के लिए एक माध्यमिक कुंजी और दो द्वि पथ कुंजियों का प्रयोग हो सकता है । सुगमता से समझने के लिए कुंजियों की घुण्डी स्थितियाँ और लैम्प की परिस्थितियाँ भी साथ में दी गयी हैं ।

एक लैम्प को तीन स्थितियों से नियन्त्रित करने के लिए एक द्वि पथ कुंजी के स्थान पर तीन माध्यामिक कुंजियों का भी प्रयोग हो सकता है । (लेकिन अत्यधित्त्क महंगी होने के कारण व्यवहार में इनका प्रयोग नहीं होता है)

Fig 2



योजनाबद्ध मानचित्र (Figs 3 और 4) में तीन माध्यमिक कुंजियों के उपयोग से एक लैम्प का नियन्त्रण तीन स्थलों में प्रदर्शित किया गया है ।

Fig 3

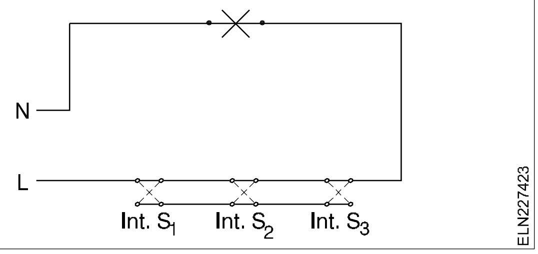


Fig 4

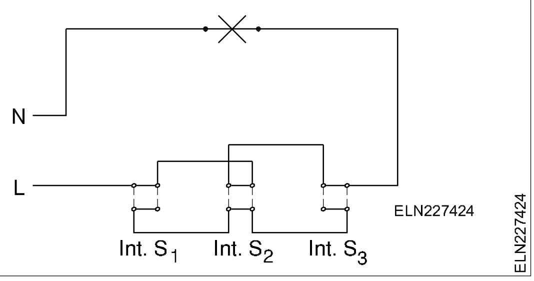


Fig 5 में द्वि पथ कुंजियों और तीन माध्यमिक कुंजियों के उपयोग से एक लैम्प के नियन्त्रण को पांच स्थलों से प्रदर्शित किया गया है ।

Fig 5

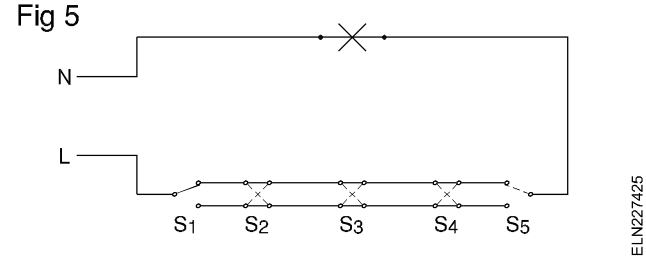
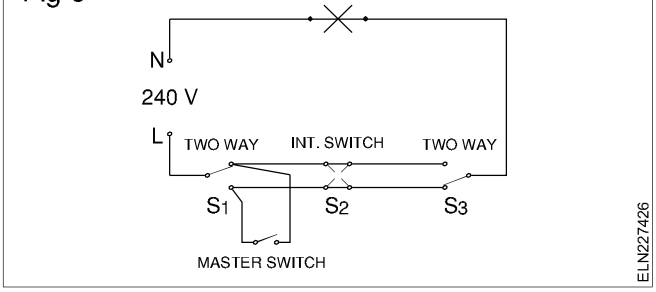


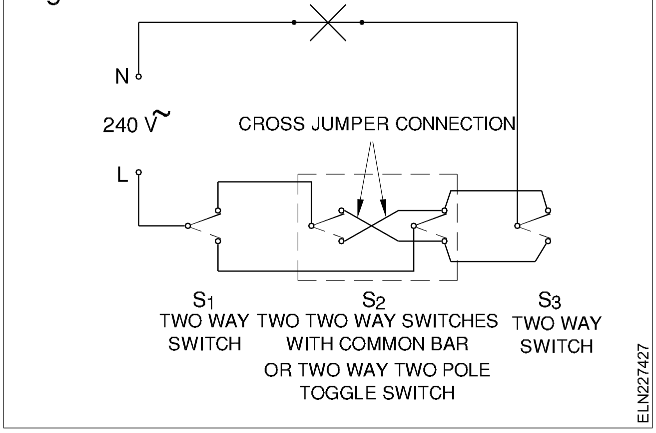
Fig 6 में प्रदर्शित योजनाबद्ध मानचित्र से एक मास्टर नियन्त्रण द्वारा जो एक सुरक्षा नियन्त्रण कुंजी के रूप में है । एक लैम्प का तीन स्थलों से नियन्त्रण प्रदर्शित किया गया है । कुंजियों S_1, S_2, S_3 द्वारा लैम्प को स्वतन्त्रतापूर्वक तीन स्थलों से नियन्त्रित किया जाता है । जब मास्टर कुंजी 'M' खुली है लैम्प स्थायी रूप से खुला होता है और S_1, S_2, S_3 कुंजियों को नियन्त्रित नहीं किया जा सकता ।

Fig 6



चूँकि माध्यमिक कुंजियाँ महंगी है दो द्वि पथ कुंजियों को एक उभय छड द्वारा जोड़ा जा सकता है और Fig 7 के अनुसार एक माध्यमिक कुंजी के रूप में प्रयुक्त किया जा सकता है । यह परिपथ एक लैम्प को तीन स्थलों से नियन्त्रित करता है ।

Fig 7



मेन स्विच और डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड के लिए IE नियम (IE Regulation for main switch and distribution board)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **मेन स्विच और डिट्रीब्यूशन फ्यूज बाक्स के लिए I E नियम B I S अनुशसां /NE कोड बताना।**

मेन सप्लाई को लाना और वितरण करना (Reception and distribution of main supply)

मेन सप्लाई के प्रत्येक करंट युक्त कंडक्टर में प्रवेश बिंदु पर सर्किट ब्रेकर या जुड़ा हुआ स्विच फ्यूज सहित होना चाहिए।

न्यूट्रल तार में कही भी स्विच या फ्यूज के रूप में प्वाइंट नही होना चाहिए मेने स्विच में न्यूट्रल तार को स्पष्ट रूप से चिन्हित होना चाहिए।

मेन स्विच गीयर को ऐसे स्थान पर लगा होना चाहिए जो पहुँच में आसान हो और o सेवा प्रदाता बिंदुओं के नजदीक होना चाहिए।

मेन स्विच और स्विच बोर्ड (Main switches and switchboards)

संदर्भ- BIS 732-1963 और NE कोड

सभी मेन स्विच या तो धात्विक आवरण युक्त प्रकार का या अचालक आवरण युक्त होना चाहिए जिसे मेन सप्लाई के प्रवेश बिंदु के पास लगाया जाना चाहिए।

स्थान (Location)

स्विच बोर्ड को गैस चूल्हा या सिंक के ऊपर या किसी लॉडी या वांशिग रूम में वाशिंग इकाई बाथरूम,लेबोरेटरी, टायलेट या रसोईघर मे 2.5 m से कम दूरी पर नही लगाना चाहिए।

यदि स्विचबोर्ड वायुमंडलीय मौसम के संपर्क में आने जाने वाले स्थानो में लगाये जाते है तो इसका बाहरी आवरण मौसमरोधी होना चाहिए और कंड्यूट जिस प्रकार से जा रहे हो उन्हे बुशिंग लगाकर उस पर अनूकूलित स्कू से फिम्स करे।

मेटल फ्लेड स्विच गीयर को प्राथमिकता अनुसार निम्न बोर्डो पर लगाना चाहिए।

कब्जेदार मेटल बोड (Hinged type metal boards)

यह शीट मेटल का एक प्रकार का बाक्स होता है जिसकी मोटाई 2 mmसे कम नही होता और इसमे एक वायरिंग की जाँच दरवाजा घुमाकर किया जा सके।

जोड़ वेल्डिंग किया हुआ होना चाहिए बोर्ड को दीवाल पर बोल्ट,रावल प्लंग या लकड़ी की गिट्टियों के द्वारा सुरक्षित रूप से लगाना चाहिए और उसके लाकिंग व्यवस्था तथा एक आर्थिग स्टड भी उपलब्ध होना चाहिए सभी तार जो मेटल बोर्ड से होकर गुजरते है बुशिंग युक्त होना चाहिए। वैकल्पिक रूप से कब्जे दार मेटल बोर्ड को धात्विक शीट के आवरण यूक्त प्रणाली या एंगल आयरन फ्रेम पर लगाना चाहिए।

इस प्रकार के बोर्ड कम वोल्टेज की सप्लाई पर कम संख्या में मेटल प्लेड स्विच गीयर के लिए छोटे स्विच बोर्ड विशेष रूप से उपयुक्त है।

स्थिर प्रकार मेटल बोर्ड (Fixed type Metal boand)

इसमे एंगल आयरन या आयरन की नाली प्रणाली का फ्रेम दीवार पर जमीन पर या ऊपर दीवार की सहायता से स्थिर किया गया होता है वहाँ पर स्विच बोर्ड की सामने भाग की दूरी स्पष्ट रूप से 1 मीटर होना चाहिए।

इस प्रकार के बोर्ड विशेष रूप से बड़े स्विच बोर्ड पर अधिक संख्या में स्विच गीयर या उच्च्य क्षमता वोल मेटल ग्लेड स्विच गीयर या दोनो के लिए उपयुक्त है।

सागौन लकड़ी का बोर्ड (Teak wood boards)

सिगंल फेज 240 सप्लाई के स्थापना और संयोजन के लिए सागौन लकड़ी का बोर्ड मेन बोर्ड या सब बोर्ड के रूप में उपयोग किया जाता है ये मौसम के लिए उपचारित सागौन लकड़ी या दूसरे टिकाऊ लकड़ी होते है जिनके पीछे और सभी जोड़ अच्छी क्वालिटी की वार्निश किया होता है

नियम IS:347-1952 के अनुसार इसे अंदर और बाहर दोनो तरफ से अच्छी तरह वार्निश किया होना चाहिए और मोटई 6.5 mm से कम नही होनी चाहिए। इनकमिंग और आउटगोंइग तारो के लिए भी प्रयुक्त होना चाहिए। सागौन की लकड़ी के बोर्ड और कवर के बीच की दूरी स्पष्ट रूप से 6.5 mm से कम नहीं होनी चाहिए।

बोर्ड को लगाना (आले में) (Recessing of boards)

जँहा निर्दिष्ट किया गया हो वँहा दीवार पर स्विच बोर्ड लगाना चाहिए सामने का भाग कब्जे दार सागौन लकड़ी के पैनल या दूसरे उपयुक्त पदार्थ जैसे बैकेलाइट या न टूटने वाले कांच के दरवाजे पर लाकिंग व्यवस्था के साथ फिट करना चाहिए। स्विच गीयर लगाने और पीछे के कनेक्शन के लिए पर्याप्त स्थान दिया जाना चाहिए।

उपकरण की व्यवस्था (Arrangement of apparatus)

उपकरण जो स्विच बोर्ड पर सामने की और लगाये जाते है इस प्रकार व्यवस्थित हो कि स्विचो की मरम्मत या परिवर्तन के समय जैसे फ्यूज बदलने के समय अनजाने में आपस में सजीव तारों के संपर्क में न आएँ।

पैनल के किनारे पर कोई स्विच आदि नही लगाना चाहिए। किसी भी किनारो पर 2.5 cm से कम दूरी पर फ्यूज नही लगाना चाहिए। और पैनल बोर्ड के फिम्स होने वाले छेद के अलावा पैनल के किसी भी किनारे पर 1.3 cm की दूरी तक कोई भी छेद नहीं होना चाहिए।

सभी जगह जहाँ स्विच और फ्यूज एक ही जगह लगाये जाते हे इस फ्यूज को इस तरह व्यवस्थित करना चाहिए कि फ्यूज तब तक आन नही होता जब तक स्विच आफ अवस्था में है।

स्विच बोर्ड पैनल में लगे फ्यूज या उपकरण में लगे फ्यूज बोर्ड के अतिरिक्त और अन्य कोई फ्यूज नही लगाया जाना चाहिए।

उपकरणो का चिन्हान्कन (Marking of apparatus)

जँहा पर 250 v से अधिक वोल्टेज के लिए बोर्ड लगाया जाता है सभी उपकरण जिन्हे इन पर लगाया जाता है उन पर उनके ध्रुव चिन्हो के द्वारा प्रदशिति किया जाता है।

प्रत्यावर्ती धारा (Alternating current)

तीन फेज – लाल, पीला और नीला

न्यूट्रल – काला

जहाँ तीन फेज 4 तार वायरिंग होती है न्यूट्रल की तार एक रंग का और अन्य तीन तार दूसरे रंग के होते है।

जहाँ बोर्ड पर एक से अधिक स्विच लगे होते है प्रत्येक स्विच जिस क्षेत्र के उपकरण या चायरिंग को नियत्रित करता है चिन्हांकित होना चाहिए इसी प्रकार मेन स्विच को चिन्हित करना चाहिए जिस क्षेत्र की वायरिंग को यह नियंत्रित करता है।

मेन और ब्रांच डिस्टीब्यूशन बोर्ड (Main and branch distribution boards)

मेन बोर्ड और ब्रांच डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड बताये गये किसी एक प्रकार का होना चाहिए।

मेंन डिस्ट्रीब्यमशन बोर्ड में प्रत्येक सर्किट पर स्विच या सर्किट ब्रकेर लगा होना चाहिए। या प्रत्येक सर्किट में फेज में फ्यूज लगा हो और न्यूट्रल में न्यूट्रल लिंक प्रत्येक सर्किट में अर्थिग तार होना चाहिए स्विच हमेशा जुड़े रहना चाहिए।

मेन डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड के प्रत्येक सर्किट के सजीवतार पर एक फ्यूज होना चाहिए अर्थ किया हुआ न्यूट्रल तार एक उभयनिष्ट लिंक से जुड़ा हो इसे परीक्षण के अलग अलग पृथक किया जा सके इसी प्रकार समान क्षमता का अतिरिक्त सर्किट भी सभी ब्रांच डिस्ट्रीब्यमशन बोर्ड पर दिया जाना चाहिए। लाइट एंव पंखे एक ही सर्किट में स्थापित होने चाहिए इस प्रकार के एक सर्किट में सभी लाइट,फेन और साकेट आउटलेट सहित का लोड **800 watts** तक है यदि पंखो के लिए पृथक सर्किट हो तो उस सर्किट में पंखो की संख्या 10 से अधिक नही होनी चाहिए।

पावर सब-सर्किट (Power sub-circuits)

इस सर्किट में साकेट आउटलेट लोड के आधार पर लिया जा सकता है लेकिन प्रत्येक सर्किट में दो से अधिक पावर आउटलेट नही होना चाहिए प्रत्येक पावर सब सर्किट में अधिकतम लोड 3**000 watts** से अधिक नही होना चाहिए।

डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड की स्थापना (Installation of distribution boards)

- डिस्ट्रीब्यूशन फ्यूज बोर्ड की स्थान नियंत्रित होने वाले लोड से जितना अधिक नजदीक संभव हो में लिया जाना चाहिए।
- जमीन की सतह से डिस्ट्रब्यूशन बोर्ड की ऊचाँई 2 मीटर से अधिक नही होना चाहिए।
- इसे उपयुक्त दीवार पर इस प्रकार से स्थापित किया जाना चाहिए कि आसानी से पहुँचकर फ्यूज आदि बदला जा सके।
- इसे या तो मेटग्लेड टाइप या इंसुलेटेड टाइप होना चाहिए।लेकिन यदि इन्हे खुले में या नम स्थानो मे प्रयुक्त करना है तो इसे मौसमरोधी (weather proof) होना चाहिए और यदि धुल,वाष्प और ज्वलनशील गैस वालो स्थान पर प्रयुक्त करना हो तो इसे अग्निरोध (flame proof) होना चाहिए।
- जहाँ पर दो या दो से अधिक डिस्ट्रीब्यूशन फ्यूज बोर्ड है और लो वोल्टेज सर्किट को मीडियम वोल्टेज सप्लाई से फीड किया जाता है तो इन डिट्रब्यूशन बोर्ड के लिए
  - 2 मीटर से कम दूरी पर फिक्स न किये है
  - इस प्रकार स्थापित किया जाए कि एक समय में दोनो को खोलना संभव न हो अर्थात वे अंतः स्थापित हो और धात्विक खोल पर खतरा 415 V चिन्हित किया जाना चाहिए।
  - इसे एक रूम में या ऐसे घिरे क्षेत्र में होना चाहिए जहाँ केवल अधिकृत व्यक्ति ही जा सके।
- सभी डिस्ट्रब्यूशन बोर्डो पर लाइटिंग या पावर चिन्हित होना चाहिए और साथ ही सप्लाई वोल्टेज और फेजो की संख्या भी लिखी होनी चाहिए प्रत्येक डिट्रब्यूशन बोर्ड में सर्किट सूची इसके नियंत्रण और करंट रेटिंग सहित होनी चाहिए इसके फ्यूज तार का साइज भी दिया जाना चाहिए।

डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड की वायरिंग (Wiring of distribution boards)

ब्रांच डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड में उपयोग के सभी बिंदुओ के कुल लोड को संभावित लोड के अनुसार ब्रांच सर्किटों के में विभाजिम किया जाता है।

तारों को केवल सेल्डरिंग,वेल्डिंग,लग्स क्रीम्पिंग से संयोजित करना चाहिए इनमे उचित लग (lug) फेरूल,स्लीव इस प्रकार लगाये कि इसे सुरक्षित तरीके से दबाया जा सके और केबल के स्ट्रेन्ड्स पर कोई कट न आए।

फ्यूज (Fuses)

a फ्यूज कैरियर पर अधिक मान का फ्यूज तार नहर लगाना चाहिए जिस मान के लिए फ्यूज कैरियर तैयार किया गया है ।

b फ्यूज तार का करंट मान सर्किट में लगे हुए सबसे छोटे करंट मान वाले तार की रेटिंग से अधिक का नही होना चाहिए।

c प्रत्येक फ्यूज को अपने खोल या कवर में होना चाहिए जिस सर्किट को यह नियंत्रित करता है उसी सुरक्षा के लिए इसका एक अमिर उचित करंट रेटिंग भी इस पर लिखा होना चाहिए।

चालक के साइज का चयन (Selection of size of conductor)

विधुत परिपथ में चालन का साइज इस प्रकार लेना चाहिए कि उपभोग्ता के सामान्य विधुत सप्लाई (या निजी पावर प्लांटो के बस बार से मेन स्विच बोर्ड जो कई परिपथों को नियंत्रित करते है) में प्राप्त वोल्टेज और वायरिंग के किसी बिंदु तक चालक का वोल्टेज ड्राप तीन परसेंट से अधिक नहीं होना चाहिए।

प्रत्येक सर्किट या सब सर्किट में फ्यूज का चयन केबल की रेटिंग के अनुसार होना चाहिए।

सभी चालक तार तांबे या एल्यूमिनियम के होने चाहिए। अंतिम सब सर्किट पंखे एंव लाइट आदि के लिए चालक के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल तांबे के लिए 1.00 mm^2 और एल्यूमिनियम के लिए 1.50 mm^2 से कम नही होना चाहिए पावर सर्किट की वायरिंग में चालक के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल तांबे के लिए 2.5 mm^2 और एल्यूमिनियम के लिए 4.00 mm^2से कम नहीं होना चाहिए फ्लेम्सीबल कार्ड के लिए चालक के अनुप्रस्थ काट का न्यूनतम क्षेत्रफल तांबे के लिए 0.50 mm^2 से कम नहीं होना चाहिए।

ब्रांच स्विच (Branch switches)

जहाँ पर सप्लाई तीन तारों या चार तारो में बंट जाता है और इस प्रकार स्त्रोत सप्लाई का विवरण होता है तो प्रत्येक निकलने वाले सर्किट के फेज के साथ ब्रांच स्विच लगाया जाता है निकलने वाले फेज तार के बीच में अर्थ में या अर्थिग किये गये न्यूट्रल में किसी फ्यूज या सिंगल फेज स्विच नहीं लगाना चाहिए।

जमीन और दीवार से होकर गुजारना (Passing through walls and floors)

जब चालक किसी दीवार में से गुजारा जाता है तो इसे स्टील के दृढ़ कंडयूट या अधात्विक दृढ़ कंडयूट या पोर्सिलीन के पाइप जिसमें इसे आसानी से खीचा जा सके में से ले जाना चाहिए कंडयूट के सिरे पोर्सिलीन लकड़ी या इसी प्रकार के अचालक से उचित रूप से बुशिंग किया होना चाहिए। स्टील कंडयूस्ट को अर्थिग किया हुआ और सुरक्षित रूप से बुशिंग किया होना चाहिए।

यदि दीवार पर लगने वाला टयूब या कंडयूट भवन के बाहर खुले में निकलता है जो बाहरी सिरे को मोड़कर नीचे कर और घुमा देना चाहिए और खुले सिरे को उचित प्रकार से बुशिंग करना चाहिए।

दीवार और छत पर स्थापित करना (Fixing to walls and ceilings)

सामान्य दीवार या छत के लिए प्लग सीजन्ड सागौन या अन्य अचित कठोर लकड़ी का होना चाहिए जो 5 cm लंबा तथा आंतरिक सिरे पर 2.5 cmभुजा का वर्ग एंव बाहरी सिरे पर 2 cm भुजा का वर्गाकार होना चाहिए इसे दीवार की सतह पर से 6.5 cm मे सीमेन्ट ये स्थापित करना चाहिए योष बचे हुए भाग को सतह की प्रकृति के अनुसार फिनिशिंग देना चाहिए।

नए भवन की स्थिति में जहाँ तक संभव हो मिट्टी को प्लास्टरिंग से पहले लगा देना चाहिए दीवार और छतों की स्वच्छता के लिए उपयुक्त प्रकार के एस्बेटस धातु या फाइबर फिम्सिंग का उपयोग करना चाहिए।

एनर्जी मीटर बोर्ड का स्थापन (Energy meter board installation)

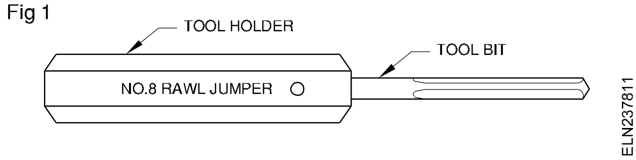
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **रॉल झंपर (Rawl jumper) का प्रयोजन और प्रयोग की विधि के बारे में बताना**
- **रॉल झंपर छेदों के लिए प्रयुक्त पूरक सामग्रियों के प्रकार बताना**
- **काष्ठ गट्टियों (Wooden gutties) का आकार और प्रयोग स्पष्ट करना**
- **पाइप झंपर (Pipe Jumper) बनाने की विधि स्पष्ट करना**
- **भित्ति में आर पार छेद बनाते समय की जानेवाली एहतियातों के बारे में बताना ।**

रॉल झंपर का उपयोग (Purpose of Rawl jumper)

रॉल झंपर का काम ईंट या कंक्रीट दीवारों में छेद बनाना है ताकि बैटन और गोल ब्लाक लगाए जा सकें। यह दो भागों पर आधारित होता हैं। टूलअनी और टूल होल्डर जैसा (Fig 1) में दिखाया गया हैं। टूलअनी कार्बन स्टील की बनी होती है जबकि होल्डर मृदु स्टील का बना होता हैं।

Fig 1

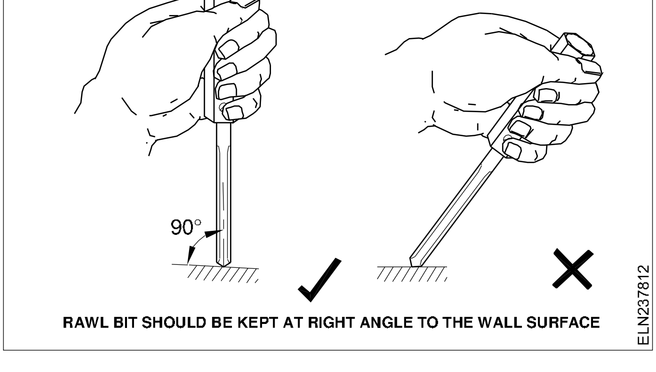


टूल अनी झिरीदार होती है ताकि अधिकतम कचरा निकल जाए और तेजी से प्रवेश सुनिश्चित हो। टूल अनी का शैंक शुंडाकार होता है ताकि टूल होल्डर में फिट हो जाए।

कई साइज उपलब्ध होते हैं। बिजली कार्य में नं. 8,10,12 और 14 का प्रयोग किया जाता है। नम्बर जैसे जैसे बढ़ता है अनी का साइज और होल्डर का साइज भी बढ़ता है।

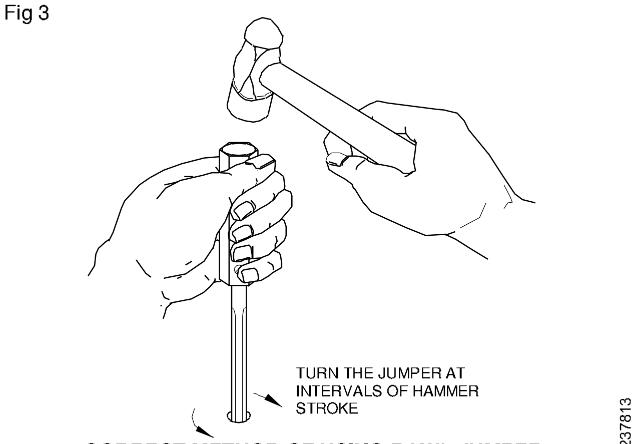
छेद बनाते समय, रॉल झंपर को भित्ति पृष्ठ के समकोण पर पकड़ा जाता है जैसा (Fig 2) में दिखाया गया हैं और उसपर हथौड़े की चोट की जाती हैं। रॉल झंपर को दक्षिणावर्त और वामावर्त 90^0 पर हथौड़ा चोटों के बीच घुमाया जाता हैं जैसा (Fig 3) में दिखाया गया हैं ताकि कचरा हट जाए और टूल अनी की टूट फूट न हो। चूंकि संसाधन आदि के लिए कोई समय नष्ट नहीं किया जाता रॉल प्लग को जोड़ने के तुरन्त बाद इस्तेमाल किया जा सकता हैं। इस बात की सावधानी बरती जाए कि हर बार प्रयोग के बाद टूल होल्डर से छत्रक हटा दिया जाए।

Fig 2



RAWL BIT SHOULD BE KEPT AT RIGHT ANGLE TO THE WALL SURFACE

Fig 3



CORRECT METHOD OF USING RAWL JUMPER

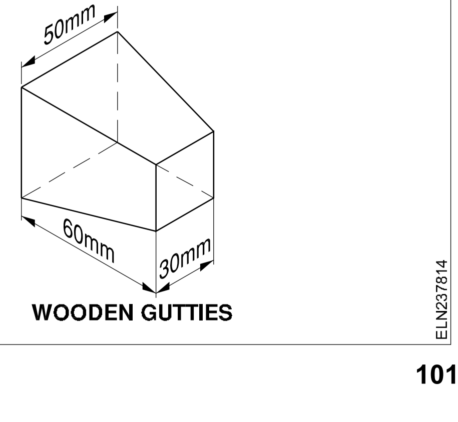
पूरक सामग्रियों के प्रकार (Types of filler materials)

बुरादा, फाइबर, प्लास्टिक, एस्बेस्टोस और कई बार छेदों में नाइलोन प्लग डाले जाते है। बैटन या गोल ब्लाकों आदि को पेचों से कसा जाता हैं जो प्लग में घुस जाते हैं जो विस्तार करता है और दीवार को मजबूती से पकड़ लेता है । राल प्लग केवल दृढ़ दीवारों के लिए ही उपयुक्त होते हैं। लेकिन नरम दीवारों में काष्ठ गट्टियों का प्रयोग किया जाता हैं।

काष्ठ गट्टियों का आकार (Shape of the wooden guttie)

काष्ठ गट्टी टीक वुड से बनायी जाती हैं। गट्टी का आकार (Fig 4) में दिखाया गया हैं। सामान्यतः यह एक पार्श्व पर 50 mm sq. होती है और धीरे धीरे घटती हुई दूसरे पार्श्व पर 30 mm sq. रह जाती हैं। एक पार्श्व की लंबाई 60 mm. होती। गट्टी का साइज उठाये जाने वाले लोड पर आधारित होता हैं। काष्ठ गट्टियों लगाने के बाद सीमेन्ट को

Fig 4



WOODEN GUTTIES

संसाधन के लिए कम से कम 24 घंटे का समय चाहिए और उसके बाद ही उनपर पेच लगाए जा सकते हैं।

लगाने की विधि (Method of fixing)

गट्टी के साइज से एक बड़ा छेद अतप्त छैनी और हथौड़ें के साथ दीवार में बनाया जाता हैं। तब छेद की अन्दर पानी छिड़का जाता है और छेद में थोड़ा से सीमन्ट मोर्टार डाला जाता है। तब गट्टी की बड़े क्षेत्र वाले पार्श्व को छेद में डाला जाता है। तब गट्टी की बड़ें क्षेत्र वाले पार्श्व को छेद में डाला जाता है और इस प्रकार रखा जाता है कि छोटा क्षेत्र दीवार के साथ सपाट हो। छेद में सीमेन्ट मोटार्र पर दें ।

उसे एक दिन के लिए सैट होने दें। सीमेन्ट लगाने के 4 घंटे बाद संसाधन के लिए हर घंटे के बाद उस पर पानी डाला जाता है। 24 घंटे के संसाधन के बाद गट्टी में पेच के साथ बोर्ड या बैटन या गोल ब्लाक लगा दें।

पाइप झंपर (Pipe jumper)

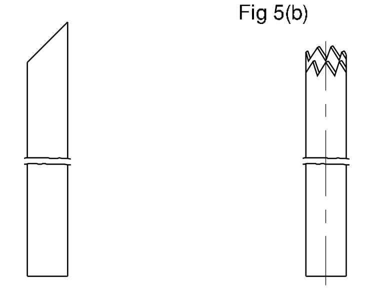
वायरिंग के दौरान दीवारों में आर पार छेद बनाने के लिए हथौड़े के साथ एक पाइप झंपर का प्रयोग किया जाता है। पाइप झंपर का व्यास पाइप के व्यास पर निर्भर करता है जिसे दीवार में लेना है और लम्बाई दीवार की चौड़ाई पर आधारित होती हैं।

पाइप झंपर तैयार करना (Preparing the pipe jumper)

पाइप झंपर बनाने का एक तरीका उपयुक्त साइज के पाइप को लेकर लोह काट आरी के साथ तिरछा काट लगाना है जैसा (Fig 5a) में दिखाया गया हैं।

पाइप झंपर बनाने का दूसरा तरीका पाइप के एक सिरे पर दांते काटना है जैसा (Fig 5b) में दिखाया गया हैं और एक शीर्ष बनाना हैं।

Fig 5(a) Fig 5(b)



PIPE JUMPERS

ELN237815

भित्तियों में आर पार छेद बनाते समय निम्नलिखित एहतियातें बरती जानी चाहिए।

हथौड़ा चोटों के बीच समय समय पर, पाइप झंपर को घुमाएं और बाहर खींचे ताकि कचरा बाहर आ जाए। इससे पाइप झंपर का मुक्त संचलन होता हैं।

जब पाइप झंपर दीवार के दूसरे सिरे के पास पहुंच जाए तो हथौड़ा चोटों का धीमा करें। अन्यथा प्लास्टर का बड़ें साइज का टूकड़ा दीवार के दूसरे सिरे से गिर जाएगा।

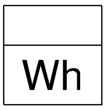
ऐसी दीवार में छेद बनाते है जिसमें अप्रकट वायरिंग विद्यमान है, विद्यमान वायरिंग के अभिन्यास का पता लगा लें और छेद बनाएं। अन्यथा मेन्स को बन्द कर दें ताकि बिजली का झटका न लगा ।

ऊर्जा मीटर स्थापन के लिए NE पद्धति संहिता और IE नियम (NE code of practice and IE Rules for energy meter installation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **एकल और 3-फेज ऊर्जा मीटरों के लिए BIS प्रतीकों की व्याख्या करना**
- **ऊर्जा मीटरों के आरोहण से संबंधित BIS संस्तुतियों के बारे मे बताना ।**

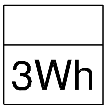
ऊर्जा मीटरों (Energy meters) के लिए BIS प्रतीक (Fig 1a और 1b) दिए गए हैं

Fig 1a



SINGLE PHASE ENERGY METER

Fig 1b

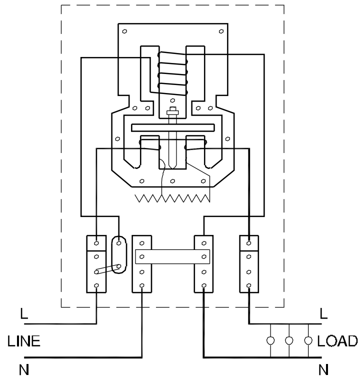


THREE PHASE ENERGY METER

ELN237821

एकल फेज और 3-फेज मीटरों के भीतरी परिपथ आरेख क्रमशः (Fig 2 और 3) में दिखाए गए हैं।

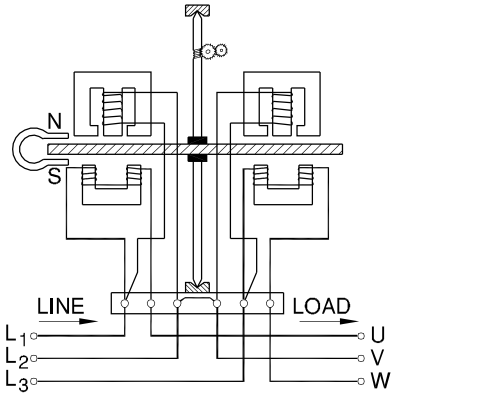
Fig 2



INTERNAL CONNECTION OF SINGLE PHASE ENERGY METER

ELN237822

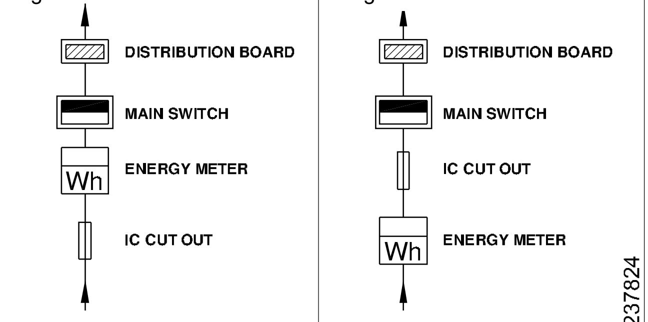
Fig 3



INTERNAL CONNECTIONS OF THREE PHASE ENERGY METER

पहले समय में घरेलू स्थापनों में सेवा मेन्स को उपयोक्ता के परिसर के भीतर लाया जाता था और उन्हें पहले IC कट-आउट्स से और तब ऊर्जा मीटर और उपयोक्ता के मेन स्विच से जोड़ा जाता था जैसा (Fig 4a & 4b) में दिखाया गया हैं।

Fig 4a Fig 4b



OLD TYPE OF SERVICE CONNECTION FOR POWER CIRCUIT

NEW TYPE OF SERVICE CONNECTION FOR POWER CIRCUIT

तथापि बिजली चोरी से बचने के लिए कई बिजली बोर्ड इस बात पर बल देते है कि सेवा संबंधन पहले ऊर्जा मीटर से जोड़ें जाएं, तब IC कट-आउट और तब उपयोक्ता मेन स्विच को जैसा (Fig 4b) में दिखाया गया हैं। सब मामलों में न्यूट्रल का ऊर्जा मीटर के बाह्य टर्मिनलों से सीधे उपयोक्ता मेन स्विच से जोड़ा जाना चाहिए।

ऊर्जा मीटर लगाते समय एहतियातें (Precautions while installing energy meters)

- केवल ऐसे ऊर्जा मीटरों का प्रयोग किया जाए जिनकी स्थानीय बिजली बोर्ड अधिकारियों द्वारा जांच की गई है और अनुमोदन किया गया है।
- ऊर्जा मीटरों का प्रयोग केवल ऊर्ध्वाधर स्थिति में ही किया जाए।
- प्रवेशी और बहिर्गामी सप्लाई के लिए संबंधन विनिर्माता अनुदेशों के अनुसार किए जाएं जिसके लिए संबंधन आरेख ऊर्जा मीटरों के टर्मिनल प्लेट के भीतरी पार्श्व पर उपलब्ध कराया जाता हैं।

ऊर्जा मीटर स्थापन के लिए NE पद्धति संहिता और IE नियम (NE code of practice and IE rules for energy meter installation)

ऊर्जा मीटर को ऐसे स्थल पर लगाया जाए जिसमें भवन के स्वामी और सप्लाई प्रधिकरणों के प्राधिकृत प्रतिनिधि दोनों आसानी से आ जा सकें।

यह ऐसी ऊंचाई पर लगाना चाहिए कि मीटर रीडिंग पढ़ना आसान हो; अधिमानतः इसे फर्श से 1 m से नीचे नहीं लगाना चाहिए। ऊर्जा मीटरों पर या तो रक्षी कवर होना चाहिए जिसमें, कांच खिड़की को छोड़ जिसमें से रीडिंग पढ़ी जाए यह पूरी तरह आ जाएं या पूर्णत ढके पेनल में इन्हें रखा जाए जिसमें कब्जेदार या सर्पी दरवाजे लगे होंगे और ताला लगाने की व्यवस्था होगी।

उपयोक्ता के परिसर में रखा कोई मीटर उपयुकत क्षमता का होगा और इसे ठीक माना जाएगा यदि इसकी त्रुटि की सीमाएं पूर्ण लोड तक और पूर्ण लोडों के 1/10 के आधिक्य में सब लोडों पर पूर्णतः परिशुद्धता से ऊपर या नीचे 3% से ज्यादा नहीं हैं।

कोई मीटर शून्य लोड दर्ज नहीं करेगा।

सामान्य अनुदेश (General instructions)

स्थापना की धारा क्षमता के आधार पर उपयुक्त साइज के भू-अविच्छिन्नता चालक का प्रयोग करते हुए भूमि के सामान्य पिंड के साथ ऊर्जा मीटर की काय को भू संपर्कित किया जाए।

बहु मंजलीय इमारतों के लिए जिनमें कई कार्यालय या व्यापारिक केन्द्र या फलैट्स हैं जिनके पास भिन्य भिन्य क्षेत्र हैं उनमें से प्रत्येक के लिए बिजली लोड का अलग से मीटर किया जाता है। ऐसे मामलों में, सब ऊर्जा मीटर मीटर कक्ष में लगाए जाते हैं जो सामान्यतः भू-तल पर स्थित होता हैं।

तार स्थापन के लिए आंकलन और सामग्री की लागत (Estimation and cost of material for wiring installation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **घरेलू तार स्थापन करने से पहले ध्यान दिये जाने वाले बिन्दुओं को बताना**
- **भारों का अभिनिर्धारण और उप (शाखा) परिपथों की संख्या का चयन करना**
- **परिपथ में भार आकलन करना**
- **शाखा और मुख्य परिपथों में उचित केबल आमापों का चयन करना**
- **दिए गए वायरिंग स्थापन के लिए आवश्यक उपसाधनों की सूची बनाना ।**

घरेलू तार स्थापन करने के पूर्व ध्यान देने योग्य बिन्दु (Points to be considered before taking up domestic wiring)

घरेलू भवनों के लिए निम्न बिन्दुओं को विशेष रूप से ध्यान में रखना होगा।

तार स्थापन अधिष्ठापन प्रारम्भ करने के पूर्व भवन के स्वामी शिल्पकार वैद्युत ठेकेदार और स्थानीय अधिकारी के बीच उचित शुल्क प्रत्येक शुल्क के अन्तर्गत सम्बन्धित होने वाले उपकरण मीटर अधिष्ठापन के लिए स्थान कुंजियों सेवा रेखा इत्यादि और प्रकाश पंखे तथा शक्ति के कुल भाग से सम्बन्धित सूचना का आदान प्रदान हो जाना चाहिए ।

रोधन का आयोजन करते समय विद्युत उपभोगन में प्रकाश सामान्य प्रयोजन साकेट निर्गमों रसोई घर ऊष्मन इत्यादि में पूर्वानुमानित वृद्धि को ध्यान में रखना चाहिए अन्यथा भवन निवासी स्वयं अधिष्ठापन विस्तारण करने को आकर्षित होंगे और बहु प्लग एडाप्टर लम्बी नम्य डोरियों के उपयोग पर विश्वास करेंगे जो दोनों ही अनुमोदित नहीं है । इस प्रकार के विस्तारण से एक मौलिक रूप से सुरक्षित अधिष्ठापन संकटमय बन जायेगा ।

अतः राष्ट्रीय विद्युतीय कोड क्रम अनुसार बताया गया है ।

शाखा सर्किट में बिन्दुओं की संख्या (Number of points in branch circuits) : टेबल 1 में दिये गये प्वाइंटों की संख्या को निर्धारित करने के लिए निवास स्थान यूनिटों के लिए मानदण्ड या फीता से मापकर आकर्षक बनाते हैं ।

टेबल 1

निवास स्थान यूनिट के लिए प्वाइंटों की संख्या

क्र.सं.	विवरण	मुख्य निवास-स्थान का क्षेत्रफल (m^2)				
		35	45	55	85	140
1	लाइट प्वाइंट	7	8	10	12	17
2	सीलिंग पंखा * (नोट को नीचे देखें)	2-2	3-2	4-3	5-4	7-5
3	5 A सॉकेट आऊटलेट	2	3	4	5	7
4	15 A सॉकेट आऊटलेट	–	1	2	3	4
5	कॉल बेल (बजर)	–	–	1	1	1
नोट :	**टेबल के चित्र में क्र.सं. 2 प्वाइंटों की संख्या तथा पंखों की संख्या को दर्शाता है । उदाहरण : मुख्य निवास स्थान यूनिट के लिए 55m^2, 4 प्वाइंट के साथ 3 पंखों की सलाह दें ।**					

सॉकेट आऊटलेट की संख्या (Number of socket outlets)

आकर्षक सूची में समावेश करने के लिए साकेट आउटलेट विभिन्न सब-यूनिटों के एक घरेलू निवास स्थान टेबल 2 में दी गई है ।

टेबल 2

विवरण	आऊटलेट सॉकेट की संख्या	
	6A	16A
बेड रूम	2 से 3	1
लिविंग रूम	2 से 3	2
किचेन	1	2
डायनिंग रूम	2	1
गैराज	1	1
रेफ्रीजरेटर के लिए	–	1
एअर कन्डीशन के लिए	–	1 (प्रत्येक के लिए)
वरेन्डा	1/10 m^2	1
बाथरूम	1	1

BIS सॉकेट तथा प्लग के एम्पियर विनिर्देश को 6 amps और 16 amps में बदलता है जहाँ पर BIS रिफरेन्स के लिए 5 amps और 15 amps है आगे के लिए निर्माता उनके प्रोडक्ट विनिर्देशन को 5 A/15 A से 6 A/16 A में बदल देता है । अतः प्रशिक्षणार्थियों को सलाह दी जाती है कि नये संदर्भों को देखें और पुराने संदर्भ भी ध्यान में रखें ।

एक नये भवन में वैद्युत अधिष्ठापन सामान्यतः मुख्य भवन कार्य के पूर्ण होते ही तुरन्त प्रारम्भ होना चाहिए । कन्डयूट तार स्थापन निकाय में कार्य प्लास्टिरिंग जैसे कार्य के प्रारम्भ होते ही प्रारम्भ होना चाहिए । तल तार स्थापन निकाय में कार्य पुताई रंगाई इत्यादि का अन्तिम समापन के पूर्व प्रारम्भ होना चाहिए ।

प्रायः भवन के यथोचित रूप से मौसम अभेद्य न हो जाने तक अधिष्ठापन कार्य प्रारम्भ नहीं होना चाहिए । लेकिन जहाँ विद्युत तार स्थापन संरचना ढकी हुयी है आवश्यक कन्डयूटस और नलियाँ कान्करीट डालने से पहले और तख्त बन्दी हो जाने पर अवस्थिति हो जानी चाहिए। कन्डयूट्स की क्षति से रक्षा का प्रावधान रखना चाहिए । इसके लिए सम्बन्धित टोलियों से यथेष्ट समन्वय सुनिश्चित करना चाहिए।

उप (शाखा) परिपथ (Sub (branch) circuits)

कुछ महत्वपूर्ण बिन्दु नीचे दिये जा रहे है ।

उप-परिपथ को दो समूहों में बाँटा जा सकता है :

a प्रकाश और पंखें उप परिपथ

b शक्ति उप परिपथ

प्रकाश और शक्ति के लिए पृथक वितरण पट दिये जायेंगे ।

कला तार में प्रत्येक परिपथ में फ्यूज प्रदत्त किया जायेगा और उदासीन चालक का सम्बन्ध एक उभय लडी से परीक्षण के लिए एक असम्पर्कन व्यवस्था के साथ होगा ।

प्रकाश और पंखा उप परिपथ पर भार प्रत्येक प्रकाश पंखों और 5 amps साकेट को बिन्दु मान कर 800 watts अथवा बिन्दुओं तक सीमित होगा ।

प्रत्येक भवन में कम से कम दो प्रदीप्त उप परिपथ होंगे । जिससे एक उप परिपथ में दोष होने पर पूरा भवन अंधेरे में न डूब जाये ।

शक्ति परिपथों पर लोड सीमा 3000 वाट होना चाहिए जिसमें 2 से अधिक साकेट निर्गम न हो ।

वांछित भार का आकलन (Estimation of load requirements)

घरेलू भवनों में वैद्युत अधिष्ठापन की अभिकल्पना मूल रूप से प्रकाश और पंख भार वैद्युत उपसाधन और युक्तियों के लिए होता है । किसी शाखा परिपथ में प्रवाहित धारा का आकलन करने के लिए जब तक वास्तविक मान ज्ञान न हो इनको निम्न अनुसंशित निर्धारणों के आधार पर किया जायेगा ।

सामग्री	अनुसंशित निर्धारण (वाट में)
इण्डकन्डेसेन्ट लैम्प	60
सीलिंग फैन	60
टेबल फैन	60
6A, 3-पिन साकेट-आऊटलेट प्वाइंट	100
फ्लूरोसेन्ट ट्यूब	
लम्बाई 600 mm	25
1200 mm	50
1500 mm	90
पावर साकेट आऊटलेट (16 A)	1000

उदाहरण :

एक आफिस के कमरे के लिए PVC वायरिंग के लिए सामग्री की लागत का आकलन कीजिए जिसमे 2 लैम्प 1 पंखा और एक 6A साकेट आउटलेट है।

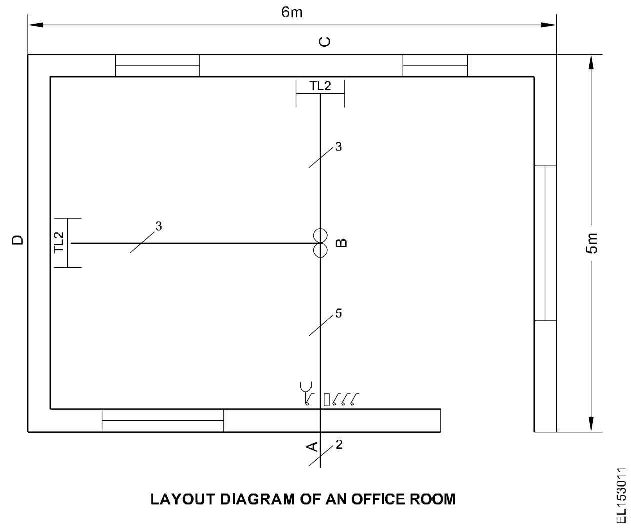
सामग्री की लागत का आकलन करने के लिए विधुतकार को निम्न चरण अपनाने चाहिए :

वायरिंग के प्रकार का निर्णय करना (उदा. में दिया है PVC केसिंग केपिंग)

आवश्यकतानुसार विधुत बिंदुओ या लोड की स्थिति को निश्चित करना।

वायरिंग स्थल(आफिस) का ले-आउट तैयार करना। (Fig 1)

Fig 1



LAYOUT DIAGRAM OF AN OFFICE ROOM

कुल लोड का निर्धारण दिए गए उदाहरण के अनुसार करते है।

i) ट्यूबलाइट 2 nos x 50 W	= 100 W
ii) पंखा 1 no x 60 W	= 60 W
iii) 6A साकेट 1 no	= 100 W
	260 W

कमरे के लिए विधुत परिपथ का चित्र बनाया जाना चाहिए।

विधुत परिपथ एंव कमरे के ले आउट के अनुसार PVC नलिका की आवश्यक लंबाई की गणना करते है।

1) PVC नलिका की लंबाई	= 5 +3 = 8m	
2) उध्वधिर लंबाई	= 0.5 +0.5 +2.0 = 3.0m	
कुल लंबाई	= 8+ 3.0	= 11.0 m
3) 10% अधिक लेने पर	= 1.1 m	
	12.1 m	

7 तार की लंबाई और तार के साइज की गणना ले आउट और सर्किट डाइग्राम व लोड के आधार पर करते है दिये गये उदाहरण में कुल लोड 260W है अतः कुल लोड द्वारा लिया जाने वाला करंट

$$I = \frac{p}{v \times \cos\theta} = \frac{260}{240 \times 0.8} = 1.35A$$

अतः PVC कापर फ्लेम्सिबल तार 1.00 mm^2 इस सर्किट के करंट लिए पर्याप्त होगा चूकि यह वायरिंग आफिस के लिए है अतः यह व्यावसयिक वायरिंग में आता है अतः सुरक्षा के दृष्टि से हम 1.5 mm^2 PVC इंसुलेटिड कापर तार का प्रयोग करेगें।

मान लो कि टयूब लाइट के लिए उर्ध्वाघर गिरावट 0.5 m और स्विच बोर्ड के लिए 2m है तो आवश्यक तार की लंबाई के लिए (Fig 1)

A से B तक और उर्ध्वाघर गिरावट के लिए	= (2.5 +2)m x 5	= 22.5 m
B से C तक और उर्ध्वाघर गिरावट के लिए	= (2.5 +0.5) m x 3 = 9m	
B से D और उर्ध्वाघर गिरावट के लिए	= (3 +0.5)m x 3	= 10.5m
अतः कुल लंबाई	= 22.5 + 9 +10.5	= 42m
10% अतिरिक्त सहनशीलत	= 42 + 4.2	= 46 m

PVC नलिका में से जाने वाले अधिकते तारों की संख्या 5 है इसलिए 19 mm x 10mm PVC नलिका प्रयूक्त किया जा सकता है।

आवश्यक विधुत सामग्रियों की सूची पूरे विवरण सहित तैयार करना चाहिए बाजार मूल्य के आधार पर सामग्री लागत के मूल्य की गणना भी करनी चाहिए।

क्र.स.	विधुत सामग्री	लंबाई	एक इकाई का मूल्य	मूल्य
1	PVC नलिका 19 mm x10mm	12m		
2	1.5 sq mm PVC इंसुलेटिड फ्लैम्सिबल कापर 650V	46 m		
3	फ्लश टाइप SPT स्विच 6 A 250 V	4 No		
4	फ्लश टाइप साकेट 6 A 250V	1No		
5	लकड़ी का स्विच बोर्ड 250mm x 150mm	1No		
6	ट्यूब लाइट कंप्लीट फिटेड सेट 250V 4 feet 40W	2No		
7	सिंलिग फेन 250V, 1200 mm स्वीप	1 No		
8	इलेक्ट्रिक फेन रेगुलेटर 250V , 60W	1No		
9	लकड़ी स्क्रू 15 x 4mm, 25 x 5mm, 30 x 6mm	25 Nos प्रत्येक		
10	PVC इंसुलेशन टेप 19mm चौड़ाई 9m लंबाई	1No		
11	सिलिंग रोज 3 प्लेट 250 V , 6 A	3No		
	आवश्यक सामग्री की कुल लागत			

इसी प्रकार प्रशिक्षव्यर्थियों के निम्नलिखित PVC कंडयूट वायरिंग के लिए आवश्यक सामग्री की लागत की गणना करने के लिए निर्देशित करें।

1) गोदाम वायरिंग (Godown wiring)

2) गलियारा वायरिंग (Corridor wiring)

3) हास्टल वायरिंग (Hostel wiring)

4) सुरंग वायरिंग (Tunnel wiring)

3 फ़ेज़ घरेलू और वाणिज्यिक वायरिंग के लिए आकलन (Estimation for 3 phase domestic and commercial wiring)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **3 फ़ेज़ वायरिंग स्थापनाओं से संबंधित विशिष्ट नियम बताना**
- **लोड परिकलन, लोड वितरण, अभिन्यास आरेख, वायरिंग आरेख, केबिलों का चयन कंडयूट का चयन, कंडयूट लंबाई का परिकलन, केबिल लंबाई का परिकलन, अपेक्षित उपसाधन और वायरिंग की लागत का अनुमान करते हुए वायरिंग का आकलन करना।**

3 फ़ेज़ वायरिंग स्थापन (3-phase wiring installation) : बिजली स्थापना के लिए निम्नलिखित व्यवस्थाएं बनाई रखी जानी चाहिए :

1 लाइटिंग और पंखा, तापन और पावर वायरिंग के लिए पृथक और सुस्पष्ट परिपथ रखे जाएंगे।

2 सब वायरिंग चालक दीवार के साथ या छत पर 2.5 m की ऊंचाई पर चलेंगे।

3 मेन वितरण बोर्ड और शाखा वितरण बोर्ड पर लोड का उचित वितरण किया जाएगा।

4 लोड को इस प्रकार व्यवस्थित किया जाएगा कि 3 फ़ेज़ चार तार प्रणाली या बहु-फ़ेज़ प्रणाली की स्थिति में सब फ़ेज़ों पर संतुलित हो।

5 वितरण बोर्ड सुविधाजनक स्थलों पर स्थित होने चाहिए, अधिमानतः लोड केन्द्र पर।

6 सब भित्ति साकेटों के तीसरे पिन को GI 14SWG या ऐलूमिनियम 1.4mm^2 के न्यूनतम साइज़ भूसंपर्कित चालक के साथ भूसंपर्कित किया जाएगा।

7 मध्यम और उच्च वोल्टता स्थापन के लिए सब धातु बोर्ड दोहरे भूसंपर्कित किए जाएंगे।

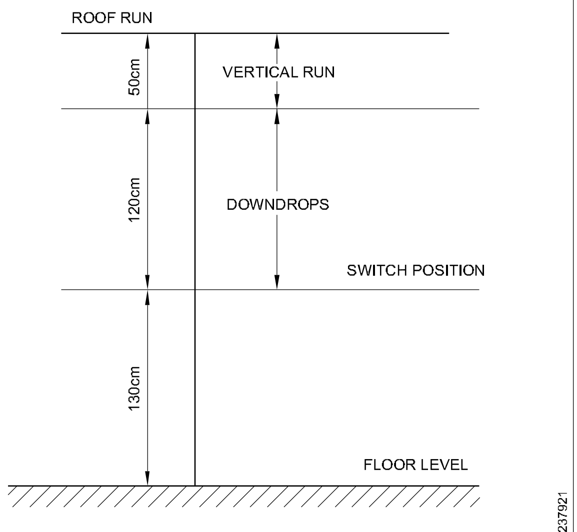
8 भारतीय विद्युत नियम 1956 के 32 के अनुसार फ़ेज़, न्यूट्रल और भू तार को मेन और शाखा वितरित लोडों पर सुस्पष्ट अंकित किया जाएगा।

वायरिंग का आकलन (Estimation of wiring)

Fig 1 में दिखाए नक़्शे के अनुसार घर के प्रत्येक कमरे में लाइट, पंखा और पावर बिंदुओं की उपयोक्ता की ज़रूरत का अध्ययन करें।

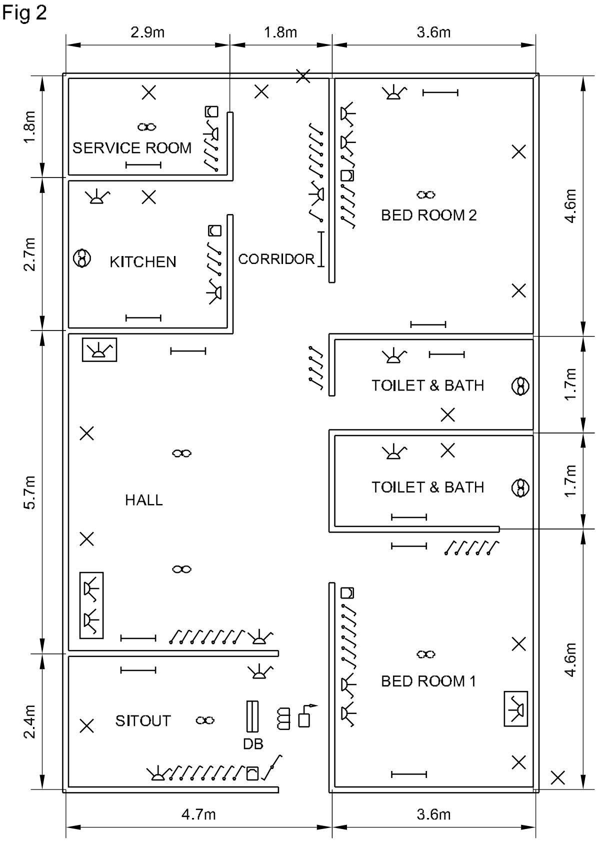
प्रत्येक फ़ेज़ के व्यष्टि शाखा परिपथों में बत्ती, पंखा और पावर परिपथों की वाटेज परिकलित करें। (Fig 2).

Fig 1



VERTICAL RUN AND DOWN DROPS

Fig 2



ACCESSORIES POSITION DIAGRAM

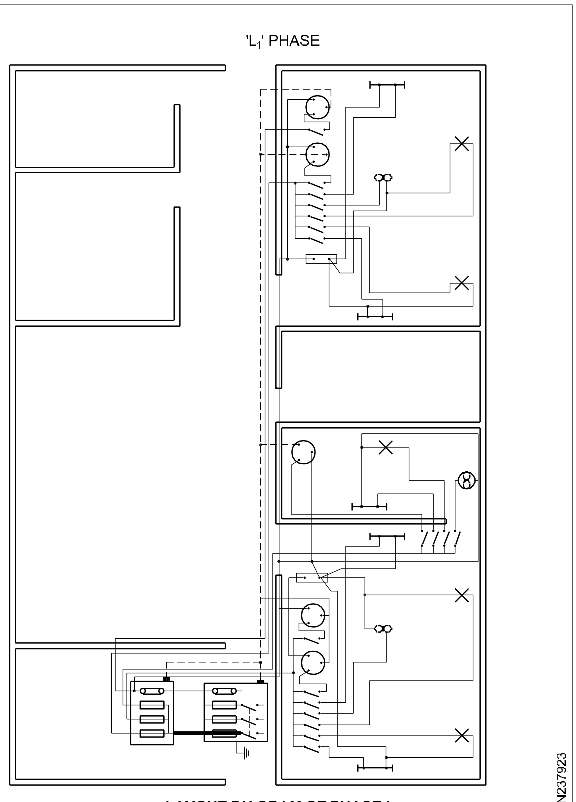
लोड को तीन फ़ेज़ों में बराबर बराबर बांटें और ऐसा करते समय, ज़रूरत के अनुसार एक कमरे की बत्तियां, पंख्या के परिपथ उसी फ़ेज़ से होने चाहिए।

दूसरे शब्दों में एक कमरे को दो फ़ेज़ों से सप्लाई न दें क्योंकि इससे अनुरक्षण इलैक्ट्रीशन के लिए खतरा होगा और यह भी देखें कि व्यष्टि फ़ेज़ लाइन कंडयूटों में से ली जाती है। एकल कंडयूट में से दो या तीन फ़ेज़ों को एक साथ न मिलाया जाए।

तब स्थापन का कुल योजित लोड और प्रत्येक शाखा परिपथ में धारा परिकलित करें।

उपसाधन आरेख और लोड वितरण की स्थिति निर्दिष्ट करें। तब विभिन्न कमरों और भवन के बाहरी भाग को व्यष्टि लाइनों द्वारा प्रदाय करते हुए दिखाते हुए अभिन्यास आरेख बनाएं। Fig 3 फ़ेज़ L_1 का अभिन्यास आरेख दिखाती है।

Fig 3



LAYOUT DIAGRAM OF PHASE L_1

अभिन्यास को अंतिम रूप देने के बाद, वायरिंग आरेख बनाया जाए।

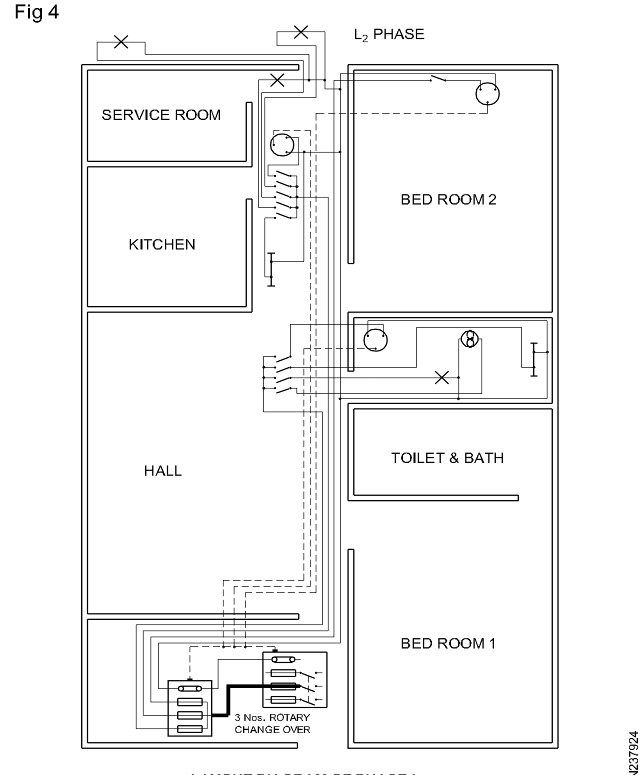
प्रत्येक शाखा की धारा क्षमता चैक करें और केबिल का साइज़ चुनें। केबिल का साइज़ और प्रत्येक कंडयूट लंबाई में केबिलों की संख्या चुनने के बाद पीवीसी कंडयूट टेबल निर्दिष्ट करें और कंडयूट का साइज़ चुनें (सरकारी प्रतिष्ठपानों में CPWD ने प्रयोग के लिए न्यूनतम साइज़ 19 mm कंडयूट निर्धारित किया है।)

अपेक्षित कंडयूट लंबाई दत्त विधि के अनुसार परिकलित की जाएगी।

NE Code सिफ़ारिश करती है कि केबिलों का क्षैतिज रन 2.5 m (250 cm की ऊंचाई पर होना चाहिए और फ़र्श तल से स्विचों की ऊंचाई 130 cm होनी चाहिए। यहां लिए उदाहरण छत ऊंचाई फ़र्श तल से 3 m (300 cm) है। सब मामलों में आकलन के लिए कमरों की विमाएं उपलब्ध होनी चाहिए।

ऊर्ध्वाधर रन (Vertical run) : सब ऊर्ध्वाधर रन निम्नानुसार परिकलित किए जा सकते हैं (Fig 4 देखें) L_2 फ़ेज़ के लिए ।

Fig 4



LAYOUT DIAGRAM OF PHASE L_2

चुने कंड्यूट की लंबाई =

छत ऊंचाई - (अधोमुखी पात + स्विच ऊंचाई) x ऊर्ध्वाधर रन की सं.

= 3m - (1.20m + 1.30m) x ऊर्ध्वाधर ऊंचाइयों की सं.
= (3m- 2.5m) x ऊर्ध्वाधर ऊंचाइयों की सं.
= 0.5m x ऊर्ध्वाधर की संख्या (समीकरण 1)

यदि छत ऊंचाई और कंड्यूट के क्षैतिज रन की ऊंचाई में परिवर्तन होता है तो मान 0.5 m बदल जाएगा।

अधोमुखी पातों के लिए अपेक्षित कंड्यूट की लंबाई (Length of conduit required for down drops)

इसे निम्नानुसार परिकलित किया जा सकता है :

चुने कंडयूट की लं = क्षैतिज रन में कंडयूट की ऊंचाई - स्विच स्थिति ऊंचाई x स्विचों के लिए अधोपातों की सं.

= (2.5m - 1.3m) x स्विचों के लिए अधोपातों की सं.
= 1.2m x स्विचों के लिए अधोपातों की संख्या

छत रन के लिए अपेक्षित कंडयूट की लंबाई (Length of conduit required for roof runs)

इसे निम्नानुसार परिकलित किया जा सकता है।

चुने कंडयूट की लं = प्रत्येक मामले में लिए गए छत रन की वास्तविक लंबाई का योग।

प्रत्येक साइज़ के लिए कुल मांग परिकलित की जाए।

क्षैतिज रन के लिए अपेक्षित कंड्यूट की लंबाई (Length of conduit required for horizontal run)

चुने कंडयूट की लं = प्रत्येक मामल में लिए गए क्षैतिज रन में वास्तविक लंबाई का योग।

मेन स्विच और DB के बीच की दूरी पर विचार करते हुए इसे परिकलित किया जाएगा। कई मामलों में भित्ति चौड़ाई को भी हिसाब में लिया जाता है।

उदाहरण

(फ़ेज़ L_1 के बारे में अभिन्यास और वायरिंग आरेख को निर्दिष्ट करें)। मेन स्विच और डी बी को छोड़ सब मामलों में 1/1.12 ताम्र केबिल इस्तेमाल की जाती है और यह 19 mm कंड्यूट में अधिकतम 7 केबिलें ले सकती है। अतः 19 mm का पीवीसी कंडयूट चुना जाता है।

1 ऊर्ध्वाधर रन के लिए कंड्यूट की अपेक्षित लंबाई

ऊर्ध्वाधर रन की लं. = 0.5 m x ऊर्ध्वाधर की ऊंचाई की संख्या।

अभिन्यास के सावधानीपूर्वक किए अध्ययन से पता चला है कि 8 ऊर्ध्वाधर रन हैं

= 0.5m x 8 = 4m of 19mm PVC conduit

2 अधोपात के लिए कंड्यूट की अपेक्षित लंबाई।

पातों की लंबाई = 1.2m x अधोपातों की संख्या

अभिन्यास के सावधानीपूर्वक अध्ययन से सूचित होता है कि 9 अधोपात हैं = 1.2m x 9 = 10.8m

3 छत रन के लिए कंड्यूट की अपेक्षित लंबाई।

कंडयूट की लंबाई = 2.35m + 2.35m + 2.35m + 2.35m + 1.45m + 0.9m = 9.75m

4 क्षैतिज रन के लिए कंडयूट की अपेक्षित लंबाई

कंडयूट की लंबाई = 4.7m + 3.6m + 1m + 1m + 1.2m + 4.7m + 2.4m + 1.35m + 1.2m + 2m + 2.35m + 5.7m + 2.9m + 2.9m + 1.35m + 2.7m + 2.5m + 1.45m + 1.8m + 1.45m = 48.25m

5 मेन स्विच और DB के लिए कंड्यूट की अपेक्षित लंबाई

यदि व्यष्टि फ़ेज़ लाइन खींची जाती है तो 19 mm PVC कंड्यूट पर्याप्त होगा। दूसरी ओर यदि सब तीन फ़ेज़ों को एकल पाइप में से खींचा जाता है तो मांग को पृथक परिकलित किया जाएगा।

यह मानते हुए कि व्यष्टि फ़ेज़ों को व्यष्टि परिपथों में से खींचा जाएगा तो दो केबिलें साइज़ क्रमशः 1/2.8 या 7/1.06 एलुमिनियम और ताम्र केबिलें को खींचने के लिए 19 mm PVC कंड्यूट पर्याप्त होगा।

मेन स्विच और DB के बीच दूरी के लिए कंड्यूट की अपेक्षित लंबाई (Length of conduit required for the distance between main switch and DB) : कंड्यूट की लंबाई = भित्ति मोटाई + संबंधन के लिए गुंजाइश = 0.36m + 0.5m + 0.5m = 1.36m

अभिन्यास और वायरिंग आरेख के अनुसार वायरिंग फ़ेज़ L_1 के लिए PVC कंड्यूट 19 mm की कुल लंबाई

= ऊर्ध्वाधर रन + अधोपात + छत रन + क्षैतिज रन + स्विच DB
= 4m + 10.8m + 9.75m + 48.25m + 1.36m = 74.16 m

मान लें 10% क्षति, 19 mm PVC कंड्यूट की कुल अपेक्षित लंबाई = 73.81m + 7.3m = 81.11m or say 80m

फ़ेज़ L_1 की वायरिंग के लिए अपेक्षित केबिल की लंबाई का परिकलन (Calculation of length of cable required for wiring phase L_1) : केबिल की सही लंबाई परिकलित करने के लिए अभिन्यास और वायरिंग आरेख निर्दिष्ट किया जाए। इस मामले में केबिल 1 sq.mm तांबा है 1/1.12 ताम्र केबिल।

अपेक्षित केबिल = बाहरी रन (L_1+L_2+L_3+L_4) अधोपात के लिए
+ क्षैतिज रन + बाहरी भित्ति का स्विच बोर्ड (भित्ति की मोटाई) + DB से स्विच बोर्ड (DD + HR + DD) + स्विच बोर्ड से L_5 तक+ (DD + HR)
+ L_5 से F_1 (VR + RR)
+ L_5 से L_6 L_7 (HR + HR)
+ DB से SB_2 (DD + HR + DD)
+ SB_2 से L_9 (DD + HR)
+ L_9 से F_2 (VR + RR)
+ SB_2 से S_3, S_4 (DD + HR + DD)
+ L_9से L_{10} (HR)
+ संधि से F_3 तक (VR + RR)
+ L_{10} संधि से L_{11} तक (HR)
+ S_3, S_4 से S_5 (DD + HR + DD)
+ DB से S_6 तक (DD + HR +DD)
+ S_6 से L_{12} तक (DD + HR)
+ L_{12} से F_5 (HR)
+ S_6 से F_4 (DD + HR + DD)
+ S_6 से L_{13} (DD + HR)
+ S_6 से S_8 (DD + HR + DD)
+ S_6 से S_7 (DD + HR + DD)
+ S_8 से F_6 (DD + RR)
+ F_6 से L_{15}
+ F_6 से L_{14}

= +	(3.6m + 1m)2 + (4.7m + 1m)3	26.3m
+	(0.36M+ 0.5m) x 5 + (1.2m + 3m + 1.2m)2	15.1m
+	(1.2m + 3m + 1.2m)2	10.8m
+	(1.2m + 4m + 1.2m)5	32.0m
+	(0.5m + 2.35m)2	5.7m
+	(1.2m + 2.35m)3 + 2.35m x 2	15.35m
+	(1.2m + m2 + 1.2m)2	8.8m
+	(1.2m + 4m + 2m)6	43.2m
+	(0.5m + 2.35m)2	5.7m
+	(1.2m + 1.5m)2	5.4m
+	(1.2m + 4m + 2m + 1.2m)2	14.8m
+	2m x 4	8.0m
+	(0.5m + 2.35m)2	5.7m
+	(2m + 2.5m)2	9.0m
+	(1.2m + 5m + 1.2m)2	14.8m
+	(1.2m + 4m + 5.7m + 2.9m + 2m + 1.2m)2	34.0m
+	(1.2m + 1.4m + 1.5m)3	12.3m
+	(1.5m + 1.35m)2	5.7m
+	(1.35m x 3m) + (1.35m x 2m)	6.75m
+	(1.35m + 1.45m + 1.2m)2	8.00m
+	(1.2m + 1.4m + 0.9m + 1.2m)2	9.4m
+	(1.2m + 1.45m + 1.2m)2	7.7m
+	(1.2m + 1.45m)3	7.95m
+	0.9m x 2m	1.8m
+	0.9m x 2m	1.8m
		325.95m
	10% जोड़े	32.59m
	माने 360 m - 1 sq.mm तांबा	358.54m

फ़ेज़ L_1 में पावर परिपथ के लिए अपेक्षित केबिल की लंबाई। चुनी गई केबिल 4 sq.mm ताम्र केबिल है जो 24 amps वाहित कर सकती है।

केबिल की कुल लंबाई= (1.2m + 0.36m + 2.4m + 3.6m + 2.4m + 1.2m)2
= 11.16m x 2
= 22.32m

10% क्षति जोड़े = 2.2m

24.52m

मानें 25m लं. 4 sq.mm ताम्र केबिल अपेक्षित है ।

उसी तरीके से परिपथ L_2 और L_3 के लिए फ़ेज़ें परिकलित की जाएं। प्रशिक्षार्थी पहले अभ्यासों में उपसाधन सूची तैयार करना और उपसाधनों की विशिष्टि के बारे में पहले ही जानते हैं। वायरिंग के लिए उपसाधनों की सूची के बाद, उपसाधनों की कीमत स्थानीय बिजली डीलर से प्राप्त की जा सकती है।

अनुदेशक कृपया प्रशिक्षार्थियों के साथ जॉब पूरी करने के लिए श्रमिक लागत के साथ कर्म दिवसों के बारे में चर्चा करें ।

वायरिंग की कुल लागत में निम्न घटक होते हैं।

वायरिंग की कुल लागत = उपसाधनों की लागत
+ केबिल की लागत
+ कंड्यूट की लागत
+ हार्डवेयर मदों की लागत
+ श्रमिक लागत

वर्कशाप वायरिंग की लागत का आकलन करना (Estimation of cost for workshop wiring)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **फुल लोड करंट की गणना और केबल के साइज का निर्धारण करना**
- **वर्कशाप वायरिंग की लागत का आकलन करना**
- **आवश्यक सामग्रियों को टेबलबद्ध करना ।**

प्रशिक्षणार्थियों को वर्कशाप वायरिंग की लागत का आकलन करने के लिए निर्देशित किया जा सकता है प्रशिक्षार्थि और अनुदेशक की जानकारी के लिए कुछ मार्गदर्शन नीचे दिया गया है।

आवश्यकता का एक उदाहरण प्रशिक्षार्थियों की जानकारी के लिए नीचे दिया गया है (A sample requirement is given below for trainee's reference)

1 एक 5HP, 415V 3 फेज मोटर

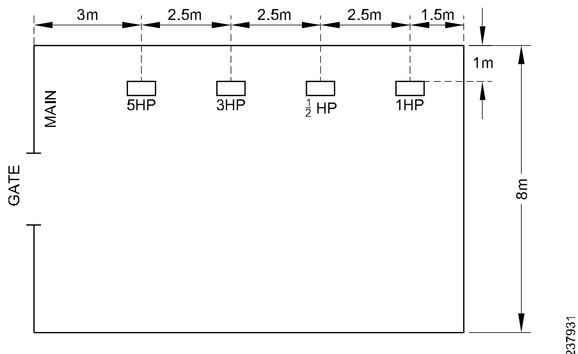
2 एक 3HP, 415V 3 फेज मोटर

3 एक ½ HP, 240V 1 फेज मोटर

4 एक 1HP, 415V 3 फेज मोटर

इन मोटरो को (Fig 1) में व्यवस्थित किया गया है ।

Fig 1



FLOOR PLAN

मेइन स्वीट्च, मोटर स्वीट्च और स्टार्टरों को 1.5m से अधिक ऊँचाई पर स्थापना करना चाहिए और जमीन के स्तर से क्षैतिज रन की ऊँचाई 2.5 m तक होनी चाहिए ।

केबल ने नाप की गणना (Calculation for the size of cable) :

यह मानकर चलते हैं कि मोटर की दक्षता 85% है और पावर फैक्टर सभी मोटरों के लिए 0.8 है और आपूर्ति का वोल्टाज 400V है ।

$$\text{5HP मोटर का फुल लोड करंट} = \frac{5 \times 735.5}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.85 \times 0.8} = 7.8\text{A}$$

$$\text{3HP मोटर का फुल लोड करंट} = \frac{3 \times 735.5}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.85 \times 0.8} = 4.68\text{ A}$$

$$\text{½ HP मोटर का फुल लोड करंट} = \frac{0.5 \times 735.5}{240 \times 0.85 \times 0.8} = 2.25\text{ A}$$

$$\text{1HP मोटर का फुल लोड करंट} = \frac{1 \times 735.5}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.85 \times 0.8} = 1.56\text{ A}$$

मेन स्विच और मोटर तथा में स्विच के बीच केबल को प्रत्येक मोटर के उच्च स्टार्टिंग करंट तथा अन्य मोटरों के फुल लोड करंट के कुल योग से प्राप्त करंट को सहने की क्षमता वाला होना चाहिए।

i.e, 15.6+4.68+2.35+1.56 = 24.19A

यह मानकर चलते हैं कि प्रत्येक मोटर का आरंभिक करन्ट अपने पूरे लोड करन्ट से दोहरा है । टैबल 1 दर्शाता है स्थापन के लिए प्रत्येक मोटर के केबल का नाप को ।

टेबल 1

क्र. सं.	**मोटर**	**FL करंट I_L Amp में**	**आरंभिक करंट $I_S = 2I_L$ Amp में**	**अनुशंसित केबल का नाप**
1	5HP मोटर	7.5	15.6	2.0mm² तांबे का तार (17A) या 2.5mm² एल्यूमिनियम का तार (16A)
2	3HP मोटर	4.68	9.36	2.0mm² तांबे का तार (17A)
3	1/2 HP मोटर	2.25	4.5	1.0mm² तांबे का तार (11A) (न्यूनतम अनुशिंसत साइज)
4	1HP मोटर	1.56	3.12	1.0mm² तांबे का तार (11A) (न्यूनतम अनुशिंसत साइज)

केबल के टाइप और माप का चयन टेबल 1 में दी गई जानकारी के अनुसार होना चाहिए ।

प्रशिक्षणार्थियो की जानकारी के लिए कुछ उपयोग किए जाने वाले स्विचो और डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड की जानकारी नीचे दी गई है।

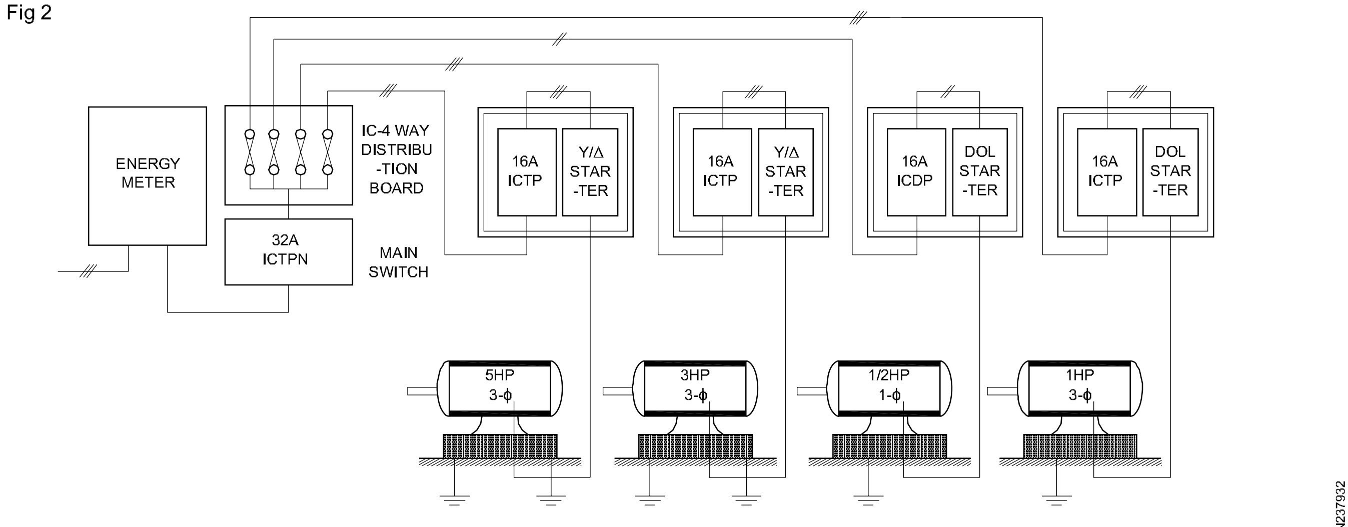
- एक 32A, 415V ICTP स्विच फ्यूज सहित का उपयोग मेंन स्विच की तरह किया जा सकता है ।
- 16A, 415V, ICTPस्विच फ्यूज सहित का उपयोग 5HP, 3HP, और 1HP मोटर के लिए किण जा सकता है ।
- 16A, 240V, ICDP स्विच फ्यूज सहित का उपयोग ½ HP मोटर के लिए किया जा सकता है ।
- 415V, 4 वे 16A प्रत्सेक आयरन फ्लेड डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड न्यूट्रल लिंक सहत का उपयोग पावर डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड के रूप में किया जा सकता है ।

पावर वायरिंग का सामान्य रेखाचित्र दर्शाया गया है । (Fig 2)

कंडयूट के साइज और लंबाई की गणना (Calculation for the) sizes)) and length of conduit:

19mm हैवी गेज कंडयूट का उपयोग तीन तार दौड़ाने के लिए तथा 24.4 mm हैवी गेज कंडयूट का उपयोग 6 तार दौड़ाने के लिए करना चाहिए

Fig 2



SINGLE LINE DIAGRAM OF POWER WIRING IN WORKSHOP

- 19 mm हैवी गेज कंडयूट के लिए

मेन बोर्ड और 5HP मोटर स्टटिर के बीच की लंबाई = 1+1+3+1 = 6.0m

मेन बोर्ड और 3HP मोटर स्टटिर के बीच लंबाई = 1+1+5.5+1 = 8.5m

मेन बोर्ड से½ HP मोटर के बीच लंबाई = 1+1+8+1+1.5+1.5 = 14.0m

मेन बोर्ड से 1HP मोटर के बीच की लंबाइ = 1+1+10.5+1+1.5+1.5 = 16.5m

कुल लंबाई = 45.0 m

10% wastages = 4.5m

10% अतिरिक्त (वेस्टेज) = 49.5m, या 50.0m कहाँ जा सकता है

- 25.4 mm हैवी गेज कंडयूट के लिए

मीटर से मेन स्विच के बीच लंबाइ = 0.75 m

5HP मोटर के स्टटिर से 5HP¨मोटर के बीच की लंबाई (1.5+1.5) 3.0m

3HP मोटर स्टीटर से 3HP मोटर के बीच की लंबाई = 3.0 m

कुल = 6.75 m

10% अतिरिक्त = 0.67 m

कुल लंबाई = 7.42m, जिसे 8.0m माना जा सकता है

- 25.4 mm फ्लैक्सीबल कंडयूटक के लिए 5HP और 3 HP मोटर के लिए जरूरत (0.75+0.75) = 1.5, लगभग 2.0m
- 19mm फ्लैक्सीबल कंडयूट 1/2 HP और 1 HP मोटर के लिए (0.75+0.7) = 1.5, लगभग 2.0m

केबल की लंबाई के लिए गणना (Calculation for the length of cables)

2.0mm^2 तांबे का तार का मेन बोर्ड और 5HP मोटर टर्मिनल तक लंबाई = 3 (1+1+3+1) + 6 (1.5+1.5+0.75) = 40.5m

15% अतिरिक्त (कनेक्शन एंव वेस्टेज) = 7.2 m

Total = 55.2m , Say = 56.0m

1.0mm^2 तांबे का तार का मेन बोर्ड से 1/2 HP मोटर टर्मिनल के बीच लंबाई = 2(1+1+8+1+1.5+1.5+0.75) = 29.5 m

15% वेस्टेज और सिरो के कनेक्शन के लिए = 7.76m

कुल = 59.51m, Say 60.0m

प्रशिक्षणार्थियों को निर्देशित किया जाता है कि वे सामग्रियों कि सूची को टेबल बध्द करें।

घरेलू तार स्थापन अधिष्ठापन का परीक्षण - दोष की पहचान - निवारण (Testing a domestic wiring installation - location of faults - Remedies)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **वायरिंग स्थापन के लिए किए जानेवाले परीक्षण का प्रकार और उसके करने की विधि स्पष्ट करना**
- **स्थापन की स्थिति ज्ञात करना और उसमें सुधार की विधि स्पष्ट करना ।**

निरीक्षण और परीक्षण की सामान्य आवश्यकतायें (General requirment of inspection and tests (Ref : B.I.S. 732 - (Part III) 1982.)):(संदर्भ BIS 732 भाग III) 1982

एक पूर्ण हो गये अथवा स्थिति अधिष्ठापन के विस्तारण के प्रयोग में लाने से पहले, भारतीय विद्युत नियमों 1956 के अनुसार निरीक्षण और परीक्षण किया जायेगा। दोष पाये जाने पर व्यवहारिक रूप से यथाशीघ्र इनका निदान किया जायेगा और अधिष्ठापन का पुनः परीक्षण होगा।

निरीक्षण और परीक्षण समय समय पर होते रहेगें जिससे उपयोग आरम्भ कर देने के पश्चात इसे उत्तम स्थिति में बनाये रखा जा सके।

एक प्रदीप्त परिपथ में निरीक्षित किये जाने वाले मद (Items to be inspected in a lighting circuit)

प्रदीप्ति परिपथ (Lighting circuits) : निम्न को सुनिश्चित करने के लिये प्रदीप्त की जांच होगी।

- फैक्ट्री में लकडी बाक्सेज और पैनेल्स प्रदीप्ति पट अैर कुंजी नियन्त्रक इत्यादी के आरोहण के लिये त्याग दिये जाते है।
- द्वि ध्रुव में कुंजी फ्यूजेस में उदासीन लिंक प्रदत्त किये जाते है। जिन्हें प्रदीप्त नियन्त्रण के लिये प्रयुक्त किया जाता है और उदासीन में कोई फ्यूज नही दिया जाता।
- प्रदीप्ति परिपथ में सभी प्लग तीन पिन प्रकार के होते है और तीसरी पिन उचित रूप से भू समपर्कित होती है।
- सुगमता से पहुंच योग्य स्थलों के लिये ऐसी अन्तःपाषित कुंजी साकेट्स और प्लग का उपयोग किया जाता है जो दूषित न हो सके।
- फैक्ट्री क्षेत्र में तडित तार स्थापन बन्द कन्डयूट में किया जाता है। जिन्हें उचित रूप से भू सम्पर्कित अथवा विक्ल्प में कवचित केवल तार से स्थापन किया जाता है।
- प्रकाश अधिष्ठापन में प्लग बिन्दुओं स्थायीयकों और उपक्सर में एक पृथक भूतार दौडाया जाता है।
- जहां जोड चालकों में निर्मित किये जाते है अथवा जब चालको का विनिमय होता है उचित चालक और संधि बाक्सेज का प्रयोग होता है कारतूस फ्यूज इकाईयां केवल कारतूस फ्यूज से फिट की जाती है।
- सभी वितरण कुंजी उप मुख्य पटों और कुंजियों पर आवश्यकता अनुसार स्पष्ट और स्थायी परिचय चिन्ह पेंट किये जाते है।
- ध्रुवता जांच हो जाने पर सभी फ्यूज और एकल ध्रुव कुंजिया केवल कला चालकों पर सम्बन्धित की जाती है और साकेट निर्गम से सही तार स्थापन की जाती है।
- विवरण पटों और कुंजी फ्यूज में प्रदत्त अतिरिक्त निरसन बन्द कर दिये जाते है।
- तार स्थापन अग्रणों को बन्द करने वाले सिरों पर एबोनाइट अथवा उचित बुशेज होते है। साज सामान और स्थायिक जो बाहर के उपयोग के लिये होते है।
- सभी मौसम निरोधी रचना के होते है इसी प्रकार स्थायिक साजो समान कुंजी गेयर्स जिन्हें संकट मय क्षेत्र में प्रयोग किया जाता है ज्वाला विरोधी होते है।
- तारों के अन्तन के लिये (चालक और भूमि अग्रण) उचित टर्मिनल सम्बन्धक प्रयुक्त होते है और सभी लडियां टर्मिनल्स में प्रवेश करा दी जाती है
- उपसाधनों से चालकों को जोडने के लिये चपटे सिरों वाले पेंच प्रयोग में लाये जाते है।
- स्प्रिंग वार्शस द्वारा बद्धित चपटे वाशर अन्त सम्बन्धों के लिये श्रेयस्कर है।
- कन्डयूट में तारों की संख्या (संदर्भ BIS 732 भाग II) के अनुरूप होना चाहियें ।

अधिष्ठापन का परीक्षण (Testing of installation): किसी अधिष्ठापन अथवा उपस्थित अधिष्ठापन वितरण को सेवा में लाने के पश्चात निरीक्षण करके निम्न परीक्षण किये जायेगें। किसी वैद्युत अधिष्ठापन के परीक्षण प्रभारी अभियन्ता से कार्य करने की अनुमति लेने के और सुरक्षा प्रावधानों का सुनिश्चित करने के पश्चात ही प्रारम्भ होगें।

1 अविच्छिन्नता अथवा खुला परिपथ परीक्षण (Continuity or open circuit test)

2 ध्रुवता परीक्षण (Polarity test)

3 पृथ्वी और भूमि परीक्षण (Earth and ground test)

4 रोधन और क्षरण परीक्षण (Insulation and leakage test) :

- चालकों के बीच (between conductors)
- चालकों और भूमि के बीच (between conductors and earth)

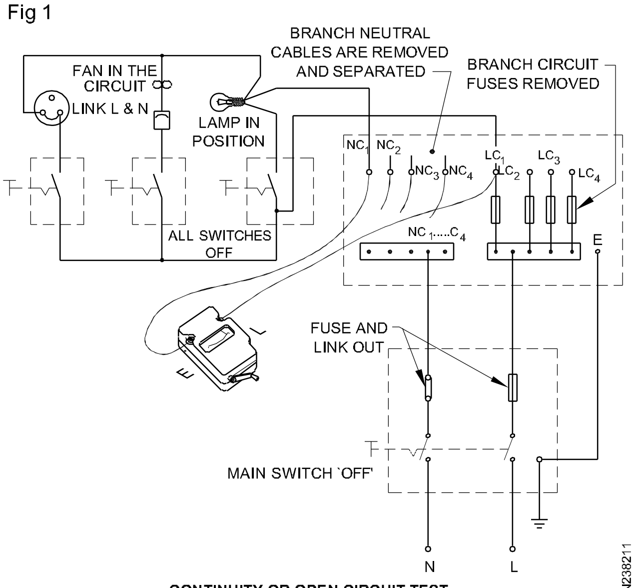
अविच्छिन्नता अथवा खुला परिपथ परीक्षण (Continuity or open circuit test): प्रत्येक उप परिपथ में केबल्स की अविच्छिन्नता जांच के लिये यह परीक्षण किया जाता है। इस परीक्षण के पहले मुख्य और सभी वितरण परिपथ फ्यूजेस हटा देना चाहिये।

वितरण पट से कला और प्रत्येक परिपथ के उदासीन का अभिनिर्धारण करेक उसे पृथक कर देना चाहिये

सभी लैम्पों को अपनी स्थिति में रखें। पंखों का क्रमानुसार उनके सीलिंग रोजेस नियन्त्रकों और कुंजियों से जोडें कला और उदासीन को जेड कर सभी साकेट निर्गम लघु पथित कर दें।

Fig 1 के अनुसार मेगर टर्मिनल्स E और L को प्रत्येक परिपथ कला और उदासीन से जोडें और मेगर को घुमा दें।

Fig 1



CONTINUITY OR OPEN CIRCUIT TEST

खुल और बन्द कुंजियों को एक के बाद एक खुल बन्द करने पर मेंगर को क्रमशः शून्य और अनन्त पाठ दर्शाना चाहिये। द्विपथ कुंजियों को एांकान्तर क्रम में सही परीक्षण परिणामों को सुनश्चित करने के लिये प्रचालित करना पड सकता है।

यदि खुल स्थिति में मेगर कोई अविच्छिन्नता प्रदर्शित नही करता है, तो वह विशेष परिपथ खुला माना जा सकता है। यदि मेगर कुंजी खुल और बन्द दोनों स्थितियों में अविच्छिन्नता प्रदर्शित करती है तो वह विशेष परिपथ में लघु पथन का सूचक है।

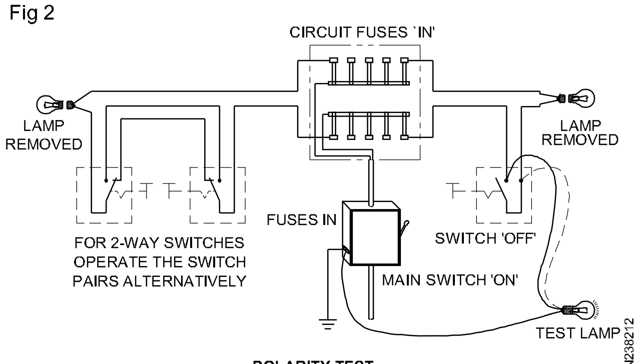
साकेट बिन्दुओं पर आपूर्ती खोलने के पूर्व सभी लघु पथन जोडों को हटाना और कला को फ्यूज और उदासीन को लिंक से जोडना न भूलें।

ध्रुवता परीक्षण (Polarity test): यह परीक्षण यह ज्ञात करने के लिये किया जाता है कि कुंजियां कला / विद्युन्मय केबल से सम्बन्धित है अथवा नही।

इस परीक्षण के लिये लैम्प धारकों से लैम्प हटा दिये जाते है। पंखा नियन्त्रक बन्द स्थिति में रखे जाते है। और मेन तथा वितरण पटों में फ्यूज लगा लगा दिया जाता है।

कुजी आवरण हटा दें और आपूर्ती को खोल दें। परीक्षण लैम्प के एक सिरे को भू अविच्छिन्नता चालक और दूसरे सिरे को एकान्तर क्रम में कुंजी टर्मिनल से Fig 2 के अनुसार जोड दें।

Fig 2



POLARITY TEST

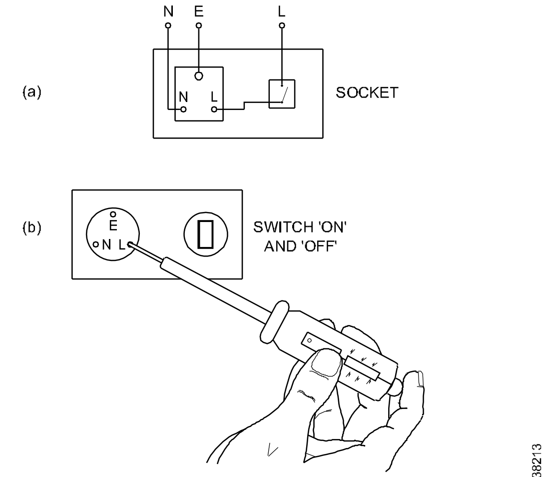
परीक्षण लैम्प की प्रदीप्ति संकेत देती है कि कला अथवा विद्युन्मय केवल कुंजी द्वारा नियन्त्रित होता है

साकेट्स पर एक और ध्रुवता परीक्षण यह प्रमाणित करने के लिये किया जाता है कि क्या

- Fig 3a के अनुसार कला तार साकेट के दाहिने हाथ छिद्र से सम्बन्धित है।
- कुजी कला तार को नियन्त्रित करती है।

  इस परीक्षण के लिये Fig 3b के अनुसार साकेट के छिद्र के दाहिनी ओर एक नियान परीक्षक प्रवेशित करके नियन्त्रक कुंजी खोल दी जाती है जब कुंजी खुले पर है नियान परीक्षक के प्रदीप्त हो जाने पर और कुंजी के बन्द हो जाने पर प्रकाश का न होंना सही ध्रुवता का सूचक होता है। सुरक्षा दृष्टि से यह परीक्षण सभी पुराने अथवा नये तार स्थापन अधिष्ठापनों में अनिवार्य है।

Fig 3



POLARITY TEST ON SOCKETS

भू सम्बन्धों के प्रभावों का परीक्षण करना (Testing the effectiveness of earth connection): भू सम्पर्कन की दक्षता जांच के लिये निम्न परीक्षण किये जाते है।

- भू अवच्छिन्नता चालक का अविच्छिन्नता परीक्षण और इसका प्रतिरोध मापन
- इलेक्ट्रोड्स का भू प्रतिरोध मापा जायेगा।

भू इलेक्ट्रोड प्रतिरोध का मान 5 ohm से अधिक नही होना चाहिये। अथवा एक ऐसा मान जिससे परीपथ की सुरक्षा युक्तियों परिपथ में भू दोष हाने पर दक्षता पूर्वक प्रचालित हो सकें।

तार स्थापन अधिष्ठापनों में रोधन परीक्षण (Insulation tests in wiring installation): (BIS 732 (part II- 1982))

निम्न परीक्षण किये जायेगें :

1 भूमि और चालक के कुल निकाय अथवा उसके किसी खण्ड के बीच सभी फ्यूज को यथा स्थान सभी कुंजियों को बन्द रख कर केवल भू सम्पर्कित समकेन्द्रीय तार स्थापन को छोड कर सभी लैम्पों को यथा स्थिति में रख कर अथवा अधिष्ठापन के दोनों ध्रुव जो अन्यथा वैद्युत सम्बन्धित है कम से कम कार्यान्वन वोल्टता से दो गुनी DC वोल्टता, यदि यह माध्यमिक वोल्टता परिपथों के लिये 500V से अधिक नही है के बीच रोधन प्रतिरोध मापा जायेगा। जहां आपूर्ति एक तीन तार AC अथवा DC अथवा बहु कला निकाय से प्राप्त की जाती है जिसका उदासीन ध्रुव भू से सीधा अथवा योगित प्रतिरोध से सम्बन्धित है कार्यान्वन वोल्टता वह मानी जायेगी जो वाह्य के बीच अथवा कला चालक और उदासीन के बीच अनुरक्षित रखी जाती है।

2 एक अधिष्ठापन का मेगा ओम में रोधन प्रतिरोध जैसे जो (a) की भांति मापा गया है कम से कम 50 को परिपथ पर बिन्दुओं की संख्या से भाग देने पर प्राप्त होगा। यदि पूरे अधिष्ठापन का रोधन प्रतिरोध एक मेगा ओम से अधिक वांछित नही है।

3 धारा नियन्त्रक ऊष्मन और शक्ति अनुप्रयोग और विद्युत चिन्ह यदि आवश्यक हो तो परीक्षण समय परिपथ से विक्षेपित किये जा सकते है। लेकिन उस स्थिति में आवरण अथवा फ्रेम के बीच और प्रत्येक धारा नियन्त्रक सभी विद्युन्मय बिन्दु उपसाधन और चिन्हों के बीच रोधन प्रतिरोध प्रासंगिक भारतीय मानक विनिर्देशन में विनिर्देशित मान से कम अथवा जहां यह विनिर्देश नही है मेंगा ओम के आधे से कम नही होगा।

4 रोधन प्रतिरोध को एक धुव अथवा आपूर्ती के कला चालक और मध्य तार से जुडे सभी चालकों अथवा मध्य तार अथवा आपूर्ती के कला चालकों के अन्य ध्रुव पर उदासीन के बीच भी मापा जायेगा। यह परीक्षण अधिष्ठापन के ध्रुवों के बीच सभी धातुई सम्बधों केा हटा कर किया जायेगा और इन परिस्थितियों में अधिष्ठापनों के चालकों के बीच का रोधन प्रतिरोध (b) में निर्देशित मान से कम नही होगा।

5 एक वैद्युत अधिष्ठापन (अथवा अधिष्ठापन विस्तार) के सम्पूर्ण हो जाने पर ठेके दार एक प्रमाण पत्र देगा जो प्रमाणित प्रबन्ध कर्ता जिसके सीधे प्रबन्धन में कार्य किया गया है द्वारा प्रति हस्ताक्षरित होगा। यह प्रमाण पत्र स्थानीय विद्युत आपूर्ती अधिकारी द्वारा वांछित अधिकारी फार्म पर होगा।

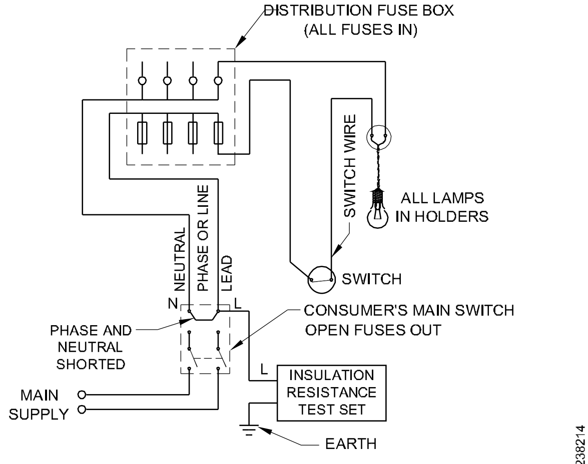
6 ऐसा परीक्षण स्थापन के दो ध्रुवों के बीच के सभी धातुयी जोड़ों को हटाकर किया जाएगा और ऐसे स्थापन में स्थापन के कन्डक्टरों के बीच का इन्स्यूलेशन प्रतिरोध विर्निदेश से कम नहीं होगा ।

वैद्युत प्रतिस्थापन के पश्चात् (अथवा किसी प्रतिस्थापन की अभिवृद्धि के पश्चात्) ठेकेदार से एक प्रमाणपत्र जारी किया जाएगा जिसमें उस निरीक्षक के प्रति हस्ताक्षर भी होंगे जिसने देखरेख में प्रतिस्थापन कार्य सम्पन्न हुआ वह प्रमाणपत्र स्थानीय वैद्युत आपूर्ति प्रधिकृत की आवश्यकता अनुसार निर्देशित प्रारूप में होगा ।

चालकों और भूमि के बीच रोधन प्रतिरोध (Insulation resistance between conduction conuctors and earth): इस परीक्षण के लिये मुख्य कुंजी को बन्द करें मुख्य फ्यूज वाहक को हटा दें सभी वितरण फ्यूज लगा दें। लैम्प अपने धारकों में होगें और पंखें बत्तियों की सभी कुंजियां चालू रखें साकेट से सभी उपसाधनों को हटा दें और जम्पर तार से साकेट्स के उदासीन अैर कला को लघु पथित कर दें।

कला और उदासीन केबल्स को मेन कुंजी को निर्गम टर्मिनल को एक साथ जोड दें और Fig 4 के अनुसार मेगर टर्मिनल के अग्रण को लघु पथित केबल से जोडें। मेगर के दूसरे अग्रण को भू सम्बन्धन से जोडें और मेगर को उसकी निर्धारित चाल पर घुमा दें।

Fig 4



INSULATION RESISTANCE TEST BETWEEN CONDUCTORS AND EARTH

इस प्रकार प्राप्त प्रेक्षण इन तीन विधियों से प्राप्त अल्पतम मान से भी कम होना चाहिये।

विधि 1 - **BIS के अनुसार मानक मान (Standard value as per B.I.S.)**

रोधन प्रतिरोध का मानक मान

$$= \frac{50}{\text{परिपथ में बिन्दुओं की संख्या}} \text{ मेगा ओम}$$

जहां कुंजी लैम्प धारक और साकेट व्यष्टि बिन्दु माने जाते है।

यदि तार स्थापन PVC रोधित केबल्स में प्रयोग किया जाता है 50 का प्रतिस्थापन 12.5 से कर देना चाहिये।

विधि 2 : **I.E. नियमों के अनुसार किसी अधिष्ठापन में क्षरण धारा अधिष्ठापन के पूर्ण भार धारा की एक 1/5000 भाग से अधिक नही होनी चाहिये।**

इसके अनुसार रोधन प्रतिरोध

$$= \frac{\text{वॉल्ट में वोल्टेज आपूर्ति}}{\text{करन्ट का रीसाव}} \text{ ohms}$$

$$= \frac{\text{वॉल्ट में वोल्टेज आपूर्ति}}{\text{स्थापन का पूरा करन्ट भार}} \times 5000$$

जहां क्षरण धारा

$$= \text{स्थापन का पूरा करन्ट भार} \times \frac{1}{5000}$$

इसलिये रोधन प्रतिरोध

$$= \frac{\text{वॉल्ट में वोल्टेज आपूर्ति} \times 5000 \times 10^{-6}}{\text{स्थापन का पूरा करन्ट भार}} \text{ Megaohms}$$

विधि 3 - **अंगूठा नियम (Thumb rule)**

किसी अधिष्ठापन का मापित रोधन प्रतिरोध एक मेगा ओम से कम नही होना चाहिये।

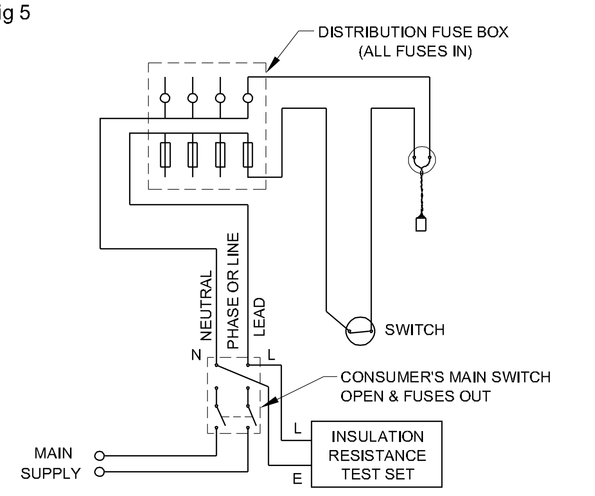
चालकों के बीच रोधन प्रतिरोध (Insulation resistance between conductors): इस परीक्षण के लिये मेन कुंजियों को बन्द करें फ्यूज वाहकों को हटा दें ।

धारकों से सभी लैम्प हटा दें सभी उपसाधन असम्बन्धित कर दें। और सभी कुजियों को खुल स्थितियों में रखें।

सभी वितरण फ्यूज को स्थिति में रखें।

मेगर की एक परीक्षण प्राड को कला केबल से जोडें और दूसरी को Fig 5 के अनुसार उदासीन से जोड दें।

Fig 5



INSULATION RESISTANCE TEST BETWEEN CONDUCTORS

मेगर को घूर्णित करें और रोधन प्रतिरोध को मेगा ओहम में मापित करें।

मेगा ओम में प्रेक्षण इन तीनों विधियों जिन्हें चालकों और पृथ्वी के बीच रोधन प्रतिरोध के अन्तर्गत बताया गया है से प्राप्त अल्पतम मान से कम न होना चाहिये ।

तार स्थापन अधिष्ठापनों का निरीक्षण और परीक्षण- स्थितियों और नियामकों के सुधारने की विधि (Inspection, testing and improving the condition of wiring installations)

निम्न टेबल में परीक्षण परिणाम और तार स्थापन अधिष्ठापन की स्थिति को सुधारने की विधीयों को प्रदर्शित किया गया है।

परीक्षण परिणाम और स्थितियों को सुधारने के लिये विधियां

क्र. स.	किया गया परीक्षण	परीक्षण परिणाम	सुधारने करने की विधियां
1	अविच्छिन्नता अथवा खुला परिपथ परीक्षण	a) शून्य पाठ b) किलो ओम अथवा मेगा ओम के सन्दर्भ में उच्च पाठन	a) Ok. b) परिपथ में प्रत्येक व्यष्टि कुंजी को प्रचालित करें। जहां पाठ उच्च मान तक जाता है खुला परिपथ होगा जो फ्यूज बल्ब टर्मिनल्स पर ढीले सम्बन्ध अथवा तार में भजन के कारण होगा। उप परिपथ के अभिनिर्धारण के पश्चात छोटे भागों में केबल्स की अविच्छिन्नता जांच करें जब तक दोष ज्ञात नही होता है और उसका निदान करें। जहां 2 पथ कुजियां प्रतिकारितहोती है कुजियों के दोष ज्ञात करने के लिये एक के बाद एक को प्रचालित करें।
2	ध्रुवता परीक्षण	a) पूरे अधिष्ठापन में त्रुटि पूर्ण ध्रुवता प्राप्त होती है। b) एक अथवा दो साकेट में ध्रुवता त्रुटि पूर्ण है	a) मेन्स कुजियां बन्द करें फ्यूज वाहक हटा दें निगर्म टर्मिनल्स के एक ICDP कुंजी अथवा DB पर निर्गम टर्मिनल्स का विनिमय करें। b) ध्यान दें कि साकेट के दाहिने भुजा र्टमिनल से कला को सम्बन्धित किया गया है।

क्र. स.	किया गया परीक्षण	परीक्षण परिणाम	सुधारने करने की विधियां
3	भू सम्बन्ध की प्रभाविकता	a) भू इलेक्ट्रोड और तीन पिन साकेट की एक भूमि पिन के बीच अविछिन्नता	a) सम्बन्धों की जांच करें और भू अविच्छिन्ता चालका को पुनः सम्बन्धित अथवा प्रतिस्थापित करें।
		b) टेस्ट लैम्प विधि से परीक्षण करने पर कला और धातु इकाई में वोल्टता पात का संकेत	b) भू इलेक्ट्रोड अति उच्च है ECC का प्रतिरोध अति उच्च हो सकता है। एक अधिक भू इलेक्ट्रोड को निर्मित करें और सामान्तर में इलेक्ट्रोड को सम्बन्धित करें। सभी भू टर्मिनल्स पर भू इलेक्ट्रोड टर्मिनल के साथ ECC सम्बन्धों से मोर्चा हटा दें और ढीले सम्बन्धों को सुधारें।
4	पृथ्वी और चालक अथवा कला और उदासीन के बीच	a) 1 मेगा ओम अथवा अधिक	a) OK सूत्र से रोधन प्रतिरोध की जांच करें मेगा ओम = $\frac{50}{\text{No.of outlets}}$ संख्या PVC तार अधिष्ठापन के लिये 50 का प्रतिस्थापन 12.5 से करें। यदि मापित रोधन प्रतिरोध गणना मान के बराबर अथवा अधिक है रोधन परीक्षा
		b) 1 मेगा ओम से कम	b) अथवा क्षेत्र का विभागीकरण करके दोष ज्ञात करें और दोषित केबल का प्रतिस्थापन उत्तम से करें। यदि प्राप्त मान अति उच्च नही है। तो वितरण फ्यूज पट के सभी फ्यूज निकाल लें और पुनः परीक्षण करें। इस परीक्षण में मेन कुंजी और वितरण फ्यूज पट के बीच के अधिष्ठापन भाग का ही होगा। यदि इस खण्ड में दो नही है तो वितरण फ्यूज पट पर समा वेश जाये और प्रत्येक शाखा परिपथ का परीक्षण उस समय तक करें जब तक दोषित परिपथ ज्ञात नही हो जाते

औद्योगिक वायरिंग अधिष्ठापन परीक्षण का दोष निवारण - फ्लो चार्ट (Testing the industrial wiring installation for faults and their remedies - Flow chart)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **औद्योगिक वायरिंग में विभिन्न प्रकार दोषों का वर्णन करना**
- **दोष को ढूढ़ने के लिए फ्लो चार्ट का अनुसरण करके व्याख्या करना।**

किसी भी दोष को ढूंढा जा सकता है और उसका निराकरण किया जा सकता है। एक वायरमेन के लिए यह आवश्यक है कि उसे वह विधि या प्रणाली अपनानी चाहिए जो वैद्युतिक सिधांन्तके अनुभव पर और परिपथों की बहुत अधिक जानकारी पर आधारित हो। जिस प्रकार एक डॉक्टर सही प्रकार के उपयंत्र द्वारा रोग का निर्णय या परीक्षण करता है, उसी प्रकार इलेक्ट्रिशियन भी दोषी परिपथ को कई प्रकार से खोज करके उसे मरम्मत करता है।

जाँच हमेशा दोष को ज्ञात करने की अपेक्षा बुद्धिमता पर आधारित होती है और संभावित कारण, इसके प्रभावों द्वारा ज्ञात होते हैं। कई अवसरों पर, दोष प्रतिष्ठापनाओं या परिपथों से होते हैं। निम्नलिखित कुछ सामान्य अधिष्ठापन त्रुटियां हैं जो कि दोषों के रूप में घटित हो जाती है।

1 जिस केबल की सुरक्षा के लिए फ्यूज लगाए गए हैं वो उस केबल की धारा क्षमता के साथ मेल नहीं खाते है। यह प्रायः तब घटित होता है जब उपकरण निर्माता फ्यूज कैरियर में फ्यूज एलीमेन्ट उच्चतम क्षमता का फिट कर देता है जो कि सुरक्षा प्रणाली की फ्यूज इकाई से अधिक क्षमता का होता है।

2 दोषपूर्ण संयोजनों सहित कई केबलों के उलझे हुए गुच्छे।

3 सीथ्ड (sheathed) वायरिंग के लिए लगी अपर्याप्त सुरक्षा अर्थात स्विचों की गलत स्थिति और छत के छिद्रों में जोड़ लगाना।

4 नमीयुक्त स्थिति में गलत पदार्थों का उपयोग जो जंग का प्रतिरोध न कर सके (जैसे कि इनैमल्ड कन्ड्यूट और उसकी सहायक सामग्री)

5 कन्ड्यूट के सिरों को साफ न करना या बुश लगाने का ध्यान न रहना।

6 PVC इंसुलेटिड और शीथ्ड केबलों और नम्य (flexible) डोरी का, ऊष्मा प्रतिरोधी प्रकार की अपेक्षा गलत उपयोग करके, इमरसन हीटींग, थर्मल स्टोरेज ब्लॉक हीटर इत्यादि के लिए इन केबलों का उपयोग करके।

7 धागे से बुनी हुई और टविस्डि (twisted) फ्लैक्सिबल डोरी बाथरूम के लटकने वाली फिटिंग और इसी प्रकार की स्थिति वाले स्थान जहां नमी और रिसाव हो, में गलत उपयोग करने से।

8 अपर्याप्त क्षमता वाली केबल को मोटरों के स्टार्टिंग करंट को वहन करने के लिए स्थापित करने से, बहुत अधिक वोल्टेज ड्राप होने से दोष उत्पन्न होता है।

9 मोटर से जुड़ी केबलों को सुरक्षा देने के लिए गलत क्षमता का फ्यूज-एलीमेन्ट लगाना।

दोष को दूर करना (Segregation of fault)

खुला परिपथ दोष **(Open circuit fault)**

इस दोष का प्रभाव प्रायः यह होता है कि परिपथ में उपस्कर या लैम्प परिचालित नहीं होगा। कॉन्टीन्यूटी टेस्टर का उपयोग करके इस दोष को ज्ञात किया जा सकता है। यह दोष इन कारणों से होता है।

a) तार टूटने से

b) जोडों के संयोजन या विसंयोजित टर्मिनल या बहुत ढ़ीले संयोजन

c) उड़े हुए फ्यूज

d) स्विच के दोषित संपर्क

दोष का पता लगाने के लिए सबसे पहले फ्यूज की जांच की जानी चाहिए। पुनः तार लगाने वाले फ्यूज का निरीक्षण सरलता से किया जा सकता है। कार्टरीज प्रकार फ्यूज के घटक (element) की कॉन्टीन्यूटी जांच अवश्य करनी चाहिए। यदि यह सही नहीं मिले तो इसे बदल दें। एक टूटी तार और खुले कनेक्शन की कॉन्टीन्यूटी टेस्टर से जांच करने पर यह किलो ओह्म या मेगाओह्म में प्रतिरोध दिखाएगा। दोषी परिपथ में प्रत्येक तार की जांच करने से पूर्व यह जांच करें (सजीव तार, स्विच-तार और न्यूट्रल) सभी यांत्रिक संयोजन जौसे प्लग, स्विच, लैम्प होल्डर, जंकशन बॉक्स और उपस्कर टर्मिनलों इत्यादि की जांच करें। एक बार जब दोष का पता लग जाए तो इसे ठीक करने के बाद यह सुनिश्चित करें कि मूल संयोजन पुनः स्थापित हैं।

अर्थ दोष (Earth Fault)

भू सम्पर्कित धातु कार्य और एक सजीव चालक के बीच भू दोष का प्रभाव वहीं होता है जैसा कि सीधा लघु परिपथ का होता है। इस स्थिति में परिपथ का फ्यूज पिघल जाएगा। इस दोष का पता लगाने के लिए, सर्वप्रथम सजीव चालक को न्यूट्रल से विलग करने के लिए सभी लैम्प इत्यादि को हटा दें।

सभी स्विचों को ऑन (ON) स्थिति में रखकर इंसुलेशन रैजिस्टैंस टेस्टर से दोषों को ज्ञात कर लिया जाता है उपयंत्र से प्राप्त पाठ्यांक का मान बहुत कम ओह्म में होगा। इस प्रकार के दोष का ज्ञान होने पर उसे ठीक करना बहुत महत्तवपूर्ण है, अन्यथा इससे झटका लग सकता है और आग लगने का खतरा हो सकता है।

लघु परिपथ दोष (Short circuit fault)

सजीव और न्यूट्रल चालकों के बीच, इंसुलेशन रैजिस्टैंस टेस्टर द्वारा मापा गया इंसुलेशन रैजिस्टैंस का मान बहुत कम-ओह्म रेंज में प्राप्त होने पर, ये लघु परिपथ माने जाते हैं। इस दोष का पता लगाने के लिए दोषी परिपथ को र्क भागें में बांट कर टेस्ट किया जाता है और दोष की स्थिति को सुनिश्चित किया जाता है। इंसुलेशन के क्षतिग्रस्त होने से लघु परिपथ उत्पन्न हो सकता है, जंक्शन बॉक्स में नंगे तार और वितरित ध्रुवता के चालकों के साथ फिटिंग और टर्मिनलों के ढ़ीले कनैक्शन भी इसके कारण होते हैं। और टर्मिनलों के ढ़ीले कनैक्शन भी इसके कारण होते हैं। लघु परिपथ के परिणाम स्वरूप फ्यूज उड़ जाता है इसके परिणामस्वरूप चालक गर्म होने लगते हैं और संपर्क के बिन्दुओं पर स्पार्किंग व ऑर्क उत्पन्न होने लगती है। सभी स्विचों को खोल दें, लैम्प और उपस्करों को दोषी परिपथ से अलग कर दें और फिर सजीव और न्यूट्रल चालकों के बीच इंसुलेशन प्रतिरोध की जांच करें।

यदि पाठ्यांक संतोषजनक प्राप्त हो, प्रत्येक परिपथ के स्विच को बंद (close) करें और आगे एक-एक करके तब तक ऑन करते जाए कि जब तक कि दोष को ढूंढ न लिया जाए।

उच्च श्रेणी प्रतिरोध मान वाला दोष (High-value series resistance fault)

इस प्रकार के दोष का खोजना काफी कठिन होता है, यह जोडों में उत्पन्न होता है या उन टर्मिनलों पर जहाँ ये ढ़ीले होती हैं। इसके प्रभाव के करण लाइट डीम हो जाती है या मोटर बहुत धीरे-धीरे चलने लगती है जिसके कारण ऊष्मा उत्पन्न होने लगती है। नवीन वायरिंग में, जंक्शन बॉक्स में गलत संयोजन के कारण दो या अधिक लैम्प श्रेणी में जुड़ जाते हैं।

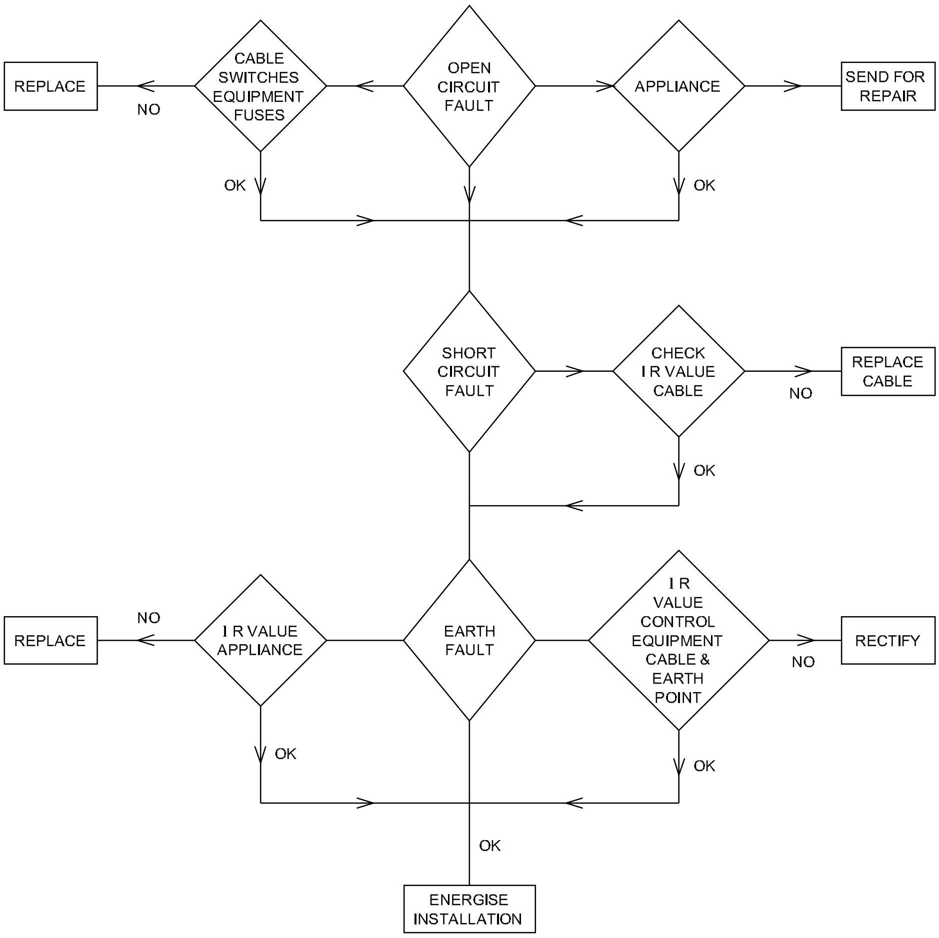
नवीन वायरिंग में मुख्य दोष (Main faults in new wiring)

गलत संयोजनों के कारण या तो फ्यूज उड़ जाएंगें या लैम्प बहुत मन्द (dimly) जलेंगे या बिल्कुल कार्य नहीं करेगें। केवल दूसरे सर्किट के स्विच ऑन करने पर यदि यह कार्य करें। इससे यह संकेत मिलता है कि तारों के लूप में संयोजन (connections) गलत है।

दोषों का फ्लो चार्ट (Flow chart of faults)

Fig 1 में चार्ट के रूप में प्रत्येक दोष को, फ्लो चार्ट के साथ दिखाया गया है।

Fig 1



FLOW CHART FOR LOCATING FAULT IN DOMESTIC WIRING INSTALLATION

अर्थिंग - प्रकार - नियम - मैगर - भू प्रतिरोध परीक्षक (Earthing - Types - Terms - Megger - Earth resistance Tester)

उद्‌देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **वायरिंग सिस्टम और उपकरणो को अर्थिंग करने का प्रयोजन बताना**
- **अर्थिंग से जुड़े नियमो को पारिभाषित करना**
- **B.I.S.के अनुसार पाइप अर्थिंग और प्लेट अर्थिंग की विधि का वर्णन करना**
- **अर्थ इलेक्ट्रोड के रैजिस्टेस को घटाकर सही मान बनाए रखने की क्रिया का अध्ययन करना।**

अर्थिंग (Earthing)

किसी वायरिंग प्रणाली या मशीन उपकरण के चालक धात्विक बाडी/भाग को कम प्रतिरोध वाले चालक तार द्वारा,पृथ्वी संयोजन करना **अर्थिंग** कहलाता है।

विधुत स्थापना के अर्थिंग को मुख्य दो वर्गो में विभाजित किया जा सकता है।

- सिस्टम अर्थिंग (System earthing)
- उपकरण अर्थिंग (Equipment earthing)

सिस्टम अर्थिंग (System earthing) : वायरिंग प्रणाली की सुरक्षा के लिए करंट प्रवाही चालको की स्वरक्षा के लिए अर्थिंग से जोड़े जाते है इसे सामान्य रूप से सिस्टम अर्थिंग कहाँ जाता है।

पावर जनरेटिंग स्टेशन और सब स्टेशन में सिस्टम अर्थिंग किया जाता है।

सिस्टम अर्थिंग के उद्देश्य है:

- पृथ्वी का विभव शून्य रखा जाता है ताकि प्रत्येक चालक तार पर वोल्टेज की सीमा को शुन्य विभव के सापेक्ष वोल्टेज के संगत उचित स्तर का इंसुलेशन किया जाए
- सिस्टम दोष उत्पन्न होने पर सुरक्षा करता है जिस की सुरक्षा के लिए इसे तैयार किया गया है सुरक्षात्मक गियर बनाकर किसी प्लांट के प्रचालन में दोष पुर्ण हिस्से की हानि रहित बनाता है

ब्रेकर या फ्यूज द्वारा दोषपूर्ण प्लांट का अलगाव शामिल होता है तब अर्थिंग आवश्यक सुरक्षा नही दे सकता जो कि आवश्यक रूप से अर्थ दोष नही है ।

उपकरण अर्थिंग (Equipment earthing) : कार्यशील धात्विक भाग एंव चालक जिसमें धारा की प्रवाह नही हो रही है उनका अर्थिंग मानव जीवन पशुओ एंव संपति की सुरक्षा के जिए अतिआवश्यक है इसे उपकरण अर्थिंग के रूप से जाना जाता है ।

शब्दावली (Terminology)

> **अधिक जानकारी के लिए प्रशिक्षार्थियो को इंटरनेशनल इलेक्ट्रो टेक्नीकल कमीशन (IEC 60364-5-54) की वेबसाइट की जानकारी प्राप्त कर सकें।**

डेड (Dead) : डेड का अर्थ हे लगभग पृथ्वी का विभवान्तर या शून्य अर्थात किसी भी धारावाही चालक से न जुड़ा हो।

अर्थ(Earth) : पृथ्वी के सामान्य विभव के साथ एक अर्थ इलेक्ट्रोड के माध्यम से संयोजन होना एक वस्तु जो अर्थ इलेक्ट्रोड से वैधुतिक रूप से जुड़ा है अर्थ किया हुआ कहा जाता हे इसी प्रकार जब एक चालक वैधुतिक रूप से अर्थ इलेक्ट्रोड से जुड़ाहो तो वह सोलिडली अर्थ हुआ कहा जाता है

अर्थ कंटीन्यूटी कंडक्टर (Earth-continuity conductor ECC) : वह चालक जो किसी विधुतप्रणाली या उपकरण के धात्विक भाग जिसमें धारा प्रवाह नही हे को अर्थ इलेक्ट्रोड से जोड़ता है अर्थ कन्टीन्यूटी कंडक्टर (Earth-continuity conductor ECC) कहलाता है।

अर्थ इलेक्ट्रोड (Earth electrode) : एक धात्विक,पाइप,प्लेट या चालक जो पृथ्वी के शून्य विभव से जुड़ा है अर्थ इलेक्ट्रोड कहलाता है।

अर्थ दोष (Earth fault) : विधुत प्रणाली में जब धारावाही चालक दुर्घटनावश अर्थ से जुड़ा जाता है तो इसे अर्थ दोष कहते है

लीकेज करंट (Leakage current) : प्रवाहित भाग के इंसुलेशन से होकर बाहर निकलता है लीकेज करंट कहलाता है

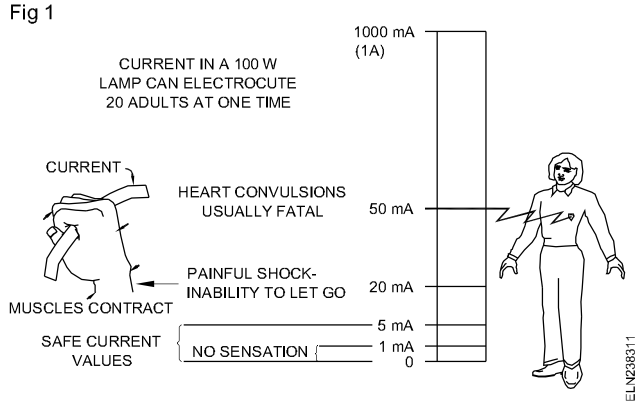
स्टेप पोटेंशियल(Step potential) : पोटेंशियल डिफरेंस(विभवान्तर) का वह अधिकतम मान जो मनुष्यो के दोनो कदमो के बीच एक कदम की दूरी पर पृथ्वी पर अलग-अलग रखे होने पर दोनो पैरो के संपर्क बिंदुओं पर प्राप्त होता हे स्टेप पोटेंशियल कहलाता है

टच पोटेंशियल (Touch potential) : टच पोटेंशियल वह अधिकतम विभान्तर है जो पृथ्वी और वैधुतिक बिंदु जिसे मनुष्य के द्वारा स्पर्श किया गया है ।

भू संपर्क देने का कारण (Reasons for earthing) : भू संपर्कन के लिए मूल कारण मनुष्यों और प्राणी जीवन को धक्के के खतरे से बचाना या उसे कम करना हैं। एक बिजली प्रतिष्ठान में उचित रूप से भूसंपर्कित धातु भाग रखने का कारण है कि भूक्षरण धाराओं के लिए निम्न प्रतिरोध विसर्जन पथ उपलब्ध कराया जाए जो अन्यथा धातु भाग को छूनेवाले किसी व्यक्ति के लिए हानिकारक या धातक हो सकता हैं।

जब शरीर में से कुछ मिली एम्पियर मान से अधिक धारा हो जाती है तो बिजली धक्का खतरनाक होता हैं। सामान्य रूप में शरीर में से 5 मिली एम्पियर की धारा प्रवाहित होने को खतरनाक माना जाता है। Fig 1 में धारा का परिमाण और उसका प्रभाव दिखाया गया हैं।

Fig 1



तथापि, खतरे की मात्रा न केवल शरीर में से धारा पर निर्भर करती है बल्कि समयावधि पर भी जब तक यह प्रवाहित होती है। प्रयुक्त वोल्टता अपने आप में शरीर के प्रतिरोध में से यह न्यूनतम धारा उत्पन्न करने के लिए महत्वपूर्ण होती है। मनुष्यों में, कई निश्चित स्थितियों में एक हाथ और दूसरे हाथ के बीच या हाथ और पांव के बीच आसानी से 400 ओम तक निम्न हो सकती है। तालिका 1 में संपर्क को विनिर्दष्ट क्षेत्र पर शरीर प्रतिरोध दिखाया गया हैं।

टेबल 1

त्वचा स्थिति या क्षेत्र	**प्रतिरोध मान**
शुष्क त्वचा	100,000 से 600,000 ohms
गीली त्वचा	1,000 ohms
भीतरी शरीर हाथ	400 से 600 ohms to foot
कान से कान तक	लगभग 100 ओम

विधि 1 : **उपकरण धातु की काया जब भू संपर्क में न हो**

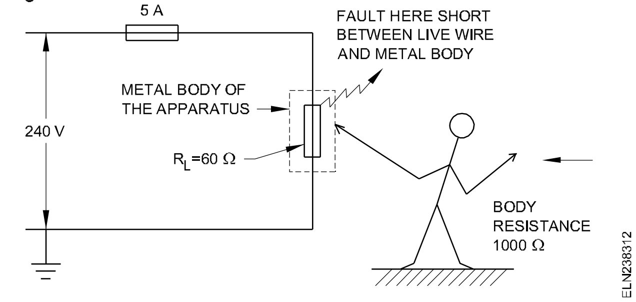
चलें एक उपकरण के साथ योजित एक 240 V एसी परिपथ पर विचार करें जिसका लोड प्रतिरोध 60 ओम है। मानलें कि केबिल का सदोष विद्युतरोधन धातुक काय को ऊर्जित बनाता है और धातुक काय भू संपर्कित नहीं हैं।

जैसा Fig 2 मे दिखाया गया है, एक व्यक्ति जिसका शरीर प्रतिरोध 1000 ओम है उपकरण की धातुकाय के सम्पर्क में आजाता है जो 240 V पर है, तो एक क्षरण धारा व्यक्ति के शरीर में से गुजर सकती हैं ।

$$\text{शरीर में से धारा का मान} = \frac{V}{R_{Body}}$$

$$= \frac{240}{1000} = 0.24 \text{ एम्पस या 240 मिली एम्पियर}$$

Fig 2

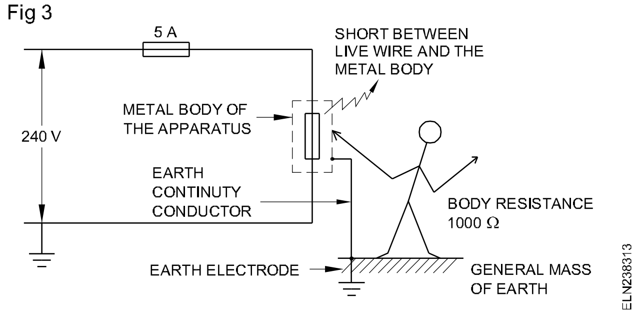


तालिका 1 के अनुसार यह धारा अत्यन्त खतरनाक है और धातक साबित होगी। दूसरी ओर, 240 मिली एम्पियर की इस अतिरिक्त क्षरण के लिए परिपथ में 5 एम्पस फ्यूज नहीं उड़ेंगा। इस प्रकार धातु काय 240 वों सप्लाई प्राप्त करेंगी और छूने पर किसी व्यक्ति का विद्युन्मरण कर सकती हैं।

विधि 2 : **उपकरण की धातु काय जब भू संपर्क में हो,**

यदि उपकरण की धातु काया भू संपर्कित है जैसा Fig 3 में दिखाया गया है, तो जिस क्षण धातुकाय ऊर्जित तार के सम्पर्क में आएगी, एक उच्चतर मात्रा की क्षरण धारा धातु काय से भूमि को प्रवाहित होगी।

Fig 3



मानलें कि मेन केबिल, धातु काया, भू संपर्क अविच्छिन्नता चालक और भू के सामान्य भारे के प्रतिरोध का योग 10 ओम हैं।

$$\text{क्षरण धारा} = \frac{V}{R_{Total}} = 240/10 = 24 \text{ amps.}$$

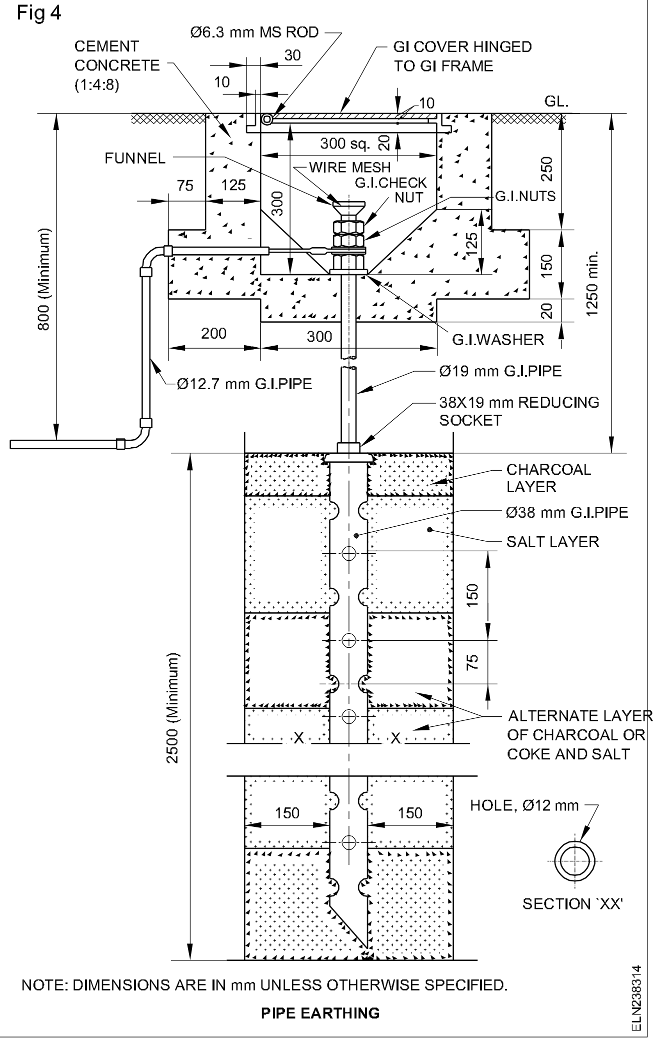
यह क्षरणधारा फ्यूज निर्धार से 4-8 गुणा अधिक हैं और इसलिए फ्यूज उड़ जाएगा और मन्स से सप्लाई वियोजित कर देगा। छूने वाले व्यक्ति को दो करणों से धक्का नहीं लगेगा। पहला, फ्यूज प्रचालन होने से पहले, धातु काय और भूमि उसी शून्य विभव पर हैं और व्यक्ति के आर पार विभव का कोई अन्तर नहीं हैं। दूसरा, थोड़ें समय में (मिली सैकण्ड) सदोष परिपथ को खोखने के लिए फ्यूज उड़ जाता है।

उपर्युक्त दो मामलों के अध्ययन से, यह स्पष्ट है कि उचित रूप से भू संपर्कित धातु काय व्यक्तियों के लिए प्रधात जोखिमों को विलुप्त करती हैं और भू-दोषों होने की स्थिति में फ्यूज को तत्काल उड़ा कर प्रणाली में अग्नि जोखिमों को रोकती हैं।

भू-इलैक्ट्रोडों के प्रकार (Types of earth electrodes)

रॉड और पाइप इलैक्ट्रोड (Rod and pipe electrodes) (Fig 4): एक पाइप इलैक्ट्रोड के सामान्य निर्माण ब्यौरें Fig 4 में दिखाए गए हैं। ये इलैक्ट्रोड धातु रॉड या पाइप के बनाए जाएंगे जिसका पृष्ठ साफ होगा पेंट, इनैमल या घटिया चालन सामग्री से ढका नहीं होगा।

Fig 4



PIPE EARTHING

स्टील या जस्तेदार लोहे के राड इलैक्ट्रोड व्यास में कम से कम 16 mm होंगे और ताम्र के इलैक्ट्रोड 12.5 mm व्यास के होंगें।

पाइप इलैक्ट्रोड 38 mm भीतरी व्यास से कम नहीं होंगें। यदि ढलवां लोहें के हों तो भीतरी व्यास 100 mm से कम नहीं होगा।

जहां तक व्यावहार्य हो इलैक्ट्रोड स्थायी नमी स्तर के नीचे भूमि में गढ़े होने चाहिए।

रॉड और पाइप इलैक्ट्रोडों की लंबाई 2.5 m से कम नहीं होगी।

उस स्थान को छोड़ जहां चट्टान आ जाती है पाइप और रॉडों को कम से कम 2.5 m की गहराई तक धकेला जाएगा, इलैक्ट्रोड को उर्ध्वाधर नत गाढ़ा जाए। इस मामले में भी इलैक्ट्रोडों की लंबाई कम से कम 2.5 m और नति ऊर्ध्वाधर से 30^0 से अधिक नहीं होगी।

गहरे गाढ़े पाइप और राड, तभी प्रभावित होते हैं जहां गहराई के साथ मिट्टी की प्रतिरोधकता घटती है या जहां गहराई पर निम्न प्रतिरोधकता घटती है या जहां गहराई पर निम्न प्रतिरोधकता का उपस्तर उनसे बड़ा होता है जहां तक रॉड और पाइप सामान्यतः धकेले जाते हैं।

पाइप और राड, यथासंभव, एक पीस के होंगे।

गहरे धकेले रॉडों के लिए, सेक्शनों के बीच जोड़ पेच युक्त युग्मन द्वारा बनाए जाएंगे जो उन राडों से ज्यादा व्यास का नहीं होगा जिन्हें यह एक साथ जोड़ता हैं।

प्लेट इलैक्ट्रोड (Plate electrodes) (Fig 5): एक प्लेट इलैक्ट्रोड के निर्माण के ब्योंरे Fig 5 में दिखाए गए हैं। प्लेट इलैक्ट्रोड, जब जस्तेदार लोहे या स्टील के बने हों, तो उन की मोटाई 6.3 mm से कम नहीं होगी। ताम्र के प्लेट इलैक्ट्रोड मोटाई में 3.5 mm से कम नहीं होंगें। प्लेट इलैक्ट्रोडों का साइज कम से कम 60 cm x 60 cm होगा।

Fig 5

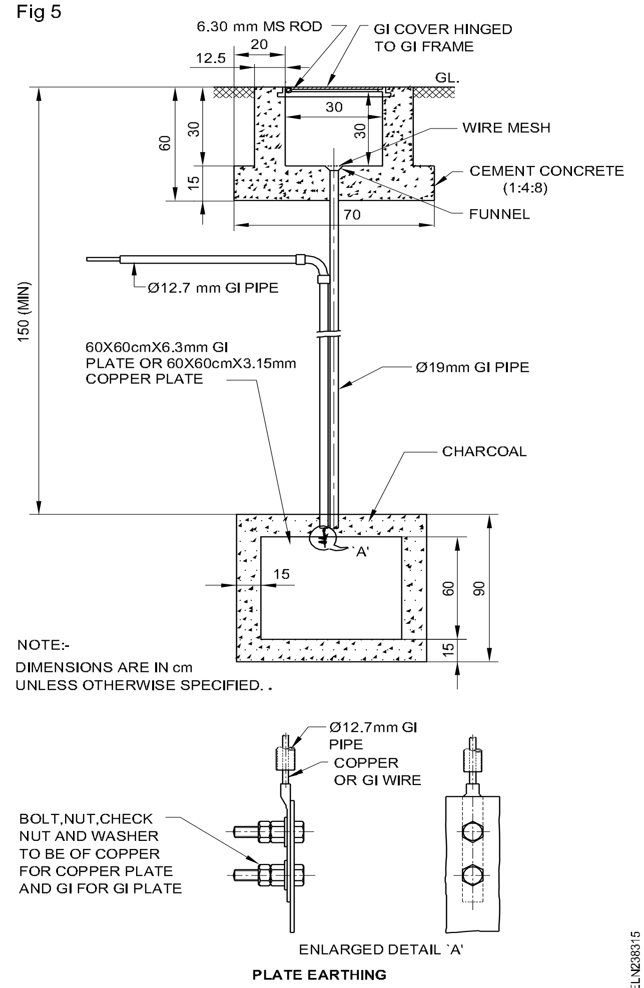


PLATE EARTHING

प्लेट इलैक्ट्रोड इस प्रकार गढ़े जाएंगे कि शीर्ष सिरा गहराई पर होगा जो भूमि के पृष्ठ से 1.5 m से कम नहीं होगा।

जहाँ एकल प्लेट इलैक्ट्रोड का प्रतिरोध अपेक्षित मान से अधिक होगा वहां समांतर में दो या अधिक प्लेटों का प्रयोग किया जाएगा। ऐसी स्थिति में दो प्लेंटें एक दूसरे से अलग की जाएंगी जो दूरी 8.0 m से कम नहीं होगी प्लेटें अधिमानतः उर्ध्वाधर सैट की जाएंगी ।

प्लेट इलैक्ट्रोडों के प्रयोग की सिफारिश केवल तब की जाती है जहां धारा वहन क्षमता मुख्य बात होती है, उदाहरणार्थ, जनित्र केन्द्रों और उपकेन्द्रों में।

यदि जरूरी हो, तो प्लेट इलैक्ट्रोडों का एक जस्तेदार लोह जल पाइप ऊर्ध्वाधर गाढ़ा होगा और इलैक्ट्रोड के सन्निकट होगा। पाइप का एक सिरा भूमि की सतह से कम सेकम 5 cm. ऊपर होगा। पाइप का एक सिरा भूमि की सतह से कम से कम 5 cm. ऊपर होगा और 10 cm. से अधिक होने की जरूरत नहीं हैं। पाइप की लंबाई, यदि भूमि पृष्ठ के नीचे, ऐसी होगी कि यह प्लेट के मध्य तक पहुंच सकें। तथापि किसी स्थिति में यह प्लेट के तल सिरे की गहराई से अधिक नहीं होगी।

स्वीकार्य मान के अनुरूप भू-इलैक्ट्रोड के प्रतिरोध को घटाने की विधि (Methods of reducing the resistance of an earth electrode to an acceptable value) :

उपस्कर के भू-संपर्कन का मुख्य उद्देश्य मनुष्यों को प्रघात जोखिमों से बचाना है। यह उद्देश्य पूर्णतः व्यर्थ हो जाएगा यदि फ्यूजों या परिपथ वियोजकों जैसी युक्यिों की सुरक्षा करके सदोष, परिपथ के अन्तर्गत सप्लाई को नहीं खोला जाता है।

तथापि चट्टानी और रेतीले क्षेत्रों में, जहां नमी बहुत कम होती हैं भू-इलैक्ट्रोड प्रतिरोध उच्चतर पाया जाता हैं।

भू इलैक्ट्रोड प्रतिरोध को एक स्वीकार्य मान पर लाने के लिए निम्नलिखित विधियों का सुझाव दिया जाता है।

1 राड या पाइप या प्लेट भू संपर्क स्थापित करने के बाद, भूमि गड्ठे (राड/पाइप/प्लेट के ईर्द गिर्द क्षेत्र) में चारकोल। कोक और नमक भरा जाए ताकि भू प्रतिरोध का निम्नतर मान प्राप्त हो।

2 भू-गड्ढें मं बार बार अन्तरालों पर पानी डालने से भू-इलैक्ट्रोड प्रतिरोध कम हो जाता हैं।

3 पार्श्व में कई भू-इलैक्ट्रोड जोड़नें से भू-इलैक्ट्रोड प्रतिरोध कम होता हैं। (दो सन्निकट इलैक्ट्रोडों के बीच दूरी अधिमानतः इलैक्ट्रोडों की लंबाई के दुगनें से कम नहीं होगी)

4 भू-संबंधनों को सोल्डर करने या अलोह क्लैम्पों के प्रयोग से भू-इलैक्ट्रोड प्रतिरोध कम हो जाता हैं।

5 भू-इलैक्ट्रोड संबंधनों में जंग को बचाने के लिए भू इलैक्ट्रोड प्रतिरोध कम होता हैं।

इंसुलेशन प्रतिरोध परीक्षक (मैगर) (Insulation resistance tester (Megger))

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **मैगर को पारिभाषित करना**
- **मैगर(इंसुलेशन रैजिस्टेस टेस्टर) का कार्य सिद्धान्त बताना**
- **मैगर के संरचना और कार्य प्रणाली का वणर्न करना**
- **मैगर का उपयोग बताना जैसे इंसुलेशन टेस्ट कंटीन्यूटी टेस्ट आदि**
- **मैगर(इंसुलेशन टेस्टर) का उपयोग करते समय अपनाई जाने वाली सावधानीयाँ स्पष्ट करना।**

मैगर (Megger)

यह एक ऐसा विधुत मापक यंत्र है जिसे सामान्यतः किसी उपकरण या स्थापना के इंसुलेशन रेंजिस्टेंस मेगाओम के पेरों में मापने के लिए किया जाता है।

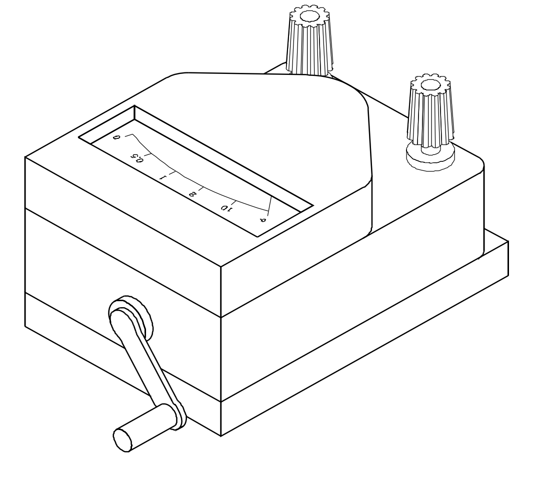
मेगा ओम मीटर की आवश्यकता (Necessity of megohmmeter)

सामान्य ओम मीटर और ब्रिज रैजिस्टेंस सामसन्यतः इस प्रकार तैयार नही किए जाते है कि इनसे बहुत उच्च रैजिस्टेस को मापा जा सके इस उद्देश्य के लिए तैयार किया गया उपकरण मेगा ओममीटर है (Fig 1) एक मेगाओम मीटर को सामान्य भाषा में मैगर (MEGGER) कहा जाता है ।

संरचना (Construction)

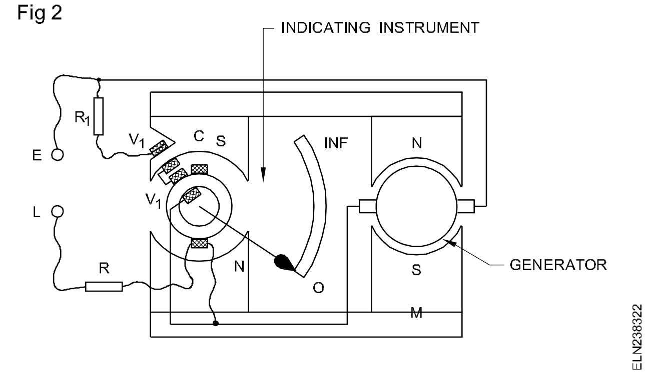
मेगाओम मीटर निम्न भागो से मिलकर बनता है(1) एक छोटा DC जनरेटर (2) एक मीटर जो उच्च प्रतिरोध माप के लिए सत्यापित है (3) एक क्रैंकिग सिस्टम (Fig 2)

Fig 1



एक जनरेटर जिसे सामान्यतः मैग्नेटो कहते है कई वोल्टेज उत्पन्न करने के लिए तैयार किया जाता है इसका आउटपुट निम्न 500 v और अधिकतम1 मेगावोल्ट तक होता है मेगा ओममीटर में प्रवाहित होने वाली धारा का मान 5 से 10 मिली एम्पियर तक होता है मीटर का पैमाना किलोओम (K Ω) और मेगाओम (MΩ) में होता है

Fig 2



कार्य सिद्धान्त (Working principle)

स्थायी चुंबक जनरेटर और मापक दोनो के लिए चुम्बकीय फ्लक्स प्रदान करता हे वोल्टेज क्वाइल जनरेटर के सिरों के क्षेणी क्रम में जुड़ा रहता है करंट क्वाइल इस प्रकार जुड़ा रहजा है कि यह मापे जाने वाले रैजिस्टेस के क्षेणी क्रम में आता है।

अज्ञात रैजिस्टेंस को और सिरे के बीच L और E जोड़ा जाता है जब मैग्नेटो का आर्मेचर घुमाया जाता है एक उत्पन्न होता हे इसके कारण करंट क्वाइल में धारा प्रवाहित होती है और रैजिस्टेस मापा जाता है इसमें प्रवाहित होने वाले धारा का मान जुड़े रैजिस्टेस और जनरेटर के आउटपुट वोल्टेज द्वारा निर्धारित होता है ।

मीटर में उत्पन्न होने वाले विशेष टार्क करंट क्वाइल में प्रवाहित होने वाली धारा के समानुपाती होता है

स्थायी चुंबक के प्रभाव से करंट क्वाइल में धारा प्रवाहित होती है जो दक्षिणावर्त (clockwise) टार्क उत्पन्न करता है वोल्टेज क्वाइल द्वारा उत्पन्न फ्लक्स मेन फ्लक्स से प्रतिक्रिया करता है और वोल्टेज क्वाइल वामावर्त दिशा में टार्क बनाता हे ।

दिये निश्चित आर्मेचर गति पर वोल्टेज क्वाइल में धारा का मान निश्चित होता है और करंट क्वाइल में बहने वाली धारा का मान मापे जाने वाले रैजिस्टेंस के व्युतक्रमानुपाती होता है जब वोल्टेज क्वाइल वामावर्ल घुमता हे तो यह लौह कोर से दूर हो जाता है और कम टार्क उत्पन्न होता है ।

एक संकेतक होता है जो रैजिस्टेंस के उचित मान को दर्शाता हे यह करंट क्वाइल और वोल्टेज क्वाइल के बल के संतुलन के आधर पर रैजिस्टेंस का शुद्ध मान प्रदान करता है चूँकि इसमें कंट्रोलिंग टार्क(नियंत्रण टार्क) नही होता हे अतः यह शुन्य कि अवस्था में तुरंत नही आता है जब मीटर का उपयोग नही हो रहा हो तो इसका संकेतक पैमाने में कही पर भी रह सकता है ।

जस गति पर आर्मेचर घुमाया जाता है वह मीटर कि शुद्धता को प्रभावित नही करता क्यूंकि दिये गये वोल्टेज के अनुपात में ही दोनो सर्किट में करंट के मान में भी परिवर्तन हो जाता है फिर भी हेण्डल को स्लिप स्पीड पर घुमाने को निर्देशित किया जाता है जिससे स्थिर वोल्टेज प्राप्त हो चूँकि मेगाओममीटर उच्च मान के रैजिस्टेंस को मापने के लिए तैयार किया जाता हे अतः इसका अधिकतर उपयोग इंसुलेशन रैजिस्टेंस मापने में किया जाता हे

मापन के लिए संयोजन (Connection for measurement)

जब लाइन और अर्थ के बीच इंसुलेशन रैजिस्टेंस जांच क्रिया जाता है तो इंसुलेशन टेस्टर का E सिरा अर्थ चालन के साथ जाड़ा जाता है ।

सावधानियाँ (Precautions)

- मेगाओम मीटर (मैगर) का उपयोग सप्लाई वाले परिपथ में नही करना चाहिए ।
- मेगाओम मीटर के हैडल को केवल निर्दिष्ट दिशा में घुमाया जाना चाहिए।
- जब जाँच किया जा रहा है तो इस दौरान मेगाओम मीटर के सिरों को नही घूना चाहिए ।
- जब इसका प्रचालन किया जा रहा है तो इसे टीक से पकड़ना चाहिए।
- रोटर को स्लिप स्पीड पर घुमाना चाहिए ।

मेगाओम मीटर का उपयोग (Uses of a megohmmeter)

- इंसुलेशन रैजिस्टेंस की जाँच करना ।
- कंटीन्यूटी(निरंतरता) की जाँच करना ।

मैगर की विशेषताएँ (Specification of Megger)

आजकल इलेक्ट्रानिक प्रकार के संचालन वाले मैगर उपलब्ध है जिसे बुश बटन टाइप कहा जाता है सामान्य प्रयोग के लिए उपयोग किये जाते हे औधोगिक अनुप्रयोग के लिए मोटर युक्त मैगर भी उपलब्धा है इस प्रकार मूल रूप से मैगर इसके द्वारा उत्पन्न होने वाले पर आधारित हे जैसे

उदाहरण के लिए : 250 V, 500V, 1KV, 2.5KV, 5KV.

अर्थ प्रतिरोध परीक्षक (Earth resistance tester)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **अर्थिंग की आवश्यकता बताना**
- **अर्थ इलेक्ट्रोड के लिए स्थान का चुनाव करते समय बरती जानेवाली सावधानियाँ स्पष्ट करना**
- **अर्थ प्रतिरोध परीक्षक को पारिभाषित करना**
- **अर्थ प्रतिरोध परीक्षक के सिद्धान्त संरचना और कार्यप्रणाली का वर्णन करना**
- **अर्थ प्रतिरोध को मापने की विधि का वर्णन करना**
- **अर्थिंग के लिए IE नियम बताना।**

अर्थिंग की आवश्यकता (Necessity of earthing)

विधुत उपकरणों के धात्विक फ्रेम या बॉडी या केसिंग आदि को इसलिए अर्थिंग किया जाता है ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि दोषपूर्ण स्थिति में उपकरणों के सतह पर अधिक विभवान्तर होने पर कोई शाँक न लगे या कोई क्षति न हो विधुत उपकरणो को अर्थ करने के लिए यह जरूरी है कि यह सुनिश्चित हो की अर्थ इलेक्ट्रोड का रैजिस्टेंस निम्न उचित मान पर हो ताकि सुरक्षात्मक युक्ति जैसे अर्थ सर्किट लीकेज ब्रेकर फ्यूज और सर्किट ब्रेकर आदि दोष की अवस्था में कार्यशील हो सके और मानव तथा उपकरणो को सुरक्षित कर सके।

अर्थ इलेक्ट्रोड के लिए स्थान चयन में बरती जानेवाली सावधानियाँ (Precautions to be followed while selecting the site for earth electrode) अर्थ इलेक्ट्रोड के लिए स्थान का चयन करते समय उचित सावधानी बरतनी चाहिए हांलाकि अर्थ इलेक्ट्रोड या पाइप या प्लेट प्रकार की होती है जिसे निर्दिष्ट सिफारिशों के अनुसार स्थापित करना चाहिए इसका रैजिस्टेस अधिक पाये जाने पर सुरक्षा नहीं हो पाता है यह कमी मुख्य रूप से मिट्टी और नमी की स्थिति के कारण होता है नीचे दिया गया विवरण इलेक्ट्रिशियन को अर्थ इलेक्ट्रोड के लिए उचित स्थान का चयन करने के लिए मागदर्शन करेगा ताकि अर्थ इलेक्ट्रोड का रेजिर्स्टेस उचित सीमा में रखा जा सके।

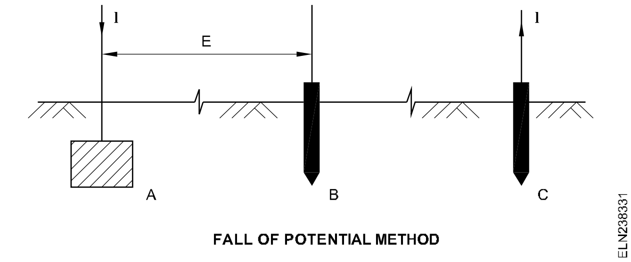
इलैक्ट्रोड प्रतिरोध मापने की आवश्यकता (Necessity of measuring of earth electrode resistance) : ठीक दिखाई दे सकता है लेकिन उसका प्रतिरोध पर्याप्त उच्च हो सकता है जो संरक्षा के लिए खतरा हो सकता है। एक भू-इलैक्ट्रोड प्रतिरोध का स्वीकार्य मान सुनिश्चित करने का एक ही रास्ता प्रतिरोध को भू-प्रतिरोध टेस्टर से मापना है जिसके सिद्धांत, रचना और कार्य के बारे में नीचे बताया गया हैं।

भू प्रतिरोध परीक्षक (Earth resistance tester) :बाजार में भू-प्रतिरोध परीक्षकों की कई किस्में हैं जिन्हें विभिन्न कंपनियों ने बनाया हैं। नीचे जिसका उल्लेख है वह भू मैगर हैं (हस्त चालित) जो इस देश में सामान्यतः उपलब्ध हैं।

सिद्धांत (Principle) : भू परीक्षक, मैगर, विभव विधि के पात के सिद्धांत पर काम करता हैं।

इस प्रणाली मे दो सहायक इलैक्ट्रोड B और C एक सरल रेखा में रखे गए हैं जैसा Fig 1 में दिखाया गया हैं ।

Fig 1



भू के रास्ते से इलैक्ट्रोड A में से इलैक्ट्रोड C तक I_{amps} परिमाण की एक प्रत्यावर्ती धारा गुजारी जाती है और इलैक्ट्रोड A और B के आर पार विभव मापा जाता है।

इलैक्ट्रोड B और C के प्रतिरोध माप परिणाम को प्रभावित नहीं करते ।

A से पर्याप्त दूरी पर इलैक्ट्रोड क को रखकर इसे प्राप्त किया जाता है ताकि A और C के प्रतिरोध क्षेत्र पर्याप्त स्वतन्त्र हैं। इलैक्ट्रोड A और C के बीच 15 मीटर से ऊपर की दूरी को पर्याप्त दूरी माना जाता है। प्रैक्टीकल पाठ में विस्तृत प्रक्रिया दी गई हैं।

भू-परीक्षक, भू-मैगर की रचना और कार्य (Construction and working of earth tester) : भू-परीक्षक, मैगर में अनिवार्यतः एक हस्त चालित जनित्र होता है जो टेस्टिंग धारा सप्लाई करता है और एक प्रत्यक्ष रीडिंग ओम मीटर है जैसा Fig 2 में दिखाया गया हैं।

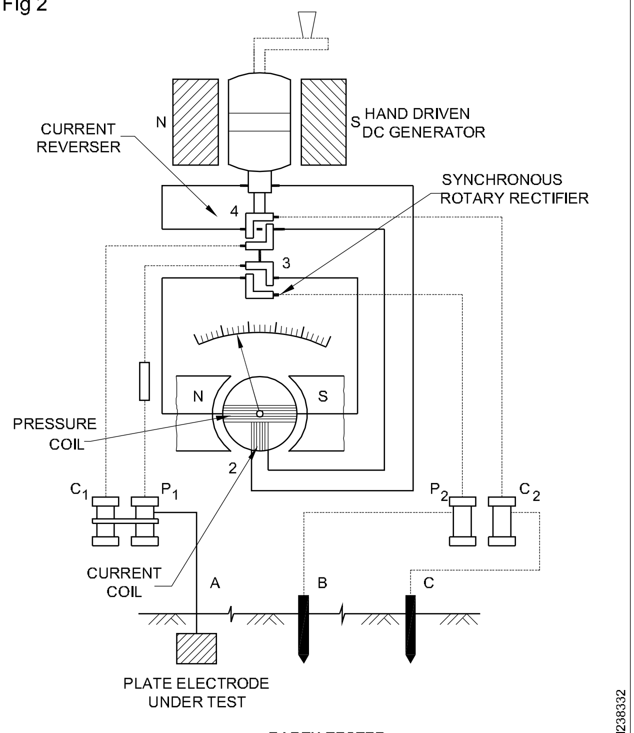
ओम मीटर सेक्शन दो कुंडनियों (विभव और धारा कुंडनियों) पर आधारित होता हैं जो एक दूसरे के 90^0 पर रखी होती है और एक ही तर्कु पर आरोहित होती हैं। संकेतक तर्कु के साथ लगाया जाता है। धारा कुंडली एक धारा का वहन करती है जो टेस्ट परिपथ में धारा की समानुपाती होती हैं जबकि विभव कुंडली धारा का वहन करती है जो परीक्षाधीन प्रतिरोध के आर पार विभव की समानुपाती होती है ।

जब भू इलैक्ट्रोड प्रतिरोध मापन में DC का प्रयोग किया जाता है, तो इलैक्ट्रोलाइटिक emf का प्रभाव मापन में हस्तक्षेप करता है और रीडिंग गलत हो सकती हैं। इसका परिहार करने के लिए इलैक्ट्रोड की सप्लाई AC होनी चाहिए।

इसे सुविधाजनक बनाने के लिए हस्त जनित्र द्वारा उत्पन्न DC एक धारा प्रतिचालक के माध्यम से AC में बदली जाती है। प्रत्यावर्ती धारा के इलैक्ट्रोडों में से गुजरने के बाद, मापन एक ओम मीटर द्वारा किया जाना चाहिए जिसके लिए DC एक धारा प्रतिचालक के माध्यम से एसी में बदली जाती है।

प्रत्यावर्ती धारा के इलैक्ट्रोडों में से गुजरने के बाद, मापन एक ओममीटर द्वार किया जाना चाहिए जिसके लिए डीसी सप्लाई अपेक्षित होती है। मापयंत्र से बाहर प्रत्यावर्ती वोल्टता पात को भीतर प्रत्यक्ष वोल्टता पात में बदलने के लिए एक तुल्यकालिक घूर्णी दिष्टकारी का प्रयोग किया जाता है जैसा Fig 2 में दिखाया गया हैं।

Fig 2



EARTH TESTER

कई बार मापन के दौरान मीटर सूई कांपती है जो इस कारण होता है कि उसी आवृत्ति की तेज प्रत्यावर्ती धाराएं जैसी कि जनित आवृत्ति माप परिपथ में प्रवेश करती हैं।

ऐसे मामलों मे मापयंत्र के हत्थी घूर्णी चाल या तो बढ़ सकती है या घट सकती है। सामान्यतः ये मापयंत्र इस प्रकार डिजाइन किए जाते हैं कि तेज धाराओं या इलैक्ट्रोलाइटिंक emfs द्वारा रीडिंग प्रभावित नहीं होती।

भू-प्रतिरोध मापने की विधि (Method of earth resistance measurement) : भू इलैक्ट्रोड प्रतिरोध मापने के लिए, भू इलैक्ट्रोड को स्थापना से अधिमानतः वियोजित किया जाता है। तब दो स्पाइक (धारा और दाब स्पाइक) परीक्षणाधीन मेन इलैक्ट्रोड से क्रमशः 25 मीटर और 12.5 मीटर की दूरी पर एक सरल रेखा पर भूमि में गाढ़े जाएंगे। दाब और धारा स्पाइक और मेन इलैक्ट्रोड को मापयंत्र से जोड़ने की जरूरत होती है जैसा Fig 1 में दिखाया गया है।

भू टेस्टर को क्षैतिज रूप से रखा जाता है और एक निर्धारित चाल (सामान्यतः 160 rpm) पर घुमाया जाता है। परीक्षाधीन इलैक्ट्रोड का प्रतिरोध अंशांकित डायल पर सीधे पढ़ा जाता है। सही मापन सुनिश्चित करने के लिए परीक्षाधीन इलैक्ट्रोड के इर्द गिर्द विभिन्य स्थितियों पर स्पाइक रखे जाते हैं, दूरी वही रखी जाती है जो पहली रीडिंग में। इन रीडिंग्स का औसत इलैक्ट्रोडों का भू प्रतिरोध होता हैं।

भूसंपर्क से संबंधित I.E. विनिमय (I.E. Rules pertaining to earthing)

भू संपर्कन सामान्यतः भारतीय बिजली नियम 1956 समय समय पर यथा संशोधित और संबंधित सप्लाई प्राधिकरण के संगत विनियमों के अनुसार किए जाएंगें। निम्नलिखित भारतीय बिजली नियम दोनों प्रणालियों और उपस्कर भू संपर्कन पर विशेष रूप से लागू हैं आई ई विनियम -नियम 32,51,61,62,67,69,88, (2) और 90

भारतीय बिजली नियम 1956 का सार (Extracts from Indian Electricity Rules, 1956)

नियम 32 : **भू संपर्कित और भूसंपर्कित न्यूट्रल चालकों की पहचान और स्विचों और उनमें कट-आउटों की स्थिति।**

जब चालकों में दो तार प्रणाली का एक भूसंपर्कित इलैक्ट्रोड या बहुतार प्रणाली का एक भू संपर्कित न्यूट्रल चालक या एक चालक शामिल है जो उससे जोड़ा जाना है तो निम्नलिखित शर्तों का पालन किया जाएगा ।

1 एक भूसंपर्कित, या भूसंपर्कित न्यूट्रल चालक या एक चालक जो उसके साथ जोड़ा जाना है, तो उसके स्वामी द्वारा एक स्थायी प्रकृति की सूचना दी जाएगी ताकि ऐसे किसी चालक का ऊर्जित चालक से विभेद किया जा सके। ऐसी सूचना उपलब्ध करायी जाएगीः

a) जहां भू संपर्कित या भू-संपर्कित न्यूट्रल चालक सप्लायर की सम्पत्ति है, सप्लाई के आरंभ के बिन्दु पर या पास।

b) जहां उपयुकता की प्रणाली के भाग के रूप में चालक को सप्लायर के भू संपर्कित या भू संपर्कित न्यूट्रल चालक से बिन्दु पर जोड़ना है जहां ऐसा संबंधन किया जाना हैं।

2 निम्नलिखित अपवादों को छोड़, भू संपर्कित या भू संपर्कित न्यूट्रल चालक और ऊर्जित चालकों पर एक साथ प्रचालित करने के लिए व्यवस्थित एक लिंक किए स्विच को छोड़ कोई कट आउट, लिंक या स्विच नहीं घुसेड़ा जाएगा या दो तार प्रणाली के किसी भू संपर्कित या भू संपर्कित न्यूट्रल चालक या किसी बहुतार प्रणाली के या उससे जुड़ें किसी चालक में घुसेड़ा नहीं रहने दिया जाएगा निम्नलिखित अपवादों को छोड़ :

a) परीक्षण प्रयोजन के लिए एक लिंक

b) एक जनित्र या ट्रांसफार्मर के नियंत्रण में प्रयोग के लिए स्विच।

नियम 51 : **मध्यम, उच्च या अति उच्च वोल्टता प्रतिष्ठापनों पर लागू प्रबंधक**

बाड़ें, टेकें या प्रतिष्ठापन से सम्बद्ध सब धातु निर्माणों, उन्हें छोड़ जो चालक के रूप में कार्य करने के लिए डिजाइन किए गए हैं को यदि निरीक्षक द्वारा आपश्यक समझा जाए भूमि से योजित किया जाएगा।

नियम 61 : **भूमि से संबंधन (Connection with earth)**

1 निम्न वोल्टता पर प्रणालियों को ऐसे मामलों में जहां फेजों और बाह्य के बीच वोल्टता सामान्यतः 125 वोल्ट से बढ़ती है और मध्यम वोल्टता

पर प्रणालियों को भूमि के साथ जोड़नें के लिए निम्नलिखित उपबन्ध लागू होंगे।

a) एक 3 फेज चार तार प्रणाली का न्यूट्रल चालक और 2 फेज 3 तार प्रणाली का मध्य चालक भू संपर्कित किया जाएगा जनित्र केन्द्र और उपकेन्द्र पर पृथक और सुस्पस्ट संबंधनों से योजित किया जाएगा जो दो से कम नहीं होंगे। इसे वितरण प्रणाली और सेवा लाइन के साथ साथ एक या अधिक विन्दुओं पर भी भू संपर्कित किया जायेगा जो भूमि के साथ किसी संबंधन के अतिरिक्त होगा जो उपयोक्ता के परिसर में किया जाएगा।

b) संकेन्द्रित केबिलों सहित बिजली सप्लाई प्रणाली के मामले में, ऐसे केबिलों का बाह्य चालक भूमि के साथ दो पृथक और सुस्पष्ट संबंधनों द्वारा भू संपर्कित किया जाएगा।

c) भूमि के साथ संबंधन में एक लिंक शामिल होगा जिसके द्वारा टेस्टिंग या दोष ढूंढने के लिए संबंधन को अस्थायी तौर पर अन्तरायित किया जाएगा।

d) एक प्रत्यावर्ती धारा की स्थिति में, भूमि के साथ संबंधन के कोई प्रतिबाधा (उसे छोड़ जो स्विच गियर या मापयंत्रों के लिए मुख्यतः अपेक्षित हैं) कट आउट या परिपथ वियोजक नहीं घुसेड़ा जाएगा और एक टेस्ट के परिणाम से सुनिश्चित किया जाएगा कि भूमि के साथ संबंधन में से गुजरनेवाली धारा यदि कोई हो का भूमि के साथ संबंधन सामान्य है और सप्लायर द्वारा इसे सम्यक रूप से दर्ज किया जाएगा।

e) कोई व्यक्ति भूमि के साथ किसी जल मेन की सहायता से, या उससे सम्पर्क रखते हुए जो उसकी नहीं हैं उसके मालिक और निरीक्षक की सहमति के बिना संबंधन नहीं बनाएगा।

f) यथोक्त भूमि के साथ योजित प्रत्यावर्ती धारा प्रणालियों को परस्पर जोड़ा जाए। बशर्तें कि भूमि के साथ प्रत्येक संबंधन को संम्बद्ध बिजली सप्लाई लाइनों के धातु आवरण या धातुक कवच (यदि काई हो) के साथ योजित किया जाए।

2) प्रत्येक जनित्र के फ्रेम, स्थैतिक मोटर, और यथा व्यावाहर्य, सुवाह्य मोटर और सब ट्रांसफार्मरों धातुक भागों को (जो चालकों के रूप में आशयित नहीं हैं) और ऊर्जा के विनिमय और नियंत्रण के लिए प्रयुक्त किसी अन्य उपकरण और सब मध्यम ऊर्जा खपत करने वाले उपकरणों को स्वामी द्वारा दो पृथक और सुस्पष्ट संबंधनों के साथ भू-योजित किया जाएगा।

3) सब धातुक केसिंग और को धातुक आवरण अन्तर्विष्ट या कोई बिजली सप्लाई लाइन या उपकरण के रक्षी को भूमि के साथ योजित किया जाएगा और इस प्रकार सब जंक्शन बक्सों और अन्य निकासों पर मिलाया या जोड़ा जाएगा ताकि उनके सारे सामर्थ्य में एक अच्छा यांत्रिक और वैद्युत संबंधन बन जाए :

बशर्ते कि, जहां सप्लाई निम्न वोल्टता पर है, यह उपनियम अलग थलग भित्ति टयूबों या ब्रैकेटों, स्विचों, छत पंखों, या अन्य फिटिंग्स (सुवाह्य हस्त लैम्पों और सुवाह्य उपकरण को छोड़) पर लागू नहीं होगा जबतक कि भू-टर्मिनल उपलब्ध न कराए गए हों।

आगे यह कि जहां सप्लाई निम्न वोल्टता पर है और जहां प्रतिष्ठान या नए हैं या नवीनकृत है, सब प्लग साकेट 3 पिन टाइप होंगे और तीसरा पिन स्थायी तौर पर और कुशलतापूर्वक भू संपर्कित होगा।

4) सब भू संपर्कण प्रणालियों का बिजली सप्लाई लाइनें या उपकरण ऊर्जित किए जाने से पहले कुशल भूसंपर्कण सुनिश्चित करने के लिए वैद्युत प्रतिरोध के लिए चैक किए जाएं।

5) सप्लायर के स्वामित्व की सब भूसंपर्कनों को, इसके आलावा, खुश्क मौसम में, किसी खुश्क दिन को वर्ष में कम से कम दो बार चैक किया जाए।

6) किए गए भू संपर्क टेस्ट का और उसके परिणाम का रिकार्ड परीक्षण के दिन के बाद एक अवधि तक जो दो वर्ष से कम नहीं होगी रखा जाएगा और मांगे जाने पर निरीक्षक के लिए उपलब्ध होगा।

नियम 62 : **मध्यम वोल्टता पर प्रणालियाँ (systems at medium voltage)**

यदि मध्यम वोल्टता सप्लाई प्रणाली का प्रयोग किया जाता है तो भूमि और किसी चालक के बीच, जो उस प्रणाली का भाग है, वोल्टता किसी भी सामान्य स्थिति में निम्न वोल्टता से अधिक नहीं होगी।

नियम 67 : **भूमि के साथ संबंध (Connection with earth)**

1) उच्च या अति उच्च वोल्टता पर प्रयोग के लिए एक 3 फेज प्रणाली के भू संबंधनों के लिए निम्नलिखित उपबन्ध लागू होंगें :-

भूसंपर्कित न्यूट्रलों के साथ योजित स्टार या भू संपर्कित कृत्रिम बिन्दु के साथ योजित डेल्टा की स्थिति में।

a) न्यूट्रल प्वाइंट को भू योजित किया जाएगा जो भूमि के साथ दो पृथक और सुस्पष्ट संबंधनों से कम नहीं होंगें, प्रत्येक का अपना इलैक्ट्रोड जनित्र केन्द्र और उपकेन्द्र पर होगा और उसे किसी अन्य बिन्दु पर भी भू संपर्कित किया जा सकता है बशर्तें कि ऐसे भू संपर्कन द्वारा किसी भी प्रकार का व्यतिकरण पैदा न हों;

b) पर्याप्त हार्मोनिक धारा न्यूट्रल संबंधनों में प्रवाहित होने की स्थिति में जिससे सूचना परिपथों में व्यक्तिरण हो, जनित्र या ट्रासंफार्मर न्यूट्रलों को एक उपयुकत प्रतिबाधा के माध्यम से भू संपर्कित किया जाएगा।

2) एक संकेन्द्रित केबिलों वाली बिजली सप्लाई लाइनों की प्रणाली की स्थिति में बाह्य चालक को भूमि के साथ योजित किया जाएगा।

3) जहां भू संपर्कन लीड और भू योजन का प्रयोग उच्च या अति उच्च वोल्टता ऊपरी लाइनों के नीचे लगाए भूसंपर्कण गार्डो के संबंध में किया जाएगा जहां वे संचार या रेलवे लाइन के ऊपर से गुजरती है और जहां ऐसी लाइनें एक प्रकार और सैटिंग की भूक्षरण रिले से युक्त है जिनका अनुमोदन निरीक्षक द्वारा किया गया है, प्रतिरोध 25 ओम से अधिक नहीं होगा।

नियम संख्या 69 : **ध्रुव टाइप सब-स्टेशन (Pole type substations)**

1) जहां एक ध्रुव टाइप सब स्टेशन के लिए प्लेटफार्म टाइप रचना का प्रयोग किया जाता है और प्लेटफार्म पर एक आदमी के खड़ा होने के लिए पर्याप्त स्थान उपलब्ध होता है ।

   वहां उक्त प्लेटफार्म के इर्द गिर्द ठोस हस्त रेल उपलब्ध करायी जाएगी और यदि हस्त रेल धातु की है तो इसे भू योजित किया जाएगा ।

नियम 88 : **गार्डिंग (Guarding)**

1) प्रत्येक गार्ड तार को भूमि के साथ प्रत्येक प्वाइंट पर योजित किया जाएगा जहां इसकी वैद्युत अविच्छिन्नता टूटती हैं।

नियम 90 : **भू संपर्क (Earthing)**

1) ऊपरी लाइनों और उनसे सम्बद्ध धातुक फिटिंग्स के सब धातुक टेकों को स्थायी तौर पर और कुशलता पूर्वक भू संपर्कित किया जाएगा । इस प्रयोजन के लिए प्रत्येक ध्रुव के साथ एक निरन्तर भू संपर्क तार उपलब्ध करायी जाएगी और मजबूती से बांधी जाएगी और सामान्यतः प्रत्येक मील मे या 1.601 किमी में चार बिन्दुओं पर योजित की जाएगी, प्वांइटों के बीच अन्तराल यथा संभव समान होना चाहिए। विकल्पतः उनके साथ सम्बद्ध प्रत्येक टेक और धातुक फिटिंग को कुशलतापूर्वक भू संपर्कित किया जाएगा।

2) प्रत्येक स्टे (टेक) तार को भी इसी प्रकार भू संपर्कित किया जाएगा जबतक कि एक विद्युतरोधक एक ऊंचाई पर नहीं लगाया जाएगा जो भूमि से 10 ft. से कम नहीं होगी ।

ELCB का विवरण और रिले के बारे में पहले ही पाठ 2.2.70 में चर्चा हो चुकी है ।

प्रदीपन नियम - सिद्धान्त (Illumination terms - Laws)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **प्रकाश की प्रवृत्ति स्पष्ट करना**
- **प्रदीपन कार्य में प्रयुक्त विविध परिभाषिक शब्द स्पष्ट करना**
- **अच्छे प्रदीपन के गुण एवं उसके लाभ बताना**
- **प्रदीपन के सिद्धन्त बताकर उनको स्पष्ट करना ।**

प्रकाश की प्रकृति (The nature of light)

प्रकाश एक प्रकार का विद्युत चुम्बकीय विकिरण है। मौलिक रूप से यह वही है जो कि रेडियो, टेलिविजन, X-किरणें, गामा किरणें इत्यादि में होने वाले विकिरण होता है। 380 और 760 nm के बीच के वर्णक्रम वाला विकिरण भाग दृश्य प्रकाश का होता है, जिससे मुख्य आंख सुग्राही होती है। एक मिली मीटर के दस लाखवें भाग की तरंग लम्बाई को एक नैनो मीटर कहते है। (10^{-6} mm) ।

इन सीमाओं के अन्दर, तरंग लम्बाई का अन्तर रंग के प्रभाव को उत्पन्न करता है, छोटी तरंग लम्बाई पर नीला रंग और दृश्य वर्णक्रम के सिरों पर लाल रंग लम्बी तरंग लम्बाई वाला है। क्योंकि वर्णक्रम के मध्य में पीला और हरा प्रकाश से मनुष्य की आंख अधिक संवेदनशील होती है, वर्णक्रम के सिरों पर से रंगों का समान प्रभाव उत्पन्न करने के लिए अधिक शक्ति की आवश्यकता होती है।

> **मानक सुरक्षा-नियम :**
>
> **प्रशिक्षुओं को इन्टरनेशनल इलेक्ट्रोटेक्निक कमीशन (IEC - 60598 भाग 2 अनुभाग 3) का संदर्भ लेने का निर्देश दिया जा सकता है । जो मानक सुरक्षा-नियमों से सम्बन्धित इलेक्ट्रिकल प्रदीपन पद्धति हेतु वेब पर उपलब्ध है ।**

परिभाषायें (Definitions)

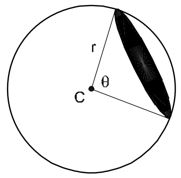
आगे बढने से पूर्व, कुछ सैद्धांतिक पदों की परिभाषायें जो प्रदीप्ति से सम्बन्धित है, नीचे दी गई है।

ज्योतिय फलक्स (Luminous flux) (F or Φ): किसी ज्योतिय पिण्ड से प्रति सेकिण्ड विकिरित radiated प्रकाश तरंगों को ज्योतिय फलक्स कहते है। ज्योतिय फलक्स की इकाई `ल्यूमेन lumen '(lm) होती है।

ज्योतिय तीव्रता (Luminous intensity) (I): किसी प्रकाश स्त्रोत द्वारा किसी विशेष दिशा में प्रति इकाई घनकोण solid angle पर विकिरित ज्योतिय फलक्स उसकी ज्योतिय तीव्रता कहलाती है। एक r^2 अर्द्धव्यास वाले गोले, जिसकी सतह का क्षेत्रफल r है, से गोले के केन्द्र पर बनने वाला कोण एक इकाई ठोस कोण होता है। ज्योतिय तीव्रता की SI इकाई कैन्डेला होती है।

कैन्डेला (Candela): एक कैन्डेल शक्ति के स्त्रोत द्वारा किसी दी गई दिशा में उत्सर्जित प्रकाश की मात्रा को कैन्डेला कहते है। कैन्डेला (cd) SI इकाई की मौलिक इकाई 1 कैन्डेला = 0.982 अन्तर्राष्ट्रीय कैन्डेल।

Fig 1



ELN248611

ल्यूमेन (Lumen) (lm): यह ज्योतिय फलक्स की इकाई है। इसे इस प्रकार परिभाषित किया जा सकता है कि एक कैन्डेला स्त्रोत, अपने केन्द्र से its focus जो प्रकाश की मात्रा एक स्टेरेडियम पर प्राप्त करवाता है वह एक ल्यूमेन होता है। (Fig 1)

यदि छायादार क्षेत्रफल = r^2 और केन्द्र C पर स्त्रोत एक कैन्डेला है, ठोस कोण में रखी गई प्रकाश की मात्रा एक ल्यूमेन है।

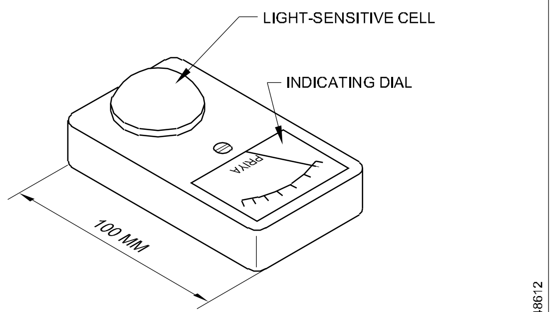
एक विद्युत लैम्प द्वारा दिया गया निर्गत ल्यूमेन में मापा जाता है और उनकी ज्योतिय दक्षता ल्यूमेन प्रति वाट (lm/w) में व्यक्त की जाती है।

प्रदीप्तिता या प्रदीपन (Illuminance or Illumination) (E): एक सतह की प्रदीप्ति की प्रदीप्ति को परिभाषित किया जाता है कि प्रति इकाई क्षेत्रफल के लम्बवत पहुँचने वाले ज्योतिय फलक्स को प्रदीप्त कहते है। इसकी मैट्रिक इकाई ल्यूमेन प्रति वर्ग मीटर m^2 या (lux) (lx) होती है।

लक्स (Lux) : यह प्रकाश का कुल निकास है जिसे ल्यमने पेर स्क्वायर मीटर कहते हैं ($1m/m^2$) । लक्स को इस तरह भी परिभाषित किया जा सकता है कि वह प्रदीपन की तीव्रता है जो एक मीटर व्यास को खाली गोले की आन्तरिक सतह से उत्पन्न किया जाता है, गोल के केन्द्र में मानक मोमबती होती है । कभी कभी इसको मीटर केन्डल भी कहते हैं ।

प्रकाश अभियन्ता (Lighting engineers) एक जेब के आकार का प्रदीप्तिता मापने वाला उपयन्त्र रखते है जिसे प्रकाश मापी (`lightmeter') कहते है। इसे वहाँ रखा जाता है जहाँ पर प्रदीप्ति का मापन आवश्यक हो, और इसकी स्केल पर माप लक्स (lux) में ली जाती है (Fig 2) । यह फोटोग्रफिक एक्सपोजर की तरह नहीं होता, जो चमक को मापता है, प्रदीप्तिता नहीं।

Fig 2



TYPICAL POCKET-SIZE LIGHT-METER FOR MEASURING ILLUMINANCE.

मापी गई चमक को प्रदीप्तिता कहते है और इसको प्रदीप्ति के समान नही समझना चाहिए। एक वर्ग मीटर क्षेत्रुफल के ज्योतिय तल द्वारा उत्सर्जित ल्यूमेन को पदीप्तिता (`illuminance') या चमक कहते है।

दो अन्य पद जो आसानी से भ्रमित करते है वे हैं `प्रदीप्तिता' (`illuminance') और चमकीलापन (`luminosity') है, प्रथम चमक को मापता हैजो एपोस्टलिव में व्यक्त किया जाता है या कैन्डेला प्रति वर्ग मीटर में और दूसरी आभासी चमक होती है जो आँख द्वारा दिखती है।

इसका एक सरल उदाहरण मोटर कार की हैडलाइट को दिन या रात में देखना है। दोनों स्थितियों में इनकी प्रदीप्तिता समान होती है परन्तु इनका चमकीलापन दिन की तुलना में रात को कहीं अधिक होती है।

उचित प्रदीपन के लिए ध्यान में रखें जाने वाले कारक (Factors to be viewed for correct illumination)

एक अच्छे और सही प्रदीप्ति की योजना बनाने के लिए कारक महत्वपूर्ण हैं

कार्य की प्रकृति (Nature of work) : कार्य की प्रकृति के अनुसार पर्याप्त और उपयुक्त प्रकाश की व्यवस्था करनी चाहिए। उदाहरण के लिए ज्यादा ध्यान पूर्वक किए जाने वाले कार्य जैसे रेडियो टीवी आदि पर कार्य करने के लिए अधिक अच्छी प्रदिप्ति की आवश्यकता होती है जबकि रफ कार्य जैसे गोदाम,गैरेज आदि जगहो में काम करने के लिए अपेक्षाकृत बहुत कम प्रदीप्ति की आवश्यकता होती है

फ्लैट/घर की बनावट (Design of Apartment) : प्रदीप्ति की योजना तैयार करने के लिए घर/फ्लैट के बनावटको ध्यान रखना चाहिए इसका मतलब हे कि प्रकाश स्त्रोत से निकलने वाली प्रदीप्ति उस स्थान पर रहने वाले या कार्य करने वाले की आँख को नुकसान न पहुँचाए।

लागत (Cost) : किसी विशेष प्रदीप्त की योजना तैयार करने के लिए यह एक महत्वपूर्ण कारक है जिसका निर्धारण करना होता है

रखरखाव का आयाम (Maintenance Factor) : जब प्रदीप्ति की योजना बनाई जा रही हो तो इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि प्रकाश स्त्रोत पर धुल जमने या धुँआ जमने के कारण प्रकाश में कितनी कमी हो सकती है और कितने समयांतराल में इसकी सफाई की आवश्यकता है यदि कहीं पर ऐसी संभावना है कि धुँए के कारण बहुत अधिक प्रकाश घट रहा है और अंधेरा हो रहा है तो इसके लिए पहले से ही अतिरिक्त प्रकाश स्त्रोत की व्यवस्था करके रखनी चाहिए।

अच्छे प्रदीपन के गुण (Properties of good illumination)

एक प्रदीप्ति स्त्रोत में निम्नलिखित गुण होने चाहिए।

i इसमें पर्याप्त प्रकाश होना चाहिए

ii इसे आँखो को नुकसान नहीं पहुँचाना चाहिए

iii इसे आँखो में चमक उत्पन्न नहीं करना चाहिए

iv इसे ऐसे स्थान पर स्थापित करना चाहिए जिससे एक समान प्रकाश प्राप्त हो सके

v यह आवश्यकता के अनुरूप होना चाहिए

vi इस पर उपयुक्त छाया और परावर्तक लगा होना चाहिए।

अच्छे प्रदीपन के लाभ (Advantages of good illumination)

i यह कार्यशाला में उत्पादन में वृब्धि करता है

ii यह दुर्घटना की संभावना को कम करता है

iii यह आँखो में तनाव/खिंचाव उत्पन्न नही करता है

iv यह सामग्री के हानि/ अपशिष्टपन को रोकता है।

v यह संभव के आंतरिक सजावट को बढ़ाता है

vi यह मष्क्षिष्क को शांति/आराम प्रदान करना है।

प्रदीपन के नियम (Laws of illumination)

व्युतक्रम वर्ग नियम (Inverse square law) : यदि एक गोले की आंतरिक त्रिज्या का मान एक मीटर से r मीटर तक बढ़ता है तो इसका सतही क्षेत्रफल 4π to $4\pi r^2$ वर्ग मीटर तक बढ़ता है केड पर एक कैण्डला के एक समान बिंदु प्रकाश स्त्रोत से r मीटर त्रिज्या वाले गोले के प्रति वर्ग मीटर क्षेत्रफल पर ल्यूमेन की संख्या

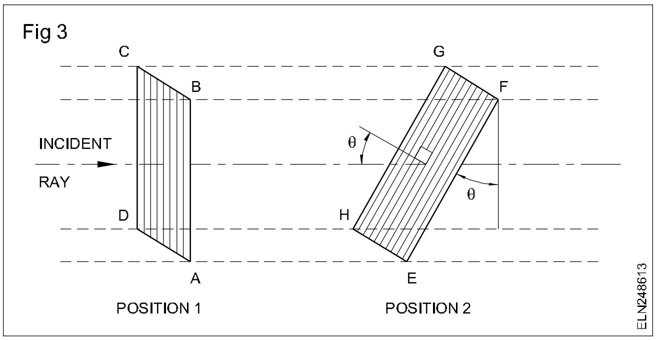
$$= \frac{4\pi}{4\pi r^2} = \frac{1}{r^2}$$

इसलिए किसी सतह पर प्रदीप्ति प्रकाश स्त्रोत से दूरी के वर्ग के व्युतक्रमानुपाली होता है इसे ही प्रदीप्त का व्यूतक्रम वर्ग नियम कहा जाता है।

लैम्बर्ट को साईन नियम (Lambert's cosine law) इस नियम के अनुसार प्रदीप्ति आपतित ल्यूमेन फ्लम्स तथा प्रदीप्ति सतह के लंब के बीच बनने वाले कोण की कोज्या के समानुपाली होता है (Fig 3) मानाकि स्थिति1 में सतह क्षेत्र ABCD पर Φ. फ्लम्स आपतित होता है जब इस सतह को इस प्रकार घुमाया जाता है कि आपतित किरण और सतह EFGH के लंब के बीच बनने वाला θ कोण है क्षेत्रफल EFGH पर आपतित होने वाला ल्यूमिनस फ्लम्स Φ है।

अतः स्थिति-1 में सतह पर प्रदीप्ति

$$E_1 = \frac{\Phi}{\text{Area ABCD}}$$



लेकिन स्थिति- 2, में प्रदीप्ति

$$E_2 = \frac{\Phi}{\text{Area EFGH}}$$

(क्षेत्रफल ABCD = AB x BC,

क्षेत्रफल EFGH = EF x GF

$$= \frac{AB}{\cos\theta} \times BC$$

क्योकि , $\cos\theta = \frac{AB}{EF}$

इसलिए, $E_2 = \frac{\Phi \times \cos\theta}{\text{Area ABCD}} = E_1 \cos\theta$

अतः क्षेत्रफल EFGH पर प्रदीप्ति

$$= \frac{1}{d^2} \times \cos\theta$$

जहाँ `d' एक कैडला प्रकाश तीव्रता वाले प्रकाश स्त्रोत से प्रकाशित सतह के बीच की दूरी है ।

फिलामेन्ट लैम्प (Filament lamps)

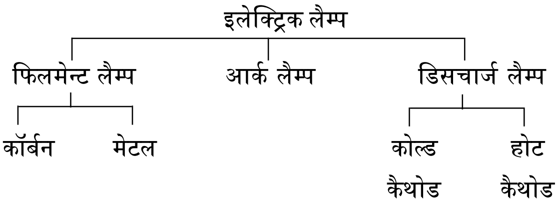
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **लैम्पों के प्रकार की सूची बनाना**
- **लैम्पों के विभिन्न प्रकारों को स्पष्ट करना**
- **टन्गस्टन फिलामेन्ट लैम्प की संरचना तथा कार्य-विधि स्पष्ट करना ।**

(Types of lamps)

आजकल अनेक प्रकार के विद्युत लैम्प उपलब्ध है। वे संरचना व कार्य सिद्धांत में अलग-अलग प्रकार के है। कार्य सिद्धांत के अनुसार लैम्पों को निम्नलिखित प्रकार से समूहित किया जा सकता है।

फिलामेन्ट लैम्प उन प्रकाश उत्पन्न करने वाली युक्तियों की श्रेणी में आता है जिन्हें ताप प्रदीप्ति `incandescents' कहते है। ये फिलामेन्ट को उच्च ताप पर गर्म करने के बाद प्रकाश देते है। पदों की परिभाषायें नीचे दी गई है।



फिलामेन्ट लैम्प (Filament lamp) : एक लैम्प जिसमें धातु, कार्बन या अन्य फिलामेन्ट में विद्युत धारा प्रवाहित करने से उद्दीपन (incandescent) हो जाता है।

निवार्त लैम्प (Vacuum lamp) : जिस फिलामेन्ट लैम्प में, निर्वात में फिलामेन्ट कार्य करता है वह निर्वात लैम्प कहलाता है।

गैस-पूरित लैप (Gas-filled lamp) : वह तन्तु लैम्प जिसका तन्तु (filament) निष्क्रिय गैस में कार्य करता है।

हैलोजन लैम्प (Halogen lamp) : यह एक टंगस्टन तन्तु लैम्प होता है जिसमें एक टंगस्टन फिलामेन्ट अपेक्षाकृत कम स्थान में निष्क्रिय गैस और आयोडीन या ब्रोमाइन के साथ कार्य करता है।

आर्क लैम्प (Arc lamp) : एक ऐसा विद्युत लैम्प जिसमें ऑर्क द्वारा प्रकाश उत्सर्जित होता है।

डिसचार्ज लैम्प (Discharge lamp) : एक ऐसा वैद्युत लैम्प जो गैस अथवा वाष्प में दो इलैक्ट्रोड के बीच होने वाले विद्युत विसर्जन से प्रकाश देता है।

कार्बन फिलामेन्ट लैम्प (Carbon filament lamp) : आजकल कार्बन फिलामेन्ट लैम्प प्रतिरोध लैम्प (बैट्री चार्जिंग के लिए) या ऊष्मा फैलाने वाले उपकरणों एक उपयोग के लिए बनाये जाते है। यह लैम्प लगभग 2000°C पर परिचालित होकर लाल रंग का प्रकाश देता है। इस सीमा से ऊपर, कार्बन शीघ्रता से वाष्पित होने लगता है और कांच के बल्ब को या आवरण को काला कर देता है। एक कार्बन फिलामेन्ट लैम्प का निर्गत लगभग 3 lm/W (lumens per watt) होता है।

टंगस्टन फिलामेन्ट लैम्प (Tungsten filament lamp) : इस लैम्प में टंगस्टन धातु की बारीक तार का फिलामेन्ट होता है जो कि काँच के आवरण में टिका रहता है और काँच के बल्ब में से वायु को निकाल लिया जाता है इसलिए इसे **निर्वात लैम्प (Vacuum lamp)** कहते है।

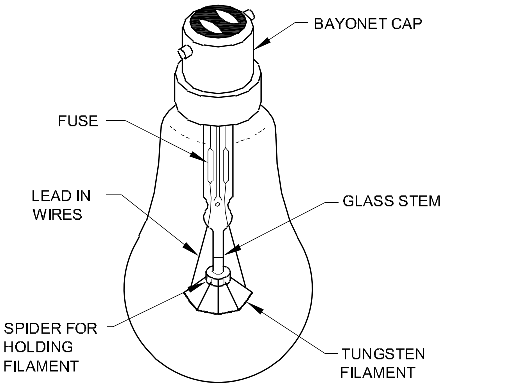
आजकल फिलामेन्ट टंगस्टन के बनाये जाते है क्योंकि इनका गलनांक उच्च होता है। इनका कार्यकारी तापमान 2300° C होता है और निर्गत लगभग 8 lm/W होता है।

2000°C से उच्च तापमान पर यद्यपि फिलामेन्ट पिघलता नहीं है, यह टूटना शूरू कर देता है और टूटे हुए कण उड कर लैम्प की दीवार की तरफ जाने लगते है। इस कारण से काँच का बल्ब काला होने लगता है। (टॉर्च के प्रकाश बल्बों में यह बार-बार देखा जाता है।) फिलामेन्ट के वाष्पीकरण के कारण, फिलामेन्ट में कमजोर स्थल बन जाते है, जिसके परिणामस्वरूप प्रतिरोध असमान हो जाता है, जिससे गर्म धब्बे बन जाते है और फिलामेन्ट जल कर टूट जाता है, अर्थात फ्यूज हो जाता है।

बल्ब में निष्क्रिय (inert) गैस भरने से वाष्पीकरण कम हो जाता है। आर्गन और नाइट्रोजन ऐसी निष्क्रिय गैस होती है जो जलने में सहायक नही होती है। गैस पूरित लैम्प का कार्यकारी तापमान लगभग 2700°C होता है। इस प्रकार के लैम्पों का निर्गत लगभग 12 lm/W होता है।

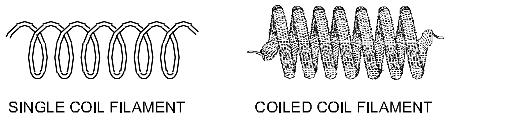
Fig 1 में इस प्रकार के बल्ब के भाग दिखाये गये है।

Fig 1



(Fig 2) में दो प्रकार के फिलामेन्ट है।

Fig 2



- एकल कुण्डली फिलामेन्ट (single coil filament)
- कुण्डलित कुण्डली फिलामेन्ट (coiled coil filament.)

एक कुण्डलित कुण्डली लैम्प का मुख्य लाभ उच्च प्रकाश निर्गत है।

अधिकतर सामान्य प्रकाश सेवा (GLS) फिलामेन्ट लैम्प घरों में उपयोग होते है जो कि खाँचे दार कैप bayonet cap (BC) वाले होते है। कुछ छोटे लैम्प जो कि विशेष प्रकार की फिटिंग में उपयोग होते है, इनकी बायोनेट कैप छोटी होती है इसलिए ये स्माल बायोनेट कैप (`small' bayonet cap) (SBC) वाले बल्ब कहलाते है। कुछ GLS लैम्प की कैप एडीसन स्क्रू (Edison screw) (ES) प्रकार की होती है। छोटी एडीसन स्क्रू (`small' Edison screw) (SES) और बडी एडीसन स्क्रू (`giant' Edison screw) (GES) प्रकार की भी कैप होती है।

ES कैप को स्पॉट लाइट (spot lights) में प्राथमिकता दी जाती है जहाँ पर लैम्प को शुद्धता के साथ विशेष अवस्था में स्थिर किया जाता है। प्रत्येक प्रकार का लैम्प केवल उचित प्रकार से डिजाइन किये गये होल्डर में ही उपयोग किया जा सकता है।

GLS प्रकार के लैम्पों का निर्धारित जीवल काल1000 घन्टे होता है। इसका अर्थ यह है कि किसी लैम्पों के समूह में से 1000 घन्टे उपयोग होने के बाद 50 प्रतिशत लैम्प फ्यूज हो जायेंगें। किसी समूह (batch) के व्यक्तिगत लैम्प की आयु, औसत आयु से कम भी हो सकती है और अधिक भी हो सकती है। लैम्प की निर्धारित आयु `सामान्य उपयोग की स्थिति' पर ली जाती है। उपयोग की सामान्य स्थितियां है ।

- परिचालन का तरीका (operated cap up)
- कम्पन्न मुक्त (free from vibration)
- निर्धारित वोल्टेज से अधिक वोल्टेज निषेध (not subjected to a voltage in excess of the rated voltage)
- उपयुक्त लाइट फिटिंग (suitable light fittings)

फिलामेन्ट लैम्प की आयु निर्धारित वोल्टेज से अधिक वोल्टेज पर परिचालित होने पर उच्च होने पर घट जाती है। निम्न परिचालन वोल्टेज से आयु में वृद्धि होती है। उच्च वोल्टेज पर, फिलामेन्ट सफेद प्रकाश देता है और अधिक नीला प्रकाश युक्त होकर परिचालित होता है और अधिक चमकीला परिचालित होता व दक्षता भी उच्च हो जाती है।

प्रकाश और प्रकाश फिटिंग्स (Lights and light fittings)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **प्रदीपन में प्रयुक्त बल्बों के प्रकार के नाम बताना**
- **प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष प्रकाश का वर्णन करना।**

प्रदीपन में प्रयुक्त लैम्पों के नाम (Types of lamps used for illumination): उपयोग होने वाले लैम्प है :

- उद्दीप्त लैम्प (incandescent lamps)
- ट्युब लाइट (tube lights)

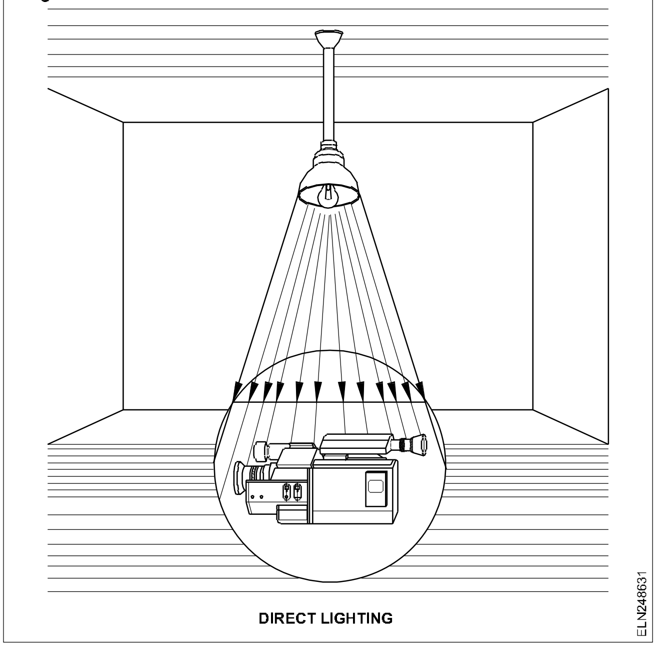
बल्ब/उद्दीप्त लैम्पों के प्रकार (Types of bulbs/incandescent lamps)

- ग्लो लैम्प (Glow lamps)
- चन्द्र प्रकाश लैम्प (Moonlight lamps)

- ल्यूमिनस लैम्प (Luminous lamps)
- डेलाइट लैम्प (Daylight lamps)
- वृक्ष लाइट लैम्प (Tree light lamps)
- फोटो फल्ड लैम्प (Photo flood lamps)
- मूवि फल्ड लैम्प (Movie flood lamps)
- फोटो फ्लैश लैम्प (Photo flash lamps)
- सिल्वर बाऊल लैम्प (Silvered bowl lamps)
- प्रोजैक्टर लैम्प (Projector lamps)
- रिफ्लैक्टर लैम्प (Reflector lamps)
- हैलोजन लैम्प (Halogen lamps)

प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष प्रकाश प्रदीपन का विन्यास करते समय ध्यान में रखने वाले बिन्दु (Points to remember while designing illumination direct lighting and indirect lighting): व्यावसायिक उद्देश्यों के लिए प्रकाश को कई भागों में विभाजित किया गया है। जैसे अतः निर्मित (Fig 1) प्रत्यक्ष प्रकाश, अप्रत्यक्ष प्रकाश, क्रोड प्रकाश, बिन्दु (Fig 2) प्रकाश आदि।

Fig 1



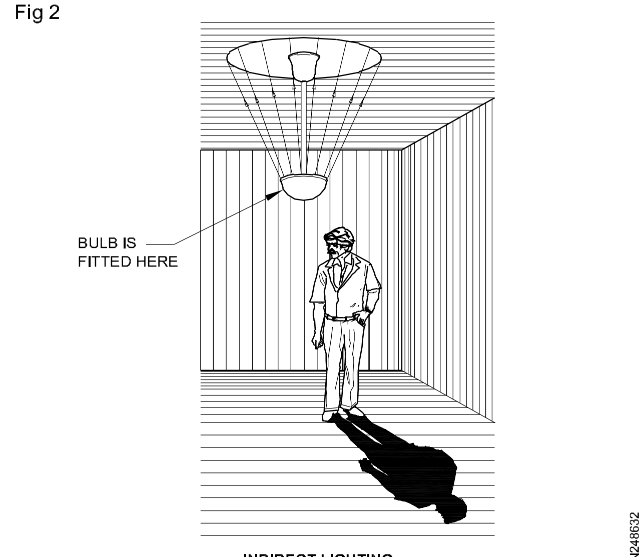
DIRECT LIGHTING

उपरोक्त लाइटिंग तैयार करने के लिए सिलिंग फिक्सचर, साइड वाल फिक्सचर, पोर्टबल फिक्सचर और अन्य प्रदीपन साधन उपलब्ध हैं ।

कार्यस्थल के लिए आवश्यक ल्यूमेन की संख्या 150 lumens/m^2 होती है। लैम्पों द्वारा प्रदान किये जाने वाले ल्यूमेन, इस मान से अधिक होने चाहिए ताकि अधिष्ठापन में पड़ने वाली धूल व गन्दगी द्वारा होने वाली प्रकाश की क्षति को लैम्पों व फिटिंग में पूरा किया जा सके।

रूक्ष और अकुशल कार्य को पूरा करने के लिए दिखाई योग्य पर्याप्त प्रकाश लगभग150 ल्यूमेन प्रति वर्ग मीटर होना चाहिए। कठिन व सूक्ष्म कार्य के लिए 1500 ल्यूमेन प्रति वर्ग मीटर होना चाहिए।

Fig 2



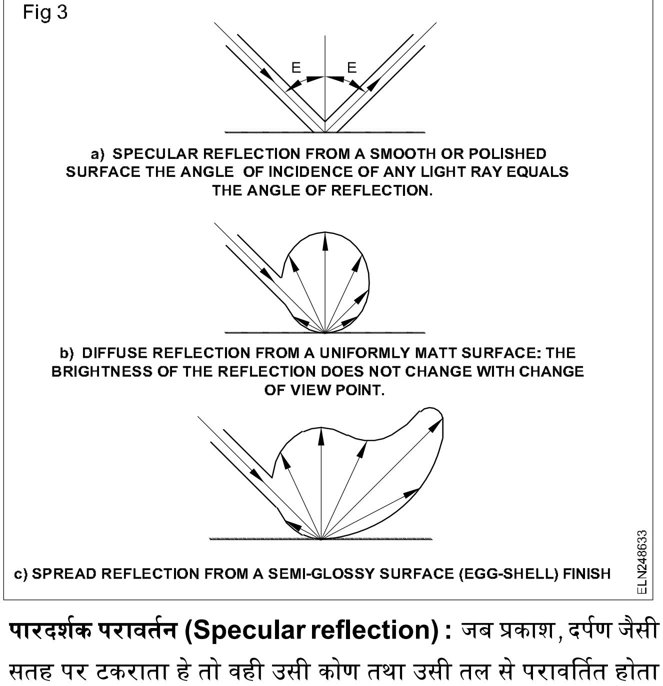
INDIRECT LIGHTING

अधिकतर स्त्रोत सभी दिशाओं में प्रकाश को विकिरित करते है और ये इतने प्रकाशमान होते है कि इससे आसानी से देखा जा सकता है। जहाँ पर प्रकाश की चमक को कम करना हो वहाँ पर प्रत्यक्ष रूप से प्रकाश को नियन्त्रित करना चाहिए।

प्रकाश का परावर्तन तीन प्रकार का हो सकता है।

- नियमित परावर्तन (Specular reflection) Fig 3 (a)
- विसरित परवर्तन (Diffuse reflection) Fig 3 (b)
- विस्तार परावर्तन (Spread reflection) Fig 3 (c)

Fig 3



पारदर्शक परावर्तन (Specular reflection) : जब प्रकाश, दर्पण जैसी सतह पर टकराता हे तो वही उसी कोण तथा उसी तल से परावर्तित होता है जिससे वह टकराता है, उदाहरण के लिए कार का लैम्प।

विसरित परावर्तन (Diffuse reflection) : प्रकाश के सूक्ष्म नियन्त्रण के लिए विसरित परावर्तन अनुपयोगी है। परन्तु यह सामान्य दिशा में प्रकाश को परावर्तित करने में उपयोग किया जा सकता है।

विस्तार परावर्तन (Spread reflection) : पॉलिश रहित धातु और सेटिन-फिनिश दर्पण सतह में परावर्तन का अभिलक्षण नियमित और विसरित परावर्तन के बीच का होता है। विटरियस (Vitreous) और कृत्रिम इलैमल्स, लाइट फिटिंग्स की सतह का परिवर्तित करने के लिए उपयोग किये जाते है। विटरियस इनैमल्स अधिक कठोर कार्य सतह बनाता है।

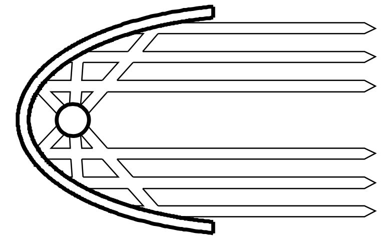
परावर्तक के प्रकार (Types of reflectors): किसी भी प्रकार के परावर्तक के बिना लैम्प सभी दिशाओं में प्रकाश को विकिरत करता है। एक परावर्तक में लैम्प को रखकर, आप प्रकाश को नियन्त्रित कर सकते हो या जहाँ आप चाहें उस दिशा में प्रकाश को कर सकते है।

परिक्षेपी प्रकार (Dispersive type): इस प्रकार के परावर्तक की सतह या तो सफेद इनैमल्ड की हुई होती है या काँच इनैमल्ड की हुई होती है। काँच इनैमल्ड प्रकार अधिक महंगा होता है और कम दक्ष होता है, परन्तु नमीवाले स्थानो व संक्षारण वातावरण में उपयोग के लिए अधिक उपयुक्त होता है।

दर्पण प्रकार का परावर्तक (Mirror type reflector): इनसे लगातार परावर्तन के लिए, इनकी सतह उच्च प्रकार से पॉलिश की हुई होती है। काँच पर चाँदी लेपित, क्रोमियम लेपित, एनाडाईज्ड तांबे की शीट व एल्युमीनियम शेड इस प्रकार के विशिष्ट उदाहरण है। इस प्रकार के परावर्तक यार्ड प्रकाश में उपयोग किये जाते है।

परवलय तथा मृदु प्रकाश परावर्तक (Parabolic and softlight reflector) (Fig 4 & Fig 5): एक परवलय परावर्तक कठोर प्रकाश पैदा करता है और सामान्यतः टंगस्टन लैम्पों के साथ उपयोग किये जाते है। मृदु प्रकाश परावर्तक में बल्ब के सामन एक शील्ड होती है, और इसलिए यह फैला हुआ प्रकाश पैदा करता है। एक स्पॉट लाइट (spotlight) से आप प्रकाश की किरण को परिवर्तित कर सकते है। यदि परावर्तक की सतह उच्च रूप से पॉलिश होने की अपेक्षा मैटिड (matted) या उथली (dimpled) हुई हो तो प्रत्येक स्थिति में प्रकाश अधिक मृदु होगा।

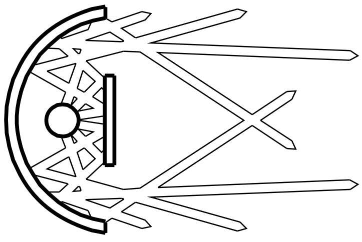
Fig 4



PARABOLIC REFLECTOR

ELN248634

Fig 5

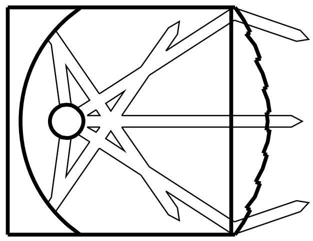


SOFTLIGHT REFLECTOR

ELN248635

स्पॉटलाइटिंग (Spotlighting) (Figs 6 & 7)**:** स्पॉट लाइटिंग, लाइटिंग की वह विधि है जिसमें प्रायः लैंसों के साथ प्रोजैक्टरों का उपयोग किया जाता है परन्तु लैंसों के साथ परावर्तक ही उपयोग किये जाते है, और इसका उपयोग विशेष रूप में थियेटर के कार्यो मे एक सीमित क्षेत्र में प्रकाश करने के ढलिए किया जाता है। स्पॉट लाइटों को इस प्रकार स्थिर करना चाहिए कि यह दृष्टि रेखा के सीध में न हो और कष्टदायक परावर्तन या चौंध glare उत्पन्न न करें।

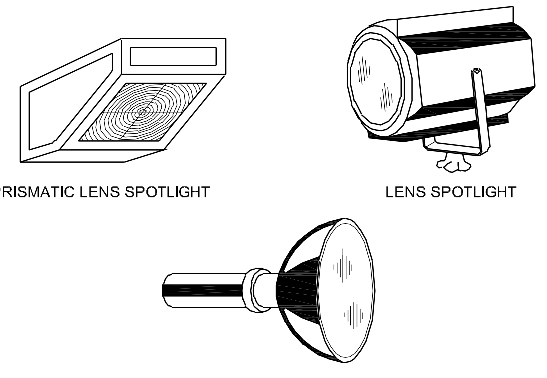
Fig 6



SPOTLIGHT

ELN248636

Fig 7



TYPE OF SPOTLIGHT FIXTURES

ELN248637

पूरक प्रकाश (Supplementary lighting) : पूरक प्रकाश जैसा कि इसके नाम से स्पष्ट होता है, जब आवश्यक या अनिवार्य हो उस सामान्य प्रकाश प्रणाली के साथ उपयोग करना चाहिए।

प्रकाश की फिटिंग, प्रकार और निष्पादन (Light fitting, types and performance) (Fig 8)

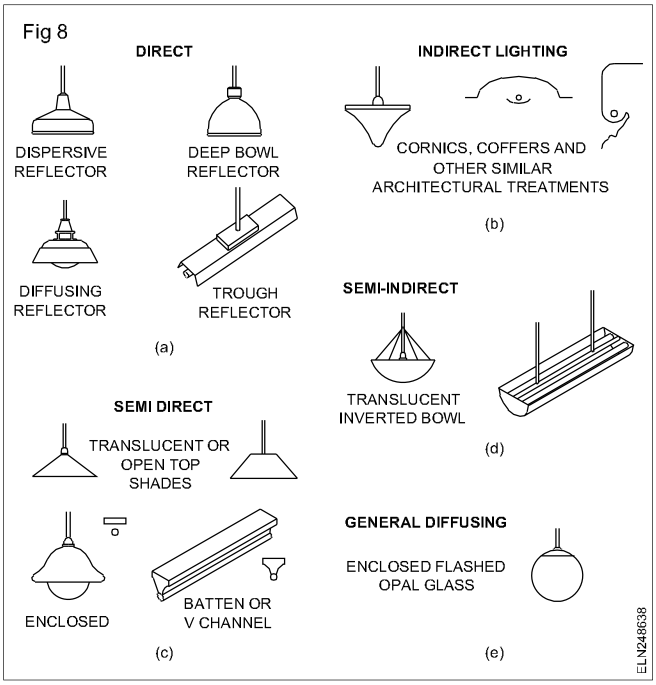
प्रत्यक्ष प्रकार प्रकाश (Direct lighting type) ऊर्जा उपयोग के आधार पर इस प्रणाली की दक्षता बहुत उच्च होती है, परन्तु इसमें चौंध हमेशा वर्तमान रहती है। इस प्रकार की प्रणाली, पूर (flood) और औद्योगिक प्रकाश के लिए उपयोग की जाती है। (Fig 8a)

अप्रत्यक्ष प्रकार प्रकाश (Indirect lighting type) designed to avoid glare and recommended for specific purposes.(Fig 8b)

अर्द्ध प्रत्यक्ष प्रकार (Semi direct type) यह इस प्रकार से अभिकल्प किये जाते है कि चौंध का रोका जा सके और अधिकारियों और अन्य विशिष्ट उद्देश्यों के लिए उपयोग किये जाते है। (Fig 8c)

अर्द्ध अप्रत्यक्ष प्रकार (Semi indirect type) यह चौंध से बचने के लिए और विशिष्ट कार्यो के लिए अभिकल्प की जाती है। (Fig 8d)

सामान्य विसिरित प्रकार (diffusing type) प्रणाली में कम दक्षता होती है, परन्तु यह चौंध से मुक्त होती है और सभी दिशाओं में एक समान रूप से प्रकाश को वितरित करती है। Fig 8(e)



आपके संदर्भ हेतु टेबल 1 में प्रत्यावर्तकों का विवरण और उनके प्रकाश वितरण का प्रतिशत दिया गया है ।

टेबल **1**

प्रकाश व्यवस्था

पद्धतियों के प्रकार	**आने वाले प्रकाश की मात्रा**	
	नीचे की ओर	**ऊपर की ओर**
अच्छादित अथवा परावर्तन पद्धति		
1 प्रत्यक्ष	90 से 100%	0 से 10%
2 अर्द्ध प्रत्यक्ष	60 से 90%	10 से 40%
3 अर्द्ध अप्रत्यक्ष	10 से 40%	60 से 90%
4 अप्रत्यक्ष	0 से 10%	90 से 100%
विसरित पद्धति		
1 साधारण विसरण	50%	50%
उपरोक्त टेबल CIE के आन्तरिक प्रकाश प्रदीपन वर्गीकरण के अनुरूप है।		

निम्न वोल्टता लैम्प - श्रृँखला में विभिन्न वोल्टेज के लैम्प (Low voltage lamps - different wattage lamps in series)

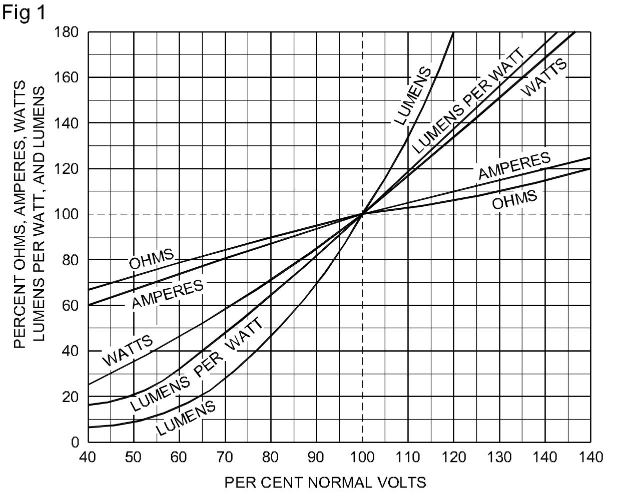
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **विभिन्न वोल्टेज लैम्पों का प्रयोजना बताना**
- **समान वोल्टेज परन्तु विभिन्न वाट/करंट वाले लैम्पों के ऊष्म प्रतिरोध की तुलना व गणना करना**
- **'ऊष्म प्रतिरोध' मापने और गणना की विधि का वर्णन करना**
- **लैम्प श्रृँखला में विविध वाटेज के प्रभाव को स्पष्ट करना ।**

प्रयोजन (Purpose): बहुत कम स्थानों जैसे मोटर वाहनों में हम कम वोल्टेज की प्रदाय जैसे 6V, 12V या 24V वोल्ट उपयोग करते है। मोटर गाडियों में बहुत सारी लाइटें लगी होती है जो दिन व रात में ड्राइविंग स्थितियों में दक्षतापूर्ण प्रकाश पद्धति प्रदान करती है। आवश्यकता के अनुसार प्रदीप्ति की मात्रा प्रदान करने के लिए विभिन्न वाट व विभिन्न प्रकार के प्रकाश लैम्प उपयोग किये जाते है।

धारा प्रवाहित होने पर कम वाट वाले लैम्पों की दीप्ति स्थिति (Glow conditions of low wattage lamps with current flow through it): एक विद्युत लैम्प, विद्युत ऊर्जा को ऊष्मा व प्रकाश में बदल देता है, जब इसके फिलामेन्ट में धाराप्रवाहित होती है और इसके कारण यह उद्दीप्त (incandescent) हो जाता है अर्थात प्रकाश मान हो जाता है। फिलामेन्ट टंगस्टन की तार से बना होता है। कम वोल्टेज वाले लैम्प सामान्यतया कम वाट वाले होते है क्योंकि घरेलु वोल्टेज की तुलना में, कम वोल्टेज पर निर्धारित वाट में फिलामेन्ट अधिक करंट लेता है।

टंगस्टन फिलामेन्ट लैम्प के प्रदर्शन अभिलक्षण वोल्टेज से प्रभावित होते है। एक लैम्प को इसकी निर्धारित वोल्टेज से अन्य वोल्टज पर चला कर होने वाले प्रभाव को Fig 1 में दिखाया गया है। लैम्प के पार्श्व में वोल्टेज को कम करने से, इसमें प्रवाहित धारा भी कम हो जाती है और इससे फिलामेन्ट का तापमान भी कम हो जाता है। निर्धारित वोल्टेज 50% पर, करंट लगभग 68% कम हो जाता है और प्रतिरोध लगभग 75% रह जाता है। फिलामेन्ट का तापमान कम होने से दिये गये प्रकाश का 10% ल्यूमेन (lumens) कम हो जाते है।

Fig 1



CHARACTERISTIC CURVES FOR INCANDESCENT LAMPS SHOWING THE EFFECT OF OPERATING A LAMP AT OTHER THAN ITS RATED VOLTAGE. THESE CHARACTERISTICS ARE AVERAGES OF MANY LAMPS.

(गर्म) प्रतिरोध की गणना (Calculating the resistance (Hot)): लैम्प फिलामेन्ट बहुत उच्च तापमान, 1800°C से 2200°C पर कार्य करता है। इसलिए शीतल और गर्म प्रतिरोध मे बहुत अधिक अन्तर होता है। गर्म प्रतिरोध (वह प्रतिरोध होता है जब लैम्प ऑन होता है) ठण्डे प्रतिरोध (जब लैम्प ऑफ होता है) की अपेक्षा लगभग 12 गुणा होता है।

गर्म प्रतिरोध

a वाटेज = 12W

वोल्टेज = 12V

करंट = $\frac{W}{V} = \frac{12}{12} = 1$ amp.

प्रतिरोध = $\frac{V}{I} = \frac{12}{1} = 12$ ohm(hot)

b वाटेज = 40W

वोल्टेज = 24V

करंट = $\frac{W}{V} = \frac{40}{24} = 1.667$ amps.

प्रतिरोध = $\frac{V}{I} = \frac{24}{1.667} = 14.4$ ohm (hot)

c

(i) वोल्टेज = 6V

करंट = 0.1 ampere

प्रतिरोध = $\frac{V}{I} = \frac{6}{0.1} = 60$ ohm (hot)

(ii) वोल्टेज = 6V

करंट = 0.15 ampere

प्रतिरोध = $\frac{V}{I} = \frac{6}{0.15} = 40$ ohm (hot)

(iii) वोल्टेज = 6V

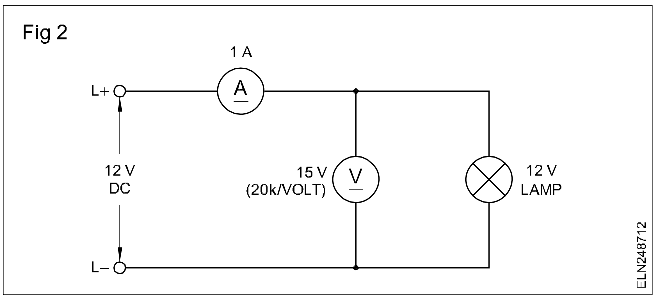
करंट = 1 ampere

प्रतिरोध = $\frac{V}{I} = \frac{6}{1} = 6$ ohm (hot)

उपरोक्त गणना की गई प्रतिरोध हमेशा गर्म प्रतिरोध है। शीतल प्रतिरोध ज्ञात करने के लिए लैम्प को ऑफ करके कमरे के तापमान पर ओह्म मीटर से मापा जाता है।

'गर्म प्रतिरोध' मापन (Measuring 'hot resistance') : कम वोल्टेज वाले लैम्प का गर्म प्रतिरोध मापने के लिए, लैम्प को Fig 2 में दिये गये परिपथ अनुसार जोडना चाहिए। लैम्प इसकी निर्धारित वोल्टेज पर परिचालित होना चाहिए। एक वोल्ट मीटर जिसकी सुग्राहिकता 20 k ओह्म प्रति वोल्ट सक कम न हो, को इसलिए उपयोग करना चाहिए ताकि वोल्टमीटर द्वारा ली गई धारा नगण्य हो। एम्पियर और वोल्टमीटर का पाठ्यांक शुद्धता के साथ्ज्ञ लेना चाहिए।

$$\text{गर्म प्रतिरोध} = \frac{\text{वाल्टमीटर रिडिंग}}{\text{एमीटर रिडिंग}}$$



श्रृंखला में विविध वॉटेज के लैम्प (Different wattage lamps in series) : सही प्रचालन के लिए यदि पूरे A.C. सर्किट में दो विविध वोटेज समान्तर है तो वे समान वोल्टेज के होने चाहिए । पर यदि वे श्रृंखला में जोड़े गए हैं तो उनकी करन्ट रेटिंग समान होनी चाहिए ।

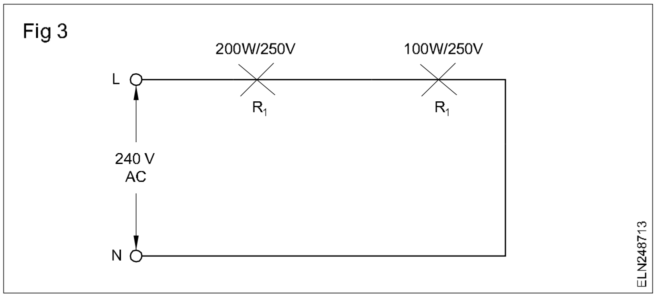
यदि घर के सभी बल्ब समान्तर में जोड़े गये हैं तो वे आवश्यक करन्ट को खींचेंगे और सभी बल्ब अच्छे प्रकाशित होंगे ।

यदि दो लैम्प असमान वोल्टेज रेटिंग के हैं और श्रृंखला में बाँधे गये हैं तो वे उपलब्ध वोल्टेज को आपस में बाँट लेंगे ।

निम्न वोटेज का बल्ब अधिक प्रतिरोध के कारण अधिक प्रकाशित होगा और उच्च वोल्टेज ड्राप होगा । उच्च वोल्टेज का बल्ब धूँधला होगा निम्न प्रतिरोध के कारण और निम्न वोल्टेज ड्राप होगा ।

उदाहरण

Fig 3 के अनुसार एक परिपथ में दो लैम्प 200W/ 250V और 100W/250V पर श्रृंखला में 240 वोल्ट A.C. सप्लाई पर जुड़े है।



200W (अधिक वाट) लैम्प धीमा प्रकाश करेगा

100W (कम वाट) लैम्प तेज प्रकाश करेगा।

क्योंकि,

200W/ 250V लैम्पका प्रतिरोध,

$$R_1 = \frac{V^2}{W_1} = \frac{250 \times 250}{200} = 312.5\ \Omega$$

तथा 100W/250Vलैम्प का प्रतिरोध

$$R_2 = \frac{V^2}{W_2} = \frac{250 \times 250}{100} = 625\ \Omega$$

कुल रैजिस्टेस $R_T = 312.5 + 625 = 937.5\ \Omega$

अतः धारा $I = \frac{V}{R_T} = \frac{240}{937.5} = 0.256A$

200W लैम्प में वोल्टेज ड्राप $= IR_1 = 0.256 \times 312.5 = 80V$

और 100Wलैम्प में वोल्टेज ड्राप $= IR_2 = 0.256 \times 625 = 160V$

पावर V X I = 240 X 0.256 = 61.4 W

अतः,

100W का बल्ब अधिक प्रतिरोध होने के कारण अधिक वोल्टेज ड्राप करता है और 200W लैम्प जिसका प्रतिरोध तथा वोल्टेज ड्राप कम है की अपेक्षा तेज प्रकाश करता है।

विभिन्न प्रकार के लैम्प-कार्बन आर्क लैम्प (Various types of Lamps - Carbon arc lamps)

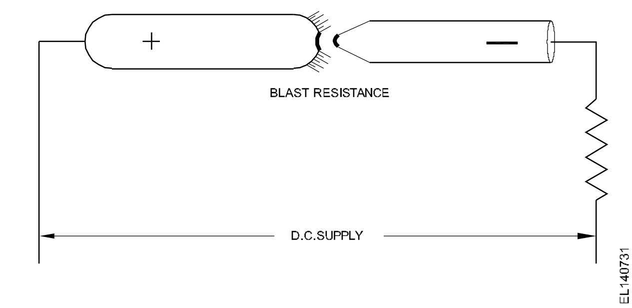
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
• **कार्बन आर्क लैम्प की संरचना और कार्य-प्रणाली स्पष्ट करना ।**

कार्बन आर्क लैम्प (Carbon arc lamp)

संरचना (Construction)

दो कार्बन इलेक्ट्रोड जो सिरों पर लगभग 0.6 cm.की दूरी पर रखे जाते है और उसमें D.C करंट प्रवाहित किया जाता तो इनके बीच प्रकाश और चिंगारी उत्पन्न होता है। (Fig 1)

Fig 1



आर्क (चिंगारी) धारा के प्रवाह के लिए मार्ग को पूरा करता है और कार्बन इलेक्ट्रोड से प्रकाश उत्सर्जित होता है प्रकाश अधिकतम भाग 85% इलेक्ट्रोड से और 5% आर्क के द्वारा प्रप्त होता है इलेक्ट्रोड का ताप 3500°C से 4000°C तक होता है 10% प्रकाश ऋणात्मक इलेक्ट्रोड के द्वारा उत्पन्न होता हे जिसका तापक्रम लगभग 2500°C होता हे चित्र1 में कार्बन आर्क ऋणात्मक प्रतिरोध अभिकाक्षणिकता के कारण ब्लास्ट रैजिस्टेस भी Fig 1 में दिखाया गया है ।

कार्य (Working)

आर्क के कारण उत्पन्न होने वाले उष्मा का वर्णन इस प्रकार किया जा सकता है :

जब कार्बन के इलेक्ट्रोड एक दूसरे से अलग है और इलेक्ट्रोन का प्रवाह ऋणात्मक इलेक्ट्रोड से धनात्मक इलेक्ट्रोड की और वायु में से होती हे जब ये वायु में से गुजरते है तो इसके कणों को जो कि उदासीन होते हे उन्हे आयनित कर देते हे जो धनात्मक आयरन होते हे ऋणात्मक इलेक्ट्रोड की और जाते है वहाँ किरणें उत्पन्न होती है और उष्मा की अधिक वृद्धि होती है जो ऋणात्मक इलेक्ट्रोड का तापमान बढ़ाता हे इसी प्रकार ऋणात्मक आयरन धनात्मक इलेक्ट्रोड की और जाते है और इलेक्ट्रोड से टकराकर प्रकाश तथा पर्याप्त मात्रा उष्मा उत्पन्न करते है जिससे इलेक्ट्रोडों का तापक्रम बढ़कर लगभग 3500°C से 4000°C. तक हो जाता है।

धनात्मक इलेक्ट्रोड पर उत्पन्न होने वाली उष्मा अधिक होती है क्योकि ऋण आयरन का वजन कम होता है और इस कारण ये अधिक गति से टकराते है ।

अधिक कार्यकारी तापक्रम के कारण धनात्मक इलेक्ट्रोड का क्षय ऋणात्मक इलेक्ट्रोड की अपेक्षा लगभग दोगुना होता है इसलिए धनात्मक इलेक्ट्रोड के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल ऋणात्मक इलेक्ट्रोड के अनुप्रस्थ के क्षेत्रफल(मोटाई) का दोगुना होता हे जब आर्क लैम्प को AC सप्लाइ से जोड़ा जाता है तब दोनो इलेक्ट्रोडका समान दर से क्षय होता हे और इसी कारण दोनो समान अनुप्रस्थकाट क्षेत्रफल (मोटाई) के लिए जाते है आर्क लैम्प की दक्षता इनकैंडीसेटे लैम्प से अधिक होती है जो लगभग 0.5 से 0.3 वाट प्रति कैडल या 20 ल्यूमन प्रतिवाट होता है ।

लाभ एवं हानियाँ (Advantages and disadvantages)

आर्क लैम्प का प्रचालन उच्च ताप पर होने के कारण इलेक्ट्रोड का क्षय भी तेजी से होता है और लगातार स्थिर प्रकाश प्राप्त करने के लिए यह आवशयक है कि उनके बीच के स्थर गेप को नियत बनाकर रखा जाए इसके लिए आर्क लैम्प में वैधुतिक या यांत्रिक युक्ति की व्यवस्था की जाती है जब कार्बन इलेक्ट्रोड की लंबाई छोटी हो जाती है उन्हे बदल दिया जाता है ।

जैसे कि इस लैम्प में कार्बन इलेक्ट्रोड को बार-बार समायोजित करना और बदलना पड़ता है इसलिए इसका उपयोग सामान्य कार्यो में नही किया जाता है ये केवल सिनेमा प्रोजेक्टर में सर्च लाइट में प्रयुक्त किये जाते है इस प्रकार के लैम्प का प्रचालन वोल्टेज 40 से 60 V.के बीच होता है।

नीआन साइन लैम्प (Neon sign lamp)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
• **नीआन साइन लैम्प की संरचना एंव कार्य प्रणाली का वर्णन करना**
• **नीआन साइन के रंग यांत्रिकी का वर्णन करना**
• **गैस डिस्चार्ज लैम्प के उपयोग के नियम बताना।**

गैस डिस्चार्ज लैम्प (Gas discharge lamp)

एक गैस डिस्चार्ज लैम्प ऐसा लैम्प होता है जिसमें कुछ अर्किय गैसे कांच की एक टयूब में उददो इलेक्ट्रोडो के बीच भर दी जाती है ये अवस्था में अपने में से इलेक्ट्रोन को प्रवाहित होने देते है इलेक्ट्रोन के लगातार प्रवाह प्राप्त करने के लिए पहले गैस चार्ज होता है फिर जैसे ही सप्लाई बल्ब से हटा दी जाती है गैस डिस्चार्ज लैम्प के रूप में जाना जाता हे विधुत गैस डिस्चार्ज लैम्प के मुख्य दो प्रकार है :

i) कोल्ड कैथोड लैम्प (Cold cathode lamp)

ii) हॉट कैथोड लैम्प (Hot cathode lamp)

प्रथम प्रकार के लैम्प में शुरू करने के लिए इलेक्ट्रोड में फिलामेंट का उपयोग नही होता है लेकिन द्वितीय प्रकार के लैम्प में शुरू में मेन इलेक्ट्रोड को गर्म करने के लिए फिलामेटे का उपयोग किया जाता है।

दोनो प्रकार के लैम्प की कार्यप्रणाली इस बात पर निर्भर करती है कि जब किसी गैस में से होकर करंट प्रवाहित होती है तो यह प्रकाश किरणे उत्सर्जित करती हे जब गैस भरे कांच के टयूब जिसमें फिलामेंट लगा होता है के सिरो पर वोल्टेज लगाया जाता है तो इलेक्ट्रोन एक इलेक्ट्रोड से दूसरे इलेक्ट्रोड की और प्रवाहित होते है इस प्रवाह के दौरान इलेक्ट्रान गैस के उदासीन परमाणुओ से टकराकर एक इलेक्ट्रान को अस्थायी रूप से अलग करते है जब ये वापस होते है तो प्रकाश उत्सर्जित करते है गैस डिस्चार्ज लैम्प के मुख्य निम्न प्रकार है।:

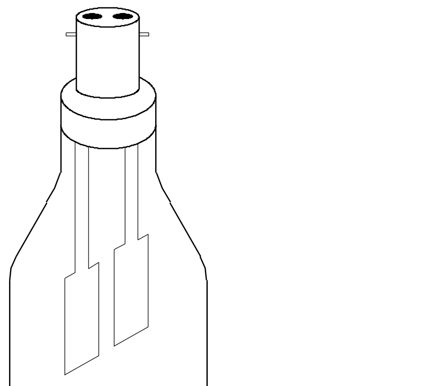
कोल्ड कैथोड लैम्प (Cold Cathode Lamps) (i) निआन लैम्प (ii) निआन साइन टयूब (iii) सोडियम वेपर लैम्प

हाट कैथोड लैम्प(Hot Cathode Lamps) (i) मरकरी वेपर लैम्प(मीडीयम प्रेशर) (ii) फ्लोरोसेंट टयूब (लो प्रेशर मरकरी वेपर लैम्प)

गैस डिस्चार्ज लैम्प के प्रकार(Types of gas discharge lamps)

नीआन लैम्प (Neon Lamp) यह कोल्ड कैथोड लैम्प है जैसा कि Fig 1 इसमें निआन गैस निम्न दाब पर प्रयुक्त किया जाता है ।

Fig 1



संरचना (Construction)

इस लैम्प में दो सीधा या कुण्डलीनुमा इलेक्ट्रोड एक दूसरे के नजदीक कांच के बल्ब में एक साथ रखे जाते है ताकि लैम्प का प्रचालन निम्न वोल्टेज150 V dc या 110 Vac से किया जा सकता है जब इलेक्ट्रोडो को सप्लाई से जोड़ा जाता है तो गैस आयनित हो जाता है और प्रकाश उत्सर्जित करते है जो लालिमा रंग का होता है इसके सामान्य प्रयोग में इलेक्ट्रोडों के बीच एक 2000Ω का रैजिस्टेस भी जोड़ा जाता है जो कि लैम्प के टोपी (Cap) पर लगा होता है यह विभावन्तर में अधिक परिवर्तन से करंट के मान में होने वाला परिवर्तन को घटा देता है।

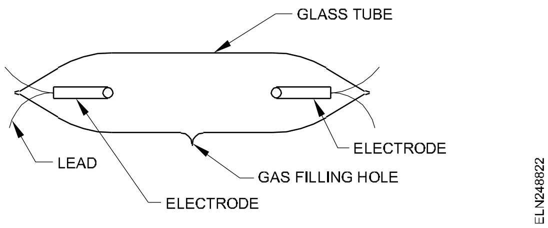
उपयोग (Uses)

एक निआन लैम्प का उपयोग सप्लाई की उपस्थिति को दर्शाने के लिए इंडीकेटर लैम्प में किया जाता हे यह बहुत कम प्रकाश देता हे और नाइट लैम्प के रूप में भी उपयोग किया जा सकता है इसी प्रकार के एक नीआन लैम्प जो 0.5 W का होता है उसका उपयोग टेसिंल पेंसिल में किया जाता है।

नियान संकेत नली (Neon sign tube)

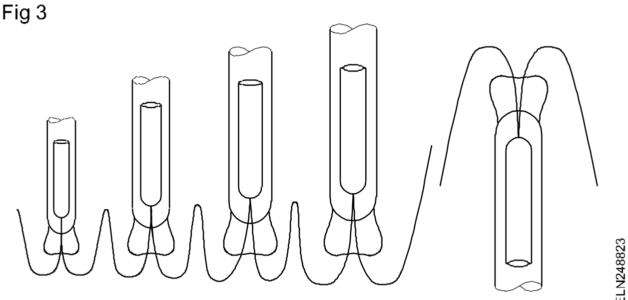
नियान संकेत नली की संरचना (Construction of neon sign tube): नियान संकेत ट्युब लैम्प अधिकतर विज्ञापन कार्यों में उपयोग किये जाते है। Fig 2 में नियान संकेत ट्युब की संरचना का विवरण दिखाया गया है। एक नियान संकेत ट्युब कांच की बनी होती है।

Fig 2



ट्युब की लम्बाई 1 मीटर 5 मीटर और व्यास 10 mm से 20 mm तक होता है। ट्युब के साथ इलैक्ट्रोड जुडे होते है जो कि उच्च वोल्टेज पर परिचालित होती है। ट्युब की लम्बाई बढाने के लिए या विभिन्न अक्षर बनाने के लिए इनके इलैक्ट्रोड निकिल तारों से जुडे रहते है। (Fig 3)

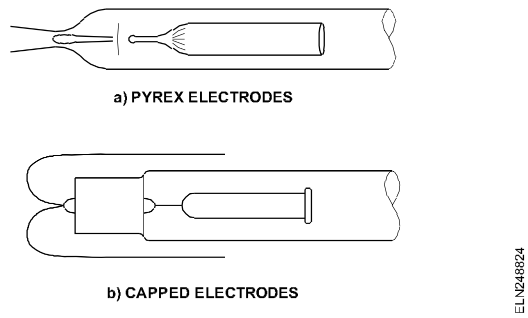
Fig 3



इलैक्ट्रोड दो प्रकार के होते है।

- पायरेक्त इलैक्ट्रोड (Pyrex electrode)
- कैप्ड इलैक्ट्रोड्स (Capped electrodes) (Figs 4a और 4b)

Fig 4



इलैक्ट्रोड का आकार बेलनाकार होता है। इलैक्ट्रोड निकिल, लोहे या ताँबे से बने होते है। इलैक्ट्रोडों में होते है:

- तारों की एक लीड
- एक काँच की जैकेट सील
- एक सिरेमिक कॉलर (ऊष्मा प्रतिरोधक पदार्थ)

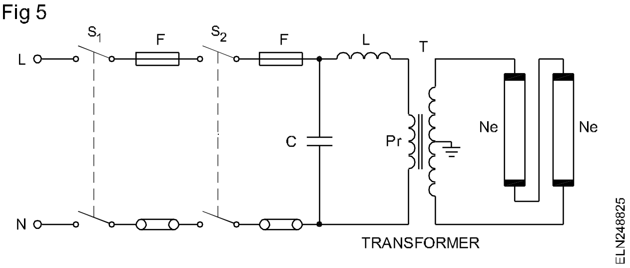
इलैक्ट्रोडों को ट्युब के सिरों पर फिट करके संगलित (fused) किया जाता है। ट्युब में निष्क्रिय गैस जैसे नियॉन, हीलियम भरने से पहले निर्वात पैदा किया जाता है। इसके बाद इसे सील कर दिया जाता है नियॉन संकेत ट्युब, ट्युब की लम्बाई पर निर्भर रहते हुए 2000V से 15000V पर परिचालित होती है। ट्युब में प्रवाहित धारा, ट्युब के व्यास पर निर्भर करती है। (टेबल 1)

टेबल **1**

प्रकार	**10SC**	**12SC**	**D4C**	**19MC**	**D stud**
इलैक्ट्रोड का साईज	10mm व्यास	12mm व्यास	15mm व्यास	19mm व्यास	15mm व्यास
धारा	10mA	20mA	50mA	60mA	50mA

नियॉन संकेत ट्युब की कार्य प्रणाली (Working of neon sign tube): नियान संकेत ट्युब को परिचालित होने के लिए उच्च वोल्टेज की आवश्यकता होती है। (Fig 5) यह क्षरण क्षेत्र ट्रांसफार्मर leakage field transformer (T) द्वारा प्राप्त की जा सकती है। नियान ट्युब का रंग और तापमान, अन्दर भरी गैस पर निर्भर करता है और हम विभिन्न प्रकार के प्रदीप्ति पदार्थो का उपयोग करके विभिन्न प्रकार के रंग प्राप्त कर सकते है।

Fig 5



जब इलैक्ट्रोडों के बीच उच्च वोल्टेज आरोपित की जाती है तो धनात्मक आयन और इलैक्ट्रोन क्रमशः कैथोड व एनोड की ओर पलायन करते है। विभव बढने से इलैक्ट्रोनों की गति में वृद्धि होती है और बहुत उच्च वर्ग प्राप्त कर लेते है। इलैक्ट्रोन की गति के कारण ये न्यूट्रल आयन से टकराने लगते है और उनमें से इलैक्ट्रोन अलग होने लगते है। इलेक्ट्रोनों का उच्च वेग ज्योतिय विसर्जन (प्रकाश) उत्पन्न करता है। नियॉन ट्युब लैम्प की प्रारम्भिक स्ट्राईक वोल्टेज, परिचालन वोल्टेज से लगभग 1.5 गुणा होती है जो कि R.F. चोक 'L' से नियन्त्रित होती है। (Fig 5)

परिपथ का वर्णन और प्रचालन (Circuit description and operation)

स्टैप-अप ट्रांसफार्मर (Step-up transformer): उच्च वोल्टेज प्राप्त करने के लिए ऊँचाई (step up) ट्रासंफार्मर उपयोग किया जाता है। केन्द्रिय टेप का अर्थ किया गया है। सैकेन्ड्री आऊटपुट वोल्टेज से नियॉन लैम्प जुड़ा है।

R.F. चॉक L (R.F. choke L) नियॉन लैम्प में अत्याधिक (surge) धारा का सीमित करने के लिए, लिकेज ट्रांसफार्मर की प्राथमिक के श्रेणी में इस चोक को जोडा जाता है। (Fig 5)

संधारित्र C (The capacitor C) यह शक्तिगुणक को सुधारने के लिए ट्रांसफार्मर की प्राथमिक के पार्श्व में जोडा जाता है।

फायरमैन स्विच S2 (The fireman switch) S2 यह मुख्य स्विच के साथ ही जोडा जाता है और यह आपातकाल स्विच के रूप में उपयोग किया जाता है। (Fig 5)

मुख्य स्विच (Main switches) सामान्यतः15A 250V ICDP स्विच परिपथ को नियन्त्रित करने के लिए उपयोग किये जाते है।

H.T. केबल (H.T. cables) ट्रांसफार्मर को द्वितीयक को नियॉन संकेत लैम्प के साथ जोडने के लिए H.T. केबलों का उपयोग किया जाता है जो कि IE नियम संख्या 71 के अनुरूप होता है।

नियॉन संकेत लैम्प का रंग का यान्त्रिकरण (Colour mechanism of neon sign lamp): जहाँ पर गैस या वाष्प में विद्युत धारा संचालित होती है वहाँ ज्योतीय प्रकाश उत्पन्न हो जाता है। इस प्रक्रिया में सबसे सामान्य उपयोग होने वाले तत्व नियॉन व पारा है जिनके गैसीय विसर्जन में प्रकाश उत्पन्न होता है। ट्युब के अन्दर भरी गैस की प्रकृति अनुसार उत्पन्न प्रकाश अनेक रंगो का होता है। नियॉन में विसर्जन से नारंगी लाल प्रकाश उत्पन्न होता है जो कि विज्ञापन चिन्ह बनाने में बहुत लोकप्रिय है। ट्युब मे नियॉन का दाब (pressure) प्रायः 3 से 20 mm पारे का होता है। (millimeter of mercury)

टेबल **2**

	मौलिक पाऊडर	**रंग**
1	कैल्शियम टंगस्टेट	नीला
2	मैगनिशियम टंगस्टेट	नीला-सफेद
3	कैल्शियम सिलीकेट	गुलाबी
4	जिंक सिलीकेट	हरा
5	जस्ता बेरिलीयम सिलीकेट जो सक्रिय एजेन्ट पर निर्भर करता है	पीला, सफेद, गुलाबी
6	कैडमियम सिलीकेट	पीला, गुलाबी
7	कैडमियम बोरेट	गुलाबी

अन्य प्रकार के रंग ट्युब के अन्दर प्रतिदीप्ति पाऊडर के अनुसार प्राप्त किये जाते है जो कि ट्युब की नली की दीवारों के साथ चिपका रहता है जो कि मानक, स्पष्ट कांच की नली होती है जिसकी अन्दर की सतह पर उपयुक्त रसायन से यह पाऊडर चिपका रहता है।

नीआन लाइटिंग के नियम (Neon lighting - regulations) अर्थ के सापेक्ष अधिकतम वोल्टेज 5000V होता है यदि 10KV प्रदर्शन इकाई का उपयोग करना है तो सप्लाई ट्रांसफार्मर में अर्थ टेपिंग लेकर किया जाता है।

एच.वी. ट्रांसफार्मर (H.V.Transformers) : जहाँ 500W से अधिक इनपुट होता है शार्ट सर्किट या लीकेज करंट की स्थिति में जब नार्मल करंट से 20% प्रतिशत अधिक करंट बहती है तो सप्लाई के साथ एक आटोमेटिक सप्लाई आफ करने की युक्ति लगाई जाती है।

स्थापना (Installation) : सभी उपकरणों को एक धात्विक या ठोस कन्टेनर जो हाई वोल्टेज के लिए बना होता है तथा अर्थिक किया होता है उसके अंदर रखा जाता है एक सूचना खतरनाक उच्च वोल्टेज अक्षरो में लिखा जाना चाहिए जो उपकरणो के नजदीक स्थायी रूप से लगा रहे। (I.E No.71)

हाई वोल्टेज केबलो के संयोजन के लिए जो इंसुलेशन मेटल शीथ को हटाने के लिए निकल जाता है उसे सूर्य के अल्ट्रा वायलेट किरणों के प्रभाव से बचाना चाहिए।

आर्मरिंग की आवश्यकता होती है जब केबलदीवार या छत मे से गुजारे जाते है तो इन्हे धात्विक पाइप जो कि अर्थ किया गया हो उसमे से गुजारना चाहिए। आसानी से पहचाने जा सकने वाले उच्च वोल्टेज केबल की जरूरत होती है सफेद सतह पर लाल से 'DANGER'की सुचना जिसके अक्षरो की न्यूनतम ऊचाँई 8 mm हो सकती है को प्रत्येक 1.5 m की अंतराल में लगा होना चाहिए।

प्रथवकरण और अलगाव(Separation and isolation) हाई वोल्टेज डिस्चार्ज लैम्प को उबल वांउड ट्रांसफार्मर द्वारा सप्लाई दी जाती है हालांकि आटो ट्रासंफार्म का उपयोग भी दोतार सर्किट में किया जा सकता है जो कि 1.5KV से अधिक न हो एक पोल को अर्थ से जोड़ा जाता है और नियंत्रण स्विच उबल पोल स्विच 2 प्रकार का होना चाहिए सजीव (करंट प्रवाही) तारों का अलगाव निम्न में से किसी एक विधी द्वारा किया जा सकता है।

- सामान्य रूप से सर्किट को नियंत्रिण करने के लिए उपयोग किये जाने वाले स्विच के अलावा स्वंय द्वारा किए फिटिग पर एक इंटरलाक प्रदान किया जाना चाहिए।
- सामान्य अनगाव विधी के अतिरिक्त प्लग और साकेट द्वारा स्थानीय अलगाव या इसी प्रकार का अन्य विधी
- स्विच का हैण्डल हटाया जा सकने वाला होना चाहिए वैकल्पिक रूप से एक डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड लगाया जा सकता है जिसके लाक पर चाबी अधिकृत व्यक्ति के पास ही रहे जहाँ एक से अधिक स्विच या डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड हो तो सभी हटाये जाने वाले हैण्डल और चाबियां आपस में बदलने वाली न हो।

फायर मेन स्विच(Fireman's switch) यह एक आपातकालीन स्विच है जिसकी जरूरत नीआन लाइटिंग स्थापना मे होती है इसे प्रत्येक बाहरी H.V. स्थापना में प्रयोग करना चाहिए (बाजार के नजदीक) आंतरिक रूप से इनका प्रयोग केवल उन सर्किट तक ही सीमीत है जो खिड़की पर लगाने वाले प्रदर्शन बोर्ड के लिए उपयुक्त है निम्नलिखित के अनुरूप फायर मेन स्विच की भी आवश्यकता होती है ।

- स्विच को धारावाही चालको अलग करनेमें समर्थ होना चाहिए एक स्विच संपूर्ण बाहरी फिटिंग को नियंत्रित करने के लिए तथा इस प्रकार आंतरिक स्थापना के लिए एक नियंत्रण स्विच होना चाहिए।
- स्विच को लाल रंग करके एक नेम प्लेट जिसमें नियमानुसार अक्षर से `FIREMAN'S SWITCH' लिखा हो लगाना चाहिए।
- ON और OFF स्थिति अक्षरो में इस प्रकार दर्शाया गया हो कि जमीन पर खड़ा व्यक्ति आसानी से पढ़ सके OFF' की स्थिति ऊपर की और होनी चाहिए और इसकी संरचना इस प्रकार होनी चाहिए कि दुर्घटनावश इसके ON स्थिति में आने से रोक सके।
- फायर मेंन स्विच को एक विशिष्ट स्थिति में होने चाहिए जैसे कि फायर ब्रिगेड़ प्रधिकरण के अनुसार फायर ब्रिज की स्वीक्रत ऊँचाई 2.75 मीटर से अधिक नही होनी चाहिए। यह वांछनीय है के स्विच बाहरी स्थापना के लिए डिस्चार्ज लैम्प के नजदीक और आतंरिक स्थापना के लिए भवन के प्रवेश द्वारा हो।

सोडियम वाष्प लैम्प (Sodium vapour lamp)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **सोडियम वाष्प लैम्प व इसके विभिन्न प्रकार के बारे में बताना**
- **निम्न व उच्च दाब सोडियम वाष्प लैम्प की संरचना का वर्णन करना**
- **परिपथ के भागों की कार्य प्रणाली बताना**
- **उपलब्ध मानक साइज के सोडियम वाष्प लैम्प को पहचानना**

सोडियम वाष्प लैम्प और इसके प्रकार (Sodium vapour lamp and its types): सोडियम वाष्प लैम्प एक गैस विसर्जन लैम्प होता है। यह पीले रंग का प्रकाश देता है। सोडियम लैम्प ऐसे स्थानों के लिए अनुपयुक्त होते है जहाँ पर रंग अनुरूपता colour rendition महत्वपूर्ण होती है लेकिन अपनी उच्च दक्षता (110 lm/वाट) होने के कारण इनका उपयोग गलियों, रेलवे, भण्डारन storage ग्रहों इत्यादि में अधिक किया जाता है जहाँ पर

मानव उपस्थिति कम होती है और रंग अनुरूपता महत्वपूर्ण नहीं होता है। सोडियम वाष्प लैम्प कोहरे में विशेष कर उपयुक्त होते है, क्योंकि इनका पीला रंग फॉग को बेहतर प्रकार से भेद सकता है।

एक सोडियम वाष्प लैम्प का औसत जीवन 6000 घण्टों से अधिक होता है। सोडियम वाष्प लैम्प निम्नलिखित दो प्रकार के होते है:

- निम्न दाब SV लैम्प (low pressure SV lamp)
- उच्च दाब SV लैम्प (high pressure SV lamp)

संरचना (Construction)

निम्न दाब सोडियम वाष्प लैम्प (Low pressure sodium vapour lamp): जैसे ही लैम्प में धारा घनत्व एक निश्चित मान से अधिक बढता है, तो सोडियम वाष्प लैम्प की दक्षता तेजी से घटती है। इस कारण लैम्प को निम्न धारा घनत्व पर प्रचालित करने के लिए इसकी ट्युब का क्षेत्रफल बढाने की आवश्यकता हो जाती है।

इस लैम्प की प्रदीप्ति 7.5 कैण्डल प्रति वर्ग cm होती है। इन बिन्दुओ के कारण इस ट्युब की लम्बाई बहुत अधिक रखी जाती है। इसके अतिरिक्त ट्युब मे तापमान परिवर्तन से इसकी दक्षता बहुत सुग्राही होती है। उच्चतम दक्षता प्राप्त करने के लिए लैम्प का तापमान लगभग 220^0C पर रखना चाहिए। इसलिए सम्पूर्ण ट्युब को दोहरी दीवार जो कि अलग हो सकती है में रखा जाता है।

जैसा कि ऊपर वर्णन किया जा चुका है, सोडियम वाष्प लैम्प के लिए लम्बी ट्युब की आवश्यकता होती है, परन्तु इस प्रकार की निर्वातक फ्लास्क में व्यवहारिक रूप में स्थान कम होता है, इसलिए लम्बी लैम्प ट्युब को `U' आकार में मोड कर जैकेट (jacket) के लिए उपयुक्त बनाया जाता है।

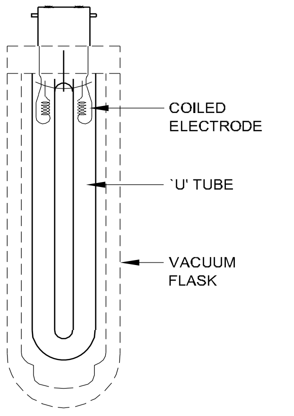
निम्न दाब सोडियम वाष्प लैम्प में `U' आकार की जाँच की ट्युब होती है जो आन्तरिक रूप से प्रतिदीप्ति (fluorescent) पाउडर से लेपित होती है। ट्युब में नियॉन व एक प्रतिशत आर्गन गैस के साथ सोडियम भरा होता है। आर्गन का उपयोग करने से लैम्प को स्टार्ट करने के लिए प्रारम्भिक वोल्टेज कम की जा सकती है।

लैम्प जब ठण्डा होता है तो सोडियम ट्युब की अन्दर की दीवारों पर ठोस बिन्दुओं के रूप में रहता है। ट्युब के दोनों सिरों पर टंगस्टन से कुण्डलित दो इलैक्ट्रोड होते है जिन पर बेरियम और स्ट्रॉनशियन (Strontium) का लेप चढा देता है। इलैक्ट्रोडों के दोनों सिरे बॉयनेट कैप के साथ स्थिर कर दिये जाते है। (Fig 1) इस लैम्प के संयोजन Fig 3 में दिखाये गये है।

उच्च दाब सोडियम वाष्प लैम्प (High pressure sodium vapour lamp): एक उच्च दाब सोडियम वाष्प लैम्प (Fig 2) अपेक्षाकृत उच्च धारा पर परिचालित होता है जो कि अपेक्षाकृत छोटी आर्क ट्युब (discharge tube) में प्रवाहित होती है।

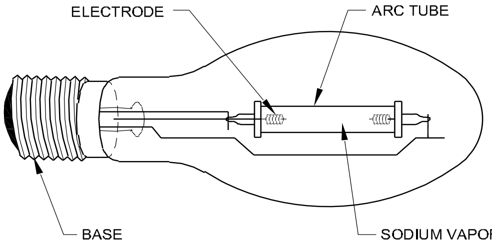
यह विसर्जन ट्युब सिंटरिट एल्युमीनियम (sintered aluminium) सिरेमिक से बनी होती है जो कि तप्त आयनित सोडियम वाष्प की रासायनिक क्रिया को सहन कर सकती है। यह उच्च ताप 1600^0C के लगभग हो जाता है। यह ट्युब दृश्य विकिरण का 90% अधिक संचारण करती है।

Fig 1



SODIUM DISCHARGE LAMP

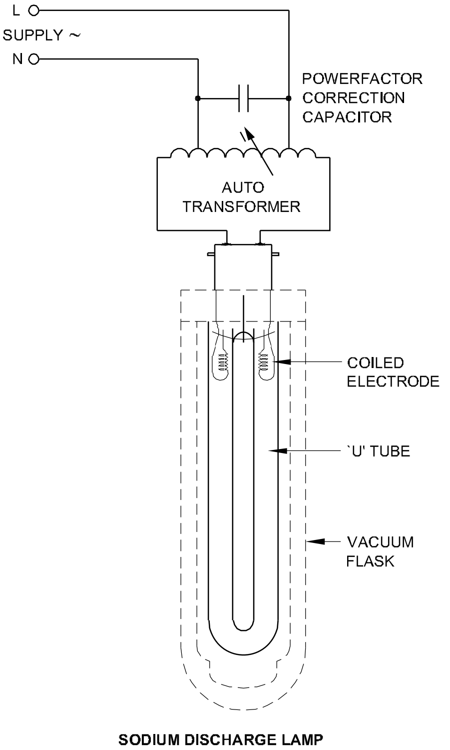
Fig 2



HPSV LAMP

विसर्जन नली वायुमण्डलीय दाब से आधे दाब पर परिचालित होती है और यह कठोर कांच के दीर्घवृत्ताकार आकार के निर्वात आवरण में बन्द रहती है। इस आवरण में ट्युब का तापमान स्थिर बना रहता है। (Fig 3) लैम्प उत्तम सुनहरी प्रकाश देता है जिससे रंग सुगमता से पहचाने जा सकते है। इस विसर्जन नली में निम्न दाब पर विसर्जन शुरू करने के लिए आर्गन के

Fig 3

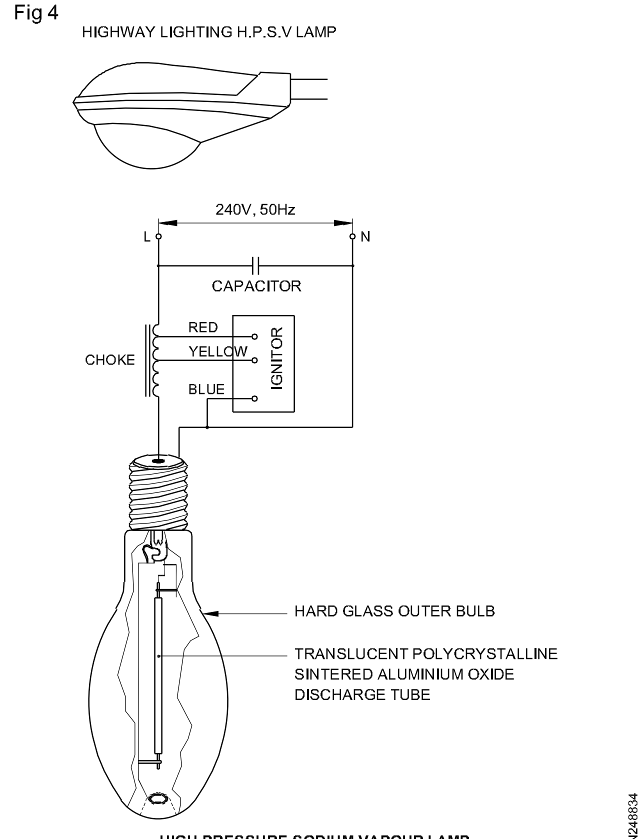


SODIUM DISCHARGE LAMP

साथ जेनान को मिला कर भरा जाता है, जिसके साथ सोडियम और पारा भी भरा रहता है।

उच्च दाब सोडियम वाष्प लैम्प में प्रारम्भिक विसर्जन के लिए लगभग 2.5 KV की स्पंद वोल्टेज (Pulse voltage) की आवश्यकता होती है (Fig 4) यह उच्च वोल्टेज के स्पंद (pulse) एक बाहरी प्रज्वालक (igniter) से या अन्दर बने थर्मल स्टार्टर से उत्पन्न की जाती है।

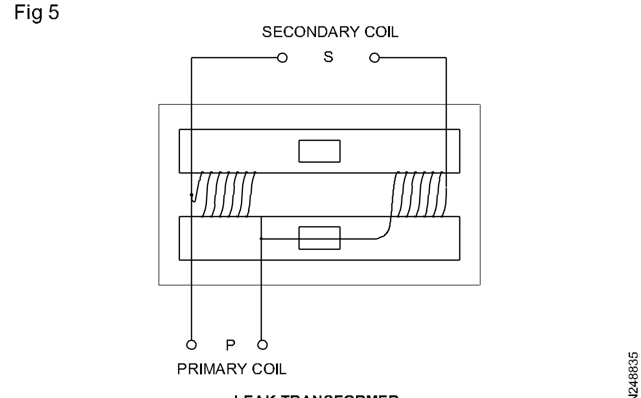
Fig 4



HIGH PRESSURE SODIUM VAPOUR LAMP

क्षरण ट्रांसफार्मर (Leak transformer): सोडियम लैम्प की प्रज्वलन वोल्टेज 400 से 600V तक होती है। एक 'क्षरण ट्रांसफार्मर' (transformer performs) शुरू में प्रज्वलन वोल्टेज प्रदान करता है और लैम्प के चालित होने के बाद धारा को सीमित करने के लिए चोक का दोहरा कार्य करता है। Fig 5 में क्षरण ट्रांसफार्मर का दिखाया गया है।

Fig 5



LEAK TRANSFORMER

एक 3 क्रोड भुजा वाले केन्द्रीय क्रोड पर प्राथमिक व द्वितीयक कुण्डलन रख कर श्रेणी में जोडी जाती है। कुण्डलियों के बीच किसी भी साइड में एक ढीला लोह क्रोड, योक के अन्दर क्लैम्पड किया हुआ होता है, जो कि चुम्बकीय क्षेत्र के लिए शन्ट का कार्य करता है।

शून्य भार की स्थिति में, वायु अन्तराल के कारण शन्ट का प्रतिरोध बहुत अधिक होता है,जिसमे परिणामस्वरूप चुम्बकीय क्षेत्र योक की भुजाओं में से संचालित होता है और यह यूक्ति एक ऑटो ट्रांसफार्मर का कार्य करती है। परन्तु जब लैम्प प्रज्वलित (Ignite) हो जाता है और धारा खर्च करने लगता है, तो द्वितीयक क्षेत्र के विरोध करने से, चुम्बकीय क्षेत्र का एक भाग शन्ट के माध्यम से क्षरण (Leaks) करने लगता है।

अब यह युक्ति, लैम्प के इलैक्ट्रोडों के पार्श्व में आवश्यक मान तक वोल्टेज कम करने के लिए चोक कुण्डली का कार्य करती है।

सोडियम वाष्प लैम्प का प्रकार्य (Function of Sodium vapour lamp) :

लैम्प के प्रारम्भ होने से पूर्व, प्रायः सोडियम ट्युब की दीवारों के साथ ठोस कणों के रूप में जमा रहता है। इसलिए प्रारम्भिक चरण में जब लैम्प को विभवान्तर दिया जाता है । यह निम्न दाब नियॉन लैम्प की तरह परिचालित होता है और (नियॉन गैसे के अभिलक्षण के अनुसार) गुलाबी रोशनी देता है परन्तु लैम्प के गर्म होने पर यह सोडियम को वाष्पित कर देता है और धीरे-धीरे यह पीला रंग का प्रकाश विकिरत करने लगता है और इसके लगभग दस मिनट बाद लैम्प अपना पूर्ण निर्गत (output) देने लगता है।

अब लैम्प का प्रतिरोध कम होने लगता है और धारा बढने लगती है परन्तु उच्च क्षरण (high leakage) ट्रांसफार्मर वोल्टेज को ड्राप करके धारा को सुरक्षित मान तक नियन्त्रित कर देता है।

लैम्प कम वोल्टेज पर कार्य करता है और कार्यकारी तापमान लगभग 300^0C रहता है।

सोडियम लैम्प की परिचालन स्थिति (Operating position of sodium lamps): 45W और 60W के सोडियम लैम्प क्षैतिज या किसी भी स्थिति में परिचालित हो सकते है। लैम्प की टोपी लैम्प से सदैव ऊँची रहनी चाहिए ताकि इलैक्ट्रोडों के पीछे सोडियम एकत्रित न हो सके।

उच्च वाट क्षमता के सोडियम लैम्प क्षैतिक स्थिति से 20° से अधिक विचलित नहीं होने चाहिए, अन्यथा सोडियम का वितरण बदल जायेगा और लैम्प की कार्य अवधि व आउटपुट निष्पादन प्रभावित होगा।

सोडियम लैम्प की अवधि (Life of sodium lamps): एक बार स्विच ऑन करने पर या लैम्प तीन या अधिक घण्टे तक जलने पर सोडियम लैम्प की औसत अवधि लगभग 6000 घण्टों से अधिक होती है। इस अवधि के बाद, जरण के कारण (due to ageing) आउटपुट प्रकाश लगभग 15% तक कम हो जाता है।

टिन-आक्साइड सोडियम लैम्प (Tin-oxide sodium lamps) (SOX Lamps): यह सामान्य सोडियम लैम्प का विकसित रूप है। इस लैम्प का प्रकाश निर्गत (light output) 150 ल्यूमेन/वाट के स्तर का होता है।

मानक वाष्प लैम्प का विस्तृत विवरण (मानक साईज)

सोडियम लैम्प का डाटा

वाट	लैम्प वोल्टेज V	न्यूनतम प्रारम्भिक वोल्टता (V)	धारा A	प्रकाश निर्गत (ल्यूमेन्स)	माप mm
45	80	340	0.6	3500	257 x 51
60	105	340	0.6	5000	300 x 51
85	160	400	0.6	8000	414 x 51
140	160	410	0.9	13000	525 x 10
200	260	600	0.9	22000	785 x 60

टिन-आक्साइड सोडियम लैम्प का डाटा

वाट	वोल्टेज	करंट	प्रकाश निर्गत (ल्यूमेन्स)	माप
40	75	0.5	4400	310 x 51
60	115	0.7	7800	425 x 51
100	125	0.95	12500	528 x 64.5
150	185	0.94	20500	775 x 64.5
200	265	0.90	30000	1120 x 61.5

उच्च दाब मरकरी वाष्प लैम्प (H.P.M.V) (High pressure mercury vapour lamp (H.P.M.V))

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

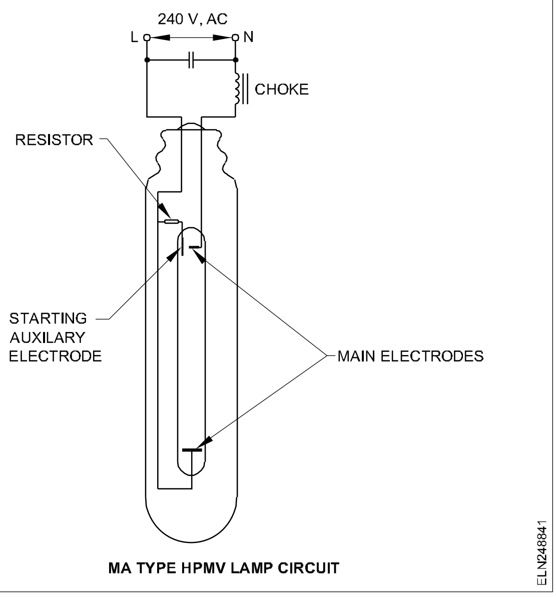
- **डिस्चार्ज लैम्प का सिद्धान्त स्पष्ट करना**
- **'उच्च दाब' मरकरी वाष्प लैम्प की कार्य प्रणाली का वर्णन करना**
- **विभिन्न प्रकार के मरकरी वाष्प लैम्पों का वर्णन करना**
- **मरकरी वाष्प लैम्प परिपथ के घटकों की पहचान करना**
- **सोडियम वाष्प लैम्प के साथ मरकरी वाष्प लैम्प का सम्बन्धन बताना ।**

विसर्जन लैम्प (Discharge lamps): जब गैस या धात्विक वाष्प में आर्क बनती है, तो यह तरंग बन्ध (wave-bonds) अभिलक्षणों में ऊर्जा का विकरण करता है। उदाहरण के लिए, नियॉन लाल प्रकाश, सोडियम पीला प्रकाश देता है। मरकरी के वाष्प वर्णक्रम की चार लाइनें सुरेखित दृश्य प्रकाश में और दो अदृश्य पराबैंगनी परास में देता है।

सभी आधुनिक विसर्जन लैम्प एक अर्द्ध-पारदर्शी आवरण में कार्य करती है। प्रारम्भिक विसर्जन प्रायः आर्गन या नियॉन में होता है।

लैम्प के अन्दर विसर्जन आन्तरिक ट्युब में होता है जो अन्य निर्वात ट्युब में बन्द रहती है। (Fig 1) आन्तरिक ट्युब काँच या क्वार्टज की बनी होती है जिसमें पारे के साथ थोडी मात्रा में आर्गन गैस भरी होती है, यह विसर्जन को प्रारम्भ करने में सहायता करती है। इलैक्ट्रोडों के ऊपर इलैक्ट्रोन उत्सर्जित करने वाला पदार्थ लिपटा रहता है जो इलैक्ट्रोन का सरलता से उत्सर्जित करने में मदद करता है।

Fig 1



MA TYPE HPMV LAMP CIRCUIT

HPMV लैम्पों की कार्य-प्रणाली (Working of HPMV lamps)

लैम्प उच्च दाब पर प्रचालित होते है। विसर्जन शुरू करने के लिए मुख्य इलैक्ट्रोड के पास एक सहायक इलैक्ट्रोड एक उच्च प्रतिरोध को श्रेणी में जोडकर लैम्प टर्मिनल से जुडा होता है। यह उच्च प्रतिरोध धारा को सीमित करता है।

जब स्विच ऑन किया जाता है तो सामान्य मुख्य वोल्टेज, मुख्य इलैक्ट्रोड और सहायक इलैक्ट्रोड के बीच विसर्जन शुरू हो जाता है।.

प्रारम्भ में, विसर्जन धारा उच्च प्रतिरोध के माध्यम से प्रवाहित होती है जिसके कारण एक मुख्य इलैक्ट्रोड व प्रारम्भिक इलैक्ट्रोड के बीच आर्गन गैस के माध्यम से विभवान्तर पैदा हो जाता है। अब विसर्जन शीघ्रता से मुख्य इलैक्ट्रोडों के बीच फैलने लगता है और आर्गन विसर्जन ट्युब को गर्म कर देता है और पारे का वाष्पित कर देता है। अब ट्युब के अन्दर का दाब बढने लगता है।

अब मरकरी वाष्प का पर्याप्त आयनीकरण हो जाता है और दोनों मुख्य इलैक्ट्रडों के बच विसर्जन शुरू हो जाता है अर्थात लैम्प प्रकाश देने लगता है।

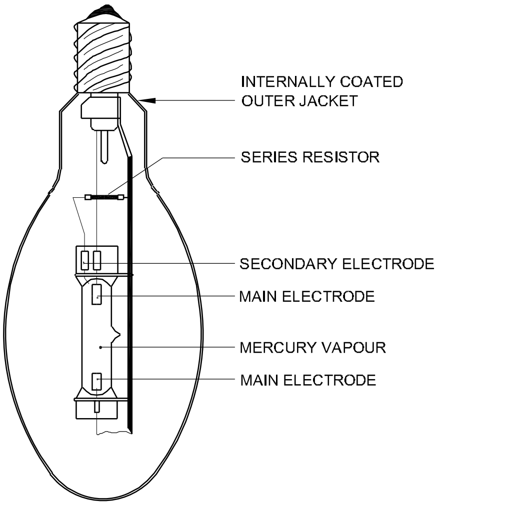
HPMV लैम्पों के प्रकार (Types of HPMV lamps)

उच्च दाब मरकरी वाष्प लैम्प तीन प्रकार के होते है :

- MA type (सहायक इलैक्ट्रोड सहित MV लैम्प)
- MAT type (टंगस्टन फिलामेन्ट सहित MV लैम्प)
- MB type. (सहायक इलैक्ट्रोड और बायोनेट कैप सहित MV लैम्प)

MA प्रकार के HPMV लैम्प (MA type HPMV lamp): इसकी आन्तरिक विसर्जन ट्युब कठोर बोरो सिलकेट (Borosillicate) शीशे की बनी होती है। ट्युब में मुख्य और सहायक इलैक्ट्रोड होते है जो ऑक्साइड लेपित टंगस्टन से बने इलैक्ट्रोड होते है। यह लगभग 1.5 वायु मण्डलीय दाब पर सील किये हुए होते है। लैम्प की कैप स्क्रू प्रकार की होती है और चोक के द्वारा मुख्य लाइन से जुडी होती है। (Fig 2) पूर्ण रूप से प्रकाशित होने में यह लैम्प लगभग 5 मिनट लेता है।

Fig 2



MA TYPE HPMV LAMP

यह लैम्प एक बार ऑफ होने के पश्चात पुनः तक तक प्रारम्भ नहीं होगा जब तक कि प्रारम्भ नहीं होगा जब तक कि अन्दर का वाष्प दाब घट नही जाता। यह पुनः प्रारम्भ होने में लगभग 7 मिनट लेता है। तब तक लैम्प को ऑन रखने में कोई हानि नहीं होती। लैम्प को सदैव ऊर्ध्वाधर (vertically) दशा में ही प्रयोग करना चाहिए अन्यथा आन्तरिक ट्युब क्षतिग्रस्त हो जायेंगी।

400 वाट के लैम्प की दक्षता 45 lm/वाट तक होती है।

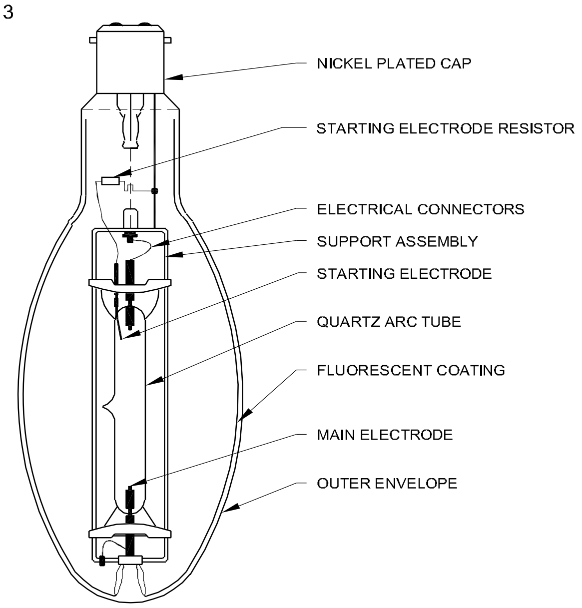
MAT प्रकार के लैम्प (MAT type lamp): इस प्रकार का लैम्प लगभग MA प्रकार की तरह का ही होता है, परन्तु इसका बाहरी काँच का आवरण खाली न होकर, इसमें टंगस्टन फिलामेन्ट होता है। इसमें टंगस्टन फिलामेन्ट, एक सामान्य लैम्प में जैसा होता है, वैसा ही होता है, यह फिलामेन्ट विसर्जन ट्युब के श्रेणी में होता है। यह ब्लास्ट का कार्य करता है। इस लैम्प का अलग से चोक की आवश्यकता नही होती है न ही संधारित्र की आवश्यकता होती है।

जब इस लैम्प का स्विच ऑन करते है तो यह साधारण उद्दीप्त लैम्प की तरह प्रकाश देने लगता है और साथ ही विसर्जन ट्युब को गर्म करता है। जब एक निश्चित ताप आ जाता है तो तापीय स्विच खुल जाता है और फिलामेन्ट का कुछ भाग परिपथ से अलग हो जाता है इससे विसर्जन ट्युब के पार्श्व में अधिक वोल्टेज प्राप्त होती है।

इस लैम्प में उद्दीप्त लैम्प का लाल पीला प्रकाश मिश्रित होता है जो कि फिलामेन्ट व विसर्जन ट्युब से निकलता है यह प्रकाश आँखों के लिए अनुकूल होता है।

MB प्रकार के लैम्प (MB type lamp): यह लैम्प बहुत उच्च दाब लगभग 5 से 10 वायुमण्डलीय दाब पर कार्य करता है। इस लैम्प में विसर्जन नली स्फटिक (quartz) की होती है, जिसमें तीन इलैक्ट्रोड दो मुख्य व एक सहायक, इलैक्ट्रोड होते है। विसर्जन ट्युब लगभग 5 cm लम्बी होती है। इस लैम्प की टोपी में 3-पिन होती है जो कि बायनेट प्रकार की होती है और इस सामान्य होल्डर में नहीं रखा जा सकता है। इसके लिए चोक व संधारित्र की आवश्यकता होती है। (Fig 3)

Fig 3



MB TYPE HPMV LAMP

विसर्जन नली का कार्य MA प्रकार लैम्प की तरह ही होता है। चूंकि स्फटिक ट्युब उच्च तापमान पर कार्य कर सकती है, इसलिए इसे किसी भी स्थिति में उपयोग किया जा सकता है।

ये लैम्प 80 वाट, 125 W, 250 W, 400 W, 700 W और 1000 वाट में उपलब्ध है जो कि 230V/250V, 50 Hz मुख्य प्रदाय पर कार्य करता है।

लैम्प की दक्षता लगभग 50 lm/W होती है।

सोडियम वाष्प लैम्प और मरकरी वाष्प लैम्प की तुलना

क्र.सं.	सोडियम वाष्प लैम्प	मरकरी वाष्प लैम्प
1	इसके साथ एक उच्च क्षरण प्रतिघात ट्रांसफार्मर होता है	इसके साथ एक चोक (Ballast) होती है।
2	प्रकाश दक्षता उच्चः 160 lm/w.	प्रकाश दक्षता कम: 50 lm/w.
3	सोडियम वाष्प लैम्प की प्रज्वलन वोल्टेज 400 से 600V तक परिवर्तित होती है।	मरकरी वाष्प लैम्प की प्रज्वलन वोल्टेज कम होती है।
4	जलने की स्थिति क्रान्तिक (critical) होती है।	जलने की स्थिति क्रान्तिक नहीं होती है।
5	पीलापन का प्रकाश	हरा नीला प्रकाश
6	इसमें केवल दो इलैक्ट्रोड होते है।	इसमें दो मुख्य इलैक्ट्रोड और एक सहायक इलैक्ट्रोड होता है।

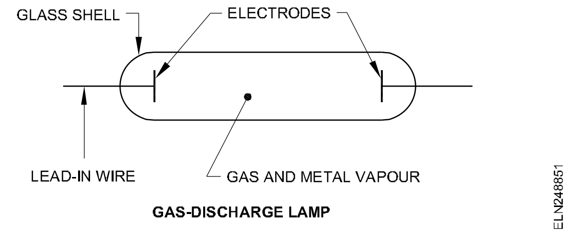
फ्लोरसेन्ट लैम्प (Fluorescent lamp)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **डिस्चार्ज लैम्प को सिद्धान्त बताना**
- **एकल ट्युब फ्लोरसेन्ट लैम्प के भाग एवं उसके परिपथ आरेख का वर्णन करना**
- **परिपथ में प्रत्येक घटक (component) के कार्य को स्पष्ट करना**
- **परिपथ में होने वाली विभिन्न प्रकार की समस्याओं के कारण परिपथ के काम न करने के सम्भावित कारण बताना।**

विसर्जन लैम्प का सिद्धांत (Principle of a discharge lamp) : एक गैस विसर्जन लैम्प के मौलिक सिद्धांत को Fig 1 में वर्णन किया गया है। विशेषकर वायुमण्डलीय और उच्च दाब पर गैसें प्रायः अल्प चालक होती है, परन्तु एक सील्ड आवरण में दो इलैक्ट्रोडों को निम्न दाब पर गैसा भर कर जब उपयुक्त वोल्टेज (जिसे प्रज्वलन वोल्टेज कहते हैं) प्रदान करते हैं, तो एक इलैक्ट्रोड से दूसरे इलैक्ट्रोड के बीच गैस के माध्यम से धारा प्रवाहित होने लगती है।

Fig 1



GAS-DISCHARGE LAMP

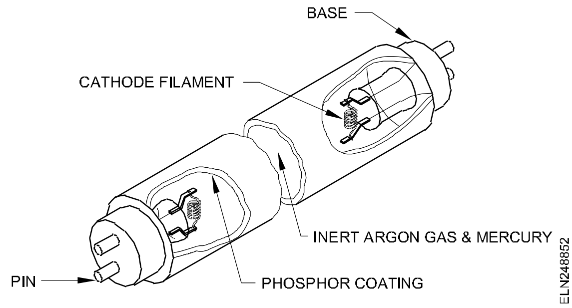
एक कांच के आवरण में दो इलैक्ट्रोड जो कुछ दूरी पर रख कर इन्हें लीड तारों द्वारा वोल्टता स्त्रोत से जोडा जाता है। आवरण के अन्दर वाले स्थान में कम दाब पर वाष्प भरे जाते है। जब इलैक्ट्रोडों को प्रदान की गई वोल्टेज में एक सीमा तक वृद्धि की जाती है, तो अन्दर भरी गैस आयनित हो जाती है और धारा को संचालित करना शुरू कर देती है। जब एक बार आयनीकरण हो जाता है औरधारा एक इलैक्ट्रोड से दूसरे इलैक्ट्रोड की तरफ संचालित होने लगती है, परिपथ का प्रतिरोध तेजी से घटता है। इससे बहुत अधिक धारा प्रवाहित होने लगती है। इस अधिक धारा को सीमित करने के लिए युक्ति को काम में लिया जाना आवश्यक हो जाता है।

निम्न दाब गैस में धारा का प्रवाह विसर्जन कहलाता है। इस कारण गैस/वाष्प विकिरण का उत्सर्जन परबेंगनी क्षेत्र में होता है। पराबैंगनी UV विकिरण मनुष्य की आँखे ग्रहण नहीं कर पाती है। जब पराबैंगनी किरणें UV फास्टर पर पडती है तो कुछ फास्फर में गुण होता है कि दृश्य वर्णक्रम में (in the visible spectrum) यह प्रकाश को उत्सर्जित करने लगता है।

फ्लोरसेन्ट नली की संरचना (Construction of fluorescent tubes): प्रतिदीप्ति प्रकाश बल्ब मौलिक रूप में एक कांच की ट्युब होती है जिसके दोनों ओर कैप बेस लगी होती है। (Fig 2) इन आधारों (bases) के साथ पिने लगी होती है जो आन्तरिक कम्पोनेन्ट्स जिन्हें कैथोड कहते है को धारा प्रदान करती है। ट्युब के अन्दर बहुत कम मात्रा में मरकरी की बूंद और निष्क्रिय (inert) गैस भरी रहती है।

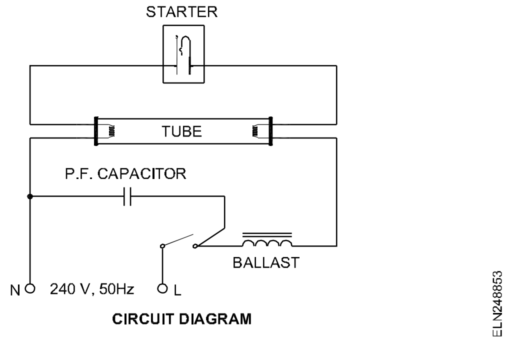
ट्युब की आन्तरिक सतह प्रतिदीप्ति पाउडर या फास्टर से लेपित होती है। जब फास्टर पर पराबैंगनी किरणें पडती है तो यह उत्सर्जित करने लगता है। कैथोड या इलैक्ट्रोड टंगस्टन द्वारा कुण्डलित फिलोमेन्ट होते है जिन पर बेरियम और स्ट्रॉनशियम ऑक्साइड का मिश्रण का लेप लगा होता है।

Fig 2



परिपथ आरेख (Circuit diagram): ट्युब के किसी भी सिरे के साथ स्टार्टर, ब्लास्ट और ट्युब इलैक्ट्रोडों को संयोजित करने की विधि Fig 3 में दिखाई गई है।

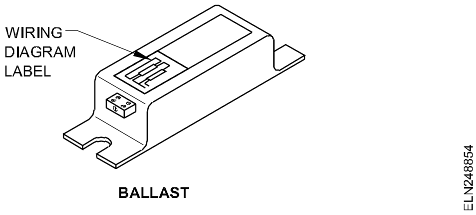
Fig 3



प्रतिदीप्ति लाइट सर्किट के विभिन्न भागों का कार्य

बलास्ट (चोक) **(Ballast)** (Choke): मूल रूप से ब्लास्ट लेमिनेटिड लोह क्रोड पर बहुत अधिक टर्नों से कुण्डलित एक कुण्डली होती है। (Fig 4) प्रतिदीप्ति ट्युब को संचालित करने के लिए यह वोल्टेज को बढाती है। एक बार ट्युब संचालित करने के बाद, यह धारा के प्रवाह को सीमित करती है, इससे ट्युब के कैथोड को जलने से रोका जा सकता है।

Fig 4



स्टार्टर (Starters): फ्लोरसेन्ट ट्युब परिपथ में एक स्टार्टर दो कार्य सम्पन्न कराता है।

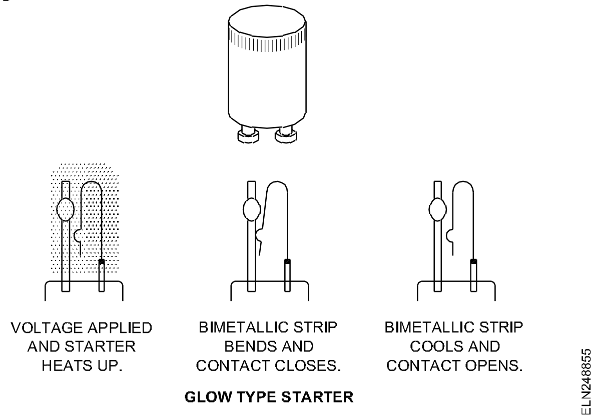
- यह सबसे पहले इलैक्ट्रोडों का पूर्व तथ्य करने के लिए सर्किट को पूरा करता है।
- यह वोल्टता को स्पन्द करने के लिए प्रज्वालक की तरह कार्य करके सर्किट को खोल देता है।

स्टार्टर दो प्रकार के होते है।

- ग्लो-टाइप (Glow-type)
- थर्मल टाइप (Thermal type)

ग्लो प्रकार का स्टार्टर (Glow type starters): एक ग्लो प्रकार स्टार्टर स्विच (Fig 5) सबसे अधिक उपयोग किया जाता है। यह एक गैस पूरित काँच की ट्युब पत्ती (bimetallic strip) होती है। जब स्टार्टर को वोल्टेज दी जाती है, तो दो सम्पर्कों के बीच एक ग्लो विसर्जन होता है। इससे उत्पन्न हुई ऊष्मा द्विधातु पत्ती को मोड देती है और सर्किट क्लोज हो जाता है।

Fig 5



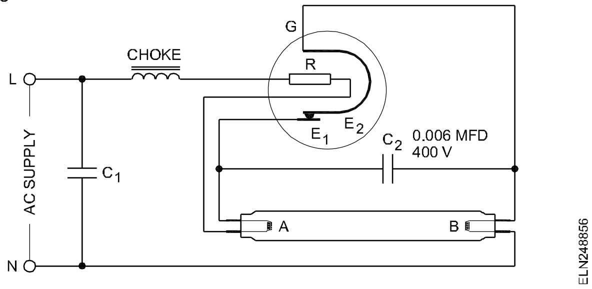
पूर्व तप्त हुए इलैक्ट्रोडों में से धारा प्रवाहित होना शूरू कर देती है। उसी समय दीप्ति (glow) विसर्जन रूक जाता है, जिसके परिणामस्वरूप द्वि धातु पत्ती ठण्डी होने लगती है। सम्पर्क पुनः खुल जाते है और चोक कुण्डली में उत्पन्न वोल्टेज उच्च प्रज्वलन वोल्टेज (ignition voltage) प्रदान करती है।

तापीय प्रकार का स्टार्टर (Thermal type starter): इस स्टार्टर में ऊष्मा उत्पन्न करने वाले प्रतिरोध R के पास एक द्विधातु पत्ती होती है जो स्विच का कार्य करती है।

तापीय प्रकार स्टार्टर प्रायः हाइड्रोजन गैस से भरे बल्ब G में आवरणित रहता है। जब लैम्प परिचालन में नहीं होता है इस समय दो स्विच इलैक्ट्रोड E_1 और E_2 प्रायः (normally) बन्द (closed) अवस्था में रहते है। जब परिपथ को सामान्य प्रदाय के साथ स्विच ऑन किया जाता है, लैम्प फिलामेन्ट इलैक्ट्रोड A और B तापीय स्विच के माध्यम से एक साथ संयोजित हो जाते है और इनमें से उच्च धारा प्रवाहित होने लगती है।

इसके फलस्वरूप ये प्रकाश देने की स्थिति तक गर्म हो जाते है। इसी समय प्रतिरोध R में उत्पन्न ऊष्मा द्विधातु पत्ती E_2 को मोड देती है जिससे सम्पर्क टूट जाता है। चोक द्वारा इसी क्षण उच्च हिल्लोल (surge) वोल्टता प्रदान की जाती है जो कि लगभग 1000V होती है, यह वोल्टता मरकरी के वाष्पों में विसर्जन शुरू करने के लिए पर्याप्त होती है जैसा कि वर्णन किया जा चुका है। प्रतिरोध R में उत्पन्न हुई ऊष्मा स्विच के सम्पर्क E_1 और E_2 को इस अन्तराल में खुला रखती है जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है।

Fig 6



एक 0.006 MFD का संधारित्र (C_2) स्टार्टर सम्पर्क (द्विधातु) के इलैक्ट्रोडों के पार्श्व में जोडा गया है। थर्मल या ग्लो प्रकार के दोनों स्टार्टरों के प्रकरण में यह रेडियो व्यावधान (radio interference) के प्रभाव को खत्म करता है जो द्विधातु सम्पर्को के खुलने व बन्द होने से उत्पन्न होते है।

फ्लोरसेन्ट लैम्प ट्युब (Fluorescent tube): जब Fig 3 में दिये परिपथ को ऊर्जित (energised) किया जाता है, तो श्रेणी प्रतिघात, दो फिलामेन्ट और ग्लो-ट्युब में से न्यून धारा प्रवाहित होती है। परिपथ को ऊर्जित करने के क्षणों में, ग्लो ट्युब के उच्च प्रतिरोध के कारण धारा बहुत कम मात्रा में प्रवाहित होती है।

क्योंकि दीप्ति-ट्युब (glow-tube) के उच्च प्रतिरोध के कारण, धारा बहुत कम होती है, इसलिए श्रेणी प्रतिघात (series reactor) के पार्श्व मेंबहुत कम वोल्टेज ड्राप होती है। इसलिए, यहाँ ग्लो-ट्युब पर पर्याप्त वोल्टेज होती है जो U-आकार की द्विधातु पत्ती में विसर्जन पैदा करती है, जिससे यह फैल कर सम्पर्क को क्लोज कर देती है। दोनों कैथोड गर्म होना शुरू करते है।

दोनो फिलामेन्ट में धारा प्रवाह अपेक्षाकृत उच्च होता है, परन्तु परिपथ में लगा श्रेणी प्रतिघात धारा को सुरक्षित मान तक सीमित कर देता है। वह अवधि जिसमें ग्लो-ट्युब के सम्पर्क बन्द रहते है, प्रतिदीप्ति ट्युब इलैक्ट्रोड का तापमान तीव्रता से बढता है।

इस प्रकार जब ग्लो ट्युब में सम्पर्क क्लोज रहते है, ग्लो विसर्जन रूक जाता है, द्विधातु पत्ती U-स्ट्रिप ठण्डी हो जाती है और सम्पर्क खुल जाते है। जिस क्षण सम्पर्क खुलते है, तो श्रेणी प्रतिघात कुण्डली में झटके के साथ प्रेरणिक वोल्टेज उत्पन्न होती है, जो प्रतिदीप्ति ट्युब के मुख्य इलैक्ट्रोडों के बीच धारा का संचालन शुरू कर देती है।

फिलामेन्ट इलैक्ट्रोडों के बीच इलैक्ट्रोनों की धारा प्रवाहित होने लगती है। ये स्वतन्त्र इलैक्ट्रोन आर्गन और मरकरी वाष्प के इलैक्ट्रोनों के साथ ट्युब में टकराते है। दोनों गैस पराबैंगनी प्रकाश विकिरत करती है। ये परबैंगनी किरणों ट्युब की दीवार पर लेपित फास्टर पर विस्फोट करती है। फास्टर का लेप दृश्य प्रकाश उत्सर्जित करता है।

फ्लोरसेन्ट लैम्प लगातार परिचालित होता है जब तक कि इसका प्ररिपथ ऊर्जित रहता है। सन्तोषजनक परिचालन के लिए इसकी सामान्य वोल्टेज 110 से 125 वोल्ट AC होती है। जब एक बार परिपथ परिचालन में आ जाता है, जो प्रतिघात निर्धारित मान तक करंट को सीमित कर देता है, इस प्रकार फ्लोरसेन्ट ट्युब उचित प्रकाश तीव्रता के साथ प्रदीप्त रहती है।

पावर गुणक सुधारक संधारित्र (Power factor correction capacitor): फ्लोरसेन्ट ट्युब के श्रेणी मे जुडे प्रतिघात या वोल्टेज ब्लास्ट के कारण फ्लोरसेन्टा इकाई का शक्ति गुणक 50 और 60 प्रतिशत पश्चगामी रहता है। पावर कम्पनियों ने इसलिए विभिन्न प्रतिदीप्ति लैम्प निर्माताओं से अनुरोध किया है कि फ्लोरसेन्ट प्रकाश इकाई में एक संधारित्र स्थापित किये जाये। उन्होंने एक ऐसा संधारित्र लैम्प परिपथ में संयोजित किया है जो कि अधिकतर फ्लोरसेन्ट लैम्प इकाइयों का परिचालन शक्ति गुणक इकाई या लगभग 100 प्रतिशत के समीप रखता है।

बाजार में उपलब्ध फ्लोरसेन्ट लैम्पों के मानक साइज (Standard sizes of fluorescent lamps available in the market): फ्लोरसेन्ट लैम्प की आउटपुट प्रकाश मात्रा लगभग ल्यूमेन प्रतिवाट होती है। सामान्य साइज 10, 20, 40 और 80 वाट है; 1 फुट (30 cm), 2 फुट (60 cm), 4 फुट (120 cm) और 5 feet (150 cm) क्रमशः है जो 240 वोल्ट पर परिचालित है।

फ्लोरसेन्ट लैम्पों की इन्कोसेन्ट लैम्पों से तुलना (Comparison of a fluorescent lamp with incandescent lamps): फ्लोरसेन्ट लैम्पों या ट्युब के मानक उद्दीप्त लैम्पों पर कई लाभ है। इनका मुख्य लाभ यह है कि ये बहुत कम मूल्य पर प्रकाश उत्पन्न कर सकते हे। फ्लोरसेन्ट लैम्प प्रति वाट शक्ति में उद्दीप्त लैम्प की अपेक्षा लगभग चार गुणा प्रकाश उत्पन्न करती है। इस कारण से ये परिचालन में सस्ती होती है। इनका चौंध स्तर कम होता है।

उच्च प्रकाश दक्षता के कारण फ्लोरसेन्ट ट्युब, उद्दीप्त लैम्प की अपेक्षा कम ऊष्मा उत्पन्न करती है। यदि आप फ्लोरसेन्ट लैम्प को `ऑन' करने के बाद स्पर्श करते है तो कई बार आप महसूस करेंगें कि छूने से यह ठण्डी लगती है। कई बार चलते हुए उद्दीप्त लैम्प को उतारते समय यदि बल्ब बडा हो तो यह किसी के हाथ भी जला देता है।

सामान्य परिचालन स्थितियों में फ्लोरसेन्ट लैम्प, मानक उद्दीप्त लैम्पों से पाँच से पंद्रह गुणा अधिक लम्बे होते है। इसलिए यदि फ्लोरसेन्ट लैम्प को जितनी अधिक बार ऑन या ऑफ किया जायेगा, तो इसका जीवन काल छोटा होता जायेगा फ्लोरसेन्ट लैम्प की मुख्य हानि यह है कि इसके फिक्चर का प्रारम्भिक मुल्य अधिक होता है। यह अतिरिक्तइसलिए अधिक है फ्लोरसेन्ट लैम्प परिपथ को चलाने के लिए सहायक हार्डवेयर की आवश्यकता होती हे। एक हानि यह है कि कम वॉटेज वाले इन लैम्पों के लिए फिटिंग की संख्या अधिक होती है।

फ्लोरसेन्ट लैम्पों की अवधि (Life of fluorescent lamps): इनका सामान्य अवधि 7500 घण्टे होता है। यह आयु दोनों उच्च व निम्न वोल्टेज से प्रभावित होती है और स्विच को बार-बार ऑन ऑफ करने की आवृत्ति पर भी लैम्प की आयु प्रभावित होती है। एक स्विचिंग ऑपरेशन से तीन घण्टे के लिए परिचालित लैम्प की औसत आयु ज्ञात की जाती है। वास्तविक जीवन काल 5000 से 10000 घण्टों के बीच परिवर्तित होता है, जो परिचालन परिस्थितियो पर निर्भर करता है। 4000 घण्टे के परिचालन के पश्चात आउटपुट प्रकाश 15 से 20% कम हो जाता है और इसीलिए मितव्यता के अनुरूप प्रतिदीप्ति लैम्प को 4000 - 5000 घण्टे तक जलने के बाद बदलना अच्छा होता है।

फ्लोरसेन्ट प्रकाश - दोष (Fluorescent light - Trouble shooting)

फ्लोरसेन्ट प्रकाश - दोष निवारण चार्ट

समस्या	सम्भावित कारण	हल
ट्युब स्टार्ट नही होता है	बल्ब फुंका हुआ है। स्टार्टर खराब है। लैम्प-होल्डर टूटा हुआ है। ब्लास्ट के लिए गलत बल्ब फिक्चर की वायरिंग गलत है। लाइन वोल्टेज बहुत कम वायु तापमान बहुत कम ब्लास्ट में दोष है।	बल्ब को बदल दें। स्टार्टर को बदल दें। लैम्प होलडर बदल दें। उचित बल्ब क लिए ब्लास्ट के लेबल को चेक करें। ब्लास्ट पर अंकित वायरिंग आरेख के अनुसार चेक करें। बिजली बोर्ड से सम्पर्क करें। विशेष निम्न ताप ब्लास्ट प्रयोग करें। ब्लास्ट को बदल दें।
बल्ब के सिर चमकते हैं परन्तु मध्य भाग नहीं	दोषित स्टार्टर फिक्चर की वायरिंग सही नही है फिक्चर उचित प्रकार से अर्थ नही है।	स्टार्टर को बदल दें। ब्लास्ट पर अंकित वायरिंग आरेख के अनुसार पुनः वायरिंग फिक्चर के अर्थ के संयोजन को चेक करें।
बल्ब के सिरे काले हो गये	बल्ब लगभग फुंक चुका है।	बल्ब को बदल दें।
बल्ब झिलमिलता है	ट्युब की पिनों का सम्पर्क कमजोर है। बल्ब लगभग फुंका हुआ है। दोषित या गलत स्टार्टर वायु तापमान बहुत कम है। कम तापमान वाला ब्लास्ट प्रयोग करें।	प्रोन्गस को साफ करें और लैम्प होल्डर में ट्युब को कस दें। बल्ब को निकाल दें। स्टार्टर को बदल दें। कमरे को गर्म करें; यदि आवश्यक हो तो विशेष्ज्ञ प्रकार का

तत्क्षण स्टार्ट फ्लोरसेन्ट लैम्प (Instant start fluorescent lamp)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एक तत्क्षण स्टार्ट फ्लोरसेन्ट लैम्प की कार्य प्रणाली व संरचना का वर्णन करना**
- **तत्क्षण स्टार्ट ब्लास्ट के कार्य को स्पष्ट करना**
- **एक तत्क्षण स्टार्ट फ्लोरसेन्ट लैम्प के लाभों को वर्णन करना।**

तत्क्षण स्टार्ट फ्लोरसेन्ट लैम्प (Instant start fluorescent lamps):

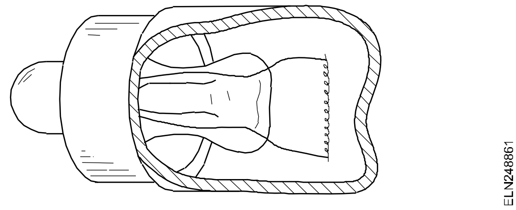
फ्लोरसेन्ट लैम्पों के तत्क्षण स्टार्ट या शीघ्र स्टार्ट करने की विधि में एक ऑटोट्रांसफार्मर ट्युब के पार्श्व में जुडा होता है। जब इलैक्ट्रोड गर्म हो जाते है (प्रायः एक सैकिण्ड के कुछ भागों में) तो ट्युब कार्य करने लगती है।

निर्माण और कार्य (Construction and working)

जो प्रतिघाती लैम्प तत्क्षण स्टार्ट के लिए डिजाइन किये जाते है, उनके प्रत्येक सिरे पर केवल एक टर्मिनल होता है। इसका कैथोड, फिलामेन्ट प्रकार को होता हे और तप्त कैथोड (hot-cathode) के रूप में कार्य करता है। दो इलैक्ट्रोडों के बीच प्रवाहित धारा, छोटी तार फिलामेन्ट के खण्ड को सैकिण्ड के एक भाग में लाल गर्म कर देती है। इसलिए इसमें अलग से स्टार्टर की आवश्यकता नही होती।

तत्क्षण स्टार्ट फ्लोरसेन्ट लैम्पों में उपयोग होने वाली एक टर्मिनल पिन और फिलामेन्ट प्रकार के कैथोड की संरचना Fig 1 में दिखाई गई है।

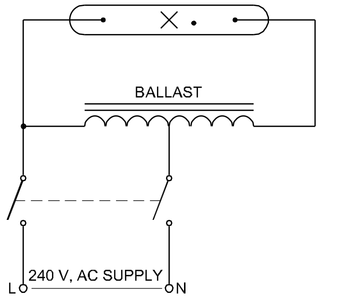
Fig 1



इस प्रकार की रचना में इलैक्ट्रोड हानियां कम होती है। तत्क्षण स्टार्ट फ्लोरसेन्ट लैम्प ट्युब की रचना का अन्य विवरण, पूर्व तप्त फ्लोरसेन्ट ट्युब जैसा ही होता है, केवल अन्तर यह होता है कि, तत्क्षण स्टार्ट ट्युब का व्यास पूर्व तप्त फ्लोरसेन्ट ट्युब से थोडा कम होता है।

Fig 2 में तात्क्षणिक स्टार्ट फ्लोरसेन्ट लैम्प में उपयोग होने वाला संयोजन आरेख दिखाया गया है।

Fig 2



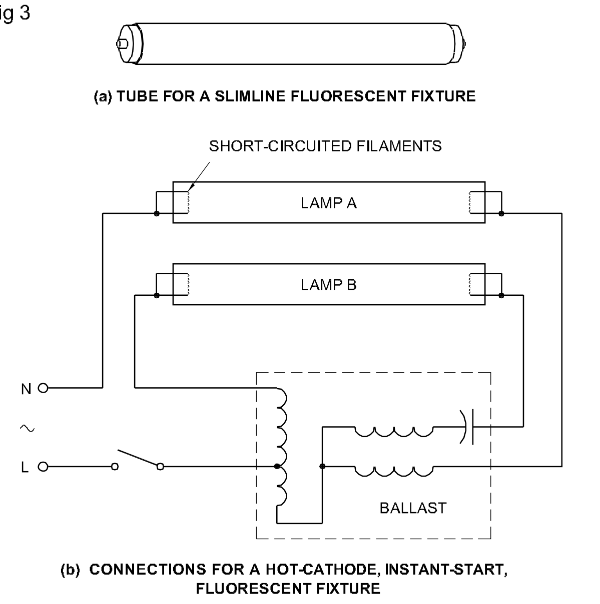
बालस्टा का प्रयोजन (Purpose of ballst)

डिजाइन किये गये परिपथ के साथ उपयोग होने वाली ब्लास्टः

- लैम्प को पूर्व तप्त किये बिना, उच्च स्टार्टिंग वोल्टेज उसी क्षण देकर परिपथ को ऊर्जित रखती है।
- लैम्प के परिचालन के बाद सामान्य परिचालित वोल्टेज देती है।

पहले दो स्लिम लाइन लैम्प, समानान्तर परिपथ में अग्रगामी-पश्चगामी (lead-lag) बन्धों में जोडे जाते थे। आधुनिक परिपथ में दो लैम्प श्रेणी में होते है, (Fig 3) और ब्लास्ट को इस प्रकार डिजाइन किया जाता है कि यह लैम्पो को बहुत शीघ्रता से स्टार्ट कर सके। इसके लिए छोटी ब्लास्ट की आवश्यकता होती है और इससे लागत कम हुई, और शोर का स्तर भी कम हुआ।

Fig 3



तात्क्षणिक परिपथ के उपयोग से निम्नलिखित लाभ है।

- दोनों लैम्प यूनिट का परिणामी शक्ति गुणक 95 प्रतिशत या इससे अधिक होता है।
- दो लैम्पो के परिपथ की धाराओं में फेज विस्थापन से स्ट्रोबोस्कोपिक प्रभाव कम होता है।
- दो लैम्पों के परिपथ की धाराओं में फेज विस्थापन से स्ट्रोबोस्कोपिक प्रभाव कम होता है।

त्वरित स्टार्ट फ्लोरसेन्ट लैम्प (Rapid start fluorescent lamp)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एक त्वरित स्टार्ट फ्लोरसेन्ट लैम्प की कार्य प्रणाली का वर्णन करना**
- **एक त्वरित स्टार्ट फ्लोरसेन्ट लैम्प और इसके परिपथ में ब्लास्ट के साथ परिपथ संयोजन का वर्णन करना**
- **एक त्वरित स्टार्ट परिपथ के लाभों का वर्णन करना।**

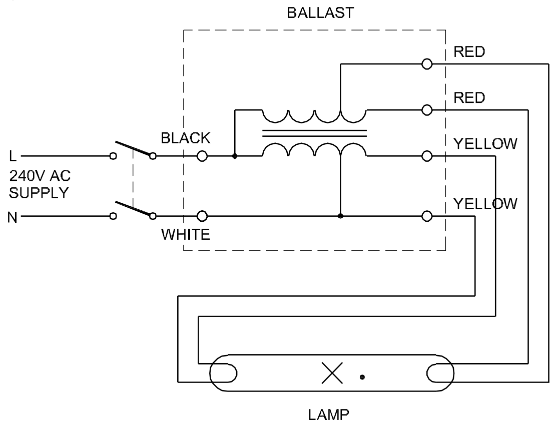
त्वरित स्टार्ट फ्लोरसेन्ट लैम्प (Rapid start fluorescent lamp)

आधुनिक प्रतिष्ठानों में त्वरित स्टार्ट लैम्प व्यापक रूप में उपयोग होते है। परिपथ को ऊर्जित (energised) करने के बाद कैथोड लगातार गर्म किये जाते है और लैम्प शीघ्रता से प्रदीप्त हो जाते है।

Fig 1 मे त्वरित स्टार्ट परिपथ को दिखाया गया है। कैथोड को लगातार गर्म रखने के लिए ब्लास्ट में पृथक कुण्डलन है। इसलिए, जब लाइटिंग स्विच को ऑन किया जाता है, लैम्प बहुत शीघ्रता से प्रकाशित होता है, और कोई झिलमिलाहट नहीं होती है।

इस लैम्प के लिए एक विशेष प्रकार की ब्लास्ट और धातु की स्टार्टिंग सहायक युक्ति की आवश्यकता होती है, जो कि शून्य विभव पर अर्थ होती है। धातु स्टार्टिंग एक लोकप्रिय व्यवस्था है जिसमें 1 और 2 mm मोटी धातु की पत्ती, ट्युब की टोपियों के बीच व्यवस्थित की जाती है, जो कि अर्थ कर दी जाती है।

Fig 1



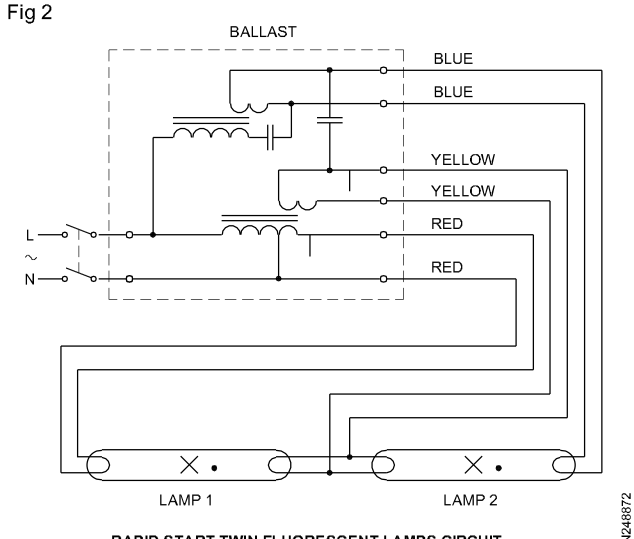
RAPID START FLUORESCENT LAMP CIRCUIT

जब एक त्वरित स्टार्ट फिक्चर (fixture) को संयोजित किया जाता है तो उचित ध्रुवता को होना महत्वपूण होता है। सप्लाई से आई अभुसम्पर्कित (गर्म/फेज) से ब्लास्ट का काला तार जोडना चाहिए।

चूंकि कैथोड पहले ही गर्म हुए होते है, इस लिए लैम्प को प्रदीप्त होने के लिए वोल्टेज की जो मात्रा चाहिए वह तात्क्षणिक स्टार्ट लैम्प को स्टार्ट करने की वोल्टेज से कम होती है। परिणामस्वरूप त्वरित प्रारम्भ प्रणाली बहुत दक्ष होती है क्योंकि विशेषकर ब्लास्ट में बहुत कम हानियाँ होती है।

Fig 2 में दो त्वरित लैम्पों के संयोजन दिखाये गये है। यह सामान्य उपयोग होने वाला श्रेणी परिपथ है। एक बार जब लैम्प 1 ऑन होता है, इसके पार्श्व में वोल्टेज बहुत कम मान तक गिर जाती है और ब्लास्ट वोल्टेज के लगभग

Fig 2



RAPID START TWIN FLUORESCENT LAMPS CIRCUIT

बराबर सारी वोल्टेज लैम्प 2 के पार्श्व में आरोपित हो जाती है, जो कि लैम्प को स्टार्ट करने के लिए आवश्यक स्टार्टिंग वोल्टेज होती है। इस कारण से ब्लास्ट का साइज छोटा किया जा सकता है।

लाभ (Advantages):

1 त्वरित प्रारम्भ लैम्प मन्द रोशनी (dimming) और चमक (flashing) वाले परिपथों में उपयोग हो सकते है।

2 कुछ विशेष प्रकार के त्वरित प्रारम्भ लैम्प पूर्व तप्त प्रणाली में अच्छी प्रकार से कार्य करते है।

3 एक त्वरित प्रारम्भ लैम्प किसी भी मौसम में कार्य कर सकता है।

4 इसका जीवन काल तात्क्षणिक प्रारम्भ लैम्प की अपेक्षा लम्बा होता है, फिर भी स्टार्टिंग समय बहुत कम लेता है।

5 त्वरित प्रारम्भ प्रणाली में, तात्क्षणिक प्रारम्भ प्रणाली की तरह पृथक रूप से स्टार्टर व स्टार्टर होल्डर की आवश्यकता नहीं होती है।, जैसा कि पूर्व तप्त प्रणाली में आवश्यकता होती है।

फ्लोरसेन्ट लैम्प - जोड़ा ट्युब (Fluorescent lamp - Twin-tube)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **जोड़ा-ट्युब के संयोजन की आवश्यकता बताना**
- **यह बताना कि स्ट्रोबोस्कोपिक प्रभाव से कैसे बचा जा सकता है**
- **जोड़ा-ट्युब संयोजनों के प्रकार बताना।**

जोड़ा-ट्युब संयोजनों की आवश्यकता (Necessity of twin-tube connections): यदि उपयुक्त वाट क्षमता की चोक (ballast) उपलब्ध न हो, तब चोक की वाट क्षमता से आधी वाटेज क्षमता वाली दो ट्युब श्रेणी में जोड़ कर, बडी चोक के साथ संयोजित कर सकते है जिससे दो ट्युब सही प्रकार से अपना कार्य प्रदर्शित कर सके।

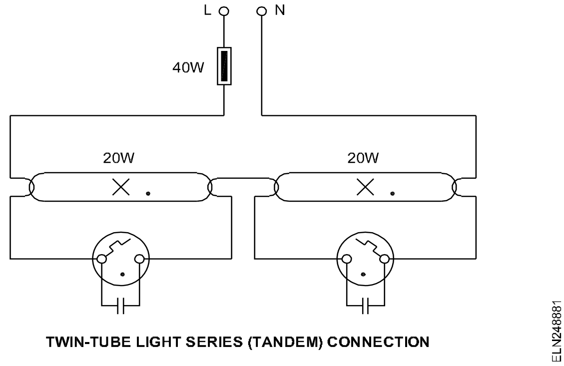
उदाहरणः यदि एक 40 वाट चोक और दो 20 वाट की ट्युब उपलब्ध हों, तब ट्युबों का यह जोड़ा श्रेणी में जोडा जा सकता है जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

उद्दीप्त लैम्प जो ऊष्मा उत्पन्न करके प्रकाश उत्सर्जित करते है, फ्लोरसेन्ट लैम्प उनसे भिन्न वोल्टता तरंग में शून्य मान पर, प्रत्येक सेकिण्ड में 100 बार अपने आप को बुझाता है। इस प्रकार के प्रकाश में चलती हुई वस्तुओं को देखना कठिनाई पैदा करता है।

इस प्रकार की असहज स्थिति (discomfort) से बचने के लिए, ट्युब के जोडे को लैग-लीड के समानान्तर परिपथ में संयोजित करें।

स्ट्रोबोस्कोपिक प्रभाव (Stroboscopic effect): एक AC साइकल में, प्रति साइकल दो बार ऑफ हो जाना चाहिए या प्रति सैकिण्ड के 100वें भाग में (मानक आवृत्ति 50Hz सप्लाई लेने पर ऑफ हो जाना चाहिए। टंगस्टन लैम्पों में फिलामेन्ट के गर्म होने के फलस्वरूप यह शून्य काल पार हो जाता है, जिसके कारण लैम्प को बुझना व झिलमिलाना से रोक लगती है।

Fig 1



TWIN-TUBE LIGHT SERIES (TANDEM) CONNECTION

विसर्जित लाइटें, ऊष्मन फिलामेन्ट के सिद्धांत पर परिचालित नहीं होती है और इनमें झिलमिलाहट भी सामान्य परिस्थितियों में नहीं होती लेकिन जहाँ चल मशीनें होती है वहाँ पर इस प्रकार का खतरा का संकेत मिलता है जिसे स्ट्रोबोस्कोपिक प्रभाव कहते है। इस प्रभाव के कारण मशीन के पहिये में लगी ताडियाँ (Spokes) जब मशीन घूमती है, की चाल, प्रदाय की चाल अर्थात आवृत्ति के समान हो तो ये स्थिर दिखाई देती है।

यदि प्रदाय साईकल में दो शून्य बिन्दुओं के बीच का समय, पहिये द्वारा एक चक्कर घुमने के लिए गये समय के बिल्कुल समान हों तो पहिया स्थिर दिखाई देगा, क्योंकि समय के समान अन्तराल में समान ताडि (spoke) प्रकाशित होगी।

यदि समय का अन्तर थोडा कम है तो पहिया ऊल्टा घूमता दिखाई देगा। यदि समय का अन्तराल अधिक है तो पहिया फारवर्ड दिशा में धीरे धीरे चलता हुआ दिखाई देगा।

स्ट्रोबोस्कोपिक प्रभाव को रोकने के लिए अपनायी जाने वाले विधियां (Methods adopted to prevent the stroboscopic effect): फ्लोरसेन्ट लैम्पों में उपयोग होने वाले फ्लोरसेन्ट पाउडर इस प्रकार के उपयोग किये जायें जिनमें चमक कुछ विलम्ब से हो, तो स्ट्रोबोस्कोपिक प्रभाव में कम किया जा सकता है। इस प्रभाव को और अच्छी प्रकार से दूर करने के लिए, प्रकाश व्यवस्था को तीन फेज में किया जाना चाहिए और पास-पास वाले लैम्प अलग-अलग फेजों से जुडे होने चाहिए। जहाँ केवल एक फेज प्रदाय उपलब्ध हो वहाँ पर लैम्पों को जोडे में परिचालित करना चाहिए।

दो ट्युब संयोजनों के प्रकार (Types of twin-tube connections)

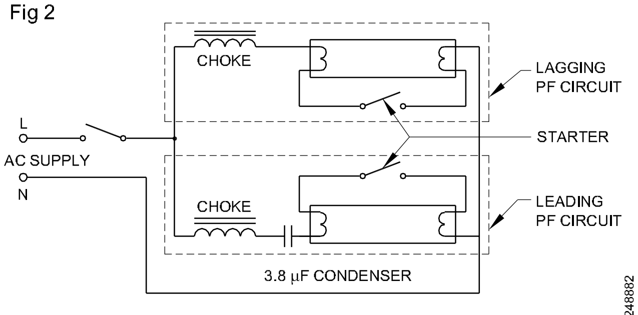
ये मुख्य रूप से दो प्रकार के है।

- दो ट्युब लाइट के श्रेणी संयोजन (Twin-tube light series connections)
- दो ट्युब लाइट के समानान्तर संयोजन (Twin-tube light parallel connections)

दो ट्युब लाइट का श्रेणी संयोजन (Twin-tube light series connection): प्रत्येक फ्लोरसेन्ट लैम्प के लिए उचित प्रकार की चोक उपयोग करनी चाहिए। उदाहरण के लिए 40 वाट की चोक के साथ 40 वाट का लैम्प उपयोग करना चाहिए, 60 वाट की चोक के साथ 60 वाट का लैम्प, और इसी प्रकार से आगे करें। यह सम्भव है कि एक 40 वाट की चोक के साथ दो 20 वॉट के लैम्प जोडे जा सकते हैं और दो 40 वाट की लैम्प एक 80 वॉट की चोक के साथ जोडे जा सकते है। प्रत्येक लैम्प का अपना एक अलग स्टार्टर होना चाहिए। जो फ्लोरसेन्ट लैम्प इस प्रकार से जोडे जाते है वे TANDEM में जुडे होते है। (Fig 1)

दो ट्युब लाइट-समानान्तर संयोजन (Twin-tube light-parallel connections): अन्य प्रकार के AC प्रचालित विसर्जन लैम्पों में धारा की चक्रिय प्रवृत्ति के कारण स्ट्रोबोस्कोपिक प्रभाव उत्पन्न होता है और यह सबसे अधिक चल मशीनों व वस्तुओं में अधिक मुखर होता है। दो लैम्प फिक्चरों की वायरिंग में एक में प्रेरणिक धारा व दूसरे में संधारित्र का उपयोग करके अग्रगामी धारा उत्पन्न करके इस स्ट्रोबोस्कोपिक प्रभाव को दूर किया जा सकता है। (Fig 2) इसके लिए संधारित्र की धारिता 3.8 mfd, 380V निर्धारित की गई है।

Fig 2



TWIN-TUBE LIGHT PARALLEL CONECTIONS

सामान्य P.F. संधारित्र को छोड सकते है परन्तु दूसरा संधारित्र जो एक लैम्प व चोक कुण्डलन के श्रेणी में जोड़ा जाता है यह भिन्न होता है। एक लैम्प में पश्चगामी (lagging) धारा को संधारित्र परिपथ में अग्रगामी (leading) धारा से सन्तुलित किया गया है, इस प्रकार धारा और आउटपुट प्रकाश दोनों लैम्पों में लगभग 120 डिग्री पर हो जाते है और कुल P.F. इकाई के लगभग होता है।

फ्लोरसेन्ट लैम्प और नियॉन संकेत लैम्पों में अन्तर

बिन्दु	नियॉन संकेत लैम्प	फ्लोरसेन्ट लैम्प
संरचना	1 ट्युब के दोनों सिरों के साथ इलैक्ट्रोड फिट रहते हैं।	दोनों सिरों पर फिलामेन्ट फिट रहते हैं।
	2 ट्युब की अधिकतम लम्बाई - 1 मीटर	ट्युब की अधिकतम लम्बाई - 1.5 मीटर (5 फिट)
	3 ट्युब का व्यास 10 mm से 20 mm होता है।	ट्युब का व्यास 20 mm से 40 mm होता है।
	4 ट्युब उच्च वोल्टेज ट्रांसफार्मर से मेल खानी चाहिए।	यह मध्यम वोल्टेज जैसे 250 V पर परिचालित हो सकती है।
	5 हम इसे किसी भी डिजाइन या आकार में बना सकते हैं।	ये केवल सीधी या वृत्ताकार होती है।
	6 इलैक्ट्रोड बेलनाकार आकार के होते है और निकिल, लोह या ताँबे से बने होते हैं।	इलैक्ट्रोड सर्पाकार रूप में होते है और इलैक्ट्रोन उत्सर्जन करनेवाले पदार्थ से लिपटे हुए टंगस्टन से बने होते हैं।

बिन्दु	नियॉन संकेत लैम्प	फ्लोरसेन्ट लैम्प
रंग	1 विभिन्न प्रकार की गैसों व रसायनकों का उपयोग से आवश्यक रंग प्राप्त किये जा सकते है।	ट्युब की दीवार पर रसायन की परत लगाकर रंग प्राप्त किया जा सकता है।
	2 केवल नियॉन या हीलियम और कुछ मात्रा में आर्गन जैसी गैस उपयोग होती है।	ट्युब मे थोडी मात्रा में पारा होता है।
अनुप्रयोग	1 ये ट्युबें विज्ञापन कार्यों में नियॉन संकेत या अक्षरों के रूप में उपयोग होती है।	ये ट्युबें घरेलु/औद्योगिक प्रकाश के लिए उपयोग होती है।
	2 ये ट्युबें आवश्यकताओं के अनुसार तैयार उपलब्ध नहीं होता है।	ये तैयार उपलब्ध होती है।

हैलोजन लैम्प (Halogen lamp)

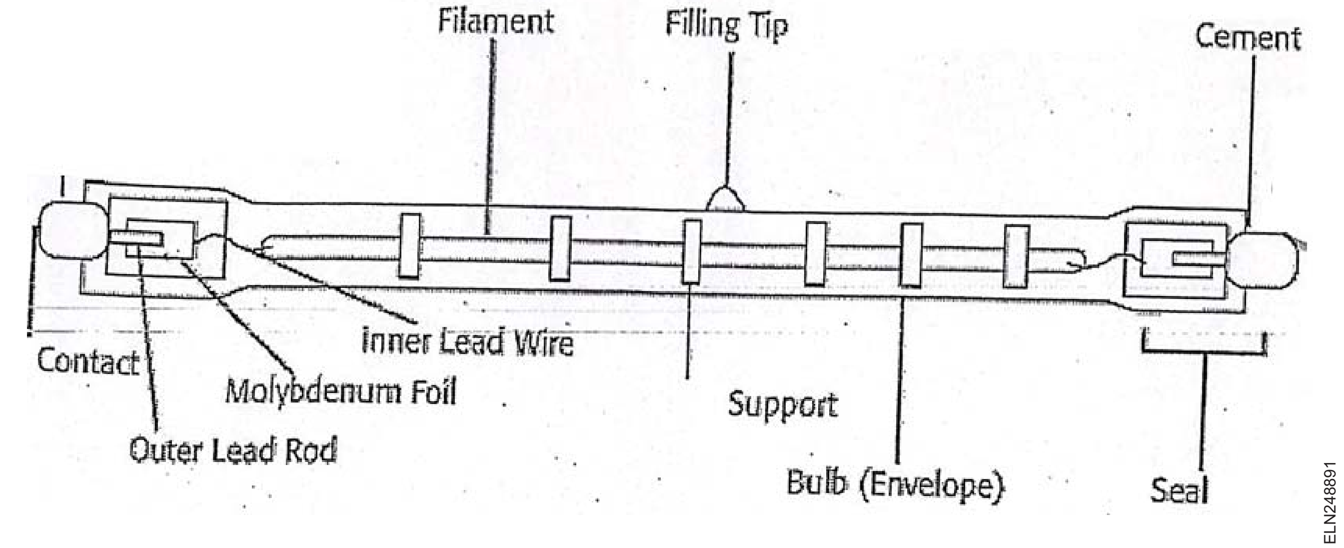
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **हैलोजन लैम्प की संरचना का वर्णन करना**
- **हैलोजन लैम्प के सिद्धांत का वर्णन करना।**

संरचना (Construction)

हैलोजन लैम्प उत्तम प्रकार से विकसति और बहु-उद्देश्यीय उद्दीप्त लैम्प होते है। यद्यपि ये लैम्प उद्दीप्त (incandescent) लैम्प परिवार से सम्बन्ध रखते है, ये दुधीया सफेद प्रकाश, लम्बी आयु, उच्च दक्षता और स्थिर ल्यूमेन अनुरक्षण के लिए डिजाईन किये जाते है। इनके छोटे आकार के कारण, हैलोजन लैम्प बहुत छोटे आकार व स्टाईलिस (stylish) प्रकार के डिजाईन किये गये फिक्सर में उपयोग हो सकते है। हैलोजन लैम्प टंगस्टन हैलोजन पुर्नजनक (regenerative) के सिद्धांत पर परिचालित होते है जो कि फिलामेन्ट के वाष्पीकरण और बल्ब के काला पडने को रोकता है। इसके परिणामस्वरूप, प्रारम्भिक ल्यूमेन और रंगों का तापमान लैम्प की आयुपर्दन्त स्थिर बने रहते है। ब्रोमाइन के उपयोग से, जो कि एक पारदर्शक गैसा होती है इसकी दक्षता 28 -33 ल्यूमेन/वाट तक बढ जाती हैजो कि आयोडीन की तुलना में अधिक है। क्योंकि गैस भरी होने से प्रकाश का अवशोषण (absorption) कम हो जाता है। (Fig 1)

Fig 1



टंगस्टन हैलोजन पुर्नजनक चक्र क्रिया का सिद्धांत (Principle of tungsten halogen regenerative cycle process)

1 यदि लैम्प का ऑन किया जाये, तो टंगस्टन के कण फिलामेन्ट से वाष्पित होकर बल्ब की दीवार के साथ चिपक जाते है। उसी समय, हैलोजन छोटे-छोटे कणों में विभाजित होकर आणविक हैलोजन बन जाती है।

2 आणविक हैलोजन बल्ब की दीवारों के साथ फैल जाती है और टंगस्टन के स्वतन्त्र वाष्पीकृत हैलाइड (halide) बन जाते है ।

3 बल्ब की दीवार पर उच्च तापमान (500°F से अधिक) के कारण, टंगस्टन हैलाइड स्वतन्त्र रूप से वाष्पीकृत होकर पुनः फिलामेन्ट की तरफ आते है।

4 उच्च तापमान पर टंगस्टन हैलाइड फिलामेन्ट के चारों तरफ विच्छेदित होकर, हैलोजन गैस मुक्त करते है, पुनः ये कण आपस में मिलने को तैयार रहते है और फिलामेन्ट पर टंगस्टन पुनः मुक्त होती है, जहाँ पर प्रक्रिया पुनः दोहराई जाती है।

हैलोजन लैम्प का आवरण स्फटिक काँच (quartz glass) का बना होता है क्योंकि हैलोजन पुर्नजनक चक्र की प्रक्रिया में उच्च तापमान और दाब की आवश्यकता होती है इसलिए यह उच्च ताप व दाब को स्फटिक काँच ही सहन कर सकता है। उच्च ताप पर लैम्प को फटने से रोकने के लिए स्फटिक मजबूती से रक्षा करता है। बेहतरीन फोकस व शुद्ध प्रकाश के लिए छोटे आकार के हैलोजन लैम्प प्रकाश पुर्जे (light beam) पर बिल्कुल सही कन्ट्रोल रखते है।

टंगस्टन हैलोजन लैम्प (Tungsten Halogen Lamp)

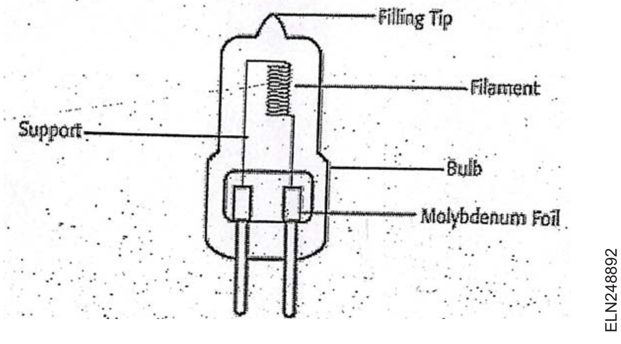
फ्लोरिन, क्लोरिन, ब्रोमिन और आयोडीन जैसी गैसों के तत्वों के समूह को हैलोजन नाम दिया गया है। उद्दीप्त लैम्प से फिलामेन्ट का जीवन काल टंगस्टन के वाष्पीकरण से प्रभावित होता है।

इसे रोकने के लिए हैलोजन गैस की थोडी सी मात्रा (जिसे आयोडीन कहते है) के साथ आर्गन गैस लैम्प में भरी जाती है। वाष्पीकृत टंगस्टन के आयोडीन बहुत स्वतन्त्र होते है और फिलामेन्ट की दिशा में आते है और टंगस्टन और हैलोजन अलग हो जाते है।

टंगस्टन इस प्रकार मुक्त होती है कि यह पुनः फिलामेन्ट पर एकत्रित होकर इसे मजबूत बना देती है । इसे हैलोजन के जुडने के परिणामस्वरूप पुर्नजनक चक्र बनता है और टंगस्टन का वाष्पीकरण रूक जाता है। इससे टंगस्टन फिलामेन्ट अधिक तापमान तक गर्म किया जा सकता है जिससे इसकी दक्षता भी बढती है। (Fig 2).

इस पुर्नजनक चक्र को बनाये रखने के लिए यह आवश्यक हो जाता है कि लैम्प की दीवार का तापमान 2500°C से उच्च बना रहे। इसलिए लैम्प का

Fig 2

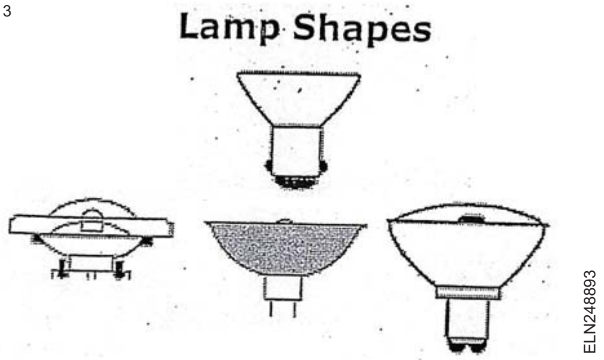


आवरण स्फटिक का बनाया जाता है। इस कारण उच्च दाब पर गैस भरने से लैम्पों का आकार लघु किया जा सकता है।

GLS लैम्प की तुलना में लैम्प की दक्षता 50% अधिक होती है जब वोल्टेज बराबर हो और इसका जीवन काल भी दो गुणा होता है। इन लैम्पों का प्रकाश रंग भी बेहतरील होता है। ये 500W से 5kW तक के साइज में उपलब्ध है। हैलोजन लैम्प की दक्षता उच्च होती है और साइज छोटा होता है। परन्तु TV फोटोग्राफी और फिल्म कैमरों के उद्देश्यों से बनाये गये लैम्पों का जीवन काल कम होता है।

आप Fig 3 में हैलोजन लैम्प व लैम्प शेड के विभिन्न प्रकार देख सकते है।

Fig 3



कॉम्पैक्ट फ्लोरसेन्ट लैम्प (CFL) (Compact Fluorescent Lamp (CFL))

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **CFL लैम्प की संरचना का वर्णन करना**
- **CFL लैम्प के सिद्धांत की व्याख्या करना**
- **CFL's लैम्पों और ट्यूबों के प्रकार बताना**

CFL लैम्प (CFL Lamp)

संरचना (Construction) : एक कॉम्पैक्ट फ्लोरसेन्ट लैम्प (CFL), कॉम्पैक्ट फ्लोरसेन्ट लैम्प के नाम से भी जाना जाता है, और कॉम्पैक्ट फ्लोरसेन्ट ट्युब, एक ऐसा फ्लोरसेन्ट लैम्प अभिकल्प किया गया जिसने उद्दीप्त लैम्प को बदल दिया है, ये कुछ इस प्रकार के है जो उद्दीप्त लैम्प के सामान्य फिक्चरों में फिट हो जाते है। लैम्प में एक ट्युब का उपयोग किया गया है जो कि वक्राकार रूप में मुड कर एक उद्दीप्त लैम्प के जितने स्थान में फिट हो जाती है, और एक सुदृढ छोटी इलैक्ट्रोनिक ब्लास्ट लैम्प के आधार में स्थित होती है। (Fig 1)

Fig 1

एक CFL का क्रय मूल्य उद्दीप्त लैम्प से अधिक होता है, परन्तु लैम्प के पूरी जीवन काल में यह क्रय मूल्य से पाँच गुणा अधिक मूल्य की विद्युत की लागत कम कर देती है।

कार्य सिद्धांत (Working principle) : CFL बल्ब का कार्य सिद्धांत अन्य फ्लोरसेन्ट लाइटिंग के समान ही होता है अर्थात मरकरी के परमाणु के साथ जो इलैक्ट्रोन बंधे होते है वे इस अवस्था में उत्तेजित हो जाते है कि वहाँ पर वे पराबैंगनी प्रकाश का विकिरण करने लगते है, जैसे ही वे निम्न ऊर्जा स्तर की ओर वापित आते है तो पराबैंगनी प्रकाश उत्सर्जित करने लगते है जो बल्ब की दीवारों से लेपित फ्लोरसेन्ट पाउडर से टकरा कर दृश्य प्रकाश मे बदल जाता है (इसके साथ-साथ ऊष्मा में बदल जाती है जो कि अन्य पदार्थ जैसे काँच द्वारा अवशोषित कर ली जाती है)।

CFL उद्दीप्त लैम्पों से भिन्न प्रकार का शक्ति वर्णक्रम का विकिरण करके वितरति करते हैं। फास्फर सूत्रों में हुए सुधारा से CFLs द्वारा उत्सर्जित प्रकाश का रंग में भी सुवाहना सुधार हुआ है, इनमें से कुछ इस प्रकार के स्त्रोत है जो "सुहावना सफेद" प्रकाश का नाम दिया गया है। इस प्रकार की विशिष्टतायें वाली CFLs मानक उद्दीप्त लैम्प जैसा रंग का प्रकाश देती है।

CFL के प्रकार (Types of CFL)

दो प्रकार की CFLs होती है:

1 इन्टीग्रेटेड लैम्प (Integrated lamps)

2 नॉन-इन्टीग्रटेड लैम्प (Non-integrated lamps)

इन्टीग्रेटेड लैम्प (Integrated lamps) : इन्टीग्रेटेड लैम्प में ट्युब और ब्लास्ट एक साथ एक युनिट में स्थित होते है। इन लैम्पों को ग्राहक आसानी से उद्दीप्त लैम्प के स्थान पर CFLs सरलता से बदल सकते है। अनेक मानक उद्दीप्त लाइट फिक्चरों में CFLs अच्छी प्रकार कार्य करती है, इससे फ्लोरसेन्ट से बदलने की लागत कम होती है। 3-मार्गी लैम्प बल्ब और मन्दक (dimmable) मॉडल मानक आधार के साथ उपलब्ध है।

नॉन-इन्टीग्रटेड लैम्प (Non-integrated lamps) : नॉन-इन्टीग्रेटेड CFLs में ब्लास्ट को स्थायी रूप से प्रकाशीय आवरण (luminaire) में स्थापित किया जाता है, और इसमें केवल लैम्प की आयु समाप्त होने पर, केवल लैम्प को बदला जाता है। चूंकि ब्लास्ट को लाइट फिक्चर में रखा जाता है, वे बडे होते है और इन्टीग्रेटेड की अपेक्षा अधिक दिनों तक चलते है। इन्हे बल्ब की आयु समाप्त होने पर बदलने की आवश्यकता नहीं होती है। नॉन इन्टीग्रेटेड CFL हाउसिंग अधिक महंगी और नाजुक होती है।

ट्यूबों के प्रकार (Types of tubes)

इनमें दो प्रकार की नली (Tuber) होती है जैसे (i) एक दो पिन ट्युब जो परम्परागत ब्लास्ट के लिए डिजाईन की जाती है और (ii) कवॉड-पिन (quad-pin) ट्युब जो इलैक्ट्रोनिक्स ब्लास्ट के लिए डिजाईन की जाती है और एक परम्परागत ब्लास्ट जो बाहरी स्टार्टर के साथ होती है। एक दो पिन वाली ट्युब में साथ मे ही स्टार्टर होता है, जिससे बाहरी गर्म करने वाली पिनों की आवश्यकता नहीं होती परन्तु इसके कारण इलैक्ट्रोनिक्स ब्लास्ट के साथ यह लघु सुदृढ नही रहती है। (Fig 1).

CFLs के मुख्य दो घटक होते हैं (CFLs have two main components) : एक चुम्बकीय या इलैक्ट्रोनिक्स ब्लास्ट और दूसरा गैस पूरित ट्युब (जो कि बल्ब या वर्नर कहलाता है)चुम्बकीय प्रकार की ब्लास्ट को इलैक्ट्रोनिक ब्लास्ट से बदलने से झिलमिलाहट धीरे से स्टार्ट होने के दोष को दूर किया गया है जो कि परम्परागत फ्लोरसेन्ट लाइटिंग में होता था और इसके कारण छोटे लैम्प के विकास करने में मदद मिली जो सीधे ही बडे साईज के उद्दीप्त (incandescent) बल्ब के साथ बदले जा सकते है।

CFL के प्रकाश का आउटपुट लगभग फास्फर सतह के क्षेत्रफलके समानुपाती होता है और समान वाट क्षमता के उद्दीप्त लैम्प की अपेक्षा CFL का आउटपुट प्रायः अधिक होता है। इसका अर्थ यह है कि CFL वर्तमान लैम्प के फिक्चर में अच्छी तरह फिट नहीं होती है। लगभग उद्दीप्त लैम्प के सम्पूर्ण माप में पर्याप्त फास्फर लेपित क्षेत्रफल फिट करने कके लिए CFL ट्युब का मानक आकार एक या अधिक टर्न के साथ हैलिक्स (helix) रूप, एक से अधिक समानान्तर ट्युब, वृत्ताकार ऑर्क, और एक बटरफ्लाई रूप प्रयोग किया जाता है। (Fig 2)

Fig 2

एक CFLs का विशिष्ट जीवन काल 6,000–15,000 सेवा घण्टे होता है, जबकि एक मानक उद्दीप्त लैम्प का सेवा काल 750 या 1,000 घण्टे होता है।

यदि CFL को बार-बार ऑन या ऑफ किया जाये तो इसकी आयु शीघ्रता से कम होती है। एक 5 मिनट के on/off साइकल में CFL का जीवन काल उद्दीप्त लाइट बल्ब के बराबर कम हो सकता है।

प्रकाश उत्सर्जक डायोड (LEDs) (Light Emitting Diodes (LEDs))

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **LED की परिभाषा देना**
- **परम्परागत बल्बों की अपेक्षा LEDs के लाभ बताना**
- **LED की कार्य-विधि का सिद्धान्त बताना**
- **लोकप्रिय LEDs के प्रकारों की सूची बनाना**
- **LED के परीक्षण की विधि बताना**
- **किसी अनुप्रयोग में उपयोग होने वाली LED के साथ लगाने वाले प्रतिरोधक के मान की गणना करना**
- **उच्च रिवर्स वोल्टेज से LED का बचाव कैसे करना है, यह बताना।**

प्रकाश उत्सर्जक डायोड (LED) (Light emitting diodes (LED))

पिछले वर्षों में , फिलामेन्ट लैम्प/बल्बों का उपयोग किया गया जो कि अधिक मात्रा में शक्ति को खर्च करते थे, उनकी आयु कम थी और उन्हें रखाव में भी बडी सावधानी रखनी पडती थी, इन कारणों से ये विद्युत प्रणाली से बाहर हो गये है। दृश्य इलैक्ट्रोनिक्स के कई युक्तियों के क्षेत्र में विकास होने से, फिलामेन्ट लैम्प के विकल्प के रूप में कई युक्तियों की खोज हुई है। इन नई युक्तियों में से एक सबसे लोकप्रिय युक्ति प्रकाश उत्सर्जक डायोड है जिसे संक्षेप में **Light Emitting Diode (LED)** कहते है। ये **LEDs** लगभग सभी वैद्युत और इलैक्ट्रोनिक्स सर्किट व उपकरणों में अब इण्डीकेटर के रूप में उपयोग होती है।

उद्दीप्त लैम्पों की अपेक्षा LEDs के निम्नलिखित लाभ है (The advantages of LEDs over incandescent bulbs are listed below) :

1 LEDs में ऊष्मा उत्पन्न करने के लिए कोई फिलामेन्ट नहीं होता है और इसलिए इसे जलने के लिए कम करंट की आवश्यकता होती है।

2 परम्परागत बल्बों की अपेक्षा LEDs को कम वोल्टेज की आवश्यकता होती है। (विशेषकर 1.2 से 2.5 V)

3 LEDs लम्बे सम तक चलता है - कई वर्षों तक

4 चूंकि इसमें कोई फिलामेन्ट नही होता, इसलिए LEDs हमेशा ठण्डा रहता है।

5 LEDs परम्परागत लैम्पों की तुलना में तेजी से ऑन या ऑफ किया जा सकता है।

LEDs की कार्य प्रणाली का सिद्धांत (Principle of working of LEDs)

LED कुछ नहीं अपितु एक डायोड होता है। LEDs में भी एक अद्वितीय गुण सामान्य कार्य के डायोड की तरह का होता है कि यह दिशिय है। परन्तु LEDs में उपयोग होने वाला पदार्थ अलग तरह का है। इसलिए इनके अभिलक्षण भी अलग है। इसलिए यह नोट करना महत्वपूर्ण है कि यद्यपि LED एक प्रकार का डायोड है, फिर भी यह AC से DC में रैक्टीफाई करने के कार्यो में उपयोग नहीं हो सकता है।

याद करें कि सामान्य उद्देश्य डायोड या रेक्टीफायर डायोड तक चालन अवस्था में आता है जब इसके इलैक्ट्रोनों को ऊर्जा दी जाती है (Si=0.7V, Ge=0.3V) जिससे ये बेरियर जंक्शन को क्रॉस कर पाते है। प्रत्येक इलैक्ट्रोन अतिरिक्त ऊर्ज प्राप्त करके, जंक्शन को क्रॉस करता है और जंक्शन के P साइड में विवर hole में गिर जाता है। जब इलैक्ट्रोन विवर के साथ पुनः मिलता है तो इलैक्ट्रोन स्वयं अतिरिक्त ऊर्जा देता है। यह अतिरिक्त ऊर्जा ऊष्मा व प्रकाश के रूप में निकलती है।

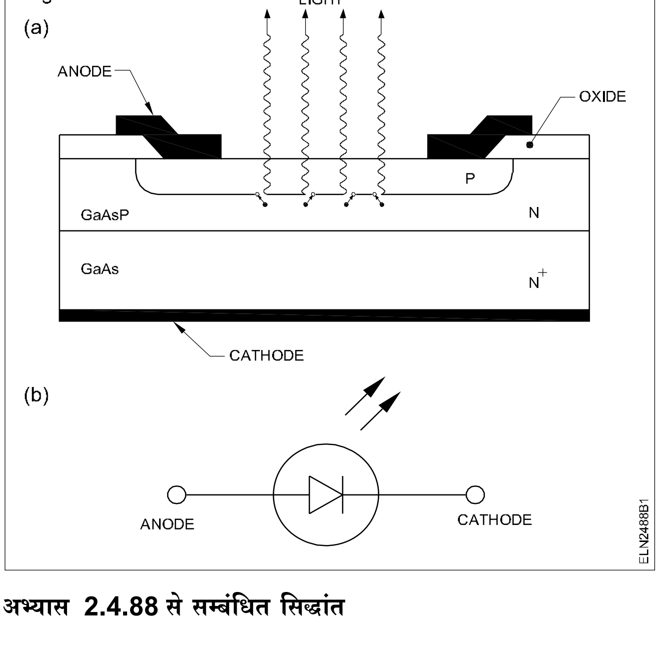
सामान्य उद्देश्य के डायोडों में क्योंकि सिलिकॉन पदार्थ पारदर्शी नही होता, इलैक्ट्रोन द्वारा उत्पन्न किया गया प्रकाश बाहरी वातावरण में नहीं आता हे, इसलिए यह दिखाई नहीं देता है। परन्तु LEDs सिलिकॉन की अपेक्षा अर्द्ध-पारदर्शी पदार्थ का उपयोग करके बनाये जाते है ।

क्योंकि LEDs में उपयोग हुआ पदार्थ अर्द्ध-पारदर्शी होता है, इसलिए इलैक्ट्रोनों द्वारा उत्पन्न किया गया प्रकाश का कुछ भाग डायोड की सतह से बाहर आ जाता है, और इस प्रकार यह दिखाई देने लगता है। Fig 1a में इसकी संरचना दिखाई गई है।

LEDs विशेष प्रकार से गैलियम आर्सेनिक, गैलियम फास्फेट और गैलियम आर्सेनों-फास्फेट से डोप्ड की जाती है। विभिन्न पदार्थों की मात्रा मिलाने से (dopes) LED विभिन्न प्रकार के रंग उत्सर्जित करता है (विभिन्न तरंग लम्बाई) जैसे लाल, पीला, हरा, अम्बेर और यहाँ तक कि अदृश्य पराबैंगनी प्रकाश।

LED का सैकमैटिक संकेत Fig 1b में दिखाया गया है। चित्र में तीर यह संकेत देते है कि युक्ति से प्रकाश उत्सर्जित हो रहा है।

Fig 1



LEDs के प्रकार (Types of LEDs)

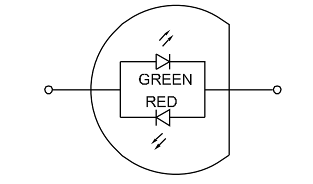
एक रंग वाली LEDs (Single colour LEDs): व्यावसायिक रूप सबसे अधिक उपलब्ध और सामान्य उपयोग होने वाली LEDs एक रंग वाली LEDs होती है। ये LEDs एक प्रकार का रंग उत्सर्जित करती है, जैसे लाल, पीला, या नारंगी। विभिन्न रंग वाली LEDs की फॉरवर्ड वोल्टेज भिन्न-भिन्न होती है जो कि निम्न सारणी में दी गई है :

LED का रंग	लाल	नारंगी	पीला	हरा
विशिष्ट फारवर्ड वोल्टेज ड्रॉप	1.8V	2V	2.1V	2.2V

ये विशिष्ट फारवर्ड वोल्टेज ड्राप एक विशिष्ट LED में फारवर्ड करंट I_f = 20 mA प्रवाहित करती है।

दो रंग वाली LEDs (Two colour LEDs): ये LEDs दों रंग दे सकती है। वास्तव में ये दो LEDs एक पैकेज में रखी होती है और Fig 2 के अनुसार संयोजित होती है।

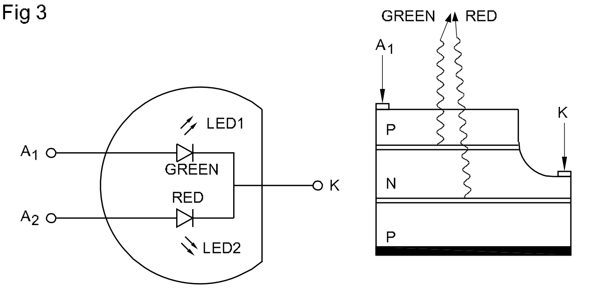
Fig 2



दो रंग वाली LED में, दो LEDs विपरीत प्रकार से समानान्तर में संयोजित है, यह इस प्रकार है कि जब एक LED को एक दिशा में बायस्ड किया जाता है तो यह एक प्रकार का रंग उत्सर्जित करती है, और जब इसे दूसरी दिशा में बायस्ड करते है तो यह दूसरा रंग उत्सर्जित करती है। ये LED एक रंग वाली LEDs से महंगी होती है। ये LEDs +ve, –ve ध्रुवता को प्रदर्शित करने के लिए उपयोगी है, GO-NOGO संकेत और कोई संकेत नही इत्यादि।

बहुरंगी LEDs (Multicolour LEDs): ये विशेष प्रकार की LEDs होती है जो दो से अधिक रंगो को उत्सर्जित कर सकती है। ये LEDs हरे व लाल रंग की साथ तीन पिन वाले, कॉमन कैथोड पैकेज के साथ फिट की जाती है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है।

Fig 3

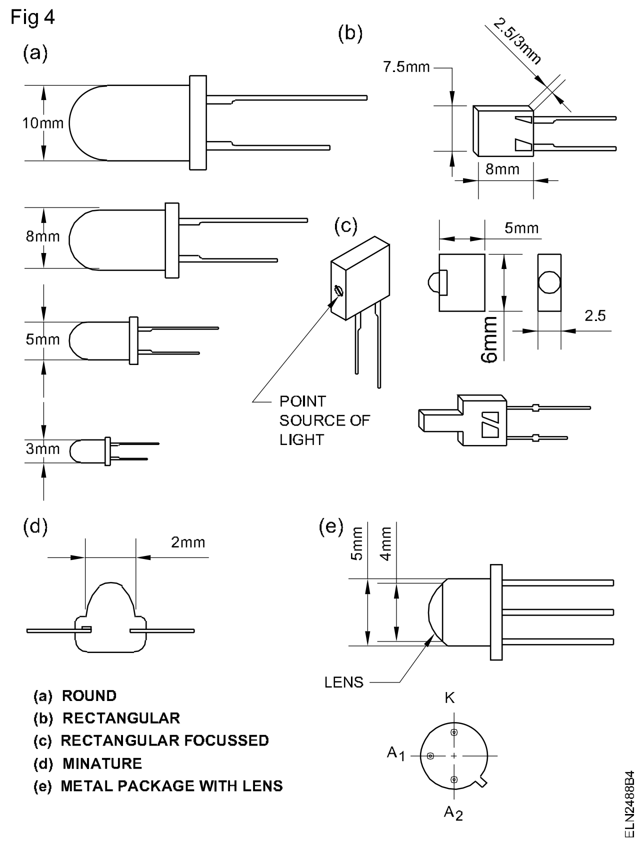


ये LED एक बार में केवल एक LED को ऑन करने पर हरा या लाल रंग उत्सर्जित करती है। जब इन दो LED को अलग अलग करं अनुपात में ऑन किया जाता है तो यह नारंगी या पीला प्रकाश उत्सर्जित करती है। यह नीचे दी गई सारणी में दिखाया गया है:

आउटपुट रंग	लाल	नारंगी	पीला	हरा
LED-1 करंट	0	5mA	10mA	15mA
LED-2 करंट	15mA	3mA	2mA	0

LEDs की साइज व आकार (Sizes and shapes of LEDs)

Fig 4



व्यावसायिक रूप में LEDs विभिन्न आकार व साइजों में उपलब्ध है जो अलग-अलग व्यावसायिक अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त होती है। Fig 4 में बहुत अधिक लोकप्रिय आकार और साइज की LEDs में से कुछ को दिखाया गया है।

LED का उत्सर्जित प्रकाश एक बिन्दु की ओर या फैला हुआ हो सकता है। बिन्दु स्त्रोत LED एक लघु बिन्दु का प्रकाश प्रदान करती है जबकि विसरित (diffuses) प्रकार में एक लैन्स होता है जो कि प्रकाश को बडे कोण के साथ दृश्य क्षेत्रफल में फैला देता है।

LEDs के टर्मिनल (Terminals of LEDs)

चूंकि LEDs मौलिक रूप में डायोड होते है, उनके एनोड और कैथोड टर्मिनल होते है या लीड होती है जैसा कि सामान्य उद्देश्य के किसी डायोड में होता है। Fig 5 में LED के टर्मिनलों की पहचान करने की विधि दिखाई गई है।

LEDs के आरोहरण के लिए किट (Mounting kits for LEDs)

प्रिन्टेड सर्किट बोर्ड और मॉनीटरिंग पैनल पर LED लगाने के लिए विशेष प्रकार की आरोहण किट उपलब्ध है जैसा कि Fig 6 में दिखाया गय है। ये किट यांत्रिक प्रतिबल से उसे बचाते हुए LEDs की न केवल आयु बढती है, अपितु LED की आउटपुट को स्पष्ट रूप से दृष्टिगोचर भी बनता है।

Fig 5

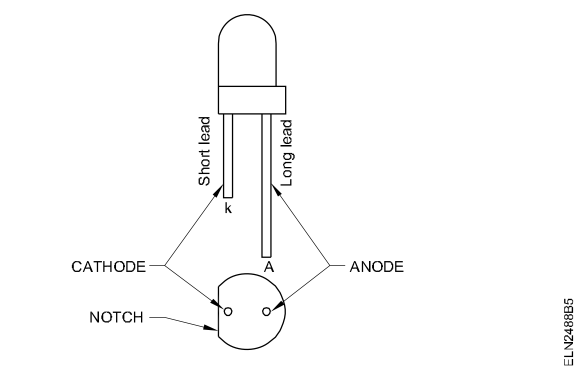
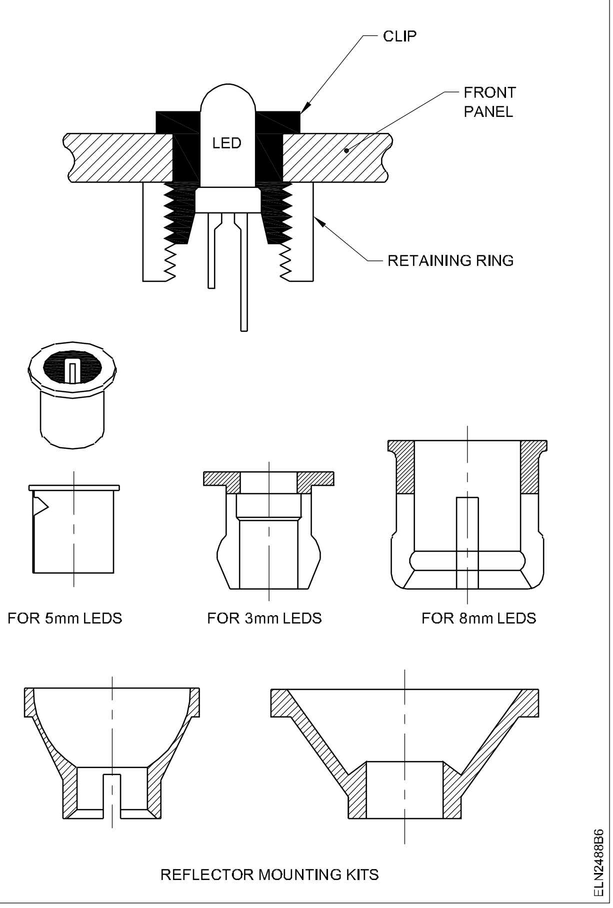


Fig 6



LEDs का परीक्षण (Testing of LEDs)

सामान्य उद्देश्यों के डायोड के एनोड व कैथोड टर्मिनलों को ओह्म मीटर के उपयोग से सरलता से परीक्षण किया जा सकता है। परन्तु LEDs की स्थिति में, सामान्य डायोड से अलग LED की फारवर्ड वोल्टेज की परास 1.5 से 3 वोल्ट है (कुछ स्थितियों में 3 V से भी अधिक) और विशेष फारवर्ड करंट10 mA से 50mA से भी अधिक होता है। क्योंकि LEDs की इस उच्च फारवर्ड वोल्टेज और करंट की आवश्यकता के कारण LEDs को ओह्म मीटर द्वारा सदैव परीक्षण करना सम्भव नहीं होता है।

इसका कारण यह है कि अधिकतर पोर्टेबल प्रकार के ओह्म मीटर/मल्टी मीटरों में मीटर के परिचालन के लिए आन्तरकि बैट्री 3V से अधिक नहीं होती है। मीटर के लगातार उपयोग होने पर ये वोल्टेज कम हो जाती है। इसलिए, जब LED को ओह्म मीटर का उपयोग करके परीक्षण किया जाता है LED की रोशनी (glow) बहुत मन्द (dim) होती है और LED रोशन भी नही होगी, यह सब मीटर के अन्दर लगी बैट्री पर निर्भर करता है। इसलिए ओह्म मीटर का उपयोग करते हुए LED की स्थिति विश्वासपूर्वक नहीं जाँची जा सकती है, इसे विक्रेता से खरीदते हुए उपयोग किया जा सकता है, इसे विक्रेता से खरीदते हुए उपयोग किया जा सकता है, जहाँ पर परीक्षण के लिए अन्य उपकरण उपलब्ध न हो।

अभिलक्षण	न्यूनतम	विशिष्ट	उच्चतम
फॉरवर्ड करंट, I_f		2 mA	50 mA
फारवर्ड करंट, V_f		1.7V	3V
रिवर्स वोल्टेज, V_R		8V	
अक्षीय ज्योतीय तीव्रता	0.8 mcd	2 mcd	
अर्द्ध तीव्रता का कोण		±20°	
अधिकतम तरंगद्धैर्य		665 nm	

LEDs की विशिष्टतायें (Specifications of LEDs)

एक विशेष LED की विशिष्टतायें की शीट को निम्न दी गई सारणी में दिखाया गया है :

A एक विशिष्ट LED-की विशिटतायें की शीट (Typical LED-specification sheet) (For: FairChild, FLV117 Red LED)

एक विशिष्ट LED की विशिष्टतायें से जो ऊपर दी गई है, से निम्नलिखित महत्वपूर्ण बिन्दु नोट किये जा सकते है;

- LED का फारवर्ड वोल्टेज ड्राप उच्च होता है (1.7V से 3V) जो कि सामान्य उद्देश्यों के डायोडों से अधिक है।
- सामान्य उद्देश्यों के डायोडों की अपेक्षा LED को प्रदान की जाने वाली रिवर्स वोल्टेज बहुत कम होती है।

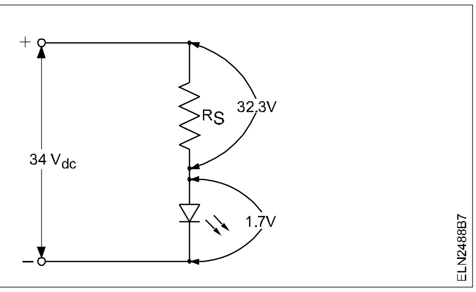
उपरोक्त दो महत्वपूर्ण बिन्दु यह सुनिश्चित करते है कि, LEDs के अभिलक्षण सामान्य उद्देश्यों के डायोडों के समान नहीं होते।

LED के विशेष, विशिष्टताओं के अनुसार, यदि एक क्षण के लिए 8 V या अधिक LED के पार्श्व में रिवर्स बायस ध्रुवता में प्रदान कर दिये जाये तो LED नष्ट हो जायेगा।

उदाहरण: यदि 34V dc वोल्टेज स्त्रोत के साथ लाल रंग की LED को उपयोग करना है तो इसके श्रेणी में जुडने वाले प्रतिरोध R_S का मान क्या होगा।

सारणी में दी गई लाल LED की विशिष्टताओं के अनुसार बिना संदेह यह स्पष्ट है कि LED को सीधे 34 वोल्टे के पार्श्व में नहीं जोडा जा सकता है (उच्चतम Vf = 3V) इसलिए जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है, एक प्रतिरोधक LED के श्रेणी में जोडा जाना चाहिए जिसे 32.3 वोल्ट ड्रॉप कर लेनी चाहिए, यदि LED के पार्श्व में 1.7 V वोल्ट चाहिए।

Fig 7

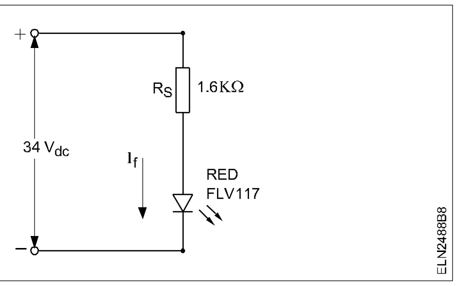


जैसा कि विशिष्टताओं की शीट में संकेत दिया गया है, LED से पर्याप्त अच्छा प्रकाश लेने के लिए 20 mA करंट LED में से प्रवाहित होगा। इसलिए R_S का मान होना चाहिए,

$$R_S = \frac{V}{I} = \frac{32.3\ V}{0.02\ A} = 1615\ \Omega$$

चूंकि LED में से उच्चतम धारा जा प्रवाहित हो सकती है वह 50 mA दी गई है, इसके लिए एक मानक 1.6KW रसिस्टर का प्रतिरोध उपयोग करना सम्भव है। इससे LED में 20.2 mA करंट प्रवाहित होगा जो कि उच्चतम धारा की क्षमता की सीमा है। अब LED को Fig 8 में दिखाये अनुसार सुरक्षित संयोजित किया जा सकता है।

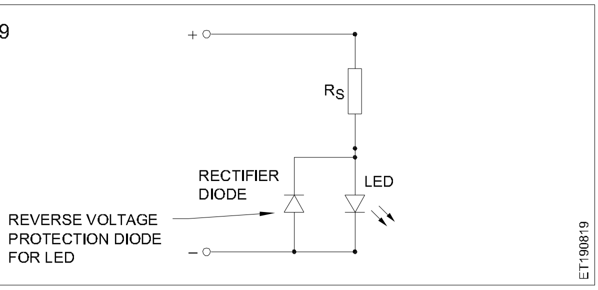
Fig 8



यह नोट करें कि किसी भी चुनी हुई LED के लिए उच्चतम रिवर्स वोल्टेज केवल 8 तक होती है। यदि दुर्घटना वश 8 वोल्ट से अधिक रिवर्स वोल्ट आरोपित हो जाये, LED स्थायी रूप से नष्ट हो जायेंगी। LED को सुरक्षित रखने का एक उपाय है Fig 9 के अनुसार एक दिष्टकारी डायोड LED के समानान्तर में जोड दिया जायें।

Fig 9 में जब LED के पार्श्व में रिवर्स वोल्टेज का मान 0.7 V, से अधिक हो तो 0.7 V फारवर्ड वोल्टता पर दिष्टकारी डायोड संचालित हो जाता है। इस प्रकार LED के पार्श्व में रिवर्स वोल्टेज 0.7 V तक सीमितिहो जाती है जो कि उच्चतम रिवर्स वोल्टेज 8 V से काफी कम है और इस प्रकार LED सुरक्षित होगी।

Fig 9



सौर लैम्प (Solar lamps)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **सौर लैम्प की विशेषताओं को बताना**
- **सौर स्ट्रीट लाइटों के पुर्जों का विवरण देना।**

सौर लैम्प (Solar lamp)

एक सौर लैम्प एक लाइट फिक्चर होता है, जिसमें LED लैम्प, फोटोवोल्टाइक सौर पैनल, और पुनः चार्ज होने वाली बैट्री होती है। खुले आकाश में लगने वाले लैम्पों, सौर पैनल और प्रत्येक इकाई की अलग बैट्री होती है।

भवनों के अन्दर लगने वाले सौर लैम्प, जो कि शाफ्टलैस स्काइलाइट या ट्युबलेस स्काइलाइट भी कहलाते है, में पृथक रूप में सौर पैनल फिट रहते है और ये सामान्य प्रकाश कार्यों में उपयेग होते है, जहाँ पर केन्द्रिकृत उत्पन्न शक्ति सुविधाजनक या आर्थिक तौर पर सस्ती उपलब्ध नहीं होती है।

सौर शक्ति ने घरेलू प्रकाशीय स्त्रोतों को बदल दिया है, जैसे मिट्टी का तेल के लैम्प, इससे उपयोग कर्ता के धन की बचत हुई और आग व प्रदुषण के खतरों में भी कमी आई है।

सौर लैम्प दिन के समय चार्ज होता है। संध्या के समय ही खुले आकाश वाले लैम्प ऑन हो जाते है और पूरी रात प्रकाशित रहते है। यह इस बात पर निर्भर करती है कि दिन के समय उन्होंनें कितना सूर्य प्रकाश को ग्रहण किया। आन्तरिक सौर लैम्पों में शक्ति संचय होती है और नहीं भी होती है।

विस्तृत सजावट में गार्डन लाइट के लिए सोलर गार्डन लाइटें उपयोग की जाती है। ये पैदल मार्ग मे निशान बनाने के लिए और तरणताल (swimming pools) में भी बार-बार उपयोग होती है। कुछ सौर लाइटें इतना प्रकाश प्रदान नही कर पाती है जितना कि लाइन पावर लाइटिंग प्रणाली प्रदान करती है, परन्तु ये आसानी से लगाई जा सक्ती है और अनुरक्षण भी आसानी से हो जाता है और तन्तु लैम्पों से सस्ता विकल्प मिलता है।

सोलार से मार्ग प्रकाशन (Solar street light)

लाइटें, विद्युत ग्रिड के बिना सार्वजनिक प्रकाश प्रदान करती है। इनमें प्रत्येक लैम्प के लिए अलग-अलग प्रकाश प्रदान करती है। इनमें प्रत्येक लैम्प के लिए अलग-अलग पैनल होता है या एक बडा केन्द्रीय और पैनल और बैट्री बैंक सडक के प्रकाश के लिए उपयोग किया जाता है।

सौर प्रकाश पद्धति की सम्पूर्ण लागत कम रखने के लिए ऊर्जा बचत करने वाले लैम्प जो कि प्रतिदीप्ति या LED प्रकार के लैम्प प्रयोग किये जाते है क्योंकि उद्दीप्त (incandescent) बल्ब एक निश्चित मात्रा के प्रकाश के लिए अधिक ऊर्जा खर्च करती है।

सौर शक्ति प्रकाश मे एक सौर पैनल या फोटोवोल्टायक सैल होता है जो सूर्य की ऊर्जा को दिन के समय ग्रहण करता है और इसे पुनः आवेशित होने वाली जेल-सेल बैट्री में संचयन कर लेता है। जब सूर्य से और ऊर्जा प्राप्त होनी रूक जाती है तो इस पद्धति में लगा संवेदनशील कन्ट्रोलर स्वतः ही LED लाइट को ऑन कर देता है जो इस कार्य के लिए पुनः चार्ज होने वाली बैट्री में संचित ऊर्जा का कुछ भाग का उपयोग करता है।

हाई प्रेशर मेटल हैलाइड लैम्प (High pressure metal halide lamps)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **मेटल हैलाइट लैम्प (M.H.L) के कार्य सिद्धान्त का वर्णन करना**
- **M.H लैम्प के प्रारंभ होने की प्रक्रिया को बताना**
- **M.H लैम्प के भाग एंव शुरू होने की विधी बताना**
- **M.H लैम्प की विशेषताओं और लाभ को बताना।**

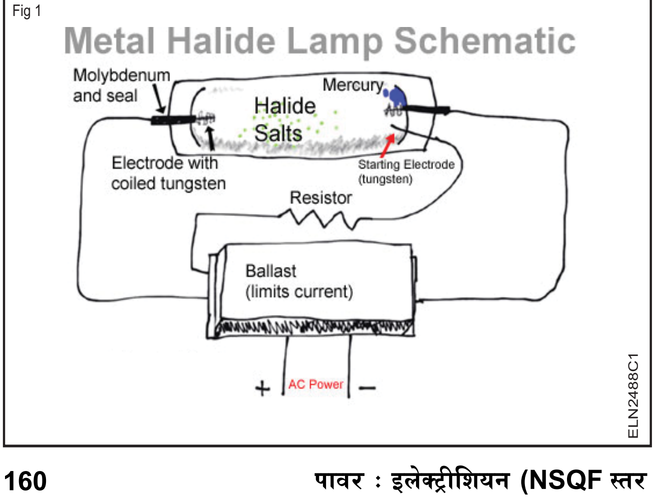
मेटल हैलाइड लैम्प (Metal halide lamps)

इस प्रकार के लैम्प को `MH' लैम्प के नाम से भी जाना जाता है यह एक HID (High intensity Discharge),लैम्प है इसका अर्थ हे कि यह छोटे से डिस्चार्ज टयूब में आर्क उत्पन्न होने के कारण प्रकाश प्रदान करता है यह अच्छी क्वालिटी के सफेद प्रकाश और अच्छी दक्षता के कारण आजकल बहुत लोकप्रिय हो रहा है इसका उपयोग मुख्य रूप से स्टेडियम तथा खेल के मैदानों में होता है इसका उपयोग पार्किंग स्थलो एंव शहरी क्षेत्रों में स्ट्रीट लाइट में भी किया जाता है इसकी प्रतिस्पर्धा में HPS लैंप मर्करी वेपर लैम्प LPS लैम्प हैलोजन लैम्प और LED आदि हे अन्य की अपेक्षा MH लैम्प के अधिक लाभ हे जो इसे निर्धारित अनुप्रयोगो के लिए उपयोगी बनाती है।

कार्य सिद्धान्त (Working Principle)

Fig 1 में एक मेटल हैलोजन लैम्प का AC सप्लाई में योजनाबद्ध संयोजन चित्र दर्शाया गया है इसमें एक रैजिस्टर लगाया गया है जो करंट के मान को सीमित रखता हे और ब्लास्ट की आयु को बढ़ाता है ?

Fig 1



जब लैम्प ठंडा होता है तो हैलाइट और मर्करी फ्यूज्ड क्वार्टज टयूब में संबनित रहते है जब लैम्प को आन किया जाता हे तब धारा स्टिंग इलेक्ट्रोड में से होकर प्रवाहित होती है और करंट कूदकर मेन इलेक्ट्रोड में पहुँचता है (Fig 1),यह मेंन इलेक्ट्रोड तक पहुँचने में आर्गन गैस में होकर गुजरता है आर्गन निम्न माप पर आर्क उत्पन्न करता है ।

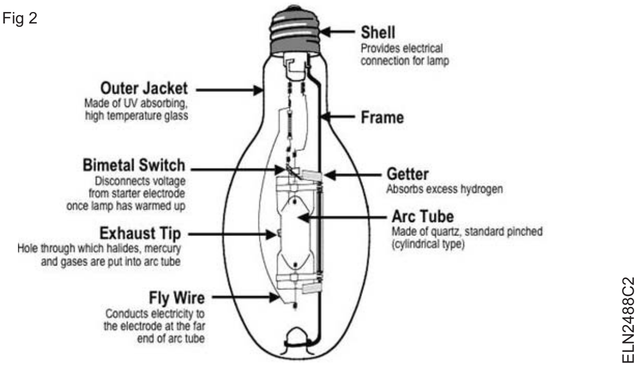
प्रारंभ में कुछ समय तक आर्क उत्पन्न होने पर डिस्चार्ज टयूब गर्म हो जाती है और मर्करी वाष्पीक्रत होने लगता है। प्रारम्भ में विधुत आर्क से धारा प्रवाह का कार्य होता हे लेकिन कुछ समय के बाद गैस के अथिक अणु आयराइज हो जाते है यह इसमें से करंट के प्रवाह को और अधिक आसान कर देती है अतः आर्क अधिक चौड़ा और गर्म हो जाता है।

इस लैम्प में पहले आर्क ऊष्मा उत्पन्न करना है जिससे ठोस मरकरी वाष्प में बदल जाता है शिघ्र ही आर्क मरकरी वाष्प में होकर टयूब के दूसरे सिरे पर लगे मेंन इलेक्ट्रोड तक पहुँच जाती है उस समय इस करंट पथ का रजिस्टेंस स्टार्टीग इलेक्ट्रोड में से बहने वाले पथ की अपेक्षा कम हो जाता है और करेंट स्टार्टीग इलेक्ट्रोड में से बहना बंद हो जाता है जैसे कि एक नदी कम अवरोध वाले रास्ते की ओर अपना प्रवाह बदल देती है।

मेटल हेलाइड लैम्प के भाग (Parts of Metal Halide lamps)

Fig. 2 में मेटल हेलाइट लैम्प के आंतरिक भाग और इसके विभिन्न संरचना को दिखाया गया है आंतरीक टयूब इलेक्ट्रोड और विभिन्न धात्वीक हैलाइड को अपने अंदर रखता है जिसमें मरकरी और अक्रीय गैसे निर्माण के समय भरी जाती है इसमें प्रयुक्त सामान्य हैलाइडस सोडियम,थैलियम और स्कैंडियम,डीसप्रोसियम आयोडाइड के कुछ यैगीक है ये आयोडाइ के प्रकाक्षिक वितरण को सिंयोजित करते है विभिन्न आयोडाइस का उपयोग करके रंग संतुलन प्रदान करते है। आंतरिक आर्क टयूब के अंदर स्थित दो इलेक्ट्रोडो के बीच एक आर्क निर्माण होने से प्रकाश उत्पन्न होता है।

Fig 2



आंतरिक आर्क टयूब क्वाटज के योगीको से बना होता हे यह प्रतिकुल वातावरण और अधिक उच्च ताप 1000°C तक तथा 3 से 4 ATP तक दाब सह सकता है

मेटल हैलाइड लैम्प को चालू करने के लिए इसके इलेक्ट्रोडो के बीच उच्च वोल्टेज दिया जाता हे जिससे लैम्प के इलेक्ट्रोड धारा प्रवाह के पूर्ण गैस को बायनित कर देते है जिससे लैम्प शुरू हो जाता है ताकि लैम्प से उत्सर्जित होने वाले अल्ट्रा वाइलेट विकिरण का घटाया जा सके।

यह आर्क के लिए स्थयी तापी वाता वरण प्रदान किया जाता है और आर्क टयूब के अंदर के भागो को उच्च ताप पर आक्सीडेशन की क्रिया से सुरक्षित रखना।

मैटल हैलाइड लैम्प का शुरू होना (Starting Metal Halide Lamps)

मैटल हैलाइड लैम्प के प्रारम्भीक आवश्यकताएँ महत्वपूर्ण है क्योकिं ये लैम्प को प्रभावित करते है और आवश्यक होते हे मैटल हैलाइड लैम्प को स्टार्टकरने के लिए दो विधि प्रयोग की जाती है (i) प्रोणर्स्टार्ट (मानक स्टार्ट) (ii) पल्स स्टार्ट ।

प्रोब स्टार्ट विधि टयूब में आर्क जलाने की विधि को जानकारी देता है एक पारम्परीक या प्रोब स्टार्ट मेटल हैलाइड लैम्प के तीन इलेक्ट्रोड होते है इसमें से दो आर्क को बनाये रखते है और तीसरा आंतरिक स्टार्टींग इलेक्ट्रोड या प्रोण है ।

प्रारम्भ में आर्क टयूब के एक सिरे और स्टार्टीग इलेक्ट्रोड के मध्य बलास्ट के द्वारा खुले सर्किट में अत्यधिक उच्च वोल्टेज लगाया जाता है जिसे आर्क उत्पन्न होती है जब लैम्प एक बार पूर्ण प्रकाश देने लगता है तो एक द्विधात्वीक स्विच प्रोब को परिपथ से बाहर कर देती है जिससे प्रारम्भीक आर्क बनाना बंद हो जाती है।

पल्स स्टार्ट एम एच लैम्प में स्टार्टींग इलेक्ट्रोड नहीं होता है पल्स र्स्टाट सिस्टम में एक इगनेटर लैम्प को शुरू करने के लिए लैम्प के आपरेटिंग इलेक्ट्रोड में सिधे पैल्स उच्च वोल्टेज (आमतौर पर 3 से 5 kv) सिधे प्रदान करता है इसमें प्रॅाब इलेक्ट्रोड और द्विधात्वीक स्विच की आवश्यकता को प्रॅाब र्स्टाट लैम्प में से हटा दिया गया है।

प्रॅाब इलेक्ट्रोड न होने के कारण आर्क टयूब के सिलिंग सिरे का क्षेत्रफल कम होने से दबाव में वृद्धि होती है और ऊष्मा हानि भी कम होती है इसके अतिरिक्त लैम्प के साथ इंगनेटर उपयोग करके ट्रंगस्टन के अधिक ऊष्मा के कारण (चटकने(Spultering) से रोकता है इलेक्ट्रोडो के तेजी से गर्म हाने के कारण प्रारम्भीक लैम्प के गर्म होने का समय घट जाता है।

एम एच लैम्प के लाभ (Advantages of MH Lamps)

- **रंग प्रतिपादन (Excellent Color Rendering)**

मेटल हैलाइड उत्तम रंग प्रतिपादन करता है 65-90 CRI (रंग प्रतिपादन सूची) ।

- **संहत आकार (Compact Size)**

मेटल हैलाइड छोटे प्रकाश स्त्रोत से उच्च स्तरीय प्रकाश उत्पन्न करता हे जिससे वह अधिक छोटा नियंत्रण योग्य और प्रदिप्ति मय हो जाता है ।

- **बहुविज्ञता (Versatility)**

मेटल हैलाइड लैम्प परिवेश के वातावरण द्वारा प्रभावीत नही होते है इनका छर और बाहर दोनो में समान रूप से उपयोग किया जाता हे इसकी व्यापक शैली और वोटेज विकल्प इसे कई अनुप्रयोगो के लिए उपयुक्त बनाती है ।

- **उच्च दक्षता (High Efficiency)**

मेटल हैलाइड लैम्प प्रतिवार 65 से 115 ल्यूमेन उत्पन्न करती है जो इलकैंडीसेंट लैम्प फ्लोरोसेंट लैम्प और मरकरी पेपर लैम्प से अधिक है।

- **सकरात्मक पर्यावरण प्रभाव (Positive Environmental Impact)**

चूंकि मेटल हैलाइड लैम्प इंनकैडिसेंट लैम्प की तुलना में अधिक दक्षता पूर्ण प्रकाश करते हे अतः इनके लिए कम विधूत पावर उत्पन्न करने की आवश्यकता पड़ती है जिससे वायू प्रदुषण कम होता है इसकी जीवन काल अधिक होने के कारण भूमि प्रदुषण कम होता है।

- **अधिक जीवन काल (Long Life)**

मेटल हैलाइड लैम्प का औसत जीवन काल 15,000 से 20,000 घण्टे तक होती है जो इनकेंडिसेट लैम्प के 10 गुना से भी अधिक है ।

- **बेहतर प्रकाण गुणवत्ता (Better Light Quality)**

मेटल हैलाइड लैम्प से प्राप्त होने वाला प्रकाश अन्य प्रकाश स्त्रोतो की अपेक्षा सूर्य के प्रकाश से अधिक मिलता जुलता है।

- **विभिन्न रंगो में तैयार किया जा सकने वाला (Designable Color)**

मेटल हैलाइड लैम्प को किसी भी प्रकार के रंग का प्रकाश उत्पन्न करने के लिए बनाया जा सकता है जैसे निला,हरा,गुलाबी ओर एक्वा भी बनाया जा सकता है।

- **सर्वोत्तम उन्नत तकनीक (The Most Advanced Technology)**

मेटल हैलाइड लैम्प में वेंचर कि क्रांतिकारी यूनिटॅफार्म पल्स र्स्टाट सिस्टम का शुरूवात बहुत बड़ा क्रांतिकारी उन्नती भी यूनिटफार्म पल्स र्स्टाट सिस्टम पारम्परीक लैम्प के तुलना में 50% अधिक न्यूमेन प्रदान करती है।

सजावटी लैम्प परिपथ ड्रम स्विचों के साथ - क्रमबद्ध सैट डिजाइन - फ्लैशर (Decorative lamp circuits with drum switches - serial set design - Flasher)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **ड्रम स्विच के कार्य को बताना**
- **ड्रम स्विच के साथ लाइटिंग क्रम को डिजाईन करने का वर्णन करना।**

ड्रम स्विच (Drum switch)

यह घरों, कार्यशालाओं, वैवाहित कक्षों व मन्दिरों इत्यादि को त्योहारों पर, फ्लैश प्रकाश, झिलमिल प्रकाश और रनिंग प्रकाश से प्रकाशित करने की सामान्य विधि है।

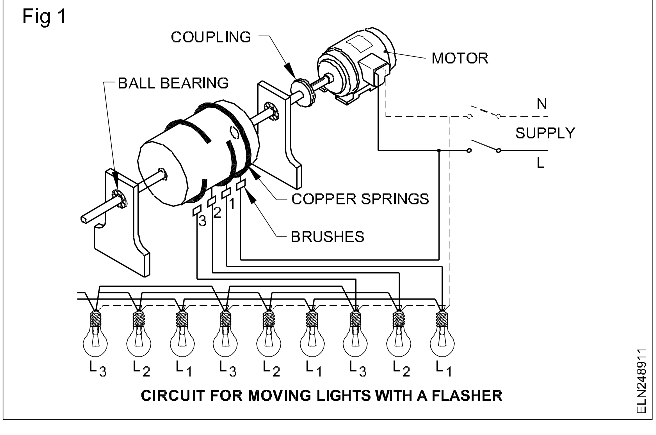
सजावटी लैम्प परिपथों के लिए एक ड्रम स्विच का उपयोग किया जाता है। सजावटी लैम्पों को क्रमानुसार स्विच `ऑन' करने के लिए इस स्विच का उपयोग किया जाता है। इसे निम्न चाल मोटर के साथ इस प्रकार जोडा जाता है कि लैम्प उचित अन्तराल पर प्रकाशित हो सके।

सजावटी प्रकाश की तैयारी (Preparation of decorative lights):

प्रायः फ्लैशर की सहायता से प्रकाश का सजावटी प्रभाव प्राप्त किया जाता है। इसमें एक लकडी का ठोस बेलन होता है, जो दोनों और लगे बाल बियरिंग में घूमता है। लकडी का बेलन एक बेल्ट या कप्पलिंग से मोटर के साथ जुडा रहता है। मोटर की चाल और पुली का चयन इस प्रकार किया जाता है कि लकडी का बेलन कम r.p.m. पर घूम सके। लकडी के बेलन पर एक ताँबे का रिंग चढा होता है (जिसके साथ विद्युन्यम तार एक ब्रुश द्वारा जुडी होती है), और तीन ताँबे के सैग्मेन्ट जो एक दूसरे से 120° दूर होते है, जिनमें से प्रत्येक सैग्मेन्ट का एक सिरा स्थायी रूप से ताँबे के रिंग से जुडा होता है।

जैसे ही बेलन घूमता है, तीनों सेग्मेन्ट ब्रुशों 1,2 और 3 से बारी बारी से सम्पर्क करते है। ब्रुश संख्या 1 लैम्प L_1 से जोडा जाता है, ब्रश संख्या 2 और 3 क्रमशः लैम्प L_2 और L_3 से जोडे जाते है। Fig 1 वह क्षण दर्शाता है जब ताँबे का सैग्मेन्ट संख्या 1 कुल चक्र के 1/3rd भाग से सम्पर्क कर रहा है, परिपथ संख्या 1 ऑफ हो जाता है और इसी क्षण परिपथ संख्या 2 सजीव

Fig 1



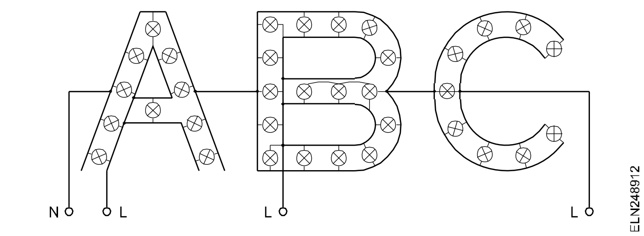
CIRCUIT FOR MOVING LIGHTS WITH A FLASHER

हो जाता है और लैम्प L_2 प्रकाशित हो जाता है और इसके 1/3वें भाग को आगे घुमने पर परिपथ संख्या 3 सजीव हो जाता है और लैम्प L_3 प्रकाशित हो जाता है।

यह प्रक्रिया बार बार होने पर ऐसा लगता है कि इस परिपथ से जुडी लाइटें दांये से बांये की ओर चल रही है।

डिसप्ले का डिजाईन (Design of display): आवश्यक डिस्पले का विन्यास layout का उदाहरण के लिए ABC, को Fig 2 में दर्शाये अनुसार बोर्ड पर बनायें।

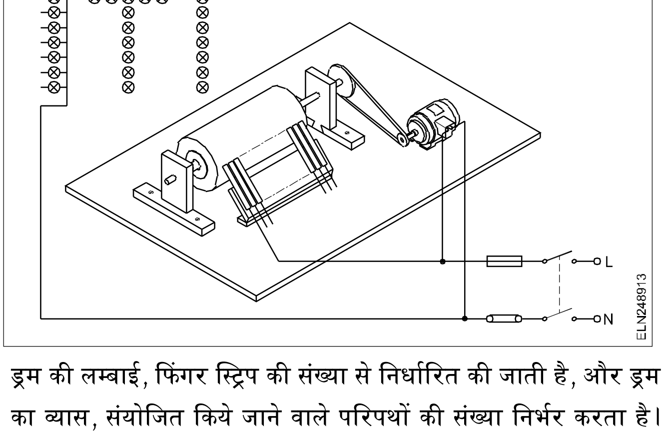
Fig 2



विन्यास पर लैम्प की स्थिति का चिन्ह लगायें और लैम्पों के अक्षर A, B और C समानान्तर में Fig 2 के अनुसार जोडें, और इसके बाद प्रत्येक अक्षर के लैम्पों को प्रभाविक प्रदाय के साथ जोडे और इसके बाद प्रत्येक अक्षर के लैम्पों को प्रभाविक प्रदाय के साथ जोडें। सभी लैम्पों के साथ न्यूट्रल को कॉमन चलायें।

ड्रम स्विच की संरचना (Construction of a drum switch): बेलनाकार ड्रम शुष्क, नरम और कम वजन वाली लकडी से बना होता है। (Fig 3)

Fig 3



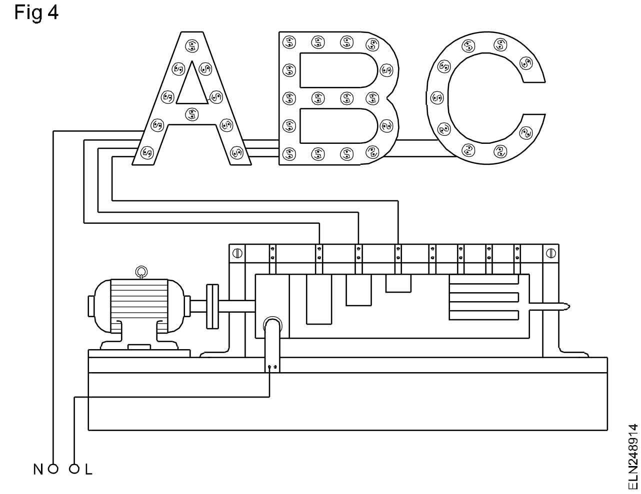
ड्रम की लम्बाई, फिंगर स्ट्रिप की संख्या से निर्धारित की जाती है, और ड्रम का व्यास, संयोजित किये जाने वाले परिपथों की संख्या निर्भर करता है। ड्रम की चाल यथा सम्भव बहुत कम रखनी चाहिए, जिसे प्राप्त करने के लिए

दो पुली का उपयोग किया जाता है जिनके व्यास में उच्च अनुपात हो जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है। ड्रम की पत्तियां अधिकतर पीतल/तांबा की बनी होती है जो ड्रम के साथ कीलित कर दी जाती है। सम्पर्क पत्तियां पेचों या बारीक कील से जड दी जाती है। (Fig 4)

ड्रम प्लेट का डिजाईन इस बात को ध्यान में रख कर किया जाता है कि यह एक चक्कर में कितनी बार इसे सम्पर्क करने की आवश्यकता पडेगी। पत्ती को इस प्रकार से जोड़ा जाता है कि इसका सम्पर्क अच्छी प्रकार से बना रहे। स्पर्किंग को रोकने के लिए चालक ग्रीस को ड्रम-प्लेट पर लगाना चाहिए।

विद्युत मोटर (Electrical motor): एक एकल फेज, निम्न चाल वाली मोटर प्रायः शेडिड पोल मोटर पर्याप्त शक्ति की जो ड्रम को चला सके, इस कार्य के लिए प्रयुक्त की जाती है।

Fig 4



सजावट के लिए प्रदीपन (Lighting for decoration)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **सजावट में प्रयुक्त विधियाँ बताना**
- **गति प्रकार फ्लैशर के कार्य का वर्णन करना।**

सजावटी प्रदीपन का प्रयोग (Use of decoration lights)

आजकल विशेष अवसरों पर जैसे विवाह, त्योहार और मेलों इत्यादि में विद्युत प्रकाश से सजावट करना सामान्य बात है। विशेष प्रकार के विद्युत प्रकाशिय चिन्ह परिपथ ऐसे अवसरों के मनोरंजन, हर्षोल्लास रंगों में चार चाँद लगा देते है। विद्युत चिन्ह, विशेष रूप से नियॉन चिन्ह, विज्ञावन कार्यों में व्यापक रूप से उपयोग किये जाते है, जिनका आकर्षण आँखों की तरुफ बहुत विशेष होता है। विद्युत चिन्हों से सजावट करने से भवन की शोभा निखर जाती है और स्थल बहुत आकर्षक हो जाता है।

सजावट के लिए दो विधियां मुख्य रूप से उपयोग की जाती है।

- बहुत छोटे लघु वोल्टता वाले उद्दीप्त लैम्प चिह्न के लिए उपयोग किये जाते है, जो कि एक निश्चित क्रम में आवश्यक प्रभाव उत्पन्न करने के लिए ऑन व ऑफ किये जाते है।
- विभिन्न रंगों में विशेष आकार की नियॉन ट्युब उपयोग करने के लिए, ट्युब के रंग, ट्युब में प्रयुक्त गैस की प्रकार पर निर्भर करते है।

छोटे उद्दीप्त लैम्प (Miniature incandescent lamps): छोटे उद्दीप्त लैम्प सामान्यतः 6V, 9V, 12V और 16V की क्षमता में उपलब्ध है। ये विभिन्न रंगों के होते है, जिन्हें श्रेणी में या श्रेणी समानान्तर समूहों में 240V की उपलब्ध प्रदाय से संयोजित किया जाता है।

विभिन्न प्रकार के सन्दर्भ व सजावटी प्रभाव प्राप्त करने के लिए निम्न प्रकार के फ्लैशर चिन्ह उपयोग किये जाते है।

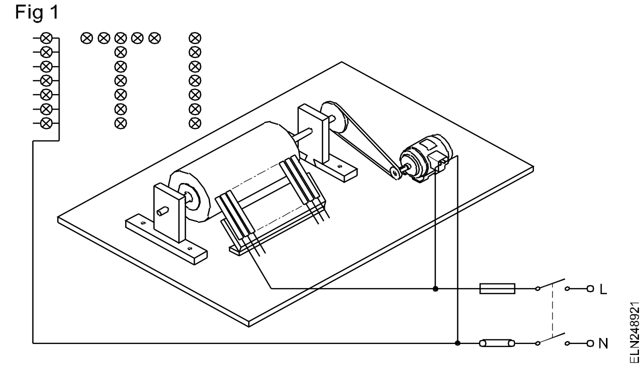
स्पेलर प्रकार के फ्लैशर का उपयोग चिन्ह अक्षर से अक्षर व शब्द से शब्द जोडने के लिए व शब्दों को ऊपर व नीचे ऑन-ऑफ करने के लिए, फ्लैशिंग को ऑन-ऑफ करने के लिए व रंगों को बदलने के लिए किया जाता है।

गतिमान प्रकार के फ्लैशर भव्य प्रचालन जैसे लहराता झण्डा, लौं, घूर्णन पहिये इत्यादि के लिए किया जाता है।

स्क्रिप्ट प्रकार के फ्लैशर अपने नाम के अनुसार उस परिस्थिति में उपयोग किये जाते है जब हाथ से लिखे लेख का प्रभाव लिपि अक्षरों में आवश्यक होता है।

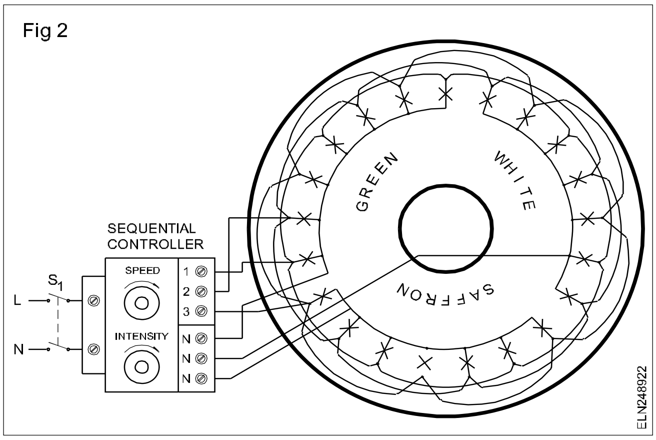
गतिमान प्रकार फ्लैशर Fig 1 में दिखाया गया है। इसमें रनिंग लाइट/घूमने वाली लाइट की गति एड्जस्ट adjust की जा सकती है। इस तीन बिन्दु रनिंग प्रकाश (चिन्ह फ्लैशर) लैम्पों के तीन समूह होते है। प्रत्येक समूह के रनिंग प्रभाव के लिए (Fig 2), अर्थात प्रत्येक ग्रुप को एक निश्चित अनुक्रम में ऑन व ऑफ किया जाता है। इस कार्य को करने के लिए एक छोटी प्रेरण मोटर जो भंवर धारा हानियों के सिद्धांत पर कार्य करती है, को 240V/115V 50 Hz प्रदाय से जोड़ा जाता है।

Fig 1



कैन व ड्रम शाफ्ट के साथ जुडे रहते है, यह ड्रम मोटर द्वारा घुमाया जाता है। कैन या ड्रम की परिधि को इस प्रकार से काटा गया है कि ब्रुशों का सम्पर्क केवल तभी होगा जब, घुमाव का एक निश्चित भाग उनके सामने होगा। इस प्रकार परिपथ पूर्ण होता है। हम तीन चिन्ह फ्लैशर से तीन स्वतन्त्र परिपथ बना सकते है, जो कि क्रमानुसार 'ऑन' और 'ऑफ' होता रहता है।

Fig 2



एक दिए गए आपूर्ति वोल्टेज के लिए सजावटी लैम्प श्रेणी की डिजाईनिंग (Designing a decorative serial lamp for a given supply voltage)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **दिए गए आपूर्ति वोल्टेज के लिए श्रेणी में जोडे जाने वाले बल्बों की संख्या ज्ञात करना**
- **श्रेणी में जुडे सभी बल्बों की रोशनी की स्थिति को बताना।**

श्रेणी जोड़ की डिजाइन (Serial set design)

हमें 6 या 9 वोल्ट वाले लैम्पों की पंक्ति को डिजाइन करना है। यदि ये लैम्प सीधे 230V वोल्ट प्रदाय से जोड दिया जाये तो, तुरन्त फ्यूज हो जायेंगें। इसलिए लैम्पों को श्रेणी में जोडा जाता है। गणना निम्न प्रकार से होगी -

1 6 वोल्ट लैम्प

आवश्यक लैम्पों की कुल संख्या = $\frac{240}{6}$ = 40 लैम्प

प्रदाय वोल्टता में 5% सम्भावित परिवर्तन लेते हुए

कुल लैम्पों की संख्या = 40 + (5% of 40)

= 40 + 2 = 42 लैम्प

2 9 वोल्ट लैम्पों के लिए

कुल आवश्यक लैम्पों की संख्या = $\frac{240}{9}$ = 26.6 या 27 लैम्प

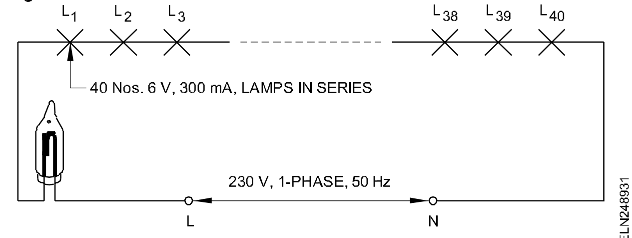
प्रदाय वोल्टता में 5% सम्भावित परिवर्तन लेते हुए

कुल लैम्पों की संख्या = 27 + (5% of 27)

= 27 + 2 = 29 लैम्प

230V वोल्ट प्रदाय वोल्टेज के लिए, 6V लैम्पों के श्रेणी संयोजन का परिपथ Fig 1 में दिखाया गया है।

Fig 1



सावधानियाँ (Precautions)

- कभी भी कम वोल्टेज वाले लैम्पों को सीधा मुख्य लाइन से नही जोडना चाहिए।
- नंगे तारो को कभी भी छूना नहीं चाहिए।

उपरोक्त प्रकरण में हमने 6V और 9V लैम्पों के ऊपर विवेचन किया है। बाजार में हमे 6 वोल्ट के लिए विभिन्न करंट क्षमता के अर्थात100mA, 150mA, 300mA, 500mA के लैम्प मिलते है। उपरोक्त धारा क्षमताओं के लिए लैम्पों का आकार समान रहता है।

श्रेणी में जुडे लैम्प सन्तोषजनक रूप से कार्य कर सकें, इसलिए सभी लैम्पों की धारा क्षमता समान होनी चाहिए।

हम विभिन्न वोल्टताओं पर श्रेणी लैम्पों को तैयार कर सकते है परन्तु उनकी धारा क्षमता समान होनी चाहिए। आइये एक उदाहरण को लेते है।

उदाहरण

आपके पास 6V, 300mA के 25 लैम्प है और 9V,300mA के 20 लैम्प है। 230V मुख्य प्रदाय के लिए आप श्रेणी लैम्प के परिपथ को किस प्रकार डिजाईन (Designs) करोगे

a सभी 6V के लैम्प और शेष 9V के उपलब्ध लैम्पो का उपयोग करते हुए

b सभी 9V के लैम्प और शेष 6V के उपलब्ध लैम्पों का उपयोग करते हुए ?

महत्वपूर्ण तथ्य यह है कि श्रेणी में जुडे लैम्पों की वोल्टेज का योग प्रदाय वोल्टेज से थोडा अधिक होना चाहिए।

गणना (Calculation)

a 6 वोल्ट क्षमता वाले 25 लैम्पों के श्रेणी संयोजन का वोल्टेज ड्राप = 25 x 6 = 150V

वोल्टेज ड्राप : 240V

9 वोल्ट वाले लैम्पों में होने वाला वोल्टेज ड्राप

= 240 –150 = 90 volts

श्रेणी में जुडने वाले9V लैम्पों की संख्या

$$= \frac{90}{9} = 10$$

25 लैम्प, 6V वोल्ट वाले और 10 Nos. of 9V वाले श्रेणी में होंगें

b 9 वोल्ट वाले 20 लैम्पों में वोल्टेज ड्राप

20 x 9 = 180

अब 6V वोल्ट वाले लैम्पों में वोल्टेज ड्राप

= 240 – 180 = 60V

श्रेणी में जुडने वाले 6 वोल्ट वाले लैम्पों की संख्या $\frac{60}{6} = 10$

20 लैम्प प्रत्येक 9 वोल्ट और 9 लैम्प प्रत्येक 6 वोल्ट श्रेणी में होंगें।

श्रेणी में जुडने वाले लैम्पों की संख्या, सदैव गणना किये गये लैम्पों से अधिक होनी चाहिए। इसका उद्देश्य प्रत्येक लैम्प में से थोडा करंट को कम करना है। धारा कम होने से लैम्पों की फ्यूज होने की सम्भावना कम हो जाती है।

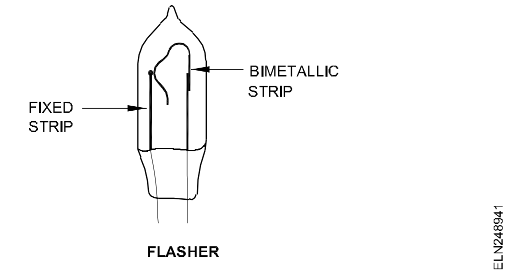
फ्लैशर (Flasher)

उद्‌देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **लैम्प श्रेणी परिपथ में फ्लैशर का उपयोग स्पष्ट करना**
- **अच्छे और बूरे फ्लैशरों को स्वीकार और अस्वीकार करती संरचना का विवरण और कार्य-विधि बताना ।**

फ्लैशर (Flasher): कम वोल्टता वाले लैम्पों की पंक्ति में एक फिलामेन्ट प्रकार छोटा लैम्प (फ्लैशर) अन्य लैम्पों के साथ श्रेणी में जोडा जाता है। यह लैम्प (फ्लैशर) प्रकाश नही देता है परन्तु अन्य लैम्पों के लिए एक स्विच का कार्य करता है। इस लैम्प में एक द्विधातु पत्ती होती है, जो स्थिर पत्ती के साथ सम्पर्क करती है। (Fig 1) ।

Fig 1

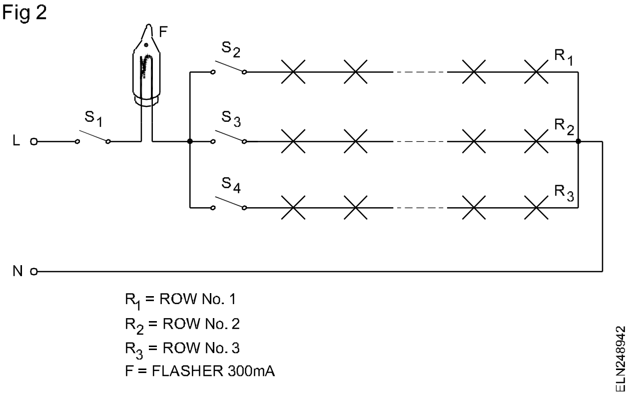


जब लैम्पों की पंक्ति प्रदाय के पार्श्व में जोडी जाती है और स्विच को ऑन किया जाता है, द्विधातु पत्ती गर्म हो जाती है, इससे सम्पर्क टूट जाता है और अन्य लैम्पों के लिए सप्लाई कट जाती है, जिससे लैम्प ऑफ हो जाते है।

कुछ सैकिण्ड के बाद, द्विधातु पत्ती ठण्डी हो जाती है और सम्पर्क फिर बन जाते है। अन्य लैम्पों के लिए सप्लाई ऑन हो जाती है और अन्य लैम्प प्रकाशित हो जाते है। यह एक झिलमिलाते प्रकार की लैम्प पंक्ति है जो सजावट में उपयोग होती है। Fig 2 में इस परिपथ को दिखाया गया है।

कम वोल्टेज वाले लैम्पों की प्रत्येक पंक्ति में फ्लैशर की क्षमता उन लैम्पों के समान होती है जो उस श्रेणी परिपथ में होते है। यदि लैम्प विभिन्न क्षमताओं के हों, तो उस परिपथ में फ्लैशर सबसे कम धारा क्षमता का होना चाहिए।

Fig 2



यद्यपि फ्लैशर श्रेणी परिपथ में कंही भी जोडा जा सकता है, परन्तु इसे स्विच की तरह सदैव प्रदाय (फेज) पर जोड़ना चाहिए।

यदि द्विधातु पत्ती स्थिर पत्ती से वैल्ड हो जाती है और यह मरम्मत योग्य न हो, तब फ्लैशर उपयोग नहीं रहता है। इसे सर्किट में जोड कर भी मालूम कर सकते है और इसकी स्थिति के लिए इसका परीक्षण किया जाता है, अर्थात क्या यह कार्य कर रहा है या नहीं।

जब श्रेणी लैम्पों की पंक्तियां परस्पर समानान्तर में जोडी जाती है तब फ्लैशर प्रदाय के इनपुट में Fig 2 की तरह जोड़ा जाता है।

उदाहरण

3 समानांतर पंक्तियों में प्रत्येक पंक्ति में100mA धारा प्रवाहित हो रही है।

इस समानांतर परिपथ के श्रेणी में जुडा फ्लैशर की धारा क्षमता 300 mA के बराबर होनी चाहिए।

शो केश प्रकाश और फिटिंग्स - ल्यूमेनों की क्षमता की गणना (Show case lights and fittings - calculation of lumens efficiency)

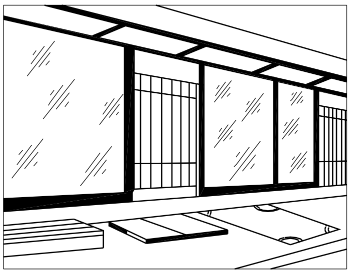
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **प्रदीपन के लिए प्रयुक्त बल्बों के प्रकार बताना**
- **प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष तथा शॉ केस प्रकाश-व्यवस्था को स्पष्ट करना**
- **प्रदीपन क्षमता की गणना विधि स्पष्ट करना ।**

शो केश लाइटिंग (Show case lighting): बहुत सारे व्यवसायिक अधिष्ठापन अपने उत्पादों को दिखा कर प्रदर्शित करते है। उनमें से कुछ आवश्यकताओं का वर्णन नीचे दिया गया है।

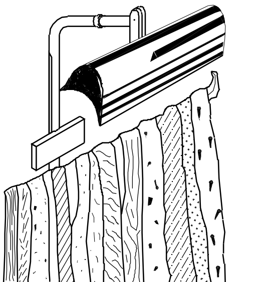
काउन्टर और व्यवहार के शेल्फ (Counters and dealing shelves): बैंकों के पिंजरों और टिकट कार्यालयों में पूरक ट्रफ लाइटिंग उपकरण प्रायः पिंजरो के ऊपर स्थित किये जाते हैजिससे काउन्टर पर लम्बाई में प्रकाश डाला जा सके। ट्रफों को विसरित काँच से ढका जा सकता है या लैम्पों को शील्ड करने के लिए इन्हें लम्बाई में फिट किया जा सकता है। 15 से 18 इंच केन्द्र से दूर 60 वाट का लैम्प प्रायः पर्याप्त रहता है। (Fig 1)

Fig 1



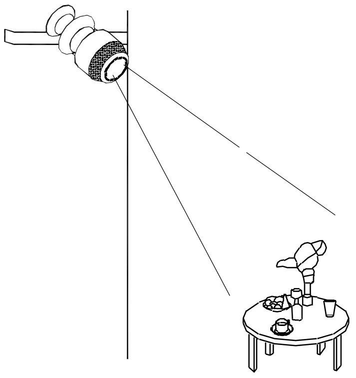
छोटे धातु के ब्रैकेट प्रकार के परावर्तक प्रकाशक या 25 या 40 वाट के नलिका प्रकार लैम्प, छोटे ऊर्ध्वाधर डिस्प्ले रैक, स्टैण्ड और कैबिनेट को प्रभाविक रूप से प्रकाशित करे है। (Fig 2)

Fig 2



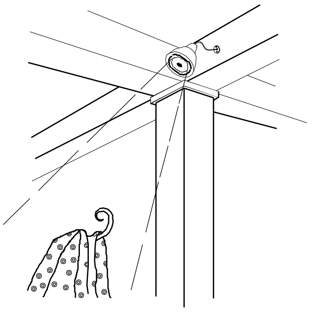
छोटे ठोस लैन्स पोस्ट दोनों 250 और 400 वाट के साइज में उपलब्ध है जो कॉलम या छत के ब्रैकेट सेबंधे होते है, ये छोटे काउण्टर या मेल डिस्पले पर विक्रय को बल प्रदान करते है। 10 फुट की दूरी से एक 250 वाट की इकाई 12 से 48 इंच के व्यास पर स्पॉट के साईज को एडजस्ट करते हुए 200 से 250 फुट कैण्डलन प्रकाश देगी,12 से 15 इंच के स्पॉट साइज से 400 वाट यूनिट 350 से 400 फुट कैन्डल प्रकाश देगी। (Fig 3)

Fig 3



झिलमिल केन्द्रित परावर्तक स्पॉट लाइटें 200 से 500 वाट के साइजों में उपलब्ध है। ये लेन्स इकाइयों की अपेक्षा कम तीव्रता का प्रकाश का पुंज beam देती है। परावर्तन की दूरी को परिवर्तित किये बिना स्पॉट के साईज को एडजस्ट नहीं किया जा सकता है। एक 200 वाट यूनिट 10 फुट की दूरी से लगभग 90 फुट कैन्डलन पैदा करेगी। (Fig 4)

Fig 4



ऊर्ध्वाधर बढी हुई सतह पर, डंडों में लिपटी चित्रकला, चित्रित वस्त्र (tapestries), पर्दे व पेन्टिंग को प्रदर्शित करने के लिए लैन्स युक्त प्लेट इकाई जो150 या 200 वाट के श्रेणी की होती है, को छत पर स्थित करके , इन वस्तुओं को प्रदर्शित करने के लिए उपयुक्त होती है। ब्रैकेट प्रकार के परवलयकार, पॉलिश की हुई धातु की ट्रफ समान रूप से परिणाम देती है और अधिक गतिशीलता में लाभकारी है। (Fig 5)

काउंटर और शेल्फ के प्रदर्शन के लिए फुट लाइट प्रकार की ट्रफ लाइटिंग उपयुक्त रहती है जो कि एकल प्रकाश परावर्तक की रेंज के होते है, ये काउंटर कार्ड और छोटे प्रदर्शन को शेल्फ ट्रफ तक बढा कर प्रदर्शित करते है जैसा कि दिखाया गया है। ट्रफ फुट लाइटें जो कि बदलने वाली होती है, ये चिह्नित पैनल को प्रकाशित कर देती है और फालतू स्थान को बहुमूल्य प्रदर्शन के साथ बदल देती है। (Fig 6)

Fig 5

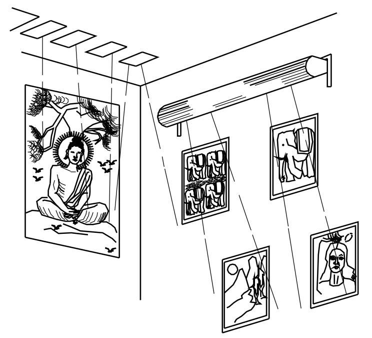
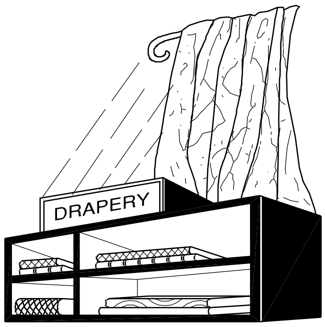


Fig 6



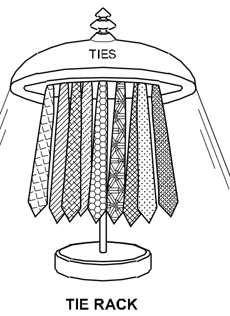
आवश्यक और प्रभाविक सामान के लिए जैसे किराना का सामान, जहाँ पर विशेष प्रकार से दिखाने की अपेक्षा, वस्तु की ओर ध्यान खींचना आवश्यक होता है वहाँ के शेल्फ लाइटिंग उपकरणों में कम इन्जिनियरिंग के शोधन की आवश्यकता होती है। वहाँ पर इन ट्रफ परावर्तकों पर जोर दिया जाता है जो विज्ञापन प्रति को बदलने पर प्रकाश दे सकते है वे सन्तोषजनक होते है। जैसा स्थिति आज्ञा दें उसके अनुसार 40 से 100 वाट के लैम्पों के लिए, साकेट को 30 cms की दूरी पर फिट किया जा सकता है। (Fig 7)

Fig 7

कॉलम या आन्तरिक रूप में बनी शेल्फों में प्रकाश का प्रदर्शन करने के लिए, प्रत्येक शेल्फ के सामने के सिरों से निकले हुए धातु के ढले हुए सिरे (nosing) पर छोटे 25 वाट के नलिका आकार के लैम्प कनसील किये जाते है जैसा कि चित्र में प्रदर्शित किया गया है। लैम्पों के बीच की दूरी 30 cms से अधिक नहीं होनी चाहिए। ल्यूमीलाइन (Lumiline) लैम्प निश्चित रूप से अनेक स्थितियों में समान रूप से उपयुक्त होते है।

काँच का सामान और बोत्तल के सामान का प्रदर्शन बहुत अधिक आकर्षित करने वाला व रंगीन होता है, यदि इस पर Fig 8 में दर्शाये अनुसार प्रकाश से, प्रकाश फैंकाजाये। एक दूधिया काँच (opal glass) पैनल के अन्दर बल्ब की दूरी काँच से इसके पीछे 1½ गुणा न हो वह एक समान प्रकाश उत्पन्न करता है, यह उपयुक्त प्रकाशित पृष्ठभूमि प्रदान करती है।

Fig 8



खिडकी शोकेस के लिए उपयोग होने वाली वृत्ताकार ट्युब (Circline tubes used for window show case): वृत्ताकार ट्युब के लिए ब्लास्ट विशेष प्रकार से डिजाईन किये जाते है, और पोर्टेबल लैम्प portable lamps के स्तम्भ और उथली दीवार और छत के फिक्सरों में सरलता से असेम्बल होने के लिए स्वीकार किये जाते है। कुछ इस प्रकार के भी डिजाइन किये जाते है जो ट्युब के वृत्त के अन्दर फिट हो सकें।

ब्लास्ट उपकरण 8¼ इंच 22 वाट, 12-इंच 32 वाट के लिए डिजाइन किये जाते है। वृत्त की लाइन में दो एकल लैम्प ब्लास्ट सम्मिलित होते है जिनमें एक का शक्ति गुणक सही नहीं होता है आर दूसरे का शक्ति गुणक उच्च होता है। अनेक प्रकार के पोर्टेबल लाइटिंग उपकरण है - ड्रेसिंग टेबल, डेस्ट लैम्प, वेनेटी दर्षण (vanity mirror), टाई रैंक, प्रदर्शन इकाई और महिलाओं का निजी कमरा के लैम्प जैसा कि Fig 9 और 10 में दिखाये गये है जिनमें 8¼ इंच की वृत्ताकार लाइन उपयोग होगी जिसका आधार पतला व स्तम्भ भी पतला होता है।

Fig 9

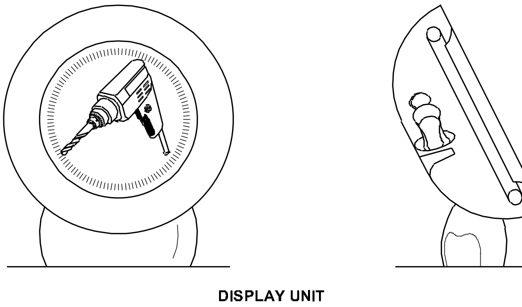
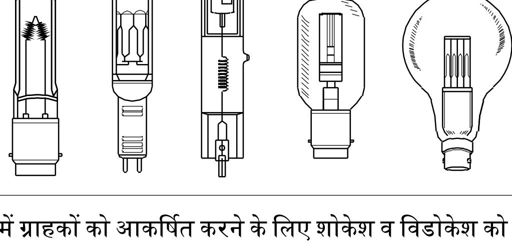


Fig 10



दूकान में ग्राहकों को आकर्षित करने के लिए शोकेश व विडोकेश को प्रकाशित किया जाता है। जब ग्राहक सामान को देखें उस समय उचित प्रकाश से उसे सामान का उचित रंग और सूक्ष्म विवरण दिख जाना चाहिए।

अनेके प्रकार के सामानों को शोकेश में विभिन्न रंगों, साइज, आकार व सुक्ष्मता इत्यादि के साथ प्रदर्शित किया जाता है। उल्लेखित गुणों के आधार पर शोकेश में लाइटिंग भिन्न भिन्न प्रकार की होगी। विभिन्न शेड व रंगों की परतें उपयोग की जायेंगी।

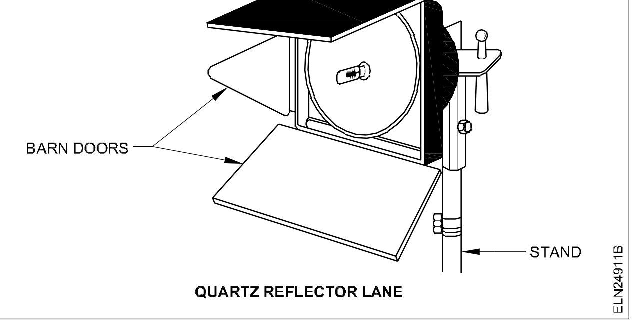
व्यापारी इन्हें समय-समय पर इनकी प्रकार को बदलेगा, समय समय पर प्रदीप्न बदला जायेगा। अतः सामान्य आवश्यकता की अपेक्षा अधिक विद्युत बिन्दुओं की आवश्यकता होगी, जिनको आवश्यकता अनुसार शोकेश के किसी भी भाग के लिए उपयोग किया जा सकेगा।

क्वाट्र्ज लाइट (हैलोजन लैम्प) **(Quartz lights** (Halogen lamps)) (Fig 10)**:** ये टंगस्टन हैलोजन या क्वार्टर्ज-आयोडीन लैम्प भी कहलाते है, आजकल ये लैम्प चलचित्र बनाने वाले दृश्यों में अधिक उपयोग होते है। ये टंगस्टन लाइटों की अपेक्षा छोटे, हल्के व अधिक दक्ष होते है। यह एक छोटी स्फटिक काँच की ट्युब में टंगस्टन धातु युक्त फिलामेन्ट होता है, जिसके साथ हैलोजन गैस प्रायः आयोडीन भरी होती है। आयोडीन की उपस्थिति से यह गारंटी मिलती है कि बल्ब काला नहीं पडेगा और आउटपुट प्रकाश व रंग का तापमान स्थिर रहेगा अधिकतर क्वार्टज लैम्प 250 घण्टे तक चलते है और 3,200°K पर अपना रंग तापमान की क्षमता रखता है। बैट्री लाईट पर इनकी आउटपुट 150 से 350 वाट तक परिवर्तित होती है और मुख्य पावर सप्लाई पर 200 से 10,000 वाट तक के लिए उपयोग होते है। क्वाट्र्ज बल्ब को कभी भी नंगे हाथों से स्पर्श नहीं करना चाहिए, चाहे ये अप्रकाशित ही क्यों नह हों, क्योंकि त्वाचा में मौजुद तेजाब बल्ब को समय से पूर्व विफल कर देगा। बल्ब को सदैव एक छोटे टिशू कागज से पकडना चाहिए।

खुले परावर्तक में सैट क्वार्ट्ज बल्ब का सम्भवतः सबसे सामान्य प्रकार की क्वाट्र्ज लाइट है। ये वाटेज की बडी परास में उपलब्ध है, जो प्रायः 200 से 2,000 वाट के बीच है परन्तु कोई10,000 वाट तक उच्च हो सकता हे१ अनेक मॉडलों में क्वार्टज के बल्ब को आगे-पीछे चलाकर इनकी लाइट को फोकस किया जा सकता है। आजकल बल्ब की ऊष्मा के संचारण को कम करने के लिए फाईबर ग्लास हाउसिंग के साथ अनेक बहुत अच्छे लैम्प बनाये जाते है।

मूल क्वाट्र्ज प्रकाश किट में प्रायः तीन लाइट होती है, जिनमें प्रत्येक 1,000 वॉट की हो सकती है। ये प्रायः द्वारा (“barndoors”) और स्टैण्ड के साथ सुसज्जित होती है। (Fig 11)

Fig 11



QUARTZ REFLECTOR LANE

प्रदीपन दक्षता की गणना (Luminous Efficiency Calculation)

प्रदीप्ति दक्षता (Luminous Efficiency) प्रदीप्ति दक्षताः प्रकाश स्त्रोत सके किस प्रकार विजिबल (दिखने वाला) प्रकसश उत्पन्न होता है इसकी मापन करता है यह प्रकाश स्त्रोत की मापन की राशि है जो कि ल्यूतिनस फलक्स और लैम्प पावर (वाट में) के अनुपात में परिभाषित किया जाता है कि SI - **ल्यूमन/वाट (lumen/watt)** है।

$$\text{Luminous efficiency} = \frac{\text{Luminous flux in lumen}}{\text{Power in watt}}$$

विधुत खपत की तुलना में हमें कितनी प्रकाश प्राप्त होती है यह ल्यूमिनस दक्षता से प्राप्त किया जा सकता हे इसलिए यह महत्वपूर्ण सूत्र है।

ल्यूमिनस दक्षता की गणना का प्रयोजन (Purpose of calculating) luminous efficiency

विशेष घरों में विधुत बिल का 30% प्रकाश व्यवस्था में खर्च होता है अधिक दक्षता का लाइट उपयोग कर खर्च कम किया जा सकता है ।

उदाहरण के लिए - उपयोग किए जाने वाले 60w वाट का बल्ब 860 ल्यूमन उत्पन्न करता है ल्यूमनस दक्षता की गणना कीजिए।

$$\text{So, efficiency} = \frac{\text{Luminous flux in lumen}}{\text{Power in watt}}$$

$$= \frac{860}{60} = 14.3 \quad \text{lumen/watt} \quad .$$

यदि किसी प्रकाश स्त्रोत की ल्यूमिनस फलक्स और पावर दिया गया हो तब ल्यूमिनस दक्षता ज्ञात किया जा सकता है।

यह हमारे लिए उपयोगी है बाहार से लाइट बल्ब लैम्प खरीदते समय बल्ब में वोल्टेज और ल्यूमिनस फलक्स अंकित होता है इस गणना विधि का उपयोग कर हम यह ज्ञात कर सकते है कि हमारे घर के लिए कितनी दक्षता की बल्ब लैम्प चाहिए।

ज्योति तीव्रता या ल्यूमिनस दक्षता को औसतन चमक/ प्रकाश की वह मात्रा है जो मनुष्य के लिए दृशष्य या संवेदनशील की सीमा के भीतर की आवधारणा से वर्णन किया जाता है।

फ्लोरोसेंट लैम्प की तुलना LED से 55 - 70 ल्यूमन/वाट और इंनकेडीसेंट बल्ब के साथ 13 -18 ल्यूमन वाट

इंनकेंडीसेंट लैम्प और फ्लोरोसेंट लैम्प की अपेक्षा बहुत कम वोटज की की आवश्यकता होती है CFL बल्ब की इंनकेंडहसेंट लैम्प से 4 गुना अधिक दक्षता होती है इसकी उम्र भी इनके डी सेंट से 10 गुना अधिक होती है

अत्यधिक उर्जा बचने वाले बल्ब उपलब्ध है :

- हेलोजन इनकेंडीसेंट बल्ब (halogen incandescent bulbs)
- कॉम्पेक्ट फ्लोरोसेन्ट लैम्प (CFLs) (Compact fluorescent lamps (CFLs))
- प्रकाश उत्सर्जक डायोड (LED) (Light emitting diodes (LED))

इसकी कीमत सामान्य पारंपरागत लैंम्प से 5 या 10 गुना अधिक हे (इनकेंडीसेंट बल्ब से) परंतु इसके उपयोग से कम ऊर्जा खपत में अधिक रूपया/ पैसा बचाया जा सकता है।

यंत्र - स्केल - वर्गीकरण - बल - MC और MI मीटर (Instruments - Scales - Classfication - Forces - MC and MI meter)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **आँकड़ों और चिह्ननों से यंत्र की सीमा, स्थिति, प्रकार त्रुटि बताना**
- **यंत्र में टर्मिनल मार्किंग का अर्थ स्पष्ट करना**
- **मापी जाने वाली संख्या की परिशुद्धता के आधार पर माप यन्त्र का प्रकार बताना**
- **मापते समय इन्डक्शन त्रुटि का अर्थ स्पष्ट करना**
- **यंत्र स्केल का प्रकार बताना।**

पावर मापी यंत्र का अभिनिर्धारण (Electrical Measuring Instrument)

मापन मापी यन्त्रो (meters) द्वारा होता है। साधारण तयः मापी यन्त्र धारा विभवान्तर वोल्टेज और प्रतिरोध के मापन में किया जाता है।

यंत्र का अभिनिर्धारण (Identification of instrument)

किसी विशेष माप के लिये किसी मापी यन्त्र का अभिनिर्धारण अति महत्वपूर्ण है। त्रुटिपूर्ण अभिनिर्धारण से न केवल मापी यन्त्र क्षतिग्रस्त हो सकता है प्रत्युत हमें वाछित फल भी प्राप्त नही हो सकता है।

मापी यन्त्र का अभिनिर्धारण मापी जानी वाली संख्या परास एक विशेष प्रकार की आपूर्ति इत्यादि की उपयोगिता डायल पर उपलब्ध आंकड़े द्वारा सावधानी से करना चाहिये।

मापी यन्त्र के डायल पर प्रदत्त आकड़े (Data contained on the measuring instrument dial): मापी यन्त्र के डायल / पैमाने पर प्रतीक के रूप में महत्वपूर्ण अनुप्रयोगी आंकड़े प्रतीक के रूप में होते हैं। प्रतीकों के अतिरिक्त निर्माता का नाम मापी यन्त्र का प्रकार उत्पादन अथवा क्रम संख्या भी डायल पर प्रदर्शित की जाती है।

मापन परास और मापन मात्रक (Measuring range and measuring units) : डायल पर उपयुक्त अक्षर चिन्हों (प्रतीकों) का मापी यन्त्र द्वारा अभिनिर्धारण होता है। उदाहरण के लिये वोल्ट मापी के लिये V, मिली वोल्टमापी के लिये mV, किलो वोल्टमापी इत्यादि के लिये Kv होता है।

पैमाने के विभागों के अन्तर्गत संख्याओं की श्रेणी द्वारा मापन परास को प्रदर्शित किया जाता है ।

V	वोल्ट	(mV, mV, kV ...)	वोल्टता
A	एम्पियर	(mA, mA, kA ...)	धारा
W	वाट	(mW, kW, MW ...)	शक्ति
Ω	ओम	(mΩ, KΩ, MΩ)	प्रतिरोध
Hz	हर्टज	(kHz, MHz ...)	आवृति

धारा के प्रकार (Types of current): मापन में उपयुक्त मापी के लिये आपूर्ति के प्रकार निम्नलिखत प्रतीकों द्वारा प्रदर्शित किये जातें है।

—	दिष्ट धारा
∼	प्रत्यावर्ती धारा
≂	दिष्ट और प्रत्यावर्ती धारा
≈	बहुकला मापित एक कला (प्रत्यावर्ती)धारा
≋	बहुकला मापित तीन कला (प्रत्यावर्ती)धारा

विभव परीक्षण (वोल्टता) (Testing potential (voltage)) : डायल पर बना सितारे का चिन्ह वह वोल्टता प्रकट करता है जिसके लिये माप यन्त्र का परीक्षण किया जाना है।

☆	विभव परीक्षण (500V)
☆ 2	500V से अधिक उदाहरण के लिये 2000V (2Kv) विभव परीक्षण
☆ 0	विभव परीक्षण नही

उपयोग स्थिति (Using position): डायल पर लिखी गई विनिर्देशित स्थिति के अनुसार मापी यन्त्रों का प्रयोग करना चाहिये।

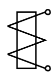
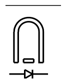
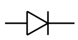
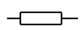
⊥	उपयोग स्थिति उर्ध्वाधर
⊓	उपयोग स्थिति क्षैतिज
∠60°	उपयोग का कोण जैसे 60° झुकाव कोण
⊥ ±2°	स्वीकृत स्थिति जैसे ± 2° उर्ध्वाधर से अन्तर पर eg. ± 2° vertical.
±10° ⊓	स्वीकृत स्थिति से ±10° अन्तर पर

विनिदेर्शित स्थिति से अन्य किसी स्थिति में माप यन्त्र को प्रयोग करने से प्रेक्षण त्रुटि हो सकती है।

यथार्थता श्रेणी (Accuracy class): इसको दो प्रकार से विनिर्देर्शित किया जाता है। पूर्ण पैमाना विच्छेप के प्रतिशत में और वास्तव प्रेक्षण के प्रतिशत में इसको निम्न प्रकार व्यक्त करते हैं।

2.5	मापन परास और अन्त मान से श्रेणी निर्धारित की जाती है ।
2.5	पैमाने की लम्बाई द्वारा श्रेणी निर्धारित की जाती है।

मापी यन्त्रों के प्रकार (Measuring instrument types) :

	चल कुण्डल मापी
	चल लौह मापी
	वैद्युत गतिज गुणक मापी
	बन्द वैद्युत गुणक मापी
	दिष्टकारक के साथ चल कुण्डल माप यन्त्र
	आन्तरिक मापी दिष्टीकारक सहित युक्ति
	विलगित श्रेणी और शन्ट प्रतिरोध
	उपयोग के लिये निर्देश देखें

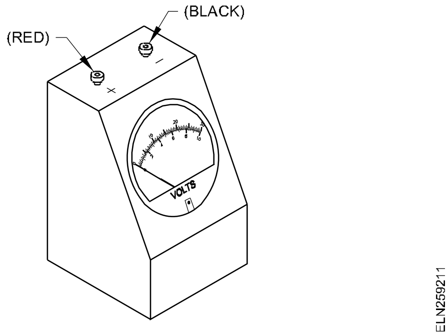
सूचित त्रुटि (Indication error) : माप यन्त्र एक स्थिर यथार्थता के अर्न्तगत मापन के लिये निर्मित होते है इसे डायल पर अन्य प्रतीकों के समीप एक संख्या से व्यक्त किया जाता है।

1	सूचित त्रुटि ± 1%
2.5	सूचित त्रुटि ± 2.5%
3.5	सूचित त्रुटि ± 3.5%

टर्मिनल चिन्ह (Terminal markings) : चल कुण्डल प्रकार के मापी यन्त्र में टर्मिनल्स पर ± चिन्ह होते हैं। धनात्मक (+) टर्मिनल रंग में लाल और ऋणात्मक (-) टर्मिनल रंग में काला होता है। (Fig 1) इस प्रकार के मापी यन्त्र परिपथ में सही ध्रुवता के साथ जुडे होने चाहिये अर्थात आपूर्ति का धनात्मक मापी यन्त्र के धनात्मक से और आपूर्ति का ऋणात्मक मापी यन्त्र के ऋणात्मक से जोड़ना चाहिये।

चल लौह प्रकार के मापीयन्त्र में टर्मिनल्स पर ध्रुवता चिन्ह नही होते हैं। दोनों ही टर्मिनल समान रंग के होते हैं। मापी यन्त्र को परिपथ में रेखा और आपूर्ति के उदासीन विनिर्देशन बिना परिपथ में जोडा जा सकता है।

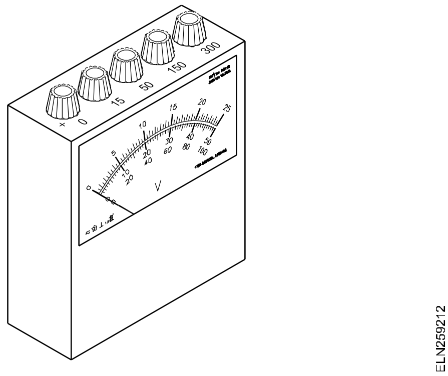
Fig 1



ओम मापी में भी टर्मिनल्स चल कुण्डल मापियों की भांति चिन्हित किये जाते हैं।

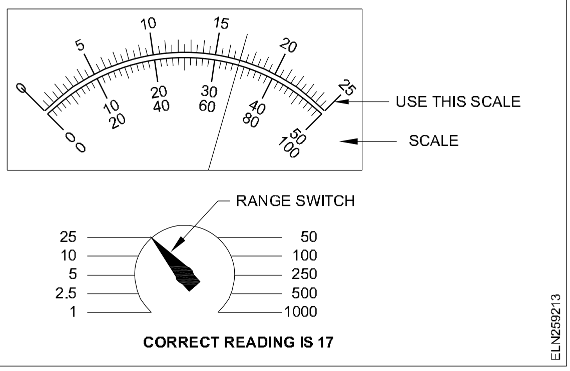
बहु परास मापियों में एक टर्मिनल को प्लस (+) अथवा उभय (लाल) और दूसरे टर्मिनल (काला) को मापित मान के परास से चिन्हित किया जाता है। (Fig 2)

Fig 2



कुछ मापियों में (Fig 3) एक परास चयनक कुंजी का उपयोग किया जाता है। इस प्रकार के मापियों पर प्रेक्षण लेते समय परास चयनक कुंजी की स्थिति को ध्यान में रखना चाहिये, और पैमाने पर चयनित परास के उपयुक्त प्रेक्षण लेना चाहिये।

Fig 3



माप यन्त्र के पैमाने पर प्रेक्षण लेना (Reading Instrument scales)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **मापन यथार्थता के आधार पर मापन यन्त्रों की श्रेणी को ज्ञात करना**
- **विभिन्न प्रकार के पैमाना अंकन के विभिन्न प्रकारों का अभिनिर्धारण**
- **मापन के समय त्रुटि स्त्रोतों को बताने में**
- **मापन यन्त्रों के प्रयोग के समय अपनायी गई सावधानियों को बताने में।**

सभी माप यथा सम्भव यथार्थ होने चाहिये और निकाय पर उनका प्रभाव अल्पतम होना चाहिये। सही मापन यन्त्र और सही मापन विधि को चयनित करने में कम से कम प्रभाव निकाय पर पड़ने को सुनिश्चित करने के लिये विशेष सावधानी रखनी चाहियें।

एक मापन युक्ति को चयनित करते समय इस बात की सावधानी रखनी चाहिये, कि मापित मान पूर्ण पैमाने मान के 60% मान से ऊपर होना चाहिये, इससे मापन त्रुटि यथा सम्भव कम हो जाती है।

यथार्थता के अनुसार मापी यन्त्रों का वर्गीकरण (Classification of instrument as per accuracy) : मापन युक्तियों का वर्गीकरण मापन यथार्थता और अनुप्रयोग की गुणवत्ता पर निर्भर होता है। मापन यन्त्र की गुणवत्ता श्रेणी के अनुसार निम्न प्रकार विभाजित की जाती है।

श्रेणी	अनुप्रयोग
0.1 0.2 0.3	यथार्थता और प्रयोग शाला मापन युक्तियां
0.5	वहनीय मापन युक्तियां और प्रयोगशाला युक्तियां
1.0 1.5 2.5	औद्योगिक और पैनेल मापन युक्तियां

स्तम्भ श्रेणी के अन्तर्गत दी गई संख्या सापेक्षिक त्रुटि प्रदर्शित करती है।

उदाहरण (Example) : गुणवत्ता श्रेणी 1.5,±1.5% की आपेक्षिक मापन त्रुटि प्रदर्शित करती है। इसका अर्थ यह होता है कि प्रदर्शित त्रुटि निर्धारित मान का ±1.5% हो सकती है।

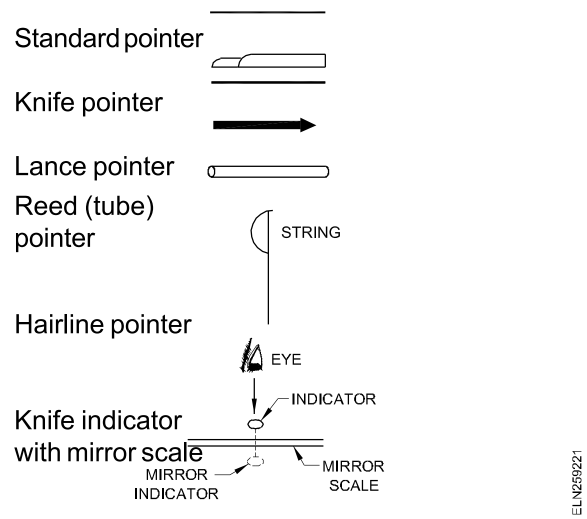
प्रेक्षण यथार्थता (Reading accuracy): एक मापन युक्ति की प्रेक्षण यथार्थता मापन यर्थाथता की तुलना में सदैव अधिक होना चाहिये। उचित संकेतक प्रबन्ध के अनुप्रयोग से प्रेक्षण यथार्थता को बढ़ाया जा सकता है।

संकेतक प्रबन्ध जिसका वर्णन किया गया है एक पैमाने के साथ संकेतक (Pointer) के लिये है।

संकेतक पाइन्टर (Indicators) (Pointer): प्रेक्षण का संकेत एक संकेतक की यात्रिक गति से प्राप्त होता है जो पैमाने पर बने विभागों के समान्तर गति करता है।

मापन यन्त्रों में (Fig 1) प्रयुक्त संकेतकों के विभिन्न प्रकारों को नीचे दिया गया है।

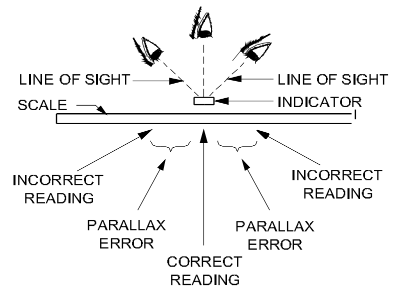
Fig 1



संकेतक और पैमाने के बीच और स्थान के कारण एक माप यन्त्र पर प्रेक्षण लेते समय एक झुका हुआ दृश्य प्राप्त किया जा सकता है। आंख के कोण पर आधारित एक प्रेक्षण त्रुटि हो सकती है। इस त्रुटि का लम्बन त्रुटि से जाना जाता है।

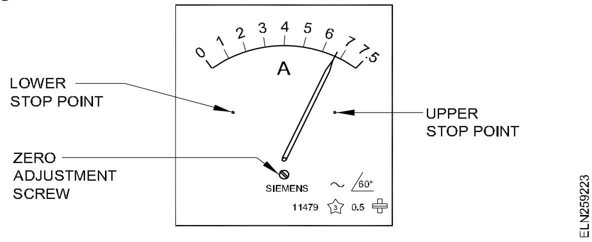
दर्पण पैमाने (mirror scales): अति यथार्थ युक्तियां और उच्च गुणवत्ता श्रेणी की औद्योगिक युक्तियां के प्रयोग में दर्पण पैमाने प्रयुक्त होते हैं। प्रेक्षण लेते समय दर्पण में संकेतक द्वारा अपनी प्रतिबिम्ब (चित्र) को ढक लेना चाहियें । जिससे पैमाने के प्रेक्षण लेने में कोण के कारण होने वाली त्रुटि लम्बन त्रुटि को दूर किया जा सके। (Fig 2)

Fig 2



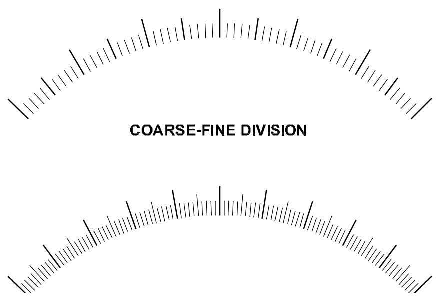
शून्य संमजन (Zero Adjustment) : संकेतक की यांत्रिक शून्य का समंजन एक बाहरी पेंच समंजन द्वारा किया जा सकता है। (Fig 3)

Fig 3

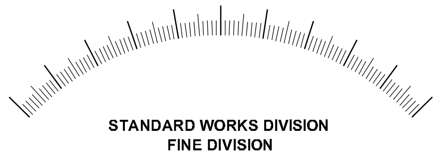


पैमानों के प्रकार (Types of scales)

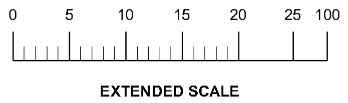
1 **स्थूल और स्थूल सूक्ष्म पैमाना (Coarse and coarse-fine scale):** स्थूल पैमाने तथा स्थूल सूक्ष्म पैमाने पैनेल माप यत्रों में गुणवत्ता श्रेणी 1 से 2.5 के साथ मुख्य रूप से स्थिति में प्रयुक्त होते हैं ।



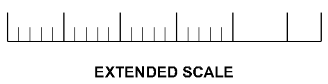
2 **सूक्ष्म पैमाना (Fine scale):** गुणवत्ता श्रेणी 0.1 से 0.3 वाली प्रयोगशाला युक्तियां और यथार्थता प्रदर्शन के लिये मुख्य रूप से एक दर्पण पैमाने के साथ प्रयुक्त होती हैं।



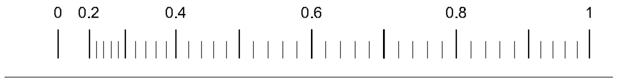
3 **वृद्धित पैमाने (Extended scale):** इनकों मुख्य रूप से अल्पअतिभारित समय अर्थात मोर्टस की प्रवर्तन धारा के मापन के लिये प्रयुक्त किया जाता है।



4 **रैखिक पैमाने (Linear scales):** रैखिक पैमाने मुख्य रूप से चल कुण्डल मापन युक्तियों के लिये प्रयुक्त किये जाते हैं। पूरे परास में अंकन समरूप होता है।



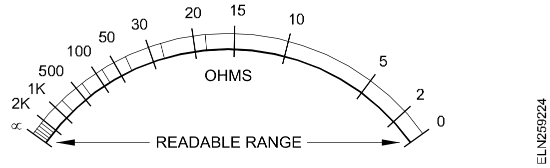
5 **अरैखिक पैमाने (Non-linear scales):** चल लौह मापन युक्तियों में मुख्य रूप से अरैखिक पैमाने प्रयुक्त होते है पैमाने पर अन्शांकन समरूप नही होता । वे पैमाने के प्रारम्भ में घनित होते हैं।



अरैखिक पैमाने स्थूल (Non-linear scales,coarse): भाग के नीचे के बिन्दु प्रारम्भ और मापन परास का अन्त प्रारम्भ को सूचित करता है। इस मापन यन्त्र को प्रारम्भ परास के नीचे के मानों को मापने के लिये प्रयोग में नही लाना चाहिये।

ओम मापी पैमाना भी अरैखिक है। यह ध्यान देना चाहिये कि पैमाने पर शून्य दाहिनी ओर है। (Fig. 4)

Fig 4



मापन समय त्रुटियों के स्रोत (Sources of errors when measuring)

1 **युक्ति त्रुटियां (Device errors):** यह त्रुटि सावधानी रहित समुच्चयन क्षति, आभासी समंजन अथवा आभासी स्थितियों में प्रयुक्त करते समय होती है। मापी यन्त्र को प्रयाग में लाते समय इसका प्रयाग डायल पर विनिर्देशित स्थिति के अनुसार करना चाहिये।

2 **प्रभाव त्रुटियां (Influence errors):** यह त्रुटियां पर्यावरण के प्रभाव जैसे आद्रता (नमी), ताप दोलनों वैद्युत अथव चुम्बकीय क्षेत्र के कारण होती है।

3 **कुंजीयन त्रुटियां (Switching errors):** यह त्रुटियां वैद्युत संख्या जो सम्बन्ध के गलत विधि से मापन के पहले होती है अथवा उचित मापन युक्ति के गलत चयन के कारण होती है।

4 **मानव त्रुटिया (Human errors):** प्रेक्षण त्रुटियां जो संकेतक को एक कोण से देखने पर (लम्बन त्रुटि) अथवा अंशाकन के उपयोग के मध्य मान के गलत प्रेक्षण से होती है।

पैमाने पर प्रेक्षण लेना (Reading the scales): जब एक बहु परास एम्पियर मापी अथवा वोल्टमापी का प्रयोग किया जाता है तो परास कुंजी के प्रकार्य का ज्ञात होना महत्वपूर्ण है। परास कुंजी उस धारा अथवा वोल्टता की मात्रा को चयनित करती है जिससे मापी पर पूर्ण पैमाना विच्क्षेप होता है। अज्ञात संख्या के मापन के समय यह बुद्धिमता पूर्ण होगा कि उच्चतम परास से प्रारम्भ करके कम करते हुये लघु परास की ओर चले जब तक विच्क्षेप सम्भवतः पूर्ण पैमाने के मध्य के बीच प्राप्त न हों।

मापी पर जितने परास है, उन पर उनके लिये उतने ही पैमानों का उपयोग न करके कुछ पैमाने अनेक विभिन्न परासें के लिये प्रयुक्त किये जाते हैं। इसको पैमाना संख्याओं को 10 अथवा 100 से गुणा या भाग करके प्राप्त किया जाता है। उदाहरण के लिये एक बहु परास मापी पर प्रेक्षण लेने के लिये उस परास को ज्ञात करें जो कि परास कुंजी के लिये प्रयुक्त होती है। और ज्ञात करें कि कौन सा पैमाना तत्सम्बन्धी परास के अधिकतम निकट पूर्ण पैमाना विच्क्षेप देता है। जहां संकेतक स्थिर होता है वहां पैमाने पर संख्या को पढ़ लें।

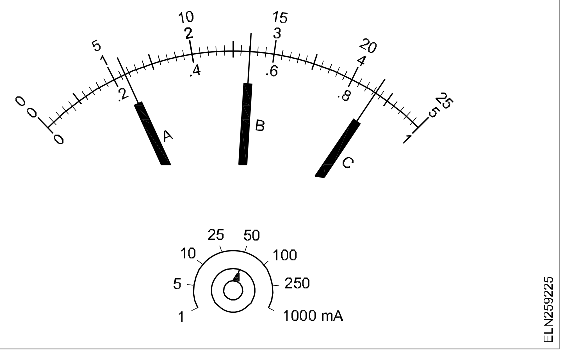
निम्न उदहरण विधि को स्पष्ट करता है।

उदाहरण (Example) 1: Fig 5

50mA परास कुंजी युक्त बहु परास DCmA पैमाना।

A पर : प्रेक्षण 10 और 20 के बीच है। अर्थात = 11.5mA

Fig 5



B पर : प्रेक्षण 20 और 30 के बीच है। अर्थात = 27mA

C पर : प्रेक्षण 40 और 50 के बीच है। अर्थात = 43.5mA

परास और प्रकार्य कुंजियों के 5V DC पर नियोजित करके बहु परास AC/DC वोल्टमापी पैमाने।

उदाहरण (Example) 2 (Fig 6) : परास कुंजी के 5VDC पर होने से FSD का मान AC/DC पैमाने पर 5V होना चाहिये। इसलिये 0.50 पैमाना जिसमें प्रत्येक संख्या को 10 से विभाजित किया गया है उपयोग करना चाहिये।

A पर : प्रेक्षण 0.5 और 1.0 के बीच है। अर्थात = 0.72V

B पर : प्रेक्षण 2.0 और 2.5 के बीच है। अर्थात = 2.37V

C पर : प्रेक्षण 4.0 और 4.5 के बीच है। अर्थात = 4.30V

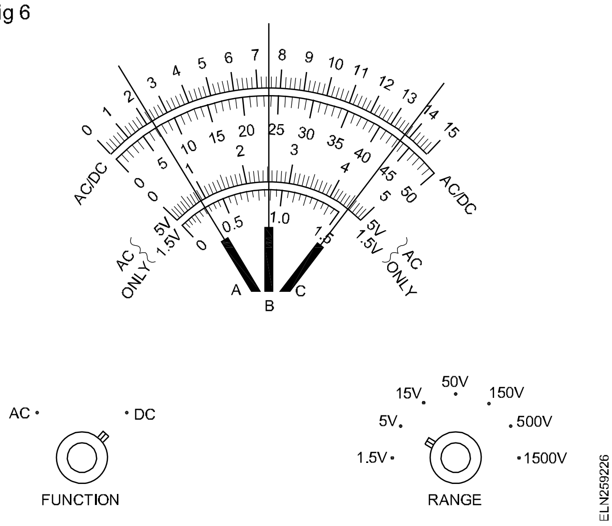
उदाहरण (Example) 3 (Fig 6) : परास कुंजी के 150V AC पर होने से FSD का मान AC/DC पैमाने पर 150V होना चाहिये। इसलिये 0.15 पैमाना जिसमें प्रत्येक संख्या को 10 से गुणा करके किया गया है उपयोग करना चाहिये।

A पर : प्रेक्षण 20 और 30 के बीच है। अर्थात = 23V

B पर : प्रेक्षण 70 और 80 के बीच है। अर्थात = 75V

C पर : प्रेक्षण 130 और 140 के बीच है। अर्थात = 136V

Fig 6



एक मापी यन्त्र प्रयोग में लाते समय ध्यान में रखी जाने वाली सावधानियां (Precautions to be observed while using an instrument) :

1 मापित की जाने वाली वैद्युत संख्य्यें जैसे वोल्टता, धारा, प्रतिरोध को नापने के लिये मापी का चयन करें।

2 परिमाण के लिये सही परास का चयन करें। जैसे 10V के मापन के लिये सही परास 0-15V होना चाहिये।

3 AC/DC के अनुरूप उचित मापन यन्त्र का वीनिर्देशन करें।

4 मापी यन्त्र का प्रयोग विनिर्देशन के अनुसार सही स्थिति में करें।

5 MC प्रकार के मापी यन्त्रों का सम्बन्ध करते समय सही ध्रुवता को सुनिश्चित करें।

6 पर्यावरण के प्रभाव जैसे आद्रता, (नमी) ताप, दोलन, वैद्युत अथवा चुम्बकीय क्षेत्र के कारण त्रुटियां होती हैं। इस प्रकार के पर्यावरण कारकों को दूर रखने के लिये उचित सावधानी रखनी चाहिये।

7 लम्बन त्रुटि को दूर करने के लिये संकेतक पर सीधा देखते हुऐ मापी यन्त्र को पढे।

8 दर्पण पृष्ठ पैमाने को इस प्रकार पढं की संकेतक दर्पण में अपने प्रतिबिम्ब से सम्पतित हो।

9 यदि कोई शून्य त्रुटि है तो इसको मापी यन्त्र के उपयोग से पहले शून्य समंजन पेंच से सही कर लेना चाहिये।

वैद्युत माप यन्त्रों का वर्गीकरण - आवश्यक बल MC और MI मीटर - (Classification of Power instruments - Essential forces, MC and MI meter)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **मानक के सापेक्ष वैद्युत मापियों का अभिनिर्धारण, विद्युत धारा के प्रभाव से उनका प्रकार्य और प्रचालन बताना**
- **एक वैद्युत सूचक मापी यन्त्र का उचित कार्य प्रणाली के लिये वांछित बलों के प्रकार बताना ।**

निम्न आधार पर वैद्युत मापी यन्त्र का वर्गीकरण हो सकता है।

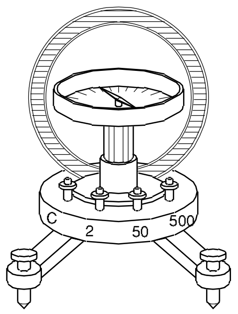
- निर्माण मानक (Manufacturing standards)
- प्रकार्य (Function)
- मापी यन्त्रों पर विद्युत धारा के प्रभाव (Effects of electric current on the instruments)

निर्माण मानक (Manufacturing standarts) : व्यापक आधार पर वैद्युत मापी यन्त्रों का वर्गीकरण निमार्ण मानक के अनुसार निरपेक्ष मापी यन्त्रों और द्वितीयक मापी यन्त्रों में किया जा सकता है।

निरपेक्ष मापी यन्त्र (Absolute instruments): इन मापी यन्त्रों में मापी जाने वाली संख्या का मान विक्षेपण और मापी यन्त्र स्थिरांक के

पदों में होता है। Fig 1 में प्रदर्शित स्पर्श रेखा गैल्वनोंमापी, निरपेक्ष मापी यन्त्र का एक उत्तम उदाहरण है।

Fig 1



ELN259231

इस मापी यन्त्र में धारा के मान की गणना धारा द्वारा उत्पन्न विच्क्षेपण के स्पर्षज्या, अर्धव्यास, प्रयुक्त तार की चक्कर संख्या और पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के क्षैतिज घटक द्वारा की जा सकती है। इस प्रकार के मापी यन्त्रों में किसी प्रकार के पूर्व अंशाकन अथवा तुलना करने की आवश्यकता नही होती। इन मापी यन्त्रों का उपयोग केवल मानक प्रयोग शालाओं में होता है।

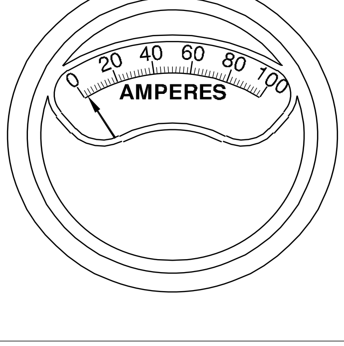
द्वितीयक मापी यन्त्र (Secondary instruments) : इन मापी यन्त्रों में मापी जाने वाली वैद्युत संख्यायें (वोल्टता, धारा शक्ति इत्यादि) को अशांकित डायल पर माप यन्त्रों के विच्छेप से ज्ञात किया जाता है। इन मापी यन्त्रों का अंशाकन एक निरपेक्ष मापी यन्त्र अथवा अंशाकित किये जा चुके मापी यन्त्र से तुलना करके करना चाहिये। व्यवसाय में प्रयुक्त यह सभी मापी यन्त्र द्वितीयक मापी यन्त्र है।

प्रकार्य (Functions)

द्वितीयक मापी यत्रों का अधिक वर्गीकरण उनके प्रकार्यों अर्थात मापीयंत्र मापित संख्या का संकेत देता है अथवा लेखन करता है, के अनुसार होता है।

सूचक मापी यन्त्र (Indicating instruments): Fig 2 के अनुसार यह मापी यन्त्र वोल्टता धारा शक्ति इत्यादि के मान को सीधे एक अंशाकित डायल पर सूचित करते है। इस वर्ग में एम्पियर मापी, वोल्टमापी और वाटमापी आते है।

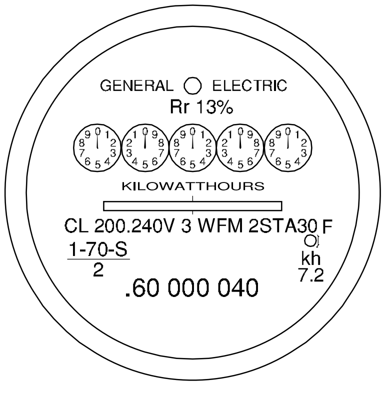
Fig 2



ELN259232

एकीकृतन मापी यन्त्र (Integrating Instruments): यह मापी यन्त्र एक अवधि में एक परिपथ को आपूर्तित विद्युत अथवा वैद्युत ऊर्जा की कुल मात्रा का मापन करते है। एम्पियर घण्टामापी, ऊर्जा मापी इस वर्ग में आते है। Fig 3 में किलोवाट घण्टा / ऊर्जा मापी दिखाया गया है।

Fig 3

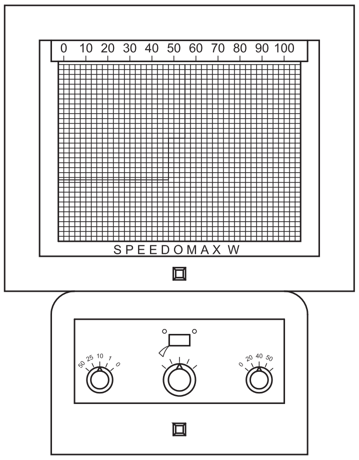


ENERGY METER

ELN259233

अभिलेखन मापी यन्त्र (Recording Instruments): यह मापी यन्त्र एक अन्तराल में मापित संख्या का पंजीयन करते है। इनमें एक पेन होता है जो एक आलेख कागज पर चलता है। इस मापी यन्त्र से संख्या की जांच किसी विशेष दिनांक और समय के लिये की जा सकती है। अभिलेखन, वोल्टमापी, एम्पियर मापी और शक्ति गुणक मापी इस वर्ग में आते है। Fig 4 में एक अभिलेखन माप यन्त्र प्रदर्शित किया गया है।

Fig 4



ELN259234

वैद्युत माप यन्त्रों पर प्रयुक्त विद्युत धारा के प्रभाव (Manufacturing Standarts): द्वितीयक मापी यन्त्रों का वर्गीकरण उनके प्रचालन पर विद्युत द्वारा पडने वाले विभिन्न प्रभावों के अनुसार ही हो सकता है। उपयोग में लाये गये प्रभाव निम्न है।

- चुम्बकीय प्रभाव (Magnetic effect)
- ऊष्मन प्रभाव (Heating effect)
- रासायनिक प्रभाव (Chemical effect)
- इलेक्ट्रोस्टाटिक प्रभाव (Electrostatic effect)
- स्थिर वैद्युत चुम्बकीय प्रेरण प्रभाव (Electromagnetic induction effect)

एक सूचक माप यन्त्र के लिये वांछित आवश्यक बल (Effects of electric current used on electrical instruments): निम्न

तीन बल एक सूचक मापी यन्त्र के संतोष जनक प्रचालन के लिये आवश्यक रूप से वांछित होते है वे है,

- विक्षेपण बल (deflecting force)
- नियत्रक बल (controlling force)
- अवमंदन बल (damping force)

विक्षेपण बल अथवा प्रचालन बल (Deflecting force or operating force): मापी यन्त्र को आपूर्ति से सम्बन्धित करने पर यह बल मापी यन्त्र के चल निकाय को शून्य स्थिति से गति देता है। एक मापी यन्त्र में इस बल को प्राप्त करने के लिये धारा के विभिन्न प्रभाव जैसे चुम्बकीय, ऊष्मन, रासायनिक प्रभावों का उपयोग किया जाता है।

यह विक्षेपण बल एक मापी यन्त्र में किस प्रकार विकसित होता है यह विशेष प्रकार के मापी यन्त्र को स्पष्ट करते समय बाद में स्पष्ट किया जायेगा।

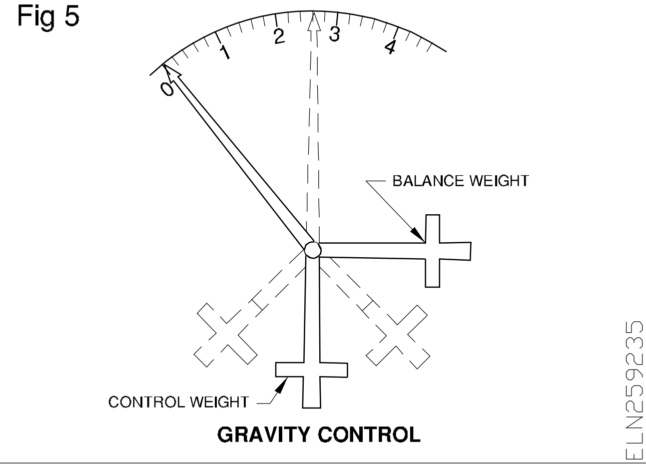
नियन्त्रक बल (Controlling force): चल निकाय की गति नियन्त्रण के लिये और सुनिश्चित करने के लिये कि संकेतक विक्षेप का परिमाण मापी जाने वाली संख्या के एक दिये गये मान के लिये सदैव समान है यह बल आवश्यक है। इसलिये नियन्त्रक बल विक्षेपण बल के सदैव विपरीत होता है, और मापी यन्त्र को स्रोत से असम्बन्धित कर देने पर संकेतक को शून्य स्थिति में ले आता है।

नियन्त्रक बल को निम्न में से किसी एक विधि द्वारा उत्पन्न किया जा सकता है।

- गुरूत्वीय नियन्त्रण (Gravity control)
- स्प्रिंग नियन्त्रण (Spring control)

गुरूत्वीय नियन्त्रण (Gravity control): इस विधि में Fig 5 के अनुसार संकेतक के विपरीत विस्तरक से लघु समंजन योग्य भार लगा दिये जाते है। यह भार पृथ्वी के गुरूत्वीय आकर्षण से आकर्षित होते है और वांछित नियन्त्रक बल (आघूर्ण) उत्पनन करते है।गुरूत्वीय नियन्तत्रित मापी यन्त्रों का उपयोग केवल उर्ध्वधर स्थिति में होना चाहिये।

Fig 5

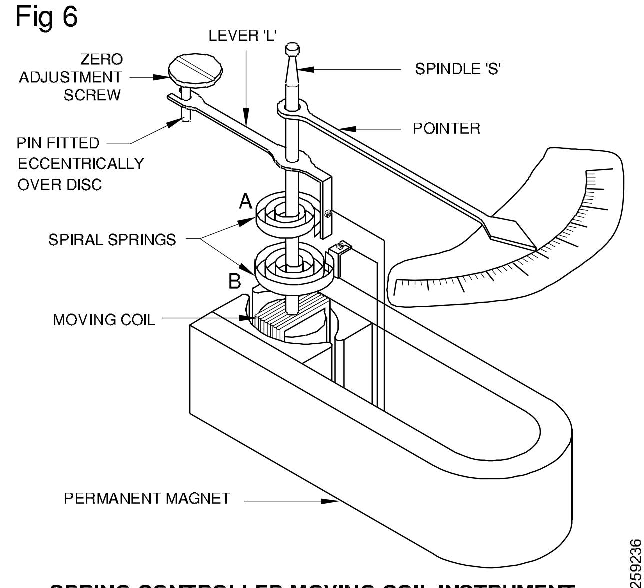


GRAVITY CONTROL

जब मापी यन्त्र आपूर्ति से असम्बन्धित हो जाता है तो संकेतक के विपरीत सिरों से जुडे नियन्त्रक भार और संतुलन भार से जुडे Fig 5 के अनुसार संकेतक को शून्य स्थिति में ले आते है। जब चित्र में मापी यन्त्र आपूर्ति से जोड दिया जाता है तो संकेतक वामावर्त दिशा में गति करता है और भारों को चित्र में बिन्दु रेखा प्रदशर्न के अनुसार विस्थापित करता है। गुरूत्वकषर्ण के कारण भार अपनी प्रारम्भिक उर्ध्वाधर स्थिति में आने का प्रयत्न करेंगें जिस कारण चल निकाय की गति पर नियन्त्रण बल लगता है।

स्प्रिंग नियन्त्रण (Spring control): स्प्रिंग नियन्त्रण की अधिकतम सामान्य व्यवस्था में दो फास्फर ड्रान्स अथवा विरेलियम तांबा बाल स्प्रिंग A, B का उपयोग होता है इनका आन्तरिक सिरे Fig 6 के अनुसार स्पिन्डल S से जुडे होते है। स्प्रिंग B का वाह्य सिरा स्थिर और A का सिरा P पर किलकित लीवर L से जुडा होता है। इस कारण आवश्यकता पडने पर शून्य संमजन योग्यता सुगमता से प्रभावित हो जाती है।

Fig 6



SPRING CONTROLLED MOVING COIL INSTRUMENT

दो स्प्रिंग A, B विभिन्न दिशाओं में वेष्ठित होती है। जिससे जब चल निकाय विक्षेपित होता है तो एक स्प्रिंग वेष्ठित और दूसरी अवेष्ठित होती है और नियन्त्रण बल स्पि्रंग के सयुक्त ऐठन से प्राप्त होता है।

यह स्प्रिंग्स ऐसे एलाय से बनी होती है कि जिनमें :

- शिथिलता के उच्च प्रतिरोध, तनाव को खोये बिना अनेकों बार वेष्ठित और अवेष्ठित किया जा सकता है ।
- अचुम्बकीय गुण (वाह्य चुम्बकत्व से प्रभावित न होना चाहिये) ।
- लघु ताप गुणांक (ताप से विस्तारित नही होती) ।
- लघु विशिष्ठ प्रतिरोध, धारा को अन्दर लाने तथा निकाय को बाहर ले जाने में प्रयुक्त हो सक्ती है।

गुरूत्व नियन्त्रित मापी यन्त्रों की तुलना में स्प्रिंग नियन्त्रित मापी यन्त्रों के निम्न लाभ है।

वे नीचे अनुसार हैं :

- मापी यन्त्र को किसी भी स्थिति में प्रयुक्त किया जा सकता है।

• नियन्त्रण स्प्रिंग्स मापीयन्त्रों के चल कुण्डल में धारा को अन्दर ले जाने और बाहर ले आने में सहायक होती है।

अवमन्दल बल (Damping force): यह बल चल निकाय को अन्तिम विक्षेपित स्थिर पर शीघ्रता से रोक देने के लिये आवश्यक होता है। इस अवमन्दन के बिना, चल निकाय के जडत्व आपूर्ण और नियमबल का संयोजन, संकेतक (चल निकाय) को अपनी अन्तिम विक्षेपित स्थिति से स्थिर होने तक कुछ समय, दोलित कराता रहता है, जिस कारण पाठ लेने में समय का अपव्यय होता है।

क्रान्तिक/अप/अति अवमंदन (Critical / Under/Over damping): यदि बिना किसी प्रकार के दोलनों के संकेतक शीघ्रता से अपनी अन्तिम विक्षेपित स्थिति में आ जाता है, तो अवमंदन क्रान्तिक अवमंदन कहलाता है, और मापी यन्त्र रूद्ध दोल (Dead beat) कहलाता है।

अप-अवमंदित मापी यन्त्र में, संकेतक अपनी अन्तिम विक्षेपित स्थिति में आने के पूर्व दोलित होगा और अति अवमंदित मापी यन्त्र में संकेतक धीरे धीरे अन्तिम विक्षेपित स्थिति पर पहुंचता है।

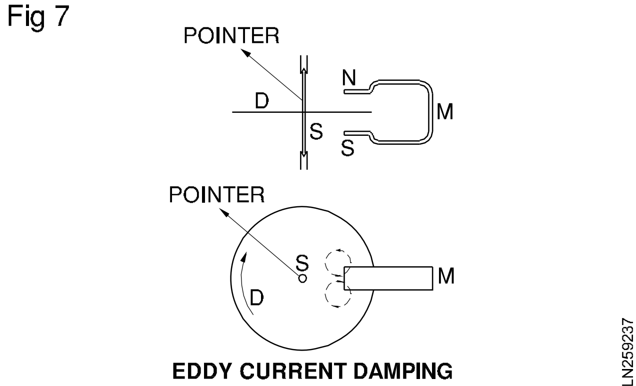
उपयोग में आने वाले दो अवमंदन विधियां है :

• भंवर धारा अवमंदन (eddy current damping)

• वायु धारिता अवमंदन (air friction damping)

भवर धारा अवमंदन (Eddy current damping): Fig 7 में एक प्रकार की भंवर धारा अवमंदन प्रदर्शित किया गया है। स्पिंडल S से एक तांबा अथवा एल्यूमिनियम चकती D जोड दी जाती है, जब संकेतक चलता है, चकती भी चलती है।

Fig 7



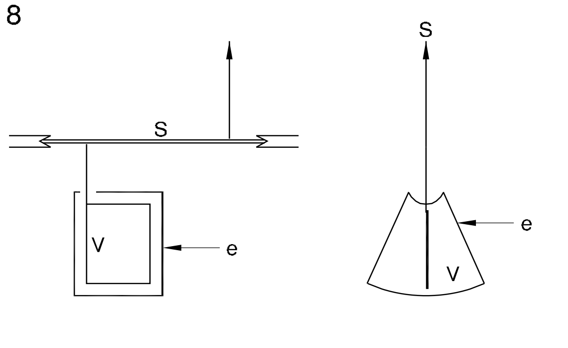
EDDY CURRENT DAMPING

चकती एक स्थायी चुम्बक M के ध्रुवों के बीच के अन्तराल में चलती है जिससे भंवर धारायें प्रेरित होती है लेन्ज के नियम के अनुसार भंवर धारा द्वारा उत्पन्न फ्लक्स, चकती गति का विरोध करता है, जिससे अवमंदन बल प्रभावित होता है।

चल कुण्डल मापी यन्त्र में चल कुण्डल एक पतले एल्यूमिनियम के फार्मर पर वेष्ठित रहता है, फार्मर में प्रेरित भंवर धारायें अवमंदन बल उत्पन्न करती है।

वायु घर्षण अवमंदन (Air friction damping): Fig 8 में वायुघर्षर्ण अवमंदन को प्राप्त करने की विधि प्रदर्शित की गई है। इसमें एक पतली धातु वेन स्पिन्डल S से जुडी रहती है। वेन को एक खण्ड आकृति बाक्स C के अन्दर चलाया जाता है जब कि संकेतक अंशाकित पैमाने पर गति करता है।

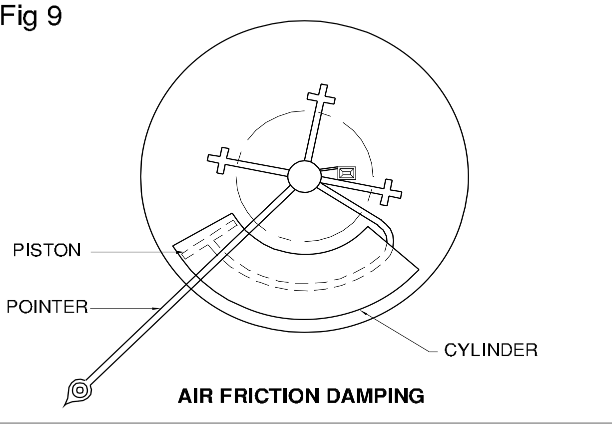
Fig 8



AIR FRICTION DAMPING

विकल्प के रूप में Fig 9 के अनुसार पिस्टन के रूप में वेन को एक कोष्ठ (बेलनाकार) में गति करने के लिये व्यवस्थित किया जा सकता है। ऊपर के दो विकल्पों में वायु कोष्ठ के अन्दर की वायु वेन /पिस्टन गति का विरोध और अवमंदन बल उत्पन्न होता है।

Fig 9



AIR FRICTION DAMPING

स्थायी चुम्बक चल कुण्डल (PMMC) मापी यन्त्र (Permanent magnet moving coil (PMMC) instruments)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

• **स्थाई चुम्बक चल कुण्डल (PMMC) मापी यन्त्र के सिद्धान्त बताना**

• **(PMMC) मापी यन्त्र से के प्रचालन और रचना का वर्णन करना**

• **(PMMC) मापी यन्त्र के उपयोग, गुण अवगुण को स्पष्ट करना।**

चल कुण्डल और चल इस्पात उपकरण (Moving Coil and Moving Iron Instruments) :

उपकरणों का वर्गीकर उनकी चल स्थिति पर आधारित होता है। वर्गीकरण इस प्रकार है:

(i) चल कुण्डल उपकरण (MC)

स्थायी चुम्बक उपकरण (PMMC)

डायनो मीटर प्रकार के उपकरण।

(ii) चल इस्पात उपकरण (MI)

एट्राक्शन प्रकार

रिपल्शन प्रकार

स्थायी चुम्बक चल कुण्डल (PMMC) उपकरण (Permanent magnet moving coil (PMMC) instruments)

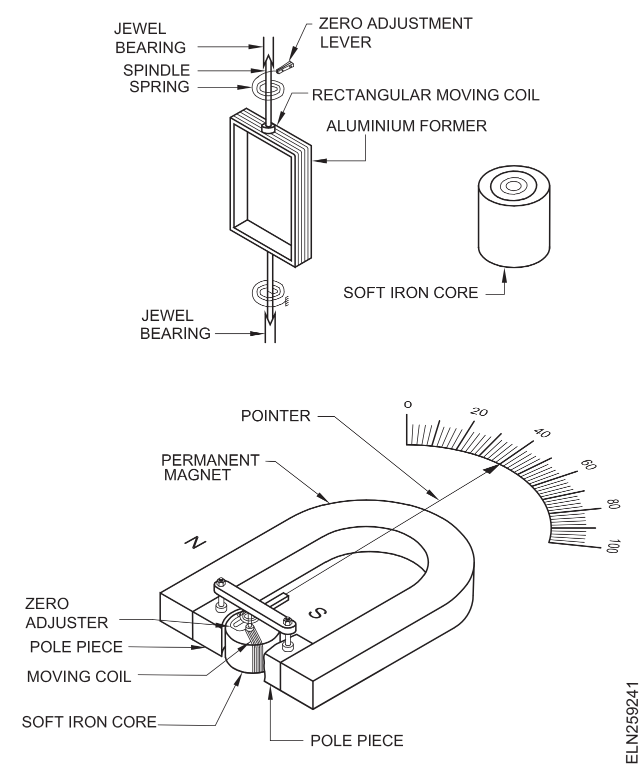
DC संख्याओं जैसे वोल्टता और धारा के मापन में सर्वाधिक प्रयोग में आने वाला मापी यन्त्र स्थाायी चुम्बक चल कुण्डल (PMMC) मापी यन्त्र है।

सिद्धान्त (Principle): PMMC मापी यन्त्र का कार्यान्वन इस सिद्धान्त पर आधारित है कि एक धारा वाही चालक एक चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है। इस पर एक बल कार्य करता है जो चालक को गति करने की प्रवृत्ति प्रदान करता है। DC मोटर भी इसी सिद्धान्त पर कार्य करता है।

रचना (Construction): PMMC मापीयन्त्र एक स्थायी चुम्बक और आयताकार कुण्डल जो अति महीन गेज के रोधित ताबें के तार का होता है और हल्के एल्यूमिनियम फार्मर पर वेष्ठित रहता है से बना होता है।

एल्यूमिनियम फार्मर कुण्डल को न केवल आधारित करता है प्रत्युत

Fig 1



अवमंदन के लिये भंवर धाराये भी उत्पन्न करता है। कुण्डा और फार्मर स्पिन्डल के किसी भी पार्श्व से जुडा रहता है और रतनित बियरिंग पर इस प्रकार आधारित रहता है कि समुच्चयन Fig.1 में प्रदर्शित अन्तराल में गति करने के लिये स्वतन्त्र रहे।

कुण्डल के दो सिरे दो फास्फर ब्रान्ज स्प्रिंग्स प्रत्येक स्पिन्डल पर एक जुडी होती है जिससे धारा अन्दर आ सके अथवा बाहर जा सके। ताप परिवर्तन के प्रभाव को निष्प्रभावित करने के लिये सिप्रंग्स विपरीत दिशाओं में सर्पलित होती है।

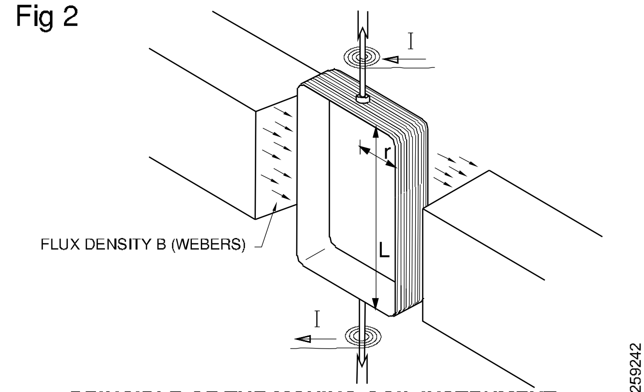
घोडे नाल अकृति की स्थायी चुम्बक एक एलाय जिसे एलनिकों कहते है से बनी होती है। जिसके मृदु लोहे के ध्रुव इस प्रकार के होते है कि वायु अन्तराल में फ्लक्स वितरण समरूप हाबब

मुलायम लौह क्रोण को इस प्रकार अवस्थिति किया जाता है कि चल कुण्डल मुलायम लौह क्रोण और ध्रुव टुकडों के बीच के अन्तराल में गति कर सके। मुलायम लौह क्रोण का प्रकार्य (i) चुम्बकीय ध्रुवों के बीच पथ के प्रतिष्ठम्भ को कम करना जिससे चुम्बकीय फल्क्स में वृद्धि हो और वायु अन्तराल में फल्क्स का समरूप वितरण है।

संकेतक एक स्पिन्डल से जुडा रहता है जो एक अंशाकित पैमाने पर गति करता है। जब कुण्डल मापी जाने वाली संख्या से विक्षेपित होता है।

प्रचालन (Operation): जब कुण्डल से धारा प्रवाहित होती है तो कुण्डल, स्थायी चुम्बक और चल कुण्डल में धारा से उत्पन्न चुम्बकीय फल्क्स

Fig 2



PRINCIPLE OF THE MOVING COIL INSTRUMENT

की अर्न्तक्रिया के कारण बल अनुभव करता है।

Fig 2 के अनुसार कुण्डल में F बल, BLIN न्यूटन के बराबर होता है।

जहां

B - वायु अन्तराल में बेवर्स /वर्गमीटर में फल्क्स घनत्व है,

L - मीटर में एक चालक की सक्रिय लम्बाई है

I - कुण्डल में प्रवाहित धारा और N चक्करों की संख्या है

कुण्डल में उत्पन्न आघूर्ण

= बल X मीटर में चालक के केन्द्र और स्पिन्डल के केन्द्र के बीच की लम्बवत दूरी

माना की दूरी r मीटर है,

इसलिये हमे निम्न प्राप्त होता है

T = Fr न्यूटन मीटर

T = BLINr न्यूटन मीटर

(F = BLIN न्यूटन)

लेकिन B,L,N, r एक विशेष मापी यन्त्र के लिये स्थिरांक है। और अक्षर K द्वारा व्यक्त किये ज सकते है।

इसलिये आघूर्ण = KI

आघूर्ण का समानुपाती है।

ऊपर के समीकरण से हम यह निष्कर्ष निकाल सकेते है कि एक PMMC मापी यन्त्र का विक्षेपण आघूर्ण धारा का समानुपाती है इसलिये PMMC पैमाना समरूप है। अर्थात ऐसा पैमाना जिसमें संख्याओं के बीच स्थान समान है।

पूर्ण पैमाना विक्षेप धारा (Full scale deflection current): यह चल कुण्डल से प्रवाहित प्रवाहित अधिकतम धारा है जिससे एक मापी यन्त्र में पूर्ण पैमाना विक्षेप होता है।

मापी सुग्राहता (Meter sensitivity): यह किसी मापी का एक महत्वपूर्ण अभिलक्षण है। मापी संकेतक के पूर्ण पैमाना विक्षेपण के लिये धारा की आवश्यक मात्रा, मापी की सुग्राहकता होती है। एक वर्गगत (Typical) धारा मापी सुग्राहकता लगभग 5µA से 75µA तक परिवर्तित होती है।

लेकिन चल कुण्डल के विक्षेपण दिशा कुण्डल में प्रवाहित धारा की दिशा पर निभर्र करती है। इसलिये यदि मापी यन्त्र उत्क्रम ध्रुवता से जुडा है तो कुण्डल का विक्षेपण उत्क्रमित हो जायेगा। और संकेतक वामावर्ती दिशा में चलने का प्रयास करेगा। और शून्य से नीचे पाठ देगा।

इसलिये मापी यन्त्र को DC से सम्बन्धित करते समय DC ध्रुवता सही ढंग से ज्ञात कर लेना चाहिये। साथ ही AC आपूर्ती से जोडे जाने पर मापी यन्त्र विक्षेपित नही होगा।

उपयोग/ गुण/ अवगुण (Uses/advantages/disadvantages): चूंकि PMMC मापीयन्त्र एक ध्रुवित मापी यन्त्र है इसे केवल DC पर प्रयुक्त किया जा सकता है।

एक PMMC मापी यन्त्र मिली अथवा माइक्रोएम्पियर धारा को सीधे माप सकता है। क्योंकि यह एक लघुधारा ले सकता है। उचित शन्ट के साथ यह मापी यन्त्र अधिक धाराओं को मापने में प्रयुक्त हो सकता है। तथा उचित श्रेणी प्रतिरोधकों जिनको वर्धक कहते है इसे वोल्टमापी मेंपरिवर्तित कर सकते है। एक एम्पियर मापी के परास वर्धन की प्रक्रिया अथवा इसके वोल्टमापी में परिवर्तन को अन्य अध्याय में बताया जायेगा।

गुण (Advantages): PMMC मापी यन्त्र

- कम शक्ति व्यय
- समरूप पैमाना जो 270° के चाप को समेट सकता है
- उच्च आघूर्ण / भार अनुपात
- उपयुक्त प्रतिरोधकों द्वारा अशोधित किया जा सकता है
- दक्ष अवमंदन
- अवंछित चुम्बकीय क्षेत्रों से अप्रभावित और
- हिस्टेरिसिस के कारण किसी ह्रास रहित

अवगुण (disadvantages): PMMC मापी यन्त्र

- केवल DC पर प्रयुक्त हो सकता है
- अति निर्बल होता है
- चल लौह मापी यन्त्र की तुलना में मूल्यवान
- स्थायी चुम्बक के चुम्बक ह्रास के कारण त्रुटियां प्रदर्शित कर सकता है

उपयोग :

इसको वोल्ट मीटर और एममीटर की तरह प्रयुक्त किया जा सकता है।

चल-लौह मापी यन्त्र (Moving-iron instruments)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **आकर्षण और प्रतिकर्षण प्रकार के चल लौह मापी यंत्रों का सिद्धान्त बताना**
- **एक चल लौह मापी यन्त्र के कार्यान्वन और रचना का वर्णन करना**
- **एक चल लौह मापी यन्त्र के गुण और अवगुण बताना।**

चल लौह मापी यन्त्र (Moving - iron instruments): इस मापी यन्त्र का नाम इस तथ्य पर रखा गया है कि मुलायम लोहे का एक टुकडा जो एक स्पिन्डल और सुई से जुडा है, एक चुम्बकीय क्षेत्र में जो धारा अथवा मापी जाने वाली विद्युत मात्रा की समानुपाती धारा द्वारा उत्पन्न होता है में गति करता है।

यह मापी यन्त्र दो प्रकार के होते है जिन्हें वोल्टमापी अथवा एम्पियर की भांति प्रयोग में लाया जाता है।

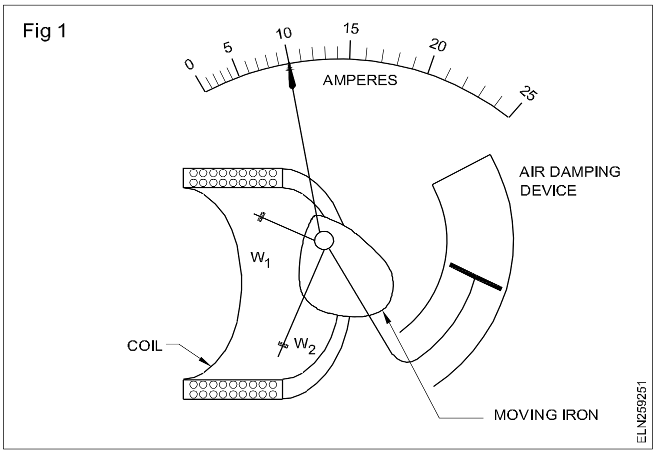
वे है :

- आकर्षण प्रकार (attraction type)
- प्रतिकर्षण प्रकार (repulsion type)

प्रचालन सिद्धान्त (Principle of operation): आकषर्ण प्रकार मापी यंत्र एक ही चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा लोहे के दो आसन्न टुकडों के बीच चुम्बकीय आकर्षण, और प्रतिकर्षण के सिद्धान्त पर कार्य करता है।

आकषर्ण प्रकार के चल लौह मापी यंत्रों की रचना और कार्यान्वन (Construction and working of attraction type moving - iron instrument): Fig 1 के अनुसार इस मापी यंत्र में, वायु क्रोण युक्त एक विद्युत चुम्बक कुण्डल होता है। वायु क्रोण के ठीक सम्मुख Fig 1 के अनुसार एक अंडाकार मुलायम लोहे का टुकडा एक स्पिन्डल में समकेन्द्रित अवस्था में किलकित रहता है।

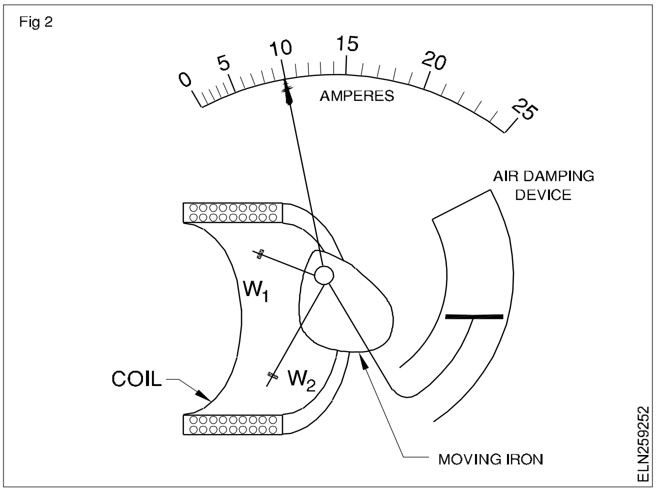
Fig 1



स्पिन्डल रतनित बेयरिंग की सहायता से घूमने के लिये स्वतन्त्र हाता है, और संकेतक जो स्पिन्डल से जुडा रहता है अंशाकित पैमाने पर गति कर सकता है । जब विद्युत चुम्बकीय कुण्डल परिपथ से जुडा नही होता है, गुरूत्वी बल के कारण मुलायम लोहे का टुकडा उर्ध्वाधर नीचे लटका रहता है, और संकेतक शून्य पाठ प्रदर्शित करता है।

जब विद्युत चुम्बक कुण्डल को आपूर्ति से जोड देते है तो Fig 2 के अनुसार कुण्डल में उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र मुलायम लोहे टुकडों को आकर्षित करता है। लोहे के टुकडे की किलकन समकेन्द्रित के कारण लोहे के टुकडें का बंधित भाग, कुण्डल की ओर आकर्षित करता है। फलस्वरूप स्पिन्डल गति करती है, और संकेतक को विक्षेपित करती है।

Fig 2



सकेतक की विक्षेपण मात्रा, चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करने वाली धारा में वृद्धि होने से बढती है। साथ ही मुलायम लोहे के टुकडे का आकर्षण कुण्डल में धारा मे दिशा से स्वतन्त्र होता है। मापी यत्रं की यह अभिलक्षणिक, इसे DC और AC दोनों के मापने योग्य बनता है।

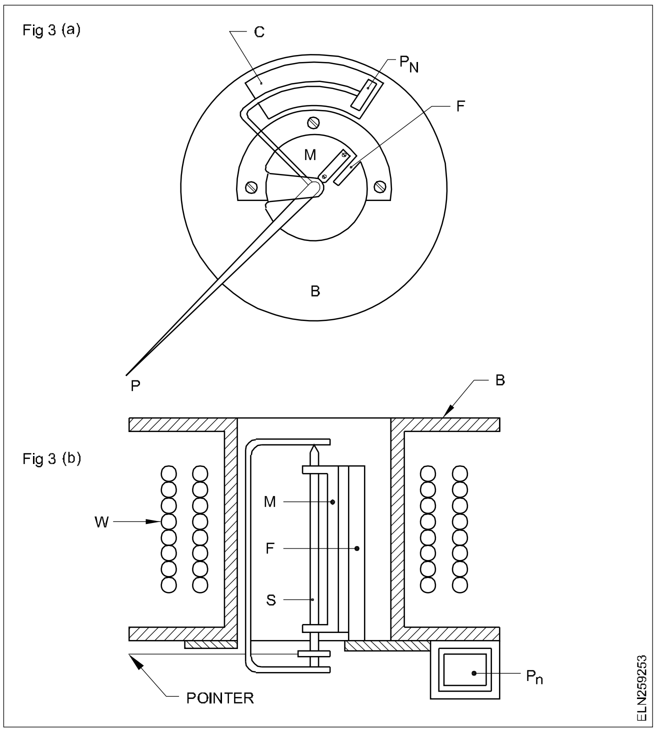
प्रतिकषर्ण प्रकार के चल लौह मापी यत्रं का कार्यान्वन और रचना (Construction and working of repulsion type moving-iron instrument): इसमें पीतल बाबिन B पर एक कुण्डल वेष्ठित होता है जिसके अन्दर Fig 3a के अनुसार मुलायम लोहे की दो पहियों M और F अक्षीय स्थिति में नियोजित होतीहै। वही F स्थिर होती है जब कि लोहे की वहां M स्पिन्डल S से जुडा होती है जो संकेतक P युक्त होती है।

स्प्रिंग नियन्त्रंण प्रयुक्त होता है और मापी यंत्र इस प्रकार अभिकल्पित होता है कि जब W से कोई धारा प्रवाहित नही होती है तो संकेतक शून्य स्थिति में होता है और मुलायम लोहे की पट्टियों लगभग M से F (Fig 3a, 3b) से लगभग स्पर्श करती है।

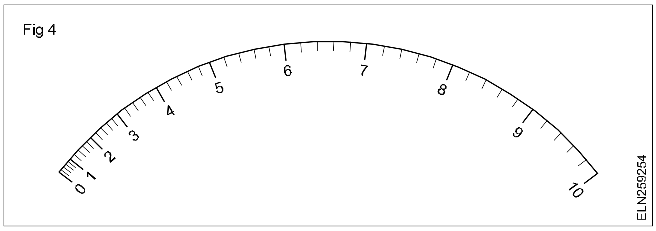
ज्जब मापी यंत्र आपूर्ति से जोड दिया जाता है तो कुण्डल W में धारा जाती है, जो चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है क्षेत्र से चल और स्थिर लोहे पट्टियां F और M क्रमशः अन्त में समान ध्रुव उत्पन्न करती है। इसलिये दोनों पहियों एक दूसरे को प्रतिकर्षित करती है।

उत्पन्न आघूर्ण, चल निकाय सिरें को विक्षेपित करता है। इसलिये यह नियत्रंण आघूर्ण, नियामक स्थिर अथवा भार के कारण उत्पन्न करता है। चल निकाय ऐसी स्थिति में स्थिर होता है जब विक्षेपण और नियत्रण आघूर्ण बराबर होते है।

इस प्रकार के मापी यंत्र में वायु अवमंदन साधारणतया प्रयुक्त होता है जो Fig 3a के अनुसार बेलनाकार वायु क्रोण C में पिस्टन P_N गति से प्राप्त होता है।

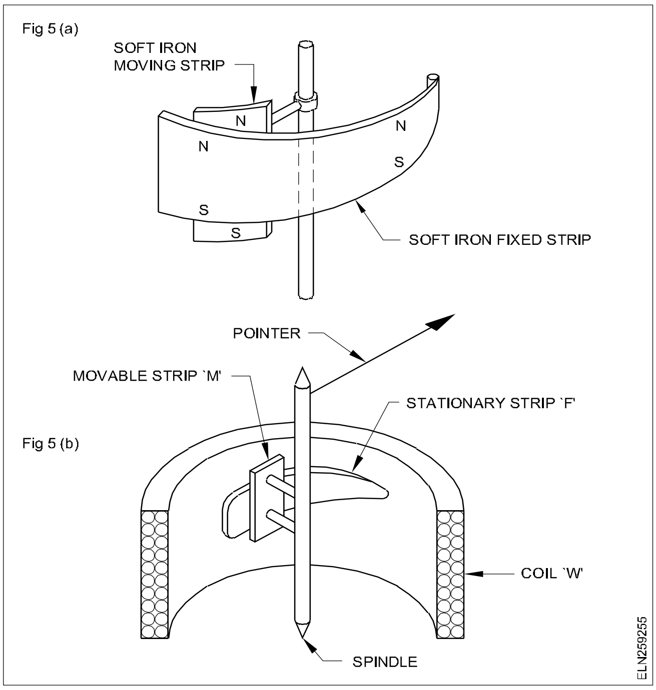


विक्षेपण आघूर्ण और पैमाने का अंशांकन (Deflecting torgue and graduation of scale): लेकिन चल लौह मापी यंत्र में विक्षेपण आघूर्ण कुण्डल में प्रवाहित धारा के वर्ग का समनवय होता है। इसलिये इस मापी यंत्र का पैमाना विषम हो गया है। Fig 4 के अनुसार प्रारम्भ में यह शिकंजित (Cramped) और अंत में खुला होगा।



पैमाने की समानता के लिये कुछ निर्माताओं ने Fig 5a के अनुसार जीभ के आकार की पटटी को स्थिर मुलायम लोहे के स्थान पर लिया है।

स्थिर लौह में एक जीभ आकृति की मुलायम लोहे की चादर होती है जो बेलनाकार कर दी जाती है। जब चल लौह एक दूसरी लौह चादर से बना होता है जो इस प्रकार आरोहित रहता है कि स्थिर लौह के समान्तर Fig 5b के अनुसार संकीर्ण किनारे की ओर गति करे।



आघूर्ण जो धारा के वर्ग का समानुपाती है स्थिर लौह के सकीर्ण भाग से समानुपात में न्यूनित होता है जिससे लगभग समरूप आघूर्ण और समरूप पैमाना प्राप्त होता है।

यह मापी यन्त्र गुरूत्वीय अथवा स्पिंरग नियन्त्रित होते है, और अवमंदन वायु घषर्ण विधि से प्राप्त होता है।

उपयोग गुण और अवगुण चल लौह मापी यन्त्र (Uses, advantages and disadvantages of Moving - iron instruments)

उपयोग (Uses): इनकों वोल्टमापी और एम्पियर मापी की भांति प्रयुक्त किया जाता है।

कुण्डल W मोटे चालक का संख्या में कम चक्करों का एम्पियर मापी के लिये और महीन चालक का संख्या में अधिक वेष्ठित चक्करों का बना होता है।

गुण (Advantages):

- इनका प्रयोग AC और DC दोनों पर होता है इसलिये इन्हें अध्रुवित मापी यन्त्र कहते है।
- चूंकि आर्घूण / भार अनुपात उच्च होता है इसलिये घर्षण त्रुटियां कम मान की होती है।
- चल कुण्डल की तुलना में यह कम मूल्य के होते है ।
- अपनी सरल रचना के कारण सुदृढ होते है ।
- यथार्थत और व्यवसायिक दोनों स्तरों की सीमा के अर्न्तगत इनकी परिशुद्धता संतोष जनक होती है।
- इनके पैमाने 240° तक घेर लेते है।

अवगुण (Disadvantages):

- इनमें हिस्टेरिसिस, आवृत्ति परिवर्तन, तरंग रूप और अवांछित चुम्बकीय क्षेत्रों के कारण त्रुटियां होती है।
- सामान्यतः इनके पैमाने असमान होते है लेकिन विशेष निर्माण डिजाइन का उपयोग करके इनके पैमाने लगभग समरूप कर दिये जाते है।

डायनमों टाईप मापीयन्त्र (Dynamometer type instrument)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **डायनमोंमापी प्रकार के मापी यन्त्र के सिद्धान्त बताना**
- **एक डायमोंमापी प्रकार के मापी यन्त्र की रचना और कार्यान्वन का वर्णन करना**
- **वोल्टमापी, एम्पियर मापी और वाट मापी की भांति प्रयुक्त किये जाने पर डायनमों मापी यन्त्र के आन्तरिक सम्बन्धों का स्पष्टीकरण करना**
- **डायनमोंमापी मापी यन्त्रों के प्रयोग के गुण और अवगुण बताना ।**

विद्युत डायनमिक अथवा डायनमों मापी प्रकार के मापी यन्त्र (Electro - dynamic or Dynamo - meter type instruments)

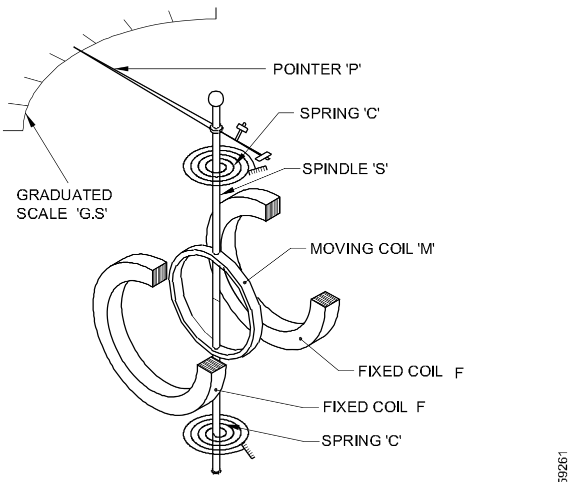
कार्यान्वन सिद्धान्त (Working principle): यह मापी यन्त्र DC मोटर के सिद्धान्त पर कार्य करता है। अर्थात जब भी एक धारा वाही कुण्डल को चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है एक बल उत्पन्न होता है और इसमें चालक को चुम्बकीय क्षेत्र से दूर ले जाने की प्रवृत्ति होती है।

एक डायनमोंमापी मापी यन्त्र में स्थिर कुण्डल कहे जाने वाले विद्युत चुम्बक द्वारा चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है। चल कुण्डल का सम्बन्ध स्थिर कुण्डल से श्रेणी अथवा समान्तर में होता है और समानुपाती धारा ले जाते है। इस मापी यन्त्र का प्रचालन AC और DC दोनों पर सम्भव है। क्योंकि AC में जब भी धारा उत्क्रमण होता है तो स्थिर कुण्डलों और चल

कुण्डलों में भी उसी समय उत्पन्न फ्लक्स की दिशा में उत्क्रमण होता है और आघूर्ण की दिशा समान रहती है।

रचना (Construction): Fig 1 में मापी यन्त्र की सामान्य व्यवस्था दिखाई गई है मुख्य चुम्बकीय क्षेत्र अवस्थिति/ स्थिर कुण्डल द्वारा उत्पन्न होता है यह कुण्डल दो भागों में विभाजित होता है जिससे केन्द्र पर समरूप क्षेत्र प्राप्त हो सके और साथ ही चल कुण्डल यांत्रिकत्व को उनके बीच में रखा जा सके।

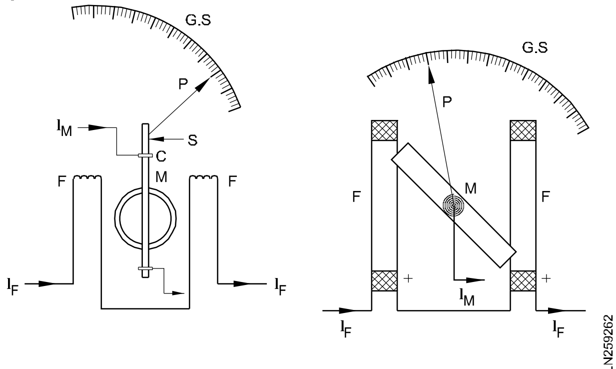
Fig 1



DYNAMOMETER INSTRUMENT

Fig 2 के अनुसार अवस्थिति कुण्डल F और F एक दूसरे के समीप और समान्तर रखे जाते है। AC परिपथों में प्रयुक्त होने पर वायु क्रोण खण्ड हिस्टेरिसिस प्रभाव को दूर करता है चल कुण्डल M एक स्थिर स्पिन्डल S पर आरोहित होता है और स्पिन्डल रतनित बियरिंग की सहायता से वायु अन्तराल में गति के लिये स्वतन्त्र होती है ।

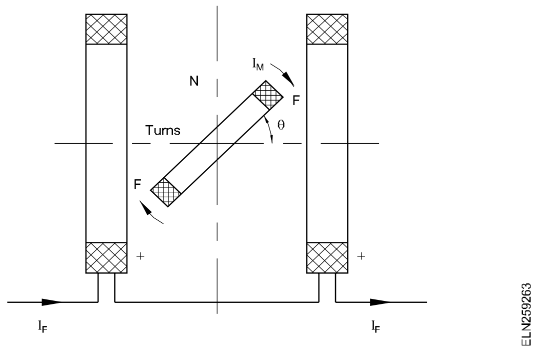
Fig 2



संकेतक P स्पिन्डल के एक सिरें से जुडा रहता है और स्पिन्डल अंशांकित पैमाने GS पर चलाया जाता है। स्पिन्डल से जुडी दो फास्फर ब्रान्स स्प्रिंग द्वारा नियन्त्रक आघूर्ण प्रदत्त होता है साथ ही स्प्रिंग द्वारा धारा चल कुण्डल के अन्दर जा सकती है और बाहर आ सकती है।

कार्यान्वन (Working): Fig 3 के अनुसार माना कि स्थिर कुण्डलमें धारा I_F और चल कुण्डल में I_M है। क्षेत्र तीव्रता धारा I_F की समानुपात में होगी ।

Fig 3



विक्षेपण आघूर्ण स्थिर और चल कुण्डलों द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षत्रों की अर्न्तक्रिया से उत्पन्न होता है और उनके द्वारा ले जायी गई धारा के समानुपात में होता है।

विक्षेपण आघूर्ण $\tau_{d,}$ I_F और I_M के समानुपात में होगा। जहां I_F अवस्थिति कुण्डल में और I_M चल कुण्डल में धारा है।

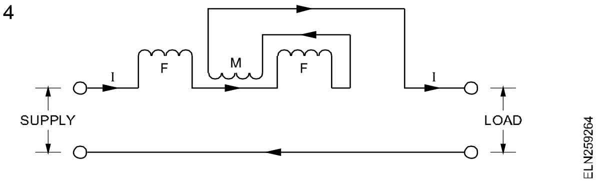
ऊपर के आघूर्ण समीकरण से यह स्पष्ट है कि मापी यत्रं को वोल्टमापी अथवा एम्पियर मापी की भांति प्रयुक्त करने से वर्ग नियम अनुक्रिया के कारण पैमाना विषम होगा।

लेकिन वाट मापी की भांति प्रयुक्त करने पर मापी यन्त्र में समरूप पैमाना होगा।

इस मापी यन्त्र में उपयोग जैसे एम्पियर मापी, वोल्टमापी अथवा वाटमापी के अनुसार आशोधन वांछित होगा जैसा कि नीचे स्प्ष्ट किया गया है।

डायनमों मापी मापी यंत्र एम्पियर मापी की भांति (Dynamometer instrument as an ammeter): इस मापी यन्त्र को Fig 4 के अनुसार एक मिली अथवा माइक्रों एम्पियर मापी की भांति स्थिर और चल कुण्डल को श्रेणी में सम्बन्धित करके किया जा सकता है। जैसा कि नीचे स्पष्ट किया गया है।

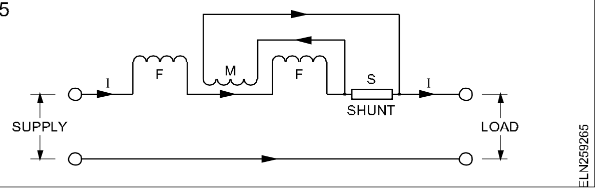
Fig 4



चूंकि चल कुण्डल पतले गेज तार को वेष्ठित करके बनाया गया है इसलिये यह भारी धाराओं के मापन के लिये अनुपयुक्त है।

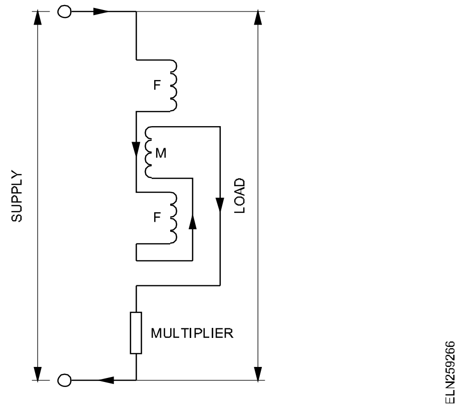
जब भारी धाराओं के मापन के लिये मापी यन्त्र का एम्पियर मापी में रूपान्तरण किया जाता है तो Fig 5 के अनुसार चल कुण्डल को एक शन्ट के सिरों पर जोडा जा सकता है। AC और DC दोनों का मापन सम्भव है।

Fig 5



डायनमोंमापी मापी यन्त्र एक वोल्टमापी की भांति (Dynamometer instrument as a voltmeter): जब इस मापी यन्त्र को एक वोल्टमापी की भांति प्रयुक्त किया जाता है तो Fig 6 के अनुसार स्थिर और चल कुण्डल एक उच्च प्रतिरोध (वर्धक) के साथ श्रेणी में जोडे जाते है। इस वोल्टमापी को AC और DC दोनों पर प्रयुक्त किया जा सकता है।

Fig 6



डायनमोंमापी का उपयोग वाट मापी की भांति (Dynamometer used as a Wattmeter): डायमनामोंमापी साधारणतयः AC और DC दोनों परिपथों में शक्ति मापन के लिये वाट मापी की भांति प्रयुक्त होता है और इसका पैमाना समरूप होगा।

गुण (Advantages):

- इस मापी यन्त्र का प्रयोग AC और DC दोनों में किया जाता है।
- चूंकि यह वायु क्रोण मापी यन्त्र है इसलिये हिस्टेरिसिस और भंवर धारा दोनों ह्रास निरसित हो जाते है। .
- इस मापी यन्त्र की उत्तम परिशुद्धता होती है।
- वाट मापी की भांति प्रयोग करने पर पैमाना समरूप होता है।

अवगुण (Disadvantages):

- यह PMMC और चल लौह मापी यन्त्रों की तुलना में अधिक मुल्यवान होते है ।
- एम्पियर मापी और वोल्टमापियों की भांति प्रयुक्त होने पर पैमाना समरूप नही होगा।
- इसका आघूर्ण / भार अनुपात कम होता है इसलिये सुग्राहकता कम होती है।
- अति भारण और यांत्रिक आघातों के लिये सुग्राहक होता है इसलिये सचेत प्रहस्तन अवश्यक है।
- PMMC मापी की तुलना मे यह अधिक शक्ति उपभोगित करता है।

डिजीटल एममीटर (Digital Ammeter)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **डिजीटल एममीटर की विशेषताएँ बताना**
- **चलन, विशेष प्रचलन और मानक बताना ।**

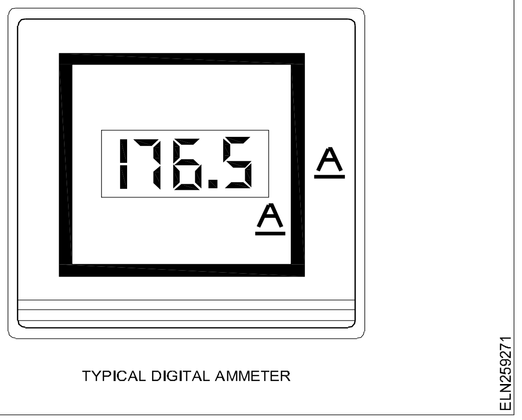
डिजीटल एममीटर (Digital Ammeter)

डिजीटल एममीटर वे उपकरण हैं जिनमें बिजली एम्पयर में नापी जाती है और पाठ्यांकन डिजीटल में प्रदर्शित होता है। यह उपकरण खींचे जाने वाले प्रवाह और उसके शातत्य की सूचना देता है जिससे विद्युत भार में आनी वाली समस्याओं का निवारण होता है।

ये दोनों पॉषिटिव तथा मेगोटिव लीड हैं तथा इसका आंतरिक प्रतिरोध कम है डिजीटल मीटर का प्रयोग परिपध के श्रेणी क्रम में किया जाता है ताकि मीटर में धारा प्रवाहित हो सके।

उच्च धारा का प्रवाह अवयव के शार्ट सर्किट को सूचित करती है कम धारा प्रवाह उच्च प्रतिरोध को दर्शाती हे इससे A.C और D.C.दोनो का मापन किया जा सकता है कई डिजीटल अमीटरों में करंट सेंसर या तार के चारों और क्लैम्प लगा होता है

Fig 1



TYPICAL DIGITAL AMMETER

विशेषताएँ (Features)

विभिन्न प्रकार के डिजीटल अमीटर से A.C व D.C करंट के विभिन्न भिन्न रेंज तथा A.C फ्रीक्वेंसी का माप कर सकते है बिना प्लग पावर का प्रयोग किये बैट्रीजसे इसे चलाया जाता है Fig 1 में डिजिटल अमीटर का प्रारूप दिखाया गया है।

विशिष्ट मापन एंव उन्नत विकल्प (Special measurements and advanced option)

एडवांस आप्शन की तरह डिजीटल मीटर यह कार्य कर सकता है

- साधारण मानों का स्वचालित समायोजन
- बार ग्राफ के रूप में स्टेटस सूचना प्रदर्शन
- डेसीबल रीडिंग मापन करना।

मानक (Standards) :

डिजीटल अमीटर का उचित डिजाइन और कार्यक्षमता सुनिश्चित करने के लिये निश्चित मानक और विनिदेश होना चाहिए। दिखे ICE 60054-2

डिजीटल वोल्टमीटर (DVM) (Digital Volt Meter (DVM))

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **एनॉलाग तथा डिजीटल वोल्टमीटर के मध्य अंतर समझना**
- **DVM के लाभ की सूची बनाना**
- **DVM के कार्य सिद्धांत का वर्णन करना।**

डिजीटल वोल्ट मीटर (Digital Volt Meter) (DVM) :

डिजीटल वोल्टमीटर एक ऐसा विधुत मापक यंत्र है जिसका प्रयोग दो बिंदुओं के मध्य लाइन पोटेंशियल डिफरेंस(विभंवांतर) मापने मे किया जाता है मापन करने वाले वोल्टेज AC या DC. हो सकते है वोल्टेज मापन में दो प्रकार के वोल्टमीटर प्रयोग किये जाते है जैसे एनॉलांग और डिजीटल साधारणःएनॉलाग वोल्टमीटर में डायल के एक होता है जिसमें नीडल मापन करते समय घूमता हे तथा उचित मान प्रदर्शित करता है ।

डिजीटल वोल्टमीटर AC या DC वोल्टेज के मानों को सीधे अंको में प्रदर्शित करते है जबकि एनॉलाग यंत्र में संकेतक पैमाने में लगातार विक्षेप देता है।

डिजीटल वोल्टमीटर के लाभ (Advantages of Digital Voltmeters)

- DVM में पांयाक लेना आसान है यह मापन की निरीक्षण त्रुटि को दूर करता है
- पैरेलेक्स त्रुटि को दूर करता है ।
- बहुत शीघ्रता से पायांक लिया जा सकता है ।
- भण्डारण और भविष्य की गणनाओं को मेमोरी में रखा जा सकता है ।
- अधिक विश्वसनीय एंव सटीक परिणाम देता है ।
- साधारणतः छोटा एंव सस्ता है ।
- कम पावर फैक्टर की आवश्यकता

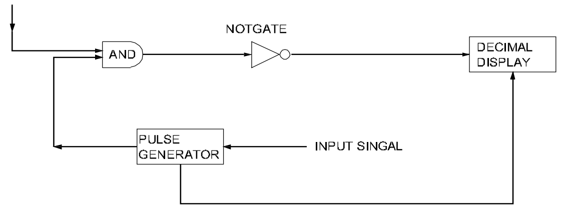
डिजीटल वोल्टमीटर का कार्य सिद्धांत (Working Principle of Digital Voltmeter)

साधारण डिजीटल वोल्टमीटर का ब्लॉक डायग्राम Fig 1 में दर्शाये ब्लाक निम्न है ।

इनपुट सिग्नल (Input signal) यह मूल रूप से वोल्टेज का सिग्नल है जिसे मापा जा सकता है।

पल्स जनरेटर (Pulse generator) यह वास्तव में वोल्टेज स्रोत है यह डिजीटल तथा एनॉलाग दोनों विधियों से रेक्टेंगुलर आयताकार पल्स

Fig 1



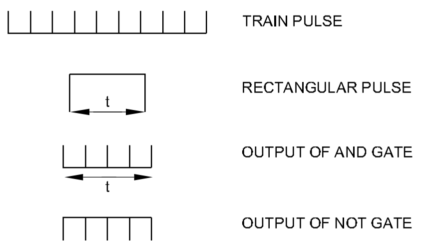
उत्पन्न करने के लिये प्रयोग किये जाते हे जनरेटर के अंदर रेक्टेंगुलर पल्स की चौड़ाई तथा आवृति तथा आयाम तें वृद्धि तथा कमी ऍनानाग सर्किट द्वारा नियंत्रित्त किये जाते है।

AND गेट (AND gate) जब दोनों इनपुट उच्च होते हे तो यह उच्च आउटपुट देता है जब ट्रेन पल्स को रेक्टेगुंलर (आयताकार) पल्स के साथ लगाया जाता है तो ट्रेन पल्स की अवधि पल्स जनरेटर के रेक्टेंगुलर (आयताकार) पल्स की तरह होती है ।

दशमलव प्रदर्शन (Decimal Display)यह आवेगों की संख्या का गणना करता है यह वोल्टेज के मान को LED या LCD डिस्प्ले में मापन के बाद प्रदर्शित करता है।

कार्य (Working) (Fig 2)

Fig 2



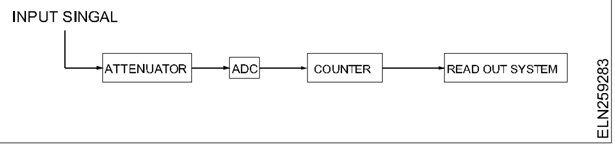
- अज्ञात वोल्टेज सिग्नल को पल्स जनरेटर में लगाया जाता है तो एक पल्स उत्पन्न होता है जिसकी चौड़ाई इनपुट सिग्नल के आनुपातिक होता है।
- पल्स जनरेटर के आउटपुट में AND गेट के सिरो को लगाया जाता है ।
- AND गेट के दूसरे सिरे को दिया गया इनपुट सिग्नल पल्सों का आवृति है ।

- AND गेट के आउटपुट के पॉजिटिव सिग्नल को रोका जाता है तो उसी समय पल्स जनरेटर में चौड़ाई के साथ पल्स उत्पन्न होता है।

- यह पोजेटिव ट्रिगर्ड ट्रेइन इन्वर्टर में डाली जाती है जो उसको नेगेटिव ट्रिगर्ड ट्रेइन में परिवर्तित कर देती है।

- इन्वर्टर के परिणाम को काउन्टर में ले जाता है जो उस कालावधि में ट्रिगरों की संख्या को गिनता है जो इनपुट सिग्नल के अनुपात में होती है। अतः डिलीटल वोल्टमीटर को आसानी से A/D परिवर्तन विधि से बना सकते है। (Fig 3)

Fig 3



A/D परिवर्तन विधि से बताये गय डीजिटल बोल्टमीटरों का वर्गीकरण नीचे प्रकार कर सकते हैः

- रेम्प प्रकार का डिजीटल वोल्टमीटर (Ramp type digital voltmeter)
- इन्टरग्रेटिंग प्रकार का डिजीटल वोल्टमीटर (Intergrating type voltmete)
- पोटेन्शियोमेट्रिक प्रकार का डिजीटल वोल्टमीटर (Potentiometric type digital voltmeter)
- सक्सेसीव ऐप्रोक्सिमेशन प्रकार का डिजीटल वोल्टमीटर (Succesive approximation type digital voltmeter)
- कन्टिन्यूअस बेलेन्स प्रकार का डिजीटल वोल्टमीटर (Continuous balance type digital voltmeter)

आजकल डिजीटल वोल्टमीटर के स्थान पर डिजीटल मल्टीमीटर का प्रयोग होता है क्योंकि उसमें अनेक प्रकार की विशेषता होती है।

वाटमीटर (Wattmeters)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **शक्ति के प्रत्यक्ष मापन के लाभों को व्यक्त करना**
- **एकल कला वाटमापियों के प्रकारों को स्पष्ट करना**
- **प्रेरक प्रकार एकल कला वाटमापी की रचना और कार्यान्वन को बताना ।**

पावर आपूर्ति को नापने से लाभ (Advantages of measuring power supply)

एकल कला AC परिपथ में शक्ति गणना एक एम्पियर मापी वोल्टमापी और एक शक्ति गुणक मापी द्वारा निम्न समीकरण की सहायता से की जा सकती है।

एक एकल कला परिपथ में शक्ति = EI Cos ø watts.

इसी प्रकार एक तीन कला संतुलित परिपथ में शक्ति मापन एक एम्पियर मापी वोल्टमापी और एक शक्ति गुणक मापी द्वारा निम्न समीकरण की सहायता से ज्ञात की जा सकती है।

एक संतुलित 3 कला परिपथ में शक्ति = $3E_PI_PCos\phi$

अथवा $\sqrt{3}\ E_LI_LCos\phi$

जहां E_PI_P कला मान है और E_LI_L शक्तिमान है।

एक AC परिपथ में शक्ति मापन की इस परोक्ष विधि में निम्न अवगुण है।

- अनेक मापियों के कारण लघु विशुद्धता
- अनेक मापी पाठों के कारण पाठ त्रुटि
- प्रत्येक बार भार परिवर्तित करने पर गणना आवश्यक इसलिये परिवर्ती भार के उपयुक्त नही होते है।

वास्तविक शक्ति को स्थल पर ही ज्ञात कर सकने के लिये एक वाट मापी प्रयुक्त किया जाता है परिपथ में ह्रास हुई शक्ति को सीधे मापी के पैमाने पर पढा जा सकता है। वाटमीटर परिपथ के शक्ति गुणक को सदैव ध्यान में रखते हुये वास्तव शक्ति संकेत करता है।

वाट मीटर के प्रकार (Types of wattmeters)

नीचे दिये गये तीन प्रकार के वाटमीटर प्रयोग में लाये जाते है।

- डायनमों वाटमापी (Dynamometer wattmeter)
- प्रेरक वाटमापी (Induction wattmeter)
- स्थैतिक वाटमापी (Electrostatic wattmeter)

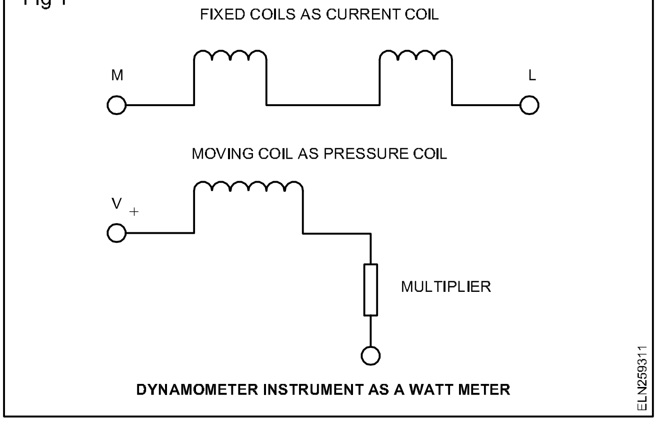
तीनों में से स्थैतिक वाटमापी बहुत कम प्रयोग में आता है। यहां केवल अन्य दो विषयों विवरण दिया जा रहा है।

डायनमों मापी प्रकार एक कला वाटमापी (Dynamometer type, single phase wattmeter): इसका प्रायः वाटमापी की भांति प्रयोग में लाते है इसका रचनात्मक विवरण और कार्यान्वन में पहले ही बताया जा चुका है इसलिये प्रशिक्षुओं को परामर्श दिया जाता है आगे बढने से पहले, उस विवरण का आकलन कर लें।

प्रेरक प्रकार एकल कला वाटमापी (Induction type single phase wattmeter): इस प्रकार के वाटमापी केवल परिपथों पर प्रयोग में लाये जा सकते हैं, जब डायनमों मापी प्रकार AC और DC दोनों में प्रयुक्त हो सकते हैं।

प्रेरक प्रकार के वाटमापी केवल उस समय प्रयुक्त होते है जब आपूर्ति वोल्टता और आवृत्ति लगभग स्थायी होते है। (Fig 1).

Fig 1



लाभ (Advantages)

- यह उपकरण AC या DC दोनों के लिए प्रयुक्त हो सकता है।
- यह एक वायु कोपड् उपकारण है इससे हिस्टरसिस और एडी करन्ट की हानि नहीं होती।
- इस उपकरण में अधिक परिशुद्धता है।
- वारमीटर के रूप में प्रयुक्त करते समय पैमाना समरूप होता है।

हानियाँ (DIsadvantages)

- PMMC और चल इस्पात उपकरण की तुलना में यह मँहगा है।
- वाल्टमीटर और एममीटर के रूप में प्रयुक्त करते समय पैमान समरूप नहीं होता।

- इसमें कम टोर्क/भार अनुपात होता है और सेन्सेटिवीटी भी कम होती है।
- ओवर लोड के लिए सेन्सटिवीटी और मेकेनिकल इम्पाक्ट। अतः प्रयोग करते समय सावधानी का आवश्यकता।
- PMMC मीटरों से अधिक पावर की अधिक खपत।

इन्डक्शन प्रकार सिंगल फेज वाटमीटर (Induction type single phase wattmeter): हम प्रकार का वाटमीटर केवल सर्किट में प्रयुक्त हो सकता है डायनातमोमीटर प्रकार AC और DC दोनों प्रयुक्त हो सकता है।

इन्डक्शन प्रकार का वाटमीटर तभी प्रयुक्त हो सकता है जब वाल्टेज और फ्रिक्वेन्सी लगभग अविच्छिन्न हो।

संरचना (Construction): Fig 2a, and 2b विभिन्न प्रकार के दों चुम्बकीय क्रोण वाले प्रेरण वाटमीटर दिखाये गये है।

Fig 2(a)

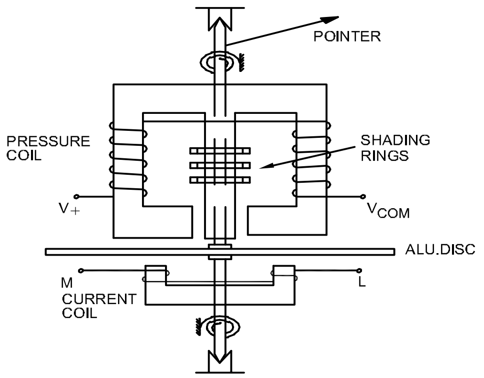
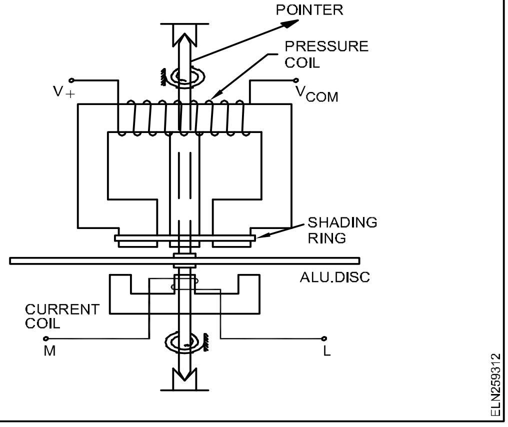


Fig 2(b)



दोनों में एक भार कुण्डल, चुम्बक और एक धारा कुण्डल चुम्बक होता है। भार कुण्डल की धारा वोल्टता के समानुपात में और जबकि धारा कुण्डल भार धारा को ले जाता है।

चुम्बकों के बीच के स्थान में एक स्प्रिंग पर एक पतली एल्यूमिनियम चकती आरोहित होती है जिसकी गति स्प्रिंग द्वारा नियंत्रित होती है स्पिन्डल के एक किनारे पर एक भार रहित संकेतक होता है।

कार्यान्वन (Working): दाब और धारा कुण्डलों द्वारा उत्पन्न प्रत्यावर्ती चुम्बकीय फ्लक्स एल्यूमिनिमय चकती को काटता है चकती में भंवर धारायें उत्पन्न होती है। फ्लक्स और भंवर धाराओं की अर्न्तक्रिया के कारण चकती में एक घूर्णन आघूर्ण उत्पन्न होता है जिससे च कती चलने का प्रयत्न करती है। स्पिन्डल से जुडी दो नियन्त्रक स्प्रिंग संकेतक के विक्षेपण को नियन्त्रति करती है और संकेतक एक अंशाकित पैमाने पर वाट में शक्ति प्रदर्शित करता है।

दाब कुण्डल (शन्ट) चुम्बक में प्रदत्त छायांकित अंगूठियों का समंजन चुम्बक में परिणमित फ्लक्स को आरोपित वोल्टता के ठीक 90° पश्च रखने से किया जा सकता है।

त्रुटिपूर्ण मापन को कम करने के लिये वाटमापी को एकल कला प्रतिरोध दाब कुण्डल की सम्बन्ध विधि (Method of connecting wattmeter in single phase circuits - pressure coil connection to reduce erroneous measurement):

Fig 3 के अनुसार वाटमापी के दाब कुण्डल को सम्बन्धित करने की दो विधियां है।

Fig 3a और b में प्रदर्शित दोनों विधियों में शक्ति मापन में संशोधन निम्न कारणों से आवश्यक होता है।

Fig 3a में प्रदर्शित सम्बन्धन विधि में दाब कुण्डल धारा कुण्डल की आपूर्ति भुजा में सम्बन्धित दिखाया गया है इसलिये शक्ति मापन में त्रुटि का कारण धारा कुण्डल वोल्टता पात के कारण आरोपित वोल्टता भार की तुलना में उच्च होती है। इसलिये वाटमापी दाब कुण्डल में भार कुण्डल में शक्ति के साथ भार शक्तिमापन करता है। यदि भार धारा कम है तो धारा कुण्डल में वोल्टता पात कम होगा इसलिये सम्बन्धन विधि अति लघु त्रुटि उत्पन्न करती है और श्रेयष्कर होती है।

इसके विपरीत यदि भार धारा अधिक है तो दाब कुण्डल में शक्ति Fig 3b में प्रदर्शित सम्बन्ध विधी में भार शक्ति की तुलना में नगण्य होगी इसलिये उत्पन्न त्रुटि बहुत कम होती है और इस सम्बन्धन को वरीयता दी जाती है।

Fig 3(a)

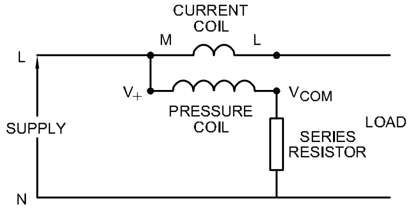
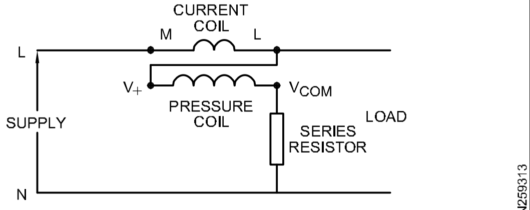


Fig 3(b)



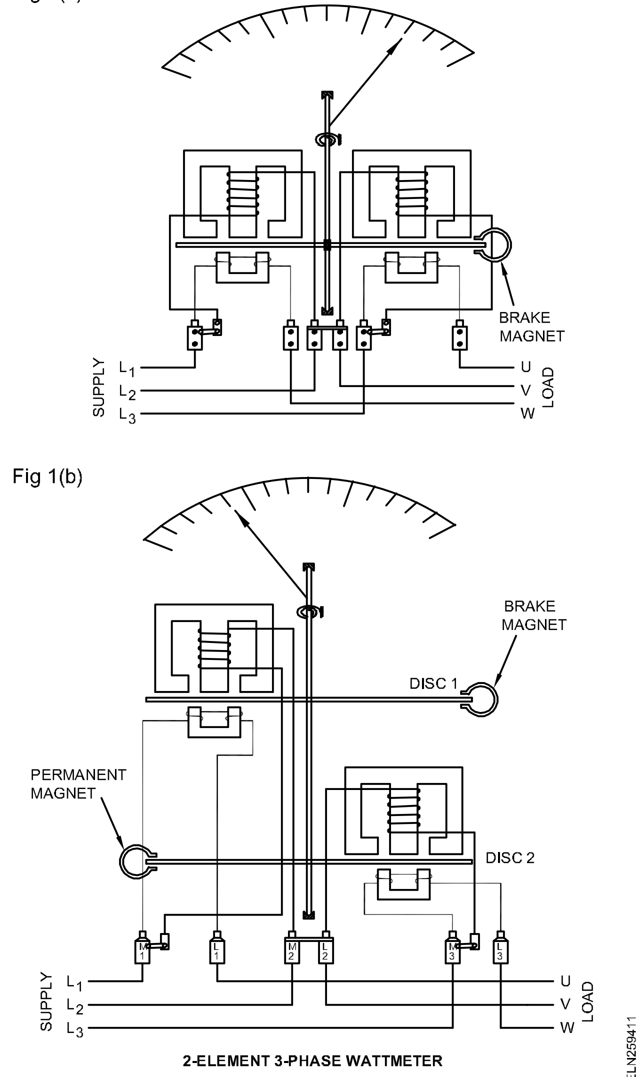
3 फेज़ वाटमीटर (3-phase Wattmeter)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर सहित और रहित**
- **विभिन्न प्रकार के 3 फेज़ वाटमीटरों को जोड़ने की विधि बताना ।**

एकल फेज़ वाटमापियों में दाब और धारा कुण्डल का एक नियोजन होगा जो एकल एल्यूमिनियम चकती का प्रवर्तन करेगा जबकि दो घटक तीन कला वाटमापी में दाब और धारा कुण्डलों के दो नियोजन होते है जो Fig 1a के अनुसार एकल एल्यूमिनियम चकती का प्रवर्तन करेगें अथवा एक ही शैफ्ट पर आरोहित Fig 1b के अनुसार दो एल्यूमिनिमयम चकती का प्रवर्तन करेंगें और तीन फेज़ शक्ति के समानुपात में आघूर्ण प्रदत्त करेंगे।

Fig 1(a)

Fig 1(b)



2-ELEMENT 3-PHASE WATTMETER

अन्यथा तीन घटक तीन फेज़ वाट मापी में परस्पर 120° पर दाब और धारा कुण्डलो के तीन नियोजन होगें लेकिन Fig 2 के अनुसार एकल एल्यूमिनियम चकती प्रवर्तित करेंगे अथवा दाब और धारा कुण्डलों के तीन नियोजन होगें जो एक दूसरे के ऊपर तीन चकतियों पर लेकिन Fig 3 के अनुसार एकल स्पिन्डल पर ही आरोहित तीन चकतियों का प्रवर्तन करते है।

Fig 2

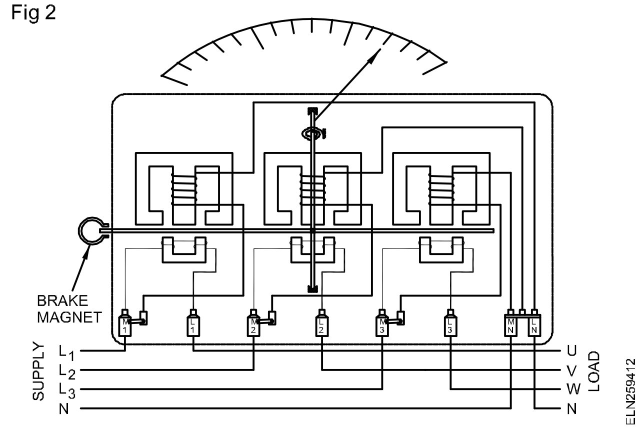
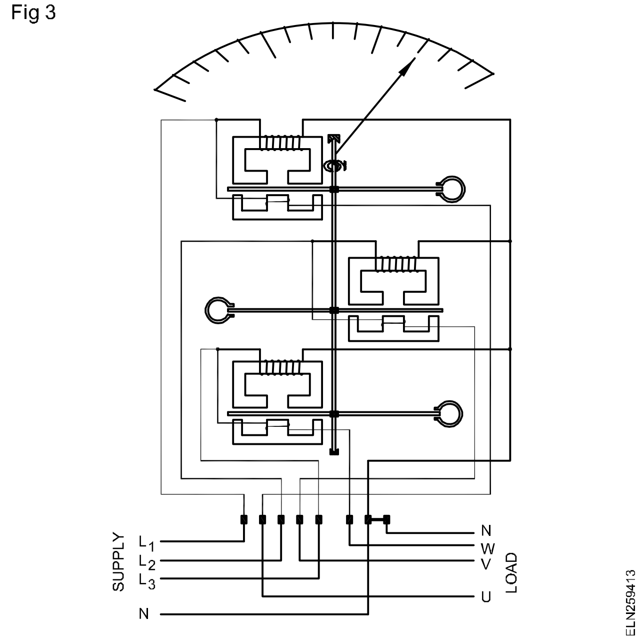


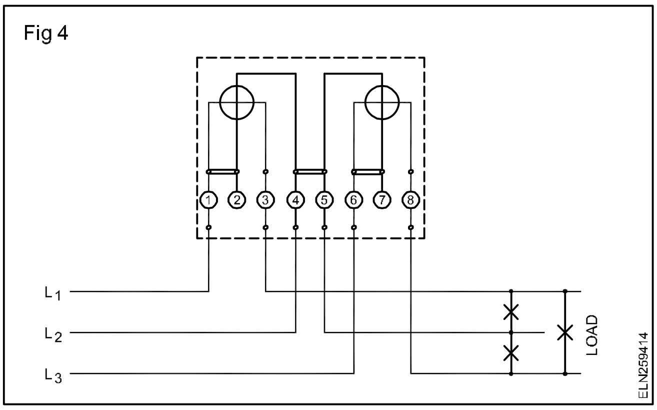
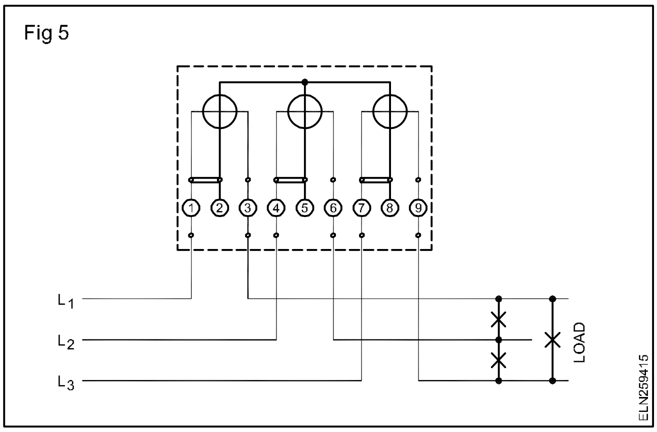
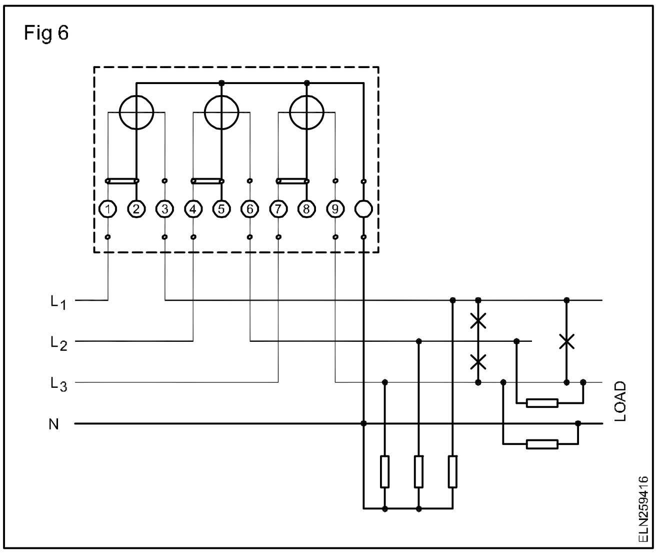
Fig 3



वाटमापी और ऊर्जा मापी की रचना में अन्तर केवल यह होता है कि वाटमापी कि स्पिन्डल स्प्रिंग नियत्रित होती है और एक संकेतक होता है। लेकिन गियर्स की श्रृखला नही होती ।

लेकिन जो पहले पढा गया है उसे संक्षेपित करने के लिये नीचे टेबल 1दिया गया है जो 3 फेज़ वाले सम्बन्ध चित्र को दर्शाता है। Fig 4, Fig 5 & Fig 6

टेबल 1

क्र.सं.	तीन फेज़ वाटमीटर के प्रकार	परिपथ आरेख	अनुप्रयोग
1	2- घटक - तीन तार के प्रकार		संतुलित और
2	3- घटक - तीन तार		असंतुलित भार संतुलित भार
3	3- घटक - चार तार		असंतुलित भार.

डिजीटल वाटमीटर (Digital Wattmeter)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **ब्लॉक डायग्राम का वर्णन करना**
- **एनॉलाग तथा डिजीटल वाटमीटर के बीच तुलना करना।**

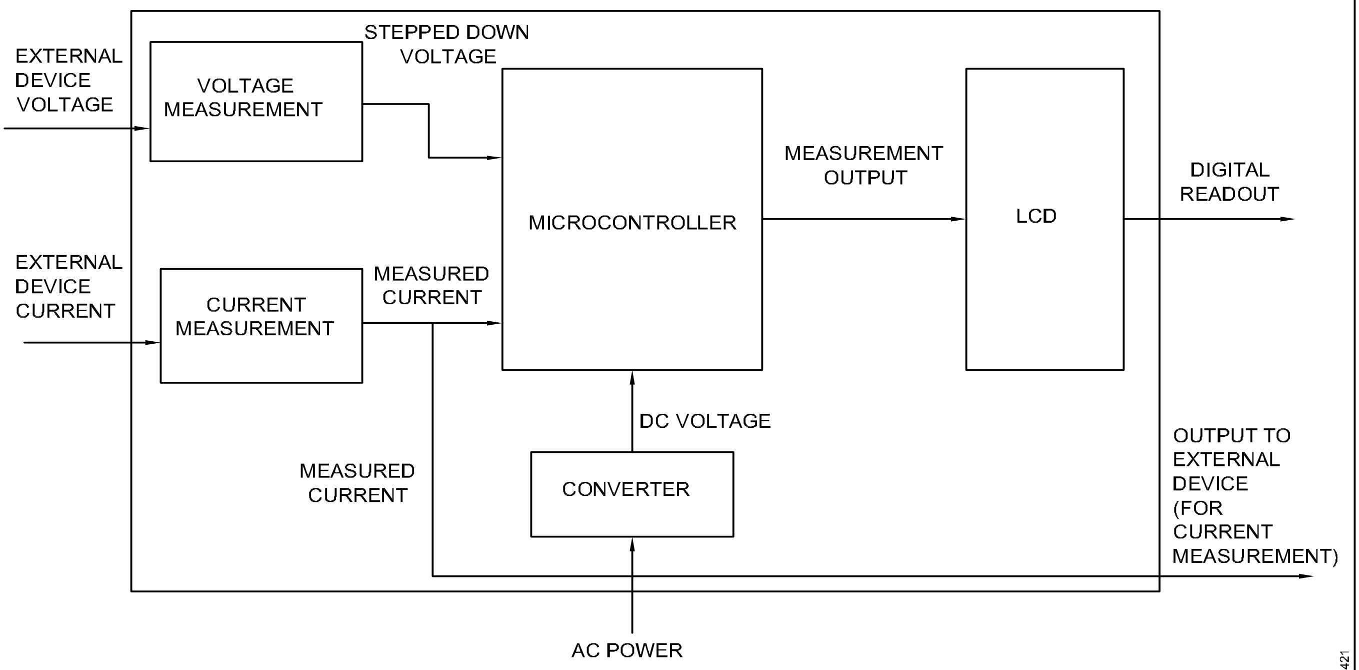
डिजीटल वाटमीटर (Digital wattmeter)

किसी दिये गए परिपथ में विधुत पावर को मापने के लिये वाटमीटर यंत्र प्रयोग किया जाता है इलेक्ट्रोमैग्नेटीक वाटमीटर का प्रयोग फ्रीक्वेंसी और आडियो फ्रीक्वेंसी तथा ऑडियो फ्रीक्वेंसी पावर या अन्य प्रकार के रेडियो फ्रीक्वेंसी के मापन मे किया जाता है

डिजीटल वाटमीटर का ब्लॉक डायग्राम Fig 1 में दर्शाया गया है।

डिजीटल वाटमीटर हजारों बार इलेक्ट्रानिक रूप से करंट और वोल्टेज को मापते हे जिसे कम्प्यूटर के माइक्रोकंट्रोलर चिप में वाटों को निर्धारित करने के लिये गुणा करते हे कम्प्यूटर ऑकड़े जैसे उच्च औसत तथा उपयोग हुए कम वाट की गणना भी कर सकता हे वे सर्ज वोल्टेज तथा आडटेज की निगरानी भी कर सकते है डिजीटल इलेक्ट्रॉनिक वाटमीटर घरेलू उपकरणों में ऊर्जा और पैसे की बचल के साथ बिजली खपत को मापने के लिये लोकप्रिय हो गये हैं।

Fig 1



BLOCK DIAGRAM OF DIGITAL WATTMETER

एनॉलाग वाटमीटर तथा डिजीटल वाटमीटर के मध्य तुलना

एनॉलाग वाटमीटर	डिजीटल वाटमीटर
घूमने वाले भाग के कारण हानियाँ होती है।	घूमने वाले भाग न हाने के कारण घर्षण यांत्रिक हानि कम होती है।
डिजीटल वाटमीटर की अपेक्षा यथार्थता कम है।	एनॉलाग वाटमीटर की अपेक्षा यथार्थता अधिक है।
पायांक लेते समय अपैखिक त्रुटि उत्पन्न हो सकती है।	डिजीटल प्रदर्शन में पैमाने पर पायांक घर्षण हाने पर भी सही होता है।
इसके लिये कोई सहायक सप्लाई की आवश्यकता नहीं होती है ।	इसके लिये सहायक DC सप्लाई आवश्यक होती है।
इसके डिजाइन में जटिलता नही है तथा इसे आपूर्ति की आवश्यकता नहीं है।	कार्य करने के लिये एनॉलाग की तुलना में विश्सनीयता कम है।
मीटर को सप्लाई देने पर ट्रंजिस्टर के कार्य पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है	कोई भी आपूर्ति ट्रांजिस्टर को नुकसान पहुँचा सकता है
कपंन और तापमान का मीटर पर काफी प्रभाव पड़ता है।	कंपन तथा मापमान में विविधता होने की इलेक्ट्रिक घटकों का स्थिर प्रदर्शन होता है।

ऊर्जा मीटर (एनलाग और डिजिटल) (Energy meter (analog and digital))

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एकल फेज़ ऊर्जा मीटर की रचना और कार्यान्वन सिद्धान्त का वर्णन करना**
- **एनर्जी मीटर में आने वाली त्रुटियों का वर्णन करना।**

ऊर्जा माटर की आवश्यकता (Necessity of energy meter): विद्युत परिषद द्वारा आपूर्तित वैद्युत ऊर्जा के मूल्य का निर्धारण उपभोक्ता द्वारा वास्तव में उपभोगित ऊर्जा के आधार पर होना चाहिये। हमें उपभोक्ता को आपूर्तित ऊर्जा मापन की एक युक्ति की आवश्यकता होती है। व्यवहार में वैद्युत ऊर्जा को किलोवाट घंटे में मापा जाता है। इसके लिये प्रयुक्त मापी को ऊर्जा मापी कहते है।

घरेलू और व्यवसायिक परिपथों में ऊर्जा मापन के लिये Ac में एक प्रेरक प्रकार के ऊर्जा मापी को सर्वाधिक-प्रयोग होता है।

एकल फेज़ प्रेरक प्रकार के ऊर्जा मीटर का सिद्धान्त (Principle of a sigle phase induction type energy meter): इस मापी का प्रचालन प्रेरण सिद्धान्त पर निर्भर होता है। दो कुडलों से उत्पन्न दो प्रत्यावर्ती चुम्बकीय क्षेत्र एक चकती में धारा प्रेरित करते है जिससे उत्पन्न एक आघूर्ण उसे घूर्णित करता है। एक कुण्डल (विभव कुण्डल) में आपूर्ति वोल्टता के अनुपात में धारा (धारा कुण्डल) में भार धारा (Fig 1) होती है।

Fig 1

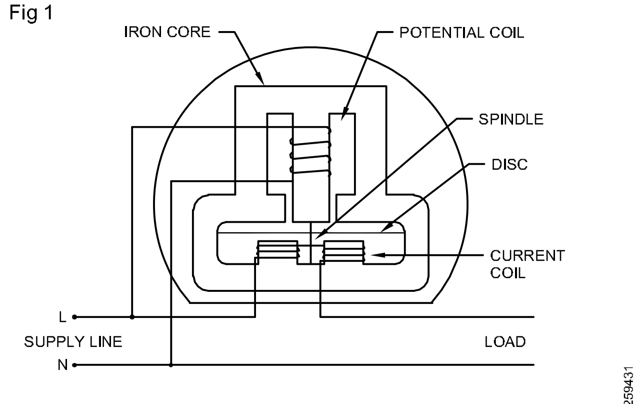


DIAGRAM OF AN INDUCTION TYPE WATT-HOUR METER

वाट मापी की भांति आघूर्ण शक्ति का समानुपाती होता है। वाट घण्टा मापी द्वारा शक्ति समय दोनों को विचाराधीन रखना चाहिये। तात्क्षणिक चाल इससे जाने वाली शक्ति के समानुपात में होना चाहिये।

एक दिये गये समय में चक्करो की संख्या उस समय में मापी से जाने वाली कुल ऊर्जा की समानुपाती होनी चाहिये।

एक ऊर्जा मीटर के भाग और प्रकार्य (Parts and function of an energy meter): Fig 1 में एक प्रेरण प्रकार के एकल कला ऊर्जा मापी के भाग प्रदर्शित किये गये है।

लौह क्रोण (Iron core): इस वांछित पथ में चुम्बकीय फ्लक्स को जाने देने के लिये विशेष रूप से आकृतित किया गया है। यह चुम्बकीय बल रेखाओं को मार्गित करता है और फल्क्स क्षरण तथा चुम्बकीय प्रतिष्ठम्भ को कम करता है।

विभव कुण्डल (वोल्टता कुण्डल) (Potential coil (Voltage coil)): भार के सिरों पर विभव कुण्डल जोडा दिया जाता है और महीन तार के अनेक चक्करों से वेष्ठित किया जाता है यह एल्यूमिनियम चकती में भंवर धारायें प्रेरित करता है।

धारा कुण्डल (Current coil): धारा कुण्डल भार के साथ श्रेणी में जुडे होते है और मोट तार के कुछ चक्करों से वेष्ठित होते है क्योंकि इन्हें पूर्ण धारा भार ले जाना होता है।

चकती (Disc): मापी में चकती घूर्णन घटक होता है और एक उर्ध्वाधर स्पिन्डल पर आरोहित होती है जिसके एक किनारे पर वार्म गियर होता है। चकती एल्यूमिनियम से बनी होती है और विभव तथा धारा कुण्डल चुम्बकों के बीच वायु अन्तराल में अब स्थिति रहती है।

स्पिन्डल (Spindle): स्पिन्डल के किनारों पर दृढ स्टील किलकन होते है किलकन एक रतनित बियेरिंग पर आधारित होता है। स्पिन्डल के एक सिरे पर वार्म गियर होता है। गियर द्वारा डायल को घुमाये जाने पर वे मापी द्वारा जाने वाली ऊर्जा का संकेत करते है।

स्थायी चुम्बक/ ब्रेक चुम्बक (Permanent magnet / brake magnet): स्थायी चुम्बक एल्यूमिनियम चकती को उच्च चाल से दौडने को रोकते है यह एक विपरीत आघूर्ण उत्पन्न करता है जो एल्यूमिनियम चकती के घूर्णन आघूर्ण का विरोध करता है।

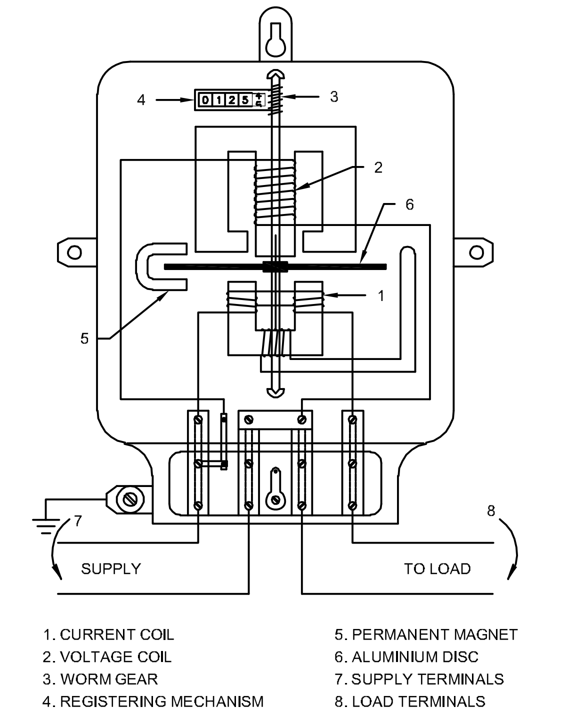
ऊर्जा मापियों का कार्यान्वन (Fuctioning of energy meters): विभव कुण्डल और धारा कुण्डलों से निर्मित एक वैद्युत चुम्बक से एल्यूमिनियम चकती का घूर्णन प्राप्त होता है (Fig 2)। भार के सिरों पर विभव कुण्डल होता है जो एल्यूमिनियम चकती में भंवर धारा प्रेरित करता है भवर धारा एक चुम्बकीय क्षेत्र उत्पनन करती है जो धारा कुण्डलों द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र के साथ प्रतिक्रिया करके चकती पर एक प्रर्वतन आघूर्ण उत्पन्न करती है।

एल्यूमिनियम चकती की घूर्णन चाल एम्पियर (धारा कुण्डलों में) और असम्बन्धित हो जाने पर वोल्ट (विभव कुण्डल) के साथ गुणनफल की समानुपाती होती है। भार द्वारा कुलउपभोगित वैद्युत ऊर्जा एक दिये गये समय अन्तराल में चक्करों की संख्या की समानुपाती होती है।

तांबें की एक छोटी अंगूठी (छायांकन अंगूठी) अथवा कुण्डल (छायांकन कुण्डल) विभव कुण्डल के अन्दर वायु स्थान में रखा जाता है जो घूर्णित एल्यूमिनियम चकती द्वारा उत्पन्न किसी भी घर्षण का निरासन करने के लिये यथेष्ट बडा अग्र पश्च आघूर्ण उत्पनन कर सके ।

यह प्रतिआघूर्ण उस स्थिति में उत्पन्न होता है जब स्थायी चुम्बक द्वारा स्थापित चुम्बकीय क्षेत्र में एल्यूमिनियम चकती घूर्णित होती है इस कारण भंवर धारायें

Fig 2



INDUCTION TYPE ENERGY METER

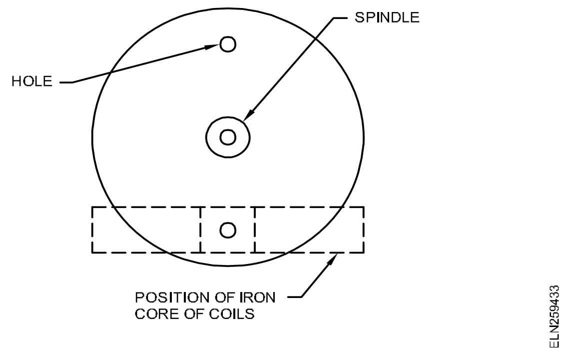
चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है जो स्थायी चुम्बक के क्षेत्र से प्रतिक्रिया करती है और एक प्रतिबन्धित क्रिया उत्पन्न होती है जो चकती की चाल की समानुपाती होती है।

जितना अधिक गति से चकती घूर्णित होती है उतनी ही अधिक प्रबल भंवर धारायें होती है और उतनी ही अधिक प्रतिबन्धन क्रिया होती है यह प्रतिबन्ध क्रिया घूर्णित चाल को भार द्वारा ली गई धारा के समानुपात में लाने के लिये आवश्यक होती है। साथ ही असम्बन्धित हो जाने पर चकती को जडत्व आघूर्ण के कारण आगे चले जाने से रोकती है।

सर्पण त्रुटि और समंजन (Creeping error and adjustment): कुछ मापियों में धारा कुण्डल में धारा प्रवाह न होने पर भी चकती निरन्तर घूर्णित होती रहती है अर्थात जब केवल दाब कुण्डल ऊर्जित किया जाता है इसे सर्पण कहते है। सर्पण का मुख्य कारण घर्षण की अति भरपायी होता है। सर्पण के अन्य कारण दाब कुण्डल के सिरों पर अत्यधिक वोल्टता दोलन और अवांछित चुम्बकीय क्षेत्र होते है।

सर्पण को रोकने के लिये चकती में दो व्यासीय विपरीत क्षेत्र (Fig 3) बना दिये जाते है। विभव कुण्डल चुम्बक के घ्रुव के किनारे दो में से एक छेद के अन्दर जाने पर चकती रूक जायेगी। और इस प्रकार घूर्णन अधिकतम अर्धचक्र तक सीमित हो जाता है।

Fig 3



अंकीय ऊर्जा मीटर (Digital Meter)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **डीजिटल प्रकार एनर्जी मीटर की तुलना में इलैक्ट्रोमेकेनिकल प्रकार के एनर्ली मीटर से करके इसके लाभ बताना**
- **ब्लाक डायग्राम से डिलिटल प्रकार के ऊर्जामापी के कार्य का वर्णन करना।**

ऊर्जा मीटर (Energy meter)

एक विद्युत मीटर (electric meter) अथवा ऊर्जा मापी (energy meter) एक आवश्यक युक्ति (essential device) ऊर्जा कन्ज्यूम की एक एक उपभोक्ता द्वारा नियमित मूल्य निर्धारण प्राप्त करते हैं इसी प्रकार विद्युत ऊर्जा की राशि एक निवास स्थान उद्योग अथवा उपकरणों को अवशोषित को मापने में करते हैं ।

साधारणतया, ऊर्जामापी (energy meters) लगातार मापे गये तात्कालिक वोल्टेज और धारा को आपरेट करने में करते हैं तथा तात्कालिक विद्युत शक्ति (वॉट) में दिये गये प्रोडेक्ट (product) जिसे तब समाकलित (integrated) से अलग समय से दी ऊर्जा का प्रयोग जूल या किलोवॉट (kWh) में करते हैं ।

ऊर्जामापी को दो भागों में वर्गीकृत किया गया है । वे हैं -

- इलेक्ट्रोमैकेनिकल प्रकार (Electromechanical type)
- इलेक्ट्रानिक (अंकीय) प्रकार (Electronic (digital) type)

इलेक्ट्रोमैकेनिक टाइप ऊर्जा मीटर (Electro mechanical type Energy meter)

इस मीटर को कताई डिस्क (spinning disc) और एक मैकेनिकल काउन्टर डिस्प्ले में किया है । इसमें एक मेटल डिस्क के चक्करों को गिनने के द्वारा ऑपरेट करते हैं मेटल डिस्क जब घूमती है तो मुख्य स्विच के द्वारा पावर उसकी चाल के अनुक्रमानुपाती (proportional) होती है । क्वाइल कताई डिस्क के पास उत्पन्न एड़ी धारा (eddy current) तथा एक बल तात्कालिक धारा और वोल्टेज के अनुक्रमानुपाती (proportional) होता है ।

एक परमानेन्ट मैग्नेट, डिस्क पर डैम्पिंग बल जोर लगा (exerts) कर करता है पावर हटाने के बाद स्पिन रुक जाता है ।

इस प्रकार के मीटर की निम्न सीमायें (limitation) हैं -

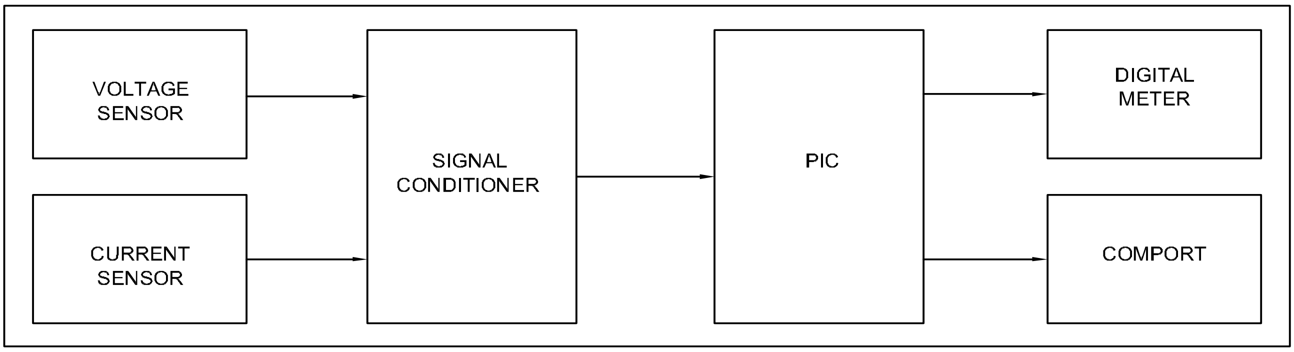
- कम यथार्थता होना (Less accuracy)
- एरर सही करते के कई तरीके (Many methods for error correction)
- प्रतिशतता एरर अधिक (Percentage error is more)
- स्थापन में कठिनाई (Installation is difficult)
- बाहरी युक्तियों से अंतरापृष्ठ की क्षमता ना होना

ऊपर दी गई हानियाँ अंकीय मापी (digital meter) में आती हैं जैसे कि अधिक निकटता (more accuracy) एरर सही करने के तरीके केवल एनॉलग/डिजिटल कन्वर्टर के द्वारा, प्रतिशतता एरर केवल 0 (Zero), स्थापन में सरल होता है । समय समय पर ली गयी ऊर्जा को डिस्प्ले कम करता जाता है ।

इलेक्ट्रानिक (डिजिटल मीटर) (Electronic (Digital meter))

इस मीटर का प्रयोग अधिक समाकलित पुर्जों में ऊर्जा को मापने के लिए करते हैं और तात्कालिक वोल्टेज और धारा को अंकीकरण करके एक अधिक दृढ़ता से सिग्मा-डेल्टा रेखीय से अंकीय कन्वर्टर (ADC) तात्कालिक शक्ति वॉट में देता है । समाकलित अधिक समय ऊर्जा का प्रयोग करने देता है, इसको किलोवॉटहावर में मापते हैं । डिजिटल मीटर का Fig 1 में दिखाया गया है । दो सेन्सरों धारा सेन्सर और वोल्टेज सेन्सर की नियुक्ति करते हैं।

Fig 1



वोल्टेज सेन्सर एक स्टेप डाउन एलीमेन्ट के चारों ओर गठन और विभव डिवाइडर नेटवर्क सेन्सरों को दोनों फेज वोल्टेज और लोड वोल्टेज के चारों ओर लगाते हैं ।

दूसरा सेन्सर धारा सेन्सर होता है जिसे लोड के द्वारा किसी भी समय में किसी प्वाइंट पर धारा को सेन्स करते हैं ।

इसको एक धारा ट्रान्सफार्मर और दूसरे एक्टिवर युक्तियों (वोल्टेज कम्पैरटर) के चारों ओर बनाते हैं जिसको तरीके के लिए धारा से वोल्टेज में पहचान करते हैं । दोनों सेन्सरों का आउटपुट फेड से सिग्नल वोल्टेज स्थिति को कंट्रोल परिपथ जिसको वोल्टेज सिग्नल लेवल कन्ट्रोल परिपथ मल्टीप्लेक्सर कन्ट्रोल करता है ।

इसे दोनों सिग्नल से क्रमानुसार कुंजियों से प्राप्त रेखीय इनपुट परिधीय अंतरापृष्ठ नियन्त्रक (PIC - Peripheral Interface Controller) होता है ।

कन्ट्रोल परिपथ सेन्टर पीआईसी (PIC) परिपथ पर होता है । इसे 10 बिट रेखीय (analogue) नियन्त्रण से अंकीय कन्वर्टर (ADC) लचीले से प्रोग्राम और परिधीय अंतरापृष्ठ के लिए अच्छा नियन्त्रक होता है ।

रेखीय से अंकीय कन्वर्टर (ADC) रेखीय सिग्नल में बदलता है । ये अंकीय के बराबर होता है, दोनों सिग्नलों से वोल्टेज और धारा सेन्सरों को गुणक द्वारा इसका मतलब PIC में साफ्टवेयर में बैठ जाना होता है ।

एरर से सुधार करके निर्धारित मान के इनपुट क्वालिटी शार्ट सर्किट इनपुट के द्वारा सही करके तथा इस मान को मेमेरी में स्टोर सही मानयुक्ति नापने के लिए करते हैं ।

PIC का प्रोग्राम (PIC programmed) 'C' भाषा (language) में होता है इसे संतुलित रखकर (stimulates) डाया को लेने से (receive) पावर खपत (power consumption) प्रति घण्टे आदि की गणना करने में प्रयोग करते हैं । इनको लिक्विड क्रिस्टल डिस्प्ले (liquid crystal display - LCD) से परिपथ को जोड़कर प्रदर्शित किया जाता है ।

Fig 2 डिजीट एनर्जी मीटर दर्शाता है ।

लाभ (Advantages)

इलेक्ट्रोमेकेनिकल मीटरों की तुलना में डिजीटल इलेक्ट्रोनिक मीटर अधिक परिशुब्दता से काम करते हैं । उसमें कोई चलायमान भाग नहीं होता और इसलिए फिक्शन जैसे मेकेनिकल खराबियाँ नहीं आती ।

इसके अतिरिक्त इलेक्ट्रोनि एनर्जी मीटर फेस/न्यूट्रल आदि के लिए इन्डीकेटिंग LEDs ok, अर्थ/लीकेज लोस, किलोवाट अवर प्लस आदि के साथ आते हैं ।

Fig 2

DIGITAL TYPE

3 कला ऊर्जा मापी (3-phase energy meter)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विभिन्न प्रकार के तीन कला ऊर्जा मापियों को सूची बद्ध करना**
- **3 कला 3 तार प्रेरण प्रकार के ऊर्जा मापी की रचना और कार्यान्वन का वर्णिन करना**
- **3 कल 4 तार प्रेरण प्रकार के ऊर्जा मापी की रचना और कार्यान्वन का वर्णिन करना**
- **3 कला 3 तार और 3 कला 4 तार ऊर्जा मापी के अनुप्रयोगों को बताना ।**

3 कला ऊर्जा मापी (3 - phase energy meters): यद्यपि विभिन्न प्रकार के ऊर्जा मापी उपलब्ध है प्रेरण प्रकार के मापी अपनी सरल रचना, कम मूल्य और लघु अनुरक्षण आवश्यकता के कारण सर्वाधिक रूप में प्रयुक्तहोते है। एक 3 कला ऊर्जामापी का प्रकार्य एकल कला ऊर्जामापी के प्र कार्य की भांति होता है जो प्रथम वर्ष के अभ्यास 309 से सम्बन्धित सिद्धान्त में बताया गया है।

तीन कला ऊर्जामापी द्वारा संतुलित अथवा अंसतुलित 3 कला भागों में उपभोगित ऊर्जा माप सकने की अपेक्षा की जाती है तीन कला ऊर्जा का मापन तीन पृथक एकल कला ऊर्जा मापियों अथवा 3 कला ऊर्जामापियों द्वारा हो सकता है।

3-फेस एनर्जी मीटरों के प्रकार (Types of 3-phase energy meters)

3 कला ऊर्जा मापियों के मुख्य दो प्रकार है।

- 3 कला 3 तार ऊर्जा मापी (तीनकला – दो घटक ऊर्जा मापी)
- 3 कला 4 तार ऊर्जा मापी (तीन कला तीन घटक ऊर्जामापी)

दो घटक तीन कला ऊर्जामापी (Two element 3 - phase energy meters): यह ऊर्जामापी दो वाट मापी विधि द्वारा शक्तिमापन सिद्धान्त के आधार पर कार्य करता है। ऊर्जामापी में एक धारा कुण्डल के दो घटक और विभव कुण्डल के दो घटक उपयोग में आते है। Fig 1 के अनुसार क्षैतिज स्थिति में इस समुच्चयन की व्यवस्था विभिन्न खण्डों पर हो सकती है। जिसमें एक एल्यूमिनियम चकती होती है जो एक एकल रोधक चुम्बक के ध्रुवों के बीच घूर्णित होती है।

एक उभय स्पिन्डल पर दो घटकों के लिये व्यक्तिगत प्रवर्तन चकतियां भी हो सकती है। जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। दूसरा प्रकार को निर्माताअें द्वारा रचना सरलता के कारण प्रायः वरीयता दी जाती है।

Fig 1

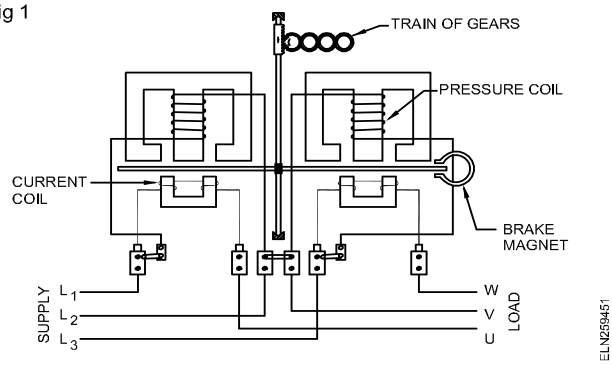
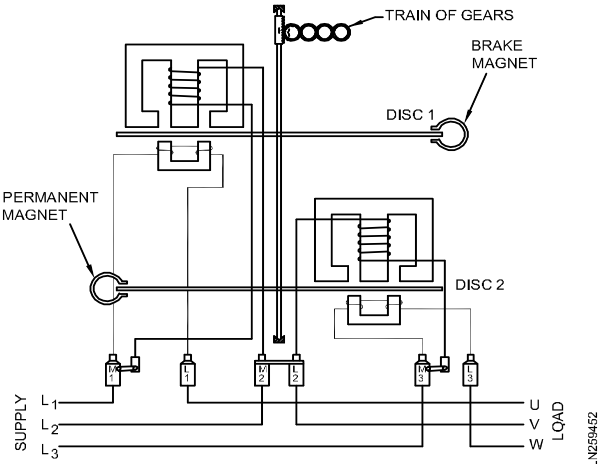


Fig 2

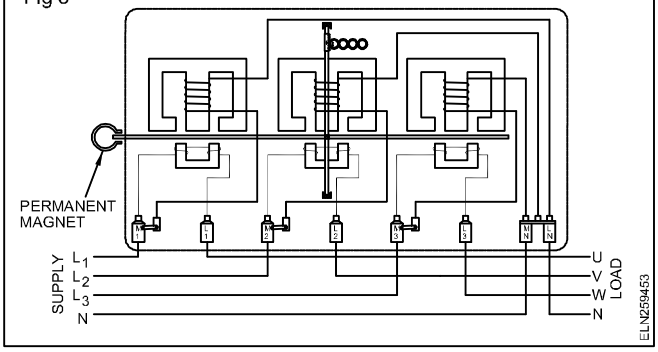


दोनों प्रकरणें में व्यक्तिगत घटकों द्वारा उत्पन्न प्रर्वतक आघूर्ण योगित हो जाते है। अनुलेखन यांत्रिकत्व जो गियरर्स की श्रृखला में जुडा होता है अर्थात साइकिलोमीटर अथवा गणक केवल एक तीन कला – तीन तार निकाय के लिये ही उपयुक्त होते है लेकिन संतुलित और असंतुलित दोनों के लिये प्रयुक्त होते है।

तीन घटक तीन कला ऊर्जा मापी (3-element 3-phase energy meter): यह भी तीन कला भार युक्त शक्तिमापन की तीन वाटमापी विधि के सिद्धान्त पर कार्य करता है। प्रत्येक धारा कुण्डल और विभव कुण्डल युक्त यहां तीन इकाइयां प्रयोग में आती है। स्टार में सम्बन्धित तीन घटकों के विभव कुण्डल आपूर्ति पंक्तियों से और उभय बिन्दु शक्ति आपूर्ति के उदासीन बिन्दुसे जुडे होते है।

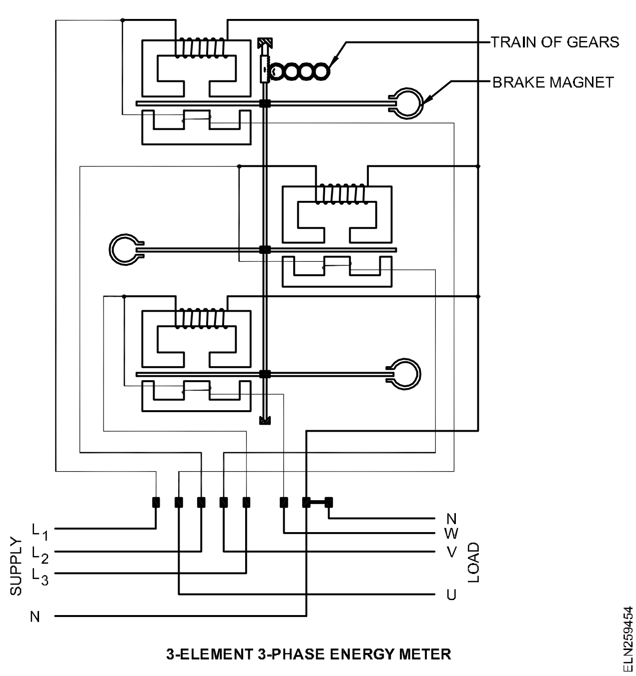
धारा कुण्डलो को श्रेणी में व्यक्तिगत पंक्तियों से जोडा जाता है। दो घटक ऊर्जा मापी की भांति इन तीन घटकों को एक उभय एकल एल्यूमिनियम चकती के विभिन्न खण्डों में व्यवस्थित किया जा सकता है जो Fig 3 के अनुसार डायल से जुडा एक घूर्णित भाग की भांति कार्य करती है।

Fig 3



तीन घटक तीन व्यक्तिगत चकतियों और रोधक चुम्बकों सहित Fig 4 के अनुसार उसमें एक उभय स्पिन्डल भी हो सकती है। यहां भी रचना की सरलता के कारण निर्माताओं द्वारा द्वितीय प्रकार को वरीयता दी जाती है। तीन व्यक्तिगत घटकों द्वारा उत्पन्न प्रर्वतन आघूर्ण योगित हो जाते है और अनुलेखन यांत्रिकत्व व्यष्टि घटकों से प्रवाहित ऊर्जाओं का योग प्रदर्शित करता है। यह ऊर्जा मापी तीन कला चार तार निकाय के लिये उपयुक्त है।

Fig 4



तीन कला ऊर्जा मापी के अनुप्रयोग (Application of 3 - phase energy meter): एक दो घटक तीनकला ऊर्जामापी तीन कला भारों जिसमें उदासीन प्रयुक्त नही होता है उपयोग किया जाता है जैसे एक उपयोग जो उद्योग अथवा सिंचाई प्रयोजन के लिये मोटर इत्यादि जिसमें केवल तीन कला भार है अथवा एक 11kv तीन कला तीन तार आपूर्ति लेता है ।

एक तीन कला चार तार घटक ऊर्जा मापी का प्रयोग तीन कला भार जिसमें संतुलन अथवा असंतुलित भार हो सकते है जो व्यष्टि कलाओं और उदासीन जैसे एक बडे घरेलू उपभोक्ता अथवा प्रकाश भार सहित एक उद्योग से सम्बन्धित होते है ।

ऊर्जामापी में त्रुटिया (Errors in energy meter)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **ऊर्जा मापी में चालन तन्त्र तथा ब्रेक तन्त्र द्वारा उत्पन्न त्रुटियाँ का वर्णन करना**
- **ऊर्जा मापी में त्रुटियों को सुधारने के लिए उपलब्ध विभिन्न समायोजन का वर्णन करना**
- **ऊर्जा मापी में प्रतिशत त्रुटियों को ज्ञात करने की विधि का वर्णन करना**
- **प्रतिशत त्रुटियाँ, भार प्रतिशत तथा शक्ति गुणक से सम्बंधित IS अनुशंसाओं को बताना ।**

चालन तन्त्र द्वारा उत्पन्न त्रुटियाँ, (Error caused by the driving system):

फ्लक्सों का गलत परिमाण (Incorrect magnitude of fluxes): यह धारा या वोल्टता के असाधारण मानों के कारण हो सकता है। कुंडली के प्रतिरोध में परिवर्तनों या असाधारण आवृत्तियों के कारण शंट चुम्बक फ्लक्स गलत हो सकता हैं।

गलत कला कोण (Incorrect phase angles): हो सकता है कि विभिन्न फेजरों (phasors) के बीच उचित सम्बंध न हो। यह अनुचित पश्च, समायोजन, असाधारण आवृत्तियों, ताप के साथ प्रतिरोध में परिवर्तन आदि के कारण हो सकता है।

चुम्बकीय परिपथ में समरूपता का अभाव (Lack of symmetry in magnetic circuit): यदि चुम्बकीय परिपथ समरूप न हो तो, एक चालन बल आघूर्ण उत्पन्न होता है जिससे मापी, विसर्पण (Creep) करता है।

ब्रेकिंग तन्त्र के कारण त्रुटियां (Error caused by the braking system):

ये निम्न है:

- ब्रेक चुम्बक के सामर्थ्य में परिवर्तन
- डिस्क प्रतिरोध में परिवर्तन
- स्वतः-ब्रेकन श्रेणी चुम्बक फ्लक्स का प्रभाव
- चल भागों का अपसमान्य घर्षण

ऊर्जा मापी में त्रुटियों को सुधारने के लिए समायोजन की व्यवस्था होती है, जिसस कि वे सही पाचांक दें तथा उनकी त्रुटियां स्वीकार्य सीमाओं के अन्दर हो।

प्रारंभिक हल्के भार समायोजन (Preliminary light load adjustment): धारा कुण्डल के माध्यम से शून्य धारा के विभव कुण्डल का निर्धार वोल्टता प्रयुक्त की जाती है तथा हल्के भार की युक्ति को समायोजित किया जाता है जब तक कि, डिस्क आरंभ होने को ीक विफल रहे। विद्युत चुम्बकों के ध्रुवों के बीच में स्थिति लेने के लिए डिस्क में छिद्र बनाने के लिए, विद्युत चुम्बक को कुछ समयोजित किया जाता है।

पूर्णभार इकाई शक्ति गुणक समायोजन (Full load unity power factor adjustment): दाब कुण्डल को निर्धारित आपूर्ति वोल्टता पर योजित किया जाता है तथा इकाई शक्ति गुणक पर निर्धार पूर्ण भार धारा कुण्डलों में से गुजारी जाती है। ब्रेकन बल आघूर्ण को परिवर्तित करने के लिए ब्रेक चुम्बक की स्थिति को समायोजित की जाती है, जिससे कि मोटर त्रुटि की आपेक्षित सीमा के अन्दर सही गति पर घूम सकें।

पश्च समायोजन (कम शक्ति गुणक समायोजन) (LAG adjustments (Low power factor adjustments)): दाब कुण्डल को निर्धार आपूर्ति वोल्टता के आरपार योजित किया जाता है तथा निर्धार पूर्ण भार धारा 0.5 P.F. पश्च पर धारा कुण्डल में से गुजरा जाता है। पश्च युक्ति को समायोजित किया जाता है जिससे कि मापी सही गति पर चल सकें।

निर्धार आपूर्ति वोल्टता (Rated supply voltage): निर्धार पूर्ण भार धारा तथा इकाई शक्ति गुणक के साथ निर्धारित आपूर्ति वोल्टता को समायोजित कर के मापी की गति की जाँच की जाता है तथा पूर्ण भार इकाई शक्ति गुणक तथा निम्न शक्ति गुणक समायोजन को दोहराया जाता है, जब तक कि दोनों स्थितियां के लिए वांच्छित परिशुद्धता की सीमा प्राप्त न हो जाए।

हल्के भार का समायोजन (Light load adjustment): निर्धार आपूर्ति वोल्टता दाब कुंडली पर प्रयुक्त की जाती है तथा मापी में से इकाई शक्ति गुणक पर एक बहुत निम्न धारा (पूर्ण धारा का लगभग 5%) को गुजारा जाता है। हल्के भार के समायोजन इस लिए किये जाते है जिससे कि मापी सही गति पर चल सकें।

पूर्ण भार इकाई शक्ति गुणक (Full load unity power factor): हल्के भार के समायोजन को पुनः किया जाता है, जब तक कि दोनों भारों, अर्थात पूर्ण भार तभा हल्का भार, के लिए गति सही न हो जाए।

निष्पादन (The performance): इसे 0.5 P.F. पश्चगामी पर पुनः जाँच किया जाता हैं।

विसर्पण समायोजन (Creep adjustment): हल्के भार के समायोजन पर अन्तिम जाँच के रूप में, शून्य भार धारा के साथ निर्धार वोल्टता के 110% से दाब कुण्डल को उत्तेजित की जाती है। यदि हल्के भार का समायोजन सही हो तो, मापी इन स्थितियों में मंद विसर्पित नहीं होना चाहिए।

ऊर्जामापी में प्रतिशत त्रुटि ज्ञात करने की विधियां (Methods of determining the percentage error in the energy meters): ऊर्जा मापी में प्रतिशत त्रुटि को ज्ञात करने की दो विधियाँ है।

- प्रथम विधि में वह प्रतिशत है जिससे अभिलेखित ऊर्जा, वास्तविक ऊर्जा से भिन्न होती है। परिक्रमणों की संख्या तथा मापी के आवरण पर दिये स्थिरांक से अभिलेखित ऊर्जा, परिकलित की जाती है। मापी स्थिरांक को सामान्यतः निर्धार वोल्टता पर प्रति kWh परिक्रमणों की निश्चित संख्या से दिया जाता है।

अतः अभिलेखित ऊर्जा (kWh) = $\dfrac{\text{परिक्रमण}}{\text{परिक्रमण प्रति kWh}}$

वास्तविक ऊर्जा को अमीटर, वोल्टमापी, शक्ति गुणक मापी तथा समय से परिकलन किया जाता है।

अतः वास्तविक ऊर्जा $= \dfrac{E\,I\,\text{Cos}\,\theta \times t\,(\text{sec})}{1000 \times 3600}$

जहां 't' सेकेण्डों में,

परिपथ में अमीटर, वोल्टमापी तथा शक्ति गुणकमापी केबदले उपमानक ऊर्जामापी जोड़कर उसकेपायांकसे वास्तविकऊर्जा भी प्राप्त की जा सकती है।

$$\%\ \text{त्रुटि} = \frac{\text{अभिलेखित ऊर्जा - वास्तविक ऊर्जा}}{\text{वास्तविक ऊर्जा}} \times 100$$

दूसरी विधि में मापी के स्थिरांक को मानक मापी पायांक तथा समय (परीक्षण स्थिरांक) से परिकलित स्थिरांक से तुलना की जाती है। जब इस विधि से त्रुटि परिकलित की जाती है तो, सामान्यतः स्थिरांक को परिक्रमण प्रति kWh के बदले, वॉट सेकेंड प्रति परिक्रमण में व्यक्त किया जाता है।

$$\text{मापी स्थिरांक (वाट सेकेण्ड / परिक्रमण)} = \frac{3600 \times 1000}{\text{Rev. / KWH}}$$

$$\text{परीक्षण स्थिरांक} = \frac{E \times I \times T\,(\text{sec})}{\text{Rev.}}$$

$$\text{तथा }\%\ \text{त्रुटि} = \frac{\text{मापी स्थिरांक - परीक्षण स्थिरांक}}{\text{वास्तविक स्थिरांक } (T_1)} \times 100$$

रोटर के किसी निश्चित परिक्रमणों के लिए समय से तुलना करने पर

$$\%\ \text{त्रुटि} = \frac{T - T_1}{T_1} \times 100$$

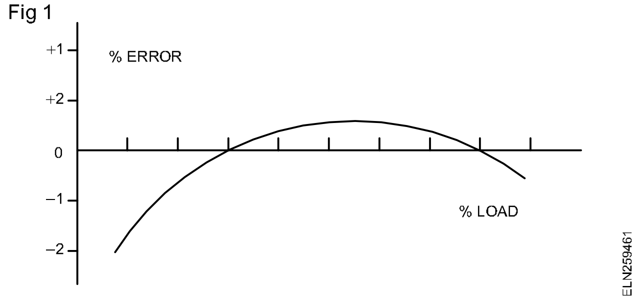
जहां T = परिक्रमणों की दिये गये संख्या के लिए सही समय है

$$= \frac{3600 \times 1000}{Rev. / KWH} \times \frac{Rev.}{Watts}$$

T_1 = समान संख्या परिक्रमणों के लिए वास्तविक समय, जैसा विरात घड़ी द्वारा पाया जाता हैं।

पायांकसे, प्रतिशत त्रुटि केलिए वक्रबनाम मापी पर प्रतिशत भार बनाया जाता है। यदि मापी, वास्तविक ऊर्जा से अधिक अभिलेखित करता है, (अर्थात शीघ्र चलता है) तो त्रुटि धनात्मक है तथा यदि वह कम पढ़ता है तो त्रुटि त्रणात्मक है। (Fig 1)

Fig 1



IS 722 के अनुसार अनुशंसा (Recommendations as per IS 722): भारतीय मानक के ब्यूरो IS 722 (भाग II 1977), के अनुसार, एकल कला ऊर्जा मापी को निम्नलिखित निर्धार तथा शुद्धता होना चाहिए।

- मानक मूल धारा (I_b) 2.5, 5, 10, 20 तथा 30A
- निर्धारित अधिकतम धारा (I_{max}), निर्धारित मूल धारा का 200%
- इकाई शक्ति गुणक पर आरंभन धारा, मूल धारा का 0.5 होगी।
- त्रुटियाँ की सीमाएँ निम्नानुसार होगी।

धारा का माना	शक्ति गुणक	% त्रुटि की सीमा
5% I_b	1	± 2.5
10% I_b से I_{max}	1	± 2
10% I_b	0.5 पश्चगामी	± 2.5
20% I_b से I_{max}	0.5 पश्चगामी	± 2

बहुमापी (Multimeters)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **बहुमीटर क्या है यह बताना**
- **बहुमापी के प्रकारों को बताना**
- **एनालॉग बहुमापी के कार्य सिद्धान्त का वर्णन करना**
- **बहुमापी द्वारा दिष्ट / प्रत्यावर्ती वोल्टताओं की मापन विधि का स्पष्टीकरण करना**
- **बहुमापी द्वारा प्रतिरोध मापन विधि का स्पष्टीकरण करना**
- **परिपथ में वोल्टता, धारा और प्रतिरोध मापते समय अपनायी गई सावधानियाँ का स्पष्टीकरण करना ।**

तीन मापीयन्त्र धारा, वोल्टेज और प्रतिरोध है । धारा, वोल्टता और प्रतिरोध मापन के लिए बहुमापी एक मापीयंत्र होता है जिसमें एक एम्पियर मापी वोल्ट मापी और ओम मापी के फलनों का समावेष होता है ।

धारा को एमीटर के द्वारा, वोल्टेज के वोल्टमीटर के द्वारा तथा प्रतिरोध को ओममीटर के द्वारा मापते हैं ।

इसकी फुल स्केल डिफ्लेक्शन निरन्तर ±1.5 % होता है । बहुमापी की संवेदनशीलता AC वोल्टेज रेंज 5 K ओम /वोल्ट से कम तथा DC वोल्टेज रेंज के लिए 20 K ओम / वोल्ट होती है । कम रेंज की DC दूसरों की तुलना में अधिक संवेदनशील होती है।

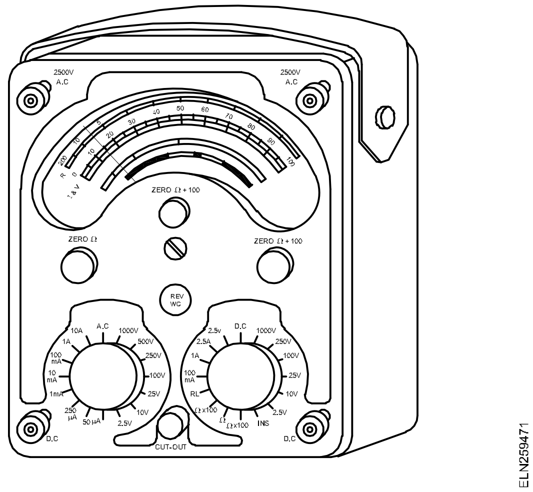
Figs 1a तथा 1b में बहुमीटर देखें ।

बहुमापी की संरचना (Construction of a multimeter)

Fig 2 में बहुमापी के एक एकीयमीटर का प्रयोग कैलीब्रेटेड स्केल के साथ वोल्ट में, ओम में तथा मिलीएम्पीयर में प्रयोग करते हैं । आवश्यक

Fig 1

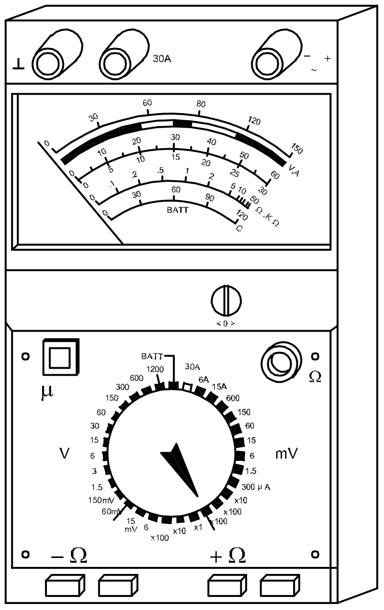
(a)



मल्टीप्लायर रजिस्टर तथा शंट रजिस्टर सभी इस केश में इकट्ठे होंगे । सामने के पैनल में चयन कुंजी एक अलग से मीटर तथा एक अलग रेंज फंक्शन के लिए उपलब्ध कराता है ।

Fig 1

(b)

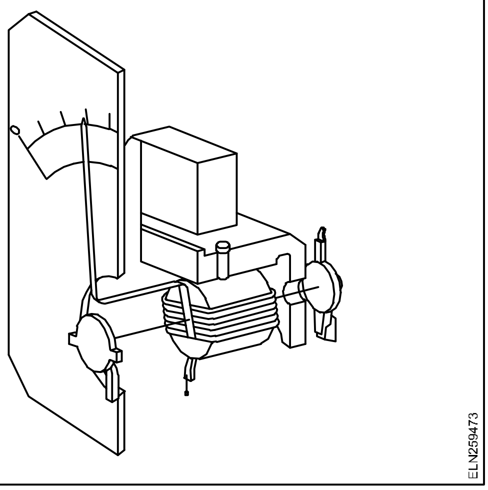


कुछ बहुमापी पर, दो कुंजियों का प्रयोग, एक फंक्शन से तथा दूसरी रेंज का चयन करते हैं । कुछ बहुमापी के पास इस कार्य के लिए कुंजी नहीं होती है । वे प्रत्येक कार्य तथा रेंज के लिए अलग जैक होता है ।

प्रतिरोध मापने के लिए बैटरी/सेलों के अन्दर जुड़ा हुआ मीटर पावर सप्लाई उपलब्ध कराता है ।

Fig 2 में डीसी एमीटर तथा वोल्टमीटर का प्रयोग मूविंग क्वाइल सिस्टम के लिए मीटर का प्रयोग करते हैं ।

Fig 2

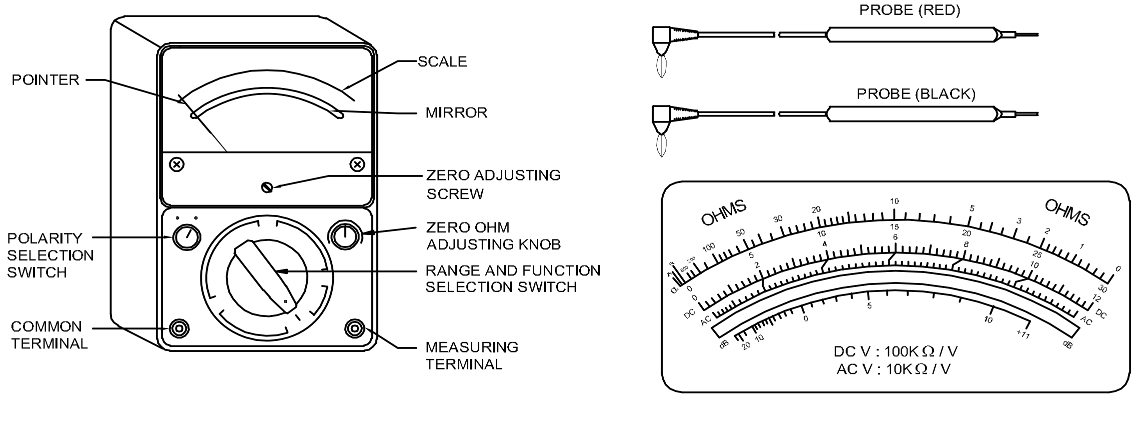


रेक्टीफायर मीटर के अन्दर AC से DC, AC मापीयंत्र परिपथ में उपलब्ध कराता है ।

बहुमापी के भाग (Parts of a multimeter)

Fig 3 में स्टैण्डर्ड बहुमापी के मुख्य भाग तथा कंट्रोल करना दिखाया गया है ।

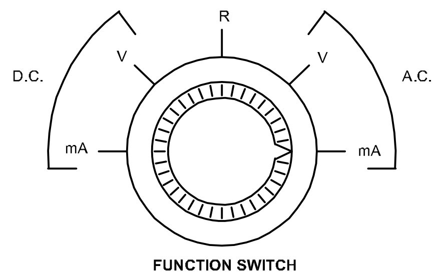
Fig 3



कंट्रोल (Controls)

कार्यकारी कुंजी स्विच के द्वारा मीटर को सेट करके धारा, वोल्टेज (AC तथा DC) अथवा प्रतिरोध मापते हैं । कुंजी को mA, AC में Fig 4 में दिये गये उदाहरण में सेट करें ।

Fig 4



रेंज स्विच (कुंजी) के द्वारा मीटर को जरूरी धारा, वोल्टेज अथवा प्रतिरोध को सेट करें । Fig 5 में स्विच को 2.5 volts अथवा mA कार्यकारी स्विच की सेटिंग पर आधारित सेट करें ।

Fig 5

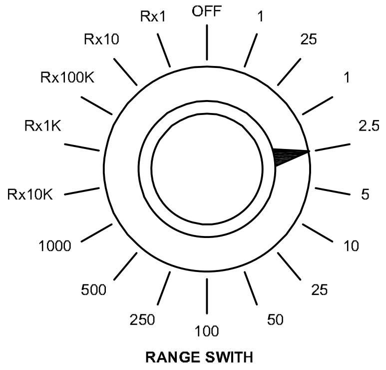


Fig 6 के उदाहरण में एक एकीय स्विच के द्वारा कार्यकारी मीटर को 25V DC और रेंज का चयन करना दिखाया गया है ।

Fig 6

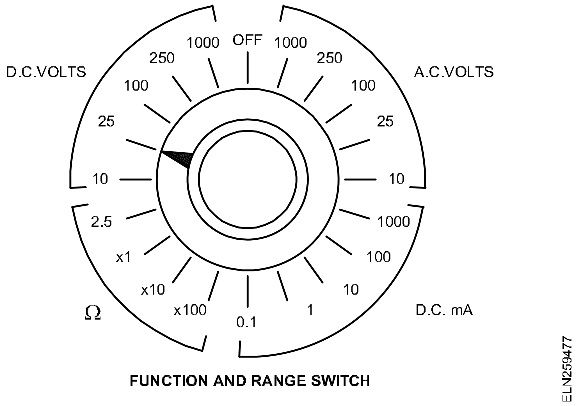
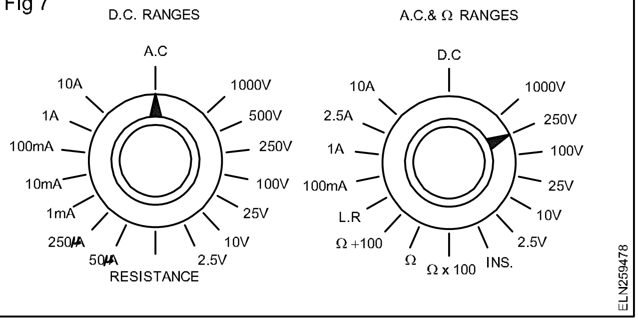


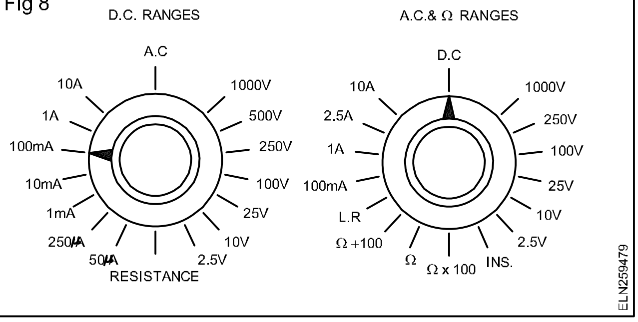
Fig 7 के उदाहरण में स्विच को 250V AC मीटर में दो कार्यकारी रेंज कुंजियों, एक DC रेंज के लिए तथा दूसरी AC और प्रतिरोध (ओम) रेंज के लिए दिखाया गया है ।

Fig 7



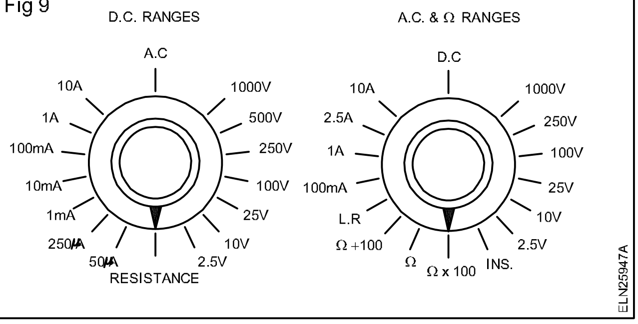
कुंजी को 100 mA DC से सेट करें (Fig 8)

Fig 8



(Fig 9) में कुंजियों को प्रतिरोध ओम x 100 रेंज में सेट करें ।

Fig 9



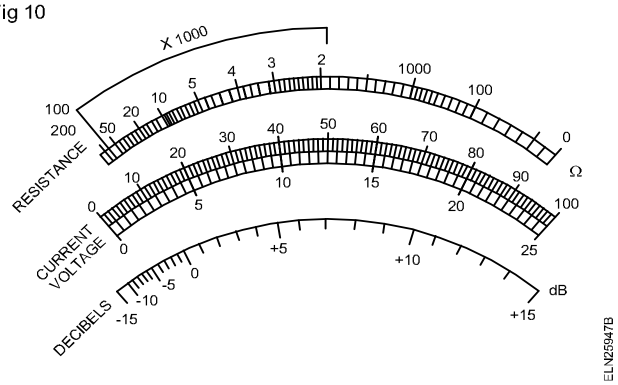
बहुमापी का स्केल (Scale of multimeter)

अलक स्केल के लिए उपलब्ध कराता है :

- प्रतिरोध (resistance)
- वोल्टेज तथा धारा (voltage and current) (Fig 10)

धारा और वोल्टेज की स्केल यूनीफार्मली ग्रेजुएटेड होती है ।

Fig 10



ओममापी की स्केल नॉनलीनियर होती है जैसेकि जीरो और अनन्त (infinity - ∞) के बीच डिविजन में बराबर स्पेस्ड नहीं है । अगर जीरो से बायीं तरफ स्केल में अधिक है तो डिविजन उसके पास साथ में होगा ।

स्केल का प्रयोग जीरो से दायी तरफ पीछे की ओर होता है ।

कार्य करने का सिद्धान्त (Principle of working)

एक परिपथ जब कार्य करता है तो एमीटर की तरह जैसा कि Fig 11 में दिखाया गया है ।

शंट प्रतिरोध के एक्रास मीटर मूवमेन्ट बाएपास धारा 0.05 mA एक्सेस करती है । शंट प्रतिरोध का एक निश्चित मान रेंज स्विच के द्वारा जरूरी रेंज के धारा मापीयंत्र के लिए चयन करें ।

जब परिपथ एक वोल्टमीटर की तरह कार्य करता है Fig 12 में देखें ।

मीटर क्वाइल के एक्रास वोल्टेज ड्राप धारा और क्वाइल प्रतिरोध पर निर्भर करता है । परिपथ के हिसाब से 50 mV से ज्यादा वोल्टेज इंडीकेट करता है । बहुप्लायर प्रतिरोध के विभिन्न मानों को रेंज कुंजी के द्वारा जरूरी रेंज मापीयंत्र के लिए श्रेणी क्रम में जोड़ते हैं ।

जब परिपथ एक ओममीटर की तरह कार्य करता है Fig 13 में देखें ।

प्रतिरोध को मापें, लीड को बाहरी प्रतिरोध से जोड़कर मापें Fig 13 में देखें । यह कनेक्शन परिपथ में बैटरी के अन्दर मीटर क्वाइल के द्वारा धारा उत्पन्न करता है, प्वाइंटर को डिफ्लेक्ट करके मापे गये बाहरी प्रतिरोध के मान के अनुक्रमानुपाती होता है ।

जीरो अनुकूलन (Zero adjustment)

जब ओममीटर की लीड खुली होती हैं, तो प्वाइंटर स्केल के बायीं ओर पूरी तरह से, अननन्त (infinite - ∞) प्रतिरोध (खुला परिपथ) को बताता है । जब लीड शार्ट (बंद) होती है, तो प्वाइंट स्केल के दायी ओर, जीरो प्रतिरोध को दर्शाता है ।

Fig 11

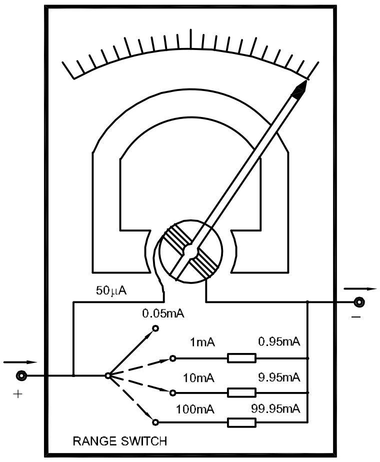


Fig 12

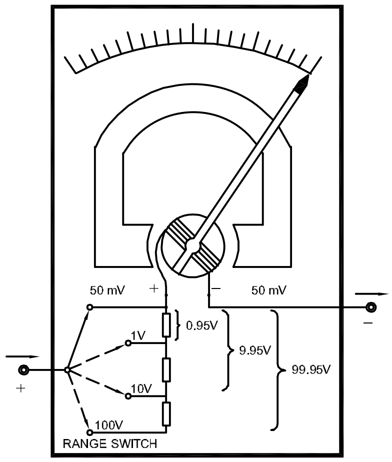
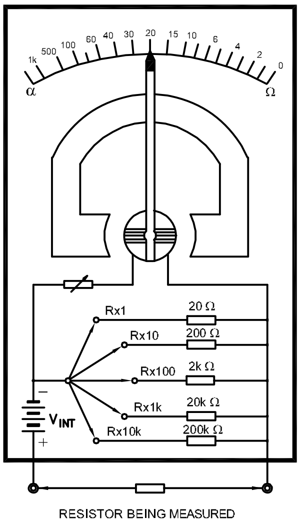


Fig 13



ELN25947C

वैरिएबल प्रतिरोध का कार्य धारा को एडजस्ट करना है इसलिए प्वाइंटर जीरो पर होता है जब लीड शार्ट होती है । इसका प्रयोग अन्दरूनी (internal) बैटरी के वोल्टेज में बदलाव के लिए करते हैं ।

बहु रेंज (Multiple range)

शंट (समान्तर) प्रतिरोधक का प्रयोग बहुरेंजों को उपलब्ध कराने के लिए करते हैं इसलिए मीटर प्रतिरोध मान की बहुत कम मान से बहुत अधिक मान तक को माप सकता है । प्रत्येक रेंज के लिए, एक विभिन्न मान का शंट प्रतिरोधक स्विच ऑन है । अधिक ओम रेंज के लिए शंट प्रतिरोध अधिक तथा सदैव सेन्टर स्केल रीडिंग की कोई रेंज पर बराबर होता है । इन रेजों की ओममीटर अथवा वोल्टमीटर से रुकी हुई अलग सटिंग होती है स्केल ओममीटर की रीडिंग पर रेंज सेटिंग के द्वारा फैक्टर इंडीकेट से गुणक है ।

याद रखें, ओममीटर तब परिपथ से जुड़ा नहीं होता है जब परिपथ की पावर ऑन होती है । सदैव पावर को आफ (बन्द) करने से पहले ओममीटर को जोड़ते हैं ।

अंकीय बहुमीटर (Digital multimeters)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एनलोग (analogue) और अंकीय प्रकार के बहुमीटर के बीच विभेद करना**
- **अंकीय बहुमापी का प्रयोग करके वोल्टेज नापने की विधि स्पष्ट करना**
- **अंकीय बहुमापी के प्रकार बताकर उनकी सूची बनाना**
- **डिजिटल बहुमापी के अनुप्रयोगों को स्पष्ट करने में ।**

बहुमापियों के प्रकार (Types of multimeters)

सम्यक प्रकार (Analogue types)

- चयनक कुंजी प्रकार (Selector switch type)
- बहुप्लग प्रकार (Multi-plug type)

अंकीय प्रकार (Digital types)

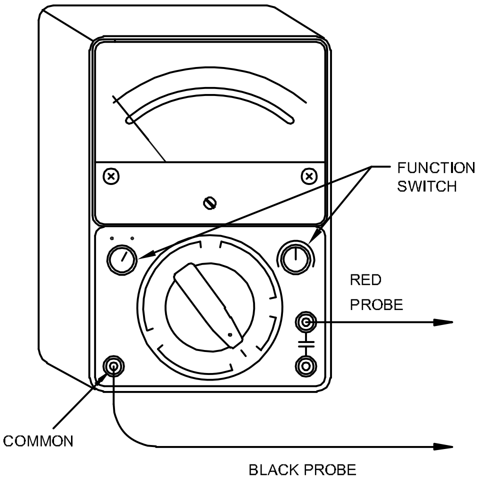
- चयनिक कुंजी प्रकार (Selector switch type)
- स्वपरासन प्रकार (Auto-ranging type)
- LCD प्रकार (LCD display)

सम्यक प्रकार मापी (Analogue type multimeters)

इनमें एक मापी संचालन यंत्र एक अशांकन पैमाना और संकेतक होता है। पैमाने पर संकेतक की स्थिति देख कर प्रेक्षण किया जाता है।

यह पहले वर्णित बहुमापी सदृश्य प्रकार का मापी है। (Fig 1)

Fig 1



ELN259481

अंकीय बहुमापी में मापी संचलन को एक अंकीय पठन अनुरूप से प्रतिस्थापित किया जाता है। (Fig 2 और 3) यह पठन अनुरूप इलेक्ट्रानिक

गणकों में प्रयुक्त जैसा होता है। अंकीय बहुमापी की आंतरिक परिपथिता अंकीय एकीकृत परिपथों से निर्मित होती है सम्यक प्रकार के बहुमापी की भांति अंकीय बहुमापीय में एक सम्मुख पैनेल कुंजीयन व्यवस्था होती है ।

Fig 2

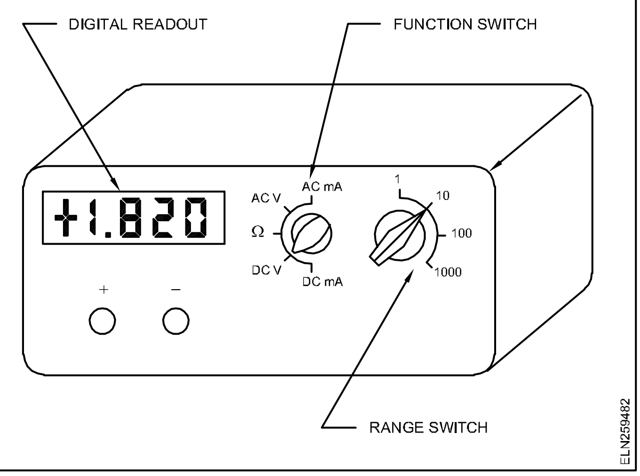
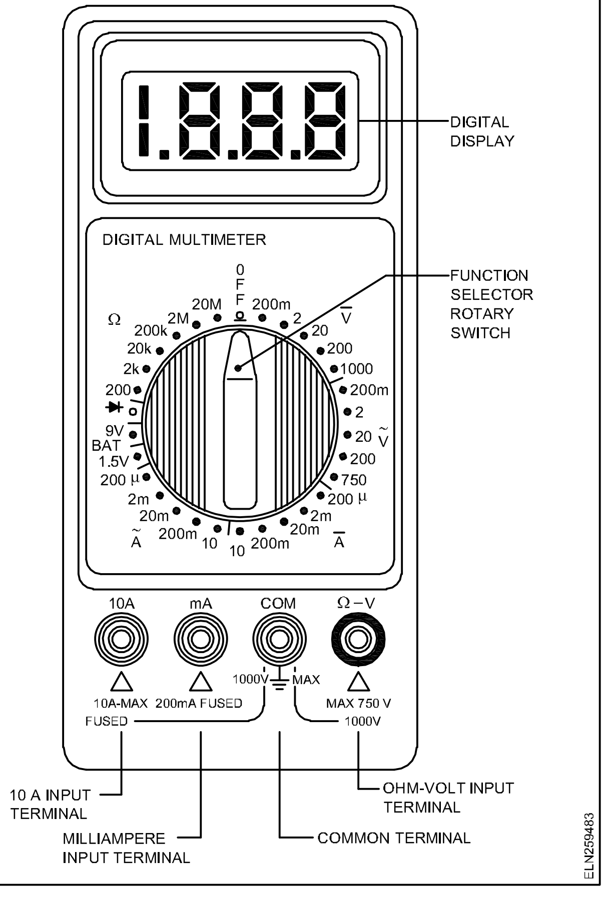


Fig 3



मापित की गई संख्या उचित दशमलव अव स्थिति बिन्दु सहित एक चार अंकीय संख्या के रूप में प्रदर्शित होती है जब DC संख्यायें मापी जाती है तेा ध्रुवता का अभिनिर्धारण प्रदिर्शत '+' अथवा '–' चिन्ह से संख्या के बायी ओर प्रदिर्शत होता है।

DMM फलन (DMM Functions): अधिकांश DMMS के मौलिक फलन सम्यक बहुमापियों की भांति ही है,जैसे :-

- ओम (ohms)
- DC वोल्टता और धारा
- AC वोल्टता और धारा

कुछ DMM विशेष फलन जैसे ट्रांजिस्टर, अथवा डायोड परीक्षण शक्ति मापन, और श्रृव्य प्रवर्धक पीरक्षणों के लिये डेसीबल मापन, युक्त होते हैं।

DMM प्रदर्शन (DMM displays): LCD (द्रव्य क्रिस्टल प्रदर्शन) अथवा LED (प्रकाश उत्सर्जक डायोड) पठन अनुरूप युक्त DMM उपलब्ध हैं बैटरी ऊर्जित मापी यंत्र में सामान्यतः सर्वाधिक प्रयुक्त पठन अनुरूप LCD है, क्योंकि यह बहुत कम धारा लेते हैं।

एक LCD पठन अनुरूप युक्त एक आदर्श बैटरी ऊर्जित, DMM एक 9V बैटरी जो कुछ सौ घंटे से लेकर 2000 घंटें से अधिक, पर प्रचालित होता है LCD पठन अनुरूप की हानियां (a) इनकों निर्बल प्रकाश परिस्थितियों में देख पाना केवल कठिन ही नही प्रत्युत असम्भव होता है और (b) मापन परिवर्तन अनुक्रिया के लिये अपेक्षाकृत मंद होते है ।

इसके विपरीत LED रात्रि में भी दृश्य होते है, और मापित मानों में परिवर्तन को शीघ्रता से प्रतिवादन (respond) करते हैं। LCD की तुलना में LED प्रदर्शन में कहीं अधिक धारा वांछित होती जाता है।

Fig 4 के अनुसार LCD और LED-DMM दोनों प्रदर्शन एक सात खंड कलेवर में होते है।

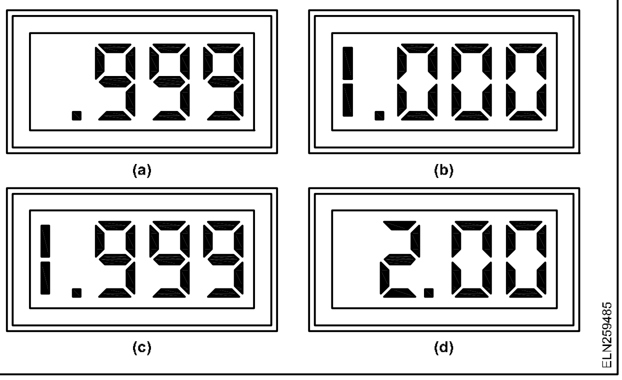
Fig 4

कई मापियों के प्रदर्शन में $3^1/_2$ अंक होते है स्पष्टीकरण के लिये हम एक प्रकरण प्रयुक्त करेंगें। एक $3^1/_2$ अंक बहुमापी में तीन अंक स्थितियां है जो 0 से 9 तक संकेत कर सकती है, और एक अंक स्थिति जो केवल 1 के मान का संकेत कर सकती है। अंत का यह अंक अर्ध अंक कहलाता है और प्रदर्शन में अधिकतम सार्थक अंक होता है।

उदाहरण के लिये, माना एक DMM क पाठ 0.999V है जैसा कि Fig 5a में दिखाया गया है, यदि वोल्टता 0.001V से बढाकर 1V कर दिया जाता है तो प्रदर्शन यथार्थ 1.000Vप्रदर्शित करता है जैसा कि Fig 5b में दिखाया गया है। इसलिये $3^1/_2$ अंकों के साथ 0.001V का परिवर्तन देखा जा सकता है।

अब माना कि वोल्टता बढकर 1.999V हो जाती है यह मान Fig 5c के अनुसार मापी पर संकेतित होती है। यदि वोल्टता में 0.001V की वृद्धि से वोल्टता 2V हो जाती है, तो अर्ध अंक 2 प्रदर्शित नही कर सकता, इसलिये प्रदर्शन 2.00 प्रदर्शित करता है। अर्ध अंक रिक्तत हो जाता है और केवल तीन अंक सक्रिय रहते हैं, जैसा कि Fig 5d में दिखाया गया है। 8 अंकों से 4 का प्रदर्शन करने वाले DMM भी उपलब्ध है।

Fig 5



बहुमापी सुरक्षा - सावधानियां (Multimeter : Safety precautions): बहुमापी के उपयोग में सुरक्षा एक महत्वपूर्ण तकनीकि कौशल है विद्युत मापन के समय आप एक अदृश्य और बहुधा प्राणघातक बल से व्यवहार करते है। 30V से अधिक वोल्टता स्तर जीवान्त कर सकते है। निम्नलिखित सुरक्षा सावधानियों का सदैव अनुपालन करना चाहिये।

- एक विद्युन्नमय परिपथ पर ओममापी खण्ड का कभी प्रयोग न करें ।
- एम्पियर मापी खण्ड का वोल्टता स्रोत से समान्तर में कभी सम्बन्ध न करें ।
- परास कुंजी नियोजन के अत्यधिक अतरिक्त धराओं अथवा वोल्टत्ताओं को मापने के लिये एम्पियार मापी और वोल्टमापी खणडों का अधिक भारण न करें।
- कार्य प्रारम्भ करने के पूर्व शोर युक्त और टूटे रोधन के लिये मापी परीक्षण अग्रणों की जांच कर लें ।
- परीक्षण ऐषणी प्राफ के टिप्स अथवा अरोधित धातु क्लिप को स्पर्श न करें।
- मापी परीक्षण ऐषणियों को परिपथ में सम्बन्धित करने से पहले यथा सम्भव वोल्टता हटा दें।
- विद्युन्नमय से मापी परीक्षण अग्रणों को सम्बन्धित करते समय एक हाथ को दुर्घटना आघात के संकट को कम करने के लिये अपनी ओर लटकाये रखे।
- दुर्घटना आघात के संकट को कम करने के लिये परीक्षण पूर्ण हो हाने के तुरन्त पश्चात मापी परीक्षण अग्रणों को विश्लेदित कर दें।

अंकीय बहुमापी के अनुप्रयोग (Applications of Digital multimeter): एक बहुमापी का उपयोग वैद्युता /इलेक्ट्रोनिक परिपथों वैद्युत उपसाधनों और मशीनों के परीक्षण और दोष ज्ञात करने में होता है। इसके उचित उपयोग के ज्ञान से उत्तम फल प्राप्त होने में सहायता मिलती है ।

- विद्युत कर्मियों द्वारा निम्न के लिये प्रयुक्त यह एक सुविधाजनक मापी यन्त्र है।
- परिपथों, उपसाधनों और युक्तियों के परिपथों की अविच्छिन्नता जांच के लिये,
- घटकों की स्थिति, जांच के लिये, तथा पंक्ति मापन में, सिरों पर वोल्टता पात के लिये, प्रतिरोध मापन करके।
- परिपथ द्वारा ली गई धारा मापन द्वारा उनकी स्थिति ज्ञात करने के लिये
- वैद्युत उपसाधनों युक्तियों के प्रतिरोध मापन द्वारा उनकी स्थिति ज्ञात करने में

टिप्पणी : कुछ मीटरों में तापमान के लिए उपयुक्त संवेदी एषणियों की भी व्यवस्था होती है ।

अनुरूप और अंकीय बहुमीटरों की तुलना

अनुरूप टाइप	अंकीय टाइप
मापदंड में चल पुर्जे होते हैं मीटर के प्रयोग में सावधानी बरतनी चाहिए ।	कोई चल पूर्जा नहीं होता ।
प्रयोग की स्थिति स्थिर होती है और उसे बदलना नहीं चाहिए ।	किसी भी स्थिति में प्रयोग किया जा सकता है ।
पैरेलेक्स के कारम रीडिंग त्रुटियाँ सम्भव होती हैं ।	रीडिंग त्रुटि नहीं होती क्योंकि उनके संख्यात्मक प्रदर्श होते हैं ।
सूचना का वास्तविक मान संगणन से प्राप्त होता है ।	संगणन की जरूरत नहीं होती क्योंकि मान प्रत्यक्षतः सूचित होते हैं ।
प्रतिरोध मापन के लिए हस्त शून्य सैटिंग जरूरी होती है ।	प्रतिरोध मापन के लिए शून्य सैटिंग स्वतः होती है ।
आटोरेंज सैटिंग सम्भव नहीं होती ।	आटोरेंजिंग मापयंत्र उपलब्ध है ।
परिमित मात्रा में यह अल्पाविधि अन्तर और सज्ञान ढूंढ सकता है ।	सम्भव नहीं क्योंकि अनुक्रिया धीमी होती है ।
आशंकित स्केल के ऊपर संकेतक ही हरकत द्वारा परिमित मात्रा सूचित होती है ।	अंकीय संख्यात्मक पठन ।
मापन परिपथ पर भार होता है ।	वास्तव में कोई भार नहीं होता है ।

एनलॉग मल्टीमीटर का अंशाकन (Calibration of analog multimeter)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **एनलॉग और डिजिटल मल्टीमीटर के प्रकार्य संक्षेप में बताना**
- **एनलॉग मल्टीमीटर के भागों के प्रकार्य बताना**
- **एनलॉग मल्टीमीटर के अंशाकन की प्रक्रिया स्पष्ट करना ।**

एनलॉग मल्टीमीटर (Analog multimeter)

मल्टीमीटर वह उपकरण है जिससे रसिस्टान्स (ऑममीटर), वोल्टेज (वोल्टमीटर) और करन्ट (एम्मीटर) मापे जाते हैं । इन सभी को (ऑममीटर, वोल्टमीटर और एममीटर) को एक साथ एक मीटर के रूप में संकलित किया जाता है । जिसे मल्टीमीटर कहा जाता है जो कि मल्टिपल मीटर का लघुरूप है । कुछ लोग इसे VOM मीटर भी कहते हैं । (Fig 1)

Fig 1

ELN259491

मूलभूत मल्टीमीटर के प्रमुख प्रकार हैं - एनलॉग और डीजिटल मल्टीमीटर डीजिटल मल्टीमीटर नापे गये परिवर्तनों को अंकीय संकेतों में बदलता है और अंकीय मानों को परदे पर प्रदर्शित करता है । वहीं एनलॉग मल्टीमीटर एक सूई का प्रयोग करता है जो थिरकती है और मान प्रदर्शित करता है। इसका प्रयोग थोड़ा मुश्किल है क्योंकि वह अनेक प्रकार्यों का प्रयोग करता है और उसका पैमाना एक पक्षीय नहीं होता ।

मल्टीमीटर के भाग (Multimeter parts)

मल्टीमीटर का पैमा (Multimeter Scale)

- एप पैमाना जिस पर अंकीय मान हो उसका प्रयोग नापे गये चल मानों को पढ़ने के लिए होता है । ऊपर का पैमाना रसिस्टान्स नापने के लिए होता है और नीचे का पैमाना वोल्टेज और करन्ट नापने के लिये ।

पाइन्टर (Pointer)

- यह नापी जा रही करन्ट की मात्रा का मान बताता है ।

सेक्टर नॉब (Selector knob)

- यह प्रयुक्त होनेवाले प्रकार्यों के चयन हेतु सिलेक्टर स्वीट्च है ।

टेस्ट प्रोब (Test probe)

- यह मल्टीमीटर का इनपुट भाग है । लाभ प्रोब पाज़ेटीव के लिए है और काला प्रोब सामान्य है ।

शून्य ohm संयोजक (Zero ohm adjuster)

- यह मल्टी मीटर का वह भाग है जहाँ संयोजन किया जाता है जिससे पाइन्टर शून्य की ओर न सूके ।

अंशांकन (Calibration)

- मल्टीमीटर के उसके ओममीटर प्रकार्य पर लगायें जो सिलेक्टर नोब के नीचेवाले दायें भाग पर लगा होता है ।

  मल्टीप्लायरों का प्रयोग Ohm मीटर की स्केलिंग को बढ़ाने या बदलने के लिए होता है जिससे अच्छे परिणाम मिलें ।

- सिलेक्टर नोब को मल्टीप्लायर पर रखें ।
- मल्टीमीटर के टेस्ट प्रोब को बन्द करें । पाइन्टर को शून्य का संकेत देना चाहिए क्योंकि वहाँ नापने के लिए कुछ भी नहीं है ।
- यदि वह शून्य की तरफ निर्देश नहीं कर रहा है तो उसको शून्य पर स्थित करें । ohm संयोजक पर शून्य को ढूँढे और नोब को तब तक घूमाएँ जब तक वह शून्य का निर्देश नहीं देता ।
- अब पाइन्टर शून्य पैमाने के निर्देश दे रहा है । इसका अर्थ है यह प्रयोग के लिए तैयार है ।

x10 (अथवा) x100, गुणांकों के लिए प्रक्रिया को दोहराएँ जिससे फिर से अंशाकन हो ।

कला अनुक्रम संकेतक (मापी) (Phase-sequence indicator (Meter))

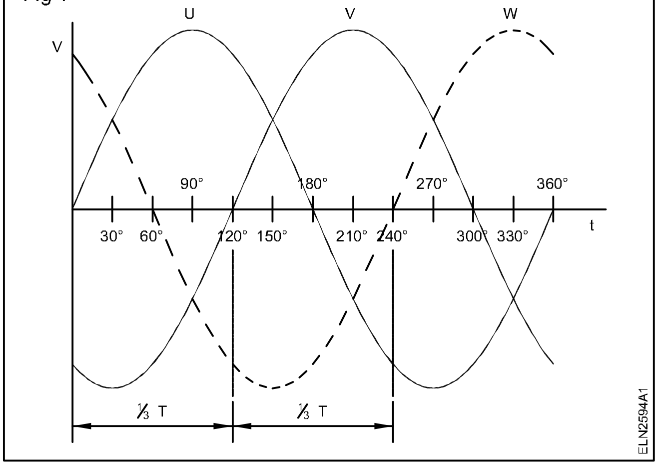
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **कला अनुक्रम संकेतक द्वारा एक तीन कला आपूर्ती के कला अनुक्रम को ज्ञात करने की विधि का वर्णन करना**
- **चोक और लैम्प तथा कैपेसिटर और लैम्प से कला अनुक्रम संकेतक के प्रयोग की विधि बताना ।**

पुनरीक्षण (Review)

एक तीन कला प्रत्यावर्तक में कुण्डलों के तीन नियोजन 120° के अन्तर पर रखे होते है। और उनका निर्गम एक तीन कला वोल्टता होता है। जिसे Fig 1 में प्रदर्शित किया गया है। एक तीन कला वोल्टता में तीन वोल्टता तरंगें होती है जो 120 वैद्युत अंश से अलग होती है।

प्रारम्भ में कला U शून्य वोल्ट से निकलता हुआ धनात्मक वृद्धित वोल्टता (Fig 1) V से अनुगमित होता है। इसका शून्य आवर्तकाल के एक तिहाई समय पश्चात पहुंचता है। यही V के सापेक्ष W के साथ होता है। जिस क्रम में तीन कलायें अपने अधिकतम और न्यूनतम मानों को प्राप्त करती है कला अनुक्रम कहलाता है। यहां दिये गये प्रदर्शन में कला अनुक्रम U,V,W है।

Fig 1



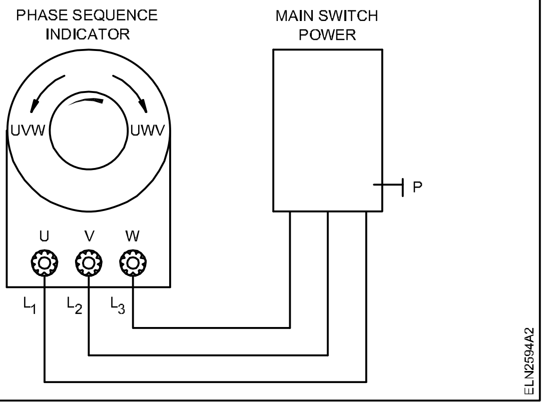
सही कला अनुक्रम का महत्त्व (Importance of correct phase sequence) : विभिन्न तीन कला निकायों के निर्माण और सम्बनधन मे सही कला अनुक्रम महत्व पूर्ण है। उदाहरण के लिये सही कला अनुक्रम उस समय महत्वपूर्ण होता है जब तीन प्रत्यावर्तकों के निर्गमों का एक उभय वोल्टता निकाय में समान्तरण करना आवश्यक होता है। एक प्रत्यावर्तक की कला 'U' दूसरे कला प्रत्यावर्तक की कला 'U' से सम्बन्धित होना चाहिये। कला 'V' का 'V' से और कला 'W' का 'W' से और इसी प्रकार सभी का एक दूसरे से सम्बन्ध होना चाहिये।

एक प्रेरक मोटर के लिये अनुक्रम के उत्क्रमण से मोटर घूर्णन में दिशा उत्क्रमण होता है और मशीनरी गलत दिशा में चलती है।

कला अनुक्रम संकेतक (मापी) (Phase-sequence indicator (meter)): एक तीन कला निकाय का कला अनुक्रम संकेतक (मापी) सही कला अनुक्रम को प्रदत्त कराना सुनिश्चित करता है। कला अनुक्रम संकेतक में तीन टर्मिनल्स 'UVW' होते है। जो आपूर्ती के तीन कलाओं से सम्बन्धित होते है। जब संकेतक में आपूर्ती भरण होता है संकेतक में एक चकती वामावर्त अथवा दक्षिणावर्त दिशा में घूमती है।

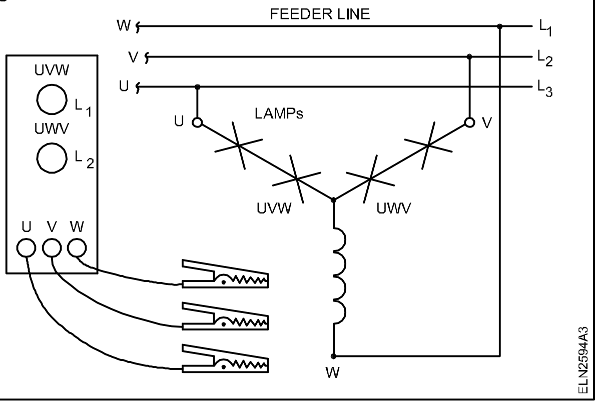
चकती गति की दिशा संकेतक पर बने वाणाग्र से चिन्हित की जाती है वाणाग्र के नीचे सही अनुक्रम चिन्हित होता है (Fig 2) । तीन कला निकाय का कला अनुक्रम तीन कलाओं में से किन्ही दो के सम्बन्ध उत्क्रमण द्वारा उत्क्रमित किया जा सकता है।

Fig 2



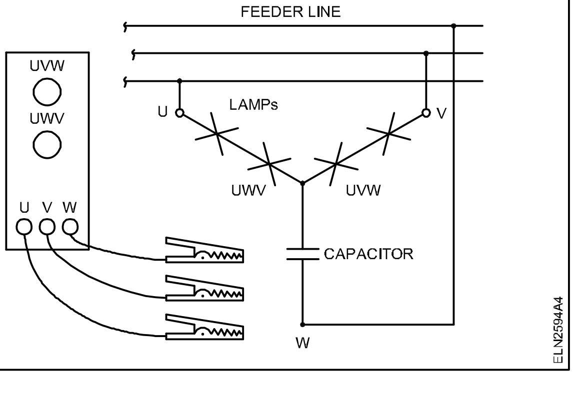
चोक और लैम्पों के उपयोग से कला अनुक्रम संकेतक (Phase-sequence indicator using capacitor & lamps) : कला अनुक्रम संकेतक में चार लैम्प और सितारा निर्माण स्तर (Y) से जुड़ा एक प्रेरक होता है। एक परीक्षक अग्रण को Y की प्रत्येंक टांग से जोड़ दिया जाता है एक लैम्प युगुल में U-V-W चिन्ह और दूसरे पर U-W-V चिन्ह होते है। जब तीन अग्रणों को एक तीन कला लाइन से जोडते है तो अधिक तीव्रता से प्रकाशित लैम्प कला अनुक्रम का संकेत देता है। (Fig 3)

Fig 3



संघारित्र और लैम्पों के उपयोग से कला अनुक्रम संकेतक : कला अनुक्रम संकेतक में चार लैम्प और सितारा निर्माण स्तर (Star formation) (Y) से जुड़ा एक संघारित्र होता है। एक परीक्षण अग्रण को Y की प्रत्येक टांग से की जोड़ दिया जाता है। लैम्पों का एक युगुल पर U-V-W चिन्ह और दूसरे पर U-W-V चिन्ह होते है। जब तीन अग्रणों को एक तीन कला लाइन से जोडते है तो अधिक तीव्रता से प्रकाशित लैम्प कला अनुक्रम का संकेत देता है। (Fig 4)

Fig 4



आवृत्ति मापी (Frequency meter)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **आवृत्ति मापियों के प्रकार बताना**
- **एक यांत्रिक अनुनाद (कम्पित रीड प्रकार के) आवृत्ति मापी के सिद्धान्त, रचना और कार्यान्वन का वर्णन करना**
- **एक वैद्युत अनुनाद प्रकार के आवृत्ति मापी की रचना और कार्यान्वन सिद्धान्त का वर्णन करना**
- **एक अनुपात मापी प्रकार के आवृत्ति मापी की रचना और कार्यान्वन सिद्धान्त स्पष्ट करना ।**

शक्ति आवृत्ति के मापन के लिये निम्न प्रकार के आवृत्ति मापी प्रयोग में लाये जाते हो ।

- यांत्रिक अनुनाद प्रकार (Mechanical resonance type)
- वैद्युत अनुनाद प्रकार (Electrical resonance type)
- विद्युत गतिज अनुनाद प्रकार (Electro-dynamic type)
- विद्युत डायनमोंमापी अनुनाद प्रकार (Electro-dynamometer type)
- वेष्ठन प्रकार (Weston type)
- अनुपात मापी प्रकार (Ratiometer type)
- संतृप्त क्रोण प्रकार (Saturable core type)

उपर्युक्त शक्ति आवृत्ति, उपरोक्त शक्ति मापियों के अतिरिक्त अन्य प्रकार के उपस्कर जैसे इलेक्ट्रानिक आवृत्ति गणक आवृत्ति सेतु, स्ट्रोबोस्कोप मापी और कम्पन्न दर्शी जिन्हें व्यापक परास की आवृत्तियों के मापन में प्रयुक्त किया जाता है, भी है।

जैसा कि नीचे संकेतक दिया गया है यह स्पष्टीकरण तीन प्रकार के आवृत्ति मापियों के लिये है

वे है :

- यांत्रिक अनुनाद प्रकार (mechanical resonance type)
- वैद्युत अनुनाद प्रकार (electrical resonance type)
- अनुपात मापी प्रकार (ratiometer type)

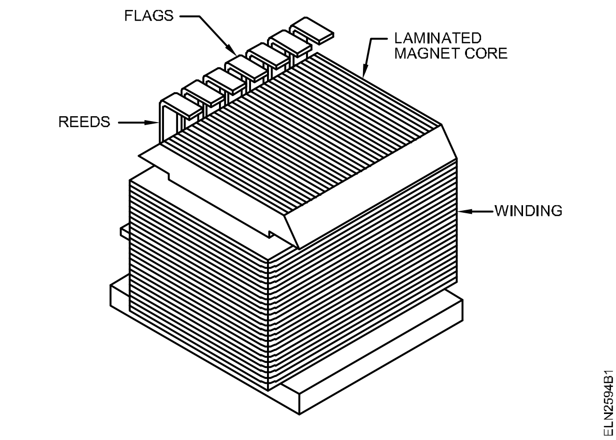
प्रशिक्षुओं को परामर्श दिया जाता है कि अन्य प्रकार के आवृत्ति मापियों के अध्ययन के लिये वे वैद्युत मापन माप यन्त्रों पर पुस्तकें देखें ।

यांत्रिक अनुनाद प्रकार आवृत्ति मापी (कम्पन रीड प्रकार) (Mechanical resonance type frequency meter (vibration reed type))

सिद्धान्त (Principle): कम्पन रीड प्रकार के आवृत्ति मापी Fig 1 में प्रदर्शित प्राकृतिक आवृत्ति के सिद्धान्त पर कार्य करते है। विश्व में प्रत्येक वस्तु की प्राकृतिक आवृत्ति होती है जो भार और परिसीमाओं पर निर्भर करती है जब किसी वस्तु को एक कम्पन्न माध्य में रखा जाता है यह कम्पन्न करना प्रारम्भ कर देता है।

यदि माध्यम की आवृत्ति वस्तु की प्राकृतिक आवृत्ति के बराबर हो जाती है और कम्पन्नों को नियत्रित न किया जाय तो वस्तु का पूर्ण विनाश तक हो सकता है। इसका एक उत्तम उदाहरण खिडकी की कांच की पट्टियों का नीची उडान के वायुयानों के कारण कम्पन द्वारा टूट जाना है।

Fig 1



रचना (Construction): यात्रिक अनुनाद प्रकार के आवृत्ति मापी में एक वैद्युत चुम्बक विद्युत चुम्बक के सम्मुख व्यवस्थित धातीय रीड्स का एक नियोजन होता है। आवृत्ति मापी को आपूर्ति जैसे वोल्टता निर्धारण का ध्यान रखते हुये वोल्टता मापी से जोड दिया जाता है (Fig 2) ।

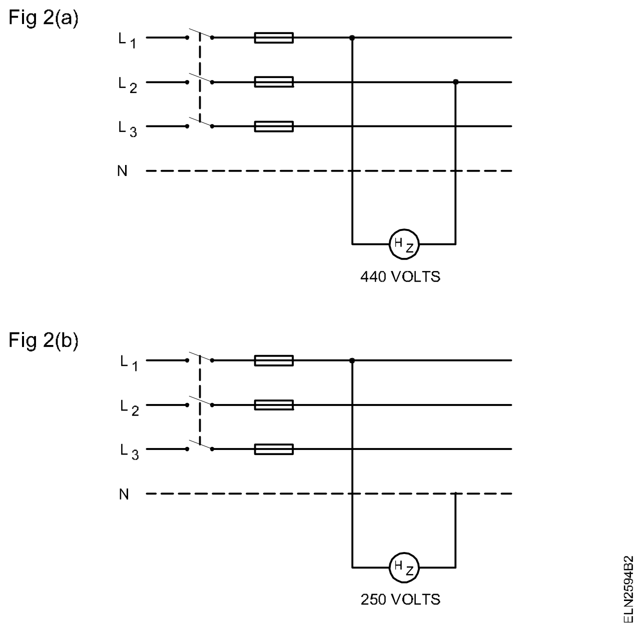


Fig 3 में रीड की आकृति दिखायी गई है जो लगभग 4mm चौडी ओर 0.5mm मोटी होती है। रीड का एक किनारा आधा पर लगा होता है और दूसरा श्वेत रंग की सतह वाला अति निलमबित किनारा होता है जिसे कभी कभी झण्डा कहते है।

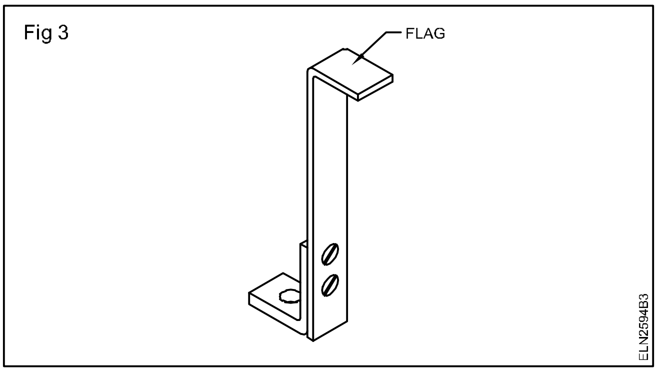


Fig 3

रीड्स एक पंक्ति में व्यवस्थित होती है और उनकी प्राकृतिक आवृत्तियों में आधे चक्कर का अन्तर होता है। आधे चक्र का अन्तर रीड्स के भार में अन्तर के कारण सम्भव होता है। Fig 4 के अनुसार रीड्स की व्यवस्था उनके आरोही क्रम में की जाती है और केंन्द्र रीड की प्राकृतिक आवृत्ति प्रायः आपूर्ति आवृत्ति (50Hz) के समान होती है।

कार्यान्वन (Working): जब आवृत्ति मापी को आपूर्ति से सम्बन्धित किया जाता है तो वैद्युत चुम्बक एक चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन करता है जो आपूर्ति आवृत्ति के अनुसार प्रत्यावर्तित होता है। वह रीड् जिसकी प्राकृतिक आवृत्ति प्रत्यावर्ती चुम्बकीय क्षेत्र आवृत्ति से सम्पाती होती है संलग्न रीडस की तुलना में Fig 4b के अनुसार अधिक कम्पित होती है।

कम्पित रीड का झण्डे द्वारा आवृत्ति मापी की पैमाने अंशाकन से आपूर्ति आवृत्ति का ज्ञात कर सकना सम्भव हो जाता है। Fig 4b के अनुसार यद्यपि अन्य रीड्स भी कम्पित होती है उनके परिमाण उस रीड की तुलना में जिसकी आवृत्ति आपूर्ति की सम्पाती होती है बहुत कम होते है।

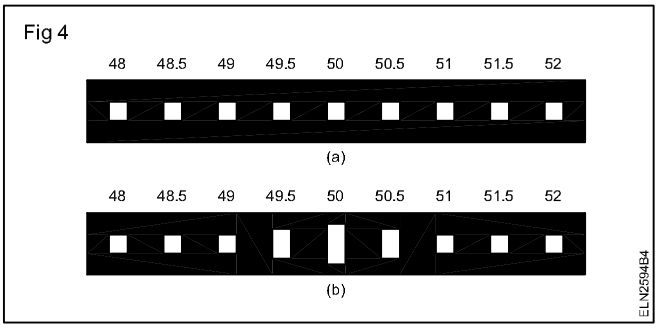


Fig 4

गुण और अवगुण (Advanges and disadvantages):

रीड प्रकार आवृत्ति मापी के निम्न गुण हैं।

संकेत, i) आरोपित वोल्टता के तरंग रूप, ii) आरोपित वोल्टता के परिमाण, यदि वोल्टता बहुत कम नही है के स्वतन्त्र होते है। लघु वोल्टता पर रीड के झण्डा संकेत विश्वनीय नही होगें।

अवगुण यह है कि मापी आसन्न रीड के बीच की आवृत्ति अन्तर के आधे से कम समीपता तक मापित नही कर सकता और विशुद्धता मुख्य रूप से रीड्स के उचित समस्वरण पर निर्भर करती है।

वैद्युत अनुनाद आवृत्ति मापी - वैद्युत डायनमों मापी प्रकार (Electical resonance frequency meter - Electro dynameter type):

रचना (Construction): यह मापी दो स्थिर कुण्डलों और Fig 5 केअनुसार आपूर्ती से जुडे एक चल कुण्डल से बना होता है। स्थिर कुण्डल (1) एक प्रेरक L_1 और संघारित्र C_1 से निर्मित अनुनाद परिपथ से होकर मेन्स से जुडा होता है। इसी प्रकार स्थिर कुण्डल () प्रेरक L_2 और संघारित्र C_2 से निर्मित अनुनाद परिपथ से जुडा होता है।

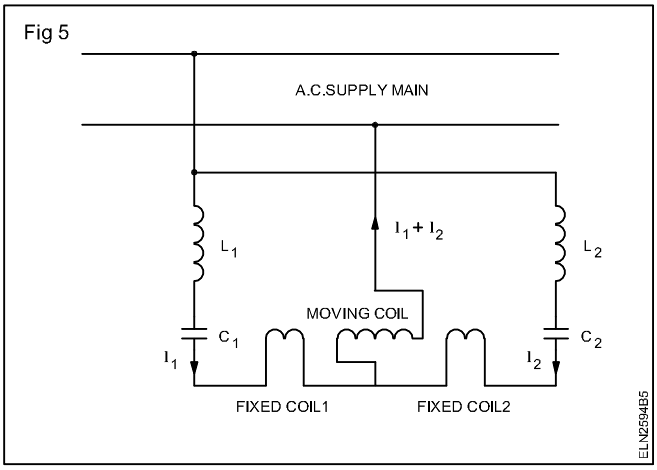


Fig 5

स्थिर कुण्डल का अनुनाद परिपथ (1) आवृत्ति f_1 माना 45Hz के समस्वरित किया जाता है जो स्थिर कुण्डल 2 की समस्वरित आवृत्ति f_2 माना 60Hz से कम होती है। चल कुण्डल दो स्थिर कुण्डलों की धारा I_1 और I_2 का सदिश योग होता है।

कर्यान्वन (Working): जब मापी को आपूर्ती जिसे मापना है से जोडते है स्थ्रि कुण्डल कला धारायें आवृत्ति के परिमाण के निर्भरता के अनुसार ले जाती है। उदाहरणार्थ 50Hz आपूर्ति आवृर्ति पर स्थिर कुण्डल (1) से धारा प्रेरित होगी। (पश्चित धारा क्योंकि इसकी अनुनाद आवृत्ति 50Hz से कम है) और स्थिर कुण्डल (2) धारा धारितीय होगी। (अग्रित धारा क्योंकि अनुनाद आवृत्ति 50Hz से अधिक है) ।

इस छड स्थिर कुडल (1) प्रेरित धारा और धारितीय धारा स्थिर कुण्डल (2) में समान परिमाण और विपरीत कलाओं में होगी । इसलिये एक दूसरे को निरस्त कर देगी और चल कुण्डल में कोई धारा नही होगी। फलस्वरूप आघूर्ण शून्य होगा।

इसलिये संकेतक केंन्द्रीय स्थिति जहां डायल पर 50Hz चिन्हित है। 50Hz से कम आवृत्तियों पर संकेतक संचलन स्थिर कुण्डल (1) की धारा से प्रभावित होगा। और तत्संगत कम आवृत्तियां प्रदर्शित करेगा। 50Hz से अधिक आवृत्तियों से संकेतक स्थिर कुण्डल (2) की धारा से प्रभावित होगा और संगत उच्च आवृत्तियां प्रदर्शित करेगा।

इस मापी में नियन्त्रण आघूर्ण को उत्पन्न करने के लिये चल निकाय में एक लघु लौह वेन आरोहित होती है।

गुण (Advantages): मापी यन्त्र का पैमाना लगभग 90° विस्तरित होता है और शक्ति आवृत्ति मापनों के लिये प्रयुक्त हो सकता है।

अवगुण (Disadvantages): L और C के कारण मापी यन्त्र का आवृत्ति परास सीमित होता है।

अनुपात मापी प्रकार आवृत्ति मापी (Ratiometer type frequency meter):

रचना (Construction): इस मापी में एक आवृत्ति डायल होता है जिस पर एक संकेतक आवृत्ति संकेत के लिये होता है। इसमें X,Y दो कुण्डल होते है जो एक दूसरे से समकोण पर जुडे होते है और एक स्पिन्डल पर आरोहित होते है जो Fig 6 के अनुसार एक स्थायी चुम्बक के प्रबल क्षेत्र के बीच रखे जाते है।

Fig 6

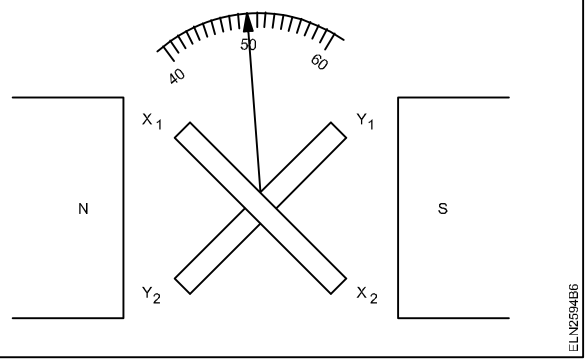
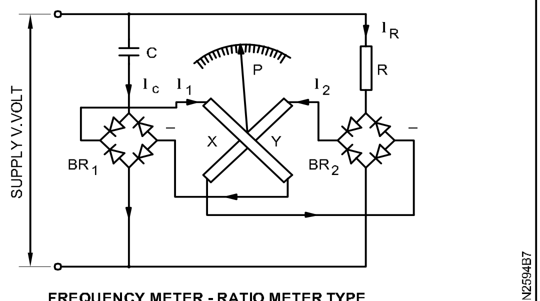


Fig 7 में अनुपात मापी प्रकार के आवृत्ति मापी का परिपथ सम्बन्ध दिखाया गया है।

चल कुण्डल X और Y अपने दिष्टकारियों और निष्क्रिय घटकों द्वारा आपूर्ती से जुडे रहते है जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है। दिष्टधारा I_1 जो X से प्रवाहित होती है संघारित्र धारा I_c के rms मान को व्यक्त करती है जो BR_1 से दिष्टकारित की गई है इसी प्रकार Y से प्रवाहित धारा I_2 प्रतिरोध धारा I_R के rms मान को व्यक्त करती है जो BR_2 से दिष्टकारित की गई है।

Fig 7



FREQUENCY METER - RATIO METER TYPE

कार्यान्वन (Working): कुण्डल से प्रवाहित धारा आपूर्ति आवृत्ति पर निर्भर होती है उच्च आवृत्ति कुण्डल X से धारा उच्च होती है जबकि कुण्डल Y की धारा आवृत्ति पर निर्भर नही करती है। कुण्डल में विकसित आघूर्ण स्थाई चुम्बकीय क्षेत्र और कुण्डल धाराओं के परिणमित क्षेत्र की अर्न्तक्रिया पर निर्भर होता है।

कुण्डल 'X' और 'Y' लगभग समान आघूर्ण, एक पूर्व अनुमानित आघूर्ण आवृत्ति के लिये आरोपित करते है जिससे संकेतक पैमाने के केन्द्र पर रहे। जहां आपूर्ती आवृत्ति चिन्हित है। दूसरी ओर उच्च आवृत्तियों पर कुडल 'X' में वृद्धित धारा अधिक आघूर्ण उत्पन्न करती है और डायल की उच्च आवृत्ति स्थिति में संकेतक को ले जाती है अथवा उत्क्रम।

गुण (Advantages):

इस मापी में निम्न गुण है

- इसका पैमाना रैखिक होता है
- मापी आपूर्ति वोल्टता से स्वतन्त्र होता है इसलिये यथेष्ट व्यापक परास के लिये प्रयुक्त होता है।

अवगुण (Disadvantages):

चूंकि मापी जाने वाली आवृत्ति का परास संघारित्र C और प्रतिरोधक R के मान से निर्धारित होता है यह व्यापक परास आवृत्तियों मापन के लिये प्रयुक्त नही हो सकता जब तक C और R मानों के नियोजन का चयन एक परास कुंजी द्वारा नही किया जाता।

डिजीटल फ्रिक्वेन्सी मीटर (Digital Frequency Meter)

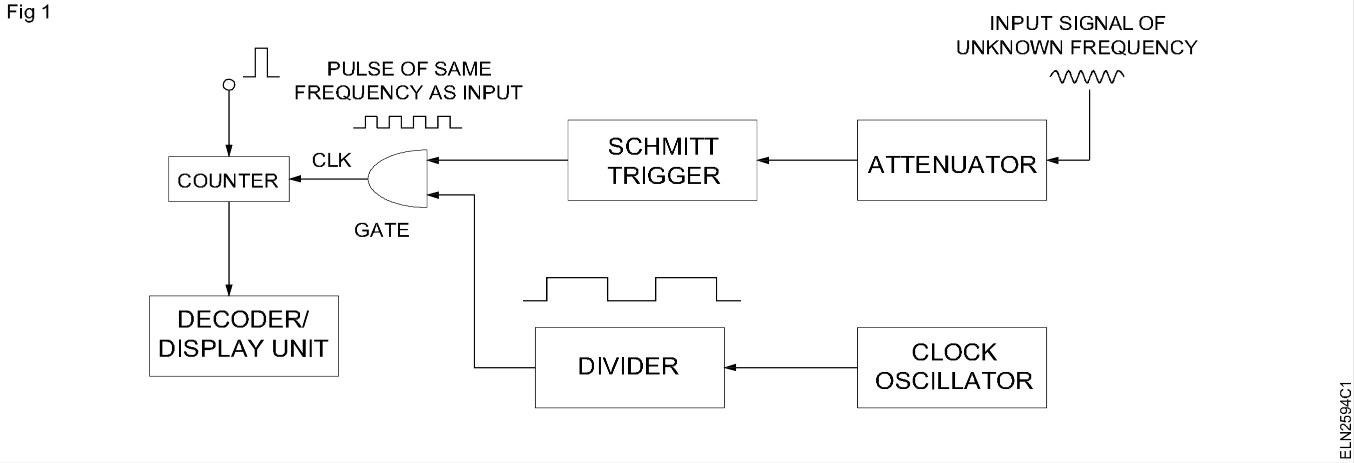
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **डिजिटल फ्रिक्वेन्सी मीटर के प्रकार्य बताना**
- **डिजिटल फ्रिक्वेन्सी के ब्लोक चित्र को स्पष्ट करना ।**

फ्रीक्वेन्सी काउन्टर एक डिजिटल उपकरण है जो किसी भी सावधिक वेबफार्म के आवर्तन को नाप कर प्रदर्शित कर सकता है । यह अनजान इनपुट सिग्नल को पूर्वनिर्धारित समय के लिए काउन्टर में गेट अन्दर भेजने के सिद्धान्त पर काम करता है ।

यदि अनजान इनपुट सिग्नलों को ठीक सेकन्ड के लिए काउन्टर में गेट किया जाए तो काउन्टर में प्रविष्ठ हुए काउन्टों की संख्या इनपुट सिग्नल की फ्रिक्वेन्सी होगी । 'गेटेड' शब्द उस तथ्य से आया है कि AND अथवा OR गेट का अनजान इनपुट सिग्नलों को प्रविष्ट एवं समाविष्ट करने के लिए उपयोग में लाया जाता है । (Fig 1)

Fig 1



ब्लोक आरेखन का वर्णन (Discription of block diagram) :

फ्रिक्वेन्सी काउन्टर के ब्लोक आरेखन का सरल प्रारूप Fig 1 में है । इसमें अपने साथ की प्रदर्शन/डिकोर्डेड सर्क्यूट्रि, क्लाक ऑसिलेटर, एक डिवाइटुर और एक AND गेट वाला काउन्टर होता है । यह काउन्टर प्रायः केस्केडेट बाइनरी कोडेड डेसीमल (BCD) काउन्टरों से बना होता है और प्रदर्शन/ डिकोर्डर यूनिट BCD आउटपुट को डेसीमल प्रदर्शन में परिवर्तित करती है जिससे अवलोकन आसान हो जाए ।

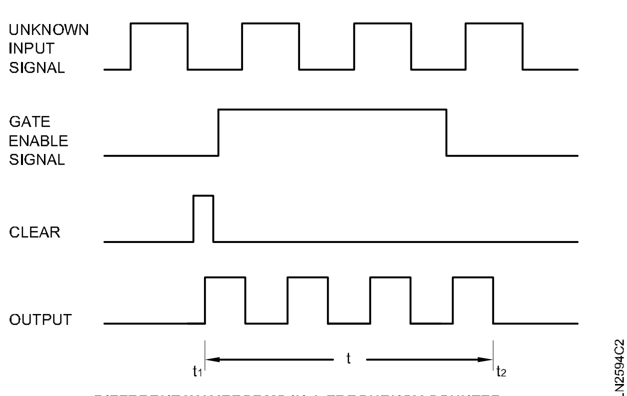
एक ज्ञात समय के लिए गेट सहायक सिग्नल एक घड़ी आसिलेटर और डिवाइटर सर्किट से उत्पन्न होता है और इसे AND गेट के एक लेग पर प्रतिचालित किया जाता है ।

अज्ञात सिग्नल को AND गेट के दूसरे लेग पर लगाया जाता है जो काउन्टर के लिए घड़ी के रूप में काम करता है । काउन्टर अज्ञात सिग्नल के लिए प्रत्येक स्थानांतरण के लिए एक काउन्ट आगे बढ़ता है और अज्ञात समय अन्तराल के बाद काउन्टर में उतनी ही मात्रा होगी जितनी संख्या के इनपुट सिग्नल उस अवधि में काउन्टर में बने होंगे । दूसरे शब्दों में काउन्टर के अंदर को सामग्री का सीधा सम्बन्ध अज्ञात इनपुट के अनुपात से है ।

उदाहरण के लिए यदि एक समय का गेट सिग्नल ठीक-ठीख । सेकन्ड को और अत्यन्त इन पुट सिग्नल 600-Hz स्कायर वेब है तो सेकन्ड के अन्त में काउन्टर 600 तक मिलेगा जो ठीक-ठीक फ्रिक्वेन्सी होगी अज्ञात इनपुट सिग्नल की ।

Fig 2 में वेब प्रारूप यह दिखाता है कि t_0 पर काउन्टर में क्लियर पल्स लागू की गई है जिससे शून्य सेट हो सकते, t_1 के पहले GATE ENABLE सिग्नल LOW है और इसलिए AND गेट का आउटपुट LOW होगा और काउन्टर गिनेगा नही । $t_1 t_0 t_2$ के दलिए GATE ENABLE HIGH हो जाता है और इस काल अवधि में $t=(t_2 - t_1)$ है और अज्ञात इनपुट सिग्नल की पल्से AND गेट में से पारित होगी और काउन्टर से गिनी जाएँगी ।

Fig 2



DIFFERENT WAVEFORMS IN A FREQUENCY COUNTER

t_2 के बाद AND गेट का आऊट पुट पिर से LOW होगा और काउन्टर गिनना बंद कर देगा । इस प्रकार काउन्टर ने उन पल्सस की संख्या को गिना होगा जो GATE ENABLE SIGNAL के समय अन्तराल t में बनी होंगी । परिणाम स्वरूप काउन्टर की सामग्री इनपुट सिग्नल का सीधा नाप होगी।

शक्ति गुणक मापी (Power factor meter)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **शक्ति गुणक मान की परोक्ष विधि की हानियां बताना**
- **विभिन्न प्रकार के शक्ति गुणक मापियों को बताना**
- **तीन कला डायनमो मीटर प्रकार के शक्ति गुणक मापी की रचना, और उसका सम्बन्ध बताना**
- **तीन कला चल लौह प्रकार के शक्ति गुणक मापी की रचना, सम्बन्ध और प्रचालन का स्पष्टीकरण करना**
- **एकल कला चल लौह प्रकार के शक्ति गुणक मापी की रचना, सम्बन्ध और प्रचालन का स्पष्टीकरण करना ।**

एकल कला AC परिपथ के शक्तिगुणक की गणना सूत्र से हो सकती है।

$$P.F. = \frac{Power}{EI}$$

यदि परिपथ में एम्पियर मापी वोल्टमापी और एक वाटमापी सम्बन्धित है।

अन्यथा शक्तिगुणक मापने के लिये एक संतुलित 3 कला परिपथ में निम्न सूत्र प्रयोग करना पडेगा।

$$P.F. = \frac{3\text{-phase power}}{3E_{PH}I_{PH}} \text{ or } \frac{3\text{-phase power}}{\sqrt{3}E_L I_L}$$

लेकिन 3 कला परिपथ के अंसतुलित होने पर उपर्युक्त सूत्र प्रयोग नही किया जा सकता

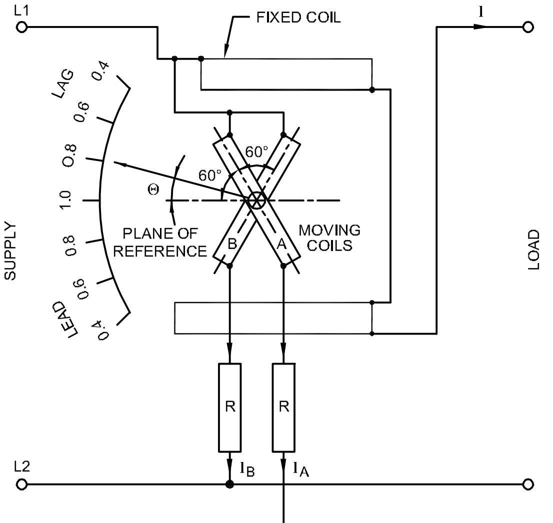
परोक्ष विधि में निम्न अवगुण है

- अनेक मापियों के कारण लघु विशुद्धता
- पठन त्रुटियां
- भद्दे सम्बन्ध
- शक्तिगुणक का तात्क्षणिक मान पाने के लिये प्रत्यक्ष घ्कमापी प्रयुक्त होते है जो विशेष यथार्थ होते है।

पावर फैक्टर की तत्काल रिडिंग प्राप्त करने के लिए डायरेक्ट रिडिंग P.F. मीटरों का प्रयोग किया जाता है, जो ठीक-ठीक परीशुद्धता वाले होते हैं।

सन्तुलित भार के लिये 3 कला डायनमोंमापी प्रकार का शक्ति गुणक (3-phase dynamometer type power factor meter for balanced load) : संतुलित भार के लिये Fig 1 में एक 3 कला शक्ति गुणक मापी की रचना और सम्बन्ध प्रदर्शित किये गये है।

Fig 1



DYNAMOMMETER TYPE THREE PHASE POWER FACTOR METER

इस मापी में क्षेत्र कुण्डलों को एक कला में भार के साथ श्रेणी में जोड दिया जाता है। दोनों चल कुण्डल एक दूसरे से 120° पर दृढता से सम्बन्धित होते है। यह कुण्डल दो विभिन्न कलाओं से सम्बन्धित होते है। प्रत्येक कुण्डल के साथ एक प्रतिरोध श्रेणी में जोड दिया जाता है।

प्रतिबाधा द्वारा कला विभाजन आवश्यक नही होता क्योंकि दो चल कुण्डलों में धाराओं के बीच वांछित कला विस्थापन स्वयं आपूर्ति से प्राप्त किया जा सकता है।

मापी का प्रचालन एकल कला मापी की भांति ही होता है। लेकिन यह मापी केवल संतुलित भारों के लिय ही उपयुक्त है।

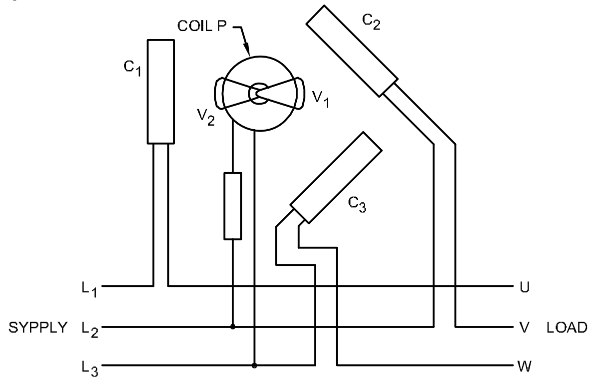
चूंकि किसी आवृत्ति अथवा तरंगरूप परिवर्तन से दोनों चल कुण्डलों में धारायें समान प्राकर से परिवर्तित होती है यह मापी आवृत्ति अथवा तरंगरूप के स्वन्तन्त्र होता है।

चल लौह शक्तिगुणक मापी (Moving iron power factor meters): इस प्रकार का शक्ति गुणक मापी डायनमों मीटर प्रकार कीतुलना में निम्नलिखित गुणों के कारण अधिक लोकप्रिय है।

- डायनमों मापी प्रकार के मापी की तुलना में आघूर्ण भार अनुपात (कार्यान्वन बल) अधिक होता है।
- चूंकि सभी कुण्डल स्थिर होते है इसलिये तंतु बन्धन आवश्यक नही होते है।
- पैमाने का विस्तारण 360° तक हो सकता है।
- रचना में यह मापी सरल और पुष्ट होता है ।
- अपेक्षा कृत कम मूल्य ।

संतुलित भारों में प्रयुक्त चल लौह प्रकार के शक्तिगुणक मापी की रचना और सम्बन्ध Fig 2 में प्रदर्शित किये गये है।

Fig 2



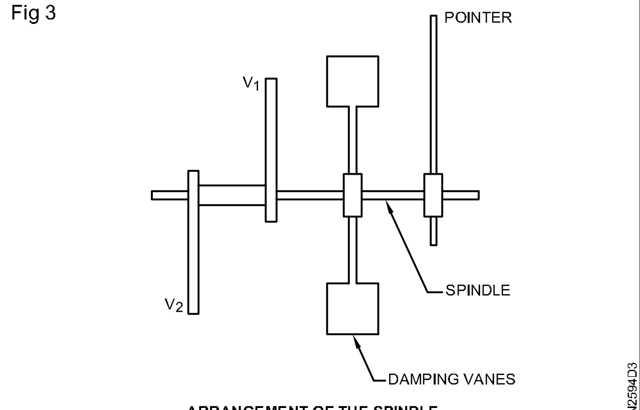
MOVING IRON TYPE POWER-FACTOR METER
FOR A BALANCED 3-PHASE LOAD

Fig 2 के अनुसार तीन समान प्रकार के कुण्डल C_1, C_2 और C_3 120° भिन्नता पर एक 3कला आपूर्ति से सीधे अथवा धारा ट्रांसफार्मर के द्वितीयक से Fig 2 के अनुसार सम्बन्धित है। कुण्डल P तीन कुण्डलों C_1, C_2 और C_3 के मध्य में रखा जाता है और दो पंक्तियों की आपूर्ति के सिरों पर श्रेणी में एक प्रतिरोध से जोडा जाता है कुण्डल B के अन्दर दो वेन्स V_1 और V_2 होती है जो एक स्वतन्त्रता पूर्वक संचलित स्पिन्डल पर आरोहित होती है लेकिन परस्पर 180° पर रखी जाती है। स्पिन्डल में अवमंदन वेन और संकेतक Fig 3 के अनुसार होता है।

तीन कुण्डलों C_1, C_2 और C_3 से उत्पन्न घूर्णित चुम्बकीय क्षेत्र कुण्डल P से उत्पन्न फलक्स से अर्न्तक्रिया करता है इससे चलनिकाय धारा के कला कोण के अनुसार एक कोणीय स्थिति पर आ जाता है।

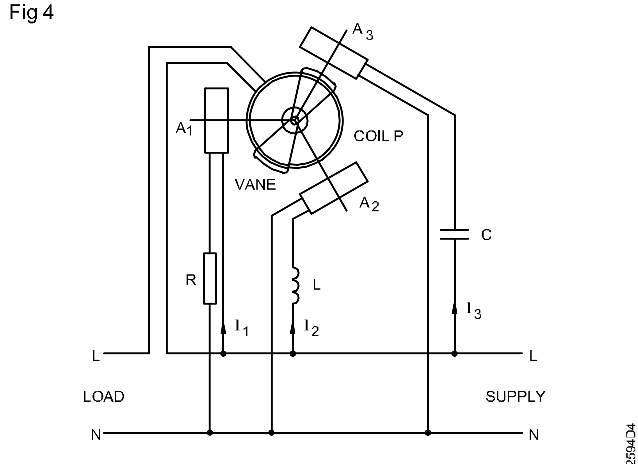
एकल कला चल लौह शक्ति गुणक मापी (Single phase moving iron power factor meter): Fig 4 में प्रदर्शित एक एकल कला चल लौह शक्ति गुणक में संघारित्रों के लिये प्रेरक और प्रतिरोध से निर्मित एक कला विभाजन जाल होता है।

Fig 3



ARRANGEMENT OF THE SPINDLE

Fig 4



SINGLE PHAGE MOVING IRON TYPE POWER FACTOR METER

अंसतुलित भार के 3 कला शक्ति गुणक मापी (3 - phase factor meters for unbalanced load): एक 3कला अंसतुलित निकायों में शक्ति गुणक मापन के लिये दो घटक अथवा 3घटक शक्ति गुणक मापी होते है जिनमें प्रत्येक धारा में एक धारा कुण्डल और एक दाब कुडल प्रयुक्त होता है। दाब कुण्डल (चल कुण्डल), एक कला PF मापियों के समान एक ही स्पिन्डल पर एक दूसरे के नीचे आरोहित होते है। संकेतक परिणामित शक्ति गुणक प्रदर्शित करता है ।

लघु शक्ति गुणक मापी (Low power factor meter): शक्ति गुणक मापी प्रायः 0.5 पश्च से एकांक - 0.5 अग्र तक शक्ति गुणक को पढने के लिये उपलब्ध है। विशेष रूप से निर्मित लघु शक्ति गुणक मापी 0.5 पश्च से एकांक शक्ति गुणक तक भी उपयोग में आते है।

डिजीटल पावर फैक्टर मीटर (Digital Power Factor Meter)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **पावर फैक्टर के ब्लॉक डायग्राम का वर्णन करना में।**

डिजीटल पावर फैक्टर मीटर (Digital power factor meter) :

Fig 1 में डिजीटल पावर फैक्टर मीटर का ब्लाकॅ डायग्राम दिखाया गया है ।

किसी प्रणाली में वर्तमान पावर फैक्टर को मापने के लिये पावर फैक्टर मीटर का प्रयोग किया जाता है वास्तविक पावर विधि का प्रयोग करके पावर फैक्टर को सुधारा जाता है प्राप्त पावर फैक्टर के मान को पिन TX एंव RX.से माइक्रोकंट्रोल से सूचित करते है।

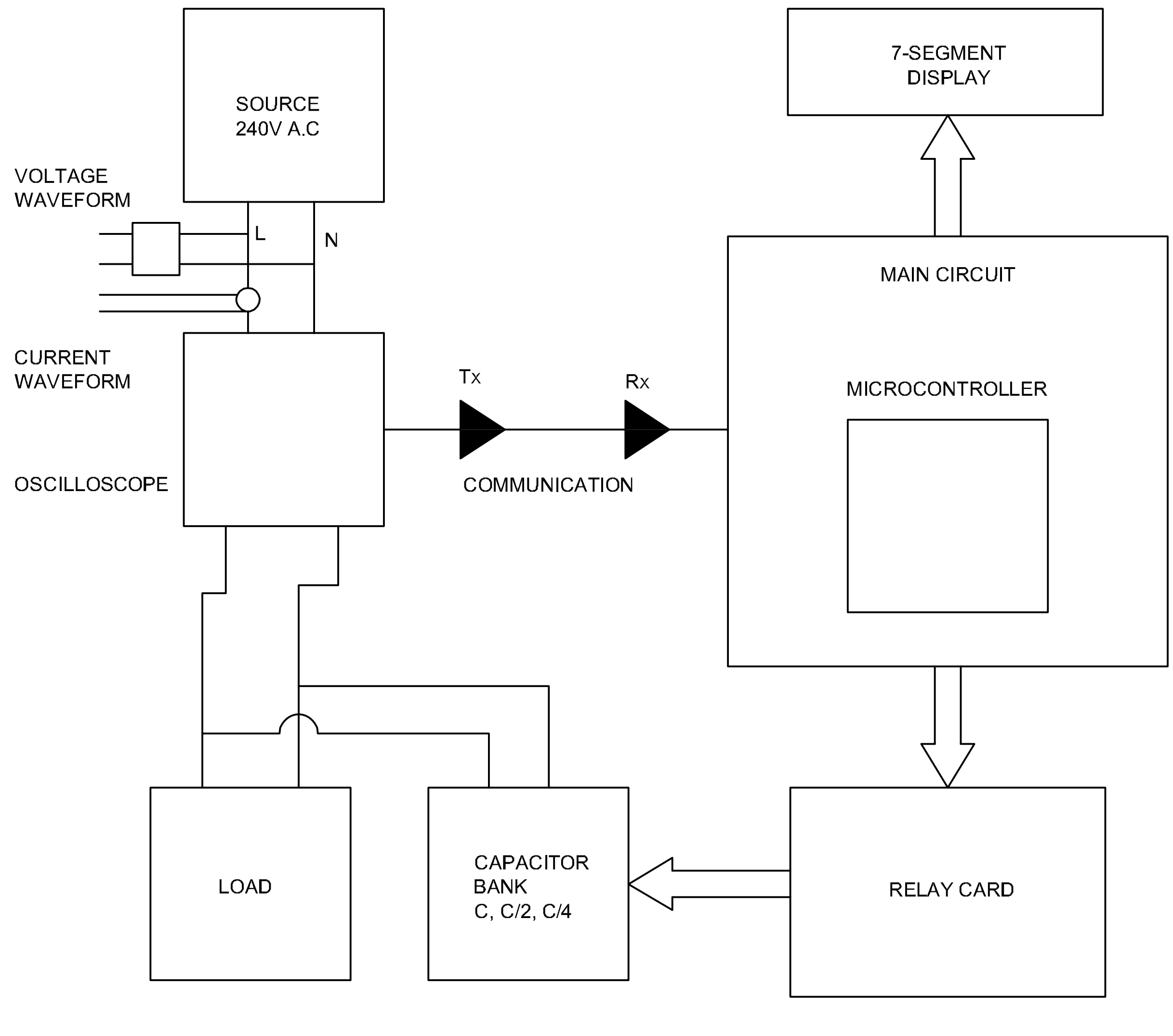
पावर फैक्टर के विश्लेषण के लिये माइक्रोकंट्रोलर में प्रयोग फीड किये जाते है पावर फैक्टर माइक्रोकंट्रोलर से जुड़े सात सेग्मेंट डिस्प्ले पर प्रदर्शित होता है यदि पावर फैक्टर प्री-सेट से ऊपर है तो No तथा NC सामान्य स्थिति में रहेगी तथा माइक्रोकंट्रोलर व रिले कोई परिर्वतर न करें एक बार यदि पावर फैक्टर प्रीसेट मार्क से नीचे रहता है। तो सिग्नल करले कार्ड पर भेजा जाता है।

रिले कार्ड में रिले के प्रचालन के लिये LED के साथ रिले होते है रिले मे इनपुट एक ऑटो कप्लर के साथ भेजा जाता है और रिले में पहुँचने से पहले एम्प्लीफायर से करंट भेजा जाता है संबंधित कैपेसितर बैंक को जोड़कर प्रचालन करते है LED द्वारा रिले का संचालन किया जाता है जिससे LED में प्रकाश उत्सर्जन होता है।

माइक्रोकंट्रोलर में प्रोग्राम को इस तरह से किया गया है कि तीन रिले में से वह रिले या रिले का संयोजन को कैपेसिटर बैंक में इस तरह सम्मिलित करेगा कि पावर फैक्टर के संभवतः सबसे अच्छे संभावित मान प्राप्त करेगा कैपेसिटर बैंक C,के रूप में C/2 तथा C/4,है। जिन्हे कैपेसिटरों के मान C.को श्रेणी संयोजन से बनाया गया है।

इसके साथ करंट ट्रांसफार्मर एंव वोल्टेज ट्रांसफार्मर भी प्रदान किया गया है ताकि विशेष वेव फार्म को विभिन्न समयों में विश्लेषण करके ऑसिलोस्कोप में प्राप्त किया जा सके डिजीटल PF मीटर का चित्र Fig 2 में दिशाया गया है।

Fig 1



BLOCK DIAGRAM OF APFC

Fig 2

एक और दो वाटमीटर विधि द्वारा 3 फेज पावर का मापन (Measurement of 3 phase power by single and two wattmeters)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एक वाटमीटर का प्रयोग कर 3 फेज पावर मापन का वर्णन करना**
- **दो वाटमीटर का प्रयोग कर 3 फेज पावर मापन का वर्णन करना**
- **पावर मापने की वाटमीटर विधि द्वारा पावर फैक्टर की गणना करना।**

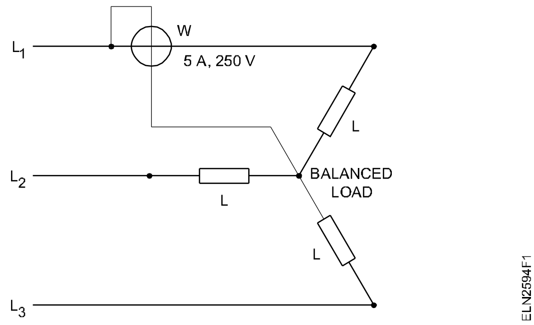
पावर का मापन (The measurement of power) : थ्री फेज सिस्टम में पावर प्राप्त करने के लिये वाटमीटर की संख्या लोड़ के संतुलित होने या न होने और पर न्यूट्रल प्वाइंट निर्भर करती है यदि इनमें कोई एक है तो-

- सिंगल वाटमीटर विधि द्वारा लोड के स्टार कनेक्टडे होने एंव न्यूट्रल प्वांइट सतुंलित लोउ होने पर पावर मापन संभव है ।
- दो वाटमीटर विधि द्वारा लोड के स्टार या डेल्टा कनेक्टेड होने संतुलित या असंतुलित लोड (न्यूट्रल प्वाइंट के साथ एंव बिना) होने पर पावर मापन संभव है ।

एक वाटमीटर विधि (Single wattmeter method) सुतुलित लोड न्यूट्रल प्वाइंट के साथ स्टार कनेक्टेड थ्री फेज में पावर मापने का परिपथ Fig 1 में दिखाया गया है जिसमें वाटमीटर का करंट क्वायल लाइन के श्रेणी में तथा वोल्टेज क्वायल लाइन एंव न्यूट्रल के मध्य में जोड़ा गया है प्रति फेज में पावर का पायांक वाटमीटर देता है इस प्रकार तीन बार लिया गया वाटमीटर पायांक कुल पावर है।

$$P = 3E_P I_P \cos\varphi = 3P = 3W$$

Fig 1



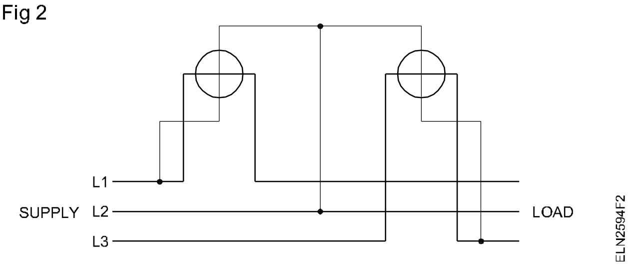
पावर मापने की दो वाटमीटर विधि (The two wattmeter method of measuring power)

सामान्यतः थ्री फेज थ्री वायर प्रणाली में पावर मापने के लिये दो वाटमीटर विधि प्रयोग किया जाता है इसे सुतुलित या असंतुलित लोड़ के साथ प्रयोग किया जा सकता है और अलग से फेज की आवश्यकता नहीं होती है इस विधि का प्रयोग चार तार प्रणाली में नहीं किया जा सकता क्येकिं करंट चार तार में प्रवाहित होगी यदि लोड असंतुलित होगा तो $I_U + I_V + I_W = 0$ जो कि वैध नहीं है।

(Fig 2) सप्लाई सिस्टम में दो वाटमीटर जोड़े गये हैं दोनों वाटमीटरों के करंट क्वायल दो लाइनों के साथ तथा दोनो वोल्टेज क्वायल तीसरे लाइन से जुड़ेहुए हैं दोनों पायांक को जोड़कर कुल पावर प्राप्त की जाती है:

$$P_T = P_1 + P_2.$$

Fig 2



सिस्टम $P_T = P_1 + P_2 + P_3$ में कुल तात्कालिक शक्ति पर विचार करें जहाँ P_1, P_2 तथा P_3 तीन फेजों के पावर के तात्कालिप मान हैं।

$$P_T = V_{UN}\, i_U + V_{VN}\, i_V + V_{WN}\, I_W$$

तब वहाँ चौथी वायर नहीं है, $i_U + i_V + i_W = 0;\ i_V = -(i_U + i_W)$.

$$P_T = V_{UN} i_U - V_{VN}(i_U + i_W) + V_{WN}\, i_W$$

$$= i_U(V_{UN} - V_{VN}) + i_W(V_{WN} - V_{UN})$$

$$= i_U V_{UV} + i_W V_{WV}$$

जहाँ $i_U V_{UV}$ पहले वाटमीटर का तात्कालिक पावर है तथा $i_W V_{WV}$ is दूसरे वाटमीटर का तात्कालिक पावर है तब कुल पावर का मान दोनों वाटमीटरों के पाटयांकों के योग्य के बराबर होता है ।

यह तभी संभव जब वाटमीटरों को सही जोड़ा जाता है इनमें से एक नेगेटिव मान देता है तो यंत्र में वोल्टेज और करंट के बीच अधिक फेज एंगल उत्पन्न होता है करंट क्वायल या वोल्टेज क्वायल को उल्टा जोड़ना चाहिए और कुल पावर प्राप्त करने के लिये अन्य वाटमीटर पायांक के साथ संयुक्त हाने पर नकगोटिव चिन्ह से दर्शाया जाता है।

यूनिटी पावर फैक्टरी पर दोनों वाटमीटरों का पायांक समान होगा कुल पावर = 2 x एक वाटमीटर पायांक

जब पावर फैक्टर का मान 0.5,है तब एक वाटमीटर नगैटिव इंडीकेट करेगा वाटमीटर के पाचांक शून्य तथा दूसरा कुल पायांक देता है

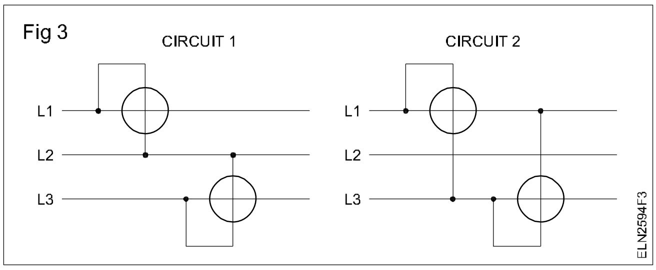
जब पावर फैक्टर का मान 0.5,से कम है तो एक वाटमीटर नैगेटिव इंडीकेट करेगा। वाटमीटर के पाचांक को पढ़ने के लिये प्रैशार क्वायल या करंट क्वायर के कनैक्शन को बदल दें वाटमीटर पॉजिटिव पाचांक देगा।

जब पावर फैक्टर का मान शून्य होता है तब दोनों बाटमीटरों के पाचांक बराबर होता है परंतु उल्टे चिन्ह से।

स्व-मूल्यांकन परीक्षण (Self-evaluation test)

1 थ्री फेज पावर मापने की दो वाटमीटर विधि का साधारण वायरिंग डायग्राम बनायें।

2 अभ्यास में दो वाटमीटर विधि का उपयोग वांछनीय (Desiruble) क्यों है ? (Fig 3)



3 फेज तार तार प्रणाली असंतुलित लोड़ में दो वाटमीटर विधि का प्रयोग क्यों नहीं कर सकते ?

4 उपर्युक्त में कौन सी परिपथ दो वाटमीटर विधि द्वारा पावर मापने की है ?

पावर मापने की दो वाटमीटर विधि में पावर फैक्टर की गणना (Power factor calculation in the two -wattmeter of measuring power)

पिछले अध्याय में आपने पढ़ा कि कुल पावर $P_T = P_1 + P_2$ थ्री फेज, थ्री वायर प्रणाली में पावर मापने की दो वाटमीटर विधि ।

दो वाटमीटर विधि से प्राप्त पाचांक से tan ϕ की गणना के लिये सूत्र दिया गया है

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)} = \frac{\sqrt{3}\,(W_1 - W_2)}{(W_1 + W_2)}$$

जिससे ϕ और लोड के लिये पावर फैक्टर प्राप्त किया जा सकता है ।

उदाहरण 1:थ्री फेज परिपथ संतुलित लोड परिपथ में क्रमशः दो वाटमीटर्स क्रमशः4.5 KW तथा 3 KW पावर मापने के लिये जोड़े गये है परिपथ में पावर फैक्टर प्राप्त करें।

हल :

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)}$$

$P_1 = 4.5$ KW
$P_2 = 3$ KW
$P_1 + P_2 = 4.5 + 3 = 7.5$ KW
$P_1 - P_2 = 4.5 - 3 = 1.5$ KW

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3} \times 1.5}{7.5} = \frac{\sqrt{3}}{5} = 0.3464$$

$\phi = \tan^{-1} 0.3464 = 19^0 6'$

पावर फैक्टर Cos $19^0 6' = 0.95$

उदाहरण 2: संतुलित थ्री फेज परिपथ में पावर मापने के लिए दो वाटमीटर्स क्रमशः4.5 KW और3 KW जोड़े गये है उसके बाद वाटमीटर में पायांक के लिये वोल्टेज क्वायल को बदल दिया जाता है परिपथ में पावर फैक्टर प्राप्त करें।

हलः

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)}$$

$$= \frac{\sqrt{3}(4.5 - (-3))}{(4.5 + (-3))}$$

$$= \frac{\sqrt{3}(4.5 + 3)}{(4.5 - 3)}$$

$$= \frac{\sqrt{3} \times 7.5}{1.5} = \sqrt{3} \times 5$$

$$= 1.732 \times 5 = 8.66.$$

$\phi = \tan^{-1} 8.66 = 83^o.27'$

तब पावर फैक्टर (Cos $83^o 27'$) = 0.114.

उदाहरण 3: संतुलित लोड थ्री फेज परिपथ में पावर मापने के लिये दो वाटमीटर क्रमश:600W व 300W जुड़े हुए है।

कुल पावर तथा पावर फैक्टर की गणना करें।

हलः

कुल पवर = $P_T = P_1 + P_2$

$P_1 = 600$W.

$P_2 = 300$W.

$P_T = 600 + 300 = 900$

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)} = \frac{\sqrt{3}(600 - 300)}{600 + 300} = \frac{\sqrt{3} \times 300}{900}$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.5774$$

$\phi = \tan^{-1} 0.5774 = 30^o$

पावर फैक्टर = Cos $30^o = 0.866$.

उदाहरण 4: थ्री फेज संतुलित लोड़ परिपथ में पावर मापने के लिये दो वाटमीटर 25KW व 5KW जुड़े हुए है

सर्किट में पावर फैक्टर प्राप्त करें जब (i) दोनो पायांक पाजिटिव है(ii)बाद में प्रेशर क्वायल के कनैक्शन को उल्टा करने पर वाटमीटर का पायांक प्राप्त करें।

हलः

a P_1= 25 KW

P_2= 5 KW

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)} = \frac{\sqrt{3}(25 - 5)}{25+5}$$

$$= \frac{\sqrt{3}\times 20}{30} = \frac{\sqrt{3}\times 2}{3} = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1.1547$$

ϕ = $\tan^{-1}$ 1.1547 = 49°6'

पावर फैक्टर (Cosϕ) = Cos 49°6' = 0.6547

b P_1= 25 KW

P_2= –5 KW

$$\tan\phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)} = \frac{\sqrt{3}(25 - (-5))}{25+(-5)}$$

$$= \frac{\sqrt{3}\ (25+5)}{25-5} = \frac{\sqrt{3}\times 30}{20}$$

$$= \frac{\sqrt{3}\times 3}{2} = 2.5980$$

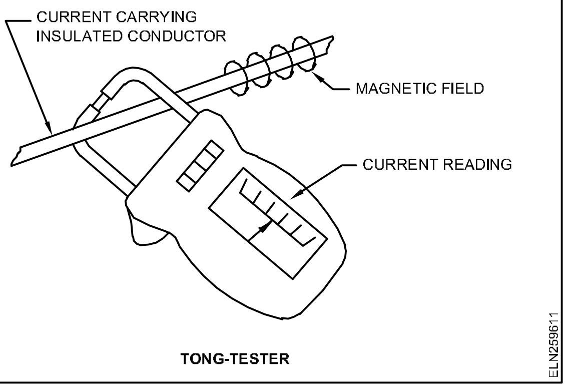
ϕ = $\tan^{-1}$2.5980 = 68°57'

पावर फैक्टर = Cos 68° 57' = 0.3592

टॉन्ग - परीक्षक (क्लैम्प - अममीटर पर) (Tong - tester (clamp - on ammeter))

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **टॉन्ग परीक्षक की आवश्यकता स्पष्ट करना**
- **एक टॉन्ग परीक्षक का कार्यान्वन और रचना स्पष्ट करध्ना**
- **टॉन्ग परीक्षक का प्रयोग करते समय अपनायी जानेवाली सावधानियाँ।**

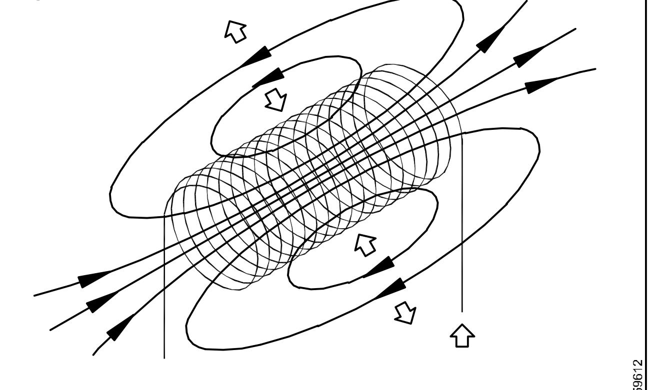
धारा के इस प्रकार मापन के लिये टॉग परीक्षक एक ऐसा मापी यन्त्र है। इसे एक क्लिप आन एम्पियर मापी अथवा कभी कभी क्लैम्प आन एम्पियर मापी भी कहता है। (Fig 1)

Fig 1


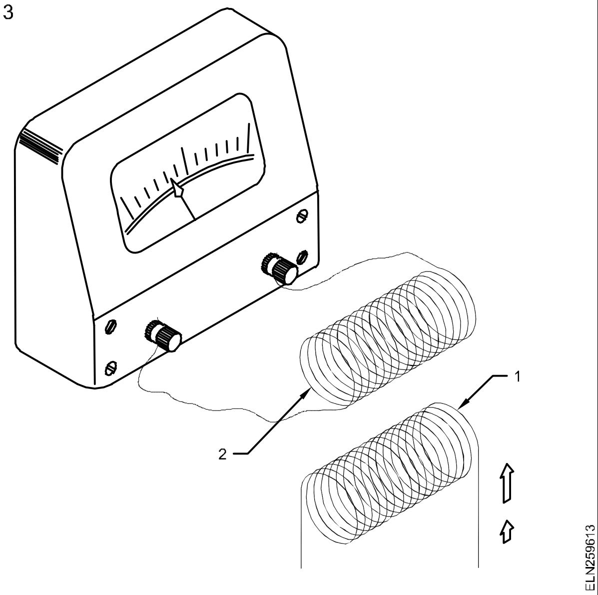
कार्य-सिद्धान्त (Working principle)

मापी यन्त्र केवल उस समय कार्य करता है जब धारा उसके विक्षेपण निकाय से प्रवाहित होती है। यह पारस्परिक प्रेरण सिद्धान्त पर कार्य करता है।

विद्युत चुम्बक प्रेरण (Electromagnetic induction): जब परिवर्ती फ्लक्स एक कुण्डल से बध्द होता है तो कुण्डल में एक emf प्रेरित होता है। इस प्रकार कुण्डल में प्रेरित धारा चुम्बकीय फ्लक्स परिवर्तन के अनुसार परिवर्तित होती है यदि कुण्डल में एक प्रत्यावर्ती धारा है तो उत्पन्न चुम्बकीय फ्लक्स भी प्रत्यावर्ती अर्थात निरन्तर परिवर्ती Fig 2 होता है।

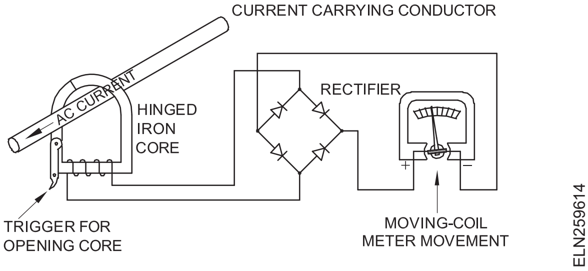
Fig 2


कुण्डल (1) के परिवर्ती फलक्स में एक अन्य कुण्डल (2) को रखने पर एक emf प्रेरित होता है (Fig 3)

Fig 3


यह प्रेरित emf धारा भेजता है और मापी विक्षेपित होता है। कुण्डलों के बीच लौह क्रोण को ले आने पर प्रेरित emf में वृध्दि होती है कुण्डल 1 को प्राथमिक कुण्डल (2) को द्वितीयक कुण्डल कहते है।

रचना (Construction): Fig 4 में टॉग परीक्षक (क्लैम्प आन एम्पियर मापी) परिपथ दिखाया गया है। विभक्त क्रोण मापी में विभक्त क्रोण युक्त एक द्वितीयक और दिष्टकारी प्रकार का मापी यन्त्र द्वितीयक से जुडा होता है। चालक में मापी जाने वाली धारा एक टर्न कुण्डल प्राथमिक की भांति कार्य करती है यह द्वितीयक वेष्ठन में धारा प्रेरित करती है और जो मापी को विक्षेपित करती है।

Fig 4


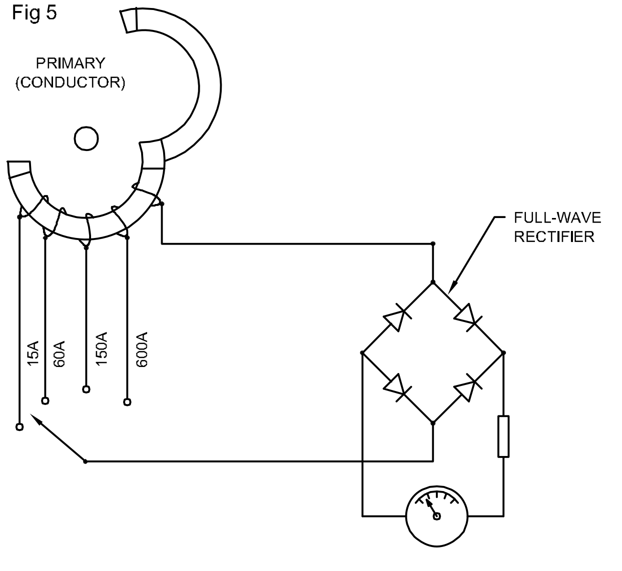
क्रोण को इस प्रकार डिजाइन किया जाता है कि चुम्बकीय पथ में केवल एक भंगता होती है। कब्जा और निर्गत दोनों चालक के चारों ओर मापी यन्त्र के बन्द होने पर दृढता से कस लेते है मापी यन्त्र की दृढ पकड चुम्बकीय परिपथ को अल्पतम अनुक्रिया परिवर्तन को सुनिश्चित करता है।

क्लैम्प आन मापी से धारा मापन के लिये मापी यन्त्र के जबडे खोले और उनको उस चालक के चारों आरे रखे जिसमें आप धारा मापना चाहते है। जबडों को स्थान पर लगा देने के पश्चात उनको दृढता से बन्द होने दें। अब पैमाने पर संकेतक स्थिति पढ लें।

जब क्रोण धारा वाहक चालक के चारों ओर शिकजिंत है तब क्रोण में प्रेरित प्रत्यावर्ती चुम्बकीय क्षेत्र द्वितीयक वेष्ठन में धारा उत्पन्न करता है।

इस धारा से मापी संचलन का पैमाने पर विक्षेप होता है एक परास कुंजी से A परास परिवर्तित किया जा सकता है जो ट्रांसफार्मर द्वितीयक पर टैप्स परिवर्तित कर देता है। (Fig 5)

Fig 5



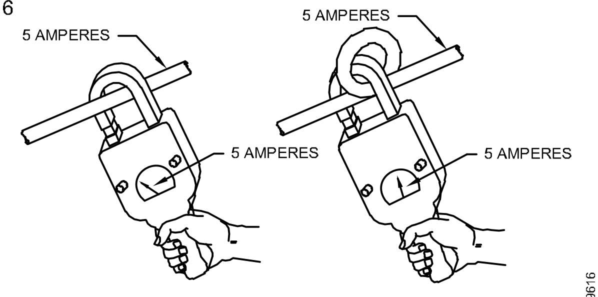
TAPPED-SECONDARY CIRCUIT

सुरक्षा (Safety): धारा ट्रांसफार्मर की द्वितीयक वेष्ठन सदैव लघु पथित होना चाहिये। अथवा एम्पियर मापी से जुडा होनाचाहिये अन्यथा खुले द्वितीयक के सिरों पर भयानक विभवान्तर हो सकते है।

किसी मापन को लेने से पहले सुनिश्चित कर ले कि संकेतक पैमाने के शून्य पर है। यह शून्य समंजन पेंच से पुनः नियोजित नही किया जा सकता ह। यह प्रायः मापी की तल के समीप अवस्थिति होता है।

परास की परिवर्तन करने के एक अन्य विधि क्रोण से चालक को एक से अधिक बार पाशित करना है। यदि धारा मापी की अधिकतम परास के अति नीचे है तो चालक की क्रोण पर Fig 6 के अनुसार दो अथवा अधिक पाश कर सकते है ।

Fig 6



SINGLE PASS DOUBLE PASS

अनुप्रयोग (Application):

1 मुख्य पैनल पर आने वाली धारा मापन के लिये

2 AC वेल्डिंग जनित्रों की प्राथमिक धारा

3 AC वेल्डिंग जनित्रों की द्वितीयक धारा

4 नई वेष्ठित AC मोटर कला धारा और लाइन धारा

5 सभी AC मशीनों की प्रवर्तन धारा

6 सभी AC मशीनों और केबल्स की मान धारा

7 असंतुलित अथवा संतुलित भारों के मापन के लिये

8 AC 3 कला प्रेरण मोटरों में दोष ज्ञात करने के लिये

सावधानियां (Precaution):

1 यदि मापा जाने वाला मान अज्ञात है तो एम्पियर के परास को उच्च से कम पर नियोजित करें।

2 क्लैम्प के बन्द हो जाने पर एम्पियर परास कुंजी को परिवर्तित नही करना चाहिये।

3 किसी मापन लेने से पूर्व सुनिश्चित कर ले कि संकेत पैमाने के शून्य पर है।

4 धारा मापन के लिये अरोधित चालक को क्लैम्प न करें ।

5 क्रोण की पीठिका पूर्ण होना चाहिये ।

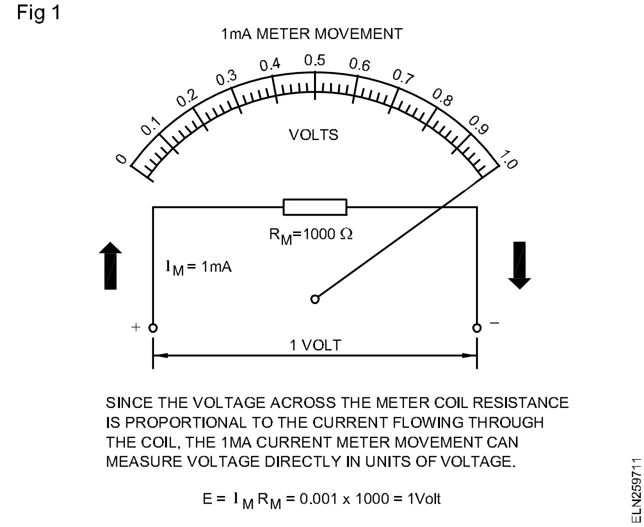
MC वोल्टमापी का परास विस्तारण - भार का प्रभाव - वाल्टेज गिरावट का प्रभाव (Extension of range of MC voltmeters - loading effect - voltage drop effect)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **एक वोल्टमापी में अतिरिक्त श्रेणी प्रतिरोध का प्रकार्य बताना**
- **मापी के कुल प्रतिरोध की वोल्टता और पूर्ण पैमाना विक्षेपण धारा के सापेक्ष गणना करना**
- **एक वर्धक के प्रतिरोध को ज्ञात करना ।**

मापी संचलन (Meter movement): एक मौलिक धारा मापी संचलन का उपयोग वोल्टता मापन में हो सकता है। आपको ज्ञात है कि प्रत्येक मापी कुण्डल का एक प्रतिरोध होता है इसलिये जब धारा कुण्डल से जाती है तो प्रतिरोध के सिरों पर एक वोल्टता पात होता है। ओम के नियमानुसार वोल्टता पात (E) प्रतिरोध के कुण्डल R में प्रवाहित धारा का समानुपाती होता है (E = IR)।

उदाहरण के लिये Fig.1 मे 0-1mA मापी संचलन है और कुडल प्रतिरोध 1000 ohm है जब मापी कुण्डल में एक 1mA धारा प्रवाहित हो रही है पूर्ण पैमाना विक्षेपण हो रहा है तो कुण्डल प्रतिरोध के सिरों पर उत्पन्न वोल्टता :

Fig 1



$$E = I_M R_M = 0.001 \times 1000 = 1 \text{ volt.}$$

यदि उस धारा का केवल आधा (0.5mA) प्रवाहित हुई होती तो कुण्डल के सिरों पर वोल्टता :

$$E = I_M R_M = 0.0005 \times 1000 = 0.5 \text{ volt.}$$

यह देखा जा सकता है कि कुण्डल के सिरों पर उत्पन्न वोल्टता कुडल में प्रवाहित धारा के समानुपाती है। कुण्डल से प्रवाहित धारा कुण्डल पर आरोपित वोल्टता की भी समानुपाती है इसलिये मीटर पैमाने पर अंशाकन का धारा मात्रक में करने के स्थान पर वोल्टता मात्रक में किया जाय तो परिपथ के विभिन्न भागों में वोल्टता मापन किया जा सकता है।

यद्यपि धारा मापी संचलन में वोल्टता का मापन अर्न्त निहित है लेकिन मापी कुण्डल द्वारा प्रवाहित धारा और कुडल प्रतिरोध बहुत कम होने के कारण इसकी उपयोगिता सीमित है। उदाहरण के लिये उपरोक्त उदाहरण से एक mA मापी संचालन से जो अधिकतम वोल्टता मापी जा सकती है एक वोल्ट है। वास्तविक व्यवहार में एक वोल्ट से अधिक वोल्टता मापन वांछित होगा ।

वर्धक प्रतिरोधक (Multiplier resistors): चूंकि एक मौलिक धारा मापी संचलन केवल बहुत कम वोल्टता माप सकता है तो यह कुडल प्रतिरोध के सिरों पर $I_M R_M$ वोल्टता पात से अधिक कैसे माप सकता है ? एक मापी संचलन से वोल्टता परास को श्रेणी में एक प्रतिरोध जोड देने से विस्तारित किया जा सकता है। इस प्रतिरोधक का मान ऐसा होना चाहिये कि यह मापी कुण्डल से जोड देने के पश्चात किसी भी आरोपित वोल्टता के लिये पूर्ण पैमाना धारा निर्धारण के लिये कुल प्रतिरोध धारा को सीमित कर देता है।

उदाहरण के लिये माना कि एक mA, 1000 ohm मापी संचलन, द्वारा कोई 10 वोल्ट तक की वोल्टता मापित करना चाहता है। ओम के नियम से यह देखा जा सकता है कि यदि संचलन एक 10 वोल्ट स्रोत से जोडा जाता है तो संचलन से 10m Amp धारा प्रवाहित होगी और कदाचित मापी को नष्ट कर देगी (I = E /R = 10/1000 = 10mA) ।

लेकिन मापी धारा को एक मिली एम्पियर तक सीमित किया जा सकता है यदि एक वर्धक प्रतिरोध (R_{MUIT}) श्रेणी में मापी प्रतिरोध (R_m) के साथ जोड दिया जाता है। चूंकि मापी से अधिकतम प्रवाहित धारा 1mA हो सकती है इसलिये कुल मापी और वर्धक प्रतिरोध ($R_{TOT} = R_{MULT} + R_M$) मापी धारा को एक मिली एम्पियर पर सीमित कर देगें। ओम के नियम केअनुसार कुल प्रतिरोध

$$R_{TOT} = E_{MAX}/I_M = 10 \text{ volts}/0.001 \text{ ampere}$$
$$= 10{,}000 \text{ ohms.}$$

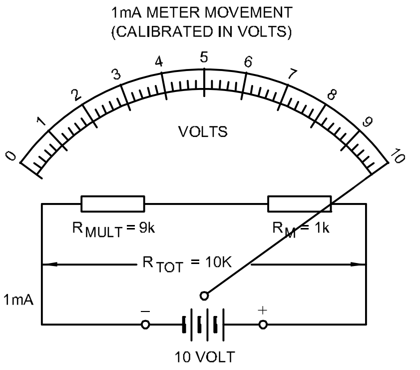
लेकिन यह कुल आवश्यक प्रतिरोध है इसलिये वर्धक प्रतिरोध,

$$R_{MULT} = R_{TOT} - R_M = 10000 - 1000 = 9000 \text{ ohms.}$$

अब मौलिक 1mA, 1000 ohm मापी संचलन अब 0-10V माप सकता है क्योंकि पूर्ण पैमाना विक्षेप के लिये अब 10V आरोपित करना चाहिये।

लेकिन अब मापी का पुनः अंशाकन 0-10 वोल्ट से करना चाहिये अथवा यदि पूर्व पैमाना प्रयुक्त होता है तो सभी मापन को 10 से गुणा कर देना चाहिये। (Fig 2)

Fig 2



BY CONNECTING A MULTIPLIER RESISTOR IN SERIES WITH THE METER RESISTANCE, THE RANGE OF A BASIC METER MOVEMENT CAN BE EXTENDED TO MEASURE VOLTAGES HIGHER THAN THE $I_M R_M$ VOLTAGE DROP ACROSS THE METER COIL.

ELN259712

वर्धक गुणक (Multiplying factor - (MF))

$$MF = \frac{\text{Proposed voltmeter range (V)}}{\text{Voltage drop across MC at FSD}} = \frac{V}{v}$$

प्रस्तावित वोल्ट मापी परास M F

$R_{MULT} = (MF - 1)\, R_M$

जहां

R_{MULT} = वर्धक प्रतिरोध

M F = वर्धक गुणक

R_M = मापी प्रतिरोध

A 1mA पर कुण्डल प्रतिरोध 1000 ओम है । 100V मापने के लिये किस मान वर्धक प्रतिरोधक की आवश्यकता होगी।

$$MF = \frac{V}{v}$$

$$v = I_M \times R_M$$

$$= 1 \times 10^{-3} \times 1000 = 1V$$

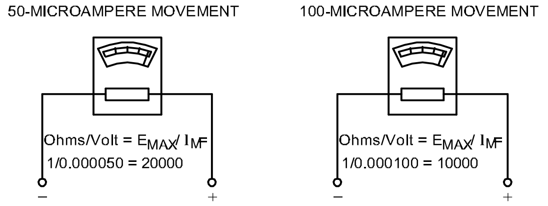
$$MF = \frac{V}{v} = \frac{100}{1} = 100$$

$$R_{MULT} = (MF - 1)R_M = (100 - 1)1000$$

$$= 99{,}000 \text{ ohms.}$$

वोल्टमापी की सुग्राहकता (Sensitivity of voltmeter): किसी वोल्टमापी का एक महत्वपूर्ण अभिलक्षणिक उसकी प्रतिबाधा अथवा ओम प्रति वोल्ट (ओम/वोल्ट) निर्धारण है। ओम / वोल्ट निर्धारण वोल्टमापी सुग्राहकता है। ओम / वोल्ट निर्धारण पूर्ण पैमाना विक्षेपण के लिये वांछित प्रतिरोध (RM + R_{MULT}) है। उदाहरण के लिये 1mA, 1000ohms मापी संचलन पूर्ण पैमाना विक्षेपण पर एक वोल्ट प्रदर्शित करता है इसलिये इसका ओम/ वोल्ट निर्धारण 1000/1 अथवा 1000 ohms/Volts (Fig 3) है। ओम/ वोल्ट =E_{MAX}/I_M होगा।

Fig 3



THE VOLTMETER ON THE LEFT IS MORE SENSITIVE THAN THE ONE ON THE RIGHT BECAUSE IT OFFERS MORE RESISTANCE TO OBTAIN A DEFLECTION OF 1 VOLT; OR, TO PUT IT ANOTHER WAY, IT REQUIRES LESS CURRENT FROM THE CIRCUIT IT IS MEASURING FOR FULL-SCALE DEFLECTION.

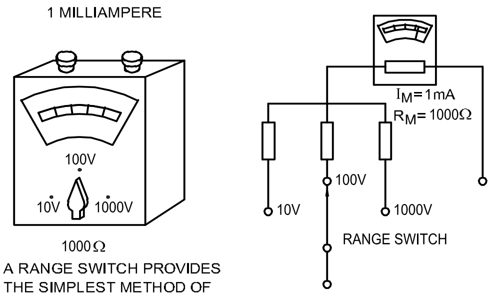
ELN259713

बहु परास वोल्टमापी (Multi - range voltmeters): अनेक प्रकार के उपस्करों में एक वोल्ट के कुछ दसवें भाग से लेकर सैकडों और हजारों वोल्ट तक मापना पडता है। इन प्रकरणो में एकल परास मापियों का उपयोग अवव्यवहारिक और मूल्यवान होगा। इसके स्थान पर बहु परास वोल्टमापी जो अनेक परासों की वोल्टताओं वाले होते है का उपयोग किया जा सकता है।

एक बहु परास वोल्टमापी में अनेक वर्धक प्रतिरोध होते है जिन्हें मापी संचलन के साथ श्रेणी में जोडा जा सकता है। एक परास कुंजी का उपयोग एक विशेष प्रतिरोध अथवा प्रतिरोधकों के वांछित परास के लिये किया जाता है (Fig 4)। कुछ प्रकरणों में प्रत्येक परास के लिये पृथक टर्मिनल्स मापी आवरण पर अरोहित किये जाते है (Fig 5) ।

Fig 4

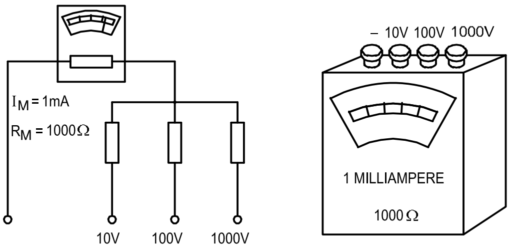
THE RANGE OF THIS 1mA, 1000 METER MOVEMENT, WHICH CAN MEASURE ONLY 0-1 VOLT, HAS BEEN EXTENDED TO MEASURE 0-10, 0-100, AND 0-1000 VOLTS BY USING MULTIPLIER RESISTORS FOR EACH RANGE.



A RANGE SWITCH PROVIDES THE SIMPLEST METHOD OF SETTING THE METER TO THE DESIRED RANGE.

ELN259714

Fig 5



SOME METERS HAVE SEPARATE TERMINALS FOR SETTING THE METER TO THE DESIRED RANGE.

ELN259715

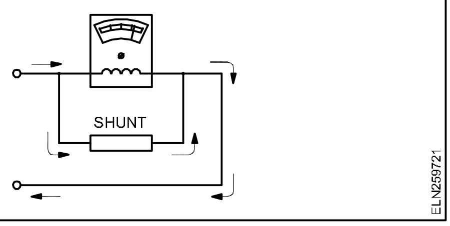
वर्धक का प्रतिरोध ताप परिर्वतन के साथ नही होना चाहिये इसलिये वर्धक के लिये प्रयुक्त पदार्थ का प्रतिरोध ताप गुणांक अति लघु होना चाहिये। मैगानिन और कान्सटेनटन के प्रतिरोध ताप गुणांक क्रमशः 0.000015 और 0.00001 है। इसलिये मैगानिन और कान्सटेन्टन वर्धक के लिये प्रयुक्त होते है।

MC अमीटरों की परास का विस्तारण (Extension of range of MC ammeters)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **एमीमीटर में प्रयुक्त शन्ट की परिभाषा देना**
- **एक एम्पियर मापी के परास विस्तार के लये एक शंट प्रतिरोध की गणना करना**
- **शंट के लिये प्रयुक्त पदार्थ का नाम बताना**
- **मानक शंटों में टर्मिनल का उपयोग करना ।**

शंट (Shunts): मौलिक मापियों के चल कुण्डल स्वयं अधिक धारा नही ले जा सकते, क्योंकि वे महीन तार के बने होते हैं। चल कुण्डल जितनी धारा ले सकते है उससे अधिक धारा मापन के लिये एक लघु प्रतिरोध जिसे शंट कहते है, मापी यन्त्र के टर्मिनल पर Fig 1 के अनुसार जोडा जाता है।

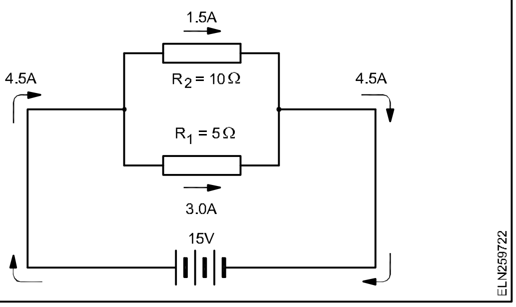
Fig 1



इसलिये शंट द्वारा केवल मौलिक माप से मापित की जाने वाली धारा से कही अधिक धारा मापन सम्भव हो जाता है।

यह भी स्पष्ट किया जा चुका है कि प्रत्यंके प्रतिरोधक में धारा उसके प्रतिरोध की विलोमानुपाती होती है, अर्थात यदि एक प्रतिरोधक का प्रतिरोध दूसरे की तुलना में दो गुना है तो बडे प्रतिरोधक की धारा कम प्रतिरोधक की धारा से आधी होगी (Fig 2) ।

Fig 2



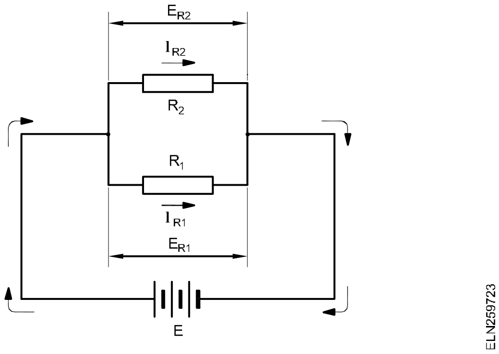
दो समान्तर प्रतिरोधकों के बीच धारा प्रवाह का विभाजन उनके प्रतिरोधों के व्युत्क्रमानुपात में होता है।

R_1 प्रतिरोधक का तुलना में प्रतिरोधक R_2 का मान दो गुना है। इसलिये R_2 से धारा R_1 की तुलना से आधी होगी।

प्रत्येक मापी कुडल की निश्चित DC प्रतिरोध होता है। जब एक कुडल के समान्तर में शंट जोडा जाता है तो धारा कुडल और शंट में विभाजित होगी, जैसे कि यह किन्ही दो समान्तर प्रतिरोधकों में होता है। उचित शंट प्रतिरोध के शंट का उपयोग करके मापी कुडल की धारा को उस मान तक सीमित किया जाता है, जो यह ले सकती है, और शेष धारा शंट से प्रवाहित होगी ।

समान्तर परिपथों में वोल्टता पात (Voltage drops in parallel circuits): Fig 3 में प्रदर्शिति समान्तर परिपथ का परीक्षण करें तो यह देखा जा सकता है कि दोनों प्रतिरोधकों के सिरों पर वोल्टतायें समान है। जैसा कि पहले स्पष्ट किया जा चुका है कि ओहम के नियम के अनुसर किसी प्रतिरोधक के सिरों पर वोल्टता, प्रतिरोध के प्रतिरोध मान और उसमें प्रवाहित धारा के गुणनफल के बराबर होती है।

Fig 3



चूंकि R_1 और R_2 के सिरों पर समान वोल्टत होती है इसलिये $E_{R1} = E_{R2}$ I इससे $I_{R1} R_1 = I_{R2} R_2$ प्राप्त हाता है। इस समीकरण से एक विशेष धारा मापन के लये वांछित शंट की गणना की जा सकती है।

इसलिये R_1 के सिरों पर वोल्टता $E_{R1} = I_1 R_1$ और R_2 के सिरों पर वोल्टता

$$E_{R2} = I_2 R_2.$$

लेकिन R_2 और R_1 के सिरों पर समान वोल्टता है, इसलिये,

$$E_{R1} = E_{R2}, \text{ इसलिये},$$

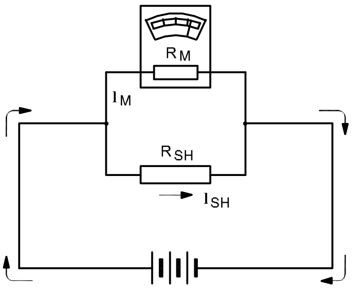
$$I_{R1} R_1 = I_{R2} R_2.$$

यह सरल समीकरण से अति लघु आशोधन के साथ किसी अनुप्रयोग के लिये एक धारा मापी के शट मान की गणना की जा सकती है।

शंट समीकरण (The shunt equation): एक मापी और शंट का संयोजन Fig 4 में प्रदर्शित समान्तर परिपथ के समरूप है। ऊपर के प्रतिरोधक R_2 का नाम देने के स्थान पर इसे R_M कह सकते है जो चल कुण्ड के प्रतिरोध को व्यक्त करता है। प्रतिरोधक R_1 और R_{SH} से व्यक्त कर सकते है जो शंट के प्रतिरोध को व्यक्त करता है। I_{R1} और I_{R2} तब I_{SH} और I_M होजाते है और क्रमशः शंट और मापी से जाने वाली धारा को व्यक्त करते है अर्थात समीकरण $I_{R1} R_1 = I_{R2} R_2$ को अब $I_{SH} R_{SH} = I_M R_M$ की भंति लिख सकते है।

इसलिये इनमें यदि तीन के मान ज्ञात है तो चौथे का मान ज्ञात हो सकता है। चूंकि शंट प्रतिरोध R_{SH} सदैव अज्ञात संख्या है मौलिक समीकरण

Fig 4



THE METER AND SHUNT ACT LIKE R_1 AND R_2 IN PARALLEL. SO, $R_{SH} = \frac{I_M R_M}{I_{SH}}$

ELN259724

$I_{SH} R_{SH} = I_M R_M$ का रूप $R_{SH} = \frac{I_M R_M}{I_{SH}}$ हो जाता है।

इस समीकरण से धारा मापी के परास का विस्तार इसी मान तक करने के लिये शंट की गणना की जा सकती है,

जहां R_{SH} = शन्ट प्रतिरोध

I_M = मापी धारा

R_M = चल कुण्डल मापी यन्त्र का प्रतिरोध

I_{SH} = शन्ट से धारा प्रवाह

शन्ट से धारा मान (I_{SH}) कुल धारा जो आप मापना चाहते है और मापी का पूर्ण पैमाना विक्षेपण धारा मान के बीच का अन्तर होता है।

$I_{SH} = I - I_M$ जहां I = कुल धारा

मापी और शंट समान्तर में R_1 और R_2 की भाति कार्य करते है ।

इसलिये $R_{SH} = \frac{I_M R_M}{I_{SH}}$

शंट प्रतिरोध की गणना (Calculating shunt resistance): माना की एक मिली एम्पियर मापी संचलन को विस्तारित करके 10m mA करना है चल कुण्डल का प्रतिरोध 27 ohm है मापी के परास को 10mA तक विस्तारित करने का अर्थ है कि जब संकेतक पूर्ण पैमाना विक्षेपण देता है कुल परिपथ में 10mA की धारा प्रवाहित हो रही होगी (Fig 5) ।

I_M = 1 mA (0.001 A)

I = Current to be measured = 10mA

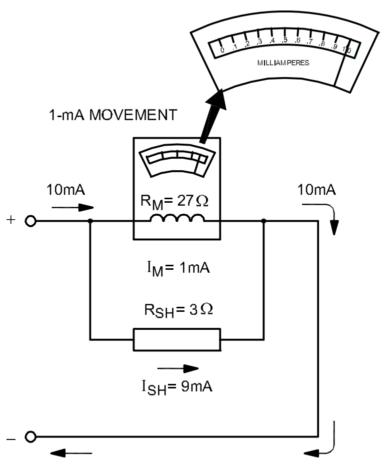
R_M = 27 Ohms

$I_{SH} = I - I_M$ = 10 mA – 1 mA

= 9 mA (0.009 A)

$$R_{SH} = \frac{I_M R_M}{I_{SH}} = \frac{0.001 \times 27}{0.009} = 3 \text{ ohms.}$$

Fig 5

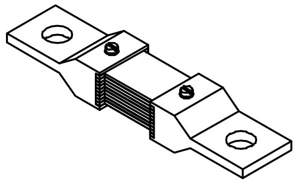


THE RANGE OF THIS 1-MILLIAMPERE METER MOVEMENT WAS EXTENDED TO 10 MILLIAMPERES BY USING THE SHUNT EQUATION $R_{SH} = \frac{I_M R_M}{I_{SH}}$

ELN259725

शन्ट पदार्थ (Shunt material): शन्ट प्रतिरोध ताप के कारण परिवर्तित नही होना चाहिये शन्ट प्रायः मैगानिन का बना होता है जिसका प्रतिरोध ताप गुणांक प्रायः नगण्य होता है। कुंजी पर मापी यन्त्र का एक उच्च धारा शन्ट Fig 6 में प्रदर्शित किया गया है।

Fig 6



HIGH CURRENT SHUNT FOR A SWITCHBOARD INSTRUMENT

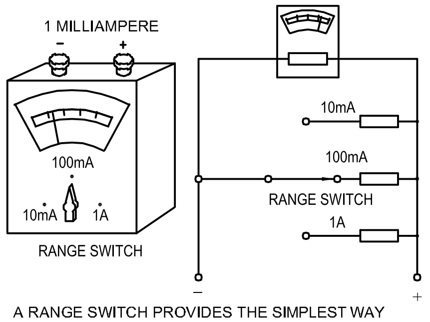
ELN259726

बहुपरास एम्पियर मापी (Multi - range ampere meters): केवल कुछ अनुप्रयोगों में एक परास वाले एम्पियर मापी का उपयोग व्यवहारिक होता है जैसे केवल 0-1 एम्पियर अथवा 0-100m mA, 0-10mA इत्यादि।

अनेक स्थानों विशेषकर दोष निवारण के समय अनेक पृथक एम्पियर मापियों का उपयोग उपस्कर घटक में सभी पायी जाने वाली धारा को मापने के लिये अव्यवहारिक होगा। इन प्रकरणों में एक बहु परास एम्पियर मापी प्रयुक्त होता है (Fig 7) ।

Fig 7

THE RANGE OF THIS 1mA METER MOVEMENT HAS BEEN EXTENDED TO MEASURE 0-10mA. 0-100mA, AND 0-1A BY USING MULTIPLE SHUNTS.

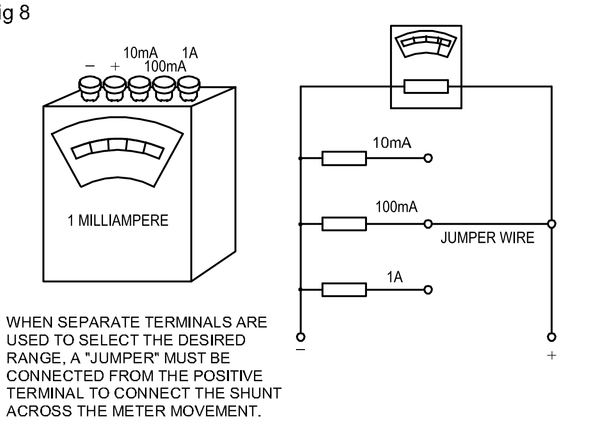


A RANGE SWITCH PROVIDES THE SIMPLEST WAY OF SETTING THE METER TO THE DESIRED RANGE.

ELN259728

एक बहुपरास एम्पियर मापी में एक मौलिक मापी संचलन और मापी संचलन के सिरों पर जोडें जा सकने वाले अनेक शंट होते है। वांछित धारा परास (Fig 7) के लिये एक परास कुंजी का प्रयोग एक विशेष शंन्ट के लिये चयनित किया जाता है। कभी कभी प्रत्येक परास के लिये मापी आवरण पर पृथक टर्मिनल आरोहित किये जाते है (Fig 8)।

Fig 8



अमीटर और वोल्टमीटर का अंशांकन (Calibration of MI Ammeter and Voltmeter)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **अंशांकन, मानक सही परिशुद्धता, परिणाम तथा स्पन्दनशीलता की परिभाषा देना**
- **अमीटर और वोल्टमीटर के अंशांकन को समझाना**
- **वोटमीटर और अमीटर का उपयोग करते समय बरती जानेवाली सावधानियाँ बताना।**

औधोगिक क्षेत्रो में बहुतायत जो मापक यंत्र प्रयोग किया जाता है वह ओरिजनल डिजाइन और यह उत्पाद हमें किसी दूसरे मापक यंत्रो की कार्य प्रणाली को सत्यापन करने में सक्षम होते है इस प्रकार मानक मापक यंत्र से किसी दूसरे मापक यंत्र की जाँच करना सत्यापन कहलाता हैं।

मानक (Standards)

सत्यापन प्रारंभ करने से पूर्व जिस मापक यंत्र से सत्यापन किया जाना हे उनकी सुग्ताहिता जाँच कर ले ताकि उससे सत्यापित किए जाने वाले उपकरण की तुलना की तरह से कर सकें इस प्रकार कोई मापक यंत्र एक मापता है तो उनका मापक रेंज MA से कम नहीं होना चाहिए सिर्फ हम तभी कह सकते हे की उपकरण का कार्यप्रणाली संतोष प्रद है ।

अत्यधिक शुक्ष्मता के लिए जो मापक यंत्र प्रयोग किया जाता हे वह मानक कहलाता है ।

अंशांकन मानक

राशि	मानक
वोल्टेज	मानक सेल उच्च सूक्ष्मतामापी श्रोत
धारा	मानक प्रतिरोध मानक वोल्टेज, मिली वोल्ट श्रोत, गैस (मर्करी फील्ड) थर्मोमीटर
दाब	मानक मर्करो मोनोमीटर, उप मानक प्रशेर गेज, वायुचालित अंश शोधक डेड वेट हैस्टर,

शुद्धता (Accuracy)

दिये गए के संदर्भ में शुद्धता इस बात पर निर्भर करता है कि वह मापक यंत्र कितनी शुद्धता से वास्विक मान माप सकता है शुद्धता दिए गए माप के संदर्भ में माप की अनिश्चितता कके प्रतिशत को दर्शाता है ।

परिशुद्धता (Precision)

शूक्ष्मता मापी का शर्त इस बात पर निर्भर करता है कि वह शुद्ध मान को बार-बार प्रयोग करने पर भी परिवर्तित न करें।

विश्लेषण (Resolution)

माप के संदर्भ में विश्लेषण का अर्थ यह हैं कि मापे गये मान में कितना परिवर्तन हुआ है, उसका समाधान करना।

सुग्राहीता (Sensitivity)

शुग्राहीता को आउटपुट और इनपुट परिवर्तन के अनुपात से परिभाषित किया जा सकता हैं।

DC और AC मीटर्स का अंशांकन (अमीटर और वोल्टमीटर) (CALIBRATING DC AND AC METERS (AMMETER & VOLTMETER)

DC और AC मीटर एक ही तरीके से सत्यापित किए जाते है एक DC मीटर को सत्यापित करने के लिए मीटर में बहुत ही शुद्ध DC करंट श्रोत सोंस परिवर्तनीय (variabie) प्रकार का हाना आवश्यक है। और श्रोत के आऊटपुट करंट की जांच करने के लिए कुछ और साधन भी होना चाहिए कई श्रोतो में इस उद्देश्य के लिए बिल्टईन मीटर होता है।

कम चरणों में परिवर्तित होता है और प्रत्येक चरण में जो मीटर सत्यापित किया जा रहा है उसका चिन्हांकन जाँच किए जाने वाले मशीन की पायांक के साथ किया जाता हे यह प्रक्रिया तब तक चलती रहती है जब तक कि मीटर के दिए गए सभी सत्यापित हो जाए।

उसी प्रकार की प्रक्रिया एक AC मीटर को सत्यापित करने के लिए प्रयोग किया जाता हे 50/60 CPS साईज वेव से ज्यादा ऊपयोग करने वाली मीटरों को छोड़कर हम यह भी जानते है कि एक AC मीटर साईज वेव के औसत मान को पढ़ता हे परंतु उसके ims वैल्यु दिखाने के लिए डिजाइन किया जाता है इसलिए मीटर की ims वैल्यू की गणना मार्किंग स्केल के बराबर होती है।

थर्मोकपल मीटर भी साईज वेव के आधार पर सत्यापित किया जाता है परुतु यह सत्यापन उसी आवृति के आधार पर किया जाता हे जो उस मीटर में ऊपयोग किया जाता है परंतु अत्यधिक आवृति पर जब सत्यापन किया जाता हे तो उसमें असाधारण स्कीन इफेक्ट होने लगता है ।

इस आवृति पर करंट वायर के सतह पर प्रवाहित होता है आवृति के उच्च होने के करंट वायर के सतह की और जाने लगता हे इस प्रभाव से थर्मोकपल के हिटिंग एलीमेंट का प्रतिरोध बढ़ता है इसकी तुलना में वायर का व्यास कम हो जाता है ।

इस प्रकार हीटर वायर का प्रतिरोध आवृति के साथ परिवर्तित होता है थर्मोकपल मीटर को विशेष आवृति से सत्यापित होना चाहिए।

मीटर परिशुद्धता

मीटर	वर्गगत परिशुद्धता
मूविंग क्वायल	0.1 से 2%
मूविंग आयरन	5%
मूविंगक्वायल रेक्टिफायर	5%
थर्मोकपल	1 से 3%

अमीटर का प्रयोग करते समय प्रयोग के साथ बरती जाने वाली सावधानियाँ (Precautions to be observed when using an ammeter in measurement work)

1 एक अमीटर को EMF.के समांतर में कभी न जोड़े क्योकि इसके कम प्रतिरोध में उच्च धारा प्रवाहित होने से मापन युक्ति खराब हो सकती है धारा की मान के अनुसार अमीटर को लोड के साथ श्रेणी में जोड़ना चाहिए।

2 सही ध्रुवता की जाँच करें गलत ध्रुवता के कारण मीटर का यांत्रिक विक्षेप दोष होता है जिसके कारण संकेतक (pointer) खराब हो सकता है ।

3 जब मल्टीमीटर का प्रयोग करते है तो पहले उच्चते रेंज का प्रयोग करें उचित विक्षेप प्राप्त होल तक करंट को धीरे धीरे घटाये अवलोकन की Accuracy को बढ़ाने के लिये उस रेंज का प्रयोग करे जो संभवतः पूर्ण पैमाने के पास पायांक देगा ।

वोल्टमीटर का प्रयोग करते समय निरीक्षण की जाने वाली सामान्य सावधानियाँ निम्न हैं (The following general precautions should be observed when using a Voltmeter)

1 उचित ध्रुवता की जाँच करें गलत ध्रुवता के कारण मीटर में विक्षेप दोष होता है और संकेतक (pointer) खराब हो सकता है ।

2 वह सर्किट जिसमें वोल्टेज मापन करना है के समांतर में वोल्टमीटर कनेक्ट करें ।

3 जब मल्टीमीटर का प्रयोग करते है हमेशा उच्चतम वोल्टेज रेंज का चयन करें पूर्ण स्केल पायांक प्राप्त होते तक धीरे-धीरे रेंज को घटाते है ।

4 हमेशा लोडिंग प्रभाव से अवगत रहें संभवतः उच्च वोलटेज रेंज का प्रयोग करके (उच्च संवेदनशील) इस प्रभाव को कम किया जा सकता हे पैमाने में कम पायांक प्राप्त होने से मापन की परिशुधता घट जाती है।

वोल्टमीटर का लोडिंग प्रभाव और सर्किट में अमीटर का वोल्टेज ड्रॅाप प्रभाव (Loading effect of voltmeter and voltage drop effect of ammeter in circuits)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **'मल्टीप्लायर' शब्द को परिभाषित करना**
- **प्रभाव की संदेवनशीलता का विश्लेषण करना/वोल्टेज ड्राप विधि से प्रतिरोध मापना,जब वोल्टमीटर के समांतर प्रतिरोध जुड़े हों (वोल्टमीटर का लोडिंग इफेक्ट)**
- **वोल्टमीटर के लोडिंग प्रभाव से संबंधित सामान्य समस्याएँ हल करना**
- **प्रतिरोध मापन में अमीटर के वोल्टेज ड्राप के प्रभाव का विश्लेषण करना।**

मल्टीप्लायर (Multipiler)

P.M.M.C.यंत्र में मुविंग क्वायल पतले गेज के कापर तार से बने होते हैं यह कापर वायर कम करंट जैसे मिली या माइक्रो एम्पीयर ही प्रवाहित कर सकता है ।

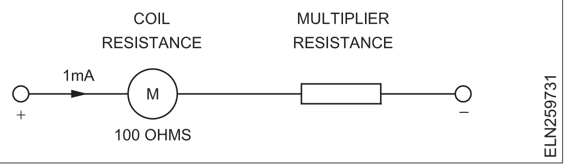
करंट की वह मात्रा जो यंत्र में पूर्ण पैमाना पायांक दर्शाता है फुल स्क्रेल डिफ्लेक्शन या F.S.D.कहलाता हे जब इस प्रकार के यंत्र (P.M.M.C).को वोटलमीटर के रूप में परिवर्तित किया जाता है तो मुविंग क्वायल के सीरीज में उच्च प्रतिरोध जोड़ा जाता है ताकि करंट फुलस्केल डिफ्लेक्शन प्रदर्शित कर सके यह सीरीज में जोड़ा गया प्रतिरोध **मल्टीप्लायर** कहलाता है ।

उदाहरण : एक (P.M.M.C). यंत्र जिसका आंतरिक प्रतिरोध(क्वायल प्रतिरोध)100 है तथा फुल स्केल करंट1mA.है इसे 10V मापने वाले वोल्टेमीटर में बदलना है तो मल्टीप्लायर के मान की गणना करें।

बहुगुणक प्रतिरोध के मान की गणना करें ।

Fig 1 के अनुसार 10V रेन्ज के लिए कायल में से करन्ट का सुरक्षित प्रचालन किया जा सकता है, वह है = 1mA.

Fig 1



10V वोल्टमीटर के टर्मीनलों के बीच कुल प्रतिरोध होगा

$$R_T = \frac{\text{Volts}}{\text{FSD current}} = \frac{10V}{\frac{1}{1000}} \text{ amps.}$$

$$= 10000 \text{ ohms.}$$

क्वायल प्रतिरोध का मान = 100 ohms

मल्टीप्लायर का मान

$$R_{Multiplier} = R_{Total} - R_{coil\ resistance}$$

$$= 10000 - 100 = 9900 \text{ ohms.}$$

उपर्युक्त से स्पष्ट है कि P.M.M.C. यंत्र में प्रवाहित करंट FSD करंट से अधिक नहीं हो सकता है यदि मीटर में करंट FSD करंट से ज्यादा हे तो मीटर जल सकता हे सेट वोल्टेज रेंज और वोल्टमीटर के प्रतिरोध के मध्य का अनुपात सुग्राहिता या वोल्टमीटर का प्रति ओम वोल्ट रेटिंग कहलाता है।

अत :

= दो के बीच का रसिस्टान्स

$$\text{स्पन्दनशीलत्य 'S'} = \frac{\text{terminals of the voltmeter}}{\text{Range of voltmeter}}$$

उपरोक्त उदाहरण में स्पन्दनशीलता होगी

$$= \frac{10000}{10} = 1000 \text{ ohms / volt.}$$

नोटः मीटर में विक्षेप के लिए सुग्राहिता करंट के विलोमायूपति होती है

$$S = \frac{1}{I_{FSD}} = \frac{1}{1mA} = \frac{1}{\frac{1}{1000}} \text{ ohms/volt}$$

$$= 1000 \text{ ohms/volt.}$$

आओ अध्ययन करें कि- एक वोल्टमीटर की वोटमीटर सुग्राहिता के कारण परिपथ में लोडिंग प्रभाव होता है।

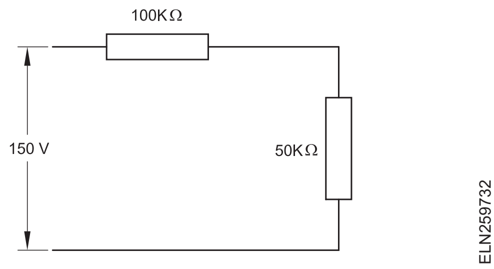
वोल्टमीटर का लोडिंग प्रभाव (Loading effect of a voltmeter) : (Loading effect of a volumeter) वोल्टमीटर की सुग्रहिता एक तहत्वपूर्ण कारक है जब मीटर में निश्चित वोल्टेज मापन का चयन करते है कम प्रतिरोध वाले परिपथ में वोल्टेज मापन करते है तो कम सुग्राहिता वाला वोल्टमीटर हमेशा सही पायांक दर्शाता है परंतु उच्च प्रतिरोध वाले परिपथ में निश्चित ही बहुत अधिक त्रुटि उत्पन्न करता है जब परिपथ में उच्च प्रतिरोध के समांतर वोल्टमीटर जोड़ा जाता है तो वह परिपथ में एक शंट की तरह कार्य करता है और परिपथ में रेजिस्टैंस के मान को घटाता है ।

इस प्रकार मीटर वोल्टेज ड्राप मान के कम पायांक को सूचित करता है जैसा कि वास्तविक वोल्टेज ड्राप पायांक वोल्टमीटर को जोड़ने कि पूर्व था यह प्रभाव वोल्टमीटर का लोडिंग प्रभाव कहलाता हे तथा यह वोल्टमीटर केकम सुग्राहिता के कारण होता है ।

वोल्टमीटर के लोडिंग प्रभव को निम्न उदाहरण से वर्णन किया जा सकता है-

उदाहरण: Fig 2.परिपध में 50-k प्रतिरोध पर चाही गई वोल्टेज का मापन करना है मापन के लिये दो वोल्टमीटर है वोल्टमीटर जिसकी सुग्राहिता 1,000 ohms/V और वोल्टमीटर-2जिसकी सुग्राहिता 20,000 ohms/V. है दोनो मीटरों का प्रयोग 50 V रेंज में किया गया है।

Fig 2



गणना करें- (i) मीटरों का पायांक (ii) प्रत्येक पायांक में त्रुटि वास्तविक मान के लिये प्रतिशत निकालिये।

हलः

50-k प्रतिरोध परिपध में वोल्टेज

यह 50-k प्रतिरोध के सिरो पर वोल्टेज का वास्तविक मान है।

वोल्टेज 1 (S=1,000 ohm/V) जिसका प्रतिरोध 50V x 1,000 ohm/ V = 50-k (50V रेंज) 50-k प्रतिरोध के सिरों पर मीटर को (Fig 3) के अनुसार जोड़ने पर प्रतिरोधों का कुल मान पैरेलल (समांतर)में जुड़े होने से घटकर 25k हो जाता है तथा (Fig 4) के अनुसार परिपथ का कुल प्रतिरोध 125 k होगा मीटरों के संयोजन तथा 50 k प्रतिरोध के बीच पोटेंशियल डिफरेंस होगा।

$$V_1 = \frac{25k \text{ ohm}}{125k \text{ ohm}} \times 150V = 30V$$

इस प्रकार वोल्टमीटर वास्तविक वोल्टेज 50V के स्थान पर30V सूचित करेगा।

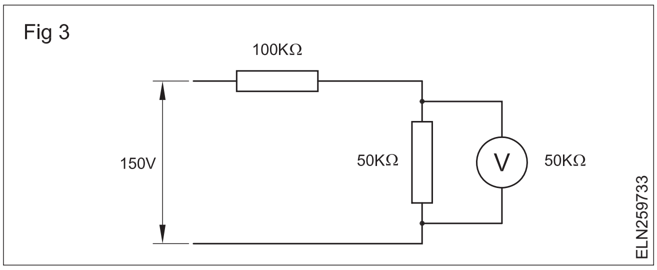


Fig 3

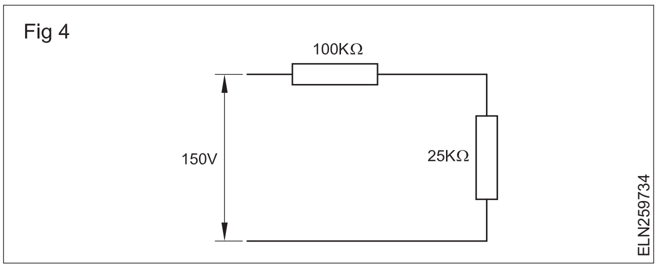


Fig 4

वोल्टमीटर 2 (S=20k ohm/V) का प्रतिरोध 50V x 20k ohm/V = जब मीटर को (Fig 5) के अनुसार 50V के सिरो पर जोड़ा जाता हे तो समांतर में जुड़े प्रतिरोध का कुल मान 47.6k ohm होगा।

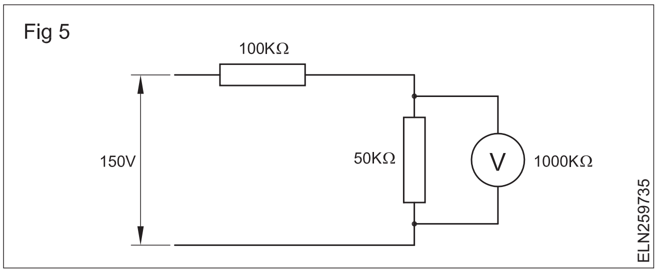


Fig 5

परिपथ का कुल प्रतिरोध 147.6 होगा। (Fig 6)

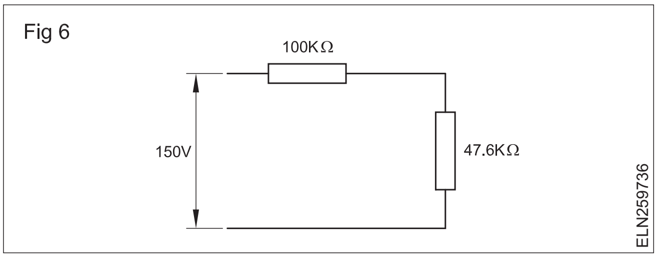


Fig 6

इस संयोग से वोल्टेज होगा

$$V_2 = \frac{47.6k \ \ ohm}{147.6k \ \ ohm} \times 150V \ = 48.36V$$

जबकि वोल्टमीटर में वास्तविक इंडीकेंटिग वोल्टेज 50V.है।

वोल्टमीटर के पायांक में त्रुटि 1.64V

$$\%error = \frac{\text{true voltage - apparent voltage}}{\text{true voltage}} \times 100$$

$$= \frac{50V - 30V}{50V} \times 100 = 40\%$$

The error in the reading of voltmeter 2 is

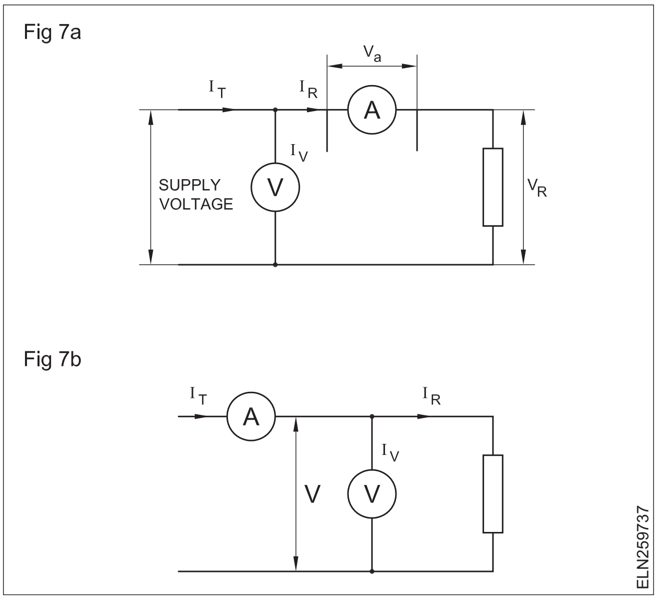
$$= \frac{50V - 48.36V}{50V} \times 100 = 3.28\%.$$

उदाहरण में त्रुटि के गणना से स्पष्ट होता है कि वाले मीटर की संवेदनशीलता अधिक विश्सनीय परिणाम देती है संवेदनशीलता का कारण महत्वपूर्ण है जब उच्च प्रतिरोध वाले परिपथ में वोल्टकज मापन करते है वोल्टेमीटर का प्रयोग करते समय निम्न बिंदऔ का पालन आवश्यक है

- जब मल्टी रेंज वोल्टमीटर का प्रयोग करते है हमेशा उच्च वोल्टेज रेंज का प्रयोग करें अच्छे पूर्ण स्केल (लगभग मध्य स्केल) पायांक होते तक रेंज को घटाते जायें।
- हमेशा लोडिंग प्रभाव से अवगत रहें। उच्च सुग्राहित वाले वोल्टमीटर या उच्च रेंज वोल्टमीटर का प्रयोग करके प्रभव को कम किया ला सकता है ।
- मीटर में पायांक लेने से पहले मल्टी स्केल इंल्ट्रमेंट में मध्य स्केल से ज्यादा रेंज का चयन करें यदि माप पैमाने के निकले स्तर पर हे तो मापन की सटीकता कम हो जाती है ।

प्रतिरोध मापन में अमीटर में वोल्टेज ड्राप का प्रभाव- प्रतिरोध मापने की अमीटर वोल्टमीटर विधि बहुत लोकप्रिय हे यह यंत्र की प्रयोग प्रयोगशालामें किया जाता है ।

इस विधि में मीटर के दो प्रकार के कनेक्शन होते हैं (Fig 7a and b).



दोनो स्थितियों में यदि अमीटर और वोल्टमीटर का पाचांक लिया गया है तो मापा गया प्रतिरोध का मान होगा।

$$R_m \ \frac{\text{वोल्टमीटर रीडिंग}}{\text{एममीटर रीडिंग}} = \frac{V}{I}$$

मापा गया प्रतिरोध R_m,वास्तविक प्रतिरोध R, के बराबर होगा यदि सर्किट में अमीटर का प्रतिरोध शून्य तथा वोल्टमीटर का प्रतिरोध अंनत हो।

जैसे कि वह यह प्रायोगिक में संभव नही है इस तरह दोनों विधि गलत परिणाम देते है परंतु मापन के त्रुटि को प्रतिरोध के अलग अलग मान लेकर कम किया जा सकता है जैसा कि नीचे वर्णन किया गया है।

परिपथ (Circuit) (Fig 7a) **:** - इस परिपथ में अमीटर प्रतिरोध में प्रवाहित होने वाली करंट के वास्तविक मान को मापता है परंतु वोल्टमीटर रेजिस्टैंस के वास्तविक वोल्टेज को नही दर्शाता दूसरे शब्दों में वोल्टमीटर रेजिस्टैंस और अमीटर के सिरो पर वोल्टेज ड्राप को मापता है ।

यदि R_a अमीटर का प्रतिरोध है।

तब अमीटर के सिरो पर वोल्टेज ड्राप $V_a = IR_a$

$$R_{mt} = \frac{V}{I} = \frac{V_R + V_a}{I_R} = \frac{IR + IR_a}{I_R}$$

$$= R + R_a \text{ ....Eqn.(1)}$$

प्रतिरोध का वास्तविक मान $R = R_{m1}\ R_a$ ... Eqn.(2)

समीकरण 2, से स्पषट है कि मापी गई प्रतिरोध का मान वास्तविक प्रतिरोध मान से अधिक है उपर्युक्त समीकरण के यह भी स्पष्ट है कि प्रतिरोध का वास्तविक मान मापी गई मान के बराबर होगा यदि अमीटर प्रतिरोध R_a शून्य है।

$$\text{Relavtive error } e_r = \frac{R_{m1} - R}{R}$$

$$e_r = \frac{R_{m1} - (R_{m1} - R_a)}{R}$$

$$= \frac{R_a}{R} \text{ ....Eqn.(3)}$$

निष्कर्ष (Conclusion) समीकरण 3,स्पष्ट है कि यदि अमीटर के आंतरिक प्रतिरोध की तुलना में मापी गई प्रतिरोध का मान अधिक है तो मापन की त्रुटि भी कम होगी तब Fig 7(a) में दिखाया गया परिपथ सिर्फ उच्च प्रतिरोध के मापन में सबसे अधिक उपयुक्त होगा।

परिपथ (Circuit) (Fig 7b) इस परिपथ में वोल्टमीटर रेजिस्टैंस के सिरो पर वोल्टेज के वास्तविक मान को मापन है परंतु अमीटर रेजिस्टैंस और वोल्टमीटर दोनों में प्रवाहित धाराओं के योग को मापता है।

यदि R_V वोल्टमीटर का प्रतिरोध है तब वोल्टमीटर के सिरो पर करंट

$$I_V = \frac{V}{R_V}$$

मापा गया रेजिस्टैंस का मान

$$R_{m2} = \frac{V}{I} = \frac{V}{I_R + I_V}$$

$$R_{m2} = \frac{V}{\frac{V}{R} + \frac{V}{R_V}} \text{ .....Eqn.(4)}$$

By multiplying the denominator and numerator by $\frac{R}{V}$, Eqn.(4) becomes

$$R_{m2} = \frac{R}{1 + \frac{R}{R_V}} \text{ .....Eqn.(4)}$$

समीकरण 4, से स्पष्ट है कि रेजिस्टैंस का वास्तविक का मान मापी रेजिस्टैंस के बराबर होगा यदि

- वोल्टमीटर R_V का प्रतिरोध अंनत है
- वोल्टमीटर के प्रतिरोध के तुलना में मापी गई प्रतिरोध R'का मान बहुत कम हो।

$$\text{Relative error } e_r = \frac{R_{m2} - R}{R}$$

विलोपन विधि से हमे प्राप्त होता है

...Eqn.(5)

R_{m2} का मान लगभग R. के बराबर है।

$$e_r = \frac{R_{m2} - R}{R}$$

तब $e_r = \frac{}{R_V}$ .....Eqn.(6)

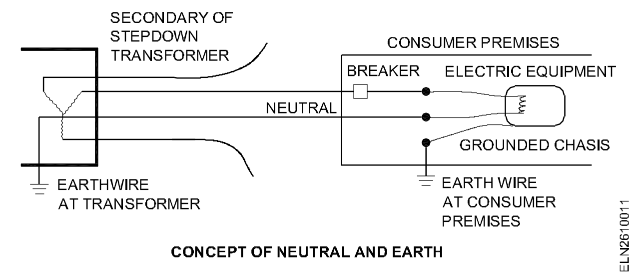
निष्कर्ष (Conclusion) से स्पष्ट है कि वोल्टमीटर के प्रतिरोध की तुलना में यदि मापी गई प्रतिरोध का मान कम है तो मापन की त्रुटि भी कम होगी इस प्रकार Fig 7(b) का उपयोग तब किया जाता है जब प्रतिरोध का मान निम्न हो।

अर्थ-और न्युट्रल की अवधारण- कुकिंग रेंज (Concept of Neutral and Earth - Cooking range)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **न्यूट्रल और अर्थ की अवधारणा को स्पष्ट करना**
- **घरेलू उपकरण को परिभाषित/पहचान करना**
- **कुकिंग रेंज को परिभषित करना**
- **इलेक्ट्रिक रेंज के पार्ट्स बताना**
- **उपकरणों से संबधित समस्या उनके कारण और निवारण की सूची करना ।**

न्यूट्रल और अर्थ को अवधारण (Concept of neutral and earth) (Fig 1)

Fig 1



CONCEPT OF NEUTRAL AND EARTH

अर्थ बिंदु ग्राउंड से संयोजित होता है जो कि स्टेप डाउन ट्रांफार्मर के से केण्डरी साइड का स्टार या (उदासीन बिंदु) से लिया गया है और ग्राहक के परिसर आहाता में अर्थ किया होता है।

न्यूट्रल बिंदु/वायर ग्राहक के लिए रिर्टनिंग करंट ले कर ट्रांसफार्मर के स्टार बिंदु में पहुचा कर परिपथ को पूर्ण करता है सामान्य स्थिति में अर्ष वायर से कोई प्रवाहित नहीं होता है।

अर्थ बिंदु का उपयोग ग्राहकों के धात्विक बाँडी वाली उपकरणो को अर्ष करने हेतु किया जाता है और इन्हे वायर से अलग रखा जाता है अतः अर्थ वायर का उपयोग निश्चित ही उपकरण और व्यक्तिगत सुरक्षा के लिए किया जाता है।

धात्विक बांडी के उपकरण को जब फेज वायर छु ले तब की स्थिति में अर्थ वायर से करंट प्रवाहित होगा और इस लघु पषित करंट से परिपथ में संयोजत कुछ सर्किट ब्रेकर तुरंत ट्रिप हो जाएगें जब फेज वायर धात्विक उपकरण की बांडी को आंशिक रूप से स्पर्श कर रहे हो या तार का इंशुलेशन खराब हो गया हो तब अर्ष वायर से बहुत ही कम करंट प्रवाहित होगी इस स्थिति में परिपथ को तोड़रे हेतु ELCB या RCCB का उपयोग किया जाता है जो कि करंट की बहुत कम मात्रा को समझ कर (6-30 Amp) परिपथ को तोड़ देता है औधेगिक क्षेत्र हेतु यह लीकेज करंट 300mA तक हो सकता है ।

घरेलू उपकरण (Domestic appliances)

घरेलू उपकरण ऐसा वैधुतिक उपकरण/मशीन है जो घरो में खाना बनाने कपड़ा धोने और विभिन्न उद्देश्य हेतु प्रयोग किया जाता है ।

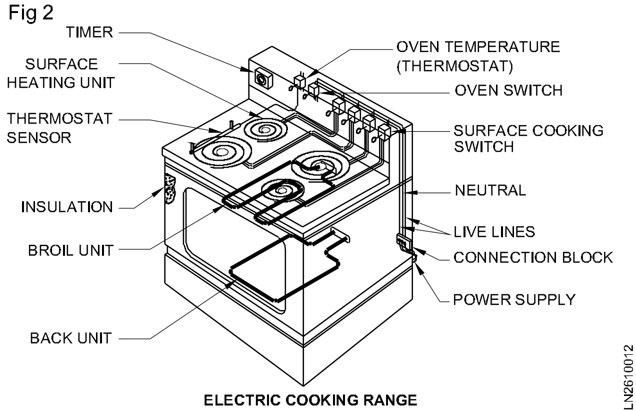
मानक सुरक्षा नियम - प्रशिक्षु घरेलू उपकरणो से संबधित सुरक्षा साधनों की जानकारी हेतु अंतराष्ट्रीय वैधुतिक समिति (IECF 60335 -part 2 - section 64) द्वारा निधार्रित नियमों को देखें।

विद्युत कुकिंग रेंज (Electric cooking range)

इलेक्ट्रिक कुकिंग रेंज और ओवन कई बार एक ही सिंगल यूनिट में बनाए जाते है या कई बार अलग-अलग कुछ घरों में रेंज में किचन के प्लेटफार्म पर और ओवन को दीवार पर लगाते है । या कही पर दोनों के एक ही यूनिट में लगा देते हैं । इन्हें किसी भी तरह से लगाया जाए इनकी वर्किंग एक सी होती है ।

हीटिंग यूनिट की सतह को रेंज की टॉप पर रखते है । विद्युत कनेक्शन टॉप में ही जगह के अनुरूप करते है । जैसा Fig 2 में दिखाया है । ओवन का कंट्रोल पैनल भी टॉप पर बना होता है ।

Fig 2



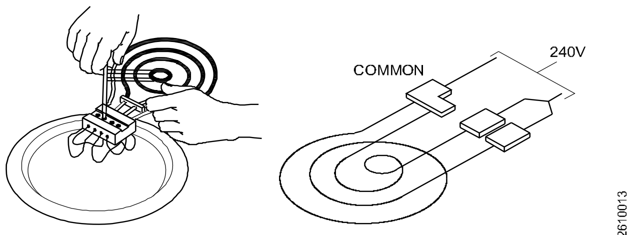
ELECTRIC COOKING RANGE

कुकिंग रेंज के प्रमुख भाग (The parts of a cooking range)

हीटिंग एलीमेंट (Surface heating elements) : आधुनिक कुकिंग रेंज के नाइक्रोम एलीमेंट को मेटल के ट्यूब में मेगनीशियम ऑक्साईड (magnesium oxide) से इंसूलेट करके रखते है । हीटिंग एलीमेंट की बंद संरचना, सुरक्षित और ज्यादा दिनों तक चलनेवाली होती है । जैसा Fig 2 में दिखाया है ।

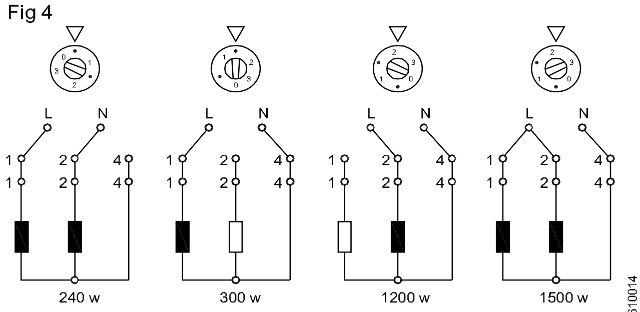
स्टेप/सिलेक्टर स्विच (Step/Selector switches) : स्टेप स्विच से साधारण रोटरी स्विच जैसा होता है । इससे चार या छः अलग-अलग हीटिंग रेंज या वाल्टेज सिलेक्ट करता है । Fig 3 और 4 में दिखाया है ।

Fig 3



HEATING ELEMENTS

Fig 4



STEP/SELECTOR SWITCH-4 POSITION

स्टेप स्विच को 240 V के दो या तीन एलीमेंट से जोड़ते है । इस स्विच से सर्किट का कुल प्रतिरोध या वोल्टेज बदलता है ।

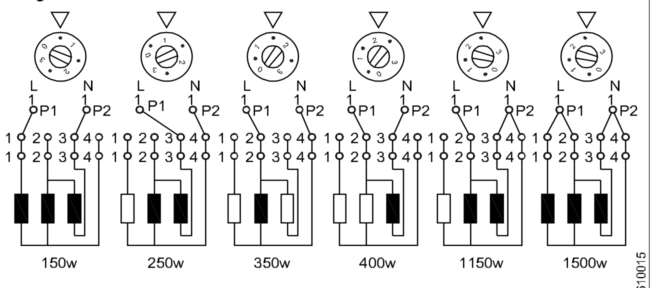
अधिक से अधिक हीट के लिए एलीमेंट को पैरेलल में लगाते है । यदि हीट को कम करना हो तो एलीमेंट को सिरीज में लगाते है । (जैसा कि Fig 3 और 4 में दिखाया है)

ओवन यूनिट (Oven unit) : ओवन यूनिट में दो एलीमेंट होते है, ऊपर एलीमेंट (ऊपर का एलीमेंट) और लोअर एलीमेंट (नीचे का एलीमेंट)

ओवन की हीट को थमोस्टेट और टाइमिंग यंत्र से कंट्रोल करते है ।

ओवन इलेक्ट्रिक सर्किट में ब्रॉयल यूनिट को फ्रेम के माध्यम से दो अलग-अलग कॉइल में बनाया जाता है, जबकि बेक (सेकनेवाली) यूनिट केवल एक क्वाइल से घिरी हुई होती है ।

Fig 5

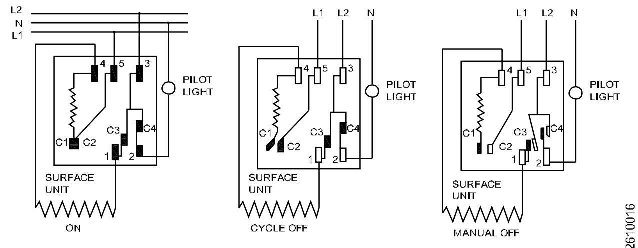


STEP/SELECTOR SWITCH-6 POSITION

आज कल थर्मोस्टेट के बजाए सर्किट में विशिष्ट प्रकार का इनफिनाइट होट स्विच (infinite-heat switch) लगाया जा रहा है । जैसा Fig 5 में दिखाया है । यह स्विच आंतरिक हीटर को संचालित करता है । जिससे बाइमेटल ओपन हो जाता है और उस स्विच को बंद कर देता है जो रेज हीटर एलीमेंट को कंट्रोल करता है । बायमेटल हीटर, कुकिंग रेज के साथ सिरीज में रहता है और सही प्रतिरोध वाले एलीमेंट को नियंत्रित करता है ।

विद्युत रेंज (electric range) का एक सुव्यवस्थित चित्र नीचे Fig 6 में दर्शाया गया है ।

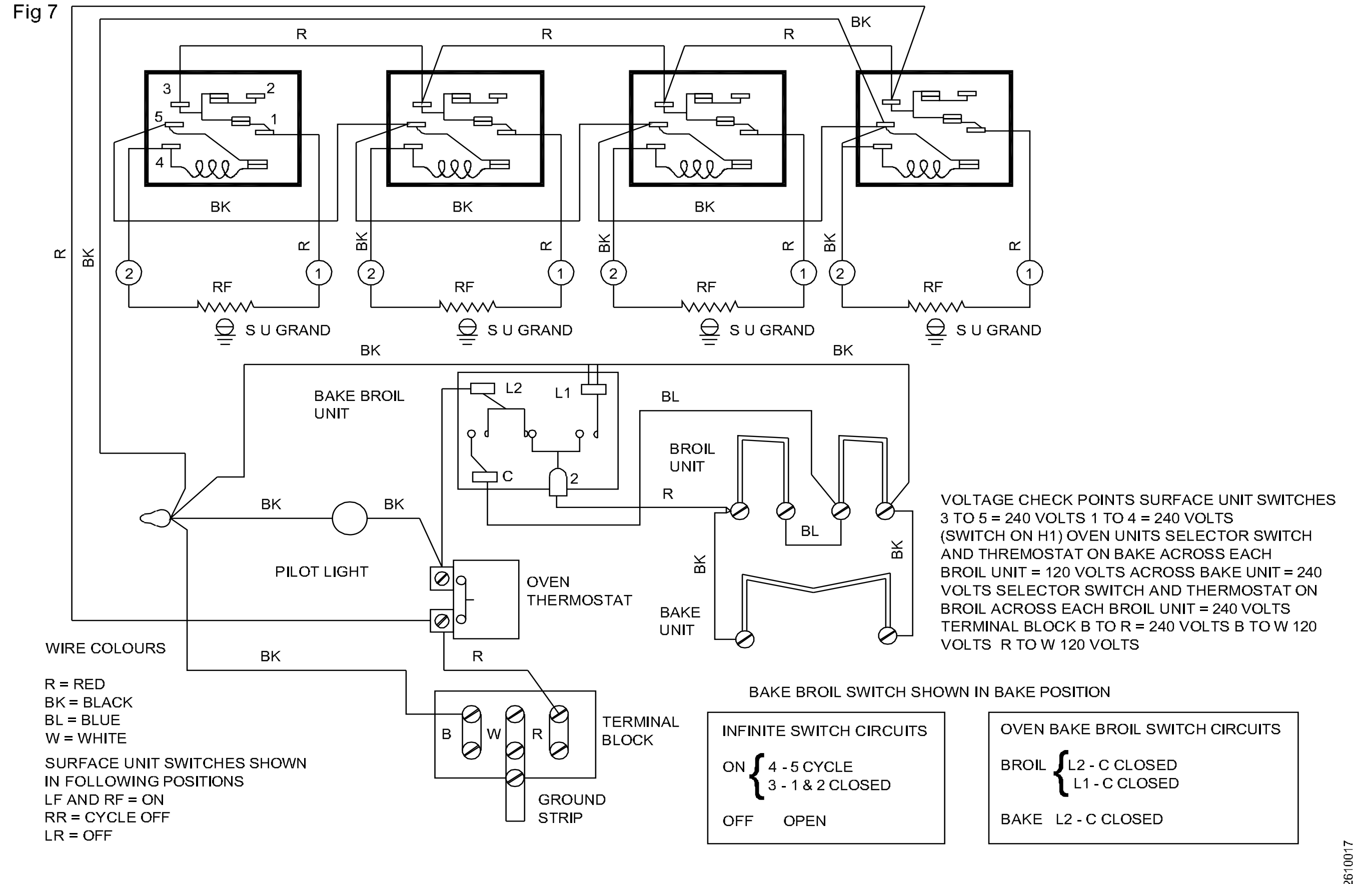
Fig 6



TYPICAL INFINITE-HEAT SWITCHES

इलेक्ट्रिक रैंज के लिए समस्या-समाधान का चार्ट

समस्या	संभावित कारण	ठीक करने के उपाय
अवन का गरम न होना	सिलेक्टर स्वीट्च का आफ होना फ्यूज़ उड़ा हुआ होना अवन कन्ट्रोल का काम न करना । अवन एलिमेन्ट में ओपन सर्किट का ढीया कनेक्शन टाईमर का काम न करना ।	सिलेक्ट स्वीट्च को सैट करें । फ्यूज़ों की जाँच करें । कन्ट्रोलों की जाँच करें । सर्किट का सातित्य जाँचें । सभी कनेक्शनों को कसें । टाईम सेटिंग की जाँच करें ।
अवन का अधिक गरम या ठंडा होना	थर्मोस्टेट कैलिबरेशन अवन दरवाजा ठीक से फिट न हो	"थर्मोस्टैट अड्जसमेन्ट" की जाँच करें । "डोर सील तथा फिट" की जाँच करें ।
अवन बंद न होता हो	सिले क्टोर स्वीट्च काम न करना हो । टाईमर काम न करता हो ।	सिलेक्टर स्वीट्च की जाँच करें । टाईमर सेटिंग की जाँच करें ।
अवन के अन्दर की बत्ती न जलती हो	ढीला या खराब बल्ब । लाईट की स्वीट्च काम न करती हो कनेक्शन ढीला हो ।	बल्ब को कसें या बदलें । लाइट का स्वीट्च बदलें सभी कनेक्शनों को कसें ।



SCHEMATIC DIAGRAM OF A TYPICAL ELECTRIC RANGE

समस्या	संभावित कारण	ठीक करने के उपाय
अवन का द्वारा गरमी के कारण खुल जाए	द्वारा के संयोजन की आवश्यकता है । पिन ढील हो या घिस गयी हो ।	"डोर सील तथा फीट" की जाँच करें ब्रेकेटों को बदलें ।
अवन का द्वारा नीचे आ जाता हो ।	हिन्ज ब्रैकेट घिस गया हो ।	ब्रेकेट को बदलें ।
टाईमर ठीक से काम न करता हो ।	सेटिंग ठीक न हो ढीला कनेक्शन न चलनेवाली मोटर न चलनेवाला यंत्र	ग्राहक का मेन्युल देखें । "टाइमर ओपरेशन" देखें सभी कनेक्शनों को कसें । मोटर को बदलें । टाइमर को बदलें ।
टाईमर प्रायः नियंत्रण में न हो	कनेक्शन सही न होना टाईमर का काम न करना सिलेक्टर स्वीट्च सही सैट न हुआ हो	वायरिंग डायोग्राम की जाँच करें टाईमर को बदलें सिलेक्टर स्वीट्च बदलें
अवन में पानी चूता है या भाप बनती है	द्वारा को खुला रखकर प्रिहीट नहीं किया गया है । अवन का तापमान अधिक होना ऊपर द्वारा का सील न होना । जाम हो गये हो ।	अवन ओपरेश को जाँचे । थर्मोस्टाट केलिब्रेशन को जाँचे । अवन के द्वारा का संयोजन करें । वेन्ट को साफ करें ।
सतह की युनिट गरम न होती हा	मुख्य फ्यूज उड गया हो कनेक्शन ढीला हो स्वीट्च काम न कर रहा हो यूनिट खुला हो कनेक्शन सही न हो वायर टूटा हुआ हो ।	फ्यूज़ को जाँचें । कसें । स्वीट्च को बदलें । वायरिंग डायोग्राम की जाँच करें । सतता की जाँच करें ।

गीज़र (Geyser)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **गीज़र का वर्णन करना**
- **गीज़र के विभिन्न भागों की सूची व्यवस्थित निर्माण आरेख के आधार पर बनानी**
- **गीज़र की संरचना और प्रचालन को स्पष्ट करना**
- **गीज़र की देखभाल और रखरखाव अभ्यास की सूची बनाना**
- **गीज़र में आनेवाले संभावित दोष व उनके उपचारो को स्पष्ट करना ।**

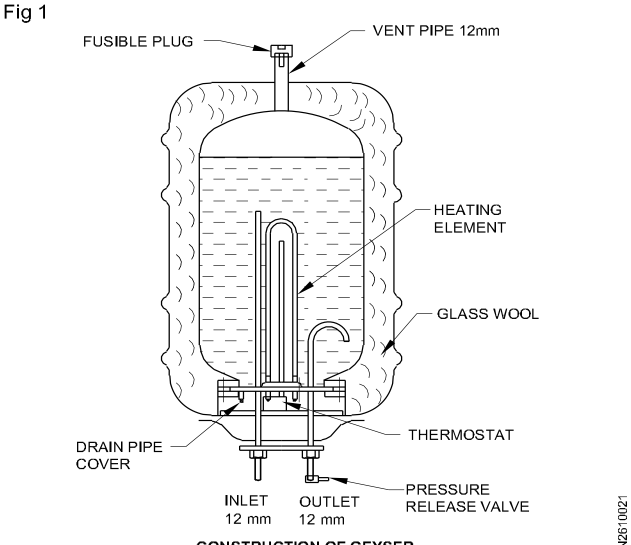
गीज़र (Geyser)

यह एक इलेक्ट्रिक वाटर हीटर है जो इसमें जमा हुए पानी को गरम करता है ।

वैसे तो अनेक प्रकार के वाटर हीटर आते है । परन्तु अदिकतम उपयोग में लाया जानेवाला वाटर हीटर, गीज़र है । इसमें से पानी निकाल कर तुरन्त उपयोग में ले सकते है ।

गीज़र की संरचना (Construction of geysers) : Fig 1 में हॉट वॉटर गीज़र या स्टोर वाटर गोजंर की संरचना दिखाई गई है ।

Fig 1



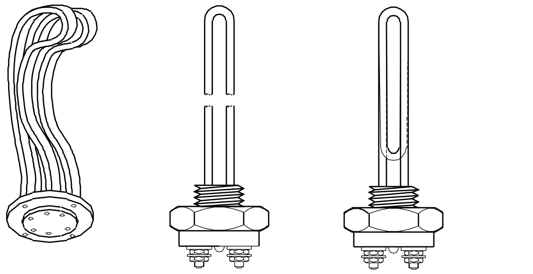
CONSTRUCTION OF GEYSER

इसकी बाहरी केसिंग माइड स्टील की बनी होती है । इसका अंदर का टैंक मोटे गेज के कॉपर शीट का बना होता है । ताकी जंक न लगे । बाहरी केसिंग और टांक के बीच ग्लास वूल भारा जाता है । यह एक अच्छा हीट इंसूलेशन होता है । इससे हीट लॉस नहीं होता । टैंक के अंदर हीटिंग एलीमेंट, थर्मोस्टेट, इनलेट-आउटलेट पाइप लगे होते हैं ।

हीटिंग एलीमेंट इमरशन हीटर की तरह दी होते है । केवल टैंक के अनुसार इनका आकार बदलता रहता है । Fig 2 में हीटिंग एलीमेंट के कुछ आकार दिखाए गये है ।

गीज़र की क्षमता के आधार पर हीटिंग एलीमेंट की रेटिंग होती है । 25 लीटर के गीज़र में 1 KW का एलीमेंट, 50 लीटर के लिए 2 KW का, 100 लीटर के लिए 3 KW का एलीमेंट लगाया जाता है ।

Fig 2

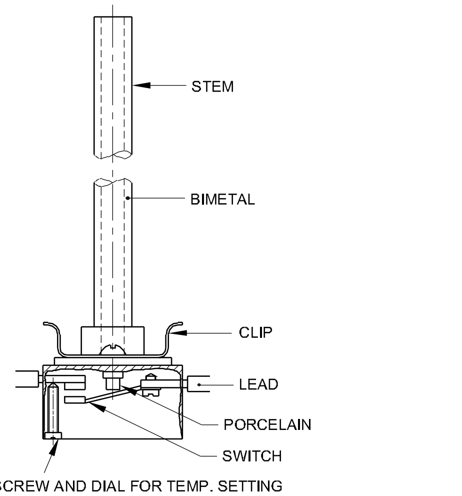


DIFFERENT SHAPES OF HEATING ELEMENTS

थर्मोस्टेट (Thermostats) : हीटिंग एलीमेंक के करंट को कंट्रोल करने के लिए गीज़र में थर्मोस्टेट लगाते है । यह पानी के तापमान को 32°C से 88°C तक बनाए रखता है ।

गीजर में लगने वाला विशिष्ट थर्मोस्टेट (A typical thermostat used in geysers) : गीज़र में लगने वाला थर्मोस्टेट ट्यूब और बायमेटलिक प्रकार का होता है । जैसा की Fig 3 में दर्शाया है ।

Fig 3



A TYPICAL TERMOSTAT USED IN WATER HEATER

थर्मोस्टेट का माप 8 mm व्यास (diameter) के साथ 175 mm, 275mm या 450 mm की लम्बाई गीज़र की ऊँचाई पर निर्भर करती है । थर्मोस्टेट के एक ट्यूब में फिक्स करते है और यह एलीमेंट के साथ सिरीज में लगा होता है ।

आउट लेट पाइप 'U' आकार का होता है । ऐसा आकार होने से Fig 1 गीज़र से पानी आसानी से बाहर जाता है । एक फॉयलेट लैम्प लगा होता है जो ऑटोमेटिक काम करता है ।

गीज़र के ऊपर की तरफ एक फ्यूज प्लग लगा होता है । जब कभी थर्मोस्टेट खराब हो जाए तो यह टैंक के अंदर के दाब (pressure) को कम करता है ।

कार्य प्रणाली (Working) : जब गीज़र शुरू में फिट होता है, तो इनलेट कॉक को खोलकर टैंक को वॉटर लेवल तक भरते है । जब स्विच ‘ on’ करें । तो पानी गरम होने लगता है । और एक निश्चित तापमान में आकर थर्मोस्टेट हीटर को सप्लाई से अलग कर देता है । (Fig 3) आउट लेट पाइप से गरम पानी बाहर आ जाता है और ठंडा पानी फिर भर जाता है । इससे थर्मोस्टेट ठंडा होकर सप्लाई on कर देता है । हीटिंग फिर से शुरू हो जाती है ।

देखभाल और रखरखाव (Care and maintenance) : गीज़र को ज्यादा रखरखाव की आवश्यकता नहीं पड़ती है । केवल पानी में होने वाली विभिन्न तत्वों से टैंक में साल्ट जमा हो जाता है । झिसे साफ करना चाहिए और खाली टैंक होने पर स्विच ऑन नहीं करना चाहिए ।

समस्या निवारण (Troubleshooting of geysers)

नीचे दिए गए चार्ट में समस्याएँ कारण और उसका निवारण दिया गया है ।

वाटर हीटर/गीज़रों में समस्या तथा समाधान

समस्या	कारण	परीक्षण तथा समाधान
गरम पानी का न होना	1 उड़ा हुआ फ्यूज	1 फ्यूज को बदलें
	2 खुला सर्किट	2 सर्विस एन्ट्रान्स तक वायरिंग की जाँच करें कि कोई टूटा हुआ या लूस वायर नहीं है ।
	3 हीटर तत्वों का जल जाना ।	3 वायर नहीं है ।
गरम पानी की मात्रा का कम होना तथा पानी कम गरम होना	1 थर्मोस्टेट की सेटिंग बहुत नीचे होना 2 नीचे का हिटिंग तत्त्व जला हुआ	1 थर्मोस्टेट सेटिंग को चैक करें । 60°C से 65°C होना चाहिए 2 नीचे के हिटिंग एलिमेन्ट की जाँच करें और यदि जल गया है तो बदल दें ।
	3 टैंक का कैपेसिटर आवश्यकता से कम होना	3 प्रयुक्त किये गये पानी की मात्रा की जाँच करें । प्रयोगकर्ता को समझायें यदि टैंक की क्षमता बहुत अधिक कम हो तो ।
सतत/बार-बार फ्यूज़ का उड़ जाना	1 हिटिंग एलिमेन्ट का ग्राउण्डेड होना	1 भूमि के लिए हिटर एलिमेन्ट को जाँचें ।
	2 लेड वायर का ग्राउन्डेड होना	2 भूमि के लिए वायरिंग की जाँच करें ।
	3 कनेक्शन का सही न होना	3 सर्विस एन्ट्रान्स तक इलेक्ट्रिक कनेक्शन की जाँच करें ।
गरम पानी में भांप उठाना	1 थर्मोस्टाट का सही जोड़ न होना ।	1 वायरिंग की जाँच करें और कनेक्शन में कोई खराबी है तो ठीक करें ।
	2 थर्मोस्टाट के कान्टाक्ट एक साथ जल गए हो	2 थर्मोस्टेट की जाँच करें ।
	3 हिटिंग एलिमेन्ट का ग्राउन्डेड होना ।	3 ग्राउन्ड के लिए यूनिट की जाँच करें ।
	4 थर्मोस्टाट बहुत ऊँचा सैट किया गया हो अथवा केलिब्रेशन से बाहर हो	4 थर्मोस्टेट को पुनः सैट करें ।
पावर को अधिक	1 फासेट्स (टैप्स) का रीसना	1 सभी रीसते फासेट्सों (टैप्स) में वाशर बदलिएँ ।
खपत जिसके फलस्वरूप	2 गरम पानी की पाईपों का अधिक एक्सोस होना	2 गरम पानी की पाईपों को जितना हो सके उतना छोटा होना
इलेक्ट्रिसिटी के बिना	3 थर्मोस्टेट का सेटिंग बहुत ऊँचा होना	3 थर्मोस्टेट को पुनः सैट करें । सेटिंग 60°C से 65°C होना चाहिए
में बढ़ोत्तरी	4 हिटिंग ऐलिमेन्ट भूमि तक कम हो ।	4 भूमि के लिए एलिमेन्ट को चैक करें ।
	5 हिटिंग यूनिटों पर परते जमी हों ।	5 यूनिट को निकाल करें जाँचे ।
टैक मेंरीसाव	1 थर्मोस्टेट के आसपास रीसाव हिटिंग यूनि फ्लैन्ज के इदगिर्द रीसाव	1 टैंक को फेंकने से पूर्व सभी संभावित रीसाव स्थानों को जाँच करें ।

वाशिंग मशीन (Washing machine)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **वाशिंग मशीन क्या है यह स्पष्ट करना**
- **वाशिंग मशीन के प्रकार और उसकी धूलाई तकनीक का विवरण देना**
- **सुखाने के लिए मंगल व्रिंगर की कार्य-विधि स्पष्ट करना**
- **ड्रेन पम्प और ड्राइवर मोटर के कार्य स्पष्ट करना**
- **जिन बिन्दुओं को ध्यान में रखते हुए वाशिंग मशीन का स्थान निर्धारित किया जाता है उसका विवरण देना।**

वाशिंग मशीन (Washing machine)

ये एक घरेलू विद्युत उपकरण है जो कपड़ों को धोने और सुखाने के काम में लाई जाती है ।

वाशिंग मशीन से प्रकार (Types of washing machines) : आधुनिक वाशिंग मशीनों को मुख्यः तीन वर्गों में उसके कार्य के आधार पर बाँटा गया है ।

ये हैं

- आर्डिनरी (Ordinary)
- सेमी ऑटोमेटिक (Semi automatic)
- फूल्ली ऑटोमेटिक (Fully automatic)

i साधारण प्रकार (Ordinary type)

आर्डिनरी मशीन बिना टाइमर के (Ordinary without timer) : इस प्रकार की मशीन में पल्सेटर टेक्निक का प्रयोग होता है। इसकी डिस्क मोटर के साथ फिट होती है ।

इसमें केवल एक ही टब होता है और एक ही मोटर होती है जिसमें गंदे कपडे डाले जाते है। इसमें ऑपरेटर द्वारा ही पानी और डिटर्जेंट डालकर टाइम भी सेट किया जाता है ।

ऑर्डिनरी मशीन टाइमर के साथ (Ordinary with timer) : यह ऑर्डिनारी से समान ही होती है। केवल इसमें एक क्लॉक टाइमर लगा दिया जाता है जो 1 से 15 मिनिट का वॉश टाइम दिखाता है ।

ii सेमी-ऑचोमेटिक (Semi-automatic type)

इसमें दो टब होते है। एक जिसमें कपड़े धोए और खंगाले जाते है। और दूसरा कपड़े सुखाने का काम करता है । वाशिंग टब धीमी गति से चलता है और स्पिन (सुखाने वाला) टब की गति अधिक होती है। इस प्रकार की मशीन में एक या दो मोटर हो सकती है ।

iii फूल्ली (पूर्णतः) ऑटोमेटिक (Fully automatic type)

इस प्रकारी की मोटर में माक्रो प्रोसेसर लगा होता है जो वाशिंग टाइम का निर्धारण करता है । इसमें एक ही टब में दोनों कम हो जाते है । मशीन की प्रोग्रामिंग ऐसी होती है कि स्वतः ही पानी अंदर लेती है और डिटर्जेंट के साथ कपड़े धोकर, सुखा कर ही बंद होती है ।

उपरोक्त प्रकारों के अलावा वॉशिंग मशीन इनके लोडिंग के आधार पर भी वर्गीकृत होती है । जैसे टॉप लोडिंग (कपड़े ऊपर से डाले जाते है) और फ्रंट लोडिंग (कपड़े सामने से डाले जाते है) । कुछ मशीनों में पानी हीटर द्वारा गरम भी किया जाता है ।

धोने के तरीके के आधार पर वर्गीकरण (Types of wash techniques)

ऊपर बताएँ गये प्रकारों के अलाव मशीन का वर्गीकरण उसमें होने वाली तकनीकों के अनुसार भी किया गया है, जो निम्न लिखित है ।

पल्सेटर वॉश तकनीक (The pulsator wash technique) (Refer Fig 1): पल्सेट तकनीक बहुत ही आम तकनीक है, इस एक अवतल आकार की डिस्क टब की दीवार पर लगी होती है। यह कपड़ों में पानी में घुमाती है । और कपड़े डिस्क और दिवारों से रंगड़ कर साफ हो जाते है । (Fig 1 & 2)

Fig 1

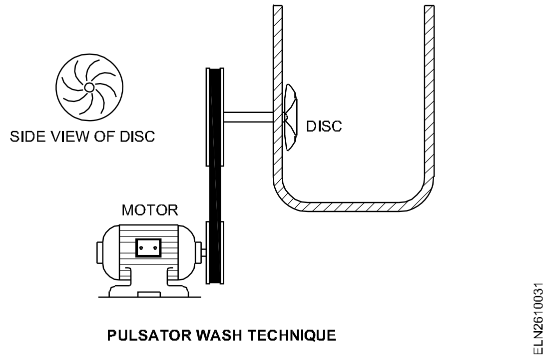
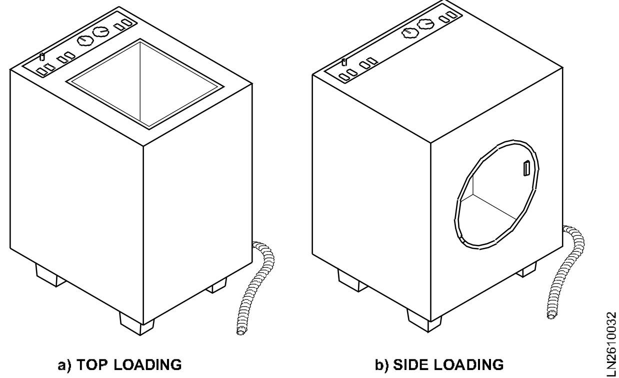


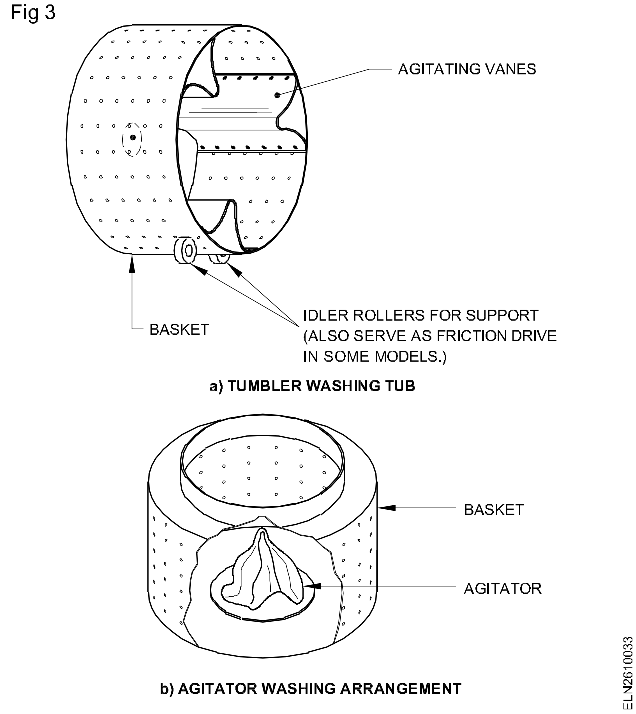
Fig 2



टम्बलर टाइप (Tumbler type) (Fig 3 a): इस प्रकार की मशीन में एक साधारम ड्रम में कपड़े टम्बलिंग विधि से धुलते है । जैसा Fig 3a में दिखाया गया है । इसकी संरचना सरल होती है । ड्रम से आस-पास कपड़े घुमा कर धोये जाते है ।

एजीटेटर वॉश तकनीक (The agitator wash technique) (Fig 3b): वॉशिंग टब के अंदर एक लम्बा, बेलनाकार एजीटेटर लगा होता है । पानी और कपड़े एजीटेटर के आस-पास घूमते है और इस प्रकार कपड़े साफ होते हैं । यह प्रक्रिया नाजूक कपड़ों के लिए ठीक नहीं होती ।

Fig 3



a) TUMBLER WASHING TUB

b) AGITATOR WASHING ARRANGEMENT

एयर पावर वॉश तकनीक (The air power wash technique) : इस तकनीक में नाजूक कपड़ों को धोने के लिए एयर बबल तकनीक का उपयोग किया जाता है ।

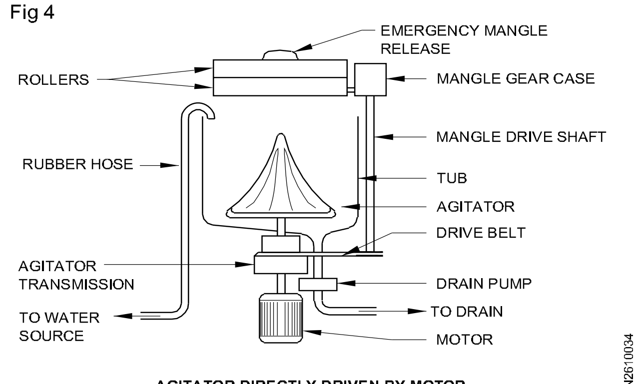
चाउस पंच वॉश तकनीक (The chaos punch wash technique): यह मशीन बहुपक्षीय विधि (multifaceted method) से कपड़े धोती है । इसमें पानी को कपड़ों के ऊपर तेज दबाव के साथ डाला जाता है । और इससे कपड़ों को नुकसान नहीं पहुँचता है ।

न्यूरो फजी लॉजिक तकनीक (The neuro fuzzy logic technique) : इस मशीन में प्रोग्रामिंग के लिए माइक्रो प्रोसेसर लगा होता है । यह माइक्रो प्रोसेसर निर्णाय लेता है कि किसी प्रकार के कपड़ों को कैसे धोना है ।

वॉटर फॉल तकनीक (The water fall technique) : यह तकनीक चाउस पंच वॉश तकनीक जैसी ही होती है । इसमें जेट से पानी को टब में डाला जाता है । पानी की गति और तेज बहाव कपड़ों की धूल को हटा देता है । बहुत सारी वॉशिंग मशीन इलेक्ट्रीशियन द्वारा संधारी जा सकती है । परन्तु जिन मशीनों में माइक्रो प्रोसेसर लगा होता है उसका सुधार कार्य केवल ट्रेंड (trained) और अनुभवी तकनीशियन ही कर सकते है ।

ड्राइंग के लिए मंगल व्रिंगर प्रकार की पारम्परिक मशीन (The conventional type with mangle wringer for drying) : इस मशीन की संरचना और संचालन बाकी की अपेक्षा सरल होता है । इस मशीन का वॉटर टब उपयोगकर्ता स्वयः लेबल देखकर ऊपर से भर सकता है । साबुन या पॉवडर भी ऊपर से डाला जाता है । कपड़ों के प्रकार के अनुरूप मशीन का 'ON' और 'OFF' टाइमर निर्धारित होता है । बहुत सी मशीनों में एगीटेटर बिना इंटरमिडिएट गेयर के लगा होता है । जैसे कि Fig 4 में दिखाया है ।

Fig 4

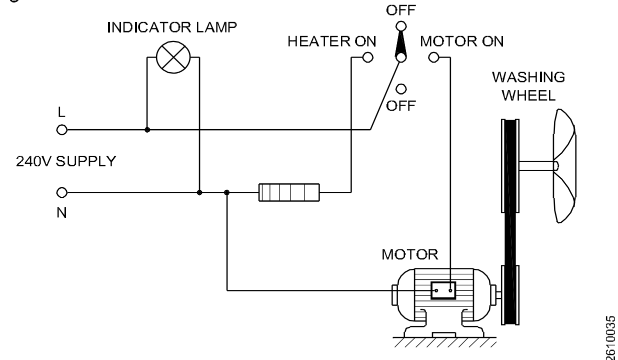


AGITATOR DIRECTLY DRIVEN BY MOTOR

वॉश टाइमर मशीन को रोकता है । एगीटेटर जैसा काम करता है वही करता रहता है और ड्रेन में मेन्यूअलध्दी ऑपेरेट किया जाता है । कपड़ों को साफ पानी से खंगालने के लिए दोबार पानी जल कर ON टाइमर लगाते है । और डिटर्जेंट के हटने तक धोते है । इसे रेंज (rinse) सायकल कहते है । अब कपड़ों को मंगल व्रिंगल (mangle wringer) में जल कर उनका पूरा पानी सुखा देते है ।

कुछ विशेष प्रकार की मशीनों में हीटर होते हैं । जो गरम हवा के साथ कपड़ों को सुखाते है । और टब में पड़े पानी को इमरशन हीटर की तरह गरम करते है । जिससे कपड़े गरम पानी से थी धोएँ जा सकते है । इस प्रकार के हीटर का सुधारा नहीं जा सकता । इनके खराब होने पर नया ही लगाना पड़ता है । साधारण वाशिंग मशीन और हीटर का कनेक्शन डायग्राम Fig 5 में दर्शाया गया है ।

Fig 5



SIMPLE WASHING MACHINE WITH HEATER

सावधानियाँ (Precaution)

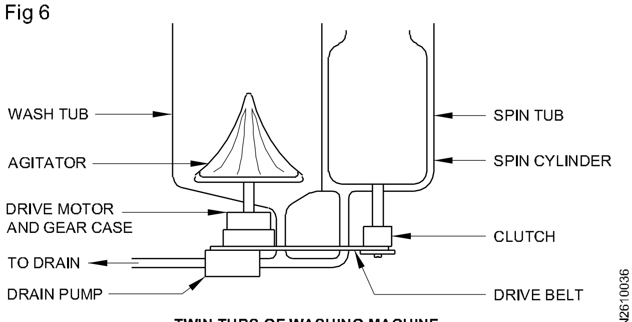
i पानी को ड्रेन करते समय एजीटेटर को बंद रखना चाहिए । जब टब में पानी न हो तो बिना पानी के कपड़ों को घुमाने में एजीटेटर को ज्यादा बल लगाना पड़ता है जिससे मोटर में ओवर लोडिंग होती है ।

ii मशीन के नीचे में लगे केबलों को जंक रोधी वेल्ड मेश से ढंकना चाहिए ताकि चूँहे उसे खराब न कर सके ।

दो टब वाली वाशिंग मशीन (Twin - tub washing machine)

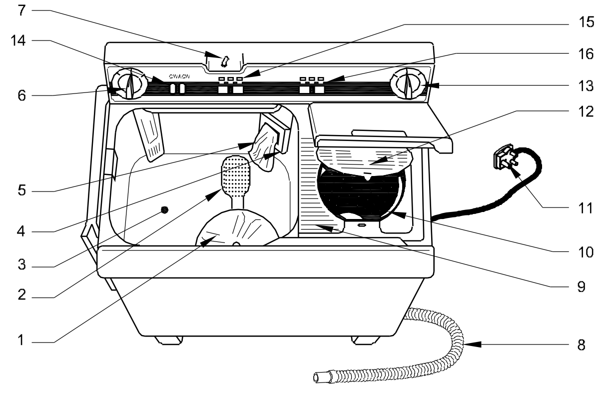
एक भिन्न प्रकार की पारंपरिक वाशिंग मशीन होती है जिसमें दो टब होते है । जिसे ट्विन-टब वॉशर (twin tub washer) कहते हैं । (Figs 6 & 7)

Fig 6



TWIN TUBS OF WASHING MACHINE

Fig 7



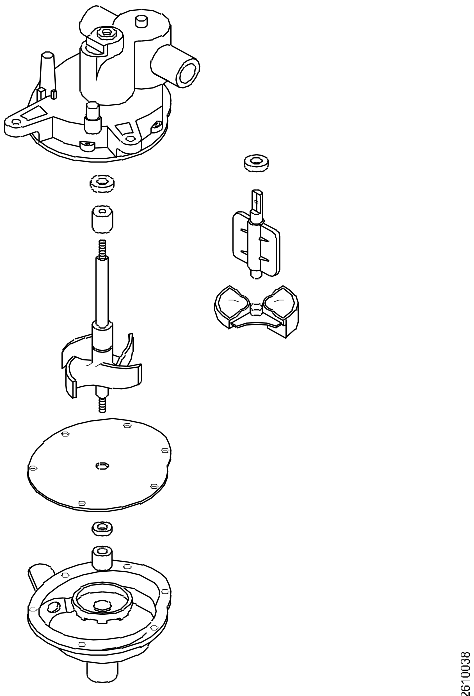
SEMI AUTOMATIC WASHING MACHINE

1 - PULSATOR	9 - SCRUBBER
2 - WATER STRAINER	10 - SPIN DRUM
3 - WASH DRUM	11 - 3-PIN PLUG
4 - WATER LEVEL SELECTOR	12 - SPIN DRUM COVER
5 - LINT FILTER	13 - SPIN TIMER
6 - WASH TIMER	14 - AGITATOR DIRECTION SWITCH
7 - WATER INLET PIPE	15 - WATER INLET-OUTLET KNOB
8 - DRAIN HOSE	16 - WATER INLET KNOB FOR SPINING

एक ट्विन-टब वाशिंग मशीन में एक दूसरा टब भी दिया होता है जिसमें कपड़ों को सुखाया जाता है । कपड़ों को वॉश टब से निकाल कर स्पिन टब में डाला जाता है । यह तेज गति से घूमता है और अभिकेन्द्रीय बल के कारण कपड़ों का सारा पानी निकल जाता है और कपड़े सूखा जाते है । स्पिन ऑपरेशन के लिए भी टाइमर लगा होता है ।

यांत्रिक टाइमर (The mechanical timer) : यांत्रिक टाइमर में एक स्प्रिंग लोडेड गेयर ट्रेन रिडक्शन सिस्टम (spring-loaded gear

Fig 8



ASSEMBLY OF WATER PUMP

reduction) होता है । इससे क्लॉक टाइमर भी कहते है । खराब होने पर इसे आसानी से बदल सकते है ।

ड्रेन पम्प (The drain pump) : कुछ मशीनों में पानी को जल्द-से जल्द खाली करने के लिए ड्रेन पम्प लगाते है । या फिर केवल गुत्वाकर्षण से भी पानी बाहर आ सकता है । केवल एक पुली और लीवर लगा कर ड्रेन सिस्टम बनाते है । Fig 8 में पम्प दिखाया गया है ।

ड्राइव मोटर (The drive motor) : वॉशिंग मशीन में सबसे ज्यादा उपयोग में सिंगल फेज 240 v 50 Hz. की केपेसिटर स्टार्ट स्क्वेरल केज इंडक्शन मोटर (capacitor start squirrel cage induction motor) लाई जाती है । इसकी रेंज 1/3 से 1/2 HP की होती है । इस मोटर को ओवर लोड और ओवर हीटिंग से बचाने के लिए बायमेटलिक रिले लगाया जाता है । मोटर को मशीन के ऐसी जगह लगाते है । जब पानी न पड़ सके।

वाशिंग मशीन का स्थान (Locating the machine) : वाशिंग मशीन को ऐसी जगह रखना चाहिए जहाँ शुद्ध पानी मिल सके । मशीन से निकलने वाले गंदे पानी को भी आसानी से बहाया जा सके । सप्लाई के लिए 3-पिन सॉकिट होना चाहिए । बोर्ड में अर्थिंग होना अनिवार्य है । जिस स्थान पर मशीन रखी जाती है, वह का फर्श समतल होना चाहिए । ताकि चलते समय मशीन हीले नहीं ।

पम्प सेट का स्थापन (Installation of a pump set)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **पम्प सेट का विवरण देना**
- **ऊँचाई और पानी की मात्रा को ध्यान में रखते हुए मोटर की क्षमता और पम्प का प्रकार निश्चित करना**
- **पम्पों के विभिन्न प्रकार बताना और आवश्यक क्षमता हेतु टेबल देखकर सही प्रकार का चयन करना**
- **पम्प स्थापन के लिए सही स्थान चयन की विधि बताना और नियंत्रण हेतु सही युक्तियाँ चूनना**
- **पम्प के निष्पादन में आनेवाली समस्याओं के निदाना बताना ।**

पम्प सेट (Pump set)

निम्नलिखित बातों को ध्यान में रखते हुए पानी खींचने बाली मोटर का चुनाव करना चाहिए ।

पम्प का चुनाव (Selection of pump) : निम्नलिखित बातों को ध्यान में रखते हुए पानी खींचने बाली मोटर का चुनाव करना चाहिए ।

- खींचे जानेवाले पानी की मात्रा
- ऊँचाई जहाँ पानी पहुँचाना है
- पानी खींचने में लगने वाला समय ।

ऊपर बताएँ गए बिन्दुओं को ध्यान में रखकर कुँए या टैंक पानी खींचने की मोटर को चुनाव करते हैं ।

मोटर की क्षमता की गणना पानी की मात्रा और ऊँचाई जहां तक पानी पहुँचाना है उसके आधार पर की जाती है ।

उदाहरण 1 : घरेलू पम्प सेट की HP की गणना करना ।

एक पम्प 240V, 50 Hz, AC मोटर से चलाया जा रहा है । जिसे 1000 लीटर पानी को मिनिट में 30 मीटर ऊँचाई पर पहुँचाना है । मोटर की HP ज्ञात कीजिए यदि दक्षता 80% हैं ।

दिया गया है

सप्लाई वोल्टेज	-	240V, 50 Hz
पानी की मात्रा	-	1000 litre
ऊँचाई	-	30 m
मोटर की दक्षता	-	80%
लिया गया समय	-	15 minute

हल

Work done by the pump / minute =

$$\frac{\text{weight of the water x Height}}{\text{Time}} = \frac{1000 \times 30}{15} \text{ kgm/min.}$$

1 l. पानी = 1 kg. पानी

और 4500 kgm/min = 1HP

$$\text{Pump output in HP} = \frac{1000 \times 30}{15 \times 4500} = 0.44 \text{ or } 0.5 \text{ HP}$$

$$\text{Input of the pump} = \frac{0.5 \times 100}{80} = 0.625 \text{ HP}$$

0.75 HP की संभावित क्षमता वाली मोटर की आवश्यकता है ।

उदाहरण 2 : आवश्यक HP की गणना

45,000 l पानी को 50 m की ऊँचाई पर चढ़ाने के लिए एक पम्प 3-फेज़ 415V, 50 Hz इंडक्शन मोटर से मिनिट तक चलाया जाता है । यदि पम्प की दक्षता 70% और मोटर की दक्षता 95% है तो मोटर की HP ज्ञात करे ।

दिया गया है

सप्लाई वोल्टेज	-	415V, 50 Hz
पानी की मात्रा	-	45,000 litre
ऊँचाई	-	50 m
पम्प की दक्षता	-	70%
मोटर की दक्षता	-	95%
समय सीमा	-	25 min.

हल

Work done by the pump / minute =

$$\frac{\text{weight of the water x Height}}{\text{Time}} = \frac{1000 \times 30}{15} \text{ kgm/min.}$$

1 l पानी = 1 kg. पानी

4500 kgm/min = 1 HP

$$\text{Pump output in HP} = \frac{45000 \times 50}{25 \times 4500} = 20 \text{ HP}$$

$$\text{Input of the pump} = \frac{20 \times 100}{70} = 28.6 \text{ HP}$$

$$\text{HP of the motor} = \frac{\text{Input of the pump}}{\text{Efficiency of the motor}}$$

$$\frac{28.6 \times 100}{95} = 30.1 \text{ HP}$$

लगभग 30 HP की मोटर की आवश्यकता है ।

पम्प (Pumps) : पम्पों को मुख्य रूप से दो श्रेणियों में वर्गीकृत किया जा सकता है ।

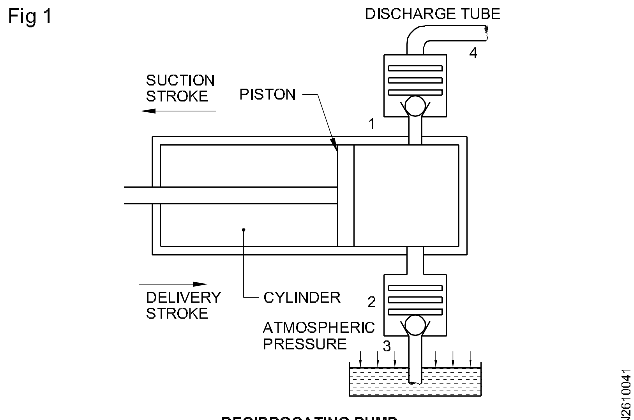
– पारस्परिक पम्प (Reciprocating pumps)

– रोटरी पम्प (Rotary pumps)

रेसिप्रोकेटिंग पम्प (Reciprocating pumps) : इस प्रकार के पम्प में मुख्य घूमने वाला भाग रेसिप्रोकेटिंग गति वाला होता है जैसा की नाम ही है Fig 1 रेसिप्रोकेटिंग पम्प के मुख्य भाग दिखाया गया है

जब पिस्टन लेफ्ट साइड में गति करता है तो सीलिंडर के अंदर हिस्से में एक निर्वात बनता है Fig 1 में दिखाया गया चेक वाल्व 1 निर्वात के खीचने वाले प्रभाव के कारण बंद हो जाता है वाटर हेड स्प्रिंग टेनशन के कारण डिस्चार्ज हो जाता है (ट्यूब 4) परंतु दूसरा वाल्व (Fig 1) खुलकट सिलेंडर को भरने के लिए सक्शन पाइप 3 के द्वारा पानी सप्लाई करता है। पिस्टन का यह स्ट्रोक सक्शन स्ट्रोक के नाम से जाना जाता है।

Fig 1



RECIPROCATING PUMP

इसके विपरीत यदि पिस्टन दाहिने दिशा की और गति करता है तब वाल्व 1और डिलिवारी पाइप 4.की जाचँ करें वाल्व 2 के डिलिवरी स्ट्रोक के समय वाल्व स्प्रिंग तनाव के कारण खुला रहता है। सिलेडंर के अंदर पत्तनी के दबाव के कारण भी वाल्व 2 खुला रहता है।

इस प्रकार डिस्चार्ज स्ट्रोक के समय इस पम्प के द्वारा पानी का बहाव रूक रूक कर होता है इस प्रकार का पम्प पिस्टन पम्प कहलाता है।

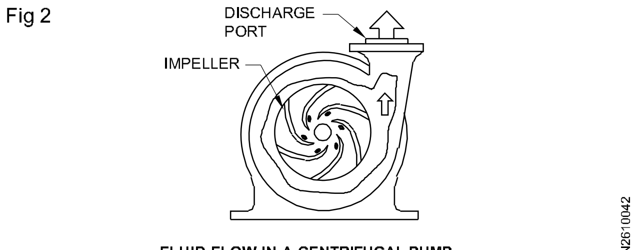
रोटरी पम्प (Rotary pumps) : रोटरी पम्प की बाजार में बहुत सी किस्मे है । हालांकि केन्द्रापसारक (centrifugal pumps) पंप और पनडुब्बी पंप (submersible pumps) आमतौर पर उपयोग में लाये जाते है ।

रोटरी पम्प (Rotary pumps) : इस प्रकार के पम्प मार्केट में विभिन्न प्रकार में उपलब्ध हे जैसा घरों में पानी खीचनें के लिए सेंट्रीफ्यूगल पम्प जेट पम्प और सवम सींबल पम्प का उपयोग होता है।

सेंट्रीफ्यूगल पम्प (Centrifugal pumps) चित्र क्रमांक 2 में सेंट्रीफ्यूगल पम्प कार्य और बनावट दर्शाया गया है।.

सेंट्रीफ्यूगल पम्प की कार्यविधि सेंट्रीफ्यूगल बल पर आधारित होता है जैसे ही पानी पम्प के अंदर प्रवेश करता है तब घूमता हुआ फेन के ताकत से बाहरी पाइप में दे दिया जाता है। (Fig 2)

Fig 2



FLUID FLOW IN A CENTRIFUGAL PUMP

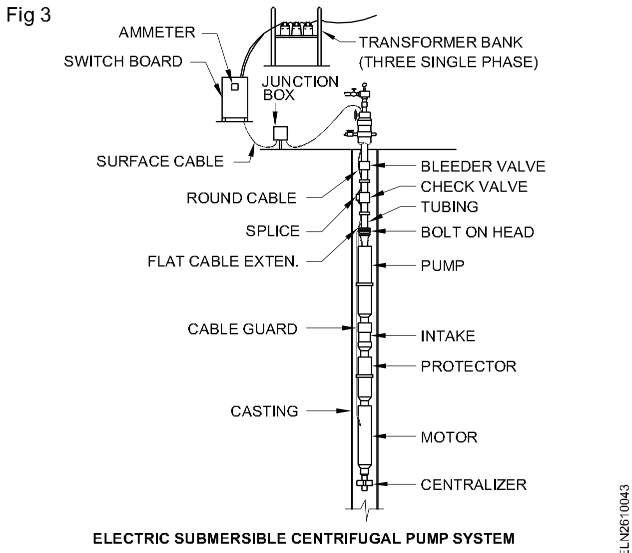
एम्पीलर के बाहरी किनारा में पढ़ने वाले पानी का फोर्स बढ़ जाता है उसका स्थान लेने के लिए पम्प के अंदर और पानी आता है इस लगातार प्रक्रिया के कारण आडटलेट पाइप में लगातार पानी प्रवाहित होने लगता है।

जहाँ कम दबाव में अधिक मात्रा में पानी चाहिए वहाँ सेंट्रीफ्यूगल पम्प का ऊपयोग किया जाता है।

सबमर्सीबल पम्प (Submersible pumps) : यह पम्प भी अपकेन्द्रिय पम्पों की श्रेणी में आता है और यह वहाँ कार्य में लिया जाता है जहॉ पर पानी अधिक गहराई में होता है।

सबमर्सीबल पम्पों में मोटर व पम्प अक्षीय लम्बाई में होते है जो कि Fig 3 के अनुसार पानी में डूबे रहते है। सामान्यतया येपम्प बोरवेल के लिए उपयोग होते है जहाँ पर रेसीप्रोकेटिंग पम्प की क्षमता से अधिक पानी के आयतन को उठाना होता है। इस प्रकार के पम्पों में तीन फेज मोटर उपयोग की जाती है।

Fig 3



ELECTRIC SUBMERSIBLE CENTRIFUGAL PUMP SYSTEM

केबल व मोटर वाइन्डिंग जलरोधी रूप में सील्ड की हुई होती है। इस प्रकार के पम्प सैट के निम्नलिखित लाभ होते है।

– व्यास कम होता है।

– मोटर व पम्प पानी में डुबे रहते है। इसलिए भू तल पर ये स्थान नहीं घेरते है।

– मोटर व पम्प पूरी तरह धातु पाइपों से पानी को डिलीवर करने के लिए जुड़े रहते है।

– मोटर पम्प सहित पानी के अन्दर रहती है इसलिए इसका दक्षता अधिक होती है।

– केवल पानी से ही प्रभाविक शीतलन हो जाता है।

– चूंकि चूसन पाईप का प्रयोग नहीं किया जाता है इसलिए बोरवेल को किसी भी गहराई से या सम्प से पानी को उठाया जा सकता है।

हानियाँ (Disadvantages)

– स्थापित करने की लागत व प्रारम्भिक लागत बहुत अधिक है।

– किसी भी प्रकार की खराबी होने पर पाइप लाइन सहित पूरी यूनिट को बाहर निकालना आवश्यक हो जाता है।

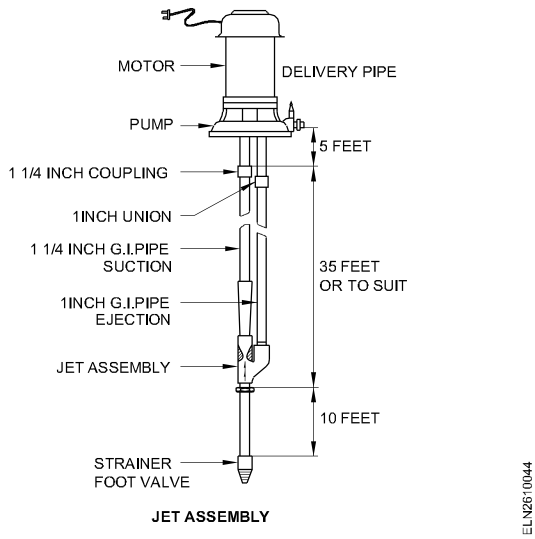
– स्थापना करने व मरम्मत कार्य हेतू कुशल कारीगर की आवश्यकता होती है।

जेट पम्प (Jet pumps) : घरेलू कुओं व बोरवेल में दूसरे सेन्ट्रीफ्यूगल की एक ओर प्रकार सामान्यतया उपयोग की जाती है जो जेट पम्प के नाम से जाना जाता है।

पम्प के नीचे वाले भाग में दो पाईप जुडे होते हे जिनमें एक चूसन पाइप suction pipe होता है व दूसरा इजेकशन ejection पाइप कहलाता है। पानी का कुछ भाग इजेकशन पाइप के माध्यम से जेट एसेम्बली को भेजा जाता है और यह चूसन पाईप में वेन्चूरी सिद्धांत से पानी को उठाने मे मदद करता है।

चूसन, इजेक्शन व डिलीवरी पाइप व मोटर की क्षमता निम्न कार्य प्रदर्शन टेबल 1 द्वारा चयनित की जा सकती है।

Fig 4



JET ASSEMBLY

लगभग सभी प्रकार के पम्पों में स्वतन्त्र यूनिट को विद्युत मोटर के साथ कप्पलड किया जाता है जो बेल्ट या कप्पलिंग द्वारा जोड़े जाते है या एकल मोनो ब्लॉक होते है जिनमें मोटर व पम्प दोनो एक यूनिट में होते है।

पम्प सेट का स्थान (Location of pump set) : जहाँ तक सम्भव हो पम्प कोपानी के स्त्रोत के पास स्थापित करना चाहिए, ताकि चूसन उठाव (suction lift) को कम किया जा सके ताकि बेहतर कार्य क्षमता प्राप्त हो सके।

पम्प के आस पास खाली स्थान छोड़ना चाहिए ताकि निरीक्षण व मरम्मत करना आसान हो।

टेबल 1

220/240V सिंगल फेस और 400/440V 3-फेज के लिए AC 50 Hz, 2880 rpm इलेक्ट्रानिक मोटर का निष्पादन

मोटर रेटिंग	विभिन्न सक्शन लिफटों पर प्रति घण्टे का निष्पादन										पाईप साइजों इंचस में				Minimum
KW (HP)	30'	40'	50'	60'	70'	80'	90'	100'	120'	140'	at discharge pressure of	Suc-tion	Ejec-tion	Deli-very	bore diameter (inches)
0.37(1/2) Single phase	2370	1690	1200	900	700						20 lbs/ Sq.in.	1"	¾”	¾”	3
only	2500	1820	1370	1100	820						(46 ft)	1¼”	1"	1"	4" & Well
0.75(1.0) Single phase &	3650	2600	2140	1700	1525	1370	1200	1050	700		30 lbs/Sq.in.	1¼”	1"	1"	4" & Well
3-phase	3870	2730	2275	1820	1640	1460	1275	1100			(69 ft)	1½”	1¼”	1¼”	5" & Well
1.5(2.0)	4550	3180	2730	2160	1660	1550	1300	1070	910	730	40 lbs/	1¼”	1"	1"	4"
3-phase	6350	4460	3550	2900	2460	2260	2000	1730	1370	910	Sq.in.	1½”	1¼”	1¼”	5" & Well
only	8400	5700	4800	3800	3200	2910	2460	1820			(92 ft)	2"	1½”	1½”	6" & Well
2.2(3.0) 3-phase	8900	6000	4840	3820	3250	2960	2530	2180	1820	1250	40 lbs/Sq.in.	1½”	1¼”	1¼”	5"
only	10000	7050	5640	4550	4000	3640	3250	2700	2100		(92 ft)	2"	1½”	1½”	6" & Well

टिप्पणी 20 feet तक की सक्शन लिफ्ट के लिए पम्प सैट जेट असेम्बली के लिए

नियन्त्रण युक्तियाँ (Controlling devices)

– मोटर की HP की गणना करके उपयुक्त प्रकार व क्षमता का स्विच व स्टार्टर को खरीदना चाहिए।

– सप्लाई व मोटर टर्मिनलों के बीच उचित साइज की केबल प्रयोग करनी चाहिए ताकि वोल्टेज ड्राप न्यूनतम हो।

– संयोजक टर्मिनलों टर्मिनलों पर लगे नट (Nuts) मजबूती से कसे होने चाहिए ताकि मोटर जलने के किसी भी अवसर को रोका जा सके।

– उचित डबल अर्थींग संयोजन बनाने चाहिए जिनके साथ मोटर, स्टार्टर व स्विच को बोल्ट द्वारा जोड़ा जा सके।

परिचालन निर्देश (Operational instructions)

स्टार्टिंग से पूर्व पम्प में सुनिश्चित करें

– शाफ्ट को हाथ द्वारा घुमा कर देखना चाहिए।

– ग्लैन्ड बॉक्स उचित प्रकार से कसे होने चाहिए।

– यदि डिलीवरी शाखा में वाल्व लगा हो तो यह खुला हुआ होना चाहिए।

चालू अवस्था में निम्नलिखित का परीक्षण करें।

– घूमने की दिशा सही हो।

– पम्प समरूपता से चले।

– स्टूफिंग बॉक्स पर लिकेज सामान्य हो जो 50 से 60 ड्राप प्रति मिनट से अधिक पम्प ग्लैन्ड gland पैकट पर नहीं होनी चाहिए।

– बाल बियरिंग अधिक गर्म नहीं होने चाहिए।

किसी पम्प से अधिकतम कार्य क्षमता प्राप्त करने के लिए निम्नलिखित मैन्टीनैंस शिड्युल का सुझाव दिया जाता है।

तीमाही परीक्षण

– पम्प की आवाज

– पाइप के कनैक्शन और नट/बोल्ट

– फुट वाल्व स्ट्रैनर

– लुब्रीकेशन के चल भाग

वार्षिक परीक्षण

– इम्पेलर को हटायें, यदि वेन पुरी तरह जल गये हो तो बदल दें।

– यदि शाफ्ट स्लिप जल गई हो तो बदल दें।

– यदि ग्लैन्ड पैकिंग जल गई हो तो बदल दें।

– अन्य जले हुए भाग को बदल दें।

– यदि यान्त्रिक सील खराब हो गई हो तो बदल दें।

पम्प में होने वाली खराबी का पता लगाना (Trouble shooting in pumps) : पम्प में खराबी होने पर टेबल 2 में दिये गये टर्बल शूटिंग चार्ट की सहायता से खराबी का पता लगायें व दोषों का निराकरण करें।

टेबल 2

आने वाली खराबियों का चार्ट

क्र. सं.	खराबी	सम्भावित कारण
1	पम्प से पानी की निकासी नही हो रही	डिलीवरी हैड की ऊँचाई अधिक है चूसन उठाव बहुत ऊँचा है।
2	पानी की निकासी पर्याप्त नही है	डिलीवरी हैड की ऊँचाई अधिक है। चूसन उठाव बहुत ऊँचा है।
3	प्रैशर पर्याप्त नही है	इम्पेलेर/चूसन पाईप रूक गये है। घूमने की दिशा गलत है। चूसन पाइप में लीकेज है। गलैन्ड पैकिंग/यान्त्रिक सील जल गई है। फुट वाल्व अवरूध्द है या पानी में डूबा हुआ नहीं है। इम्पेलेर क्षतिग्रस्त है। शाफ्ट स्लिप में दरार
4	पम्प अधिक पावर ले रहा है।	बाल बियरिंग क्षतिग्रस्त। हैड बहुत नीचे है। घूमने वाले भाग में यान्त्रिक घर्षण अधिक है। शाफ्ट में मोड़ है। स्टॉफिंग बॉक्स बहुत कसा है या ग्लैन्ड बहुत कसा है।

क्र. सं.	खराबी	सम्भावित कारण
5	पम्प में बहुत अधिक लीकेज है।	गलेन्ड पैकिंग/यान्त्रिक सील जल गई है। शाफ्ट की स्लिव जल गई है। गलैन्ड पैकिंग/यान्त्रिक सील उचित पॉजिशन मे नही है।
6	पम्प में शोर है।	हाड्रोलिक केविटेशन है फाउंडेशन मजबूत नही है। शाफ्ट में मोड़ है। घूमने वाले भाग ढीले है या टूटे है। बियरिंग जल गये है।

गैर-स्वचालित विद्युत इस्त्री (Non - Automatic electric iron)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **विद्युत इस्त्री और उसके प्रकारों का विवरण देना**
- **चित्र की सहायता से इस्त्री के विभिन्न भागों की पहचान करना**
- **गैर-स्वचालित इस्त्री की मरम्मत के क्रम को स्पष्ट करना**
- **मरम्मत और परीक्षण प्रक्रिया स्पष्ट करना ।**

विद्युत इस्त्री (Electric iron)

विद्युत इस्त्री एक हीटिंग युक्ति है । इसके तले की सतह पर एक चपटी और चिकनी प्लेट होती है, जो विद्युत से गरम होती है । और इससे कपड़ों की इस्त्री की जाती है ।

विद्युत इस्त्री पहला ऐसा घरेलू विद्युत उपकरण होगा, जिसे व्यक्ति को सर्वप्रथम सर्विसिंग करने को कहा जाता है । ये तुलनात्मक रूप से सबसे सस्ता विद्युत उपकरण माना जाता है । ये विभिन्न आकार प्रकार में उपलब्ध होता है । परन्तु सभी एक ही सिध्दांत पर काम करते है । कई पुरानी इस्त्री आज भी उपयोग में है ।

विद्युत इस्त्री के प्रकार (Types of electric irons) : विद्युत इस्त्री के तीन प्रकार होते हैं :

- गैर-स्वचालित विद्युत (non-automatic electric iron)
- स्वचालित विद्युत इस्त्री (automatic electric iron)
- भाप इस्त्री (steam iron)

ऑटोमेटिक इस्त्री बड़ी तेजी से नॉन-आटोमेटिक इस्त्री की जगह ले रही है ।

विद्युत इस्त्री के भाग (Parts of an Electric Iron)

इस्त्री की सतह की प्लैट (चपटी) प्लेट को सोल प्लेट कहते हैं ।

सोल प्लेट रजिस्टेंस वायर या रिबन (Nichrome) से बने एलीमेंट से गरम होती है । ये रजिस्टेस वायर सोल प्लेट के ऊपर या अंदर होता है । अतः इस्त्री में विद्युत ऊर्जा को ताप ऊर्जा में बदला जाता है । जिससे कपड़ों की इस्त्री की जाती है ।

Fig 1 में एक साधारण विद्युत इस्त्री के सभी भाग दिखाए गये है । पावर कॉर्ड (1) पावर सप्लाई देता है । कॉर्ड स्लीव (2) वायरों को हिलने-डुलने से रोकती है, और इसी से होते हुए वायर हैण्डल (3) के भीतर जाते है ।

कॉर्ड, कॉर्ड स्लीव और प्लग किसी भी अन्य भाग से अधिक समस्याओं का कारण है । कवर (4) मुख्य रूप से वायरों को छिपाने और बिजली के टर्मिनलों से हाथ को दूर रखने और सजावटी उद्देश्य देता है । प्रेशर प्लेट (5) के साथ हीटिंग एलीमेंट (7) और सोल प्लेट (9) जुड़ा होता है । परन्तु हीटिंग एलीमेंट और सोल प्लेट के बीच इलेक्ट्रिक इंसूलेटर (8) भी होता है । एक एसबेस्टोज शीट (6) प्रेशर प्लेट और हीटिंग ऐलीमेंट के बीच होती है । जो हीट इंसूलेशन का काम करती है । ताकी,एलीमेंट की गर्मी हेंडल तक न आए । जब इस्त्री का उपयोग न हो रहा हो, तो हील प्लेट (10) की मदद से इस्त्री के टिकाया जा सकता है ।

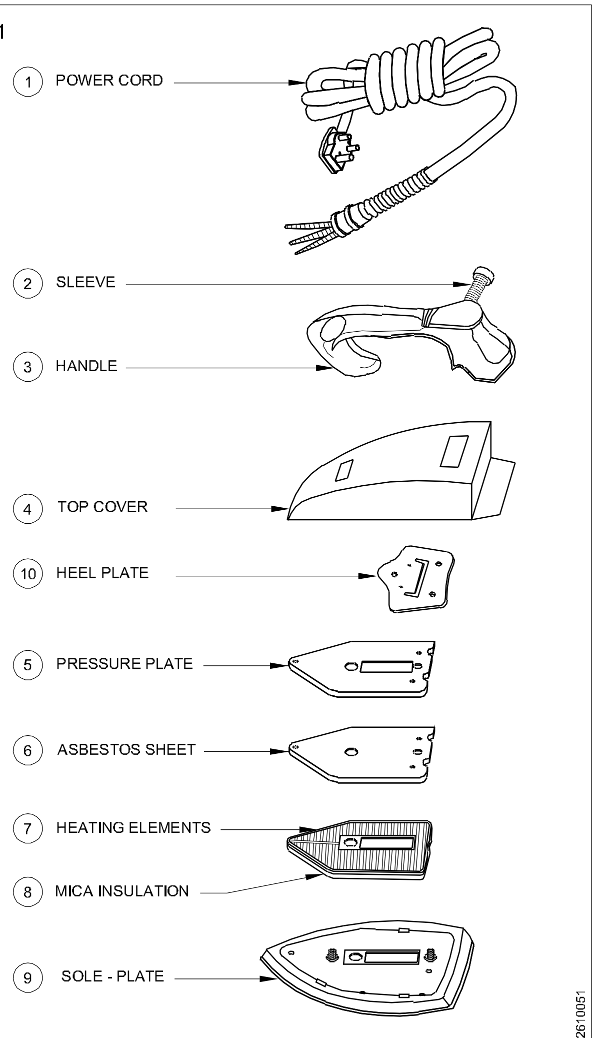
आधुनिक इस्त्री में अलग से कार्ड देने के बजाए स्थायी रूप से कॉर्ड को लगाया जा रहा है । स्थायी कॉर्ड का मुख्य फायदा यह है कि इसका सर्किट केवल प्लग से ही कनेक्ट और डिसकनेक्ट हो सकता है ।

अस्थाई कॉर्ड के कनेक्टर में रसिस्टिव आक्साइड्स (resistive oxides) होता है । ऑक्साइड करंट के पथ पर बाधक होते है ।

विद्युत इस्त्री का इलेक्ट्रिक सर्किट बहुत सरल होता है । इसमें एक हीटिंग एलीमेंट, पॉवर कॉर्ड और प्लग यहीं तीन अवयव होते हैं ।

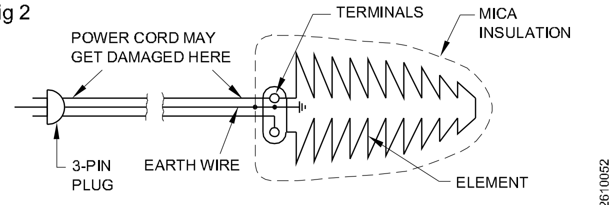
इसमें केवल दो ही मुख्य समस्याएँ होती हैं, ओपन सर्किट या शार्ट सर्किट Fig 2 में इस्त्री के चार ऐसे भाग दिखाए गए हैं जो खराब हो सकते हैं । इस चित्र में एक गैर स्वचालित इस्त्री के केवल इलेक्ट्रिकल अवयवों को दर्शाया गया है ।

Fig 1



PARTS OF AN ELECTRIC IRON

Fig 2



CIRCUIT OF AN ELECTRIC IRON

एक कुशल और शीघ्र सुधार कार्य करने के लिए हमें निम्न छह बिन्दुओं को ध्यान में रखना चाहिए ।

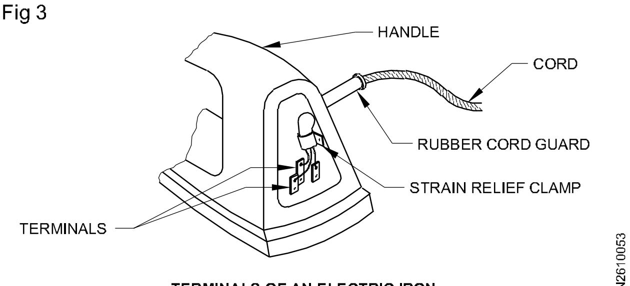
- विजुअल परीक्षण करें
- ग्राहक की शिकायत सुनें
- प्रारंभिक परीक्षण करें
- सुधार कार्य करें
- अंतिम परीक्षण
- वितरण के लिए तैयारी

यह शर्ते सभी उपकरण के लिए कठोरता से लागू की जाए ये आवश्यक नहीं है ।

प्रमुख भाग (General parts) : विद्युत इस्त्री का सुधार कार्य करने से पूर्व, उसके प्रत्येक भाग की जानकारी होना आवश्यक है ।

कॉर्ड (Cords) : लोहे के उच्च तापमान बचाने के लिये कॉर्ड को एसबेस्टोज से इंसूलेट करते है । कार्ड को कॉटन या नायलॉन से कवर किया जाता है । जैसा की Fig 3 में दिखाया गया है । एक स्थाई कॉर्ड वाले विद्युत सर्किट में आईलेट या लग्स का उपयोग किया गया है । इसमें स्ट्रेइन रिलिफ क्लैम्प (strain relief clamp) लगाया गया है । जो कॉर्ड को लगने वाले खींचाव से बचाता है ।

Fig 3



TERMINALS OF AN ELECTRIC IRON

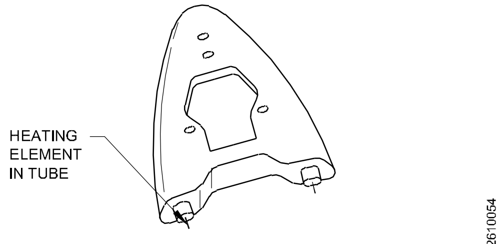
हैंडल (Handles) : हैण्डल लकड़ी या प्लास्टिक के बने होते हैं । आधुनिक इस्त्री में हैण्डल और ब्रेकिट कवर को एक साथ माऊंट कर दिया जाता है। कुछ, इस्त्री में हैण्डल में कॉर्ड निकालने के लिए होल बनाया जाता है । आस्थाई इस्त्री में कॉर्ड और हैण्डल अलग-अलग होते हैं । जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है ।

कवर (Cover) : यह इस्त्री के हीटिंग ऐलीमेंट को कवर करता है । (Fig 1) ये उपयोगकर्ता को गर्मी और विद्युत करंट से भी दूर रखता है ।

प्रेशर प्लेट (Pressure plate) : प्रेशर प्लेट एक एम्बेस्टोस की शीट है । यह हीटिंग ऐलीमेंट को मजबूती से सोल प्लेट पर स्थित रखती है (Fig 1) यह हीटिंग एलीमेंट के आकार की ही होती है और अच्छे से उस पर फिट होती है। (Fitted with two nuts)

हीटिंग एलीमेंट (Heating elements) : दो प्रकार के हीटिंग एलीमेंट होते है । एक जिसमें माइका शीट को ऊपर रिबन रजिस्टेंस को लपेटा जाता है (Fig 1)। इसे सोल प्लेट के ऊपर रखते है । दूसरे प्रकार के एलेमिंट में एक रजिस्टेंस वायर को सिरामिक में क्वाइल करके सोल प्लेट पर माऊट कर देते है । जैसे (Fig 4) में दर्शाया है ।

Fig 4



SOLE PLATE WITH SEALED ELEMENT

सोल प्लेट (Sole-plate) : फ्लैट एलीमेंट को बदलना आसान होता है । परंतु सोल प्लेट पर माऊंटेड एलीमेंट को नहीं बदला जा सकता है । इसके लिए पूरी सोल प्लेट ही बदलनी होती है । अगर सोल के प्लेट खुरदुरी और

क्षतिग्रस्त होने पर कपड़े खराब हो सकते है । सोल प्लेट को सुधारने के लिए बफ्फिंग और पॉलिश करते है ।

हील प्लेट (Heel - plate) : हील प्लेट का उद्देश्य इस्त्री को बंद स्थिति में टिका कर रखना है । हील प्लेट गरम नहीं होती है । Fig 1 में हील प्लेट दिखाई गई है ।

टर्मिनल (Terminals) : टर्मिनल वो पॉइंट है जहाँ हीटिंग ऐलीमेंट को कॉर्ड से जोड़ते है । (Fig 3)

घरेलू उपयोग हेतु विद्युत इस्त्री 240V और भिन्न-भिन्न वोल्टेज जैसे 450W, 500W, 600W, 750W और 1000 W की होती है ।

संभावित दोष (Possible faults)

1 एलीमेंट स्ट्रीप का टर्मिनल से डिसकनेक्ट है

2 एलीमेंट का टूटना

3 कॉर्ड का टूटना, प्लग टॉप से वायर का निकलना

4 टर्मिनल के स्ट्रिप का आपस में जुड़ने से शार्ट सर्किट होना

5 एलीमेंट या स्ट्रिप के अन्य किसी ये भाग से जुड़ने से अर्थ दोष होना है ।

6 पोर्सलीन क्लीट का टूटना

7 माइका और एसबेटोस शीट का खराब होना है ।

सुधारकार्य (Repairs)

1 ओपन सर्किट दोष (Open circuit fault)

टूटे हुए भागों या खुले हुए स्ट्रिप को कनेक्ट करें । वायर के छोरों को प्लग टॉप से कनेक्ट करें । यदि कहीं से कॉर्ड टूटा हुआ है तो उसे जाँचे और किट जोड़े या बदल दें ।

2 शार्ट सर्किट दोष (Short circuit fault)

यदि स्ट्रिप, प्लग टॉप में वायर या कनेक्टर आपस में टकरा रहे हो, तो उन्हें अलग करें । कॉर्ड यदि बहुत पुरानी हो गई हो तो उसका इंसुलेशन खराब हो सकता है । उसे बदलना ही उचित है ।

3 अर्थ दोष (Earth fault)

यदि एलीमेंट, स्ट्रिप या किसी वायर कंडक्टर कही से भी बॉडी से छिल रहा हो तो अर्थ दोष हो सकता है । इसके लिए इंसूलेशन को ठीक करना होगा ।

4 लीकेज दोष (Leakage fault)

जब कभी लगे की इंसूलेशन कमजोर या खराब हो गया है । तो नया इंसूलेशन डाले या अधिक इंसूलेशन डाल दें ।

5 अन्य दोष (Other faults)

यदि क्लीटस् माईका या एसबेस्टोज शीट खराब हो गई हो तो बदल दें ।

फिट्टिंग के समय की सावधानियाँ (Precautions at the time of fitting)

1 प्रेशर प्लेट और सब-प्लेट के बीच दूरी नहीं होनी चाहिए । वरना एलीमेंट टूट सकता है ।

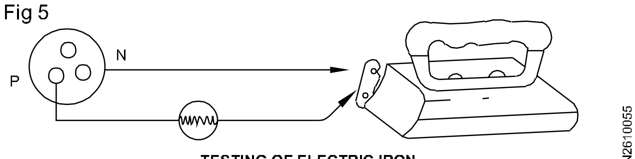
2 एसबेस्टोज शीट को प्रेशन प्लेट और एलीमेंट की ऊपरी सतह के बीच रखना चाहिए ।

3 भागों को पूर्णतः कस कर फिट किया जाना चाहिए ।

परीक्षण (Testing)

दोष का पता लगाने के लिए टेस्ट लैम्प का उपयोग करना चाहिए जैसे Fig 5 में दिखाया है ।

Fig 5



TESTING OF ELECTRIC IRON

टेस्ट लैम्प के दोनों टर्मिनल के स्ट्रीप टर्मिनल पर लगाओ । यदि लैम्प कम (dim) जलता है, तो एलीमेंट सही है । यदि लैम्प नहीं जलता मतलब एलीमेंट टूट गया है या किसी टर्मिनल का कनेक्शन ठीक नहीं ।

यदि लैम्प पूर्ण प्रकाश (full light) दे रहा है, तो कही शार्ट सर्किट दोष है । अर्थ दोष को जाँचने के लिए लैम्प का एक टर्मिनल लीड पर और दूसरा बाँडी पर, यदि लैम्प जलता है तो अर्थ फाल्ट है ।

स्वचालित विद्युत इस्त्री (Automatic electric iron)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **गैर-स्वचलित और स्वचलित (automatic) इस्त्री का अंतर स्पष्ट करना**
- **बायमेटल थर्मोस्टेट की बनावट का वर्णन करने**
- **एडजस्टेबल थर्मोस्टेट की कार्य प्रणाली स्पष्ट करना**
- **स्वचालित इस्त्री में होने वाले दोष, उसके कारण और सुधारकार्य की सूची बनाना ।**

स्वचालित विद्युत इस्त्री (Automatic electric iron)

एक साधारण और स्वचालित इस्त्री में यह अंतर होता है कि स्वचालित इस्त्री में तापमान को नियंत्रित करने के लिए थर्मोस्टेटिक युक्ति होती है । बाकी सभी भाग सामना होते है । Fig 1 में इस्त्री के मुख्य भाग दिखाए गए हैं ।

एक विशिष्ट पूर्वनिर्धारित मान के लिए ताप को विनियमित करने के लिए थर्मोस्टेटिक स्विच लगाया जाता है । थर्मोस्टेट एक निर्धारित तापमान में आने पर सप्लाई ऑफ कर देता है और एलीमेंट के ठंडा होने पर सप्लाई ऑन कर देता है । हैंडिल के नीचे एक डायल दिया होता है और उस पर रेमान, कॉटन, सिल्क जैसे कपड़ों के लिए चिन्ह दिये होते है ।

दो प्रकार की आटोमेटिक इलेक्ट्रिक इस्त्रियों होती हैं - वे हैं :

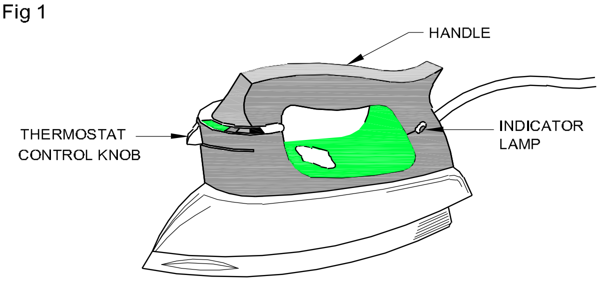
1 ड्राई ऑटोमेटिक इस्त्री (Dry Automatic Iron)

2 स्प्रे/स्टीम ऑटोमेटिक इस्त्री (Spray/Steam Automatic Iron)

थर्मोस्टेट (Thermostats)

थर्मोस्टेट एक ऐसा स्विच है । जो एक निर्धारित ताप में पहुँच कर सर्किट की सप्लाई खोलता या बन्द करता है । बायमेटल (द्वीधातु) थर्मोस्टेट (BIMETAL THERMOSTAT) आधुनिक हीटिंग उपकरणों में ज्यादातर उपयोग में लाया जाता है । यह स्टोव, टोस्टर, फड वार्मर, आयरन (इस्त्री) आदि में तापमान को कंट्रोल करता है । यह कुछ उपकरणों में ओवर हीटिंग से बचाने वाली सुरक्षा युक्ति की तरह काम करता है । (Fig 1)

Fig 1



AUTOMATIC ELECTRIC IRON

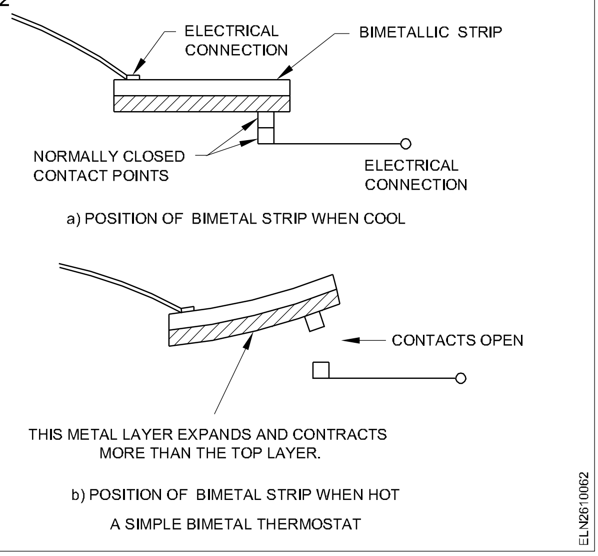
द्विधातु थर्मोस्टेट (Bimetal thermostat) (Fig 2)

थर्मोस्टेट में, दो भिन्न धातुएँ होती हैं जिनकी विस्तार अलग-अलग होती है । इन्हें एक साथ वेल्डिंग करके जोड दिया जाता है । ये मेटल स्ट्रिप तापमान बढ़ने पर फैलती है और घटने पर सिकड़ती है । वायर स्ट्रिप में एक धातु को विस्तार दर दूसरे से कम होती है ।

जब ये बायमेटल स्ट्रिप गरम होती है तो जैसा कि Fig 2 (b) में दिखाया है कि इस धातु का विस्तारण तेजी से होगा और वह ऊपरी पट्टी को कानटेक्ट से दूर करेगी । इस प्रकार सर्किट ओपन हो जाएगा । जैसे ही स्ट्रिप ठंडी होती है । यह कानटेक्ट को वापस खींचती है और सर्किट क्लोज हो जाता है ।

पट्टियाँ जैसे ही ठंडी पड़ने लगती है सीधी होने लगती हैं और पुनः स्थिर

Fig 2



A SIMPLE BIMETAL THERMOSTAT

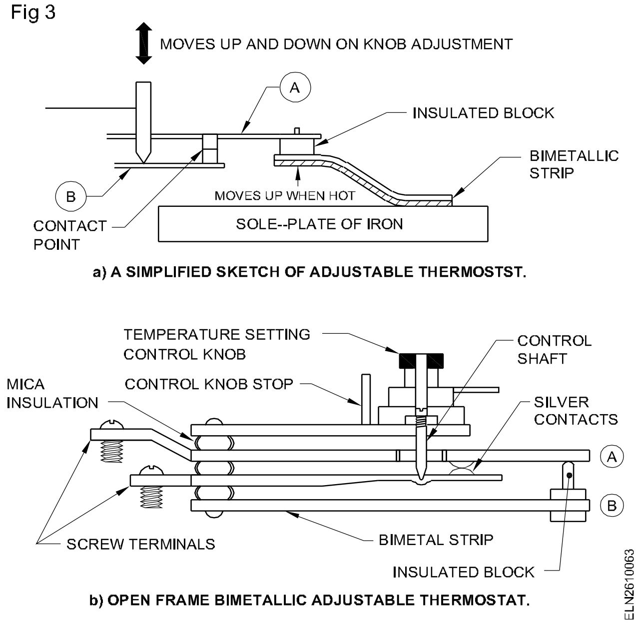
बिन्दु सद्मे संपर्क बना लेती हैं । द्विधातुयी पट्टी गरम हेने पर उस बाजु मुड़ती है जिसके फैलने या दर कम हो ।

समायोज्य थर्मोस्टेट (Adjustable thermostat) (Fig 3)

थर्मोस्टेट का संचालन वैसा ही होता है । इसमें स्ट्रिप B (Fig 3 (a) part B) में एक चाँदी के कानटेक्ट लगे है । B स्ट्रिप को कंट्रोल साफ्ट के साथ ऊपर की ओर लगाया गया है । स्ट्रिप में तापमान के साथ ऊपर व नीचे होगी ।

स्ट्रिप A (Fig 3(a) part A) को चांदी के कानटेक्ट के साथ नीचे की ओर तान कर लगाया है । परन्तु इसके नीचे इंसूलेशन किया गया है ।

Fig 3



'OFF' की स्थिति में स्ट्रिप A और B एक दूसरे से दूर रहेंगे । चांदी के कानटेक्ट भी ओपन होंगे । और हीटिंग सर्किट भी ओपन होगा ।

जब तापमान सेटिंग के लिए नॉब को घुमाया जाता है तो कंट्रोल साफ्ट ऊपर उठाती है और स्ट्रिप B चांदी के कानटेक्ट ऊपर कर दूर जाता है और स्ट्रिप A के संपर्क में आ जाता है ।

समस्या समाधान चार्ट

(सूखा लौहा)

समस्या	संभावित कारण	दोष दूर करते के उपाय
गरम न होना	आऊटलेटे में पावर का न होना कोर्ड या प्लग में दोष ढीला टर्मिनल कनेक्शन लौहे में टूटा हुआ लेड ढीला थर्मोस्टार्ट नियंत्रण नोब खराब थर्मोस्टेट खराब हीटर एलीमेन्ट खुला थर्मल फ्यूज	आउटलेट में पावडर की जाँच करें ठीक करें या बदल दें । टर्मिनलों को जाँचे और कसें । लीड ठीक करें या बदल दें । साफ करें और कसें । थर्रमोस्टेट को बदलें । यदि अलग है तो एलिमेन्ट को बदल दें । यदि केस्ट इन हो तो दें सोल-प्लेट एसम्बली को बदल दें । बदल दें ।
अपर्याप्त गरमी	लो लाइन वोल्टेज थर्मोस्टेट की गलत सेटिंग खराब थर्मोस्टेट ढीला कनेक्शन	आऊटलेट पर वोल्टेज की जाँच करें । थर्मोस्टेट को संयोजित करके रिकालीब्रेट करें । थर्मोस्टेट को बदल दें । जोड़ों को साफ करके कसें ।
अधिक गरमी	गलत थर्मोस्टेट सेटिंग खराब थर्मोस्टेट	थर्मोस्टेट को संयोजित करें, और किरेलेब्रेट करें अथवा बदल दें । थर्मोस्टेट को बदल दें ।
सोल-प्लेट पर फफोले	अधिक गरमी	पहले थर्मोस्टेट कन्ट्रोल को ठीक करें । फिर सोल-प्लेट को बदलें या ठीक करें, जैसी कि स्थिति हो ।
कपड़े फाड़ती हो	सोल-प्लेट पर कच्चा, धब्बा, निक, खरोंच, बूरा	महीन एमरी से यह धब्बे हटा दें और बफ से उस स्थान को पॉलिश करें ।
अपने आप इस्त्री बन्द न होता हो	थर्मोस्टेट स्वीट्च कोन्टाक्टस साथ में वेल्डेड हो ।	थर्मोस्टेट स्वीट्च के कोन्टाक्ट को जाँचें । जोर देकर उन्हें खोलें । जब कन्ट्रोल नोब बन्द हो ऐसे में कोन्टाक्ट पाइन्टों को खुला रहना चाहिए ।
कपड़े से चीपकती हो	गंदी सोल-प्लेट कपड़ों में स्टार्च की मात्रा का अधिक होना थर्मोस्टेट नोब की गलत सेटिंग ईस्त्री किये जा रहे कपड़े के लिए ईस्त्री अधिक गरम हो ।	साफ करें इस्त्री नीचे के तापमान पर हो । अगली बार कम स्टार्च डालें । नोब को सही तापमान पर सैट करें । थर्मोस्टेट सेटिंग को कम करें ।
ईस्त्री से शाक लगता हो	अर्थ कनेक्शन को हटायें । हिटिंग एलीमेन्ट का इन्स्यूलेशन कमजोर हो । कॉमन अर्थ के साथ अर्थ कन्टीन्यूटी उपलब्धी न हो ।	अर्थ कनेक्शन की जाँच करें और ठीक से जोड़ें । हिटिंग एलीमेन्ट का इन्स्यूलेन्स प्रतिरोध जाँचे, यदि आवश्यक हो तो एलीमेन्ट को बदल दें । मुख्य अर्थ कन्टीन्यूटी जाँचें और सही ढंग से कनेक्ट करें ।

अतः हीटिंग एलीमेंट का सर्किट क्लोज हो जाता है । इस्त्री की प्लेट गरम होने लगती है तो साथ-साथ बायमेटल स्ट्रिप भी गरम होती है । स्ट्रिप के गरम होने पर स्ट्रिप A ऊपर उठता है और कानटेक्ट खुल जाते हैं ।

जब इस्त्री ठंडी होती है तो बायमेटल स्ट्रिप भी ठंडी हो कर अपने स्थान में वापस आ जाती है । इंसुलेटेड ब्लॉक नीचे की तरफ आता है और स्ट्रिप A औप B; चांदी की स्ट्रिप के कानटेक्ट में आते और सर्किट फिर क्लोज हो जाता है ।

लौहे के हैंडल में / निकट फिट किया हुआ लैम्प वांछित तापमान छूने पर बुझ जाता है ।

उस सेटिंग में यह चक्र ऑन और ऑफ होता रहता है (This cycle goes on and off in that setting)

जब तापमान अधिकतम जाता है तो A और इंसूलेटेड ब्लाक की दूरी बढ़ जाती है । और फिर ये OFF स्विच में आने में ज्यादा समय लेता है ।

नॉब को घुमाने पर उपकरण से बहने वाला करंट कंट्रोल होता है । ये यूनिट की ON-OFF cycle को कंट्रोल करता है । इसी तरह कॉटन के लिए ताप बढ़ाते और रेयान के लिए घटाते है ।

बायमेटल थर्मोस्टेट धीरे-धीरे ओपन और क्लोज होता है । इसलिए इसमें स्पर्किंग नहीं होती ।

स्ट्रिप A और B के बीच माइका डाला जाता है । यह एक कंडेनसर की तरह काम करता है । कई बार माइका के खराब हो जाने पर स्पार्क (arc) स्ट्रिप कानेटेक्ट को लगती है और इससे उसकी सतह पर आक्सीडेशन होने लगता है ।

कोर्ड (Corroded) ऑक्सीडेशन के कारण पाइंट आर्किंग को बढ़ाते है और इससे विद्युत चालकता घटती है । आगे चलकर इससे करंट बहना भी बंद हो सकता है या तो शार्ट सर्किट भी हो सकता है ।

साधारणतः एक अच्छे थर्मोस्टेट का प्रतिरोध (resistance) शून्य ओह्म या न्यूनतम होना चाहिए । जब थर्मोस्टेट अधिक प्रतिरोध दर्शाया तो उसे बदल देना चाहिए । पट्टी A अथवा B को मोड़ने का प्रयास न करें; जब तक आपको यह पता न हो कि आप जो कर रहे हैं वह सही है ।

ऑटोमेटिक इस्त्री में आनेवाली समस्याओं का निवारण (Trouble-shooting in an automatic iron)

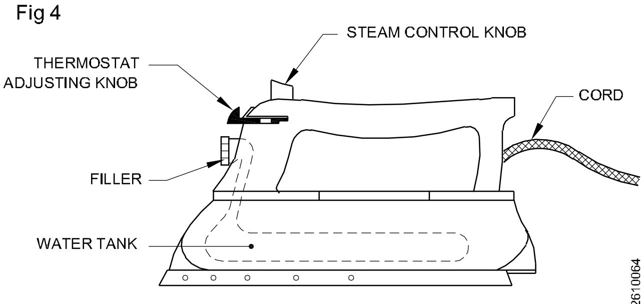
नीचे इस्त्री के समस्या निवारण का चार्ट दिया गया है ।

भाप/स्प्रे इस्त्री (Steam/spray irons) (IS 6290)

विद्युत इस्त्री और स्टीम इस्त्री में कोई इलेक्ट्रिकल अंतर नहीं है । स्टीम इस्त्री में एक छोटा कंटेनर (केन) होता है । इसे एलीमेंट के ऊपर इंसूलेशन के साथ माऊंट करते हैं । एक कंट्रोल वाल्व होता है । जो पानी को धीरे धीरे सोल प्लेट पर छोड़ता जाता है ।

वाल्व को खोलने से पानी सोल प्लेट पर गिरता है । तो पानी भाप में बदल जाता है । Fig 4 में इसकी संरचना दिखाई गई है ।

Fig 4



OUTLINE OF A TYPICAL STEAM IRON

सुधार कार्य की विधि (Method of repair)

स्टीम इस्त्री के हीटिंग एलीमेंट को ज्यादातर सोल प्लेट के साथ सील कर देते हैं । जब कभी शीट सर्किट या ओपन सर्किट होता है तो पूरी प्लेट बदलनी पड़ती है । कुछ फॉल्ट पॉवर कार्ड और थर्मोस्टेट में भी होते है । मुख्यतः स्टीम इस्त्री में टैंक के साथ निम्न समस्याए आती है :

i) उपयोगकर्ता कभी इस स्टीम टैंक में साधारण पानी डालते हैं जिससे पानी में होने वाले अन्य पदार्थ जैसे नमक, केलसियम सोल प्लेट के छेद्रों में जम जाते हैं और उसे ब्लॉक कर देते हैं ।

ii) जब कभी इस्त्री का उपयोग न हो रहा होता है तब भी अगर उसमें पानी भरा रहे तो जंग लगने की संभावना रहती है ।

यदि टैंक या प्लेट में पानी का नमक जमा हो जाए तो इससे विनेगर को भरकर सप्लाई देने से ये परत धीरे-धीरे हट जाती है ।

विद्युत केतली (Electric kettle)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **विद्युथ केतली का वर्णन करना और उसके प्रकार बताना**
- **विद्युत केतली के प्रमुख भागों की सूची बनाना**
- **नये एलीमेंट को फिट करने की विधि का वर्णन करना**
- **सामान्य देखभाल और रखरखाव का विवरण देना ।**

विद्युत केतली (Electric kettle)

विद्युत केतली एक हीटिंग उपकरण है । जो उसमें रखे तरह पदार्थ जैसे पानी, दूध, चाय आदि को गरम/पकाता करता है ।

मुख्यत: दो प्रकार की विद्युत केतली होती है ।

– सॉस पेन टाइप

– इमरशन हीटिंग टाइप

सॉस पेन टाइप (Saucepan type) : इसकी संरचना Fig 1 में दिखाई गयी है । सॉसपेन विद्युत केतली के मुख्य भाग हैं :

1 बोल्ट नट और वाशर होल्डिंग बॉटम कवर

2 हीटिंग एलीमेंट (Heating element)

3 एस्बेस्टोस शीट (Asbestos sheet)

4 सोल-प्लेट (Sole-plate)

5 प्रेशर प्लेट (Pressure plate)

6 बॉटम कवर (Bottom cover)

7 हैंडल (Handle)

8 टॉप लिड (ढ़क्कन) (Top lid)

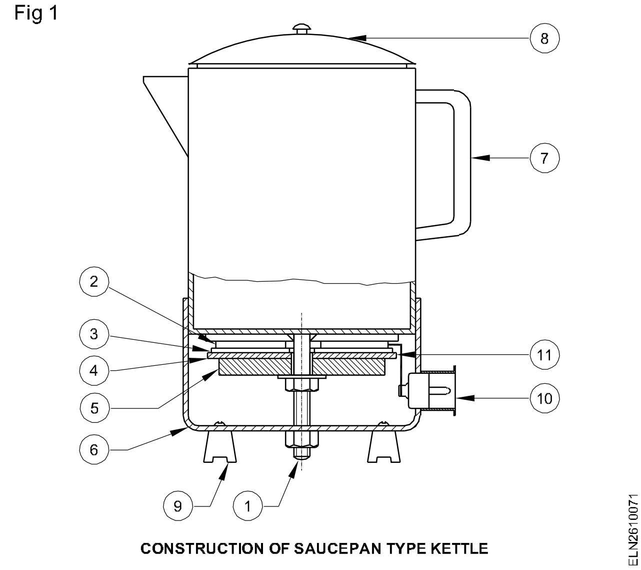
9 एवोनाईट लेग (Ebonite leg)

10 आउटलेट सॉकेट (Outlet socket)

11 ब्रास स्ट्रिप (Brass strips)

बाटम कवर (Bottom cover) : बाटम कवर एक सेंट्रल से सहारे नट और वाशर के साथ बाड़ी में लगाया जाता है । इसे निकाल कर हम आसानी से टर्मिनल और हीटिंग एलीमेंट तक पहुँच सकते हैं । (Fig 1)

Fig 1



CONSTRUCTION OF SAUCEPAN TYPE KETTLE

हीटिंग एलीमेंट (Heating element) : हीटिंग एलीमेंट नाइक्रों रिबन का बना होता है । इस रिबन को माइका से लपटे कर कवर करते है । और फिर इसे दो माइका प्लेट के बीच रखते है । ताकी एलीमेंट का कोई भी हिस्सा बॉड़ी को न छूएँ । एलीमेंट के अंतिम दोनों छोरों को आउटलेट की ब्रास स्ट्रिप से जोड़ देते हैं ।

एसबेस्टोस शीट (Asbestos sheet) : इस शीट को माइका और एलीमेंट के बीच रखते हैं । यह हीट इंसूलेटर का काम करती है । ये हीट लोस से भी बचाती है ।

सोल प्लेट (Sole-plate) : यह एक कास्ट आयरन की बनी चपटी प्लेट है । जो एलीमेंट के नजदीक होती है । और कंटेनर को हीट प्रदान करती है ।

प्रेशर प्लेट (Pressure plate) : प्रेशर प्लेट भी कास्ट आयरन की बनी होती है । यह भी कंट्रोल वोल्ट से कसी होती है । यह सोल प्लेट कर स्थिर रखती है । अगर ये ढ़ीली लगी हो तो झोल प्लेट और एलीमेंट भी ढ़ीले हो जाते है । इससे हीटिंग के समय एलीमेंट फैलता और सिक्रडता है और खराब हो सकता है ।

नया एलीमेंट लगाने की विधि (Method of fitting new element) : निम्नलिखित चरणों से केतली को खोला जाता है :

– केतली को उल्टा करके सबके पहले बाटम कवर नट को ढ़िला करें और नट और कवर को निकाल लें ।

– ब्रास स्ट्रिप के कनेक्शन खोल कर, एलीमेंट को उससे अलग कर लें ।

– फिट्टिंग स्क्रू को खोलकर टर्मिनल सॉकेट निकाल लें ।

– प्रेशर प्लेट के नट को खोलें ।

– प्रेशर प्लेट, सोल प्लेट, एसबेस्टोस शीट को बाहर निकाल लें ।

– अब यह सही माप और रेटिंग की नई हीटिंग एलीमेंट लगा दें ।

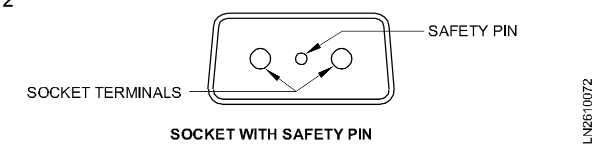
– अब केतली को वापस बंद कर दें ।

– अब चालू करने से पहले इंसूलेशन और अर्थ फाल्ट जाँच लें ।

इमरशन टाइप (Immersion type) : इस प्रकार की केतली का हीटिंग एलीमेंट ट्यूब (tubular immersion heating) जैसा होता है । कुछ के तलियों में से इजेक्टर टाइप के होते है । कभी ऐसा हो की केतली खाली है ।

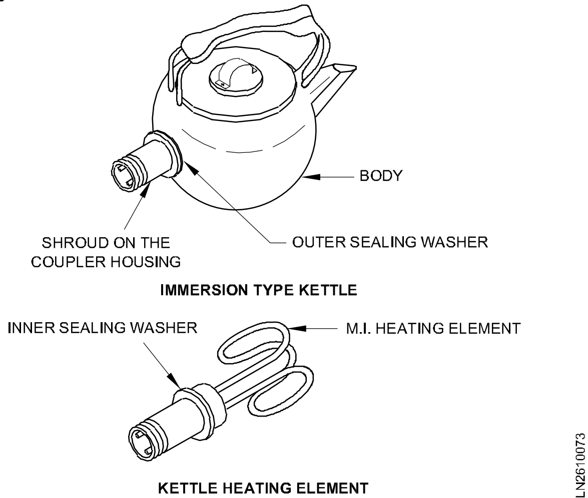
और उसके सप्लाई दे दी जाए तो एक स्प्रिंग इसके प्लग को बाहर फेंक देता है । एक सेफ्टी पिन (Fig 2) सोल्डरिंग करके यहाँ लगाई जाती है । एक खोखली ट्यूब के अंदर से हीटिंग एलीमेंट को डाला जाता है । ऐसे संगरचना वाले एलीमेंट को आसानी से बदला जा सकता है । (Fig 3)

Fig 2



SOCKET WITH SAFETY PIN

Fig 3



KETTLE HEATING ELEMENT

अधिकांश प्रकार की केतलियों में नया एलीमेन्ट बिना कठिनाई के बिठाया जा सकता है ।

नये एलीमेंट को लगानो (Fitting a new element) : नया एलीमेंट लगाने के लिए निम्न स्टेप लेने होंग

- एलीमेंट को एक हाथ से पकड़ कर दूसरे से स्क्रू को खोलें ।
- फाइबर शीट वाशर को निकाले ।
- पुराने एलीमेंट को निकाल कर बाजार से उसके जैसे ही डिजाइन और वाटेज वाला नया एलीमेंट लाएँ ।
- पुराने एलीमेन्ट को इलेक्ट्रिक शॉप में ले जाएँ और सुनिश्चित करें की नया एलीमेन्ट उसी डिजाइन और वाल्टेज का है ।
- केतली के अंदर का कचरा बिना धारवाली चाकू से निकाले ।
- फाइबर से बने सीलिंग वाशर को नये एलीमेंट के साथ अंदर डालें ।
- सब कुछ अच्छी तरह से फिट हो जाने पर केतली को रि-एसेम्बर करें ।

रख रखाव और मरम्मत (Care and maintenance)

- खाली केतली को स्विच 'ON' न करें ।
- मरम्मत कार्य करने से पूर्व प्लग को सॉकेट से निकाल ले ।
- गरम केतली में तुरन्त ठंडा पानी न डाले इससे उपयोगकर्ता और एलीमेंट दोनों को हानी हो सकती है ।
- केतली का मेटलिक भाग अर्थड होना चाहिए और इसके लिए 3-पिन प्लग और 3-पिन उपकरण सॉकेट का प्रयोग होना चाहिए ।
- खराब और टूटे हुए वाशर को तुरन्त बदल दें ।
- एसबेस्टोज शीट की जाँच करते रहें । निकालते समय यदि खराब हो जाए तो बदलकर नया लगा दें ।
- खराब हुए प्लग, सॉकेट या केबल को तुरंत बदल दें ।
- अर्थ कनेक्शन पॉवर प्लग और उपकरण के अंदर अच्छे से लगाने चाहिए । सारी फिटिंग साफ और कसी हुई हों ।

हीटर की दक्षता की गणना (Calculation of heater efficiency)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **उष्मा की इकाई की परिभाषा और जूल्स के नियम स्पष्ट करना**
- **उष्मा स्थांतरण की विधियों की सूची बनाना**
- **दक्षता से संबंधित सवालों को हल करना ।**

ऊष्मा की इकाई (Heat Unit)

MKS सिस्टम में ऊष्मा की इकाई किलो कैलोरी (kcal) है । एक किलो पानी का तापमान 1°C तक बढ़ाने में जितनी ऊर्जा की आवश्यकता होती है वही एक किलो कैलोरी कहलाएगी । यह प्रयोगात्मक रूप से सिद्ध किया गया है कि 4187J विद्युत ऊर्जा को पूर्णतः ऊष्मा में बदला जाए तो एक किलो कैलोरी ताप ऊर्जा बनेगी । [1 kilocalorie = 4187J]

जूल का नियम (Joule's Law of heating) : इस नियम के अनुसार जब किसी चालक से करंट गुजरता है तो वह ऊष्मा उत्पन्न करता है । और इस ताप ऊर्जा का मान करंट के मान के वर्ग चालक का प्रतिरोध और धारा प्रवाह के समय के सामानुपतिक होता है ।

इस नियम को समीकरण के रूप में लिखा जा सकता है :

$H = I^2 Rt$ watt - seconds or joules

यहाँ	I	=	चालक में बहनेवाला करंट एम्पियर में
	R	=	चालक का प्रतिरोध Ohms में
	t	=	करंट के बहने में लगा समय सेकण्ड में
	H	=	उत्सर्जित ऊष्मा जूल में ।

यदि 'I' एम्पियर करंट 't' सेकण्ड के लिए R प्रतिरोध वाले चालक से प्रवाहित होती है तो H ऊर्जा प्राप्त होगी । (I^2 R joules)

$H = I^2 Rt$ joules or watt - seconds

या

$$H = \frac{I^2 Rt}{J} \text{ calories}$$

जहाँ J = जूल नियंत्रक है ।

ऊष्मा का यांत्रिक तुल्यांक J = 4.2

because 4.2 joules = 1 calorie

Then one joule = 0.24 calories, और

4187 joules = 1 K calories

$$\text{अतः } H = \frac{I^2 Rt}{4187} \text{ K Cal.}$$

ऊष्मा स्थानांतरण की विधियाँ (Methods of heat transfer) : ऊष्मा को स्थानांतरित करने के तीन तरीके हैं : चालन, संवहन और विकिरण।

हीटर द्वारा उत्पन्न की गई गर्मी हम पूर्णतः उपयोग नहीं कर पाते । इसलिए हीटर की दक्षता 100% नहीं होती है । हीटर की दक्षता उपयोग की गई ऊष्मा और उत्पन्न की गई ऊष्मा के बीच का अनुपात होती है ।

$$\text{अतः दक्षता} = \frac{\text{Heat utilised}}{\text{Heat generated}}$$

- इसे प्रतिशत में

$$= \frac{\text{Heat utilised}}{\text{Heat generated}} \times 100$$

- जूले के नियम से, उत्पादित ऊष्मा

$$H = \frac{I^2Rt}{j} \text{ calories}$$

या $0.24\ I^2Rt$ calories

जहाँ I करंट एम्पियर में

R प्रतिरोध ओह्म में

t समय सेकण्ड में

j यांत्रिक तुल्याक = 4.2.

ऊष्मा की बड़ी इकाई किलो-कैलोरी (Kcal) है ।

कैलोरी (Calorie) : 1 ग्राम पानी का तापमान 1 डिग्री सेल्सियर बढ़ाने के लिए लगी ऊर्जा ही 1 कैलोरी कहलाती है । **कैलोरी (Calorie) :** 1 ग्राम पानी का तापमान 1 डिग्री सेल्सियर बढ़ाने के लिए लगी ऊर्जा ही 1 कैलोरी कहलाती है ।

1 Calorie = 4.2 joule या watt second

पदार्थ द्वारा अवशोषित ऊष्मा

$= ms(T_2 - T_1)$ calories

जहाँ m - द्रवमान ग्राम में

s - पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा

$(T_2 - T_1)$ - तापमान में वृद्धि (degrees celsius).

उदाहरण

एक विद्युत हीटर जिसमें 1000 W 240V. चिन्हित हैं । यह एक किलो 20°C तापमान वाले पानी के 100°C पर 8 मिनिट में पहुँचाता है । तो हीटर की दक्षता ज्ञात करो ।

दिए गए आंकडे (Given data)

यहाँ m - mass in grams

पानी का द्रव्यमान m = 1 kg or 1000 grams

तापमान में वृद्धि T_1 = 20°C

समय T_2 = 100°C

Raise in temp $(T_2 - T_1)$ = 100°C–20°C = 80°C

समय t = 8 min = 480 sec.

हीटर का वाटेज = 1000 W

हीटर वोल्टेज = 240 V

विशिष्ट ऊष्मा 1.

पानी द्वारा उपयोग की गई ऊष्मा = $ms(T_2 - T_1)$

= mass x sp. heat x $(T_2 - T_1)$

= 1000 x 1 x 80

= 8000 calories.

उत्पादित ऊष्मा = $0.24 \times I^2Rt$ calories

= 0.24 x 1000 x 480.

(जहाँ $I^2R = 1000$)

$$\text{दक्षता} = \frac{\text{Heat utilised}}{\text{Heat generated}} \times 100$$

$$= \frac{8000}{0.24 \times 1000 \times 480} \times 100$$

= 70% (approx.).

विद्युत घंटी और बजर (Electric Bell and Buzzer)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **विधुत घंटी की व्याख्या करना**
- **कार्य करने तथा विधुत प्रवाह रोकने वाली घंटी और सींगल स्ट्रोक घंटी का अध्ययन करना**
- **बजर का प्रकार एंव बजर के कार्य की व्याख्या करना।**

विधुत घंटी (Electric bell)

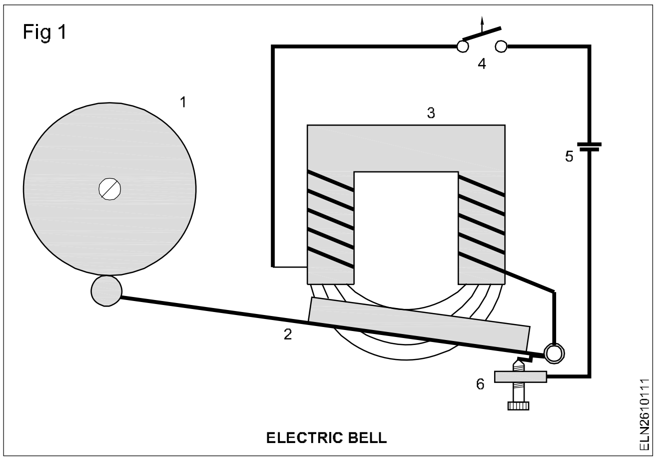
एक विधुत घंटी मैके निकल छंटी हे जो एक इलेट्रोमैग्नेट से कार्य करना है जब उससे करंट पास होता है तब वह एक बुजिंग सांउड देता है इसे ट्रेन के रोड क्रासिंग पर ऊपयोग किया जाता हे इसके अलावा टेलीफोन,फायर अलार्म स्कूल एंव घरों में छटीं के रूप में भी उपयोग किया जाता है इन्हे इलेक्ट्रानिक साउंडर के साथ बदल दिया गया है।

विधुत प्रवाह रोकने वाली घंटी (Interrupter Bell)

यह एक विधुत प्रवाह रोकने वाले घंटी हे जो करंट के प्रवाहित होने पर लगातार आवाज करते रहते है।

इनके निम्न भाग चित्र (1) में दिखाए गए है।

Fig 1



ELECTRIC BELL

- घंटी या गेंग (1)
- आर्म (2)
- इलेक्ट्रोमेग्नेट (3)
- खीच (4)
- सेल (5)
- इलेक्ट्रीकल कान्टेक्टस (6)

कार्य (Working)

घंटी (ro) गेंग (1) कप के आकार या हाफ स्फियर के आकार की होता है जो एक स्प्रिंग लोडेड आर्म (2) तथा मेटल बाज के साथ लगा रहती है और अंत में एक क्लेपंर के साथ एक इलेक्ट्रीमैग्नेट मी जुड़ी होती है सामान्य अवस्था में क्लेपंर घंटी से दूरी रहता है तथा आर्म भी थोड़ा दूर रहता है (3). जब एक इलेक्ट्रिक करंट जब वाहडिंग से इलेक्ट्रोमैग्नट हे और जब स्वीच को बंद किया जाता है (4) , तब एक मैग्नेटिक फील्ड का निर्माण होता है जो आयरन आर्म में लगे क्लेपट की आकर्षित करता है तथा उस बेल की और धकेलता हे जिससे वहाँ लगे इलेक्ट्रिक का टेक्ट (6) खुलता है तथ फिर क्लेंपट आर्म को आर्कर्षित करता हे जिससे इलेक्ट्रोमैग्नेट में करंट का प्रभाव रूकता है जिससे वह डीमैग्नेटाइज हो जाता है तथा दसके कारण क्लेंपट बेल से दूर चला जाता है जिससे फिर से कान्टेस्ट क्लोज हो जाता है जिससे इलेक्ट्रोमैग्नेट में फिर से करंट बहने लगती हे जिससे मैग्नेट क्लेंपर को फिर से खिचता है तथा बेल पर चोट करता हे यह प्रक्रिया 1 सेकेण्ड में कई बार दुहाराया जाता हे परिणामस्वरूप लगातार घंटी बजती है

सांउड की ट्यून घंटी के आकार और साइज पे निर्भर करता हे या उसके सामान्य आवृति पर जब बहुत सारे बेल एक साथ बनाए जाते हे विभिन्न साइज और आकार के गैंग से तो सांउड भी विभिन्न प्रकार के निकलते हैं।

सिंगल स्ट्रोक घंटी (Single stroke bell)

एक और प्रकार के छंटी को सिंगल स्ट्रोक छंटी कहा जाता है जिससे करंट को रोकने वाले काटेक्ट नहीं लगे रहते प्रत्येक बार हैमर गैंग को चोट करता है जब जब सर्किट को क्लोज किया जाता है इन्हे सीगनल या दूकानो में ऊपयोग किया जाता है।

इस प्रकार के छंटी में जब करंट इलेक्ट्रोमेग्नेट से गुजरता है यह क्लैपर को बेल या गेंग से खीचता है यह लगातार नही बजता है बल्कि सिर्फ एक बार बजता है जब तक करंट दसमें प्रवाहित हो छंटी गेंग और स्पाइरल चिम्स (spiral chimes) जैसे प्रत्येक यंत्र में इस प्रकार ध्वनि दिया जा सकता है।

स्प्रंग घंटी (Sprung bell)

सिंगल स्ट्रोक बेल का साधारण विकसित रूप स्प्रंग बेल है अधिकतर घरों में नौकरों को बुलाने के लिये यांत्रिक रूप से यह चलाये जाते है हैवी बेल के आंतरिक भाग में लगे हल्का स्प्रिंग एक स्ट्रोक बाद लगातार बजता है

इलेक्ट्रिक बजर (Electric buzzer)

बजर या बीपर (Beeper) एक ऑडियो सिग्नल डिवाइस है जो कि यांत्रिक, इलेक्ट्रो मेक्रेनिकल या पिजोइलेक्ट्रिक (Piezoelectie) प्रकार का हो सकता है ।

बजर के प्रकार (Types of buzzers)

इलेक्ट्रिक बजर का आविष्कार 1831 में जोसेफ हेनरी द्वारा किया गया है। यह मुख्य रूप से उच्च ध्वनि के साथ जोर बेल के रूप में प्रयोग किया जाता है

मेटल गेंग को छोड़कर सभी युक्तियाँ जिसका उपयोग इलेक्ट्रिक बेल में होता है इलेक्ट्रोमे के निकल आधारित होती है उसी तरह बजट में एक रिले लगा रहता है जो उसमे बहने वाली करंट को रोकता है इस इकाई को हम दीवार या छत में लगा कर सांउड प्राप्त करने के लिए ऊपयोग करते है।

सामान्य बजर से एक अच्छा न लगने वाली आवाज आती है जो इलेक्ट्रो मैकनिकल बजट होता है बजर को चलाने के लिए एक सोंस चाहिए ज्वाय बजट एक मैकनिकल बजट का उदाहरण है।

पीजोइलेक्ट्रिक बजर (Piezoelectric buzzer)

एक पीजोइलेक्ट्रिक एलीमेंट एक आसिलेटिंग इलेक्ट्रनिक सर्किट में दिया गया है या अन्य आवाज संकेतक सोंस में पीजोइलेक्ट्रिक आडियो एम्पलीफायर प्राप्त होता है इस प्रकार का सांउड सामान्यतः यह दर्शाता है कि एक बटन को दबाया गया है किसी रिंग को टच किया गया है बीप साउंट के लिए

बजार का उपयोग (Application of buzzers)

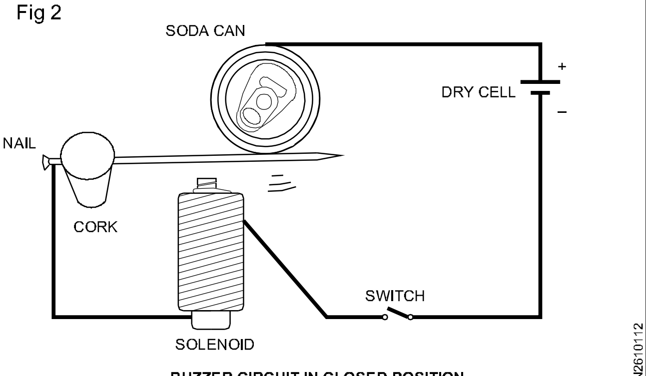
आजकल बजट का निम्न ऊपयोग होता है।

- मार्डन खिलौनो एंव मनोरंजन खेलों में
- निरीक्षण पेनल पट।
- शिक्षा हेतु
- आवाज लगाने वाले पेनल पर
- खेलो को चालू रोकने एंव बंद करने हेतु
- माइक्रीवेव ओवन और अन्य घरेलू उपकरणो में
- खेल प्रतियोगिताओं में
- सप्लाई अलार्म के रूप में।

बजार का कार्य (Working of buzzer)

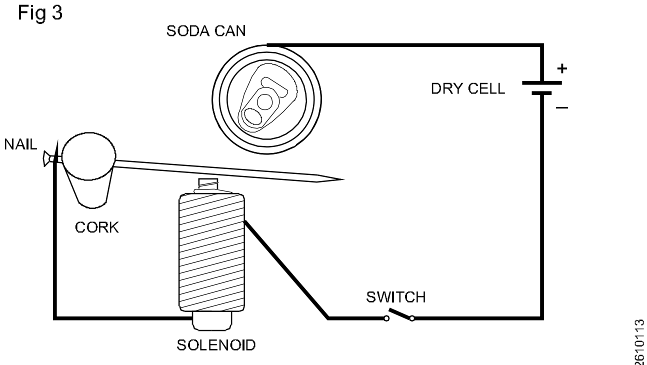
एक सामान्य बजर का कनेक्शन Fig 2 में दिखाया गया है जब सर्किट बंद होता है बैट्री से करंट क्वाइल से होकार गुजरता है एक बोल्ट के आकार में करंट (इलैक्ट्रोमैग्नेट) घूमता है चित्र में दर्शाए अनुसार नेल फाइल एंव सोडा केन (Fig 2) से होते हुए तो सोलेनाइड तुरंत चुम्बकीय हो जाता है जब तक नेल फाईल भी चुम्बकीय हो जाता है तब वह क्वाइल को अपनी और आकर्षित करता हे नेल फाइल एंव सोडा केन ज्यादा देर तक जुड़े नही रहते कनेक्शन टूट जाता है तथा करंट का बहाव रूक जाता हे (Fig 3) जिसे क्वाइल डिमैग्नेटाइज हो जाता है तथा तेल फाइल अपने पहले पोजिशन पर वापस आ जाता है जब वह सोडा केन को टच करता है एक आवाज उत्पन्न होता है।

Fig 2



BUZZER CIRCUIT IN CLOSED POSITION

Fig 3



BUZZER CIRCUIT IN OPEN POSITION

उसके बाद सर्किट पूर्ण होने पर फिर करंट बहता है तथा यही प्रक्रिया दोहराई जाती है हर बार तेल सोडा केन को चोट करता तथा वापस आता है तब आवाज निकलती है यह आवाज इलेक्ट्रोमैग्नेट तथा तेल के बीच दूरी पर निर्भर करता है विभिन्न प्रकार की आवाजे निकलती है।

हीटिंग एलीमेंट, हीटर/इमर्शन हीटर, विद्युत स्टोव और हॉट प्लेट (Heating element, heater/immersion heater, electric stove and hot plate)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विद्युत हीटर और उसके प्रकारों का विवरण देना**
- **टेबल का संदर्भ लेते हुए दिए गए वेटेज और वोल्टेज के लिए उपयुक्त नाप और लम्बाई के 'हीटिंग एलिमेंट' वायर का चयन करना**
- **एक्सोस्ड एलिमेंट प्रकार के इलेक्ट्रिक हिटर के विभिन्न भागों का वर्णन करना**
- **मरम्मत के समय बरती जानेवाली सावधानियाँ का वर्णन करना**
- **नाइक्रोम वायर की विशेषताएँ बताना**
- **सोल्डरिंग आयरन, रूम हीटर और इमरशन हीटर का वर्णन करना**
- **विद्युत स्टोव, हॉट प्लेट का वर्णन करना ।**

विद्युत हीटर (Elecric heater) : खाना पकाने के लिए विद्युत ऊर्जा का उपयोग किया जा सकता है । विद्युत ऊर्जा को ऊष्मा में बदल कर । विद्युत हीटर ऐसा ही एक उपकरण है, जो इस काम को सरलता से कर सकता है ।

प्रकार (Types) : विद्युत हीटर के दो प्रकार होते हैं :

– एक्सपोस एलीमेंट हीटर (Exposed element type heater)

– एनक्लोज एलीमेंट हीटर (Enclosed element type heater)

एलीमेंट (Element) : एक्सपोस एलीमेंट हीटर का एलीमेंट नाइक्रोम तार का बना होता है । इसकी प्रतिरोधकता (resistivity) अधिक होती है और यह 900°C के तापमान पर भी काम कर सकता है । नाइक्रोम उच्च तापमान में भी आक्सीडाइज (oxidise) नहीं होता ।

टेबल 1

नाइक्रोम वायर के नाप

Sl. No.	Size of wire		Resistance in ohms per metre at 500°C	Current in amperes to produce 500° C
	SWG	*Dia in mm		
1	18	1.18	0.9744	12.6
2	20	0.90	1.7355	8.6
3	22	0.71	2.8707	6.3
4	24	0.56	4.6587	4.45
5	26	0.45	6.9553	3.5
6	28	0.375	10.2690	2.8
7	30	0.315	14.665	2.3
8	32	0.28	19.291	1.99

*Size equivalent to SWG is as per IS No. SP:2 - 1982.

240V वोल्ट की सप्लाई के लिए अलग-अलग वोल्टेज के हीटर बनाए जाते है । वोल्टेज का फार्मूला यह है

$W = V \times I = I^2R$ Watts.

इस फार्मूलों से यह स्पष्ट है कि अगर वोल्टेज बढ़ेगा तो करंट भी बढ़ेगा । 2000W वाले हीटर का एलीमेंट वायर 1000W वाले हीटर एलीमेंट की तुलना में अधिक मोटा होगा । वायर की मोटाई (diameter) बढ़ा देने से उसका प्रति मीटर प्रतिरोध कम हो जाता है । नाइक्रोम वायर की लम्बाई के अनुरूप उसका प्रतिरोध टेबल 1 में दर्शाया गया है ।

नाइक्रोम वायर के माप का चुनाव (Selection of nichrome wire size (Diameter)) **:** दिये गये वॉटेज और वोल्टेज से करंट का मान ज्ञात किया जा सकता है । फिर सारणी 1 को देखकर उस करंट रेटिंग के अनुसार उस व्यास (diameter) का वायर ले सकते हैं ।

हीटर एलीमेंट का प्रतिरोध निम्नलिखित फार्मूले $I^2R = W$ watts से ज्ञात होगा

$$\text{या Resistance} = \frac{W}{I^2} \text{ Ohms,}$$

लम्बाई (Length) : नाइक्रोम वायर की लम्बाई ज्ञात करने के लिए ज्ञात प्रतिरोध को टेबल 1 से प्रतिरोध प्रति मीटर की सहायता लेंगे ।

Length required =

$$= \frac{\text{Calculated resistance}}{\text{resistance per metre of selected dia of wire}} \text{ Metres}$$

उदाहरण : 500° C पर काम करने वाले 250 V, 1000 w के हीटर के एलीमेंट की लम्बाई ज्ञात करिए । (टेबल 1 की सहायता से)

टेबल 1 में विभिन्न मोटाई वाले वायर के लिए करंट क्षमता दिखाई गई है ।

दिया गया है :

सप्लाई वोल्टेज V = 250 volt

पॉवर W = 1000 watts

तापमान = 500° C.

नाइक्रोम वायर के तालिका 1

हीटर द्वारा लिया गया करंट = I

$$I = W \div V$$

$$= 1000 \div 250$$

$$= 4 \text{ amp}$$

Resistance of heating element = R

$$R = \frac{V}{I}$$

$$= \frac{250}{4}$$

$$= 62.5 \text{ ohms}$$

टेबल 1 के कॉलम 5 में वायर का साइज 24 SWG, 4 amps के लिए

It is 24 SWG.

कॉलम 3 के अनुसार माप (24 SWG)

प्रतिरोध 4.6587 ohms प्रति मीटर ।

परन्तु कुल प्रतिरोध R = R = 62.5 ohms

$$\text{वायर की लम्बाई} = \frac{62.5}{4.6587}$$

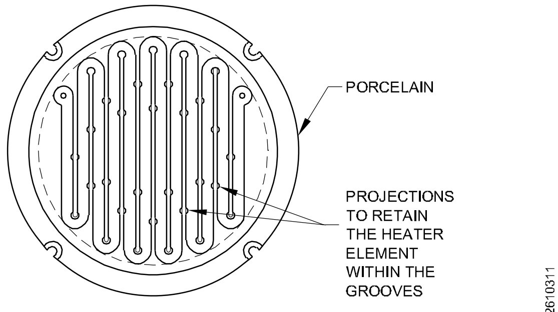
$$= 13.42 \text{ m.}$$

अतः 1000 watts, 250 V के हीटर के एलीमेंट की लम्बाई 13.42 m होगी । 24 SWG मिटर नाइक्रोम वायर की आवश्यकता होती है ।

एक्सपोस हीटर के मुख्य भाग (Parts of exposed type heater)

हीटर प्लेट (Heater plate) : यह एक पोर्सलीन को प्लेट होती है । जिस पर नालियाँ बनी होती है । जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है । इसमें नाइक्रोम वायर की क्वाइल को रखा जाता है ।

Fig 1



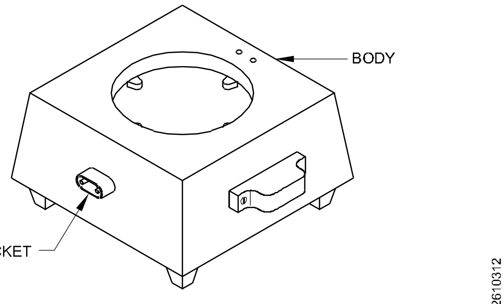
PORCELAIN PLATE OF THE HEATER

पोर्सलीन उच्च तापमान 1300°C में भी टिका रहता है और एक अच्छे कुचालक का काम करता है । इसमें बनी नालियों में नाइक्रोम वायर को डाला जाता है। इन्हें ग्रूवस् कहते है । इन ग्रूवस में कुछ प्रोजेक्शन भी होते है । जो वायर को पकड़े रहते है । Fig 1

इसको फ्रेम में लगाने समय सावधानी रखनी होती है । क्योंकि ये काफी नाजुक होती है । हीटर के वाल्टेज के अनुसार प्लेट की मोटाई निश्चित करते है । इसकी मोटाई 10 mm से 25 mm तक हो सकती है । वायर के अंतम छोरों को बोल्ट और नट की सहायता से टर्मिनल पर लगाते है ।

फ्रेम या बॉड़ी (Body or frame) : हीटर प्लेट को रखने के लिए बॉडी की आवश्यकता होती है । यह कास्ट आयरन या M.S. शीट की बनी होती है । बॉडी में एक सॉकिट लगा होता है । जैसा Fig 2 में दिखाया है । एक इंसूलेटेड हैंडिल भी लगा होता है ।

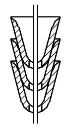
Fig 2



FRAME OF THE HEATER

कनेक्टिंग लीड (Connecting leads) : लीड के वायर कॉपर के मोटे खुले तार होते है । इन्हें पोर्सलीन बीड से या ग्लास बब्दीड्स से इंसूलेट करते हैं । जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है ।

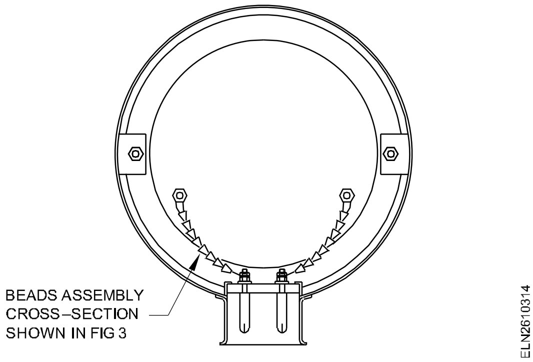
Fig 3



CROSS - SECTION OF THE BEADS

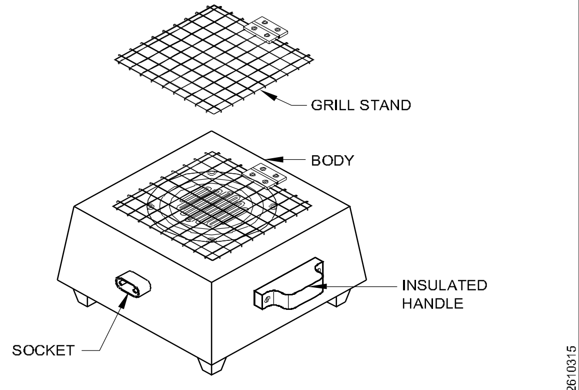
बिड्स अलग-अलग साइज में मिलती है । बीड्स के स्था पर एसबेस्टोस स्लीव्स या ग्लास वूल लगा सकते है । लीड को टर्मिनल से जोड़ते है । जैसा Fig 4 में दर्शाया है ।

Fig 4



ग्रिल स्टैंड (Grill stand) : यह क्रोमियम/निकिल प्लेटेड MS रोड है । बॉडी के ऊपर फँसा दिया जाता है । इसके ऊपर बर्तन रखा जाता है । यह बर्तन और एक्सपोज हीटर के बीच बेरियर की तरह होती है । (Fig 5)

Fig 5

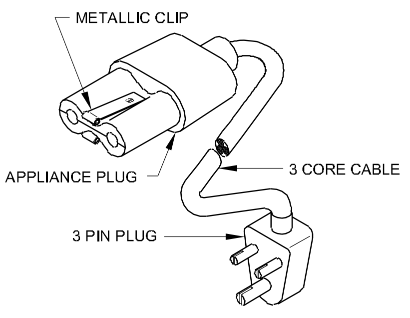


OPEN ELEMENT TYPE HEATER

सुरक्षा के लिए, इस स्टैंड को और बॉडी को अर्थ किया जाता है । इसमें ऑयल पेंट नहीं किया जाता क्योंकि इससे अर्थ की कल्टीन्यूटी टूटती है । फेज वायर के साथ फ्यूज लगाना चाहिए ताकी किसी भी फाल्ट की स्थिति में मानव को शॉक न लगें ।

हीटर सॉकिट (Heater socket) : यह उपकरण के प्लग को प्लग करके पॉवर सप्लाई देने के काम आता है । Fig 6 में दिया गया है दो मेल टर्मिनल, जिसमें एक फेज और दूसरा न्यूट्रल के लिए है । सुरक्षा के लिए हीटर की बॉडी को अर्थ कंटक्टर से अर्थिंग देनी चाहिए ।

Fig 6



APPLIANCE POWER CORD

जो प्लग दिखाया है उसमें दो स्प्रिंग लोड़ और दोनों तरफ मेटलिक क्लिप है । जब प्लग लगाते है तो ये मेटलिक भाग कान्टेक्ट में आते है । यह सॉकिट और क्लिप निकिल प्लेटेड ब्रास से बनाई जाती है ताकि इसमें जंग न लगें। अगर क्लिप का स्प्रिंग ढीला हो जाए तो उसे तुरन्त बदल दे क्योंकि इससे अर्थ कान्टेक्ट उचित कार्य नहीं करेगा ।

उपकरक के सॉकिट और पिन कस के लगे होना चाहिए नहीं तो स्पार्किंग और ओवर हीटिंग होती है । स्पार्क होने से टर्मिनल जल जाते है और इनमें कार्बन जमता है । तब इन्हें बदलता आवश्यक होता है ।

सुरक्षित स्थापना (Safe installation) : हीटर के एलीमेंट और बॉडी के बीच में जो इंसूलेशन प्रतिरोध डालते है, उसका मान एक मेगा ओह्म से कम नहीं होना चाहिए ।

जो स्विच वॉल सॉकिट को कंट्रोल करता है, वो सप्लाई के फेज में होता है। अतः 'OFF' स्थिति में इसका आइसोलेशन जाँच लेना चाहिए ।

उपयोगकर्ता की सुरक्षा (User's safety practice) : हीटर के ऊपर किसी भी खाद्य पदार्थ के अवशेष न हो । अगर एलीमेंट पर ये हो तो साफ करें । इससे एलीमेंट टूटने और फ्यूज उठने की संभावना रही है । अगर एलीमेंट कोई धातु का टुकड़ा पड़ा रहे तो एलीमेंट शीट हो सकता है ।

हीटर की मरम्मत के समय रखने वाली सावधानियाँ (Precautions to be followed while repairing a heater) : ओवर हीट हुए सॉकिट और प्लग की जाँच करें । कार्ड की कंटीन्यूटी और इंसूलेशन चैक करें । केवल का कोई भाग अधिक खराब दिखे तो समझ जाए की ओवर हीटिंग के कारण खराब हो रही । अधिक लचीला केवल हो तो चैक करें की अंदर कंडक्टर टूटा तो नहीं है । बॉडी या सॉकिट के आसपास जंक न लगे जंक लगे भागों का तुरन्त बदलदें । इन्हें कभी पेंट न करें । प्लग और सॉकिट की फिटिंग कसी हुई होनी चाहिए ।

प्लग की जंगलगी सॉकेट अथवा क्लिपों को बदल देना चाहिए । उस पर कभी भी पेइन्ट मत लगाइये पर फिक्सिंग छेदों में जमी जंग को हटाया जा सकता है और पेइन्ट किया जा सकता है । यदि आवश्यकता हो तो बड़ी साइजों के स्क्रू लगाइए सॉकेट और प्लग के अधिक गड्ढे पड़े और वेल्डेड सिरों को बदल देना चाहिए और बदले हुए प्लगों की सॉकेट के फिटिंग की जाँच करनी चाहिए ।

हीटर की प्लेट जाँच ले, अगर टूटी हो तो बदल दें । बॉडी और ग्रील प्लेट की अर्थिंग जाँच ले । इंसूलेशन का प्रतिरोध एक मेगा ओह्म से सम नहीं होना चाहिए ।

नाइक्रों वायर (Nicrome wire) : अधिकतर विद्युत हीटिंग एलीमेंट नाइक्रों रिबिन या वायर के वनाए जाते है । सभी उपकरणों विद्युत ऊर्जा को तापऊर्जा में बदलने के सिद्धांत पर काम होता है । नाइक्रों एक मिश्र धातु है । जो 80% निकिल और 20% क्रोमियम से बनाया जाता है । इस निम्नलिखित विशेषताएँ है :

विशेषताएँ (Properties)

i) इसका विशिष्ट (specific) प्रतिरोध अधिक होता है । अतः $9x10^{-8}\Omega m$ कम लम्बाई के वायर का प्रतिरोध भी काफी होता है ।

ii) ये अधिक तापमान सह लेता है।

iii) इसकी यांत्रिक शक्ति अच्छी होती है ।

iv) ये उच्च गलनांक वाली धातु है । (high melting point) लगभग 1380°C.

v) इसका तापगुणांक कम होता है । 0.00017°C.

ज्यादातर, सभी हीटिंग एलीमेंट को 500°C तापमान उत्पन्न करने के लिए डिजाइन किया जाता है । एलीमेंट डिजाइन करते वक्त निम्न बातों का ध्यान रखा जाता है :

i) वाटेज के अनुसार वायर का साइज और क्षमता निर्धारित होता है ।

ii) वाटेट के आधार पर ही वायर की लम्बाई ली जाती है ।

अधिकांश एक सामान्य हीटर जो 2000 W का होता है उसमें 20 SWG का नाइक्रोम वायर डाला जाता है । 1500 W के लिए 22 SWG, 1000 W के लिए 24 SWG और 750 W के लिए 26 SWG का वायर लेते है ।

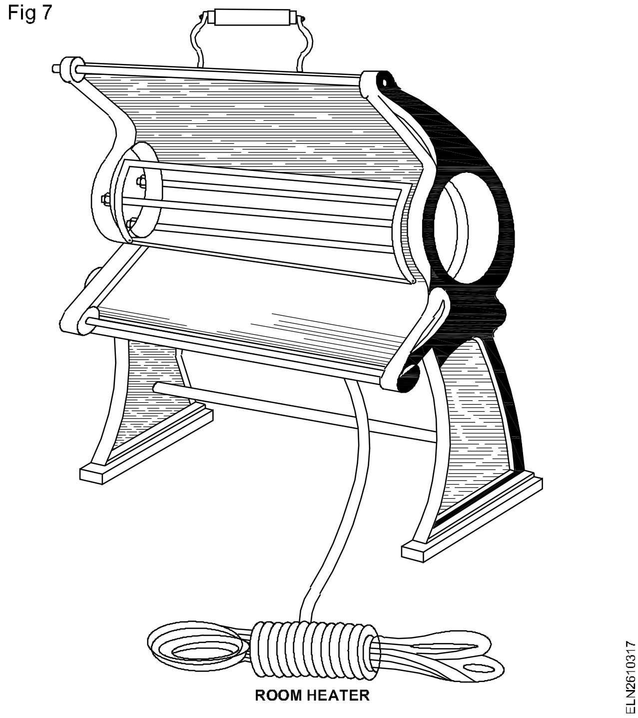
सोल्ड्रिंग आयरन (Soldering iron) : सोल्डिंग आयरन ज्वांट को सोल्डर करने के लिए काम में लाए जाते हैं । इस संरचना बहुत ही साधारण होती है । एक माइका शीट पर नाइक्रोम का वायर या रिबन लपेटा जाता है ।

इसमें दो एलीमेंट होते हैं, जो आपस में सिरीज या पैरेलल में जुड़े होते है । इन्हें एक लोहे की शीट में दबा कर रखा जाता है । और दो टर्मिनल सप्लाई से जोड़ देते है । इसकी बॉडी का अर्थ किया जाता है । ये 15W, 25W, 40W, 65W, 125W, 240W के वोल्टेज में उपलब्ध होती है ।

रूम हीटर (Room heater) : रूम हीटर को रेडिएंट हीटर या बार टाइप हीटर भी कहा जाता है । ये किसी कमरे को या किसी भी स्थान को गरम करने के लिए उपयोग में लाए जाते है ।

एक साधारम रूप हीटर में चाइना क्ले की बार पर नाइक्रों वायर या रिबन को लपेटा जाता है । इसने अंतिम छोटों को स्क्रू की सहायता से टर्मिनल में कस देते है और इस सप्लाई देते हे । इसकी दक्षता बढ़ाने के लिए रॉड के पीछे लगे रिफ्लेक्टर को पॉलिश करते है । Fig 7 में दर्शाया है ।

Fig 7



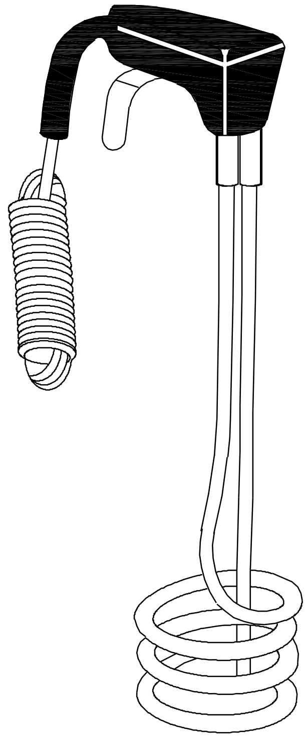
ROOM HEATER

इस प्रकार के हीटर कई बार चाइना क्ले की बाऊल (कटोरा) में रखे जाते है और इसका गोल रिफ्लेक्टर पॉलिश किया हुआ होता है ।

हीटर को जिस दिशा में घुमान होतो उसका रिफ्लेक्टर, घूमान पड़ता है । हीटिंग एलीमेंट की संख्या एक या एक से अधिक भी हो सकती है ।

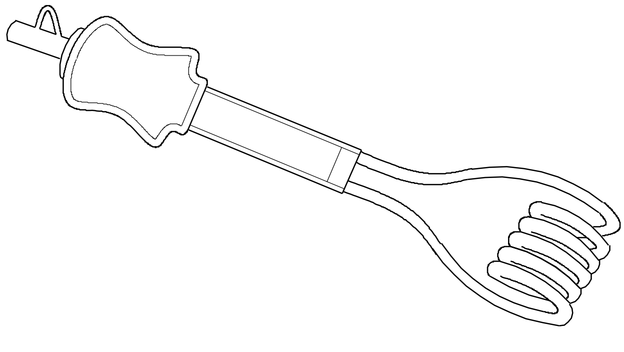
इमरशन हीटर (विसर्जन) (Immersion heater) : जैसा की नाम से ही स्पष्ट है, इलमशन मतलब विसर्जन हीटर । इस हीटर का उपयोग पानी या अन्य तरल पदार्थ को गरम करने के लिये किया जाता है । इसको सीधा पानी में डूबो देते है और पानी गरम हो जाता है । इसका हीटिंग एलीमेंट कंडलीदार होता है । इसके एलीमेंट को कॉपर के ट्यूब में रखा जाता है । और ट्यूब की दिवारों को इंसूलेट करते हैं । ट्यूब के घेरों को हीट प्रूफ और वॉटर प्रूफ बनाते है । ये दोनों घोर को सप्लाई से जोड़ते है । इसका कुंडलीदार आकार कम-से-कम जगह लेता है । जैसा Fig 8 और Fig 9 में दर्शाया है । इसे अर्थ भी किया जाता है । ये अलग-अलग आकार और वोल्टेज (250W, 500W, 1000W, 1500W and 2000W) में उपलब्ध है ।

Fig 8



IMMERSION HEATER

Fig 9



IMMERSION WATER HEATER

इमरशन हीटम में निम्न अवयव होते हैं (Immersion heater consists of)

1 हीटिंग एलीमेंट के साथ मेटल ट्यूब

2 बैकेलाइट से बनी टर्मिनल हाऊसिंग

3 तीन कोरवाला लचीला कॉर्ड

4 इंडिकेटर जो पानी का स्तर बताता है

5 तीन पिन वाला प्लग

इमरशन हीटर का उपयोग करने समय निम्न सावधानियाँ रखनी चाहिए (Precautions in the use of immersion water heater)

1 इंडिकेटर तक ही पानी में डुबोना चाहिए । अन्यथा पानी टर्मिनल के अंदर जा सकता है ।

2 हीटर जब पानी में डूब जाए, तभी सप्लाई 'ON' करना चाहिए ।

3 सप्लाई 'OFF' करने के बाद तुरन्त पानी से बाहर नहीं निकालना चाहिए ।

संभावित दोष (Possible faults)

1 एलीमेंट का टूटना

2 एलीमेंट वायर का ट्यूब को घूना

3 मेटल ट्यूब का बर्स्ट होना

4 टर्मिनल का टूटना

5 कार्ड का टूटना

6 कार्ड से लीकेज होना

7 प्लग के टर्मिनल का खुलना ।

टेस्टिंग (Testing)

टेस्टिंग के लिए टेस्ट लैम्प का उपयोग करना चाहिए । टेस्ट लैम्प के प्लग टर्मिनल में लगा कर चैक करें । अगर लैम्प न जले मतलब सर्किट ओपन है । इसका आशा यह हो सकता है कि कॉर्ड, टर्मिनल या एलीमेंट टूटे हुए है ।

यदि लैम्प फूल जह रहा है तो कही शार्ट सर्किट है । और यदि लैम्प डिम जलता है तो हीटिर सही स्थिति में है ।

अर्थ टेस्ट करने के लिए लैम्प का एक टर्मिनल फेज और दूसरा बॉडी पर लगाना चाहिए। यदि लैम्प प्रकाश देता है, उसका अर्थ है कुछ भू दोष है अर्थात् एलीमेन्ट का कुछ भाग वाटर हीटर की बॉड़ी को घू रहा है ।

विद्युत स्टोव (Electric stove)

विद्युत स्टोव एक घरेलू उपकरण है जो खाना पकाने के काम में आता है । यह 240V AC सप्लाई पर काम करता है । इसके अलग अलग मॉडल अलग-अलग वाटेज के आते है । जैसे 750 से 1500 watts. (Fig 10)

विद्युत स्टोव के निम्न भाग होते हैं ।

1 हीटिंग एलीमेंट (Heating element)

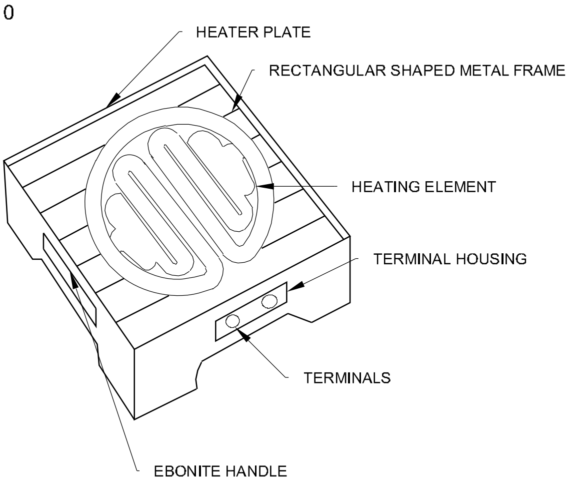
2 इंसूलेटर बेस जिस पर नालियाँ होती हैं ।

3 मेटल फ्रेम (Metal frame)

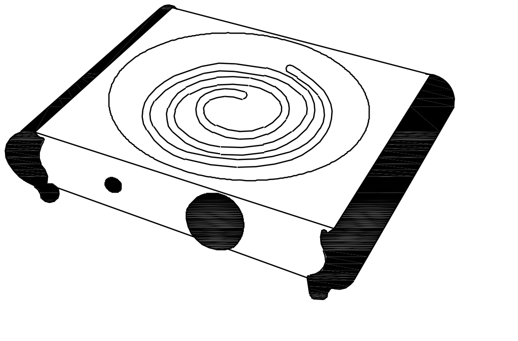
4 पॉवर कार्ड (Power cord)

हीटिंग एलीमेंट नाइक्रोम वायर की क्वाइल का बना होता है । इसका इंसूलेटर

Fig 10



A BASIC ELECTRIC STOVE



A MODERN ELECTRIC STOVE

बेस पोर्सलीन या चाइना क्ले का बनाया जाता है । इसमें नालियाँ बनाते है । जिसमें एलीमेंट को रखा जाता है । बेस को मेटल फ्रेम में रखते है । फ्रेम कास्ट आयरन का बना होता है । एलीमेंट के दो टर्मिनल सप्लाई से जोड़ते है ।

केस्ट लौहे अथवा लौहे की चादर से बनी हुई धातु फ्रेम एक स्टैन्ड का काम करती है और स्टोव को यांत्रिक संरक्षण और आकार देती है । हिटिंग एलिमेण्ट के दो सीरों को लचीले केबलों से टर्मिनलों तक ले जाना चाहिए ये लचीले लीडों को पोर्सलीन जैसी प्रतिरोधक सामग्री के मोतियों से प्रतिरोधित किया जाता है ।

सुरक्षा और मरम्मत (Care and maintenance)

अगर गरम एलीमेंट पर पानी, चाय, दूध या अन्य कोई पदार्थ गिरता है, तो क्वाइल में आक्सीकरण होता है और एलीमेंट के टूटने का खतरा होता है । अर्थिंग सही होना चाहिए । कनेक्शन ढीले (loose connection) नहीं होना चाहिए । इससे स्पार्किंग हो सकती है ।

अगर एलीमेंट टूट जाए तो उसे तुरन्त बदलना चाहिए । कार्ड को समय समय पर चैक करना चाहिए । उचित रेटिंग के कार्ड और फ्यूज का उपयोग होना चाहिए । आधुनिक स्टोव में हीट रेग्यूलेटर भी दिया जा रहा है ।

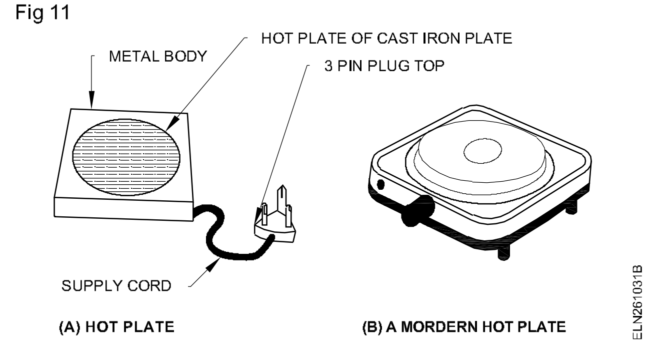
जब हिटिंग एलीमेन्ट टूट जाए तो पूरा हिटिंग एलीमेन्ट बदल देना चाहिए। जोड़नेवाला पावर कोर्ड को उपयुक्त क्षमता होना चाहिए और करन्ट का वाहन

करने योग्य होना चाहिए जब स्टोव आन हो तो पावर कोर्ड को तपना नहीं होना चाहिए या अधिक गरम नहीं होना चाहिए और रेटेड वोल्टेज आपूर्ति के साथ ही कार्य करना चाहिए । एक आधुनिक इलेक्ट्रिक स्टोव में विविध तापमान के लिए नियंत्रक होता है ।

हॉट प्लेट (Hot plate)

हॉट प्लेट एक हीटिंग उपकरण है । जिसमें चपटी तली वाले बर्तन को रखकर खाना पकाया जा सकता है (Fig 11) । इसे 240V AC सप्लाई की जरूरत होती है । ये 1KW और 2KW तक की रेंज में आते है । यह खाना पकाने और लेबोर्टेरी में उपयोग किये जाते है । हॉट प्लेट सिंगल और डबल यूनिट में भी होते हैं ।

Fig 11



साधारण हॉट प्लेट में

1 बेस (Base)

2 प्लेट (Plate)

3 हीटर प्लेट (Heater plate)

4 हीटिंग एलीमेंट (Heating element)

5 स्विच (Switch)

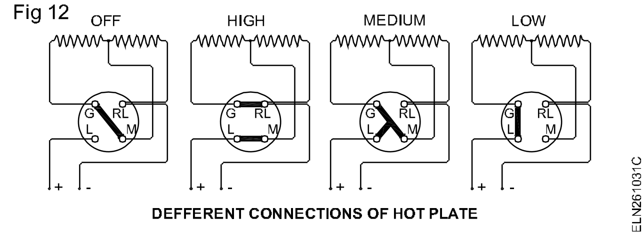
बेस कास्ट आयरन या माइल्ट स्टील का बना होता है । इसका आकार गोल या चौकोर हो सकता है । इसकी प्लेट मोटी व गोलाकार होती है । यह कास्ट आयरन या लोह के अलाय की बनी होती है । इसका इंसूलेशन किया जाता है । इसे विद्युत इंसूलेटिंग और थर्मल कंडक्टिंग बनाया जाता है । इंसूलेशन के लिए चाइना क्ले, सीमेंट या प्लास्टर ऑफ पेरिस लेते है । हीटिंग एलीमेंट में प्लेट के साथ लगा देते है और हीटर को मेटल प्लेट से जोड़ देते है ।

हिटिंग एलीमेन्ट माइक्रोम वायर होता है या रिबन । हिटिंग एलीमेन्ट को हीटर पलेट में स्थित किया जाता है और हीटर प्लेट को मेटल प्लेट से जोड़ा जाता है ।

एलीमेंट के दो टर्मिनल सप्लाई के लिए बाहर निकाल लेते हैं । एक यूनिट वाले एलीमेंट में दो टर्मिनल बाहर आते है और दो यूनिट वाली में तीन टर्मिनल बाहर आते है । ये तीन टर्मिनल में एक कॉमन होता है ।

इसके एक रोटरी स्विच होता है जो हीटिंग की रेंज तय करता है । Fig 12 में हॉट प्लेट की विभिन्न कनेक्शन दर्शाये गये है ।

Fig 12



सुरक्षा और मरम्मत (Care and maintenance)

इसमें हीटिंग एलीमेंट खुला हुआ नहीं होता । इसमें आनेवाली सम्याएँ हैं: (1) लीड एलीमेंट का जलना (2) एलीमेंट का टूटना ।

- कनेक्शन ढीले नहीं होने चाहिए ।
- टर्मिनल पर यदि कोई स्पार्क है तो वह साफ किया जाना चाहिए ।
- पॉवर कार्ड की क्षमता रेटेड करंट तक की हो ।
- हॉट प्लेट को रेटेड वोल्टेज में ही चलाना चाहिए ।
- हॉट प्लेट को ठंडा होने तक बच्चों की पहुँच से दूर रखें ।

माइक्रोवेव ओवन (Microwave oven)

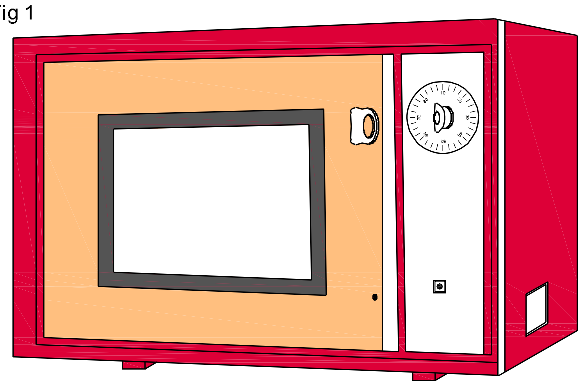
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **माइक्रोवेव ओवन का वर्णन करना**
- **माइक्रोवेव ओवन के प्रकार्य बताना**
- **माइक्रोवेव के अनुक्रमिक कार्य स्पष्ट करना**
- **प्रत्येक अवयवों की कार्यप्रणाली स्पष्ट करना**
- **समस्याएँ, कारण और निवारण की सूची बनाना ।**

माइक्रोवेव ओवन (Microwave Oven)

यह एक इलैक्ट्रनिक युक्ति है जो माइक्रोवेव ऊर्जा का उपयोग करके खाना पकाती/सुरक्षित रखती है ।

परंपरागत ओवन के विपरीत, माइक्रोवेव ऊर्जा बाहरी गर्मी को लागू किये बिना खाना पकाती है । (Fig 1)

Fig 1



TYPICAL MICROWAVE OVEN ASSEMBLY

माइक्रोवेव ओवन के कार्य (Function of microwave oven)

माइक्रोवेव शार्ट इलैक्ट्रोमेग्नेटिक वेवस् (electromagnetic waves) होती है । यह रेडियोफ्रिक्वेन्सी (radio frequency (RF)) की वेवस् होती है। और पेपर, ग्लास और प्लास्टिक से होकर गुजर जाती है । यह वेब एल्यूमिनियम और अन्य धातु से प्रतिविधि होती है इसलिये इन धातुओं का उपयोग इसके अंदर नहीं किया जाता है ।

उच्च नमी वाले पदार्थ माइक्रोवेव को अवशोषित करते है । जैसे ही माइक्रोवेव (लगभग 2450 MHz की आवृत्ति) भोजन में प्रवेश करती है । अणु ऊर्जा के साथ खुद को संरेखित करते हैं चूंकि माइक्रोवेव पोलारिटी (दिशा) हर आधे चक्र में बदलती है, भोजन के अणुओं की भी दिशा बदलती है और वो दोलन (oscillating) करते है । (4,900,000,000 per second) इतने उच्च दोलन के होने पर अणुओं के बीच घर्षण होता है । तो गर्मी उत्पन्न होती है । इस प्रकार भोजन पक जाता है ।

संचालन क्रम (Operation sequence)

इसका संचालन तीन चरणों में होता है :

1 बंद स्थिति (Off condition),

2 निष्क्रिम स्थिति (Idle condition),

3 खाना पकाने की स्थिति (Cooking condition)

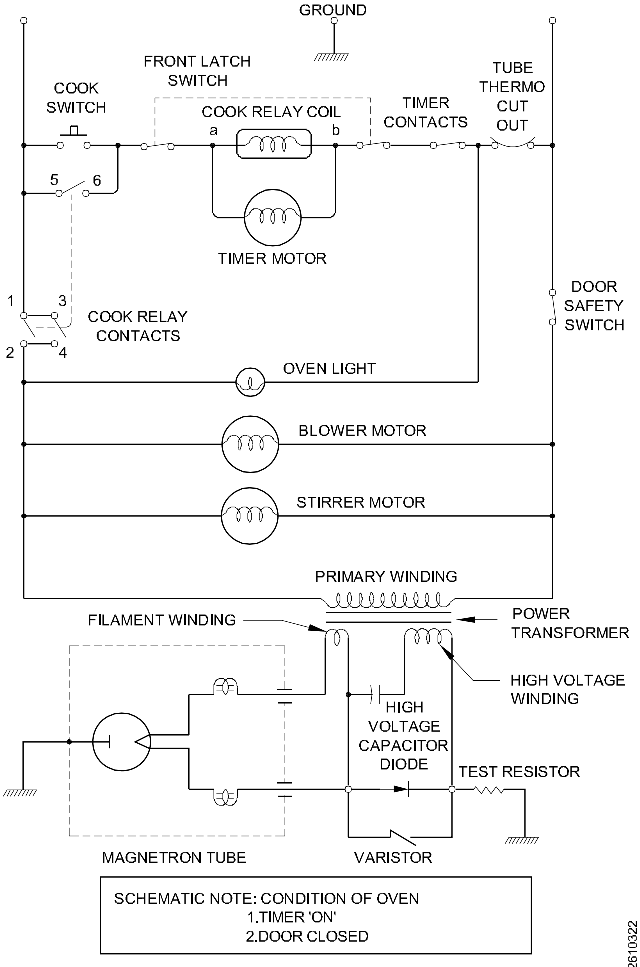
बंद स्थिति (Off Condition) : जब नॉब का पॉइन्टर 'o' की स्थिति में हो । तब ओवन ऑफ रहता है ।

निष्क्रिय स्थिति (Idle Condition) : जैसे से ओवन का गेर (दरवाजा) बंद करते है । तो इंटरलॉक स्विच, फ्रंट लेच स्विच और रेयर सेफ्टी स्विच को सक्रिय कर देता है । जब टाइमर स्विच से कूकिंग टाइम सिलैक्ट करते हैं तो यह कूल रिले क्वाइल और मोटर के टाइमर को क्लोज (close) कर देता है ।

खाना पकाने की स्थिति (Cooking Condition) : जब कूकिंग स्विच को दबाते है । तो निम्न लिखित कार्य (संचालन) होते है । (Fig 2)

1 कूकिंग रिले की क्वाइल सक्रिय हो जाती है । टाइमर मोटर को करंट देने के लिए रिले के टर्मिनल 5 और 6 बंद होते है । जब स्टार्ट बटन दबाते

Fig 2



OVEN CIRCUIT COOKING CONDITION

है तो ये क्रूक रिले को होल्डिंग सर्किट भी प्रदाय करते है । टर्मिनल 1,3 और 2,4 बंद होकर ओवन लाइट ब्लोवर मोटर, स्टार्र मोटर और वॉपर ट्रांसफार्मर को करंट देते है ।

2 3.2 V AC पॉवर ट्रांसफार्मर की फिलामेंट वाइंडिंग मग्नेट्रान फिलामेंट को गरम करती है । हाई वोल्टेज वाइण्डिंग (1900VAC) का आऊटपुट वोल्टेज डबलर सर्किट में लगे कपेसिटर और डायोड में जाता है । यह 1900 v लगभग 3800 v DC (negative-peak-to-peak) के बदल जाता है । यह काम वोल्टेज डबलकर सर्किट में होता है । इस वोल्टेज को अब मग्नेट्रान ट्यूब एसेम्बली में क्षेत्रों जाता है ।

3 यह निगेटिव 3800 v DC मग्नेट्रान ट्यूब के केथोड को दी जाती है । केथोड में आसिलेशन (दोलन) होते है और 2450 MHz की कूकिंग फ्रीक्वेंसी उत्पन्न करेगा ।

4 मेग्नेट्रान से उत्पन्न RF ऊर्जा वेव गाइड से होते हुए फीड बाक्स केबिटी (cavity feedbox), पास्ट स्टिर (stirrer blade), ब्लेड से होकर केबिटी में रखे भोजन पर पड़ती है ।

जब दिया गया कूकिंग टाइम पूरा होता है तो टाइमर स्विच ओपन हो जाता है और कूकिंग रिले की क्वाइल निष्क्रिय हो जाती है । कुकिंग रिले के कान्टेक्टस् खुलते ही यह परिणाम सामने आते हैं :

1 ओवन की लाईट ऑफ हो जाती है ।

2 मेग्नेट्रान (magnetron) को मिलने वाला हाई वोल्टेज बंद हो जाता है । जिससे RF ऊर्जा उत्पन्न नहीं होती ।

3 भोजन पकाने की प्रक्रिया पूर्ण होने पर इंडिकेट करने के लिए टाइमर बेल बजने लगती है । अब ओवन ऑफ की स्थिति में आ जाता है ।

विभिन्न भागों के कार्य और उनका विवरण (Description and function of components)

ओवन लाइट (Oven Light) : ओवन की केबिटी की लाइट ओवन के अंदर के भाग को प्रकाशवान करती है । जब केबिटी में रखा भोजन पक रहा होता है तो बिना दरवाजा खोले, खिड़की से भोजन को देख सकते है । यह लाइट एक कुकिंग इंडिकेटर का भी काम करती है ।

ब्लोवर मोटर (Blower Motor) : ब्लोवर मोटर के साथ इम्पायलय ब्लेड लगे होते है । जो ओवन के बेस को ठंडी हवा प्रदान करते हैं । यह ठंडी हवा एयर वेन्स से होती हुई ट्यूब और मेग्नेट्रन एसेम्बली को ठंडा करती है । ओवन के पिछले भाग में एक्सास्ट (exhausted) लगे होते है जो गरम हवा को बाहर करते हैं ।

स्टीरर मोटर (Stirrer Motor) : स्टीरर मोटर, ओवन के ऊपर में लगी स्टीरर ब्लेड को घुमाती है । स्टीटर ब्लेड धीरे-धीरे घूमती है और इलेक्ट्रोमेग्नेटिक ऊर्जा को रिफ्लैक्ट करती है । इससे RF उर्जा एक समान पूरे केविटी में फैलती है ।

डोअल लैच स्विच (Dual Latch Switch) : लैच स्विच को दरवाजे के हैडल पर लगे लैच से कंट्रोल होता है । जब तक दरवाजा बंद न हो कुकिंग की प्रक्रिया शुरू नहीं होती ।

टाइमर एसेम्बली (Timer Assembly) : टाइमर स्विच के कान्टेक्ट में यांत्रिक रूप से ओपन या क्लोज कर सकते है । इसकी नॉब टाइमर मोटर के शाक्ट के साथ लगी होती है ।

स्ट्राइकर बेल (Timer bell) यह बेल टाइमर मोटर के द्वारा कंट्रोल की जाती है । कुकिंग सायकल पूरा होने पर यह बजना शुरू करती है ।

यह बेल टाइमर मोटर (Timer motor) के द्वारा कंट्रोल की जाती है । कुकिंग सायकल पूरा होने पर यह बजना शुरू करती है । यह कुकिंग टाइम 0 से 25 मिनिट के लिए रखा गया है । तो जब टाइम 0 में पहुँच कर डिस्पले पर दिखाएगा तब टाइमर स्विच ओपन होगा और सर्किट खुल जाएगा ।

कुक स्विच (Cook Switch) : इससे फ्रंट लैच और कुकिंग रिले ON हो जाते है ।

कुक रिले (Cook Relay) : कुकिंग रिले की क्वाइल कुकिंग स्विच को क्लोज (close) करने से सक्रिय होती है ।

कुकिंग रिले स्टिरर मोटर, पॉवर, ट्रांसफार्मर और कुक लाइट को करंट देता है । यह रेयर सेफ्टी डोर को एक्टीवेट करता है ।

थर्मो कट-आउट (Thermo Cut-Out) : थर्मो कट-आउट मेग्नेट्रान एसेम्बली में लगा होता है । यह मेग्नेट्रान को ओवर हीट होने से बचाता है । जब कभी फेलड ब्लोअर, ब्लाक फिल्टर आदि के कारण हीट बढ़ा जाती है तो यह काम करता है । सामान्य स्थिति में थर्मो-कट-आउट बंद रहता है । असामान्य तापमान में थमो-कट आउट सर्किट को ओपन कर देता है । जब मेग्नेट्रान ठंडा हो जाता है तो थर्मो-कट आउट सर्किट के फिर से क्लोज कर देता है और कुकिंग सायकल दोवारा शुरू हो जाती है ।

डोर सेफ्टी स्विच (Door safety switch) : डोर सेफ्टी स्विच क्लोज करता है केम आर्म जो डोर में लगा होता है ।

जब डोर को खोलते है । तो सेफ्टी स्विच कुकरिले क्वाइल के सर्किट को ओपन कर देता है ।

पॉवर ट्रांसफार्मर (Power Transformer) : पॉवर ट्रांसफार्मर में तीन वाइण्डिंग होती है :

1 प्रायमरी (Primary),

2 फिलामेंट (Filament),

3 हाई वोल्टेज (High voltage).

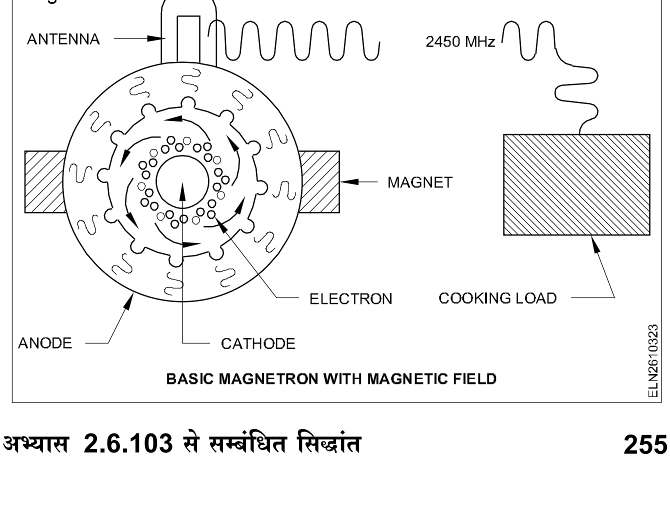
कुक सायकल के समय ट्रांसफार्मर की प्रायमरी वाइण्डिंग में जो 120 v AC मिलता है वह फिलामेंट वाइण्डिंग में 3.2 v AC में बदल जाता है और यह वोल्टेज हाई वोल्टेज वाइण्डिंग में लगभग, 1900 v AC में होता है । 3.2 v AC मेग्नेट्रान फिलामेंट को गरम करता है । इससे कैथोड ट्यूब में से इलेक्ट्रान निकले लगते है । (negative 3800 v DC) 1900 v AC वोल्टेज को वोल्टेज डबलर सर्किट में दिया जाता है ।

वोल्टेज डबलर सर्किट (Voltage - Doubler Circuit) : वोल्टेज डबलर सर्किट में डायोड एसम्बली और कपेसिटर होते है । जब इस वोल्टेज डबलर सर्किट में 1900 v AC दिया जाता है तो यह 3800 v DC में रेक्टिफाई होता है । और मेग्नेट्रान सर्किट में उपयोग के आता है ।

मेग्नेट्रान ट्यूब (Magnetron Tube) : मूल रूप से मेग्नेट्रान ट्यूब एक बेलनाकार कैथोट है । जिसे एक बेलनाकार एनोड के अंदर और एक चुंबकीय क्षेत्र से घिरा हुआ रखते है । जब कैथोड ट्रांसफार्मर की फिलामेंट वाइण्डिंग से गरम होता है तो कैथोड से इलैक्ट्रान निकलने लगते है ।

आमतौर पर इलैक्ट्रान कैथोड से एनोड तक सीधी रेखा में चलते है । इसके अलाव एक चुम्बकीय क्षेत्र प्रदान करने के लिए एनोड के पास एक स्थाई चुम्बक लगाया जाता है । इस चुम्बकीय क्षेत्र से प्रभावित होकर इलेक्ट्रान कक्षीय पक्ष में कौथोड और एनोड के बीज चलचे है । (Fig 3)

Fig 3



BASIC MAGNETRON WITH MAGNETIC FIELD

जैसे ही इलेक्ट्रान एनोड तक पहुँचते है, ये रिजोनेंट केबिटी से होकर दोलन (oscillate) करते है । इनकी दोलन आवृत्ति 2450 MHz होती है । यही उच्च आवृत्ति RF ऊर्जा बनाकर कुकिंग केविटी में रखे भोजन को पकाती है ।

मरम्मत (Servicing)

जब माइक्रोवेव ओवन का समस्था निवारण किया जाता है । इसके लिए कुछ आपरेशन का अनुसरण किया जाता है । नोट : बाहरी केबिनेट को निकाल कर ओवन को कभी भी आपरेट नहीं करना चाहिए ।

समस्या-समाधान चार्ट

समस्या	संभावित कारण/समाधान
	बन्द स्थिति में
लाइन का फ्यूज उड़ जाता है जब पावर कोर्ड वाला रिसेप्टोर में प्लग हो जाता है ।	पावर कोर्ड में अथवा वायर कोर्ड में वायर का छोटा होना। कोर्ड को बदलिए अथवा वायरिंग की जाँच कीजिए ।
	खाना पकते समय
ब्लोवर मोटर न चलती हो	ब्लोवर मोटर का खराब होना - बदलें सर्किट ब्लोवर में वायरिंग खोलें वायरिंग की जाँच करें ।
ओवन लोड का तपना, लेकिन आवन केविटी की लाइट का जलना	बल्ब जल गया हो - बदल दें सर्किट लाइट में वायरिंग खोलें न वायरिंग की जाँच करें ।
अवन केवेटी की लाइट नहीं जलती और गरम भी नहीं हो रहा	कुक रिले में दोष/जाँच करें और यदि आवश्यक हो तो बदलें । थर्मो कट-आऊट में दोष/बदलें सर्किट से थर्मो कट-आऊट तक की वायरिंग की जाँच करें ।
जब कुक स्वीट्च को ऑन किया जाए तब अवन कुक साइकल में जाये	टाईमर स्वीट्च पर कान्टाक्ट का दोषी होना । आगे का लैट्च न स्वीट्च खराब होना अथवा संयोजन से बाहर होना । कुक स्वीट्च खराब होना बदल दें कुक रिले खराब होना ऊपर के कोम्पोनेन्टों के बीच की वायरिंग खोले तथा वायरिंग की जाँच करें
अवन कुक साइकल में तो जाता है पर टाईमर टाईम आउट नहीं करता	टाईमर मोटर खराब होना । बदलें । सर्किट से टाईमर मोटर तक की वायरिंग खोले । वायरिंग की जाँच करें ।

समस्या	संभावित कारण/समाधान
	खाना पकते समय
अवन कुक साइकल में जाता है पर स्टीरर मोटर नहीं चलती ।	स्टिरर मोटर का खराब होना बदल दें । सर्किट से स्टिरर मोटर के बीच की वायरिंग खोलें । वायरिंग की जाँच करें ।
अवन की कुकिंग लाइट साईकल दर्शाती है पर गरमी बहुत कम या बिलकुल नहीं बन रही ।	शोर्टेड हाई-वोल्टाज सर्किट डबलरअवन लोड के बीच सर्किट एवं मेग्निट्रोन । वायरिंग की जाँच करें । खराब पावर ट्रान्सफार्मर बदल दें । खराब डियोडा बदल दें । खराब हाई-वोल्टेज कैपेसिटर । बदल दें। खराब मेग्नेटोर । बदल दें । पीछे का सेफ्टी स्वीट्च खराब हो अथवा संयोजन न हो पा रहा हो । जाँच करें और आवश्यकता है तो बदल दें ।
अवन कुक में जाता है पर साईकल के पहले ही बन्द हो जाता है।	थर्मो कट-आउट खुला हो । सर्किट की जाँच करें ।
पावर स्त्रोत का फ्यूज उड जाता है जब कुक स्वीट्च को दबाया जाता है ।	खराब पावर ट्रान्सफोर्मर, आवश्यकता है तो बदल दें । पावर ट्रान्सफर्मर का सकेन्डरी सर्किट शॉर्ट हो गया है । बदल दें

फूड मिक्सर (Food mixer)

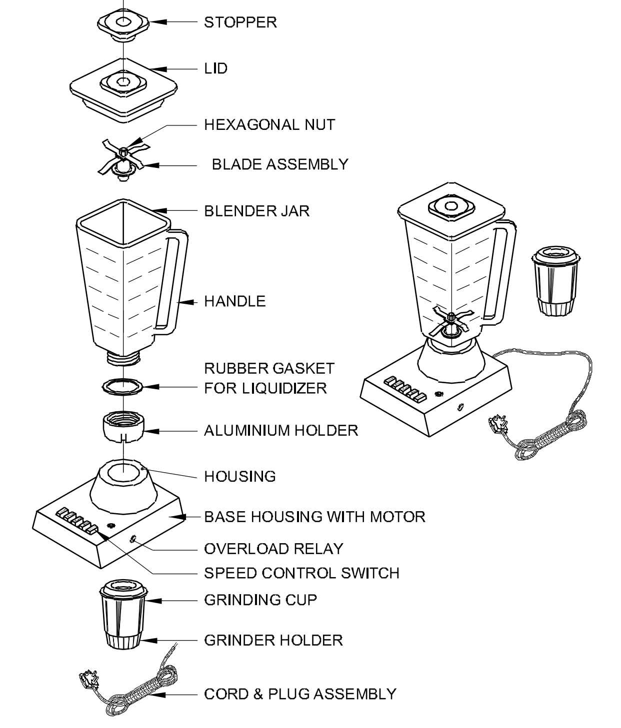
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **फूड मिक्सर और उसकी विशेषताओं का वर्णन करना**
- **मिक्सर का रखरखाव तथा मरम्मत विधि को स्पष्ट करना**
- **समस्याएं, उसके कारण और उपचार स्पष्ट करना ।**

फूड मिक्सर (Food mixer)

यह एक घरेलू विद्युत उपकरण है जिसे फल व अनाज का मिश्रण, रस, पीसने और मिश्रण बनाने के लिए उपयोग किया जाता है ।

एक मध्यम आकार की यूनिवर्सल मोटर इसमें लगाई जाती है । Fig 1 में मिक्सर का एक्स्प्लोडेड व्यू दिखाया गया है ।

Fig 1



EXPLODED VIEW OF A FOOD MIXER

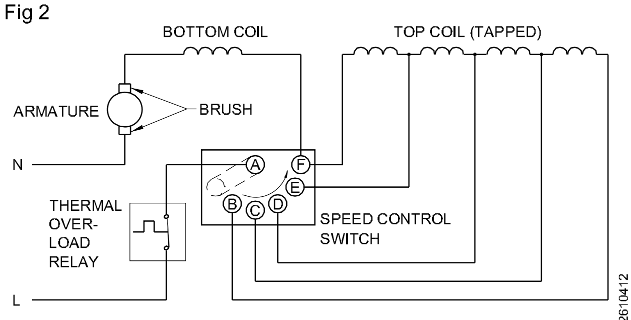
फूड मिक्सर की विशेषताएँ (Features of the food mixer)

मोटर को अलग-अलग प्रकार से कवर किया जाता है । यह उसके मेनूफेक्चरर पर निर्भर करता है । मुख्य रूप से ध्यान रखने वाली बात यह होती है कि मोटर की रनिंग के समय कंपन (vibration-free running) न हो । सुरक्षा की दृष्टी से तीन बाते जरूरी है, ओवर लोडिंग, जार का लगान और जार के ढ़क्कन को अच्छे से बंद करना ।

एक AC यूनिवर्सल मोटर को बेस के साथ लगाया जाता है । जार के अंदर धारदान कटर होते है । मुख्य काम इन्हीं ब्लेडों का होता है । मिक्सर का सर्किट का Fig 2 में दिखाया गया है ।

फूड मिक्सर की रेंज 100 से 750 watts तक होती है । फूड मिक्स का घूमने की गति (revolution) 3000 से 14000 cycle/min होती है ।

Fig 2



SCHEMATIC DIAGRAM OF A TYPICAL PORTABLE 5 SPEED FOOD MIXER

चाही गई स्पीड को कंट्रोल स्विच से कंट्रोल करते है ।

मोटर की टाइम रेटिंग उसके प्रकार पर निर्भर करती है । टाइम रेटिंग 1 मिनिट से 60 मिनिट तक की होती है । एक टेपड फील्ट क्वाइल दिखाई गई है । जिसमें पुश बटन या रोटरी स्विच लगाकर स्पीड कंट्रोल करते है । आमतौर पर मिक्सर तीन स्पीड में चलता है ।

मिक्सर का रखरखाव और मरम्मत (Maintenance and servicing of a food mixer) : मिक्सर के रखरखाव और सर्विसिंग बनाए रखने के लिए सामान्य निर्देशों का पालन करना चाहिए । निर्माता का सर्विसिंग मैनुअल यदि उपलब्ध हो, तो उसके निर्देशों के ध्यान से पढ़े और पालन करें । पहले ग्राहक की शिकायत सुने व उन्हें नोट करें । स्विच से कनेक्शन से लेकर मोटर की स्पीड तक जाँच करें । और सारी बातों में मेनटिनेंस कार्ड में नोट करें ।

मिक्सर को पॉवर कॉर्ड से बिना और उसके साथ टेस्ट करें । इससे उसके इंसूलेशन प्रतिरोध और कनटीन्यूटी का परीक्षण होगा । इंसूलेशन का प्रतिरोध प्रत्येक भाग के लिए 1 Megohm (मेगा ओह्म) से कम नहीं होना चाहिए । अगर मिक्सर की बॉडी मेटल की हो तो उसको अर्थ करना आवश्यक है । इसमें लगने वाली पॉवर कॉर्ड 3-कोर वाली होनी चाहिए ।

डबल इंसूलेडेट मिक्सन बॉडी में दो कोर दो पिन प्लग लगा सकते है । प्लग या कार्ड के खराब होने पर, तुरन्त बदलना चाहिए । मोटर के ब्रशों के तनाव को जाँचना चाहिए । ब्रशों की लम्बाई जाँचे, यदि यह असली लम्बाई से 2/3 बची हो तो नये ब्रश लगाए । नये ब्रश लगाते समय पुराने ब्रश की विशिष्टता का ध्यान रखे या जो निर्माता द्वारा दिये गये हैं वहीं ब्रश इस्तेमाल करें ।

जाँच करें कि स्वीट्च बराबर काम करता है कि नहीं/यदि खराब हो तो समान लक्षणोंवाला लेकर बदल देना उचित है ।

मोटर की एसेम्बली को खोलने से पहले उसकी कपलिंग में जाँच लें । शाफ्ट की वर्टिकल पोजिशन (vertical position) जाँच ले और बेयरिंग को भी देखें ।

अगर बेयरिंग टाइट घूम रहा है तो इसका अलग्नमेंट (alignment) सही नहीं है । इसका मुख्य कारण शाफ्ट का टेढ़ा होना, ग्रीस का सूखना, धूर, कम्पूटेटर (commutator) का खराब होना या बेयरिंग का खराब होना । बेयरिंग के खराब होने से शाफ्ट ओवर हीटिंग के बेयरिंग के पास नीले रंग का पड़ जाता है ।

मोटर की एसेम्बली को खोलते समय केंद्र के नटों को पकड़ कर रखना चाहिए । शाफ्ट में बाँए हाथ तरफ के थ्रेड होते है । क्लाकवाइस (Clockwise) घूमाने से टाइट होता है । कुछ मोटरों में ये थ्रेड दाँय हाथ तरफ होती है । खोलते वक्त ये अंतर देख ले ।

वाइडिंग को देखे कि कहीं जली, या टूटी न हो । वाइडिंग को जाँचने के कुछ टेस्ट किये जाते है । अगर दोष समझ आये तो उसे सुधारे या रि-वाइंडिंग करें ।

मोटर को खोलते समय कि सारी प्रक्रिया को याद रखकर उसे दोबारा बंद करते जाना चाहिए ।

बूशिंग और शेष्ट के चलने का समय जाँचें । यदि अन्तर अधिक है तो बूशिंग को बदल देना ठीक है । निर्माता की संयुक्ति अनुसार बियरिंग के स्नेहक लगायें । मशीन का ल्यूब्रिकेशन सही होना चाहिए । मोटर की स्पीड 3000 से 14000 r.p.m. तक होती है ।

मिक्सर में लगे एबोनाइट वाशर और रबर गैसकिट को नये से बदल दें । बदलते स्य बिठाने के क्रम पर ध्यान दें और वाशर और गेटकेटों को पहनेवाले क्रम में ही बिठायें ।

सर्विसिंग के सारे रिकार्ड संभालकर रखे ताकी अगली बार वैसी ही किसी मिक्सर की मरम्मत करती पड़े तो आसानी हों ।

मिक्सर में जो भी नया अवयव लगाये वो निर्माता द्वारा लगाये गये अवयव की विशेषताओं के ध्यान में रखकर ही लें ।

शाफ्ट में लगे सारे बियरिंग फ्री हो । स्क्रू कसते समय आर्मेचर को घूमाते जाए । ताकी उसकी एसम्बली कस न जाए ।

स्विच को एसम्बल करें और सारे कनेक्शन करें ।

जार में ब्लेड को वाशर के साथ लगाए । जाए और मोटर की मेन कप्लिंग सही बैठानी चाहिए । ऐसा न करने पर कपलिंग जल्दी खराब होती है । मिक्सर की अर्थिंग और इंसुलेशन टेस्ट करने के बाद ही इसमें स्लाई दें ।

जार और बोल्ट कपलिंग के अन्दर ब्लेड के साथ वाशर को पुनः संयोजित करें । यदि जार का कपलिंग मेल कप्लिंग के साथ ठीक ढंग से नहीं बैठता तो जार का कपलिंग आसानी से बार-बार अतिग्रस्त हो जाएगा । फाइबर वाशरों के प्रयोग से ऊँचाई का सही अनुपात प्राप्त किया जा सकता है ।

जार/बर्तन को ड्राइव कप्लिंग पर बिठायें ।

सर्किट आरेख के अनुसार सप्लाई कोर्ड को जोड़ें ।

इन्स्यूलेशन प्रतिरोध तथा मिक्चर के सातात्य की जाँच करें । न्यूनतम मान्य इन्स्यूलेशन प्रतिरोध का मान 1 Megohm है ।

आपूर्ति से जोड़ें और प्रचालन की जाँच करें ।

सुधार कार्य (Repairs)

मिक्सर की कुस समास्याओं की सुधारने हेतु टेबल 1 दिया गया है । जिसमें समस्या के कारम और उपचार बताए गए है ।

टेबल 1

समस्या-समाधान चार्ट

समस्या	संभावित कारण	किये जानेवाले उपाय
मिक्सर चलता न हो	a) ओवर लोड ड्रिप कर गये हो	a) ओवरलोड रिले को पुनःसैट करें और ग्राहक को मिक्सर को भविष्य में ओवरलोड न करने की सलाह दें ।
	b) आउटलेट में पावर न हो	b) यदि आपकी दुकान में मिक्सर चल रहा हो और ग्राह के घर में नहीं तो ग्राहक को सॉकेट ठीक करवाने के लिए कहें ।
	c) पावर कोर्ड अथवा प्लग में खराबी हो	c) पावर कोर्ड/प्लग को टेस्ट करें, दुरूस्त करें या बदलें ।
	d) शेफ्ट बंद गया हो	d) सप्लाई को निकाल दें और हाथ से शेफ्ट को चलाने का प्रयत्न करें । बियरिंग को साफ करें; उत्पादकर्ता की सलाह अनुसार बियरिंगों में तेल डालें । यदि फिर भी शैष्ट सखत है तो बियरिंगों को रिकन्डिशन करें अथवा बदलें हो सकता है शेफ्ट मुड गये हो । शेफ्ट अथवा आर्मेच्यूर एसम्बली को बदलें ।

समस्या	संभावित कारण	किये जानेवाले उपाय
	e) ब्रशस् घिस गए हो	e) ब्रशों को बदलें तथा स्प्रिंग को ढोला करें ।
	f) सर्किटेड खुला हो	f) फिल्ड तथा आर्मेच्यूर वाइन्डिंग की जाँच करें । यदि खराब हो तो रिविन्ड करें या बदल दें ।
स्वीट्च ऑन करने पर फ्यूज़ उड़ जाए तब	a) पावर कोर्ड छोटा हो	a) कोर्ड को बदल दें ।
	b) शेफ्ट लॉक हो	b) जैसे ऊपर 'd' में है ।
	c) आर्मेचर अथवा फिल्ड कोयलों में दोष हो	c) वाइन्डिंग को शार्ट के लिए ।
	d) खराब आर्मेचर या फिल्ड कायला ।	d) जाँचे, टेस्ट करें और ठीक करें
	e) लो कैपेसिटी वाला फ्यूज	e) मिक्सर रेटिंग के अनुसार फ्यूज़ की क्षमता की जाँच करें । आवश्यकता हो तो बदलें ।
कम पावर के साथ गति धीमी होना ।	a) गलत सामग्री अथवा मिक्स करने के लिए बहुत ज्यादा मात्रा ली गई हो	a) ग्राहक से लोड के बारे में पूछे और उसके अनुसार सलाह दें
	b) मोटर जाम हो गई हो तो	b) हाथ से घूमायें । यदि सखत हो तो बियरिंग को साफ करें बुश करें और तेल लगायें । यदि फिर भी सखत हो तो बियरिंग बदल दें अथवा जाँच करें कि कही शाफ्ट मुड़ तो नहीं गई ।
	c) ब्लेड का संयोजन सखत हो ।	c) स्प्रिंग, वाशर तथा संयोजन की जांच करें । ठीक करें और आवश्यक हो तो बदल दें ।
	d) घीसे हुए ब्रश अथवा ढीली स्प्रिन्ग	d) जाँच करें, ठीक करें, आवश्यक हो तो बदल दें ।
	e) मुड़ा हुआ शॉफ्ट	e) जाँच करें, ठीक करें, आवश्यक हो तो बदल दें ।
	f) आंशिकरूप से शार्ट हुआ अथवा ग्रउन्डेड वाइन्डिंग अथवा इन्स्यूलेशन प्रतिरोध कमजोर होना	f) जाँच करे, टेस्ट करें और ठीक करें/यदि आवश्यक हो तो रिविन्ड करें ।
मिक्सर चलता तो है पर गरम हो जाता है	a) मिक्सर में ओवरलोडिंग होना	a) मिक्सर का लोड कम करना अथवा ग्राहक को अधिक क्षमतवाला मिक्सर खरीदने की सलाह देना ।
	b) मिक्सर की टाईम रेटिंग अधिक हो जाती है ।	b) जाँच करें कि मिक्सर कितनी देर तक ग्राहक स्वीट्च आन करता है और फिर मिक्सर रेटिंग से उसकी तुलना करें । उसके अनुरूप सलाह दें ।
	c) मुड़ी हुई शाफ्ट हो और रोटर स्टेटर के साथ रगडता हो ।	c) जाँच करें, ठीक करें, आवश्यक हो तो बदल दें ।
	d) कप्लिंग ठीक न हो ।	d) जाँच करें, ठीक करें, आवश्यक हो तो बदल दें ।
	e) वाइन्डिंग छोटी हो ।	e) जाँच करें, ठीक करें, आवश्यक हो तो बदल दें ।.
मिक्सर से आवाज़ आती हो तो	a) बियरिंग सूखा हो ।	a) जाँचे और तेल लगायें ।
	b) माउन्टिंग स्क्रू ढीले हों ।	b) जाँचे और ढीले स्क्रू को कसें ।
	c) रोटर स्टेटर के साथ रगड़ता हो ।	c) संयोजन की जाँच करें और शेफ्ट के मोड़ को भी जाँचें । ठीक करें और आवश्यक हो तो बदल दें ।

समस्या	संभावित कारण	किये जानेवाले उपाय
	d) फैन की ब्लैड़ें मुड़ी हुई हों ।	d) जाँच करें और ब्लैडों को सीधा करें । यदि संभव न हो तो पंखे के ब्लैड़ों को बदल दें ।
	e) गेस्केट टूटा हुआ हो अथवा गायब हो	e) बदलें ।
मोटर एक ही गति पर चलती है ।	a) स्पीड सिलेक्टर स्वीट्च के कनेक्शन की जाँच करें और स्वीट्च के प्रकार्य की जाँच करें	a) ठीक करें या स्वीट्च को बदल दें ।
	b) आंशिक जली हुई फिल्ड वाइन्डिंग	b) मल्टीमीटर से जाँचें । ठीक करें अथवा रिविंड करें ।
मोटर ब्रशों पर बुरी स्पार्किंग हो रही है ।	a) जम गये, जिस गये अथवा ढीले ब्रश	a) जाँचें और ब्रूशों को पुनः आकार दें । स्पींगों को बदल दें । सही तनाव के लिए स्प्रिन्ग अथवा ब्रशों का स्थान ठीक करें ।
	b) पिटिंग अथवा असमतल कम्यूटेटर की सतह	b) सैन्ड पेपर का प्रयोग करें अथवा लेथ पर कम्यूटेटोर चलायें
मिक्सर शॉक उत्पन्न करता है	a) पानी रीसना और लाइवी टर्मिनलों के सम्पर्क में आना । (प्लास्टिक बॉडी और दो पिन प्लगवाले डबल इन्स्यूलेटेड मिक्सर) ।	a) रुकावट के लिए कपलर हेड एसम्बली में छेद ड्रील करें । मिक्सर जार की जाँचकरें कि कहीं ढीले शेफ्ट, घीसे हुए बियरिंग के कारण उसमें रीसाव तो नहीं हो रहा है । ठीक करें अथवा बदल दें ।
	b) जमी हुई मिक्सर बाडी में छेद करें ।	b) वेन्ट छेद को साफ करें ।
	c) पावर कोर्ड क्षतिग्रस्त हो ।	c) जाँच करें और यदि आवश्यकता हो तो बदल दें ।
	d) यर्थ कनेक्शन का अभाव	d) मिक्सर मोटर में यर्थ कनेक्शन की जाँच करें, सॉकेट पर पॉवर कोर्ड की जाँच करें । ठीक करें और यदि आवश्यक है तो यर्थ-कनेक्शन को पुनः बनाये ।
	e) लाईव हिस्से मेटल बोडी के संपर्क में आते हो	e) मेगर के साथ जाँच करें और आवश्यक हो तो ठीक करने का प्रयत्न करें ।
कप्लिंग में से धुँआ उठ रहा हो तो	a) कप्लिंग ठीक से न बैठा हो	a) जाँच कि क्या कप्लिंग के मेल और फिमेल भाग ठीक से बैठे हैं या नहीं । यदि नहीं है तो अलग होनेवाली ब्लैड एसम्बली में अतिरिक्त वाशर लगायें जिससे कम्पलिंग ठीक से बैठ जायें।
	b) घीसे हुए कप्लिंग	b) जाँच करें और यदि आवश्यक हो तो कप्लिंग बदलें ।
	c) कप्लिंग का संयोजन ठीक से न हुआ हो	c) मोटर का संयोजन जाँच और यदि आवश्यक हो तो पुनः संयोजन करें ।

वेट ग्राइन्डर (Wet grinder)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **वेट ग्राइंडर क्या है यह स्पष्ट करना**
- **वेट ग्राइंडर के प्रकार बताना**
- **वेट ग्राइंडर के प्रमुख भागों का वर्णन करना**
- **वेट ग्राइंडर में संभावित दोष और उपचारों का विवरण देना ।**

वेट ग्राइंडर (गीली चक्की) (Wet grinder)

यह एक ऐसा घरेलु उपकरण है जो गीले आनाज को पीसने के काम में लाया जाता है ।

प्रकार (Types) : वेट ग्राइंडर के तीन प्रकार होते है ।

– पारंपरिक Conventional (regular) wet grinder.

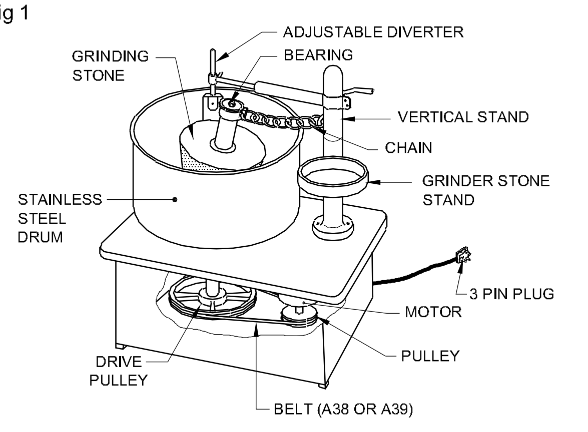
– टेबल टॉप वेट ग्राइंडर

– झुका हुआ (Tilting) वेट ग्राइंडर

पारंपरिक वेट ग्राइंडर (Conventional (regular) wet grinder) (Fig 1)

सबसे ज्यादा घरेलू उपयोग में लिया जानेवाला ग्राइंडर वो होता है जिसका कंटेनर घूमता है । जिसे रोटेटिंग कंटेनर वेट ग्राइंडर कहते है ।

Fig 1



CONVENTIONAL WET GRINDER

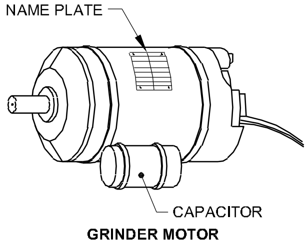
प्रमुख भाग (Parts)

The important parts of a wet grinder are :

– मोटर (Motor)
– ग्राइंडिंग स्टोन (grinding stone)
– कंटेनर (container)
– पुली (pulley)
– बेल्ड (belt)
– फ्रेम और स्टैंड (frame and stand)

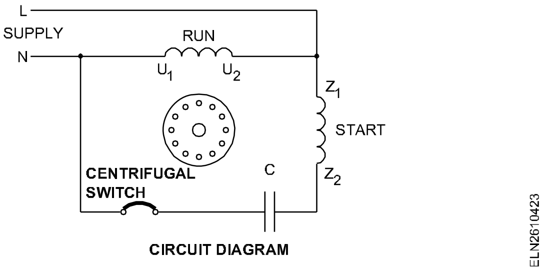
मोटर (Motor) : इसमें केपेसिटर स्टार्ट इंडक्शन मोटर का उपयोग होता है । (Fig 2 & 3). इसकी दो वाइंडिंग होती है । मोटर की स्टार्टिंग के समय दोनों वाइंडिंग सक्रिय होती है । पर जैसे ही मोटर 70 से 80% की गति (speed) ले लेती है, तो स्टार्टिंग वाइंडिंग कट ऑफ हो जाती है । इसके कट ऑफ के लिए इसमें एक अपकेंद्रीय स्विच (centrifugal switch) लगा होता है । जो स्टार्टिंग वाइंडिंग को सर्किट से अलग करता है । इसके बाद मोटर रनिंग वाइंडिंग से चलती रहती है ।

Fig 2



GRINDER MOTOR

Fig 3

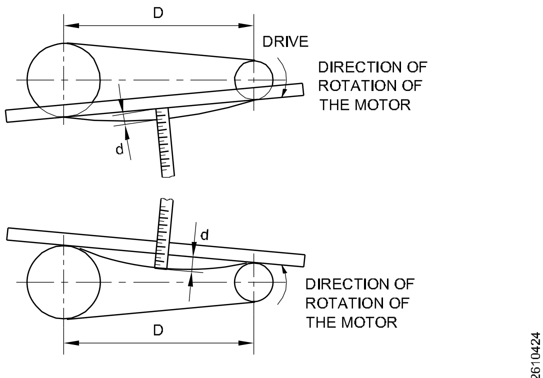


CIRCUIT DIAGRAM

पत्थर (Stone) : स्टोन में पत्थर के दो भाग होते है । एक मेल (male) और दूसरा फीमेल (female) । मेल भाग बेस में लगे कोनिकल केबिटी (conical cavity) के विरुद्ध घूमता है । फीमेल भाग वास्तव में एक स्टेनलेस स्टील के कंटेनर से जुडा हुआ होता है । और तभी घूमता है जब मोटर चालू होती है । दोनों पत्थर हार्ड ग्रेनाईट के बने होते हैं जिसका रंग आमतौर पर सफेद होता है ।

पुली (Pulley) : ड्रम की गति सामान्य तौर पर 500 से 600 r.p.m. की होती है । जो मोटर से कम होती है । मोटर की गति सामान्यतः 1450 r.p.m. होती है । ड्राइवर पुली की अपेक्षा अधिक व्यास की पुली का उपयोग करके ड्रम की गति कम की जाती है । इसका अनुपात 1:3 होता है । ड्राइवर पुली (चालक पुली) और ड्रम की पुली दलित पुली के बीच बल का संचारण एक V बेल्ट से होता है जो No A 36 या A 39 साइज का होता है । (Fig 4)

Fig 4



ARRANGEMENTS OF PULLEY AND BELT

फ्रेम और स्टैंड (Frame and stand) : ग्राइंडर के सभी भाग स्टोन, मोटर, पुली आदि सभी को एक आयातकार फ्रेम जोकी सनमाइका या प्लास्टिक के कबर से ढंका होता है, इसमें रखा जाता है । मेल ग्राइंडर के लिए एक खडा स्टेंड अलग होता है । अगर MS फ्रेम का उपयोग करते है तो उसे क्रोमियम से प्लेटेडेड करते हैं ।

वैट-ग्राइंडर रखरखाव और सर्विसिंग (Wet grinder-maintenance and servicing) : वैट ग्राइंडर में दो तरह के दोष हो सकते है, इलेक्ट्रिकल और मेकेनिकल दोष । कभी कभी एक मेकेनिकल (यांत्रिक) दोष से वैद्युतिक (Electrical) दोष पैदा हो जाता है ।

कुछ दोष और उनके उपचार टेबल 1 में बताएं गए हैं ।

टेबल 1

क्र.सं.	खराबी	कारण	जाँच एवं उपाय
1	मोटर नहीं चलती	वाइन्डिंग शार्ट सर्किट हुई हो वाइन्डिंग ग्राउन्डेड हुई हो खुली सर्क्यूटेड वायरिंग लाइन कोर्ड से वाइन्डिंग तक वायर का टूटा हुआ होना खराब कैपेसिटर उड़ा हुआ फ्यूज लोड अधिक होना खराब सेन्ट्रीफ्यूगल स्वीट्च	वाइन्डिंग को पुनः वाइन्डि करें वाइन्डिंग को ठीक करें या पुनः करें जोड़ों को सोल्डर करें; यदि यह संभव नहीं तो पुनः वाइन्डिंग करें लाईन कोर्ड में टूटे वायर को सोल्डर करें या लाईन कोर्ड को बदल दें । कैपेसिटर को बदल दें । कारण का पता लगायें और फ्यूज को बदल दें । लोड कम करें । खराब स्वीट्च को ठीक करें अथवा बदल दें ।
2	मोटर चालू नहीं होती पर दोनों दिशाओं में घूमती है जब हाथों से घूमाया जाए तो ।	कैपेसिटर खराब होना सेन्ट्रिफ्यूगल स्वीट्च के कोन्टाक्ट्स बन्द न हो । आरंभिक वाइन्डिंग खुली हो ।	कैपेसिटर को बदल दें । सेन्ट्रिफ्यूगल स्वीट्च के कोन्टाक्ट्स साफ करें और चला कर जाँचे । खराब पायें तो बदल दें । खुले जोड़ों को सोल्डर करें अथवा पुनः वाइन्डिंग करें ।
3	मोटर चालू तो होती है पर जल्दी गरम हो जाती है	सेन्ट्रीफ्यूगल स्वीट्च नहीं खुल रहा है । वाइन्डिंग शार्ट-सर्किटेड है । वायरिंग ग्राउन्डेड है	सेन्ट्रीफ्यूगल स्वीट्च को ठीक करें या बदलें । वाइन्डिंग पुनः करें । वाइन्डिंग ठीक करें या पुनः करें ।
4	मोटर बहुत गरम हो जाती हो	वाइन्डिंग शार्ट सर्किट हुई हो बियरिंग बहुत कसे हुए हो । कैपेसिटर शार्ट हो बियरिंग घीस गए हो ।	वाइन्डिंग पुनः करें । वाइन्डिंग ठीक करें या पुनः करें । बियरिंग को साफ कर के उसमें तेल लगायें । कैपेसिटर को बदलें । बेयरिंग को बदलें ।
5	मोटर बहुत धीमी चलती हो	तेल ठीक से न डाला गया हो अथवा गलत तेल डाला हो जिसमें मोटर के शाफ्ट जकड़ गये हो ।	बियरिंग साफ करके पुनः तेल डालें ।
6	मोटर धीमी हो जाती है और कम पावर पर चलती है ।	वाइन्डिंग शार्ट सर्किट हुई हो सर्किट वाइन्डिंग खुली हो । शॉफ्ट मुड गया हो ।	वाइन्डिंग को पुनः करें । जोड़ों को सोल्डर करें; यदि आवश्यक संभव नहीं तो पुनः वाइन्डिंग करें । शॉफ्ट को सीधा करें या बदल दें ।
7	मोटर रुक-रुक कर चलती है	रुक-रुक कर खुलने वाला लाईन कोर्ड	लाईन कोर्ड को ठीक करें या बदल दें ।
8	मोटर में शोट हो रहा है	बियरिंग घीस गये हो । सिरे पर ज्यादा प्ले हो रहा हो । शॉफ्ट मुड़ गयी हो । शोटार असंतुलित हो । शॉफ्ट जल गयी हो ।	बियरिंग को साफ करके तेल डालें या बदल दें । यदि आवश्यक हो तो अतिरिक्त एण्ड प्ले वाशर लगायें । शॉफ्ट को सीधा करें या बदल दें । रोटर को बेलेन्स करें । बूरा हटायें ।

क्र.सं.	खराबी	कारण	जाँच एवं उपाय
		भाग ढीलें हो । बेल्ट घीस गई हो । संयोजन ठीक न हो । सेन्ट्रीफ्यूगल स्वीट्च घीस गया हो । रोटर, स्टैटर से रगड़ रखता हो ।	भागों को कसें । बेल्ट को बदलें । पुलियों को ठीक से संयोजित करें । सेन्ट्रीफ्यूगल स्वीट्च को बदलें । कारण का पता लगायें और ठीक करें ।
9	प्रयोग करनेवाले को यदि शॉक लगता हो ।	लाइव भागों और मोटर की बॉडी में संपर्क हो रहा हो । ग्राउन्ड स्टेप यदि टूटा हुआ हो । ग्राउन्ड कनेक्शन यदि ठीक न हो ।	लाईव हिस्सों और मोटर की बॉडी के बीच के आईसोलेशन को ठीक करें । ग्राउन्ड स्ट्रैप को बदल दें । ग्राउन्ड कनेक्शन की जाँच करें और ठीक करें ।
10	मोटर का पावर कम हो रहा हो । अधिक गर्म हो जाती हो	शार्ट सर्किट अथवा वाइन्डिंग ग्राउन्डेड हो गयी हो । बियरिंग हल्के या चिपचिपे हों स्टार्टर और रोटर के बीच रूकावट हो ।	वाइन्डिंग को ठीक करें या पुनः करें । बियरिंग को साफ करें और पुनः तेल लगायें । नये बियरिंग लगायें ।
11	मोटर के फ्यूज उड़ जाते हैं	वाइन्डिंग ग्राउन्ड हो रही है अथवा शार्ट-सर्किट । फ्यूज की क्षमता कम हो । वाइन्डिंग के स्वीट्च सिरे के पास ग्राउन्ड हो रहा है ।	वाइन्डिंग को ठीक करें । अथवा पुनः करें । सही क्षमतावाले फ्यूज लगायें । वाइन्डिंग को ठीक करें । अथवा पुनः करें ।
12	मोटर से धुँआ उठ रहा हो (मोटर जल गयी हो)	लोड ज्यादा हो । वाइन्डिंग कम हुई हो । सेन्ट्रीफ्यूगल स्वीट्च का खराब हो । बियरिंग जम गये हो । कैपेसिटर शार्ट हो ।	लोड कम करें । वाइन्डिंग को पुनः करें । सेन्ट्रीफ्यूगल स्वीट्च को ठीक करें । बियरिंग को साफ करके तेल लगाये या बदल दें । कैपेसिटर को बदल दें ।
13	रोटर, स्टाटोर से रगड़ खाता हो ।	मोटर में कचड़ा होना रोटर या स्टेटर पर परत जमी हो बियरिंग घीस गया हो । शॉफ्ट मुड़ गया हो ।	मोटर को साफ करें । बुरा हटायें । बियरिंग को बदलें । शॉफ्ट को सीधा करें या बदलें ।
14	बियरिंग ज्यादा घीसता हो	बेल्ट बहुत कसा होने का कारण तनाव हो । बियरिंग गन्दे हो । तेल पूरा न डाला गया हो । अरिरिक्त लोड के कारण दबाव शॉफ्ट मुड़ा हुआ हो ।	मैकानिकल स्थिति को ठीक करें । बियरिंग को साफ करें और बदलो तेल लोड कम करके दबाव घटायें । शॉफ्ट सीधी करें या बदल दें ।
15	रेडियो हस्ताक्षेप	भूमी का ठीक ना होना कनेक्शन ढीले हों दबाव ठीक से न पड़ रहा हो ।	भूमि के कनेक्शन को ठीक करें। ढीले कनेक्शन को कसें । फिल्टर, कैपेसिटोरों, चोकों की जाँचक करें हो सके तो ठीक करें या पूरे फिल्टर यूनिट को बदल दें ।

ड्राइव बेल्ट में दोष के कारण

दृष्टिगत	दोष के कारण
बाहरी बाजु का घिस जाना	साधारण घिस जाना, गलत संयोजन, गंदगी या धूल
अन्दर का भाग चटक गया हो, बेल्ट सख्त हो गया हो	ऊँचा तापमान
छोटे धब्बे	शिव्स पर बेल्ट चलने से कोर्ड का टूट जाना ।
फूला हुआ और नरम,	बेल्वट पर तेल ग्रीज या रसायन का लगना
घिसे हुए या जले हुए धब्बे	आरंभ में अथवा अधिकतम लोड के समय रपट जाना
प्लाई का अलग होना	शीव का बहुत छोटा होना
अधिक खींच जाना	अन्दर के कोर्डों का टूटना, कदाचित् अधिक तनाव के कारण
फ्रे अथवा गेज हुआ हो	गलत संयोजन, घीसना, शीव का खराब होना ।

V-बेल्ट और चेईन ड्राइव में नापने का स्लैक

शेफ्ट के केन्द्रों के बीच की दूरी (cms)	झूल का सही नाप (cms)
45	9
60	12
75	15
90	18
105	22
120	25
135	28
150	30

सुरक्षा के उपाय

- इलेक्ट्रिकल उपकरण की जाँच से पहले सप्लाई ऑफ करें ।
- प्लग को सॉकिट से बाहर निकाल लें ।

मरम्मत कार्य (Maintenance practices) : इलेक्ट्रिकल मशीनों या उपकरणों का मेंटेनेस का प्रोग्राम निश्चित किया जाता है ।

– दैनिक मरम्मत (Daily maintenance)

– मासिक मरम्मत (Monthly maintenance)

– वार्षिक मरम्मत (Yearly maintenance)

दैनिक मरम्मत (Daily maintenance) : सभी भागों को कपड़े से साफ करते हैं और स्टोन बेयरिंग में तेल डालते है । बेल्ट का खिचाव और कंपन भी जाँचते हैं ।

मासिक मरम्मत (Monthly maintenance) : ग्राइंडर के मेन शाफ्ट में आइल और ग्रीस डालते हैं । ग्राइंडर का इंसूलेशन टेस्ट भी करना होता है ।

वार्षिक मरम्मत (Yearly maintenance) : इलेक्ट्रिकल मशीन को निकाल कर, उसकी ओवर हालिंग करना । वाइंडिंग में इंसूलेशन आइल (varnish) डालना । मेकेनिकल भागों को जाँचना और बदलना ।

AC सिलिंग पंखा (AC ceiling fan)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **सीलिंग पंखा क्या है यह स्पष्ट करना**
- **सीलिंग पंखे की संरचना स्पष्ट करना**
- **सीलिंग पंखे को खोलने और एसम्बल करने की प्रक्रिया स्पष्ट करना**
- **इलैक्ट्रानिक फेन रेग्लेटर और उसके लाभ बताना**
- **पंखे में आने वाले दोष और उनके उपचारों का वर्णन करना ।**

सीलिंग पंखा (Ceiling fan) : यह एक घरेलू विद्युथ उपकरण है जो कमरे के अंदर छत पर लटकाया जाता है, जिससे हवा फैल कर कमरें को ठंडा करती है । पंखे की क्षमता क्यूबिक फीट (cubic feet) प्रति मिनिट में मापी जाती है । इसके ब्लेड की लम्बाई पिंच और स्पीड भी इसकी क्षमता के अनुरूप होती है ।

संरचना (Construction) : सीलिंग पंखें के प्रमुख भाग :

– रोटेटिंग भाग (घूमने वाला) (rotating part)

– स्टेशनरी भाग (स्थिर भाग) (stationary part)

रोटेटिंग भाग (Fig 1) :

- रोटर (body)
- फेन ब्लेड्स
- बेयरिंग
- स्केवरल केज वाईंडिंग (squirrel cage winding) (Rotor)

स्टेशनरी (स्थाई) भाग :

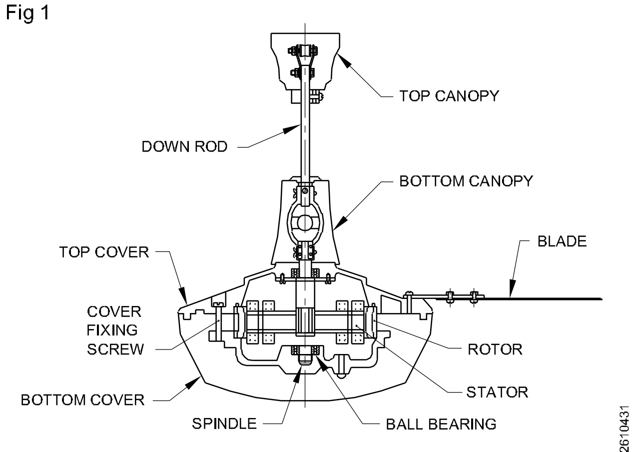
- कैनोपी (canopy)
- शैकल, बोल्ट, नट और स्पलिट पिर (shackle, bolt, nut and split pin)
- ससपेंशन रॉड (लटकाने वाली रॉड) (suspension rod (down rod))
- टर्मिनल ब्लाक (terminal block)
- केपेसिटर (संधारित्र) (capacitor)
- स्टेटर वाइडिंग (stator winding)

स्टेटर वाइडिंग में दो वाइडिंग होती है :

- स्टार्टिंग वाइडिंग (starting winding)
- रनिगं वाइडिंग (running winding)

सीलिंग पंखे के मुख्य भाग Figs 1 & 2 में दिखाया गये है ।

Fig 1



INTERNAL VIEW OF CEILING FAN

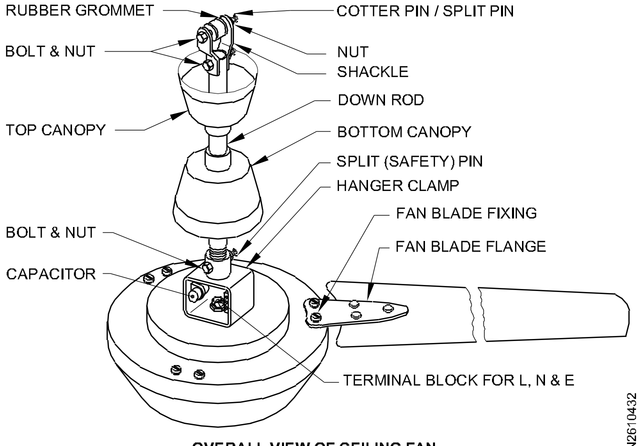
फैन का निचला कवर और रोटर को एक साथ डाइकास्ट किया जाता है । इसके लिए उच्च चालकता वाल अल्यूमिनियम अलाय का उपयोग करते है, जो पंखे की दक्षता बनाए रखता है ।

वर्तमान के पंखों में केपेसिटर लगाया जाता है ताकि इसका स्टार्टिंग टार्क अच्छा रहें ।

टॉप कवर भी अल्यूमिनियम डाइकास्ट का बनाया जाता है ।

पंखे की ब्लेड अल्यूमिनियम शीट की बनाई जाती है । पंखे की ब्लेड का आकार कमरे की आकार और सजावट के अनुसार रखते है । पंखे का प्रदर्शन ब्लेड

Fig 2



OVERALL VIEW OF CEILING FAN

की संख्या, पिच का कोण 10 से 15° पर निर्भर करता है । सीलिंग फैन तीन या चार ब्लैड वाले होते है । फैन का आकार उसकी **स्वीप** पर आधारित होता है । निम्न लिखित स्वीप उपलब्ध होती है 900 mm, 1050 mm, 1200 mm, 1400 mm.

फैन की बॉडी और ब्लेड्स बॉल बेयरिंग के साथ आसानी से घूमती है । बाल बेयरिंग बॉडी के टॉप और बाटम (नीचे) लगे होते है । ब्लेड बॉडी के ऊपर नट-बोल्ट से कसे होते है ।

पूरी यूनिट एक G.I. रॉड से सहारे छत पर लटकाई जाती है । सीलिंग क्लैप को सीलिंग हुक के साथ शैकल और बोल्ट-नट से कस देते हैं ।

स्टार्टिंग वाइंडिंग के साथ केपेसिटर को सिरिज में लगाते है । और इनके साथ रनिंग वाइंडिंग लगी होती है । दो वाइंडिंग से रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र बनता है । केपेसिटर नान-पोलाराइस, इसेक्ट्रोलाइटिंक केपेसिटर होता है । फैन के स्वीप के अनुसार केपेसिटर की रेटिंग बदलती है । जैसे 2 माक्रो फेराड़ से 5 माक्रो फेराड ।

रेग्यूलेटर (Regulator) : पंखे को अलग-अलग स्पीड में चलाने के लिए उसका सप्लाई वोल्टेज बदलना पड़ता है ।

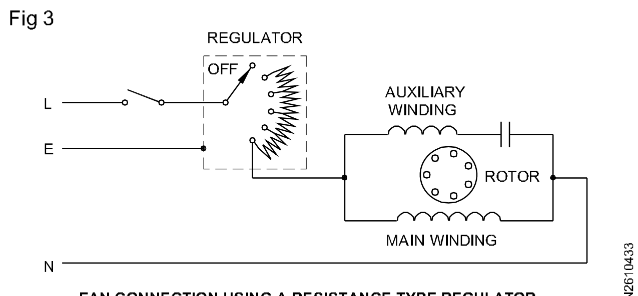
सप्लाई वोल्टेज के बदले के लिए निम्न लिखित तरीके अपनाए जाते है ।

- वोल्टेज को कम करने के लिए सिरीज में प्रतिरोध लगाना ।
- वोल्टेज का मान कम करने के लिए सिरीज में इंडक्टर या टेपिट वाले रिएक्टर लगाए जाते है ।

Fig 3 में पंखे के साथ रजिस्टेंस रेग्यूलेटर का चित्र दर्शाया गया है ।

पंखे की स्पीड कंट्रोल करने के लिए इंडक्शन क्वाइल (टेपड् रिएक्टर) का उपयोग किया जाता है । इस प्रकार के रेग्यूलेटर छोटे आकार के पंखों के साथ लगाए जाते है । वर्तमान में इलेक्ट्रानिक रेग्यूलेटर चलन में है । ये आकार में छोटे होते है और गरम भी नहीं होते ।

देखभाल और उपयोग (Care and use) : निर्मात बहुत ही सावधानी के साथ पंखे और ब्लेडों का संतुलन बनाते है । पंखे को एसेम्बल करते समय इलेक्ट्रिशियन को सावधानी से ब्लेड और पंखे को लगाना चाहिए ।



FAN CONNECTION USING A RESISTANCE TYPE REGULATOR

लापरवाही से लगाया गया पंखा चलाते समय हिलता और आवाज करता है । अगर पंखा ज्यादा आवाज करें तो उसकी जाँच कर उपचार करें ।

पंखे को खोलना और जोड़ना (Dismantling and assembling of fans)

- मेन सप्लाई को off करके सर्किट फ्यूज को निकाले या आइसोलेटिंग स्विच OFF करें ।
- एक स्थिर ऊँचाई पर चढ़कर छत पंखे की ऊँचाई तक पहुँचकर पंखे की ब्लेड निकाले ।
- सीलिंग रोज से वायर अलग करें ।
- टॉप कैनोपी को नीचे करें ।
- शैकल के बोल्ट और क्लैप को निकाल कर पंखा नीचे रख लें ।
- टर्मिनल बाक्स से केपेसिटर और वाइंडिंग के कनेक्शन खोल दें । केपेसिटर और नीचे के कैनोपी को अलग करें ।
- कनेक्शन और वायरों के रंगों पर ध्यान दें और फेन टर्मिनल को टर्मिनल ब्लोक से अलग करें ।
- डेकोरेटिंग कप यदि है तो स्क्रू को घड़ी की उल्टी दिशा में घूमाते हुए हटा दें और ढूठा कवर निकाल दें ।
- कवर-फिक्शिंग क्रूओं को अंकित करें और निकालें तथा नीचे के कवर और रोटर को अलग करें ।
- स्पलिट पिन और सेट स्क्रू को अलग करें ।
- केपेसिटर को उसके कवर से अलग करें ।
- टाप कवर में से रोटर और स्टाटोर को खींच लें ।
- रोटर को खींच कर स्टेटर से अलग करें ।
- सभी भागों की जाँच करें । जो खराब लगे उसे बदल दें ।

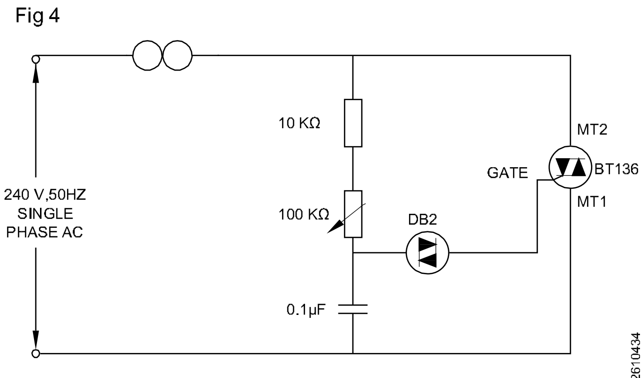
पंखे को एसेम्बल करना (Assembling) : जिस क्रम में पंखे को खोला गया था । उसी क्रम में उसके सभी भागों को कसना होगा । सभी स्क्रू को टाइट रखकर ध्यान से एसेम्बलिंग की जाती है ।

पंखे को लगाने से पहले उसका इंसूलेशन टेस्ट करना आवश्यक होता है ।

इलेक्ट्रानित्त्क फैन रेग्यूलेटर (Electronic fan regulators)

यह एक इलेक्ट्रानिक युक्ति है, जो पंखे की गति को नियंत्रित करती है ।

पारंपरिक रेग्यूलेटर आकार में बड़े और भारी होते है । इनके अन्दर टेपिंग किया हुआ रजिस्टर होता है । इसमें विद्युत खपत भी ज्यादा होती है । इसमें 5 विभिन्न गति स्तरों पर पंखे को चलाया जा सकता है । इसके स्थान पर अब इलेक्ट्रानिक रेग्यूलेट ने ले ली है । जो इलेक्ट्रानिक कंपोनेंट से बनाया जाता है । TRIAC और DIAC का उपयोग करके बनाये गये फैन रेग्यूलेटर का सर्किट Fig 4 में दर्शाया है ।



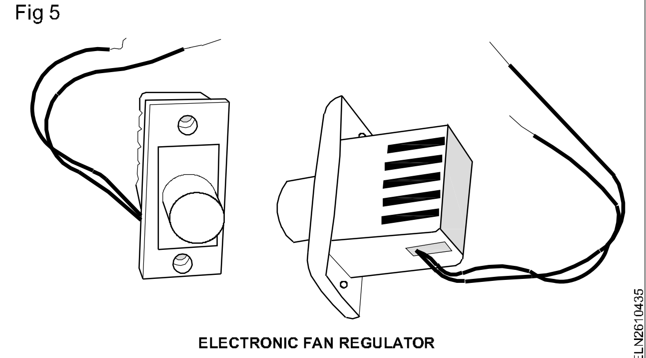
CIRCUIT DIAGRAM

इलेक्ट्रानिक रेग्यूलेटर के लाभ (Advantages of the electronic fan regulators)

1 यह निरंतर और समान स्पीड देते है ।

2 किसी भी स्पीड में पॉवर और ऊर्जा की हानी नहीं होता ।

3 इनका आकार और भार कम होता है । (Fig 5).



ELECTRONIC FAN REGULATOR

4 सरल सर्किट और कम कंपोनेंट का उपयोग होता है ।

5 पारंपरिक रेग्यूलेट की अपेक्षा अधिक दक्षता होती है ।

6 कम कीमत ।

7 उपयोग में सरल व आसान आपेरेशन ।

सामान्य दोष कारण और उनके उपचार नीचे तालिका 1 में दिये गये है ।

टेबल 1

सामान्य दोष तथा समाधान

दोष	कारण	समाधान
शोर	1 यह घिसे हुए बियरिंगों अथवा ल्यूब्रिकेटिंग तेल अथवा ग्रीज के अभाव में हो सकता है ।	यदि घिस गया है तो बियरिंग बदलना चाहिए । अन्यथा उचितल्यूब्रिकेन्ट के साथ लचीला बनाना चाहिए ।
	2 घरघराहट अथवा इन्डक्शन शोर असमान हवा इन्डक्शन शोर असमान हवा के अन्तराल जो रोटर के विचलन के कारण उत्पन्न होता है ।	खोल कर पुनः सही ठंक से संयोजन करें ।
धीमी गति	1 यह खराब अथवा रीसते कैपेसिटर के कारण होता है ।	समान मानवाले कैपेसिटर डालकर बदल दें ।
	2 आपूर्त वोल्टेज कम होतो	वोल्टेज की जाँच करें और संभव होतो संयोजित करें ।
जम जाना	1 यह गलत संयोजन के कारण होता है ।	ठीक से तेल डालने के बाद पूरा खोलकर संयोजित करें
	2 खराब बियरिंग हो तो ।	बियरिंग/बूश में ठीक करें/बदल दें
चालू न होना	1 आपूर्ति नहीं हो रही	आपूर्ति पोइन्टों की जाँच करें ।
	2 वाइन्डिंग कही से खुला है	वाइन्डिंग की आरंभ से अन्त तक जाँच करें कि कही टूटा हुआ तो नहीं है ।
	3 कन्डेन्सर खुला है अथवा छोटा है	मेगर से कैपेसिटरों की जाँच करें ।
	4 रेगुलेटर/स्वीट्च/लाईन में कुछ भाग खुला रह गया है ।	रेग्युलेटर/स्वीट्च/लाईन में जाँच करें कि कोई भाग खुला या ढ़ीला तो नहीं है ।

मेज पंखा (Table fan)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **मेज पंखे की संरचना और कार्य-विधि का वर्णन करना**
- **मेप पंखे में आनेवाले दोष और उनके निवारण बताना**
- **मेज पंखे को खोलने और जोड़ने की सुरक्षित विधि का वर्णन करना ।**

मेज पंखा (Table fan)

मेज पंखे को डेस्क पंखा भी कहते हैं और यह दोलनवाला या बिना दोलन के हो सकता है । उनको प्रायः एक लाटी तले पर स्थित किया जाता है और उनमें एक ब्लैडों का सेट लगाया जाता है ।

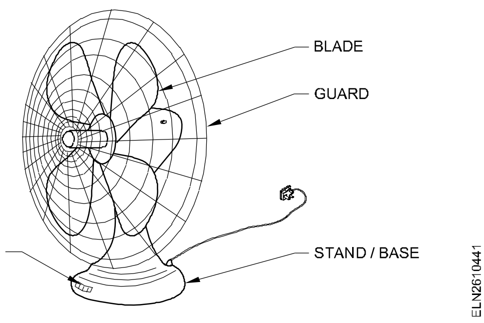
दोलन पंखों को यह नाम दिया गया है क्योंकि वह आगे और पीछे की चलते हैं जैसे ही पंखे की मोटर चलती है । इस प्रकार ये पंखें जहाँ रखें जाते है वहाँ से अधिक स्थान में हवा का प्रचालन करते हैं । मेज पंखा एक प्रकार का चलायमान पंखा है जो मेज पर अथवा हवा की आवश्यकतावाली जगह पर रखा जा सकता है । (Fig 1).

मेज पंखे की मोटर प्रायः कैपेसिटर से चालू होती है अथवा स्पिलट फेस की इंडेक्शन प्रकार की होती है ।

संरचना (Construction) : मेज पंखें में दो प्रकार के भाग हो तो हैं - चल और स्थिर

निम्नलिखित भाग स्थिर हैं :

Fig 1



– गार्ड (भागे और पीछे)

– बॉडी और स्टैन्ड

– ओसिलेटिंग यूनिट और गियर बोक्स

– रेग्यूलेटर

– वाइन्डिंग (स्टेटोर)

– कैपेसिटर

– बूश बियरिंग (अथवा)

– कैप्टिव बॉल बियरिंग

निम्नलिखित भाग चल हैं :

– स्कवायरल कैज रोटर

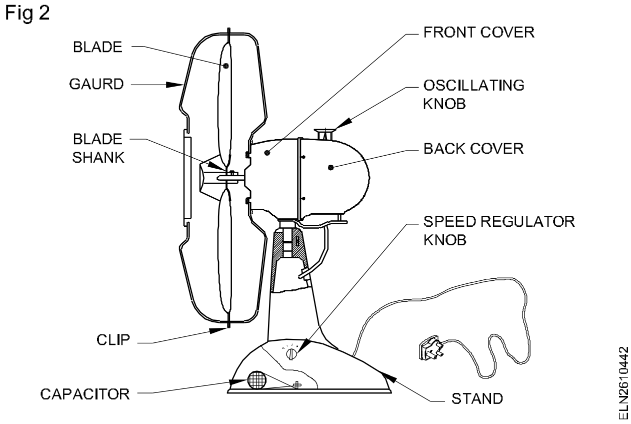
– फैन ब्लैड्स

बनावट (Construction) टेबल पंखे की बॉडी डाई-कॉस्ट आयरन या एल्युमिनियम मिश्रधातु से बनता है। बॉडी डाई-कॉस्ट या एल्युमिनियम के मजबूत स्टैण्ड पर चढ़ा दिया जाता है।

स्टेटर वाइंडिग बॉडी में होता है रनिंग एंव स्टार्टिंग वाइंडिग को लेमिनेटेड आयरन कोर में स्थापित किया जाता है और वांइडिग वायर के अंतिम सिरा को बाहर निकालकर कनेक्टर बाक्स में फिट करते है एक फ्लेक्सिबल केबल के द्वारा सप्लाई से संयोजित किया जाता है स्विच रेगुलेटर कैपेसिटर को दिए गये निश्चित स्थान पर स्थापित करते है।

पंखे के सामने और पिछे भाग को ढ़कने के लिए हार्ड वायर की जाली लगा दी जाती है जाली पंखे के ब्लेड को बाहय संपर्क से सुरक्षित रखती है जिससे दुर्घटना से बचाव होता है ब्लेड का सेट रोटर शाफ्ट पर बोल्ट से कसा होता है (Fig 2)

Fig 2



वजन हल्का रखने हेतू ब्लेड को एल्युमिनियम का बनाया जाता है । आधुनिक पंखो में 100mm से 400mm. का प्लास्टिक ब्लेड से बना होता है पंखो की संख्या दो से छः हो सकती है स्पीड को 1000 r.p.m. तक रखा जाता है।

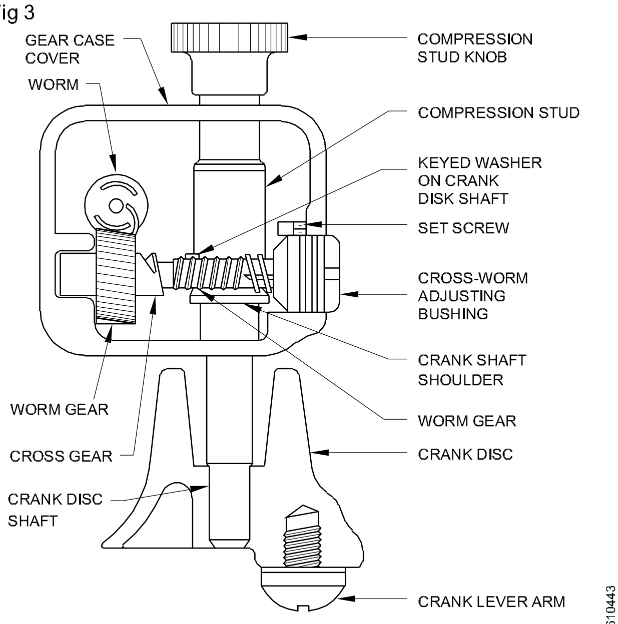
दोलित्र इकाई (Oscillating unit)

दोलित्र इकाई के यांत्रिक भाग (Fig 3) से- मोटर शॉफ्ट से एक गयिर लिपटा हुआ जो कि उर्ध्वाधर शॉट के छोटे गियर से संपर्कित रहता है शॉफ्ट के निचले हिस्से में एक डिस्क लगा होता है जो बहुत कम गति पर चलता है औरएक मजबूत लीवर डिस्क पर फिट होता है जिससे पंखा एक से दूसरी तरफ घूमता है।

यह सिद्धांत अधितर दोलनीय प्रकार के पंखो में उपयोग किया जाता है कुछ मॉडलस में वर्टिकल शॉफ्ट के साथ नॉब लगा होता है नॉब गियर और क्लच के साथ लगा होता है।

बियरिंग (Bearing) बहुत से पंखो में फॉस्फर ब्रोन्ज (काँसा) की लंबी बियरिंग जो कि गोलाकार खांचो में सेट कर उपयोग किया जा रहा है एक छोटा छेद बियरिंग वाल पर तेल डालने हेतू किया जाता है अधिकतर पंखो में बंद प्रकार का वाल बियरिंग उपयोग होता है जो गोलाकार खोल में स्प्रिंग क्लिप के द्वारा सेट होता है ।

Fig 3



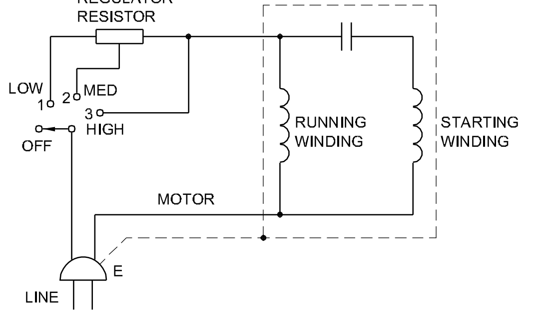
OSCILLATING MECHANISM

दोष और निवारण (Faults and remedy) टेबल पंखे में निम्न दोष हो सकता है-

- यांत्रिक दोष (machankcal fault)
- विधुतिक दोष (electrical fault)

सेवाई/देखभाल (Servicing) जैसे कि पंखे की मोटर बलेड सेट और सेलक्टर कंट्रोल स्विच मुख्य भाग होता है अधिकार पंखो में गति नियंत्रण हेतू सीरीज इंडक्टर या प्रतिरोध का प्रयोग किया जाता है अधिकतर तीन स्टेप की गती वाले पंखो में रजिस्टर सीरीज में टेपिंग वाला उपयोग किया जाता है सीरीज में लगे रजिस्टर की टेपिंग से गति कम नहीं किया जा सकता यदि मोटर केवल उच्च और मध्यम गती पर चलती है परुतु कम नहीं होती तो यह समस्या प्रतिरोधक में मध्यम और निम्न गति टर्मिनल के मध्य होता है। (Fig 4)

Fig 4



SCHEMATIC DIAGRAM OF A THREE-SPEED FAN MOTOR. THERE ARE NO ELECTRICAL CONNECTIONS TO THE ROTOR OF THIS MOTOR

यदि मोटर केवल उच्च स्पीड पर चलता है तब समस्या सीरीज प्रतिरोध के उच्च मध्यम टर्मिनल के बीच होता है गंदे स्विच और ढ़ीले कनेक्शन भी जाचँ करे गंदे स्विच संपर्क के कारण एक या अधिक गति नही मिल पाती ।

यदि पंखा एक ही स्पोड में चल रही है तब मोटर की स्थिति सही है उदाहरण के लिए मध्यम में चल रही है गति उससे ज्यादा या कम नहीं हो रही तब निश्चित ही उसके स्विच खराब हो चुका है कई बार रेगुलेटर सलेक्टर स्विच के टर्मिनल को साफ करने से ठीक हो जाता है यदि नहीं होता तब उसका केवल एक ही उपचार है स्विच को बदल दें यदि प्रतिरोधक के निरंतरता परीक्षण करते समय खुला हुआ या शार्ट (लघुपथित) पाया जाता है उसे बदल देना चाहिए।

यदि पंखा धीमा चल रहा है तो उसका वांइडिग शार्ट हो सकते ळे स्पीड कंट्रोल भी नहीं उपभोक्ता मेनूअल को देखकर वांइडिग में लुब्रीकेशन करें आर्यॅलिंग ग्रीसिंग ठीक से नहीं होने पर गति धीमी हो जाती है

यदि पंखा किसी भी स्थिति में नहीं चल रहा तब वायरिंग सेट की जाँच करें लगातार खीनाव (Pulling) से वायर कही से खुल सकता है। सप्लाई के निकट वायर में लगे प्लग के कारण भी यह समस्या हो सकती है।

तार इंसुलेशन के भीतर से टूट गया हो तब तार को 8 -10 सेमी. काटकर बदल दें यदि तार का इंसुलेशन जल गया हो भुरभुरा या टूट गया हो उसे बदल दें।

यदि पंखा दोलन नहिं कर रही है तब स्टड का दबाव गीयर का जकड़ जाना गीयर के टुटे दाँते इसका कारण है कभी कभी शॉफ्ट के बेंड हो जाने से भी दोलन बंद हो जाती है।

पंखे की स्थिति और सुझावित प्रक्रिया (Condition of fan and suggested action)

मोटर नहीं चल रही है (Motor does not run)

- वायरिंग चेक करे सलेक्टर स्विच वाइडिंग और कनेक्शन की निरंकरता जाँच करें।
- रोटर की पेकिंग/बंधन चेक करें

सलेक्टर स्विच को घूमाने पर मोटर ठीक से प्रतिक्रिया नही दे रही है (Motor does not respond properly when the selector switch is operated)

- गति नियंत्रक स्विच की जाँच करें
- सीरीज में लगे प्रतिरोध या चोक की जाँच करें मोटर गरम हो जाता है
- धीरे या रूक रूक कर चलता है पंखा सामान्य पावर से अधिक खपत करता है
- वाइडिगं शार्ट है या नही जाचँ करे यदि खराब है तब पुरा मोटर का वाइंडिग बदल दे
- रोटर शॉफ्ट टेढ़ा है या नहीं जाँच करें
- सुखे और जाम बियरिगं की जाँच करे साफ करके लुब्रीफेट करे।

पंखा कंपन्न और आवाज कर रहा है (Fan is noisy or vibrates)

- टूटे टेडे और अनबैलेंस पंखुडी की जाँच करें
- पंखे शॅफ्ट के हॅब में लगें है कि नही या रिपिट ढ़ीले होने की जाँच करें
- बियरिंग को गंदगी और स्नेहन (Lubrication) की जाँच करें
- रोटर शॉफ्ट की जाँच करे यदि ढीला या बेंड है रोटर को बदल दे
- जब स्टेटर और रोटर के मध्य लोहे का टुकड़ा आ गया है रोटर को निकालकर टुकड़ा (चिप्स) को निकाल दें
- ढ़ीले सुरक्षा कव्हर की जाँच करें
- ढ़ीले या छुंटे हुए नट की जाँच करें
- .• ब्लेड की जाँच करे कि वे कही असुलिंत तो नहीं है।

पंखा दोलन नहीं करता (Fan does not oscillate)

- कम्प्रेशन स्टड की जाँच करें छिसे हुए गियर और पिनियन की जाँच करें
- चालक गियर के टूटे स्थिति की जाँच करें
- रोटर शॉफ्ट के ढ़ेडे होने की जाँच करें
- चालक गियर की पिन सेटिंग की जाँच करे खराब होने पर पूरे गियर सेट को बदल दें।

पंखे में मैग्नेटिक हमिंग/ आवाज होना (Fan has magnetic hum)

- एयर गेप की असंतुलन की जाँच करे यदि गेप सही नही हे तब फील्ड स्क्रू को खोलकर फील्ड की स्थिति सहीं करें
- आर्मेचर को चेक करे कि कही शॉफ्ट टेड़ा तो नही है
- बियरिंग फिंटिंग की जाचँ करे घिसे हुए ढीले बियरिंग को बदल दे जब बियरिंग बदल रहे है तब सभी पुराने ग्रीस को बदल दे बियरिंग स्विवेल स्टड वाशर और रोटर शॉफ्ट को SAE-30 मोटर आयल से साफ करे।

बियरिंग हिलना और खड़खड़ाहट की आवाज होना (Bearings of the oscillating mechanism rattle)

- घिसे बियरिंग की जाँच करे विशेषकर मोटर के एण्ड साइड बियरिंग को
- रोटर शाफ्ट की जांच करे कि वह ज्यादा चलकर घिस तो नही गया है
- सेवा प्रस्तिका में दिए गये सुझाव के अनुसार गियर केस को निकालकर साफ करके ग्रीस डालें।

खोलने का तरीका (How to dismantle) बनावट सूचना को अनुकरण करते हुए ड्राईंग बनाए यदि उपलब्ध नहीं है तो उपभोक्ता के यूजर मेनुअल की सहायता लेः

- सुरक्षा गार्ड को खोलनें से पहले क्लिप को ऊपर करें और सजावटी हिस्से को खीचें
- पिछे सिरे मे लगे ब्लेड शेंक का स्क्रू ढीला करते हुए ब्लेड सेट को निकालें।
- 4 हेक्सागोनल नट को खोलकर बैक कव्हर को हटाऍं
- दोलन नॉब के स्क्रू ढीला करें एंव नॉब को निकाल ले।
- बेक कव्हर स्क्रू को ढ़ीला कर निकालें
- मोटर के सभी लोड वायर वायरिंग को सही मार्किंग के पश्चात निकाले।
- घुमने वाले धुरी से लिंक/जुड़े सभी स्क्रू को खोलें
- स्टेंड से घूमने वाली धूरी को स्क्रू खोलकर अलग करें
- मोटर पंखे को स्टैण्ड से अलग करे स्टील बाल की सावधानी रखते हुए।
- फ्रंट कव्हर से तीन कसे हुए नट को खोलते है जहाँ बैक कव्हर को बैठाते है फ्रंट कव्हर में सेट बैक कव्हर को गीयर बाक्स सहित हटाँए जो स्पिंडल पिछे से हल्का टेपिंग किया हुआ होता है
- रोटर को बाहर हटाऍं
- बैक कव्हर में कसे हुए तीन स्क्रू को खोलकर गियर बॉक्स को हटाऍं
- सभी पाट्र्स मरम्मत के लायक बदलने लायक सभी स्थितियों की जाँच करें।
- बॉटम तल में लगे स्क्रू खोलकर बेस प्लेट को अलग करे स्विच प्रतिरोधक इत्यादि की जाँच करें खराब पाट्र्स को बदल दे।

पंखे को बांधनें की प्रक्रिया क्रमशः होना चाहिए जिस क्रम में पंखे के पार्टस को खोले है बांधनें की प्रक्रिया उसके विपरित क्रम में होना चाहिए।

ट्रांसफार्मर - सिद्धान्त - वर्गीकरण - EMF समीकरण (Transformer - Principle - Classification - EMF Equation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **ट्रांसफार्मस को परिभाषा करना**
- **ट्रासंफार्मर के रचनात्मक लक्षणों और प्रत्येक भाग के प्रकार्य को बताना**
- **पटलित सिलीकान स्टील का प्रयोग क्रोण पदार्थ की भांति उपयोग करने के कारणों को बतानों ।**

ट्रांसफार्मर (Transformer)

ट्रान्सफार्मर एक ऐसी स्थिर इलेक्ट्रिकल युक्ति है जो इलेक्ट्रिक ऊर्जा को एक सर्किट से दूसरे सर्किट में बिना फ्रिक्वेन्सी और पावर परिवर्तित किये स्थानांतरित करती है ।

अधिक शक्ति को जनित करने के लिये तीन कला तुल्य कालिक जनित्रों का व्यापक रूप से उपयोग होता है। वोल्टता स्तर जिस पर शक्ति जनित की जाती है प्रारूपिक रूप में 11 kV से 22 kV. के परास में होती है। जनित केन्द्र से वैद्युत शक्ति को यथेष्ट दूरी पर प्रदत्त कराना होता है। इस जनित शक्ति का सीधा संचरण सम्भव है लेकिन इसका परिणाम अमान्य शक्ति ह्रास और वोल्टता पातों में होता है।

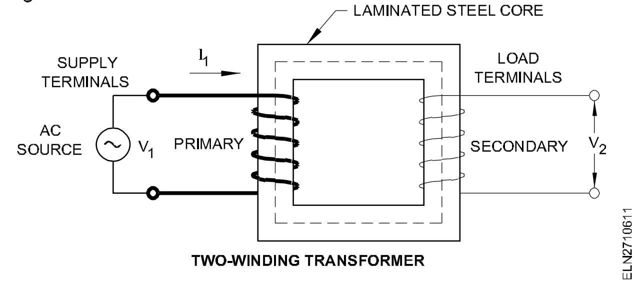
संचरण वोल्टता सैकडों हजारों वोल्ट से 400kv स्तर तक परिवर्तित होती है। यह शक्ति ट्रासंफार्मर द्वारा सम्भव होता है। ग्राही अन्त पर इस वोल्टता को कम करना चाहिये क्योंकि अन्त में इसे 415V तीन कला आपूर्ति अथवा 240V एकल कला भार पर आपूर्तित करना चाहिये।

शक्ति निकाय को विभिन्न वोल्टता स्तरों पर विभिन्न भागों को प्रचालित करने के लिये ट्रासंफार्मर से यह सम्भव होता है।

मानक सुरक्षा नियम : आगे के विवरण हेतु प्रशिक्षक प्रशिक्षुओं को इन्टरनेशनल पावर कमीशन (IEC - 60076-1) में मानक सुरक्षा नियमों का संदर्भ देखने के लिए कह सकते हैं ।

द्वि लपेट ट्रासंफार्मर (Two-winding transformers): सरलतम रूप में ट्रासंफार्मर दो स्थिर कुण्डलों से निर्मित होता है जो पारास्परिक चुम्बकीय फ्लक्स (Fig 1) से युग्मित होते है। कुण्डलों को पारस्परिक युग्मित इसलिये कहा जाता है क्योंकि वह एक उभय फ्लक्स जोडते हैं पटलित स्टील क्रोण ट्रासंफार्मरों का प्रयोग शक्ति अनुप्रयोगों में होता है।

Fig 1



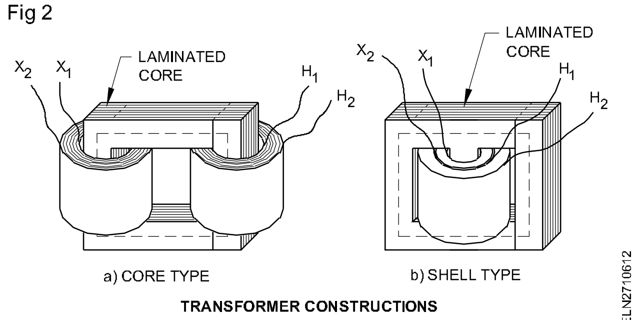
TWO-WINDING TRANSFORMER

जैसा कि Fig 1 में प्रदर्शित किया गया है AC स्रोत से सम्बन्धित कुण्डल में प्रवाहित धारा प्राथमिक लपेट अथवा केवल प्राथमिक कही जाती है। प्राथमिक ट्रासंफार्मर का निवेश होता है यह क्रोण में फ्लक्स नियोजित करता है जो आवर्ती विधि से परिमाण और दिशा दोनों में परिवर्तित होते है। फ्लक्स द्वितीयक कुण्डल से जुडा होता है जिसे द्वितीयक लपेट अथवा केवल द्वितीयक कहते है।

चूंकि फ्लक्स परिवर्तित हो रहा है यह विद्युत चुम्बकीय प्रेरण द्वारा द्वितीयक में एक वोल्टता प्रेरित करता है इस प्रकार प्राथमिक स्रोत से शक्ति प्राप्त करता है जबकि इस शक्ति को द्वितीयक भार को आपूर्तित करता है। इस क्रिया को ट्रासंफार्मर क्रिया कहते है इन दोनेां कुण्डलों के बीच कोई वैद्युत सम्बन्ध नही होता है।

मुख्य रूप से वोल्टता स्तरों को परिवर्तित करने के लिये ट्रासंफार्मर दक्ष और विश्वसनीय युक्तिया होता है। ट्रांसफार्मर इसलिये दक्ष होते है कि इनमें घूर्णन ह्रास नही होता है, इसलिये शक्ति को एक वोल्टता स्तर से दूसरे में संचरित करने पर अति लघु ह्रास होता है। प्रारूपिक दक्षतायें 92 से 99 % होती है उच्च मान उच्च शक्ति ट्रासंफार्मर के लिये होते है वोल्टता की आवृत्ति में कोई परिवर्तन नही होता । मौलिक रूप से लौह क्रोण की रचना दो प्रकार के होते है। लपेटों को आवासित करने के लिये क्रोण की रचना में अन्तर होता है। Fig 2a में वह क्रोण प्रकार दिखाया गया है जो Fig 1 में व्यक्त किया जा चुका है।

Fig 2



TRANSFORMER CONSTRUCTIONS

सामान्य रूप से यह अभिकल्पन वांछित नही है इसका दोष यह है कि इससे फ्लक्स क्षरण अधिक होता है। अधिक फ्लक्स क्षरण के कारण वोल्टता नियामन अधम होता है। इसलिये यह सुनिश्चित करने के लिये कि प्राथमिक द्वारा अधिकतम नियोजित किया गया फ्लक्स द्वितीयक से सम्बन्धित होगा। इसकी रचना Fig 2b में प्रदर्शित की गई है इसे कोश प्रकार रचना कहते है।

यहा दो लपेटों को समकेन्द्रित वेष्ठित किया जाता है। लघु वोल्टता लपेट के ऊपर उच्च वोल्टता लपेट की जाती है लघु वोल्टता लपेट को इसके पश्चात

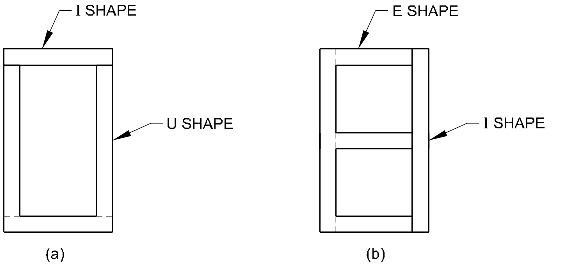
स्टील के समीप स्थापित करते है। यह प्रबन्धन वैद्युत रोधन दृष्टि से उत्तम होता है। वैद्युत दृष्टि से दोनों रचनाओं में अधिक अन्तर नही होगा।

क्रोण का निर्माण सिलीकान स्टील से काटे गये पटलन से हो सकता है। अधिकतर पटलन पदार्थो में एक एलाय होता है जिसमें तीन प्रतिशत सिलीकान, 97% लोहा होता है। सिलीकान की मात्रा चुम्बकन ह्रासों को कम करती है विशेषकर हिस्टेरिसस के कारण ह्रास कम हो जाता है सिलिकान पदार्थ को भंजक बनाती है। भंजकता स्टैम्पिंग प्रक्रिया में समस्या उत्पन्न करती है।

अधिकतर पटलित पदार्थ शीतल वेल्लित होते है और विशेषकर ग्रेन अथवा लौह क्रिस्टल को दिशा प्रदान करने के लिये विशेष रूप से अनिलित किये जाते है। इससे अति उच्च पारगम्यता और वेल्लन की दिशा में फ्लक्स का लघु हिस्टेरिसिस होता है। ट्रासंफार्मर पटलन 50Hz प्रचालन के लये प्रायः 2.5 से 0.27mm मोटे होते है। पटलानों को एक ओर से वानिर्श अथवा पेपर से कवचित किया जाता है जिससे वह एक दूसरे से रोधित रहे।

कुण्डल पहले से ही लपेटे हुए होते हैं और कोर डिजाइन ऐसा होता है कि कुण्डल को कोर पर रखा जा सकता है । हाँ यह जरूरी है कि ऐसी स्थिति में कोर को कम से कम दो भागों में बनाया जाए । Fig 2a में दर्शाये गये कोर प्रकार के ट्रान्सफार्मर के लिए लेमिनेशन (L और ˥) आकार में बनाया जाए जैसा कि Fig 3a में दिखाया गया है । Fig 2b के शेल प्रकार के ट्रान्सफार्मर के लिए साधारणतः E और I आकार के लेमिनेशन बनाये जाते हैं जैसा कि Fig 3b में दिखाया गया है ।

Fig 3

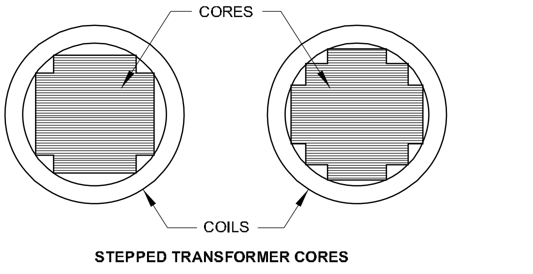


CORE CONSTRUCTION BUILT OF SEPARATE LAMINATIONS

पृथक पटलनों से बनी क्रोण रचना (Core construction) : अनेक प्रकार के लोकप्रिय क्रोण रचनायें है, जो निर्माताओं की वरीयता पर निर्भर होती है। नियम के अनुसार बट जोडों की संख्या सीमित होना चाहिये। जोड कसे हुये निर्मित होते है और पटलन अन्तर पृष्ठित होता है जिससे चुम्बकीय परिपथ की प्रतिष्ठम्भ अल्पतम हो सके। पूर्णक्रोण उचित आमापों में लगा रहता है और पटलन परस्पर दृढता से आवब्द्ध रहते है। लेमिनेशन्स के वांछित क्रोण अनुप्रस्थ परिच्छेद स्टैकिंग टांगें वर्गाकार अथवा आयताकार अनुप्रस्थ परिच्छेद की होती है। इससे कुण्डलों को क्रोण टांगों पर वर्गाकार आयताकार अथवा वृत्ताकार कुण्डल स्पूस अथवा फार्मस पर आबद्ध किया जा सकता है।

बडे ट्रासंफार्मर में एक पद क्रोण व्यवस्था का उपयोग ताबां के प्रयोग को कम करने में होता है और ताबां ह्रास कम होते है। (Fig 4) इस रचना से यह निश्चित होता है कि तांबा चालक की प्रत्येक लम्बाई लोहे के क्षेत्र फल का अधिकतम अनुप्रस्थ परिच्छेद स्पर्श करता है।

Fig 4



STEPPED TRANSFORMER CORES

व्यवहार में ट्रासंफार्मर की प्राथमिक और द्वितीयक लपेट में दो अथवा दो से अधिक कुण्डल प्रति टांग होते है। इनको श्रेणी अथवा समान्तर में व्यवस्थित किया जा सकता है पटलनों को शिकंजा द्वारा इस प्रकार परस्पर दाब दिया जाता है कि कोई विस्थापन अथवा फ्लटरिंग न हो सके।

कुण्डलों को संसेचित किया जाता है पटलनों का अपर्याप्त शिकंजन प्रायः एक गुंजन ध्वनि में परिणमित होता है इससे ट्रासंफार्मर के लौह क्रोण द्वारा प्रतिरोधात्मक और श्रृव्य शोर जनित होता है ।

ट्रासंफार्मर प्रायः वायु शीततलित होते हैं बडे ट्रासंफार्मर विशेष ट्रासंफार्मर तेल से भरे टैंक में रखा जाता है तेल के दो प्रयोजन होते है यह रोधन माध्यम अैर शीतलन माध्यम की भांति कार्य करता है । ट्रासंफार्मर में जनित ऊष्मा स्रोत के को घेरे हुये ट्रासंफार्मर तेल द्वारा दूर की जाती है और वायुमण्डलीय वायु अथवा जल को संचरित कर दी जाती है। कोई भी ट्रासंफार्मर किसी भी आमाप का क्यों न हो वे समान सिद्धान्त पर प्रचालित होते है।

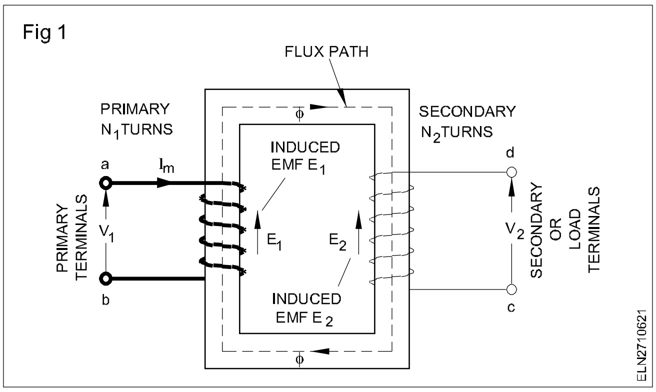
ट्रासंफार्मर सिद्धान्त (Transformer principle)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **लोड़ के साथ और बिना लोड के एक आदर्श ट्रान्सफार्मर का वर्णन करना**
- **ट्रासंफार्मर के प्रचालन सिद्धान्त को स्पष्ट करना**
- **दो लपेट ट्रासंफार्मर के emf समीकरण को बताना**
- **एक ट्रासंफार्मर के परिणमन अनुपात को परिभाषित करना ।**

एक आदर्श ट्रासंफार्मर (An ideal transformer) : एक आदर्श ट्रासंफार्मर में ह्रास नही होते अर्थात लपेटों में ओमिक प्रतिरोध नही होता और चुम्बकीय क्षरण शून्य होता है एक आदर्श ट्रासंफार्मर में दो कुण्डल होते है जो शुद्ध प्रेरणित होते है और एक ह्रास रहित क्रोण पर वेष्ठित होते है। लेकिन इस तरह के ट्रासंफार्मर को व्यवहार में लाना असम्भव है फिर भी सुविधा के लिये पहले हम इस प्रकार का ट्रासंफार्मर विश्लेषण करेगें इसके पश्चात एक वास्तविक ट्रासंफार्मर को लेगें।

एक आदर्श ट्रासंफार्मर की कल्पना करें जसका द्वितीयक खुला है और प्राथमिक एक ज्यावक्रीय वोल्टता V_1 से सम्बन्धित है। (Fig 1)



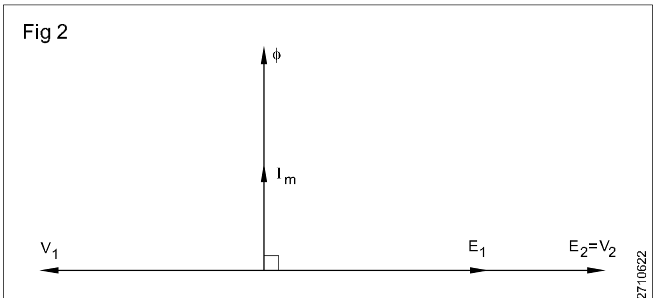
कार्य सिद्धान्त (Working principle)

ट्रान्सफार्मर फेरडे के इलेक्टोमेग्नेटिक इन्डक्शन सिद्धान्त पर काम करते हैं।

आरोपित वोल्टता से प्राथमिक लपेटों में एकलघु धारा प्रवाहित होती है। यह शून्य भार धारा एक प्रति विद्युत वाहक बल जो कि आरोपित वोल्टता के विपरीत होता है निर्मित करने के लिये होती है चूंकि प्राथमिक लपेट शुद्ध प्रेरणित है इसलिये निर्गम नही है।

प्राथमिक केवल चुम्बकन धारा I_m लेता है इस धारा का प्रकार्य क्रोण को केवल चुम्बकित करना होता है। I_m परिमाण में लघु होता है और V_1 से 90° पश्च होता है। प्रत्यावर्ती धारा I_m एक प्रत्यावर्ती फ्लक्स ϕ उत्पन्न करता है जो धारा का समानुपाती होता है और इसलिये इसके (I_m) कला में होता है। यह परिवर्तनीय फ्लक्स दोनों लपेटों से जुडा होता है इसलिये यह प्राथमिक में स्वप्रेरित emf E_1 उत्पन्न करता है जो फ्लक्स ϕ से 90° पश्च होती है इसे सदिश आरेख Fig 2 में प्रदर्शित किया गया है ।

प्राथमिक द्वारा उत्पन्न फ्लक्स ϕ द्वितीयक लपेटों से जुडता है और पारस्परिक प्रेरण द्वारा एक emf E_2 प्रेरित होता है जो Fig 2 के अनुसार फ्लक्स ϕ से 90° पश्च होता है। चूंकि प्राथमिक में प्रेरित emf अथवा प्रतिचक्र सेकेण्डरी समान है द्वितीयक emf द्वितीयक के चक्करों की संख्या पर निर्भर होगा।



VECTOR DIAGRAM OF AN IDEAL TRANSFORMER

जब द्वितीयक खुले परिपथ पर है इसकी टर्मिनल वोल्टता V_2 प्रेरित emf E_2 के समान है साथ ही शून्य भार पर प्राथमिक धारा अति लघु है इसलिये आरोपित वोल्टता V प्रायः बराबर है और प्राथमिक प्रेरित emf E_1 के विपरीत है। प्राथमिक और द्वितीयक वोल्टता के बीच सम्बन्ध Fig 2 में प्रदर्शित किया गया है।

इसलिये हम कह सकते है।

$$\frac{\textit{Total}\text{ emf indued in seconday 'E}_2}{\textit{Total}\text{ emf induced in primary 'E}_1\text{'}}$$

$$= \frac{N_2 \times \text{emf per turn}}{N_1 \text{ x emf per turn}} \quad \text{OR}$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

as $E_1 = V_1$ and $E_2 = V_2$

We have $\dfrac{V_2}{V_1} = \dfrac{N_2}{N_1}$

भार के साथ आदर्श ट्रासंफार्मर (Ideal Transformer on Load) : जब द्वितीयक को एक भार से सम्बन्धित करते है द्वितीयक धारा प्राथमिक धारा में वृद्धि करती है। यह किस प्रकार होता है नीचे स्पष्ट किया गया है।

प्राथमिक और द्वितीयक धाराओं के बीच सम्बन्ध प्राथमिक और द्वितीयक में एम्पियर चक्रों की तुलना पर आधारित है।

जब द्वितीयक खुला परिपथ होता है प्राथमिक धारा इस प्रकार की होती है कि प्राथमिक चक्करों फ्लक्स ϕ जो आवश्यक प्रेरित emf E_1 के लिये यथेष्ट होते है उत्पन्न होती है। जो प्रायः आरोपित वोल्टता V_1 के बराबर और विपरीत होती है। चुम्बकन धारा प्रायः पूर्ण भार प्राथमिक धारा का लगभग दो से पांच प्रतिशत होता है।

जब द्वितीयक टर्मिनल के सिरों पर एक भार को जोडा जाता है तो द्वितीयक धारा लेन्ज के नियम के अनुसार अचुम्बकन प्रभाव उत्पन्न करती है।

फलस्वरूप प्राथमिक में फलक्स और प्रेरित emf कुछ कम हो जाते है लेकिन यह लघु परिवर्तन आरोपित वोल्टता V_1 और प्रेरित emf E_1 के बीच के अन्तर में लगभग एक प्रतिशत वृद्धि करता है। जिसके कारण नवीन प्राथमिक धारा शून्य भार धारा का लगभग 20 गुना होगी।

द्वितीयक के अचुम्बकन एम्पियर चक्र इस प्रकार प्राथमिक एम्पियर टर्न में होने वाली वृद्धि के कारण प्रायः निरस्त हो जाते है और चूंकि शून्य भार पर प्राथमिक एम्पियर टर्न पूर्ण भार एम्पियर टर्न की तुलना में बहुत कम होते है

इसलिये पूर्ण भार प्राथमिक एम्पियर टर्न ≃ पूर्णभार द्वितीयक एम्पियर टर्न

i.e $I_1N_1 \simeq I_2N_2$

अतः $\dfrac{I_1}{I_2} \simeq \dfrac{N_2}{N_1} \simeq \dfrac{V_2}{V_1}$ स्थानांतरण अनुपात

इस कथन से स्पष्ट है कि प्राथमिक और द्वितीयक परिपथों के बीच सम्बन्ध चुम्बकीय फ्लक्स द्वारा होता है। द्वितीयक धारा में किसी भी परिवर्तन के साथ फ्लक्स में कुछ परिवर्तन होता है इसलिये प्राथमिक प्रेरित emf में

परिवर्तन होता है और प्राथमिक धारा को लगभग द्वितियक धारा के अनुपात में परिवर्तित करने के योग्य करती है।

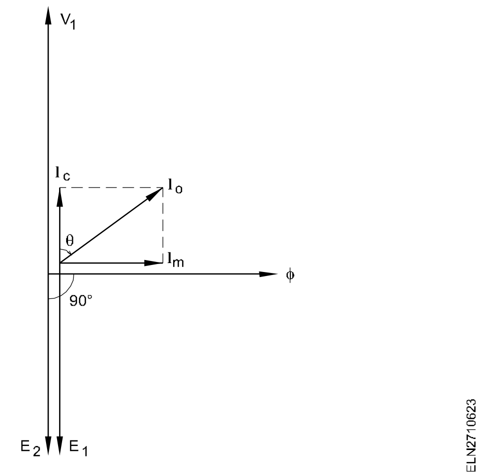
भार के साथ आदर्श ट्रासंफार्मर (Theory of No-Load Operation): द्वितीयक लपेटों को लघु पथित करने पर शून्य भार धारा I_O प्राथमिक लपेटों में प्रवाहित होती है। इस शून्य भार धारा के दो प्रकार्य होते है :

1) यह क्रोण में चुम्बकीय फ्लक्स उत्पन्न करती है जो शून्य और $\pm ø_m$ के बीच ज्यवक्रीय रूप में परिवर्तित होता है जहां $ø_m$ क्रोण फ्लक्स का अधिकतम मान है; और

2) एक घटक प्रदत्त करता है। जो क्रोण में हिस्टेरिसिस के और भवर धारा ह्रासों के लिये उत्तरदायी होता है। इन सयोजित ह्रासों को क्रोण ह्रास अथवा लौहह्रस कहा जाता है।

शून्य भार धारा I_O प्रायः ट्रासंफार्मर की निर्धारण पूर्ण भार धारा का लघु प्रतिशत (लगभा 2 से 5 प्रतिशत) होती है। चूंकि शून्य भार पर प्राथमिक लपेट एक बडे प्रतिघात की भांति लौह क्रोण के कारण कार्य करती है I_O प्राथमिक वोल्टता V_1 से लगभग 90° पश्च होगी। Fig 3 में इस सम्बन्धन को बताया गया है जहां θ ° शून्य भार शक्ति गुणक कोण है।

Fig 3



चुम्बकन धारा $= I_m = I_o \sin\theta$ प्राथमिक वोल्टता V_1 से 90° पश्च कला में है। यह वह घटक है जो क्रोण में फ्लक्स उत्पन्न करता है इसलिये $ø$ I_m के साथ कला में है।

द्वितीयक घटक $I_c = I_o \cos ø_o$ प्राथमिक वोल्टता V_1 के साथ 90° कला में है। धारा घटक लौह ह्रास प्रदान करता है और साथ में प्राथमिक तांबा ह्रास की कुछ मात्रा होती है चूंकि I_o अति लघु होता है शून्य भार प्राथमिक तांबा हास नगण्य होते है।

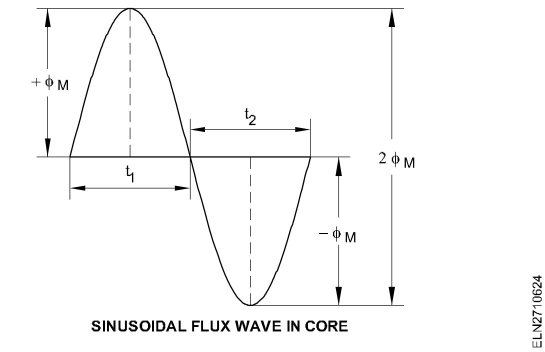
एक ट्रासंफार्मर का emf समीकरण (EMF equation of a tranformer): चूंकि प्राथमिक चक्करों द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र द्वितीयक लपेटों को सम्बन्धित करता है द्वितीयक में भी फराडे के नियम के अनुसार अर्थात $E = N(\delta\phi/\delta t)$ द्वितीयक में भी एक emf E_2 प्रेरित होगा। वही फ्लक्स प्राथमिक को भी सम्बन्धित करके उसमें एक emf E_1 प्रेरित करता है। प्रेरित वोल्टता फ्लक्स से 90° पश्च रहनी चाहिये इसलिये वे आरोपित वोल्टता V_1 के साथ 180° कला बाहर है।

चूंकि द्वितीयक लपेटों में धारा नही है $E_2 = V_2$ प्राथमिक वोल्टता और परिणमित फ्लक्स ज्यावक्रीय है इसलिये प्रेरित संख्यायें E_1 और E_2 एक ज्याप्रकार्य के अनुसार परिवर्तित होती है। प्रेरित वोल्टता का औसत मान

$$E_{avg} = \text{लपेट} \times \frac{\text{दिये गये समय में फ्लक्स परिवर्तन}}{\text{दिया गया समय}} \quad \text{.... (1)}$$

Fig 4 से ज्ञात होता है कि t_1 से t_2 समय अन्तराल में फ्लक्स परिवर्तन $2\phi_m$ है। जहां ϕ_m वेबर्स में फ्लक्स का अधिकतम मान है। समय अन्तराल उस समय को व्यक्त करता है जिसमें फ्लक्स परिवर्तन होता है और एक चक्र के आधे के बराबर ($\frac{1}{2f}$) सेकेण्ड के बराबर होता है जहां f हर्टज में आपूर्ति आवृत्ति है। इसके अनुसार

Fig 4



SINUSOIDAL FLUX WAVE IN CORE

$$E_{avg} = N \times \frac{2\phi_m}{\frac{1}{2f}} = 4fN\phi_m \quad \text{...(2)}$$

जहां N लपेट में चक्करों की संख्या है।

AC परिपथ सिद्धान्त से एक ज्यातरंग के लिये प्रभावी अथवा rms वोल्टता औसत वोल्टता का 1.11 गुना होती है। इस प्रकार

$$E = 4.44\, f N\phi_m \quad \text{...(3)}$$

चूंकि फ्लक्स प्राथमिक और द्वितीयक लपेटों से सम्बन्धित रहता है प्रति लपेट वोल्टता प्रत्येक लपेट में समान है। इसलिये

$$E_1 = 4.44\, f N_1\phi_m \quad \text{...(4)}$$

और

$$E_2 = 4.44\, f N_2\phi_m \quad \text{...(5)}$$

जहां N_1 और N_2 क्रमशः प्राथमिक और द्वितीयक में चक्करों की संख्या है।

वोल्टता रूपान्तरण अनुपात (K) (Voltage Transformation Ratio (K)) : समीकरण 4 और 5 से

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1} = K \ (\text{स्थिरांक}) \quad \text{...(6)}$$

इस स्थिरांक को वोल्टता रूपान्तरण अनुपात से जाना जाता है। यद्यपि वास्तविक रूपान्तरण अनुपात स्थिर है टर्मिनल वोल्टताओं का अनुपात कुछ परिवर्तित होता है जो भार और उसके शक्ति गुणक पर निर्भर करता है। व्यवहार में रूपान्तरण अनुपात नाम पटिटका आंकडा से प्राप्त होता है जिसमें प्राथमिक और द्वितीयक वोल्टतायें पूर्ण भार स्थिति में सूची बद्ध होती है।

जब द्वितीयक वोल्टता V_2 प्राथमिक वोल्टता की तुलना में कम है ट्रासंफार्मर को उपचायी ट्रासंफार्मर कहते है। यदि द्वितीयक वोल्टता अधिक है तो इसे अपचायी ट्रासंफार्मर कहते है। अन्य शब्दों में

a) N2 < N1 अर्थात K < 1 तब अपचायी ट्रासंफार्मर कहलाता है।

b) N2 > N1 अर्थात K > 1 तब उच्चयन ट्रासंफार्मर कहलाता है।

माना कि एक ट्रासंफार्मर का शक्ति निर्गम उसके निवेश के बराबर है। अर्थात हम एक आदर्श ट्रासंफार्मर को ले रहे है।

इस प्रकार $P_{in} = P_{out}$ (अथवा)

$V_1 I_1$ x प्राथमिक PF = $V_2 I_2$ x द्वितीयक PF

जहां PF शक्ति गुणक है। ऊपर की मान्यताओं के लिये अर्थ यह है कि प्राथमिक पर शक्ति गुणक द्वितीयक पर शक्ति गुणक समान है। (यह सम्भव है जब I_o को नगण्य मान लिया जाय)

$V_1 I_1 = V_2 I_2$ (अथवा)

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1} = K \qquad ...(7)$$

समीकरण 7 से ज्ञात होता है कि टर्मिनल वोल्टता अनुपात लगभग चक्रों के अनुपात के बराबर होता है।

ट्रांसफार्मर - सामान्य गणना (Transformer - simple calculations)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **ट्रांसफार्मर रेटिंग की व्याख्या करना**
- **सेकण्डरी आँकड़ों से प्राइमरी वोल्टेज, करन्ट और टर्नो की गणना करना और यही गणना व्यक्तिक्रम में करना ।**

ट्रान्सफार्मर रेटिंग (Rating of transformer)

एक ट्रान्सफार्मर की क्षमता की रेटिंग हमेशा उसकी आभाषी शक्ति के द्वारा (VA या KVA), में की जाती हैं । न कि उसकी वास्तविक शक्ति (watt (या) KW) में KW = KVA x Cosϕ ट्रांसफार्मर लोड या तो रैजिसटिव, कैपेसिटिव या इंडक्टिव या मिश्रित हो सकता है । उसका PF लोड के ऊपर आधारित होता है । जब हम ट्रांसफार्मर के PF को स्पेस्फिक लोड के लिए जानते है । तब सिर्फ लोड करंट की ही गणना की जाती है । अन्यथा लोड करंट रेटिड करंट से अधिक होता है । अगर ट्रांसफार्मर की रेटिंग KVA में है, तब उसके लोड करंट का निर्धारण सीधे उसके दिए गए वोल्टेज के अनुसार होगा ।

हमेशा T/F की रेटिंग VA (या) KVA में होती है, क्योंकि सुरक्षा की दृष्टि से अधिकतम लोड करंट की गणना बिना उसके PF को जाने की जाती है।

एक आइडल ट्रांसफार्मर की अवधारण के अनुसार प्राइमरी का KVA सेकेण्डरी के KVA के बराबर होता है । हम जानते है कि टर्मीनल वोल्टेज का अनुपात टर्न अनुपात के बराबर होता है । तथा प्राइमरी और सेकेण्डरी करंट का अनुपात, टर्न रेशों अनुपात के विपरीत होता है ।

उदाहरण 1: एक 100 KVA 2400/240V, 50 Hz. ट्रांसफार्मर जिसके सेकेण्डरी वाइंडिंग में 300 टर्न हैं । गणना करें (a) प्राइमरी और सेकेण्डरी करंट का अनुमानित मान (b) प्राइमरी टर्न की संख्या (c) कोर में उत्पन्न अधिकतम फ्लक्स ϕ_m ।

डाय गीवन : ट्रांसफार्मर रेटिंग 100 KVA

फ्रीक्वैसीं f = 50 Hz

प्राइमरी वोल्टेज V_P = 2400 V

सेकेण्डरी वोल्टेज V_S = 240 V

सेकेण्डरी टर्न N_S = 300

हम जानते है : $E_P = (4.44 \times f \times N_P \times \phi_m)$ वोल्टेज

$$\frac{V_P}{V_S} = \frac{I_S}{I_P} \cong \frac{E_P}{E_S} \cong \frac{N_P}{N_S}$$

$$V_P I_P = V_S I_S = KVA$$

यहाँ : प्राइमरी करंट I_P

सेकेण्डरी करंट I_P

प्राइमरी टर्न N_P

अधिकतम फ्लक्स Φ_m

हल

(a) I_P (full load) $= \frac{KVA \times 1000}{V_P} = \frac{100000}{2400} = 41.7A$

and $I_S = \frac{100000}{240} = 417A$

(b) $\frac{V_P}{V_S} = \frac{2400}{240} = 10 = \frac{N_P}{N_S}$

जहाँ, $N_P = 10 \times N_S$

$= 10 \times 300 = 3000$ टर्नस

(c) $4.44 \times f \times N_P \times \phi_m = E_P$

$$\Phi_m = \frac{2400}{4.44 \times 50 \times 3000} = 0.0036 \text{ Wb.}$$

उदाहरण 2 : एक ट्रांसफार्मर में प्रति वोल्ट की संख्या (i.e N/V) 8 हैं । और प्राइमरी वोल्टेज 110V है । प्रायमरी और सेकेण्डरी वायर टर्न ज्ञात करों । यदि V_2 25 v है ।

हटा दिया गया हैं : V_1 = 110V

$$\frac{\text{Primary turns}}{\text{Primary volts}} = \frac{N_1}{V_1} = 8$$

V_2 = 25

Known : $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$ or $\frac{N_1}{V_1} = \frac{N_2}{V_2}$

Find : N_1 and N_2

Solution : Primary turns $\frac{N_1}{V_1} = 8$

N_1 = 8 x 110 = 880 turns

Secondary turns N_2 = 8 x 25 = 200 turns

ट्रान्सफार्मर का वर्गीकरण (Classification of transformers)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

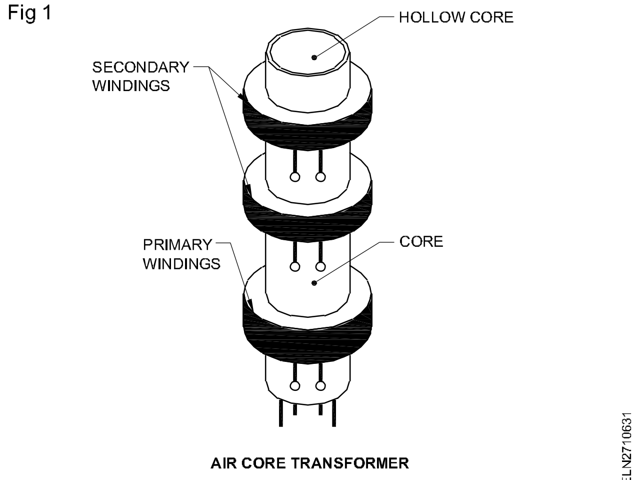
- **विभिन्न प्रकार्यो के आधार पर ट्रान्सफार्मरों का वर्गीकरण करना**
- **ड्राई प्रकार के ट्रांसफार्मर का विवरण देना ।**

ट्रांसफार्मरों का वर्गीकरण (Classification of Transformers)

1 कोर सामग्री प्रयोग के प्रकार के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on the type of Core Material used)

- **एअर कोर ट्रांसफार्मर (Air core transformers)** : जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है, एअर कोर ट्रांसफार्मर खोखले नॉन मैग्नेटिक कोर से बना पेपर अथवा प्लास्टिक जोकि प्राथमिक वाइंडिंग तथा द्वितीयक वाइंडिंग घुमाया हुआ बना होता है । इन ट्रांसफार्मरों का मान (k<1) एक से K कम होता है । एअर कोर ट्रान्सफार्मरों का साधारणतया प्रयोग अधिक फ्रीक्वेंशी अनुप्रयोगों (high frequency applications) में करते हैं क्योंकि इसमें आइरन लॉस नहीं होगें और ना ही मैग्नेटिक कोर सामग्री होगी ।

Fig 1

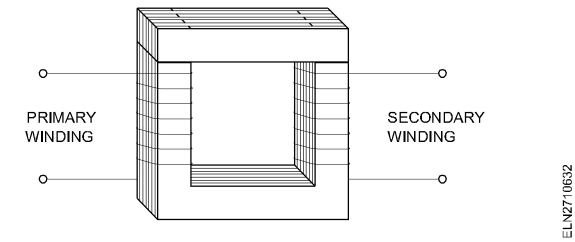


AIR CORE TRANSFORMER

आइरन लॉस एक प्रकार का ट्रान्सफार्मर कोर सामग्री लॉस है (Iron-loss is a type of transformer loss due to core material)

- **आयरन कोर ट्रान्सफार्मर (Iron core transformers)** : Fig 2 में एक लैमिनेटेड आयरन कोर ट्रांसफार्मर दिखाया गया है । यह बहुत कॉमन प्रकार का ट्रान्सफार्मर जिसका प्रयोग मुख्य पावर सप्लाई के लिए होता है ।

Fig 2



- **फेरिट कोर ट्रान्सफार्मर (Ferrite core transformers)** : Fig 3 में देखें, ये ट्रान्सफार्मरों की कोर में पेराइटमैटेरियल होता है । इन मामलों में, प्राथमिक वाइंडिंग तथा द्वितीयक वाइंडिंग वाउण्ड पर एक खोखले प्लास्टिक कोर तथा फेराइट मैटेरियल को खोखली कोर में सम्मिलित करते हैं । इन ट्रान्सफार्मरों का प्रयोग अधिक फ्रीक्वेंशी (आवृत्ति) से बहुत अधिक फ्रीक्वेंशी के अनुप्रयोगों के लाभ के लिए कम से कम लॉस का परिचय कराते हैं ।

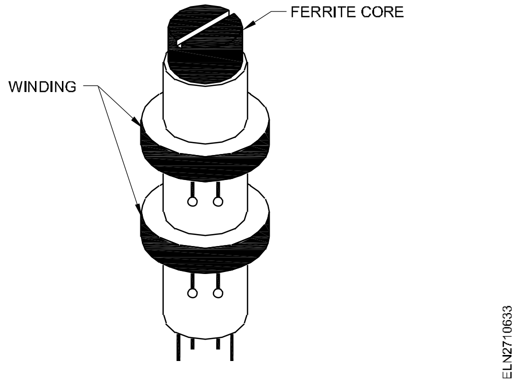
2 कोर के आकार के आधार पर वर्गीकरण करने में (Classification based on the shape of core)

- **कोर प्रकार का ट्रान्सफार्मर (Core type transformers)** : Fig 1 के चार्ट 1 में पाठ के आखिरी में दिया गया है । कोर के ट्रान्सफार्मर में प्राथमिक वाइण्डिंग तथा द्वितीयक वाइण्डिंग के दो अलग-अलग भाग या सेक्शन/कोर की लिम्ब प्रकार की होती है ।

- **शेल टाइप ट्रान्सफार्मर (Shell type transformers)** : Fig 2 के चार्ट 1 में देखें । इस प्रकार ट्रान्सफार्मर में, प्राथमिक वाइण्डिंग तथा द्वितीयक वाइण्डिंग दोनों समान सेक्शन/कोर की लिम्ब पर वाउण्ड होता है । इसका प्रयोग अधिकतर वोल्टेज ट्रान्सफार्मर और पावर ट्रान्सफार्मर में करते हैं ।

- **रिंग टाइप ट्रान्सफार्मर (Ring type transformers)** : Fig 3 के चार्ट 1 में देखें । इस प्रकार के ट्रान्सफार्मर की कोर गोलाकार अथवा अर्द्धगोलाकार जैसा कि Fig 3c में दिखाया गया है । ये एक रिंग के साथ-साथ स्टैक्ट तथा क्लैम्पड होता है । प्राथमिक वाइण्डिंग तथा द्वितीयक वाइण्डिंग रिंग के ऊपर वाउण्ड होती है । इसकी हानि यह है कि इसकी संरचना प्राथमिक वाइण्डिंग और द्वितीयक वाइण्डिंग क्वाइल में कठिन होती है । रिंग टाइप के ट्रान्सफार्मर का साधारणतया प्रयोग इन्सट्रमेन्ट ट्रान्सफार्मर (instrument transformer) के अधिक वोल्टेज और अधिक धारा को मापने के लिए करते हैं ।

Fig 3



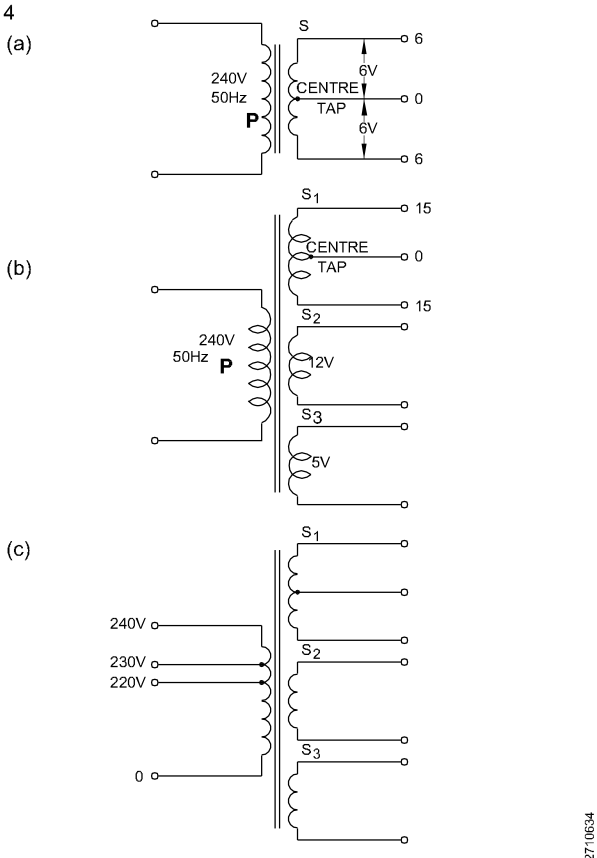
3 ट्रान्सफार्मेशन अनुपात के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on the Transformation ratio)

- **स्टेप अप ट्रान्सफार्मर (Step-up Transformers) :** इन ट्रान्सफार्मरों में, प्राथमिक पर दिये गये वोल्टेज की तुलना में द्वितियक पर प्रेरित वोल्टेज से अधिक होता है स्टेप अप ट्रान्सफार्मर कहलाते हैं ।
- **स्टेप-डाउन ट्रान्सफार्मर (Step-down Transformers) :** इन ट्रान्सफार्मरों में, प्रेरित द्वितीयक वोल्टेज का मान स्त्रोत प्राथमिक वोल्टेज की तुलना में कम होता है स्टेप-डाउन ट्रान्सफार्मर कहलाता है ।
- **आइसोलेशन ट्रान्सफार्मर (Isolation transformers) :** इन ट्रान्सफार्मरों में प्रेरित द्वितीयक वोल्टेज प्राथमिक वोल्टेज पर दिये गये स्त्रोत वोल्टेज के समान होता है वन टू वन अथवा आइसोलेशन ट्रांसफार्मर कहलाता है । इन ट्रान्सफार्मरों में टर्नों की संख्या सेकण्डरी में तथा प्राथमिक में टर्नों की संख्या के समान होती है अतः टर्नों की अनुपात 1 होता है ।

4 आपरेटिंग फ्रीक्वेंशी के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on the operating frequency)

- **मुख्य ट्रान्सफार्मर (Mains frequency transformer) :** ये साधारणतया आयरन कोर शेल टाइप ट्रान्सफार्मर होते हैं । इन ट्रान्सफार्मरों का लिंक AC मुख्य स्त्रोत और दूसरा युक्ति आवश्यक AC अथवा DC पावर के बीच होता है । उदाहरण, रेडियो रिसीवर को लो (कम) वोल्टेज DC सप्लाई की जरूरत होती है । इसका प्रयोग रेडियो रिसीवर से AC मुख्य, मुख्य AC स्टेपड डाउन, AC को DC में बदलना (रेक्टिफिकेशन) तथा फेड से रेडियो रिसीवर । इन ट्रान्सफार्मरों की द्वितीयक वाइण्डिंग सेन्टर टैप प्रकार की होती है जैसा कि Fig 4a में दिखाया गया है अथवा शायद एक से अधिक द्वितीयक वाइण्डिंग होती है जैसा कि Fig 4b में दिखाया गया है कि विभिन्न AC के मुख्य लेवल के अनुकूल बनाते हैं । टैप्ड प्राथमिक की प्राथमिक वाइण्डिंग के टर्न द्वितीयक Fig 4c में बदलाव की भी सहमति होती है। सभी पावर ट्रान्सफार्मर साधारणतया डिजाइन से मुख्य सप्लाई फ्रीक्वेंशी (50 Hz) पर कार्य करती है ।

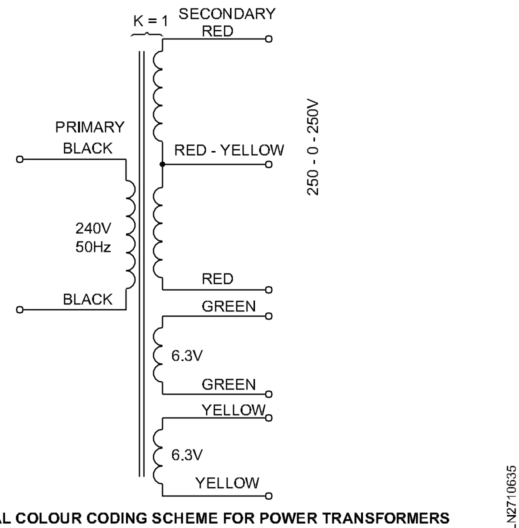
Fig 4



CENTRE TAPPED SECONDARY

पावर ट्रान्सफार्मर का प्रयोग कलर कोडिंग स्कीम से प्राथमिक वाइण्डिंग तथा द्वितीयक वाइण्डिंग को पहचानने में करते हैं । Fig 5 में एक स्कीम को देखें ।

Fig 5



A TYPICAL COLOUR CODING SCHEME FOR POWER TRANSFORMERS

- **आडियो फ्रीक्वेंशी (AF) ट्रन्सफार्मर (Audio frequency (AF) transformers) :** Fig 5 के चार्ट 1 को देखें । ये आडियो फ्रीक्वेंशी

ट्रान्सफार्मर मुख्य वोल्टेज ट्रान्सफार्मर के समान दिखते हैं लेकिन वे आकार में इनसे बहुत छोटे होते हैं । अधिकांश आडियो फ्रीक्वेंशी ट्रांसफार्मर PCB माउण्टिंग प्रकार के होते हैं । इन ट्रांसफार्मरों की डिजाइन ऑडियो फ्रीक्वेंशी रेंज 20 Hz से 20 KHz पर ऑपरेट होते हैं । ऑडिया ट्रांसफार्मर का प्रयोग -

- ऑडियो एम्पिलीफायर के एक स्टेज के आऊटपुट के कप्लिंग से इनपुट की अगली स्टेज तक (इन्टरस्टेज कप्लिंग)
- एम्पिलीफाइड ऑडियो सिग्नल से एक एम्पिलीफायर स्पीकर का साउण्ड सिस्टम ।
- **हाई फ्रीक्वेंसी ट्रान्सफार्मर (High frequency transformers) :** Fig 6 के चार्ट 1 में देखें । हाई ट्रान्सफार्मर की कोर आयरन पाउडर अथवा फेराइट अथवा ब्रास अथवा एअर कोर (खोखली कोर) की बनी होती है जैसा कि Fig 1 तथा 3 के इस पाठ में देखें । इन ट्रान्सफार्मरों को रेडियो फ्रीक्वेंशी ट्रान्सफार्मर (RFTs) तथा इन्टरमीडियट फ्रीक्वेंशी ट्रान्सफार्मर (IFTs) कहते हैं ।

  इन ट्रान्सफार्मरों का प्रयोग कोई दो स्टेजों की हाई फ्रीक्वेंशी परिपथ जैसे रेडियो रिसीवर में करते हैं । इन ट्रान्सफार्मरों की ऊपर फ्रीक्वेंशी रेन्ज (upper frequency range) 30 MHz होती है ।

इन ट्रान्सफार्मरों की दूसरी विशेषता यह है कि कोर की स्थिति अल्टर्ड जिसका परिणाम वैरीड कप्लिंग (varied coupling) तथा ऊर्जा ट्रान्सफर होता है। ये ट्रान्सफार्मर भी दूसरे इलेक्ट्रानिक पुर्जे (electronic component) को कैपेसिटर को वाइण्डिंग के समान्तर में जोड़ते हैं । यह परिणाम एक विभिन्न व्यवहार के ट्रान्सफार्मर विभिन्न फ्रीक्वेंशी पर होता है । अतः ये ट्रान्सफार्मर के प्रकार ट्यून्ड ट्रान्सफार्मर (Tuned transformers) कहलाते हैं ।

ये ट्रान्सफार्मर सम ऑडियो फ्रीक्वेंशी ट्रान्सफार्मर (even audio frequency (AF) transformer) से छोटे होते हैं । ये ट्रान्सफार्मर साधारणतया शील्ड/स्क्रीन्ड में एक अच्छा चालक होता है ।

- **अधिक हाई फ्रीक्वेंसी ट्रान्सफार्मर (Very high frequency transformers) :** इन ट्रान्सफार्मरों की कोर सामग्री एअर अथवा फेराइट अथवा ब्रास का होता है । इन ट्रान्सफार्मरों की संरचना मिनिमम ऊर्जा लॉस पर बहुत अधिक फ्रीक्वेंशी होती है । बहुत अधिक फ्रीक्वेंशी के ट्रान्सफार्मरों में कई प्रकार के आकार तथा डिजाइन उपलब्ध है । कुछ इनके अनुप्रयोग अधिकतर टेलीविजन रिसीवर में करते हैं ।

5 एकल फेज तथा तीन फेज ट्रान्सफार्मर (Single phase and three phase transformers)

Fig 4 के चार्ट 1 में ट्रान्सफार्मर एकल फेज AC मुख्य सप्लाई के साथ डिजाइन प्रयोग देखें । अतः ये ट्रान्सफार्मर में एकल प्राथमिक वाइण्डिंग होगा । इस प्रकार के ट्रान्सफार्मर को एकल फेज ट्रान्सफार्मर कहते हैं । ट्रान्सफार्मर तीन फेज AC मुख्य सप्लाई के लिए भी उपलब्ध होते हैं । ये पॉली-फेज ट्रान्सफार्मर कहलाते हैं । Fig 7 के चार्ट 1 में देखें इसमें तीन प्राथमिक वाइण्डिंग होती है । तीन फेज ट्रान्सफार्मर का प्रयोग विद्युत वितरण तथा इण्डस्ट्रीयल अनुप्रयोगों के लिए करते हैं ।

6 अनुप्रयोग के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on application)

ट्रान्सफार्मर का वर्गीकरण उनके अनुप्रयोगों के विशेषीकृत के लिए भी कर सकते हैं । ये असंख्या (innumerable) संख्या के कार्य अनुप्रयोगों, इसके प्रकार भी असंख्या होते हैं । जोकि नीचे लिस्ट दी गयी है :

इन्स्ट्रमेन्ट ट्रान्सफार्मर (Instrument Transformers) - क्लिप में प्रयोग - धारा मीटर पर, ओवरलोड ट्रिप परिपथ आदि ।

स्थायी वोल्टेज ट्रान्सफार्मर (Constant voltage transformers) - संवेदनशील उपकरणों के लिए संतुलित वोल्टेज सप्लाई का प्रयोग करते हैं ।

ज्वलन प्रणाली अथवा प्रज्वलन ट्रान्सफार्मर (Ignition transformers) - आटोमोबाइल में प्रयोग करते हैं

वेल्डिंग ट्रान्सफार्मर (Welding transformers) - वेल्डिंग उपकरणों में प्रयोग करते हैं ।

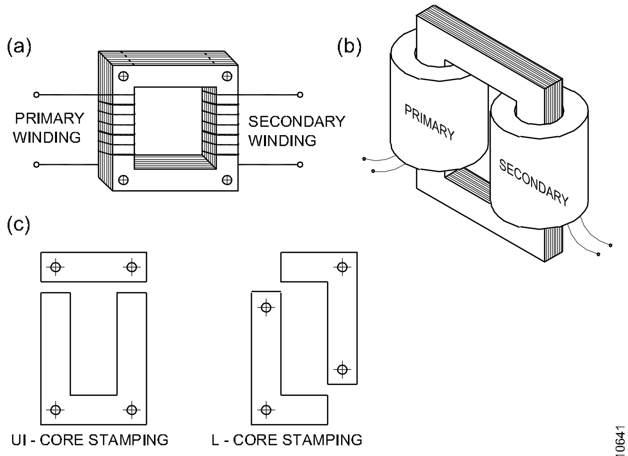
पल्स ट्रान्सफार्मर (Pulse transformers) - इलेक्ट्रानिक परिपथों में प्रयोग करते हैं ।

ड्राई टाइप ट्रान्सफार्मर (Dry Type Transfomers)

ड्राई प्रकार का अथवा एयर कूल्ड ट्रान्सफार्मर का प्रयोग प्रायः घरेलू उपकरणों में होता है जबकि अन्य प्रकार के ट्रान्सफार्मर अधिक खतरनाक आने जाने है ।

Chart - 1
Types of transformers

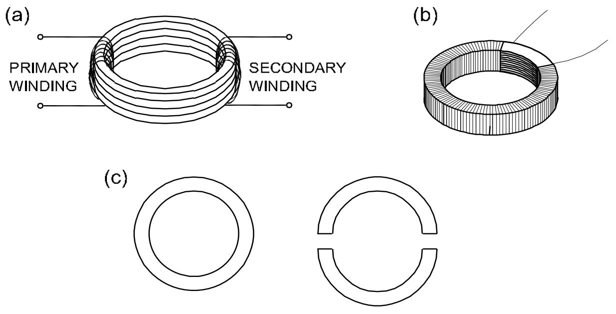
Fig 1 **CORE-TYPE TRANSFORMER**



CORE-TYPE TRANSFORMER

ELN2710641

Fig 3 **RING-TYPE TRANSFORMER**

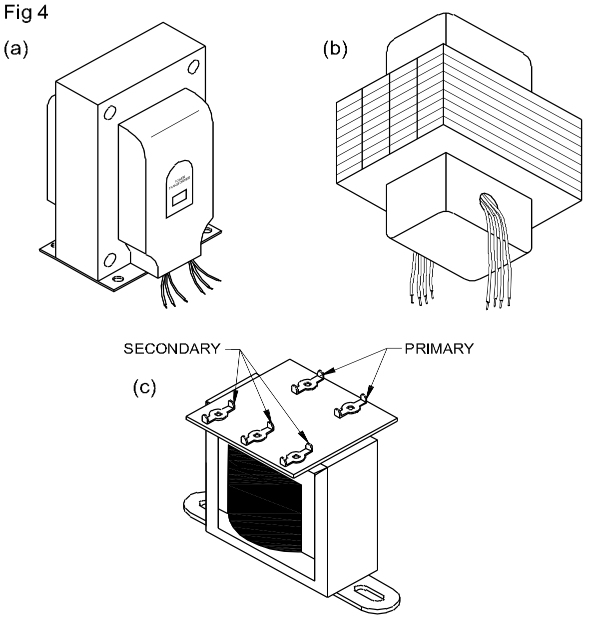


RING - TYPE TRANSFORMER

ELN2710643

MAINS FREQUENCY TRANSFORMER

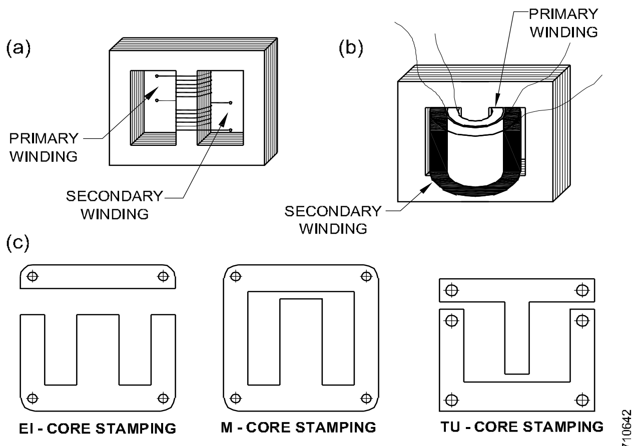
Fig 4



MAINS FREQUENCY TRANSFORMER

ELN2710644

Fig 2 **SHELL-TYPE TRANSFORMER**



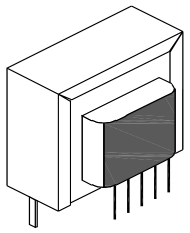
SHELL-TYPE TRANSFORMER

ELN2710642

Chart - 1 Continued....
Types of transformers

AUDIO FREQUENCY TRANSFORMER

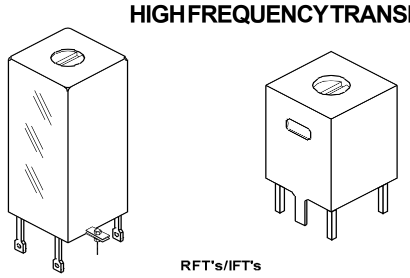
Fig 5



AUDIO FREQUENCY TRANSFORMER

ELN2710645

Fig 6 **HIGH FREQUENCY TRANSFORMER**

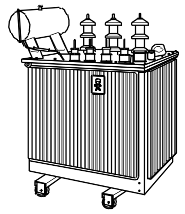


HIGH FREQUENCY TRANSFORMER

ELN2710646

POLY-PHASE TRANSFORMER

Fig 7



POLY - PHASE TRANSFORMER

ELN2710647

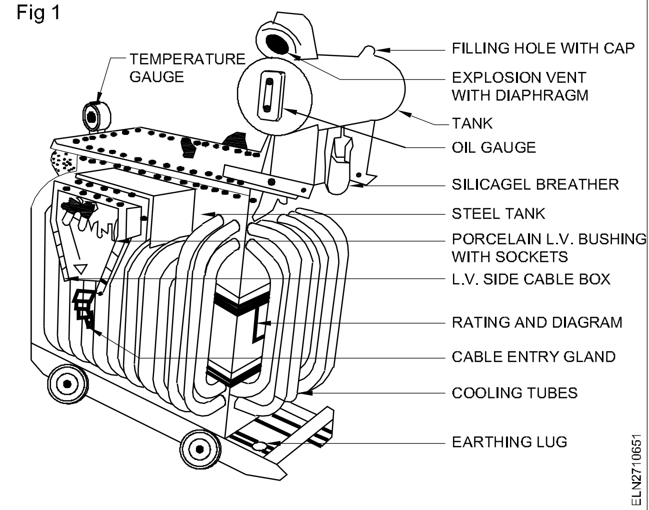
ट्रान्सफार्मर के भाग और उनके प्रकार्य (Parts and their functions of transformer)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **ट्रान्सफर्मर के प्रमुख भागों की सूची बनाना**
- **वितरण ट्रान्सफर्मर के भागों का विवरण देना ।**

वितरण ट्रांसफार्मर (Distribution transformer): Fig 1 में वितरण ट्रांसफार्मर के अनिवार्य भागों को दर्शाया गया है।

Fig 1



वितरण ट्रांसफार्मर के महत्वपूर्ण पुर्जो को संक्षेप में वर्णन नीचे किया गया है : -

ट्रान्सफार्मर के प्रमुख भाग नीचे प्रकार हैं :

1 **स्टील टैंक (Steel tank)**

2 **संक्षण टैंक (Conservation Tank)**

3 **तापमान गेज (Temperature gauge)**

4 **विस्फोट मुँह (Explosion Vent)**

5 **शीतलन नलिका (Cooling tubes)**

6 **टेप चेन्जर (Tap changer)**

7 **बूशिंग टर्मिनेशन (Bushing termination)**

8 **सिलिकल जेल ब्रिदर (Silical gel breather)**

9 **बुशोल्ज़ रिले (Buchholz relay)**

1 स्टील टैंक (Steel tank)

यह, ट्रांसफार्मर के प्रचालन के लिए आवश्यक विभिन्न उपसाधनो के आरोहण के लिए तथा कोर, लपेटन के आवास के लिए उपयोग हुआ M.S. प्लेट का संविरचक (fabricated) टैंक होता है। कोर, शीत वेल्लित ग्रेन अभिविन्यस्त (oriented) सिलिकन स्टील पटलन से बना होता है। L.V लपेटन सामान्यतः कोर के निकट होती हैं तथा H.V लपेटन को L.V लपेटन के चारों ओर रखा जाता है।

2 संरक्षण टैंक (Conservator Tank)

यह ट्रांसफार्मर के ऊपर आरोहित, ड्रम के आकार मे होता है। संक्षरण टेंक से एक तेल तल सूचक, पाइप के द्वारा जुड़ा होता है। संक्षरण टेंक में, निर्दिष्ट तल तक ट्रांसफार्मर तेल भरा होता है। जब सामान्य भार प्राचलन के कारण ट्रांसफार्मर गर्म हो जाता है तो, तेल प्रसार होता है तथा संक्षरण टैंक में तेल का तल बढ़ता है या विलोमतः। संक्षरण टेंक के ऊपर जुड़ा पाइप, ब्रीदर के द्वारा अन्तरिक वायु को बाहर जाने या अंदर आने देता है।

It reduces the oxidation of oil when it get contact with air.

3 तापमान गेज (Temperature gauge)

यह ट्रांसफार्मर में फिट होता है, जो ट्रांसफार्मर तेल के ताप को संकेत करता हैं।

4 शीतलन नलिका (Cooling tubes)

पूर्व की व्यवस्था में, हमने यह पाया था कि जब, लौह ह्रास तथा तांबा ह्रास के कारण, ट्रांसफार्मर को आपूर्ति से जोड़ा जाता है तो, ट्रांसफार्मर गर्म हो जाता है। जब ट्रांसफार्मर को भार दिया जाता है तो, लपेटन के ताप को कम करने के लिए ट्रांसफार्मर के अन्दर उत्पन्न ऊष्मा को वायुमंडल में विकरित किया जाना चाहिए। लपेटन तथा कोर के अन्दर उत्पन्न ऊष्मा को क्षय करने के लिए, ट्रांसफार्मर टैंक में रोधन तेल भरा जाता है। तेल, ऊष्मा को शीतलन नलिका पर ले जाता है, जहां वायु के साथ सतह सर्म्पक के कारण वायुमडंल को ऊष्मा का क्षय होता है।

5 टैप चेन्जर (Tap changer)

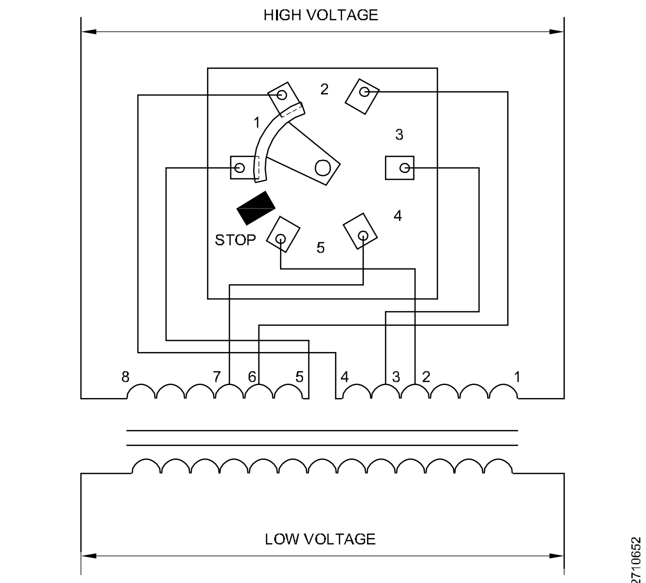
जब वोल्टता को लंबी दूरी पर संचारित किया जाता है तो चालक में वोल्टता पतन होगा, जिसके परिणामस्वरूप प्राप्ति सिरे पर कम वोल्टता होती है। चालकों में इस लाइन वोल्टता पतन के क्षतिपूर्ति करने के लिए यह प्रथानुसार है कि टैप परिवर्ती ट्रांसफार्मर से प्रेषित सिरे की वोल्टता को बढ़ाया जायें। इन ट्रांसफार्मरों में Fig 2 में दर्शाये गये अनुसार उनके प्राथमिक लपेटन में अनेक लपेटन टैप होते है।

टैप परिवर्ती की दो विधियॉ है। एक विधि में इन टैपों को टैप परिवर्ती कुंजी के द्वारा हस्त परिवर्तित किया जाता है। Fig 2 इस विधि में, संपर्क बिंदु पर अत्याधिक स्पार्किंग (चिंगारी) को रोकने के लिए टैप परिवर्ती को प्रचालन करने के पूर्व भार कुंजी को खोला जाता है। इस विधि को प्रायः ''निष्काषित भार" (OFF-LOAD) टैप परिवर्ती विधि कहा जाता है। दूसरी विधि में टैप परिवर्तन को, भार के साथ किया जाता है।

दूसरी विधि में ON-LOAD' नामक लोड से टेप बदली जाती है ।इस विधि में निम्नलिखित प्राचलों को पूरा किया जाता है।

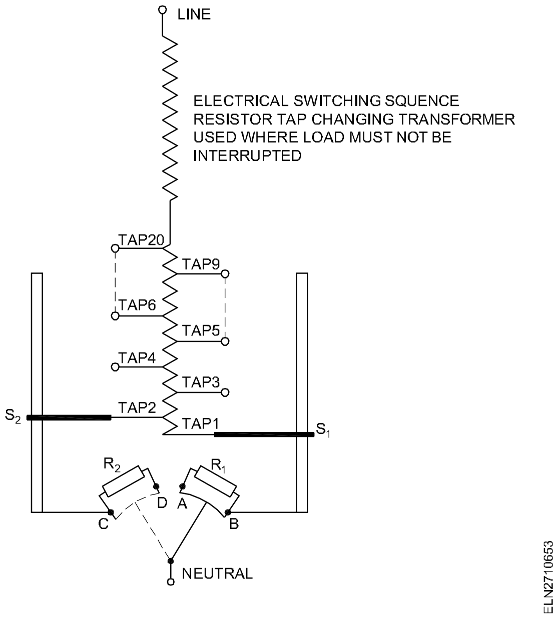
- टैप परिवर्तक के समय भार धारा को रोकना नहीं चाहिए।

Fig 2



MANUALLY OPERATED TAP - CHANGING

Fig 3



- टैप परिवर्तन को लपेटन के टैप किये हुए विभाग के लघु पथित किये बिना, किया जाना चाहिए।

दोनों विशिष्ट लक्षणों को पूरा करने के लिए, टैप परिवर्तन प्रचालन के समय किसी प्रकार का सेतु या स्थानांतरित प्रतिबाधा को आवश्यकता होती है।

टैप परिवर्तक में दो मुख्य इकाईया होती है। टैप संवरक (Selector) कुंजी, ट्रांसफार्मर लपेटन पर टैप के चयन के लिए उत्तरदायी इकाई है। जैसा कि Fig 3 में दर्शाया गया है, लेकिन यह भार धारा को सर्म्पक या विच्छेद नहीं करती है।

अपवर्ती कुंजी वहॉ होती है, जहॉ भार का वास्तविक स्विचन होता हैं। संवरक कुंजी, या तो स्वचल वोल्टता नियामक या हस्त विधि से चयन किये गये आंतरिक क्रियाविधि से वांच्छित टैप की स्थिति पर पहले लायी जाती है, फिर अपवर्ती कुंजी शीघ्र दर पर वांछित सेटिंग को प्रचालित होती है।

सलोड (ON-LOAD) टैप परिवर्तक के प्रचालन को निम्नानुसार वर्णन किया जा सकता है (केवल एकल कला प्रचालन को दर्शाया गया है)

Fig 3 को संदर्भित करते हुए, प्रारंभिक स्थिति में सांवरक कुंजी S_1, टैप 1 पर तथा S_2, टैप 2 पर है। ट्रांसफार्मर लपेटन की अपवर्ती कुंजी, टेप 1 को उदासीन बिन्दु के साथ जोड़ती हैं। टैप 2 को बदलने के प्रचालन का अनुक्रम निम्नानुसार है।

- क्रियाविधि इस प्रकार से प्रचालित होती है, चल सम्पर्क, अपवर्ती के एक साइड से दूसरे की तरफ चलना प्रारंभ करती है; सम्पर्क B खुला है तथा भार धारा प्रतिरोधक में से R_1 से सर्म्पक 'A' पर प्रवाह होती है।

- फिर चल सम्पर्क 'D' बंद होता है। इन दोनों प्रतिरोधक R_1 तथा R_2, टैप 1 तथा 2 के आर-पार, अब श्रेणी में है तथा भार धारा इन प्रतिरोधकों के आर -पार बिंदु में से प्रवाह होती है।

- चल सर्म्पक के और आगे चलने पर, सम्पर्क A खुल जाता है तथा फिर भार धारा, प्रतिरोधक R_2 तथा सम्पर्क 'D' के द्वारा टैप 2 से गुजरती है।

- अंत में जब चल सम्पर्क, अपवर्ती कुंजी के दूसरी साइड़ पर पहुँचता है तो, सर्म्पक C बंद हो जाता है तथा प्रतिरोधक R_2 लघुपथित होता है। टैप 2 से भार धारा, अब सम्पर्क C के द्वारा, टैप 2 के सामान्य चल स्थिति को प्रवाह होती है।

स्थिति 1 से 2 में परिवर्तन में संवरक कुंजी की गति सम्मिलित है, जैसा कि वर्णन किया गया है। यदि उसी दिशा में और परिवर्तन आवश्यक हो, अर्थात् 2 से 3 अपवर्ती (Diverter) कुंजी के चलने के पूर्व, संवरक कुंजी ST, टैप 3 तक पहँचती है तथा अपवर्ती कुंजी फिर उपरोक्त क्रम को दोहराती है, लेकिन विपरीत क्रम में।

यदि विपरीत दिशा में परिवर्तन हो तो, संवरक कुंजी स्थिर ही रहेगी तथा अपवर्ती कुंजी के चलने से ही टैप परिवर्तन होगा।

6 बुशिंग टर्मिनेशन (Bushing termination)

पावर ट्रान्सफार्मर के लिए बुशिंग का महत्व अधिक वोल्टेज पावर ट्रान्सफार्मर का अनुसरण करता है । अधिक वोल्टेज पावर ट्रान्सफार्मर का प्रयोग ट्रान्समिशन और वितरण सेक्टर में करते हैं । इस ट्रान्सफार्मर की वाइण्डिंग अधिक वोल्टेज के साथ ऊर्जित होती हैं । साधारणतया जब एक ऊर्जित चालक (कॉपर अथवा एल्यूमीनियम) मेटैलिक सेक्टर से होकर गुजरता है ।

तब सही तरीके का इन्सुलेशन बहुत आवश्यक होता है । लेकिन यदि मेटैलिक भाग सीधे जमीन से जुड़ा हुआ है । तब चार्ज चालक की क्षेत्र जमीन सामर्थ्य के कारम विरुपित या दूषित मिलेगा । पावर ट्रान्सफार्मर की संरचना, एक ट्रांसफार्मर के बाहरी फ्रेम के जैसी नहीं होती लेकिन एक मेटैलिक भाग और फाउण्डेशन के अन्दरुनी दूषित भाग पर रखते हैं । अतः ट्रान्सफार्मर का बाहरी फ्रेम भूमि सामर्थ्य (earth potential) होता है ।

लेकिन इनपुट तथा आऊटपुट टर्मिनल के लिए कुछ खुली स्वीकृति होनी चाहिए जहाँ वाइण्डिंग के टर्मिनलों को कोर से प्रवेश करा के अथवा कोर के आऊटपुट से बाहर से लें । लेकिन यदि ऊर्जित कॉपर वाइण्डिंग के टर्मिनलों के किसी इन्सुलेशन के बिना बाहर लेते हैं, तब चालक के विद्युत क्षेत्र जिससे चालक भूमिसामर्थ्य (earth potential) के साथ एक दूसरे से प्रभावित होता है। ट्रान्सफार्मर बुशिंग प्रत्येक इनपुट टर्मिनल तथा आऊटपुट टर्मिनल के साथ उपलब्ध कराता है । इसलिए ट्रान्सफार्मर बुशिंग का प्रयोग वाइण्डिंग के टर्मिनलों के लिए एक विद्युत आइसोलेसन उपलब्ध कराता है, जब कोई अर्थ्ड सामग्री चालकों के पास में उपस्थित होता है ।

साधारणतया ट्रान्सफार्मर बुशिंग ऊर्जित चालकों के साथ अधिक विद्युत ऊर्जा के लिए डिजाइन किये जाते हैं । जिनकी डाइइलेक्ट्रिक मजबूती अच्छी होनी चाहिए ।

ट्रान्सफार्मर की पोर्सलीन बुसिंग (Porcelain bushing of transformer)

इस प्रकार के ट्रान्सफार्मर की बुसिंग पारम्परिक मॉडेल (classical model) प्रकार की होती है लेकिन अभी भी उनका प्रयोग कई पावर औद्योगिकों (power industries) में मजबूती (robustness) के लिए प्रयोग करते हैं तथा ये बहुत सस्ते (cheap) भी होते हैं । पोर्सलीन बहुत अच्छा तथा विश्वसनीय विद्युत इन्सुलेशन में दूरगामी (wide range) वोल्टेज के लिए और ऐसे ही अधिक अचालक या परावैद्युत मजबूती (dielectric strength) के लिए भी किया जाता है ।

एस पोर्सलीन बुशिंग खोखले बेलनाकार आकार (hollow cylindrical shape) में पोर्सलीन डिसो के द्वारा बनायी जाती है जिसे ट्रान्सफार्मर के ऊपरी भाग में जोड़ा किया जाता है तथा ऊर्जित चालक बुशिंग के बीच वाले भाग से होकर गुजरते हैं ।

ाालक के सम्मिलित हो जाने के बाद बुशिंग के किनारे के भाग ग्लैज के साथ मजबूती से कसकर बन्द हो जाते हैं और यह व्यवस्था किसी भी प्रकार के नमी से रोक-थाम को सुनिश्चित करते हैं । सम्पूर्ण नहीं होने चाहिए । यदि आपरेटिंग वोल्टेज लेवल बहुत अधिक है तब ट्रान्सफार्मर बुशिंग के वैक्यूम भाग के साथ इन्सुलेटिंग तेल के साथ भरें ।

ट्रान्सफार्मर की कैपेसिटेन्स ग्रेडेड बुशिंग (कैपेसिटर बुशिंग) (Capacitance graded bushing of transformer (capacitor bushings))

साधारणतया कैपेसिटेन्स ग्रेडेड बुशिंग का सुधार पेपर बुशिंग है यहाँ बहुत उत्तम परतें चिकने मैटेलिक उभारक पेपर से प्रवेश कराई जाती हैं जब वाइण्डिंग प्रक्रिया हो रही होती है । प्रवेश किये गये उभारक मेटैलिक होते हैं इसलिए वे सहायक प्रकृति के होते हैं ।

जब ये उभारक उर्जित चालक के सम्पर्क में आते हैं तब वे कैपेसिटिव प्रभाव को उत्पन्न करते हैं जिसे विद्युत ऊर्जा बुशिंग से क्षय करती है ।

इस तरह विद्युत क्षेत्र दाब बुशिंग से फैलकर तथा इसका कारण इन्सुलेशन समाप्त होना है इस प्रकार की बुशिंग को कैपेसिटर बुशिंग कहते हैं ।

चार प्रकार की कैपैसिटर ग्रेडेड बुशिंग जिनके नाम हैं :-

- रेजिन बाउन्डेड पेपर बुशिंग (Resin Bounded Paper Bushing)
- तेल संसइक्त पेपर बुशिंग (Oil Impregnated Paper Bushing)
- रेसिन संसइक्त पेपर बुशिंग (Resin Impregnated Paper Bushing)
- इपाक्सी रेसिन संसइक्त पेपर बुशिंग (Epoxy Resin Impregnated Paper Bushing)

ट्रान्सफार्मर बुशिंग का परीक्षण और अनुरक्षण (Testing and maintenance of transformer bushing)

ट्रान्सफार्मर बुशिंग के लिए कई प्रकार के परीक्षण हैं यद्यपि वे सभी ट्रान्सफार्मर बुशिंग के लिं संतोषजनक ऑपरेशन (satisfactory operation) और सुरक्षा बराबर में जरूरी है । इनमें से कुछ स्थापन (installation) से पहले होती है और कुछ का प्रयोग सामान्य अनुरक्षण (routine maintenance) के लिए करते हैं ।

1 **टैन्जेन्ट डेल्टा को मापना अथवा कैपेसिटेन्स (Measurement of tangent delta (tan δ) or capacitance) :** यह एक सामान्य रखरखाव (routine maintenance) परीक्षण है । प्रारम्भिक ट्रान्सफार्मर कार्य से अलग-अलग और एक मजबूत लोकल अर्थिंग आपरेटर की सुरक्षा के लिए की जाती है । इस परीक्षण में, विद्युत कनेक्शन ट्रान्सफार्मर टैंक और बुशिंग के बीच होता है । उभरे हुये किनारे के लिए साथ में एक बजर लगाते हैं ।

   कैपेसिटेन्स मापने के लिए एक कैपेसिटर परीक्षण किट की आवश्यकता होती है । ट्रान्सफार्मर कैपेसिटेन्स का मान ना के बराबर होता है इसलिए इसे बुशिंग कैपेसिटेन्स को मापते समय उपेक्षित कर देते हैं । यह माप ट्रान्सफार्मर के प्रत्येक फेज के लिए निष्पादित कर देते हैं । मापी गयी कैपेसिटेन्स रेटिंग चार्ट के साथ और तुलना करते हैं ।

2 **आंशिक मुक्त को मापना (Measurement of Partial Discharge) :** यह भी एक अनुरक्षण कार्य की जाँच करने का सामान्य तरीका है । आंशिक मुक्त को मापना एक कमजोर इन्सुलेशन के प्वाइंट को दर्शाता है । नयी तकनीकी के हिसाब से जटिल ध्वनि सम्बन्धी सेन्सर के प्रयोग के द्वारा आंशिक मुक्त को स्थित करते हैं ।

3 **घुलनशील गैस विश्लेषण (Dissolved gas analysis) :** यह परीक्षण केवल तेल फिल बुशिंग (oil filled bushings) के लिए है । बन्द तेल सैम्पल (seal oil sample) को खोलने के बाद बुशिंग द्वारा प्रकृतिस्थ (collected) होता है और तब आवश्यक विधि (necessary procedures) निष्पादित (carried out) होती है । सैम्पल कलेक्शन के बाद, बुशिंग के ग्लेज शील को सही प्रकार से स्थित होना चाहिए। इस परीक्षण को आमतौर से ट्रान्सफार्मर बुशिंग के DGA परीक्षण नाम से भी जानते हैं ।

4 **नमी विश्लेषण (Moisture analysis) :** तेल फिल बुशिंग के लिए यह एक जरूरी परीक्षण है सही प्रकार के आपरेशन के लिए नमी

हानिकारक है । ऑयल बुशिंग ट्रान्सफार्मर को मजबूती से बन्द करते हैं ।

कुछ समय अन्तराल के बाद आयल सैम्पल नमी विषय सूची को मापने में करते हैं । बुशिंग की नमी आपरेटिंग तापमान के ऊपर निर्भर करती है । इसको पेपर से ऑयल अथवा ऑयल से पेपर को हटायेंगे।

5 **पोर्सलीन का अनुरक्षण (Maintenance of Porcelain) :** बुशिंग के पोर्सलीन भाग को कुछ चिप्ड अथवा कर्कश या फटा हुआ अथवा मिश्रण शील कुछ समय में घट जाता है । इसलिए पोर्सलीन के सही अनुरक्षण की आवश्यकता और खराब पोर्सलीन को एक नये के साथ बदलना चाहिए।

अलग से ये मेटल के भाग, टैप और ऑयल लेवल के अनुरक्षण की लगातार जाँच करें ।

7 अनुरक्षण युक्तियाँ / ट्रान्सफर्मर के भाग (Protective - devices / parts of transformers) :

1 ब्रीदर (Breather)

ट्रांसफार्मर का तेल, नमी के कारण खराब हो जाता है। ट्रांसफार्मर में नमी, तीन स्त्रोत से आ सकती है, अर्थात गास्केट के द्वारा क्षरण से, तेल की सतह के साथ सम्पर्क में वायु से अवशोषण द्वारा, या उच्च ताप पर रोधन के काल प्रभावन (ages) के जैसे खराब होने के ट्रांसफार्मर में, ट्रांसफार्मर के अन्दर ही लम्बे समय तक उच्च ताप पर विद्युतरोधन के खराब होने से।

तेल में नमी का प्रभाव, पैराविद्युतांक सामर्थ्य को कम करना है, विशेषतः जब ढ़ीले फाईबर या गंदगी के कण उपस्थित हो।

नमी से तेल दूषण को कम करने के लिए उपलब्ध विधियाँ निम्नासनुसार है:

- सिलिका जेल श्वासक के उपयोग से
- रबर डायफ्राम के उपयोग से
- सील किये हुए संरक्षण टैंक के उपयोग से
- गैस के कुशन के उपयोग से
- थर्मो साइफन फिल्टर के उपयोग से।

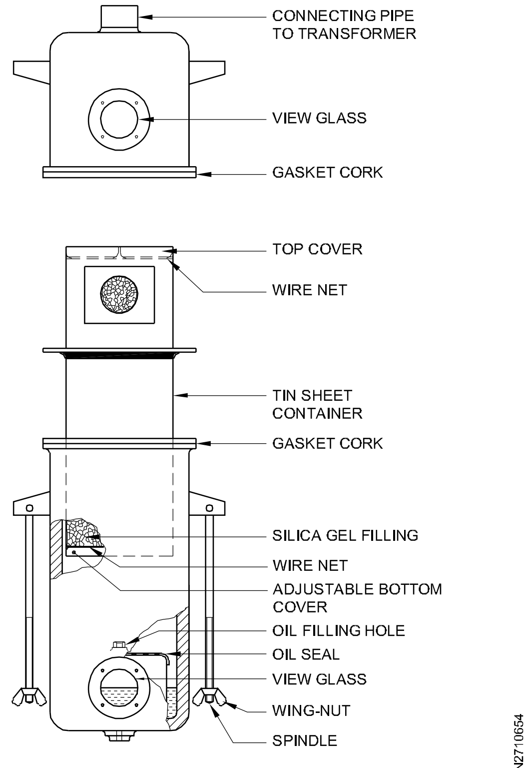
सिलिका जेल ब्रीदर (Silica gel breather)

सिलिका जेल ब्रीदर को नमी अवशोषण को रोकने के माध्यम के जैसे अधिकाशंतः उपयोग किया जाता है। ट्रांसफार्मर से फिट किया हुआ संरक्षण टैंक, के ऊपर फिट किये हुए ब्रीदर (श्वासक) तथा ताप में परिवर्तन के कारण वायु के आयतन में अन्तर होने देता है।

जैसे ही ट्रांसफार्मर पर भार कम होता है, तो सिलिका जैल क्रिस्ट्रल के साथ पैक किये हुए कार्ट्रिज (कारतूस) में से संरक्षण में वायु खींची जाती है। सिलिका जैल, दक्ष रूप से वायु को शुष्क करता है। नवजात पुनःर्योजित जल बहुत दक्ष होता है। नवजात सिलिका जैल शुद्ध या सफेद या हल्के गुलाबी रंग में मिलता है। जैसे ही यह वायु की नमी को शोषित करता है तो, सिलिका जैल का रंग बदल कर नीला हो जाता है।

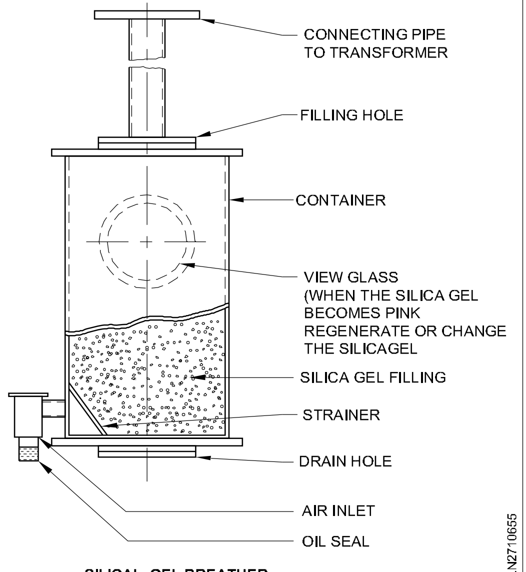
सिलिका जैल को नवकृत (Recondition) करने के लिए या तो उसे सूर्य की रोशनी में सुखाया जा सकता है या उसे स्टोव पर तलने के बर्तन में (Frying pan) रखकर सूखा भुना जा सकता है। Fig 4 तथा 5 में ऐसे ब्रीदर का अनुप्रस्थ काट दृश्य दर्शाया गया है।

Fig 4



SILICA GEL BREATHER

Fig 5



SILICAL GEL BREATHER

ब्रीदर के निचले भाग पर तेल की सील, संरक्षण में प्रवेश करने वाली वायु में उपस्थित गंदगी के कणों को अवशोषित करती है।

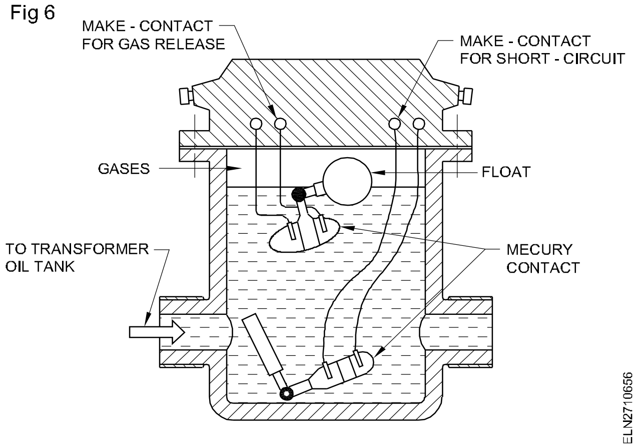
2 बर्कोल्स रिले (Buchholz relay)

ट्रांसफार्मर के अंदर उपस्थित दोष की प्रथम चेतावनी को ट्रांसफार्मर के तेल में बुलबुले (Gas) की उपस्थिति से संकेत किया जाता है।

गैस की उपस्थिति को गैस दाब रिले, जिसे बर्कोल्स रिले कहते है, के उपयोग से पहचाना जा सकता है, जो ट्रांसफार्मर के तेल के टैंक तथा संरक्षण टैंक के बीच जुड़ा होता है।

रिले में एक ढ़लवे लोहे का, कक्ष होता है, जिसमें Fig 6 में दर्शाये गये अनुसार दो प्लवन होते है। ऊपरी प्लवन समुच्चय, ट्रांसफार्मर के गलत प्रचालन (आपरेशन) के कारण बनने वाले गैस/ वायु के बुलबुले की प्रथम स्तर के समय प्रचालित होता है।

Fig 6



टॉप फ्लोट के आसपास जब काफी गेस के बूलबूले बनते हैं तो फ्लोट न्यूमाटिक प्रेशर सिद्धान्त पर काम करता है, जिससे इलक्ट्रिक सर्किट पारद के द्वारा बन्द हो जाता है । इससे साइरन अथवा अलार्म प्रचालित हो जाती है और ऑपरेट सावधान हो जाता है ।

अलार्म के आवाज सुनकर ऑपरेटर ट्रान्सफार्मर की रक्षा हेतु आवश्यक कारवाई करता है ।

अर्थ इत्याजि जैसा बड़ा दोष आ जाता है ट्रान्सफर्मर में तो गेस बूलबूलों का बनना तीव्र हो जाता है और बोटम फ्लोट मर्क्यूरी स्वीट्च को सक्रिय करता है और रिले का संपर्क टूट जाता है ।

बॉटम रिले कान्टेक्ट के बन्द होने से ट्रान्सफर्मर सर्किट ट्रीप करने लगता है और ट्रान्सफर्मर मुख्य लाईने से खुल जाता है और इस प्रकार ट्रान्सफर्मर बड़ी क्षति से बच जाता है ।

3 एक्सप्लोशन वेन्ट (Explosion vent)

यह एक प्रेसर कम करनेवाली युक्ति है । एक पतले काँच से अथवा लिमिटेड शीट के द्वारा एक्सप्लेशन पाईप का मूँह बन्द रखा जाता है ।

यदि किसी कारणवश शार्ट सर्किट अथवा ओवरलोड के कारण ट्रान्सफर्मर अधिक गरम हो जाता है तो ट्रान्सफर्मर के अन्दर स्थित गैसे टेन्क में बहुत दबाव बनाते हैं जिससे टेन्क क्षतिग्रस्त हो सकता है ।

दूसरी ओर यदि ट्रान्सफार्मर के भीतर बना दबाव काँच/लेमीनेटेड एक्सप्लोशन पाइप के डायफाग्राम को तोड़ देता है तो टेन्स क्षतिग्रस्त होने से बच सकती है ।

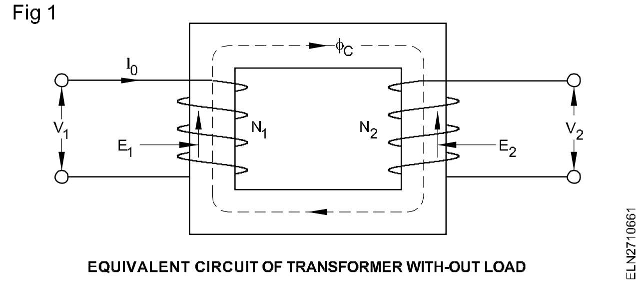
ट्रान्सफार्मर लोड के साथ (Transformer with load)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **तात्क्षणिक मान को लेते हुये यह स्पष्ट कि किस प्रकार एक ट्रासंफार्मर का भारण किया जाता है**
- **क्षरण फ्लक्स और क्षरण प्रतिघात का वर्णन करना ।**

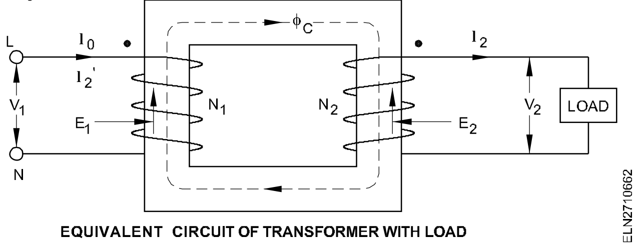
Fig 1 में शून्य भार के साथ ट्रासंफार्मर का तुल्य परिपथ दिखाया गया है। Fig 2 में एक भार आपूर्ति करने वाले ट्रासंफार्मर का तुल्य परिपथ दिखाया गया है। प्राथमिक और द्वितीयक वोल्टतायें समान ध्रुवताअें की है जैसा कि बिन्दु चिन्हांकन रीति द्वारा प्रदर्शित किया गया है। चिन्हित टर्मिनल की ध्रुवता समान है इसलिये द्वितीयक से भार जोडने पर तात्क्षणिक भार धारा प्रदर्शित दिशा में है।

Fig 1



EQUIVALENT CIRCUIT OF TRANSFORMER WITH-OUT LOAD

Fig 2



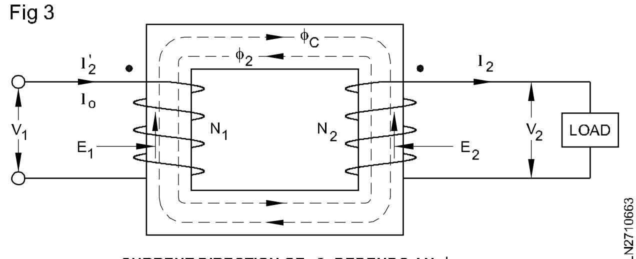
EQUIVALENT CIRCUIT OF TRANSFORMER WITH LOAD

चूंकि द्वितीयक वोल्टता क्रोण फ्लक्स $\varnothing_C$ पर निर्भर करती है तो यह स्पष्ट हो जाना चाहिये कि यदि E_2 मुख्य रूप से स्थिर रहता है तो फ्लक्स में यथेष्ट परिवर्तन नही होना चाहिये।

जब भार सम्बन्धित कर दिया जाता है द्वितीयक परिपथ में I_2 धारा प्रवाहित होगी क्योंकि प्रेरित emf E_2 एक वोल्टता स्रोत की भांति कार्य करेगा। I_2 का परिमाण भार के अभिलक्षणिक से ज्ञात किया जाता है। द्वितीयक धारा स्वयं अपना mmf ($N_2 I_2$) स्थापित करती है वह फ्लक्स $\varnothing_2$ है। इस फ्लक्स की ऐसी दिशा होती है कि किसी समय यह मुख्य फ्लक्स $\varnothing_C$ का विरोध करता है इसे प्रथम स्थिति में उत्पन्न किया था। यह कार्य में लेंन्ज का नियम है।

हम मान लेते है कि $\varnothing_C$ में वृद्धि होने पर धारा I_2 की दिशा Fig 3 के अनुसार होगी यदि परिणमित फ्लक्स को क्रोण फ्लक्स का विरोध करना है।

Fig 3



CURRENT DIRECTION OF I_2 DEPENDS AN ϕ_c

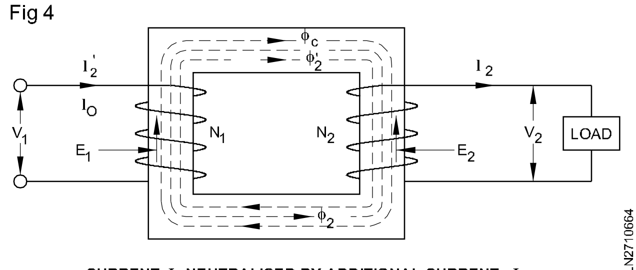
इस प्रकार $N_2 I_2$ द्वारा व्यक्त mmf क्रोण फ्लक्स $\varnothing_C$ को कम करने की प्रवृत्ति रखता है। इसका अर्थ है कि प्राथमिक लपेट में फ्लक्स सम्बन्धन न्युनित होता है फलस्वरूप प्राथमिक प्रेरित वोल्टता E_1 होगी। E_1 में यह कमी आरोपित वोल्टता और प्रति प्रेरित emf की बीच अधिक अन्तर उत्पन्न करता है और प्राथमिक में अधिक धारा प्रवाह की अनुमाति देता है। यह तथ्य कि प्राथमिक धारा I_2 में वृद्धि होती है का अर्थ है कि निम्न दो स्थितियां पूर्ण होती है।

- शक्ति निवेश बढ कर शक्ति निर्गम के समान होता है।
- प्राथमिक mmf बढ कर द्वितीयक mmf की फ्लक्स को कम करने की प्रवृत्ति उत्पन्न करता है।

सामान्यतः यह पाया जायेगा कि ट्रासंफार्मर लगभग तात्क्षणिक प्रतिक्रिया करता है ताकि परिणमित क्रोण फ्लक्स मुख्य रूप से स्थिर रहे। धारा I_2 प्राथमिक धारा का भार घटित कहा जाता है। यह धारा I_2 के साथ कला विरोध में है।

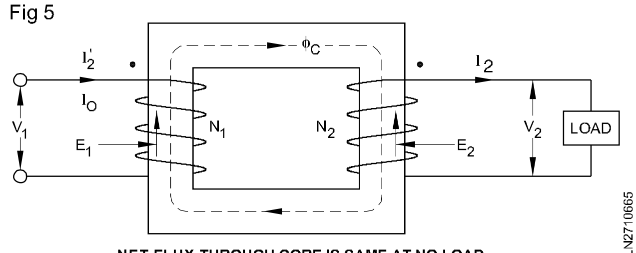
अतिरिक्त प्राथमिक mmf $N_1 I_2'$ एक फ्लक्स $\varnothing_2'$ नियोजित करता है जो $\varnothing_2$ का विरोध करता है और परिमाण में समान है। इस प्रकार I_2 का चुम्बकीय प्रभाव अतिरिक्त प्राथमिक धारा I_2' से तुरन्त निरसित हो जाता है । (Fig 4) इसलिये भार स्थिति कुछ भी हो क्रोण से निकलने वाला नेट फ्लक्स लगभग वही होता है जो शून्य भाग पर होता है। (Fig 5)

Fig 4



CURRENT I_2 NEUTRALISED BY ADDITIONAL CURRENT I_2'

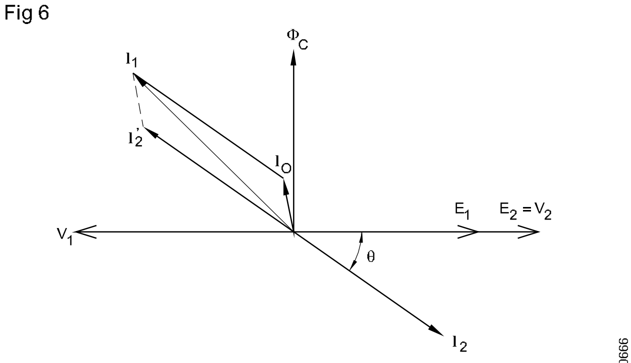
Fig 5



NET FLUX THROUGH CORE IS SAME AT NO-LOAD

जब ट्रासंफार्मर शून्य भार होता है प्राथमिक लपेटों में दो धारायें I_O और $I_{2'}$ होती है। कुल प्राथमिक धारा I_1, I_O और I_2' का सदिश है। Fig 6 में लोड के साथ ट्रासंफार्मर का प्रारम्भिक सदिश प्रदर्शित किया गया है।

Fig 6



ELEMENTRARY PHASOR DIAGRAM OF TRANSFORMER WITH LOAD.
ONLY CORE LOSSES ARE CONSIDERED IN THIS DIAGRAM.

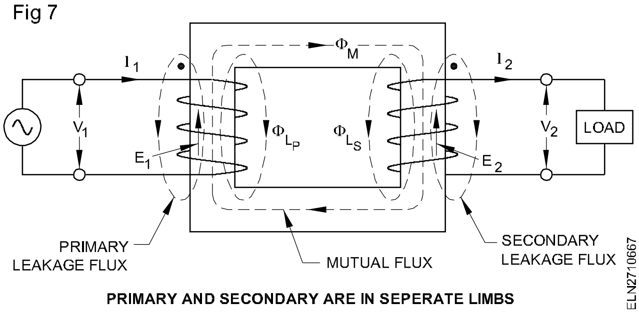
चूंकि शून्य भार धारा अपेक्षाकृत कम है यह मान लेना सही होगा कि प्राथमिक एम्पियर चक्र द्वितीयक एम्पियर चक्क्ररों के समान होगे। इस प्रकार $N_1 I_1 = N_2 I_2$ होगे। हम मानते है I_0 नगण्य है क्योंकि यह पूर्ण भार धारा का केवल एक लघु घटक है।

क्षरण फ्लक्स (Leakage fluxes): जब एक धारा द्वितीयक में प्रवाहित होती है परिणमित mm $(N_2 I_2)$ एक पृथक फ्लक्स $\varnothing_C$ से जो I_O से उत्पन्न होता है से अलग एक पृथक फ्लक्स उत्पन्न करता है जो केवल द्वितीयक लपेटों से सम्बन्धित होता है।

यह फ्लक्स प्राथमिक लपेटों से सम्बन्धित नही होता है इसलिये यह पारस्परिक फ्लक्स नही है। साथ ही प्राथमिक लपेटों से प्रवाहित धारा एक फ्लक्स उत्पन्न करती है जो केवल प्रथमिक लपेटों से सम्बन्धित होती है। इसे प्रार्थमिक क्षरण फ्लक्स कहते है।

Fig 7 इन फ्लक्सों को प्रदर्शित करता है क्षरण फ्लक्स के कारण प्राथमिक और द्वितीयक दोनों लपेटों में क्षरण प्रतिबाधा होती है अर्थात प्रत्येक स्वप्रेरण के emf की पीठिका होगी।

Fig 7



PRIMARY AND SECONDARY ARE IN SEPERATE LIMBS

इस emf का परिमाण मेन फ्लक्स के कारण emf के एक छोटा भाग के बराबर होगा। प्राथमिक पर आरोपित टर्मिनल वोल्टता V_1 का एक घटक $L_1 X_1$ होता है । (जहां X_1 प्राथमिक का क्षरण प्रतिघात है) जो प्राथमिक का क्षरण emf को सन्तुलित करता है।

Fig.7 में प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डल पृथक भागों पर प्रदर्शित किये गये है। इस व्यवस्था का परिणाम अति उच्च क्षरण होगा। प्राथमिक और द्वितीयक

के बीच का क्षरण यदि लपेटों को एक ही स्थल में आवेशित किया जाय तो निरस्त हो सकता है।

भौतिक रूप से यह वास्तव में असंभव है। प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डलों को समकेन्द्रित रखकर अति लघु क्षरण के सन्निकटन को प्राप्त किया जा सकता है।

प्रतिरोध और क्षरण प्रतिघात के साथ ट्रासंफार्मर

$$Z_1 = \sqrt{R_1^{\,2} + X_1^{\,2}}$$

और द्वितीयक प्रतिबाधा

$$Z_2 = \sqrt{R_2^{\,2} + X_2^{\,2}}\,.$$

स्वतः ट्रान्सफर्मर - सिद्धान्त - संरचना - लाभ -अनुप्रयोग (Autotransformer - principle - construction - advantages - applications)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **ट्रान्सफर्मर का सिद्धान्त बताना**
- **स्वतः ट्रान्सफर्मर की संरचना का वर्णन करना**
- **स्वतः ट्रान्सफर्मर के लाभ, हानियाँ और प्रचालन विधि बताना ।**

स्वतः ट्रान्सफर्मर (Auto transformer)

- स्वतः ट्रान्सफार्मर एक ऐसा ट्रान्सफार्मर होता है जिसमें एकल वाइन्डिंग होती है जो कि प्राथमिक एवं माध्यमिक वाइन्डिंग के रूप में कार्य करती है ।
- स्वतः ट्रान्सफार्मर फेरेडे के इलेक्ट्रोमेग्नेटिक इन्डक्शन के नियम के सेल्फ इन्डक्शन सिद्धान्त पर कार्य करता है ।

आपको स्मरण होगा कि ट्रान्सफार्मर प्रचालन की चर्चा के समय पर यह कहा गया था कि एक काउन्टर emf को वाइन्डिंग में इन्ड्यूस किया जाता है जो कि प्राइमरी के रूप में कार्य करता है ।

प्रति लपेट में प्रेरित किया गया वाल्टेज उस हर एक लपेट में समान था जो कॉमन फ्लक्स को कोर से जोड़ती थी ।

अतः मूलरूप से इससे प्रचालन में कोई फर्क नहीं पड़ता कि द्वितीय प्रेरित वोल्टेज को कोर से जोड़नेवाली अलग वाइन्डिंग से प्राप्त किया जाता है अथवा प्राइमरी लपेटों के एक बड़े भाग से । दोनों स्थितियों में समान वोल्टेज का स्थानांतरण होता है ।

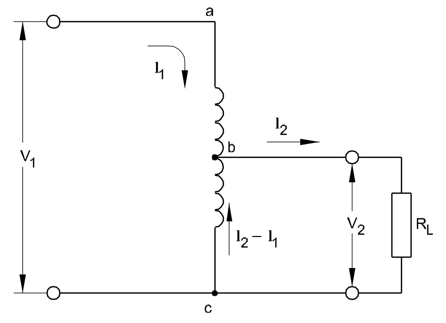
संरचना (Construction):

एक साधारण दो लपेट ट्रासंफार्मर का उपयोग एक स्वट्रासंफार्मर की भांति दोनों लपेटों को श्रेणी में सम्बन्धित करके और दो के सिरों पर वोल्टता के सिरों को आरोपित करके अथवा केवल एक लपेट से सम्बन्धित करके प्राप्त किया जा सकता है।

यह इस बात पर निर्भर करता है कि वौल्टता को क्रमशः नीचे अथवा अधिक करना है।

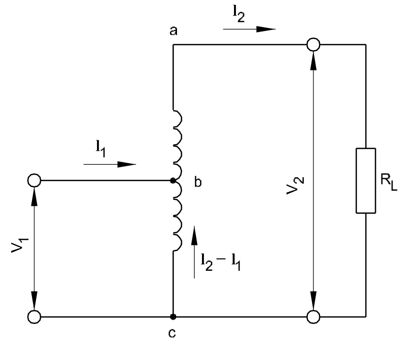
Fig 1 & 2 इन सम्बन्धों को प्रदर्शित करते है।

Fig 1



AUTOTRANSFORMER STEP-DOWN

Fig 2



AUTOTRANSFORMER STEP-UP

Fig.1 को ध्यान में रखते हुये निवेश वोल्टता V_1 पूर्ण लपेट a-c से सम्बन्धित होती है और भार R_L लपेटों के एक भाग के सिरें पर है अर्थात BC के सिरों पर है। V_2 वोल्टता V_1 से ट्रासंफार्मर की दो लपेटों से रूढिवादी विधियों से अर्थात

$$V_2 = V_1 \times \frac{N_{bc}}{N_{ac}} \qquad ....(1)$$

जहा N_{bc} और N_{ac} क्रमशः लपेटों में चक्करों की संख्या है। एक स्व ट्रासंफार्मर

में वोल्टता रूपान्तरण का अनुपात वही होता है जो एक साधारण ट्रासंफार्मर में होता है। इसलिये

$$a = \frac{N_{bc}}{N_{ac}} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2} \qquad ....(2)$$

जब अपचयन के लिये $a < 1$.

माना कि सुविधा के लिये प्रतिरोधक भार और द्वितीयक धारा $I_2 = V_2/R_L$ है। यदि ट्रासंफार्मर को 100% दक्ष मान लिया जाय तो शक्ति निर्गम

$$P_L = V_2 I_2 \qquad ....(3)$$

ध्यान दें कि लपेट a b के भाग में प्रवाहित होती है जबकि धारा $I_2 - I_1$ शेष bc भाग में प्रवाहित होती है। लपेट bc में परिणमित प्रवाहित होने वाली धारा सदैव I_1 I_2 के बीच गणितीय अन्तर होता है। चूंकि वे सदैव विपरीत (दिशा) विपरीत रूप में लिये जाते है । स्मरण रहे कि प्राथमिक में प्रेरित वोल्टता प्राथमिक आरोपित वोल्टता का विरोध करती है। फलस्वरूप प्रेरित वोल्टता के कारण धारा निवेश धारा के विपरीत प्रवाहित होती है। एक स्व ट्रासंफार्मर में द्वितीयक धारा इस प्रकार प्रेरित होती है अर्थात

$$I_1 + (I_2 - I_1) = I_2 \qquad ....(4)$$

इसलिये खण्ड bc के कारण एम्पियर टर्न प्रतिस्थापित करने पर $I_2 = \frac{I_1}{a}$ and $N_{bc} = N_{ac} \times a$ Fig. 2 के अनुसार निर्मित होने पर हमें प्राप्त होता है,

Ampere turns of

$$bc = (I_2 - I_1) N_{bc} = \left(\frac{I_1}{a} - I_1 \right) N_{bc} = \frac{I_1 N_{bc}}{a} - I_1 N_{bc}$$

$$= I_1 N_{ac} - I_1 N_{bc} = I_1 N_{ab}$$

(ie) ampere turns due to ab.

इस प्रकार खण्ड bc और ac के कारण एम्पियर टर्न एक दूसरे को संतुलित करते है जो सभी ट्रासंफार्मर का अभिलक्षणिक है।

प्रदत्त शक्ति (Power delivered): समीकरण (3) भार द्वारा ज्ञात शक्ति प्रदान करता है। यह देखने के लिये कि शक्ति किस प्रकार प्रदत्त होती है समीकरण को कुछ आशोधित रूप में लिखा जाता है। समीकरण तीन में समीकरण चार को प्रतिस्थापित करने पर निम्न परिणाम प्राप्त होता है।

$$P_L = V_2 (I_1 + (I_2 - I_1)$$

$$= V_2 I_1 + V_2 (I_2 - I_1) \text{ watts}$$

इससे ज्ञात होता है कि भार शक्ति दो भागों से निर्मित होती है ।

पहला भाग $P_C = V_2 I_1$ = ab द्वारा भार को चालित शक्ति

द्वितीय भाग $P_{tr} = V_2 (I_2 - I_1)$ = bc द्वारा भार को स्थान्तरित शक्ति

लाभ (Advantages): स्वट्रासंफार्मर :

- कम मूल्य
- उत्तम वोल्टता नियामन
- आकार में छोटे
- भार में हल्के
- समान धारिता के दो लपेट ट्रासंफार्मर की तुलना में अधिक दक्ष

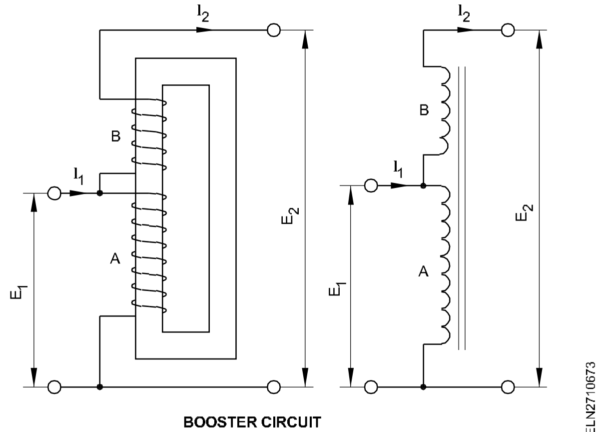
हानियां (Disadvantages): स्वट्रासंफार्मर में दो हानियां होती है।

- एक स्वट्रासंफार्मर द्वितीयक को प्राथमिक परिपथ से विलगित नही करता है ।
- यदि Fig 1 अथवा 2 के अनुसार उभय लपेट डड़ खुला परिपथ हो जाती है प्राथमिक वोल्टता अब भी भार को भारित करती है। अपचायी स्व ट्रासंफार्मर के साथ इससे द्वितीयक भार जल सकता है और / अथवा यदि अपचायी में अनुपात उच्च है एक गम्भीर आघात लग सकता है।

अनुप्रयोग (Application): उभय अनुप्रयोग निम्न है:

- प्रतिदीप्ती लैम्प (जहां आपूर्ति वोल्टता निर्धारित वोल्टता से कम है)
- न्यूनित वोल्टता मोटर प्रवर्तक
- रेखा वोल्टता के स्थिर समंजन के लिये श्रेणी रेखा वर्धक (Fig 3)
- सर्वो रेखा वोल्टता सुधारक

Fig 3



BOOSTER CIRCUIT

मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर – धारा ट्रांसफार्मर (Instrument transformers - current transformer)

उद्‌देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **मापी यन्त्र की आवश्यकता प्रकार और सिद्धान्त को स्पष्ट करना**
- **धारा ट्रांसफार्मर की रचना और सम्बन्धों को स्पष्ट करना**
- **धारा ट्रांसफार्मर के सापेक्ष सामान्य परिभाषिक शब्द जैसे विशुद्धता, कला विस्थापन, बोझ, और निर्गम को स्पष्ट करना**
- **धारा ट्रांसफार्मर में प्रयुक्त IS प्रतीक और चिन्हांकनों का अभिनिर्धारण करना**
- **धारा ट्रांसफार्मर का उपयोग करते समय अनुपालित किये जाने वाली सावधानियों करना**
- **धारा ट्रांसफार्मर को विनिर्देशित करना ।**

मापी यन्त्र ट्रांसफामर्स की आवश्यकता (Necessity of instrument transformer): मापन प्रयोजनों के लिये मापी यन्त्रों के संगम में प्रयुक्त ट्रांसफामर्स मापी यन्त्र ट्रांसफामर्स कहलाते है। वास्तव मापन केवल मापी यन्त्रों द्वारा ही किया जाता है।

धारा वोल्टता, शक्ति, शक्ति गुणक और ऊर्जा का मापन मध्यम आमाप मापी यन्त्रों से हो जाता है और व्यवसायिक मापन में अति उच्च महत्वपूर्ण है। जहां प्रहस्तित धारा और वोल्टता अति उच्च होती है सीधा मापन सम्भव नही होता क्योंकि यह धारायें और वोल्टतायें तर्क संगत आमाप मापी यन्त्रों के लिये अति अधिक होती है और मापी का मूल्य उच्च हो जाता है।

इसका हल मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर द्वारा धारा और वोल्टता का अपचयन है जिससे उनका मापन मध्यम - आमाप मापी यन्त्रों से हो सके।

यह मापी यन्त्र ट्रांसफामर्स मापी यन्त्रों और रिलेज को उच्च धारा/ वोल्टता सम्बन्धों से विद्युतीय विलगन कर देते है। जिससे जान और माल का संकट कम हो जाता है। पूर्ण विलगन के लिये मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर के द्वितीयक और क्रोण भू सम्पर्कित कर देना चाहिये।

मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर के प्रकार (Type of instrument transformers): दो प्रकार के मापी यन्त्र ट्रांसफार्मस है ।

- धारा ट्रांसफामर्स (Current transformer)
- विभव ट्रांसफामर्स (Potential transformer)

उच्च धारा मापन के लिये प्रयुक्त ट्रांसफार्मर धारा ट्रांसफार्म अथवा केवल 'CT' कहलाता है।

उच्च वोल्टता मापन के लिये प्रयुक्त ट्रांसफार्मर वोल्टता ट्रांसफामर्स अथवा विभव ट्रांसफार्मर अथवा संक्षेप में 'PT' कहलाता है।

मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर को उनके उपयागों के अनुसार और भी विभाजित किया जा सकता है। a) मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर, मापी यंत्रों के मापन के लिये और b) मापी यंन्त्र ट्रांसफार्मर नियन्त्रंक रिलेज के लिये।

मापन प्रयोजन में प्रयुक्त मापी यंत्र ट्रांसफार्मर उच्च विशुद्धता के होते हैं लेकिन नियंत्रण और रक्षात्मक रिलेज मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर मध्यम में विशुद्धता के पर्याप्त हैं, पर उच्च विश्वसनीयता और दृढता आवश्यक है।

सिद्धान्त (Principle): मापीयंत्र ट्रांसफार्मस दो वेष्ठन ट्रांसफार्मर की भांति पारस्परिक प्रेरण के सिद्धान्त पर कार्य करते है।

एक मांपी यन्त्र ट्रांसफार्मर के प्रकरण में, निम्न डिजाइन कारकों को ध्यान देना चाहिये।

क्रोण (Core): त्रुटि को कम करने के लिये, चुम्बकन धारा कम रखनी चाहिये इसका अर्थ है कि क्रोण लघु प्रतिघात और लघु क्रोण ह्रास का होना चाहिये।

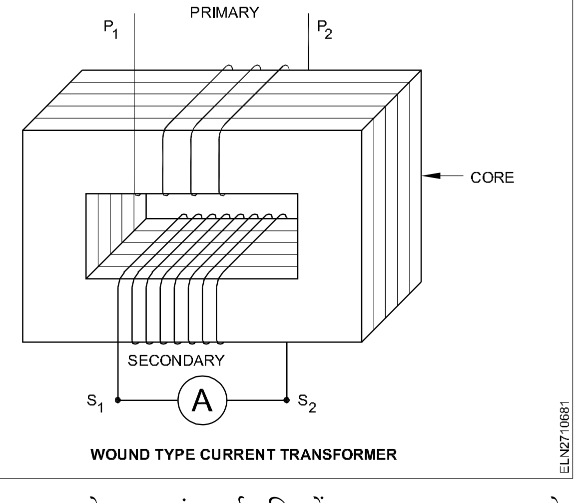
वेष्ठन (Winding): द्वितीयक क्षरण प्रतिघात को कम रखने के लिये वेष्ठन परस्पर समीप होना चाहिये, अन्यथा त्रुटि अनुपात में वृद्धि होगी। धारा ट्रान्सफार्मर में वेष्ठन को इस प्रकार डिजाइन करना चाहिये, कि प्रबल लघु पथित धारा के बिना विनाश का विरोंध कर सके।

धारा ट्रांसफार्मर्स - रचना और सम्बन्ध प्रकार धारा ट्रांसफार्मर्स के विभिन्न प्रकार निम्न हैं (Current transformers - types of construction and connection)

करन्ट ट्रान्सफर्मरों के विभिन्न प्रकार निम्नलिखित हैं :

वेष्ठन प्रकार के धारा ट्रांसफार्मर (Wound type current transformer): Fig 1 के अनुसार क्रोण पर प्राथमिक वेष्ठन में एक से अधिक पूर्ण चक्कर होते है।

Fig 1



WOUND TYPE CURRENT TRANSFORMER

एक वेष्ठन प्रकार के धारा ट्रांसफार्मर जिसमें आयताकार प्रकार का क्रोण होता है के सम्बन्ध Fig 1 में दिखाये गये है। सामान्यतः एम्पियर मापी

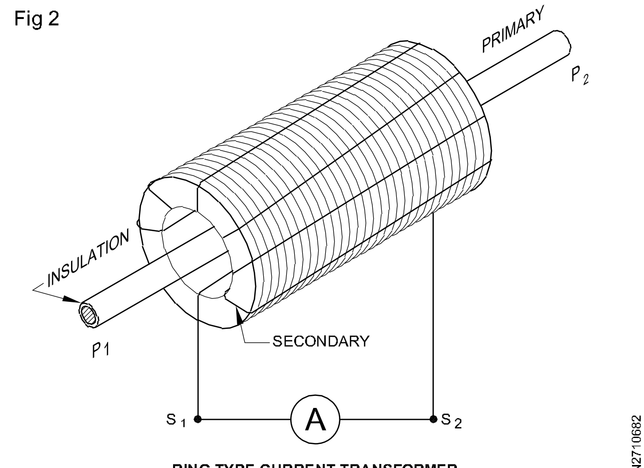
की व्यवस्था इस प्रकार की जाती है कि 5A अथवा 1A से पूर्ण पैमाना विक्षेप प्राप्त होता है जब इसे धारा ट्रांसफार्मर के द्वितीयक से जोडा जाता है।

धारा ट्रांसफार्मर के प्राथमिक और द्वितीयक में चक्करों की संख्या के अनुपात से यह तय होता है कि 5Amp अथवा 1Amp को स्थिर द्वितीयक धारा निर्धारण से कितनी प्राथमिक धारा मापी जा सकती है।

उदाहरण के लिये प्राथमिक धारा 100Amp है और प्राथमिक में दो चक्कर है तो पूर्ण भार प्राथमिक एम्पियर टर्न 200 है फलस्वरूप द्वितीयक में 5Amp की धारा परिसंचरण के लिये द्वितीयक चक्करों की संख्या 200/5 अर्थात 40 टर्न होना चाहिये।

अंगूठी प्रकार के धारा ट्रांसफार्मर (Ring type current transformer) इसमें केन्द्र पर एक निकास Fig 2 के अनुसार प्राथमिक वेष्ठन के आवासित हो सकने के लिये होता है। Fig 2 में एक एकल चक्क्र प्राथमिक अंगूठी प्रकार का धारा ट्रांसफार्मर प्रदर्शित किया गया है। इस धारा ट्रांसफार्मर में रोधित चालक जो मापी जाने वाली धारा ले जाता है ट्रासफार्मर समुच्चय एक प्रवेश से निकलती है।

Fig 2



RING TYPE CURRENT TRANSFORMER

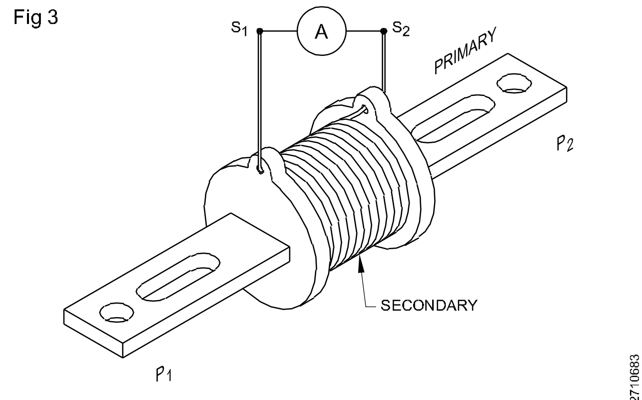
यदि द्वितीयक में 20 चक्कर है और इनका धारा परास I5 Amp है तो यह धारा ट्रांसफार्मर परिवर्तन अनुपात के अनुसार 100AMp की धारा माप सकता है।

क्लैम्प आन अथवा क्लिप आन एम्पियर मापी इसी सिध्दन्त पर कार्य करते है लेकिन क्रोण ऐसा बनाया जाता है कि रोधित चालक को ले जाने के लिये खुल सकता है और इसके पश्चात चुम्बकीय परिपथ को पूरा करने के लिये बन्द हो सकता है।

छड प्रकार के धारा ट्रांसफामर्स (Bar type current transformer): इस प्रकार में एक उचित आमाप की छड पर प्राथमिक वेष्ठन होता है तथा द्वितीयक वेष्ठन और क्रोण समुच्चयन पदार्थ धारा ट्रांसफार्मर एक एकीकृत भाग निर्मित करते है। जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है।

शुष्क प्रकार के धारा ट्रांसफार्मर (Dry type current transformer) इसमें शीतलन के लिये किसी प्रकार के द्रव अथवा अर्ध द्रव के प्रयोग की आवश्यकता नही होती।

Fig 3

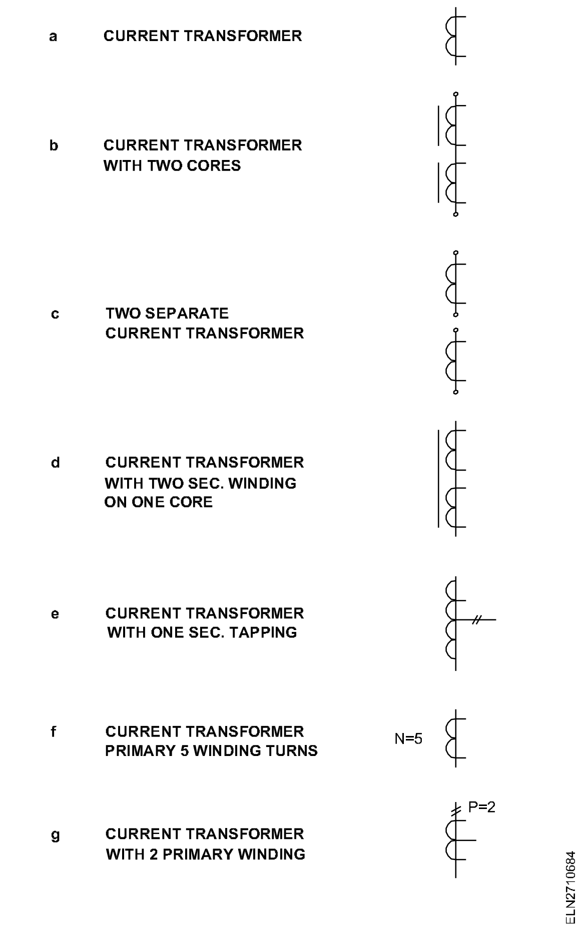


BAR TYPE CURRENT TRANSFORMER

तेल निमंजित धारा ट्रांसफार्मर (Oil immersed current transformer) इसमें रोधन और शीतलन माध्यम के लिये उचित अभिलक्षणिक के एक तेल के उपयोग की आवश्यकता होती है।

IS 2012 (भाग XX11)- 1978 के अनुसार संस्तुतित प्रतीक और टर्मिनल चिन्ह (Recommended symbols and terminal marking as per I.S . 2012 (Part XX11)-1978) (Fig 4)

Fig 4



अंशाकन की विधि (Method of marking)

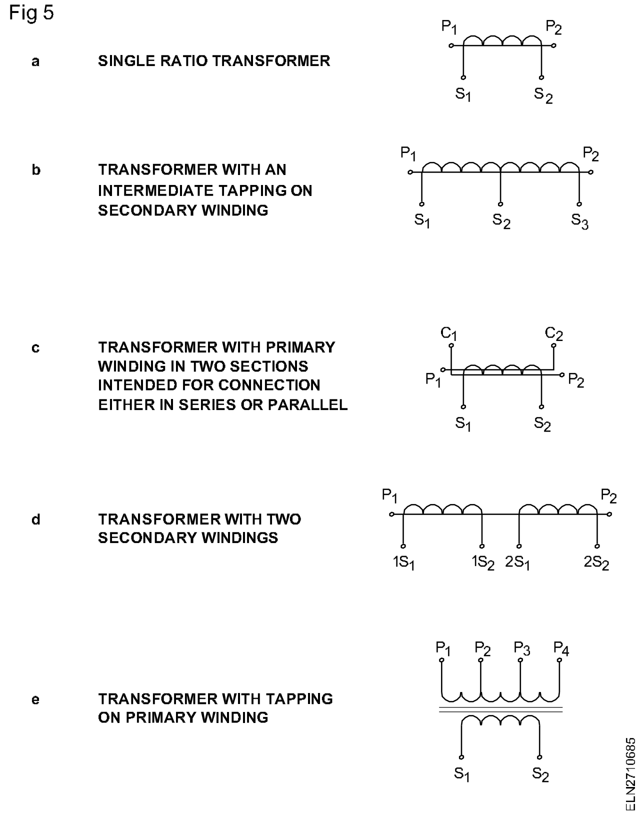
नीचे दिये गये मार्ग दर्शन के अनुसार अंशाकन करना चाहिये (IS 2705 (part 1 1981)

टर्मिनल्स का स्पष्ट और अक्षय अंशाकन उनके तल पर अथवा उनके निकट सामीप्य में करना चाहिये।

अंशाकन अक्षरों में आवश्यकता पडने पर संख्याओं से अनुगमित अथवा अग्रित होना चाहिये अक्षर बडे ठप्पे में होगें।

धारा ट्र्रांसफार्मर का अंशाकन Fig 5a से Fig 5e के अनुसार होगा।

Fig 5



सभी टर्मिनल्स जा P1 S1 और C1 से चिन्हित है किसी भी क्षण समान ध्रुवता के होने चाहिये।

प्रयुक्त सामान्य पद (General terms used)

विशुद्धता वर्ग (Accuracy class) विशुद्धता वर्ग एक अभिहित है जो उन धारा ट्रासफार्मस को निरूपित करता है जिनकी त्रुटियों उपयोग की निश्चित परिस्थितियों में विनिर्देशित सीमाओं के अन्तर्गत रहती है। धारा ट्रांसफार्मर मापन के लिये मानक विशुद्धता वर्ग 0.1, 0.2, 0.5, 1.0. 3.0 और 5.0 होगा।

कला विस्थापन (Phase displacement) यह प्राथमिक और द्वितीयक धारा सदिशों के बीच कलान्तर होता है। सदिश की दिशा इस प्रकार चयनित की जाती है कि पूर्ण ट्रांसफार्मर के लिये कोण शून्य रहता है।

जब द्वितीयक धारा सदिश प्राथमिक धारा सदिश से अग्रित रहती है तो कला विस्थापन धनात्मक कहा जाता है।

ऊपर की यह परिभाषा केवल ज्यावक्रीय धाराओं के लिये कठोरता से लागू होती है। कला विस्थापन, विचार हेतु एक महत्वपूर्ण घटक होता है जब विभिन्न मापनों के लिये एक परिपथ में अनेक धारा ट्रांसफार्मर एक साथ सम्बन्धित किये जाते है।

बोझ (Burden): वोल्ट- एम्पियर में आभाषी शक्ति की भांति व्यक्त किया जाता है। जो एक विनिर्देशित शक्ति गुणक निर्धारित द्वितीयक धारा पर शोषित होता है। निर्धारित बोझ वह मान है जिस पर इस वीनिर्देशन के लिये विशुद्धता वांछिता आधारित होती है।

निर्धारित निर्गम (Rated output): यह अभासी शक्ति का मान (एक विनिर्देशित शक्ति गुणक पर एक वोल्ट एम्पियर) है जो धारा ट्रांसफार्मर द्वितीयक परिपथ को द्वितीयक धारा निर्धारण और इससे सम्बन्धित निर्धारित बोझ पर द्वितीयक परिपथ की आपूर्ति करने के विचार से होता है। निर्धारित निर्गम के मानक मान 2.5, 5.0, 7.5, 10, 15 और 30VA है।

धारा ट्रांसफार्मर के उपयोग में सावधानियां (Precautions while using the transformer): एक साधारण ट्रांसफार्मर में आपूर्ति वोल्टता लगभग स्थायी रहती है और प्राथमिक धारा का परिमाण भार धारा पर निर्भर होता है, लेकिन धारा ट्रांसफार्मर में द्वितीयक धारा प्राथमिक धारा पर निर्भर करती है।

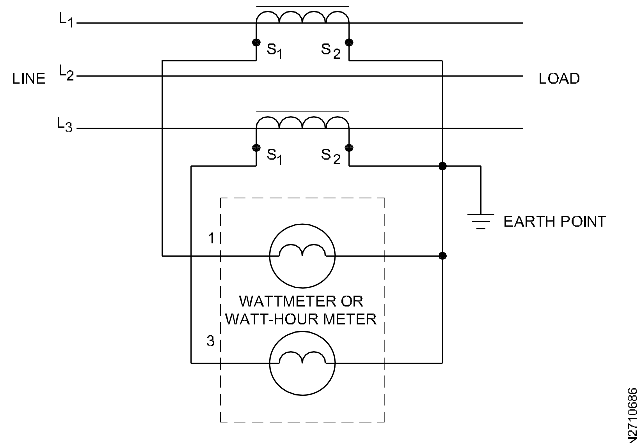
साथ ही चूंकि एम्पियर मापी प्रतिरोध अत्यधिक लघु होता है इसलिये धारा ट्रांसफार्मर का द्वितीयक लगभग लघुपथित माना जा सकता है। किसी भी प्रकरण में धारा ट्रांसफार्मर का वेष्ठन खुला परिपथ नही होना चाहिये। यह एम्पियर मापी के खुले पथित होने अथवा इसको द्वितीयक से हटा देने पर हो सकता है।

इन प्रकरणों में द्वितीयक को लघुपथित कर देना चाहिये। यदि द्वितीयक एम्पियर टर्न की अनुपस्थिति में द्वितीयक को लघुपथित नही किया जा सकता है प्राथमिक क्रोण में अप्रत्याशित उच्च फ्लक्स उत्पन्न होगा जो क्रोण को तप्त कर उसे जला देगा। साथ ही द्वितीयक खुले टर्मिनल पर उच्च वोल्टता उत्पन्न करेगा जिससे सुरक्षा विपन्ति होगी।

धारा अवाहक धातीय भाग के भु सम्पर्कन के अतिरिक्त खुला परिपथ होने पर एक उच्च स्थैतिक विभवान्तर को हटाने के लिये हमें धारा ट्रांसफार्मर के एक सिरें का भी सम्पूर्णनन करना होगा। रोधन भंजन की स्थिति में यह सुरक्षा कवच की भांति उपयोगी होगा।

परिपथ में एक से अधिक धारा टराफार्मर का उपयोग करने पर भू सम्पर्कन धारा ट्रंसफार्मर की समान ध्रुवता किनारो और Fig.6 के अनुसार परिपथ के प्रदर्शित बिन्दु पर करना चाहिये।

Fig 6



GROUP OF CURRENT TRANSFORMER WITH GROUNDING POINT

धारा ट्रांसफार्मर के विनिर्देशन (Specification of a transformer): एक धारा ट्रांसफार्मर को क्रय करते समय नीचे के विनिर्देशों की जांच कर लेनी चाहिये।

- निधार्रित वोल्टता आपूर्ति प्रकार और भू सम्पर्कन स्थिति जैसे 7.2kV 3 कला प्रतिरोध अथवा सम्यक भू सम्पर्कन
- रोधन स्तर
- आवृत्ति
- रूपान्तरण अनुपात
- निर्धारित निर्गम
- विशुद्धता वर्ग
- लघु समय ऊष्मन धारा और इसकी अवधि
- सेवा परिस्थितियां जैसे धारा ट्रांसफार्मर भवन के अन्दर अथवा बाहर, अति लघु ताप, ऊचाई (यदि एक हजार मीटर से अधिक) आद्रता और अन्य विशेष परिस्थितियां जो है, अथवा सम्भावित है जैसे जलवाष्प अथवा वाष्प धुआं विष्फोटक गैस या कम्पन अत्यधिक धूल अनावरण इत्यादि।
- धारा ट्रांसफार्मर के सुरक्षात्मक प्रयोजनों के लिये विशुद्धता सीमा गुणक और कोई अतरिक्त वांछित कारक
- विशेष लक्षण जैसे सीमित परिसीमायें।

निर्धारित प्राथमिक धारा के मानक मान (Standard values of rated primary current): निर्धारित आवृत्ति के एम्पियर में मानक मान 10, 15, 20, 30, 50, 75 mA और इनके दशमलव गुणक है।

निर्धारित द्वितीयक धारा के मानक मान (Standard values of rated secondary current): द्वितीयक धारा के मानक मान एक एम्पियर अथवा पांच एम्पियर होगें।

विभव ट्रांसफार्मर (Potential transformer)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **विभव ट्रांसफार्मर की रचना और सम्बन्ध का स्पष्टीकरण करना**
- **विभव ट्रांसफार्मर में प्रयुक्त IS प्रतीकों, चिन्हों का अभिनिर्धारण करना**
- **विभव ट्रांसफार्मर के सापेक्ष सामान्य पद जैसे विशुद्धता, कला विस्थापन, बोझ और निर्गम को व्यक्त करना**
- **विभव ट्रांसफार्मर को विनिर्देशित करना ।**

विभव ट्रांसफार्मर (Potential transformer)

रचना और सम्बन्ध (Construction and connection): विभव ट्रांसफार्मर की रचना मुख्य रूप से शक्ति ट्रांसफार्मर के समान ही है। मुख्य अन्तर यह है कि विभव ट्रांसफमर्मर का वोल्ट – एम्पियर बहुत कम होता है।

विभव ट्रांसफार्मर में त्रुटि को कम करने के लिये लघु चुम्बकीय पथ क्रोण पदार्थ की उत्तम गुणवत्ता, लघु फ्लक्स घनत्व और क्रोण का उचित समुच्चयन तथा अन्तर्वतन (Interlaying) वांछित होता है।

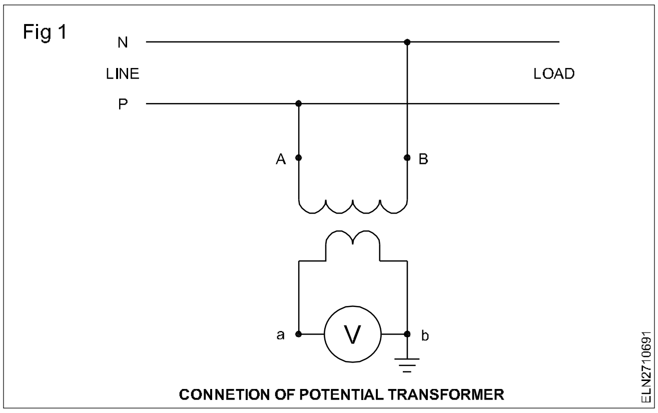
प्रतिरोध और क्षरण प्रतिबाधा को कम करने के लिये मोटे चालक प्रयुक्त होते है और दो वेष्ठन एक दूसरे के अधिकतम समीप रखे जाते है।

क्रोण का कोष अथवा क्रोण प्रकार की रचना हो सकती है। लघु वोल्टता ट्रांसफर्मार के लिये साधारणतयः क्रोस रचना प्रयुक्त होती है।

क्षरण प्रतिघात को अल्पतम रखने के लिये प्राथमिक और द्वितीयक वेष्ठन सम अक्षीय होते है रोधन समस्या के समाधान के लिये क्रोण के पास प्रायः एक लघु वोल्टता वेष्ठन (द्वितीयक) रख दिया जाता है। लघु वोल्टता ट्रांसफार्मर के लिये प्राथमिक वेष्ठन कुण्डल का हो सकता है लेकिन उच्च वोल्टत टांसफार्मर के लिये वेष्ठन को अनेक लघु कुण्डलों में विभाजित कर देते है।

Fig 1 में एक विभव ट्रांसफार्मर के सम्बन्ध प्रदर्शित किये गये है। सामान्यतः 110V पर पूर्ण पैमाना विक्षेप पाने के लिये विभव ट्रांसफार्मर के द्वितीयक से वोल्ट मापी सम्बन्धित रहता है।

Fig 1



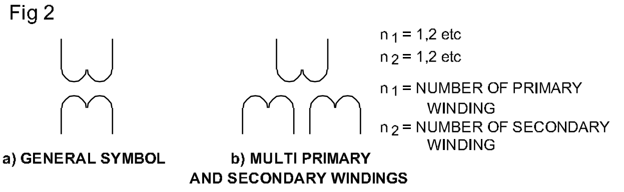
CONNETION OF POTENTIAL TRANSFORMER

विभव ट्रांसफार्मर के प्राथमिक और द्वितीयक चक्करों का अनुपात प्राथमिक वोल्टता निर्णय करता है जो 110V के द्वितीयक निश्चित वोल्टता निर्धारण के साथ मापी जा सकती है जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

यदि प्राथमिक टर्न चार है द्वितीयक टर्न दो है और प्राथमिक एक 220V के वोल्टता स्रोत से सम्बनिधत है तो रूपान्तरण अनुपात के अनुसार द्वितीयक वोल्टता 110 होगी।

IS 3156 (भाग 1) 1978 के अनुसार संस्तुति प्रतीक और टर्मिनल चिन्ह (Recommended symbols and terminal marking as per I.S. 3156 (Part I) 1978) (Fig 2):

Fig 2

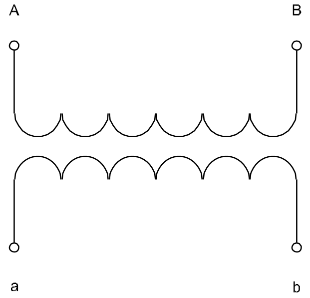


चिन्हांकन विधि (Method of marking):

नीचे दिये गये मार्ग दर्शन के अनुसार टर्मिनल्स का चिन्हांकन करना चाहिये। (IS 3156) (भाग 1 1978)

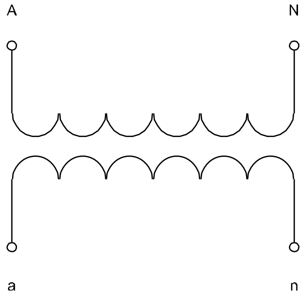
IS के अनुसार एक विभव ट्रांसफार्मर के संस्तुतित चिन्हं Fig 3-10 में दिये गये है।

Fig 3



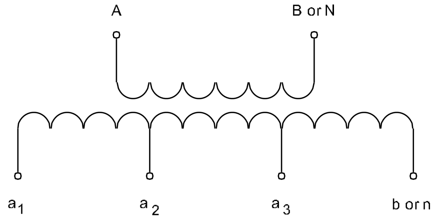
SINGLE PHASE TRANSFORMERS WITH FULL INSULATED TERMINALS AND A SINGLE SECONDARY

Fig 4



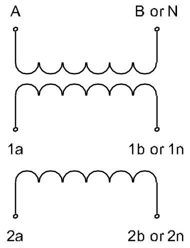
SINGLE PHASE TRANSFORMER WITH A NEUTRAL PRIMARY TERMINAL WITH REDUCED INSULATION AND A SINGLE SECONDARY

Fig 5



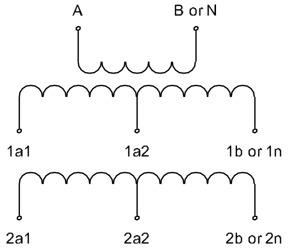
SINGLE PHASE TRANSFORMER WITH ONE MULTI-TAP SECONDARY

Fig 6



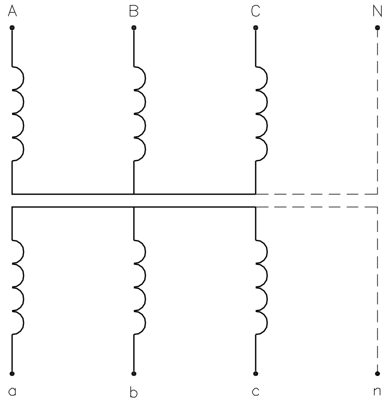
SINGLE PHASE TRANSFORMER WITH TWO SECONDARIES

Fig 7



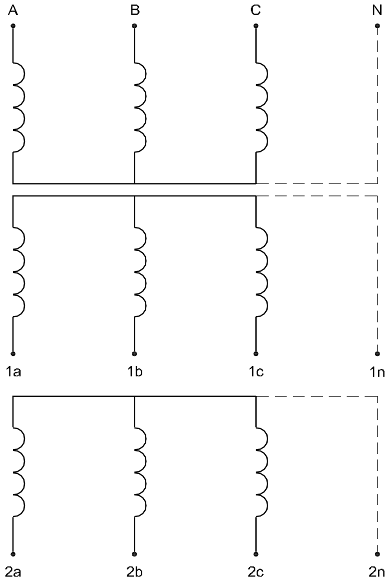
SINGLE PHASE TRANSFORMER WITH TWO MULTI-TAP SECONDARIES

Fig 8

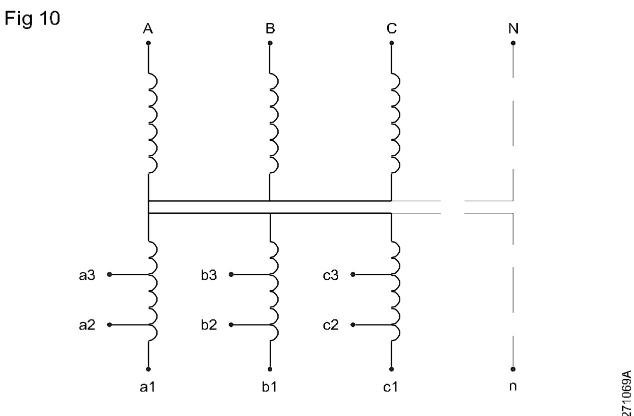


THREE PHASE ASSEMBLY WITH A SINGLE SECONDARY

Fig 9



THREE PHASE ASSEMBLY WITH TWO SECONDARIES



चिन्हांकन 3-10 तक उपयुक्तता के अनुसार होगा। बडे अक्षर ABC और N प्रारम्भिक वेष्ठन टर्मिनल और छोटे abc और n उनके संगत द्वितीयक वेष्ठन टर्मिनल्स के लिये है।

अक्षर ABC पूर्ण रोधित टर्मिनल और N भू सर्म्पर्कि टर्मिनल के लिये है जिसका रोधन अन्य टर्मिनल्स की तुलना में कम है।

विशुद्धीकरण वर्ग अभिनतन (Accuracy class designation): वोल्टता ट्रांसफार्मर मापन के लिये विशुद्धता का अभिनतन निर्धारित वोल्टता पर उच्चतम अनुज्ञोय प्रतिशत वोल्टता त्रुटि और सम्बन्धित विशुद्धता वर्ग द्वारा आदेशित निर्धारित बोझ धारा अभिनत किया जाता है।

एकल कला मापी में वोल्टता ट्रांसफार्मर के लिये मानक विशुद्धता वर्ग 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, और 3.0 होगा।

कला विस्थापन (Phase displacement): यह प्राथमिक वोल्टता और द्वितीयक वोल्टता सदिश के बीच का अन्तर है। सदिशों की दिशा इस प्रकार की पूर्ण ट्रांसफार्मर के लिये चयनित कोण शून्य है।

कला विस्थापन विचार योग्य महत्वपूर्ण कारक होता है जब विभिन्न मापों के लिये अनेक विभव ट्रांसफार्मर एक ही निकाय से सम्बन्धित किये जाते है।

बोझ (Burden): निर्धारित द्वितीयक वोल्टता पर वोल्ट एम्पियर में आभासी शक्ति के रूप में एक वोल्टता ट्रांसफार्मर का निर्धारित बोझ माना जाता है।

बोझ एम्पियर में मापी यन्त्रों के वोल्टता कुण्डलों से जुडे रिलेज अथवा उसके जुडे विमोचन कुण्डलों से जो वोल्टता ट्रांसफार्मर से जुडे है के व्यक्तिगत बोझों से निर्मित है।

जब व्यक्तिगत बोझ ओमिक मानों में व्यक्त किये जाते है तो कुल बोझ का आकलन प्रवेष्यता को योगित करके ज्ञात किया जाता है। प्रवेष्यता मान को VA बोझ में निर्धारित वोल्टता के वर्ग को प्रवेष्यता मान से गुणा करके परिवर्तित किया जाता है।

निर्धारित निर्गम (Rated output): यह आभासी शक्तिमान है (विनिर्देशित शक्ति गुणक परवोल्ट एम्पियर में) जिसे ट्रांसफार्मर से निर्धारित बोझ जुडे होने पर निर्धारित द्वितीय वोल्टता पर द्वितीयक कुण्डलों को प्रदत्त कराने की अपेक्षा की जाती है।

0.8 पश्च शक्ति गुणक पर निर्धारित निर्गम को वोल्ट एम्पियर में निम्न दिये गये मानों में किसी एक द्वारा व्यक्त करना चाहिये। 10, 15, 25, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400 और 500vA ।

विभिन्न मापियों द्वारा रोपित VA बोझ के प्रारूपिक मान नीचे दिये जा रहे है।

- वोल्टमापी, वाटमापी शक्ति गुणक के वोल्टता कुण्डल और अनुरेखित वोल्टमापी – 5VA
- आवृत्ति मापी (संकेतक और रीड प्रकार) के वोल्टता कुण्डल KWH के वोल्टता कुण्डल KVAR मापी अनुरेखित शक्ति गुणक मापियों, और वाट मापियों के वोल्टता कुण्डल - 7.5VA ।
- तुल्य कालत्व दर्शी के वोल्टता कुण्डल – 15VA ।

एक विभव ट्रांसफार्मर के उपयोग समय अनुपालित सावधानियां (Precautions to be followed while using a potential transformer): चेसिस फ्रेमकृत्य और वोल्टता ट्रासंफामर्मर के धातीय आवरण के स्थिर भाग से बने समुच्चय के लिये दो पृथक तुरंत पहुंचवाले, संक्षरण स्वतन्त्र टर्मिनल होने चाहिये जिन पर स्पष्ट भू टर्मिनल लिखा होना चाहिये।

एक विभव ट्रांसफार्मर के विनिर्देश (Specification of a potential transformer): एक विभव ट्रांसफार्मर को क्रय करते समय निम्न विनिर्देशों की जांच कर लेनी चाहिये।

- आपूर्ति की निर्धारित वोल्टता प्रकार और भू सम्पर्कन परिस्थितियां (उदाहरण के लिये 6.6KV , तीन कला सम्यक भूसम्पर्कन)
- रोधन स्तर (Insulation level)
- आवृत्ति (Frequency)
- रूपान्तरण अनुपात (Transformation ratio)
- निर्धारण निर्गम (Rated output)
- विशुद्धता वर्ग (Accuracy class)
- वेष्ठन सम्बन्ध (Winding connection)
- निर्धारित वोल्टता गुणक (Rated voltage factor)
- सेवा परिस्थितियां जैसे धारा ट्राफसर्मर भवन के अन्दर अथवा बाहर अति लघु ताप, ऊचाई (यदि 1000 मीटर से अधिक) आर्द्रता और अन्य विशेष परिस्थितियां जो है अथवा सम्भावित है जैसे जल वाष्प और वाष्प धुआं विस्फोटक गैसे कम्पन्न अत्यधिक धूल अनावरण इत्यादि
- विशेष लक्षण जैसे सीमित परिसीमायें
- वोल्टता ट्रांसफार्मर को तारा जनित्र और भूमि के बीच तारा बिन्दु से जोडना है।

- वोल्टता ट्रांफसर्मर के रक्षण की कोई अन्य सूचना
- अधिष्ठापन विद्युत रूप से अनावरणित है अथवा नही
- कोई अन्य सूचना
- Fig 10 तीन फेस की एसम्बली दर्शाता है जिसमें एक मल्टी-टेप सेकन्डरी है ।

विभव ट्रांसफार्मर का मानक निर्धारण (Standard rating of potential transformer):

निर्धारण आवृत्ति (Rated frequency): - 50Hz होगी।

निर्धारित प्राथमिक वोल्टता (Rated primary voltage): निर्धारित प्राथमिक नाममात्र निकाय वोल्टता एक तीन कला ट्रांसफार्मर 0.6, 3.3, 6.6, 11, 15, 22, 33, 47, 66, 110, 220, 400 और 500KV

एकल कला ट्रासंफार्मर जो एक तीन कला निकाय की एक लाइन और उदासीन बिन्दु से जुडा है कि प्राथमिक वोल्टता का मानक मान नाम मात्र निकाय वोल्टता के उपर्युक्त मानों का $\frac{1}{\sqrt{3}}$ गुना होगा।

निर्धारित द्वितीयक वोल्टता (The rated secondary voltage): एकल कला ट्रांसफार्मर अथवा एक तीन कला ट्रासफार्मर के लिये द्वितीयक वोल्टता का निर्धारण मान 100 अथवा 110V होगा।

एक सिंगल फेज सर्किट में CT और PT का उपयोग करते हुए शक्ति मापना (Measurement of power in single phase circuit using CT and PT)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एक सिंगल फेज सर्किट में CT और PT का उपयोग करते हुए एक मल्टी रेंज वाटमीटर से शक्ति मापना तथा संबधित समस्या को हल करना।**

मल्टी रेंज वाटमीटर की रीडिंग लेना (Reading multi-range wattmeters): मल्टी रेंज वाटमीटर एक नियंत मीटर है और शक्ति नापते समय उस नियंत्रक को गणना में लेना चाहिए । मीटर नियांत्रक (गुणांक फेक्टर MF) साधारणतः मीटर के ऊपरी कपर के अन्दर लिखा होता है । यदि नहीं लिखा हो तो हम उसकी गणना नीचे प्रकार से कर सकते हैं :

प्रेशर क्वाइल रेंज x करंट क्वाइल रेंज

मीटर कान्सेटेन्ट (मल्टीपलीकेशन कारक) =

$$\frac{\text{Pressure coil range x Current coil range}}{\text{Maximum dial reading in watts(Full scale reading in watts)}}$$

एक मल्टी रेंज वाटमीटर का ऊपयोग करते हुए निम्न उदाहरण द्वारा एक प्रशिक्षणार्थी को मीटर नियंताक निकालना सिखा सकते है।.

उद्दाहरण (Example) एक वाटमीटर का निम्न मल्टी रेंज है।

प्रेशर क्वाइल coil 500/250/125 volts

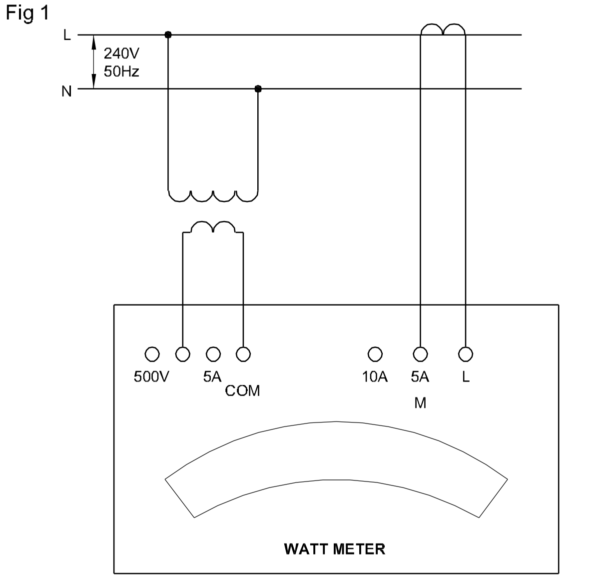
करंट क्वाइल coil 20/10/5 amps (Fig 1)

यहाँ अधिकतम डायल रीडिंग (फुल स्केल डीफलेशन FSD) 625 वाट दिखा रहा है मीटर नियंताक और वास्तविक शक्ति निकाले यदि मीटर 600वाट पढ़ता दिए गए पारस के अनुसार

A 500V, 10A

B 125V, 5A

Fig 1



रेंज A 500V, 10A (RANGE A 500V, 10A)

$$\frac{\text{Pressure coil range x Current coil range}}{\text{Maximum dial reading in watts(Full scale reading in watts)}}$$

$$= \frac{500 \times 10}{625} = 8$$

वास्तविक शक्ति = वाटमीटर रीडिंग x मीटर नियतांक (मल्टीपीकेशन फैक्टर MF)

= 600 x 8 = 4800 वाट

रेंज B 125V, 5 A (RANGE B 125V, 5 A)

मीटर नियंताक $= \frac{125 \times 5}{625} = 1$

(मल्टीपलीकेशन फैक्टर MF)

वास्तविक शक्ति = 600 x 1= 600 वाट

माल्टीस्केल वाटमीटर का रीडिंग लेना जब CT और PT लगा हो (Reading multiscale wattmeters when connected to CT and PT) यदि कि सर्किट में वाटमीटर को लगाया गया है CT एंव PT के माध्यम से सर्किट को मापने के लिए तो हमे CT अनुपात और PT अनुपात को ध्यान में रखना होगा।

ऐसे सर्किट में वास्तविक शक्ति का खपत होता है।

P = वाटमीटर रीडींग x मल्टीपीकेशन फैक्टर MF (मीटर कासेटेन्ट MC) x CT अनुपात x PT अनुपात = वाट

उदाहरण : एक मल्टीस्केल वाटमीटर में निम्न रेंज है

500/250/125V और 10A / 5A .

वाटमीटर 240V रेटिंगवाले सर्किट से CT और PT से जुड़ा हुआ होता है और उनकी रेंज क्रमशः 25/5 और 250/110 होती है ।

125V रेंज और करन्ट क्वायल 5 Amps की रेंज में है । सर्किट में पावर की खपत की गणना करें यदि वाटमीटर 500 वाट्स की रीडिंग 625 watts की अपनी अधिकतम रीडिंग पर दर्शाती हो ।

तब मल्टीपीकेशन फैक्टर MF $= \frac{\text{Voltage range} \times \text{Current range}}{\text{Maximum dial reading}}$

मीटर नियंताक $= \frac{125 \times 5}{625} = 1$

वास्तविक शक्ति सर्किट द्वाराखपत P

वाटमीटर रीडिंग = x MF x CT अनुपात x PT अनुपात

$$= 500 \times 1 \times \frac{25}{5} \times \frac{250}{110}$$

$$= 500 \times 1 \times 5 \times 2.272$$

$$= 5680 \text{ W or } 5.68 \text{ KW}$$

CT और PT के उपयोग द्वारा तीन कला ऊर्जा मापन (Measurement of three phase energy using CT and PT)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **भार और मापी की आवश्यकता अनुसार CT और PT के परासों की चयन विधि बताना**
- **तीन कला ऊर्जा मापी से CT और PT का सम्बन्ध जोड़ना ।**

तीन कला ऊर्जा मापी के साथ CTs और PTs (CTs and PTs with 3 - phase energy meter): ऊर्जामापियों के मानक निर्धारण 10, 20, 30, 50 और 100A और वोल्टताओं के 120 अथवा 240V अथवा 415V होते है। उच्च धारा और वोल्टताओं के साथ ऊर्जा मापन के लिये धारा और विभव ट्रांसफार्मर के साथ तीन कला ऊर्जा मापी भी प्रयुक्त किये जाते है।

एक ऊर्जामापी के CT चयन के लिये CT की प्राथमिक धारा का निर्धारण अधिकतम पंक्ति धारा अथवा दूसरे उच्च मानक निर्धारण के अनुसार करना चाहिये। जब कि द्वितीयक मापी के अधिकतम धारा निर्धारण का होना चाहिये। PT चयन के लिये PT की प्राथमिक वोल्टता पंक्ति वोल्टता और द्वितीयक वोल्टता मापी की दाब कुण्डल वोल्टता होनी चाहिये।

इस मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर प्रचालित तीन कला ऊर्जा मापी के लिये दो और धारा कुण्डलों के टर्मिनल्स प्रथम होने चाहिये। जब एक सामान्य ऊर्जा मापी प्रयुक्त होता है तो CTs और PTs से सम्बन्धित करने से पहले इस दो कुण्डल सम्पर्क को विक्षेदित कर देना चाहिये।

मानक मापीयन्त्र ट्रांसफार्मर प्रचालित ऊर्जा मापियों के लिये धारा कुण्डल 5A अथवा 1A के लिये निर्धारित होते है जबकि विभव कुण्डलों का निर्धारण 110V अथवा 100V के लिये होता है। एक धारा ट्रांसफार्मर का उपयोग उपलब्ध मापी निर्धारण से उच्च भार धारा निर्धारण होने पर किया जाता है।

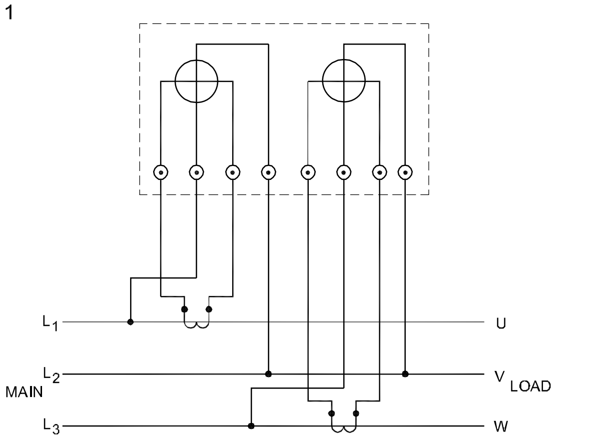
जब केवल उच्च धाराओं को ही समंजित करना होता है तो मापी केवल CTs के साथ ही प्रयुक्त किये जाते है।

मानक मापीयंत्र ट्रान्सफर्मर चालित ऊर्जा मीटर के लिए करन्ट कोईलों को 5A अथवा 1A के लिए रेट किया जाता है, जबकि विभव कायलों को 110V अथवा 100V के लिए रेट किया जाता है ।

करन्ट ट्रान्सफर्मर का उपयोग तब किया जाता है जब लोड की करन्ट रेटिंग उपलब्ध मीटर रेटिंग से अधिक हो ।

दो घटक ऊर्जा मापी के साथ CT और PT (CT and PT with 2 - element energy meter): दो घटक ऊर्ज मापी के साथ CTs और 2PTs के लिये Fig 1 में एक सम्बन्ध आरेख दिखाया गया है।

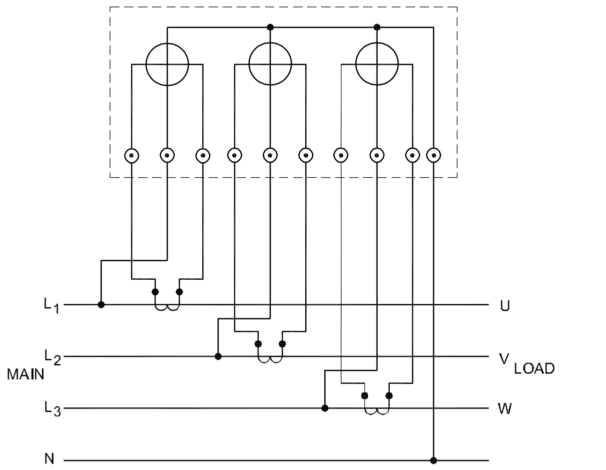
Fig 1



3-PHASE TWO ELEMENT ENERGY METER WITH CURRENT TRANSFORMERS USED ON A 3-PHASE 3-WIRE SYSTEM. SEQUENCE IS UVW.

CTs- दो घटक ऊर्जा मापी के साथ (CTs with 3 - element energy meter): तीन कला तीन तार निकाय के लिये उपयुक्त 3 CTs के साथ दो घटक ऊर्जा मापी की सम्बन्धन विधि को Fig 2 में दिखाया गया है। यह व्यवस्था एक तीन कला चार तार निकाय के लिये उपयुक्त है।

Fig 2



3-PHASE TWO ELEMENT ENERGY METER WITH CURRENT TRANSFORMERS USED ON A 3-PHASE 4-WIRE SYSTEM. SEQUENCE IS UVW.

उदाहरण 1: एक उद्योग में, 400V- तीन कला 50Hz के लिये 200Hp भार जुडा है । धारा ट्रांसफार्मर और उसके अनुपात का धारा निर्धारण क्या होगा। PF को एकांक मान ले

सम्बन्धित भार = 200 HP

आपूर्ति वोल्टता = 400V 3-कला

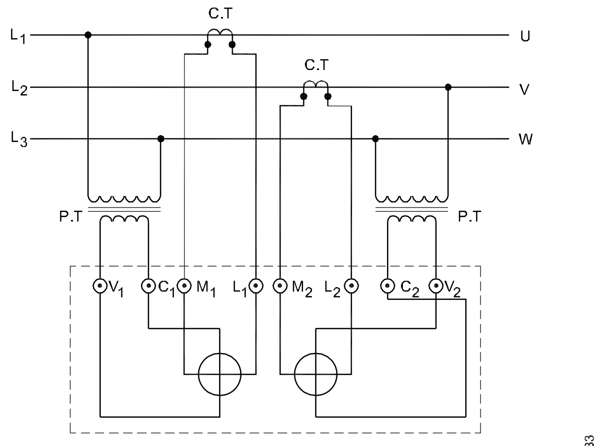
$$I_L = \frac{HP \times 746}{\sqrt{3}\, V \times PF} = \frac{200 \times 746}{\sqrt{3} \times 400 \times 1} = 215A$$

Rating of CT $\frac{215}{5}$ = 43

CT अनुपात = 43:1 अथवा 50:1 अथवा 250A/5A

तीन घटक ऊर्जामापी के साथ CT और PT (CT and PT with 2 - element energy meter): एक तीन कला तीन तार निकाय में प्रयुक्त एक तीन कला PT और 2 CT जो दो घटक ऊर्जा मापी से जुडे है Fig 3 में दिखाये गये है।

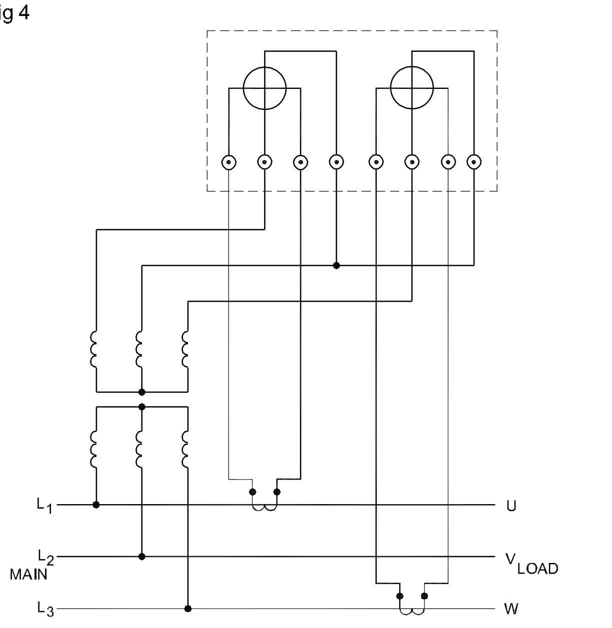
Fig 3



3-PHASE, 2 ELEMENT ENERGY METER WITH CT & PT

Fig 4 में CT और PT के साथ एक तीन घटक ऊर्जामापी जो एक तीन कला चार तार निकाय से जुडा है दिखाया गया है।

Fig 4



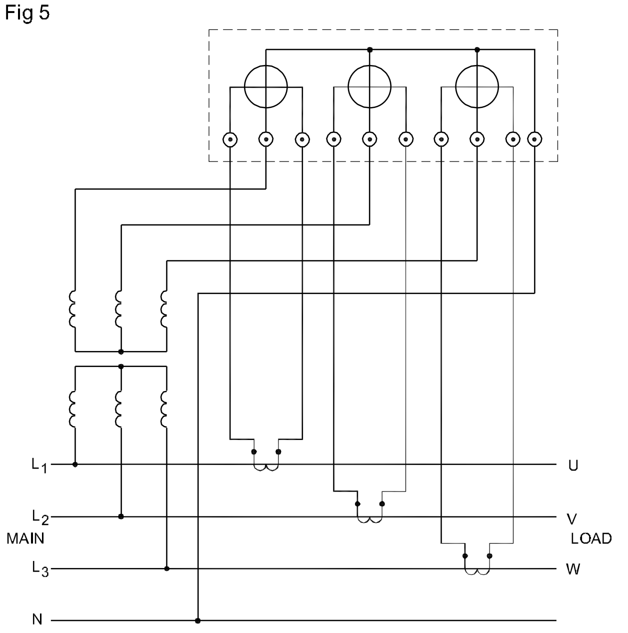
3-PHASE THREE ELEMENT ENERGY METER WITH CURRENT AND VOLTAGE TRANSFORMERS USED ON A 3-PHASE 3-WIRE SYSTEM. SEQUENCE IS UVW.

3-एलीमेन्ट एनर्जी मीटर CT और PT के साथ (CT and PT with 3-element energy meter) : Fig 5 में एक C.T और P.T वाला A3-एलीमेन्ट एनर्जी मीटर को 3-फेज़, 4-वायर सिस्टम के साथ जोड़ा हुआ दिखाया गया है ।

प्रयुक्त घनीय मापन 11kv अथवा उच्च वोल्टता के HT पंक्ति के साथ एक तीन कला CTs जिन्हें किआस्क कहते है PTsसे निर्मित होता है।

किआस्क से केबल्स मापी पैनेल पर आते है। सामान्यतः kWH, kVARH और KVAH को मापने के लिये त्रिसदिश मापी प्रयुक्त किया जाता है।

Fig 5



3-PHASE THREE ELEMENT ENERGY METER WITH CURRENT AND VOLTAGE TRANSFORMERS USED ON A 3-PHASE 4-WIRE SYSTEM. SEQUENCE IS UVW.

इस मीटर में तीन मीटर का सेटअप होता है जो kWH, kVARH और KVAH के रूप में लौड द्वारा पयुकू ऊर्जा को मापता है ।

अधिकतम मांग (MD) (Maximum demand) (MD) : इस त्रिसदिश मापी में अधिकतम मान संकेतक भी होता है जो भार की अधिकतम KVA निर्धारण को प्रदर्शित करता है । यदि प्रेरणित शक्ति 30 मिनट से अधिक बनी रहती है।

टैरिफ KVA में दण्ड के साथ इस अधिकतम मांग के लिये लिया जायेगा। यदि यह निर्धारण कारखाने द्वारा मांगे गये KVA निर्धारण से अधिक है।

उदाहरण* (Example) *2: एक उद्योग को 800KVA, 11kv तीन कला ऊर्जा आर्पूति की जानी है जो एक 5A, 110V, 3 कला ऊर्जामापी द्वारा मापनी है। PT और CT के अनुपात की गणना करें।

उद्योग आपूर्ति वोल्टता = 11KV

ट्रांसफार्मर निर्धारण = 800KVA

इसलिये धारा

$$= \frac{800}{11 \times \sqrt{3}} = \frac{800 \times \sqrt{3}}{11 \times \sqrt{3} \times \sqrt{3}}$$

$$= \frac{800 \times 1.732}{33} = \frac{1385.600}{33} = 42A$$

उपलब्ध तीन कला ऊर्जा मापी = 5A, 110V

CT के अनुसार = 42/5 = 8.4 अथवा मान लें 10 = 10:1

PT के अनुसार = 1100/110 = 100 = 100:1

***उदाहरण* (Example) 3 :** पहली मई को एक उद्योग 369 मात्रक पाठ देता है। जब उसे CT और PT द्वारा एक उद्योग से जोडा जाता है 31 मई को पाठ 426 हो जाता है यदि CT : 50A / 5A और PT : 1100V/ 110V है तो महीने में मापन गुणांक और उपभोगित ऊर्जा की गणना करे।

मापन गुणांक = CT अनुपात X PT अनुपात

$$= \frac{50}{5} \times \frac{11000}{110} = 10 \times 100 = 1000$$

उपभोगित ऊर्जा = मापक अन्तर X MC

= (426 - 369) x 1000

= 57 x 1000 = 57000 Units.

ट्रांसफार्मर में ह्रास - OC और SC परीक्षण - दक्षता - वोल्टेज विनियमन (Transformer losses - OC and SC test - efficiency - Voltage Regulation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **उन घटकों की सूची बताना में जिस पर लौह ह्रास निर्भर करता है**
- **ट्रांसफार्मर में होने वाले लौह तथा तांबा ह्रास के बीच का अन्तर स्पष्ट करना ।**

ह्रास (Losses)

ट्रान्सफर्मर में लौहा (core) ह्रास (Hysterisis + eddy current) और तांबा (Ohmic) अथवा लोड ह्रास होता है ।

आयरन (या) शून्य-भार ह्रास (Iron (or) No-load losses) : ट्रांसफार्मर के कोर की धातु, परिवर्तीय चुम्बकीय फ्लक्स से लिंक होती है। इसलिए इसमें परिसंचारी धारा प्रेरिणत हो जाती है। ये भवर धारा (eddy current), जैसा कि इन्हें कहते है, हिस्टेरिसेस कहलाये जाने वाले प्रभाव के साथ एक साथ, लौह कोर में ऊष्मा के रूप में शक्ति ह्रास उत्पन्न करते है।

जैसा कि ट्रांसफार्मर में कोर फ्लक्स सभी भारों पर व्यवहारिक रूप से स्थिर होता है, इसलिए सभी भारों के लिए कोर ह्रास भी स्थिर होता है। परिणाम स्वरूप कोर में सर्क्यूलेटिंग करन्ट एडी का उसके पश्चात् I^2R ह्रास होगा । इसको **आयन लास (अथवा) कोर लास (अथवा) कान्स्टेन्ट लास** भी कहते हैं ।

चूँकि ट्रान्सफार्मर में कोर फ्लक्स विशेष रूप से सभी भारों के लिए स्थिर रहता है, सभी भारों के लिए कोर ह्रास भी स्थिर होगा । इसको नो-लोड-लास भी कहते हैं ।

हिस्टरिसिस ह्रास $W_h = K_h B^{1.6}_m$ वाट,

भवर धारा ह्रास $W_e = K_e f^2 K_f B_m^2$

जहाँ K_h = हिस्टेरिसिस नियतांक,

K_f = फार्म गुणक (Form factor)

K_e = भवर धारा नियतांक

इन ह्रासों (Losses) को, कोर के लिए उच्च सिलिकन अन्तवस्तु (1.0 से 4.0 प्रतिशत तक) के इस्पात का उपयोग करने तथा बहुत पतले पटलित के उपयोग से न्यूनतम किया जा सकता है।

सिलिकान स्टील का उच्च संतृप्ति बिंदु, उच्च फ्लक्स घनत्व पर अच्छा परावैद्युतांक तथा मध्यम ह्रास होता है। सिलिकान, स्टील, शक्ति ट्रांसफार्मर श्रव्य निर्गत ट्रांसफार्मर तथा कई अन्य अनुप्रयोगों में बहुत उपयोग किया जाता है।

ट्रांसफार्मर की निवेशी शक्ति, जब भार रहित होती है तो उसमें कोर ह्रास होता है।

तांबे (या) भार ह्रास (Load losses): यह ह्रास मुख्यतः, ट्रांसफार्मर लपेटन के ओह्मिक प्रतिरोध के कारण होता है। प्राथमिक तथा द्वितीयक लपेटन के प्रतिरोध के द्वारा भार धारा, I^2R ह्रास उत्पन्न करते है, जो तांबे के तारो को गर्म करते है, तथा इसके कारण वोल्टता पतन होता है। इस ह्रास को तांबा ह्रास भी कहते है। ह्रास को लघु पथित परीक्षण से मापा जाता है।

ट्रान्सफार्मर में कोर ह्रास सभी भार स्थितियों में स्थिर ह्रास होता है । तांबे का ह्रास करन्ट के वर्ग के अनुपात में परिवर्तित होता रहता है ।

ट्रांसफार्मर का खुला परिपथ (O.C) परीक्षण (Open Circuit (O.C) test of a transformer)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

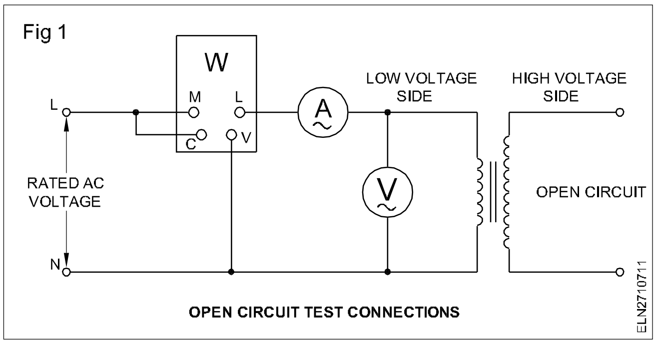
- **खुला परिपथ परिक्षण करने की विधि का वर्णन करना**
- **ठीक लौह ह्रास की गणना करना ।**

खुला परिपथ (The open circuit)

खुला परिपथ परीक्षण, भार रहित ह्रास या कोर ह्रास को ज्ञात करने के लिए किया जाता है।

इस परीक्षण में, एक लपेटन को निर्धारण वोल्टता दी जाती है। सुरक्षा के कारणों के लिए सामान्यतः कम वोल्टता लपेटन को, जब कि दूसरे को खुला परिपथ ही रहने दिया जाता है। ट्रांसफार्मर को आपूर्तित निवेशी शक्ति मुख्यतः कोर ह्रास को प्रदर्शित करता है। क्योंकि भार रहित धारा अपेक्षाकृत कम होता हैं, इसलिए इस परीक्षण के समय तांबा ह्रास को ध्यानहीन किया जा सकता है।

परिपथ उपकरण को Fig 1 में दर्शाया गया है। वाटमापी, कोर ह्रास को संकेत करता हैं। वोल्टमापी, निर्धारण वोल्टता को पंजीयन करेगा। वोल्टता के साथ संयोजन में अमीटर पाचांक, चुम्बकन शाखा के बारे में जानकारी प्राप्त करने के लिए आवश्यक आकड़े उपलब्ध करता है।



कोर ह्रास को, ट्रांसफार्मर के किसी भी साइड पर मापा जा सकता है। उदाहरण के लिए, यदि 3300/240V ट्रांसफार्मर का परीक्षण किया जा रहा हो तो वोल्टता, द्वितीयक साइड को दी जावेगी, क्योंकि 240V अधिक सरलता से उपलब्ध होती है।

ट्रांसफार्मर के किसी भी साइड पर मापा गया कोर ह्रास समान होगा, क्योकि 240V उस लपेटन को दिया जा रहा है, जिसमें उच्च वोल्टता साइड की अपेक्षा कम टर्न (लपेट) है। इसलिए वोल्ट / टर्न का अनुपात समान होता है। यह, ये संकेत करता है कि अधिकतम फ्लक्स का मान, किसी भी स्थिति में समान है।

कोर ह्रास, अधिकतम फ्लक्स पर निर्भर करता है। OC परीक्षण आपूर्ति की आवृत्ति को, ट्रांसफार्मर की निर्धारण आवृत्ति के समान होना चाहिए।

वास्तविक (सटीक) लौह ह्रास (W_i) की इस सूत्र द्वारा गणना की जा सकती है

लौह ह्रास $= W_i = W_0$ - भारहीन तांबा ह्रास

$W_i = W_o - (I_0)^2 R$

W0 = भाररहित वाटमीटर को रीडिंग

भारत रहित तांबा ह्रास $= (I_0)^2 R$

R = वाइन्डिंग का प्रतिरोध जिसमें OC परीक्षण की गणा की जाती है ।

I_0 = भार रहित करन्ट

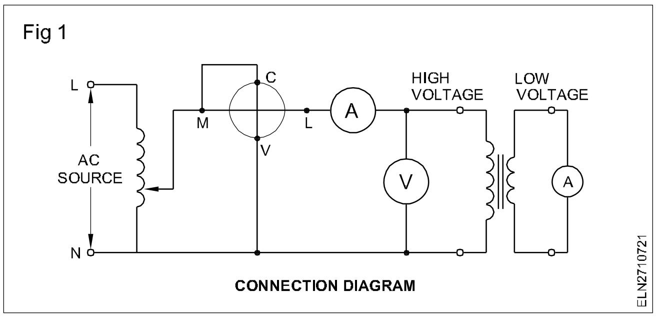
ट्रांसफार्मर का लघु परिपथ परीक्षण (Short circuit (S.C) test of a transformer)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

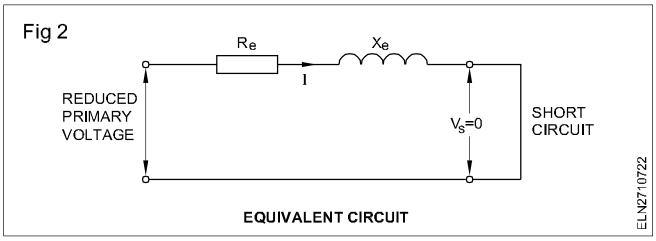
- **एकल कला ट्रांसफार्मर का लघु परिपथ परीक्षण करने की विधि बताना**
- **उच्च वोल्टता परिपथ के परिप्रेक्ष्य में, ट्रांसफार्मर के तुल्य प्रतिरोध तथा समतुल्य रिआक्टान्स की गणना करना**
- **तांबा ह्रास की गणना करना ।**

लघु पथित परीक्षण (Short circuit test) :

लघुपथित परीक्षण को, OC परीक्षण के अतिरिक्त ट्रांसफार्मर तुल्य परिपथ प्राचल को ज्ञात करने के लिए आवश्यक होता है। लघुपथित परीक्षण के लिए उपकारण के सम्बंधन आरेख को Fig 1 में दर्शाया गया है।



ट्रांसफार्मर की कम वोल्टता साइड को लघुपथित किया जाता है। ट्रांसफार्मर के उच्च वोल्टता लपेटन पर दी गयी कम वोल्टता को इस तरह से समायोजित किया जाता है कि निर्धारण धारा, अमीटर में से प्रवाह हो। इस स्थिति में ट्रांसफार्मर की प्रतिबाधा (Impendance), Fig 2 में दर्शाये गये अनुसार, केवल तुल्य प्रतिबाधा ही होती है।



परीक्षण को उच्च वोल्टता साइड पर किया जाता है, क्योंकि निर्धारण वोल्टता की कम प्रतिशत का प्रयुक्त करना सुविधाजनक होता है। 3300V/240V ट्रांसफार्मर की स्थिति में, 240V के 5% की अपेक्षा 3300V के 5% के साथ व्यवहार करना अधिक सरल तथा अधिक यथार्थ (Accurate) है।

प्राथमिक वोल्टता को अत्याधिक कम करने के साथ फ्लक्स भी उसी सीमा तक कम हो जायेगा, क्योकि कोर ह्रास, फ्लक्स के वर्ग के लगभग समानुपाती होता है। इसलिए यह व्यवहारिक रूप से शून्य होता है।

अतः निवेशी शक्ति को मापने के लिए प्रयुक्त वाटमापी, केवल तांबा ह्रास को ही संकेत करेगा, इसलिए निर्गत शक्ति शून्य होती है। उपकरण से प्राप्त निवेशी आकड़े से तुल्य प्रतिकार्यता की गणना की जा सकती है। ज्ञात किये गये सभी मान उच्च वोल्टता साइड के पदों में होते है।

R_e तुल्य प्रतिरोध है।

X_e तुल्य प्रतिकार्यता है।

R_{eH} उच्च वोल्टता साइड पर तुल्य प्रतिरोध है।

X_{eH} उच्च वोल्टता साइड पर तुल्य प्रतिकार्यता है।

Z_{eH} उच्च वोल्टता साइड पर तुल्य प्रतिबाधा है।

$$R_{eH} = \frac{P_{SC}}{I^2_{SC}} \text{ ohms}$$

$$Z_{eH} = \frac{V_{SC}}{I_{SC}} \text{ ohms}$$

$$\text{and } X_{eH} = \sqrt{Z^2_{eH} - R^2_{eH}} \text{ ohms}$$

जहाँ I_{sc}, V_{sc} तथा P_{sc} क्रमशः लघुपथित एम्पियर, वोल्ट तथा वाट है तथा R_{eH}, Z_{eH} तथा X_{eH}, उच्च वोल्टता साइड के पदों में क्रमशः प्रतिरोध, प्रतिबाधा तथा प्रतिकार्यता है।

उदाहरण (Example)

एक 20kVA, 2400V/ 240V, 50Hz ट्रांसफार्मर पर लघुपथित परीक्षण में निम्नलिखित आकड़े प्राप्त हुए थे।

V_{SC}, = 72V, I_{SC} = 8.33A, P_{SC} = 268W.

उपकरण को उच्च वोल्टता साइड पर लघुपथित में रखा गया था। उच्च वोल्टता साइड के तुल्य ट्रांसफार्मर प्राचल को ज्ञात कीजिए।

हल (Solution)

$$R_{eH} = \frac{P_{SC}}{I^2_{SC}} = \frac{268}{(8.332)^2} = 3.86\,\Omega$$

$$Z_{eH} = \frac{V_{SC}}{I_{SC}} = \frac{72}{8.33} = 8.64\,\Omega$$

$$\text{and } X_{eH} = \sqrt{Z^2_{eH} - R^2_{eH}}$$

$$= \sqrt{8.64^2 - 3.86^2} = 7.73\,\Omega$$

ट्रांसफार्मर की दक्षता (Efficiency of transformer)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **प्राथमिक के सन्दर्भ में भार प्रतिबाधा की गणना करना**
- **रिसाव फ्लक्स और क्षरण प्रतिघात को वर्णित करना**
- **एक वितरण ट्रांसफार्मर की सकल दिवस दक्षता की परिभाषा देना ।**

ट्रांसफार्मर की दक्षता (Efficiency of transformer) :

सामन्यतः किसी वैद्युत उपकरण की दक्षता

$$\eta = \frac{\text{निर्गम शक्ति}}{\text{निवेश शक्ति}} = \frac{\text{निर्गम शक्ति}}{\text{निर्गम शक्ति + ह्रास}} \quad ...(1)$$

जहांः η दक्षता को व्यक्त करने वाला प्रतीक है। जब समीकरण (1) को गुणक 100 से गुणा कर देते है दक्षता प्रतिशत में होगी।

ट्रासंफार्मर की दक्षता 95 से 98% के परास में उच्च होती है इसका अर्थ है कि ट्रासंफार्मर ह्रास निवेश शक्ति का 2 से 5 % तक होते है।

दक्षता की गणना करते समय यह उत्तम है कि निवेश और निर्गम शक्तियों का सीधा मापन न करके ट्रासंफार्मर ह्रास को ज्ञात किया जाय। जब बडे ट्रासंफार्मर को लेते है अप्रहस्तित शक्ति केवल परीक्षण के प्रयोजन के लिये आरोपित करने लिये अति अधिक होती है।

ट्रासंफार्मर निर्धारण निर्गम kVA (MVA) पर अधारित होती है इसलिये दक्षता के समीकरण को निम्न प्रकार लिख सकते है।

$$\eta = \left| \frac{KVA_{out} \times PF}{(KVA_{out} \times PF) + \text{Copper loss} + \text{core loss}} \right|$$

अधिकतम दक्षता की स्थिति (Condition for maximum efficiency):

एक ट्रान्सफार्मर की दक्षता तब अधिकतम होती है जब स्थित ह्रास परिवर्तनशील ह्रास के समान होता है । दूसरे शब्दों में तांबे का ह्रास, लौहे के ह्रास के समान हो तो दक्षता अधिकतम होता है ।

उदाहरण (Example): एक ट्रासंफार्मर का निर्धारण 10 kVA 2200/ 220V 50Hz निम्न परिणामों के साथ परीक्षित किया गया।

लघु पथित शक्ति निवेश परीक्षण = 340 W

खुला परिपथ शक्ति निवेश परीक्षण = 168 W

ज्ञात करें

i) इस ट्रासंफार्मर की पूर्ण भार पर दक्षता

ii) भार जिस पर अधिकतम दक्षता होती है।

भार शक्ति गुणक 0.80 पश्च है।

हल :

i) पूर्ण भार पर दक्षता η_{FL}

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{(10 \times 10^3 \times 0.8)\ 100}{(10 \times 10^3 \times 0.8) + \text{Cu loss} + \text{Iron loss}}$$

$$= \frac{(10000 \times 0.8)\ 100}{(10000 \times 0.8) + 340 + 168}$$

= 94.0%.

ii) अधिकतम दक्षता उस भार पर होती है जब तांबा ह्रास = क्रोण ह्रास

इस प्रकार तांबा ह्रास = क्रोण ह्रास = 168W

माना पूर्ण भार धारा = I

अधिकतम दक्षता पर धारा = I'

तब पूर्ण भार तांबा ह्रास I^2R_{eq} = 340W

η_{max} पर तांबाह्रास = $(I')^2 \times R_{eq}$ = 168W

Therefore, $\frac{I^2 R_{eq}}{I'^2 R_{eq}} = \frac{340}{168}$

or $I' = I\sqrt{\frac{168}{340}}$

यह वह गुणक है जिससे शक्ति कम होती है

Therefore, $P_{atmax\eta} = \sqrt{\frac{168}{340}} \times (10000 \text{x} 0.8)$

= 5623 W

$P_{atmax\eta}$ = 5623 W

= 70.26% of 8000 W

= 0.7026 of full load.

or

Therefore, $\eta_{max} = \frac{5623}{5623 + 168 + 168} \times 100$

= 94.36%.

सकल दिवस दक्षता (All day efficiency)

प्रदीप्त, ट्रासंफार्मर और अधिकतम वितरण ट्रासंफार्मर दिवस में कुल 24 घण्टों तक पूर्ण भार पर नही होते। इस प्रकार के वितरण की प्रचालन दक्षता रखने के लिये ट्रासंफार्मर्स अभिकल्पित किये जाते है जिससे पूर्ण भार की तुलना में लघु मान पर उनकी दक्षता अधिकतम हो।

All day efficiency

$$= \frac{\text{Output in 24 hours}}{\text{Output in 24 hours + losses in 24 hours}}$$

$\eta_{all\ day}$

$$= \frac{\text{Output KWh 24 hours}}{\text{Output KWh(24 hours) + losses KWh (24 hours)}}$$

यहाँ लोहे का ह्रास पूरी अवधि के लिए गिना जाता है जबकि तांबे का ह्रास उस पर निर्भर करता है कि ट्रान्सफार्मर कितने समय तक लोड किया गया है और लोड का प्रतिशत क्या है ।

उदाहरण : एक 100 kVA वितरण ट्रासंफार्मर का पूर्ण ह्रास 3kW है पूर्ण भार पर ह्रास लौह और तांबा ह्रासों में समान रूप से विभाजित होते है। किसी दिन ट्रासंफार्मर को प्रदीप्त भार से सम्बन्धित किया जाता है और निम्न दिये गये भारों पर प्रचालित किया जाता है।

a) पूर्णभार पर एकांक P.F. 3 घण्टे

b) अर्धपूर्ण भाग पर एकांक P.F. 4 घण्टै

c) दिवस के शेष भाग में नगण्य।

सकल दिवस की दक्षता की गणना करें।

हल (Solution):

चूंकि भार मुख्य रूप से प्रदीप्त का है P.F. = 1.0

a) पूर्ण भाग पर तीन घण्टों में ऊर्जा निर्गम

= 100 KVA x 1 x 3 = 300 KWh

b) अर्ध पूर्ण भार पर चार घण्टें में ऊर्जा निर्गम

= 100 x 1/2 x 1 x 4 = 200 KWh.

पूर्ण भार के समय KwH मे नष्ट ऊर्जा

= 3 KW x 3h = 9 KWh.

पूर्ण भार पर

लौह ह्रास = ताबां ह्रास = 3.0 ÷ 2 = 1.5 kW

अर्ध पूर्ण भार पर तंबा ह्रास

= 1.5 x $(1/2)^2$ = 1.5/4 KW.

इसलिये अर्ध पूर्ण भार के समय ऊर्जा ह्रास

= 4 घण्टों के लिये लौह ह्रास + 4 घण्टों के लिये तांबा ह्रास

= (1.5 x 4) + (1.5/4 x 4)

= 6 + 1.5 = 7.5 KWh.

ट्रासंफार्मर (24-7) घण्टे = 17 घण्टे शून्य भार रहता है।

17 घण्टों के लिये स्थिर ह्रास = 1.5 x 17 = 25.5 KWh.

24 घण्टों के लिये कुल हास = (9 + 7.5 + 25.5) KWh

= 42 KWh

$\eta_{all\ day}$

$$= \frac{\text{Output} \quad \text{KWh} \quad 24 \text{ hours}}{\text{Output} \quad \text{KWh}(24 \quad \text{hours}) \quad + \text{losses} \quad (24 \quad \text{hours})}$$

$$\frac{(300 \quad + 200)}{(300 \quad + 200) \quad + 42} = 0.922$$

$\eta_{allday} = 92.2\%$

ट्रांसफार्मर का वोल्टता नियामन (Voltage regulation of transformers)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **ट्रांसफार्मर के वोल्टता नियामन को परिभाषित करना**
- **ट्रांसफार्मर के वोल्टता नियामन की गणना करना ।**

वोल्टता नियामन (Voltage regulation) :

एक ट्रासंफार्मर का वोल्टता नियामन शून्य भार पर द्वितीयक वोल्टता के बीच का अन्तर होता है जिसे पूर्ण भार वोल्टता के प्रतिशत में व्यक्त किया जाता है। प्राथमिक अथवा आरोपित वोल्टता स्थिर रहना चाहिये।

यह एक अतिरिक्त प्रतिबन्ध है जो कि ट्रासंफार्मर के प्रकरण में पूर्ण होना चाहिये।

साथ ही भार के लिये शक्ति गुणक ही बताना चाहिये क्योंकि वोल्टता नियामन भार शक्ति गुणक पर निर्भर नही करता जैसा कि तुल्य कालिक जनित्रों के साथ होता है।

सामान्यतः

$$\text{वोल्टता नियामन} = \frac{V_{noload} - V_{load}}{V_{load}} \times 100\%$$

माना कि शून्य भार पर द्वितीयक टर्मिनल वोल्टता V_0 है

भार पर द्वितीयक टर्मिनल वोटता V_S है

$$\text{तो प्रतिशत नियामन} = \frac{V_o - V_S}{V_S} \times 100$$

गणना में प्रयुक्त किये गये आंकिक मान इस बात पर निर्भर करते है कि कौन से लपेट तुल्य परिपथ के लिये सन्दर्भ की भांति प्रयोग में लायी जाती है। प्रतिबाधा मान को चाहे प्राथमिक पर स्थान्तरित कर दिया जाय अथवा ट्रासंफार्मर के द्वितीयक पर स्थान्तरित कर दिया जाय प्राप्त परिणाम समान होते है।

***उदाहरण* (Example):**

11KV/440V, 100KVA ट्रान्सफार्मर का द्वितीय वोल्टेज पर नो-लोड पर 426 V है । पूरे लोड के स्थिति में 0.92 पावर फैक्टर पर वही 410V है। ट्रान्सफार्मर के वोल्टेज रेग्युलेशन के प्रतिशत की गणना करें ।

हल (Solution):

$$\text{\% वोल्टेज रेग्युलेशन का प्रतिशत} = \frac{V_o - V_S}{V_S} \times 100$$

$$\text{वोल्टेज रेग्यूलेशन का\%} = \frac{426-410}{410} \times 100$$

$$= \frac{16}{10} \times 100$$

$$= 3.9\%$$

दो एकल फ़ेज ट्रान्सफार्मरों का समान्तर प्रचालन (Parallel operation of two single phase transformers)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **ट्रान्सफार्मर के समांन्तर प्रचालन की आवश्यकता स्पष्ट करना**
- **दो ट्रासंफार्मर को समान्तर में सम्बन्धित करने के लये पूर्ण किये जाने वाले प्रतिबन्धों की सूची बताना**
- **प्रत्येक प्रतिबन्ध के महत्व को वर्णित करना।**

ट्रान्सफार्मरों के समान्तर प्रचालन की आवश्यकता (Necessity of parallel operation of transformers)

1 जब पावर की माँग बढ़ जाए तो दो अथवा अधिक ड्रान्सफार्मरों का समान्तर प्रचालन हो सकता है ।

2 जब पावर की माँग घट जाए तो केवल आवश्यक ट्रान्सफार्मरों उनकी पूर्ण लोड दक्षता के साथ का चलाया जा सकता है । बाकी के ट्रान्सफार्मरों का स्वीट्च "ऑफ" किया जा सकता है और उनको सामान्य रखरखाव/ सर्विसिंग के लिए भेजा जा सकता है ।

3 इस प्रकार ट्रान्सफार्मर के प्रयोग की अवधि और दक्षताएँ बढ़ती है और ह्रास में कभी आती है ।

4 इस पावर की अधिक विश्वसनीयता बढ़ाता है अर्थात् यदि एक ट्रान्शफार्मर खराब हो जाता है अथवा काम नहीं करता तो अन्य ट्रान्सफार्मर कुछ लोड़ की मात्र की आपूर्ति कर सकते हैं ।

5 बहुत बड़ा एक मात्र ट्रान्सफार्मर बनाना आर्थिक दृष्टि से लाभदायक नहीं है । अतः दो या अधिक ट्रान्सफार्मरों का अधिकतम दक्षता के साथ समांतर चलना आर्थिक रूप में अधिक लाभदायक है ।

6 छोटे ट्रान्सफार्मरों के रखरखाव की कार्यसूची बनाना आसान होता है जिससे रखरखाव और स्पेरपार्टों का खर्चा कम हो जाता है ।

शर्तों (Conditions)

1 समान वोल्टता अनुपात

2 इनपुट वोल्टेज समान होना चाहिए

3 समान प्रति एकाकं (अथवा प्रतिशत) प्रति बाधा

4 समान ध्रुवता

5 समान कला अनुक्रम और शून्य आपेक्षिक कला विस्थापन, for 3 phase transformers.

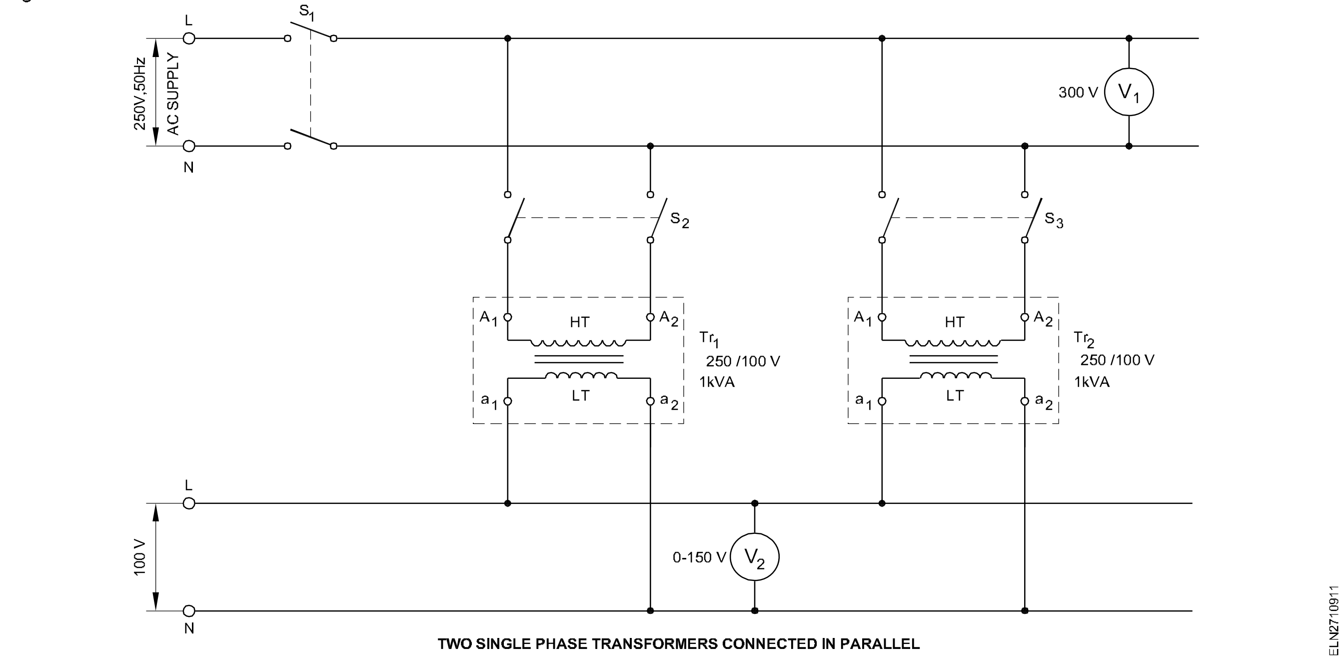
इनमें से (4) और (5) पूर्ण रूप से अनिवार्य है और (1) और (2) को अति सूक्ष्मता से सतुष्ट करना चाहिये।

(3) के साथ एक व्यापक सीमा तक छूट होती है लेकिन यह लगभग सत्य है। अनेक ट्रासंफार्मरों के बीच, भार विभाजन उत्तम होगा।

समान्तर प्रचालन (Parallel operation)

Fig 1 में समान्तर में सम्बन्धित दो एकल कला ट्रासंफार्मर प्रदर्शित किये गये है इनके प्राथमिक लपेट एक ही आपूर्ति से जुडे है और द्वितीयक लपेट एक उभय भार को आपूर्ति प्रदान करता है।

Fig 1



TWO SINGLE PHASE TRANSFORMERS CONNECTED IN PARALLEL

जब समान्तर में दो अथवा अधिक ट्रासंफार्मर प्रचालित हो रहे है तो उनको सतोंष जनक प्रदर्शन के लिये निम्न प्रतिबन्ध पूरे होने चाहिये।

वोल्टता अनुपात (Voltage ratio) : यदि विभिन्न ट्रासंफार्मर के खुले द्वितीयक होने पर यदि वौल्टता पाठ समान्तर में है तो यह समान मान प्रदर्शित नही करेगा। उसमें द्वितीयकों के बीच परिसंचरित धारायें होगी। (इसलिये प्राथमिक में भी) जब द्वितीयक टर्मिनल समान्तर में सम्बन्धित है। ट्रासंफार्मर की प्रतिबाधा लघु है इसलिये विभवान्तर का लघु प्रतिशत यथेष्ट धारा को परिसंचरित कर सकता है और अतिरिक्त ह्रास I^2R उत्पन्न कर सकता है।

जब द्वितीयकों पर भार होता है तो परिसंचरण धारा असमान भारण स्थितियां उत्पन्न करने की प्रवृत्ति देगी। इसलिये पूर्ण भार समान्तर सम्बन्धित समूह से, बिना एक ट्रासंफार्मर के, अतिरिक्त उष्मित हो जाने पर पूर्ण भार निर्गम असम्भव होगा।

प्रतिबाधा (Impedance) : दो ट्रासंफार्मर द्वारा ले जायी गयी धारायें उनके निर्धारण के अनुपात में होती है

- यदि उनकी आंकिक अथवा ओमिक प्रतिबाधायें उनके निर्धारण के विलोमानुपात में है और
- उनकी एकांक प्रतिबाधायें समान है।

प्रति एकांक प्रतिबाधा के गुणता गुणक में अन्तर (अर्थात प्रतिबाधा का प्रतिरोध से अनुपात) दो धाराओं के विचलन कोण में परिणमित होता है इसलिये सयुक्त निर्गम की तुलना में एक ट्रासंफार्मर उच्च और दूसरा लघु शक्ति गुणक पर कार्य करेगा।

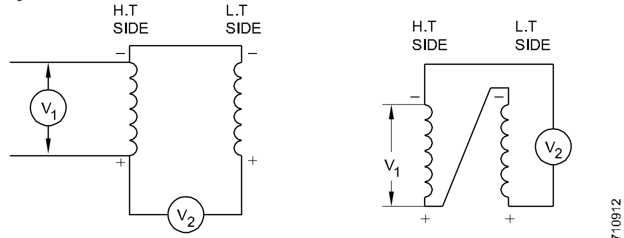
ध्रुवता अथवा टर्मिनलों का सत्यापन (Verification of terminals or Polarity) : ट्रासंफार्मर के प्रकरण में ध्रुवता का अर्थ प्राथमिक और द्वितीयक लपेटों में आपेक्षिक चिन्हांकन होता है और द्वितीयक लपेटों में emf का अधिकतम मान समान क्षणों पर होता है। जब दो अथवा अधिक ट्रासंफार्मर को उनके प्राथमिक और द्वितीयक ओर से समान्तर में जोडना है तो समान ध्रुवता के टर्मिनल को एक साथ जोडा जा सकता है अन्यथा दो लपेटों के बीच उच्च परिसंचरण धारा उत्पन्न होगी।

ध्रुवता को ज्ञात करने के लिये मानक प्रक्रिया को नीचे स्पष्ट किया जा रहा है :-

- उच्च वोल्टता लपेट के एक सिरे को लघु वोल्टता लपेट के एक सिरे से Fig 2a के साथ सम्बन्धित करें।
- दो खुले सिरों के बीच एक वोल्ट मापी को सम्बन्धित करें
- लपेटों की निर्धारित वोल्टता से अधिक वोल्टता उच्च अथवा लघु वोल्टता लपेट पर न करें।

यदि V_2 का पाठ V_1 से कम है जैसा कि Fig 2a में प्रदर्शित किया गया है प्राथमिक और द्वितीयक emf विरोध में होते है धनात्मक ओर के लिये प्राथमिक पर चिन्हांकन A_1 होगा और ऋणात्मक के लिये A_2 होगा यदि सम्बन्ध Fig 2b के अनुसार होते है वोल्ट मीटर V_2 V_1 की तुलना में अधिक पढेगा। इससे यह निश्चित होता है कि विपरीत सिरे सम्बन्धित है।

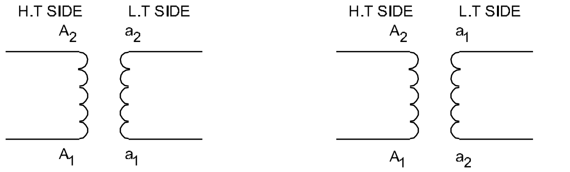
Fig 2



a) V_2 IS LESS THAN V_1 (V_P-V_S)VOLTS   b) V_2 IS MORE THAN V_1 (V_P+V_S)VOLTS

यदि ट्रासंफार्मर में एक ओर समान सिरे Fig 3a के अनुसार है तो ध्रुवता चिन्हांकन घटात्मक होगा। यदि विपरीत सिरे एक ओर Fig 3b के अनुसार है तो ध्रुवता चिन्हांकन योगन ध्रुवता चिन्हांकन कहलाता है ।

Fig 3



a) SUBTRACTIVE POLARITY MARKING   b) ADDITIVE POLARITY MARKING

ट्रासफार्मर का श्रेणीबद्ध (सिर्फ सेकण्ड्री) में प्रचालन (Series (Secondary only) operation of transformers)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **श्रेणीबद्ध में प्रचालन की आवश्यकता का वर्णन करना**
- **श्रेणीबद्ध में प्रचालन को पूर्ण करने की शर्तो का वर्णन करना।**

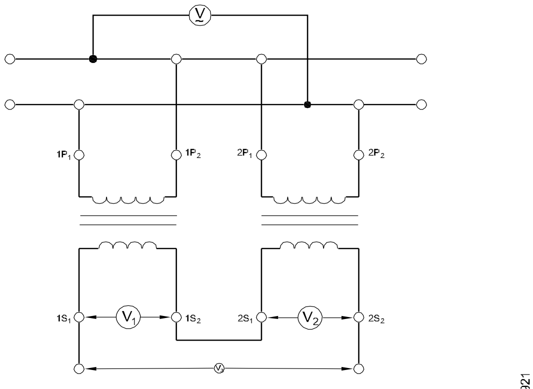
श्रेणीबद्ध प्रचालन (Series operation)

(Fig 1) में दो समान ट्रांफार्मर को श्रेणीक्रम में (सिर्फ सेकण्ड़ी) प्रचालन का संयोजन डायग्राम दिखाया गया है।

श्रेणी बद्ध प्रचालन की आवश्यकता (Necessity for series)

सामान्यतः ट्रांसफार्मर कुछ मानक में ही समान इनपुट और आऊटपुट (secondary) वोल्टेज में उपलब्ध होता है परंतु कुछ माध्यमिक मान जैसे , 36V, 48 V विशेष उद्देश्य हेतू प्राप्त करने ट्रांसफार्मर (सेकण्ड्री सिर्फ) को श्रेणी में प्रचालन आवश्यक है।

Fig 1



SERIES OPERATION OF TRANSFORMERS (SECONDARY ONLY)

श्रेणी प्रचालन में यदि दोनों ट्रांसफार्मर का सेकण्ट्री समान ध्रुवता से संयोजित किया गया हो तब वोल्टेज का योग होता है परंतु करंट रेटिंग समान होता है।

श्रेणी बद्ध पचालन की शर्तें (Condition for series operation)

दोनो ट्रांसफार्मर में समान होना चाहिए-,

a) वोल्टेज अनुपात/टर्न अनुपात समान होना चाहिए

b) ध्रुवता (Polarities) समान हो

c) दोनों T/F की कोर समान हो (कोर या सैल टाइप)

d) दोनों ट्रांसफार्मर की इनपुट वोल्टेज समान होना चाहिए

e) दोनो ट्रांसफार्मर को KVA रेटिंग समान होना चाहिए

f) प्रतिशत इंपीडेंस/ प्रतियूनिट इंपीडेंस दोनो ट्रांसफार्मर समान होना चाहिए।

सावधानियाँ (Precautions)

- **दोनों ट्रांसफार्मर की सेकण्ड्री का ध्रुवता संयोजन सही तरीके से होना चाहिए श्रेणी संयोजन की तरह वोल्टेज को जोड़कर प्राप्त करने से आऊटपुट वोल्टेज शून्य प्राप्त होगा।**
- **यदि आऊटपुट वोल्टेज एक ट्रांसफार्मर के सेकण्ड्री से दो गुना वोल्टेज प्राप्त हो रहा हो। तो स्थिति में सकेण्ड्री वाइंडिंग के इंसुलेशन स्तर की जाँच कर सावधानी रखें।**

तीन फेस ट्रासंफार्मर - सम्बन्धन (Three Phase transformer - Connections)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **ट्रान्सफर्मर सम्बन्धनों तीन फेज ट्रान्सफ्रमों का कोणीय डाइवर्जन बताना**
- **विभिन्न प्रकार के सम्बन्धनों के लिये उच्च वोल्टता और लघु वोल्टता लपेटों के बीच कलान्तर को घडी की घण्टा सुई द्वारा व्यक्त करना**
- **ट्रान्सफार्मरों का वेक्टर समूह बताना**
- **ट्रासंफार्मर के स्काट सम्बन्ध का स्पष्टीकरण करना और इसके उपयोग बताना ।**

ट्रासंफार्मर बैंक (Transformer Bank)

अन्य वैद्युत युक्तियों की भांति ट्रासंफार्मर को भी श्रेणी समान्तर दो कला अथवा तीन कला व्यवस्था में सम्बन्धित किया जा सकता है जब इन्हें, इन्में से किसी प्रबन्धन में समूहित किया जाता है तो समूह ट्रासंफार्मर बैंक कहलाता है।

एक तीन कला ट्रासंफार्मर के उच्च वोल्टता और लघु वोल्टता लपेटों के टर्मिनल्स स्टार में अथवा डेल्टा में एक तीन कला निकाय से जोडने के लिये सम्बन्धित किये जाते है।

ट्रासंफार्मर के किसी एक भाग के प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डल में प्रेरित emf होर्ती है जो समय कला में हैं। तीन एकल कला ट्रासंफार्मर के बैंक को भी इसी प्रकार सम्बन्धित किया जा सकता है जब प्राथमिक उच्च वोल्टता लपेट टर्मिनल्स माना कि स्टार में और द्वितीयक लघु वोल्टता लपेट टर्मिनल माना डेल्टा में सम्बन्धित किये जाते है तो यह कहा जाता है कि ट्रासंफार्मर लपेट स्टार डेल्टा में सम्बन्धित है। (Y -Δ अथवा Y-d) इसी प्रकार

स्टार - स्टार (Yy)

डेल्टा – डेल्टा (Dd)

और डेल्टा – स्टार (Dy) सम्बन्धों को प्रयुक्त किया जा सकता है।

सम्बन्ध का प्रकार	**उच्च वोल्टता किनारा**	**लघु वोल्टता किनारा**
डेल्टा	D	d
स्टार	Y	y
जिगजैग	Z	z

कोणीय विस्थापन (अपसरण) (Angular displacement (Divergence)): इन सम्बन्धों के उच्च वोल्टता और लघु वोल्टता किनारों के टर्मिनल वौल्टताओं के बीच एक निश्चित कला सम्बन्ध होता है। उच्च वोल्टता और लघु वोल्टता के बीच समय कला सम्बन्ध इस बात पर निर्भर होगा कि लपेट किस तरह से सम्बन्धित है।

यदि उच्च वोल्टता और लघु वोल्टता किनारों की लपेट स्टार-स्टार अथवा डेल्टा-डेल्टा में Fig 1 (a) (b) के अनुसार सम्बन्धित है तो कला विस्थापन शून्य होगा। लेकिन यदि लघु वोल्टता लपेट सम्बन्धों को Fig 2 (a) (b) के अनुसार उत्क्रमित कर दिया जाय तो प्रेरित वोल्टातओं में उच्च वोल्टता और लघु वोल्टता लपेट में समय कला विस्थापन 180° होगा।

Fig 1

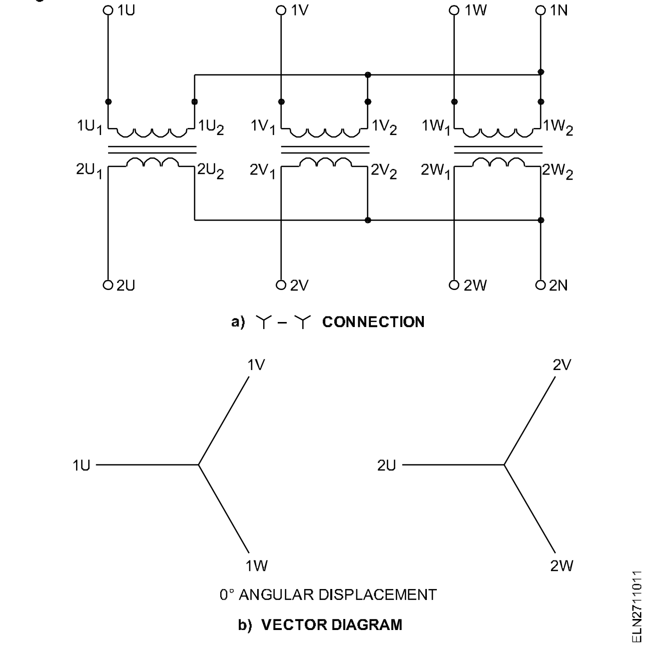
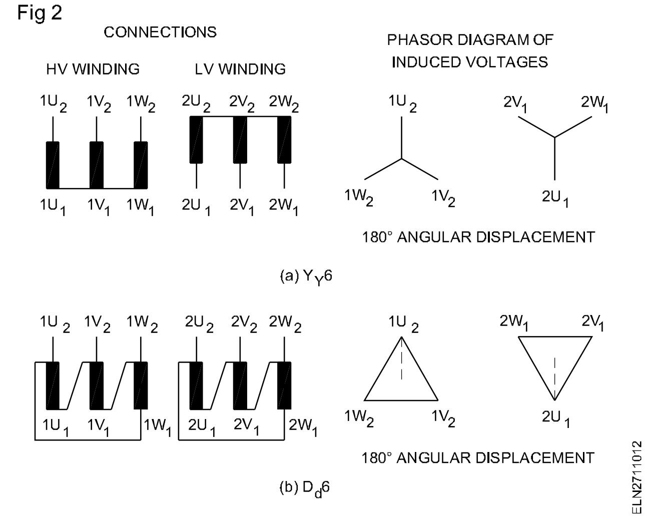


Fig 2



यदि प्राथमिक उच्च वोल्टता और द्वितीयक लघु वोल्टता किनारों की लपेटों को Y-D अथवा D-y में Fig 3 (a) (b) के अनुसार है कला विस्थापन 30° होगा।

दक्षिणावर्त दिशा में विस्थापन की दिशा ऋणात्मक और वामावर्त दिशा में धनात्मक होती है।

यदि लपेटों को Y-d अथवा D-y में Fig 4 (a) (b) के अनुसार सम्बन्धित किया जाय तो टर्मिनल वोल्टता का विस्थापन +30° होगा।

लघु वोल्टता किनारे में Fig 3a और Fig 4a में निर्मित सम्बन्धों में परिवर्तन पर ध्यान दें। इसी प्रकार Fig 3b और Fig 4b में प्रदर्शित उच्च वोल्टता किनारे की लपेट सम्बन्धों में परिवर्तन से विस्थापन कोण में अन्तर होता है।

Fig 3

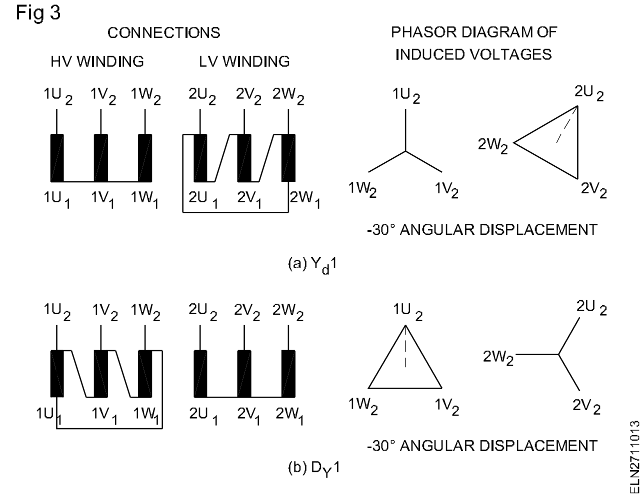
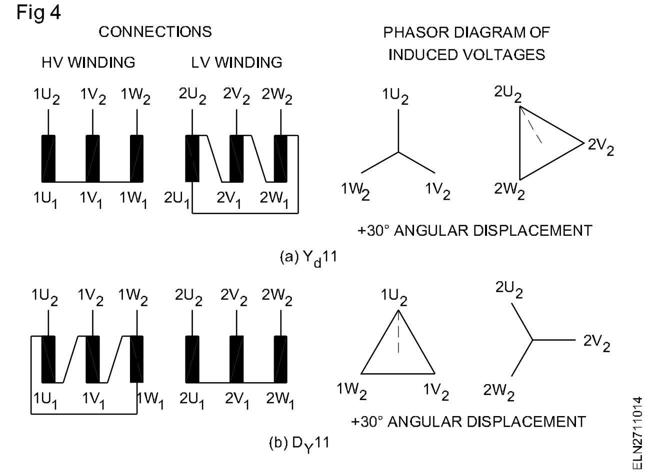


Fig 4



घडी के घण्टे सुई द्वारा कला विस्थापन को व्यक्त करना (Representation of phase displacement by hour hand of a clock): HV, LV लपेटों के बीच विभिन्न प्रकार के सम्बन्धों के लिये कला अन्तर को एक घडी के घण्टे की सुई से तुलना करके व्यक्त किया जा सकता है।

जब घडी की घण्टे की सुई 12° स्थिति पर होती है तो इसको Fig 5a के अनुसर शून्य विस्थापन माना जाता है।

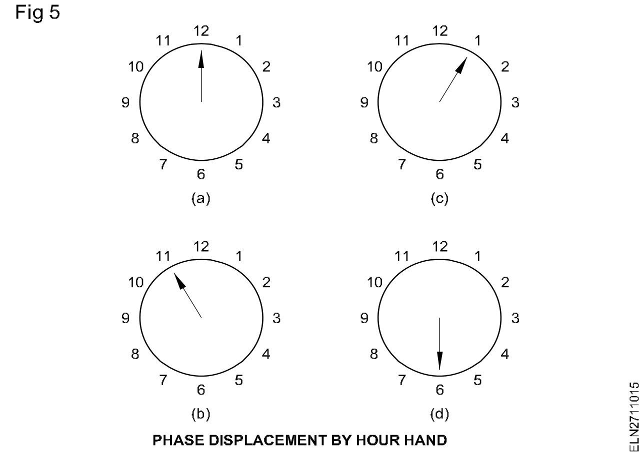
जब घण्टे की सुई की स्थिति 6° स्थिति में विस्थापन 180° होता है।

जब घडी की सुई 1° स्थिति में विस्थापन -30° होता है।

जब यह घडी की स्थिति 11° पर होती है विस्थापन +30° होता है। वामावर्ती धनात्मक है। (Anticlockwise is positive.)

Fig 1 और Fig 4 के सम्बन्धों को क्रमशः व्यक्त किया जा सकता है।

Fig 5



सदिश समूह (Vector groups): hv, lv किनारों में वोल्टता के कला विस्थापन के अनुसार ट्रांसफार्मर का वर्गीकरण समूहो में किया जाता है। जिन्हें सदिश समूह कहते है। hv, lv किनारों के बीच समान कला विस्थापन वाले ट्रांसफार्मर एक समूह में वर्गीकृत होते है। विभिन्न सदिश समूह व्यवस्था जो प्रयोग में लायी जाती है और उनके सम्बन्ध प्रतीक भारतीय मानक IS: 2026 (भाग IV)- 1977 में दिये गये है।

ट्रांसफार्मर के सतोंष प्रद समान्तर प्रचालन के लिये उनको समान सदिश समूह का होना चाहिये। नीचे कुछ विशिष्ट सम्बन्ध दिये गये है जिनके लिये कला अनुक्रम और कोणीय विस्थापन की दृष्टि से ट्रांसफार्मर को समान्तर में प्रचालित किया जा सकता है।

ट्रांसफार्मर 1: Yy	Yd	Yd	
ट्रांसफार्मर 2: Dd	Dy	Dy	

विभिन्न समूह	सम्बन्धों के प्रकार	
0	Dd0	Yy0
1	Yd1	Dy1
5	Dy5	Yd5
6	Dd6	Yy6
11	Dy11	Yd11

स्कॉट सम्बन्ध अथवा T.T सम्बन्ध (Scott connection or T.T. connection): कुछ विशेष उपस्करों में इनके तीन कला सम्बन्ध के लिये वांछित निकाय में उपलब्ध के अनुसार वांछित लाइन वोल्टता मानक निर्धारण नही हो सकती है। साथ ही इन उपस्करों में शक्ति उपभोगन उच्च हो सकता है। इसको प्राप्त करने के लिये स्कॉट सम्बन्धित ट्रांसफार्मर का उपयोग होता है। यह स्कॉट सम्बन्धित ट्रांसफार्मर तीन कला के ट्रांसफार्मर को तीन कला को अधिक मितव्ययता से सम्बन्धित करने योग्य बनाते है।

इस स्टाक सम्बन्ध का उपयोग तीन कला को दो कला रूपान्तरण के लिये भी प्रयुक्त किया जा सकता है जिसका स्पष्टीकरण बाद में होगा।

मुख्य ट्रांसफार्मर केन्द्र अन्त निष्कासित प्राथमिक और द्वितीयक लपेटें Fig.6 के अनुसार होती है। प्राथमिक और द्वितीयक लपेटें क्रमशः CB, cb से Fig. 6 में व्यक्त की गयी है। अन्य ट्रांसफार्मर जिसे टीजर ट्रांसफार्मर कहते

हैं, का निष्कासन 0.866 होता है और प्राथमिक तथा द्वितीयक लपेटों का एक सिरा टीजर ट्रासंफार्मर (माना D और d) से जोड कर मेन ट्रासंफार्मर के प्राथमिक और द्वितीयक केन्द्र से निष्कासित किया जाता है।

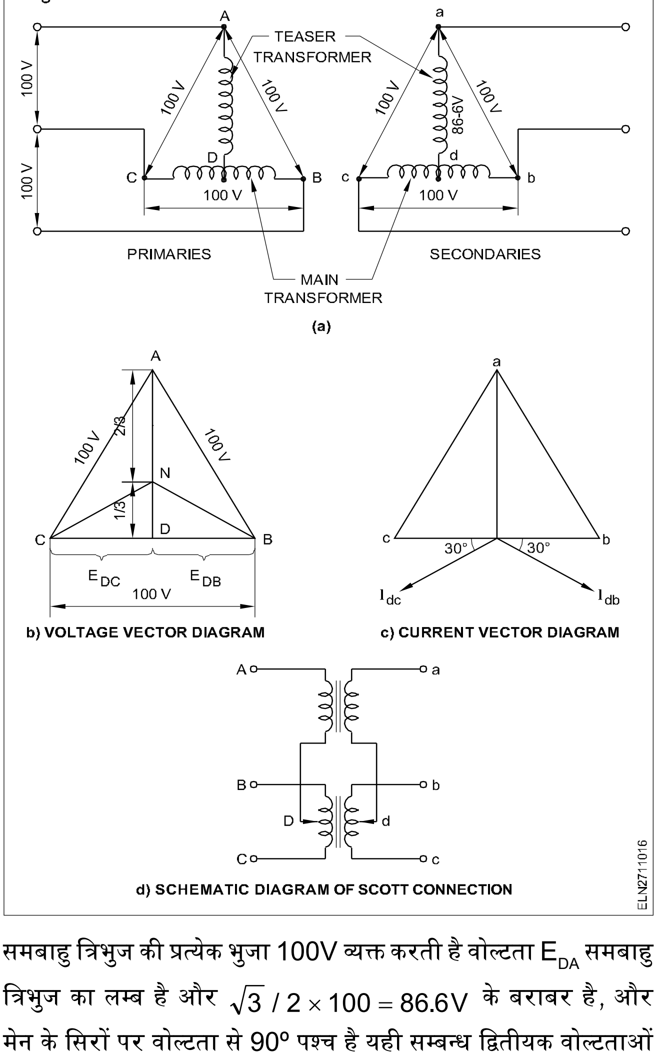
टीजर ट्रासंफार्मर का दूसरा सिरा A और मुख्य ट्रासंफार्मर प्राथमिक के दो सिरे B, C तीन कला आपूर्ति से जोडे जाते है ।

टीजर ट्रासंफार्मर के द्वितीयक के एक सिरे a से और मुख्य ट्रासंफार्मर के द्वितीयक के दो सिरों b और c से तीन कला आपूर्ति बाहर कर दी जाती है ।

सुविधा के लिये रूपान्तरण अनुपात एक लिया जाता है और आपूर्ति लाइन वोल्टता को Fig 6 के अनुसार 100V माना जाता है। (Fig 6)

Fig 6b में प्रदर्शित सदिश मानचित्र का विश्लेषण करने पर प्राप्त होता है कि वोल्टता E_{DC} और E_{DB} प्रत्येक 50V है और 180° कला भिन्न है क्योंकि DB और DC दोनों कुण्डल समान चुम्बकीय परिपथ में और विरोध में सम्बन्धित है। Fig 6d में योजना बद्ध सम्बन्ध आरेख दिखाया गया है।

Fig 6



समबाहु त्रिभुज की प्रत्येक भुजा 100V व्यक्त करती है वोल्टता E_{DA} समबाहु त्रिभुज का लम्ब है और $\sqrt{3}/2 \times 100 = 86.6V$ के बराबर है, और मेन के सिरों पर वोल्टता से 90° पश्च है यही सम्बन्ध द्वितीयक वोल्टताओं के लिये भी लागू होता है। ट्रासंफार्मर निर्धारण इसकी KVA निर्धारण का 86.6% प्रतिबन्धित रहता है। उपयुक्त लपेट अनुपात से ट्रासंफार्मर निर्धारण को उन्नत करके 92.8% किया जा सकता है।

***उदाहरण* (Example):** 660V, 33KVA के सन्तुलित भार को एक सन्तुलित 11000V के आपूर्ति से लेने के लिये गणना कीजिये (a) प्रत्येक कुण्डल की धारा और वोल्टता निर्धारण (b) मुख्य और टीजर ट्रासंफार्मर का KVA निर्धारण।

प्राथमिक के सिरों पर वोल्टता 11000V

टीजर प्राथमिक के सिरो पर वोल्टता 0.866 x 11000

मेंन और टीजर में धारा समान है और लाइन धारा के बराबर है

$$\text{धारा रेखा} = I_{LP} = \frac{KVA \times 1000}{\sqrt{3}EL}$$

$$= \frac{33 \times 1000}{\sqrt{3} \times 11000} = \frac{3}{\sqrt{3}} = 1.732A$$

मुख्य सिरों पर द्वितीयक वोल्टता = 660V

द्वितीयक टीजर वोल्टता 660 x 0.866 = 572V

$$\text{The secondary line current } I_{LS} = \frac{I_{LP}}{k} = \frac{1.732}{\frac{660}{11000}}$$

$$= \frac{1.732 \times 11000}{660}$$

$$= \frac{173.2}{6} = 28.87A$$

मुख्य KVA निर्धारण = 11000 x 1.732 x 10^{-3}

= 19.05 kVA

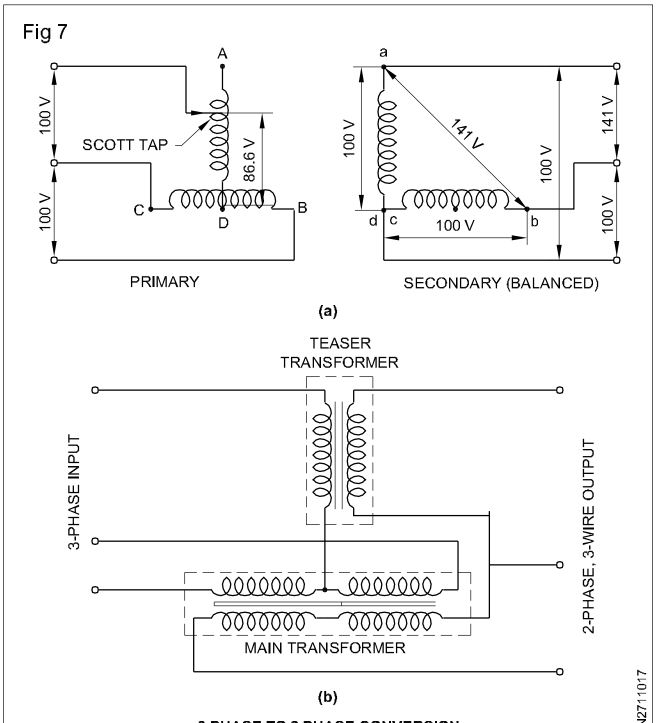
टीज KVA = 0.866 x मुखय KVA

= 0.866 x 19.05 = 16.4KVA

तीन कला का दो कला में परिवर्तन व्यक्ति क्रम में (3-phasae to 2-phase conversion and vice versa): विद्युत शक्ति आपूर्ति के औद्योगिक अनुप्रयोगों में कुछ उपस्कर जैसे विद्युत भटटियां और वेल्डिंग ट्रासंफार्मर में दो कला आपूर्ती आवश्यक होती है।

वर्तमान में उपलब्ध वैद्युत आपूर्ति निश्चय रूप से तीन कला है। इसलिये तीन कला को दो कला आपूर्ति में परिवर्तित करना आवश्यक है। इसे स्काट सम्बन्ध द्वारा प्राप्त किया जाता है।

सुविधा के लिये 100V आपूर्ति और एकांक रूपान्तरण अनुपात को Fig 7 के अनुसार चयनित किया जाता है। लेकिन ट्रासंफार्मर को वांछित वोल्टता और उपयुक्त रूपान्तरण अनुपात के अनुसार अभिकल्पित किया जा सकता है। Fig 7 (a) सम्बन्धों की व्यवस्था प्रर्दिशत करता है जबकि परिपथ व्यवस्था Fig 7 (b) में प्रदर्शित की गई है।



3 PHASE TO 2 PHASE CONVERSION

तीन एकल कला ट्रासंफार्मर तीन कला प्रचालन के लिये (Three single phase transformers for three phase operation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **प्राथमिक और द्वितीयक लपेटों के लिये चार प्रकार के सम्बन्धों को अरेखित करने में**
- **धारा और वोल्टता के कला और रेखा मानों को ज्ञात करने में ।**

3 कला वोल्टता रूपान्तरण अर्थात यथेष्ट शक्ति परिमाण के प्रहस्तन के लिये अनेक विधियां उपलब्ध है। तीन ट्रासंफार्मर के एक समूह के प्राथमिक और द्वितीयक लपेटों के लिये चार सम्भव विधियां है जिन्हें परस्पर सम्बन्धित किया जा सकता है जिससे तीन कला परिपथ से ऊर्जा का स्थान्तरण अन्य परिपथ में किया जा सके, वे है :

प्राथमिकों में Y द्वितीयकों में Y

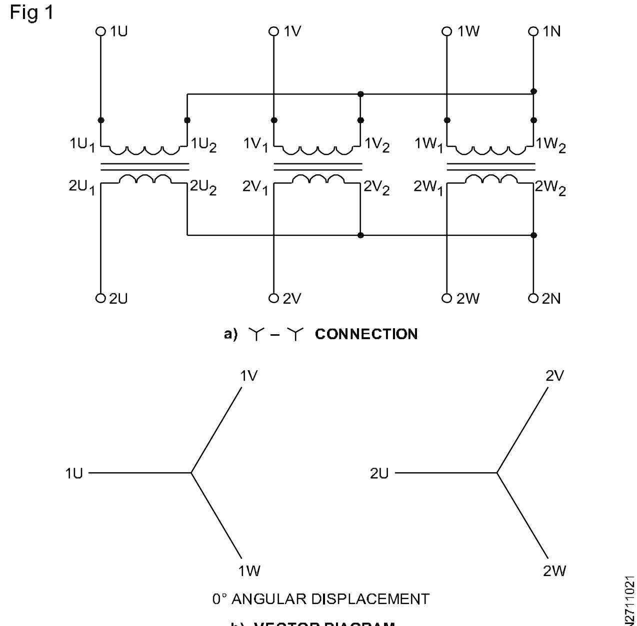
प्राथमिकों में Y द्वितीयकों में Δ

प्राथमिकों में Δ द्वितीयकों में Δ

प्राथमिकों में Δ द्वितीयकों में Y

सितारा/सितारा अथवा Y/Y सम्बन्ध: Fig 1 में तीन ट्रासंफार्मर के सितारा सितारा के समूह का सम्बन्ध दिखाया गया है यह सम्बन्ध लघु और उच्च वोल्टताओं के रूपान्तरण लिये अधिकतम मितव्ययी है क्योंकि प्रतिकला चक्करों की संख्या के लिये, वांछित रोधन का परिमाण अल्पतम होता है। यह सम्बन्ध केवल उस समय सतोष प्रद कार्य प्रदान करता है जब भार संतुलित है। रेखाओं की एक दी गई वोल्टता के लिये Y के टर्मिनल के सिरों पर वोल्टता V का सम्बन्ध ट्रासंफार्मर से किया जाता है। $V/\sqrt{3}$; कुण्डल धारा I रेखा धारा के बराबर है।

सितारा - Δ अथवा Y/ Δ सम्बन्ध : प्राथमिक की ओर 3 ट्रासंफार्मर को सितारा में सम्बन्धित करते है और द्वितीयक उन द्वितीयक सम्बन्धों से निर्मित होता है जो डेल्टा में होते है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। द्वितीयक और प्राथमिक रेखा वोल्टता के बीच अनुपात प्रत्येक ट्रासंफार्मर के रूपान्तरण अनुपात का $1/\sqrt{3}$ गुना होता है। प्राथमिक और द्वितीयक लाइन वोल्टता के बीच 30° विस्थापन होता है। इस सम्बन्ध का मुख्य उपयोग प्रसारण रेखा के उपकेन्द्र सिरों पर होता है।



b) VECTOR DIAGRAM

Fig 2

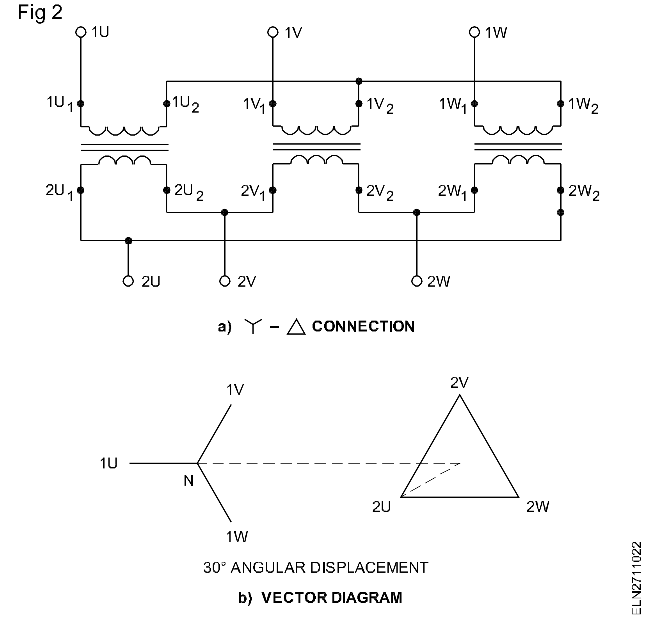
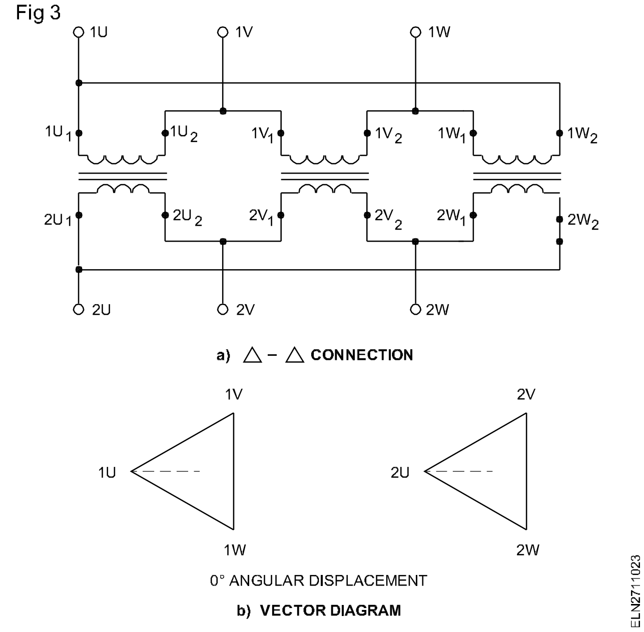


Fig 3

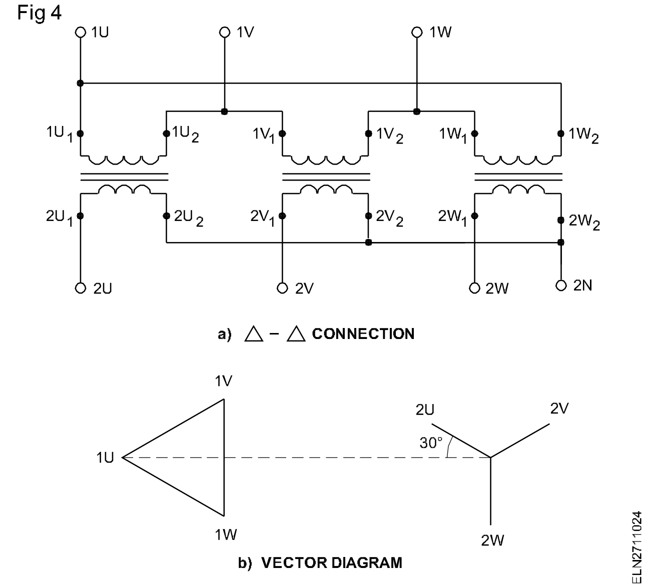


डेल्टा-डेल्टा अथवा Δ/Δ सम्बन्ध : Fig 3 में तीन ट्रासंफार्मर्स प्रदर्शित किये गये है जो प्राथमिक और द्वितीयक दोनों ओर से Δ में सम्बन्धित है। YY सम्बन्ध के अनुसार प्राथमिक और द्वितीयक रेखा वोल्टताओं के बीच कोणीय विस्थापन नही होता है। इस सम्बन्ध का एक अतिरिक्त लाभ यह है कि यदि एक ट्रासंफार्मर अयोग्य हो जाता है निकाय खुले डेल्टा में अथवा V-V में प्रचालित बना रहता है। V-V में इसे 58% की न्यूनित क्षमता पर प्रचालित किया जा सकता है और सामान्य मान के 66.6% पर प्रचालित नही होता।

डेल्टा – सितारा अथवा Δ/Y सम्बन्ध : यह सम्बन्ध प्रायः वहां उपयोग में लाया जाता है जहां वोल्टता को उच्चयित करना आवश्यक नही होता है। उदाहरण के लिये उच्च वोल्टता संचरण निकाय के प्रारम्भ में। सम्बन्ध Fig 4 में दिखाया गया है।

प्राथमिक और द्वितीयक रेखा वोल्टतायें और रेखा धारायें एक दूसरे से 30° कला बाहर होती है। द्वितीयक का प्राथमिक वोल्टता से अनुपात प्रत्येक ट्रासंफार्मर के रूपान्तरण अनुपात का $\sqrt{3}$ गुना होता है।

Fig 4



3- ट्रांसफार्मर का समांतर (Parallel) में प्रचालन (Parallel operation of 3-phase transformer)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **समांतर प्रचालन को परिभाषित करना**
- **3 ट्रांसफार्मर के समांतर प्रचालन की शर्तो का वर्णन करना**
- **समांतर प्रचालन की आवश्यकता का बताना ।**

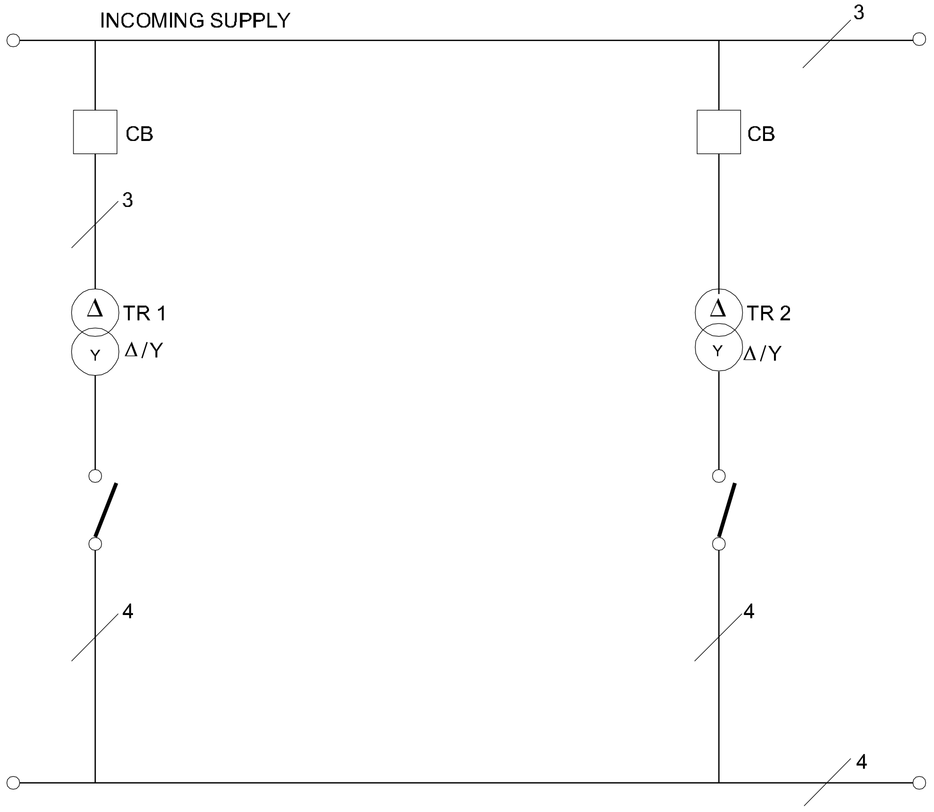
समांतर प्रचालन (Parallel operation)

दो या दो से अधिक ट्रांसफार्मर की समांतर में प्रचालन हेतु उनके प्रइयरी वांइडिग को समांतर में संयोजित कर एक हि सप्लाई लाइन देते है और सेकेण्डरी साइड को लोड बस बार (Fig 1) के समान लाइन से संयोजित किया जाता है यह ट्रांसफार्मर का समांतर प्रचालन कहलाता है।

ट्रांसफार्मर की समांतर प्रचालन की शर्ते (Conditions for pararopertion of transformers)

जब दो या दो से अधिक ट्रांसफार्मर को समांतर में संयोजित करना हो तब निम्न शर्ते ट्रांसफार्मर के बेहतर कार्य प्रणाली को संतुष्ट करता है।

Fig 1



PARALLEL OPERATION - 3PHASE TRANSFORMER

1 वोल्टेज अनुपात समान होना चाहिए

2 प्रति यूनिट इपीडेंस या प्रतिशत इंपीडेंस समान होना चाहिए लिकेज रिएक्टैंस और प्रतिरोध दोनो के बीच (X/R) अनुपात बराबर होना चाहिए

3 पोलेरिटि (ध्रुवता) समान होनी चाहिए

4 3 ट्रांफार्मर हेतुः-

i) फेज सीक्वैंस समान होना चाहिए।

ii) सदिश समूह भी समान होना चाहिए (संबधिंत फेज विस्थापन सेकेण्डरी लाइन वोल्टेज के बीच शून्य होना चाहिए)

3 ट्रांसफार्मर का समातर प्रचालन (Parallel operation of 3-phase transformer)

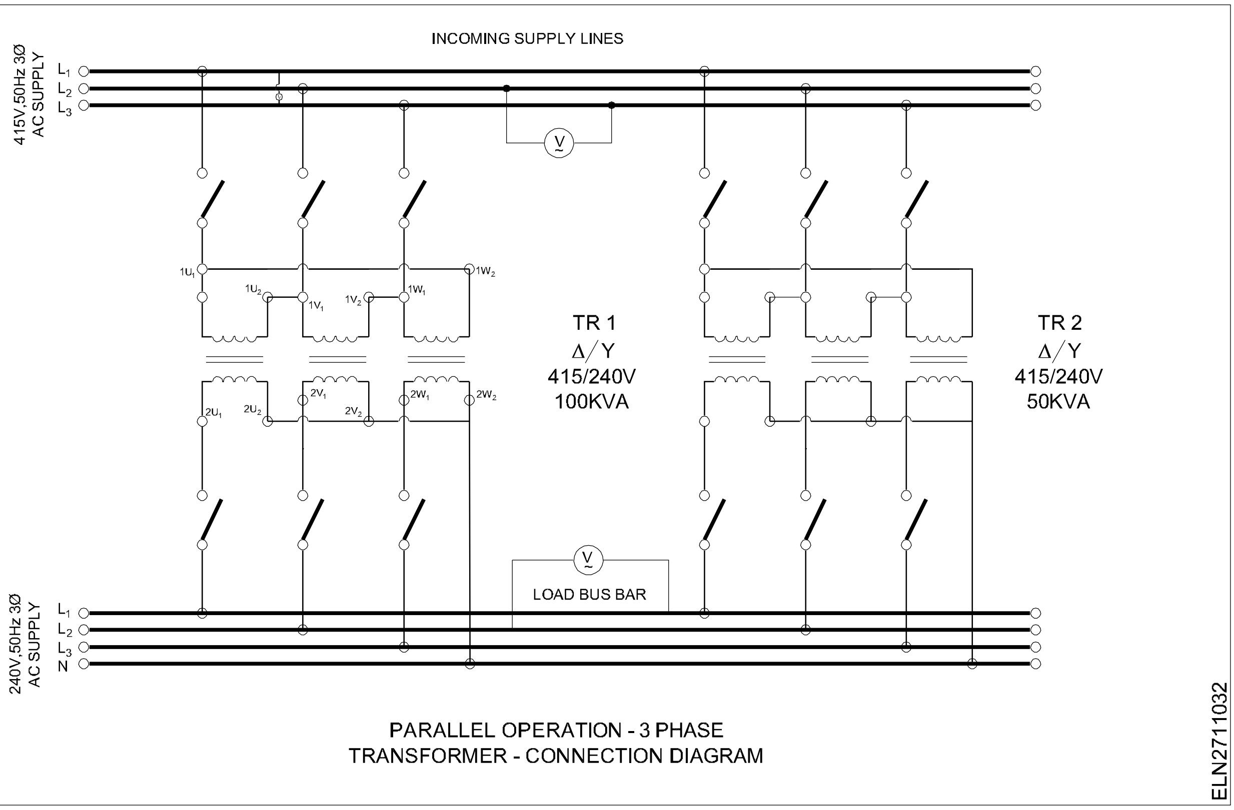
Fig 2 दो ट्रांसफार्मर के समांतर प्रचालन को दिखाता है इस प्रकरण में दोनो ट्रांसफार्मर का संयोजन (डेस्टा-स्टार) या समान होना चाहिए।

इस प्रकार दो ट्रांसफार्म स्टार डेस्टा संयोजन (Y/Δ) का ओर उनके प्राइमरी और सेकण्डरी लाइन वोल्टेज समान होना चाहिए यदि वांइडिग टर्नस अनुपात समान न हो तब प्राइमरी और सेकेण्डरी का वोल्टेज अनुपात समान होना चाहिए।

यदि दो ट्रांसफार्मर अलग अलग रेटिंग के है और समांतर में संयोजित है प्रतिशत इंवीडेंस समान है और ट्रांसफार्मर 1 का इंवीडेंस ट्रांसफार्मर 2.का आधा हे तब इस प्रकरण में प्रत्येक ट्रांसफार्मर का KVA रेटिंग के अनुसार लोड देना चाहिए।.(Fig 2)

समांतर प्रचालन बेहतर उपलब्धि के लिए दोनो ट्रांसफार्मर का रेगुलेशन समान होना चाहिए। यदि T./F का प्रतिशत इंवीडेंस भीन्न हो तब पहला T/F उच्च पावर फैक्टर पर कार्य करेगा और दूसरा निम्न P.F. पर कार्य करेगा।

Fig 2



PARALLEL OPERATION - 3 PHASE TRANSFORMER - CONNECTION DIAGRAM

ट्रांसफार्मर का शीतलन - ट्रांसफार्मर ऑयल और परीक्षण (Cooling of transformer - Transformer oil and testing)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **वितरण ट्रांसफार्मर के भागों का वर्णन करना**
- **शीतलन के लिए उपयोग विधिया का वर्णन करना ।**

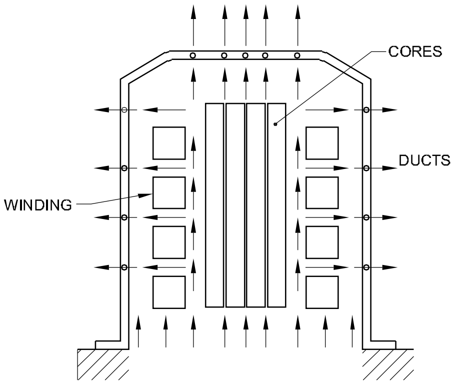
शीतलन की आवश्यकता (Necessity of cooling)

पूर्व की व्यवस्था में, हमने यह पाया था कि जब, लौह ह्रास तथा तांबा ह्रास के कारण, ट्रांसफार्मर को आपूर्ति से जोड़ा जाता है तो, ट्रांसफार्मर गर्म हो जाता है। जब ट्रांसफार्मर को भार दिया जाता है तो, लपेटन के ताप को कम करने के लिए ट्रांसफार्मर के अन्दर उत्पन्न ऊष्मा को वायुमंडल में विकरित किया जाना चाहिए।

ट्रांसफार्मर में शीतलन के उपयोग की विधियाँ (Methods for cooling transformers): ट्रांसफार्मर के शीतलन में उपयोग हुई विधिया निम्नलिखित है। ट्रांसफार्मर के साइज, अनुप्रयोग तथा स्थान पर निर्भर करते हुए किसी भी एक या दो या अधिक विधियों के संयोजन को अपनाया जा सकता है।

- प्राकृतिक वायु विधि (Natural air method)
- वायु का झोका विधि (Air blast method) (Fig 1)

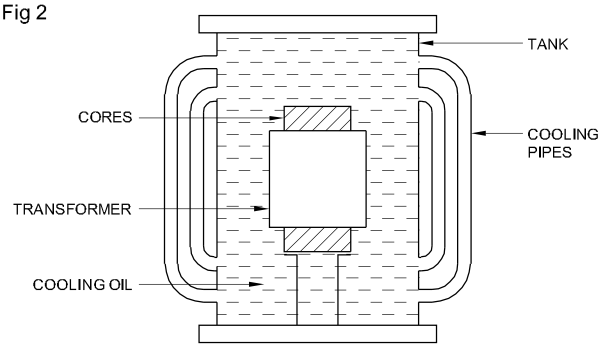
Fig 1



AIR BLOWER FAN

- प्राकृतिक तेल झोका विधि (Natural oil cooled method) (Fig 2)

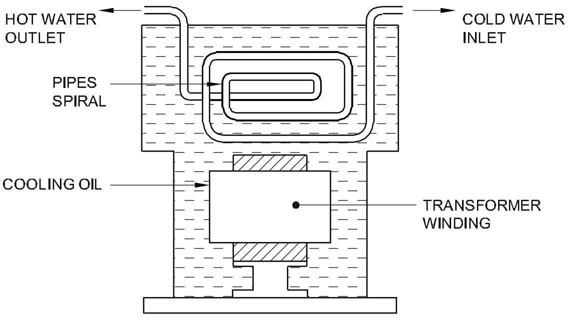
Fig 2



OIL - COOLED TRANSFORMER

- तेल का बलकृत संचार (Oil blast method)
- तेल का जबरन संचलन (Forced circulation of oil)
- तेल तथा जल शीतलन (Fig 3) (Oil and water cooled) तथा
- प्रणोदित (Forced) तेल तथा जल शीतलन

Fig 3



OIL AND WATER COOLED TRANSFORMER

प्राकृतिक तेल शीतल विधि का सामान्यतः 100KVA तक की कम क्षमता के वितरण ट्रांसफार्मर के लिए अपनाया जाता है। परिवेश (आस-पास) वायु के प्राकृतिक संचार को ट्रांसफार्मर लपेटन से ऊष्मा को ंडा करने के लिए उपयोग किया जाता है।

वायु झोका विधि (Air blast) में, ट्रांसफार्मर के सतह पर वायु को धमित (Blow) के लिए पंखो का उपयोग किया जाता है। जिसके कारण उत्पन्न ऊष्मा, वायु के झोकें से कम होती है।

200KVA से अधिक क्षमता के ट्रांसफार्मर को रोधन तेल के उपयोग से शीतलन किया जाता है। लपेटन तथा कोर, तेल में डुबे होते है। शीतलन नलिका के उपयोग से टैंक का क्षेत्रफल बढ़ता है (रेडियेटर ट्यूब)।

तेल तथा जल शीतलन पद्धति में ट्रांसफार्मर से ऊष्मा को अलग करने के लिए गर्म तेल में से कम दाब के जल नलिका उपयोग की जाती है।

ट्रांसफार्मर तेल और परीक्षण (Transformer oil and testing)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **ट्रांसफार्मर तेल के गुणों का वर्णन करना**
- **ट्रान्सफार्मर में प्रयुक्त तीन इन्स्यूलेटिंग तेलों के नाम बताना**
- **प्रयोग पर ट्रांसफार्मर तेल के अवह्यास के कारण के बारे में**
- **ट्रान्सफर्मर तेल की आवश्यकता बताना**
- **तेल की गुणवत्ता में कमी का कारण बताना**
- **ट्रांसफार्मर तेल के विभिन्न प्रचालनों के लिए परीक्षण-विधियाँ स्पष्ट करना ।**

ट्रांसफार्मर तेल (Transformer oil)

बड़ी क्षमता के ट्रांसफार्मर सदा तेल शीतित ट्रांसफार्मर होते हैं । ट्रांसफार्मर विद्युतरोधन तन्त्र में ट्रांसफार्मर तेल की भूमिका महत्वपूर्ण होती है ।

आज की तारीख में ट्रान्सफार्मर में तीन प्रकार के कूलिंग तेल/प्रवाही प्रयुक्त किये जाते

- खनीज तेल (ज्वलनशील)
- सिलिकोन प्रवाही (कम ज्वलनशील) और
- हाइड्रोकार्बन प्रवाही (ज्वलनता रहित)

साधारण ट्रान्सफर्मर तेल एक खनीज तेल होता है जो कच्चे पेट्रोलियम को परिस्कृत करके प्राप्त किया जाता है । साफ और सूखा खनीज तेल एक बढ़िया इन्स्यूलेटर होता है । वाष्प के द्वारा उसमें ह्रास बहुत कम होता है । पर यह एक ज्वलनशील प्रवाही है और वायु में से तुरन्त नमी को सोख लेता है । तेल को नमी और आग से सावधानी पूर्वक दूर रखना चाहिए ।

सिन्थेटिक प्रवाही आसानी से आग नहीं पकडता । अतः खनीज ट्रान्सफार्मर तेलों के स्थान पर सिन्थेटिक प्रवाही का उन निम्नलिखित ट्रान्सफर्मरों में प्रयोग होता है :

- भूमिगत खदानों में
- रिफाइनरियों में और खतरनाक स्थानों में
- ट्यूनलों में
- धातु प्रोसेसिंग वर्कशापों प्लान्टों, थियेटरों और सिनेमा चरों आदि में

ट्रान्सफर्मरों में पैराफिन, नेप्थालीन और एरोमाटिक्स जैसे जैवीच मिश्रण होते हैं । ये सभी हाईड्रो कार्बन है इसलिए इन्स्यूलेटिंग तेल/ट्रान्सफार्मर तेल/ सिन्थेटिक ट्रान्सफार्मर तेल जिनको ASKARELS और PYROCLORE कहा जाता है; उनका प्रयोग किया जाता है ।

ट्रांसफार्मर तेल के गुण (Properties of transformer oil)

अच्छे ट्रांसफार्मर तेल के गुण निम्नानुसार हैं -

1 अच्छे विशिष्ट प्रतिरोध इस प्रकार उच्च विद्युतरोध प्रतिरोध

2 बेहतर ताप चालकता यानी उच्च विशिष्ट ताप

3 उच्च ज्वलन बिन्दु ताकि निम्न तापमान पर आग न लगे ।

4 जब हवा के सामने है तो आसानी से नमी अवशेषित नहीं करता ।

5 निम्न श्यानता यानि तत्काल ज्वलन क्षमता ।

ट्रांसफार्मर तेल की जरूरत (Necessity of transformer oil)

लोड (भार) पर ताम्र हानियों और क्रोड हानियों आदि के कारण बड़ी क्षमता वितरण ट्रांसफार्मर ज्यादा ताप उत्पन्न करते हैं । यह जरूरी है कि उपयुक्त विद्युतरोधक सामग्रियाँ उपलब्ध करा कर ताप को तापमान दर्जा के भीतर ही रखा जाये ।

ट्रांसफार्मर तेल अच्छी वैद्युत विद्युतरोधी सामग्री के रूप में कार्य करता है। इस प्रकार यह विद्युत भंजन को घटाता है । ट्रांसफार्मर तेल शीतल कारक के रुप में भी काम करता है । अतः ट्रांसफार्मर के सब भीतरी पुर्जों के लिए तापीय स्थिरता लाता है ।

ट्रांसफार्मर तेल के अवह्यास के कारण (Causes for deterioration of transformer oil)

जब तेल शीतित ट्रांसफार्मर प्रयोग में हैं तो प्रयोग की स्थितियों के कारण ट्रांसफार्मर तेल सामान्य अवह्यास के अध्यधीन होते हैं ।

उदाहरण (For example)

1 हवा के सम्पर्क में आने से तेल में नमी और धूल होती है । नमी की मौजूदगी हानिकारक होती है और तेल के वैद्युत अभिलक्षणों को प्रभावित करती है और विद्युतरोधी सामग्रियों के अवह्यास में तीव्रता लायेगी ।

2 कुण्डलन और क्रोड पृष्ठों पर तलछट और अवक्षेपित अवपंक बन सकते हैं । यह शीतन दर को घटायेगी और इससे विद्युतरोधन सामग्री का अवह्यास हो सकता है ।

3 कुछ ठोस लोह, तांबा और विलीन धात्विक मिश्र अम्लता बढायेंगे । ऐसे मामलों में, प्रतिरोधकता घटती है और वैद्युत सामर्थ्य भी घटता है और यह भी ट्रांसफार्मर तेल का अवह्यास करेगा ।

ट्रांसफार्मर तेल का परीक्षण (Testing of transformer oil)

तेल शीतित ट्रांसफार्मरों के विश्वसनीय प्रयोग और अनुरक्षण के लिए और तेल की आरंम्भिक भराई से पहले ट्रांसफार्मरों के सेवा के दौरान भी ट्रांसफार्मर तेल टेस्ट किया जायेगा । टेस्ट परिणाम के अनुसार ट्रांसफार्मर तेल को फिल्टर

करना जरूरी हो सकता है और कई मामलों में सुरक्षित और तेल शीतित ट्रांसफार्मरों के बेहतर अनुरक्षण के लिए नए तल की सिफारिश की जा सकती है ।

ट्रांसफार्मर तेल के निष्पादन के बारे में निर्णय लेने के लिए निम्नलिखित आवधिक परीक्षण किये जाते हैं ।

1 विद्युत तेल का क्षेत्र टेस्ट (Field test of insulation oil)

2 विद्युतरोधन तेल का क्रैकल टेस्ट (Crackle test of insulating oil)

3 विद्युतरोधन तेल का परावैद्युत टेस्ट (Dielectric test of insulating oil)

4 अम्लता टेस्ट (Acidity test)

1 विद्युतरोधन तेल का क्षेत्र परीक्षण (Field test of insulating oil)

जब एक नल्लिका से हीटर में अन्तर्विष्ट आसवित जल के शान्त पृष्ठ पर ट्रांसफार्मर तेल की एक बूंद डाली जाती है तो जब तेल नया है, यह अपनी आकृति बनाये रखेगा जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

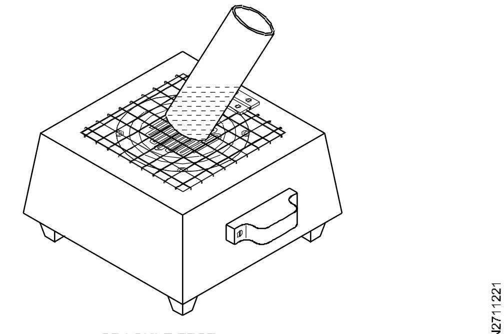
इस्तेमाल किया हुआ साइकलो-आक्टेन तेलों या पैराफीन तेलों (चाहे अप्रयुक्त हो) के मामले में बूंद सामान्यतः चपटी बन जाती है । यदि यह चपटी बूंद 15 से 18 mm, से कम व्यास का क्षेत्र घेरती है तो तेल का प्रयोग किया जा सकता है अन्यथा इसे पुनर्नवीयन किया जाता है ।

लम्बे फैलावों वाले तेल अनुप्रयुक्त होते हैं ।

2 ट्रांसफार्मर तेल का क्रेकल परीक्षण (Crackle test of transformer oil) (Fig 1)

स्टील ट्यूब के एक सिरे को बन्द करके उस सिरे को ताप देकर धुंधला रक्ततप्त बनायें (Fig 1) । जब तेल नमूने को ट्यूब में डाला जाता है तो तेज चटचटाने की आवाज सुनायी देगी यदि तेल में नमी है । शुष्क तेल केवल कड़कड़ाहट पैदा करेंगे ।

Fig 1

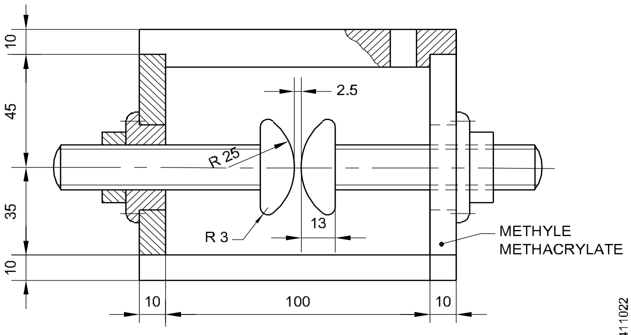


CRACKLE TEST

3 ट्रांसफार्मर तेल का परावैद्युत परीक्षण (Dielectric test of transformer oil)

अधिकांशता मानक तेल सैट का प्रयोग करते हुये टेस्ट किया जाता है । तेल टेस्ट सैट में कांच या प्लास्टिक का बना सेल होता है । (Fig 2)

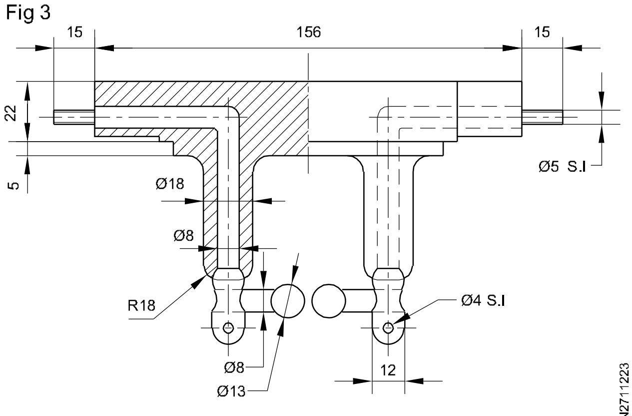
Fig 2



OIL TEST CONTAINER/CELL

सेल 300 से 500 ml. के बीच प्रभावी वाल्यूम का होता है इसे अधिकांशता बन्द करना चाहिए । दो प्रकार के सेल Fig 3 में दिखाया गया है ।

Fig 3



DIELECTRIC TEST

ताम्र, पीतल, कांसा या स्टेनलेस स्टील के 12.5 से 13 mm व्यास को गोलाकार अण्डाकार दो अवयवों के 2.5 mm मीटर दूरी पर एक क्षैतिज धुरी पर आरोहित इलैक्ट्रोड के रूप में प्रयोग किया जाता है ।

सेल को टेस्ट सैट पर आरोहित किया जाता है । बिन्दु सम्पर्क व्यवस्था से इलैक्ट्रोडो का एच टी सम्बन्धन बनाया जाता है ।

टेस्ट सैट को उच्चयन ट्रांसफार्मर में भी लगाया जाता है जहाँ वोल्टता में शून्य से 60kV की विभिन्नता लायी जा सकती है । कई डिजाइनों में वोल्टता पुश बटन (push button) स्विच के प्रचालन से मोटर द्वारा परिवर्तित की जाती है ।

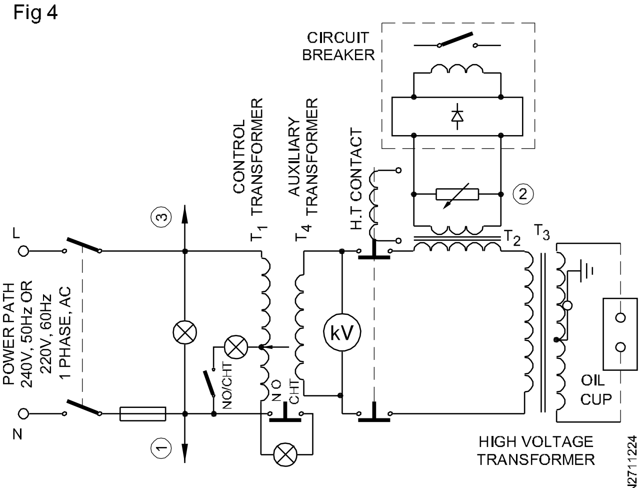
परावैद्युत परीक्षण यूनिट का वैद्युत परिपथ आरेख Fig 4 में देखें (Electrical circuit diagram of dielectric test unit is shown in (Fig 4)

ट्रांसफार्मर तेल पर परावैद्युत टेस्ट करने के लिए तेल को धीरे से उत्तेजित किया जाता है और कई बार पलटा जाता है ताकि तेल में अन्तर्विष्ट अशुद्धतायें सदृश वितरण से सब ओर फैल जायें ।

इसके तुरन्त बाद, तेल को धीरे-धीरे टेस्ट सेल में डाला जाता है ताकि वायु बुलबुले ना हो । यह प्रचालन धूल से मुक्त सूखे स्थल पर किया जाता है । टेस्ट के समय तेल तापमान परिवेशी तापमान के बराबर होगा ।

उपयुर्क्त शर्तें पूरी कर लेने पर सेल को ढक्कन स्थिति में रखें । सेल को टेस्ट यूनिट में रखें और स्विच "ऑन" करें ।

Fig 4



CIRCUIT DIAGRAM OF DIELECTRIC TEST

40 से 60Hz आवृत्ति के आर पार एसी वोल्टता 2kV RMS की दूर पर सदृश दर 'O' से आरम्भ होकर भंग पैदा करने के मान तक एक समान बढ़ती है । भंग वोल्टता वह वोल्टता है जो टेस्ट के दौरान इलेक्ट्रोड़ों के बीच पहला स्फुलिंग पैदा होने के समय प्राप्त होती है ।

यदि इलेक्ट्रोड़ों के बीच एक आर्क स्थापित हो जाये तो परिपथ स्वतः खुल जाता है । भंग वोल्टता दर्ज की जाती है और मानक निर्धारों के अनुसार रीडिंग की व्याख्या की जाती है । अपेक्षाएँ IS-335-1983 वैद्युत सामर्थ्य (भंग वोल्टता के अनुसार हैं) ।

1 नया अनिस्यंदित ट्रांसफार्मर तेल - 30KV (RMS)

2 फिल्टरेशन के बाद ट्रांसफार्मर तेल - 50KV (RMS)

यदि भंग वोल्टता 30kV (RMS) प्राप्त नहीं करती तो ट्रांसफार्मर तेल को फिल्टर करने की सिफारिश की जाती है ।

उसी सेल भराई पर 6 बार टेस्ट किया जायेगा । वैद्युत सामर्थ्य प्राप्त 6 परिणामों का गणित माध्य होगा ।

अम्लता टेस्ट (Acidity test)

तेल के आक्सीकरण द्वारा अम्ल उत्पाद पैदा होते हैं । आक्सीकरण विद्युतरोधी सामग्रियों जैसे ट्रांसफार्मर कुण्डलनों में प्रयुक्त विद्युतरोधी पेपर और प्रैस बोर्डों का अवह्रास करेगा । इसलिए यह जरूरी है कि अम्लता रचना का पता लगाया और मॉनीटर किया जाये ।

यह टेस्ट करने के लिए किट उपलब्ध है जिसमें निम्नलिखित शामिल हैं :

1 दो पालीथीन बोतलें जिनमें 0.0085n संकेन्द्रन का इथायल एल्कोहल और सोडियम कार्बोनेट घोल 100ml प्रत्येक होता है

2 सार्विक सूचक वाली एक सूचक बोतल

3 चार साफ कांच टेस्ट ट्यूब

4 तीन अंशीकित ड्रापर जो नल्लिनकाओं के रूप में काम करते हैं

5 अम्लता रेंज वाला वर्ण चार्ट

6 अनुदेश पुस्तिका

प्रक्रिया (PROCEDURE)

टेस्ट ट्यूब में 1.1 ml विद्युतरोधी तेल (जिसे टेस्ट करना है) लेकर उसमें 8 ml तेल 1 ml दिष्टकृत स्पिरिट डाल कर घोल को धीरे-धीरे हिलायें । आगे 1 ml घोल का 0.008 5 N सोडियम कार्बोनेट डालें । टेस्ट ट्यूब को एक बार फिर हिलाने के बाद सार्विक सूचक की 5 बूंदे डालें । परिणामी घोल एक रंग उत्पन्न करता है जो घोल के अम्लता मान पर आधारित होता है ।

समीपवर्ती वर्ण रेंज निम्नानुसार होगी :

नं. में कुल अम्लता मान	वर्ण
0.00	काला
0.2	हरा
0.5	पीला
1.0	नारंगी

तथापि ठीक मान सूचित करने के लिए वर्ण चार्ट टेस्ट किट के साथ दिया जायेगा ।

छोटे ट्रांसफार्मर की वाइन्डिंग - वाइन्डिंग मशीन (Small transformer winding - Winding machine)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **ट्रांसफार्मर का पुनः कुण्डलन करने के लिए महत्वपूर्ण डाटा का वर्णन करना**
- **छोटे ट्रांसफार्मरों की पुनः कुण्डलन करने की विधि का वर्णन करना**
- **सूत्र का उपयोग करते हुए प्रति वोल्ट टर्न की गणना और प्राथमिक व द्वितीयक टर्नों की संख्या ज्ञात करना**
- **ट्रांसफार्मरों की पुनः कुण्डलन से संबंधित सारणी को पढने व व्याख्या करने में ट्रांसफार्मर का माप, बॉबिन का साईज तथा वाइंडिंग तार के साइज को ज्ञात करना**
- **ट्रांसफार्मर की कुण्डलन के बाद होने वाले परीक्षण करने की व्याख्या करना।**

छोटे ट्रांसफार्मर का पुनः कुण्डलन (Rewinding of small transformer):

इस पाठ के विषय वस्तु एक ऐसे युवक की सहायता करने के विचार से तैयार की गई है जो छोटे ट्रांसफार्मरों की वाइन्डिंग करने के क्षेत्र में स्वनियोजित बनना चाहता है।

जब वाइन्डिंग जल गई हो या बुरी तरह से क्षतिग्रस्त हो गई हो इसे पुनः कुण्डलित करने की आवश्यकता होती है। ट्रांसफार्मरों की संरचना करने की आवश्यकता होती है। ट्रांसफार्मर की संरचना व प्रकार के अनुसार ट्रांसफार्मर को खोलने का क्रम थोडा-थोडा भिन्न होता है।

आंकडे को रिकार्ड करना (Recording the data) : ट्रांसफार्मर को खोलते समय या पूर्व में निम्नलिखित डाटा लेना चाहिए।

1 वाइन्डिंग की संख्या/टर्न्स/लेयर्स
2 Size of wires and insulation.
3 इनपुट व आउटपुट वोल्टेज, & करंट
4 KVA क्षमता
5 संयोजन आरेख
6 टर्मिनल मार्किंग / लीड पोजिशन
7 क्रोड का प्रकार / पट्टलों (stampings) की संख्या
8 बॉबिन का विवरण / कोर
9 इन्सुलेशन योजना में जैसे बंधन, परत, लीड तारें, स्लिव के प्रकार व साइज, कुण्डलनों के बीच इन्सुलेशन का साइज व प्रकार व परतों की संख्या भी दर्ज करनी चाहिए।

यदि पुराना बॉबिन वाइन्डिंग के लिए पुनः काम मे लेना हो, अच्छी तरह से साफ कर लेना चाहिए व यह किसी भी टूटन break या चटकन (crack) से मुक्त होना चाहिए। यही नया बॉबिन उपयोग किया जाना है तो इसे उचित स्टैम्पिंग (stamping core) के साथ जाँच ले कि इसमें वायु अन्तराल भी अधिक न हो और बहुत अधिक टाइट फिटिंग भी न हो।

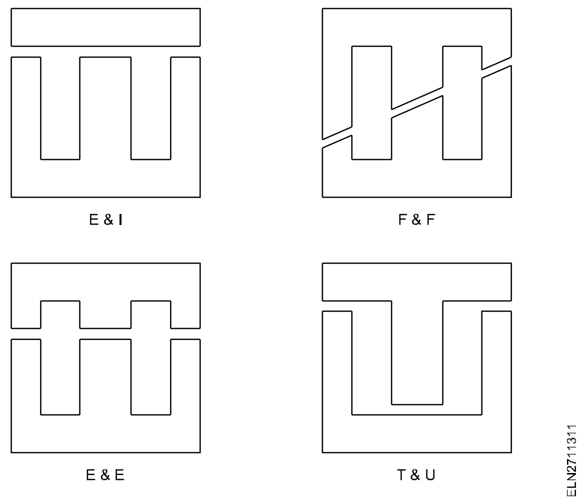
कुण्डलन के लिए उचित साइज का तार का चयन डाटा से चाहिए और तार का साइज I.S. 4800 (Part - I) 1968 के अनुसार मापना चाहिए।

तार का साइज इन्सुलेशन सहित मापा जा सकता है। परन्तु यह इस सारणी के अनुसार सहनशीलता की सीमा में होना चाहिए। लिये गये आंकडों (Data) के अनुसार इन्सुलेशन योजना का पालन करना चाहिए। जहाँ उचित प्रकार का पदार्थ उपलब्ध न हो, उसके प्रकार का व उसी साईज का पदार्थ का चयन करना चाहिए। टर्नों व टेपिंग जो वाइन्डिंग में उपयोग की जाये वो मूल (original) के समान होनी चाहिए।

पट्टे लगाने की विधि (Method of stacking) : क्रोड के पट्टे लगाने से पूर्व गड्डों, मोड़ तथा क्रोड विद्युत रोधन के लिए क्रोड की जाँच कर लेनी चाहिए। क्रोड में से गड्डों को हटा देना चाहिए और किसी भी मुडी हुई क्रोड को सही कर लेना चाहिए। मूल अनुक्रम व पैटर्न (pattern) के अनुरूप ही चट्ट बनाने चाहिए।

ट्रांसफार्म की पट्लें (stampings) जो उपलब्ध है, चट्टे बनाते समय किसी को भी छोड़ना नही चाहिए। एक शैल प्रकार के ट्रांसफार्मर के लिए विभिन्न आकार की क्रोड Fig 1 में दिखाई गई है। लीडस मे उचित प्रकार से स्लिव डालनी चाहिए व सिरों को बनाना चाहिए।

Fig 1



ट्रांसफार्मर को पुनः कुण्डलित करने की विधि (Procedure of rewinding a transformer): ऊपर बताए अनुसार, यदि जले हुए ट्रांसफार्मर को खोलते समय सभी आवश्यक कुण्डलन कोपुनः कुण्डलन करने

की विधि वही है, जिसको आपने वोल्टताहीन कुण्डली कोपुनः कुण्डलित करने के लिउ अपनाया था, केवल अन्तर यह है कि ट्रांसफार्मर कुण्डलन में दो पृथक-पृथक कुण्डली होती है तथा डिजाइन के अनुसार प्राथमिक में या द्वितीयक में या दोनों में विभिन्न वोल्टेज की टेपिंग हो सकती है।

ट्रांसफार्मर को डिजाइन करना (Designing a transformer) : छोटे ट्रांसफार्मर सामान्यतः शैल प्रकार ('SHELL TYPE') के होते है। शैल प्रकार में प्राथमिक व द्वितीयक दोनों कुण्डलन की केन्द्र वाली भुजा पर आरोहित होती है। छोटे शक्ति ट्रांसफार्मर को डिजाईन करने के लिए निम्ननुसार आगे बढ़ें।

पद संख्या (STEP NO.) 1

ट्रांसफार्मर की भार वोल्टेज व करंट से निर्गत शक्ति को ज्ञात कीजिए।

$P_2 = E_2 \times I_2$ ....Formula 1.

आगे मार्ग दर्शन के लिए निम्नलिखित उदाहरण दिया है।

प्राथमिक वोल्टेज - 240 V

द्वितीयक वोल्टेज - 6V

द्वितीयक भार धारा - 2A

आवृत्ति - 50 Hz

उदारण के लिए निर्गत शक्ति को ज्ञात किया जाता है। 6 x 2 = 12VA.

पद संख्या (STEP NO.) 2

निविष्ट वाट ज्ञात कीजिए

$$P_1 = \frac{P_2}{\%\text{ Efficiency}}$$ .... Formula 2

सामान्यतया ट्रांसफार्मर की दक्षता 80 to 90 ली जाती है, उदाहरण में

$$P_1 = \frac{6 \times 2 \times 100}{80} = 15\text{ VA.}$$

पद संख्या (STEP NO.) 3

ट्रांसफार्मर की क्रोड का आवश्यक अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल ज्ञात करें।

अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफलज्ञात करने के लिए कुछ प्राचल (parameters) की आवश्यकता होती है जैसे पट्टलों में प्रयुक्त धातु का फलक्स घनत्व, प्रदाय आवृत्ति, वाइन्डिंग तार में अनुमेय धारा घनत्व व ट्रांसफार्मर की निविष्ट शक्ति।

एक शैल प्रकार व क्रोड प्रकार के ट्रांसफार्मरों के लिए अनुप्रस्थ काट क्षेत्रुफल पर विचार करने के लिए क्रमशः Figs 2 व 3 का अवलोकन करें।

विशिष्ट स्थितियों में ट्रांसफार्मर के लिए आवश्यक अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल को निम्नलिखित अनुसार व्यक्त किया जाता है

Fig 2

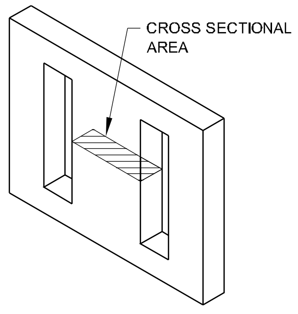
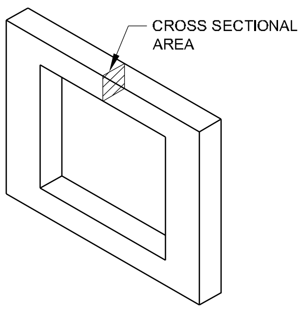


Fig 3



$$A = 3.8 \times \sqrt{\frac{P_1}{B \times f \times S \times 10^{-1}}}$$ ..... Formula 3.

जहाँ

A - लोह क्रोड का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल cm^2 में

B - फलक्स घनत्व, टेस्ला में

f - प्रदाय आवृत्ति हर्टज में

S - वाइन्डिंग तार की धारा घनत्व एम्पियर/mm^2

P_1 - ट्रांसफार्मर की इनपुट शक्ति वाट में

उपरोक्त प्राचलों में मुख्य प्रदाय की आवृत्ति को 50 हर्टज में लिया जा सकता है। पद 1 और पद 2 से va में शक्ति ज्ञात की जा सकती है। यद्यपि B का मान निम्न सूचनाओं से जो उस पदार्थ पर निर्भर करती है जिससे क्रोड बना है, से ज्ञात किया जा सकता है।

सामान्य लोह धातु शीट के लिए B = 0.6 to 0.8 tesla

डायनमों इस्पात के लिए B = 1.2 to 1.3 tesla

उच्च एलोय शीट के लिए B = 1.5 to 1.9 tesla

पट्टलों (stampings) के निर्माता अपने उत्पाद के फलक्स घनत्व के मान को आवश्यकता अनुसार निर्दिष्ट करते हैं।

इसके आगे ट्रांसफार्मर के लिए सुपर इनैमल्ड ताम्र तारके लिए धारा घनत्व को लगभग निम्नलिखित प्रकार से व्यक्त किया जाता है।

1 2.5 KVA या अधिक 1A/mm^2

2 0.75 से 2.4 KVA 1.5A/mm^2

3 0.3 से 0.74 KVA $2A/mm^2$

4 से निम्न 0.29 KVA $3A/mm^2$

रूक रूक कर कार्य करने के लिए धारा को 1.5 के गुणक से गुणा किया जा सकता है।

उदाहरण के अनुसार, एक 15VA इनपुट के लिए आवश्यक प्रभाविक क्रोड का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल होगा।

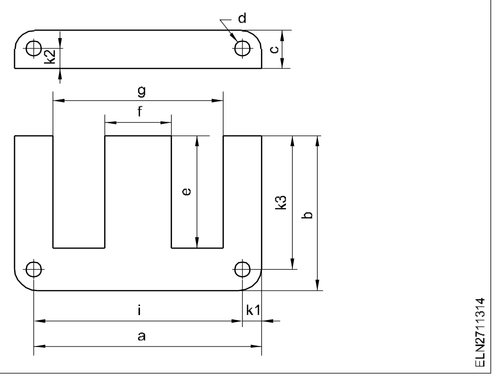
$$A = 3.8 \times \sqrt{\frac{15}{0.8 \times 50 \times 3 \times 10^{-1}}} = 4.248\ cm^2$$

उपरोक्त गणाना में बनाई गई अवधारण के लिए सामान्य लोह क्रोड के लिए धारा घनत्व $3A/mm^2$ व फलक्स घनत्व 0.8 टेस्ला लिया गया है। 4.248 sq.cm के क्रोड क्षेत्रफल के लिए हम क्रोड की चौडाई 20 mm व क्रोड मोटाई 21 mm उपयोग कर सकते है।

अनुप्रस्थ काट = 20 x 21=420 sq.mm या 4.2 sq. cm

सारणी 1 में E व I प्रकार की पट्टलों के लिए क्रोड का मानक साइज दिया गया है जो आपके मार्ग दर्शन के लिए बताता है कि ये पट्टलें बाजार में इस प्रकार से उपलब्ध है। Fig 4 स्टैम्पिंग की विमायें (dimensions) दी गई है।

Fig 4



स्टैम्पिंग सारणी से निकटतम शीट का मानक साइज का चयन करना चाहिए। यहाँ हम केन्द्रीय भुजा की चौडाई 20 mm मानते हुए, इस प्रकार क्रोड E.I. 60 का चयन करते है फिर भी आप अनुप्रस्थ काट के लिए उपयुक्त किसी अन्यप्रकार का चयन कर सकते हे। परन्तु अन्य विवरण जैसे स्टैम्पिंग की संख्या और बॉबिन के माप, यथानुसार बदले जा सकते है।

पद संख्या (STEP NO.) 4

अगला कदम सूत्र 4 का उपयोग करते हुए वोल्टेज प्रति टर्न के लिए गणना करने के लिए है।

$e = 4.44 \times B \times A \times f \times 10^{-4}$ ....Formula 4.

जहाँ e - वोल्टेज प्रति टर्न

B - फलक्स घनत्व टेस्ला में

A - लोह क्रोड का क्षेत्रफल cm^2 में

f - हर्टज में आवृत्ति

उदाहरण

$e = 4.44 \times 0.8 \times 4.24 \times 50 \times 10^{-4} = 0.0753$ volts.

पद संख्या (STEP NO.) 5

प्राथमिक कुण्डली में टर्न की संख्या ज्ञात करने के लिए

$$N_1 = \frac{240}{0.0753} = 3187 \text{ turns (approx.)}$$

द्वितीयक कुण्डली में टर्न की संख्या, गणना के लिए

$$N_2 = \frac{6}{0.0753} = 80 \text{ turns (approx.)}$$

द्वितीयक कुण्डलन में वोल्टेज ड्राप (आन्तरिक) के लिए 10% और जोड़ लें अर्थात N_2 = 88 turns.

पद संख्या (STEP NO.) 6

इन शक्ति केसन्दर्भ में तार के साइज की गणना करें।

P = E x I ; I = P/E और उदाहरण के अनुसार

प्राथमिक धारा = I_1 = 15/240 = 0.0625A

द्वितीयक धारा = I_2 = 15/6 = 2.5A.

$3A/mm^2$ का धारा घनत्व मानते हुए प्राथमिक चालक का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल होगा

A = 0.0625/3 = 0.020833 mm^2

व्यास = 0.1628 mm

माना अर्थात तार का व्यास = 0.160 mm या 37 SWG लगभग

$3A/mm^2$ धारा घनत्व मानते हुए द्वितीयक चालक का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल होगा

A = 2.5/3A = 0.8333 mm^2

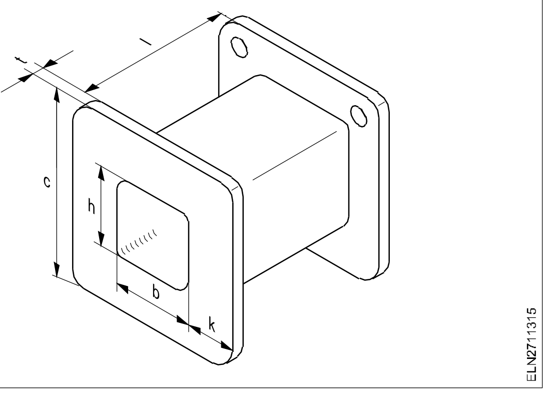
व्यास = 1.029 mm

या कह सकते है = 1.00 mm dia. और गेज 19 SWG.

पद संख्या (STEP NO.) 7

Fig 5 एक बॉबिन के सामान्य माप देता है और सारणी 2 स्टैण्डर्ड स्टैम्पिंग के अनुरूप बॉबिन के स्टैण्डर्ड साईज देता है जो बाजार में उपलब्ध है। यहाँ पर EI 60/21 बॉबिन को चुना गया है जो कि क्रोड की केन्द्रीय भुजा की मोटाई के लिए उपयुक्त है जो कि अभी अभी पूर्व में लिया गया था जिसकी मोटाई 21 mm व क्रोड चौडाई 20 mm है।

Fig 5



टेबल 1

स्टम्पिंग का आदर्श नाप

स्टम्पिंग का विशिष्टकरण	a	b	c	d	e	f	g	i	k1	k2	k3
EI42	42	28	7	3.5	21	14	28	35	3.5	—	24.5
EI48	48	52	8	3.5	24	16	32	40	4	—	28
EI54	54	36	9	3.5	27	18	36	45	4.5	—	31.5
EI60	60	40	10	3.5	30	20	40	50	5	—	35
EI66	66	44	11	4.5	33	22	44	55	5.5	—	38.5
EI78	78	52	13	4.5	39	26	52	65	6.5	—	45.5
EI84	84	56	14	4.5	42	28	56	70	7	—	49
EI92	92	62.3	11.3	4.5	51	23	69	82	5	6.5	57.5
EI106	106	70.5	14.5	5.5	56	29	77	94	6	8.5	64.5
EI130	130	87.5	17.5	6.8	70	35	95	115	7.5	10	80
EI150	150	100	20	7.8	80	40	110	135	7.5	12.5	92.5
EI170	170	117.5	22.5	8	95	45	125	150	10	12.5	107.5
EI195	195	134.5	25.5	9.5	109	51	144	171	12	13.5	122.5
EI231	231	166	29	10	137	58	173	204	13.5	15.5	152.5

स्टम्पिंग की साधारण मोटाई : 0.35 mm and 0.5 mm.

टेबल 2

बोबिनों का आदर्श नाप

बोबिनों का विशिष्टकरण	b	h	c	k	L
EI 42/15	14.5	14.8	30.2	5.1	18.6
EI 48/16	16.5	16.8	34.2	6.0	21.6
EI 54/18	18.5	18.8	38.2	6.8	24.2
EI 60/21	20.6	21.0	42.7	7.7	26.7
EI 66/23	22.6	23.0	48.7	8.7	28.6
EI 78/27	26.6	27.5	56.2	10.7	34.6
EI 84/29	28.6	29.5	60.2	11.7	37.6
EI 84/43		43.5	74.2		
EI 92/24	24.5	75.0	20.2	46.6	23.5
EI 92/33		33.5	84.0		
EI 106/33	29.6	33.5	88.1	20.6	46.6
EI 106/46		46.5	101.1		
EI 130/38	35.7	37.7	105.4	25.9	64.5
EI 130/48		47.7	115.4		
EI 150/42		41.7	122.5		
EI 150/52	40.7	51.7	132.5	29.8	70.1
EI 150/62		61.7	142.5		
EI 170/57		56.7	151.7		
EI 170/67	45.7	66.7	161.7	33.7	85.1
EI 170/77		76.7	171.7		

बोबिनों का विशिष्टकरण	b	h	c	k	L
EI 195/58		51.7	186.7		
EI 195/71	51.7	70.7	199.7	40.2	109.4
EI 195/86		85.7	214.7		
EI 231/65		64.7	215.7		
EI 231/81	58.7	80.7	232.7	47.5	127.4
EI 231/100		99.7	250.7		

पद संख्या (STEP NO.) 8

वाइन्डिंग स्थान के अन्दर प्राथमिक व द्वितीयक के फेरों की संख्या को व्यवस्थित करने की सम्भावना की जाँच करें।

यद्यपि प्राथमिक कुण्डलन में 37 SWG तार की 3187 टर्न है, और द्वितीयक में 19 SWG सुपर इनमैल्ड ताम्र तार की 88 टर्न है फिर भी यह जाँच करना बहुत आवश्यक है कि क्रोड के वाइन्डिंग स्थान मे इन वाइन्डिंग में क्रमिक इन्सुलेशन के साथ क्या व्यवस्थित कियाजा सकता है। इसे वाइन्डिंग शुरू करने से पूर्व सुनिश्चित करना चाहिए।

टेबल 3 वाइन्डिंग तार के टर्नों की संख्या से सम्बन्धित जानकारी देता है जिसे एक वर्ग cm क्षेत्रुफल में व्यवस्थित किया जा सकता है। सारणी 3 की सहायता से हम पूर्व में यह जान सकते है कि वाइन्डिंग स्थान मेंवाइन्डिंग को व्यवस्थित किया जा सकता है या नहीं।

बॉबिन में उपलब्ध वाइन्डिंग स्थान = l x k.

(Fig 5 को देख कर टेबल 2 की सहायता से चयन किया गया बॉबिन EI 60/21) = 26.7 x 7.7 sq. mm = 2.055 sq.cm.

प्राथमिक व द्वितीयक टर्नों के लिए आवश्यक क्षेत्रफल ज्ञात करने के लिए टेबल 3 का उपयोग करें।

प्राथमिक में फेरो की संख्या = 3187

तार का गेज = 37 SWG

टेबल 3 के अनुसार 37 SWG के वाइन्डिंग तार के लिए 2820 टर्न निर्धारित है जो कि 1 sq. cm क्षेत्रुफल में व्यवस्थित किये जा सकते है। इस प्रकार 3187 टर्न के लिए आवश्यक स्थान

$$= \frac{3187 \times 1}{2820} = 1.130 \text{ cm}^2$$

द्वितीयक में फेरों की संख्या = 88

तार का गेज = 19 SWG

टेबल 3 के अनुसार 19 SWG की वाइन्डिंग तार के लिए 85 टर्न निर्धारित है जो कि एक 1 sq. cm क्षेत्रफल में व्यवस्थित किए जा सकते है।

$$= \frac{88 \times 1}{85} = 1.035 \text{ sq.cm.}$$

कुल आवश्यक स्थान =

प्राथमिक के लिए आवश्यक स्थान + द्वितीयक के लिए आवश्यक स्थान

= 1.130 + 1.035 = 2.165 sq.cm.

अतः आवश्यक स्थान पर्याप्त है आप ट्रांसफार्मर के लिए इससे ब्रडे क्रोड व इसे बडे बॉबिन को चुन सकते है। लेकिन इन्हें अनुभ में किफायती नही माना गया है। सारणी 3 में दिये गये फेरों की संख्या के साथ सामान्य इन्सुलेशन सम्मिलित है जो वाइन्डिंग में उपयोग होता है। इसलिए इन्सुलेशन की छूट का परिकलन में पृथक रूप से लेने की आवश्यकत नही है।

निष्कर्ष (CONCLUSION)

ट्रांसफार्मर के इस उदाहरण में प्राप्त वाइन्डिंग डाटा निम्नानुसार है।

ट्रांसफार्मर क्षमता

प्राथमिक - 240V

द्वितीयक - 6V

आवृत्ति - 50 Hz

आवृत्ति - 15 VA

टेबल 3

mm में तारों का नाप	SWG	प्रति sq.cm. मोड़
1.60	16	34
1.40	17	44
1.22	18	60
1.00	19	85
0.90	20	104
0.80	21	132
0.710	22	172
0.600	23	233
0.560	24	279
0.500	25	333
0.450	26	411
0.425	27	493
0.375	28	605
0.345	29	705
0.315	30	860
0.295	31	976
0.274	32	1131
0.250	33	1302
0.230	34	1550
0.212	35	1860
0.190	36	2247
0.170	37	2820
0.150	38	3565
0.132	39	4758
0.122	40	5487
0.112	41	6742
0.100	42	7874
0.090	43	10198
0.080	44	12632
0.071	45	16119
0.061	46	22000
0.050	47	30533

क्रोड (Core) : क्रोड का क्षेत्रफल 20 x 21 mm as decided in Step 3.

बॉबिन (Bobbin): पद 7 में निश्चय के अनुसार चौडाई 20.6 mm, ऊँचाई 21 mm, लम्बाई 26.7 mm फ्लैन्ज की कुल ऊँचाई 42.7 mm

तार का साइज व टर्न (Wire sizes and turns)

प्राथमिक - 3187 टर्न जो कि 0.16 mm व्यास व 37 SWG गेज की है।

द्वितीयक - 88 टर्न जो कि 1.00 mm व्यास व 19 SWG गेज की है।

स्टैम्पिंग (Stampings): सारणी 1 से प्रत्येक पट्टल की मोटाई 0.35 mm, मानते हुए 21 mm की चौडाई के लिए 60 स्टैम्पिंग की आवश्यकता होगी।

स्टैम्पिंग व चट्टों की बीच कुछ स्थान मानते हुए हमें केवल 55 स्टैम्पिंग कीआवश्यकता पड़ेगी। इसलिए EI 60/21 प्रकार की 55 स्टैम्पिंग के लिए 0.35 mm मोटाई वाली स्टैम्पिंग की आवश्यकता पडेगी।

पुनः कुण्डलन के बाद ट्रांसफार्मर का परीक्षण (Testing of transformer after rewinding): पुनः कुण्डलन के बाद क्रोड असेम्बली, क्रोड व कुण्डली के उचित कसाव के साथ साथ लीड के सिरों का उचित टर्मिनेशन के लिए ट्रांसफार्मर का परीक्षण किया जाना चाहिए।

इन्सुलेशन प्रतिरोध परीक्षण (Insulation resistance test) : कुण्डलन व क्रोड के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध मापने के लिए 500 वोल्ट का मैगर का उपयोग किया जाता है। इस प्रकार से प्राप्त पाठ्यांक अनन्त हो सकता है और किसी भी स्थिति में यह एक मेगा ओह्म से कम नही होना चाहिए।

ट्रांफार्मेशन अनुपात परीक्षण (Transformation ratio test): ट्रांसफार्मर की द्वितीयक कुण्डलन को खुला छोड़ कर प्राथमिक कुण्डलन को निर्धारित AC वोल्टेज से जोड़ना चाहिए। उचित वोल्टमीटरों की सहायता से प्राथमिक व द्वितीयक दोनों की वोल्टेज मापी जानी चाहिए। ट्रांसफार्मर अनुपात डिजाईन अनुसार वोल्टमीटरों के पाठ्यांक प्राप्त होंगें।

भार परीक्षण (Load test) : ट्रांसफार्मर को उचित प्रकार के भार से जोड़ना चाहिए, यह भार इस प्रकार का हो कि ट्रांसफार्मर की द्वितीयक कुण्डलन में सेपूर्ण भार धारा प्रवाहित हो सके। भार का स्विच ऑन करने के पश्चात ट्रांसफार्मर की वाइन्डिंग का तापमान बढने लगता है, जहाँ तक सम्भव हो सके इस ताप वृद्धि को औद्योगिक थर्मामीटर द्वारा देखा जाना चाहिए।

प्रारम्भ में ट्रांसफार्मर का तापमान बढेगा और कुछ देर बाद तापमान स्थिर हो जाता है। तापमान में इस वृद्धि को दर्ज करना चाहिए और यह ट्रांसफार्मर डिजाईन के अनुसार इन्सुलेशन के वर्ग के अनुसार सीमा में होनी चाहिए।

लघु परिपथ परीक्षण (Short circuit test) : जहाँ पर ट्रांसफार्मर पर सीधा भार डालना सम्भव न हो, वहाँ पर ट्रांसफार्मर की द्वितीयक कुण्डल को लघुपरिपथ कर देना चाहिए और प्राथमिक में निम्न वोल्टेज डिमर स्टैट को एड्जस्ट adjust करके देनी चाहिए, यह निम्न वोल्टेज इतनी होनी चाहिए कि द्वितीयक में पूर्ण भार धारा प्रवाहित होने लगे। ट्रांसफार्मर के स्वि को तब तक ऑफन करके रखना चाहिए कि तापमान मे वृद्धि होकर, ट्रांसफार्मर के इन्सुलेशन वर्ग को सुनिश्चित किया जा सके।

सामान्यतया तेल शीतलित ट्रांसफार्मर वर्ग -A के होते है, जबकि वायु शीतलन ट्रांसफार्मर वर्ग 'A' या 'E' के होते है।

वाइन्डिंग तार के साइज को मापने की विधि-वाइन्डिंग मशीन के भाग (Method of measuring the winding wire size - Parts of winding machine)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **I.S.4800 Part - I 1968 की अनुशंसा अनुसार वाइन्डिंग तार के साइज को मापने की विधि का वर्णन करना**
- **वाइन्डिंग सारणी से विवरण ज्ञात करना**
- **वाइन्डिंग मशीन और उसके कार्यो का वर्णन करना।**

वाइन्डिंग तार के साइज को मापने की विधि (Method of measuring the winding wire size): वोल्टताहीन कुण्डली को कुण्डलित करने के लिए वृत्ताकार काट वाले ठोस इनैमल्ड चालक (अधिकतर ताम्र व कुछ स्थितियों मे एल्युमीनियम) उपयोग होता है।

मोटे चालक की स्थिति में माइक्रोमीटर से चालक के व्यास की जाँच की जा सकती है। बारीक चालक की स्थिति में, वाइन्डिंग तार का साइज मापने के लिए चालक की इकाई लम्बाई में रैजिस्टेंस मापी जाती है। (अर्थात एक मीटर) और टेबल 1 यह दर्शाती है I.S. 4800(Part I) - 1968 के अनुसार व्यास व प्रतिरोध का सम्बन्ध ज्ञात किया जा सकता है।

टेबल 1

mm में व्यास	माप
0.071 से कम	केवल प्रतिरोध से
0.071 को शामिल करके 1.000 तक	प्रतिरोध व व्यास से
1.000 से अधिक	केवल व्यास से

भारतीय मानक ब्यूरो की अनुशंसा (I.S. 4800 (Part I) - 1960 के अनुसार चालक को निम्नलिखित तरह से व्यास तथा प्रतिरोध या दोनों के लिए जाँच जा सकता है।

सारणी 2 I.S 4800 (Part 1) - 1960 की अनुशंसा के अनुसार चालक का साइज व प्रतिरोध को दर्शाती है।

कुण्डली कुण्डलन मशीन (Coil winding machine): सामान्यतया क्वाइल वाइन्डिंग मशीन से वोल्टताहीन कुण्डली को कुण्डलित किया जाता है। क्वाइल वाइन्डिंग मशीन में समान्यतया निम्नलिखित सुविधाओं को दिया गया है जो कि Fig 1 और 2 में दिखाई गई है।

1 टर्न इंडिकेटर, टर्नों की संख्या बताने के लिए या काउण्टर
2 व्यवस्था के अनुसार तार-फिड कन्ट्रोल Wire-feed control तारों के व्यास के अनुसार पिच की सैटिंग।
3 क्वाइल लम्बाई/क्वाइल की ऊँचाई की सेटिंग
4 मैन्ड्रल
5 रील/स्पूल धारक
6 तार गाईड आदि

टर्न संकेतक (Turn indicator) : टर्न संकेतक प्रायः डिजीटल प्रदर्शन वाला होता है। इसमें काउन्टर प्रदर्शन को पुनः शून्य तक लाने का प्रबंध होता हे। कुण्डलन में फेरों की संख्या को ज्ञात करने के लिए काउंटर को आरम्भ में शून्य पर सेट करना होता है। वाइन्डिंग को आगे बढाते समय काउन्टर का प्रारम्भ का पाठ्यांक नोट करना चाहिए।

टेबल 2

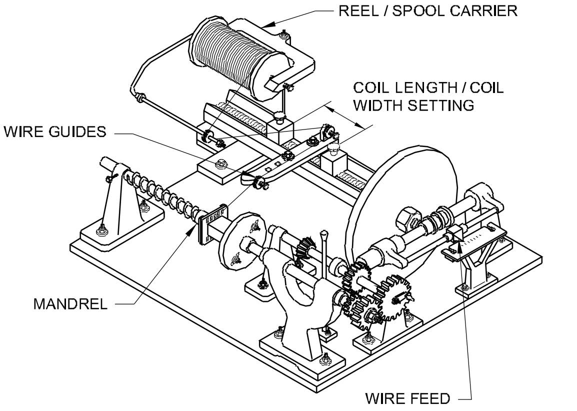
वृत्ताकार चालकों का व्यास व प्रतिरोध

सामान्य चालक व्यास	टॉलरैन्स	20°C पर ओह्म प्रति मीटर में प्रतिरोध					
		तांबा			एल्युमीनियम		
mm. (1)	mm. (2)	सामान्य (3)	अधि. (4)	न्यून. (5)	सामान्य (6)	अधि. (7)	न्यून. (8)
0.020	-	54.88	65.31	46.63	-	-	-
0.025	-	35.12	41.09	30.55	-	-	-
0.032	-	21.44	24.44	18.87	-	-	-
0.040	-	13.72	15.37	12.21	-	-	-
0.050	-	8.781	9.559	7.903	-	-	-
0.063	-	5.531	6.029	5.033	-	-	-
0.071	0.003	4.355	4.725	3.985	-	-	-
0.080	0.003	3.430	3.704	3.156	-	-	-
0.090	0.003	2.710	2.913	2.507	-	-	-
0.100	0.003	2.195	2.349	2.041	-	-	-
0.112	0.003	1.750	1.864	1.646	-	-	-
0.125	0.003	1.405	1.488	1.328	-	-	-
0.140	0.003	1.120	1.180	1.064	-	-	-
0.160	0.003	0.8575	0.8983	0.8192	-	-	-
0.180	0.003	0.6775	0.7068	0.6499	-	-	-
0.200	0.003	0.5488	0.5706	0.5282	0.8913	0.9317	0.8528
0.224	0.003	0.4375	0.4534	0.4224	0.7105	0.7404	0.6820
0.250	0.004	0.3512	0.3659	0.3374	0.5704	0.5975	0.5447
0.280	0.004	0.2800	0.2907	0.2698	0.4547	0.4747	0.4357
0.315	0.004	0.2212	0.2289	0.2139	0.3593	0.3739	0.3453
0.355	0.004	0.1742	0.1797	0.1689	0.2829	0.293	0.2727
0.400	0.005	0.1372	0.1419	0.1327	0.2228	0.2318	0.2142
0.450	0.005	0.1084	0.1118	0.1051	0.1761	0.1826	0.1697
0.500	0.005	0.08781	0.09037	0.08534	0.1426	0.1476	0.1378
0.560	0.006	0.07000	0.07215	0.06794	0.1137	0.1178	0.1097
0.630	0.006	0.05531	0.05687	0.05381	0.08982	0.09287	0.08688
0.710	0.007	0.04355	0.04481	0.04234	0.07072	0.07317	0.06836
0.750	0.008	0.03903	0.04022	0.03788	0.06338	0.06568	0.06116
0.800	0.008	0.03430	0.03530	0.03334	0.05570	0.05765	0.05383
0.850	0.069	0.03038	0.03131	0.02950	0.04934	0.05113	0.04762
0.900	0.009	0.02710	0.02789	0.02634	0.04401	0.04555	0.04253
0.950	0.010	0.02432	0.02506	0.02362	0.03950	0.04092	0.03813
1.000	0.010	0.02195	0.02259	0.02134	0.03565	0.03689	0.03445
1.060	0.011	0.01954	-	-	0.03173	-	-
1.120	0.011	0.01750	-	-	0.02842	-	-
1.180	0.012	0.01577	-	-	0.02560	-	-
1.250	0.013	0.01405	-	-	0.02282	-	-
1.320	0.013	0.01260	-	-	0.02046	-	-
1.400	0.014	0.01120	-	-	0.01819	-	-
1.500	0.015	0.009757	-	-	0.01584	-	-
1.600	0.016	0.008575	-	-	0.01393	-	-
1.700	0.017	0.007596	-	-	0.01234	-	-
1.800	0.018	0.006775	-	-	0.01100	-	-
1.900	0.019	0.006081	-	-	0.009876	-	-
2.000	0.020	0.005488	-	-	0.008913	-	-
2.120	0.021	0.004884	-	-	0.007932	-	-
2.240	0.022	0.004375	-	-	0.007105	-	-
2.360	0.024	0.003941	-	-	0.006401	-	-

तार-फीड नियन्त्रण व्यवस्था या पिच की सेटिंग (Wire-feed control arrangements or setting pitch) : तार के साइज (व्यास) पर निर्भर करते हुए तार की फीड feed का समायोजित करना होता है। फीड के समायोजन को इस प्रकार किया जाता है कि तार न तो एक दुसरे के ऊपर चढे और न ही पास पास वाली के बीच अन्तराल हो।

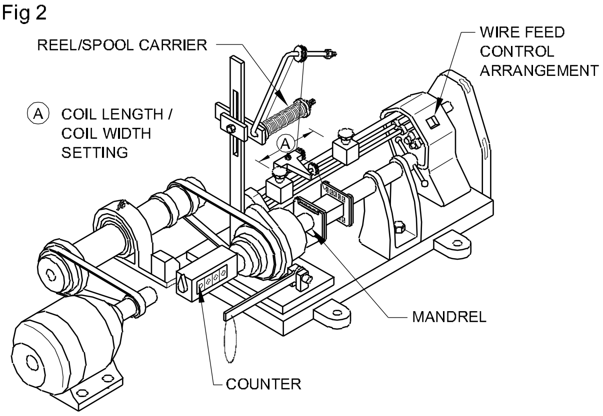
अतः क्वाइल की वास्तविक वाइन्डिंग से पूर्व, एक जाँच के लिए एक परत में समरूप वाइन्डिंग की जाती है जिसमें ओवरलैप व टर्नो के बीच अन्तराल न हो। मशीन के डिजाईन पर निर्भर करते हुए, उचित गियर/ पुल्ली अनुपात का चयन करके, या उचित घर्षण की सेटिंग से फीड कन्ट्रोल को समायोजित किया जाता है। Fig 1और 2 में क्रमशः घर्षण और गियर फीड की व्यवस्था दिखाई गई है।

Fig 1



FRICTION TYPE COIL WINDING MACHINE

Fig 2

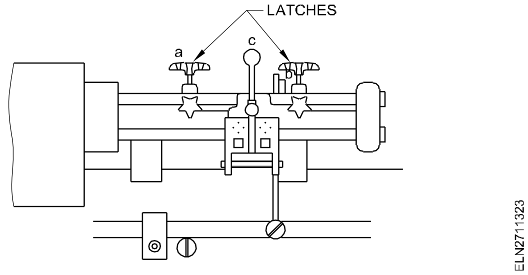


GEAR TYPE COIL WINDING MACHINE

कुण्डली की लम्बाई की सेटिंग या परत चौडाई की सेटिंग (Coil length setting or layer width setting): एक डिजाईन की गई क्वाइल की लम्बाई को कुण्डलित करने के लिए अर्थात बॉबिन की आन्तरिक लम्बाई में कुण्डलन के लिए, मशीन के ट्रांसन्सवर्स (transverse) पुल्ली यन्त्रावली में रोकने के लिए फीड को विपरीत करने के लिए दो सिरकनी (Laches) लगाई जाती है जो उचित बिन्दु पर Fig 3 में दिखाये अनुसार लगाई जाती है।

ये दोनों सिटकनी इस प्रकार सैट की जाती है कि जब बॉबिन/कुण्डली की पुरी लम्बाई में तार कुण्डलित हो जाती है तो यह बॉबिन के फ्लैन्ज से बाहर न जा सके। एक कुण्डली की वास्तविक वाइन्डिंग करने से पूर्व, इस प्रकार की सैटिंग प्राप्त करने के लिए कई जाँच चलाने के लिए आवश्यक होती है।

Fig 3



मैन्ड्रल (Mandrel) : प्रायः वाइन्डिंग मशीन के साथ, विभिन्न माप के कई प्रकार के मेन्ड्रल की आपूर्ति की जाती है। यदि किसी प्रकार से व उपलब्ध नही कराये गये हो, तो उन्हे आवश्यक आकार व साईज में बनाने के लिए लकडी का उपयोग किया जाता है। मैन्ड्रल बॉबिन को मजबूती से पकड़ने में मदद करते है। Fig 4 में मेन्ड्रल को दिखाया गया है व Fig 5 में लकडी का ब्लॉक को दिखाया गया है।

Fig 4

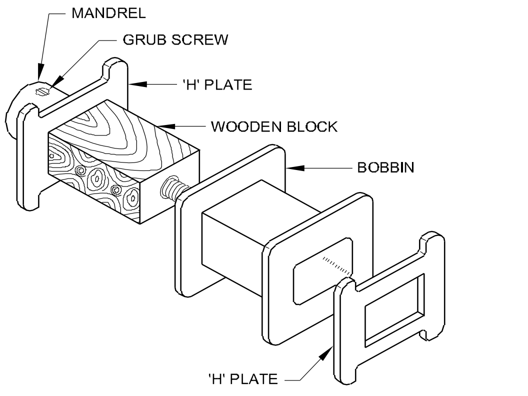
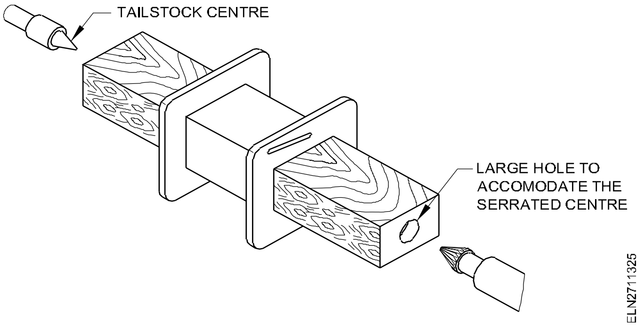


Fig 5



चरखी स्पूल वाहक (Reel spool carrier) : विशेषतः बारीक तार के लिए यह सुनिश्चित किया जाता है कि तार मुक्त रूप से चल सके, इसके मार्ग में कोई रूकावट न आये, इसके लिए इसके सिरों पर डी-रीलिंग de-(reeling) उपलब्ध कराई जाती है। ये व्यवस्थायें Fig 1 व 2 में दर्शायी गई है।

तार मार्गदर्शक (Wire guides) : रील से वाइन्डिंग तार को, तार गाईड में से इसलिए निकाला जाता है कि तार, पुली तथा बॉबिन के बीच उचित तनाव में हो। तार गाईड (Wire guides) को Figs 1 व 2 में दिखाया गया है।

आपके विभाग में उपलब्ध वाइन्डिंग मशीन की सेटिंग तथा परिचालन विवरण के लिए निर्माता के पत्रक को देखें या अपने अनुदेशक से परामर्श लें।

तीन फेज ट्रांसफार्मर का सामान्य रखरखाव (General maintenance of three-phase transformers)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **तीन फेज ट्रांसफार्मर की आवश्यकता एंव लाभ की व्याख्या**
- **ट्रांसफार्मर की आयु निर्धारक कारकों का अध्यायन करना**
- **एक ट्रांसफार्मर में किए जाने वाले (समय-समय) मरम्मतों का अध्ययन करना।**

रख रखाव मरम्मत की आवश्यकता (Necessity of maintenance)

एक पावर ट्रांफार्मर ऐसा होना चाहिए लंबी अवधि तक बिना किसी खराबी के चलू इसलिए इसका समय समय पर ध्यान रखना एंव मरम्मत करना जरूरी है साथ में यह एक कीमती उपकरण भी है।

एक कठोर विधि से लगातार जाचँ और समय से पूर्व मरम्मत उपकरण की आयु बढ़ती है तथा बिना खराबी के सेवा और मरम्मत की कीमत भी घटाती है रख रखाव का मतलब नियमित जाँच टेस्टिंग और जहाँ जरूरत हो रिकार्ड करने से है।

खराबी के कारण (Causes of breakdown) सामान्यतः ट्रांसफार्मर के खराबी का कारण निम्न तरह से वर्गीकृत किए जा सकते है।

i खराब डिजाइन या संरचना

ii गलत तरीके से इन्सटाल या उपयोग करना

iii क्षमता से अधिक लोड डालना

iv पुराना होना फटना या अन्य विकृति

v ध्यान नहीं देना दुर्घटना या वातावरण से आयी खराबी

vi प्रापर न्यूट्रल के अभाव से।

मरम्मत की मुख्य उद्देश्य (Principal object of maintenance) ट्रांसफार्मर की मरम्मत का मुख्य उद्देश्य उसके इंसूलेश्न को अच्छी स्थिति में बनाए रखना है नमी गंदगी बहुत अधिक गर्मी या आक्सीजन से संपर्क ये सब इंसूलेशन में खराबी का मुख्य कारण है और अगर हम इन चीजों से बचा के रख सकें तो उसका इंसूलेशन को अच्छी स्थिति बनाए रख सकते है।

ट्रांसफार्मर के लगातार कार्य में राशायनिक और भौतिक प्रभाव के कारण भी इसकी इंसूलेशन क्वालिटी गिरती है इंसूलेशन गिरने से राशयनिक प्रभाव दर बढ़ती है तथा लगातार चलते रहने से सामान्य आपरेटिंग टेम्परेचर जो 75^0C है 10^0C तक बढ़ जाती है जिससे ट्रांसफार्म की आयु घट जाती है।

ट्रांसफार्मर की आयु को प्रभावित करने वाले कारक (FACTORS AFFECTING THE LIFE OF TRANSFORMERS)

1 नमी का प्रभाव (Effect of moisture)

ट्रांसफार्मर तेल हवा की नमी को सोखता है पानी के प्रभाव के कारण ट्रांसफार्मर तेल की डाइलेक्ट्रिक स्ट्रैंथ कम हो जाती हैं इसलिए नमी को रोकने के लिए आवश्यक कदम उठाना जरूरी है तथा का T/F के अंदर प्रवेश रोकता है इसके साथ T/F के बाहरी हवा में खुलने की जगह को ब्लाक करता है तथा ब्रीषिंग के कारण होने वाले लगातार प्रतिक्रिया काथ्से भी रोकरना है।

2 आक्सीजन का प्रभाव (Effect of oxygen)

तेल में हवा के कारण T/F के अंदर आक्सीजन उपलब्ध होता हे जो इंसुलेशन सेल्युथीज की क्षमता को प्रभावित करती है सेल्युलीज के विघटन के कारण तेल में एकआर्गेनिक एडिड घूल जाती हे जो लीड में एक परत के रूप में बैठ जाती है यह चिप चिपा परत तेल के सामान्य बहाव को ब्लाक करता है तथा तली में बैठ जाता है तथा क्वाइल को कोर को नुकसान पहुंचता है

3 ठोस अशुद्धियों का प्रभाव (Effect of solid impurities)

तेल में उपलब्ध सुक्ष्म अशुद्धि कणों के कारण तेल का डाइलेक्ट्रिक स्टेंथ कम हो जाता है इस लिए ट्रांसफार्मर का उपयोग होने के उपरांत समय समय पर तेल को फील्टर करना चाहिए।

4 वार्निश का प्रभाव (Effect of varnishes)

कुछ वार्निश कण ट्रांसफार्मर तेल के साथ मिलाकर आक्सीडाइज होने के कारण वाइडिंग में कुछ चिपचिपा पदार्थ जमा कर देता है मरम्मत करने वाले को इन सब चीजो को ध्यान में रखना चाहिए जब हम ट्रासंफार्मर को रिवाइन्ड करें या क्वाइल को बदले तब।

5 वाइडिंग के ढीला होने का प्रभाव (Effect of slackness of windings)

T/F फेल होने का एक कारण क्वाइल का ढीला होना भी हे जब क्वाइल को एक ऊपर एक बैठया जाता है तथा मोड़ा जाता है तो क्वाइल का इंसुलेशन हटने से भी फेलवर हो सकता है एक छोटा सा भी शार्ट सर्किट इलेक्ट्रिक और मैग्नेटिक असंतुलन का कारण बन सकती है ट्रांसफार्मर के कोर ओर वांइडिग को उठाते समय कसा होना चाहिए यह तभी संभव है जब सब मजबूत टाई से बंधा हो।

मरम्मत विधि (MAINTENANCE PROCEDURE)

1 सावधानियाँ (Safety precautions)

i T/F का कोई भ कार्य शुरू करने से पहले उसे सप्लाई लाइन से आइसोलेट करना उको टर्मीनलस को शार्ट करना आवश्यक है।

ii टैक को खोलने से पहले आइल लेवल को नोट करना चाहिए।

iii कोई भी ज्वालनशील कार्य ट्रांसफार्मर मरम्मत कार्य के पास नहीं करना चाहिए।

2 ब्रीदर (Breather)

सामान्यतः दो प्रकार के ब्रीदर नाम से जाने जाते है।

a) सीलिका जेल ब्रीदर (Silicagel breather)

b) तेल से भरा हुआ सिलिकेजल ब्रिदर (Oil filled silicagel breather)

a) सीलिका जेल ब्रीदर (Silica gel breather)

सीलिका का जेल क्रिसटल नमी सोखने के बाद ब्लु से पींक हो जाता है क्रीसटल जेल में नमी आने के बाद वह अत्यधिक पिंक दिखने लगता है तथा उसे लगाने से पहले फिर से तैयार करना चाहिए या बदल देना चाहिए।

b) तेल भरा सीलिका जेल ब्रीदर (Oil filled silicagel breather)

आइल मेन्बर में आइल रहता है जो ब्रीदर से लगा हुआ होता है सीलिका जुल खराब हो गया हो तो उस सीलिका जेल ब्रीदर को बदल देना चाहिए।

बाहरी कनेक्शन (External connections) : सभी टर्मीनल कनेक्शन टाइट होने चाहिए यदि यह काला या कार्बनाइज दिखता है तो कनेक्शन खोलकर साफ करना चाहिए तथा एमरी पेपर से चमकाना चाहिए और फिर से कनकक्शन करते समय ग्रीस की एक परत लगा देना चाहिए।

अर्थ कनेक्शन (Earth connections) : सभी अर्थ कनेक्शन का बराबर रखरखाव करना चाहिए एक छोटा सा कापर लूप ब्रीज टापॅ कवर तथा ट्रांसफार्मर टैंक में लगाना चाहिए ताकि आसमानी बिजली के समय ट्रांसफार्मर को अर्थ फाल्ट से बचा जा सके। हार्ड वोल्टेज लाइटनिंग सेT/F बुशिंग फट सकता है ।

ब्रशिंग (Bushings) : ब्रशिंग को साफ करे तथा उसके क्रैक एंव टुटे हुए होने का जाचँ करना चाहिए अतिरिक्त ब्रशिंग स्टाक में रखना चाहिए ट्रासफार्मर को साल्ट फारमेंशन होने पर लोकेट करना चाहिए तथा इन ब्रशिंग पर ग्रीस की परत चढ़ा देना चाहिए।

1000 KVA तक के ट्रांसफार्मर का मरम्मत सेड्यूल दिया गया है टेबल 1 एंव 2 में।

टेबल 1

1000 KVA से कम दक्षतावाले ट्रान्सफर्मर के रखरखाव की अनुसूची

क्र. सं.	जाँच समयातराल	जाचँ किए जाने वाले सामान	जाचँ (रिर्पोट)बिंदू	फाल्ट आने पर किए गए सुधार का विवरण
1	घंटो में	लोड (एयपिर)	दिए गए फिगर के अनुसार	वैल्यु के अनुसार नियंत्रित करे।
2	घंटो में	वोल्टेज	- do -	- do -
3	दैनिक	ब्रीअर की नमी	एयर पासिंग साफ है के नहीं तथा सिलिका जेल का कलर भी देखना चाहिए	अगर सीलिका जेल पींक कलर का हो गया हो तो उसे फिर से तैयार करे या बदल दें
4	मासिक	ट्रांसफार्मर का आइल लेवल	T/F के आइस लेवल की जाँच	अगर आइल लेवल कम हुआ है तो लीकेज की जाँच करें ।
5	त्रेमासिक	ब्रशिंग	धुल जमने एंव क्रैक होने की जाँचें करे	सफाई करें या बदल दें
6	छः मासिक	बिना करंट वेटट वाला ट्रांसफार्मर	काँवर के निचे नमी होने कि जाँच करें	वेंटीलेशन को अच्छा करें एवं तेल की जाँच करें

क्र. सं.	जाँच समयातराल	जाचँ किए जाने वाले सामान	जाचँ (रिर्पोट)बिंदू	फाल्ट आने पर किए गए सुधार का विवरण
7	वार्षिक	ट्रांसफार्मर का आइल	तेल की डाइलेक्ट्रिक स्टैंष जाँचे तथा एसिडिक अथवा चिपचिपा पदार्थ जमने की जाँच करे	अच्छे आइल को फिर से उपयोग करें
8	वार्षिक	अर्थ रैजिस्टैंस	कनेक्शन तर बोल्ट की जाँच करें	अर्थ रैजिस्टैंस बढ़ गया हो तो आवश्यक कार्यवाही करें ।
9	1 वर्ष	रिले एंव सर्किट का अलार्म circuits etc.	रिले एवं अलार्म सर्किट की जाँच करें एवं चला कर देखें रिले की सत्यापन तथा फ्यूज की जाँच करें ।	उपकरण की सफाई करें तथा रिले काटेक्ट को बदल दें । आवश्यकतानुसार सेटिंग बदलें ।
10	2 वर्ष	नान कनर्जरवेटर ट्रांसफार्मर	आंतरिक जाँच करें	आइल की आवश्यकतानुसार फील्टर करें
11	3 वर्ष	सभी भागों को	कोर एवं क्वाइल को निकालकर पूर्ण जाँच करें ।	साफ एवं सुखे आइल से सफाई करें

टेबल 2

मरम्मत सूची ट्रांसफार्मर क्षमता 1000 KVA तथा उससे अधिक

क्र. सं.	जाँच समयातराल	जाचँ किए जाने वाले सामान	जाचँ (रिर्पोट)बिंदू	खराबी दिखाई देने पर (जाँच के दौरान) उठाया गया कदम
1	घंटो में	व्यापक टेम्परेचर	सामान्य वैल्यु के अनुसार	गर्मी के समय पढ़ने वाली सीधी किरणों से बचाना चाहिए
2	घंटो में	वाइंडिग आइल टेम्परेचर	टेम्परेचर की जाँच करें क्या बढ़त सामान्य है ।	सामान्य से अधिक होने पर तुरंत ट्रांसफार्मर बंद करें एवं उसकी जाँच करें
3	घंटो में	लोड करंट वोल्टेज	दिए गए फिगर अनुसार जाँच करें	सामान्य वैल्यू के अनुसार रेगूलेट करें
4	दैनिक	T/F की आइल लेवल	T/F के आइल लेवल मार्क के अनुसार जाँच करें	अगर लेबल कम हुआ हैं तो लिकेज की जाँच करें ।
5	दैनिक	बुशिंग का आइल लेबल एवं कूलर रेडियेटर फेन का पानी लीकेज	कूलेंट का लिकेज जाँच करें	कोई लीकेज है तो उसे रिपेयर करें
6	दैनिक	रिलिफ डायफ्राम	लेदराईड/ग्लास	अगर उसमें दरार या टुटी हुई है तो बदल दें
7	दैनिक	डिहाइड्रेशन ब्रीथिंग	हवा का मार्ग साफ होना चाहिए सिलिका जेल का कलर देखें आइल केप में आइल का लेवल देखें	सिलिका जेल खराब होने पर बदल दें एवं आइल लेवल कम हैं तो भर दें
8	मासिक	बुशिंग	दरार हो तो जाँच करें एवं गंदगी तो नहीं है ।	सफाई करें या बदल दें
9	मासिक	ट्रांसफार्मर में तेल	डाइलैक्ट्रिक स्ट्रैंथ की जाँच करें	तेल की क्वालिटी मेटेंन करने हेतु आवश्यक कदम उठाए
10	त्रैमासिक	कूलर फेन, बेयरिंग मोटर एवं आपरेटिंग	बेयरिंग का लूब्रिकेटिंग, गेयर बाक्स मैनुअल कंट्रोल एवं इंटरलाक बाक्स की जाँच करें	जले या खराब हुए भाग को बदले दें

क्र. सं.	जाँच समयातराल	जाचँ किए जाने वाले सामान	जाचँ (रिर्पोट)बिंदू	खराबी दिखाई देने पर (जाँच के दौरान) उठाया गया कदम
11	छः मासिक	Oil कूलर	दबाव की जाँच	सामान्य दिए गए स्तर अनुसार मैनेज करें
12	1 वर्ष	OLTC	Oil BDV (डाइलैक्ट्रिक स्टैंथ) और नमी (PPM) कान्टेन्ट	आइल को सुधारे या बदल दें आवश्यकतानुसार
13	1 वर्ष	बकोल्ज रिले	दोष की यांत्रिक जाँच	अगर दोष ही एवं सामान्य मूवमेंट हो तो आवश्य कार्यवाली करें ।
14	1 वर्ष	Oil ट्रांसफार्मर में	एसिडिक या माइसचर होने की जाँच करें ।	फिल्टर करें या बदल दें ।
15	1 वर्ष	तेल भरा बुशिंग	आईल की जाँच करें	फिल्टर करें या बदल दें
16	1 वर्ष	गैसकिट एवं ज्वाइंट	लीकेज की इंडीकेट करें	गैसकिट बदले अगर लीकेज हैं तो
17	1 वर्ष	केबल बॉक्स	जल सहन क्षमता की जाँच करें एवं छेद को भरनें की व्यवस्था करें । टुटे कम्पाउंड की जाँच करें	ढीले वोल्ट को कस दें
18	1 वर्ष	आवेश संचालक एवं गेप/दरार	जमें हुए गंदगी एवं टूटे हुए की निरीक्षण करना	साफ करें या बदल दें
19	1 वर्ष	रिले, अलार्म उनके परिपथ इत्यादि	अलार्म और रिले की जाँच करें रिले के कांटेक्ट एवं सही कार्य-प्रणाली की जाँच करें	अवयव/पाट्‌र्स को साफ करें कांटेक्ट और फ्यूज को बदले दें आवश्यक हो तब सेटिंग बदल दें
20	1 वर्ष	इंसुलेटर प्रतिरोध	प्रायमरी एवं सेकन्ड्री वायडिंग का IR (वोल्टेज ड्राप) मान जाँच करें	यदि आवश्यक हो तो उचित प्रक्रिया करें
21	1 वर्ष	ओहिमक मान	प्रायमरी और सेकण्डरी का ओहिमक मान की जाँच करें	आवश्यक हो तब उचित प्रकिरया करें संबंधित वाइंडिंग पर ।
22	1 वर्ष	अर्थ प्रतिरोध	अर्थ चालक संयोजन	यदि अर्थ प्रतिरोध उच्च हो तब आवश्यक प्रक्रिया पूर्ण करें
23	2 वर्ष	ऑयल तापमान और वाइंडिंग तापमान	जाँच करें और साथ-साथ OTI/WTI की सत्यापन करें	बदल दें या पुनः जाँच लें आवश्यक थर्मिस्टर/CT के लिए
24	5 वर्ष	1000-3000KVA	कोर एवं क्वायल को बाहर निकालना और निरीक्षण करना	शुष्क ऑयल के बौछार से साफ करें
25	7-10 वर्ष	3000KVA से ऊपर	कोर और क्वॉयल को निकालना और निरीक्षण पूर्ण करना	शुष्क ऑयल के बौछार से साफ करें

परियोजना कार्य (Project Work)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **परियोजना कार्य को परिभाषित करना**
- **परियोजना कार्य के उद्देश्य का वर्णन करना**
- **परियोजना कार्य में शामिल चरणों का वर्णन करना ।**

परियोजना कार्य (Project work)

यह गतिविधि का एक प्रकार है, जो प्रशिक्षु में अनुसाधन, खोज, किसी भी समस्या का निष्कर्ष निकालता विशेष तथ्य का अध्ययन करना, जैसे गुणों का विकास होता हैं । उनके कौशल, सामर्थ्य और अनुभव का सामजिक और राष्ट्रीय क्षेत्र में योगदान बढ़ता हैं ।

परियोजना कार्य का उद्देश्य (Purpose of project work) : परियोजना का सामान्य उद्देश्य निम्न में से कोई एक अधिक होना चाहिए :

- परियोजना का सामान्य उद्देश्य निम्न में से कोई एक या अधिक होना चाहिए ।
- बाह्य गतिविधि और तकनीक से समस्या का हल ढूढता था निकालना।
- दिए गए कार्य या गतिविधि एवं अभियान को सरल करना ।
- उत्पादन और मरम्मत के खर्च को कम करना और उत्पादकता को बढाना ।
- प्रकृतिक श्रोतों को सुरक्षित रखना ।
- ऊर्जा के नवीनीकृत श्रोतों जैसे पवन ऊर्जा सोलर ऊर्जा एवं ज्वार भारा का उपयोग करना ।
- बाजार में उपलब्ध न होने वाले नई तकनिक का उपयोग करना ।
- मशीनों और मनुष्य जीवन होने वाली खतरा के संबंध में पूर्वानुमान करना ।

परियोजना कार्य में निहित चरण (Steps involved in project works)

- उद्देश्य की निश्चित करना ।
- परीक्षण एवं क्रियाकलाप निश्चित करना ।
- कीमत निकालना ।
- आवस्यकता को व्यवस्थित करना ।
- सही आदमी का चुनाव करना ।
- सही गाइडलाइन देना ।
- कार्य में हिस्सेदारी निभाना ।
- क्रम को निर्धारित करना ।
- परियोजना का परीक्षण करना ।
- निष्कर्ष निकालना एवं जमा करना ।

पाठ्यक्रम के अनुसार प्रोजेक्ट कार्य को प्रशिक्षुओं को समूह में बाँटा जा सकता है (List of projector works may be assigned to the group of trainees as per syallabus)

1 विद्युत उपकरण को ओवर लोड से सुरक्षा करना ।

2 स्ट्रीच लाइट या नाइट लैम्ब को स्वतः नियंत्रित करना ।

3 रिले का उपयोग से फ्यूज और पावर फेलवर सूचक का प्रयोग ।

4 डोल अलार्म/इंडीकेट ।

5 विद्युत फ्लेशर के साथ सजावटी बल्ब ।

इलेक्ट्रीशियन

(ELECTRICIAN)

NSQF स्तर - 5

द्वितीय वर्ष - भाग - I (कुल दो भाग)

2nd Year - (Volume - I out of II)

व्यवसाय सिद्धान्त

(TRADE THEORY) - HINDI

(**व्यावसायिक क्षेत्र :** इलेक्ट्रीकल)

(**Sector** : Electrical)

Directorate General of Training

प्रशिक्षण महानिदेशालय

कौशल विकास एवं उद्यमशीलता मंत्रालय

भारत सरकार

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान, चेन्नई

पो.बा. सं. 3142, CTI कैम्पस, गिण्डी, चेन्नई - 600 032

व्यावसायिक क्षेत्र : इलेक्ट्रीकल

अवधि : 2 - वर्ष

व्यवसाय : इलेक्ट्रीशियन - व्यवसाय सिद्धान्त - द्वितीय वर्ष - भाग - I (कुल दो भाग)

प्रकाशक एवं मुद्रण :

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान

पो.बा. सं. 3142,

गिण्डी, चेन्नई - 600 032.

ई-मेल: chennai-nimi@nic.in,

वेब-साइट: www.nimi.gov.in

ऑफसेट मुद्रित :

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान

चेन्नई - 600 032.

प्रकाशनाधिकार © 2019 राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान, चेन्नई

प्रथम संस्करण : फरवरी 2019, प्रतियाँ : 1,000

प्रथम पुन : अप्रैल 2019, प्रतियाँ : 1,000

द्वितीय पुनमुद्रण : सितम्बर 2021, प्रतियाँ : 500

Rs.270/-

प्राक्कथन

भारत सरकार ने एक बहुत ही महत्वकांक्षी ध्येय निर्धारित किया है कि सन् 2020 तक 30 करोड़ लोगों को अर्थात् हर चार में से एक भारतीय को कौशल प्रदान करना है और राष्ट्रीय कौशल विकास योजना के अन्तर्गत उनको रोजगार दिलाना है । इस लक्ष्य की प्राप्ती हेतु प्रशिक्षण मातृभाषा में उपलब्ध कराना परम आवश्यक है । NIMI अपनी सभी अनुदेशात्मक सामग्री अंग्रेजी, राजभाषा हिन्दी तथा अन्य क्षेत्रीय भाषाओं में उपलब्ध करके इस लक्ष्य प्राप्ति में अपनी महत्वपूर्ण सहयोग दे रहा है । इस प्रक्रिया में औद्योगिक प्रशिक्षण संस्थान (ITIs) एक महत्वपूर्ण भूमिका अदा करेंगे, विशेषकर कौशल से परिपूर्ण कार्मिक जन-शक्ति को तैयार करने में और इस बात को ध्यान में रखते हुए प्रशिक्षुओं को तत्कालीन आवश्यक औद्योगिक प्रशिक्षण प्रदान करने हेतु ITI का पाठ्य-क्रम हाल में सुधारा गया है और इस कार्य में एक परामर्शदात्री परिषद की सहायता ली गई है । परामर्शदात्री परिषद के गठन में तत्सम्बन्धित सदस्यों का समावेश होता है, जैसे कि उद्योग, उद्यमी, शिक्षाविद और ITIs के प्रतिनिधि ।

मुझे हर्ष है कि अपने लक्ष्य 'कुशल भारत' की प्राप्ति हेतु मंत्रालय प्रशिक्षण महानिदेशलय (DGT), कौशल विकास एवं उद्यमशीलता मंत्रालय के अधीन आने वाली श्वायत्तशासी निकाय, राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI), चेन्नई जिसको अनुदेशात्मक माध्यम पैकेजो (IMPs) के निर्माण, विकास तथा वितरण का कार्यभार सौंपा गया है वह ITI तथा कौशल प्रदान करने वाले तत्संबंधित संस्थानों की आवश्यकता हेतु सेमेस्टर पेटर्न के अधीन, इलेक्ट्रिक व्यवसाय की प्रस्तुत अनुदेशात्मक पुस्तक, **इलेक्ट्रीशियन- व्यवसाय सिद्धान्त - द्वितीय वर्ष - भाग - I (कुल दो भाग) स्तर 5** प्रकाशित कर रहा है। मुझे हर्ष है कि इस अनुदेशात्मक सामग्री के अंग्रेजी एवं हिन्दी संस्करण एक साथ प्रकाशित कर NIMI ने भी 'कुशल भारत' के लक्ष्य में अपनी भागदारी दर्ज करायी है।

इस काम के लिए NIMI के निर्देशक, कर्मचारी तथा माध्यम विकास परिषद (MDC) के सदस्यों का मैं हार्दिक अभिनंदन करता हूँ । NSQF स्तर 5 व्यवसाय अभ्यास प्रशिक्षुओं को अंतर्राष्ट्रीय समकक्ष स्तर प्रदान करेगा जिसके कारण उनकी कौशल प्रवीणता तथा दक्षता को विश्वभर में विधिवत् मान्यता मिलेगी; फलस्वरूप उनके पूर्व प्राप्त ज्ञान को भी मान्यता मिलने की संभावना में वृद्धि होगी। मुझे पूर्ण विश्वास है कि NSQF स्तर 5 के इन IMPs से ITIs प्रशिक्षु, प्रशिक्षक तथा अन्य सम्बन्धित लोग भरपूर लाभ उठायेंगे तथा देश में व्यावसायिक प्रशिक्षण की गुणवत्ता में अभिवृद्धि हेतु NIMI द्वारा किया गया यह प्रयत्न दूरगामि परिणाम लाएगा।

NIMI के निर्देशक, कर्मचारी तथा माध्यम विकास कमिटी (MDC) के सदस्य इस प्रकाशन में प्रदत्त अपने योगदान हेतु अभिनंदन के पात्र हैं ।

जय हिन्द !

राजेश अग्रवाल
महानिर्देशक / अतिरिक्त सचिव
कौशल विकास एवं उद्यमशीलता मंत्रालय,
भारत सरकार

नई दिल्ली - 100 001

भूमिका

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI) महानिदेशालय, रोजगार एवं प्रशिक्षण (DGE&T) श्रम एवं रोजगार मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा फेडरल रिपब्लिक ऑफ जर्मनी सरकार की तकनीकी सहायता से चेन्नई में स्थापित किया गया था। इस संस्थान का प्रमुख उद्‌देश्य शिल्पकार और प्रशिक्षु प्रशिकक्षण योजना के अधीन निर्धारित पाठ्‌यक्रम के अनुसार विभिन्न व्यवसायों के लिए अनुदेशात्मक सामग्री का विकास एवं प्रसार करना है ।

अनुदेशात्मक सामग्री प्रमुख रूप से NCVT/NAC के अधीन शिल्पकार प्रशिक्षण को ध्यान में रखकर तैयार की जाती है । जिससे व्यक्ति एक रोजगार हेतु कौशल प्राप्त कर सके । अनुदेशात्मक सामग्री को अनुदेशात्मक माध्यम पैकेज़स (IMPs) के रूप में विकसित एवं निर्मित किया जाता है। इस अनुदेशात्मक माध्यम पैकेज के रूप में व्यवसाय सिद्धान्त थ्योरी पुस्तक, व्यवसाय अभ्यास पुस्तक, परीक्षा और गृहकार्य पुस्तक, कार्यशाला संगणना एवं विज्ञान, अभियांत्रिकी चित्रण, अनुदेशक गाइड, वॉल चार्ट, एवं पारदर्शितायें निर्मित की जाती हैं ।

प्रस्तुत व्यावसायिक अभ्यास पुस्तक प्रशिक्षु को सम्बन्धित सैद्धान्तिक ज्ञान देगी जिससे वह अपना कार्य कर सकेंगे । इसलिए पाठक हर शीर्षक को विभिन्न इकाइयों में बँटा हुआ पायेगा। परीक्षण एवं नियत कार्य के माध्यम से अनुदेशक प्रशिक्षुओं को नियत कार्य दे सकेंगे। यदि प्रशिक्षु इसी पद्धति से कार्य करता है तो यह प्रशिक्षु को स्वंय नियत कार्य देने में सहायक होगा एवं वह स्वयं अपना मूल्याकंन भी कर सकेगा है। वाल चार्ट (दीवार चित्र) और पारदर्शितायें अद्वितीय होती हैं। ये केवल अनुदेशक को प्रभावशाली तरीके से पाठ प्रस्तुत करने में सहायता ही नहीं करती बल्कि प्रशिक्षुओं को तकनीकी शीर्षक जल्दी ग्रहण कर ने में भी मदद करती है। अनुदेशक निर्देशिका (इन्सट्रक्टर गाइड) अनुदेशक को अपनी अनुदेश योजना, कच्चे माल की आवश्यकता की योजना बनाने में सहायता करती है।

इस व्यवसाय प्रयोगात्मक पुस्तक में प्रशिक्षार्थियों द्वारा कार्यशाला में किये जाने वाले अभ्यासों की श्रृँखला हैं । इन अभ्यासों की रचना इस तरह से हैं कि कौशल के निर्धारित पाठ्यक्रम को आच्छादित करें । व्यवसाय सैद्धान्तिक पुस्तक प्रशिक्षार्थियों को रोजगार हेतु सैद्धान्तिक ज्ञान प्रदान करती हैं । टेस्ट और ऐसाइन्मेन्ट्स अनुदेशकों को प्रशिक्षार्थी द्वारा किये गये एसाइन्मेन्ट के प्रदर्शन का मूल्याँकन करने में सक्षम होंगे । वाल चार्ट और ट्रान्सपेरेन्सीज अनूठी है, ये अनुदेशक को किसी विषय की प्रभावी प्रस्तुति ही नहीं बल्कि उनको प्रशिक्षार्थियों की समझ का आँकलन करने में सहायक है । अनुदेशक निर्देशिका, अनुदेशकों को कच्चे माल की आवश्यकतायें, प्रतिदिन पाठों और प्रदर्शनों की योजना बनाने में सहायक होगी ।

कौशल के प्रदर्शन क्रम को उत्पादक रूप में देखने हेतु अनुदेशात्मक वीडियो को QR code द्वारा एकीकृत कर क्रियात्मक प्रयोगात्मक पदों को अभ्यास में दिया गया हैं । अनुदेशक वीडियो, प्रयोगात्मक प्रशिक्षण की गुणवत्ता स्तर को सुधारकर और प्रशिक्षार्थियों को केन्द्रित होकर मूल कौशल के प्रदर्शन को उत्साहित करेगा ।

IMPs प्रभावी सामूहिक कार्य निष्पादन के लिए आवश्यक संयुक्त कौशल देने का सफल प्रयत्न भी करते हैं । इस बात पर भी ध्यान दिया गया है कि पाठ्यक्रम के महत्वपूर्ण कौशल क्षेत्रों से सम्बन्धित सामग्री भी इसमे संलग्न हो।

इस प्रकार एक संस्थान में पूर्ण अनुदेशात्मक माध्यम पैकेज़स (IMPs) की उपलब्धता प्रशिक्षक और प्रबन्धन को प्रभावशाली प्रशिक्षण उपलब्ध कराने में सहायता प्रदान करती है ।

प्रस्तुत IMPs NIMI के कर्मचारियों एवं मिडिया विकास कमेटी के सदस्यों के सामूहिक प्रयत्न का फल है । कमेटी के सदस्य के रूप में सरकारी एवं निजी व्यावसायिक उद्योगों, प्रशिक्षण महानिदेशालय (DGT) के अर्न्तगत आनेवाले विभिन्न प्रशिक्षण संस्थानों और सरकारी तथा निजी ITIs के कर्मचारियों को सम्मिलित किया है ।

NIMI विभिन्न राज्य सरकार के रोजगार एवं प्रशिक्षण महानिदेशकों, सरकारी एवं निजि औद्योगिक क्षेत्र के प्रशिक्षण विभागों DGT तथा DGT क्षेत्र संस्थानों के अधिकारियों, प्रूफ रीडरों, व्यक्तिगत माध्यम विकासकर्तायों एवं संयोजकों को प्रस्तुत सामग्री के प्रकाशन में उनके अमूल्य योगदान हेतु हार्दिक धन्यवाद देता है ।

आर.पी. ढिंगरा

चेन्नई - 600 032 निदेशक

आभार

इलेक्ट्रिकल व्यवसाय के अधिन ITIs के लिए **इलेक्ट्रीशियन NSQF स्तर- 5** की प्रस्तुत अनुदेशात्मक सामग्री **(व्यवसाय सिद्धान्त)** के प्रकाशन में अपना सहयोग देने हेतु राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI) निम्नलिखित माध्यम विकासकर्ताओं तथा प्रायोजकों को हार्दिक धन्यवाद देता है ।

मीडिया विकास समिति के सदस्य

श्री डी. एस. वरदराजुलू	-	DD/प्रिन्सपल (से. नि.) Govt. ITI (W), अम्बत्तूर, चेन्नई - 98
श्री जी. इतिराजुलू	-	प्रिन्सपल (से.नि.), Govt. ITI, गिण्डी, चेन्नई - 32
श्री एम. एच. नागेश	-	सहायक प्रशिक्षण अधिकारी Govt. ITI, मैसूर - 570 007
श्रीमती एस. चन्द्रकला	-	सहायक प्रशिक्षण अधिकारी Govt. ITI, मैसूर - 570 007
श्रीमती डी. विनुता	-	सहायक प्रशिक्षण अधिकारी Govt. ITI, बैंगलोर - 560 029

NIMI समन्वयक

श्री के. श्रीनिवास राव	-	संयुक्त निदेशक NIMI, चेन्नई -32
श्री शुभांकर भौमिक	-	सहायक प्रबन्धक, NIMI, चेन्नई -32

NIMI ने अनुदेशात्मक सामग्री के विकास की प्रकिया में सराहनीय एवं समर्पित सेवा देने के लिए DATA ENTRY, CAD, DTP आपरेटरों की भूरी-भूरी प्रशंसा करता है ।

NIMI उन सभी कर्मचारियों के प्रति धन्यवाद व्यक्त करता है जिन्होंने अनुदेशात्मक सामग्री के विकास के लिए सहायोग दिया है ।

NIMI उन सभी का आभारी है जिन्होंने परोक्ष या अपरोक्ष रूप से अनुदेशात्मक सामग्री के विकास में सहायता की है।

आंशिक अनुवाद	**-**	**श्री सी. एम. गुप्ता, प्रशिक्षण अधिकारी,** **Govt. M.I.T.I., कोनी, बिलासपुर, छत्तीसगढ़**
	-	**श्री कृष्ण चन्द्र प्रधान, प्रशिक्षण अधिकारी,** **Govt. I.T.I., सरिया, छत्तीसगढ़**
	-	**श्री किरित कुमार धिरही, प्रशिक्षण अधिकारी,** **Govt. I.T.I., अकलतरा, छत्तीसगढ़**
	-	**श्री दिनेश कुमार गुप्ता, प्रशिक्षण अधिकारी,** **Govt. I.T.I., मुंगेली, छत्तीसगढ़**
	-	**श्री भूषण लाल नायक, प्रशिक्षण अधिकारी,** **Govt. I.T.I., महासमुंद, छत्तीसगढ़**

परिचय

यह मैनुअल ITI कार्यशाला में व्यवसाय प्रयोगात्मक हेतु हैं । इलैक्ट्रिकल सेक्टर में इलैक्ट्रिशियन व्यवसाय के प्रथम सेमेस्टर प्रयोगात्मक पाठ्यक्रम में अभ्यासों की श्रृंखला को प्रशिक्षार्थियों द्वारा पूर्ण किया जाता है । प्रशिक्षार्थियों के अभ्यास के प्रदर्शन में निर्देशों/सूचनाओं के लिये **राष्ट्रीय कौशल योग्यता फ्रेमवर्क (NSQF) - स्तर 5,** पूरक व सहायक है । पाठ्यक्रम में अभ्यासों की रचना समस्त निर्देशित कौशल के साथ सम्बधित व्यवसायों के अभ्यासों का आवंटन निश्चित करें । **इलैक्ट्रिकल सेक्टर इलैक्ट्रीशियन** व्यवसाय सिद्धान्त 3rd सेमेस्टर के पाठ्यक्रम को 6 माड्यूल्स में बाँटा गया हैं। विभिन्न माड्यूल्स के लिये समय आबंटन निम्न प्रकार से है :

माड्यूल 1 - DC जनरेटर	**7 अभ्यास**	**78 घण्टे**
माड्यूल 2 - DC मोटर	**9 अभ्यास**	**122 घण्टे**
माड्यूल 3 - AC 3 फैस मोटर	**11 अभ्यास**	**125 घण्टे**
माड्यूल 4 - AC एकल फैस मोटर	**9 अभ्यास**	**100 घण्टे**
माड्यूल 5 - आल्टरनेटर	**5 अभ्यास**	**50 घण्टे**
माड्यूल 6 - सिन्क्रोनस मोटर और MG सेट	**4 अभ्यास**	**50 घण्टे**
कुल	**45 अभ्यास**	**525 घण्टे**

पाठ्यक्रम तथा माड्यूलों में दिए विषय वस्तु का सावधानी पूर्वक अध्ययन करने से पता चलता है कि ये माड्यूल एक दूसरे से जूड़े है । आगे, इलेक्ट्रीकल विभाग में उपलब्ध कार्यस्थलों की संख्या, मशीनरी तथा उपकरण सीमित होते है । इन वाधाओं के कारण, यह आवश्यक है कि अभ्यासों को विभिन्न माड्यूलों में अन्तर्वेशित किया जाए, जिससे कि एक उपयुक्त पढने तथा पढ़ाने का अनुक्रम बन जाए । विभिन्न माड्यूलों के लिए दिए गए अनुदेश सुझाव के अनुक्रम, अनुदेश के नियोजन में दिए गए है, जो अनुदेशक गाइड में समावेशित है । 5 कार्यकारी दिवसों के सप्ताह में 25 प्रायोगिक घण्टे है तथा इसलिए एक माह में प्रायोगिक के 100 घण्टे है ।

3rd सेमेस्टर के इन कुल 45 अभ्यासों के विशिष्ट उद्देश्य प्रत्येक अभ्यास हेतु पुस्तक के अन्त में दिए गए हैं ।

आरेखन में दिए गए चिह्न 'ब्यूरो ऑफ इण्डियन स्टान्डर्ड' (BIS) के अनुरूप है ।

व्यवसाय अभ्यास पर यह पुस्तिका, लिखित निंदेशन सामग्री (WIM) का एक भाग है, जिसमें व्यवसाय प्रायोगिक तथा समानुदेश/परीक्षण की पुस्तिकायें भी सम्मिलित है । समानुदेश/परीक्षण के उत्तरों को अनुक्रिया शीट पर ही लिखना चाहिए ।

विषय-क्रम

अभ्यास सं.	अभ्यास के शीर्षक	पृष्ठ सं.
	माड्यूल 1 : DC जनरेटर (DC Generator)	
3.1.115 & & 3.1.116	DC जनरेटर - सिद्धान्त - भाग - कार्य-प्रकार - EMF समीकरण (DC generator - principle - parts - types - function - e.m.f. equation)	1
3.1.117	DC शंट जनरेटर का वोल्टेज बनाना (Building up of a DC shunt generator)	16
3.1.118	निरंतरता और इंसुलेशन प्रतिरोध के लिये एक DC मशीन का परीक्षण (Test a DC machine for continuity and insulation resistance)	19
3.1.120 to 3.1.123	DC जनरेटर की अभिलाक्षणिक विशेषताएँ (Characteristics of DC generator)	21
	माड्यूल 2 : DC मोटर (DC Motor)	
3.2.119 & 3.2.124 से 3.2.127	DC मोटर- सिद्धान्त और प्रकार (DC Motor - principle and types)	36
	DC आरोपित वोल्टता बैक emf आर्मेचर वोल्टता ड्राप, चाल और DC मोटर के फ्लक्स के बीच सम्बन्ध घूर्णन की दिशा परिवर्तन की विधि (The relation between applied voltage, back emf, armature voltage drop, speed and flux of DC motor - method of changing direction of rotation)	37
	DC मोटर स्टार्टर्स (DC motor starters)	39
	एक DC मोटर में आघूर्ण फ्लक्स और आर्मेचर करंट का सम्बन्ध (Relation between torque, flux and armature current in a DC motor)	40
	DC मोटर स्टार्टरों की सेवा और रखरखाव (Service and maintenance of DC motor starters)	42
	एक DC सिरिज मोटर के अभिलक्षणिक और अनुप्रयोग (Characteristics and applications of a DC series motor)	44
	DC शन्ट मोटर के अभिलक्षणिक और अनुप्रयोग (Characteristic and applications of a DC shunt motor)	47
	DC यौगिक मोटर (DC compound motor - load characteristics)	48
3.2.128	DC मोटर की चाल नियन्त्रक विधियां और उनके अनुप्रयोग (Speed control methods of a DC motor and their applications)	51
	नियन्त्रण प्रतिरोध के गणना की विधि और नवीन चाल (Method of calculation of control resistance and new speed)	54
3.2.129	DC मशीनों में दोष निवारण (Troublshooting in DC machines)	56
	DC मशीन के लिये अनुरक्षण प्रक्रिया (Maintenance procedure for DC Machines)	59
	डीसी मोटर कन्ट्रोल सिस्टम (ड्राइव) एसी-डीसी तथा डीसी-एसी कन्ट्रोल (D.C. motor control system (drives) AC-DC and DC-AC control) 63	
3.2.130	वाइन्डिंग में प्रयुक्त सामग्री - क्षेत्र कुण्डली वाइन्डिंग (Materials used for winding - Field coil winding)	64
	वाइन्डिंग तारें (Winding wires)	66
	आर्मेचर वाइडिंग- शब्दावली - प्रकार-मिक्सर/लिक्विडायजर का पुनः वाइडिंग (Armature winding - Terms - Types - Rewinding of mixer/liquidizer)	70
	सिम्प्लैक्स लैप और वेव वाइडिंग - विकसित आरेख (Simplex lap and wave winding - developed diagram)	75

अभ्यास सं.	अभ्यास के शीर्षक	पृष्ठ सं.
	आर्मेचर को रि-वाइडिंग के लिए तैयार करना (Preparation of armature for rewinding)	78
	मिक्सर/लिक्वीडाइजर का पुनः वाइडिंग (Rewinding of mixer/liquidizer)	81
	आर्मेचर की पुनः वाइडिंग व सन्तुलन करने की विधि (Method of rewinding and balancing the armature)	84
	आर्मेचर वाइडिंग का परीक्षण (Testing of armature winding)	88
	माड्यूल 3 : AC तीन फेज मोटर (AC Three Phase Motor)	
3.3.131 & 3.3.139	प्रेरण मोटर के सिद्धांत (Principle of induction motor)	93
	3-फेज गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर की संरचना - स्लिप, चाल, रोटर आवृत्ति, ताप हानि व बलघूर्ण में सम्बंध (Construction of a 3-phase squirrel cage induction motor - Relation between slip, speed, rotor frequency, copper loss and torque)	95
	गिलहरी पिंजरा मोटरों का वर्गीकरण (Classification of squirrel cage motors)	99
	3 फेस प्रेरण मोटर का इन्सुलेशन परीक्षण (Insulation test on 3 phase induction motors)	101
	3-फेज प्रेरण मोटर के स्टार्टर - पावर कन्ट्रोल सर्किट - D.O.L स्टार्टर (Starter for 3-phase induction motor - Power control circuits - D.O.L starter)	103
	कान्टैक्टर व मशीन से सम्बन्धित B.I.S. चिह्न (B.I.S. symbols pertaining to contactor and machines)	108
	D.O.L.स्टार्टर (D.O.L. starter)	124
	AC 3-फेज प्रेरण मोटर में अंकीय प्रश्न (Numerical problems in AC 3-phase induction motors)	125
	मोटर के लिए जॉगिंग (इंचिंग) नियंत्रण परिपथ (Jogging (inching) control circuits for motors)	126
	रोटरी प्रकार के स्विच (Rotary type switches)	128
	हस्त-प्रचालित स्टार-डेल्टा स्टार्टर (Manual star-delta starter)	131
	सेमी-ऑटोमैटिक स्टार-डेल्टा स्टार्टर (Semi-automatic star-delta starter)	134
	स्वचालित स्टार-डेल्टा स्टार्टर (Automatic star-delta starter)	135
	तीन-फेज, स्लिप-रिंग प्रेरण मोटर (Three-phase, slip-ring induction motor)	137
	3-फेज स्लिप रिंग प्रेरण मोटर के लिए प्रतिरोध स्टार्टर (Resistance starter for 3-phase, slip-ring induction motor)	139
	प्रेरण मोटर की सरकन मापने की विधि (Method of measurement of slip in induction motor)	140
	प्रेरण मोटर का दक्षता- वैशिष्ठ्य - शून्य लोड परीक्षण - ब्लोक्ड रोटर परीक्षण (Efficiency - Characteristics of induction motor- No load test - Blocked rotor test)	141
	गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर के अभिलक्षण (Characteristics of squirrel cage induction motor)	143
	प्रेरण मोटर का शून्य लोड परीक्षण (No-load test of induction motor)	145
	ब्लॉक्ड रोटर टेस्ट (Blocked rotor test)	145
	शून्य लोड व ब्लाक्ड रोटर परीक्षण से दक्षता (Efficiency from no-load and blocked rotor test)	147
	स्लिप रिंग मोटर के रोटर परिपथ में बाह्य प्रतिरोध का प्रभाव (Effect of external resistance in slip ring motor rotor circuit)	147
	ऑटो-ट्रांसफार्मर स्टार्टर (Auto-transformer starter)	148

अभ्यास सं.	अभ्यास के शीर्षक	पृष्ठ सं.
	सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर/फेज फैलियर रिले (Single phasing preventer / phase failure relay)	149
	मोटरों की अवरूद्ध प्रणाली (Braking system of motors)	152
	3 फेज प्रेरण मोटर की चाल नियन्त्रण विधि (Method of speed control of 3 pahse induction motor)	153
3.3.140	AC वाइन्डिंग में प्रयुक्त होने वाली मूलभूत शब्दावली (Fundamental terms used in AC winding)	155
	हैण्ड वाइंडिंग प्रक्रिया (Hand winding process)	159
	3 फेज स्क्विरल केज इंण्डकेश्न मोटर वाइंडिंग (सिंगल लेयर डिस्ट्रीबुटेड वाइंडिंग) 3 phase squirrel cage induction motor winding (single layer distributed winding)	160
	बास्केट या डिस्ट्रीब्युटेड वाइंडिंग में क्वायल को स्थापित करने की विधि (Method of placing coils in a basket or distributed winding)	162
	तीन-फेज इन्डक्शन मोटर वाइंडिंग (सिंगल लेयर - कान्सैन्ट्रिक टाइप - हॉफ क्वायल कनेक्शन) Three-phase induction motor winding (single layer - concentric type - half coil connection)	167
	3 फेज स्क्विरल केज इन्डक्शन मोटर - डबल लेयर डिस्ट्रीब्युटेड प्रकार की वाइंडिंग (3 phase squirrel cage induction motor - double layer distributed type winding)	170
	वाइंडिंग का परीक्षण (Testing of windings)	173
	विद्युत मोटरों में इन्सुलेटिंग वार्निश और वार्निश करने की प्रक्रिया (Insulating varnish and varnishing process in electric machines)	176
	सिरों के संयोजन, समूह संयोजन, टर्मिनल लीड्स संयोजन, बन्धन को जोड़ना और ओवर हैन्गस को बनाने की विधियाँ (Method of connecting end connection, group connection, terminal leads, binding and forming the overhangs)	179
3.3.141	AC 3 फेज स्किवरल केज मोटर व स्टार्टर का अनुरक्षण, कार्य और दोष (Maintenance, service and troubleshooting in AC 3 phase squirrel cage induction motor and starters)	182
	मोटर स्टार्टर के दोष निवारण (Troubleshooting of motor starters)	192
	माड्यूल 4 : AC एकल फेज मोटर (AC Single Phase Motor)	
3.4.142 - 3.4.150	एकल फेज मोटरें प्रकार- कला विघटित प्रेरण मोटर - प्रेरण प्रारम्भ, प्रेरण- चल मोटर (Single phase motors - Types - Split phase induction motor - Induction-start, induction-run motor)	195
	अपकेन्द्रिय स्विच (Centrifugal switch)	197
	एकल फेज, फेज विघटित प्रकार की मोटर वाइन्डिंग (सकेन्द्रित क्वाइल वाइन्डिंग) (Single phase, split phase type motor winding (concentric coil winding))	200
	संधारित्र-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटर (Capacitor-start, induction-run motor)	204
	एक फेज संधारित्र मोटरों में अनुप्रयुक्त संधारित्र (Capacitors used in single phase capacitor motors)	205
	स्थायी संधारित्र मोटर, संधारित्र-प्रारम्भ, संधारित्र-चल मोटर और शेडेड पोल मोटर (Permanent capacitor motor - capacitor-start, capacitor-run motor and shaded pole motor)	207
	शेडेड पोल मोटर (The shaded pole motor)	209
	यूनिवर्सल मोटर (Universal motor)	210
	यूनिवर्सल मोटरों की समस्याओं को दूर करना (Troubleshooting of universal motor)	212
	प्रतिकर्षण मोटर (Repulsion motor)	214
	स्टैप्पर मोटर (Stepper motor)	217

अभ्यास सं.	अभ्यास के शीर्षक	पृष्ठ सं.
	हिस्टेरिसिस मोटर (Hysteresis motor)	218
	रिलक्टैंस मोटर (Reluctance motor)	220
	माड्यूल 5 : आल्टरनेटर (Alternator)	
3.5.151 - 3.5.153	प्रत्यावर्तक - सिद्धांत - पोल, चाल व आवृत्ति में सम्बन्ध (Alternator - Principle - Relation between poles, speed and frequency)	222
	प्रत्यावर्तकों के प्रकार व सरंचना (Types and construction of alternators)	224
	प्रत्यावर्तक का सामान्य परीक्षण व 3-फेज वोल्टेज का उत्पादन (Generation of 3-phase voltage and general test on alternator)	226
	प्रत्यावर्तक का Emf समीकरण (Emf equation of the alternator)	229
3.5.154	प्रत्यावर्तक के अभिलक्षण व वोल्टेज विनियमन (Characteristic and voltage regulation of the alternator)	232
3.5.155	प्रत्यावर्तकों के समानांतर परिचालन की विधियाँ - ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक (Parallel operation methods of alternators - Brushless alternator)	235
	माड्यूल 6 : सिन्क्रोनस मोटर और MG सेट (Synchronous Motor and MG Set)	
3.6.156 & 3.6.157	सिन्क्रोनस मोटर (Synchronous motor)	241
3.6.158 & 3.6.159	MG सैट, रोटरी कन्वर्टर एवं इन्वर्टर (MG set, Rotary converter and Inverter)	245
	Maintenance of MG Set	
	Project work	

मूल्यांकन / अभ्यास परिणाम

इस पुस्तक के अन्त में आप यह जान सकेंगे :

- **DC मशीनों की योजना बनाना, चालू करना और निष्पादन का मूल्यांकन करना**
- **DC मशीनों और मोटर स्टार्टरों के परीक्षण और रखरखाव का कार्य करना**
- **AC मोटरों के निष्पादन की योजना बनाना और मूल्याकंन करना**
- **AC मोटरों और स्टार्टर का परीक्षण और रखरखाव का कार्य करना**
- **आल्टरनेटर/MG सेट की योजना बनाना, परीक्षण करना, प्रदर्शन का मूल्यांकन करना और रखरखाव कार्य करना**
- **आल्टरनेटरों में समान्तर प्रचालनों का कार्य करना**
- **मोटर वाइन्डिंग को पहचानना, क्रम बध्द करना और उसका प्रदर्शन जाँचना ।**

ELECTRICIAN 3RD SEMESTER SYLLABUS

Third Semester Duration: Six Month

Week No.	Learning outcome Reference	Professional Skills (Trade Practical) With Indicative Hours	Professional Knowledge (Trade Theory)
53-54	• Plan, Execute commissioning and evaluate performance of DC machines.	115. Identify terminals, parts and connections of different types of DC machines. (10 Hrs) 116. Measure field and armature resistance of DC machines. (10 Hrs) 117. Determine build up voltage of DC shunt generator with varying field excitation and performance analysis on load. (15 Hrs) 118. Test for continuity and insulation resistance of DC machine. (5 Hrs) 119. Start, run and reverse direction of rotation of DC series, shunt and compound motors. (10 Hrs)	General concept of rotating electrical machines. Principle of DC generator. Use of Armature, Field Coil, Polarity, Yoke, Cooling Fan, Commutator, slip ring and Brushes, Laminated core etc. E.M.F. equation Separately excited and self excited generators. Series, shunt and compound generators.
55-56	• Plan, Execute commissioning and evaluate performance of DC machines. • Execute testing, and maintenance of DC machines and motor starters.	120. Perform no load and load test and determine characteristics of series and shunt generators. (12 Hrs) 121. Perform no load and load test and determine characteristics of compound generators (cumulative and differential). (13 Hrs) 122. Practice dismantling and assembling in DC shunt motor. (12 Hrs) 123. Practice dismantling and assembling in DC compound generator. (13 Hrs)	Armature reaction, Commutation, inter poles and connection of inter poles. Parallel Operation of DC Generators. Load characteristics of DC generators. Application, losses & efficiency of DC Generators. Routine & maintenance.
57-58	• Plan, Execute commissioning and evaluate performance of DC machines. • Execute testing, and maintenance of DC machines and motor starters.	124. Conduct performance analysis of DC series, shunt and compound motors. (15 Hrs) 125. Dismantle and identify parts of three point and four point DC motor starters. (10 Hrs) 126. Assemble, Service and repair three point and four point DC motor starters. (15 Hrs) 127. Practice maintenance of carbon brushes, brush holders, Commutator and slip-rings. (10 Hrs)	Principle and types of DC motor. Relation between applied voltage back e.m.f., armature voltage drop, speed and flux of DC motor. DC motor Starters, relation between torque, flux and armature current. Changing the direction of rotation. Characteristics, Losses & Efficiency of DC motors. Routine and maintenance.
59-60	• Execute testing, and maintenance of DC machines and motor starters. • Distinguish, organise and perform motor winding.	128. Perform speed control of DC motors - field and armature control method. (10 Hrs) 129. Carry out overhauling of DC machines. (15 Hrs) 130. Perform DC machine winding by developing connection diagram, test on growler and assemble. (25 Hrs)	Methods of speed control of DC motors. Lap and wave winding and related terms.

ELECTRICIAN 3RD SEMESTER SYLLABUS

Third Semester Duration: Six Month

Week No.	Learning outcome Reference	Professional Skills (Trade Practical) With Indicative Hours	Professional Knowledge (Trade Theory)
61-62	• Plan, Execute commissioning and evaluate performance of AC motors. • Execute testing, and maintenance of AC motors and starters.	131. Identify parts and terminals of three phase AC motors. (5 Hrs) 132. Make an internal connection of automatic star-delta starter with three contactors. (10 Hrs) 133. Connect, start and run three phase induction motors by using DOL, stardelta and auto-transformer starters. (20 Hrs) 134. Connect, start, run and reverse direction of rotation of slip-ring motor through rotor resistance starter and determine performance characteristic. (15 Hrs)	Working principle of three phase induction motor. Squirrel Cage Induction motor, Slip-ring induction motor; construction, characteristics, Slip and Torque. Different types of starters for three phase induction motors, its necessity, basic contactor circuit, parts and their functions.
63-64	• Plan, Execute commissioning and evaluate performance of AC motors. • Execute testing, and maintenance of AC motors and starters.	135. Determine the efficiency of squirrel cage induction motor by brake test. (8 Hrs) 136. Determine the efficiency of three phase squirrel cage induction motor by no load test and blocked rotor test. (8 Hrs) 137. Measure slip and power factor to draw speedtorque (slip/torque) characteristics. (14 Hrs) 138. Test for continuity and insulation resistance of three phase induction motors. (5 Hrs) 139. Perform speed control of three phase induction motors by various methods like rheostatic control, autotransformer etc. (15 Hrs)	Single phasing prevention. No load test and blocked rotor test of induction motor. Losses & efficiency. Various methods of speed control. Braking system of motor. Maintenance and repair.
65	• Distinguish, organise and perform motor winding.	140. Perform winding of three phase AC motor by developing connection diagram, test and assemble. (20 Hrs) 141. Maintain, service and troubleshoot the AC motor starter. (05 Hrs)	Concentric/ distributed, single/ double layer winding and related terms.
66-67	• Plan, Execute commissioning and evaluate performance of AC motors. • Execute testing, and maintenance of AC motors and starters.	142. Identify parts and terminals of different types of single phase AC motors. (5 Hrs) 143. Install, connect and determine performance of single phase AC motors. (15 Hrs) 144. Start, run and reverse the direction of rotation of single phase AC motors. (10 Hrs) 145. Practice on speed control of single phase AC motors. (10 Hrs)	Working principle, different method of starting and running of various single phase AC motors. Domestic and industrial applications of different single phase AC motors. Characteristics, losses and efficiency.

ELECTRICIAN 3RD SEMESTER SYLLABUS

Third Semester Duration: Six Month

Week No.	Learning outcome Reference	Professional Skills (Trade Practical) With Indicative Hours	Professional Knowledge (Trade Theory)
		146. Compare starting and running winding currents of a capacitor run motor at various loads and measure the speed. (10 Hrs)	
68-69	• Distinguish, organise and perform motor winding.	147. Carry out maintenance, service and repair of single phase AC motors. (10 Hrs) 148. Practice on single/double layer and concentric winding for AC motors, testing and assembling. (25 Hrs) 149. Connect, start, run and reverse the direction of rotation of universal motor. (10 Hrs) 150. Carry out maintenance and servicing of universal motor. (05 Hrs)	Concentric/ distributed, single/ double layer winding and related terms. Troubleshooting of single phase AC induction motors and universal motor.
70-71	• Plan, execute testing, evaluate performance and carry out maintenance of Alternator / MG set. • Execute parallel operation of alternators.	151. Install an alternator, identify parts and terminals of alternator. (10 Hrs) 152. Test for continuity and insulation resistance of alternator. (5 Hrs) 153. Connect, start and run an alternator and build up the voltage. (10 Hrs) 154. Determine the load performance and voltage regulation of three phase alternator. (10 Hrs) 155. Parallel operation and synchronization of three phase alternators. (15 Hrs)	Principle of alternator, e.m.f. equation, relation between poles, speed and frequency. Types and construction. Efficiency, characteristics, regulation, phase sequence and parallel operation. Effect of changing the field excitation and power factor correction.
72	• Plan, execute testing, evaluate performance and carry out maintenance of Alternator / MG set.	156. Install a synchronous motor, identify its parts and terminals. (10 Hrs) 157. Connect, start and plot Vcurves for synchronous motor under different excitation and load conditions. (15 Hrs)	Working principle of synchronous motor. Effect of change of excitation and load. V and anti V curve. Power factor improvement.
73	• Plan, execute testing, evaluate performance and carry out maintenance of Alternator / MG set.	158. Identify parts and terminals of MG set. (5 Hrs) 159. Start and load MG set with 3 phase induction motor coupled to DC shunt generator. (20 Hrs)	Rotary Converter, MG Set description and Maintenance.
74-75	Project work/Industrial visit (optional) Broad Areas: a) Phase sequence checker for 3 phase supply b) Induction motor protection system c) Motor starters with protection d) Solar/wind power generation		
76-77	Revision		
78	Examination		

DC जनरेटर - सिद्धान्त - भाग - कार्य-प्रकार - EMF समीकरण (DC generator - principle - parts - types - function - e.m.f. equation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **घूमने वाले विद्युत मशीन की साधारण अवधारणा का वर्णन करना**
- **DC जनरेटर के सिद्धांत का अध्ययन करना**
- **फैराडे के विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के नियमों का स्पष्टीकरण करने में**
- **गतिक प्रेरित EMF के उत्पादन की विधि उसके परिमाण और दिशा का स्पष्टीकरण करने में।**
- **एक DC जनरेटर के भागों का वर्णन करने में और उनके प्रकार्यो को बताने में**
- **विभिन्न प्रकार के जनरेटरों और उनके टर्मिनल चिन्हों का वर्गीकरण और अभिनिर्धारण करने में**
- **आर्मेचर परिपथ के रैजिस्टैंस और इसके संबंध की व्याख्या करना**
- **EMF समीकरण प्राप्त करना और DC जनरेटर में वोल्टेज की गणना करना**
- **विभिन्न प्रकार के वाइंडिंग के साथ पृथक रूप से उत्तेजित DC जनरेटर के बारे में व्याख्या करना।**

घूमने वाले विद्युत मशीन की सामान्य अवधारणा (General concept rotating electrical machine)

घूमने वाले मशीनों में दो भाग होते हैं - स्टेटर और रोटर। घूमने वाले विद्युत मशीन भी दो प्रकार के होते हैं - DC और AC मशीन। विद्युत मशीन ज्यादातर प्रयोग होते हैं। DC मशीन में स्टेटर का प्रयोग फील्ड के रूप में और रोटर का प्रयोग आर्मेचर के रूप में होता है, जबकि AC मशीन में इसके विपरीत होता है। जो सिंक्रोनस जनरेटर या सिंक्रोनस मोटर कहलाता है। इंडक्शन मोटर अन्य प्रकार का AC मशीन है, जो स्वउत्तेजित होता है, जिसके स्टेटर में AC वोल्टेज दी जाती है और रोटर को सप्लाई नहीं दी जाती है। DC मशीन और सिंक्रोनस मशीनों में फील्ड हमेशा उत्तेजित होता है।

जनरेटर (Generation) : एक वैद्युत जनरेटर ऐसी मशीन है जो यांत्रिक ऊर्जा को वैद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करती है।

जनरेटर का सिद्धान्त (Principle of the Generator): इस ऊर्जा परिवर्तन को सुविधाजनक करने के लिये जनरेटर फैराडे के विद्युत चुम्बक प्रेरण नियमों के सिद्धान्त पर कार्य करते है।

फैराडे के वैद्युत चुम्बक प्रेरण के नियम (Faraday's Laws of Electromagnetic Induction): दो नियम है

पहले नियम के अनुसार (The first law states) :

पहले नियम (First Law) : जब किसी चालक अथवा परिपथ के फ्लक्स में परिवर्तन होता है तो emf उत्पन्न होती है।

दूसरे नियम (Second Law) : इस प्रकार प्रेरित emf का परिमाण फलक्स मात्रा की परिवर्तन दर पर निर्भर होता है।

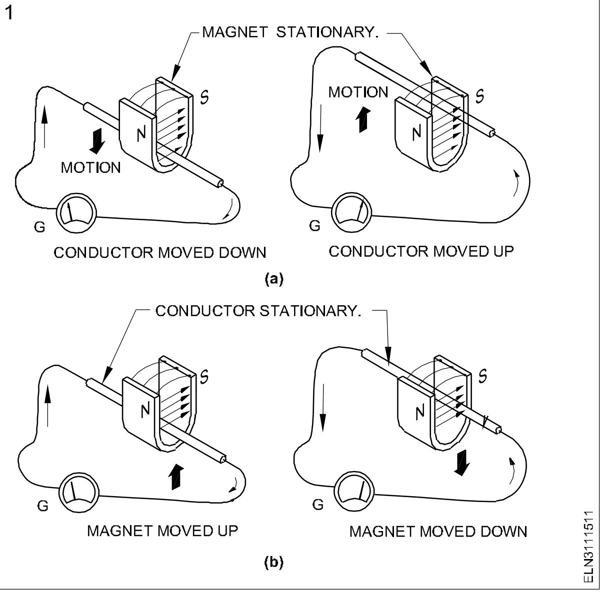
$$e \propto \frac{\text{फ्लक्स परिवर्तन}}{\text{परिवर्तन के लिये लिया गया समय}} \quad \text{या} \quad \frac{d\theta}{dt}$$

emf के प्रकार (Types of emf): फैराडे के नियमों के अनुसार emf का प्रेरण चालकऔर चुम्बकीय फील्ड की आपेक्षिक गति अथवा एक स्थिर चालक में फलक्स मात्रा के परिवर्तन द्वारा हो सकता है।

गतिज प्रेरित emf (Dynamically induced emf): यदि प्रेरित emf स्थिर चुम्बकीय फील्ड में Fig 1a के अनुसार चालक की गति के कारण है अथवा Fig 1b के अनुसार एक स्थिर चालक में चुम्बकीय फील्ड के गति की कारण है तो प्रेरित emf को गतिज प्रेरित emf कहते हैं।

Fig 1a & 1b के अनुसार दोनों प्रकरणों में बल रेखायें emf को प्रेरित करने के लिये चालक को काटती है और emf की उपस्थिति की सुई के विक्षेपण गल्वेनोमीटर `G' के द्वारा प्राप्त की जा सकती है। इस सिद्धान्त का प्रयोग DC अैर AC जनरेटर के उत्पादन में किया जाता है।

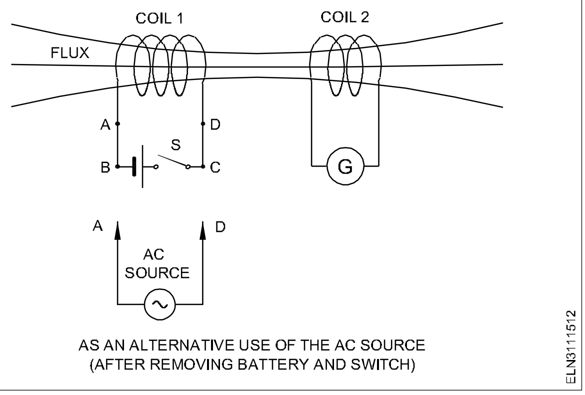
Fig 1



स्थिर प्रेरित emf (Statically induced emf): यदि एक चालक में फ्लक्स मात्रा में परिवर्तन के कारण Fig 2 के अनुसार emf प्रेरित होता है तो इस प्रेरित emf को स्थैतिक प्रेरित emf कहते है। Fig 2 में प्रदर्शित क्वायल 1 और 2 को स्पर्श नही करते है और उनके बीच कोई वैद्युत सम्बन्ध नही है।

Fig 2 के अनुसार जब एक बैटरी (DC) आपूर्ती का उपयोग क्वायल 1 में होता है तो स्विच S के बंद और खुलने के समय क्वायल दो में emf प्रेरित होता है। यदि स्विच को स्थायी रूप से बंद या खोल दिया जाय तो

Fig 2



क्वायल 1 में फलक्स स्थिर अथवा शून्य होगा और क्वायल दो में कोई emf प्रेरित नही होगा। emf केवल उस स्थिति में ही प्रेरित होगा जबकि बंद और खोलते समय क्वायल 1 में DC परिपथ में स्विच द्वारा फलक्स में परिवर्तन होता है।

अथवा बैटरी और स्विच को हटा कर क्वायल 1 को Fig 2 के अनुसार एक AC आपूर्ति से जोडा जा सकता है। इस स्थिति में क्वायल 2 में निरन्तर emf प्रेरित होगा, जबतक क्वायल 1 AC स्रोत से सम्बन्धित रहता है। जो क्वायल1 में प्रत्यावर्ती चुम्बकीय फलक्स उत्पन्न करते है और क्वायल 2 से जोडता है। इस सिद्धान्त का प्रयोग ट्रांसफार्मर में किया जाता है।

गतिज प्रेरित emf का उत्पादन (Production of dynamically induced emf): चालक जब भी चुम्बकीय फलक्स को काटता है उसमें एक गतिज प्रेरित emf उत्पन्न होता है यह emf चालक परिपथ के बन्द किये जाने पर करंट प्रवाहित करता है।

गतिज प्रेरित emf उत्पादन के लिये निम्न आवश्यकतायें होती है :

- चुम्बकीय फील्ड (magnetic field)
- चालक (conductor)
- चालक और चुम्बकीय फील्ड के बीच आपेक्षिक गति ।

यदि चालक फील्ड के साथ आपेक्षिक वेग 'V' से गति करता है तो प्रेरित emf `E' होगा-

E = BLV Sinθ वोल्टस

जहां

B = टेसला में मापा गया चुम्बकीय फलक्स घनत्व

L = मीटर्स में फील्ड में चालक की प्रभावकारी लम्बाई

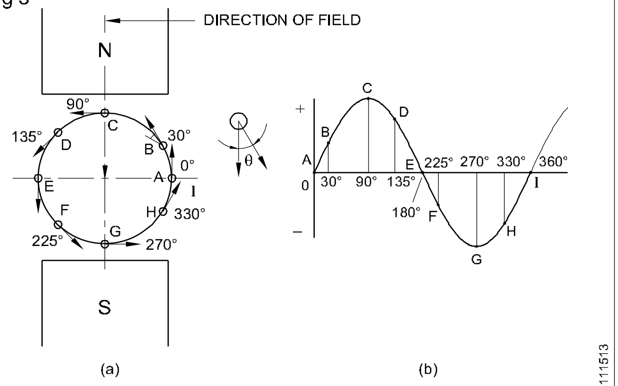
V = फील्ड और चालक के बीच m/sec में आपेक्षिक वेग

θ = वह कोण जिस पर चालक चुम्बकीय फील्ड को काटता है।

Fig 3a को देखें जिसमें A से I चालक चुम्बकीय पोलों के बीच आर्मेचर के परिरेखा में रखें है। इस विशेष जनरेटर के लिये Fig 3a में BLV का मान 100V है।

इसलिये चालक A एक emf प्रेरित करता है

Fig 3



PRODUCTION OF THE SINEWAVE

= BLV sin θ जहां θ = 0 और sin 0 = 0

= 100 x 0 = zero.

emf induced in

चालक B में प्रेरित emf = BLV sin 30°
= 100 x 0.50
= 50 Volts

emf induced in

चालक C में प्रेरित emf = BLV sin 90°
= 100 x 1
= 100 Volts

emf induced in

चालक D में प्रेरित emf = BLV sin 135°
= BLV sin 45°
= 100 x 0.707
= 70.7Volts

emf induced in

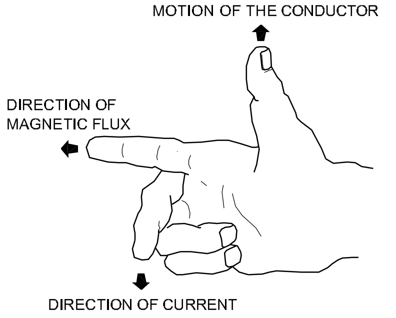
चालक E में प्रेरित emf = BLV sin 180°
= sin 180° = 0
= 100 x 0
= 0

इसी प्रकार परिरेख में अन्य चालकों की प्रत्येक स्थिति के लये प्रेरित emf की गणना की जा सकती है। यदि इन मानों को एक ग्राफ पर अंकन किया जाय तो इस चालक में प्रेरित emf का sin तंरग का प्रतिरूप व्यक्त करेगा। जब इसे समरूप चुम्बकीय फील्ड के N और S धुवों के बीच घूर्णित किया जाता है।

Fig 3b में इस विधि से प्रेरित emf मूल रूप से प्रत्यावर्ती प्रकृति की होती है और कम्यूटेटर द्वारा इस प्रत्यावर्ती करंट को दिष्ट करंट में एक DC जनरेटर द्वारा परिवर्तीत किया जाता है।

फ्लेमिंग के दाये हाथ का नियम (Fleming's right hand rule): इस नियम द्वारा गतिज प्रेरित emf की दिशा का अभिनिर्धारण किया जा सकता है। दाहिने हाथ के अगूठें, तर्जनी और मध्य अंगुली को परस्पर समकोण पर Fig 4 के अनुसार इस प्रकार रखें कि तर्जनी फलक्स की

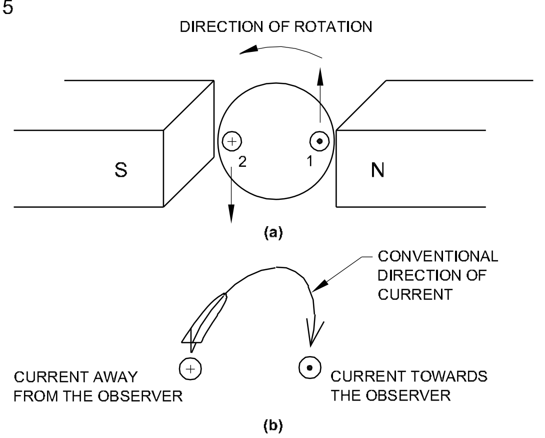
Fig 4



FLEMINGS RIGHT HAND RULE

ELN3111514

Fig 5



DIRECTION OF THE INDUCED CURRENT

ELN3111515

दिशा में अंगूठा चालक गति की दिशा में हो तो मध्य अंगुली प्रेरित emf की दिशा अर्थात प्रेक्षक की ओर अथवा प्रेक्षक से दूर का संकेत करेगी।

कल्पना करें कि Fig 5a के अनुसार उत्तरी और दक्षिणी पोलों के बीच एक चालक वामावर्ती दिशा में गति कर रहा है।

फलेमिंग के दाहिने हाथ के नियम के अनुसार हमें ज्ञात होता है कि चालक 1 उत्तरी पोल के अन्तर्गत ऊपर की ओर गति करता है तो प्रेक्षक की ओर एक emf प्रेरित होता है जिसे बिन्दु चिन्ह द्वारा संकेतिक किया जाता है, और चालक 2 जो दक्षिण पोल के अन्तर्गत नीचे की ओर गति करता है यह प्रेक्षक से दूर एक emf प्रेरित करता है जिसे धन चिन्ह से संकेतित किया जाता है।

Fig 5b में करंट दिशा को तीर चिन्ह द्वारा संकेतित किया गया है। बिन्दु चिन्ह तीर के नुकीले शीर्ष को करंट की दिशा प्रेक्षक की ओर प्रदर्शित करता है और धन चिन्ह तीर के दूसरे सिरे को प्रदर्शित करता है जो प्रेक्षक से दूर की दिशा में है।

DC जनरेटर के भाग (Parts of DC generator)

Fig 6 के अनुसार एक DC जनरेटर में निम्न आवश्यक भाग होते है

1 फ्रेम अथवा योक

2 फील्ड पोल और पोल सुज (Figs 8,9 & 10)

3 फील्ड क्वाइल या फील्ड वाइडिंग (Fig 11)

4 आर्मेचर कोर

5 आर्मेचर वाइंडिंग अथवा आर्मेचर चालक

6 कम्युटेटर

7 ब्रशेज

8 बियरिंग और अंत पटिटयां

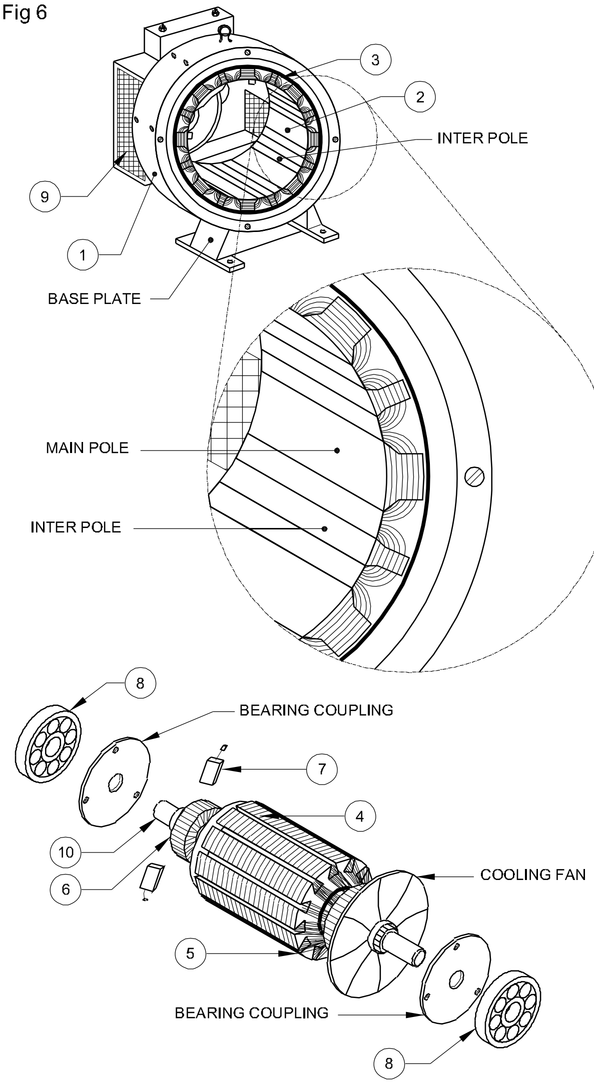
9 पंखें के लिये वायु फिल्टर

10 शाफ्ट

योक पोल शू आर्मेचर कोर और पोलों के बीच एयर गैप तथा आर्मेचर कोर चुम्बकीय परिपथ निर्मित करते है। जबकि आर्मेचर चालक फील्ड क्वायल कम्यूटेटर और ब्रशेज वैद्युत परिपथ निर्मित करते है।

योक (Yoke): वाह्य फ्रेम अथवा योक दो प्रयोजन सिद्ध करता है प्रथम यह पोलों के लिये यांत्रिक आधार प्रदान करता है और कुल मशीन के लिये रक्षक आवरण उपलब्ध कराता है जैसा कि Fig 6 में प्रदर्शित किया गया है, दूसरे यह अपने से चुम्बकीय परिपथ को पूर्ण होने देता है।

Fig 6



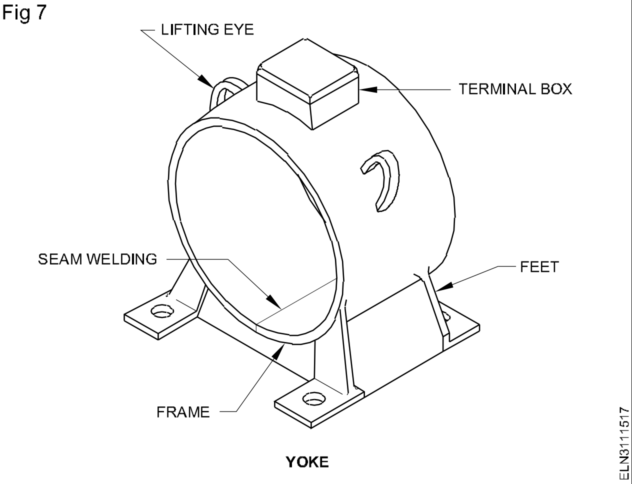
PARTS OF A DC MACHINE

ELN3111516

छोटे जनरेटरों में जहां भार की तुलना में कम मूल्य मुख्य निर्धारण होता है योक ढलवे लोहे से बनाये जाते है लेकिन बडी मशीनों में प्रायः ढलवे स्टील अथवा माइल्ड स्टील उपयोग में लायी जाती है। योक निर्माण की आधुनिक विधि में एक बेलनाकार खराद पर स्टील शफ्ट को चारों ओर

वेल्लित या रोल्ड कर के किनारों पर उसको बेल्ड कर देते है पर टर्मिनल बाक्स इत्यादि फ्रेम से वेल्ड कर दिये जाते है जैसा कि Fig 7 में प्रदर्शित किया गया है इस प्रकार के योक में यथेष्ट यांत्रिक दृढता और उच्च पारगम्यता होती है।

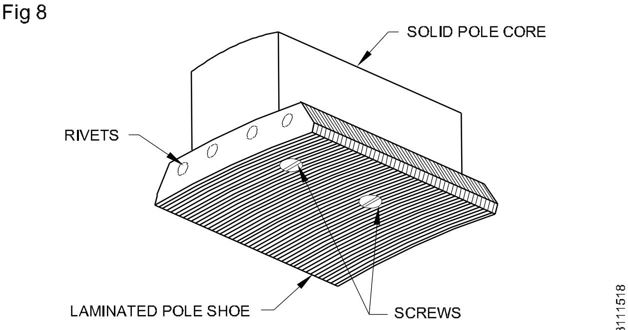
Fig 7



YOKE

पोल कोर और पोल शू (Poles cores and pole shoes) (Fig 8): फील्ड चुम्बक पोल कोर और पोल शूज से निर्मित होती है पोल शू दो कार्य करते है । (i). इनसे वायुअन्तराल से समान रूप से फ्लक्स विस्तारित होता है क्योंकि इनका बडा अनुपस्थ परिच्छेद चुम्बकीय पथ की रिलवेन्सेस को कम करता है और (ii). इनसे फील्ड क्वायलों का आधार भी प्राप्त होता है।

Fig 8



SEPERATE POLE SHOE BOLTED TO POLE CORE

पोल रचना दो मुख्य प्रकार से होती है।

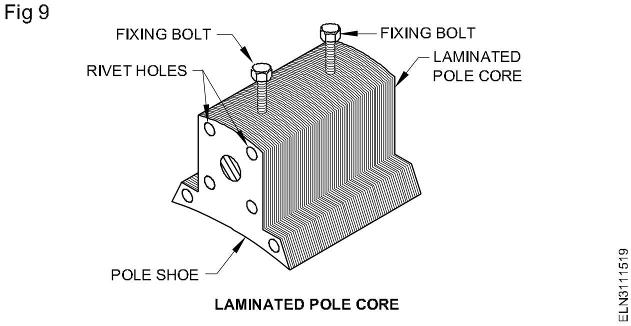
स्वयं ढलवे लोहे अथवा ढलवे स्टील के ठोस टुकडों से बने हो सकते है लेकिन पोल शु पटलित होता है ओर पोल सम्मुख से अभिसंक पेचों (countersunk) द्वारा Fig 8 के अनुसार बंधा रहता है।

वर्तमान अभिकल्पना में पूर्ण पोल कोर अेर पोल शूज पतले पटलित एनील्ड स्टील से बनाये जते है जो वायु दाब से परस्पर रिबेट कर दिये जाते है। पटलन की मोटाई 1mm से 0.2mm तक परिवर्तित होती है। पटलित पोल निम्न दो विधियों मे किसी एक विधि द्वारा योक से जुडे होते है।

पोल योक से पेंचों द्वारा जुडे होते है जो योक से पोल की काय में निकाले जाते है जैसा कि Fig 9 में प्रदर्शित किया गया है अथवा बद्धक पेचों को स्टील छड् में बोल्ट किया जाता है जो पोल से होकर Fig 10 के अनुसार पटलन के तल से निकलता है।

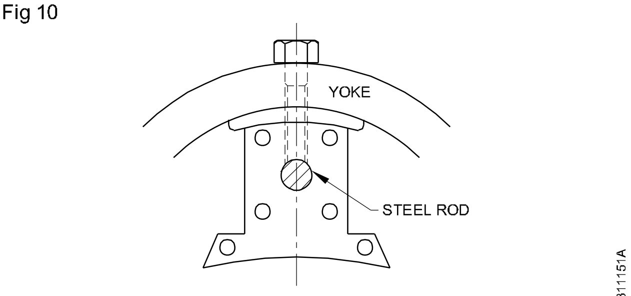
पोल क्वायल (फील्ड क्वायल) **(Pole coils** (Field coils)**):** पोल क्वायल अथवा पोल क्वायल जो ताबें के तार अथवा पटिटयों से निर्मित

Fig 9



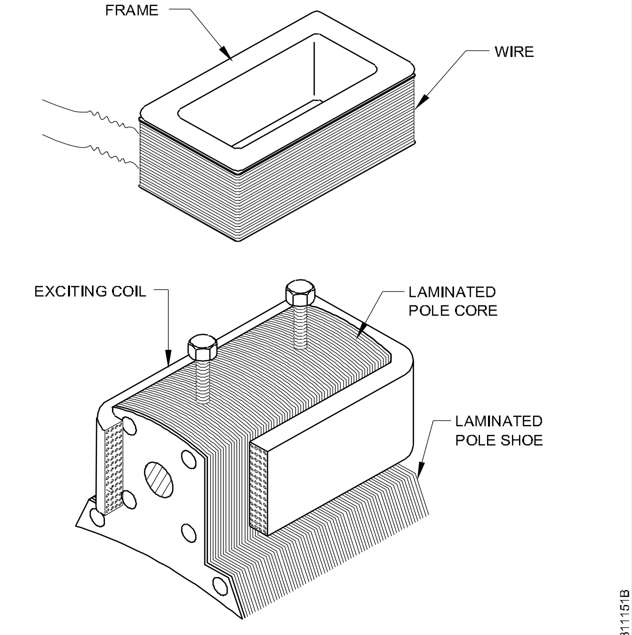
LAMINATED POLE CORE

Fig 10



HOLDING SCREW BOLTED IN TO STEEL BAR POLE CORE ASSEMBLY

Fig 11



POLE ASSEMBLY

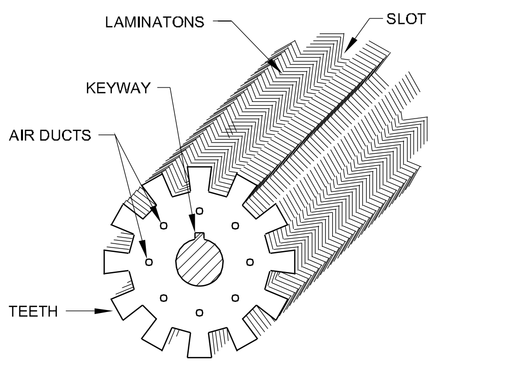
होते है और यथार्थ परिमाप के लिये फार्मर वाउंड होते है। इसके पश्चात फर्मर हटा देते है और वाउंड क्वाइल कोर के ऊपर Fig 11 के अनुसार यथा स्थिति में रख दिये जाते है।

जब क्वायलों में करंट प्रवाहित की जाती है यह ध्रवों को चुम्बकित कर देते है जो आवश्यक फ्लक्स को उत्पन्न करता है। और आर्मेचर चालकों के घूर्णन से कट होता है।

मोटी गेज तार वाइंडिंग (सिरिज) और पतली गेज वाइंडिंग (शन्ट) दोनों एक दूसरे के ऊपर वाउंड होते है जिनका इंसुलेशन पृथक होता है और टर्मिनल को पृथक रूप से बाहर निकालते है।

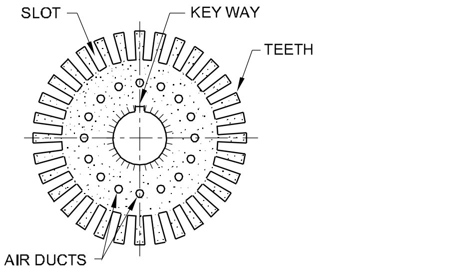
आर्मेचर कोर (Armature core): आर्मेचर कोर आर्मेचर चालकों को आवासित करता है और चुम्बकीय फील्ड को घूर्णित करता है जिससे

Fig 12



ARMATURE CORE MADE OF LAMINATION

Fig 13



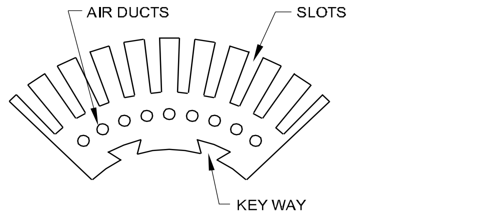
ARMATURE CORE LAMINATIONS

चालक चुम्बकीय फलक्स को कट करें। इसके अतिरिक्त इसका सर्वाधिक महत्वपूर्ण प्रकार्य अति लघु रिलेवसेस पर फील्ड फ्लक्स को एक पथ प्रदान करना होता है। जिससे चुम्बकीय परिपथ योक और पोलों से पूर्ण होता है।

आर्मेचर कोण Fig 12 के अनुसार बेलनाकार अथवा ड्रम आकार का होता है। और वृत्ताकार स्टील चकतियों अथवा पटलित अथवा 0.5mm मोटी परतों से बना होता है जैसा कि Fig 13 में दिखाया गया है।

खांचें डाइ कट अथवा पंच किये होते है जो चकती की वाह्य परिरेखा पर होते है और स्विच छिद्र दर्शाये अनुसार आन्तरिक व्यास पर स्थित होता है। छोटी मशीनों में आर्मेचर स्टैम्पिंग शाफ्ट से सीधा स्विचयत होती है। प्रायः यह परते वायु नली के छिद्र के लिये हाते है आर्मेचर से वायु का रेखीय प्रवाह आर्मेचर को शीतल रखने के लिये होता है। Fig 12, Fig 13 Fig 14 में यह वेंटिलेटिंग छिद्र स्पष्टतयः दृश्य है।

Fig 14



SEGMENTAL LAMINATION

लगभग एक मीटर व्यासों तक के आर्मेचर में वृत्ताकार स्टैम्पिंग एक टुकडे में काटी जाती है जैसा कि Fig 13 में दिखाया गया है लेकिन इस परिमाण से ऊपर यह वृत्त अति पतले विशेष भागों से बने होते है जिनका प्रहस्तन कठिन होता है क्योंकि उनका विरूपण सभंव होता है और समुच्चयन करने पर वह समरूप नही रह ड्रापे इसलिये वृत्ताकार पटलन एक पीस में से काटने की अपेक्षा उपयुक्त भागो के अनेक संख्या से बनाये जाते है जो पूर्ण वलय का निमार्ण करते है।

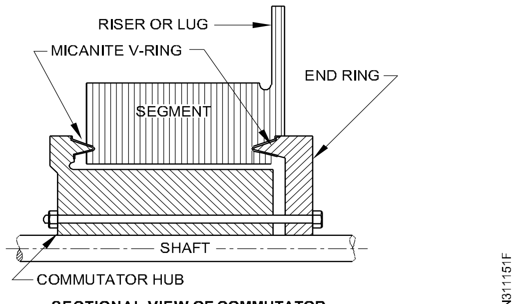
चार अथवा छः अथवा आठ तक खण्डीय परत एक पूर्ण वृत्ताकार परत में होते है । साधारण तयः दो स्विच पथ प्रयेक खण्ड मे लगे रहते है और पटलन को स्वपोषित स्थिति में Fig 14 के अनुसार रखने के लिये वेज अथवा डब चलित होते है । परतों को प्रयोग करने का प्रयोजन भवंर धाराओं का कम करना होता है। परत जितना अधिक पतला होगा एडी करंट ह्रास के विरोध में उत्पन्न विरोध उतना ही अधिक होगा।

आर्मेचर वाइंडिंग (Armature windings): आर्मेचर वाइंडिंग प्रायः फर्मी वाउंड होता है यह चपटे आयताकार कुडलों के रूप में प्रथम लपेट होते है और एक क्वायल पुलर (coil puller) द्वारा इनकों उचित आकृति में लाया जाता है। विभिन्न चालकों के लपेट परस्पर रोधित होते है। चालको को आर्मेचर खाचों में रखा जाता है, जो दृढ इन्सुलेटेड पदार्थो से रेखाकित होते है। चालकों को खाचों में रखने के पूर्व इन खाचों इंसुलेशन को इंसुलेट कर आर्मेचर चालकों को रख दिया जाता है और विशेष दृढ लकडी अथवा फाइबर वेज से अपनी स्थिति में सुरक्षित कर दिये जाते है।

कम्यूटेटर (Commutator): एक कम्यूटेटर का प्रकार्य आर्मेचर चालकों से करंट संग्रह को सुविधा जनक करना होता है इससे दिष्टीकरण अर्थात आर्मेचर चालकों में प्रत्यावर्ती प्रेरित करंट को वाह्य लोड (भार) परिपथ के लिये दिष्ट करंट में परिवर्तित करना होता है। यह बेलनाकार रचना का होता है और उच्च चालकता दृढ खिचे हुये अथवा ड्रॉफ फोर्ज (Droop forged) किये हुये ताबें के वेज के आकार के खण्डों से बना होता है। यह अभ्रक की पतली रोधित खण्डों से बने होते हैं खण्डों की संख्या आर्मेचर क्वायलों की संख्या के समान होती है।

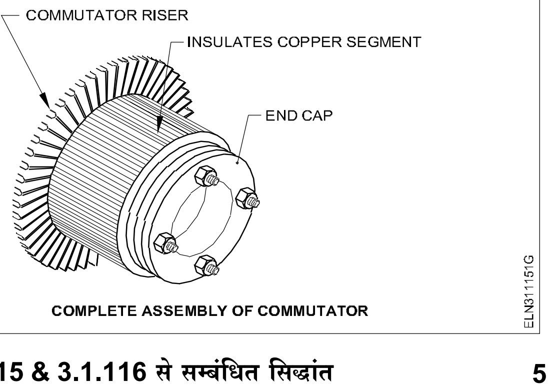
प्रत्येक कम्प्यूटेटर खण्ड ताबें के लग अथवा उत्तोलक (Hoist) द्वारा आर्मेचर चालक से जुडें होते है अभिकेन्द्र बलों के कारण इनके भाग जाने को बचाने के लिये खण्डों में V खाचें होते है जो कोण आकार के माइका नाइट रिंग द्वारा रोधित होते है। एक कम्प्यूटेटर का खण्डीय दृश्य (section view) Fig 15 में प्रदर्शित किया गया है जिसका समुच्चयन (assemble) हो जाने के पश्चात सामान्य रूप Fig 16 में दिखाया गया है ।

Fig 15



SECTIONAL VIEW OF COMMUTATOR

Fig 16

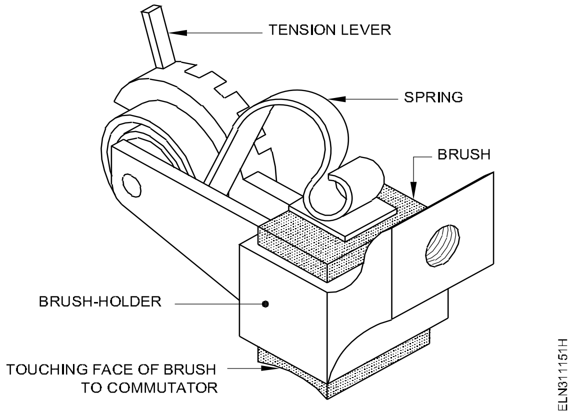


COMPLETE ASSEMBLY OF COMMUTATOR

ब्रुश (Brushes): ब्रुश जिसका प्रकार्य कम्प्यूटेटर से करंट को संग्रह करना होता है प्रायः कार्बन और ग्रेफाइट से बने होते है और एक आयताकार खण्ड की आकृति के होते है।

ब्रुश धारकों में Fig 17 के अनुसार ब्रुश स्थित होते है जिनमें ब्रुश के लिये एक बाक्स धारक (Holder) ब्रुश तनाव को बनाये रखने के लिये एक स्प्रिंग और धारक (Holder) को रॉकर भुजा में आबद्ध (Fix) करने के लिये और एक छेद होता है। ब्रश दोनों सिरों पर खुले आयताकार बाक्स में स्थापित हो सकता है। ब्रुशों का कार्य कम्प्यूटेटर पर स्प्रिंग को दबाये रखना होता है जिसके खिचाव को खांचों में खिचाव लीवर की स्थित को परिवर्तन करने के लिये होता है। एक नम्य (Flexibke) ताबां पिगटेल ब्रश के शीर्ष पर लगा होता है जो करंट को ब्रश से धारक (Holder) में ले जाता है। कम्प्यूटेटर से संग्रहित होने वाली धार के परिमाण पर प्रति स्पिन्डल ब्रुश की संख्या निर्भर होती है।

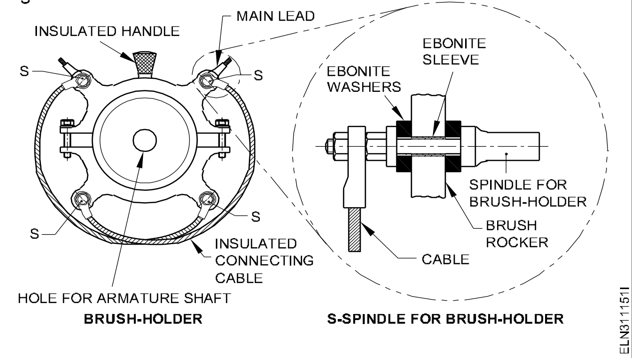
Fig 17



ब्रुश रॉकर (Brush - rocker): बडी मशीन में अनेक ब्रुश वाली स्पिन्डल को प्रयोग में लाया जाता है। एक छोटी मशीन के लिये केवल दो ब्रुश भी हो सकते है सभी स्पिन्डल इंसुलेटेड होते है और ब्रुश होल्डर से जुडे होते है।

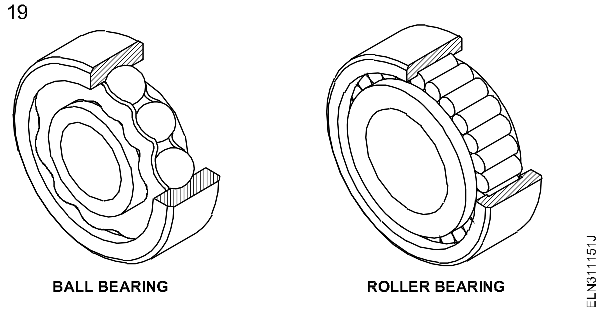
ब्रुश होल्डर छोटी मशीन में एक धारक (Holder) आवरण अथवा Fig 18 के अनुसार योक से जुडे ब्रेकेट पर आधारित होता है। ब्रुश होल्डर की स्थिति को परिवर्तित करके इसे उदासीन अक्ष पर लाया जा सकता है।

Fig 18



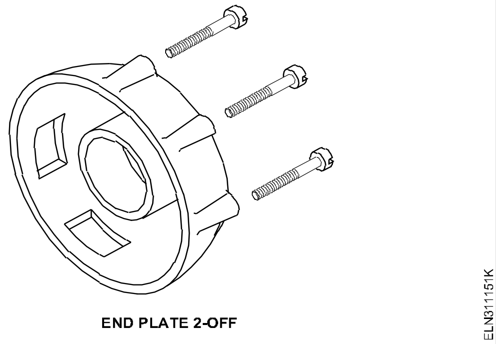
बियरिंग (Bearings (Fig 19)**):** उनकी विश्वसनीयता के कारण हाफ-बियरिंग अधिक लगाये जाते है। हालांकि अधिक भारी कार्यो के लिए रोलर बियरिंग्स को प्राथमिकता दी जाती है। शांत प्रचालन और बियरिंग चढ़ाने में आसानी के लिए बाल रोलर सामान्यतः कठोर तेल से भरे होते हैं। जब स्लीव (sleeve) बियरिंग का प्रयोग किया जाता है जो रिंग आयलर द्वारा बियरिंग ब्रेकेट में भरे तेल द्वारा लुब्रीकेटेड होते हैं।

Fig 19



बाहरी प्लेट (End plates (Fig 20)**):** बियरिंग्स इन बाहरी प्लेटों में रखकर इन्हें योक (बाडी) में लगा दिया जाता है। ये आर्मेचर के घषर्ण रहित घूर्णन और फील्ड पोलों के एयर गेप की स्थिति को बनाने में सहायता करते है।

Fig 20

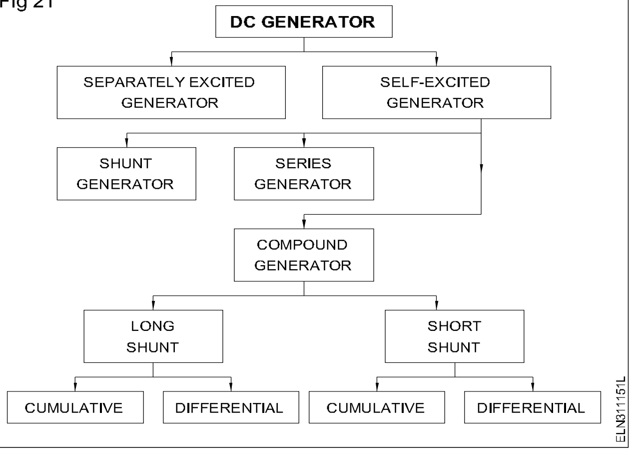


कूलिंग फैन (Cooling fan)

DC मशीन का चयन प्रायः एक विशेष कार्य या लोड की आवश्यकता के लिए होता है। ज्यादातर मामलों में DC मशीन के शाफ्ट पर लगे कूलिंग फैन से गर्मी को हटाते हैं। DC मशीन गर्मी को हटाने की अन्य विधि तेज हवा प्रवाह कर कूलिंग करना होता है। यह आमतौर पर बाहरी रूप से विद्युत पंखे द्वारा DC मशीन में हवा भर देना होता है। तेज हवा से कूलिंग करने पर गर्मी मशीन की संरचना में स्थानांतरित कर कम की जा सकती है और मशीन के उच्च लोड पर प्रचालित करने की अनुमति देता है।

DC जनरेटरों के प्रकार (Types of DC generators): फील्ड उत्तेजन किस प्रकार से किया जाता है इस पर दिष्ट जनरेटर का प्रकार निर्धारित होता है। सामान्य रूप से फील्ड और आर्मेचर वाइंडिंग को सम्बन्धित करने के लिये प्रयोग में लायी गयी विधियां नीचे दिये गये समूहों (Fig 21) में आती है।

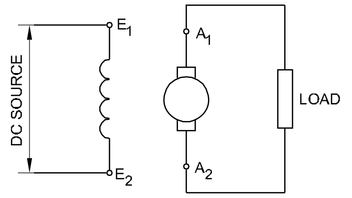
Fig 21



पृथक रूप से उत्तेजित जनरेटर (Separately excited generator) (Fig 22) पृथक रूप से उत्तेजित जनरेटर का फील्ड उत्तेजन में प्रदर्शित किया गया है जिसे एक स्वतन्त्र स्रोत जैसे संग्राहक बैटरी, पृथक DC जनरेटर अथवा एक AC स्रोत से दिष्टित DC आपूर्ती से आपूर्तित कियाजाता है ।

फील्ड उत्तेजन वोल्टता (Field excited generator) जनरेटर वोल्टता (आर्मेचर) के समान अथवा भिन्न भी हो सकती है। प्रायः उत्तेजन वोल्टता कम वोल्टता की होगी जैसे DC 24, 36 अथवा 48V ।

Fig 22

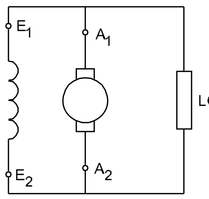


CONNECTION DIAGRAM OF SEPARATELY EXCITED DC GENERATOR

स्वउत्तेजित जनरेटर (Self-excited generator): इस प्रकार के जनरेटरों में फील्ड उत्तेजन अपने आर्मेचर द्वारा प्राप्त होता है। प्रारम्भ में फील्ड पोलों द्वारा बचे हुये चुम्बकत्व से वोल्टता निर्मित होती है। स्व उत्तेजित जनरेटरों को और भी वर्गों में जैसे शन्ट, सिरिज और मिश्रित जनरेटरों में वर्गीकृत किया जा सकता है।

शन्ट जनरेटर (Shunt generator): Fig 23 के अनुसार फील्ड वाइंडिंग आर्मेचर टर्मिनल से सम्बन्धित किया जाता है (अर्थात शन्ट फील्ड वाइंडिंग, आर्मेचर वाइंडिंग के साथ समान्तर में सम्बन्धित होता है।) शन्ट फील्ड में प्रायः अपेक्षाकृत पतले तार के अनेक लपेटे होती है और अपेक्षाकृत केवल कम करंट ले जाते है जो जनरेटर की निर्धारित करंट का एक लघु प्रतिशत

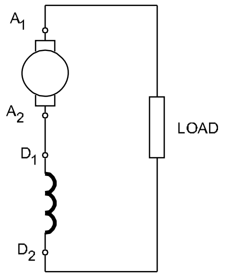
Fig 23



SHUNT GENERATOR

होती है। **सिरिज जनरेटर (Series generator):** फील्ड वाइंडिंग को आर्मेचर वाइंडिंग के साथ Fig 24 में दर्शायेनुसार सिरिज में जोडा जाता है । सिरिज फील्ड वाइंडिंग में कुछ लपेट भारी तारों की होती है । चूँकि यह आर्मेचर के साथ सिरिज में होती है यह भार करंट उठाती है ।

Fig 24

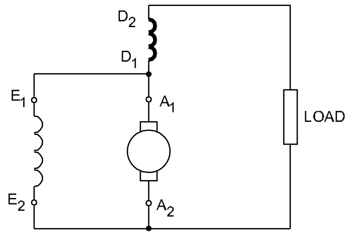


SERIES GENERATOR

मिश्रित जनरेटर (Compound generator): शन्ट और सिरिज फील्ड वाइंडिंग के मिश्रण से फील्ड उत्तेजन उपलब्ध होता है।

शार्ट शण्ट कम्पाउण्ड जनरेटर (Short - shunt compound generator) यह एक ऐसा जनरेटर है जिसमें आर्मेचर के आर पार शन्ट फील्ड होता है जैसा कि Fig 25 में प्रदर्शित किया गया है।

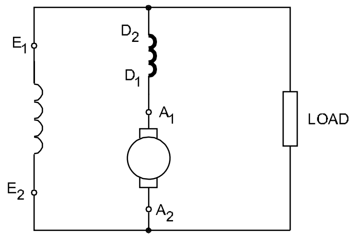
Fig 25



SHORT SHUNT COMPOUND GENERATOR

लांग शण्ट कम्पाउण्ड जनरेटर (Long - shunt compound generator): इस प्रकार के जनरेटर में शन्ट Fig 26 के अनुसार सिरिज के बाद सम्बन्धित किया जाता है।

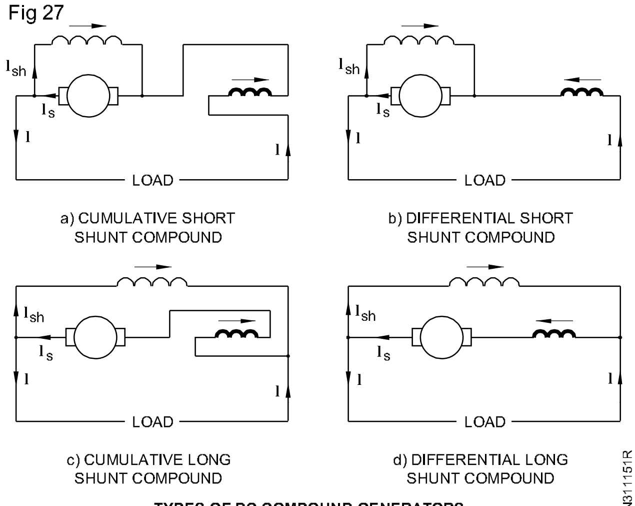
Fig 26



LONG SHUNT COMPOUND GENERATOR

कम्यूटेटीव और डिफरेंशियल कम्पाउण्ड जनरेटर (Diffrential and cumulative compound generator): कम्पाउण्ड जनरेटर को संचयी और डिफरेंशियल प्रकार में भी वर्गीकृत किया जा सकता है कम्यूलेटीव डिफरेंशियल जनरेटरों में शन्ट के चुम्बकन बल और सिरिज में फील्ड एम्पियर टर्न संचयी होते है, अर्थात यह दोनों एयरगैप में समान दिशा में फलक्स नियोजित करते हैं लेकिन एम्पियर टर्न के लिये शन्ट वाइंडिंग सिरिज वाइंडिंग के विरोध में होता है और मशीन को विभिन्न डिफरेंशियल जनरेटर कहते है। दोनों के प्रकार Fig 27 में प्रदर्शित किये गये है।

Fig 27

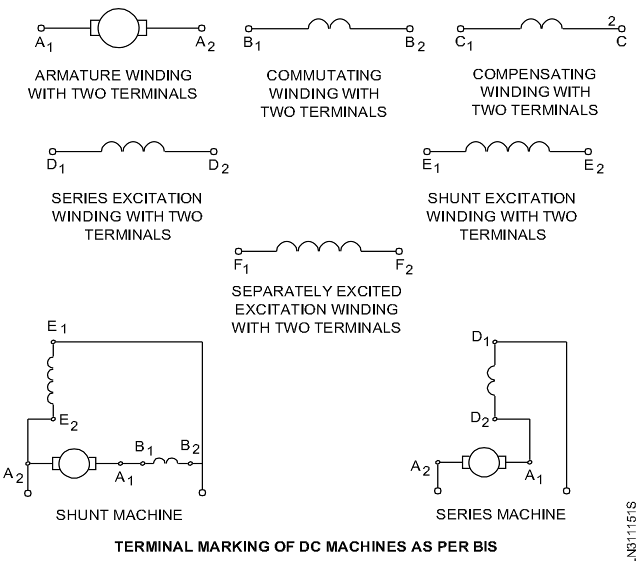


TYPES OF DC COMPOUND GENERATORS

टर्मिनल चिन्हांकन (Terminal markings): BIS4718-1975 के अनुसार दिष्ट कम्प्यूटेटर मशीनों के लिये चिन्हांकन नीचे दिये गये चिन्हांकन के अनुसार होगी।

- वाइंडिंगों को बडे अक्षरों से प्रदर्शित करना।
- वाइंडिंगों के अन्त और माध्यमिक बिन्दु अंकों से व्यक्त किये जाते हैं।
- दिष्ट वाइंडिंग के लिये वाइंडिंग अक्षर वर्ण के प्रथम भाग से चयनित होते है (Fig 28)

Fig 28



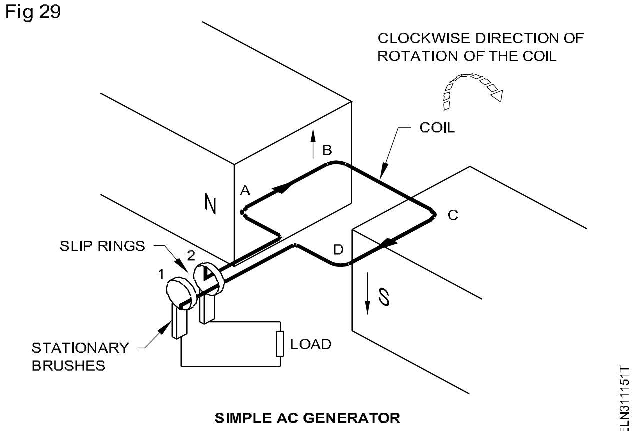
TERMINAL MARKING OF DC MACHINES AS PER BIS

चालक (स्प्लिट रिंग्स) (Commutator (Split rings))

एक जनरेटर, चालकों के समूह की चुम्बकीय फील्ड में घूर्णन की सहायता से वैद्युत शक्ति उत्पन्न करता है। यह वैद्युत चुम्बकीय प्रेरण के सिद्धान्त का उपयोग यांत्रिक शक्ति के निवेश को वैद्युत शक्ति में परिवर्तित करने के लिये उपयोग में लाया जाता है।

स्लिप रिंग (Slip rings) एक सरल AC जनरेटर को लें जिसमें तार का सिंगल लूप (single loop) स्थिर चुम्बकीय फील्ड में Fig 29 के अनुसार घूर्णित किया जाता है।

Fig 29



SIMPLE AC GENERATOR

सिंगल लूप (single loop) क्वायल के प्रत्येक सिरें को ताबें अथवा पीतल की रिंग जिन्हें स्लिप रिंग कहते है सम्बन्धित किया जाता है। ये स्लिपरिंग एक दूसरे से इन्सुलेटेट होती है और साफ्ट पर इन्सुलेटेट लगी होती है।

यह घूर्णन समुच्चयन (rotating assemble) (क्वायल शैफ्ट और सर्पिल वलय) व्यापक रूप से अर्मेचर कहलाता है। तार लूप (आर्मेचर क्वायल) दो ब्रशेज द्वारा जो सर्पिल वलय से सटे हुये स्थिर होते है द्वारा, एक वाह्य परिपथ से जोड दिये जाते है। चूंकि आर्मेचर को एक समरूप कोणीय वेग से घूर्णित किया जाता है, इसलिये क्वाइल चालकों में जनित वोल्टता वास्तव में प्रत्यावर्ती वोल्टता होगी।

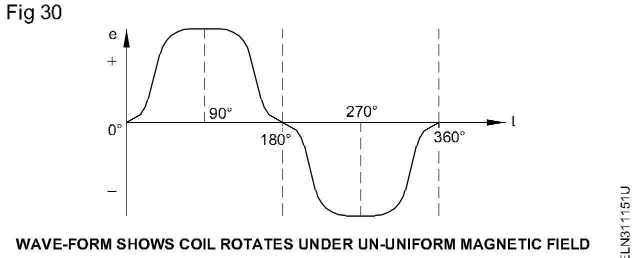
दर्शाये गये वामावर्त घूर्णन के लिये जनरेटर वोल्टता की दिशा और क्वायल में परिणामित करंट की दिशा उत्तरी पोल के अन्तर्गत A से B की ओर होगी जिससे स्लिपरिंग 2 घनात्मक होगी इसकी पुष्टि फलेमिंग के दाहिने हाथ के नियम से सरलता से होती है। इसी प्रकार प्रेरित वोल्टता की दिशा और परिमित करंट की दक्षिणी पोल के अर्न्तगत दिशा C से D की ओर होगी जिससे स्लिप रिंग 1 घनात्मक होगी जब चालक AB उत्तरी पोल से दक्षिणी पोल की ओर गति करता है, प्रेरित emf की दिशा उत्क्रमित होती है और अब करंट प्रवाह की दिशा B से A की ओर होती है जिससे सर्पिल वलय दो धनात्मक हो जाती है। इसी समय क्वायल की भुजा CD उत्तरी पोल दिशा में गति करती है और इसका प्रेरित emf विपरीत होता है और करंट प्रवाह D से C की ओर होता है और स्लिपरिंग 1 ऋणात्मक हो जाती है।

इसलिये घूर्णन के आधे चक्र (एक द्विपोल जनरेटर के लिये) के लिये emf की दिशा क्वायलों A से B और C से D की ओर होती है। दूसरे अर्ध चक्र के लिये emf की दिशा क्वायल में D से C और B से A की ओर होती है। वाह्य सम्बन्धित भार प्रतिरोधक में करंट की दिशा स्थायी ब्रुशेज के सम्पर्क से सर्पिल वलय 1 और 2 के युग्म से प्रकृति में प्रत्यावर्ती (AC) होती है।

प्रेरित वोल्टता का तरंग रूप (Wave - shape of the induced voltage) जब निर्गम वोल्टता को वैद्युत अशों के विपरीत अंकित किया जाता है तो हमें निर्गम तरंग रूप प्राप्त होता है।

भार के सिरों पर प्राप्त निर्गम तरंग रूप Fig 29 में प्रदर्शित पोल रूप के अनुसार प्राप्त होता है। जो ज्या आकृति का नही होगा क्योंकि चुम्बकीय फील्ड समरूप न होकर आयताकार रूप का होगा जैस Fig 30 में दर्शाया गया है।

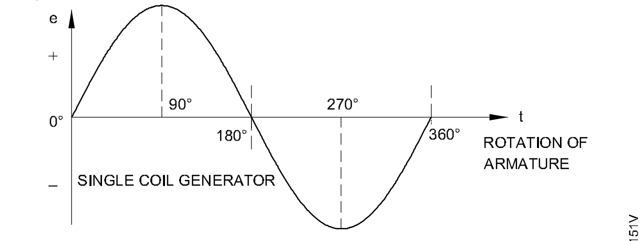
Fig 30



WAVE-FORM SHOWS COIL ROTATES UNDER UN-UNIFORM MAGNETIC FIELD

लेकिन यदि चुम्बकीय फील्ड समरूप है तो Fig 31 के अनुसार निर्गम तरंग रूप ज्यावैक्रीय होगा।

Fig 31



WAVE-FORM SHOWS COIL ROTATES UNDER UNIFORM MAGNETIC FIELD (SINE WAVE)

स्प्लिट रिंग युक्त सरल जनरेटर (Simple generator with split-rings) एक DC जनरेटर वास्तव में एक AC जनरेटर होता है जिसमें स्लिप रिंग के स्थान पर स्प्लिट रिंग होती है।

एक रिंग होती है जो दृढ ताबें के टुकडे से बनी होती है जो दो भागों में विभक्त होता है। जो परस्पर रोधित और उस शैफ्ट से रोधित जिस पर इन्हें आरोहित किया जाता है। एक व्यवसायिक जनरेटर में अनेक विभक्त वलय (Splitring) होती है जिन्हें कम्यूटेटर कहते है। विभक्त वलय (Splitring) एक ऐसी युक्ति होती है, जिससे आर्मेचर क्वायल टर्मिनल क्वायल के साथ ब्रश सम्पर्क प्रेरित करंट के क्वायल में उल्टा होने के साथ प्रत्येक बार उल्टा होता है जिससे ब्रशेज द्वारा ली गयी निर्गम करंट सदैव एक ही दिशा में रहती है।

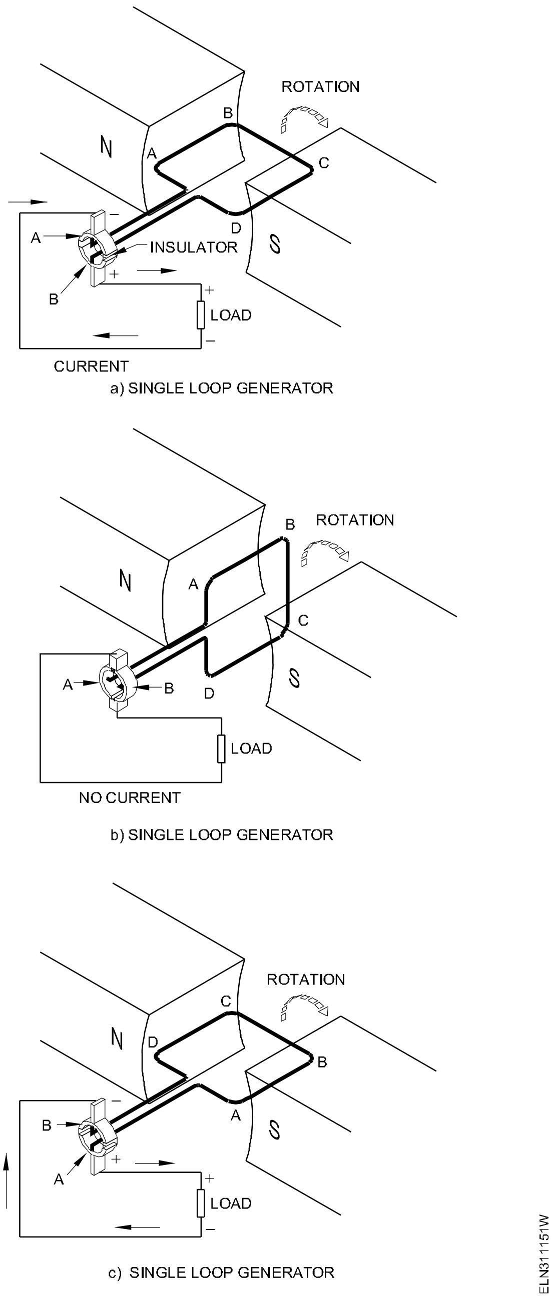
Fig 32a के अनुसार यदि आर्मेचर वामावर्त दिशा में घूर्णित होता है, विभक्त वलय इसके साथ घूर्णित होती है और ब्रशेज और पोल अपनी स्थिति में स्थिर रहते है। Fig 32a के अनुसार जब गतिज क्वायल क्षैतिज दिशा में होता है प्रेरित करंट क्वायल से ABCD में घटक B धनात्मक ब्रश से प्रवाहित होती है और भार ऋणात्मक ब्रश और भाग A से जाती है। Fig 32a और C में वाह्रय परिपथ में करंट प्रवाह की दिशा प्रदिर्शत की गयी है। जब आर्मेचर घूर्णित होकर इस स्थिति में आता है कि क्वायल उर्ध्वाधर हो जाता है तो ब्रशेज दोनों भागों को लघु पथित करते है। प्रेरित emf शून्य होती है और कुछ क्षणों के लिये लोड परिपथ में करंट प्रवाह नही होता है।

जब आर्मेचर घूर्णित होता है और घूम कर Fig 32C के अनुसार स्थिति प्राप्त कर लेता है तो क्वायल की भुजा AB दक्षिणी पोल प्रदेश में प्रवेश करती है ओर प्रेरित emf उस दिशा की तुलना में जब यह उत्तरी पोल के प्रदेश में गतिमय था उल्टा हो जाती है जैसा कि Fig 4a में दर्शाया गया है।

लेकिन इस स्थिति में विभक्त वलय भाग A और B भी अपनी स्थितियों को परिर्तित करते है क्योंकि वे क्वायल के साथ घूर्णित होते है। जब क्वायल भुजाएं AB और CD में emf अपनी पोलता को उल्टा करते है तो विभक्त वलय के भागों से जुडे सम्बन्ध एक साथ स्थिर ब्रशेज के अर्न्तगत अपनी स्थितियों को परिवर्तित करते है। फलस्वरूप ब्रश की पोलता स्थिर रहती है और Fig 32c के अनुसार लोड ने करंट की दिशा समान रहती है जिसे Fig 32a में दर्शाया गया है।

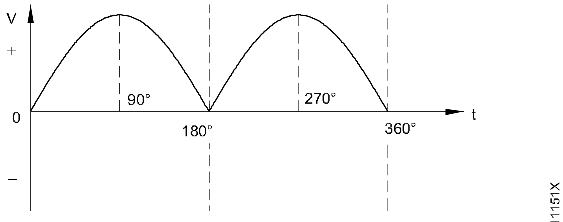
एक सरल DC जनरेटर द्वारा जनित वोल्टता Fig 33 में व्यक्त की गयी है। स्प्लिट रिंग क्रिया के कारण वोल्टता एक दर्शाए है।

Fig 32



कम ज्यादा होनेवाली सिंगल लूप (एक चक्र) क्वायल से प्रेरित emf परिमाण में अति लघु और प्रकृति को स्पन्दित होती है जैसा कि Fig 33 में दर्शाया गया है। अनेक क्वायलों को सिरिज में लेकर जनित emf को उतने गुना ही किया जा सकता है लेकिन एक स्थिर (dc) करंट को प्राप्त करने के लिये अर्मेचर में उत्पन्न स्पन्दों में वृद्धि करना आवश्यक होता है जिससे उनका औसत मान स्थिर (pulsating) रहे।

Fig 33



VOLTAGE PRODUCED IN A LOOP UNDER UNIFORM MAGNETIC FIELD

Fig33 एक साधारण DC जनरेटर द्वारा उत्पादित वोल्टेज को प्रदर्शित करता है। स्पिलिट रिंग के कारण वोल्टेज एक दिशीय होती है।

सिंगल लूप (एक टर्न/घुमाव) क्वायल द्वारा प्रेरित EMF परिणाम में निम्न एवं पल्सेटिंग प्रकार का होता है, जैसे Fig33 में दिखाया गया है। जिसमें कई टर्नो की संख्या को सिरिज में रखा गया है तथा एक टर्न में उत्पन्न EMF को टर्नों की संख्या से गुणा करते हैं। आर्मेचर में स्थित (DC) करंट प्राप्त करने के लिए पल्सों/स्पंदों में वृद्धि करते हैं, तो उनके औसत मान के लिए लैप या वेव यह निर्धारित करता है कि- आर्मेचर में कितने समांतर पथ हैं।

आर्मेचर के प्रत्येक चक्र में स्पन्दों की संख्या में वृद्धि करने की दो विधियां है ।

- फील्ड पोलों (Field pole) की संख्या में वृद्धि ।
- आर्मेचर में विभिन्न क्वायलों (बहु कूण्डल) की संख्या में वृद्धि ।

बहु क्वायल के लिये बहु भागीय स्लिपरिंग जिन्हें कम्यूटेटर कहते है, का होना आवश्यक हो जाता है।

Fig 34 में जनित वोल्टता और उनके तरंग रूप को व्यक्त कया गया है जब आर्मेचर में विभक्त वलयों की संख्या प्रवर्तक भागों की संख्या भिन्न है। व्यवहारिक जनरेटर में कम्यूटेटर भागों की संख्या अधिक होती है जैसा कि Fig 34c में दर्शाया गया है और प्रेरित emf संगत ग्राफ के अनुसार होती है।

Fig 34a

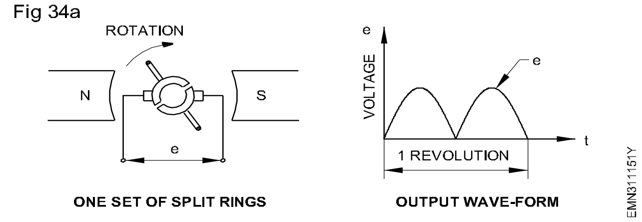


Fig 34b

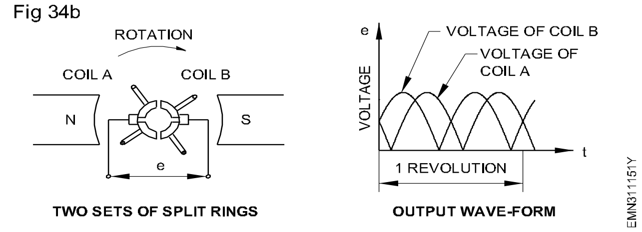
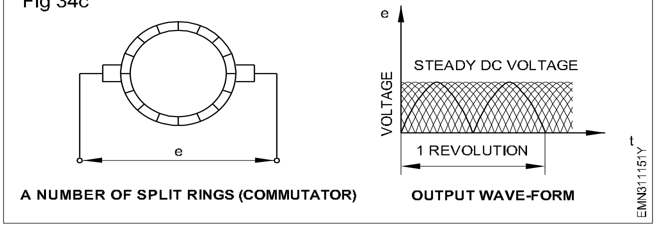
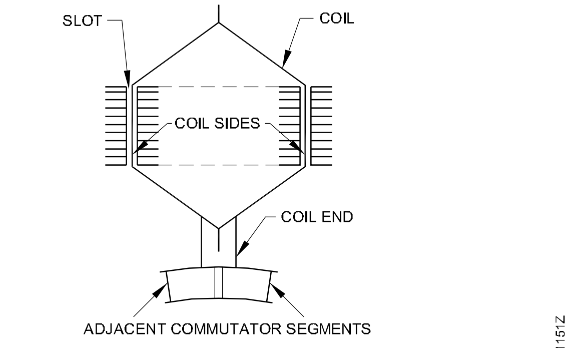


Fig 34c



विभिन्न प्रकार के जनरेटरों में प्रेरित वोल्टेज और उससे संबंधित गणना की समस्या से निपटने के लिए विभिन्न प्रकार के वाइंडिंग के बारे में प्रारंभिक जानकारी आवश्यक है। सिम्प्लेक्स लैप वाइंडिंग में एक क्वायल के अंतिम सिरे, पास वाले कम्यूटेटर सैग्मेंट से जुड़े है जैसा Fig35 में दिखाया गया है।

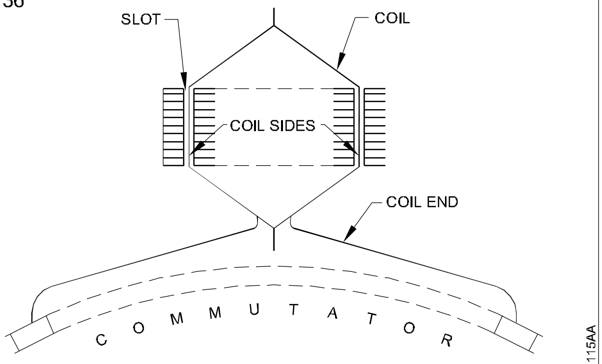
Fig 35



COIL END CONNECTION TO THE COMMUTATOR OF A SIMPLEX LAP WINDING

Fig 36 सिम्प्लैक्स वेव वाइंडिंग दिखाया गया है, जिसमें क्वायल के सिरे एक ही पोलता के घ्रुवों के बीच की दूरी के बराबर कम्प्यूटेटर सेग्मेंट से जुड़ा होता है।

Fig 36



COIL END CONNECTION TO THE COMMUTATOR OF A SIMPLEX WAVE WINDING

टेबल 1 लैप और वेव वाइन्डिंग के बीच के प्रमुख अन्तरों को दर्शाता है।

टेबल 1

लेप वाइंडिंग	वेव वाइंडिंग
प्रत्येक आर्मेचर क्वाइल के दो सिरें सिम्पलेक्स वाइंडिंग में एकांतर कम्युटेटर सैंगमेंट से जुड़े होते हैं, डुपलेक्स में दो सैंगमेंट के अंतर में और ट्रीप्लेक्स में तीन सैगमेंट के अंतर में होते है।	प्रत्येक क्वाइल के दो सिरे समान घ्रुवता वाले एकांतर पोल के कम्युटेटर सैगमेंट पर जोडे जाते है।
लैप वाइडिंग में करंट के लिए कई समांतर पथ होते है, जितने उसमें कील्ड पोल होते हैं।	सिम्पलेक्स वेव वाइडिंग के लिए इसमें दो समांतर पथ होते है, जो पोलो की संख्या पर निर्भर नहीं करते हैं।
समांतर पथों की संख्या = पोलो की संख्या x वाइडिंग प्लेक्स की संख्या	वेव वाइडिंग में समांतर पथों की संख्या = 2 x वाइंडिंग के प्लेक्स की संख्या जहाँ प्लेक्स के लिए सिम्पलेक्स 1, डिप्लेक्स 2 ट्रीप्लेक्स 3 है।

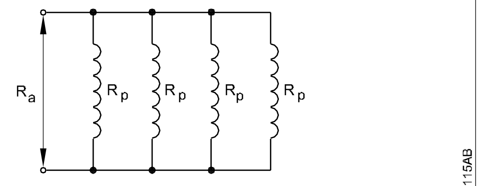
लेप वाइंडिंग	वेव वाइंडिंग
ब्रश स्थितियों की संख्या पोलो की संख्या के बराबर होती है।	फील्ड पोल के संख्या के आधार के बिना केवल दो ब्रश स्थितियाँ होती हैं।
निम्न वोल्टेज उच्च करंट क्षमता मशीन के लिए उपयोग किया जाता हैं।	निम्न करंट और उच्च वोल्टेज क्षमता वाले मशीनों में उपयोग किया जाता है

दिष्ट आर्मेचर परिपथ वोल्टता ड्राप और इसका महत्व (DC armature circuit - voltage drop and its importance) : लीडित जनरेटर के टर्मिनल्स पर वोल्टता ड्राप होने का एक मुख्य कारण आर्मेचर वोल्टता ड्राप होता है। यह आर्मेचर परिपथ प्रतिरोध और आर्मेचर करंट पर निर्भर होता है। आर्मेचर प्रतिरोध का विशेष ज्ञान विद्युत कर्मचारियों को दिष्ट मशीन की दक्षता की गणना के अतिरिक्त आर्मेचर के पुनः लपेट की यथार्थता की जाँच उसके चक्करों की संख्या और लपेट तार के आमाप की भौतिक जांच के बिना उसकी यथार्थता की जांच की जा सकती है। यह सभी स्थापित फैक्ट्रियों में जहां प्रत्येक दिष्ट मशीन के आर्मेचर के सिरों पर वोल्टता ड्राप को संकेत करने का एक विनिर्धारित आर्मेचर करंट पर का लेखा अनुरक्षित किया जाता है। इस विनिर्धारित मान से कोई परिवर्तन पुनः वाउंड आर्मेचर से यह स्पष्ट कर देता है कि वाइंडिंग तार का आमाप अथवा चक्करों की संख्या में परिवर्तन हुआ है और मशीन का प्रदर्शन पूर्व की भांति नही होगा। सामान्यतः आर्मेचर परिपथ प्रतिरोध एक ओम या उससे कम मान का होगा।

वोल्टता ड्राप (Voltage drop) : इसकी गणना प्रति समान्तर पथ में सिरिज में आर्मेचर चालकों के कुल प्रतिरोध को ज्ञात कर और उसे समान्तर पथों की संख्या से भाग देकर ज्ञात की जा सकती है। लेकिन वास्तव में इसे वोल्टता ड्राप विधि से ज्ञात किया जाता है।

Fig 37 में प्रदर्शित परिपथ को देखें।

Fig 37



4-POLE SIMPLEX LAP-WOUND MACHINE WITH 4 PARALLEL PATHS

माना आर्मेचर चालकों का विशिष्ठ प्रतिरोध p है और आर्मेचर चालको का sq cm में a अनुप्रस्थ परिच्छेद का फील्डफल है।

L cm में चालक की लम्बाई है।

R_a ओहम में आर्मेचर प्रतिरोध है।

ओहम में प्रति समानतर पथ प्रतिरोध Rp है।

आर्मेचर प्रतिरोध की गणना विधि (Method of calculating the armature reistance) : माना कि आर्मेचर में समान्तर पथों की संख्या P है।

आर्मेचर में कुल चालक Z है।

इसलिये प्रतिसमान्तर पथित चालको की संख्या Z/P है।

प्रति समान्तर पथ प्रतिरोध $= R_p = \frac{Z}{P} x \frac{\rho L}{a}$

ओहम में आर्मेचर प्रतिरोध = R_a

R_a = Rp/ समान्तर पथों की संख्या

उदाहरण (Example) : एक चार पोल दिष्ट लैप वाउंड मशीन में एक चालक का प्रतिरोध 0.1 ohm है और 48 चालक हैं। तो आर्मेचर प्रतिरोध की गणना करें।

चूंकि यह लैप वाउंड है,

समान्तर पथों की संख्या = पोलों की संख्या (माना सिम्पलैक्स वाइंडिंग है)

इसलिये समान्तर पथों की संख्या = 4

Conductors per

$$\text{parallel path} = \frac{\text{Total No. of conductors}}{\text{No. of parallel paths}} = \frac{48}{4} = 12.$$

प्रति समान्तर पथ प्रतिरोध 12 x 0.1 = 1.2 ohm

इसलिये चार समान्तर पथों के लिये कुल आर्मेचर प्रतिरोध

= 1.2/ 4 = 0.3 ohm

इसके अतिरिक्त आर्मेचर परिपथ का कुल प्रतिरोध में ब्रुश प्रतिरोध और ब्रुश सम्पर्क प्रतिरोध भी सम्मिलित होता है इसलिये मापा गया मान ऊपर के उदाहरण में 0.3 ohm से अधिक होगा।

ब्रुशेज (Brushes) : ब्रुशेज का मुख्य प्रकार्य आर्मेचर पर उपस्थित ऊर्जा को वाह्य परिपथ में स्थानंतरित करना है। ब्रशेज प्रायः कार्बन और ग्रेफाइट के एक यौगिक से बनाये जाते है। ग्रेफाइट स्वस्नेहन कार्य के लिये होता है जब ब्रशेज कम्युटेटर से रगडते हैं।

ब्रुशेज का सर्वाधिक महत्वपूर्ण अभिलक्षण उनका विशिष्ठ प्रतिरोध घर्षण गुणांक करंट वाहक क्षमता अधिकतम प्रचालन स्पीड और अपघर्षण होता है विशिष्ट प्रतिरोध ब्रुश पदार्थ की प्रतिरोधकता होती है।

घर्षण गुणांक तल पर रखे बल का और उनके चलाने के लिये वांछित बल का अनुड्राप होता है और ब्रुश के ताप, दाब, धारा, वायुमण्डलीय स्थिति यांत्रिकी स्थिति, कम्प्युटेटर पदार्थ सतह पर्त और स्पीड से प्रभावित होता है। परिणमित ब्रुश धर्षण प्रायः ब्रुश को तोड देते है चूंकि घर्षण कोई उपयोगी प्रयोजन नही है, लघु ब्रुश घर्षण को वरीयता दी जाती है। लघु ब्रुश घर्षण का घर्षण गुणांक लगभग 0.22 अथवा इससे कम स्तर का होता है जबकि एक उच्च ब्रुश घर्षण का घर्षण गुणांक 0.4 से अधिक होता है।

करंट वाहक क्षमता (Current carrying capacity) : यह ब्रुश के पदार्थ आपरेटिंग स्थिति, वेंटिलेशन प्रकार और प्रचालन ताप पर निर्भर करता है यदि उच्च करंट घनत्व से ताप उच्च है तो ब्रुश का कार्यकाल कम हो जायेगा।

स्पीड (Speed) : दिए गए स्पीड ब्रुश पदार्थ के स्प्रिंग दाब करंट घनत्व ब्रुश धारकों के प्रकार ब्रुश सामायी और कम्प्युटेटर के फील्डफल की अभिलक्षणिक पर निर्भर करती है।

अपघर्षण (Abrasiveness) : अत्याधिक परत बनने को रोकने की योग्यता प्रायः सक्षरण अथवा तेलीय वायुमण्डल के कारण होती है, और उसे अपघर्षण अथवा पालिशिंग प्रक्रिया कहते है।

ब्रुशेज के प्रकार और वर्ग (Grade and types of brushes) : निर्माण प्रक्रिया के अनुसार ब्रुशेज के चार मुख्य वर्गों में वर्गीकृत किया गया है।

- ग्रेफाइट
- कार्बन और कार्बन ग्रेफाइट
- इलेक्ट्रोग्रेफाइट
- धातुई ग्रेफाइट

ग्रेफाइट (Graphite): ग्रेफाइट ब्रुशेज प्रायः प्रकृति अथवा कृत्रिम ग्रेफाइट से बनते है प्राकृतिक ग्रेफाइट में अशुद्धता होती है कृत्रिम ग्रेफाइट प्रायः शुद्ध होता है। इनका उपयोग विभिन्न HP मशीन्स में होता है।

कार्बन और कार्बन ग्रेफाइट (Carbon and carbon graphite) : इसमें उच्च कठोरता, उच्च यांत्रिक शक्ति, स्वच्छता प्रक्रिया और लम्बा जीवन काल होता है।

वैद्युत ग्रेफाइट (Electro-graphite) : यह विभिन्न प्रकार के रवाहनि (Amorphous) कार्बन से बना होता है। इन ब्रुशेज का प्रायः उच्च करंट घनत्व, लघु दृढता, लघु कठोरता और विश्ष्ठि प्रतिरोध होता है। इनका संचरण अभिलक्षणिक उत्तम होता है लेकिन सदैव प्रयोग में नही लाये जाते क्योंकि उच्च करंट की कम आवश्यकता होती है और कठिन यांत्रिक स्थितियों की आवश्यक होती है।

मेटल ग्रेफाइट (Metal graphite) : यह प्रायः प्राकृतिक ग्रेफाइट से निर्मित होते है और बहुत महीन धातुई पाउडर के रूप में होती है इनका सर्वाधिक उभय धातीय भाग तांबा होता है लेकिन चांदी, टिन, सीसा और अन्य मेटल्स भी कभी कभी उपयोग में लाये जाते है। धातीय भाग भार में लगभग 10-95% तक होता है एक उच्च धातीय भाग से अधिक करंट क्षमता उच्च यांत्रिक दृढता और सम्पर्क ड्राप तथा घर्षण का एक निश्चित मिश्रित अभिलक्षणिक होता है। इसका प्रयोग उन परिस्थितियों में होता है जहां उच्च करंट और लघु वोल्टता होती है। इनके विशेष अनुप्रयोग जनरेटर इलेक्ट्रोप्लेटिंग बैटरी आवेशक जनरेटर वेल्डिंग और उच्च करंट उपकरणों में होता है।

जब ब्रश को परिवर्तन करना होता है, तो उसी ग्रेड के ब्रश को प्रयोग करना चाहिए, ताकि मशीन से समान प्रदर्शन एवं विशेषता को प्राप्त किया जा सकता है।

प्रत्येक इलेक्ट्रिशियन को निरीक्षण कर मशीन के ब्रश ग्रेड की पहचान करनी चाहिए। या तो सर्विस, मेनुव्ल को देखकर और मशीन के मेन्टनेन्स कार्ड में इसके बाद की तारीख में उचित चयन के लिए रिकार्ड करनी चाहिए। ब्रश और कम्यूटेटर के बीच करंट प्रवाह में ब्रश कान्टेक्ट रेजिटैंस उत्पन्न करते है। इस रैजिस्टैंस का मान ब्रश के ग्रेड, कम्यूटेटर के लिए प्रयुक्त पदार्थ, ब्रश और कम्यूटेटर के बीच स्पर्श फील्डफल तथा ब्रश के दबाव पर निर्भर करता है।

सामान्यतः ब्रश संपर्क प्रतिरोध करंट रेटिंग के आधार पर वोल्टेज ड्राप में मापा जाता है।

टेबल - 2 ब्रशों के विभिन्न ग्रेड़ों और उनके अभिलक्षणों को दिखाती है।

Table 2

ब्रशों के अभिलाक्षणिक (characteristics of brushes)

कार्बन का ग्रेड carbon	अधिकतम करंट घनत्व A/cm^2	अधिकतम संपर्क प्रतिरोध $ohms/cm^2$	कम्प्यूटेटर पर दाब kg/cm^2	वोल्टेज ड्राप में
Soft graphite	9 to 9.5 A/cm^2	–	0.12	1.6
Copper carbon	15 to 16 A/cm^2	0.00000465	0.15-0.18	0.25-0.35
Carbon	5.5 to 6.5A/cm^2	0.000062	0.22-0.27	2
Electro-graphite	8.5 to 9 A/cm^2	0.000031	0.22	1.7-1.8

दिष्ट जनरेटर के EMF का समीकरण (EMF equation of DC generator)

जब एक DC जनरेटर का आर्मेचर जिसमें वाइंडिंग के रूप में अनेक चालक होते है एक विशेष स्पीड से चुम्बकीय फील्ड में घूर्णित किया जाता है तो आर्मेचर वाइंडिंग में प्रेरित EMF है ब्रुश के सिरों पर उपलब्ध होता है। समीकरण और उदाहरण के रूप में दिये गये प्रश्न एक विद्युत कर्मचारी को एक दिष्ट मशीन के सरंचना में उत्तम ज्ञान प्रदान करेंगें।

एक दिष्ट जनरेटर में प्रेरित EMF की गणना निम्न की भांति की जा सकती है।

आपके सन्दर्भ केलिये Fig.38 दी गई है।

माना ϕ = वेबर में प्रतिपोल फ्लक्स

Z = आर्मेचर चालकों की कुल संख्या = खांचों की संख्या x प्रतिखांचा चालकें की संख्या

P = जनरेटर में पोल की संख्या

A = आर्मेचर में समान्तर पथों की संख्या

N = प्रतिमिनट आर्मेचर चक्र (emf)

E = जनरेटर में प्रेरित EMF

प्रतिचक्र में प्रति चालक फलक्स परिवर्तन की दर

द्वारा जनित औसत EMF = (विद्युत चुम्बकीय प्रेरण का फैराडे का निमय)

$$\frac{d\varnothing}{dt} \text{ volt (since N = 1)}$$

अब एक चक्र में काटा गया फ्लक्स / चालक (dϕ) = pϕ wb

चक्र / सेकेन्ड की संख्या = N/60

एक चक्र का समय (dt) = 60/N sec

विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के फैराडे के नियम के अनुसार प्राप्त emf जनित / चालक /सेकेन्ड

$$= \frac{d\phi}{dt} = \frac{P\phi N}{60} \text{Volt}$$

आर्मेचर में Z चालकों में जनित emf

जबकि वे सब सिरिज में है। = $\frac{P\phi ZN}{60}$ Volts

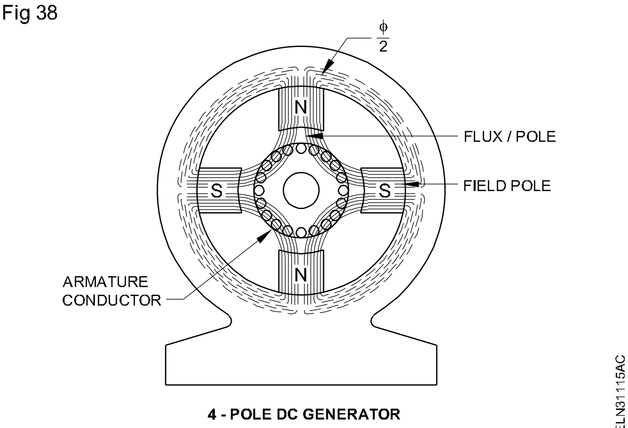
जब आर्मेचर में सामान्तर पथ A है तो
दिष्ट जनरेटर के आर्मेचर में जनित emf

जिसे $\frac{\phi ZN}{60A} \times \frac{P}{A}$ Volt की भांति भी लिख सकते है।

A = 2 - सिम्पलेक्स तरंग वाइंडिंग के लिये

P - सिम्पलैक्स वाइंडिंग के लिये

Fig 38



4 - POLE DC GENERATOR

उदाहरण (Example) : एक चार पोल जनरेटर में जिसमें तरंग वाइंडिंग आर्मेचर में 51 खांचें है प्रत्येक खांचें में 20 चालक है। मशीन में जनित वोल्टता क्या होगी जब इसे 1500 r.p.m से घूर्णित किया जाता है और माना कि प्रति पोल फ्लक्स 7.0m wb है ?

हल $E = \frac{\phi ZN}{60} \times \frac{P}{A}$ Volts

यहा $\phi = 7 \times 10^{-3}$ Wb, z = 51 x 20 = 1020, P = 4, N= 1500 r.p.m.

A= 2 क्योंकि वाइंडिंग सिम्पलेक्स वेव है।

$$E = \frac{7 \times 10^{-3} \times 1020 \times 1500}{60} \times \frac{4}{2} = 357 \text{ V}$$

8 पोल दिष्ट जनित में 960 अर्मेचर चालक है और 500 rpm पर 20mWb का प्रतिध्रूव फलक्स है। जब आर्मेचर को (1) एक सिम्पलेक्स वाइंडिंग (2) एक सिम्पलेक्स तरंग वाइंडिंग के रूप में सम्बन्धित किया जाता है तो जनित e.m.f की गणना करें।

हल (Solution) :

(i) सिम्पलैक्स वाइंडिंग

$$E = \frac{\varnothing ZN}{60} \times \frac{P}{A}$$

$$E = \frac{20 \times 10^{-3} \times 960 \times 500}{60} \times \frac{8}{8} = 160\text{V}$$

(ii) सिम्पलैक्स तरंग वाइंडिंग

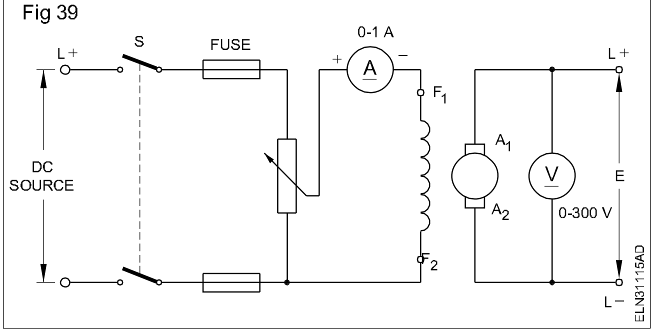
$$E = \frac{20 \times 10^{-3} \times 960 \times 500}{60} \times \frac{8}{2} = 640\text{V}.$$

पृथक उत्तेजित दिष्ट जनरेटर (Separately excited DC generator)

भूमिका (Introduction)

एक दिष्ट जनरेटर अत्यधिक सामान्य उत्तेजित जनरेटर है जिसे इलेक्ट्रोप्लेटिंग और बैटरी आवेशन के लिये प्रयुक्त किया जाता है। एक पृथक उत्तेजित जनरेटर वह है जिसमें चुम्बकीय फील्ड एक वाह्य DC स्रोत से उत्तेजित किया जाता है। दिष्ट स्रोत एक दिष्ट जनरेटर अथवा एक बैटरी अथवा AC आपूर्ती से सम्बन्धित दिष्टकारक हो सकता है। सामान्यतः दिष्ट स्रोत के सिरों पर एक विभव विभाजक जोडा जाता है और वांछित dc वोल्टता Fig 39 की भांति फील्ड को आपूर्तित की जाती है।

Fig 39



फील्ड करंट के मापन के लिये फील्ड परिपथ में एक एम्पियर मापी सम्बन्धित किया जाता है जनरेटर का साफ्ट एक मुख्य चालक से युग्मित किया जाता है (Fig 39 में प्रदर्शित नही)

चुम्बकन अभिलक्षणिक (Magnetisation characteristic) : यह अभिलक्षणिक जनरेटर में प्रेरित वोल्टता फील्ड फ्लकस के बीच सम्बन्ध प्रदान करता है। लेकिन फील्ड फ्लक्स को मापना कठिन है इसलिये फील्ड फ्लक्स के स्थान पर फील्डकरंट ली जाती है। फील्ड करंट को x अक्ष पर प्रेरित emf के y अक्ष पर लेकर अभिलक्षणिक वक्र पर खींचा जाता है। अभिलक्षणिक वक्र को आरेखित करने के लिये सम्बन्ध Fig.39 के अनुसार लिये जाते है।

इसके पश्चात इसे प्राइमूवर से चालू किया जाता है और उसे निर्धारित स्पीड पर चलाया जाता है तथा फील्ड स्विच s को खुला रखा जाता है। आर्मेचर टर्मिनल पर जो टर्मिनल वोल्टता प्रकट होती है उसे माप कर लिख लिया जाता है। यह लघु वोल्टता E_r अवशेष वोल्टता कहलाती है जो फील्ड कोर में अवशेष चुम्बकत्व के कारण प्राप्त होती है। पूरे प्रयोग में जनरेटर स्पीड स्थिर रखी जाती है। इसके पश्चात फील्ड स्विच s को विभव विभाजक को अपनी अल्पतम स्थिति में रखते हुये बन्द कर दिया जाता है। और फील्ड को पद दर पद बढाया जाता है। प्रत्येक पद और फील्ड करंट और आर्मेचर टर्मिनल्स पर संगत वोल्टता लिख ली जाती है। सारणी 3 में प्रेक्षणों का लिखा गया है।

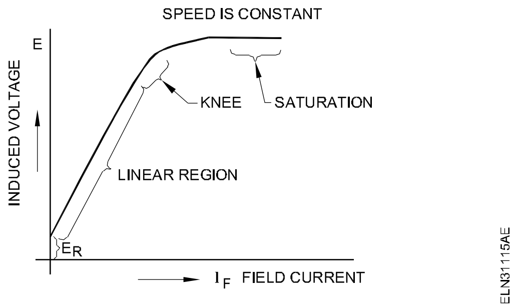
सारणी 3

क्रम संख्या	एम्पियर में लोड करंट I_L	वोल्ट में टर्मिनल वोल्टता

यदि फील्डकरंट और टर्मिनल वोल्टता के बीच एक ग्राफ को आरेखित किया जाय तो Fig 40 के अनुसार वक्र प्राप्त होगा। फील्ड को x अक्ष पर emf E को Y अक्ष पर लिया जाता है। आरेखित वक्र को एक पृथक उत्तेजित जनरेटर की चुम्बकन अभिलक्षणिक कहते है।

वक्र के अध्ययन से ज्ञात होता है कि यह उत्पत्ति के ठीक उपर से प्रारम्भ होता है और रैखिक प्रदेश में सीधा चलता है जो यह संकेत करता है कि प्रेरित emf फील्ड करंट I_F की समानुपाती होती है।

Fig 40



चूंकि पोल संतृप्ति की प्रक्रिया में होते है टर्मिनल वोल्टता और फील्ड करंट के बीच समानुड्राप नही रहता है जैसा कि वक्र के मुडे भाग से ज्ञात होता है।

अन्ततः जब धुव पूर्ण रूप से संतृप्त हो जाते है तो वृध्दित फील्डधार होने पर भी प्रेरित emf में वृध्दि रूक जाती है जो वक्र केअन्तिम भाग से ज्ञात होता है, जिसको संतृप्त फील्ड कहते हैं।

एक पृथक उत्तेजित जनरेटर में वोल्टता के निर्मित न होने के कारण और उनके निदान

कभी कभी एक पृथक उत्तेजित जनरेटर वोल्टता निर्मिन नही कर सकता है सारणी 4 में इसके कारण और निदान दिये गये है।

एक पृथक उत्तेजित जनरेटर का भार अभिलक्षणिक (Load characteristic of a separately excited genrator) : भार करंट और टर्मिनल वोटता के बीच सम्बन्ध को भार अभिलक्षणिक प्रदर्शित करता है इस अभिलक्षणिक वक्र द्वारा भारित होने पर जनरेटर के व्यवहार को ज्ञात किया जा सकता है।

Fig 41 में पृथक उत्तेजित DC जनरेटर के सम्बन्ध की विधि को भार अभिक्षणिक प्राप्त करने के लिये प्रदर्शित किया गया है। जनरेटर की स्पीड को निर्धारित मान तक और प्राइम मूवर तथा इसके द्वारा निर्मित सामान्य निर्धारित वोल्टता की सहायता से निर्धारित मान तक चलाना चाहिये तत्पश्चात भार स्विच को बन्द करें और भार को धीरे धीरे पदों में बढायें प्रत्येक बार एम्पियर में भार करंट I_L और वोल्ट V में संगत टर्मिनल वोल्टता को ज्ञात करें। प्रेक्षणों को सारणी 5 में लिखें।

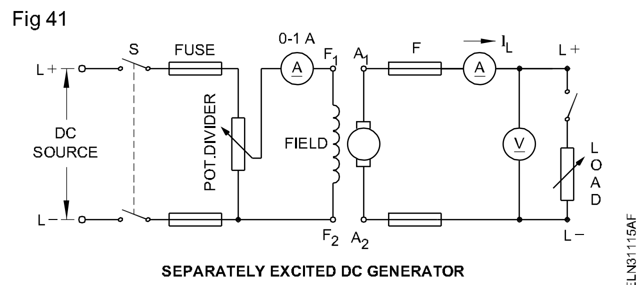
टेबल 4

कारण (Reasons)	निदान (Remedies)
आर्मेचर या फील्ड सर्किट का खुला होना या टूटा हुआ होना।	फील्ड और आर्मेचर सर्किट के ओपन सर्किट की जाँच करेंफ दोष के स्थिति को पता करें और ठीक करें।
आर्मेचर या फील्ड का शॉर्ट सर्किट होना।	फील्ड और आर्मेचर के शॉर्ट सर्किट की जाँच करें। दोष के स्थिति की को पता करें और ठीक करें।
ब्रश कनेक्शन या ब्रश कांटेक्ट का ढीला होना।	ब्रश कनेक्शन को कसें, ब्रश तनाव की जॉच करें। यदि आवश्यक हो, तो समायोजित करें। यदि ब्रश जल गये हैं, तो उन्हें बदल दें।
गंदा या गंभीर रूप से खराब/घसे कम्यूटेटर।	कम्यूटेटर से गंदी, धूल और स्नेहक पदार्थ को साफ करें। का प्रयोग करें। यदि सेग्मेंट घिस गये हैं, तो उन्हें ट्राइक्लोरोइथिलीन से साफ करें।
गति बहुत कम है।	जनरेटर के गति को इसके निर्धारित गति तक बढ़ायें।

कारण (Reasons)	निदान (Remedies)
एक्साइटेशन (उत्तेजन) के लिए DC सप्लाई अनुपस्थित है।	फील्ड वाइंडिंग टर्मीनल में DC सप्लाई की जाँच करें। यदि सप्लाई नहीं है, तो सप्लाई स्रोत की जॉच करें और उस खराबी को दूरे करें, जहाँ AC मुख्य सप्लाई को रेक्टीफायर्स के माध्यम DC आपूर्ति के रूप में परिवर्तित किया जाता है, तो दोष रेक्टीफायर सर्किट में स्थित हो सकता है।

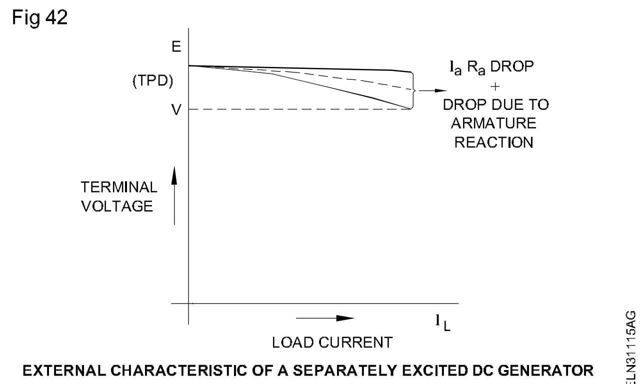
टेबल 5

क्र. सं.	I_L लोड करंट amps में	टर्मीनल वोल्टेज बोल्ट



SEPARATELY EXCITED DC GENERATOR

Fig 42 में X अक्ष पर भार करंट और Y अक्ष पर टर्मिनल वोल्टता को लेकर एक पृथक उत्तेजित जनरेटर का भार अभिलक्षणिक अथवा वाह्य अभिलक्षणिक प्रदर्शित किया गया है।



EXTERNAL CHARACTERISTIC OF A SEPARATELY EXCITED DC GENERATOR

यह ज्ञात होता है कि जनरेटर को भारित करने पर कुछ वोल्टता ड्राप होता है। यह आर्मेचर वोल्टता ड्राप ($I_a R_a$) और आर्मेचर प्रतिक्रिया के कारण होता है।

यदि भार रहित स्थिति से पूर्ण भार होने पर वोल्टता ड्राप बहुत कम है तो पृथक उत्तेजित जनरेटर को एक समरूप वोल्टता जनरेटर रूप माना जा सकता है।

पृथक उत्तेजित जनरेटर के लाभ (Advantages of a separately excited generator)

स्व उत्तेजित जनरेटर की तुलना में टर्मिनल वोल्टता प्रायः स्थायी रहती है क्योंकि फील्ड परिपथ प्रेरित वोल्टता से स्वतन्त्र रहता है।

चूंकि फील्ड स्वतन्त्र है इसलिये आर्मेचर में ड्राप $I_a R_a$ फील्ड फ्लक्स को प्रभावित नही करेगा।

जनरेटर का उपयोग एक व्यापक टर्मिनल वोल्टता रेंज के लिये किया जा सकता है।

अवगुण (Disadvantage)

1 एक पृथक उत्तेजित जनरेटर का अवगुण यह होता है कि यह उत्तेजन के लिये पृथक दिष्ट स्रोत प्रदत्त करने की सुविधा नही देता ।

2 इसके अतिरिक्त यह मंहगा है।

DC शंट जनरेटर का वोल्टेज बनाना (Building up of a DC shunt generator)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एक DC शन्ट जनरेटर में वोल्टता निर्माण की प्रतिबन्धों और विधि को स्पष्ट करने में**
- **एक DC जनरेटर के ध्रुवों में अवशेष चुम्बकत्व को उत्पन्न करने की विधि को स्पष्ट करने म**
- **एक DC शन्ट जनरेटर के चुम्बकन अभिलक्षणिक का विवेचन करने में**
- **एक DC शन्ट जनरेटर में फील्ड क्रान्तिक प्रतिरोध के मान का आकलन करने में ।**

एक स्वउत्तेजित दिष्ट जनरेटर में वोटता निर्माण के लिये प्रतिबन्ध (Condition for a self-excited DC genrator to build up voltage) : एक स्वउत्तेजित दिष्ट जनरेटर में वोल्टता निर्माण के लिये निम्न प्रतिबन्धों का अनुसरण करना चाहिये यह मानकर कि जनरेटर पूर्ण रूप से ठीक है।

- फील्ड कोर में अवशेष चुम्बकत्व होना चाहिये
- फील्ड प्रतिरोध फील्ड क्रान्तिक प्रतिरोध मान से कम होना चाहिये।
- जनरेटर को निर्धारित स्पीड पर कार्य करना चाहिये।
- घूर्णन की दिशा और फील्ड करंट की दिशा के बीच उचित सम्बन्ध होना चाहिये इसको निम्न की भांति स्पष्ट किया जा सकता है।

प्रेरित वोल्टता की ध्रुवता की दिशा ऐसी होनी चाहिये कि वह अवशेष चुम्बकत्व के लिये सहायक हो। प्रेरित emf की ध्रुवता की दिशा घूर्णन की दिशा और फील्ड ध्रुवों की दिशा पर और फील्ड करंट की दिशा पर निर्भर करती है।

ऊपर के प्रतिबन्धों के पूर्ण हो जाने के पश्चात भी यदि स्वप्रेरित दिष्ट शन्ट जनरेटर वोल्टता निर्मित करने में असफल रहता है तो सारणी1 के अनुसार अन्य कारण हो सकते है।

सारणी 1

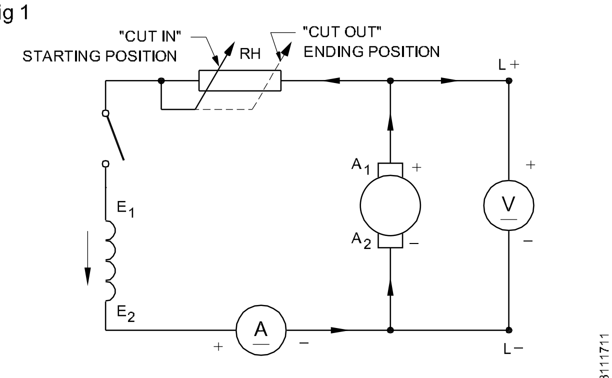
क्र.सं.	प्रयोजन	कारण	निदान
1	फील्ड अथवा आर्मेचर परिपथ में भंजन अथवा खुला हुआ	फील्ड में अथवा आर्मेचर परिपथ में भजित अथवा ढीले सम्बन्ध फील्ड परिपथ में फील्ड क्रान्तिक प्रतिरोध मान से पूरे फील्ड परिपथ में प्रतिरोध	खुले परिपथ को ज्ञात करके उसका निदान करें फील्ड नियामक के प्रतिरोध को कम करें
2	ढीले ब्रुश सम्बन्ध अथवा सम्पर्क	अनुचित ब्रश सम्पर्क/ढीले ब्रश सम्बन्ध	अत्याधिक घिसे ब्रश की जांच करें यदि आवश्यक है तो उनको प्रतिस्थापित करें कम्प्यूटेटर की जांच pitting के लिय आवश्यक हो तो कम्प्यूटेटर को नीचे कर दें। जब अधम ब्रश सम्पर्क हो उसको सदैव स्वच्छ करें। ब्रश तनाव की जांच करें और उसे समजित करें यदि आवश्यक है तो सभी ढीले सम्बन्ध कस दें
3	एक अस्वच्छ अथवा अधिक pitted कम्प्यूटेटर	अतिभारण के कारण अधिक चिन्गारी	इस प्रकरण में भी ऊपर की प्रक्रिया का अनुपालन करें
4	आर्मेचर अथवा फील्ड में लघु परिपथ	अतिभारण अथवा अति ऊष्मन	प्रतिरोध की जांच करें दोष को निश्चित करके उसे ज्ञात करें हटा दें।

एक DC शन्ट जनरेटर में वोल्टता निर्माण की विधि (Method of building up voltage in a DC shunt genrator) : Fig 1 में एक DC शन्ट जनरेटर वोल्टता को निर्मित करने के लिये परिपथ आरेख दिखाया गया है। जब जनरेटर को अपनी प्रारम्भिक निर्धारित स्पीड पर प्रचालित किया जाता है तो वोल्ट मीटर एक लघु वोल्टता 4-10 वोल्ट तक प्रदर्शित करता है। यह अवशेष चुम्बकत्व के कारण होता है चूकि फील्ड क्वायल आर्मेचर टर्मिनल से जुडे होते है इस वोल्टता से फील्ड क्वायल में एक लघु करंट प्रवाहित होती है। यदि फील्ड क्वायलों में करंट प्रवाह करंट दिशा में है यह अवशिष्ट चुम्बकत्व को बढ़ाकर अधिक वोटता प्रेरित करेगा ।

इस कारण जनरेटर वोल्टता में कुछ वृद्धि होगी। वोल्टता में इस वृद्धि से फील्ड करंट और अधिक शक्तिशाली होगी और अधिक वोल्टता प्रेरित करेगी। वोल्टता में यह वृद्धि बढती हुयी फील्ड करंट को और भी अधिक करेगा।

इस प्रकार लगातार वोल्टता की वृद्धि उस समय तक होगी जब तक संतृप्त स्थिति नही पहुंच जाती । संतृप्त स्थिति पहुंच जाने के पश्चात फील्ड करंट में कोई वृद्धि प्रेरित वोटता में वृद्धि नही करेगा। लेकिन वोल्टता के निर्माण की पूरी प्रक्रिया कुछ सेकेण्ड में हो जाती है।

Fig 1



DC SHUNT GENERATOR

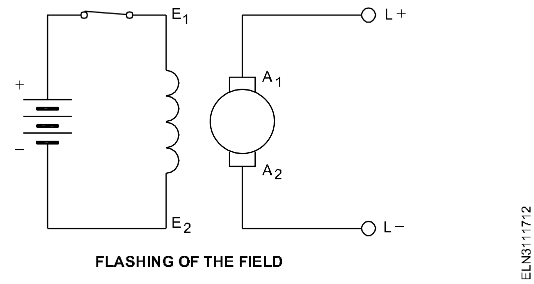
अवशिष्ठ चुम्बकत्व उत्पन्न करने की विधि (Method of creating residual magnetism) : अवशिष्ट चुम्बकत्व के बिना एक स्व उत्तेजित जनरेटर वोल्टता निर्मित नही करेगा। जनरेटर अपने अवशिष्ट चुम्बकत्व को निम्न में से किसी एक कारण से खो सकता है।

- यदि जनरेटर को अधिक समय तक प्रयोग में न लाया जाय
- भारी लघु पथ पथन (अधिक शॉर्ट सर्किट)
- अधिक अति भारण (Overloading)
- जनरेटर को अत्यधिक ऊष्मित करना।

जब जनरेटर अपने अवशिष्ट चुम्बकत्व को खो देता है इसको निम्न की भांति पुनः उत्पन्न किया जा सकता है।

फील्ड का फ्लैशिंग (Flashing of field) : अवशिष्ट चुम्बक्तव को उत्पन्न करने की एक विधि फील्ड का फ्लैशिंग करना है इसको शन्ट फील्ड को किसी बैटरी अथवा किसी दिष्ट स्रोत से Fig 2 के अनुसार कुछ मिनटों तक जोड देने से किया जा सकता है।

Fig 2



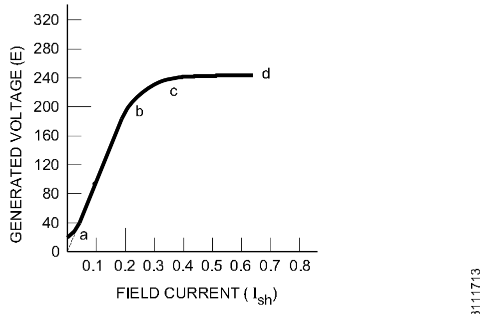
FLASHING OF THE FIELD

फील्ड को फ्लैश करते समय अब निर्मित चुम्बकीय फील्ड की ध्रुवता अवशिष्ट चुम्बकीय फील्ड की भांति होती है जो कि उसने पहले खो दिया था।

व्यवहार में इसकी जांच सम्भव नही हो सकती है विकल्प में फील्ड फ्लैशिंग और संगत फील्ड टर्मिनल के लिये प्रयुक्त दिष्ट आपूर्ति की ध्रुवता को ज्ञात कर लें। जनरेटर को निर्धारित स्पीड पर विनिर्देशित दिशा में प्रचालित करें। अवशिष्ट प्रेरित वोल्टता और उसकी ध्रुवता माप लें। यह भी जांच ले कि अवशिष्ट वोल्टता की ध्रुवता वही है जैसा कि दिष्ट जनरेटर की है। यदि उत्क्रिमित है तो आपूर्ति वोल्टता की ध्रुवता उत्क्रमित करके पुनः फील्ड का फ्लैशिंग करें।

एक DC शन्ट जनरेटर का चुम्बकन अभिलक्षणिक (Magnetisation characteristic of a DC shunt generator) : Fig.3 में प्रदर्शित चुम्बकन अभिलक्षणिक वक्र फील्ड करंट और प्रेरित वोल्टता के बीच सम्बन्ध प्रदर्शित करता है, emf समीकरण के पश्चात जनरेटर में प्रेरित emf प्रतिपोल फ्लक्स और जनरेटर के प्रति मिनट चक्करों की समानुपाती होती है एक स्थिर स्पीड पर जनित emf फील्ड फ्लक्स के समानुपाती हो जाता है। इसी मशीन में फ्लक्स फील्ड करंट पर निर्भर करता है। इसको ग्राफ (Fig 3) द्वारा प्रदर्शित किया गया है। अवशिष्ट चुम्बकत्व के कारण बिन्दु a के नीचे वक्र भाग शून्य से प्रारम्भ नही होता। बिन्दु a b के बीच वक्र एक सीधी रेखा है जो यह इंगित करती है कि उस फील्ड में वोल्टता फील्ड करंट की समानुपाती है। बिन्दु b c के बीच फील्ड करंट में वृद्धि से वोल्टता में केवल कुछ वृद्धि होती है। इससे यह संकेत मिलता है कि कोर संतृप्त होने जा रहे है या होने वाले है और वक्र के इस भाग को वक्र का 'नी' कहते है। बि न्दु c d के बीच वक्र चपटी है जो इस बात का संकेत करती है कि वृद्धित फील्ड करंट प्रेरित वोल्टता को बढाने में अयोग्य है। यह फील्ड कोर के संतृप्त हो जाने के कारण होता है संतृप्त हो जाने के कारण फील्ड फ्लक्स स्थिर हो जाता है और प्रेरित वोल्टता में और अधिक वृद्धि नही होती। वक्र को भार रहित अथवा खुला परिपथ अभिलक्षणिक वक्र भी कहते है।

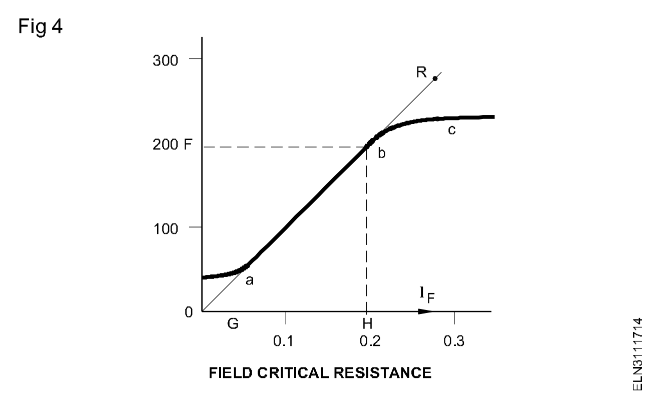
Fig 3



MAGNETISATON CHARACTERISTIC OF A DC SHUNT GENERATOR

क्रान्तिक प्रतिरोध (Critical resistance) : यदि शन्ट फील्ड परिपथ करंट अत्यधिक है तो यह यथेष्ट करंट प्रवाह फील्ड में नही होने देती। जिससे वोल्टता निर्मित हो सके। अन्य शब्दों में यह एक खुले फील्ड की भांति कार्य करता है। इसलिये फील्ड परिपथ प्रतिरोध एक मान जिसे क्रान्तिक फील्ड प्रतिरोध कहते है से कम होना चाहिये। क्रान्तिक फील्ड प्रतिरोध शन्ट फील्ड परिपथ का अधिकतम प्रतिरोध मान होता है जिससे एक दिष्ट शन्ट जनरेटर वोल्टता निर्मित कर सकता है। प्रतिरोध के इस मान के बिना जनरेटर वोल्टता निर्माण करने में असफल रहता है। क्रान्तिक प्रतिरोध का मान खुले परिपथ अभिलाक्षणिक वक्र पर Fig 4 के अनुसार एक स्पर्श रेखा खींच कर ज्ञात किया जा सकता है।

उदाहरण के लिये खुले परिपथ अभिलक्षणिक वक्र पर Fig 4 के अनुसार यदि स्पर्श रेखा खींची जाय तो स्पर्श रेखा वक्र से बिन्दु B पर अलग होती है। बिन्दु B से X और Y अक्ष पर संबंध खींचने से क्रान्तिक प्रतिरोध (Rc) का मान निम्न की भांति ज्ञात कर सकते है।



Rc = फील्ड क्रान्तिक प्रतिरोध

$$\frac{\text{स्पर्श रेखा द्वारा व्यक्त वोल्टता}}{\text{सपर्श रेखा द्वारा व्यक्त धारा}}$$

$$= \frac{OF}{OH} = \frac{200}{0.2A} = 1000\,\text{ohms}$$

फील्ड परिपथ प्रतिरोध और करंट परिवर्तक प्रतिरोध के योग के बराबर होता है। इसका मान 1000 ओम से कम होना चाहिये (फील्ड परिपथ) जिससे जनरेटर वोल्टता निर्मित कर सके यदि जनरेटर स्वउत्तेजित की भांति कार्य करता है। सामान्यत यह उस स्थिति में होता है जब फील्ड नियामक प्रतिरोध उच्च मान पर नियोजित किया जाता है।

निरंतरता और इंसुलेशन प्रतिरोध के लिये एक DC मशीन का परीक्षण (Test a DC machine for continuity and insulation resistance)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **एक वैद्युत मशीन के इंसुलेशन प्रतिरोध को मापने की आवश्यकता बताने में**
- **परीक्षणों की आवृत्ति बताने में**
- **परीक्षणों के लिये वांछित प्रतिबन्धों को बताने में**
- **मशीन में इंसुलेशन प्रतिरोध के लघु मान के कारण बताने में**
- **दिष्ट मशीनों के इंसुलेशन प्रतिरोध को सुधार करने की विधि बताने में।**

इंसुलेशन प्रतिरोध मापन की आवश्यकता (Necessity of measuring insulation resistance): DC मशीनों के अनुरक्षण में सर्वाधिक महत्वपूर्ण भाग इंसुलेशन का ध्यान रखना है। DC मशीन के वैद्युत इंसुलेशन को निर्धारित वोल्टता और ताप पर संतोष जनक कार्य करना तथा अनेक वर्षो तक वैद्युत और यांत्रिक दृढता और विमीय स्थिरता को बनाये रखना होता है। सेवाकाल में DC मशीनों के इंसुलेशन प्रतिरोध की जांच समय-समय प्राथमिकता के साथ प्रतिमाह होनी चाहिये। इंसुलेशन प्रतिरोध के मान में कमी की सम्भावना पूर्ण भार स्थिति में निरन्तर कार्यान्वन के कारण वाइंडिंगों में उत्पन्न ऊष्मा स्थानीय वायुमण्डलीय आर्द्रता, धूल और मिटटी के कारण होती है । यदि समय पर जांच न की जाय तो इंसुलेशन निर्बल हो जाता है और वाइंडिंग अपने परावैद्युत (dielectric) गुण को खो कर अन्ततः मशीन को नष्ट कर देता है। आवर्ती जांच, इंसुलेशन प्रतिरोध मापन से सुधार, इंसुलेशन को नष्ट होने से रोकता है जिससे मशीन का भंजन (Breakdown) नही हो पाता है। इंसुलेशन प्रतिरोध की आवर्ती जांच और मापन तथा आवश्यक स्तर तक इसका सुधार इंसुलेशन के खराब होने से रोकता है और मशीन को बंद हो सकता है ।

इंसुलेशन प्रतिरोध मापन की एक उभय युक्ति प्रत्यक्ष सूचक इंसुलेशन परीक्षक अथवा मेगर है । मशीन की वोल्टता निर्धारण के अनुसार मापन DC 500/1000V की वोल्टता पर किये जाते है

इंसुलेशन प्रतिरोध का मापन (Measurement of insulation resistance): इंसुलेशन प्रतिरोध की मापन वाइंडिंग और फ्रेम (पृथ्वी) तथा वाइंडिंगों के बीच की जाती है।

लघु और मध्यम वोल्टता निर्धारण मशीन के लिये उच्च वोल्टता परीक्षण करने पर इंसुलेशन प्रतिरोध BIS 9320-1979 के अनुसार एक मेगाओम से कम नही होगा। लगभग 500V दिष्ट वोल्टता द्वारा जिसे संकेतक पढने के लिये जब तक वह लगभग स्थिर न हो जाय लम्बे समय तक आरोपित करके इंसुलेशन प्रतिरोध की माप होती है । इस प्रकार की वोल्टता स्वतन्त्र स्रोत अथवा मापी यन्त्र में जनित वोल्टता से लिया जाता है।

> **जब, इंसुलेशन प्रतिरोध के अल्पतम मान को प्राप्त करने के लिये जब स्थल पर वाइंडिंगों को शुष्क करना आवश्यक होता है तो IS900-1965 शुष्क करने की प्रक्रिया अनुपालित करने की अनुशंसा की जाती है।**

परीक्षण की आवृत्ति (Frequency of test): प्रतिबन्धक उपचार एवं अनुरक्षन कार्यक्रम के अनुसार आवृर्ति जांच परीक्षणों को सोच विचार करके पहले ही निर्धार्रित कर लिया जाता है। अनुरक्षक व्यक्तियों के भूतपूर्व अनुभव तथा मशीन निर्माताओं द्वारा की गई अनुशंसा के आधार पर उपचारक अनुरक्षण कार्य क्रम की योजना अधारित होना चाहिये। प्रायः मरम्मत (overhaul) के समय में इंसुलेशन प्रतिरोध का मापन होना ही चाहिये। मरम्मत (overhaul) 6 महीनों में एक बार होगा जो निरन्तर कार्यरत रहने वाली दिष्ट मशीनों के लिये आदर्श है। जो मशीने निरन्तर कार्यरत नही रहती है उनका मरम्मत (overhaul) प्रत्येक वर्ष होता है। संयत्र के बंद होने की अवधि में मरम्मत (overhaul) किया जाता है।

लेकिन जिन DC मशीनों में मरम्मत अवधि अधिक अथवा विलम्बित होती है निरन्तर सावधानी तथा नियमित रूप से प्रतिमाह इंसुलेशन प्रतिरोध की जांच और टेबल 1 के अनुसार इंसुलेशन प्रतिरोध परीक्षण के अभिलेख अनुरक्षण का परामर्श दिया जाता है।

टेबल 1

Insulation resistance test

Date	Time	Weather condition	Duty cycle	Test between terminals	Insulation resistance	Remarks

ारीक्षण के लियें आवश्यक शर्त/प्रतिबंध (Required conditions for test): मशीन की स्थिति और इंसुलेशन योग्यता के आकलन के लिये उच्च विभव परावैद्युत परीक्षण और इंसुलेशन परीक्षण मुख्य विधियां है। वाइंडिंग स्थिति मान के लिये इंसुलेशन प्रतिरोध परीक्षण अत्यधिक प्रयोग में लाया जाता है। वोल्टता आरोपण के पश्चात कुछ विनिर्देशित समय पर इंसुलेशन प्रतिरोध आरोपित वोल्टता और परिपथ में क्षरण करंट (लोकेज करंट) का अनुद्राप होता है। इंसुलेशन प्रतिरोध मापन के लिये प्रत्यावर्ती के स्थान पर DC वोल्टता का उपयोग होता है।

प्रभावित समय तक परीक्षण विभव आरोपित करने पर इंसुलेशन प्रतिरोध को प्रभवित करने वाली मुख्य धारायें 1. वाइंडिंग तल पर क्षरण करंट 2. इंसुलेशन पदार्थ से स्पीडन करंट 3. इंसुलेशन में अवशोषक धारा। प्रथम दो धारायें समय के साथ स्थिर रहती है लेकिन अन्तिम करंट एक प्रारम्भिक उच्च मान से लगभग तेजी से विलम्बित होती है। इस प्रकार के प्रतिरोध मापन सतह, स्थिति (धूल अथवा वाइंडिंग पर आर्द्रता) इंसुलेशन दीवार के अन्दर आर्द्रता इंसुलेशन ताप से प्रभावित होती है। परीक्षण विभव का परिमाण भी इंसुलेशन मान को प्रभावित कर सकता है। विशेषकर यदि इंसुलेशन उत्तम स्थिति में नही है। इसलिये इंसुलेशन प्रतिरोध को अनेक वर्षो तक मशीन की स्थिति ज्ञात करने के माप के रूप में लेना श्रेयस्कर होगा और अनुरूप परिस्थितियों में प्रेक्षण लेकर सारणी 1 की भांति मशीन के परीक्षण पत्र में प्रत्येक मान को अभिलेखित कर लेना चाहिये लेकिन इंसुलेशन, प्रतिरोध के लिये वाइंडिंग के इंसुलेशन प्रतिरोध परीक्षण के पूर्व क्रमागतः परिपथों की उत्तमता को सुनिश्चित करने के लिये आर्मेचर फील्ड वेष्ठन की अविच्छिन्नता परीक्षण करने की अनुसंशा की जाती है। क्योंकि कभी कभी अविच्छिन्नता परीक्षण आन्तरिक लघु पथन को प्रकट नही करेगी। प्रतिरोध परीक्षण के लिये अनुसंशा की जाती है और समय अन्तराल पर तुलना के लिये उनके अभिलेख को अभिरक्षित रखना चाहिये।

लघु मान इंसुलेशन परीक्षण के कारण (Reasons for low value insulation resistance): दिष्ट मशीन में इंसुलेशन प्रतिरोध का कम मान पूर्णभार स्थिति में उनके नियमित कार्यान्वन से वाइंडिंग में उत्पन्न अति ऊष्मन अथवा समय समय पर अति भारण अथवा भारों सहित अत्यधिक प्रवर्धन के कारण होती है। इसके अतिरिक्त उच्च परिवेशीय ताप भी लघु इंसुलेशन प्रतिरोध का कारण होता है। स्थानीय धूल और मिटटी का अनावश्यक सग्रह बुश के कारण कार्बनीकरण मशीन इत्यादि के पडोस में उपस्थिति स्थानीय वायुमण्डल आर्द्रता तेजाब और क्षार अन्य सम्भावनायें हो सकती है। इन सब का संचयी अथवा व्यक्तिगत प्रभाव वाइंडिंग के इंसुलेशन प्रतिरोध को निर्बल कर देने के लिए उत्तरदायी होते है। इन स्थितियों के कारण इंसुलेशन पदार्थ का परावैद्युत गुण न्यूनतम होता है और लघु अथवा कमजोर इंसुलेशन प्रतिरोध में परिणाम प्राप्त फलित होता है। जो इंसुलेशन भंग करके वाइंडिंग भंजन के लिये उत्तरदायी होता है।

इंसुलेशन प्रतिरोध को विकसित करने की विधि (Method of improving insulation resistance): एक DC मशीन में उपचारक अनुरक्षण प्रेक्षणों के समय, कमजोर इंसुलेशन प्रतिरोध अभिनिर्धारण होने पर उसके इंसुलेशन को पुनः प्राप्त करके एक सुरक्षित मान तक बढ़ाना आवश्यक है।

इंसुलेशन प्रतिरोध को सुधारने के लिये मशीन से धूल और मिटटी स्वच्छ कर देने के पश्चात निम्न विधियों में से कोई एक विधि अपनायी जा सकती है।

- मशीन में से गर्म वायु प्रवाहित कर
- मशीन को कार्बन तन्तु अथवा तप्त लैम्प से ऊष्मित करके
- मशीन के वाइंडिंग को खोल कर वार्निश करके

खोलने और वार्निश करने के लिये निम्न स्टेप अपनाना चाहिये-

- वाइंडिंग और मशीन के बीच इंसुलेशन प्रतिरोध को माप कर उसके मान को अभिलेखित कर लें।
- मशीन को चिन्हित करके अलग-अलग करण करें।
- एक वैद्युत ब्लोअर द्वारा शुष्क वायु को भेजकर फील्ड वाइंडिंग से धूल और मिट्टी को हटा दें।
- कम्प्यूटेटर का विशेष ध्यान रखते हुए आर्मेचर पर धूल मिटटी और कार्बन को हटा कर स्वछ कर दें।
- ब्रुशेज, ब्रुश धारक (Holdes) और राकर आर्म (Rocker arm) भुजा को स्वच्छ करें। एक इंसुलेशन परीक्षक द्वारा वाइंडिंग के इंसुलेशन प्रतिरोध की माप करें और मापों को अभिलेखित कर लें।
- वाह्य विधियों द्वारा फील्ड क्वाइल और आर्मेचर को तप्त करके शुष्क कर दें।
- फील्ड क्वाइलों और आमेचर चालकों को शुष्क वायु प्रकार के इंसुलेशन वानिर्श आलोपित करें। वाह्य विधियों द्वारा फील्ड क्वायलों और आर्मेचरों कोटिंग को सुखायें। इंसुलेशन प्रतिरोध की माप करें और इंसुलेशन प्रतिरोध के सुधारे गये मान को आभिलेखित करें।
- मशीन के भागों को जोड़ें (Assemble) ।
- मशीन के वाइंडिंग और फ्रेम के बीच इंसुलेशन को माप कर मानों को लिख लें इन परिणामों की तुलना प्रथम पद से करें और सुनिश्चित करें कि वर्तमान मान में सुधार हुआ है।
- मशीन को प्रणाली से सम्बन्धित करें और इसके सामान्य कार्य स्थिति की जांच करें।

DC जनरेटर की अभिलाक्षणिक विशेषताएँ (Characteristics of DC generator)

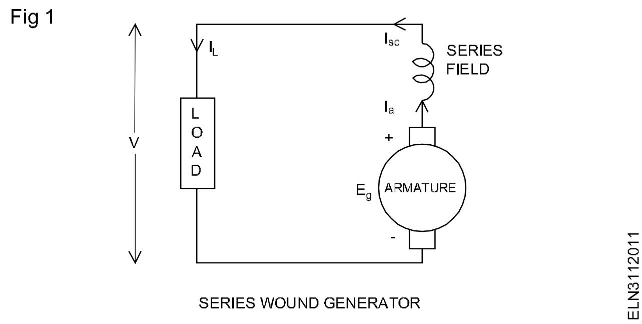
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **DC सीरीज जनरेटर के अभिलाक्षणिक विशेषताओं का वर्णन करने में**
- **DC शंट जनरेटर के विशेषताओं का वर्णन करनें में**
- **DC कम्पाउंड जनरेटर के अभिलाक्षणिक वशेषताओं को वर्णन करने में**
- **DC शंट जरनरेटरों अभिलाक्षणिक के समांतर प्रचालन का वर्णन करने में**
- **DC आर्मेचर रिएक्शन के प्रभाव तथा उनके निवारण का वर्णन करने में**
- **DC जनरेटरों के दक्षता तथा हानियों का वर्णन करने में**
- **DC जनरेटर के क्रमिक अनुरक्षण करने में।**

सीरीज जनरेटर की अभिलाक्षणिक विशेषताएँ (Characeteristics of series generator)

इस प्रकार के जनरेटर में फील्ड वाइंडिंग, आर्मेचर वाइंडिंग तथा बाहर की ओर लोड Fig 1 में दर्शाए अनुसार सिरिजक्रम में जुडे होते है।

Fig 1



SERIES WOUND GENERATOR

यहाँ आर्मेचर वाइंडिंग, फील्ड वाइंडिंग तथा लोड की ओर समान करंट प्रवाहित होती है। जहाँ I_a = आर्मेचर करंट , I_{sc} = सीरीज फील्ड करंट तथा I_L लोड करंट डी सी सीरीज जनरेटर में सामान्यतः तीन महत्त्वपूर्ण विशेषताएँ होती है। सीरीज फील्ड करंट या एक्साईटेशन करंट के विभिन्न मानों का संबंध उत्पन्न वोल्टेज, टर्मिनल वोल्टेज तथा लोड करंट के मध्य दिखाया गया है।

DC सीरीज जनरेटर का चुम्बकीय या खुला परिपध विशेषताएँ (Magentic or open circuit characteristic of series wound DC generator)

वह वक्र जो नो लोड वोल्टेज और फील्ड एक्साइटेशन करंट के मध्य संबंध बताता है। चुम्बकीय या खुला परिपथ विशेषता कर्व कहलाता है।

नो लोड की स्थिति में जब लोड के टर्मिनल खुले होते हैं तो फील्ड में करंट का प्रवाह नहीं होता है यदि आर्मेच फील्ड और लोड सीरीज में संयोजित है तब बंद परिपध का निर्माण होता है। इस वक्र को प्रयोगिक रूप से प्राप्त करने के लिए फील्ड वाइडिंग को अलग से एक बाहरी स्त्रोत के द्वारा उत्तेजित किया जाता हैं।

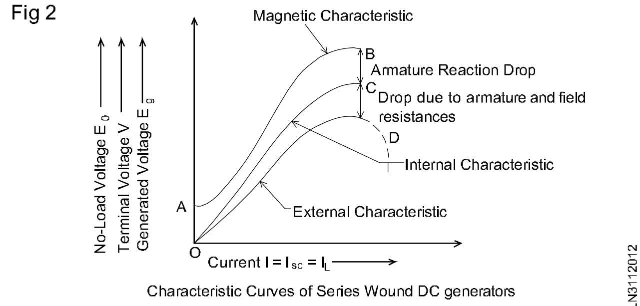
नीचे दिये गए डायग्राम DC सीरीज जनरेटर का चुम्बकीय विशेषता कर्व को दिखाता हैं। पोलो के संतृप्त होते तक वक्र निरंतर सीधा बढ़ता है।

इसके पश्चात् फील्ड करंट को बढ़ाने पर टर्मीनल वोल्टेज के मान में कोई परिवर्तन नहीं होता, अवशेषी चुम्बकत्व के कारण आर्मेचर में कम मात्रा में वोल्टेज उत्पन्न होता हैं। जिसके कारण वक्र O से शुरू न होकर कुछ ऊपर बिंदु A से प्रारंभ होता है।

DC सीरीज जनरेटर की आंतरिक विशेषताएँ (Internal characteristic of series wound DC generator)

DC सीरीज जनरेटर की आंतरिक विशेषतए कर्व आर्मेचर में उत्पन्न वोल्टेज और लोड करंट के मध्य संबंध दर्शाता है। यह वक्र नो लोड वोल्टेज में आर्मेचर रिएक्शन के डीमग्रनेटाइजिंग प्रभाव के कारण हुए वोल्टेज ड्राप को घटाकर प्राप्त किया जाता है। उत्पन्न वास्तविक वोल्टेज (E_g) नो लोड वोल्टेज (E_0) से कम होगा। यही कारण है कि यह वक्र खुले सर्किट विशेषता वक्र से थोड़ा झुका होता हैं। यहां OC वक्र D.C. जनरेटर की आंतरिक विशेषता या कुल विशेषता को दिखा रही हैं। (Fig 2)

Fig 2



Characteristic Curves of Series Wound DC generators

DC सीरीज जनरेटर की बाह्य विशेषताएँ (External characteristic of series wound DC generator)

बाह्य विशेषता वक्र विभिन्न टर्मीनल वोल्टेज (V_T)और लोड करंट (I_L) के मध्य परिवर्तन को दिखाता है, इस प्रकार के जनरेटर का टर्मीनल वोल्टेज वास्तविक उत्पन्न वोल्टेज (E_g) में सीरीज फील्ड और आर्मेचर फील्ड द्वारा हुए ओमिक ड्राप (R_{sc}) को घटाकर प्राप्त किया जाता है। टर्मीनल वोल्टेज $V = E_g - I(R_a + R_{sc})$ बाहरी विशेषता वक्र आंतरिक विशेषता वक्र के नीचे स्थित हैं क्योंकि टर्मीनल वोल्टेज का मान उत्पन्न वोल्टेज से कम होता हैं। यहाँ Fig 2 में OD वक्र D.C. सीरीज जनरेटर की बाह्य विशेषता को दर्शाती हैं।

DC सीरीज जनरेटर की विशेषता वक्र (Characteristic curves of series wound DC generators)

इस प्रकार के जनरेटर की विशेषता यह है कि लोड बढ़ने के साथ मशीन की टर्मिनल वोल्टेज बढ़ जाती हैं परंतु वोल्टेज अधीकतम मान तक पहुँचने

के बाद आर्मेचर रिएक्शन के V चुम्बंकन प्रभाव के कारण वोल्टेज का मान घटने लगता हैं। इस घटना को Fig में डाटेड लाइन से दिखाया गया हैं। विशेषता की डाटेड रेखाएं बाहरी प्रतिरोध से आपभावित विभाग स्थिर घास देता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि यदि लोड बढ़ता है, तो फील्ड करंट भी बढ़ जाता है क्योंकि फील्ड वाइडिंग लोड के सीरीज में लगा रहता है। इसी तरह यदि लोड बढ़ता है, तो आर्मेचर करंट भी बढ़ता है, क्योंकि आर्मेचर भी लोड की सीरीज में जुड़ा होता हैं। परंतु कुछ स्थितियों में प्रत्यावर्ती वोल्टेज में चुम्बकीय फील्ड से प्राप्त शक्ति का प्रभाव नहीं बढ़ेगा, लेकिन बढ़ते आर्मेचर करंट के कारण आर्मेचर प्रतिक्रिया के प्रभाव में काफी वृद्धि होती है। जिसके कारण लोड वोल्टेज में प्रभावी गिरावट आती है। तब लोड वोल्टेज गिरता है, तो लोड करंट में भी आनुपातिक गिरावट आती हैं क्योंकि ओह्म् के नियमानुसार करंट , वोल्टेज के समानुपाती होता हैं। अतः लोड वोल्टेज बढ़ेगा तो लोड करंट भी बढ़ेगा एवं लोड वोल्टेज गिरेगा तो लोड करंट भी कम होगा। ये दोनों प्रभाव के कारण सीरीज वाउंड DC जनरेटर की विशेषता के बाहरी डाटेड लाइन (लोड करंट की लाइन) में कोई महत्त्वपूर्ण बदलाव नहीं होगा। इसी सीरीज जनरेटर को स्थिर करंट जनरेटर कहा जाता है।

एक शन्ट जनरेटर के वाह्य/लोडअभिलक्षणिक (The external characteristics of a shunt generator): वाह्य/लोडअभिलाक्षणिक किसी जनरेटर की एक विशेष प्रयोजन के लिये उपयुक्तता ज्ञात करने के लिये महत्वपूर्ण है जब DC शन्ट जनरेटर को लोड से जोड़ा जाता है तो ज्ञात होता है कि लोड करंट में वृद्धि के साथ टर्मिनल वोल्टता कभी (गिरावट) में वृद्धि होती है। एक शन्ट जनरेटर में फील्ड करंट स्थिर प्रतीत होती है और इसलिये V को स्थिर और लोड से स्वतन्त्र रहना चाहिये। लेकिन यह व्यवहार में नही होता टर्मिनल वोल्टता में कमी के लिये दो मुख्य कारण होते है।

- आर्मेचर प्रतिरोध कमी (प्रत्यक्ष)
- आर्मेचर प्रतिक्रिया कमी (परोक्ष)

ऊपर दिये गये दो कारणों से टर्मिनल वोल्टता कम हो जाती है इससे फील्ड करंट भी प्रभावित हाती है। घटा हुआ फील्ड करंट फील्ड फ्लक्स को कम करता है जो उत्पन्न emf को कम कर देता है।

ओर्मचर प्रतिरोध कमी (Armature resistance drop): सूत्र टर्मिनल वोल्टता = प्रेरित emf - आर्मेचर वोल्टता सूत्र के अनुसार

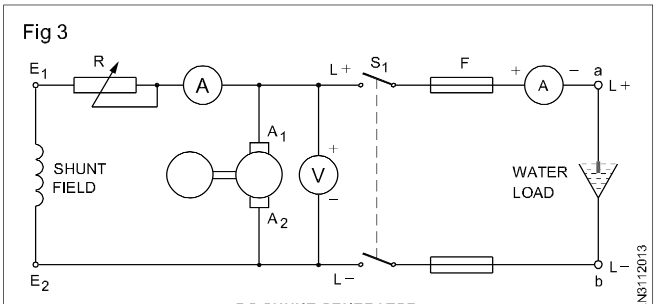
$V = E - I_a R_a$

जहां I_a आर्मेचर करंट और R_a आर्मेचर परिपथ प्रतिरोध है।

इस प्रकार जब लोड करंट में वृद्धि की जाती है आर्मेचर परिपथ में अधिक वोल्टता ड्राप होता है । इसलिये लोड परिस्थिति में टर्मिनल वोल्टता V न्यूनतम होती है।

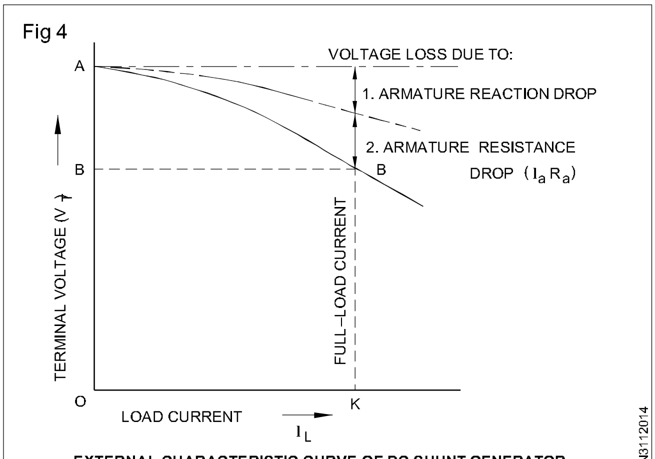
आर्मेचर प्रतिक्रिया कमी (Armature reaction drop): आर्मेचर प्रतिक्रिया के अचुम्बकन प्रभाव के कारण मुख्य ध्रुव फ्लक्स कमजोर होता है और प्रेरित emf (E) परिमाण में कम हो जाती है।

वाह्य अभिलक्षणिक से टर्मिनल वोल्टता और लोडकरंट के बीच सम्बन्ध प्राप्त होता है। Fig 3 के अनुसार इस अभिलक्षणिक को ज्ञात करते है। जनरेटर पहले अपनी निर्धारित वोल्टता निर्मित करता है इसके पश्चात उपयुक्त पदों में पूर्ण लोड तक लोडेड किया जाता है। प्रत्येक पद के लिये टर्मिनल वोल्टता और संगत लोड धारायें ज्ञात की जाती है।



DC SHUNT GENERATOR

इस प्रयोग में फील्ड करंट को स्थिर रखना होता है। इसका कारण है कि जब टर्मिनल वोल्टेज कमजोर होता है तो आर्मेचर के सिरों से जुडे फील्ड में एक कमजोर करंट होती है। इस प्रभाव को यदि रहने दिया जाय तो फील्ड फलक्स कमजोर होता है जिससे प्रेरित वोल्टता कम होती है। यह प्रभाव संचयी रूप में और अधिक टर्मिनल वोल्टता और कम करता है। टर्मिनल वोल्टता V_T और लोड करंट I_L के प्राप्त मानों से V_T को Y वक्र पर और I_L का X अक्ष पर रखकर Fig 4 के अनुसार वाह्य अभिलक्षणिक अक्ष को आरेखित किया जाता है। इस वक्र से यह ज्ञात होता है कि लोड रहित वोल्टता O_A अधिकतम होती है । और लोडेड होने पर यह कम होकर O_B हो जाती है जिससे इंगित होता है कि पूर्ण लोड करंट मान OK है जैसा कि जनरेटर की नाम पटिटका में दिया गया है।



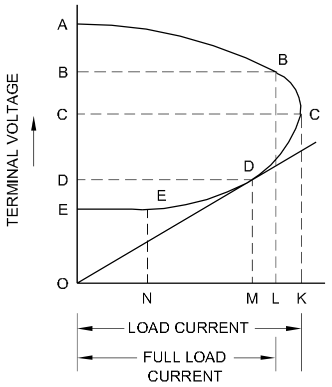
EXTERNAL CHARACTERISTIC CURVE OF DC SHUNT GENERATOR

लोड रहित से पूर्ण लोड तक वोल्टता का पतन जो आर्मेचर प्रतिक्रिया के कारण होता है और आर्मेचर वोल्टता ड्राप पर्याप्त नही पाये जाते है। सामान्यतः जनरेटरों का प्रारूप पूर्ण लोडकरंट I_L प्रदान करने के लिये होता है और वोल्टता गिरावट लोडरहित वोल्टता का लगभग 5 से 8 प्रतिशत होगा जिसको नगण्य माना जा सकता है। यदि लोड प्रतिरोध को कम करके लोड करंट में और वृद्धि की जाय तो Fig 5 के अनुसार वक्र एक बिन्दु C पर पहुंच जाता है। इस बिन्दु पर टर्मिनल वोल्टता OC हो जाती है जो लोड रहित टर्मिनल वोल्टता की तुलना में यथेष्ट होती है। इस बिन्दु C पर यद्यपि लोड करंट अधिकतम (OK) होती है लेकिन लोड रहित वोल्टता की तुलना में यह बहुत कम होती है।

लेकिन जब लोड प्रतिरोध में और कमी की जाती है तो लोड करंट कम हो कर OM हो जाती है और V_T कम होकर OD हो जाता है। इसका अर्थ यह होता है कि लोड करंट में OK अधिक से वृद्धि नही हो सकती है और बिन्दु C भंजक बिन्दु कहलाता है। यह अधिकतम सम्भव करंट होती है जो एक जनरेटर आपूर्ति कर सकता है। बिन्दु C से परे लोड करंट में कमी के

साथ वक्र तीव्रता से गिरता है, जो यह दर्शाता है कि करंट में वृद्धि होने के स्थान पर कमी हो रही है। बिन्दु E पर जनरेटर लगभग लघु पथित हो जाता है और कुल प्रेरित वोल्टता $I_a R_a$ ड्राप और आर्मेचर प्रतिक्रया के कारण लगभग शून्य हो जाती है। हम यह कह सकते है OE जनरेटर की अवशिष्ट वोल्टता है। व्यवहार में सभी जनरेटर वक्र के केवल AB भाग पर प्रचालित होते है जब जनरेटर की दक्षता अधिकतम होती है।

Fig 5



EXTERNAL CHARACTERISTIC CURVE (FULL CURVE)

ELN3112015

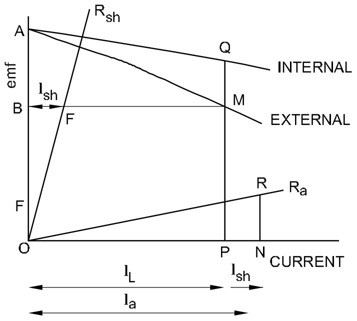
आन्तरिक अभिलक्षणिक (Internal Characteristic): आन्तरिक अभिलक्षणिक प्रेरित वोल्टता और आर्मेचर करंट के बीच सम्बन्ध प्रदर्शित करता है एक शन्ट जनरेटर में,

$I_A = I_L + I_{SH}$ $\quad E = V_T + I_a R_a$

$I_{SH} = V_T / R_{SH}$

इसलिये वाहय अभिलक्षणिक से Fig 4 के अनुसार E/I_a वक्र को प्राप्त किया जा सकता है। I_{SH} को क्षैतिज दिशा में V के विरोध में आरेखित करके हमें R_{SH} रेखा प्राप्त होती है जो मूल से निकलती है लेकिन शन्ट फील्ड के उच्च प्रतिरोध के कारण Fig 6 के अनुसार इसका अति ढलान होता है। आर्मेचर प्रतिरोध R_a को भी एक रेखा से दर्शायें और आर्मेचर करंट को वोल्टता में ड्राप के विरोध में आरेखित करें जैसा कि Fig 4 में प्रदर्शित किया गया है। वाह्य अभिलक्षणिक (Fig 4) पर किसी बिन्दु M को लें और M पर अभिलम्ब खींचें, तो दिये गये टर्मिनल वोल्टता के लिये लोडकरंट ÕI_L = OP होती है। MB को क्षैतिज दिशा में आरेखित करें तो BF = I_{SH} और X अक्ष में PN = BF चिन्ह कीजिए ।

Fig 6



ELN3112016

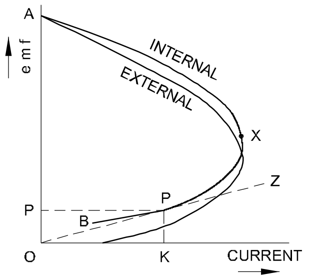
इस स्थिति में ON = OP + PN = $(I_L + I_{sh}) = I_a$.

N से उर्ध्वाधर रेखा खींचे जो आर्मेचर प्रतिरोध रेखा R_a को R पर मिले इस स्थिति में उर्ध्वाधर रेखा RN आर्मेचर में ड्राप के बराबर है इसलिये यदि PM रेखा को बिन्दु Q तक बढाया जाय और MQ = RN कर दिया जाय तो कुल लम्बाई PQ टर्मिनल वोल्टता और कुल आर्मेचर ड्राप के योग के बराबर है जो जनित EMF के बराबर है। इस प्रकार आन्तरिक अभिलक्षणिक पर एक बिन्दु Q प्राप्त होता है और कुल (आन्तरिक) अभिलक्षणिक को बिन्दु A और Q को मिलाकर खींचा जा सकता है।

यदि लोड प्रतिरोध को कम किया जाय तो वक्र Fig 7 के अनुसार ण्द्धःद्म मुड जाता है यदि लोडप्रतिरोध बहुत कम है तब जनरेटर लघु पथ परिपथ है और मुख्य ध्रुवों के भारी अचुम्बकन के कारण प्रेरित emf जनित नही होती है।

लोडक्रान्तिक प्रतिरोध (Load critical resistance): इसकी परिभाषा लोड प्रतिरोध के उस अल्पतम मान से की जाती है जिससे जनरेटर, वोल्टता निर्मित करता है और इस मान के ठीक नीचे लोड प्रतिरोध दिष्ट शन्ट जनरेटर में वोल्टता निर्मित करने में असफल रहता है, लोड के साथ शुरू किया जाता है। जब DC शन्ट जनरेटर को लोडसे शुरू करते है तो टर्मिनल वोल्टता 10V से अधिक नही बढायी जा सकती क्योंकि लोड प्रतिरोध इतना कम होता है जैसे कि जनरेटर लघु पथ पथित है। Fig 7 में आन्तरिक अभिलक्षणिक की स्पर्श रेखा OZ में APB खींची जाती है। इसका ढाल लोड क्रान्तिक प्रतिरोध का मान प्रदान करेंगा, चूंकि DC शन्ट जनरेटर emf निर्मित नही करेगा जब इसे इस मान के प्रतिरोध से कम लोड पर रखा जायेगा। इसको लोड क्रान्तिक प्रतिरोध कहते है।

Fig 7



INTERNAL & EXTERNAL CHARACTERISTIC CURVE

ELN3112017

लोडक्रान्तिक प्रतिरोध ओम में =

$$\frac{\text{`P' बिन्दु पर वोल्टता}}{\text{`P' बिन्दु पर लोडकरंट (amp)}} = \frac{OP}{OK}$$

इस प्रकार एक शन्ट जनरेटर के लिये दो क्रान्तिक प्रतिरोध होते है एक फील्ड करंट के लिये और दूसरा लोडवाह्य परिपथ के लिये।

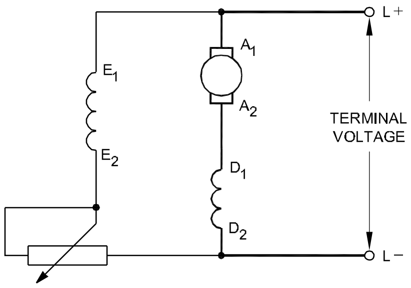
दिष्ट शन्ट जनरेटर के अनुप्रयोग (Applications of DC shunt generator) : दिष्ट शन्ट जनरेटर लोडअभिलक्षणिक के अनुसार नो लोड रहित से पूर्ण लोडहोने पर वोल्टता ड्राप लोडकरंट के निर्धारण मान तक यथेष्ट नही होता। इसलिये इसे स्थिर वोल्टता जनरेटर कह सकते है और इसे स्थायी लोड जैसे :

- अपकेन्द्रीय पम्प
- प्रदीप्ति भार
- पंखों बैटरी आवेशन और विद्युत लेपन में किया जा सकता है।
- बैटरी चार्जिंग और इलेक्ट्रोप्लेटिंग।

कंपाउण्ड जनरेटर (Compound generator): शन्ट और सिरिज फील्ड के एक जनरेटर में ऐसा संयोजन जिससे दो उत्तेजन स्रोत प्राप्त होते है को कंपाउन्ड जनरेटर कहते है।

लम्बे शन्ट कंपाउन्ड जनरेटर (Long shunt compound generator): जब आर्मेचर और सिरिज फील्ड के सयोजन के साथ शन्ट फील्ड समान्तर में होता है तो जनरेटर को एक लम्बे शन्ट कंपाउन्ड जनरेटर की भांति सम्बन्धित कहते है जिसे Fig 8 में प्रदर्शित किया गया है।

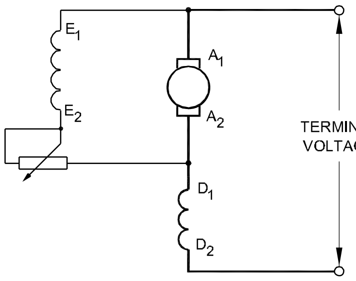
Fig 8



LONG SHUNT COMPOUND GENERATOR

लघु शन्ट कंपाउन्ड जनरेटर (Short shunt compound generator): जब शन्ट फील्ड समान्तर में केवल आर्मेचर से जोडा जाता है तो जनरेटर एक लघु शन्ट कंपाउन्ड जनरेटर की भांति सम्बन्धित कहा जाता है जैसा कि Fig 9 में प्रदर्शित किया गया है।

Fig 9



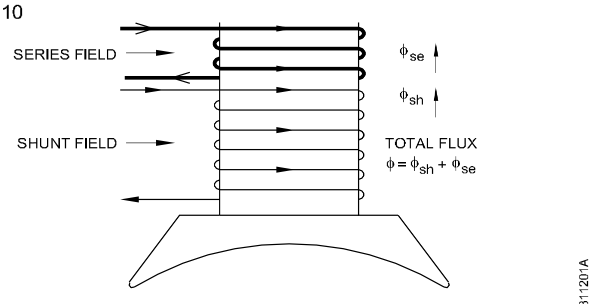
SHORT SHUNT COMPOUND GENERATOR

कम्यूलेटिव कंपाउन्ड जनरेटर (Cumulative compount generator): शन्ट फील्ड उत्तेजन फ्लक्स लगभग स्थिर रहता है और टर्मिनल वोल्टता में परिवर्तित होने पर कुछ प्रभावित होता है। सिरिज फील्ड का फ्लक्स अधिक परिवर्ती होता है क्योंकि इसका एम्पियर टर्न लोड करंट पर निर्भर करता है। जब लोड करंट शून्य होती है, यह कम फ्लक्स (लम्बा शन्ट) अथवा शून्य फ्लक्स (लघु शन्ट) उत्पन्न करता है और जब लोड करंट उच्च होती है यह अधिक फ्लक्स उत्पन्न करता है। कितना फ्लक्स इसे उत्पन्न करना चाहिये, यह इस बात पर निर्भर होता है कि किसी वोल्टता ड्राप के लिये किस सीमा तक क्षति पूर्ती करना चाहिये । एक कंपाउन्ड मशीन में शन्ट फील्ड के ठीक ऊपर सिरिज फील्ड उचित सपरेटर और इंसुलेशन के साथ वाइंडिंग किया होता है।

सिरिज फील्ड क्वाइल शन्ट फील्ड को सहायता देने के लिये Fig 10 के अनुसार सम्बन्धित हो सकते है। तब इस मशीन को कम्यूलेटिव (क्रमागत योगन द्वारा वृध्दित) कंपाउन्ड जनरेटर कहते है। सिरिज फील्ड का एम्पियर टर्न कम्पाउण्ड के परिमाण को निश्चित करता है।

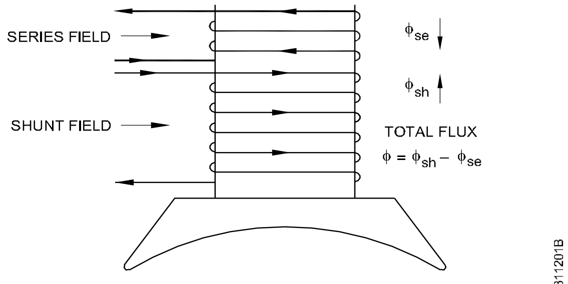
डिफरेंशियल कम्पाउंड जनरेटर (Differentially compounded generator): यदि सिरिज फील्ड द्वारा उत्पन्न फ्लक्स Fig 11 के अनुसार शन्ट फील्ड का विरोध करता है तो इस क्रिया को 'बकिंग' (bucking) कहते है और मशीन को विभेदीय (क्रमागत घटाकर कम करना) डिफरेंशियल काम्पाउंड जनरेटर कहा जाता है।

Fig 10



CUMULATIVE COMPOUNDING

Fig 11

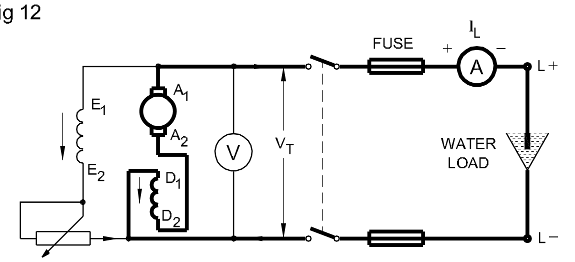


DIFFERENTIAL COMPOUNDING

दिष्ट कंपाउन्ड जनरेटर का वाह्य अभिलक्षणिक (External character istics of DC compount generator):

संचयी कंपाउन्ड जनरेटर (Cumulative compound generator): Fig 12 में एक लम्बे शन्ट कम्यूलेटिव कम्पाउंड जनरेटर के लिये संयोजन आरेख दिखाया गया है। इस सम्बन्ध में सिरिज फील्ड शन्ट फील्ड में जुड़ता होता है और कुल फ्लक्स दोनों फ्लक्स के योग के बराबर होता

Fig 12

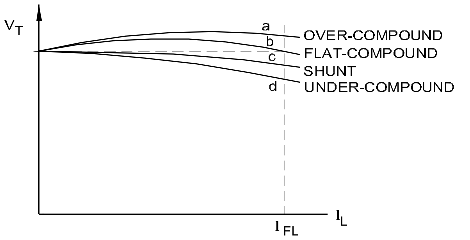


LONG SHUNT CUMULATIVE COMPOUND GENERATOR CONNECTION DIAGRAM

है। विभिन्न लोडधाराओं I_L के लिये प्रेक्षणों का एक समूह लेकर उनके संगत टर्मिनल वोल्टता V_T को लेकर हम V_T और I_L के बीच सम्बन्ध प्राप्त करने के लिये एक ग्राफ खींच सक्ते है। वक्र को वाह्य अभिलक्षणिक कहते है।

यदि Fig 13 के वक्र C में प्रदर्शित वक्र की आकृति है तो यह वही होगी जैसा कि शन्ट जनरेटर में होता है। और इस जनरेटर का उपयोग स्थायी वोल्टता लोड के लिये किया जा सकता है। यदि वक्र की आकृति Fig 13 की आकृति A की भांति है तो इससे ज्ञात होता है कि लोड करंट में वृध्दि से वोल्टता में वृध्दि होती जाती है। यह इस कारण होता है कि सिरिज एम्पियर टर्न आर्मेचर प्रतिक्रिया और $I_a R_a$ ड्राप को नियंत्रित करने के लिये आवश्यक

Fig 13



EXTERNAL CHARACTERISTICS OF COMULATIVE COMPOUND DC GENERATORS

ELN311201D

फ्लक्स से अधिक फ्लक्स उत्पन्न करता है। इस प्रकार की मशीन को एक अति योगित जनरेटर कहते है और इस जनरेटर का उपयोग अधिक दूरी वितरण लाइन्स के लिये आपूर्ती लोड को देने के लिये प्रयोग में लाया जा सकता है इसलिये लाइन में वोल्टता ड्राप का क्षति वोल्टता में वृद्धि करके की जा सकती है।

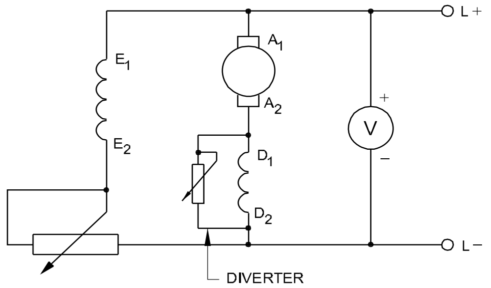
यदि Fig 13 की वक्र b में प्रदर्शित वक्र आकृति की भांति है इससे ज्ञात होता है कि कम लोड पर सिरिज एम्पियर टर्न अधिक फ्लक्स उत्पन्न करते है जो कि $I_a R_a$ ड्राप को नियत्रिंत करने के लिये आवश्यक होता है। लेकिन पूर्ण लोड पर सिरिज फील्ड फ्लक्स $I_a R_a$ ड्राप और आर्मेचर प्रतिक्रिया को नियंत्रित करने के लिये उपयुक्त होता है। इस प्रकार की मशीन को फ्लैट (Level) कम्पाउण्ड जनरेटर कहते है और इस जनरेटर का उपयोग विशिष्ट टर्मिनल वोल्टता के लिये आवश्यक स्थिर भारों को शक्ति अपूर्ती के लिये किया जाता है। यदि वक्र की आकति वक्र D की भांति है तो इससे ज्ञात होता है कि सिरिज एम्पियर टर्न $I_a R_a$ ड्राप के कारण टर्मिनल वोल्टता में और आर्मेचर प्रतिक्रिया को नियंत्रित करने के लिये उपयुक्त नही हैं लेकिन फिर भी वे शन्ट फील्ड को सहायता देते है इस प्रकार की मशीन को एक अंडर कंपाउण्ड जनरेटर कहते है। और यह जनरेटर विद्युत लेपन अथवा प्रदीप्ति के लिये प्रयोग में लाया जा सकता है।

कमप्यूलेटीन कम्पाउण्ड जनरेटर में योगन का स्तर (Degree of compound-ings in a cumulative compound genera-tion) : एक जनरेटर में काम्पउण्ड स्तर को सिरिज फील्ड करंट के परिमाण से परिवर्तित किया जा सकता है इसलिये सिरिज फील्ड करंट के समायोजन के लिये Fig 14 के अनुसार एक प्रवर्तक (Diverter) जोडा जा सकता है।

डिफरेशिंयल कम्पाउण्ड जनरेटर (Differential compound generation): यदि Fig 15 के अनुसार सिरिज फील्ड की टर्मिनल परस्पर परिवर्तित किये जाते है तो प्राप्त वक्र Fig 16 के अनुसार हो सकता है इस प्रकार के सम्बन्ध में सिरिज फील्ड शन्ट फील्ड का विरोध करता और जनरेटर एक डिफरेशियल काम्पाउण्ड जनरेटर हो जाता है उत्पन्न कुल फ्लक्स शन्ट फील्ड फ्लक्स में सिरिज फील्ड फ्लक्स को घटाने से प्राप्त होता है वक्र से स्पष्ट है कि लोड करंट में वृद्धि के साथ टर्मिनल वोल्टता में अत्यधिक कमी आती है। यह इस कारण होता है कि सिरिज एम्पियर टर्न फ्लक्स उत्पन्न करते है जो शन्ट फील्ड फ्लक्स का विरोध अथवा बकिंग करते हैं। इस अभिलक्षणिक का प्रयोग वेल्डिंग कार्य में किया जा सकता है जहां आर्क बनने के पहले इलेक्ट्रोड और जॉब में विभवान्तर लगभग 100V के स्तर का होता है और जब आर्क बनता है तो इसका मान 40-50V तक गिर जाता है जिससे करंट प्रवाह बना रह सके।

एक कंपाउन्ड जनरेटर के अनुप्रयोग (Application of a compound generator): सारणी 1 में विभिन्न प्रकार के कंपाउन्ड जनरेटर और उद्योगों में उनके अनुप्रयोग दिखाये गये हैं।

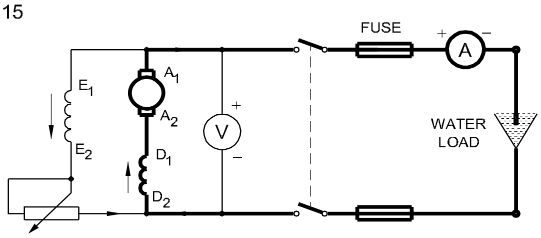
Fig 14



SERIES FIELD DIVERTER IN COMPOUND GENERATOR

ELN311201E

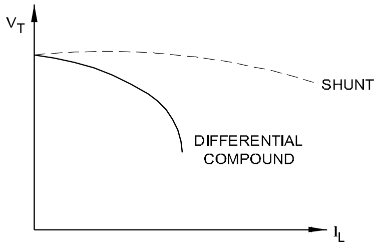
Fig 15



CUMULATIVE COMPOUND GENERATOR CIRCUIT

ELN311201F

Fig 16



EXTERNAL CHARACTERISTIC OF DIFFERENTIAL COMPOUND DC GENERATOR

ELN311201G

सारणी 1

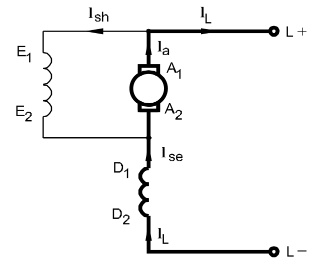
क्र. स.	कंपाउन्ड जनरेटर के प्रकार	उपयोग
1	कम्पाउण्ड जनरेटर a ओवर कम्पाउंड	 जहां जनरेटर और लोडके बीच दूरी अधिक है जैसे रेलवे मार्ग, सडक की प्रकार व्यवस्था इत्यादि में प्रयुक्त होता है।
	b अण्डर या लेवल कम्पाउंड	इसका प्रयोग ऐसे स्थानों में होता है जहां लोड समीप है। जैसे प्रदीप्ति भार छोटे भवनों के शक्ति लोड अथवा लेथ जिसमें एक स्थिर वोल्टता आवश्यक होती है।
	c अंडर-कम्पाउंड	विद्युत लेपन प्रदीप्ति इत्यादि में प्रयोग में लाया जाता है।
2	डिफरेंशियल कम्पाउण्ड जनरेटर	इसका उपयोग आर्क वेल्डिंग जनरेटरों के लिये किया जाता है।

DC जनरेटर से सम्बन्धित गणितीय प्रश्न (Numerical problems pertaining to DC generator): जब जनरेटर को लोड किया जाता है तो आर्मेचर प्रतिरोध और सिरिज फील्ड प्रतिरोध में वोल्टता ड्राप होगा। प्राप्त आंकड़ो से प्रेरित emf की गणना करने के लिये निम्न पदों को अपनाना चाहिये।

$Eg = V + I_a R_a + I_{se} R_{se}$

एक लघु शन्ट कंपाउन्ड जनरेटर के लिये $I_{SE} R_{SE} = I_L$ और $I_a = I_L + I_{SH}$ जैसा कि Fig 17 में प्रदर्शित किया गया है।

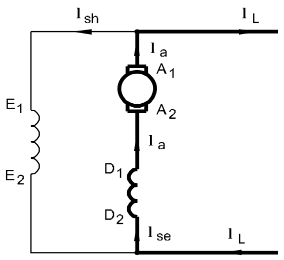
Fig 17



SHORT SHUNT COMPOUND GENERATOR

Fig 18 के अनुसार एक लम्बे शन्ट कंपाउन्ड जनरेटर के लिये $I_{SE} = I_a$ और $I_a = I_L + I_{sh} = I_{se}$

Fig 18



LONG SHUNT COMPOUND GENERATOR

जहां I_a = एम्पियर में आर्मेचर करंट

I_{sh} = एम्पियर में शन्ट फील्ड धारा

I_{se} = एम्पियर में सिरिज फील्ड धारा

I_L = एम्पियर में लोडधारा

उदाहरण (Example): एक लांग शन्ट काम्पउंड जनरेटर 400V पर 100A की लोडकरंट प्रदान करता है और इसका आर्मेचर सिरिज फील्ड और शन्ट फील्डों के प्रतिरोध क्रमशः 0.1 ohm, 0.03ohm और 200 ohm है। आर्मेचर करंट और जनित वोल्टता की गणना करे। सम्पर्क ड्राप के लिये 1V प्रतिब्रश मान लें।

हल (Solution):

Fig 19 में जनरेटर परिपथ प्रदर्शित किया गया है।

$I_{sh} = 400/200 = 2A$

आर्मेचर और सिरिज वाइंडिंग में करंट समान है।

इसलिये $I_A = I_{SE} = 100+2 = 102A$

सिरिज फील्ड वाइंडिंग में वोल्टता ड्राप $= I_{SE} R_{SE} = 102 \times 0.03 = 3.06V$

आर्मेचर वोल्टता ड्राप $I_a R_a = 102 \times 0.1 = 10.2V$

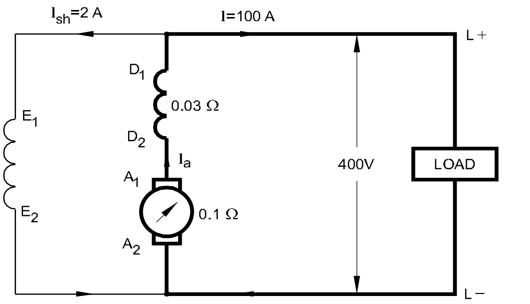
माना 2 ब्रशेज है।

ब्रशेज पर ड्राप = 2 x 1 = 2V

अब $Eg = V + I_a R_a$ + सिरिज ड्राप + ब्रश ड्राप

= 400 + 10.2 + 3.06 + 2 = 415.26 V

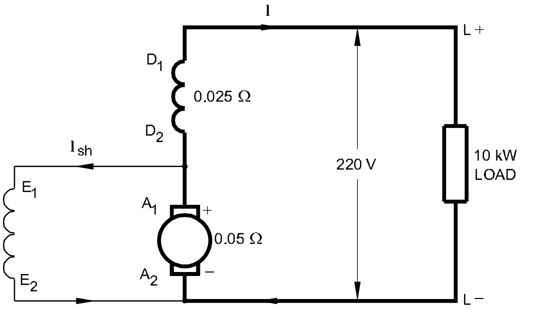
Fig 19



उदाहरण (Example): 220V की टर्मिनल वोल्टता से एक 10kW योगिक जनरेटर पूर्ण लोड पर कार्य करता है आर्मेचर सिरिज और शन्ट वाइंडिंगों का प्रतिरोध क्रमशः 0.05 ohm, 0.025ohm, 440 ohm है। जनरेटर का कुल emf आर्मेचर में ज्ञात करें जब मशीन एक शार्ट शन्ट से सम्बन्धित है।

हल Fig 20 में जनरेटर परिपथ प्रदर्शित किया गया है।

Fig 20



लोड करंट = $\frac{\text{वाट में भार}}{\text{टर्मिनल वोल्टता}} = \frac{10000}{220} = 45.45A$

सिरिज वाइंडिंग में वोल्टता ड्राप = 45.45 x 0.025 = 1.14V

शन्ट वाइंडिंग के सिरों पर वोल्टता = 220+ 1.14 = 221.14V

I_{sh} = 221.14/440 = 0.503A

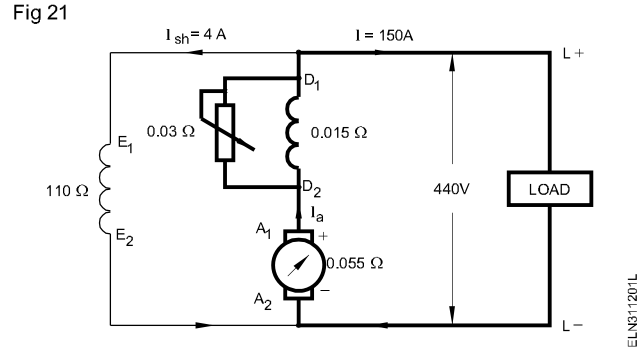
I_a = 45.45 + 0.503 = 45.953A

$I_a R_a$ = 45.953 x 0.05 = 2.297V

जनरेटर emf = टर्मिनल वोल्टता + आर्मेचर में वोल्टता ड्राप + सिरिज फील्ड में वोल्टता ड्राप = 220+2.297+1.14 = 223.44V

उदाहरण (Example): एक लागू शंट काम्पउण्ड जनरेटर में Fig 21 के अनुसार जब जनरेटर 150A प्रदत्त करता है टर्मिनल वोल्टता 440V है। ज्ञात करें (i) प्रेरित emf (ii) कुल जनित शक्ति और (iii) इस शक्ति का वितरण जब शन्ट फील्ड सिरिज फील्ड और आर्मेचर प्रतिरोध क्रमशः 110 ohm, 0.015ohm, 0.03ohm, 0.055ohm है।

Fig 21



हलः

I_{sh} = 440/110 = 4A

I_a = 150+4=154A

चूंकि सिरिज फील्ड प्रतिरोध और डाइवर्टर प्रतिरोध (Fig 14) समान्तर में है

उनका संयुक्त प्रतिरोध = 0.03 x 0.015/0.045 = 0.01ohm

कुल आर्मेचर परिपथ प्रतिरोध = 0.055 + 0.01 = 0.065 ohm

सिरिज फीव्ड और आर्मेचर के सिरों पर वोल्टता ड्राप

= 154 x 0.065 = 10.01V

i आर्मेचर द्वारा जनित वोल्टता E_G = 440 + 10.01 = 450.01V माना 450V

ii आर्मेचर द्वारा कुल जनित शक्ति $E_g I_A$ = 450 x 154 = 69300W

iii आर्मेचर में शक्ति ह्रास = $I_a^2 R_a$ = 154^2 x 0.055 = 1304.4W

सिरिज फीव्ड और अपर्वतक में शक्ति ह्रास = 154^2 x 0.01 = 237.2W

शन्ट वाइंडिंग में शक्ति ह्रास = VI_{sh} = 440 x 4 = 1760W

लोड को दी गई शक्ति = 440 x 150 = 66000W

D.C. जनरेटर का पैरेलल आपरेशन (Parallel operation of DC generators)

DC पावर प्लान्ट में आमतौर पर पावर कई छोटे-छोटे जनरेटरों को पैरेलल में जोड़ कर लिया जाता है न कि एक बड़े जनरेटर से, निम्नलिखित कारणों से ऐसा किया जाता है ।

पैरेलल आपरेशन की आवश्यकता (The necessity of parallel operation)

1 **सर्विस की निरन्तरता (Continuity of service) :** यदि एक बड़ा जनरेटर पावर देता है तब ब्रेक डाउन की स्थिति में पूरा प्लाटं बंद हो जाएगा। पैरेलल यूनिट में सप्लाई के समय अगर एक यूनिट (इकाई) खराब हो जाती है तब ठीक (working) वाली यूनिट (इकाई) से सप्लाई मिल जाएगी ।

दक्षता (Efficiency) : जनरेटर अगर उनकी इलेक्ट्रिकल पावर क्षमता से काम करेंगे तब उनकी आयु लंबी होगी और प्रति यूनिट kwh पर लागत भी कम होगी इसके बाद अगर लोडकी माँग कम हो जाती तब एक या दो इकाईयों को बंद किया जा सकता है ।

3 **देखभाल और मरम्मत (Maintenance and repair) :** जनरेटर को लगातार देखभाल की जरुरत होती है यह तभी संभव है जब एक से अधिक जनरेटर लगाये जाये इसलिए सामान्य चैकिंग करते समय सप्लाई पैरेलल इकाई (यूनिट) से प्राप्त की जा सकती है ।

4 **प्लांट की क्षमता को बढ़ाना (Increasing plant capacity) :** जब जरूरत अनुसार क्षमता को बढ़ाते हैं तो नई इकाई (यूनिट) साधारणतया पुरानी इकाई (यूनिट) के साथ पैरेलल में प्लाटं क्षमता को बढ़ाता है ।

D.C. जनरेटर को समान्तर करने की शर्ते (Conditions for paralleling of D.C. Generators)

1 आउटपुट वोल्टेज समान होना चाहिए

2 ध्रुवता समान होनी चाहिए

शंट जनरेटर को पैरेलल (समानान्तर) जोड़ना (Connecting Shunt Generators in Parallel) : जनरेटर को बस-बार के समान्तर (पैरेलल) में लगाये जाने का मुख्य उद्देश्य अधिक लोड (भार) को सहन करना होता है अर्थात् जब एक जनरेटर पर लोड (भार) सीमा से अधिक हो जाये तब उस जनरेटर के पैरेलल (समानान्तर) में एक और जनरेटर लगाया जाता है । बस-बार भारी तथा मोटे ताँबे (ताम्र) बार के होते हैं। वे धनात्मक और ऋणात्मक सिरों की तरह काम करते हैं । जनरेटर का धनात्मक सिरा बस बार के धनात्मक सिरा (पोजेटिव टर्मिनल) से जुड़ने चाहिए और ऋणात्मक (निगेटिव) बस बार के ऋणात्मक के साथ लगाना होता है । Fig. 22 शंट जनरेटर (1) जुड़ा हुआ है बस बार से और सप्लाई लोड़ से जुड़ा है । जब पावर प्लांट पर लोड (भार) बढ़ाया जाता है तो जनरेटर की क्षमता के अनुसार ही होता है, दूसरा शंट जनरेटर (2) लोड (भार) डिमांड बढ़ने के साथ पैरेलल में प्रथम के साथ जुड़ा होता है ।

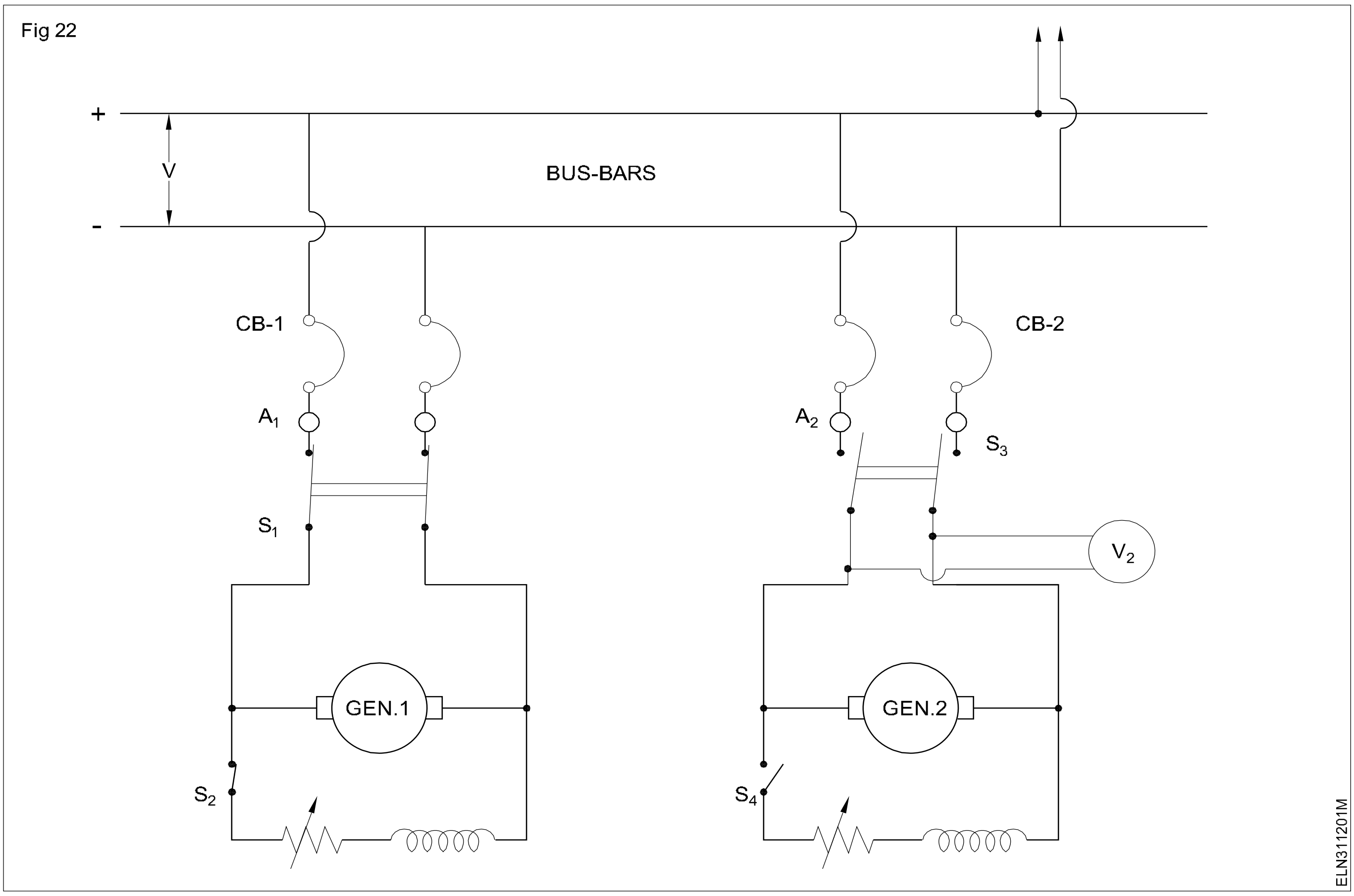
DC जनरेटर का समानान्तर आपरेशन (Operation of paralleling of D.C. Generator)

1 जनरेटर 2 को बाहरी स्त्रोत द्वारा उसकी रेटेड स्पीड तक घुमाया जाता है अब फील्ड सर्किट जनरेटर का S_4 स्विच द्वारा बंद कर दिया जाता है ।

2 दूसरा सर्किट ब्रेकर CB_2 बंद करके जनरेटर 2 को उत्तेजित करके जितना जनरेट वोल्टेज होता है उसके बराबर बस-बार वोल्टेज को कर दिया जाता है । This is indicated by voltmeter V_2.

3 अब जनरेटर 2 जनरेटर 1 के साथ समान्तर तैयार हो जाता है । मुख्य स्विच S_3 बंद करके, जनरेटर 2 को जनरेटर 1 के समान्तर कर दिया, जनरेटर 2 पर कोई लोडसप्लाई नहीं हो रहा क्योंकि यह बस-बार वोल्टेज के बराबर emf पैदा कर रहा है । जनरेटर बस बार पर कोई लोडनहीं सप्लाई कर रहा है । (Fig 22).

4 यदि जनरेटर 2 कोई करंट डिलीवर कर रहा है तब जनरेट हुआ वोल्टेज बस-बार के वोल्टेज से ज्यादा होना चाहिए । उस स्थिति में करंट सप्लाई I = (E-V)/Ra आर्मेचर सर्किट का रजिस्टेन्स है । फील्ड करंट के बढ़ जाने से (पैदा होने वाला emf E), जनरेटर 2 भार के हिसाब से निरंतर सप्लाई दे सकता है ।



5 लोडको यदि शंट जनरेटर से फील्ड एक्साइटेसन (उत्तेजित) के हिसाब से adjust किया जा सकता है, यदि जनरेटर 1 को बंद कर दें, तब पूरा लोडजनरेटर 2 पर चल जायेगा, बशर्ते इसमें जनरेटर 1 से zero हो सर्किट ब्रेकर CB_1 खोलें, तब मुख्य स्विच S_1 भी खुल जायेगा।

लोड का विभाजन (Load Sharing) : शायद फील्ड एक्साइटेशन को एडजस्ट करके लोडको एक जनरेटर से दूसरे जनरेटर में पहुँचा सकते हैं। दो जनरेटर का लोडविभाजन में असमान लोड वोल्टेज होता है । माना E_1, E_2 = दो जनरेटर का नो लोड वोल्टेज और रजिस्टेन्स R_1, R_2 = आर्मेचर प्रतिरोध है ।

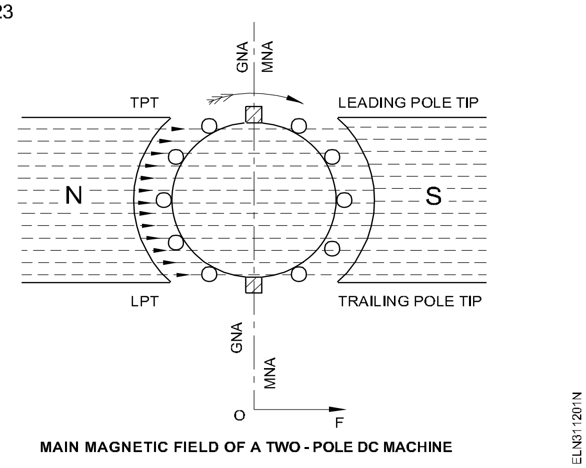
जनरेटर के इस आउपुट करंट का मान E_1 व E_2 के मानों पर निर्भर करता है। इन मानों को फील्ड रिहोस्टेट द्वारा परिवर्तित किया जा सकता है। आमतौर पर टर्मिनल वोल्टेज (बस - बार वोल्टेज)- (i) जनरेटर के विभिन्न EMF मान (ii) कुल लोड करंट आपूर्ति पर निर्भर करता है। आमतौर पर यह बस बार वोल्टेज को स्थिर रखने के लिए वांछित है। यह समानान्तर में काम कर रहे जनरेटर के फील्ड एक्साइटेशन को समायोजित करके प्राप्त किया जा सकता है।

आर्मेचर प्रतिक्रिया (Armature reaction)

जब आर्मेचर चालकों में कम लोड करंट प्रवाहित होती है आर्मेचर चालकों द्वारा उत्पन्न mmf मुख्य फील्ड फ्लक्स के साथ इस प्रकार प्रतिक्रिया करता है कि मुख्य फील्ड फ्लक्स का फील्ड विरूपित (Distored) हो जाता है और इसे प्रतिचुम्बकन प्रभाव कहते है। लेकिन इस प्रभाव को जनरेटर की ब्रुश स्थिति को घूर्णन की दिशा में छोटे कोण से विस्थापित करके निरस्त किया जा सकता है।

जब जनरेटर को और अधिक लोडेड करते है तो ध्रुव सिरें संतृप्त हो जाते है और मुख्य फील्ड फ्लक्स को अचुम्बकित करते है जिससे प्रेरित emf कम होता है। इस प्रभाव को अचुम्बकन प्रभाव कहते है और इस भी आगे स्पष्ट किया गया है।

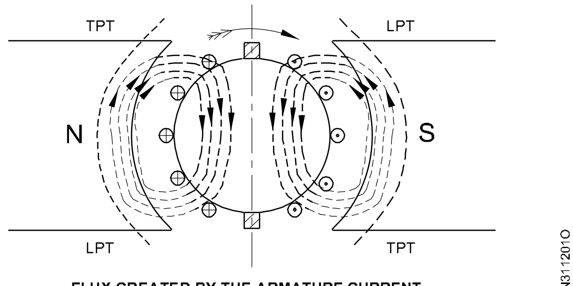
Fig 23 मे मुख्य फील्ड फ्लक्स से फ्लक्स वितरण प्रदर्शित किया गया है। चूंकि आर्मेचर चालकों में करंट नही है फ्लक्स समरूप है। GNA (ज्यामिती उदासीन अक्ष) और MNA (चुम्बकीय उदासीन अक्ष) एक दूसरे के साथ है।



MAIN MAGNETIC FIELD OF A TWO - POLE DC MACHINE

Fig 24 में केवल आर्मेचर चालकों द्वारा नियोजित फ्लक्स प्रदर्शित किया गया है। N ध्रुव के अन्तर्गत करंट दिशा को + चिन्ह से और दक्षिणी ध्रुव के अन्तर्गत बिन्दु चिन्ह (.) के अनुसार प्रदर्शित किया गया है। इस आर्मेचर फील्ड की तीव्रता (mmf) आर्मेचर करंट पर निर्भर करती है, जो लोड करंट पर निर्भर होती है।

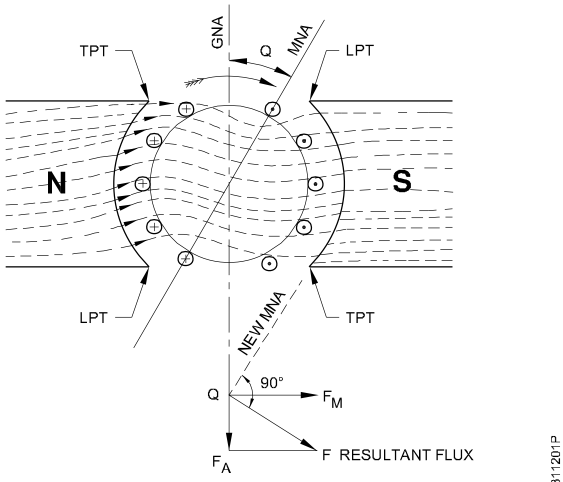
Fig 24



FLUX CREATED BY THE ARMATURE CURRENT

प्रतिचुम्बकन प्रभाव (Cross - magnetising effect): मुख्य फील्ड और आर्मेचर mmf के संयुक्त प्रभाव से प्राप्त फ्लक्स वितरण Fig 25 में प्रदर्शित किया गया है। पिछला ध्रुव (trailing pile) पर परिणाम फील्ड बढ़ा हुआ प्राप्त होता है। और ध्रुव सिरों पर निर्बल हो जाता है इस प्रतिचुम्बकन प्रभाव के कारण चुम्बकीय उदासीन अक्ष MNA ज्यामिति उदासीन अक्ष GNA से घूर्णन की दिशा में कोण Q द्वारा विस्थापित हो जाती है। Fig 25 में सदिशों द्वारा मुख्य फील्ड फ्लक्स (FF) और आर्मेचर फ्लक्स (F_A) का प्रभाव प्रदर्शित किया गया है। चुम्बकीय उदासीन अक्ष (MNA) परिणामी फ्लक्स (F) के लम्बवत् होना चाहिये।

Fig 25



CROSS - MAGNETISING EFFECT

निदान (Remedy): संदोलक (Rocker arm) भुजा की सहायता से ब्रशों को GNA से MNA तक विस्थापित करके प्रतिचुम्बकन प्रभाव को निरस्त किया जा सकता है। वास्तव में विस्थापन का माप आर्मेचर करंट के परिमाण पर निर्भर करता है ब्रुश की सही स्थिति पर प्रेरित emf अधिकतम होगा और ब्रशों के किनारों पर न्यूनतम चिंगारी होगी।

अचुम्बकन प्रभाव (Demagnetising effect): अधिक आर्मेचर करंट पर चुम्बकीय फ्लक्स का असमान वितरण अचुम्बकन प्रभाव में परिणामित होता है क्योंकि पिछला (Tip) ध्रुव सिरा पर तीव्रता सिरे के सतृप्त होने तक होती है। फ्लक्स के संतृप्त हो जाने के पश्चात पिछला सिरे में वृध्दि नही की जा सकती। इसी प्रकार फ्लक्स में अग्रगामी ध्रुव सिरों पर जिससे अचुम्बकन प्रभाव होता है और इसलिये अधिक लोड स्थिति में प्रेरित emf कम हो जाता है।

निदान (Remedy): न्यूनित प्रभाव के कारण प्रेरित emf में कमी के प्रभाव को दूर करने के लिए छोटी मशीन से मुख्य वाइंडिंग में फील्ड वाइंडिंग में एम्पियर टर्न बढ़ा दिया जाता है । लेकिन बड़ी मशीनों में अचुम्बकन प्रभाव को निरस्त करने के लिए Fig 26 के अनुसार अनुसार मुख्य ध्रुण के सामने के भाग पर कंपनसेटिंग वाइंडिंग लगाई जाती है अचुम्बकन प्रभाव का कम्पेनसेटिंग वाइंडिंग में परिवर्तन करके किया जाता है और इस कम्पेनसेटिंग वाइंडिंग को आर्मेचर से Fig 27 के अनुसार सिरिज क्रम में जोड दिया जाता है जो एक मिश्रित मशीन के लिये होता है।

Fig 26

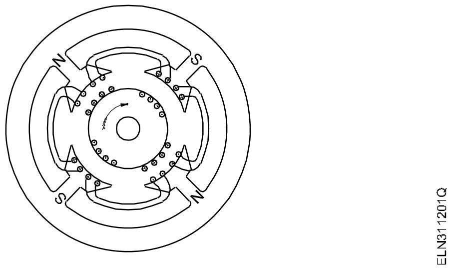
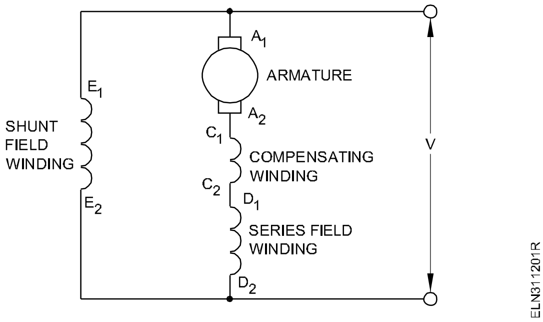


Fig 27



कम्पेनसेटिंग लपेट (Compensating winding): बडी मशीनों में जिनमें लोड का परिवर्तन होता है आर्मेचर प्रतिक्रिया के कारण अचुम्बकन प्रभाव को इस वाइंडिंग से कम किया जा सकता है।

इस वाइंडिंग में प्रवाहित होनेवाली करंट आर्मेचर चालकों में प्रवाहित करंट के बराबर व विपरीत दिशा में प्रवाहित होती है । जिससे उनके द्वारा नियोजित फ्लक्स आर्मेचर फ्लक्स के समान परिमाण और विपरीत दिशा में होता है इसलिये वे परस्पर कम हो जाते है और किसी भी लोड यहां तक परिवर्तित लोडों पर भी अचुम्बकन प्रभाव निरस्त हो जाता है।

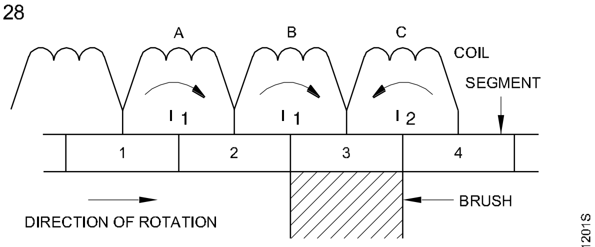
दिक परिवर्तन (Commutation)

जब एक DC जनित को लोडेड किया जाता है आर्मेचर वाइंडिंग, कम्यूटेटर परिवर्तक और ब्रशेज से वाहय परिपथ को करंट प्रवाह होता है। इस प्रक्रिया में जब भी एक ब्रुश दो कम्यूटेटरखण्डों को स्पर्श करता है वाइंडिंग घटक उन कम्यूटेटर खण्डों से सम्बन्धित होकर लघु पथित होता है। करंट दिशा के परिवर्तन जो लघु पथित होने के पश्चात और पहले लपेट घटक में होते है उन्हें कम्यूटेशन कहा जाता है।

यदि करंट दिशा में परिवर्तन धीरे धीरे होता है तो कम्यूटेशन सरलता से होता है अन्यथा लपेट घटक में करंट एकाएक परिवर्तन होने पर रफ कम्यूटेशन कहलाता है जो ब्रशों के सिरों पर भारी चिनगारी उत्पन्न करता है यदि रफ कम्यूटेशन होने दिया जाय तो ब्रश और कम्यूटेशन चिन्गारी द्वारा उत्पन्न अति ऊष्मन के कारण अन्ततः नष्ट हो जाते है।

करंट में परिवर्तनो को नीचे के चित्रों द्वारा स्पष्ट किया गया है क्वायल B में प्रवाहित करंट की दिशा वामावर्त दिखायी गई और ब्रश I_1 करंट वाइंडिंग के बायें भाग से संग्रहित करते है और दाहिने भाग के वाइडिंग से I_2 करंट संग्रहित होती है। (Fig 28)

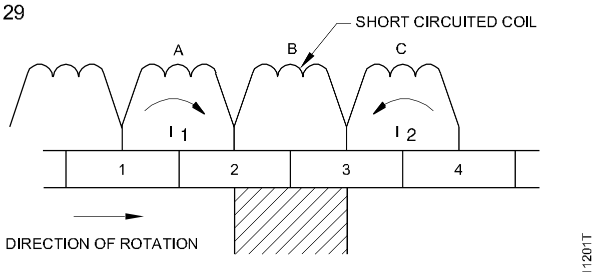
Fig 28



CURRENT COLLECTION - SEGMENT 3 IN CONTACT WITH THE BRUSH

Fig 29 में प्रदर्शित किया गया है कि ब्रश खण्डों दो और तीन को लघु पथित करता जिससे क्वायल B लघु पथित होता है। वाइंडिंग के बायी ओर करंट I_1 क्वायल A से होकर ब्रश को जाती है और दाहिने ओर की वाइंडिंग करंट क्वायल C से होकर जाती है। क्वायल B में कोई करंट नही होती है और यह लघु परिपथ हो जाता है।

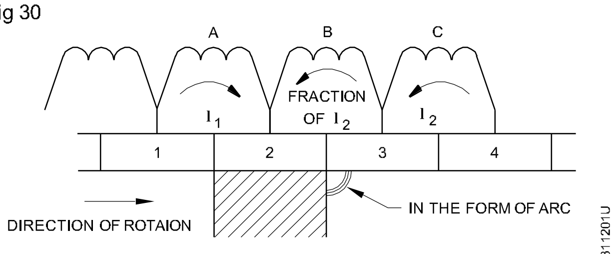
Fig 29



CURRENT COLLECTION-SEGMENTS 2 & 3 ARE IN CONTACT WITH THE BRUSH

Fig 30 में केवल खण्ड दो के ब्रश सम्पर्क दिखाये गये है। और बायी ओर वाइंडिंग में करंट 4 क्वायल A से होकर ब्रश में जाती है। दूसरी ओर दाहिने ओर की करंट I_2 अब क्वायल B में खण्ड दो से होकर ब्रश में जाना चाहिये।

Fig 30



CURRENT COLLECTION - SEGMENT 2 IN CONTACT WITH THE BRUSH

इस क्षण क्वायल B में करंट की दिशा वामावर्ती से दक्षिणा वर्ती हो जाना चाहिये। लेकिन यदि यह परिवर्तित भी होती है तो इसका मान लघु परिपथ हो जाने के पश्चात भी अपने पूर्ण मान को प्राप्त नही करेगा। इसलिये करंट I_2 का एक बडा भाग दाहिनी ओर से खण्ड तीन में एक चाप द्वारा ब्रश को पहुंचेगा। इसका कारण यह होता है कि क्वायल B में करंट दिशा के एकाएक परिवर्तन होने से एक स्थैतिक प्रेरित emf (प्रतिघात) उत्पन्न होती है जो ϕ/t अथवा i/t होगी। जहां एम्पियर में करंट I के कारण उत्पन्न फ्लक्स ϕ है और लघु परिपथ का सेकेण्ड में समय t से व्यक्त होता है साथ ही प्रेरित emf की गणना कम्यूटेशन के अन्तर्गत रीएक्टेन्स के द्वारा भी की जा सकती है जो क्वायल के स्वप्रेरण और समीप क्वायलों के पारस्परिक प्रेरण पर निर्भर करती है। उदाहरण के लिये A2 ध्रुव, दो ब्रश दिष्ट जनरेटर एक लोडको जब वह 1440 rpm पर प्रचालित हो रहा है 100 एम्पियर करंट देता है और इसके दिशा परिवर्तक में 24 खण्ड है। तो लघु पथन होने के तुरन्त बाद वाइंडिंग घटक में स्थैतिक प्रेरित emf को ज्ञात करने के लिये हमारे पास बायें से जाने वाली करंट 50 amp और दायी ओर से ब्रश को जाने वाली करंट 50 amps है। इसलिये करंट में परिवर्तन वामावर्ती में 50 amps से शून्य और इसके पश्चात दक्षिणावर्ती में 50 amps तक होती है जो 100 amps हो जाती है। एक चक्र द्वारा लिया गया समय

$$= \frac{60}{1440} = 0.04166 \text{ sec}$$

लघु परिपथ के लिये लिया गया समय

$$= \frac{0.04166 \text{ seconds}}{24 \text{ segments}} = 0.001736 \text{ sec}$$

जो एक खण्डके निकल जाने के लिये आवश्यक समय है।

इसलिये स्थैतिक प्रेरित emf $\frac{I}{t} = \frac{100}{0.001730} = 57{,}603\text{V}$

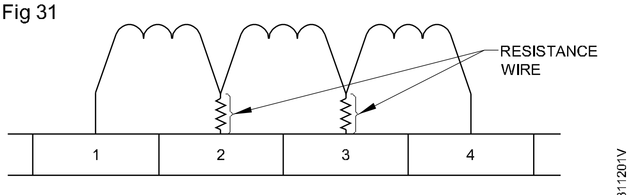
यह प्रेरित emf लेन्ज के नियम का पालन करेगा और करंट परिवर्तन का विरोध करेगा इसलिये Fig 30 के अनुसार दाहिने हाथ की ओर से करंट क्वायल B से जाने में असफल होगी। और यह एक चिंगली के रूप में ब्रश पर कूदेगी इसे रफ कम्यूटेशन कहते है।

रफ कम्यूटेशन के लिये निदान (Remedies for rough commutation by providing interpoles)

ब्रश स्थिति में चिन्गारियों को दूर के लिये निम्न विधियां प्रयोग में लायी जाती है जो रफ कम्यूटेशन को सरल कम्यूटेशन में प्रभावकारी ढंग से परिवर्तित करती है।

- Fig 31 के अनुसार दिशा परिवर्तक के क्वायलों के सिरों के बीच प्रतिरोध तार लगा दिये जाते है। यह बढी हुई प्रतिरोध करंट दिशा को परिवर्तित करने में सहायक होता है और समय में वृद्धि करता है जिससे स्थौतिक प्रेरित emf कम होता है।

Fig 31

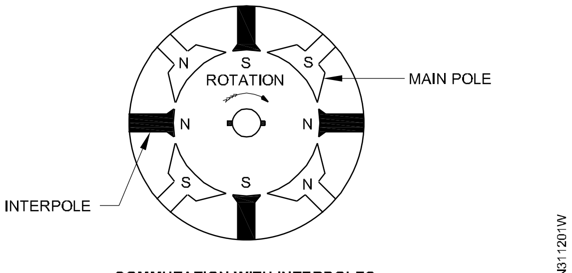


COMMUTATION WITH RESISTANCE WIRES

- उच्च प्रतिरोध ब्रश प्रयोग में लाये जाते है इसलिये सम्पर्क प्रतिरोध परिवर्तन करंट की दिशा को सुगमता से परिवर्तित होने देते है और स्थौतिक प्रेरित emf कम हो जाती है।

- Fig 32 के अनुसार मुख्य ध्रुवों के बीच लघु फील्ड ध्रुव जिन्हें इंटरपोल (interpole) कहते है प्रदत्त किये जाते है इन इंटरपोलों की ध्रुवता की दिशा जनरेटरों के घूर्णन दिशा के आगे दूसरे ध्रुव की ध्रुवता की भांति होती है। साथ ही इनके वाइंडिंग आर्मेचर से सिरिज में जोडे जाते है और यह आर्मेचर में प्रवाहित करंट के समान ही करंट लेते है।

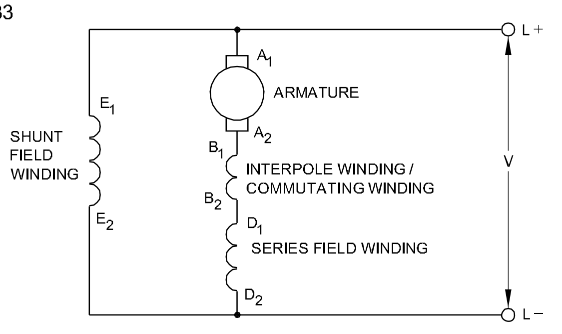
Fig 32



COMMUTATION WITH INTERPOLES

यह इंटरपोल स्थैतिक प्रेरित emf दिशा के विपरीत एक emf उत्पन्न करते है और इनका परिमाण करंट पर निर्भर होता है। इस प्रकार स्थैतिक प्रेरित emf का प्रभाव निरस्त हो जाता है इन इंटरपोल्स को चक्करों की कम संख्या से वाउंड किया जाता है जिनका गेज तार मोटा होता है। Fig 33 में एक दिष्ट मिश्रित मशीन में इंटरपोल वाइंडिंग का सम्बन्ध प्रदर्शित किया गया है।

Fig 33



CONNECTION OF INTERPOLE WINDING IN A DC MACHINE

DC मशीन की दक्षता और हानियाँ Losses and efficiency of DC machines

DC मशीनों में होने वाली हानियों को प्राप्त कर उनकी दक्षता को ज्ञात किया जा सकता है। इसके अलावा मध्यम और बड़े आकार क मशीनों के लिए वास्तविक लोडकी वयवस्था करना संभव नहीं है। अतः हानियों को पता लगाकर दी कई मशीनों की दक्षता ज्ञात कर सकते हैं।

$$\eta = \frac{\text{output}}{\text{output} + \text{losses}} \text{(For generators)}$$

$$\eta = \frac{\text{input - losses}}{\text{input}} \text{(For motors)}$$

घूमने वाले मशीनों में ऊर्जा रूपांतरण के समय करंट , फलक्स और घुर्णन के कारण, चालक, चुम्बकीय पदार्थ और यांत्रिक हानि के रूप में होता है। DC मशीन में होने वाली हानियों को Fig 34 में दिखाया गया है।

कुल हानियों को मुख्य दो प्रकार में बाँटा गया हैं, **(Total losses can be broadly divided into two types)**

1 स्थिर हानियाँ

2 परिवर्ती हानियाँ

इन हानियों को आगे बौर बाटा गया हैं। **(These losses can be further divided as)**

1 स्थिर हानियाँ - i) कोर हानि या आयरन हानि

a हिस्टेरिसिस हानि

b एडी करंट लास

ii यांत्रिक क्षतियाँ (Mechanical loss)

a वायु घर्षण हानियाँ

b घर्षण हानि :- ब्रश घर्षण हानि और बियरिंग घर्षण हानि

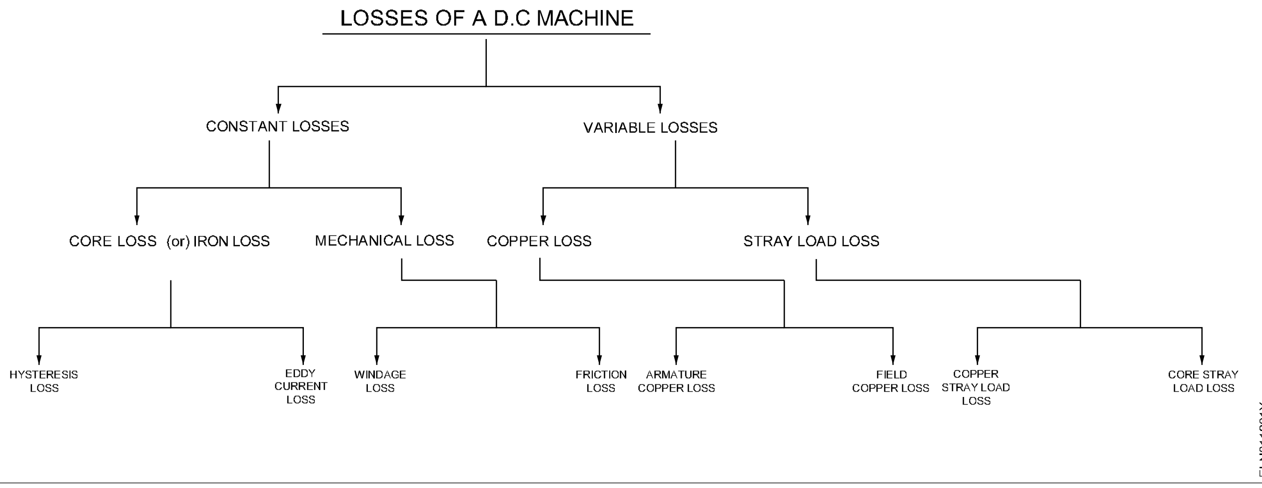
2 परिवर्ती हानियाँ (Variable losses) - i) कापर हानि (copper loss (I^2R))

a आर्मेचर तांम्र हानि

b फील्ड तांम्र हानि

c ब्रश संपर्क हानि

Fig 34



ii स्ट्रे लोड हानि (Stray load loss)

a कापर स्ट्रे लोड हानि

b कोर स्ट्रे लोड हानि

आर्मेचर कोर में कोर हानि या लौह हानि जब आर्मेचर फील्ड द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय फलक्स में घूमता हे, तब दो प्रकार के लौह हानियाँ होती हैं। (a) हिस्टेरिसिस हानि (b) एडी करंट हानि

a) **हिस्टेरिसिस हानि (Hysteresis loss):** जब आर्मेचर का कोर एक पोल से दूसरे पोल पर गुजरता है, तब विचुम्बकन बल के कारण हिस्टेरिसि हानि होती है। यह हानि लोहे के ग्रेड और आयरन पर निर्भर करता हैं और फलक्स घनत्व (BM) के अधिकतम मान तथा आवृत्ति (f) पर भी निर्भर करता है। हिस्टेरिसिस लॉस W_h के लिए निम्न सूत्र है-

$W_h = K_h B_m 1.6$ f v joule/sec. or watt

जहाँ K_h = स्विराँक, जो कि कोर के धातु पर निर्भर करता हैं।

B_m = अधिकतम फलक्स घनत्व wb/m^2

F = आवृत्ति Hz में

V = आर्मेचर कोर का आयतन m^3 में

b) एडी करंट हानि (Eddy Current loss): जब आर्मेचर कोर चुम्बकीय फलक्स को काटता है, तब कोर में उत्पन्न हुए emf के कारण करंट चलने लगती हैं। जिसे एडी करंट कहा जाता है। एडी करंट चलने से ही एडी करंट हानि होती है। इस हानि को कम करने के लिए कोर को लेमिनेटेड पॉलिस की कोटिंग की जाती हैं। लेमिनेटेड कोर के कटाक्ष फील्डफल में कमी होने के कारण करंट के लिए कम रास्ता मिल ड्रापा हैं। जिससे एडी करंट का मान कम होने से एडी करंट हानि भी कम होती हैं।

एडी करंट हानि W_e को निम्न सूत्र से दर्शाया जाता है-

$W_e = K_e B^2{}_m f^2 t^2 v$ Watt

जहाँ K_e = अनुड्राप स्धिरांक

B_m = अधिकतम फलक्स घनत्व Wb/m^2 में

f = आवृत्ति हट्र्ज Hz में

t = लेमीनेशन की मोटाई m में

v = आर्मेचर कोर का आयतन घन मी (m^3) में

ii) यांत्रिक हानि/क्षति **(Mechanical loss):** इस क्षति में वायु घर्षण हानि ब्रशों से घर्षण, बियरिंग में होने वाली घर्षण हानि आदि शामिल हैं।

2) परिवत्ती हानि/क्षति **(Variable losses):** (i) ताम्र हानि परिवर्तनशील होता है।

आर्मेचर ताम्र क्षति **(Armature copper loss ($I_a^2 r_a$) loss):** यह हानि आर्मेचर वाइड़िग के प्रतिरोध के कारण होता है। जब वाइडिंग में करंट प्रवाहित होती है तब ताम्र क्षति होता है। $I_a^2 r_a$ यह क्षति लोड के परिवर्तन पर निर्भर करता है।

b) फील्ड क्षति (Field contact drop): ब्रश और कम्यूटेटर के संपर्क होने से प्रतिरोध बढ़ने से यह क्षति बढ़ती है। यह हानि लोडके साथ स्थिर होता है।

c) ब्रश संपर्क क्षति (Brush contact drop): ब्रश और कम्यूटेटर के संपर्क से यह क्षति होती है। यह हानि भी लोड़ के साथ स्थिर होता है।

ii) स्ट्रे लोड हानि (Stray load loss): यह एक अतिरिक्त हानि हैं जो लोड पर निर्भर करता हैं। स्ट्रे हानि के प्रकार निम्न हैं।

i) तांम्र स्ट्र लोड हानि (Copper stray load loss) : एडी करंट और कंडक्टर के ऊपरी सतह पर चलने वाली करंट के करण तांम्र स्ट्रे लोड हानि होती हैं।

ii) कोर स्ट्रे लोड हानि **(Core stray load loss):** जब आर्मेचर कोर में लोड करंट प्रवाहित होती है तब फलक्स घनत्व कोर और दांतों में विकृत हो जाती हैं। फलक्स घनत्व एक सिरे पर बढ़ता है और दूसरे सिरे पर कम होता हैं। जब कि कोर हानि फलक्स घनत्व के वर्ग के अनुड्राप में होता हैं। फलक्स घनत्व में वृद्धि की वजह से करंट के प्रवाह में कमी हो जाती हैं। दांतों और कोर में अत्यधिक संतृप्त स्वितियों के तहत यह लास कोर स्ट्रे लोड हानि होता है। यह हानि सटिक रूप गणना करना मुश्किल हैंफ यह DC मशीन के कुल आउटपुट का 1% लिया जाता है।

DC जनरेटर की दक्षता **(Efficiency of a DC generator)**

Fig 35 में DC जनरेटर की दक्षता दिखाया गया है-

$$= \frac{\text{output}}{\text{output} + \text{losses}} = \frac{VI}{VI + I_a^2 r_a + W_e}$$

जहाँ w_e स्थिर हानि है।

उच्चतम दक्षता की स्थिति **(Condition for maximum efficiency)**

जनरेटर आऊटपुट = VI

जनरेटर इनपुट = आऊट पुट +हानियाँ

$= VI + I^2 a R_a + W_e$

$= VI + (I + I_{sh})^2 R_a + W_e \quad \therefore I_a = (I + I_{sh})$

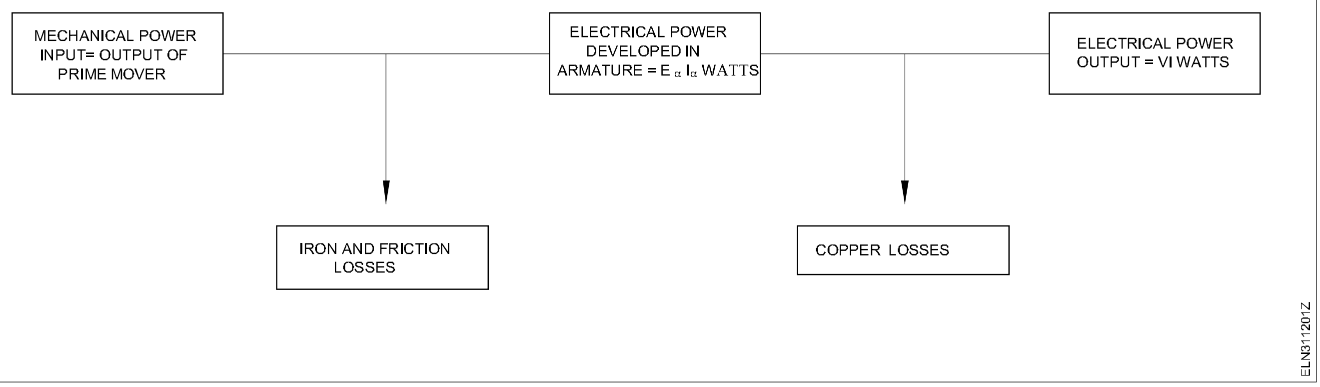
हालांकि यदि I_{sh} लोड करंट को तुलना में नगण्य है तो $I_a = I$ (लगभग)

$$\because \eta = \frac{\text{output}}{\text{input}} = \frac{VI}{VI + I^2 a R_a + W_e} = \frac{VI}{VI + I^2 R_a + W_e}$$

अतः अक्षता तभी अधिकतम होगती जब परिवर्ती हानियाँ = स्थिर हानियाँ होगी।

अधिकतम दक्षता लोड करंट के अनुसार होता है या लोड करंट के समरूप होता है।

Fig 35



$$I^2R_a = We$$

$$I = \sqrt{\frac{W_e}{R_a}}$$

DC मोटर की दक्षता (Efficiency of DC motor)

Fig 36 में DC मोटर के power flow चार्ट दिया गया है-

$$\text{DC मोटर की दक्षता} = \frac{\text{इनपुट - हानि}}{\text{इनपुट}}$$

$$= \frac{VI - I_a^2 r_a - w_c}{VI}$$

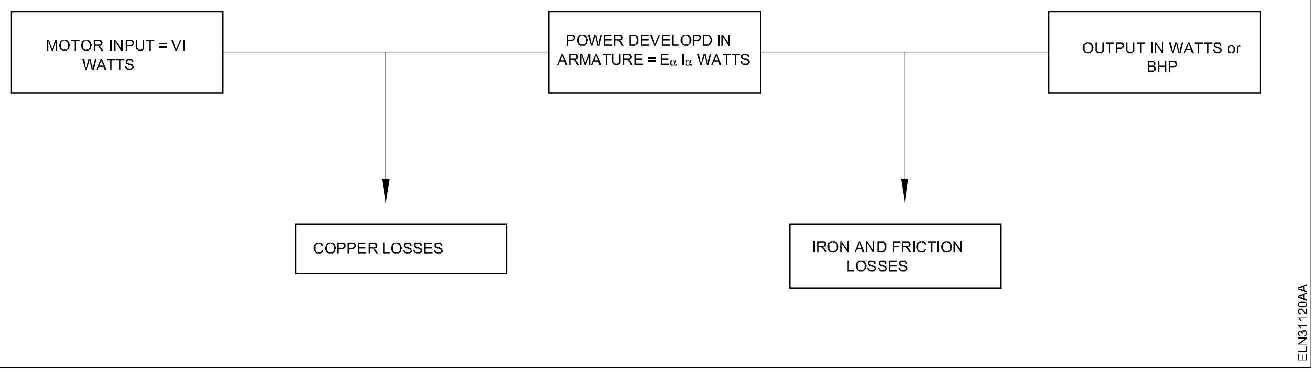
अधिकतम शक्ति उत्पन्न करने हेतु शर्तेंग $E_b = \frac{V}{2} = I_a r_a$

यह समीकरण में दर्शाया गया है।

अधिकतम दक्षता हेतु स्थिति :- परिवर्ती हानियाँ = स्थिर हानियाँ

$I^2 r_a = w_e$

Fig 36



DC जनरेटर और मोटर में हानियाँ (Losses in a DC generator and DC motor)

DC जनरेटर यांत्रिक शक्ति को विद्युत शक्ति में रूपांतरित करता है और DC मोटर विद्युत शक्ति को यांत्रिक शक्ति में रूपांतरित करता हैं। इस प्रकार DC जनरेटर के लिए इनपुट यांत्रिक शक्ति होती और आउटपुट विद्युत शक्ति होती है। मोटर के लिए यह घटना बिलकुल विपरीत होती है।

प्रयोगिक मशीन दिए गए कुल इनपुट शक्ति के पूरे भाग को आउटपुट में रूपांतरित नहीं कर सकता इसलिए मशीन की दक्षता कम हो जाती हे। मशीन की दक्षता उनके आउटपुट और इनपुट का अनुड्राप होता हैं। इस प्रकार कोई भी घूमने वाली मशीनों की डिजाइन इस प्रकार की जाती है कि उनकी दक्षता अधिकतम हो। दक्षता निकालने हेतु विभिन्न हानियों को भी अध्ययन करना आवश्यक हैं।

घूर्णन करने वाले मशीनों एवं जनरेटरों में होने वाली हानियों को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया गया है-

घूमनें वाली DC मशीन में हानियाँ (Losses in a rotating DC machine)

- ताम्र हानियाँ **(Copper losses)**
  - आर्मेचर ताम्र हानि
  - फील्ड ताम्र हानि
  - ब्रश सम्पर्क प्रतिरोध से हानि

- **लौह क्षतियाँ (Iron losses)**
  - हिस्टेरीसिस हानि
  - एडी करंट हानि
- **यांत्रिक क्षतियाँ (Mechanical losses)**
  - घर्षण हानि
  - वायु घर्षण हानि

DC जनरेटर या मोटर में उपर्युक्त तीन प्रकार के हानियाँ होती है। प्रत्येक का विवरण नीचे दिया गया है-

कापर क्षतियाँ (Copper Losses)

आर्मेचर एवं फील्ड वाइडिंग में कापर हानि उत्पन्न होती है। कापर हानि, आर्मेचर कापर हानि, फील्ड कापर हानि तथा ब्रश संपर्क कापर हानि प्रकार के होते है।

आर्मेचर कापर हानि (Armature copper loss) = $I_a^2R_a$ (where, $I_a^2R_a$ (जहाँ I_a = आर्मेचर कापर हानि, R_a = आर्मेचर प्रतिरोध)

यह हानि पूर्ण लोड हानि का 30% से 40% होती है। आर्मेचर कापर हानि परिवर्तनीय होती है, जो कि मशीन पर आरोपित लोड पर निर्भर करती है।

फील्ड कापर क्षतियाँ = $I_f^2R_f$ (Field copper loss = $I_f^2R_f$) (जहाँ I_f = फील्ड करंट , R_f = फील्ड प्रतिरोध है) शण्ट फील्ड की स्थिति में कापर हानि प्रायोगिक रूप से स्थिर होता है। यह कुल हानि का 20% से 30% होता है।

ब्रश संपर्क प्रतिरोध की कापर हानि का कारण है, जिसे आर्मेचर कापर हानि के साथ शामिल कर लिया जाता है।

आयरन क्षतियाँ (कोर हानि) (Iron losses (Core losses))

यदि आर्मेचर आयरन से बना है और यह चुम्बकीय फील्ड के घूमता है, तो इसके कोर में कम मात्रा में करंट अपने आप उत्पन्न हो जाता है। इस करंट के कारण आर्मेचर आयरन कोर में एडी करंट हानि तथा हिस्टरिसिस हानि उत्पन्न होता है। आयरन हानि को कोर हानि या मैग्नेटिक हानि भी का जाता है।

आर्मेचर कोर में चुम्बकत्व का पीछे रह जाना। हिस्टेसिसिस हानि कहताला है। जब कोर दो चुम्बकीय ध्रवों के बीच घुमता है। तब चुम्बकीय उत्क्रमषोयता के एक पूर्ण चक्र से गुजरता है। विचुम्बकीय उत्क्रमकीयता का आवृत्ति दिया गया है f = P.N/120 (जहाँ P = पोलों की संख्या, N = स्पीड)

यह हानि आयरन के आयतन और ग्रेड पर निर्भर करता है, फ्लक्स घनत्व की मात्रा तथा विचुम्बकन वल के आवृत्ति पर भी निर्भर करना है।हिस्टेरिसिस हानि W_h=$\eta B_{max}^{1.6}fV$ (watts), जहाँ η = हिस्टेरिसिस नियतांक, η = कोर का आयतन घन m^3 में

एडी करंट क्षतियाँ (Eddy Current Losses): जब चुम्बकीय फील्ड में आर्मेचर कोर घुमता है, तो कोर में emf प्रेरित होती है। (फैराडे के विकृत चुम्बकीय प्रेरण के अनुसार) इस प्रेरित emf से कोर का प्रतिरोध निम्न होने के कारण बॉडी में अधिक करंट प्रवाहित होता है, जिसे Eddy current कहते हैं। इस करंट के कारण होने वाली हानि को एडी करंट हानि कहा जाता है।

यांत्रिक क्षतियाँ (Mechanical Losses)

बियरिंग और कम्यूटेटर में घर्षण के कारण यांत्रिक हानि उत्पन्न होती है। आर्मेचर के घूमने से वायु घर्षण के कारण भी यह हानि होती है। यह हानि पूर्ण लोड हानि का 10% से 20% होता है।

स्ट्रे क्षतियाँ (Stray Losses)

उपर्युक्त के अलावा और हानि होती है, यह बहुत कम मात्रा में होती है, जो स्ट्रे हानि कहलाता है। इस हानि की गणना कठिन है। यह साधारणतः मशीन के सही बनावट नहीं के कारण उत्पन्न होती है। प्रायः यह पूर्ण लोड हानि का 1% होता है।

पॉवर फ्लो डायग्राम (Power flow diagram)

पावर फ्लो डायग्राम DC जनरेटर या मोटर के हानियों को समझने का सबसे अच्छा तरीका है। Fig 37 & 38 में DC जनरेटर और DC मोटर का विशिष्ट फ्लो डायग्राम नीचे दिया गया है, जिसके द्वारा विभिन्न हानियों के प्रकारों को दिखाया गया है और उस पावर को दिखाया गया है, जो इनपुट से आउटपुट में परिवर्तित हुआ है।

Fig 37

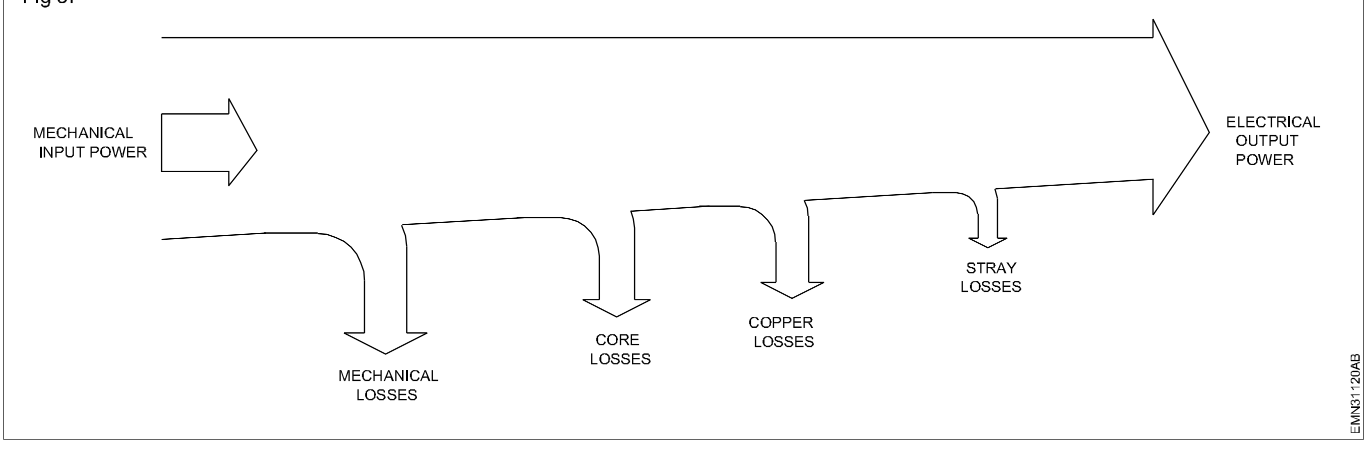
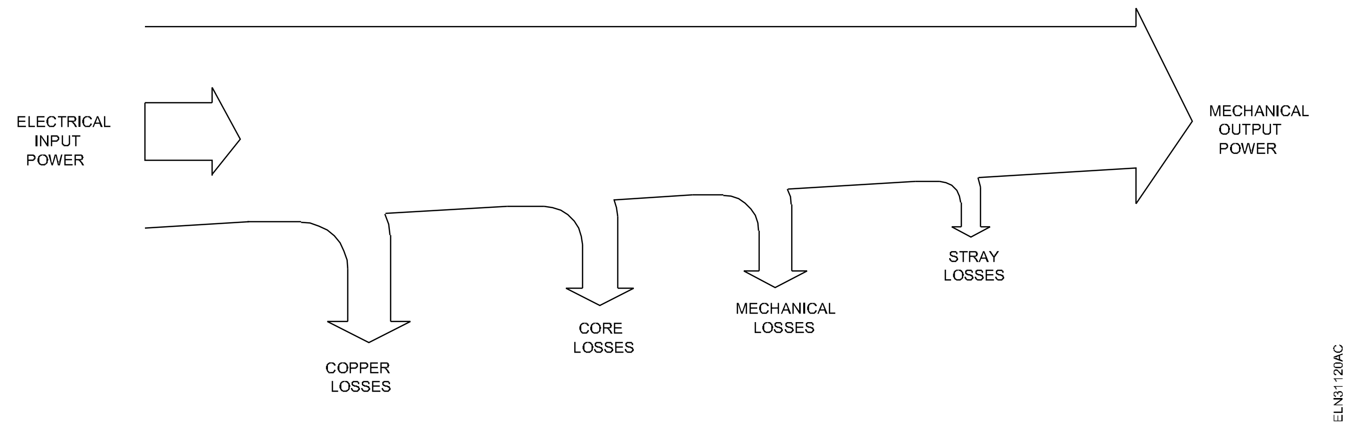


Fig 38



DC जनरेटर की दक्षता Efficiency of DC generator

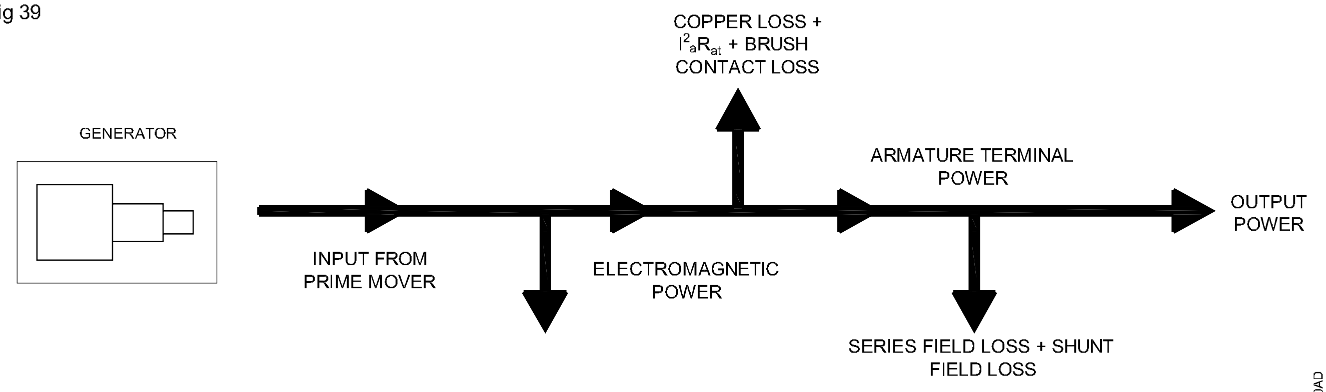
DC जनरेटर में आउटपुट पावर और इनपुट पावर के अनुद्राप को DC जनरेटर की दक्षता कहते हैं। जहाँ R = आर्मेचर परिपथ का कुल प्रतिरोध (ब्रश कांटेक्ट प्रतिरोध सिरिज वाइडिंग प्रतिरोध इंटरपोल वाइडिंग प्रतिरोध और कम्पनसेटिंग वाइडिंग प्रतिरोध सहित) DC जनरेटर की दक्षता का वर्णन Fig 39 में दिया गया है।

I आउटपुट करंट

I_{sh} शंट फील्ड में बहने वाली करंट

I_a आर्मेचर करंट $= I + I_{sh}$

Fig 39



V टर्मीनल वोल्टेज

$I_a{}^2R_a$ = आर्मेचर सर्किट का पूर्ण तांबा हानि

शन्ट सर्किट में शक्ति हानि $=V_{Ish}$ (यहाॅ पर शंट रैगुलेटिंग हानि भी जुड़ा हुआ है)=

यांत्रिक हानि = बिरिंग का घर्षण लास + कम्यूटेटर का घर्षण लास + विडेंस लास

स्ट्रे लास = यांत्रिक लास + कोर लास

शंट फील्ट कापर लास और स्ट्रे लास का योग एक ऐसा संयुक्त स्थिर लास है, जिसकी लोड करंट में गणना नहीं की जाती ।

इस प्रकार स्थिर हानियां (शंट और कम्पाउंड जनरेटर में) = स्ट्रे हानि + शंट फील्ड में तांम्र हानि

जनरेटर की दक्षता को निम्न ससमीकरण में दिखाया गया है।

$$\eta_G = \frac{\text{जनरेटर आउटपुट}}{\text{जनरेटर आउटपुट + हानि}}$$

$$\eta_G = \frac{VI}{VI + I_a^2 R_{at} + V_{BD} \; I_a + P_k}$$

$I_a = I + I_{sh}$

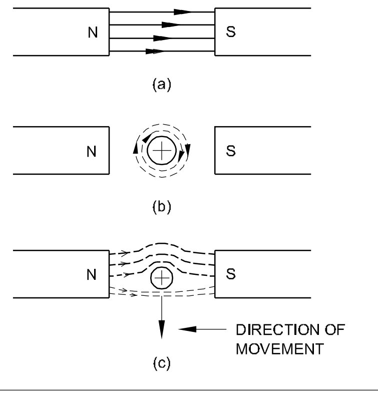
DC मोटर- सिद्धान्त और प्रकार (DC Motor - principle and types)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **एक DC मोटर के कार्यान्वन सिद्धान्त को स्पष्ट करने में**
- **विभिन्न प्रकार के DC मोटर को बताने में ।**

प्रस्तावना (Introduction): DC मोटर एक ऐसी मशीन है जो DC वैद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में परिवर्तित करती है इसलिये DC मशीन को एक जनरेटर अथवा एक मोटर की भांति प्रयुक्त किया ज सकता है। DC मोटर आज भी अपने अति उत्तम आघूर्ण, स्पीड और लोड अभिलक्षणिक के कारण प्रयुक्त यथार्थ मशीनों जैस ता र निर्माण उद्योग और ट्रेक्शन में 90% प्रयुक्त होता है। DC मशीन को कु शल योग्य विद्युतकर्मियों द्वारा अधिक देखभाल और अनुरक्षण की आवश्यकता होती है।

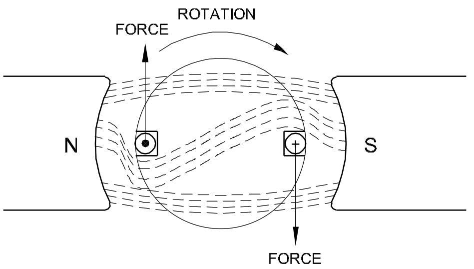
एक DC मोटर का सिद्धान्त (Principles of a DC motor): यह इस सिद्धान्त पर कार्य करती है कि जब भी एक घारावाही चालक को समरूप चुम्बकीय फील्ड में रखा जाता है तो चालक पर एक बल आरोपित होता है जो इसे चुम्बकीय फील्ड के लम्बवत चालित करता है इसको निम्न प्रकार से स्पष्ट किया जा सकता है। Fig 1 में एक चुम्बक द्वारा उत्पन्न समरूप चुम्बकीय फील्ड प्रर्दिशत किया गया है। जबकि Fig 1b में करंट वाही चालक के चारों आर उत्पन्न चुम्कीय फील्ड दिखाया गया है। Fig 1a & 1b के प्रभावों को एक चित्र में संयोजन करके Fig 1c मैगनेट द्वारा उत्पन्न फ्लक्स और धारावाही चालक द्वारा उत्पन्न फलक्स का परिणाम दिखाया गया है। इन दोनों फील्डों की अर्न्तक्रिया के कारण चालक के ऊपर फ्लक्स में वृध्दि होगी और चालक के नीचे कमी होगी जैसा Fig 1c में दिखाया गया है। चालक के ऊपर वृध्दित फ्लक्स एक वक्र पथ बनाता है जो चालक पर नीचे की ओर चलने के लिये एक बल उत्पन्न करता है।

Fig 1



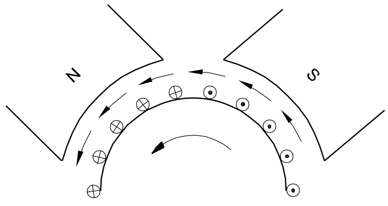
यदि Fig 1 में चालक को एक तार के पाश से Fig 2 के अनुसार प्रतिस्थापित कर दिया जाय तो परिणामित फील्ड चालक की एक भुजा को ऊपर और दूसरे को नीचे ले जाता है यह चालकों के ऊपर एक ऐठन आघूर्ण उत्पन्न करता है और वे घूमने को तैयार होते है यदि घूर्णन के लिये स्वतन्त्र है। लेकिन व्यवहारिक मोटर में इस प्रकार के अनेक चालक/क्वायल होते है Fig 3 में मोटर का एक भाग दिखाया गया है। जब आर्मेचर और फील्ड को एक करंट से आपूर्तित किया जाता है तो आर्मेचर Fig 3 के अनुसार एक बल अनुभव करता है जो इसे वामावर्ती दिशा में घूर्णन करने का प्रयत्न करता है

Fig 2



REACTION OVER A CURRENT CARRYING LOOP BY THE MAGNETIC FIELD

Fig 3



REACTION OVER THE ARMATURE CURRENT CARRYING CONDUCTORS BY THE MAGNETIC FIELD

घूर्णन अथवा गति की दिशा फ्लेमिंग के बायें हाथ के नियम द्वारा ज्ञात की जा सकती है। इस प्रकार आर्मेचर की घूर्णन की दिशा आर्मेचर में करंट की दिशा अथवा फील्ड में ध्रुवता की दिशा परिवर्तित करके परिवर्तित की जा सकती है।

फ्लेमिंग के बायें हाथ का नियम (Fleming's Left Hand rule): चुम्बकीय फील्ड में रखे एक करंट वाहक चालक पर उत्पन्न बल की दिशा इस नियम द्वारा ज्ञात की जा सकती है। जैसा कि Fig 4 दिखाया गया है अंगूठा तर्जनी और मध्य अंगुली को परस्पर इस प्रकार लम्बवत रखें की तर्जनी फ्लक्स की दिशा में मध्य अंगुली चालक में करंट प्रवाह की दिशा में है तो अँगूठे द्वारा चालक की गति की दिशा का संकेत मिलता है।

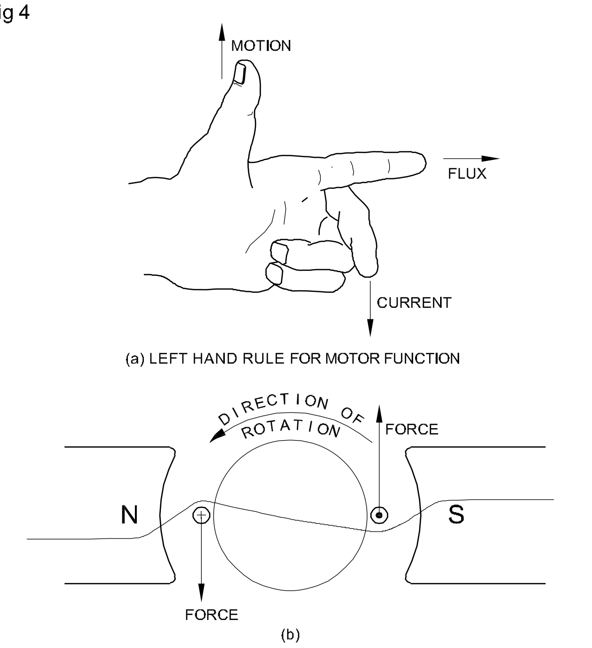
उदाहरण के लिये Fig 4b के अनुसार एक धारावाही क्वायल का लूप उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों के बीच रखा जाता है तो यह वामावर्ती दिशा में घूर्णित होता है।

DC मोटर के प्रकार (Types of DC motors): चूंकि DC मोटर्स रचना में DC जनरेटरों के समरूप होते है उनका भी वर्गीकरण सिरिज शन्ट और यौगिक मोटर की भांति किया जाता है, जो आर्मेचर और आपूर्ति के साथ फील्ड वाइंडिंग के सम्बन्ध पर निर्भर होता है।

जब आर्मेचर और फील्ड Fig 5 के अनुसार सिरिज में सम्बन्धित होते है यह सिरिज मोटर कही जाती है।

जब आर्मेचर और फील्ड आपूर्ति के सिरों पर Fig 6 के अनुसार समान्तर में होते है इसे शन्ट मोटर कहते है।

Fig 4

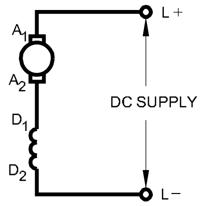


(a) LEFT HAND RULE FOR MOTOR FUNCTION

(b)

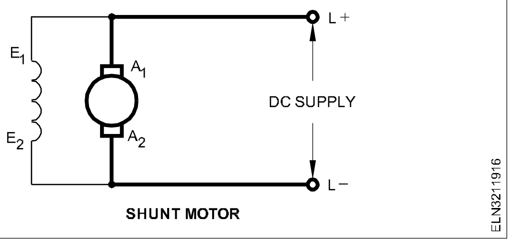
FLEMING'S LEFT HAND RULE

Fig 5



SERIES MOTOR

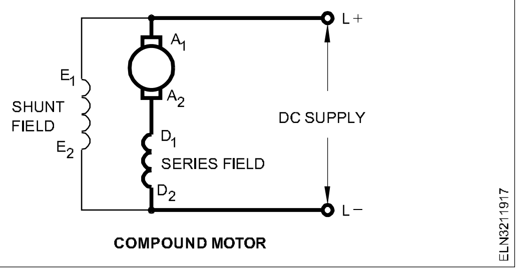
Fig 6



SHUNT MOTOR

जब मोटर में फील्ड क्वायल होते है एक आर्मेचर के साथ सिरिज में और दूसरा समान्तर में जैसा कि Fig 7 में प्रदर्शित किया गया है इसे एक यौगिक मोटर कहते है।

Fig 7



COMPOUND MOTOR

आरोपित वोल्टता बैंकी emf आर्मेचर वोल्टता ड्राप स्पीड और DC मोटर के फ्लक्स के बीच सम्बन्ध और दिशा परिवर्तन की विधि।

DC आरोपित वोल्टता बैक emf आर्मेचर वोल्टता ड्राप, चाल और DC मोटर के फ्लक्स के बीच सम्बन्ध घूर्णन की दिशा परिवर्तन की विधि (The relation between applied voltage, back emf, armature voltage drop, speed and flux of DC motor - method of changing direction of rotation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **आरोपित वोल्टता, बैक emf, आर्मेचर वोल्टता ड्राप-स्पीड-फ्लक्स के बीच सम्बन्ध को स्पष्ट करने में**
- **एक DC मोटर की घूर्णन की दिशा परिवर्तित करने की विधि का वर्णन करने में ।**

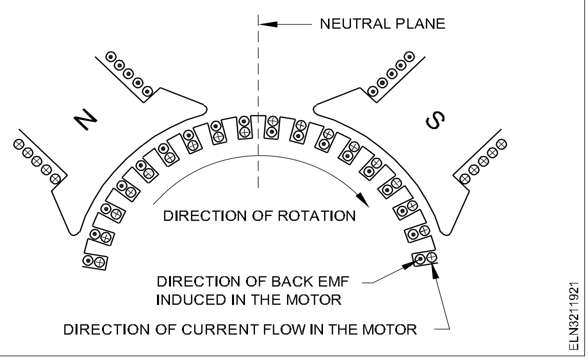
बैंकी emf (Back emf): DC मोटर के आर्मेचर घूर्णन प्रारम्भ होने पर आर्मेचर चालक फील्ड ध्रुवों द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय फ्लक्स को काटता है। इस क्रिया के कारण इन चालकों में emf उत्पन्न होगी। प्रेरित emf ऐसी दिशा में होगी जिससे Fig.1 में प्रदर्शित आर्मेचर चालक में करंट प्रवाह का विरोध हो। चूंकि यह आपूर्ति वोल्टता का विरोध करती है इसे बैंकी emf कहते है। और E_B से व्यक्त की जाती है। इसका मान जनरेटर में प्राप्त मान के समान होगा। इसे निम्न की भांति लिख सकते है।

$$E_b = \frac{\varnothing ZNP}{60A} \text{ volts}$$

प्रेरित (बैक emf की दिशा) फलमिंग के दाहिने हाथ के नियम के अनुसार ज्ञात कर सकते है।

आरोपित वोल्टता (Applied voltage): मोटर टर्मिनल के सिरों पर आरोपित वोल्टता V से व्यक्त की जाती है।

Fig 1



आर्मेचर वोल्टता ड्राप (Armature voltage drop): चूंकि आर्मेचर चालकों का कुछ प्रतिरोध होता है इसलिये तो जब भी वे करंट वहन करते है उनमें एक वोल्टता ड्राप होता है। इसे I_aR_a ड्राप कहते है। क्योंकि यह आर्मेचर करंट I_a और आर्मेचर प्रतिरोध R_a के गुणनफल का समानुड्रापी होता है।

इसका आरोपित वोल्टता और बैक emf से एक निश्चित सम्बन्ध होता है, जैसा कि सूत्र $V = E_b + I_A R_A$

अथवा $I_a R_a = V - E_b$

साथ ही बैक अथवा प्रति emf E_b प्रतिध्रुव फ्लक्स ϕ और स्पीड N पर निर्भर करता है इसलिये अरोपित वोल्टता बैक emf आर्मेचर ड्राप फ्लक्स और स्पीड एक दूसरे से निम्न की भांति सम्बन्धित होते है।

$$E_b = V - I_a R_a$$

$$\frac{\phi ZNP}{60A} = V - I_a R_a$$

$$\therefore N = \frac{(V - I_a R_a) \times 60A}{\phi ZP} \text{ rpm}$$

एक दी गई मोटर के लिय ZPA और 60 स्थिरांक है और एकल अक्षर K से व्यक्त किये जा सकते है

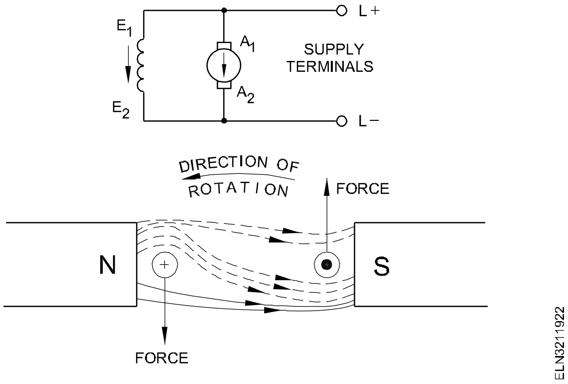
जहाँ $K = \frac{60A}{\phi ZP}$

इसलिय $N = KE_b/\phi$

इससे ज्ञात होता है कि एक DC मोटर की स्पीड E_b के समानुड्रापी और फ्लक्स ϕ का व्युतक्रमानुपाती होता है।

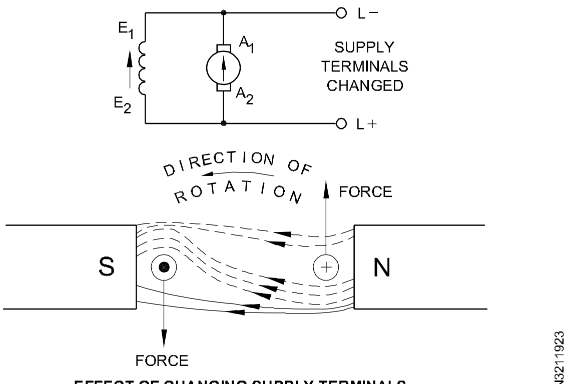
DC मोटर की घूर्णन दिशा का उत्क्रमण (Reversing the direction of rotation of DC motors): एक DC मोटर की घूर्णन दिशा में परिवर्तन आर्मेचर धारा दिशा परिवर्तन अथवा फील्ड करंट परिवर्तन द्वारा की जा सकती है। DC मोटर की घूर्णन दिशा को आपूर्ति सम्बन्धों को आपस में बदलने के (Interchanging) द्वारा नही की जा सकती है क्योंकि यह परिवर्तन, फील्ड और आर्मेचर करंट दोनों को परिवर्तित करता है। इसका प्रभाव Fig 2 & 3 की भांति होता है।

Fig 2



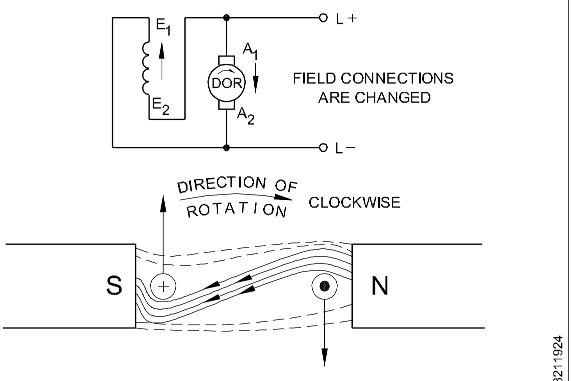
लेकिन जब केवल फील्ड करंट दिशा ही परिवर्तित की जाती है तो Fig 4 के अनुसार घूर्णन दिशा भी परिवर्तित होती है। जब केवल अर्मेचर करंट दिशा परिवर्तित की जाती है तो घूर्णन परिवर्तन की दिशा Fig 5 के अनुसार परिवर्तित होती है।

Fig 3



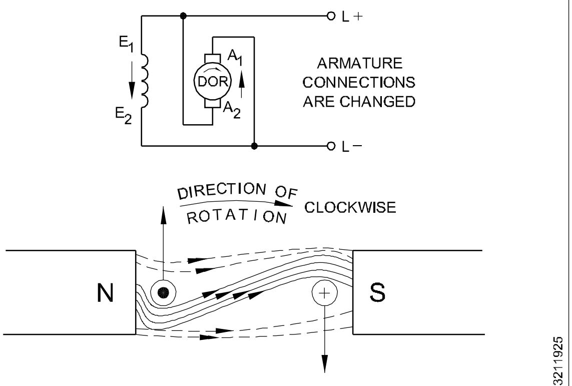
EFFECT OF CHANGING SUPPLY TERMINALS

Fig 4



EFFECT OF CHANGING THE FIELD CURRENT DIRECTION

Fig 5



EFFECT OF CHANGING THE ARMATURE CURRENT DIRECTION

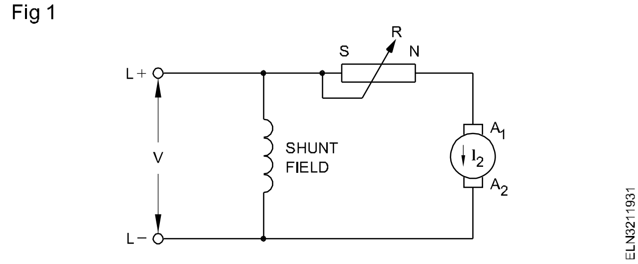
एक कंपाउण्ड मोटर की घूर्णन दिशा को बिना इसके अभिलक्षाणिक को परिवर्तित किये उत्क्रमित (Reverse) करने के लिये आर्मेचर करंट दिशा को परिवर्तित करना सर्वोत्तम विधि है। यदि फील्ड टर्मिनल के परिवर्तित द्वारा घूर्णन दिशा परविर्तित करना आवश्यक होता है तो यह आवश्यक है कि शन्ट और सिरिज दोनों वाइंडिंगों में करंट दिशा परिवर्तित की जाय। अन्यथा मशीन जो कम्यूलेटिव कंपाउण्ड की भांति कार्य कर रही थी उसका अभिलक्षणिक परिवर्तित होकर डिफरेंशियल कंपाउण्ड अथवा इसके विपरीत की भांति होगा।

DC मोटर स्टार्टर्स (DC motor starters)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **एक DC मोटर के लिये स्टार्टर की आवश्यकता बताने में**
- **विभिन्न प्रकार के स्टार्टर उनकी रचना और दो बिन्दु तीन बिन्दु और चार बिन्दु स्टार्टरोंके कार्यान्वन सिद्धान्त को बताने में।**

स्टार्टरों की आवश्यकता (Necessity of starters): चूंकि स्टार्टिंग (Starting) के पूर्व आर्मेचर स्थिर रहता है बैकी emf शून्य होता है क्योंकि यह स्पीड का समानुड्रापी होता है। चूंकि आर्मेचर प्रतिरोध न्युनतम होता है, इसलिये निर्धारित वोल्टता को यदि आर्मेचर पर आरोपित किया जाय यह पूर्ण लोड करंट का कई गुना अधिक करंट लेगी। जिससे अधिक स्टार्टिंग करंट के कारण आर्मेचर के नष्ट हो जाने की हमेशा सम्भावना होती है। इसलिये स्टार्टिंग करंट एक सुरक्षित मान तक सीमित रखना चाहिये। इसलिये इसको 5-10 sec तक स्टार्टिंग के समय आर्मेचर के साथ सिरिज में एक प्रतिरोध सम्मिलित कर दिया जाता है। मोटर को स्पीड प्राप्त हो जाने के बाद बैक emf निर्मित हो जाता है और इसके बैंकीात स्टार्टिंग प्रतिरोध को क्रमशः अलग किया जा सकता है। Fig 1 में इस प्रकार की व्यवस्था दिखाई गई है स्टार्टिंग के समय चल भुजा (Moving arm) को स्थिति S में रख कर प्रतिरोध R को पूर्णरूप से आर्मेचर परिपथ में सम्मिलित किया जाता है। इसके बैंकीात जब मोटर ने स्पीड ग्रहण कर ली है इसको स्थिति N की तरफअलग कर देते है लेकिन इस प्रकार की व्यवस्था पूर्ण रूप से हस्त चालित होती है और इसका निरन्तर देखरेख आवश्यक होता है। उदाहरण के लिये यदि मोटर चल रही है प्रतिरोध R अलग हो जाता है और चल भुजा की स्थिति N होगी। यदि आपूर्ति रूक जाती है मोटर रूक जायेगी लेकिन चल भुजा अब भी स्थिति N में रहेगी। जब आपूर्ति पुनः प्रारम्भ होती है तो आर्मेचर परिपथ में R द्वारा कोई प्रतिरोध सम्मिलित नही होगा। आर्मेचर अधिक करंट ले सकता है और नष्ट हो सकता है इस घटना को रोकने के लिये मोटर परिपथों में एक युक्ति जिसे स्टार्टर कहते है का प्रयोग किया जाता है।

Fig 1



साथ ही स्टार्टिंग समय प्रतिरोध के अपने आप हो जाने से स्टार्टर मोटर को ओवरलोड से रक्षित कर सकते है और मोटर की कुंजी (Switch) को आपूर्ति रूकने पर बन्द कर देगें। यह स्टार्टर कनेक्टिंग टर्मिनल की संख्या के अनुसार कहे जाते है जो इसके बाद बताये जायेंगें।

स्टार्टरों के प्रकार (Types of starters): DC मोटर को प्रवर्धित (Start) करने के लिये स्टार्टर (Starter) तीन प्रकार के होते है।

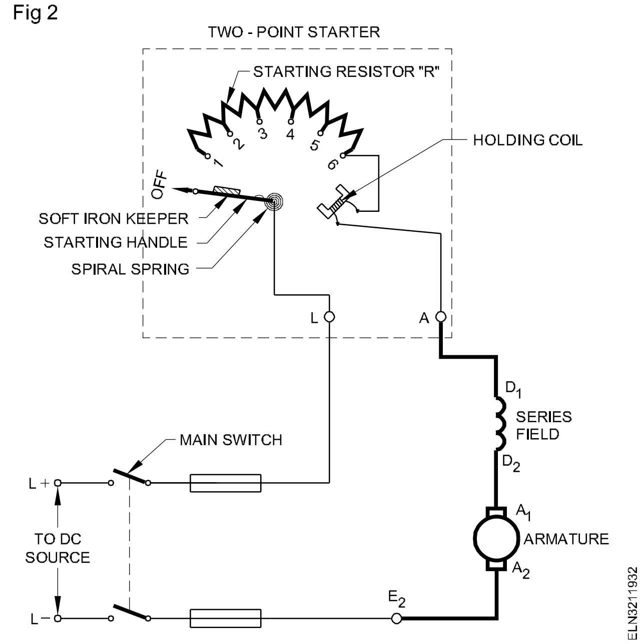
- दो बिदुं स्टार्टर
- तीन बिन्दु स्टार्टर
- चार बिन्दु स्टार्टर

दो बिन्दु स्टार्टर (Two - point starters): इसमें निम्न घटक होते है

- मोटर स्टार्टिंग के लिये आवश्यक सिरिज प्रतिरोध
- सम्पर्क (पीतल स्टड) और संपर्क भुजा जो आर्मेचर परिपथ में प्रतिरोध को सम्मिलित करने अथवा अलग करने के लिये आवश्यक होती है।
- हैण्डिल पर एक स्प्रिंग जो आपूर्ति न होने पर हैण्डिल को बन्द स्थिति में लाती है।
- एक वैद्युत चुम्बक जो हैण्डिल को रनिंग स्थिति में रखने के लिये होता है।

एक DC सिरिज मोटर के साथ हमेशा दो बिन्दु स्टार्टर प्रयोग में लाया जाता है। स्टार्टिंग प्रतिरोध वैद्युत चुम्बक आर्मेचर और सिरिज फील्ड सभी Fig 2 के अनुसार सिरिज में सम्बन्धित होते है। जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

Fig 2



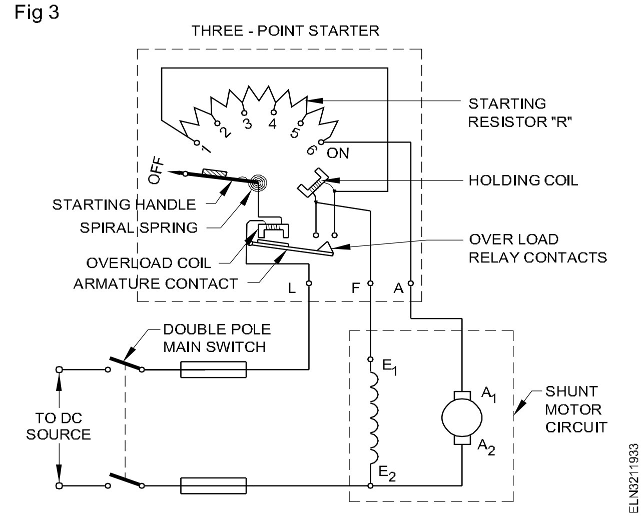
जब भुजा को प्रथम सम्पर्क बिन्दु में लाते है परिपथ पूरा होता है और आर्मेचर घूर्णित होना प्रारम्भ कर देता है। आर्मेचर स्पीड में वृद्धि होने पर भुजा के धीरे से वैद्युत चुम्बक के दाहिनी ओर ले जाते है जिससे स्टार्टर प्रतिरोध कम हो जाता है। जब भुजा वैद्युत चुम्बक के विपरीत होती है तो कुल स्टार्टर प्रतिरोध परिपथ से अलग हो जाता है।

मोटर की निर्धारित आर्मेचर करंट को ले जाने के लिये वैद्युत चुम्बक को मोटे गेज के तार से वाउंड करते है। इससे जब मोटर कार्य करता है, हैण्डिल स्पीडू स्थिति में रहता है । हैण्डिल पुनः बन्द स्थिति में स्प्रिंग क्रिया के कारण आ जाता है जब वैद्युत चुम्बक आपूर्ति रूकने पर अचुम्बकित हो जाती है यह स्टार्टर सामान्यतः ओवरलोड के लिये सुरक्षित नही होगा।

तीन बिन्दु स्टार्टिंग (Three - point starter): Fig 3 में एक तीन (टर्मिनल बिन्दु) स्टार्टर का आन्तरिक आरेख दिखाया गया है। जो एक दिष्ट शन्ट मोटर से सम्बन्धित है दिष्ट करंट अपूर्ति को स्टार्टर से जोडा जाता है और मोटर परिपथ को एक द्विध्रुव (Double pole) कुंजी और उपयुक्त

फ्यूज के साथ सम्बन्धित किया जाता है। स्टार्टर में एक इंसुलेटर हैण्डिल अथवा हैंडल प्रचालक के उपयोग के लिये होती है। स्टार्टर के हैंडल को आफ स्थिति से पहले पीतल के कांटेक्ट तक लाने पर आर्मेचर स्टार्टिंग रेजिस्टेंस से होकर लाइन से संयोजित होता है। ध्यान दें कि आर्मेचर कुल स्टार्टिंग प्रतिरोध के साथ सिरिज में है। रोक (Holding) क्वायल के साथ सिरिज में शन्ट फील्ड भी लाइन के सिरों पर जोडा जाता है इस प्रचालन स्थिति में प्रतिरोध द्वारा आर्मेचर में प्रारम्भिक करंट की अधिकता को सीमित कर दिया जाता है साथ ही फील्ड करंट अच्छे स्टार्टिंग आघूर्ण को देने के लिये

Fig 3



अधिकतम मान पर होती है।

जब हैण्डिल भुजा को दाहिनी ओर ले जाते है स्टार्टिंग प्रतिरोध कम होता है और मोटर क्रमशः गतिमान होती है अन्तिम सम्पर्क पहुंच जाने पर आर्मेचर सीधा आपूर्ति सिरों से सम्बन्धित हो जाता है और मोटर की स्पीड पूर्ण हो जाती है।

रोक क्वायल का सम्बन्ध सिरिज एक शन्ट फील्ड के साथ होता है जिससे फील्ड मोचन (Release) न हो। यदि फील्ड परिपथ दुघटर्ना वश खुल जाता है और यदि आर्मेचर लाइन के सिरों पर जुडा रह जाता है मोटर की स्पीड अत्यधिक हो जाती है। इस स्पीड में वृद्धि को रोकने के लिये रोक क्वायल को फील्ड के साथ सिरिज में सम्बन्धित कर देते है। फील्ड में एक खुले परिपथ के होने पर रोक क्वायल में कोई करंट नही होगी जिससे यह अचुम्बकित होगा और स्प्रिंग क्रिया भुजा को बन्द स्थिति में ले जायेगी।

एक ओवरलोड क्वायल मोटर के ओवरलोडिंग से क्षति को रोकने के लिये होता है लोड की सामान्य स्थिति के अर्न्तगत O/L क्वायल द्वारा उत्पन्न फ्लक्स आर्मेचर सम्पर्क को आकर्षित करने की स्थिति में नही होगा। जब लोड करंट एक निश्चित निर्धारित मान से परे हो जाती है तो O/L क्वायल का फ्लक्स ओवरलोड रिले कांटेक्ट को आकर्षित करेगा। रिले कांटेक्ट के सम्पर्क बिन्दु रोक क्वायल को लघु पथित कर अचुम्बकित करेंगे। इससे हैण्डिल सर्पिल स्प्रिंग तनाव के कारण बन्द स्थिति में ले आने के योग्य होता है।

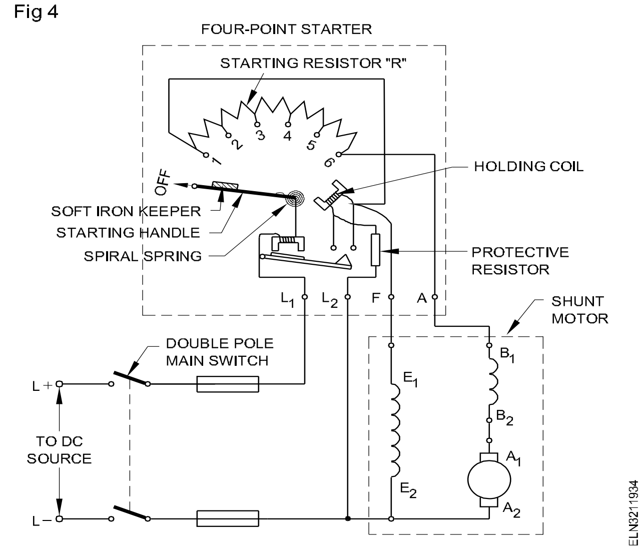
इस प्रकार के स्टार्टर का उपयोग शन्ट और यौगिक दोनों प्रकार की मोटर को स्टार्टर करने के लिये प्रयोग में लाया जा सकता है। लेकिन तीन बिन्दु स्टार्टर मोटर स्पीड को फील्ड नियामक द्वारा नियन्त्रित करने पर ट्रिप हो जायेगा। इसका कारण नीचे की भांति स्पष्ट किया जा सकता है।

जब शन्ट अथवा कंपाउण्ड मोटर की स्पीड को निर्धारित स्पीड से अधिक करना होता है तो फील्ड नियंत्रणी में प्रतिरोध, फील्ड करंट को कम करने के लिये बढाया जाता है। जिससे फील्ड फ्लक्स भी बढता है। ऐसा करने पर रोक क्वायल जो फील्ड के साथ सिरिज में है अति लघु करंट प्राप्त करता है, जिससे होल्डिंग क्वाइल हैण्डिल पर कम रोक बल उत्पन्न करता है।

यही बल सर्पिल स्प्रिंग के तनाव के साथ होता है जब करंट का मान एक विशेष मान से कम हो जाता है हैण्डिल खुल स्थिति में बाहर आकर बन्द स्थिति पर पहुंच जाता है। यह एक अवांछित प्रभाव होता है । इसको दूर करने के लिये तीन बिन्दु स्टार्टर परिपथ में संशोधन किया जाता है और रोक क्वायल परिपथ फील्ड परिपथ से स्वतन्त्र रखा जाता है। इस प्रकार के स्टार्टर को चार बिन्दु स्टार्टर कहते है।

चार बिन्दु स्टार्टर (Four - point starter): अनुप्रयोगों में जहां मोटर को निर्धारित स्पीड से अधिक कई स्पीडों तक बढ़ाना होता है एक चार टर्मिनल मुख पटटी स्टार्टर मोटर के साथ प्रयुक्त किया जाता है। चार (टर्मिनल) बिन्दु स्टार्टर Fig.4 के अनुसार तीन बिन्दु स्टार्टर से इसलिये भिन्न होता है कि रोक क्वायल शन्ट फील्ड के साथ सिरिज में सम्बन्धित नही किया जाता है इसे एक प्रतिरोध के साथ आपूर्ति के सिरों पर सिरिज में जोडा जाता है। यह प्रतिरोध रोक क्वायल में करंट को वांछित मान तक सीमित कर देता है। रोक क्वायल एक फील्ड रहित संरोकने के स्थान पर वोल्टता रहित संरोकने का काम करता है। यदि लाइन वोल्टता को एक वाछित मान से कम हो जाती है, तो रोक क्वायल का चुम्बकीय आकर्षण कम हो जाता है और तब स्प्रिंग स्टार्टर हैण्डिल को बन्द स्थिति में खींच लाती है।

Fig 4



एक DC मोटर में आघूर्ण फ्लक्स और आर्मेचर करंट का सम्बन्ध (Relation between torque, flux and armature current in a DC motor)

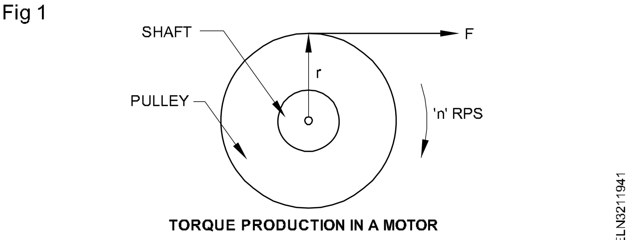
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **आघूर्ण फ्लक्स और आर्मेचर करंट के बीच सम्बन्ध को स्पष्ट करने में**
- **मिट्रिक एचपी, लोड धारा, निर्धारित वोल्टता, आघूर्ण और दिष्ट मोटर की स्पीड से सम्बन्धित प्रश्नों को हल करने में ।**

आर्मेचर करंट फ्लक्स और आघूर्ण के बीच सम्बन्ध (Relation between armature current , flux and torque):

आघुर्ण (torque): एक बल का घूर्णन अथवा ऐठन गति आघूर्ण कहलाता है। यह बल और पुली के अर्धव्यास के गुणनफल के बराबर होता है।

माना कि r मीटर अर्धव्यास की एक पुली है जो एक परिधीय बल f न्यूटन पर कार्य करती है। और Fig 1 के अनुसार 'n' rps की स्पीड पर घूर्णित होती है।

Fig 1



TORQUE PRODUCTION IN A MOTOR

इस स्थिति में आर्घूण T = F x r न्यूटन मीटर (nm)

इस बल द्वारा एक चक्र में

किया गया कार्य = बल x दूरी

F x 2πr जूल्स

एक सेकेण्ड में उत्पन्न शक्ति = F x 2πr x n जूल / सेकण्ड या

= (F x r)2πn वाटस

अथवा वाट रेडियन/ सेकण्ड में = (F x r)2πn वाटस चूंकि 2πN

कोणीय वेग W है और (F x r) = आघूर्ण T

उत्पनन शक्ति = T x ω watts

P = tw वाटस

माना कि न्यूटन मीटर में एक मोटर के आर्मेचर द्वारा उत्पन्न आघूर्ण Ta है और rps में आर्मेचर की स्पीड n है। तो आर्मेचर में उत्पन्न शक्ति = Ta 2πn Watts

जैसा कि हमें ज्ञात है कि वैद्युत शक्ति को यांत्रिक शक्ति में परिवर्तित किया जाता है।

आर्मेचर को आपूर्तित वैद्युत शक्ति = $E_b I_A$

यहां E_b बँकी emf है।

I_a आर्मेचर करंट है।

आर्मेचर को आपूर्तित वैद्युत शक्ति = आर्मेचर में उत्पन्न यांत्रिक शक्ति

हमें प्राप्त होता है $E_b I_a = T_a\, 2\pi n$

चूंकि है। $E_b = \dfrac{\varnothing ZnP}{A}$ volts r.p.s में)

$$T_a \times 2\pi n = \frac{\phi ZnP}{A} \times I_a$$

प्रतिगुणनफल से हमें प्राप्त होता है

$$T_a = \frac{\varnothing ZP \times I_a}{2\pi A} \text{ Newton - metre}$$

$$\text{or } T_a = \frac{0.159\, \varnothing ZP}{A} \times I_a \text{ Newton - metre}$$

एक दिये गये मोटर के लिये ZP और A स्थिरांक है क्योंकि वे बनावट (design) पर निर्भर करते है

$\dfrac{0.159ZP}{A}$ को एक स्थिरांक K लिया जा सकता है

तब $Ta = K\phi I_a$

जहां वेबर में ϕ फ्लक्स ध्रुव है

Ia आर्मेचर करंट है

$$K = \frac{0.159ZP}{A}$$

Ta नयूटन मीटर में आर्मेचर आघूर्ण है इसलिये हम कह सकते है कि DC मोटर का आघूर्ण फील्ड फ्लक्स और आर्मेचर करंट का समानुड्रापी होता है।

अन्य सूत्र जो आघूर्ण देता है

$$T_a = \frac{9.55 \times E_b I_a}{N} \text{ नयूटन मीटर}$$

जहां N rpm में स्पीड है।

शाफ्ट आघूर्ण (Shaft torque): ऊपर गणना की गई है कि पूर्ण आर्मेचर आघूर्ण उपयोगी कार्य करने के लिये उपलब्ध नही होता क्योंकि मोटर में ह्रास होता है।

> **आघूर्ण जो कार्य करने के लिये उपलब्ध होता है उसे शाफ्ट अथवा निर्गत आघूर्ण कहते है और T_{sh} से व्यक्त किया जाता है।**

(Ta-Tsh) अन्तर मोटर के बन्धन ह्रास के कारण आघूर्ण ह्रास होता है

$$\text{एक HP मीट्रिक} = \frac{2\pi n T_{sh}}{735.5} = \frac{2\pi N T_{sh}}{60 \times 735.5} \text{HP}$$

जहां n rps में स्पीड है और N rpm में स्पीड है और Tsh न्यूनटन मीटर में शैफ्ट आघूर्ण है। यदि आघूर्ण Kg मीटर मे है तो निम्न के अनुसार इसे न्यूटन मीटर में परिवर्तित किया जा सकता है।

न्यूटन मीटर = Kg mter x 9.81

उदाहरण 1 (Example): एक 250V चार ध्रुव वेव वाइंडिंग DC सिरिज मोटर के आर्मेचर में 782 चालक है यह इसमें एक योगित आर्मेचर और सिरिज फील्ड प्रतिरोध 0.75 ohm है मोटर 40A धारालेती है। इसकी स्पीड आर्मेचर आघूर्ण और HP का आकलन करें यदि प्रतिध्रुव फ्लक्स 25 mw है।

$E_b = V - I_a R_a$

= 250 – (40 x 0.75)

= 250 – 30 = 220Volts

इसलिये $E_b = \frac{\phi ZnP}{A}$ Volts

$$N = \frac{E_b \times 60 \times A}{\phi ZP} = \frac{220 \times 60 \times 2}{25\,10^{-3} \times 782 \times 4}$$

$$= \frac{220 \times 60 \times 2 \times 10^{-3}}{25 \times 782 \times 4} = 338 \text{ rpm.}$$

$$T_a = \frac{9.55 \times E_b I_a}{N} = \text{Nm}$$

$$T_a = \frac{9.55 \times 220 \times 40}{338} = 248.64 \text{ Nm.}$$

माना कि आर्मेचर आघूर्ण T_a = शैफ्ट आघूर्ण T_{sh}

मीट्रिक HP

$$= \frac{2\pi N T_{sh}}{60 \times 735.5} = \frac{2 \times 22 \times 338 \times 248.64}{7 \times 60 \times 735.5}$$

= 11.97 HP metric.

उदाहरण 2 (Example): एक 220V DC शन्ट मोटर की स्पीड 500rpm है। जब कि आर्मेचर में करंट 50A है। आर्मेचर प्रतिरोध 0.2 ohm हो तो आघूर्ण को दोगुना कर देने पर स्पीड की गणना करें।

आघूर्ण $I_a \phi$ का समानुड्रापी है लेकिन ϕ स्थिरांक है इसलिये शन्ट मोटर के लिये $T \alpha I_a$

इसलिये $T_{a1} \alpha I_{a1}$ और $T_{a2} \alpha I_{a2}$

इसलिये $\frac{T_{a2}}{T_{a1}} = \frac{I_{a2}}{I_{a1}}$

T_{a2} को T_{a1} का दोगुना करने पर हमें $\frac{T_{a2}}{T_{a1}} = 2$ प्राप्त होता है।

$$2 = \frac{I_{a2}}{I_{a1}} = \frac{I_{a2}}{50}$$

इसलिये I_{a2} = 50 x 2 = 100 amps

$E_{b1} = V - I_a R_a$

= 220 – (50 x .2)

= 220 – 10 = 210Volts

$E_{b2} = V - I_a R_a$

E_{b2} = 220 – (100 x .2)

= 220 – 20 = 200 volts.

अब $\frac{N_2}{N_1} = \frac{E_{b2}}{E_{b1}}$

$$= \frac{N_2}{500} = \frac{200}{210}$$

इसलिये

$$N_2 = \frac{200 \times 500}{210} = 476 \text{ rpm}$$

DC मोटर स्टार्टरों की सेवा और रखरखाव (Service and maintenance of DC motor starters)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

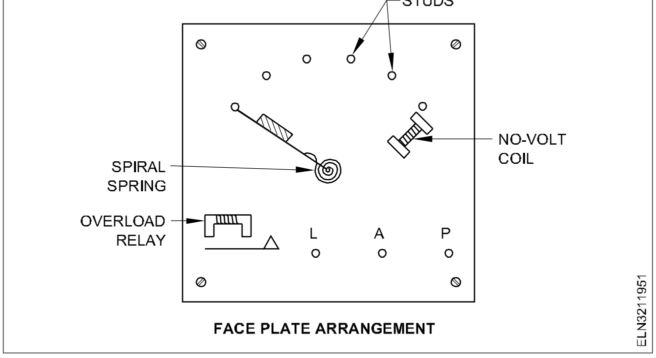
- **DC स्टार्टर का अनुरक्षण सेवायी और दोष निवारण करने में**
- **हैण्डिल को उसके स्प्रिंग तनाव और स्टड के सम्पर्क दाब की जाँच करने में**
- **वोल्ट रहित क्वायल समुच्यय की जाच करने में**
- **वांछित करंट निर्धारण के लिये अतिलोड रिले का समंजन करने में ।**

स्टार्टर की सेवायी (Servicing the starter): तीन बिन्दु और चार बिन्दु प्रवर्तक का प्रतिरोध कुण्डलित युरेका तार से होता है जो स्टड्स और स्टार्टर केबीच अवस्थिति रहता है। Fig 1 के अनुसार पीतल के स्टड स्टार्टर आमुख पटटी पर अर्ध वृत्ताकार आकृति में व्यवस्थित रहते है। स्टड इंसुलेटेड आमुख पटटी पर दृढता से आबद्ध होते है। अनुरक्षण के समय स्टड को शून्य नम्बर के रेगमाल से यदि खुररुरा भाग छोटी है रगडना चाहिये और गर्तन तथा बडे बर्र के लिये चिकनी रेती का प्रयोग करने के बँकीात एक सम्पर्क स्वच्छक से उचित रूप से स्वच्छ कर देना चाहिये। यदि स्टार्टर प्रतिरोध खुला पाया जाता है तो उसे एक नये प्रतिरोध क्वायल से जो निर्माताअें के मूल निर्धारण के अनुसार है लगा कर देना चाहिये।

Fig 2 & 3 क्रमशः 3 और 4 बिन्दु के योजना बद्ध आरेख प्रदर्शित करती है।

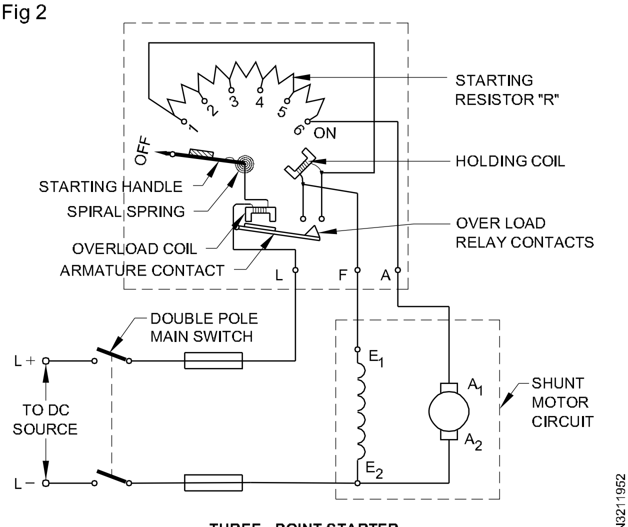
हैण्डिल (Handle): आमुख पटटी स्टार्टर का हैण्डिल सर्पिल स्प्रिंग से जुडे गति योग्य भुजा से बना होता है जो वोल्ट रहित क्वायल की चुम्बकीय क्रिया के विरोध में कार्य करता है। स्प्रिग के निर्बल हो जाने पर आपूर्ति के बन्द हो जाने पर भी भुजा अपनी बन्द स्थिति में नही आयेगी।

Fig 1



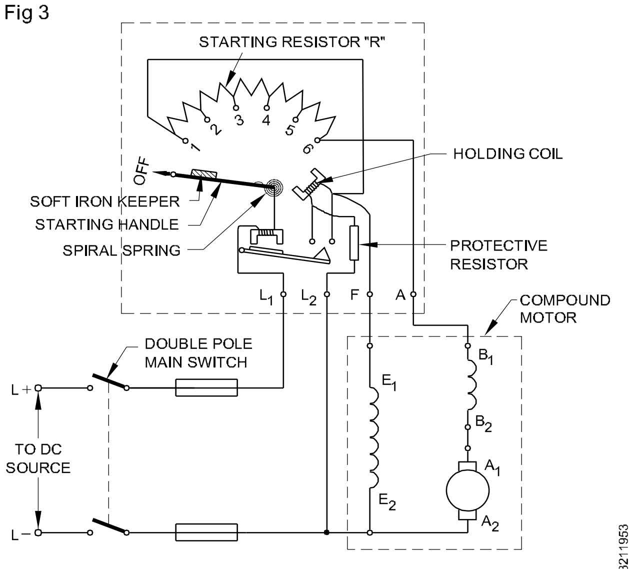
FACE PLATE ARRANGEMENT

Fig 2



THREE - POINT STARTER

Fig 3

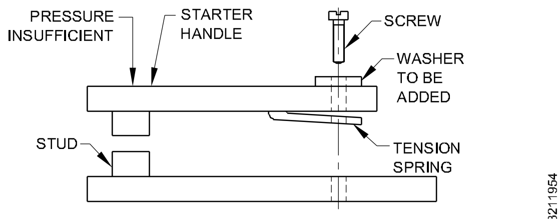


FOUR – POINT STARTER

अनुरक्षण के समय इन बिन्दुओं की जांच करना होता है। यदि स्टार्टर हैण्डिल शक्ति आपूर्ति बध्द होने पर बन्द स्थिति में नही आता है तो निर्माता निर्धारण के अनुसार स्प्रिंग का बदलना आवश्यक होता है।

अनुरक्षण के समय यह भी सुनिश्चित कर लें कि भुजा का चल सम्पर्क आमुख पटटी के पीतल स्टड पर उचित रबाव, उपलब्ध है। यदि उचित दाब नही है तो स्टार्टर हैण्डिल के शीर्ष पर पेंचों की एक या दो चपटे वाशर्स की सहायता से अवस्थित कर देना चाहिये। (Fig 4)

Fig 4

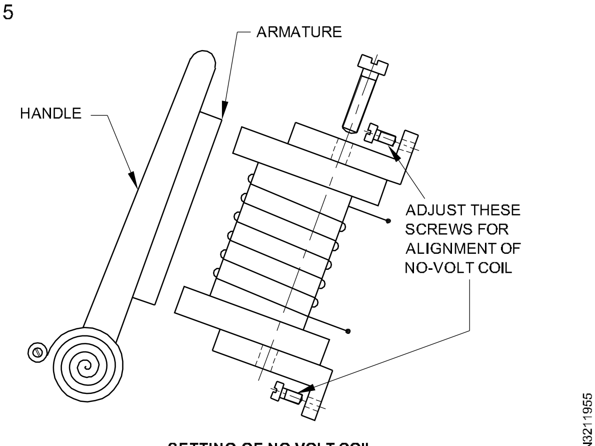


ADJUSTING THE STUD PRESSURE

शून्य वोल्टता क्वायल समुच्चयन का अनुरक्षण और सेवायी (Maintenance and servicing of no-volt coil assembly): तीन बिन्दु स्टार्टर के लिए में शून्य वोल्ट क्वायल फील्ड वाइंडिंग के साथ सिरिज में सम्बन्धित होता है और 4 बिन्दु स्टार्टर में एक सीमक प्रतिरोध से एक आपूर्ति से समान्तर में जोडा जाता है। शून्य वोल्टता क्वायल एक महीन रोधित तार से वाउंडिंग किया रहता है और इसमें कुछ चक्कर होते है।

जब हैण्डिल को प्रचालित स्थिति में ले जाया जाता है तो हैण्डिल के आर्मेचर को शून्य वोल्ट क्वायल कोर की बाडी से स्पर्श करना चाहिये। यदि कोर की बाडी उचित रूप से स्पर्श नही कर रहा है तो कोर/ कुण्डली की बाडी को लंगे पेचों को ढीला करें और कोर को समजित करके पेचों को कस दें। (Fig 5)

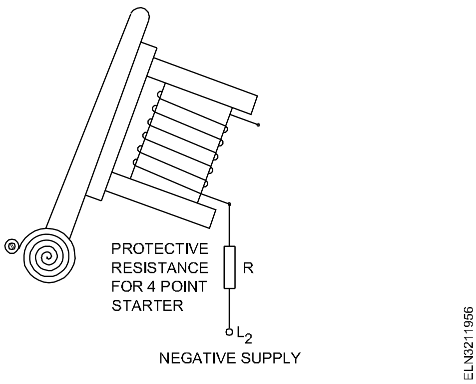
Fig 5



SETTING OF NO-VOLT COIL

यदि NVC ऊर्जित नही होता है तो NVC की स्थिति को देख कर जांच करें। क्वायल के प्रतिरोध और मान को मापित करें उसके इंसुलेशन मान को मापे और इन प्रेक्षणों को लिख लें। इन मानो की आवर्ती जांच करें और इनकी तुलना मूल निर्माता आंकडों से करें। किसी भी प्रकरण में किसी भी समय यदि कोई मान सामान्य मान का 80% से कम है तो उसे विनिर्देशन के नये शून्य वोल्ट कुण्डल से बदल दें कर दें। एक चार बिन्दु स्टार्टर के प्रकरण में ऊपर की भांति शून्य वोल्ट क्वायल की जांच करें। यदि सही पाया जाय तो प्रोटेक्टिव प्रतिरोध की जांच एक मल्टीमीटर से करें। दोषित पाये जाने पर उसी निर्धारा के प्रतिरोध द्वारा उसे बदल दें। (Fig 6)

Fig 6

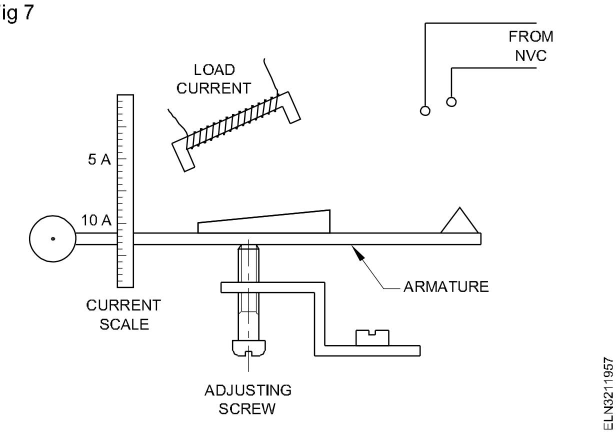


अतिलोड रिले क्वायल मोटे गेज के रोधित तार से वाउंड होता है जो लोड करंट को ले जाने के लिये उपयुक्त होता है चक्करों की संख्या बहुत कम होती है। जब लोड करंट निर्धारित करंट से अधिक होती है तो अति लोड क्वाइल की बाडी का चुम्बकीय बल रिले का चुम्बकीय दृढता कांटेक्ट को आकर्षित करने के लिये पर्याप्त होगी। रिले कांटेक्ट का ऊपर की ओर चलना शून्य वोल्ट क्वायल के टैपिंग सम्पर्क को लघु पथित कर देता है जिससे शून्य वोल्ट क्वायल में करंट उपपथित (bypass) हो जाती है और शून्य वोल्ट क्वायल का अचुम्बकन होता है जिससे हैण्डिल बन्द स्थिति में चला जाता है।

अतिलोड रिले का अनुरक्षण (Maintenance of overload relay) (Fig 7): स्टॉर्टर पृष्ठ पटटी के बायी ओर हैण्डिल के पास एक चुम्बकीय अति लोड रिले होता है नीचे की ओर अति लोड रिले के साथ रिले कांटेक्ट होता है जो मोटर की लोड करंट के साथ समंजित किया जाता है।

अतिलोड रिले के परीक्षण के लिये मोटर को लोडेड करके अति लोड रिले के ट्रिपिंग को देखा जाता है यदि अति लोड रिले लघु करंट अथवा उच्च करंट मान पर ट्रिप कर जाता है जब उसकी तुलना सेट करंट मान से की जाती है तो करंट पैमाने को पुनः अंशांकित करना होता है।

Fig 7



शून्य वोल्ट क्वायल (No - voltcoil) के तल पर खडखडाने का शोर पाये जााने पर कोर व बाडी के तल और आर्मेचर को स्वच्छ करने की आवश्यकता होती है। दोष निवारण प्रक्रिया के लिये व्यापार प्रयोगिक अभ्यास में दिये गये चार्ट को देखें।

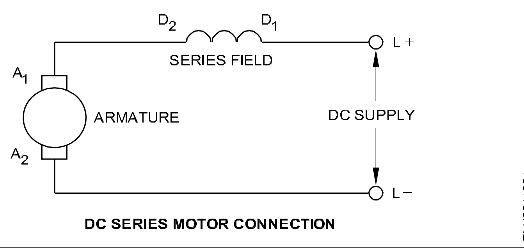
एक DC सिरिज मोटर के अभिलक्षणिक और अनुप्रयोग (Characteristics and applications of a DC series motor)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एक सिरिज मोटर के अभिलक्षणों को स्पष्ट करें**
  - **आघूर्ण के सापेक्ष लोड**
  - **स्पीड के सापेक्ष लोड**
  - **स्पीड के सापेक्ष आघूर्ण**
- **एक DC सिरिज मोटर के उपयोगों को बताने में**
- **एक DC सिरिज मोटर की घूर्णन दिशा को परिवर्तित करने की विधि स्पष्ट करने में**
- **मोटर के लोडिंग विधि को बताने और रोक (brake) परीक्षणों का स्पष्टी करण करने में ।**

DC सिरिज मोटर (DC series motors) : DC सिरिज मोटर में DC सिरिज जनरेटरों की भांति फील्ड आर्मेचर के साथ सिरिज में Fig 1 के अनुसार सम्बन्धित होते हैं। सम्बन्धन की इस विधि के कारण आर्मेचर से प्रवाहित कुल करंट फील्ड से भी प्रवाहित होना चाहिये। इस लिये लोड में परिवर्तन के साथ फील्ड प्रबलता भी परिवर्तित होती है।

Fig 1



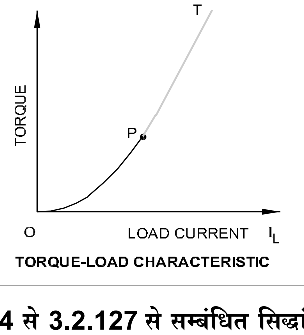
DC SERIES MOTOR CONNECTION

एक DC सिरिज मोटर का स्टार्टिंग आघूर्ण अति उच्च होता है कुछ मोटर्स में यह पूर्ण लोड आघूर्ण का पांच गुना तक हो सकता है। साथ ही DC सिरिज मोटर की स्पीड लोड के साथ परिवर्तित होती है।

DC सिरिज मोटरों के अभिलक्षणिक (Characteristics of DC series motors): एक DC सिरिज मोटर में आघूर्ण T फ्लक्स ϕ और आर्मेचर करंट I_A के समानुड्रापी होता है। स्पीड फ्लक्स की विलोमानुड्रापी होती है इन घटकों के बीच का सम्बन्ध अर्थात आघूर्ण बनाम लोड, स्पीड बनाम लोड, और आघूर्ण बनाम स्पीड को एक ग्राफ पर आरेखित किया जाता है और इन्हें मोटर्स का अभिलक्षणिक वक्र कहते है। इन अभिलक्षणों के अध्ययन से हमें मोटर्स के विभिन्न परिस्थितियों में व्यवहार का ज्ञान होता है।

DC सिरिज मोटर का आघूर्ण लोड अभिलक्षणिक (Torque load characteristics of the DC series motor): Fig.2 में एक DC सिरिज मोटर का आघूर्ण लोड अभिलक्षणिक दिखाया गया है। लघु अथवा हल्के लोड पर आघूर्ण निम्न आर्मेचर करंट और निम्न फील्ड फ्लक्स के कारण कम होता है। लेकिन लोड में वृद्धि होने पर आघूर्ण भी आर्मेचर करंट के

Fig 2



TORQUE-LOAD CHARACTERISTIC

वर्ग के समानुड्राप में वक्र के बिन्दु P तक बढता है। इसको सूत्र T = आर्मेचर करंट और फील्ड फ्लक्स का समानुड्रापी होता है से स्पष्ट किया जा सकता है। $T \alpha I_a \phi_{se}$ चूंकि ϕ_{se} I_{se} का समानुपती है साथ ही I_{se} आर्मेचर करंट का समानुपती है इसलिये हमें निम्न प्राप्त होता है

$T \alpha I_a \cdot I_{se}$

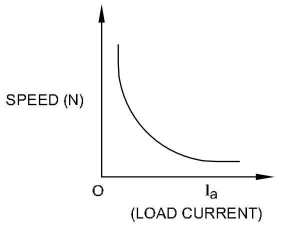
$T \alpha I_a \cdot I_a$

$T \alpha I_a^2$.

बिन्दु P से वक्र एक सीधी रेखा हो जाती है जो यह व्यक्त करती है कि आघूर्ण केवल आर्मेचर करंट का समानुड्रापी होता है क्योंकि फील्ड कोर संतृप्त हैं इस वक्र से ज्ञात होता है कि हल्के लोडों पर आघूर्ण कम होता है और अधिक लोडों पर इसमें वृद्धि होती है। साथ ही एक DC सिरिज मोटर की स्टार्टिंग (Starting) करंट लगभग पूर्ण लोड करंट का 1.5 गुना होती है और यदि ध्रुवों को पूर्ण संतृप्त मान कर न चलें तो आघूर्ण पूर्ण लोड आघूर्ण का 2.25 गुना (1.5^2) होता है।

स्पीड बनाम लोड अभिलक्षणिक (Speed Vs load characteristics): Fig.3 में एक DC सिरिज मोटर के स्पीड लोड अभिलक्षणिक वक्र को प्रदर्शित किया गया है। वक्र से यह स्पष्ट है कि लोड के कम होने पर स्पीड अधिक होती है और लोड के बढ्ने पर स्पीड कम होती है। चूंकि दिखाया गया वक्र लघु लोड धाराओं पर Y अक्ष के समान्तर है इससे यह अनुमान लगायाजा सकता है कि जल लोड कम है तो स्पीड एक संकट मय मान प्राप्त करती है। इसलिये DC सिरिज मोटर बिना लोड के बहुत कम प्रयोग में लायी जाती है। बेल्ट चालकों का प्रयोग करते समय जब लोड नही है तो बेल्ट के टूट जाने या बाहर सरक जाने का ध्यान रखना चाहिये, इसको रोकने के लिये लोड को प्रायः सीधा अथवा गियर्स से होकर एक DC सिरिज मोटर से सम्बन्धित करते है।

Fig 3



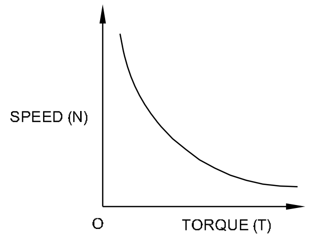
SPEED-LOAD CHARACTERISTIC

ELN3211963

स्पीड आघूर्ण अभिलक्षणिक (Speed - torque characteristics) Fig 4 में एक DC सिरिज मोटर के स्पीड आघूर्ण अभिलक्षणिक को दिखाया गया है जिससे ज्ञात होता है कि आघूर्ण के कम होने पर स्पीड अधिक होती है। यह निम्न या कम फील्ड फ्लक्स ($N \alpha 1/\phi$) के कारण होता है। आघूर्त में वृद्धि होने से मोटर अधिक करंट लेती है जिससे स्पीड कम हो जाती है। यह वृद्धित फील्ड फ्लक्स के कारण होता है जो DC सिरिज फील्ड में बढ़े लोड करंट के कारण होता है।

DC सिरिज मोटर के उपयोग (Uses of a DC series motor): DC सिरिज मोटर का उपयोग उन अनुप्रयोगों में होता है जहां आघूर्ण और स्पीड आवश्यकतायें ज्यादा परिवर्तित होती है और ऐसे कार्यो में जहां लोड स्टार्टिंग आघूर्ण और चलन में उच्च त्वरण दर की आवश्यकता होती है जैसे लिफ्ट, क्रेन्स और हैवी निर्माण ट्रक्स।

Fig 4



SPEED-TORQUE CHARACTERISTIC

ELN3211964

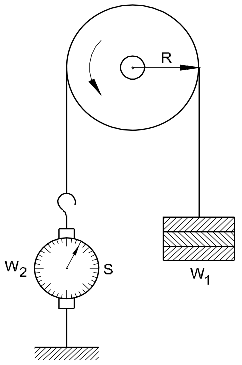
एक DC सिरिज मोटर के घूर्णन दिशा परिवर्तन की विधि (Method of changing the direction of rotation of a DC series motor): फ्लेमिंग के बाये हाथ के अनुसार DC सिरिज मोटर में आर्मेचर की घूर्णन दिशा ज्ञात की जा सकती है। फ्लेमिंग के बाये हाथ के नियम के अनुसार फील्ड की ध्रुवता में परिवर्तन करके अथवा आर्मेचर में करंट परिवर्तन करके घूर्णन की दिशा को परिवर्तित किया जा सकता है। लेकिन यदि आपूर्ति की ध्रुवता में परिवर्तन किया जाय तो फील्ड की ध्रुवता और आर्मेचर में करंट की दिशा दोनों में परिवर्तन होता है। जिससे घूर्णन की दिशा अपरिवर्तित रहेगी। इसलिये एक DC सिरिज मोटर में घूर्णन की दिशा फील्ड अथवा आर्मेचर संयोजन में परिवर्तन करके परिवर्तित की जा सकती है।

एक DC सिरिज मोटर लोड की विधि (Method of loading a DC series motor): एक DC सिरिज मोटर को बिना लोड कभी भी प्रचालित नही करना चाहिये। DC सिरिज मोटर की स्पीड को सुरक्षा सीमा में रखने के लिये हमें शाफ्ट पर एक निश्चित लोड रखना पडता है। इसे DC सिरिज मोटर को एक सीधे जुड़े लोड से जोड कर अथवा एक गियर से जुड़ें लोड के आरोहण द्वारा किया जा सकता है।

प्रयोगशाला में परीक्षण के लिये एक लघु क्षमता की एक DC सिरिज मोटर के लोड की विधि ब्रेक टेस्ट द्वारा की जा सकती है जिसे नीचे स्पष्ट किया जा रहा है।

रोक परीक्षण (विधि 1)(Brake test (method I)): यह एक सीधी विधि है जिसमें एक विशेष (ऊंट बाल) बेल्ट द्वारा रोक एक जल शीतलित ड्रम पर लगाई जाती है जो Fig.5 के अनुसार मोटर शैफ्ट पर आरोहित होता है। स्प्रिंग तुला S द्वारा बेल्ट का एक सिरा पृथ्वी से आबद्ध होता है और दूसरा निलम्बित लोड W_1 से सम्बन्धित होता है। मोटर चलायी जाती है और मोटर पर लोड को उस समय तक समंजित किया जाता है जब तक यह कुल लोड करंट वहन नही करती है।

Fig 5



BRAKE TEST

ELN3211965

माना W_1 किग्रा में निलम्बित लोड

W_2 किग्रा० लोड में स्प्रिंग तुला का पाठ है।

बेल्ट पर घिर्री पर घर्षण के कारण कुल खिंचाव (W_1-W_2 Kg लोड) अथवा 9.81 (W_1-W_2) न्यूटन। यदि घिर्री पर अर्धव्यास R मीटर में है तो मोटर द्वारा उत्पन्न शाफ्ट आघूर्ण T_{sh} होगा।

$= (W_1 - W_2)$ R kg.m

$= 9.81\ (W_1 - W_2)$ R N-m

यदि मोटर अथवा ड्रम की rps में स्पीड n है।

मोटर शक्ति आउटपुट = $T_{sh} \times 2\pi n$ watt.

$= 2\pi \times 9.81\ n\ (W_1 - W_2)$ R watt

$= 61.68\ n\ (W_1 - W_2)$ R watt

माना V = आपूर्ति वोल्टता

I = मोटर द्वारा ली गई लोड धारा

तो निवेष शक्ति = VI watt

इसलिये दक्षता = निर्गम / निवेश (Output/Input)

= 61.68 n (W1-W2) R watt / VI

साथ ही मोटर द्वारा उत्पन्न मीट्रिक अश्व शक्ति की गणना निम्न सूत्र से की जा सकती है।

HP मीट्रिक = 2πn Tsh / 735.6

जहां rps में स्पीड n है

न्यूटन मीटर्स में शाफ्ट आघूर्ण T_{sh} है।

मोटर की नाम पटटी में दी गई शक्ति निर्धारण शाफ्ट पर उत्पन्न मोटर की अश्व शक्ति व्यक्त करती है।

उपर्युक्त वर्णित सरल ब्रेक टेस्ट का उपयोग केवल छोटे मोटरों के लिये किया जा सकता है क्योंकि बडी मोटरों के लिये रोक द्वारा उत्पन्न ऊष्मा की बडी मात्रा का विसरण होना कठिन होता है।

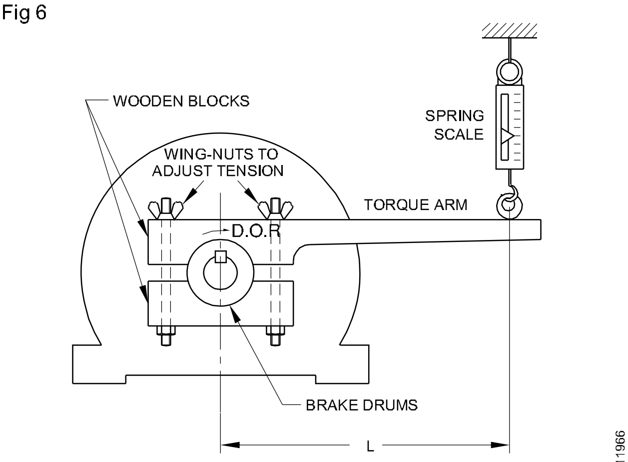
यह स्मरण रखना अधिकतम आवश्यक है कि सिरिज मोटर को लोड रहित (No load) कभी भी प्रचालित नही करना चाहिये।

शून्य लोड पर फील्ड अति निर्बल होता है। शून्य लोडपर मोटर प्रचालन को ऐसी उच्च स्पीड पर पहुंचा देगा कि अपकेंद्रीय बल वाइंडिंग को तोड कर बाहर कर देगा।

ब्रेक टेस्ट (विधि 2) : एक मोटर द्वारा उत्पन्न आघूर्ण की माप का एक विकल्प एक युक्ति है जिसे "प्रोनी रोक " कहते है जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है।

अनेक प्रोनी रोक डिजाइन उपलब्ध है Fig 6 में ब्रेक ड्रम विभाजित है लकडी खण्डों में स्थित है। विंग नट्स को कसने से लकडी खण्डों का दाब ब्रेक ड्रम पर परिवर्तित किया जा सकता है और इसके द्वारा लोड को वांछित मान तक समंजित किया जा सकता है। रोक ड्रम में एक विस्तरित आघूर्ण भुजा होती है जो एक स्प्रिंग तुला से बधी रहती है, जो ब्रेक ड्रम पर न्यूटन में उत्पन्न बल की नाप करता है। पैमाने पर उत्पन्न शुद्ध बल (न्यूटन में) और

Fig 6



PRONY BRAKE USED FOR MEASURING TORQUE DEVELOPED BY A MOTOR

मीटर में आघूर्ण भुजा की प्रभाव कारी लम्बाई (L) क गुणनफल होते है।

आघूर्ण = बल x दूरी

= किग्रा० लोड में स्प्रिंग तुला पाठ x (L) मीटर में

मीट्रिक अश्व शक्ति में मोटर की दक्षता और निर्गम की गणना ऊपर के परिच्छेद में स्पष्ट किये गये अनुसार ज्ञात की जा सकती है।

उदाहरण 1: एक प्रोनी रोक भुजा की लम्बाई 0.4m है रोक पर विंग्स नट को मोटर घिर्री पर कसने से 50kg लोड बल उत्पन्न होता है। मोटर द्वारा उत्पन्न आरेख क्या है।

1kg लोड = 9.8 न्यूटन

आघूर्ण = बल x लम्बाई (दूरी)

=50 x 9.81 x 0.4

= 196.2 न्यूटन मीटर

उदाहरण 2: ऊपर के प्रकरण में जब शाफ्ट स्पीड 1500 rpm है तो मोटर द्वारा उत्पन्न मीट्रिंक अश्व शक्ति की गणना करें।

$$\text{HP metric} = \frac{2\pi n\, T_{sh}}{735.6}$$

$$n = \text{rps} = \frac{N}{60} = \frac{1500}{60} = 25\ \text{rps}$$

$$T_{sh} = 196.2\ \text{Nm}$$

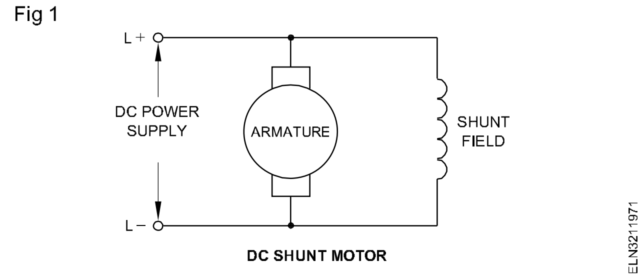
$$\text{HP metric} = \frac{2\pi \times 25 \times 196.2}{735.6} = 41.9\ \text{Hp meteric}$$

DC शन्ट मोटर के अभिलक्षणिक और अनुप्रयोग (Characteristic and applications of a DC shunt motor)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **एक DC शन्ट मोटर के अभिलक्षणों को वर्णित करें**
  - **स्पीड बनाम लोड अभिलक्षणिक**
  - **आघूर्ण बनाम लोड अभिलक्षणिक**
  - **स्पीड बनाम आघूर्ण अभिलक्षणिक**
- **एक DC शन्ट मोटर के उपयोगों को बताने में ।**

शन्ट मोटर (Shunt motor): Fig 1 के अनुसार शन्ट मोटर में फील्ड को आर्मेचर आपूर्ति के सिरों पर आर-पार जोड़ा जाता है। तदनुसार फील्ड करंट और फील्ड फ्लक्स स्थिर रहते है। शून्य लोड पर प्रचालित करने पर आघूर्ण कम होता है। क्योंकि इसे केवल वाइंडिंग और घर्षण ह्रासों को नियंत्रणी करने की आवश्यकता होती है। स्थिर फील्ड फ्लक्स के कारण आर्मेचर एक बैंकी emf उत्पन्न करेगा जो करंट को उस मान तक सीमित कर देगा, जो केवल आघूर्ण को उत्पन्न करने के लिये आवश्यक होती है।

Fig 1



DC SHUNT MOTOR

DC शन्ट मोटर का स्पीड लोड अभिलाक्षणिक (Speed load characteristic of the DC shunt motor): शन्ट मोटर का वर्गीकरण स्थिर स्पीड मोटरों में किया जाता है अन्य शब्दों में शून्य लोड से पूर्ण लोड के बीच शन्ट मोटर की स्पीड में अतिलघु परिवर्तन होता है। विभिन्न लोडों पर समीकरण 1 का उपयोग DC मोटर की स्पीड को ज्ञात करने के लिये किया जा सकता है।

$$N = \frac{V - I_a R_a}{K_1 \phi} = \frac{E_b}{K_1 \phi} \qquad (Eq.1)$$

जहां

N - rpm में आर्मेचर की स्पीड

V - आरोपित वोल्टता

I_a - एक विशिष्ट लोड पर आर्मेचर करंट

R_a - आर्मेचर प्रतिरोध,

ϕ - प्रतिध्रुव फ्लक्स,

K_1 - एक विशिष्ट मोटर के लिये स्थिरांक मान,

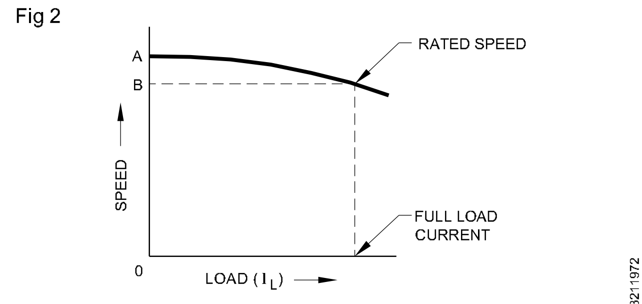
E_b - बैंकी emf

एक शन्ट मोटर में VR_a, K_1, और ϕ लगभग स्थिर मान की हैं और केवल आर्मेचर करंट परिवर्ती है। शून्य लोड पर I_a का मान कम होता है जो अधिकतम स्पीड उत्पन्न करता है। पूर्ण लोड पर $I_a R_a$ वोल्टेज का प्रायः लगभग 5% होता है। वास्तविक मान साइज और मोटर के डिजाइन पर निर्भर होता है, फलस्वरूप फुल लोड पर स्पीड नो लोड मान का लगभग 95% होती है।

हालांकि बैक emf कम होने से गति थोड़ी घट जाती है तब आर्मेचर नो लोड से फुल लोड तक बढ़ा हुआ टार्क बनाने के लिए अधिक करेंट लेती है।

Fig 2 के अनुसार एक DC शन्ट मोटर का स्पीड-लोड अभिलाक्षणिक प्रदर्शित करता है वक्र से ज्ञात होता है कि स्पीड, शून्य लोड स्पीड OA से OB तक जाने पर यदि मोटर पूर्ण लोड निर्गत करती है तो स्पीड कुछ कम हो जाती है यह $I_a R_a$ ड्राप में वृद्धि के कारण होता है। चूंकि ड्राप कम होता है इसलिये DC शन्ट मोटर लगभग स्थिर स्पीड मोटर कही जाती है। इसलिये DC शन्ट मोटर लगभग स्थिर स्पीड मोटर कही जाती है।

Fig 2



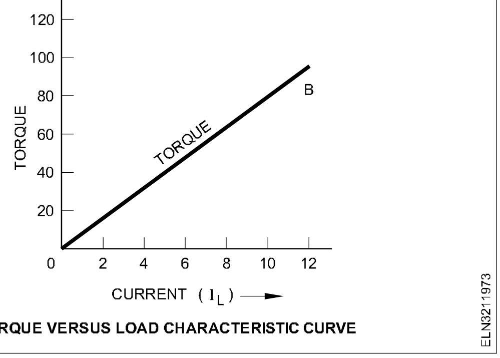
LOAD VERSUS SPEED CHARACTERISTIC OF DC SHUNT MOTOR

DC शन्ट मोटर का आघूर्ण बनाम लोड अभिलक्षणिक (Torque Vs load characteristics of the DC shunt motor): मोटर टार्क फील्ड फ्लक्स और आर्मेचर करंट के गुणनफल का समानुड्रापी होता है चूंकि फील्डफ्लक्स स्थिर है आरेख लोड करंट परिवर्तन के साथ परिवर्तित होता है। Fig 3 में DC शन्ट मोटर का आरेख टार्क बनाम लोड वक्र दिखाया गया है। इससे यह स्पष्ट है कि आरेख लोड अथवा आर्मेचर करंट Ia का समानुड्रापी होता है।

एक शन्ट मोटर का स्टार्टिंग टार्क फुल लोड टार्क का लगभग 1.5 गुना होता है जो यह संकेत करता है कि शन्ट मोटर का स्टार्टिंग आरेख उतना अधिक नही होता है जितना कि सिरिज मोटर का लेकिन इसका स्पीड नियामन कही अधिक उत्तम होता है।

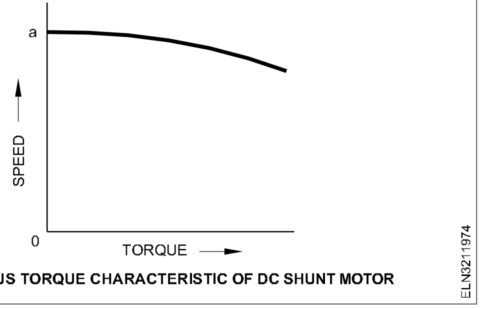
आघूर्ण बनाम स्पीड अभिलाक्षणिक (Torque Vs speed characteristics): Fig 4 में एक DC शन्ट मोटर का टार्क, स्पीड अभिलक्षणिक प्रदर्शित किया गया है वक्र से प्राप्त होता है कि आघूर्ण में वृद्धि स्पीड पर नगण्य प्रभाव डालती है। टार्क में वृद्धि होने पर स्पीड में कुछ कमी होती है।

Fig 3



TORQUE VERSUS LOAD CHARACTERISTIC CURVE

Fig 4



SPEED VERSUS TORQUE CHARACTERISTIC OF DC SHUNT MOTOR

DC शन्ट मोटर का अनुप्रयोग (Application of DC shunt motor): स्थिर स्पीड के लिये एक DC शन्ट मोटर सर्वोत्तम होती है। यह अनेक औद्योगिक अनुप्रयोगों की आवश्यकताओं को पूरा करती है कुछ विशिष्ठ अनुप्रयोग मशीन टूल्स, लकड़ी समतलक, वृत्ताकार आरा, ग्राइंडर्स, पालीशर्स, प्रिंटिंग प्रक्रिया, ब्लोअर्स और मोटर जनरेटर इत्यादि हैं।

एक शन्ट मोटर पर कार्य करते समय कभी भी फील्ड परिपथ न खोले जब यह प्रचालन अवस्था में है। यदि ऐसा होता है तो फ्लक्स केवल अवशिष्ट फील्ड के कारण होता है और मोटर की स्पीड खतरनाक परिमाण तक बढ जाती है। लघु लोड पर यह स्पीड खतरनाक स्थिति तक अधिक हो सकती है और आर्मेचर निकल कर दूर जा सकता है।

DC कम्पाउंड मोटर - लोड विशेषताएँ (DC compound motor - load characteristics)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **DC मोटर्स के अनुप्रयोग और प्रकारों को बताने में**
- **एक DC यौगिक मोटर के अभिलक्षाणिक बताने में**
- **एक विभेदीय यौगिक मोटर के स्टार्टिंग समय देखी की गई सावधानियों को बताने में ।**

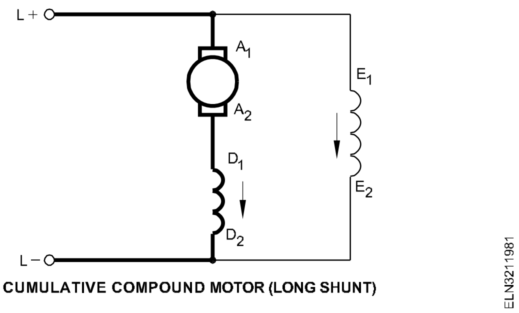
DC यौगिक मोटर (DC compound motor): एक DC यौगिक मोटर के ध्रुवों में वांछित मुख्य फ्लक्स उत्पन्न करने के लिये शन्ट और सिरिज दोनों फील्ड होते है। एक DC यौगिक मशीन को एक मोटर अथवा जनरेटर की भांति प्रयोग में लाया जा सकता है। इसका वर्गीकरण नीचे बताये गये कि भांति किया जा सकता है।

Compound motor
- Commulative compound
  - Long shunt
  - Short shunt
- Differential compound
  - Long shunt
  - Short shunt

संचयी यौगिक मोटर (Cumulative compound motor): जब एक DC यौगिक मोटर का सिरिज फील्ड इस प्रकार संयोजित किया जाता है कि शन्ट फील्ड द्वारा उत्पन्न फ्लक्स में यह सहायक होता है जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है तो तब इसे संचयी यौगिक मोटर कहते है।

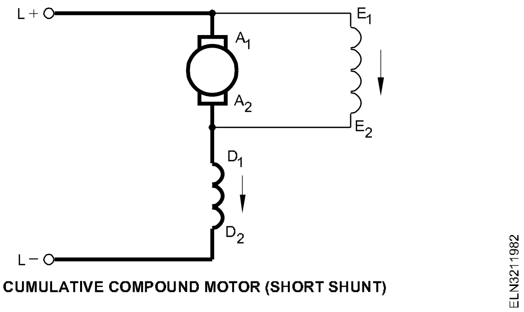
शन्ट फील्ड संयोजन के अनुसार इसको लांग शंट (long shunt) (Fig 1) और लघु शन्ट (short shunt) (Fig 2) संचयी यौगिक मोटर के रूप में उप विभाजित किया जा सकता है।

Fig 1



CUMULATIVE COMPOUND MOTOR (LONG SHUNT)

Fig 2

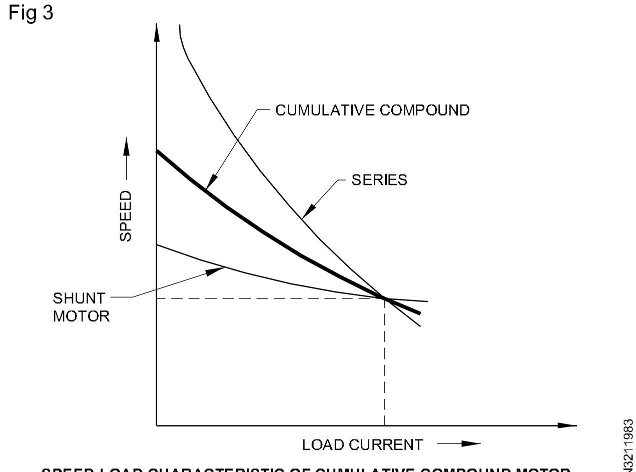


CUMULATIVE COMPOUND MOTOR (SHORT SHUNT)

चूंकि इस मोटर में शन्ट और सिरिज दोनों फील्ड होते है इसका संयुक्त व्यवहार शन्ट और सिरिज मोटर की भांति होता है, जो दोनों फील्डों द्वारा उत्पन्न फ्लक्स के परिमाण पर निर्भर करता है। यदि पूर्ण लोड पर सिरिज एम्पियर टर्न, शन्टॅ एम्पियर टर्न की तुलना में अधिक प्रभाव शाली है तो शन्ट मोटर की तुलना में इसका स्टार्टिंग टार्क अधिक होता है और इसकी स्पीड शन्ट मोटर की तुलना में अधिक कम होती है। यदि पूर्ण लोड पर शन्ट एम्पियर टर्न सिरिज एम्पियर टर्न की तुलना में अधिक प्रभाव शाली है तो मोटर लगभग शन्ट मोटर की भांति कार्य करती है। लेकिन इसकी स्पीड शन्ट मोटर की तुलना में कुछ अधिक होती है।

स्पीड लोड अभिलक्षाणिक (Speed -load characteristic): Fig 3 में एक संचयी यौगिक मोटर का स्पीड लोड अभिलक्षणिक दिखाया गया है और तुलना के लिये सिरिज और शन्ट मोटर भी दिखाया गया है। इस मोटर की स्पीड शन्ट मोटर की तुलना में अधिक कम होती है लेकिन सिरिज मोटर की तुलना में कम होती है। चूंकि स्पीड लोड वक्र DC सिरिज मोटर की भांति न होकर Y अक्ष से स्टार्ट होती है संचयी यौगिक मोटर नो लोड पर एक विशिष्ट स्पीड पर चल सकती है।

Fig 3

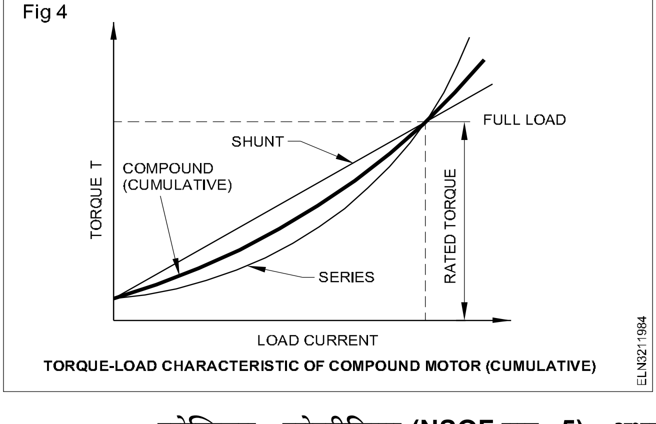


SPEED-LOAD CHARACTERISTIC OF CUMULATIVE COMPOUND MOTOR

आर्मेचर और सीरीज फील्ड प्रतिरोध के कारण हुए संयुक्त वोल्टेज ड्राप के कारण लोड पर स्पीड में अधिक गिरावट होता है।

आघूर्ण लोड अभिलक्षणिक (Torque - load characteristic): Fig 4 में एक संचयी यौगिक मोटर का और तुलना के लिये सिरिज और शन्ट मोटरों का आरेख लोड अभिलाक्षणिक प्रदर्शित किया गया है। फुल लोड तक संचयी यौगिक मोटर में उत्पन्न टार्क शन्ट मोटर की तुलना में कम होता है लेकिन सिरिज मोटर की तुलना में अधिक होता है।

Fig 4

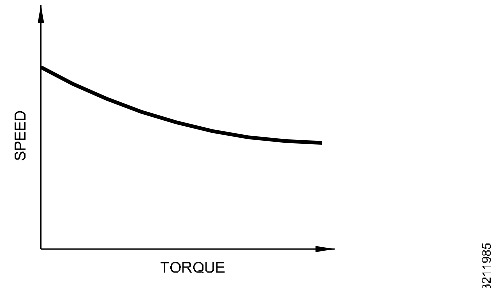


TORQUE-LOAD CHARACTERISTIC OF COMPOUND MOTOR (CUMULATIVE)

लेकिन स्टार्टिंग के समय स्टार्टिंग करंट फुल लोड करंट का लगभग 1.5 गुना होती है इसलिये संचयी यौगिक मोटर एक उच्च आघूर्ण उत्पन्न करती है जो स्टार्टिंग के समय शन्ट मोटर की तुलना में उत्तम होता है।

आघूर्ण स्पीड अभिलक्षाणिक (Torque - speed characteristic): Fig 5 में एक संचयी यौगिक मोटर का आरेख स्पीड अभिलक्षणिक दिखाया गया है। चूंकि मोटर का कुल फ्लक्स लोड के साथ बढ़ता है, स्पीड कम होती है लेकिन आघूर्ण में वृद्धि होती है। चूंकि आउटपुट शक्ति स्पीड और आघूर्ण के गुणनफल की समानुड्रापी होती है संचयी योगिक मोटर को लोड के अचानक ओवर लोड नहीं किया जा सकता जैसे रोलिंग्स मिल्स में होता है ।

Fig 5



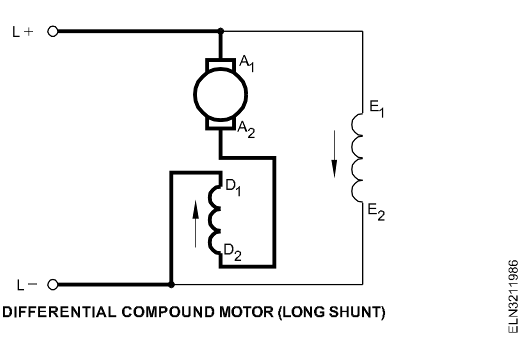
TORQUE SPEED CHARACTERISTIC OF A CUMULATIVE COMPOUND MOTOR

एक संचयी यौगिक मोटर के अनुप्रयोग (Application of cumulative coumpound motors): यौगिक मोटरों का उपयोग उन मशीनों को प्रचालित करने में होता है जिनमें परिवर्तीय लोड के अन्तर्गत अपेक्षाकृत स्थिर स्पीड की आवश्यकता होती है। इनका प्रयोग बहुधा उन मशीनों में होता है। जहां हेवी लोड जैस प्रेस, कतरनी, संपीणन, विलोमकटूल्स, स्टील रोलिंग मशीन और एलीवेटर का अचानकप्रयोग आवश्यक होता है। यौगिक मोटरों का उपयोग उस स्थिति में भी होता है जहां मोटर की रक्षा हेवी लोडों के अर्न्तगत स्पीड को कम करके की जाती है लेकिन मोटर के साथ फ्लाईव्हील के उपयोग से स्पीड को लगभग स्थिर रखने में सहायता होती है। क्योंकि फ्लाई व्हील में भण्डारित ऊर्जा का परिवर्तन लोडी लोडों के लिये हो जाता है । कम लोडों के अर्न्तगत फ्लाई व्हील में गतिज ऊर्जा भण्डारित रहती है।

एक यौगिक मोटर के शन्ट फील्ड को उस समय कभी भी न खोले जब यह उच्च लोड पर प्रचालित है।

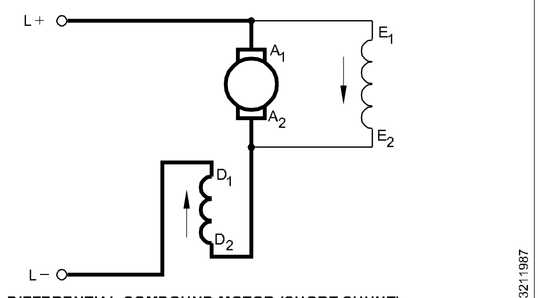
विभेदक यौगिक मोटर (Differential compound motor): जब एक DC यौगिक मोटर के सिरिज फील्ड को इस प्रकार संयोजित किया जाता है कि इसका फ्लक्स शन्ट फील्ड द्वारा उत्पन्न फ्लक्स का विरोध करता है जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है, इसे विभेदक यौगिक मोटर कहते है।

Fig 6



DIFFERENTIAL COMPOUND MOTOR (LONG SHUNT)

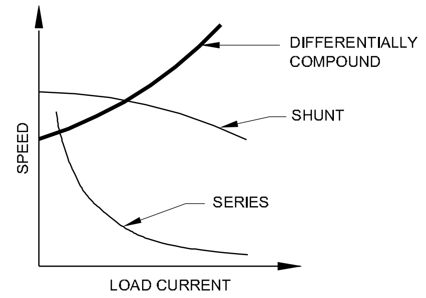
शन्ट फील्ड संयोजन के अनुसार यौगिक मोटर को लांग शंट (Fig 6) और शार्ट शंट विभेदक मोटर (Fig 7) के अनुसार उपविभाजित किया जा सकता है।



DIFFERENTIAL COMPOUND MOTOR (SHORT SHUNT)

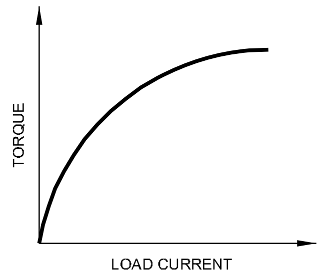
चूंकि सिरिज फील्ड फ्लक्स की दिशा शन्ट फील्ड फ्लक्स के विपरीत होती है स्टार्टिंग के समय कुछ समस्या होती है। स्टार्टिंग के समय शन्ट फील्ड को निर्मित होने में कुछ समय लगता है जबकि सिरिज फील्ड और आर्मेचर से करंट का हैवी प्रवाह होगा, इसलिये मोटर की प्रवृत्ति में स्टार्टिंग की होती है। जब शन्ट फील्ड पूर्ण रूप से स्थापित हो जाता है कुल फ्लक्स जो सिरिज और शन्ट फील्ड फ्लक्स का अन्तर होता है इतना कम हो सकता है, कि मोटर घूमने के लिये वांछित पर्याप्त आघूर्ण उत्पन्न न कर सके। इसलिये यह परामर्श दिया जाता है कि परिवर्तन के समय विभेदक यौगिक मोटर के सिरिज फील्ड को लघु पथित कर दें और जब मोटर प्रचालित हो गई है तो परिपथ में सिरिज फील्ड को सम्मिलित कर दें।

विभेदक यौगिक मोटर का अभिलाक्षणिक (Characteristics of a differential compound motor): Fig 8 के अनुसार विभेदक यौगिक मोटर का स्पीड लोड अभिलक्षणिक यह इंगित करता है कि लोड में वृद्धि होने पर मोटर की स्पीड में वृद्धि होती है क्योंकि लोड में वृद्धि होने पर कुल फ्लक्स में कमी होती है।



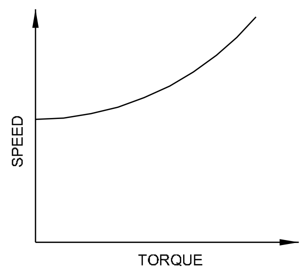
SPEED - LOAD CHARACTERISTIC CURVE OF A DIFFERENTIAL COMPOUND DC MOTOR

Fig 9 में प्रदर्शित DC विभेदक यौगिक मोटर का आघूर्ण लोड अभिलक्षणिक इंगित करता है कि लोड में वृद्धि होने पर आघूर्ण में वृद्धि होती है।



TORQUE - LOAD CHARACTERISTIC CURVE OF A DIFFERENTIAL COMPOUND DC MOTOR

Fig 10 में आघूर्ण स्पीड अभिलक्षणिक प्रदर्शित किया गया है जो यह इंगित करता है कि मशीन में स्पीड और आघूर्ण दोनों में वृद्धि होती है परिणाम स्वरूप प्रारम्भ में मशीन में अधिक लोड होता है और एक अस्थाई स्थिति प्राप्त होती है।



TORQUE-SPEED CHARACTERISTIC CURVE OF A DIFFERENTIAL COMPOUND DC MOTOR

DC विभेदक यौगिक मोटर का अनुप्रयोग (Application of DC diffrentail compound motor): इस मोटर का उपयोग सामान्यतः अधिक लोड पर इसके अस्थाई व्यवहार के कारण प्रायः नही होता है। इस मोटर का उपयोग उस स्थिति में खतरनाक होता है जब तक पूर्ण लोड मान पर लोड के अधिक होने की सम्भावना नही होती है क्योंकि इसे पूर्ण लोड सीमाओं के अन्तर्गत कार्य करने के लिये डिजाइन किया गया है।

DC मोटर की चाल नियन्त्रक विधियां और उनके अनुप्रयोग (Speed control methods of a DC motor and their applications)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
• **एक DC मोटर का सिद्धान्त और उसकी स्पीड नियन्त्रक विधियों को स्पष्ट करने में**

DC मोटर में स्पीड नियन्त्रण का सिद्धान्त (Principle of speed control in DC motors) : कुछ औद्योगिक अनुप्रयोगों में स्पीड का परिवर्तन की आवश्यकता होती है। DC मोटर में स्पीड को किसी निर्दिष्ट मान तक सुगमता से परिवर्तित किया जा सकता है। यह मुख्य कारण है कि कुछ उद्योगों में चालन के लिये AC मोटर की तुलना में DC मोटर को वरीयता दी जाती है। DC मोटर की स्पीड परिवर्तन का नियम निम्न सरल सम्बन्ध पर आधारित है।

यह ज्ञात है कि आरोपित वोल्टता = पश्च emf + आर्मेचर प्रतिरोध वोल्टता ड्राप।

$V = E_b + I_a R_a$

इसलिये $E_b = V - I_a R_a$ साथ ही

पश्च emf $E_b = \frac{P\phi N}{60} \times \frac{Z}{A} = K\phi N$

जहां K एक स्थिरांक है

इसलिये $N = \frac{E_b}{K\phi} = \frac{V - I_a R_a}{K\phi}$ .... (समीकरण 1)

ऊपर के व्यंजक से यह स्पष्ट है कि एक DC मोटर की स्पीड पश्च emf E_b की समानुड्रापी और फ्लक्स ϕ की विलोमानुड्रापी होती है। इस प्रकार DC मोटर की स्पीड को पश्च emf E_b अथवा फ्लक्स ϕ अथवा दोनों से परिवर्तित किया जा सकता है। वास्तव में पश्च emf आर्मेचर के सिरों पर कम होती है, स्पीड कम होती है, और यदि फ्लक्स में कमी होती है तो स्पीड में वृद्धि होती है। ऊपर के सिद्धान्त पर आधारित DC मोटर की स्पीड को नियन्त्रित करने की निम्न सर्वाधिक सामान्य विधियां है।

DC शन्ट मोटर और यौगिक मोटरों में स्पीड नियन्त्रण की विधियां (Method of speed control in DC shunt motors and compound motors)

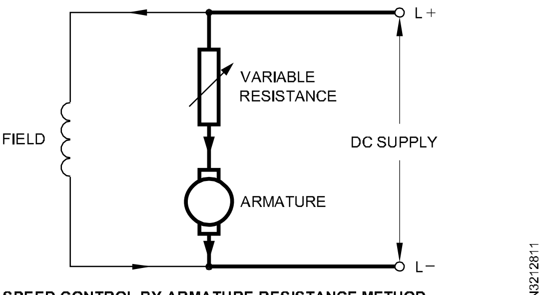
आर्मेचर नियन्त्रण विधि (Armature control method) : यह विधि इस सिद्धान्त पर कार्य करती है DC मोटर की स्पीड पश्च emf को परिवर्तित करके बदली जा सकती है। क्योंकि पश्च emf = $V - I_a R_a$, आर्मेचर प्रतिरोध को परिवतर्तित करके हम विभिन्न स्पीडें प्राप्त कर सकते है। एक परिवर्तित प्रतिरोध जिसे नियन्त्रक कहते है आर्मेचर के साथ Fig 1 के अनुसार सिरिज में सम्बन्धित किया जाता है। नियन्त्रक का चयन आर्मेचर करंट को लम्बी अवधि तक वहन करने के लिये चयनित करना चाहिये।

माना कि मोटर की प्रारम्भिक और अन्तिम स्पीडें N_1, N_2 है। तथा पश्च emf क्रमशः Eb_1, Eb_2 है। तो

$N_1 = Eb_1/K$ .... समीकरण 2

$N_2 = Eb_2/K$ .... समीकरण 3

Fig 1



SPEED CONTROL BY ARMATURE RESISTANCE METHOD

समीकरण 3 को समीकरण 2 से भाग देने पर हमें

$N_2 = \frac{Eb_2 N_1}{Eb_1}$ प्राप्त होता है।

आर्मेचर परिपथ में नियंत्रक प्रतिरोध मान को परिवर्तन करके पश्च emf को Eb_1 से Eb_2 तक परिवर्तित किया जा सकता है जिससे स्पीड N_1 से N_2 परिवर्तित की जा सकती है।

लाभ (Advantages)

यह विधि स्थिर लोड चालन के लिये उपयुक्त है जहां स्पीड परिवर्तन कम स्पीड से सामान्य स्पीड तक आवश्यक होते है।

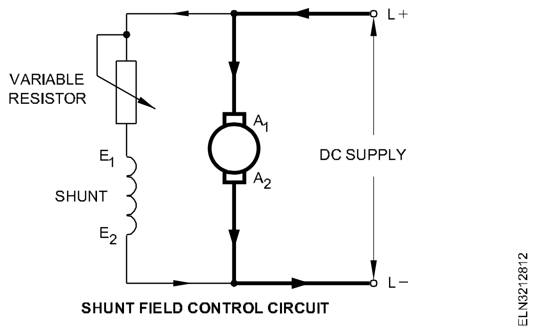
दोष (Disadvantages) :

- केवल सामान्य से कम स्पीडें प्राप्त की जा सकती है।
- वांछित स्पीड सेटिंग के पश्चात स्पीड में परिवर्तन न केवल नियंत्रण प्रतिरोध द्वारा होती है अपितु भार के करण भी परिवर्तन होती है। इसलिये भार परिवर्तन होने पर स्थायी स्पीड बनाकर नहीं रखा जा सकता ।
- नियंत्रक प्रतिरोध में उच्च करंट निर्धारण के कारण शक्ति ह्रास उच्च होता है जिससे मोटर की दक्षता कम होती है।
- नियन्त्रक प्रतिरोध का मूल्य उच्च होता है क्योंकि इसका डिजाइन आर्मेचर करंट को ले जाने के लिये किया जाता है।
- नियन्त्रक प्रतिरोध में उत्पन्न ऊष्मा का विसरण करने के लिये मूल्यवान व्यवस्था आवश्यक होती है।

आर्मेचर नियन्त्रक विधि का अनुप्रयोग (Application of the armature control method): प्रिंटिंग मशीन, क्रेन्स, होएस्ट में प्रयुक्त यौगिक मोटर और DC शन्ट के लिये उपयुक्त है जहां लघु (निम्न) स्पीड संचालन अवधि अल्पतम होती है।

शन्ट फील्ड नियन्त्रण विधि (The shunt field control method) : यह विधि इस सिद्धान्त पर कार्य करती है कि DC मोटर की स्पीड को फील्ड फ्लक्स को परिवर्तन कर नियंत्रित किया जा सकता है। इसके लिये परिवर्ती प्रतिरोध (रिहास्टेट) Fig 2 के अनुसार शन्ट वाइंडिंग के सिरिज में संयोजित कर दिया जाता है।

Fig 2



SHUNT FIELD CONTROL CIRCUIT

जब फील्ड परिपथ में प्रतिरोध बढाया जाता है, तब फील्ड करंट और फ्लक्स कम हो जाता है, फ्लक्स में कमी के कारण स्पीड में वृद्धि होती है।

लाभ (Advantages) :

- केवल उच्च स्पीडें अर्थात सामान्य स्पीड से ऊपर ही प्राप्त की जा सकती है। जो शून्य भार से पूर्ण भार पर स्थायी होगी।
- चूंकि फील्ड करंट का परिमाण कम है फील्ड रिहास्टेट में शक्ति ह्रास अल्पतम होता है।
- नियन्त्रण सुगम किफायली और दक्ष होता है।

दोष (Disadvantages):

- अति निर्बल फील्ड के कारण अधिकतम स्पीड पर न्यूनतम आघूर्ण प्राप्त होता है।
- निबर्ल फील्ड के साथ उच्च स्पीडों पर संचालन से कम्युटेशन में कठिनाइयां उत्पन्न होती है, यदि अन्तर ध्रुवों का उपयोग न किया जाय।

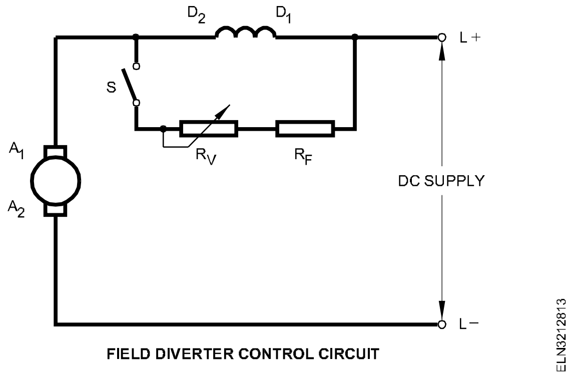
शन्ट फील्ड नियंत्रण का अनुप्रयोग (Application of shunt field control): यह विधि सर्वाधिक व्यापक रूप से प्रयुक्त स्पीड नियन्त्रक विधि है जहां स्पीड सामान्य से ऊपर आवश्यक होती है, साथ ही मोटर पर आरोपित लोड प्रायः परिवर्तित होता है।

DC सिरिज मोटर में स्पीड नियन्त्रण की विधि (Method of speed control in DC series motors):

फील्ड अपवर्तक विधि (Field diverter method): एक परिवर्ती प्रतिरोध जिसे डाइवर्टर कहते है फील्ड वाइंडिंग के साथ समान्तर में जोडा जाता है। जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है। डाइवर्टर के परिवर्ती भाग को R_V से व्यक्त किया गया है और R_F स्थिर भाग है। R_F का प्रकार्य सिरिज वाइंडिंग को डाइवर्टर के प्रचालित होने पर लघु पथित होने से रोकना है।

$R_V + R_F$ का मान जितना कम होगा सिरिज वाइंडिंग से उतनी अधिक करंट अपवर्तित (diverted) होगी। और मोटर की स्पीड उतनी ही अधिक होगी। एक दी गई इनपुट करंट के लिये न्यूनतम स्पीड स्विच S को खोल कर प्राप्त की जाती है जिससे डाइवर्टर द्वारा परिपथ बंद होता है।

Fig 3

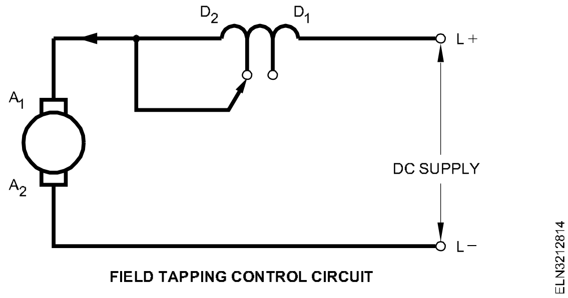


FIELD DIVERTER CONTROL CIRCUIT

सिरिज फील्ड अपवर्तक विधि का अनुप्रयोग (Application of the series field diverter method): इस विधि का उपयोग मुख्य रूप से विद्युत रेलगाडियों की स्पीड नियन्त्रण में किया जाता है। इस विधि द्वारा केवल सामान्य स्पीड से ऊच्च स्पीडे प्राप्त की जा सकती है और डाइवर्टर में शक्ति ह्रास काफी अधिक होता है।

फील्ड टेपिंग विधि (Field tapping method): Fig 4 के अनुसार वाइंडिंग पर एक टेपिंग व्यवस्था निर्मित की जाती है फील्ड वाइंडिंग के प्रभावकारी लपेटों की संख्या को परिवर्तित करके स्पीड को नियन्त्रित किया जा सकता है। मोटर परिपथ का परिवर्तन कुल वाइंडिंग सम्मिलित करके कराना चाहिये और तब स्पीड को उचित टेपिंग पर नियोजित करके परिवर्तित कर सकते है। इस प्रावधान का सामावेश स्विचगेयर में होना चाहिये अन्यथा यदि टेपिंग को निम्न स्थिति पर रखा गया और मोटर स्टार्ट की गई तो स्टार्ट के समय ही मोटर उच्च स्पीड से दौडती है जो अवांछनीय है।

Fig 4



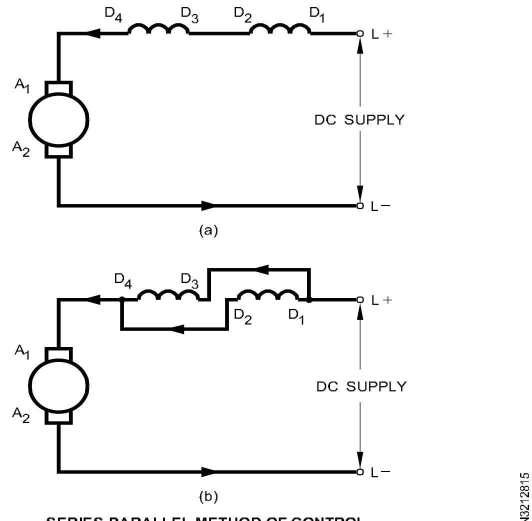
FIELD TAPPING CONTROL CIRCUIT

सिरिज फील्ड टैपिंग विधि का अनुप्रयोग (Application of series field tapping method): इस विधि का उपयोग फुड मिक्सर, पंखों इत्यादि जैसी छोटी मोटर्स में होता है।

सिरिज समान्तर विधि (Series parallel method): Fig 5a दर्शाता है कि एक सीरीज मोटर के दो अर्द्ध फील्ड वाइंडिंग सिरिज कम में संयोजित है । यदि Fig 5b के अनुसारफील्ड वाइंडिंग के दो अर्धो का समान्तर में जोड दिया जाय तो सप्लाई से ली गई करंट I के लिये प्रत्येक फील्ड वाइंडिंग में करंट आधी रह जाती है। इसलिये फ्लक्स आधा रह जाता है और स्पीड में वृद्धि होती है।

सिरिज समान्तर विधि का अनुप्रयोग (Apllication of series parallel method): यद्यपि केवल दो स्पीडें सम्भव है, यह सरलतम विधि है इस विधि का प्रयोग प्रायः पंखा मोटर की स्पीड को नियन्त्रित करने में किया जाता है।

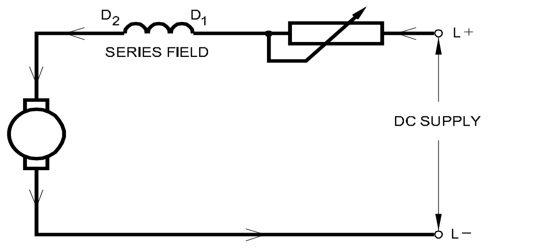
Fig 5



SERIES-PARALLEL METHOD OF CONTROL

आपूर्ति वोल्टता नियन्त्रण विधि (Supply voltage control method): Fig 6 के अनुसार मोटर के साथ सिरिज में एक नियन्त्रक (परिवर्ती प्रतिरोध) संयोजित किया जाता है। इस विधि का प्रयोग शून्य स्पीड से पूर्ण स्पीड तक नियन्त्रित करने में किया जाता है इस विधि का दोष यह है कि इसमें ऊष्मा के रूप में नियन्त्रक प्रतिरोध में ऊर्जा ह्रास होता है, लेकिन SCR आधारित नियन्त्रित परिपथ के लाने से अल्पतम शक्ति ह्रास के साथ मोटर को परिवर्ती आपूर्ति वोल्टता प्राप्त होती है। इस विधि का व्यापक उपयोग आधुनिक बडी मशीनों में किया जाता है जहां शक्ति ह्रास मुख्य तथ्य होता है।

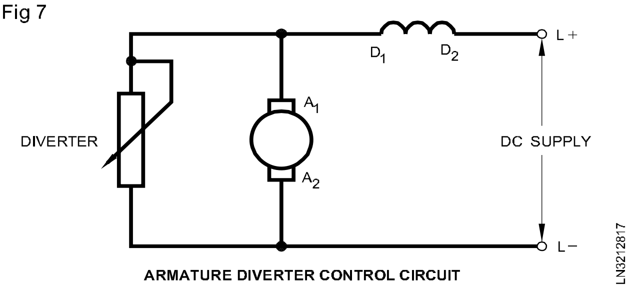
Fig 6



VOLTAGE CONTROL CIRCUIT

आर्मेचर अपवर्तक विधि (Armature diverter method): इस विधि में Fig 7 के अनुसार एक परिवर्ती प्रतिरोधक जिसे ड्राइवर्टर कहते है आर्मेचर के सिरों पर जोडा जाता है। इस विधि द्वारा आर्मेचर करंट को सिरिज मोटर के लिये निर्धारण मान से कम स्पीड पर बदलने करने के लिये नियंत्रित की जाती है।

Fig 7



ARMATURE DIVERTER CONTROL CIRCUIT

एक स्थिर आघूर्ण पर प्रचालित मोटर के लिये यदि आर्मेचर करंट आर्मेचर डाइवर्टर से कम की जाती है तो लाइन करंट आघूर्ण प्राप्त होने से बढती है। जिससे सिरिज फील्ड करंट में वृद्धि होती है यह बढ़ा हुआ फील्ड धारा, स्पीड को कम करती है।

यह विधि निरर्थक, महंगी और परिवर्तीय भारों के लिये अनपयुक्त होती है।

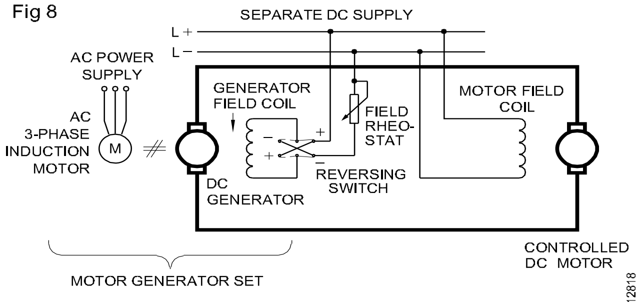
DC सिरिज मोटर के लिये दिखायी गई स्पीड नियन्त्रक विधियां यौगिक मोटर्स के लिये प्रयुक्त नही की जा सकती । क्योंकि इन समायोजनों से यौगिक मोटर छूटा है का प्रदर्शन अभिलाक्षणिक आवश्यक रूप से चेंज होगा।

स्पीड नियन्त्रण की वार्ड -लियोनार्ड पद्धति (Ward - Leonard system of speed control): अभी तक बतायी गई सभी विधियों से यह स्पष्ट है कि स्पीड का शून्य से सामान्य के ऊपर किसी भी विधि द्वारा परिवर्तित नही किया जा सकता और ऐसा कर सकने के लिये कम से कम दो विधियों की आवश्यकता को संयोजन होती है साथ ही ऊपर वर्णित नियत्रकों की दक्षता कम है, शक्ति ह्रास और लोड परिवर्तन की अस्थिरता के कारण होती है।

शून्य से सामान्य के ऊपर तक सुगमता से स्पीड परिवर्तन के लिये जिसमें सभी भारों के लिये स्पीड की स्थिरता निहित हो एक समंजन योग्य स्पीड नियन्त्रक के वोल्टता निकाय द्वारा की जाती है जिसे स्पीड नियन्त्रण का वार्ड लियोनार्ड पद्धति कहते है।

इस पद्धति में एक DC जनरेटर को एक स्थिर स्पीड DC मोटर अथवा एक AC 3 कला प्रेरण मोटर से यांत्रिक रूप में युग्मित किया जाता है जैसा कि Fig.8 में दिखाया गया है। DC जनरेटर से उत्पन्न सप्लाई को नियन्त्रित DC मोटर के सीधा आर्मेचर में दिया जाता है। DC जनरेटर और नियन्त्रित DC मोटर दोनों के फील्ड एक उपयुक्त DC आपूर्ति से पृथक रूप से उत्तेजित किये जाते है। DC जनरेटर का फील्ड एक फील्ड रिहास्टेट से और एक परिवर्तक स्विच से उत्पन्न वोल्टेज को और ध्रुवता को परिवर्तित करने के लिये नियन्त्रित किया जाता है। इसके कारण नियन्त्रित DC मोटर को आपूर्ति में व्यापक परास परिवर्तन हो सकता है और आपूर्ति वोल्टता ध्रुवता का उत्क्रमण भी सम्भव है। इसके कारण नियन्त्रित DC मोटर की स्पीड शून्य से सामान्य स्पीड तक और आवश्यकता पडने पर घूर्णन दिशा भी परिवर्तित की जा सकती है नियन्त्रित DC मोटर की स्पीड को जनरेटर की सप्लाई वोल्टता को एक उपयुक्त स्तर तक कम करके शून्य तक लाया जा सकता है।

Fig 8



WARD-LEONARD SYSTEM OF SPEED CONTROL

लाभ (Advantages)

- इस निकाय से कम जैसे शून्य और उच्च जैसे सामान्य स्पीड की दो गुना स्पीड प्राप्त की जा सकती है।
- नियन्त्रित DC मोटर की घूर्णन की दिशा को जनरेटर के फील्ड में नियन्त्रक को उल्टा करके परिवर्तित किया जा सकता है।
- चूंकि फील्ड रिहोस्टेट में अधिक शक्ति ह्रास नही होता है उच्च दक्षता पर स्पीड परिवर्तन प्राप्त किये जाते है।

- नियन्त्रित DC मोटर की स्पीड लोड से स्वतन्त्र होती है।

दोष (Disadvantage)

इस विधि में तीन मशीनों के प्रचालन के कारण प्रारम्भिक मूल्य उच्च और संपूर्ण दक्षता कम होती है।

वार्ड लियोनार्ड स्पीड नियन्त्रण विधि का अनुप्रयोग (Application of the Ward- Leonard speed control method) : इस प्रणाली का प्रयोग स्टील रोलिंग मिल्स, पेपर मिल संचालन, उचालक (Hoists), उत्थापित (Elevator) इत्यादि में किया जाता है। जहां बड़े पैसाने में यथार्थ स्पीड नियन्त्रण आवश्यक होता है। भारतवर्ष में आज भी DC मोटर्स का उपयोग आधुनिक स्टील रोलिंग मिल्स, भारी उद्योग जैसे BHEL, HMT इत्यादि में वैद्युत प्रचालकों की भांति किया जाता है। आधुनिकी करण के कारण यह DC मोटर्स ट्रांजिस्टर, डायोड्स, थाइरिस्टर्स और माइक्रोप्रोसेसर्स जैसी सोलेड स्टेट नियंत्रण युक्तियों से संयोजित होती है जिससे प्रचालन में मानव त्रुटियां निरस्त हो और दोष रहित, सेवा अनुरक्षण, स्पीड नियन्त्रण के मौलिक सिद्धान्तों द्वारा किया जा सके जैसा कि पहले बताया जा चुका है।

नियन्त्रण प्रतिरोध के गणना की विधि और नवीन चाल (Method of calculation of control resistance and new speed)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **नियन्त्रण प्रतिरोध के मान की गणना की विधि का विवरण देने में जब मोटर की पूर्ण लोड करंट आर्मेचर प्रतिरोध और आरोपित वोल्टता ज्ञात है।**

हमें पहले के विवरण से ज्ञात है कि एक DC मोटर की स्पीड

$$N = \frac{V - I_a R_a}{K\phi} = \frac{E_b}{K\phi}$$

जहां

V = मोटर की निर्धारित वोल्टता

Ia = आर्मेचर धारा

Ra = आर्मेचर प्रतिरोध

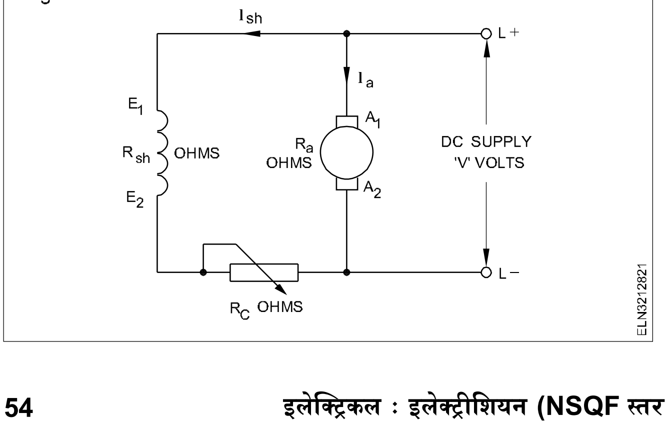
K = एक विशेष मोटर के लिये स्थिरांक है

ϕ = मोटर का वेबर्स प्रतिध्रुव में फ्लक्स है।

N = rpm में स्पीड है।

पूर्व अध्यायों में दी गयी विभिन्न स्पीड नियन्त्रण विधियां इस सूत्र पर आधारित है। इनसे हमें ज्ञात होता है कि मोटर की स्पीड का फ्लक्स ϕ में परिवर्तन करके अथवा पश्च emf Eb = V-IaRa में परिवर्तन करके नियन्त्रित किया जा सकता है। इनकों प्राप्त करने के लिये हमने ज्ञात किया कि नियन्त्रण प्रतिरोध को फील्ड अथवा आर्मेचर परिपथों से सम्बन्धित किया जाता है। जब नियन्त्रण प्रतिरोध योगित होता है स्पीड परिवर्तित होगी। एक विद्युत कर्मी नियन्त्रण प्रतिरोध जिसे परिपथ में एक अभिकल्पित स्पीड को प्राप्त करने के लिये नियन्त्रण प्रतिरोध के मान को ज्ञात कर लेने की स्थिति में होता है। नियन्त्रण प्रतिरोध का मान जिससे नई स्पीड प्राप्त करनी है, की गणना नीचे दी गई सूचना के आधार पर की जा सकती है। (Fig 1)

Fig 1



Method of calculating control resistance in series with the shunt field

शन्ट फील्ड के साथ सिरिज में नियन्त्रक पतिरोध की गणना की विधिः अब माना

E_{b1} = N_1 स्पीड पर पश्च emf

E_{b2} = N_2 स्पीड पर पश्च emf

N_1 = स्पीड जिस पर यह घुम रही है।

N_2 = नवीन स्पीड/ परिवर्तित स्पीड

I_{F1} = N_1 पर फील्ड करंट

I_{F2} = N_2 पर फील्ड करंट

R_t = कुल शन्ट फील्ड परिपथ प्रतिरोध

R_{SH} = शन्ट फील्ड प्रतिरोध

R_C = शन्ट फील्ड के साथ सिरिज में नियन्त्रण प्रतिरोध का मान

तब $\frac{E_{b1}}{E_{b2}} = \frac{K\phi_1 N_1}{K\phi_2 N_2}$

चूंकि ϕ फील्ड करंट I_F की समानुद्रापी है।

इसलिये $\frac{E_{b1}}{E_{b2}} = \frac{KI_{F1}N_1}{KI_{F2}N_2}$

इसलिये न्यू स्पीड $N_2 = \frac{E_{b2}I_{F1}N_1}{E_{b1}I_{F2}}$

और I_{F2} = आरोपित वोल्टता / शन्ट फील्ड परिपथ प्रतिरोध = $\frac{V}{R_{sh} + R_C}$

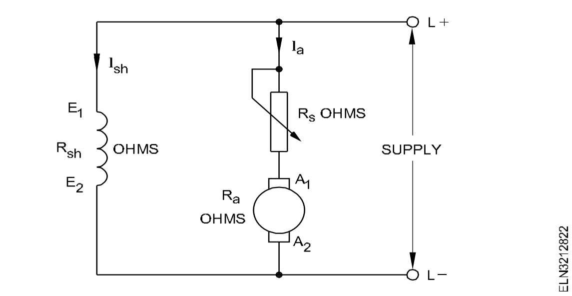
$$R_C = \frac{V}{I_{F2}} - R_{sh}$$

$R_t - R_{sh}$

सिरिज में नियन्त्रण प्रतिरोध की आर्मेचर के साथ गणना विधि (Method of calculating the control resistance in series with hte armature)

Fig.2 के सन्दर्भ में

Fig 2



I_{a1} = N_1 पर आर्मेचर करंट

I_{a2} = N_2 पर आर्मेचर करंट

यदि I_{a1} = I_{a2} तो भार स्थिर आघूर्ण का है।

N_1 = प्रारम्भिक स्पीड

N_2 = नवीन अथवा अन्तिम स्पीड

V = आपूर्ति वोल्टता

R_t = कुल आर्मेचर परिपथ प्रतिरोध

R_s = नियन्त्रण प्रतिरोध

R = आर्मेचर के साथ सिरिज में नियन्त्रण प्रतिरोध

$$N_1 = \frac{E_{b1}}{k\phi} \text{ and } N_2 = \frac{E_{b2}}{k\phi}$$

$$N_2 = \frac{N_1 E_{b2}}{E_{b1}} = \frac{N_1(V - I_{a1}R_t)}{(V - I_{a2}R_a)}$$

जहां $R_t = R_s + R_a$

उदाहरण 1: एक 230 वोल्ट्स शन्ट मोटर की स्पीड 1000 rpm है और आर्मेचर करंट 20A है तो फील्ड के साथ जुडने वाले उस प्रतिरोध के मान को ज्ञात करो जिससे अर्मेचर में 30 एम्पियर की करंट होने पर उसकी स्पीड बढकर 1200 rpm हो जाती है। यदि R_a = 0.25 ohm Rsh = 230 ohms है।

चूंकि आर्मेचर करंट 20 से बढ कर 30 एमिपयर हो जाती है हमारे पास दो परिवर्तक E_{b1} और E_{b2} है साथ ही शन्ट फील्ड में प्रतिरोध जोड कर स्पीड में वृद्धि करनी है इसलिये फील्ड करंट I_{F1} से I_{F2} हो जाती है।

$E_{b1} = V - I_{a1}R_a$ = 230 – (20 x 0.25) = 230- 5 = 225V

$E_{b2} = V - I_{a2}R_a$ = 230 – (30 x 0.25) = 230- 7.5 = 222.5 V

$$I_{F1} = \frac{230}{230} = 1\text{amp.}$$

$$\frac{E_{b1}}{E_{b2}} = \frac{I_{F1} N_1}{I_{F2} N_2}$$

$$I_{F2} = \frac{E_{b2} x I_{F1} x N_1}{E_{b1} N_2} = 1\text{amp.}$$

$$\frac{222.5x1x1000}{225x1200} = 0.824$$

$$R_t = \frac{230}{I_{F2}} = \frac{239}{0.824} = 279.12 \text{ ohms.}$$

जहां $R_c = R_t$-230 = 279.12-230=49.12 ohms.

उदाहरण 2 एक DC मोटर की आर्मेचर करंट 20a और 230V आपूर्ति पर स्पीड 1000 rpm इसका आर्मेचर प्रतिरोध एक ओम है। आर्मेचर के साथ सिरिज में जोडे जाने वाले प्रतिरोध की गणना करो जिससे इसकी स्पीड 800 rpm हो जाये।

$E_{b1} = V - I_a R_a$ = 230 – (20 x 1) = 230- 20 = 210V

$$\frac{E_{b1}}{E_{b2}} = \frac{N_1}{N_2}$$

इसलिये

$$E_{b2} = \frac{E_{b1} \text{ x } N_2}{N_1}$$

$$= \frac{210 \text{ x } 800}{1000} = 168 \text{ volts}$$

$E_{b2} = V - I_a R_t$

इसलिये $I_a R_t = V - E_{b2}$ = 230-168=62 volts

इसलिये R_t = 62/20 = 3.1 ohms

$R_s = R_t - R_a$ = 3.1-1= 2.1

उदाहरण 3 एक 240V की सिरिज मोटर 10 एम्पीयर करंट लेती है, जब इसका निर्धारित आउटपुट 2000 rpm है। इसका प्रतिरोध 0.5 ओम है। तो ज्ञात करें कि किस प्रतिरोध को जोडने पर 1500 rpm पर वही अघूर्ण प्राप्त होगा। नियन्त्रण में शक्ति ह्रास का की गणना करें। (चूंकि आघूर्ण वही है इसलिये मोटर द्वारा ली गई करंट वही होगी)

$E_{b1} = V - I_a R_a$ = 240 – (10 x 0.5) = 240- 5 = 235 V

$$E_{b2} = \frac{E_{b1} \text{ x } N_2}{N_1} = \frac{235 \text{ x } 1500}{2000} = 176.3 \text{ volts}$$

$I_a R_t = V - E_{b2}$ = 240-176.3= 63.7 volts

$$\text{इसलिये } R_t = \frac{I_a R_t}{I_a} = \frac{63.7}{10} = 6.37 \text{ ohms}$$

इसलिये, $R_s = R_t - R_a$ = 6.37-0.5

श्रेणी नियन्त्रण प्रतिरोध = 5.84 ohms

नियन्त्रण प्रतिरोध में शक्ति ह्रास $I_a{}^2 R_s = 10^2$ x 5.87 = 587 watt

DC मशीनों में दोष निवारण (Troublshooting in DC machines)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **दोष निवरण के लिए दोष निवारण चार्ट का उपयोग i) सामान्य रूप से DC मशीन में ii) DC मोटर्स iii) DC जनरेटरों के दोषों को सुधारने में।**

DC मशीनों मे वैद्युत समस्यायें होती है जो समान्यतः AC मशीन में नही होती । DC मोटरों और जनरेटरों में कम्यूटेटर्स और ब्रुशेज होते है जो विशेष समस्यायें उत्पन्न करते है। यदि कम्यूटेटर्स का अनुरक्षण उचित प्रकार से हो तो यह अनेकों साल तक लाभदायक सेवा देगा।

सामान्यतः DC मशीनों में दोष निवारण चार्ट 1 में बताया गया है। जबकि चार्ट 2 DC मोटर से संबंधित और चार्ट 3 DC जनरेटरों का विवरण देता है।

चार्ट 1

DC मशीनों के लिये दोष निवरण चार्ट

लक्षण	कारण	निदान
ब्रशेज का अतिशीघ्र घिस जाना अथवा पिग टेल का अतिऊष्मन अथवा कम्यूटेटर पर भारी चिंगारियां अथवा कम्यूटेटर का का उपयोग अति ऊष्मन।	a अपर्याप्त ब्रुश तनाव	a ब्रुश तनाव का परीक्षण करें
	b ब्रशों का पूर्ण रूप से न बैठना	b ब्रुश और ब्रश आमुखों का निरीक्षण करें
	c प्रतिस्थापित ब्रशों का दोष पूर्ण साइज	c प्रतिस्थापन के लिये सही साइज के ब्रश का प्रयोग करें ।
	d अतिभारण	d भार को कम करें
	e अत्याधिक ब्रुश दाब	e ब्रश तनाव को कम मान तक समंजित करें
	f अपर्याप्त अथवा असमान ब्रुश दाब ब्रशों के होल्डर में चिपकने से	f होल्डरों में ब्रुश के स्वतन्त्र स्पीड को जांचें
	g कम्यूटेटर सगमेन्ट में शार्ट सर्किट	g कम्यूटेटर को स्वच्छ करें और शार्ट सर्किट जांच करें । दोष को सुधारें । कम्यूटेटर तल जाँच करें ।
	h दिशा परिवर्तक का असमान तल	h आवश्यकता हो तो दिशा परिवर्तक के अभ्रक और त्वचा को काटें।
	i ब्रुशों चुम्बकीय, चुम्बकीय उदासीन तल मे न होना	i रॉकर आर्म को उदासीन तल में समंजित करें।
	j तल का धूल सहित ऑयली अथवा दोष युक्त होना	j दिशा परितवर्तक को स्वच्छ करें और पालिश करें।
	k घूर्णन की गलत दिशा।	k घूर्णन की दिशा की जांच करें और त्रुटि का सुधार करें
ब्रश खडखडाते अथवा शोर करते है।	a ब्रश होल्डरों का अत्यधिक घिसा होना	a धारकों को समंजित करें
	b ब्रशों का दोषित कोण	b सही कोण को समंजित करें
	c सर्विस के लिये दोषित ब्रुश	c निर्माता की अनुसंशा प्राप्त करें
	d उच्च अभ्रक	d अभ्रक को काटे
	e त्रुटित ब्रश स्प्रिंग दाब	e सही मान के लिये समंजन करें
चुनने योग्य कम्यूटेशन (एक ब्रश अधिक भार लेता है)	a ब्रश स्पिंग दाब अपर्याप्त	a सही दाब का समंजन करें सुनिश्चित करें कि ब्रश होल्डरों में स्वतन्त्र है।
	b आर्मेचर में असंतुलित परिपथ	b आर्मेचर अथवा समकारक परिपथ अथवा कम्यूटेटर उत्तोलकों (Risers) में दोषित जोडों के उच्च प्रतिरोध को दूर करें। बस और बस रिंग के बीच खराब सम्पर्को की जांच करें

लक्षण	कारण	निदान
निम्न लोड पर चिनगारियां	a कम्यूटेटर पर पेंट स्प्रे, रसायन तेल अथवा ग्रीस अथवा अन्य बाहरी पदार्थ	a अनुप्रयोग के लिये डिजाइन्ड मोटर उपयोग करें कम्यूटेटर स्वच्छ करें और वाह्य पदार्थों से रक्षा करें।
फील्ड क्वायलस का अतिउष्मन (overheating)	a परतों अथवा चक्करों के बीच लघु शार्ट सर्किट पथन आर्मेचर का अतिऊष्मन (over heating)	a दोषित क्वायल्सका प्रतिस्थापन अथवा क्वायल का पुनः वाइंडिंग
आर्मेचर का अतिउष्मन (overheating)	a आर्मेचर के सिरों पर अधिक वोल्टता b आर्मेचर में अधिक करंट c आर्मेचर के वाइंडिंग शार्ट सर्किट d मशीन के चारों ओर वायु का अपर्याप्त होना	a जनरेटरों के लिये स्पीड का अधिक होना वोल्टता को मापें और कम करें। b अतिभार (overload) को कम करें। c दिशा परिवर्तक की जांच करें और खण्डो के बीच धात्विक कणों को हटा दें लघु पथन के लिये मशीन का परीक्षण करें। दोष को सुधारें। d मशीन के चारों ओर पंखा इत्यादि से उत्तम संवाहन प्रदान करे।
मशीन प्रचालित होती है लेकिन अति ऊष्मित हो जाती है।	a अतिभारण b घिसे हुये बियरिंग c कसे बियरिंग d वाइंडिंग लघु शार्ट-सर्किट अथवा भू सम्पर्कित (grounded) e पुल्ली का गलत एलीईजमेंट	a भार को कम करें b बियरिंग प्रतिस्थापित करें c ग्रीस लगायें d वाइंडिंगों का परीक्षण करें e उपयुक्त सयोंजन करें
चलते समय कम्पन्न	a ढीले आधार बोल्ट b ढीली युग्मन पुल्लियाँ c त्रुटि पूर्ण संयोजन d ढीले आन्तरिक भाग e झुका हुआ शाफ्ट f अ संतुलित आर्मेचर g क्षतिपूर्ण बियरिंग	a उन्हें कसे b उन्हें कसें c समुचित संयोजन d उन्हें कसें e शाफ्ट को लेथ से ठीक करें f सतुलित करें g बियरिंग का परीक्षण करें और आवश्यकता होने पर प्रतिस्थापित करें।
यांत्रिक शोर	a एयर गैप में वाह्य पदार्थ b दोषित संयोजन c दोषित बियरिंग	a मशीन को स्वच्छ करें b मशीन को संयोजित करें c बियरिंग का प्रतिस्थापन करें।
बियरिंग का अति ऊष्मन	a अनुचित वर्ग अथवा ग्रीस की मात्रा (रोलर प्रकार)	a त्रुटिपूर्ण वर्ग, अथवा अतिरिक्त ग्रीस को उसके अनुसंशित वर्ग या ग्रीस की मात्रा से सही भरे।
मोटर स्टार्ट नही होगी।	a प्रवर्तक में खुला परिपथ b निम्न अधवा शून्य टर्मिनल वोल्टेज c बियरिंग जाम d अतिभारण (overload)	a खुले प्रवर्तक (starter) प्रतिरोधक की जांच करें b नाम पटिटका निर्धारण से इनपुट वोल्टेज को जांच करें और सप्लाई वोल्टता सही करें। c शाफ्ट की मरम्मत करें अथवा बियंरिग का प्रतिस्थापन करें d भार को कम करें

चार्ट 2

DC मोटर के लिये दोश निवारण चार्ट

लक्षण	कारण	निदान
	e अत्यधिक घर्षण (excessive friction)	e बियरिंग के स्नेहन की जांच करें और सुनिश्चित करें कि तेल पर्याप्त मात्रा में और उत्तम गुणवतत्ता का है। चलायी गई मशीन से मोटर को अलग करें और हाथ द्वारा मोटर को घुमा कर देखे कि दोष मोटर में है । मोटर को भाग अलग करके पुनः असेम्बल करें और उचित स्थानीयता के लिये प्रत्येक भाग की जांच करें और फिट करें। झुके शैफ्ट को सीधा अथवा प्रतिस्थापित करें।
मोटर कुछ समय चलकर रुक जाती है।	a मोटर को शक्ति (powers) का न मिलना	a मोटर टर्मिनलस में वोल्टेज जांच करें फ्यूज और ओभर लोड रिले को भी देखें दोष को सुधारे
	b मोटर कमजोर अथवा शून्य फील्ड से स्टार्ट होती है	b यदि समंजन (adjustable) योग्य स्पीड मोटर है तो सही नियोजन के लिये रिहोस्टेट की जांच करें। यदि सही है रिहोस्टेट की स्थिति जांच करें खुले वाइंडिंग के लिये फील्ड क्वाइल्स की जांच करें। ढीले अथवा टूटे हुये तार की जांच करें।
	c भार (load) स्पीडन के लिये अपर्याप्त मोटर टार्क	c नाम पटिट निर्धारण से लाइन वोल्टता की जांच करें। बडी मोटर अथवा उपयुक्त भार सुमेलन के लिये उपयुक्त अभिलक्षणिक की मोटर प्रयोग करें।
लोड के अन्तर्गत मोटर बहुत धीमा चलती है।	a लाइन वोल्टता बहुत कम है। b ब्रश उदासीन तल के आगे है । c ओवरलोड	a आपूर्ति वोल्टता सुधारें अथवा जांचे और सम्बन्धों अथवा नियन्त्रक आपूर्ति लाइन में यदि अतिरिक्त प्रतिरोध है उसे हटा दें। b उदासीन तल पर ब्रशों को नियोजित करें c मोटर पर अनुज्ञेय भार से अधिक भार न होने की जांच करें।
कम लोड होने पर मोटर अति तीव्र गति से चलती है।	a कमजोर फील्ड b लाइन वोल्टेज अति उच्च c ब्रश उदासीन तल के बाहर है।	a शन्ट लोड फील्ड परिपथों में प्रतिरोध की जांच करें अर्थकंटीन्यूटी की जांच करें b उच्च वोल्टेज स्थिति को सही करें c ब्रश को उदासीन तल पर रखें।
जनरेटर वोल्टता निर्माण में असफल रहता है।	a घूमने की दिशा विपरीत हो गयी होगी। b ब्रश कम्यूटेटर पर स्थिर नही है	a घूर्णन की दिशा में परिवर्तन करें b ब्रश को कम्यूटेटर पर सही स्थिति में नियोजित करें।
	c अवशेष चुम्बकत्व पूरा समाप्त हो गया है	c जनरेटर को एक DC मोटर की भांति प्रचालित करें अथवा कुछ समय (कुछ सेकेण्ड) अथवा फील्ड सर्किट को एक बैटरी से सम्बन्धित करें अथवा DC वोल्टेज से अवशिष्ट चुम्बकत्व प्राप्त करें।

चार्ट 3

DC जनरेटर का समस्या निवारक चार्ट

लक्षण	कारण	निदान
	d जनरेटर स्पीड बहुत कम है।	d जनरेटर स्पीड को सामान्य स्पीड तक पुनः प्राप्त करें, मुख्य चालक स्पीड में वृद्धि करके।
	e आर्मेचर में शार्ट सर्किट है	e आर्मेचर में लघु पथन को सुधारें .
	f आर्मेचर में ओपन सर्किट है	f ओपन सर्किट को सुधारें और परीक्षण करें
	g फील्ड परिपथ में शार्ट सर्किट है	g क्वाइल में शार्ट सर्किट को सुधारें और परीक्षण करें। दोषित क्वायल अच्छे क्वायल उत्तम क्वायल की तुलना में अत्याधिक कम प्रतिरोध प्रदर्शित करेगा।
	h फील्ड वाइंडिंग में ओपन सर्किट है ।	h परिपथ की कंटीन्यूटी की जांच करें और दोष को सुधारें।

DC मशीन के लिये अनुरक्षण प्रक्रिया (Maintenance procedure for DC Machines)

उद्‌देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **निवारक अनुरक्षण और उसके महत्व का अर्थ बताने में**
- **DC मोटर के लिये अनुसंशित अनुरक्षण अनुसूची का वर्णन करने में**
- **अनुरक्षण रिकार्ड को अनुरक्षित रखने को स्पष्ट करने में**

निवारक अनुरक्षण (Preventive maintenance) : वैद्युत मशीनों का निवारक अनुरक्षण सामान्य रूप में आवर्ती जांच परीक्षण, लघु अनुरक्षण की नियोजित मरम्मत, और परीक्षण अनुलेखन के अनुरक्षण विधि को भविष्य के लिये रखने के लिये होता है। निवारक अनुरक्षण पद्धति क्रम और योजनाबद्ध प्रचालनों का मिश्रण है।

नियमित प्रचालन (Routine operations) : नियमित संचालन वह होते है, जो वैद्युत मोटरों को प्रतिदिन, प्रतिसप्ताह अथवा अन्य निश्चित अन्तराल पर अनुरक्षित रखने का निश्चित अनुसूची अनुपालित करते है।

योजनाबद्ध प्रचालन (Planned operation) : इसके विपरीत योजनाबद्ध संचालन में कुछ अतिरिक्त कार्य होता है जो अनियमित अवृत्तियों पर किया जाता है, और जांच द्वारा तथा पूर्व संचालन अनुभव तथा अनुरक्षण अभिलेखों में प्राप्त दोषों के विवरण से ज्ञात किया जाता है।

निवारक अनुरक्षण की आवश्यकता (Necessity of preventive maintance) : वैद्युत मशीनों का प्रभावकारी निवारक अनुरक्षण कार्यक्रम का अनुपालन करने से मशीनों के बडे खराबी दुर्घटनायें अधिक मरम्मत मूल्य और उत्पादन समय का ह्रास दूर कर सकते है। उचित प्रतिबन्धित अनुरक्षण से प्रचालन में मितव्ययता, कम समय तक बन्द रखना, विश्वसनीय मशीन प्रचालन, लम्बा मशीन जीवनकाल और अनुरक्षण तथा मरम्मत की संपूर्ण कमु मूल्य प्राप्त होगा।

निवारक अनुरक्षण का अनुसूचन (Scheduling of preventive maintenance) : आवर्ती जांच पद्धति क्रम और परीक्षणों का अनूसूचन प्रतिदिन, सप्ताह, महीना, अर्धवार्षिक और वार्षिक हो सकता है जो निम्न कारकों पर आधारित होगा।

- उत्पादन में मोटर/जनरेटर का महत्व
- मशीन का कार्यचक्र
- मशीन की आयु
- मशीन का पूर्व इतिहास
- वातावरण जिसमें प्रचालित होती है
- निर्माता की अनुसंशायें

मशीनों की अनुसंशित अनुरक्षण अनुसूची (Recommended maintenance schedule for machine) : पद्धति क्रम आवर्ती अनुरक्षण के लिये एक विद्युत कर्मी पहचानने के लिये अपने पूर्ण विवेक का प्रयोग करेगा और वैद्युत मशीनों में समस्याओं को ज्ञात करेगा। गंध से इंसुलेशन जलने की ओर ध्यान जायेगा। स्पर्श से वाइंडिंग अथवा बियरिंग में अति ऊष्मन दोष ज्ञात होगा श्रवण (hearing) द्वारा अति शोर स्पीड अथवा कम्पन्न दोष ज्ञात होगें और दृष्य द्वारा अतिरिक्त चिन्गारियां और अनेक यांत्रिक दोष ज्ञात होगें।

संवेदी अनुभव दोषों को ज्ञात करने के लिये विभिन्न परीक्षण पूर्ण करना चाहिये। वैद्युत सिद्धान्तों का गहन अध्ययन और परीक्षण, उपकरण का दक्ष प्रयोग, प्रचालन काल में विद्युत कर्मी के लिये महत्वपूर्ण है ।

मशीन विवरण	पृष्ठ 1

निर्माता ट्रेड मार्क ____________________

प्रकार मोडल अथवा सूची संख्या ____________________

करंट का प्रकार ____________________

प्रकार्य ____________________ जनरेटर/मोटक

फेब्रिकेशन अथवा क्रम संख्या ____________________

सम्बन्ध का प्रकार ____________________ पृथक/शंट/सिरिज/यौगिक

निर्धारित वोल्टता ____________ वोल्ट | निर्धारित करंट õ____________ amps

निर्धारित शक्ति ____________ K.W. | निर्धारित स्पीड ____________ r.p.m.

निर्धारित exc. वोल्टता ____________ वोल्ट | निर्धारित exc. स्पीड ____________ amps

निर्धारित सिरिज ____________ | घूर्णन दिशा ____________

इंसुलेशन सिरिज ____________ | रक्षण सिरिज ____________

DC मशीनों के लिये निम्न अनुरक्षण अनुसूची की अनुसंशा की जाती है

1 दैनिक अनुरक्षण (Daily maintenance)

- प्रत्येक का अर्थ सम्बन्ध और मशीन लोड को देखकर परीक्षण करें।
- कम्यूटेटर पर चिनगारी की जांच करें।
- अतिऊष्मन के लिय मोटर वाइंडिंग की जांच करें (अधिकतम अनुज्ञेय ताप लगभग वह होता है जो हाथ द्वारा सुगमता से अनुभव किया जा सकता है।)
- नियन्त्रक उपकरण का परीक्षण करें।
- आयल रिंग स्नेहक मशीनों के लिये
  - a बियरिंग्स की जांच कर देख लें कि आयल रिंग कार्य कर रही है।
  - b बियरिंग्स के ताप को लिख लें, यदि अवश्यक हो तो तेल डालें।
  - c जांच करें और चलाएँ ।
- चलते समय मशीनों पर असाधारण शोर के लिये जांच करें।

2 साप्ताहिक अनुरक्षण (Weekly maintenance)

- कम्यूटेटर और ब्रशों का परीक्षण करें।
- धूल भरे स्थानों में पटटे के तनाव की जांच करें यदि यह अधिक पाया जाता है तो इसे तुरंत कम करे स्लीव-बियरिंग मशीनों में रोटर और स्टेटर के बीच वायु अन्तराल की जांच करें।
- सुरक्षित प्रकार की मशीनें जो धूल भरे स्थानों में है इनमें वायु प्रवाहित करनी चाहिये।
- स्टार्टिंग उपकरण की जांच ले हुये सम्पर्क के लिये करना चाहिये जहां मशीन को बार बार स्टार्ट किया जाता और रोका जाता है।
- तेल स्नेहित बियरिंग्स में धूल गिट्टी इत्यादि द्वारा प्रदूषण के लिये तेल की जांच करें (इसकी जाँच तेल के रंग से की जा सकती है।)
- आधार वोल्ट और अन्य बंधकों की जांच करें।

3 मासिक अनुरक्षण (Montly maintenance)

- नियन्त्रकों का मरम्मत (overhaul) करें।
- आइल सर्किट ब्रेकर को स्वच्छ करें और जांच करें।
- उच्च स्पीड बियरिंग्स जो आर्द्र और धूल भरे स्थलों में है, उनके तेल का बदल दें।
- ब्रश धारकों को साफ करें और DC मशीनों के ब्रशेज के बेडिंग की जांच करें।
- वाइंडिंग के इंसुलेशन की जांच करें

4 अर्धवार्षिक अनुरक्षण (Half - yearly maintenance)

- ब्रशों को जांच करें आवश्यक हो तो उनको बदल दें ।
- मशीनें जिनमें क्षरण होता है और अन्य घटक होते है, उनके वाइडिंग की जांच करें यदि आवश्यक हो तो वाइंडिंग और वार्निश को गरम करें।
- ब्रश तनाव की जांच करें, आवश्यक हो तो समंजन करें।
- बाल और रोलर बियरिंग्स में ग्रीस की जांच करें जहां आवश्यक हो उसे पूरा करें ध्यान रखें कि अति भरण न हो।
- मोटर के ड्राप ली जाने वाली करंट को जांच करें अथवा जनरेटर के द्वारा दी जाने वाली करें और उनकी तुलना सामान्य मानों से करें ।
- सभी बियरिंग्स का तेल निकाल दें और उनको पेट्रोल से जिसमें तेल की कुछ बूंदे है स्वच्छ करें । स्नेहन तेल को निकाल दें और स्वच्छ तेल से पुनः भरें।

5 वार्षिक अनुरक्षण (Annal maintenance)

- सभी उच्च स्पीड बियरिंग्स की जांच करें आवश्यकता हो तो बदल दें।
- सभी मशीन वाइंडिंगों में भलीं प्रकार से स्वच्छ शुष्क वायु के प्रवाह से स्वच्छ करें। सुनिश्चित करें कि दाब इतना अधिक नही कि इंसुलेशन क्षतिग्रस्त हो ।
- तैलीय वाइडिंग लपेटों को स्वचछ करके वानिश करें।

- जिन मशीनों को कठिन प्रचालन स्थितियों में रखा गया है उनका पुर्नयोजन (overhaul) करें।
- क्षतित होने पर कुंजी और फ्यूज सम्पर्कों का नवीनीकरण करें।
- स्टार्टर में तेल की जांच करें और बियरिंग्स में ग्रीस/ तेल लगायें
- स्टार्टर जो आद्र अथवा संक्षरक घटकों के अन्तर्गत रहे है, उनके तेल को बदल दें ।
- स्विच परिस्थितियों, मोटर/जनरेटर लपेटों के बीच अर्थ रेजिस्टेंस का नियन्त्रक गेयर और प्राप्त स्थापन प्रतिरोध की जांच करें।
- भूमि सम्बन्धों के प्रतिरोध की जांच करें।
- आर्मेचर और फील्ड के बीच वायु अन्तराल की जांच करें।
- मोटर्स/जनरेटरों के लपेटों के इंसुलेशन का परीक्षण पुर्नयोजन के पूर्व और पश्चात करें।

6 अनुलेखन (Records)

- एक रजिस्टर बनायें जिसमें एक या अधिक पृष्ठों को प्रत्येक मशीन के लिये दें। और उसमें सभी महत्वपूर्ण जांच और समय समय पर किये गये अनुरक्षण कार्यो को लिखें। इन अनुलेखनों में भूतकाल का प्रदर्शन सामान्य इंसुलेशन स्तर वायु अन्तराल मरम्मत की प्रकृति और पूर्व मरम्मत के बीच अवधि और अन्य महत्वपूर्ण सूचना रखें जो अनुरक्षण और उत्तम प्रकार्य में सहायता देगी।

पद्धतिक्रम अनुरक्षण को मशीन के कार्यान्वन समय अथवा बन्द करने के लघु अन्तराल में की जा सकती है। सुनियोजित अनुरक्षण अवकाश के समय अथवा लघु अवधि के बन्द द्वारा की जा सकती है। सुनियोजित रक्षण अनुसूची का निर्णय पद्धतिक्रम अनुरक्षण टिप्पणियों के आधार पर लेना चाहिये जो अनुरक्षण पट में लिखी गई है।

आन्तरिक भागों का विवरण (Discription of internal)	पृष्ठ (Part) 1
बियरिंग	**आपूर्ति आज्ञा के विवरण**
स्लीव बॉल रोलर	आपूर्ति ऑर्डर संख्या:________________
सम्मुख अन्त संख्या . ________________	क्रय का वर्ष________________
घिर्री अन्त संख्या. ________________	प्रथम जांच और परीक्षण की तिथि ________________
ग्रीस प्रकार ________________	अधिष्ठापन की तिथि________________
युग्मन प्रकार ________________	स्थान ________________
ब्रश वर्ग ________________	
निर्माताओं के अनुसार ब्रश संख्या ________________	

प्रारम्भिक परीक्षण परिणाम	पृष्ठ 1
शन्ट वाइंडिंग का रेजिस्टेंस मान ________________	
सिरिज वाइंडिंग का रेजिस्टेंस मान ________________	
आर्मेचर का रेजिस्टैंस मान ________________	
इंसुलेशन रेजिस्टैंस मान निम्न के बीच में	
आर्मेचर और शन्ट फील्ड ________________	
आर्मेचर और सिरिज फील्ड ________________	
सिरिज फील्ड और शन्ट फील्ड ________________	
आर्मेचर और फ्रेम________________	
शन्ट फील्ड और फ्रेम________________	
सीरीज फील्ड और फ्रेम ________________	

दूसरे पृष्ठ में किये गये अनुरक्षण का अनुलेखन है विशेष कर उसमें दोष लिखे गये है।

लेखा अनुरक्षण (Maintenance record)

जांच आलेखों की अनुरक्षण विधि प्रतिबन्धित अनुरक्षण अनूसूची के लिये आवश्यक है। इस पद्धति में ऊपर के अनुसार एक रजिस्टर अथवा कार्ड प्रयुक्त होते है जैसा कि नीचे दिखाया गया है और एक मास्टर फाइल में रखा जाता है। इन अनुरक्षण पटों को देख कर फोर मैन योदना बध्द रखरखाव कर सकताहै।

अनुरक्षण कार्ड (Maintenance card) : पहले पृष्ठ में नाम पटिटका स्थान क्रय वर्ष प्रारम्भिक परीक्षण परिमाण इत्यादि दिये जाते है जो मशीन से सम्बन्धित होते है।

अनुरक्षण पटिटका के ध्यान पूर्वक अध्ययन से फोर मैन बन्द करने की तिथि निर्धारित कर सकता है जिससे निकट शीघ्र मरम्मत में सहायता प्राप्त होती है अथवा बडे भंजन को रोकने के लिये नियोजित अनुरक्षण अनुसूचित कर सकता है।

अनुरक्षण की विधियां (Method of maintenance) : मोटर और जनरेटरों के भागों और सहायक सामग्री के लिये किये जाने वाले छानबीन और समंजन निवारक अनुरक्षण की दक्षता को सुधारने के लिये नीचे दिये जा रहे है।

- मोटर / जनरेटर स्विच गेयर को प्रतिदिन स्वच्छ करें। और सम्बन्धित केबल्स को धूल मिटटी और ग्रीस रहित करें। मशीन से धूल को हटाने के लिये संघनित वायु का प्रयोग करें।
- अधिक शोर और ताप के लिये प्रतिदिन बियरिंग की जांच करें। यदि आवश्यक हो उन पर पुनः गीस अथवा बियरिंग में पुनः स्नेहन करें। ग्रीस/तेल प्रारम्भिक स्तर का होना चाहिये। विभिन्न वर्गो की ग्रीस का परस्पर मिश्रण न करें। क्योंकि इससे स्लज (sludge) अथवा तेजाब निर्मित होगा और बियरिंग को नष्ट करेगा।
- जल अथवा तेल अथवा ग्रीस जो आस पास से रिस सकती है उससे उत्पन्न दाबों के लिये प्रतिदिन मशीन की जांच करें । रिसने को रोकने के लिये आवश्यक रक्षण उपाय करें।
- पटटों गियर्स, कपलिंग की प्रतिदिन जांच ढीलेपन, कम्पन्न और शोर के लिये करें। यदि दोषित है उनकों समंजित/ या बदल दें ।
- चिंगारी और घिसने के लिये ब्रशेज और दिशा परिवर्तक की साप्ताहिक जांच करें।
- उचित स्नेहन के लिये बियरिंग्स की साप्ताहिक जांच करे।
- टर्मिनल और कुंजी सम्पर्को की साप्ताहिक जांच करे।

अत्यधिक घिसने के लिये, खडखडाने और चिन्गारी के लिये महीने में एक बार दिशा परिवर्तक और ब्रशों की जांच करें। घिसे हुये ब्रशों का प्रतिस्थापन उसी प्रकार के ब्रशों द्वारा आवश्यक है। ब्रशेज पर स्प्रिंग तनाव की जांच करे आवश्यक हो समंजन करें। अत्यधिक घिसे हुये दिशा परिवर्तकों को एक लेथ में ले जाना आवश्यक है अथवा उन्हें बदल दें।

- प्रतिमाह ब्रशों के उचित स्थिति की जांच करें यदि आवश्यक हो ब्रशों को कम्यूटेटर तल के अनुसार उचित वक्र तक पुनः आकृति दें ।
- साइड कवर और शाफ्ट के अधिक चाल (play) की जाँच करें । घिसने, गर्तन और जलने के लिये स्विच गेयर के मुख्य और सहायक सम्पर्क बिन्दुओं की मासिक जांच करें। अति घिसे हुये सम्पर्क बिन्दुओं को बदलना आवश्यक है। ढीले सम्बन्ध पपडी अथवा जलने के लिये सम्बन्ध टर्मिनल की जांच करें। दोषों को दूर करें।
- महीने में एक बार फील्ड वाइंडिंग और आर्मेचर की इंसुलेशन जाँच और भू दोषों के लिये करें। एक मेगा ओम से कम इंसुलेशन का लघु मान निर्बल इंसुलेशन प्रदर्शित करता है।
- वाइंडिंग को सुखायें यदि आवश्यक हो उन पर पुनः वार्निश करें।
- महीने में एक बार आधार बोल्ट और अन्य बन्धकों की उनके कसे होने के लिये जांच करें।
- वर्ष में एक बार दिशा परिवर्तक क्षणों के बीच अभ्रक को काट दें। दिशा परिवर्तक और आर्मेचर की जांच शार्ट सर्किट और खुले पथ और भू दोषों के लिये परीक्षण करें।

उर्पयुक्त से स्पष्ट है कि वर्ष में कम से कम एक बार मोटर /जनरेटर का बहुधा पद्धतिक्रम अनुरक्षण के साथ पूर्ण मरम्मत आवश्यक होता है।

अनुरक्षण कार्ड

पद्धतिक्रम अनुरक्षण पर आख्या पृष्ठ 2

अनुरक्षण तिथि	किया गया पद्धतिक्रम अनुरक्षण	प्राप्त दोष	परीक्षक का हस्ताक्षर	सूचित किये जाने वाले का	टिप्पणी

तृतीय पेज में मोटर में समय समय पर किये गये परीक्षणों का विवरण संगत प्रेक्षणों के साथ-

अनुरक्षण कार्ड

परीक्षण विवरण पर आख्या **पृष्ठ 3**

परीक्षण तिथि	पद्धतिक्रम	परीक्षण विवरण	परीक्षण परिणाम	परीक्षक हस्ताक्षर	सूचित किये जाने वाले का हस्ताक्षर	टिप्पणी

उपर्युक्त से यह स्पष्ट है कि - वर्ष में कम से कम एक बार मोटर/जनरेटर को क्रमिक (overhauling) रख-रखाव की आवश्यकता होती है।

चतुर्थ पृष्ठ से दोषों का विवरण, कारण और की गई मरम्मत प्राप्त होती है।

मोटर सेवायी कार्ड पृष्ठ 4

मरम्मत की तिथि	मरम्मत और प्रतिस्थापित भाग	कारण	मरम्मतकर्ता के हस्ताक्षर	परिवेक्षक के हस्ताक्षर	टिप्पणी

डीसी मोटर कन्ट्रोल सिस्टम (ड्राइव) एसी-डीसी तथा डीसी-एसी कन्ट्रोल (D.C. motor control system (drives) AC-DC and DC-AC control)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **AC से DC कन्ट्रोल ड्राइव के महत्व के बारे में**
- **AC से DC ड्राइव के लाभ तथा अनुप्रयोगों की सूची के बारे में**
- **DC से DC ड्राइव कन्ट्रोल सिस्टम (चॉपर) के वर्णन के बारे में**
- **DC से DC ड्राइव के लाभ तथा अनुप्रयोगों की सूची के बारे में ।**

एसी से डीसी ड्राइव कन्ट्रोल (AC to DC drive control)

AC/DC ड्राइव एक इलेक्ट्रानिक युक्ति है जिसे एक निर्धारित आवृत्ति तथा वोल्टेज में एक समायोज्य आवृत्ति तथा एसी वोल्टेज स्त्रोत में बदला जाता है । यह नियंत्रित करता है -

- स्पीड (the speed)
- बल-आघूर्ण (the torque)
- हार्स पावर (अश्व शक्ति) (the horse power)
- एसी मोटर की दिशा (the directions of AC motor)

इन ड्राइव को समायोज्य स्पीड ड्राइव ("Adjustable Speed Drives - (ASD)") अथवा परिवर्ती फ्रीक्वेंसी ड्राइव ("Variable Frequency Drives - (VFD)")

इसकी अधिक लोकप्रियता (popularity) ऊर्जा बचत करना है ।

AC ड्राइव AC/DC कन्वर्टर एक SCR ब्रिज है, जिसे आऊटपुट से AC पावर प्राप्त होती है और समायोज्य वोल्टेज DC पावर से DC को इन्वर्टर के द्वारा उपलब्ध कराता है।

वोल्टेज रेगुलेटर (voltage regulator) पूर्व निर्धारित (Preset) DC वोल्टेज लेवल को सेट करने के लिए आवश्यक होता है जितनी मोटर को आउटपुट वोल्टेज चाहिए ।

फ्रीक्वेंशी कन्ट्रोल युक्ति के द्वारा फ्रीक्वेंशी को व्यवस्थित करके मोटर की स्पीड को कन्ट्रोल करते हैं ।

अग्रिम (Advances) तकनीकी (technology) आकार, कीमत, विश्वसनीयता (reliability) तथा AC ड्राइव के प्रदर्शन उद्योगों में लोकप्रिय होते हैं जिसे "वैरीएबल स्पीड अनुप्रयोग (Variable Speed Applications)" कहते हैं ।

लाभ (Advantages)

- स्पष्ट स्पीड कन्ट्रोल (Precise speed control)
- ऊर्जा सेविंग (Energy saving)
- साधारण प्रचालन (Simple operation)
- कोई बाहरी कन्ट्रोल नहीं (No external control)
- अच्छी विश्वनीयता (Good reliability)
- आकार में छोटा तथा हल्का (Lighter and smaller in size)
- स्पीड कन्ट्रोल का बेहतर तरीका (It is preferable method of speed control)

अनुप्रयोग (Application)

पंखे, ब्लोवर, कम्प्रेशरों, पम्पों, लैथ, स्टैम्पिंग प्रेशों आदि ।

डीसी-डीसी ड्राइव कंट्रोल (चॉपर) (DC - DC drive control (Chopper))

DC - DC कन्वर्टर (चॉपर) ड्राइव का अधिकतम प्रयोग पूरे संसार में ट्रैक्शन अनुप्रयोग में होता है । एक DC - DC कन्वर्टर निर्धारित वोल्टेज DC स्त्रोत के बीच जुड़ा होता है तथा एक DC मोटर से आर्मेचर वोल्टेज को हटाने बढ़ाने में करते हैं Fig 2 में देखें । जोड़ से आर्मेचर वोल्टेज कन्ट्रोल एक DC - DC कन्वर्टर से मोटर में रिजनरेटिव ब्रेकिंग उपलब्ध करा सकते हैं और सप्लाई से ऊर्जा को पीछे वापस करा सकते हैं । इसको अधिक फ्रीक्वेंशी पर ऑपरेट करते हैं ।

DC-DC कन्वर्टर ड्राइव का प्रयोग बैटरी विद्युत गाडियों (BEVs) में भी करते हैं । इसके कुछ कन्ट्रोल के तरीके DC-DC कन्वर्टर ड्राइव जैसे -

- पावर अथवा त्वरण कंट्रोल
- रिजनरेटिव ब्रेक कंट्रोल
- रियोस्टेटिक ब्रेक कन्ट्रोल
- रिजनरेटिव और रियोस्टेटिक ब्रेक कन्ट्रोल संयुक्त रुप में

लाभ (Advantages)

ये अधिक स्टार्टिंग टार्क उपलब्ध करता है । ये सम्भवतः स्पीड को एक दूरगामी (wide range) तक कन्ट्रोल करता है । AC ड्राइव की तुलना में स्पीड कन्ट्रोल के तरीके साधारणतया आसान और कम महंगे होते हैं ।

अनुप्रयोग (Applications)

- सर्वो अनुप्रयोग (Servo applications)
- रोबोटिक्स (Robotics)

वाइन्डिंग में प्रयुक्त सामग्री - फील्ड क्वायली वाइन्डिंग (Materials used for winding - Field coil winding)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **वाइन्डिंग के लिए उपयोग होने वाले इन्सुलेटिंग पदार्थ की योग्यता व तापमान सहनशक्ति क्षमता के अनुसार, विभिन्न इन्सुलेटिंग पदार्थो का वर्गीकरण करना**
- **वाइन्डिंग में प्रयुक्त होने वाले इन्सुलेटिंग पदार्थो की सूची व उनके अनुप्रयोगों का वर्णन करना।**

इन्सुलेटिंग पदार्थ (Insulating materials) : वाइन्डिंग के कार्य में उचित इन्सुलेटिंग पदार्थो का चयन एक महत्वपूर्ण कार्य है। विद्युत उपकरणों व उपस्करों में ageing factor कई बातों पर निर्भर करता है, जैसे तापमान, विद्युत या यान्त्रिक प्रतिबल, कम्पन्न, नमी, धूल और रासायनिक क्रिया।

वाइन्डिंग के लिए उपयोग होने वाले इन्सुलेटिंग पदार्थो का वर्गीकरण (Classification of insulating materials used for winding) : विद्युत उपकरणों व उपस्करों में, प्रणाली के इन्सुलेटिंग पदार्थ के ageing factor पर तापमान का बहुत प्रभाव पड़ता है। कुछ मौलिक ऊष्मीय वर्गीकरण लाभकारी सिब्द हुए है और ये विश्वस्तर पर स्वीकार किये गये है। इसलिए वाइन्डिंग में उपयोग होने वाले पदार्थ, तापमान की परास (range) अनुसार जहाँ तक अपनी इन्सुलेटिंग सामर्थ्य बनाये रखते है, उस अनुसार वर्गीकृत किये गये है।

इन्सुलेशन का प्रत्येक वर्ग (BIS 1271-1985 के अनुसार) एक विशेष तापमान तक अपनी सामर्थ्य बनाये रखता है। जब तक इस तापमान में वृब्धि नही होती है, यह उस उपकरण के इन्सुलेशन की आयु को सुरक्षित रखता है, जो कि सामान्य सेवा के दौरान मितव्ययी भी होती है। इसके अतिरिक्त एक अन्य कारक जैसे कम्पन्न, गन्दगी की स्थिति, रसायन की उपस्थिति इत्यादि भी इन्सुलेशन पदार्थ के शीघ्र खराब करने के कारक होते है।

सबसे अधिक उपयोग होने वाले इन्सुलेटिंग पदार्थ जो उनके तापमान सहन सीमा के अन्तर्गत है के वर्गो को निम्न सारणी 1 में उल्लेखित किया गया है।

सारणी 1 में अंकित तापमान, इन्सुलेशन का वास्तविक तापमान है और यह विद्युत उपकरणों में बढने वाला तापमान नहीं है।

पदार्थ (Material): निम्नलिखित इन्सुलेटिंग पदार्थ वाइन्डिंग प्रक्रिया के लिए उपयोग किये जाते है।

कागज की इन्सुलेशन शीट (Insulation paper sheets) : वाइन्डिंग प्रणाली में स्लॉटों को इन्सुलेट करने व अन्य धातु भाग को सप्लाई तार से इन्सुलेट करने के लिए सामान्यतया इनका उपयोग किया जाता है।

लेदराइड पेपर (Leatheroid paper) : यह एक विशेष प्रकार का कागज होता है जिसकी आयु व पैरावैद्युत सामर्थ्य (dielectric strength) अधिक होती है। यह डार्क ग्रे (dark grey) व बॉटल ग्रीन (bottle green) रंगों में उपलब्ध होता है। ये वर्ग A वर्ग वाले इन्सुलेशन में उपयोग किये जाते है।

प्रैसफान पेपर (Pressphan paper) : यह बहुत अच्छी प्रकार से चमकदार (glazed) व प्रैस किया हुआ कागज होता है, जिसकी परावैद्युत सामर्थ्य (dielectric strength) उच्च होती है। सामान्यतया यह पीले रंग में उपलब्ध होता है। यह वर्ग A के इन्सुलेशन कार्यो में उपयोग किया जाता है।

टेबल 1

इन्सुलेशन का वर्गीकरण

(as per BIS:1271-1958/1985)

क्रमांक	वर्ग	अधिकतम सुरक्षित तापमान	इन्सुलेशन पदार्थो का विवरण
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Y	90ºC	कॉटन, सिल्क, कागज सामान्य संसेचन 'V' impoegnation रहित
2	A	105ºC	कॉटन, सिल्क व तेल में डुबे कागज
3	E	120ºC	लेदराइड पेपर, एम्पायर क्लॉथ व फाइबर
4	B	130ºC	अभ्रक, काँच के रेशे सामग्री (glass fibre) व एस्बेस्टस इत्यादि
5	F	155ºC	वर्ग B में उल्लेखित सामग्री जो कि अभ्रक काँच के रेशे (glass fibre) व एस्बेस्टस है उत्तम गुण वाले उपयोग किये जाते है।
6	H	180ºC	सिलिकॉन ऐलास्टोमर औरअभ्रक, फाइबर ग्लास, एसबेसटस इत्यादि का मिश्रण
7	200C 220C 250C	200ºC 220ºC 250ºC	इस वर्ग में अभ्रक, पोर्सिलेन, काँच व क्वार्टज इत्यादि सम्मिलित होते है।

ट्रिप्लैक्स पेपर (Triplex paper) : इस प्रकार में लेदराइड (leatheroid) पेपर के ऊपर या प्रैसफान पेपर या एलीफेन्टाइड (elephantide) पेपर के ऊपर पॉलिस्टर की पतली परत चढाई जाती है जिससे यह नमी रोधक (non-hygroscopic) बन जाता है। सामान्यतया इस पेपर को एक तरफ ग्लेज्ड (glazed) किया जाता है और इनका रंग प्रयोग में लाये पेपर के अनुसार भूरा, हरा, ग्रे या पीला होता है। यह E वर्ग के इन्सुलेशन में प्रयोग किया जाता है।

मिलिनेक्स पेपर (Millinex paper) : यह दुधिया (milky white) रंग का कृत्रिम पेपर होता है। यह बहुत उच्च नमी रोधक होता है और वैद्युत व यान्त्रिक सामर्थ्य भी उच्च होती है। यह वर्ग E व वर्ग B के इन्सुलेशन वाले कार्यों में उपयोग होता है।

माइकोनेट पेपर (माइका फोलियम) ओर माइकानाईट क्लॉथ (Micanite paper (mica folium) and micanite cloth): इसे कागज व कपड़ा को एक साथ मिलाकर बनाया जाता है, जो कि कपड़ा आधारित पेपर होता है अर्थात यह नरम माइका जैसा होता है। यह उच्च तापमान को सहन कर सकता है। सामान्यतया इसका रंग सफेद होता है जिसमें अभ्रक दिखाई देता है। यह वर्ग E व वर्ग B के इन्सुलेशन कार्यों में उपयोग होता है।

एम्पायर क्लॉथ (Empire cloth) : यह संसेचित (impregnated) कपडा होता है और बहुत नरम (flexible) होता है। सामान्यतया यह काले या पीले रंग में उपलब्ध है, जो कि इस पर निर्भर करता है कि इसमें वार्निश कौन से रंग की प्रयोग की गई है। यह वर्ग A के इन्सुलेशन कार्य के लिए प्रयोग में लाया जाता है।

ग्लास फाईबर क्लॉथ (Glass fibre cloth) : यह काँच की रूई से बना कपड़ा होता है। इसकी परावैद्युत सामर्थ्य उच्च होती है और उच्च तापमान पर अपनी सामर्थ्य बनाये रखता है। यह बहुत मुलायम होता है। संसेचित न होने पर इसका रंग सफेद होता है। संसेचित (impregnated) फाईबर ग्लास कपड़ा सामान्यतया वाइन्डिंग में प्रयोग किया जाता है और इसका रंग सुनहरी पीला या काला होता है। यह E व B के इन्सुलेशन वर्ग में कार्य में लिया जाता है।

उपरोक्त इन्सुलेशन शीट 2 मील, 5 मील, 7 मील, 10 मील व 15 मील की मोटाई में उपलब्ध है, चौडाई एक मीटर होती है। ये सामान्यतया किलो ग्राम में बेची जाती है।

विशेष प्रकार की वर्ग `F' व `H' प्रकार की इन्सुलेशन शीटें भी उपयोग में लाई जाती है। इनमें से कुछ के ब्राण्ड नाम हाइपोथेरम (`Hypotherm) व नोमेक्स (Nomex') है।

टेप (TAPES): ये वाइन्डिंग प्रक्रिया में चालकों के समूह को बांधने के लिए उपयोग की जाती है।

सूती टेप (Cotton tape) : सामान्यतया ये संसेचित नही होती है तथा सीधे व क्रॉस धागों से निर्मित उपलब्ध होते है। इनका रंग सफेद होता है। ये वर्ग A व E की योजना में उपयोग होती है।

एम्पायर टेप (Empire tape) : यह सूती संसेचित टेप होती है। संसेचित करने वाली वार्निश के अनुसार इसका रंग होता है जैसे पीला या काला। यह वर्ग A की इन्सुलेशन योजना में प्रयोग की जाती है।

फाइबर ग्लास टेप (Fibre glass tape) : यह संसेचित व संशेचन रहित प्रकार की उपलब्ध है। इसकी पैराविद्युत सामर्थ्य उच्च होती है और उच्च तापमान पर अपने गुण बनाये रखती है। यह वर्ग E, B व F प्रकार की इन्सुलेशन योजना में उपयोग होती है।

उपरोक्त वर्णन की गई टेपें 2,5, 7 व 10 मील की मोटाई में और 12mm, 19mm व 25 mm की चौडाई में 25, 50 व 100 मीटर के रोल में उपलब्ध है।

वर्ग `F' व `H' इन्सुलेशन योजना के लिए, सिलीकॉन आधारित टेप उपयोग की जाती है। उदाहरण के लिए सिलीकॉन एलासटोमर (SILICON-ELASTOMER) के ब्राण्ड नाम वाली टेप।

स्लिव (SLEEVES) : वाइन्डिंग के सिरे व टर्मिनलों को इन्सुलेट करने के लिए स्लिव प्रयोग की जाती है।

कॉटन स्लिव्स (Cotton sleeves) : ये सूती धागे से बनी होती है, सामान्यतया इन्हें वार्निश नहीं किया जाता है। ये वर्ग A की इन्सुलेशन योजना में उपयोग की जाती है।

एम्पायर स्लिव्स (Empire sleeves): ये संसेचित कॉटन स्लिव होती है और वर्ग A की इन्सुलेशन योजना में उपयोग होती है।

फाइबर ग्लास स्लिव्स (Fibre glass sleeves) : ये काँच के रेशों से बुनकर व संसेचित करके बनाई जाती है। सामान्यतया इनका रंग पीला या काला होता है। E, B और F वर्ग की इन्सुलेशन योजना में उपयोग होती है।

PVC स्लिव्स (PVC sleeves): ये पालिविनाईल क्लोराइड शीट से बनी होती है और कई रंगो में उपलब्ध है। ये नमी की उच्च प्रतिरोधी है। तापमान बढने से खराब होने के कारण, ये बाइन्डिंग प्रक्रिया में उपयोग नही की जाती है। ये टर्मिनलों की बढी हुई लीड को इन्सुलेट करने के काम आ सकती है।

उपरोक्त वर्णन की गई स्लिवें 1mm, 2mm, 3mm, 4mm से 12 mm के व्यास में उपलब्ध है और सामान्यतया एक मीटर लम्बी होती है। कई बार ये 25, 50 व 100 के रोल में भी उपलब्ध हो जाती है।

अन्य इन्सुलेटिंग पदार्थ (Other insulating materials)

फाइबर (Fibre) : सामान्यतया रेशे दार फाईबर इन्सुलेशन में उपयोग की जाती है। यह wedges व पैकिंग उद्देश्य के लिए उपयोग की जाती है। यह 1 mm से 12 mm की मोटाई की लालिमा (Reddish) रंग लिये हुए शीट के रूप में होती है और यह kgs भार में बेची जाती है। यह वर्ग A,E व B प्रकार की इन्सुलेशन योजना में उपयोग की जाती है।

बांस (Bamboo) : वाइन्डिंग प्रक्रिया में अच्छे किस्म की बांस wedges बनाने के लिए उपयोग किये जाते है। दूकानों पर बने बनाये उचित साईज के टुकडे उपलब्ध होते है। ये वर्ग A & E प्रकार की इन्सुलेशन योजना में उपयोग होते है।

हैम्प धागा (Hemp thread): ये क्वायल व क्वायल बाहर निकले भाग (overhangs) को बांधने के लिए उपयोग किये जाते है। ये विभिन्न मोटाई व रोल में उपलब्ध है । ये वर्ग A इन्सुलेशन की योजना में प्रयुक्त होते है।

टेरीलीन धागा (Terylene thread): यह टेरीलीन पदार्थ से बना होता है और क्वायल व क्वाइल के बाहर निकले भाग को बाँधने के लिए उपयोग होता है। यह विभिन मोटाई व रोल में उपलब्ध है। ये वर्ग E & B इन्सुलेशन योजना में उपयोग होते है।

वार्निश (Varnish): यह तरल इन्सुलेटिंग पदार्थ है जो कि वाइन्डिंग प्रक्रिया में उपयोग हुए पदार्थों की इन्सुलेटिंग सामर्थ्य बढाने के लिए प्रयोग की जाती है। वाइन्डिंग कार्य के लिए दो प्रकार की वार्निश उपलब्ध है।

– वायु-शोषित इन्सुलेटिंग वार्निश (Air-drying insulating varnish)
– बेकिंग इन्सुलेशन वार्निश (Baking insulation varnish)

ये वार्निश दो रंगों, सुनहरी पीला व काला रंग में उपलब्धहै। ये 1 से 5 लीटर के टीन में सामान्यतया उपलब्ध है।

वार्निश व वार्निशिंग प्रक्रिया की जानकारी के लिए Ex. 3.2.130 में चर्चा की गई है।

वाइन्डिंग तारें (Winding wires)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **वाइन्डिंग तार सारणी के सन्दर्भ से विभिन्न विवरण जैसे गेज नम्बर, व्यास, अनुप्रस्थ काट फील्डफल, प्रति km भार, प्रति वर्ग cm में टर्नों की संख्या और उनकी करंट वहन क्षमता का वर्णन करना**
- **फिल्ड क्वायल के इन्सुलेशन की योजना का वर्णन करना**
- **फिल्ड क्वायल के वाइन्डिंग की विधि का वर्णन करना**
- **फिल्ड क्वायल के संयोजन और उनका परीक्षण करने की विधियों का वर्णन करना।**

वाइन्डिंग तारें (Winding wires) : छोटी व मध्यम क्षमता वाले विद्युत मशीनों व उपकरणों की वाइन्डिंग करने के लिए सामान्यतया गोल आकार वाले नरम ताँबे के चालकों का उपयोग किया जाता है। इन ताँबे की तारों पर विभिन्न प्रकार के इन्सुलेशन लगे होते है। जो कि निम्नलिखित प्रकार के है।

- सुपर इनेमल्ड कॉपर वायर (Super-enamelled copper wire) (S.E.)
- सिंगल कॉटन-कवर्ड कॉपर वायर (Single cotton-covered copper wire) (S.C.C.)
- डबल कॉटन-कवर्ड कॉपर वायर (Double cotton-covered copper wire) (D.C.C.)
- सिंगल सिल्क-कवर्ड कॉपर वायर (Single silk-covered copper wire) (S.S.C.)
- डबल सिल्क -कवर्ड कॉपर वायर (Double silk-covered copper wire) (D.S.C.)
- PVC -कवर्ड कॉपर वाइन्डिंग कॉपर (PVC-covered copper winding wire)

अधिकतर वाइन्डिंग अनुप्रयोगों में मध्यम परत वाली सुपर-इनैमल्ड कॉपर वाइन्डिंग वायर सामान्यतया प्रयोग की जाती है, जबकि कुछ विशेष अनुप्रयोगों में मोटी परत वाली सुपर-इनैमल्ड कॉपर वायर प्रयोग की जाती है।

कुछ DC मशीनों के आर्मेचर व फिल्ड क्वायल सुपर इनैमल्ड, DCC या DSC कॉपर वाइन्डिंग तारों से वाइंडिंग किये जाते है।

PVC परत वाली कॉपर वाइन्डिंग तारों को मुख्यतया सबमर्सीबल पम्प की वाइंडिंग में उपयोग की जाती है।

ये वाइडिंग वायर विभिन्न आकारों और इन्सुलेशन वर्गों में उपलब्ध है।

SE कॉपर वायर जो मध्यम प्रकार की परत से बनी है, के सभी आवश्यक विवरण सारणी 1 में दिये गये है।

ये सारणियाँ सभी मुख्य वाइन्डिंग वायर निर्माताओं द्वारा वाईंडर के कार्य की सहायता के लिए प्रकाशित की गई है। सारणी 1 में चालक की धारा-वहन क्षमता 2.3A/mm^2 दर्शायी गई है। सामान्य उपयोग में क्षमता 3 से 4 गुणा मान में उपयोग की जाती है जो मशीनों के इनसुलेशन व तापमान ग्रेड पर निर्भर करता है।

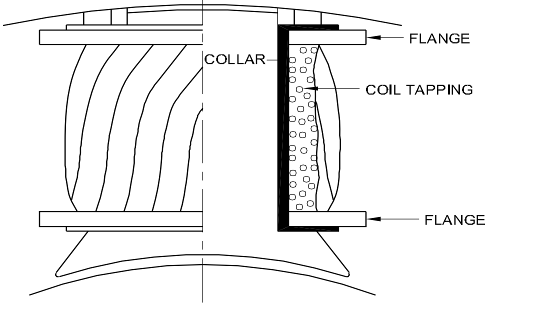
फिल्ड क्वायल की वाइन्डिंग (Winding of field coils): फिल्ड क्वायल को पुनः वाइडिंग करने के लिए, वाइन्डिंग तार के उचित चयन करने, इसका इन्सुलेशन, क्वायल का सही नाप और विभिन्न चरणों में उपयोग होने वाली इन्सुलेशन योजना पर उचित ध्यान देना चाहिए, ताकि मूल स्थिति को कायम रखा जा सके, जब तक दूसरी आवश्यकता को प्राधिकृत न किया जाये।

फिल्ड क्वायल के लिए इन्सुलेशन का विवरण (Insulation details for a field coil) : फिल्ड क्वायल, फ्रेम, फिल्ड पोल व पोल शू से अच्छी प्रकार से इन्सुलेटिड होनी चाहिए।

कॉलर (Collar) : फोल्ड पोल के चारों ओर का इन्सुलेशन कालर कहलाता है जो Fig 1 से दिखाया गया है।

फ्लैन्ज (Flanges): क्वायल के दोनों तरफ उपयोग होने वाला इन्सुलेशन जो इसे फ्रेम से व पोल शू से इन्सुलेट करता है वह फ्लैन्ज कहलाता है। (Fig 1)

Fig 1



टेबल 1

(सुपर - इनैमल्ड ताँबा तार के लिए विवरण)

नाप	इन्चों में व्यास	व्यास meter mm	फील्डफल sq. mm	मोड़ (टर्न) per sq.cm.	एम्पियर में करंट	प्रति 1000 मीटर (kg)
14	.080	2.03	3.244	22	7.5	28.18
15	.072	1.82	2.63	27	6.1	22.84
16	.064	1.62	2.1	33	4.8	18.06
17	.056	1.42	1.59	42	3.7	13.85
18	.048	1.21	1.167	58	2.7	11.05
19	.040	1.01	0.811	87	1.9	7.08
20	.036	.91	0.636	105	1.5	5.75
21	.032	.81	0.52	134	1.2	4.55
22	.028	.71	0.4	172	.92	3.58
23	.024	.60	0.29	234	.68	2.56
24	.022	.55	0.25	275	.57	2.24
25	.020	.50	0.202	329	.4	1.78
26	.018	.45	0.162	397	.38	1.45
27	.0164	.41	0.137	484	.32	1.29
28	.0148	.37	0.111	583	.26	1.01
29	.0136	.34	0.094	680	.22	0.804
30	.0124	.31	0.078	834	.18	0.712
31	.0116	.29	0.070	939	.158	0.646
32	.0108	.27	0.06	1,068	.137	0.505
33	.0100	.26	0.055	1,070	.118	0.45
34	.0092	.23	0.043	1,490	.100	0.362
35	.0084	.21	0.036	1,744	.083	0.324
36	.0076	.19	0.029	2,085	.068	0.261
37	.0068	.17	0.023	2,542	.054	0.209
38	.0060	.15	0.018	3,162	.042	0.164
39	.0052	.13	0.014	4,379	.032	0.127
40	.0048	.12	0.0117	5,030	.027	0.114
41	.0044	.11	0.0098	6,060	.028	0.09
42	.0040	.10	0.0078	7,692	.018	0.073
43	.0036	.09	0.0064	9,375	.015	0.06
44	.0032	.08	0.005	12,000	.012	0.047
45	.0028	.07	0.0039	15,384	.009	0.037
46	.0024	.06	0.0028	21,428	.006	0.026
47	.0020	.05	0.00196	30,612	.005	0.015
48	.0016	.04	0.00126	47,619	.003	0.012

* **करन्ट वहन करने की क्षमता 2.3 ampere प्रति sq. mm ली गई है।**

क्वायल रैपिंग या क्वायल टैपिंग (Coil wrapping or coil taping): क्वायल के चारों ओर उपयोग किया गय इन्सुलेशन क्वायल रैपिंग या टैपिंग कहलाता है जो कि Fig 1 में दर्शाया गया है।

एक विशिष्ट फील्ड क्वायल के इन्सुलेशन के लिए निम्नलिखित विवरण उदाहरण के लिए प्रस्तुत है।

- चालक- मध्यम परत के साथ सुपर इनैमल्ड कॉपर वायर।
- कॉलर- लेदरायड से 10 मील एकल प्रकार
- फ्लैन्ज- लेदरायड से 15 मील एकल प्रकार
- क्वायल लपेटन- 7 मील मोटाई, 19 mm चौडी सूती टेप
- क्वायल लीड का आवरण- एम्पायर स्लिवें।
- वार्निश- शुष्क वायु, सुनहरी पीले रंग वाली, वर्ग E वार्निश

फील्ड क्वायल की तैयारी (Preparation of a field coil) : फील्ड क्वायल को इन्सुलेटिड ताँबा तार से वाइडिंग किया जाता है, जिसका व्यास व टर्नो की संख्या मशीन की क्षमता व उपलब्ध वोल्टेज पर निर्भर करता है। जब वाइडिंग की जा रही हो, उस समय यह आवश्यक है कि मूल क्वायल के अनुसार ही वाइडिंग तार का साइज, क्वायल का साइज व इन्सुलेशन योजना भी समान हो। तार को लकड़ी के फर्मा पर कुण्डलित किया जा सकता है जिसमें एक केन्द्र में टुकड़ा (जो कि क्वायल के आन्तरिक साईज के अनुसार) होता है और दो साईड के टुकड़े होते है जो क्वायल को अपने स्थान में रखते है। Fig 2 में फर्मे की संरचना दिखाई गई है। केन्द्र वाला टुकड़ा (वाइन्डिंग फ्रेम) एक तरफ थोड़ा झुका (tapered) होता है जो कि फर्मे से क्वायल को उतारने में सहायक होता है। फर्मे से क्वायल को उतारते समय क्वायल का वास्तविक आकार वही रहना चाहिए, जब वाइडिंग पूर्ण होने वाली होती है यदि टेप का फीता या धागा केन्द्रीय भाग पर रखा जाये, तब वाइन्डिंग को शुरू किया जाता है इसे Fig 3 के अनुसार रखना चाहिए। इससे वाइडिंग पूर्ण होने पर क्वायल को फर्मे से उतारने में सहायता मिलती है। वाइडिंग पूरी होने पर ये टेप व धागे Fig 4 में दिखाये अनुसार बांध दिये जाने चाहिए। फर्मे को खराद मशीन के चक में या क्वाईल-वाइन्डिंग मशीन मे या क्वायल को बाँधने के लिए वाईडर के हाथ में रखना चाहिए और मूल क्वायल के अनुरूप ही समान साइज की तार व समान टर्नो से क्वायल को पूरा करें।

फील्ड क्वायल सिरिज क्रम में जोडी जाती है, बडी मशीनों में या उन मशीनों में जो उच्च वोल्टेज से निम्न वोल्टेज में बदली जाती है, ऐसे मामले में व विपरीत फील्डता के साथ प्रत्यावर्ती पोलों के लिए समानान्तर में जोड़ी जाती है।

फील्ड क्वायल जो एक ही दिशा में वाइंडिंग की गई है, में प्रत्यावर्ती फील्डता बनाने के लिए, प्रथम फील्ड क्वायल में करंट की दिशा इस प्रकार हो कि यह क्लॉक वाईज कहलायी जाये, दुसरी फील्ड क्वायल में एन्टीक्लॉक वाईज दिशा में और आगे तीसरी फील्ड क्वायल में क्लॉक वाइज औरफिर चतुर्थ फील्ड क्वायल में एन्टीक्लॉक वाइज दिशा में ही और आगे इसी प्रकार यह क्रम जारी रहे। एक बार फिल्ड क्वायल को टेप करने के बाद इस दिशा को ज्ञात करना बहुत कठिन है, क्योंकि फिर वाइन्डिंग फेरों की दिशा दिखाई नही देती है।

Fig 2

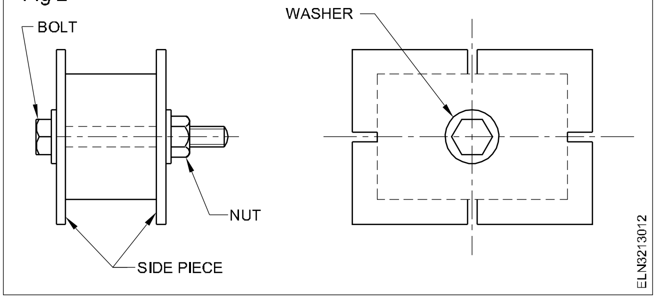


Fig 3

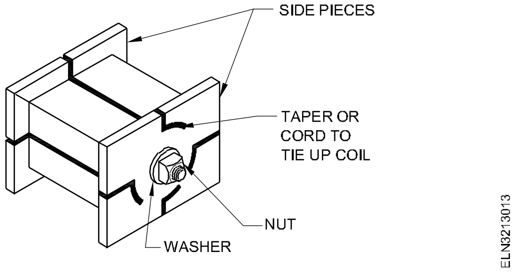


Fig 4

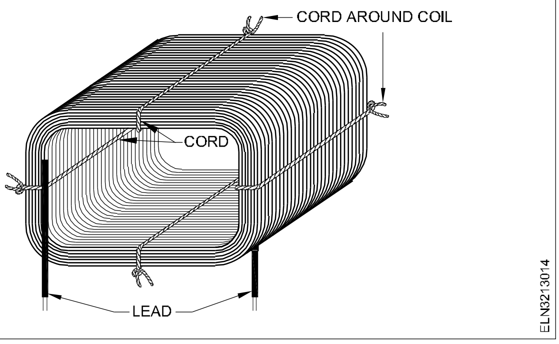


Fig 5

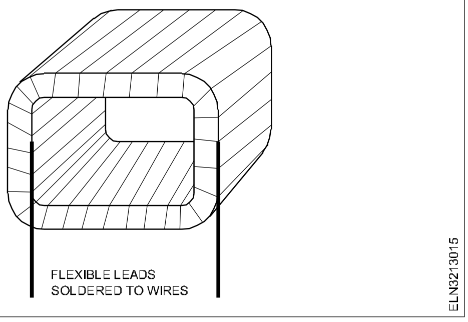
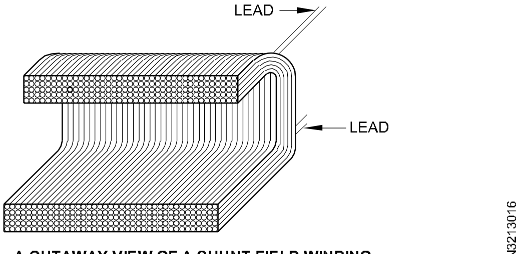


Fig 6



A CUTAWAY VIEW OF A SHUNT-FIELD WINDING

फिर भी सारणी 1 का उपयोग करने से यह जाँच की जा सकती है, कि नई लपेटी हुई क्वायल में वही तार का साईज होगा जो मूल क्वायल का था, जिससे इस क्वायल का बिना कठिनाई के पोल के साथ व्यवस्थित किया जा सके।

प्रायः इस प्रकार के प्रयास में यह पाया जाता है कि वाइडिंग पूर्ण होने के बाद, नई क्वायल का साईज मूल क्वायल से बड़ा हो जाता है, इसे सुधारने के लिए क्वायल में कुछ फेरों (turns) को कम किया जाता है।

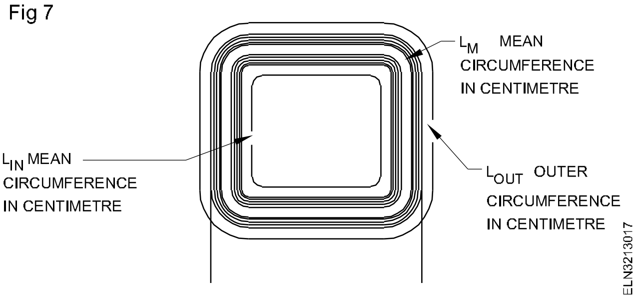
इस प्रकार की समस्याओं के निम्नलिखित कारण हो सकते है।

- चयन की गई वाइन्डिंग तार के व्यास में थोडा परिवर्तन।
- इन्सुलेशन परत की अधिक मोटाई
- ढीली वाइन्डिंग
- वाइडिंग परतों के बीच उपयोग हुए इन्सुलेशन पेपर की मोटाई में थोडा परिवर्तन।

वास्तविक वाइन्डिंग से पूर्व क्वायल के माप को ज्ञात करने की विधि (Procedure to find the size of the coil before actual winding): क्वायल को टेप रहित करके तोलें और सारणी 1 के अन्तिम कॉलम की सहायता से वाइन्डिंग तार की लम्बाई मीटर में ज्ञात करें। मूल क्वायल से टर्नों की औसत लम्बाई ज्ञात करें।

Fig 7 को देखते हुए मान लें कि

Fig 7



क्वायल की आन्तरिक परिधि = L_{IN}cm.
क्वायल की बाहरी परिधि = L_{OUT}cm.
क्वायल की औसत परिधि

$$L_M = \frac{L_{IN} + L_{OUT}}{2}$$

क्वायल की एक टर्न की लम्बाई क्वायल की औसत परिधि के बराबर ली जा सकती है।

$$\text{क्वायल की संख्या} = \frac{\text{वाइंडिंग वायर की कुल लम्बाई}}{\text{टर्न की लंबाई}}$$

टर्नों की संख्या ज्ञात करने के पश्चात सारणी में टर्न प्रति वर्ग cm' वाला कॉलम को देखें और वाइन्डिंग तार का चयन करें।

निम्नलिखित सूत्र का उपयोग करते हुए, प्रस्तावित क्वायल के अनुप्रस्थ फील्डफल को वर्ग cm में ज्ञात किया जा सकता है।

क्वायरल का अनप्रस्थ काट का फील्डफल sq.cm में = $\frac{\text{टर्नों की कुल संख्या}}{\text{प्रति sq.cm टर्न}}$

क्वायल के लिए ज्ञात किये गये अनुप्रस्थ काट फील्डफल के सापेक्ष उपलब्ध स्थान की जाँच करें। इन्सुलेशन के लिए अतिरिक्त फील्डफल ज्ञात करने के लिए आप क्वायल के अनुप्रस्थ फील्डफल को 1.25 से गुणक से गुणा कर सकते है।

फील्ड क्वायल के सिरे निकालना (Termination of field coil): वाइन्डिंग करते समय यह ध्यान रखनाचाहिए कि क्वायल के सिरे, क्वायल की साइड की तरुफ करें। क्वायल के अन्त के सिरों को उचित साईज की सूती/एम्पायर/फाईबर ग्लास की स्लिवों द्वारा इन्सुलेट करें और उसी प्रकार टर्मिनेट करें। यदि क्वायल की वाइन्डिंग में बहुत बारीक सुपर इनैमल्ड ताँबा तार उपयोग की जाये, तो Fig.5 के अनुसार लीड के संयोजन के लिए नम्य डोरी का उपयोग करें।

नम्य डोरी (flexible cord) को इनैमल्ड ताम्र डोरी के साथ सोल्डर करें। सिरों पर सोल्डर किये हुए जोडों को उचित प्रकार से एम्पार/फाइबर ग्लास टेप से इन्सुलेट करें।

फील्ड क्वायल की टेपिंग (Taping the field coil) : जब आवश्यकता हो तो क्वायल को उचित प्रकार की साईज वाली सूती/एम्पायर/ फाइबर ग्लास टेप से टेप करें। टैपिंग शूरू करने से पूर्व, क्वायल के अन्त सिरों को बांध दे ताकि तार के कटरने व खराब होने से बचा जा सके। क्वायल को कस कर एक समान रूप से टैप करें, जब क्वायल को पोल पर रखा जाये तो कुण्डली की टेप फटनी नही चाहिए और न ही सरकनी चाहिए।

कुछ फिल्ड कुण्डलियों को टेप नहीं किया जा सकता है, परन्तु उन्हें फ्लैन्ज व कॉलर में इन्सुलेटिंग पेपर उपयोग करके बॉडी या पोल से अवश्य इन्सुलेटिड किया जा सकता है।

इस अवस्था में इन्सुलेशन कार्य में असावधानी रखने पर फिल्ड क्वायल की अर्थ होने की सम्भावना रहती है।

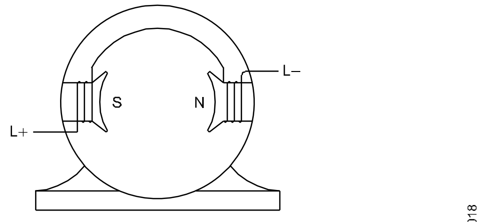
फिल्ड क्वायल को वार्निश करना (Varnishing the field coil) : फिल्ड क्वायल को तैयार करने के बाद, क्वायल को भट्टी में 3 से 4 घण्टे तक 90°C पर गर्म किया जाता है ताकि फिल्ड क्वायल से नमी को बाहर किया जा सके। अब क्वायल को 60°C तक ठण्डा करके, क्वायल को पकी हुई वार्निश में 5 से 10 मिनट तक डुबो कर तब तक रखा जाता है जब तक कि वार्निश टैंक से वायु के बुलबुले निकलना शुरू न हो जाये। अब वार्निश को निकाल कर इसे 120°C पर 6 से 8 घण्टे तक भट्टी में पकाया जाता है।

वार्निश हो जाने के बाद, फिल्ड कुण्डलियों को फिल्ड पोलों पर असेम्बल किया जाता है। फिल्ड कुण्डलियों को डालने के समय सही संयोजन के लिए लीड के अन्तर सिरों को ध्यान से देखना चाहिए।

फिल्ड क्वायलों के संयोजन (Connecting field coils) : DC मशीनों में फिल्ड क्वायलों को इस प्रकार जोड़ना चाहिए कि मशीन में प्रत्यावर्ती फील्डता (alternate polarity) बनती रहे अर्थात यदि पहला पोल उत्तरी फील्ड हो तो अगला दक्षिण होना चाहिए।

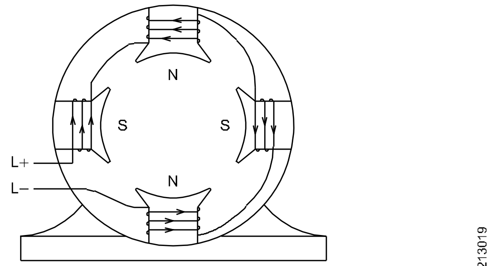
इस प्रकार Fig 8 के अनुसार एक दो पोल DC मशीन में एक पोल उत्तरी फील्ड है तो दुसरा दक्षिणी फील्ड है। चार पोल की DC मशीन में Fig 9 के अनुसार दर्शाये हुए प्रत्यावर्ती रूप में उत्तरी व दक्षिणी फील्ड बनने चाहिए।

Fig 8



IN A TWO-POLE MOTOR, THE FILEDS ARE CONNECTED TO FORM A NORTH AND SOUTH PLOE

Fig 9



NORTH AND SOUTH POLES IN A FOUR-POLE MOTOR

फील्ड कुण्डलियों सिरिज में जोडी जाती है, बडी मशीनों में या उन मशीनों में जो उच्च वोल्टेज से निम्न वोल्टेज में बदली जाती है, ऐसे मामले में व विपरीत फील्डता के साथ प्रत्यावर्ती पोलों के लिए समानान्तर में जोड़ी जाती है।

फिल्ड कुण्डलियों जो एक ही दिशा में कुण्डलित की गई है, में प्रत्यावर्ती फील्डता बनाने के लिए, प्रथम फील्ड क्वायल में करंट की दिशा इस प्रकार हो कि यह क्लॉक वाईज कहलायी जाये, दुसरी फील्ड क्वायल में एन्टीक्लॉक वाईज दिशा में और आगे तीसरी फील्ड क्वायल में क्लॉक वाइज औरफिर चतुर्थ फील्ड क्वायल में एन्टीक्लॉक वाइज दिशा में ही और आगे इसी प्रकार यह क्रम जारी रहे। एक बार फिल्ड क्वायल को टेप करने के बाद इस दिशा को ज्ञात करना बहुत कठिन है, क्योंकि फिर वाइन्डिं फेरों की दिशा दिखाई नही देती है।

फिल्ड क्वायल के सही संयोजन के परीक्षण की दो विधियाँ है (Testing of field coil connections) : There are two methods to test the correct field coil polarity.

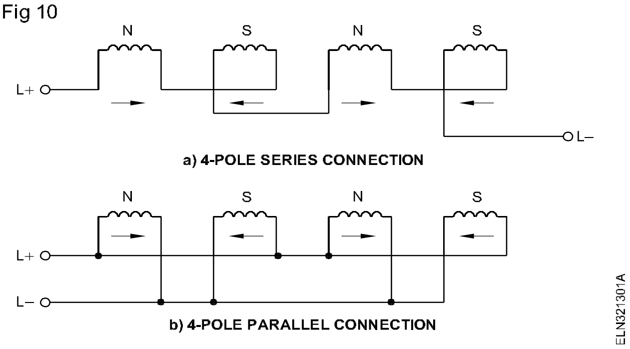
– कम्पास विधि (Compass method)

– लोह फील्ड विधि (Iron rod method)

कम्पास विधि (Compass method) : फील्डों की किसी भी संख्या के लिए कम्पास विधि का उपयोग किया जा सकता है (यदि यह कम्पाउण्ड मोटर हो तो एक बार में एक वाइन्डिंग या तो शंट या सिरिज क्वायल का परीक्षण करें) चार फील्डों वाली मोटर की फिल्ड क्वायलों की जाँच के लिए Fig 9 के अनुसार चार फिल्ड क्वायलों सिरिज में जुडी है।

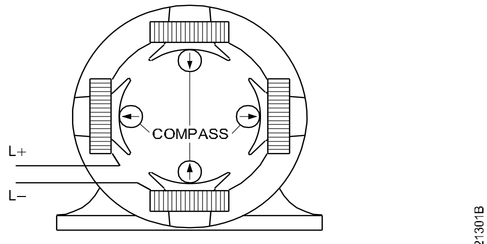
Fig.10 में परिवर्तित पोलों की उत्पत्ति के लिए फिल्ड वाइंडिंग्स के सिरिज व समानान्तर संयोजन दिखाये गये है।

Fig 10



तब फिल्ड सर्किट में निर्धारित वोल्टेज की 10 से 20% निम्न वोल्टेज प्रदान की जाती है। मशीन के अन्दर पोल की समीप या फिल्ड क्वायल के साथ एक कम्पास रखी जाती है जैसा कि Fig 11 में दिखाया गया है। यह ध्यान दे कि कम्पास सुई का कौन सा सिरा कौन से पोल की ओर संकेत करता है। जब सूई अगले पोल के पास ले जाई जाती है तो सुई का दुसरा सिरा आकर्षित होना चाहिए। इस का अर्थ है कि फील्ड एकान्तर प्रकार alternate के है यदि ऐसा नही होता है तो उस विशेष फिल्ड क्वायल के संयोजन के सिरे आपस में बदल दें।

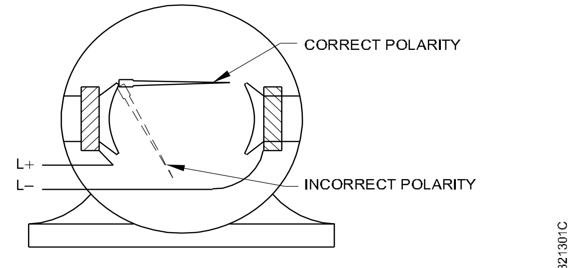
Fig 11



ON A 4-POLE MOTOR, ADJACENT POLES MUST HAVE OPPOSITE POLARITY

लोह छड़ विधि (Iron rod method) : इस विधि में फिल्ड सर्किट में निर्धारित DC वोल्टेज दी जाती है। Fig 12 के अनुसार एक लोहे की कील का हैड एक पोल की तरफ रखा जाता है। यदि फील्डता सही हो तो कील का दुसरा सिरा अगले फील्ड की तरफ आकर्षित होगा, यदि गलत होगा तो यह विकर्षित होगा।

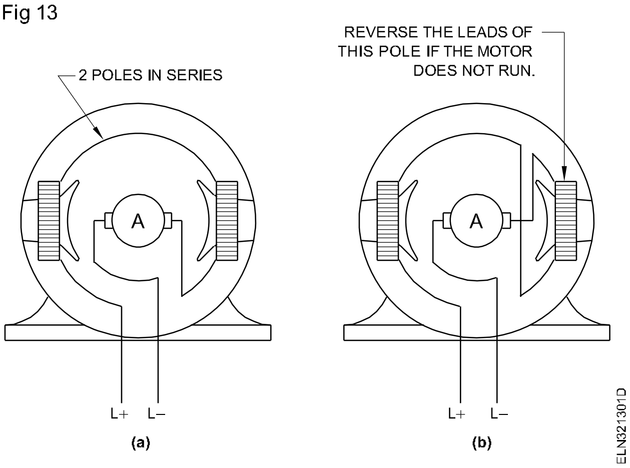
Fig 12



TESTING POLARITY OF THE FIELD COILS WITH A NAIL

एक दो पोल वाली छोटी DC मोटर के सन्दर्भ में, त्रुटि व प्रयास (trial and error) वाली विधि अपनाई जाती है। प्रारम्भिक तौर में दो फिल्ड क्वायलों व आर्मेचर को Fig 13a के अनुसार सिरिज में जोडा जाता है। यदि मोटर सही चलने लगती है तो जोडे गये फिल्ड पोलों की फील्डता सही है। यदि मोटर घूमना शुरू नही करती है, तो फिल्ड क्वायल के संयोजन Fig 13b के अनुसार बदल दें। अब यदि मोटर चलने लगती है, तो यह माना जाता है कि फिल्ड व आर्मेचर अच्छी स्थिति में है तथ उचित प्रकार से जुड़े है।

Fig 13



आर्मेचर वाइडिंग- शब्दावली - प्रकार-मिक्सर/लिक्विडायजर का पुनः वाइडिंग (Armature winding - Terms - Types - Rewinding of mixer/liquidizer)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने के योग्य होंगे

- **DC आर्मेचर वाइडिंग में प्रयुक्त सामान्य शब्दावली को परिभाषित करना**
- **DC आर्मेचर वाइन्डिंग के विभिन्न प्रकार को स्पष्ट करना।**

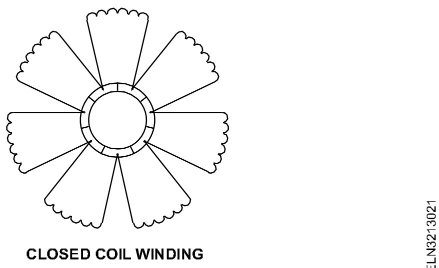
वाइडिंग (Winding) : आर्मेचर के खाँचों या स्टेटर खाँचों में इन्सुलेटिड चालकों को विशिष्ट अनुक्रम में रख कर उनके क्रमिक संयोजन करने की व्यवस्था वाइडिंग कहलाती है।

वाइडिंग मुख्यतः निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है:

- बंद क्वायल वाइडिंग (closed coil winding)
- खुली क्वायल वाइडिंग (open coil winding)

बंद क्वायल वाइडिंग (Closed coil winding) : इसे DC आर्मेचर वाइडिंग भी कहते है। बंद क्वायल वाइडिंग में,क्वायल की सिरा दूसरी क्वायल के सिरे के साथ जुड़ कर आर्मेचर में अपने आप को अन्त में शूरू के सिरे से जुडा ड्रापा है जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

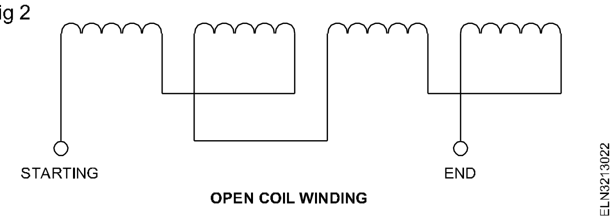
Fig 1



CLOSED COIL WINDING

खुली क्वायल वाइडिंग (Open coil winding) : इसे AC स्टेटर क्वायल भी कहते है। खुली क्वायल वाइडिंग में क्वायल को सिरा स्टेटर में अन्य क्वायल्स के साथ जुड कर, लीड के सिरों के साथ जुड कर बाहर निकल जाता है। अर्थात क्वायल का प्रारम्भ वाला सिरा व अन्त सिरा खुला रखा जाता है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

Fig 2



DC आर्मेचर वाइडिंग (DC armature winding) : यह बंद क्वायल वाइडिंग होती है जिसमें कुण्डलियों के सिरे कम्यटेटर सेग्मेन्ट (commutator segments) के साथ जुड कर बंद परिपथ बनाते है।

आर्मेचर वाइडिंग में प्रयुक्त शब्दावली (Terms used in DC armature winding)

क्वायल या वाइडिंग तत्व (Coil or winding element) : तार की वह लम्बाई जो चुम्बकीय फील्ड में पड़ी रहती है, जिसमें एक emf उत्पन्न होता है, को क्रिया शील चालक/कंडक्टर कहते है।

Fig 3 को देखने पर,हम दो क्रियाशील चालक AB और CD को उनके सिरो के संयोजन के साथ जुडा हुआ देखते है जो मिल कर एक क्वायल या वाइडिंग तत्व बनाते है जो आर्मेचर वाइडिंग का तत्व होता है। क्वायल केवल एकल टर्न वाली हो सकती है जो कि Fig 3 में दिखाया गया है या Fig 4 में दिखाये अनुसार कई टर्न वाली हो सकती है। एकल टर्न क्वायल या क्वायल तत्व में केवल चालक होंगें। परन्तु कई फेरों (turn) वाली क्वायल में प्रति क्वायल के साइड में कई चालक हो सकते है। उदाहरण के लिए Fig 4 में प्रत्येक क्वायल के साइड में 3 चालक है। चालकों के समूह द्वारा बनी क्वायल भुजा एक कई टर्न वाली क्वायल होती है जो (Fig 5) के अनुसार इकट्ठी टेप से बंधी होती है। यह क्वायल साइडें आर्मेचर खाँचों में रखी हुई होती है। यह नोट किया जाना चाहिए कि प्रत्येक वाइडिंग क्वायल तत्व में दो संयोजन लीड होती है और प्रत्येक कम्यूटेटर बार दो लीड वाइन्डिंग से आकर जुडती है। इसलिए वाइडिंग सिरों की संख्या के बराबर कम्यूटेटर होती है।

Fig 3

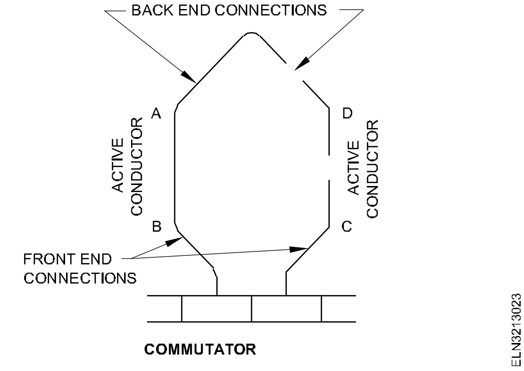
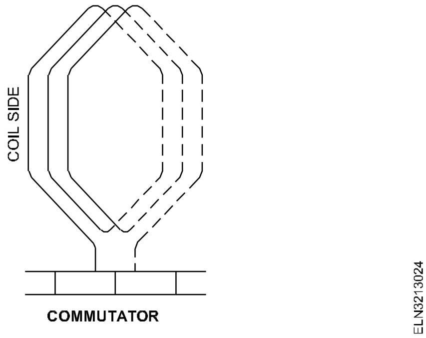
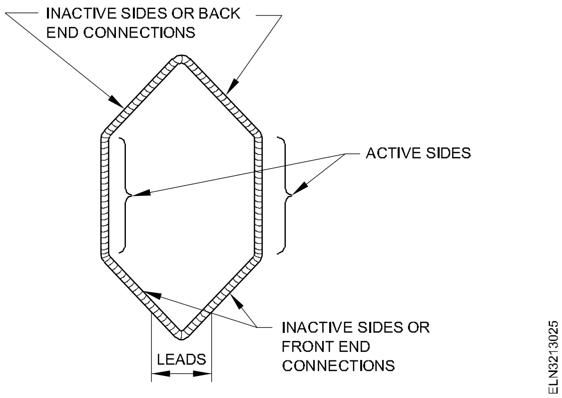


Fig 4



सक्रिय भुजा (Active sides) : यह वह भुजा या साइड होती है जो स्लॉटों में पडी रहती है। ये (coil sides) के नाम से भी जानी जाती है। जब ये चुम्बकीय फील्ड में घूमती है तो केवल सक्रिय भुजा में ही प्रेरण होता है। (Fig 5)

Fig 5



वाइडिंग गणना में ये सक्रिय भुजायें चालकों के रूप में जानी जाती है। क्वायल में फेरों की अपेक्षा दो चालक होते हैं।

अक्रियाशील भुजा (Inactive sides) : क्वायल का वह भाग जो स्लॉट में नहीं पडा रहता है, वह क्वायल भुजा अक्रियाशील भुजा कहलाती है। अक्रियाशील भुजाओं में कोई प्रेरण नहीं होता।

उदाहरण (Example): पीछे व सामने के सिरों के संयोजन (Back and front end connections.) (Fig 5)

क्वायल की लीड (Leads of coil) : किसी क्वायल से बाहर आने वाले सिरे, क्वायल की लीड के नाम से जाने जाते है। प्रत्येक क्वायल की दो लीड होती है।

पोल पिच (Pole-pitch)(Y_p) : इसे विभिन्न प्रकार से परिभाषित किया जा सकता है:

- आर्मेचर की परिधि को मशीन के पोलों से भाग देने पर अर्थात दो पास-पास वाले पोलों के बीच की दूरी पोल-पिच कहलाती है। इसे Y_p से दर्शाया जाता है।

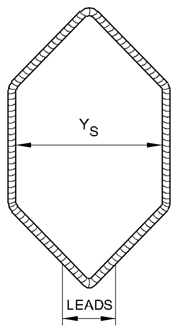
- यह प्रति पोल आर्मेचर चालकों की संख्या (याआर्मेचर स्लॉट) होती है। उदाहरण के लिए, यदि 48 चालक, 24 कुण्डलियाँ, 24 स्लॉट और 4 पोल है, तब पोल पिच होगी।

$$Y_P = \frac{\text{स्लॉट की संख्या}}{\text{पोल की संख्या}} = \frac{24}{4} = \text{स्लॉट के संदर्भ में } 6$$

$$Y_P = \frac{\text{चालकों की संख्या}}{\text{पोल की संख्या}} = \frac{48}{4} = \text{चालकों के संदर्भ में } 12$$

क्वायल-विस्तार या पोल की संख्या (Coil-span or coil-pitch)(Y_S): क्वायल-विस्तार या क्वायल पिच, क्वायल की दो भुजाओं के बीच की दूरी होती है जो कि आर्मेचर स्लॉट या आर्मेचर चालकों के शब्दों में व्यक्त की जाती है। यह वास्तव में क्वायल की दो भुजाओं के बीच विस्तार होता है जो कि आर्मेचर की परिधि को स्लॉट या चालकों के शब्दों में व्यक्त किया जाता है। यह Y_S से व्यक्त किया जाता है जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है।

Fig 6



क्वायल पिच Y_S की गणना उसी प्रकार की जाती है जिस प्रकार से पोल पिच की गणना की जाती है।

अतः संशोधित गणना निम्न प्रकार से होगी।

$$Y_S = \frac{\text{स्लॉट की संख्या}}{\text{पोल की संख्या}} - K = \frac{S}{P} = K \text{ (स्लॉट के संदर्भ में)}$$

$$\frac{\text{चालकों की संख्या}}{\text{पोल की संख्या}} - K = \frac{C}{P} = K \text{ (चालकों के संदर्भ में)}$$

जहाँ K = S/P या C/P का एक भाग है जो इनसे घटा कर Y_s को पूर्णांक बनाने के लिए उपयोग किया जाता है।

पश्च पिच (Back pitch) (Y_B) : आर्मेचर के पश्च भाग में क्वायल का विस्तार जो कि आर्मेचर चालककों के पद में व्यक्त किया जाता है, पश्च पिच कहलाता है जिसे Y_B से दर्शाया जाता है। इसे Fig 7 और 8 में दर्शाया गया है। पश्च पिच क्वायल पिच के तुल्य भी होती है।

जैसा कि Fig 9 में दर्शायागया है, आर्मेचर के पश्च भाग में क्वायल साइड 1 क्वायल साइड 8 से जुड़ी है (उसी क्वायल से) इसलिए Y_B = 8 – 1 = 7 चालक।

अग्र पिच (Front pitch)(Y_F) : आर्मेचर के सामने से (आर्मेचर के कम्यूटेटर के सिरे से) क्वायल विस्तार को या आर्मेचर चालकों की संख्या को अग्र पिच (front pitch) कहते है जिसे Y_F पदनामित किया जाता है। इसे Figs 7,8

Fig 7

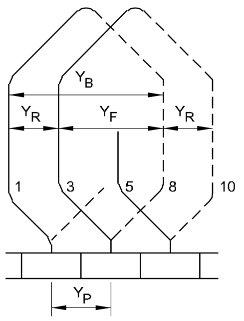


Fig 8

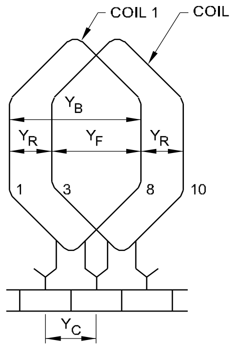
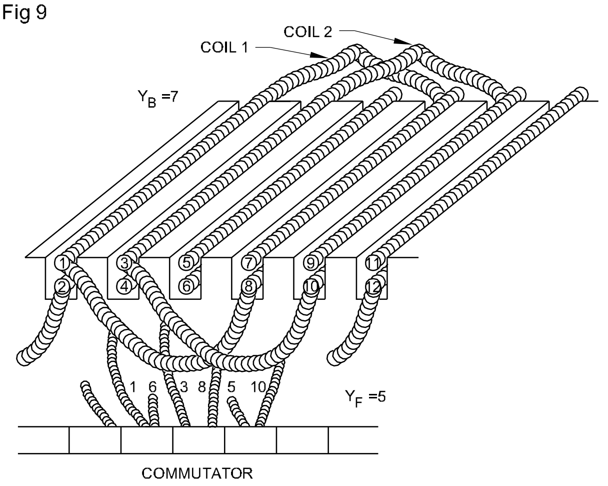


Fig 9



और 9 में दर्शाया गया है। क्वायल भुजा 8 अग्र भाग में क्वायल भुजा 3 (दूसरी क्वायल) से जोडी जाकर कम्यूटेटर खण्ड से जोडी गई है। इस प्रकार Y_F= 8 – 3 = 5 कंडक्टर

औसत पिच (Average pitch) (Y_A) : अग्र पिच Y_F के औसत को, औसत पिच Y_B कहते है।इसे Y_A से दर्शाया जाता है।

$$\text{i.e., } Y_A = \frac{Y_B + Y_F}{2}$$

इसे चालकों की संख्या में प्रदर्शित करते हैं।

परिणामी पिच (Resultant pitch) (Y_R) : सामान्यत इसे प्रथम क्वायल की प्रथम क्वायल साइड व दूसरी क्वायल की प्रथम साइड के अन्दर से परिभाषित किया जाता है, जिससे यह जुडी होती है या यह दो शूरू की पास-पास वाली क्वायल साइड के बीच की दूरी होती है, जो कि Fig 7

और 8 में दिखायी गई है और यह Y_R अक्षर से दर्शायी जाती है। इस प्रकार Fig 9 में, $Y_R=Y_B-Y_F$, अर्थात $Y_R=7-5=2$ चालक। परिणामी पिच Y_R वाइडिंग के प्रकार पर निर्भर करती है जैसे लैप या वेव या सिम्पलैक्स या मल्टीप्लैक्स।

कम्यूटेटर पिच (Commutator pitch)(Y_c) : यह उन दो सेग्मेन्ट के बीच की दूरी होती है, जिनसे क्वायल के दो सिरे जोडे जाते है (जो कि कम्यूट्टेटर खण्ड या छड़ में मापी जाती है) इसे Y_c से दर्शाया जाता है। Fig 7, 8 और 9 से स्पष्ट है कि कम्यूटेटर पिच Y_c = 1 सैग्मेन्ट।

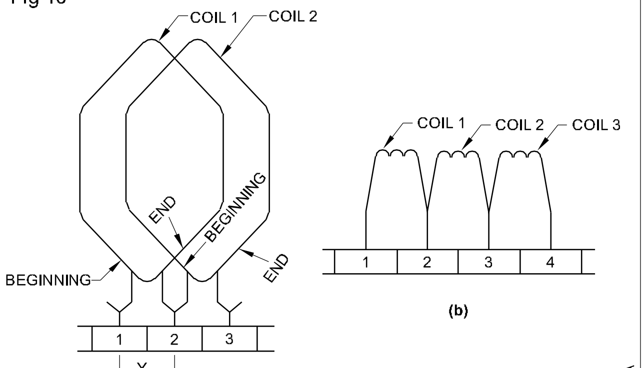
कम्यूटेटर पिच Y_c वाइन्डिंग के प्रकार पर परिवर्तित होती है, जैसे लैप या वेव और सिम्पलैक्स या मल्टीप्लैक्स।

DC आर्मेचर वाइडिंग का प्रकार (Types of DC armature windings)

लैप व वेव वाइडिंग (Lap and wave winding): DC आर्मेचर वाइडिंग को दो मुख्य समूहों में वर्गीकृत किया गया है, लैप और वेव वाइडिंग में। इन वाइडिंग की लीड कम्यूटेटर सेग्मेन्ट के साथ किस प्रकार जोडी गई है, इस आधार पर इन वाइडिंग में अन्तर किया जाता है।

सिम्पलैक्स लैप वाइडिंग (Simplex lap winding) : सिम्पलैक्स लैप वाइडिंग में क्वायल 1 की अन्तिम लीड, पास वाली वाइडिंग (क्वायल 2) की शूरू की लीड के साथ, कम्यूटेटर सेग्मेन्ट से जोडी जाती है/ एक सेग्मेंट के कम्प्यूटर पिच को बनाये रखा जाता है। Fig 10 में सिम्पलैक्स लैप वाइडिंग के संयोजन दिखाये गये है।

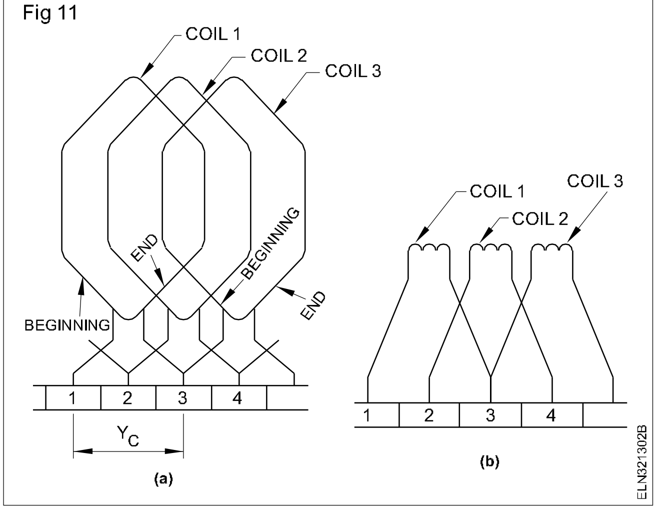
Fig 10



डुपलैक्स लैप वाइडिंग (Duplex lap winding) : डुपलैक्स लैप वाइडिंग में क्वायल1 की अन्तिम लीड, क्वायल 3 की शूरू की लीड के साथ जुड कर कम्यूटेटर सेग्मेन्ट से जोडी जाती है। Fig 11a व b में दर्शाये अनुसार कम्यूटेटर पिच दो सेग्मेन्ट रखी जाती है।

ट्रिपलैक्स (triplex lap) और क्वाड्रुप्लैक्स (quadruplex lap) लैप वाइडिंग में क्वायल 1 की लीड, क्वायल 4 की शूरू की लीड और क्वायल 5 की शूरू की लीड के साथ क्रमशः जोड कर कम्यूटेटर सेग्मेन्ट से जोडी जाती है। सामान्यतः कम्यूटेटर सेग्मेन्ट से जोडी जाती है। सामान्यतः कम्यूटेटर पिच निम्न प्रकार से ली जाती है।

Fig 11



Y_c = 1 सैग्मेन्ट सिम्पलैक्स लैप वाइडिंग के लिए

Y_c = 2 सैग्मेन्ट डुप्लैक्स लैप वाइडिंग के लिए

Y_c = 3 सैग्मेन्ट ट्रिप्लैक्स लैप वाइडिंग के लिए

Y_c = 4 सैग्मेन्ट क्वाड्रुप्लैक्स लैप वाइडिंग के लिए

सिम्पलैक्स वेव वाइडिंग (Simplex wave winding) : सिम्पलैक्स वेव वाइडिंग में क्वायल 1 का अन्त का सिरा, आगे वाली क्वायल के शूरू के सिरे के साथ, एक पोल पिच की दूरी पर जुडा हुआ है। (Fig 12)

डुप्लैक्स वेव वाइडिंग (Duplex wave winding) : डुपलैक्स वेव वाइडिंग में दो सिम्पलैक्स वेव वाइडिंग का समानान्तर समूह होता है जैसा कि Fig 13 में दिखाया गया है।

Fig 12

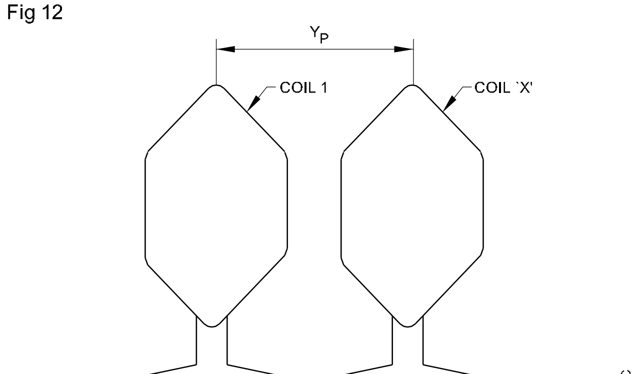
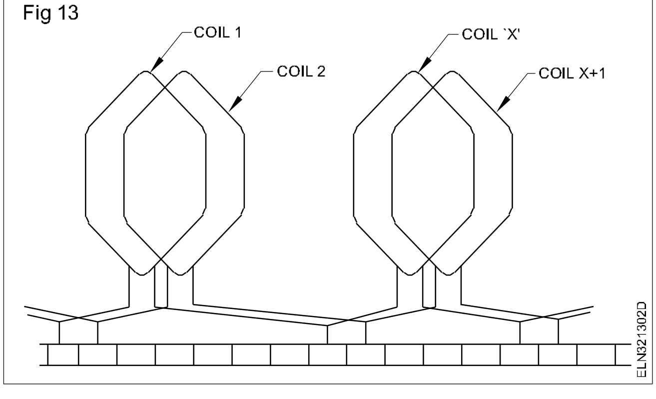


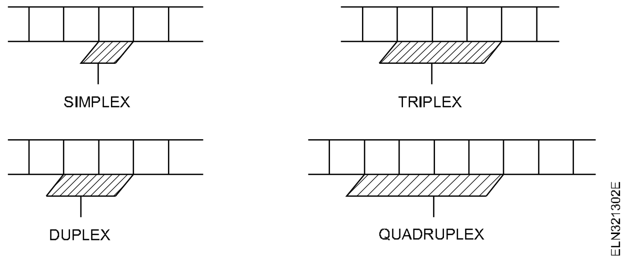
Fig 13



ट्रिप्लैक्स वेव वाइन्डिंग (Triplex wave winding) : ट्रिपलैक्स वेव वाइडिंग तीन सिम्पलैक्स वेव वाइडिंग का समूह होता है।

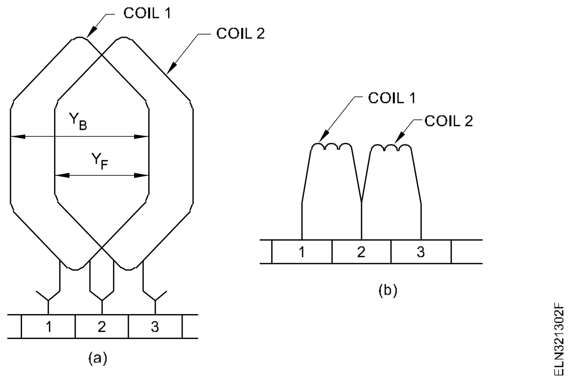
लैप व सिम्लैक्स वेव वाइडिंग में ब्रुश की चौडाई समान होती है, ब्रुश केवल एक सैग्मेन्ट के सम्पर्क में होगा। डुप्लैक्स में दो सैग्मेन्ट के साथ, ट्रिप्लैक्स तीन सेग्मेन्ट के साथ और क्वाड्रुलैक्स वाइडिंग में ब्रुश चार सेग्मेन्ट के साथ सम्पर्क करेगा। (देखें Fig 14)

Fig 14



प्रोगेसिव लैप या वैव वाइडिंग (Progressive lap or wave winding) : वृद्धिशील (Progressive) लैप या तरंग वाइडिंग में, फ्रन्ट पिच (front pitch) Y_F पश्च पिच (back pitch) Y_B, से कम होती है, अर्थात जैसे ही आप आर्मेचर खाँचों में कुण्डलियों की क्लॉक वाईज दिशा में डालते है, तो इन कुण्डलियों के संयोजन सिरे कम्यूटेटर सेग्मेन्ट पर भी क्लॉक वाइज (clock-wise) दिशा में अग्रसर होंगें जैसा कि Fig 15a और b में दिखाया गया है। वृद्धिशील वाइडिंग में Y_c को +1 से दर्शाया जाता है।

Fig 15



प्रतिगामी लैप व वैव वाइडिंग (Retrogressive lap or wave winding): प्रतिगामी लैप या वेव वाइडिंग में फ्रन्ट पिच Y_F, बैक पिच Y_B से अधिक होगी, अर्थात यदि कुण्डलियों को तो क्लॉक वाइज दिशा में डालते है, परन्तु कम्यूटेटर सैग्मेन्ट के साथ वाइडिंग के संयोजन वामावृत दिशा (anticlockwise) में अग्रसर होंगें जैसा कि Fig 16 a & b में दिखाया गया है। प्रतिगामी (retrogressive) वाइडिंग में Y_c को -1 से प्रदर्शित किया जाता है।

एकल परत वाइडिंग (Single layer winding) : एकल परत वाइडिंग वह वाइडिंग होती है जिसमें, प्रत्येक आर्मेचर स्लॉट में केवल एक क्वायल साइड रखी जाती है जैसा कि Fig 17 में दिखाया गया है। इस प्रकार की वाइडिंग आर्मेचर वाइन्डिंग में अधिक प्रयोग नही होती है।

Fig 16

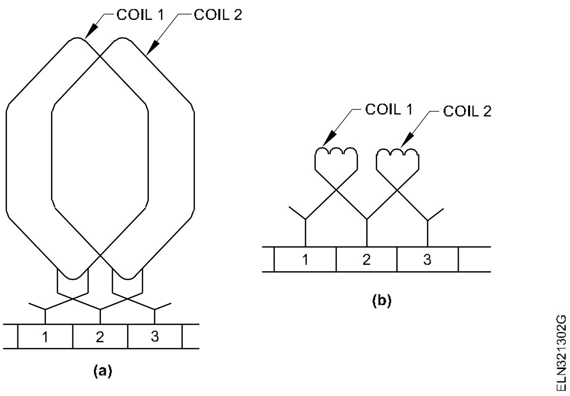
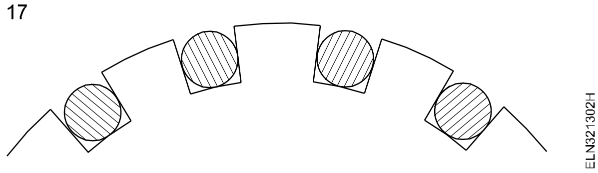
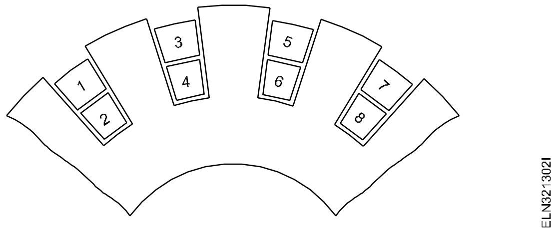


Fig 17



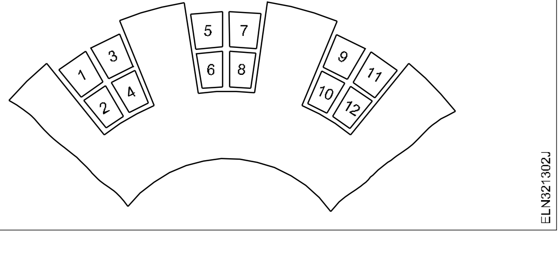
दो-परत कुण्डलन (Two-layer winding) : इस प्रकार की वाइडिंग में दो चालक या दो क्वायल साइड, प्रत्येक आर्मेचर स्लॉट में रखी जाती है जो दो परतों में व्यवस्थित होती है जैसा कि Fig 18 में दिखाया गया है। प्रायः प्रत्येक क्वायल की एक साइड, स्लॉट के ऊपरी आधे भाग में होती है और उसी क्वायल की दूसरी साइड एक क्वायल पिच की दूरी पर किसी दूसरे स्लॉट के नीचे वाले अर्द्धभाग में पडी होती है।

Fig 18



बहु-क्वायल कुण्डलन (Multi-coil winding) : कई बार 4, 6 और 8 क्वायल साइड को, कई परत में एक ही स्लॉट में रखा जाता है, क्योंकि आर्मेचर परिधि पर अधिक खाँचा काटना व्यावहारिक (practicable) नहीं है। जैसा कि (Fig 19) में दिखाया गया है, स्लॉटों के ऊपरी अर्द्ध भाग में विषम संख्या वाली क्वायल साइड 1,3,5,7 इत्यादि डाली गई है जबकि स्लॉट के नीचे वाले अर्द्ध भाग में सम संख्या वाली क्वायल साइड 2,4,6,8 इत्यादि डाली गई है।

Fig 19



सिम्प्लैक्स लैप और वेव वाइडिंग - विकसित आरेख (Simplex lap and wave winding - developed diagram)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **लैप व वेव वाइडिंग के लिए शर्ते बताना**
- **सिम्पलैक्स लैप व वेव वाइडिंग के लिए रिंग आरेख व विकसित आरेख बनाने के लिए गणना करना।**

विकसित वाइडिंग आरेख (Development winding diagram) : विकसित आरेख बनाने के लिए, वाइडिंग विवरण जैसे कि चालकों की संख्या, पोलों की संख्या, पिच और वाइन्डिंग का प्रकार इत्यादि की आवश्यकता होती है। DC आर्मेचर की किसी वाइडिंग में वाइंडिंगों क्वायल सिरों की संख्या कम्यूटेटर सेग्मेन्ट के बराबर होती है। आगे कुण्डलियों की संख्या, स्लॉट की संख्या से कई गुना होगी अर्थात एकल परत सिंगल लेयरवाइडिंग में स्लॉट की संख्या कम्यूटेटर सेग्मेन्ट की संख्या से दो गुना होती है, और दोहरी परत वाइडिंग मे स्लॉट की संख्या कम्यूटेटर सैग्मेन्ट के बराबर होती है।

लैप कुण्डलन (Lap winding)

लैप वाइडिंग के लिए शर्तें (Conditions for lap winding) : लैप वाइडिंग के लिए निम्नलिखित शर्तें व शब्दावली पूरी होनी चाहिए।

- फ्रन्ट पिच Y_F और बैक पिच Y_B लगभग पोल पिच Y_P के बराबर होनी चाहिए।
- दोनों फ्रन्ट पिच Y_F व बैक पिच Y_B विषम संख्या में होनी चाहिए।
- सिम्पलैक्स लैप वाइडिंग के लिए बैक पिच Y_B व फ्रन्ट पिच Y_F में 2 का अन्तर होना चाहिए। मल्टीप्लैक्स वाइडिंग की स्थिति में यह 2 x पलैक्स के बराबर होना चाहिए।

उदा. डुप्लैक्स के लिए 2x2 = 4 चालक

ट्रिप्लैक्स के लिए 2x3 = 6 चालक और इसी प्रकार

औसत पिच से कम्यूटेटर पिच का दिया गया सूत्र

कम्प्यूटर पिट होगा

Y_C = ± 1 सिम्प्लैक्स के लिए

= ± 2 डुप्लैक्स के लिए

= ± 3 ट्रिप्लैक्स के लिए

- आर्मेचर में सामान्यतः पथों की संख्या `A' पोलों की संख्या पर निर्भर करती है। यह सिम्प्लैक्स लैप वाइडिंग में A = P, अर्थात 2-पोल आर्मेचर वाइडिंग में समानान्तर पथ 2 होंगें, 4-पोल वाली आर्मेचर वाइडिंग में समानान्तर पथ की संख्या 4 होगी और आगे इसी प्रकार होगा। इस प्रकार मल्टीप्लैक्स वाइडिंग में समानान्तर पथों की संख्या A = P x प्लैक्स की संख्या के बराबर होगी।
- ब्रुशों की संख्या पोलों की संख्या के बराबर होनी चाहिए।
- जब *m* वाइडिंग का प्लैक्स गुना (plex multiplicity) हो तो ब्रुशों की चौडाई, '*m* ' सेग्मेन्ट की चौडाई के बराबरी होगी।

वृद्धिशील वाइडिंग (Progressive winding)

$$\text{Back pitch}Y_B = \frac{Z}{P} + 1$$

फ्रन्ट पिच $Y_F = Y_B - 2$ x plex

प्रतिगामी वाइडिंग (Reprogressive winding)

$$\text{Front pitch}Y_F = \frac{Z}{P} + 1 \qquad \text{Back pitch} \quad Y_B = Y_F - 2 \text{ x plex}$$

वाइडिंग को लैप वाइडिंग रखने के लिए, Z/P का मान सम संख्या में आना चाहिए।

उपरोक्त बिन्दूओं को ध्यान में रखते हुए, केवल वह आर्मेचर जिसमें निर्धारित स्लाट की संख्या है को लैप वाइडिंग के लिए वांऊण्ड किया जा सकता है।

गणना (Calculations) : सिम्पलैक्स लैप वाइन्डिंग के लिए वाइन्डिंग पिच और कम्यूटेटर सेग्मेन्ट के साथ क्वायल संयोजन ज्ञात करने के लिए निम्नलिखित गणनाओं को ज्ञात कीजिए।

उदाहरण

कम्यूटेटर सैग्मेन्ट की संख्या	6
स्लॉट की संख्या	6
पोलों की संख्या	2
वाइन्डिंग का प्रकार	सरल लैप

जैसा कि पहले स्पष्ट कर चूके है, वाइडिंग केवल दोहरी परत वाली हो सकती है।

हल

कुण्डलियों की संख्या = कम्यूटेटर सैग्मेन्ट की संख्या = 6 क्वायल

चालक या क्वायल साइड्स की संख्या = क्वायल की संख्या x 2

= 6 x 2 = 12 चालक

पोल पिंच $Y_P = \frac{\text{No. of slots}}{\text{No. of poles}} = 6/2 = 3$ स्लॉट

Y_P चालकों के संदर्भ में = $\frac{\text{चालकों की संख्या}}{\text{पोल की संख्या}}$

= 12 x 2 = 6 चालकों

प्रति स्लॉट चालकों की संख्या = 12/6 = 2 चालक/स्लॉट

अतः वाइडिंग दोहरी परत वाइडिंग है।

बैक पिच $Y_B = \frac{Z}{P} + 1 = 12/2 + 1 = 6 + 1 = 7$

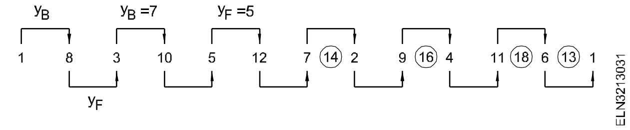
फ्रन्ट पिच $Y_F = Y_B - 2 \times Plex = 7 - 2 = 5$

$Y_B = 7$ and $Y_F = 5$ वृद्धिशील वाइडिंग के लिए

$Y_B = 5$ and $Y_F = 7$ प्रतिगामी वाइडिंग के लिए

वृद्धिशील (progressive) लैप वाइडिंग के लिए चालकों का वाइडिंग अनुक्रम Fig 1 में दिखाया गया है।

Fig 1



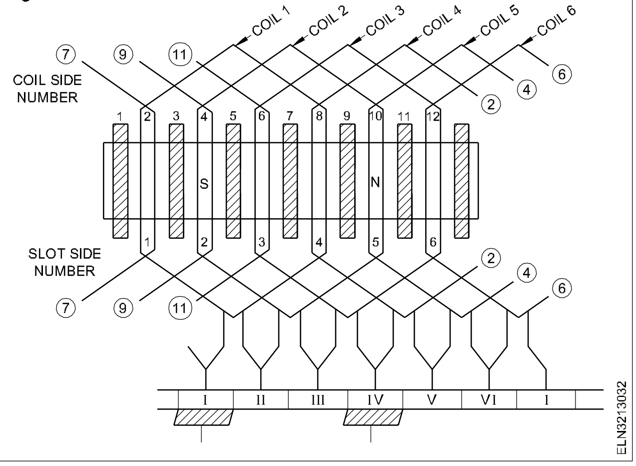
वाइडिंग तालिका (Winding table)

क्वायल	चालक		स्लॉट		कम्यूटेटर सैग्मेन्ट	
	से	तक	से	तक	से	तक
1	1	8	1	4	I	II
2	3	10	2	5	II	III
3	5	12	3	6	III	IV
4	7	2	4	1	IV	V
5	9	4	5	2	V	VI
6	11	6	6	3	VI	I

12 चालक, 2 पोल, 6 स्लॉट, 6 सैग्मेन्ट, सिम्प्लैक्स दोहरी परत लैप वाइडिंग का विकसित आरेख

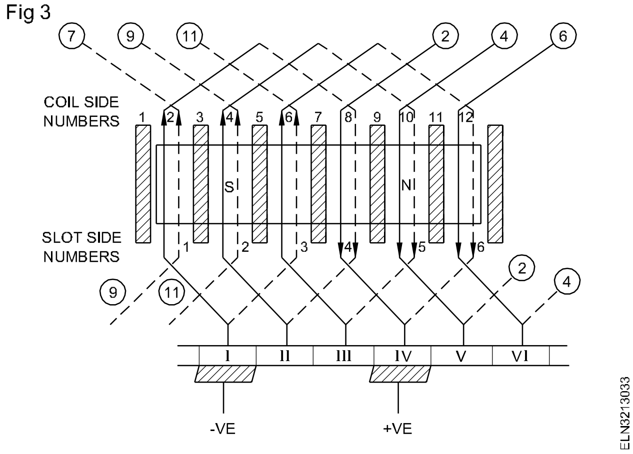
सम्बन्धित स्लॉट और उसमें रखी कुण्डलियों के सैग्मेन्ट के साथ संयोजन की व्यवस्था को Fig 2 में दिखाया गया ह.

Fig 2



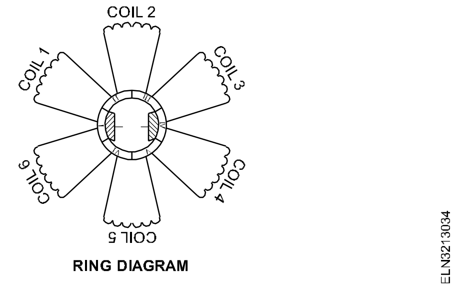
कंडक्टर्स के साथ विकसित आरेख (Development diagram with conductors) : Fig 3 में आर्मेचर चालकों की स्लॉट मे व्यवस्था और कम्यूटेटर सेग्मेन्ट के साथ संयोजन दिखाये गये है।

Fig 3



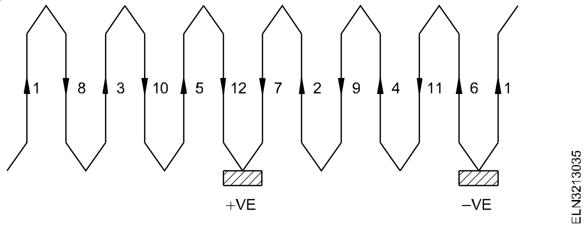
रिंग आरेख (Ring diagram) : Fig 4 में एक रिंग आरेख के रूप में कम्यूटटर सैग्मेन्ट के साथ 6 कुण्डलियों के संयोजन दिखाये गये है।

Fig 4



अनुक्रम आरेख (Sequence diagram) : इस आरेख का उपयोग मुख्यतया क्वायल साइड (चालक) में करंट की दिशा का पता लगाने के लिए किया जाता है। इस आरेख की सहायता से ब्रुश स्थिति का पता लगाया जा सकता है। (Fig 5)

Fig 5



वैव वाइडिंग (Wave winding)

वैव वाइडिंग के लिए शर्ते (Conditions for wave winding) : तरंग वाइडिंग के निम्नलिखित पदों तथा शर्तो को पूर्ण होना चाहिए।

- फ्रन्ट पिच Y_F और बैक पिच Y_B लगभग पोल पिच Y_P के बराबर होनी चाहिए।
- फ्रन्ट पिच Y_F और बैक पिच Y_B विषम संख्या में होनी चाहिए।
- बैक पिच Y_B और फ्रन्ट पिच Y_F समान मान की हो सकती है या इनमें 2 चालकों का अन्तर सिम्पलैक्स स्थिति में हो सकता है और स्थिति पर निर्भर करती हुए मल्टीप्लैक्स वैव वाइडिंग के लिए समान या दो या चार चालकों का अन्तर हो सकता है।

$Y_A = \frac{Y_B + Y_F}{2}$ लगभग

- औसत पिच निम्न सूत्र अनुसार होनी चाहिए

$Y_A = \frac{Y_B + Y_F}{2}$ (or)

$$YA = \frac{\text{चालकों की संख्या} \pm 2 \times \text{प्लैक्स}}{\text{पोल की संख्या}}$$

$Y_A = \frac{Z \pm 2}{P}$ सिम्प्लेक्स वैव वाइंडिंग के लिए

$= \frac{Z+2}{P}$ प्रोग्रेसिव सिम्लैक्स-वैव वाइंडिंग के लिए

$= \frac{Z-2}{P}$ रिट्रोग्रेसिव सिम्लैक्स वैव वाइंडिंग के लिए

$Y_A = \frac{Z \pm 4}{P}$ डुपलैक्स वैव वाइंडिंग के लिए

$Y_A = \frac{Z \pm 6}{P}$ ट्रिपलैक्स वैव वाइंडिंग के लिए

- $Y_c = \frac{\text{कम्प्युटेटर सैगमेंट की संख्या} \pm m}{\text{पोल की जोड़ी}} = \frac{C \pm m}{p/2}$

जहाँ Y_c कम्यूटेटर पिच है

C = कम्यूटेटर सेग्मेन्ट की कुल संख्या

p = पोलों की संख्या

m = वाइडिंग का प्लेक्स plex

कम्यूटेटर पिच Y_c औसत पिच के बराबर हो सकती है अर्थात

$Y_A \,.\, Y_c = Y_A$

परिणामी पिच फ्रन्ट पिच व बैक पिच के योग के बराबर होती है।

$Y_R = Y_B + Y_F$

- क्वायल बगल की संख्या का सम्बन्ध निम्न प्रकार से होना चाहिए

  $Z = P \times Y_A \pm 2$ जहाँ P पोलों की संख्या है।

- सिम्पलैक्स तरंग वाइडिंग की स्थिति में समानान्तर पथों `A' की संख्या केवल 2 होती है, चाहें पोलों की संख्या कुछ भी हो फिर भी फलक्स वाइडिंग में गुणकों multiples की संख्या के अनुसार समानान्तर पथों की संख्या बढती है।

  जैसे A = 2 x plex.

> **उपरोक्त बिन्दुओं पर विचार करते हुए, केवल निर्धारित स्लॉट वाला आर्मेचर ही तरंग वाइडिंग के लिए कुण्डलित किया जा सकता है।**

- इसमें दों ब्रुशों की आवश्यकता होती है परन्तु पोल अधिक उपयोग होने पर ब्रुशों की संख्या अधिक हो सकती है और इन्हें इस प्रकार सैट किया जाना चाहिए कि उन्हीं वायडिंग्स को लघु पथ करें जिन वायडिंग्स को उस समय फलक्स नहीं काट रही हों।

- ब्रुशों की चौडाई इतनी होनी चाहिए कि ये `m' सैग्मेन्ट को स्पर्श कर सके जहाँ पर 'm' वाइडिंग का प्लैक्स है।

गणना (Calculations) : सिम्पलैक्स वैव वाइंडिंग के लिए वाइडिंग पिचें और कम्यूटेटर सैग्मेन्ट के साथ क्वायल के संयोजन के लिए निम्नलिखित गणनायें की जाती है।

उदाहरण

कम्यूटेटर सैग्मेन्ट की संख्या	7 Nos.
स्लॉट की संख्या	7 Nos.
पोलों की संख्या	2 Nos.
वाइन्डिंग के प्रकार	वैव

वाइडिंग टेबल (Winding table)

1 कुण्डलियों की संख्या = कम्यूटेटर सैग्मेन्ट की संख्या

सैग्मेन्ट = 7 क्वायल

2 चालकों की संख्या या क्वायल साइडों की संख्या

= कुण्डलियों की संख्या x 2 = 7 x 2 = 14 कुण्डलियां

3 पोल पिच $Y_P = \frac{\text{स्लॉट की संख्या}}{\text{पोल की संख्या}} = \frac{7}{2}$ = 3.5 स्लॉट

(3 प्लॉट लगभग)

$Y_P = \frac{\text{चालकों की संख्या}}{\text{पोल की संख्या}} = \frac{14}{2}$ = 7 चालक

4 चालक/स्लॉट की संख्या = 14/7 = 2 चालक/स्लॉट

अतः वाइडिंग दोहरी परत वाली है।

5 औसत पिच $Y_A = \frac{Z \pm 2}{P}$

$= \frac{14+2}{2} = 16/2 = 8$ (प्रोग्रेसिव वाइंडिंग के लिए)

$= \frac{14-2}{2} = 12/2 = 6$ (रिट्रोग्रेसिव वाइंडिंग के लिए)

अतः $Y_A = Y_C$ = 8 or 6.

6 वृद्धिशील (progressive) वाइडिंग के लिए Y_A = 8 लेने पर

$2Y_A = 2 \times 8 = 16 = Y_B + Y_F$

$Y_B - Y_F = 2$

$Y_B + Y_F = 16.$

अतः बैक पिच Y_B = 9 और फ्रन्ट पिच Y_F = 7.

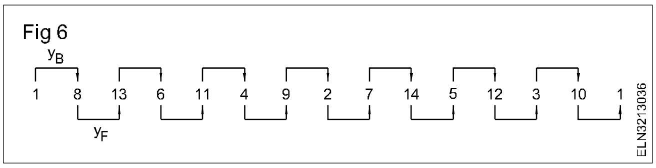
प्रतिगामी (retrogressive) वाइडिंग के लिए Y_A = 6 लेने पर हमारे पास है

$2Y_A = 2 \times 6 = 12 = Y_B + Y_F$

$Y_B - Y_F = 12.$

अतः बैक पिच Y_B = 7 और फ्रन्ट पिच Y_F = 5 प्रतिगामी तरंग वाइडिंग के लिए

प्रतिगामी retrogressive तरंग वाइडिंग के लिए चालकों का वाइडिंग अनुक्रम Fig 6 में दिखाया गया है।



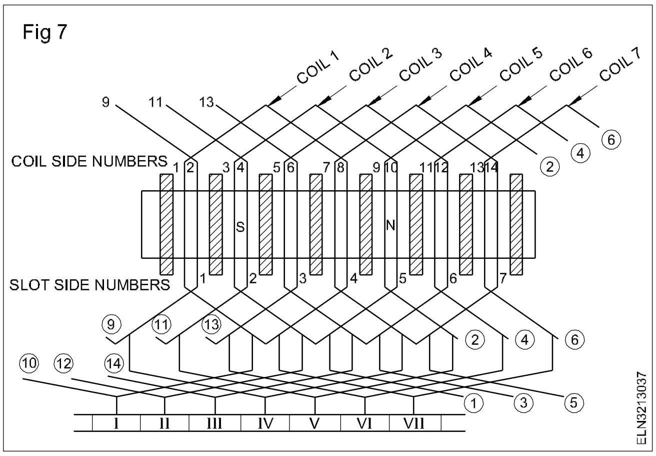
$Y_B = 7$, $Y_F = 5$.

वाइडिंग तालिका

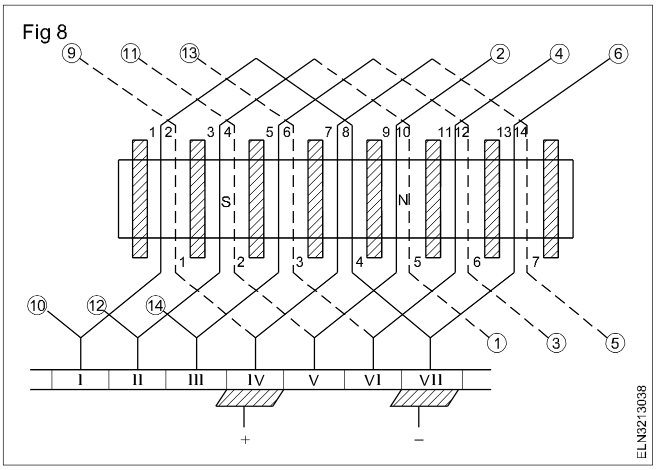
क्वायल	चालक		स्लॉट		कम्यूटेटर सेग्मेन्ट	
	से	तक	से	तक	से	तक
1	1	8	1	4	I	VII
2	13	6	7	3	VII	VI
3	11	4	6	2	VI	V
4	9	2	5	1	V	IV
5	7	14	4	7	IV	III
6	5	12	3	6	III	II
7	3	10	2	5	II	I

14 चालक, 2 पोल, 7 स्लॉट, 7 सैग्मेन्ट, सिम्प्लैक्स, दोहरी परत तरंग वाइडिंग का विकसित वाइडिंग आरेख

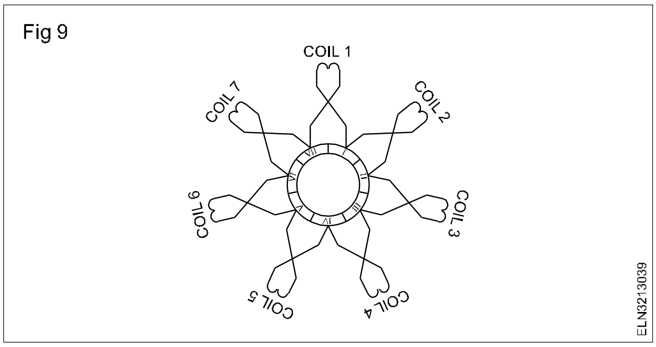
क्वायल संयोजन सहित विकसित आरेख (Development diagram with coil connection) : कुण्डलियों की सम्बन्धित स्लॉट में व्यवस्था और उनके सेग्मेन्ट के साथ संयोजन Fig 7 में दिखाये गये है।



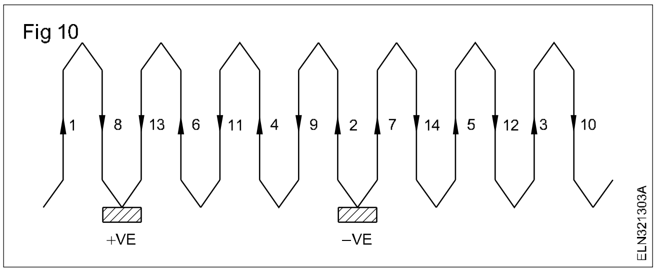
चालकों के साथ विकसित आरेख (Development diagram with conductors) : खाँचों में आर्मेचर चालकों और उनके कम्प्यूटेटर सैग्मेन्ट के साथ संयोजनों की व्यवस्था Fig 8 में दिखाई गई है।



रिंग आरेख (Ring diagram) : एक 2-पोल आर्मेचर की स्थिति में तरंग वाइडिंग का रिंग आरेख, लैप वाइडिंग जैसा ही दिखाई देता है, परन्तु क्वायल के सिरे Fig 9 में दिखाये अनुसार संयोजित किये जाते है।



अनुक्रम आरेख (Sequence diagram) : यह आरेख (Fig 10) मुख्यतः क्वायल बगलों (चालकों) में करंट की दिशा ज्ञात करने के लिए उपयोग किया जाता है और इसी से ब्रुशों की स्थिति ज्ञात की जाती है। कृपया नोट करें ब्रुशों को 3 कम्यूटेट सैग्मेन्ट की दूरी पर रखा गया है अर्थात 180° ज्यामीतिय से कम (लगभग155°)।



आर्मेचर को रि-वाइडिंग के लिए तैयार करना (Preparation of armature for rewinding)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **खाँचों के प्रकार और उनसे सम्बन्धित लाभ और उनके उपयोग का वर्णन करना**
- **आर्मेचर में इन्सुलेशन की योजना स्पष्ट करना**
- **पुनः वाइडिंग से पहले कम्यूटेटर की जाँच की आवश्यकता को बताना।**

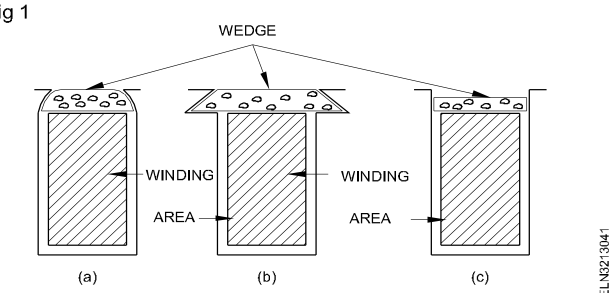
खाँचे (Slots) : आर्मेचर की लेमिनेटेड क्रोड में खाँचे इसलिए बनाये जाते है कि इनमें आर्मेचर चालकों को उपयुक्त स्थिति में रखा जा सके।

खाँचों के प्रकार (Types of slots): आर्मेचर क्रोड में प्रायः निम्नलिखित तीन प्रकार के खाँचे प्रयोग किये जाते है।

- खुले प्रकार (Open type)
- अर्द्ध-खुले प्रकार (Semi-enclosed type)
- बंद प्रकार (Closed type)

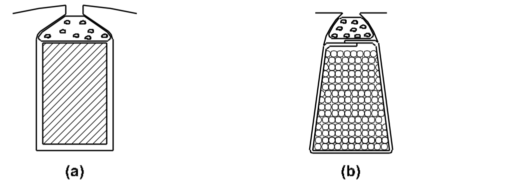
खुले प्रकार के खाँचे (Open type slots) : मध्यम व उच्च वोल्टता वाली मशीनों में खुले प्रकार के खाँचे प्रयोग किये जाते है। पुनः वाइडिंग के बाद (Wedges) को अन्दर रखने के लिए खाँचों को ऊपरी सिरों से मामूली रूप से टेपर (tapered) किया जाता है, जैसा कि Fig 1a, b व c में दिखाया गया है। फर्मे पर बनी क्वायल को पहले से इन्सुलेट करके खाँचों में डाला जाता है। खाँचों से कुण्डलियों को बाहर आने से रोकने के लिए, आर्मेचर की परिधि पर शैलो चैनल (shallow channel) लगा कर स्टील तारों से बांधा जाता है। इस प्रकार के आर्मेचर में, अच्छी शीतलन सुविधा प्रदान करने के लिए, खाँचों के नीचे वायु वाहिनियाँ (ventilating ducts) बनाई जाती है।

Fig 1



अर्द्ध-खुले प्रकार के खाँचे (Semi-enclosed type slots) : अर्द्ध-खुले प्रकार के खाँचे निम्न व मध्यम वोल्टता वाली मशीनों में उपयोग किये जाते है। इस प्रकार के आर्मेचर में खाँचे, परिधि की ओर टेपर किये हुए होते है अर्थात दाँतों की ओर खाँचों का खुला भाग, आधार की अपेक्षा कम होता है जैसा कि Fig 2a&b में दिखाया गया है। इसलिए खुले प्रकार के खाँचों से प्रेरकत्व कम होता है। इससे आगे दाँतो में छोटी (Wedges) लगी होने के कारण क्वायल आसानी से खाँचों से बाहर नहीं आ सकती। वाइडिंग प्रक्रिया के दौरान खाँचों में क्वायल एक साथ न डाल कर, चालकों को एक-एक करके खाँचों में डाला जाता है। छड़ या पत्ती नुमा चालकों की वाइन्डिंग की स्थिति में, इनको साइड वे (sideways) की तरफ धकेला जाता है और ओवर हैन्ग की आवश्यकता अनुसार इनको आकार दे दिया जाता है।

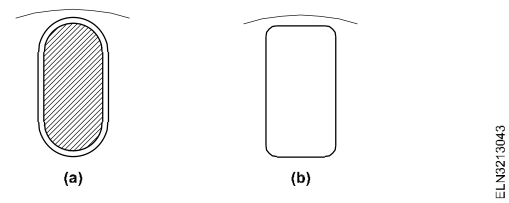
Fig 2



बन्द प्रकार के खाँचे (Closed type slots): बन्द प्रकार के खाँचे AC मशीनों के रोटरो में और उच्च स्पीड वाले प्रत्यात्वर्तकों alternators में उपयोग किये जातेहै। इस प्रकार के आर्मेचर में खाँचे पूर्ण बन्द प्रकार के होते है जैसा कि Fig 3a & b में दिखाया गया है।

परिधि की ओर से चालकों को डालने का कोई खुला भाग नहीं होता है। इसलिए, चालकों को खाँचों में धकेला जाता है। इस प्रकार के खाँचों वाली क्रोड को प्रतिष्टम्भ (reluctance) उपरोक्त दो प्रकार के खाँचों वाली क्रोड से कम होता है, और इसलिए दक्षता उच्च होती है।

Fig 3

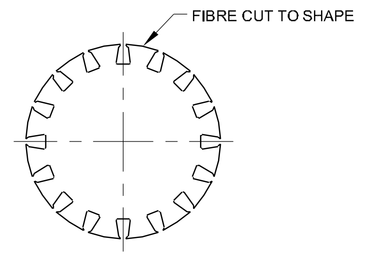


आर्मेचर के लिए इन्सुलेशन योजना (Insulation scheme for armature)

आर्मेचर वाइडिंग के लिए निम्नलिखित इन्सुलेशन योजना की आवश्यकता होती है।

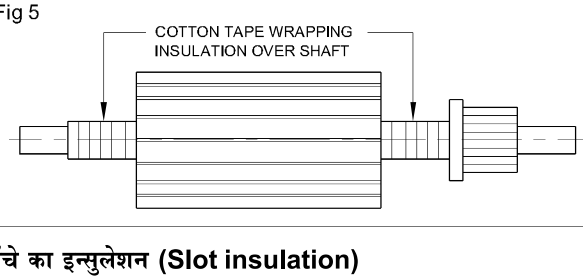
आर्मेचर क्रोड इन्सुलेशन (Armature core insulation) : आर्मेचर स्टैम्पिंग के आकार का फाईबर या इन्सुलेशन पेपर काट कर आर्मेचर कोंड के दोनो सिरों पर चढा दिया जाता है। (Fig 4)

Fig 4



शाफ्ट इन्सुलेशन (Shaft insulation): आर्मेचर के दोनों तरफ शाफ्ट का जो हिस्सा निकला हुआ होता है उसे इन्सुलेट करना आवश्यक होता है। जिसे स्थान पर आर्मेचर की शाफ्ट पर ओवर हैन्ग निकलते है उस भाग को सूती या फाईबर ग्लास टेप से लपेटा जाता है। शाफ्ट पर टैपिंग की परतें ओवर हैन्ग के निकले भागों पर निर्भर करती है। (Fig 5)

Fig 5



खाँचे का इन्सुलेशन (Slot insulation)

स्लॉट लाइनर (Slot liner) : यह वह इन्सुलेशन की शीट (sheet) होती है जो स्लॉट के नाप के अनुसार अन्दरूनी भाग के दोनों सिरों से बाहर निकली हुई होती है। (Fig 6)

कफिंग (Cuffing) : खाँचों में से लाइनर को सरकने से रोकने के लिए, खाँचे के लाइनर को खाँचों के दोनों किनारों पर मोड दिया जाता है, कुछ प्रयोगों में ऐसा करना पड़ता है। (Fig 7) में लाइनर को कफ किया हुआ दिखाया गया है।

Fig 6

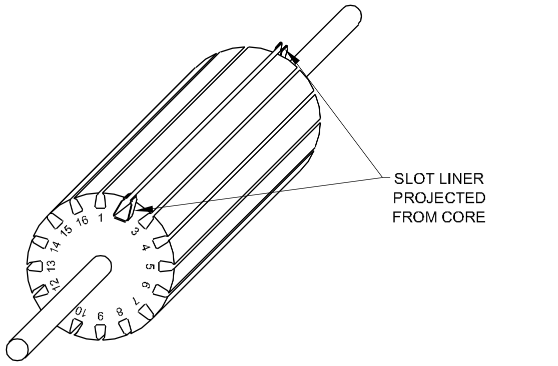
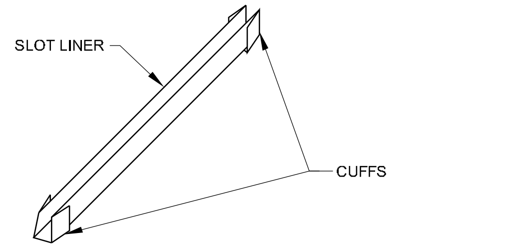
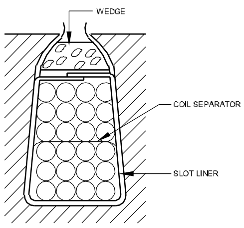


Fig 7



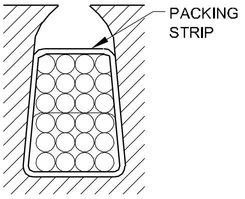
क्वायल पृथक्कारी (Coil separator) : जब मल्टी-लेयर वाइन्डिंग का प्रयोग किया जाता है तो वाइन्डिंग की प्रत्येक परत को इन्सुलेट किया जाता है, उस समय क्वायल पृथक्कारी (Separator) उपयोग किये जाते है। ये दोनों तरफ बढे हुए होने चाहिए। (Fig 8)

Fig 8



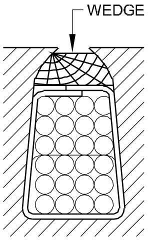
पैकिंग स्ट्रिप (Packing strip) : स्लॉट लाइनर व wedge के बीच जो मोटा इन्सुलेशन पेपर उपयोग किया जाता है, वह पैकिंग स्ट्रिप कहलाती है। यह आर्मेचर क्रोड के दोनों सिरों से कुछ आगे बढी हुई होनी चाहिए। (Fig 9)

Fig 9



पच्चर (Wedge) : खाँचों से चालकों को बाहर की ओर निकलने से रोकने के लिए जो एक ठोस इन्सुलेशन टुकड़ा जैसा बंद या फाइबर का उपयोग किया जाता है वह wedge कहलाता है। यह खाँचे में कसा हुआ (tightly) होना चाहिए। (Fig 10)

Fig 10

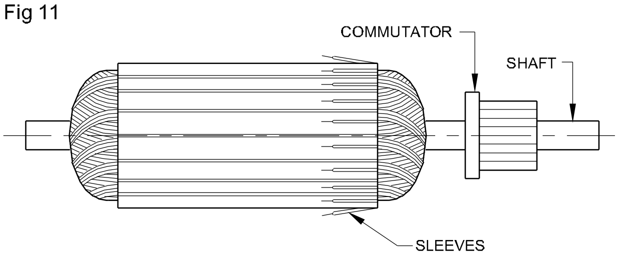


क्वायल इन्सुलेशन (Coil insulation) : कुछ अनुप्रयोगों में क्वायल साइड का जो भाग स्लॉट के अन्दर आता है, को सूती टैप या फाइबर ग्लास टैप से लपेटा जाता है। इस प्रकार के इन्सुलेशन को क्वायल इन्सुलेशन कहते है।

ओवरहैन्ग इन्सुलेशन (Overhang insulation) : वाइडिंग का जो भाग खाँचो से बाहर लटका रहता है वह ओवरहैन्ग कहलाता है, इस भाग को नम्य इन्सुलेशन शीट जैसे फाइबर ग्लास कपड़ा से इन्सुलेट किया जाता है। इस भाग में विभिन्न समूहों को एक दूसरे से सम्पर्क में आने से रोकने के लिए जो इन्सुलेशन उपयोग किया जाता है वह ओवरहैन्ग इन्सुलेशन कहलाता है।

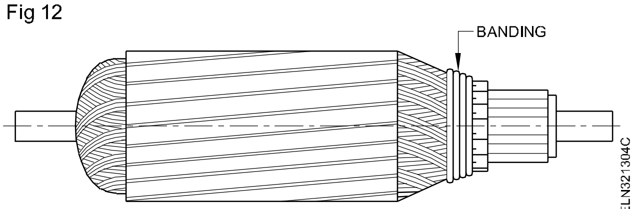
लीड इन्सुलेशन (Lead insulation) : आर्मेचर चालको के जो सिरे स्लिवों (sleeves) द्वारा इन्सुलेट किये जाते है, वह लीड इन्सुलेशन कहलाता है। कम्यूटेटर सेग्मेन्ट के साथ सोल्डर करने से पूर्व जैसे एम्पायर या फाईबर ग्लास स्लिव लीड इन्सुलेशन का कार्य करते है। (Fig 11)

Fig 11



बन्धक इन्सुलेशन (Banding insulation) : छोटे आर्मेचर की स्थिति में आर्मेचर वाइडिंग के ओवर हैन्ग सूती, टेरीलीन धागे से बांध दिये जाते है। बडे DC आर्मेचरों में ओवर हैन्ग को इन्सुलेटिड शीट से इन्सुलेट करके स्टील की तारों (banding) से बांधा जाता है। (Fig 12)

Fig 12

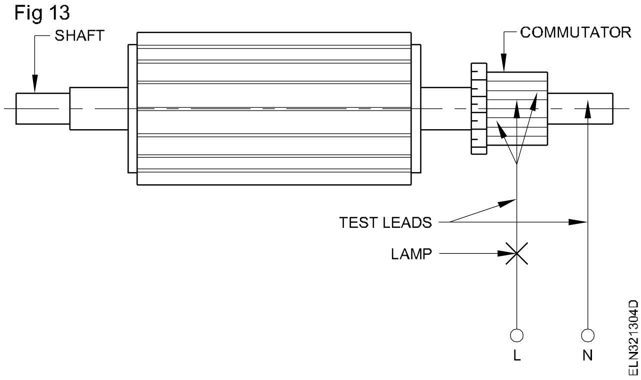


वार्निशिंग (Varnishing) : आर्मेचर वाइडिंग की संसेचन (impregnation) करने के लिए बेकिंग वार्निश उपयोग की जाती है। यह प्रक्रिया वार्निशिंग कहलाती है।

वाइडिंग से पूर्व कम्यूटेटर का परीक्षण (Testing of the commutator before winding) : आर्मेचर की वाइडिंग करने से पूर्व, कम्यूटेटर का परीक्षण करना एक सामान्य प्रक्रिया है। ऐसा करने से कम्यूटेटर के खराब होने की अवस्था में मरम्मत करने में मदद मिलती है। कम्यूटेटर को, कम्यूटेटर बार का अर्थ होने और बारों में लघुपथ (Short circuit) होने की स्थिति में टेस्ट किया जाता है। यदि कम्यूटेटर बहुत अधिक क्षतिग्रस्त हो चुका है और सैग्मेन्ट बाहर निकल चुके है तो कम्यूटेटर को नये से बदल देना चाहिए।

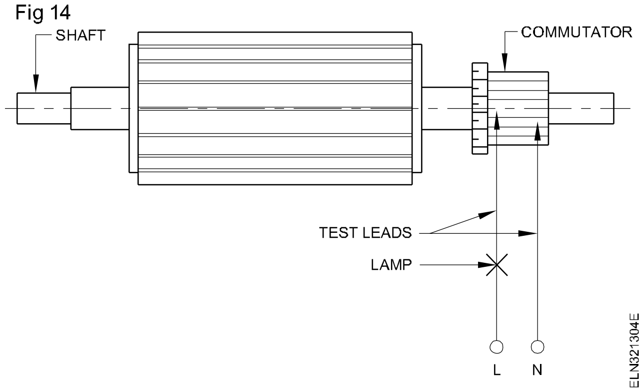
भूसम्पर्कित कम्यूटेटर का परीक्षण (Test for grounded commutator): जब कम्यूटेटर की एक या अधिक छड़ें (bars) कम्यूटेटर की लोह क्रोड या शाफ्ट के साथ छू जाये, तो कम्यूटेटर भूसम्पर्कित कहलाता है। इसे Fig 13 में दिखाये अनुसार टेस्ट लैम्प से टेस्ट किया जाता है। टेस्ट लैम्प की एक लीड आर्मेचर की शाफ्ट के साथ स्थायी रूप से स्पर्श करें। टेस्ट लैम्प की दूसरी लीड को कम्यूटेटर बार पर स्पर्श करें। यदि कम्यूटेटर भू सम्पर्कित नहीं होगा तो लैम्प जलना नही चाहिए। भू और छड़ के बीच कोई चिंगारी या आर्क arc नहीं होनी चाहिए। अगले कम्यूटेटर छड़ (bar) पर टेस्ट लीड को रखकर इसी प्रकार से टेस्ट करें। इसी प्रकार सभी छड़ों (bars) को अलग-अलग से टेस्ट करें। यदि किसी बार से स्पर्श करने पर टेस्ट लैम्प जलता है तो वह भार भू सम्पर्कित है।

Fig 13



लघु पथित कम्यूटेटर के लिए परीक्षण (Test for shorted commutator): यह टेस्ट जो कि Fig 14 में दिखाया गया है छड़ों के बीच अभ्रक में हुए दोष को व्यक्त करने के लिए किया जाता है। टेस्ट लीड का एक सिरा एक कम्यूटेटर छड के साथ सम्पर्क करें और दूसरी लीड को समीप वाली छड़ के साथ सम्पर्क करायें। टेस्ट लैम्प में कोई प्रकाश नही दिखना चाहिए। यदि प्रकाश दिखता है तो टेस्ट लीड से सम्पर्क किये गये छड़ों के बीच लघु पथन (Short circuit) है। अब प्रत्येक बार पास-पास वाली छड़ों के बीच यह टेस्ट करते हुए आगे चलते रहें। यह टेस्ट लगातार करें जब तक कि सभी छड़ों के बीच परीक्षण न हो जायें।

Fig 14



मिक्सर/लिक्वीडाइजर का पुनः वाइडिंग (Rewinding of mixer/liquidizer)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **मिक्सर/लिक्वीडाइजर में प्रयुक्त वाइडिंग के प्रकार का वर्णन करना**
- **कुण्डलियों का लूप के साथ और लूप रहित संयोजन का स्पष्ट करना**
- **आर्मेचर की पुनः वाइडिंग (rewinding) के लिए आवश्यक आंकडें (data) एकत्रित करने की पद्धति बताना**
- **'लीड स्विंग' ('lead swing') पारिभाषिक शब्द स्पष्ट करना**
- **आर्मेचर वाइडिंग की विधि का वर्णन करना**
- **आर्मेचर का सन्तुलन करने की विधि का वर्णन करना।**

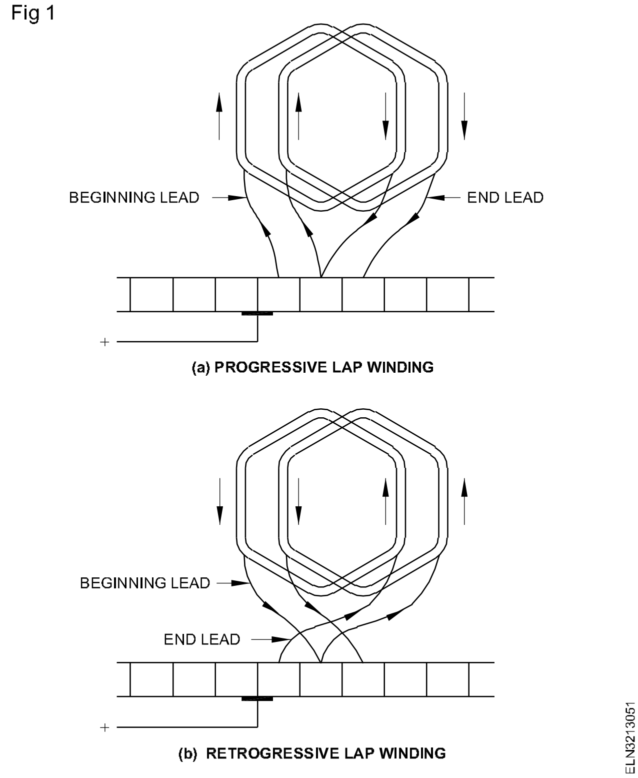
लगभग सभी घरेलू उपयोग में मिक्सर/लिक्विडाइजर यूनिवर्सल मोटरों का उपयोग करते है क्योंकि इन्हें उच्च स्पीड पर उच्च बलघूर्ण की आवश्यकता होती है। यद्यपि मौलिक डिजाईन समान रहता है, परन्तु क्षमता, स्लॉट की संख्या, सैग्मेन्ट, वाइन्डिंग तार का साईज, ब्रुश ग्रेड और समय क्षमता इत्यादि में भिन्नता होती है।

जब मिक्सर/लिक्विडाइजर की पुनः वाइडिंग करनी हो तो डाटा लेने में विशेष सावधानी रखनी चाहिए ताकि मूल रूप वाली वाइन्डिंग का प्रारूप बनाया जा सके। यहाँ तक कि वाइन्डिंग तार के व्यास में मामूली परिवर्तन करने से या टर्नों की संख्या में परिवर्तन करने से, पुनः कुण्डलित किये गये मिश्रक की कार्य क्षमता पर बुरा प्रभाव पडता है। सामान्यतः वाइन्डिंग तार, इन्सुलेशन पेपर, सोल्डर और सोल्डरिंग आयरन का चयन करते समय बहुत सावधानी रखनी चाहिए चूंकि आर्मेचर वाइन्डिंग में उच्च कौशल की आवश्यकता होती है, इसलिए नये सीखने वाले प्रथम प्रयास में असफल भी हो सकते है। यह अधिक कमाई करने वाला उच्च सम्भावनाओं वाला स्वरोजगार है, इसलिए इसमें पारंगत होने के लिए बार-बार प्रयास करें। परन्तु वाइन्डिंग में प्रत्येक बार असफल होने पर, दोष की जाँच करें और उस गलती को पुनः न दोहरायें।

पुनः वाइडिंग के लिए आवश्यक डाटा एकत्रित करने से पहले, प्रशिक्षणार्थी के लिए यह आवश्यक है कि वह मिश्रक/लिक्विडाइजर और उनके अन्य प्रकार के बारे में व वाइडिंग की प्रकार के बारे में पूर्ण परिचित हो। इस सूचना पत्र के पूर्व के भाग में आर्मेचर वाइडिंग की प्रकार का वर्णन किया जा चुका है। सामान्यतः सिम्पलेक्स लैप वाइडिंग को लूप के साथ मिश्रक/लिक्विडाजर

में उपयोग किया जाता है। Fig 1 (a) और (b) में दिखाये अनुसार वाइडिंग वृद्धिशील (progressive) या प्रतिगामी (Retrogressive) हो सकती है।

Fig 1

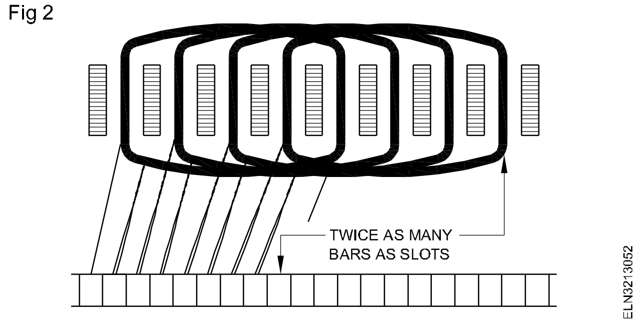


(a) PROGRESSIVE LAP WINDING

(b) RETROGRESSIVE LAP WINDING

लूप के साथ लैप वाइडिंग (Lap winding with loops) : प्रत्येक स्लॉट में दो कुण्डलियों की एक लैप वाइडिंग जो कि मिश्रक/लिक्विडाइजर में सामान्यतः पाई जाती है, को Fig 2 में दिखाया गया है। इस स्थिति में एक 12 स्लॉट, 24 कुण्डलियों और 24 सैग्मेन्ट एक आर्मेचर है। इसमें कम्यूटेटर सैग्मेन्ट की संख्या स्लॉट की संख्या से दो गुनी होनी चाहिए। जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है एक लूप छोट रखा गया है और उससे आगे वाला बडा, ताकि सैग्मेन्ट के साथ लीड को उचित अनुक्रम में सोल्डर किया जा सके।

Fig 2



लैप वाइडिंग प्रत्येक स्लॉट में तीन कुण्डलियों के साथ भी हो सकती है। तब कम्यूटेटर सैग्मेन्ट की संख्या स्लॉट की संख्या से तीन गुणा होनी चाहिए।

लूप के बिना लैप वाइडिंग (Lap winding without loops) : इस प्रकार की लैप वाइडिंग में प्रत्येक वाइडिंग स्वतन्त्र रूप से कुण्डलित की जाती है और क्वायल के दो सिरे बाहर निकले होते है। तब क्वायल के अन्त सिरे उचित क्रमानुसार सैग्मेन्ट के साथ जोडे जाने चाहिए।

मिक्सर की पुनः वाइडिंग के लिए आंकडे एकत्रित करना (Collection of data for rewinding a mixer) : जब एक यूनिवर्सल मोटर का आर्मेचर व फिल्ड की पुनः वाइडिंग करनी हो तो वाइडिंग को छिलते (stripping) समय पर्याप्त सूचना आवश्यक रूप से एकत्रित कर लेनी चाहिए, ताकि प्रशिक्षणार्थी इसे इसके मूल रूप में एक दम सही पुनः वाइडिंग करने के योग्य हो सके। प्रारम्भिक तौर के रूप में हमें नेम-प्लेट का विवरण लेना चाहिए और यह उदाहरण के रूप में Table 1 में दिया गया है।

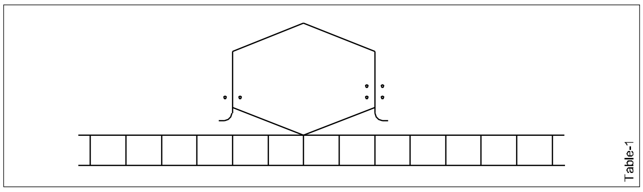
नेम प्लेट का विवरण लेने के पश्चात, मिक्सर को खोल दें और सावधानी पूर्वक वाइडिंग को छील (strip) दें। इस प्रक्रिया के दौरान Table 2 में दर्शाये अनुसार सूचना प्राप्त करके डाटा शीट को भरें।

टेबल 1

नाम पट्टी विवरण

Make	:____________	Type	:____________	Code No	:____________
KW	:____________	Volts	:____________	Amps	:____________
No. of poles	:____________	Hertz	:____________	r.p.m	:____________
Frame	:____________	Model	:____________		

Table 2

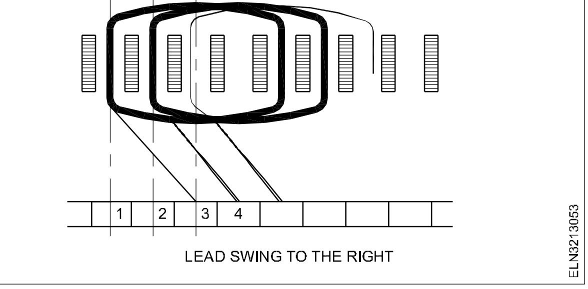
	Size of wire	Turns	Insulation	Connection
STATOR				
	Size of wire	No.of turns	Coil pitch	Coils/Slots
ROTOR				
	No.of slots	Bars	Draw the end connection and show the lead swing.	
Details of lead swing Centre of slots to	Centre of bars Centre of mica			
Lap	Commutator pitch	Wave		

लीड स्विंग (Lead swing) : जैसा कि मशीन को एक विशेष अवस्था में कम्यूटेटर की परिधि पर ब्रुशों को रख कर डिजाइन किया जाता है, वाइंडिंग के सिरों के कम्यूटेटर सैग्मेन्ट के साथ संयोजन एक निश्चित स्थिति पर किये जाते है जो कि पुनः वाइडिंग के समय बदलने नहीं चाहिए ताकि दोष मुक्त समस्या मुक्त प्रचालन होता रहे। वाइंडिंग की लीड की विशेष सैग्मेन्ट के साथ स्थिति को लीड स्विंग कहते है।

एक आर्मेचर की वाइडिंग में सबसे महत्वपूर्ण प्रक्रिया है कि वाइंडिंग की लीड को उचित कम्यूटेटर सैग्मेन्ट के साथ रखा जाये। मूल स्थिति पर निर्भर करते हुए क्वायल के सिरों (Leads) को कम्यूटेटर छडों में, तीन विभिन्न स्थितियों में से एक स्थिति पर रखना चाहिए। यदि कम्यूटेटर के सिरों की तरफ से आर्मेचर के एक स्लॉट को देखा जाये तो स्लॉट के दांयी तरह से लीड कम्यूटेटर की ओर स्विंग करनी चाहिए जैसा कि Fig 3 में दिखाई दे रहा है और Fig 4 में यह बांई तरफ दिख रही है और Fig 5 में यह कम्यूटेटर खण्डों के साथ एक सीध में (aligned) है। कम्यूटेटर में लीड की स्थिति ज्ञात करने के लिए निम्नलिखित विधि उपयोग की जाती है।

एक खाँचे के केन्द्र से एक डोरी या धागे को खींचें। यह ध्यान दें कि क्या यह कम्यूटेटर खण्ड की सीध में है या खण्डों के बीच अभ्रक की सीध में है। यदि डाटा (data) के अनुसार वाइंडिंग की लीड दांयी तरफ तीन खण्डों तक झुकती है तो प्रथम क्वायल की लीड को दांयी तरफ तीन खण्ड आगे रखें, स्लॉट संख्या 1 के सामने वाला बार (Segment) से गिनती शूरू करें। दूसरी लीड को आगे इसी दिशा में क्रम से जोडते जायें जैसा कि fig 3 में दिखाया गया है। यदि स्लॉट का केन्द्र अभ्रक की सीध में (in line) है, तो अभ्रक की दांयी तरफ वाली छड़ bar को संख्या 1 मानें।

Fig 3



प्रति स्लॉट एकल या दोहरी क्वायल वाइडिंग की विधि (Method of winding single or double coil per slot)

प्रति स्लॉट एक क्वायल के साथ आर्मेचर (Armature with one coil per slot) : प्रति स्लॉट एक क्वायल रखते हुए एक आर्मेचर में वाइडिंग और संयोजन करने की विधि निम्न प्रकार है:

Fig 4

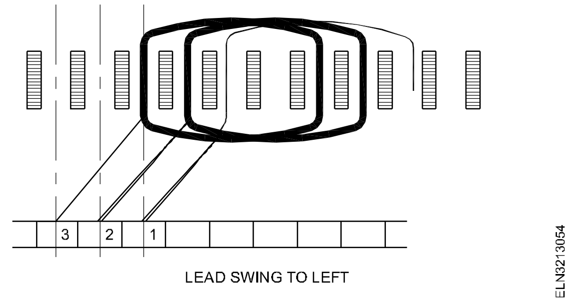
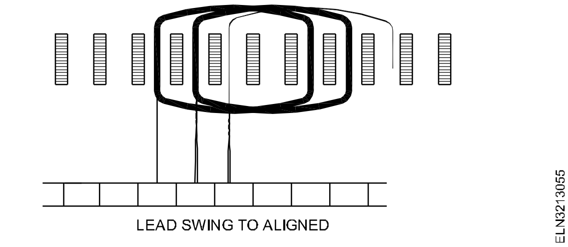


Fig 5



किसी भी स्लॉट से शूरू करें और उचित पिच के अनुसार स्लॉट में एक क्वायल को पूर्ण रूप से लपेट । लीड स्विंग के अनुसार क्वायल 1 के शुरू के सिरे को उचित कम्यूटेटर बार पर रखें और वाइंडिंग के अन्त वाले सिरे का स्वतन्त्र छोड दें, जिसे आर्मेचर के पूरी तरह से वाइंडिंग होने के बाद जोडा जा सके जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है।

सभी अन्त वाली लीड को मुक्त छोडते हुए पूरे आर्मेचर को इसी प्रकार से लपेटे करें सारी क्वाइल वाइंण्ड होने के बाद, सभी ऊपरी या अन्त वाले सिरों को उसी क्वायल के प्रारम्भ या नीचे वाले सिरों के साथ निकटवर्ती खण्डों के साथ जोडना शुरू करें जिससे एक सिम्पलेक्स लैप वाइडिंग बन सके जैसा कि Fig 7 में दिख रहा है।

Fig 6

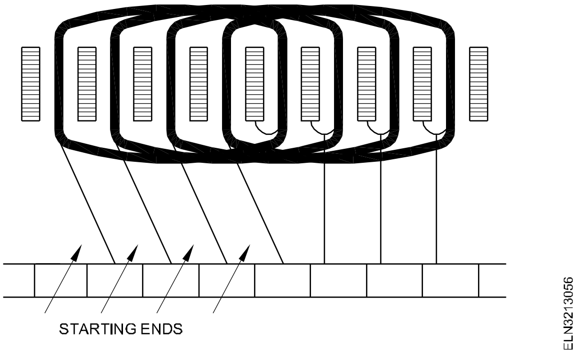
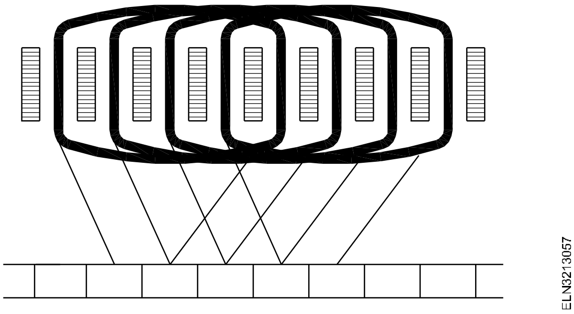


Fig 7



दो कुण्डलियाँ प्रति स्लॉट के साथ आर्मेचर (Armature with two coils per slot): एक क्वायल प्रति स्लॉट की अपेक्षा दो क्वाइल प्रति स्लॉट वाला सिरम्लैक्स लैप वाइंण्ड आर्मेचर अधिक प्रचलित है। इस प्रकार के आर्मेचर को कुण्डलित करने की विधि निम्न प्रकार से है:

दो तारों के साथ वाइडिंग करना प्रारम्भ करें और लिये गये डाटा के अनुसार शूरू की लीड को कम्यूटेटर छडों में रखें। जब उचित संख्या की टर्न खाँचों में वाइंण्ड हो चुकी हों तब तारों को काट दें और अन्त के सिरों को खुला छोड दें। कम्यूटेटर सिरे की तरफ से देखने पर अगली क्वायल को पहली क्वायल से एक स्लॉट बांई तरफ से प्रारम्भन करें। (जब कुण्डलियाँ बांई तरफ आगे बढती है, तो वाइडिंग बांई हाथ की और जब दांयी ओर बढती है, तो वाइडिंग दांये हाथ की वाइडिंग कहलाती है) सभी वाइंडिंग्स के वाइण्ड होने तक इसी विधि का अनुपालन करें (Fig 8) तब ऊपरी या अन्त सिरों को कम्यूटेटर छड़ों में उचित क्रमानुसार रखें। यह Fig 9 में दिखाई गई है।

Fig 8

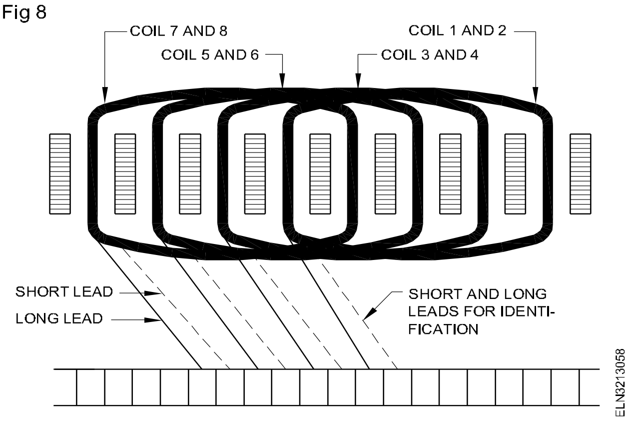
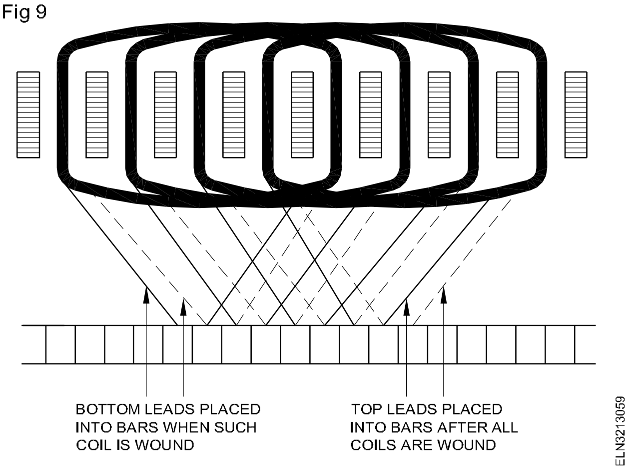


Fig 9



लीड की पहचान के लिए विभिन्न रंग की स्लिव उपयोग की जाती है। प्रथम क्वायल के शूरू के सिरे और अन्त के सिरे के लिए एक प्रकार का रंग प्रयोग किया जाता है और उसी स्लॉट में दूसरी क्वायल के लिए अलग रंग, तीसरी क्वायल के लिए प्रथम क्वायल वाला रंग उपयोग किया जाता है और आगे उसी प्रकार चलते रहें। प्रथम ऊपरी लीड को टेस्ट करने की आवश्यकता होगी और अन्य सभी की पहचान के लिए रंग करना होगा। एक ही स्लॉट में दो क्वायल्सकी पहचान करने के लिए एक ही लीड छोटी व दूसरी क्वायल की लीड बडी रख कर भी दूसरा तरीका अपनाया जा सकता है ताकि क्वायल को उचित प्रकार से जोडा जा सके।

आर्मेचर की पुनः वाइडिंग व सन्तुलन करने की विधि (Method of rewinding and balancing the armature)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

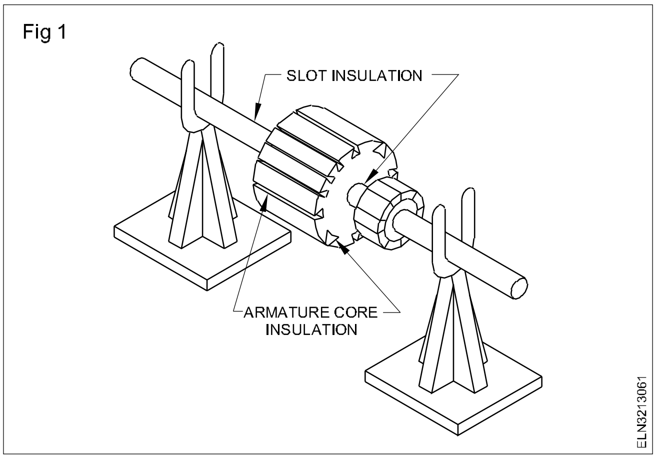
- **एक DC आर्मेचर के रि-वाइंडिंग करने की विधि स्पष्ट करना**
- **वाइंडिंग के सिरों को कम्यूटेटर राईजर (raisers) के साथ सोल्डरिंग/ब्रेजिंग/हाट स्टैकिंग करने की विधि स्पष्ट करना**
- **बन्धक (banding) की आवश्यकता और बन्धक बनाने की विधि स्पष्ट करना**
- **आर्मेचर को सन्तुलन करने की आवश्यकता और सन्तुलन करने की विधि बताना।**

आर्मेचर वाइडिंग की विधि (Method of winding the armature): आर्मेचर की वाइन्डिंग शुरू करने की लिए एक आर्मेचर को Fig 1 की तरह वाइन्डिंग स्टैण्ड (Winding stand) पर रखा जाता है। तब उसके बाद डाटा से ली गई इन्सुलेशन योजना अनुसार शाफ्ट, आर्मेचर क्रोड और खाँचों को इन्सुलेट किया जाता है।

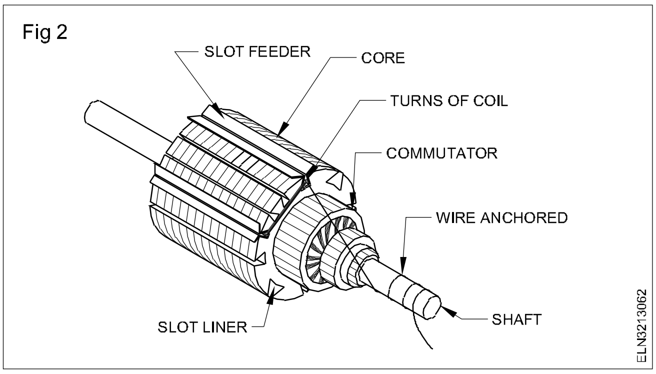
वाइडिंग विधियाँ (Winding methods) : आर्मेचर को कुण्डलित करने की दो विधियाँ है।

हस्त वाइडिंग

फार्म द्वारा वाइडिंग



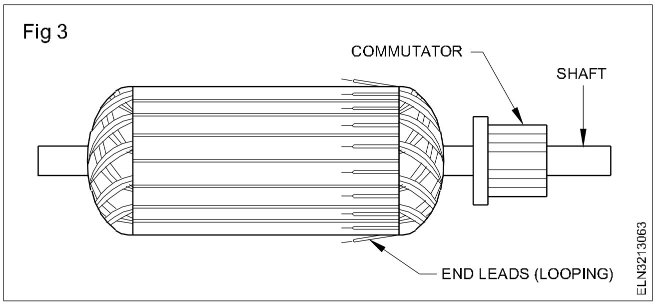
हस्त वाइडिंग (Hand winding) : हस्त वाइडिंग के लिए क्वायल, पिच दूरी अनुसार दो निर्धारित खाँचों में चार स्लॉट फीडर (slot feeders) रखे जाते है, जैसा कि Fig 2 में स्लॉट संख्या 1 से स्लॉट संख्या 4 में। तार में पर्याप्त तनाव बनाये रखा जाता है जिससे वाइडिंग, बिना तार टूटे कसी हुई कुण्डलित हो सके। प्रथम क्वायल के अन्त में और दूसरी क्वायल के प्रारम्भ में एक लूप बनाया जाता है। दूसरी क्वायल निर्धारित स्लॉट से शुरू की जाती है और क्वायल 1 तरह ही समान संख्या की टर्नो से इस क्वायल को कुण्डलित किया जाता है। क्वायल 2 का विस्तार, क्वायल 1 के बराबर लिया जाता है।

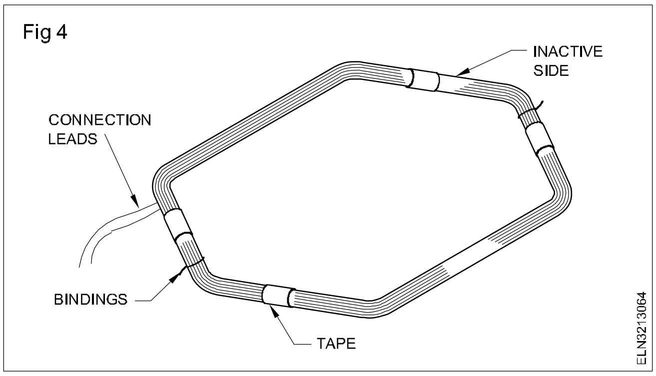


जब दूसरी क्वायल पूरी हो जाती है, फिर एक लूप बनाया जाता है और तब तीसरी क्वायल शुरू हो जाती है। इस तरीके से वाइडिंग को लगातार, तब तक करते है, जब तक कि सभी क्वाइल्स, वाइंण्ड न हो जायें। अन्तिम क्वायल का अन्तिम सिरा , प्रथम क्वायल के प्रथम सिरे से जोडा जाता है। सम्पूर्ण आर्मेचर वाउण्ड होने के बाद, प्रत्येक स्लॉट में दो क्वायल साइड होती है जो कि दोहरी परत वाइडिंग होती है। यह सुनिश्चित होना चाहिए कि सभी क्वायल्स की पिच व टर्नें बराबर हो। क्वायल्स के अन्त सिरों से निकले लूप Fig 3 की तरह दिखाई देंगें और ये कम्यूटेटर राईजर से जोडे जायेंगें। सिम्पलेक्स लैप वाइडिंग के लिए, वाइडिंग के दौरान लूप बनाने की विधि का वर्णन यहाँ किया गया है। यह विधि छोटे आर्मेचरों के लिए प्रायः अपनाई जाती है। वेव वाइडिंग और मल्टीप्लैक्स वाइडिंग के लिए, राईजर से क्वायल के संयोजन करने के लिए वाइन्डिंग पैटर्न (pattern) को अपनाया जाता है।

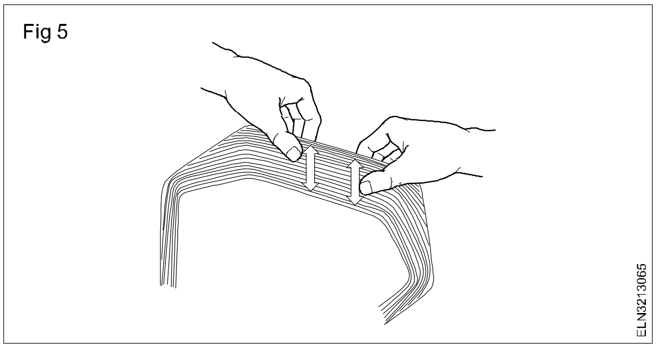
फार्मा द्वारा वाइडिंग (Formed coil winding) : जैसा कि अभ्यास 1 में वर्णन किया जा चुका है, इस विधि में आर्मेचर वाइंडिंग के नाम के अनुसार लकडी के फार्मा बनाये जाते है, जिस प्रकार की फिल्ड क्वायल के लिए बनाये जाते है। इस फार्मा पर कुल आर्मेचर पर आवश्यक क्वायॅल्स की संख्या के अनुसार क्वायल बना कर तैयार रखी जाती है।

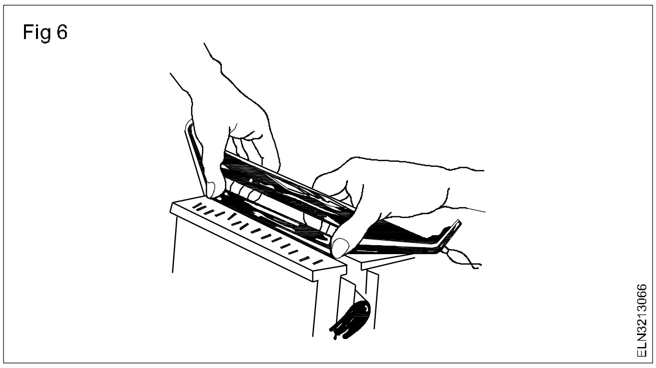
क्वायल की निष्क्रिय भुजा (inactive side) को टैप से लपेटा जाता है और Fig 4 की तरह सूती धागे से बांध दिया जाता है।





क्वायल की क्रियाशील भुजा को Fig 5 के अनुसार फैला दिया जाता है और आर्मेचर स्लॉट के क्रम अनुसार क्वायल साइड, स्लॉट मे डाली जाती है, ये चालक एक-एक करके स्लॉट मे डाले जाते है जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है। इसी प्रकार आर्मेचर की सभी क्वायल्स सम्बन्धित खाँचों में रख दी जाती है और क्वायल के अन्त सिरों के लूप बना दिये जाते है और फिर सम्बन्धित कम्यूटेटर सैग्मेन्टों के साथ सोल्डर कर दिया जाता है।



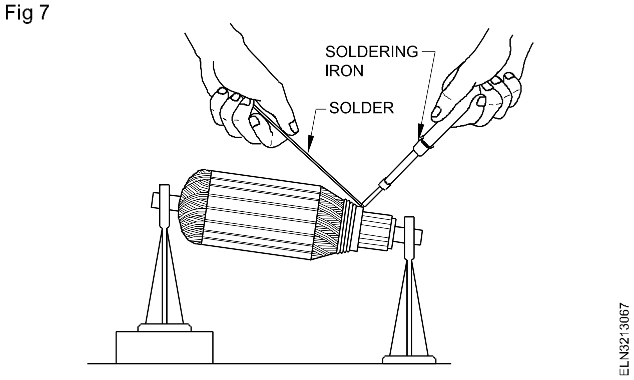


वाइडिंग सिरों के कम्यूटेटर सैग्मेन्ट के साथ संयोजन (Connection of winding ends with the commutator segments) : आर्मेचर वाइडिंग के पश्चात, आर्मेचर चालकों के अन्त सिरे कम्यूटेटर राईजर की झीरी में रखे जाते है। (राईजर की झीरी अच्छी प्रकार साफ होनी चाहिए और यह चालकों की अच्छी प्रकार से पकड करने के लिए तैयार होनी चाहिए) इन चालकों पर से गन्दगी व इन्सुलेशन हटा कर अच्छी तरह से साफ किया जाता है, जिससे ये सुरक्षित रहे व इनका वैद्युत सम्पर्क अच्छा बना रहे। इसके बाद, चालकों के सिरे सम्बन्धित राईजर की झीरी में रखे जाते है और सोल्डर/ब्रेज्ड या हाट-स्टैक्ड (hot-stacked) किये जाते है।

सोल्डरिंग (Soldering) : सोल्डरिंग के लिए छोटे आर्मेचरों पर विद्युत आयरन और बडे आर्मेचर पर गैस आयरन उपयोग किया जाता है। आयरन का साईज कम्यूटेटर के साइज पर निर्भर करता है। कम्यूटेटर के साथ सिरों को सोल्डर करने के लिए सोल्डरिंग आयरन या टॉर्च उपयोग की जाती है।

सोल्डरिंग की विधि निम्न प्रकार है। सर्वप्रथम कम्यूटेटर राईजर की पहचान करके, जिन तारों को सोल्डर करना है उन पर सोल्डरिंग फलक्स लगाये। उसके बाद तारों को सम्बन्धित राईजर में रखें। इसके बाद Fig 7 के अनुसार सोल्डरिंग आयरन की टिप को कम्यूटेटर राईजर पर तब तक रखें जब तक कि आयरन की ऊष्मा कम्यूटेटर राईजर के फील्डफल पर स्थानान्तरित हो जाये। इस ऊष्मा का स्थानान्तरण तब पहचाना जाता है जब फलक्स में बुलबुले उत्पन्न होने लगें।

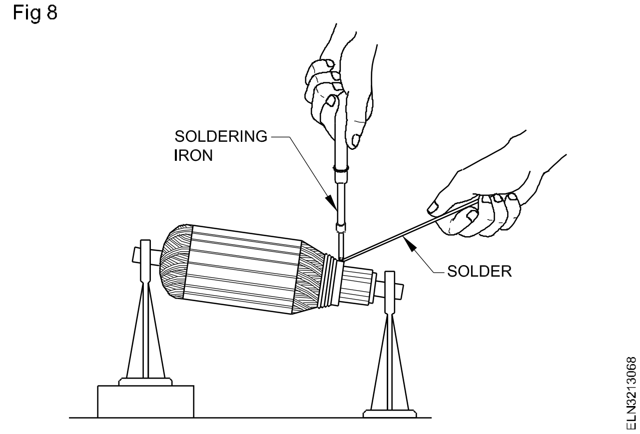
Fig 7



जब कम्यूटेटर राईजर पर्याप्त गर्म हो जाता है, कम्यूटेटर राईजर पर सोल्डर रखा जाता है और इसके ऊपर आयरन रखा जाता है और सोल्डर पिघल जाता है। सोल्डर को सिरों के चारों तरफ पूरी तरह से फैलने देना चाहिए। कम्यूटेटर के पीछे सोल्डर को बहने से रोकना चाहिए, अन्यथा इससे शॉर्ट सर्किट हो सकता है, इसके लिए आर्मेचर का पिछला सिरा Fig 8 की तरह ऊंचा उठा देना चाहिए। सोल्डर को एक बार से दूसरी बार की तरफ बहने से रोकने के लिए आयरन को Fig 8 की तरह पकडा जाता है। सोल्डरिंग पूर्ण हो जाने के पश्चात फालतु फलक्स को साफ कर दिया जाता है।

ब्रेजिंग (Brazing) : बड़े आर्मेचर की वाइडिंग की स्थिति में, आर्मेचर वाइडिंग लीड के सिरे सम्बन्धित कम्यूटेटर राईजर की झीरी में रखकर गैस टॉर्च से ब्रेज्ड (brazed) किया जाता है। ज्वाला के नियन्त्रण के लिए सूक्ष्म निरीक्षण और सावधानी रखनी चाहिए।

Fig 8



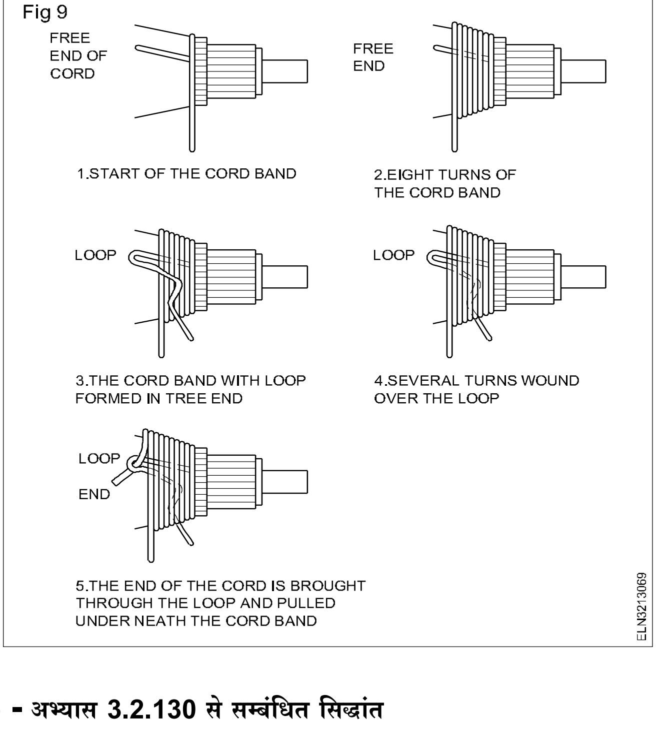
हॉट स्टैकिंग (Hot stacking) : छोटे DC आर्मेचरों की स्थिति में, आर्मेचर चालकों को कम्यूटेटर राईजर की झीरी में रखा जाता है और स्पॉट-वैल्ड spot-welded किया जाता है। यह हॉट स्टैकिंग कहलाती है। इस उद्देश्य के लिए विशेष प्रकार से डिजाईन की गई हॉट-स्टैकिंग मशीन उपलब्ध है।

आर्मेचर बेन्डिंग (Banding the armature) : कुण्डलियों को सही स्थिति में रखने और ओवर हैन्ग को आकार देने में सहायता देने से पूर्व कई बार आर्मेचर पर स्थायी बैन्ड लगाने से पूर्व अस्थायी बन्धन (banding) में लगाया जाता है।

आर्मेचर के अन्त सिरों को स्थिति में रखने के लिए, आर्मेचर पर स्थायी बन्धक bands उपयोग किये जाते है। जब आर्मेचर घूमता है उस समय आर्मेचर के खाँचों में से सिरों को बाहर निकलने से रोकने के लिए, छोटे आर्मेचरों में डोरी का बैन्ड उपयोग किया जाता है। बडे आर्मेचरों में इसी कार्य के लिए स्टील के बैन्ड उपयोग किये जाते है। बडे आर्मेचरो में जिनमें खुले प्रकार के स्लॉट होते है, उनके खाँचों में से कुण्डलियों को बाहर निकलने से रोकने के लिए, स्टील या टैप बैन्ड उपयोग किये जाते है।

डोरी बैन्ड (Cord bands) : आर्मेचर पर डोरी से बैन्ड बनाने की विधि को Fig 9 द्वारा दिखाया गया है और इसके लिए निम्नलिखित निर्देशों पर गौर करें।

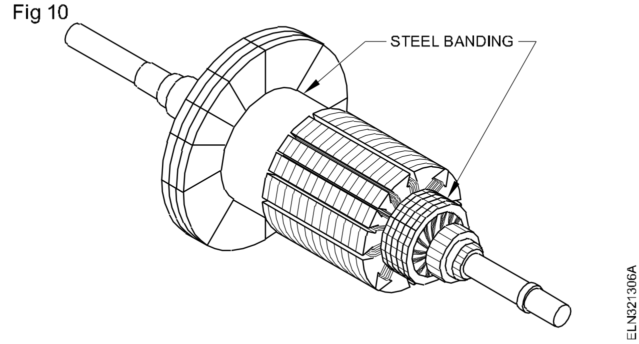
Fig 9



उचित साईज वाली डोरी पट्टी का उपयोग करें। बडें आर्मेचरों के लिए भारी, छोटे आर्मेचरों के लिए हल्की। कम्यूटेटर के समीप से एक सिरे से प्रारम्भ करें और कई परतों में बहुत सारे टर्न लपेट दें, लगभग 150mm लम्बी डोरी को शूरू मे मुक्त छोड़ दें। Fig 9 में दिखाये अनुसार डोरी को लूप के आकार में मोड दें। लूप पर कई सारे टर्न लपेटने के बाद डोरी का अन्तिम सिरा लूप मे फंसा दें और फिर खुले हुए लूप के सिरे को खींच लें। इससे डोरी का अन्तिम सिरा डोरी पट्टी के नीचे से खींचेगा और सुरक्षित रहेगा। अब डोरी को खींचा हुआ सिरा जो फालतू रह जाता है उसे काट दें। वाइडिंग के दौरान पर्याप्त तनाव बनायें रखने से बैन्ड सुरक्षित व कसा हुआ (tight) रहेगा।

स्टील बैन्ड (Steel bands) : स्टील के बैन्ड को वाइंडिंग के सामने वाले सिरों पर और पीछे वाले सिरों पर रखा जाता है। ये बैन्ड डोरी वाले बैन्ड से अलग तरीके से आर्मेचर पर रखे जाते है। Fig 10 में इसकी विधि दिखाई गई है और यह इस प्रकार है। आर्मेचर को लेथ (Lathe) मशीन में कस लें और आर्मेचर क्रोड के दोनों तरफ कुण्डलियों के निकले हुए ओवर हैन्ग पर अभ्रक व कागज इन्सुलेशन की चौडी पट्टी काट कर कस कर लपेटें जिससे कुण्डलियों व स्टील बैन्ड के बीच पर्याप्त इन्सुलेशन बन जाये। इन्सुलेशन की पट्टी को रोकने के लिए दोनों ओर डोरी के एक फेरे से इन्सुलेशन शीट को बाँध दें।

Fig 10



डोरी के नीचे टिन या ताँबे की छोटी पट्टी रख दें, जिन्हें आर्मेचर के चारों ओर बराबर दूरी पर रखना चाहिए ताकि बैन्ड लपेटने के बाद यह बैन्ड को सुरक्षित रख सके। वाइडिंग खोलते समय जो मूल बैन्ड मे स्टील का तार उपयोग किया गया था, उसी गेज का स्टील बैन्ड तार उपयोग करें।

आर्मेचर पर स्टील बैन्ड को रखते समय डोरी वाले बैन्ड से अधिक दबाव बनाये रखने की आवश्यकता होती है। इसलिए इसके लिए एक युक्ति का उपयोग करने की आवश्यकता पड़ती है जिसे तार क्लैम्प कहते है, यह आवश्यक प्रैशर प्रदान करता है। इस युक्ति में दो फाईबर से बने टुकडे होते है जो दो पिच व विंग नटों से कसे होते है। इस क्लैम्प के माध्यम से स्टील बैन्ड तार आर्मेचर को मिलता है। क्लैम्प को एक बैन्व के साथ कस देना चाहिए ताकि यह स्थिर रहे। जब बैन्डिंग के दौरान आर्मेचर को धीरे-धीरे घुमाया जाये, यह सावधानी रखी जाये कि तार पर इतना दबाव न बढे कि यह टूट जाये। क्वायल पर बैन्ड चढने के बाद, ताँबे व टिन की पट्टियों को मोड दें और पूरे बैन्ड को सोल्डर कर दें। एक एक करके प्रत्येक बैन्ड को इसी प्रकार से पूर्ण करें।

नये वाइडिंग का परीक्षण (Testing the new winding) : जब पुनः वाइडिंग व संयोजन पूर्ण हो जाये, तो यह आवश्यक हो जाता है कि दोनों वाइन्डिंग व संयोजनों की लघुपथ, अर्थ, खुला परिपथ और संयोजनों के सही होने की जाँच की जाये। यह वाइडिंग को वार्निश करने से पूर्व होना चाहिए ताकि कोई दोष पाया जाये तो इसे शीघ्रता से ठीक किया जा सके।

बेकिंग एवं वार्निशिंग (Baking and varnishing) : आर्मेचर के कुण्डलित, सोल्डर, बैन्ड लगने व परीक्षण के बाद, अगला कार्य वार्निश करने का होता है। यह प्रक्रिया इसे नमी रोधी बना देती है और खाँचों में पडी हुई क्वायल की तारों में कम्पन्न को भी रोकती है। कम्पन्न के कारण तारों का इन्सुलेशन कमजोर होने लगता है जिसके कारण लघुपथ हो सकता है। नमी के कारण भी तारों के इन्सुलेशन मे कमी आती है। आर्मेचर में वार्निश करने से पूर्व, इसमें से नमी को बाहर निकालने के लिए इसे गर्म करना आवश्यक होता है।

आर्मेचर को बेकिंग वार्निश या वायु शुष्कन (air-drying) वार्निश से, वार्निश किया जाता है। जब बेंकिंग वार्निश की आवश्यकता न हो या असुविधा हो तब आर्मेचर को वायु-शुष्कन वार्निश प्रदान की जाती है। बेकिंग वार्निश अधिक प्रभाविक होती है क्योंकि वार्निश को पकाते समय, नमी पूर्ण रूप से बाहर निकाली जा सकती है।

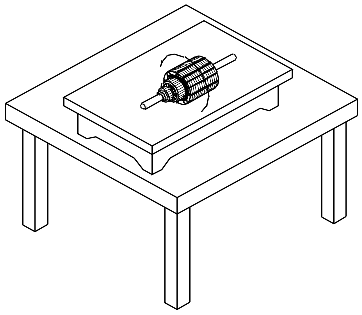
आर्मेचर को सन्तुलन में करने का महत्व (Importance of balancing the armature) : मिश्रक/लिक्विडाइजर में उपयोग होने वाला आर्मेचर 3000 से 6000 r.p.m. पर चलता है जो कि भार लोड पर निर्भर करता है। इस प्रकार के आर्मेचरों का सभी दिशाओं में भार (load) समान होना चाहिए। भार में असन्तुलन होने के कारण नीचे दिए गये हैः

- कुण्डलियों में टर्नो की असमानता (Unequal turns in coils)
- क्रोड असेम्बली में असमानता (Unequal core assembly)
- wedges के भार में असमानता (Unequal weight of wedges)
- स्लॉट लाइनर इन्सुलेशन में असमानता (Unequal slot liner insulations)

असन्तुलन की स्थिति में, आर्मेचर की उच्च स्पीड के कारण अपकेन्द्रिय बल उत्पन्न होता है जो कि बहुत कम समय में क्रोड व कम्यूटेटर को ढीला कर सकता है। विकट परिस्थितियों में आर्मेचर क्षतिग्रस्त हो जायेगा और बियरिंग बाहर आ जायेंगें। कम असन्तुलित होने की स्थिति में, जब मोटर चलेगी तो कम्पन्न व शोर उत्पन्न होगा। अधिकतर निर्माता, आर्मेचर को सन्तुलित करने के लिए, डायनॉमिक बैलेंसिंग मशीन का उपयोग करते है। एक तरफ उच्च भार होने पर, सन्तुलन करने के लिए विपरीत तरफ सीसा का भार फंसा दिया जाता है। कुछ स्थितियों में भारी तरफ ड्रिलींग करके आर्मेचर की परिधि पर उपयुक्त छेद बना कर भार को कम किया जाता है।

विधि 1 - स्थैतिक सन्तुलन (Static Balancing - Method 1) : छोटेसाईज की वाइन्डिंग दुकानों पर पुनः वाउण्ड किया हुआ आर्मेचर को सरफेस प्लेट की क्षैतिज सतह पर Fig 11 के अनुसार लुढकाया जाता है। प्रत्येक बाद लुढकाने के बाद, यदि आर्मेचर अपनी परिधि में विभिन्न अवस्थाओं में रूकता है, तब इसे सन्तुलित मानना चाहिए। दूसरी तरफ यदि प्रत्येक बार लुढकाने के बाद आर्मेचर अपनी परिधि में एक ही स्थिति पर रूकता है, तब समझना चाहिए कि आर्मेचर असन्तुलित है। जहाँ आर्मेचर एक ही जगह रूक जाता है और वह आर्मेचर का वह भाग है जो सतह को छुता है वह भाग उसके विपरीत भाग से भारी माना जायेगा।

Fig 11



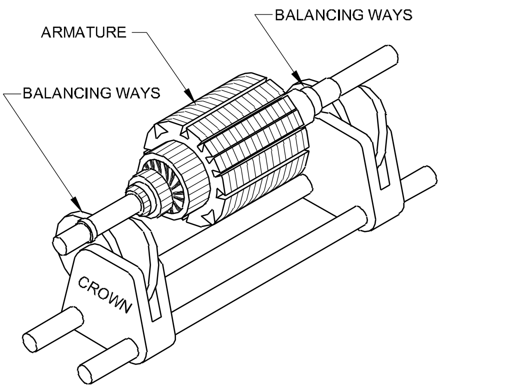
इस प्रकार की स्थिति में, जिस भाग में हल्की wedges पडी हुई हो उन्हें हटा कर भारी wedges जो पीतल या लैड से बनी हो, से बदल देना चाहिए। इस प्रकार इस रौलिंग (rolling) टेस्ट को कई बार करना चाहिए, जब तक कि इलैक्ट्रिशियन पूर्णतः सन्तुष्ट न हो जाये कि आर्मेचर सही तरीके से सन्तुलित है।

इस प्रकार की असन्तुलन अवस्था से बचने के लिए, आर्मेचर वाईन्डर को यह देखना चाहिए कि वाइन्डिंग करते समय, असन्तुलन के लिए बनने वाले कारणों को स्वयं दूर कर दें।

स्थैतिक सन्तुलन - विधि 2 (Static balancing - Method 2): एक संतुलित (balancer) ठीक इस प्रकार का होता है जिस प्रकार मशीन शॉप में ग्राइन्डिंग व्हील को सन्तुलित करने के लिए मशीन का उपयोग किया जाता है। ये संतुलित कई मापों में बनाये जाते है। इस प्रकार के संतुलित द्वारा आर्मेचर को संतुलित करने की विधि निम्न प्रकार है।

आर्मेचर को संतुलन पथ पर रखें (Fig 12) और आर्मेचर को धीरे से घुमायें। जब आर्मेचर विराम अवस्था में आयेगा तो आर्मेचर का भारी भाग नीचे की ओर होगा। इस नीचे वाले बिन्दु (भाग) पर चाक से निशान लगायें। ऐसा बार-बार घुमाने से , यदि आर्मेचर विभिन्न स्थितियों मे रूकता है, तो आर्मेचर संतुलित होगा, और यदि यह एक निश्चित स्थिति पर रूकता है, तो इस भारी भाग के विपरीत विकर्णत एक भार लोड रख कर उसे प्रति संतुलन (counterbalance) करने की आवश्यकता होती है।

Fig 12



इसे आर्मेचर के बन्धक पर सीसी या धातु के छोटे टुकडों को रख कर पूरा किया जाता है। छोटे आर्मेचरो में यह भार (load), बन्धक के नीचे पच्चड के स्थान पर रखा जाता है। आर्मेचर को संतुलित करने के लिए आवश्यक धातु की मात्रा अनुभव से ज्ञात होगी। संतुलन करने की यह विधि स्थैतिक संतुलन कहलाती है।

गतिज संतुलन (Dynamic balancing) : विद्युत मशीनों के घुमने वाला भागों या आर्मेचर को संतुलित करने के लिए गतिज संतुलन मशीनें उपलब्ध है। आर्मेचर को इन मशीनों पर स्थिर किया जाता है और निर्धारित स्पीड पर घुमाया जाता है। एक संकेतक या सूचक आर्मेचर पर इस स्थिति को दर्शाता है और जोड जाने वाले भार को दर्शाता है। संतुलन मशीनें या तो यान्त्रिक संतुलन या स्ट्रोबोस्कोपीक (stroboscopic) संतुलन के साथ उपलब्ध है।

आर्मेचर वाइडिंग का परीक्षण (Testing of armature winding)

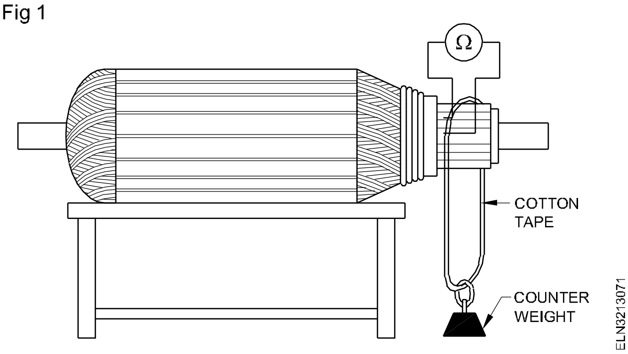
उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **आर्मेचर परीक्षण विधियों का वर्णन करना, जैसे कि**
  - **वाइडिंग प्रतिरोध परीक्षण**
  - **इन्सुलेशन प्रतिरोध परीक्षण**
  - **ग्राउलर परीक्षण**
  - **वोल्टता ड्राप परीक्षण।**

वाइडिंग परीक्षण (Testing the winding) : आर्मेचर के वाउण्ड होने और उसके सिरे कम्यूटेटर के साथ जोडने के बाद, एक परीक्षण करना आवश्यक हो जाता है। इस परीक्षण से वाइडिंग के दौरान होने वाले दोष ज्ञात किये जा सकते है। आर्मेचर वाइडिंग में होने वाले सामान्य दोष, भू सम्पर्कन (earthed), कुण्डलियों में लधुपथन (short circuit), कुण्डलियों में खुला दोष और क्वायल में खुला दोष और क्वायल के संयोजन उल्टे हो जाता है। ये दोष विभिन्न परीक्षण विधियों से ज्ञात किया जा सकता है।

आर्मेचर वाइडिंग प्रतिरोध परीक्षण (Armature winding resistance test) : आर्मेचर क्वायल का प्रतिरोध निम्न परास low range के ओह्म मीटर द्वारा मापा जाता है और केल्विन सेतु को इस कार्य के लिए वरियता दी जाती है। सिम्पलैक्स लैप वाइडिंग (तरंग व मल्टीप्लैक्स वाइन्डिंग के लिए कम्यूटेटर पिच Y_c की दूरी अनुसार) की स्थिति में क्रमागत सैग्मेन्टों के बीच प्रतिरोध मापा जाता है। एक के बाद एक (क्रमिक) कम्यूटेटर खण्डों के बीच प्रतिरोध मापने की सरल व्यवस्था Fig 1 में दिखाई गई है।

Fig 1

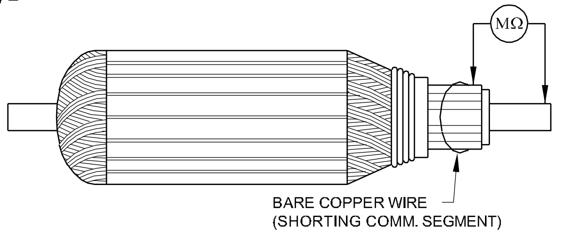


जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है कि कॉटन टेप जिसके साथ प्रतिभार (counterweight) जुडे है को कम्यूटेटर के ऊपर से गुजर कर लटकाया गया है, इससे संयोजित लीड, कम्यूटेटर खण्डों पर पकड बनाये रखती है। इन संयोजन लीड को क्रमागत कम्यूटेटर खण्डों के साथ बारी बारी से जोड कर सभी क्वायल्स का प्रतिरोध मापा जाता है। सभी क्वायल्स को मापा गया प्रतिरोध समान होना चाहिए। यदि न्यून प्रतिरोध है तो यह टर्नो के बीच लघुपथ को व्यक्त करेगा और यदि अधिक प्रतिरोध मापा गया है तो यह क्वायल्स में खुला पथ बतायेगा या क्वायल्सें में अधिक टर्नो की संख्या को दर्शायेगा।

इन्सुलेशन प्रतिरोध परीक्षण (Insulation resistance test) : एक नंगे ताम्र तार से सभी कम्यूटेटर सैग्मेन्ट को शार्ट सर्किट करें। (Fig 2) 250 वोल्ट तक की क्षमता वाले आर्मेचरों को 500 वोल्ट वाले मैगर से, कम्यूटेटर सैग्मेन्टों व बॉडी के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध का परीक्षण करें। मापा गया प्रतिरोध 1 मेगा ओह्म से अधिक होना चाहिए। यदि इन्सुलेशन प्रतिरोध 1 मेगाओह्म से कम हो तो वाइडिंग में नमी या कमजोर इन्सुलेशन होने का संदेह है।

इस परीक्षण को कभी-कभी सिरिज प्रतिरोध लैम्प से भी किया जाता है और इसे 'भू सम्पर्क' परीक्षण भी कहते है। यह परीक्षण केवल क्वायल के भू-सम्पर्कित होने पर ही संकेत करता है और इन्सुलेशन प्रतिरोध को नहीं।

Fig 2

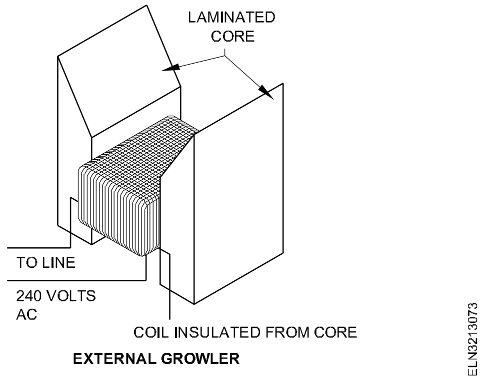


ग्राऊलर परीक्षण (Growler test) : आर्मेचर क्वायल में लघुपथ व क्वायल में खुला पथ परीक्षण करने की सरल व सबसे सामान्य विधि ग्राउलर परीक्षण विधि है।

ग्राउलर (Growler) : दो प्रकार के ग्राउलर होते है - 1) आन्तरिक और 2) बाहरी ग्राऊलर। बाहरी ग्राऊलर का उपयोग छोटे आर्मेचरों का परीक्षण करने के लिए किया जाता है और आन्तरिक ग्राऊलर का उपयोग बडे DC आर्मेचर और AC मोटर स्टेटर की वाइडिंग का परीक्षण करने के लिए किया जाता है।

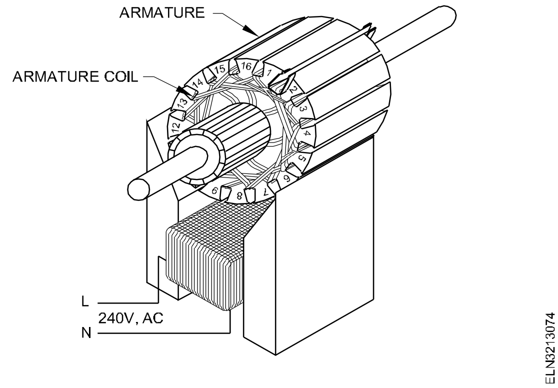
बाहरी ग्राऊलर (External growler) : Fig 3 में एक बाहरी ग्राऊलर दिखाया गया है जो कि एक इलैक्ट्रोमैग्नेटिक युक्ति होती है जिसका उपयोग आर्मेचर में भू सम्पर्कित, लघुपथित व क्वायल में खुला दोष की पहचान करने व ये दोष कहां पर है, उस स्थान की पहचान करने के लिए किया जाता है।

Fig 3



इस ग्राऊलर में, एक लोह क्रोड के ऊपर एक क्वायल लिपटी होती है और यह 240 वोल्ट AC लाईन से जुडी होती है। सामान्यतः क्रोड H आकार की होती है और इसकी ऊपरी भाग टेपर होता है, जिससे इस पर आर्मेचर फिट हो सके Fig 4 में इस ग्राऊलर को दिखाया गया है।

Fig 4



जब ग्राऊलर क्वायल को प्रत्यावर्ती करंट दी जाती है, तो ट्रांसफार्मर क्रिया द्वारा आर्मेचर कुण्डलियों में वोल्टेज उत्पन्न हो जाती है।

आन्तरिक ग्राऊलर (Internal growler) : एक आन्तरिक ग्राऊलर जो प्रायः AC मोटरों के स्टेटर के लिए उपयोग होता है, यह आर्मेचरों के लिए भी उपयोग होता है। ये अर्न्तनिर्मित फिलर के साथ या फिलर रहित बनाये जाते है। अर्न्तनिर्मित फिलर (built-in feelers) ग्राऊलर के साथ एक नम्य ब्लेड (flexible blade) जुडा होता है इसलिए अतिरिक्त हैक्सा ब्लेड की आवश्यकता नही पड़ती है। छोटे स्टेटरो में विशेषतया इस प्रकार के ग्राऊलर की आवश्यकता होती है जिनमें पृथक फिलर के लिए स्थान नही होता है। Fig 5 में एक पृथक फिलर युक्त आन्तरिक ग्राऊलर दिखाया गया है, जो बडे आर्मेचरों के लिए उपयोग होता है।

भू सम्पर्कित वाइडिंग के लिए ग्राऊलर परीक्षण (Growler test for grounded coil) : जिस आर्मेचर का परीक्षण किया जाना है उसे ग्राऊलर पर रखा गया है और तब स्विच 'ऑन' कर दिया जाता है जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है, एक AC मिली-वोल्टमीटर की एक लीड,

और ग्राऊलिंग शोर उत्पन्न होगा। यदि आर्मेचर क्रोड पर रखा ब्लेड स्थिर रहता है, तो यह संकेत है कि टेस्ट की जाने वाली क्वायल में कोई लघु पथन (short circuit) नहीं है। कई ऊपरी खाँचों पर हैक्सा ब्लेड रख किया गया टेस्ट के बाद आर्मेचर को घुमायें ताकि आगे वाले कुछ खाँचे टेस्ट किये जा सके। पूर्व की तरह टेस्ट करें और सम्पूर्ण आर्मेचर को टेस्ट होने तक यह विधि लगातार करें।

Fig 5

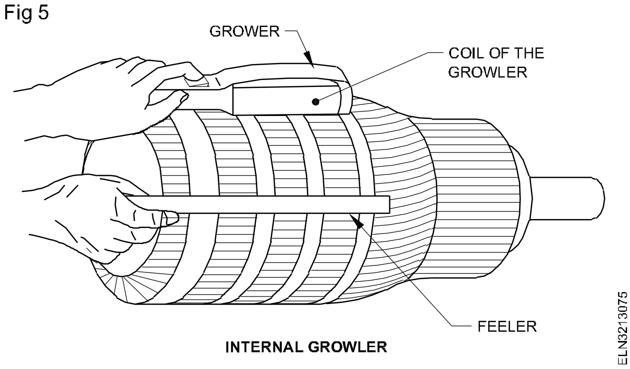
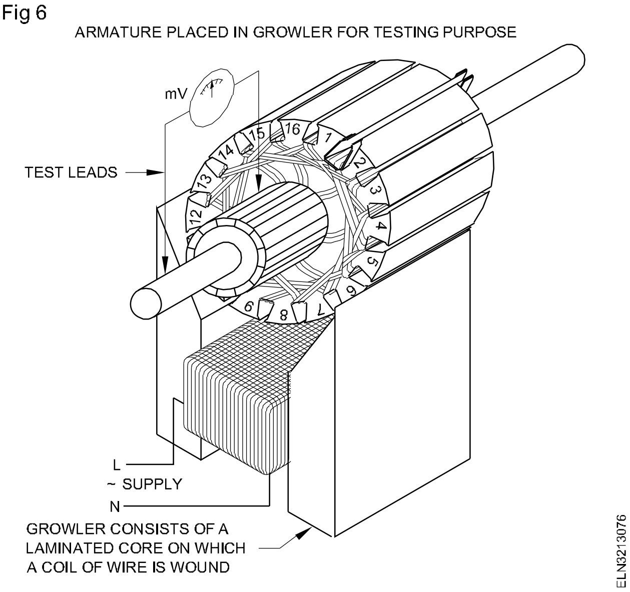


Fig 6



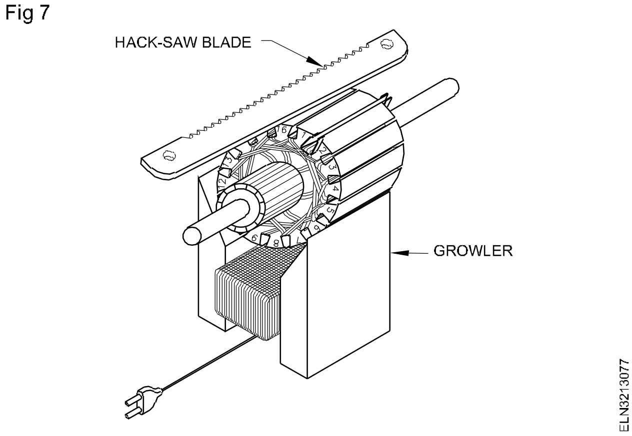
कम्यूटेटर के सबसे ऊपर वाले खण्ड पर रखें, और मीटर की दूसरी लीड शॉफ्ट पर रखें।

यदि मोटर पर पाठ्यांक दिखें, तो आर्मेचर को घुमा कर दूसरे कम्यूटेटर खण्ड को इस प्रकार ले आयें जिस प्रकार पहले था और पूर्व की तरह परीक्षण करें। जब मीटर कोई विक्षेप न दे, तो यह संकेत है कि इस कम्यूटेटर खण्ड से जुडी क्वायल भूसम्पर्कित (grounded) है।

लघु पथित क्वायल के लिए ग्राऊलर परीक्षण (Growler test for shorted coil) : आर्मेचर में लघु परिपथ परीक्षण करने की विधि निम्न प्रकार की है।

जिस आर्मेचर को टेस्ट किया जाना है उसे ग्राऊलर पर रख कर स्विच ऑन किया जाता है। अब एक पतला धातु का टुकडा, जैसा कि हैक्सा ब्लेड को आर्मेचर के सबसे ऊपरी स्लॉट पर रखा जाता है जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है। वाइडिंग में लघुपथन होने की स्थिति में ब्लेड तेजी से कम्पन्न करेगा एक आर्मेचर जिस पर क्रॉस संयोजन या इक्विलाईजर (equalizers) लगे हो उस पर हैक्सा ब्लेड वाला परीक्षण नहीं किया जा सकता है। इस प्रकार का आर्मेचर प्रत्येक स्लॉट पर कम्पन्न का कारण बनेगा, जिससे यह संकेत

Fig 7

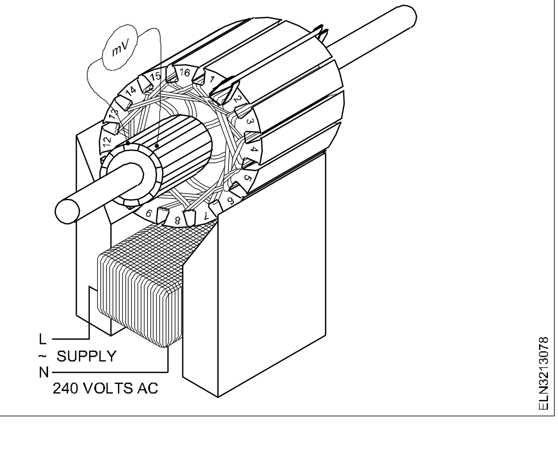


दिखाई देगा कि सभी वाइंडिंग लघु परिपथ है।

क्वायल में खुला परिपथ का परीक्षण (Test for open circuit in coil) : ग्राऊलर के साथ पैनल पर परिवर्तित प्रतिरोध के साथ मीटर (मिली-वोल्ट या अममीटर) भी लगे होते है। इस स्थिति में आर्मेचर क्वायल मे खुला दोष को निम्न प्रकार ढुँढ सकते है।

एक क्वायल में खुला दोष के परीक्षण की ग्राऊलर विधि (Growler test for an open coil) : ग्राऊलर के साथ एक क्वायल में खुला दोष का पता लगाने के लिए सामान्य तरीके से आर्मेचर को ग्राऊलर पर सैट कर दें। Fig 8 में दिखाये अनुसार एक AC मिली-वोल्टमीटर से ऊपर वाले दो पास पास के छड़ों bars को टेस्ट करें। आर्मेचर को घुमायें और निकटतम छडों के बीच लगातार परीक्षण करते रहें। जब दो छडें खुली क्वायल के साथ जुडी हो और मिली-वोल्टमीटर इन दो छडों के साथ जुडा हो, तो मीटर को संकेतक pointer विक्षेप नहीं देगा। अन्य सभी छडे विक्षेप देगी। खुली क्वायल का यह टेस्ट मीटर के बिना भी किया जा सकता है, इसके लिए एक तार के टुकडें से ऊपर वाली दो छडों bars को लघुपथ किया जाता है। यदि तारों को शॉर्ट किया जाये और कोई स्पार्क पैदा न हो तो यह क्वायल में खुला दोष का संकेत है। यह खुलापन या तो कम्यूटेटर छडों में या स्वयं क्वायल में हो सकता है। यह विधि शार्ट सर्किट क्वायल के सिरों के बीच, लघुपथ की स्थिति कहाँ पर है, को ज्ञात करने के लिए भी किया जा सकता है। फिर

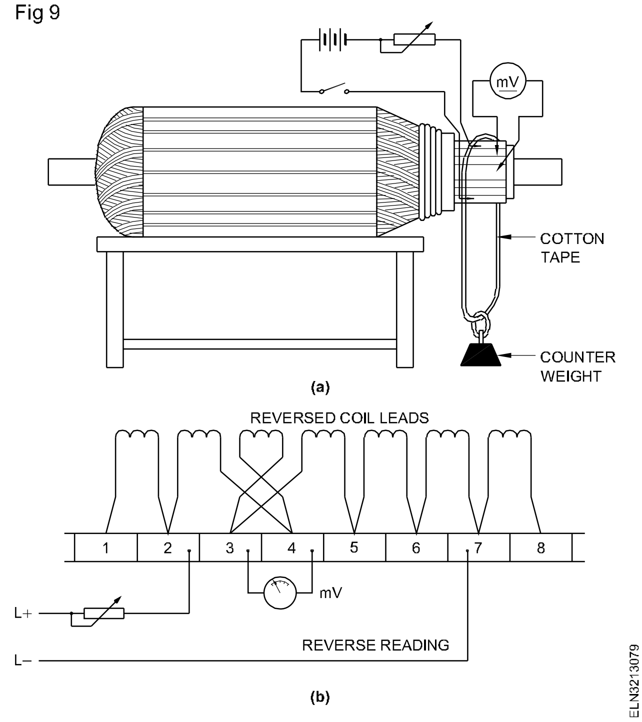
Fig 8



भी हैक्सा ब्लेड परीक्षण लघुपथित क्वायल की खोज करने की सबसे संतोषजनक विधि है।

ड्राप परीक्षण (Drop test) : आर्मेचर का सही प्रतिरोध, टर्नों की संख्या, लघुपथ और खुला पथ और क्वायल में उल्टे संयोजनों की जाँच करने की सबसे यथार्थ विधि ड्राप टेस्ट है। एक पोल पिच की दूरी पर कम्यूटेटर खण्डों के आर-पार मे कम वोल्टेज की DC प्रदान करें। परिपथ केसिरिज में एक परिवर्ति प्रतिरोध जोड दें। DC प्रदाय का स्विच ऑन करें और Fig 9a और b के अनुसार निकटवर्ती कम्यूटेटर खण्डों से एक मिली-वोल्टमीटर जोड दें।

Fig 9



परिवर्ती रिहोस्टेट (variable rheostat) के उपयोग से वोल्टमीटर की रिडिंग को विशिष्ट मान तक समायोजित करें। आर्मेचर को एक दिशा में घुमाते हुए, इसके अनुगामी कम्यूटेटर खण्ड से मिली-वोल्टमीटर के पाठ्यांक नोट करें। प्रत्येक बार पाठ्यांक लेते समय कम्यूटेटर खण्डों की स्थिति व संयोजन पहले वाले सैटअप की तरह ही होनी चाहिए। परिणाम के निष्कर्ष निम्न प्रकार से गिनाये गये है।

- यदि सभी पाठ्यांक समान है, तो वाइडिंग सही है।
- यदि मिली-वोल्टमीटर शून्य या निम्न वोल्टेज पढता है, तो कम्यूटेटर सेगमेन्ट से जुडी क्वायल में लघुपथ है।
- यदि मिली-वोल्टमीटर उच्च वोल्टेज पढता है सैग्मेन्ट से जुडी क्वायल में खुलापन है।
- यदि Fig 9b के अनुसार मिली-वोल्टमीटर उल्टी दिशा में विक्षेप करता है तो खण्डों से जुडी क्वायल उल्टी जुड गई है।

सामान्यतः आर्मेचर के नित्य प्रतिदिन किये जाने वाले परीक्षण इन्सुलेशन प्रतिरोध और लघुपथ केवल जब आर्मेचर वाइडिंग में दोष होने का सन्देह हो जाता है, तब ड्राप टेस्ट किया जाता है।

प्रेरण मोटर के सिद्धांत (Principle of induction motor)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **3-फेस प्रेरण मोटर का सिद्धांत बताना**
- **रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होने की विधि का संक्षेप मे वर्णन करना।**

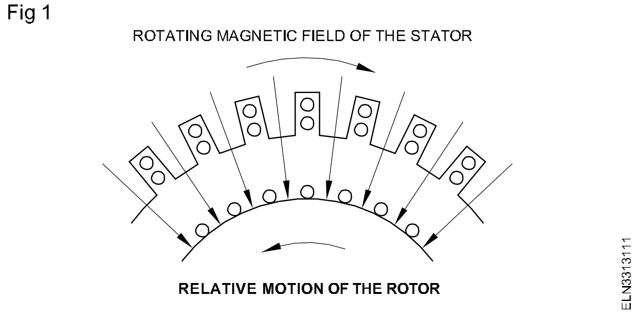
किसी अन्य विद्युत मोटर की अपेक्षा तीन फेस प्रेरण मोटर का उपयोग बहुत अधिक किया जाता है क्योंकि इस मोटर की संरचना आसान है, परिचालन में कठिनाई नहीं है, मूल्य कम है और बलाघूर्ण व चाल के अभिलक्षण अच्छे है।

तीन फेस प्रेरण मोटर का सिद्धांत (Principle of 3-phase induction motor): यह DC मोटर के समान सिद्धांत पर कार्य करती है जो कि यह है कि जब धारावाही चालक को चुम्बकीय क्षेत्र में रखा जाता है तो यह एक बल पैदा करने की कोशिश करता है। फिर भी प्रेरण मोटर DC मोटर से भिन्न है, वास्तव में प्रेरण मोटर का रोटर, विद्युत रूप से स्टेटर से जुड़ा नही होता है जैसे स्टेटर चुम्बकीय क्षेत्र रोटर को लिंक करता है तो परिणामित क्रिया द्वारा रोटर चालकों में बल उत्पन्न हो जाता है। चूंकि रोटर चालकों व चुम्बकीय क्षेत्र जो स्टेटर धाराओं द्वारा उत्पन्न होता है के सापेक्ष गति के कारण, रोटर में विद्युत बल उत्पन्न होती है न कि सीधे प्रयोग से इसलिए मोटर का नाम प्रेरण मोटर (induction motor) रखा गया है।

3-फेस प्ररेण मोटर को स्टेटर, रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र वाले आल्टरनेटर के स्टेटर जैसा होता है। जैसा कि पूर्व में वर्णन किया गया है कि स्टेटर में 3-फेस वाइंडिंग द्वारा रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र (rotating magnetic field) उत्पन्न किया जाता है। प्रेरण मोटर का रोटर या तो लघुपथित चालकों वाला होता है जो कि गिलहरी के पिंजरे के आकार का होता है या तीन फेज वाइंडिंग वाला होता है जो इस प्रकार की संरचना हो जाती है कि यह बन्द परिपथ में धारा प्रवाहित करने मे सुविधा प्रदान करती है।

कल्पना करें कि Fig 1 की तरह प्रेरण मोटर का स्टेटर फील्ड क्लाक वाईज दिशा में घूम रहा है। Fig 1 के अनुसार रोटर की सापेक्ष गति वामावर्त दिशा में हो जाती है। फ्लेमिंग के दांये हस्त नियम को लागू करने पर रोटर में उत्पन्न वि. वा. बल व धारा की दिशा Fig 2 के अनुसार दर्शक की ओर है। चूंकि रोटर चालकों का एक बिन्दु परिपथ होता है क्योंकि ये रोटर चालक दोनों ओर से लघु पथित होते है इसलिए इन रोटर चालकों में एक लघु पथित ट्रांसफार्मर की द्वितीयक की तरह धारा प्रवाहित होती है।

Fig 1



मैक्सवेल के कॉर्क स्क्रू नियम के अनुसार Fig 2 में रोटर धाराओं द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा वामावर्त दिशा में होगी। अब जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है कि स्टेटर चुम्बकीय क्षेत्र व रोटर चुम्बकीय क्षेत्र की प्रतिक्रिया स्वरूप प्ररिणामी एक बल उत्पन्न होता है जो रोटर फ्लक्स की दिशा में घूमाने का प्रयत्न करता है। इस प्रकार रोटर लगातार स्टेटर की सिन्क्रोनस गति का अनुसरण करते हुए उसी दिशा मे चलता रहता है, रोटर की गति स्टेटर में रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र की तुल्यकालिक गति से थोडी कम होती है।

Fig 2

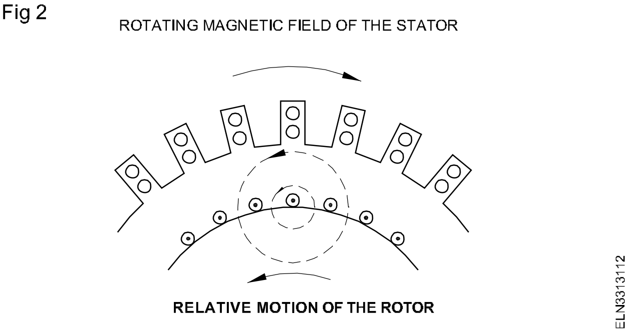
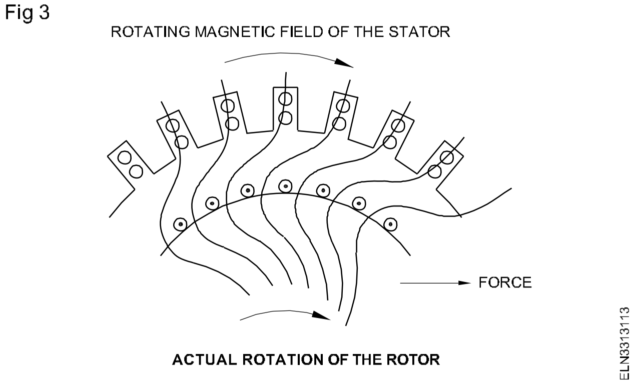


Fig 3



यदि रोटर की गति सिन्क्रोनस गति के लगभग उच्च हो जाये तो स्टेटर के रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र की गति व रोटर गति के बीच सोपक्ष गति कम हो जायेगी जिसके फलस्वरूप रोटर में कम वि० वा० बल उत्पन्न होगा। सवैधानिक रूप से यदि हम यह मान लें कि रोटर, स्टेटर की रोटेटिंग चुम्बकीय फ्लक्स की गति को प्राप्त कर लें तो रोटर व स्टेटर के बीच सापेक्षा गति शून्य होगा तो स्टेटर में कोई वि० वा० बल व धारा प्रवाहित नहीं होगी। इस प्रकार रोटर में कोई बलापूर्ण भी नहीं होगा। अतः प्रेरण मोटर को रोटर कभी भी तुल्यकालिक चाल पर नहीं चल सकता है। जैसे ही मोटर पर लोड डाला जाता है तो रोटर की चाल, यान्त्रिक बल प्राप्त करने के लिए थोडी कम हो जाती है और सापेक्ष गति बढ़ जाती है और रोटर में उत्पन्न EMF व धारा भी बढ़ जाती है जिसके परिणामस्वरूप बलाघूर्ण भी बढ़ जाता है।

रोटर के घूमने की दिशा बदलना (To reverse the direction of rotation of a rotor): स्टेटर के चुम्बकीय क्षेत्र की घूमने की दिशा सप्लाई के फेज सीक्वेंस पर निर्भर करती है। यदि स्टेटर में घूमने वाले चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा बदल दी जाये तो रोटर के घूमने की दिशा भी बदल जाती है, इसलिए सप्लाई के फेज सीक्वेंस से बदलने के लिए,मोटर स्टेटर से जुडी संयोजन लीड की कोई दो लीड आपस में बदल दी जाती है।

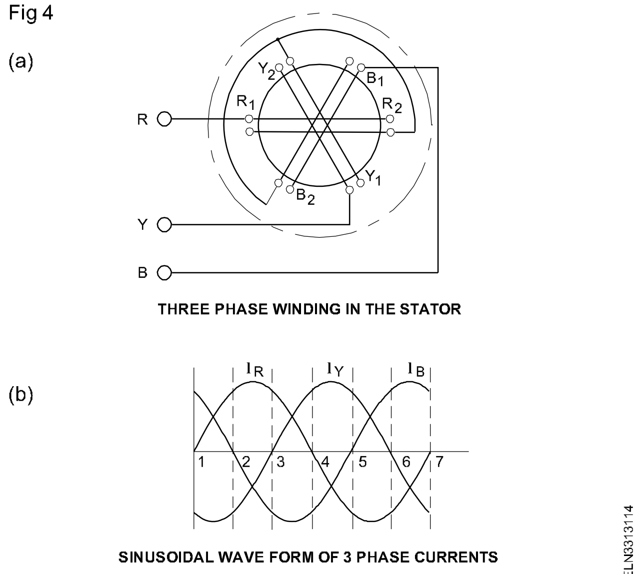
तीन फेस स्टेटर द्वारा रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र (Rotating magnetic field from a three-phase stator): प्रेरण मोटर का परिचालन, स्टेटर में रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र पर निर्भर करता है। प्रेरण मोटर के स्टेटर में तीन फेस वाइंडिंग परस्पर 120 विद्युत पर रखी जाती है। ये कुण्डल स्टेटर क्रोड पर इस प्रकार रखी जाती है कि इनके द्वारा नॉन सेलियेंट स्टेटर फिल्ड पोल बनते है। जब स्टेटर की तीन फेज वाइंडिंग में प्रत्यावर्ती क्षेत्र बनता है। वाइंडिंग के बीच बराबर अन्तर के कारण व बराबर फेज अन्तर के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र संयुक्त रूप से एक ऐसा रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करते है, जो स्थिर चाल से स्टेटर क्रोड के अन्दर घूमता है। फ्लक्स का यह परिणामी वेग **`रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र'** कहलाती है और इसकी गति **'तुल्यकालिक गति'** कहलाती है।

सही अर्थों में रोटेटिंग क्षेत्र का स्थित होना यह होता है कि एक चक्र में फेज धाराओं की क्रमानुसार क्षण प्रति क्षण दिशा बदलता है। Fig 4a में एक सरल स्टार संयोजित तीन फेज स्टेटर वाइंडिंग दिखाई गई है। यह वाइंडिंग दो पोल प्रेरण मोटर के लिए दर्शायी गई है। Fig 4b में तीन फेज वाइंडिंग की फेज धाराओं को दिखाया गया है जिसमें फेज धारायें परस्पर 120° के अन्तर पर है। तीनों धाराओं के संयुक्त प्रभाव से उत्पन्न परिणामी चुम्बकीय क्षेत्र 60° के अन्तर से धारा के साइकल में वृध्दि प्राप्त कर रहा है।

Fig 4b स्थिति (1) पर फेज करंट I_R शून्य है और क्वायल R शून्य फ्लक्स उत्पन्न करेगी। इस प्रकार करंट I_B धनात्मक व I_y ऋणात्मक है।

Fig 4b स्थिति 1 पर इन तीन फेज वाइंडिंग में करंट की तात्क्षणिक दिशाओं को Fig 5 में स्थिति (1) पर दिखाया गया है।

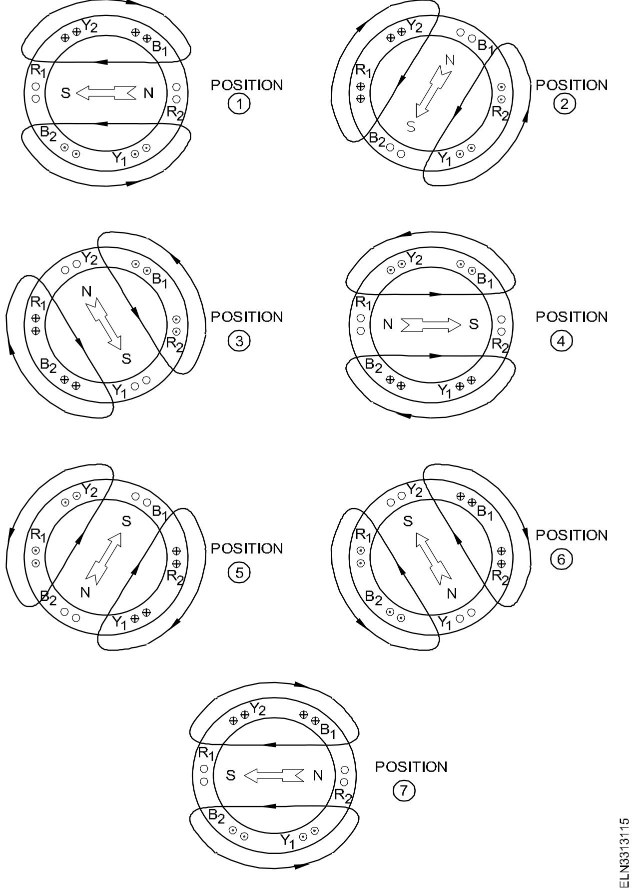
Fig 4



सुविधा के लिए +ve करंट को +ve चिन्ह द्वारा व -ve करंट को बिन्दु (•) के चिन्ह द्वारा दर्शाया गया है। यहाँ Y_2 और B_1 धनात्मक व Y_1 और B_2 को ऋणात्मक दिखाया गया है। मैक्सवेल के कॉर्क स्क्रू नियम का उपयोग करते हुए Fig 5(1) में इन धारओं द्वारा उत्पन्न फ्लक्स का परिणामी फ्लक्स दिखाया गया है। स्टेटर क्रोड मे चुम्बकीय क्षेत्र व चुम्बकीय ध्रुवों को तीर की दिशा से दर्शाया गया है।

Fig 5(2) में स्थिति 2 पर प्रारम्भिक अवस्था से 60 विद्युत डिग्री आगे फेज करंट I_B शून्य है और करंट I_R धनात्मक व करंट I_Y ऋणात्मक है। Fig 5a में अब करंट का अवलोकन करने पर दिख रहा है कि कुण्डली के सिरे R_1 व Y_2 में करंट अन्दर की ओर व कुण्डली के सिरे R_2 और Y_1 से करंट बाहर की ओर आ रही है। इसलिए Fig 5c(2) में परिणामी चुम्बकीय ध्रुव स्टेटर क्रोड में नई स्थिति पर है। वास्तव में स्थिति 2 स्थिति (1) से 60° घूम गई है।

Fig 5



इसी समान कारण का उपयोग करते हुए जैसा कि धारा की तरंग की स्थिति 3, 4, 5, 6 और 7, दिखाई गई है कि प्रत्येक 60 वैद्युत डिग्री आगे बढने पर परिणामी स्टेटर फिल्ड 60°आगे घूम जाता है जैसा Fig 5 में दर्शाया गया है। स्थिति (1) से स्थिति (7) का अवलोकन करने पर यह स्पष्ट हो जाता है, कि प्रदाय वोल्टेज के प्रत्येक साइकल में दो पोल वाले स्टेटर में क्रोड के अन्दर परिधि में चुम्बकीय क्षेत्र एक चक्र पूरा करता है।

उपरोक्त से स्पष्ट हो जाता है कि यदि एक स्टेटर क्रोड में 3-फेज स्थिर वाइंडिंगों को 120° के विद्युत डिग्री फेज अन्दर पर रख कर तीन फेज प्रदाय से जोड़ा जाये तो तीनों क्वायलों द्वारा उत्पन्न परिणामी चुम्बकीय क्षेत्र रोटेटिंग होगा।

जिस चाल पर चुम्बकीय क्षेत्र घूमता है वह तुल्यकालिक चाल कहलाती है और यह प्रदाय की आवृत्ति, पोलों की संख्या पर निर्भर करता है जिसके लिए स्टेटर को कुण्डलित किया जाता है।

अतः N_s = तुल्यकालिक चाल r.p.m. में

$$= \frac{120F}{P} \text{ rpm}$$

जहाँ `P' स्टेटर मे ध्रुवों की संख्या व `F' सप्लाई की आवृत्ति है।

3-फेज गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर की संरचना - स्लिप, चाल, रोटर आवृत्ति, ताप हानि व बलघूर्ण में सम्बंध (Construction of a 3-phase squirrel cage induction motor - Relation between slip, speed, rotor frequency, copper loss and torque)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **3-गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर की संरचना का वर्णन करना**
- **दोहरा गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर की संरचना व लाभ बताना**
- **स्लिप, चाल, रोटर आवृत्ति, रोटर ताम्र हानि, बलघूर्ण का वर्णन व इनमें सम्बन्ध बताना।**

रोटर संरचना के आधार पर तीन फेस प्रेरण मोटरों का वर्गीकरण किया जाता है, इस आधार पर मुख्यतया दो प्रकार है।

– गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर

– स्लिपरिंग प्रेरण मोटर

गिलहरी पिंजरा मोटरों को रोटर लघुपरिपथ छड युक्त होता है, जबकि स्लिप रिंग मोटरों को रोटर तीन वाइडिंग युक्त होता है जो या तो स्टार में जुडी होती है या फिर डेल्टा में। स्लिपरिंग मोटरों की रोटर वाइंडिंग के सिरे, स्लिप रिंग के माध्यम से बाहर निकले होते है, ये स्लिपरिंग स्थिर ब्रुशों के साथ सम्पर्क में रहते है।

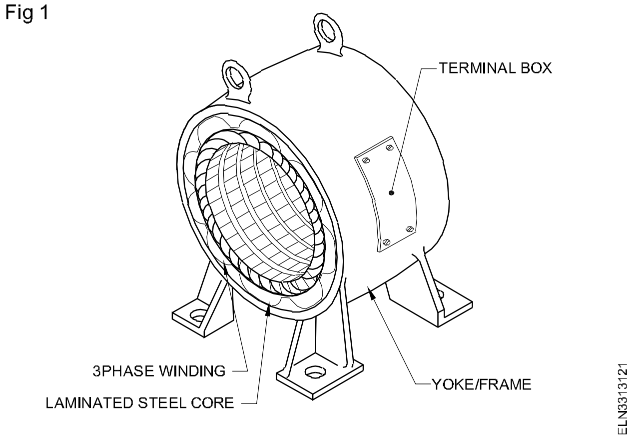
इन दो प्रकार की प्रेरण मोटरों का विकास इस तथ्य से हुआ कि प्रेरण मोटर का बलाघूर्ण रोटर प्रतिरोध पर निर्भर करता है। रोटर प्रतिरोध उच्च होने से प्रारम्भिक बलाघूर्ण भी उच्च प्राप्त होता है, परन्तु हानियों के बढने से व कम दक्षता के कारण रनिंग बलाघूर्ण कम हो जाता है/ परन्तु कुछ विशेष प्रकार के लोड जिसमें प्रारम्भन बलाघूर्ण उच्च व रनिंग बलाघूर्ण पर्याप्त चाहिए, वहाँ रोटर प्रतिरोध स्टार्टिंग के समय उच्च परन्तु रनिंग के समय निम्न रहना चाहिए। यदि रोटर परिपथ में प्रतिरोध स्थायी रूप से उच्च रखा जाये,रोटर ताम्र हानियाँ अधिक होगी परिणामस्वरूप चाल कम होगी व दक्षता भी कम प्राप्त होगी। अतः यह सलाह दी जाती है कि परिचालन अवस्था में रोटर का प्रतिरोध कम रहना चाहिए।

स्लिपरिंग मोटरों में ये दोनों आवश्यकताओं पूरी करना सम्भव है, जिसमें प्रारम्भ के समय बाहरी प्रतिरोध जोडा जाता है व रनिंग के समय इस प्रतिरोध को हटा लिया जाता है। यद्यपि यह गिलहरी पिंजरा मोटरों में संभव नही है । ये दोनों आवश्यकतायें एक अन्य रोटर में प्राप्त की जा सकती है, जिसे दोहरा गिलहरी पिंजरा रोटर कहते है। इस दोहरे पिंजरा रोटर में लघु पथित छड़ों के दो सैट डाले जाते है।

प्रेरण मोटर का स्टेटर (Stator of an induction motor): स्लिपरिंग मोटर के स्टेटर व गिलहरी पिंजरा मोटर के स्टेटर में कोई अन्तर नहीं होता।

प्रेरण मोटर का स्टेटर, तीन फेज आल्टरनेटर के रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र के समान होता है। मोटर के स्थिर भाग अर्थात स्टेटर में तीन फेज वाइंडिंग रखी जाती है जो कि पट्टलित इस्पात क्रोड में बने खाँचों में डली हुई होती है। यह स्टेटर ढलवां लोहा या इस्पात से बने फ्रेम में फिट होता है जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है । फेज वाइंडिंग परस्पर 120 वैद्युत डिग्री के अन्तर पर रखी जाती है और बाहर स्टार या डेल्टा में संयोजित की जाती है जो कि मोटर के फ्रेम पर जुडा हुआ होता है। जब स्टेटर को तीन फेज वोल्टेज द्वारा अर्जित किया जाता है तो यह स्टेटर क्रोड में रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न कर देता है।

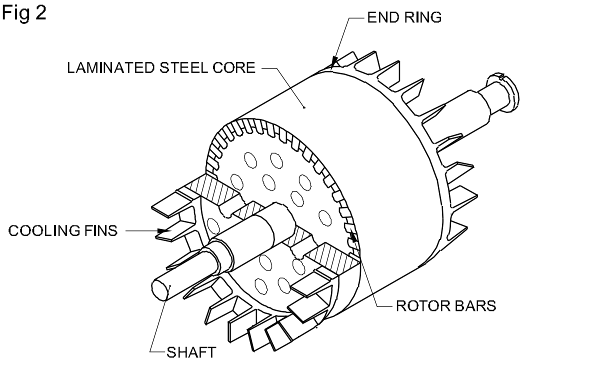
Fig 1



गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर का रोटर (Rotor of a squirrel cage induction motor): प्रेरेण मोटर का रोटर Fig 2 में दिखाया गया है जिसमें कोई वाइंडिंग नहीं है। यद्यपि यह बेलनाकार आकृति का इस्पात की पट्टलित क्रोड से बना रोटर होता है जिसमें शाफ्ट के समानांतर चालक छड़ें ऊपरी सतह में गडी हुई होती है। ये चालक छड़े रोटर क्रोड के दोनों सिरों पर एण्ड रिंग द्वारा लघुपथित की जाती है। बडी मशीनों में ये चालक छड़ें व एण्ड रिंग कापर से बनी होती है जो ब्रेज्ड या वेल्ड की हुई होती है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है। छोटी मशीनों में चालक छड़ें और एण्ड रिंग कई बार एल्युमीनियम से बने होते है जो रोटर क्रोड के साथ ढाले जाते है।

रोटर या घूमने वाला भाग पावर सप्लाई के साथ विद्युत रूप से नहीं जुडा होता है परन्तु रोटर में स्टेटर के ओर से ट्रांसफार्मर क्रिया के कारण वोल्टेज उत्पन्न हो जाती है। इस कारण से कई बार स्टेटर को प्राथमिक व रोटर को मोटर की द्वितीयक के नाम से जाना जाता है। चूंकि मोटर प्रेरण के सिद्धांत पर परिचालित होती है और स्टेटर की संरचना में छड़ एण्ड रिंग इस प्रकार

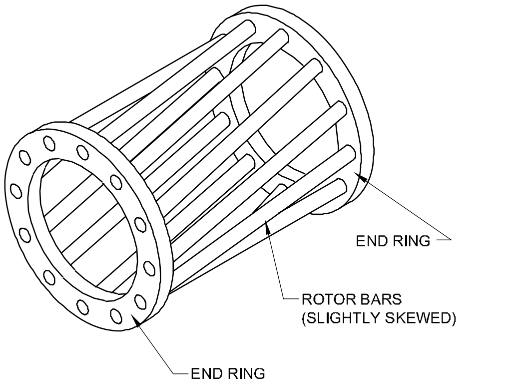
Fig 2



CAGE-TYPE ROTOR IN PART SECTION SHOWING CAST ALUMINIUM BARS AND END RINGS

नजर आते है जैसा कि पिंजरे में गिलहरी, इसलिए इस मोटर को गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर कहते है। (Fig 3)

Fig 3



DETATCHED VIEW OF THE SQUIRREL CAGE MOTOR ROTOR BARS

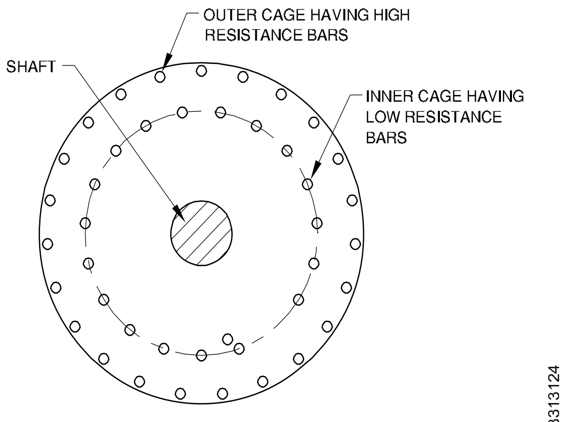
रोटर छड़ें रोटर क्रोड से इन्सुलेटिड नही होती, क्योंकि छड़ों को उस धातु से बनाया जाता है जिसका प्रतिरोध क्रोड से कम होता है। इन छड़ों मे उत्पन्न धारा प्रवाहित होती रहती है। यद्यपि छड़ें रोटर की शाफ्ट के समानान्तर में नही होती, अपितु थोडी विषमित होती है। यह इसलिए किया जाता है रोटर फिल्ड व टार्क समरूप पैदा हो सके व रनिंग अवस्था में चुम्बकीय शोर भी न उत्पन्न हो सके।

अन्त आवरण (End shields): दो अन्त आवरण जिन्हें end shields भी कहते है, का कार्य रोटर शाफ्ट को आधार देना है। इन प्लेटों के साथ बियरिंग फिट किये होते है । प्लेट, स्टेटर फ्रेम के साथ स्टड या बोल्टों के साथ कसी हुई होती है।

दोहरा गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर (Double squirrel cage induction motor)

रोटर संरचना व इसका कार्य (Rotor construction and its working): इसमें चालक छड़ों के दो सैट होते है जिन्हें बाहरी व आन्तरिक पिंजरा कहते है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है। रोटर का बाहरी पिंजरा उच्च प्रतिरोध वाले धातु जैसे पीतल की छड़ से बना होता है यह छड़ें एण्ड रिंग द्वारा लघु पथित रहती है। आन्तरिक पिंजरा निम्न प्रतिरोध वाले चालक जैसे ताम्र की छड़ों द्वारा बना होता है और एण्ड रिंग द्वारा लघुपथित रहता है। बाहरी पिंजरा का प्रतिरोध उच्च व प्रतिघात कम होता है जबकि आन्तरिक पिंजरा का प्रतिरोध कम होता है परन्तु रोटर क्रोड की गहराई में स्थित होने के कारण प्रतिरोध की अपेक्षा प्रतिघात अधिक होता है।

Fig 4



ROTOR OF THE DOUBLE SQUIRREL CAGE MOTOR

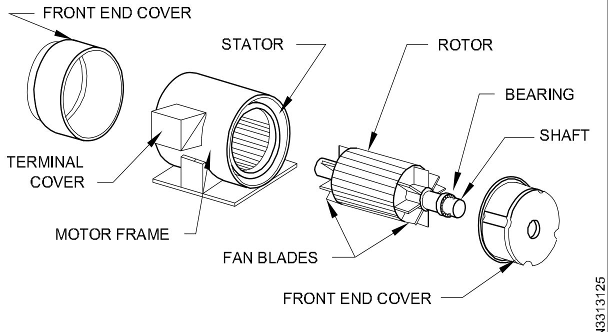
स्टार्टिंग के समय रोटर आवृत्ति स्टेटर आवृत्ति के समान होती है इसलिए आन्तरिक पिंजरा का प्रेरणिक प्रतिघात अधिक होता है जो धारा के प्रवाह में अधिक बाध डालता है। इस प्रकार स्टार्टिंग में आंतरिक केज में बहुत कम करंट प्रवाहित होता है।

स्टार्टिंग के समय रोटर धारा का अधिकतम भाग बाहरी रिंग में से प्रवाहित होता है जिसका शुद्ध प्रतिरोध अधिक होता है। इस उच्च प्रतिरोध के कारण यह उच्च स्टार्टिंग बलघूर्ण उत्पन्न करने में योग्य होता है।

जैसे जैसे रोटर की चाल बढती है रोटर आवृत्ति कम होने लगती है। निम्न आवृत्ति पर आन्तरिक केज का प्रतिघात ($X_L = 2\pi f_r L$) घटने लगता है और इसके द्वारा उत्पन्न की गई कुल बाधा कम होने लगती हैऔर रोटर करंट का अधिकतम भाग अब आन्तरिक पिंजरा मेंसे प्रवाहित होता है जबकि बाहरी पिंजरा का प्रतिरोध अधिक हो जाता है।

इस प्रकार आन्तरिक पिंजरा का निम्न प्रतिरोध होने से यह बलघूर्ण उत्पन्न करने में उत्तरदायी होता है जो कि चाल को बनाये रखने के लिए पर्याप्त होता है। Fig 5 में तीन फेज गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर का विस्तृत खुला रूप दिखाया गया है।

Fig 5



PARTS OF 3 PHASE SQUIRREL CAGE INDUCTION MOTOR

स्लिप व रोटर चाल (Slip and rotor speed): हम पहले ही जान चुके है कि प्रेरण मोटर का रोटर रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में ही घूमता है, परन्तु यह स्टेटर में चुम्बकीय क्षेत्र की चाल के बराबर चाल पर

नहीं चल सकता है। यह केबल स्टेटर के चुम्बकीय क्षेत्र की चाल से कम चाल पर चलता है ताकि रोटर चालक स्टेटर चुम्बकीय क्षेत्र को काट सकें जो इनमे वि० वा० बल उत्पन्न करता है। इससे रोटर धारा प्रवाहित हो सके और रोटर चुम्बकीय क्षेत्र स्थापित होकर टॉर्क उत्पन्न कर सके।

चाल जिस पर रोटर घूमता है रोटर चाल कहलाती है, इस चाल को ही मोटर चाल कहते है। तुल्यकालिक चाल व रोटर की वास्तविक चाल के अन्तर को स्लिप चाल कहते है। स्लिप चाल प्रति मिनट वह चक्र की संख्या होती है जो रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र व रोटर चाल से लगातार पीछे रहती है, के अन्तर के बराबर होती है।

जब स्लिप चाल को तुल्यकालिक चाल की भिन्न के साथ दर्शाया जाता है तो यह भिन्नात्मब स्लिप कहलाती है।

इसलिए, भिन्नात्मक स्लिप S

$$= \frac{N_s - N_r}{N_s}$$

तब प्रतिशत स्लिप (% slip)

$$= \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100$$

जहाँ N_s = तुल्यकालिक चाल जो स्टेटर मे चुम्बकीय क्षेत्र की होती है।

N_r = रोटर की वास्तविक घूर्णमान r.p.m. में अधिकतर गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटरों की स्लिप 2 से 5 पूर्ण लोड क्षमता पर होती है।

उदाहरण

एक प्रेरणमोटर का स्टेटर 6 पोल का है और 50 Hz की प्रदाय आवृत्ति से जुड़ा है, रोटर लोड पर 960 r.p.m. पर चल रहा है तो मोटर की प्रतिशत स्लिप ज्ञात करें।

दिया है:

पोल्स = 6

N_r = रोटर चाल = 960 r.p.m.

F = प्रदाय आवृत्ति = 50 Hz

N_s = तुल्यकालिक चाल

$$= 120\frac{f}{P}$$

$$= \frac{120 \times 50}{6} = 1000 \text{r.p.m.}$$

$$\% \text{ slip} = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100$$

$$= \frac{1000 - 960}{1000} \times 100 = 4\%$$

रोटर में उत्पन्न वोल्टेज व इसकी आवृत्ति (Generated voltage in the rotor and its frequency): जैसे ही रोटर स्टेटर फ्लक्स को काटता है तो रोटर चालकों में वोल्टेज उत्पन्न हो जाता है और उस वोल्टेज को ही रोटर वोल्टेज कहते है। इस रोटर वोल्टेज की आवृत्ति स्टेटर प्रदाय आवृत्ति (f_s) व स्लिप के गुणनफल को रोटर आवृत्ति कहते है।

अतः रोटर वोल्टेज की आवृत्ति

f_r = भिन्नात्मक सरकन x स्टेटर आवृत्ति

$$= \frac{N_s - N_r}{N_s} \times f \text{ (or)}$$

उपरोक्त विवेचन से हमे यह ज्ञात हुआ कि प्रारम्भन के समय रोटर विश्राम अवस्था में होता है और स्लिप इकाई के तुल्य होती है इसलिए रोटर आवृत्ति प्रदाय आवृत्ति के तुल्य होती है। जब मोटर उच्च चाल पर चलने लगती है, स्लिप कम होने लगती है और रोटर आवृत्ति भी कम होती है।

उदाहरण 1

एक 3-फेज प्रेरण मोटर 4 पोल के लिए वाइंडिंग की गई है और 50 Hz सप्लाई से जुड़ा है । ज्ञात करें a) सिंक्रोनस स्पीड, b) जब स्लिप 4 प्रतिशत हो तो रोटर की गति ज्ञात करें और c) रोटर आवृत्ति।

a तुल्यकालिक गति $= N_s = \frac{120f}{P}$

$$= \frac{120 \times 50}{4} = 1500 \text{ r.p.m.}$$

b रोटर की सिंक्रोनस स्पीड = N_r

प्रतिशत स्लिप $= \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100$

$$N_s - N_r = \frac{N_s \times \text{Percentage slip}}{100}$$

$$N_r = N_s - \frac{N_s \times \%\text{slip}}{100}$$

$$= 1500 - \frac{1500 \times 4}{100}$$

$$= 1440 \text{ r.p.m.}$$

c रोटर आवृत्ति f_r = स्लिप x स्टेटर आवृत्ति

$$= \frac{N_s - N_r}{N_s} \times f$$

$$= \frac{1500 - 1440 \times 50}{1500}$$

$$= \frac{60 \times 50}{1500} = 2 \text{ Hz.}$$

उदाहरण 2

एक 12-pole, 3-फेज आल्टरनेटर 500 r.p.m. पर चल रहा है और एक 8-pole, 3-फेज प्रेरण मोटर को शक्ति प्रदान कर रहा है। यदि मोटर की फुल लोड पर स्लिप 3%, है तो मोटर की फुल लोड चाल ज्ञात करें।

मान लें N_r = मोटर की वास्तविक चाल

प्रदाय आवृत्ति = आल्टरनेटर की आवृत्ति

$$= \frac{12 \times 500}{120} = 50 \text{ Hz.}$$

प्ररेण मोटर की सिंक्रोनस स्पीड N_s

$$= \frac{120 \times 50}{8} = 750 \text{r.p.m.}$$

$$\% \text{ slip } S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100 = 3$$

$$= \frac{750 - N_r}{750} \times 100 = 3$$

$$750 - N_r = \frac{3 \times 750}{100} = 22.5$$

$$N_r = 727.5 \text{ r.p.m.}$$

उदाहरण 3

एक 400V, 3-फेज, आठ पोल 50 Hz गिलहरी पिंजरा मोटर की फुल लोड पर रेटेड स्पीड 720 r.p.m.है। ज्ञात करें।

a सिंक्रोनस स्पीड

b रेटेड लोड पर रोटर स्लिप

b रेटेड लोडपर प्रतिशत स्लिप

d स्टार्टिंग के समय क्षाणिक प्रतिशत स्लिप

e रेटेड लोड पर रोटर आवृत्ति

f स्टार्टिंग के समय क्षणिक रोटर आवृत्ति

हल

a सिंक्रोनस स्पीड $N_s = \frac{120 \times f}{p}$

$$= \frac{120 \times 50}{8} = 750 \text{r.p.m.}$$

b रेटेड लोड पर स्लिप = 750 - 720 = 30 r.p.m.

c रेटेड लोड पर प्रतिशत स्लिप $= \frac{30 \times 100}{750} = 4\%$

d स्टार्टिंग के समय क्षणिक चाल शून्य है और इसलिए प्रतिशत स्लिप 100 प्रतिशत होगी।

e रेटेड लोड पर रोटर आवृत्ति f_r

$$= \frac{(f \times \text{percentage slip})}{100}$$

$$= \frac{50 \times 4}{100} = 2 \text{ Hz.}$$

f प्रारम्भन के क्षणों में स्लिप 100 प्रतिशत है। इसलिए इस क्षण में रोटर आवृत्ति स्टेटर आवृत्ति के तुल्य होगी f_r (at starting) = f = 50 Hz.

रोटर ताम्र हानियाँ (Rotor copper loss): रोटर ताम्र हानियाँ वे शक्ति हानियाँ होती है जो रोटर में रोटर करंट व रोटर प्रतिरोधक के कारण होती है। गिलहरी पिंजरा मोटर में रोटर प्रतिरोध हमेशा स्थिर होता है, रोटर करंट स्लिप, परिणमन अनुपात जो स्टेटर व रोटर वोल्टेज का अनुपात होता है और रोटर परिपथ के प्रेरणिक प्रतिघात पर निर्भर करता है।

माना T = मोटर द्वारा विकसित बलघूर्ण्

P_R = रोटर में विकसित हुई शक्ति

P_m = यांत्रिक शक्ति के रूप में परिवर्तित हुई रोटर में शक्ति

n_S = तुल्यकालिक गति r.p.m. में

n_r = रोटर गति in r.p.m. में

तब $P_R = 2\pi n_s T$ watts

$P_m = 2\pi n_r T$ watts.

P_R - P_m के बीच अन्तर को रोटर ताम्र हानि मानें

$P_R - P_m$ = रोटर ताम्र हानियाँ

रोटर कॉपर हानियाँ $= 2\pi T(n_s - n_r)$

$$\frac{\text{Rotor copper loss}}{2\pi T} = (n_s - n_r)$$

$$\frac{\text{Rotor copper loss}}{2\pi n_s T} = \frac{(n_s - n_r)}{n_s}$$

= भिन्नात्मक स्लिप

रोटर ताम्र हानियाँ = भिन्नात्मक स्लिप x रोटर की इनपुट शक्ति

$= S \times 2\pi n_s T.$

बलपूर्ण (Torque): प्रेरण मोटर मे उत्पन्न बलघूर्ण लगभग DC मोटर के समान होती है। DC मोटर में बलघूर्ण प्रति पोल फ्लक्स व आर्मेचर धारा के गुणनफल के समानुपाती होता है। इसी प्रकार प्रेरण मोटर में बलघूर्ण स्टेटर में फ्लक्स प्रति पोल, रोटर धारा और रोटर शक्ति गुणक के भी समानुपाती होता है।

इस प्रकार हमारे पास,

बलघूर्ण समानुपाती = स्टेटर फ्लक्स x रोटार धारा रोटर शक्ति गुणक

माना E_1 प्रदाय वोल्टेज है

Ø स्टेटर फ्लक्स है जो E_1 के समानुपाती है

S भिन्नात्मक सरकन है

R_2 रोटर प्रतिरोध

X_2 प्रारम्भ के समय स्थिर अवस्था में रोटर प्रेरणिक प्रतिघात

SX_2 रोटर प्रेरणिक प्रतिघात भिन्नात्मक सरकन पर S

K परिणमत अनुपात है जो स्टेटर व रोटर के बीच अनुपात है

E_2 रोटर में उत्पन्न वि. वा० बल जो SKE_1 के तुल्य है

I_2 रोटर करंट है

$\cos\theta$ रोटर शक्ति गुणक

Z_2 रोटर प्रतिबाधा है

हम गणितीय विधि से निम्नलिखित अन्तिम परिणाम प्राप्त कर सकते है।

$$T \alpha \ \varnothing I_2 \cos\theta$$

इस को निम्न सूत्र में रख सकते है।

$$T \alpha \frac{SKE_1{}^2 R_2}{R_2{}^2 + S^2 X_2{}^2}$$

$$T \alpha \frac{\text{Rotor copper loss}}{\text{Fractional slip}}$$

$$\text{Starting torque } \alpha \frac{R_2}{R_2{}^2 + X_2{}^2} \text{ as fractional slip S = 1}$$

जहाँ X_2 रोटर काप्रारम्भन के समय स्थिर अवस्था में प्रेरणिक प्रतिघात (Inductive reactance)है।

मोटर बलाघूर्ण की गणना (Motor torque calculation): चूंकि प्रेरण मोटर में स्टेटर फ्लक्स व रोटर में प्रेरित करंट को आसानी से मापा नही जा सकता है , इसलिए बलाघूर्ण समीकरण $T = K \varnothing_s I_R \cos \theta_R$ व्यावहारिक समीकरण नही है जिससे मोटर का बलाघूर्ण ज्ञात किया जा सके। इसके अतिरिक्त पूर्व वर्णित प्रोनी ब्रेक टॉर्क समीकरण का उपयोग किया जा सकता है। इससे मोटर की निर्गत शक्ति व चक्र प्रति मिनट ज्ञात कर सकते है।

$$\text{निर्गत शक्ति वाट में} = \frac{2\pi \text{ x torque x Rev/min}}{60}$$

$$\text{बलघूर्ण (न्यूटन मीटर)} = \frac{(60 \text{ x output watts})}{(2\pi \text{ x Rev/min})}$$

$$= \frac{(9.55 \text{ x output watts})}{(\text{Rev/min})}$$

मोटर की शक्ति को ब्रिटिश हॉर्स पावर (hp) में भी व्यक्त किया जाता है। इस संदर्भ में आउटपुट अश्व शक्ति को वाट में व्यक्त करने के लिए 746 (1 hp = 746w) से गुणा किया जाता है।

जब मोटर शक्ति को मैट्रिक अश्व शक्ति में व्यक्त करना होता है तो वाट में आउटपुट शक्ति को दर्शाये के लिए 735.6 से गुणा किया जाता है। (1 मैट्रिक अश्व शक्ति = 735.6 watts).

उदाहरण

एक 5 hp गिलहरी पिंजरा मोटर 1440 r.p.m. पर घूम रही है, मोटर द्वारा उत्पन्न बलपूर्ण को न्यूटन मीटर में व्यक्त कीजिए।

माना यह मैट्रिक अश्व शक्ति है जिसकी आउटपुट शक्ति वाट में

= hp x 735.5

= 5 x 735.5 = 3677.5 Watts.

$$\text{Torque (Newton metres)} = \frac{(60 \text{ x } 3677.5)}{(2 \text{ x } 3.14 \text{ x } 1440)}$$

= 24.4 Newton metres.

गिलहरी पिंजरा मोटरों का वर्गीकरण (Classification of squirrel cage motors)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **प्रेरण मोटरों के विभिन्न वर्गों जैसे A, B, C, D, E एवं F के छड़ प्रबन्धन को गिलहरी पिंजरा के सन्दर्भ मे व्यक्त करना**
- **विभिन्न प्रकार की गिलहरी पिंजरा मोटरों के स्टार्टिंग टार्क, स्टार्टिंग धारा व स्लिप की तुलना करना।**

तीन-फेस गिलहरी पिंजरा मोटरों को छः प्रकार के A, B, C, D, E और F विद्युत अभिलक्षणों के अनुसार डिजाईन किया जाता है और इसी आधारपर इन मोटरों को प्रमाणीकरण किया जाता है। मानक गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर जिसके रोटर में लघु खांचा होता है, वर्ग A मोटरें कहलाती है। इस कारण वर्ग A मोटरें सामान्य कार्यो में उपयोग की जाती है क्योंकि इन मोटरों का स्टार्टिंग टार्क सामान्य होता है व स्टार्टिंग करंट व स्लिप भी सामान्य होती है।

इन छह में से चार विशेष डिजाईन A से D तक सामान्य गिलहरी पिंजरा मोटरें है ये चार प्रकार के वर्ग ही प्रेरण मशीनों के सभी व्यावहारिक कार्य करने में सक्षम है

गिलहरी पिंजरा मोटरों के वर्ग

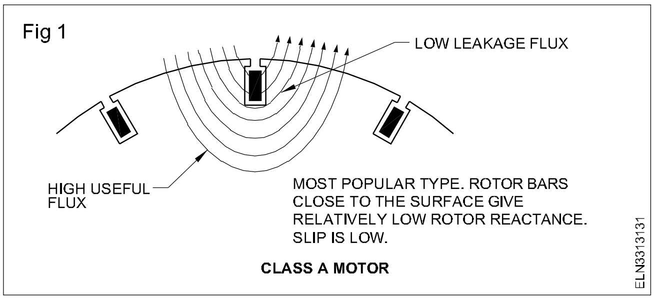
(प्रारम्भन अभिलक्षणों के अनुसार)

वर्ग	प्रारम्भिक बलघूर्ण	प्रारम्भिक धारा	स्लिप
A	सामान्य	सामान्य	सामान्य
B	सामान्य	निम्न	सामान्य
C	उच्च	निम्न	सामान्य
D	उच्च	निम्न	उच्च
E	निम्न	सामान्य	निम्न
F	निम्न	निम्न	सामान्य

A वर्ग मोटरें (Class A motors): इन मोटरों का वर्गीकरण निम्न रोटर परिपथ प्रतिरोध व प्रतिघात के अनुसार किया गया है। इसकी बन्द रोटर करंट, फुर्ल वोल्टेज पर सामान्यतयाः फुल लोड करंट की छः गुणा होता है,

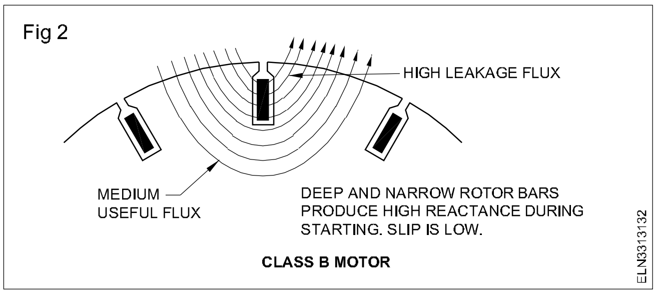
क्योंकि इसकी स्टार्टिंग करंट, निम्न रोटर प्रतिरोध के कारण बहुत अधिक होती है। ये बहुत कम सरकन ($s < 0.01$) यापूर्ण लोड पर परिचालित होती है जहाँ पर स्टार्टिंग करंट की बहुत कम आवश्यकता होती है ऐसे लोड परिस्थितियों ये मोटरें उपयुक्त रहती है। इस प्रकार की मोटर के रोटर छड़ की संरचना Fig 1 में दर्शायी गई है।

Fig 1



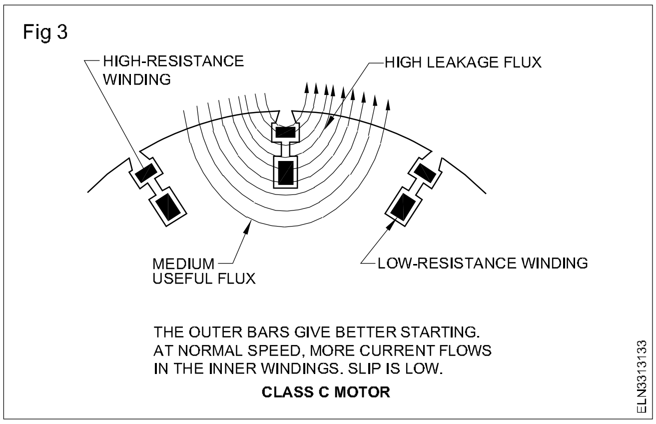
B वर्ग मोटरें (Class B motors): सामान्य कार्यों के लिए उपयोग होने वाली मोटरें होती है जिनका स्टार्टिंग टार्क व स्टार्टिंग करंट भी सामान्य होते है। इन मोटरों का स्पीड रेगुलेशन कम होता है जो कि पूर्ण भार क्षमता पर 5% से भी कम होता है। रेटेड चाल के 15% पर स्टार्टिंग टॉर्क कम होता है जो कम चाल वाली और बड़ी मोटरों का होता है। अतः वास्तविकता यह है कि इन मोटरों की प्रारम्भिक धारा कम होती है जो कि फुल लोड मान की लगभग 600% होती है। (Fig 2) में वर्ग B की मोटर के रोटर छड़ की संरचना दर्शायी गई है।

Fig 2



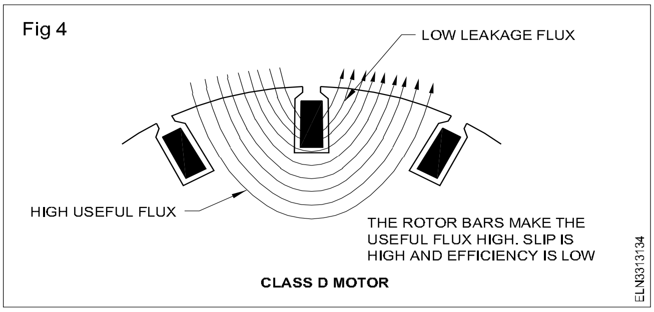
C वर्ग मोटरें (Class C motors): वर्ग B की तुलना में वर्ग C वाली मोटरों का स्टार्टिंग टार्क अधिक होता है, स्टार्टिंग करंट सामान्य होती है और फुल लोड पर 0.05 से भी कम स्लिप पर चलती है। रेटेड चाल पर स्टार्टिंग टार्क लगभग 200% होता है और मोटर को इस प्रकार डिजाईन किया जाता है कि यह फुल लोड पर स्टार्ट हो सकती है। इस वर्ग की मोटरें विशेष तौर पर कनवेयर, रेसीप्रोकेटिंग पम्प (conveyors, reciprocating pumps) व कम्प्रेशर के लिए उपयोग की जाती है। (Fig 3) में वर्ग C मोटर की रोटर छड़ की संरचना दिखाई गई है।

Fig 3



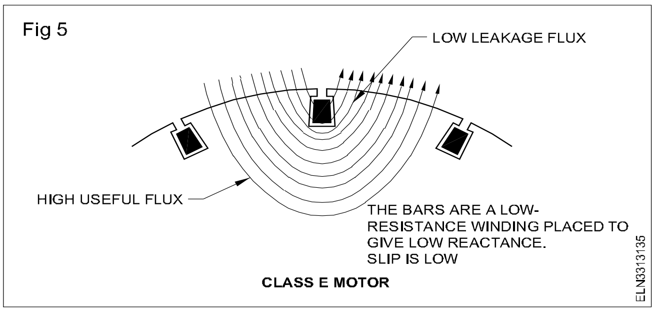
D वर्ग मोटरें (Class D motors): ये विशेषत उच्च स्लिप हाई स्टार्टिंग टार्क व अपेक्षाकृत लो स्टार्टिंग करंट वाली मोटरें होती है। परिणामस्वरूप फुल लोड पर उच्च स्लिप होने से इन मोटरों की दक्षता अन्य वर्ग वाली मोटरों से कम होती है। टार्क, चाल के वक्र के शिखर में इसका स्टार्टिंग टार्क फुल लोड टार्क का 300% होता है। (Fig 4) में वर्ग D मोटरों के रोटर छड़ की संरचना दर्शायी गई है।

Fig 4



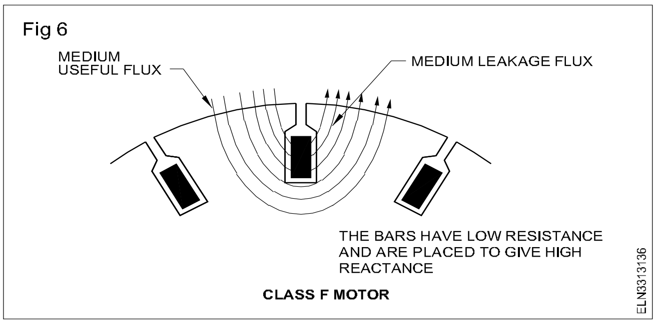
E वर्ग मोटर (Class E motor): वर्ग 'E' मोटर के रोटर की संरचना (Fig 5) में दर्शायी गई है जिसका स्टार्टिंग टार्क निम्न व धारा स्लिप भी निम्न होती है।

Fig 5



F वर्ग मोटर (Class F motor): वर्ग 'F' मोटर के रोटर की संरचना (Fig 6) में दिखाई गई है जिसका स्टार्टिंग टार्क प्रारम्भन बलघूर्ण निम्न व करंट व स्लिप सामान्य होती है।

Fig 6



जब मोटर स्थिर अवस्था में होती है तो उस समय रोटर धारा की आवृत्ति, सप्लाई आवृत्ति के समान होती है। परन्तु जब रोटर घूमना शूरू करता है तो रोटर आवृत्ति सोपक्ष गति पर या स्लिप स्पीड पर निर्भर हो जाती है। माना किसी स्लिप स्पीड पर, रोटर करंट f' की आवृत्ति है तब

$$N_s - N = \frac{120f'}{p}$$

also, $N_s = \dfrac{120f}{p}$

एक को दूसरे से भागने पर,

$$\frac{f'}{f} = \frac{N_s - N}{N_s} = s \quad f' = sf$$

3 फेस प्रेरण मोटर का इन्सुलेशन परीक्षण (Insulation test on 3 phase induction motors)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **तीन फेज प्रेरण मोटरों के इन्सुलेशन प्रतिरोध व कन्टीन्युटी परीक्षण की विधि व आवश्यकता बताना**
- **इन्सुलेशन टेस्ट से पूर्व कन्टीन्युटी टेस्ट की आवश्यकता बताना**
- **तीन फेज प्रेरण मोटर की अर्थिंग व इन्सुलेशन टेस्ट करने के लिए निर्धारित किये गये N.E. कोड और B.I.S. कोड की जानकारी देना।**

प्रायः यह कहा जाता है कि विद्युत एक अच्छा नौकर है परन्तु एक बुरा मालिक है। यह इसलिए कहा जाता है कि विद्युत बहुत उपयोगी है परन्तु इसके कारण दुर्घटनाएँ हो सकती है, यदि कोई लापरवाही करता है तो उसकी मृत्यु भी हो सकती है। बहुत अधिक दुर्घटनायें जो विद्युत मोटरों में होती है वे लीकेज धारा के कारण होती है जो कि मोटर के चालक भाग से अचालक भाग की तरफ प्रवाहित होती है। इसका मुख्य कारण इन्सुलेशन का कमजोर होना है, जोकि मोटर के इन्सुलेशन पदार्थ के खराब होने से होता है।

वाइंडिंग तारों के ऊपर उपयोग हुआ इन्सुलेशन पदार्थ व तारों के बीच उपयोग हुआ इन्सुलेशन और पट्टलित क्रोड के खाँचों में उपयोग हुआ इन्सुलेशन पदार्थ निम्नलिखित कारणों से क्षतिग्रस्त हो जाता है।

- वायुमण्डल में नमी होने से (Ex. बन्दरगाह में विद्युत मशीनें)
- रसायन व उनकी भाप का वातावरण में उपलब्ध होने से (उदाहरण रासायनिक संयत्र में विद्युत मशीनें)
- वातावरण में उच्च तापमान (उदाहरण इस्पात रोलिंग मील में विद्युत मशीनें)
- मशीन के स्वयं के कार्य के कारण उच्च तापमान उत्पन्न करना (उदाहरण पहाडों पर विद्युत मशीनें जहाँ पतली हवा के कारण शीतलन करना कठिन होता है।)
- वाइंडिंग व केबलों पर धूल, गन्दगी व तेल के कण जमा हो जाना (उदाहरण सीमेन्ट प्लान्ट, तेल मील व रासायनिक प्लान्ट आदि)
- मशीनें पुरानी होने पर।

जब इन्सुलेशन का क्षय होता है, तो इन्सुलेशन प्रतिरोध का मान घट जाता है और विद्युत मशीन में धारा फ्रेम की ओर लिकेज होने लगता है। यदि मशीन को उचित विधि से अर्थ न किया गया हो, तो लिकेज करंट फ्रेम पर खतरनाक विभव विकसित कर लेता है। यदि कोई फ्रेम के सम्पर्क में आता है, तो उसे खतरनाक घातक आघात लग सकता है। ये लिकेज करंट मापन उपयन्त्रों में भी अशुद्ध पाठ्यांक उत्पन्न कर देते हैं और अन्य पाठ्यांक उत्पन्न कर देते है और अन्य विद्युत उपकरणों की कार्य प्रणाली पर भी प्रभाव डालते है। इसलिए राष्ट्रीय विद्युत कोड ने कुछ न्यूनतम आवश्यक मानक निर्धारित किये हैं जो इन्सुलेशन रजिस्टेस के मानक को निर्धारित करते है।

विद्युत मोटर के इन्सुलेशन प्रतिरोध के परीक्षण की विधि और राष्ट्रीय विद्युत कोड द्वारा निर्धारित प्रतिरोध का मान (Method of testing insulation resistance of the electrical motor and the recommended value of the resistance as per National Electrical Code): विद्युत मोटर के परिचालन में लेने से पूर्व इसके इन्सुलेशन प्रतिरोध का परीक्षण करना अनिवार्य है, इससे यह सुनिश्चित हो जाता है, कि मोटर के धारा वाहन करने वाले भाग व मोटर के धारा वहन से विहिन धातु भागों के बीच कोई लिकेज नही है। उपरोक्त वर्णन किये गये कारणों के कारण परिचालन के दौरान इन्सुलेशन प्रतिरोध नष्ट हो सकता है, इसलिए यह आवश्यक हो जाता है कि कुछ अन्तराल के साथ इन्सुलेशन प्रतिरोध का परीक्षण किया जाये। कोई भी मोटर जो परिचालन में हो उसका माह में एक बार निवारक अनुरक्षण हो जाना चाहिए। इन्सुलेशन प्रतिरोध के ये मान अनुरक्षण कार्ड में लिखे जाने चाहिए और जब भी ये मान स्वीकार्य माने से कम हो तो मोटर वाइंडिंग को सुखा कर वार्निश करना चाहिए जिससे मोटर की स्थिति में सुधार हों।

स्थिति और स्वीकार्य परीक्षण परिणाम (Condition and acceptable test results): NE कोड के अनुसार प्रत्येक फेज वाइंडिंग व फ्रेम के बीच व फेज वाइंडिंग से फेज वाइंडिंग के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध को मापा जाना चाहिए। इस कार्य के लिए 500V या 1000V क्षमता के मेगा ओह्म मीटर उपयोग करना चाहिए। परीक्षण के समय स्टार बिन्दु को खोल देना चाहिए।

कमजोर इन्सुलेशन के कारण दुर्घटना को रोकने के लिए सर्वप्रथम मशीन के सुचालक भाग व फ्रेम के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध का मान चाहिए और थम्ब नियम के अनुसार मापी गया मान एक मेगा ओह्म से कम नहीं होना चाहिए। अधिक शुब्दता के लिए मोटर की शक्ति व वोल्टेज क्षमता के आधार पर राष्ट्रीय विद्युत कोड के अनुसार

$$\text{इन्सुलेशन प्रतिरोध } R_i = \frac{20 \times E}{1000 + 2P}$$

यहाँ पर

R_1 25°C पर इन्सुलेशन प्रतिरोध का मान मेगा ओह्म में

E_n फेज से फेज के बीच वोल्टेज

P मोटर की KW में रेटेड शक्ति

यदि प्रतिरोध का मापन 25°C से अन्य तापमान पर किया गया तो उसे 25°C के अनुसार सही कर लेना चाहिए।

इन्सुलेशन प्रतिरोध मापन के लिए सामान्य निर्देश (General instruction for the measurement of insulation resistance): किसी विद्युत मोटर का इन्सुलेशन प्रतिरोध तापमान व नमी के कारण अधिक (10 से 100 मेगाओह्म के बीच की) परास में होना चाहिए। परन्तु यह तापमान व नमी के कारण अधिक प्रभावित होता है अतः एक निश्चित मान बताना कठिन है। यदि किसी मोटर का तापमान बढता है, तो इन्सुलेशन प्रतिरोध तेजी से घटता है । कई बार यह स्वीकार्य मान से भी कम हो जाता है। यदि इस विषय में कोई शंका पैदा हो जाये तो मोटर वाइंडिंग से सुखाना चाहिए। उपरोक्त दी गई समीकरण द्वारा इन्सुलेशन प्रतिरोध का मानक मान की गणना की जा सकती है। किसी भी अवस्था में इसका मान एक मेगा ओह्म से कम स्वीकार्य नहीं होना चाहिए।

दुसरी स्थिति में, जब किसी दुर्घटनावश धारावाही भाग से धारा विहीन धातु के भाग की ओर करंट प्रवाहित होता है उस समय अर्थिंग प्रणाली ऐसी होनी चाहिए जो दोषपूर्ण करंट को भूमि की ओर प्रवाहित करने में कम से कम प्रतिबाधा उत्पन्न करें। इसलिए सुरक्षा युक्तियों जैसे फ्युज, परिपथ वियोजक, अर्थलिकेज सर्किट ब्रेकर और अर्थ फाल्ट रिले का उपयोग किया जाता है जिनका कार्य यह है कि ये दोषित मोटर प्रतिरोध को supply से अलग कर देती है।

इस प्रकार यह तब तक सम्भव नहीं होगा कि जब तक भू प्रणाली की प्रतिबाधा न्युनतम न हो। यह निम्नलिखित उपयोगो से प्राप्त किया जा सकता है।

– मोटर फ्रेम व अर्थ इलेक्ट्रोड के बीच अर्थ कन्टीन्युटी चालक का प्रतिरोध कम रख कर।

– जंग रहित धातु भागों को उपलब्ध करा कर जैसे अर्थ कन्टीन्युटी चालक (ECC) के साथ लग को जोड़ने के लिए बोल्ट व नट का उपयोग फ्रेम के साथ जोड़ने के लिए किया जाता है ये नट व बोल्ट गेल्वेनाइज्ड होने चाहिए।

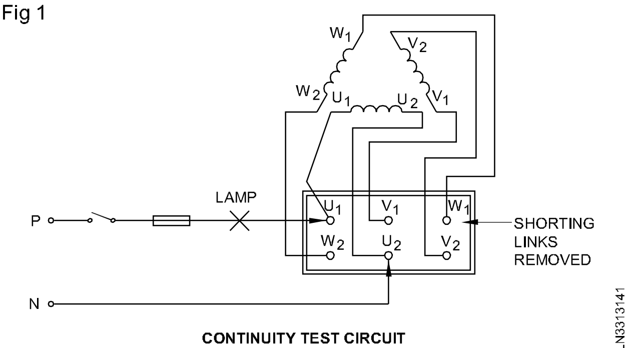
– अर्थ इलेक्ट्रोड प्रतिरोध को यथा-सम्भव न्यूनतम रखना चाहिए ताकि यह लिकेज प्रवाहित होने पर किसी एक सुरक्षात्मक प्रणाली इकाई को परिचालित कर मोटर को सप्लाई से अलग कर सके।

इन्सुलेशन परीक्षण से पूर्व कन्टीन्युटी परीक्षण की आवश्यकता (Necessity of continuity test before insulation test): जब वाइंडिंग व फ्रेम के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध का परीक्षण किया जाता है, तो व्यावहारिक रूप में मैगर की एक प्रोड को फ्रेम के साथ व दूसरी प्रोड वाइंडिंग के किसी एक सिरे के साथ जोडी जाती है। इसी प्रकार जो वाइंडिंग से वाइंडिंग के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध का परीक्षण किया जाता है तो मैगर की एक प्रोड, एक वाइंडिंग के सिरे के साथ मैगर की दूसरी प्रोड दूसरी वाइंडिंग के एक सिरे के साथ जोडी जाती है। इन सभी अवस्थाओं में यह माना जाता है कि वाइंडिंग की अवस्था सही है और एक वाइंडिंग के दो सिरों के बीच क्न्टीन्यूटी प्राप्त होती है। यह भी सम्भव है कि वाइंडिंग कही बीच में टूट गई है और वाइंडिंग के किसी भाग का प्रतिरोध अधिक है जबकि दूसरा भाग अर्थ हो गया है। अतः इन्सुलेशन प्रतिरोध परीक्षण की विश्वसनीयता बनाये रखने के लिए यह निर्धारित किया गया है कि इन्सुंलेशन प्रतिरोध परीक्षण से पहले मोटर वाइंडिंग कीको कन्टीन्युटी परीक्षण किया जाये। जिससे यह सुनिश्चित हो जाये कि वाइंडिंग अच्छी हालत में है और पूरी वाइंडिंग का इन्सुलेशन भी सही है।

कन्टीन्युटी परीक्षण (Continuity test): वाइंडिंग की कन्टीन्युटी परीक्षण के लिए टेस्ट लैम्प का उपयोग Fig 1 के अनुसार किया जाता है। सर्वप्रथम टर्मिनल के लिंक खोल देने चाहिए।

टेस्ट लैम्प को फ्युज और एक स्विच के साथ फेज तार के श्रेणी में जोड़ना चाहिए और दूसरा सिरा Fig 1 के अनुसार टर्मिनल U_1 से जोडें। सप्लाई का न्यूट्रल तार दूसरी टर्मिनल के साथ एक के बाद एक करके जोडें। जिस टर्मिनल को जोडने के साथ लैम्प प्रकाशित हो जाये वह टर्मिनल U_2 होगा जैसा कि Fig 1 में दर्शाया गया है। इसी प्रकार अन्य वाइंडिंग के जोडा भी ज्ञात किया जाता है। लैम्प का प्रकाशित होना दो टर्मिनलों के बीच वाइंडिंग की कॉन्टीन्युटी को बताता है। यदि दो टर्मिनलों से अधिक टर्मिनलों के बीच लैम्प तेज प्रकाशित होता है तो यह माना जायेगा कि वाइंडिंग के बीच लघुपथ है।

Fig 1

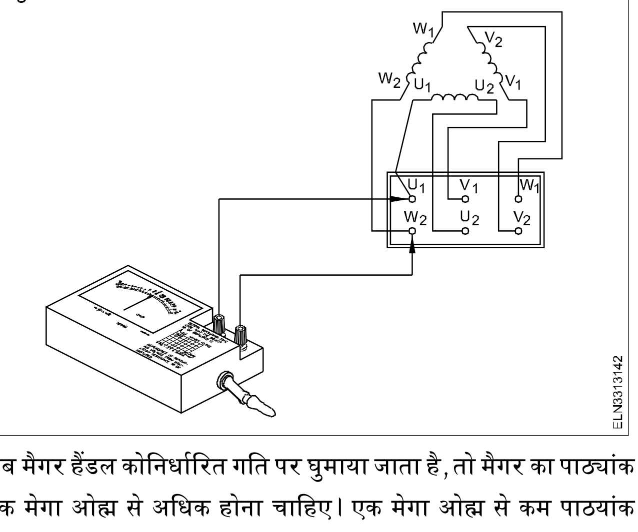


CONTINUITY TEST CIRCUIT

लैम्प कन्टीन्युटी परीक्षण की सीमायें (Limitations of lamp continuity test): इस परीक्षण से केवल कन्टीन्युटी का ज्ञान होता है परन्तु एक ही वाइंडिंग के टर्नों के बीच लघुपथ होने से ज्ञान नही हो पाता। इसके लिए ओह्रम मीटर परीक्षण अधिक अच्छा होगा, जिसमें निम्न प्रतिरोध रेंज होती है जो अधिक शुद्धता के साथ, वाइंडिंग का प्रतिरोध माप सकता है। तीन फेज प्रेरण मोटर में तीनों वाइंडिंग का प्रतिरोध समान होना चाहिए जो थोड़ा बहुत कम अधिक हो सकता है यदि केवल एक वाइंडिंग का प्रतिरोध कम हो तो यह दर्शाता है कि वाइंडिंग में लघुपथित है।

वाइंडिंगों के बीच इन्सुलेशन परीक्षण (Insulation test between windings): जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है कि मैगर का एक टर्मिनल किसी भी वाइंडिंग के एक टर्मिनल के साथ जोड़ा गया है जैसे Fig 2 में U_1 के साथ और मैगर का दूसरा टर्मिनल किसी अन्य वाइंडिंग के एक सिरे से जोकि Fig 2 में W_2 जोड़ा गया है।

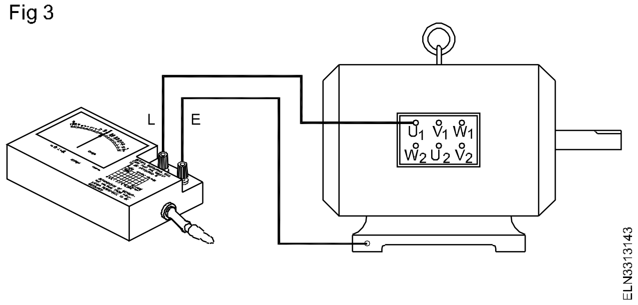
Fig 2



जब मैगर हैंडल कोनिर्धारित गति पर घुमाया जाता है, तो मैगर का पाठ्यांक एक मेगा ओह्म से अधिक होना चाहिए। एक मेगा ओह्म से कम पाठयांक वाइंडिंग के बीच कमजोर इन्सुलेशन दर्शाता है जिसे सुधार करने की आवश्यकता होती है। इसी प्रकार अन्य वाइंडिंगों के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध मापा जाता है।

वाइंडिग व फ्रेम के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध (Insulation resistance between windings and frame): जैसा कि Fig 3 में दर्शाया गया है कि मैगर का एक टर्मिनल वाइंडिंग के एक फेज के साथ जोड़ा गया है और मैगर का दूसरा टर्मिनल फ्रेम के अर्थिंग टर्मिनल के साथ जोड़ा गया है। जब मैगर हैण्डल को निर्धारित गति से घूमाया जाता है, तो प्राप्त पाठ्यांक

Fig 3



एक मेगा ओह्म से अधिक होना चाहिए। एक मेगा ओह्म से कम पाठयांक वाइंडिंग व फ्रेम के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध को कमजोर बताता है। इस अवस्था में वाइंडिंग इंसुलेशन बढाया जा सकता है।

इसी प्रकार अन्य वाइंडिंग के साथ परीक्षण पुरा करें।

फ्रेम को अर्थ करने की आवश्यकता (Necessity of frame earthing:) विद्युत उपकरण व मशीन के फ्रेम को इसलिए अर्थ करना चाहिए:

- अर्थिंग प्रणाली व्यक्तियों व उपरकणों को अर्थ दोष होने पर सुरक्षा प्रदान करती है।
- फ्रेम को अर्थिंग करने का उद्देश्य यह है कि यह यथा सम्भव मोटर के नीचे या चारों तरफ एक ऐसा सतह प्रदान करता है जिसका विभव एक समान होता है, जो शून्य के लगभग होता है या यथा सम्भव परम अर्थ विभव प्रदान करता है।

I.E.नियमों के अनुसार सुरक्षा कारणों से मोटर का फ्रेम दो विभिन्न अर्थ कनेक्शन से जुडा होना चाहिए जो दो अर्थ इलैक्ट्रोड से जुडे हो। ये संयोजन उचित साईज के अर्थ कॉन्टीन्युटी चालक से जुड़ें होने चाहिए। (यदि विशेष रूप न दर्शाया गया हो तो अर्थ इलैक्ट्रोड का प्रतिरोध 5 ओह्म व अर्थ कॉन्टीन्यूटी चालक का प्रतिरोध एक ओह्म होना चाहिए) अतः अर्थिंग प्रणाली का प्रतिरोध पर्याप्त रूप से न्यून होना चाहिए ताकि मोटर सर्किट की सुरक्षा प्रणाली परिचालित होकर अर्थ फाल्ट की दशा में मोटर को प्रदाय से अलग कर सके।

3-फेज प्रेरण मोटर के स्टार्टर - पावर कन्ट्रोल सर्किट - D.O.L स्टार्टर (Starter for 3-phase induction motor - Power control circuits - D.O.L starter)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **3-फेज प्रेरण मोटर के लिए स्टार्टर की आवश्यकता और स्टार्टरों के नाम बताना**
- **सिंगल पुश बटन स्टेशन स्टार्ट व स्टॉप करने के लिए मूलभूत कान्टैक्टर सर्किट को स्पष्ट करना**
- **ओवरलोड रिले के कार्य की व्याख्या और ओवरलोड रिले के प्रकार का वर्णन करना**
- **नो-वोल्ट क्वाइल के प्रकार्य उसका निर्धारित वोल्टेज, परिचालन अवस्था, इसके सामान्य खराबियाँ, उनके कारण व उपाय को स्पष्ट करना।**

स्टार्टर की आवश्यकता (Necessity of starter): एक गिलहरी प्रेरण मोटर स्टार्टिंग से पूर्व एक लघु परिपथ द्वितीयक वाइंडिंग वाले पोलीफेज ट्रांसफार्मर की तरह की जाती है। यदि स्थिर मोटर को सामान्य वोल्टेज दिये जाये तो ट्रांसफार्मर की तरह प्रारंम्भिक करंट बहुत अधिक प्रवाहित होगा जो कि सामान्य लोड करंट से 5 से 6 गुणा तक होता है जो कि मुख्य सप्लाई से लेगी। यह प्रारम्भिक अत्यधिक धारा आपत्तिजनक है, क्योंकि यह लाइन में अधिक वोल्टेज ड्राप करा देती है, जिसके कारण अन्य विद्युत उपकरणों व उसी लाइन सेजुड़े प्रकाश परिपथ के परिचालन पर प्रभाव पड़ता है।

स्टार्टिंग के समय स्टेटर वाइंडिंग को दी जाने वाली वोल्टेज को कम करके इस अत्यधिक प्रारम्भिक धारा को नियंत्रित किया जा सकता है, और जब मोटर अपनी पूर्ण गति के लगभग प्राप्त कर लेती है तब सामान्य फुल वोल्टेज स्टेटर वाइंडिंग को प्रदान किये जाते है। तीन अश्व शक्ति 3 Hp तक की छोटी क्षमता की मोटरों को प्रारम्भ में सामान्य फुल वोल्टेज दिये जा सकते है। इसलिए मोटर को स्टार्ट व स्टॉप करने के लिए और मोटर को ओवर लोड करंट व कम वोल्टेज से सुरक्षा प्रदान करने के लिए मोटर सर्किट मे स्टार्टर की आवश्यकता पड़ती है । इसके अतिरिक्त स्टार्टिंग के समय स्टार्टर, सप्लाई (supply) वोल्टेज को भी कम कर सकता है।

स्टार्टरों के प्रकार (Types of starters) : गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटरों को स्टार्ट करने के लिए निम्नलिखित विभिन्न प्रकार के स्टार्टर उपयोग किये जाते है।

- डायरेक्ट ऑन-लाइन स्टार्टर (Direct on-line starter)
- स्टार डेल्टा स्टार्टर (Star-delta starter)
- स्टेप डाऊन ट्रांसफार्मर स्टार्टर (Step-down transformer starter)
- ऑटों ट्रांसफार्मर स्टार्टर (Auto-transformer starter)

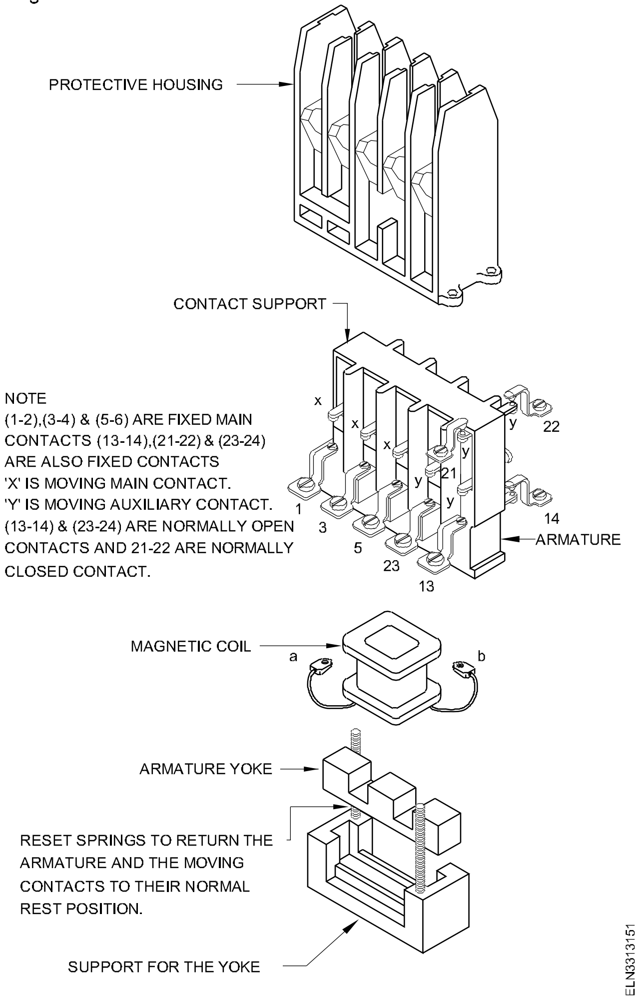
उपरोक्त स्टार्टरों में dol स्टार्टर के अतिरिक्त स्टार्टिंग के समय गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर के स्टेटर वाइंडिंग को कम की हुई वोल्टेज दी जाती है और जब मोटर पूर्ण गति प्राप्त कर लेती है, तो सामान्य पूर्ण वोल्टेज दे दी जाती है।

स्टार्टर का चयन (Selection of starter): जब प्रारम्भिक उपकरण का चयन किया जाता है तो कई तथ्यों पर विचार किया जाता है । इन तथ्यों में स्टार्टिंग करंट, फुल लोड करंट, मोटर की निर्धारित वोल्टेज, वोल्टेज ड्राप, परिचालन अवधि, लोड का प्रकार, मोटर की सुरक्षा व परिचालक की सुरक्षा सम्मिलित है।

कॉन्टैक्टर (Contactors): सभी स्टार्टरों में कॉन्टैक्टर मुख्य भाग होता है। कॉन्टैक्टर को इस प्रकार परिभाषित किया जाता है कि यह एक ऐसी स्विचिंग डिवाईस है जो लोड परिपथ को जोड़ सकती है, वहन करती है और प्रति घण्टा में 60 या अधिक बार की आवृत्ति के साथ सर्किट को तोड़ सकती है। इसे हाथ से (यान्त्रिक रूप से) विद्युत चुम्बकत्व, वायु या विद्युत वायु रिले (electro-pneumatic relays) द्वारा परिचालित किया जा सकता है।

कान्टैक्टर जैसा कि Fig 1 में दर्शाया गया है, में मैन कांटेक्टर, एक्पीलरी कांटेक्ट व नो वोल्ट क्वाइल है। Fig 1 के अनुसार यहाँ नार्मली open के तीन सैट है जिनमें 1 और 2, 3 और 4, 5 और 6, मैन कांटेक्टर है और दो सैट नार्मली open के एग्लीलरी करंट है जो 23 और 24, 13 और 14, और एक सैट नारमली क्लोज्ड का एग्लीलरी सम्पर्क हैं, जो 21 और 22 टर्मिनल की बीच बनता है। एग्लीलरी सम्पर्क मुख्य सम्पर्कों की अपेक्षा कम करंट वहन कर सकते है। सामान्य कॉन्टैक्टरों में पुश बटन स्टेशन व ओवर लोड रिले नहीं होते जो मुख्य भाग है परन्तु ये अतिरिक्त सामग्री के रूप में कान्टैक्टरों के साथ उपयोग होकर एक स्टार्टर का कार्य करते है।

Fig 1



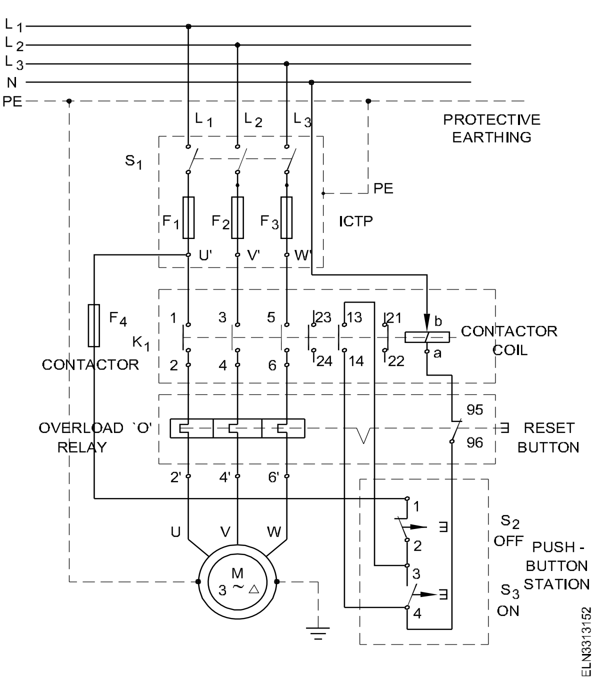
एक चुम्बकीय कान्टैक्टर के मुख्य भाग Fig 1 में दिखाये गये है। Fig 2 कान्टैक्टर का schematic डायग्राम दिखा रहा है जिसमें यह फ्युज स्विच (ICTP) पुश बटन, स्टेशन और ओवरलोड रिले के साथ है जो गिलहरी पिंजरा मोटर को मुख्य सप्लाई के साथ सीधा प्रारम्भ (start) करने के लिए जोड़ता है । इसी प्रकार DOL स्टार्टर में कान्टैक्टर, ओवर लोड रिले व पुश बटन स्टेशन एक ही आवरण में स्थिर होते है।

कार्य वर्णन (Functional description)

पावर परिपथ (Power circuit): जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है कि जब मुख्य ICTP स्विच को ऑन किया जाता है तो कान्टेक्टर K_1 परिचालित हो जाता है। मोटर की सभी तीनों वाइंडिंग U V & W मुख्य स्विच ICTP के माध्यम से सप्लाई टर्मिनल R Y B व कान्टैक्टर व ओवर लोड रिले के साथ जुड जाती है।

मोटर की ओवरलोड होने पर ओवर लोड करंट रिले (द्विधातु रिले) सुरक्षा प्रदान करती है, जबकि फ्युज F1/F2/F3 फेज से फ्रेम के बीच होने वाले लघू परिपथ दोष से मोटर परिपथ की सुरक्षा प्रदान करते है।

Fig 2

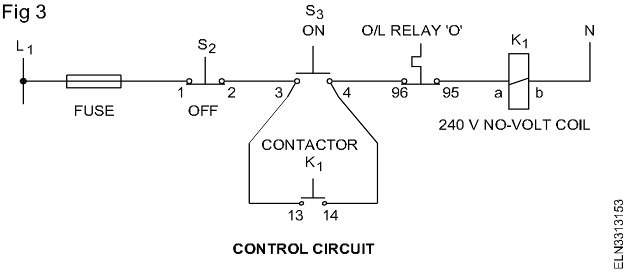


नियंत्रण परिपथ (Control circuits)

एक स्थान से परिचालित पुश बटन क्रिया (Push-button actuation from one operating location): जैसा कि Fig 2 मे स्टार्टर का सम्पूर्ण परिपथ दिखाया गया है, और Fig 3 में कन्ट्रोल परिपथ दिखाया गया है। जब ऑन पुशन बटन S_3 को दबाया जाता है तो कन्ट्रोल परिपथ क्लोज्ड हो जाता है, कान्टैक्टर क्वाईल उर्जित हो जाती है और कान्टैक्टर K_1 क्लोज हो जाता है। एक नार्मली ओपन एग्लीलरी सम्पर्क13,14 भी K_1 के साथ साथ क्रियाशील हो जाता है। यदि यह नारमली ओपन सम्पर्क स्विच S_3 के समान्तर जोड दिया जाता है, तो यह सेल्फ होल्डिंग एग्लीलरी सम्पर्क कहलाता है।

S_3 से जब दबाव हटाया जाता है, तब करंट सेल्फ होल्डिंग सम्पर्क 13,14, के माध्यम से प्रवाहित होता है और कॉन्टैक्टर लगातार क्लोज्ड रहता है। कॉन्टैक्टर को खोलने के लिए स्विच S_2 को दबाया जाता है। यदि स्विच S_3 और S_2 को एक साथ दबाया जाये तो कॉन्टैक्टर अप्रभावित रहेगा।

Fig 3

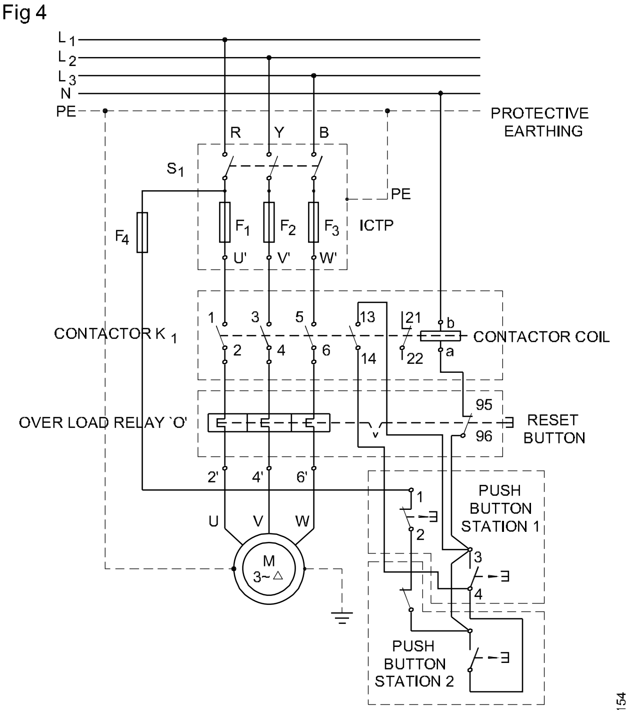


जब पावर सर्किट में ओवर लोड हो जाता है तो नारमली क्लोज्ड कॉन्टैक्ट 95 और 96 जो ओवर लोड रिले `O' के कॉन्टैक्ट है, खुल जोते है ओर ये कन्ट्रोल सर्किट को स्विच ऑफ कर देते है। इस प्रकार K_1 मोटर सर्किट को स्विच ऑफ कर देता है।

एक बार ओवर लोड रिले `O' के क्रियाशील होने पर जब कॉन्टैक्ट 95 व 96 के बीच खुला परिपथ हो जाये तो ये कॉन्टैक्ट खुले ही रहेंगे और ऑन बटन S_3 कोदबाने से मोटर पुनः स्टार्ट नही होगी। अब रिसैट बटन को दबाने से नारमली क्लोज्ड अवस्था पुनः प्राप्त की जा सकती है। कुछ विशेष स्टार्टरों में ऑफ बटन को दबाने सेभी रिसैट किया जा सकता है क्योंकि यह बटन ओवरलोड रिले की लाईन में जुडा होता है।

दों स्थानों से परिचालित पुश बटन क्रिया (Push-button actuation from two operating locations): यदि किसी कॉन्टैक्टर को दो स्थानों से ऑन या ऑफ करने की आवश्यकता हो, तो इसके लिए दोनों स्थानों के ऑफ पुश बटन श्रेणी में जोडे जाते है और ऑन पुश बटन समानांतर में जिनका सम्पूर्ण आरेख Fig 4 में व नियन्त्रण आरेख Fig 5 में दिखाया गया है।

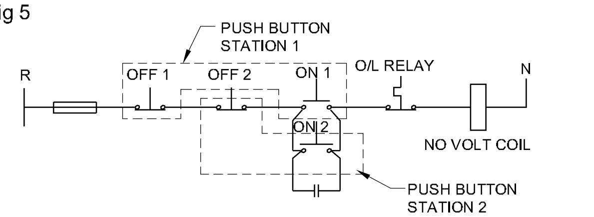
Fig 4



COMPLETE CIRCUIT DIAGRAM OF THE CONTACTOR AND THE 3 PHASE SQUIRREL CAGE INDUCTION MOTOR

ELN3313154

Fig 5



ELN3313155

यदि दो ऑन पुश बटन में से किसी एक को क्रियाशील किया जाये तो K_1 ऊर्जित हो जाता है और नारमली ओपन कान्टैक्ट 13 व 14 की सहायता से क्लोज्ड हो कर होल्ड रहता है यदि दो ऑफ पुश बटन में से किसी एक को दबाया जाता है, तो कॉन्टैक्टर खुल जाता है।

ओवर लोड रिले का प्रयोजन (Purpose of overload relays): बार बार क्षणिक उच्च धारा से बचाव के लिए लम्बे समय तक सामान्य ओवर लोड से बचाव के लिए व सिंगल फेजिंग के कारण दो फेजों में अत्यधिक धारा से बचाव के लिए ओवर लोड रिले का उपयोग किया जाता है। इन रिले में ऐसा गुण होता है कि यदि पूर्ण लोड करंट से मोटर 500 प्रतिशत अधिक करंट लेती है तो यह 10 सेकिण्ड में कॉन्टैक्ट परिपथ को खोल देती है। यदि मोटर फुल लोड करंट से 150 प्रतिशत अधिक करंट लेती है तो यह 4 मिनट में कॉन्टैक्ट परिपथ को खोलती है।

ओवर लोड रिले के प्रकार (Types of overload relay)

ओवरलोड रिले के निम्नलिखित दो प्रकार की होती है। वे है:

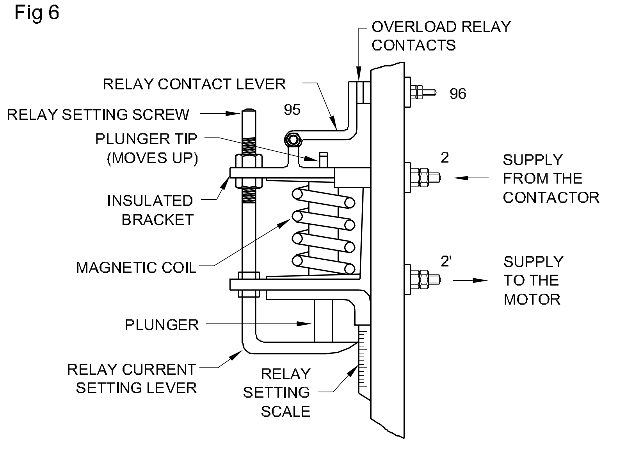
- चुम्बकीय ओवर लोड रिले (magnetic overload relay)
- ऊष्मीय द्विधातु ओवरलोड रिले। (thermal (bimetallic) overload relay)

चुम्बकीय रिले में सामान्यतया तीन कुण्डलियाँ और द्विधातु रिले में हीटर क्वाइल के तीन सेट होते है। इस प्रकार सिंगल फेजिंग होने पर दो कुण्डलियाँ परिचालित होकर मोटर को जलने से बचा लेती है।

चुम्बकीय ओवर लोड रिले (Magnetic overload relay): जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है चुम्बकीय ओवरलोड रिले क्वाइल मोटर परिपथ के श्रेणी क्रम में जोडी गई है। मोटर करंट को वहन करने के लिए चुम्बकीय रिले की क्वाइल को मोटे तार से कुण्डलित किया जाता है। चूंकि ये रिले करंट की तीव्रता से परिचालित होती है न कि ऊष्मा से इसलिए ये द्विधातु रिले की अपेक्षा शीघ्र परिचालित होती है।

जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है चुम्बकीय कुण्डली टर्मिनल 2 व 2' के द्वारा मोटर करंट वहन करती है जो कि पावर सर्किट के श्रेणी क्रम में जुड़े है। रिले संपर्क 95 व 96, कन्ट्रोल परिपथ के श्रेणी में जुडे है। जब मोटर करंट नियत मान से अधिक होता है, जैसा कि रिले की सेट स्केल पर सेट होता है, ये अधिक करंट जैसे ही पावर सर्किट में से प्रवाहित होता है तो रिले की क्वाइल द्वारा चुम्बकीय फ्लक्स उत्पन्न होता है जो प्लंजर को ऊपर की ओर उठाता है। प्लंजर के ऊपर उठने पर प्लंजर ट्रिप रिले के सम्पर्क लीवर को पुश करती है और फलस्वरूप टर्मिनल 95 व 96 खुल जाते है। इससे नो वोल्ट क्वाईल सर्किट टूट जाता है और कॉन्टैक्ट मोटर के पावर सर्किट को खोल देता है। टर्मिनल 95 व 96 के बीच रिले कॉन्टैक्ट तब तक खुले रहते हैं, जब तक कि रि-सैट बटन को न दबाया जाये। यह रिसेट बटन fig में नही दिखाया गया है।

Fig 6



MAGNETIC OVERLOAD RELAY

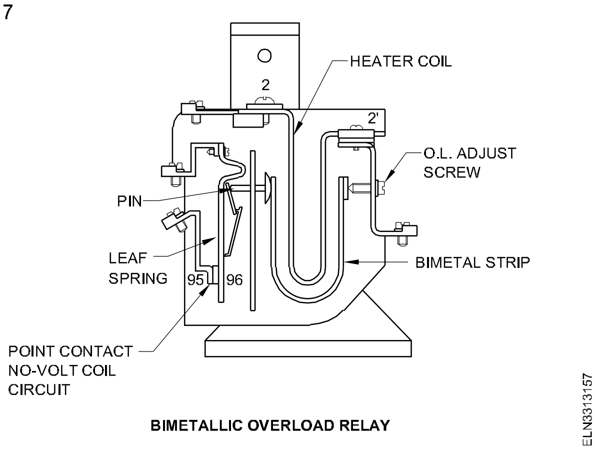
ELN3313156

द्विधातु ओवर लोड रिले (Bimetallic overload relays): अधिकतर द्विधातु रिले हीटर इकाई की सामान्य क्षमता की 85 से 115 प्रतिशत पर समायोजित की जाती है। रिले का यह प्रकार वहाँ उपयोगी है, जहाँ पर निर्धारित हीटर का आकार ऐसा है कि जो अनावश्यक ट्रिपिंग करता है और यह तब तक ट्रिपिंग करता है जब तक कि अगला बडा साईज की रिले उपयोग न की जाये। वातावरण का तापमान ऊष्मीय परिचालित ओवरलोड रिले को प्रभावित करता है।

द्विधातु रिले द्वारा कन्ट्रोल सर्किट को ट्रिप करना इस बात से सम्भव होता है कि जब दो विभिन्न धातु को एक साथ पिघला कर एक बनाया जाता है, गर्म करने पर ऊष्मा प्रसार अलग अलग होने से द्विधातु पत्ती में विस्थापन हो जाता है। Fig 7 में दिखाया गया है कि इसमें एक U-आकार वाली द्विधातु पत्ती उपयोग हुई है। U-आकार के कक्ष के मध्य में एक U आकार पत्ती व हीटर एलीमेन्ट रखे गये है। हीटर एलीमेन्ट को फिटिंग स्थान मे उतार चढाव होने से उत्पन्न ऊष्मा असमान न हो इसलिए हीटर क्वाइल व द्विधातु पत्ती साथ साथ रखे गये है।

जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है, सामान्य अवस्था में द्विधातु पत्ती लीफ-स्प्रिंग के तनाव के विपरीत दिशा में पिन को दबाये रखती है, और सम्पर्क बिन्दु 95 व 96 बन्द अवस्था में रहते है और इस प्रकार नो वोल्ट क्वाइल सर्किट मोटर की रनिंग अवस्था में चालु रहता है। टर्मिनल 2 व 2' से जुड़ी हीटर क्वाइल में जब उच्च धारा प्रवाहित होती है तो क्वाइल में उत्पन्न ऊष्मा द्विधातु पत्ती को गर्म करती है जो कक्ष के अन्दर की ओर मुड़ जाती है। इस प्रकार पिन दायें हाथ की दिशा की ओर चलती है और पत्ती स्प्रिंग 95 व 96 के बीच सम्पर्क को खोल कर कान्टैक्टर को खोल देता है। रिले को तुरन्त पुनः सैट नही किया जा सकता है क्योंकि द्विधातु पत्ती ठण्डा होने से कुछ समय लती है।

Fig 7



BIMETALLIC OVERLOAD RELAY

रिले सेटिंग (Relay setting): ओवरलोड रिले यूनिट मोटर स्टार्टर की सुरक्षा को केन्द्र होती है। रिले कई परास में आती है, स्टार्टर रिले का चयन मोटर की प्रकार, क्षमता व ड्यूटी पर निर्भर करता है।

सभी डायरेक्ट आन लाइन स्टार्टरों में रिले को मोटर के वास्तविकलोड करंट के अनुसार सेट करना चाहिए। रिले करंट का यह मान मोटर की नेम प्लेट पर अंकित फुल लोड करंट के बराबर या कम होना चाहिए। यहाँ वास्तविक लोड करंट के अनुसार रिले को सेट करने की सरल विधि कावर्णन दिया गया है।

रिले को फुल लोड के 80% पर सेट करें। यदि यह ट्रिप करती है, तो सेटिंग को 85% तक बढ़ायें या अधिक करें, जब तक होल्ड नही होती। मोटर द्वारा ली गई करंट के मान से अधिक करंट पर रिले को कभी भी सेट नहीं करना चाहिए। (मोटर द्वारा ली गई वास्तविक करंट अधिकतर फुल लोड करंट से कम होती है क्योंकि मोटर पर क्षमता अनुसार लोड नहीं डाला जाता)।

स्टार्टरों के प्रकार (Tripping of starters): निम्नलिखित कारणों से स्टार्टर ट्रिप कर सकते है।

- कम वोल्टेज या पावर सप्लाई का न होना
- मोटर पर अधिक लोड का आ जाना।

प्रथम कारण में नो वोल्ट क्वाइल के कारण ट्रिपिंग होती है जिसके कारण वोल्टेज निश्चित मान से कम होने पर सम्पर्क खुल जाते है। जैसे ही सप्लाई सामान्य होती है स्टार्टर को पुनः स्टार्ट किया जा सकता है।

ओवर लोड होने पर रिले स्टार्टर को ट्रिप कर देती है, यह तब पुनः स्टार्ट किया जा सकता है जब रिले को पुनः सेट किया जाये और लोड सामान्य हो जाये।

नो-वोल्ट क्वाइल (No-volt coil): नो वोल्ट क्वाइल पतले तार व अधिक टर्नों से कुण्डलित होती है।

कॉईल वोल्टेज (Coil voltages): वास्तविक सप्लाई वोल्टेज के उपलब्ध अनुसार कॉईल का चयन किया जाता है। क्वाइल वोल्टेज की परास काफी है जैसे 24V, 40V, 110V, 220 V 230/250 V, 380V 400/440V AC या DC मानक उपलब्ध है जो कान्टैक्टर और स्टार्टर के लिए उपयोगी है।

कान्टैक्टरों में होने वाली खराबियाँ (Troubleshooting in contactor): टेबल 1 में सामान्य होने वाली खराबी के लक्षण, कारण व उपचार दिया गया है।

टेबल 1

लक्षण	कारण	उपचार
स्टार्ट बटन दबाने पर मोटर स्टार्ट नही होती है। परन्तु कान्टैक्टर के आर्मेचर को हाथ से दबाने से मोटर स्टार्ट होती है और रन करती है।	नो वोल्ट क्वाइल सर्किट में खुला दोष होना	मुख्य प्रदाय वोल्टेज के स्वीकार्य मान से कम होने पर चैक करें। मुख्य वोल्टेज कोठीक करें ढीले कनैक्शन के लिए कन्ट्रोल सर्किट को चेक करें नो वोल्ट क्वाइल वाइंडिंग को प्रतिरोध टेस्ट करें यदि गलत हो तो क्वाइल को बदल दें।
ऑन बटन दबाने से मोटर स्टार्ट होती है ऑन बटन को छोडने से यह तुरन्त रूक जाती है	स्टार्ट बटन के समानांतर में जुड़ा एग्लीलरी सम्पर्क क्लोज्ड नही हो रहा है।	आन बटन के समानांतर में जुडे एग्लीलरी सम्पर्क के संयोजन का परीक्षण करें। कॉन्टैक्ट के इस दोष को दूर करें। कॉन्टैक्ट के एग्लीलरी सम्पर्क पर जंग या गड्ढों का निरीक्षण करें। यदि ये खराब हो तो बदल दें।
स्टार्ट बटन दबाने पर मोटर स्टार्ट नहीं हो रही है फिर भी स्टार्टर से हमिंग और चटरिंग का शोर सुनाई दे रहा है।	इलैक्ट्रोमैग्नेट के चल आर्मेचर व स्थिर भाग मजबूती से आकर्षित नही हुये है।	इलैक्ट्रोमैग्नेट की दो मिलने वाली सतहों के बीच धूल व गन्दगी को साफ करें। प्रदाय वोल्टेज कम है । इसका कारण का पता लगाये व दोष को दूर करें। AC मैग्नेट होने पर शेडिंग रिंग टूट सकता है तब कॉन्टैक्टर के आर्मेचर को बदल दें।
नो वोल्ट क्वाइल के अधिक गर्म होने पर कॉन्टैक्टर का खराब हो जाना	आने वाली प्रदाय वोल्टेज में वृद्धि होना नो वोल्ट क्वाईल की क्षमता अधिक नही है।	सामान्य वोल्टेज से अधिक वोल्टेज आने पर इनपुट वोल्टेज को कम करें। नो वोल्ट क्वाइल की वोल्टेज क्षमता कम है, मानक वोल्टेज के अनुसार बदल दें।
OL के ट्रिप होने के बाद OL रिले को रिसेट करने के बाद भी मोटर तुरन्त स्टार्ट नही होती	ऊष्मीय द्विधातु पत्ती ठण्डा होने में व रिसैट होने में थोड़ा समय लेती है।	पुनः स्टार्ट करने में 2 से 4 मिनट का इन्तजार करें
नो वोल्ट क्वाइल के टर्मिनलों के पार्श्व में सप्लाई वोल्टेज उपलब्ध होने पर भी क्वाइल ऊर्जित नही हो रही है।	NVC सर्किट में खुला परिपथ दोष NVC क्वाइल जल सकती है	खुले दोष के लिए कन्ट्रोल सर्किट को चैक करें। स्टार्ट बटन के नीचे नाइलोन बटन को चैक करें। ओवर लोड रिले रिसेट नही हुई है।
रिले क्वाइल को बदला गया फिर भी स्टार्ट बटन दबाने पर मोटर स्टार्ट नही हो रही।	रिले के कन्ट्रोल सर्किट में दोष है।	खुले दोष के लिए कन्ट्रोल सर्किट को चैक करें। कन्ट्रोल स्टेशन से सम्पर्कों को साफ करें। ओवर लोड रिले रिसैट नही हुई है।
हमिंग व चैटरिंग का शोर	कम वोल्टेज योक व आर्मेचर के बीच चुम्बकीय सतह साफ न होना। लोह क्रोड पर शेडिंग रिंग न होना	उचित वोल्टेज का प्रबन्ध करें योक व आर्मेचर के बीच सतह को साफ करें लोह क्रोड पर शेडिंग रिंग लगायें।

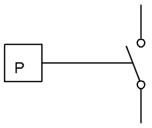
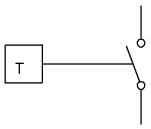
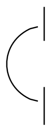
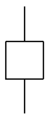
कान्टैक्टर व मशीन से सम्बन्धित B.I.S. चिह्न (B.I.S. symbols pertaining to contactor and machines)

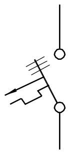
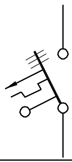
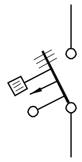
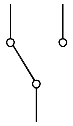
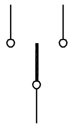
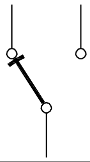
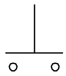
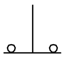
उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

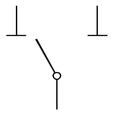
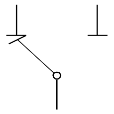
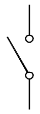
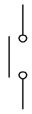
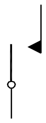
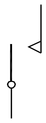
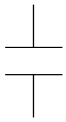
- **घूर्णन मशीन व ट्रांसफार्मर से सम्बन्धित B.I.S. चिह्नों की पहचान करना (BIS 2032 Part IV), कान्टैक्टर, स्विच गियर और यान्त्रिक कन्ट्रोल (BIS 2032 Part VII, 2032 Part XXV और XXVII).**

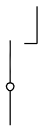
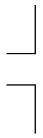
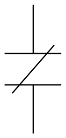
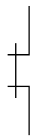
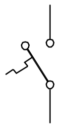
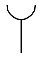
एक इलेक्ट्रिशयन द्वारा उपयोग होने वाले महत्वपूर्ण चिह्न नीचे दी गई टेबल में दिये गये है। अतः आपको सलाह दी जाती है कि आगे की अतिरिक्त सूचना B.I.S. मानक का सन्दर्भ देखें।

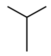
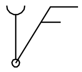
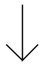
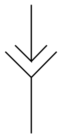
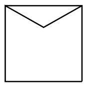
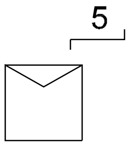
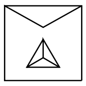
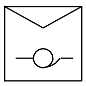
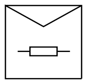
टेबल

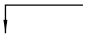
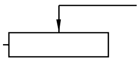
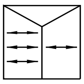
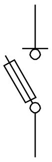
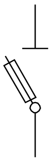
क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
1	BIS 2032 (Part XXV)-1980 9 9.1	स्विच गियर, सामग्री सामान्य संकेत, स्विच		
2	9.1.1	एकल लाइन से प्रदर्शित एक पोल स्विच		
3	9.2	एकल लाइन से प्रदर्शित तीन पोल स्विच		
4	9.2.1	एकल लाइन से प्रदर्शित तीन पोल स्विच का वैकल्पिक संकेत		
5	9.3	प्रैशर स्विच		
6	9.4	थर्मोस्टेट		
7	9.5	सर्किट ब्रेकर		
8	9.5.1	सर्किट ब्रेकर का वैकल्पिक संकेत **नोटः 9.5 संख्या वाले संकेत में आयत कुछ संकेत देता है जो सर्किट ब्रेकर से सम्बन्धित होते है।**		
9	9.5.2	सर्किट ब्रेकर का वैकल्पिक संकेत		

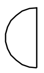
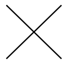
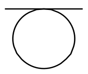
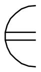
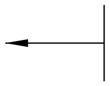
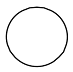
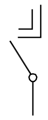
क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
10	9.5.3	लघु परिपथ, अण्डर वोल्टेज और थर्मल ओवर लोड रिलिज के साथ सर्किट ब्रेकर		
11	9.5.4	लघु परिपथ, थर्मल ओवरलोड सुरक्षा और नो वोल्ट ट्रिपिंग के साथ हस्त परिचालित सर्किट ब्रेकर		
12	9.5.5	लघु परिपथ और नो वोल्ट ट्रिपिंग (तीन पोल) के साथ मोटर-सोलिनायड परिचालित वायु परिपथ वियोजक	E/M 	
13	9.6	मेक से पूर्व ब्रेक होने वाला चेंज ओवर कान्टैक्ट नोटः स्थिर सम्पर्क 60° के अतिरिक्त किसी भी कोण पर रखे जाते है ताकि ड्राफ्टसमैन के कार्य में सुविधा हो, सम्पर्को का अलग से प्रबन्ध हो सके।		
14	9.7	न्यूट्रल स्थिति के साथ ट्र वे सम्पर्क		
15	9.8	ब्रेक से पूर्व बने सम्पर्क		
16	9.9	नारमली ओपन कान्टैक्ट		
17	9.9.1	नारमली क्लोज्ड कान्टैक्ट		
18	9.10	नारमली ओपन कान्टैक्ट के साथ पुश बटन		
19	9.10.1	नारमली क्लोज्ड कान्टैक्ट पुश बटन		

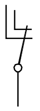
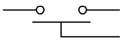
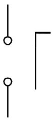
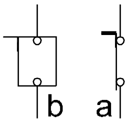
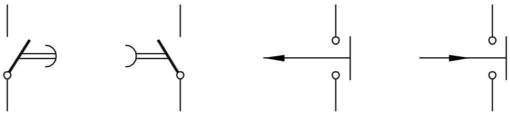
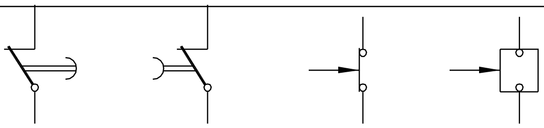
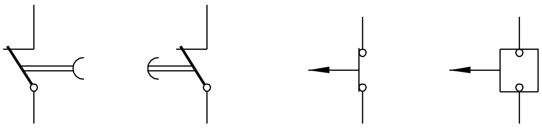
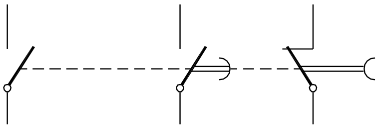
क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
20	9.11	आइसोलेटर		
21	9.12	परिपथ में बाधा के साथ दो मार्गी आइसोलेटर		
22	9.13	परिपथ में बाधा रहित द्वि मार्गी आइसोलेटर		
23	9.14	सामान्य बनने वाला सम्पर्क का संकेत		
24	9.14.1	सामान्य बनने वाला सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
25	9.14.2	निर्मित सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
26	9.14.3	निर्मित सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
27	9.14.4	निर्मित सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
28	9.14.5	निर्मित सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
29	9.14.6	निर्मित-सम्पर्क को वैकल्पिक संकेत		
30	9.14.7	निर्मित-सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		

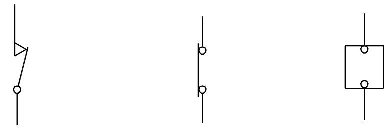
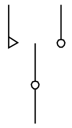
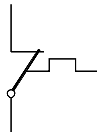
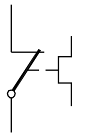
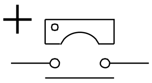
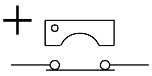
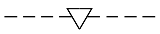
क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
31	9.14.8	निर्मित-सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
32	9.14.9	निर्मित-सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
33	9.15	विच्छेद-सम्पर्क का सामान्य संकेत		
34	9.15.1	विच्छेद-सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
35	9.15.2	विच्छेद-सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
36	9.15.3	विच्छेद-सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
37	9.15.4	विच्छेद-सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
38	9.15.5	विच्छेद-सम्पर्क का वैकल्पिक संकेत		
39	9.16	थर्मल ओवर लोड सम्पर्क		
40	9.17	मादा साकेट		

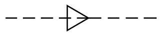
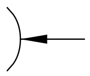
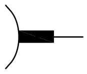
क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
41	9.17.1	मादा साकेट का वैकल्पिक संकेत		
42	9.17.2	स्विच सहित सॉकेट		
43	9.18	(नर) प्लग		
44	9.18.1	(नर) प्लग का वैकल्पिक संकेत		
45	9.19	प्लग और सॉकेट (नर और मादा)		
46	9.19.1	प्लग और सॉकेट (नर व मादा) का वैकल्पिक संकेत		
47	9.20	स्टार्टर का सामान्य संकेत		
48	9.21	पदो से स्टार्टर (उदाहरण ५ पद)		
49	9.22	स्टार-डेल्टा स्टार्टर		
50	9.23	ऑटो ट्रांसफार्मर स्टार्टर		
51	9.24	पोल परिवर्तक स्टार्टर (उदाहरण, 8/4 पोल)		
52	9.25	रिओस्टेटिक स्टार्टर		

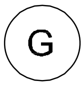
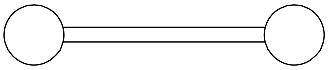
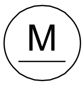
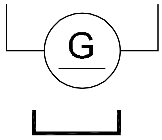
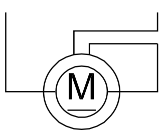
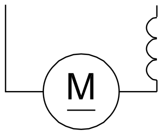
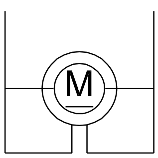
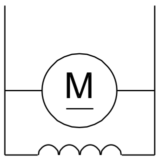
क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
53	9.26	डायरेक्ट आन लाईन स्टार्टर		
54	9.27	सरकनी सम्पर्क, सामान्य संकेत		
55	9.27.1	प्रतिरोधक चल सम्पर्क सहित सामान्य-संकेत		
56	9.28	दो मोटरों के लिए संयुक्त कन्ट्रोल पैनल (बहुचाल व परिवर्ती)		
57	9.29	फ्यूज		
58	9.29.1	फ्यूज का वैकल्पिक संकेत		
59	9.29.2	फ्यूज का वैकल्पिक संकेत जहाँ प्रदाय भाग को मोटी रेखा से दर्शाया गया है।		
60	9.29.3	फ्यूज को वैकल्पिक संकेत जहाँ प्रदाय भाग को गहरा रंग करके दर्शाया गया है।		
61	9.30	लोड पर स्विच ऑन होने वाला पृथककारी फ्यूज स्विच		
62	9.31	पृथककारी फ्यूज स्विच		

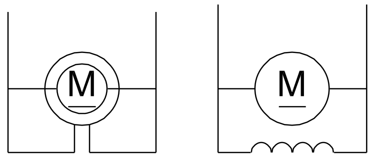
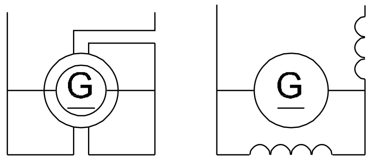
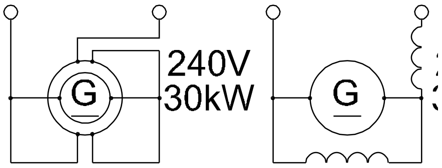
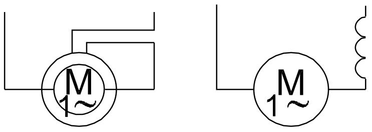
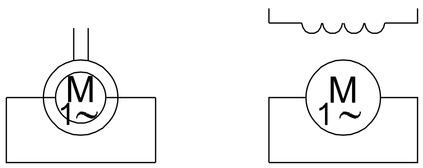
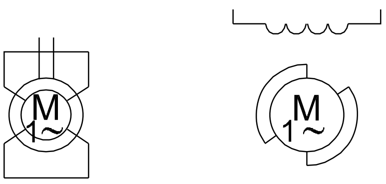
क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
	BIS 2032 Part(XXV11) 1932	कान्टैक्टर		
	3.2	योग्य संकेत		
63	3.2.1	कान्टैक्टर का कार्य सम्पादन		
64	3.2.2	परिपथ वियोजन का कार्य सम्पादन		
65	3.2.3	विच्छेदक (पृथककारी) का कार्य		
66	3.2.4	स्विच विच्छेदक (आइसोलेटर स्विच) का कार्य		
67	3.2.5	स्वचालित विमुक्ति कार्य		
68	3.2.6	धीमी क्रिया मान्यता- आर्क से इसके केन्द्र की ओर चलने की धीमी क्रिया		
		नोटः जिस युक्ति के लिए यह धीमी क्रिया अपनाई जाती है उसके संकेत को दोहरी रेखा से जुड़ा हुआ होना चाहिए।		
69	3.2.6.1	धीमी क्रिया मान्यता- तीर के चिन्ह की दिशा में चलने की विलम्ब क्रिया		
70	3.2.7	स्प्रिंग रहित वापसी (चालू रहना) नोटः उपरोक्त दिखाये गये संकेत में दर्शाया गया है कि स्प्रिंग वापसी में सम्पर्क चालू रहते है। जब यह मान्यता मानी जाती है तो इसका उपयोग उचित सन्दर्भ के साथ होना चाहिए। इन संकेतों का उपयोग योग्यता, धारी संकेत 3.1 से 3.4 के साथ नही करना चाहिए।		
71	3.2.8	हस्त द्वारा पुनः सेट		
72	3.3.7	दो निर्मित के साथ सम्पर्क		

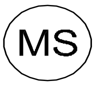
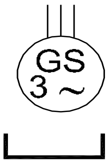
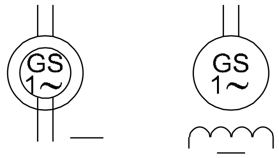
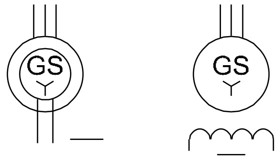
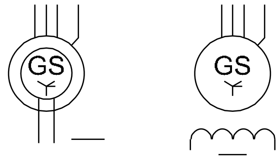
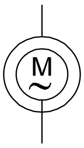
क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
73	3.3.8	दो विच्छेद के साथ सम्पर्क		
74	3.3.9	तीन बिन्दु सम्पर्क		
75	3.3.10	हस्त द्वारा पुनः सेट निर्मित सम्पर्क		IR
76	3.3.11	हस्त द्वारा पुनः सेट विच्छेद सम्पर्क		IR
77	3.3.19	परिचालक के समय देर से बनने वाला सम्पर्क		
78	3.3.20	परिचालन के समय देर से विच्छेद होने वाला सम्पर्क		
79	3.3.21	छोड़ते समय देर से विच्छेद होने वाला सम्पर्क		
80	3.3.22	परिचालन व छूटते समय देर से निर्मित सम्पर्क		
81	3.3.23	सम्पर्क समुच्च्य जिसमें एक देरी रहित निर्मित सम्पर्क है। परिचालन के समय एक निर्मित विलम्ब क्रिया सम्पर्क और जब छुलने की क्रिया होगी तो एक विच्छेद विलम्ब किया सम्पर्क		
82	3.3.24	स्प्रिंग वापसी के साथ निर्मित सम्पर्क		

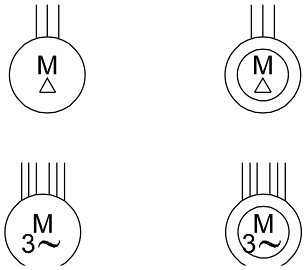
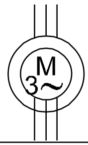
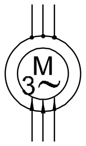
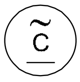
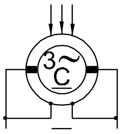
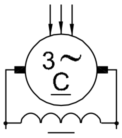
क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
83	3.3.25	स्प्रिंग्र वापसी रहित (ऑन रहना) निर्मित सम्पर्क		SR
84	3.3.26	स्प्रिंग वापसी सहित विच्छेद-सम्पर्क		SR
85	3.3.27	स्प्रिंग सहित सेन्टर ऑफ स्थिति के साथ दो मार्गी सम्पर्क। बांये हाथ की स्थिति से वापस परन्तु दांये हाथ से नहीं		
86	3.3.28	ताप सुग्राही निर्मित-सम्पर्क **नोटः परिचालित ताप स्थिति के साथ बदला जा सकता है।**		
87	3.3.29	ताप सुग्राही विच्छेद सम्पर्क नोटः परिचालित ताप स्थिति के साथ बदला जा सकता है।		
88	3.3.30	स्व-प्रचालित थर्मल- विच्छेद सम्पर्क नोटः यहाँ थर्मल रिले के सम्पर्क व दर्शाये गये सम्पर्क में भेद करना महत्व पूर्ण है जो कि नीचे दिये गये उदाहरण से भिन्न रूप से प्रदर्शित है		
		उदाहरणः थर्मल रिले का विच्छेद सम्पर्क		
89	3.3.32	जला हुआ चुम्बकीय निर्मित सम्पर्क		
90	3.3.33 BIS:2032 (PARTVII) 1974	जला हुआ चुम्बकीय विच्छेद सम्पर्क **यान्त्रिक नियन्त्रण**		
91	8.4	**यान्त्रिक इन्टर लॉक**		

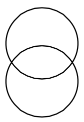
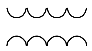
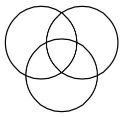
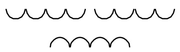
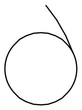
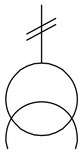
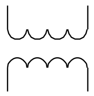
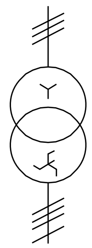
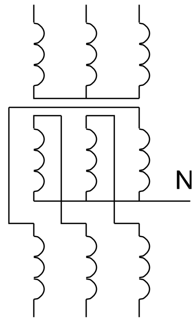
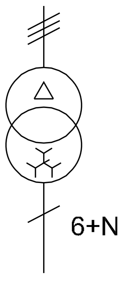
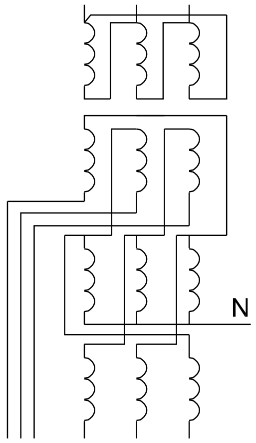
क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
92	8.5	रिसेट a **स्वचालित रिसैट**		
		b **अस्वचालित रिसैट** **नोटः यदि रिसैट का प्रकार को प्रदर्शित करना आवश्यक हो तो ये संकेत प्रयोग होने चाहिए।**		
	BIS:2032 (Part IV) 1964	**वर्गीकरण** इस मानक में समान प्रकार की घूमने वाली मशीन या ट्रांसफार्मर के लिए एक से अधिक संकेत उपयोग किये गये है जो उनके पद के अनुरूप है। ये संकेत ड्राइंग के वर्ग व प्रकार पर निर्भर करते है समान प्रकार की घूर्णन मशीन के लिए सरलीकृत व सम्पूर्ण व मल्टी लाईन संकेत वर्गीकृत किये गये है। ट्रांसफार्मर के सन्दर्भ में एकल लाइन व मल्टी लाइन संकेत अलग अलग प्रदर्शित किये गये है। जबकि घूर्णन मशीनों के लिए एकल लाईन प्रदर्शन किया गया है जो कि IS:2032(Part II)-1962 से सन्दर्भित है। संकेतो के घटक		
93	3.14	वाइन्डिंग नोटः अर्द्धवृत की संख्या निर्धारित नहीं है परन्तु विभिन्न वाइंडिंगों के बीच भेद दिखाने के लिए किसी मशीन को 3.2,3.3 व 3.4 के अनुरूप वर्गीकृत किया जाता है।		
94	3.24	कम्यूटेटिंग व कम्पनसेटिंग वाइंडिंग		
95	3.34	श्रेणी वाइंडिंग		
96	3.44	शन्ट वाइंडिंग या पृथक वाइंडिंग		
97	3.54	स्लिप रिंग पर ब्रुश		
98	3.64	कम्यूटेटर पर ब्रुश		
99	3.74	**पूरक संकेत, न्यूमेरीकल डाटा** **पूरक संकेत जैसे (वाइंडिंग को संयोजित करने की विधि M, G व C अक्षर और न्यूमेरीकल डाटा) मशीन के प्रत्येक वर्ग पर एक संकेत द्वारा दर्शाये जाते है, उदारहण के लिए**		
	4	**घूर्णन मशीनें**		
	4.1	**सामान्य संकेत**		

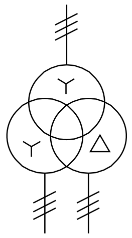
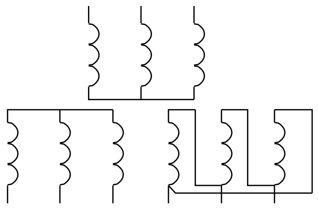
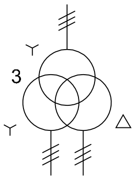
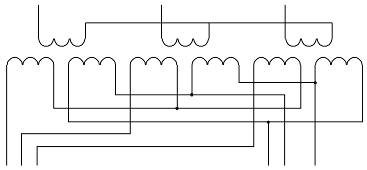
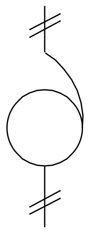
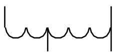
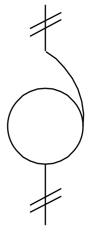
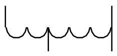
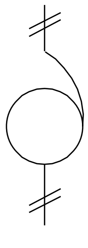
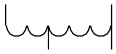
क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
100	4.1.14	जनित्र		
101	4.1.2	मोटर		
102	4.1.3	मशीन जो जनित्र व मोटर के अनुरूप उपयोग योग्य है		
103	4.1.4 **4.2**	यांत्रिक रूप से जुडी मशीनें **नोटः अन्य विशेष प्रकार के युग्मन जिनकी संरचना मोनो ब्लॉक जैसी है, को जहाँ कहीं आवश्यकता हो उसे उचित प्रकार से इंगित किया जा सकता है।** **दिष्ट धारा मशीनें**		
104	4.2.1	सामान्य संकेत दिष्ट धारा जनित्र		
105	4.2.2	सामान्य संकेत दिष्ट धारा मोटर		
106	4.2.3	DC 2-तार स्थाई चुम्बक जनित्र (G) और मोटर (M).	 **Simplified multiline representation** **Complete multiline representation**	
107	4.2.4	DC 2-तार श्रेणी जनित्र (G) और मोटर (M).	 	
108	4.2.5	DC 2-तार पृथक उत्तेजित जनित्र या मोटर (G) (M)	 	

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
109	4.2.6	DC 2-तार शून्ट जनित्र (G) या मोटर (M).		
110	4.2.7	DC 2-तार कम्पाउण्ड उत्तेजित लघू शन्ट जनित्र (G) या मोटर (M)		
111	4.2.8	टर्मिनल प्रदर्शित संकेत, ब्रुश व न्यूमेरिकल डाटा उदाहरण : DC 2-तार जनित्र लघु शन्ट कम्पाउण्ड उत्तेजित, 240 V, 30 KW.		
	4.3	**प्रत्यावर्ती धारा मशीनें**		
112	4.3.1	सामान्य संकेत AC जनित्र		
113	4.3.2	सामान्य संकेत AC मोटर		
	4.4	**प्रत्यावर्ती धारा कम्यूटेटर मशीनें**	**Simplified multiline representation** **Complete multiline representation**	
114	4.4.1	एक फेज, AC श्रेणी मोटर		
115	4.4.2	एक फेज, रिपल्शन मोटर		
116	4.4.3	एक फेज, AC श्रेणी मोटर, डेरी प्रकार		
	4.5	**सिन्क्रोनस मशीनें**		
117	4.5.1	सामान्य संकेत - सिन्क्रोनस जनित्र		

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
118	4.5.2	सामान्य संकेत - सिन्क्रोनस मोटर		
119	4.5.3	तीन फेज स्थायी चुम्बक सिन्क्रोनस जनित्र (GS) या सिन्क्रोनस मोटर (MS)		
120	4.5.4	एक फेज सिन्क्रोनस जनरेटर (GS) एवं सिन्क्रोनस मोटर (MS)	**Simplified multiline representation** **Complete multiline representation** 	
121	4.5.5	तीन फेज, स्टार संयोजित, न्यूट्रल रहित सिन्क्रोनस जनित्र (GS) सिन्क्रोनस मोटर (MS)		
122	4.5.6 **4.6**	तीन फेज स्टार संयोजित न्यूट्रल सहित सिन्क्रोनस जनित्र (GS) या सिन्क्रोनस मोटर (MS) **प्रेरण मोटरें** **नोटः संकेत 4.6.1 से 4.6.9 तक के समूहों में दिखाये गये संकेतों के चालक सामान्य है जो अन्य प्रकार से भी दर्शाये जा सकते है। उदाहरण के लिए संकेत 4.6.6.**		
123	4.6.1	लघु परिपथ रोटर सहित प्रेरण मोटर सामान्य संकेत		
124	4.6.2	कुण्डलित रोटर सहित प्रेरण मोटर सामान्य संकेत		
125	4.6.3	प्रेरण मोटर, एक फेज, गिलहरी पिंजरा		

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
126	4.6.4	एक फेज, गिलहरी पिंजरा जिसकी स्पिलिट फेज की लीड्स बाहरी निकली हुई है, प्रेरण मोटर		
127	4.6.5	तीन फेज के सिरे बाहर निकले हुए तीन फेज गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर	**Simplified multiline representation** **Complete multiline representation** 	
128	4.6.6	प्रत्येक फेज के सिरे बाहर निकले हुए तीन फेज गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर		
129	4.6.7	कुण्डलित रोटर सहित तीन फेज प्रेरण मोटर		
130	4.6.8	रोटर में स्वचालित स्टार्टर सहित तीन फेज स्टार संयोजित प्रेरण मोटर		
131	4.6.9	ब्रुश और न्यूमेरिकल डाटा व टर्मिनल दर्शाता संकेत उदाहरणः कुण्डलित रोटर सहित तीन फेज प्रेरण मोटर 415V, 22 kW, 50 c/s.	 415V 22kW 50c/s	
132	4.7 4.7.1	**तुल्यकालिक परिवर्तक** सामान्य संकेत सिन्क्रोनस कनवर्टर		
133	4.7.2	शन्ट उत्तेजित तीन फेज सिन्क्रोनस कनवर्टर 72		
134	4.7.3	टर्मिनल,ब्रुश और न्यूमेटिकल डाटा दर्शाता संकेत। उदाहरणः तीन फेज शन्ट उत्तेजित उदाहरणः तीन फेज शन्ट उत्तेजित सिन्क्रोनस कनवर्टर 600 V, 1000 kW, 50 c/s.	 415V △ 1000kW 50c/s 600V-  415V △ 1000kW 50c/s 600V-	

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
	5	**ट्रांसफार्मर**		
	5.1	**सामान्य संकेत**		
135	5.1.1	दो पृथक वाइंडिंग सहित ट्रांसफार्मर	 **Simplified multiline representation**	 **Complete multiline representation**
136	5.1.2	दो पृथक वाइंडिंग सहित ट्रांसफार्मर		
137	5.1.3	ऑटो ट्रांसफार्मर		
	5.2	**दो या तीन वाइंडिंग सहित ट्रांसफार्मर**		
138	5.2.1	दो पृथक वाइंडिंग सहित एक फेज ट्रांसफार्मर	 11000V 250kVA 50c/s 4%	 11000V 250kVA 50c/s 4% 415V
139	5.2.4	दो पृथक वाइंडिंग सहित तीन फेज ट्रांसफार्मर संयोजनः स्टार zig-zag.		
140	5.2.5	दो पृथक वाइंडिंग वाला तीन फेज ट्रांसफार्मर संयोजन : डेल्टा 6-फेज फॉर्क		

क्र. स.	BIS कोड नं०	वर्णन	चिह्न	टिप्पणी
141	5.2.6	तीन पृथक वाइंडिंग वाला तीन फेज ट्रांसफार्मर Connection: star, star-delta.		
142	5.2.7	तीन पृथक वाइंडिंग सहित एक फेज ट्रांसफार्मरों का तीन फेज बैंक संयोजनः स्टार, स्टार डेल्टा	**Simplified multiline representation** 	**Complete multiline representation** 
	5.3	**ऑटो ट्रांसफार्मर**		
143	5.3.1	एक फेज, ऑटो ट्रांसफार्मर		
144	5.3.2	तीन फेज ऑटो ट्रांसफार्मर संयोजनः स्टार		
145	5.3.3	लगातार वोल्टेज रेगूलेशन सहित एक फेज ऑटो ट्रांसफार्मर		

D.O.L.स्टार्टर (D.O.L. starter)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **D.O.L. स्टार्टर की संरचना, परिचालन व उपयोग व इसकी विशिष्टतायें का वर्णन करना**
- **मोटर क्षमता अनुसार बैक-अप फ्यूज की क्षमता व आवश्यकता का वर्णन करना।**

D.O.L. स्टार्टर एक ऐसा स्टार्टर है जिसमें एक नो-वोल्ट क्वाइल सहित एक कान्टैक्टर, ऑन व ऑफ बटन और ओवरलोड रिले एक ही आवरण में बन्द होते है।

संरचना व प्रचालन (Construction and operation): एक समान्यतया उपयोग होने वाला डायरेक्ट ऑन लाइन पुश बटन प्रकार का स्टार्टर Fig 1 में दर्शाया गया है। यह एक सरल स्टार्टर है जो सस्ता है और स्थापित करने व देखभाल करने में आसान है।

अभ्यास 3.1.04 के सम्पूर्ण कान्टैक्टर परिपथ जिसका पूर्व में वर्णन किया जा चुका है में ओर D.O.L.स्टार्टर में कोई अन्तर नही है, केवल इतना अन्तर है कि D.O.L.स्टार्टर एक धातु या PVC के आवरण में बध्द होता है, अधिकतर स्थितियों में D.O.L. स्टार्टर की नो-वोल्ट क्वाइल 415V के लिए निर्धारित होती है और Fig 1 के अनुसार दो फेजों के पार्श्व में संयोजित होती है। आगे ओवर लोड रिले ICTP स्विच व कॉन्टैक्टर के बीच स्थित होती है या कॉन्टैक्टर व मोटर के बीच जैसा Fig 1 में दर्शाया गया है, यह स्टार्टर के डिजाईन पर निर्भर करता है। प्रशिक्षणार्थियों को सलाह दी जाती है कि अभ्यास 3.1.04 में किये गये वर्णन अनुसार जो एक कान्टैक्टर परिपथ है का अध्ययन करके स्वयं D.O.L. स्टार्टर की कार्यप्रणाली लिखें।

D.O.L. स्टार्टर की विशिष्टतायें (Specification of D.O.L. starters): विशिष्टतायें देते समय निम्नलिखित डाटा देने है।

D.O.L. स्टार्टर

फेज - एक फेज या तीन फेज

वोल्टेज 240 या 415V.

धारा क्षमता 10, 16, 32, 40, 63, 125 or 300 amps.

नो वोल्ट क्वाइल वोल्टेज क्षमता AC या DC 12, 24, 36, 48, 110, 230/250, 360, 380 or 400/440 volts.

मैन कांटेक्ट की संख्या 2, 3 या 4 जो सामान्य खुले है।

एग्लीलरी कांटेक्ट की संख्या 2 या 3. 1 NC + 1 NO or 2 NC + 1 NO क्रमशः

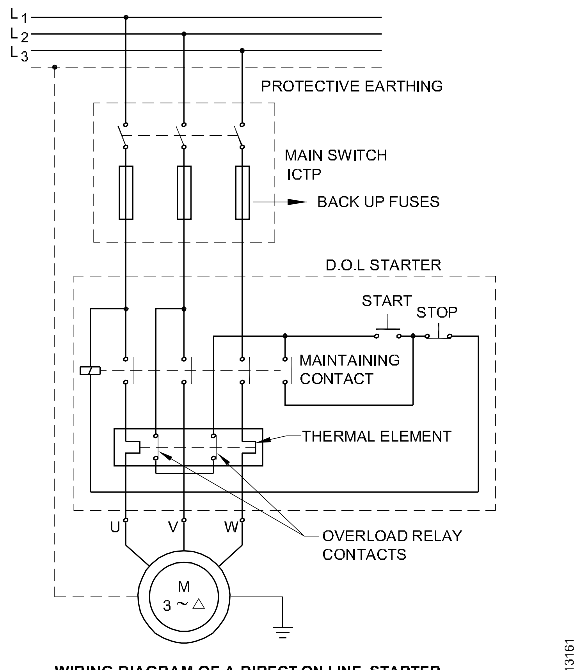
पुश-बटन - एक ऑन और एक ऑफ बटन

ओवरल लोड सैटिंग– एम्पियर-टू-एम्पियर। आवरण- धातु चादर या PVC

अनुप्रयोग (Applications): एक D.O.L. स्टार्टर युक्त प्रेरण मोटर में स्टार्टिंग करंट फुल लोड करंट का 6 से 7 गुणा होता है। इसलिए यह अनुशंसा की जाती है कि D.O.L. स्टार्टर को केवल 3 HP गिलहरी पिंजरा मोटरों व 1.5 kW दोहरी पिंजरा रोटर वाली मोटरों तक उपयोग करें।

बैक-अप फ्यूज की आवश्यकता (Necessity of back-up fuses): मोटर स्टार्टरों को कभी भी बैक-अप फ्यूज के बिना उपयोग नहीं करना चाहिए। संवेदी थर्मल रिले की यन्त्रावली का डिजाइन व अंशाकन केवलओवरलोड से बचने के लिए प्रभाविक सुरक्षा के लिए किया जाता है। जब अचानक मोटर सर्किट में शॉर्ट सर्किट होता है, तो ओवरलोड रिले, अपनी आन्तरिक परिचालन यन्त्रावली के कारण, परिपथ खोलने में परिचालन में अधिक समय लेती है। शॉर्ट सर्किट के कारण बहुत अधिक करंट प्रवाहित होने पर ये रिले मोटर व स्टार्टर को हानि पहुँचाने के लिए पर्याप्त होंगे। त्वरित क्रिया, उच्च विदारण (high-rupturing) क्षमता वाले फ्यूजों से इसे रोका जा सकता है, जब ये मोटर सर्किट उपयोग में लाये जाते है तो ये शीघ्रता से परिचालित होते है और सर्किट को खोल देते है। अतः लघु परिपथ से बचने के लिए मोटर स्टार्टर व थर्मल ओवर लोड रिले की सुरक्षा व स्थापना के लिए H.R.C. डायज्ड (DZ) प्रकार के फ्यूजों की अनुशंसा की जाती है। शॉर्ट सर्किट होने पर, बैकअप फ्यूज पिघल जाते है और शीघ्रता से परिपथ को खोल देता है। विभिन्न क्षमता वाले मोटरों के लिए फ्यूज क्षमता दर्शाने के वाली एक सन्दर्भ सारणी दी गई है।

Fig 1



WIRING DIAGRAM OF A DIRECT ON-LINE STARTER WITH PROTECTIVE DEVICES

यह अनुशंसा की जाती है कि यथा संभव अर्द्ध-बद्ध, रिवायेरेबल टिन किये हुए ताँबे के फ्यूजों का उपयोग न किया जायें।

दी गई सारणी मे पूर्ण लोड करंट एक फेज कैपेसिटर स्टार्ट मोटरों में और तीन फेज गिलहरी पिंजरा प्रकार प्रेरण मोटरों में लागू होता है। जो पूर्ण लोड, औसत शक्ति गुणक व दक्षता पर लागू है। मोटरों की गति 750 r.p.m. से कम नही होनी चाहिए।

63 A तक के फ्यूज DZ प्रकार के हैं 100 A या इससे अधिक के लिए उपयोग होने वाले फ्यूज IS प्रकार फ्यूज होते है। (HM प्रकार)

मोटर सुरक्षा के लिए रिले की रेंज व बैक-अप फ्यूज का टेबल

Sl. No.	Motor ratings 240V 1-phase			Motor ratings 415V 3-phase			Relay range A	Nominal back-up fuse recommended
	hp	kW	Full load current	hp	kW	Full load current	a	c
1				0.05	0.04	0.175	0.15 - 0.5	1A
2	0.05	0.04		0.1	0.075	0.28	0.25 - 0.4	2A
3				0.25	0.19	0.70	0.6 - 1.0	6A
4	0.125	0.11		0.50	0.37	1.2	1.0 - 1.6	6A
5	0.5	0.18	2.0	1.0	0.75	1.8	1.5 - 2.5	6A
6	0.5	0.4	3.6	1.5	1.1	2.6	2.5 - 4.0	10A
7				2.0	1.5	3.5	2.5 - 4.0	15A
8	0.75	0.55		2.5	1.8	4.8	4.0 - 6.5	15A
9				3.0	2.2	5.0	4.0 - 6.5	15A
10	1.0	0.75	7.5	5.0	3.7	7.5	6.0 - 10	20A
11	2.0	1.5	9.5	7.5	5.5	11.0	9.0 - 14.0	25A
12	3.0	2.25	14	10.0	7.5	14	10.0 - 16.0	35A

AC 3-फेज प्रेरण मोटर में अंकीय प्रश्न (Numerical problems in AC 3-phase induction motors)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **तीन फेज प्रेरण मोटर में अंकीय प्रश्न हल करना ।**

अधिकांश अवसरों पर, एक इलैक्ट्रिशयन से कहा जाता है कि प्रस्तावित मशीन की स्थापना से पूर्व कार्यशाला मेंवायरिंग अधिष्ठापन करनी है। इस कार्य से सम्बन्धित केवल विद्युत मोटर की अश्वशक्ति व वोल्टेज क्षमता की जानकारी उपलब्ध होती है।

वायरिंग की योजना बनाते समय, मोटर की पूर्ण लोड धारा पर आधारित केबल के साइज में चयन करना आवश्यक है, इसे तब ज्ञात किया जा सकता है, जब पर्याप्त आंकडे उपलब्ध हो। जब अन्य आंकड़े उपलब्धहो तो नीचे दिए गए उदाहरण द्वारापूर्ण धारा ज्ञात करने की विधि बताई गई है या इसके विलोमतः।

जैसे देखिए

मोटर का निर्गत मैट्रिक अश्व शक्ति में दिया गया है।

मोटर की निर्गत = मैट्रिक HP x 735.6 वाट

मोटर की निविष्ट = $E_L I_L \cos\theta$ वाट

जहाँ E_L लाइन वोल्टेज

I_L लाइन करंट है और

$\cos\theta$ शक्ति गुणक है।

निविष्ट = निर्गत + हानियाँ

= निर्गत + ताँबा हानि + लौह हानि + यान्त्रिक हानियाँ जैसे वायु घर्षण व घर्षण हानियाँ

$$\text{Efficiency of the motor} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100$$

$$= \frac{\text{Metric horsepower } \times 735.5}{\sqrt{3} E_L I_L \cos\theta}$$

उदाहरण 1

एक 3-फेज, 6000 volts, स्टार संयोजित प्रेरण मोटर 200 HP (मैट्रिक) शक्ति विकसित करती है। यदि मोटर की दक्षता 85% व शक्ति गुणक 0.8 हो तो पूर्ण लोड पर प्रति फेज धारा की गणना कीजिए।

$$\text{इनपुट} = \frac{\text{Output x 100}}{\text{Efficiency}}$$

$$= E_L I_L \cos\theta$$

$$\text{लाइन करंट } I_L = \frac{\text{Output x 100}}{\text{Efficiency x } E_L \cos\theta}$$

$$= \frac{200 \times 735.6 \times 100}{\frac{85}{100} \times \sqrt{3} \times 6000 \times 0.8}$$

= 2081.9 A.

चूंकि स्टार में लाइन करंट फेज करंट के बराबर होता है इसलिए पूर्ण लोड करंट- 20.9 amps.

उदाहरण *2*

एक 3-फेज प्रेरण मोटर 400V 50 HZ प्रदाय से 100 एम्पियर करंट ले रही है। यदि मोटर का निर्गत 70 HP (मैट्रिक) व दक्षता 90% हो तो शक्ति गुणक ज्ञात करें।

$$\text{इनपुट} = \frac{\text{Output}}{\text{Efficiency}}$$

$$\sqrt{3}\, E_L I_L \cos\theta = \frac{70 \times 735.6}{\frac{90}{100}}$$

$$\cos\theta = \frac{70 \times 735.6 \times 100}{90 \times \sqrt{3} \times 400 \times 100}$$

शक्ति गुणक = 0.82.

उदाहरण 3

एक 3-phase, 400V, 50 HZ, डेल्टा संयोजित प्रेरण मोटर लाइन से 0.85 शक्ति गुणक पर 150 एम्पियर करंट ले रही है और 100 (मैट्रिक) HP का निर्गत दे रही है। दक्षता की गणना करें।

$$\%\ \text{दक्षता} = \frac{\text{Output x 100}}{\text{Input}}$$

$$= \frac{100 \times 735.6 \times 100}{\sqrt{3} \times 400 \times 150 \times 0.85}$$

= 83.3 %

उदाहरण 4

एक 3-फेज, 400 V, प्रेरण मोटर 0.9 शक्ति गुणक पर 30 एम्पियर का लाइन करंट ले रही है। मोटर की दक्षता 80% है। मैट्रिक अश्व शक्ति में निर्गत की गणना करें।

वाट में निर्गत = निविष्ट x दक्षता

$$= \frac{400 \times 30 \times 0.9 \times 80}{100}$$

$$\text{मैट्रिक HP में निर्गत} = \frac{\text{Output in watts}}{735.6}$$

$$= \frac{\sqrt{3} \times 400 \times 30 \times 0.9 \times 80}{100 \times 735.6}$$

= 20.3 HP.

मोटर के लिए जॉगिंग (इंचिंग) नियंत्रण परिपथ (Jogging (inching) control circuits for motors)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **जागिंग/इंचिंग नियन्त्रण प्रक्रिया को परिभाषित करना**
- **जागिंग/इंचिंग नियन्त्रण के उद्देश्य का वर्णन करना**
- **सलैक्टर स्विच का उपयोग करते हुए जागिंग नियन्त्रण के परिचालन का वर्णन करना**
- **पुश बटन स्टेशन का उपयोग करते हुए जागिंग परिचालन का वर्णन करना**
- **कन्ट्रोल रिले का उपयोग करते हुए जागिंग परिचालन का वर्णन करना।**

जागिंग (इंचिंग) (Jogging) (inching): कुछ औद्योगिक कार्यों में मशीन के घूमने वाले भाग को थोडा थोड़ा चलाना पड़ता है। इसे जिस नियन्त्रण प्रणाली से किया जाता है उसे जागिंग या इचिंग कहते है। मोटर को विरामअवस्था से बार बार चलाने के लिए परिपथ क्लोज्ड करने को जागिंग के रूप में परिभाषित किया जाता है। इसके द्वारा मशीन को थोडा थोडा चलाया जाता है। जॉग पुश बटन को दबाने से चुम्बकीय स्टार्टर ऊर्जित हो जाता है और मोटर चलने लगती है; जब जॉग पुश बटन को छोड़ा जाता है तो मोटर रूक जाती है।

जब जागिंग सर्किट का उपयोग किया जाता है तो मोटर को तब तक ऊर्जित रखा जा सकता है जब तक कि जॉग बटन को दबा कर रखा जाये। इसका अर्थ है ऑपरेटर का मोटर ड्राइव पर क्षणिक नियन्त्रण होता है।

जागिंग/इंचिंग नियंत्रण का उद्देश्य (Purpose of jogging/inching controls): सामान्यतः जागिंग (इंचिंग) नियन्त्रण से निम्नलिखित मशीनों में उनके सामने दर्शायी गई परिचालन सुविधा के लिए उपयोग किया जाता है।

- खराद मशीन नियन्त्रण- जॉब की trueness जाँचने के लिए और आरम्भ में टूल की सैटिंग के लिए।
- मीलिंग मशीन का नियंत्रण - आरम्भन सेटिंग में कटर की कान्सेट्रिक चाल को चैक करने में और कटर के फीड की गहराई के लिए अंशाकित कालर को सैट करने के लिए ।
- ग्राइंडिंग मशीन नियंत्रण- व्हील की उचित माउन्टिंग की जाँच करने के लिए।
- पेपर कटिंग मशीन - कट को समायोजित करने के लिए।

उपरोक्त के अतिरिक्त, इंच कंट्रोल का उपयोग क्रेन में, hoists और कनवेयर (conveyor) बेल्ट की यंत्रावली में प्रमुख रूप से किया जाता है । ताकि थोडा-थोडा विस्थापन चलित मशीनरी में उर्ध्वाधर या क्षैतिज रूप में किया जा सके।

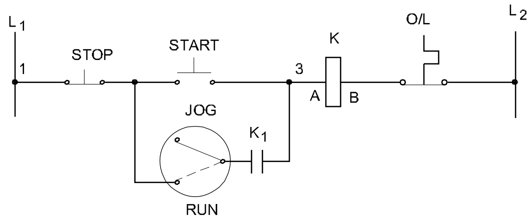
जागिंग निम्नलिखित विधियों द्वारा पूरी की जा सकती है।

- सलैक्टर स्विच
- पुश बटन
- जॉग रिले सहित पुश बटन

सेलेक्टर स्विच के उपयोग से जागिंग नियन्त्रण (Jogging control using a selector switch): सेलेक्टर स्विच का उपयोग करते हुए, स्टार्ट बटन का उपयोग, इसके स्टार्टिंग पुश बटन कार्य के साथ साथ जागिंग पुश बटन के रूप में भी किया जा सकता है। कॉन्टैक्टर के होल्डिंग सम्पर्क जो स्टार्ट बटन के समानांतर में होते है, को विच्छेदित कर दिया जाता है और सलैक्टर स्विच को जॉग स्थिति में रखा जाता है जो कि Fig 1 में परिपथ में दर्शाया गया है और Fig 2 में इसका पैनल लेआउट दर्शाया गया है।

मोटर को जागिंग/इंचिंग स्टार्ट बटन द्वारा स्टार्ट व स्टाप किया जा सकता है। जब तक स्टार्ट बटन दबा रहेगा तब तक मोटर परिचालित रहेगी।

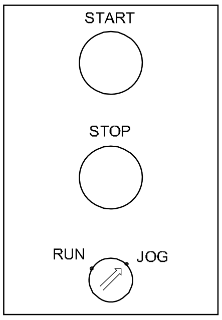
Fig 1



CONTROL CIRCUITS WITH JOG-RUN SELECTOR SWITCH.

ELN3313171

Fig 2

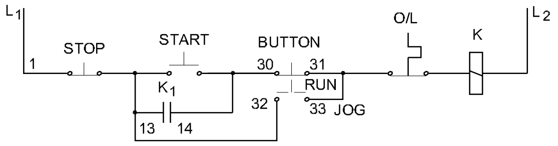


A PANEL OF A STATION IN WHICH THE START BUTTON CAN BE USED FOR INCHING OR JOGGING.

ELN3313172

पुश-बटन के उपयोग से जागिंग (Jogging control using a push-button): Fig 3 में एक D.O.L. स्टार्टर का कन्ट्रोल सर्किट दर्शाया गया है जो स्टार्ट -स्टॉप पुश बटन स्टेशन से जुड़ा हुआ है। जब ऑन पुश-बटन को दबाया जाता है, कुण्डली K ऊर्जित हो जाती है क्योंकि सामान्यतया बन्द जाग बटन के सम्पर्क 30 & 31 द्वारा नो वोल्ट क्वाइल सर्किट पूर्ण हो जाता है। इसलिए मुख्य कान्टैक्टर के ऑन होने पर मोटर चलने लगती है। सेल्फ-होल्डिंग एग्जीलरी सम्पर्क K_1 टर्मिनल 13 व 14 के बीच क्लोज्ड हो जाता है और ऑन बटन को छोड़ने के बाद भी नो-वोल्ट क्वाइल सर्किट कार्य करता रहता है। जैसे ही जॉग पुश बटन को दबाया जाता है, क्षणिक रूप में नो- वोल्ट क्वाईल सर्किट खुल जाता है, कॉन्टैक्टर ऊर्जा विहित हो जाता है और यदि मोटर चल रही हो तो रूक जाती है। तब जॉग बटन नीचे वाले सम्पर्क 32 & 33 को क्लोज करते है तब नो-वोल्ट क्वाईल परिपथ क्लोज हो जाते है और मोटर तब तक चलने लगती है जब तक जॉग-बटन को दबाये रखा जाता है। बार बार जॉग-बटन को दबाने या छोडने से मोटर स्टार्टर होती है और रूकती है जिसके कारण चलित मशीनरी आवश्यक दिशा में इंच-इंच आगे बढती है। दूसरी तरह स्टार्ट बटन को दबाने पर मोटर सामान्य रूप में चलती है।

Fig 3



CONTROL CIRCUIT WITH JOG PUSH-BUTTON

ELN3313173

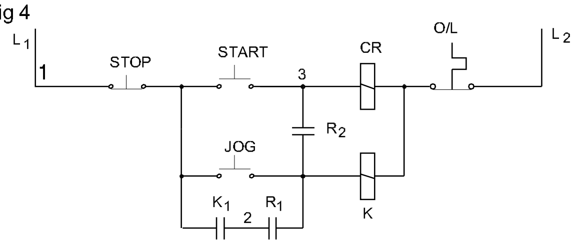
रिले के उपयोग से जागिंग नियंत्रण (Jogging control using a relay): Fig 4 में D.O.L. स्टार्टर का नियंत्रण परिपथ दिखाया गया है जो अन्य उपयोगी पुर्जो के साथ कंट्रोल रिले से जुड़ा है। जब स्टार्ट बटन को दबाया जाता है तो कन्ट्रोल रिले की क्वाइल CR ऊर्जित हो जाती है और

कॉन्टैक्टर R_1 और R_2 क्लोज हो जाते है। इस प्रकार थोड़े समय के लिए रिले के R_2 सम्पर्क द्वारा नो वोल्ट क्वाईल `K' का सर्किट पूर्ण हो जाता है इसके फलस्वरूप नो वोल्ट क्वाईल रिले K का K_1 एग्लीलरी सम्पर्क स्वतः होल्ड हो जाता है और मोटर लगातार चलती रहती है जबकि स्टार्ट बटन से दबाव हटा लिया जाये।

जब मोटर नही चल रही होती है तब यदि जॉग बटन दबा दिया जाये तो नो-वोल्ट क्वाइल K का सर्किट पूर्ण हो जाता है और मोटर तब तक चलती रहती है जब तक कि जॉग बटन को दबाये रखा जाये क्योंकि होल्डिंग सर्किट R_1 के द्वारा पूर्ण नही होता और कंट्रोल रिले (CR) के ऊर्जित न होने से स्टार्टर क्वाइल सर्किट पूर्ण नही होता है।

एक 3-फेज, मोटर के लिए D.O.L. स्टार्टर जिसमें रिले द्वारा जॉग कन्ट्रोल होता है, में चार नारमली ओपन कॉन्टैक्ट (3 मुख्य व 1 एग्लीलरी) की आवश्यकता होती है और कंट्रोल रिले में दो नारमली ओपन कॉन्टैक्ट होने चाहिए जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

Fig 4



LINE DIAGRAMS USING CONTROL RELAYS IN TYPICAL INSTALLATIONS

रोटरी प्रकार के स्विच (Rotary type switches)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **रोटरी प्रकार के स्विचों की विशिष्टताओं की व्याख्या जैसे वोल्टेज क्षमता, धारा क्षमता, पोल, कार्य, स्थिति, आरोहण के प्रकार, हैण्डल का प्रकार, प्रति घण्टा परिचालन संख्या और विशेष आवश्यकता**
- **मोटर की संयोजन आरेख के साथ रोटरी स्विचों के schematic आरेख का वर्णन जिसमें तीन पोल स्विच को ऑन/ऑफ करना, फारवर्ड, स्टॉप व तीन पोल स्विच को रिवर्स करना, स्टार डेल्टा स्विच और पोल परिवर्ती स्विच हैं।**

रोटरी स्विचों का उपयोग लेथ, मिलिंग मशीनों में सामान्यतया अधिक किया जाता है क्योंकि इनकी स्थिति स्पष्ट दिखाई देता है और ये परिचालन में सरल है। ये स्विच लीवर या नॉब द्वारा परिचालित होते है जो आन्तरिक कैम को घुमाते है जिसके द्वारा ब्लॉक के अन्दर विभिन्न टर्मिनल क्रम से सम्पर्क करते है। ये कैम या ब्लॉक कठोर P.V.C. से बने होते है और इस प्रकार डिजाईन किये हुए होते है जो बहुत अधिक परिचालन को सह सकते है। कई प्रकार की कैम और सम्पर्क ब्लॉकों से कई प्रकार के मिश्रित सर्किट बनाये जा सकते है। चूंकि सम्पर्क ब्लॉक, टर्मिनल और कैम स्प्रिंग से भारित होते है, इसलिए इन स्विचों की मरम्मत के लिए अनुभव हीन व्यक्तियों द्वारा इन्हें नही खोलना चाहिए।

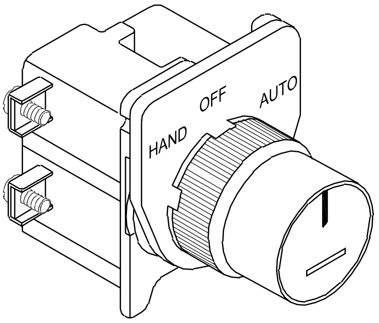
निम्नानुसार इन रोटरी स्विचों को वर्गीकृत किया जाता है

- पोल
- फंक्शन
- पोजीशन
- आरोहण प्रकार
- हैण्डल का डिजाईन और
- परिचालन की आवृत्ति

पोल (Poles): स्वतंत्र सम्पर्क टर्मिनल व परिचालन की संख्या के अनुसार ये 2-पोल (एक फेज सन्दर्भ Fig 1) और 3-पोल (3-फेज, सन्दर्भ Fig 2) स्विच होते है।

कार्य (Function): कैम और कॉन्टैक्ट ब्लॉक के संयोजन पर निर्भर करते हुए रोटरी स्विच अनेक कार्य कर सकती है। इनके अनुसार ये निम्न प्रकार का सूत्र हो सकती है।

Fig 1

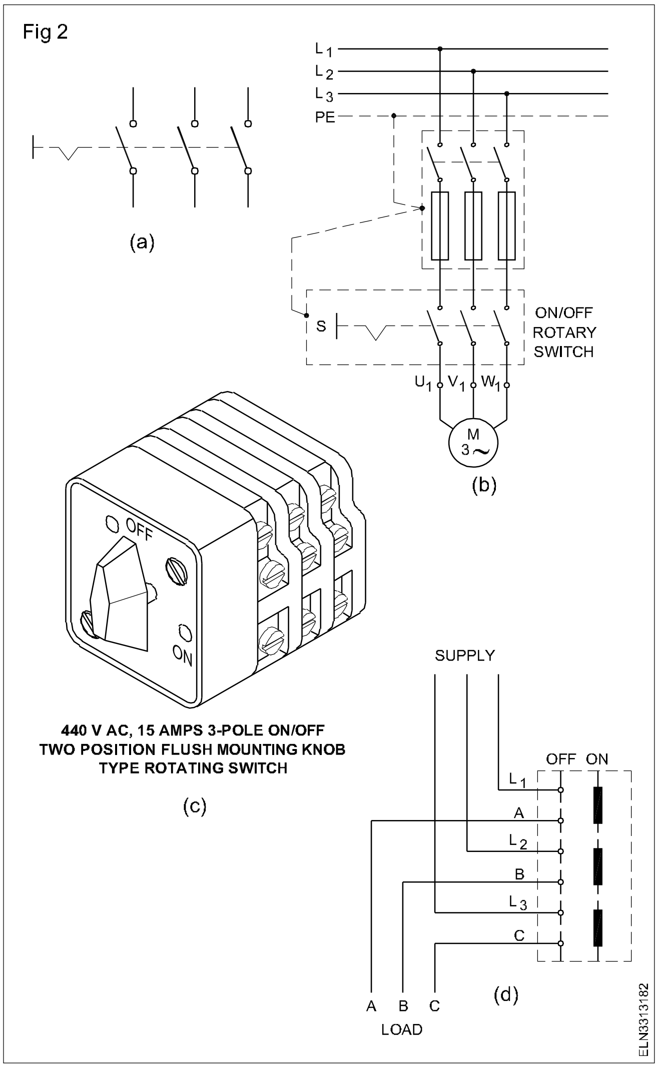


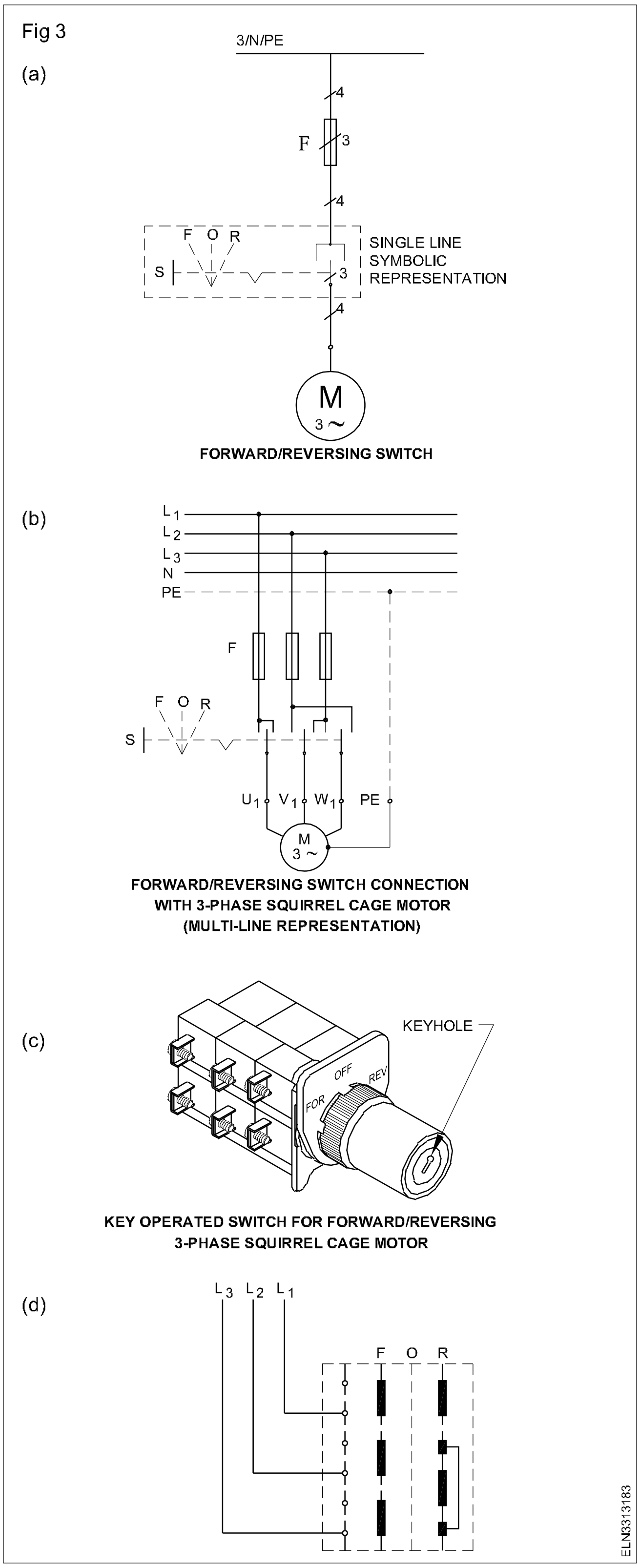
250 V AC 15 AMPS 2-POLE THREE POSITION FLUSH MOUNTING COIN-SLOT OPERATOR

- ON/OFF स्विच (Fig 2)
- मैनुअली फारवर्ड/रिवर्सिंग स्विच (Fig 3)
- मैनुअल स्टार-डेल्टा स्विच (Fig 4)
- गति नियंत्रण के लिए पोल पविर्तीत स्विच (Fig 5)

उपरोक्त वोल्टमीटर/एमीटर सैलेक्टर के अतिरिक्त, 4-स्थिति वातानुकुलित स्विच भी उपलब्ध है।

स्थिति (Position): रोटरी प्रकार के सेलैक्टर स्विच दो (Fig 2) तीन (Figs 1, 3 and 4) और चार स्थितियों में उपलब्ध है। ये (क्षणिक) स्प्रिंग रिटर्न व बनाए रखे हुए कंट्रोल ऑपरेशन उपलब्ध कराते है। दो स्थिति व तीन स्थिति स्विच या तो बने रहते है या स्प्रिंग रिटर्न प्रकार की हो सकती है जबकि चार स्थिति वाले स्विच सभी चारों अवस्थाओं में बने रहते है।





आरोहण प्रकार (Mounting type): निम्नलिखित आरोहरण प्रकार मे से हम किसी एक को आवश्यकता अनुसार चुन सकते है।

- सतही आरोहण प्रकार (Surface mounting type)
- फ्लश आरोहण प्रकार (Flush mounting type) (Fig 1)
- बॉक्स आरोहण प्रकार (Box mounting type) (Fig 4)

हैण्डल का डिजाइन (Handle design): परिचालन प्रकृति के अनुसार इसे निम्नलिखित द्वारा किया जा सकता है

- नॉब (Fig 2c)
- लीवर (Fig 5d)
- सिक्के का खांचा (Fig 1)
- चाबी परिचालन (Fig 3c)

परिचालन आवृत्ति (Frequency of operation): इन स्विचों का प्रति घण्टा प्रचालन की संख्या को B.I.S. 10118 (Part II) 1982 में निर्दिष्ट किया गया है। नीचे दी गई जानकारी को B.I.S. के सन्दर्भ से लिया गया है।

क्र. सं.	विवरण	प्रति घण्टा प्रचालन
1	ऑन-ऑफ और सैलेक्टर पद्धति	150 बार तक
2	पोल परिवर्ती स्विच	150 बार तक
3	मैनुअल स्टार-डेल्टा स्विच	30 बार तक
4	गति नियंत्रण स्विच	150 बार तक

विशिष्टताएं (Specification): बाजार से उपलब्ध करने के लिए रोटरी स्विच की विशिष्टताएं निम्नलिखित सूचना देती है।

- कार्यकारी वोल्टता और प्रचालन का प्रकार - AC अथवा DC
- लोड धारा
- पोल
- फंक्शन
- ऑपरेशन की स्थिति
- आरोहण का प्रकार
- वांछित हैण्डल का प्रकार
- प्रचालन की आवृत्ति
- स्वीकार्य अधिकतम माप
- आवरण का प्रकार

रोटरी स्विचों का schematic आरेख (Schematic diagram of rotary switches)

ऑन/ऑफ स्विच (ON/OFF switch): ये स्विच 3-फेज गिलहरी पिंजरा मोटर को डायरेक्ट स्टार्ट करने के लिए उपयोग किये जाते है, जिसे Fig 2a में संकेतात्मक रूप में दर्शाया गया है। Fig 2b और Fig 2c में पूर्ण संयोजन आरेखा दिखाया गया है। इन चित्रों में इस प्रकार के स्विच का सामान्य प्रदर्शित आकार है, के साथ नॉब प्रकार हैण्डल है जो एक आरोहरण प्रकार की काय के साथ है।

Fig 2d में ऑन/आफ स्विच को निर्माता के सूची पत्र (catalogue) के अनुसार दर्शाया गया है।

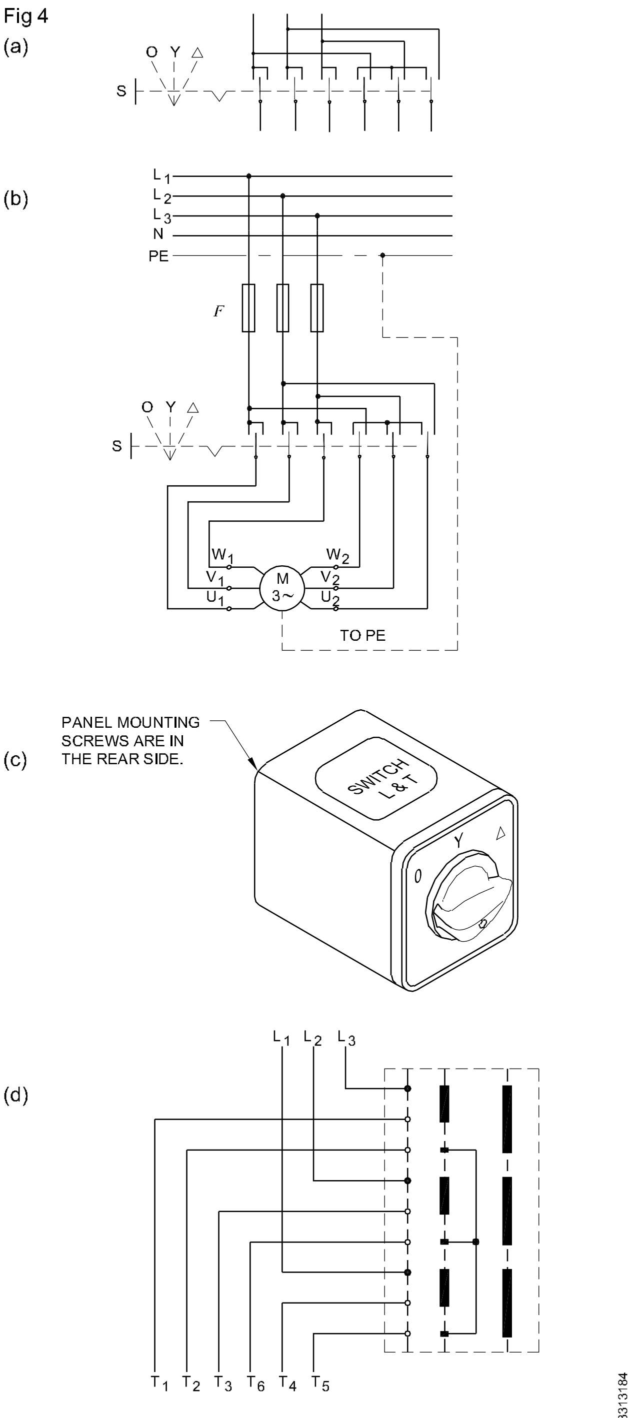
मैनुअल फारवर्ड/रिवर्सिंग स्विच (Manual forward/reversing switch): ये स्विच गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर को सीधी व ऊल्टी दिशा में चलाने के परिचालन में उपयोग किये जाते है। Fig 3a में इसे लाक्षणिक संकेत रूप में प्रदर्शित किया गया है। Fig 3b और Fig 3c में इस प्रकार के स्विच का समान्य रूप दिखाया गया है जो कि चाबी द्वारा परिचालित प्रकार का स्विच है, यह बॉक्स प्रकार आरोहण द्वारा आवेशित है।

Fig 3d निर्माता को केटेलॉग प्रदर्शन है जिसमें फारवर्ड/रिवर्सिंग रोटरी प्रकार का स्विच है।

मैनुअल स्टार डेल्टा स्टार्टर स्विच (Manual star-delta starter switch): इन स्विचों का उपयोग 3-फेज गिलहरी पिंजरा मोटर को स्टार में आरम्भ करने व डेल्टा स्थिति में चालू रखने के लिए किया जाता है।

Fig 4a में स्टार डेल्टा मैनुअल स्विच का लाक्षणिक संकेत दर्शाया गया है। Fig 4b में 3-फेज प्रेरण मोटर का सम्पूर्ण संयोजन आरेख दर्शाया गया है और Fig 4c मे इस प्रकार के स्टार्टर स्विच का सामान्य रूप दिखाया गया है जो कि एक बॉक्स प्रकार की काय में नॉब द्वारा परिचालित है। Fig 4d में निर्माता के सूची पत्र द्वारा प्रदर्शित मैनुअल स्टार-डेल्टा रोटरी स्विच को दिखाया गया है।

Fig 4



STAR-DELTA ROTATING SWITCH TERMINAL REPRESENTATION

ध्रुव-परिवर्तित रोटरी स्विच (Pole-changing rotary switch): इस का उपयोग तीन फेज गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर की गति बदलने के लिए किया जाता है। इसमें गति का परिवर्तन एक गति से दूसरी गति मे करने के लिए या तो दो पृथक वाइंडिंग या श्रेणी में जुड़ी छः वाइन्डिंग की सहायता से किया जाता है। इन वाइन्डिंग मे श्रेणी डेल्टा (निम्न चाल) या समानांतर स्टार (उच्च चाल) के लिए प्रबन्ध किया हुआ होता है। (Fig 5)

Fig 5

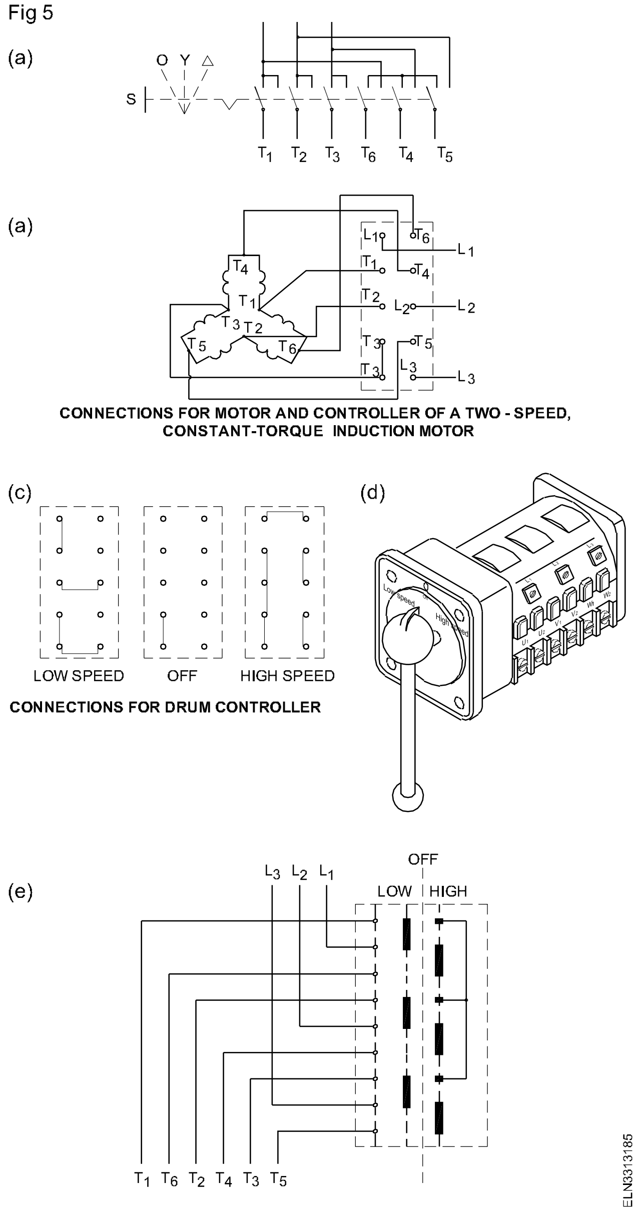


Fig 5a में ध्रुव परिवर्तित रोटरी स्विच का लाक्षणिक प्रदर्शन है। Figs 5b और 5c मोटर संयोजन के साथ ध्रुव परिवर्तन स्विच का सम्पूर्ण आरेख दिखाया गया है और Fig 5d में इस प्रकार के स्विच का लीवर के साथ परिचालन का सामान्य प्रदर्शन दिखाया गया है।

Fig 5e में निर्माता केटेलॉग का प्रदर्शन दिखाया गया है जिसमें पोल परिवर्ती रोटरी स्विच को Figs 5a,b और c में दिखाया गया है।

हस्त-प्रचालित स्टार-डेल्टा स्टार्टर (Manual star-delta starter)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **3-फेज गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर के लिए स्टार डेल्टा स्टार्टर की आवश्यकता बताना**
- **स्टार डेल्टा स्विच व स्टार्टर की संरचना, संयोजन व कार्य प्रणाली का वर्णन करना**
- **मोटर सर्किट में फ्यूज की बैक-अप क्षमता की विशिष्टता बताना।**

3-फेज गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर के लिए स्टार डेल्टा स्टार्टर की आवश्यकता (Necessity of star-delta starter for 3-phase squirrel cage motor): यदि 3-फेज गिलहरी पिंजरा मोटर को सीधा स्टार्ट किया जाये तो यह कुछ सैकिण्ड तक अपनी पूर्णलोड धारा से 5-6 गुणा अधिक करंट लेती है और जब मोटर अपनी सामान्य मान की गति प्राप्त कर लेती है तब धारा सामान्य मान तक कम हो जाती है। चूंकि मोटर की संरचना रूक्ष (rugged) प्रकार की होती है और आरम्भन धारा कुछ सैकण्ड तक रहती है, इसलिए इस उच्च धारा के कारण गिलहरी पिंजरा मोटर क्षतिग्रस्त नही होती।

फिर भी उच्च क्षमता की मोटरों में प्रारम्भिक धारा पावर लाइन में बहूत अधिक उतार-चढाव उत्पन्न करगी और अन्य लोड में विघन (disturb) पैदा करेगी। दूसरी और पावर लाइन से जुड़ी गिलहरी पिंजरा मोटरों को एक साथ स्टार्ट किया जाये तो ये पावर लाइन, ट्रांसफार्मर और यहाँ तक कि आल्टरनाटरों को भी क्षणिक रूप में ओवर लोड कर देगी।

इन कारणों की वजह से गिलहरी पिंजरा मोटर को स्टार्ट करते समय प्रदाय वोल्टेज को कम करने की आवश्यकता होती है और मोटर जब अपनी गति प्राप्त कर लेती है तब सामान्य वोल्टेज देनी पड़ती है।

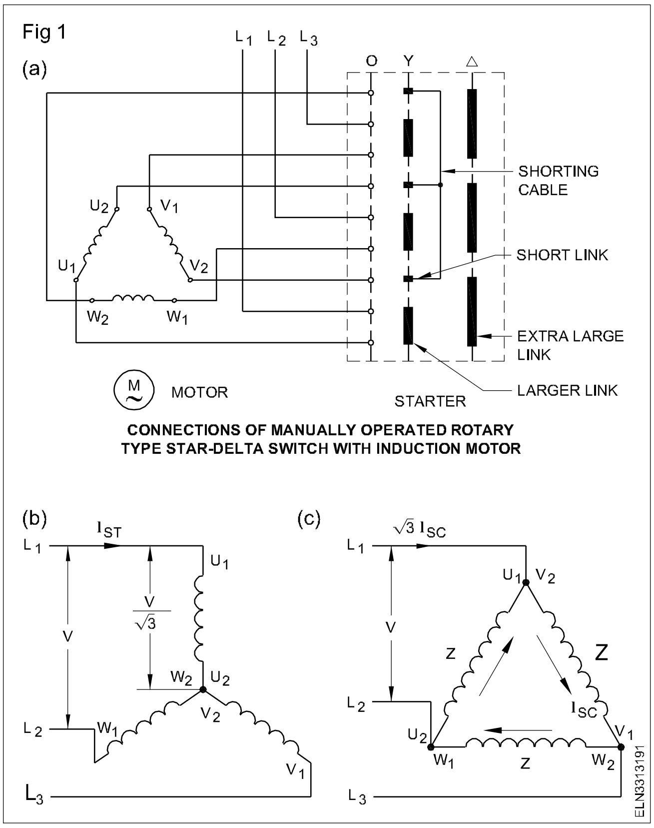
प्रारम्भन के समय गिलहरी पिंजरा मोटरों मे प्रदाय वोल्टेज कम करने के लिए निम्नलिखित विधियाँ है।

- स्टार डेल्टा स्विच व स्टार्टर
- ऑटो ट्रांसफार्मर स्टार्टर
- स्टैप डाउन ट्रांसफार्मर स्टार्टर

स्टार-डेल्टा स्विच (star-delta starter): स्टार डेल्टा स्विच एक कैम स्विच की सरल व्यवस्था है जिसमें कोई अतिरिक्त सुरक्षात्मक युक्ति जैसे ओवरलोड याअण्डर वोल्टेज रिले नहीं होती, केवल फ्यूज परिपथ में फ्यूज सुरक्षा होती है। जबकि स्टार डेल्टा स्टार्टर मे फ्यूज सुरक्षा के अतिरिक्त ओवरलोड रिले और अण्डर वोल्टेज सुरक्षा होती है। स्टार डेल्टा स्टार्टर/स्विच में आरम्भन के समय गिलहरी पिंजरा मोटर में संयोजित होती है जिससे केज वोल्टेज लाइन वोल्टेज से $1/\sqrt{3}$ गुणा कम हो जाती है, और जब मोटर अपनी गति पकड़ती है, तो वाइंडिंग डेल्टा में जुड़ जाती है। स्टार डेल्टा स्टार्टर/स्विच को 3-फेज गिलहरी पिंजरा मोटर से संयोजित करने के लिए तीन केज वाइंडिंग के सभी छः टर्मिनल उपलब्ध होने चाहिए।

जैसा कि Fig 1a, में दर्शाया गया है स्टार डेल्टा स्विच संयोजन गिलहरी पिंजरा मोटर की 3 वाइंडिंग को स्टार में और फिर डेल्टा में संयोजित करने में सक्षम है। स्टार स्थिति में लाइन प्रदाय L_1, L_2 और L_3 वाइन्डिंग के शुरू के सिरों क्रमशः U_1, W_1 और V_1 के साथ बड़े लिंक के साथ जुड़ते है। लघु लिंक जैसे V_2 U_2 और W_2 से जुड़े है जो लघु पथित केबल से लघुपथित shorted होते है और स्टार बिन्दू बनाते हैं। यह संयोजन schematic आरेख (Fig 1b) में दर्शाये गये है।

जब स्विच हैण्डल को डेल्टा स्थिति में बदला जाता है तब लाइन प्रदाय L_1, L_2 और L_3 क्रमशः U_1 V_2, W_1 U_2 और V_1 W_2 टर्मिनलों से संयोजित होती है जो अतिरिक्त बडे लिंक से डेल्टा संयोजन बनाते है। (Fig 1c)

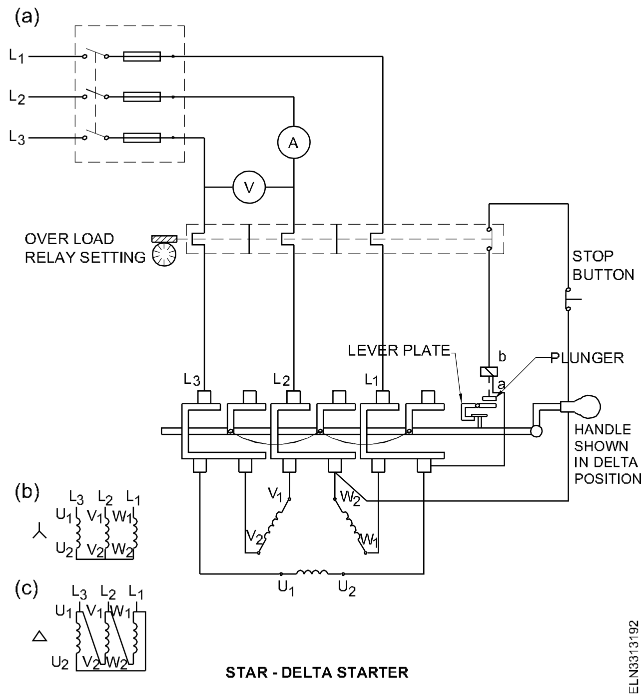


हस्त-प्रचालित स्टार-डेल्टा स्टार्टर (Manual star-delta starter): Fig 2 में एक परम्परागत मैनुअल स्टार डेल्टा स्टार्टर दिखाया गया है जैसा कि इन्सुलेटिड हैण्डल स्प्रिंग द्वारा भारित है, यह जब तक नो वोल्ट क्वाइल ऊर्जित नही होती है तब तक यह हैण्डल को किसी भी स्थिति से ऑफ स्थिति मे रखता है। जब U_2 व W_2 से प्रदाय ले कर होल्ड ऑन क्वाइल सर्किट पूरा होता है तो कुण्डली ऊर्जित हो जाती है और प्लंजर को पकड़ लेती है और इस स्थिति में हैण्डल लीवर प्लेट यन्त्रावली द्वारा स्प्रिंग तनाव की विपरीत डेल्टा स्थिति मे रूका रहता है। जब होल्ड ऑन क्वाइल ऊर्जा हीन होती है प्लंजर गिर जाता है और लीवर प्लेट यन्त्रावली इस प्रकार परिचालित होती है कि यह हैण्डल को ऑफ स्थिति की ओर फैंक देती है जो स्प्रिंग तनाव के कारण होता है। हैण्डल के साथ एक यन्त्रावली होती है। (Fig में दिखाई नही गई है) जो ऑपरेटर को प्रथम बार मे हैण्डल को डेल्टा स्थिति में करने से असम्भव बना देती है। यह तभी होगा जब हैण्डल को प्रथम स्थिति में स्टार स्थिति में लाया जाये, और जब मोटर गति प्राप्त कर लेती है तो हैण्डल डेल्टा स्थिति में धकेला जाता है।

हैण्डल के साथ चल संपर्क टुकडे होते है जो आपस में व हैण्डल से इन्सुलेटिड होते है। जब हैण्डल को स्टार स्थिति में फेंका जाता है तो चल सम्पर्क टुकडे प्रदाय लाइन L_1, L_2 और L_3 को क्रमशः 3-फेज वाइंडिंग के शुरू के सिरे W_1, V_1 व U1 से जोड देते है। इसी समय छोटे चल भाग V_2, W_2 व U_2 से जुड़ जाते है जो लघुपथित केबल से जुडे होते है ये स्टार बिन्दु बनाते है। (Fig 2b)

जब हैण्डल डेल्टा स्थिति की ओर फेंका जाता है तो बडे चल भाग के सिरे मुख्य प्रदाय लाइन L_1, L_2 व L_3 से जुड़ जाते है जो क्रमशः वाइन्डिंग टर्मिनल W_1U_2, V_1W_2 और U_1V_2 को जोड़ कर डेल्टा संयोजन बनाते है।(Fig 2c)

Fig 2



इन्सुलेटिड रॉड के वर्म गियर यन्त्रावली द्वारा ओवर लोड रिले की करंट सेटिंग का समायोजन किया जाता है। जब लोड धारा निर्धारित मान से अधिक होती है तो रिले के हीटर एलीमेन्ट मे ऊष्मा उत्पन्न होती है जो रॉड को दबाकर होल्ड ऑनक्वाइल का सर्किट खोल देती है, इस प्रकार क्वाइल ऊर्जा हीन हो जाती है और स्प्रिंग तनाव के कारण हैण्डल ऑफ स्थिति में वापिस आ जाती है।

बैक-अप फ्यूज सुरक्षा (Back-up fuse protection): लघु पथन से बचने के लिए स्टार डेल्टा स्टार्टर मोटर सर्किट में फ्यूज सुरक्षा आवश्यक है। सामान्य व्यवहार के नियम अनुसार 415V, 3-फेज गिलहरी पिंजरा मोटरें अपनी H.P. क्षमता से पूर्ण लोड का 1.5 गुणा करंट लेती है। उदहारण के लिए एक 10 HP 3-फेज 415V मोटर का पूर्ण लोड करंट लगभग 15 एम्पियर होता है।

बार बार फ्यूज के पिघलने को रोकने के लिए और उचित सुरक्षा के लिए फ्यूज तार की क्षमता मोटर के पूर्ण लोड करंट क्षमता से 1.5 गुणा होनी चाहिए। इस प्रकार 10 HP, 15 एम्पियर पूर्ण लोड करंट लेती है, की फ्यूज क्षमता 23 एम्पियर होगी या 25 एम्पियर कहलायेगी।

स्टार और डेल्टा संबंधों की सघन तुलना (Comparison of impact of star and delta connections) बैक-अप फ्यूज सुरक्षा (Back-up fuse protection): लघु पथन से बचने के लिए स्टार डेल्टा स्टार्टर मोटर सर्किट में फ्यूज सुरक्षा आवश्यक है। सामान्य व्यवहार के नियम अनुसार 415V, 3-फेज गिलहरी पिंजरा मोटरें अपनी H.P. क्षमता से पूर्ण लोड का 1.5 गुणा करंट लेती है। उदहारण के लिए एक 10 HP 3-फेज 415V मोटर का पूर्ण लोड करंट लगभग 15 एम्पियर होता है।

बार बार फ्यूज के पिघलने को रोकने के लिए और उचित सुरक्षा के लिए फ्यूज तार की क्षमता मोटर के पूर्ण लोड करंट क्षमता से 1.5 गुणा होनी चाहिए। इस प्रकार 10 HP, 15 एम्पियर पूर्ण लोड करंट लेती है, की फ्यूज क्षमता 23 एम्पियर होगी या 25 एम्पियर कहलायेगी।

प्रेरण मोटर की आरम्भन धारा और बलघूर्ण की स्टार-डेल्टा संयोजन के संघट की तुलना (Comparison of impact of star and delta connections on starting current and torque of the induction motor): गिलहरी पिंजरा मोटर की तीन फेज कुण्डलें, स्टार्टर द्वारा स्टार में संयोजित होती है, प्रत्येक वाइंडिंग के पार्श्व में फेज वोल्टता लाईन वोल्टता की $1/\sqrt{3}$ या (58%), हो जाती है, और इस कारण आरम्भन धारा 1/3 गुणा कम हो जाती है यह उस धारा का 1/3 वां भाग है जब मोटर को सीधा डेल्टा में जोड़ा जाये। आरम्भन धारा का इस प्रकार कम होने से आरम्भिक बलघूर्ण (starting torque) भी 1/3 गुणा कम हो जाता है यह 1/3 वां भाग उस आरम्भिक टार्क का है जब मोटर को सीधा डेल्टा मे प्रारम्भ किया जाता ।

उपरोक्त कथन को निम्न उदाहरण से वर्णन समझा जा सकता है।

उदाहरण

एक गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर की तीन समान कुण्डलियाँ प्रत्येक 20 ओह्म और प्रारम्भिक प्रतिघात15 ओह्म है, ये (a) स्टार (b) डेल्टा में स्टार डेल्टा स्टार्टर द्वारा 3-फेज 400V 50 Hz प्रदाय मुख्य से संयोजित की गई।

प्रत्येक स्थिति में लाइन करंट व खर्च की गई शक्ति की गणना कीजिए। प्रत्येक स्थिति में विकसित बलघूर्ण की तुलना कीजिए।

हल

प्रति फेज प्रतिबाधा

$$Z_{ph} = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$= \sqrt{20^2 + 15^2}$$

स्टार संयोजन में

$$E_{Ph} = \frac{E_L}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} = 231\,\text{volts}$$

$$I_{Ph} = \frac{E_{ph}}{Z_{ph}} = \frac{231}{25} = 9.24\text{amps}$$

$$I_L = I_{sh} = 9.24\text{amps.}$$

$$\text{खर्च हुई शक्ति} = \sqrt{3}\, E_L\, I_L \cos\theta$$

$= \sqrt{3} \times 400 \times 9.24 \times 1$

Assuming PF = 1, we have = 6401 watts.

डेल्टा संयोजन में

$E_{ph} = E_L = 400V$

$I_{Ph} = \frac{E_{ph}}{Z_{ph}} = \frac{400}{25} = 16A$

$I_L = \sqrt{3}\, I_{ph} = 1.732 \times 16 = 27.7$ A

खर्च हुई शक्ति = $\sqrt{3}\, E_L I_L \cos\theta$

(assume PF = 1)

$= \sqrt{3} \times 400 \times 27.7 \times 1$

= 19190 W.

विकसित होनेवाला बलघूर्ण वाइंडिंग के पार्श्व में आरोपित वोल्टेज के वर्ग के समानुपाती होता है।

स्टार स्थिति में, वाइंडिंग के पार्श्व में वोल्टता E_{ph}

$$E_{ph} = \frac{E_L}{\sqrt{3}}$$

$$= \frac{E^2_L}{\sqrt{3}} K \text{ in star}$$

डेल्टा स्थिति में वाइंडिंग केपार्श्व में वोल्टता E_{ph}

$$E_{ph} = E_L.$$

अतः बलघूर्ण

$$(E_L)^2K = E^2_L K.$$

तुलना करने पर स्टार संयोजन में विकसित होने वाला बलघूर्ण प्रारम्भन के समय, रनिंग में डेल्टा संयोजन की अपेक्षा 1/3 गुणा कम होता है।

स्टार संयोजन के कारण आरम्भन में बलघूर्ण 3 गुणा कम होता है, यदि इस प्रकार की मोटर को हेवी लोड के साथ आरम्भ किया जाये तो स्टार डेल्टा स्टार्टर का उपयोग नहीं किया जाता है। इसकी अपेक्षा ऑटो-ट्रांसफार्मर या स्टैप-डाउन ट्रांसफार्मर स्टार्टर का उपयोग होना चाहिए। चूंकि इन स्टार्टर मेंवोल्टता टेपिंग लाइन वोल्टता का 58% से अधिक ले सकते है जो बलघूर्ण की आवश्यकता के लिए उपयुक्त रहती है।

सेमी-ऑटोमैटिक स्टार-डेल्टा स्टार्टर (Semi-automatic star-delta starter)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **सेमी-ऑटोमैटिक स्टार डेल्टा स्टार्टर की वायरिंग का वर्णन करना**
- **सेमी-ऑटोमैटिक स्टार डेल्टर स्टार्टर के परिचालन की व्याख्या करना।**

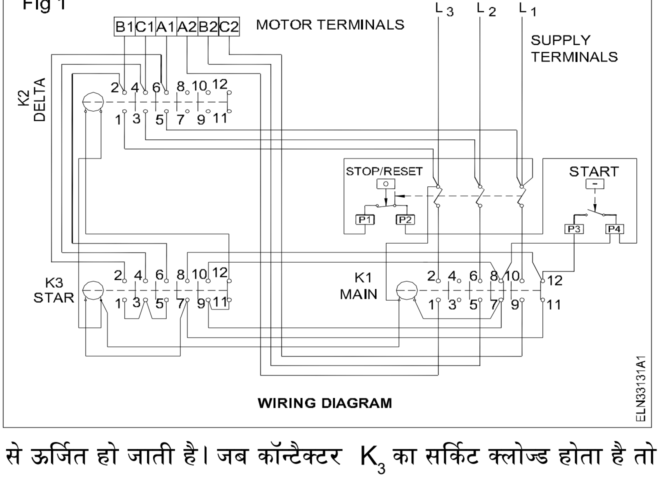
मानक गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर जिसकी तीनों वाइन्डिंग में प्रत्येक के दोनो सिरे (छः टर्मिनल) बाहर निकले होते है, स्टार डेल्टा मोटरें कहलाती है। यदि आवश्यक संख्या व उचित प्रकार से वायरिंग युक्त कॉन्टैक्टर स्टार्टर उपयोग किया जाये तो मोटर को स्टार में आरम्भ करके डेल्टा में चालू रख सकते है।

मैनुअल स्टार डेल्टा स्टार्टर के उचित उपयोग के लिए व रखरखाव के लिए विशेष कौशल की जरूरत पड़ती है । मैनुअल लीव को धीमा ऑपरेट करने से कई बार चल व स्थिर सम्पर्क, मैनुअल स्टार डेल्टा स्टार्टर में क्षतिग्रस्त हो जाते है।

मुख्य लाइन के साथ संयोजन बनाने व विच्छेदन के लिए कॉन्टैक्टरों का उपयोग किया जाता है। Fig 1 में वायरिंग आरेख व Fig 2 पावर सर्किट व कंट्रोल सर्किट का लाइन आरेख दर्शा रहे है।

परिचालक **Operation:** Fig 2 में पावर सर्किट औरकंट्रोल सर्किट को ध्यान से देखें। जब स्टार्ट बटन S_2 को दबाते है तो कॉटैक्टर K_3 की क्वाइल P_4, P_3 के माध्यम से व नारमली क्लोज्ड कॉन्टैक्ट K_1 के 12 व 11 के माध्यम

Fig 1



से ऊर्जित हो जाती है। जब कॉन्टैक्टर K_3 का सर्किट क्लोज्ड होता है तो इसके एग्लीलरी सम्पर्क K_3 ,11 व 12 के बीच नारमली क्लोज्ड से खुल जाते है व K_3 के सम्पर्क 10 व 9 के बीच निर्मित हो जाते है। मुख्य कॉन्टैक्टर K_1 बिन्दू P_4 K_3 के 10 व 9 के माध्यम से ऊर्जित हो जाता है। जब एक बार कॉन्टैक्टर K_1 ऊर्जित हो जाता है तो K_1 के नो सम्पर्क, बिन्दु 8 व 7 एग्लीलरी सम्पर्क K_3 के 10 व 9 टर्मिनल के समानांतर में स्थापित हो जाते है।

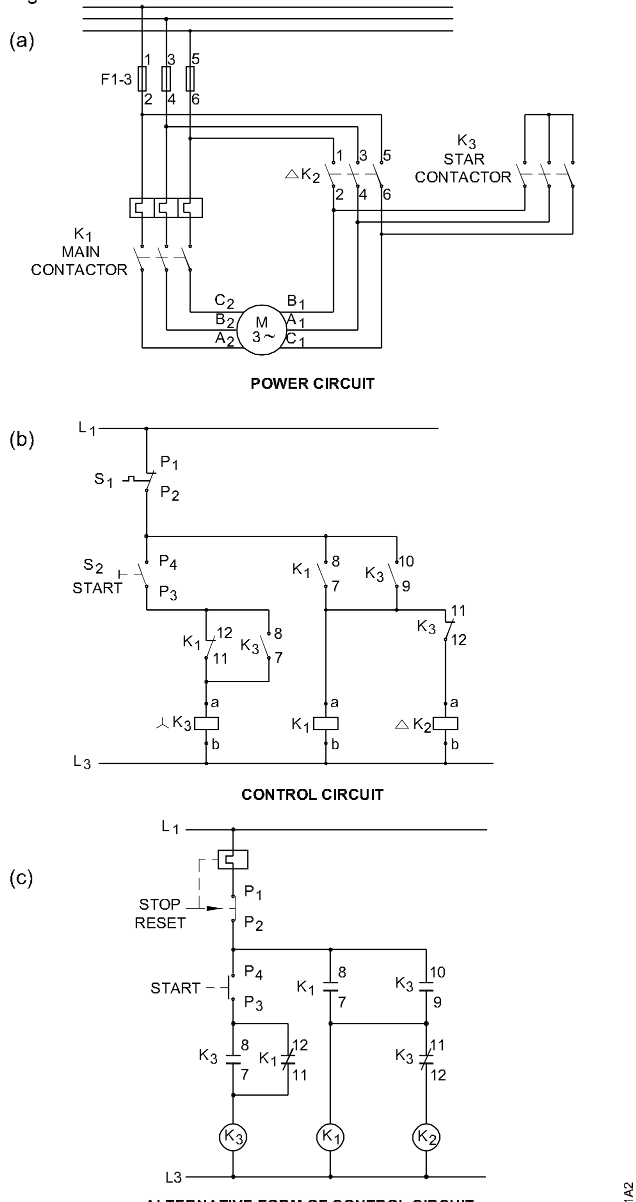
जब तक स्टार्ट बटन को दबाये रखेंगे तब तक स्टार कॉन्टैक्टर K_3 ऊर्जित रहेगा। एक बार स्टार्ट बटन को छोड़ देने से K_3 की कुण्डली ऊर्जा हीन हो जायेगी। K_3 सम्पर्क परिचालित नही हो सकता क्योंकि नारमली क्लोज्ड कॉन्टैक्ट टर्मिनल 12 व 11 बीच इलैक्ट्रिकल इन्टरलॉक है।

जब कॉन्टैक्टर K_3 ऊर्जा हीन हो जाता है तो सम्पर्क K_3 टर्मिनल 11 व 12 के बीच नारमली क्लोज्ड रूप में स्थापित होता है और कॉन्टेक्टर K_2 - की कुण्डली परिपथ भी स्थापित हो जाता है। डेल्टा कॉन्टैक्टर K_2 क्लोज हो जाता है।

प्रेरण मोटर के संतोषजनक आरम्भन औरचलने के लिए ऑपरेटर को मोटर के आरम्भ और तुल्यकालिक गति के 70% तक पहुँचने तक अवलोकन करना चाहिए।

Fig 2(c) में कंट्रोल सर्किट को बताने के लिए विकल्प दिया गया है।

Fig 2



ALTERNATIVE FORM OF CONTROL CIRCUIT
LINE DIAGRAM OF SEMI - AUTOMATIC STAR - DELTA STARTER

ELN33131A2

स्वचालित स्टार-डेल्टा स्टार्टर (Automatic star-delta starter)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **स्वचालित स्टार-डेल्टा स्टार्टर व ओवर लोड रिले की सेटिंग के अनुप्रयोगों को बताना**
- **स्वचालित स्टार-डेल्टा स्टार्टर के परिचालन का वर्णन करना।**

अनुप्रयोग (Applications) : स्टार डेल्टा मोटरे प्राथमिक रूप से बड़े केन्द्रीय वातानुकुलित इकाई को चलाने वाले अपकेन्द्री चिलर (entrifugal chillers) पंखे, बलोअर व पम्प का चलाने के लिए उपयोग में लाई जाती है, और ऐसी परिस्थिति जहाँ पर कम प्रारम्भन बलघूर्ण की आवश्यकता पड़ती है। जहाँ पर कम आरम्भन धारा चाहिए वहाँ परभी स्टार डेल्टा संयोजित मोटरें उपयोग में लाई जाती है।

स्टार डेल्टा मोटरों में सारी वाइंडिंग उपयोग होती है और प्रतिरोधक या ऑटो ट्रांसफार्मर जैसे नियन्त्रक युक्तियाँ नही होते है। स्टार-डेल्टा मोटरें इस प्रकार के लोडों पर अधिक की जाती है जहाँ पर उच्च जडत्व और लम्बी त्वरण अवधि होती है।

ओवरलोड रिले की सेटिंग (Overload relay settings) : स्टार डेल्टा स्टार्टर में तीन अधिलोड रिले उपलब्ध रहते है। ये रिले इसलिए लगाई जाती है कि ये मोटर वाइन्डिंग धारा को वहन कर सके। इसका अर्थ यह है कि रिले यूनिट का चयन इस प्रकार होता है कि यह वाइन्डिंग धारा वहन कर सके, और न कि डेल्टा संयोजित पूर्ण लोड धारा। मोटर पर अंकित नेम प्लेट में डेल्टा संयोजित पूर्ण लोड धारा होती है, वाइन्डिंग धारा ज्ञात करने के लिए इसे 1.73 से भाग दें। इस वाइन्डिंग धारा को आधार बना कर मोटर वाइन्डिंग सुरक्षा रिले की सेटिंग व चयन करना चाहिए।

परिचालन (Operation) : Fig 1 में स्वचालित स्टार डेल्टा स्टार्टर का पावर व कन्ट्रोल सर्किट का लाइन आरेख दिखाया गया है। स्टार्ट बटन S- को दबाने से स्टार कान्टैक्टर K_3 ऊर्जित हो जाता है (करंट K_4 T NC के टर्मिनल 15 & 16 और K_2 और NC टर्मिनल 11 & 12 के माध्यम से प्रवाहित होती है।) एक बार K_3 के ऊर्जित होने K_3 के NO कॉन्टैक्ट बन्द हो जाते है। (टर्मिनल 23 & 24) और कॉन्टैक्टर K_1 को बन्द करने के लिए धारा के लिए मार्ग प्रदान करते है। K_1 के बन्द होने पर स्टार्ट बटन के समानांतर में लगे K_1 के NO टर्मिनल्स 23 & 24 के द्वारा मार्ग स्थापित हो जाता है।

Fig 1

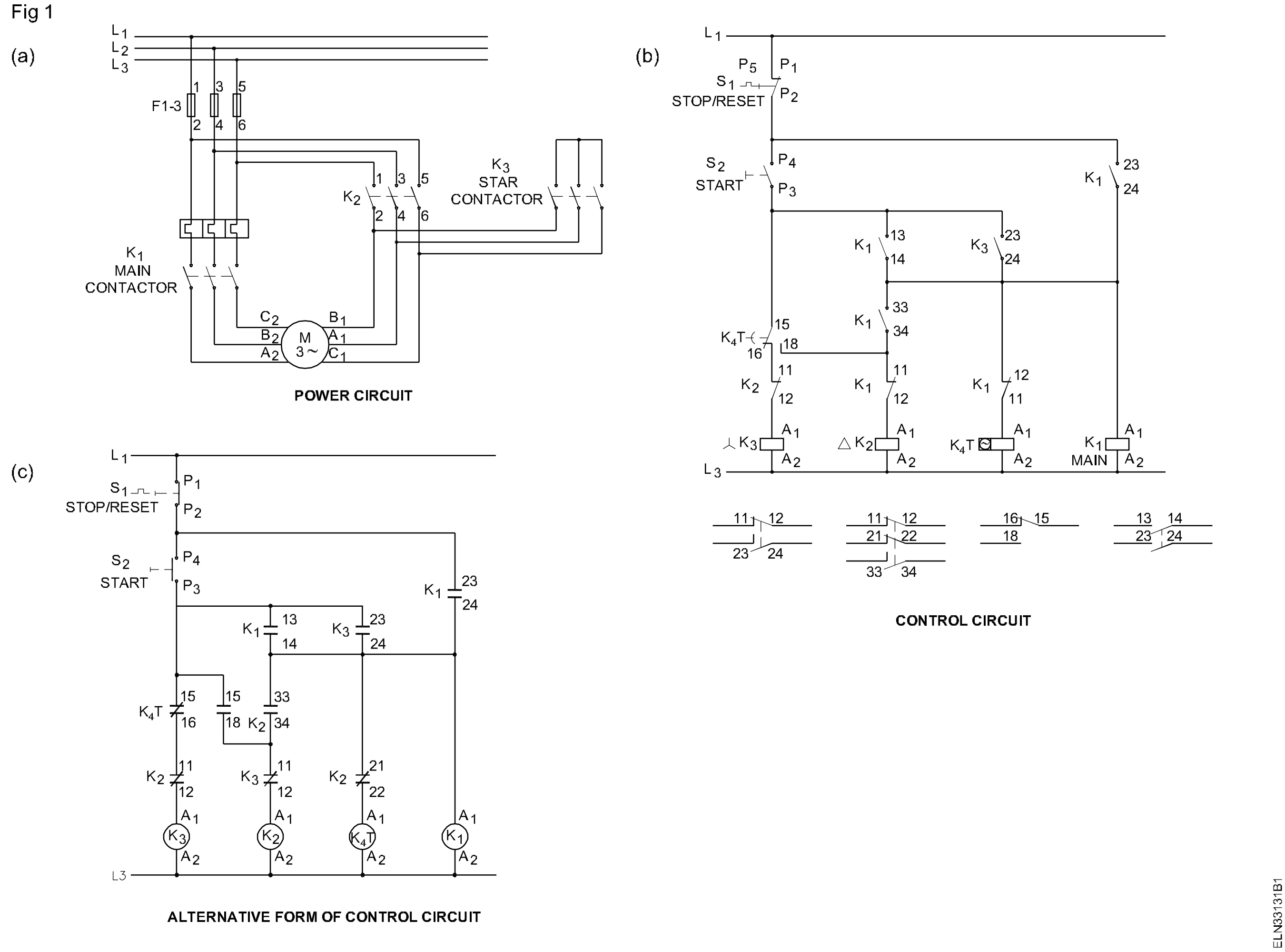


Fig 2 में उपरोक्त वर्णन अनुसार धारा की दिशा व कॉन्टैक्ट के बन्द होने का वर्णन दर्शाया गया है।

इसी प्रकार Fig 3 में टाइमर रिले द्वारा परिचालित कॉन्टैक्ट K_4T की क्रिया दर्शायी गई है।

टाइम रिले कॉन्टैक्ट बदल कर स्टार कॉन्टैक्ट को खोल देते है।

Fig 4 में दर्शाया गया है कि कॉन्टैक्टर K_1 और K_2 क्लोज्ड होने पर संयोजन बनने के बाद मोटर डेल्टा में चल रही है।

Fig 3

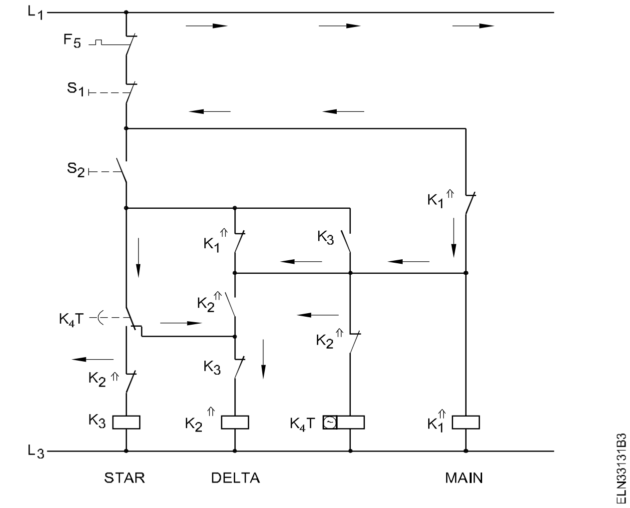
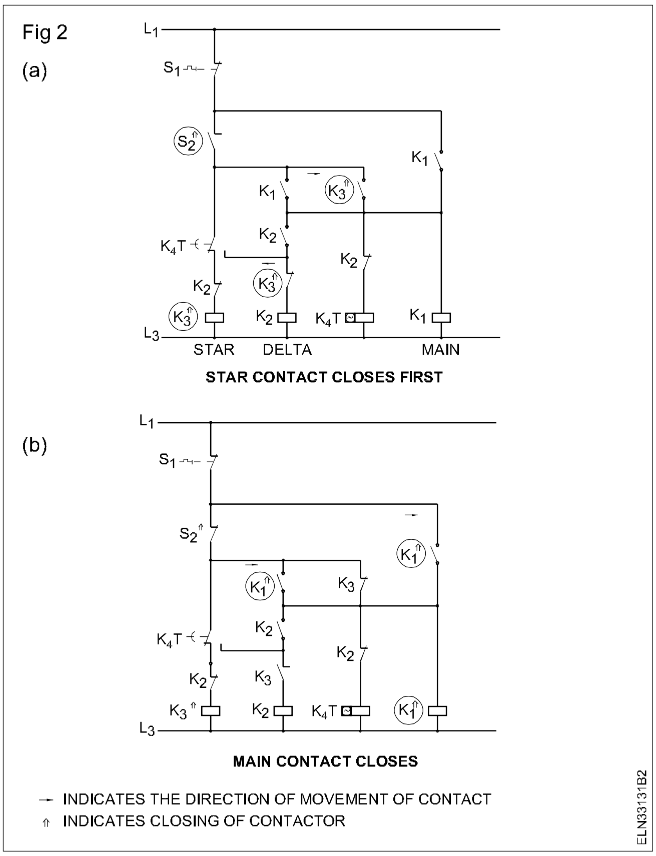


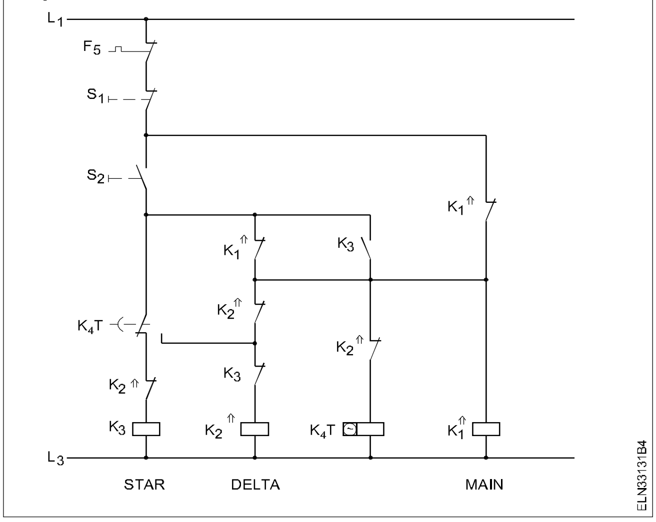
Fig 2



STAR CONTACT CLOSES FIRST

MAIN CONTACT CLOSES

Fig 4



तीन-फेज, स्लिप-रिंग प्रेरण मोटर (Three-phase, slip-ring induction motor)

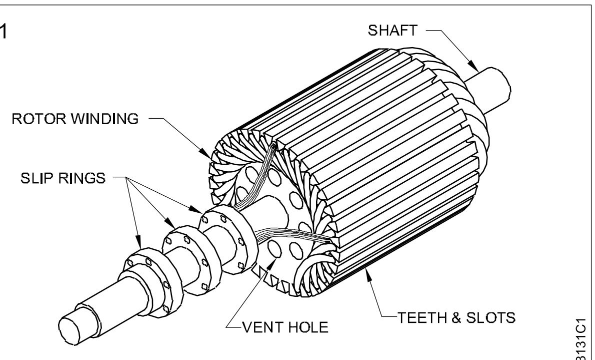
उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **तीन फेज, स्लिप-रिंग प्रेरण मोटर की संरचना और कार्य प्रणाली का वर्णन करना**
- **रोटर प्रतिरोध को लगाने से किस प्रकार स्टार्टिंग टार्क उच्च हो जाता है इसका वर्णन करना**
- **स्लिप रिंग प्रेरण मोटर के अभिलक्षणों को बताना**
- **स्लिप रिंग प्रेरण मोटर की गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर से तुलना करना।**

संरचना (Construction) : स्लिप रिंग प्रेरण मोटरें उन औद्योगिक प्रचालन में उपयोग हो सकती है जहाँ पर पविर्तित चाल व स्टार्टिंग टॉर्क की आवश्यकता अधिक होती है। स्लिप रिंग प्रेरण मोटर का स्टेटर, गिलहरी पिंजरा मोटर के जैसा ही होता है, परन्तु इसके रोटर की बनावट में बहुत अंतर होता है। स्टेटर वाइन्डिंग डिजाइन पर निर्भर होती है जो स्टार या डेल्टा संयोजित होती है। रोटर में तीन फेज वाइन्डिंग इस प्रकार होती है कि यह स्टेटर से समान ही ध्रुवों की संख्या बनाती है। रोटर वाइन्डिंग स्टार में जुड़ी होती है और इसके खुले सिरे तीन स्लिप रिंगों के साथ जुड़े रहते है जो कि Fig 1 के अनुसार रोटर शाफ्ट के साथ जुड़े होते है।Fig 2 में दर्शाये अनुसार रोटर सर्किट बाद में बाहरी स्टार संयोजित प्रतिरोधों से ब्रुशों द्वारा जुड़ा होता है।

कार्य प्रणाली (Working) : जब स्लिप रिंग मोटर की स्टेटर वाइन्डिंग तीन फेज प्रदाय से जोड़ी होती है, तो यह गिलहरी पिजंरा मोटर की तरह रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। यह रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र रोटर वाइन्डिंग में वोल्टेज उत्पन्न कर देता है और रोटर करंट,रोटर वाइन्डिंग द्वारा बने क्लोज्ड परिपथ में, स्लिप रिंग में, ब्रुशों में और स्टार संयोजित बाहरी प्रतिरोधकों में प्रवाहित होता है।

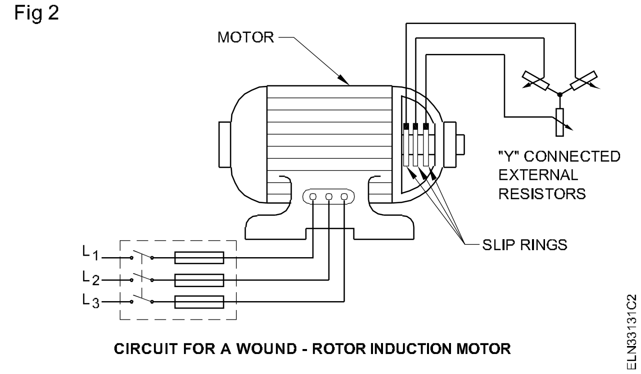
Fig 1



WOUND ROTOR FOR SLIP RING INDUCTION MOTOR

प्रारम्भ के समय बाहरी प्रतिरोध इनके उच्चतम मान पर सेट किये जाते है इससे रोटर प्रतिरोध उच्च होता है जो आरम्भन धारा को कम करने में योग्य होता है। इसके साथ ही रोटर सर्किट का उच्च प्रतिरोध, रोटर शक्ति गुणक को भ बढ़ाता है और इस कारण प्रारम्भ में विकसित होने वाला बलाघूर्ण भी अधिक होता है जो कि गिलहरी पिंजरा मोटरों से अधिक होता है।

Fig 2



CIRCUIT FOR A WOUND - ROTOR INDUCTION MOTOR

जैसे ही मोटर की चाल बढ़ती है तो बाहरी प्रतिरोध का धीरे धीरे कम किया जाता है और स्लिपरिंगों के सिरों पर रोटर वाइन्डिंग लघु पथित हो जाती है रोटर प्रतिरोध कम होने पर मोटर निम्न सरकन (low slip) व उच्च दक्षता पर परिचालित होती है। मोटर उच्च लोड पर उच्च प्रतिरोध के साथ स्टार्ट होनी चाहिए या इसके विपरीत अर्थात (निम्न लोड निम्न प्रतिरोध पर)इस प्रकार जहॉ रोटर प्रतिरोध बढता है, मोटर की स्लिप अधिक होगी, गति नियमन कमजोर होता है जो इसकी दक्षता घटा देगा। बाहरी परिपथ में प्रतिरोध इस प्रकार से डिजाइन किये जाते है कि इनके द्वारा स्लिपरिंग मोटर की गति को निर्धारित गति से 50 से 100 प्रतिशत तक परिवर्तित किया जा सके। इसलिए प्रतिरोध बढने से मोटर में ताम्र हानियाँ I^2R अवश्य होती है।

प्रारम्भिक बलघूर्ण (Starting torque) : आरम्भन के क्षणों में मोटर द्वारा विकसित किया गय बलघूर्ण, प्रारम्भिक बलघूर्ण कहलाता है। कुछ स्थितियों में यह सामान्य रनिंग बलघूर्ण से अधिक होता है और कुछ स्थितियों मेंयह कुछ कम होता है।

माना E_2 स्थिर अवस्था में प्रतिरोध रोटर emf बल है

X_2 स्थिर अवस्था में प्रति फेजरोटर का प्रतिघात है

और R_2 प्रतिफेज रोटर प्रतिरोध है

इसलिए $Z_2 = \sqrt{(R_2)^2 + (X_2)^2}$ = स्थिर अवस्था में प्रतिरोध रोटर प्रतिबाधा

$$\text{Then } I_2 = \frac{E_2}{Z_2}, \cos\theta_2 = \frac{R_2}{Z_2}$$

स्थिर अवस्था में आरम्भन बलघूर्ण $T_{st} = K_1 E_2 I_2 \cos\theta_2$ or

$$T_{st} = K_1 E_2 = \frac{E_2}{\sqrt{(R_2)^2 + (X_2)^2}} \times \frac{R_2}{\sqrt{(R_2)^2 + (X_2)^2}}$$

यदि प्रदाय वोल्टता V स्थिर है तब फ्लक्स ϕ और E_2 भी स्थिर रहेंगें,

इसलिए $T_{st} = K_2 \frac{R_2}{Z_2}$ जहाँ K_2 अन्य स्थिरांक है।

इस प्रकार की मोटर का प्रारम्भिक बलघूर्ण रोटर परिपथ में प्रतिरोध जोड कर बढाया जाता है ।जैसे जैसे मोटर अपनी गति प्राप्त कर लेती है, प्रतिरोध का क्रम से काटते जाते है।

चालू स्थिति में रोटर वि०वा० बल व प्रतिघात जब रोटर स्थिर अवस्था में होता है अर्थात S = 1, है, रोटर वि० वा० बल की आवृत्ति स्टेटर प्रदाय आवृत्ति वि० वा० बल का मान उच्चतम होता है क्योंकि रोटर और घूर्णमान स्टेटर फ्लक्स के मध्य सापेक्ष गति उच्चतम होता है।

जब रोटर घूमना शूरू करता है तो रोटर व घूर्णमान स्टेटर फ्लक्स के बी सापेक्ष गति घटने लगता है और इसलिए रोटर मे उत्पन्न वि० वा० बल भी घटने लगता है। यदि रोटर की गति स्टेटर के घूर्णमान फ्लक्स के बराबर हो जाये तो रोटर वि०वा० बल शून्य हो जायेगी।

इसलिए स्लिप (s) के लिए, प्रारम्भिक स्थिर स्थिति में रोटर मेंउत्पन्न वि० वा० बल <u>s</u> गुणा होगा।

इसलिए चालू स्थिति में $E_r = sE_2$.

इसी प्रकार उत्पन्न वि० वा० बल की आवृत्ति $f_r = sf_2$ होगी जहाँ f_2 स्थिर स्थिति में रोटर धारा आवृत्ति है।

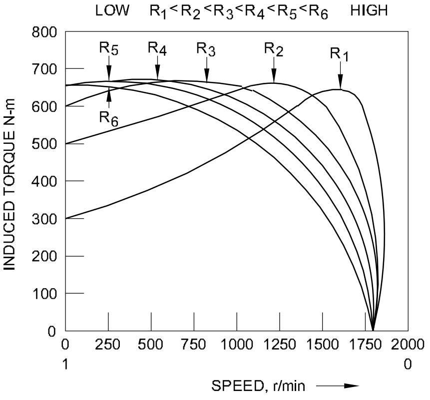
रोटर वि०वा० बल की आवृत्ति कम होने से रोटर प्रतिघात भी कम होने लगेगा

इसलिए $X_r = sX_2$.

स्लिपरिंग प्रेरण मोटर के अनुप्रयोग व अभिलक्षण (Characteristic and application of slip-ring induction motor): बलघूर्ण चाल अभिलक्षण को Fig 3 में दर्शाया गया है, कि बाहरी प्रतिरोध को जोडकर प्रारम्भिक बलाघूर्ण को बदला जाता है।

रोटर प्रतिरोध का उचित मान प्रवेश करा कर, प्रतिरोध में शक्ति शून्य होने पर भी स्लिपरिंग मोटर की चाल को नियन्त्रित किया जा सकता है।

Fig 3



THE TORQUE-SPEED CHARACTERISTIC FOR A WOUND - ROTOR INDUCTION MOTOR

जैसा कि वक्र में दिखाया गया है कि उच्च बाहरी प्रतिरोध प्रारम्भिक बलघूर्ण को उच्चतर मान तक सुधार होता है। फिर भी रोटर प्रतिरोध में परिवर्तन से उच्चतम बलघूर्ण स्थिर रहता है।

इनवक्रों के अनुसार यह स्पष्ट होता है कि स्लिपरिंग मोटर काउपयोग लोडी लोड को स्टार्ट करने के लिए इसके रोटर में उच्च प्रतिरोध प्रवेश करा कर उच्च स्टार्ट बलघूर्ण प्राप्त करने की सुविधा होती है। इसी समय जब मोटर अपनी उच्चतम चाल प्राप्त कर लेती है तो चालू स्थिति में उच्च दक्षता प्राप्त करने के लिए बाहरी प्रतिरोध को लघुपथत कर दिया जाता है।

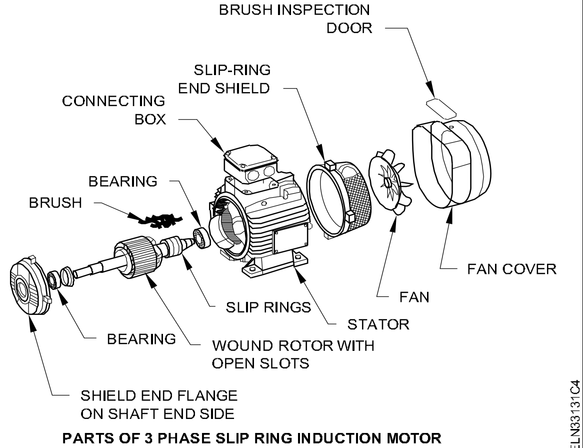
इस मोटर का उपयोग उच्च आरम्भिक बलघूर्ण प्राप्त करने के लिए व परिवर्तित चाल नियंत्रण के लिए किया जाता है जैसे कम्प्रेशर, कनवेयर, क्रेन, hoist, स्टील मिल और प्रिंटिग प्रैस में किया जाता है।

गिलहरी पिंजरा और स्लिपरिंग प्रेरण मोटर के बीच की तुलना की तालिका निम्न प्रकार हैः

क्र० सं०	विशेषता	गिलहरी पिंजरा	स्लिप-रिंग मोटर
1	रोटर संरचना	रोटर में छड़ें उपयोग है। रोटर बहुत सरल, रूक्ष व दीर्घ कालिक होते है। इनमें स्लिप रिंग नहीं होते।	वाइन्डिंग तार उपयोग होती है कुण्डलित कीआवश्यकता होती है। स्लिप रिंग और ब्रुश गियर को बार बार देखभाल करनी पड़ती है
2	प्रारम्भन	यह DOL,स्टार डेल्टा व ऑटो ट्रांसफार्मर स्टार्टर से स्टार्ट की जाती है।	रोटर प्रतिरोध स्टार्टर की आवश्यकता होती है।
3	प्रारम्भिक बलाघूर्ण	निम्न	बहुत उच्च
4	प्रारम्भिक धारा	उच्च	निम्न
5	चाल परिवर्तन	आसान नही है परन्तु पोल परिवर्तित करके बडे पदों व थाइरेस्टर से या आवृत्ति परिवर्तक से छोटे क्रमिक पदों में में चाल परिवर्तित की जा सकती है।	चाल परिवर्ति करना आसान है परन्त पोल परवर्तित करके चाल बदलना सम्भव नहीं है।
6	लोड पर त्वरण	बस संतोषजनक	बहुत अच्छा
7	अनुरक्षण	नगण्य	बार बार अनुरक्षण की आवश्यकता पड़ती है।
8	मूल्य	निम्न	तुल्नात्मक उच्च

निम्न Fig 4 मे स्लिप रिंग प्रेरण मोटर का खुला हुआ रूप दिखाया गया है।

Fig 4



PARTS OF 3 PHASE SLIP RING INDUCTION MOTOR

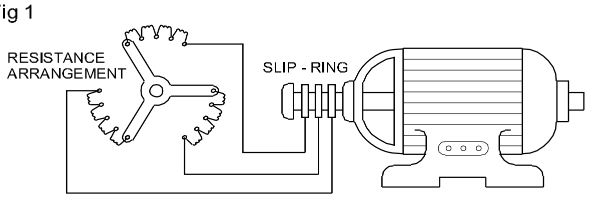
3-फेज स्लिप रिंग प्रेरण मोटर के लिए प्रतिरोध स्टार्टर (Resistance starter for 3-phase, slip-ring induction motor)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **3-फेज, स्लिप रिंग प्रेरण मोटर के लिए रोटर प्रतिरोध स्टार्टर का वर्णन करना।**

स्लिप रिंग प्रेरण मोटरें, स्टेटर वाइन्डिंग के आर पार पूर्ण लाइन वोल्टेज के साथ प्रारम्भ होती है। फिर भी प्रारम्भ में अत्यधिक धारा को कम करने के लिए एक स्टार संयोजित बाहरी प्रतिरोध Fig 1 के अनुसार रोटर प्रतिरोध में जोड़ा जाता है, और जब मोटर अपनी पूर्ण चाल प्राप्त कर लेती है तो रोटर वाइन्डिंग के सिरे लघुपथित हो जाते है।

Fig 1



SLIP RING INDUCTION MOTOR WITH RESISTANCE STARTER

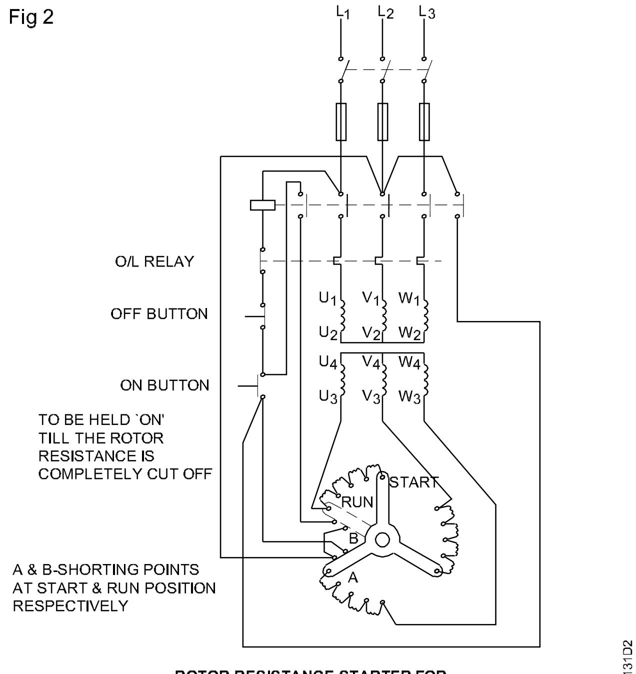
यदि इस प्रकार के हस्त परिचालित स्टार्टर उपयोग किये जायें, तब यह सम्भावना रहती है कि कोई व्यक्ति जब रोटर प्रतिरोध पूर्णतया कटी हुई अवस्था में होता है तो स्टेटर को पूर्ण वोल्टेज दे सकता है जिसके परिणामस्वरूप प्रारम्भ में उच्च धारा प्रवाहित होती है और प्रारम्भन बलघूर्ण कम हो जाता है। इससे बचने के लिए प्रतिरोध स्टार्टर में एक सुरक्षात्मक परिपथ का उपयोग किया जाता है। इससे मोटर को तब तक प्रारम्भ नही किया जा सकता जब तक कि रोटर वाइन्डिंग मे पूर्ण प्रतिरोध जुड़ न जायें। इस प्रकार का अर्द्ध स्वचालित स्टार्टर Fig 2 में दिखाया गया है।

'ऑन' बटन को दबाने पर, कॉन्टैक्टर क्लोज हो जाता है, यह केवल तभी होगा जब रोटर प्रतिरोध का बिन्दु 'A' लघु पथ होकर क्लोज स्थिति में होगा। यह केवल तभी सम्भव है जब हैण्डल प्रारम्भ की स्थिति में है। एक बार मोटर चलना शुरू करती है तो रोटर प्रतिरोध का हैण्डल run स्थिति में आ जाना चाहिए जिससे रोटर प्रतिरोध कट जाये।

प्रारम्भ स्थिति में हैण्डल की स्थिति से स्पष्ट होता है कि सम्पर्क 'A' क्लोज्ड स्थिति में है और चालू स्थिति में सम्पर्क 'B' क्लोज्ड स्थिति में है, परन्तु दोनों एक समय में एक साथ क्लोज नही हो सकते। 'ऑन' पुश बटन को तब तक दबाये रखने की आवश्यकता है जब तक कि हैण्डल रन स्थिति में न आ जायें। रन स्थिति में हैण्डल सम्पर्क 'B' को दबा कर नो वोल्ट क्वाइल सर्किट को क्लोज कर देता है और अब 'ऑन' बटन से दबाव हटाया जा सकता है।

सामान्यतया, छोटी मशीनों में, रोटर प्रतिरोध वायु द्वारा ठण्डा होने वाला होता है जो प्रारम्भन के समय उत्पन्न होने वाले ताप को कम करता है। बड़ी मशीनों में रोटर प्रतिरोध को ठण्डा करने के लिए इसे इन्सुलेटिंग तेल के टैंक में रखा जाता है। Fig 2 में दिखाया गया स्टार्टर केवल मोटर को स्टार्ट करने के लिए उपयोग होता है। रोटर प्रतिरोध द्वारा चाल नियंत्रण के लिए माध्य में सम्पर्क स्थिति चाहिए इसके के लिए विशेष प्रकार के डिजाईन होते हे जो हमेंशा तेल द्वारा शीतलित होते है।

Fig 2



ROTOR RESISTANCE STARTER FOR SLIP RING INDUCTION MOTOR

प्रेरण मोटर की सरकन मापने की विधि (Method of measurement of slip in induction motor)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **वास्तविक मोटर की गति द्वारा सरकन मापने की विधि का वर्णन करना**
- **मोटर और प्रवर्तक आवृत्तियों की तुलना द्वारा सरकन मापने की विधि का वर्णन करना**
- **स्ट्रोबोस्कोप विधि (stroboscope method) द्वारा सरकन मापने की विधि का वर्णन करना।**

सरकन का माप (Measurement of slip)

एक प्रेरण मोटर की सरकन ज्ञात करने के लिए निम्नलिखित विधियाँ उपयोग होती है।

(i) मोटर की वास्तविक गति माप कर (By actual measurement of motor speed): इस विधि में मोटर की वास्तविक गति N गणना को मापने की आवश्यकता होती है और तुल्यकालिक गति N_s गणना द्वारा ज्ञात की जाती है। N को मापने के लिए स्पिडोमीटर की सहायता ली जाती है और N_s की प्रदाय आवृत्ति और ज्ञात मोटर पोल की संख्या से गणना की जा सकती है (चूंकि प्रेरण मोटर के पोल सेलियन्ट प्रकार के नहीं होते हैं, इसलिए शून्य लोड गति से पोलों की संख्या का अनुमान लगाया जाता है या मोटर की निर्धारित गति से) तब निम्न समीकरण का उपयोग करके सरकन की गणना की जाती है।

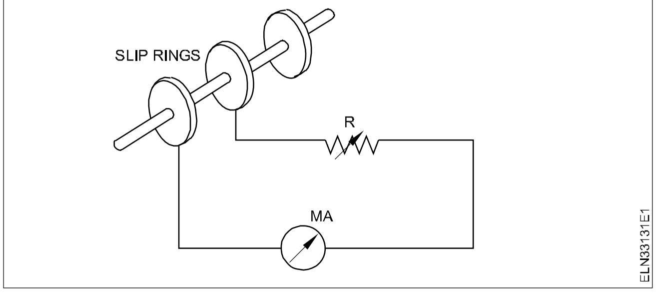
$S = (N_s - N) \times 100 / N_s$

(ii) रोटर व स्टेट प्रदाय आवृत्तियों की तुलना करके (By comparing rotor and stator supply frequencies): यह विधि इस तथ्य पर आधारित है कि $s = f_r/f$ चूंकि f सामान्यतया ज्ञात होती है। यदि किसी विधि द्वारा रोटर करंट आवृत्ति ज्ञात हो जाये तो s की गणना की सकती है। किसी विशेष परिस्थिति में जहाँ f का मान 50 Hz, है वहाँ f_r का मान इतना कम होगा कि विशष साइकल को आसानी से गिना जा सकता है। इस उद्देश्य के लिए एक DC मूविंग क्वाईल मिली-वोल्टमीटर, यदि सेन्टर जाये हो तो उसे वरीयता दी जाती है, को निम्न प्रकार से कार्य में लिया जाता है।

(a) स्लिप रिंग मोटर की स्थिति में, सेन्टर जीरों मिली-एमीटर के सिरे पास-पास के स्लिपरिंगों से जोड दिये जाते हे। जैसा कि (Fig 1) में दिखाया गया है। सामान्यतया ब्रुशों में पर्याप्त वोल्टेज ड्राप होता है और उनके लघुपथ स्ट्रैप (strap) मिलि-एमीटर में विक्षेप प्रदान कर देते है। मिलि एमीटर में धारा रोटर धारा में परिवर्तन का अनुसरण करती है, इस कारण मीटर की सुई इसकी सैकण्ड में पूर्ण किये गये साईकल की संख्या को आसानी से गिना जा सकता है। (यह ध्यान में रखना चाहिए कि सुई द्वारा शून्य से उच्चतम वापिस शून्य और बाईं तरफ शून्य से उच्चतम और वापिस शून्य होने पर एक साइकल बनता है।)

उदाहरण के लिए, एक 4-पोल मोटर 50-Hz प्रदाय से रेटेड है और 1,425 rpm परचल रही है। यद्यपि N_s = 1,500 rpm है, इसकी सरकन 5% या 0.05 है। रोटर करंट की आवृत्ति $f_r = S_f = 0.05 \times 50 = 2.5$ Hz होगी (जो करंट कम है) इसकी आसानी से गणना की जा सकती है।

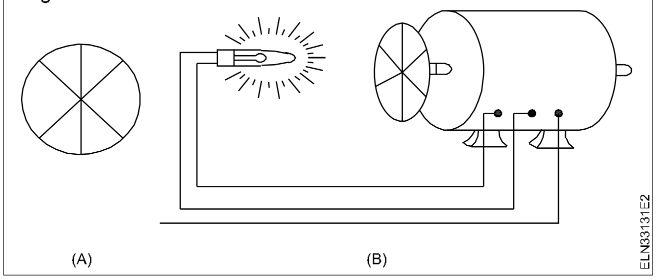
Fig 1



(b) गिलहरी पिंजरा मोटरों (जिनमें स्लिपरिंग नही होते) में मिली-एमीटर को लागू करना सम्भव नहीं होता है।

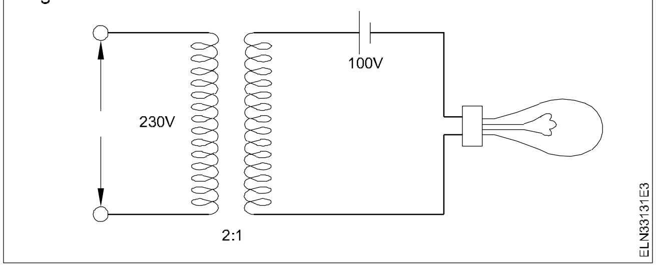
(iii) स्ट्रोबोस्कोपिक विधि द्वारा (By Stroboscopic Method): इस विधि में एक धातु की वृत्ताकार डिस्क लेकर उस पर एक के बाद एक करके काले व सफेद रंग से खण्ड बनाये जाते है। कुल खण्डों की संख्या मोटर की पोलों की संख्या के बराबर रखी जाती है। एक 6-पोल मोटर के लिए कुछ छः खण्ड होंगें जिनमें तीन काले व तीन सफेद होंगे। जैसा कि Fig 2 (a) में दिखाया गया है।

Fig 2



पेन्ट की गई डिस्क शाफ्ट के एक सिरे से जुडी होती है और इस पर न्योन गैस पूरित स्ट्रोबोस्कोपिक लैम्प द्वारा रोशनी फैंकी जाती है। यह लैम्प d.c. व a.c. सप्लाई पर कार्यशाला में होना चाहिए यद्यपि केवल a.c. प्रदाय से इसे जोड़ा जाता है। (जब सामुहिक d.c. व a.c. प्रदाय उपयोग की जाती है, लैम्प को इस प्रकार से दोनों तरीके से परीक्षित की जा सके। सामुहिक प्रदाय वाले संयोजन Fig 3 में दिखाये गये है जबकि Fig 2 (b) में केवल प्रदाय के संयोजन दर्शाये गये है । यह ध्यान देना चाहिए कि सामुहित d.c. व a.c. प्रदाय पर, लैम्प एक साइकल में एक बार फ्लैश करता है। (जब दो वोल्टेज सहयोगी होती हैतो लैम्प फ्लैश करता है और विरोधी होती है तो लैम्प बुझ जाता है) परन्तु a.c. प्रदाय पर यह एक साइकल में दोबार फ्लैश करता है।

Fig 3



इस स्थिति मेंध्यान दें, जब लैम्प की फ्लैश रोशनी में घूमती हुई डिस्क दिखाई देती है जो प्रदाय मिश्रित d.c.और a.c. होती है।

यदि डिस्क तुल्यकालिक गति पर घूमती है तो यह स्थिर दिखाई देती है। जबकि वास्तविक अभ्यास में इसकी गति तुल्यकालिक गति से कुछ कम होती है, यह लैम्प की रोशनी में धीरे-धीरे उल्टी दिशा में घूमती नजर आती है।

प्रेरण मोटर का दक्षता- वैशिष्ठ्य - शून्य लोड परीक्षण - ब्लोक्ड रोटर परीक्षण (Efficiency - Characteristics of induction motor- No load test - Blocked rotor test)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **हानियाँ को संकेत करते हुए एक प्रेरण मोटर के शक्ति प्रवाह आरेखा का वर्णन करने में**
- **दिये गये डाटा से दक्षता ज्ञात करना।**

जब तीन फेज प्रेरण मोटर शून्य लोड पर चल रही होती है, तो सरकन का मान शून्य के लगभग होता है । रोटर मे उत्पन्न बलघूर्ण घूर्णन हानियॉ जैसे घर्षण व वायु घर्षण हानियों की पूर्ति करने में खर्च होता है। इनपुट पावर से स्टेटर लोह हानियाँ और ताम्र हानियाँ की पूर्ति होती है । स्टेटर लोह हानियाँ (इसमें सम्मिलित है भंवर धारा और हिस्टेरेसिस हानियाँ) प्रदाय आवृत्ति लोह क्रोड में फ्लक्स घनत्व पर निर्भर करती है। व्यावहारिक रूप में ये स्थिर होती है। स्टेटर में लोह हानियाँ लगभग नगणय होती है क्योंकि सामान्य स्थिति में रोटर धाराओं की आवृत्ति हमेशा न्यून होती है।

यदि मोटर शाफ्ट पर यान्त्रिक लोड डाला जाये तो शाफ्ट लोड की तुरन्त होने वाली प्रतिक्रिया के कारण मोटर की गति थोड़ी कम हो जाती है, इसलिए सरकन बढ जाती है। बढी हुई सरकन के कारण I_2 कामान इतना बढ जाता है जिसको बलघूर्ण समीकरण की गणना करने में सम्मिलित किया जाता है (i.e $T = K\phi_s I_2 \cos \phi_s$), फलस्वरूप लोड को सन्तुलित शक्ति उपलबध कराने के लिए पर्याप्त बलघूर्ण देता है। इस प्रकार एक संतुलन स्थापित होता है और एक निश्चित मान की सरकन पर परिचालन आगे होता रहता है। वास्तव में लोड अश्व शक्ति के आवश्यक मान के लिए स्लिप का मान भिन्न भिन्न होता है। एक बार स्लिप निर्धारित होने से तबइनपुट शक्ति, रोटर धारा,

विकसित बलघूर्ण, निर्गत शक्ति और दक्षता येसभी ज्ञात की जा सकती है। Fig 1 में शक्ति प्रवाह आरेख को कथन के रूप में दर्शाया गया है। यह नोट करें कि हानि वाली मात्राओं को प्रवाह बिन्दु के बाईं तरफ रखा गया है। Fig 2 वही समान शक्ति प्रवाह आरेख है परन्तु अब यह उन उपयुक्त सम्बन्धों के साथ व्यक्त किया गया है जो कार्य की गणना के लिए आवश्यक है।

Fig 1

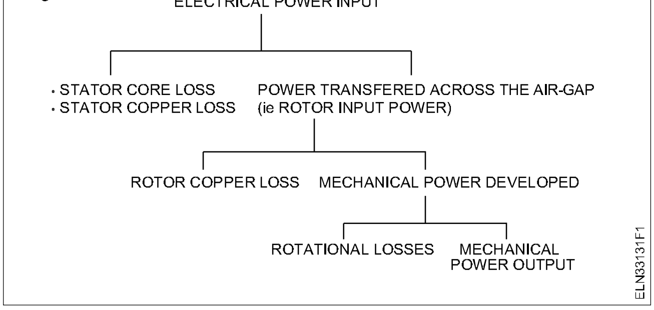
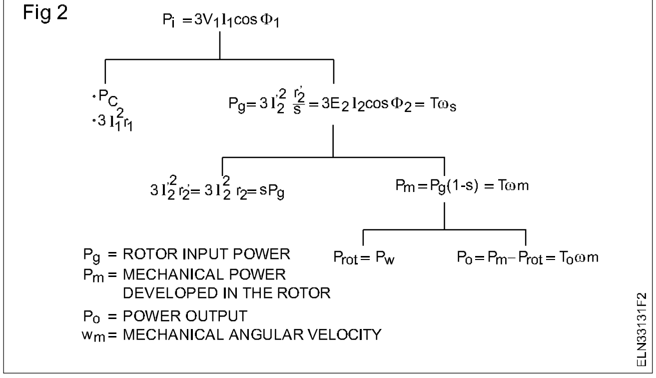


Fig 2



बलघूर्ण, यान्त्रिक शक्ति, और रोटर निर्गत (Torque, Mechanical power and Rotor output) : स्टेटर निर्विष्ट P_i = स्टेटर निर्गत + स्टेटर हानियाँ

स्टेटर का निर्गत पूर्णतया प्रेरण द्वारा रोटर परिपथ को स्थानातरित होता है।

अतः रोटर निर्विष्ट P_g = स्टेटर निर्गत

रोटर का कुल निर्गत, P_m = रोटर इनपुट P_g = रोटर ताम्र हानियां

यह रोटर निर्गत यान्त्रिक ऊर्जा में बदल जाती है और कुल बलाघूर्ण T में वृद्धि करती है। इस प्रकार विकसित हुआ कुल बलाघूर्ण है और शेष उपयोगी बलघूर्ण T_o प्राप्त होता है।

माना n r.p.s रोटर की वास्तविक गति है औरयह बलघूर्ण Nm में है तब

$T \times 2\pi n$ = रोटर का कुल निर्गत वाट में, P_m.

अतः

कुल बलघूर्ण का kg.m में मान दिया है

यदि रोटर मे कोई ताम्र हानियाँ न हों, तो रोटर निर्गत रोटर इनपुट के बराबर होगा और रोटर तुल्यकालिक चाल पर चलेगा।

अतः

उपरोक्त दो समीकरणों से हम ज्ञात करन सकते है,

रोटर का कुल निर्गत = $P_m = T\omega = T \times 2\pi n$

रोटर निर्विष्ट = $P_g = T\omega_s = T \times 2\pi n_s$

इन दोनों टार्क के अन्तर के तुल्य रोटर ताम्र हानियाँ होगीं

इसलिए, रोटर ताम्र हानि = s x रोटर निर्विष्ट

= s x वायु अन्तराल केपार्श्व में शक्ति

= sP_g.

$$\text{Also rotor input, } P_g = \frac{\text{rotor copper loss}}{s}$$

रोटन का कुल निर्गत P_m = निविष्ट P_g - रोटर ताम्र हानि

= $(1 - s) P_g$

$$\text{or } \frac{\text{rotor gross output, } p_m}{\text{rotor input, } p_g} = 1 - s$$

रोटर कुल निर्गत $Pm = (1 - s)P_g$

$$\text{Therefore rotor efficiency} = \frac{n}{n_s}$$

उदाहरण

एक 4-पोल, 3-फेज, 50 Hz प्रेरण मोटर की इनपुट शक्ति 5% स्लिप पर 50kW, है। स्टेटर हानियाँ 1.2 kW और वायु घर्षण व घर्षण हानियाँ 1.8 kW है। ज्ञात करें (i) रोटर की गति, (ii) रोटर ताम्र हानियाँ (iii) दक्षता।

दिया है

पोलों की संख्या	P = 4
आवृत्ति	f = 50 Hz
फेज	= 3
इनपुट kW	= 50
स्लिप	s = 5%
स्टेटर हानियाँ	= 1.2 kW
घर्षण व वायु घर्षण हानियाँ	= 1.8 kW

ज्ञात करना है:

रोटर स्पीड	= N
रोटर ताम्र हानियाँ	= s x रोटर की इनपुट शक्ति
दक्षता	= η

हल

$$\text{Synchronous speed} = N_s = \frac{120f}{p} = \frac{6000}{4} = 1500 \text{ rpm}$$

$$\text{Fractional slip} = s = \frac{N_s - N_r}{N_s}$$

$$\frac{5}{100} = \frac{1500 - N_r}{1500}$$

$$75 = 1500 - N_r$$

इसलिए रोटर चाल, Nr = 1500 - 75 = 1425 rpm.

रोटर की इनपुट शक्ति = (50 - 1.2)kW

रोटर ताम्र हानि = s x रोटर इनपुट शक्ति

= 0.05 x 48.8

= 2.44 kW.

रोटर निर्गत = रोटर इनपुट - (घर्षण व वायु घर्षण हानि + रोटर ताम्र हानि)

= 48.8 - (1.8 + 2.44)

= 44.56 kW

$$Efficiency = \frac{Output}{Input} = \frac{44.56 \times 100}{50} = 89.12\%.$$

गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर के अभिलक्षण (Characteristics of squirrel cage induction motor)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

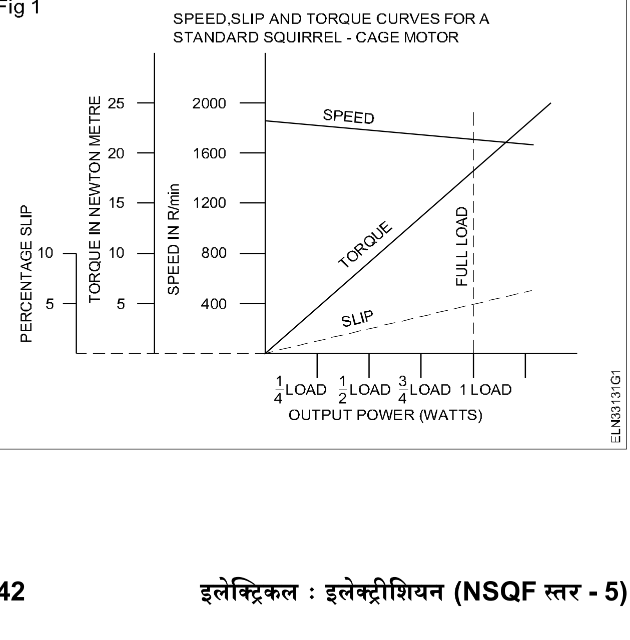
- **3-फेज गिलहरी पिंजरा प्रेरणमोटर के अभिलक्षण व अनुप्रयोग का वर्णन करना।**

प्रेरण मोटर की सबसे महत्वपूर्ण अभिलक्षण चाल बलाघूर्ण अभिलक्षण है जो कि यान्त्रिक अभिलक्षण भी कहलाते है। इन अभिलक्षण के अध्ययन से मोटर का लोड की स्थिति परव्यवहार का पता चलता है। चूंकि मोटर का बलघूर्ण स्लिप पर भी निर्भर करता है। गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर के लोड, चाल, बलघूर्ण व स्लिप के बीच सम्बन्ध ज्ञात करने के लिए किया गया अध्ययन रूचिकर होता है।

चाल, बलघूर्ण और स्लिप अभिलक्षण (Speed, torque and slip characteristics): यह पहले ही स्पष्ट किया गया है कि गिलहरी पिंजरा मोटर के रोटर के गति हमेशा स्टेटर में चुम्बकीय क्षेत्र की तुल्यकालिक गति से पीछे रहती है मोटर मे टॉर्क उत्पन्न करने के लिए आवश्यक रोटर धारा प्राप्त करने के रोटर स्लिप आवश्यक है।शून्य लोड पर, मोटर की यान्त्रिक हानियाँ की पूर्ति के लिए केवल थोड़ा सा टॉर्क चाहिए और रोटर स्लिप बहुत कम होती है जो कि लगभग दो प्रतिशत होती है जैसे ही यान्त्रिक लोड बढ़ता है तो रोटर चाल बढती है और इस प्रकार स्लिप में वृद्धि होती है। स्लिप में इस वृद्धि से पैदा रोटर करंट बढता है, जिसके कारण बढे हुए लोड की पूर्ति के लिए उच्च टॉर्क उत्पन्न होता है।

एक मानक गिलहरी पिंजरा मोटर के विशेष चाल बलघूर्ण और स्लिप अभिलक्षण वक्र Fig 1 में दिखाये गये है। चाल वक्र से स्पष्ट होता है कि एक मानक गिलहरी पिंजरा शून्य लोड से पूर्ण लोड तक अपेक्षाकृत स्थिर चाल पर परिचालित होती है।

Fig 1



चूंकि गिलहरी पिंजरा रोटर की संरचना मूलतः बडे आकार वाले तांबे या एल्युमीनियम छड़ों से बनी होती है, जो दो या एण्ड रिंगों द्वारा लघू पथित होते हैं, इसलिए रोटर प्रतिबाधा निम्न होगी औररोटर में उत्पन्न वोल्टेज में थोडी सी वृद्धि होने पर तुलनात्मक रूप में रोटर धारो में बहुत अधिक वृद्धि होती है। इसलिए जैसे ही गिलहरी पिंजरा मोटर पर शून्य लोड सेपूर्ण लोड तक लोड बढ़ता है, चाल में थोड़ी से कमी रोटर करंट बढाने के लिए आवश्यक होती है। इस कारण गिलहरी पिंजरा मोटर का नियमन बहुत अच्छा रहता है । परन्तु मोटर प्रायः स्थिर चाल मशीन कहलाती है।

स्लिप वक्र से प्रदर्शित होता है कि 5% लोड स्लिप पर वक्र एक सीधी रेखा जैसा है।

इसलिए टॉर्क लगभग रोटर स्लिप के समानुपाती बढता है, टॉर्क ग्राफ, स्लिप ग्राफ के समान है जो कि Fig 1 में दर्शाये अनुसार एक सीधी अभिलक्षण रेखा है।

बलघूर्ण, स्लिप, रोटर प्रतिरोध और रोटर प्रेरणिक प्रतिघात के बीच सम्बन्ध (Relationship between torque, slip rotor resistance and rotor inductive reactance): पूर्व में कथन किया गया है कि एक प्रेरण मोटर मेंउत्पन्न टार्क स्टेटर व रोटर की प्रतिक्रिया स्वरूप होता है। पैदा हुआ टार्क का मान इन दो क्षेत्रों की सामर्थ्य व इनके बीच कला सम्बन्ध (phase relation) पर निर्भर करता है। यह निम्न प्रकार गणितीय रूप से प्रदर्शित किया जाता है।

$T = K \phi_s I_R \cos\phi$

जहाँ T = टार्क न्यूटन मीटर में

K = स्थिरांक

ϕ_s = स्टेटर फ्लक्स वेबर में

I_R = रोटर धारा एम्पियर में

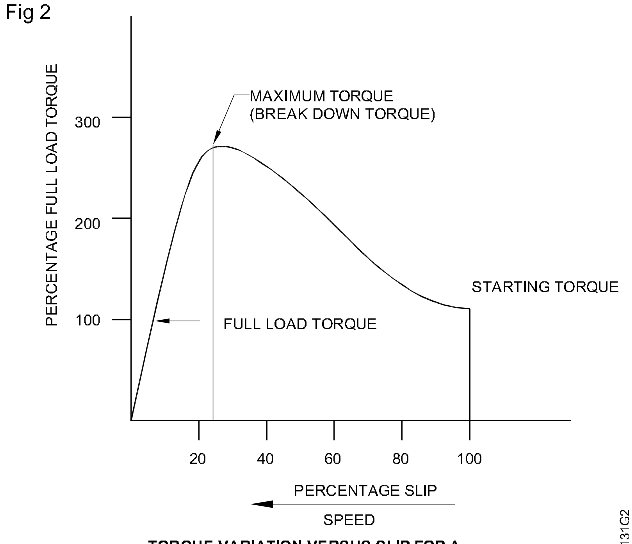
$\cos\phi$ = रोटर शक्ति गुणक

शून्य लोड से पूर्ण लोड तक, टॉर्क स्थिरांक (K), स्टेटर फ्लक्स (ϕ_s) और रोटर शक्ति गुणक ($\cos\phi$) गिलहरी पिंजरा मोटर के लिए व्यावहारिक रूप में स्थिर रहते है। इस प्रकार मोटर का बलघूर्ण उत्पन्न रोटर धारा (I_R) के समानुपाती होगा और रोटर करंट स्लिप हमेशा समानुपाती रहता है। गिलहरी पिंजरा मोटर के टार्क में परिवर्तन को प्रायः रोटर स्लिप के विरूद्ध स्थापित किया जाता है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है।

रोटर करंट में वृद्धि होने पर रोटर टॉर्क बढ़ता है और किसी दिये हुए लोड पर रोटर स्लिप में वृद्धि रोटर शक्ति गुणक पर निर्भर करती है। एक गिलहरी पिंजरा मोटर के लिए रोटर प्रतिरोध स्थिर रहता है। इस प्रकार स्लिप में वृद्धि से रोटर आवृत्ति में वृद्धि होगी, और परिणाम स्वरूप रोटर प्रेरणिक प्रतिघात में भी वृद्धि होगी। शून्य लोड से पूर्ण लोड तक और यहाँ तक कि पूर्ण लोड के 125 प्रतिशत पर एक मानक गिलहरी पिंजरा मोटर की रोटर स्लिप तुलनात्मक रूप में कम होती है और रोटर आवृत्ति कभी कभी 2 से 5 Hz तक होगी। इस प्रकार लोड की उपरोक्त परास के अनुसार, आवृत्ति मेंपरिवर्तन का प्रभाव प्रतिबाधा पर नगण्य पड़ता है जैसा कि Fig 2, में दिखाया गया है। रनिंग टार्क को स्लिप के सम्बन्ध में एक सीधी सरल रेखा द्वारा दर्शाया गया है।

10 से 25 प्रतिशत स्लिप के बीच गिलहरी पिंजरा मोटर अपनाउच्चतम सम्भावित टॉर्क प्राप्त कर लेगी। यह टॉर्क उच्चतम भंजन बलघूर्ण कहलाता है,और यह निर्धारित बलघूर्ण के 200 से 300 प्रतिशत के बीच पहुंच जाता है। जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। उच्चतम बलाघूर्ण पर रोटर का प्रेरणिक प्रतिघात इसके प्रतिरोध के तुल्य होगा।

Fig 2



TORQUE VARIATION VERSUS SLIP FOR A STANDARD SQUIRREL - CAGE MOTOR

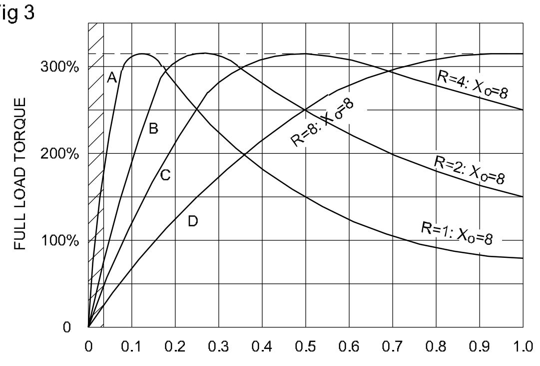
अतः जब लोड व परिणामी स्लिप में वृद्धि होती है यदि यह निर्धारित पूर्ण लोड मान से अधिक है, तो रोटर आवृत्ति मेंवृद्धि होगी, और इस प्रकार रोटर प्रतिघात व प्रतिबाधा में भी वृद्धि होगी और इस प्रकार रोटर प्रतिघात व प्रति बाधा में भी वृद्धि सराहनीय होगी। इस रोटर प्रेरणिक घात में वृद्धि से, परिणामस्वरूप रोटर शक्ति गुणक में कमी होगी जिसके दो प्रभाव होंगें, प्रथम प्रतिबाधा में वृद्धि से फ्लक्स परिवर्तन दर घटेगी जिससे रोटर करंट बढेगा जिसका अर्थ है रोटर फ्लक्स अपना उच्चतम मान पर पहुंच जायेगा, इसके कुछ समय पश्चात स्टेटर फ्लक्स को इसके द्वारा swept किया जायेगा/ इन दो चुम्बकीय क्षेत्रो के आउट ऑफ फेज सम्बन्ध से परस्पर प्रतिक्रिया कम होगी और परिणामी टॉर्क कम होगा। इस प्रकार यदि मोटर पर लोड को इसके कंपन बलघूर्ण मान से अधिक बढाया जाये, तो टार्क शीघ्रता से गिरता है जिसका कारण उपरोक्त दो प्रभाव है इस कारण मोटर परिचालन अस्थिर हो जाता है और मोटर रूकने की कोशिश करेगा।

रोटर प्रतिरोध का टॉर्क/स्लिप सम्बन्ध पर प्रभाव (Effect of rotor resistance upon the torque/slip relationship): जब रोटर प्रतिरोध मेंपरिवर्तन किया जाता है तब टार्क व स्लिप के बीच सम्बन्ध को Fig 3 में दर्शाया गया है। वक्र का छायादार भाग वास्तविक परिचालन क्षेत्र दर्शाता है। निम्न प्रतिरोध जैसे 1 ohm, के लिए प्रेरण मोटर का वक्र A है, 2 ohm के लिए वक्र B 4 ohm के लिए वक्र C व 8 ohm के लिए वक्र D है।

भंजन बलघूर्ण (Breakdown torque) : उपरोक्त सभी स्थितियों में प्रारम्भिक स्थिर अवस्था में रोटर का प्रेरणिक प्रतिघात समान रहता है जिसे 8 ohm कहा जा सकता है। वक्र से यह स्पष्ट है कि प्रतिरोध R के चारों मानों पर उच्चतम बलघूर्ण समान रहता है। आगे यह ओर भी स्पष्ट हो जाता है कि उच्च प्रतिरोध पर उच्च सरकन पर उच्चतम बलघूर्ण प्राप्त होता है।

प्रारम्भिक बलघूर्ण (Starting torque) : प्रारम्भ के समय भिन्नात्मक सरकन (fractional slip) का मान 1 होता है और प्रारम्भन बलघूर्ण पूर्ण लोड बलघूर्ण का 300% होता है, जब रोटर का प्रतिरोध उच्चतम होता है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है और उसी समय जब रोटरप्रतिरोध निम्न होता है तो यह पूर्ण लोड बलघूर्ण का 75% बलघूर्ण उत्पन्न करता है जैसा कि Fig 3 में वक्र A द्वारा दर्शाया गया है। इसलिए हम कह सकते है कि एक प्रेरण मोटर जिसके रोटर का प्रतिरोध उच्च होता है, प्रारम्भ के समय उच्च बलघूर्ण उत्पन्न करती है।

Fig 3



FRACTIONAL SLIPS TORQUE/SLIP CURVES FOR AN INDUCTION MOTOR

रनिंग बलघूर्ण (Running torque) : जब ग्राफ के छायांकित की ओर देखा जाये तो सामान्य परिचालन में यह पता लगात है कि निम्न प्रतिरोध रोटर वाली मोटरों का रनिंग स्थिति में बलघूर्ण अच्छा होता है जबकि उच्च प्रतिरोध वाली रोटर वाली मोटरों का कम होगा।

चूंकि गिलहरी पिंजरा मोटरों के रोटर प्रतिरोध का मान कम होगा, तो इनका स्टार्टिंग बलघूर्ण निम्न परन्तु रनिंग बलघूर्ण अपेक्षाकृत संतोषजनक होता है। इस कमी को कुछ हद तक दोहरी पिंजरा गिलहरी मोटर पुरा करती है जो उच्च प्रारम्भिक व सामान्य रनिंग टार्क उत्पन्न करती है। दूसरी अवस्था में स्लिपरिंग प्रेरण मोटर का रोटर कुण्डलित होने के कारण, इसमें प्रतिरोध जोड़ने की सम्भावना रहती है जो प्रारम्भ के समय जोड़ा जाता है,रनिंग के दौरान बाहरी प्रतिरोध कम किया जाता है।

गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर के उपयोग (Application of squirrel cage induction motor) : जहाँ पर एक निश्चित स्थिर चाल की आवश्यकता होती है, जैसे औद्योगिक स्तर पर या सिंचाई पम्प मे वहाँ पर एकल गिलहरी पिंजरा मोटरों का उपयोग बहुतायत रूप से किया जाता है। यह मोटर बनावट मे रूक्ष है, इसकी दक्षता बहुत अधिक है व मूल्य कम है। टैक्सटाइल मिल व धातु कटिंग टूल के परिचालन में जहाँ पर प्रारम्भिक बलघूर्ण अधिक चाहिए वहाँ, पर दोहरी गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटरें उपयोग की जाती है।

प्रेरण मोटर का शून्य लोड परीक्षण (No-load test of induction motor)

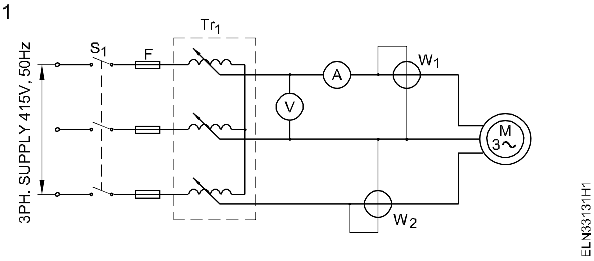
उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **शून्य लोड परीक्षण से इंडक्शन मोटर का (यान्त्रिक व लौह हानियों का) constant ज्ञात करना**
- **प्रति फेज तुल्यांक प्रतिरोध की गणना करना।**

शून्य लोड परीक्षण (No-load test)

इस परीक्षण में प्रेरण मोटर तीन फेज ऑटो ट्रांसफार्मर के द्वारा जुड़ी हुई है जैसा कि (Fig 1) में दिखाया गया है। प्रारम्भ के समय 3-फेज ऑटोट्रांसफार्मर से कम वोल्टेज देकर स्टार्टिंग करंट को कन्ट्रोल किया जाता है, उसके बाद धीरे-धीरे वोल्टेज बढाते है। मोटर के विवरण अनुसार एमीटर व वोल्टमीटर का चयन किया जाता है। मोटर की शून्य लोड धारा बहुत कम होगी जो कि पूर्ण लोड का 30% होगा।

Fig 1



शून्य लोड पर मोटर का शक्ति गुणक बहुत कम होता है जो कि 0.1 से 0.2, की परास मेंहोता है। इसलिए वाट मीटर का चयन इस प्रकार किया जाता है कि यह कम शक्ति गुणक पर धारा प्रवाहित करके पाठ्यांक दर्शा सके। वाटमीटर की पूर्ण विक्षेप रीडिंग वोल्टमीटर व एम्मीयर की पूर्ण विक्षेप रीडिंग के गुणनफल के बराबर होगी।

प्रेरण मोटर के स्थिर हानियाँ ज्ञात करने के लिए निम्नानुसार गणना की जानी चाहिए।

शून्य लोड पर मोटर द्वारा दी गई आउटपुट शून्य होती है। रोटर मे विकसित सारी यान्त्रिक शक्ति का उपयोग रोटर की निर्धारित गति पर घुमाने के लिए होता है। इसलिए शून्य लोड ताम्र हानियाँ, लोह हानियाँ और यान्त्रिक हानियाँ का योग इनपुट शक्ति के तुल्य होता है।

गणना

V_{NL} is → स्टेटर लाइन वोल्टेज है

I_{NL} is → लाइन करंट है

P_{NL} is → इनपुट तीन फेज शक्ति

इनपुट शक्ति में क्रोड हानियाँ P_c, घर्षण व वायु घर्षण हानियाँ $P_{(rot)}$, और स्टेटर कॉपर लॉस सम्मिलित है।

$$P_{NL} = P_c + P_{rot} + 3\,I^2_{NL}\,R_S$$

इससे घूर्णन हानियों का योग ज्ञात किया जा सकता है।

$$P_{rot+C} = P_{NL} - 3\,I^2_{NL}\,R_S$$

स्टेटर टर्मिनल पर प्रतिफेज प्रतिरोध माप कर, स्टेटर प्रतिरोध मापा जा सकता है।

स्टार संयोजन में $R_S = R/2$.

डेल्टा संयोजन में $R_S = 2/3\,R$.

ब्लॉक्ड रोटर टेस्ट (Blocked rotor test)

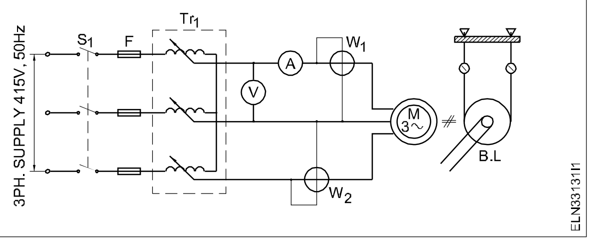
उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **ब्लॉक्ड रोटर परीक्षण द्वारा एक 3-फेज प्रेरण मोटर के पूर्ण लोड पर ताम्र हानियाँ ज्ञात करना**
- **प्रति फेज तुल्यमान प्रतिरोध व दक्षता ज्ञात करना।**

इस परीक्षण के संयोजन शून्य परीक्षण की तरह ही होते है। इस स्थिति में एमीटर का चयन मोटर कीपूर्ण लोड धारा अनुसार किया जाता है। वाटमीटर की क्षमता उपयुक्त परास अनुसार होनी चाहिए, जिसका शक्ति गुणक 0.5 से इकाई तक हो।

निर्धारित वोल्टता का कुछ प्रतिशत वोल्टता प्राप्त करने के लिए एक ऑटों ट्रांसफार्मर का प्रयोग किया जाता है। रोटर का उपयुक्त प्रबन्ध से लॉक करना चाहिए, ताकि मोटर को प्रदाय मिलने के बाद भी यह चल न सके। इस प्रकार का एक प्रबन्ध Fig 1 में दर्शाया गया है। मोटर को घूमने से रोकने के लिए पुली पर बेल्ट को मजबूती से कसा जाता है।

Fig 1



जैसे ही रोटर को लॉक किया जाता है तो यह एक ट्रांसफार्मर की लघुपरिपथ सैकेण्ड्री वाइडिंग की तरह कार्य करता है। इस प्रकार रोटर की पिंजरा वाइंडिंग में थोडी वोल्टता उत्पन्न होता है, परन्तु यह थोडी सी वोल्टेज मोटर के रोटर की पिंजरा वाइन्डिंग में पर्याप्त करंट प्रवाह करने में योग्य होती है।

यह बहुत आवश्यक है कि प्रदाय वोल्टेज को प्रारम्भ के समय 5% सेभी कम रखा जाये और बाद में इसे मोटर के पूर्ण लोड पर प्रवाहित होने वाले धारा के बराबर धारा प्रवाहित होने तक धीरे-धीरे बढ़ायें। स्टेटर प्रदाय आवृत्ति को सामान्य रेटेड प्रदाय आवृत्ति के बराबर रखें।

ताम्र हानियाँ परिणाम ज्ञात करने के लिए विधि निम्न उदाहरण द्वारा ज्ञात की गई है।

उदाहरण

एक 5 HP 400V, 50 Hz, चार पोल, तीन फेज प्रेरण मोटर पर परीक्षण किया गया और निम्नलिखित आँकडे प्राप्त हुए।

ब्लाक्ड रोटर टेस्टः V_s = 54. P_s = 430, I_s = 7.5 A.

स्टेटर वाइंडिंग के प्रतिरोध में धारा प्रवाहित होने पर 4 V ड्राप वाइंडिंग में होते है।

लघु परिपथ पर शक्ति गुणक R_e व X_e ज्ञात करें व पूर्ण लोड पर ताम्र हानियाँ ज्ञात करें।

दिया है

निर्गत	= 5 HP
वोल्टता	= 400 V
आवृत्ति	= 50 Hz.
ब्लाक्ड रोटर वोल्टेज, V_S	= 54 V
शक्ति P_S,	= 430 W
धारा, I_S	= 7.5 A

ज्ञात करना है

लघु परिपथ पर शक्ति गुणक	= $\cos \theta_S$
तुल्यामान प्रतिरोध, R_e/phase	
तुल्यमान प्रतिघात X_e/phase	
पूर्ण लोड ताम्र हानियाँ	= $3I^2R_e$.

ज्ञात हैः

$$W_S = \sqrt{3}\, V_S I_S \ \cos\varnothing_S$$

$$\text{Equivalent impedance } Z_e = \frac{V_s}{\sqrt{3}I_S} = \sqrt{R_e^2 + X_e^2}$$

$$R_e = \text{equivalent resistance} = \frac{P_s}{3I_s^2}$$

$$X_e = \text{equivalent reactance} = \sqrt{Z_e^2 - R_e^2}$$

हूल :

$$W_S = \sqrt{3}\, V_S I_S \ \cos\varnothing_S$$

$$\cos\phi_s = \frac{W_s}{\sqrt{3}\, V_s I_s}$$

$$\cos\phi_S = \frac{430}{1.72 \times 54 \times 7.5} = \frac{430}{696.6} = 0.61$$

$$\text{Equivalent resistance } R_e/\text{phase} = \frac{P_s}{3 \times I_S^2} = \frac{430}{3 \times (7.5)^2} = \frac{430}{168.75} = 2.5\Omega$$

$$X_e = \text{equivalent reactance/phase} = \sqrt{Z_e^2 - R_e^2}$$

$$Z_e = \frac{54}{\sqrt{3} \times 7.5} = \frac{54}{12.90} = 4.1$$

$$X_e = \sqrt{4.1^2 - 2.5^2} = \sqrt{16.81 - 6.25} = \sqrt{10.56} = 3.4\Omega.$$

पूर्ण लोड ताम्र हानियाँ $= 3\, I^2 R_e$
$= 3 \times 7.5^2 \times 2.5 = 421.875$ watts

उत्तर

i $\cos\phi_s$ = 0.61

ii प्रतिरोध तुल्यमान प्रतिरोध R_e/phase = 2.5 Ω

iii प्रतिफेज तुल्यमान प्रतिघात X_e/phase = 3.25 Ω

iv पूर्णलोड ताम्र हानियाँ = 421.875 watts

शून्य लोड व ब्लाक्ड रोटर परीक्षण से दक्षता (Efficiency from no-load and blocked rotor test)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **पूर्ण लोड पर दक्षता ज्ञात करना।**

उदाहरण

एक 5 HP 220V, 50 Hz चार पोल, तीन फेज प्रेरण मोटर का परीक्षण किया गया और निम्नलिखित आंकडे प्राप्त हुए।

शून्य लोड परीक्षण = V_{NL} = 220V, P_{NL} = 340 W, I_{NL} = 6.2 A

ब्लॉक्ड रोटर टेस्ट = V_{BR} = 54V, P_{BR} = 430W,

I_{BR} = 15.2 A

(स्टार संयोजन मानते हुए) स्टेटर के दो टर्मिनलों के पार्श्व में 4V DC देने पर निर्धारित करंट प्रवाहित होने लगा तो पूर्ण लोड पर दक्षता ज्ञात करें।

मान लें स्टार संयोजन में प्रति फेज DC प्रतिरोध/फेज = R/2

हलः

$R_1 + R_2$ = 4/15.2 = 0.263 W

प्रतिरोध/फेज = 0.263/2 = 0.1315 W

प्रभाविक AC प्रतिरोध $R_s = 1.4\ R_{ph}$

= 1.4 x 0.1315

= 0.1841 Ω

$R_{(rot + c)} = P_{NL} - 3I^2_{NL}\ R_s$

= 340 - 3 x 6.2^2 x 0.1841

= 340 - 21.23

= 318.77 W(constant loss)

ताम्र हानियाँ = $3I^2 R_e$ = 430 W

निर्गत = 5 x 735.5 = 3677.5

$$\text{Efficiency} = \frac{3677.5}{3677.5 + 318.77 + 430} = \frac{3677.5}{4426.2}$$

= 0.830

% दक्षता = 0.830 x 100

अर्थात = 83%.

स्लिप रिंग मोटर के रोटर परिपथ में बाह्य प्रतिरोध का प्रभाव (Effect of external resistance in slip ring motor rotor circuit)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **प्रेरण मोटर के रोटर के अतिरिक्त प्रतिरोध का प्रवेश कराने पर पडने वाले प्रभाव का वर्णन करना।**

हम देख चुके हैं कि स्लिपरिंग प्रेरण मोटर को इसके रोटर के साथ जुडे स्टार संयोजित प्रतिरोध को नियन्त्रित करके स्टार्ट कर सकते है। प्रारम्भ में रोटर प्रतिरोध में वृद्धि करके रोटर करंट को कम किया जा सकता है। इस प्रकार स्टार्टिंग करंट भी कम हो जाता है। रोटर सर्किट गुणक में सुधार होन से स्टार्टिंग टॉर्क भी उच्च होता है।

रोटर प्ररिपथ मं बाहरी प्रतिरोध को जोड़ना केवल स्लिपरिंग मोटरों में सम्भव है। रोटर परिपथ में बाहरी प्रतिरोध जोडकर मोटर की चाल कम की जा सकती है।

हम जानते है कि रनिंग अवस्था में टार्क

$T \alpha E_r I_r \cos \phi_2$

or $T \alpha \phi I_r \cos \phi_2$ क्योंकि $E_r\ \alpha \phi$

जहाँ E_r = रनिंग अवस्था में प्रति फेज रोटर वि०वा० बल

I_r = रनिंग अवस्था में प्रति फेज रोटर करंट

$E_r = s\ E_2$

इसलिए

सामान्य चाल लगभग तुल्यकालिक चाल के बराबर होती है, sX_2 न्यून होती है और यह R_2 के मान की अपेक्षा नगण्य होती है।

अतः $T \alpha s/R_2$

किसी दिये हुए बलपूर्ण के लिए यह निश्चित है, कि स्लिप को बढाया जा सकता है, रोटर प्रतिरोध बढा कर चाल को घटाया जा सकता है। इस विधि का उपयोग स्लिपरिंग मोटरकी चाल को नियंत्रित करने में किया जाता है।

चाल नियंत्रण की इस विधि की विशेष हानि यह है कि रोटर परिपथ में प्रतिरोध बढाने से, ताम्र हानियाँ I^2R भी बढ जाते है। इस प्रकार मोटर की परिचालन दक्षता भी घट जाती है। चाल परिवर्तन की यह विधि केवल वहाँ ही उपयोगी है जहाँ पर थोडे समय के लिए चाल में परिवर्तन चाहिए।

स्लिप रिंग प्रेरण मोटर की अभिलक्षणों के लिए सम्बन्धित सिद्धांत का अभ्यास 3.1.08 व 3.1.09 को पढें।

ऑटो-ट्रांसफार्मर स्टार्टर (Auto-transformer starter)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **ऑटो-ट्रांसफार्मर स्टार्टर की संरचना व परिचालन का वर्णन करना**
- **ऑटो-ट्रांसफार्मर स्टार्टर के पावर और कंट्रोल सर्किट का वर्णन करना।**

ऑटो-ट्रांसफार्मर स्टार्टर (Auto-transformer starter)

मोटर लीड के साथ श्रेणी प्रतिरोधों को जोड़कर कम वोल्टेज प्राप्त की जाती है। यह सरल व सस्ती विधि है परन्तु बाहरी श्रेणी प्रतिरोधों में अधिक शक्ति व्यय हो जाती है।

ऑटो ट्रांसफार्मर द्वारा प्रारम्भ विधि में तीन फेज ऑटो-ट्रांसफार्मर की वाइन्डिंग मे उपयुक्त बिन्दुओं से टेपिंग ली जाती है जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है। ऑटो-ट्रांसफार्मर से प्रायः 55, 65, 75 प्रतिशत बिन्दुओं से टेपिंग ली जाती है ताकि इन वोल्टेज पर उपयुक्त स्टार्टिंग टॉर्क की आवश्यकता के लिए समंजन adjustment किया जा सक, चूंकि अधिक धारा मान पर बार-बार सम्पर्क टुटने से उच्च आर्क बनती है इसलिए कई बार इसे प्रभाविक रूप से बुझाने के लिए ऑटो ट्रांसफार्मर की कुण्डलियाँ तेल में डुबी रहती है।

Fig 1

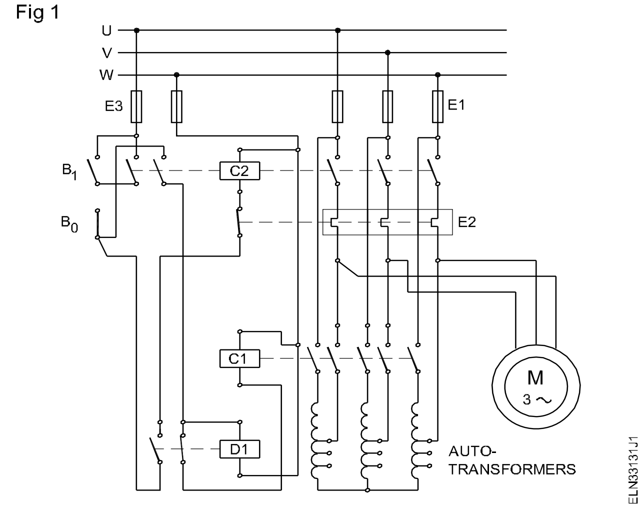


Fig 2(a) में ऑटो ट्रांसफार्मर स्टार्टर का पावर सर्किट व Fig 2(b) में ऑटो ट्रांसफार्मर स्टार्टर का कन्ट्रोल सर्किट दर्शाया गया है।

ऑटो-ट्रांसफार्मर स्टार्टर-परिचालन (Auto-transformer starter - Operation)

इस प्रकार के स्टार्टर में मोटर को स्टार्ट करने के लिए वोल्टेज कम करने के लिए तीन फेज स्टार संयोजित ऑटो ट्रांसफार्मर का उपयोग किया जाता है। स्टार्टिंग के समय ऑटो ट्रांसफार्मर की उपयुक्त टेपिंग से वोल्टेज को कम किया जाता है। एक बार जब मोटर अपनी सिन्क्रोनस चाल की 75% चाल पर घूमने लगती है तो मोटर को पूर्ण वोल्टेज आरोपित किये जाते है और मोटर सर्किट से ऑटो-ट्रांसफार्मर को हटा दिया जाता है।

Fig 3 में एक ऑटो-ट्रांसफार्मर स्टार्टर के संयोजन दर्शाये गये है। मोटर को स्टार्ट करने के लिए, स्टार्टर के हैण्डल को नीचे की ओर दबाया जाता है और मोटर ऑटो ट्रांसफार्मर टेपिंग से घटी हुई वोल्टेज प्राप्त करती है। जब मोटर अपनी निर्धारित चाल की 75% चाल प्राप्त कर लेती है तो स्टार्टर के हैण्डल को ऊपर की ओर उठाया जाता है और मोटर पूर्ण वोल्टेज प्राप्त कर लेती है। मोटर सर्किट से ऑटों ट्रांसफार्मर विसंयोजित हो जाता है।

हस्त परिचालित ऑटो-ट्रांसफार्मर 20 से 150 hp तक की मोटरो के लिए उपयुक्त है, जबकि स्वचालित ऑटो ट्रांसफार्मर स्टार्टर उच्च अश्व शक्ति मोटरों अर्थात 425 hp तक के लिए उपयोग होते है।

Fig 2

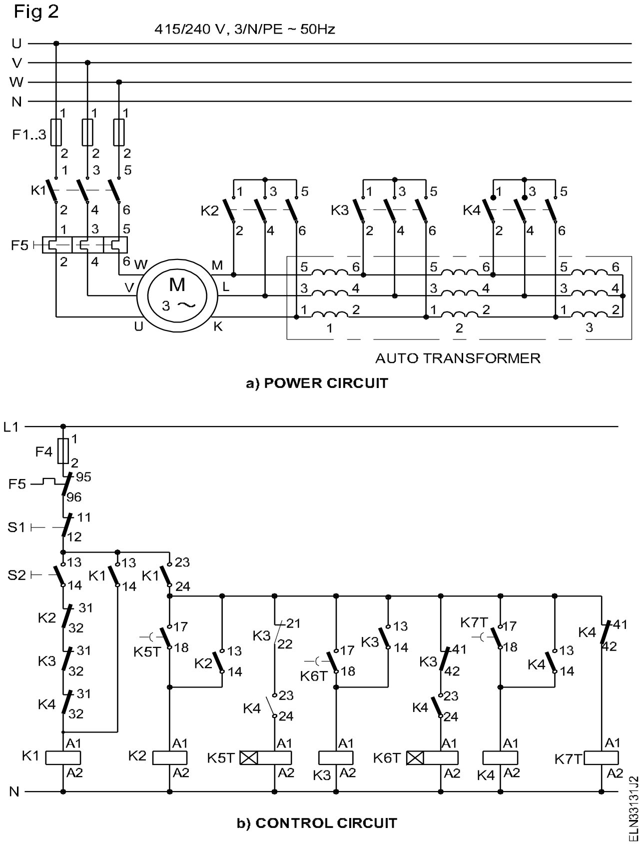
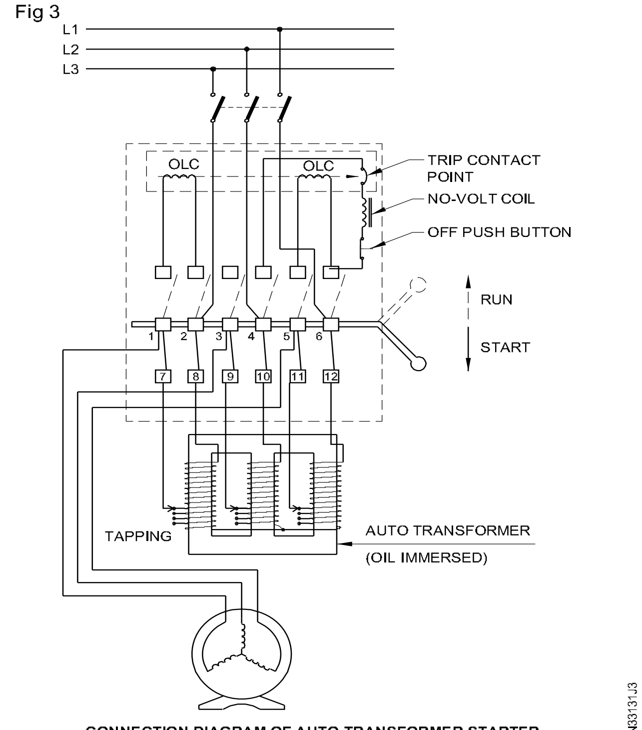


Fig 3



CONNECTION DIAGRAM OF AUTO-TRANSFORMER STARTER

सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर/फेज फैलियर रिले (Single phasing preventer / phase failure relay)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **सिंगल फेजिंग को परिभाषित करना**
- **सिंगल फेजिंग के प्रभाव का वर्णन करना**
- **सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर की आवश्यकता का वर्णन करना**
- **सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर का वर्गीकरण करना**
- **स्थापना विधि का वर्णन करना**
- **सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर की सर्विस करना, खराबी का पता लगाने की विधि का वर्णन करना।**

सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर/फेज फैलियर रिले (Single phasing preventer/ phase failure relay) : जब तीन फेज सप्लाई पद्धति में तीन लाइनों में से एक लाइन फेल हो जाये या ओपन हो जाये, तो लोड दूसरे दो लाइनों के बीच प्रवाहित होने लगती है, इस प्रकार के दोष को सिंगल फेजिंग होते है।

सिंगल फेजिंग का प्रभाव (Effect of single phasing): विभिन्न प्रकार के लोडों पर सिंगल फेजिंग का प्रभाव अलग-अलग होता है जो कि निम्न प्रकार है।

- 3-फेज के ऊष्मा उत्पन्न करने वाले लोडों में, उत्पन्न होने वाली ऊष्मा 50%; तक कम होने लगती है, इस अवस्था में इससे उपकरण को कोई हानि नही होती।
- तीन फेज मोटरों में विभिन्न परिस्थितियों में विभिन्न प्रकार का प्रभाव पड़ता है i) प्रारम्भन के समय यदि सिंगल फेजिंग हो जाये, तो मोटर स्टार्ट होने में असफल हो जाती है या जाम हो जाती है क्योंकि उपयुक्त रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र विकसित नहीं होती है। परन्तु मोटर अधिक करंट लेने लगती है औरमोटर वाइन्डिंग गर्म हो जाती है। ii) रनिंग अवस्था में, यदि सिंगल फेजिंग हो जाये तो मोटर चलती रहती है या नहीं चलती जो कि लोड की स्थिति पर निर्भर करता है और जिन लाइनों में फेज उपलब्ध रहता है उनमें बहुत अधिक करंट प्रवाहित होगा और अधिक ऊष्मा उत्पन्न होने से वाइन्डिंग जल सकती है।

सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर व फेज फैलियर रिले की आवश्यकता (Necessity of single phasing preventor / phase failure relay): तीन फेज प्रेरण मोटर के तीन फेज में से यदि दो फेज आपस मे बदल दिये जाये तो मोटर के घूमने की दिशा बदल जाती है । यह क्रिया औद्योगिक अनुप्रयोगो में फेज रिवर्सल के परिणामस्वरूप उपकरणों में बड़ी हानि हो जाती है और उपकरण का प्रयोग करने वाले व्यक्ति घायल हो जाते है। दुसरी परिस्थिति में यदि फ्यूज पिघल जाये तो मोटर से जुड़ी तार चलते समय टूट जाये तो मोटर दो फेजों पर लगातार चलती रहेगी परन्तु खतरनाक रूप से गर्म होने लगेगी। इन परिस्थितियों से बचने के लिए सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर का उपयोग किया जाता है।

प्रिवेन्टरों का प्रकार (Types of preventors): सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर तीन प्रकार के उपलब्ध है।

- यान्त्रिक (Mechanical)
- धारा संवेदी (Current sensing)
- वोल्टता संवेदी (Voltage sensing)

यान्त्रिक प्रकार सिंगल-फेजिंग प्रिवेन्टर (Single phasing preventor - Mechanical type) : यह एक प्रकार का सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर है जो द्विधातु रिले की तरह व्यवहार करता है जो कि सामान्य OLR की तरह NVC परिपथ को खोल देता है। इस प्रकार का सिंगल फेजिंग प्रिवेन्ट परिचालन में धीमा, पूर्ण विश्वसनीय नहीं, इसलिए आजकल उपयोग नहीं किया जाता है।

दूसरे प्रकार की फेज फेलर (phase failure) यान्त्रिक रिले में दो लाइनों के साथ कुण्डलियाँ, तीन फेज सप्लाई में जुड़ी रहती है। इन कुण्डलियों मेंधारा रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र स्थापित कर देती है जो ताम्र डिस्क को क्लॉक वाइज दिशा में घुमाने का प्रयत्न करता है। वास्तव में यह क्लाक वाइज टॉर्क उन दो टॉर्क का परिणामी है जो विपरीत दिशा में आरोपित होते है। दो टॉर्क को निर्गत एक बहुफेज टार्क डिस्क का क्लॉक वाईज दिशा में घुमाने का प्रयत्न करता है और एक सिंगल फेज टॉर्क डिस्क का वामावृत दिशा में घुमाने का प्रयत्न करता है।

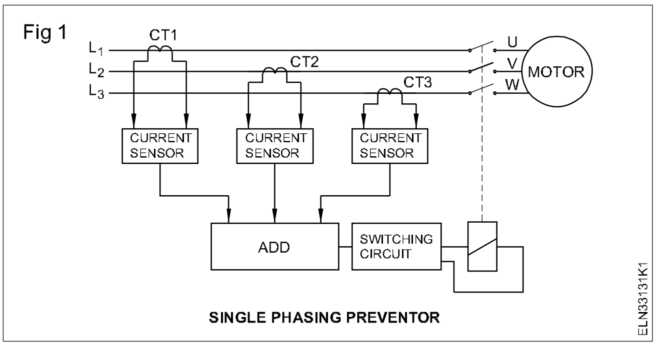
एक रोक के विपरीत उभरा हुआ भाग इस प्रकार टिका रहता है कि यह डिस्क को दक्षिणावृत anti clockwise दिशा में घूमने से रोकता है। इसप्रकार यदि डिस्क वामावृत दिशा में घूमना शुरू करती है तो उभरी हुई भुजा एक टोगल (toggle) मैकेनिज्म को चला कर स्टार्टर को खोल देती है। फेज के ऊल्टा होने पर बहुकला (poly-phase) टॉर्क, एक फेज टॉर्क की मदद करके डिस्क को वामावृत दिशा में घुमा देता है और पुनः मोटर लाईन से विसंयोजित (disconnected) हो जाती है।

धारा संवेदी सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर (Single phasing preventers -Current sensing) : यह इस सिद्धांत पर कार्य करता है कि सन्तुलित लोड पर समान धारा प्रवाहित होती है जो करंट ट्रांसफार्मर की द्वितीयक वाइंडिंग में वोल्टेज उत्पन्न करती है। ये द्वितीयक वोल्टतायें इस प्रकार जोडी जाती है कि इनकी कुल वोल्टेज अलग-अलग वोल्टेज का योग हो और योगात्मक वोल्टेज को रेक्टीफाई किया जाता है, फिल्टर किया जाता है और सेन्सड किया जाता है और रिले का ऑपरेट करने के लिए रिले को प्रदान कर दिया जाता है। यह रिले परिचालित होकर स्टार्टर की NVC को क्लोज कर देती है।

धारा संवेदी सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर का ब्लॉक डायाग्राम Fig 1 में दिखाया गया है।

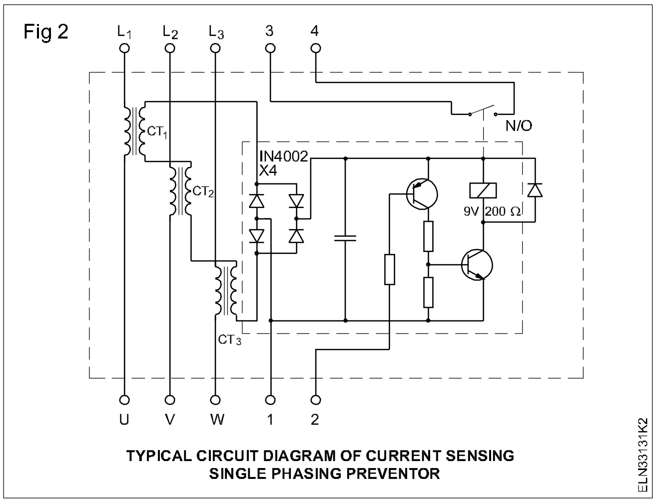
Fig 2 में धारा संवेदी सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर का विस्तृत परिपथ आरेख दिखाया गया है। टर्मिनल 1 व 2 का प्रयोग टाईम डिले सर्किट उपलब्ध होने पर किया जाता है। अन्यथा इन्हें लघुपथ किया जाता है।

Fig 1



SINGLE PHASING PREVENTOR

Fig 2



TYPICAL CIRCUIT DIAGRAM OF CURRENT SENSING SINGLE PHASING PREVENTOR

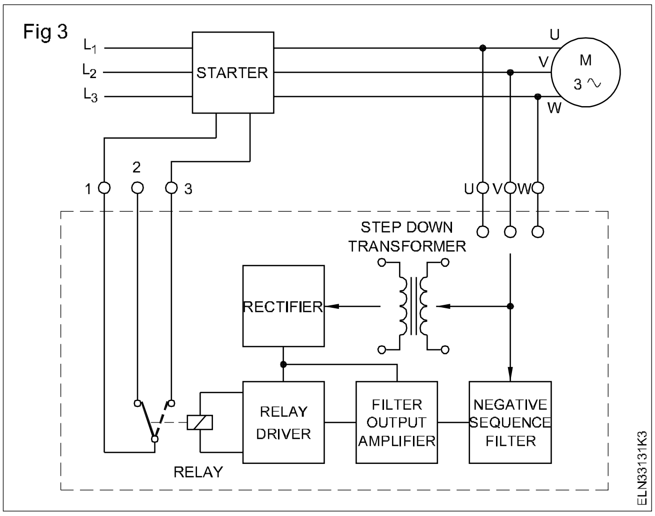
टर्मिनल 3 व 4 स्टार्टर की NVC के श्रेणी में जोड़ा जाता है यदि मोटर किसी फेज में एक विशिष्ट मान से कम की धारा का संवेदन करेगी तो रिले प्रचालन नहीं होगा या परिपथ असन्तुलित हो जायेगा और मोटर सर्किट ऑफ हो जायेगा।

इस प्रकार के सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर केवल वहाँ पर उपयुक्त होते है जहाँ पर मोटर स्थिर लोड के साथ चलती है जैसे कि पम्प मोटर व कम्प्रैशर मोटर इत्यादि। यह वहाँ भी सेवा करती है जहाँ पर मोटर पम्प में पानी सुख जाता है व मोटर पर लोड नहीं होता वहाँ लोड करंट कम होने लगता है और परिपथ कम धारा को संवेद करके मोटर परिपथ को ट्रिप कर देता है।

वोल्टता संवेदी सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर (Single phasing preventer - Voltage sensing) : AC तीन फेज सप्लाई में तीन फेज वोल्टताएँ जिस क्रम से अपने उच्चतम मान पर पहुँचती है वह क्रम फेज अनुक्रम कहलाता है। जब फेज वोल्टताएँ अपने उच्चतम मान पर परस्पर 120° के अन्दर पर क्लॉकवाइज दिशा में पहुँचती है तो फेज अनुक्रम धनात्मक फेज अनुक्रम कहलाता है और एन्टीक्लॉक वाइज दिशा में ऋणात्मक फेज अनुक्रम कहलाता है। फेज रिवर्स होने पर, या वोल्टेज के असन्तुलित होने पर या लाईन में वोल्टेज शून्य होने पर परिणामस्वरूप यह ऋणात्मक फेज अनुक्रम की ओरआरूढ हो जाती है जो कि सामान्य सप्लाई वोल्टताओं के धनात्मक फेज अनुक्रम के विपरीत होता है । यह ऋणात्मक अनुक्रम प्रतिरोध संधारित्र याप्रतिरोध, संधारित्र और प्रेरकत्व नेटवर्क द्वारा फिल्टर होकर वोल्टेज संवेदी सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर की रिले को ऊर्जा रहित कर देता है।

Fig 3 व Fig 4 में एक विशेष संवेदी सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर का ब्लॉक डायग्राम व सर्किट डायग्राम दिखाया गया है। इसमें ऋणात्मक फेज अनुक्रम को संवेदन करने के लिए प्रतिरोध व कैपसिटैंस नेटवर्क का उपयोग किया जाता है। जब फेज अनुक्रम व वोल्टेज सही होगी तो फिल्टर आउटपुट अर्थात कैपेसिटर केपार्श्व मे कोई वोल्टेज उत्पन्न नही होगी। सर्किट में कैपेसिटर C_4 जो ट्रांजिस्टर Q_1 को ड्राइव करता है, रिले को ड्राइव करने के लिए ट्रांजिस्टर Q_2 को कट ऑफ कर देता है।

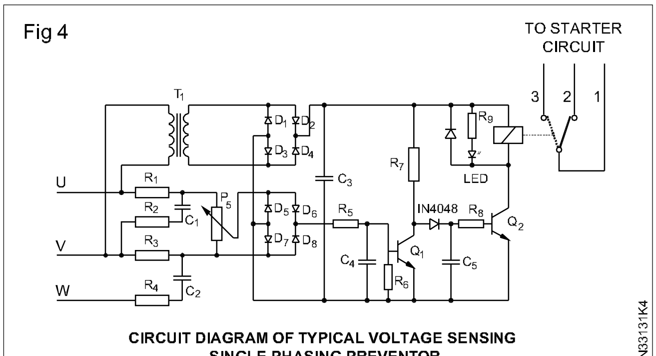
Fig 3



जब फेज उल्ट होने या सप्लाई वोल्टेज में असन्तुलन होने पर ऋणात्मक फेज अनुक्रम पैदा होता है तो कैपेसिटर C_4 के पार्श्व में वोल्टेज उत्पन्न होती है जो ट्रांजिस्टर Q_1 को ड्राइव करके सैचुरेटशन तक ले आती है और ट्रांजिस्टर Q_2 को कट ऑफ करती है। इसके परिणाम स्वरूप रिले सर्किट स्विच ऑफ हो जाता है।

कुछ प्रकार के सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टरों में असन्तुलन सैटिंग को एडजस्ट करने की सुविधा होती है। उदाहरण के लिए जब रिले एकसैट की गई वैल्यू के बाद, बार बार ऑपरेट होती है, तब असनतुलित प्रि-सैट को बदलने के लिए प्रिसैट P_5 को परिचालित करके बदला जा सकता है जैसा Fig 4 में दर्शाया गया है।

Fig 4

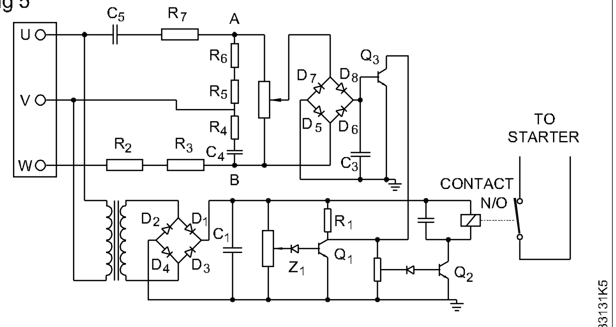


CIRCUIT DIAGRAM OF TYPICAL VOLTAGE SENSING SINGLE PHASING PREVENTOR

ओवर वोल्टेज और अण्डर वोल्टेज कट ऑफ फेजिंग प्रिवेन्टर (Single phasing preventor with over-voltage and under voltage cut off) (Total motor protection) : जब एक मोटर को कमवोल्टेज दी जाती है तो मोटर अधिक करंट लेती है जब यह लोड का चलाती है और यदि अधिक वोल्टेज दी जाती है तब भी यह अधिक करंट लेती है मोटर को अण्डर वोल्टेज व ओवर वोल्टेज व सिंगल फेजिंग से बचाने के लिए यह प्रिवेन्टर उपयोग किया जाता है जो मोटर को ओवर वोल्टेज व अण्डर वोल्टेज से सुरक्षा देते हुए पूर्ण रूप से मोटर की सुरक्षा करता है।

Fig 5 में एक ऐसा प्रबन्ध दिखाया गया है जिसमें ओवर वोल्टेज और अण्डर वोल्टेज कट ऑफ सर्किट के साथ सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर भी है।

Fig 5



TYPICAL CIRCUIT DIAGRAM FOR TOTAL MOTOR PROTECTION

परिपथ में ट्रांजिस्टर Q_1 ओवर वोल्टेज कट ऑफ के रूप में कार्य करता है, ट्रांजिस्टर Q_2 अण्डर वोल्टेज कट ऑफ जबकि ट्रांजिस्टर Q_3 सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर का कार्य करता है।

सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर की स्थापना (Installation of single phasing preventor) : सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर की स्थापना व संयोजन निर्माता के निर्देशों के अनुसार करना चाहिए। वरीयता की दृष्टि से सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर उपकरण के पास स्थापित करना चाहिए और यह असामान्य कम्पन्न से दूर करना चाहिए। वरीयता की दृष्टि से सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर उपकरण के पास स्थापित करना चाहिए और यह असामान्य कम्पन्न से दूर रहना चाहिए।

ध्यान देना चाहिए कि यह इकाई ऊष्मा उत्पन्न करने वाले स्त्रोत से दूर हों जैसे कि ओवन व फरनेश इत्यादि।

एक सिंगल फेज प्रिवेन्टर, सप्लाई लाइन व स्टार्टर के साथ उपयुक्त टर्मिनल व सर्किट के साथ जोड़ना चाहिए।

आपकी जानकारी के लिए कुछ सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर जो कॉमन है, को स्टार्टर संयोजन के साथ Figs 6 & 7 के साथ दिखाया गया है।

सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर में खराबियां व उनका अनुरक्षण (Trouble-shooting and maintenance of single phasing preventor) : पुर्जों का प्रबन्ध और उनके परिपथ सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टरों में विभिन्न निर्माताओं के भिन्न-भिन्न होते है। और उनके प्रकार भी अलग-अलग होते है।

Fig 6

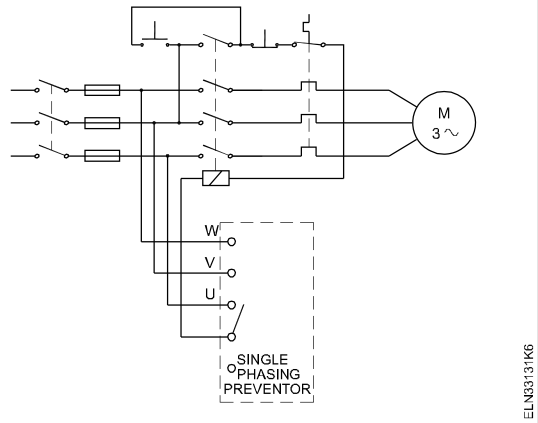
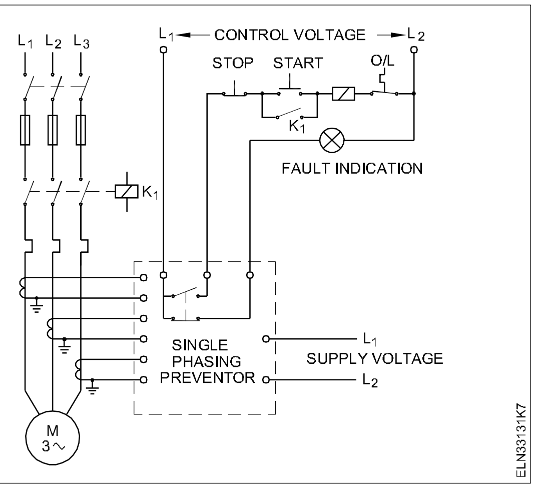


Fig 7



सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर में होने वाली खराबियाँ व उनकी देखभाल के लिए निर्माताओं द्वारा निर्देशों की पालना करनी चाहिए। सिंगल फेजिंग प्रिवेन्टर में होने वाली कुछ सामान्य दिशा निर्देश निम्निलिखित टेबल में दिये गये है।

क्र. सं.	लक्षण	सम्भावित कारण	उपचार
1.	सिंगल फेज प्रिवेन्टर के साथ स्टार्टर, स्टार्ट नही हो रहा।	सप्लाई न होना	चेक करे व सप्लाई चालू करायें
		सप्लाई वोल्टेज कम होना	परीक्षण करें व वोल्टेज सही करें
		लाइन वोल्टेज में असन्तुलन	परीक्षण कर ठीक करें
		फेज अनुक्रम का उचित न होना	इनकमिंग लाइन में कोई दो आपस में बदल कर फेज अनुक्रम बदलें
		सिंगल फेजिंग	परीक्षण करके ठीक करें
		कन्ट्रोल सर्किट में वोल्टेज का न होना	परीक्षण कर ठीक करें

क्र. सं.	लक्षण	सम्भावित कारण	उपचार
2.	सिंगल फेज प्रिवेन्टर के साथ स्टार्टर होल्ड नहीं हो रहा है।	सप्लाई वोल्टेज कम होना असन्तुलित लाइन वोल्टेज सिंगल फेजिंग फेज अनुक्रम का उचित न होना सिंगल फेज प्रिवेन्टर के इलैक्ट्रानिक्स परिपथ में दोष सिंगल दोष प्रिवेन्टर की रिले ऊर्जित नही हो रही है। रिले सम्पर्कों का कार्य ठीक न होना होल्डिंग सर्किट मे खुला परिपथ होना	परीक्षण कर ठीक करें परीक्षण कर ठीक करें परीक्षण कर ठीक करें फेज अनक्रम बदल दें चेक करें, मरम्मत करें या बदल दें चेक करें, ठीक करें या बदल दें चेक करें, ठीक करें या बदल दें चेक करें व ठीक करें
3.	सिंगल फेज प्रिवेन्टर के साथ स्टार्टर का बार बार ट्रिप होना	लाइन वोल्टेज में असामान्य उतार चढाव गलत सैटिंग या असन्तुलित सैटिंग सप्लाई लाइन में सम्पर्को में ढीलापन या कन्ट्रोल सर्किट में ढीला कनेक्शन	चेक करें व ठीक करें असन्तुलित सेटिंग को एडजस्ट करें चेक करें व ठीक करें

मोटरों की अवरूद्ध प्रणाली (Braking system of motors)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **मोटरों के ब्रेकिंग प्रणाली के आवश्यकता को बताना**
- **प्रत्येक प्रकार की ब्रेकिंग प्रणली की सूची बनाना और वर्णन करना।**

ब्रेकिंग प्रणाली की आवश्यकता (Necessity of braking system)

ब्रेकिंग शब्द की उत्पत्ति ब्रेकशब्द से हुई है। ब्रेक एक ऐसा उपकरण है जो किसी चलने वाले या घूर्णन करने वाले उपकरण की गति को कम करता है जैसे वाहन यातायात के साधन आदि। ब्रेक की उपयोग करने की प्रक्रिया को ब्रेकिंग के रूप में लिखा जा सकता है।

ब्रेकिंग के दो भाग हैं- **i) यांत्रिक ब्रेकिंग (Mechanical braking) ii) वैद्युतिक ब्रेकिंग (Electrical braking)** यांत्रिक ब्रेकिंग में मशीन की गति केवल यांत्रिक प्रक्रियाओं से कम की जाती है लेकिन वैद्युतिक ब्रेकिंग में पूरी प्रक्रिया फलक्स और घुमाव बल (टार्क) की दिशा पर निर्भर करता है। प्रत्येक प्रकार का वैद्युतिक ब्रेकिंग फलक्स के दिशा का उल्टा होता है। **ब्रेकिंग** किसी घूर्णन करने वाली मशीन के गति को कम करने की प्रक्रिया है। ब्रेकिंग का अनुप्रयोग फैक्ट्रियों, औद्योगिक क्षेत्रों में या यातायात साधनों या वाहनों में होता है। सभी जगह यांत्रिक एवं वैद्युतिक ब्रेक अपरिहार्य है।

ब्रेकिंग के प्रकार (Types of braking)

ब्रेक का उपयोग मोटर की गति कम करने या रोकने के लिए किया जाता है। विभिन्न प्रकार मोटर (डी सी मोटर, प्रेरण मोटर, सिंक्रोनस मोटर, सिंगल फेज मोटर आदि) उपलब्ध है, और इन मोटरों की विशेषताएँ एवं गुण एक दूसरे से अलग होते है, अतः इनका ब्रेकिंग विधि भी एक दूसरे से भिन्न होता है। ब्रेकिंग को प्रमुखतः तीन विधियों में विभाजित किया जा सकता है , जो लगभग सभी प्रकार के मोटरों में प्रयुक्त करने योग्य है।

1 प्लगिंग प्रकार ब्रेकिंग (Plugging type braking)

2 पुर्नयोजी प्रकार ब्रेकिंग (Regenerative Braking)

3 गतिज ब्रेकिंग (Dynamic braking)

1 प्लनिंग टाइप ब्रेकिंग (Plugging type braking): इस विधि में सप्लाई टर्मिनल उलट दिया जाता है जिससे मोटर का टार्क दिशा भी उलट जाता है। मोटर के सामान्य घूर्णन का विरोध करता है और इसके परिणाम स्वरूप गति घट जाती है। प्लगिंग के दौरान परिपथ में प्रवाहित धारा को सीमित करने के लिए बाह्रय प्रतिरोध भी लगाया जाता है। इस विधि का मुख्य हानि यह है कि इसमें शक्ति का अपव्यय होता है।

2 पुर्नयोजी प्रकार ब्रेकिंग (Regenerative braking): पुर्नयोजी ब्रेकिंग तब होता है जब मोटर की गति सिंक्रोनस गति से अधिक हो जाती है। यह विधि पुर्नयोजी विधि कहलाती है क्योंकि इसमें मोटर, जनरेटर की तरह कार्य करता है और स्वयं को शक्ति आपूर्ति लोड या मोटर से देता है। पुर्नयोजी ब्रेकिंग के लिए मुख्य मापदंड यह है कि रोटर सिंक्रोनस गति से अधिक गति पर घूर्णन करें। केवल तभी

मोटर एक जनरेटर की तरह कार्य करेगा और सर्किट में प्रवाहित होने वाली करंट की दिशा और टार्क की दिशा बदल जाएगी और ब्रेकिंग होगा। इस विधि में हानि केवल यह है कि मोटर को सुपर सिंक्रोनस गति पर चलाना पड़ता है जो कि मोटर को यांत्रिक एवं वैद्युतिक रूप से क्षति पहुँचा सकते हैं लेकिन पुर्नयोजी ब्रेकिंग उप सिंक्रोजस गति पर हो सकता है यदि परिवर्तनशील आवृत्ति का सप्लाई स्त्रोत उपलब्ध हो।

3 **गतिज ब्रेकिंग (Dynamic braking):** टार्क की दिशा बदलने और मोटर के ब्रेकिंग की एक और अन्य विधि गतिज ब्रेकिंग है। इस मोटर के ब्रेकिंग विधि में मोटर जो कि चल रही है उसे आपूर्ति स्त्रोत अलग कर दिया जाता है और एक प्रतिरोध से जोड़ दिया जाता है। रोटर अपने आघूर्ण के कारण घूमता रहता है और एक स्व उत्तेजित जरनेटर की तरह कार्य करता है। जब मोटर एक जनरेटर की तरह कार्य करता है तो धारा प्रवाह की दिशा और टार्क उलट जाता है।

3 फेज प्रेरण मोटर की चाल नियन्त्रण विधि (Method of speed control of 3 pahse induction motor)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **स्टेटर व रोटर की ओर से चाल नियन्त्रण विधि के प्रकार की सूची बनाना**
- **3 फेज प्रेरण मोटर की चाल नियन्त्रण विधियों का वर्णन करना।**

3 फेज प्रेरण मोटर में चाल को स्टेटर व रोटर की ओर से नियन्त्रित किया जा सकता है

1 स्टेटर की ओर से चाल नियन्त्रण की विधियाँ

- प्रदाय वोल्टता बदल कर
- प्रदाय आवृत्ति बदल कर
- स्टेटर पोलों की संख्या बदल कर

2 रोटर की ओर से चाल नियन्त्रण

- रोटर रिओस्टेट नियन्त्रण
- केस केउ परिचालन
- रोटर परिपथ में EMF प्रवेश करा कर

1. स्टेटर की तरफ से चाल नियन्त्रण (Speed Control From Stator Side)

a) प्रदाय वोल्टेज बदल कर (By changing the applied voltage): प्रेरण मोटर के बलघूर्ण समीकरण है

$$T = \frac{k_1\, sE_2^2\, R_2}{\sqrt{R_2^2 + (s\,X_2)^2}}$$

$$= \frac{3}{2\pi N_s}\, \frac{sE_2^2 R_2}{\sqrt{R_2^2 + (s\,X_2)^2}}$$

रोटर प्रतिरोध R_2 स्थिर है और यदि स्लिप s, sX_2 से इतनी छोटी है कि इसे नगण्य मान लें। इसलिए, $T \alpha sE_2^2$ जहाँ E_2 रोटर में उत्पन्न emf है और $E_2 \alpha V$

और इसलिए $T \alpha V^2$, इस प्रकार यदि प्रदाय वोल्टेज को कम कर दिया जाये तो टार्क घटेगा और चाल भी घटेगी।

यह विधि सरल व सस्ती है , फिर भी बहुत कम उपयोग की जाती है, क्योंकि-

1 चाल में थोडा सा परिवर्तन करने के लिए प्रदाय वोल्टेज में अधिक परिवर्तन करना पड़ता है।

2 प्रदाय वोल्टेज में बड़ा परिवर्तन करने से, फ्लक्स घनत्व में बड़ा परिवर्तन होता है, इस प्रकार मोटर की चुम्बकीय अवस्था गडबडा जाती है।

b) प्रदाय आवृत्ति में बदलाव करना (By changing the applied frequency): प्रेरण मोटर की रोटेटिंग चुम्बकीय फ्लक्स की तुल्यकालिक चाल (N_s) को दर्शाया गया है,

$$N_s = \frac{120f}{P} \text{ rpm}$$

जहाँ, f = प्रदाय की आवृत्ति और P = स्टेटर में पोलों की संख्या

इस प्रकार प्रदाय आवृत्ति में परिवर्तन से तुल्यकालिक चाल बदलती है और रनिंग चाल भी बदल जाती है, इस प्रकार यह विधि अधिक उपयोग नहीं होती है। यह विधि वहाँ पर उपयोग होती है जहाँ पर प्रेरण मोटर को जनित्र से सीधा प्रदाय मिल रहा है (ताकि प्राईम मूवर की चाल नियन्त्रित करके आसानी से आवृत्ति में परिवर्तन किया जा सके)।

c) स्टेटर पोलों की संख्या बदल कर (Changing the number of stator poles): उपरोक्त समीकरण से यह स्पष्ट दिखता है कि तुल्यकालिक चाल (और इसी तरह रनिंग चाल) को स्टेटर के पोलों की संख्या बदल कर बदला जा सकता है। यह विधि सामान्यतया गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटरों में उपयोग की जाती है, चूंकि गिलहरी पिंजरा रोटर कोई भी स्टेटर, पोलों की संख्या अनुसार अपने आप को समायोजित कर लेता है। स्टेटर पोलों में परिवर्तन तभी किया जा सकता है जब स्टेटर में दो या अधिक स्वतंत्र वाइंडिंग हो, जो एक ही स्टेटर में भिन्न-भिन्न पोलों की संख्या के अनुसार कुण्डलित है।

उदाहरण के लिए, एक स्टेटर में दो तीन वाइंडिंग (windings) एक 4 पोल के लिए व दूसरी 6 पोल के लिए कुण्डलित हो

प्रदाय आवृत्त 50 Hz हो

i) 4 पोल वाइन्डिंग युक्त मोटर की तुल्यकालिक चाल, Ns = 120 x (50/4) = 1500 RPM

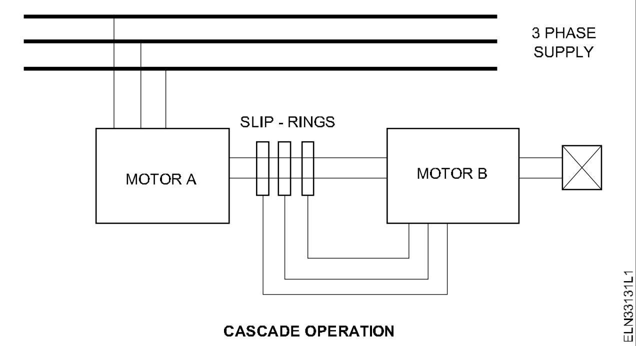
ii) 6 पोल के लिए कुण्डलित मोटर की तुल्यकालिक चाल, Ns = 120 x (50/6) = 1000 RPM

2 रोटर की तरफ से चाल नियन्त्रण (Speed Control From Rotor Side):

a) रोटर रिओस्टेट कन्ट्रोल (Rotor rheostat control): यह विधि DC शन्ट मोटर में आर्मेचर रिओस्टेट कन्ट्रोल विधि के समान है। परन्तु यह विधि केवल स्लिप रिंग मोटर के लिए लागू होती है, जो कि रोटर परिपथ में बाहरी प्रतिरोध जोड़कर की जाती है जो गिलहरी पिंजरा मोटरों में सम्भव नहीं है।

b) केसकेड परिचालन (Cascade operation): चाल नियन्त्रण की इस विधि में दो मोटरें उपयोग की जाती है। दोनों एक ही शाफ्ट के साथ माउण्ट होती है ताकि दोनों एकही चाल पर चल सके। एक मोटर को तीन फेज सप्लाई से जोड़ा जाता है और दूसरी मोटर को पहली मोटर में उत्पन्न वि० वा० बल से जोड़ा जाता है जो स्लिप रिंग के माध्यम से किया जाता है। यह प्रबन्ध Fig 1 में दर्शाया गया है।

Fig 1



CASCADE OPERATION

मोटर A मुख्य मोटर और मोटर B एग्लीलरी मोटर कहलाती है।

माना, N_{s1} = मोटर A की आवृत्ति

N_{s2} = मोटर B की आवृत्ति

P_1 = मोटर A के स्टेटर के पोलों की संख्या

P_2 = मोटर B के स्टेटर के पोलों की संख्या

N = सैट या दोनों मोटरों की समान चाल

f = प्रदाय आवृत्ति

अब मोटर A की स्लिप, $S_1 = (N_{s1} - N) / N_{s1}$.

मोटर A में उत्पन्न emf की आवृत्ति $f_1 = S_1 f$ अब एग्लीलरी मोटर B को रोटर में उत्पन्न वि० वा० बल से सप्लाई दी गई इसलिए, $N_{s2} = (120f_1) / P_2 = (120S_1 f) / P_2$. अब $S_1 = (N_{s1} - N) / N_{s1}$ का मान रखने पर

$$N_{s2} = \frac{120f\,(N_{s1} - N)}{P_2 N_{s1}}$$

शून्य लोड पर एग्लीलरी रोटर की चाल लगभग तुल्यकालिक चाल के बराबर होती है, जैसे $N = N_{s2}$ । उपरोक्त समीकरण से यह इस प्रकार प्राप्त की जा सकती है।

$$N = \frac{120f}{P_1 + P_2}$$

इस विधि से, चार विभिन्न चाल प्राप्त की जात सकती है।

1 जब केवल मोटर A कार्य करती है तो उससे सम्बन्धित चाल = $N_{s1} = 120f / P_1$

2 जब केवल मोटर B कार्य करती है तो उससे सम्बन्धित चाल = $N_{s2} = 120f / P_2$

3 यदि मिश्रित केसकेड कार्य करे तो सैट की चाल = $N = 120f / (P_1 + P_2)$

4 यदि डिफरैंशियल केश केडिंग अपनाया जाये तो सैट की चाल होगी = $N = 120f\,(P_1 - P_2)$

c) रोटर परिपथ में EMF प्रवेश कराने से (By injecting EMF in rotor circuit): इस विधि में रोटर परिपथ में कुछ वोल्टेज प्रवेश कराके प्रेरण मोटर की चाल नियन्त्रित की जाती है। इसमें यह आवश्यक है कि रोटर में प्रवेश कराने वाली वोल्टेज की आवृत्ति स्लिप आवृत्ति के बराबर होनी चाहिए। अतः प्रवेशित वि०वा० बल के फेजों की संख्या के लिए कोई प्रतिबंध नही है। यदि हम रोटर में उत्पन्न emf के फेज की कला में emf प्रवेश कराते है तो रोटर प्रतिरोध घटेगा। अतः प्रवेशित emf के फेज में परिवर्तन से चाल को नियन्त्रित किया जा सकता है। इस विधि का मुख्य लाभ यह है कि चाल को बडी परास में चाल को नियन्त्रित कर सकते है (सामान्य से अधिक व सामान्य से कम)। वि० वा० बल का प्रवेश कराने के लिए कई विधि कार्य में ली जाती है जैसे कि क्रामेर (Kramer) सिस्टम, सेक्रेबियस (Scherbius) सिस्टम इत्यादि।

AC वाइन्डिंग में प्रयुक्त होने वाली मूलभूत शब्दावली (Fundamental terms used in AC winding)

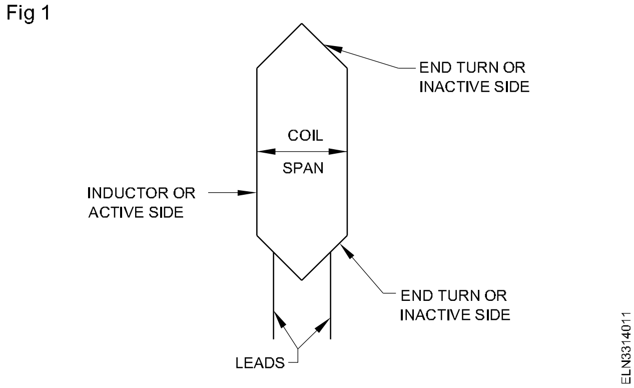
उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **AC वाइन्डिंग में प्रयुक्त शर्तों की व्याख्या करना**
- **AC वाइन्डिंग के विभिन्न प्रकारों को स्पष्ट करना ।**

AC वाइन्डिंग में प्रयुक्त होने वाले मूलभूत शब्दावली (Fundamental terms used in AC Winding): AC वाइन्डिंग करने से पूर्व प्रशिक्षणार्थियों को AC वाइन्डिंग की परिभाषाओं से परिचित होना चाहिए, जो कि निम्नलिखित अनुच्छेदों में व्यक्त की गई है।

क्वायल (Coil) : श्रेणी में जुडे टर्न (turns) की संख्या को क्वायल (coil) कहते है। एक क्वायल की दो एक्टिव व दो इनेक्टिव भुजा होती है।

टर्न (Turn): यह चालक का बन्द परिपथ होता है जो कि उन दो इंडक्टर (inductors) से बनता है जो विभिन्न पोल N और S में रखे होते है। (Fig 1)

Fig 1

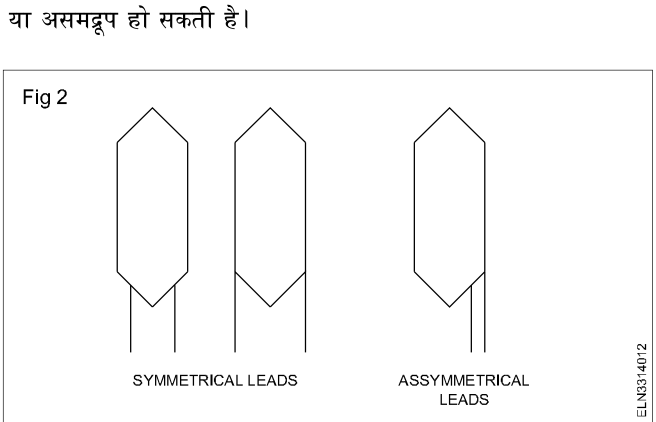


क्वायल की क्रियाशील भाग (Active side of a coil) : यह क्वायल का वह भाग होता है, जो क्रोड के स्लॉट में पड़ा होता है। Fig 1 मे यह इंडक्टर के नाम से भी जाना जाता है।

क्वायल का निष्क्रिय भाग (Inactive side of a coil) : यह क्वायल का वह भाग है जो दो क्रियाशील भुजाओं को जोड़ता है। (Fig 1)

क्वायल की लीड (Leads of a coil) : ये एक क्वायल के दो सिरे होते है, जिनको संयोजन के लिए उपयोग किया जाता है, लीडस को जम्पर (jumpers) भी कहा जाता है जो कि Fig 2 में दर्शाये अनुसार समरूप या असमद्रूप हो सकती है।

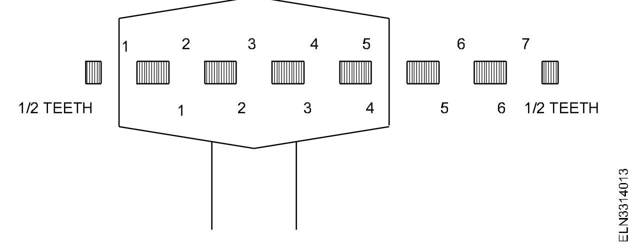
Fig 2



पोल पिच (Pole pitch) : दो संगत विपरीत पोल के केन्द्र के बीच की दूरी पोल पिच कहलाती है। पोल पिच स्लॉट या क्वायल साइड (coil sides) के पदों में मापी जाती है।

क्वायल पिच/विस्तार और क्वायल थ्रो (Coil pitch/span and coil throw) : किसी एक क्वायल की दो क्रियाशील भुजाएँ (active) जो पास पास वाले विपरीत पोलों में पड़ी होती है, उनके बीच के अन्तर को क्वायल पिच कहते है। Fig 3 में क्वायल पिच विस्तार और क्वायल थ्रो को दिखाया गया है (अर्थात क्वायल पिच/विस्तार = 4 और क्वायल थ्रो 1-5 है)

Fig 3



पिच गुणक (Pitch factor) : यह आवश्यक नही है कि वाइन्डिंग पिच पोल के बराबर हो। यदि पोल पिच व वाइन्डिंग पिच बराबर हो तो वाइन्डिंग पूर्ण (full) पिच वाइन्डिंग कहलाती है। यदि वाइन्डिंग पिच पोल पिच से कम होती है तब वाइन्डिंग लघु (short) पिच कहलाती है या भिन्नात्मक (fractional) पिच कहलाती है। पुनः वाइंडिंग करते समय मूल वाइन्डिंग पिच को बदलना नही चाहिए। मशीन द्वारा अच्छा प्रदर्शन करने के लिए मशीन डिजाईन करने वाले व्यक्ति एक ऐसा पिच गुणक (factor) का चयन करते है, जो विभिन्न प्रभावों को सम्मिलित करके चुना जाता है। मशीन की मूल वाइन्डिंग पिच में कोई परिवर्तन करने से, मशीन के प्रदर्शन (performance) पर प्रभाव पड़ता है। यदि वाइन्डिंग पिच 4 ली जाये तो क्वायल प्रक्षेप (coil throw) 1 से 5 होगा और क्वायल की एक भुजा स्लाट संख्या 1 में रखी गई हो तो दूसरी भुजा स्लाट संख्या 5 में प्रवेश कराई जाती है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है। तब वाइन्डिंग पिच 5-1 = 4 होगी। वाइन्डिंग पिच च पोल पिच के अनुपात को पिच गुणक (factor) कहते है।

परिवर्तीय गति मोटर (variable speed motor) के अतिरिक्त लगभग सभी मशीनों में लघु (short) पिच वाइन्डिंग प्रयोग की जाती है। लघु (short) पिच वाइन्डिंग को अपनाने के निम्नलिखित कारण नीचे दिए गए है।

1 वाइंडिंग में कम ताँबे की आवश्यकता होती है

2 ताम्र क्षति कम होती है।

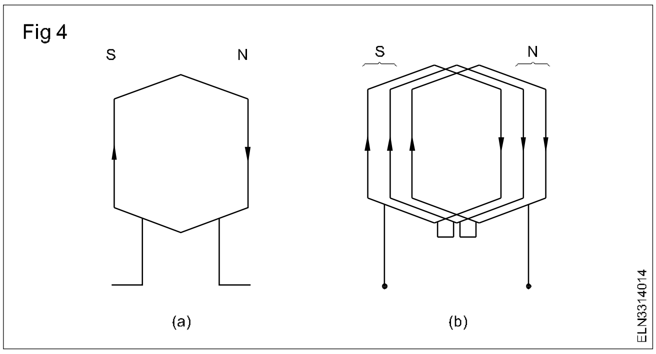
3 मशीन की दक्षता बढ जाती है।

4 वाइन्डिंग कम स्थान घेरती है।

5 आल्टरनेटर में वाइन्डिंग कसमान साइन वेव उत्पन्न करती है।

क्वायल ग्रुप (Coil group) : जब आप किसी वाइंडिंग में धारा प्रवाह की दिशा का अवलोकन करेंगें, तो आप देखेंगें कि क्वायल की दोनों साइडों में धारा की दिशा विपरीत होगी, जैसा कि Fig 4(a) में दिखाया गया है।

यथानुसार एक सिंगल क्वायल में धारा दो भिन्न प्रकार के पोल उत्पन्न करती है। एक सामान्य वाइन्डिंग में डिजाईन के अनुसार एक या अधिक क्वायल, एक ग्रुप बनाने के लिए श्रेणी में जोडी जाती है जैसा कि Fig 4(b) में दिखाया गया है। (एक ग्रुप में तीन क्वायलें है) एक वाइन्डिंग में कुल क्वायल ग्रुपों की संख्या फेजों की संख्या तथा पोलों की संख्या के गुणनकल के बराबर होती है।



$$\text{क्वायल ग्रुप की संख्या} = \frac{\text{फेजों की संख्या}}{\text{पोलों की संख्या}}$$

$$\text{Coil group per phase per pole} = \frac{\text{Total No. of coil groups}}{\text{No. of phases x No. of poles}}$$

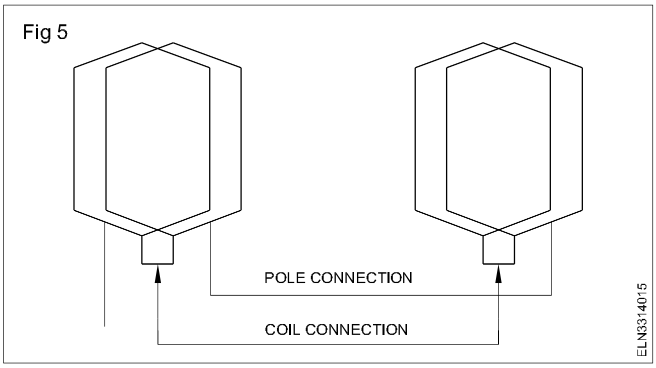
और प्रति फेस प्रति पोल एक वर्ग में कॉइलों की संख्या

$$= \frac{\text{Total number of coils}}{\text{No. of phases x No. of poles}}$$

$$= \frac{\text{Total number of coils}}{\text{Total number of groups}}$$

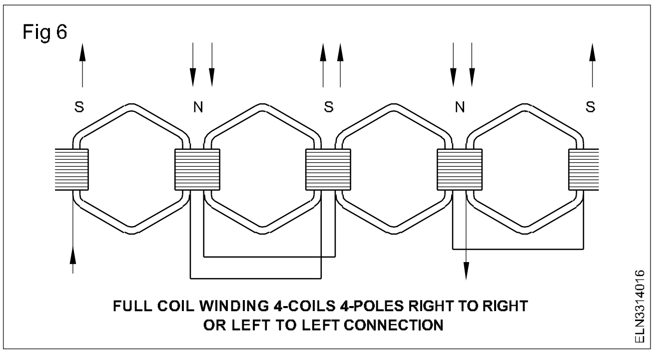
और प्रति फेस प्रति पोल एक वर्ग में कॉइलों की संख्या

क्वायल संयोजन (Coil connections): संयोजन जो एक वाइंडिंग के एक सिरे को, दूसरी क्वायल के सिरे के साथ एक ही समूह मे जोडे जाते है वे क्वायल संयोजन कहलाते है और Fig 5 में दिखाये गये है।

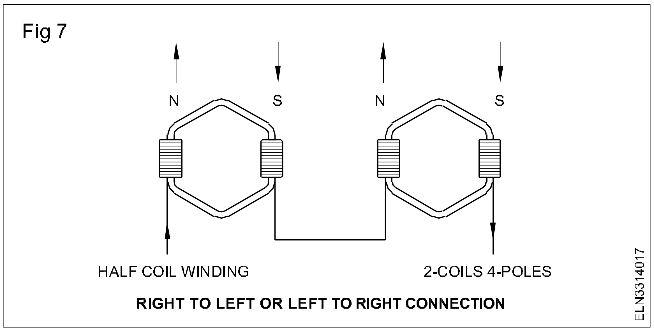


पोल संयोजन (Pole connection) : जब एक ही फेज में एक ग्रुप के संयोजन दूसरे ग्रुप के साथ किये जाते है वे पोल संयोजन या समूह संयोजन कहलाते है, और इन्हें Fig 5 में दिखाया गया है।

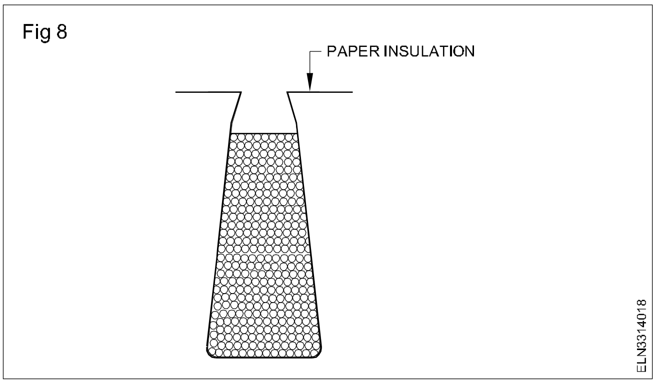
सम्पूर्ण-क्वायल वाइन्डिंग (Whole-coil winding): जिस वाइंडिंग में प्रति फेज क्वायल समूह की संख्या मशीन के पोलों की संख्या के बराबर होती है वह सम्पूर्ण-क्वायल वाइंडिंग कहलाती है। Fig 6 को देखें।



हाफ क्वायल वाइन्डिंग (Half coil winding) : जिस वाइंडिंग में प्रति फेज क्वायल ग्रुप की संख्या मशीन के पोलों की संख्या से आधी होती है वह हाफ क्वायल वाइंडिंग कहलाती है। हाफ क्वायल वाइंडिंग प्रायः छत के पंखों, दो गुनों स्पीड वाली मोटरों व सबमर्सिबल मोटरों में की जाती है। Fig 7 देखें।

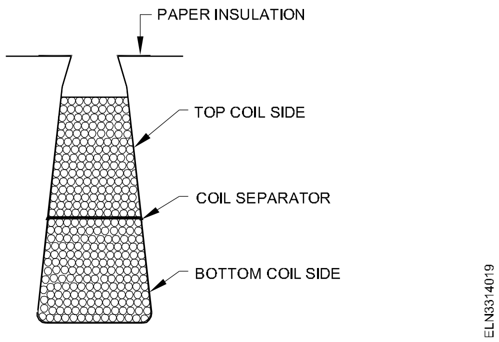


सिंगल लेयर वाइन्डिंग (Single layer winding) : एक परत वाइंडिंग में प्रत्येक स्लाट मे केवल एक क्वायल भुजा रहती है जैसा कि Fig 8 में दिखाया गया है और मशीन के खाँचों या आर्मेचर में क्वाइलों की संख्या, खाँचों slots की संख्या से आधी होती है। एकल परत वाइंडिंग में क्वायल पिच प्रायः विषम संख्या में ली जाती है।



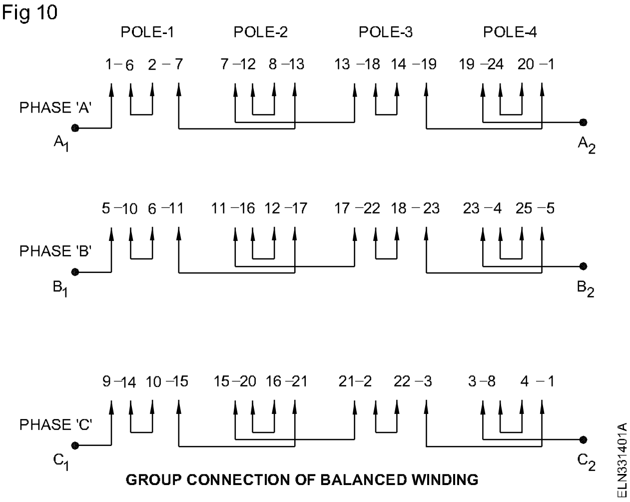
डबल लेयर वाइन्डिंग (Double layer winding) : डबल लेयर वाइन्डिंग में प्रत्येक स्लॉट में दो क्वायल साइड होती है (अर्थात एक ऊपरी तथा एक निचली) जैसा कि Fig 9 में दिखाया गया है और क्वाइलों की संख्या स्टेटर में स्लाटों की संख्या के तुल्य होती है।

Fig 9



सन्तुलित वाइन्डिंग (Balanced winding) : जब प्रति फेज प्रति पोल क्वायल समूह के प्रत्येक समूह में क्वाइलों की संख्या बराबर हो तो वाइंडिंग सन्तुलित वाइंडिंग ('balanced winding') कहलाती है। यह सम ('Even') समूह वाइंडिंग भी कहलाती है और इसे Fig 10 में देखें।

Fig 10

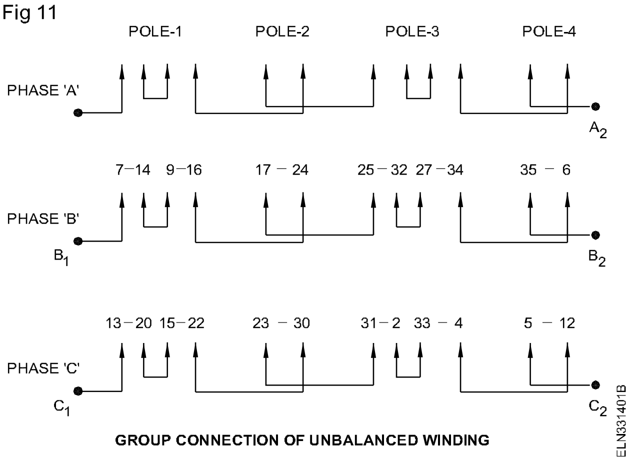


GROUP CONNECTION OF BALANCED WINDING

असन्तुलित वाइन्डिंग (Unbalanced winding) : यदि प्रति फेज प्रति पोल क्वायल समूह के प्रत्येक समूह में क्वाइलों की संख्या असमान होती है तो इस प्रकार की क्वाइल असन्तुलित वाइंडिंग कहलाती है। इसे कई बार 'विषम ग्रुप' भी कहते है और इसे Fig 11 में दिखाया गया है।

यह महत्वपूर्ण होता है कि प्रत्यके फेज में क्वाइलों की संख्या बराबर होनी चाहिए चाहे वाइंडिंग सन्तुलित हो या असन्तुलित जैसा कि Fig 10 व 11 में दिखाया गया है।

Fig 11



GROUP CONNECTION OF UNBALANCED WINDING

सकेन्द्रिय वाइन्डिंग (Concentrated winding) : जब किसी वाइंडिंग में प्रति पोल प्रति फेज क्वाइलों की संख्या एक होती है, तब वाइंडिंग सकेन्द्रिय'(concentrated winding') वाइंडिंग कहलाती है। इस प्रकार की वाइन्डिंग में प्रत्येक क्वायल भुजा एक स्लाट हो घेरती है।

वितरित वाइन्डिंग (Distributed winding) : इस वाइंडिंग में प्रति फेज प्रति पोल क्वाइलों की संख्या एक से अधिक होती है और कई स्लाटों में व्यवस्थित होती है । इस स्थिति में प्रत्येक क्वायल की समान पोल पिच होती है।

आंशिक रूप से वितरित वाइन्डिंग (Partially distributed winding): इस प्रकार की वाइन्डिंग में क्वायल की भुजा, सभी खाँचों को नही घेरती है, परन्तु कुछ स्लाट खाली रहते है और वे खाँचे रिक्त (dummy) खाँचे कहलाते है।

पूर्ण वितरित वाइन्डिंग (Fully distributed winding) : यह वह वाइंडिंग होती है जिसमें एक भी खांचा रिक्त नही रहता है।

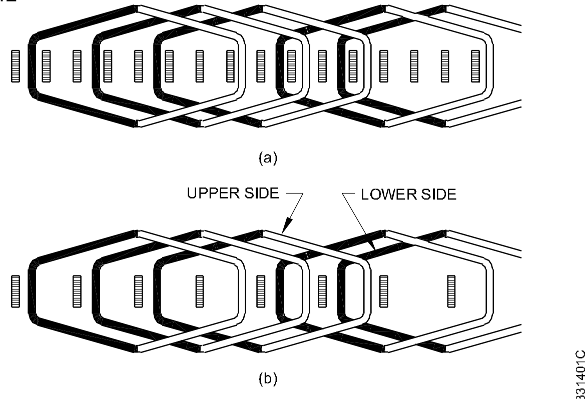
विभिन्न प्रकार की AC वाइन्डिंग (Different types of AC Windings)

वाइंडिंग आकार के अनुसार निम्नलिखित प्रकार की होती है।

a बास्केट वाइन्डिंग (Basket winding)
b कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग (Concentric winding)
c स्कीन वाइंडिंग (Skein winding)
d फ्लैट लूप नान-ओवर लैप्ड वाइंडिंग (Flat loop Non-overlapped winding)
e फ्लैट लूप ओवर लैप्ड या चेन वाइंडिंग (Flat loop overlapped or chain winding)
f स्क्यू वाइंडिंग (Skew winding)
g डायमण्ड क्वायल वाइंडिंग (Diamond coil winding)
h इन्वोल्यूट क्वायल वाइंडिंग (Involute coil winding)

टोकरी वाइन्डिंग (Basket winding) : इस वाइंडिंग में, वाइंडिंग पूर्ण होने के पश्चात, वाइंडिंग के सिरे टोकरी की बुनाई की तरह दिखाई देती है, इसलिए इसे बास्केट वाइंडिंग कहते है। a) सिंगल लेयर (Single layer) बास्केट वाइंडिंग Fig 12a में, और डबल लेयर (double layer) बास्केट वाइंडिंग Fig 12b में दिखाई गई है।

Fig 12



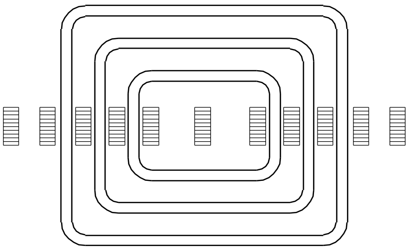
BASKET WINDING

कान्सेन्ट्रिक (या बॉक्स) वाइन्डिंग (Concentric (or box type) winding): इस प्रकार की वाइंडिंग में, एक ग्रुप में दो या दो से अधिक क्वाइलॅ होती है और प्रत्येक ग्रुप में प्रत्येक वाइंडिंग का केन्द्र भी एक होता

है। प्रत्येक ग्रुप में, क्वायल पिच बराबर नही होती है और इसलिए ये एक दूसरे को ओवरलैप नही करती है।

इस वाइंडिंग में क्वाइलों की पिच समान नही होती है और ग्रुप की प्रत्येक क्वायल की पिच में 2 का अन्तर होता है। इसलिए विभिन्न क्वायल स्पैन होने के कारण क्वाइलों को खाँचों में डालने में अधिक श्रम लगता है, फिर भी इस डिजाईन में क्वाइलों के शीतलन (cooling) के लिए अधिक स्थान मिल जाता है। यह वाइंडिंग प्रायः एकल कला (single phase) मोटरों की वाइंडिंग में अपनाई जाती है। इसे Fig 13 में दिखाया गया है।

Fig 13

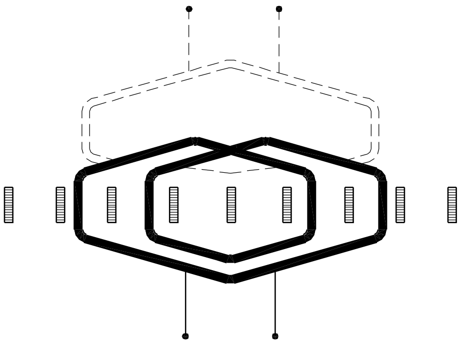


CONCENTRIC WINDING

ELN331401D

लच्छी वाइन्डिंग (Skein winding) : लच्छी वाइंडिंग में, सबसे पहले एक पर्याप्त लम्बाई की लम्बी क्वायल, कुण्डलित की जाती है और इसके बाद इसे एक स्लाट में डाला जाता है, बची हुई लम्बाई को मोडकर संगत खाँचों में डाला जाता है जैसा कि Fig 14 में दर्शाया गया है।

Fig 14

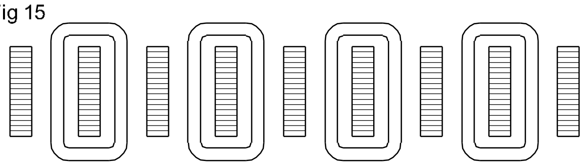


SKEIN WINDING

ELN331401E

फ्लैप लूप नान-ओवर लैप्ड वाइन्डिंग (Flat loop non-overlapped winding) : इस वाइंडिंग में क्वायल एक दुसरे को ओवरलैप्ड नही करती है और इसलिए यह फ्लैट लूप नान आवेरलैप वाइंडिंग कहलाती है। इस प्रकार की वाइंडिंग में प्रत्येक ग्रुप में केवल एक क्वायल होती है। इसे Fig 15 मे दिखाया गया है।

Fig 15

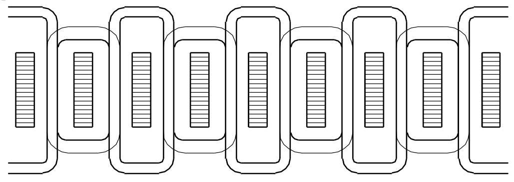


FLAT LOOP NON-OVER LAPPED WINDING

ELN331401F

फ्लैप लूप ओवरलैप्ड या चेन वाइन्डिंग (Flat loop overlapped or chain winding) : इस वाइन्डिंग में प्रति फेज प्रति पोल क्वायल की संख्या एक से अधिक होती है और पिच भी भिन्न-भिन्न होती है, और चेन की तरह क्वायल एक दूसरे को ओवर लैप करती है। Fig 16 में इस वाइन्डिंग के रूप में दिखाया गया है।

Fig 16

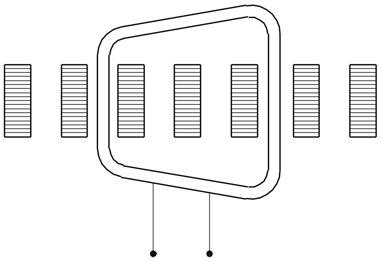


FLAT LOOP OVERLAPPED WINDING OR CHAIN WINDING

ELN331401G

स्क्यू वाइन्डिंग (Skew winding) : इस वाइंडिंग में क्वायल की भुजा असमान होती है, जिससे ऊष्मा के निष्कासन के लिए अधिक स्थान मिलता है। इस वाइन्डिंग को Fig 17 द्वारा दिखाया गया है।

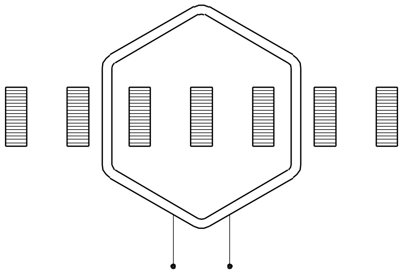
Fig 17



ELN331401H

डायमण्ड क्वायल वाइन्डिंग (Diamond coil winding) : इस वाइंडिंग मे उपयोग होने वाली क्वायल का आकार डायमण्ड के जैसा होता है, यह क्वायल अधिक स्थान घेरती है। इसे Fig 18 में दिखाया गया है।

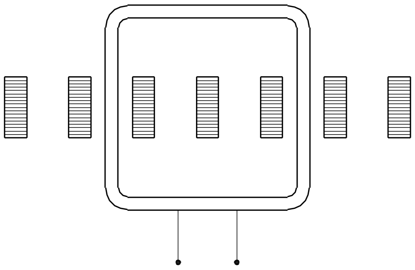
Fig 18



ELN331401I

इनवोल्यूट क्वायल वाइन्डिंग (Involute coil winding) : इस प्रकार की क्वायल पहले तो डायमण्ड के आकार में बनाई जाती है और बाद में इसकी अक्रियाशील भुजा को दबा कर क्वायल का आकार इनवोल्यूट क्वायल का बन जाता है जिसे Fig 19 में दिखाया गया है।

Fig 19



ELN331401J

वैद्युतिक अंश (Electrical degrees): एक पोल युग्म में 360° वैद्युतिक अंश होती है। इसका अर्थ है प्रत्येक पोल में 180° वैद्युत होती है। इसलिए मोटर में वैद्युतिक अंश पोलों की संख्या पर निर्भर करती है।

2 पोल के लिए - 360° वैद्युतिक अंश

4 पोल के लिए - 720° वैद्युतिक अंश

6 पोल के लिए - 1080° वैद्युतिक अंश

खाँचे के कोण को निम्नलिखित सूत्र से ज्ञात कर सकते है

$$\text{स्लॉट कोण} = \frac{180^0 \times \text{पोलों की संख्या}}{\text{स्लॉटो की कुल संख्या}}$$

या

$$\text{स्लॉट कोण} = \frac{360^0 \times \text{पोलों की संख्या}}{\text{स्लॉटो की कुल संख्या}}$$

फेज विस्थापन (Phase dispalcement) : एक फेज के लिए स्टार्टिंग (starting) व रनिंग (running) वाइंडिंग 90° से विस्थापित होनी चाहिए। उदाहरण के लिए यदि स्लाट कोण 30° है तो यदि रनिंग वाइंडिंग स्लाट संख्या से शुरू होती है तो स्टार्टिंग वाइंडिंग स्लाट संख्या 4 से शुरू होनी चाहिए।

उदाहरण : 'B' क्लास मोटर के लिए इंसुलेशन का विवरण नीचे है।

आंतरिक स्लाट (Slot liner) : 0.175 mm मोटा प्रेस पेपर का एक पर्त के साथ 0.25 mm मोटे फाइबर ग्लास जिसके पीछे माइका लगा हो का उपयोग आंतरिक स्लाट के रूप में किया जाता है। यह कोर के सिरों के बाहर 10 mm होना चाहिए।

क्वाइल सेपरेटर (Coil separator) : मल्टी लेयर वाइंडिंग की स्थिति में 0.375 mm मोटे प्रेस पेपर और फाइबर गलास माइका संयुक्त रूप में प्रयोग किए जाते है और इसे प्रत्येक कोर के सिरों पर 10 mm बड़ा होना चाहिए।

वेज सेपरेटर या पैकिंग स्ट्रिप (Wedge separator/packing strip): 0.375 mm मोटे मेलानेक्स का उपयोग आंतरिक स्लाट और वेज के बीच किया जाता है। इसे प्रत्येक कोर पर 10 mm बड़ा होना चाहिए।

वेज (Wedge) : 2 mm या 3 mm वल्केनाइज्ड फाइबर उपयोग किए जाते हैं। इसे प्रत्येक कोर के सिरों पर 6 mm बड़ा होना चाहिए।

ओवर हैंग इंटर-फेज इंसुलेशन (Over hang inter-phase insulation): अर्ध चंद्रकार रूप में 0.25 mm वार्निश किया हुआ फाइबर ग्लास क्लाथ अलग-अलग फेजों के क्वाइल्स के बीच फेज अंतर इंसुलेशन के लिए उपयोग किया जाता है। इंसुलेशन के बाद सेपरेटर को 0.15 mm वर्निश किए गए फाइबर ग्लास क्लाथ, द्वारा क्वाइल्स के साथ बांधा जाना चाहिए।

हैण्ड वाइंडिंग प्रक्रिया (Hand winding process)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **हैण्ड वाइंडिंग के लाभ बताना**
- **हैण्ड वाइंडिंग की विधि का वर्णन करना।**

हैण्ड वाइंडिंग (Hand winding) मोटरों में स्टार्टिंग व रनिंग दोनों वाइंडिंग के लिए हैण्ड वाइंडिंग का उपयोग किया जा सकता है। इस विधि में, एक एक टर्न करके वाइन्डिंग तार स्लाटों में डाली जाती है, इसे आन्तरिक क्वायल से प्रारम्भ करके वाइन्डिंग प्रक्रिया पूरी होने तक जारी रखा जाता है।

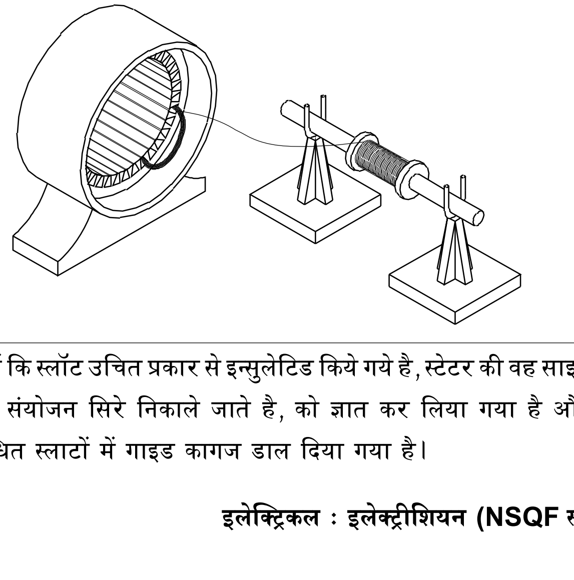
इस वाइन्डिंग विधि से दो मुख्य लाभ है।

1 जहाँ स्लाट में स्थान सीमित हो, वहाँ कसी हुई (tight) वाइन्डिंग करना सम्भव है।

2 इसमें वाइन्डिंग फार्मा की आवश्यकता नही होती है।

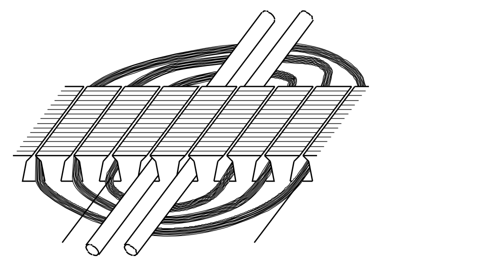
वाइंडिंग किये जाने वाले स्टेटर और वाइन्डिंग तार की बॉबिन (spool) की व्यवस्था Fig 1 में दिखाई गई है।

Fig 1



मान लें कि स्लॉट उचित प्रकार से इन्सुलेटिड किये गये है, स्टेटर की वह साइड जिधर संयोजन सिरे निकाले जाते है, को ज्ञात कर लिया गया है और सम्बन्धित स्लाटों में गाइड कागज डाल दिया गया है।

Fig 2



हैण्ड वाइंडिंग की विधि निम्न प्रकार से वर्णित की गई है।

1 चयन किया गया वाइन्डिंग के रोल को, रोल पैक पर उचित तनाव युक्ति के साथ सैट करें।

2 आन्तरिक क्वायल की छोटी पिच के साथ वाइन्डिंग तार को स्लॉट मे डालें और वाइन्डिंग शुरू करें।

3 तनाव को बनाये रखते हुए, डाटा के अनुसार पहचाने गये स्लाट में वाइन्डिंग तार को डालें।

4 प्रथम क्वायल में निश्चित टर्नो के साथ वाइन्डिंग करने के बाद, अगली बडी क्वायल की वाइन्डिग को चयन की गई पोल पिच के अनुसार जारी रखें।

5 दूसरी क्वायल की निर्धारित टर्नो से वाइन्डिंग के बाद, अगली बडी क्वायल की पोल पिच के अनुसार वाइन्डिंग जारी रखें।

सम्पूर्ण पोल वाइन्डिंग को पूरा करें और अन्त संयोजन को बाहर निकालें।

6 वाइन्डिंग के दौरान, क्वायल को सही स्थिति में रखने के लिए खाली स्लॉटों में Fig 2 के अनुसार लकड़ी के टुकडे रखें।

7 यदि स्लॉट में केवल एक क्वायल साइड ही आनी हो, तो तार को काट दें औरवाइन्डिंग को स्थायी करने के लिए रोक (wedge) को लगा दें।

8 यदि डबल लेयर वाइंडिंग के लिए, स्लाट में पहले केवल निचली क्वाइल साइड डाली गई हो, तो इसे लकडी या फाईबर की रोक (wedge) से ढीली फिटिंग रखते प्रत्येक स्लाट में दबाये जब तक कि स्टेटर वाइंडिंग पूर्ण न हो।

9 गिट्टी (dowels) को निकाल दें।

10 2 से 9 तक के स्टैपों को प्रत्येक पोल के लिए जारी रखें, जब तक कि निचली (मुख्य) वाइन्डिंग स्टेटर में पूर्ण हो।

11 ऊपरी अर्थात (starting) वाइन्डिंग के लिए आवश्यक साईज की वाइन्डिग तार वाली रोल को सैट करें।

12 उपरोक्त पदों (steps) का अनुसरण करते हुए, चयनित डाटाअनुसार स्टार्टिंग वाइन्डिंग की पुनः वाइंडिंग के लिए आगे बढें।

3 फेज स्क्विरल केज इंण्डकेशन मोटर वाइंडिंग (सिंगल लेयर डिस्ट्रीबुटेड वाइंडिंग) 3 phase squirrel cage induction motor winding (single layer distributed winding)

Objectives: At the end of this lesson you shall be able to

- **सिंगल लेयर डिस्ट्रीब्यूटेड वाइंडिंग से संबंधित गणना एवं वाइंडिंग संबंधित अभ्यास की व्याख्या करना**
- **सिस्ते एवं क्वायल कनेक्शन डायग्राम कैसे बनायें की व्याख्या करना**
- **रिंग व विकसित आरेख कैसे बनाया जाता है, यह बताना।**

डिस्ट्रीब्युटेड प्रकार का वाइंडिंग (Distributed type winding): तीन फेज मोटरों में पाई जाने वाली सबसे लोकप्रिय प्रकार की वाइंडिंग वितरक प्रकार की वाइंडिंग है। वितरित प्रकार की वाइंडिंग वह वाइंडिंग है, जिसमें सभी क्वाइलों कासाइज, क्वायल पिच और आकार समान होते है और ये क्वाइलों सामान्यतया फर्मे पर कुण्डलित होती है खाँचों मे क्वाइलों की व्यवस्था के अनुसार, ये क्वाइलोँ एक दूसरे को ओवर लैप करती है। वितरित प्रकार की वाइंडिंग एकल परत व दोहरी परत प्रकार की है।

सिंगल लेयर वाइंडिंग (Single layer winding) : सिंगल लेयर वाइंडिंग वह वाइंडिंग है जिसमें क्वाइलों की संख्या, स्लॉटों की संख्या से आधी होती है। उदाहरण के लिए 12 स्लॉट में 6 क्वाइलों, 24 स्लॉट में 12 क्वाइलों और 36 स्लॉट में 18 क्वाइलों और इसी प्रकार आगे संक्षेप मेंप्रत्येक स्लाट में एक क्वायल साइड होती है।

सिंगल लेयर डिस्ट्रीब्युटेड वाइंडिंग के लिए गणना (Calculation for single layer distributed winding) : वितरित एकल परत वाइंडिंग के लिए वाइंडिंग आंकडा (winding data) निम्नलिखित सीमाओं के अन्दर हैं- (उदाहरण में 3-फेज, 24 स्लॉट, 12 क्वायल, 4 पोल को निम्न दिखाया गया है)

I समूहन (Grouping)

i) $\text{No. of coils/phase} = \dfrac{\text{Total No. of coils}}{\text{No. of phases}}$

उदाहरण में

प्रति फेज क्वाइलों की संख्या = 12/3 = 4 क्वायल/फेज

ii सम्पूर्ण क्वायल संयोजन के लिए

$$\text{No. of coils/phase/pole} = \frac{\text{Total No. of coils}}{\text{No. of phases} \times \text{No. of poles}}$$

उदाहरण में

$$\text{No. of coils/phase/pole} = \frac{12}{3 \times 4} = 1\,\text{coil/phase/pole}$$

iii) अर्द्ध क्वायल संयोजन के लिए

$$\text{No. of coils/phase/pair of poles} = \frac{\text{Total No. of coils}}{\text{No. of phases} \times \text{pair of poles}}$$

उदाहरण के लिए

$$\text{For each phase and pair of poles} = \frac{12}{3 \times 2} = 2\,\text{coils / phase / pair of poles}$$

लिये गये उदाहरण में, अर्द्ध क्वायल संयोजन तभी सम्भव है जब वितरित वाइंडिंग में पूर्ण पिच ली जाये और क्वाइलों को दो-दो स्लाट के बाद डाला जाये , परन्तु यह व्यवहारिक नही है। अतः उदाहरण में सम्पूर्ण कुण्डली संयोजन को लिया गया है।

II पिच (Pitch)

$$\text{Pole pitch} = \frac{\text{Total No. of slots}}{\text{No. of poles}}$$

इस उदाहरण में, पोल पिच = 24/4 = 6 स्लॉट

ii) क्वायल पिच (Coil pitch)

AC वाइंडिंग में क्वायल पिच और पोल पिच में निम्न प्रकार से सम्बन्ध है।

a) क्वायल पिच = पोल पिच	तब वाइंडिंग पूर्ण पिच वाइंडिंग कहलाता है।
b) क्वायल पिच < पोल पिच	तब वाइंडिंग fraction पिच या इंसर्ट पिच वाइंडिंग कहलाती है।

c) क्वायल पिच > पोल पिच तब वाइंडिंग भिन्नात्मक या लांग पिच (long pitch) वाइंडिंग कहलाती है।

आगे, यदि वाइंडिंग दोहरी परत वाली है, तो उपरोक्त 'a', 'b' व 'c' सभी सम्भव है। परन्तु एकल परत विपरीत वाइंडिंग में क्वाइलों को एक स्लाट छोड कर डाली जाती है और क्वायल पिच केवल विषम संख्या में ली जाती है।

इस उदाहरण में, क्वायल पिच = पोल पिच = 24/4 = 6 slots.

यहाँ 6 एक सम संख्या है और वाइन्डिंग पूर्ण पिच नहीं की जा सकती है, इसलिए अगला विकल्प भिन्नात्मक (fractions) पिच को चयन करने का है। इसलिए क्वायल पिच 5 या 7 ली जा सकती है। प्रायः AC वाइंडिंग को या तो पूर्ण पिच या शार्ट कौर्डेड (short chorded) भिन्नात्मक (fractions) पिच होना चाहिए। इसलिए उपयुक्त पिच 5 ली जा सकती है।

iii) क्वायल पिच (Coil throw)

इस उदाहरण में क्वायल पिच '5' लेने के बाद क्वायल थ्रो 1 - 6 लेने पर

III विद्युतिक अंश (Electrical degrees)

i) कुल विद्युत अंश = 180° x पोलों की संख्या

(पोलों की बीच दूरी 180° होती है)

ii)

उदाहरण में स्लॉट दूरी = (180x4)/24 = 30°

IV फेज विस्थापन (Phase displacement)

i) तीन-फेज वाइंडिंग में एक फेज के शुरू का सिरा व दूसरे फेज के शूरू के सिरे के बीच दूरी 120° वैद्युत डिग्री होनी चाहिए। इसलिए वाइंडिंग को इस प्रकार व्यवस्थित करना चाहिए।

ii) Ι Phase displacement in terms of slots = 120°/slot distance

As in the example, 120°/30° = 4 slots

V वाइंडिंग अनुक्रम (Winding sequence)

तीन फेज वाइंडिंग में एक फेज के आरंभिक सिरे और दूसरे फेस के आरंभिक सिरे के बीच 120° वैद्युतिक कोण होना चाहिए। अतः हमें वाइंडिंग को इस प्रकार व्यवस्थित करना चाहिए कि

'A' फेज, स्लॉट 1 से शूरू होता है

'B' फेज, स्लॉट संख्या 1st slot + 120° and

'C' फेज, स्लॉट संख्या 1 + 120° + 120° से शूरू होता है।

इस प्रकार उपरोक्त उदाहरण के लिए फेज 'A' स्लॉट 1 से शूरू होता है

'B' फेज स्लॉट 1+4 = 5 वें स्लॉट से शूरू होगा

'C' फेज स्लॉट 1+4+4 = 9वें स्लॉट से शुरू होगा।

VI कुण्डलयों की व्यवस्था (Arrangement of coils)

वाइंडिंग सिंगल लेयर है, इसलिए क्वाइलों एक स्लाट छोड कर डाली जायेगी। यदि क्वायल संख्या 1 की पहली भुजा स्लाट संख्या 1 डाली जाये, जो कि विषम संख्या है, तो क्वायल संख्या 1 की दूसरी भुजा सम संख्या स्लॉट में डाली जानी चाहिए। अतः क्वाइलों को स्लॉट संख्या 1,3,5,7,9 और आगे इसी प्रकार से रखा जाना चाहिए और इन क्वाइलों की दूसरी भुजायें स्लॉट संख्या 2,4,6,8 और इसी प्रकार से सम संख्या वाले स्लॉट में डालनी चाहिए।

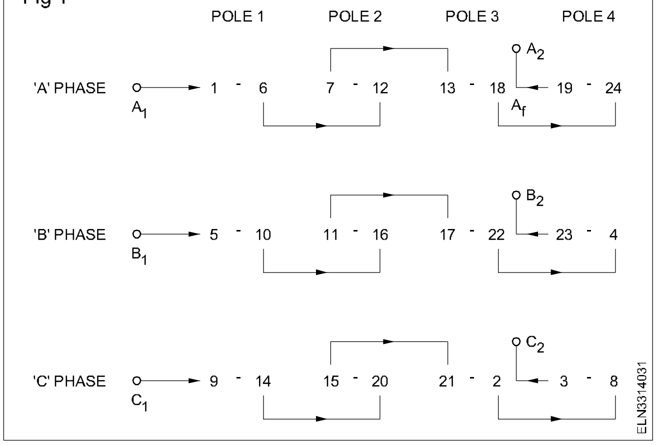
इस प्रकार इस उदाहरण में 12 क्वाइलों इन स्लॉटों में डाली जाती है (पिच = 5 स्लॉट)

1-6, 3-8, 5-10, 7-12, 9-14, 11-16, 13-18, 15-20,
17-22, 19-24, 21-26(2), 23-28(4).

VII सिरों के संयोजन (End connections)

जैसा कि वर्णन किया जा चुका है कि सामान्य अभ्यास में क्वायल ग्रुप के संयोजन, सम्पूर्ण कुण्डली संयोजन की तरह होने चाहिए जैसा कि उदाहरण के लिए Fig 1.

Fig 1



VIII क्वायल संयोजन (Coil connections)

सम्पूर्ण क्वायल संयोजन में, क्वायल समूह के संयोजन अन्त सिरे से अन्त के साथ व शुरू के सिरे को शूरू के साथ जोडना चाहिए।

समूहों में क्वाइलों को जोडने के कई तरीके है, जिनमें Fig 2 एक विधि को दर्शाता है और Fig 3 अन्य विधि को दर्शा रहा है। फिर भी आपकों सलाह दी जाती है कि पोल सही बन रहे हैं, इसकी जाँच रिंग डायग्राम (ring diagram) और घड़ी के नियम से करें। इसकी विधि का आगे आने वाले अनुच्छेदों में वर्णन किया गया है।

Fig 2

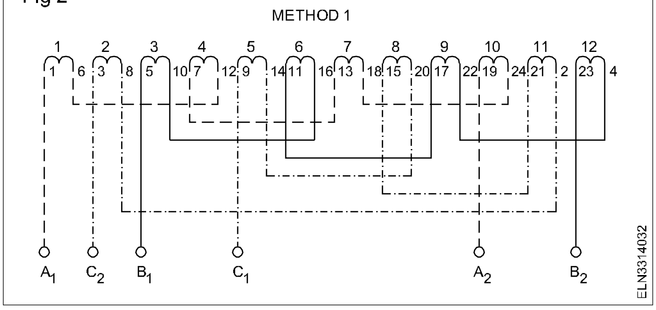
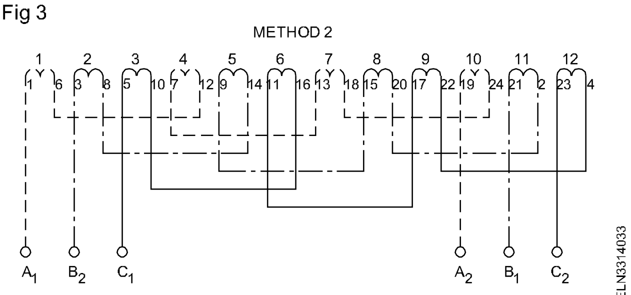


Fig 3

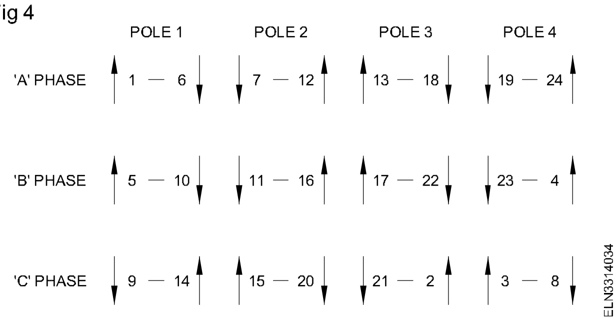


XI रिंग डायग्राम (Ring diagram)

अन्तिम सिरों के संयोजनों की जाँच निम्न प्रकार से करें। अन्त सिरे संयोजन की सारणी 1 में लिखें और घडी के नियम अनुसार धारा की दिशा का चिन्ह अंकित करें। यह नोट करें कि जब तीन फेज सप्लाई वाइंडिंग को दिया जायेगा, और यदि दो फेज में धारा की दिशा अन्दर की ओर है, तो तीसरे फेज में धारा की दिशा बाहर की तरफ होगी।

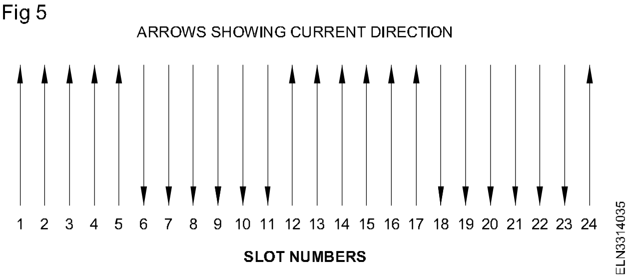
विधि 1 के अनुसार Fig 2, में दर्शाये अनुसार, क्वाइलों में धारा की दिशा Fig 4 में दर्शाये अनुसार चिन्हों से होनी चाहिए।

Fig 4



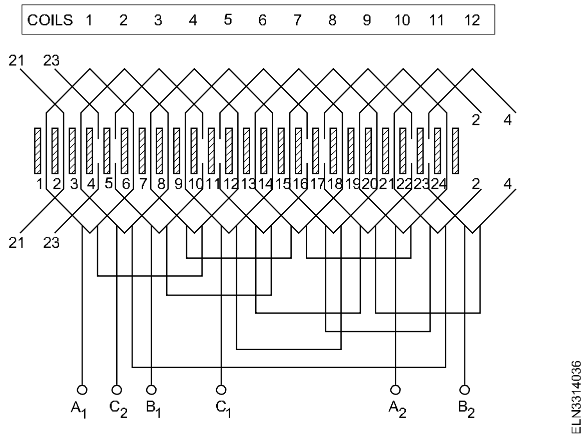
अब स्लॉट को क्रमानुगत क्रम से व्यवस्थित करें और स्लॉटों में धारा की दिशा तीर की दिशा के अनुसार निर्धारित करें, स्लॉट मे यह धारा की दिशा ही अन्त में पोलों की दिशा व संख्या को प्रदर्शित करती है, जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है।

Fig 5



विकसित वाइंडिंग आरेख (Developed winding diagram): वाइंडिंग का विकसित आरेख उपयुक्त स्लाट समूहन में क्वायल साइड, क्वायल के सिरों के संयोजन और लीड संयोजन के सिरों की स्पष्ट तस्वीर प्रस्तुत करता है। आपके मार्गदर्शन के लिए Fig 6 में एक 24 स्लॉट, 12 क्वाइलों, 4 पोल, 3 फेज, एकल परत, वितरित प्रकार वाइंडिंग का विकसित आरेख दर्शाया गया है।

Fig 6



बास्केट या डिस्ट्रीब्युटेड वाइंडिंग में क्वायल को स्थापित करने की विधि (Method of placing coils in a basket or distributed winding)

Objectives: At the end of this lesson you shall be able to
- **बास्केटों के समूह या गैंग तैयार करने के लिए अपनाई जाने वाली विभिन्न विधियों को बताना**
- **सिंगल लेयर बास्केट वाइंडिंग में क्वायल रखने की विधि का वर्णन करना**
- **डबल लेयर बास्केट वाइंडिंग में क्वायल रखने की विधि का वर्णन करना।**

जो विधि नीचे दी गई है यह एक फेज व तीन फेज वितरित प्रकार की वाइंडिंग के लिए सामान्य है। इसलिए इस प्रकार की बास्केट (डिस्ट्रोब्युटेड) वाइंडिंग तीन फेज मोटरों में बहुत लोकप्रिय है।

क्वायल को केवल एक फर्मा पर वाइंडिंग किया जा सकता है और फिर Fig 1 के अनुसार वाइंडिंग को आपस में जोड़ा जाता है। बहुत बड़ी मोटरों को छोड़ कर अधिकतर तीन फेज मोटरों में फर्मे पर क्वाइलों तैयार करके Fig 2 अनुसार क्वायल समूह बनाये जाते है।

प्रत्येक समूह में क्वाइलों की संख्या फेजों की संख्या व पोलों की संख्या पर निर्भर करती है।

Fig 1

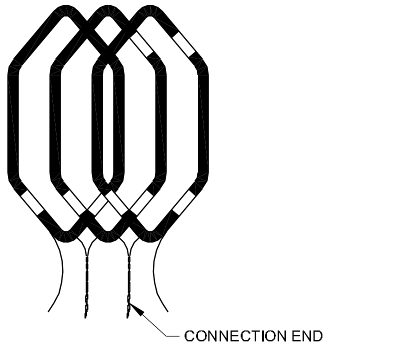
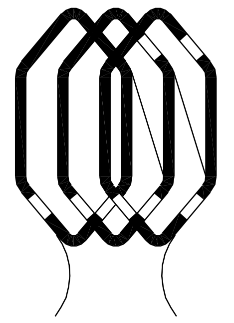


Fig 2



ग्रुप वाइंडिंग में, तार को काटने से पूर्व कई क्वाइलों बना ली जाती हैं। इससे अनावश्यक क्वाइलों के जोड़ से छुटकारा मिलता है, और एक दूसरे के जोड़ को सोल्डर करना और उन्हे इन्सुलेट करने में जो अतिरिक्त समय लगता है उसमें बचत होती है।

Fig 3 में एक बैंच प्रकार क्वाइल ड्राइव दिखाया गया है जो कि एक बैंच पर कसा हुआ वाइन्डिंग हैड (winding head) के साथ दिखाई दे रहा है। एक शाफ्ट के साथ कसे हुए छः पहियों पर तार पर लपेटा जाता है। अन्य प्रकार का फर्मा भी उपयोग किया जाता है। Fig 4 में एक क्वायल, कुण्डलित करने वाला फर्मा दिखाया गया है जो कि अण्डाकार या गोल आकार की क्वाइलों बनाता है।

Fig 3

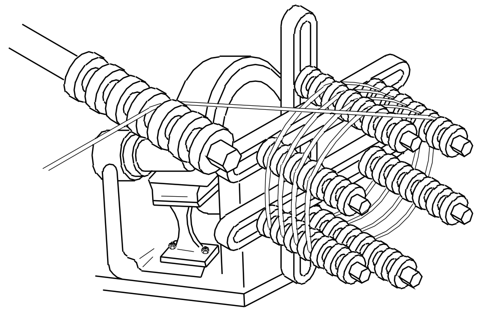
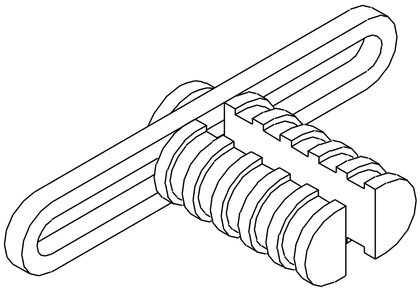


Fig 4



छोटी मोटरो के लिए आयताकार आकार होती है और Fig 5 के अनुसार दो भुजाओं को केन्द्र से खींच कर डायमण्ड आकार की क्वायल का रूप बना दिया जाता है। फर्मे पर बनी अलग अलग क्वाइलों को सिंगल लेयर बास्केट वाइंडिंग के लिए स्लॉटों में डाला जाता है।

सिंगल लेयर वाइंडिंग में क्वाइलों की संख्या स्लॉट की संख्या से आधी होती है। उदाहरण के लिए एक मशीन जिसमें 12 क्वाइलों व 24 स्लॉट है, वह सिंगल लेयर वाइंडिंग होगी। Fig 6 में एकल परत वाइंडिंग को प्रदर्शित किया गया है, जिसमें क्वायल पिच 1-6 है। जब सिंगल लेयर में क्वाइलों रखनी हो तो हम क्वायल साइड को एक स्लॉट छोड कर रखते है।

Fig 5

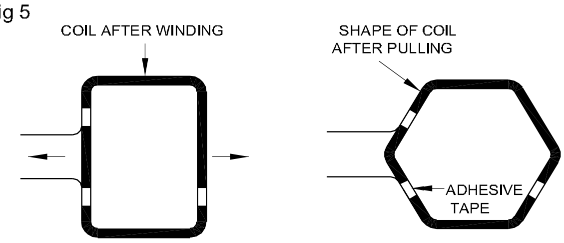
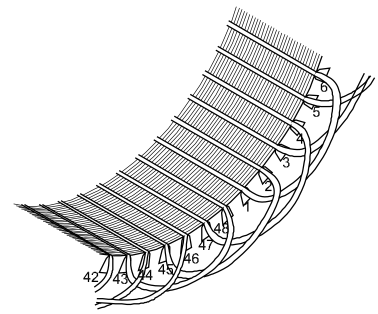
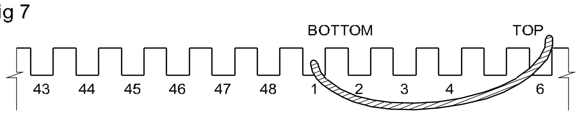


Fig 6



आइये एक उदाहरण लें जिसमें स्लॉट की संख्या 48 क्वाइलों 24 व 8 पोल है, इस मोटर में क्वायल पिच1 से 6 है। Fig 7 एकल परत वाइंडिंग में स्लाट में क्वायल को डालने के विधि दिखा रहा है। इस आरेख से यह स्पष्ट होता है कि प्रति स्लाट में क्वायल की केवल एक ही साइड है। Fig 7 में दिखाया गया है कि प्रथम क्वायल की एक भाग स्लॉट संख्या 1 में रखी गयी है।

Fig 7



सामान्य रूप में किसी भी स्लॉट को संख्या एक मान कर उस पर चॉक यापेन्ट से निशान लगा दें। इसी क्वायल की दूसरी भुजा क्रोड से बाहर निकाल ली जाती है। क्वायल की यह क्रिया क्वायल थ्रो (coil throw) कहलाती है। शेष बची क्वायल साइड दांयी तरफ और कुछ बांयी तरफ रहती है। जैसा कि Fig 7 में दिखाया है। मूलतः यह मूल वाइंडिंग के प्रारूप पर निर्भर करता है। क्वायल के ओवर हैन्ग (overhanging) सिरों को कुल लम्बाई का 2/3 भाग को 0.175 mm मोटी सूती टेप से लपेट देना चाहिए। स्लॉट में डली हुई क्वायल साइड बाहर न आ जाये, जब दूसरी क्वायल को स्लॉट में डाला जा रहा हो, उस समय अस्थायी रोक (wedge) स्लॉट में डाल देनी चाहिए। (कौशल सूचना 1203) यह कार्य क्वायल को स्लॉट मे डालने के तुरन्त बाद करना चाहिए। सिंगल लेयर वाइंडिंग में Fig 8 के अनुसार दर्शाये अनुसार, क्वायल साइड एक स्लॉट छोड़ कर डालनी चाहिए।

Fig 8

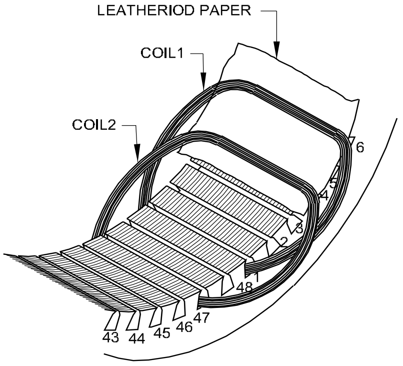
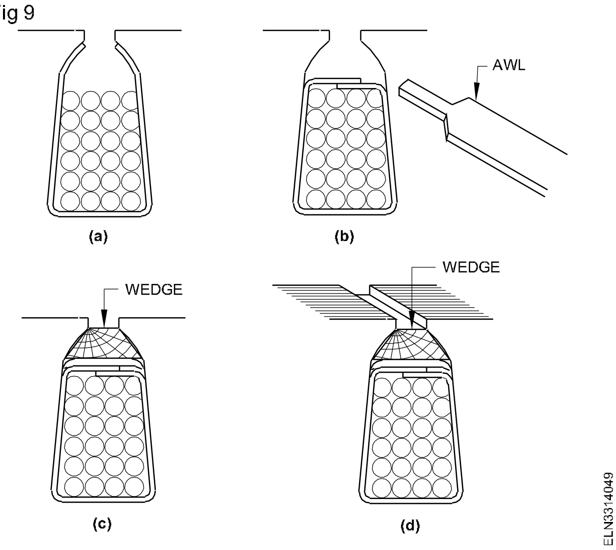


Fig 8 में क्वायल 1 जो कि स्लॉट संख्या 1 में डाली गई है , की दूसरी क्वायल साइड क्रोड के पट्टलों पर रखी हुई है, शेष बची क्वायल साइड के इन्सुलेशन को क्षति से बचाने के लिए, एक लेदराइड पेपर जिसकी चौडाई क्रोड की चौडाई से अधिक हो, को क्रोड व क्वायल के बीच रखा जाता है जैसा कि Fig 8 में दिखाया गया है। क्वायल साइड को स्लॉट में रखने के बाद, स्लॉट में इन्सुलेशन पेपर (स्लाट लाइनर) को मोडने के लिए अवल (awl) नुकीली बास का उपयोग करें। इन्सुलेशन पेपर की एक साइड पर दूसरी साइड को मोड कर एक पृथक्कारी पेपर मुडे हुए सिरों पर सरका दें, और उसके ऊपर फाइबर या बाँस की पच्चड (रोक) को क्वायल ऊपरी सिरे पर फंसा दें। पच्चड (रोक) स्लाट लाइनर से 3 से 6 mm आगे तक निकली होनी चाहिए। इस विध को Fig 9 में दिखाया गया है।

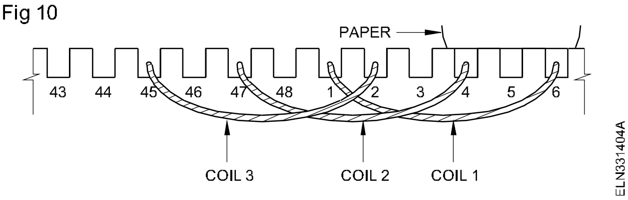
Fig 9



कुछ लोग जब तक सभी क्वाइलों खांचों मे न डल जाए और अर्थ की टेस्ट न हो जाये तब तक खाँचों में अस्थायी पच्चड (रोक) डालने को प्राथमिकता देते है। एक बार परीक्षण ठीक होने पर, उसके बाद स्थायी पच्चड (रोक) डाल दी जाती है।

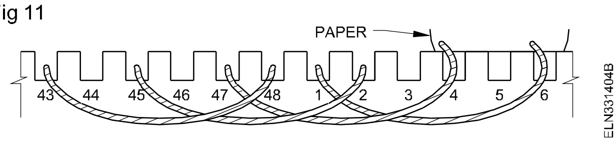
अगले चरण में क्वायल 2 की बांई भुजा को स्लॉट संख्या 47 में डाला जाता है (स्लॉट संख्या 48 को छोडते हुए जो स्लॉट संख्या के संगत में है) (Fig 8) इसके बाद क्वायल 3 की बांई भुजा को स्लॉट संख्या 45 में डाला जाता है और उसी दांयी भुजा को क्रोड के ऊपर छोड़ दिया जाता है। क्रोड व क्वायल के बीच लेदराइड पेपर इन्सुलेशन को बढाने का लगातार ध्यान रखें। परीक्षण करके यह मालूम करना होगा कि क्वायल संख्या 3 की शेष सही भुजा (दांयी), जिसकी बाई क्वायल भुजा 45 अनुसार प्रवेश हो जानी चाहिए। अब शेष रही क्वायल संख्या 3 की दांयी भुजा को स्लॉट संख्या 2 में डाल दें जैसा कि Fig 10 में दिखाया गया है।

Fig 10



सामान्यतः जब तक शेष रही क्वायल की कोई साइड, स्लॉट से बाहर रहती है, निर्धारित पिच के अनुसार तो आगे वाली क्वायल की एक ही भुजा स्लॉट में डाली जाती है। आगे बढते हुए क्वायल 4 की बाई क्वायल भुजा, स्लॉट संख्या 43 में डाल दें और क्वायल 4 की दांयी भुजा स्लाट संख्या 48 में Fig 11 के अनुसार डाल कर आगे बढें।

Fig 11



इसी प्रकार स्लॉटों को भरते हुए आगे बढें और स्लॉटों में क्वाइलों डालने का कार्य पुरा करें।

डबल लेयर (लैंप) वाइंडिंग में क्वायल को प्रवेश करना (Insertion of coils in double layer (lap) winding)

आइये हम एक 3-फेज मशीन जिसमें 24 स्लॉट, 24 क्वाइलों, 4 पोल है और स्लॉट पिच 1-6 है और क्वायल साइड के शब्दों में क्वायल पिच 1-12 है, पर विचार करते है।

पुर्वानुमानः फर्म पर अलग-अलग करके बनाई गई 24 क्वाइलों तैयार रखी गई है। नीचे दी गई विधि Fig 12 में दिखाये गये विकसित आरेख के लिए है।

Fig 12

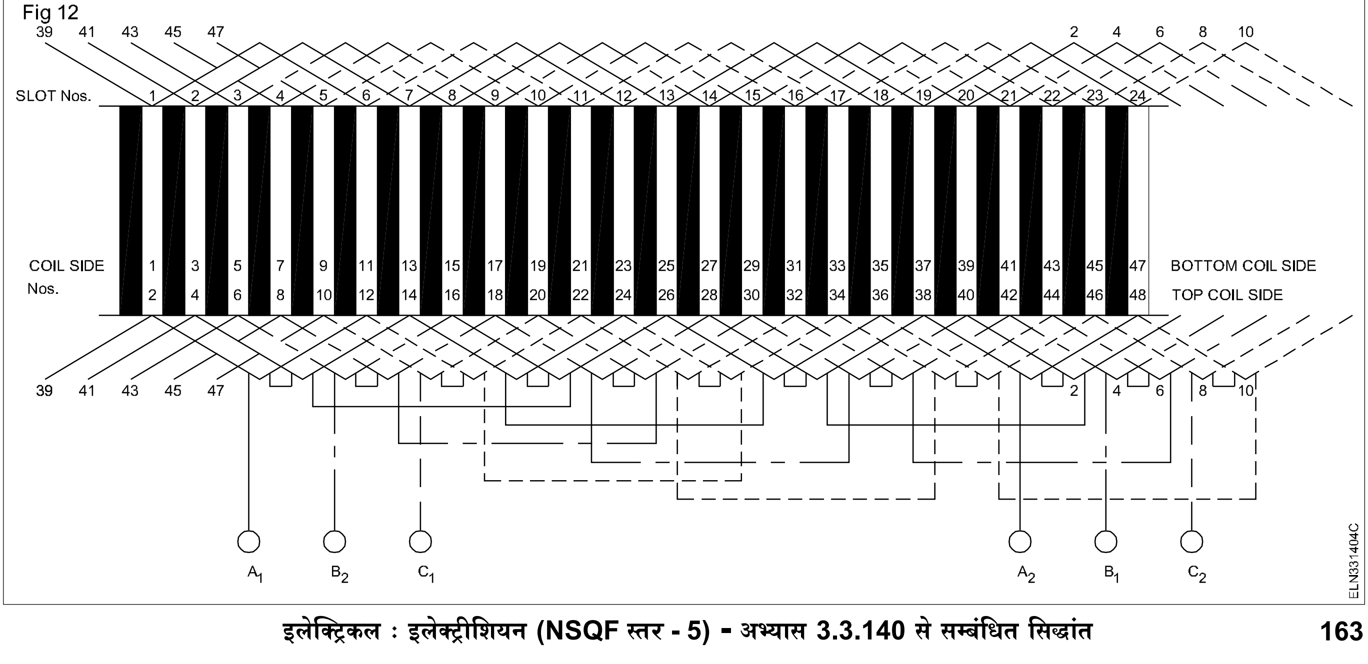
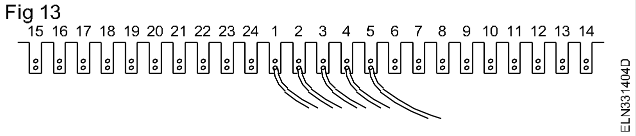


Fig 13 के अनुसार स्लॉटों की संख्या को दर्शाया गया है। सारणी 1 स्लॉट में क्वायल साइड की स्थिति दर्शाती है। स्लॉट में नीचे वाली क्वायल भुजा विषम संख्या में है और ऊपर वाली क्वायल भुजा की संख्या सम (even) संख्या में है।

Fig 13



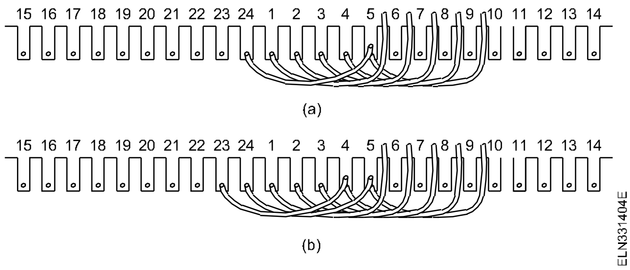
टेबल 1

स्लॉट	तला	ऊपरी हिस्सा
1	1	2
2	3	4
3	5	6
4	7	8
5	9	10
6	11	12
7	13	14
8	15	16
9	17	18
10	19	20
11	21	22
12	23	24
13	25	26
14	27	28
15	29	30
16	31	32
17	33	34
18	35	36
19	37	38
20	39	40
21	41	42
22	43	44
23	45	46
24	47	48

वाइंडिंग को इस प्रकार से व्यवस्थिति किया गया है कि जब इसे संयोजन सिरे के तरफ से देखा जाये तो, क्वायल की निचली भुजा बांई तरफ और ऊपर वाली भुजा दांई तरफ है जैसा कि Figs 13 व 14 में दिखाया गया है।

आगे टर्मिनल बॉक्स के सन्दर्भ में डाटा से स्टेटर में वाइन्डिंग सिरों के संयोजनों को पहचाना जाना होगा।

Fig 14



विकसित आरेख (Fig 12) को सन्दर्भ मानते हुए और सारणी 1 से यदि स्लॉट 1 में क्वायल 1 की निचली भुजा डाली गई है, तो इसी क्वायल की दूसरी भुजा 12 स्लॉट संख्या 6 में डाली जानी चाहिए जो कि ऊपर वाली भुजा होगी। इस प्रकार की यह वाइंडिंग आरम्भ करने की सर्वमान्य विधि होनी चाहिए।

इस प्रकार आगे बढें, सर्वप्रथम स्लॉट संख्या 5 में क्वायल की एक भुजा डालें और दूसरी भुजा को क्रोड पर छोड दें। वाइंडिंग को सुरक्षित रखने के लिए स्लॉट पाँच में एक उपयुक्त फाईबर का फुट या पच्चड (रोक) का प्रयोग करें। (Fig 15) वाइंडिंग की प्रक्रिया में इन्सुलेशन को क्षतिग्रस्त होने से रोकने के लिए एक मोटा लेदराइड को पेपर जिसकी चौडाई क्रोड की चौडाई से अधिक हो, को क्रोड व शेष उठी हुई क्वायल साइड के बीच फंसा देना चाहिए, जैसा कि Fig 8 में दिखाया गया है। लेदराइड पेपर की लम्बाई इतनी पर्याप्त होनी चाहिए कि यह 5 क्वायल भुजाओं को ढक सके।

Fig 15

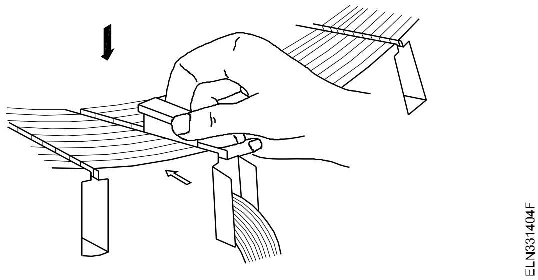
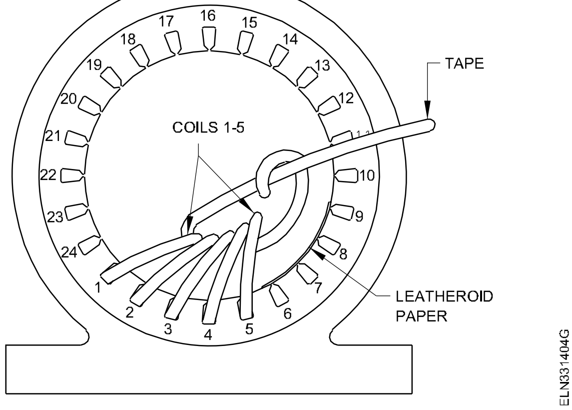


Fig 13 में दिखाये अनुसार क्वाइलों को क्रमानुसार स्लॉट संख्या 4,3,2 और 1 में प्रवेश करायें और Fig 15 की तरह इनमें अस्थाई पच्चड (रोक) डालें। अन्य क्वायल साइड को लेदराइड पेपर को क्वायल साइड व क्रोड के बीच डालकर सुरक्षित सुरक्षित करते हुए क्रोड पर पड़ा रहने दें। ये क्वाइलों थ्रो क्वायल (throw coils) कहलाती है। थ्रो क्वायल्स के इन्सुलेशन को सुरक्षित करने के लिए, आप क्वाइलों के बण्डल को एक साथ सूती टेप से बांध सकते है और सभी क्वाइलों को एक साथ स्टेटर से बांध सकते है जैसा कि Fig 16 में दिखाया गया है। यह लगातार ध्यान में रखा जाये कि लेदराइड पेपर क्वाइलों के गुच्छे व क्रोड के बीच अच्छी प्रकार से रखा रहे।

क्वायल पृथक्करण का उपयोग (Use of coil separation) : एक ही स्लाट में क्वायल की ऊपरी भुजा को, क्वायल की निचली भुजा के ऊपर रखने से पहले, स्लॉट के अन्दर क्वायल साइड को इन्सुलेट करना जरूरी हो जाता है जिसके लिए क्वायल सेपरेटर उपयोग किये जाते है। यह इसलिए जरूरी हो जात है क्योंकि एक ही स्लॉट में क्वायल साइड अलग-अलग फेज की हो सकती है और उनके बीच वोल्टेज भी अधिक हो सकती है।

Fig 16



एक ही स्लॉट में क्वायल साइड को एक दूसरे से इन्सुलेट करने के लिए Fig 17 में दिखायी गई विधि का पालन करें। यह दोनों प्रकार के खुले व अर्द्ध खुले स्लॉट के लिए है। स्लॉट में ऊपरी व निचली क्वायल साइड के बीच इन्सुलेशन के लिए एक क्रिज (creased) किया हुआ इन्सुलेशन पेपर जो उचित चौडाई, लम्बाई व मोटाई (प्रायः 0.25 से 0.375 mm) का हो, उपयोग किया जाता है। Fig 18a में दिखाये अनुसार क्वायल की निचली भुजा (awl) को सरकायें और इससे निचली भुजा को दबायें और सुजा के नीचे से सेपरेटर को Fig 18b अनुसार अन्दर की ओर सरकायें। सेपरेटर को क्रोड की दोनों साइड में 10mm तक आगे बढा हुआ होना चाहिए।

Fig 17

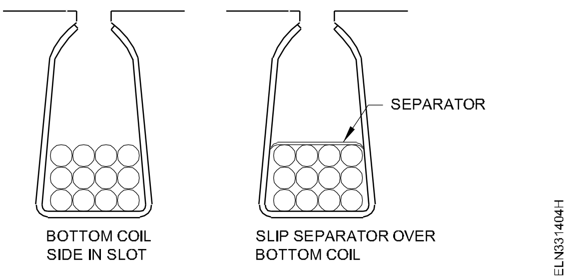
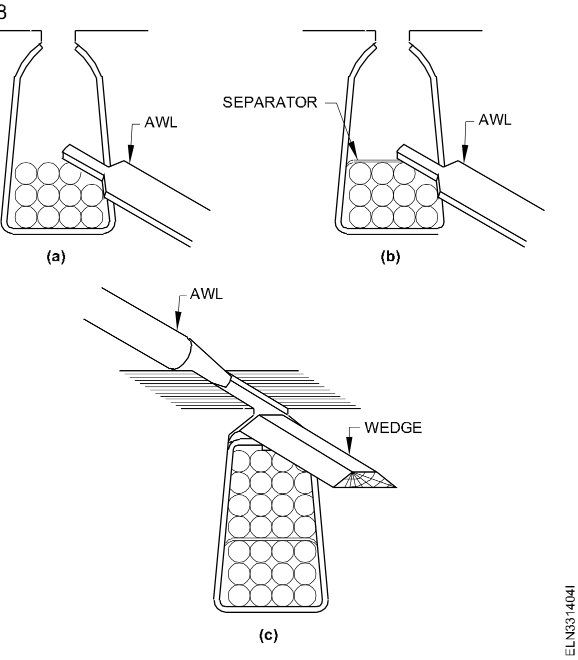
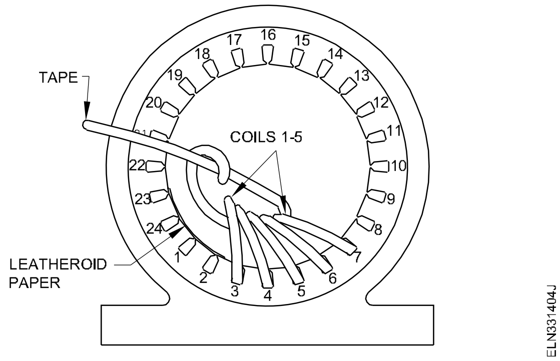


Fig 18



ओवरलैपिंग की विधि (Method of overlapping) : अब एक क्वायल साइड (coil side 47) को स्लॉट संख्या 24 में डालें और उसी क्वायल की दूसरी साइड (क्वायल साइड 10) को स्लॉट संख्या 5 मेंऊपरी क्वायल को निचली क्वायल साइड 9 के ऊपर डालें। इसी प्रकार दूसरी क्वायल की क्वायल साइड 45 को स्लॉट संख्या 23 में डालें और उसी क्वायल की दूसरी साइड 7 को, स्लॉट संख्या 4 में डालें। यह प्रक्रिया तब तक जारी रखें जब तक कि आप स्लॉट संख्या 6 पर पहुँच जायें। इस प्रक्रिया के दौरान जेसे ही आप 10 वें स्लॉट के पास पहुँचते है आप थ्रो क्वायल्स की अवरोध (hindrance) को अनुभव करेंगें जो कि स्टेटर से बंधी है। इस समय स्टैटर से सूती टेप को खोल दें और स्टेटर की दूसरी तरफ इस गुच्छे को बांध दें जैसा कि Fig 19 में दिखाया गया है। इस समय भी लेदराइड पेपर, क्वाइलों व क्रोड के बीच बँधा होना चाहिए।

Fig 19



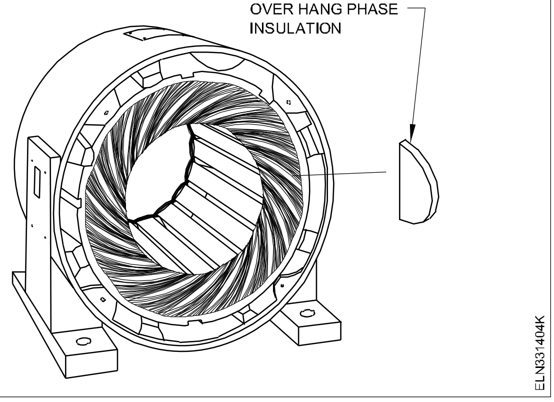
जब आप विपरीत दिशा में सूती टेप को बाँधते है तो स्लॉट संख्या 6 आसानी से आपकी पहुँच में आ जाती है। स्लॉट संख्या 6 में निचली क्वायल साइड 11 डालने के बाद, उससे सम्बन्धित क्वायल साइड 22 को स्लॉट 11 मे ऊपरी साइड के रूप में डालें। ऊपरी क्वायल साइड डालने के बाद, स्लॉट लाइनर की एक साइड को दूसरी साईड के ऊपर मोड़ दें, सेपरेटर को और फिर पच्चड़ (रोक) को प्रवेश करायें।

अब थ्रो क्वायल गुच्छे को खोल दें और क्वायल के खुले सिरे को स्लॉट संख्या 5 में डालें और इसी की ऊपरी क्वायल साइड को स्लॉट 10 में डालें। स्लॉट संख्या 4,3,2 और 1 से संगत स्लॉट में क्वाइलों को प्रवेश करायें और इसी प्रकार आगे बढें।

ओवरहेन्ग इन्सुलेशन (Overhang Insulation) : ओवरहेन्ग क्वाइलों में फेजों के बीच इन्सुलेशन देने के लिए, मूल वाइन्डिंग के आकार जैसा अर्द्धचन्द्र नुमा लेदराइड पेपर को काट कर तैयार करें। विकसित आरेख के अनुसार क्वायल साइड1 व 3 पहला फेज, 5 और 7 दूसरा फेज और 9 व 11 तीसरे फेज से है। इन क्वाइलों की पहचान करें और 3 व 5 और 7 व 9 के बीच लेदराइड पेपर को डालना शूरू करें।

इस प्रकार पूरी वाइंडिंग के लिए जैसा कि Fig 20 में दिखाया गया है फेज इन्सुलेशन को डालने का कार्य करें। यदि आप यह अनुभव करें कि इन क्वाइलों के बीच स्थान कम है, इसके लिए आप फाईबर से बनी पच्चड (रोक) का उपयोग करके क्वाइलों के बीच स्थान को चौडा कर सकते हे और फिरलेदराइड पेपर डालने में सुविधा हो जाती है। इस कार्य में बहुत अधिक बल का प्रयोग न करें जिससे स्लॉट लाइनर इन्सुलेशन में दरार आ जायें, जिसके फलस्वरूप स्टेटर क्रोड के साथ क्वाइलों अर्थ हो सकती है।

Fig 20



सिरों का संयोजन (End connections) : तीन प्रकार के संयोजन बनाने पडते है, प्रथम संयोजन क्वायल समूह संयोजन, द्वितीय संयोजन में एक फेज में क्वायल समूहों के संयोजन और तीसरे संयोजन में लीड तारों को जोड़ना होता है। उपरोक्त क्रमानुसार एक के बाद एक संयोजन को बेहतर तरीके से आगे बढाया जा सकता है। वाइंडिंग में किसी भी संयोजन को करने के लिए तारों को क्वायल सिरों से उचित प्रकार से पहचान करने के लिए निशान लगा लेने चाहिए। एक वाइंडिंग में शुरूआत करने वाले को विकसित आरेख, संयोजन आरेख और वास्तविक को एक साथ रख कर जांच करते रहना चाहिए ताकि कोई संदेह पैदा न हो।

जोडों को मरोडने , जोड लगाने, सोल्डर करने व इन्सुलेट करने के लिए अभ्यास 3.2.03 से मार्ग दर्शन लें।

तीन-फेज इन्डक्शन मोटर वाइंडिंग (सिंगल लेयर - कान्सैन्ट्रिक टाइप - हॉफ क्वायल कनेक्शन) (Three-phase induction motor winding (single layer - concentric type - half coil connection)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **तीन फेज मोटरों में कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग के लिए सामान्य आवश्यकतायें को बताना**
- **कान्सैन्ट्रिक प्रकार के वाइंडिंग के लाभ व हानियाँ बताना**
- **कान्सैन्ट्रिक प्रकार के वाइंडिंग की वाइंडिंग तालिका तैयार करने का वर्णन करना**
- **अन्त और क्वायल संयोजन आरेख किस प्रकार बनता है, यह स्पष्ट करना**
- **विकसित आरेख और रिंग आरेख किस प्रकार बनते है, इसका वर्णन करना।**

3-फेज कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग (3-phase concentric winding) : सामान्यतः कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग एक फेज मोटरों में पायी जाती है, और कहीं-कहीं यह 3-फेज मोटरों की वाइंडिंग में भी उपयोग की जाती है।

इस कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग में, एक समूह में दो या अधिक क्वाइलों होती है जिनकी पिचें अलग-अलग होती है। आगे 3-फेज कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग में, सभी फेजों में क्वाइलों की संख्या समान होती है, और विधि कान्सैन्ट्रिक पोलों के समान होती है। कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग की क्वाइलों तैयार करने के लिए खिसकने वाले फर्मे (Stepped formers) उपयोग किये जाते है।

कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग के लाभ व हानियाँ (Merits and Demerits of concentric winding): इस प्रकार की वाइंडिंग के कुछ लाभ व कुछ हानियाँ भी है।

लाभ (Merits)

1 इस प्रकार की वाइंडिंग के लिए अधिक शीतलन स्थान मिल जाता है।

2 वाइंडिंग के दौरान किसी क्वायल साइड को छोड़ने के लिए, क्वाइलों को उठाने की आवश्यकता नहीं होती है।

3 इससे क्वाइलों को समान रूप से आकार देना सरल हाता है।

4 ताँबे में बचत सम्भव है, क्योंकि वितरक प्रकार की वाइंडिंग मे सभी क्वाइलों समान साइज की होती है, दूसरी तरफ संकेन्द्रित वाइंडिंग में केवल क्वायल समूह समान तरह के होते है परन्तु प्रत्येक ग्रुप में क्वाइलों की पिचें कान्सैन्ट्रिक रूप से भिन्न-भिन्न उपयोग की जाती है।

5 चूंकि क्वायल साइड को बीच-बीच में छोडन नही पडता है, इससे वाइंडिंग मशीन द्वारा किया जा सकता है जिससे उत्पादन में तेजी आती है।

6 सिरों का संयोजन (end connection) बनाना सरल होता है।

7 चूंकि क्वाइलों एक दूसरे के ऊपर नही चढती है (no overlapping) इसलिए वाइंडिंग करना सरल होता है।

हानियाँ (Demerits)

1 स्लॉटों में क्वाइलों को डालने के लिए कुशल कारीगर की आवश्यकता होती है।

2 खिसकने वाला फार्मा (stepped former) की आवश्यकता होती है।

3 बास्केट वाइंडिंग की तरह दक्ष नही है।

1 समूहन (Grouping)

नीचे दिया गया उदाहरण निम्नलिखित स्पष्ट करता हैः

a क्या किसी दिये गये स्टेटर में कान्सैन्ट्रिक प्रकार की वाइंडिंग सम्भव है

b यदि हाँ, तो क्या यह हाफ क्वायल होगी या सम्पूर्ण क्वायल कनेक्टेड क्वायल होगी।

उदाहरण (Example)

3-फेज प्रेरण मोटर में 36 स्लॉट 12 क्वाइलों 4 पोल का स्टेटर है

हमारे पास है

$$\text{No. of coils per phase} = \frac{\text{Total No. of coils}}{\text{No. of phases}}$$

$$= \frac{12}{3} = 4 \text{ coils/phase}$$

सम्पूर्ण क्वायल संयोजन के लिए

$$\text{No. of coils/phase/pole} = \frac{\text{No. of coils/phase}}{\text{No. of poles}}$$

$$= \frac{4}{4} = 1 \text{ coils/phase/pole}$$

इस स्थिति में प्रति समूह में एक ही क्वायल है। परन्तु कान्सैन्ट्रिक क्वायल में एक समूह में दो या अधिक क्वाइलों होती है। इस स्थिति में कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग सम्भव नही है। हाफ क्वायल कनेक्शन के लिए एक के बाद दूसरा फिर पहला (Alternatively) समूहन करने पड़ते है। जैसे

$$\text{No. of coils/phase/pair of poles} = \frac{\text{Total No. of coils}}{\text{No. of phase x No. of pair of poles}}$$

$$\text{As per the example } \frac{12}{3 \times 2} = 2 \text{ coils}$$

अर्थात 2 क्वायल/फेज/पोल युग्म

उपरोक्त उदाहरण अनुसार, केवल हाफ-क्वायल कनेक्टेड कान्सैन्ट्रिक वाइंडिंग निम्न उदाहरण द्वारा सम्भव है जिसमें 48 स्लॉट, 24 क्वाइलों, 4-पोल, 3-फेज स्टेटर वाइंडिंग में दोनों में सम्पूर्ण क्वायल व हाफ क्वायल कनेक्शन सम्भव है अतः यह अति आवश्यक है कि वाइन्डिंग खोलने से पूर्व सावधानी के साथ संयोजन को ज्ञात करें, जिससे ज्ञान हो सके कि वाइंडिंग सम्पूर्ण वाइंडिंग है या हाफ क्वायल है।

2 पिच (Pitch)

1 $\text{Pole pitch} = \frac{\text{No. of slots}}{\text{No. of poles}}$

$$\text{As per the example } \frac{24}{4} = 6 \text{ slots}$$

चूंकि वाइंडिंग कान्सैन्ट्रिक है, इसलिए 2 या अधिक पिचें होना सामान्य है। उपरोक्त उदाहरण के अनुसार हाफ-क्वायल संयोजन के लिए 2 पिचें होनी आवश्यक है।

आगे यह भी आवश्यक होता है कि औसत पिच पोल पिच के बराबर हो।

(अर्थात), क्वायल पिच = पोल पिच ± 1

उदाहरण के अनुसार क्वायल पिच 6 ± 1 है।

इसलिए बाहरी क्वायल पिच = 6 + 1 = 7

और आन्तरिक क्वायल पिच होगी = 6 - 1 = 5

(अर्थात) क्वायल थ्रो = 1 - 8 और 1 - 6 होगा जो कि अभ्यास में 1 - 8 और 2 - 7 लिखा जात है।

3 वैद्युत डिग्री (Electrical degrees)

i कुल वैद्युत डिग्री = 180° x पोलों की संख्या

उदाहरण के अनुसार = 180° x 4 = 720°.

ii डिग्री में स्लॉट दूरी $= \frac{180^0 \times 4}{\text{No. of slots}}$

$$= \frac{180^0 \times 4}{24} = 30^0$$

4 फेज विस्थापन (Phase displacement)

i तीन-फेज वाइंडिंग में फेज विस्थापन 120° होना चाहिए

ii स्लॉट के पदों मे फेज विस्थापन

$$= \frac{120^0}{\text{slot distance in degrees}}$$

$$\text{As per the example} = \frac{120^0}{30^0} = 4 \text{ slots}$$

5 वाइंडिंग अनुक्रम (Winding sequence)

उदाहरण के अनुसार

A 1st स्लाट से शुरू होगा

B 1+4 = 5वें स्लाट से शूरू होगा और

C 1+4+4 = 9वें स्लॉट से शुरू होगा

6 क्वाइलों की व्यवस्था (Arrangement of coils)

उदाहरण में 12 क्वाइलों में पिच है 7 & 5 स्लॉट

1-8,2-7; 5-12, 6-11; 9-16, 10-15; 13-20, 14-19; 17-24, 18-23; 21-4, 22-3.

क्वाइलों का समूहन (Grouping of coils)

क्वायल प्रत्येक 2 स्लॉट के बाद शूरू होती है (i.e.) 2 स्लॉट ऊपरी साइड के लिए और दो स्लॉट निचली बगलों के लिए। उदाहरण के अनुसार, क्वायल 1&2, 5&6, 9&10, 13&14, 17&18, 21&22 से शूरू होती है।

चूंकि संयोजन हाफ-क्वायल प्रकार है, तो एक क्वायल समूह से 2 पोल उत्पन्न करने की आवश्यकता है। अतः समूह इस प्रकार है:

A	B	C
1-8, 2-7 13-20, 14-19	5-12, 6-11 17-24, 18-23	9-16, 10-15 21-4, 22-3

सम्पूर्ण क्वायल संयोजन में, प्रारम्भिक सिरों के संयोजन एक के बाद दूसरा alternative समूह बनाते है (i.e.) यदि प्रथम ग्रुप से 'A' स्टार्ट होता है, 'B' तीसरे ग्रुप से और 'C' पाँचवे ग्रुप से शूरू होता है जबकि हाफ क्वाइल कनेक्शन में, प्रारम्भिक सिरे लगातार समूह से बनते है, यदि प्रथम ग्रुप से सिरा 'A' शूरू होता है, दूसरे ग्रुप से 'B' और तीसरे ग्रुप से 'C' शूरू होता है। इसे Fig 3 में दिए गए विकसित आरेख से देखें।

7 **सिरों का संयोजन (End connections)** (Fig 1): हॉफ-क्वायल कनेक्शन (अन्तिम से प्रारम्भ और प्रारम्भ से अन्त)

क्वायल कनेक्शन (Coil connections) : हॉफ क्वायल कनेक्शन (Fig 2)

अर्द्ध क्वायल कनेक्शन में क्वायल समूह के संयोजन अन्तिम सिरे से प्रारम्भिक सिरे के साथ और फिर प्रारम्भिक सिरे से अन्तिम सिरे को जोडा जाना चाहिए। ये क्वायल ग्रुप Fig 2 में दिखाये गये है।

विकसित आरेख (Development diagram) : क्वायल ग्रुप और सिरों के संयोजन को दर्शाते हुए विकसित आरेख बनाइये। उदाहरण के लिए Fig 3 में एक विकसित आरेख को दिखाया गया है।

10 रिंग आरेख (Ring diagram)

नीचे वर्णन किये गये रिंग आरेख की सहायता से सिरों के संयोजनों को एक दूसरे के साथ जाँच करें। सिरों के संयोजन को तालिक में लिखें और घड़ी के नियम अनुसार धारा की दिशा के लिए चिन्ह लगायें। यह नोट करें कि, जिसे क्षण वाइंडिंग को तीन फेज प्रदाय किया जाता है, और यदि दो फेजों में धारा की दिशा एक समान है तो तीसरे फेज में धारा की दिशा इनके विपरीत है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

Fig 1

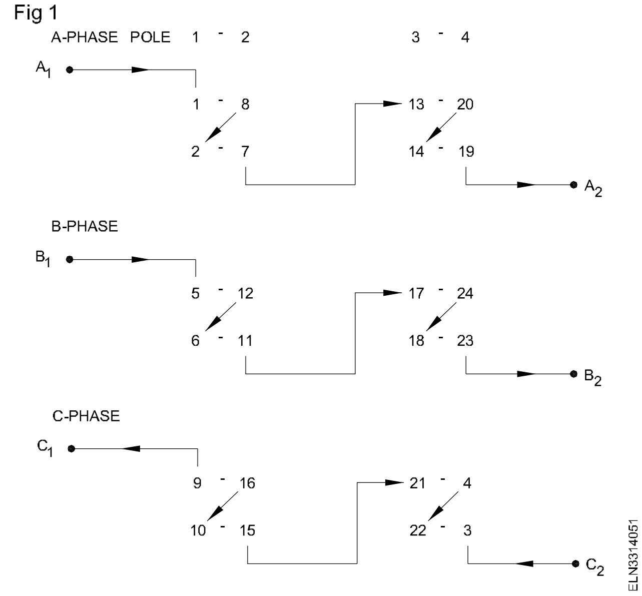


Fig 2

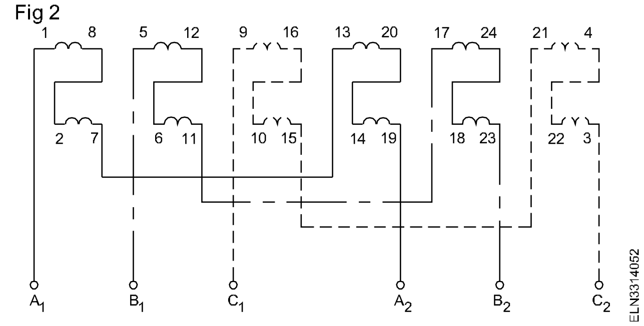
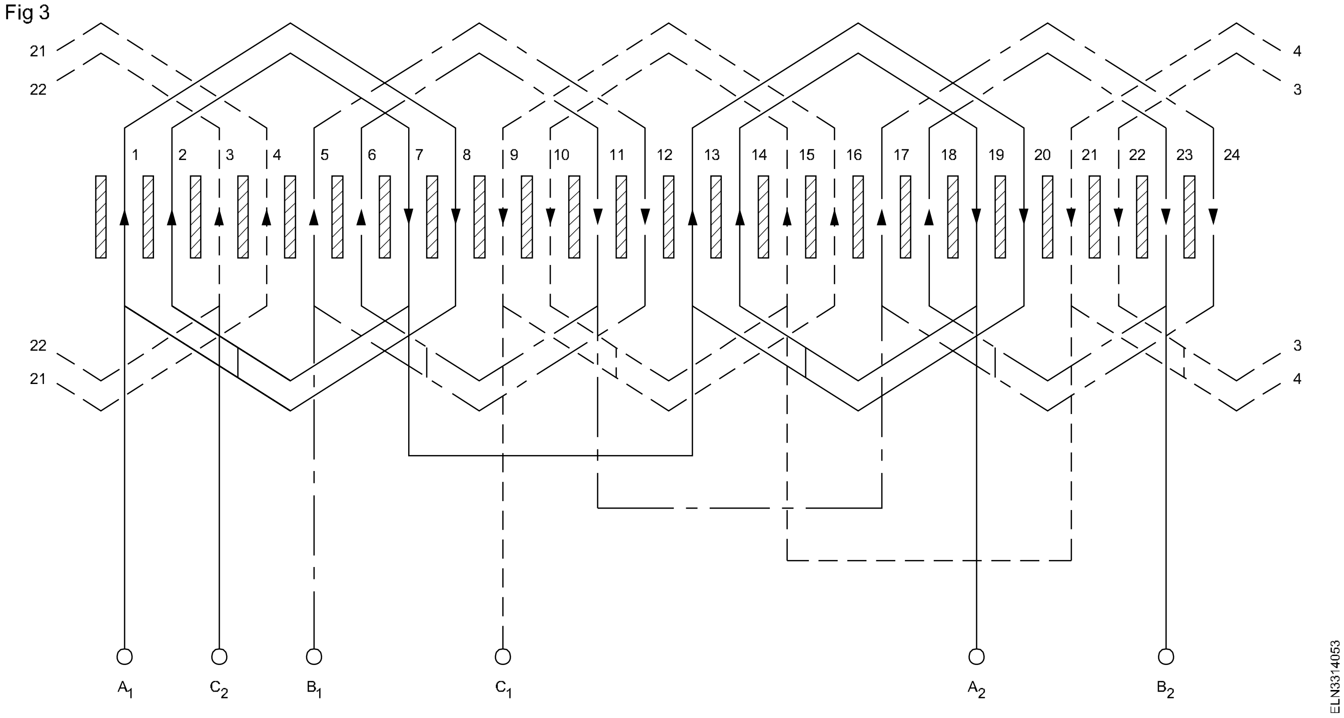


Fig 3



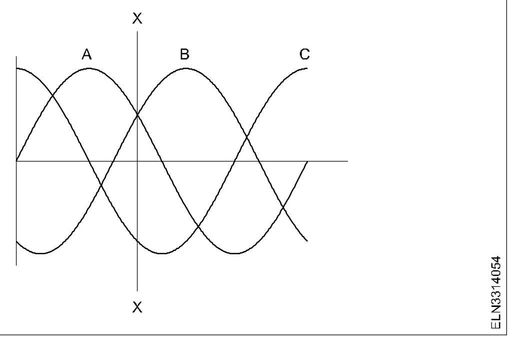
फेज	P_1 & P_2	P_3 & P_4
A फेज	↑1 - 8↓	↑13 - 20↓
	↑2 - 7↓	↑14 - 19↓
B फेज	↑5 - 12↓	↑17 - 24↓
	↑6 - 11↓	↑18 - 23↓
C फेज	↓9 - 16↑	↓21 - 4↑
	↓10-15↑	↓22 - 3↑

Fig 4 को देखने पर x-x स्थिति पर क्षणिक रूप में फेज A और B धनात्मक पोलता वाले फेज है और फेज C ऋणात्मक पोलता वाला फेज है।

स्लॉट में करंट की दिशा को चिन्ह लगा दें और यह नीचे दिये गये उदाहरण के अनुसार उत्पन्न आवश्यक पोलों की संख्या को दर्शायेगा।

जब कभी आपको 3-फेज प्रेरण मोटर में सिंगल लेयर काकेन्द्रिक टाइप क्वाइल वाइंडिंग करना हो, तो ऊपर वर्णन किये गये विधि का पालन करें और वाइंडिंग तालिका बनायें। इसका साथ ही सिरों के संयोजन, विकसित आरेख व रिंग आरेख को बनायें।

Fig 4



↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ 1 2 3 4 5 6 N	↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ 7 8 9 10 11 12 S	↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ 13 14 15 16 17 18 N	↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ 19 20 21 22 23 24 S

3 फेज स्क्विरल केज इन्डक्शन मोटर - डबल लेयर डिस्ट्रीब्युटेड प्रकार की वाइंडिंग (3 phase squirrel cage induction motor - double layer distributed type winding)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **डबल लेयर अर्थ स्पष्ट करना**
- **डबल लेयर वितरित प्रकार के वाइंडिंग से सम्बन्धित गणनायें व वाइंडिंग शब्दावली स्पष्ट करना**
- **सिरे व क्वायल संयोजन आरेख बनाना**
- **रिंग व विकसित आरेख को बनाना।**

3-फेज AC मोटरों में विभिन्न प्रकार की वाइंडिंग उपयोग की जाती है। 3-फेज वाइंडिंगों से कुछ दोहरी परत वाली है, अर्थात जितने स्लाट की संख्या होती है इसमें उतनी ही संख्या में क्वाइलों (coils) होती है। उदाहरण के लिए 12 क्वाइलों, 12 स्लॉट की स्थिति में 24 क्वाइलों, 36 स्लॉट की स्थिति में 36 क्वाइलों और 48 स्लॉट की स्थिति में 48 क्वाइलों होती है आगे वितरित वाइंडिंग की स्थिति में सभी क्वाइलों के साईज, पिच और आकार समान होंगें, क्योंकि ये क्वाइलों फर्मे पर लपेट कर बनी होती है। स्लॉट में क्वाइलों की व्यवस्था के अनुरूप ये एक बनी हुई टोकरी की तरह, एक दूसरे को ओवर लैप (overlap) करती है। यह भी एक वितरित प्रकार की वाइंडिंग का प्रकार है।

दोहरी परत वाइंडिंग में, प्रत्येक स्लॉट में दो क्वायल साइड होती है अर्थात नीचे के आधे भाग में क्वायल साइड की बांई साइड, जबकि ऊपरी आधे भाग में दूसरी क्वायल की दांयी भुजा होती है।

डबल लेयर डिस्ट्रीब्युटेड वाइंडिंग के लिए गणना (Calculations for double layer distributed winding) : डबल लेयर डिस्ट्रीब्युटेड वाइंडिंग का वाइंडिंग डाटा निम्नलिखित सीमाओं के अन्दर होगा। उदाहरण के लिए एक प्रेरण मोटर में 3-फेज डबल लेयर वितरक वाइंडिंग में 36 स्लॉट, 36 क्वायल 4 पोल है। इस डाटा का वर्णन नीचे है।

I समूहन (Grouping)

1. No. of coils/phase $= \dfrac{\text{Total No. of coils}}{\text{No. of phase}}$

   As per the example,

   No. of coils/phase $= \dfrac{36}{3} = 12$ coils per phase.

2. No. of coils/phase/per pole $= \dfrac{\text{Total no. of coils}}{\text{No. of phase x No. of poles}}$

   No. of coils/phase/pole $= \dfrac{36}{3 \times 4} = 3$ coils/phase/pole

II पिच (Pitch)

1. Pole pitch $= \dfrac{\text{Total No. of slots}}{\text{No. of poles}}$

As per the example, pole pitch = $\frac{36}{4}$ = 9 slots.

2 **क्वायल पिच (Coil pitch) :** एकल परत वाइंडिंग की तरह इसकी क्वायल पिच शार्ट-कोडेड (short-chorded), लांग-कोडेड (long-chorded) या पोल पिच के बराबर हो सकती है। डबल लेयर वितरित वाइंडिंग की पिच विषम या सम संख्या में हो सकती है। उदाहरण के अनुसार, पोल पिच 36/4 = 9 के तुल्य है और प्रति ग्रुप क्वाइलों की संख्या 3 है। इसलिए क्वायल पिच 9 $\pm$ 3 के अनुसार परिवर्तित हो सकती है, जो कि 6,7 या 8 शार्ट पिच की स्थिति में, पूर्ण पिच की स्थिति में 9 और लांग जीव वाइंडिंग की स्थिति में 10,11 व 12 हो सकती है। अतः सम्भावित क्वायल को निम्न प्रकार से लिये जा सकते है

1 से 7 और 1 से 8 शार्ट कोर्डेड वाइंडिंग के लिए

1 से 9 और 1 से 10 फुल पिच वाइंडिंग के लिए

1 से 11, 1 से 12 और 1 से 13 लांग पिच वाइंडिंग के लिए

सामान्यतः वाइंडिंग को शार्ट कोर्डेड या पूर्ण पिच के लिए डिजाइन किया जाता है। कभी कभी दो गति वाली वाइंडिंग के लिए डिजाइनर लांग कोर्ड (long chord) को करते है। लांग कोर्ड वाइंडिंग का उपयोग नहीं करने का कारण यह है कि इसमें कोर्डेड की लम्बाई अधिक लेनी पड़ती है जिससे अधिक तांबा की आवश्यकता पडती है और परिणामस्वरूप ऊष्मा हानियाँ में भी वृद्धि हो जाती है।

3 **क्वायल प्रक्षेप (Coil throw) :** उपरोक्त उदाहरण के लिए क्वायल पिच 8 लेने पर क्वायल प्रेक्षप 1-9 होगा।

III वैद्युत डिग्रीयाँ (Electrical degrees):

कुल वैद्युत डिग्री = 180° x पोलों की संख्या

[180° पोलों की बीच की दूरी]

$$\text{Slot distance in degrees} = \frac{\text{Total electrical degrees}}{\text{No. of slots}}$$

$$= \frac{180^0 \times \text{No. of poles}}{\text{No. of slots}}$$

उदाहरण के अनुसार $= \frac{180 \times 4}{36} = 20^0$

IV फेज विस्थापन (Phase displacement)

i. तीन-फेज वाइंडिंग के लिए प्रत्येक फेज 120 वैद्युत डिग्री से विस्थापित होना चाहिए।

ii. स्लॉट के शब्दों में फेज विस्थापन =

$$\frac{120^0 \text{ (Electrical)}}{\text{Slot distance in degrees}}$$

As per the example $\frac{120^0}{20^0}$ = 6 slots

V वाइंडिंग अनुक्रम (Winding sequence) : तीन-फेज वाइंडिंग में एक फेज वाइंडिंग का प्रारम्भिक सिरो, दूसरे फेज की वाइन्डिंग के प्रारम्भिक सिरे से 120 वैद्युत डिग्री से दूरी पर होना चाहिए।

अतः यदि फेज 'A' स्लॉट संख्या 1 से शूरू होता है, तब फेज 'B' प्रथम स्लॉट +120° से शूरू होना चाहिए।

आगे फेज 'C' प्रथम स्लॉट +120°+120° होना चाहिए।

उदाहरण में माना फेज 'A' प्रथम स्लॉट से शूरू होता है तो

फेज 'B' 1+ 6 = 7वें स्लॉट से शूरू होगा

फेज 'C' 1+ 6 + 6 = 13वें स्लॉट से शूरू होगा

VI दोहरी परत वाइंडिंग में क्वाइलों को रखना (Placing of the coils in double layer winding): चूंकि वाइंडिंग दोहरी परत में है, इसलिए क्वाइलों को डालने का कार्य समीप वाले स्लॉट में होना चाहिए।

अर्थात क्वाइलों को स्लॉट संख्या 1, स्लॉट 2, स्लॉट 3 में और इसी प्रकार आगे निकटवर्ती खाँचों में भरना चाहिए। विस्तृत विवरण के लिए अभ्यास 3.2.08 को देखें।

उपरोक्त उदाहरण में पिच 8 को चयन करके क्वाइलों को नीचे दिये अनुसार व्यवस्थित करना चाहिए।

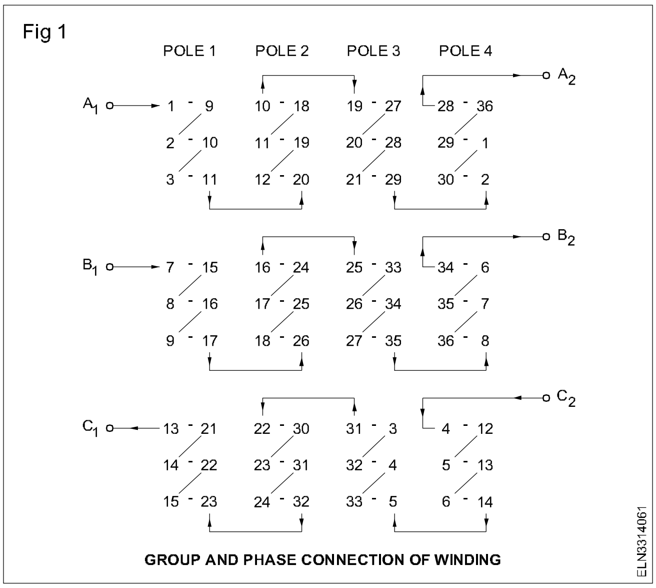
भिन्नात्मक (Fraction) पिच शार्ट वायर वाइंडिंग

पिच 8 क्वायल प्रक्षेप 1-9

पोल	A-समूह	C-समूह	B-समूह
P1	1-9, 2-10, 3-11	4-12, 5-13, 6-14	7-15, 8-16, 9-17
P2	10-18, 11-9, 12-20	13-21,14-22,15-23	16-24,17-25,18-26
P3	19-27, 20-28,21-29	22-30,23-31,24-32	25-33,26-34, 27-35
P4	28-36, 29-1, 30-2	31-3, 32-4, 33-5	34-6, 35-7, 36-8

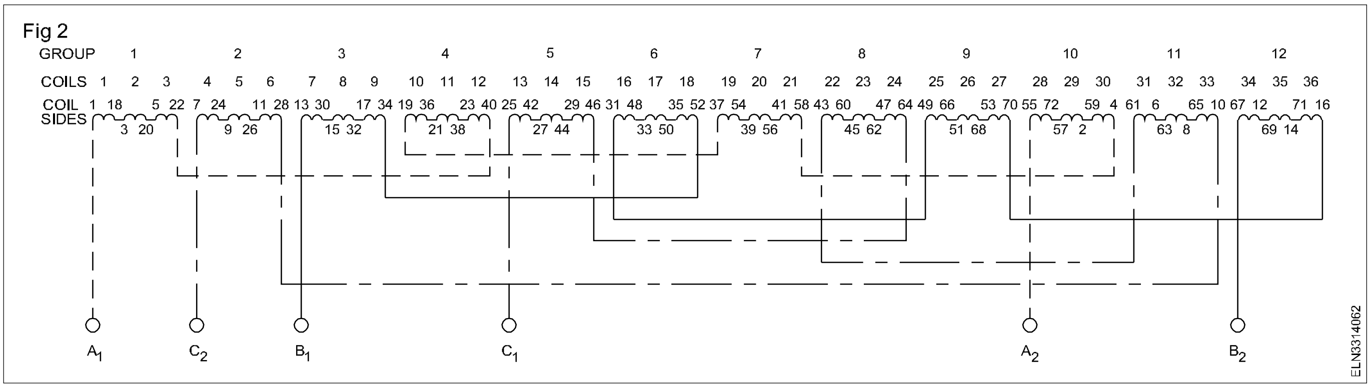
यद्यपि सम्भावित पिच 6,7,8,9,10,11 व 12 ली जा सकती है, परन्तु उपरोक्त उदाहरण में वाइंडिंग पिच केवल 8 ली गई है। प्रशिक्षणार्थियों को यह सलाह दी जाती है कि वाइंडिंग को अच्छी प्रकार से समझने के लिए अन्य पिचों के लिए सारणी लिखें।

VII सिरें के संयोजन (End connections) : Fig 1 के अनुसार सिरों के संयोजन बनायें।

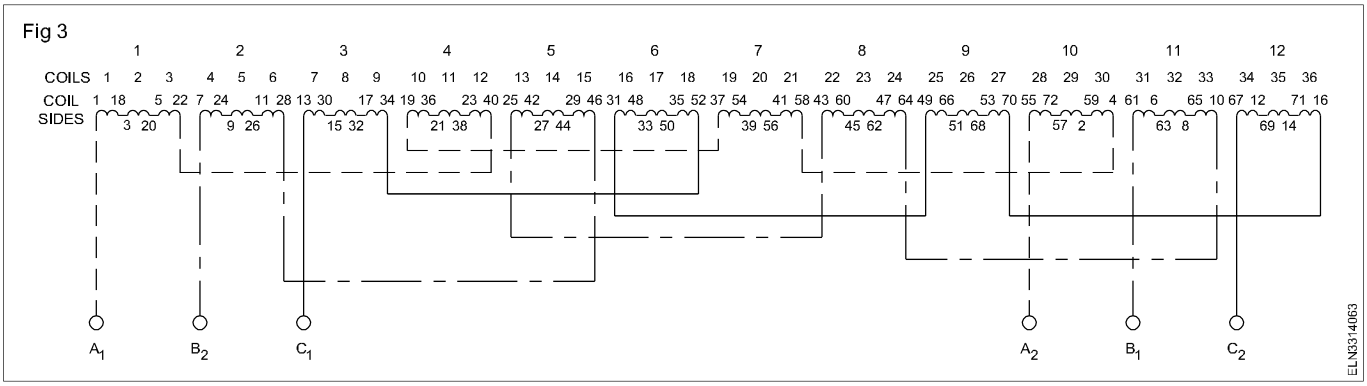


VIII क्वायल संयोजन (Coil connections) : सम्पूर्ण क्वायल संयोजनों में, क्वायल समूहों के संयोजनों अन्त सिरें से अन्त सिरे तक व प्रारम्भ सिरे का प्रारम्भ सिरे तक किये जाते है, जो कि एक ही फेज में क्वायल समूह संयोजन होते है। निम्न दो विधियाँ जो Fig 2 और 3 में दर्शायी गई है इनमें से किसी एक के अनुसार संयोजन किये जा सकते है।

विधि 1



विधि 2



IX संयोजनों की जाँच दर जाँच (Cross check the end connections): सिरों के संयोजन की सारणी को नीचे दी गई Fig 4 के अनुसार लिख दें। घडी के नियम अनुसार करंट की दिशा के चिन्ह लगा दें।

जब 3-फेज वाइंडिंग को तीन फेज सप्लाई दी जाती है, तो यदि दो फेजों में धारा की दिशा अन्दर की ओर है तो तीसरे फेज में धारा की दिशा बाहर की ओर होगी।

X रिंग आरेख (Ring diagram)

सम्बन्धित स्लॉट में धारा की दिशा का चिन्ह लगा दें और तब उत्पन्नहुए आवश्यक पोलों की संख्या की जाँच निम्न दिखाये गये रिंग आरेख (Fig 5) से करें।

उपरोक्त रिंग आरेख में सभी 4 पोल उत्पन्न हुए है। प्रत्येक आठ स्लॉटों द्वारा प्राप्त क्षेत्रफल से एक पोल उत्पन्न हुआ है। स्लॉट संख्या 9,18,27 और 36 में भरी हुई क्वाइलों की भुजाओं में धारा की दिशा एक दूसरे के विपरीत है, इसलिए इन स्लॉटों में उत्पन्न फ्लक्स उदासीन (neutralized) हो जाता है। यह शार्ट कोर्डेड वाइंडिंग में होता है। उपरोक्त सूचना के आधार पर विकसित आरेख बनाइये।

XI विकसित आरेख (Developed diagram)

Fig 2 को देखते हुए विधि 1 से Fig 6 दिखाये अनुसार एक विकसित आरेख बनाईये जिसमें संयोजन Fig 2 के अनुसार है।

Fig 4

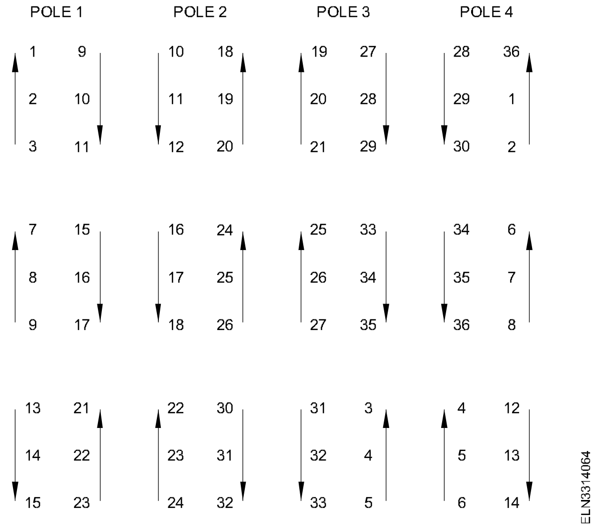
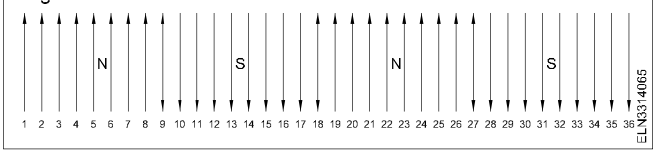


Fig 5



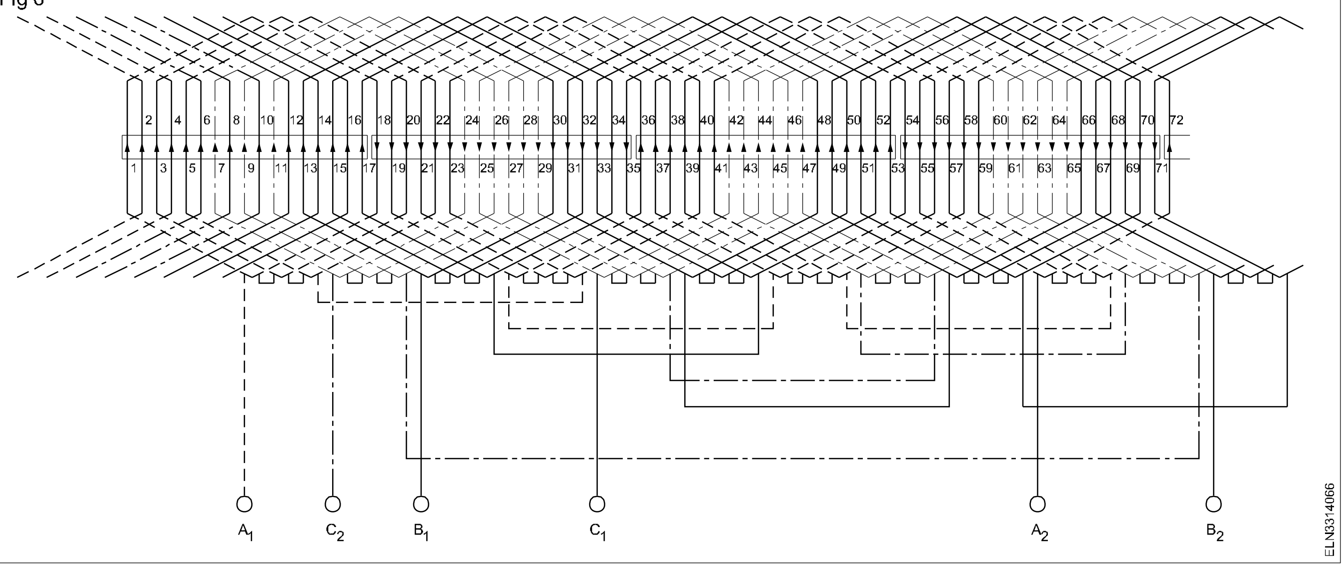
XII भिन्नात्मक पिचें (Fractional pitches)

समूह और लीड संयोजन के बाद, स्लिप जोडों को ओवर हैन्ग के साथ, सूती धागों से बांध दिया जाता है। इस कार्य को पूर्ण करने के लिए अभ्यास 3.2.03 के निर्देशों की पालना करें।

तब वाइंडिंग की जाँच करके और अभ्यास संख्या 3.2.03 में दिये निर्देशों के अनुसार वर्निश करें।

इसके बाद मोटर को असेम्बल (assembled) करके टेस्ट करें और फिर, शून्य लोड पर लगभग आठ घन्टे तक चला कर इसकी कार्यक्षमता की जाँच करें। जहाँ भार डालने की सुविधा उपलब्ध हो वहाँ नई कुण्डलित की गई मोटर को लोड पर कार्यक्षमता की जाँच की जा सकती है।

Fig 6



वाइंडिंग का परीक्षण (Testing of windings)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **रिवाइंडिंग मोटर की निरन्तरता (continuity) और क्वायल प्रतिरोध मापने का परीक्षण करना**
- **आन्तरिक ग्राऊलर और वोल्टमीटर व ओह्म मीटर के उपयोग से वाइंडिंग की क्वायल का शार्ट सर्किट परीक्षण करना**
- **वाइंडिंग का भूसम्पर्कन (ground) व इन्सुलेशन प्रतिरोध का परीक्षण करना**
- **चुम्बकीय सूई या पेंचकस या सर्च क्वायल द्वारा वाइंडिंग की सही चुम्बकीय पोलता का परीक्षण करना**
- **3-फेज वाइंडिंग में प्रत्येक फेज में धारा के समान मान का होने की परीक्षण करना**
- **नो लोड पर नई कुण्डलित मोटर का परीक्षण करना।**

मोटर को रिवाइंडिंग होने के बाद, वाइंडिंग में निम्नलिखित परीक्षण किये जाते है।

1 निरन्तरता परीक्षण/प्रतिरोध परीक्षण

2 लघु परिपथ परीक्षण/ग्राऊलर परीक्षण

3 इन्सुलेशन प्रतिरोध परीक्षण

4 पोलता परीक्षण

5 असन्तुलित धारा परीक्षण 3-फेज वाइंडिंग के लिए

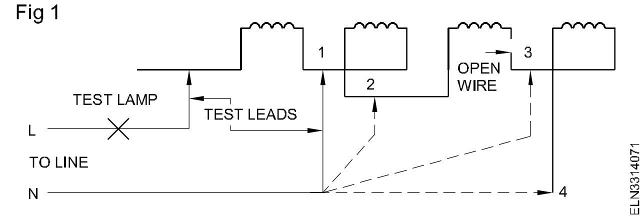
6 शून्य-लोड परीक्षण

निरन्तरता परीक्षण/प्रतिरोध परीक्षण (Continuity test/resistance test): यह परीक्षण प्रत्येक वाइंडिंग की निरन्तरता (continuity) की परीक्षण के लिए किया जाता है। यदि वाइंडिंग में कोई खुला परिपथ हो, तो इसे सुधारना चाहिए।

वाइंडिंग में खुला परिपथ दोष होने का सामान्य कारण, संयोजन का ढीला होना या तार का टूट जाना होता है। ओपन सर्किट की जाँच के लिए टेस्ट लैम्प का एक सिरा वाइंडिंग के एक सिरे के साथ जोडा जाता है और टेस्ट लैम्प का दूसरा सिरा, उसी फेज की वाइन्डिंग की प्रत्येक क्वायल के सिरे के साथ क्रमानुसार स्पर्श किया जाता है।

Fig 1 को देखते हुए यदि बिन्दु 1 लैम्प प्रकाशित नही होता है परन्तु बिन्दु 2 पर प्रकाशित होता है तब तीसरी क्वायल दोषयुक्त है। यदि लैम्प 2 और 3 पर प्रकाशित होता है परन्तु 4 पर नहीं तब चतुर्थ क्वायल दोषयुक्त होगी। इस प्रक्रिया का दोहरा कर जिस क्वायल में खुला परिपथ है उस को पहचाना जा सकता है।

Fig 1



इसी प्रकार, अन्य वाइंडिंगों को भी खुला परिपथ (open circuit) के लिए टेस्ट किया जा सकता है।

एक निम्न परास (range) वाले ओह्म मीटर से प्रत्येक क्वायल का प्रतिरोध मापा जा सकता है। प्रत्येक क्वायल का प्रतिरोध समान होना चाहिए। उच्च प्रतिरोध मान या अनन्त मान वाइंडिंग में खुला (open) होने के संकेत होता है।

यदि किसी क्वायल में खुला (open) हो, तो वाइन्डिंग की कडी में इस क्वायल को बाईपास किया जा सकता है या छोड दिया जाता है, फिर मोटर चल सकती है। परन्तु यदि एक से अधिक क्वाइलों में खुला पथ होने पर क्वाइलों का बाई पास करना सम्भव नही होता। इस प्रकार की मरम्मत उन छोटी क्षमता की मोटरों में सम्भव है जिसकी वाइंडिंग में क्वाइलों की संख्या अधिक होती है। उदाहरण के लिए छत का पंखा। परन्तु यह विधि यथा सम्भव रोकनी चाहिए।

यदि कई पोल वाले पंखे की मोटर में एक या दो क्वाइलों की पोलता बदल जाये तो पंखा धीरे चलेगा और अधिक ऊष्मा उत्पन्न करेगा।

लघु परिपथ परीक्षण/ग्राऊलर परीक्षण (Short circuit test/growler test) : जब क्वायल के दो या अधिक टर्न विद्युतीय रूप से एक दूसरे को छू जाये तो यह वाइंडिंग में लघु परिपथ होगा। मशीन के परिचालन के समय इस लघुपथन के कारण अत्याधिक ऊष्मा उत्पन्न होगी।

निम्नलिखित विधियों से लघु परिपथ को ज्ञात किया जा सकता है।

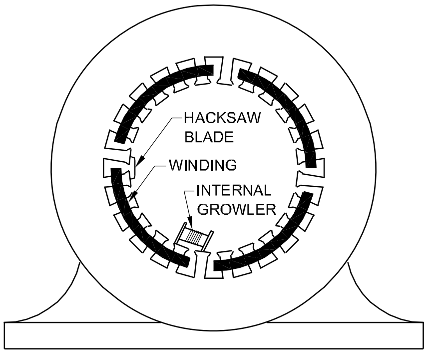
a आन्तरिक ग्राऊलर विधि (Internal growler method)

b वोल्टेज ड्राप परीक्षण (Voltage drop test)

c ओह्मीटर विधि (Ohmmeter method)

आन्तरिक ग्राउलर विधि (Internal growler method) : आन्तरिक ग्राउलर में एक लेमिनेटेड लोह क्रोड पर वाइंडिंग की हुई क्वायल होती है और यह 240V AC प्रदाय से जुडी होती है। स्टेटर को निकालने के बाद, ग्राउलर को स्टेटर क्रोड के अन्दर रखा जाता है और Fig 2 के अनुसार एक स्लॉट से दसरे स्लॉट की ओर सरकाया जाता है। ग्राउलर के साथ लगा हुआ धातु ब्लेड जब तीव्रता से कम्पन्न करने लगता है और कुछ प्रकार के आन्तरिक ग्राउलरों में जब ग्राउलर (short circuit) के साथ लगा नियान लैम्प प्रकाशित हो जाये तो ये क्वायल में लघुपरिपथ होने के संकेत होते है।

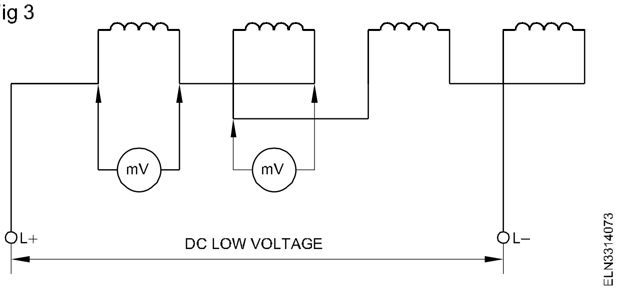
Fig 2



THE GROWLER METHOD OF TESTING FOR SHORTS IN THE STATOR

वोल्टेज ड्राप विधि (Voltage drop method) : इस विधि में वाइंडिंग को Fig 3 के अनुसार निम्न वोल्टेज DC प्रदाय से जोडा जाता है और प्रत्येक क्वायल के आर-पार में मिली वोल्टमीटर से वोल्टता को मापा जाता है। अच्छी क्वाइलों के आर-पारमे वोल्टेज ड्राप समान होगा परन्तु लघुपरिपथ क्वायल के आर-पार में कम होगा।

Fig 3



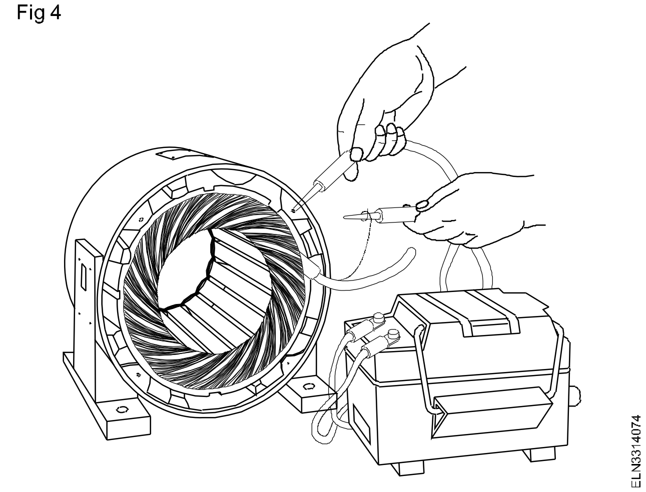
ओह्म मीटर विधि (Ohmmeter method) : इस विधि में प्रत्येक क्वायल का प्रतिरोध निम्न परास (range) ओह्म मीटर या केल्विन ब्रिज या पोस्ट ऑफिस बॉक्स द्वारा मापा जाता है। सभी क्वाइलों केप्रतिरोध का मान समान पाठ्यांक में होना चाहिए। जो क्वायल अन्य क्वायल से कम प्रतिरोध से दर्शाये या जो क्वायल शून्य पाठ्यांक दर्शाये उसे लघुपरिपथ (short circuit) मानना चाहिए और उसको बदलने की आवश्यकता है। दूसरी तरफ जो क्वायल, अपने समान क्वाइलों की अपेक्षा अधिक प्रतिरोध दर्शाये या प्रतिरोध का मान अनन्त दिखाये, उस विशेष क्वायल में खुला परिपथ (open circuit) होगा।

भू सम्पर्क परीक्षण और इन्सुलेशन/रैजिस्टेंस परीक्षण (Ground test and insulation/resistance test) : भू सम्पर्कन वाइंडिंग के कारण फ्यूज पिघल सकता है या इसके कारण वाइंडिंग धुआं दे सकता है, जो कि भू सम्पर्कन की सीमा पर निर्भर करता है। जो फ्रेम उचित प्रकार से भू सम्पर्कन नही होता है, जब उसके सम्पर्क में कोई व्यक्ति आ जाए तो उसे आघात लगा सकता है।

इस परीक्षण का उद्देश्य वाइन्डिंग व अर्थ के बीच किसी सीध सम्पर्क का पता लगाना है। इसके लिए सप्लाई का न्यूट्रल मशीन की बॉडी के साथ जोडा जाता है और फेज तार एक श्रेणी लैम्प के माध्यम से जोडा जाता है। टेस्ट लैम्प को खुला सिरा, क्रमानुसार वाइन्डिंग के प्रत्येक सिरे के साथ्न सम्पर्क किया जाता है। यदि लैम्प बुझा हुआ रहता है तो इसका अर्थ है कि वाइंडिंग अर्थ नही है और यदि यह रोशनी देने लगता है तो वाइंडिंग अर्थ है। यह तीव्र, रफ (rough) व व्यावहारिक विधि है।

यदि भू सम्पर्कित वाइंडिंग के परीक्षण के लिए मैगर का उपयोग किया जाता है मैगर का एक सिरा बाडी के साथ और दूसरा सिरा Fig 4 अनुसार वाइंडिंग के साथ जोडा जाता है। यदि मैगर का संकेतक अनन्त की तरफप्रदर्शन करता हैतो वाइंडिंग सही है और तब वाइंडिंग व मशीन की बॉडी के बीच कोई सम्बंधन नही है। मशीन की बॉडी व वाइंडिंग के बीच इन्सुलेशन मापा जाने वाला प्रतिरोध 500 वोल्ट मैगर से मापा जाता है और यह पाठ्यांक जो 3-फेज और एक फेज मोटरों को मापा जाता है किसी भी प्रकार से 1 मेगाओह्म से कम नही होना चाहिए। अतिरिक्त सुरक्षा के लिए छत के पंखे व मेज पंखे की स्थिति में यह 2 मेगा ओह्म होना चाहिए।

Fig 4



पोलता परीक्षण (Polarity Test) : वाइंडिंग में सही क्वायल समूह संयोजन, सही पोलता को सुनिश्चित करते है। यदि क्वायल समूह संयोजन में कोई संदेह हो, तो उचित पोलता की जाँच करने के लिए पोलता परीक्षण करना आवश्यक होता है।

इसके लिए निम्नलिखित तीन विधियों की अनुशंसा की जाती है।

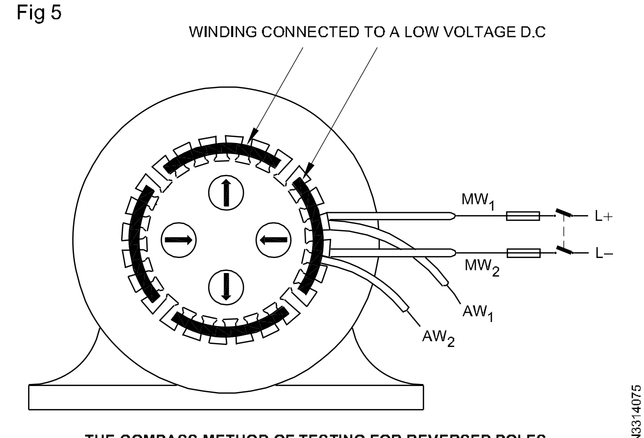
a चुम्बकीय सूई विधि

b दो पेंचकस विधि

c सर्च क्वायल विधि

चुम्बकीय सूई विधि (Magnetic compass method) : इस विधि में स्टेटर को क्षैतिज स्थिति मे रखा जाता है और वाइंडिंग को निम्न DC वोल्टता दी जाती है। कम्पास सूई स्टेटर के अन्दर रखी जाती है और धीरे धीरे इसे एक पोल क्षेत्र से दूसरे पोल क्षेत्र में Fig 5 के अनुसार सरकाया जाता है। कम्पास सूई प्रत्येक पोल पर अपनी स्थिति को अपने आप परिवर्तित कर लेती है तो समझना चाहिए कि वाइंडिंग सही जुडी है। यदि दो पास-पास वाले पोलों के बीच कम्पास सूई की दिशा समान रहती है तो यह संकेत है कि पोल गलत जुडे है।

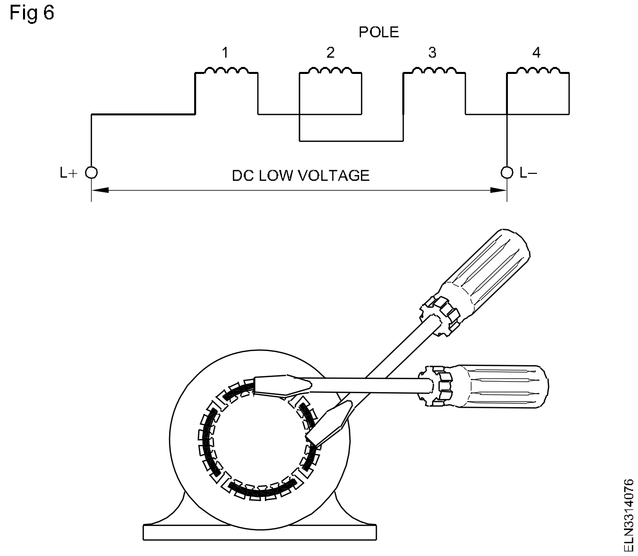
Fig 5



THE COMPASS METHOD OF TESTING FOR REVERSED POLES

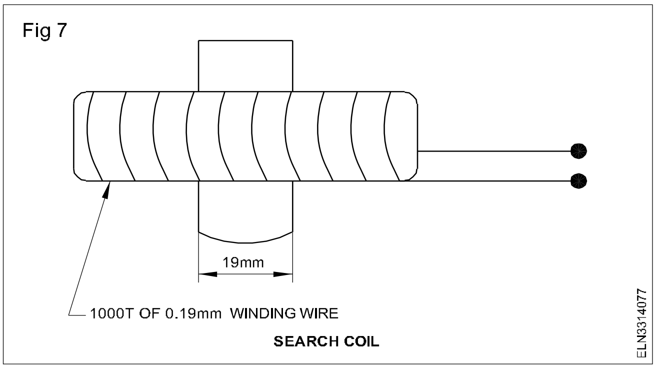
दो पेचकस विधि (Two screwdrivers method) : इस विधि में, स्टेटर को ऊर्ध्वाधर स्थिति में रखा जाता है और 3-फेज की स्थिति में प्रत्येक फेज वाइन्डिंग को निम्न वोल्टेज दी जाती है। एक पोल के क्षेत्र के केन्द्र पर एक पेचकस को क्रोड पर रखा जाता है, और दूसरे पेचकस को अगले पोल क्षेत्र के केन्द्र पर रखा जाता है। यदि पासपास वाले पोलों में पोलता सही है तो पेचकस Fig 6 के अनुसार एक दूसरे की ओर आकर्षित होंगें। यदि पोलता गलत है तो पेचकस एक दूसरे को विकर्षित करेंगें। यदि यह पाया जाता है कि एक पोल की पोलता गलत है, तो इसे ठीक करने के लिए उस क्वायल समूह की दो लीड को ऊल्टा जोडा जा सकता है।

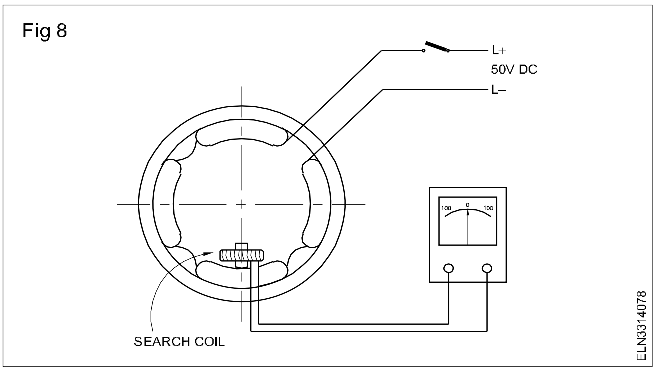
Fig 6



सर्च क्वायल विधि (Polarity test by search coil method) (Fig 7) : सर्च क्वायल में एक 1000 से 2000 -टर्न वाली क्वायल होती है। इसकी लोह क्रोड का एक सिरा गोल होना चाहिए। इस क्वायल को पुनः कुण्डलित किये गये स्टेटर के पोलों की पोलता ज्ञात करने के लिए उपयोग किया जाता है।

सबसे विश्वसनीय विधि में सर्च क्वायल को शून्य केन्द्र वाले वोल्टमीटर या गैल्वनोमीटर के साथ उपयोग की जाती है। (Fig 8) यदि सर्च क्वायल को इस प्रकार बनाया जाये कि इसकी क्रोड का एक सिरा, इसकी वाइन्डिंग से उभरा हुआ हो, तो इसे इसके उभरे हुए भाग को प्रत्येक पोल पर रख कर इससे बहुत छोटे स्टेटर की पोलता भी ज्ञात कर सकते है, इसकी क्वायल को स्टेटर में प्रवेश कराने की आवश्यकता नही पडेगी।

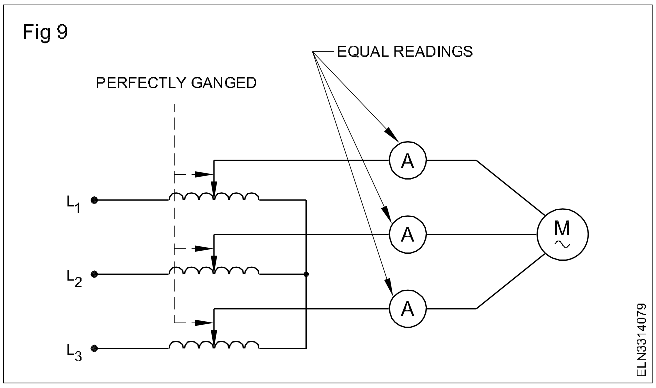




जैसे ही सर्च क्वायल की क्रोड पोल के साथ सम्पर्क करती है, स्विच ऑन करने पर (Fig 8) गैल्वनोमीटर दांये याबाई तरफ की स्थिति को चॉक से पोल पर चिन्ह लगा दें।

इस तरह से मीटर की सूई के विक्षेप की दिशा अनुसार अगले पोल पर चिन्ह लगा दें। इस बात पर जोर देना चाहिए कि सभी पाठ्यांक तब नोट करें जब स्विच ऑन किया जाये, क्योंकि स्विच ऑफ करते ही मीटर की सूई विपरीत दिशा में संकेत करती है।

असन्तुलित धारा का परीक्षण (Unbalanced current test): तीन फेज वाइंडिंग की स्थिति में, स्टेटर को 3-फेज ऑटो ट्रांसफार्मर से कम वोल्टेज दी जाती है ताकि Fig 9 के अनुसार पूर्ण लोड धारा प्रवाहित होसके। इस परीक्षण में सभी तीन फेज की मापी गई धारा समान होनी चाहिए। वाइंडिंग अच्छी होने पर भी $\pm$3% का धारा परिवर्तन स्वीकार्य है।



नो-लोड परीक्षण (No-load test) : मोटर की वाइंडिंग से संसेचन (impregnation) और असेम्बली (assembly) के पश्चात, रोटर को मुक्त रूप से घूमने के लिए जाँच करें। मोटर को निर्धारित सप्लाई वोल्टेज से जोड दें। शून्य लोड पर मोटर को चलायें और शून्य लोड पर, नो-लोड वोल्टेज (no-load voltage), करंट और मोटर की गति को दर्ज करें। किसी भी स्थिति में ये पाठ्यांक, नेम प्लेट मानों से अधिक नहीं होने चाहिए। बियरिंग की आवाज और कम्पन्न का निरीक्षण करें। बिना कम्पन्न की सामान्य आवाज अच्छे कार्य को प्रदर्शित करते हैं। फिर भी लोड परीक्षण के द्वारा ही वाइंडिंग के कार्य की पूर्णता को सुनिश्चित किया जा सकता है।

विद्युत मोटरों में इन्सुलेटिंग वार्निश और वार्निश करने की प्रक्रिया (Insulating varnish and varnishing process in electric machines)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **मशीन की वाइंडिंग को वार्निश करने के महत्व का वर्णन**
- **वार्निश के प्रकार, उनके अभिलक्षण और उपयोगों का वर्णन**
- **थीनर का उपयोग बताना**
- **वाइंडिंग के पूर्व में गर्म करने के लिए अपनाई जाने वाली विधियों का वर्णन करना**
- **वाइंडिंग को वार्निश करने की प्रक्रिया का वर्णन करना।**

विद्युत मशीनों में इन्सुलेटिंग वार्निश का महत्व (Importance of insulating varnish to the electrical machines) : सामान्य इन्सुलेशन में उपयोग होने वाले ठोस इन्सुलेटिंग पदार्थों में आर्द्रता ग्राही (नमी ग्रहण करना) गुण को निष्क्रिय करने के लिए वार्निश से संसेचित (impregnation) किया जाता है। वार्निश वाइन्डिंग की परतों के अन्दर नमी का प्रवेश रोकने के लिए एक आवरण का निर्माण कर देती है और कई स्थितियों में यह तेल, अम्ल, क्षार तथा ऊष्मा के विरूद्ध कार्य करती है। घूमने वाली मशीनों में विशेषकर वार्निश चालकों को एक साथ बाँधने के लिए भी आवश्यक होती है। चालकों को एक साथ बांधने के लिए भी आवश्यक होती है। चालकों के बीच ठोस वार्निश द्वारा वाइंडिंग से ऊष्मा को निकालने के लिए वायु के विस्थापन होने से सुधारा जा सकता है।

वार्निश के प्रकार (Types of Varnish): विद्युतीय वाइंडिंग के साथ उपयोग करने के लिए सामान्यतः चार प्रकार की वार्निश उपयोग होती है। ये है:

1 एयर ड्राइंग वार्निश (air-drying varnishes)

2 बेकिंग वार्निश (baking varnishes)

3 धर्मोसेटिंग वार्निश (thermosetting varnishes)

4 साल्वेन्टलेस वार्निश (solventless varnishes)

वायु शुष्क वार्निश (Air drying varnish) : इस वर्निश में ठोस कण व विलायक (solvent) होता है। वार्निश को बिना गर्म करके सोलवेन्ट को वाष्पित करके सुखाया जाता है। बेकिंग वार्निश की तुलना में वायु शुष्क वार्निश निम्न सामर्थ्य वाली व उच्च सरन्ध्रता (बहुत अधिक छिद्र युक्त) वाली होती है क्योंकि सोलवेन्ट के सुखने के बाद बनने वाली रिक्त (अन्तराल) को सील करने के लिए उनकी फिल्म पर्याप्त रूप से प्रवाह (flow) नहीं होती है। आगे, यह डुबोने वाले टैंक में तथा भंडारन के समय शीघ्रता से खराब होती है। शीघ्रता से सुखने वाली वार्निश में चपड़ी (shellac) स्प्रिट युक्त होती है और यह साफ व काले रंग की हो सकती है। ये वार्निश आपातकाल मरम्मत कार्य व टच-अप (touch-up) कार्य में उपयोग होती है। काली ऐस्फाल्ट-आधार वाली वार्निश उपलब्ध है, परन्तु ये केवल तेल के प्रति स्पष्ट प्रतिरोध उत्पन्न करती है।

अनेक प्रकार की ओलीआरसेनीयस (oleoresinous) जो (तेल व रेजिन युक्त) (oil and resin base) वाली है, कई प्रकार की वार्निश बाजार में काले व साफ रंग में उपलब्ध है। ये वार्निश सोलवेन्ट की हानि होने से व आक्सीकरण से सूखती है और एस्फाल्ट आधारित वार्निश की अपेक्षा अधिक तेल प्रतिरोधी होती है। कभी कभी सिंथेटिक वेल्ड एयर ड्राइंग भी उपयोग होती है।

बेकिंग वार्निश-ओलीओरेसिनीयस (Baking varnishes - oleoresinous) : बेकिंग वार्निश में भी ठोस कण व सोलवेन्ट होता है। थर्मोसैटिंग वार्निश का विकास होने से पहले इस प्रकार की वार्निश बहुत उपयोग की जाती थी । ये वार्निश आधी पालिमेराइजेशन व आधी आक्सीकरण के द्वारा सूखती है। अलसी तेल (Linseed oil) वाली वार्निश लगभग पूर्णतः आक्सीकरण से सूखती है जबकि तंग-तेल (tung-oil) वाली वार्निश दोनों (आक्सीकरण व पोलिमेराइजेशन) (polymerization) से सूखती है आक्सीकरण केकारण सूखने से सतह कठोर बन जाती है जबकि नीचे की वार्निश अभी भी गीली होती है। विशेषकर नीचली क्वायल में इस प्रकार की हानि होती है।

थर्मामोसेटिंग वार्निश (Thermosetting varnishes) : ये ऊष्मा से कठोर होने वाली, साफ, कृत्रिम वार्निश होती है, जो कि साधारण बेकिंग वार्निश की अपेक्षा अधिक सुधरी हुई होती है, जो कि कठोरीकरण के लिए आक्सीकरण पर निर्भर करती है। ये वार्निश वर्ग B या तो वर्ग E के इन्सुलेशन के लिए उचित रहती है।

विलायकहीन वार्निश (Solventless varnishes) : आधुनिक विकास यह संकेत देता है कि कुछ वर्षों मे सोलवेन्ट रहित (100 प्रतिशत ठोस) वार्निश व्यापारिक रूप में उपलब्ध हो जायेगी, और ये वार्निश कम आयु अभिलक्षणों से मुक्त होगी, और सोल्वेन्ट रहित वार्निश के टैंक (डिब्बो) में खराब होने से भी बचेगी।

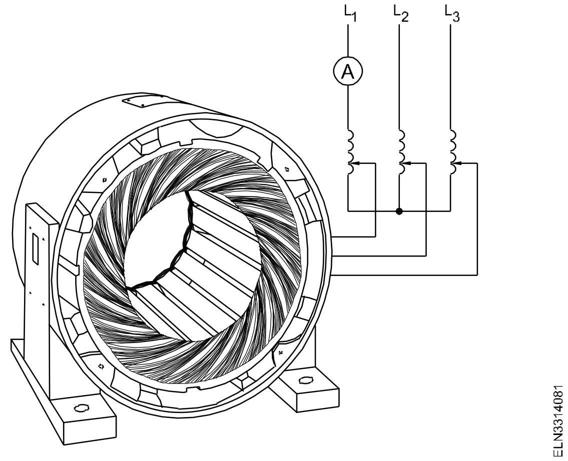
थीनर वार्निश (Varnish thinners) : थीनर का उपयोग वार्निश की श्यानता (viscosity) ठोस भाग को आवश्यक मात्रा में समायोजित करने के लिए किया जाता है। पूर्णतया मिश्रण बना कर प्राप्त करने के लिए, वार्निश को शीघ्र घोलने के साथ, थीनर को धीरे-धीरे मिलाना चाहिए। थीनर का चयन करने के लिए, वार्निश के निर्माता से विशेष प्रकार की वार्निश के लिए विशिष्ट अनुशंसा प्राप्त करनी चाहिए । वार्निश में थीनर की मात्रा 60% से अधिक नहीं होनी चाहिए।

पूर्व तापन (Preheating) : वार्निश करने से पूर्व वाइन्डिंग परतों के बीच से नमी को बाहर निकालना पूर्व तापन कहलाता है।

वार्निश लगाने से पूर्व वाइन्डिंग को सम्पूर्णता से सुखाने के लिए निम्नलिखित विधियों में से एक को अपनाया जाता है।

1 एक 3-फेज ऑटो ट्रांसफार्मर को Fig 1 के अनुसार स्टेटर टर्मिनलों से जोड़कर कुल लाइन वोल्टेज को 20% निम्न वोल्टेज स्टेटर में दिया जाता है, यह इस प्रकार है कि वाइन्डिंग में प्रवाहित होने वाला करंट, पूर्ण लोड करंट से अधिक नहीं होता है। मोटर को 8 से 10 घण्टे तक गर्म किया जाता है।

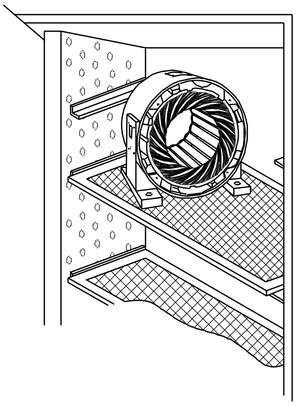
Fig 1



इस विधि में सूक्ष्मता से निरीक्षण करना आवश्यक होता है क्योंकि वाइन्डिंग द्वारा उत्पन्न ऊष्मा सरलता से बाहर नहीं निकलता है।

2 मोटर को Fig 2 के अनुसार भट्टी (Oven) में रखा जा सकता है, परन्तु तापमान 90°C से अधिक नहीं होने देना चाहिए।

Fig 2



OVEN USED FOR DRYING THE WINDING

3 वाइंडिंगों के बीच गर्म हवा को प्रवाहित किया जाता है, जो कि एक बन्द चैम्बर में जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है, में रखी जाती है परन्तु वायु साफ व शुष्क होनी चाहिए और इसका तापमान 90°C से अधिक नही होना चाहिए।

4 जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है, मशीन के चारों ओर कोयले की अंगीठी या इलैक्ट्रिक रेडियेटर को रखा जा सकता है।

Fig 3

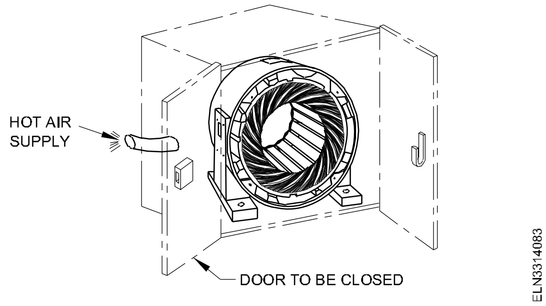
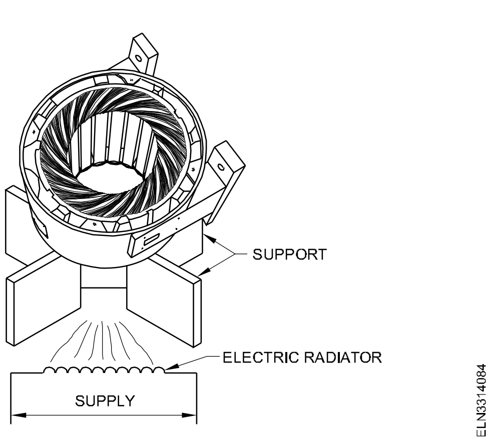
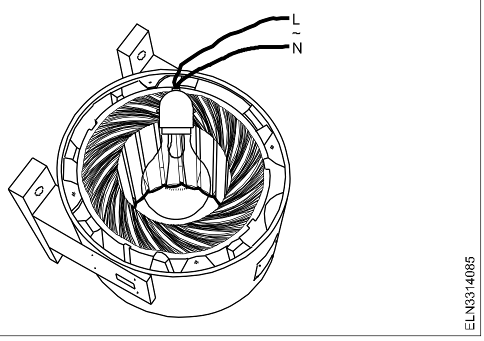


Fig 4



5 Fig 5 में दिखाये अनुसार मशीन के अन्दर कार्बन फिलामेन्ट को रख कर इसका उपयोग सन्तोषजनक रूप में किया जा सकता है, परन्तु यह ध्यान रखना पड़ेगा कि गर्म वाइन्डिंग के किसी भाग के साथ सम्पर्क में न आये। यदि इस प्रकार से पर्याप्त उच्च तापमान प्राप्त नही हो रहे हो तो स्टेटर को तिरपाल से ढककर वेन्टीलेशन (ventilation) को कम किया जा सकता है।

Fig 5



सुखाने के लिए उपयोग की गई तापन विधि का लगातार जारी रखना चाहिए तथा प्रयुक्त विधि को सावधानीपूर्वक देखने रहना चाहिए और यह सुनिश्चित करना चाहिए कि वाइंडिंग (winding) का तापमान इतना अधिक न हो जाये कि इससे इन्सुलेशन को क्षति हो जाये। थर्मामीटर द्वारा मापा जाने वाला वाइंडिंग को सुरक्षित उच्चतम ताप 90°C होता है। इसी समय यह भी ध्यान दिया जाना चाहिए कि तापमान इतना कम भी न हो जाये कि नमी का प्रवेश पुनः हो जाये।

जैसे जैसे मोटर गर्म होने लगती है, तो इन्सुलेशन प्रतिरोध विचारणीय रूप से कम होने लगता है और इन्सुलेशन प्रतिरोध न्यूनतम तक पहुँच जाता है, और इसके कुछ समय बाद तक स्थिर रहता है जो कि मशीन में नमी के ऊपर निर्भर रहता है। जैसे जैसे शुष्कन प्रक्रिया आगे बढती है, तो इन्सुलेशन प्रतिरोध क्रमिक रूप से बढने लगता है। इन्सुलेशन प्रतिरोध के बढने तक शुष्कन प्रक्रिया लगातार होनी चाहिए या जब तक कि यह 75°C पर एक एक मेगा ओह्म प्रति 1000 वोल्ट तक न पहुँच जाये।

यह देखने के लिए कि शुष्कन किस तरह से प्रगति कर रहा है, शुष्कन काल के समय, ताप तथा इन्सुलेशन प्रतिरोध का पाठ्यांक कम से कम 1 घण्टे में एक बार लेना चाहिए। जहाँ तक सम्भव हो, मोटर के ताप को स्थिर रखना चाहिए, अन्यथा पाठ्यांक में भ्रम उत्पन्न हो सकता है।

वाइंडिंग के पूर्व तापन के बाद, मशीन को वार्निश करने से पूर्व 60°C तक ठण्डा करें। इसका महत्व इसलिए है क्योंकि उच्च तापमान वार्निश परत के साथ बाहरी तरफ को सील करने का प्रयास करेगा।

वार्निश करने की प्रक्रिया (Varnishing process) : वाइंडिंग की वार्निश करने के लिए या तो सम्पूर्ण (वाउण्ड) स्टेटर को वार्निश टैंक मे डुबोकर या वाइंडिंग पर वार्निश डाल कर वार्निश की जाती है। कुछ स्थितियों में पेन्ट करने वाले ब्रुश से भी वार्निश लगाई जाती है।

वायु-शुष्कन वार्निश प्राकृतिक रूप से सूखने वाली वार्निश होती है, इसलिए जॉब job को सामान्य ताप पर 6 घंटे के लिए सूखने दें।

संसेचन (Impregnation) : संसेचन के लिए वार्निश निर्माता के निर्देशों के अनुसार वार्निश विधि की अनुपालना करनी चाहिए।

संसेचन विधि (Impregnation process) : वर्ग E की मोटरों के लिए E वर्ग का संसेचन उपयोग करें, निम्नलिखित प्रक्रिया द्वारा संसेचन किया जा सकता है।

1 जॉब को आठ घण्टे तक भट्टी (oven) में 85-100°C तक पूर्व तापन (preheating) करें और इन्सुलेशन प्रतिरोध को मापें। यदि इन्सुलेशन प्रतिरोध अनन्त से कम हो तो पूर्व तापन प्रक्रिया को लगातार जारी रखें, जब तक कि इंसुलेशन प्रतिरोध अनन्त तक न हो जाय।

2 पूर्व तापन के बाद जॉब को 60°C तक ठण्डा करें और इसे वार्निश टैंक में डूबो दें। गर्म वाइंडिंग को ऊर्ध्वाधर स्थिति में वार्निश में एक घण्टे तक डुबो कर रखें या तब तक डुबो कर रखे जब तक कि सभी वायु के बुलबुले बाहर न आ जाये।

3 जॉब को टैंक से उठाकर टैंक पर लगे क्रेडल (cradle) पर लगभग एक घण्टे तक रखें जब तक कि वार्निश पूरी तरह से सुख (drains) न जाये।

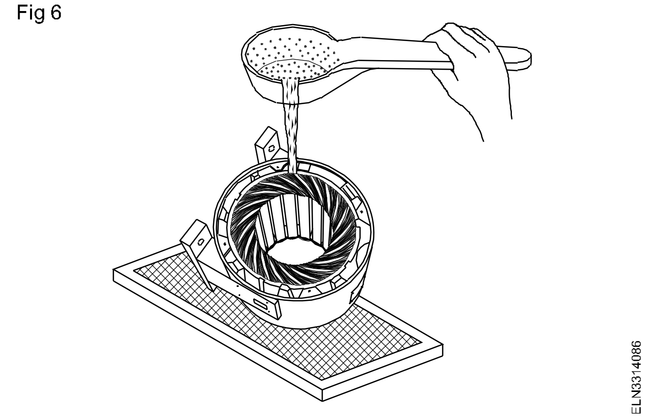
4 वार्निश निचुडने के पश्चात जॉब को 120°C पर दो घण्टे तक गर्मकरें और140°C पर कम से कम दस घण्टे तक गर्म करें।

5 वार्निश सुखाने के तुरन्त बाद इन्सुलेशन प्रतिरोध को मापें, और इसका मान 2 मेगा ओह्म से कम नही होना चाहिए।

6 दूसरी बार संसेचन करने के लिए जॉब को 70°C तक ठण्डा करें और फिर उपरोक्त 2,3 व 4 स्टैप को दोहरायें।

यदि उपयोग के लिए वार्निश टैंक न हो तो स्टेटर को वार्निश से भरे बर्तन के ऊपर रखें और Fig 6 के अनुसार इस पर चम्मच से वार्निश डालें। इस स्थिति मे स्टेटर में संयोजन (connection) की ओर से वार्निश डालें और फिर स्टेटर को पलट कर दूसरी तरफ से वार्निश डालें।

Fig 6



वार्निश हटाना (Varnish stripping) : वार्निश को डुबोने व पकाने के बाद, एयर गैप सतह पर व सिरा परिरक्षक (end-shield fits) पर जमी हुई वार्निश को हटाने की प्रायः आवश्यकता पडती है, क्योंकि ऐसे स्थानों पर वार्निश के एकत्र होने से रोकने का कोई व्यावहारिक प्रबन्ध नहीं होता है। एकत्र हुई अतिरिक्त गीली वार्निश को साफ करने के लिए खराब कपड़ों को सही सोलवेन्ट solvent के साथ उपयोग करके वार्निश को साफ किया जाता है। यदि मोटर की यह सतह वार्निश में डुबोने से पहले, उचित आवरणित कम्पाउण्ड के साथ उपचारित की गई हो तो पकी हुई वार्निश की परतों को, धातु की सतह से छीलकर आसानी से हटाया जा सकता है। इस कम्पाउण्ड को स्प्रे करने के लिए इसमें एसीटोन मिलाया जाता है। यदि इसे ब्रुश से लगाना हो तो इसका गाढापन रखने के लिए इसे अधिक मैलेसस (molasses) पर तैयार किया जाता है। आधा घण्टा तक पतली परत को सुखाने के बाद, उपकरण को सामान्य वार्निश से संसेचित (Impreganation) किया जाता है व पकाया जाता है। मासकिंग (masking) कम्पाउण्ड को पकाने के बाद, इसे धातु के नंगे सिरे की ओर से एक चाकू को प्रवेश करा कर या बारीक कील को एक बिन्दु पर रख कर, साफ किया जा सकता है। दोनों वार्निश और मॉसकिंग कम्पाउण्ड को एकल (single) फिल्म की परत को उतारते हुए हटाया जा सकता है।

सिरों के संयोजन, समूह संयोजन, टर्मिनल लीड्स संयोजन, बन्धन को जोड़ना और ओवर हैन्गस को बनाने की विधियाँ (Method of connecting end connection, group connection, terminal leads, binding and forming the overhangs)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

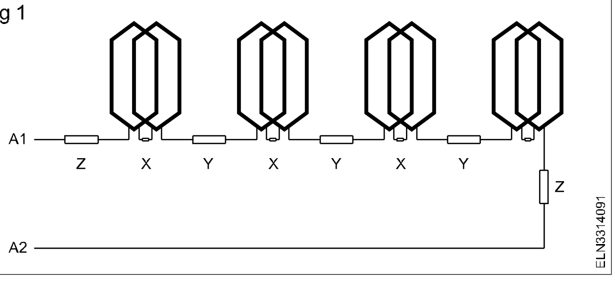
- **वाइंडिंग में संयोजनों के प्रकार बताना**
- **क्वायल के अन्त सिरे का संयोजन बनाने की विधि का वर्णन करना**
- **समूह (जम्पर) संयोजन बनाने की विधि का वर्णन करना**
- **टर्मिनल लीडस के संयोजन की विधि का वर्णन करना**
- **वाइंडिंग के साथ अन्त सिरे/टर्मिनल/लीड के संयोजनों को बाँधने की विधि का वर्णन करना**
- **ओवर हैन्ग overhangs बनाने के विधि का वर्णन करना।**

किसी भी वाइंडिंग के लिए नीचे वर्णन की गई विधि सामुहिक है।

सिरों के संयोजन (End connections) : वाइंडिंग में तीन प्रकार के संयोजन बनाये जाते है, जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है पहले क्वायल समूह के लिए क्वायल का संयोजन है जिसे X से दर्शाया गया है । जैसा कि X से दर्शाया गया है, दूसरा एक ही फेज में एक क्वायल समूह को दूसरे समूह से जोडने के लिए Y से दर्शाया गया है तथा तीसरा लीड तार का संयोजन है जिसे Fig 1 में Z से दर्शाया गया है। वाइंडिंग के समय ऊपर बताये गये क्रम से एक के बाद एक करके आगे बढने से कार्य अच्छा होगा।

वाइंडिंग तार में बनाये जाने वाले किसी भी संयोजन को क्वायल के सिरों को उचित पहचान के साथ शुरू करना चाहिए। जो वाइंडिंग करना सीखना चाहता है उसके लिए यह जरूरी है कि वह पहले विकसित आरेख उसके बाद संयोजन आरेख के साथ-साथ वास्तविक वाइंडिंग को भी स्वयं देखें ताकि कोई संदेह न रहे। क्वायल के सिरों की पहचान के बाद (जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है), अस्थायी रूप के क्वायल के सिरों को लपेट कर रख दें और विकसित आरेख व संयोजनआरेख के साथ संयोजनों की पुनः जाँच करें।

Fig 1



संयोजन सही है यह सुनिश्चित करने के बाद, रेगमाल या चाकू या वैद्युत द्वारा चलित इन्सुलेशन हटाने वाले यन्त्र से इनैमल इन्सुलेशन को हटायें। सभी विधियों में यह देखें कि तार में कहीं कोई कट या मोड़ तो नही है जो कि प्रायः तार को क्षति पहुँचाता है।

क्वायल संयोजन की विधि (Method of coil connections) : यह जाँच कर लें कि इनैमल enamel इन्सुलेशन पूर्णतः हट गया है। क्वायल सिरों की तार की 20-25 mm लम्बाई को लेकर सिरों को Fig 3 में दिखाये अनुसार लपेट दें और PVC या एम्पायर स्लीव को चढा दें। जोड को क्वायल के गुच्छे की तरफ मोडें और मोटे धागे से बाँध दें।

Fig 2

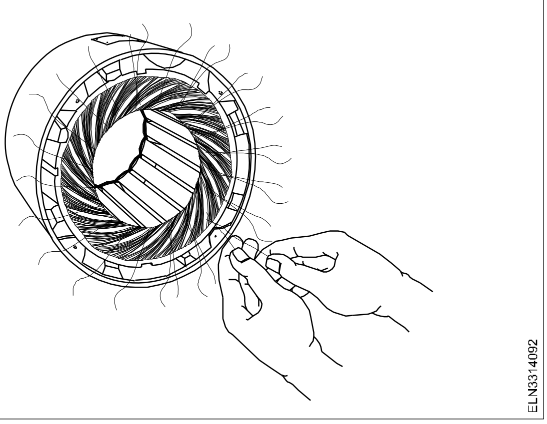
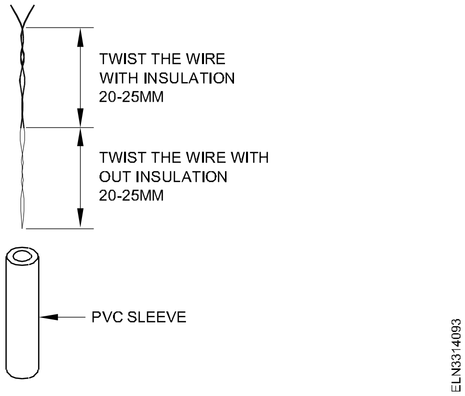


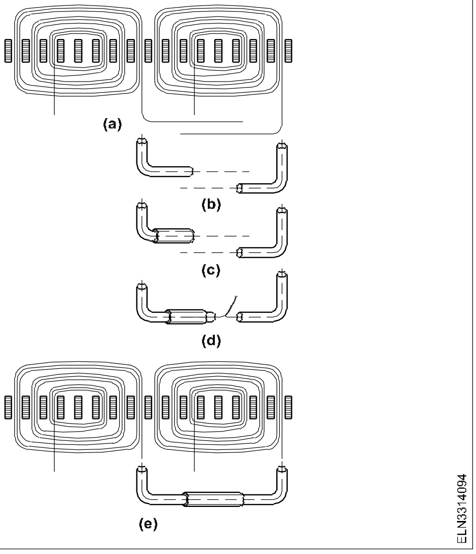
Fig 3



समूह संयोजन (जम्पर संयोजन) की विधि (Method of group connections (jumper connections): समूह के सिरे की जो तार अगले समूह के साथ जोडी जाती है उसे 40 mm की लम्बाई तक लें। Fig 4a के अनुसार अतिरिक्त लम्बाई को काट दें। वाइंडिंग तार को 40 mm का इनैमल हटायें।

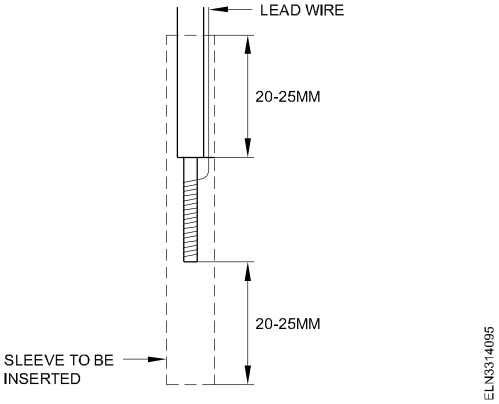
Fig 4b में दिखाये अनुसार जिन दो तार को जोडा जाता है उनके ऊपर पर्याप्त लम्बाई की उपयुक्त PVC या एम्पायर स्लिव चढा दें। Fig 4c के अनुसार एक स्लिव पर दूसरी बडे साइज वाली स्लिव चढा दें। अब इन्सुलेशन उतरी हुई तारों को एक साथ लपेट दें जैसा कि Fig 4d में दिखाया गया है। जोड को तार पर मोड दें और Fig 4e की तरह दूसरी स्लिव को जोड पर चढा दें।

Fig 4



लीड संयोजन की विधि (Method of lead connections) : लीड तार को जोडने के लिए, केबल के इन्सुलेशन को लगभग 25 mm तक हटा दें और उतनी ही लम्बाई के लिए वाइंडिंग तार से इनैमल इन्सुलेशन भी हटा लें। दोनों तारों को साफ करें तथा लीड तार पर वाइन्डिंग तार को कम से कम 10 बार कस कर लपेटें जैसा कि Fig 5 में दर्शाया गया है ।

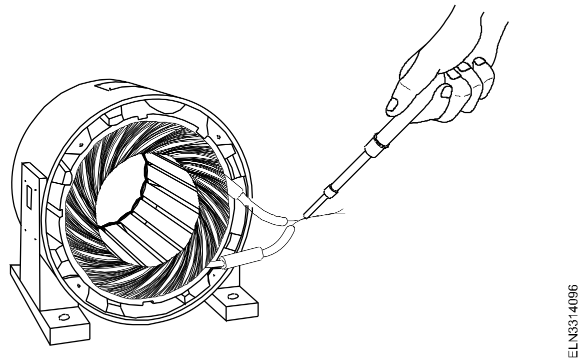
Fig 5



जोड को इन्सुलेटिड करने के लिए Fig 5 के अनुसार PVC या एम्पायर स्लिव का उपयोग करें।

पूर्व में बताये अनुसार वाइंडिंग के सही होने की जाँच के बाद, और अभी पूर्व में बताये गये सभी संयोजनों के अन्त में उन्हें Fig 6 के अनुसार सोल्डर करना आवश्यक है और उसके बाद स्लिव से इन्सुलेटिड करें।

Fig 6



ओवर हैन्ग को बांधना व आकार देना (Shaping and binding the overhangs) : सभी सिरों के संयोजन को सोल्डरिंग करने तथा स्लिव पहनाने के बाद, जम्फर तारों तथा लीड तारों को एक समान रूप से फैलाये, जिससे समरूपता बनी रहे तथा ओवर हैन्ड स्पष्ट दिखाई दें। लकडी या नाइलोन के मैलट से सकेन्द्रीय रिंग (concentric ring) में दोनों साइडों पर वाइन्डिंग के ओवर हैन्ग को धीरे धीरे चोट दें। इसके लिए लकडी या फाइबर रोलर का उपयोग करें जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है। थोड़े - थोड़े अन्तराल बाद पूर्व में लिए गए डाटाअनुसार ओवर हैन्ग को माप की जाँच करते रहे।

अन्त संयोजन, जम्फर और लीड संयोजनों को क्वायल के साथ मजबूती से बन्धन धागे द्वारा बाँध दें। Fig 8 के अनुसार उपयुक्त टेप को मूल रूप में बांध दें।

Fig 7

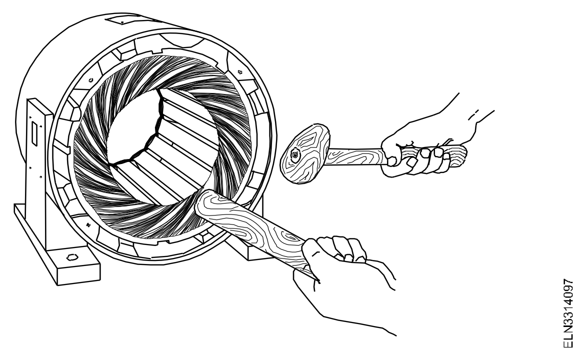
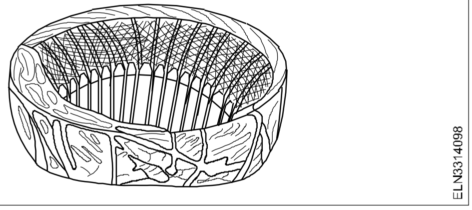
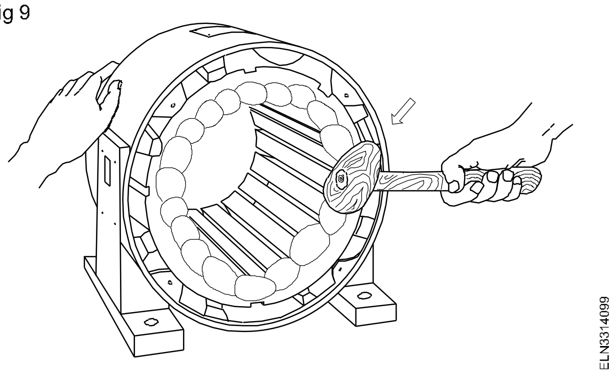


Fig 8



ओवर हैन्ग के साथ, संयोजन लीड्स को बाँधने के बाद दोनों ओवर हैन्ग को सकेन्द्रिय रिंग में पुनः अंतिम आकार दें, जिससे कि वे समान रूप से फैल जायें और रोटर को स्पर्श न करें। इस प्रक्रिया के दौरान यह जाँच करते रहें कि फ्रेम और सिरे के परिक्षक (end cover) के बीच मूल की तरह पर्याप्त अंतराल रहे। (Fig 9)

Fig 9



AC 3 फेज स्किवरल केज मोटर व स्टार्टर का अनुरक्षण, कार्य और दोष (Maintenance, service and troubleshooting in AC 3 phase squirrel cage induction motor and starters)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **AC 3 प्रेरण मोटर का अनुरक्षण की समय-सारणी बनाना**
- **3 फेज मोटर में सम्भावित दोष, कारण व उनके उपचारों की सूची बनाना**
- **मोटर में यान्त्रिक दोष व बियरिंग में होने वाली खराबी का वर्णन करना**
- **बियरिंग में लूब्रीकेशन तकनीकों का वर्णन करना**
- **AC मोटर स्टार्टर में दोष ज्ञात करना व अनुरक्षण का वर्णन करना।**

सामान्यतया AC स्किवरल केज इण्डेक्शन मोटर की संरचना सुदृढ होने के कारण इसे कम अनुरक्षण की आवश्यकताहोती है। फिर भी बाधा रहित सेवा के लिए और उच्चतम दक्षता प्राप्त करने के लिए, इस मोटर को एक नियमित अनुरक्षण के लिए एक शिड्युल की आवश्यकता होती है। जैसा कि कई उद्योगों में यह पाया जाता है कि AC गिलहरी पिंजरा मोटर पिन में 24 घंटे व वर्ष भर में 365 दिन पूर्ण लोड पर चलती है/ इसलिए अनुरक्षण को एक निश्चित समय के लिए सूची बध्द किया जाता है जैसे प्रतिदिन, साप्ताहिक, मासिक, अर्द्धवार्षिक व वार्षिक ताकि मोटर की कार्य अवधि की आयु बढाई जा सके और ब्रेक डाऊन समय को कम किया जा सके।

अनुरक्षण सूची (Maintenance schedule) : AC गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर के अनुरक्षण सूची के लिए निम्नलिखित दिशा-निर्देशों का सुझाव दिया जाता है।

प्रतिदिन अनुरक्षण (Daily maintenance)

- मोटर की लीड व अर्थ संयोजन का परीक्षण
- अधिक गर्म होने पर मोटर की वाइन्डिंग का परीक्षण (यह ध्यान रखना चाहिए कि उच्चतम स्वीकृत (permissible) तापमान वह होता है जो हस्त से सरलता से अनुभव किये गये ताप से अधिक हो)।
- नियन्त्रक उपकरणों का परीक्षण करें।

आयल रिंग लुबरीकेटिड मशीनों के क्रम में (the case of oil ring lubricated machines)

i) बियरिंग का परीक्षण करें देखें कि ऑयल रिंग कार्य कर रहे है

ii) बियरिंग के तापमान को नोट करें

iii) यदि आवश्यक हो तो तेल डालें।

iv) सिरों की प्ले की जाँच ।

साप्ताहिक अनुरक्षण (Weekly maintenance)

- बेल्ट का तनाव चैक करें। यदि यह अधिक हो तो इसे तुरन्त कम करें, यदि स्लिप प्रकार के बियरिंग हो तो रोटर व स्टेटर के बीच वायु अंतराल चैक करें।
- धूल वाले स्थानों पर लगी सुरक्षित प्रकार की मोटरों की वाइन्डिंग मे धूल को साफ करें।
- जो मोटरें बार-बार स्टार्ट व स्टॉप की जाती है, उनके स्टार्टिंग उपकरणों का परीक्षण करें कि कहीं उनके सम्पर्क (contact) जल तो नही गये है।
- ऑयल रिंग लुबरीकेटिड बियरिंग का परीक्षण करें ताकि इसमे धूल व गन्दगी न हो (यह तेल के रंग का पहचान कर अन्दाल से पहचान सकते है)।

मासिक अनुरक्षण (Monthly maintenance)

- कन्ट्रोलर की मरम्मत करें।
- तेल परिपथ वियोजक (oil circuit breaker) का परीक्षण करके साफ करें।
- नमी युक्त व धुल भरें स्थानों मे हाई स्पीड बियरिंग के तेल को बदल दें।
- स्लिप रिंग मोटरों के ब्रुशों की पकड को चेक करें और ब्रुश होल्डर को सही करें।
- ग्रीस की अवस्था को चेक करें।

अर्द्ध-वार्षिक अनुरक्षण (Half-yearly maintenance)

- मोटर वाइन्डिंग में लगने वाले जंग या इस प्रकार के अन्य तत्वों को साफ करें। यदि आवश्यक हो तो वारनिश भी करें।
- स्लिप रिंग मोटर के प्रकरण में स्लिप रिंग को चेक करें कि कहीं इनमें खांचे या असमान खरोच न हो।
- बाल या रोलर बियरिंग में ग्रीस को बदल दें।
- बियरिंगों में से सारा तेल निकाल कर मिट्टी का तेल से साफ करें, लुबरीकेटिंग तेल से फ्लश करें व साफ तेल से पुनः भर दें।

वार्षिक अनुरक्षण (Annual maintenance)

- सभी उच्च चाल बियरिंग को चेक करें यदि आवश्यक हो तो नये बदल दें।
- मोटर की वाइन्डिंग को शुष्क हवा द्वारा पूर्णतया से साफ करें। यह सुनिश्चित करें कि हवा का प्रैशर इतना अधिक न हो कि यह इन्सुलेशन को नष्ट कर दें।
- गन्दी व तेल युक्त वाइन्डिंग को साफ करें व वार्निश करें।

- जो मोटरे कठिन परिस्थितियों में परिचालित होती है उनको ओवर आयलिंग करें।
- स्लिप रिंग मोटरों के प्रकरण में, स्लिप रिंग पर गद्दों के लिए चेक करें और ब्रुशों में दरार को चेक करें। जिन स्लिपरिंगों में गंदगी अधिक हो और ब्रुश जल गये हो उन्हें बदल दें।
- बुरी तरह गड्ढे युक्त स्विच और फ्यूज कांटेक्ट को बदल दें ।
- र्स्टाटरों में तेल को बदल दें जिनमें नमी या जंग युक्त तत्व मिले होते है।
- मोटर वाइन्डिंग के फेजो, कन्ट्रोल गियर व वायरिंग से अर्थ के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध चेक करें।
- अर्थ संयोजन का प्रतिरोध चेक करें।
- वायु अन्तराल चेक करें।

रिकोर्ड (Records) : स्वतंत्र कार्ड या एक रजिस्टर का साधारण करें (ट्रेड प्रेक्टिकल में दर्शाये गये प्रतिरूप अनुसार) जिसमें प्रत्येक मशीन के लिए कुछ पृष्ठ हो और उसमे सभी महत्वपूर्ण निरीक्षण व अनुरक्षण कार्य जो समय समय पर किये गये हो को रिकार्ड रखें। इन रिकार्ड में पूर्व कार्य कुशलता, सामान्य इन्सुलेशन स्तर, अन्तराल का मापन, मरम्मत किये गये कार्य की प्रकृति और पूर्व मरम्मत में लिया गया समय, और अन्य महत्वपूर्ण सूचना जो अच्छी कार्य निष्पादन और अनुरक्षण में एग्लीलरी हो, को नोट करें।

AC 3-फेज गिलहरी पिंजरा मोटर में होने वाले दोषों को मुख्यतया दो समूहों में बांटा गया है।

वे हैं

1. विद्युत दोष (Electrical faults)
2. यान्त्रिक दोष (Mechanical faults)

अधिकतर प्रकरणों में दोनो दोषों में से एक यादोनों पैदा हो जाते है जिनमें एक प्रकार का दोष, दूसरे प्रकार के दोष को पैदा कर देता है । निम्नलिखित चार्टों में कारण, परीक्षण किया जाना व सम्भावित उपाय की सूचना दी गई है।

चार्ट 1

जब मोटर स्टार्ट नहीं होती

क्र.सं.	कारण	परीक्षण	उपाय
1	ओवरलोड रिले ट्रिप कर गई।	ओवर लोड क्वाइ को ठण्डा होने दें। यदि रिले सैट बटन अलग से दिया गया है तो इसे दबायें। कुछ र्स्टाटरों में ओवरलोड रिले को रिसैट करने के लिए स्टॉप बटन दबाया जाता है।	यदि मोटर स्टार्ट बटन नही हो रही है तो मोटर परिपथ को चैक करें, इसका कोई अन्य कारण इस चार्ट में दर्शाया गया है।
2	पावर सप्लाई का फेल होना	स्टार्टर के इनकमिंग टर्मिनलों पर पावर सप्लाई टेस्ट करें।	यदि स्टार्टर के इनकमिंग टर्मिनलों पर सप्लाई उपलब्ध है, स्टार्टर को फाल्ट के लिए चेक करें। यदि नही है तो मुख्य स्विच व फ्यूज चेक करें। यदि आवश्यक हो फ्यूज बदल दें और पावर चालू करें।
3	निम्न वोल्टेज	मुख्य लाइन पर वोल्टेज मापें और नेम प्लेट क्षमता से मिलान करें।	सामान्य सप्लाई को पुनः स्थापित करें और केबल को निम्न क्षमता के लिए चेक करें।
4	गलत संयोजन	मोटर के मूल डायग्राम के साथ संयोजन की तुलना करें।	यदि फिर भी मोटर स्टार्ट नहीं होती है तो मोटर के संयोजन खोल कर पुनः संयोजन करें।
5	ओवरलोड	लोड की मांग के अनुसार स्टार्टिंग टार्क का मापन करें।	लोड कम करें, ऑटो ट्रांसफार्मर की टेपिंग बढायें, उच्च क्षमता की मोटर को स्थापित करें।
6	बियरिंग खराब होना	मोटर को खोलें और बियरिंग प्ले को चेक करें।	यदि आवश्यकता हो तो बदल दें।
7	दोषित स्टेटर वाइन्डिंग	प्रति फेज करंट मापें, यह बराबर होना चाहिए, यदि आवश्यकता हो तो प्रति फेज प्रतिरोध मापें, वाइन्डिंग व अर्थ के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध को चेक करें।	यदि सम्भव हो तो दोष की मरम्मत करें या स्टेटर को पुनः कुण्डलित करें।

क्र० सं०	कारण	परीक्षण	उपाय
8	कन्ट्रोल संयोजन गलत होना	कन्ट्रोल सर्किट को चेक करें व सर्किट डायग्राम के साथ इसकी तुलना करें।	निर्माता के परिपथ आरेख के अनुसार कन्ट्रोल सर्किट को पुनः संयोजित करें।
9	मुख्य या स्टार्टर या मोटर के टर्मिनल कनैक्शन ढीले होना	मुख्य स्विच पर टर्मिनल कनैक्शनों को चेक करें व स्टार्टर और मोटर के टर्मिनलों का रंग बदलने व नट ढीले होने पर चेक करें।	टर्मिनलों को चेक करें।
10	चलने वाली मशीन जाम है	मोटर को लोड से अलग करें।	यदि मोटर संतोषजनक रूप से स्टार्ट होती है तो चलने वाली मशीन को चेक करें और दोष का पता लगायें।
11	स्टेटर व रोटर परिपथ में खुला दोष	देख कर चेक करें और बाद में मल्टीमीटर या मैगर को चेक करें।	दोष को ठीक करं या वाइन्डिंग करें।
12	स्टेटर वाइन्डिंग में लघु परिपथ (short circuit)	ओह्ममीटर या आन्तरिक ग्राइंडर की सहायता से से फेज व क्वाइल ग्रुपों को चेक करें।	दोष को ठीक करें या वाइन्डिंग करें।
13	वाइन्डिंग अर्थ ही गई है	टेस्ट लैम्प या मैगर से टेस्ट करें।	यदि दोष ज्ञात हो जाये मरम्मत करें या वाइन्डिंग करें।
14	बियरिंग जाम है	हाथ से रोटर को घूमायें।	यदि रोटर जाम हो तो मोटर को खोल दें व दोष को ठीक करें।
15	ओवरलोड	लोड व बेल्ट की टेनसन को चेक करें।	लोड को कम करें व टाइट बेल्ट को ढीला करें।

चार्ट 2

मोटर स्टार्ट तो होती है परन्तु लोड नहीं उठाती

(लोड डालने पर धीरे चलने लगती है)

क्र. सं.	कारण	परीक्षण	उपाय
1	वोल्टेज का काफी कम होना	मोटर के टर्मिनलों पर वोल्टेज मापें और इसको नेम प्लेट से मिलान करें। (नाम पट्टिका)	खराब फ्यूजों को बदल दें, परिपथ की मरम्मत और कम वोल्टेज के कारण को हटायें जैसे कि स्टार्टर, स्विच वितरण बॉक्स के कॉन्टैक्ट ढीले होना या खराब होना।
2	खराब कनैक्शन	स्टार्टर के ढील कॉन्टैक्ट व संयोजन को चैक करें।	आवश्यकता अनुसार दोष को दूर करें।
3	ड्राइविंग बैल्ट का अधिक ढीला होना या तनाव अधिक होना	बैल्ट के तनाव का मापन करें और उसको निर्माता के निर्देशों के साथ जाँच करें।	बेल्ट के तनाव को एडजस्ट करें।
4	रोटर वाइन्डिंग में खुला दोष	रोटर छड़ों व जोडों का परीक्षण करें।	रोटर छड़ों का पुनः सोल्डर करें।
5	स्टेटर वाइन्डिंग में खुला दोष	लिकेज, लघु परिपथ (Short circuit) व कॉन्टीन्युटी की जाँच करें	यदि सम्भव हो तो सर्किट की मरम्मत करें या स्टेटर की वाइन्डिंग करें।
6	बियरिंग में खराबी	बियरिंग में प्ले की जाँच करें।	बियरिंग की मरम्मत करें।

क्र. सं.	कारण	परीक्षण	उपाय
7	लोड का बहुत अधिक होना	मोटर की लाइन करंट को मापें और इसके	मोटर से यान्त्रिक लोड को कम करें।
8	कम आवृत्ति	आवृत्ति मापी द्वारा लाइन का मापन करें।	यदि लाइन आवृत्ति कम हो, तो प्रदाय अधिकारियों को सूचित करें और इसे ठीक करवायें।

चार्ट 3

मोटर फ्यूजों को उड़ा देती है

क्र. सं.	कारण	परीक्षण	उपाय
1	कम क्षमता के फ्यूज	फ्यूज तार के साईज की जाँच करें (यह सामान्य धारा से 1½ गुणा धारा से योग्य होना चाहिए) सर्किट में एममीटर जोड कर अधिक धारा की जाँच करें।	यदिआवश्यक हो तो फ्यूज तार बदल दें। यदि स्टेटर या रोटर में विद्युत दोष हो तो मोटर की मरम्मत करें।
2	निम्न वोल्टेज	लाइन वोल्टेज का मापन करें।	कम वोल्टेज के कारण को हटायें।
3	लोड का बहुत अधिक होंना	लाइन करंट मापें और इसकी तुलना निर्धारित करंट से करें।	ओवरलोड के कारण को निराकरण करे या उच्च क्षमता की मोटर को लगायें।
4	स्टेटर वाइन्डिंग में दोष होना	जैसाकि पूर्व में वर्णन किया गया है स्टेटर में लिकेज, लघु परिपथ व खुला परिपथ की जांच करें।	दोष की मरम्मत करें, यदि सम्भव न हो तो स्टेटर को पुनः कुण्डलित करवायें।
5	स्टार्टर में ढील कनैक्शन	स्टार्टर मे ढील या गलत कनैकशन की जाँच करें, क्योंकि इसके कारण करंट में असन्तुलन हो सकता है।	स्टार्टर के सभी कान्टैक्ट बिन्दुओं के ढीला होने पर या कनैक्शन ढील होने पर कस दें या रेगमार द्वारा साफ करें और एलाइनमेंट कनैक्शन करें।
6	गलत संयोजन	मूल आरेख के साथ कनैक्शन चेक करें।	मोटर के स्टार्ट होने पर दोबारा कनैक्शन करें।

चार्ट 4

मोटर का अधिक गर्म होना

क्र. सं.	कारण	परीक्षण	उपाय
1	वोल्टेज या आवृत्ति का बहुत कम या अधिक होना	मोटर के टर्मिनलों पर वोल्टेज व आवृत्ति को मापें	परिस्थिति अनुसार वोल्टेज व आवृत्ति के कम या अधिक होने का निराकरण करें।
2	गलत संयोजन	दिये गये सर्किट डायाग्राम अनुसार कनैक्शन की जाँच करें।	यदि आवश्यकता हो तो संयोजन पुन करें।
3	रोटर में खुला परिपथ दोष	रोटर छडों में जोड ढीले होने पर अधिक ऊष्मा उत्पन्न होती है।	रोटर छड़ों के जोड़ों को पुनः सोल्डर करे या end rings को पुनः सोल्डर करें।

क्र. सं.	कारण	परीक्षण	उपाय
4	स्टेटर वाइन्डिंग में दोष	पूर्ण वर्णन अनुसार, लीकेज, लघु परिपथ (Short circuit) या खुला परिपथ (open circuit) दोष को चेक करें।	यदि सम्भव हो तो दोष दूर करें, अन्यथा स्टेटर वाइन्डिंग पुनः करें।
5	निकास नालियों में गन्दगी	निकास नालियों में धुल या गन्दगी का निरीक्षण करें।	यदि धूल या गन्दगी हो तो इसे साफ करें।
6	ओवरलोड	बेल्ट व लोड को चेक करें।	ढीली बेल्ट को कस दें या लोड कम करें। सिंगल फेजिंग दोष ठीक करें यदि चलती वाली मशीन में दोष हो तो इस मरम्मत करें। यदि बियरिंग में दोष हो तो इसकी जाँच करके मरम्मत करें या नया बदल दें।
7	विद्युत सप्लाई में असन्तुलन	सिंगल फेजिंग के लिए वोल्टेज को चैक करें। कनैक्शन व फ्यूज चैक करें।	यदि आवश्यकता हो तो जिस कार्य के लिए डिजाईन किया गया है उस प्रकार की मोटर से बदल दें।
8	चलने वाली मशीन से मोटर जाम होती है या बियरिंग टाईट है।	लोड हटायें और रोटर को फ्रि घुमा कर चैक करें।	मशीन के बियरिंग को ढीला करें या बियरिंग में ग्रीस करें या बियरिंग बदल दें।
9	जब मोटर को ऊल्टा चलाया गया तो गर्म होने लगी	संयोजन चेक करें।	निर्माता के अनुदेशों अनुसार चैक करे।

मोटर में यान्त्रिक खराबी (Mechanical problems in the motor) : सामान्यतया पाया जाता है कि गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोअर में विद्युत खराबियों की अपेक्षा यान्त्रिक खराबियां अधिक विकसित होती है। प्रत्येक इलैक्ट्रीशियन को बियरिंग व स्नेहन की पूर्ण जानकारी होना आवश्यक है। गिलहरी पिंजरा मोटर में बाद में जो दोष उत्पन्न होते है वो अधिकतर अपर्याप्त स्नेहन, बियरिंग की गलत फिटिंग व बियरिंग के गलत चुनाव के कारण विकसित होते है। एक इलैक्ट्रिशियन के लिए यह अति आवश्यक है कि उसे बियरिंग के प्रकार, फिटिंग की विधि व निकालने की विधि और मार्केट में उपलब्ध लुबरीकैंट के प्रकार की जानकारी हो जैसा कि निम्नलिखित प्रकार से वर्णन किया गया है।

बाल व रोलर बियरिंग (Ball or roller bearings): विद्युत मोटर में शाफ्ट आसानी से घूम सके, इसके लिए (Fig 1) अनुसार बाल बियरिंग और (Fig 2) अनुसार रोलर बियरिंग फिट किये गये होते है।

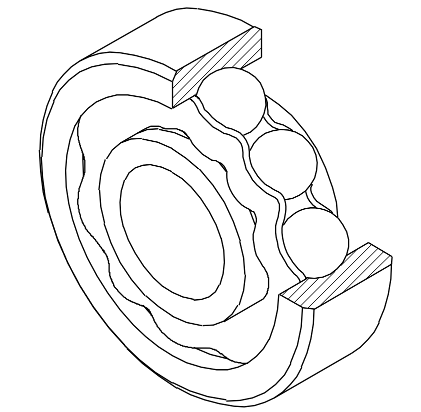
जैसा कि Figs 1 & 2 में दिखाया गया है ये बाल व रोलर बियरिंग है जो रेस के बीच घूम कर घर्षण को रोकते है।

चूंकि बियरिंग मशीन के स्थिर व चल भागों के बीच उपयोग होते है, इस प्रकार के बियरिंग में एक स्थिर रेस व एक घूमने वाली रेस होती है।

बियरिंग का रखरखाव (Handling the bearings) : बियरिंग परिशुद्ध कठोर व भंगुर पदार्थ से बने होते है। परन्तु बियरिंग की कार्यकारी सतह होन्ड honed की हुई या बहुत नरम होती है। यदि ये सतह खराब हो जाये तो बियरिंग बेकार हो जाती है, इसलिए :

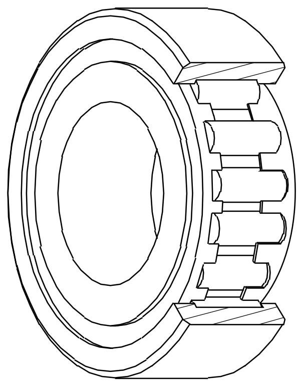
- बियरिंग को सावधानीपूर्वक कार्य में लेना चाहिए ताकि खराबी से बचा जा सके।

Fig 1



SINGLE ROW SNAP RING BALL BEARING

Fig 2



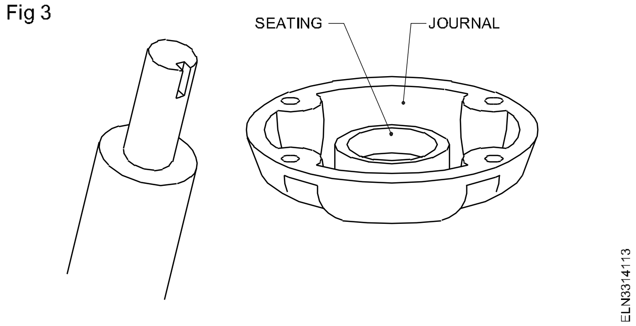
CYLINDRICAL ROLLER BEARING

- बियरिंग को फिटिंग से पूर्व लपेट कर रखा जाना चाहिए ताकि गन्दगी को बाहरी रखा जाये।
- बियरिंग को भण्डारित रखने के लिए, इसे जंग से बचाना चाहिए जैसे कि इस्पात बियरिंग में तेल डालना आवश्यक होता है।

बियरिंग स्थापना (Installing bearings) : किसी भी बियरिंग को फिट करने से पूर्वः

- मोटर के ऐंड कवर के अन्दर के भाग और बियरिंग शीट जहां बियरिंग रेस्ट करता है को अच्छी तरह साफ करें। (Fig 3)

Fig 3



- क्षतिग्रस्त सतह को निरीक्षण करें; क्षतिगत सतह पर बियिरिंग को फिट न करें।
- तब मात्र को ढँके या हाउसिंग को हल्के तेल से साफ करे।

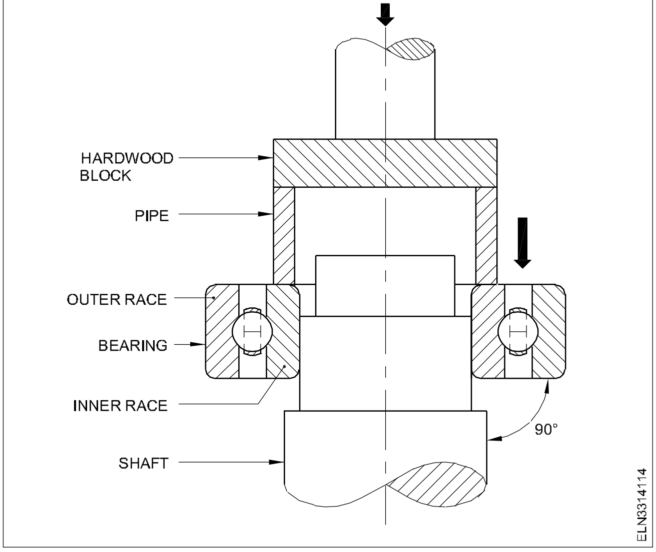
यह ध्यान रखना चाहिए कि स्लिप रिंग, ब्रुश व मोटर के कन्ट्रोल गियर कोई तेल नहीं होना चाहिए अर्थात वे तेल रहित साफ होने चाहिए।

जब शाफ्ट पर बियरिंग फिट करना होतो बियरिंग पर पर्याप्त बल लगाना चाहिए। किसी भी बियरिंग क्षति से बचने की प्रक्रिया में निम्नलिखित विधि के अनुसरण करें।

a) आरबर प्रैश द्वारा बल लगाना (Force through arbor press)

बियरिंग के आन्तरिक रेस race पर आरबर प्रैश द्वारा बल आरोपित करं जो कि Fig 4 के अनुसार हाउसिंग पर सम्पर्क कर रही है जिसमें एक ठोस लकड़ी केब्लॉक के साथ पाईप का उपयोग किया गया है।

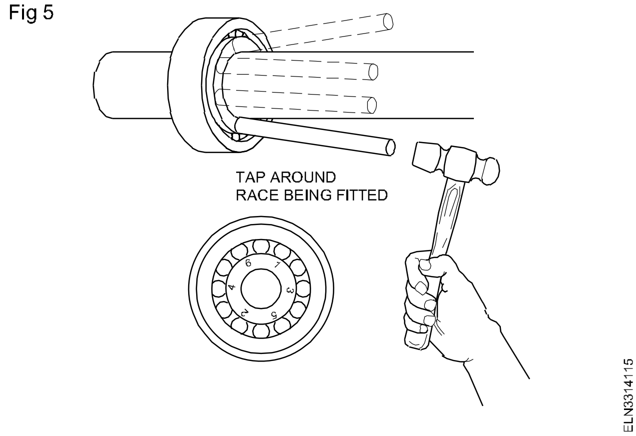
Fig 4



यह सर्वश्रेष्ठ विधि है, इस प्रकार बियरिंग इसकी सीट पर आसानी से स्थित हो जाता है।

b) ड्रिफ्ट का उपयोग करे बियरिंग को ठोकना (Fig 5)

Fig 5



जब बियरिंग को प्रैश करके अपने स्थान पर न बैठाया जा सके तब ही बियरिंग को ठोक कर अपने स्थान पर बैठाया जाता है।

रेस के चारों ओर समान रूप ठोक कर फिट करना चाहिए। ध्यान रहे कि बियरिंग अपनी जगह पर सही अवस्था मे बैठ जाये। यह विधि वहाँ उपयोग होती जहाँ पर बियरिंग शीट सीधी अवस्था में नहीं होती है। यहाँ यह भी ध्यान रखना चाहिए बियरिंग प्रवेश करते समय इसमें अन्य पदार्थ न प्रवेश करें।

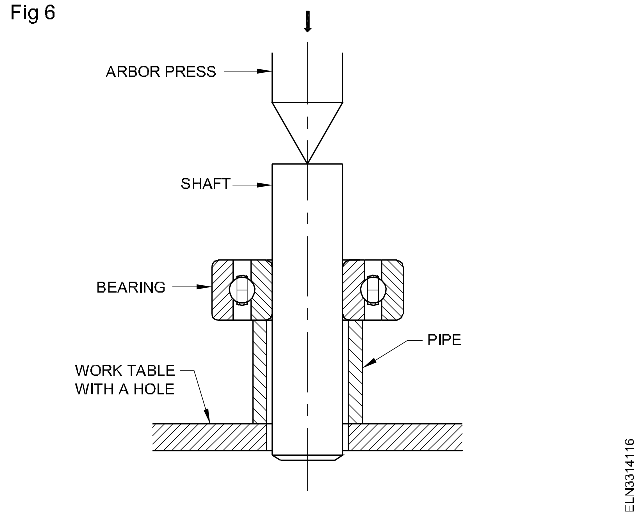
बियरिंग को धीरे धीरे ठोकते रहें, बार बार रूक कर देखें कि यह अपने स्थान पर स्थित है।

बियरिंग निकालने की विधियाँ (Bearing removal techniques)

a) आरबर प्रैस का प्रयोग करके (Using an arbor press) (Fig 6)

निश्चिय करें कि प्रेस पर जॉब को रखने का सर्वश्रेष्ठ तरीकाकौन सा है। बियरिंग निकालने के लिए समान रूप स बल आरोपित करें।

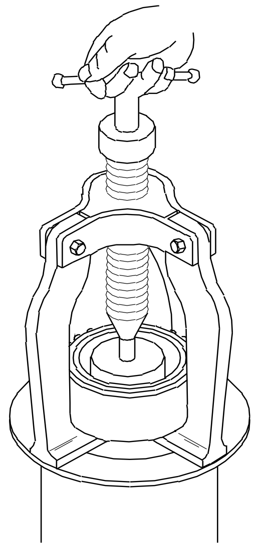
Fig 6



b) **बियरिंग पुलर का उपयोग (Using bearing puller)** (Fig 7)

जब बियरिंग पुलर का उपयोग किया जा रहा हो यह ध्यान रखें कि बियरिंग शाफ्ट पर सही अवस्था मे टिका है। अधिकतर उद्देश्यों में स्क्रू पुलर उपयुक्त होते है; यह ध्यान रखा जाये कि पेच को घुमाते समय पुलर अपनी सीधी अवस्था में लगा रहे।

Fig 7

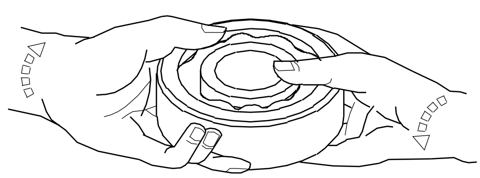


बियरिंग में दोष ज्ञात करना (Locating faults in bearings) : किसी भी बियरिंग का परीक्षण करने के लिए इसे अच्छी तरह से साफ कर लेना चाहिए।

बाल बियरिंग (Ball bearings) : सामान्यतया बाल बियरिंग का सूक्षम निरीक्षण करने के लिए इसे पूरी तरह खोला नही जा सकता है।

घिसावट (Wear) : बाल बियरिंग में घिसावट के निरीक्षण के लिए, इसकी आन्तरिक रिंग को अंगूठे व प्रथम ऊंगली के बीच एक हाथ से पकडें और बाहरी रिंग को दूसरे हाथ से पकडें। बाल बियरिंग को पकडें हुए आन्तरिक रिंग को Fig 8 के अनुसार आगे पीछे सरकाने का प्रयत्न करें।

Fig 8

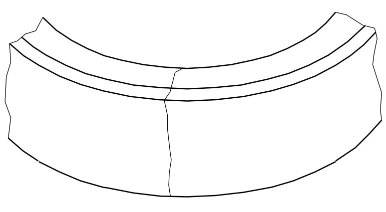


यदि थोडी सी भीचाल महसूस की जाये तो इसका अर्थ है कि बियरिंग घिस गया है और समान विशिष्टताओं वाले दूसरे नये बियरिंग से बदलने की आवश्यकता है।

टूटन (Break) : बियरिंग की आन्तरिक व बाहरी रिंग में किसी भी प्रकार की दरार यदि निरीक्षण में पाई जाती है, तो यह खराब फिटिंग को प्रदर्शित करती है, अधिक लोड या गलत बियरिंग का चुनाव भी इसका कारण है। (Fig 9)

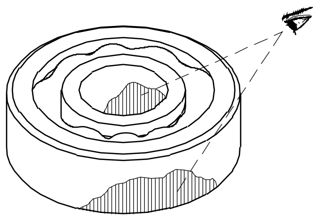
धब्बे (Stains): आन्तरिक व्यास व बाहरी सतह का निरीक्षण करने पर यदि भूरे रंग याकाले रंग के धब्बे के लक्षण दिखाई दें। (Fig 10) के अनुसार। यह चिन्ह यह संकेत देते है कि खराब फिटिंग के कारण बियरिंग, शाफ्ट या हाउसिंग में कहीं चाल है।

Fig 9



BROKEN RACES

Fig 10



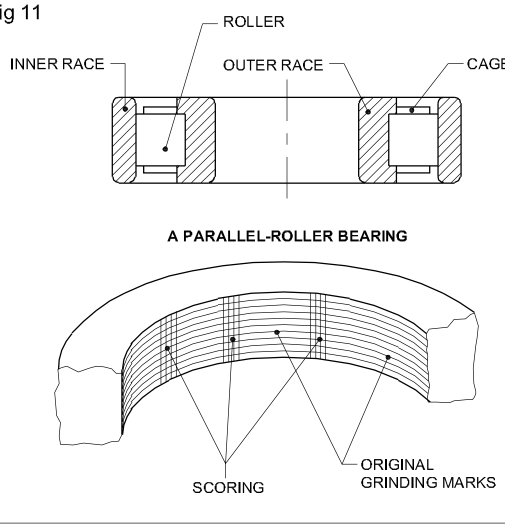
STAINS IN FITTING SURFACES

रोलर बियरिंग (Roller bearing) : बियरिंग को साफ करने के बाद बाहरी रिंग से आन्तरिक रिंग व रोलर असेम्बली को हटा दें।

बाहरी रिंग की आन्तरिक सतह को चैक करें। सतह चिकनी व पालिस की हुई होनी चाहिए। रगड़ व गड्ढों के लगातार निशान नहीं होने चाहिए।

रोलर के मार्ग में निश्चित अन्तराल में स्कोर चिह्न की उपस्थिति दर्शाती है कि प्रारम्भिक फिटिंग में दोष है Fig 11 में दर्शाया गया है।

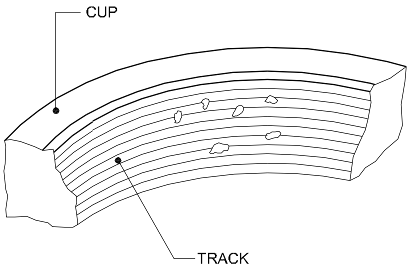
Fig 11



जिन रोलर बियरिंग में स्कोर चिह्न होगें उनमें अत्याधिक घिसावट होगी और आवाज करेंगे।

Fig 12 में दर्शाये गये ट्रेक के बीच असामन गड्ढे असन्तुलित वाइब्रेशन व थकान के कारण घिस कर बने है। कठोर सतह नरम हो जाती है।

Fig 12



बियरिंग में सामान्य घिसावट के लिए दोनों हाथों से बाल बियरिंग की तरह जाँच करें। सामान्य घिसावट के कारण कई बार ट्रेक की चमक खत्म हो जाती है, यह चमक मन्द सतह में बदल जाती है।

अधिक घिसावट ट्रेक में पूरी तरह से खांचा बना देती है।

स्थैतिक विद्युत विसर्जन सतह को काला करने, व गड्ढे बनने का कई मशीनों में कारण बनता है। जहॉ इस प्रकार की सम्भावना हो वहाँ पर रोटर अर्थिंग व्यवस्था को चैक करना चाहिए।

अपर्याप्त लुबरीकेशन या नमी युक्त परिस्थितियों में जंग लगनें के कारण भी सामान्यतया गड्ढे बनते है।

पिंजरा रिंग का परीक्षण करें कि कहीं इससे अधिक परिधि में घिसावट के निशान तो नहीं है। पीतल रिंग में घिसावट के स्थान पर चिन्हित करें जो कि पीतल का रंगट्रेक पर चढने से पहचाना जाता है क्योंकि पीतल के बारीक कण आन्तरिक सतह के साथ जम जाते है।

जला हुआ रिंग जले हुए बियरिंग का संकेत करता है, इसे बदल दें।

स्नेहन (Lubrication) : कई बार यह देखने में यह आया है कि मोटर में होने वाले यान्त्रिक दोष गलत स्नेहन के कारण होते है। एक सेवाई तकनीशियन service technician. के लिए लुबरीकेशन के बारी में सम्पूर्ण जानकारी होना आवश्यक है । मोटर के दक्ष परिचालन के लिए अधिकतर मोटर निर्माता विशेष प्रकार व ग्रेड के स्नेहक की अभिशन्सा करते है। यह सिफारिश की जाती है किमोटर से अधिकतम दक्षता प्राप्त करने के लिए समान प्रकार व ग्रेड को स्नेहक प्रयोग करना चाहिए जो दिशा निर्देश के लिए मोटर पर विशिष्ट ग्रेड के लिए पेन्ट किया जाना चाहिए।

मोटरों को स्नेहित करने के लिए कई विधियाँ अपनाई जाती है। छोटी मोटरों में स्लिब बियरिंग उपयोग किये जाते है जिनमें स्प्रिंग कवर के साथआयल होल किये जाते है । इन मोटरों में एक निश्चित समय अन्तराल में निर्माता द्वारा निर्धारित अच्छे ग्रेड वाले खनिज तेल का उपयोग किया जाना चाहिए। बडी मोटरों के बियरिंग में एक आयल रिंग का प्रावधान होता है जो बियरिंग के अन्दर खांचे में ढीला फिट होता है। रिंग के सीधे नीचे एक टैंक स्थित होता है जिसमें से यह ऑयल रिंग, ऑयल उठाता है। सामान्य परिचालन अवस्थाओं के अन्तर्गत वर्ष में एक बार मोटर में तेल को बदल देना चाहिए। जो मोटरें कठिन परिस्थितियों में परिचालित होती है उनमें जल्दी जल्दी तेल बदल देना चाहिए। सभ प्रकरणों में अधिक ऑयलिंग से बचना चाहिए; अपर्याप्त तेल बियरिंग को जाम कर सकता है परन्तु तेल की अधिकता वाइन्डिंग का इन्सुलेशन खराब कर सकती है।

बहुत सी मोटरें ग्रीस द्वारा लुब्रीकेट की जाती है। ग्रीस को निश्चित समय अन्तराल में बदलने की सिफाशि की जाती है। सामान्यतया ग्रीस तब बदला दिया जाना चाहिए तब सामान्य ओवरहाल की आवश्यकता हो और यदि मोटर कठिन परिस्थितियों में परिचालन हो रही तो जल्दी बदल देना चाहिए।

ग्रीस को हटाने के लिए हल्का खनिज तेल जो 165°F तक गर्म किया जाता है, का उपयोग किया जाता है या खाद्य तेल उपयोग किया जाता है। किसी भी प्रकार के ग्रीस हटाने वाले सोल्वेन्ट का उपयोग अच्छे हवादार कार्य क्षेत्र में करना चाहिए।

बियरिंग में होने वाली खराबियाँ और उनके यथा सम्भव होने वाले उपाय चार्ट 5 में दिये गये है। बाल बियरिंग से सम्बन्धित जो करना चाहिए और न करना चाहिए के निम्नलिखित निर्देश है । बियरिंग मे होने वाली समस्याओ से बचने के लिए इसकी पालना करें।

बाल-बियरिंग असेम्बली, अनुरक्षण, निरीक्षण व स्नेहन के लिए क्या करना और क्या न करना।

जो करना है	नही करना है
साफ औजार, स्वच्छ वातावरण व बैंच के साथ कार्य करें।	खराब औजार, रफ व गन्दे वातावरण मे कार्य न करें।
बियरिंग खोलने से पूर्व हाउसिंग से सारी गन्दगी साफ कर दें।	गन्दे, टूटे या चिप्पड औजार का उपयोग न करें।
पुराने काम मेंलिए हुए बियरिंग के लिए नये जैसा बर्ताव करना चाहिए।	बियरिंग को गन्दे व नमी युक्त हाथों से न उठायें।
स्वच्छ सोलवेन्ट और फ्लशिंग तेल का उपयोग करें।	गन्दे बियरिंग को न घूमायें।
बियरिंग को निकालकर साफ कागज पर रखें।	किसी भी बियरिंग को कम्प्रैस्ड वायु से स्पिन न करें।
खुले हुए बियरिंग को गन्दगी व नमी से सुरक्षित करें। पात्र में रखें।	साफ किये जा रहे व अन्तिम साफ किये गये बियरिंग एक ही आधार
बियरिंग को सुखाने के लिए रोये सहित कपडा का उपयोग करें।	बियरिंग सतह को न रगडें या न खुरचें।

जो करना है	नही करना है
लुबरीकेन्ट लगाते समय उसे साफ रखें और जब काम में न लें रहें हो तो कन्टेनर का ढक्कन बन्द कर दें।	नये बियरिंग से ग्रीस या तेल को न हटायें।
बियरिंग बदलते समय हाउसिंग के बाहरी भाग को साफ रखें।	गलत प्रकार और मात्रा का लुबीकेन्ट उपयोग न करें।
बियरिंग लुबरीकैन्ट साफ रखें।	हाउसिंग बोर या शाफ्ट फिट के साईज मापने के लिए बियरिंग को गेज के रूप में प्रयोग ने करें।
यह सुनिश्चित करें कि शाफ्ट का साईज किसी निर्धारित बियरिंग के विशेष टोलरेन्स में हो।	बियरिंग को ऐसी शाफ्ट पर फिट न करें जो अधिक घिस गई हो।
बियरिंग को स्थापित करने के लिए इसे मूल बिना खुले कार्टून में रखना चाहिए।	जब तक स्थान तैयार न हो तो तब तक कार्टून को खोलना नही चाहिए।
मजबूती से जुडे हुए छोटे कठोर बालों वाला साफ ब्रुश का उपयोग गन्दगी, परत व चिप्स हटाने के लिए करें।	जब तक बियरिंग को साफ नही किया जाये, तब तक बियरिंग की अवस्था का आंकलन न करें।
यह सुनिश्चित करें कि जब बियरिंग को स्थापित कियाजा रहा हो तो बियरिंग शाफ्ट सोल्जर के साथ सही टिक जाये व मजबूती से ठहर जायें।	बियरिंग या रिंग पर सीधा दबाव न डालें अन्यथा स्थापित करते समय यह शाफ्ट व बियरिंग को खराब कर सकता है।
मशीनरी के साथ प्राप्त हुए स्नेहन निर्देशों की पालना करें। जहाँ ग्रीस का वर्णन हो वहाँ पर केवल ग्रीस का उपयोग करें और जहाँ पर तेल डालने का वर्णन हो वहाँ पर केवल तेल का उपयाग करें। यह सुनिश्चित कर लें कि किस प्रकार का स्नेहक प्रयोग किया जाना है।	स्नेहन के समय अधिक स्नेहक न भरा जाये। ग्रीस व तेल की अधिकता से हाउसिंग में कीचड बन कर ओवर-फिल्ड हो जाता है, सील व हाउसिंग से निकलने लगता है और धूल इकट्ठी हो जाती है जिसके कारण समस्या उत्पन्न हो जाती है। अधिक स्नेहन के कारण अधिक ऊष्मा होती है जब विशेष कर उच्च चाल पर परिचालन होता है।
साफ पैडल या ग्रीस गन से ग्रीस करें। ग्रीस को स्वच्छ बर्तन में रखें ग्रीस बर्तन को ढक कर रखें।	किसी भी मशीन को महीनों तक बिना चलायें नही रखना चाहिए। इससे नमी प्रवेश को रोका जा सकता है क्योंकि नमी रूके हुए बियरिंग में इकट्ठी होकर जंग लगने का कारण बनती है।

बियरिंग दोषों के अतिरिक्त मोटर में कुछ और खराबियाँ उत्पन्न हो जाती है जैसे कि कम्पन्न व शोर जो कि विद्युत या यान्त्रिक दोषों के कारण उत्पन्न होती है।

यहाँ चार्ट 6 में दोष ज्ञात करने का वर्णन किया गया है जिसमें सम्भावित कारण, दोष के क्षेत्र व कम्पन औरशोर जैसे दोषों का निराकरण दिखाया गया है।

चार्ट 6

मोटरों मे कम्पन्न व शोर

क्र. सं.	कारण	परीक्षण	उपाय
1	फाउण्डेशन बोल्ट व नटों को ढीला होना	फाउण्डेशन की ढीली फिटिंग के नट व बोल्टों का निरीक्षण करें।	फाउण्डेशन नटों को कस दें।
2	कप्पलिंग की एलाइनमेंट गलत होना	स्प्रिट लेवल से एलाइनमेंट को चेक करें।	डायल टेस्ट इण्डीकेटर द्वारा कप्पलिंग प्रणाली की पुनः एलाइनमेंट करें।

क्र. सं.	कारण	परीक्षण	उपाय
3	स्टेटर व रोटर के चुम्बकीय परिपथ में दोष	प्रत्येक फेज का करंट मापें और यह बराबर होना चाहिए। प्रत्येक फेज का प्रतिरोध मापें यह बराबर होना चाहिए। वाइन्डिंग के बीच का फ्रेम के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध चैक करें। नई वाउण्ड की गई मोटर के पोल -फेज ग्रुप के संयोजन उल्टे हो सकते है जिनको कम्पास टेस्ट द्वारा ज्ञात किया जा सकता है।	यदि सम्भव हो तो दोष की मरम्मत करें अन्यथा मोटर को पुनः वाउण्ड करवायें।
4	मोटर सिंगल फेजिंग पर चल रही हो।	मोटर को रोक दें, तब शुरू करने की कोशिश करें (यह एक फेज पर स्टार्ट नही होगी) लाइन या सर्किट में फेज ओपन के लिए चेक करें।	सप्लाई को ठीक करें।
5	बाल बियरिंग मेंआवाज	देख कर भागों की जाँच करें।	सभी धारक बोल्टों को कस दें।
6	पंचिंग ढीला होना या शाफ्ट पर स्टेटर ढीला होना	देख कर भागों की जांच करें।	सभी धारक बोल्टों को कस दें।
7	रोटर स्टेटर के साथ रगड़ खा रहा है।	स्टेटर व रोटर पर रगड़ के निशान चैक करें।	यदि निशान पायें जाए तो शाफ्ट को सेन्टर से एलाइनमेन्ट करें या बियरिंग को बदल दें।
8	एण्ड कवर की फिटिंग गलत होना	रोटर के ऊपर विभिन्न चार विषम अवस्थाओं में वायु अन्तरालों (air gape) को मापें।	साइड कवर के पेंच खोलें और उन्हें एक के बाद एक करके कसें। यदि अब भी खराबी मौजूद है, एण्ड कवर को हटायें, अगली पॉजिशन को बदल दें और पुनः पेंचों को कसे।
9	वायु अन्तराल (air gape) में बाहरी पदार्थ का होना	वायु अन्तराल में बाहरी का परीक्षण करें।	वायु अन्तराल को साफ करें या रेती से घिसें।
10	बियरिंग या पंखे का ढीला होना	पंखें के पेंच व बियरिंगो में ढीलापन को चैक करें।	पंखे के पेंचों को कस दें, यदि आवश्यक हो तो नया बियरिंग बदल दें।
11	शाफ्ट का बियरिंग या बियरिंग हाऊस में ढीलापन	बियरिंग को निकाल कर, इसकी रेस का निरीक्षण करें, इसमे देखें कि अन्दरूनी रेस ढीली तो नही हैं, इसके बाद बियरिंग की बाहरी रेस को बियरिंग हाऊस में ढीलापन की जाँच करें।	शाफ्ट या बियरिंग हाऊस मे ढीलेपन की मरम्मत हेतू मोटर को खराद मशीन (Lathe machine) की मरम्मत कार्यशाला में भेज दें।
12	बियरिंग की गलत फिटिंग	एण्ड कवर को खोल कर बियरिंग असेम्बली की शाफ्ट व हाउसिंग की जांच करें।	शाफ्ट या हाउसिंग में बियरिंग को पुनः फिट करें।
13	शाफ्ट में थोडा मोड़ आ जाना	खराद मशीन (Lathe machine) पर एलाइनमेन्ट को चैक करें।	मोड को दूर करें यदि आवश्यक हो तो शाफ्ट को बदल दें।

मोटर स्टार्टर के दोष निवारण (Troubleshooting of motor starters)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **D.O.L. स्टार्टर में खराबियाँ, उनके कारण व उपचार का वर्णन करना**
- **मिनी मैनुअल स्टार्टर में होने वाले खराबी का पता लगाना, उनका कारण ज्ञात करना व निवारण करना।**

परिचय (Introduction) : D.O.L. स्टार्टर में स्थिर सम्पर्क, चल सम्पर्क, नो वोल्ट क्वाइल, ओवरलोड रिले और हरे रंग का स्टार्ट बटन व लाल रंग का स्टॉप बटन लॉकिंग प्रबन्ध के साथ होते है। कार्यशाला मे उपलब्ध D.O.L. स्टार्टर का विश्लेषण करें। कॉन्टैक्टर का मुख्य कार्य मोटर सर्किट को मेक व ब्रेक करना है। कॉन्टैक्टर में ये सम्पर्क बार-बार उपयोग होने के कारण सबसे अधिक घिसते है, इसलिए इन सम्पर्कों को चांदी की मिश्र धातु के पदार्थ से बनाया जाता है।

एक नो-वोल्ट क्वाइल एक अण्डर वोल्टेज रिलिज मैकेनिज्म का कार्य करती है, जब सप्लाई वोल्टेज फेल हो जाये या निश्चित मान से कम हो जाये तो यह मोटर को सप्लाई से अलग कर देती है। इस प्रकार इन परिस्थितियों मे मोटर सप्लाई से अलग हो जाती है। नो वोल्ट क्वाइल की चुम्बकीय प्रणाली में एकपट्टलित लोह क्रोड होती है जिसके कारण हिस्टोरिसिस व भंवर धारा हानियाँ कमहो जाती है ।चुम्बकीय क्रोड के ध्रुव पटल पर एक शेडिंग रिंग चढा देता है जो हेमिंग की आवाज व चट्टरिंग को कम करता है जो कि A.C. सप्लाई के कारण होती है।

मोटर की सुरक्षा के लिए एक थर्मल ओवर लोड रिले इकाई का प्रावधान रखा गया है । इस इकाई में तीन पोल द्विधातु पत्तियाँ एक आवरण में सील हो गई होती है। इस इकाई में एक करंट सैटिंग प्रबन्ध भी रखा गया है। ओवरलोड होने पर, ट्रिप करने के बाद, स्टाप बटन को दबाने से रिले को पुनः सेट किया जाता है। रिले को तभी रिसैट किया जा सकता है जब द्विधातु पत्तियाँ पर्याप्त रूप ठण्डी हो जाती है।

यदि स्टार्ट बटन को दबाने के बाद भी मोटर स्टार्ट नहीं होती है, यह ध्यान से देखें कि स्टॉप बटन लॉक्ड तो नही है, जो कि स्टाप बटन के पास एक धातु के टूकडे को रख कर बनायाहुआ होता है। इसे हटा दें और स्टार्ट बटन को दबायें, तब मोटर की कार्यप्रणाली का अवलोकन करें। यदि अब भी मोटर स्टार्ट नही होती है तो तीन फेज सप्लाई उपलब्ध है, तब सप्लाई को स्विच ऑफ कर दें ओर स्टार्टर दोष को ठीक करें।

मान ले कि फेज सप्लाई उपलब्ध है और स्टार्टर की NVC ऊर्जित है परन्तु मोटर स्टार्ट नहीं होती, तब सम्पर्क बिन्दुओं के बीच किसी पदार्थ की जाँच करें, इसे हटाये व स्टार्टर की पुनः जाँच करें । देखकर अवलोकन करें कि क्या सम्पर्क उचित प्रकार से क्लोज्ड हो रहे है या नही।

यदि कोई सम्पर्क उचित प्रकार क्लोज्ड नहीं हो रहा है या कोई जलने का या सम्पर्क सतह पर गड्डा बनने का चिन्ह दिखाई देता है, तब सम्पर्क पत्तियों को हटा दें। इन्हें जीरों नम्बर के रेगमाल द्वारा घिस या आवश्यक हो तो बदल दें । कुछ निर्माता यह सुझाव देते है कि चांदी की मिश्र धातु से बने सम्पर्कों को केवल कपडे से साफ करना चाहिए। इन्हें फाइल करने या रेगमाल से घिसने की आवश्यकता नही है। फिर भी यदि सम्पर्कों पर अधिक गड्ढे पायें जाये तो भी फाइलिंग और रेगमाल से घिसने के लिए संस्तुती नही है। इससे भी आगे यदि बहुत खराब आकार व सम्पर्क बिगड जाये तो इन्हें अच्छे सम्पर्कों से बदल देना चाहिए। यह देखें कि सम्पर्कों पर स्प्रिंग तनाव पर्याप्त नही है। इसी प्रकार कॉन्टैक्टर को सभी सम्पर्क पत्तियों को चेक करें और इन्हें अनुमोदित सम्पर्क क्लीनर से साफ करें।

जब स्टार्ट बटन से नो-वोल्ट कॉइल को सक्रिय किया जाता है तो स्टार्टर का एग्लीलरी सम्पर्क से नो वोल्ट कॉइल सर्किट पूर्ण रूप से बंद होना चाहिए और यह स्टार्ट बटन छोडने के बाद भी बन्द अवस्था में रहना चाहिए।

यदि ओवर लोड रिले उचित प्रकार से कार्य नही कर रही है , या करंट रेटिंग के अनुसार सैट की गई करंट मान पर भी मोटर को ट्रिप नही हो रही है तब इसे बदल दें जो कि निर्माता के विशिष्ट विविरण अनुसार मूल रूप में होनी चाहिए।

यदि स्टार्टर में हमिंग व चैटरिंग का शोर होता हे तब वोलटेज के उचित मान को चैक करें। यदि वोल्टेज सही है तब यह चेक करें कि कही पोल फेसों के बीच चिपकने वाला पदार्थ तो प्रवेश नही कर गयाहै। यदि यह पाया जाता है तो इसे उचित प्रकार से साफ करें। यह देखें कि NVC पोल फेसों पर शेडिंग रिंग ढीला तो नही हो गया है, इसे उचित प्रकार से कस दें और नो वोल्ट क्वाइल हाउसिंग में स्प्रिंग तनाव को भी चेक करें।

माना कि स्टार्टर बार बार ट्रिप कर रहा है तो मोटर पर लोड को चेक करें। (यह ओवरलोड भी हो सकती है या बेल्ट अधिक कसी हुई हो सकती है) लोड कम करें या बेल्ट का तनाव कम करें। आगे मोटर के प्रत्येक फेज मे करंट कोचेक करें। यदि लोड सामान्य होने पर भी मोटर अधिक करंट ले रही हो, तब मोटर में दोष हो सकता है, स्टार्टर में नहीं। दोष को देखने के बाद और उसे ठीक करने के बादद्द स्टार्टर को पुनः असेम्बल करे दें, इसे मोटर के साथ उचित कार्य के लिए कनैक्ट कर दें।

D.O.L. स्टार्टर में दोष ज्ञात करने को स्टार्टर चेक-चार्ट निम्न रूप से दिया गया है।

DOL स्टार्टरों का अनुरक्षण

परेशानी	कारण	निवारण
I स्टार्टर चेक चार्ट 1 सम्पर्कों से चैटरिंग करना	निम्न वोल्टेज, क्वाइल सही तरीके से पकड़ नही कर रही है। पोल शेडिंग रिंग टूटा है। चुम्बक के पोल फेस के बीच कमजोर सम्पर्क है। स्थिर व चल सम्पर्कों के बीच कमजोर सम्पर्क है।	वोल्टेज स्तर को ठीक करें। यदि वोल्टेज निश्चित मान से कम हो। ट्रासंफार्मर टेपिंग की सप्लाई चेक करें। बदल दें। पोल फेस को साफ करें और यदि आवश्यक हो तो एडजस्ट करें।
2 वेल्डिंग या ओवर हीटिंग	कम वोल्टेज के कारण चुम्बक की पकड़ को रोकना। असाधारण उच्च करंट। मोटर में लघुपथ होना। सम्पर्कों के बीच बाहरी पदार्थ से सम्पर्क क्लोज्ड होने में बाधा बार बार शीघ्रता से इचिंग परिचालन	वोल्टेज के स्तर को ठीक करें। वोल्टेज बहुत कम होने पर NVC की निम्न वोल्टेज क्वाइल के अनुसार वोल्टेज का चयन करें। अधिक लोड धारा के लिए चैक करें या बढा कॉन्टैक्टर का उपयोग करें। दोष को दूर करें और फ्यूज क्षमता को ठीक करें। उपयुक्त सोलवेन्ट से सफाई करें। बडी डिवाईस का उपयोग करें और ऑपरेटर को सावधान करें कि शीघ्रता से इंच बटन को न दबायें।
3 सम्पर्क बिन्दुओं का लघु जीवन काल	सम्पर्क प्रैशर कमजोर	सम्पर्क स्प्रिंग को एडजस्ट करें या बदल दें।
4 चुम्बकों मे शोर	शेडिंग क्वाइल का टूटना। चुम्बक के फेस मैच न करना चुम्बक फेसों के बीच गन्दगी व जंग	चुम्बक को बदल दें। चुम्बक असेम्बली को एलाइन करें एलाइन करें या बदल दें। उपयुक्त सोलवेन्ट से साफ करें।
5 सम्पर्कों को पकडने व सील करने में असफल होना।	निम्न वोल्टेज क्वाइल में खुला पथ या लघु पथ होना/शार्ट सर्किट होना । चल भागों में यान्त्रिक रूकावट	प्रदाय प्रणाली की वोल्टेज चेक करें। यदिवोल्टेज रेटेड निम्न वोल्टेज से कम हो तो कम वोल्टेज वाली क्वाईल से बदल दें। कॉन्टैक्ट असेम्बली के स्वतंत्र चालन को चैक करें व साफ करें।
6 चल मेकैनिज्म को छोडने में असफल होना	वोल्टेज का न छुटना जले या जंग लगे पुर्जे जिनके कारण बन्धन हो जाता है। चुम्बकीय मार्ग में कम वायु अंतराल के कारण अवशिष्ट चुम्बकत्व। पोल फेसों के बीच चिपकने वाला पदार्थ के कारण बन्धन होना।	NVC सर्किट की वायरिंग चेक करें। पुर्जे बदल दें। जले हुए चुम्बकीय पुर्जे बदल दें या पुर्जों को अचुम्बकीय करें। उपयुक्त सोलवेन्ट से साफ करें।
7 क्वाइल में अधिक	अधिक वोल्टेज क्वाइल की टर्नों में शार्ट सर्किट जो कि जंग या यान्त्रिक चोट के कारण होता है। उच्च वातावरण तापमान धूल या जंग के कारण पोल फेसों के बीच वायु अन्तराल में वृध्दि	टर्मिनल वोल्टेज को चेक करें व ठीक करें। क्वायल बदल दें। अधिक उपयुक्त स्थान पर स्टार्टर को लगायें या पंखे का उपयोग करें। पोल फेसों को साफ करें।

परेशानी	कारण	निवारण
II ओवरलोड रिले/ रिलीज		
1 स्टार्टर बार बार ट्रिप कर रहा है।	ओवरलोड रिले की गलत सैटिंग/ओवर लोड का बने रहना।	उचित तरीके से रिसैट दोष के लिए चेक करें या अधिक मोटर करंट के लिए चेक करें।
2 ट्रिप करने में फेल (मोटर के जले होने के कारण)	O.L रिले की गलत सैटिंग गन्दगी, जंग इत्यादि के कारण यान्त्रिक जकड़न	O.L रिले की क्षमता को चेक करें व उपयुक्त रिले को सैट करें। साफ करें या बदल दें। कन्ट्रोल वायरिंग में गलती होना,
III फ्यूज		
1 निरंतर फ्यूज का पिघलना	शार्ट सर्किट या वाइन्डिंग और वायरिंग के बीच कमजोर इन्सुलेशन	इन्सुलेशन रैजिस्टैंस के लिए मोटर व सर्किट सर्किट की जांच करें।
2 शार्ट सर्किट अवस्था मे भी फ्यूज का न पिघलना	उच्च क्षमता का फ्यूज होना	उपयुक्त फ्यूज से बदल दें।
3 बार बार फ्यूज का पिघल जाना।	फ्यूज कम क्षमता का होना। फीडर में ओवरलोड होना।	उपयुक्त फ्यूज से बदल दें। ओवर करंट, लिकेज व शार्ट सर्किट के लिए चैक करें।

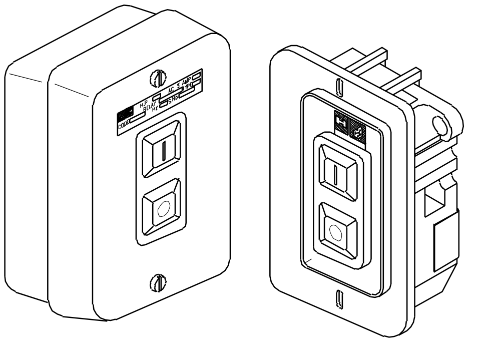
लघु हस्त स्टार्टर (Mini Manual Starter) (Refer Fig 1)**:** इस स्टार्टर इकाई में एक डबल ब्रेक 3-पोल ऑन लोड स्विच होता है जो कि टोगल मैकेनिज्म द्वारा ऑपरेट होता है। इसमें एडजस्टेबल द्विधातु थर्मल ओवरलोड पत्ती होती है। जिसे मोटर के लोड करंट के अनुरूप सेट किया जा सकता है।

स्टॉप पुश बटन व ओवर लोड ट्रिप टोगल स्विच मैकेनिज्म के साथ कार्य करके स्टार्टर को ट्रिप करते है।

स्थिर सम्पर्क (contact) चांदी के बिन्दुओं से बने होते है। जो कि क्लैम्प प्रकार के टर्मिनलों के साथ मजबूत टर्मिनल ब्लॉक होते है। चल सम्पर्क ताँबेसे बने होते है जिन पर चाँदी की परत चढी होती है।

सामान्यतया मैनुअल स्टार्टरों में एंकर मैकेनिज्म के टोगल स्विच होते है। बार बार उपयोग होने पर स्प्रिंग तनाव कमजोर हो जाता है और कम (loose contact) सम्पर्कों को क्लोज्ड पॉजिशन में धारण करके नही रख पाता है। इस प्रकार की परिस्थिति में लीवर मैकेनिज्म को बदल देना चाहिए। यदि स्टार्टर बारबार ट्रिप होता है तो थर्मल ओवर लोड पत्ती को चैक करें यदि इसमें खराबी हो तो इसे बदल दें।

Fig 1



MINI MANUAL STARTER

एकल फेज मोटरें प्रकार- कला विघटित प्रेरण मोटर - प्रेरण प्रारम्भ, प्रेरेण- चल मोटर (Single phase motors - Types - Split phase induction motor - Induction-start, induction-run motor)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **AC एकल फेज मोटरों के प्रकारों का संक्षेप वर्णन करना**
- **एकल फेज को विघटित करने से रोटेटिंग मग्नेटिक फील्ड प्राप्तकरने की विधियाँ और आवश्यकता का वर्णन करना**
- **एकल फेज रेजिस्टेंस/प्रेरण स्टार्ट/प्रेरण-चल मोटरों के सिद्धांत, संरचना, प्रकार्यत्मक विशेषताएँ और अनुप्रयोग स्पष्ट करना।**

एक फेज मोटरों बहुत भिन्नता के साथ घरों में, कार्यालयों, कृषि, उद्योग और व्यापारिक प्रतिष्ठानों में उपयोग होती है। ये मोटरें सामान्यतया आंशिक अश्व शक्ति (fractional horsepower) मोटरों के रूप में जानी जाती है जो कि 1 H.P. से कम क्षमता की होती है। अधिकतर एक फेज मोटरें इस श्रेणी मेंआती है। एक फेज मोटरें 1.5,2,3 और 10 H.P. तक के लिए भी बनाई जाती है जो कि विशेष आवश्यकता के लिए होती है।

एक फेज मोटरें उनकी संरचना व प्रारम्भ करने की विधि के अनुसार विस्तृत रूप में कला विघटित (split-phase) प्रेरण मोटरें व कम्यूटेटर मोटरों के रूप में वर्गीकृत की गई है।

कला-विघटित प्रेरण मोटरें आगे निम्न प्रकार वर्गीकृत की गई है:

- प्रतिरोध-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटरें (resistance-start, induction-run motors)
- प्रेरण-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटरें (induction-start, induction-run motors)
- स्थायी संधारित्र मोटरें (permanent capacitor motors)
- संधारित्र-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटरें (capacitor-start, induction-run motors)
- संधारित्र-प्रारम्भ, संधारित्र-चल मोटरें (capacitor-start, capacitor-run motors)
- शेडेड पोल मोटरें (shaded pole motors)
- स्टैप्पर मोटर (stepper motor)

कम्यूटेटर मोटरें निम्न प्रकार से वर्गीकृत की गई है:

- विकर्षण मोटरें (repulsion motors)
- श्रेणी मोटरें (series motors)

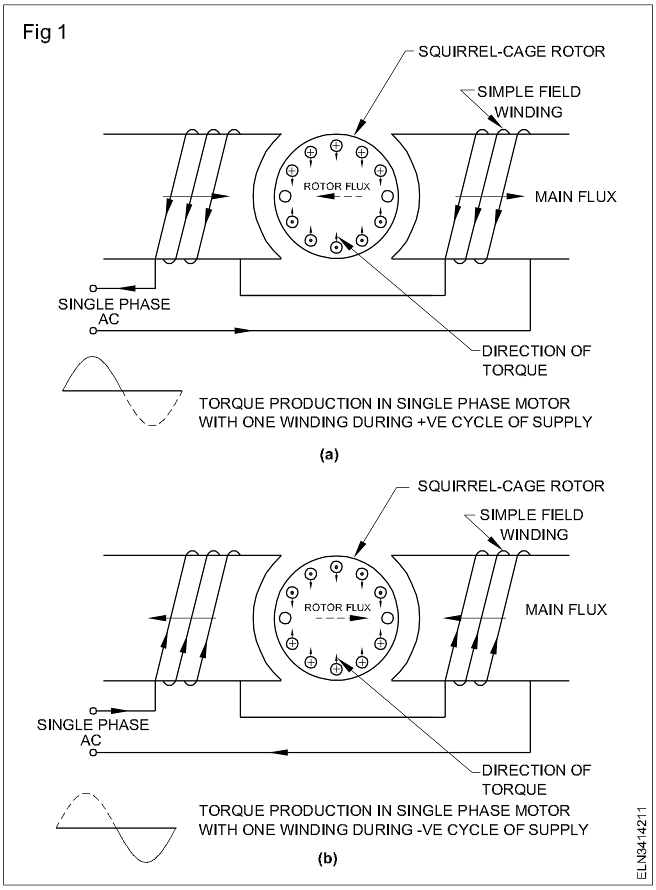
कला विघटित प्रेरण मोटर और बहु फेज प्रेरण मोटर के परिचालन को मौलिक सिद्धांत समान है। मुख्य अन्तर यह है कि एक फेज मोटर रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न नहीं करती है परन्तु यह केवल पलसेटिंग (pulsating) चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। अतः रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न करने के लिए एक फेज को विघटित किया जाता है ताकि प्रारम्भ में मोटर दो फेज मोटर की तरह कार्य कर सके।

प्रथम हम एक फेज के क्षेत्र वाली वाइन्डिंग में AC धारा द्वारा स्थापित चुम्बकीय क्षेत्र के व्यवहार का परीक्षण करते है। Fig 1 के सन्दर्भ में, एक विशेष क्षण में, फिल्ड वाइन्डिंग मे प्रवाहित धारा Fig 1a की तरह का चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है। चूंकि उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र परिवर्तित प्रकार का है, यह रोटर छडों में धारा उत्पन्न करेगा जो कि रोटर फ्लक्स पैदा करेंगा। यह रोटर में उत्पन्न फ्लक्स लेन्ज के नियमानुसार उस मुख्य क्षेत्र का विरोध करता है जो इसे उत्पन्न करता है। इस सिद्धांत को उपयोग करते हुए रोटर छडों में धारा की दिशा Fig 1a में दर्शाये अनुसार ज्ञात की जा सकती है, इस प्रकार यह क्षेत्र व रोटर धारा के बीच टार्क उत्पन्न कर देती है। यह अनुमान लगाया जाता है कि रोटर के ऊपरी चालकों द्वारा नीचे की ओर टार्क उत्पन्न होता है और नीचे वाले रोटर चालक ऊपर की ओर टार्क उत्पन्नकरते है जिससे टार्क एक दूसरे को निरस्त करते है और परिणामस्वरूप कोई घुमाव उत्पन्न नहीं होता है। Fig 1b के अनुसार दूसरे क्षण मे इनपुट सप्लाई में वोल्टेज अपनी ध्रुवता बदलती है, जो कि दिशा बदलकर मुख्य क्षेत्र उत्पन करती है। इस मुख्य क्षेत्र के ऊपर वाले चालक नीचेकी ओर टार्क उत्पन्नकरती है और नीचे वाले चालक ऊपर की ओर टार्क उत्पन्न करती है, परिणामस्वरूप दोनों टार्क (torque) एक दूसरे को निरस्त कर देते है और इस स्थिति मेंभी रोटर में कोई गति उत्पन्न नहीं होती है। चूंकि क्षेत्र कम अधिक होने वाला पलसेटिंग (pulsating) प्रकार का है, इसलिए टार्क भी पलसेटिंग प्रकार का उत्पन्न कतरा है जिसके कारण सप्लाई के एक पूर्ण चक्र (full cycle) के दौरान भी टार्क उत्पन्न नहीं होता है।

यदि उपरोक्त परिस्थिति में रोटर को एक ओर धक्का दे दिया जाये तो यह उसी दिशा मे घूमना प्रारम्भ कर देगा और रोटर व स्टेटर फ्लक्स की प्रतिक्रिया स्वरूप यह उसी दिशा में टार्क उत्पन्न करने लगेगा। क्योंकि इस प्रभाव द्वारा एक कला विघटित मोटर को एक बार स्टार्ट के बाद केवल एक वाइन्डिंग की आवश्यकता पडती है जो रनिंग के दौरान सप्लाई से जुडी रहती है। यह स्पष्ट हो जाता है कि जब एक फेज वाली मोटर मे केवल एक वाइन्डिंग होती है तो मोटर स्वचालित self-starting नहीं होती। यदि मुख्य क्षेत्र को पलसेटिंग की अपेक्षा घूर्णमान बना दिया जाये तो रोटर में घूर्णमान टार्क उत्पन्न किया जा सकता है।

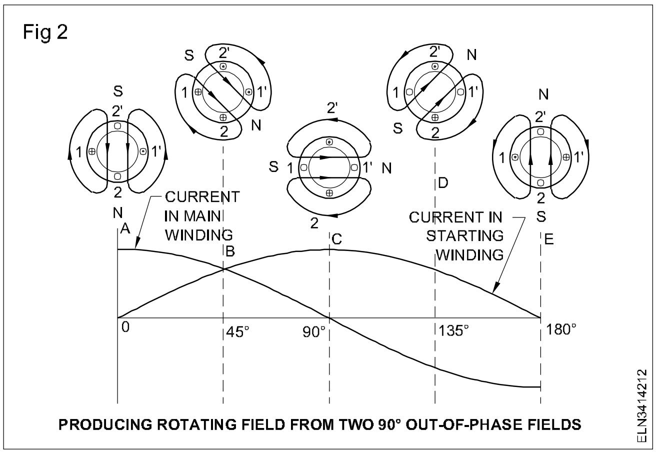
दो 90° दूर फेज क्षेत्र द्वारा रोटेटिंग फील्ड उत्पन्न करता है (Producing a rotating field from two 90° out-of-phase fields): रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न करने की एक विधि फेज स्पिलिट करना है। यह स्टेटर वाइन्डिंग में एक अन्य वाइन्डिंग सैट डाल कर किया जा सकता है जिससे स्टार्टिंग वाइन्डिंग कहते है। इस वाइन्डिंग को मुख्य वाइन्डिंग से भौतिक रूप में 90° विद्युत डिग्री दूर रखा जाता है, और इसमें धारा को मुख्य वाइन्डिंग से 90 दूर रखा जाता है। इस वाइन्डिंग में धारा को मुख्य वाइन्डिंग की धारा की कला से दूर रखने के लिए स्टार्टिंग वाइन्डिंग का प्रतिघात reactance मुख्य वाइन्डिंग के प्रतिघात से भिन्न रखा जाता है। यदि दोनों

वाइन्डिंग व स्टार्टिंग वाइन्डिंग द्वारा उत्पन्न परिणामी क्षेत्र प्रत्यावर्ती तो होगा परन्तु घूमने वाला नहीं होगा और मोटर प्रारम्भ नहीं होगा।



कला विघटन split-phasing, द्वारा दों क्षेत्र (मुख्य व एग्लीलरी) क्षेत्र मिलकर एक रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न करते है जैसा कि निम्न प्रकार वर्णित है।

Fig 2 में दर्शाया गया है कि मुख्य वाइंडिंग (1,1') और स्टार्टिंग वाइंडिंग (2,2') स्टेटर मे परस्पर 90° कोण पर रखी गई है। इसे समझने के लिए इसे केवल साईकल के आधे भाग में 45^0 की वृद्धि के साथ दर्शाया गया है।



PRODUCING ROTATING FIELD FROM TWO 90° OUT-OF-PHASE FIELDS

अवस्था `A', पर केवल मुख्य वाइंडिंग फ्लक्स पैदा कर रही है, और कुल फ्लक्स उर्ध्वाधर दिशा में स्थित है जैसा कि स्टेटर आरेख में दिखाया गया है। 45° बाद `B' स्थिति पर दोनों वाइंडिंग फ्लक्स उत्पन्न कर रही है और कुल फ्लक्स की दिशा 45° घूम गई है। स्थिति`C' पर अधिकतम फ्लक्स अब क्षेतिज दिशा में है क्योंकि अब केवल स्टार्टिंग वाइंडिंग दी फ्लक्स उत्पन्न कर रही है, परन्तु अब इसकी दिशा भिन्न है, जबकि स्टार्टिंग वाइंडिंग में अब फ्लक्स कम हो रहा है। इसलिए इस क्षण पर कुल फ्लक्स स्थिति `D', पर दिखाया गया है। स्थिति `E' पर उच्चतम फ्लक्स है परन्तु अब इसकी दिशा स्थिति `A' की अपेक्षा कला के out-of-phase के चुम्बकीय क्षेत्र मिलकर एक कुल रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड का प्रभाव उत्पन्न करता है।

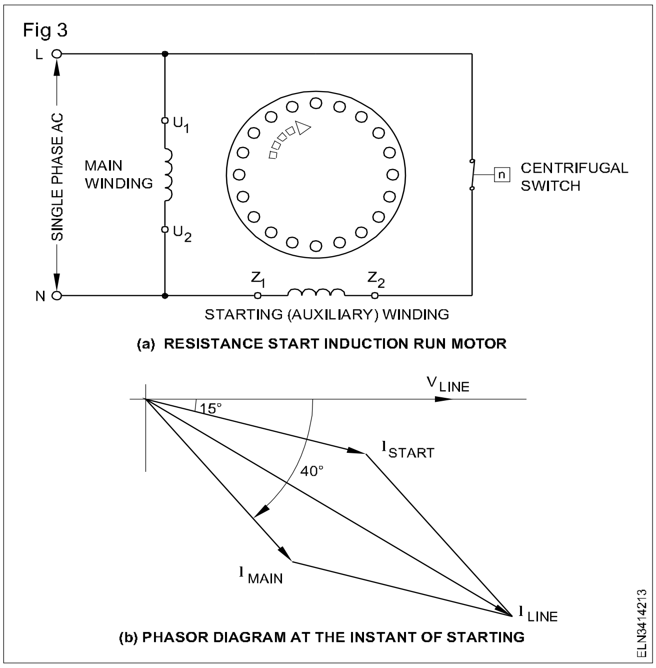
एकल विघटित मोटर की कार्य प्रणाली (Working of split-phase motor): प्रारम्भ के समय दोनों मुख्य वाइंडिंग व एग्लीलरी वाइंडिंग रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न करने के लिए आपूर्ति के साथ समानान्तर में जुड़ी होनी चाहिए। रोटर गिलहरी पिंजरा प्रकार का होता है और स्टेटर का रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड स्थिर रोटर को चारों ओर से झाडता है और रोटर में वि० वा० बल पैदा कर देता है। चूंकि रोटर की छडें लघुपथित होती है, इसलिए इनमें धारा प्रवाह होने लगता है जो उनमें चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है। रोटर चालकों का यह चुम्बकीय क्षेत्र रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड का विरोध करता है जिनकी सामुहिक क्रिया से रोटर पर एक दिशा में बल लगता है। इस क्रिया के कारण गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटरकी तरह रोटर रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड की दिशा मे घूमना प्रारम्भ कर देता है, जिसका पूर्व में वर्णन किया जा चुका है।

इस प्रकार रोटर घूमना शुरू कर देता है, अब जबकि रोटर व स्टेटर क्षेत्र रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न करने लगे तो एग्लीलरी वाइंडिंग (auxiliary winding) किसी यान्त्रिक साधन से सप्लाई से अलग हो जानी चाहिए।

प्रतिरोध स्टार्ट, प्रेरण-चल मोटर (Resistance-start, induction -run motor): चूंकि इस प्रकार की मोटर का स्टार्टिंग टार्क अपेक्षाकृत कम होता है। और इसकी स्टार्टिंग धारा उच्च होती है, इसलिए ये मोटरें अधिकतर 0.5 HP तक की क्षमता के लिए उपयोग की जाती है जहाँ पर लोड को आसानी से स्टार्ट किया जा सके।

Fig 3a इस मोटर के आवश्यक भाग दिखाये गये है।

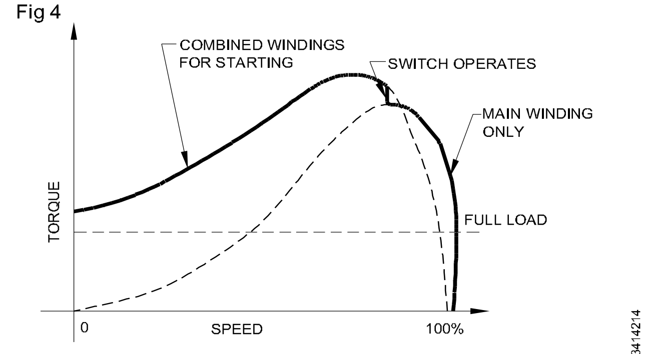
- मुख्य वाइंडिंग या रनिंग वाइंडिंग (Main winding running winding)
- सहायक या स्टार्टिंग वाइंडिंग (auxiliary or starting winding)
- गिलहरी पिंजरा प्रकार रोटर (squirrel cage type rotor)
- अकेन्द्रीय स्विच (Centrifugal switch)



स्टार्टिंग वाइन्डिंग को इस प्रकार डिजाईन किया जाता है कि इसका प्रतिरोध उच्च और मुख्य वाइन्डिंग की अपेक्षा प्रतिघात निम्न हो। यह सहायक वाइंडिंग में पतले चालक को अपना कर किया जाता है जबकि मुख्य वाइंडिंग के चालक मोटे होते है। मुख्य कुण्डलन के चारों ओर लोहा अधिक होता है जिसके कारण इसका प्रेरकत्व अधिक होता है और यह वाइंडिंग को स्टेटर/खाँचों में गहराई में रख कर किया जाता है। इससे यह स्पष्ट हो जाता है कि धारा Fig 3b में दर्शाये अनुसार विघटित हो जाती है। प्रारम्भिक धारा `I start' सप्लाई वोल्टता `V' line' से 15° से पश्चगामी होती है और मुख्य वाइन्डिंग धारा `I main' मुख्य वोल्टेज लगभग 40° से पश्चगामी होती है। इस प्रकार ये धाराएँ समय अन्तराल में अलग अलग होती है और इनके चुम्बकीय क्षेत्र मिल कर रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न करता है।

जब मोटर अपनी तुल्यकाली चाल की लगभग 75 से 80% चाल प्राप्त कर लेती है, प्रारम्भन वाइंडिंग को एक अपकेन्द्रिय स्विच से खुल जाती है और मोटर लगातार एक फेज मोटर के रूप मे चलती रहती है। जिस बिन्दु पर जहाँ सहायक वाइंडिंग विच्छेदित होती है, मोटर अपना उच्चतम बलाघूर्ण मुख्य वाइंडिंग में दोनों वाइंडिंग की अपेक्षा अधिक विकसित करती है। यह विशेष रूप से Fig 4 में बलाघूर्ण चाल अभिलक्षणों से देखा जा सकता है।

Fig 4

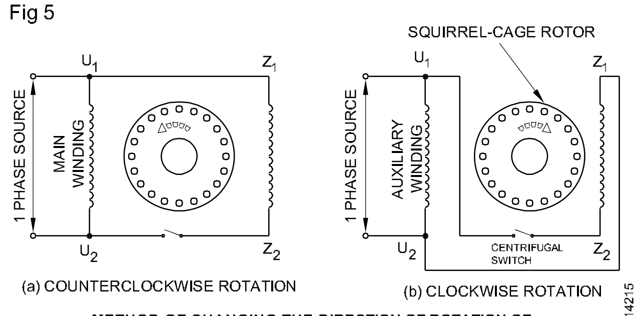


TORQUE SPEED CHARACTERISTIC OF SPLIT PHASE MOTOR

मुख्य वाइंडिंग व सहायक वाइंडिंग के संयोजन द्वारा कला विघटित मोटर की घूमने की दिशा निर्धारित की जा सकती है। अतः या तो मुख्य वाइंडिंग या एग्लीलरी वाइंडिंग के टर्मिनलो को बदल घूमने की बदली जा सकती है।

यदि Fig 5a के अनुसार Z_1 को U_1 के साथ जोड कर व Z_2 को U_2 के साथ जोड कर माना घूमने की दिशा वामावर्त है तो दक्षिणावर्त दिशा करने के लिए Fig 5b के अनुसार Z_1 को U_2 से व Z_2 को U_1 से जोड़ना होगा।

Fig 5



METHOD OF CHANGING THE DIRECTION OF ROTATION OF RESISTANCE START INDUCTION RUN MOTOR

प्रतिरोध-स्टार्ट-प्रेरकत्व चल मोटर का उपयोग (Application of resistance-start, induction-run motor): चूंकि इस प्रकार की मोटरों का स्टार्टिंग टॉर्क अपेक्षाकृत कम और स्टार्टिंग करंट अधिक होता है, ये मोटरें 0.5 HP तक की क्षमता के लिए बनाई जाती है, जहाँ पर स्टार्टिंग लोड हल्का होता है। ये मोटर पंखें चलाने के लिए, ग्राईडर, वाशिंग मशीन व लकडी के वर्किंग औजारों को चलाने के लिए प्रयोग की जाती है।

प्रेरण-स्टार्ट, प्रेरण चल मोटर (Induction-start, induction-run motor): प्रतिरोध प्रारम्भ की अपेक्षा, उच्च प्रेरकत्व स्टार्टिंग वाइन्डिंग द्वारा मोटर को स्टार्ट किया जा सकता है। ऐसे मामले में स्टार्टिंग वाइन्डिंग अधिक टर्नो वाली बनाई जाती है और स्टेटर स्लॉटों में गहराई में रखी जाती है ताकि अधिक टर्नो के कारण प्रेरकत्व उच्च है और इसके चारों और लोह क्रोउ का क्षेत्रफल अधिक हो। अधिकतर इस प्रकार की मोटरों में स्टार्टिंग व रनिंग वाइन्डिग के तार का गेज समान रखा जाता है, वाइन्डिंग की पहचान करने के लिए प्रतिरोध को मापना पड़ता है। इन मोटरों का स्टार्टिंग टॉर्क कम व स्टार्टिंग करंट अधिक होता है और शक्ति गुणक भी कम करता है।

अपकेन्द्रिय स्विच (Centrifugal switch)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **अपकेन्द्रिय स्विच की कार्य प्रणाली, अनुरक्षण विधि व टेस्ट को स्पष्ट करना**
- **हस्त चालित D.O.L. स्टार्टर की आवश्यकता और इसकी कार्य प्रणाली को स्पष्ट करना**
- **ओवरलोड रिले के परिचालन को स्पष्ट करना।**

अपकेन्द्रीय स्विच (The centrifugal switch): अपकेन्द्रीय स्विच मोटर के अन्दर स्थापित होता है और कैपेसिटर-स्टार्ट, इंडक्शन-रन मोटर के मामले में यह स्टार्टिंग वाइन्डिंग के श्रेणी में जुड़ा होता है। कैपेसिटर स्टार्ट, कैपेसिटर रन मोटर में दो कैपेसिटरों में से स्टार्टिंग कैपेसिटर को विलग करता है। जब मोटर का रोटर अपनी निर्धारित गति 75 से 80% प्राप्त कर लेता है तो अपकेन्द्रिय स्विच स्टार्टिंग वाइन्डिंग को विच्छेदित कर देता है। सामान्य प्रकार के अपकेन्द्रिय स्विच के दो मुख्य पार्ट होते है। एक स्थिर पार्ट Fig 1, में दिखाया गया है व दूसरा घूमने वाला भाग जो Fig 2. में दिखाया गया है। स्थिर भाग मोटर की सामने वाली एण्ड प्लेट के साथ जुडा होता है जिसके दों सम्पर्क होते है जो कि सिंगल पोल सिंगल थ्रो स्विच के तरह कार्य करते है। जबकि रोटेटिंग पार्ट रोटर के साथ फिट होते है, यह रोटर के साथ घूमता है। जब रोटर स्थिर होता है, तो घूमने वाले पार्ट का इन्सुलेटिड रिंग स्प्रिंग तनाव के कारण स्विच की ओर दबा रहता है। इन्सुलेटर रिंग के इस प्रकार अन्दर की ओर दबाने से स्थिर स्विच के सम्पर्क क्लोज्ड होते है, जो कि इसलिए होता है। क्योंकि चल लीवर का प्रैशर लीफ स्प्रिंग तनाव स्विच पर लगा रहता है।

Fig 1

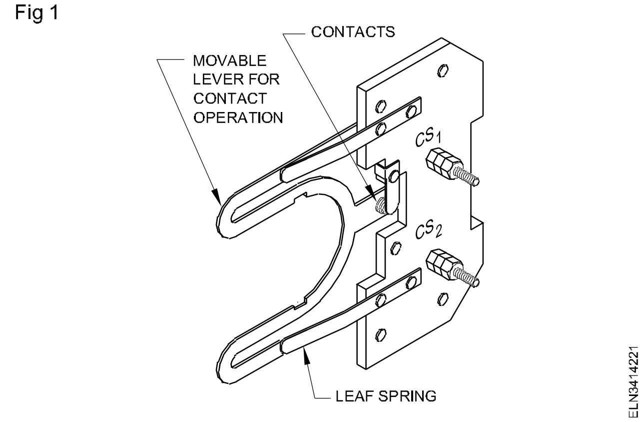
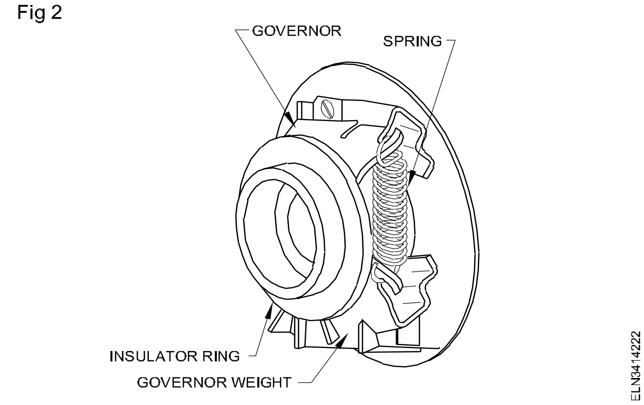


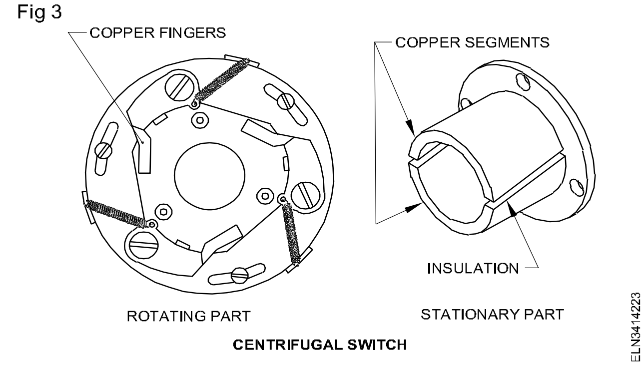
Fig 2



जब रोटर अपनी निर्धारित चाल का लगभग 75% प्राप्त कर लेता है तो अपकेन्द्रिय बल के कारण गवर्नर का लोड कम हो जाता है और इससे इन्सुलेटर रिंग स्विच से बाहर की ओर दब जाता है। इन्सुलेटर रिंग के इस फारवर्ड मूवमेन्ट के कारणचल लीव पर दबाव पड़ता है और टर्मिनल CS_1 व CS_2 के द्वारा जुड़े सम्पर्क स्टार्टिंग वाइन्डिंग को खोल देते है।

पुराने प्रकार के अपकेन्द्रिय स्विचों में, स्थिर भाग में दो प्राप्त अर्द्धवृत्तीय खण्ड होते है। ये दोनों परस्पर इन्सुलेटिड होते है और फ्रन्ट एण्ड प्लेट के अन्दर जुड़े होते है। इन खण्डों द्वारा अपकेन्द्रिय स्विच के संयोजन किये जाते है। घूमने वाला भाग तीन ताम्र फिगर द्वारा बना होता है, ये फिगर स्थिर खण्ड भाग के ऊपर चढी होती है, जब मोटर स्थिर होती है या 75% से कम चाल पर चल रही होती है। ये भाग Fig 3 में दर्शाये गये है।

Fig 3



प्रारम्भ के समय, ताम्र फिगरों द्वारा स्थिर भाग के खण्ड लघू पथ रहते है। इस कारण स्टार्टिंग वाइन्डिंग मोटर सर्किट मेजुडी रहती है। लगभग निर्धारित चाल की 75 प्रतिशत चाल पर अपकेन्द्रिय बल के कारण फिगर खण्डों से उठ जाती है, इस प्रकार स्टार्टिंग वाइन्डिंग सर्किट से अलग हो जाती है।

अपकेन्द्रिय स्विच का अनुरक्षण (Maintenance of centrifugal switch): मोटर के एण्ड स्विच के ऊपर लगी निरीक्षण प्लेट को हटा कर अपकेन्द्रिय स्विच को देखा जा सकता है। अधिकतर मामलों में केवल एण्ड प्लेट को हटा कर स्विच को देखा जाता है। इ न स्विचों को छः माह में एक बार आवश्यक रूप से देखा जाना चाहिए कि ये सही कार्य कर रहे है या नही। यह देखें कि कहीं स्प्रिंग टूट गया है या कमजोर हो गया है, या गन्दगी जंग, स्प्रिंग सम्पर्कों मे गड्ढे तो नही हो गये है। यह सुनिश्चित करें कि सभी पूर्जे बिना जाम हुए स्वतन्त्रता पूर्वक कार्य कर रहे। यदि स्विच में दोष पाया जाये तो इसे बदल दें।

अपकेन्द्रिय स्विच के कार्य का परीक्षण (Testing the operation of a centrifugal switch): यद्यपि अपकेन्द्रिय स्विच स्थिर अवस्था में टेस्ट किया जा सकता है,इसे गति अवस्था में टेस्ट करना बडा मुश्किल होगा। इस प्रकार के अधिकतर स्विच एण्ड प्लेट को खोले बिना चैक नही किये जा सकते है, चैकर करने की विधि लम्बी व कठिन हो जाती है। स्विच का गति परिचालन को चैक करने के लिए निम्नलिखित विधियाँ सुझाई जाती है। अपकेन्द्रियस्विच के अन्तर्संयोजी टर्मिनलों को स्टार्टिंग वाइन्डिंग व सप्लाई से अलग कर दें। Fig 4 के अनुसार स्टार्टिंग को 15 a सिंगल पोल टम्बलर स्विच के द्वारा निर्धारित सप्लाई से संयोजित कें और टम्बलर स्विच को ऑन अवस्था में रखें।

Fig 4

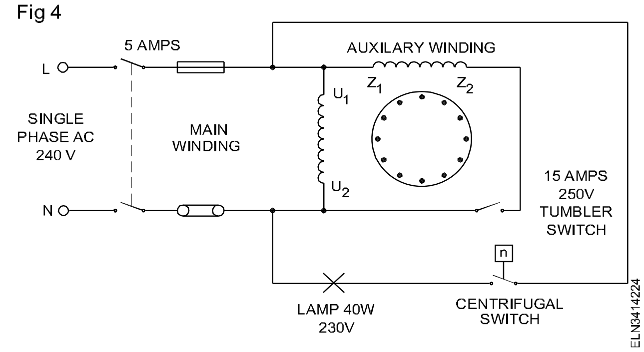


Fig 4 में दिखाये अनुसार अपकेन्द्रिय स्विच के टर्मिनलों को लैम्प के द्वारा संयोजित करें। मोटर का स्विच`ऑन' करें। जब अपकेन्द्रिय स्विच क्लोज्ड स्थिति में रहेगा तो लैम्प प्रकाशित होगा। जैसे ही मोटर लगभग 20 सैकिण्ड में चाल पकड़ती है तो सहायक वाइन्डिंग को अलग करने के लिए टम्बलर स्विच को ऑफ कर दें। जब मोटर अपनी निर्धारित गति की लगभग 75% गति प्रदान कर लेगी तो यदि अपकेन्द्रिय स्विच ठीक से कार्य करेगा तो यह अपने सम्पर्क खोल देगा, जिसे लैम्प के ऑफ होने से देखा जा सकता है। मुख्य सप्लाई के ऑन करने के शीघ्र बाद में यदि लैम्प प्रकाशित न हो, और 30-40 सैकिण्ड बाद लगभग 75 % गति पर भी प्रकाशित रहे तब यह मानना पडेगा कि अपकेन्द्रिय स्विच कार्य नही कर रहा है, इस मरम्मत करने या बदलने की आवश्यकता है।

हस्तचालित D.O.L. स्टार्टर (Manual D.O.L. starter): मोटर को स्टार्टर करने व रोकने तथा ओवरलोड सुरक्षा प्रदान करने के लिए स्टार्टर की आवश्यकता होती है।

Fig 5 में दिखाई दे रहा स्टार्टर हस्त चालित स्टार्टर है, जिसका Fig 6 में खुला हुआ रूप दिखाया गया है और Fig 7 में योजना बद्ध आरेख के रूप में इसके आन्तरिक भागों को दिखाया गया है। एक हस्त चालित स्टार्टर एक मोटर कन्ट्रोलर होता है, जिनके यान्त्रिक सम्पर्क हाथ से परिचालित होते

है। एक पुश बटन द्वारा यान्त्रिक सम्बन्धों को यान्त्रिक रूप मे परिचालित किया गया है। जैसा कि Figs 6 और 7 में दिखाया गया है, स्टार्टर में दोनों थर्मल ओवरलोड रिले और चुम्बकीय ओवर लोड रिले क्रमशः ओवरलोड सुरक्षा व शॉर्ट सर्किट सुरक्षा के लिए सुरक्षा व शॉर्ट सर्किट सुरक्षा के लिए लगाई गई है। दोनों रिले इस प्रकार से बनी है कि ये स्वतंत्रता पूर्वक कार्य कर सके। ओवरलोड या शॉर्ट सर्किट होने पर ये स्टार्ट बटन को छोड देती है और मोटर सप्लाई से अलग हो जाती है । वर्तमान में अधिकतर हस्तचालित स्टार्टरों में दोनो में से केवल एक प्रकार की रिले प्रयोग होती है। मूलतः एक हस्त चालित स्टार्टर केवल ओवरलोड रिले युक्त ऑन-ऑफ स्विच है।

हस्त चालित स्टार्टर सरल होते है और शान्त (quiet) परिचालन प्रदान करते है।

Fig 5

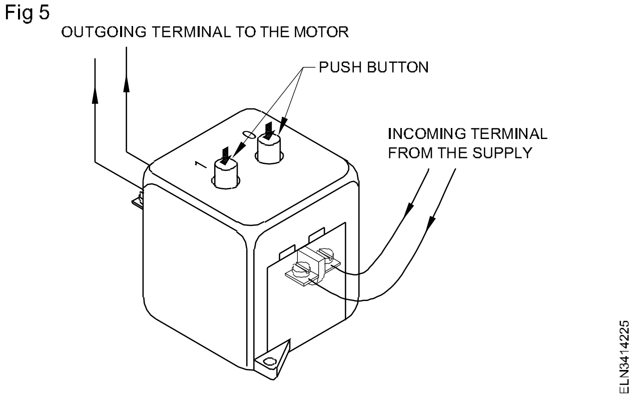
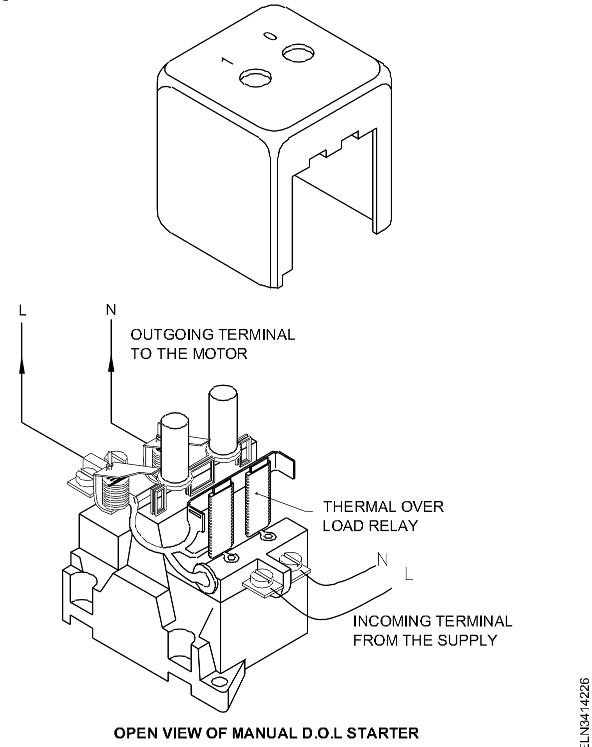


Fig 6

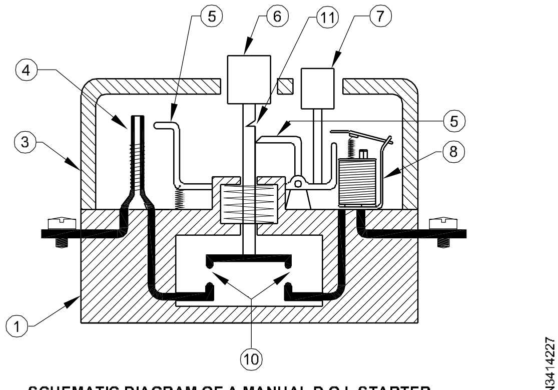


OPEN VIEW OF MANUAL D.O.L STARTER

परिचालन (Operation) : ऑन बटन कोदबाने से सम्पर्क क्लोज हो जाते है। जब तक स्टॉप बटन न दबाया जाये तब तक सम्पर्क क्लोज रहते है या ओवरलोड रिले या शार्ट सर्किट रिले स्टार्टर को ट्रिप न कर दें।

जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है कि जब `ऑन' पुश बटन (6) को दबाया जाता है तो स्विचिंग कॉन्टैक्ट (10) क्लोज्ड closed हो जाते है और तब तक क्लोज्ड स्थिति मे रहते जब तक यान्त्रिक लीवर प्रणाली (5) स्प्रिंग तनाव के विरूद्ध खांचा (11) में ऑन-ऑफ बटन की स्टैम को पकड़ कर रखती है। स्टॉप बटन (7) को ऑपरेट करने पर, यान्त्रिक लीवर प्रणाली (5) स्टैम खाँचे से मुक्त हो जाती है ऑन बटन का स्टैम स्प्रिंग द्वारा वापिस फेंक दिया जाता है और इस प्रकार स्विचिंग सम्पर्क (10) खुल जाते है।

Fig 7



SCHEMATIC DIAGRAM OF A MANUAL D.O.L STARTER

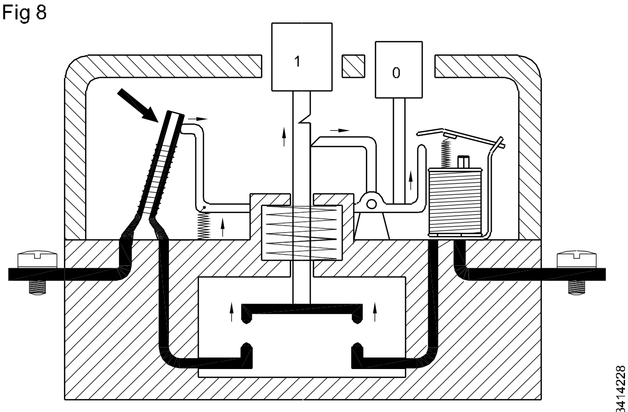
ओवरलोड रिले का परिचालन (Operation of overload relay): निश्चित ओवर लोड होने पर थर्मल ओवरलोड रिले का हीटिंग एलीमेन्ट में से उच्च धारा प्रवाहित होती है जो द्विधातु पत्ती को गर्म कर देती है, इस कारण यह इसे में तीर की दिशा में मोड देती है, इस प्रकार यान्त्रिक लीवर प्रणाली सक्रिय हो जाती है जो स्विचिंग कॉन्टैक्ट को खोल देती है।

सैटिंग पेच को एडजस्ट करने से थर्मल ओवरलोड रिले की करंट सैटिंग को बदला जा सकता है, जो इस कार्य के लिए स्टार्टर में लगा होता है। (चित्र में दिखाई नहीं हो रही है।)

शॉर्ट-सर्किट रिले का परिचालन (Operation of short-circuit relay): मोटर सर्किट में शॉर्ट सर्किट होने की दशा में शॉर्ट सर्किट करंट का मान विद्युत अधिक होता है। इस प्रकार के सर्किट करंट के श्रेणी में यद्यपि थर्मल ओवरलोड रिले जुडे होती है जोकि परिचालन में सुस्त होती हे और परिचालित होने में अधिक समय ले लेती है। दूसरी तरफ इस समय में हुई परिचालन में देरी से शॉर्ट सर्किट करंट, मोटर वाइन्डिंग, पावर केबल व संयोजित सप्लाई लाईन में पर्याप्त नुकसान कर चुका होगा। (Fig 8)

इस प्रकार की परिस्थिति में थर्मल ओवरलोड रिले की अपेक्षा चुम्बकीय ओवरलोड रिले शीघ्रता से परिचालित होता है।

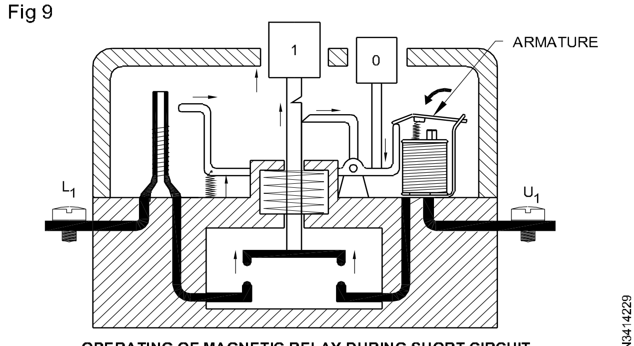
Fig 8



OPERATION OF O/L RELAY IN A MANUAL D.O.L. STARTER

सामान्य लोड धारा के कारण कुण्डली द्वारा बनने वाला चुम्बकीय क्षेत्र इतना सक्षम नही होता कि यह आर्मेचर को आकर्षित करके खींच सके। परन्तु शॉर्ट सर्किट होने की दशा में धारा का मान बहुत अधिक होगा और कुण्डली पर्याप्त चुम्बकत्व पैदा करती है जिससे आर्मेचर आकर्षित हो जाता है। आर्मेचर के नीचे की ओर जाने से यान्त्रिक लीवर का मैकेनिज्म सक्रिय हो जाता है जो कि Fig 9 में तीर से दिखाया गया है। इस कारण स्विचिंग कॉन्टैक्ट खुल जाते है। ये कॉन्टैक्ट जब तक पुनः बन्द नही किये जा सकते है जब तक कि स्टॉप बटन को दबाकर स्टार्टर मैकेनिज्म को पुनः सैट न किया जाए।

Fig 9

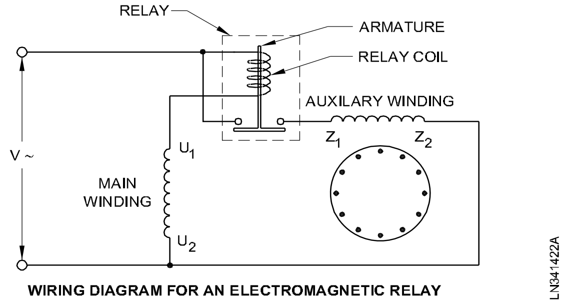


OPERATING OF MAGNETIC RELAY DURING SHORT CIRCUIT

हस्तचालित स्टार्टर आंशिक अश्व शक्ति वाली मोटरों के लिए प्रयोग की जाती है। ये प्रायः लाइन स्टार्टिंग के समानांतर में लगाये जाते है। हस्तचालित स्टार्टर निम्न वोल्टेज सुरक्षा प्रदान नहीं कर सकते और न ही ये नो-वोल्टेज सुरक्षा प्रदान नहीं कर सकते और न ही ये नो-वोल्ट रिलीज वाले होते है। यदि पावर फेज हो जाती है तो इसके कॉन्टैक्ट क्लोज हो रहते है और पावर वापिस आने पर मोटर पुनः स्टार्ट हो जाती है। पम्प पंखे, कम्प्रैशर और ऑयल बर्नर को चलाने में इसका फायदा होता है। परन्तु एक ऐसी मशीन में यह खतरनाक हो सकता है जिसके उपकरण मनुष्य परिचालित करता है और इसिलए इस प्रकार के हस्त चालित स्टार्टर की ऐसे स्थानों पर उपयोग करने की सलाह नहीं दी जाती है।

विद्युत चुम्बकीय रिले (Electromagnetic relay): सिंगल फेज मोटरें, तीन फेज मोटरों की तरह स्टार्टिंग में अधिक करंट लेती है यदि उन्हें लाईन के साथ सीधा जोड़ा जायें। विद्युत चुम्बकीय प्रकार की रिले को ऑपरेट करने के लिए इस प्रकार की उच्च स्टार्टिंग करंट का लाभ दिया जाता है, जो कि अपकेन्द्रिय युक्ति के जैसा कार्य करता है । इस प्रकार की रिले के संयोजन आरेख Fig 10 में दिखाये गये है।

Fig 10



WIRING DIAGRAM FOR AN ELECTROMAGNETIC RELAY

रिले में एक कुण्डली है जो कि मोटर की मुख्य वाइंडिंग के श्रेणी में जुडी है। सहायक वाइंडिंग रिले के नॉरमली ओपन कॉन्टैक्ट के माध्यम से सप्लाई के समानांतर में जुड़ी हुई है। चूंकि स्पिलिट फेज मोटरें प्रायः सीधे लाईन के साथ स्टार्ट की जाती है, इसलिए प्रारम्भिक धारा इतनी अधिक होती है कि यह निर्धारित करंट से पाँच से छः गुणा अधिक करंट लेती है। प्रारम्भ के समय जब मुख्य वाइंडिंग धारा अधिक होता है, तो रिले का आर्मेचर ऊपर क ओर उठेगा, इस प्रकार रिले का कॉन्टैक्ट क्लोज होता है। इस प्रकार सहायक वाइंडिंग सप्लाई के समानांतर में जुड जाती है, जिससे मोटर को घुमाने से स्टार्ट करने में सहायता मिलती है। जैसे ही मोटर घुमना शूरू करती है, लाईन धारा धीरे धीरे कम होने लगती है । जब मोटर अपनी उचित चाल प्राप्त कर लेती है मुख्य वाइंडिंग की धारा काफी कम हो जाती है जिसके कारण रिले का आर्मेचर नीचे की ओर गिर जाता है और सम्पर्क खुल जाते है, इस प्रकार सहायक वाइंडिंग सप्लाई से कट जाती है। इस प्रकार की रिले मोटर के बाहरी स्थापित की जाती है ताकि इनकी सर्विस करने में या बदलने में आसानी हो। चूंकि अपकेन्द्रीय स्विच अन्दर लगाए गए होते है, इसलिए उनकी सर्विस करना व बदलना इतना सरल नही होता जितना कि बाहर जुडी रिले का होता है।

एकल फेज, फेज विघटित प्रकार की मोटर वाइन्डिंग (सकेन्द्रित क्वाइल वाइन्डिंग) (Single phase, split phase type motor winding (concentric coil winding))

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **फेज विघटित मोटरो की वाइन्डिंग करते समय महत्वपूर्ण बिन्दुओं के पालन करने का महत्व बताना**
- **सकेन्द्रित वाइन्डिंग में कुण्डली के वितरण का वर्णन करना**
- **वाइन्डिंग सारणी बनाना, एक फेज, फेज विघटित मोटरों के लिए संयोजन व विकसित आरेख सकेन्द्रित क्वाइल वाइंडिंग मे बनाना।**

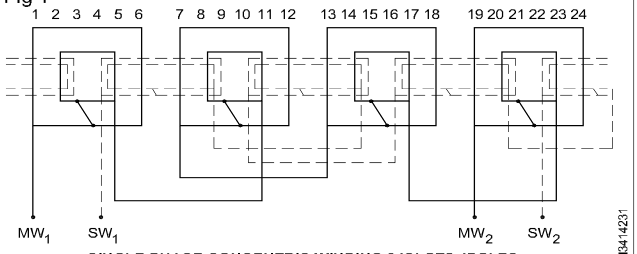
फेज विघटित प्रकार (Split phase type) : प्रायः एक फेज मोटरो में फेज को विघटित करने के लिए संधारित्र का उपयोग किया जाता है। कुछ मोटरों जैसा कि पंखे की मोटरों में संधारित्र स्थायी रूप से सप्लाई के साथ जोड़ा जाता है। कुछ मोटरों में, संधारित्र केवल स्टार्टिंग के समय ही उपयोग होता है, तब स्टार्टिंग वाइन्डिंग अपकेन्द्रिय स्विच यन्त्रावली के उपयोग से सप्लाई से अलग हो जाती है। कुछ अन्य प्रकार की मोटरों में दो संधारित्र होते है, एक स्टार्टिंग के लिए और दूसरा रनिंग के लिए। फिर भी मोटर की शक्ति, कार्य और मोटर के डिजाइन के अनुसार, संधारित्र का मान प्रत्येक स्थिति के लिए अलग अलग होगा। जब भी आप कला विघटित मोटर को देखें तो प्रत्येक बार इस बिन्दु पर गौर करें।

कला विघटित (split phase) मोटर की वाइन्डिंग करते समय कुछ बिन्दु है जिनका पालन करना चाहिए।

1 एक फेज वाइन्डिंग में कुण्डलियों के विभिन्न आकार हो सकते है जो कि निम्नलिखित है।

a **सकेन्द्रित क्वाइल का वाइंडिंग (Concentric coil winding) (Fig 1):** इस वाइंडिंग (winding) में प्रति फेज प्रति पोल, समूह में विभिन्न आकार की क्वाइलों की आवश्यकता होती है, और दोनों मुख्य वाइंडिंग व स्टार्टिंग वाइंडिंग में, स्लॉटों में क्वाइलों को डालने के अनुरूप, फेजों के बीच भी क्वाइलों के साइज अलग अलग होते है। इसके अतिरिक्त, एक ही समूह की क्वाइलों में टर्नो की संख्या भी अलग-अलग हो सकती है।

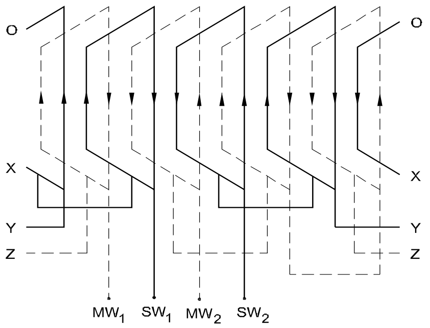
Fig 1



SINGLE PHASE CONCENTRIC WINDING 24SLOTS 4POLES

b **असम जाल आकार की कुण्डलियाँ (True mesh shaped coils) (Fig 2):** ये कुण्डलियाँ साइज व आकार में समान होती है और वाइन्डिंग के सिरे बहुत सख्त रोल (tight roll) बनाते है।

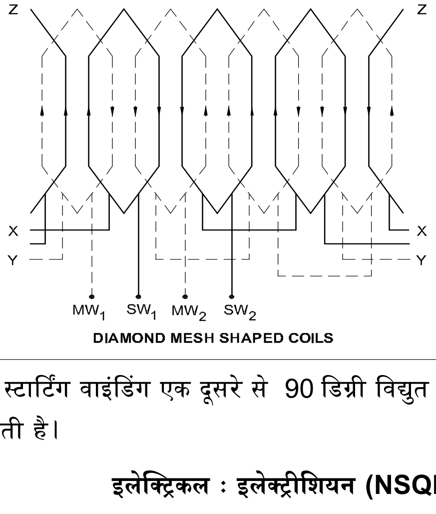
Fig 2



MESH SHAPED COILS

c **डायमण्ड जाल आकार की कुण्डलियाँ (Diamond mesh shaped coils) (Fig 3):** ये क्वाइल साइज व आकार में समान होती हैं और सिरे वाली वाइंडिंग वास्तविक जाल वाली कुण्डली की अपेक्षा लम्बी व समतल होती है। क्वाइल के सिरे लूप, नक्कल (knuckle) व नॉक (nose) जैसा होता है।

Fig 3



DIAMOND MESH SHAPED COILS

2 मुख्य व स्टार्टिंग वाइंडिंग एक दूसरे से 90 डिग्री विद्युत की दूरी पर रखी होती है।

3 सभी क्वाइल समूह, समान क्वाइल संख्या के हो सकते है या नहीं भी हो सकते है।

4 स्टेटर के खाँचों में मुख्य वाइंडिंग पहले रखी जाती है और स्टार्टिंग वाइंडिंग, मुख्य वाइंडिंग के ऊपर रखी जाती है।

5 सामान्यतया, मुख्य वाइंडिंग मोटी वाइन्डिंग तार वाली, और स्टार्टिंग वाइन्डिंग बारीक वाइन्डिंग तार वाली होती है। कुछ मोटरों में दोनों वाइन्डिंग में वाइन्डिंग का तार समान साइज का होता है।

6 मुख्य वाइंडिंग व स्टार्टिंग वाइंडिंग में टर्नो की संख्या समान भी हो सकती है या नही भी हो सकती है।

7 सकेनिद्रत कुण्डली वाइंडिंग में, एक ही समूह में सभी क्वाइलों में टर्नो की संख्या समान हो सकती है या नहीं भी हो सकती है।

8 प्रत्येक स्लॉट में एक या दो क्वाइल साइड (sides) हो सकती है।

9 क्वाइलों के ओवर हेन्ग समान, साइज के होने चाहिए। यदि ये छोटें होगें, तो क्वाइलों को स्लाटों में डालना मुश्किल हो जाता है और यदि इनका साइज बड़ा हो जाये, तो ये कुण्डलियां मोटर के आवरण सिरों (end covers) को फिट करने में बाधा डालती है।

10 जब सकेन्द्रित क्वाइल को डालना शुरू करें तो पहले छोटी पिच वाली कुण्डली सैट से शूरूआत करें।

11 स्टेटर में खाली रह सकते है। उनकी स्थिति को नोट करें अर्थात देखें कि इनके बीच स्लाटों का अन्तर कितना है।

सकेन्द्रित वाइंडिंग (Concentric winding): एक फेज आंशिक अश्व शक्ति मोटरों में सकेन्द्रित प्रकार की वाइंडिंग सबसे लोकप्रिय है। वाइंडिंग हस्त वाइंड या फर्मे पर कुण्डलित हो सकती है।

चूंकि स्टार्टिंग वाइंडिंग फेज विभक्त करने के लिए डिजाईन की जाती है, मुख्य वाइंडिंग की तुलना में इसे कम स्लॉटों में दिये गये है। उदाहरण के लिए यदि मुख्य वाइंडिंग को 8 कुण्डलियां दी गई है तो स्टार्टिंग वाइंडिंग को 4 क्वाइलों दी जाती है।

आगे सामान्य अभ्यास में, एक फेज मोटरों के कुल खाँचों का 70% भाग कुण्डलित किया जाता है,क्योंकि वितरण व विस्तार घटक (spread factor) के कारण एक फेज वाइंडिंग (winding) को अधिक चौडा करने के लिए कोई लाभ नही होता है। यहाँ तक कि यदि सम्पूर्ण खाँचों को कुण्डलित कर दिया जाये तो अतिरिक्त वाइंडिंग लाभदायक टॉर्क उत्पन्न करने में अनुपयोगी होगी।

इसी प्रकार, यदि प्रत्येक पोल के सभी खाँचों (slots) को कुण्डलित न किया जाये, तो भी यह पाया जाता है कि एक फेज मोटरों में अतिरिक्त हानि नही होती। इस प्रकार रनिंग वाइंडिंग की दक्षता में कोई क्षति नहीं होती, क्योंकि प्रत्येक पोल के कुछ खाँचे स्टार्टिंग वाइन्डिंग के लिए उपयोग कर लिये जाते है।

सकेन्द्रिय प्रकार की वाइंडिंग के लिए आरेख तथा वाइंडिंग की गणना (Winding calculation and diagrams for concentric type winding) : आओ हम निम्नलिखित उदाहरणों की चर्चा करें।

Example 1

एक, एक फेज, 4 पोल, सम्पूर्ण क्वाइल, संधारित्र संयोजित मोटर में 24 स्लॉट, 12 क्वाइलों (8 मुख्य वाइंडिंग के लिए व 4 क्वाइल स्टार्टिंग वाइंडिंग के लिए) है जिनकी मुख्य वाइंडिंग पिच 5,3 है और स्टार्टिंग वाइंडिंग की पिच 5 है के लिए वाइंडिंग तालिक, संयोजन आरेख व विकसित आरेख तैयार कीजिए।

Number of coils per pole in main winding =

$$\frac{\text{Total number of main winding coils}}{\text{Number of poles}} = \frac{8}{4} = 2 \text{ coils/pole}$$

दूसरे शब्दों में, मुख्य वाइंडिंग में 8 क्वाइले है जो 4 पोल समूह बनाती है। प्रत्येक पोल में प्रत्येक ग्रुप में दो क्वाइल होगी। प्रत्येक क्वाइल समूह की पिच 5 व 3 ली गई है।

स्टार्टिंग वाइंडिंग में प्रति पोल क्वाइलों की संख्या = 4/4

= 1 कुण्डली/पोल

स्टार्टिंग वाइंडिंग में चार समूह होगें जिनमें प्रत्येक समूह में केवल एक क्वाइल होगी। क्वाइल की निर्दिष्ट पिच 5 होगी।

परिणामों को संक्षेप में करने पर हमें सारणी 1 निम्नलिखित क्वाइल समूह प्राप्त होते है।

Table 1

Winding	Groups	Coil per pole	Pitches	Coil throw	Connection
Main	4	2	5,3	1-6,2-5	Whole coil-end and start to start
Starting	4	1	5	1-6	Whole coil-end to end start to start

फेज विघटन के लिए आवश्यक वैद्युत डिग्री की गणना (Calculation of electrical degrees required for phase splitting)

कुल वैद्युत डिग्री = 180 x कुल पोलों की संख्या

= 180x4= 720 वैद्युत डिग्री

डिग्री/स्लॉट = 720/24 = 30 वैद्युत

90 वैद्युत के विस्थापन के लिए स्लॉट की संख्या जो मुख्य व स्टार्टिंग वाइंडिंग के बीच होगा = 90/30 = 3 स्लॉट

अतः यदि मुख्य वाइंडिंग स्लॉट संख्या 1 से शुरू होगी, तो स्टार्टिंग वाइंडिंग 1+3 = 4th स्लॉट से शुरू होगी।

उपरोक्त सूचना को वाइंडिंग सारणी में रख कर सारणी 2 प्राप्त होगी।

सारणी 2

वाइंडिंग सारणी (Winding table)

	पोलों के लिए स्लॉट की स्थिति			
वाइंडिंग	**I पोल**	**II पोल**	**III पोल**	**IV पोल**
मुख्य	1 - 6	7 - 12	13 - 18	19 - 24
	2 - 5	8 - 11	14 - 17	20 - 23
स्टार्टिंग	4 - 9	10 - 15	16 - 21	22 - 3

सम्पूर्ण क्वाइल संयोजन को याद रखते हुए, संयोजन आरेख Fig 4 में दर्शाये अनुसार बनाना पडेगा।

याद रखें 'S' स्टार्टिंग के लिए और 'E' अन्त संयोजन के लिए रखा गया है।

वाइंडिंग तालिका को आधार मानते हुए Fig 5 के अनुसार विकसित आरेख बनाया गया है।

Fig 4

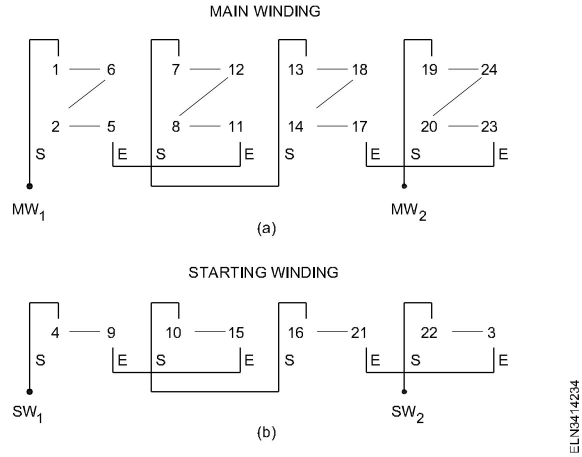
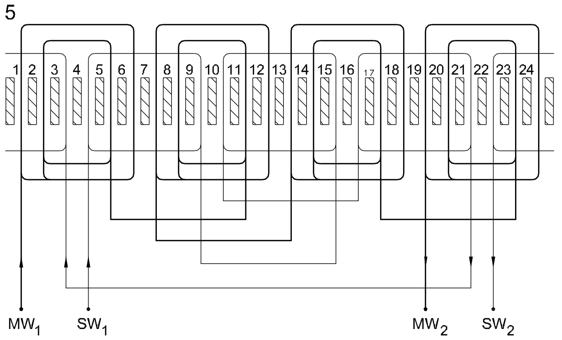


Fig 5



DEVELOPED DIAGRAM OF SINGLE PHASE INDUCTION MOTOR
(HAVING 24 SLOTS, 12 COILS, 4 POLES, BALANCED SINGLE LAYER WINDING)

उदाहरण (Example) 2

एक, एक फेज, 4 पोल, सम्पूर्ण क्वाइल, संधारित्र संयोजित मोटर में 36 स्लाट, 28 क्वाइलों (16 मुख्य के लिए व 12 क्वाइल स्टार्टिंग वाइंडिंग के लिए) है, इस स्टेटर के लिए वाइंडिंग सारणी, संयोजन आरेख व विकसित आरेख बनाइये।

मुख्य वाइंडिंग में प्रति ग्रुप क्वाइलों की संख्या 16/4=4 क्वाइलों/समूह/पोल

स्टार्टिंग वाइंडिंग में प्रति समूह क्वाइलों की संख्या 12/4 = 3 क्वाइल/समूह/पोल

$$\text{Pole pitch} = \frac{\text{Number of slots}}{\text{Number of poles}} - 1 = \frac{36}{4} - 1 = 9 - 1 = 8$$

मुख्य वाइंडिंग में क्वाइल प्रक्षेप coil throw 1 से 9 होगा और टेबल 3 की तरह वाइंडिंग सारणी होगी।

टेबल 3

मुख्य वाइंडिंग-वाइंडिंग टेबल

समान समूह के लिए	1st पोल	2nd पोल	3rd पोल	4th पोल
1st coil	1 - 9	10 - 18	19 - 27	28 - 36
2nd coil	2 - 8	11 - 17	20 - 26	29 - 35
3rd coil	3 - 7	12 - 16	21 - 25	30 - 34
4th coil	4 - 6	13 - 15	22 - 24	31 - 33

डिग्री/स्लॉट की गणना

कुल वैद्युत डिग्री = 180 x 4 = 720 वैद्युत डिग्री

डिग्री/स्लॉट = 720/36 = 20 वैद्युत डिग्री

90 वैद्युत डिग्री के फेज विस्थापन के लिए हमें 90/20 = 4.5 स्लॉट की आवश्यकता है। चूंकि 4.5 स्लॉट से शूरू करना असम्भव है, इसलिए हम स्टर्टिंग वाइंडिंग को स्लॉट संख्या 5 से शूरू करते है।

इस प्रकार स्टार्टिंग वाइंडिंग का वाइंडिंग प्रक्षेप भी 1 - 9 होगा, परन्तु यह पाँचवे स्लाट से शुरू होगी और इसकी वाइंडिंग सारणी 4 में दर्शाये अनुसार होगी।

टेबल 4

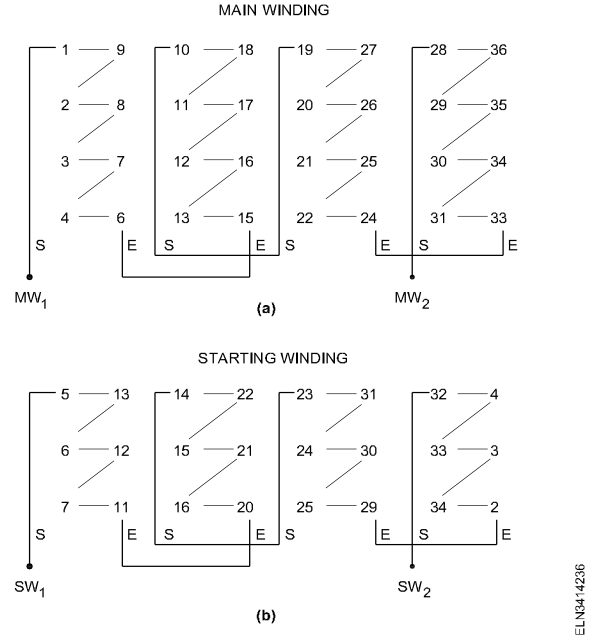
स्टार्टिंग वाइंडिंग - वाइंडिंग सारणी

समान समूह के लिए	1st पोल	2nd पोल	3rd पोल	4th पोल
1st coil	5 - 13	14 - 22	23 - 31	32 - 4
2nd coil	6 - 12	15 - 21	24 - 30	33 - 3
3rd coil	7 - 11	16 - 20	25 - 29	34 - 2

यहाँ कुछ खाँचों में 2 क्वाइल साइड व कुछ खाँचों में एक क्वाइल साइड आयेगी।

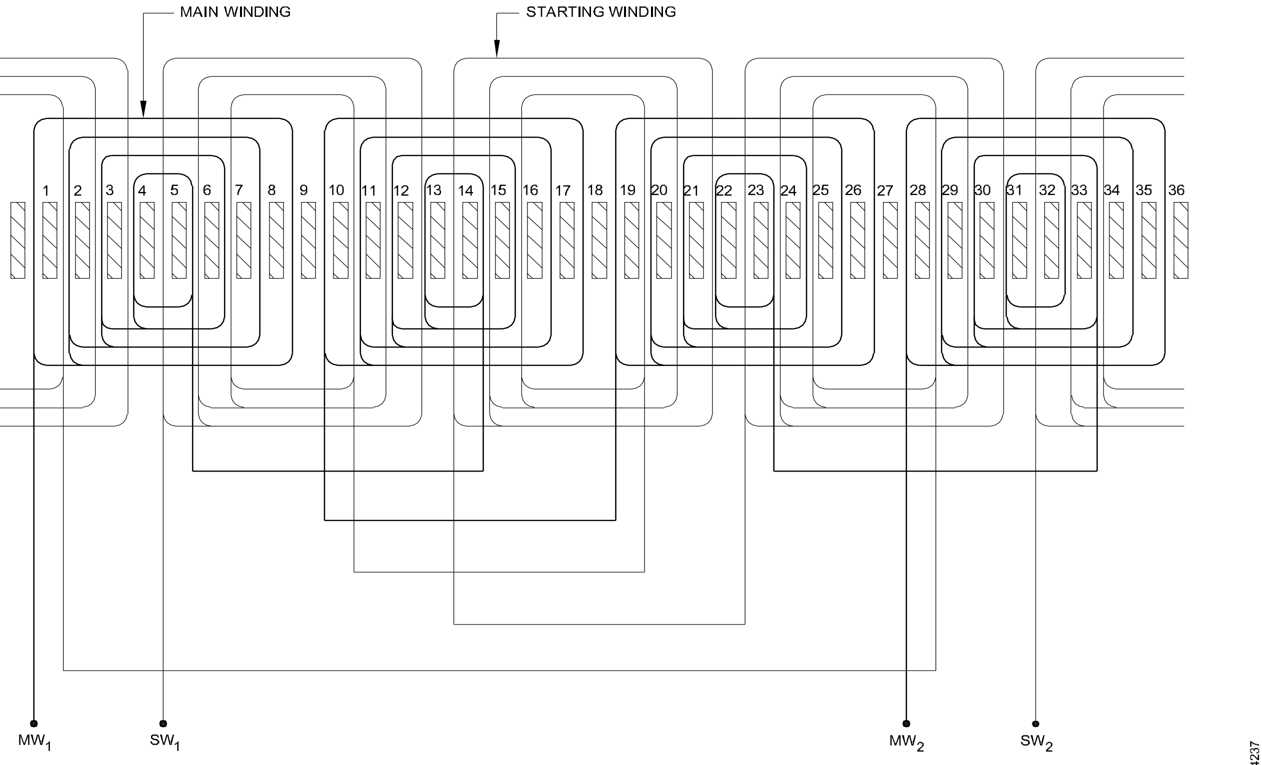
सम्पूर्ण क्वाइल संयोजन को याद करके, संयोजन आरेख Fig 6 में दिखाये अनुसार होगें।

Fig 6



उपरोक्त विवरण के अनुसार, विकसित आरेख Fig 7 में दर्शाये अनुसार होगा।

Fig 7



DEVELOPED DIAGRAM OF SINGLE PHASE 4POLE WHOLE COIL CONNECTED CAPACITOR MOTOR HAVING 36 SLOTS 16 COILS FOR MAIN WINDING 12 COILS FOR STARTING WINDING

संधारित्र-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटर (Capacitor-start, induction-run motor)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **एक AC एक फेज, संधारित्र-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटर की संरचना व कार्य प्रणाली का वर्णन करना**
- **संधारित्र प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटर के अभिलक्षण व उपयोग का वर्णन करना।**

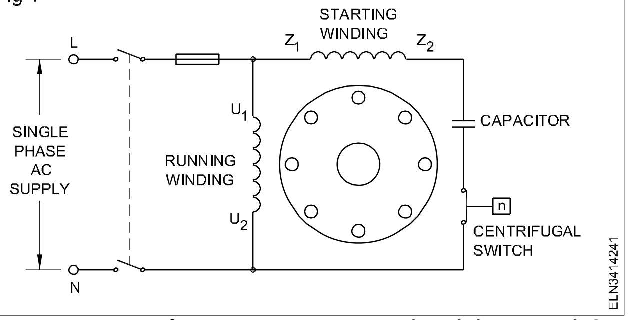
ऐसी चालित मशीन जिसके प्रारंभ बलाघूर्ण की अधिक आवश्यकता होती है उसके चलाने के लिए संधारित्र-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटर को फिट करना पड़ता है क्योंकि इसका स्टार्टिंग टार्क प्रतिरोध-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटर की अपेक्षा बहुत अच्छा होता है।

संरचना व कार्यशीलता (Construction and working): Fig 1 में एक संधारित्र-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटर का योजनाबद्ध आरेख दिखाया गया है। जैसा कि दिखाया गया है, मुख्य वाइंडिंग मुख्य सप्लाई केपार्श्व में संयोजित है, स्टार्टिंग वाइंडिंग एक संधारित्र व अपकेन्द्रिय स्विच के माध्यम से मुख्य सप्लाई के साथ जुड़ी है। ये दोनों वाइंडिंग परस्पर 90° विद्युत दूरी पर स्टेटर के खाँचों में रखी गई है और स्टेटर के बीच स्किवअरल केज प्रकार को रोटर उपयोग किया गया है।

जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है, प्रारम्भन के समय, मुख्य वाइंडिंग में धारा सप्लाई वोल्टेज से लगभग 70° से पश्चगामी रहती है, जो इसके प्रतिघात व प्रतिरोध पर निर्भर करता है। दूसरी तरफ प्रारम्भन वाइंडिंग में इसके संधारित्र के कारण सप्लाई वोल्टेज लगभग 20° अग्रगामी रहती है।

इस प्रकार मुख्य वाइंडिंग व प्रारम्भन वाइंडिंग के बीच 90 डिग्री का फेज अन्तर बन जाता है। इसके कारण ही सप्लाई वोल्टेज के साथ धारा कम या अधिक होती है और शक्ति गुणक उच्च हो जाता है, फलस्वरूप शानदार स्टार्टिंग टार्क पैदा होता है।

Fig 1



इस प्रकार इसकी निर्धारित चाल का 75% प्राप्त हो जाने के बाद अपकेन्द्रिय स्विच परिचालित होता है जो प्रारम्भन वाइंडिंग को खोल देता है, और अब मोटर प्रेरण मोटर की तरह परिचालित होती है, अब केवल मुख्य वाइंडिंग ही सप्लाई के साथ जुडी होती है।

घूमने की दिशा बदलना (Reversing the direction of rotation): संधारित्र प्रारम्भ, प्रेरण चल मोटर की घूमने की दिशा बदलने के लिए या तो स्टार्टिंग या मुख्य वाइंडिंग में किसी एक के टर्मिनल आपस में बदल देने चाहिए। यह इस सच्चाई के कारण होता है कि घूमने की दिशा मुख्य क्षेत्र के फ्लक्स व आक्जीलरी वाइंडिंग द्वारा उत्पन्न फ्लक्स की क्षणिक ध्रुवता पर निर्भर करती है। अतः किसी एक क्षेत्र की ध्रुवता विपरीत करने से घूमने की दिशा भी बदल जाती है।

अभिलक्षण (Characteristic): जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है मुख्य व स्टार्टिंग वाइंडिंग के बीच विस्थापन लगभग 80/90 डिग्री का है, और शक्ति गुणक कोण सप्लाई वोल्टेज व लाइन धारा के बीच बहुत कम है। इसके परिणामस्वरूप उच्च शक्ति गुणक उत्पन्न होता है और शानदार टार्क उत्पन्न होता है। Fig 3 में दर्शाये अनुसार यह सामान्य रनिंग टार्क से कई गुणा अधिक होता है। चल टार्क अपने आप को लोड के अनुसार समायोजित (adjusts) कर लेता है जो कि चाल के साथ विलोमानुपाती परिवर्तित होता है जो कि Fig 3 में अभिलक्षण वक्र से दिखाया गया है।

Fig 2

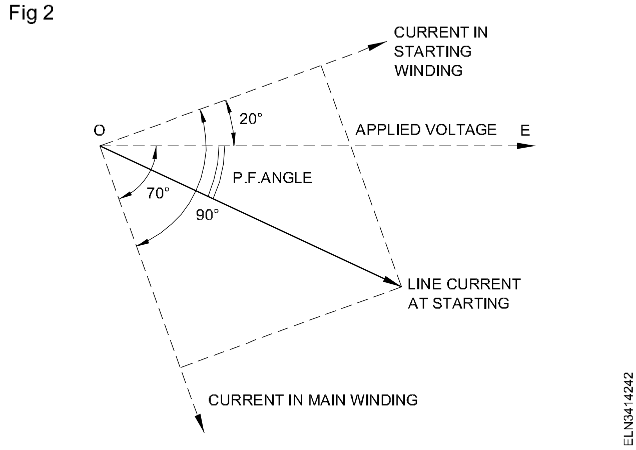
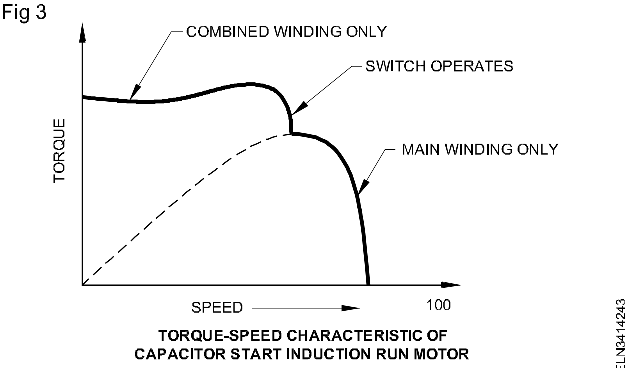


Fig 3



TORQUE-SPEED CHARACTERISTIC OF CAPACITOR START INDUCTION RUN MOTOR

उपयोग (Application): शॉनदार प्रारम्भन टार्क और घूमने की दिशा को सरलता से बदलने की विशेषता के कारण ये मोटरें बेल्ट वाले पंख, ब्लोअर, ड्रायर, वाशिंग मशीन, पम्प व कम्प्रैशरो में उपयोग की जाती है।

एक फेज संधारित्र मोटरों में अनुप्रयुक्त संधारित्र (Capacitors used in single phase capacitor motors)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **एक फेज संधारित्र मोटर में संधारित्र का उपयोग करने समय अपनाने वाली सावधानियों का वर्णन करना**
- **संधारित्र का परीक्षण करने में विधियों का वर्णन करना।**

एक संधारित्र एक ऐसी युक्ति है जो विद्युत ऊर्जा को स्थैतिक विद्युत आवेश मे संचित कर सकती है। इस प्रकार एक फेज मोटरों में संधारित्र के उपयोग का मुख्य उद्देश्य फेज को विघटित करने का है जिससे रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न किया जाता है। इसके अतिरिक्त ये अग्रगामी धारा लेते हे, जिसके कारण शक्ति गुणक में सुधार होता है।

एक फेज संधारित्र मोटर में संधारित्र का प्रयोग करते समय अपनायी जानेयोग्य सावधानियाँ (Precautions to be followed while using a capacitor in a single phase capacitor motor): AC संधारित्र मोटरों को प्रारम्भ करने के लिए पेपर या इलैक्ट्रोलॉइटिक अध्रुवता युक्त संधारित्र प्रयोग किये जाते है। AC परिपथों में उपयोग करने के लिए इन संधारित्रों पर विशेष चिन्ह बने होते है, और इन पर ध्रुवता अंकित नही होती है। DC परिपथों में उपयोग होने वाले पेपर या इलैक्ट्रोलाइटिक संधारित्रों पर ध्रुवता अंकित होती है। इनका उपयोग AC परिपथों में नही किया जाता क्योंकि AC वोल्टेज के उत्क्रमण (reversal) होने से संधारित्र गर्म हो जाताहै, संधारित्र के अन्दर बहुत अधिक गैस उत्पन्न हो जाती है, जिसके कारण यह टूकडों में फट सकता है।

संधारित्र पर AC वोल्टेज का निर्धारण दो प्रकार से किया जाता है। एक कार्यशील वोल्टेज और दूसरी वोल्टेज अधिकतम मान के अनुरूप होती है। कार्यशील वोल्टेज का मान के अनुरूप होती है। कार्यशील वोल्टेज का मान मुख्य सप्लाई के R.M.S. मान के बराबर लिया जाता है जबकि उच्चतम वोल्टेज क निर्धारण AC उच्चतम वोल्टेज के बराबर लिया जाता है जो कि निर्धारित R.M.S. वोल्टेज से से गुणा अधिक होती है। अतः संधारित्र बदलते समय वोल्टेज निधार्रण का विशेष ध्यान रखना आवश्यक है, अन्यथा संधारित्र असफल हो सकता है या इसमें विस्फोट भी हो सकती है।

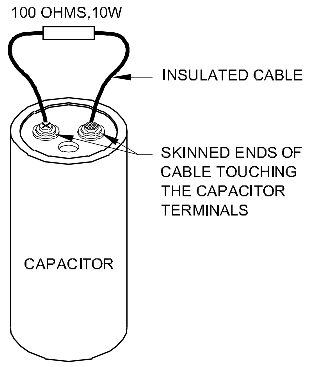
दूसरा बिन्दू जो परीक्षण करने योग्य है वह ड्यूटी साइकल है। अधिकतर संधारित्रों पर अंकित होता है कि यह थोडे-थोडे (short duty) समय के लिए है या निरन्तर (long duty) क्षमता के लिए है। यद्यपि निरन्तर क्षमता वाला संधारित्र रूक-रूक कर प्रयोग किया जा सकता है परन्तु लघु अवधि वाला संधारित्र कभी भी निरंतर क्षमता के लिए प्रयोग नही करना चाहिए। इसका अपकेन्द्रिय स्विच के परिचालन, स्टार्ट व स्टॉप करने की आवृत्ति व लोड के साथ कुछ सम्बन्ध होता है। जब लोड अधिक हो और अपकेन्द्रिय स्विच ठीक न हो तो स्टार्टिंग वाइन्डिंग में कुछ हो सकता है। इस प्रकार के संधारित्र का मुख्य परिपथ में देर तक बन से जो कि क्षणिक क्षमता का होता है, गर्म होने से नष्ट हो सकता है। एक विशिष्ट संधारित्र स्टार्टिंग मोटर में बार बार संधारित्र खराब होने से इस प्रकार का परीक्षण अवश्य करना चाहिए।

संधारित्र की क्षमता जो कि माइक्रो फैराड में दी हुई होती है, मोटर निर्माता के निर्धारण के अनुसार होनी चाहिए। यदि कम क्षमता उपयोग की जाये तो इससे कमजोर स्टार्टिंग टार्क प्राप्त होगा और स्टार्टिंग धारा अधिक होगी, जबकि उच्च क्षमता का संधारित्र प्रयोग करने से चाल निर्धारित मान पर नही पहुँच पाती है, जिसके परिणामस्वरूप स्टार्टिंग वाइंडिंग मुख्य लाइन के साथ लम्बे समय तक जुडी रहती है और अन्तराल में परिचालन व दक्षता भी कम प्राप्त होती है।

संधारित्र-प्रारम्भ, संधारित्र-चल मोटरों में दो संधारित्र प्रयोग किये जाते है। चूंकि प्रारम्भिक संधारित्र रनिंग संधारित्र से 5 से 15 गुणा अधिक क्षमता का होता है, और क्षणिक-क्षमता वाला इलैक्ट्रोलाइटिक प्रकार का होता है, जबकि तुलना करने पर रनिंग संधारत्रि निरन्तर क्षमता का तेल पूरित प्रकार का होता है। मोटर में संयोजित करते समय इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि संधारित्र का चयन सही हो परिपथ में उचित प्रकार से जुड़ा हो

संधारित्र को कार्य में लेते समय, यह ध्यान रखना चाहिए कि झटका न लगे। एक अच्छा संधारित्र कई दिंनों तक अपना आवेश धारण करके रख सकता है, यदि इसे छू लिया जाये तो यह घातक झटका देता है। अतः संधारित्र के किसी टर्मिनल को छूने से पहले जा कार्य में हो, उसके विद्युत आवेश को टेस्ट लैम्प या 100 ओह्म 10 वाट के प्रतिरोधक द्वारा विसर्जित कर देना चाहिए जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया हैद्य। संधारित्र टर्मिनलों को सीधा विसर्जित करने से यथ सम्भव बचना चाहिए क्योंकि इसके परिणामस्वरूप संधारित्र के आन्तरिक भागों पर बहुत अधिक विकृति उत्पन्न होती है जिससे यह खराब भी हो सकता है।

Fig 1



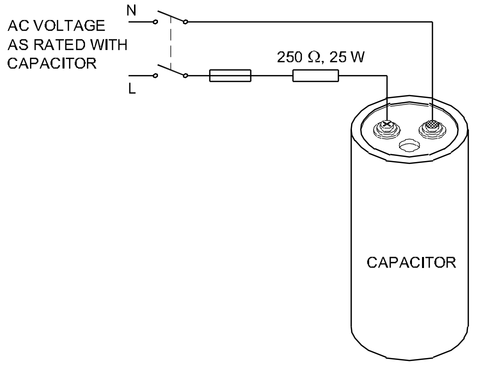
METHOD OD DISCHARGING A CAPACITOR

ELN3414251

संधारित्र परीक्षण की विधि (Method of testing capacitors): संधारित्र को टेस्ट करने के लिए मोटर से खोलने से पूर्व इसे घातक झटके से बचने के लिए विसर्जित कर देना चाहिए। बड़ी क्षमता के पेपर, इलैक्ट्रानिक या तेल पूरित संधारित्रों को टेस्ट करने के लिए निम्नलिखित विधियाँ अपनाई जाती है।

आवेशन-विसर्जन परीक्षण (Charge-discharge test): संधारित्र पर अंकित कार्यशील वोल्टेज को चैक करें। यदि अंकित वोल्टेज, एक फेज वोल्टेज जो 240V AC 50 Hz के बराबर हो तो हम इसे Fig 2 में दर्शाये अनुसार एक 100 ओह्म, 25 वाट के प्रतिरोधक के माध्यम से सप्लाई से संयोजित को किसी गत के बॉक्स या लकड़ी के बॉक्स में ढक कर रखने की प्राथमिकता देनी चाहिए। कई बा संधारित्र के दोषित होने के कारण, यह फट सकता है और आपकों घायल कर सकता है। सर्किट को 3-4 सैकिण्ड के लिए ऑन रखें। तब सप्लाई का स्विच ऑफ कर दें, व इन्सुलेटिड प्लायर की सहायता से सप्लाई टर्मिनल को सावधानी से अलग करें, इस दौरान संधारित्र के टर्मिनलों को छूना नही है। अब एक पेचकस से संधारित्र के टर्मिनलों को शॉर्ट करें। यदि तेज स्पार्क बहुत कम हो या न हो तो संधारत्रि कमजोर या संधारित्र में खुला दोष होगा। दूसरे तरफ टर्मिनलों को शॉर्ट करने से यदि स्पार्क बिल्कुल न हो तो संधारित्र में खुला परिपथ दोष है। निम्न क्षमता के संधारित्रों में, बहुत कम स्पार्क उत्पन्न होता है जबकि संधारित्र ठीक अवस्था में होता है। इसे दोबारा चैक करें या आगे वर्णित अनुसार ओह्म मीटर द्वारा चैक करें। ऐसे में संधारित्र के मान में कमी को संकेत करता है। अतः ऐसे में आगे वर्णित अनुसार संधारित्र की धारिता को चैक करें।

Fig 2

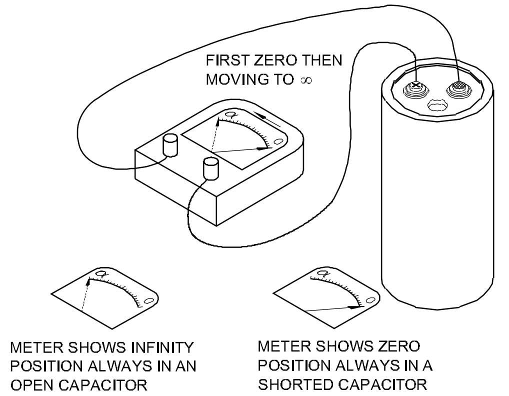


CHARGE TEST ON CAPACITOR

ELN3414252

ओह्ममीटर परीक्षण (Ohmmeter test): ओह्म मीटर का उपयोग करने से पूर्व संधारित्र को पूर्ण रूप से विसर्जित कर देना चाहिए ताकि ओह्ममीटर खराब न हो जाये। ओह्म मीटर को शून्य पर सैट करके रेजिस्टेंस की परास range का चयन करें। ओह्म मीटर की लीड को संधारित्र के साथ संपर्क करायें मीटर पर विक्षेप को देखें। यदि सूई शून्य की और विक्षेप करके वापिस अनन्त की ओर विक्षेप करने लगे तो संधारित्र ठीक कार्यशील होगा। टेस्ट लीड को बदल कर पुनः टेस्ट करें। यदि सूई पूर्व की तरह व्यवहार करे तो माना जायेगा कि संधारित्र सही है। यदि संधारित्र में शार्ट-सर्किट दोष है तो सूई शून्य पर जाकर ठहर जायेगी और अनन्त की ओर नहीं आयेगी। यह परिणाम Fig 3 में दिखाया गया है।

Fig 3



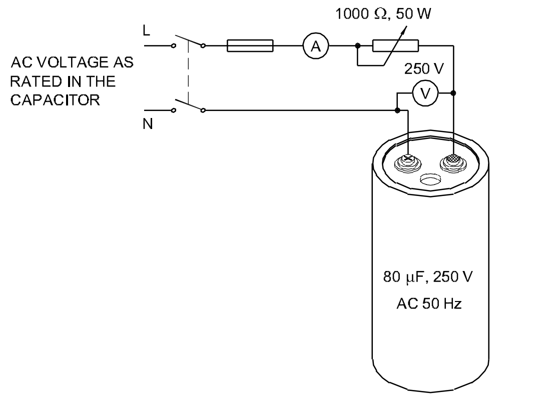
TESTING A CAPACITOR WITH A MULTIMETER

ELN3414253

धारिता परीक्षण (Capacity test): Fig 4 के अनुसार संयोजन करें। एम्पियर मीटर की सुरक्षा के लिए आपूर्ति का स्विच ऑन करने से पूर्व प्रतिरोध को उच्च मान पर रखें। चोट से बचने के लिए संधारित्र को गत्ते के बॉक्स या लकड़ी के बॉक्स में रखें। जब प्रतिरोध पूर्ण रूप से परिपथ से हटा लिया

जाये जब वोल्टमीटर (V) व एम्पियर मीटर (I) का पाठ्यांक लेना चाहिए। मीटर के पाठ्यांक से संधारित्र की धारिता माइक्रोफैराड में ज्ञात की जा सकती है।

Fig 4



CAPACITY TEST ON CAPACITOR

संधारित्र की धारिता C_F फैराड में = $\frac{I}{2\pi FV}$

माइक्रोफैराड में धारिता $C_{mf} = \frac{I \times 10^6}{2\pi FV}$

$= \frac{3182 \times I}{V}$ microfarads.

यदि धारिता, अंकित धारिता से 20 प्रतिशत कम या अधिक गणना की जाती है तो संधारित्र को बदल देना चाहिए।

संधारित्र पर इन्सुलेशन परीक्षण (Insulation test on capacitors): BIS 1709-1984 की मान्यता के अनुसार, संधारित्र के शॉर्ट किये गये टर्मिनलों व धातु आवरण के बीच, जब 500V मैगर/इन्सुलेशन टेस्टर द्वारा परीक्षण किया जाता है, तो इन्सुलेशन प्रतिरोध 100 मेगाओह्म से कम नही होना चाहिए। यदि संधारित्र का आवरण इन्सुलेटिड पदार्थ का बना हो तो संधारित्र को पकड़ने वाले धातु क्लैम्प व संधारित्र टर्मिनलों के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध मापना चाहिए।

स्थायी संधारित्र मोटर, संधारित्र-प्रारम्भ, संधारित्र-चल मोटर और शेडेड पोल मोटर (Permanent capacitor motor - capacitor-start, capacitor-run motor and shaded pole motor)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **एकल व द्वि मान की संधारित्र-प्रारम्भ, संधारित्र-चल मोटर में अंतर समझना**
- **स्थायी संधारित्र मोटर की कार्यप्रणाली, अभिलक्षण व इसके उपयोग का वर्णन करना**
- **संधारित्र-प्रारम्भ, संधारित्र-चल मोटर की कार्य प्रणाली, अभिलक्षण व उपयोग का वर्णन करना।**

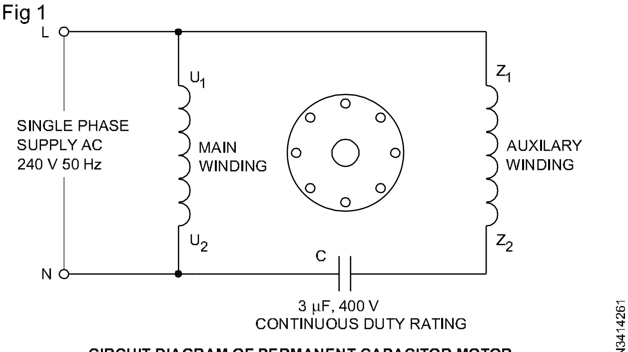
संधारित्र-प्रारम्भन, संधारित्र-चल मोटरें निम्नलिखित दो प्रकार की होती है।

- स्थायी संधारित्र मोटर (एकल मान संधारित्र मोटर) Permanent capacitor motor (Single value capacitor motor)
- संधारित्र-प्रारम्भ, संधारित्र-चल मोटर (दो मान संधारित्र मोटर) Capacitor-start, capacitor-run motor (Two-value capacitor motor)

स्थायी संधारित्र मोटर (Permanent capacitor motor): इस प्रकार की मोटर को Fig 1 में दर्शाया गया है जो अधिकतर पंखों मे उपयोग की जाती है। जहाँ पर प्रारम्भन टार्क अधिक नही चाहिए ऐसी मशीनें को चलाने के लिए इस प्रकार की मोटर की वरीयता दी जाती है, साथ साथ में मोटर का अनुरक्षण सरल बनाने के लिए अपकेन्द्रिय स्विच को भी हटाना आवश्यक हो जाता है । सहायक वाइंडिंग के श्रेणी में संधारित्र जोड़ा जाता है और यह समग्र परिचालन समय तक ऐसे ही बना रहता है। इस प्रकार के संधारित्र तेल प्रकार की संरचना के होने चाहिए और निरन्तर कार्यशील क्षमता के होने चाहिए।

संधारित्र की धारिता कम रखी जाती है जिससे निम्न दक्षता से बचा जा सकता है, इस कारण प्रारम्भन टार्क पूर्ण लोड का 50 से 80% रह जाता है।

Fig 1

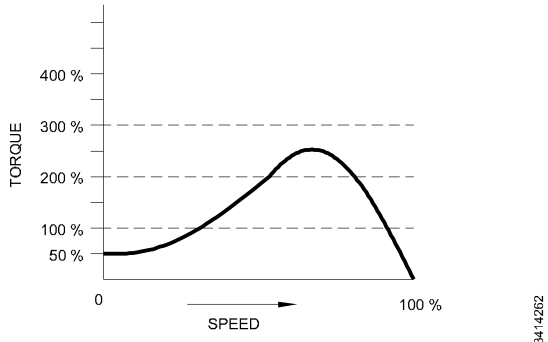


CIRCUIT DIAGRAM OF PERMANENT CAPACITOR MOTOR

मोटर की टार्क चाल अभिलक्षण Fig 2 में दर्शाये गये है। मोटर संधारित्र-प्रारम्भ, प्रेरण चल मोटरके सिद्धांत पर ही कार्य करती है जिसका प्रारम्भ टार्क कम होता है परन्तु इसका शक्ति गुणक प्रारम्भ में और चालन में उच्च रहता है।

ऐसे ड्राइव जिनको प्रारम्भ करने के लिए निम्न बलाघूर्ण की आवयकता होती है, धूमने की दिशा सरलता से बदली जा सके, स्थिर लोड परिचालन हो, चलाते समय में उच्च पावर फैक्टर कायम रहे, ऐसे कार्यों के लिए मोटरें उपयोग की जाती है। *उदाहरण* के लिए पंखे, परिवर्ती प्रतिरोध, प्रेरण रेगूलेटर, फर्नेश कंट्रोल और आर्क वैल्डिंग कंट्रोल में। समान क्षमता की संधारित्र- प्रारम्भन, प्रेरण चल मोटर की अपेक्षा ये मोटर सस्ती होती है।

Fig 2

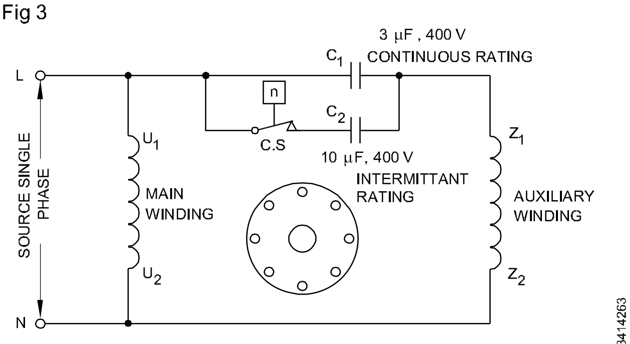


TORQUE-SPEED CHARACTERISTIC OF PERMANENT CAPACITOR MOTOR

संधारित्र-प्रारम्भन, संधारित्र-चल मोटरें (Capacitor-start, capacitor-run motors): जैसा कि पहले चर्चा पर चुकें है कि संधारित्र-प्रारम्भन, संधारित्र रन मोटरों प्रारम्भन बलाघूर्ण अधिक होता है, जो कि पूर्ण लोड बलाघूर्ण का लगभग 300% तक होता है, और प्रारम्भन के समय इनका शक्ति गुणक भी उच्च होता है। यद्यपि इनका रनिंग बलाघूर्ण अच्छा नही होता और रनिंग के दौरान इनका शक्ति गुणक कम हो जाता है। इनकी दक्षता कम होती है और ओवरलोड नही ले सकती है।

इन समस्याओं के निराकरण के लिए दो मान के संधारित्र मोटर मे प्रयोग किये जाते है, जिनमें एक इलैक्ट्रोलाइटिक (लघु अवधि) प्रकार का संधारित्र स्टॉर्टिंग में उपयोग किया जाता है, जबकि दूसरा कम मान वाला तेल पूरित (निरन्तर सेवा देने वाला) प्रकार का संधारित्र रनिंग के लिए उपयोग किया जाता है, ये स्टार्टिंग वाइंडिंग के साथ Fig 3 में दर्शाये अनुसार जोडे जाते है। एक दो मान वाले संधारित्र युक्त मोटर का सामान्य रूप Fig 4 में दिखाया गया है। यह मोटर भी उसी प्रकार से कार्य करती है जिसे प्रकार से संधारित्र-प्रारम्भ, प्रेरण-रन मोटर कार्य करती है, केवल यह अन्तर है कि इसमें संधारित्र C1 हमेशा परिपथ में रहता है, जिससे मोटर का रनिंग प्रदर्शन बहुत श्रेष्ठ हो जाता है।

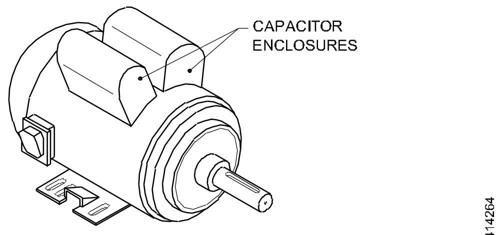
Fig 3



SCHEMATIC DIAGRAM OF A CAPACITOR-START CAPACITOR-RUN MOTOR

प्रारम्भिक संधारित्र जो कि लघु अवधि की क्षमता के लिए निर्धारित होता है, अपकेन्द्रिय स्विच की सहायता से स्टार्टिंग वाइंडिंग से विसंयोजित disconnected हो जाता है, जब प्रारम्भन गति अपनी निर्धारित गति को 75% प्राप्त कर लेती है।

Fig 4

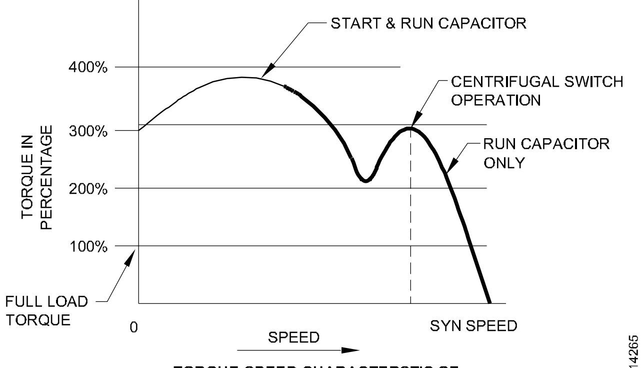


CAPACITOR-START CAPACITOR-RUN MOTOR

अभिलक्षण (Characteristic)

इस मोटर के बलाघूर्ण गति अभिलक्षण Fig 5 मे दिखाये गये है। इस मोटर के निम्नलिखित लाभ होते है।

Fig 5



TORQUE-SPEED CHARACTERSTIC OF CAPACITOR-START CAPACITOR-RUN MOTOR

- प्रारम्भन बलाघूर्ण (starting torque) पूर्ण लोड बलाघूर्ण का 300% होता है।
- प्रारम्भन धारा कम होता है जोकि रनिंग धारा से 2 से 3 गुणा होती है।
- प्रारम्भन व चलित शक्ति गुणक P.F. अच्छे होते है।
- रनिंग दक्षता उच्च होती है।
- परिचालन शोर हीन है।
- पूर्ण लोड क्षमता से125% तक ओवर लोड हो सकती है।

उपयोग (Application)

ये मोटरें कम्प्रैशर,एयर कंडीशनर इत्यादि के लिए प्रयोग की जाती है, जहाँ पर उच्च स्टार्टिंग टॉर्क, उच्च दक्षता, उच्च शक्ति गुणक व ओवरलोड सहन करने की आवश्यकता रहती है। समान क्षमता की संधारित्र प्रारम्भ, प्रेरण चाल मोटरों की अपेक्षा ये मोटरे महंगी होती है।

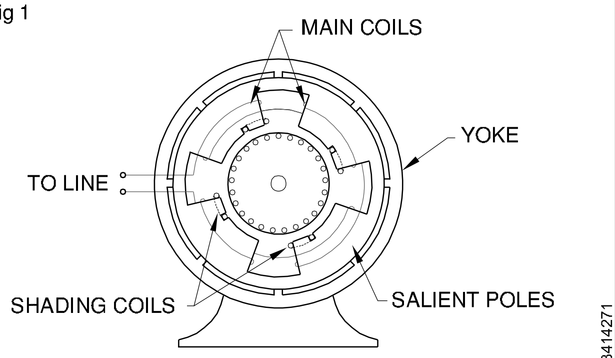
शेडेड पोल मोटर (The shaded pole motor)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **शेडेड पोल मोटर की संरचना व उसके कार्य स्पष्ट करना**
- **शेडेड पोल मोटर के कार्य सिद्धांत की व्याख्या करना**
- **शेडेड पोल मोटर की अभिलक्षण व उपयोग स्पष्ट करना।**

छादित ध्रुव मोटर (Shaded pole motor((construction)

इस मोटर का योक सम्मुन्नत ध्रुव Fig 1 में दिखाया गया है और इसका रोटर स्विकअरल केज पिंजरा प्रकार का होता है।

Fig 1

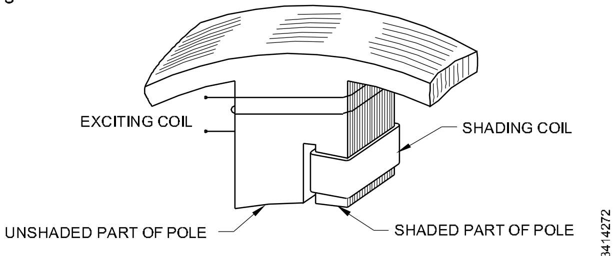


A SINGLE-PHASE MOTOR WITH SHADING COILS FOR STARTING

शेडेड पोल की संरचना (Construction of a shaded pole)

शेडेड पोल लेमिनेटेडकोर से बना होता है जिसके फेल के एक ओर से 1/3 हिस्से में खांचा कटा होता है। पोल के छोटे हिस्से केचारों ओर एक लघुपथित ताम्र का छल्ला डला होता है जिसको शेडेड क्वाइल (shading coil) कहा जाता है, और पोल का यही भाग शेडिड भाग कहा जाता है । पोल का शेष भाग अनशेडिड भाग कहलाता है जो कि Fig 2 में स्पष्ट रूप से दिखाई दे रहा है।

Fig 2



A TYPICAL SHADED-POLE CONSTRUCTION

पोल के चारों ओर उत्तेजनावली कुण्डली रखी जाती है जिसे AC आपूर्ति से जोड़ा जाता है। जब उत्तेजित होनेवाली को AC सप्लाई से जोड़ा जाता है तो उत्पन्न चुम्बकीय अक्ष (magnetic axis) अनशेडिड भाग से अगले पैराग्राफ में अनुसार होगा। अक्ष का आगे बढना उसी तरह होता है जैसा कि भौतिक रूप से पोल का चलाना। यह चलने वाला चुम्बकीय अक्ष रोटर चालकों को काटता है, और इस प्रकार रोटर में रोटेटिंग टार्क विकसित हो जाता है। इस बलाघूर्ण के कारण, रोटर चुम्बकीय अक्ष के शिफ्ट होने की दिशा में घूमना प्रारम्भ कर देता है जो कि अनशेडिड भाग से शेडिड भाग की ओर होता है।

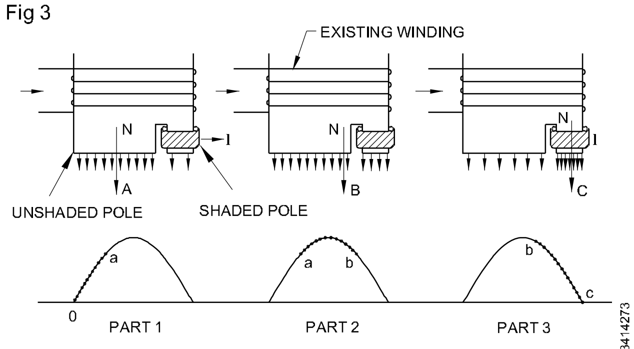
चुम्बकीय फ्लक्स का अनशेडिड भाग से शेडिड भाग की ओर शिफ्ट होना निम्न प्रकार से वर्णित किया जा सकता है।

चूंकि शेडिड कुण्डली मोटी ताम्र तार से बनी होती है, इसलिए इसका प्रतिरोध बहुत कम होता है,यह लोह क्रोड में अन्दर गहराई में होती है इसलिए इसका प्रेरकत्व उच्च होता है।

जब उत्तेजक वाइंडिंग को प्रत्यावर्ती धारा AC सप्लाई से जोड़ा जाता है तो इसमें से ज्या तरंग sine wave धारा प्रवाहित होती है। हम Fig 3 में दर्शाये हुए AC करंट के अर्द्धधनात्मक चक्र पर ध्यान देते है। जब धारा शून्य से बिन्दू 'a' तक बढती है तो धारा में परिवर्तन बडी शीघ्रता से होता है, जिसके कारण शेडिंग कुण्डली में विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के सिंद्धांत अनुसार होता है। शेडिंग कुण्डली में पैदा emf उत्पन्न हो जाता है जो कि फैराडे के विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के सिद्धांत अनुसार होता है। शेडिंग कुण्डली में पैदा emf धारा प्रवाहित करती है जो कि लैन्ज के नियमानुसार इस प्रकार का फ्लक्स उत्पन्न करती है जिसकी दिशा मुख्य फ्लक्स के विपरीत होती है। यह शेडिड भाग में मुख्य फ्लक्स का विरोध करती है और इस कारण इस क्षेत्र में कुल फ्लक्स को कम कर देती है जो कि Fig 3 में में दर्शाये अनुसार न्यूनतम मान तक हो जाता है जो कि समान दिशा में तीर द्वारा दर्शाया गया है। यह चुम्बकीय फ्लक्स को अनशेडिड भाग तक सीमित कर देता है जिसके चुम्बकी अक्ष को बड़े तीर से दशार्या गया है यह Fig 3 के भाग 1 में दर्शित है। दूसरी तरफ जब धारा बिन्दू 'a' से 'b' की ओर बढती है जो कि Fig 3 के भाग 2 में बड़े तीर से दर्शाया गया है।

अगले क्षण में, जैसा कि Fig 3 के भाग 3 में बडे तीर से दिखाया गया है, जब धारा 'b' से 'c' कीओर गिरती है तो धारा मेंपरिवर्तन शीघ्रता से होता है और इसका शेडिंग रिंग में उच्च धारा उत्पन्न होती है जो कि कम होने वाले मुख्य फ्लक्स को विरोध करती है, इसलिए शेडिड भाग के क्षेत्र में फ्लक्स घनत्व बढ जाता है। इस कारण चुम्बकीय अक्ष शेडिड भाग के केन्द्र की ओर अग्रसर हो जाता है, जो कि Fig 3 के भाग 3 में बड़े तीर से दिखाया गया है।

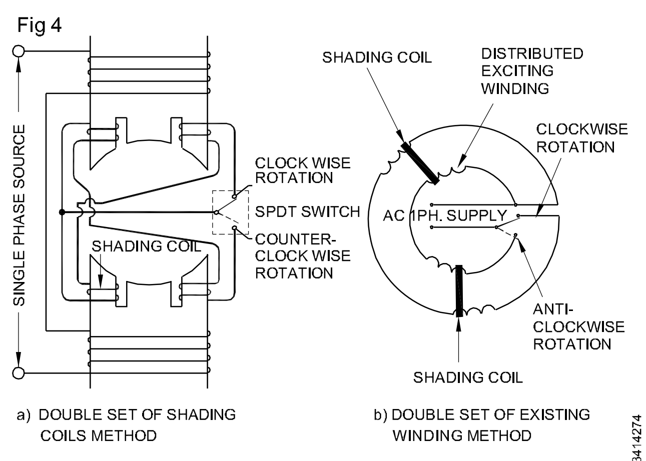
Fig 3



CHANGE OF MAGNETIC AXIS SHOWN FROM POSITION A TO C

उपरोक्त वर्णन अनुसार यह स्पष्ट हो जाता है कि चुम्बकीय अक्ष अनशेडिड भाग से शेडिड भाग की ओर अग्रसर होता है जो कि भौतिक रूप से गति के समरूप होता है।

इस प्रकार की सामान्य मोटर के घूमने की दिशा बदली नही जा सकती है। घूमने की दिशा बदलने वाली विशेष प्रकार की शेडिड मोटर डिजाईन की जाती है। इस प्रकार की दो मोटरों को Fig 4 में दिखाया गया है। Fig 4 के a) भाग में शेडिंग कुण्डलियों की दो सैट विधि को दिखाया गया है जबकि भाग b) में उत्तेजक वाइंडिंग की दो सैट विधि को दिखाया गया है।



METHODS FOR REVERSING SHADED-POLE MOTORS-TWO-POLE CONSTRUCTION

व्यावसायिक रूप में शेडिड पोल मोटरें बहुत छोटे साईज में बनाई जाती है, जो कि लगभग 1/250 HP से 1/6 HP के बीच होती है। यद्यपि येमोटरें संरचना मे सरल व सस्ती होती है, फिर भी कुछ हानियाँ होती है जो निम्नलिखित प्रकार हैः

- निम्न स्टार्टिंग टॉर्क (low starting torque)
- ओवरलोड क्षमता बहुत कम (very little overload capacity)
- कम दक्षता (low efficiency)

इन मोटरों की दक्षता 5% से 35% के बीच रहती है।

चूंकि इन मोटरों का स्टार्टिंग टॉर्क कम होता है, इसलिए शेडिड पोल मोटरें सामान्यतया छोटे पंखें, खिलोने, उपयन्त्रों, हेयर ड्रायर, विज्ञापन डिस्प्ले प्रणाली व विद्युत घडियों में उपयोग की जाती है।

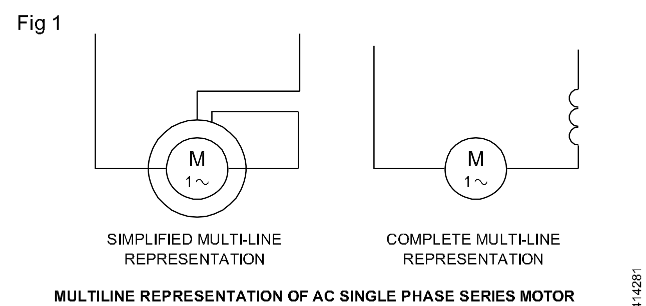
यूनिवर्सल मोटर (Universal motor)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **संरचना के क्रम में यूनिवर्सल मोटर की तुलना DC श्रेणी मोटर के साथ करना**
- **यूनिवर्सल मोटर के उपयोग, अभिलक्षण व परिचालन की व्याख्या करना**
- **घूमने की दिशा बदलने की विधि की व्याख्या करना**
- **यूनिवर्सल मोटर की गति नियन्त्रण की विधि का वर्णन करना।**

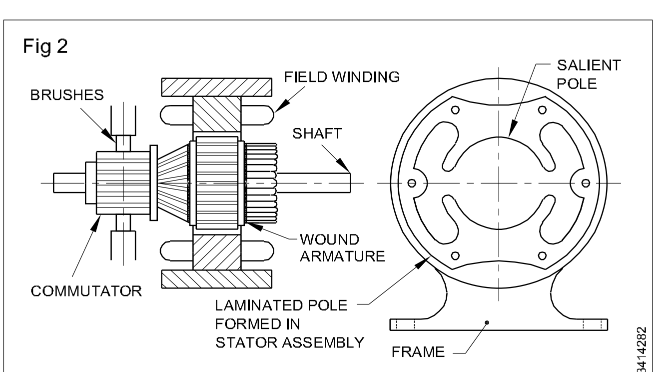
एक DC श्रेणी मोटर व यूनिवर्सल मोटर के बीच तुलना (Comparison between a universal motor and a DC series motor) :
एक यूनिवर्सल मोटर ऐसी मोटर होती है जो AC व DC दोनों सप्लाई पर परिचालन होती है। यह अन्य AC मोटर की अपेक्षा प्रति Kg लोड मे अधिक अश्व शक्ति विकसित करती है, यह इसलिए होता है कि इसकी चाल अधिक होती है। इस मोटर का परिचालन सिद्धांत DC मोटर वाला ही होता है। यद्यपि एक यूनिवर्सल मोटर DC श्रेणी की तरह ही होती है, इसमें कुछ बदलाव करने आवश्यक हो जाते है क्योंकि जब AC सप्लाई पर प्रयोग किया जायेगा तो स्पार्क रहित कम्प्यूटेशन व उत्पन्न ऊष्मा कम करने के लिए इसकी संरचना, वाइन्डिंग व ब्रुशों के ग्रेड में बदलाव करना आवश्यक हो जाता है, क्योंकि AC सप्लाई पर प्रेरकत्व व आर्मेचर प्रतिक्रया बढ जाती है।

एक यूनिवर्सल मोटर की इसलिए श्रेणी मोटर या कम्पन्नसेटिड् श्रेणी मोटर के नाम से भी परिभाषित करते हे क्योंकि इसे उस DC वोल्टेज के समान गति व आउटपुट के लिए अभिकल्प (designed) किया जाता है जो एक फेज प्रत्यावर्ती धारा सप्लाई जिसकी आवृत्ति 50 Hz, से अधिक न हो, की समान RMS वोल्टेज पर कार्य कर सके। इसलिए यूनिवर्सल मोटर को AC एक फेज श्रेणी मोटर के नाम से भी जाना जाता है। Fig 1 में एक AC श्रेणी मोटर का B.I.S. 2032, Part IV के अनुसार मल्टी लाईन प्रदर्शित दिखाया गया है।



MULTILINE REPRESENTATION OF AC SINGLE PHASE SERIES MOTOR (BIS 2032-PART IV.)

यूनिवर्सल मोटर के मुख्य पार्ट एक आर्मेचर होता, फील्ड वाइण्डिंग, स्टेटर स्टैम्पिंग, फ्रेम,एन्ड प्लेट व ब्रुश होते है जिन्हें Fig 2 में दर्शाया गया है।



PARTS OF A UNIVERSAL MOTOR

निम्नलिखित प्रकार से ब्रुश पॉजिशन पर AC परिचालन में होने वाली स्पार्किंग को कम किया जा सकता है।

- आर्मेचर वाइंडिंग द्वारा उत्पन्न M.M.F. को निरस्त करने के लिए कम्पन सैटिंग वाइन्डिंग या तो लघु-पथित वाइन्डिंग होती है या आर्मेचर के श्रेणी में जुडने वाली वाइन्डिंग होती है।
- स्टेटर में कम्यूटेटिंग इंटर-पोल्स का प्रावधान रख कर और इन्टर पोल वाइन्डिंग को आर्मेचर वाइन्डिंग के श्रेणी मे जोड़ कर स्पार्किंग कम की जा सकती है।
- ब्रुश पॉजिशन पर स्पार्किंग कम करने के लिए उच्च सम्पर्क प्रतिरोध ब्रुशों का उपयोग किया जा सकता है।

निम्न सारणी में यूनिवर्सल मोटर व DC श्रेणी में अन्तर दर्शाया गया है।

यूनिवर्सल मोटर	DC श्रेणी मोटर
यह AC व DC सप्लाई चला सकती है	DC सप्लाई में सरलता से चल सकती है यदि AC सप्लाई से जोड़ा जाये तो यह ब्रुश पॉजिशन पर अत्याधिक स्पार्क उत्पन्न करती है और खराब कम्पयूटेशन व आर्मेचर रिएक्शन के कारण गर्म हो जाती है।
बडी मशीनों में कम्पनसेटिंग वाइन्डिंग का उपयोग आवश्यक है।	इसमें कम्पनसेटिंग वाइन्डिंग की आवश्यकता नही होती।
बड़ी मशीनों में इन्टरपोलों का उपयोग किया जाता है	सामान्यतया इन्टरपोलों की आवश्यकता नहीं पडती।
उच्च प्रतिरोध ग्रेड वाले ब्रुश उपयोग करने आवश्यक हो जाते है।	सामान्य ग्रेड के ब्रुश पर्याप्त होते है।
एयर गैप न्यूनतम रखा जाता है।	सामान्य एयर गैप रखा जाता है।

परिचालन (Operation): एक यूनिवर्सल मोटर DC मोटर के समान ही सिध्दांत पर कार्य करती है जैसे कि आर्मेचर चालकों द्वारा धारा वहन करने पर उत्पन्न फ्लक्स की मुख्य फ्लक्स पर प्रतिक्रिया के कारण आर्मेचर चालकों पर बल उत्पन्न होता है। एक यूनिवर्सल मोटर जब AC या DC सप्लाई पर परिचलित होती है तो यह एक दिशिय टार्क उत्पन्न करती है। Fig 3 में AC सप्लाई पर यूनिवर्सल मोटर का परिचालन दर्शाया गया है, इसी समय तक दिशिय टार्क परिणामस्वरूप प्राप्त होता है।

अभिलक्षण व उपयोग (Characteristic and application): युनिवर्सल मोटर की चाल लोड के विलोमानूपाती होती है, अर्थात पूर्ण लोड पर कम चाल व शून्य लोड पर उच्च चाल। शून्य लोड पर फिल्ड फ्लक्स कम होने से इसकी चाल खतरनाक ... से बढ़ जाती है । हाँलांकि इसका नो लोड पर स्पीड केवल इसके घर्षण और वायु घर्षण हानि के द्वारा सिमित होता है । इस प्रकार ये मोटर स्थायी लोड या गिर द्वारा नो लोड पर प्रचालक टोकने के लिए जोड़े जाते है । ताकि उच्च स्पीड को रोका जा सके ।

Fig 3

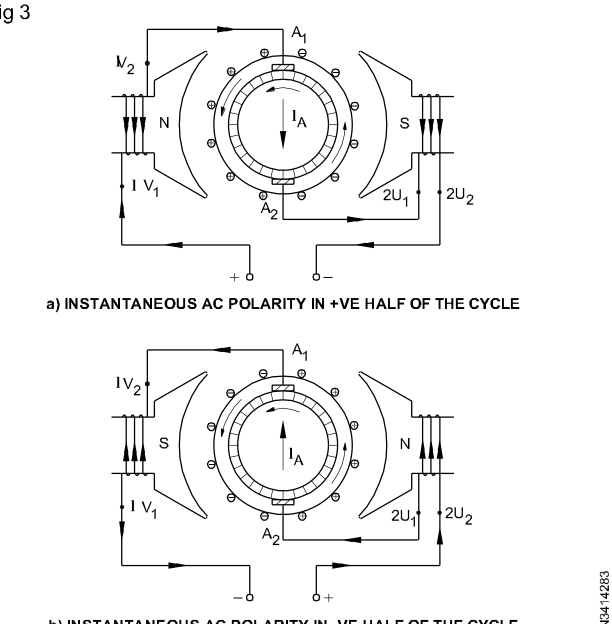
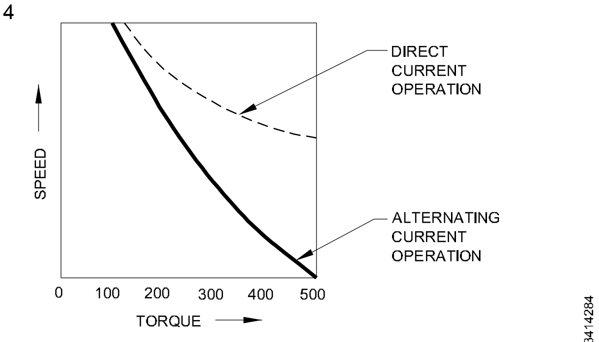


Fig 4 में एक यूनिवर्सल मोटर के दोनों AC व DC परिचालन पर टॉर्क व स्पीड के बीच के विशिष्ट सम्बन्ध दिखाये गये है। यह मोटर प्रारम्भ में पूर्ण लोड टॉर्क (full load torque) का लगभग 450 प्रतिशत टॉर्क विकसित करती है, जो कि किसी अन्य सिंगल फेज मोटर से कहीं अधिक है। युनिवर्सल मोटरें वैक्यूम क्लीनर, फूड मिक्सर, पोर्टेबल ड्रिल और घरेलू सिलाई मशीन में उपयोग की जाती है।

Fig 4



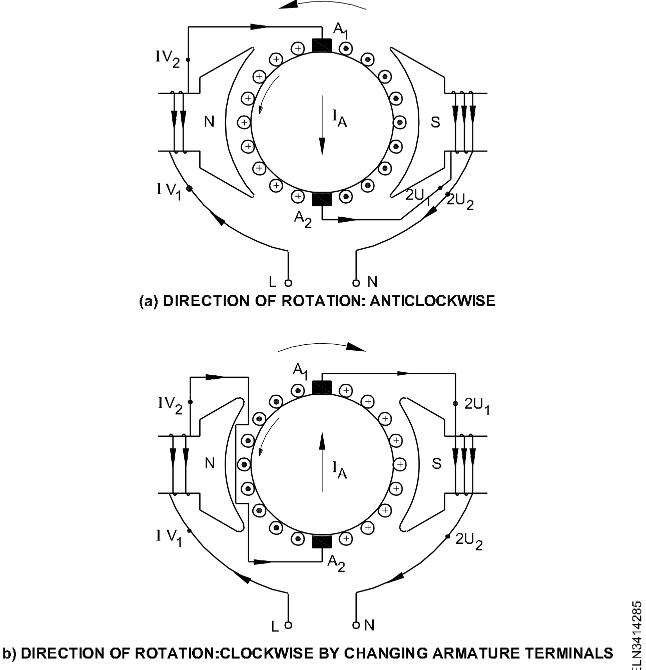
TORQUE-SPEED CHARACTERISTIC OF A UNIVERSAL MOTOR

घूमने की दिशा बदलना (Change of rotation) : युनिवर्सल मोटरों के घूमने की दिशा, आर्मेचर या फिल्ड में से किसी एक में धारा प्रवाह की दिशा बदल कर, बदली जा सकती है। यह Fig 5 में दर्शाये अनुसार आसानी से ब्रुश होल्डरों की लीड बदल कर किया जा सकता है।

इस प्रकार यदि एक यूनिवर्सल मोटर में कम्पनसेटिंग वाइन्डिंग उपयोग की गई है तो उसमें यह ध्यान रखना चाहिए कि आर्मेचर में धारा की दिशा बदलने के साथ-साथ कम्पनसेटिंग वाइन्डिंग में भी धारा की दिशा बदल जानी चाहिए जिससे रनिंग अवस्था में लोडी स्पार्किंग से बचा जा सके।

यूनिवर्सल मोटरों की चाल नियन्त्रण (Speed control of universal motor): यूनिवर्सल मोटरों की चाल नियन्त्रण के लिए निम्नलिखित विधियाँ काम में ली जाती है।

Fig 5

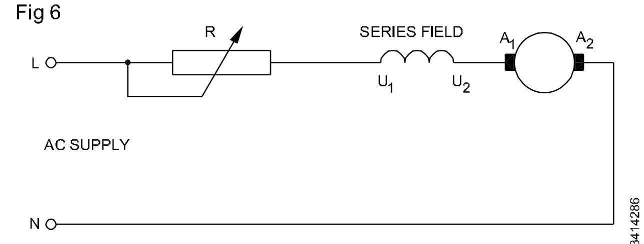


(a) DIRECTION OF ROTATION: ANTICLOCKWISE

b) DIRECTION OF ROTATION:CLOCKWISE BY CHANGING ARMATURE TERMINALS

श्रेणी प्रतिरोध या सप्लाई वोल्टेज नियन्त्रण विधि (Series resistance or applied voltage control method): मोटर के श्रेणी में परिवर्तित प्रतिरोध (Variable resistance) जोड कर चाल नियन्त्रित की जाती है। फुट पैडल द्वारा परिचालित सिलाई की मशीन मे इस प्रकार की विधि अपनाई जाती है। Fig 6 में इन संयोजनों को दर्शाया गया है।

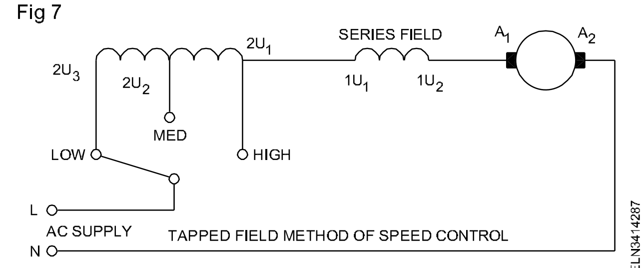
Fig 6



SPEED CONTROLS BY APPLIED VOLTAGE CONTROL

टैप्ड फिल्ड विधि (Tapped field method): इस विधि में फिल्ड वाइन्डिंग को 2 या 3 बिन्दूओं पर से टैप्ड किया जाता है और फिल्ड के चुम्बकीय वाहक बल MMF को परिवर्तित करके चाल नियन्त्रित की जाती है। इस प्रकार के संयोजन Fig 7 में दिखाये गये है। अधिकतर घरेलु खाद्य मिक्सर में चाल (speed) नियन्त्रण के लिए यह विधि अपनाई जाती है।

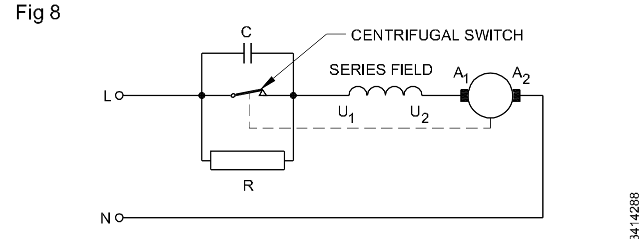
Fig 7



TAPPED FIELD METHOD OF SPEED CONTROL

अपकेन्द्रीय स्विच विधि (Centrifugal switch method): Fig 8 के अनुसार इस विधि में एक अपकेन्द्रीय (Centrifugal) प्रक्रिया को मोटर के श्रेणी में जोड कर एक बाहरी लीवर द्वारा समायोजित किया जाता है। यदि मोटर की चाल (speed) एक निश्चित सीमा से अधिक होती है, लीवर की सैटिंग अनुसार, अपकेन्द्रीय युक्ति सम्पर्कों को खोल देती है, और परिपथ के श्रेणी में प्रतिरोध R को प्रवेश करा देती है, जिसके कारण मोटर की चाल (Speed) घटने लगती है। जब मोटर की चाल कम हो जाती है और एक निश्चित मान तक पहुँच जाती है, तो अपकेन्द्रिय (centrifugal) स्विच के सम्पर्क बन्द हो जाते है, मोटर पुनः सप्लाई से जुड जाती है और चाल (speed) बढ जाती है। कुछ एडवांस प्रकार के खाद्य मिक्सरों (food mixers) में इस प्रकार की चाल नियन्त्रण विधि (speed control method) अपनाई जाती है। अपकेन्द्रि स्विच के आर पारमें एक संधारित्र (capacitor) जोडा जाता है जो स्विचिंग के कारण होने वाली स्पार्क को कम करता है और इस प्रकार रेडियो व्यावधान (Radio interference) भी नहीं होता। उपरोक्त चाल नियन्त्रण विधियों के अतिरिक्त भी कुछ विशेष खाद्य मिक्सरों (food mixers) में इलैक्ट्रॉनिक्स विधि से चाल नियंत्रित करने के लिए थायरिस्टर का उपयोग किया जाता है।

Fig 8



CENTRIFUGAL SWITCH MECHANISM FOR SPEED CONTROL

यूनिवर्सल मोटरों की समस्याओं को दूर करना (Troubleshooting of universal motor)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **यूनिवर्सल मोटर के लाभ व हानियों का वर्णन करना**
- **यूनिवर्सल मोटर में होने वाली खराबियों को दूर करने के लिए विधियों का वर्णन करना।**

जैसा कि सुझाव है कि यूनिवर्सल मोटर AC या DC सप्लाई पर परिचालित हो सकती है। आंशिक अश्व शक्ति fractional horse power की मोटरें इस प्रकार डिजाईन की जाती है कि ये 240 V 50 Hz AC सप्लाई और संतोषजनक ढंग से कार्य कर सके और 240V DC सप्लाई पर भी कार्य कर सके। इस प्रकार की मोटरें यूनिवर्सल मोटरें कहलाती है।

यूनिवर्सल मोटरों के लाभ (Advantages of universal motors)

- ये मोटरें उच्च स्टार्टिंग टॉर्क विकसित करती है और इनमें लोड के समानुपाती टॉर्क व गति को एडजस्ट करने की योग्यता होती है।
- यूनिवर्सल मोटरें AC व DC सप्लाई पर कार्य कर सकती है।

- फिल्ड को टैप्ड करके इनकी चाल सरलता से नियन्त्रित की जा सकती है।

यूनिवर्सल मोटरों की हानियाँ (Disadvantages of universal motors)

- चूंकि ये मोटरें उच्च चाल लगभग 40,000 rpm तक चलती है इसलिए बहुत शोर उत्पन्न करती है।
- निश्चित स्थापित अवस्थाओं में ये अधिक इनपुट पावर लेती है और इसलिए ये मोटरें अधिक गर्म होती है, यदि इन पर थोड़ा अधिक लोड डाला जाता है तो ये थोड़े समय में ही जल जाती है।
- इन्हें केवल रूक-रूक कार्य में लिया जा सकता है।
- ये रेडियो या टेलीविजन में व्यवधान उत्पन्न करती है।

यूनिवर्सल मोटर का समस्या निवारण का चार्ट (Troubleshooting chart for universal motor): यूनिवर्सल मोटरों में होने वाली सम्भावित समस्या, उनके कारण, परीक्षण विधिव उनके निवारण के सुझाव सारणी 1 में दिये गये है। चूंकि यूनिवर्सल मोटर डिजाईन में DC मशीन की तरह होती है, इसलिए प्रशिक्षणार्थियों को सलाह दी जाती है कि वे DC मशीनों में होने वाली समस्याओं के चार्ट को भी अवलोकन करें।

टेबल 1

यूनिवर्सल मोटर की समस्याओं के निवारण का चार्ट

समस्या	कारण	परीक्षण विधि	निराकरण
मोटर स्टार्ट होने में असफल	a) फ्यूज उडने से वोल्टेज नही है	a) टेस्ट लैम्प या वोल्टमीटर द्वारा टेस्ट करें	a) पिघले हुए फ्यूज को बदल दें
	b) स्टार्टर की ओवरलोड रिले में खुला परिपथ	b) टेस्ट लैम्प या वोल्टमीटर से टेस्ट करें	b) ओवरलोड रिले के सम्पर्क को रिसैट करें या ठीक करें।
	c) अपर्याप्त सप्लाई के कारण निम्न वोल्टेज	c) वोल्टमीटर से टेस्ट करें	c) स्विच या फ्यूज में ढीले कनैक्शन को ठीक करें।
	d) फिल्ड या आर्मेचर में खुला परिपथ armature.	d) ओह्ममीटर या मैगर से टेस्ट करें	d) यदि सम्भव हो तो जोड दें या वाइन्डिंग करें।
	e) कार्बन ब्रुशों का कम्यूटेटर के साथ अपर्याप्त सम्पर्क	e) देख कर निरीक्षण करें और टेस्ट लैम्प से टेस्ट करें	e) कार्बन ब्रुश का कम्यूटेटर पर उचित सम्पर्क को एडजस्ट करें
	f) कम्यूटेटर का गन्दा होना	f) देखकर परीक्षण करें और टेस्ट लैम्प से परीक्षण करें	f) स्मूथ रेगमाल (sandpaper) द्वारा कम्यूटेटर को रगड कर साफ करें।
परिचालक को झटका लगता है	a) कमजोर इन्सुलेशन के कारण फिल्ड या आर्मेचर का ग्राउण्ड हो जाना	a) मैगर या टेस्ट लैम्प द्वारा टेस्ट करे	a) दोष को ढूंढ कर व दूर करके आर्मेचर व फिल्ड में शैलक वार्निश करें।
	b) अपर्याप्त अर्थ	b) टेस्ट लैम्प या मैगर द्वारा टेस्ट करें	b) मोटर को पर्याप्त अर्थ प्रदान करें
मोटर का अधिक गड़्ड़ड़ होना	a) फिल्ड या आर्मेचर में क्वाइल का लघुपथ होना	a) देखकर और रेजिस्टेंस माप कर टेस्ट करें	a) फिल्ड या आर्मेचर क्वाइल में लघुपथ होने पर पुनः कुण्डलित
	b) बियरिंग के जल जाना या जाम होना	b) शाफ्ट को घुमा कर चैक करें। अधिक गर्म होने पर शील्ड shield को चैक करें।	b) बियरिंग साफ करें और खराब होने पर चैक करें, आवश्यक होने पर बियरिंग बदल दें

समस्या	कारण	परीक्षण विधि	निराकरण
c) कम्यूटेटर	कम्यूटेटर पर गड्ढे होने पर लोडी स्पार्किंग का होना	c) देख कर चैक करें	c) कम्यूटेटर को साफ करें और कम्यूटेटर को सही ट्रयू करें ।
	d) कम्यूटेटर में शार्ट सर्किट होना	d) ग्राउलर द्वारा आर्मेचर को टेस्ट करें	d) कम्यूटेटर को मरम्मत करें या बदल दें।
	e) आर्मेचर या फिल्ड काको ग्राउण्ड करें।	e) मैगर से टेस्ट करें।	e) फिल्ड या आर्मेचर की मरम्मत करें या पुनः वाईडिंग करें
हमिंग की आवाज, अधिक गर्म होने पर टॉर्क उत्पन्न होना	a) फिल्ड में शार्ट सर्किट होना	a) ओह्ममीटर से टेस्ट करें	a) फिल्ड वाइन्डिंग को पुनः कुण्डलित करें।
	b) आर्मेचर क्वायल में शार्ट सर्किट	b) ग्राउलर द्वारा टेस्ट करें	b) शार्ट सर्किट आर्मेचर वाइन्डिंग को पुनः वाइंडिंग करें।

प्रतिकर्षण मोटर (Repulsion motor)

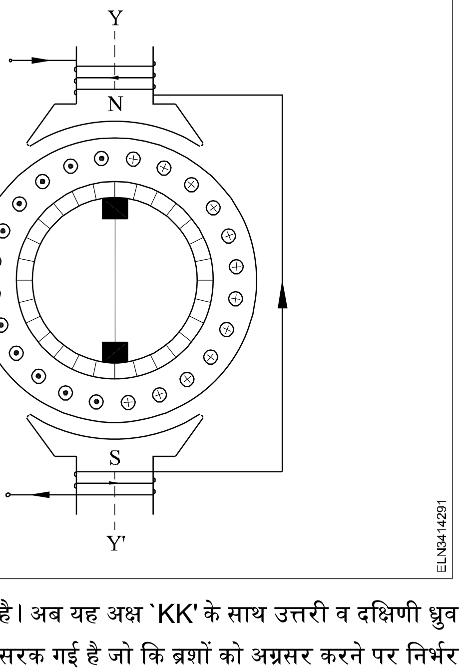
उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **प्रतिकर्षण मोटर के सिद्धांत, कार्य, प्रकार व संरचना की व्याख्या करना**
- **प्रतिकर्षण मोटर के अभिलक्षण व उपयोग की व्याख्या करना।**

यद्यपि प्रतिकर्षण मोटरें संरचना मे जटिल, उच्च मूल्य वाली मोटरें होती है, परन्तु फिर भी उच्च स्टार्टिंग टॉर्क, निम्न स्टार्टिंग करंट के कारण ये कुछ विशेष उद्योगों में अब भी प्रयोग की जाती है। ये मोटरें स्टार्टिंग करंट को अधिक समय तक वहन कर सकती है, उच्च लोड को चला सकती है और इनके घूमने की दिशा आसानी से परिवर्तित की जा सकती है।

विकर्षण सिद्धांत (The repulsion principle) : Fig 1 में दर्शाए अनुसार प्रतिकर्षण मोटरों में टॉर्क उत्पन्न करने का सिद्धांत निम्न प्रकार से वर्णित किया जा सकता है। Fig 1 में ऊर्ध्वाधर चुम्बकीय अक्ष सहित एक दो पोल मोटर को दर्शाया गया है एक आर्मेचर है जिसका कम्प्यूटर ब्रुशों द्वारा लधुपथित है, यह चुम्बकीय-क्षेत्र में रखा गया है। जब स्टेटर वाइडिंग AC सप्लाई से जोडी जाती है, ता यह प्रत्यावर्ती चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। माना कि एक क्षण में ऊपर की ओर उत्तरी ध्रुव और नीचे की ओर दक्षिणी ध्रुव हैं, जो इस प्रत्यावर्ती चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा उत्पन्न किए गए हैं इसके कारण ट्रांसफार्मर क्रिया के द्वारा रोटर के सभी चालकों में वोल्टेज उत्पन्न करती है। चालकों में धारा की दिशा लेन्ज के नियमानुसार इस प्रकार की होती है कि स्टेटर के उत्तरी ध्रुव के नीचे रोटर के ऊपर वाले चालकों द्वारा उत्तरी ध्रुव बन जाता है, और नीचे के स्टेटर के दक्षिणी ध्रुव के ऊपर रोटर में दक्षिणी ध्रुव बनता है जो प्रेरण क्रिया का विरोध करता है। इस प्रकार एक दिशा में स्टेटर पोल व रोटर पोल एक दूसरे का विरोध करते हैं। इसलिए इस अवस्था मे किसी टॉर्क के स्पर्श ज्या अवयव की अनुपस्थिति के कारण कोई टॉर्क उत्पन्न नहीं होता है।

अब मान ले कि Fig 2 कि अनुसार लघु-पथित ब्रुश अक्ष को घुमाया गया है। इस नई अवस्था में आर्मेचर की चुम्बकीय अक्ष मुख्य पोलों की ऊर्ध्वाधर

Fig 1



अक्ष की सीध में नहीं है। अब यह अक्ष `KK' के साथ उत्तरी व दक्षिणी ध्रुव से कोण `A°' से आगे सरक गई है जो कि ब्रशों को अग्रसर करने पर निर्भर है। इस अवस्था में धारा की दिशा चालक 1,2,3 व 13,14,15 में विपरीत हो गई। इस प्रकार, आर्मेचर एक इलैक्ट्रोमैगनेट बन जाता है जिसके उत्तरी ध्रुव (N) व दक्षिणी ध्रुव (S) अक्ष `KK' में मुख्य चुम्बकीय अक्ष से `A°' से आगे हो जाता है। अब यह अवस्था बन जाती है कि रोटर का उत्तरी ध्रुव स्टेटर के उत्तरी ध्रुव से विकर्षित ध्रुव से विकर्षित हो जाता है। अब स्टेटर व रोटर के ध्रुवों में विकर्षण के कारण, रोटर क्लॉक वाइज दिशा में घूमना

प्रारम्भ कर देता है। चूंकि मोटर का टॉर्क प्रतिकर्षण या विकर्षण क्रिया के कारण उत्पन्न होता है, इसलिए मोटर का नाम भी प्रतिकर्षण मोटर प्रचलित हो गया है।

घूमने की दिशा (Direction of rotation) : इस मोटर की घूमने की दिशा बदलने के लिए, ब्रुश अक्ष को Fig 2 से दांयी तरुफ से Fig 3 के अनुसार बाईं तरुफ वामावृत दिशा में मुख्य अक्ष से बदलना पड़ता है। D.O.R.

Fig 2

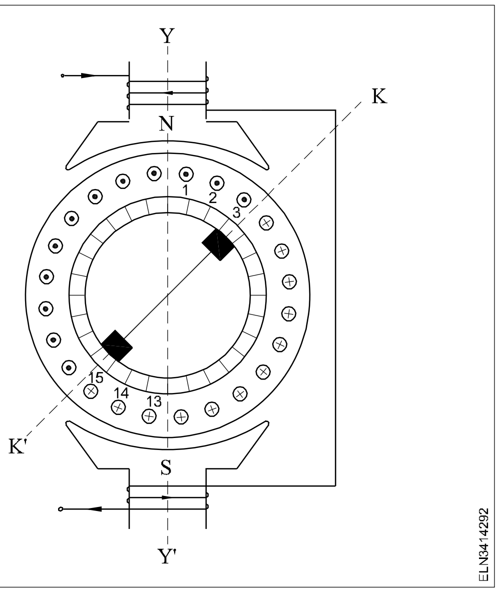
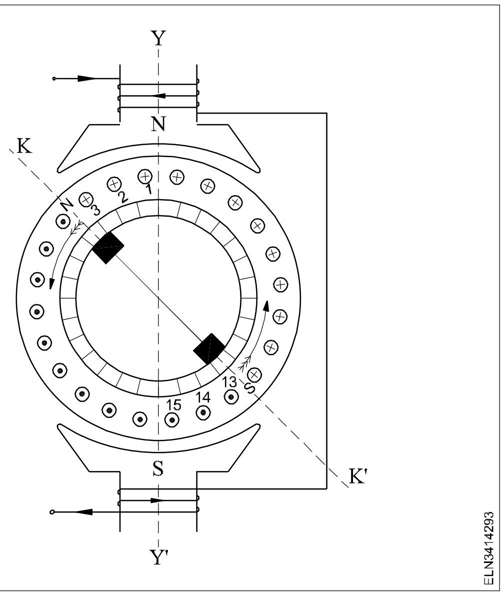


Fig 3



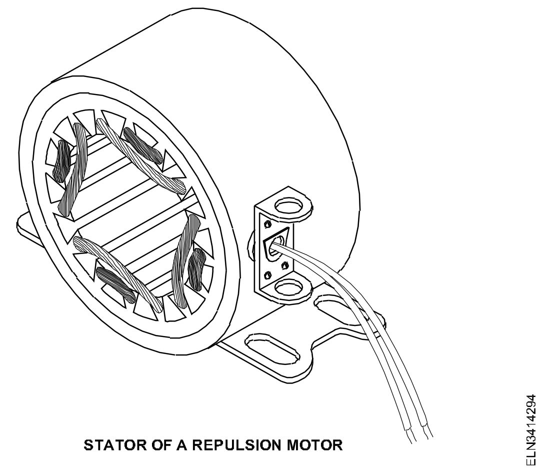
यह कार्य सिद्धांत लगभग सभी विकर्षण मोटरों में समान रूप से लागू होता है, जिनके स्टेटर में वितरित प्रकार की वाइंडिंग की हुई होती है।

विकर्षण मोटरों के प्रकार (Types of repulsion motors) : विकर्षण मोटरें निम्नलिखित चार प्रकार की होती है।

- विकर्षण मोटर (Repulsion motor)
- कम्पन्न सैटिड - विकर्षण मोटर (Compensated-repulsion motor)
- विकर्षण-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटर (Repulsion-start, induction-run motor)
- विकर्षण-प्रेरण मोटर (Repulsion-induction motor)

संरचना (Construction): केवल विशेष प्रकार की कम्पन्नसैटिड रिप्पलशन मोटर को छोड़कर शेष अन्य सभी प्रकार की रिपल्शन मोटरों के स्टेटर की संरचना समान होती है। सामान्यतया सभी प्रकार की रिपल्शन मोटरों की स्टेटर वाइन्डिंग वितरण प्रकार की होती है, जो non-salient ध्रुव प्रकार की, स्टेटर के खांचों में रखी हुई होती है, और Fig 4 की तरह इसके दो टर्मिनल बाहर निकले हुए होते है। यह चार, छः व आठ ध्रुवों के लिए वाउण्ड होते है। प्रत्येक प्रकार की रिपल्शन मोटर का स्टेटर भिन्न-भिन्न होता है, और जो भिन्न भिन्न प्रकार से वर्णित होगा।

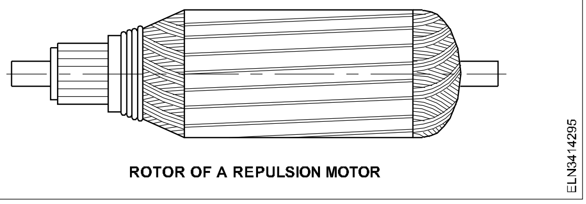
Fig 4



STATOR OF A REPULSION MOTOR

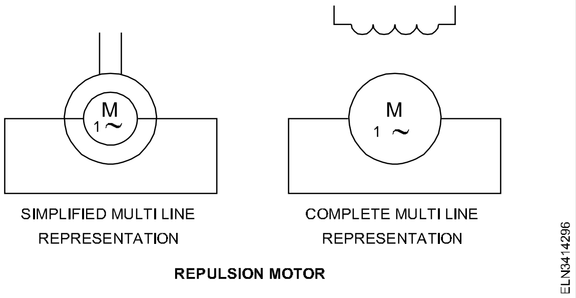
विकर्षण मोटर (Repulsion motor): रिपल्शन मोटर की सामान्य संरचना वर्णन की गई रिपल्शन सिद्धांत के समान होती है। अतः रिपल्शन मोटर का रोटर DC आर्मेचर की तरह होता है जो कि Fig 5 में दिखाया गया है। रोटर में वितरित लैप या वेव वाइन्डिंग होती है। कम्यूटेटर DC आर्मेचर की तरह का ही होता है, जो कि एक्सीयल प्रकार का होता है, जिसमें कम्यूटेटर बार शाफ्ट के समानांतर होती है व रेडियल अर्थात वर्टीकल बार पर ब्रुश क्षैतिज (horizontally) रूप मे चढे होते है। रॉकर आर्म के साथ जुडे लीवर से शार्ट सर्किट ब्रुश की पॉजिशन बदली जा सकती है। Fig 6 में रिपल्शन मोटर के B.I.S. संकेत दिखाये गये है।

Fig 5



ROTOR OF A REPULSION MOTOR

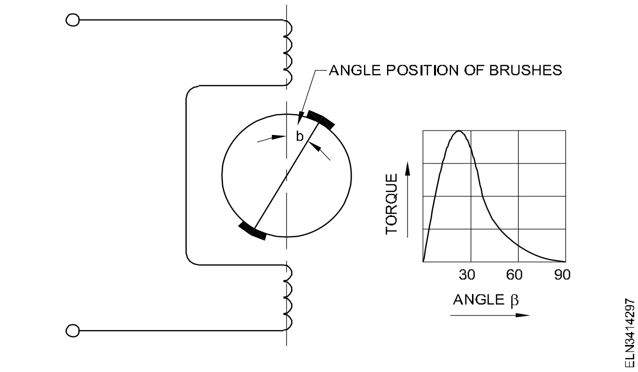
Fig 6



REPULSION MOTOR

जैसा कि पूर्व में वर्णन किया जा चुका है कि प्रतिकर्षण मोटर में विकसित होनेवाला टॉर्क, ब्रुश के अग्रसर (brush-shaft) होने पर निर्भर करता है जैसा कि Fig 7 में दर्शाया गया है, यहाँ पर ब्रुश अग्रसर होने की दिशा से ही मोटर के रोटर के घूमने की दिशा निर्धारित होती है।

Fig 7



आगे मोटर की चाल भी ब्रुश अग्रसर होने की मात्रा पर व लोड के परिमाण (magnitude) पर निर्भर करती है। मोटर की टॉर्क व चाल अभिलक्षण Fig 9 में दर्शाय गये है।

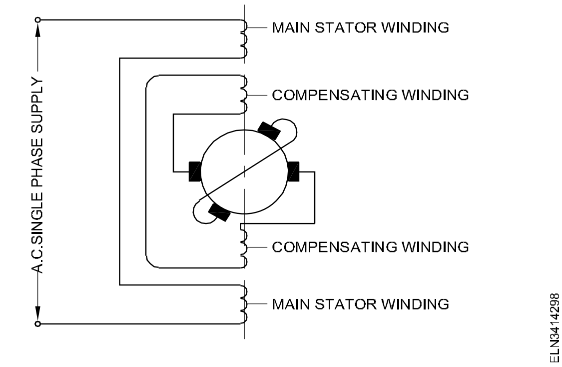
प्रतिकर्षण (Relationship between the torque & brush position angle in a repulsion motor)

यद्यपि रिपल्शन मोटर का स्टार्टिंग टॉर्क 250 से 400 प्रतिशत पूर्ण लोड टॉर्क से अधिक होता है, इसलिए हल्के लोड पर मोटर की चाल खतरनाक ढंग से उच्च होती जाती है। इसके पीछे यह सच्चाई है कि रिपल्शन मोटर की चाल फ्रिकुऐंसी व पोलों की संख्या पर निर्भर नहीं करती है, परन्तु यह रिपल्शन के सिब्धांत पर निर्भर करती है और लोडी लोड पर ब्रुशों पर स्पार्किंग होने की सम्भावना रहती है। निम्न (low) चालों पर मोटर का शक्ति गुणक कम होगा। इसलिए परम्परागत प्रकार की रिपल्शन मोटरें अधिक उपयोग नहीं की जाती है अपितु अन्य सुधारी हुई तीन प्रकार की रिपल्शन मोटरें लोकप्रिय है।

कम्पन्नसैटिड विकर्षण मोटर (Compensated repulsion motor) : कम्पन्न सैटिड विकर्षण मोटर का रोटर रिपल्शन मोटर जैसा ही होता है, केवल अन्तर इतना होता है कि, सामान्य लघुपथित ब्रुशों के अतिरिक्त ब्रुशों का एक सैट इनके बीच रखा जाता है। इसके अतिरिक्त स्टेटर मे एक ओर अतिरिक्त वाइन्डिंग होती है, जिसे कम्पनसेटिड वाइन्डिंग कहते है जिसे Fig 8 में दिखाया गया है।

कम्पन्न सैटिंग वाइन्डिंग का उद्देश्य शक्ति गुणक में सुधार करना और चाल नियमन (speed regulation) अच्छा रखना है। यह कम्पन्न सैटिंग वाइन्डिंग स्टेटर के आंतरिक खाँचों में रखी जाती है और आर्मेचर के श्रेणी में जोड़ी जाती है।

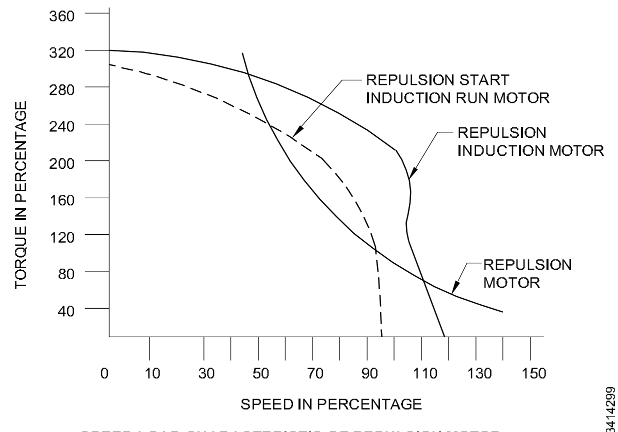
Fig 8



विकर्षण-प्रारम्भ, प्रेरण-चल मोटर (Repulsion-start, induction-run motor) : इस मोटर का रोटर, रिपल्शन मोटर की तरह का ही होता है, परन्तु कम्यूटेटर व ब्रुश यन्त्रावली (brush mechanism) पूरी तरह भिन्न होती है। यह मोटर रिपल्शन मोटर की तरह प्रारम्भ होती है, और अपनी निर्धारित गति का लगभग 75% गति प्राप्त करने के बाद एक हार जैसी necklace-type लघुपथ यन्त्रावली अपकेन्द्रिय बल से क्रियाशील होकर, पूरे कम्यूटेटर को लघुपथित कर देती है। इसके बाद आर्मेचर शार्ट सर्किट होने के पश्चात यह मोटर प्रेरण मोटर की तरह कार्य करने लगती है। कम्यूटेटर के लघुपथ हो जाने के बाद कुछ मशीनों में एक विशेष प्रकार की यन्त्रावली (mechanism) होती है जो ब्रुशों को उठा लेती है जिससे ब्रुशों और कम्यूटेटर के बीच टूट-फूट से बचा जा सकता है।

इस मोटर की टॉर्क,चाल अभिलक्षण Fig 9 में दर्शाये गये है।

Fig 9



SPEED LOAD CHARACTERISTIC OF REPULSION MOTOR

विकर्षण-प्रेरण मोटर (Repulsion-induction motor) : इस प्रकार की मोटर के रोटर में गिलहरी पिंजरा (squirrel cage) मोटर की तरह रोटर की गहराई में वाइंडिंग की जाती है। यह वाइन्डिंग सामान्य वाइन्डिंग के अतिरिक्त होती है। ब्रुश शार्ट सर्किट हो जाते है और वे पूरी तरह से कम्यूटेटर पर चढे होते है। सामान्यतया प्रारम्भिक बलाघूर्ण (starting torque) रोटर के कुण्डलित भाग में विकसित होता है, जबकि रनिंग अभिलक्षण Fig 9 में दर्शाये गये है। इससे थोड़ा कम टार्क, जो कि फुल लोड टार्क का 300% होता है, उत्पन्न होता है और यह लोड पर प्रारम्भ हो सकती है व लोड पर समरूपता से चल भी सकती है। इस मोटर के स्टार्टिंग अभिलक्षण DC कम्पाउण्ड मोटर जैसे होते है, और रनिंग अभिलक्षण प्रेरण मोटर के जैसे होते है।

अनुप्रयोग (APPLICATION): इन मोटरों में औसत स्टार्टिंग टार्क फुल लोड टार्क का 300-400 प्रतिशत तक होता है और ये मोटरें वहाँ पर पसन्द की जाती है जहाँ पर (starting period) तुलनात्मक रूप से लोडी लोड के कारण अधिक होता है। शानदार स्टार्टिंग टार्क, कुछ ओवर लोड को सहन करने की योग्यता, अच्छा स्पीड रेगुलेशन और घूमने की दिशा आसानी से परिवर्तन होने के, गुणों के कारण ये मोटरें रेफरीजरेटर एयर-कम्प्रैशर, क्वाइल वाईडर, पेट्रोल पम्पों, मशीनों टूल, मिक्सिंग मशीनों, लिफ्ट व होइस्ट इत्यादि में प्रयोग की जाती है।

स्टैप्पर मोटर (Stepper motor)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **स्टैप्पर मोटर की मौलिक सिद्धान्त व ओपन लूप ऑपरेशन का वर्णन करना**
- **प्रत्येक प्रकार की स्टैप्पर मोटर की सूची बनाना व वर्णन करना**
- **स्टैप्पर मोटर के लाभ, हानियाँ व अनुप्रयोग का वर्णन करना।**

मौलिक सिद्धांत (Basic Theory)

मूल रूप में एक स्टैप्पर मोटर सिन्क्रोनस (synchronous motor) होती है। इसमें कोई ब्रुश नहीं होते है। यह एक इलैक्ट्रोमेकैनिकल युक्ति है जो विद्युत स्पंदों (pulses) को लघु यान्त्रिक चालों (discrete mechanical) में बदलती है। स्टैप्पर मोटर की शाफ्ट या स्पिण्डल रूक-रूक कर घुमती है जब इसको उचित क्रमानुसार विद्युत स्पंदों का आदेश मिलता है। इस प्रकार की इनपुट स्पंदों के साथ कुछ सीधा सम्बन्ध होता है। मोटर की शाफ्ट के घूमने की दिशा का भी प्रदान की गई स्पंदो के साथ सीधा सम्बन्ध होता है। मोटर की शाफ्ट के घूमने की गति इनपुट स्पंदों की आवृत्ति के समानुपाती और घूमने की लम्बाई (length of rotation) सप्लाई स्पंदों की संख्या के समानुपाती होती है।

यह युक्ति लगातार नहीं घूमती है, परन्तु यह स्पंदो के रूप में घूमती है। विभिन्न प्रकार की स्टैप्पर मोटरें उपलब्ध है, जो कि प्रति चक्र 12,24,72,144,180 और 200 स्टैप के अनुसार बनाई जाती है। इन मोटरों में स्टैप्पिंग एंगल 300, 150, 50, 2.50, 20 और 1.80 प्रति स्टैप होता है।

खुला लुप परिचालन (Open loop opearation)

स्टैप्पर मोटर का सबसे उत्तम लाभ यह है कि इसमें खुला लूप पद्धति में यथार्थ (accurately) रूप में नियन्त्रित करने की योग्यता होती है। खुला लूप कन्ट्रोल का अर्थ है कि इसे इसकी स्थिति की सूचना की फीडबैक की आवश्यकता नहीं होती। इस प्रकार के कंट्रोल में महंगे संवेदनशील और फीड बैक युक्ति जैसे कि ऑप्टिकल एनकोडर (optical encoders) कीआवश्यकता नहीं होती। इनपुट स्टैप्प स्पंदो को निश्चित मार्ग (track) पर रखकर इसकी स्थिति सरलता से ज्ञात की जा सकती है।

स्टैप्पर मोटर के प्रकार (Stepper motor types): निम्नलिखित तीन प्रकार की मौलिक स्टैप्पर मोटरें होती है।

1 वेरियेबल-रिलैक्टैंस (Variable-reluctance) (Fig 1)

2 स्थायी-चुम्बक (Permanent-magnet) (Fig 2)

3 हाइब्रिड (Hybrid) (Fig 3)

1 वेरियेबल-रिलैक्टैंस (Variable-Reluctance) (VR): इस प्रकार की स्टैप्पर मोटर लम्बे समय से प्रचलन में है। Fig 1 में दर्शित एक विशेष VR स्टैप्पर मोटर को संरचना की दृष्टि से सरलता से समझा जा सकता है। इस प्रकार की मोटर में एक नरम लोह व कई दाँतो वाला रोटर व कुण्डलित स्टेटर होता है। जब स्टेटर वाइन्डिंग DC सप्लाई द्वारा अर्जित (energized) की जाती है, तो स्टेटर पोल चुम्बकित हो जाते है। जब रोटर दाँत ऊर्जित स्टेटर पोलों द्वारा आकर्षित किये जाते है तो रोटर घूमना प्रारम्भ कर देता है।

Fig 1

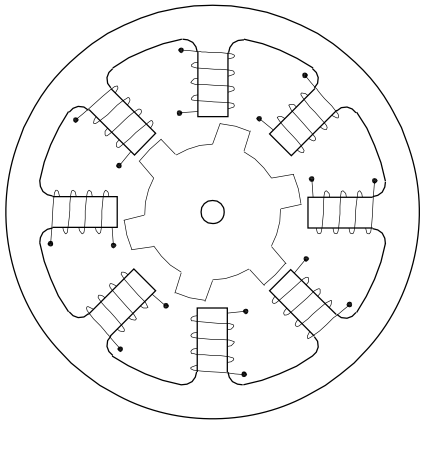


Fig 2

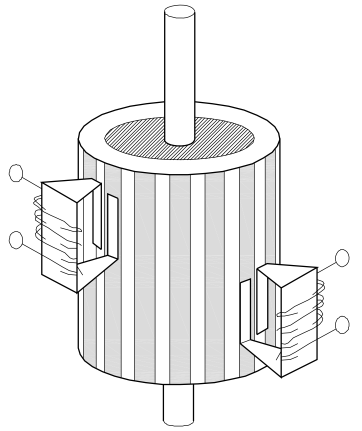
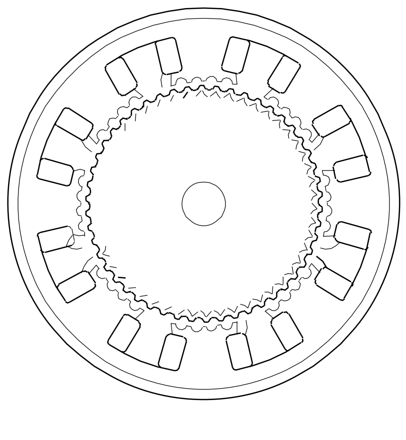


Fig 3



2 स्थायी चुम्बक (Permanent magnet) (PM): इस प्रायः टिन कैन ("tin can") या कैन स्टॉक ("can stock") मोटर के नाम से जाना जाता है जो कि स्थायी चुम्बक युक्त मोटर होती है, कम मूल्य

व निम्न रिजोल्यूशन प्रकार की मोटर होती है जिसमें स्टैप कोण 7.50 से 150 (48 - 24 स्टैप/प्रति चक्र) होते है। इस PM मोटर का स्थायी चुम्बक मोटर इसलिए रखा गया है क्योंकि Fig 2 के अनुसार इसकी संरचना में स्थायी चुम्बक जुड़े रहते है। रोटर पर VR मोटर की तरह दाँत नही होते, बल्कि रोटर प्रत्यावर्ती उत्तरी व दक्षिणी ध्रुवों द्वारा चुम्बकित होता है। ये रोटर शाफ्ट को चुम्बकित करते है। ये चुम्बकित रोटर पोल फ्लक्स तीव्रता को बढाने का कार्य करते है और इस कारण स्थायी चुम्बक PM मोटर में VR प्रकार की मोटर की अपेक्षा टॉर्क अभिलक्षणों में सुधार होता है।

3 **हाइब्रिड (Hybrid) (HB):** हाइब्रिड स्टैप्पर मोटर स्थायी चुम्बक PM स्टैप्पर मोटर से महंगी होती है, परन्तु स्टैप रैज्यूलोशन मोटर की अपेक्षा बेहतर टॉर्क व गति प्रदान करती है। HB स्टैप्पर मोटर में स्टैप कोण विशेष रूप से 3.60 से 0.90 की परास में (100 - 400 स्टैप प्रति चक्र) होते है। हाइब्रिड स्टैप्पर मोटर में PM मोटर व VR प्रकार की स्टैप्पर मोटर के दोनों के गुण सम्मिलित होते है। इसके रोटर पर VR स्टैप्पर मोटर की तरह कई दाँते होते है और इसकी शाफ्ट के के चारों और अक्षीय रूप में सकेन्द्रित (concentric) चुम्बक होते है जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है। रोटर पर दाँत एक समान अच्छा मार्ग प्रदान करते है जो चुम्बकीय फ्लक्स को वायु अन्तराल में उचित स्थान प्राप्त करनेमें सहायता करता है। इसके अतिरिक्त यह VR व PM प्रकार की मोटरों की अपेक्षा शानदार, होल्डिंग व डायनेमिक टॉर्क अभिलक्षण प्रदान करती है।

दो सबसे अधिक उपयोग होने वाली स्टैप्पर मोटरों में स्थायी चुम्बक व हाइब्रिड प्रकार की स्टैप्पर मोटरें है।

लाभ व हानियाँ (Advantages and Disadvantages)

लाभ (Advantages)

1 मोटर का घूर्णमान कोण (rotation angle) इनपुट पल्स (pulse) के समानुपाती होता है।

2 यदि वाइन्डिंग को ऊर्जित (energized) कर दिया जाए तो स्टार्टिंग की अवस्था से मोटर में फुल टार्क विकसित होता है।

3 अच्छी स्टैप्पर मोटर में शुद्धता की स्थिति (Preciese positioning) और दुबारा चलने पर प्रत्येक स्टैप में 3-5% शुद्धता के साथ चलने की योग्यता होती है और यह त्रुटि अगले स्टैप में जुडती नहीं है।

4 स्टार्टिंग/स्टॉपिंग/ रिवर्स करने में शानदार प्रदर्शन करती है।

5 चूंकि मोटर में ब्रुश सम्पर्क नही है, इसलिए बहुत विश्वसनीय है। इसलिए मोटर की आयु केवल बियरिंग की आयु पर ही निर्भर रह जाती है।

6 डिजीटल इनपुट पल्स के साथ मोटर ओपन लूप कन्ट्रोल प्रदान करती है, जिससे मोटर बनावट में सरल हो जाती है और नियन्त्रण सस्ता हो जाता है।

7 मोटर की शाफ्ट से सीधा जुडा लोड पर, मोटर से बहुत कम चाल पर भी सिन्क्रोनस चाल प्राप्त करना सम्भव है।

8 इनपुट पल्स की फ्रीक्वेंसी के समानुपाती घूमने की चाल को बडी रेंज में प्राप्त किया जा सकता है।

हानियाँ (Disadvantages)

1 उचित प्रकार से नियन्त्रित न करने पर अनुनाद (Resonances) उत्पन्न हो जाता है।

2 उच्च चाल पर परिचालन आसान नही है।

उपयोग (Application)

इसके कई उपयोग है जिनमें है प्रिन्टर, प्लॉटर, कार्यलयो के उपकरणों की कई प्रकार, हार्ड डिस्क ड्राइव, चिकित्सकीय उपकरण, फैक्स मशीन, ऑटोमोटिव व कई अन्य उपकरण।

हिस्टेरिसिस मोटर (Hysteresis motor)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **हिस्टेरिसिस मोटर की संरचना का विवरण देना**
- **हिस्टेरिसिस मोटर के कार्य सिद्धांत का वर्णन करना**
- **टार्क-चाल (टार्क स्पीड) अभिलक्षण का वर्णन करना**
- **हिस्टेरेसिस मोटर के लाभ, हानियाँ व उपयोग की सूची बनाना।**

एक हिस्टेरिसिस मोटर, एक सिन्क्रोनस मोटर होती है जिसमें उभरे हुए पोल नही होते और न ही dc उत्तेजन होता है, जो इसके कठोर इस्पात द्वारा बने द्वितीयक भाग (secondary member) में उत्पन्न हिस्टेरेसिस हानियों द्वारा स्टार्ट होती है, इस भाग में प्राइमरी भाग द्वारा घूमता हुआ फ्लक्स उत्पन्न होता है और यह सामान्यतया सिन्क्रोनस चाल पर परिचालित होती है। द्वितीयक क्रोड secondary core की धारणशीलता के कारण हिस्टेरेसिस टॉर्क पर चलती रहती है।

यह एक एक फेज मोटर होती है, जिसका परिचालन हिस्टेरेसिस प्रभाव पर निर्भर करता है जैसे कि फैरोमैग्नेटिक पदार्थ में उत्पन्न चुम्बकत्व का चुम्बकीय बल से पीछे रह जाना।

सरंचना (Construction):

इसमें है: (i) स्टेटर

(ii) रोटर

i) स्टेटर(Stator): इसका स्टेटर इस प्रकार डिजाइन किया जाता है कि यह एक फेज पदार्थ पर तुल्यकालिक घुमता हुआ फिल्ड पैदा कर सकें। स्टेटर में मुख्य व एग्लीलरी वाइंडिंग होती हैं (जो कि स्पिलिट फेज हिस्टेरेसिस मोटर के रूप में जानी जाती है) जो कि Fig. 1.में दर्शाये अनुसार रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड उत्पन्न करती है। (स्टेटर शेडिड मोटर कहलाती है) जो कि Fig. 2 में दिखाया गया हैं।

Fig 1

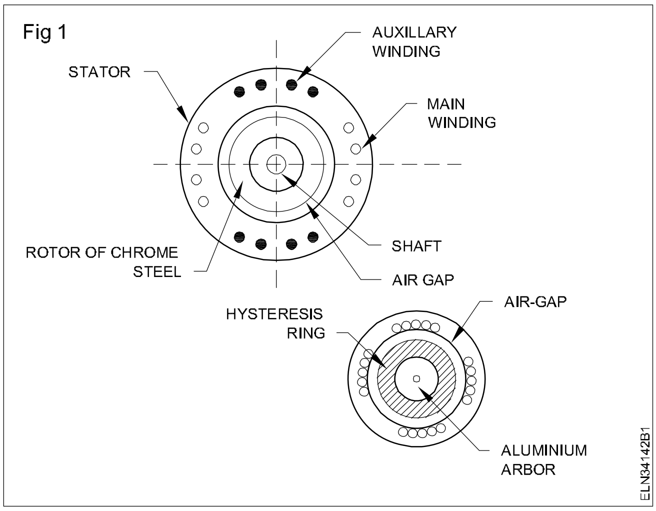
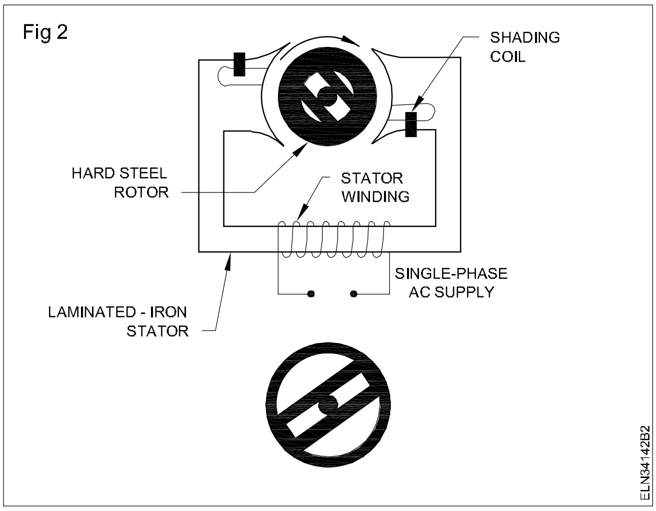
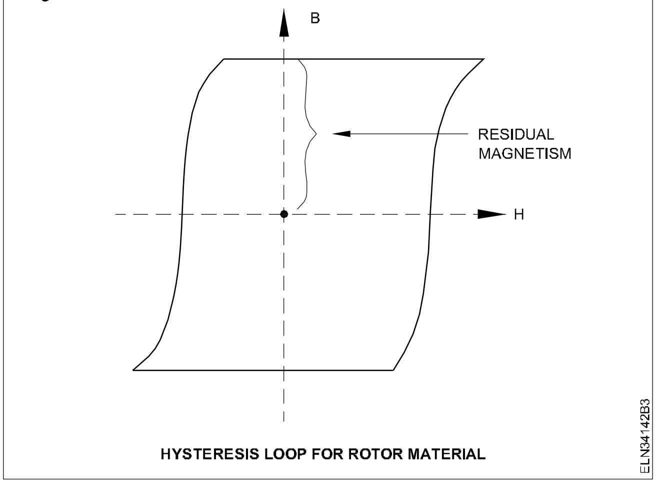


Fig 2



ii) रोटर (Rotor) : हिस्टेरेसिस मोटरों का रोटर उच्च हिस्टेरेसिस हानियों वाले चुम्बकीय पदार्थ से बना होता है, जिसका हिस्टेरेसिस लूप क्षेत्रफल Fig. 3 में दर्शाये अनुसार बहुत बड़ा होता है। रोटर पर कोई वाइडिंग या दांत नहीं होता है। इस प्रकार के रोटर पर दो या अधिक बाहरी छल्ले और क्रॉस बार होते हैं, ये सभी कठोर इस्पात का उष्मा उपचारित करके बनाए जाते है। इस्पात का चयन इस प्रकार किया जाता है कि इसका हिस्टेरिसिस लूप क्षेत्र बहुत बड़ा हो। जब घुमता हुआ फिल्ड रोटर के ऊपर से गुजरता है तो हिस्टेरिसिस प्रभाव से बलपूर्ण विकसित होता है और मोटर चलना प्रारम्भ कर देती है। जैसे ही गति बढ़कर सिन्क्रोनस गति के लगभग बराबर होने लगती है, तो फ्लक्स के मार्ग में क्रास बार निम्न प्रतिष्टम्भ (low reluctance) प्रदान करती है और इस प्रकार रोटर में एक स्थायी पोल स्थापित हो जाता है और इस कारण मोटर सिन्क्रोन्स गति से लगातार घूमती रहती है।

Fig 3



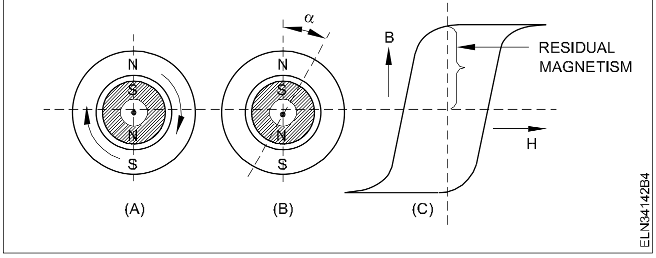
HYSTERESIS LOOP FOR ROTOR MATERIAL

कार्य सिद्धांत (Working Principle):

जब स्टेटा को उर्जित (energized), किया जाता है, तो यह घूमने वाला चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है। प्रारम्भ के समय मुख्य वाइडिंग व एग्लीलरी वाइडिंग सप्लाई से जुड़ी होनी चाहिए, ताकि रनिंग अवस्था में रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड बना रहें। प्रारम्भ के क्षणों में रोटर भँवर धारा टार्क व हिस्टेरिसिस बलाघूर्ण द्वारा घूमना शुरू करता है। एक बार जब चाल तुल्यकालिक चाल के बराबर पहुंचती है तो स्टेटर, रोटर को तुल्यकालन की ओर खींच लेता है।

इस अवस्था में स्टेटर फिल्ड व रोटर फिल्ड के बीच सापेक्ष गति समाप्त हो जाती है, इसलिए भवर धाराओं के कारण उत्पन्न टार्क भी समाप्त हो जाता है। जब रोटर तुल्यकालिक चाल से घूमने लगता है, तो स्टेटर का रोटेटिंग फिल्ड फ्लक्स रोटर पर पोल उत्पन्न करने लगता है जैसा कि Fig. 4 में दिखाया गया है।

Fig 4



हिस्टेरेसिस प्रभाव के कारण रोटर पोल अक्ष रोटेटिंग मेग्नेटिक फील्ड के अक्ष से पीछे हो जाता है। इस कारण रोटर दके पाले घूमने वाले स्टेटर के पोलो की ओर आकर्षित हो जाते हैं। इस प्रकार रोटर जो टॉर्क प्राप्त करता है वह हिस्टेरेसिस टॉर्क कहलाता है। सभी चालों पर यह टॉर्क स्थिर रहता है।

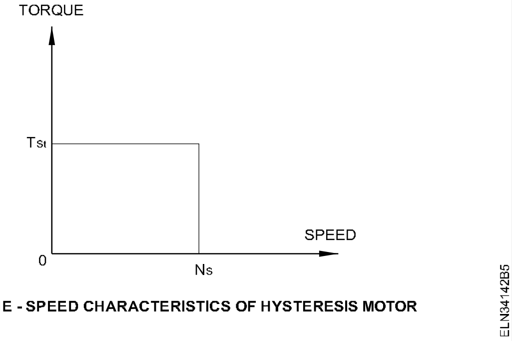
जब स्टेटर फिल्ड अग्र दिशा में बढ़ता है, उच्च अवशिष्ट चुम्बकत्व के कारण (धारणशीलता) रोटर की पोल सामर्थ्य बनी रहती है। हिस्टेरिसिस टॉर्क रोटर गति से स्वतंत्र होता है। उच्च धारण शीलता स्टेटर व रोटर के बीच चुम्बकीय जकडन बनाए रखती है। केवल हिस्टेरेसिस टॉर्क उपस्थित रहता है जो रोटर को तुल्यकालिक गति पर चलाता रहता है।

हिस्टेरेसिस मोटर के रोटर में उत्पन्न हिस्टेरेसिस हानियाँ हिस्टेरिसिस लूप क्षेत्रफल के समानुपाती होती है,। इन हानियों के कारण रोटर में ऊष्मा होती है।

टार्क चाल अभिलक्षण (Torque-Speed Characteristics)

इस प्रकार की मोटर में स्टार्टिंग व रनिंग टार्क लगभग समान रहता है। चूंकि स्टेटर में दो वाइडिंग होती है, इस कारण इसकी घूमने की दिशा मुख्य वाइडिंग या एग्लीलरी वाइडिंग के टर्मिनल बदल कर बदली जा सकती है। Fig. 5 में बलापूर्ण चाल अभिलक्षण दिखाए गए है।

Fig 5



TORQUE - SPEED CHARACTERISTICS OF HYSTERESIS MOTOR

लाभ (Advantages):

हिस्टेरेसिस मोटर के निम्नलिखित लाभ हैं:

1 चूंकि रोटर में कोई दाँते नही होते, कोई वाइडिंग नही होती, तो यात्रिंक कम्पन्न भी नहीं होते है।

2 कम्पन्न रहित होने के कारण, परिचालन शांत व शोर रहित होता है।

3 प्रारम्भिक लोड पर स्टार्ट होने में योग्य है।

4. गियर ट्रेन लगाने से कई स्पीड प्राप्त करने में योग्य है।

हानियाँ (Disadvantages):

हिस्टेरेसिस मोटर के निम्नलिखित लाभ हैः

1 समान आकार की प्रेरण मोटर की अपेक्षा आऊटपुट एक चौथाई है।

2 दक्षता निम्न है।

3 शक्ति गुणक निम्न होता है।

4 टॉर्क कम होता है।

5 बहुत छोटे साईज में उपलब्ध है।

उपयोग (Applications):

शोर रहित परिचालन के कारण यह ध्वनि रिर्कोडिंग यन्त्रों में उपयोग की जाती है इसके अतिरिक्त ध्वनि उत्पन्न करने वाली उपकरणो में, उच्च गुणवत्ता वाले रिकार्ड प्लेयर, इलैक्ट्रिक क्लॉक, टेलिप्रिन्टर व टाइमिंग युक्तियो में उपयोग होती है।

रिलक्टैंस मोटर (Reluctance motor)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **रिलक्टैंन्स मोटर के प्रकार की सूची बनाना**
- **रिलेक्टैंस मोटर के परिचालन का वर्णन करना**
- **रिलक्टैंस मोटर के उपयोग की सूची बनाना।**

रिलक्टैंस मोटर एक ऐसी विद्युत मोटर है जिसके फैरोमैग्नेटिक रोटर में अस्थायी चुम्बकीय पोल उत्पन्न होते है। मोटर में चुम्बकीय रिलक्टैंस की अवधारणा द्वारा टॉर्क उत्पन्न होता है।

रिलक्टैंस मोटर निम्न प्रकार की होती हैः

- सिन्क्रोनस रिलक्टैंस मोटर (Synchronous reluctance motor)
- परिवर्तित रिलक्टैंस मोटर (Variable reluctance motor)
- स्विच्ड रिलक्टैंस मोटर (Switched reluctance motor)
- परिवर्तित रिलक्टैंस स्टैपिंग मोटर (Variable reluctance stepping motor)

रिलक्टैंस मोटरें कम मूल्य पर बहुत उच्च शक्ति घनत्व प्रदान कर सकती है, इसलिए बहुत सारे अनुप्रयोगों में आदर्श बन गई है। परन्तु हानियाँ यह है कि जब कम गति पर परिचालित होती है तो बलाघूर्ण में रिप्पल पैदा होते है जिसके कारण शोर भी उत्पन्न होता है। (एक घूमाव चक्र में उच्चतम व न्यूनतम बलाघूर्ण के अन्दर को टॉर्क रिप्पल कहते है।)

रिलक्टैंस मोटर का परिचालन (Operation of reluctance motor)'

स्टेटर में कई उभरे हुए (salient) इलैक्ट्रोमैग्नेट पोल होते है, जो कि ब्रुश युक्त DC मोटर की तरह कुण्डलित होते है। (Fig 1) रोटर नरम चुम्बकीय पदार्थ युक्त होता है, जैसे कि पट्टलित सिलीकॉन स्टील, जिसके कई सारे उभरे हुए होते है जो चुम्बकीय रिलक्टैंस के माध्यम से सेलीयेन्ट मैगनेटिक पोल की तरह कार्य करते है। रिलक्टैंस मोटर का स्विच ऑन करने पर, विशेषकर रोटर पोलों की संख्या स्टेटर पोलों की संख्या से कम होती है, जो टॉर्क रिप्पल को कम कर देती है और पोलों को उस एलाइनमेन्ट पॉजिशन से रोकती है जिस पर टॉर्क उत्पन्न नही होता है।

जब एक रोटर पोल दो पास पास वाले स्टेटर पोलों से बराबर दूरी पर होता है, तो रोटर पोल "पूर्णतया अनएलाइन्मैंन्ट पोजिशन" में कहा जाता है। रोटर पोल के लिए यह पोजिशन उच्चतम चुम्बकीय रिलक्टैंस वाली होती है। एलाईन पॉजिशन में, दो (या अधिक) रोटर पोल पूर्णतया दो (या अधिक) स्टेटर पोलों के साथ एलाईन में होते है, (जिसका अर्थ है कि

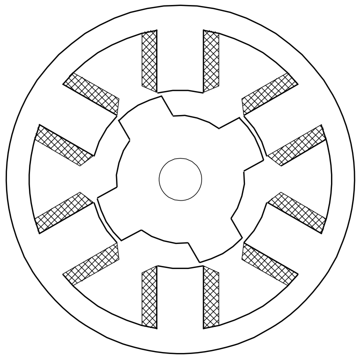
पूर्णतया स्टेटर पोलों के सामने स्थित है) और इस अवस्था मे न्यूनतम रिलक्टैंस प्राप्त होती है।

जब स्टेटर पोल को ऊर्जित (energized) किया जाता है, रोटर टॉर्क इस दिशा में होता है, कि यह रिलक्टैंस को कम कर देगा। इस प्रकार सबसे नजदीक वाला रोटर पोल एलाइनमेन्ट पॉजिशन की ओर खींच लिया जाता है जो कि स्टेटर फिल्ड की ओर होती है (यह वह पॉजीशन है जब रिलक्टैन्स कम होती है) (यह वही प्रभाव है जो सॉलिनाइड में उपयोग किया जाता है या जब चुम्बक द्वारा फैरामैगनेटिक धातु उठाई जाती है) लगातार घुमाव रखने के लिए, स्टेटर फिल्ड रोटर पोलों से आगे घुमना चाहिए, इस प्रकार रोटर लगातार स्टेटर की तरफ खींचा रहेगा।

उपयोग (Applications)

- एनालॉग इलैक्ट्रिक मोटर
- वाशिंग मशीन डिजाइन
- न्यूक्लीयर रिएक्टरों में कंट्रोल रोड ड्राइव मैकेनिज्म में
- हार्ड डिस्क ड्राइव मोटर में।

Fig 1



RELUCTANCE MOTOR 6 STATOR & 4 ROTOR

ELN34142C1

प्रत्यावर्तक - सिद्धांत - पोल, चाल व आवृत्ति में सम्बन्ध (Alternator - Principle - Relation between poles, speed and frequency)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **प्रत्यावर्तक के कार्य सिद्धांत का वर्णन करना**
- **एकल लूप प्रत्यावर्तक द्वारा ज्या तरंग वोल्टेज उत्पन्न करने की विधि का वर्णन करना**
- **आवृत्ति, पोलों की संख्या व तुल्यकाली चाल में सम्बन्ध का वर्णन करना।**

प्रत्यावर्तक का सिद्धांत (Principle of an alternator): एक प्रत्यावर्तक (alternator) DC जनरेटर की तरह ही विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के सिद्धांत कार्य करता है, जब चालक चुम्बकीय क्षेत्र में गति करता है, तो इससे बल रेखाएँ कटती है और उस चालक में वि० वा० बल उत्पन्न हो जाता है। परिवर्तनीय रूप में जब तक फिल्ड व चालक में सापेक्ष गति रहता है तो चालक में वि०वा० बल उत्पन्न होगा। पैदा हुई वि० वा० बल की मात्रा फ्लक्स लिंक में परिवर्तन या फ्लक्स कटने की दर के समानुपाती होती है।

DC जनरेटर के सन्दर्भ में, हम जानते है कि रोटेटिंग आर्मेचर कुण्डलियों में उत्पन्न वि०वा० बल प्रत्यावर्ती होता है, यह बाहरी परिपथ में कम्यूटेटर की सहायता से DC में परिवर्तित किया जाता है। परन्तु आल्टरनेटर के मामले में, आर्मेचर कुण्डलियों में उत्पन्न प्रत्यावर्ती धारा सीधे स्लिपरिंगों की सहायता से बाहरी परिपथ को प्राप्त हो जाती है। एक आल्टरनेटर में जब चुम्बकीय क्षेत्र को स्थिर, स्टेटर चालकों के बीच घुमाया जाता है तो भी स्टेटर चालकों में प्रत्यावर्ती धारा उत्पन्न होती है।

एकल लूप प्रत्यावर्तक द्वारा ज्यातरंग वोल्टेज का उत्पादन (Production of sine wave voltage by single loop alternator): Fig 2a में एक एकल लूप प्रत्यावर्तक दिखाया गया है। जैसे ही यह चुम्बकीय क्षेत्र मे घूमता है, इसमें उत्पन्न वोल्टेज निम्न प्रकार से अपनी दिशा व मान बदलती है।

AC जनरेटर के वायर लूप में उत्पन्न वोल्टेज के परिमाण व दिशा को ग्राफ में दर्शाने के लिए Fig 1 में दर्शाये अनुसार `X' अक्ष में 30 विद्युत डिग्री के अन्तर से विद्युत डिग्रीयो का लूप का विस्थापन दिखाया गया है। जैसा कि Fig 2c में दिखाया गया है। `X' अक्ष पर तीन डीविजन, लूप का एक चौथाई घुमाव प्रदर्शित करता है। छः डीविजन अर्द्ध घुमाव को प्रदर्शित करता है। पैदा हुई वोल्टेज का परिमाण `Y' अक्ष पर उचित स्केल द्वारा रखा गया है।

X-अक्ष से ऊपर का भाग धनात्मक वोल्टेज व x-अक्ष से नीचे का भाग ऋणात्मक वोल्टेज को दर्शाता है जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

Fig 1

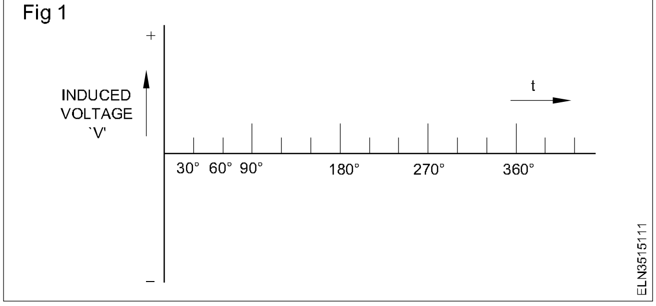
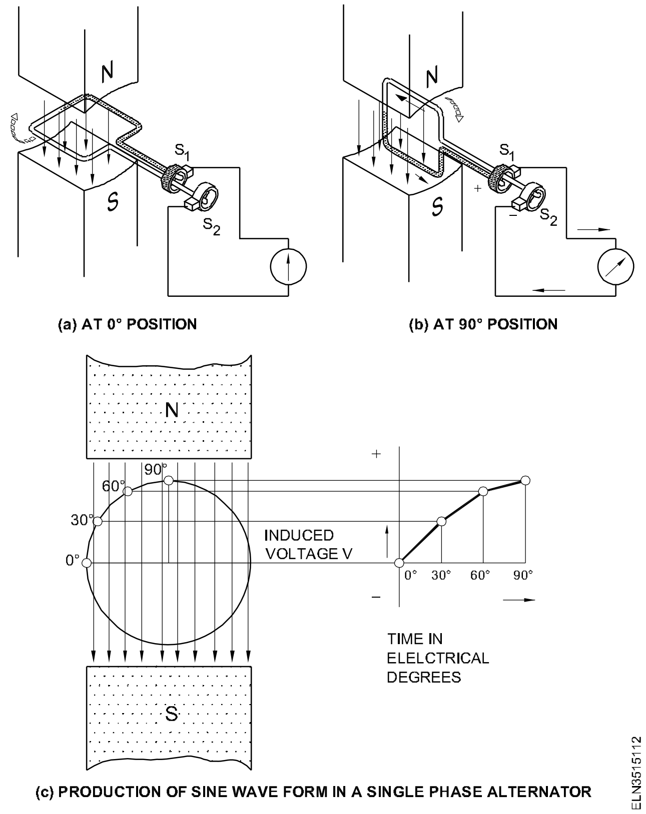


Fig 2a में लूप की प्रारम्भिक अवस्था दिखाई गई है और इसे Fig 2c में पॉजिशन `O' पर दिखाया गया है, इस पॉजिशन पर लूप मुख्य फ्लक्स के समानांतर चलता है, लूप कोई बल रेखा काट नहीं रहा है और इसलिए कोई वोल्टेज उत्पन्न नहीं होगा। ग्राफ में प्रारम्भ अवस्था में यह वोल्टेज शून्य वोल्टेज से दर्शाई गई है और Fig 2c में दर्शाये अनुसार वक्र की यह प्रारम्भ अवस्था है। उत्पन्न वि० वा० बल का परिमाण सूत्र $E_o = BLV \sin\theta$ से दर्शाया गया है।

Fig 2



(c) PRODUCTION OF SINE WAVE FORM IN A SINGLE PHASE ALTERNATOR

जहाँ

B फ्लक्स घनत्व वेबर प्रति वर्ग मीटर में

L चालक की लम्बाई मीटर में

V लूप के घूमने का गति मीटर/सैकिण्ड में

θ कोण जिस पर चालक बल रेखाओं को काट रहा है।

चूंकि $\sin\theta = 0$

शून्य पॉजिशन पर उत्पन्न E का मान भी शून्य है। जैसे ही लूप क्लॉकवाईज दिशा में 30° आगे बढता है जैसाकि Fig 2c,में दिखाया गया है, लूप बल रेखाओ को काटता है और लूप में (E_{30}) वि० वा० बल उत्पन्न होता है जिसका परिणाम BLV Sinθ के तुल्य होगा जब θ ,30° के तुल्य है।

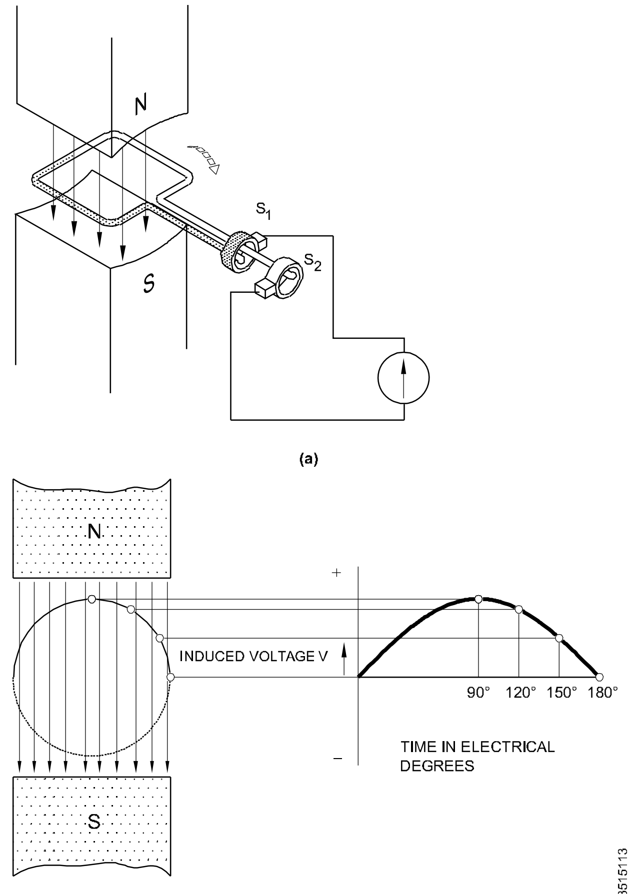
उपरोक्त सूत्र को लागू करते हुए हम लूप की 90° अवस्था पर Fig 2c में दर्शाये अनुसार उच्चतम मान प्राप्त करते है।

जैसे ही लूप आगे 180° की ओर अग्रसर होता हे तो यह प्राप्त होता है कि बल रेखाएँ कटते हुए शून्य तक कम हो जाती है । यदि प्रत्येक पॉजिशन पर उत्पन्न वि०वा० बल की मात्रा को एक बिन्दु द्वारा दर्शाया जाये और बिन्दु द्वारा वक्र खींचा जाए तो Fig 3b के अनुसार दिखाये गये आकार का वक्र प्राप्त होगा।

लूप के 0 से 180° तक घूमने के दौरान, स्लिप रिंग S_1 धनात्मक व स्लिप रिंग S_2 ऋणात्मक होगा।

इस प्रकार 180° की पॉजिशन पर, लूप बल रेखाओं के साथ समानांतर में घूम रहा है, इसलिए कोई बल रेखा नही कट रही है और Fig 3b में दर्शाये अनुसार लूप में कोई वि०वा बल उत्पन्न नही हो रहा है।

Fig 3



(b) VALUE OF INDUCED E.M.F. AT POSITION 180° FROM START

आगे 180° से 270° की पॉजिशन पर लूप के घूमने पर, पुनः वोल्टेज बढ जाती है परन्तु ध्रुवता polarity Fig 4b अनुसार विपरीत हो जाती है। लूप के 180 से 360° तक घूमने पर, स्पिलपरिंग S_2 धनात्मक होगा और S_1 ऋणात्मक हो जायेगा जैसा कि Fig 4a में दिखाया गया है। इस प्रकार 270° पर उत्पन्न वोल्टेज उच्चतम होगी और यह 360° पर घटर शून्य हो जायेगी। Fig 5b में लूप के एक पूर्ण चक्कर पूरा करने पर उत्पन्न वोल्टेज के दोनों परिमाण व दिशा परिवर्तन के साथ दिखाये गये है। इसे एक साइकल कहते है।

इस प्रकार की तरंग रूप, ज्या तरंग कहलाती है, क्योंकि उत्पन्न वि०वा० बल के परिमाण व दिशा साईन नियम का कठोरता से पालन करते है। एक सैकिण्ड मे पूर्ण किये गये साइकल की संख्या आवृत्ति कहलाती है। हमारे देश में हम AC सप्लाई में 50 साइकल की फ्रिक्वेन्सी उपयोग करते है जो कि 50 Hz से दर्शायी गई है।

Fig 4

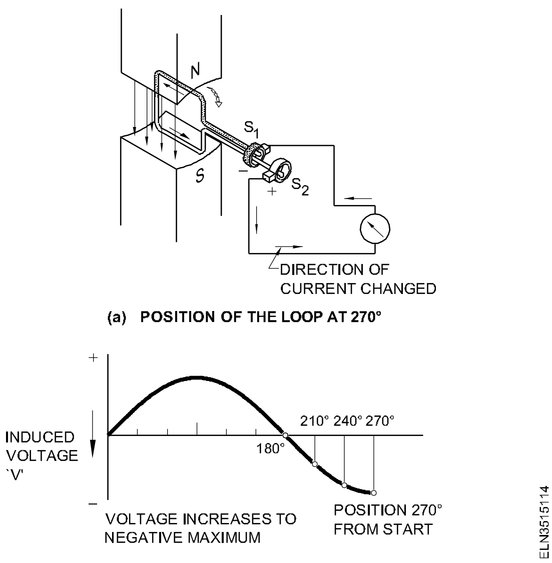
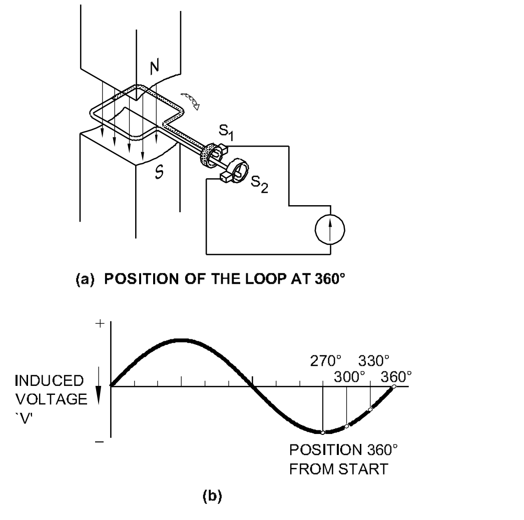
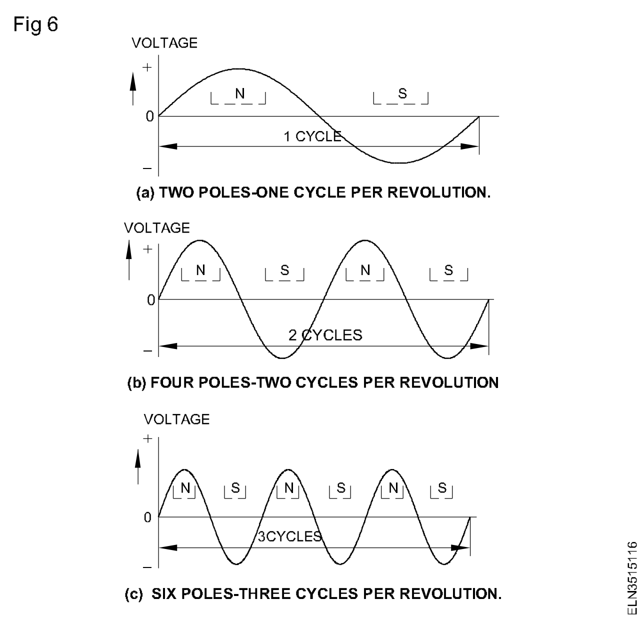


Fig 5



प्रत्यावर्तक के पोलों की संख्या, चाल व आवृत्ति में सम्बन्ध (Relation between frequency, speed and number of poles of alternator): यदि प्रत्यावर्तक के केवल दो पोल है, लूप के एक चक्कर घूमने मे उत्पन्न वोल्टेज का एक साइकल पूर्ण होता है। यदि इसके चार पोल है, तब कुण्डली द्वारा एक पूर्ण चक्कर में वोल्टेज के दो साइकल उत्पन्न होगें, अतः जब यह एक उत्तरी ध्रुव व दक्षिणी ध्रुव के एक सैट को क्रॉस करती है तो एक साईकल पूरा होता है।

Fig 6 में साइकलों की संख्या दिखाई गई है जो कि एक क्वायल द्वारा एक घुमाव चक्र में क्रमशः 2 पोल, 4 पोल व 6 पोल द्वारा उत्पन्न किये गये है। इससे यह स्पष्ट है कि प्रति घुमाव चक्र में उत्पन्न साइकलों की संख्या, पोलों



की संख्या के समानुपाती है। पोल `P' को दो से भाग किया गया है। इसलिए प्रति सैकण्ड उत्पन्न साइकल की संख्या P/2, पर निर्भर करती है, और मशीन की चाल चक्र प्रति सैकिण्ड है।

इसलिए आवृत्ति $F = \frac{P}{2} \times 'n'$

जहाँ `n' r.p.s. में

`P' पोलों की संख्या है।

सामान्यतया चाल को r.p.m. में दर्शाया जाता है।

तब हम आवृत्ति प्राप्त करेंगें $F = \frac{PN}{2 \times 60} = \frac{PN}{120}$

जहाँ P पोलों की संख्या है और r.p.m. में गति है।

इस प्रकार हम कह सकते है कि एक प्रत्यावर्तक की आवृत्ति पोलों की संख्या और चाल के समानुपाती होती है।

प्रत्यावर्तकों के प्रकार व सरंचना (Types and construction of alternators)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

• विभिन्न प्रकार के प्रत्यावर्तकों की प्रकार व संरचना का वर्णन करना।

प्रत्यावर्तकों के प्रकार (Types of alternators): एक महत्वपूर्ण दृष्टिकोण में DC व AC जनरेटर समान प्रकार के होते है, अर्थात ये दोनों आर्मेचर चालकों में प्रत्यावर्ती विद्युत वाहक बल उत्पन्न करते है। AC जनरेटर विद्युत ऊर्जा को समान रूप मे अर्थात प्रत्यावर्ती वि०वा० बल को ही स्लिप रिंगों की सहायता से बाहरी लोड परिपथ को भेजता है।

AC जनरेटर जिन्हें प्रत्यावर्तक (alternators) के नाम से भी जाना जाता है, इसे एक निश्चित स्थिर चाल पर चलाया जाता है जिसे तुल्यकाली चाल कहते है, क्योंकि उत्पन्न वि०वा० बल की आवृत्ति चाल से ज्ञात की जाती है। इस कारण से ये मशीनें सिन्क्रोनस आल्टरनेटर या सिन्क्रोनस जनरेटर के नाम से जानी जाती है।

घूर्णन भाग के प्रकार के अनुसार वर्गीकरण (Classification according to the type of rotating part): प्रत्यावर्तक में घूमने वला भाग कौन सा है, इस अनुसार भी प्रत्यावर्तक को वर्गीकृत किया जाता है। पिछले पाठों में हम चर्चा कर चुके है कि प्रत्यावर्तक में चुम्बकीय क्षेत्र ध्रुव स्थिर है या घूमने वाला है। जिन प्रत्यावर्तक में चुम्बकीय क्षेत्र स्थिर होता है। और आर्मेचर घूमने वाला होता है, वह **आर्मेचर घूर्णन प्रकार** का होता है, और जिन प्रत्यावर्तकों मे आर्मेचर स्थिर व चुम्बकीय क्षेत्र गतिमान होता है वह **क्षेत्र घूर्णन (rotating field type) प्रकार** का होता है। फिल्ड घूमने वाले प्रत्यावतर्कों के निश्चित लाभ होते है।

फिल्ड घूमने वाले प्रत्यावर्तकों के लाभ (Advantages of using rotating field type alternators)

फिल्ड घूमने वाले प्रत्यावर्तकों में केवल दो स्लिप रिंगों की आवश्यकता होती है, चाहें फेजों की संख्या कुछ भी हो।

चूंकि मुख्य वाइंडिंग स्टेटर में रखी जाती है, क्योंकि आन्तरिक परिधि क्षेत्रफल अधिक होने के कारण स्टेटर में अधिक चालक रखे जा सकते है। अधिक चालकों के परिणामस्वरूप उच्च वोल्टेज करंट का उत्पादन होता है।

चूंकि वह वाइन्डिंग जिसमें वि० वा० बल उत्पन्न होता है, स्थिर है इसलिए इसमें वाइन्डिंग के ढीला होने या टूटने की सम्भावना नहीं रहती है और घूर्णन बल के न होने के कारण जोड भी ढीले नहीं होते।

स्थिर आर्मेचर और बाहरी (load) सर्किट के बीच कोई sliding सम्पर्क नहीं होती, इससे सप्लाई सीधे ही ली जा सकती है। कम पावर व कम वोल्टेज वाले फिल्ड एक्साइटेंशन के लिए केवल दो स्लिप रिंग की आवश्यकता रोटर में पडती है। इस कारण स्पार्किंग व कम दोष (faults) उत्पन्न होने की सम्भावना होती है।

मुख्य वाइंडिंग (winding) स्थिर होती है, चालकों को सरलता से व प्रभाविक रूप से इन्सुलेट किया जा सकता है, और उच्च आउटपुट वोल्टेज के लिए, इन्सुलेटिंग कीमत कम हो जाती है। (कम परावैद्युत सामर्थ्य का इन्सुलेशन पर्याप्त है)।

स्थिर मुख्य चालकों को कम देखभाल की आवश्यकता होती है।

किसी दी हुई क्षमता के लिए रोटेटिंग आर्मेचर प्रकार की अपेक्षा रोटर पर फिल्ड वाइन्डिंग लोड में हल्की होती है, इससे प्रत्यावर्तक को उच्च चाल पर चलाया जा सकता है।

फेजों के संख्या के आधार पर वर्गीकरण (Classification according to the number of phases): प्रत्यावर्तको का वर्गीकरण का अन्य विधि है कि प्रत्यावर्तक एक फेज या 3-फेज में वोल्टेज उत्पन्न करता है जिनमें एक प्रकार है 1) एक फेज प्रत्यावर्तक 2) तीन फेज प्रत्यावर्तक।

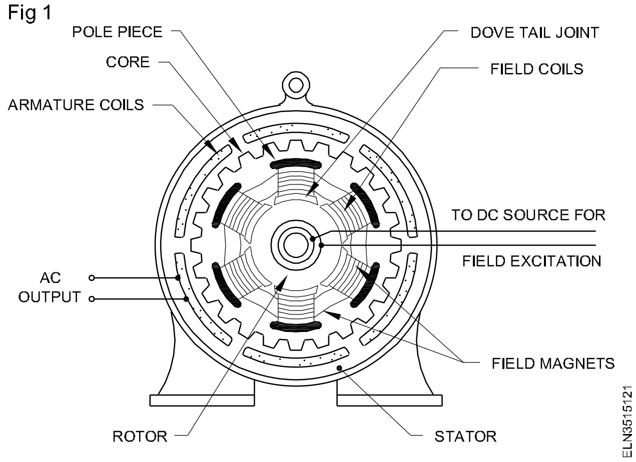
एक फेज प्रत्यावर्तक (Single-phase alternators): एकल कला single-phase प्रत्यावर्तक वह है जो केवल एक प्रकार की वोल्टेज प्रदान करता है। आर्मेचर कुण्डलियां श्रेणी में जुड कर वोल्टेज देती है, दुसरे शब्दों मे प्रत्येक कुण्डली में उत्पन्न वि० वा० बल का योग होकर कुल आउटपुट वोल्टेज प्राप्त होती है। एक फेज प्रत्यावर्तक केवल छोटे आकार में बनाये जाते है। ये निर्माणाधीन स्थानों पर अस्थाई विकल्प के रूप में पावर सप्लाई के लिए और सुदूर स्थानों पर स्थाई स्थापना में प्रयोग किये जाते है।

तीन-फेज प्रत्यावर्तक (Three-phase alternators): ये प्रत्यावर्तक दो प्रकार की वोल्टेज प्रदान करते है जिन्हें फेज व लाइन वोल्टेज कहते है। इनमें तीन वाइंडिंग परस्पर 120° पर रखी जाती है जो कि अधिकतर स्टार में जुडी होती है जिनसे तीन मुख्य टर्मिनल U,V,W व चौथा न्यूट्रल टर्मिनल `N' निकलता है।

ये प्रत्यावर्तक ऐसे प्राइम मूवर से चलाये जाते है जैसे डीजल ईंजन, भांप टरबाईन व वाटर व्हील इत्यादि जो कि उपलब्ध स्त्रोत पर निर्भर करती है।

प्रत्यावर्तकों की संरचना (Construction of alternators): एक फिल्ड घूमने वाले प्रत्यावर्तक का मुख्य भाग Fig 1 मे दिखाया गया है।

Fig 1



स्टेटर (Stator): इसमें मुख्यतया आर्मेचर क्रोड होता है जो कि स्टील एलॉय (सिलिकॉन स्टील) की पट्टलों से बना होता है, इसकी आन्तरिक परिधि में स्लॉट कटे होते है जिनमें आर्मेचर चालक रखे होते है। आर्मेचर क्रोड एक छल्ले केरूप में होती है जो एक फ्रेम में फिट होती है जोकि ढलवां लोहा या स्टील प्लेट को वैल्ड करके बनाया जाता है ताकि भंवर धारा हानियाँ कम की जा सके, जो कि स्टेटर क्रोड में उत्पन्नहोती है जब रोटेटिंग फिल्ड पोल द्वारा फ्लक्स उत्पन्न करता है। छोटी मशीनों में पट्टलें laminated एक पूरे रिंग में स्टैम्पड होती है और बड़ी मशीनों में ये खण्डों के रूप में होती है और ये पट्टलें एकदूसरे से इन्सुलेटिड होती है जिसके लिए कागज या वार्निश का उपयोग किया जाता है। पट्टलो में छिद्र भी रखे जाते है जो अक्षीय या रेडियल रूप में नाली (ducts) बनाते है जो प्रभाविक शीतलन (cooling) प्रदान करते है। एक स्टेटर का सामान्य रूप फ्रेम के साथ Fig 2 में दिखाया गया है।

आर्मेचर क्रोड में रखे स्टेटर क्रोड में मुख्यतया दो प्रकार के स्लाट बनाये जाते है जिनमें आर्मेचर कुण्डलियां रखी जाती है जो कि (i) खुला प्रकारऔर(ii) अर्द्ध खुला प्रकार के स्लाट होते है जो कि Fig 3(a) और (b) में क्रमशः दिखाये गये है।

Fig 2

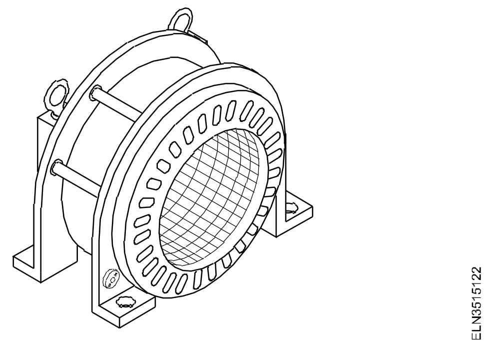
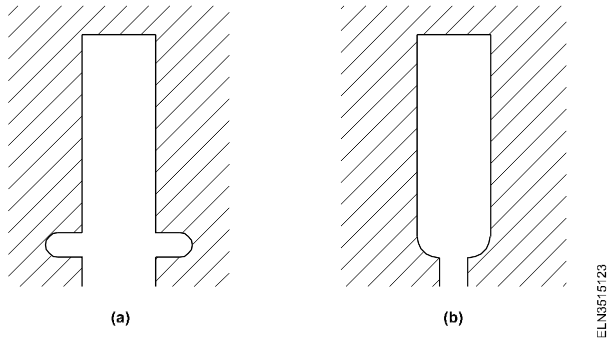


Fig 3



खुले प्रकार के स्लॉट अधिकतर प्रयोग किये जाते है, क्योंकि क्वाइलें फ्रेम पर बना कर और पहले ही इन्सुलेट करके स्लॉटों में रखी जाती है, इससे कार्य शीघ्रता से होता है, खर्चा कम होता है और इन्सुलेशन भी अच्छा होता है। इस प्रकार के स्लॉटों में खराब कुण्डलियों को आसानी से हटाने व बदलने की सुविधा होती है। परन्तु इस प्रकार के स्लॉट असमान रूप से फ्लक्स वितरण करते है, इस प्रकार वि०वा० बल की तरंग में रिप्पल (ripples) पैदा हो जाते है। इस सन्दर्भ में अर्द्ध खुले प्रकार के स्लॉट अच्छे होते है, परन्तु इनमें फर्मे पर बनी कुण्डलियां नहीं डाली जा सकती है, इस कारण वाइन्डिंग प्रक्रिया कठिन हो जाती है। पूर्णतया बन्द प्रकार के स्लॉट बहुत कम प्रयोग किये जाते है, परन्तु जब उपयोग किये जाते है तो इनमें वाइन्डिंग टर्नो (turns) को ब्रेंसिंग (Bracing) करने की आवश्यकता होती है।

रोटर (Rotor): यह फिल्ड प्रणाली को संगठित करता है और DC जनरेटर की तरह का होता है। सामान्यतया फिल्ड प्रणाली पृथक निम्न वोल्टेज DC प्रदाय से उत्तेजित (excited) की जाती है। उत्तेजक स्त्रोत एक DC शन्ट या कम्पाउण्ड जनित्र होता है जिसे एक्साईटर (Exciter) के नाम से जाना जाता है, जो कि उसी प्रत्यावर्तक की शाफ्ट से जुड़ा होता है। दो स्लिप रिंगों की सहायता से व ब्रुशों से रोटर को उत्तेजन (exciting) धारा प्रदान की जाती है। फिल्ड पोल उत्तेजन पैदा करते है और एक के बाद उत्तरी व दक्षिणी ध्रुव बनाते है।

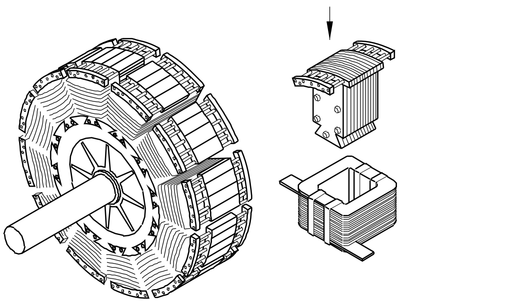
फिल्ड घूमने वाले रोटर दो प्रकार के है, जिनके नाम है (i) समुन्नत ध्रव प्रकार (salient pole type) जो कि Fig 4 में दिखाया गया है और (ii) बेलनाकार (cylindrical) प्रकार या असमुन्नत (non-salient) ध्रुव प्रकार जो कि Fig 5 में दिखाया गया है।

समुन्नत पोल प्रकार (Salient pole type): इस प्रकार का रोटर निम्न व मध्यम चाल वाले प्रत्यावर्तकों में उपयोग किया जाता है। इस प्रकार का रोटर कम खर्चीला, इस पर फिल्ड क्वाइलों के लिए अधिक जगह होती है

और ऊष्मा को बाहर निकालने के लिए विस्तृत क्षेत्रफल होता है। यह प्रकार उच्च चाल वाल प्रत्यावर्तकों के लिए उपयुक्त नही है क्योंकि उभरे हुए पोल्स अधिक शोर उत्पन्न करते है, इसके अतिरिक्त उच्च चाल पर पर्याप्त यान्त्रिक सामर्थ्य बनाये रखने में भी कठिनाई होती है।

Fig 4 में दिखाया गया है कि समुन्नत पोल प्रकार का रोटर में स्टील पट्टलोंको रिविट करके शाफ्ट फिटिंग में फिट किया गया है जो कि डावटेल जोड गये है। पोल के मुखों (Pole faces) को वक्राकार रखा गया है ताकि वायु अन्तराल में समान रूप से फ्लक्स का वितरण हो सके, जिससे उत्पन्न वि०वा० बल की तरंग रूप ज्या वक्रिय (sinusoidal) पैदा हो जाते है जिनमें डैम्पर (damper) वाइन्डिंग रखी जाती है। फिल्ड कुण्डलियां श्रेणी में जोडी जाती है, इनके संयोजन इस प्रकार होते है कि एकपोल उत्तरी पोल बने तो अगला दक्षिणी पोल बने और फिल्ड वाइन्डिंग के सिरे स्लिप रिंग के साथ जोडे जाते है। DC उत्तेजन स्त्रोत ब्रुशों से जोड़ा जाता है जो कि आवश्यक प्रैशर के साथ स्लिप रिंगों के साथ सम्पर्क में रहते है।

Fig 4



SALIENT POLE FIELD STRUCTURE

समुन्नत पोल प्रकार प्रत्यावर्तक अपने बड़े व्यास से पहचाने जाते है जिनकी अक्षीय लम्बाई कम व परिचालन गति निम्न व माध्यम होती है।

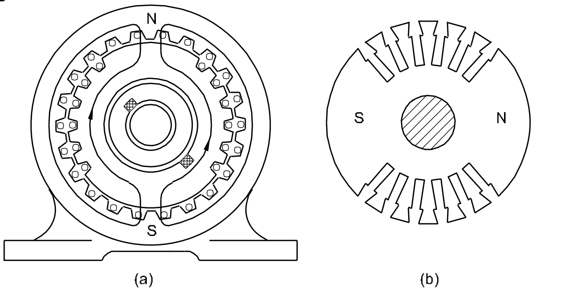
स्मूथ बेलनाकार या असमुन्नत पोल प्रकार रोटर (Smooth cylindrical or non-salient pole type rotor): इस प्रकार के रोटर उच्च चाल वालेप्रत्यावर्तकों में उपयोग किये जाते है, जो भाप टरबाईन से चलाये जाते है। अच्छी यान्त्रिक सामर्थ्य प्राप्त करने के लिए रोटर का बाहरी घेरा कम रखने के लिए व्यास को कम रखा जाता है और अक्षीय लम्बाई बढाई जाती है। इस प्रकार के रोटरों पर दो या चाल पोल बने होते है परन्तु ये रोटर उच्च गति पर चलते है।

इन उच्च चाल को सहन करने के लिए रोटर को फोर्ज करके ठोस स्टील से बनाया जाता है, जिसमें Fig 5a के अनुसार लम्बाई में स्लॉट कटे होते है जो छः स्लाटों द्वारा दो पोल बना रहा है। इन स्लाटों में इन्सुलेटिड कॉपर स्ट्रिप द्वारा वाइन्डिंग की जाती है, यह वाइन्डिंग उचित पच्चडों (wedges) द्वारा रोकी जाती है, और अन्त में स्टील के बन्धनों द्वारा बांधी जाती है।

रोटर की परिधि का वह भाग जिसमें स्लाट नहीं कटे है, यह पोलों के लिए उपयोग होता है जैसा कि Fig 5b में दिखाया गया है।

स्मूथ बेलनाकार पोल प्रकार प्रत्यावर्तक उनके छोटे व्यास, लम्बी अक्षीय लम्बाई और उच्च परिचालन गति से पहचाने जाते है।

Fig 5



NON-SALIENT POLE TYPE FIELD STRUCTURE

प्रत्यावर्तक का सामान्य परीक्षण व 3-फेज वोल्टेज का उत्पादन (Generation of 3-phase voltage and general test on alternator)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **3-फेज प्रत्यावर्तक द्वारा 3-फेज वोल्टेज की तरंग रूप-उत्पादन की विधि का वर्णन करना**
- **3ϕ फेज प्रदाय का फेज अनुक्रम का वर्णन करना**
- **प्रत्यावर्तक की कन्टीन्युटी, इन्सुलेशन टेस्ट व अर्थ संयोजन को टेस्ट करने की विधि का वर्णन करना**
- **प्रत्यावर्तक के लिए B.I.S. मान निर्धारण व I.E.E. के नियमों की व्याख्या करना।**

वर्तमान विश्व में सबसे अधिक काम आने वाली AC तीन फेज प्रणाली है। यह इसलिए है कि इसकी दक्षता उच्च है, उत्पादन में आवश्यक सामग्री की लागत कम आती है और एक निश्चित दी हुई क्षमता के लिए ट्रांसमिशन व वितरण भी सस्ता पड़ता है। उद्योगों में तीन फेज मोटरों को पावर सप्लाई के लिए और इसी प्रकार एक फेज मोटरों व प्रकाश लोडों को औद्योगिक और घरेलु कार्यों के लिए तीन फेज प्रणाली काम में ली जाती है। वर्तमान में इलैक्ट्रिशियन जनरेटिंग स्टेशन में या किसी विकल्प में पावर स्टेशन पर नियुक्त हो सकता है, जहाँ पर तीन फेज प्रत्यावर्तक उपयोग होते है। इसलिए 3-फेज वोल्टेज के उत्पादन उनके फेज अनुक्रम और प्रत्वावर्तकों की सामान्य टेस्टिंग की स्पष्ट अच्छी जानकारी इलैक्ट्रिशियन को होनी आवश्यक है।

तीन-फेज वोल्टेज का उत्पादन (Generation of three-phase voltage): मूलतः एक तीन फेज प्रत्यावर्तक का सिद्धांत, एक फेज प्रत्यावर्तक के समान ही होता है, केवल अन्तर यह है कि यहाँ तीन कुण्डलियाँ समान दूरी पर, परस्पर 120° की दूरी पर, चुम्बकीय क्षेत्र में रखी जाती है, जो तीन आउटपुट वोल्टेज उत्पन्न करती है, जिनके उच्चतम या न्यूनतम मान भी परस्पर 120° दूरी पर होते है।

Fig 1c में एक सरल घूर्णमान लूप, तीन फेज जनरेटर इसकी आउटपुट वोल्टेज की तरंग रूपों के साथ दिखाया गया है।

जैसा कि Fig 1a में दिखाया गया है, तीन स्वतन्त्र लूप परस्पर 120° के अन्तर पर एक चुम्बकीय क्षेत्र मे घूम रहे है, इसमें यह माना गया है कि दिखाया गया प्रत्यावर्तक आर्मेचर घूमने वाला है। जैसा कि Fig 1a में दिख रहा है कि तीन लूप जो विद्युतीय रूप में एक दूसरे से पृथक है और लूप के सिरे अलग-अलग स्लिप रिंगों से जुडे है। जैसे ही एक समरूप चुम्बकीय क्षेत्र में लूप घूमता है वे ज्या तरंग उत्पन्न करते है। व्यावहारिक प्रत्यावर्तकों में ये लूप कई टर्नों वाली वाइन्डिंग एलीमेन्ट से बदल दिये जाते है और रोटर स्लाटो में वितरित कर दिये जाते है, परन्तु तीन वाइन्डिंग परस्पर 120^0 विद्युत के अन्तर पर रखी जाती है। व्यावहारिक रूप में आगे, छः स्लिप रिंग कार्य में नही लिये जाते है जैसा कि Fig 1a में दर्शाया गया है परन्तु चार या तीन स्लिप रिंग होते है जो कि इस बात पर निर्भर करता है कि तीन वाइन्डिंग स्टार में जुडी है या डेल्टा में।

पूर्व में की गई चर्चा से हम यह भी जानते है कि अधिकतर रोटेटिंग मैग्नेटिक फील्ड प्रकार के प्रत्यावर्तक अधिक कार्य में लिये जाते है। इस प्रकार के मामले में केवल दो स्लिपरिंग कीआवश्यकता होती है जिनके माध्यम से फिल्ड पोलों को DC सप्लाई दी जाती है। Fig 1b में दर्शाया गया है कि एक स्थिर तीन फेज आर्मेचर में प्रत्येक वाइन्डिंग का पृथक लूप के स्थान पर तीन कुण्डलियां एक दूसरे से120 विद्युत डिग्री के अन्तर से रखी गई है। यद्यपि घूमने वाला भाग जिसमें चुम्बकीय ध्रुव होते है, में वह नही दिखाया गया है।

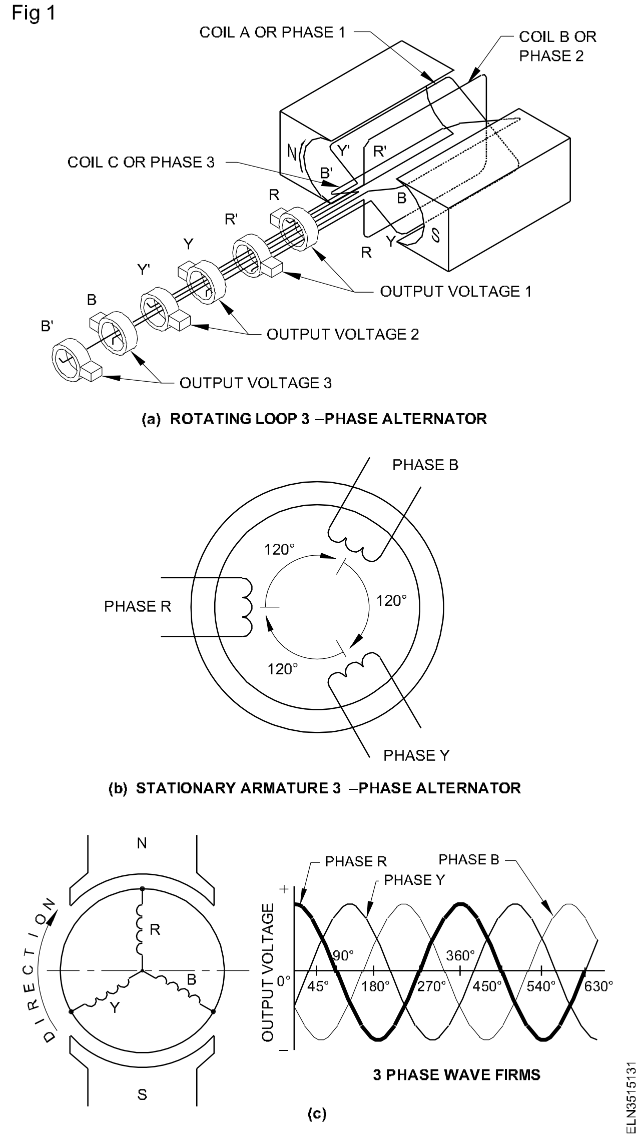
Fig 1c में आर्मेचर घूमने वाला प्रत्यावर्तक दिखाया गया है, जिसमें तीन फेज की 3 कुण्डलियाँ स्टार में जुड़ी है, ये दो-पोल चुम्बकीय क्षेत्र में घूमती है। Fig 1c के अनुसार कुण्डली `R' उत्तरी ध्रुव `N' के प्रभाव में है और समकोण पर फ्लक्स को काट रही है और पॉजिशन `O°' पर अधिकतम वोल्टेज पैदा करती है जैसा कि फैराडे के विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के नियम से ग्राफ पर दिखाया गया है। जब कुण्डली `R' क्लाक वाइज दिशा में आगे बढती है, तो 90 डिग्री पर इसमें वोल्टेज कम होकर शून्य हो जाती है और 180 डिग्री पर, दक्षिणी ध्रुव के प्रभाव मे आकार -ve उच्चतम वोल्टेज पैदा करती है। इस प्रकार 270 डिग्री पर `R' फेज में उत्पन्न वि०वा० बल शून्य हो जाता है और 360 डिग्री पर पुनः +ve अधिकतम वोल्टेज प्राप्त होती है। इसी प्रकार कुण्डली `Y' व `B' द्वारा उत्पन्न वि०वा० बल को इसी ग्राफ पर प्लॉट (plot) किया जा सकता है। ज्या तरंग रूप जो तीन कुण्डलियों RYB द्वारा उत्पन्न किया गया है दर्शाता है कि कुण्डली `R' की वोल्टेज, कुण्डली `Y' की वोल्टेज से 120° आगे है और कुण्डली `Y' की वोल्टेज, कुण्डली `B' की वोल्टेज से 120° अग्रगामी है।

फेज अनुक्रम (Phase sequence): फेज अनुक्रम वह क्रम है जिसमें वोल्टेज एक दूसरे का अनुसरण करती है अर्थात अपने उच्चतम मान पर पहुँचती है। Fig 1c में तरंग रूप यह दर्शाता है कि कुण्डली R की वोल्टेज, इसकी उच्चतम धनात्मक मान पर पहले पहुँचती है, उसके बाद कुण्डली Y या फेज `Y', की वोल्टेज और उसके बाद कुण्डली B या फेज B की वोल्टेज अपने धनात्मक उच्चतम मान पर पहुँचती है। इसप्रकार फेज अनुक्रम RYB के नाम से प्रचलित है।

यदि प्रत्यावर्तक के घूमने की दिशा Fig 1c में दर्शाये अनुसार क्लॉक वाइज से एन्टीक्लॉक वाईज में बदल दी जाये, तो फेज अनुक्रम की दिशा भी RBY में बदल जायेगी। यह पोलीफेज आल्टरनेटरों के समानांतर संयोजन में बहुत महत्वपूर्ण फैक्टर (factor) होता है और पोलीफेज वाइन्डिंग में भी। इसके आगे 3-फेज प्रेरण मोटरों के घूमने की दिशा भी तीन फेज सप्लाई के फेज अनुक्रम पर निर्भर करती है। यदि प्रत्यावर्तक का फेज क्रम बदलती है तो आल्टरनेटर से .... सभी मोटरों की चाल विपरीत हो जायेगी, यद्यपि इसका प्रकाश व हीटिंग लोडों पर कोई प्रभाव नही पड़ता है।

एक फेज प्रत्यावर्तक और 3-फेज प्रत्यावर्तक की संरचना में मुख्य अन्तर मुख्य वाइन्डिंग का होता है। इसके अतिरिक्त दोनों प्रकार के प्रत्यावर्तकों की संरचना समान होती है।

Fig 1



(a) ROTATING LOOP 3 –PHASE ALTERNATOR

(b) STATIONARY ARMATURE 3 –PHASE ALTERNATOR

3 PHASE WAVE FIRMS

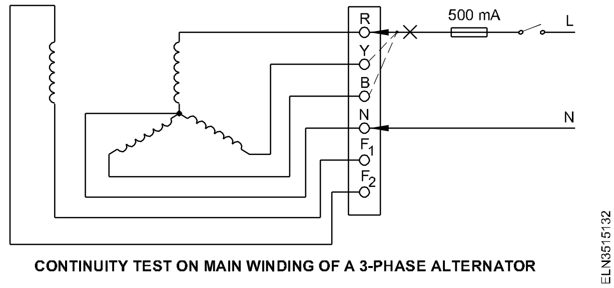
(c)

प्रत्यावर्तक की सामान्य जाँच (General testing of alternator): जो प्रत्यावर्तक लगातार सेवा में है उनकी सामान्य स्थिति को समय समय पर जाँच करने रहनाचाहिए। यह योजनाबद्ध रखरखाव के अन्तर्गत आता है और इससे मशीन में अनावश्यक क्षति व ब्रेक डाउन को रोका जा सकता है। प्रत्यावर्तक पर होने वाले अनावश्यक परीक्षण निम्नलिखित प्रकार के है:

- वाइन्डिंग का कॉन्टीन्यूटी परीक्षण
- वाइन्डिंग के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध का मान
- वाइन्डिंग व बॉडी के बीच इन्सुलेशन परीक्षण
- मशीन के अर्थ संयोजन की जाँच

कन्टीन्युटी परीक्षण (Continuity test): वाइन्डिंग की कॉन्टीन्यूटी की जाँच Fig 2 में दर्शाये अनुसार निम्नलिखित विधि से की जाती है।

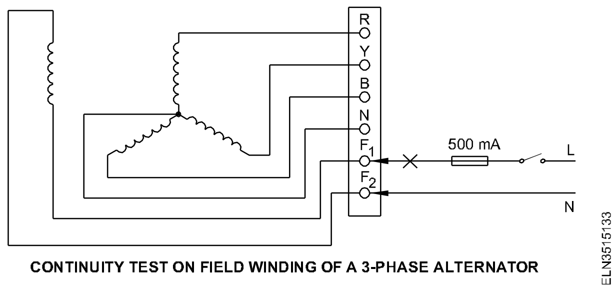
Fig 2



CONTINUITY TEST ON MAIN WINDING OF A 3-PHASE ALTERNATOR

टेस्ट लैम्प को न्यूट्रल (स्टार बिन्दू) के एक सिरे के श्रेणी में व टेस्ट लैम्प के दूसरे सिरे को वाइन्डिंग के एक सिरे टर्मिनल (R Y B) के साथ जोड़ा जाता है। यदि सभी टर्मिनलों RYB के साथ टेस्ट लैम्प बराबर प्रकाश देता है तो वाइन्डिंग की कॉन्टीन्यूटी सही है। इसी प्रकार Fig 3 में दर्शाये अनुसार, हम फिल्ड के सिरे F_1 व F_2 की कॉन्टीन्युटी की जाँच कर सकते है।

Fig 3



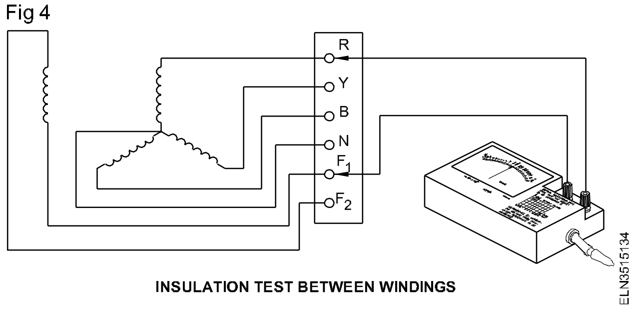
CONTINUITY TEST ON FIELD WINDING OF A 3-PHASE ALTERNATOR

टेस्ट लैम्प से कॉन्टीन्यूटी टेस्ट, केबल दो टर्मिनलों के बीच कॉन्टीनूयटी कोदर्शाता है परन्तु उसी वाइन्डिंग के बीच लघु परिपथ की जाँच नही की जा सकती है। किसी कुण्डली की अलग से रैजिस्टेंस को मापने की सबसे अधिक विश्वसनीये विधि ओह्म मीटर से जाँच विधि है। इस विधि में सभी कुण्डलियों की रेजिस्टैंस की तुलना की जाती है, सभी कुण्डलियों की रैजिस्टैंस समान होनी चाहिए। जो पाठ्यांक नोट किया जाता है वह भविष्य के सन्दर्भ में भी उपयोगी सिब्द होता है।

इन्सुलेशन प्रतिरोध परीक्षण के लिए (For insulation resistance test)

वाइन्डिंग के बीच (Between windings): जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है मैगर का एक सिरा RYB टर्मिनलो में से किसी एक टर्मिनल के साथ जोड़ा जाता है व दूसरा सिरा फिल्ड वाइन्डिंग टर्मिनल के F_1 या F_2 के साथ जोडा जाता है, यदि मैगर एक मेगा ओह्म या अधिक पाठ्यांक दर्शाता है, तब इन्सुलेशन प्रतिरोध स्वीकार करने योग्य ठीक होता है।

Fig 4

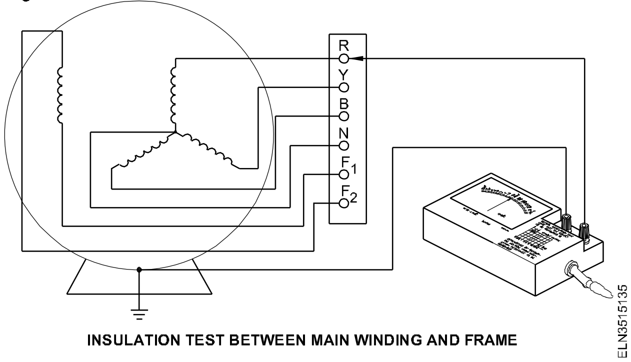


INSULATION TEST BETWEEN WINDINGS

यदि आर्मेचर व फिल्ड वाइन्डिंग के बीच लघुपथ है तो मैगर शून्य ओह्म का पाठ्यांक दर्शायेगा। यदि यह कमजोर हुआ तो मैगर एक मेगा ओह्म से कम प्रतिरोध दिखायेगा।

बॉडी व वाइन्डिंग के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध परीक्षण (Testing insulation resistance between body and windings): जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है, मैगर की एक लीड RYB, में से एक टर्मिनल के साथ जोड़ें और दूसरी लीड बॉडी के साथ जोड़े। यदि वाइन्डिंग व फ्रेम के बीच इन्सुलेशन ठीक होगा तो मैगर का पाठ्यांक एक मेगाओह्म से अधिक होगा।

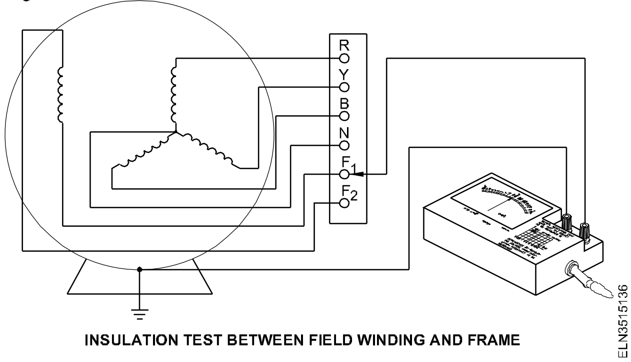
Fig 5



INSULATION TEST BETWEEN MAIN WINDING AND FRAME

मैगर का एक टर्मिनल F_1 या F_2 के साथ और दूसरा टर्मिनल बॉडी के साथ जोडा जाये जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है तो फिल्ड को टेस्ट किया जा सकता है। यदि फिल्ड व बॉडी के बीच इन्सुलेशन सही है तो मैगर एक मेगाओह्म से अधिक पाठ्यांक देगा। एक मेगा ओह्म से कम पाठ्यांक दर्शाता है तो कि इन्सुलेशन कमजोर है और ग्राउण्ड की ओर लीकेज होगा।

Fig 6



INSULATION TEST BETWEEN FIELD WINDING AND FRAME

सावधानी (Caution):

इन्सुलेशन परीक्षण करते समय, यदि मैगर शून्य पाठ्यांक दर्शाता है तब इसका निष्कर्ष निकलता है कि वाइन्डिंग का इन्सुलेशन पूर्णतया खराब है और अच्छी तरह से परीक्षण करने की आवश्यकता है।

इन्सुलेशन प्रतिरोध का मान किसी भी दशा में, 1 मेंगाओह्म से कम नही होना चाहिए।

प्रत्यावर्तकों की अर्थिंग (Earthing of alternators): यह दो महत्वपूर्ण आवश्यकताओं के लिए समान रूप से की जाती है जो कि निम्नलिखित है।

- प्रत्यावर्तक की न्यूट्रल को अर्थ करना।
- प्रत्यावर्तक के फ्रेम को अर्थ करना।

न्यूट्रल की अर्थिंग (Earthing of neutral): B.I.S. 3043-1966, के अनुसार, इसे निर्धारित कियागया है, प्रत्यावर्तक की न्यूट्रल को अर्थ करने के लिए निम्नलिखित में से एक विधि को अपनाया जाता है।

- ठोस अर्थिंग (solid earthing)
- प्रतिरोध अर्थिंग (resistnce earthing)
- प्रतिघात अर्थिंग (Reactance earthing)
- आर्क-अधिलंघन कुण्डली अर्थिंग (Arc-suppression coil earthing)

अर्थिंग का प्रकार व चयन यूनिट के साइज पर विस्तृत रूप से निर्भर करता है इसके साथ साथ, पद्धति में वोल्टेज सुरक्षा उपयोग, निर्माता के निर्देश और इलेक्ट्रिकल इन्सपैक्टरेट अथारिटी (electrical inspectorate authority) की स्वीकृति पर भी निर्भर करता है। प्रशिक्षणार्थियों को सलाह दी जाती है कि वे आगे की सन्दर्भ के लिए B.I.S.3043-1966 के नियमों की जानकारी लें। सुरक्षात्मक रिले के परिचालन के लिए न्यूट्रल की अर्थिंग करना आवश्यक होता है। पद्धति में उचित वोल्टेज बनाये रखने के लिए और सुरक्षा कारणो से, प्रशिक्षणार्थियों को सलाह दी जाती है कि, उपलब्ध प्रत्यावर्तक में जो अर्थिंग पद्धति अपनाई गई है उसकी पहचान करें, अर्थ संयोजनों की अविभंगता (continuity) बनाये रखें और अर्थ इलैक्ट्रोड प्रतिरोध को निर्धारित मान तक बनाये रखें।

प्रत्यावर्तक के फ्रेम की अर्थिंग (Earthing alternator frame): वर्करों की सुरक्षा के लिए और प्रत्यावर्तकों के फ्रेम को शून्य अर्थ विभव पर रखने के लिए यह अर्थिंग आवश्यक होती है। अर्थ फाल्ट रिले केपरिचालन के लिए व अर्थ फाल्ट होने पर फ्यूज द्वारा परिपथ खोलने के लिए निर्भरता पूर्ण रूप से फ्रेम की अर्थिंग करने से होती है।

I.E.नियम 61 के अनुसार, सभी विद्युत उपकरण, मशीनें दोहरी अर्थिंग के साथजुडी होनी चाहिए ताकि सुरक्षित परिचालन हो सके। अर्थ की दशा को समय समय पर चैक करते रहना चाहिए और अर्थ इलैक्ट्रोड व अर्थ चालक के प्रतिरोध को कुछ समय के अन्तराल में माप कर रिकॉर्ड करके रखना चाहिए। अर्थ इलैक्ट्रोड व अर्थिंग चालक को इसप्रकार देखभाल करनीचाहिए कि इनका प्रतिरोध, सिस्टम के डिजाईन के अनुरूप न्यूनतम रेटेड प्रतिरोध से अधिक न हो।

प्रत्यावर्तक का Emf समीकरण (Emf equation of the alternator)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **एक प्रत्यावर्तक में उत्पन्न emf की गणना करने के लिए समीकरण का व्रर्णन करने में।**

प्रेरित emf का समीकरण (Equation of induced emf): एक प्रत्यावर्तक में उत्पन्न emf फ्लक्स प्रति पोल, चालकों की संख्या व चाल पर निर्भर करती है। उत्पन्न emf का परिमाण निम्न प्रकार से उत्पादित होता है

माना Z = प्रत्यावर्तक के प्रति फेज में श्रेणी में जुडे चालकों या क्वायल साइडों की संख्या

P = पोलों की संख्या

F = उत्पन्न emf की आवृत्ति Hz में

Ø = प्रतिपोल फ्लक्स वेबर में

k_f = फॉर्म फैक्टर = 1.11 - यदि emf ज्या तरंग मानी जाये

N = रोटर की चाल r.p.m. में

फैराडे के विद्युत चुम्बकत्व प्रेरण के नियामानूसार प्रत्येक चालक में उत्पन्न औसत वि०वा० बल

= फ्लक्स लिंकेज में परिवर्तन की दर

रोटर के एक चक्कर पुरा करने पर (जैसे 60/N सैकिण्ड) प्रत्येक स्टेटर चालक द्वारा काटा गया फ्लक्स PØ वेबर के तुल्य है।

इस प्रकार कुल परिवर्तित फ्लक्स = dØ = PØ और इस फ्लक्स परिवर्तन में लगा समय

= dt = 60/N सैकिण्ड

अतः प्रतिचालक उत्पन्न emf का औसत मान $= \frac{d\varnothing}{dt} = \frac{P\varnothing}{\frac{60}{N}}$ volts - ------- Eq 1

N का मान eqn 1 में रखने पर $N = \frac{120F}{P}$

हम प्रति चालक उत्पन्न emf का औसत मान प्राप्त करेंगे =

$= \frac{P\varnothing 120F}{P60}$ volts = 2ØF volts ------ Eq. 2

यदि प्रति फेज श्रेणी मे जुडे चालकों की संख्या Z है, तो प्राप्त औसल वि०वा० बल प्रति फेज = 2ØFZ volts.

तब प्रति फेज वि० वा० का r.m.s. मान = औसत मान x फार्म फैक्टर

$= V_{AV} \times K_F$

$= V_{AV} \times 1.11$

= 2ØFZ x 1.11

= 2.22ØFZ volts.

अतः प्रति फेज उत्पन्न emf का r.m.s. मान = 2.22ØF2T volts

= 4.44ØFT volts

यहाँ T प्रति फेज क्वाइल की टर्न की संख्या है और Z = 2T.

यह उत्पन्न वोल्टेज का वह वास्तविक मान है यदि सभी कुण्डलियां कला में है (i) पूर्ण पिच हो और (ii) सकेन्द्रित या एक स्लॉट में ही बंच की गई हो (वास्तविक व्यवहार में प्रत्येक फेज की कुण्डलियां सभी पोलों में कई स्लाटों में वितरित की जाती है) ऐसा नही करने से वास्तविक उपलब्ध वोल्टेज इन दो फैक्टर के अनुपात के अनुसार कम हो जाती है ये फैक्टर निम्न प्रकार से वर्णन किये गये है।

पिच फैक्टर (Pitch factor) (K_p or K_c.): आंशिक पिच वाइन्डिंग में पूर्ण पिच वाइन्डिंग की अपेक्षा उत्पन्न वोल्टेज थोडा कम हो जाती है। यह वह गुणक (factor) होता है जो लघु पिच वाइन्डिंग की ओर पूर्ण पिच वाइन्डिंग में उत्पन्न वि०वा० बलों का अनुपात बताता है। अतः प्रति वाइन्डिंग में उत्पन्न emf का अंक गणितीय योग पिच फैक्टर कहलाता है। अतः पिच फैक्टर पिच का मान सदैव इकाई से कम होता है और K_p या K_c से दर्शाया जाता है। सामान्यतया प्रश्नों में यह मान दिया हुआ होता है कभी कभी यह मान निम्न सूत्र से ज्ञात किया जाता है $K_p = K_c = \text{Cos } a/2$

जहाँ α वह विद्युत कोण है जिस कोण से कुण्डली विस्तार लघु पिच होता है।

उदाहरण : एक वाइन्डिंग का पिच गुणक ज्ञात करें जो 36 स्लाट, 4 पोल मे फैलाई गई है, वाइंडिंग विस्तार 1 से 8 है।

इस प्रकार वाइंडिंग स्लाट 1 से शुरू होकर 10 में पूर्ण होगी

वास्तविक अभ्यास में वाइंडिंग विस्तार 1 – 8.

अतः वास्तविक पिच = 8 – 1 = 7.

इसप्रकार वाइंडिंग विस्तार लघु पिच है = 9 – 7 = 2.

पूर्ण पिच के लिए 180° एक पूर्ण कोण है।

$$\text{Pitch factor } K_c = \text{Cos } \frac{\alpha}{2} = \text{Cos } \frac{40}{2} = \text{Cos } 20 = 0.94.$$

वितरण फेक्टर (Distribution factor) (K_d): एक ही फेज के चालक इस चालक एक स्लाट में न डालकर कई स्लाटों में वितरित करना आवश्यक हो जाता है। क्योंकि इसके कारण भिन्न-भिन्न चालकों में उत्पन्न वि०व० बल, एक दूसरे की कला में नहीहोती है, और इसलिए प्रति फेज में उत्पन्न वोल्टेज का सीधा योग नही होता ,अपितु सदिश (vector) योग होता है। प्रति फेज वोल्टेज ज्ञात करने के लिए इस बात का ध्यान रखा जाता है।

अतः एक फेज की एक पोल के नीचे सभी कुण्डलियों में उत्पन्न वि०वा० बल के सदिश योग और एक ही खाँचे में स्थित होने पर इन कुण्डलियों में प्रेरित वि०वा० बल के अंक गणितीय योग के अनुपात को वितरण गुणक कहते है अतः वितरण गुणक K_d परिणामी वि० वा० बल जब वाइंडिंग वितरित हो। वितरण गुण K_d का मान ज्ञात करने का सूत्र है।

$$K_d = \frac{\text{Sin } m\,\beta/2}{m \text{ Sin } \beta/2}$$

जहाँ m प्रति फेज प्रति पोल स्लॉट की संख्या है

$$\beta = \frac{180^\circ}{\text{No. of slots per pole}}$$

उदाहरण : एक छः-पोल प्रत्यावर्तक 1000 r.p.m. की चाल से चल रहा है, यह एक फेज वाइन्डिंग के साथ तीन स्लॉट प्रति पोल रखता है। तीन के ग्रुप में प्रत्येक स्लॉट 20° दूर है। वितरण गुणक ज्ञात करें।

$$K_d = \frac{\text{Sin } m\,\beta/2}{m \text{ Sin } \beta/2}$$

जहाँ m = 3 स्लाट प्रति फेज प्रति पोल

$\beta = 20^0$

$$K_d = \frac{\text{Sin } 3 \times 20/2}{3 \text{ Sin } 20/2} = \frac{\text{Sin } 30^\circ}{3 \text{ Sin } 10^\circ}$$

$$= \frac{0.5}{3 \times 0.1736} = 0.96$$

उदाहरण : एक 3-फेज, 12-पोल, स्टार संयोजित आल्टरनेटर में 180 स्लॉट है और प्रति स्लाट 10 चालक है, प्रत्येक फेज के चालक श्रेणी में जुडे है। कुण्डली विस्तार144° (विद्युत) है। वितरण गुणक व पिच गुणक K_p ज्ञात करें।

$$K_d = \frac{\text{Sin } m\,\beta/2}{m \text{ Sin } \beta/2}$$

$$m = \frac{180}{3 \times 12} = 5 \text{ slots per phase per pole.}$$

$$\beta = \frac{180^\circ}{\frac{180}{12}} = 12^\circ$$

$$K_d = \frac{\text{Sin } 5 \times \frac{12}{2}}{5 \text{ Sin } \frac{12}{2}} = \frac{\text{Sin } 30^\circ}{5 \text{ Sin } 6^\circ} = \frac{0.5}{5 \times 0.1045} = 0.957$$

$$K_p = \text{Cos } \frac{\alpha}{2}$$

$$= \text{Cos } (180-144)/2 = \text{Cos } 36/2 = \text{Cos } 18^\circ = 0.95.$$

उपरोक्त से यह स्पष्ट होता है कि पिच गुणक व वितरण गुणक का उपयोग उत्पन्न emf से गुणा करने के लिए व वास्तविक उत्पन्न वोल्टेज ज्ञात करने के लिए किया जाता है। इसलिए एक आल्टरनेटर में उत्पन्न E_o प्रति फेज $= 4.44\, K_p K_d F \text{Ø} T$ volts.

स्टार संयोजित आल्टरनेटर में लाइन वोल्टेज = $E_L = \sqrt{3}E_P = \sqrt{3}E_0$ और डेल्टा संयोजित आल्टरनेटर में लाइन वोल्टेज $E_L = E_p = E_o$. इस प्रकार यदि Kd और K_p में से किसी का भी मान ज्ञात न हो तो प्रश्न में इनका मान एक मान लेना चाहिए।

उदाहरण : एक, एक फेज आल्टरनेटर की प्रभाविक वोल्टेज ज्ञात करें, जिसके निम्नलिखित वर्णन दिये गये है, F=60 Hz, टर्न/फेज T = 240, प्रति पोल फ्लक्स Ø = 0.0208 वेबर।

हलः चूंकि K_c/K_p व K_d के मान नही दिये है इसलिए इनका मान 1 लेने पर

वोल्टेज/फेज E = 4.44 ØFT वोल्ट

= 4.44 x 60 x 0.0208 x 240 वोल्ट

= 1329.86 V or 1330 वोल्ट

उदाहरणः एक 3-फेज प्रत्यावर्तक के साथ निम्नलिखित सूचनायें दी गई है। स्लाट = 96, पोल = 4, r.p.m. = 1500, टर्न/क्वाइल = 16 एकल परत में, Ø = 2.58 x 10^6 लाइन। उत्पन्न वोल्टेज प्रति फेज ज्ञात करें।

इसलिए टर्न/फेज = 32 x 16 = 512

= 2.58 x 10^6 lines = 2.58 x 10^6 x 10^{-8} weber

V = 4.44 FØT

= 4.44 x 50 x 512 x 2.58 x 10^6 x 10^{-8} = 2932 volts.

उदाहरणः एक 3-फेज, 16-पोल वाले प्रत्यावर्तक में 144 स्लॉट है, और दो परतों में 4 चालक प्रति स्लॉट है और प्रत्येक फेज के चालक श्रेणी में जुडे है। यदि प्रत्यावर्तक की चाल 375 r.p.m. हो तो प्रति फेज उत्पन्न emf ज्ञात करें। वायु अन्तराल में परिणामी फ्लक्स 5 x 10^{-2} वेबर प्रति पोल है,जो ज्या तरंग रूप में वितरित है। कुण्डली विस्तार 150° विद्युत मान लें।

ज्या तरंग वितरण में, तरंग रूप ज्या तरंग है और उत्पन्न emf

E_o = E_p = 4.44 K_cK_dFØT volts

$$K_c = \text{Cos}\,\frac{\alpha}{2} = \text{Cos}\,(180-150)/2 = \text{Cos}\,\frac{30}{2}$$

= Cos 15 = 0.966

$$m = \frac{144}{3 \times 16} = 3$$

$$\beta = \frac{180^\circ}{\frac{144}{16}} = \frac{180}{9} = 20^\circ$$

$$K_d = \frac{\text{Sin}\,3 \times \frac{20}{2}}{3\,\text{Sin}\,\frac{20}{2}} = 0.96.$$

प्रति फेज स्लाट की संख्या = $\frac{144}{3}$ = 48

प्रति स्लॉट चालकों की संख्या = 4

प्रति फेज श्रेणी में जुडे चालकों की संख्या = 48 x 4

प्रति फेज श्रेणी में जुडे चालकों की संख्या =

E_{ph} = 4.44 K_cK_dFØT

= 4.44 x 0.966 x 0.96 x 50 x 5 x 10^{-2} x 96

= 988 volts.

प्रत्यावर्तक के अभिलक्षण व वोल्टेज विनियमन (Characteristic and voltage regulation of the alternator)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **प्रत्यावर्तक के लोड अभिलक्षण व टर्मिनल वोल्टेज पर P.F. (शक्ति गुणक) के प्रभाव का वर्णन करना**
- **प्रत्यावर्तक के विनियमन का वर्णन और उसके प्रश्नों को हल करना।**

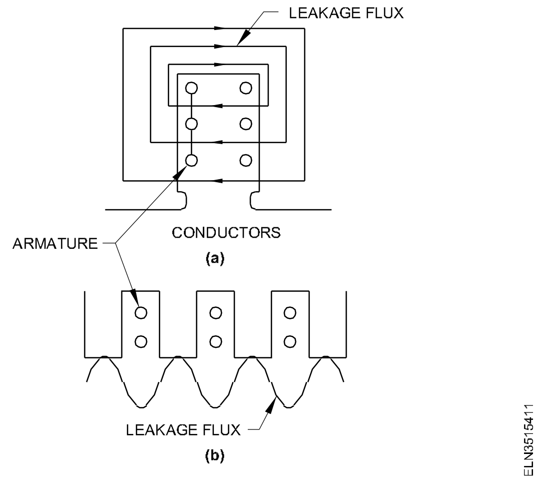
प्रत्यावर्तक के लोड अभिलक्षण (Load characteristic of an alternator): जैसे ही प्रत्यावर्तक पर लोड बदलता है तो इसकी टर्मिनल वोल्टेज भी बदल जाती है। इस परिवर्तन का कारण प्रत्यावर्तक में वोल्टेज ड्राप का होना है जिसके कारण है

- आर्मेचर प्रतिरोध R_a
- आर्मेचर लिकेज प्रतिघात X_L
- आर्मेचर प्रतिक्रया जो कि लोड के शक्ति गुणक पर निर्भर करती है।

आर्मेचर प्रतिरोध मे वोल्टेज ड्राप (Voltage drop in armature resistance): प्रत्यावर्तक के प्रत्येक फेज वाइन्डिंग के प्रतिरोध के कारण प्रत्यावर्तक में वोल्टेज ड्राप होते है और यह I_pR_a के तुल्य होते है जहाँ I_p फेज धारा है और R_a प्रति फेज का प्रतिरोध है।

आर्मेचर लिकेज प्रतिघात में वोल्टेज ड्राप (Voltage drop in armature leakage reactance): जब आर्मेचर चालकों में धारा प्रवाहित होने लगती है तब प्रत्यावर्तक मे फ्लक्स स्थापित हो जाता है, फ्लक्स की कुछ मात्रा वायु अन्तराल को पार करते हुए मुख्य मार्ग से विचलित हो जाता है। यह फ्लक्स लिकेज फ्लक्स कहलाता है। दो प्रकार के लिकेज फ्लक्स Figs 1a व b मे दिखाये गये है।

Fig 1



यद्यपि लिकेज फ्लक्स संतृप्तता (saturation) से स्वतन्त्र होते है, वे करंट और टर्मिनल वोल्टेज`V' व करंट के बीच फेज कोण पर निर्भर करती है। ये लिकेज फ्लक्स एक प्रतिकारी (reactance) वोल्टेज उत्पन्न करते है जो कि करंट से 90° आगे रहती है। सामान्यतया लिकेज फ्लक्स के प्रभाव को प्रेरणिक प्रतिघात (inductive reactance) X_L कहते है और यह परिवर्तनशील राशि होती है। कई बार X_L केमान को तुल्यकाली प्रतिघात (synchronous reactance) भी कहते है जो कार्य परिस्थिति के सन्दर्भ मे व्यक्त होती है।

आर्मेचर प्रतिक्रिया के कारण वोल्टेज ड्राप (Voltage drop due to armature reaction): प्रत्यावर्तक में आर्मेचर प्रतिक्रिया DC जनरेटर की तरह ही होती है। परन्तु प्रत्यावर्तकों में लोड का शक्ति गुणक आर्मेचर प्रतिक्रिया पर गहरा प्रभाव डालता है।

आर्मेचर प्रतिक्रिया का प्रभाव तीन प्रकार से समझा जा सकता है जैसे कुछ जब शक्ति गुणक होता है

- इकाई (unity)
- शून्य पश्चगामी (zero lagging)
- शून्य अग्रगामी (zero leading)

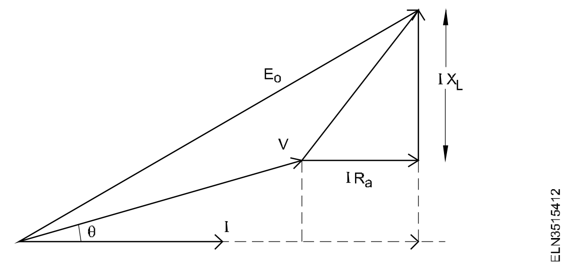
इकाई P.F. पर आर्मेचर प्रतिक्रिया का प्रभाव केवल क्रॉस मैग्नेटाइजिंग होता है। इसलिए चुम्बकीय क्षेत्र पर कुछ विरूपण होगा।

परन्तु जीरो लैगिंग P.F. पर आर्मेचर प्रतिक्रिया का प्रभाव विचुम्बकीय होता है। इस वि-चुम्बकीय प्रभाव की क्षति को पुरा करने के लिए फिल्ड एक्साइटेशन करंट को बढाने की आवश्यकता होती है।

दूसरे पक्ष में जीरो लोडिंग पर आर्मेचर प्रतिक्रिया का प्रभाव चुम्बकीयहोता है। बढी हुई ड्ढश्ब्द के उत्पादन में क्षतिपूर्ति के लिए और इस अतिरिक्त चुम्बकीय प्रभाव पर टर्मिनल वोल्टेज को स्थिर रखने के लिए फिल्ड एक्साइटेशन करंट को कम किया जाता है।

आर्मेचर प्रतिरोध और प्रतिघात का आलटरनेटर में प्रभाव (Effect of armature resistance and reactance in the alternator): प्रत्यावर्तक में प्रति फेज उत्पन्न emf, आर्मेचर प्रतिरोध के प्रभाव और प्रतिघात (reactance) ड्राप द्वारा कम हो जाती है जिसे Fig 2 में सदिश के रूप में दिखाया गया है जहाँ

Fig 2



V प्रति फेज टर्मिनल वोल्टेज है

I फेज धारा है

θ फेज करंट व टर्मिनल वोल्टेज के बीच शक्ति गुणक कोण है

E_o प्रति फेज उत्पन्न वि०वा० है।

R_a प्रति फेज आर्मेचर प्रतिरोध है

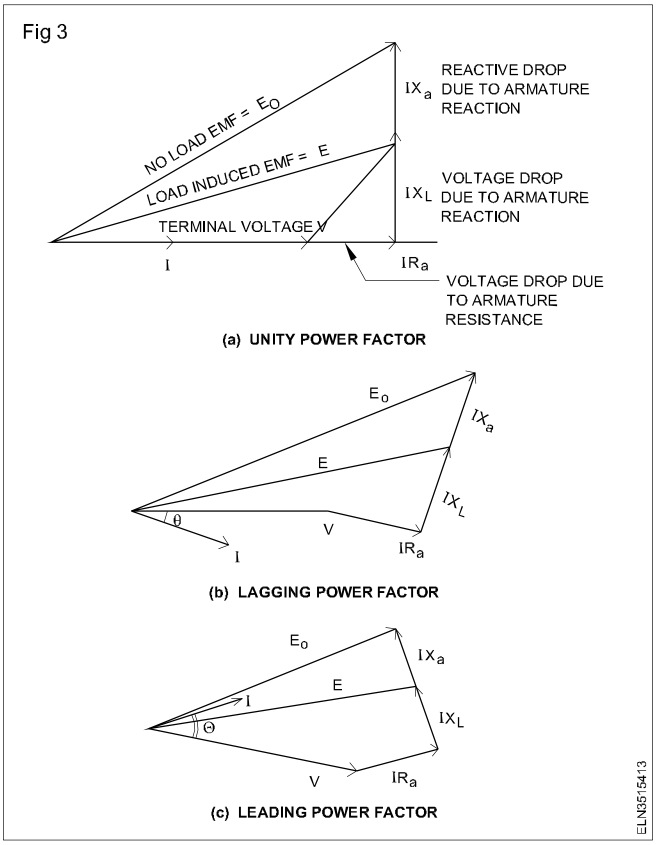
X_L प्रति फेज आर्मेचर रिएक्टैंस है।

उत्पन्न emf की सदिश रूप से या अंक गणितीय रूप से गणना की जा सकती है।

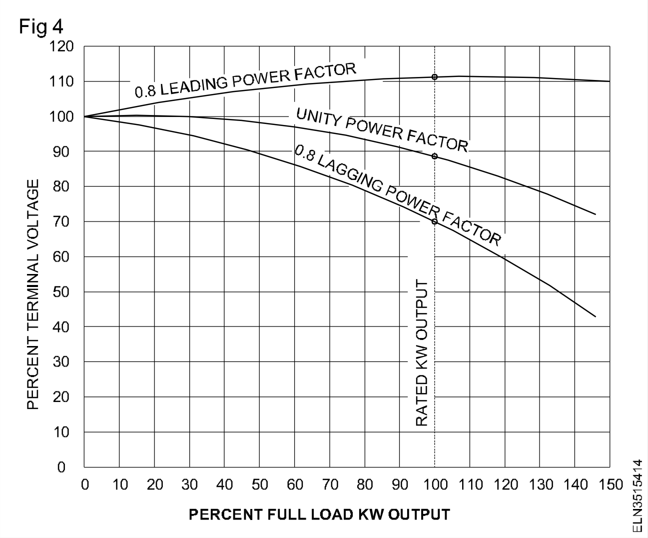
अंक गणितीय रूप में उत्पन्न emf

$$E = \sqrt{(V\cos\theta + IR_a)^2 + (V\sin\theta + IX_L)^2}$$

शक्ति गुणक के किसी भी मान पर चाहे पश्चगामी या अग्रगामी हो, का क्रॉस-मैग्नेटाइजेशन, डी-मैग्नेटाइजेशन या मैग्नेटाइजेशन मिश्रित प्रभाव होता हे। आर्मेचर प्रतिक्रिया के सभी प्रभावों में, यह सदिश रूप में Fig 3 में दिखाया गया है कि यह बल प्रतिघात ड्राप की लाइन में कार्य कर रहा है जो सदिश IX_a द्वारा दर्शित है। यद्यपि यह मान पाठ्यांक के रूप में नही मापा जा सकता है।



उपरोक्त सूचना के आधार पर, यह ज्ञात होता है कि आल्टरनेटर की टर्मिनल वोल्टेज, यूनिटी p.f. लोड पर Fig 4 के अनुसार थोडा सी गिरती है। यह भी ज्ञात होता है कि लैगिंग p.f. पर आल्टरनेटर की टर्मिनल वोल्टेज बहुत अधिक गिर जाती है। इसके विपरीत लीडिंग P.F. पर आल्टरनेटर की टर्मिनल वोल्टेज लोड पर बढ जाती है जो कि Fig 4 के अनुसार जीरो लोड टर्मिनल वोल्टेज से भी अधिक हो जाती है।



प्रत्यावर्तकों की क्षमता (Rating of alternators): किसी दिये हुए लोड की क्षमता पर, निश्चित शक्ति गुणक पर लोड धारा ज्ञात की जा सकती है और प्रत्यावर्तक की क्षमता लोड धारा पर निश्चित की जाती है, इसलिए प्रत्यावर्तक की क्षमता kVA और MVA में दी हुई होती है न कि kW या MW जिसमें वाटेज क्षमता के साथ शक्ति गुणक को भी दर्शाना पड़ता है।

उदाहरण: एक 3-फेज, स्टार संयोजित प्रत्यावर्तक 5 MW के लोड को 0.85 लैगिंग p.f. पर 11 kV वोल्टेज प्रदान कर रहा है। इसकी प्रति फेज रजिस्टैंस 0.2 ओह्म और सिन्क्रोनस प्रतिघात 0.4 ओह्म प्रति फेज है। उत्पन्न emf की लाइन वोल्टैज ज्ञात करें।

पूर्ण लोड धारा = $I_L = \dfrac{P}{\sqrt{3}E_L\cos\theta}$

$$\frac{5\times1000\times1000}{\sqrt{3}\times11000\times.85} = 309 \text{ Amps.}$$

स्टार में $I_L = I_P$

IR_a drop = 309x0.2=61.8 V

Ix_L drop = 309 x 0.4 = 123.6 V

टर्मिनल वोल्टेज (लाइन) =11000 V

टर्मिनल वोल्टेज (फेज) = $\dfrac{11000}{\sqrt{3}}$ = 6350V

शक्ति गुणक = 0.85

शक्ति गुणक कोण = θ = $\cos^{-1}(.85)$

= Cos 31.8°

Sin q = 0.527.

उपरोक्त डाटा अनुसार Fig 5 के अनुसार सदिश खींचने पर, हम प्राप्त करते है

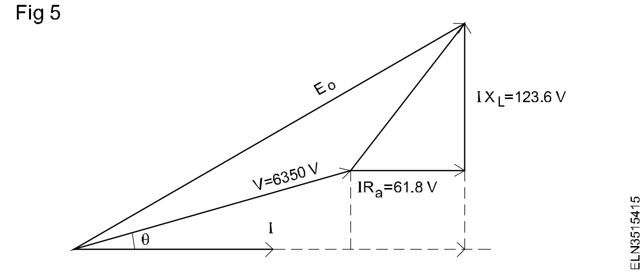
$$E_o = \sqrt{(VCos\theta + IR_a)^2 + (VSin\theta + IX_L)^2}$$

$$= \sqrt{(6350 \times 0.85 + 61.8)^2 + (6350 \times 0.527 + 123.6)^2}$$

$$= 6468.787 \text{ volts.}$$

Line voltage = $\sqrt{3}E_P$ = $\sqrt{3} \times 6469 = 11204V$

Fig 5



एक प्रत्यावर्तक का वोल्टेज रेगूलेशन (The voltage regulation of an alternator): एक प्रत्यावर्तक के वोल्टेज रेगूलेशन को इस प्रकार परिभाषित कर सकते है कि यह वह वोल्टेज में वृद्धि होती है जब पूर्ण क्षमता लोड को शून्य लोड तक कम किया जाता है, जब चाल व फिल्ड करंट स्थिर रखें जायें। सामान्यतया यह कुल लोड वोल्टेज के प्रतिशत में व्यक्त किया जाता है।

$$\% \text{ वोल्टेज रेगूलेशन } = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$$

जहाँ V_{NL} - प्रत्यावर्तक की जीरो लोड वोल्टेज

V_{FL} - प्रत्यावर्तक की जीरो लोड वोल्टेज

प्रतिशत रेगूलेशन विशेष रूप से परिवर्तित होता है, जो लोड के शक्ति गुणक पर निर्भर करता है और जैसा कि हम जानते है कि लैगिंग p.f. पर, लोड पर वोल्टेज बढती है और लैगिंग p.f. पर लोड पर टर्मिनल वोल्टेज घटती है।

उदाहरण: जब एक जनित्र AC से लोड हटाया गया, इसकी टर्मिनल वोल्टेज 480V पूर्ण लोड से 660V शून्य पर बढ गई। वोल्टेज रेगूलेशन की गणना करें।

$$\% \text{ regulation} = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$$

$$\frac{660 - 480}{480} \times 100 = 37.5\%$$

प्रत्यावर्तकों के समानांतर परिचालन की विधियाँ - ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक (Parallel operation methods of alternators - Brushless alternator)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **प्रत्यावर्तकों को समानान्तर में करने की शर्तें व आवश्यकता का वर्णन**
- **दो 3 प्रत्यावर्तकों को समानांतर जोड़ने की विधियाँ का वर्णन**
- **समानान्तर परिचालन में लोड को बंटवारा करते समय फिल्ड एक्साइटेशन व चाल में परिवर्तन से उत्पन्न प्रभाव को वर्णन करने में।**

दो प्रत्यावर्तकों के समानांतर करने की आवश्यकता (Necessity for paralleling of two alternators)

प्रत्यावर्तक द्वारा दी जाने वाली आउटपुट पावर से लोड सर्किट की मांग अधिक हो जाती है, तो दो प्रत्यावर्तकों को समानांतर में जोड़ा जाता है।

दो तीन फेज प्रत्यावर्तकों के समानांतर (सिन्क्रोनाइजिंग) करने के लिए शर्तें (Conditions for paralleling (synchronising) of two 3 phase alternators)

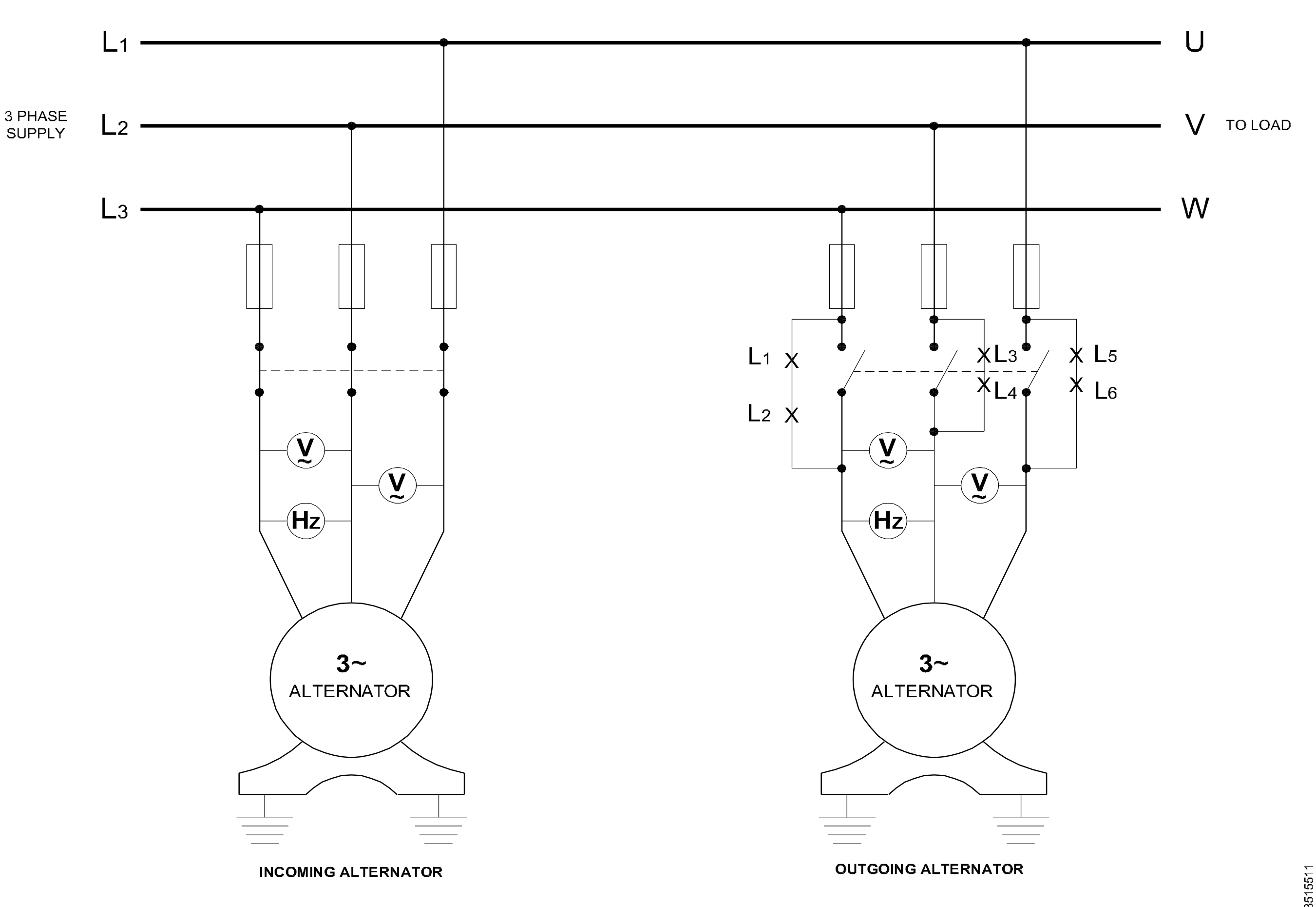
- दोनो 3 फेज प्रत्यावर्तकों का फेज अनुक्रम समान होना चाहिए, इसे फेज अनुक्रम मीटर द्वारा चेक किया जा सकता है।
- दोनों 3 फेज प्रत्यावर्तकों की आउटपुट वोल्टेज समान होनी चाहिए।
- समानांतर में जुडने वाले प्रत्यावर्तकों की आवृत्ति बस-बार आवृत्ति के बराबर होनी चाहिए।

डार्क लैम्प विधि (Dark lamp method)

डार्क लैम्प विधि से दो प्रत्यावर्तकों को निम्नलिखित प्रकार से सिन्क्रोनाइज किया जाता है।

दो तीन फेज प्रत्यावर्तकों को समानांतर में जोड़ने का Fig 1 में सर्किट दिखाया गया है। प्रत्यावर्तक 1 पहले ही लोड परिपथ के साथ जुडा हुआ है और प्रत्यावर्तक 2 प्रत्यावर्तक 1 के साथ समानान्तर में जोड़ा जाता है। तीन लैम्प के जोडे, लोड वोल्टेज से दो गूणी वोल्टेज क्षमता के, प्रत्यावर्तक 2 व लोड परिपथ के बीच जोडे गये है। जब दोनों मशीने परिचालित होती है, निम्न दोप्रभावों में एक पर ध्यान देने पर :

Fig 1



PARALLEL OPERATION OF 3 PHASE ALTERNATOR BY DARK LAMP METHOD

1 यदि दोनों प्रत्यावर्तकों की आवृत्ति में अन्तर है तो आवृत्ति के अन्तर की दर से तीनों लैम्पों के जोडे एक साथ जलेंगें व एक साथ बुझेंगें।

2 तीनों लैम्प के जोडे आगेपीछे जलेंगें व बुझेंगें जिनकी दर दो मशीनों की आवृत्ति के अन्तर के अनुसार होगी। इस अवस्था में मशीन उचित फेज अनुक्रम में नही जुडी है इसे आउट ऑफ फेज कहेंगें। इसे ठीक करने के लिए प्रत्यावर्तक 2 की दो लीड को आपस में बदलना आवश्यक है। मशीनों को तब तक समानांतर में नहीं जोड़ा जा सकता जब तक कि लैम्प के जोडे एक साथ जल व बुझ न जायें। मशीन के परिचालन में दिखाई गई लैम्प विधि बिल्कुल सरल होती है।

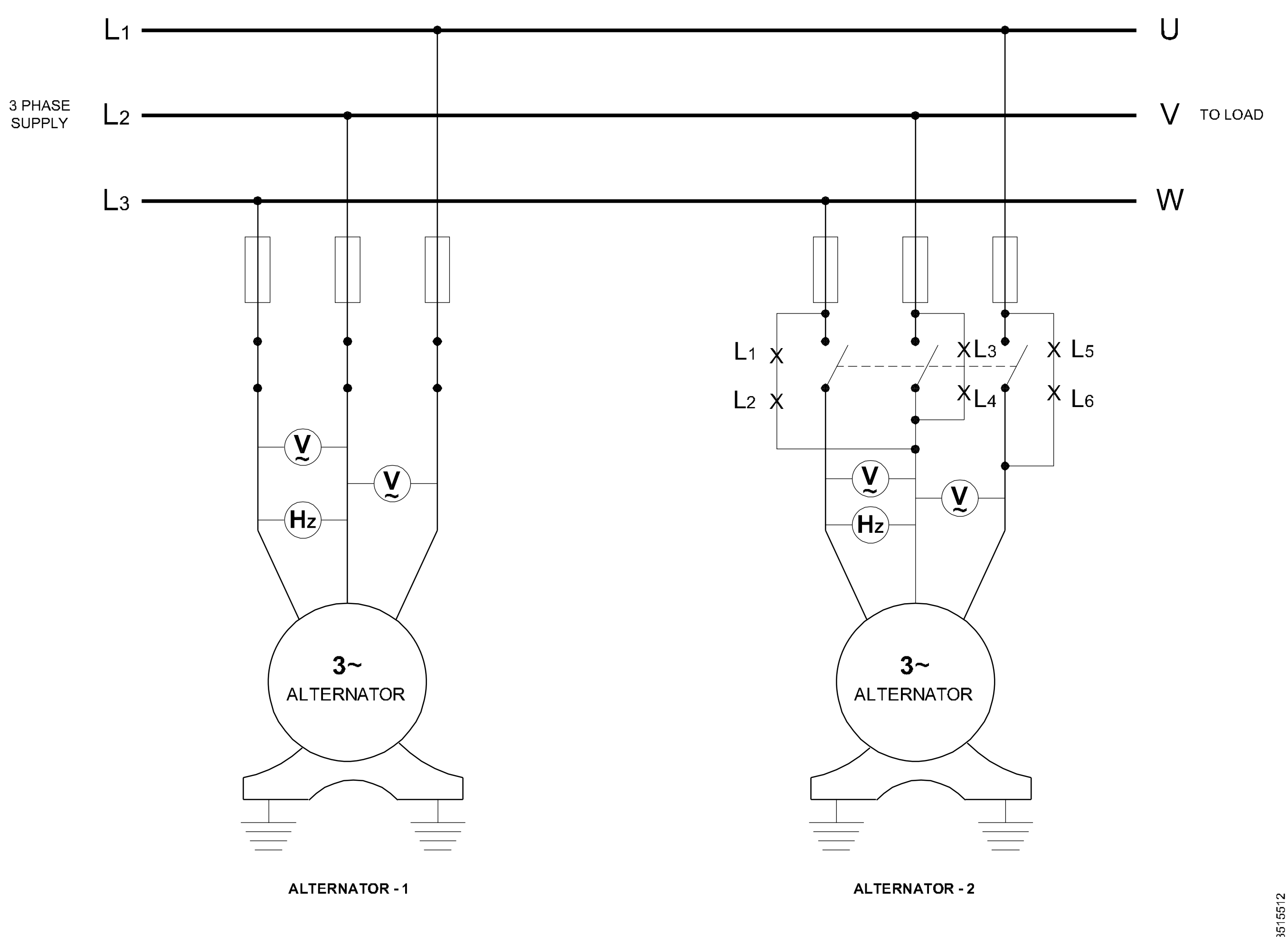
प्रम्यावर्तक 2 की चाल में थोड़ा सा एड्जस्टमेन्ट करके मशीन की आवृत्ति इस प्रकार बराबर की जाती है कि सिन्क्रोनाइजिंग लैम्प बहुत धीरे-धीरे प्रकाशित व बुझने लगें जब तीनों लैम्प के जोडे पूर्ण रूप से बुझ जायें तब मशीन 2 की तीनों सिरों की क्षणिक विद्युत ध्रुवता मशीन 1 के तुल्य हो जाती है, इस क्षण पर मशीन 2 की वोल्टेज मशीने 1 के तुल्य व कला में होती है, इस अवस्था में जब लैम्प डार्क अवस्था में है, सिन्क्रोनाइजिंग स्विच को ऑन करना चाहिए ताकि दोनों आल्टरनेटर लोड को शक्ति प्रदान कर सके।

तीन डार्क लैम्प विधि की कुछ हानियाँ है, इसलिए कभी कलोड ही उपयोग की जाती है। उद्दीप्त लैम्प (incandescent lamp) के पार्श्व में डार्क अवस्था में भी उच्च वोल्टेज आरोपित रहती है, परिणामस्वरूप यह सम्भव है कि समानांतर संयोजन को क्लोज किया जाये, जबकि मशीनों के बीच उच्च वोल्टेज व फेज अन्तर बना रहता है। छोटी क्षमता की मशीनें जो कम स्पीड पर चलती है, में फेज अन्तर मशीन के परिचालन में प्रभाव नही डाल सकता है। इस प्रकार बडे आकार वाली मशीनों में जब फेज अन्तर अधिक होता है और आर्मेचर प्रतिघात उच्च चाल पर बहुत कम होता है को समानांतर में जोडने पर बहुत बड़ी क्षति हो सकती है।

दो ब्राइट, एक डार्क लैम्प विधि (Two Bright, One Dark Method) (Dark and Bright lamp method)

प्रत्यावर्तकों को सिन्क्रोनस करने की अन्य विधि है दो ब्राइट व एक डार्क लैम्प विधि। इस विधि में सिन्क्रोनाइजिंग लैम्प के दो जोडे क्रॉस करके इनकमिंग मशीन व बार-बार के साथ जोडे जाते है। ये लैम्प उचित अवस्था बताते है जब समानान्तर स्विच ऑन करना होता है। Fig 2 में प्रत्यावर्तक को सिन्क्रोनस करने के लिए दो ब्राइट व एक डार्क लैम्प विधि के लिए आवश्यक संयोजन दिखाये गये है।

Fig 2



DARK & BRIGHT LAMP METHOD

जब प्रत्यावर्तक सिन्क्रोनाइज्ड हो जाते है लैम्प जोड़ा 1 और 2 ब्राइट होते है वे लैम्प जोड़ा 3 डार्क होता है। चूंकि दो लैम्प जोडें ब्राइट व एक लैम्प जोडा डिम होता है तो इसलिए वह क्षण ज्ञात करना सरल होता है जब सिन्क्रोनाइजिंग स्विच क्लोज किया जा सकता है। इसके आगे लैम्प की ब्राइटनेस के क्रम का निरीक्षण करके जो आल्टरनेटर सिन्क्रोनाइज्ड किया जाता है उसकी चाल धीरे है या उच्च है यह पता लगाना सम्भव हो जाता है और इसे ठीक भी किया जा सकता है।

वह क्षण जब दो लैम्प जोडे पूर्ण ब्राइट व एक लैम्प जोड़ा पूर्ण डार्क होता है, उस समय सिन्क्रोनाइजिंग स्विच क्लोज्ड किया जा सकता है।

अब दोनों आल्टरनेटर सिन्क्रोनाइज्ड हो गये है और अपनी क्षमता अनुसार लोड को वहन कर सकते है।

सिन्क्रोस्कोप विधि (Synchroscope method)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **सिन्क्रोस्कोप के प्रकार का वर्णन करना**
- **सिन्क्रोस्कोप के कार्य सिद्धांत का वर्णन करना।**

सिन्क्रोनस्कोप (Synchroscope)

पावर स्टेशन बस-बार के साथ प्रत्यावर्तक को जोडने के लिए, जिस क्षण पर स्विच क्लोज्ड करना है उस सही क्षण का ज्ञात करने के लिए सिन्क्रोनस को प्रयोग किया जाता है। शून्य लोड वाली इनकमिंग मशीन को जब बस-बार के साथ लोड को बाँटने के लिए सही क्षणों पर जोड़ा जाता हैइस समय यह सिन्क्रोनाइजिंग प्रक्रिया आवश्यक होती है।

सिन्क्रोनाइजिंग को सही क्षण तब होगे जब बस-बार और इनकमिंग मशीन की वोल्टेज

a) परिमाण में समान हो,

b) कला में हो और

c) समान आवृत्ति वाली हों।

3-फेज मशीनों के लिए दोनों को फेज अनुक्रम समान होना चाहिए। इस स्थिति का ज्ञात फेज अनुक्रम इंडीकेटर द्वारा हो जाता है।

वोल्टेज को वोल्ट मीटर द्वारा चेक किया जा सकता है। बस-बार व इनकमिंग मशीन को वोल्टेज को फेज व आवृत्ति में अन्तर को दर्शाने के लिए सिन्क्रोनाइज कार्य करता है।

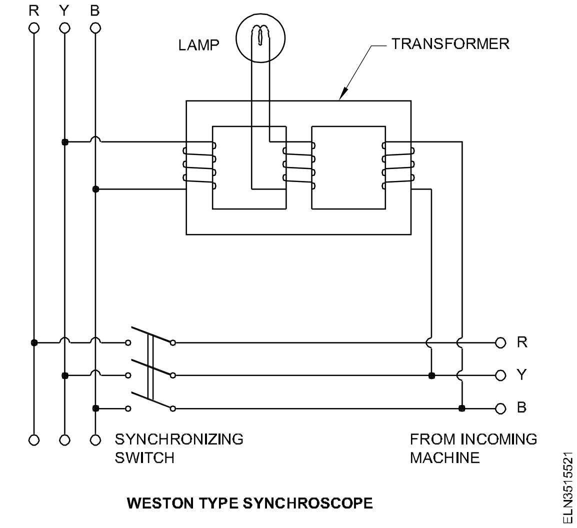
सिन्क्रोस्कोप या तो **इलैक्ट्रोडायनामो मीटर प्रकार या चल लोह प्रकार (moving iron type)** का हो सकता है।

इलैक्ट्रोडायनामोमीटर (वेस्टन) प्रकार सिन्क्रोस्कोप (Electro dynamo meter (Weston) type synchroscope)

वेस्टन प्रकार के सिन्क्रोस्कोप का एक सरल परिपथ Fig 1 में दिखाया गया है। इसमें तीन भुजाओं वाला ट्रांसफार्मर होता है। बाहर वाली भुजा की वाइन्डिंग बार द्वारा उत्तेजित की गई है और इसकी दूसरी बाहरी भुजा इनकमिंग मशीन से जोडी गई है, मध्य भुजा वाली वाइन्डिंग लैम्प से जोडी गई है।

बाहरी भुजा वाली वाइन्डिंग दो फ्लक्स उत्पन्न करती है जो केन्द्रिय भुजा की ओर प्रवाहित होते है। केन्द्रिय भुजा में परिणामी फ्लक्स इन दोनों फ्लक्सों के फेजर योग के तुल्य होता है। यह परिणामी फ्लक्स केन्द्रिय भुजा की वाइन्डिंग में emf उत्पन्न कर देता है। दो बाहरी भुजाओं मेंवाइन्डिंग इस प्रकार व्यवस्थित की जाती है कि जब बार और इनकमिंग मशीन की वोल्टताएँ कला में होती है, केन्द्रीय भुजा में दोनों फ्लक्स योगात्मक होते है और इस प्रकार केन्द्रिय भुजा में की वाइन्डिंग में उच्चतम emf पैदा हो जाती है। इसलिए इन परिस्थिति में लैम्प तेज रोशनी के साथ जलता है। जब दोनों वोल्टताएँ 180° के आउट ऑफ फेज पर आपस में होती है तो परिणामी फ्लक्स शून्य होता हे और केन्द्रिय भुजा वाइन्डिंग में कोई emf पैदा नही होती, और परिणाम स्वरूप लैम्प बिल्कुल नही जलता। यदि इनकमिंग मशीन की आवृत्ति बार की आवृत्ति से भिन्न होती है तो लैम्प बार बार जलता है व बुझता है या दूसरे शब्दों में टिमटिमाता है। टिमटिमाने की आवृत्ति बार व इनकमिंग मशीन की आवृत्ति के अन्तर के बराबर होती है।

Fig 1



WESTON TYPE SYNCHROSCOPE

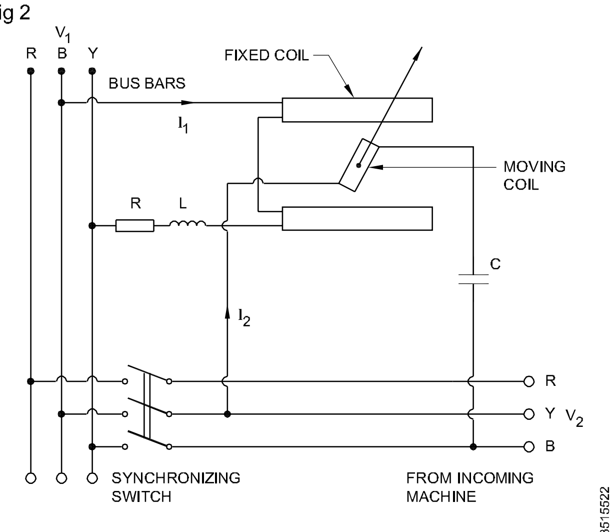
सिन्क्रोनाइजिंग का सही क्षण वह होता है जब लैम्प बहुत धीरे धीरे उच्चतम रोशनी के साथ टिमटिमाने लगता है।

इस सरल परिपथ का एक दोष यह है कि इनकमिंग मशीनकी गति बहुत अधिक है या बहुत कम यह पता नहीं लगता है। इस दोष को दूर करने के लिए एकइलैक्ट्रोडायनामोमीटर प्रकार उपयन्त्र परिपथ में Fig 2 के अनुसार जोड़ा जाता है।

इलैक्ट्रो डायनोमीटर उपयन्त्र में स्थिर कुण्डली दो भागों में बंटी होती है। स्थिर कुण्डली इस प्रकार डिजाइन की जाती है कि इसमें बहुत कम धारा प्रवाहित हो सके और इसके लिए इसके श्रेणी में प्रतिरोध जोडकर इसे बराबर

के पार्श्व में जोडा जाता है। चल कुण्डली के श्रेणी में एक संधारित्र जोडकर इसे इनकमिंग मशीन के पार्श्व में जोड जाता है। उपयन्त्र में कंट्रोल स्प्रिंग लगाये जाते है जो कि चल कुण्डली में धारा ले जाने का कार्य करते है। संकेतक की छाया ऑपेल ग्लास (opal glass) पर पडती है।

Fig 2

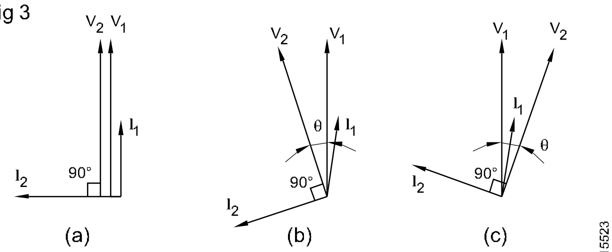


WESTON TYPE SYNCHROSCOPE

जब दोनों मशीनों की वोल्टताएं एक दूसरे की कला में होती है, तो धारा I_1 और I_2 क्रमशः स्थित वाइंडिंग व चल कुण्डली में एक दूसरे केसमकोण पर (Fig 3a) के अनुसार होती है, और इसलिए उपयन्त्र में कोई टॉर्क उत्पन्न नहीं होता। इस अवस्था में कंट्रोल स्प्रिंग इस प्रकार व्यवस्थित होते है कि संकेतक ऊर्ध्वाधर (vertical) स्थिति मेंरहता है। लैम्प भी अपनी उच्चतम रोशनी के साथ जलता है और संकेतक की ऑपेल ग्लास (opal glass) पर छाया दिखती है।

यदि इनकमिंग मशीन की वोल्टेज V_2 बस बार वोल्टेज V_1 से आगे होती है, और इनकमिंग मशीन थोडा धीरे चल रही है, तो परिपथ की स्थितियाँ धीरे धीरे बदलती है जैसाकि Fig 3 (b) में व Fig 3(c) में दिखाया गया है। तब टॉर्क $KI_1I^2 \cos(90° + \theta)$ से अर्थात ऋणात्मक मान से शून्य और फिर धनात्मक मान की ओर बदलता है और इस दौरान लैम्प तेल रोशनी देता है। और संकेतक बांई तरफसे डायल की वर्टीकल स्थिति की, और फिर डायल की दांयी तरफचलता दिखाई देता है। इस डायल पर Fast व Slow की दिशा में चिन्ह लगा होता है जैसा कि Fig 4 में दिखाया गया है।

Fig 3



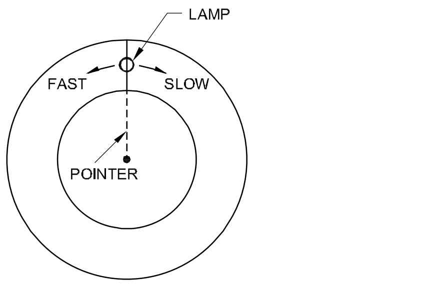
PHASOR DIAGRAMS

। V_1 और V_2 180° पाइन्टर के फेस के बाहर हैं और पीछे जायेंगे । पर यह दिखाई नहीं देगा क्योंकि इन परिस्थितियों में लेम्ब गहरा है ।

अतः पाइन्टर की दिखाई देनेवाली हलचल डायल की एक ही दिशा में झुकती है । यदि इनकमिंग मशीन बहुत तेज है तो दिखाई देनेवाला झुकाव दूसरी दिशा में होगा । सही संयोजन तब होता है जब पाइन्टर अपनी केन्द्रीय स्थिति में दिखाई देता है और बहुत धीमी गति से चलता है ।

यह देखा सकते हैं कि कम्न्ट I_1 और I_2 के बीच सही क्वाड्रेचर सम्बन्ध प्राप्त तय होता है जब वोल्टेज V_1 और V_2 फेस में होते हैं और यह तब संभव है जब स्थिर काईल सर्किट में छोटा इन्डक्टैन्स L दिया जाता है ।

Fig 4

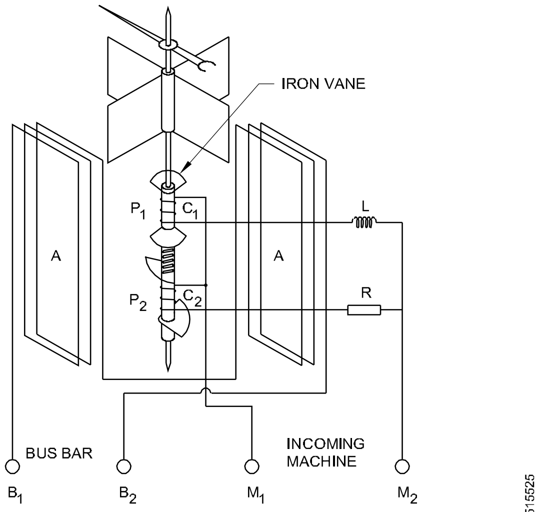


DIAL OF WESTON SYNCHROSCOPE

मूविंग आयरन सिन्क्रोस्कोप (Moving Iron synchroscope):

Fig 5 में एक मूविंग आयन सिन्क्रोनस्कोप की संरचना दिखाई गई है जो कि लिपमेन (Lipman) से है। इसमें दो भागो में बंटी एक स्थिर वाइंडिंग है। यह स्थिर वाइंडिंग A बहुत कम धारा के लिए डिजाईन की गई होती है और एक प्रतिरोध के श्रेणी में जुड कर बस बार के दो फेजों के पार्श्व में जुडता है। एक स्पिण्डल पर दो लोहे के बेलन C_1 व C_2 जुडे हुए है। प्रत्येक लोह बेलन के साथ दो लोह वेन लगे होते है जिनके अक्ष एक दूसरे से 180° दूर है। ये लोह बेलन दो प्रैशर कुण्डलियां P_1 व P_2 से उत्तेजित होते है, जो कि इनकमिंग मशीन के दो फेजों के साथ जोडी जाती है। इनमें से एक वाइंडिंग के श्रेणी में प्रतिरोध व दूसरी वाइंडिंग के श्रेणी में प्रतिरोध व दूसरी कुण्डली के श्रेणी में प्रेरकत्व (inductance) जुडा है। यह दोप्रैशर कुण्डलियों के बीच 90° का कृत्रिम फेज अन्तर पैदा करने के लिए किया जाता है। यहाँ कोई कंट्रोल स्प्रिंग नहीं होता । उपयन्त्र के साथ संकेतक लगा होता है

Fig 5



NALDER LIPMAN TYPE SYNCHROSCOPE

जो कि Fast और Slow चिन्ह लगे डायल पर घूमता है।

जब इनकमिंग मशीन की आवृत्ति बस बार की आवृत्ति के समान होती है, तब उपयन्त्र बिल्कुल पावर फैक्टर मीटर के रूप में ठीक वैसे ही व्यवहार करता है। दो वोल्टताओं के बीच फेज अंतर के तुल्य सन्दर्भ अक्ष से संकेतक का विक्षेप होता है।

इस प्रकार यदि दो वोल्टताओं की आवृतियाँ भिन्न भिन्न होती है तो आवृतियों के अन्तर के अनुसार संकेतक लगातार घूमता है। इनकमिंग मशीन की गति अधिक है या कम है, इस आधार पर संकेतक के घूमने की दिशा निर्भर करती है।

ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक (Brushless Alternator)

उददेश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक के सिद्धांत और मौलिक थ्योरी बताना**
- **ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक की संरचना का वर्णन करना**
- **3 फेज ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक के कार्य का वर्णन करना।**

ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक का सिद्धांत (Principle of brushless alternator)

सभी प्रत्यावर्तकों में चुम्बकीय क्षेत्र में वाइंडिंग को घुमा कर या स्थिर तार कुण्डली के बीच चुम्बकीय क्षेत्र को घुमा कर वोल्टेज उत्पन्न की जा सकती है। वोल्टेज उत्पन्न करने के लिए या तो वाइंडिंग को घुमाया जाता या चुम्बकीय क्षेत्र को घुमाया जाता है। दोनों रूप समान रूप से बराबर कार्य करते है और दोनों पृथक रूप से या मिश्रित रूप से यान्त्रिक, वैद्युत या अन्य उद्देश्य पर निर्भर करता है।

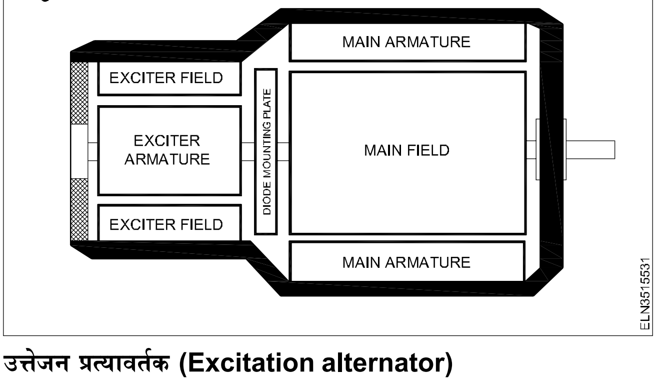
ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक के मामले में दोनो संयोग एक ही मशीन में इकट्ठे प्रयोग की जाती है।

प्रत्यावर्तक का स्थिर भाग स्टेटर कहलाता है और घूमने वाला भाग रोटर कहलाता है। तारों की कुण्डली जो चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करने के लिए उपयोग होती है वह फिल्ड वाइन्डिंग कहलाती है और जो वाइंडिंग शक्ति उत्पन्न करती है वह आर्मेचर वाइन्डिंग कहलाती है। यहाँ दोनों आर्मेचर व फिल्ड वाइन्डिंग रोटर भी और स्टेटर के रूप में भी उपयोग होती है।

ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक की कार्य प्रणाली (Working of brushless alternator)

ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक के दो भाग होते है जिनमें एक उत्तेजक मुख्य प्रत्यावर्तक भाग कहलाता है जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

Fig 1



उत्तेजन प्रत्यावर्तक (Excitation alternator)

इसके रोटर भाग में आर्मेचर व मुख्य फिल्ड वाइन्डिंग है और उत्तेजक की फिल्ड वाइन्डिंग स्टेटर में है। जब यह घूमना प्रारम्भ करता है तो एक्साइडर आर्मेचर में वोल्टेज उत्पन्न हो जाती है जो मुख्य फिल्ड को करंट देती है जिससे मुख्य प्रत्यावर्तक के चुम्बकीय क्षेत्र को सप्लाई मिल जाती है।

मुख्य प्रत्यावर्तक (Main Alternator)

यहाँ मुख्य फिल्ड रोटर में और आर्मेचर वाइन्डिंग स्टेटर भाग में है, जिससे सप्लाई को सीधा बाहर लिया जा सकता है। इसमें कोई ब्रुश की आवश्यकता नही है। एकसाईटर आर्मेचर में उत्पन्न वोल्टेज, मुख्य प्रत्यावर्तक के रोटर के लिए चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। जब यह चुम्बकीय क्षेत्र मुख्य आर्मेचर चालकों को काटता है तो विभवान्तर उत्पन्न होता है। यहाँ पर उत्पन्न हई वोल्टेज को Fig 2 अनुसार एकसाईटर फिल्ड करंट से रेगूलेट किया जा सकता है।

मौलिक सिद्धांत (Basic theory)

जब एक वाइंडिंग की तार में विद्युत धारा गुजारी जाती है, एक चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है (एक विद्युत चुम्बक) इसके विपरीत जब एक वाइंडिंग के तार के मध्य से चुम्बकीय क्षेत्र गुजारा जाये तो भी तार में एक वोल्टेज उत्पन्न हो जाती है। यह पैदा हुई वोल्टेज, करंट बनाती है जब इलैक्ट्रोन किसी बैटरी या लोड में एक स्थान से दूसरे स्थान की ओर जाती है। ये दोनों क्रियायें प्रत्यावर्तकों, मोटरों और जनरेटर या डायनमों में लागू होती है।

संरचना (Construction)

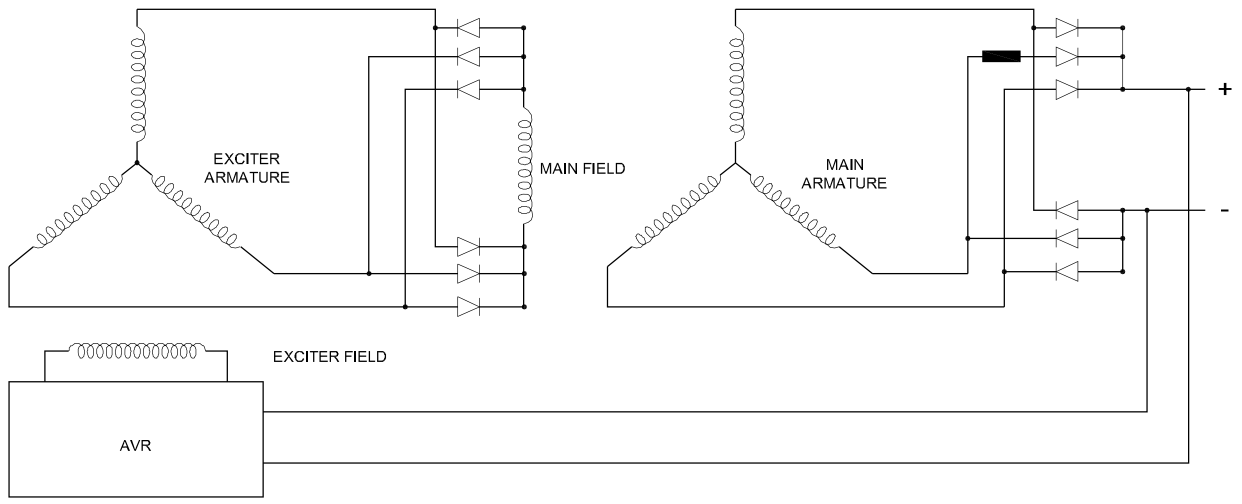
एक ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक दो प्रत्यावर्तकों से मिल कर बना होता है जो एक ही शाफ्ट पर end-से-end प्रकार जुडे होते है। छोटे ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक एक इकाई की तरह दिखाई देते है परन्तु बडे आकार वाले प्रत्यावर्तकों में दो भाग स्पष्ट रूप से दृष्टिगोचर होते है। दो भागों में से बड़ा भाग मुख्य प्रत्यावर्तक व छोटा भाग एकसाईटर होता है। एकसाईटर की फिल्ड कुण्डलियां स्थिर होती है और घूमने वाला भाग आर्मेचर (पावर कुण्डलियाँ) होता है। मुख्य प्रत्यावर्तक में इसका विपरीत है अर्थात घूर्णन फिल्ड व आर्मेचर स्थिर है।

उत्तेजक (Exciter)

उत्तेजक की फिल्ड कुण्डलियां स्थिर भाग स्टेटर में स्थिर होती है और इसका आर्मेचर भाग स्टेटर पर होता है। एकसाईटर के आर्मेचर से प्राप्त AC आउटपुट एक डायोड के सैट की मिलती है जो कि रोटर के साथ जुडे होते है और DC वोल्टेज बना देते है। यह DC सीधा मुख्य प्रत्यावर्तक के

फिल्ड वाइंडिंगों को मिल जाती है, जो कि रोटर के साथ जुडा होता है। इस प्रबन्ध के साथ रोटेटिंग फिल्ड वाइंडिंग को धारा देने के लिए ब्रुशों व स्लिप रिंगों की आवश्यकता नही पड़ती। एक सरल ऑटोमोटिव प्रत्यावर्तक से इनमें यह भेद है, सरल प्रत्यावर्तकों में ब्रुशों व स्लिपरिंगों का उपयोग रोटेटिंग फिल्ड को सप्लाई देने के लिए किया जाता है।

Fig 2



3 PHASE BRUSHLESS ALTERNATOR CIRCUIT DIAGRAM

मुख्य प्रत्यावर्तक (Main Alternator)

जैसा कि उपरोक्त मे वर्णन किया गया है मुख्य प्रत्यावर्तक फिल्ड घूमने वाला व स्थिर आर्मेचर (शक्ति जनन वाइंडिंग) वाला है। यह वह भाग है जिसको समझने में कठिनाई होती है कि आर्मेचर स्ट्रेटर भाग में है और न कि रोटर।

आर्मेचर प्रत्यावर्तक के स्थिर भाग में है, आउटपुट उच्च धारा ब्रुशों व स्लिपरिंगों में से प्रवाहित नही होती है। यद्यपि विद्युत डिजाईन अधिक जटिल है फिर भी यह प्रत्यावर्तक परिणाम में बहुत विश्वसनीय है क्योंकि वे ही भाग घिसते है जो बियरिंग से सम्बन्धित है या बियरिंग है।

तीन फेज ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक (Three-Phase brushless alternator)

एक तीन फेज प्रत्यावर्तक में वाइन्डिंग के 3 सैट होते है जो स्थिर आर्मेचर (स्टेटर) में 120^0 विद्युत दूर रखे गये है। परिणामस्वरूप प्रत्यावर्तक से 3 आउटपुट निकलती है जो विद्युतीय रूप से आपस में 120^0 के अन्तराल पर है। कई पोल वाले डिजाईन में 3 वाइन्डिंग के कई सैट होते है। वाइन्डिंग (पोल) के ये सैट मशीन की परिधि में समरूप (evenly) से रखे होते है। पोलों की अधिक संख्या होने पर प्रत्यावर्तक की चाल कम रखी जाती है जिसके फलस्वरूप दी हुई वोल्टेज पर आवृत्ति कम हो जाती है पोलों की संख्या अधिक होने पर प्रत्यावर्तकों की जटिलता बंद जाती है और यही कारण है कि कम चाल वाले प्रत्यावर्तकों का मूल्य अधिक होता है।

एक फेज पावर प्लांट के अतिरिक्त, अधिकतर प्रत्यावर्तक, ऑटोमेटिव प्रकार के प्रत्यावर्तक भी 3-फेज में पावर उत्पन्न करते है। एक तीन-फेज AC प्रत्यावर्तक में कोई डायोड नहीं होते। यदि इससे DC आउटपुट की आवश्यकता होने पर इसमें 6 डायोड उपयोग होंगें जो प्रत्यावर्तक में उत्पन्न DC में परिवर्तित कर देंगे। ऑटोमेटिव प्रत्यावर्तकों में इस रूप को उपयोग किया जाता है। एक तीन ब्रुश रहित प्रत्यावर्तक के रोटर पर एकसाइटर के लिए 4 या 6 डायोड होते है, ये डायोड स्टेटर में लगे डायोड के अतिरिक्त होते है।

3-फेज मशीनों की वायरिंग तीन तरह से की जाती है जिसमें एक डेल्टा (त्रिभुज) रूप है, जिसकी "त्रिभुज के बिन्दु" सिरे से एक तार बाहर आती है। दूसरी विधि वाई (Y) या स्टार विधि है। इस विधि में प्रत्येक वाइन्डिंग से तार का एक सिरा बाहर आता है और चतुर्थ 4" तार तीनों वाइन्डिंग के कॉमर सिरे (स्टार बिन्दु) से निकलता है। यह कॉमन बिन्दु न्यूट्रल बिन्दु और इससे निकली तार न्यूट्रल तार कहलाती है।

जिन मशीनों में कई वोल्टेज प्रस्तावित होती है, उनमें अतिरिक्त तार जोड़ी जाती है जो कि आवश्यकता अनुसार वोल्टेज के लिए लगाई जाती है।

सिन्क्रोनस मोटर (Synchronous motor)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **सिन्क्रोनस मोटर के कार्य सिद्धांत की व्याख्या करना**
- **सिन्क्रोनस मोटर की संरचना की विस्तृत व्याख्या करना**
- **सिन्क्रोनस मोटर को प्रारम्भ करने की विभिन्न विधियों का वर्णन करना**
- **प्रेरण मोटर के अनुप्रयोग की तुलना करना**
- **सिन्क्रोनस मोटर के अनुप्रयोग का वर्णन करना।**

सिन्क्रोनस मोटर (Synchronous motor)

जब एक प्रत्यावर्तक मोटर की तरह चलता है तो यह तुल्यकाली मोटर (synchronous motor) कहलाता है। इसके आर्मेचर के लिए 3-फेज AC प्रदाय AC वाइन्डिंग के लिए और फिल्ड के उत्तेजन (excitation) के लिए DC वोल्टेज की आवश्यकता होती है। सिन्क्रोनस मोटर सेल्फ स्टार्टिंग मोटरें नही होती है।

कार्य सिद्धांत (Working principle)

जब एक तीन-फेज सिन्क्रोनस मोटर के स्टेटर वाइन्डिंग को तीन-फेज सप्लाई से जोड़ा जाता है, तो मशीन में एक घूमने वाला क्षेत्र स्थापित हो जाता है। अब यदि रोटर को घूमने वाले क्षेत्र की दिशा में घुमाया जाये, रोटेटिंग क्षेत्र का उत्तरी ध्रुव रोटर के दक्षिणी ध्रुव को अपनी ओर खींचता है और रोटेटिंग क्षेत्र का दक्षिणी ध्रुव रोटर के उत्तरी ध्रुव को अपनी ओर खींचता है। रोटर सूत्र, Ns = 120f/p वाले लोकप्रिय सूत्र अनुसार गणना की हुई चाल पर लगातार घूमने लगता है। यह रोटेटिंग क्षेत्र के साथ तुल्यकारी (synchronously) अवस्था में आ जाता है। अब मशीन मोटर की तरह कार्य करती है।

संरचना (Construction)

संरचना की दृष्टि से सिन्क्रोनस मोटर लगभग पूरी तरह प्रत्यावर्तक जैसी होती है, इसमें दो भाग बहुत महत्वपूर्ण है।

1 स्टेटर (आर्मेचर)

2 रोटर (फिल्ड)

एक सिन्क्रोनस मोटर आर्मेचर घूमने वाली या फिल्ड घूमने वाली हो सकती है, यद्यपि अधिकतर सिन्क्रोनस मोटरें फिल्ड घूमने वाली होती है। रोटर के पोलों की संख्या के बराबर स्थिर स्टेटर आर्मेचर को वाइंड किया जाता है, आर्मेचर वाइंडिंग स्टेटर फ्रेम में स्थित होती है, जबकि फिल्ड चुम्बक उस फ्रेम से जुडे होते है जो शाफ्ट के साथ घूमता है।

फिल्ड वाइंडिंग दिष्ट धारा से उत्तेजित की जाती है, जो कि एक छोटा DC जनरेटरहोता है (यह प्रायः मोटर की शाफ्ट के साथ ही जुडा रहता है और यह एकसाईटर के नाम से जाना जाता है) या किसी अन्य DC स्त्रोत से प्राप्त किया जाता है। Fig1 में सिन्क्रोनस मोटर के साथ सीधा जुडा एकसाईटर दिखाया गया है।

सिन्क्रोनस मोटर को प्रारम्भ करने की विधियाँ (Methods of starting a synchronous motor)

1 पोनी मोटर का उपयोग करके (By using a pony motor)

2 डैम्पर वाइन्डिंग का उपयोग करके (By using damper windings)

3 सिन्क्रोनाइजिंग करके (By synchronisation)

1 पोनी मोटर का उपयोग करके (By using a pony motor)

इस विधि में रोटर को छोटी मोटर (pony motor) से स्टार्ट किया जाता है और तीन फेज सिन्क्रोनस मशीन के स्टेटर वाइन्डिंग को तीन फेज सप्लाई दी जाती है, पोनी मोटर में सिन्क्रोनस मोटर के तुल्य पोल होते है। यह छोटी प्रेरण मोटर जो सिन्क्रोनस मशीन को स्टार्ट करने के उद्देश्य से उपयोग की जाती है पोनी मोटर कहलाती है। पोनी मोटर मुख्य मोटर को तुल्यकाली चाल के नजदीक ले आती है, उस समय फिल्ड को DC सप्लाई से जोड़ दिया जाता है, और पोनी मोटर का स्विच ऑफ कर दिया जाता है। अब मोटर अपने आप को तुल्यकाली चाल की ओर खींच लेती है।

2 डैम्पर वाइन्डिंग का उपयोग (By using damper windings)

डैम्पर वाइन्डिंग स्किवरल गेज (squirrel cage) वाइन्डिंग की तरह होती है अर्थात यह पोल शू के अन्दर ताँबे की छड़ें गाढ़ कर रखी जाती है जो दोनों तरफ से लघु परिपथ रहती है।

प्रारम्भ के समय डैम्पर वाइन्डिंग का कार्य (Action of damper winding at start)

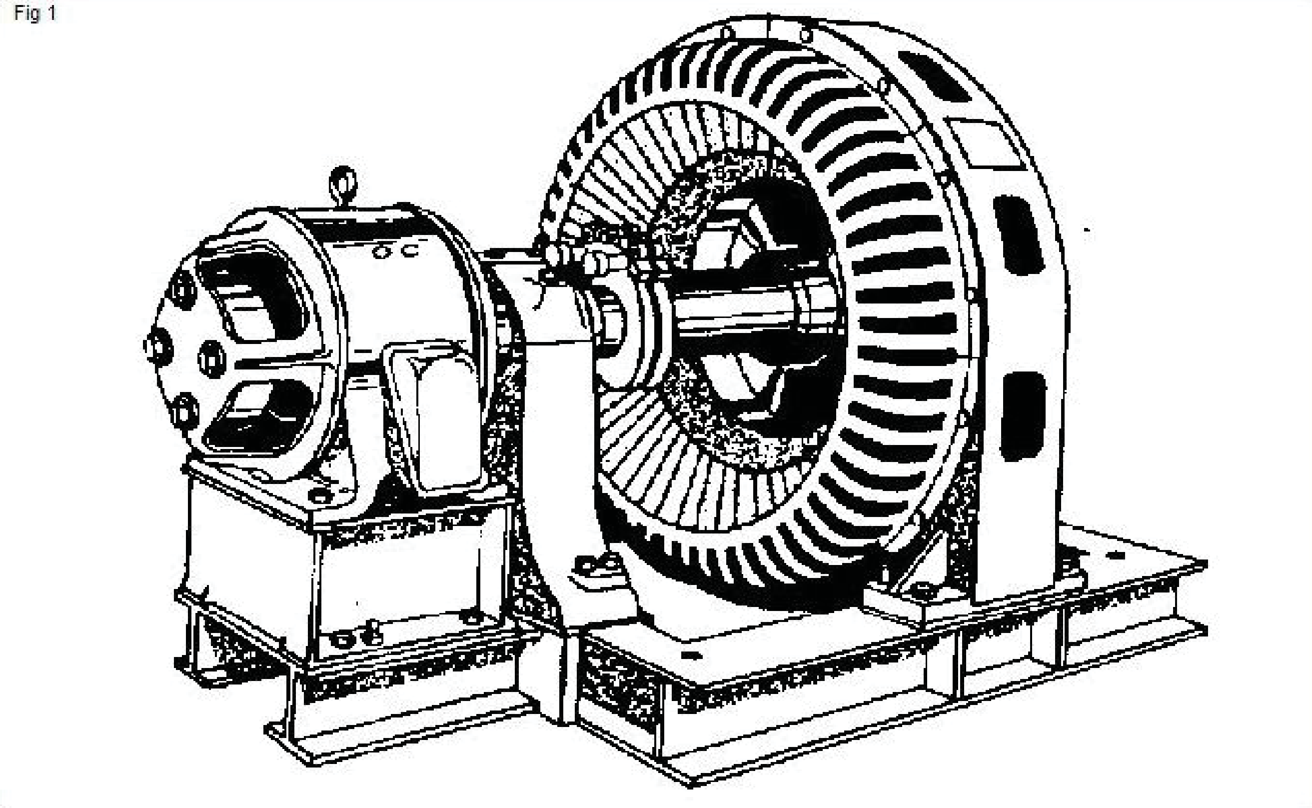
जब एक सिन्क्रोनस मोटर को स्टार्ट किया जाता है तो स्टेटर वाइन्डिंग में रोटेटिंग चुम्बकीय क्षेत्र स्थापित हो जाता है जो केज (डैम्पर) वाइन्डिंग के चालकों को काटता है जो रोटर पर फिल्ड पद्धति के रूप में होते है और डैम्पर चालकों में धारा उत्पन्न कर देता है। एक टॉर्क विकसित होकर मोटर को सिन्क्रोनस चाल से थोडा कम चाल पर चलाने लगता है जो कि प्रेरण मोटर की तरह होती है। अब DC उत्तेजन स्विच ऑन कर दिया जाता है। अब पोलों के दो सैट अचानक एक दूसरे को लॉक कर लेते है और मोटर तुल्यकाली चाल की ओर खींच जाती है।

डैम्पर वाइन्डिंग युक्त सिन्क्रोनस मोटर को जब स्टार्ट किया जाता है, सर्वप्रथम मुख्य फिल्ड वाइन्डिंग लघु परिपथ कर दी जाती है और स्टेटर टर्मिनलों को उचित स्टार्टर द्वारा AC सप्लाई से जोड़ दिया जाता है। मोटर स्टार्ट हो जाती है और जब यह स्थिर चाल पर पहुँच जाती है तो फिल्ड वाइन्डिंग से लघुपथ हटा कर इसे DC उत्तेजन से जोड दिया जाता है। यदि उत्तेजन (excitation) पर्याप्त है तो मशीन तुल्यकालन (synchronism) की ओर खींच जाती है।

3 तुल्यकालन द्वारा (By synchronisation)

प्रारम्भ में सिन्क्रोनस मोटर एक प्रत्यावर्तक की तरह चलाई जाती है और मुख्य प्रदाय के बस बार से सिन्क्रोनस की जाती है जो कि किसी एक

Fig 1



सिन्क्रोनाइजेशन विधि से किया जा सकता है। सिन्क्रोनाइजेशन के बाद प्रथम चालक (prime mover) को विच्छेदित कर दिया जाता है। अब यह प्रत्यावर्तक, अर्थात सिन्क्रोनस मोटर लगातार सिन्क्रोनस चाल पर चलती रहती है और मुख्य प्रदाय से शक्ति लेने लगती है।

सिन्क्रोनस मोटर व प्रेरण मोटर में तुलना

	मापदण्ड	सिन्क्रोनस मोटर	प्रेरण मोटर
1	चाल	तुल्यकाली चाल भाग स्थिति में स्वतंत्र होती है और स्थिर रहती है।	सिन्क्रोनस चाल से कम होती है। लोड (लोड) बढ़ने से घटती है।
2	शक्ति गुणक	सभी पश्चगामी व अग्रगामी शक्ति गुणकों पर परिचालित हो सकती है।	केवल पश्चगामी शक्ति गुणक पर परिचालित होती है।
3	दक्षता	बहुत अच्छी	अच्छी
4	लागत	अधिक महंगी	सस्ती
5	प्रारम्भन	अपने आप प्रारंभ नही	स्व-प्रारम्भ
6	चाल नियंत्रण	आवश्यकता नहीं	थोडी चाल नियंत्रित की जा सकती है।
7	अनुप्रयोग	यांत्रिक लोड के लिए प्रयोग की जाती है और सिन्क्रोनस कन्डेनसर के रूप में शक्ति गुणक सुधारने के लिए भी प्रयोग की जाती है।	केवल यान्त्रिक लोड को चलाने के लिए उपयोग होती है।

अनुप्रयोग (Application)

सिन्क्रोनस मोटरें सबसे अधिक शक्ति गुणक सुधारक युक्तियों के रूप में उपयोग होती है। इसलिए इन्हें सिन्क्रोनस कन्डेसर भी कहते है, क्योंकि इसका प्रभाव स्थिर कैपेसिटर की तरह ही शक्ति पद्धति (power system) पर पड़ता है जो कि अग्रगामी (leading) करंट उत्पन्न करता है।

निम्न शक्ति गुणक के कारण (Causes of low power factor)

1 सभी प्रकार की प्रेरण मोटरें विशेषकर वो जो कम लोड पर चलती है।

2 शक्ति परिणामित्र (पावर ट्रांसफार्मर) एवं वोल्टेज रेगूलेटर

3 ऑर्क वेल्डिंग

4 प्रेरण भट्टी व हीटिंग कुण्डलियाँ

5 चॉक कुण्डलियाँ और चुम्बकीय पद्धति

6 प्रतिदीप्ति और विसर्जन लैम्प व निऑन साइन लैम्प इत्यादि।

सैद्धांतिक रूप से निम्न शक्ति गुणक प्रतिकारक शक्ति के कारण होता है जो परिपथ में प्रवाहित होती है। प्रतिकारक शक्ति उपकरणों की प्रेरकत्व व धारिता पर निर्भर करती है।

निम्न शक्ति गुणक की निम्नलिखित हानियाँ है (The disadvantages of low power factor are as follows)

1 ट्रांसफार्मर व केबलों पर लोड ज्यादा हो जाती है

2 लोड बिंदु पर लाइन वोल्टेज घट जाती है

3 प्लांट कम दक्षता पर परिचालित होती है

4 शक्ति मूल्य पर दंड लगता है।

उच्च शक्ति गुणक के निम्नलिखित लाभ हैं (The advantages of high power factor are as follows)

1 धारा कम हो जाती है।

2 शक्ति मूल्य घट जाता है।

3 ट्रांसफार्मर व केबलों में हानियाँ घट जाती है।

4 ट्रांसफार्मर, स्विच गीयर व केबलों पर लोड कम हो जाती है।

5 शक्ति प्रणाली की क्षमता बढ़ जाती है (किसी अतिरिक्त उपकरण के बिना अतिरिक्त लोड वहन किया जा सकता है।)

6 उपकरण का कार्य प्रदर्शन व वोल्टता स्थिति में सुधार हो जाता है।

7 वेल्डिंग और इसके समान उपकरणों के कारण होने वाले वोल्टेज ड्रॉप मे कमी आती है।

शक्ति गुणक नियंत्रण (Power factor control)

जब मोटर लोड पर चल रही हो, उस समय यदि रोटर उत्तेजन को परिवर्तित कर दिया जाये, तो लोड का कोण व स्टेटर धारा में परिवर्तन हो जायेगा, परन्तु मोटर की चाल, लोड (और इनपुट पावर स्थिर रहने पर)स्थिर रहते है।

उत्तेजन को बदलने से मोटर के शक्ति गुणक को समायोजित कर सकते है। लोड की विभिन्न अवस्थाओं में इकाई शक्ति गुणक पर परिचालन सम्भव है और रोटर को अति उत्तेजित (high excitation) करके मोटर को अग्रगामी शक्ति गुणक पर परिचालित किया जा सकता है। यह बड़ी सिन्क्रोनस मोटर में ही विशेष कर लाभकारी हो सकता है, जो कि उसी स्थान पर प्रयोग की जाये जहाँ पर अन्य प्रेरण मोटरों के कारण पश्चगामी शक्ति गुणक रहता है, इस पश्चगामी शक्ति गुणक को सुधारने के लिए सिन्क्रोनस मोटर उपयोग की जाती है।

क्षणिक चाल उपयोग (Instant speed application)

चूंकि सिन्क्रोनस मोटर की दक्षता उच्च होती है, इसलिए ये मोटरें उन लोडों के लिए बड़ी उपयुक्त होता है जहाँ पर स्थिर चाल की आवश्यकता होती है।

सिन्क्रोनस मशीनों के V चक्र (V Curves of synchronouos machines)

सिन्क्रोनस मशीन के V-वक्र आर्मेचर धारा व उत्तेजन धारा के बीच सम्बन्ध को दर्शाते है। जब लोड को इनपुट वोल्टेज मशीन के लिए स्थिर रखे जाते है। स्थिर लोड पर, यदि उत्तेजन को बदला जाये तो मशीन का शक्ति गुणक भी बदल जाता है, अर्थात जब फिल्ड करंट का मान कम है (मशीन निम्न उत्तेजन में है) तो शक्ति गुणक कम है और जैसे ही उत्तेजन को बढाया जाता है, तो शक्ति गुणक बढ कर एक निश्चित धारा पर शक्ति गुणक इकाई (unity) हो जाता है और मशीन इस अवस्था में सबसे कम आर्मेचर धारा लेती है। यह सामान्य उत्तेजन कहलाता है। यदि उत्तेजन को और आगे बढाया जाये तो अति-उत्तेजित (over-excited) हो जायेगी और यह अधिक लाइन धारा लेगी और शक्ति गुणक अग्रगामी होकर कम हो जायेगी। इसलिए यदि फिल्ड करंट को परिवर्तित करें, लोड व इनपुट वोल्टेज को स्थिर रखा जाये, तो आर्मेचर करंट बदलता है और VIcosθ स्थिर रहता है। उत्तेजन के साथ आर्मेचर धारा के परिवर्तन 'V' वक्र कहलाते है जो Fig 2 में दिखाये गये है।

Fig 2

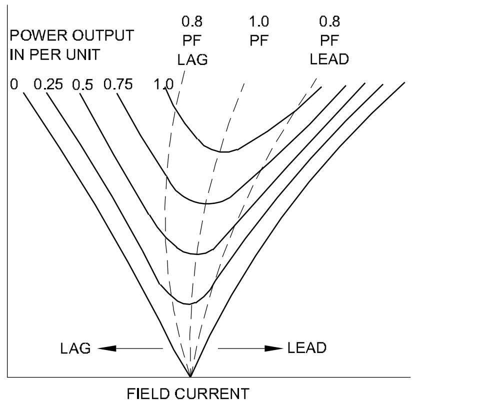


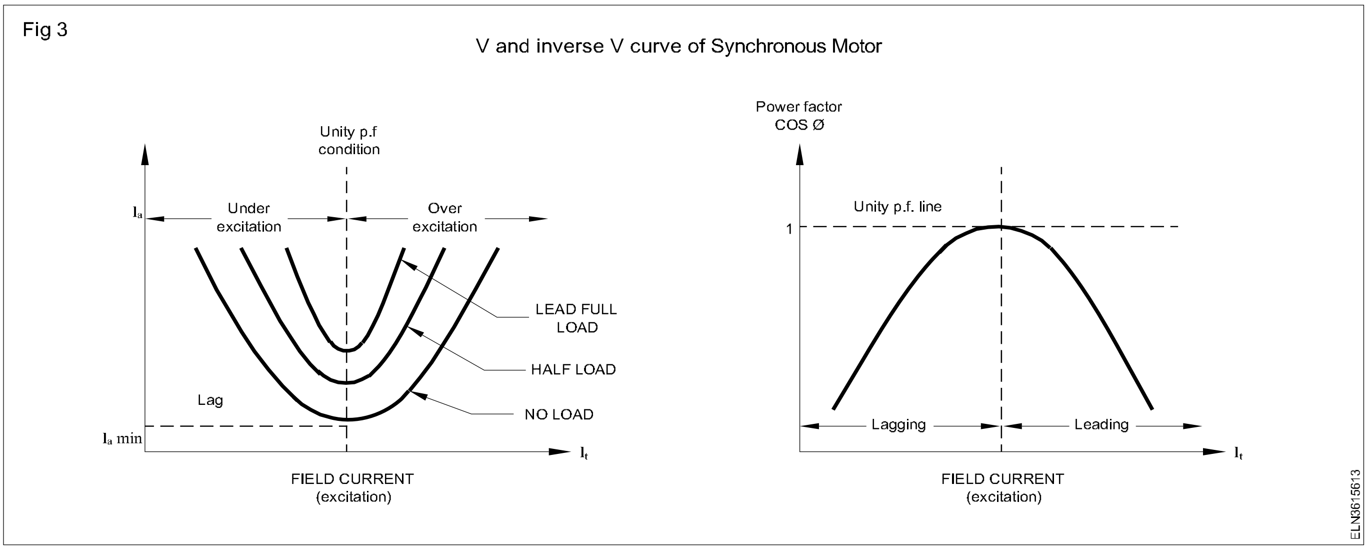
Fig 3 में दिखाये जैसा V और सिंक्रोनस मोटर के प्रतिलोभ V वक्र को प्रदर्शित करता है ।

स्थिर लोड पर उत्तेजना परिवर्तन का प्रभाव (Effect of Changing Excitation on Constant load)

जैसा कि Fig. (4a) में दिखाया गया है। मान लीजिए एक सिन्क्रोनस मोटर दिए गए लोड पर यूनिटी पावर फैक्टर में सामान्य उत्तेजना ($E_b = V$) के साथ प्रचालित होता है। यदि X_S की तुलना में R_a नगण्य है तब I_a E_R से 90° लैग करती है तथा वोल्टेज के साथ इन फेज है क्योंकि पावर फैक्टर का मान यूनिटी है। आर्मेचर प्रति फेज $V.I_a$ पावर लेती है चूँकि मोटर के मैकेनिकल लोड प्राप्त करने के लिए पर्याप्त है। आइए अब फील्ड एक्सायटेशन के घटनें या बढ़ने के प्रभाव के संबंध में चर्चा करते है। जब मोटर को लोड दिया जाता है तब यह स्थिर रहता है।

a) उत्तेजना घटनें पर (Excitiation Decreased)

जैसा कि Fig 4(b) में दिखाया गया है माना कि उत्तेजना में कमी होती है तब बैंक इ एस एफ E_{b1} लोड एंगल α_1 के समान उत्पन्न होता है। तब परिणामी वोल्टेज E_{R1} के कारण लैगिंग आर्मेचर करंट I_{a1} प्रवाहित होता है। यद्यपि प्रवाहित I_{a1} का मान I_a से बड़ा होता है फिर भी वह स्थिर लोड में आवश्यक



शक्ति $V.I_a$ उत्पन्न करने के लिए सक्षय होता है।क्योंकि $I_{a1} \cos \phi_1$ अवश्य Ia से छोटा होता है इसलिए $V.Ia_1 \cos \phi_1 < V.I_a$

अतः लोड एंगल को α_1 से α_2. तक बढ़ानें के लिए यह आवश्यक है कि बैंक ई एम एफ E_{b1} को E_{b2} तक बढ़ाया जाय जिसके कारण परिणामी वोल्टेज E_{R1} से E_{R2} तक बढ़ जाता है। इसके परिणाम स्वरूप आर्मेचर करंट I_{a2} भी बढ़ जाता है। जिसके कारण मोटर को स्थिर लोड में चलाने हेतु फेज के अवयव द्वारा पर्याप्त शक्ति ($VI_{a2} \cos \phi_2$) प्राप्त हो जाती है।

b) उत्तेजना बढ़ना (Excitiation Increased)

Fig 4(c) में उत्तेजित फील्ड के प्रभाव को दिखाया गया है। जहाँ पर E_{b1} वास्तविक लोड कोण α_1 के रूप में दिखाया गया है। परिणामी वोल्टेज E_{R1} के कारण लीडिंग करंट I_{a1} को फेस कंम्पोनेट I_a से बढ़ा दिखाया गया है। यानि कि आर्मोचर में मोटर के लोड से ज्यादा पावर उत्पन्न हो रहा हैं। तदानुसार लोड कोण α_1 से α_2 तक कम हो पाता हैं। जिसके कारण परिणामी वोल्टेज ER_1 से ER_2 तक कम हो जाता है। उसी के समान आर्मेचर करंट भी I_{a1} से I_{a2} तक कम हो जाता है। जिससे फेस घटक $I_{a2} \cos \phi_2 = I_a$. हो जाता है। जिसके कारण आर्मेचर में मोटर के स्पिर लोड को सहने के बराबर शक्ति उत्पन्न हो जाती हैं।

अतः सिन्क्रोनस मोटर के उत्तेजित अवस्था पर विभिन्नता प्राप्त करते हैं। दिए गए लोड पर केवल उनके लोड एंगल पर परिवर्तन होता हैं।

सिन्क्रोनस मोटर के विभिन्न (अलग - अलग) टार्क Different Torques of a Synchronous Motor

सिन्क्रोनस मोटर के विभिन्न टार्क निम्न है

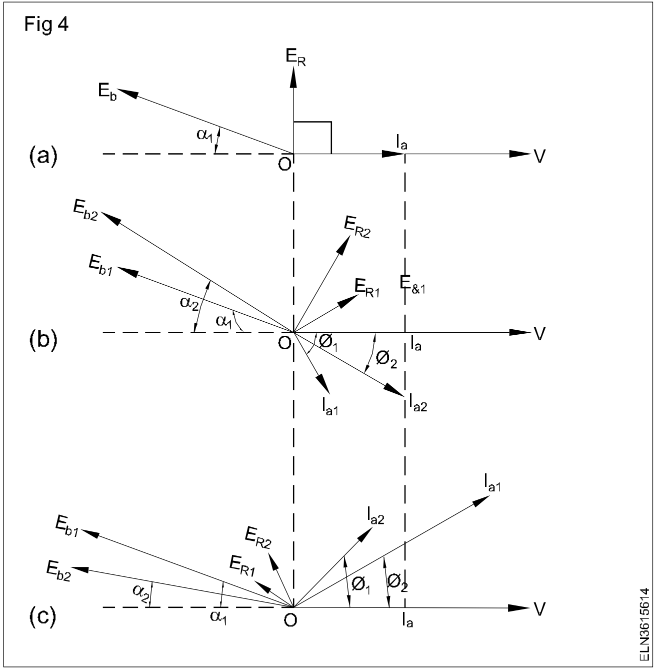
1) स्टार्टिंग टार्क (Starting torque)

2) रनिंग टार्क (Running torque)

3) फुल इन टार्क (Pull - in - torque)

4) पुल आउट टार्क (Pull out torque)

1) स्टार्टिंग टार्क (Starting torque) - जब स्टेटर वाइंडिग में पूर्ण वोल्टेज दी जाती है तब यह टार्क (घूमने का प्रयास) उत्पन्न होता है। यह ब्रेक - वे टार्क के नाम से भी जाना जाता है। सेन्ट्रीफ्यूगल पम्प की स्थिति 10% में तक कमी आ सकती है और उच्च कम्प्रैशर वाले दो सिलेण्डर की स्थिति में टॉर्क 200% से 250% उच्च होता है।



2) रनिंग टार्क (Running torque) - जैसे कि नाम से स्पष्ट है यह मोटर के गतिज अवस्था में उत्पन्न हुआ टॉर्क है। यह अश्वशक्ति संचालित मशीन द्वारा आवश्यक अधिकतम टॉर्क उत्पन्न करती है। स्टॉलिंग से बचने के लिए मोटर को ब्रेक डाउन या अधिकतम गतिज टार्क होने के कारण अधिक मूल्य का होना चाहिए।

3) फुल इन टार्क (Pull - in - torque) - वह अधिकतम टॉर्क जो मोटन को सिंक्रोनाइज करने R उत्पन्न किया जाता है, पुल - इन - टॉर्क कहलाता है।

4) पुल आउट टार्क (Pull out torque) - वह अधिकतम टॉर्क जो मोटर के बिना सिंक्रोनस स्पीड पर प्राप्त होता है। पुल - आउट - टॉर्क कहलाता है। सामान्यतः जब मोटर में लोड बढ़ता है। रोटर की स्पीड घूमता हुआ सिंक्रोनस स्पीड से कम होती है। जब रोटर पोल से पीछे रहती है 90, तब मोटर अधिकतम टॉर्क उत्पन्न करता है। जब लोड़ बढ़ाते जाते हैं तब मोटर सिंक्रोनस स्थिति से बाहर होकर रूक जाती है।

MG सैट, रोटरी कन्वर्टर एवं इन्वर्टर (MG set, Rotary converter and Inverter)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे
- **प्रत्यावर्ती धारा पर दिष्ट धारा के लाभों की सूची बनाना**
- **AC को DC में बदलने की विधियों की सूची बनाना**
- **MG-सैट के लाभ व हानियों का वर्णन करना**
- **रोटरी कन्वर्टर की संरचना और इसके कार्य का वर्णन करना।**

विद्युत शक्ति का जनन, संचारण व वितरण करने के लिए पूरे विश्व में AC प्रणाली का अपनाया जाता है। DC प्रणाली में जनन, संचारण व वितरण की अपेक्षा यह सस्ता पडता है। कुछ अनुप्रयोग है DC आवश्यक होती है और इसके AC पर कुछ लाभ होते है।

निम्नलिखित अनुप्रयोगों में DC आवश्यक होती है।

- विद्युत रासायनिक प्रक्रिया जैसे इलैक्ट्रोप्लेटिंग, इलैक्ट्रो-रिफाइनिंग आदि।
- स्टोरेज बैट्री चार्जिंग
- सर्च लाइट व सिनेमा प्रोजेक्टर के लिए आर्क लैम्प में।

निम्नलिखित अनप्रयोगों में दिष्ट धारा अधिक लाभकारी है।

- ट्रैक्शन प्रक्रिया - DC श्रेणी मोटर
- टेलीफोन, रिले व टाइम स्विचों का परिचालन
- रोलिंग मील, पेपर मील, एलीवेटर इत्यादि जहाँ पर सूक्षम चाल नियंत्रण उच्च टॉर्क पर बार-बार स्टार्टिंग व दोनों दिशाओं में मोटरों को चलाने की आवश्यतका पडती है वहाँ पर DC मोटरें अधिक उपयुक्त रहती है।

उपरोक्त कारणो से AC का DC में दिष्टकरण करना आवश्यक हो जाता है।

विधियाँ (Methods) : AC को DC में बदलने की विधियाँ निम्नलिखित है

- मोटर-जनरेटर सैट
- रोटरी कन्वर्टर
- मर्करी आर्क रेक्टीफायर
- धातु रेक्टीफायर
- अर्द्ध-चालक डायोड और SCR

उपरोक्त पाँच में मोटर जनरेटर सैट व अर्द्ध-चालक दिष्टकारी आजकल अधिकतर उपयोग हो रहे है। अन्य प्रकार कई कारणों से अप्रचलित हो गये है।

मोटर जनरोटर सैट (Motor generator set): इस प्रकार के सैटर में3-फेज AC मोटर DC जनरेटर के साथ सीधा जुडी होती है। बडी इकाईयों में AC मोटर के रूप में सिन्क्रोनस मोटरव DC जनरेटर के रूप में कम्पाउण्ड जनरेटर अधिक उपयुक्त माने गये है।

लाभ (Advantages)

1 DC आउटपुट वोल्टेज व्यावहारिक रूप में स्थिर होती है AC सप्लाई वोल्टेज में परिवर्तन करने से DC आउटपुट वोल्टेज प्रभावित होती है।

2 DC आउटपुट वोल्टेज शन्ट फिल्ड रेगूलेटर द्वारा आसानी से नियन्त्रित की जा सकती है।

3 जहाँ जनरेटर को चलाने के लिए सिन्क्रोनस मोटर प्रयोग की जाती है वहाँ पर M.G सैट को शक्ति गुणक सुधार के लिए भी उपयोग किया जा सकता है।

हानियाँ (Disadvantages)

1 इसकी दक्षता तुलनात्मक रूप में कम होती है।

2 इसको फर्श पर अधिक स्थान की आवश्यकता होती है।

रोटरी या सिन्क्रोनस कनवर्टर (Rotary or synchronous converter)

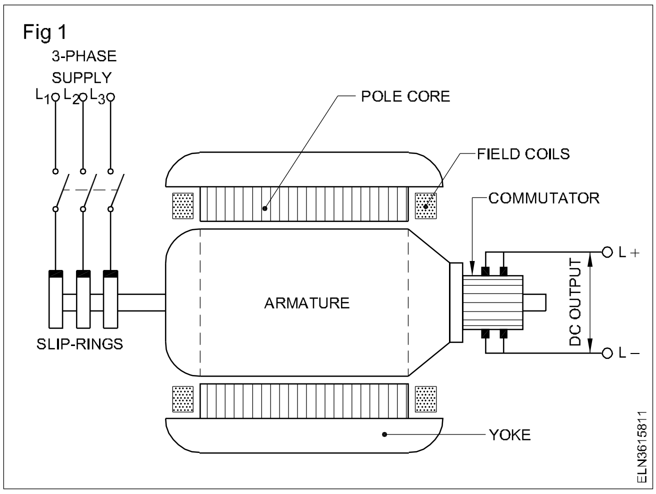
जब बड़ी मात्रा में DC पावर की आवश्यकता होती है तो रोटरी कनवर्टर उपयोग की जाती है। यह एक एकल मशीन होती है जिसमें एक आर्मेचर और एक फिल्ड होता है। यह सिन्क्रोनस मोटर व एक DC जनरेटर दोनों का कार्य एक साथ करता है। सिन्क्रोनस चाल (N_s = 120 f/P) से घूमते आर्मेचर की दूसरी तरफ लगे स्लिपरिंगों के सैट से यह प्रत्यावर्ती धारा को प्राप्त करता है और दूसरी तरफ लगे कम्यूटेटर व ब्रुशों की मध्य से दिष्टधारा देता है।

संरचना (Construction) : सामान्य संरचना और डिजाईन में एक रोटरी कनवर्टर एक DC मशीन जैसा ही है। अच्छा कम्यूटेशन प्राप्त करने के लिए इसमें इन्टरपोल होते है। इसका कम्यूटेटर समाना क्षमता की DC जनरेटर से बडा होता है क्योंकि इसे बडी मात्रा की शक्ति पर कार्य करना होता है।

इसमें अतिरिक्त जोडे गये भाग है-

- कम्यूटेटर के विपरीत सिरों पर एक स्लिप रिंग का सैट जोडा गया है।
- सिन्क्रोनस मोटर के रूप में पोल मुखों में डैम्पर डाले गये है।

एक रोटरी (सिन्क्रोनस) कनवर्टर को मुख्य भागों के साथ एक सरल चित्र में Fig 1 में प्रदर्शित किया गया है।



सच्चाई यह है कि DC जनरेटर के आर्मेचर चालकों में उत्पन्न emf प्रत्यावर्ती प्रकार का होता है और जो कि केवल कम्यूटेटर की दिष्टकारी क्रिया के कारण दिष्ट (एक दिशिय) होता है। इस मशीन का उपयोग प्रत्यावर्तक alternating के रूप में करने के लिए आर्मेचर वाइन्डिंग पर कुछ उपयुक्त बिन्दुओं पर स्लिप रिंग जोड दिये जाते है।

रोटरी कनवर्टर का आर्मेचर अधिकतर लैप कुण्डलित होता है। आर्मेचर में समानांतर पथों की संख्या पोलों की संख्या के तुल्य होती है। इसलिए समान विभव वाले बिन्दुओं की संख्या आर्मेचर पर पोलों के जोड़ों के तुल्य होती है। प्रत्येक स्लिप रिंग के लिए टेपिंग की संख्या, इसलिए पोलों की संख्या के बराबर होती है। 3-लैप कुण्डलित रोटरी कनवर्टर के लिए, यह आवश्यक हो जाता है कि प्रति पोल आर्मेचर चालकों की संख्या 3 से भाग होनी चाहिए।

परिचालन (Operation) : इसके सामान्य कार्य में, मशीन स्लिप रिंग के माध्यम से AC सप्लाई से जोड़ी जाती है और यह कम्यूटेटर से दिष्ट धारा देती है। इस अनुप्रयोग में मशीन स्लिपरिंग के तरफ देखने पर यह DC जनरेटर की तरह चलती है और DC शक्ति प्रदान करती है।

मरकरी आर्क रेक्टीफायर (Mercury arc rectifier) : सामान्यतया एक रेक्टीफायर को इस प्रकार प्रभावित किया जा सकता है कि यह एक ऐसी युक्ति होती है जो शून्य औसत मान वाली परिवर्तित प्रकार की धारा (प्रत्यावर्ती धारा) को निश्चित औसत मान वाली स्पन्दन प्रकार (दिष्ट धारा) में बदल देता है। यह AC को DC में बदलने वाली युक्ति होती है।

रोटरी कनवर्टर और M.G. सेट के ऊपर इसके कई लाभ है। अर्द्धचालक डायोड के आविष्कार से, डायोड मरकरी ऑर्क रैक्टीफायर से अधिक लाभकारी है। आजकल काई भी मरकरी ऑर्क रैक्टीफायर का उपयोग नही करना चाहता है।

M.G. सेटर, रोटरी कनवर्टर व रैक्टीफायर की तुलना विशेष मापदण्डों के अनुसार निम्नलिखित सारणी में की गई है।

तुलना के लिए कनवर्टर के मापदण्ड	**रैक्टीफायर**	**M.G. सैट**	**रोटर कन्वर्टर**
मशीनरी	काई चलने/घुमने वाला भाग नहीं	दो मशीनें जिनमें एक AC मोटर व दूसरी DC जनरेटर	एकल मशीन
लागत	सस्ता	बहुत महंगा	महंगा
शोर	शोर रहित	शोर उत्पन्न करने वाला	शोर उत्पन्न करने वाला
दक्षता	अच्छी, 95% तक उच्च	दो घूमने वाली मशीनों के कारण बहुत कम	कम
अनुरक्षण लागत	निम्न	उच्च	उच्च
ओवरलॉडिंग क्षमता	50% तक ओवर लोड हो सकता है	ओवर लोड नहीं किया जा सकता है	ओवरलोड नहीं किया जा सकता
AC का शक्ति गुणक	निम्न शक्ति गुणक	निम्न शक्ति गुणक	अच्छा शक्ति गुणक
परिचालन के समय देखभाल	कोई देखभाल की आवश्यकता नहीं	लगातार देखभाल की आवश्यकता	कम देखभाल की आवश्यकता
स्थान की आवश्यकता	उच्च	बहुत अधिक	अधिक

मोटर जनरेटर सेट का रखरखाव (Maintenance of MG set)

उद्देश्य : इस पाठ के अंत में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे

- **मोटर जनरेटर सेट के रखरखाव हेतु सुझाव को सूचीबद्ध करना।**

MG सेट के विद्युतीय और यांत्रिकीय निरीक्षण द्वारा रखरखाव अवश्य होना चाहिये । रखरखाव के समय निम्नलिखित बिंदुओं पर विचार करना चाहिए -

वैद्यतिक निरीक्षण सूची (Electrical inspection list)

- सभी विद्युतीय भाग एवं कंट्रोल पैनल की सामान्य साफ-सफाई ।
- मैगर द्वारा इंसुलेशन प्रतिरोध की जाँच/सुधार ।
- अर्थ वायरिंग की जाँच/सुधार ।
- मेन स्विच के फ्यूजों की जाँच/सुधार ।
- स्टेटर, ब्रशों की जाँच/सुधार ।
- मोटर के बियरिंग, घूमने वाले भाग की जाँच/सुधार करें और समुचित स्नेहन (lubrication) हेतू ऑयल/ग्रीस का उपयोग करें ।
- स्टार्टिंग पैनल का निरीक्षण जाँच/सुधार करें ।
- ओवर लोड रिले की जाँच/सुधार ।
- ढीले कनेक्शन की जाँच कर उसे कस दें (tighten)
- क्षतिग्रस्त (damaged) फ्लैक्सिबल कंडक्टर और केबल को बदल दें ।
- नियंत्रण पैनल (control system) की जाँच सुधार ।
- यदि आवश्यक हो तो कार्बनयुक्त निष्क्रीय कांटेक्टर को बदल दें।

यांत्रिक निरीक्षण सूची और स्नेहन (lubrication) निर्देश के अनुसार MG सेट का रखरखाव पूर्ण करें, जो नीचे दिया गया है -

यांत्रिक निरीक्षण सूची (Mechanical inspection list)

- भौतिक निरीक्षण करें और अच्छी तरह साफ करें ।
- मोटर कपलिंग और बियरिंग की जाँच/सुधार करें ।
- कपलिंग के तनाव (tightness) जाँच नियमानुसार करें ।
- पाइप लाइन के उभरे भारा की जाँच करें ।
- व्यवहारिक प्रचालन हेतू मशीन की जाँच/सुधार करें और ऑपरेटर से सत्यापन/जाँच कराएँ ।
- स्नेहन, रखरखाव की प्रिन्ट प्राप्त करें ।
- बियरिंग के स्नेहन की जाँच/सुधार करें ।
- स्नेहन के लिए ऑयल गन/ग्रीस का उपयोग करें ।

रखरखाव अधिकारी को सभी कार्य दिवसों पर हुए प्रत्येक रखरखाव/सुधार को सूचीबद्ध करने के लिए एक पृथक रखरखाव रजिस्टर बनाना चाहिए ।

MG सेट के प्रचालन के दौरान बंद होने की स्थिति में इसके यांत्रिक और वैद्युतिक रखरखाव की जाँच करें ।

प्रायोजना कार्य (Project work)

उद्‌देश्य : प्रशिक्षु/सहभागी निम्न के योग्य होंगे :

- **चयनित प्रायोजना का प्रोजेक्ट रिपोर्ट तैयार करना**
- **सर्किट डायग्राम/ले-आउट डायग्राम खींचना/तैयार करना**
- **प्राप्त किये जानेवाले सामग्री/अवयवों का विवरणिका सूची तैयार करना**
- **किये जाने वाले कार्य योजना की सूची बनाना**
- **प्रायोजना को विकसित कर, पूर्ण करना और जमा करना ।**

प्रयोजना का चयन और कार्यान्वयन (Selection of project and its execution)

- प्रोजेक्ट पर विस्तृत चर्चा करना - आवश्यकता, बाजार की उपलब्धता, लागत व्यय, सामग्री की उपलब्धता और भविष्य में इसके विकास और विस्तार की संभावना ।
- कार्य प्रारंभ करने के लिए आवश्यक सभी सामग्री और औजारों को इकट्ठा करें ।
- प्रायोजना को सभी जुड़े हुए सदस्यों द्वारा सहमति होना चाहिए तथा संबंधित प्राधिकरण से सत्यापित होना चाहिए ।
- कार्य को निर्धारित समय सारणी में क्रियान्वित करने के लिए एक क्रिया केंद्रित योजना तैयार करें जो जुड़ें हुए सभी सदस्यों द्वारा सहमति प्राप्त और संबंधित अनुदेशक द्वारा सत्यापित हो ।
- प्रायोजना को योजना के अनुसार पूर्ण करें ।
- योजना और क्रियान्वयन के अनुसार प्रायोजना की जाँच, सत्यापन और समाप्ति करें ।
- प्रायोजना को अच्छी कारीगरी और अनुकूलता के साथ पूर्ण करें ।

प्रोजेक्ट रिपोर्ट की तैयारी करना (Preparation of project report)

- प्रायोजना रिपोर्ट की शुरूआत दिये गये विषय से जुड़े परिचयात्मक जानकारी के साथ प्रारंभ किया जाना चाहिए और इसके वर्तमान स्थिति में महत्त्व पर प्रकाश डाला जाना चाहिए ।
- इसके बाजार एवं व्यावसायिक अनुप्रयोग के लिए एक सर्वे किया जाना चाहिए ।
- रिपोर्ट में इसका एक संक्षिप्त कार्य सिद्धान्त और इसके प्रचालन को उदाहरण देकर स्पष्ट करना चाहिए ।
- रिपोर्ट में इसके रखरखाव, सुधार और सामयिक सेवा कार्य आदि के विषय में प्रकाश डालें ।
- लागत बिना किसी शर्त के संबंधितों के लिए प्रतिस्पर्धी एवं सस्ती होनी चाहिए ।
- प्रायोजना में बिना किसी अधिक बदलाव के आगे उच्च संस्करण में विस्तार के लिए लचीलापन होना चाहिए ।
- रिपोर्ट को संदर्भित पुस्तकों एवं वेब साइड जानकारियों के साथ सूचीबद्ध होना चाहिए ।

इलेक्ट्रीशियन

(ELECTRICIAN)

NSQF स्तर - 5

द्वितीय वर्ष - भाग - II (कुल दो भाग)

2nd Year - (Volume - II out of II)

व्यवसाय सिद्धान्त

(TRADE THEORY) - HINDI

(**व्यावसायिक क्षेत्र** : पावर)

(**Sector** : Power)

Directorate General of Training

प्रशिक्षण महानिदेशालय

कौशल विकास एवं उद्यमिता मंत्रालय

भारत सरकार

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान, चेन्नई

पो.बा. सं. 3142, CTI कैम्पस, गिण्डी, चेन्नई - 600 032

व्यावसायिक क्षेत्र : पावर

अवधि : 2 - वर्ष

व्यवसाय : इलेक्ट्रीशियन - व्यवसाय सिद्धान्त - द्वितीय वर्ष - भाग - II (कुल दो भाग)
(NSQF स्तर 5)

प्रकाशक एवं मुद्रण :

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान
पो.बा. सं. 3142,
गिण्डी, चेन्नई - 600 032.
ई-मेल: chennai-nimi@nic.in,
वेब-साइट: www.nimi.gov.in

ऑफसेट मुद्रित :
राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान
चेन्नई - 600 032.

प्रथम संस्करण : मार्च, 2020 प्रतियाँ : 500

Rs.265/-

प्राक्कथन

भारत सरकार ने एक बहुत ही महत्त्वाकांक्षी ध्येय निर्धारित किया है कि सन् 2020 तक 30 करोड़ लोगों को अर्थात् हर चार में से एक भारतीय को कौशल प्रदान करना है और राष्ट्रीय कौशल विकास योजना के अन्तर्गत उनको रोजगार दिलाना है । इस लक्ष्य की प्राप्ति हेतु प्रशिक्षण मातृभाषा में उपलब्ध कराना परम आवश्यक है । NIMI अपनी सभी अनुदेशात्मक सामग्री अंग्रेजी, राजभाषा हिन्दी तथा अन्य क्षेत्रीय भाषाओं में उपलब्ध करके इस लक्ष्य प्राप्ति में अपनी महत्वपूर्ण सहयोग दे रहा है । इस प्रक्रिया में औद्योगिक प्रशिक्षण संस्थान (ITIs) एक महत्वपूर्ण भूमिका अदा करेंगे, विशेषकर कौशल से परिपूर्ण कार्मिक जन-शक्ति को तैयार करने में और इस बात को ध्यान में रखते हुए प्रशिक्षुओं को तत्कालीन आवश्यक औद्योगिक प्रशिक्षण प्रदान करने हेतु ITI का पाठ्य-क्रम हाल में सुधारा गया है और इस कार्य में एक परामर्शदात्री परिषद की सहायता ली गई है । परामर्शदात्री परिषद के गठन में तत्सम्बन्धित सदस्यों का समावेश होता है, जैसे कि उद्योग, उद्यमी, शिक्षाविद और ITIs के प्रतिनिधि ।

मुझे हर्ष है कि अपने लक्ष्य 'कुशल भारत' की प्राप्ति हेतु मंत्रालय प्रशिक्षण महानिदेशलय (DGT), कौशल विकास एवं उद्यमशीलता मंत्रालय के अधीन आने वाली श्वायत्तशासी निकाय, राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI), चेन्नई जिसको अनुदेशात्मक माध्यम पैकेजो (IMPs) के निर्माण, विकास तथा वितरण का कार्यभार सौंपा गया है वह ITI तथा कौशल प्रदान करने वाले तत्संबंधित संस्थानों की आवश्यकता हेतु वार्षिक पेटर्न के अधीन, **पावर** व्यवसाय की प्रस्तुत अनुदेशात्मक पुस्तक, **इलेक्ट्रीशियन - व्यवसाय सिद्धान्त - द्वितीय वर्ष - भाग - II (कुल दो भाग) NSQF स्तर 5** प्रकाशित कर रहा है। मुझे हर्ष है कि इस अनुदेशात्मक सामग्री के अंग्रेजी एवं हिन्दी संस्करण एक साथ प्रकाशित कर NIMI ने भी 'कुशल भारत' के लक्ष्य में अपनी भागदारी दर्ज करायी है।

इस काम के लिए NIMI के निर्देशक, कर्मचारी तथा माध्यम विकास परिषद (MDC) के सदस्यों का मैं हार्दिक अभिनंदन करता हूँ । NSQF स्तर 5 व्यवसाय अभ्यास प्रशिक्षुओं को अंतर्राष्ट्रीय समकक्ष स्तर प्रदान करेगा जिसके कारण उनकी कौशल प्रवीणता तथा दक्षता को विश्वभर में विधिवत् मान्यता मिलेगी; फलस्वरूप उनके पूर्व प्राप्त ज्ञान को भी मान्यता मिलने की संभावना में वृद्धि होगी। मुझे पूर्ण विश्वास है कि NSQF स्तर 5 के इन IMPs से ITIs प्रशिक्षु, प्रशिक्षक तथा अन्य सम्बन्धित लोग भरपूर लाभ उठायेंगे तथा देश में व्यावसायिक प्रशिक्षण की गुणवत्ता में अभिवृद्धि हेतु NIMI द्वारा किया गया यह प्रयत्न दूरगामि परिणाम लाएगा।

NIMI के निर्देशक, कर्मचारी तथा माध्यम विकास कमिटी (MDC) के सदस्य इस प्रकाशन में प्रदत्त अपने योगदान हेतु अभिनंदन के पात्र हैं ।

जय हिन्द !

महानिर्देशक / अतिरिक्त सचिव
कौशल विकास एवं उद्यमशीलता मंत्रालय,
भारत सरकार

नई दिल्ली - 100 001

भूमिका

राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI) महानिदेशालय, रोजगार एवं प्रशिक्षण (DGE&T) श्रम एवं रोजगार मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा फेडरल रिपब्लिक ऑफ जर्मनी सरकार की तकनीकी सहायता से चेन्नई में स्थापित किया गया था। इस संस्थान का प्रमुख उद्देश्य शिल्पकार और प्रशिक्षु प्रशिकक्षण योजना के अधीन निर्धारित पाठ्यक्रम के अनुसार विभिन्न व्यवसायों के लिए अनुदेशात्मक सामग्री का विकास एवं प्रसार करना है ।

अनुदेशात्मक सामग्री प्रमुख रूप से NCVT/NAC के अधीन शिल्पकार प्रशिक्षण को ध्यान में रखकर तैयार की जाती है । जिससे व्यक्ति एक रोजगार हेतु कौशल प्राप्त कर सके । अनुदेशात्मक सामग्री को अनुदेशात्मक माध्यम पैकेज़स (IMPs) के रूप में विकसित एवं निर्मित किया जाता है। इस अनुदेशात्मक माध्यम पैकेज के रूप में व्यवसाय सिद्धान्त थ्योरी पुस्तक, व्यवसाय अभ्यास पुस्तक, परीक्षा और गृहकार्य पुस्तक, कार्यशाला संगणना एवं विज्ञान, अभियांत्रिकी चित्रण, अनुदेशक गाइड, वॉल चार्ट, एवं पारदर्शितायें निर्मित की जाती हैं ।

प्रस्तुत व्यावसायिक अभ्यास पुस्तक प्रशिक्षु को सम्बन्धित सैद्धान्तिक ज्ञान देगी जिससे वह अपना कार्य कर सकेंगे । इसलिए पाठक हर शीर्षक को विभिन्न इकाइयों में बँटा हुआ पायेगा। परीक्षण एवं नियत कार्य के माध्यम से अनुदेशक प्रशिक्षुओं को नियत कार्य दे सकेंगे। यदि प्रशिक्षु इसी पद्धति से कार्य करता है तो यह प्रशिक्षु को स्वंय नियत कार्य देने में सहायक होगा एवं वह स्वयं अपना मूल्याकंन भी कर सकेगा है। वाल चार्ट (दीवार चित्र) और पारदर्शितायें अद्वितीय होती हैं। ये केवल अनुदेशक को प्रभावशाली तरीके से पाठ प्रस्तुत करने में सहायता ही नहीं करती बल्कि प्रशिक्षुओं को तकनीकी शीर्षक जल्दी ग्रहण करने में भी मदद करती है। अनुदेशक निर्देशिका (इन्सट्रक्टर गाइड) अनुदेशक को अपनी अनुदेश योजना, कच्चे माल की आवश्यकता की योजना बनाने में सहायता करती है।

इस व्यवसाय प्रयोगात्मक पुस्तक में प्रशिक्षार्थियों द्वारा कार्यशाला में किये जाने वाले अभ्यासों की श्रृँखला हैं । इन अभ्यासों की रचना इस तरह से हैं कि कौशल के निर्धारित पाठ्यक्रम को आच्छादित करें । व्यवसाय सैद्धान्तिक पुस्तक प्रशिक्षार्थियों को रोजगार हेतु सैद्धान्तिक ज्ञान प्रदान करती हैं । टेस्ट और ऐसाइन्मेन्ट्स अनुदेशकों को प्रशिक्षार्थी द्वारा किये गये एसाइन्मेन्ट के प्रदर्शन का मूल्याँकन करने में सक्षम होंगे । वाल चार्ट और ट्रान्सपेरेन्सीज अनूठी है, ये अनुदेशक को किसी विषय की प्रभावी प्रस्तुति ही नहीं बल्कि उनको प्रशिक्षार्थियों की समझ का आँकलन करने में सहायक है । अनुदेशक निर्देशिका, अनुदेशकों को कच्चे माल की आवश्यकतायें, प्रतिदिन पाठों और प्रदर्शनों की योजना बनाने में सहायक होगी ।

कौशल के प्रदर्शन क्रम को उत्पादक रूप में देखने हेतु अनुदेशात्मक वीडियो को QR code द्वारा एकीकृत कर क्रियात्मक प्रयोगात्मक पदों को अभ्यास में दिया गया हैं । अनुदेशक वीडियो, प्रयोगात्मक प्रशिक्षण की गुणवत्ता स्तर को सुधारकर और प्रशिक्षार्थियों को केन्द्रित होकर मूल कौशल के प्रदर्शन को उत्साहित करेगा ।

IMPs प्रभावी सामूहिक कार्य निष्पादन के लिए आवश्यक संयुक्त कौशल देने का सफल प्रयत्न भी करते हैं । इस बात पर भी ध्यान दिया गया है कि पाठ्यक्रम के महत्वपूर्ण कौशल क्षेत्रों से सम्बन्धित सामग्री भी इसमे संलग्न हो।

इस प्रकार एक संस्थान में पूर्ण अनुदेशात्मक माध्यम पैकेज़स (IMPs) की उपलब्धता प्रशिक्षक और प्रबन्धन को प्रभावशाली प्रशिक्षण उपलब्ध कराने में सहायता प्रदान करती है ।

प्रस्तुत IMPs NIMI के कर्मचारियों एवं मिडिया विकास कमेटी के सदस्यों के सामूहिक प्रयत्न का फल है । कमेटी के सदस्य के रूप में सरकारी एवं निजी व्यावसायिक उद्योगों, प्रशिक्षण महानिदेशालय (DGT) के अर्न्तगत आनेवाले विभिन्न प्रशिक्षण संस्थानों और सरकारी तथा निजी ITIs के कर्मचारियों को सम्मिलित किया है ।

NIMI विभिन्न राज्य सरकार के रोजगार एवं प्रशिक्षण महानिदेशकों, सरकारी एवं निजि औद्योगिक क्षेत्र के प्रशिक्षण विभागों DGT तथा DGT क्षेत्र संस्थानों के अधिकारियों, प्रूफ रीडरों, व्यक्तिगत माध्यम विकासकर्तायों एवं संयोजकों को प्रस्तुत सामग्री के प्रकाशन में उनके अमूल्य योगदान हेतु हार्दिक धन्यवाद देता है ।

आर.पी. ढिंगरा

चेन्नई - 600 032 निदेशक

आभार

पावर व्यवसाय के अधिन ITIs के लिए **इलेक्ट्रीशियन NSQF स्तर- 5** की प्रस्तुत अनुदेशात्मक सामग्री **(व्यवसाय सिद्धान्त)** के प्रकाशन में अपना सहयोग देने हेतु राष्ट्रीय अनुदेशात्मक माध्यम संस्थान (NIMI) निम्नलिखित माध्यम विकासकर्ताओं तथा प्रायोजकों को हार्दिक धन्यवाद देता है ।

मीडिया विकास समिति के सदस्य

श्री टी. मुत्तु	-	प्रिन्सपल (से. नि.) Govt. ITI (W), मदुरै MDC मेम्बर, NIMI चेन्नई
श्री सी. सी. जोश	-	प्रशिक्षण अधिकारी (से.नि.), ATI, चेन्नई MDC मेम्बर, NIMI चेन्नई
श्री के. लक्ष्मणन्	-	सहायक प्रशिक्षण अधिकारी (से.नि.), Govt. ITI, अम्बत्तूर MDC मेम्बर, NIMI, चेन्नई
श्री एन. सेन्दिल कुमार	-	व्यावसायिक प्रशिक्षक, N.S.T.I., गिण्डी, चेन्नई -32

NIMI समन्वयक

श्री के. श्रीनिवास राव	-	संयुक्त निदेशक NIMI, चेन्नई -32
श्री शुभांकर भौमिक	-	सहायक प्रबन्धक, NIMI, चेन्नई -32

NIMI ने अनुदेशात्मक सामग्री के विकास की प्रकिया में सराहनीय एवं समर्पित सेवा देने के लिए DATA ENTRY, CAD, DTP आपरेटरों की भूरी-भूरी प्रशंसा करता है ।

NIMI उन सभी कर्मचारियों के प्रति धन्यवाद व्यक्त करता है जिन्होंने अनुदेशात्मक सामग्री के विकास के लिए सहायोग दिया है ।

NIMI उन सभी का आभारी है जिन्होंने परोक्ष या अपरोक्ष रूप से अनुदेशात्मक सामग्री के विकास में सहायता की है।

आंशिक अनुवाद	**-**	**श्री सी. एम. गुप्ता, प्रशिक्षण अधिकारी, Govt. M.I.T.I., कोनी, बिलासपुर, छत्तीसगढ़**
	-	**श्री किरित कुमार धिरही, प्रशिक्षण अधिकारी, Govt. I.T.I., अकलतरा, छत्तीसगढ़**
	-	**श्री दिनेश कुमार गुप्ता, प्रशिक्षण अधिकारी, Govt. I.T.I., मुंगेली, छत्तीसगढ़**
	-	**श्री कृष्ण चन्द्र प्रधान, प्रशिक्षण अधिकारी, Govt. I.T.I., सरिया, छत्तीसगढ़**

परिचय

यह मैनुअल ITI कार्यशाला में व्यवसाय प्रयोगात्मक हेतु हैं । पावर सेक्टर में इलैक्ट्रिशियन व्यवसाय के **द्वितीय वर्ष - भाग - II (कुल दो भाग)** ायोगात्मक पाठ्यक्रम में अभ्यासों की श्रृंखला को प्रशिक्षार्थियों द्वारा पूर्ण किया जाता है । प्रशिक्षार्थियों के अभ्यास के प्रदर्शन में निर्देशों/सूचनाओं के लिये **राष्ट्रीय कौशल योग्यता फ्रेमवर्क (NSQF) - स्तर 5,** पूरक व सहायक है । पाठ्यक्रम में अभ्यासों की रचना समस्त निर्देशित कौशल के साथ सम्बधित व्यवसायों के अभ्यासों का आवंटन निश्चित करें । **पावर सेक्टर इलैक्ट्रीशियन** व्यवसाय सिद्धान्त **द्वितीय वर्ष - भाग - II (कुल दो भाग)** के पाठ्यक्रम को 7 माड्यूल्स में बाँटा गया हैं। विभिन्न माड्यूल्स के लिये समय आबंटन निम्न प्रकार से है :

माड्यूल 1 - इलेक्ट्रानिक अभ्यास	**15 अभ्यास**	**175 घण्टे**
माड्यूल 2 - कंट्रोल पैनल वायरिंग	**5 अभ्यास**	**100 घण्टे**
माड्यूल 3 - AC/DC मोटर ड्राइव	**3 अभ्यास**	**50 घण्टे**
माड्यूल 4 - इन्वर्टर और UPS	**6 अभ्यास**	**75 घण्टे**
माड्यूल 5 - विद्युत उत्पादन और सबस्टेशन	**7 अभ्यास**	**50 घण्टे**
माड्यूल 6 - ट्रान्समिशन और डिट्रिब्यूशन	**7 अभ्यास**	**50 घण्टे**
माड्यूल 7 - सर्किट ब्रेकर और रिलेस	**5 अभ्यास**	**25 घण्टे**
कुल	**48 अभ्यास**	**525 घण्टे**

पाठ्यक्रम तथा माड्यूलों में दिए विषय वस्तु का सावधानी पूर्वक अध्ययन करने से पता चलता है कि ये माड्यूल एक दूसरे से जूड़े है । आगे, इलेक्ट्रीकल विभाग में उपलब्ध कार्यस्थलों की संख्या, मशीनरी तथा उपकरण सीमित होते है । इन वाधाओं के कारण, यह आवश्यक है कि अभ्यासों को विभिन्न माड्यूलों में अन्तर्वेशित किया जाए, जिससे कि एक उपयुक्त पढने तथा पढ़ाने का अनुक्रम बन जाए । विभिन्न माड्यूलों के लिए दिए गए अनुदेश सुझाव के अनुक्रम, अनुदेश के नियोजन में दिए गए है, जो अनुदेशक गाइड में समावेशित है । 5 कार्यकारी दिवसों के सप्ताह में 25 प्रायोगिक घण्टे है तथा इसलिए एक माह में प्रायोगिक के 100 घण्टे है ।

द्वितीय वर्ष - भाग - II (कुल दो भाग) के इन कुल 45 अभ्यासों के विशिष्ट उद्देश्य प्रत्येक अभ्यास हेतु पुस्तक के अन्त में दिए गए हैं ।

आरेखन में दिए गए चिह्न 'ब्यूरो ऑफ इण्डियन स्टान्डर्ड' (BIS) के अनुरूप है ।

व्यवसाय अभ्यास पर यह पुस्तिका, लिखित निंदेशन सामग्री (WIM) का एक भाग है, जिसमें व्यवसाय प्रायोगिक तथा समानुदेश/परीक्षण की पुस्तिकायें भी सम्मिलित है । समानुदेश/परीक्षण के उत्तरों को अनुक्रिया शीट पर ही लिखना चाहिए ।

विषय-क्रम

अभ्यास सं.	अभ्यास के शीर्षक	पृष्ठ सं.
	माड्यूल 1 : इलेक्ट्रानिक अभ्यास (Electronic Practice)	
4.1.160	सर्किट बोर्ड का सोल्डरिंग और कलर कोडिंग (Circuit board soldering and resistor colour coding)	1
4.1.161	सेमिकन्डक्टर सिद्धांत-सक्रिय एवं निष्क्रिय घटक (Semiconductor theory-Active and passive components)	11
4.1.162	PN जन्कशन - अर्द्ध चालक डायोड (PN Junction - semi conductor diodes)	17
4.1.163	दिष्टकारी (Rectifiers)	22
4.1.164	ट्रांजिस्टर (Transistors)	30
4.1.165	ट्राँजिस्टर बायसिंग और अभिलाक्षणिकताएँ (Transistor biasing and characteristics)	35
4.1.166	स्विच, सीरीज़ वोल्टेज रेग्यूलेटर और एम्लिीफायर के रूप में ट्रांजिस्टर (Transistor as a switch, series voltage regulator and amplifiers)	41
4.1.167	फँक्शन जनरेटर और कैथोड-रे आसिलोस्कोप (Function generator and cathode ray oscilloscope (CRO))	48
4.1.168	प्रिन्टेड सर्किट बोर्ड्स (PCB) (Printed circuit boards (PCB))	53
4.1.169	पावर इलेक्ट्रानिक उपकरण - UJT और FET (Power electronic devices - UJT and FET)	56
4.1.170	पावर आपूर्ति - समस्या-समाधान (Power supplies-troubleshooting)	65
4.1.171	SCR,DIAC,TRIAC एवं IGBT का उपयोग करते हुए पावर कन्ट्रोल सर्किट (Power control circuit using SCR,DIAC,TRIAC & IGBT)	70
4.1.172	इंटीग्रेटेड सर्किट वोल्टेज रेगुलेटर (Integrated circuit voltage regulators)	79
4.1.173	बाइनरी संख्याएँ, गेट्स और संयोजन सर्किट (Binary numbers, logic gates and combinational circuits)	84
4.1.174	तरंग आकार-दोलित्र और मल्टीवाइब्रेटर (Wave shapes - oscillators and multivibrators)	90
	माड्यूल 2 : कंट्रोल पैनल वायरिंग (Control Panel Wiring)	
4.2.175 - 177	नियंत्रण अवयव, सामग्री - कंट्रोल केबिनेट का लेआउट (Control elements, accessories - layout of control cabinet)	100
4.2.179 -179	कंट्रोल पैनल में यंत्रों और सेंसरों की स्थापना और इसके प्रदर्शन की जाँच (Installation of instruments and sensors in control panel and its performance testing)	121
	माड्यूल 3 : AC/DC मोटर ड्राइव (AC/DC Motor Drives)	
4.3.180	AC/DC ड्राइव (AC/DC drives)	123
4.3.181 -182	VVVF/AC ड्राईव से 3 फेज़ इन्डक्शन मोटर का गति नियंत्रण (Speed control of 3 phase induction motor by VVVF/AC drive)	130

अभ्यास सं.	अभ्यास के शीर्षक	पृष्ठ सं.
	माड्यूल 4 : इन्वर्टर और UPS (Inverter and UPS)	
4.4.183	वोल्टेज स्टेबलाइजर और UPS (Voltage stabilizer and UPS)	139
4.4.184	इमरजेंसी लाइट (Emergengy light)	147
4.4.185	बैटरी चार्जर और इनवर्टर (Battery charger and inverter)	149
4.4.186-187	स्टेबलाइजर, बैटरी चार्जर, इमरजेंसी लाइट, इनवर्टर और यूपीएस (Stabiliser, battery charger, emergency light, inverter and UPS)	154
4.4.188	घरेलू वायरिंग में इनवर्टर की स्थापना (Installation of inverter in domestic wiring)	160
	माड्यूल 5 : विद्युत जनरेशन और सबस्टेशन (Power Generation and Substation)	
4.5.189	ऊर्जा के स्त्रोत - थर्मल पावर उत्पत्ति (Sources of energy - Thermal power generation)	164
4.5.190	हाइडल पावर संयंत्र (Hydel power plants)	175
4.5.191-192	इलेक्ट्रिक सबस्टेशन की मुलाकात (Visiting of electrical substation)	179
4.5.193	गैर-पारम्परिक विधियों से इलेक्ट्रिकल पावर उत्पत्ति (Electrical power generation by non conventional methods)	187
4.5.194-195	पावर जनरेशन एवं सबस्टेशन (Power generation by solar and wind energy)	195
	माड्यूल 6 : ट्रान्समिशन और डिट्रिब्यूशन (Transmission & Distribution)	
4.6.196-198	विद्युत आपूर्ति प्रणाली - ट्रान्समिशन लाईन इन्सुलेटर (Electrical supply system - transmission - line insulators)	202
4.6.199-200	ऑवरहैड लाइनों/पोलों की स्थापना-इन्स्यूलेटर को बांधना (Overhead lines /poles erection-fastening of insulator)	211
4.6.201	घरेलू सर्विस लाइन - IE नियम (Domestic service line - IE rules)	222
4.6.202	बस बार-पद्धति-शक्ति दर की शर्तें एंव परिभाषाएँ (Bus-bar system - power tariff termsand definitions)	225
	माड्यूल 7 : सर्किट ब्रेकर और रिले (Circuit Breakers and Relays)	
4.7.203-204	लाइन - प्रोटेक्टिव रिले - प्रकार - प्रचानल (Line protective relays - types - operation)	231
4.7.205-206	सर्किट ब्रेकर्स - भाग - कार्य - ट्रिपिंग तंत्र (Circuit breakers - parts - functions- tripping mechanism)	236
4.7.207	सर्किट ब्रेकर (CB) का सुधार और रखरखाव (Repair and maintenance of CBs)	244

मूल्यांकन / अभ्यास परिणाम

इस पुस्तक के अन्त में आप यह जान सकेंगे :

- इन्वर्टर, स्टेबलाइज़र, बैटरी चार्जर, एमर्जन्सि लाईट और UPS आदि में दोषों को पहचानना और उनका समाधान करना ।
- एक सोलार पैनल की योजना बनाना, जोड़ना और परिस्थापित करना ।
- ओवरहैड घरेलू सेवा लाईन खड़ी करना और विभिन्न पावर प्लान्ट ले आउटों को आउट लाईन करना ।
- C.R.O में कन्ट्रोल और प्रकार्य स्विट्चों को पहचानना और DC तथा AC वोल्टेज, आवर्तन समय अवधि को नापना ।
- फिल्टर सर्किटों के साथ अथवा इसके बिना एक आधे तथा पूरे वेव रेर्किटफायर की संरचना तथा परीक्षण करना ।
- एक इन्डक्शन मोटर के फारवर्ड/रीवर्स प्रचालन के लिए कन्ट्रोल पैनल वायर अप करना ।
- गति का नियंत्रण करना और VVVF कन्ट्रोल/AC ड्राइव का उपयोग करते हुए विभिन्न प्रकार के तीन फेस इन्डक्शन मोटर की घूर्णन दिशा को प्रतिवर्तित करना ।

ELECTRICIAN SYLLABUS

Week No.	Learning outcome Reference	Professional Skills (Trade Practical) With Indicative Hours	Professional Knowledge (Trade Theory)
79	• Assemble simple electronic circuits and test for functioning.	160. Determine the value of resistance by colour code and identify types. (10 Hrs) 161. Test active and passive electronic components and its applications. (15 Hrs)	Resistors - colour code, types and characteristics. Active and passive components. Atomic structure and semiconductor theory.
80-81	• Assemble simple electronic circuits and test for functioning.	162. Determine V-I characteristics of semiconductor diode. (10 Hrs) 163. Construct half wave, full wave and bridge rectifiers using semiconductor diode. (10 Hrs) 164. Check transistors for their functioning by identifying its type and terminals. (10 Hrs) 165. Bias the transistor and determine its characteristics. (10 Hrs) 166. Use transistor as an electronic switch and series voltage regulator. (10 Hrs)	P-N junction, classification, specifications, biasing and characteristics of diodes. Rectifier circuit - half wave, full wave, bridge rectifiers and filters. Principle of operation, types, characteristics and various configuration of transistor. Application of transistor as a switch, voltage regulator and amplifier.
82-83	• Assemble simple Electronic circuits and test for functioning.	167. Operate and set the required frequency using function generator. (12 Hrs) 168. Make a printed circuit board for power supply. (10 Hrs) 169. Construct simple circuits containing UJT for triggering and FET as an amplifier. (12 Hrs) 170. Troubleshoot defects in simple power supplies. (16 Hrs)	Basic concept of power electronics devices. IC voltage regulators Digital Electronics - Binary numbers, logic gates and combinational circuits.
84-85	• Assemble simple electronic circuits and test for functioning.	171. Construct power control circuit by SCR, Diac, Triac and IGBT. (15 Hrs) 172. Construct variable DC stabilized power supply using IC. (10 Hrs) 173. Practice on various logics by use of logic gates and circuits. (15 Hrs) 174. Generate and demonstrate wave shapes for voltage and current of rectifier, single stage amplifier and oscillator using CRO. (10 Hrs)	Working principle and uses of oscilloscope. Construction and working of SCR, DIAC, TRIAC and IGBT. Principle, types and applications of various multivibrators.
86-87	• Assemble accessories and carry out wiring of control cabinets and equipment.	175. Design layout of control cabinet, assemble control elements and wiring accessories for: (i) Local and remote control of induction motor. (15 Hrs) (ii) Forward and reverse operation of induction motor. (10 Hrs) (iii) Automatic star-delta starter with change of direction of rotation. (15 Hrs) (iv) Sequential control of three motors. (10 Hrs)	Study and understand Layout drawing of control cabinet, power and control circuits. Various control elements: Isolators, pushbuttons, switches, indicators, MCB, fuses, relays, timers and limit switches etc.

ELECTRICIAN SYLLABUS

Week No.	Learning outcome Reference	Professional Skills (Trade Practical) With Indicative Hours	Professional Knowledge (Trade Theory)
88-89	• Assemble accessories and carry out wiring of control cabinets and equipment.	176. Carry out wiring of control cabinet as per wiring diagram, bunching of XLPE cables, channeling, tying and checking etc. (15 Hrs) 177. Mount various control elements e.g. circuit breakers, relays, contactors and timers etc. (10 Hrs) 178. Identify and install required measuring instruments and sensors in control panel. (10 Hrs) 179. Test the control panel for its performance. (15 Hrs)	Wiring accessories: Race ways/ cable channel, DIN rail, terminal connectors, thimbles, lugs, ferrules, cable binding strap, buttons, cable ties, sleeves, gromats and clips etc. Testing of various control elements and circuits.
90-91	• Perform speed control of AC and DC motors by using solid state devices.	180. Perform speed control of DC motor using thyristors / DC drive. (18 Hrs) 181. Perform speed control and reversing the direction of rotation of AC motors by using thyristors / AC drive. (18 Hrs) 182. Construct and test a universal motor speed controller using SCR. (14 Hrs)	Working, parameters and applications of AC / DC drive. Speed control of 3 phase induction motor by using VVVF/AC Drive.
92-94	• Detect the faults and troubleshoot inverter, stabilizer, battery charger, emergency light and UPS etc.	183. Assemble circuits of voltage stabilizer and UPS. (15Hrs) 184. Prepare an emergency light. (10 Hrs) 185. Assemble circuits of battery charger and inverter. (15 Hrs) 186. Test, analyze defects and repair voltage stabilizer, emergency light and UPS. (15 Hrs) 187. Maintain, service and troubleshoot battery charger and inverter. (10 Hrs) 188. Install an Inverter with battery and connect it in domestic wiring for operation. (10 Hrs)	Basic concept, block diagram and working of voltage stabilizer, battery charger, emergency light, inverter and UPS. Preventive and breakdown maintenance.
95	• Erect overhead domestic service line and outline various power plant layout.	189. Draw layout of thermal power plant and identify function of different layout elements. (5 Hrs) 190. Draw layout of hydel power plant and identify functions of different layout elements. (5 Hrs) 191. Visit to transmission / distribution substation. (10 Hrs) 192. Draw actual circuit diagram of substation visited and indicate various components. (5 Hrs)	Conventional and nonconventional sources of energy and their comparison. Power generation by thermal and hydel power plants.

ELECTRICIAN SYLLABUS

Week No.	Learning outcome Reference	Professional Skills (Trade Practical) With Indicative Hours	Professional Knowledge (Trade Theory)
96	• Plan, assemble and install solar panel. • Erect overhead domestic service line and outline various power plant layout.	193. Prepare layout plan and Identify different elements of solar power system. (05 Hrs) 194. Prepare layout plan and Identify different elements of wind power system. (05 Hrs) 195. Assemble and connect solar panel for illumination. (15 Hrs)	Various ways of electrical power generation by non-conventional methods. Power generation by solar and wind energy. Principle and operation of solar panel.
97	• Erect overhead domestic service line and outline various power plant layout.	196. Practice installation of insulators used in HT/LT line for a given voltage range. (5 hrs) 197. Draw single line diagram of transmission and distribution system. (5 Hrs) 198. Measure current carrying capacity of conductor for given power supply. (5 hrs) 199. Fasten jumper in pin, shackle and suspension type insulators. (10 Hrs)	Transmission and distribution networks. Line insulators, overhead poles and method of joining aluminum conductors.
98	• Erect overhead domestic service line and outline various power plant layout.	200. Erect an overhead service line pole for single phase 230 V distribution system in open space. (10 Hrs) 201. Practice on laying of domestic service line. (10 Hrs) 202. Install bus bar and bus coupler on LT line. (5 Hrs)	Safety precautions and IE rules pertaining to domestic service connections. Various substations. Various terms like - maximum demand, average demand, load factor, diversity factor, plant utility factor etc.
99	• Examine the faults and carry out repairing of circuit breakers.	203. Identify various parts of relay and ascertain the operation. (5 Hrs) 204. Practice setting of pick up current and time setting multiplier for relay operation. (5 hrs) 205. Identify the parts of circuit breaker, check its operation. (5Hrs) 206. Test tripping characteristic of circuit breaker for over current and short circuit current. (5 hrs) 207. Practice on repair and maintenance of circuit breaker. (5 hrs)	Types of relays and its operation. Types of circuit breakers, their applications and functioning. Production of arc and quenching.
100-101	Project work / Industrial visit Broad Areas: a) Battery charger/Emergency light b) Control of motor pump with tank level c) DC voltage converter using SCRs d) Logic control circuits using relays e) Alarm/indicator circuits using sensors		

सर्किट बोर्ड का सोल्डरिंग और कलर कोडिंग (Circuit board soldering and resistor colour coding)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **आइलैट बोर्ड, लग बोर्ड और PCB के बीच अंतर करना**
- **भागों को ऊपर स्थित करने और बोर्ड पर सोल्डरिंग करने की विधि स्पष्ट करना**
- **सोल्डर बोर्डों की परीक्षण विधि एवं उनके दोष समझने की विधि स्पष्ट करना**
- **रसिस्टर सर्किटों की संरचना, प्रकार्य, कलर कोडिंग और अनुप्रयोग स्पष्ट करना।**

पुर्जो के उपयोग से इलेक्ट्रनिक परिपथ को बनाने के लिये पुर्जो को व्यवस्थित रूप से विन्यास करना, आरोहण करना तथा तार से जोड़ना आवश्यक होता है। कार्य की प्रकृति पर निर्भर करते हुए इलेक्ट्रानिक परिपथ को बनाने के लिये विभिन्न प्रकार के बोड़ उपयोग किये जाते हैं।

बोर्ड के प्रकार (Type of Boards)

1 सुराख वाला (eyelet) बोर्ड

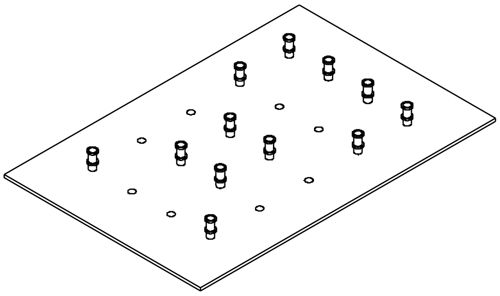
2 लग या टैग बोड

3 मुद्रित परिपथ बोर्ड

4 ब्रेड बोर्ड

सुराख वाला बोर्ड (Eyelet Board) (Fig 1) इसमें छिद्रिल बैकलाइट बोर्ड पर सुराख वाला रिवेट किये होते हैं। (Fig 1) को देखें। इस प्रकार के बोर्ड में, परिपथ के विन्यास पर निर्भर करते हुए, आईलेट केवल सीमित संख्या में ही रिवेट किये जा सकते हैं।

Fig 1

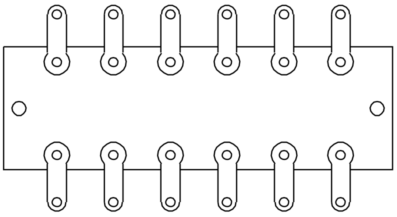


EYELET BOARD

ELN4116011

लग या टैग बोर्ड (Lug or tag board) (Fig 2): इस प्रकार के बोर्ड में बैकलाइट जैसे रोधित बोर्ड़ पर पक्तियों में पीतल के लग रिवेट किये होते है। इस प्रकार में लग की स्थिति को परिवर्तन किये बिना, पूर्जो को व्यवस्थित करना तथा परिपथ को बनाया जाता है।

Fig 2



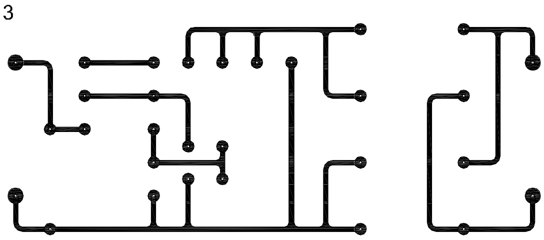
LUG BOARD

ELN4116012

PCB (प्रिंटेड सर्किट बोर्ड) (Printed circuit board): प्रिटेंड सर्किट बोर्ड़ में परस्पर जुड़ें तारो को पतले संवाहक सतह, जिसे कॉपर फाईल (पन्नी) कहते हैं, से बदला जाता है जो रोधित बोर्ड की एक साइड पर ढ़ला हुआ रहता है। रोधित बोर्ड सामान्यतः फिनालिक (या) पेपर या फाइबर ग्लास (रेशेदार कॉच) या इपाक्सी के बनते हैं।

तांबे पटलित बोड़ पर आवश्यक परिपथ के नमूने को इंचिंग कहलाये जाने वाले विधि से बनाये जाते है। इचिंग, केवल आवश्यक भाग को पीछे छोड़ते हुए धातु की फाइल के भाग को हटाने की प्रक्रिया है। (Fig 3) को देखें।

Fig 3

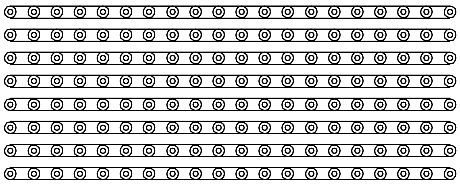


PRINTED CIRCUIT BOARD

ELN4116013

सामान्य प्रायोजन के लिये इलेक्ट्रानिकी परिपथ को डिजाइन एवं विकसित करने के लिये भी प्रिंटेड सर्किट बोर्ड मिलते है। इन्हे मैट्रिक्स बोर्ड भी कहते है। एक स्ट्रिप प्रकार के मैट्रिक बोर्ड को (Fig 4) में दर्शाया गया है।

Fig 4



GENERAL PURPOSE PCB

ELN4116014

पुर्जो को स्थिर तथा सुरक्षित करना (Securing and fixing of components) : पुर्जो को आईलेड बोर्ड / लग बोर्ड/ टैग बोर्ड या PCB पर लगाने में 4 मुख्य क्रिया सम्मिलित होती है, ये निम्नलिखित हैं:

1 पुर्जो की लीड तथा सोल्डर की जाने वाली सतह को तैयार करना।

2 पुर्जो की लीड को आकार देना।

3 सोल्डर करने के पूर्व अधिक लम्बाई को मोड़ना तथा काटना।

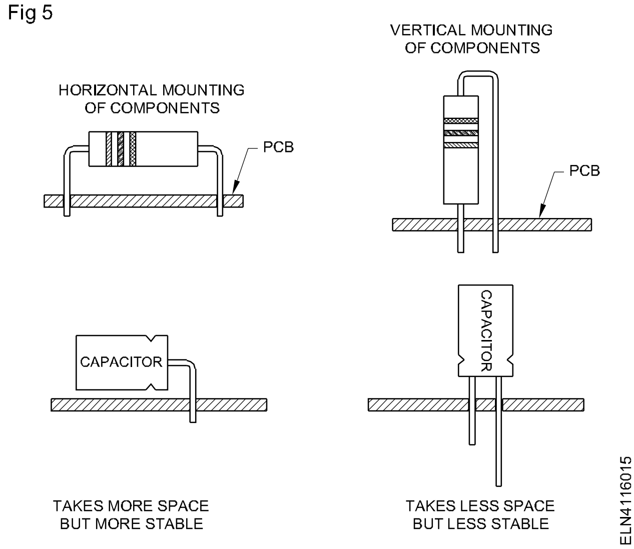
4 लगाने तथा सोल्डरन करने का अनुक्रम।

1 **पुर्जों की लीड़ तथा सतह इत्यादि को तैयार करना (Preparation of components leads and surfaces etc.)** : पूर्जों (घटक) के सिरे तथा सतह पर मिट्टी, तेल, आक्साइड की परत, पेंट या कोई रक्षण परत हो तो उसे, उस स्थान से हटा देना चाहिये, जहाँ पर सोल्डर करना है।

2 **पूर्जों को आकार देना (Shaping the components)** : आकार जिस पर पुर्जों के लीड़ को मोड़ना हो, वह उस ढंग पर निर्भर करता है, जिस ढंग से पूर्जा लगाया जाना हैं। पूर्जे पर प्रधात को कम करने के लिये सावधानी रखनी चाहिये।

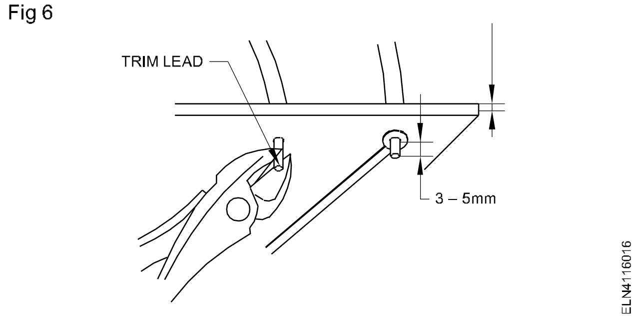
पूर्जे के लीड़ के प्रकार तथा PCB पर उपलब्ध स्थान पर निर्भर करते हुए (Fig 5) में दर्शाये गये अनुसार पूर्जो को या तो ऊर्ध्वाधर या क्षेतिज लगाया जा सकता है।

Fig 5



3 **मोड़ना तथा काटना (Bending and trimming)** : पुर्जों के लीड़ को एक बार PCB के छिद्रो में डालने के बाद (Fig 6) में दर्शाये गये अनुसार साइड कटिंग प्लायर के उपयोग से PCB सतह से सिरो की अतिरिक्त लम्बाई को (0.5 mm से 3 mm) को काट देना चाहिये।

Fig 6



लीड़ो की अतिरिक्त लम्बाई काटने के बाद, कम्पोनेट के सिरो को PCB पर मोड़ना तथा समाप्त कर देना चाहिए।

4 **लगाने का क्रम (Order of mounting)** : पूर्जो को विन्यास के अनुासर क्रम में लगाये तथा उन्हे कनेक्शन चित्र के अनुसार परिपथ को सरलता से पता लगाने योग्य होना चाहिए।

सोल्डर करने के लिये उपयोग होने की तकनीक का अगले पा में वर्णन किया गया है।

सोल्डरन की तकनीक (Soldering technique)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **सोल्डरिंग के समय विशिष्ट घटकों की सूची बनाना**
- **सोल्डरिंग की विधि में छह स्तरों की सूची बनाना**
- **पदार्थ के चयन तथा तैयार करने में सम्मिलित पदों की सूची बनाना**
- **इलेक्ट्रानिकी पुर्जो की सोल्डरन करने की तकनीक बताना**
- **सोल्डरन जोड़ को वायू के तीव्र प्रवाह से क्यों ठंडा नहीं करना चाहिए, यह बताना**
- **फ्लस्क के अवशेष को हटाने के लिए सामान्यतः उपयोग होने वाले विलयन का नाम बताना**
- **सोल्डरन के जोड़ों में दोषों को बताना ।**

जोड़ को सोल्डरन करना (Soldering a joint) : सोल्डरन के जोड़ को बनाने में सोल्डरन के पदार्थ का चयन तथा तैयार करने तथा सोल्डर किये जोन वाली सतह को साफ करना, अधिक समय को खर्च करने की अवस्थायें है। जोड़ को गर्म करना तथा सोल्डर लगाने में सबसे कम समय लगता है लेकिन यह सभी क्रम अच्छे सोल्डर ज्वाइंट में मुख्य भूमिका निभाते हैं।

सोल्डरन के समय विशिष्ट घटक (Critical factor during soldering)

1 कृत्य (वर्कपीस) के ताप को नियंत्रण करना।

2 समय जिसमें वर्कपीस को सोल्डरन के ताप पर पकड़ा जाता है, उसको सीमित करना।

ये घटक विशेषत निर्णायक है जब प्रतिरोधको, धारितीय, ट्रांजिस्टर, IC इत्यादि जैसे इलेक्टनिकी पुर्जो को सोल्डरन करना हो। सही समय तथा जोड़ को गर्म करने तथा सोल्डर मिलाने में समन्वय में विफल होने से निम्न स्तर का जोड़ बनेगा, तथा पूर्जा क्षतिग्रस्त भी हो सकता है।

सोल्डरन के चरण (Stage in soldering): सोल्डरन की प्रक्रिया को अनेक भिन्न चरणों या अवस्थाओं में विभाजित किया जा सकता है, जैसे कि नीचे दिया गया है।

1 पदार्थ को चयन तथा तैयार करना

2 सोल्डर किये जाने वाली सतरह को साफ करना

3 जोड़ को गर्म करना तथा सोल्डर मिलाना

4 जोड़ को ंडा करना

5 जोड़ को साफ करना

6 जोड़ की जांच करना

1 पदार्थ का चयन करना तथा तैयार करना (SELECTION AND PREPARATION OF MATERIALS)

सोल्डरन इस्त्री के वाटता का चयन (Selection of soldering iron wattage): सोल्ड़रन इस्त्री के 10 वॉट से प्रारंभ होकर अनेक 100 वॉट की विभिन्न वाटता निर्धारण में मिलते है। सोल्डरन इस्त्री का वॉटता उसके द्वारा उत्पन्न की जाने वाली ऊष्मा की मात्रा को निर्दिष्ट करता है। व्यवाहारिक ढ़ंग से कृत्य का भैतिक माप जितना उच्च होगा, सोल्डरन इस्त्री के वॉटता का निर्धारण भी उतना ही उच्च होना चाहिये। सोल्डरन इस्त्री की वाटता के कुछ सुझाव नीचे दिये गये हैः

i कम ताप के संवेदनशील पुर्जा की सोल्डरन करते समय, जैसे लग बोर्ड या टैग बोर्ड पर प्रतिरोधको के लिए 25 से 60W के इस्त्री का उपयोग करें। मुद्रित परिपथ बोर्ड पर सोल्ड़रन करते समय 10 से 25W के इस्त्री का उपयोग करें।

ii डायोड, टांजिस्टर तथा इंटीग्रेटेड़ परिपथो जैसे उच्च ताप के संवेदनशील पुर्जो को सोल्डर करने के लिए 10 से 25W के इस्त्री का उपयोग करें।

सोल्डरन लौह टिप (शीर्ष) का चयन (Selection of soldering iron tip) : यह सुनिश्चित करने के लिए कि जोड़, आवश्यक ताप पर आदर्श पूर्ण ढ़ंग से गर्म हो गया है,

- टिप फलक के क्षेत्रफल को सोल्डर किये जाने वाले जोड़ के क्षेत्रफल के लगभग बराबर होना चाहिए।
- टिप (शीर्ष) को पर्याप्त बडा होना चाहिए जिससे कि, जोड़ तक सरलता से पहुँचा जा सकें।
- टिप को बहुत लम्बा नही होना चाहिए, नही तो इसके परिणाम से कार्य करने के सतह के टिप पर कम ताप होगा ।

अधिकांश सोल्डरन इस्त्रीयों में टिप को सरलता से हटाया व बदला जा सकता है।

टिप के आकार का चयन (Selection of tip shape) : सुझाव दिये गये सोल्डरन टिप के आकार तथा उनके अनुप्रयोग नीचे दिये गये है।

सोल्डरिंग कार्य का प्रकार	चयन किये जाने वाले टिप का आकार
तार, प्रतिरोधक तथा लग/टेग	चीजल का टिप
बोर्ड पर निष्क्रिय घटक लग बोर्ड तथा मुद्रित परिपथ बोर्ड (PCB) पर IC के अतिरिक्त सभी लघु इलेक्टनिकी पुर्जे	बेवल टिप
मुद्रित परिपथ बोर्ड (PCB) पर एकीकृत (इंटीग्रेटेड) परिपथ (ICs)	कोनिकल का टिप

सोल्डर तथा फ्लक्स का चयन (Selection of solder and flux) : इलेक्टानिकी सोल्डर के अनुप्रयोगों के लिये, टिन तथा लेड़ के 60/40 अनुपात के सोल्डर का उपयोग किया जाता है। सोल्डर के इस अनुपात का गलनांक 200°C होता है, जो सामान्य प्रायोजन के सोल्डरन इस्त्री के लिये आवश्यक तापक्रम हैं।

वैद्यूत के प्रायोजनो के लिये, रेजिन कोर (core) सोल्डर उपयोग किये जाते है।

अनुप्रयोग की सरलता के लिये, उपयोग किये गये फ्लक्स को, सोल्डर में कोर्ड़ (cored) फ्लक्स होने के अतिरिक्त, उसे लेप के रूप में होना चाहिए।

फ्लक्स एक रसायनिक पदार्थ है, जिसमें अम्लीय गुण होते है। इसलिये, यह सलाह दी जाती है कि फ्लक्स को हाथ से स्पर्श न करें। कृत्य (वर्कपीस) पर फ्लक्स को लगाने के लिये स्टिक (खोदने की लकड़ी) या पतले मजबूत ब्रश का उपयोग करें। सोल्डरन के कार्य करने के बाद, हाथ को धो लेना चाहिये।

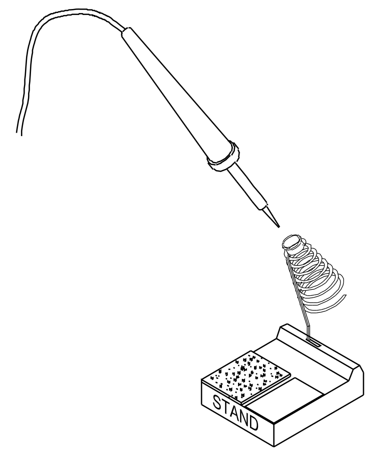
सोल्डरन का स्टेण्ड (Soldering stand): सोल्डरन का स्टैण्ड, सोल्डरन इस्त्री के टिप के ताप को आवश्यक सोल्ड़रन के ताप तक लगभग बनाये रखने में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। सोल्डरन के स्टेण्ड को बाहरी ताप से बिट को ण्डा नही होना चाहिए। उसी समय स्टेण्ड को उत्पन्न सभी ऊष्मा को अन्तविष्ट नही करना चाहिये।

सोल्डरन स्टेण्ड उपरोक्त आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए (Fig 1) में दर्शाये गए अनुसार विशेष रूप से डिजाईन किये जाते है। ऐसी डिजाईन सोल्डरन इस्त्री के उपयोग करने वाले को दुर्घटनावश जलना/ चोट लगने से भी बचाती है तथा स्टेण्ड यांत्रिक रूप से स्थिर रहता है।

सोल्डरिंग लोहे का परीक्षण (Inspection of soldering iron): अधिकांश सोल्डरिंग लोहा में AC मेईन वोल्टेज से पावर दिया जाता है। यदि यह वोल्टेज स्तर अधिक है और हम सचेत नहीं है तो झटका लग सकता है। साधारणतः सोल्डरिंग लोहे के मुख्य केबल लम्बे होते हैं। उपयोग करते समय मुख्य केवल मुड़ जाते हैं और उन पर भौतिक दबाव आता है। इस दबाव के कारण केबल के इन्स्यूलेटर कट सकते हैं। उसके कारण विद्युत प्रवाहित वायर बाहर झांक सकते हैं। यदि उपयोगकर्ता उन्हें छू लेता है तो वायर से उसे भारी वैद्युतीय झटका लग सकता है।

इसलिए सोल्डरन इस्त्री को उपयोग करने के पूर्व, उसकी अच्छी तरह से जांच कर लेना चाहिये।

Fig 1



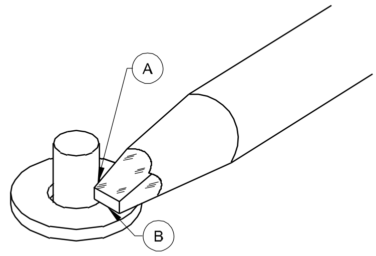
सोल्डर करने के लिए सोल्डरिंग इस्त्री को तैयार करना (Preparation of soldering iron for soldering) : सोल्डरन कार्य प्रारंभ करने के पूर्व, सोल्डरन बिट के टिप को साफ करें, गर्म करें तथा कलई करें।

सोल्डर की जाने वाली सतह की सफाई (Cleaning the surfaces to be soldered) : धातू के दो टुकडो को सोल्डरन से जोडने के पूर्व, सतह से बाहर पदार्थ को हटाने के लिए जोडी जाने वाली सतह को साफ कर लेना चाहिए। जुड़ने वाली सतहो को ग्रीस, मिट्टी या तेल से मुक्त होना चाहिए। इसे या तो चाकू या रेत पेपर तथा कपड़े के प्रयोग से प्राप्त किया जा सकता है।

2 जोड को गर्म करना तथा सोल्डर मिलाना (Heating the joint and adding solder) : सोल्डर किये जाने वाले जोड़ को गर्म करना तथा सोल्डर लगाने की मुख्य बातें नीचे दी गई।

- जोड़ पर एक ही स्थान में बहुत अधिक फ्लक्स न लगायें। जोड़ के चारो और कम मात्रा में फ्लक्स लगायें। फ्लक्स को, सोल्डर किये जाने क्षेत्र के बाहर नही बहना चाहिए।
- इस्त्री के टिप को जोड़ पर ऐसे रखे जिससे कि (Fig 2) में दर्शाये गए अनुसार जोड़े जाने वाले भाग के साथ, टिप अधिकतम सम्पर्क में हो।

Fig 2



A. COMPONENT LEAD TO IRON CONTACT AREA
B. IRON TO LUG / TERMINAL / PCB CONTACT AREA

सोल्डर को जोड़ में, सोल्डर टिप निकट से प्रारम्भ करते हुये तथा जोड़ के सिरे कि तरफ धीरे धीरे चलायें, जैसा कि (Fig 3) में दर्शाया गये हैं।

सोल्डर को धीरे धीरे जोड़ में लगातार लगाये, जब तक कि जोड़ पूरी तरह से गीला न हो जाये, तथा जोड में (Fig 4) में दर्शाये गए अनुसार अवतल फिलेट न बन जायें।

Fig 3

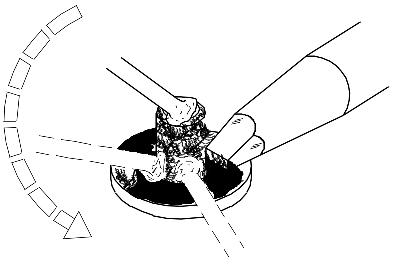


Fig 4

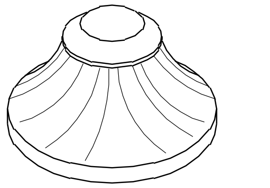


Fig 4 पर्याप्त सोल्डर लगाने तथा सोल्डर हटाने के बाद, सोल्डर इस्त्री के टिप को जोड पर यह सुनिश्चित करने के लिये कुछ क्षण के लिए रखे कि जोड़ पर सभी फ्लक्स सोल्डरन के ताप पर पहुँच गया है। इससे जोड़ में उपस्थित अधिकांश अम्ल, विघटित हो जायेगें जो अन्यथा जोड में कुछ समय बाद जंग लग जायेगें।

सामान्यतः अच्छे सोल्डरन जोड़ को बनाने में उसे 3 से 7 सेकेण्ड का समय लगता है, जो सोल्डर इस्त्री को लगाने से सोल्डरन इस्त्री को हटाने तक का समय होता है।

3 जोड़ की कोडिंग करना (Cooling the joint) : सोल्डर जोड को ंडा करने के लिए सुझाव नीचे दिये गये हैः

- जोड़ को बिना सहायता के ण्डा होने दें, जोड़ को ण्डा करने के लिए अपने मुंह से या किसी अन्य स्त्रोत से हवा न दें। बल लगाकर ण्ड़ा करने से, जोड़ वास्तविक समय से बहुत शीघ्र ण्डा हो जायेगा, जिससे फलस्वरूप जोड़ सूखा तथा भंगुर हो जायेगा जिससे जोड़ में यांत्रिक तथा वैद्युत दोष होगें।
- ण्डा होते समय जोड के किसी भी भाग को न हिलायें। यह होने वाले रासायनिक बन्धन में बाधा उत्पन्न करेगा। ण्डा होते समय, जोड़ के हिलने के परिणाम से जोड़ सूखा बनेगा।

4 जोड की सफाई (Cleaning the joint): जब सोल्डरन जोड़ बनाया जाता है तो, उसमे लगाये गये फ्लक्स की मात्रा को अच्छा जोड बनाने के लिए पर्याप्त ही होना चाहिए। लेकिन प्रायः यह देखा जाता है कि जोड पर भूरे मोम के रंग का पदार्थ शेष बच जाता है। यह कुछ नही, लेकिन फ्लक्स का अवशेष है। इसके मूल अवस्था में यह संक्षारण होता है। इसलिए सोल्डरन को पूरा होना मानने के पूर्व, फ्लक्स के अवशेष या अतिरिक्त फ्लक्स को जोड से हटा देना चाहिए।

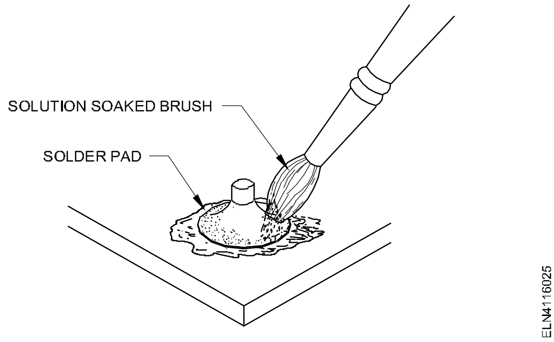
यदि फ्लक्स के अवशेष तथा अतिरक्ति फ्लक्स को अच्छी तरह से नही हटाया जाये तो, फ्लक्स के संक्षारण की प्रकृति, पुर्जो के सिरो तथा परिपथ को बोर्ड को धीरे धीरे नष्ट कर देगी। फ्लक्स का अवशेष, चिपचिपा भी होता है तथा यदि इसे न हटाया जायें तो इस पर मिट्टी तथा गंदगी एकत्र होगी, जिसके परिणाम से परिपथ विफल होगा।

फ्लक्स के अवशेष को हटाने के लिए विलयन का उपयोग करना होता है। विलयन का प्रकार, उपयोग किये गये फ्लक्स पर निर्भर करता है।

फ्लक्स के अवशेष को हटाने के लिए उपयोग होने वाला एक विलयन आइसो प्रोपिल एल्कोहल (IPA) है। यह या तो बिना तनु किये हुये या पूर्व में पानी मिले हएु रूप में मिलता है तथा यह उपयोग करने की शैली तथा गुण पर निर्भर करते हुए, पम्म स्प्रे, एरो-विलयन (Aeros) केंन तथा ड्रम में प्राप्त किया जा सकता है।

पानी/ IPA घोल के उपयोग से सफाई (Cleaning using water/ IPA Solution) : अनुप्रयोग की सही विधि को ज्ञात करे, (स्पि या तरल)। सोल्डर किये हुए जोड़ पर विलयन को लगाये। मिश्रण को फैलने से रोकने के लिए सावधानी रखते हुए अवशेष को घुलने में मदद के लिए (Fig 5) में दर्शाये गये अनुसार जोड को धीरे से खरोचने के लिए साफ ब्रश या अन्य प्रकार का ब्रुश का प्रयोग करें।

Fig 5



जब अवशेष घुल जायें तो अधिक से अधिक सम्भव घुले हुए अवशेष को हटाने के लिए लिंट से मुक्त कपडे से, जोड़ को सुखाये।

सोल्डर किये जोड़ की जांच करना (Inspection of soldered joints) : सोल्डर जोड़ को बनाने के शीघ्र बाद, शीघ्र जाँच की तरह, सोल्ड़र जोड के निम्नलिखित लक्षणो की जांच करना चाहिए:

1 सोल्डर किये जोड को चमकीला तथा चमकदार होना चाहिए।

2 सोल्डर किये जोड को चिकना तथा सामंजस्यपूर्ण होना चाहिए।

सतह का रंग (Surface colour) - सही तरह से सोल्डर किये हुए जोड की सतह चमकीली चांदी के रंग की तथा रंग में एक समान होगी।

सतह की रचना (Surface texture) - सही तरह से सोल्डर किये हुए जोड की सतह की रचना, चिकनी, समान तथा बिना दानेदार की होगी। सोल्डर के सतह पर गर्त के चिन्ह नही होने चाहिए।

सामान्य सोल्डरिंग के दोष (Common soldering defects) : सोल्डर के जोड़ में दोषो को निम्नानुसार समूहन किया जा सकता है :

1 तापमान का दोष,

2 वेटिंग का दोष

3 सोल्डर की मात्रा का दोष

4 यांत्रिक दोष ।

तापमान का दोष (Temperature defects): तापमान का दोष, सोल्डरन की प्रक्रिया के समय जोड़ की अत्यधिक या अपर्याप्त गर्म करने के कारण होता है।

अत्यधिक गर्म करने से उत्पन्न दोष (Defects due to excessive heating): अति तप्त जोड पर सोल्डर में दानेदार संरचना, मंद धूसर रंग तथा गर्त होगी।

बहुत अधिक गर्म करने से निम्नलिखित एक या अधिक दोष हो सकते हैं:

- रेंजिन फ्लक्स के अति तप्त होने के कारण फ्लस्क झुलस जायेगा तथा आक्साइड को हटाने की अपनी योग्यता को खो देगा। झुलसा हुआ फ्लक्स का ढ़ेला, गर्त तथा प्रभावहीन बनते हुए सोल्डर में फस जायेगा।
- सोल्डर के अतितप्त होने के कारण, सम्बंधन के तांबे के पुर्जो तथा सोल्डर में टिन की मात्रा के बीच अत्याधिक मिश्रण होता है। अतः इसके कारण टिन का स्थानीय रिक्तीकरण होता है तथा जोड भंगुर हो जाता है।
- सोल्डर का अत्याधिक आक्सीकृत होना। आक्सीकृत सोल्डर, जोड के अन्य भागो के साथ निर्बल बन्धन बनाता है।

अपर्याप्त गर्म करने के कारण उत्पन्न दोष (Defects due to insufficient heating) : बहुत कम गर्म करने के कारण निम्नलिखित एक या अधिक दोष हो सकते है :

दोष को ण्डा जोड़ (cold joint) कहते है। ण्डा जोड तब होता है जब फ्लक्स, जोड़ से मालिनता को हटाने में असमर्थ होता है। कम सोल्डरन तापमान पर फ्लक्स केवल आशिंक रूप से कार्य करता है। इसलिए यह मलिनता को हटाने में कम प्रभावशाली होता है।

अपर्याप्त रूप से गर्म किये गये सोल्डर जोड के परिणाम से निम्न होता है,

- जोड़ का सही तरह से गीला न होना
- कोर्स (अभीष्ट दशा) सोल्डर फिलेट
- सिरो पर सोल्डर का पद (स्टेप)

ठंड़े जोड़ के प्रभाव निम्न है,

- उच्च वैद्युत प्रतिरोध
- कम यांत्रिक मजबूती
- रुक्ष सोल्डर जोड़

सूखा जोड़ कहलाये जाने वाला दोष तब होता है जब सोल्डर, पुर्जे के सिरे से फ्लक्स को दूर करने के लिए बहुत श्यन (Viscous) हो। सिरे के चारो तरफ, फ्लक्स की परत फंस जाती है। फ्लक्स की यह परत के कारण निर्बल बन्धन होता हैं तथा इसके परिणाम स्वरूप वैद्युत सम्बंधन, निर्बल होता है।

सोल्डरन के गलत तापमान के कारण (Causes of incorrect soldering temperatures) : गलत सोल्डरन तापमान का सामान संकेत यह है कि, इस्त्री को हटाने के बाद जोड के शीर्ष पर छोटे शीर्ष का बनना। ये शीर्ष या तो बहुत उच्च या बहुत कम सोल्डर के ताप पर बनेगें।

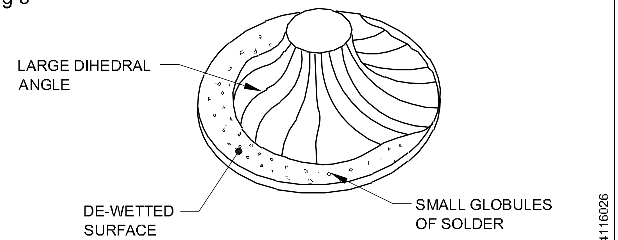
सोल्डर के गलत तापमान, निम्न के कारण हो सकते है।

- सोल्डरन इस्त्री के गलत वाटता
- सोल्डर टिप का गलत चयन
- सोल्डरन इस्त्री की अपर्याप्त गर्म होना
- सोल्ड़रन की निर्बल तकनीक, इसके परिणाम से इस्त्री के शीर्ष से जोड़ तक ऊष्मा का निर्बल स्थनान्तरण।

गीला करने में दोष (Wetting defects) (Fig 6 को देखें)

जोड़ को गीला करने की डिग्री, जोड़े जाने वाले भागो की सफाई पर बहुत अधिक निर्भर करती हैं।

Fig 6



WETTING DEFECTS

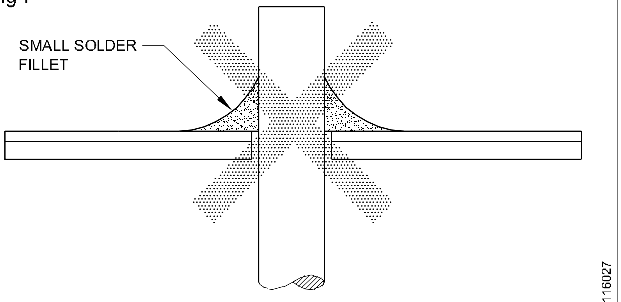
गीला होने के दोष को (Fig 6) में दर्शाये गये अनुसार, अधिक द्वितन (dihedral) कोण का बनना तथा जोड़ पर धातू की पूरी सतह को सोल्डर से ढ़कने की अयोग्यता से सरलता से पहचाना जाता है।

गम्भीर रूप से मलिन सतहो पर सोल्डर मलिन सतह (न गीला होने वाली) पर प्रवाह नही होगा या सोल्डर प्रारंभ में मलिन सतह पर अनुसरण करता है, लेकिन फिर (Fig 6) में दर्शाये गये अनुसार सतह पर सोल्डर के छोटे गोलाकार कण शेष रह जायेंगे।च

सोल्डर की मात्रा का दोष (Solder quantity defects) (Fig 7 तथा Fig 8 को देखें): सोल्डर की मात्रा के दोष, या तो बहुत कम या बहुत अधिक सोल्डर को जोड पर लगाने से होता है।

बहुत कम सोल्डर के परिणाम से (Fig 7) में दर्शाये गये अनुसार छोटे आमाप (साइज) का सोल्डर फिलेट बनेगा। छोटा सोल्डर फिलेट, निर्बल जोड़ बनाता हैं।

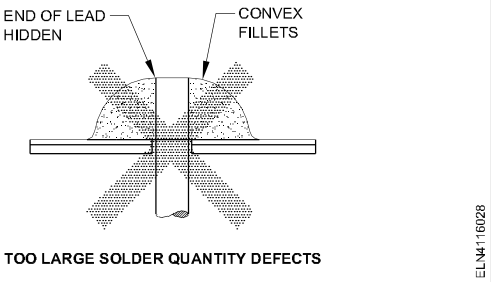
Fig 7



TOO SMALL SOLDER QUANTITY DEFECTS

बहुत अधिक सोल्डर के परिणाम से (Fig 8) में दर्शाये गये अनुसार उत्तल सोल्डर फिलेट बनता है। इस दोष को फिलेट के उत्तल आकार तथा बडा साइज से पहचाना जाता है।

Fig 8



TOO LARGE SOLDER QUANTITY DEFECTS

यांत्रिक दोष (Mechanical defects) : सोल्डर जोड़ के यांत्रिक दोष निम्ननिखित कारण होते हैः

- सोल्डर के ठंडा होते समय, जोड के भागो के हिलने से।

डा होते समय हिलने के कारण सोल्डर के क्रिस्टलीय संरचना को तीव्र विस्थापन हो जाता है। इसके परिणाम से जोड़ निर्बल होगा, जो बाद में टूट सकता है तथा परिपथ के उपयोग होते समय उच्च वैद्युत प्रतिरोध या आंतरिक दोष हो सकता है। जोड को ंडा होने के पूर्व हिलोने से, वह टूटने के साथ कोहरे की तरह दिखाई देगा।

- जोड पर ठंडा होते समय तनाव लगना।

जोड़ पर प्रतिबल, पुर्जो के सिरो में अपर्याप्त प्रतिबल निर्मुक्त बेण्ड़ के परिणाम से सामान्यतः होता है। प्रतिबल रहित जोड़, ताप में परिवर्तन के कारण उपयोग करते समय पूर्जो के प्रसार तथा सिकुडन के कारण सामान्यतः टूट जाते है।

सोल्डरन जोड को शीघ्रता से ठंडा करने के प्रयास से फूकने से अनेक अतिरिक्त शीतलन प्रतिबल उत्पन्न होगे।

जोड़, जिन्हे ठंडा करते समय बिगड गये हो, वे सामान्यतः कोहरे की तरह दिखाई देते है।

यह नियम कभी न भूले कि कि, जोड का गुण या विश्वसनीयता में संदेह हो, तो जोड़ का सोल्डर खोलें तथा उसे पुनः सोल्डर करें।

प्रतिरोधक (Resistors) : ये इलेक्टानिक परिपथ में उपयोग होने वाले सबसे सामान्य निष्क्रिय (Passive) घटक है। प्रतिरोधक को ओह्म (प्रतिरोध) के विशिष्ट मान के साथ बनाया जाता है। परिपथ में प्रतिरोधक उपयोग करने का उद्देश्य या तो धारा को विशिष्ट मान तक सीमित करना या वांछित वोल्टता पतन (IR) उपलब्ध कराना है। प्रतिरोधक का शक्ति निर्धारण (rating) 0.1W से सैंकडों वॉट तक हो सकता है।

प्रतिरोधक चार प्रकार के होते हैंः

1 तार-कुंडलित प्रतिरोधक

2 कार्बन संयोजन प्रतिरोधक

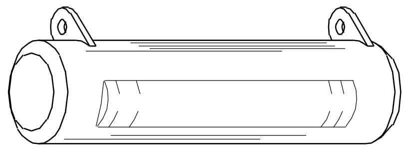
3 धातु फिल्म प्रतिरोधक

4 कार्बन फिल्म प्रतिरोधक

1 तार-कुंडलित प्रतिरोधक (Wire-wound resistors)

तार-कुंडलित प्रतिरोधको को सिरेमिक पोर्सलेन, बैकेलाइट, दबे पेपर इत्यादि जैसे रोधित कोर के चारो तरफ प्रतिरोध तार (नाइक्रोम नामक निकल-क्रोम मिश्रण) को कुंडलित कर उपयोग करते हुए बनाए जाते है। Fig 9 में इस प्रकार का प्रतिरोधक दर्शाया गया है। इकाई में उपयोग किया गया अन आवर्णित (bare) तार सामान्यतः विद्युतरोधी पदार्थ में परिबद्ध रहता है। तार-कुंडलित प्रतिरोधकत उच्च धारा के अनुप्रयोगो के लिए उपयोग किए जाते है। ये एक वॉट से 100 वाट या अधिक तक के वॉटता निर्धारण में मिलते है। प्रतिरोध 1 ओह्म से कम या अनेक हजार ओह्म तक हो सकते है। ये वहाँ पर भी उपयोग होते हैं, जहॉ परिशुद्ध प्रतिरोध के मान की आवश्यकता है।

Fig 9



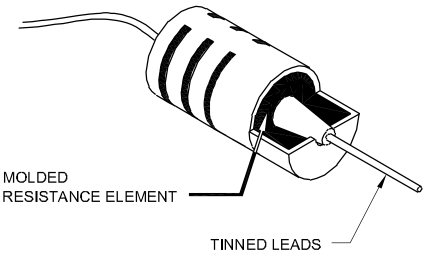
WIRE-WOUND FIXED RESISTOR

एक प्रकार के तार-कुंडलित प्रतिरोधक को गलनीय प्रतिरोधक कहते हैं, जो पोर्सलेन के आवरण में परिबद्ध होते है। प्रतिरोध को ऐसे डिजाइन किया जाता है जिससे कि उसमें निश्चित सीमा से अधिक धारा प्रवाह हो तो परिपथ खुल जाये।

2 कार्बन संयोजन प्रतिरोधक (Carbon composition resistors)

ये वांछित प्रतिरोध के मान के लिए आवश्यक अनुपात में सुक्ष्म कार्बन या बंधक के रूप में चूर्ण विद्युतरोधी सामग्री के साथ मिश्रित ग्रेफाइड से बनाए जाते है। कार्बन-प्रतिरोध घटको को परिपथ में सम्बंधन को सोल्डरन करने के लिए ताँबा के तार की कलईदार लीड के साथ धातु के आवरण (cap) के साथ स्थिर होते है। (Fig 10) में कार्बन संयोजन प्रतिरोधक की रचना दर्शायी गई है।

Fig 10

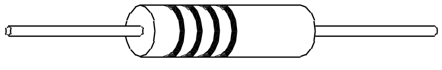


CARBON COMPOSITION RESISTOR

कार्बन प्रतिरोधक 1 ohm से 22 Meghoms के मानों में तथा सामान्यतः 0.1, 0.125, 0.25, 0.5 तथा 2 वॉट के विभिन्न शक्ति निर्धार (Power rating) में मिलते है।

3 धातु फिल्म प्रतिरोधक (Metal film resistors) (Fig 11)

Fig 11



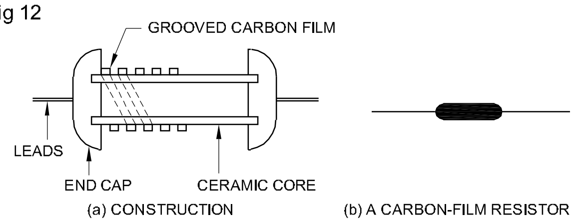
METAL FILM RESISTOR

धातु फिल्म प्रतिरोधक, दो प्रक्रमों से बनाये जाते हैं। मोटी फिल्म प्रतिरोधक, धातु मिश्र तथा चूर्ण काँच के साथ लेपित किए जाते है जो सिरेमिक आधार फैला कर पकाये जाते हैं।

पतले फिल्म के प्रतिरोधक को सिरेमिक आधार पर धातु के वाष्प को एकत्र कर के बनाया जाता है। धातु फिल्म प्रतिराधक 1 ohm से 10MΩ तक 1 W में मिलते हैं। धातु फिल्म प्रतिरोधक 120°C से 175°C तक कार्य कर सकते हैं।

4 कार्बन फिल्म प्रतिरोधक (Carbon film resistors) (Fig 12)

Fig 12



CARBON – FILM RESISTOR

इस प्रकार में, सिरेमिक आधार/ ट्यूब पर कार्बन की पतली परत को निक्षिप्त किया जाता है। पन्नी की लम्बाई को बढ़ाने के लिए पृष्क ऊपर विशिष्ट प्रक्रिया द्वारा एक सर्पिल खांचा काटा जाता है।

कार्बन फिल्म प्रतिरोधक 1 ohm से 10 meghom तथा 1W तक मिलते है, तथा 85°C से 155°C तक कार्य कर सकते है।

उपरोक्त सभी चार प्रकार के प्रतिरोधक को,यांत्रिक क्षति तथा जलवायु के प्रभाव के सापेक्ष उन्हे बचाव के लिये उन्हे कृत्रिम रेजिन से लेनित किये होते है, इसलिये उन्हे बाहर से देखते हुए प्रभेद करना कनि होता है।

प्रतिरोधकों का निर्दिष्टीकरण (Specification of resistors): प्रतिरोधकों को सामान्यतः चार महत्वपूर्ण प्राचलों (पैरामीटर) से निर्दिष्ट किया जाता है।

1 प्रतिरोधक का प्रकार

2 प्रतिरोधक का अभिहित मान ओह्म (या) किलो ओह्म (या) मैगओह्म में।

3 प्रतिशत में प्रतिरोधक मान की सह्य (टालरेंस) सीमा

4 घटकों की भारण क्षमता वॉटता में

उदाहरण

100 ± 10%, 1W जहाँ प्रतिरोध का अभिहित (nominal) मान 100Ω है।

प्रतिरोध का वास्तविक मान 90Ω से 110Ω के बीच तथा भारण क्षमता अधिकतम 1 वॉट हो सकती है।

प्रतिरोधकों को उनके कार्य के सापेक्ष में भी वर्गीकृत किया जा सकता है जैसे-

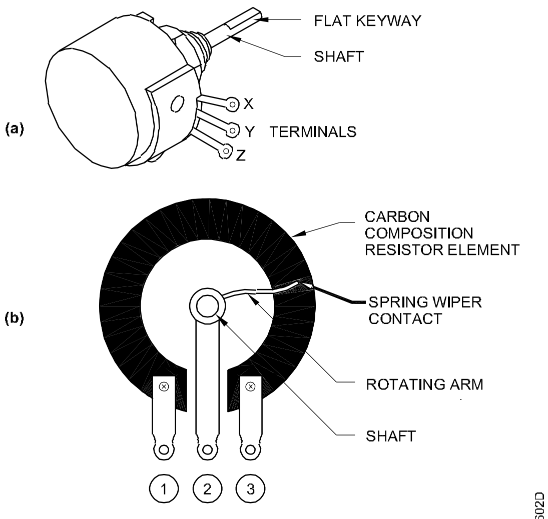
1 स्थिर प्रतिरोधक

2 परिवर्तीय प्रतिरोधक

स्थिर प्रतिरोधक (Fixed resistors): स्थिर प्रतिरोधक वे है जिसमें, प्रतिरोधक का अभिहित मान स्थिर होता है। इन प्रतिरोधकों में एक जोड़ा लीड़ की व्यवस्था रहती है। (Fig 10 से 12)

परिवर्तीय प्रतिरोधक (Variable resistors) (Fig 13): परिवर्तीय प्रतिरोधक वे है, जिनके मान को परिवर्तित किया जा सकता है। परिवर्ती प्रतिरोधक में वे घटक सम्मिलित होते है जिनमें सर्पी सम्पर्क की सहायता से प्रतिरोध मान को विभिन्न स्तरों पर सेट किया जा सकता है। इन्हें विभवमापी प्रतिरोधक या सरल रूप से विभवमापी कहते है।

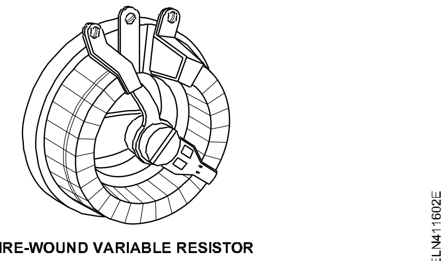
Fig 13



VARIABLE CARBON-RESISTANCE (a) EXTERNAL VIEW
(b) INTERNAL VIEW OF CIRCULAR RESISTANCE ELEMENT

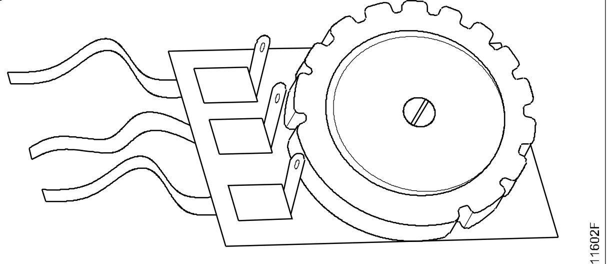
इनमें (Fig 13) तथा 14 में दर्शाये गये अनुसार, इनमें 3 टर्मिनल लगाए जाते है। ये कार्बन ट्रैक्स (Fig 13) तथा तार कुंडलित (Fig 14) प्रकार में मिलते है। कतरनी (Timmer) विभवमापी या प्रतिरोधकों को एक छोटे पेंचकस की सहायता से समायोजित किया जा सकता हैं। (Fig 15)

Fig 14



WIRE-WOUND VARIABLE RESISTOR

Fig 15



TRIMMER RESISTOR

प्रतिरोध ताप, वोल्टता और प्रकाश पर निर्भर करता है (**Resistance depends upon temperature, voltage light):** विशेष प्रतिरोधक भी बनाए जाते है, जिनका प्रतिरोध ताप, वोल्टता तथा प्रकाश के साथ परिवर्तनीय होता है।

PTC प्रतिरोधक (ताप वर्धक प्ररिोध) (Sensistors): क्योकि विभिन्न पदार्थो का विभिन्न क्रिस्टलीय संरचना होती है, इसलिए प्रतिरोध की दर जिस से वह ताप के साथ बढ़ता है, वह विभिन्न पदार्थो में परिवर्तनीय होता हैं। PTC प्रतिरोधक (धनात्मक ताप गुणांक प्रतिरोधक) में जैसे ताप बढ़ता है तो प्रतिरोध रेखीय रूप से बढ़ता है। उदाहरण के लिए PTC का प्रतिरोध कमरे के ताप पर 100Ω के अभिहित (nominal) मान का हो सकता हैं। जब ताप माना 10°C बढ़ता है तो वह 150 Ω तक बढ सकता है, तथा ताप को और आगे 10°C बढ़ाने पर वह 500Ω तक बढ़ सकता हैं।

NTC रजिस्टर (तापी प्रतिरोधक) (Thermistors): NTC प्रतिरोधक (ऋणात्मक ताप गुणांक प्रतिरोधक) की स्थिति में जैसे ताप बढ़ता है तो प्रतिरोध का मान रेखीय रूप से घटता है। उदाहरण के लिए NTC प्रतिरोधक, जिनका कमरे के ताप पर प्रतिरोधक का साधारण मान 500 Ω है, वे ताप के 10 °C बढने पर 400Ω घट सकते है तथा, और आगे 150 Ω तक घट सकते है, जब ताप को पुनः 10 °C बढ़ाया जायें।

PTC तथा NTC प्रतिरोधक विशिष्ट ताप पर स्विचन प्रचालन का कार्य कर सकते है। ये मापने तथा ताप प्रतिकारित (compensators) के लिये भी उपयोग होते है।

VDR (वैरिरस्टर/चर रोधक) (Varistors): VDR (Voltage Depended Resistor) प्रतिरोध, वोल्टता बढ़ने पर रेखीय रूप से कम होते हैं, उदाहरण के लिए एक VDR का 10V पर 100 Ω प्रतिरोध हो सकता हैं तथा वह 5V बढ़ने पर वह 90 Ω तक कम हो सकता है। वोल्टता को 5V पुनः बढाने पर प्रतिरोध 50 Ω तक कम हो सकता है। VDR का उपयोग वोल्टता स्थिरीकरण, आर्क शमन (क्विंचिंग) तथा अति वोल्टता रक्षण में उपयोग किया जाता है।

प्रकाश आश्रित प्रतिरोधक (Light Dependent Resistor) (LDR): LDR को प्रकाश चालक भी कहते हैं। LDR में प्रदीप्ति की तीव्रता बढ़ने के साथ प्रतिरोध कम होता है। घटना का वर्णन, इस तरह से किया जाता है, कि प्रकाश उर्जा, प्रतिरोधक के पदार्थ में से कुछ इलेक्ट्रोन मुक्त करता है जो फिर अतिरिक्त संवाही इलेक्ट्रोन की तरह मिलते हैं। LDR का प्रकाश को संवेद करने के लिए खुली सतह हो सकती है। ये रिले (relays) के कार्य करने में प्रकाश के अवरोध लिये उपयोग किये जाते हैं। ये प्रकाश की तीव्रता को मापने के लिए भी उपयोग किये जाते हैं।

प्रतिरोधको के लिए चिन्हांकन कोड (Marking codes for resistors)

व्यापारिक रूप से प्रतिरोधों का मान तथा सहिष्णुता (टालरेंस) का मान, रंगों के कोड या अक्षर तथा अंककीय कोड से प्रतिरोधकों पर अंकित रहता है।

रंग कोड किये हुए प्रतिरोधकों के प्रतिरोध तथा सहिष्णुता (टालरेंस) **का मान।**

मान को संकेत करने के लिए रंगों के कोड को दो सार्थक अंको तथा टालरेंस को IS 8186 के अनुसार टेबल में दिये गए है।

टेबल -1

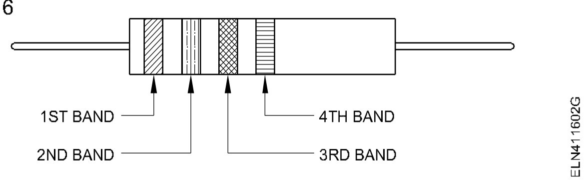
रंगों के संगत की सार्थकता अंकों तथा टालरेंस का मान

रंग	प्रथम बैण्ड/डाट	द्वितीय बैण्ड/डाट	तृतीय बैण्ड/डाट	चतुर्थ बैण्ड/डाट
	प्रथम अंक	द्वितीय अंक	गुणक	सहिष्णुता
Silver (रजत)	–	–	10^{-2}	$\pm$ 10 %
Gold (स्वर्ण)	–	–	10^{-1}	$\pm$ 5 %
Black (काला)	–	0	1	–
Brown(भूरा)	1	1	10	$\pm$ 1 %
Red (लाल)	2	2	10^2	$\pm$ 2 %
Orange (नारंगी)	3	3	10^3	–
Yellow (पीला)	4	4	10^4	–
Green (हरा)	5	5	10^5	–
Blue (नीला)	6	6	10^6	–
Violent (बेगंनी)	7	7	10^7	–
Grey (धूसर)	8	8	10^8	–
White (सफेद)	9	9	10^9	–
None (कोइ नहीं)	–	–	–	$\pm$ 20 %

दो सार्थक अंक तथा टालरेंस रंग कोड प्रतिरोधकों में (Fig 16) में दर्शाये गए अनुसार काय (बॉडी) पर रंगों का लेपन किये हुए 4 बेण्ड होते है।

प्रथम बेण्ड प्रतिरोधक घटक के एक सिरे के निकट हो सकता है। द्वितीय, तृतीय एवं चतुर्थ रंगो के बेण्ड (Fig 16) में दर्शाये गऐ है।

Fig 16



प्रथम दो रंगो के बेण्ड, प्रतिरोध के आंकिक मान में प्रथम दो अंको को संकेत करते है। तीसरा रंग, बेण्ड गुणक को संकेत करता है। वास्तविक प्रतिरोध मान को ज्ञात करने के लिए प्रथम दो अंको को गुणक से गुणा किया जाता है। रंगो का चौथा बेण्ड टालरेंस को प्रतिशत में संकेत करता है।

उदाहरण (Example)

प्रतिरोध का मान (Resistance value) : यदि प्रतिरोधक में रंगो का बेण्ड, इस क्रम में हो तो लाल, हरा, नारंगी तथा स्वर्ण हो तो प्रतिरोधक का मान 27,1000 ohms हैं, + 5% सहिष्णुता (टालरेंस) के साथ

प्रथम रंग	द्वितीय रंग	तृतीय रंग	चतुर्थ रंग
लाल	बेंगनी	नारंगी	स्वर्ण
2	7	1000(10^3)	$\pm$ 5%

टालरेंस (सहिष्णुता) **का मान (Tolerance value):** चौथा बैण्ड (टालरेंस), प्रतिरोध के परास को संकेत करता है, जो उसका वास्तविक मान है। उपरोक्त उदाहरण में टालरेंस (छूट) $\pm$ 5% है। 27000 का $\pm$5% 1350 ohms है। इसलिए प्रतिरोधक का मान 25650 ohms तथा 28350 ohms के बीच किसी भी मान का होगा। सहिष्णुता (टालरेंस) के निम्न मान के प्रतिरोधक (सूक्ष्म) साधारण मान के प्रतिरोधकों से मँहगे होते हैं।

दस ohms से कम के लिए, तीसरा बेण्ड या तो सोने का या चांदी के रंग का होगा।

रंग निम्न है।

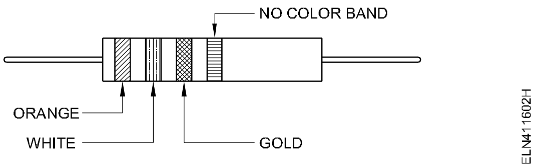
सोना	-	10^{-1}	=	1/10 = 0.1
रजत	-	10^{-2}	=	1/100 = 0.01

उदाहरण (Fig 17 देखें)

प्रथम बेण्ड का रंग	द्वितीय बेण्ड का रंग	तृतीय बेण्ड का रंग
नारंगी	सफेद	स्वर्ण
3	9	1/10

अतः प्रतिरोधक का मान 39/10 या 3.9 ohms है।

Fig 17



अधिक मान के प्रतिरोधों को किलो ओह्म तथा मेगा ओह्म में व्यक्त किया जाता है। अक्षर 'k' किलो तथा M मेगा को व्यकत करता है। एक किलो 1000(10^3) तथा एक मेगा 1000000(10^6) के बराबर होता है। प्रतिरोध के मान को निम्नानुसार व्यक्त किया जाता है।

1000 ohms	=	1k
1800 ohms	=	1k 8
100 ohms	=	0.1k
10000 ohms	=	0.1 M
1500000 ohms	=	1 M 5.

प्रतिरोधको के लिये अधिमानित मान (Preferred values for resistors):

एक ohms से मिलीयन ohms तक के सभी मान के प्रतिरोधकों के निर्माण करना संभव नही है। इसलिये केवल वरीयता मान के प्रतिरोधको के सेट को ही सामान्यतः बनाया जाता है। निर्माण के प्रक्रम में भी, जिसमें प्रतिदिन हजारों प्रतिरोधक बनते है, यह संभव नही है कि हर सामान्य प्रतिरोधक को सटीक मान के लिये समायोजित किया जा सकें। शब्द सहिष्णुता (टालरेंस), प्रतिरोधक के प्रतिरोध मान में स्वीकार्य विचलन को व्यक्त करता है। सामान्य प्रतिरोधक के लिए सामान्यतः निर्दिष्ट टालरेंस $\pm$5%, $\pm$10% तथा $\pm$20% हैं। यथार्थ प्रतिरोधको का चयन किया गया सहिष्णुता (टालरेंस) $\pm$0.1% के निकट तक हो सकता है। प्रत्येक सहिष्णुता के परास में वरीयता मान के सेट उपलब्ध है। टेबल 2 को देखें।

टेबल -2

सामान्य सहिष्णुतावाले प्रतिरोधको के लिये मान की वरीयता श्रेणी

E24 श्रेणी टालरेंस ± 5 प्रतिशत	E12 श्रेणी टालरेंस ±10 प्रतिशत	E6 श्रेणी टालरेंस ±20 प्रतिशत
1.0	1.0	1.0
1.1	–	–
1.2	1.2	–
1.3	–	–
1.5	1.5	1.5
1.6	–	–
1.8	1.8	–
2.0	–	–
2.2	2.2	2.2
2.4	–	–
2.7	2.7	–
3.0	–	–
3.3	3.3	3.3
3.6	–	–
3.9	3.9	–
4.3	–	–
4.7	4.7	4.7
5.1	–	–
5.6	5.6	–
6.2	–	–
6.8	6.8	6.8
7.5	–	–
8.2	8.2	–
9.1	–	–

प्रतिरोध मान के लिये अक्षर तथा अंककीय संख्या कोड (Letter and digit code for resistance value): कोडिंग को इस प्रणाली में अक्षर तथा संख्या का उपयोग किया जाता है। सामान्यतः तीन या चार या पांच लक्षणों का उपयोग किया जाता है, जिसमें

1 दो अंक तथा अक्षर

2 तीन अंक तथा अक्षर

3 चार अंक तथा अक्षर

उपयोग होते है, जैसी स्थिति हो।

अक्षर R.K. तथा M. को, ohms में व्यक्त प्रतिरोध के मान के गुणक के लिये उपयोग जा सकता है। R = (10°) = 1, k = 10^3 = 1000, M = 10^6 = 1000000.

उदाहरण के लिये (Fig 18)

0.1Ω को R 10 की तरह कोड किया जाता हैं, तथा 1200 Ω या 1.2 k Ω को 1.2 kΩ की तरह कोड किया जाता है। इसी तरह से 1500000Ω या 1.5MΩ को 1M5 की तरह कोड किया जाता है। प्रतिशत में सामंजस्यपूर्ण टालरेंस के लिये प्रतिरोध के टालरेंस को संकेत करने के लिये निम्नलिखित अक्षर उपयोग किये जा सकते है। ±5%=J, ±10%=K, ±20%=M

उदाहरण के लिये (Fig 3 देखें)

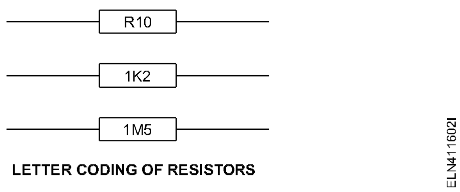
1 1.5 Ω ± 10 % 1 W को K 1R51W की तरह अक्षर से कोड किया जाता है।

2 330 Ω ± 20 % 0.5W को M 330R0.5W की तरह को अक्षर से कोड किया जाता है।

3 2.7 K Ω ±5 % 2W को J2K72W की तरह अक्षर से कोड किया जाता है।

4 1MΩ ± 20 % 1W को M 1M1W की तरह अक्षर से कोड किया जाता है।

Fig 18



LETTER CODING OF RESISTORS

सेमिकन्डक्टर सिद्धांत-सक्रिय एवं निष्क्रिय घटक (Semiconductor theory-Active and passive components)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **परमाणु, अर्द्धचालक, विद्युतरोधी तथा परमाणु संरचना स्पष्ट करना**
- **N प्रकार के आन्तरिक तथा बाह्य अर्धचालक, तथा P प्रकार के अर्धचालक PN जन्कशन, डेप्लिशन क्षेत्र के प्रकार्य बताना**
- **अर्धचालक पदार्थ - की परमाणु संरचना का वर्णन करना**
- **सक्रिय एवं निष्क्रिय तत्वों एवं प्रयुक्त चिह्नों को स्पष्ट करना ।**

परमाणु (Atom)

घटक की सबसे छोटी मूल इकाई जो स्वतंत्र रूप से अस्तित्व में रहने योग्य है, वह परमाणु हैं। किसी भी घटक के परमाणु में एक केन्द्रीय कोर होता है जिसे नाभिक (Nucleus) कहते हैं। अनेक छोटे कण जिन्हे इलेक्ट्रॅान कहते है, केन्द्रीय कोर के चारो तरफ घूमते हैं। नाभिक में प्रोटान तथा न्यूटान होते है। नाभिक में प्रोटान का धनात्मक विद्यु त आवेश होता है। परमाणू में इलेक्ट्रान में ऋणात्मक विद्युत आवेश होता है।

सामान्य अवस्था में, परमाणु विद्युत रूप से उदासीन होता है, अर्थात नाभिक में इलेक्ट्रान की संख्या, प्रोटान के बराबर होती है। पदार्थ (शैस) की स्थिरता के लिए, परमाणु की संयोजकता (बाहरी) शैल (shell) में पूरा होने के लिए उसे या तो 8 या अधिक इलैक्ट्रान होने चाहिये। उपरोक्त स्थिरता परमाणु तथा अणु को एक साथ शैस अवस्था में रखता है।

ठोस में अणु तथा परमाणु के बीच तीन महत्वपूर्ण प्रकार के बन्धन होते है। ये निम्न है (i) आयनिक (ii) असंयोजक तथा (iii) धात्विक बन्धन।

विभिन्न बंधन के अंतर्गत ठोस के उदाहरण निम्न है,

i आयनिक बन्धन : सोडियम क्लोराइड

ii असंयोजक बन्धन : सिलिकॉन तथा जर्मेनियम

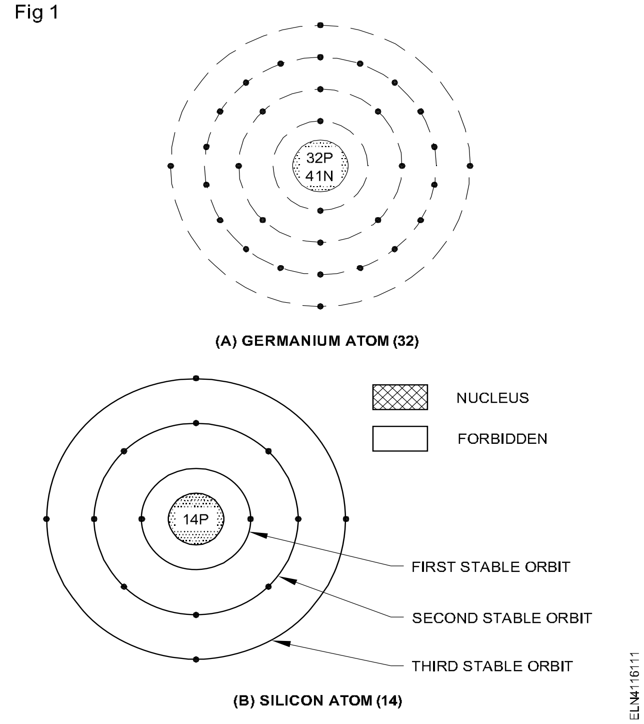
iii धात्विक बन्धन : तॉबे जैसी धातु

चालक, विद्युतरोधी (कुचालक) तथा अर्धचालक के बीच अन्तर (Difference between conductors insulators & semi conductors) : हम चालक तथा कुचालक पदार्थो से परिचित है। चालक पदार्थ, विद्युत के अच्छे चालक होते है। कुचालक पदार्थ, वैद्युत के कुसंवाहक होते हैं। पदार्थे की एक अन्य श्रेणी भी होती है, जिसे अर्ध चालक कहते है। जैसे जर्मेनियम तथा सिलिकान। ये न तो अच्छे चालक तथा न ही अच्छे कुचालक है। कुचालक पर संयोजी इलेक्ट्रासं सदैव मुक्त होते है। कुचालक में संयोजी इलेक्ट्रॉन सदैव बन्धन में होते है, जबकि अर्ध चालक में संयोजी इलेक्ट्रॉन, सामान्यतः बंधे होते है। लेकिन कम मात्रा में ऊर्जा देनें पर मुक्त हो सकते है। अर्ध चालक पदार्थ के उपयोग से अनेक इलेक्ट्रॉनकीय उपकरण बनाये जा रहे है।

अर्धचालक - परमाणु संरचना (Semi-conductors - Atomic structure) : जर्मेनियम (Ge) तथा सिलिकॉन (Si) अर्ध चालक के उदाहरण है। Fig 1a में जर्मेनियम का परमाणु दर्शाया गया है। केन्द्र में 32 प्रोट्रॉन के साथ नाभिक होता है। घूमने वाले इलेक्ट्रॉन स्वयं को विभिन्न कक्षों में विभाजित होते है। प्रथम कक्ष (orbit), द्वितीय कक्ष में 8 अ-इलेक्ट्रॉन तथा तीसरे कक्ष में 18 इलेक्ट्रॉन होते है। चौथा कक्ष बाहरी या संयोजी कक्ष होता है, जिसमें 4 इलेक्ट्रॉन होते हैं।

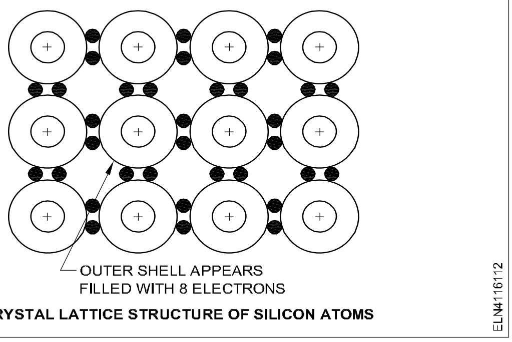
Fig 1b में सिलिकॉन परमाणु दर्शाया गया है। इसके नाभी में 14 प्रोटान तथा कक्ष में 14 इलेक्टान होते है। प्रथम कक्ष में 2 इलेक्ट्रॉन तथा दूसरे कक्ष में 8 इलेक्ट्रॉन होते है। शेष 4 इलेक्ट्रॉन, बाहरी या संयोजी कक्ष में होते है।

Fig 1



अर्धचालक पदार्थो में परमाणु क्रमिक प्रकार में व्यवस्थित रहते है, जिसे क्रिस्टल लेटिस संरचना कहते है। यदि शुद्व सिलिकॉन क्रिस्टल को परीक्षण किया जायें तो, हम यह देखेगे कि परमाणु के बाहरी (संयोजी) कक्ष में 4 इलेक्ट्रॉन (Fig 2) में दर्शाये गये अनुसार निकटवर्ती परमाणु से बंट गये है।

Fig 2



CRYSTAL LATTICE STRUCTURE OF SILICON ATOMS

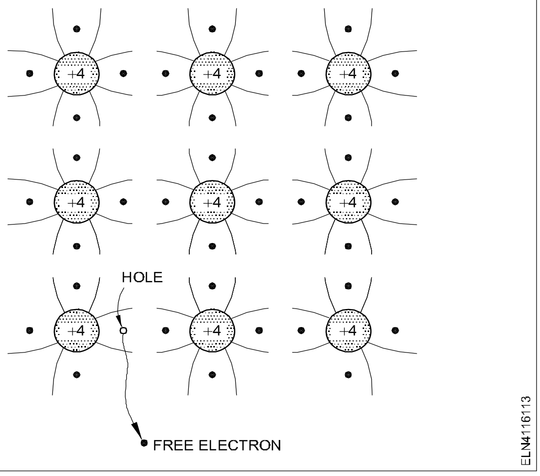
संयोजी इलेक्ट्रॉन को बांटने वाले परमाणू के संघ (जोड़) को **अंसयोजक बन्ध** (covalent bond) कहते है। इसका अर्थ यह है कि संयोजी इलेक्ट्रॉन, दो संगत परमाणुओं में बंटे हुए हैं। प्रत्येक परमाणु के बाहरी शैल के पूर्ण आ इलेक्ट्रॉन दिखाई देते हैं।

अर्ध कुचालक के प्रकार (Types of semi-conductors) : शुद्ध अर्धचालक को नैज अर्धचालक (Intrinsic semiconductor) कहते है। उदाहरण के लिए, सिलिकान क्रिस्टल नैज अर्धचालक है क्योंकि क्रिस्टल में प्रत्येक परमाणु, सिलिकान परमाणु है। अर्धचालक में चालकता (Conductivity) को बढ़ाने की एक विधि अपमिश्रण (Doping) या मादन से है।

इसका अर्थ हैं कि नैज अर्ध चालक में अशुद्व परमाणुओ को मिलाना है। मादन अर्धचालक को बाह्य अर्ध चालक कहते है।

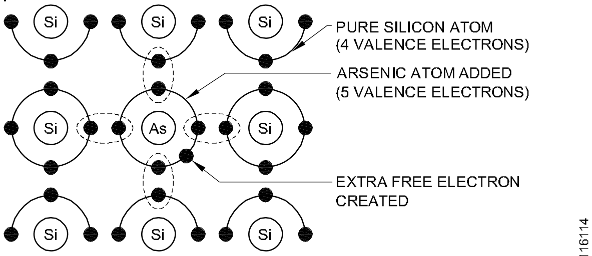
कमरे के ताप (300K) पर अवशिष्ट ऊष्मा, नैज अर्द्धचालक के संयोजी इलेक्ट्रान को, असंयोजक बन्ध से अलग करने के लिए पर्याप्त है तथा फिर असंयोजक बन्ध टूट जायगा तथा इलेक्ट्रॉन, क्रिस्टल में चलने के लिए मुक्त इलेक्ट्रॉन बन जायेगा। इसे (Fig 3) में दर्शाया गया है। जब एक इलेक्ट्रॉन, अंसयोजक बन्ध को तोड़ता है तथा अलग हो जाता है तो, टूटे हुए असंयोजक बन्धन में रिक्ति उत्पन्न होगी। इस रिक्ति को 'कोटर' (Hole) कहते है। कोटर में धनात्मक आवेश होता है। जब मुक्त इलेक्ट्रॉन निकलता है तो, कोटर उत्पन्न होता है।

Fig 3



N - प्रकार के अर्धचालक (N - type semiconductor) : अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन वाले अर्ध चालक को N-प्रकार कहते है। अतिरिक्त मुक्त इलेक्ट्रॉन प्राप्त करने के लिए, अर्ध चालक पदार्थ के साथ मादन (डोपड़) घटक आर्सेनिक या एंटिमनि या फॉसफोरस है। इन प्रत्येक परमाणु में उसके बाहरी कक्ष में पांच इलेक्ट्रॉ होते है। (Fig 4)

Fig 4



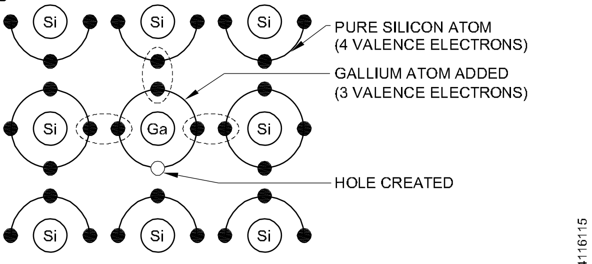
FORMATION OF 'N' TYPE SEMICONDUCTOR

चूँकि इन परमाणुओ के बाहरी कक्ष में आ इलेक्ट्रॉन रह सकता है इसलिए आर्सेनिक परमाणु में पांचवे इलेक्ट्रॉन को उसमे जाने के लिए कोई कोटर (होल) उपलब्ध नही है। यह इसलिए एक मुक्त इलेक्ट्रॉन बन जाता है। ऐसे मुक्त इलेक्ट्रॉनो की संख्या, क्रिस्टल में मिलाई गई आर्सेनिक की मात्रा से नियंत्रण होता है।

N - प्रकार में मुक्त इलेक्ट्रानो को बहुसंख्यक वाहक कहते है, तथा छिद्रो को अल्पसंख्यक वाहक कहते है।

P- प्रकार के अर्धचालक (P-type semiconductor) : अधिक कोटर प्राप्त करने के लिए शुध्द सिलिकॉन क्रिस्टल को एल्युमिनियम या बोरान या गैलिनियम जैसे घटको के साथ मादन किया जाता हैं। इन घटको में से प्रत्यके के परमाणू में उनके बाहरी कक्ष में केवल तीन इलेक्ट्रान होते हैं। शुध्द सिलिकॉन क्रिस्टल में गैलेनियम को मिलाने से दो घटको के परमाणु, सात इलेक्ट्रान बांट लेते हैं। (Fig 5) आवें इलेक्ट्रान के स्थान पर कोटर उत्पन्न हो जाता हैं। अब कोटर की संख्या, मुक्त इलेक्ट्रान की संख्या से बढ़ जाती है तो पदार्थ, 'P' प्रकार का पदार्थ बन जाता हैं। P - प्रकार में कोटर, बहुसंख्यक वाहक होते हैं, तथा मुक्त इलेक्ट्रॉन अल्प संख्यक वाहक होते हैं।

Fig 5



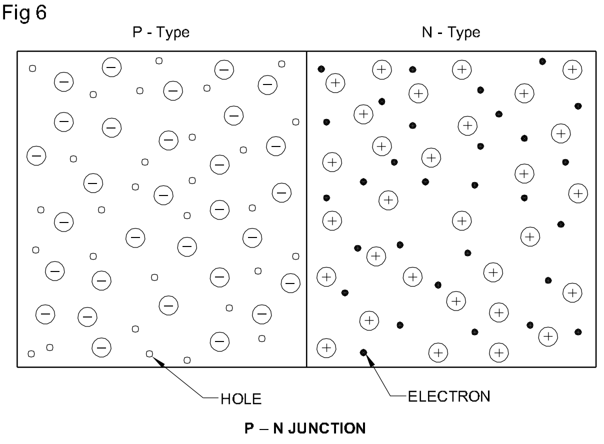
FORMATION OF 'P' TYPE SEMICONDUCTOR

PN संधि (PN Junction) : P तथा N प्रकार के पदार्थो को मिलाने से P-N संधि बनती है। सतह जहॉ पर ये मिलते है, उन्हे P-N संधि कहते है। P-N संधि को (Fig 6) में दर्शाया गया है।

N- क्षेत्र में मुक्त इलेक्ट्रान, P - क्षेत्र में संधि के मध्य विसरण करते है। मुक्त इलेक्ट्रान ऊर्जा खो देते हैं, तथा P – क्षेत्र में कोटर के साथ पुनः जुड़ जाते हैं। यह समिश्रण मुक्त इलेक्ट्रान तथा कोटर का विलोपन करता है। जब N- क्षेत्र से चलित इलेक्ट्रान, तथा संधि के मध्य विसरण करते है, तो यह परमाणु को धनात्मक आयन बना देता है। धनात्मक आयन, N- क्षेत्र

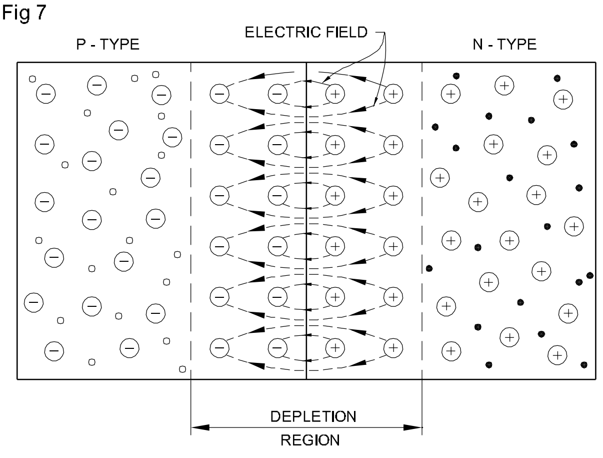
में ऋणात्मक आवेश से संतुलित नही होते है। पुनः संयोजन से P – क्षेत्र में कोटर विलोपित होता हैं। कोटर तथा उसका धनावेश को विलोपन, पर P – क्षेत्र में परमाणु को ऋणात्मक आयन बनाता है।

Fig 6



क्रिस्टल की संरचना में आयन स्थिर होते है तथा चल नही सकते हैं। अतः संधि के दो साइडो पर स्थिर आवेश की परत की जाती है। इसे (Fig 7) में दर्शाया गया है।

Fig 7



N - साइड पर धनावेश की परत तथा संधि के P - साइड पर ऋणात्मक रूप से आवेशित आयन होते है। विपरीत आवेशित आयनो के बीच संधि के मध्य वैद्युत क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। इसे संधि क्षेत्र कहते है। संधि क्षेत्र को 'रोधिका' (Barrior) भी कहते है। रोधिका के दो साइडों के बीच की दूरी को रोधिका की 'चौडाई' कहते है।

अवक्षय क्षेत्र (Depletion region): संधि के सामीपता में वाहक, संधि को बनाने में सम्मिलित होते है। एक बार संधि क्षेत्र स्थापित हो जायें, तो कोई भी वाहक, संधि में चल नही सकता है। अतः संधि क्षेत्र को 'अवक्षय क्षेत्र' या 'स्थान आवेश क्षेत्र' कहते हैं। इस परत को अवक्षय क्षेत्र या अवक्षय परत इसलिये कहते हैं क्योकि इसमें न ही मुक्त इलेक्ट्रान न ही कोटर उपस्थित होते है। यह अवक्षय क्षेत्र, N- पदार्थ से P- पदार्थ को और आगे इलेक्ट्रान को चलने से रोकता है, तथा इस तरह से संतुलन प्राप्त होता हैं। क्षेत्र की तीव्रता को रोधिका की ऊंचाई या विभव संधि पर धनात्मक तथा ऋणात्मक आयन पर उत्पन्न आंतरिक वोल्टता को रोधिका विभव कहते है। यदि और इलेक्ट्रांस को N- साइड से P- साइड जाना हो तो उन्हेइस रोधिका विभव को पार करना होगा। इसका अर्थ यह है, कि केवल तभी जब N- साइड के इलेक्ट्रान्स को राधिका विभव पार करने के लिए ऊर्जा की आपूर्ति की जायगी, तो वे तभी P- साइड पर जा सकेंगे।

रोधिका को पार करने के लिए सिलिकन को 0.7V तथा जरमेनियम डायोड को 0.3V के विभान्तर की आवश्यकता होती हैं। सिलिकन के लिए रोधिका विभव अधिक होता है क्योकि उसका कम परमाणु क्रमांक, असंयोजक बंध में अधिक स्थिरता देता है। रोधिका विभव उच्च ताप पर घटना है।

पुरानी पद्धति (Old system) : कुछ पूर्व के अर्धचालक डायोडों तथा ट्रांजिस्टरों में, एक, दो या तीन अंक के समूह से अनुपालित करते हुए, दो या तीन अक्षर में टाइप नम्बर होते थे। प्रथम अक्षर सदैव 'O' होता है, जो अर्धचालक उपकरण को संकेत करता है।

द्वितीय (तथा तृतीय) अक्षर, उपकरण के सामान्य वर्ग को संकेत करता है।

A - डायोड दिष्टकारी
AP - फोटो डयोड,
AZ - वोल्टता नियामक डायोड
C - ट्रांजिस्टर
CP - फोटोट्रांजिस्टर

क्रम संख्या में अंको का समूह, विशिष्ट डिजाइन या विकास को संकेत करता है।

वर्तमान पद्धति (Present system) : इस पद्धति में दो अक्षरो के बाद एक क्रम संख्या लिखी होती है। उपकरण के मुख्य अनुप्रयोग पर निर्भर करते हुए क्रम संख्या में एक अक्षर तथा दो अंक के तीन संख्यायें होती है।

प्रथम अक्षर उपयोग किये गए अर्धचालक पदार्थ को संकेत करता है।

A जर्मेनियम

B सिलिकान

C योगिक पदार्थ जैसे गेलियम आरसेनाइड

R योगिक पदार्थ जैसे केडमियम सल्फाईड

द्वितीय अक्षर, उपकरण के सामान्य कार्य को संकेत करता है।

A पता लगाने के डायोड, उच्च गति के डायोड, मिक्सर डायोड

B विभिन्न धारितीय डायोड

C I.F. अनुप्रयोगो के लिए डायोड (शक्ति प्रकार के नही)

D A.F. अनुप्रयोगो के लिए शक्ति ट्रांजिस्टर (शक्ति प्रकार के नही)

E टनल (tunnel) डयोड

F A.F. अनुप्रयोगो के लिए ट्रांजिस्टर (शक्ति प्रकार के नही)

G असमान उपकरणो का गुणक, विविध उपकरण

L A.F. अनुप्रयोगो के लिए शक्ति ट्रांजिस्टर

N फोटो-कपलर (युग्मन)

P फोटो-डायोड, फोटो-ट्रांजिस्टर, फोटो-चालक सेल या रेडियेशन डिटेक्टर (विकिरण ज्ञात करने का डायोड) जैसे विकिरण संवेदनशील युक्तियाँ

Q प्रकाश विसर्जित करने वाले डायोड जैसे विकिरण जनित्र उपकरण

R विशिष्ट विभंग लक्षण वाले नियंत्रक तथा स्विचन उपकरण (उदाहरण थाइरेस्टर) शक्ति प्रकार के नहीं

S स्विच अनुप्रयोगो वाले ट्रांजिस्टर (शक्ति ट्रांजिस्टर के नहीं)

T विशिष्ट विभंग लक्षण (शक्ति प्रकार के नही) वाले नियंत्रक तथा स्विचन शक्ति युक्तियाँ (उदाहरण थाइरेस्टर)

U स्विचन अनुप्रयोगों के लिये शक्ति ट्रांजिस्टर

X गुणक डायोड जैसे वैरेक्टर (Varactor) या सोपान पुनरानयन डायोड (step recovery diode)

Y दिष्टकारी डायोड, वर्धक डायोड, दक्षता डायोड़

Z वोल्टता संदर्भ या वोल्टता नियामक डायोड, क्षणिक निरोधी डायोड़

प्रकार संख्या का शेष, विशिष्ट डिजाइन या विकास को संकेत करते हुए, क्रमांक संख्या होती है, तथा निम्नलिखित दो समूहो में से एक होती हैं।

a युक्तिाँ जो मुख्यतः उपभोक्ता के अनुप्रयोगो में उपयोग के लिए बने है (रेडियो तथा टेलीविजन ग्राही, श्रव्य प्रवर्धक, टैप रिकार्डर, घरेलू अनुप्रयोग इत्यादी)। **क्रमांक संख्या** में तीन अंक होते हैं।

b युक्तिाँ जो मुख्यतः (a) के अतिरिक्त अनुप्रयोगो के लिए बने है। उदाहरण- औद्योगिक, व्यावसायिक तथा प्रेषण के उपकरण

सीरियल क्रमांक में एक अक्षर (Z, Y, X, W इत्यादि) के बाद दो संख्याऐं होती है।

अंर्तराष्टीय पद्धति में चार संख्यायें से अनुपालित करती हुई अक्षर 1N, 2N, 3N इत्यादि होते है।

1N एक संधि का संकेत करता है।

2N एक संधि का संकेत करता है।

3N एक संधि का संकेत करता है।

नम्बर, अंतरार्ष्ट्रीय रूप से सहमत निर्माताआ के कोड को संकते करता है। उदाहरण 1N 4007, 2N3055, 3N2000

पुनः, निर्माता, अर्धचालक युक्तियों के लिए अपने स्वयं के कोड नम्बर का उपयोग करते है। जापान में निर्माता 2SA, 2SB, 2SC, 2SD इत्यादि के बाद, नम्बर के समूह का उपयोग करते है। उदाहरण के लिए 2SC,1061, 2SA 934, 2SB 77. भारतीय निर्माताओ के भी उनके स्वयं के कोड नम्बर होते हैं।

Passive and active electronic components

परिचय (Introduction) : इलेक्ट्रानिकी परिपथों में उपयोग किये जोने वाले पुर्जो का दो शीर्षको में मुख्य रूप से समूहन किया जा सकता है।

– निष्क्रिय पुर्जे (passive components)

– सक्रिय पुर्जे (active components)

निष्क्रिय घटक (पुर्जे) **(Passive components) :** इलेक्ट्रानिकी परिपथों में उपयोग होने वाले घटको जैसे प्रतिरोधक संधारित्र तथा प्रेरित्र को निष्क्रिय पुर्जे कहते है। ये पुर्जे स्वयं वैद्युत के संकेत (सिग्नल) को प्रवर्धन या प्रक्रमण करने के अयोग्य होते है। फिर भी ये पुर्जे इलेक्ट्रनकीय परिपथ में सक्रिय पुर्जो की अपेक्षा समान रूप से महत्व पूर्ण होते है। निष्क्रिय पुर्जो की सहायता के बिना ट्रांजिस्टर सक्रिय पुर्जे विद्युत सिग्नल को प्रवर्धन नहीं कर सकेगा।

निष्क्रिय पुर्जो से बने परिपथ, ओह्म का नियम, किरचॉफ का नियम जैसे विद्युत परिपथों के नियमों का पालन करते हैं।

प्रतिरोधक (Resistors) : वे पुर्जे जिनका प्रायोजन, परिपथ में प्रतिरोध लाना है, वे प्रतिरोधक कहलाते हैं। प्रतिरोधको का अन्य विवरण पिछले पाठों में किया जा चुका है।

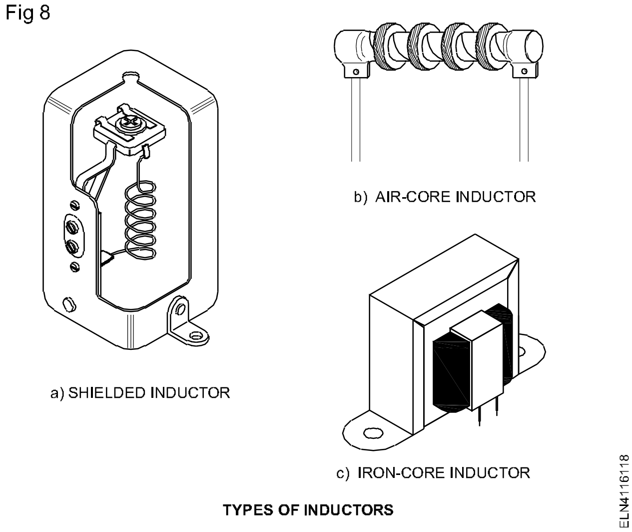
संधारित्र (Capacitor) : वे पुर्जे जिनका प्रायोजन परिपथ में धारिता को लाना है, वे संधारित्र कहलाते है। धारितीय की इकाई फैरड है। व्यापारिक संधारित्र माइको फैरड (μF), नैनो फैरड (nf) तथा पिको फैरड (pf) में मिलते हैं।

संधारित्र तथा प्रतिरोधको के रंगों की कोडिंग, समान होती है जबकि स्थिर संधारित्र की स्थिति में रंग कोड की इकाई पिको फैरड होती है।

संधारित्र की स्थिति में अक्षर की कोडिंग के लिए अक्षर ‘p’ ‘n’ ‘μ’ को गुणक के जैसे उपयोग होते है, जहॉं $P = 10^{-12}$, $n = 10^{-9}$ तथा $\mu = 10^{-6}$ फैरड होता है तथा संधारित्र पर अक्षर कोड के लिए टालरेस (सहिष्णुता) प्रतिरोधक के समान ही है।

इन्डेक्टर (Inductor) : इन्डेक्टोर की जब करन्ट बदलता है तो अपने में ही वोल्टेज को इन्ड्यूस करने की जो क्षमता होती है उसे स्वतः इन्डक्टान (अथवा) वैसे ही इन्डक्टान्स कहा जाता है । परिपथ में इन्डक्टान्स के लिए जिस कायल को डाला जाता है उसे इन्डकटोर कहते हैं । (Fig 8) में विभिन्न प्रकार के इन्डक्टर दर्शाये गये हैं । इन्डक्टान्स का मात्र के है “Henry” व्यापारिक दृष्टि से एक कायल में millihenry (10^{-3}H) का इन्टक्टान्स हो सकता है । (अथवा Micro henry (10^{-6}H))

Fig 8



TYPES OF INDUCTORS

प्रेरक्तव का विनिर्देशन करते समय निम्नलिखित घटको को ध्यान में रख जाता है।

- प्रेरकत्व का साधारण मान हेनरी/ मिलि हेनरी/ माइक्रो हेनरी (m)
- सहिष्णुता (टालरेंस) प्रतिशत में (± 5/10/20%)
- लपेटन का प्रकार जैसे एकल परत, द्वि परत, बहु परत तथा पाई (p) इत्यादि।
- कोड के प्रकार जैसे वायु कोर, लौह कोर, फैराईट कोर
- अनुप्रयोग के प्रकार जैसे श्रव्य आवृत्ति (AF), रेडियो आवृत्ति युग्मन कुण्डल (RF) फिल्टर कुण्डली इत्यादि।

इलेक्ट्रानिकी परिपथ में कभी कभी प्रेरकत्व को भी बदलने की आवश्यकता होती है।

कुण्डली के प्रेरकत्व को निम्नप्रकार से बदला जा सकता है:-

- (Fig 9) में दर्शाय गए अनुसार टैपड प्रेरकत्व कुण्डल की व्यवस्था करके या
- कुण्डल के क्रोड़ को (Fig 10) में दर्शाये गए अनुसार समायोजित करके।

फिर भी कुण्डल में लपेटन तार के प्रतिरोध के कारण सभी प्रेरित्र कुण्डल का अन्तर्निहित प्रतिरोध होता है। और आगे प्रेरित्र द्वारा सुरक्षित रूप से ले जा सकने वाली अधिकतम धारा, उपयोग किये गए लपेटन तार के आमाप पर निर्भर करता है।

Fig 9

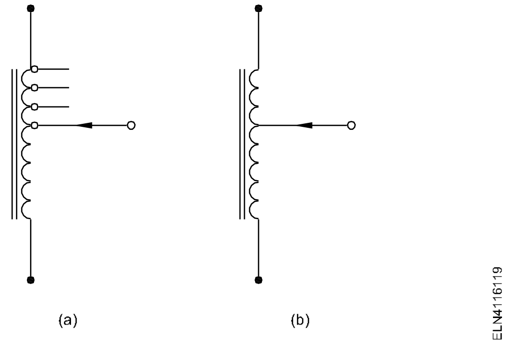
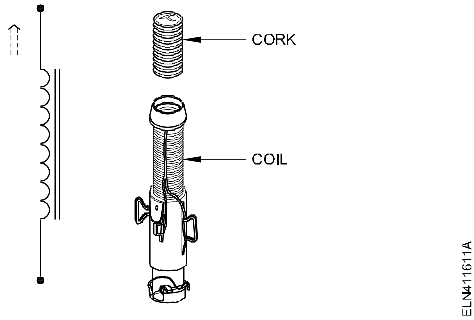


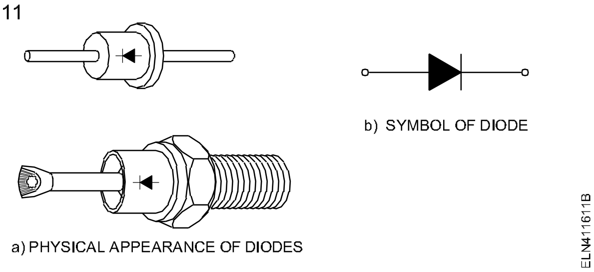
Fig 10



क्रियाशील घटक (Active components) : इलेक्ट्रानिकी परिपथो में प्रतिरोधको, संधारित्रों तथा प्रेरकत्व के अतिरिक्त अन्य पुर्जे (घटकों) भी उपयोग हेते है, जैसे ट्रांजिस्टर, डायोड, निर्वात नालिका, SCR, Diacs, जेनर डायोड (Fig 11) इत्यादि। उपरोक्त पुर्जो को अन्तर्विष्ट करने वाले परिपथ में वैद्युतीय परिपथ के नियम (ओह्म के नियम इत्यादि) के अनुप्रयोग सही परिणाम नहीं देंगे, अर्थात ये पुर्जे ओह्म के नियम, क्रिश्चाफ का नियम इत्यादी का पालन नही करते हैं। ऐसे पुर्जो को क्रियाशील पुर्जे कहते हैं।

विभिन्न क्रियाशील पुर्जे तथा परिपथ आरेख में उन्हें चिन्हों से संकेत करने की विधि नीचे दी गई है। (Fig 11)

Fig 11



विशिष्ट प्रयोजनों के लिए उपयोग होने वाले विभिन्न प्रकार के डायोड (Fig 12) दिये गऐ चिन्हो द्वारा प्रदर्शित किये जाते हैं।

ट्रांजिस्टर (Transistor) : (Fig 13a) में ट्रांजिस्टर का भौतिक रूप दर्शाया गया है। ट्रांजिस्टर को प्रदर्शित करने के लिए दो चिन्ह होते हैं। (Fig 13b) चिन्ह का चयन NPN या PNP प्रकार के ट्रांजिस्टर पर आधारित होता है।

Fig 12

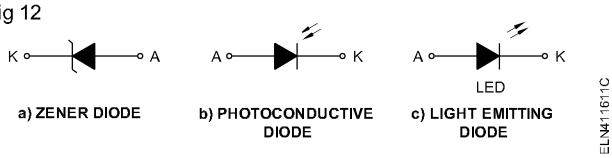
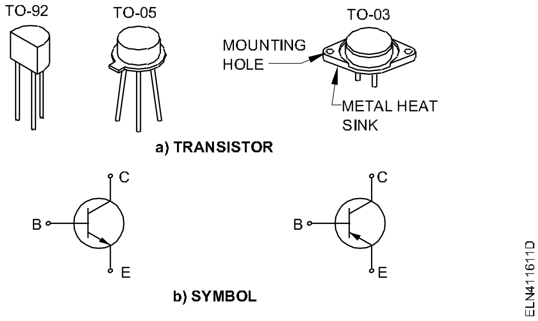
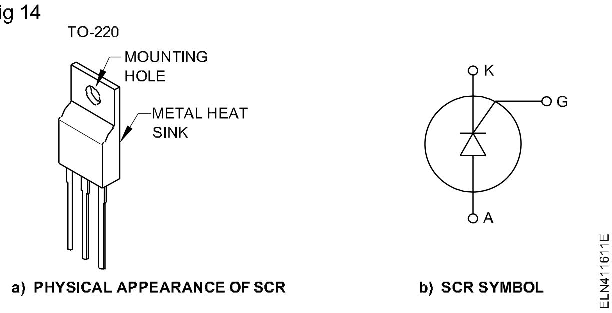


Fig 13



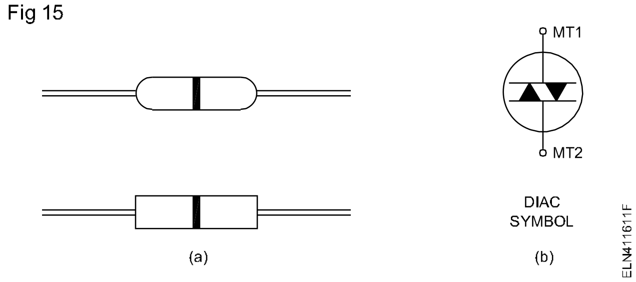
SCR- सेलिकोन कन्टोल्ड रेक्टिफायर (SCR- Silicon controlled rectifier): (Fig 14a) में एक प्रकार के SCR का भैतिक रूप को दर्शाया गया है तथा (Fig 14b) में चिन्ह को दर्शाया गया है। SCR को थाइरेस्टर भी कहते है तथा इसे स्विचन उपकरण की तरह उपयोग होता है।

Fig 14



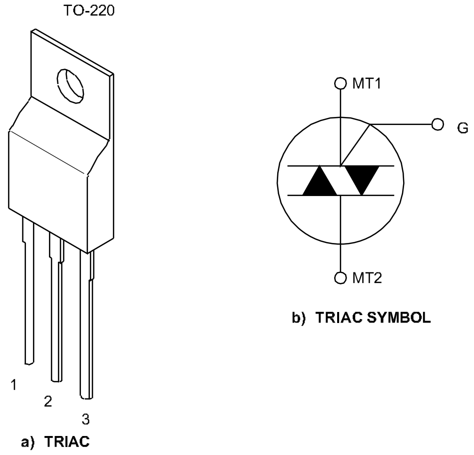
ड़ायक (Diac): ड़ायक (Fig 15a), डायोड की तरह ही दो सिरो वाला एक उपकरण होता है। यह द्विदिशा स्विचन उपकरण है। इसके चिन्ह को (Fig 15b) में दर्शाया गया है।

Fig 15



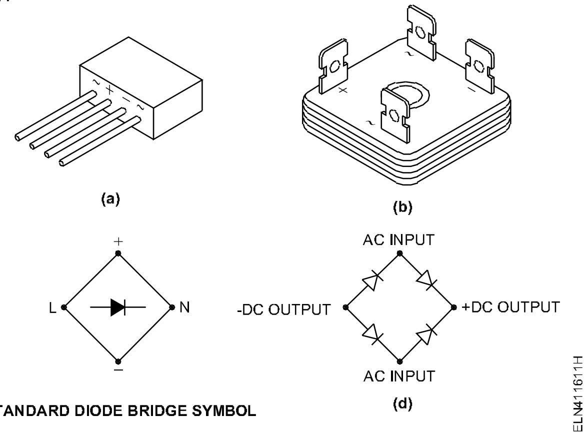
ट्रायक (Triac): ट्रायक भी एक अर्धचालक उपकरण है जिसमें समान्तर में दो SCR की तरह तीन लीड़ होती है। ट्रायक, परिपथ को किसी भी दिशा में नियत्रिंत कर सकता है। (Fig 16)

Fig 16



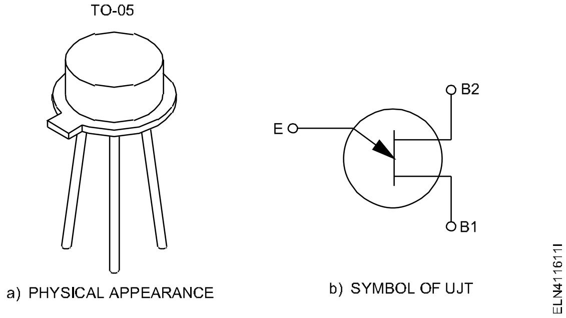
सेतू दिष्टकारी या डायोड सेतू (Bridge rectifier or diode bridge): यह सेतू परिपथ में जुड़े हुए चार अर्धचालक डायोड का एकल पैकेज होता है। निवेशी AC तथा निर्गत DC के सिरे चिन्हांकित होते है, तथा टर्मिनल निकले रहते हैं जैसा कि (Fig 17) में दर्शाया हैं।

Fig 17



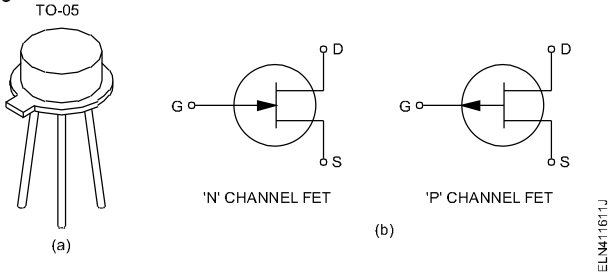
Uni-जन्क्शन ट्रान्सिस्टोर UJT (Uni- junction transistor): एकल संधि ट्रांजिस्टरः इसमे दो आधार तथा एक उत्सर्जक तथा तीन लीड़ के साथ दो मादन (doped) क्षेत्र होते है। (Fig 18)

Fig 18



FET-फिल्ड इफेक्ट ट्रान्सिस्टोर FET- (Field effect transistor): (Fig 19a) में पुर्जे का चित्रीय दृश्य तथा (Fig 19b) में क्षेत्र प्रभाव ट्रांजिस्टर (FET) को प्रदर्शित करने के लिए सम्बधिंत चिन्ह को दर्शाया गया है। चिन्ह का चयन इस पर आधरित होता है कि क्या FET, 'N' चैनल का या 'P' चैनल का हैं।

Fig 19



टिप्पणी : ट्रांजिस्टर, SCR ट्रायक, UJT तथा FET जैसे उपकरण रचना एवं रूप में समरूप होने के कारण एक जैसे प्रतीत होते हैं। इन्हे केवल कोड नम्बर तथा सम्बंधित आंकड़ा पुस्तिका से ही पहचाना जा सकता है।

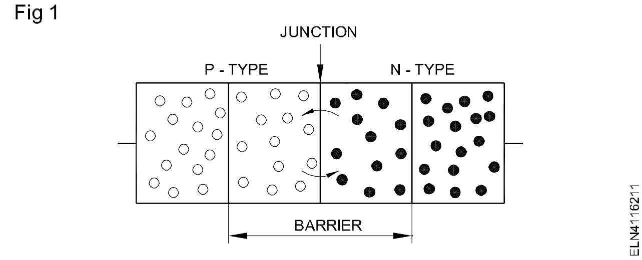
PN जन्कशन - अर्द्ध चालक डायोड (PN Junction - semi conductor diodes)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **PN जन्कशन में डिफ्यूशन और बेरियर पोटेन्शियल स्पष्ट करना**
- **PN जन्क्शन की फारवर्ड और बैकवर्ड बियासिंग तथा सेमीकन्डक्टर डियोड और उनकी VI विशेषताएँ स्पष्ट करना**
- **डियोड के अनुप्रयोग विनिर्देश स्पष्ट करना और उनके प्रकार बताना**
- **डियोड नम्बरिंग हेतु विभिन्न औद्योगिक मानदण्ड बताना तथा डियोड के समतुल्य खोजना**
- **डियोड परीक्षण की विधि बताना और पोलारिटीको पहचानना**
- **विशेष डियोड, उनके प्रकार्य तथा PIV बताना।**

PN संधि (PN junction): P तथा N पदार्थ के संयोजन से डायोड बनाते है। सतह जिस पर यह पदार्थ मिलते है को, PN संधि कहते है।

जब P तथा N पदार्थ एक साथ जुड़ते हैं, तब विसरण होता है। (Fig 1) N पदार्थ मे कुछ इलेक्टान, संधि के निकट, P पदार्थ मे कोटर (hole) से आकर्षित होते है, इस तरह से N पदार्थ में कोटर (छिद्र) रह जाते है। विद्युत आवेश का विसरण, संधि के निकट छोटे क्षेत्र में विभांतर उत्पन्न करता है। (Fig 1) इसके परिणाम से, पदार्थ एक दिशा में संवाहन करता है, लेकिन विपरीत दिशा में नही, इसी कारण वह क्षेत्र, जिसमें यह emf अस्तित्व में होता है, उसे रोधिका (Barrier) कहते हैं।

Fig 1



आंतरिक अवरोध विभव (V_b) (Internal barrier potintial (V_b)): यद्यपि यह एक आंतरिक सम्पर्क विभव है जिसे सीधे नही मापा जा सकता है, फिर भी प्रभाव को **Ge** संधि के लिए 0.3V या **Si** के लिए 0.7V से निष्प्रभावित किया जा सकता है। **Si** के लिए रोधिका विभाव अधिक होता है क्योकि इसका कम परमाणु क्रमांक सह संयोजी बन्ध में अधिक स्थिरता देता है, जैसे कि पूर्व में बताया जा चुका है।

PN संधि, रिक्तीकरण क्षेत्र आवर्धित के साथ यह दर्शाता है कि आयन, जिसके पास धनात्मक तथा ऋणात्मक आवेश हैं, वे रोधिका पर आंतरिक सम्पर्क विभव V_b उत्पन्न करते है। (Fig 2)

PN युक्ति को डायोड कहते है। डायोड तथा उसके चिन्ह को (Fig 3) में दर्शाये गए है। इस प्रकार की रचना, धारा को एक दिशा में प्रवाह होने देती है पर विपरीत दिशा में नही।

PN संधि की अभिनति (Biasing the PN junction)

अग्र अभिनति (Forward bias): अग्र अभिनति PN संधि को (Fig 4) में दर्शाया गया है। धनात्मक सिरा, P साईड (पार्श्व) से जुड़ा रहता है तथा DC आपूर्ति का ऋणात्मक सिरा, संधि के N साईड से जुड़ा होता है।

Fig 2

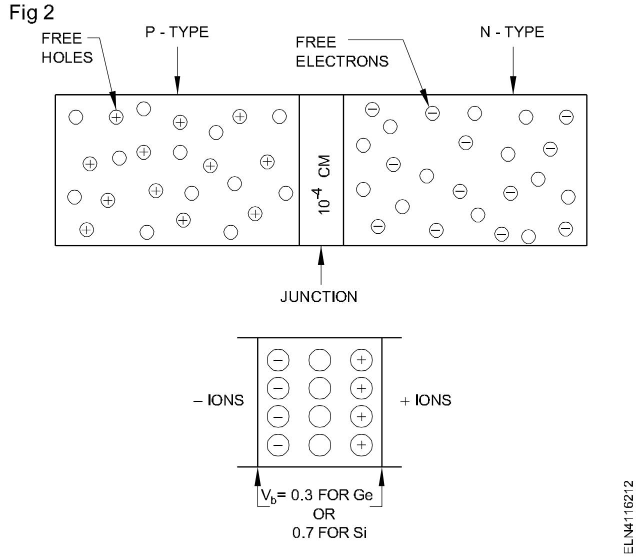


Fig 3

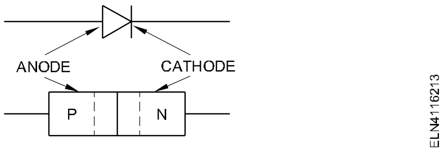
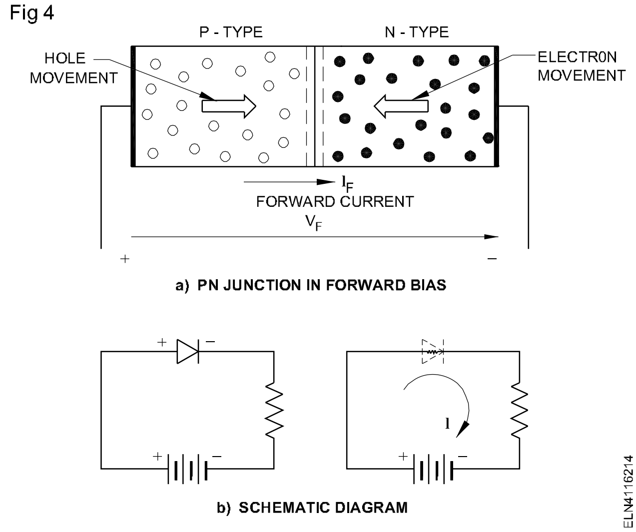


Fig 4



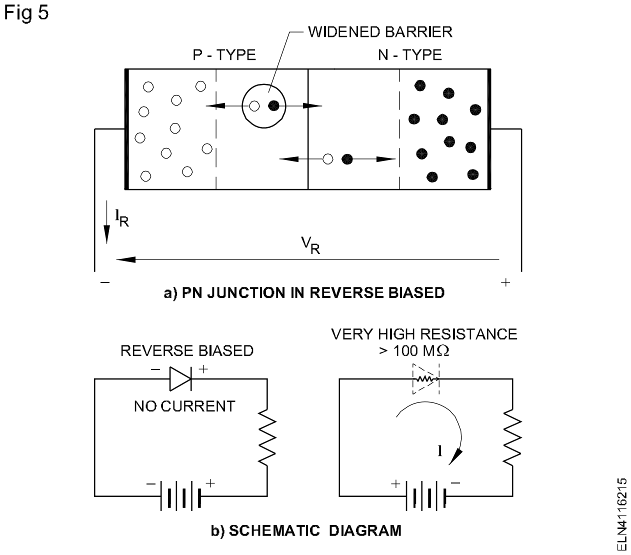
(Fig 4) में दर्शाये गए अनुसार, डायोड में से धारा प्रवाहित होगी। बैटरी के लिए धनात्मक सिरा, अतिरिक्त कोटर (Holes) को छोडते हुए P पदार्थ से इलेक्ट्रानो को आकर्षित करता है। क्योकि संधि में से निक्लते

इलेक्ट्रान (drifting away) निकलते है, इसलिए संधि के निक्ट अतिरिक्त होल संचित होते है। उसी क्षण, बैटरी के ऋणात्मक सिरे से इलेक्ट्रान, डायोड के कम ऋणात्मक N पदार्थ की तरफ आकर्षित होते हैं। यह क्रिया, संधि पर रोधिका को निष्प्रभावित करती हैं, तथा इलेक्ट्रान को, P पदार्थ के अतिरिक्त होल में जाने देती है, इसके परिणम से एक दिशा में इलेक्ट्रान लगातार प्रवाह होते रहते है। अग्र अभिनति संवहन में आवेश वाहको को चलने के लिए आवश्यक वोल्टता को रोधिका वोल्टता (barrier voltage) कहते है।

विपरीत अभिनति (Reverse Bias) :

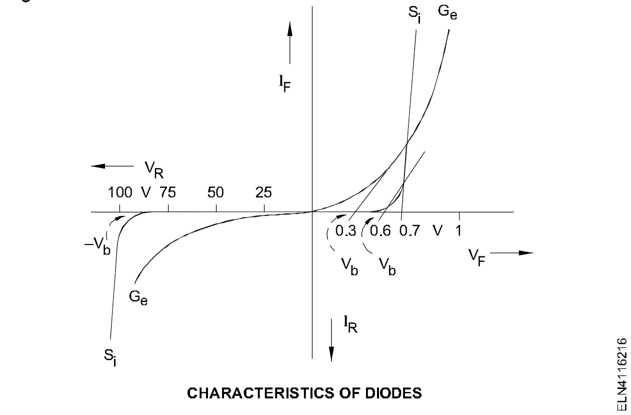
यदि DC आपूर्ति की ध्रुवता, (Fig 5) में दर्शाये गए अनुसार हो तो PN संधि को विपरीत अभिनति का कहते हैं, अर्थात साइड P, ऋणात्मक से तथा साइड N, आपूर्ति के धनात्मक सिरे से सम्बंधन होते है। (Fig 5) विपरीत बैटरी सम्बंधन (विपरीत अभिनति) को दर्शाता है। उसी समय, P पदार्थ में इलेक्ट्रान के विस्थापन के कारण, धनात्म्क होल, डायोड के लिए सिरे के निकट संधि से और आगे जाते है, जो बैटरी के ऋणात्मक सिरे से जुड़े हैं। यह क्रिया PN संधि पर चौड़ी रोधिका उत्पन्न करती है जिसमें से इलेक्ट्रान प्रवाहित नही हो सकते है। (फिर भी बहुत कम धारा का क्षरण हो सक्ता है)।

Fig 5



PN संधि के V-I अभिलक्षण (V-I characteristic of PN junction): स्थैतिक धारा वोल्टता अभिलक्षण (Fig 6) मे दर्शाये गये है।

Fig 6



अग्र दिशा में धारा, अग्र वोल्टता V_b तक पहुंचने पर शीघ्रता से बढ़ती है, जिसे रोधिका विभव या संधि विभव कहते है। जर्मेनियम के लिए रोधिका विभव 0.3V तथा सिलिकॉन के लिये 0.7V है। PN संधि का व्यवहार, अधिकतम अग्र धारा से सीमित रहता है, क्योकि अत्याधिक धारा, अधिक ऊष्मा उत्पन्न होने के कारण डायोड को नष्ट कर सकती है।

संधि के विपरीत दिशा में धारा बहुत कम होती है। विपरीत दिशा में -V_b तक पहुंचने पर, विपरीत धारा अचानक बढ़ जाती है। -V_b विपरीत दिशा में जहॉ धारा बढना प्रारंभ होती है को नी विभव (Knee Potential) या विभंग वोल्टता (break down voltage) कहते है। सामान्यतः इस क्षेत्र में डायोड को प्रचालित नही किया जाता हैं। नी वोल्टता, डायोड के प्रकार पर निर्भर करता है जो 3V से 20kV या अधिक तक परिवर्तित होता है।

डायोड के अनुप्रयोग (Application of diodes) : अर्धचालक डायोड विभिन्न अनुप्रयोगो के लिए उपयोग किये जाते है। अनुप्रयोगों के कुछ मुख्य क्षेत्र की सूचि नीचे दी गई है।

- संचार प्राप्ता (Communication reveiver) में अधिमिश्रण (Modulation) तथा अनधिमिश्रण
- उच्च गति के अंकीय (डिजिटल) परिपथ की स्विचन
- निम्न शक्ति तथा उच्च शक्ति दिष्ट करण
- EM रिले तथा अन्य परिपथो में तंरग की संरक्षक (Surge protectors)
- तरंग रूप को क्लिप तथा क्लेम्प करने के लिए

विभिन्न अनुप्रयोग के लिए, विभिन्न धारा प्रवाह की क्षमता, विभिन्न PIV क्षमता, इत्यादी के डायोड की आवश्यकता होती है। इसलिए निर्माता, विभिन्न विनिर्देश के साथ विभिन्न अनुप्रयोगो की व्यवस्था करने के लिए डायोड बनाते है। किसी विशिष्ट अनुप्रयोग के लिए डायोड का उपयोग करने के पूर्व यह आवश्यक है कि दिये गये डायोड की वोल्टता, धारा तथा ताप के लक्षण, आवश्यकता अनुसार हैं या नहीं।

डायोड के महत्वपूर्ण विनिर्देश (Important specifications of a diodes)

पदार्थ (The material): डायोड अपमिश्रण (dopped) अर्धचालक पदार्थ से बनते है। यह सिलिकन या जरमेनियम या सेलेनियम हो सकता हे। यह महत्वपूर्ण है क्योकि कट-इन वोल्टता, डायोड के पदार्थ पर निर्भर करती है। उदाहरण के लिए Ge डयोड में कट-इन वोल्टता लगभग 0.3v है जबकि Si डायोड में कट-इन इन वोल्टता लगभग 0.7V है।

अधिकतम सुरक्षित विपरीत वोल्टता (Maximum safe inverse voltage) : इसे V_R या Vr से प्रदर्शित करते है तथा इसे डायोड के मध्य प्रयुक्त किया जा सकता है। इसे पीक इनवर्स वोल्टता (उत्क्रम शिखर मान) या PIV कहते है। यदि निर्धारण PIV से उच्च विपरीत वोल्टता को डायोड के मध्य प्रयुक्त किया जाये तो वह स्थाई रूप से दोषपूर्ण हो जायेगा।

अधिकतम औसत अग्र धारा (Maximum average forward current): I_f या I_F जो डायोड, बिना खराब हुए अपने में से प्रवाह होने दें।

अग्र वोल्टता पतन (Forward Voltage drop) : V_F या V_f अग्र वोल्टता पतन जो कि डायोड के मध्य प्रकट होती है, जब अधिकतम औसत, I_f धारा उसमें से लगातार प्रवाहित होती है।

अधिकतम विपरीत धारा (Maximum reverse current): I_{vr} जो अधिकतम विपरीत वोल्टता, PIV प्रयुक्त होने पर डायोड में से प्रवाहित होती है।

अधिकतम अग्र सर्ज (surge) धारा (Maximum forward surge current) : I_s जो डायोड में से समय के निश्चित कम अंतराल में से प्रवाह हो सकता है।

अधिकतम संधि ताप (Maximum junction temperature): डिग्री सेंटाग्रेड में, जो डायोड संधि को क्षतिग्रस्त किये बिना या वह कार्य जिसके लिए वह बना है, उसे किसे बिना, सहन कर सकता हैं।

डायोड के निर्माताओं के कोड (Manufacturer's code of diodes): डायोड पर टाइप नम्बर मुद्रित होता है। जब इस टाइप नम्बर को निर्माता की पुस्तिका से देखा जाये तो डायोड के किसी निश्चित टाइप नम्बर के लिये विस्तृत विनिर्देश प्राप्त हो सकते है।

डयोड तथा अन्य पुर्जो जो विभिन्न निर्माताओ द्वारा निर्मित है में मानकीकरण लाने के लिए पुर्जो के उपयोगकर्ता के नाम के लिए, निर्माताओ तथा प्रमाणिक संस्थाओं ने कुछ निश्चित अंतराष्ट्रीय मानक सेट किये है। मुख्य उद्योगो मानक अंकन पद्वति का यहाँ पर वर्णन किया गया है।

1 JEDEC टाईप कोण (The JEDEC type code) : USA मे EIA ने 1N, 2N टाईप जिसे लोकप्रिय रूप से JEDEC टाईप कहते है, जिसे विश्वव्यापी स्वीकृति मिली है, का एक रजिस्टर बनाया है।

1N को एक संधि के साथ अर्धचालक के लिए उपसर्ग की तरह उपयोग किया गया है। उदाहरण के लिए सभी 1N पुर्जे, डायोड को संदर्भ करते है, क्योकि डायोड की एक संधि होती है। इसी तरह से, उपसर्ग 2N का उपयोग, दो संधि के पुर्जा के लिए उपयोग होता है, इत्यादी।

2 The PRO-ELECTRON टाइप कोड (The PRO-ELECTION type code) : यूरोपीय में प्रो इलेक्ट्रान अंतराष्ट्रीय संस्था ने प्रो इलेक्ट्रोन टाईप का एक रजिस्टर बनाया है, जिसे यूरोप में व्याप्त स्वीकृति मिली है।

प्रो इलेक्ट्रान पद्वति में पुर्जो में निम्नलिखित होते हैं

- उपभोक्ता के उपकरणो के लिए दो अक्षर तथा आंकित कोड होता है (उदाहरण के लिए, BY127) तथा इत्यादी
- औद्योगिक उपकरणो के लिए तीन अक्षर तथा आंकिक कोड होता है (उदाहरण के लिए, ACY17 तथा इत्यादी)।

प्रो इलेक्ट्रान टाईप कोड में प्रथम अक्षर, उपकरण को बनाने में उपयोग हुए अर्धचालक के प्रकार को संकेत करता है। उदाहरण A से प्रारंभ होने वाले उपकरण नम्बर जरमेनियम के बने हेते है, और आगे के विवरण तथा उदाहरण के लिए डायोड आंकड़ा पुस्तिका को देखें करें।

द्वितीय तथा तृतीय अक्षर पुर्जों अनुप्रयोगो को संकेत करता है। उदाहरण, टाईप कोड BY127 में द्वितीय अक्षर Y संकेत करता है कि यह दिष्टकारी डायोड है।

द्वितीय तथा तृतीय अक्षर के बाद का अंक, उसके विस्तृत वोल्टता, धारा तथा ताप के विनिर्देश का कोड नम्बर हैं।

3 JIS टाईप कोड (The JIS type code) : जापान में JIS (जापानी औद्योगिक मानक) कोड उपयोग होता है। पुर्जो को नम्बर करने की यह पद्वति लगभग सर्वव्यापी है। इस पद्वति में, सभी पुर्जो के नम्बर 2S से प्रारंभ होते है, इसके बाद अक्षर फिर अनेक नम्बर। उदाहरण : 2SB364, S के बाद के अक्षर का, निम्नलिखित अभिप्राय है।

A = pnp hf

B = pnp if

c = npn hf

d = npn if

कुछ पुर्जे पर टाईप नम्बर होता है जो ऊपर कहे गए किसी भी अंतर्राष्ट्रीय मानक से मेच नही करते है। फिर, ये टाईप नम्बर, व्यक्गित निर्माता के लिए विशिष्ट है। इन कोडो को सामान्यतः, निर्माता के हाउस कोड कहा जाता है। फिर भी ये टाईप नम्बर एक या अधिक अन्तराष्ट्रीय मानक की पुष्टि करते है। लगभग सभी मानक डायोड आंकड़ा पुस्तिका में प्रसिद्व हाऊस की सूची दी गई हैं।

अनुदेशक, किसी प्रसिद्ध डायोड ओकडा पुस्तिका को देख कर आपके क्षेत्र से सम्बंधित कुछ निर्माताओ के हाऊस कोड को बता सकते है। एक आंकड़ा पुस्तिका, 4 प्रशिक्षणर्थियो के प्रत्येक बैच को दें। काले / सफेद बोर्ड पर कुछ डायोड टाईप कोड लिखे तथा बैच को विनिर्देश पता लगाने को कहें।

डायोड तुल्यांक (Doide equivalent): ऐसे अनेक अवसर आते है, विशेषतः जब इलेक्ट्रानिकी परिपथ की सेवाई करना हो तो किसी विशेष टाईप नम्बर के डायोड के लिए प्रतिस्थपना मिलना सम्भव न हो। ऐसी स्थितियों में बदले जाने वाले के निकटतम विनिर्देश के डायोड प्राप्त किया जा सकते है।

उदाहरण: परिपथ में डायोड 1N 4007 दोषपूर्ण पाया जाता है, तथा यदि 1N 4007 स्टाक (भण्डार) में उपलब्ध न हो तो, 1N 4007 के स्थान पर BY 127 का उपयोग किया जा सकता है क्योकि वह 1N 4007 के तुल्यांक है।

कुछ आंकड़ा पुस्तिका में तुल्यांक की सूची दी रहती है ।

डायोड का वर्गीकरण (Classification of Diodes) :

1 उनके धारा वहन करने की क्षमता/ शक्ति सहन करने की क्षमता पर आधारित, डायोड को निम्नानुसार वर्गीकरण किया जा सकता है

- **कम शक्ति के डायोड (low power diodes)**

  केवल अनेक मिलीवॉट की शक्ति ही प्रहस्तन कर सकते है।

- **मध्यम शक्ति के डायोड (medium power diodes)**

  केवल अनेक वॉट की शक्ति ही प्रहस्तन कर सकते है।

- **उच्च शक्ति के डायोड (high power diodes)**

  अनेक 100 वाट को शक्ति को प्रहस्तन कर सकते है।

2 उनके मुख्य अनुप्रयोगो पर आधारित, डायोड को निम्नानुसार वर्गीकृत किया जा सकता है।

- **सिग्नल डायोड (Signal diodes)**

  संचार परिपथ जैसे रेडिया रिसिवर इत्यादी में उपयोग होने वाले कम शाक्ति के डायोड, सिग्नल पता लगाने तथा मिक्सिंग के लिये।

- **स्विचिंग डायोड (Switching diodes)**

  परिपथों में शीघ्र ऑन/ ऑफ स्विन के लिये डिजिटल इलेक्ट्रानिकी इत्यादी जैसे स्विचन परिपथो में उपयोग होने वाले कम शक्ति के डायोड।

- **दिष्टकारी डायोड (Rectifier diodes)**

  AC को DC वोल्टता में परिवर्तित करने के लिये, इलेक्ट्रानिकी परिपथो के लिये, शक्ति प्रदाय में उपयोग होने वाले मध्यम से उच्च शक्ति।

3 उपयोग हुई निर्माण की तकनीक पर आधरित, डायोड को निम्नानुसार वर्गीकृत किया जा सकता है।

- **प्वाइंट कान्टेक्ट (बिन्दु सम्पर्क) डायोड (point contact diodes)**

  छोटे जरमेनियम (Ge) या सिल्कन (Si) पर दाब के साथ जुड़े एक धातु की सुई।

- **संधि (जंक्शन) डायोड (Junction diodes)**

  अर्ध चालक पदार्थ पर P तथा N पदार्थ को विसरण (diffuse) करके या बढ़ा कर या मिश्रण से बनाये जाते है।

डायोड पेकिंग के प्रकार (Types of diode packaging): डायोड पर दी गई पैक करने का प्रकार, मुख्यतः डायोड के धारा वहन की क्षमता पर आधारित होता है। कम शक्ति के डायोड या तो कॉच या प्लास्टिक पेकिंग में होते है। मध्यम शक्ति के डायोड या तो प्लास्टिक या धातु की पेकिंग में हो सकते हैं। उच्च शक्ति के डायोड, अपरिवर्तनीय रूप से या तो धातु के केन वाले या सिरेमिक पेकिंग के हो सकते है। उच्च शक्ति डायोड सामान्यतः स्टड-आरोहण प्रकार के होते है।

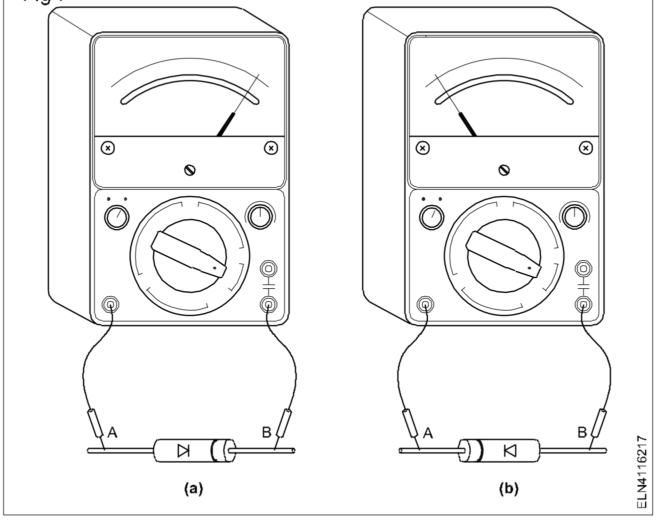
ओह्ममापी के उपयोग से दिष्टकारी डायोड का परीक्षण (Testing rectifier diodes using ohmmeter): एक सरल ओह्ममापी का उपयोग, डायोड की स्थिति को शीघ्रता से परीक्षण करने के लिये किया जा सकता है। परीक्षण की इस विधि में, डायोड के प्रतिरोध को अग्र तथा विपरीत अभिनति की स्थिति को उसकी स्थिति सुनिश्चित करने के लिये जाँच किया जाता है।

प्रत्यास्मरण करें कि प्रतिरोध के परास में ओह्ममापी या बहुमापी के अंदर एक बैटरी होगी। यह बैटरी वोल्टता, (Fig 7) में दर्शाये गये अनुसार मापी के टर्मिनल के लीड़ के साथ श्रेणी क्रम में आता है। (Fig 7) में लीड A धनात्मक लीड, B ऋणात्मक है।

यदि प्रारंभ में मापी की लीड की ध्रुवता मालूम न हो तो, मापी के लीड की ध्रुवता को, ओह्ममापी टर्मिनल के मध्य वोल्टमापी का उपयोग करके ज्ञात किया जा सकता है।

यदि ओह्ममापी की धनात्म्क लीड, (Fig 7) में लीड A, डायोड के एनोड से तथा ऋणात्मक (लीड B) कैथोड से जुडी हो तो, डायोड अग्र अभिनति का होगा। धारा प्रवाहित होगी तथा मापी कम प्रतिरोध को संकेत करेगा।

Fig 7



दूसरी तरफ, यदि मापी की लीड को विपरीत कर दिया जाये तो, डायोड विपरीत अभिनति का होगा। बहुत कम धारा प्रवाहित होगी, क्योकि अच्छा डायोड का बहुत उच्च प्रतिरोध होगा, जब वह विपरीत अभिनति का होगा, तथा मापी बहुत उच्च प्रतिरोध का संकेत करेगा।

उपरोक्त परीक्षण करते समय यदि अग्र (forward) तथा विपरीत (reverse) अभिनति (biased) दोनो में बहुत कम प्रतिरोध दर्शाता है तो फिर परीक्षण किये जा रहे डायोड, क्षतिग्रस्त है तथा अधिक विशिष्ट रूप से लघुपथित हैं। दूसरी तरफ, डायोड को खुला तब कहॉ जाता हैं जब, मापी अग्र तथा विपरीत अभिनति दोनो स्थितियों में बहुत उच्च प्रतिरोध दर्शाता है।

डायोड पर घ्रुवता का चिन्हांकन (Polarity marking on the diodes) : डायोड का कैथोड सिरा, सामान्यतः एक वृताकार बैन्ड से या डॉट से धन (+) के चिन्ह से अंकित होता है। कुछ डायोडो में डायोड का चिन्ह जो स्वंय ध्रुवता का सकेंत करता है, डायोड की काय पर मुद्रित होता है।

विशिष्ट डायोड (Special diodes): सभी डायोड मूलतः PN संधि डायोड है और अनुप्रयोग के आधार पर बनाये जाते हें। कई प्रकार के विशिष्ट उद्देश्य हेतु डायोड है, जिनमें जेनर डायोड का उपयोग वोल्टेज नियामक के रूप में बहुतायत किया जाता है।

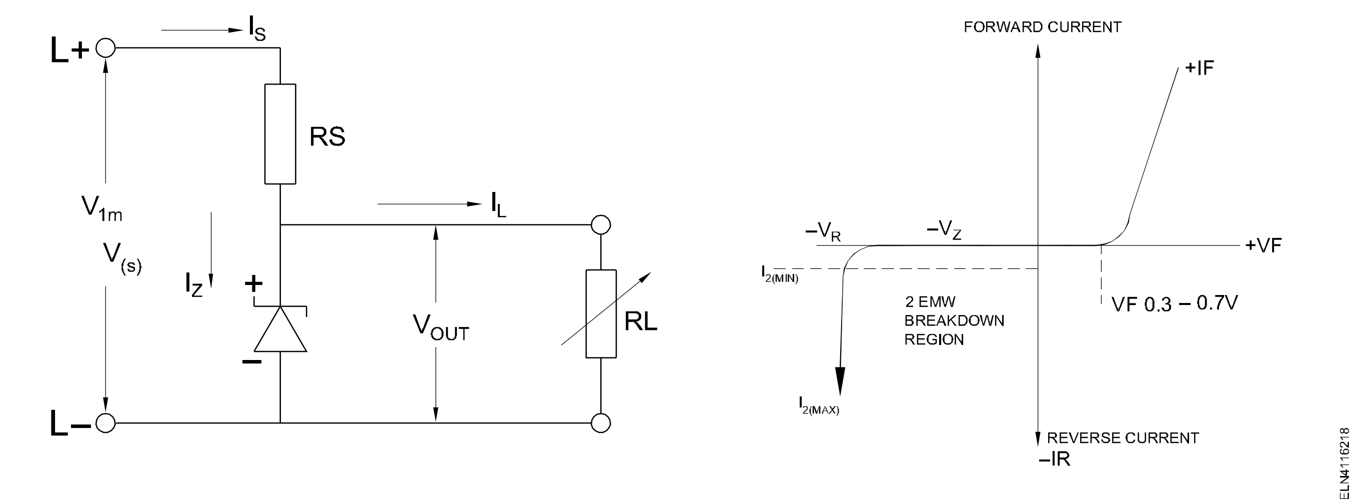
जेनर डायोड (Zener diode): यह विशेष रूप से वोल्टेज नियामक के लिए बनाया जाता है। बहुत प्रकार के वोल्टेज नियामक जेनर डायोड पाये जाते हैं।

यह एक PN संधि डायोड है जिसे अत्यधिक डोपिंग करके वोल्टेज नियामक उद्देश्य के लिए बनाया जाता है। फारवर्ड बायस में इसका अभिलाक्षणिक (characteristic) (वोल्टेज करंट वक्र) सामान्य होता है लेकिन इसका अभिलाणिक (VI) एकाएक बदल जाता है जब इसे रिवर्स बायस से जोड़ा जाता है।

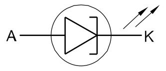
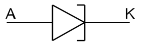
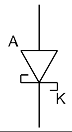
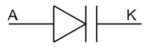
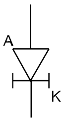
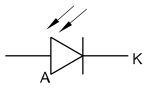
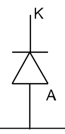
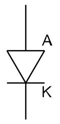
रिवर्स बायस की स्थिति में केवल लीकेज करंट माइक्रो एम्पियर की सीमा में प्रवाहित होता है। जब रिवर्स वोल्टेज किसी विशिष्ट तय किये गये वोल्टेज पर पहुँच जाता है तो संधि टूट जाता है। जिसे जेनर भंजन (avalanche breakdown) कहा जाता है।

जब नियत वोल्टेज पर उच्च धारा प्रवाहित होता है। वोल्टेज लगातार नियत रहता है। आगे यदि वोल्टेज में वृद्धि होती है तो धारा अचानक बढ़ जाता है। Fig 8 जेनर डायोड का रिवर्स बायस अभिलाक्षणित प्रदर्शित करता है।

Fig 8



Few more special diodes listed below in Table 1

Sl.No	Name	Purpose	Symbol
1	LED	Light emitting diode - exhibits light in conduction	
2	TUNEL or ESAKI	Un effected by change in temperature	
3	SCHOTTKY	Fast switching	
4	VARICAP	Varactor -Variable capacitance diode or tuning diode	
5	SCHOKLEY	Constant current diode	
6	PHOTO DIODE	Light dependent diode	
7	IMPATT DIODE	Heavily doped PN layers	
8	PIN DIODE	Low capacitance switching	

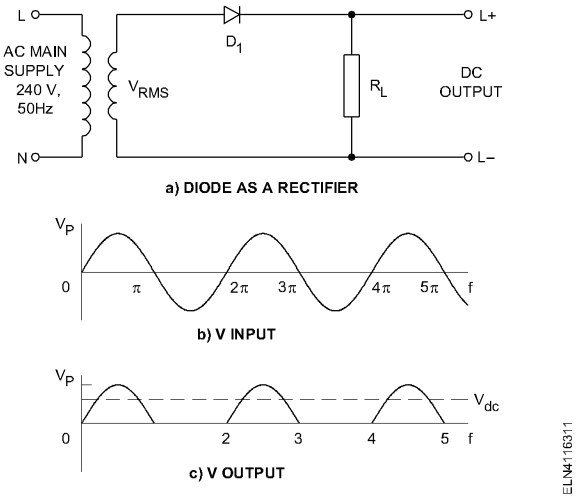
दिष्टकारी (Rectifiers)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **शक्ति आपूर्ति परिपथ में दिष्टकारी के प्रायोजन बताना**
- **अर्ध तरंग दिष्टकारी, पूर्ण तरंग दिष्टकारी के कार्य का वर्णन करना**
- **सर्किटों को ठीक करने के लिए फिल्टर सर्किट की आवश्यकता स्पष्ट करना**
- **फिल्टर सर्किट के लिए रेक्टिफायरों और उनकी कार्यविधि स्पष्ट करना।**

अधिकांश उपकरण मनोरंजन तथा व्यवसाय दोनो को ही कार्य करने के लिये DC वोल्टता की आवश्यकता होती है। शक्ति आपूर्ति, AC आपूर्ति वोल्टता को DC में बदलती है।

अर्धतरंग दिष्टकारी (Half wave rectifier): AC को DC में बदलने का सबसे सरलतम रूप, (Fig 1) में दर्शाय गए अनुसार एक डायोड के प्रयोग से हैं, AC को DC में ऐसे परिवर्तक को अर्धतरंग दिष्टकारी कहते है।

Fig 1



डायोड D_1 तथा भार प्रतिरोध R_L को अपचायक ट्रांसफार्मर के द्वितीयक के आरपार श्रेणी में जुड़ा जाता है। (Fig 1a) ट्रांसफार्मर आवश्यकतानुसार आपूर्ति वोल्टता को उच्चायित या अचवायित करता है। ट्रांसफार्मर, शक्ति लाइन को विलग करता हैं तथा विद्युत प्रघात के जोखिम को कम करता है। निवेश लाइन आवृत्ति के धनात्मक अर्ध-चक्र के समय (Fig 1b) कैथोड़ के सापेक्ष में डायोड एनोड को धनात्मक बनाया जाता है। डायोड D_1 संचालित होती हैं क्यों कि यह अग्र अभिनति का हैं। डायोड D_1 तथा R_L के द्वारा धारा आपूर्ति के धनात्मक सिरे से निवेश के ऋणात्मक सिरे की तरफ प्रवाहित है। इस समयावधि में R_L के आरपार वोल्टता विकसित होती है। वोल्टता की ध्रुवता (Fig 1c) में संकेत किये गये अनुसार होती है।

AC निवेशी लाईन आवृत्ति के ऋणात्मक अर्धचक्र के समय, डायोड विपरीत अभिनति का होता है। प्रायोगिक रूप से डायोड तथा लोड R_L में से कोई धारा नही प्रवाह होती तथा वोल्टता निर्गम नहीं होता है।

DC निर्गम (DC Output) : अग्र अभिनति डायोड के आरपार वोल्टता में पतन कम होता है, क्योकि अग्र-अभिनति डायोड का प्रतिरोध बहुत कम होता है। Ge डायोड में पतन 0.3V होता है तथा Si डायोड में पतन 0.7V होता है। डायोड के आरपार कम वोल्टता पतन को ध्यानहीन करते हुए, हम AC निवेशी तथा DC निर्गम वोल्टता के बीच सम्बंध का पता लगा सकते है।

AC निवेशी तरंग-रूप को (Fig 1b) में दर्शाया गया है।

$$V_{rms} = 0.707\ V_p$$

$$V_p = \frac{V_{rms}}{0.707}$$

(Fig 1c) में, DC निर्गम दर्शाया गया है। डयोड AC निवेश का केवल अर्धचक्र उत्पन्न करता है। इस अर्धतरंग का औसत मान DC निर्गत वोल्टता है।

$$V_{dc} = 0.318\ V_p$$

$$= 0.318\ x\ \frac{V_{rms}}{0.707}$$

$$= 0.45\ V_{rms}$$

उदाहरणार्थ यदि निवेशी AC वोल्टता 24 वोल्ट है तो अर्धतरंग दिष्टकारी का निर्गत DC होगा V_{dc} =0.45x24=10.8V. DC भार धारा हैं।

$$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R_L}$$

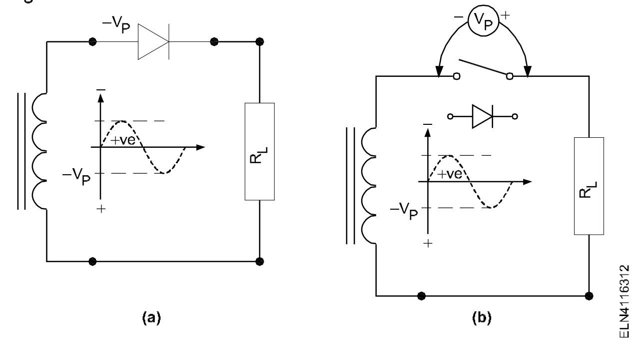
ऊर्मिका आवृत्ति (Ripple frequency) : (Fig 1) से यह स्पष्ट है कि दिष्टकारी स्पंदमान DC की आवृत्ति वही है जो निवेश AC सिग्नल की आवृत्ति के समान ही है। यह सभी अर्ध तरंग दिष्टकारी के लिए सही है।

प्रतिलोम शिखर वोल्टता (Peak inverse voltage) : (Fig 1a) अर्ध तरंग दिष्टकारी को दर्शाता है, उसी क्षण द्वितीयक वोल्टता अपने अधिकतम ऋणात्मक शीर्ष पर होती हैं।

इस स्थिति में क्योंकि डायोड विपरीत अभिनति का है, यह (Fig 2b) में दर्शाये गये अनुसार एक खुली कुंजी की तरह कार्य करता है। क्योंकि डायोड विपरीत अभिनति का है इसलिये भार R_L के आरपार कोई वोल्टता नही है। इसलिये किरचाफ वोल्टता नियम से, (Fig 2b) में दर्शाये गये अनुसार सभी द्वितीयक वोल्टता, डायोड के आरपार प्रकट होती है।

यह अधिकतम प्रतीप वोल्टता है जो डायोड के आरपार प्रतीप अभिनति की स्थिति में प्रकट होती है। इस वोल्टता को प्रतीप शिखर वोल्टता या अधिक साधारणतः शिखर प्रतीप वोल्टता (PIV) कहते है। इसलिये अर्ध-तरंग दिष्टकारी में डायोड के आरपार अधिकतम प्रतीप वोल्टता द्वितीयक वोल्टता $V_{s(peak)}$ के ऋणात्मक शिखर मान के बराबर होता है। क्योंकि एक ज्यावक्रीय तरंग में एक अर्ध -तरंग में ऋणातम्क शिखर वोल्टता तथा धनात्मक शिखर वोल्टता, परिमाण में समान होती हैं, इसलिए एक अर्ध तरंग दिष्टकारी में डायोड के आरपार शिखर प्रतीप वोल्टता (PIV) को $V_{s(peak)}$ के रूप में लिया जा सकता है।

Fig 2



पूर्व में विचार किये गये उदाहरण में डायोड के आरपार PIV निम्न होगी।

$$V_{s(peak)} = \frac{V_{s(rms)}}{0.707} = \frac{24}{0.707} = 33.9 = 34 \text{ volts}$$

प्रयुक्त हुये डायोड को विभंग (Break down) रोकने के लिए अभिकल्पित (डिजाईन) किये गये HW दिष्टीकारी के डायोड के आरपार प्रकट PIV डायोड के PIV निर्धार से कम होना चाहिये। उदाहरणार्थ, उपयुक्त उदाहरण में डायोड के विभंग को रोकने के लिए डायोड की PIV निर्धार को 34 वोल्ट से अधिक होना चाहिए।

तथापि जब निर्गम DC परिपथ में एक फिल्टर संधारित्र उपयोग होता है तो यह स्थिति परिवर्तित हो जाती है।

पूर्ण तरंग दिष्टकारी (FW) (Full-wave rectifier (FW)) : एक पूर्ण तरंग दिष्टकारी का परिपथ (Fig 3a) में दर्शाया गया है। ट्रांसफार्मर का द्वितीयक कुंडलन केन्द्र-टैप होती हैं। द्वितीयक वोल्टता को दो समान अर्धो में विभाजित किया जाता है। भार R_L का एक सिरा, केन्द्र टैप से तथा R_L का दूसरा सिरा, डायोडों से योजित रहता है।

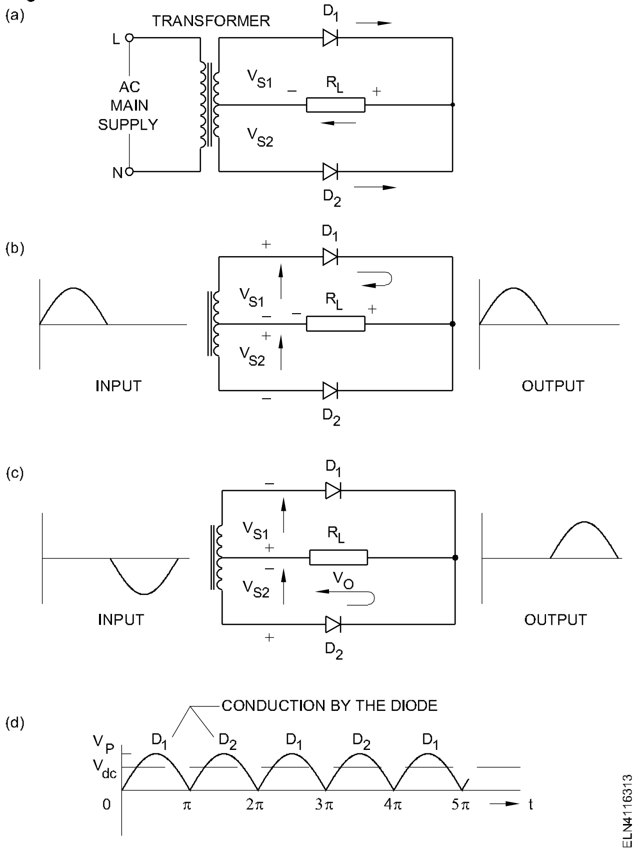
यह देखा जाता है कि दो अर्ध तरंग दिष्टकारी निवेश AC के एकान्तर अर्ध चक्रों पर संचालित है।

द्वितीयक वोल्टता के धनात्मक अर्ध चक्र के समय डायोड D_1 अग्र अभिनति का होता है तथा डायोड D_2 विपरीत अभिनति का होता है।(Fig 3b) धारा, द्वितीयक लपेटन के ऊपरी आधी तथा डायोड D_1, भार प्रतिरोध R_L में से प्रवाह होता है।

द्वितीयक वोल्टता के ऋणात्मक अर्ध चक्र के समय डायोड D_2 अग्र अभिनति का होता है तथा डायोड D_1 विपरीत अभिनति का होता है। इसलिए धारा भार प्रतिरोधक RL, डायोड D_2 तथा द्वितीयक लपेटन के निचले आधे में से प्रवाह होता है। (Fig 3c)

भार की धारा, AC निवेशी के दोनो अर्ध चक्र के समय, सामान दिशा में होती है। पूर्ण तरंग दिष्टकारी का निर्गत (Fig 3d) में दर्शाया गया है।

Fig 3



DC निर्गत (DC output) : क्योकि पूर्ण तरंग दिष्टकारी कुछ नही बल्कि दो अर्ध तरंग दिष्टकारियों का संयोजन है, इसलिए पूर्ण तरंग दिष्टकारी का औसत या DC मान उसी द्वितीयक वोल्टता से चलने वाले अर्ध तरंग दिष्टकारी के निर्गत का प्राकृतिक रूप से दो गुना होता है।

(Fig 3) से यह स्पष्ट है कि पूर्ण तरंग दिष्टकारी निर्गत का DC मान का औसत है

$V_{dc}=0.318V_{s(peak)}+0.318V_{s(peak)}$

$V_{dc}=0.636V_{s(peak)}$

जहॉं $V_{s(peak)}$ ट्रांसफार्मर सेकेन्ड्री के A तथा B किसी भी एक सिरे तथा केन्द्र टैप के बीच का अधिकतम वोल्टता के बराबर होता है।

पूर्ण तरंग दिष्टकारी के $V_{s(rms)}$ V_{dc} के रूप में हैं

$V_{s(rms)} = 0.707\ V_{s(peak)}$

इसलिए,

$$V_{dc} = 0.636 = \frac{V_{s(rms)}}{0.707} = 0.9\ V_{s(rms)}$$

***उदाहरण* (Example) :**

माना कि ट्रासफार्मर का द्वितीयक वोल्टता 24-0-24V(rms) है, इस ट्रासफार्मर का उपयोग करते हुए पूर्ण तरंग दिष्टकारी का DC निर्गत वोल्टता निम्न होगी,

दो डायोड पूर्ण तरंग दिष्टकारी के लिए

$V_{dc} = 0.9\ V_{s(rms)}$

अतः दिये गये उदाहरण में

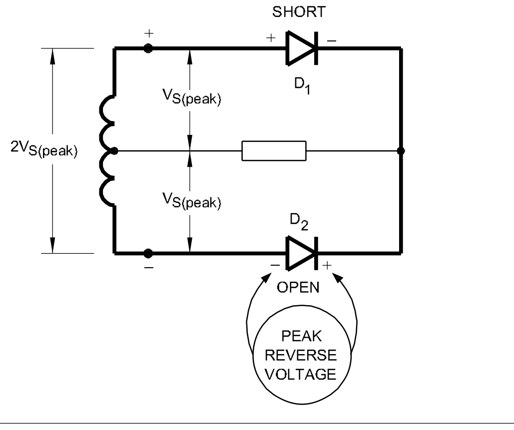
$V_{dc} = 0.9 \times V_{s(rms)} = 0.9 \times 24 = 21.6V$

पूर्ण तरंग दिष्टकारी में ऊर्मिका आवृत्ति (Ripple frequency in a full wave rectifier) : (Fig 3c) से यह देखा जा सकता है कि AC वोल्टता के प्रत्येक AC निवेशी चक्र के लिए निर्गत को दो चक्र हाते है। ऐसा इसलिए है क्योकि पूर्ण तरंग दिष्टकारी में निवेश वोल्टता के ऋणात्मक अर्धचक्र को विपरीत कर दिया है। इसके परिणाम से पूर्ण तरंग दिष्टकारी का निर्गम निवेश AC आवृत्ति से दो गुनी आवृत्ति रखता हैं। यदि पूर्ण तरंग दिष्टकारी के निवेश के रूप में मुख्य AC का प्रयोग किया जाता हैं, क्योंकि मुख्य आवृत्ति 50Hz है, इसलिए स्पन्दमान DC की निर्गम आवृत्ति 100Hz होगी।

टिप्पणीः जब स्पन्दमान DC मसृणित (smooth) की जाती हैं तो इस वर्धित ऊर्मिका आवृत्ति के अनेक लाभ होते हैं। इस पर अगले पाठ में चर्चा की जाएगी।

प्रतीप शिखर वोल्टता (Peak inverse voltage) : (Fig 4) पूर्ण तरंग दिष्टकारी को दर्शाता है, जिस क्षण द्वितीयक वोल्टता अपने अधिकतम धनात्मक मान पर पहुँचती हैं।

Fig 4



बाहरी लूप के आजुबाजु किर्शोफ नियम का अनुप्रयोग करने पर हम प्राप्त होगा $2V_{s(peak)}$ - प्रत्यावर्ती वोल्टेज (PIV)

बाहरी पाशआरपार अग्र वोल्टता $D_1 = O$

D_1 के आरपार छोटी अग्र वोल्टता की उपेक्षा करते हुए, हम पाते है, $2V_{s(peak)} = D_2$ के आरपार PIV + 0 = 0

या D_2 के आरपार $PIV = 2V_{s(peak)}$

उपर्युक्त से यह स्पष्ट है कि पूर्ण तरंग दिष्टकारी में प्रत्येक डायोड का PIV निर्धार पूर्ण द्वितीयक वोल्टता के शीर्षमान $2V_{s(peak)}$ से अधिक होना चाहिये।

पूर्व में विचार किये गए उदाहरण में डायोड के PIV को $2V_{s(peak)}$ होना चाहिये।

$$V_{s(peak)} = \frac{V_{s(rms)}}{0.707} \quad = \quad 2\,V_{s(peak)} = \frac{2 \times V_{s(rms)}}{0.707}$$

$$= \frac{2 \times 24}{0.707} = 68 \text{ volts (approx.)}$$

पूर्ण-तरंग दिष्टकारी में डायोडों की धारा का निर्धार (Current rating of diodes in a fullwave rectifier) : यदि पूर्ण तरंग दिष्टकारी में लगा हुआ R_L भार, माना 10Ω हो तो उसमें DC धारा

$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{10\,\Omega}$ होगी।

उपरोक्त में विचार किये गये उदाहरण में V_{dc}=21.6 volt इसलिए

$I_{dc} = \frac{21.6}{10} = 2.16$ amps. = 2.16 एम्पियर

यह नोट करना रूचिकर होगा कि यह धारा I_{dc}, दो डायोड D_1 तथा D_2 में बट जाती है। यह इसलिए है क्योंकि प्रत्येक डायोड, केवल एक आर्ध चक्र को संचालन करता है। अतः प्रत्येक डायोड में से DC धारा, कुल DC भार धारा I_{dc} का आधा होता है। इसलिए 10Ω भार वाले प्रत्येक डायोड में से अधिकतम धारा 2.16/2 =1.08 एम्पियर होगी। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि प्रत्येक डायोड का धारा निर्धार अधिकतम / निर्धारित भार धारा का केवल आधा होनी चाहिए।

टिप्पणी : अर्ध-तरंग दिष्टकारी में क्योंकि केवल एक डायोड होता, इसलिए प्रयुक्त डायोड का धारा निर्धार भार में से अधिकतम धारा होना चाहिए, जो पूर्ण तरंग दिष्टकारी की तरह नहीं, जिसमें प्रयुक्त डायोडों का धारा निर्धार भार में अधिकतम धारा का केवल आधार होता है।

उदाहरणः 1.8 एम्पियर की भार धारा के आवश्यकता वाले एक द्वि डायोड पूर्ण तरंग दिष्टकारी में, उपयोग डायोड का धारा निर्धार क्या होगा?

चूंकि यह द्वि डायोड पूर्ण तरंग दिष्टकारी है, इसलिए प्रत्येक डायोड का धारा निर्धार = 1/2 कुल भार धारा।

इसलिए डायोड का I_f (max)=1.8 एम्पियर/2 होना चाहिए।

यदि इस दिष्टकारी परिपथ के लिए 1 एम्पियर धारा निर्धार का एक डायोड का प्रयोग किया जाता है तो यह उत्तम होगा।

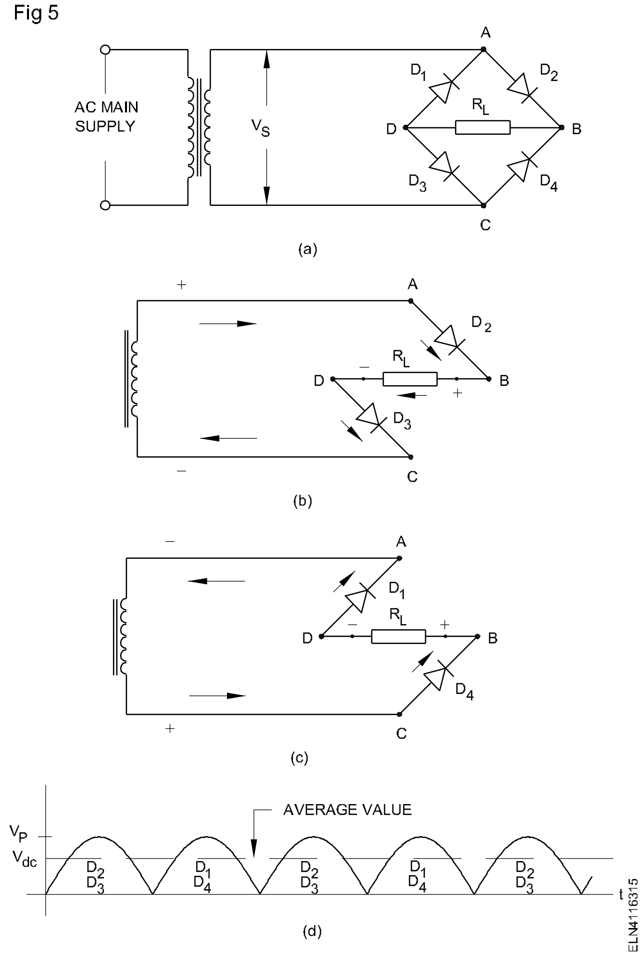
द्वि डायोड पूर्ण तरंग दिष्टकारी की हाँनिया (Disadvantages of TWO DIODE fullwave rectifier) : दो डायोड तथा केन्द्र टैप ट्रांसफार्मर उपयोग होने वाले पूर्ण तरंग दिष्टकारी की हानियां निम्नलिखित है।

- एक केन्द्र टैप ट्रांसफार्मर जो प्रत्येक द्वितीयक कुण्डलन के प्रत्येक अर्ध पर समान वोल्टता उत्पन्न करें, को बनाना कनि तथा मंहगा होता है।
- सामान्य ट्रांसफार्मरों की अपेक्षा केन्द्र टैप ट्रांसफार्मर सामान्यतः भारी होते है तथा इसलिए अधिक स्थान घेरते है।

- एक द्वि डायोड पूर्ण तरंग दिष्टकारी में एक समय पर केवल आधी द्वितीयक वोल्टता का प्रयोग किया जाता हैं, चाहे यह वह धनात्मक तथा ऋणात्मक दोनों अर्ध चक्रो में संचालित हो।

सेतु दिष्टकारी (Bridge rectifier) : यह पूर्ण तरंग दिष्टकारी है। परिपथ को (Fig 5) में दर्शाया गया। सेतू दिष्टकारी में चार डायोड उपयोग होते है। ट्रांसफार्मर के द्वितीयक पर कोई टैप नही होता हैं।

Fig 5



द्वितीयक वोल्टता के धनात्मक अर्ध भाग के समय, डायोड D_2 तथा D_3 अग्र अभिनत के होते है। अतः द्वितीयक के दूसरे सिरे तक धारा, डायोड D_2 भार प्रतिरोध RL तथा D_3 में से प्रवाहित होती है। इसे Fig 5b में दर्शाया गया है। द्वितीयक वोल्टता के ऋणात्मक अर्ध के दौरान, डायोड D_1 तथा D_4 संचालित होते हैं। द्वितीयक के दूसरे सिरे तक धारा डायोड D_4, प्रतिरोध R_L तथा D_1 में से प्रवाहित होती है। इसे (Fig 5c) में दर्शाया गया है।

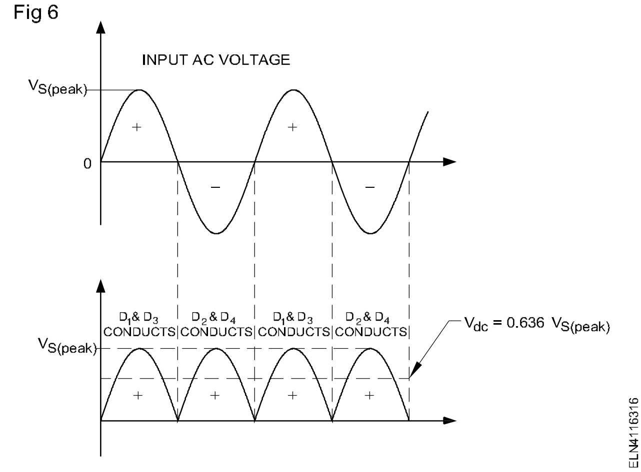
दोनों स्थितियों में धारा, भार प्रतिरोधक में से उसी दिशा में प्रवाहित होती है। अतः भार प्रतिरोधक RL के आरपार एक अस्थिर DC धारा विकसित होती हैं। इसे (Fig 5d) में दर्शाया गया है।

DC निर्गम (DC Output) : (Fig 6) में सेतु दिष्टकारी का निवेशी AC तथा निर्गत स्पन्दमान DC उत्पन्न तरंग-रूप दर्शाया गया है।

यह तरंग रूप, एक केन्द्र-टैप ट्रासफार्मर के उपयोग से पूर्ण तरंग दिष्टकारी के तरंग-रूप के सामान होती है। अतः, औसत DC मान का निर्गत हैं,

$V_{dc} = 0,636\ V_{s(peak)}$

Fig 6



या $V_{dc} = 0.9\ V_{s(rms)}$

जहां $V_{s(rms)}$ पूर्ण द्वितीयक AC rms वोल्टता है।

टिप्पणी : एक द्वि डायोड पूर्ण-तरंग दिष्टकारी में $V_{s(rms)}$, कुल द्वितीयक वोल्टता के आधे को निर्दिष्ट करता है, जबकि सेतु दिष्टकारी में $V_{s(rms)}$, वह पूर्ण द्वितीयक वोल्टता को निर्दिष्ट करता है।

उदाहरण : (Fig 5) में यदि ट्रासफार्मर द्वितीयक वोल्टता $V_{s(rms)}$ 24 वोल्ट है तो भार R_L के आरपार दिष्टकृत DC वोल्टता V_{dc} होगी।

समीकरण 2 से, सेतु दिष्टकारी के लिए V_{dc} को निम्न से दिया जाता है

$$V_{dc} = 0.9\ V_{s(rms)}$$

दिये गए उद्धाहरण में, $V_{s(rms)} = 24$ वोल्ट।

अतः $V_{dc} = 0.9 \times 24 = 21.6$ वोल्ट

टिप्पणी : उसी ट्रांसफार्मर का प्रयोग करते हुये, एक द्वि-डायोड पूर्ण-तरंग दिष्टकारी ने केवल 10.8 volt दिये होगें, जो सेतु दिष्टकारी निर्गम का आधा है।

शिखा प्रतीप वोल्टता - सेतु दिष्टकारी (Peak Inverse voltage - Bridge rectifier) : (Fig 7) में एक सेतू दिष्टकारी दर्शाया गया है, जब द्वितीयक वोल्टता अपने अधिकतम मान पर पहुंचती हैं।

डायोड D_4 आदर्श रूप से लघुपथित (जैसे यह संचालित होती है) तथा D_1 आदर्श रूप से खुला होता है। बाहरी पाश (लूप) के चारो तरफ वोल्टताओं को जोडते तथा किरचाफ नियम को लागू करते हुए

$V_{s(peak)} - D_1$ के आरपार PIV + 0 = 0 या D_1 के आरपार PIV = $V_{s(peak)}$

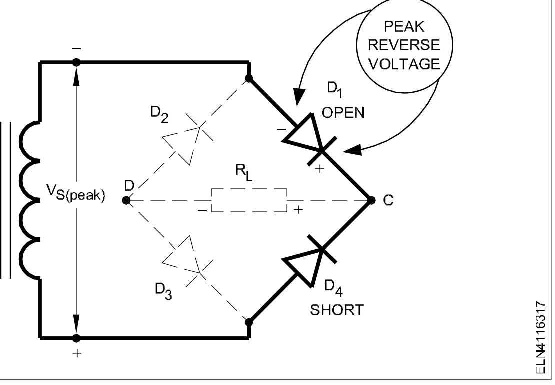
इसलिए D_1 के आरपार शिखर प्रतीप वोल्टता शिखर द्वितीयक वोल्टता $V_{s(peak)}$ बराबर होती हैं।

इस तरह से प्रत्येक डायोड के आरपार शिखर प्रतीप वोल्टता ट्रासफार्मर द्वितीयक की शिखर द्वितीयक वोल्टता $V_{s(peak)}$ के बराबर होगी। अतः प्रयुक्त डायोडों के PIV निर्धार $V_{s(peak)}$ से बडे होने चाहिये।

उदाहरण (Example)

Fig 7 में ट्रान्सफर्मर का सेकन्डरी वोल्टेज $V_{s(rms)}$, 24 है, प्रयुक्त डियोड का न्यूनतम PIV ज्ञात करें। ब्रिज रेक्टिफायर PIV पूरे डियोड में समान है और $V_{s(peak)}$ के बराबर है,

Fig 7



अतः दिए गए उदाहरण में,

$$PIV = V_{sd(peak)} = \frac{V_{s(rms)}}{0.707} = \frac{24}{0.707} = 34 \text{ volts}$$

(Fig 7) में यदि ट्रासफार्मर द्वितीयक वोल्टता $V_{s(rms)}$, 24 वोल्ट हैं तो प्रयुक्त डायोडों का न्यनतम PIV ज्ञात करें। एक सेतु दिष्टकारी में डायोडों के आरपार PIV समान तथा $V_{s(peak)}$ के बराबर होता हैं। अतः दिये गए उद्धाहरण में प्रयुक्त

$$PIV = V_{sd(peak)} = \frac{V_{s(rms)}}{0.707} = \frac{24}{0.707} = 34 \text{ volts}$$

सेतु दिष्टकारियों में डायोडों का धारा निर्धारण (Current rating of diodes in bridge rectifiers) : जैसे एक द्वि डयोड पूर्ण तरंग दिष्टक्ारी की स्थिति में है, (Fig 5) में दर्शाये गये सेतु दिष्टकारी में भी डायोड युग्म D_1, D_3 तथा D_2, D_4 में पूर्ण भार धारा का आधा वहन करते है। यह ऐसा है क्योकि प्रत्येक डायोड युग्म केवल AC निवेश चक्र के आधे के समय में ही संचालन करता है।

सेतु दिष्टकारी में भी D_1, D_3 तथा D_2, D_4 का केवल एक हानि यह है कि पूर्ण तरंग दिष्टकरण के लिए द्वि डायोड पूर्ण दिष्टकारी में दो के बदले चार डायोडों का प्रयोग करते हैं। लेकिन सेतु दिष्टकारी की सरल ट्रासफार्मर आवश्यकता तथा उच्चतर DC निर्गत तल द्वारा यह हानी क्षतिपूरित हो जाती है। अतः अधिकांश अनुप्रयोगो के लिए सेतु दिष्टकारी बहुत लोकप्रिय AC से DC दिष्टकारी है।

DC निर्गम के लिए तथा दो टर्मिनलो तथा AC निवेश के लिए दो टर्मिनलो के साथ एक ही पैके के रूप में प्रावरणित सेतु दिष्टकारी उपलब्ध है।

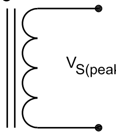
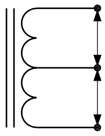
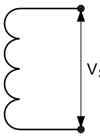
एक एम्पियर के धारा निर्धार वाले सामान्यः उपयोग होने वाले डायोड के लिए निम्नलिखित टेबल में आंकडें दिये गए है।

अधिकतम रेटिंग (MAXIMUM RATINGS)

रेटिंग	प्रतीक	नम्बर के प्रकार							यूनिट
		IN 4001	IN 4002	IN 4003	IN 4004	IN 4005	IN 4006	IN 4007	
अधिकतम पुनरावृत्ति रिवर्स वोल्टेज अधिकतम कार्य रिवर्स वोल्टेज DC ब्लाकिंग वोल्टेज	$V_{RM(rep)}$ $V_{RM(wkg)}$ V_R	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
गैर पुनरावृत्ति अधिकतम रिवर्स वोल्टेज (हाफ वेव 1-ϕ, 50 H2 पीक)	$V_{RM\ (nonrep)}$	75	150	300	600	900	1200	1500	Volts
RMS रिवर्स वोल्टेज	Vr	35	70	140	280	420	560	700	Volts
फारवर्ड धारा का रेक्टी फाइड़ औसत (1-ϕ रजिस्टिव लोड 50 H_2, T_A=75°C पीक)	Io			1.0					Amp
गैर पुनरावृत्ति (हाफ साइन वेव t = 10 msec)	IFM			30					
तापमान से एम्बियेंट का अधिकतम थर्मल प्रतिरोध (लीड लम्बाई 25 mm)	TJA			85					
अधिकतम आपरेटिंग तथा स्टोरेज जंक्शन तापमान रेंज	$T_j T_{stg}$			-65 to 175					

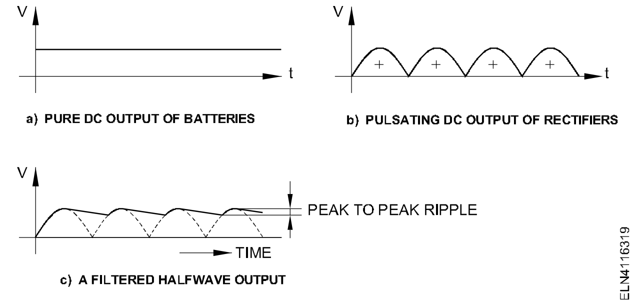
दूसरे डायोड के विनिर्देशन को आंकडा पुस्तक से प्राप्त कर सकते हैं ।

हाफ वेव, फुल वेव तथा ब्रिज रेक्टिफायर की तुलना टैबुलर फार्म में नीचे दी गयी है ।

	हाफ वेव	**फुल वेव**	**ब्रिज**
ड़ायोड की संख्या आवश्यक	1	2	4
ट्रान्सफार्मर पीक आउटपुट वोल्टेज	Fig 8 		
DC आउटपुट वोल्टेज V_s (peak)	$0.318\,Y_{s(peak)}$	$0.636V\,V_{s(peak)}$	$0.636V\,V_{s(peak)}$
DC आउटपुट वोल्टेज V_s (rms)	$0.45\ V_{s(rms)}$	$0.9\ V_{s(rms)}$	$0.9V_{s(rms)}$
ड़ायोड धारा रेटिंग	$I_{L(max)}$	$0.5\,I_{L(max)}$	$0.5I_{L(max)}$
पीक इंन्वर्स वोल्टेज	$V_{s(peak)}$	$2V_{s(peak)}$	$V_{s(peak)}$
रिपल फ्रिक्वेन्सी	f_{input}	$2f_{input}$	2_{finput}

फिल्टर सर्किट (Filter circuits) : जैसे (Fig 9a) में दर्शाया गया है कि बैटरी के निर्गत के समान स्थिर DC वोल्टता को उपलब्ध कराने के लिए प्रत्यावर्ती धारा को दिष्टकारित किया जाता है। लेकिन स्पन्दमान DC में दिष्टकारियों का निर्गत जैसे कि (Fig 9b) में दर्शाया गया है ।

Fig 9



अधिकांश इलेक्ट्रोनक परिपथो में स्पन्दी DC वोल्टता को उपयोग नही किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, यदि दिष्टकारी के निर्गत में से ये स्पन्दमान नही हटाये जाते है तो रेडियो से गुंजन की ध्वनि प्राप्त होगी। दिष्टक्ारी के DC निर्गत में से स्पन्दन को कम करने या शोधन (Filter) करने के लिए उपयोग हुए परिपथ को मसृणकारी (स्मूथिंग) परिपथ या प्रसिद्व रूप से ऊर्मिका (Ripple) फिल्टर कहते है।

ऊर्मिका (Ripple): (Fig 9c) में दर्शाये गये अनुसार फिल्टर के निर्गम में कम वोल्टता के उतार चढाव को ऊर्मिका कहते है।

फिल्टर (शोधन) **परिपथ घटक (Filter circuit components) :** फिल्टर परिपथ सामान्यतः संधारित्रों, प्रेरकों तथा प्रतिरोधों का संयोजन होते है।

फिल्टर (शोधन) **परिपथों के प्रकार (Types of filter circuits):** उपयोग होने वाले विभिन्न शोधन परिपथ निम्न है।

1 संधारित्र निवेश शोधन

2 RC शोधन

3 श्रेणी चालक शोधन

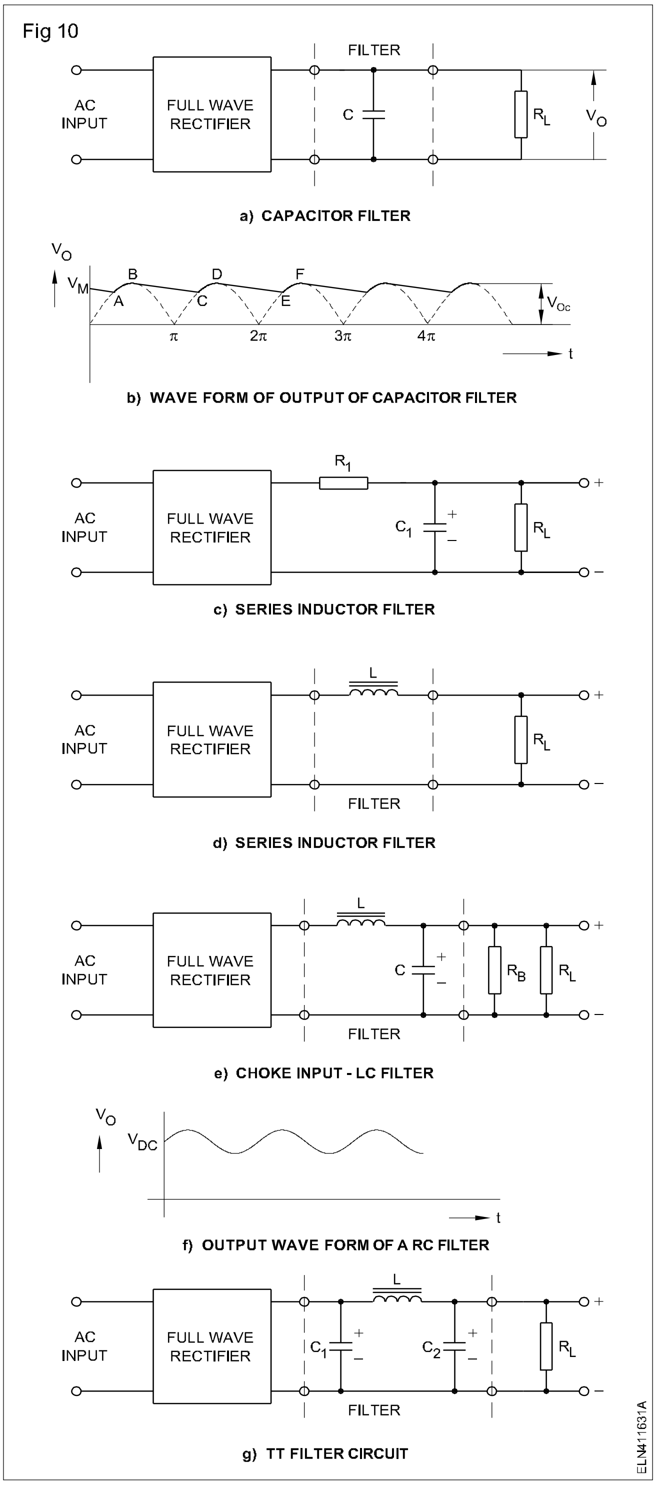
4 प्रतिबन्धक चोक निवेश LC शोधन

5 π शोधन

1 **संधारित्र शोधक (Capacitor filter):** संधारित्र शोधक सबसे सरल एवं सस्ता फिल्टर है। यहॉ पर एकबडा मान संधारित्र C भार प्रतिरोधक RL के आरपार जोडा जाता हैं, जैसा कि (Fig 10a) में दर्शाया गया हैं। धारा के AC घटकों को धारिता निम्न प्रतिकार्यता (Reactance) पथ देता है तथा DC को बहुत उच्च प्रतिरोध प्रस्तुत करता है। इसलिए पूरी DC धारा भार में से गुजरती है।

कार्यप्रणाली (Working): जब दिष्टकारित निर्गम वोल्टता बढ़ रही हो तो संधारित्र, शिखर वोल्टता Vm तक आवेशित होता है। धनात्मक शिखर पर पहॅुचने पर दिष्टक्ारी की निर्गत वोल्टता कम होने का प्रयास करती है। (Fig 10b) में तरंग रूप का अवलोकन करें। बिन्दु B पर संधारित्र के आरपार +Vm वोल्ट है, क्योंकि स्त्रोत वोल्टता Vm से कुछ कम हो जाती है इसलिए संधारित्र धारा को डायोड में से वापिस भेजने का प्रयास करेगा, जो डायोड को प्रतीप अभिनत बनाती है।

डायोड, भार से स्त्रोत को अलग करता है। संधारित्र भार के द्वारा निरावेशित होना प्रारम्भ होता है। अतः भार के आरपार वोल्टता शून्य



तक नही गिरेगी। संधारित्र लगातार निरावेशित होगा जब तक कि बिन्दु C पर स्त्रोत वोल्टता, संधारित्र वोल्टता से अधिक न हो जाये। डायोड पुन संचालन प्रारंभ करता है तथा संधारित्र शिखर मान V_m तक आवेशित होता है। संधारित्र के लिए आवेशित अवधि के समय दिष्टकारी संधारित्र के द्वारा आवेशित धारा I_c तथा भार धारा I_L के द्वारा आपूर्ति करती है।

(Fig 10b) में बिन्दु B तथा C के बीच संधारित्र जिस दर पर निरावेशित होती है, वह समय नियतांक R_LC पर निर्भर होता है। यह समय नियतांक जितना अधिक होगा, निर्गत वोल्टता उतनी ही स्थिर होगी।

ऊर्मि का परिकलन (Calculation of ripple): शोधन परिपथ को डिजाइन करते समय, शोधन परिपथ के निर्गम में ऊर्मिके वोल्टता, सैद्वान्तिक परिकलित करने के लिए निम्नलिखित विधियों का उपयोग किया जा सकता है।

विधि 1 (Method 1)

आवृत्ति f तथा धारिता C के दिये गये मान के लिए आपेक्षित भार धारा I_L जानते हुए, निम्नलिखित सूत्र का उपयोग करते हुए शिखर से शिखर ऊर्मिका वोल्टता प्राप्त की जा सकता है।

$$V_{rip(p-p)} = \frac{I_L}{F_r C} \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

जहाॅ $V_{r(p-p)}$= शिखर से शिखर ऊर्मिका वोल्टता वोल्ट में हैं

I_L = आपेक्षित DC भार धारा एम्पियर में

F_r = ऊर्मिका आवृत्ति Hz में,

C = धारिता फैराडे में

अनुमेय $V_{r(p-p)}$ को नियत कर के तथा f तथा I_L को जानते हुए, इस सूत्र के उपयोग से C के लिए आपेक्षित मान को भी ज्ञात किया जा सकत है।

विधि 2 (Method 2)

निर्गम DC में ऊर्मिका को व्यक्त करने की दूसरी विधि है ऊर्मिका गुणक r से हैं जिसे निम्नानुसार परिभषित किया जाता है।

ऊर्मिका गुणक, $r = \frac{V_{r(rms)}}{V_{dc}}$ जहाँ

r = ऊर्मिका गुणक (विमा रहित)

$V_{r(rms)}$ = ऊर्मिका वोल्टताओं के लिए rms मान

V_{dc} निर्गम पर मापी गई DC वोल्टता है

2 RC शोधन (RC filter): (Fig 10c) में एक सरल RC शोधन परिपथ दर्शाया गया है। इसमें एक प्रतिरोधक R_1 तथा संधारित्र C_1 होते हैं, जिन्हें दर्शाये गये अनुसार जोडा जाता है। प्रतिरोधक R_1 संधारित्र के निरावेशित समय को लम्बा करते हुए संधारित्र द्वारा उपलब्ध कराये शोधन में सहायता करता है।

3 श्रेणी प्रेरक शोधन (Series inductor filter): (Fig 10d) में एक श्रेणी प्रेरक शोधन परिपथ दर्शाया गया है। प्रेरक एक युक्ति है जो अपने में से प्रवाहित धारा में किसी भी परिवर्तन का विरोध करने की मूलभूत विशेषता रखता है। इस विशेषता का श्रेणी प्रेरण शोधन में उपयोग किया जाता है।

कार्यप्रणाली (Working): जब कभी प्रेरक में से धारा परिवर्तित होने का प्रयास करती है तो प्रेरक में एक पश्च विद्युत वाहक बल प्रेरित होता है, जो धारा को अपना मान परिवर्तन होने से रोकता है। एक श्रेणी प्रेरक शोधन का प्रचालन उसमें से प्रवाहित धारा पर निर्भर करती है। इसलिए इस शोधन को एक पूर्ण-तरंग दिष्ट्कारी के साथ ही केवल प्रयोग किया जा सकता है। इसके अतिरिक्त भार धारा में वृद्धि से ऊर्मिका कम होती है।

4 चोक-निवेश LC शोधन (Choke-input LC filter): एक चोक निवेश शोधक में श्रेणी में एक प्रेरक L तथा भार सहित शंट में एक संधारित्र C होता हैं, जैसा कि (Fig 10e) में दर्शाये गया हैं।

कार्यप्रणाली (Working): एक LC शोधन में, श्रेण प्रेरक शोधन तथा शन्ट संधारित्र शोधन दोनो के अभिलक्षण सम्मिलित होते है। चोक (लौह क्रोड प्रेरक) DC घटक को सरलता से गुजरने देता हैं क्यों कि यह DC के प्रति कोई प्रतिरोध प्रस्तुत नही होने देता है। संधारित्र AC ऊर्मिकाओं को गुजरने देता है। लेकिन DC को रोकता हैं। इसके फलस्वरूप, समस्त DC धारा भार प्रतिरोधक R_L में से गुजरती है। LC शोधन का निर्गम तरंग-रूप (Fig 10f) में दर्शाया गया हैं।

स्त्रावी प्रतिरोधक (Bleeder resistor): जब अधिक धारा प्रवाहित होती है तो प्रेरक अधिक अच्छा कार्य करता है क्योकि यह अपने प्रचालन के लिए धारा पर निर्भर करता है। इष्टतम (Optimum) कार्य के लिए परिपथ में एक स्त्रावी प्रतिरोध R_B सम्मिलित किया जाता हैं जैसे कि (Fig 10e) में दर्शाया गया है।

5 PI–शोधन (PI-filter): यह परिपथ (Fig 10g) में दर्शाया गया है। इसे संधारित्र निवेशी स्त्रावी भी कहते है। यह परिपथ एक प्रेरक तथा दो वैद्युत विशलेषी संधारित्रों का प्रयोग करता है। इसे संधारित्र निवेशी शोधन भी कहते हैं क्योकि C_1 प्रथम शोधन घटक है। इसे PI शोधन भी कहते है क्योंकि परिपथ π (यूनानी अक्षर) की तरह दिखता है।

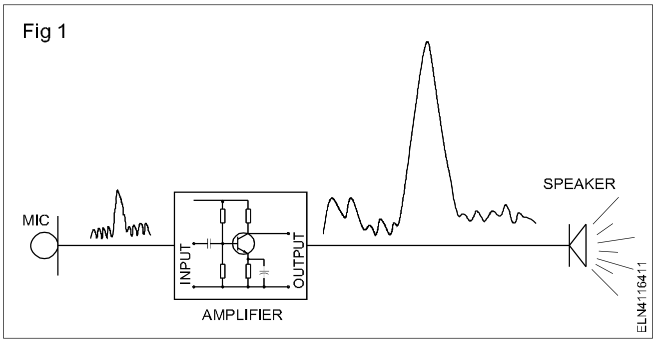
कार्यप्रणाली (Working): दिष्टकारी निर्गत पहले C को जाता है जो संधारित्र शोधन की स्थिति के अनुसार एकान्तर रूप से आवेशित तथा निरावेशित होता है। संधारित्र C_2 भी समरूप शोधन क्रिया करता है। C_2 के निर्गम तथा भार द्वारा कर्षित धारा दोनों में प्रेरक परिवर्तनों का विरोध करता हैं। LC शोधन निवेश पर वोल्टता स्पाइक (Spikes) को हटाने के भी योग्य होता है।

ट्रांजिस्टर (Transistors)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **ट्रांजिस्टर का वर्णन करना**
- **PNP तथा NPN ट्रांजिस्टर की कार्यप्रणाली का वर्णन करना**
- **महत्वपूर्ण पैकेज तथा टाईप नम्बर प्रणालियों का वर्णन करना**
- **ट्रांजिस्टर के परीक्षण का वर्णन करना।**

परिचय (Introduction): ट्रांजिस्टर एक क्रियाशील युक्ति है जो आधुनिक इलेक्ट्रानिक्स का हृदय है। यह छोटे विद्युत संकेत को या तो निवेशी पर वोल्टता या धारा के रूप में स्वीकार करता है। फिर आवर्धित आयाम को बढ़ाता है, तथा Fig 1 में दर्शाये गये अनुसार निर्गत पर बड़े सिग्नल उपलब्ध कराता हैं । ट्रांजिस्टर लगभग सभी इलेक्ट्रनिक गजट जैसे रेडियो, टी. वी. टैपरिकार्डर, कम्प्यूटर, इत्यादी में उपयोग होता हैं ।

Fig 1



ट्रांजिस्टर के अविष्कार से पहले (1947) निर्वात नली या वाल्व थे जिनका प्रयोग प्रवर्धकों में किया जाता था ।

वर्तमान के ट्रांजिस्टरों की तुलना में निर्वात नली, आमाप (साइज) में बड़ी होती थी, अधिक शक्ति उपभोग करती थी, बहुत अवांछित ताप उत्पन्न करती थी तथा कमजोर थी । अतः जैसे ही ट्रांजिस्टर बाजार में आये तो निर्वात नली अप्रचलित हो गई ।

बैल टेलिफोन प्रयोगशाला के वाल्टर H ब्राजील तथा जान बॉरलो ने 23 दिसम्बर 1947 को ट्रांजिस्टर का अविष्कार किया था। निर्वात नली से तुलना में, ट्रांजिस्टर के कई लाभ है। कुछ महत्वपूर्ण लाभ नीचे दिये गये है ।

- आमाप (साइज) में बहुत छोटे
- भार में कम
- ऊष्मा के रूप न्यूनतम या कोई हानि नही
- निम्न प्रचालन वोल्टता।
- दृढ़ रचना

विभिन्न अनुप्रयोगो को पूरा करने के लिए विभिन्न प्रकार की ट्रांजिस्टर, विभिन्न पैकिंग में मिलते है। जैसा डायोडो में हैं, अभिलक्षण पर निर्भर करते हुए ट्रांजिस्टरों को टाइप नं. दिए जाते हैं, जैसे BC107, 2N6004 आदि। इन टाइप नम्बरों के अनुरूप अभिलक्षण आंकड़ा, आंकड़ा पुस्तकों में दिये गये हैं।

ट्रांजिस्टर द्वि ध्रुव, क्षेत्र प्रभाव तथा यूनिट जंक्शन (संधि) जैसे में मिलते है ।

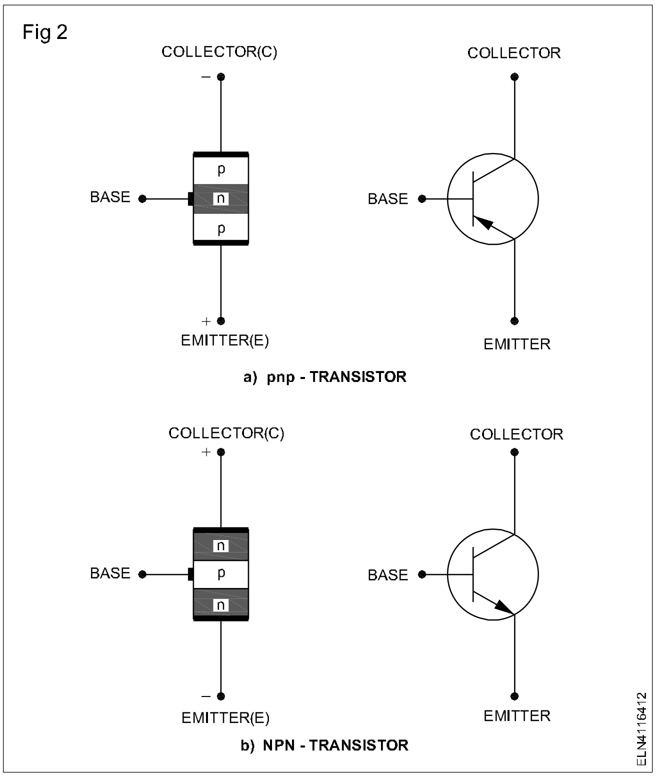
द्वि ध्रुवी (bi polar) संधि ट्रांजिस्टर, स्नेहक लेपित (doped) अर्ध चालक की दो विपरीत ध्रुवता का उपयोग करते हैं, जैसे N टाइप तथा P टाइप ।

क्षेत्र प्रभाव (फील्ड इफेक्ट) ट्रांजिस्टर, अपनी कार्यप्रणाली के लिए आवेशित किये हुए वाहक की वैद्युत प्रतिकर्षण क्षेत्र (Electrostatic) का उपयोग करते है ।

एक संधि ट्रांजिस्टर, P तथा N प्रकार के अर्ध चालक के एकल संधि का उपयोग करते है ।

द्वि ध्रुवी संधि ट्रांजिस्ट की रचना (Construction of bipolar junction transistors): द्वि ध्रुवी संधि ट्रांजिस्टर बिन्दु सम्पर्क, संवृद्ध संधि (grown junction), अलाय संधि, विसरण संधि तथा एपीटेक्सीय (अधिरोही) जैसे विभिन्न विधियों से सिल्किन या जर्मेनियम पदार्थ के बने तीन-घटक युक्ति (उत्सर्जक, आधार, संग्राहक) से बने होते है। ट्रांजिस्टर की रचना तथा चिन्ह NPN तथा PNP को Fig 2 में दर्शाया गया है।

Fig 2



ट्रांजिस्टर को दर्शाये गये चिन्ह से प्रदर्शित किया जाता है। उत्सर्जक का तीर, ट्रांजिस्टर में से प्रवाह होने वाली धारा को दर्शाता हैं।

अधिकांश ट्रांजिस्टरो में संग्राहक क्षेत्र को उत्सर्जक क्षेत्र की अपेक्षा भौतिक रूप से कुछ बडा बनाया जाता है, क्योंकि उसे अधिक ऊष्मा क्षय करना होता है। आधार बहुत हल्के रूप से स्नेक लेपित (doped) होते है तथा बहुत पतले होते है। उत्सर्जक अत्याधिक रूप से स्नेहक लेपित होता है। संग्राहक का स्नेहक लेपन, आधार से अधिक होती है लेकिन उत्सर्जक से कम होता हैं।

ट्रांजिस्टरो का वर्गीकरण (Classification of transistors)

1 **प्रयुक्त अर्धचालक के आधार पर। (Based on the semi-conductor used)**

- जर्मेनियम ट्रांजिस्टर,
- सिलिकन ट्रांजिस्टर

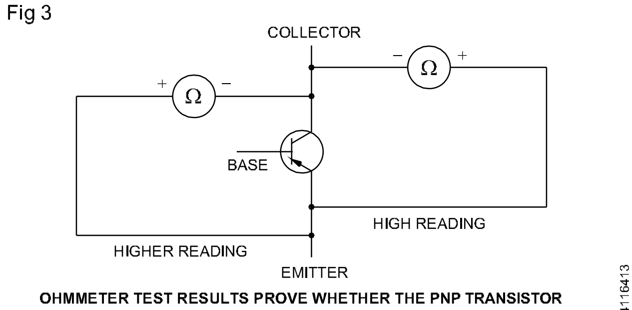
जैसा डायोड में है, उपयुक्त दो महत्वपूर्ण अर्ध चालकों में से किसी एक का उपयोग करके ट्रांजिस्टर बनाये जा सकते है। तथापि, अधिकांश ट्रांजिस्टर सिलिकन के उपयोग से बनते है। यह इसलिए है क्योंकि सिलिकन ट्रांजिस्टर, एक व्यापक तापमान परास (उच्चतर ऊष्मीय स्थिरता) पर जर्मेनियम ट्रांजिस्टरों की अपेक्षा अधिक अच्छी तरह से कार्य करते है।

ट्रांजिस्टर में उपयोग हुए अर्धचालक को ज्ञात करने की विधि (Method of finding the semi conductor used in Transistor)

किसी विशेष ट्रांजिस्टर में प्रयुक्त अर्धचालक के बारे में सूचना ट्रांजिस्टर आंकड़ा पुस्तकें देती है।

आंकड़े की अनुपस्थिति में फिर भी एक ओह्ममापी से यह शीघ्रता से जाँच किया जा सकता है कि ट्रांजिस्टर सिलिकॉन या जरमेनियम का बना है। Fig 3 में दर्शाये गये अनुसार PNP ट्रांजिस्टर के परीक्षण में पहले ओह्ममापी की ऋणात्मक लीड को संग्राहक से तथा धनात्मक लीड को उत्सर्जक से जोडे। इस संलग्नी (hook-up) से उत्सर्जक से संग्राहक को उच्च प्रतिरोध का पाचांक दर्शायेगा।

Fig 3



OHMMETER TEST RESULTS PROVE WHETHER THE PNP TRANSISTOR UNDER TEST IS MADE FROM GERMANIUM OR SILICON

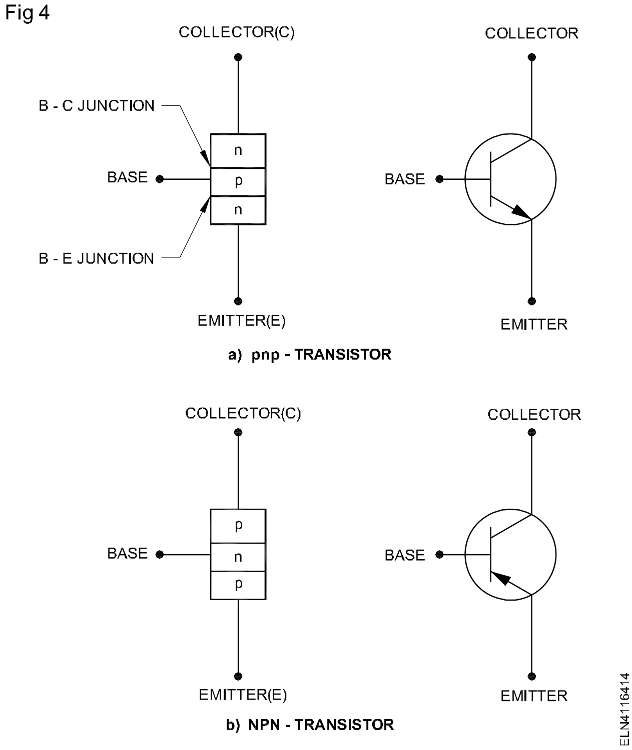
फिर ओह्ममापी के लीड के कनेक्शन को विपरीत करें तथा प्रतिरोध का पाचांक और उच्च होगा। यदि मीटर पैमाने पर ओह्म को पढ़ना सम्भव हो तो वह जरमेनियम ट्रांजिस्टर है। यदि पाचांक मेगा ओह्म से अनंत परास का हो तो वह सिलकान ट्रांजिस्टर है।

2 P तथा N संधि की व्यवस्था पर आधारित, जैसे Fig 4 में दर्शाया गया है।

- NPN तथा
- PNP ट्रांजिस्टर।

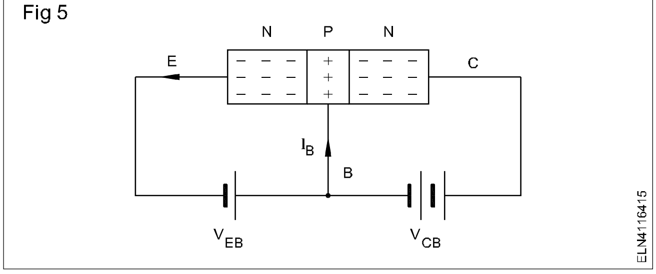
इलेक्ट्रानिक परिपथों में NPN तथा PNP दोनों ट्रांजिस्टर, सामान रूप से उपयोगी है। फिर भी NPN ट्रांजिस्टरो को प्राथमिकता दी जाती है क्योकि PNP की तुलना में NPN की स्विचन गति उच्च होती है।

Fig 4



NPN ट्रांजिस्टर का प्रचालन (Operation of NPN transistor): ट्रांजिस्टर के सामान्य प्रचालन के समय उत्सर्जक, आधार संधि को अग्र अभिनति का होना चाहिए तथा आधार, संग्राहक संधि को विपरीत अभिनति का होना चाहिए, जैसा कि Fig 5 में दर्शाया गया है।

Fig 5

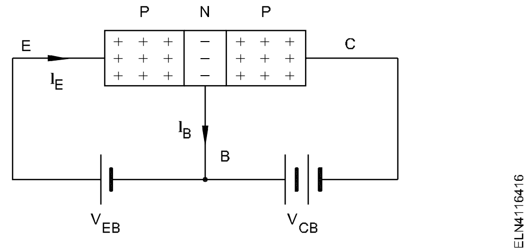


यदि V_{EB} रोधिका विभव (जर्मेनियम के लिए 0.3V तथा सिलिकन के लिए 0.7V) से अधिक हो तो V_{EB} की ऋणातमक ध्रुवता से उत्सर्जक में इलेक्टान प्रतिकर्षित होंगे तथा आधार को भेजे जायेंगे। आधार में कुछ होल्स (holes) को भरने के बाद ये इलेक्ट्रान किसी भी दो दिशा में प्रवाह हो सकते हैं। कुछ इलेक्ट्रान, V_{EB} के धनात्मक टर्मिनल की तरफ आकर्षित होंगे जिससे आधार, धारा I_B उत्पन्न होती है। आधार तथा संग्राहक के अनेक इलेक्ट्रान V_{CB} के उच्च स्थिति विभव से आकर्षित होते है। जिससे संग्राहक धारा I_C उत्पन्न होती है। उर्त्सजक धारा I_E , आधार तथा संग्राहक धारा के बराबर होती है।

$$I_E = I_B + I_c$$

PNP ट्रांजिस्टर की कार्यप्रणाली (Working of PNP transistor): PNP ट्रांजिस्टर के उचित प्रचालन के लिए आधार उत्सर्जक संधि को अग्र अभिनति तथा संग्राहक आधार संधि को विपरीत अभिनति का होना चाहिए, जैसा कि Fig 6 में दर्शाया गया है।

Fig 6



होल्स, जो मुख्य धारा वाहक है वे उत्सर्जक से आधार क्षेत्र में अंतःक्षिप्त (inject) किये जाते है। आधार संग्रहक संधि के विपरीत अभिनति से संग्राहक क्षेत्र, आधार के सापेक्ष ऋणात्मक बनता है तथा इसलिए होल्स (कोटर) जो धनात्मक आवेश ले जाते है, वे आधार में भेदन करते है तथा संग्राहक संधि के बीच प्रवाहित होते है तथा लगायी गई बाहरी वोल्टता में प्रवाहित होते हैं।

NPN तथा PNP ट्रांजिस्टर को पहचानने की विधि (Method of identify PNP and NPN transistors): ट्राजिस्टर NPN तथा PNP का है इसे ट्रांजिस्टर आंकड़ा पुस्तक से पता लगाया जा सकता है।

आंकड़े की अनुपस्थिति में, ट्रांजिस्टर के प्रकार को पहचानने के लिए निम्नलिखित विधि अपनाई जाती है, कि ट्रांजिस्टर NPN या PNP है।

PNP को पहचानना (PNP Identification): ट्रांजिस्टर के प्रकार को पहचानने के लिए, पहले ओह्ममापी से यह सुनिश्चित कर लें कि धनात्मक लीड तथा ऋणात्मक लीड कौन सी है। आवश्यकता हो तो अपकरण के लिए पिछले भाग को निकाले तथा लीड के जोड़ (धनात्मक से धनात्मक, ऋणात्मक से ऋणात्मक) के सापेक्ष बैटरी की ध्रुवता की जाँच करें।

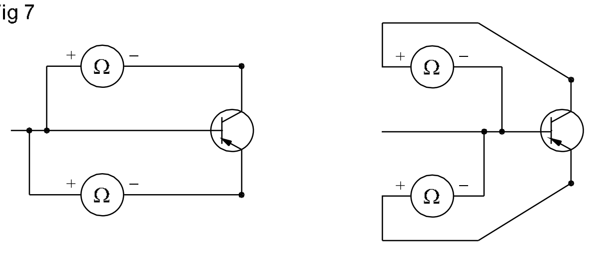
ट्रांजिस्टर को उसके प्रकार के लिए जाँच करना।

1 धनात्मक लीड़ को ओह्ममापी से ट्रांजिस्टर के आधार की तरफ हुक करें। (Fig 7)

2 ऋणात्मक सिरे को ओह्ममापी से जोड़े, पहले एक ट्रांजिस्टर के सिरे को, फिर दूसरे को।

3 यदि दोनो पाचांक, उच्च प्रतिरोध दर्शाये तो ऋणात्मक ओह्ममापी लीड को ट्रांजिस्टर के आधार से हुक करें। (Fig 7)

Fig 7



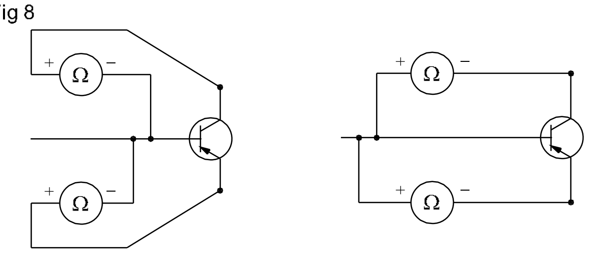
RESULTS OF THESE OHMMETER TESTS PROVE THAT TRANSISTOR IS THE PNP TYPE

4 धनात्मक लीड को ओह्ममापी से पहले एक ट्रांजिस्टर के सिरे से, फिर दूसरे से जोडे।

5 यदि दोनो पाचांक कम प्रतिरोध दर्शाये तो वह PNP ट्रांजिस्टर है।

NPN को पहचानना (NPN identification): माना कि ओह्ममापी का परीक्षण, ट्रांजिस्टर के आधार से जुडे ऋणात्मक ओह्ममापी के सिरे तथा दूसरी लीड को ट्रांजिस्टर की लीड से ट्रांजिस्टर की लीड को स्विच किये हुए, के साथ उच्च प्रतिरोध दर्शाता है। संदर्भ के लिए Fig 8 देखें।

Fig 8



RESULTS OF THESE OHMMETER TESTS PROVE THAT TRANSISTOR IS THE NPN TYPE

परीक्षण को निम्नानुसार लगातार करें।

1 ओह्ममापी के सिरो को विपरीत करें, विपरीत लीड को ट्रांजिस्टर के आधार से जोडें।

2 ओह्ममापी की ऋणात्मक लीड को पहले एक ट्रांजिस्टर की लीड से तथा फिर दूसरे से जोड़े।

3 यदि पाचांक कम प्रतिरोध दर्शाये तो वह NPN ट्रांजिस्टर है।

3 ट्रांजिस्टरों की शक्ति प्रहस्तन क्षमता के आधार पर, इन्हे निम्नानुसार वर्गीक्रृत किया जाता है। (Based on the power handline capacity of transistors, they are classified as)

1 कम शक्ति के ट्रांजिस्टर, 2 वाट से कम।

2 मध्यम शक्ति के ट्रांजिस्टर 2 से 10 वाट के बीच होते है।

3 उच्चतर शक्ति के ट्रांजिस्टर 10 वाट से अधिक।

कम शक्ति के ट्रांजिस्टरों को जिन्हे छोटे सिंग्नल प्रवर्धक भी कहते है, इनका प्रयोग सामान्यतः प्रवर्धक के प्रथम चरण में किया जाता है, जिसमें प्रवर्धित किए जाने वाले सिंग्नल (संकेत) का सामर्थ्य कम होता है। उदाहरणार्थ एक माइक्रोफोन, टैप हैड, परातरिंत्र (ट्रांस्ड्यूसर) (Transducer) इत्यादि।

मध्यम शक्ति तथा उच्च शक्ति के ट्रांजिस्टर जिन्हे बडे सिंग्नल प्रवर्धक भी कहते है, का प्रयोग मध्यम से उच्च शक्ति के प्रवर्धन को प्राप्त करने के लिए लिए किया जाता है। उदाहरण के लिए लाउडस्पीकरों आदि को दिया जाने वाला सिंग्नल उच्च शक्ति ट्रांजिस्टर सामान्यतः, धातु की चेसिस या भौतिक रूप से धातु के बडे टुकड़े, जिसे ऊष्मा ग्राही (हीट सिंक) कहते है, पर आराहित किया जाता है। ऊष्मा ग्राही का कार्य ट्रांजिस्टर से ऊष्मा लेना तथा वायु में छोड़ना है।

विभिन्न ट्रांजिस्टरों की शक्ति प्रहस्तन क्षमता के बारे में सूचना ट्रांजिस्टर आंकड़ा पुस्तक में उपलब्ध है।

4 **अनुप्रयोग की आवृत्ति पर आधारित (Based on the frequency of appication)**

- निम्न आवृत्ति ट्रांजिस्टर (A/F ट्रांजिस्टर की श्रव्य आवृत्ति)
- उच्च आवृत्ति ट्रांजिस्टर (R/F ट्रांजिस्टर की रेडियो आवृत्ति)

टेपरिकार्डर, PA सिस्टम आदि में निम्न या श्रव्य परास आवृत्तियों के संकेतों के लिए आपेक्षित प्रवर्धन में A/F ट्रांजिस्टर का प्रयोग होता है। उच्च तथा बहुत उच्च आवृत्तियों जैसे रेडियो रिसीवर, टेलीविजन रिसिवर आदि जैसे के संकेत के लिए आवश्यक प्रवर्धन में R/F ट्रांजिस्टर उपयोग होते है।

ट्रांजिस्टर आंकड़ा पुस्तक किसी विशेष ट्रांजिस्टर के बारे में सूचना देता है कि वह A/F या R/F ट्रांजिस्टर है।

5 **निर्माण की विधि के आधार पर (Based on the manufacturing method)**

- वर्धित (grown) संधि
- मिश्रण संधि
- प्लेनर सम्पर्क
- अधिस्तर (Epitoxial)
- मेसा (Mesa)

प्रत्येक निर्माण प्रक्रम का उद्देश्य, एक विशेष प्रकार के अनुप्रयोग के लिए उपयुक्त ट्रांजिस्टर का उत्पादन करना है।

ट्रांजिस्टर आंकड़ा पुस्तकें, सामान्यतः ट्रांजिस्टर के निर्माण की अपनाई गई प्रक्रिया के बारे में जानकारी नही देती है। फिर भी, ट्रांजिस्टर के निर्माताओं से सम्बंधित वर्णन प्राप्त किया जा सकता है।

6 **अन्तिम पैकिंग के प्रकार पर आधारित (Based on the final packaging)**

- धातु
- प्लास्टिक
- सिरेमिक

सामान्यतः धातु से पैक किये गये ट्रांजिस्टरों का प्रयोग मध्यम तथा उच्च शक्ति के प्रवर्धनों में किया जाता है। निम्न शक्ति प्रवर्धन के लिए सामान्यतः प्लास्टिक पैकिंग को उपयोग किया जाता है। कुछ प्लास्टिक पैकिंग धातु ऊष्मा ग्राही के साथ मिलते है। ऐसे ट्रांजिस्टरों का प्रयोग, मध्यम शक्ति प्रवर्धन के लिये होता है। उच्च ताप स्थिरता, बहुत उच्च आवृत्ति अनुप्रयोग के लिए विशेष प्रयोजन के लिए सिरेमिक पेकिंग का प्रयोग किया जाता है।

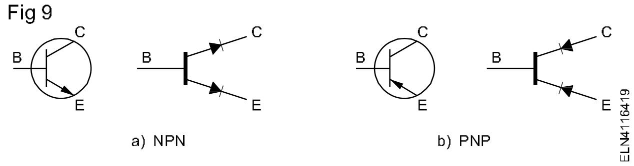
ट्रांजिस्टरों के साथ प्रयुक्त पैकेजिंग टाईप कोड के कुछ उदाहरण हैं TO-3,TO-92-SOT-25 इत्यादि।

ट्रांजिस्टर आंकड़ा पुस्तकों में पैकेजिंग के प्रकार तथा उसके केस की रूपरेखा के बारे में सूचना देता है। तीन लीड के उपकरण जैसे ट्रांजिस्टर, SCR, ट्रैक (Triacs) इत्यादि, TO (ट्रांजिस्टर रूपरेखा) या SOT (ट्राजिस्टर के लिये अर्ध चालक रूपरेखा) के बाद नम्बरों के जैसे पैकेज नम्बर में केस में होते है। अभिकल्पनाकार (डिजार्नस) के बाद पैकेज का नम्बर, परिपथ के अभिकल्पनाकार से विरल रूप से उपयोग किये जाते है तथा अप्रचलित हो गये है। तीन लीड युक्ति के लिये प्रायः उपयोग होने वाले कुछ महत्वपूर्ण रूपरेखा निम्ननुसार है।

ट्रांजिस्टर की परीक्षण (Testing of transistor): ट्रांजिस्टर को आंकड़ा पुस्तक में दर्शाये गये सभी विनिर्देशो के लिए परीक्षण किया जा सकता हैं, लेकिन कुछ के अतिरिक्त लगभग सभी विनिदेशो के सत्यापान के लिए विस्तृत सेप अप की आवश्यकता होती हैं तथा ट्रांजिस्टर को स्थायी रूप से क्षतिग्रस्त कर सकता हैं।

दो डायोडों को पश्च से पश्च जोडनें पर ट्रांजिस्टर की स्थिति Fig 9(a) तथा (b) में दर्शाये गये अनुसार होगी। ओह्ममापी को संधि की जाँच करने के लिए उपयोग किया जा सकता है कि क्या वह खुला परिपथ या लघु परिपथ है। लघु को R से संकेत किया जा सकता है, प्रयोगिक रूप से शून्य ओह्म ।

Fig 9



अनन्त ओह्म की दिशा में बहुत अधिक मेगा ओह्म का बहुत उच्च R का अर्थ है, खुला परिपथ। ओह्ममापी के पाचांक के लिए परिपथ में शक्ति को बन्द कर देना चाहिए।

युक्ति को प्राथमिकता देते हुए परिपथ से बाहर रखा जाता है जिससे कि किसी भी सामान्तर पथ का विलोपन हो सकें, जो प्रतिरोध के पाचांक को ट्रांजिस्टर के लिए प्रभावित कर सकें। आधार से उत्सर्जक के लिए कम प्रतिरोध या आधार से संग्राहक अग्र अभिनति को दर्शायेगा, तथा जब ओह्ममापी / बहुमापी की लीड को स्थानान्तरित किया जाता है तो प्रतिरोध को विपरीत अभिनति को संकेत करते हुए बहुत उच्च होना चाहिए।

संभावित सम्भवनाएँ निम्न है (Probable possibilities are)

1 जब विपरीत से अग्र R का अनुपात बहुत उच्च हो तो संधि अच्छी है।

2 जब दोनों बहुत कम, शून्य के निक्ट हो तो संधि, लघुपथित है।

3 जब दोनो अग्र तथा विपरीत R बहुत उच्च हो, अनन्त के निकट तो, संधि खुला है।

4 जब दोनो संधि अच्छे हो तो ट्रांजिस्टर अच्छा है।

5 टर्मिनल विवरण के बिना वाले ट्रांजिस्टर के लिए, संग्राहक तथा उत्सर्जक टर्मिनल के बीच पहचानते हुए, आधार को सरलता से पहचाना जा सकता है।

सामान्यतः किसी भी शक्ति ट्रांजिस्टर के लिए, उत्पन्न अतिरिक्त ऊष्मा को क्षय करने के लिए संग्राहक को धातु के भाग / केस से जोड़ा जाता है।

6 उच्च वोल्टता बहुमापी से (9V सेल में Ω x 100 परास के साथ Motwane बहुमापी) जेनर क्रिया के कारण उत्सर्जक आधार संधि

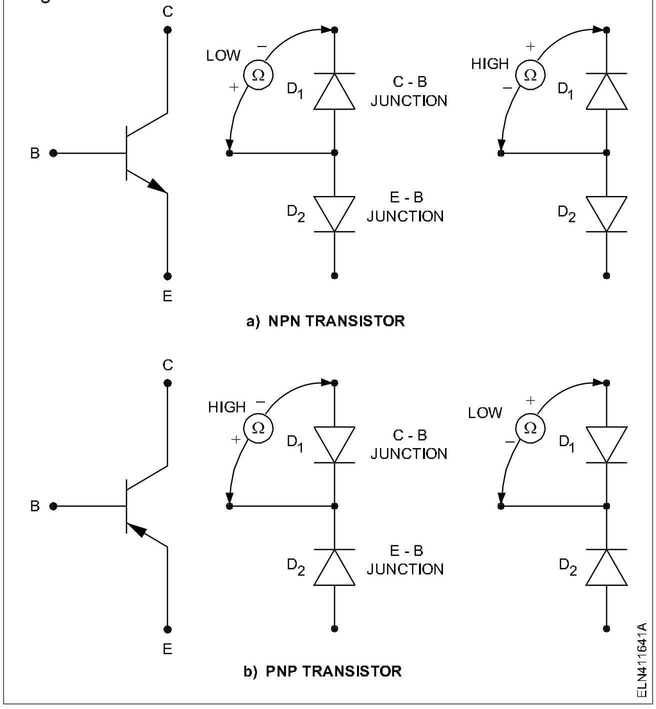
कुछ विपरीत प्रतिरोध दर्शाता है, जिसे सभी प्रयोजनो के लिए उच्च प्रतिरोध की तरह मानना चाहिए।

जर्मेनियम ट्रांजिस्टर की प्रत्येक संधि के लिए अग्र प्रतिरोध बहुत कम होता है तथा विपरीत दिशा में उच्च प्रतिरोध होता है। जबकि सिलिकन ट्रांजिस्टर का साधारण अग्र प्रतिरोध तथा अनन्त विपरीत प्रतिरोध होता है।

Fig 10a में NPN ट्रांजिस्टर दर्शाया गया है तथा Fig 10b में PNP ट्रांजिस्टर दर्शाया गया है। काल्पनिक डायोड 1 तथा 2 को, किसी भी डायोड को परीक्षण करके परीक्षण किया जा सकता है। जब डायोड को परीक्षण किया जाता है तो यदि ओह्ममापी एक दिशा में उच्च प्रतिरोध तथा दूसरी दिशा में निम्न प्रतिरोध दर्शाता है तो उस डायोड संधि के संगत डायोड को अच्छा कहा जा सकता है। ट्रांजिस्टर में नोट किये जाने वाला एक महत्वपूर्ण बिन्दु यह है कि ट्रांजिस्टर को अच्छा घोषित करने के लिए ट्रांजिस्टर के दोनों डायोड़ों को अच्छ होना चाहिये।

ओह्ममापी के उपयोग से ट्रांजिस्टर का परीक्षण करते समय यह सलाह दी जाती है कि मध्य ओह्ममापी का परास (Rx 100) का उपयोग करें, क्योकि कम परास में ओह्ममापी अत्याधिक धारा उत्पन्न कर सकता है तथा उच्च परास में ओह्ममीप अत्याधिक वोल्टता उत्पन्न कर सकता है, जो छोटे सिग्नल के ट्रांजिस्टर को क्षति पहुँचाने के लिए पर्याप्त है।

Fig 10



ट्राँजिस्टर बायसिंग और विशेषताएँ (Transistor biasing and characteristics)

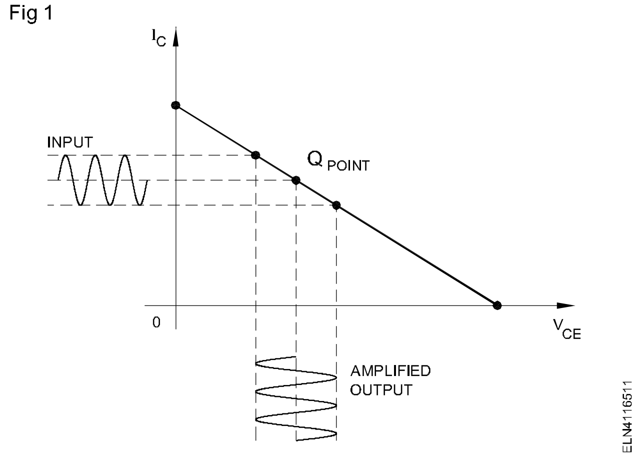
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **ट्रांजिस्टर के बायसिंग की आवश्यकता एवं प्रकार बताना**
- **ताप और β_{dc} परिवर्तन के कारण Q बिंदु बदलने का कारण बताना**
- **ट्रांजिस्टर की विशेषताएँ बताना**
- **DC लोड लाइन और Q बिंदु का ट्रांजिस्टर अभिलाक्षिणक के महत्त्व बताना।**

ट्राँजिस्टर बायसिंग की आवश्यकता (Need of biasing of transistor)

किसी को मोटर सायकल की सवारी करने या कार चलाने से पहले उसे इंजन को शुरू करना होता है और इंजन को चालू रखना पड़ता है। सामान्य पदों में ट्रांजिस्टर बायसिंग उसी प्रकार है कि इसका वास्तविक उपयोग से पहले इसे शुरू करके रखना। एक बार जब ट्रांजिस्टर कार इंजन की तरह शुरू हो जाता है तब इसे प्रवर्धित किया जा सकता है। जैसे कि कार को चलाकर दूरी तय किया जाता है।

ट्रांजिस्टर को AC सिग्नल दिया जाने से पूर्व यह आवश्यक है कि इसके लिए प्रचलन बिंदु या मौन बिंदु Q तैयार किया जाये। सामान्य रूप से यह Q पाइंट DC लोड लाइन के मध्य बिंदु पर सेट किया जाता है। एक बार जब Q पाइंट सेट किया जाता है तब इनकमिंग AC सिग्नल Q पाइंट के ऊपर और नीचे उतार चढ़ाव उत्पन्न कर सकता है जैसा कि (Fig 1) में

Fig 1



ट्रांजिस्टर प्रवर्धक परिपथ के सामान्य प्रचालन के लिए यह आवश्यक है कि वह

a) एमीटर-बेस (उत्सर्जक-आधार) संधि फॉरवर्ड बॉयस में हो और

b) कलेक्टर-बेस (संग्राहक-आधार) संधि रिवर्स बॉयस में है

इसके अतिरिक्त Q बिंदु के स्थापना के लिए बॉयसिंग की आवश्यकता महत्त्वपूर्ण है जिसे चाही गई प्रचालन मोड द्वारा निकाला जाता है।

यह ट्रांजिस्टर को सही बॉयसिंग नहीं किया गया है तब-

1) यह अकुशलता के साथ कार्य करता है

2) आउटपुट सिग्नल में विक्षोभ उत्पन्न करता है।

यह वांछित है कि एक बार चयनित किया गया Q बिंदु स्थिर रहे इसका मान ताप में बृद्धि के कारण β (V_{BE}) परिवर्तन या लीकेज करंट के कारण बदलना नहीं चाहिए।

इसके बाद इनपुट सिग्नल के धारा और वोल्टेज में आयाम परिवर्तन होने पर था तो संतृप्तता में कट ऑफ होने तक नहीं चलाना चाहिए।

स्थिर Q बिंदु (Stable Q point): एक प्रवर्धक ट्रांजिस्टर का सेट किया हुआ Q बिंदु तापमान में वृद्धि और ट्रांजिस्टर के β मान परिवर्तन के कारण बदल जाता है अतः एक अच्छे बायसिंग का यह उद्देश्य है कि Q बिंदु के बदलाव को रोका जा सके या एक स्थिर Q बिंदु प्राप्त किया जा सके।

Q बिंदु कुछ और नहीं बल्कि ट्रांजिस्टर के आउटपुट आभिलाक्षणिक का एक बिंदु है। यह बिंदु I_B, I_C और V_{CE} के विशिष्ट मान के अनुरूप होता है। इसके बाद संग्राहक धारा I_C ट्रांजिस्टर के I_B और β दोनों पर निर्भर करता है। यदि I_B बदलता है तो I_c भी बदलता है और इसलिए Q बिंदु भी बदलता है यदि β बदलता है तो फिर से I_C भी बदलता है। इसलिए Q भी बदल जाता है।

ताप परिवर्तन के कारण Q बिंदु को बदलना (Shifting of Q point due to temperature): याद रखें कि ट्रांजिस्टर ताप संवेदी युक्ति है। संधि पर किसी प्रकार के ताप वृद्धि के परिणाम स्वरूप लीकेज करंट होता है। यह बढ़ा हुआ लीकेज धारा पुनः ताप में वृद्धि करता है इस प्रकार यह प्रभाव को बढ़ाता है। यह श्रृंखलाबद्ध क्रिया थर्मल रन अवे (thermal run away) कहलाता है। यदि थर्मल रन अवे को नहीं रोका जाता है तो ताप के अधिकता के कारण पूरा ट्रांजिस्टर नष्ट हो सकता है। ट्रांजिस्टर में बढ़े हुए लीकेज धारा के कारण बेस धारा बढ़ता है और इसलिए Q बिंदु बदल जाता है। Q बिंदु हा यह परिवर्तन एम्प्लीफायर कार्य को विक्षोभ के परिणाम स्वरूप प्रभावित करता है।

β_{dc} के कारण Q बिंदु को बदलना (Shifting of Q point due to β_{dc} changes): प्रायोगिक तौर पर दो समान प्रकार के ट्रांजिस्टर के β मान भिन्न-भिन्न हो सकता है। यह ट्रांजिस्टर के निर्माण प्रक्रिया के कारण होता है। इसलिए जब कोई ट्रांजिस्टर निकाला जाता है और लगाया जाता है तो भिन्न मान के ट्रांजिस्टर निकाला जाता है और लगाया जाता है तो भिन्न मान के ट्रांजिस्टर लगाये जाने पर Q बिंदु पुनः बदल जाता है।

अतः एक स्थिर बायसिंग वह है जिसमें Q बिंदु में बदलाव न हो जबकि ट्रांजिस्टर तापमान में परिवर्तर या β के मान में परिवर्तन किया जाए।

ट्रांजिस्टर बायसिंग की भिन्न विधियाँ (Different methods for transistor biasing): ट्रांजिस्टर के रैखिक प्रचालन की कई विधियाँ है अर्थात Q बिंदु की DC लोड लाइन के मध्य बिंदु पर सेट करने की कई विधियाँ हैं।

ट्रांजिस्टर को बायसिंग प्रदान करने की निम्न विधियाँ है

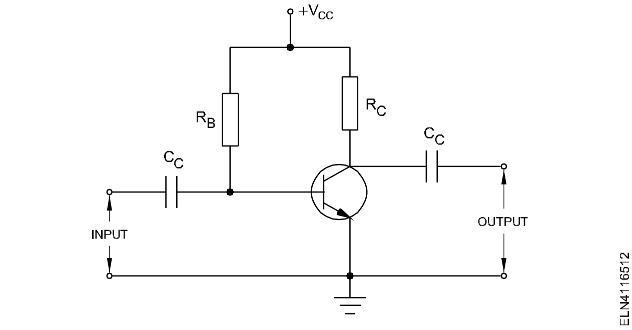
1 फिक्स्ड बॉयस या बेस बॉयस (fixed bias or base bias)

2 सेल्फ बॉयस या एमीटर बॉयस या एमीटर फीड बैक बॉयस (self-bias or emitter bias or emitter feed back bias)

3 वोल्टेज डिवाइडर बॉयस (voltage divider bias)

फिक्स्ड बॉयस या बेस बॉयस (Fixed bias or base bias): Fig 2 में एक फिक्स्ड बॉयस परिपथ दिखाया गया है जिसमें पॉवर स्रोत V_{cc} और प्रतिरोध R_B द्वारा फिक्स्ड बायसिंग है।

Fig 2



सेल्फ बॉयसिंग व्यवस्था कम मान के धारा के लिए प्रायेगिक नहीं है क्योंकि निम्न कारणों से DC Q बिंदु बदल जाता है

– खराब β संवेदनशीलता

– ट्रांजिस्टर प्रचालन के दौरान तापमान में परिवर्तन के बॉयस वोल्टेज और धारा एक समान नहीं रहता है।

बेस बॉयस ट्रांजिस्टर में स्थिर Q बिंदु सेट करना असंभव है। अतः रैखिक प्रवर्धक परिपथ में प्रायः ट्रांजिस्टर के बेस बॉयसिंग नहीं किया जाता है। हांलाकि बेस बॉयसिंग सामान्य रूप से डिजिटल सर्किट में (आगे के पाठ में किया गया है) जहाँ ट्रांजिस्टर का उपयोग एक स्विच की तरह किया जाता है न कि रैखिक प्रवर्धक के रूप में।

2 सेल्फ बॉयस या एमीटर बॉयस या एमीटर फीड बैक बॉयस (SELF BIAS or EMITTER BIAS or emitter feedback bias): Fig 3 में एमीटर बॉयस ट्रांजिस्टर दिखाया गया है। इस प्रकार के बॉयसिंग तापमान के उतार-चढ़ाव को यह सामंजित करता है और Q बिंदु को काफी हद तक स्थिर रखता है।

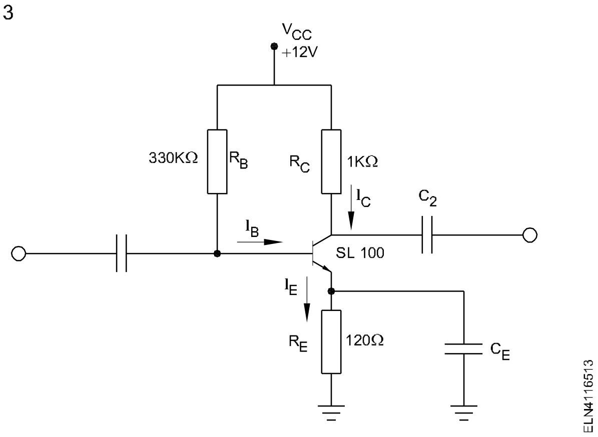
माना कि तापमान में वृद्धि से I_c में वृद्धि होती है जिससे I_c बढ़ जाता है तब R_E में धारा का मान बढ़ जाता है बढ़ा हुआ धारा R_E के सिरों पर DC वोल्टेज ड्राप को बढ़ाता है। जो बेस बायस के कुछ उत्सर्जन और बेस धारा को घटाता है और इसलिए संग्राहक धारा घट जाता है। अतः स्वयं बायसिंग प्रतिरोध R_E,I_c में वृद्धि को घटाता है। जिससे प्रचालन बिंदु स्थिर हो जाता है।

हालांकि यदि β_{dc} बढ़ता है तो क्लेक्टर धारा बढ़ता है यह एमीटर में पुनः वोल्टेज का मान बढ़ा देता है। यह एमीटर पर बढ़ा हुआ वोल्टेज बेस एमीटर संधि के वोल्टेज को घटा देता है। इसलिए बेस धारा घट जाता है। इस घटे हुए बेस धारा के कारण कम कलेक्टर धारा प्राप्त होता है जोकि β_{dc} वृद्धि के कारण बढ़े I_c धारा को संतुलित करता है।

एमीटर बॉयस की एमीटर फीड बैक बॉयस के रूप में भी माना जाता है ऐसा इसलिए कि एक आउटपुट राशि अर्थात कलेक्टर करंट एक इनपुट राशि जैसे आधर करंट में परिवर्तन उत्पन्न करती है। फीड बैक शब्द का मतलब आउटपुट का एक हिस्सा इनपुट में वापिस दिया जाता है। उत्सर्जक बायस में उत्सर्जक प्रतिरोध फीडबैक अवयव है क्योंकि यह आउटपुट और इनपुट दोनों सर्किट के लिए उभयनिष्ठ है।

Fig 3 को लेते हुए हम आगे विश्लेषण करते हैं तो हम पाते हैं कि यदि हम कलेक्टर लूप के चारों ओर वोल्टेज जोड़ते हैं तो हमें प्राप्त होता है,

Fig 3



$I_CR_C + V_{CE} + I_ER_E - V_{CC} = 0$ ...... (1)

चूंकि I_E , I_c के लगभग बराबर है (जबकि I_B का मान तुलनात्मक रूप से कम है), हम समीकरण..(1) को निम्न रूप में लिख सकते हैं,

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C + R_E} \quad ....(2)$$

यदि हम बेस लूप के चारों ओर के वोल्टेज को जोड़ते हैं तब हमें प्राप्त होता है,

$I_BR_B + V_{BE} + I_ER_E - V_{CC} = 0$ ...(3)

चूंकि $I_E = I_c$ and $I_B = I_c/\beta_{dc}$, अतः समीकरण को हम इस प्रकार लिख सकते हैं,

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + R_D/\beta_{dc}} \quad ....(4)$$

समीकरण ..(4), से β की उपस्थिति यह दर्शाता है कि I_c का मान β पर निर्भर करता है एमीटर फीड बैक बॉयस का उद्देश्य β_{dc} के प्रभाव से निकल जाता है यह तब संभव है जब R_E का मान R_B/β_{dc} से बहुत अधिक हो। हालांकि प्रायोगिक परिपथ में R_E का मान बहुत अधिक नहीं लिया जाता है क्योंकि R_E का अधिक मान ट्रांजिस्टर को रैखिक प्रचालन क्षेत्र से बाहर

ले जाता है। इस समस्या के कारण एमीटर फीड बैक बॉयस β_{dc} के परिवर्तनों के लिए लगभग संवेदनशील है जैसे कि बेस बॉयस में है। अतः इसलिए एमीटर फीड बैक बॉयस को भी ट्रांजिस्टर बॉयस के रूप में प्राथमिकता नहीं दी जाती और इसे भी छोड़ दिया जाता है।

एमीटर बॉयस में संतृप्तता धारा का मान होगा,

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)}}{R_E + R_C} \quad ....(1)$$

जब ट्रांजिस्टर संतृप्त हो जाता है तब V_{CE} का मान 0.2 से 0.3V हो जाता है अतः इसे सभी प्रायोगिक उद्देश्य के लिए उपेक्षित किया जा सकता है।

Fig 3 में संतृप्तता धारा,

$$I_{C(sat)} = \frac{12V}{1000\Omega + 120\Omega} = 10.71\,mA$$

नोट:

$V_{CE(sat)}$ of 0.2 v उपेक्षित किया गया है

जब β_{dc} = 100, equation...(4) gives,

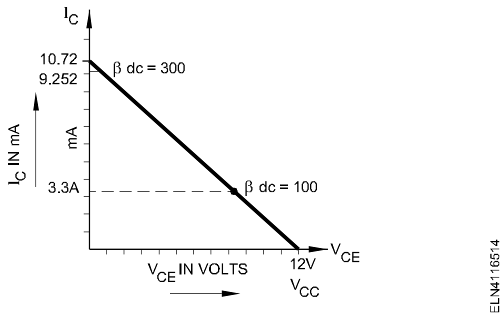
$$I_C = \frac{12V - 0.7V}{120\Omega + 330\,K\Omega/100} = 3.3mA$$

जब β_{dc} = 300, तब सभी...(4) से,

$$I_C = \frac{12V - 0.7V}{120\Omega + 330\,K\Omega/300} = 9.262mA$$

Fig 4 किए गए गणनाओं को संक्षेप में प्रस्तुत करता है। यह DC लोड लाइन और दो Q बिंदु को दर्शाता है। यह देखा जा सकता है कि β_{dc} में 3:1 में परिवर्तन होने पर संग्राहक धारा I_c में 3:1 में परिवर्तन उत्पन्न हो जाता है। यह परिवर्तन एक स्थायी बायसिंग के लिए स्वीकार योग्य नहीं है।

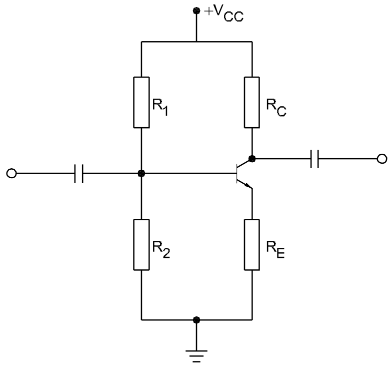
Fig 4



नोट : ट्रांजिस्टर के रैखिक प्रचालन के लिए बेस प्रतिरोध RB का मान βR_c के मान से अधिक होना चाहिए। एक $\beta_{dc} R_c$ से कम प्रतिरोध एमीटर फीड बैक बायस परिपथ में संतृप्तता पैदा करता है

3 वोल्टेज-डिवाइडर बॉयस या कलेक्टर टू बेस बॉयस (VOLTAGE-DIVIDER bias: Collector to base bias): Fig 5 एक प्रकार के वोल्टेज डिवाइडर बॉयस को प्रदर्शित करता है। इस प्रकार का बॉयसिंग को यूनिवर्सल बॉयसिंग भी कहा जाता है क्योंकि रैखिक परिपथ में बायसिंग के लिए इसका उपयोग सर्वाधिक किया जाता है।

Fig 5



एक प्रकार का बॉयसिंग वोल्टेज डिवाइडर बॉयस के नाम से जाना जाता है क्योंकि प्रतिरोध R_1 और R_2 के बीच वोल्टेज का विभाजन हो जाता है। प्रतिरोध R_2 के सिरों पर वोल्टेज ड्राप इस प्रकार होना चाहिए कि एमीटर डायोड फॉरवर्ड बॉयस में हो।

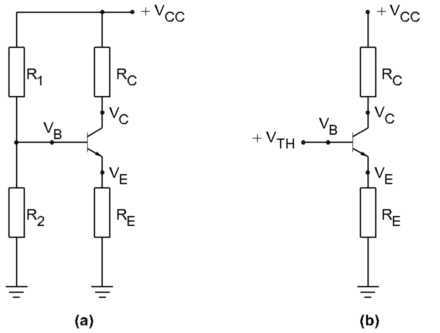
वोल्टेज डिवाइडर बॉयस में एमीटर धारा (Emitter current in voltage divider bias) : मान लो कि Fig 6b की तरह बेस लीड खुला है पुनः अन लोडेड वोल्टेज डिवाइडर को देखें,

$$V_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} = V_{CC}.$$

नोट : V_{TH} थेविनिन वोल्टेज के रूप में जाना जाता है, थेविनिन प्रमेय से संबंधित पुस्तक का संदर्भ लें।

मान लें कि बेस लीड Fig 6a के अनुसार वापस वोल्टेज डिवाइडर से जुड़ा है तब वोल्टेज V_{TH} ट्रांजिस्टर के बेस को चलाता है। दूसरे शब्दों में परिपथ Fig 6a में सरलीकृत होता है और ट्रांजिस्टर धारा नियंत्रित स्त्रोत की तरह कार्य करता है।

Fig 6



क्योंकि एमीटर बेस पर स्ट्रेप है,

$$I_E = \frac{V_{TH} - V_{BE}}{R_E}$$

क्लेक्टर धारा I_c एमीटर धारा I_E के लगभग बराबर होगा।

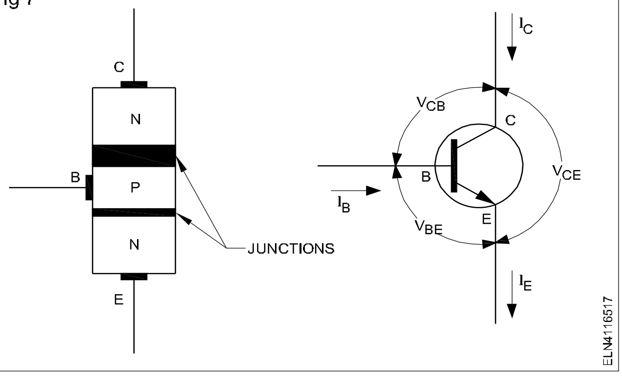
ध्यान दें कि β_{dc} सूत्र में दिखाई नहीं दे रहा है। इसका अर्थ है कि यह परिपथ β_{dc} के परिवर्तन पर निर्भर नहीं करता है। इसका अर्थ यह है कि वोल्टेज डिवाइडर बॉयस में स्थिर Q बिंदु होता है।

स्थिर Q बिंदु होने के कारण ट्रांजिस्टर के रैखिक परिपथ में वोल्टेज डिवाइडर बॉयस को सर्वाधिक प्राथमिकता दिया जाता है। अतः वोल्टेज डिवाइडर बॉयस लगभग सभी जगह प्रयोग किया जाता है।

ट्रांजिस्टर की विशेषताएँ (Transistor characteristics)

एक ट्रांजिस्टर में दो PN संधि होते हैं उसके बाद तीन वोल्टेज कारक V_{BE}, V_{BC}, V_{CE} और तीन धारा कारक I_B, I_C, I_E Fig 7 में है।

Fig 7



किसी एक कारण में परिवर्तन के कारण अन्य सभी कारकों में परिवर्तन हो जाता है। अतः एक कारक में परिवर्तन के साथ दूसरे कारक के परिवर्तन को संबंधित करना बहुत आसान नहीं है। इनके संबंधों को स्पष्ट रूप से समझने के लिए किसी ट्रांजिस्टर के लिए कम से कम दो अभिलाक्षणिक ग्राफ पर तैयार किया जाना चाहिए। ये निम्न हैं,

– इनपुट अभिलाक्षणिक (Input characteristics)

– आउटपुट अभिलाक्षणिक (Output characteristics)

समझने में सरलता के लिए (Fig 8) में कामन एमीटर एम्पलीफायर परिपथ लिया गया है। दो अभिलाक्षिणक ग्राफ Fig 9 और Fig 10 में प्रदर्शित किया गया है।

Fig 8

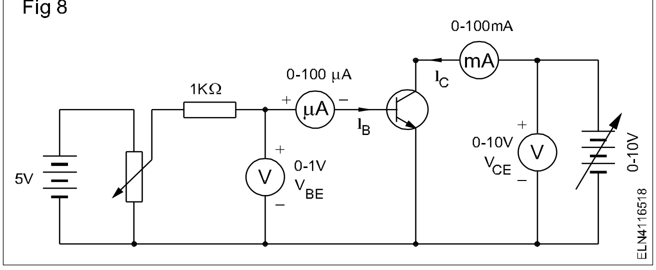
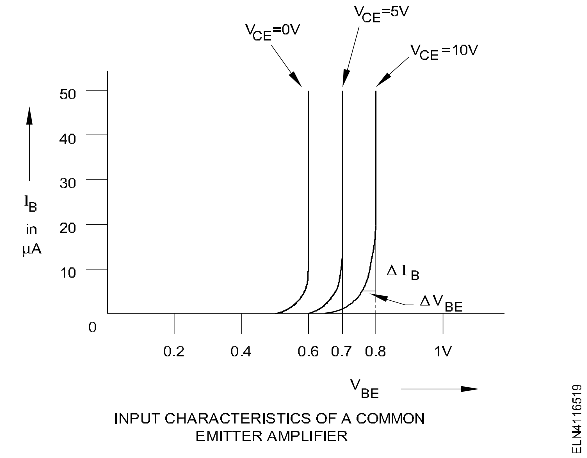


Fig 9 में प्रदर्शित ग्राफ इनपुट वोल्टेज V_{BE} और इनपुट धारा I_B की बीच V_{CE} के अलग-अलग मानों के लिए संबंध प्रदर्शित करता है।

Fig 8 से इनपुट अभिलाक्षणिक प्राप्त करने के लिए परिपथ में V_{CE} = 0 नियत रखें, V_{BE} का मान क्रमशः 0.1V बढ़ाये जायें और प्रत्येक पद के लिए

Fig 9



I_B का मान नोट करे उपरोक्त प्रक्रिया को V_{CE} के अन्य मान V_{CE} = 5V और 10V के लिए दोहरायें।

इनपुट अभिलाक्षिण वक्र V_{BE} को X अक्ष पर तथा I_B को Y अक्ष पर रखकर खींचा जा सकता है। एक प्रकार का इनपुट अभिलाक्षिणक Fig 9 में है।

V_{CE}, के 5V और 10V पर V_{CE} के शून्य वोल्ट के अभिलाक्षिणक वक्र से बदलाव का कारण यह है कि V_{CE} के अधिक मान पर कलेक्टर में एमीटर से कुछ अधिक इलेक्ट्रान इकट्ठे हो जाते हैं जिससे बेस धारा I_B कम हो जाता है। इसलिए V_{CE} के अधिक मान पर दिए गए बेस वोल्टेज V_{BE} पर बेस धारा I_B का मान थोड़ा घट जाता है, यह घटना को शीघ्र प्रभाव (early effect) के रूप में जाना जाता है।

हालांकि प्रायोगिक उद्देश्य के लिए हाँ यह अंतर इतना कम होता है कि इसे नगण्य माना जा सकता है।

कामन एमीटर इनपुट अभिलाक्षणिक PN डायोड के फॉरवर्ड बॉयस अभिलाक्षणिक से मिलते जुलते हैं। इनपुट प्रतिराध की गणना दिये गये सूत्र के प्रयोग से किया जा सकता है।

$$R_{in} = \frac{V_{BE}}{I_B} = \frac{0.72 - 0.7}{20\,\mu A - 10\,\mu A} = \frac{0.02}{10\,\mu A} = 2k\Omega$$

$(\mu = \text{micro})$

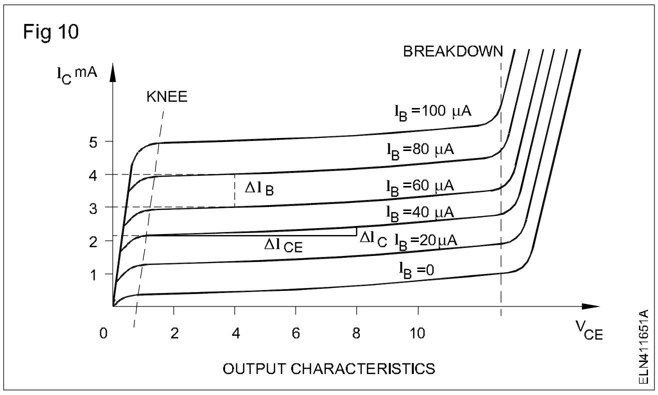
वोल्टेज लाभ की गणना सूत्र का उपयोग करके किया जा सकता है:

$$V_{gain} = \frac{V_{CE}}{I_{BE}} = \frac{10\,V - 5\,V}{0.15\,\mu A - 0.65\,\mu A} = \frac{5\,V}{0.1\,\mu A} = 50$$

कामन एमीटर आउटपुट अभिलाक्षणिक (Output CE characteristics): आउटपुट अभिलाक्षणिक प्राप्त करने के लिए I_B=0 μA पर नियत रखें, V_{CE} का मान 1V चरणबद्ध बढ़ायें और प्रत्येक पद के लिए संग्राहक धारा I_C का मान वोट करें। उपर्युक्त प्रक्रिया को $_B$ = 20 μA, 40 μA और 60 μA के लिए दोहराएँ।

आउटपुट अभिलाक्षिणक वक्र V_{CE} को X अक्ष पर तथा I_c को Y अक्ष पर रखकर खींचा जा सकता है, एक प्रकार का आउटपुट अभिलाक्षिण वक्र Fig 10 में प्रदर्शित है।

यह देखा गया है कि V_{CE} का मान 0 से बढ़ने पर I_c का मान तेजी से बढ़ता है जब तक कि यह I_B के नियत मान के संतृप्तता स्तर तक नहीं पहुँच जाता।



जैसे कि दिखाया गया है कि जब I_B= 0 है तब कलेक्टर धारा I_c का एक अल्प मात्रा प्रवाहित होता है लीकेज धारा I_{CEO} कहा जाता है क्योंकि मुख्य कलेक्टर धारा शून्य हो तो ट्रांजिस्टर को कट-ऑफ कहा जाता है।

समझने में सरलता के लिए आउटपुट अभिलाक्षिण वक्र पर विचार करें जहाँ, I_B = 40 μA है।

आउटपुट प्रतिरोध की गणना सूत्र से की जा सकती है,

$$R_0 = \frac{V_{CE}}{I_C} = \frac{8 - 2}{2.15\text{ m A} - 2\text{m A}} = \frac{6}{0.15\text{m A}} = 40\text{ k ohms.}$$

करंट लाभ की गणना दिये गये सूत्र से ज्ञात किया जा सकता है

$$\text{Beta } \beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{4\text{mA} - 3\text{ mA}}{80\,\mu\text{ A} - 60\,\mu\text{ A}} = \frac{1\text{mA}}{20\,\mu\text{ A}} = 50$$

कामन बेस संरचना के लिए धारा लाभा की गणना निम्न सूत्र से की जा सकती है,

$$\text{Alpha } \alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{\beta}{1+\beta} = \frac{50}{1+50} = 0.98$$

कामन एमीटर आउटपुट विशेषताओं का विश्लेषण (Analysis of common emitter output characteristics)

सक्रिय क्षेत्र (Active region) : सक्रिय क्षेत्र में कलेक्टर संधि रिवर्स बॉयस तथा एमीटर संधि फारवर्ड बॉयस में होता है। सक्रिय क्षेत्र में कलेक्टर धारा I_c बेस धारा I_B से बीटा गुना अधिक होता है। अतः अल्प बेस धारा I_B का इनपुट अधिक आउटपुट धारा I_c उत्पन्न करता है।

संतृप्तता (Saturation regions) : संतृप्तता क्षेत्र में एमीटर और कलेक्टर दोनों संधि फारवर्ड बायस में होते हैं। जब ट्रांजिस्टर संतृप्तता क्षेत्र में प्रचालित किया जाता है यह एक बंद अवस्था स्विच की भांति कार्य करता है जहाँ V_{CE} = 0 तथा I_c अधिकतम होता है।

V_{CE} के अलग-अलग मानों पर Ic का व्यवहार नीचे वर्णन किया गया है:

- जबV_{CE} शून्य है तब कलेक्टर-बेस डायोड रिवर्स बॉयस में नहीं है अतः कलेक्टर धारा अत्यंत कम है और परिवर्तन बिंदु तक इसी प्रकार रहता है।
- V_{CE} का मान 0.7V और 1V, के बीच के लिए परिवर्तन बिंदु वोल्टेज तक कलेक्टर डायोड रिवर्स बॉयस प्राप्त करता है। एक बार रिवर्स बॉयस होने पर कलेक्टर अवक्षय पर्त को पार करने वाले सभी इलेक्ट्रान को इकट्ठा कर लेता है अतः कलेक्टर धारा तेजी से बढ़ता है और लगभग नियत हो जाता है।
- परिवर्तन वोल्टेज के ऊपर और भंजन वोल्टेज (break down voltage), के नीचे कलेक्टर धारा तेजी से नहीं बढ़ता है या V_{CE} का मान बढ़ाने पर भी धारा का मान लगभग स्थिर हो जाता है अतः इस क्षेत्र में ट्रांजिस्टर नियंत्रित स्थिर करंट स्रोत की तरह कार्य करता है।
- मानलो कि ट्रांजिस्टर के लिए $ß_{dc}$ लगभग 50 कलेक्टर धारा लगभग बेस करंट का 100 गुना है, जैसा कि Fig 4 (1mA,20 μA का 50 गुना है)।
- यदि V_{CE} का मान भंजन स्थर से और अधिक बढ़ाया जाता है तब कलेक्टर बेस डायोड का भंजन हो जाता है और सामान्य ट्रांजिस्टर का कार्य विधि समाप्त हो जाता है। तब ट्रांजिस्टर आगे धारा स्रोत की तरह कार्य नहीं करता है जैसे ही कलेक्टर-बेस टूट जाता है संधि शार्ट हो जाता है और भंजन बिंदु के ऊपर धारा का मान तेजी से बढ़ता है। जैसा कि Fig 10 में है।

कटा हुआ क्षेत्र (Cut off region) : कटे हुए क्षेत्र में एमीटर और कलेक्टर संधि रिवर्स बॉयस में होते हैं जब ट्रांजिस्टर को कटे हुए क्षेत्र के अंतर्गत प्रचालित किया जाता है तो यह खुले स्विच की तरह कार्य करता है जहाँ $V_{CE} = V_{cc}$ और I_c = 0

भंजन क्षेत्र (Break down region) : जब कलेक्टर वोल्टेज बहुत अधिक हो जाता है तब कलेक्टर डायोड कलेक्टर धारा में तेजी से वृद्धि के कारण टूट जाता है। सामान्यतया निर्माता भंजन क्षेत्र में ट्रांजिस्टर के प्रचालन को वर्जित करते हैं क्योंकि अधिक मात्रा में शक्ति अपव्यय से ट्रांजिस्टर नष्ट हो सकता है। जैसे कि एक 2N3904 का कलेक्टर भंजन वोल्टेज 40V से कम होना चाहिए।

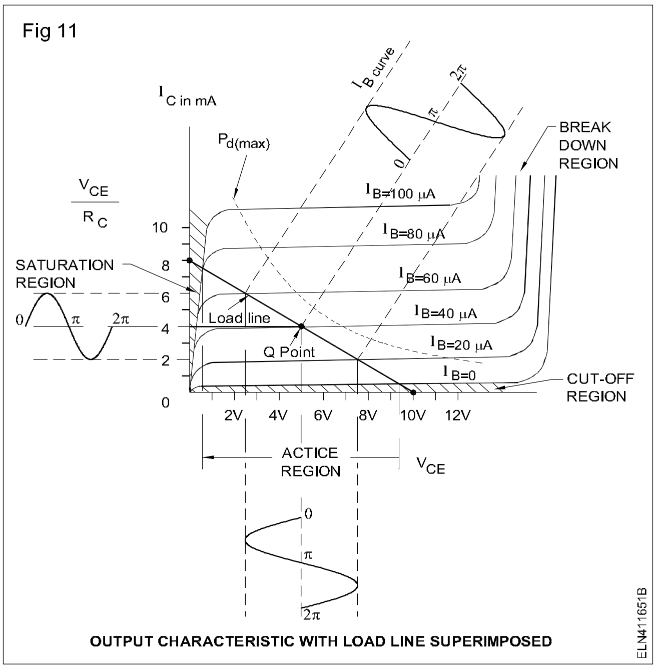
अधिकतम शक्ति अपव्यय क्षेत्र (Maximum power dissipation region) : अधिकतम शक्ति अपव्यय ($P_{o\,max}$), अधिकतम कलेक्टर धारा $I_{c\,max}$ और अधिकतम कलेक्टर एमीटर वोल्टेज $V_{CE\,max}$ के गुणनफल के रूप में परिभाषित किया जाता है। जिसमें कि आउटपुट अभिलाक्षणिक के परवलय (hyperbola) से घिरे क्षेत्र में प्रचालन निषिद्ध है।

सक्रिय अवस्था में ट्रांजिस्टर के कार्य को समझने के लिए संतृप्तता क्षेत्र और भंजन क्षेत्र को काट दिया जाता है Fig 11 को देखें।

कलेक्टर वक्र अत्यधिक महत्त्पूर्ण है क्योंकि जब किसी प्रवर्द्धक परिपथ का प्रारूप तैयार करने के लिए किसी विशिष्ट ट्रांजिस्टर के चयन के लिए इस वक्र से महत्त्वपूर्ण आवश्यक जानकारियाँ प्राप्त की जा सकती है;

- ट्रांजिस्टर के DC धारा लाभ का मान I_B और V_{CE} के सेट किये गये मानों पर
- I_B और I_c के सेट किये गये मान पर आरोपित किये जाने वोल्टेज V_{CE} का अधिकतम मान।
- I_B के सेट किये गये मान पर प्रवाहित होने वाले धारा I_c का अधिकतम मान।

प्रचालन बिंदु (Operation point) : DC लोड लाइन पर प्रचालन बिंदु की स्थिति क्लिपिंग होने से पहले प्राप्त किये जा सकने वाले अधिकतम संकेत



को निर्धारित करता है। प्रचालन बिंदु या मौन बिंदु वह बिंदु है जो DC लोड लाइन पर I_c और V_{CE} के मान को दर्शाता है जो कि ट्रांजिस्टर सर्किट में रहता है जब कोई इनपुट सिग्नल नहीं दिया जाता है। इस बिंदु के लिए सबसे अ च्छी स्थिति कट-ऑफ और संतृप्तता बिंदु के बीच का मार्ग है जहाँ V_{CE} = 1/2 V_{cc}.

ट्रांजिस्टर की डी सी लोड लाइनें (DC load lines of transistors): ट्रांजिस्टर किस तरह कार्य करता है इसकी आंतरिक जानकारी और कलेक्टर अभिलाक्षणिक के किस क्षेत्र में यह अधिक अच्छा कार्य करता है उसे DC लोड लाइन का उपयोग करके देखा जा सकता है।

Fig 12a. के अनुसार एक फॉरवर्ड बॉयस पर विचार करें। Fig 12b उपयोग किये गये ट्रांजिस्टर का कलेक्टर अभिलाक्षणिक प्रदर्शित करता है।

Fig 12a में दिए गए परिपथ में निम्न स्थितियों पर विचार करें,

– अधिकतम कलेक्टर धारा, $I_{c(max)}$

– न्यूनतम कलेक्टर धारा, I_c

प्रथम स्थिति के लिए माना कि V_{CE} शून्य है या कलेक्टर शार्ट किया है। इस स्थिति में कलेक्टर धारा केवल कलेक्टर प्रतिरोध R_c के द्वारा सीमित किया जा सकता है।

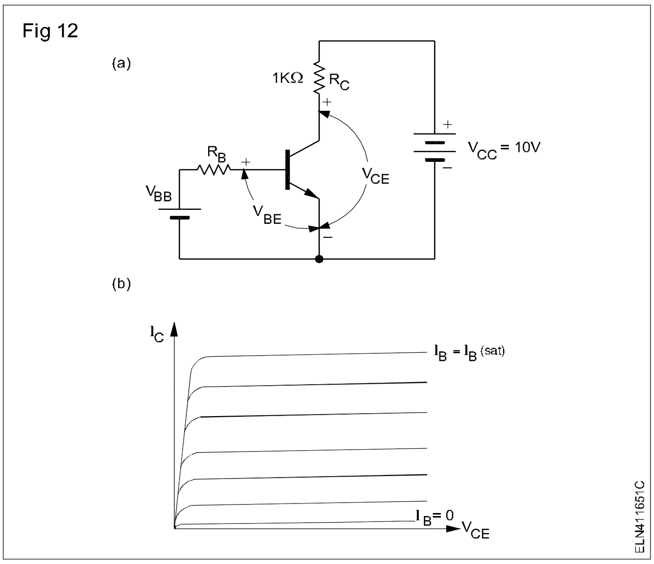
इसलिए

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} \text{ at } I_{CE} = 0$$

इस प्रकार की स्थिति के लिए Fig 12a परिपथ में कलेक्टर I_c = 10V/kΩ = 10mA

जैसा कि Fig 13 में दिखाया गया है ट्रांजिस्टर के कलेक्टर अभिलाक्षणिकों में V_{CE}=0 के साथ I_c=10mA को बिंदु A से चिह्नित किया गया है।

द्वितीय स्थिति के लिए माना कि V_{CE} का मान अधिकतम हे या कलेक्टर एमीटर खुला है, इस स्थिति में कलेक्टर धारा शून्य है।

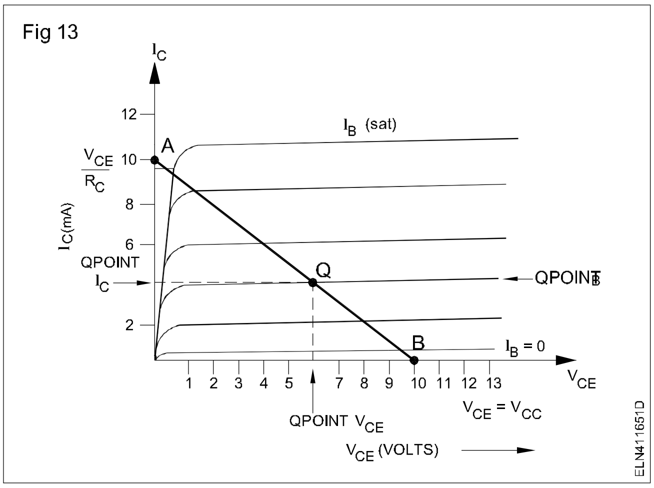


इसलिए,

V_{CE} = V_{cc} परिपथ 6a, में V_{CE} = V_{CC} = 10V

Fig 13 के अनुसार ट्रांजिस्टर के कलेक्टर अभिलाक्षणिकों में I_C = 0 और V_{CE} = 10 V पर बिंदु B चिह्नित किया गया है।

Fig 13 में दर्शाये अनुसार चिह्नित बिंदु A और B को सीधी रेखा के द्वारा जोड़ो। यह लाइन लोड लाइन कहलाती है।



जिस बिंदु पर लोड लाइन I_B = 0 को प्रतिच्छेद करती है। कट-ऑफ बिंदु के रूप में जाना जाता है। कट-ऑफ बिंदु पर I_B = 0 है अतः एमीटर डायोड फॉरवर्ड बॉयस में नहीं है और ट्रांजिस्टर कार्य नहीं करता है।

वह बिंदु जिस पर लोड लाइन I_B = I_B(sat) को प्रतिच्छेद करता है। संतृप्तता बिंदु (saturation point) कहलाता है। इस बिंदु पर बेस धारा अधिकतम होती है और कलेक्टर डायोड रिवर्स बॉयस से बाहर हो जाता है इसलिए ट्रांजिस्टर का सामान्य कार्य बंद हो जाता है।

ट्रांजिस्टर के सामान्य कार्य करने के लिए जैसे कि नियंत्रित धारा स्रोत के रूप में इस कट-ऑफ या संतृप्तता में कार्य करने के लिए नहीं बनाना चाहिए। इसलिए आदर्श बिंदु लोड लाइन पर इन चरम बिंदुओं के बीच कहीं होगा। यह मध्य बिंदु मौन बिंदु या Q बिंदु के रूप में जाना जाता है। Fig 13 में Q बिंदु को जानकर हम प्रतिरोध RC और RB का मान परिपथ के लिए ज्ञात कर सकते हैं।

स्विच, सीरीज़ वोल्टेज रेक्यूलेटर और एम्लीफायर के रूप में ट्रांजिस्टर (Transistor as a switch, series voltage regulator and amplifiers)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विच्छेद तथा संतृप्त स्थिति में ट्रांजिस्टर के प्रचालन का वर्णन करना**
- **स्विच के रूप में ट्रांजिस्टर के प्रचालन का वर्णन करना**
- **ट्रांजिस्टर स्विच परिपथ के प्रचालन का वर्णन करना**
- **ट्रांजिस्टर स्विच का प्रयोग करते हुए सीरीज वोल्टेज ऐयूलर का अनुप्रयोग बताना**
- **एम्पिलफायर का वर्गीकरण स्पष्ट करना।**

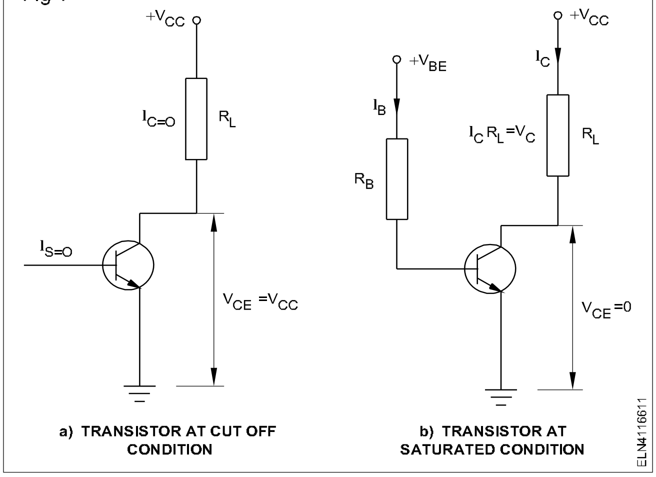
विच्छेद स्थिति पर ट्रांजिस्टर का प्रकार्य (The function of a transistor at cut-off condition): जब उत्सर्जक तथा संग्राहक संधि, दोनों प्रतीप अभिनत हो तो ट्रांजिस्टर विच्छेद स्थिति पर तब प्रचालित होता है। Fig 1 में परिपथ पर विचार करें।

$V_{CE} = V_{CC} - (I_C \times R_L)$ ………….(1)

क्योकि $I_B = 0$ तथा $I_C = 0$ $V_{CE} = V_{CC}$

ट्रांजिस्टर को सरल कारण से विच्छेद माना जाता है कि यह कोई भी धारा को चालिन नही करता है जैसे कि Fig 1a में दर्शाया गया हैं। यह खुली स्थिति में एक कुंजी के सदृश होता है। अतः विच्छेद पर ट्रांजिस्टर को खुली अवस्था पर कहते हैं।

Fig 1



संतृप्ति स्थिति पर ट्रांजिस्टर का प्रकार्य (The function of a transistor at saturated condition): जब उत्सर्जक तथा संग्राहक संधि दोनों अग्र अभिनति के हो तो ट्रांजिस्टर संतृप्ति स्थिति पर प्रचालन होता है।

Fig 1b में यदि R_B तथा R_L के मान ऐसे हैं कि V_{CE} शून्य बनता है तो ट्रांजिस्टर को संतृप्ति कहा जाता हैं। समीकरण (1) में $V_{CE}= 0$ रखने पर हमें प्राप्त होता है

$V_{CE}= 0 = V_{CC} - I_C R_L$ या $I_C = V_{CC} – R_L$

यह नोट किया जाना चाहिए कि संतृप्त होने पर ट्रांजिस्टर नगण्य प्रतिरोध के बन्द कुंजी की तरह कार्य करता है। यह स्पष्ट है कि संतृप्त स्थितियों में,

- समस्त V_{CC} का पात होता है R_L के आरपार
- संग्राहक धारा अधिकतम संभव मान रखती हैं जिसे $I_{C(SAT)}$ कहते है।

कुंजी के रूप में ट्रांजिस्टर का प्रचालन (The operation of transistor as switch): Fig 2 में Q_1 के लिए कुंजी की क्रिया दर्शाती है कि निवेश पर निर्गम धारा को कैसे नियंत्रित किया जा सकता हैं। निम्नलिखित महत्वपूर्ण प्रचालन अभिलक्षणो को नोट करें

- जब तक अग्र वोल्टता आधार उत्सर्जक परिपथ पर प्रयुक्त नहीं की जाती, किसी धारा के बिना ट्रांजिस्टर सामान्यतः बन्द रहता है।
- आधार धारा को नियंत्रित करने वाली अग्र वोल्टता निर्गम धारा की मात्रा को ज्ञात करता है।

Fig 2 में निवेश का नियंत्रण परिपथ आधार धारा को निर्धारित करता है। शक्ति परिपथ के लिए निगम संग्राहक धारा होती हैं। Q_1 के लिए NPN ट्रांजिस्टर उपयोग होता है, इस प्रकार का धनात्मक V_{BE} अग्रवोल्टता अपेक्षित होती है। उत्सर्जक दोनों के लिए उभयनिष्ट होती हैं, (a) निवेश पर नियंत्रण परिपथ तथा (b) शक्ति निर्गत परिपथ।

Fig 2

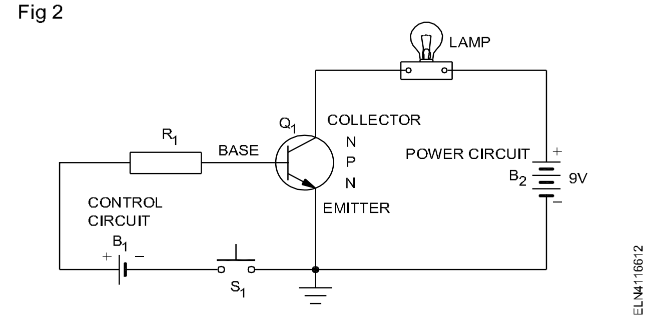


Fig 2 में Q_1 का आधार उत्सर्जक संधि बैटरी B_1 से अग्र अभिनत किया जाता है। अग्र वोल्टता प्रयुक्त करने के लिए कुंजी S_1 को बंद होना चाहिए। B_2 द्वारा Q_1 के संग्राहक के लिए प्रतीप वोल्टता प्रदाय की जाती है। प्रतीप ध्रुवता का अर्थ है कि आधार तुलना में N संग्राहक की अपेक्षा अधिक धनात्मक होता है। कुंजी S_1 को खुला होते हुए आधार उत्सर्जक (या नियंत्रण) परिपथ में कोई धारा प्रवाहित नही होती है।

कारण यह है कि अग्र वोल्टता प्रयुक्त नही होती है। अतः उत्सर्जक से ट्रांजिस्टर से संग्राहक तक प्रतिरोध बहुत उच्च होता है। शक्ति परिपथ में कोई धारा प्रवाहित नही होती है तथा लैम्प प्रदीप्त नही होता है।

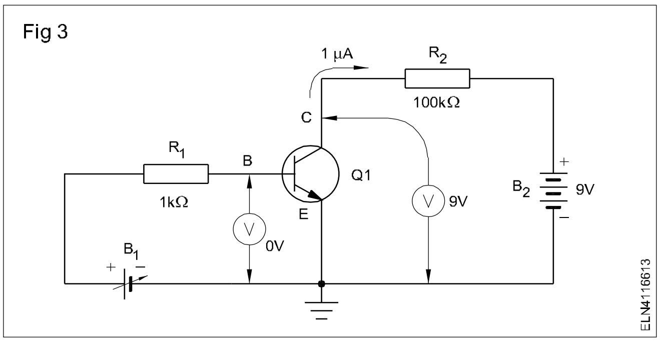
आगे माने कि कुंजी S_1 बन्द है। इससे कारण नियंत्रण परिपथ में एक छोटी धारा प्रवाहित होती हैं। आधार परिपथ के लिए R_1 एक धारा सीमित प्रतिरोधक है। अतः ट्रांजिस्टर के संग्राहक के प्रति उत्सर्जक का प्रतिरोध कम होता है, जिसके फलस्वरूप शक्ति परिपथ में एक बड़ी धारा प्रवाहित होती है, जिसके कारण बल्ब जलने लगता है।

अन्ततः नियत्रंण परिपथ में कुंजी S_1 के खुलने से, शक्ति परिपथ में बल्ब बुझ जायेगा। यह ऐसा इसलिए होता है क्योकि उत्सर्जक (E) से Q_1 के संग्राहक (C) तक का प्रतिरोध पुनः लगभग अनंत तक बढ़ गया है।

संक्षेप में नियंत्रित परिपथ में छोटी धारा के कारण शक्ति परिपथ में अधिक धारा प्रवाह कराती है। नियंत्रण परिपथ में कोई धारा न होने के साथ ट्रांजिस्टर, खुली कुंजी की तरह कार्य करता है। नियंत्रण परिपथ में कुछ धारा होने पर, ट्रांजिस्टर बन्द कुंजी की तरह कार्य करता है।

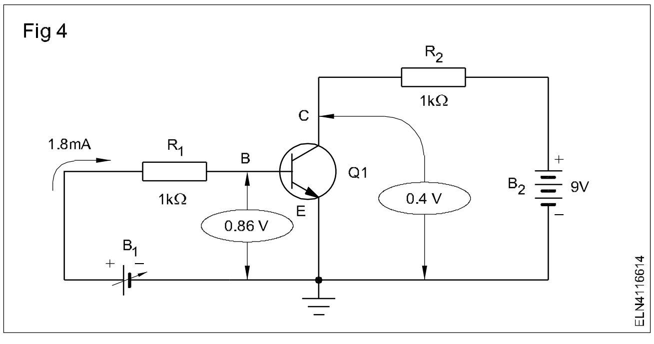
ट्राँजिस्टर स्विचन परिपथ का प्रचालन (Operation of transistor switching circuit): Fig 3 में कार्यप्रदर्शी परिपथ "ट्रांजिस्टर ऑफ परिपथ" में मापी गयी वोल्टता तथा संग्राहक धारा I_C को दर्शाता है। यह नोट करें कि उत्सर्जक से संग्राहक को एक माइक्रो एम्पियर की बहुत कम क्षरण (लीकेज) धारा प्रवाहित होती है। E से C तक, प्रतिरोध को निम्नानुसार ज्ञात किया जाता है।

$$R = \frac{V}{I} = \frac{9\,V}{0.000001\,A} = 9\,\text{megohm}$$ (मेगओह्म)



ट्राँजिस्टर का प्रतिरोध 9 मेगा ओह्म है, जो स्विचन खुली या ऑफ स्थिति के जैसा है।

Fig 4 में कार्यप्रदर्शी चित्र "ट्रांजिस्टर ऑन" परिपथ में मापी गयी वोल्टता तथा धारा को दर्शाता है। पहले B_1 को समायोजित करते हुए उत्सर्जक से आधार को वोल्टता बढ़ायी जाती हैं। ट्रांजिस्टर के उत्सर्जक-आधार संधारित्र स्थल पर 0.86 V के अग्र अभिनति वोल्टता के कारण, नियंत्रण परिपथ में 1.8 mA प्रवाह होती है। इस धारा के कारण ट्राँजिस्टर के प्रतिरोध में E से C तक कमी होती है। इसका प्रभाव यह है कि 85mA की



अधिक धारा, ट्राँजिस्टर के संग्राहक से प्रवाहित होती है। Fig 5 में E से C तक के प्रतिरोध को निम्नानुसार ज्ञात किया गया है।

$$R = \frac{V}{I} = \frac{0.4\,V}{0.085A} = 4.7\,\text{ohm}$$

ट्राँजिस्टर के प्रतिरोध का E से C तक 9 मेगा ओह्म के, उसके पूर्व के उच्च मान से 4.7 ओह्म के निम्न मान पर पतन हुआ है। इसके परिणाम से, ट्रांजिस्टर एक बन्द कुंजी की तरह कार्य करता है।

Fig 3 में ट्रांजिस्टर को विच्छेद स्थिति में पर कहा जाता है। वह अपने अधिकतम प्रतिरोध E से C तक पहँच गया है तथा धारा को विच्छेद कर दिया है। अब भी, बहुत कम धारा प्रवाह होने के कारण, ट्राँजिस्टर में, अल्पसंख्यक धारा वाहक का होना है, जो क्षरण धारा है।

ट्रांजिस्टर को Fig 4 में संतृप्त (Saturation) कहा जाता है। वह न्यूनतम प्रतिरोध E से C तक पहँच गया है, जो अधिकतम को संग्राहक धारा उत्पन्न करता है। जब कुंजी की तरह उपयोग किया जाये तो उत्सर्जक आधार वोल्टता के कारण आधार धारा से ट्रांजिस्टर संतृप्ती या विच्छेद तक चलता है।

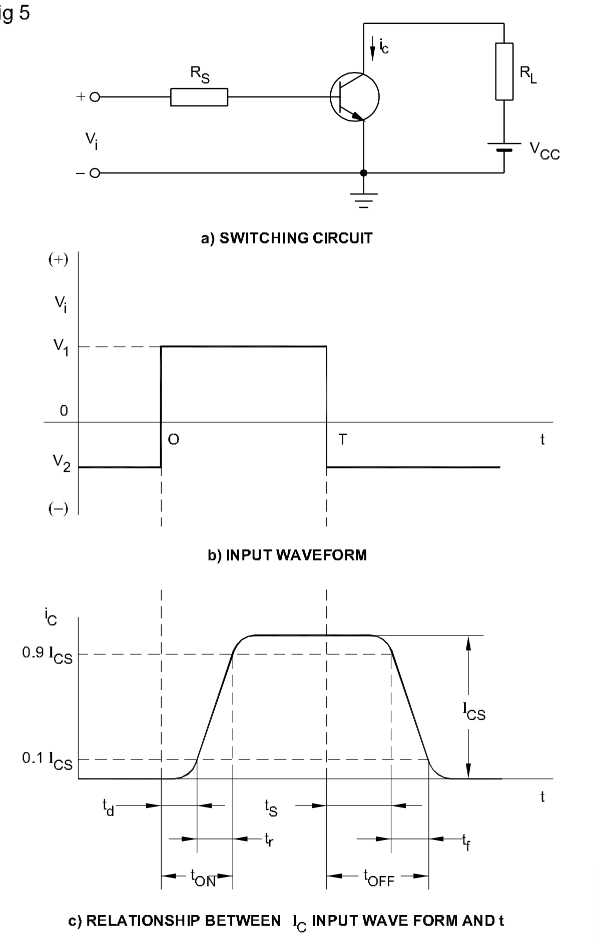
ट्रांजिस्टर का स्विचन समय (Transistor switching times): अब हम ट्रांजिस्टर के व्यवहार पर ध्यान देंगे जैसे कि वह एक स्थिति से दूसरे स्थिति में संक्रमण बनाता है। Fig 5b में दर्शाये गये तरंग रूप से चलने वाले, Fig 5a में दर्शाये गये अनुसार ट्रांजिस्टर परिपथ पर विचार करें। यह तरंग रूप से वोल्टता तल V_2 तथा V_1 के बीच संक्रमण बनाता है। V_2 पर ट्रांजिस्टर विच्छेद पर होता है तथा आधार तथा उत्सर्जक के बीच प्रतिरोध R_2 के माध्यम से विभव V_1 प्रभावित किया जाता है जो कि स्पष्टः परिपथ में सम्मिलित किया जा सकता है, या स्त्रोत के निर्गत प्रतिबाधा को तरंग के रूप में प्रकट करता है। (Fig 5b)

निवेशी तरंगरूप को संग्राहक धारा I_C की अनुक्रिया, उस तरंग रूप से सम्बंधित उसके समय के साथ Fig 5c में दर्शाया गया है। धारा, निवेशी संकेत की तुरंत प्रतिक्रिया (respond) नही करती है। इसके बदले कुछ विलंब होता है, तथा इस विलंब की समय अवधि में व्यतीत समय, धारा को उसके अधिकतम (संतृप्ति) के मान $I_{cs} = V_{cc} / R_L$ के 10 प्रतिशत तक बढ़ने के लिए आवश्यक समय के साथ $I_{cs} = V_{cc} / R_L$ को डिले (विलम्ब) समय t_d कहते है। धारा तरंगरूप का उान समय (rise time) tr, शून्य नहीं होता है, जो धारा को I_{cs} के 10 से 90 प्रतिशत उाव के लिए आवश्यक समय होता है। कुल (turn-on time) टर्न ऑन समय, विलंब तथा चढ़ाव के समय का योग होता है।

$$t_{ON} = t_d + t_r$$

जब निवेशी संकेत, अपनी प्रारंभिक अवस्था, t = T (Fig 5b) पर वापिस पहँचता है तो, धारा पुनः तुरंत अनुकिया करने में विफल होती है। अंतराल जो निर्गत तरंग रूप तथा समय के संक्रमण के बीच व्यतीत हुआ है। जब $I_{C,}$ का I_{CS} के 90 प्रतिशत तक पतन हुआ है, उसे संग्रह समय I_C (storage time) t_s कहते है। संग्रह अंतराल, पतन समय (fall time) tt, के बाद होता है जो, I_C के लिये I_{CS} के 90 से 10 प्रतिशत के पतन होने के लिये आवश्यक समय होता है। t_{off} को टर्न आफ (turn-off time) समय को संग्रह तथा पतन समय के योग से परिभाषित किया जाता है।

Fig 5



$t_{off} = t_s + t_f$

ट्रांजिस्टर कुंजी का अनुप्रयोग (The application of transistor switch): ट्रांजिस्टर कुंजी का प्रयोग किया जाता हैं।

- इलेक्ट्रानिक ऑन तथा ऑफ के रूप में।
- स्थिर, एक-स्थिर तथा द्वि-स्थिर या थप थप बहु-कम्पारित्र परिपथ में।
- काउंटर तथा स्पन्द जनित्र परिपथ में।
- क्लिपिंग परिपथों में।
- केथोड किरण दोलनदर्शी उपस्कर में प्रसर्प प्रवर्तन कुंजी के रूप में।
- रिले के में, लेकिन यांत्रिक रिले के रूप में नही क्यों कि ट्रांजिस्टर का कोई चल पुर्जा नहीं होता हैं।

स्विचन ट्रांजिस्टर का वर्गीकरण (Classification of the switching transistor): ट्रांजिस्टर कुंजियों का प्रायः उपयोग किया जाता है क्यों कि वे छोटे, हल्के तथा कम शक्ति खपत करते है। एक स्विचन ट्रांजिस्टर के महत्वपूर्ण विनिर्देश है। विलम्ब समय, वृद्धि समय, भंडारन समय तथा पात समय के आंकीय मान। टेक्सास मापीयंत्रों के लिए विशिष्ट स्थितियों में n-p-n सिलिकन ट्रांजिस्टर 2N3830, t_d =10nsec, t_r = 50nsec, t_s = 40nsec तथा t_f = 30nsec तक कम हो सकता है।

श्रेणी वोल्टेज रेगुलेटर (Series voltage regulator)

वोल्टेज रेगूलेटर पावर सप्लाई के लिए जेनर डायोड का प्रयोग वोल्टेज रेगुलेटर के रूप में सामान्य रूप से किया जाता है लेकिन जेनर वोल्टेज रेगुलेटर के मुख्य दो हानियाँ हैं:

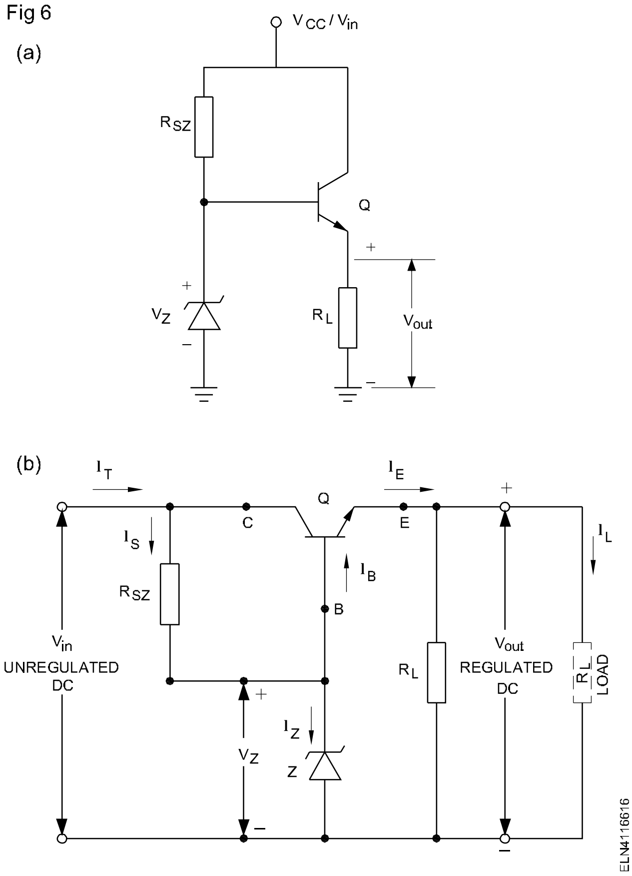
1 जब अधिक लोड धारा की आवश्यकता होतीस है तो कुछ एम्पियर के मान के अनुसार जेनर रेगुलेटर को बहुत ज्यादा वॉटेज वाले जेनर डायोड की आवश्यकता होती है जो अधिक करंट में प्रचालित हो सके।

2 जेनर रेगुलेटर में लोड प्रतिरोध एक आउटपुट इम्पीडेंस देता है जो जेनर इम्पीडेंस R_Z के बराबर होता है इसकी सीमा लगभग कुछ ओह्म से लेकर 100 ओह्म के अंदर (जैसे कि 5Ω से 25Ω) होता है। यह उच्च आउटपुट इम्पीडेंस विचारणीय है क्योंकि आदर्श पॉवर सप्लाई के लिए उसका आउटपुट एम्पीडेंस शून्य होना चाहिए।

जेनर रेगुलेटर की ये दो हानियों को सामान्य सीरीज रेगुलेटर में दूर किया गया है जो Fig 6 में प्रदर्शित है।

Fig 6a में एक सरल सीरीज रेगुलेटर है। Fig 6b में कुछ और नहीं बल्कि एक जेनर रेगुलेटर है जो एमीटर फालोअर का अनुसरण करता है। इस प्रकार का परिपथ लोड वोल्टेज को लगभग स्थिर बनाये रखता है अतः एक वोल्टेज रेगुलेटर की तरह कार्य करता है।

Fig 6



इस परिपथ के लाभ नीचे दिये गये हैं;

1 जेनर डायोड पर कम लोड (Less load on the zener diode)

प्रतिरोध R_Z में से प्रवाहित धारा जेनर फायर्ड रखने के लिए आवश्यक धारा और अल्प बेस धारा I_B के योम के बराबर होता है।

$$I_B = \frac{\text{emitter curent}}{\beta_{dc}\text{ of transistor}} = \frac{I_E}{\beta_{dc}} = \frac{I_L}{\beta_{dc}}$$

चूंकि बेस धारा एमीटर धारा या लोड धारा की अपेक्षा बहुत कम होती है इसलिए बहुत कम वाट का जेनर डायोड इसके लिए उपयुक्त होता है।

उदाहरण के लिए एक लोड 1 एम्पियर का है, यदि ट्रांजिस्टर का β_{dc} का मान 100 है तब जेनर डायोड का केवल जरूरत होगी,

$$I_Z = I_{Z(min)} + \frac{I_L}{\beta_{dc}} = I_{Z(min)} + \frac{1Amp}{100}$$

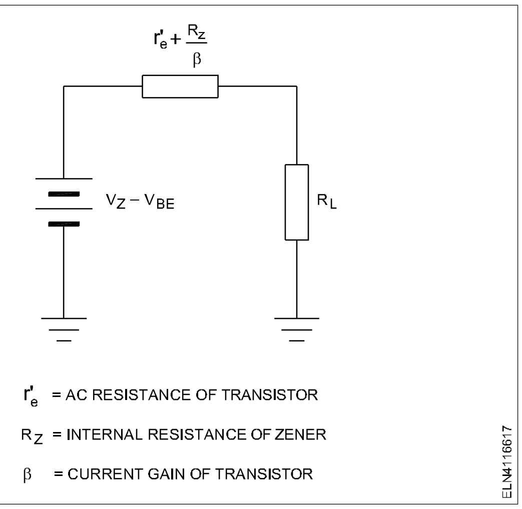
चूंकि $I_{Z(min)}$ का मान सामान्यतः 5 से 10mA की सीमा में होता है इसलिए I_Z = 10mA + 10mA = 20mA.

2 निम्न आउटपुट इम्पीडेंस (Lower output impedance)

यदि जेनर प्रतिरोध R_Z का मान 7Ω, हो तब जेनर रेगुलेटर के अध्याय 9 में बताए अनुसार पॉवर सप्लाई का आउटपुट इम्पीडेंस लगभग जेनर प्रतिरोध R_Z = 7Ω होगा।

Fig 7 Fig 6 पर सीरीज रेगुलेटर का समतुल्य आउटपुट सर्किट प्रदर्शित करता है। Fig 7, के अनुसार पॉवर सप्लाई का आउटपुट एम्पीडेंस होगा,

Fig 7



$$Z_{out} = r'e + \frac{R_Z}{\beta}$$

चूंकि लोड धारा $I_E = I_L$ का मान बहुत अधिक होता है इसकी तुलना में r'_e बहुत कम होता है अतः r'_e पद को अपेक्षित किया जा सकता है। इसलिए Fig 6 में आउटपुट इम्पीडेंस होगा,

$$Z_{out} \cong \frac{R_Z}{\beta} = \frac{7}{100} = 0.07\Omega$$

यह आउटपुट इम्पीडेंस का निम्नमान 0.07Ω आदर्श पॉवर सप्लाई के लिए आवश्यक शून्य इम्पीडेंस के बहुत नजदीक है।

सरल सीरीज रेगुलेटर की कार्य प्रणाली (Working of a simple series regulator)

Fig 6b, में प्रतिरोध R_{SZ} में से प्रवाहित धारा का मान ट्रांजिस्टर के Q मान के लिए कम से कम जेनर भंजन धारा और बेस धारा के योग के बराबर होना चाहिए।

जेनर डायोड के सिरों पर वोल्टेज V_Z बेस के एमीटर फालोअर को चलाता है इसलिए डीसी आउटपुट वोल्टेज जेनर वोल्टेज के एक वोल्टेज ड्राप V_{BE} में बूट स्ट्रेप किया जाता है। रेगुलेटेड आउटपुट वोल्टेज होगा,

$$V_{out} = V_Z - V_{BE} \qquad ....[1]$$

ट्रांजिस्टर पर कलेक्टर-एमीटर सिरों पर वोल्टेज इनपुट और आउटपुट वोल्टेज के अंतर के बराबर होगा।

$$V_{CE} = V_{in} - V_{out}$$

यदि इनपुट वोल्टेज V_{in} बढ़ाया जाता है तो बूट स्ट्रैप्ड जेनर वोल्टेज के कारण आउटपुट वोल्टेज V_{out} नियत रहता है। इसलिए कलेक्टर एमीटर के सिरों पर वोल्टेज ड्राप V_{CE} बढ़ता है जो इनपुट वोल्टेज V_i की वृद्धि को समायोजित करता है।

उदाहरण के लिए Fig 6 में सीरीज रेगुलेटर दिखाया गया है यदि V_{in} =15V और V_{out} = 12 हो तो V_{CE} होगा

$$V_{CE} = V_{in} - V_{out} = 15\text{-}12 = 3\ V.$$

यदि V_{in} 20 V तक बढ़ता है जब V_{CE} का मान 20-12=8 V, तक बढ़ता है अतः यह आउटपुट वोल्टेज 12v अपरिवर्तित रखता है। चूंकि ट्रांजिस्टर का कलेक्टर और एमीटर Fig 6 में इनपुट और आउटपुट टर्मिनल के सीरीज में है इस प्रकार का रेगुलेटर सीरीज वोल्टेज रेगुलेटर के रूप में जाने जाते हैं।

चुंकि ट्रांजिस्टर सीरीज में है और पूरा लोड धारा ट्रांजिस्टर में से होकर प्रवाहित होती है इसलिए ट्रांजिस्टर को पास ट्रांजिस्टर (pass transistor) संदर्भित किया जाता है।

इस तथ्य के कारण कि पूरे लोड धारा को पास ट्रांजिस्टर से होकर प्रवाहित होना होता है और जब V_{in} में वृद्धि होती है तो V_{CE} का मान बढ़ता है। अतः पास ट्रांजिस्टर का वाल्टेज निर्धारण उच्च होना चहिए ताकि यह पॉवर खपत को सहन कर प्रचालित कर सके।

उदाहरण के लिए जब 300 mA, का लोड धारा प्रवाहित होता है जब V_{in} 20 V पर और V_{out} पर तब V_{CE} 8V होगा इसलिए ट्रांजिस्टर या पॉवर खपत होगा,

$$P_D = V_{CE} \times I_L = 8 \times 300\ mA = 2400\ mw = 2.4watts$$

इसको समायोजित करने के लिए चयन किए जाने वाले पास ट्रांजिस्टर का वाल्टेज निर्धारण 2.4 वाट से अधिक होना चाहिए।

नोटः कम से कम 20% अधिक का निर्धारण करना चाहिए उदाहरण के लिए उपरोक्त ट्रांजिस्टर के लिए निर्धारण 2.4 + 2.4 का 20% = 2.4+0.48 = 3 w (लगभग)

क्योंकि यहाँ पर लोड धारा की आवश्यकतानुसार बहुत अत्यधिक पॉवर खपत हो सकती है। अतः माध्यमिक ट्रांजिस्टर हाई पॉवर पास ट्रांजिस्टर उपयोग किया जाता है।

आउटपुट वोल्टेज पर तापमान का प्रभाव (Temperature effect on output voltage)

जब तापमान बढ़ता है V_{BE} घटता है इसलिए V_{BE} में धारा में परिवर्तन से V_{out} भी घट जाता है।

ट्रांजिस्टर की आँकड़ा सूची से सामान्यतया इस संबंध में यह जानकारी देती है कि तापमान में परिवर्तन के साथ V_{BE} कितना बदलता है।

सभी व्यवहारिक उद्देश्यों के लिए प्रति डिग्री ताप वृद्धि में लगभग 2 mV, V_{BE} का मान घट जाता है। उदाहरण के लिए ट्रांजिस्टर का तापमान 25°C (कमरे का ताप) से 75°C (पॉवर खपत के कारण तापमान में वृद्धि), V_{BE} लगभग100mV घट जाता है। अतः इसे उपेक्षित किया जा सकता है।

ताप का एक और प्रभाव जेनर डायोड के सिरों पर आरोपित वोल्टेज पर पड़ता है। जेनर डायोड के सिरों पर वोल्टेज में किसी भी कमी या वृद्धि आउटपुट को परिवर्तित करती है। अतः जब जेनर डायोड का चयन किया जाता है तो यह जानना उतना ही महत्त्वपूर्ण है कि इसका ताप गुणांक क्या है। खासतौर पर जब पॉवर सप्लाई कुछ अधिक एम्पियर धारा के उच्च लोड से जुड़ा हुआ होता है।

प्रवर्धक का प्रयोजन (The purpose of an amplifier): प्रवर्धक एक इलेक्ट्रानिक परिपथ है जिसका उपयोग निर्बल निवेशी संकेतो को बहुत उच्च निर्गत संकेत में बढ़ाने या प्रवर्धित करने के लिए उपयोग किया जाता है। अधिकांश परिपथो में ट्रांजिस्टर को प्रवर्धक की तरह उपयोग किया जाता है। इसके अतिरिक्त प्रवर्धक परिपथो को पूर्ण बनने के लिए प्रतिरोधक, संधारित्र तथा अभिनति बैटरी की आवश्यकता होती है।

प्रायः सभी इलेक्ट्रोनिक प्रणाली, प्रवर्धक के साथ कार्य करते है। हम अपने रेडियो पर समाचार तथा अन्य कार्यक्रम को इसलिए सुन सकते है क्योंकि रेडिया में लगे प्रवर्धक, उसके ऐंटीना से प्राप्त निर्बल सिग्नलो को प्रवर्धित करता है।

प्रवर्धक का वर्गीकरण (Classification of amplifiers): रेखीय प्रवर्धको को उनके प्रचालन के ढ़ंग के अनुसार वर्गीकृत किया जाता है। अर्थात पूर्व में ज्ञात मान के सेट के अनुसार प्रचालन करने की उनकी विधि, विभिन्न प्रवर्धको का वर्णन निम्नलिखित घटको पर आधारित है।

1 ट्रांजिस्टर के विन्यास पर आधारित

- a उभयनिष्ट उत्सर्जक (CE) प्रवर्धक
- b उभयनिष्ट संग्राहक (CC) प्रवर्धक
- c उभयनिष्ट संग्राहक (CC) प्रवर्धक

2 निर्गम पर आधारित

- a वोल्टता प्रवर्धक
- b धारा प्रवर्धक
- c शक्ति प्रवर्धक

3 निवेशी पर आधारित

- a छोटे सिग्नल के प्रवर्धक
- b बडे सिग्नल के प्रवर्धक

4 युग्म (कप्लिंग) पर आधारित

- a RC युग्मित प्रवर्धक
- b ट्रांसफार्मर युग्मित प्रवर्धक
- c प्रतिबाधा युग्मित प्रवर्धक
- d सीधे युग्मित प्रवर्धक

5 आवृत्ति की अनुक्रिया पर आधारित

- a श्रव्य आवृत्ति (AF) प्रवर्धक
- b इंटरमीडियेट आवृत्ति (IF) प्रवर्धक
- c रेडियो आवृत्ति (RF) प्रवर्धक
- d VHF तथा UHF प्रवर्धक

6 फीड बैक (प्रतिसंभरण) पर आधारित

- a धारा श्रेणी प्रतिसंभरण प्रवर्धक
- b धारा सामान्तर प्रतिसम्भरण प्रवर्धक
- c वोल्टता श्रेणी प्रवर्धक
- d वोल्टता समान्तर श्रेणी प्रवर्धक

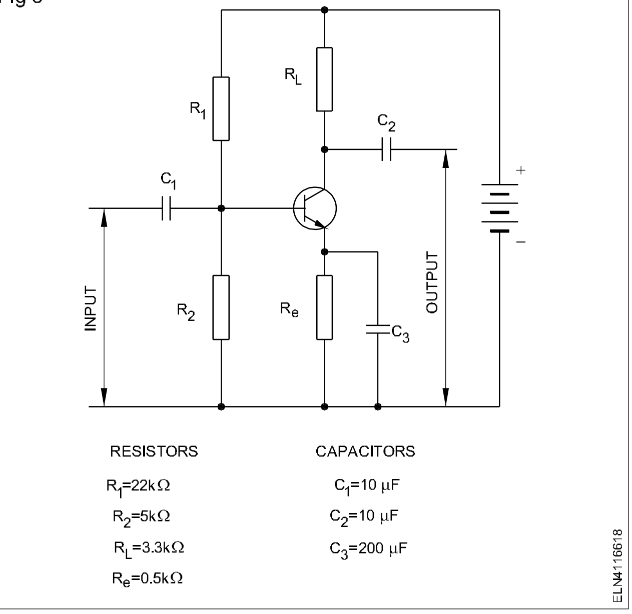
7 अभिनति की स्थिति पर आधारित

- a क्लास A शक्ति प्रवर्धक
- b क्लास B शक्ति प्रवर्धक
- c क्लास AB शक्ति प्रवर्धक
- d क्लास C शक्ति प्रबर्धक

ऊपर वर्णित मे से क्रमांक एक तथा दो का, इस स्तर पर वर्णन किया गया है। इस पुस्तक में वर्णित कुछ प्रवर्धकों के विस्तृत अध्ययन के लिए छात्र, उनकी विशेष रूचि पर निर्भर करते हुए शेष भागों के लिए किसी भी मानकीय पुस्तको को देख सकते है।

कॉमन - एमिटर एम्प्लिफायर (Common-emitter amplifier) : जहाँ तक हो सके इस प्रकार के सर्किट को प्रयोग अधिकतर किया जाता है। इसमें सर्वाधिक ऊर्जा प्राप्ति, पर्याप्त करन्ट और वोल्टेज प्राप्ति होती है और बहुस्तरीय प्रचालन में जब उच्च प्राप्ति की आवश्यकता हो तो यह विशेष लाभकारी है। एक कॉमन-एमिटर एम्प्लिफायर स्टेज जिसमें सिंगल D.C सप्लाई बैटरी बियासिंग लगी हो वह Fig 8 में दर्शाया गया है।

Fig 8



A.C. सिग्नल को बेस और एमीटर के बीच से लगाया जाएगा और आऊटपुट कलेक्टर के द्वारा लिया जाता है। ट्रान्जिस्टर चले उसके लिए एमीटर बेस जन्कशन को फोरवर्ड-बयास होना चाहिए। रेसिस्टर R_1 और R_2 को बेस सेटिंग पे होना चाहिए जिससे एमीटर फारवर्ड वियाम होगा। कलेक्टर करन्ट लोड रसिस्टर R_L और R_e पारित होता है और कलेक्टर पर R_L से विकसित वोल्टेज आऊटपुट है।

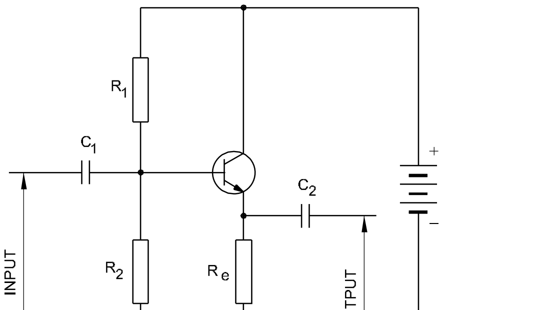
ट्रांजिस्टर की वोल्टता लब्धि (gain), इस विश्ष्टि प्रतिरधेक के मान से बहुधा ज्ञात की जाती है क्योकि इसके बीच उत्पन्न वोल्टता, संग्राहक धारा में परिवर्तन के कारण निवेश सिंगनल से आधार प्रतिरोधक के बीच उत्पन्न से बहुत अधिक होती है।

संग्राहक धारा में ताप के परिवर्तन के प्रभाव को न्यूनतम करने के लिए प्रतिरोधक R_e को सम्मिलित किया जाता है। R_e को धारा प्रतिसंभरण से सिग्नल लब्धि को कम होने से रोकने के लिए R_e के साथ सामान्तर में एक संधारित्र C_3 को सम्मिलित किया जा सकता है।

संधारित्र C_1 तथा C_2 को दिष्ट धारा के प्रवाह को रोकने के लिए प्रयुक्त किया जाता है, जिससे कि DC अभिनति की स्थिति किसी भी तरह से सिग्नल परिपथ से प्रभावित न हो। इस तरह से, एक स्तर पर DC की स्थिति को अगले स्तर को प्रभावित होने से रोकती है, जिससे कि केवल DC सिग्नल, एक स्तर से दूसरे पर जा सकें।

उभयनिष्ट संग्रहक प्रवर्धक (Common collector amplifier): इस विन्यास में संग्राहक, निवेशी तथा निर्गत परिपथ के लिए उभयनिष्ट बिन्दु होती है, आधार तथा संग्राहक के बीच निवेश सिग्नल लगाया, तथा उत्सर्जक तथा संग्राहक के बीच हटाया जाता है। Fig 9 नोट किये जाने वाला लक्षण विशाल निवेशी प्रतिबाधा है जो R_1 तथा R_2 के समांतर परिपथ के वस्तुतः बराबर है। निर्गत प्रतिरोध फिर भी कम होता है तथा इसलिये वह अनुसरण करता है कि वोल्टता लब्धि कम है, लेकिन उच्च धारा प्रवर्धन प्राप्त प्राप्त किया जा सकता है।

Fig 9

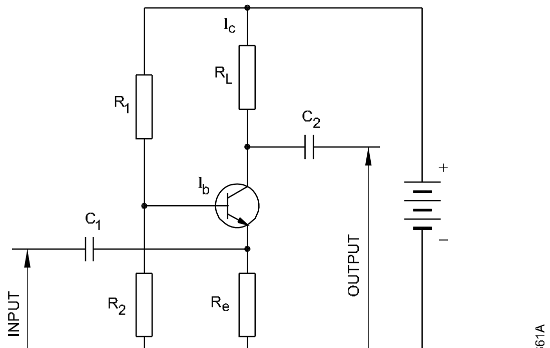


संधारित्र C_1 तथा C_2 का कार्य, उभयनिष्ट-उत्सर्जन के जैसी ही समान है। क्योंकि विभांतर तंत्र R_1 तथा R_2 जो उत्सर्जक - आधार संधि के लिये अग्र अभिनति की व्यवस्था करता है। उभयनिष्ट सग्रांहक परिपथ का मुख्य लाभ उसकी तैयारी है जिससे उसे वोल्टता के ध्यानहीन करते हुये परिपथ में किसी भी बिंदु पर सीधे जोड़ा जा सकता है। परिपथ को प्रायः उत्सर्जक अनुचर क्हा जाता है, क्योकि उत्सर्जक वोल्टता, निवेशी वोल्टता को अनुसरण करने की ओर प्रवृत्ति होती हैं, दोनों के बीच का अन्तर ट्रांजिस्टर के आधार उत्सर्जक संधि के बीच AC वोल्टता है, जो बहुत कम है। इसलिये निर्गत लब्धि एक से कम होती है। धारा लब्धि 50 से 500 होती है, फिर भी उच्च, जो उभयनिष्ट उत्सर्जक परिपथ के लगभग बराबर है, निर्गत प्रतिरोध बहुत कम (100 ओह्म से कम) है। इसलिये उत्सर्जक से संग्राहक का प्रतिरोध कम है तथा संग्राहक के परिपथ में कोई प्रतिरोध नही है।

संग्राहक परिपथ का बाहरी प्रतिरोध, ट्रांजिस्टर से भार को दी गई प्रतिबाधा फिर भी बहुत उच्च (300KΩ) है तथा इसलिए उत्सर्जक अनुचर परिपथ, बहुत उच्च निवेशी प्रतिबाधा को निम्न निर्गत प्रतिबाधा में रूपांतरण करता है। यह वास्तव में प्रतिबाधा ट्रांसफार्मर है, इसलिये इसका मुख्य अनुप्रयोग प्रतिरोधक (buffer) के जैसे है अर्थात प्रतिबाधा को मिलान करने वाली युक्ति, जिसमें उसे मिलान न करना या अनुपयुक्त के कारण बिना अतिरिक्त शक्ति की हानि के साथ उच्च प्रतिबाधा स्त्रोत तथा निम्न प्रतिबाधा भार के बीच जोड़ा जा सकता है।

उभयनिष्ट-आधार प्रवर्धक (Common-base amplifier): इस परिपथ में आाधार उत्सर्जक सिरे तथा संग्राहक सिरे के बीच उभयनिष्ट सिरा होता है। उत्सर्जक धारा I_e निवेशी धारा तथा संग्राहक धारा I_C निर्गत धारा है। (Fig 10) क्योकि $I_e = I_b + I_C$ तथा क्योंकि इस परिपथ में I_C से I_e, I_B के मान से बडा है, इसलिये धारा लब्धि I_C / I_e सदैव एक से कुछ कम होगी। इसलिए उभयनिष्ट आधार परिपथ में धारा लब्धि नही हो सकती हैं। फिर भी अग्र अभिनति उत्सर्जक आधार संधि की कम प्रतिबाधा तथा पश्च अभिनति संग्राहक-आधार संधि की उच्च प्रतिबाधा के कारण अच्छे आमाप (साइज) की वोल्टता लब्धि प्राप्त होती है। उदाहरण के लिए, यदि हम मानें कि निवेश प्रतिरोध 200Ω, भार प्रतिरोध 50K तथा धारा लब्धि 0.98 हो तो, वोल्टता लब्धि 0.98 x 50k/200 = 245 होगी।

Fig 10



बहुस्तरीय प्रवर्धक के लिए उभयनिष्ट - आधार परिपथ उपयुक्त नही है क्योकि उभयनिष्ट-उत्सर्जक के साथ तुलना करने पर, उसकी धारा तथा शक्ति लब्धि कम होती है। उसका कम निवेशी प्रतिबाधा भी किसी भी पिछले स्तर के भार के प्रतिरोध को शंट करती है, जिसके कारण उस स्तर से निर्गत वोल्टता कम हो जाती है जिसके कारण कुल लब्धि से संगत कमी होती है। फिर भी उच्च आवृत्ति पर उसके प्रचालन की योग्यता, उसे v.h.f प्रवर्धक में उपयोगी बनाता है। बहुत कम प्रतिबाधा निवेशी तथा निर्गत परिपथ को लिंक करने वाले बहुत कम प्रतिबाधा (उत्सर्जक-

संग्राहक प्रतिबाधा) के कारण ऐसी आवृत्ति पर, उभयनिष्ट-उत्सर्जक प्रर्वधक की अपेक्षा यह परिपथ अधिक स्थायी होता है।

वोल्टता प्रवर्धक (Voltage amplifier): प्रवर्धक एक परिपथ है जिसमें एक या अधिक ट्रांजिस्टर होते है तथा निवेशी टर्मिनल को लगाये प्रत्यावर्ती सिग्नल को बढ़ाने के लिए डिजाइन किये होते है। इसे वोल्टता प्रवर्धन कहते है। यदि निर्गत वोल्टता का आमाप (साइज) या परिमाण, निवेश वोल्टता से विचारणीय अधिक हो तो, उसे प्रवर्धक की वोल्टता लब्धि कहते है। वोल्टता प्रवर्धक का मुख्य कार्य, न्यूनतम विकृति के साथ दिये गये लब्धि को उत्पन्न करना है। अर्थात निर्गत वोल्टता को वही तरंग रूप में होना चाहिए जो निवेशी तरंग का रूप है। लेकिन परिमाण में निश्चित रूप से पर्याप्त अधिक होना चाहिए। वोल्टता प्रवर्धक के उदाहरण, उभयनिष्ट आधार तथा उभयनिष्ट उत्सर्जक प्रवर्धक है।

धारा प्रवर्धक (Current amplifier): धारा प्रवर्धक का कार्य यह है कि जब आधार में धारा दी जाती है तो उत्सर्जक-संग्राहक परिपथ में, भार बहुत अधिक धारा को प्रवाह होने के लिए प्रभावित कर सकता है।

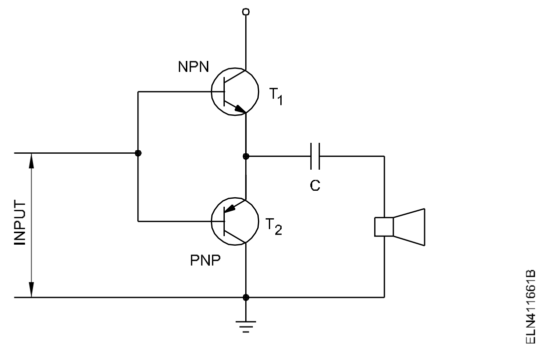
ध्यान देने योग्य परिणाम यह है कि यदि आधार-धारा को निश्चित अनुपात से बढ़ाया जाता है तो, संग्राहक धारा में आधार धारा को तदानुसार बढ़ायेगी, लेकिन संग्राहक धारा में बहुत अधिक परिवर्तन होगा। हमने धारा को प्रवर्धित करने की प्राप्ति कर ली है। निर्गत धारा से निवेशी धारा के अनुपात को प्रवर्धक का धारा लब्धि कहते है।

धारा प्रवर्धक का उदाहरण, उभयनिष्ट उत्सर्जक, उभयनिष्ट संग्राहक प्रवर्धक है। उभयनिष्ट उत्सर्जक प्रवर्धक की धारा लब्धि 50 से 300 होती है जबकि उभयनिष्ट संग्राहक प्रवर्धक को 50 से 500 होती है।

शक्ति प्रबर्धक (Power amplifier): शक्ति प्रवर्धक का उपयोग निर्गत यंत्ररचना (मैकेनिज्म) को चलाने के लिए किया जाता है। उदाहरण- लाउडस्पीकर, एक जोड़ा इयर फोन, चल कुण्डल मापी या कछ अन्य प्रकार की संकेतक युक्ति। शक्ति प्रवर्धक का मुख्य कार्य निर्गत युक्ति या भार परिपथ में अविकृत शक्ति का अच्छा परिमाण देना हैं। जैसे प्रवर्धक प्रायः उत्पन्न करता हैं। शक्ति प्रवर्धक के लिए उद्धाहरण - क्लास A, क्लास B, क्लास AB तथा क्लास C हैं।

Fig 11 में पूरक समिति क्लास B कर्षाकर्षी (push pull) शक्ति प्रवर्धक परिपथ दर्शाया गया हैं। शक्ति प्रवर्धक पूरक जोड़े में, उनमें से एक NPN (टाइप) प्रकार तथा दूसरा PNP प्रकार हैं। बिना निवेशी संकेत के कोई भी ट्रांजिस्टर संचालन नही करता हैं, तथा निर्गत शून्य होता हैं। जब निवेशी संकेत धनात्मक दिया जा रहा हो, तो NPN ट्रांजिस्टर संचालन करता हैं तथा PNP ट्रांजिस्टर विच्छेद होता हैं। जब ऋणात्मक संकेत दिया जाता है तो T_1 को ट्यून आफ जबकि T_2 संचालन करता हैं। इस परिपथ की अधिकतम दक्षता लगभग 78% होती हैं।

Fig 11



फँक्शन जनरेटर और कैथोड-रे आसिलोस्कोप (CRO) (Function generator and cathode ray oscilloscope (CRO))

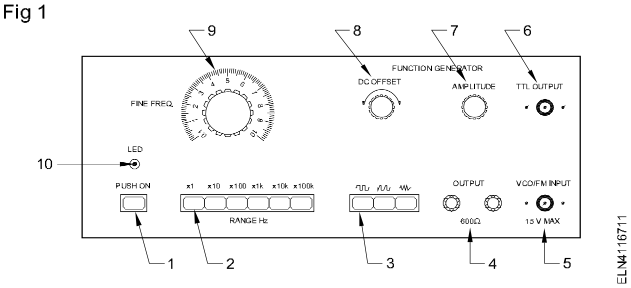
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **फँक्शन और आडियो फ्रीक्वेंसी जनरेटर के उपयोग एवं नियंत्रण का वर्णन करना**
- **CRO का कार्यप्रणाली रैखिक आरेखा के साथ वर्णन करना**
- **CRO में विभिन्न प्रकार के कार्य प्रचालन को बताना**
- **इलेक्ट्रानिक परिपथ में CRO का उपयोग बताना।**

परिचय (Introduction) : फँक्शन जरनेटर एक ऐसा उपकरण है जो भिन्न - भिन्न आवृत्ति और आयाम पर ज्या वर्ग और त्रिभुजाकार वेव आउटपुट प्रदान कर सकता है। इसका अधिकतम शिखर से शिखर आयाम 20v होता है। एक फंक्शन जनरेटर फ्रिक्वेंसी मॉड्यूल टोन कंट्रोल आडियो इलेक्ट्रानिक्स अन्य प्रयोगशाला और शोधकार्यों के लिए प्रयोग किया जाता है।

फंक्शन जरनेटर का पैनल कंट्रोल और अन्य सुविधाएँ (Panel controls and features of function generator)

(Fig 1) में फंक्शन जनरेटर के सामने का कंट्रोल पैनल है।

Fig 1



1 **पॉवर आन-आफ स्विच (Power ON-OFF switch):** फंक्शन जनरेटर को आन-आफ करने के लिए इस बटन को दबाया जाता है। बंद करने के लिए उसी बटन को फिर से दबाया जाता है।

2 **रेंज सेलेक्टर (Range selectors):** रेंज सेलेक्टर दशक 10 K फ्रिक्वेंसी प्रकार का होता है, आउटपुट फ्रिक्वेंसी चयन किये गये रेंज और डायल पर दर्शाये गये आवृत्ति के गुणनफल द्वारा दिया जाता है। उदाहरण के लिए यदि 2 पर है तब आउटपुट फ्रिक्वेंसी 20 KHz होगा।

3 **फंक्शन सेलेक्टर (Function selectors):** ये सेलेक्टर चाही गई आउटपुट वेवफार्म का चयन करते हैं। स्क्वायर साइन या त्रिभुजाकार)।

4 **आउटपुट जैक (Output jack):** फंक्शन स्विच के द्वारा चयन किये गये वेवफार्म इस जैक पर उपलब्ध होते हैं।

5 **VCO इनपुट जैक (VCO input jack):** एक बाहरी इनपुट वोल्टेज जो आउटपुट फ्रिक्वेंसी को परिवर्तित करता है, फ्रिक्वेंसी में परिवर्तन इनपुट वोल्टेज के सामनुपाती होता है।

6 **TTL जैक (TTL JACK):** एक TTL (ट्रांजिस्टर, ट्रांजिस्टर लॉजिक) पर स्क्वायर वेवफार्म उपलब्ध होता है यह आउटपुट आयाम से स्वतंत्र होता है।

7 **एम्पलीट्यूड नियंत्रण (Amplitude control):** यह आउटपुट सिग्नल के एम्पलीट्यूड को नियंत्रित करता है।

8 **आफसेट नियंत्रण (Offset control):** यह आउटपुट के डीसी आफसेट को नियंत्रित करता है।

9 **फाइन फ्रिक्वेंसी डायल (Fine frequency dial):** वेव फार्म के आउटपुट फ्रिक्वेंसी इस डायल के सेटिंग के और चयनित रेंज के गुणनफल के द्वारा दिया जाता है।

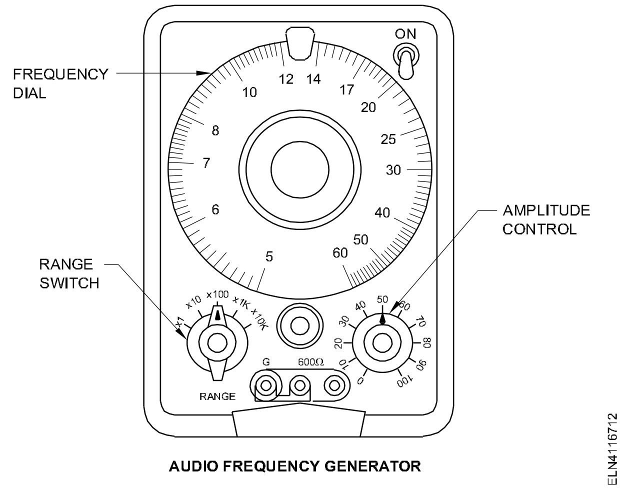
प्रचालन जानकारी (Operating information): फंक्शन जनरेटर को 240V, AC मुख्य सप्लाई से पॉवर दी जाती है जब पॉवर स्विच दबाया जाता है एक LED प्रकाशित होता है।

चाही गई फ्रिक्वेंसी को रेंज स्विच को दबाकर और फाइन फ्रिक्वेंसी डायल को सेट करके प्राप्त किया जाता है।

चयनित किये गये आउटपुट सिग्नल का एम्पलीट्यूड, एम्लीट्यूड नियंत्रण नॉब के द्वारा समायोजित किया जाता है। प्रदर्शित एम्पलीट्यूड में शून्य से 0-20 V शिखर तक परिवर्तन संभव है। TTL आउटपुट एम्पलीट्यूड कंट्रोल द्वारा प्रभावित नहीं होता है।

ऑडियो फ्रिक्वेंसी (AF) जनरेटर (Audio Frequency (AF) Generator) (Fig 2): ऑडियो फ्रिक्वेंसी जनरेटर 20 Hz से 20 kHZ तक के साइन वेव सिग्नल उत्पन्न करते हैं। विशेष प्रकार के AF जरनेटर 100 kHZ तक साइन वेव उत्पन्न करते हैं। इसके अतिरिक्त स्क्वायर वेव उत्पन्न करने की सुविधा भी होती है।

Fig 2



AUDIO FREQUENCY GENERATOR

इस जनरेटर में एक परिवर्तनशील एम्पलीट्यूड कंट्रोल होता है। जो सिग्नल एम्पलीट्यूड को 10 mv से 20V तक बदलता है। इस जनरेटर के मदद से रेडियो, टी.वी., ऑडियो एम्पलीफायर आदि के ऑडियो एम्पलीफायर चरणों की जाँच की जाती है।

इन फ्रिक्वेंसी रेंज स्विच चाही गई फ्रिक्वेंसी रेंज स्विच का चयन करता है चाही गई फ्रिक्वेंसी रेंज फ्रिक्वेंसी डायल का उपयोग करके चाही गई रेंज की फ्रिक्वेंसी प्राप्त की जा सकती है।

कैथोड रे ऑसिलोस्कोप (CRO) (Cathode ray oscilloscope (CRO))

परिचय (Introduction): ऑसिलोस्कोप एक इलेक्ट्रानिक मापक यंत्र है जो सिरों पर लगाये गये इनपुट वेव फार्म का दृश्य प्रस्तुत करता है। जिस प्रकार टेलीविजन ट्यूब कैथोड रे ट्यूब (CRT) दृश्य प्रस्तुत करता है, उसी प्रकार स्क्रीन पर लगाया गया वेवफार्म प्रदर्शित होता है। एक इलेक्ट्रान बीम ट्यूब के मुख भाग पर विक्षेपित किया जाता है जो स्वीप (sweep) करता है जिससे इनपुट सिग्नल का प्रदर्शन प्राप्त होता है।

एक ऑसिलोस्कोप में सामान्यतः निम्न भाग होते हैं:

– एट्टेन्यूटर (Attenuator)

– एम्पीलीफायर्स (amplifiers)

– सा-टूथ जनरेटर (saw-tooth generator)

– गेट एम्पलीफायर्स या जेड-एम्पलीफायर (gate amplifiers or Z-amplifier)

– ट्रीगर (Trigger)

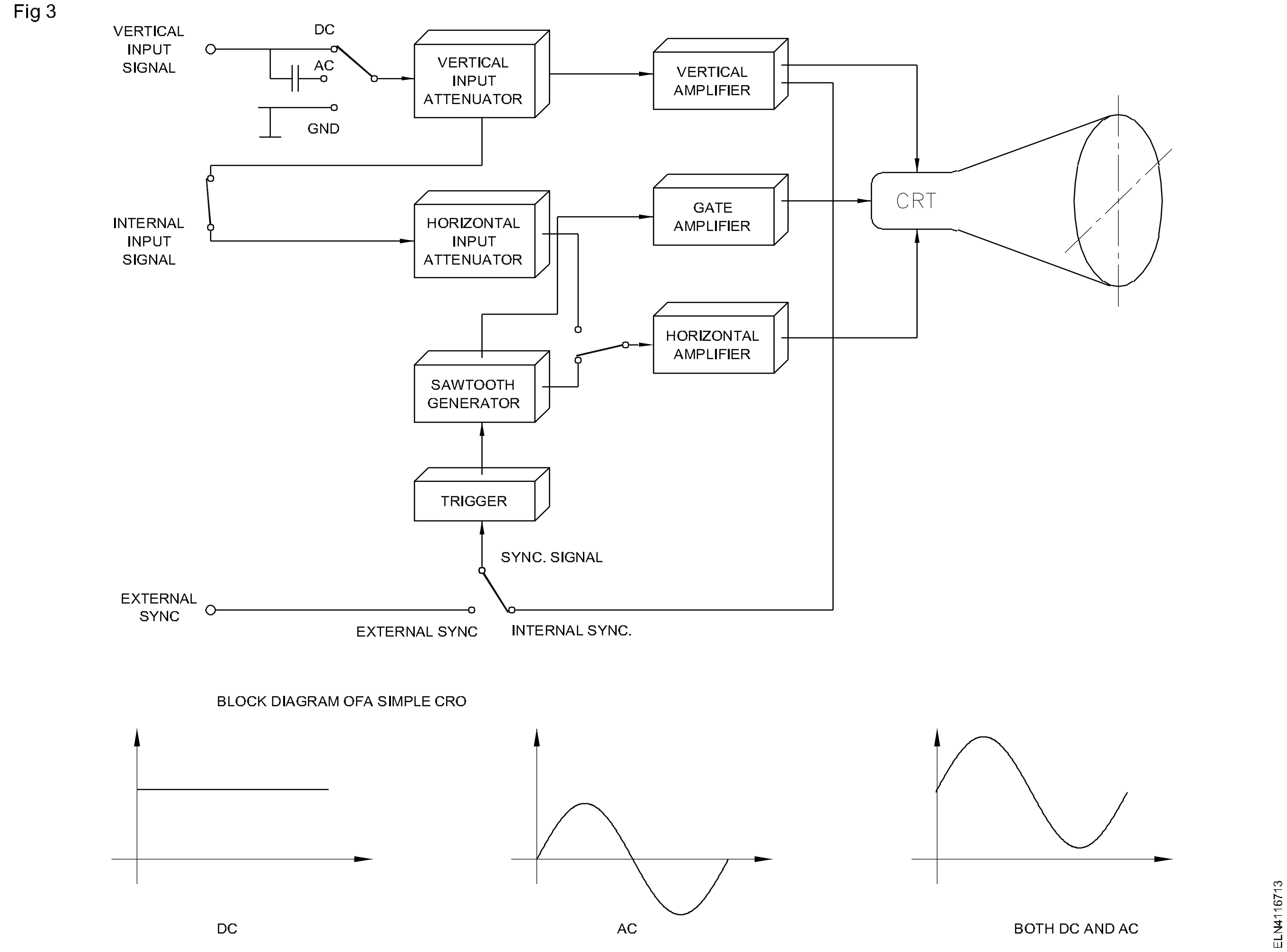
– सी आर टी (कैथोड रे ट्यूब) (CRT (cathode ray tube))

– पावर सप्लाई (power supply)

Fig 3 में एक सरल कैथोड रे ऑसिलोस्कोप का आरेख चित्र प्रदर्शित है,

अट्टेन्यूटर (Attenuator) : एम्लीफायर के सिरों पर इनपुट सिग्नल को दिये जाने से पहले उसे उचित परिमाण के सिग्नल में अट्टेन्यूटेड (क्षीण) किया जाना चाहिए। अट्टेन्यूटर वर्टिकल और हारिजेन्टल दोनों एम्पलीफायर के लिये लगाया जाता है।

Fig 3

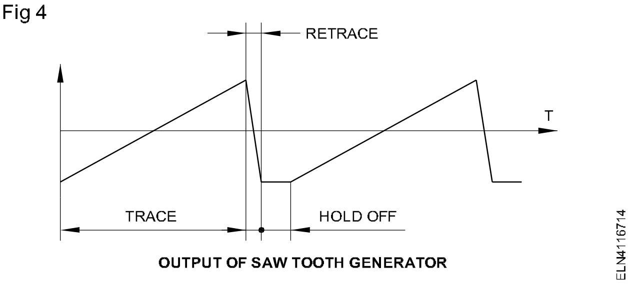


प्रवर्द्धक (Amplifier) : ऑसिलोस्कोप में वर्टिकल और हारिजेन्टल को Y-प्लेट पर आरोपित करने से पहले एम्पलीफाई करते हैं। हारिजेन्टल एम्पलीफायर सिग्नल को X-प्लेट से जोड़ने से पहले एम्पलीफाई करते हैं।

सा-टूथ जनरेटर (Saw-tooth generator): किसी भी आकार के मापक सिग्नल को Y-इनपुट प्लेट से जोड़ा जाता है तब यह स्क्रीन पर दिखाई देता है। X-प्लेट पर सिग्नल इस प्रकार होना चाहिए कि स्क्रीन पर प्राप्त छवि Y-प्लेट के समान होना चाहिए। अतः एक सा-टूथ सिग्नल X-प्लेट से जोड़ने की आवश्यकता होती है जो कि स्क्रीन पर बने दृश्य को वर्टिकल प्लेट से जुड़े सिग्नल की तरह बना सके। सा-टूथ सिग्नल को टाइम बेस सिग्नल कहा जाता है और यह सा-टूथ जनरेटर से उत्पन्न होता है। सा-टूथ सिग्नल की आकृति

Fig 4 में प्रदर्शित है। टाइम बेस सिग्नल ट्रेस, रिट्रेस और होल्ड ऑफ पीरियड से मिलकर बनता है।

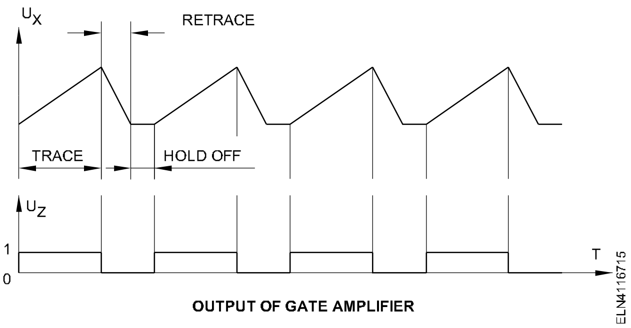
Fig 4



गेट एम्प्लीफायर या Z-एम्प्लीफायर (Gate amplifier or Z-amplifier): यह वांछनीय है कि CRT के स्क्रीन पर प्रदर्शित होने वाला इमेज लगातार स्क्रीन पर दिखे। इसके लिए इलेक्ट्रान बीम को चाहिए कि वह टाइम बेस सिग्नल के केवल ट्रेस पीरियड स्क्रीन पर दखाई नहीं देना चाहिए। इसके लिए एक गेट एम्प्लीफायर की आवश्यकता होती है जो इलेक्ट्रान बीम को इस क्रम में नियंत्रित करता है कि केवल ट्रेस पीरियड ही स्क्रीन पर दिखाई देता है।

गेट एम्प्लीफायर पर एक स्क्वायर वेव सिग्नल प्राप्त होता है और यह टाइम बेस सिग्नल से जुड़ा होता है। Fig 5 में यह निर्दिष्ट है।

Fig 5



ट्रीगर (गेट एम्प्लीफायर आउटपुट) (Trigger (Gate amplifier output)) : जैसे कि पहले उल्लेख किया गया है कि मापा जाने वाला सिग्नल वेव फार्म Y-इनपुट से जोड़ा जाता है जो स्कीन पर दिखता है। इस वेव फार्म को स्क्रीन पर स्थिर बनाने के लिए यह आवश्यकत है कि टाइम बेस सिग्नल का प्रारंभिक बिंदु Y के इनुपुट सिग्नल से संबंधित तथा नियत बिंदु हो। यह सिंक्रोनाइजेशन के नाम से जाना जाता है। वे पर जो सिंक्रोनाइजेशन करते हैं, ट्रीगर हैं।

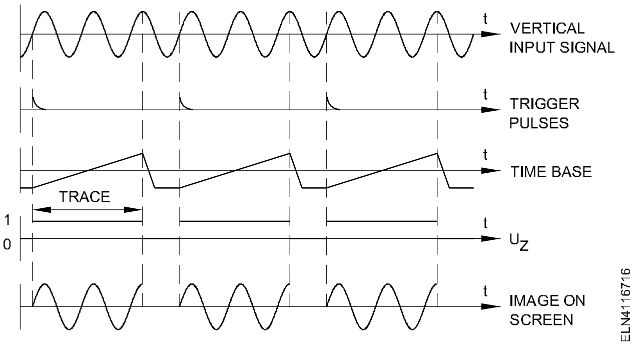
ट्रीगर टाइम बेस के ट्रिगरिंग के लिए पल्स या एम्पल्स उत्पन्न करेगा हमेशा टाइम बेस को ट्रीगर करके एक सॉ-टूथ वेव उत्पन्न किया जाता है।

यह ऑसिलोस्कोप में तीन प्रकार का ट्रिगरिंग किया जाता है।

आंतरिक ट्रिगरिंग (Internal triggering) : सिग्नल जो कि ट्रिगर को दिया जाता है CRO से उत्पन्न आंतरिक सिग्नल होता है जिसे वर्टिकल इनपुट सिग्नल से प्राप्त सिग्नल का उपयोग करके प्राप्त किया जाता है। सिग्नल के प्रक्रियाओं का क्रम Fig 6 में प्रदर्शित है।

बाह्य ट्रिगरिंग (External triggering) : सिग्नल जो कि ट्रीगर को दिया जाता है बाह्य सिग्नल होता है यह सिग्नल बाहरी सिग्नल का उपयोग करके उत्पन्न किया जाता है।

Fig 6



लाइन ट्रिगरिंग (Line triggering) : सिग्नल जो कि ट्रिगर को दिया जाता है CRO के पॉवर सप्लाई से प्राप्त सिग्नल होता है। (आरेख चित्र में प्रदर्शित नहीं है)

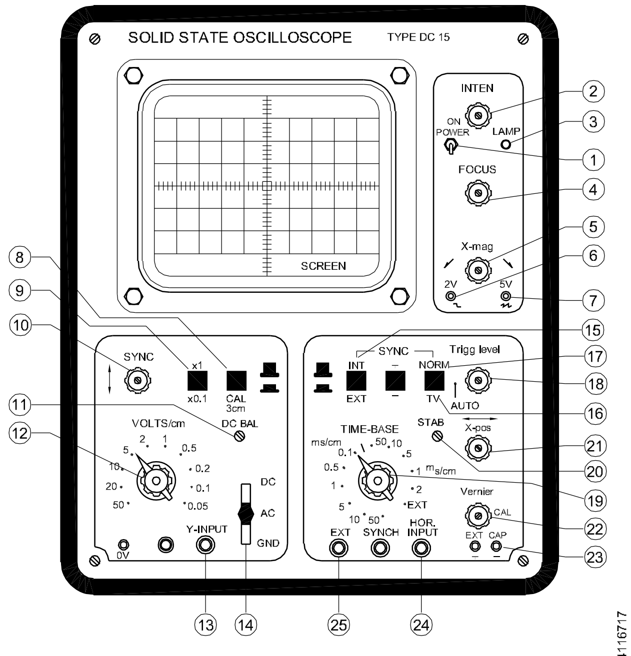
ट्रीगर का फार्म चयन करने के लिए आवश्यकतानुसार स्विच प्रदान किये जाते हैं। CRO में उचित समय भी चयन किया जा सकता है ताकि स्क्रीन पर बनने वाला इमेज स्थायी रहे।

CRO (कैथोड रे ट्यूब) (The Cathode ray tube): संरचनात्मक सुविधाओं को इस पाठ्यांश के बाद दिया गया है।

पॉवर सप्लाई (Power supply): निम्न वोल्टेज उच्च वोल्टेज जिस प्रकार के डीसी सप्लाई की आवश्यकता ऑसिलोस्कोप के लिए होती है रेक्टीफायर, फिल्टर और स्विच मोड पॉवर सप्लाई परिपथ द्वारा उत्पन्न किया जाता है।

CRO में नियंत्रण और उनकी कार्यप्रणालियाँ (Controls and their functions in a CRO): सामान्य ऑसिलोस्कोप के प्रचालन नियंत्रक जोकि सामने पैनल पर होते हैं। Fig 7 में प्रदर्शित है। नियंत्रक के नाम औश्र कार्य प्रणाली नीचे सूची में दी गई है।

Fig 7



CATHODE RAY OSCILLOSCOPE

सामान्य (General)

पावर-ऑन (Power-on) (1) : यह एक टॉगल कुंजी है, जो शक्ति को ऑन करने के लिए बनी है । ऑन स्थिति में, मापीयंत्र को शक्ति आपूर्ति की जाती है तथा नियान बल्ब जलता है ।

तीव्रता (Intensity) (2) : यह ट्रेस की तीव्रता को शून्य से अधिकतम तक नियंत्रित करता है ।

यह ट्रेस की तीक्षणता (Sharpness) को नियंत्रित करता है । ट्रेस की तीव्रता को बदलने के पश्चात इस नियंत्रण के पुनः समायोजन की आवश्यकता हो सकती है ।

X -आवर्धन (X-Magnification) (5) : यह समय-आधार की लम्बाई को 1 से 5 गुना तक लगातार बढ़ता है, तथा समय-आधार को अधिकतम 40 ns/cm तक बढ़ाता है ।

वर्गाकार तरंग (Square wave) (6): यह दोलनदर्शी के Y-अनुसंशोधन की जाँच करने के लिए दोलनदर्शी के उपयोगकर्ता का 2V(p-p) के आयाम की वर्गाकार तरंग उपलब्ध करता हैं।

आरी दन्त तरंग (Saw - tooth wave) (7) : यह 5V(p-p) के निर्गत के साथ प्रसर्प-गति कुंजी से समपाती, आरी-दंत तरंग-रूप निर्गत उपलब्ध करता हैं। भार के प्रतिरोध को 10k ओह्म से कम नही होना चाहिये।

उर्ध्वाधर सैक्शन (Vertical Section)

Y (10) : यह नियंत्रण, y-अक्ष के साथ प्रदर्शन को गति करने देता है।

Y (13) : यह AC-DC-GND कपलिंग कुंजी (14) के द्वारा उर्ध्वाधर प्रवर्तक से निवेशी सिग्नल को जोड़ता है।

AC-DC-GND कपलिंग कुंजी (Coupling switch) (14): यह उर्ध्वाधर प्रवर्धक को DC मोड में युग्मन का चयन करता हैं, यह सिग्नल को निवेशी में सीधे युग्मित करता है, AC मोड में यह सिग्नल को 0.1MF, 400-V संधारित्र के द्वारा निवेशी सिग्नल को युग्मित करता है। GND स्थिति में, क्षीणकारी (12) को Y-निवेशी, भूसम्पर्कित होता हैं, जब कि Y-निवेशी विलगित रहता है।

Volt/ cm (क्षीणकारी) (Attenuator) (12): यह 10-स्थिति की एक क्षीणकारी कुंजी है। यह उर्ध्वाधर प्रवर्धक की सुग्रहिता को 50m V/cm से 50 V/cm तक 1, 2, 5, 10 के अनुक्रम में समायोजन करता है। क्षीणकारी की यथार्थता ±3% है।

x1 या 0.1 कुंजी (Switch)(9)

जब x 0.1 या स्थिति में कुंजी आन किया जाता हैं तो, यह मूल सुग्राहिता को 5 m V/cm से 50 m V/cm तक आवर्धित करता हैं।

CAL कुंजी (Switch) (8) : जब दबाया जायें तो, x1-x0.1 स्विच (9) की स्थिति पर निर्भर करते हुए, यह उर्ध्वाधर प्रवर्धन को, एक 15 mV या 150 mV का DC का सिग्नल (संकेत) दिया जाता हैं।

DC बॉल (DC bal) (11) : यह पैनल पर एक पूर्व में सेट किया हुआ नियंत्रण है। जब कोई भी x1 –x0.1 कुंजी (9) दबी हो, या AC-DC-GND युग्मन कुंजी (14) को परिवर्तित किया जायें, तब यह ट्रेस को गति न करने के लिए समायोजित किया जाता है।

X-स्थिति (Position) (21): इस नियंत्रण के द्वारा प्रदर्शन को X - अक्ष के साथ चलाया जा सकता है।

ट्रिगर स्तर (Trigger level) (18): यह ट्रिगिंग करने के मोड को चयन करता है। AUTO स्थिति में, निवेशी सिग्नल की अनुपस्थिती में, समय-आधर रेखा प्रदर्शित होती है। जब निवेशी सिग्नल उपस्थित हो तो, प्रदर्शन (डिस्पले) स्वचलित ट्रिगर हो जाता है। नियंत्रण का विस्तार, ट्रिगर बिन्दु को हस्त रूप से चयन करने के योग्य बनता है।

समय-आधार (Time base) (19) : यह सेक्टर कुंजी प्रसर्प गति को, 50 ms/cm से 0.2Ms/cm तक 11 पदों में चयन करती है। EXT अंकित स्थिति का उपयोग तब होता है जब, क्षेतिज निवेशी को बाहरी सिग्नल दिया जाता है।

वर्नियर (Vernier) (22): यह नियंत्रण, समय-आधारित प्रसर्प-चयनक कुंजी (19) से सम्बधित सूक्षम समायोजन है। यह प्रसर्प के परास को 5 के गुणक से बढ़ाता है। प्रसर्प गतियों को अनुसंधोशित करने के लिए इसे CAL स्थिति पर पूर्ण रूप से दक्षिणावर्त घूमना चाहिये।

तुल्यकालन चयनक (Sync selector) (15,16,17) : INT/EXT कुंजी (15), आंतरिक या बाहरी ट्रिगर सिग्नल का चयन करती है। धनात्मक या ऋणात्मक कुंजी (16), यह चयन करती है कि क्या ट्रिगर किया जाने वाला तरंग-रूप, धनात्मक या ऋणात्मक पद पर किया जाना है। NORM/ TV कुंजी (17), सामान्य या TV (रेखा आवृत्ती) फ्रेम में अनुमति देता है।

स्टेब (Stab) (20) : यह पैनल पर एक पूर्व में सेट किया हुआ नियंत्रण है। इसे, इसलिये समायोजित किया जाना चाहिये जिससे कि, आपको ट्रिगर लेवल नियंत्रण (18) की AUTO स्थिति में ीक आधार रेखा प्राप्त हो सकें। ट्रिगर लेवल नियंत्रण को किसी भी अन्य स्थिति में, आपको आधार रेखा प्राप्त नही होना चाहिए।

Ext कैप (Ext cap) (23) : सम्बंधको का यह युग्म, इन सम्बंधको पर संधारित्र को जोड़ते हुए समय आधार परास को 50ms/cm से आगे तक विस्तार करने के योग्य बनाता है।

क्षेतिज निवेशी (Hor input) (24) : यह बाहरी सिग्नल को क्षेजित प्रवर्धक से जोडता है।

बाहरी तुल्यकालक (Ext sync) (25) : यह तुल्यकालन के लिए बाहरी सिग्नल को ट्रिगर परिपथ के साथ जोडता है।

CRO का अनुप्रयोग (APPLICATION OF CRO)

AC वोल्टता का माप (AC voltage measurement): केथोड किरण दोलनदर्शी के पर्दे पर सेंटीमीटर विभाजन में अंकित किया हुआ सामान्यतः, एक प्लास्टिक का आयाम अध्यास्तरण होता है। किसी भी तरंग रूप का लम्बवत आयाम (Amplitude), शीर्ष से शीर्ष (शिखर से शिखर) वाोल्टता का दर्शाता है।

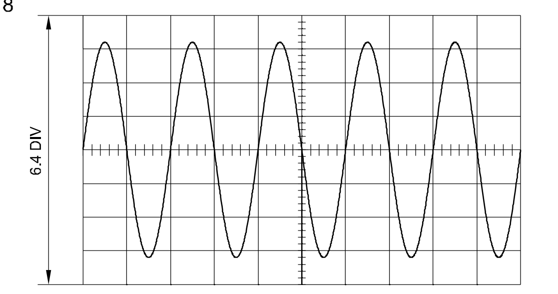
अज्ञात AC वोल्टता को मापने के लिए मुख्य आपूर्ति AC को विलगन ट्रांसफार्मर के द्वारा अलग कर देना चाहिए तथा क्षीणकारी को 50V/ डिवीजन पर सेट किया जाता है। AC-DC कुंजी को AC स्थिति (आउट) पर सेट किया जाता है। मापी जाने वाली वोल्टता को निवेशी (इनपुट)

तथा उभयनिष्ट (common) टार्मिनल से जोड़ा जाता है। समय-आधार कुंजी को तरंग रूप के अनेक सायकल (चक्र) का प्रदर्शित करने के लिये सेट करें। V/ विभाग कुंजी का सुविधाजनक ऊँचाई पर तरंग-रूप प्राप्त करने के लिय समायोजित करें जिससे कि धनात्मक तथा ऋणात्मक शीर्ष, पर्दे के अंदर दिखाई दें।

पर्दे पर वोल्टता के लम्बवत आयाम (शीर्ष से शीर्ष विभाग की संख्या) का मापे। अब शीर्ष से शीर्ष वोल्टता के मान को ज्ञात करने के लिये आयाम को वोल्ट / विभाजन सेटिंग से गुणा करें।

उदाहरण : Fig 8 में दर्शाये गये अनुसार 6.4 लम्बवत विचलन तथा वोल्ट / विभाजन की सेटिंग 5 वोल्ट को माने।

Fig 8



शीर्ष से शीर्ष वोल्टता = 6.4 x 5 = 32 V

अतः शीर्ष वोल्टता = 16 V

अतः RMS वोल्टता = 16 x 0.707 = 11.31V

शीर्ष से शीर्ष वोल्टता

या RMS वोल्टता

2.83

$$= \frac{VPP}{2 \times \sqrt{2}} = \frac{32}{2 \times \sqrt{2}} = 11.31v$$

DC वोल्टता की माप (DC voltage measurement): निवेशी चयनकारी कुंजी को DC स्थिति पर सेट करें। पर्दे के केन्द्र पर ट्रेस प्राप्त करने के लिए Y-विस्थापित स्थिति को समायोजित करें। यह रेखा शून्य DC वोल्ट को प्रदर्शित करती है। मापी जाने वाली DC वोल्टता के धनात्मक को निवेशी टर्मिनल तथा ऋणात्मक को उभयनिष्ट (common) टर्मिनल से जोड़े। अब क्षेतिज रेखा ऊपर की ओर उठेगी (विपरीत ध्रुवता के लिए नीचे) वोल्ट / विभाजन कुंजी को आवश्यकता अनुसार सेट करें।

अब शून्य संदर्भ रेखा से विभाजन में लम्बवत दूरी को मापे। लम्बवत दूरी (विभाजन) से वोल्ट / विभाजन सेटिंग से गुणां करके DC वोल्टता को प्राप्त किया जा सकता है।

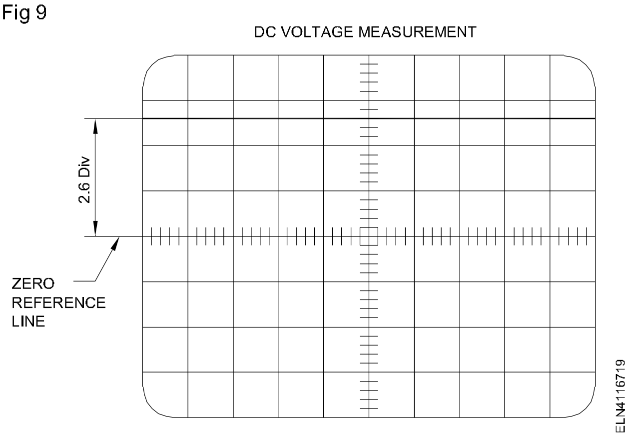
Fig 9 के संदर्भ में एक उदाहरण हल किया गया है।

माना कि लम्बवत विक्षेप 2.6 विभाजन तथा वोल्ट / विभाजन की सेटिंग 20 वोल्ट है।

DC वोल्टता = 2.6 x 20 = 52V.

समय तथा आवृत्ति का माप (Measurement of time and frequency): मापे जाने वाली तरंग रूप को V निवेशी से जोड़े। वोल्ट / विभाजन कुंजी को तरंग रूप के उचित लम्ब आयाम को प्रदर्शन करने के लिए सेट करें। मापे जाने वाले तरंग रूप से लगभग दो साइकल को

Fig 9



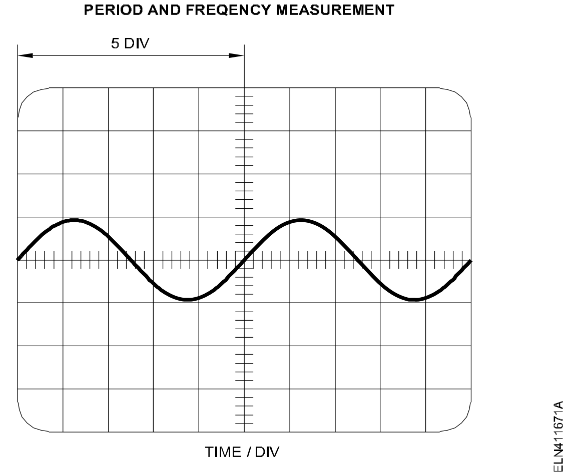
प्रदर्शन करने के लिये समय/ विभाजन कुंजी को सेट किया जाता है। ट्रेस को चलाने के लिए Y-विस्थापन नियंत्रण को समायोजित करें, जिससे कि मापने की बिंदु क्षेतिज केन्द्र रेखा पर हो। माप की बिंदु के प्रारंभ को सुविधाजनक संदर्भ रेखा पर हटाने के लिए X-विस्थापन को नियंत्रण किया जाता है।

एक साइक्ल (चक्र) के बिंदुओ के बीच की दूरी (विभाजन) को Fig 10 में दर्शाये गये अनुसार मापा जाता है।

एक साइकल के विभाजन तथा समय/ विभाजन कुंजी की सेटिंग का गुणनफल, एक चक्र की आवर्तकाल (Period) कहते है।

आवृत्ति को निम्न सूत्र से ज्ञात किया जा सकता है। (Fig 10)

Fig 10



$$\text{आवृत्ति} = \frac{1}{\text{समयावधि}}$$

जहां आवृत्ति, हटर्ज में तथा समय, सेकेंड में है।

***उदाहरण* (Example):**

समय = विभाजन x समय आधार सेंटिग

= 5 x 0.2ms = 1 ms

$$\text{इसलिये आवृत्ति} = \frac{1}{T} = \frac{1}{1 \times 10^{-3}} = 1000Hz$$

आवृत्ति = 1kHz

प्रिन्टेड सर्किट बोर्ड्स (PCB) (Printed circuit boards (PCB))

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **एचिंग के लिए प्रयुक्त एचेन्ट का प्रकार एवं एचेन्ट का प्रकार एवं एचेन्ट विलियन तैयार करना एवं बताना**
- **एचिंग करते समय एचेन्ट लियन को उत्तेलित करने वाले कारकों को बताना**
- **PCBs पर छिद्र करते समय महत्त्वपूर्ण बिंदुओं की सूची बनाना**
- **PCBs पर अवयवों (पुर्जों) की स्थिति चिह्न्ति करने के लाभ की सूची बनाना।**

परिचय (Introduction)

प्रिन्टेड सर्किट बोर्ड जिसमें ताँबें की कनेक्टिंग तारों को ताँबे की एक पतली चालन द्वारा बदल दिया जाता है जिसे इंसुलेटेड बोर्ड के एक तरफ ढाला गया होता है। इंसुलेटर बोर्ड प्रायः फोनेटिक पेपर या फाइबर ग्लास या एपॉक्सी का बना होता है। ढाला गया चालक परिपथ जिसे कि ट्रेक के रूप में जाना जाता है उसका आकार परिपथ के पॉवर पर निर्भर करता है। ट्रेक की चौड्राई कुछ मिमी से कुछ एक मिलीमीटर जो परिपथ पर निर्भर करती है।

एक पतली ट्रेक जो कि एक मिमी से कम हो चाँदी की बनी ट्रेक होती है जहाँ पर आईसी सर्किट और माइक्रो कंट्रोलर सर्किट बनाया जाता है वहाँ प्रयुक्त होता है। पीसीबी बनाने की कई विधियाँ है इसे नीचे वर्णन किया गया है।

एचिंग (Etching)

एक बार कापर के पलते पर्त के आवश्यक भाग को कॉपर साइड को लेमिनेट कर सुखाया जाता है अगले पद में लेमिनेशन के अनमास्क्ड भाग में उपस्थित भाग के कॉपर पर्त को हटाना होता है। यह प्रक्रिया एचिंग के रूप में जाना जाता है।

कॉपर की पर्त के अवांछित क्षेत्र के एचिंग के बाद ही लेमिनेशन का बचा हुआ द्यात्विक भाग परिपथ संयोजन के लिए आवश्यक आकृति प्राप्त करता है।

एचिंग निम्न में से किसी एक रसायन का प्रयोग करके किया जाता है;

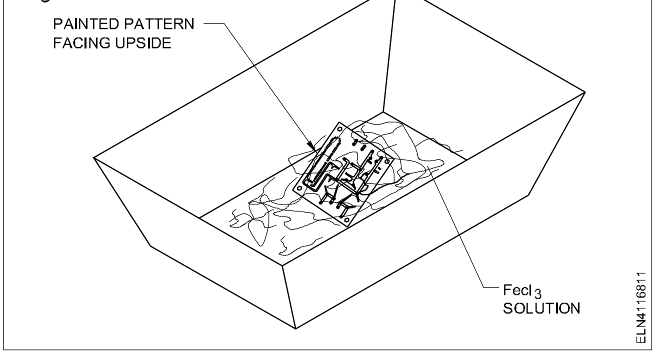
- एल्केलाइन अमोनिया (Alkaline ammonia)
- सल्फ्यूरिक हाइड्रोजन पराम्साइड (Sulpuric-hydrogen peroxide)
- फेरिक क्लोराइड (Ferric chloride)
- क्यूप्रिक क्लोराइड (Cupric chloride)

शुरूआत करने वालों और किफायती तरीके से मेनुअल एचिंग प्रोसेस सबसे अधिक लोकप्रिय है, यह प्रायः फेरिक क्लोराइड के विलयन का उपयोग करके किया जाता है। फेरिक क्लोराइड द्रव, पावडर और क्रिस्टल रूप में उपलब्ध होता है।

जब एचिंग विलयन तैयार करते हैं तब सांद्र फेरिक क्लोराइड पावडर/क्लियन गुनगुना पानी (27°F) के साथ मिलाकर काँच की छड़ से अच्छी तरह हिलाया जाता है। यह तनु (dilute) एसिड ($FeCl_3$) विलयन तैयार करता है।

फेरिक क्लोराइड और जल का अनुपात एचिंग की दर को निर्धारित करता है। उदाहरण के लिए 100mg सांद्र फेरिक क्लोराइड पावडर/द्रव एक लीटर पानी के लिए प्रयोग किया जाता है। यह $Fecl_3$ प्लॉस्टिक के उचित साइज के ट्रे जिसमें कि पेंटेड लेमिनेट जिसमें एचिंग किया जाता है पूरी तरह से डूब जाये में तेयार किया जाता है। जैसा कि Fig 1 में प्रदर्शित है।

Fig 1



चूंकि फेरिक क्लोराइड एक acidic विलियन है, हांलाकि यह तनु होता है फिर भी त्वचा के लिए नुकसानदायक है इसलिए इस विलयन में कार्य करते समय रबर ग्लोब्स उपयोग करना चाहिए।

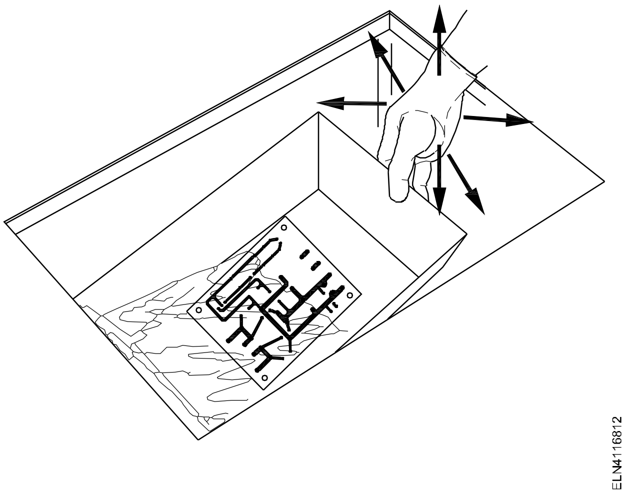
पेंटेड लेमिनेट जिसका एचिंग किया जाना है, उसके आवश्यक भाग को ही सरकाकर $Fecl_3$ विलयन में डालना चाहिए। साथ ही Fig 1 में प्रदर्शित किये अनुसार लेमिनेट का पेंटेड सतह ऊपर की तरफ होना चाहिए ताकि एचिंग प्रक्रिया की प्रगति एचिंग की सीमा दिखाई दे।

एक समान एवं तेजी से एचिंग के लिए एचेंट विलयन को हिलाकर तथा Fig 2 में प्रदर्शित अनुसार ट्रे को झुकाकर उत्तेजित (क्रियाशील) किया जाता है विलयन को बहुत अधिक उत्तेजना करने से बचना चाहिए क्योंकि इससे पैंट किये गये ट्रेक के अंतिम सिरे उखड़ सकते हैं और जिन भागों का एचिंग नहीं किया जाना है वो भी हट सकते हैं।

जैसे एचिंग में प्रगति होती है अनचाहे भाग से कॉपर धीरे-धीरे हटता जाता है जब एचिंग पूर्ण हो जाता है अनचाहे भागों से पूरा कॉपर अदृश्य हो जाता है और एचिंग किये गये भाग का रंग लेमिनेटेड बोर्ड के इंसुलेटर के रंग का हो जाता है।

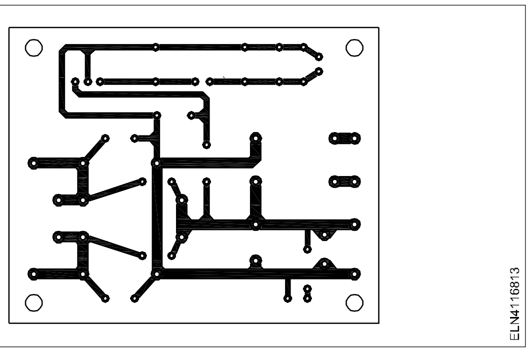
एक बार कॉपर के अनचाहे भाग जब पूरी तरह एचिंग हो जाता है तो बोर्ड विलचन से बाहर निकाल किया जाता है और इसे साफ पानी से धोकर बचे हुए $Fecl_3$ विलयन को हटा दिया जाता है। यह आगे किसी प्रकार के एचिंग क्रिया को होने से रोकता है।

Fig 2



पानी से बोर्ड को साफ करने के बाद सूखाकर एच प्रतिरोधी इंक/पेंट जो कि ले-आउट पैटर्न में होते हैं उसे साल्वेंट जैसे कि थीनर या पेट्रोल का उपयोग करके हटाया जाता है तब साफ किये गये बोर्ड पर चमकदार कॉपर पट्टी और पैड होता है। जोकि Fig 3 में दर्शाये अनुसार केवल आवश्यकता को प्रदर्शित करते हैं।

Fig 3



PCBs पर छिद्र बनाना (Drilling holes on PCBs)

एचिंग और मास्क या पेंट हटाने के बाद पुर्जो को लगाने के लिए इनपुट, आउटपुट और V_{cc} तथा ग्राउण्ड कनेक्शन आदि के लिए आवश्यक व्यास का छिद्र पेड पर बनाना। अगला स्टेप होता है। होल करते समय अत्यधिक सावधानी रखना पड़ता है क्योंकि ड्रीलिंग करते समय असावधानी से कॉपर के सतही क्षेत्र उखड़ सकता है। पीसीबी पर छिद्र बनाने के लिए कुछ उपाय नीचे दिए गए हैं;

– ड्रिलिंग प्रारंभ करने के पूर्व यदि जिसे बिंदु पर ड्रिल किया जाना है स्पष्ट नहीं है तो उस बिंदु को पुनः पंच कर देना चाहिए ताकि ड्रिल बिट ठीक उसी पंच किये गये बिंदु पर बैठें।

– हाई स्पीड ड्रिल/मशीन उपयोग करें।

– आवश्यक आकार के ड्रिल बीट का उपयोग करें यदि उचित आकार का ड्रिल बीट उपलब्ध न हो तो एक साइज छोटे आकार का ड्रिल बिट उपयोग करें लेकिन कभी भी बड़े आकार का ड्रिल बिट उपयोग न करें।

– पीसीबी को लकड़ी के गुटकों के साथ वाइस पर अच्छी तरह फिक्स करें, ताकि ड्रिलिंग और पेड एरिया के कॉपर छिलने के दौरान पीसीबी ढीला न हो।

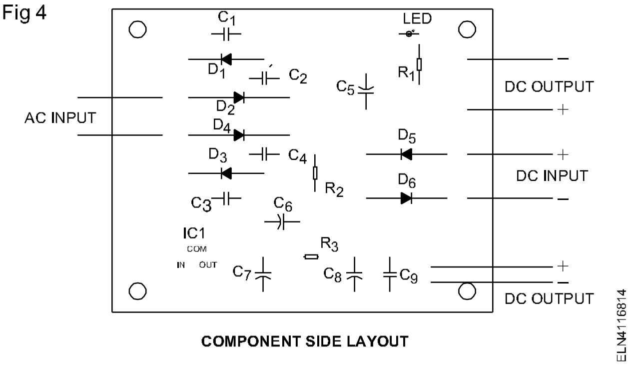
– सुनिश्चित करें कि सभी आवश्यक बिंदु ड्रिल किया जा चुका है क्योंकि एक बार पुर्जो को लगा दिया जाता है और पुनः ड्रिलिंग से कंपन्न के कारण लगाये गये पुर्जो को नुकसान होता है।

छिद्रों की ड्रिलिंग के बाद पीसीबी को साफ करें ताकि धूल ओर अवशिष्ट से मुक्त हो जाये। ले-आउट पैटर्न पर वार्निश लगाएँ ताकि कॉपर के पैटर्न को कोरोजन से बचाया जा सके।

अवयवों/पुर्जो का ले-आउट तैयार करना और चिह्नित करना (Preparing and marking component lay out)

पीसीबी के पुर्जे के स्थिति का चिन्हांकन करने के दो मुख्य लाभ हैं। (Fig 4)

Fig 4



पीसीबी के पुर्जे की तरफ पुर्जो के स्थिति का चिन्हांकन करने के दो मुख्य लाभ है,

– इससे पुर्जो को लगाने की गति बढ़ जाती है, जिससे कि पुर्जो को लगाने के लिए सही स्थान खोजने की जरूरत समाप्त हो जाती है।

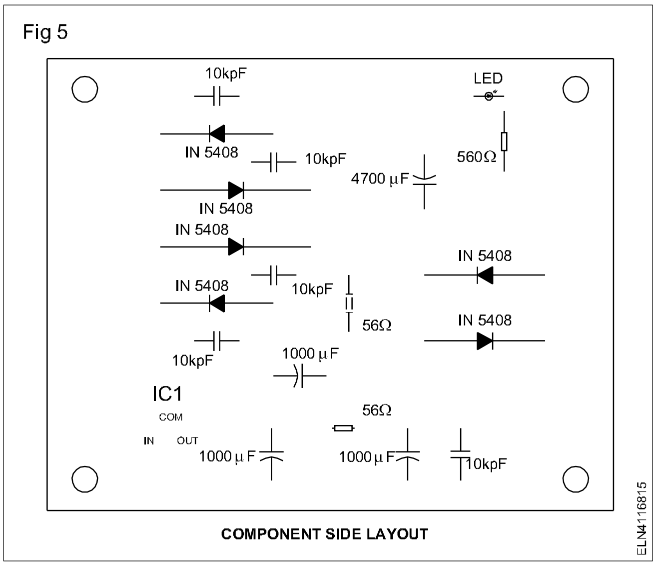
– बोर्ड पर लगाये जाने वाले पुर्जो के ध्रुवता (polarity) को चिह्नित किया जा सकता है, ताकि बोर्ड तैयार करते समय ध्रुवता दोष समाप्त किया जा सके।

पुर्जो का चिन्हांकन की मानक प्रक्रिया के लिए या तो पुर्जे का सिम्बाल उसके कोड नम्बर के साथ या केवल पेड के सरों पर कोड नंबर चिह्नित किया जाता है जैसे कि Fig 4 में प्रदर्शित है।

पुर्जो को इक्ट्ठा करने और PCB तैयार करते समय एक अलग पुर्जो अनुसार जानकारी के लिए तैयार करना चाहिए।

पुर्जे	कोड	विवरण
प्रतिरोध	R1 R2,R3	1K Ohms,1W, 5% 680 Ohms,1/4W,10%
केपेसिरटर	C1 C2 to C7	1000uF, 50V, axial 0.01uF, 100V, ceramic disc
डायोड	D1,D2, D3,D4	1N4007

कम संख्या में पुर्जे वाले परिपथ के लिए अलग से पुर्जो की सूची बनाने की जगह प्रिंटेड सर्किट बोर्ड पर सीधे पुर्जो का मान चिह्नित कर दिया जाता है, जैसा कि Fig 5 में दिखाया गया है।



मैनुअल रूप से तैयार करने के लिए पीसीबी के पुर्जों के ले-आउट को पेड के पीछे सोल्डर की स्थिति के ले-आउट को एक ग्राफ शीट पर खींचा जाता है और पुर्जों की स्थिति और ध्रुवता मानक संकेतों का उपयोग करके दर्शाया जाता है। पुर्जों को गिनकर पुर्जों की एक सूची तैयार की जाती है।

पुर्जों के तरफ ले-आउट को तब कार्बन शीट और पंसिल का उपयोग कर इंसुलेटर के पुर्जे की तरफ पीसी बोर्ड पर ट्रेस किया जाता है। ट्रेस किये गये भागों को बोर्ड पर परमानेंट मार्कर पेन या पेंट और पतले ब्रश का उपयोग करके पुनः खींचा जाता है या स्पर्श किया जाता है।

पावर इलेक्ट्रानिक उपकरण - UJT और FET (Power electronic devices - UJT and FET)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

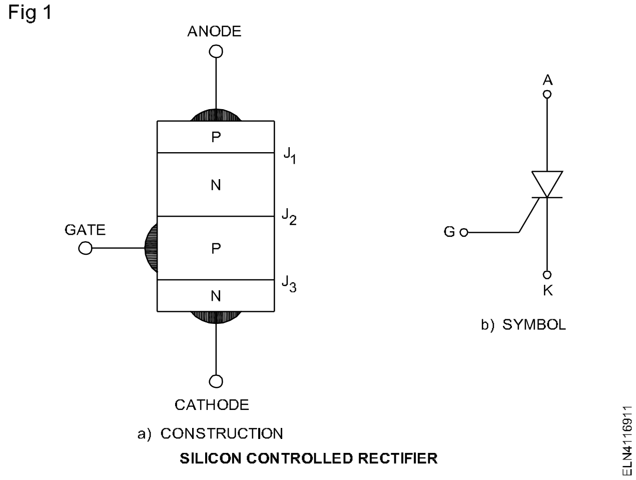
- **SCR की संरचना और कार्य अभिलाक्षणिकों तथा इसकी जाँच विधि स्पष्ट करना**
- **ट्रिगरिंग गेट सर्किट के लिए UJT का उपयोग बताना**
- **DIAC और TRIC की कार्य प्रणाली का वर्णन करना**
- **FET का सिद्धांत, कार्य, बायसिंग और अनुप्रयोग बताना**
- **JFET का सिद्धांत, बायसिंग और एम्प्लीफायर के रूप में उसको स्पष्ट करना।**

परिचय (Introduction)

थायस्टिर एक चार लेयर युक्ति है जो मोटरों एवं अन्य इलेक्ट्रिकल उपकरणों के अत्यधिक मान की धारा को इलेक्ट्रानिकली स्विच आन ‘ON’ एवं ऑफ ‘OFF’ कर सकता है। सिलिकान कंट्राल रेक्टीफायर (SCR) और ट्रायक थायरिस्टर के उदाहरण हैं। आधुनिक उद्योगों में लगभग सभी इलेक्ट्रानिक नियंत्रण उपयोग किए जाते हैं जो थायरिस्टर के साथ इलेक्ट्रानिक परिपथ होते हैं।

SCR की संरचना (Construction of SCR): एक विशिष्ट SCR का क्रास सेक्शनल एरिया और सिम्बल Fig 1 में दिखाया गया है। मूलरूप से SCR में P और N टाइप अर्द्धचालक मटेरियल की चार-परत गोली होती है। सिलिकॉन का उपयोग आंतरिक सेमी कंडक्टर के रूप में किया जाता है जिसमें उचित अशुद्धियों को जोड़ा जाता है।

Fig 1



SCR कार्य प्रणाली (Working of SCR): SCR एक चार परत वाला उपकरण है जिसमें तीन टर्मिनल होते हैं, एनोड, कैथोड और गेट। जब एनोड को कैथोड के सापेक्ष में पॉजीटिव रखा जाता है तो (Fig 1 के अनुसार), तब J_2 रिवर्स बायस में होता है और जिसमें केवल लीकेज करंट डिवाइस से प्रवाहित होती है।

SCR तक ऑफ-स्टेट (off-state) या अग्र अवरूद्ध कहलाता है। जब एनोड से कैथोड वोल्टेज बढ़ जाता तब रिवर्स बायस्ड जंक्शन J_2 उच्च वोल्टेज वृद्धि के कारण बीच का पर्त टूट जाता है। यह अवेलेन्च पर्त का टूटना कहलाता है। चूंकि अन्य जंक्शन J_1 और J_3 फॉरवर्ड बायस है। इसलिए सभी तीनों जंक्शन पर फ्री कैरियर यूवमेंट में होगा जिसके परिणाम स्वरूप एक बड़ा एनोड-टू-कैथोड फारवर्ड करंट I_F होगा तब वोल्टेज ड्रॉप V_F डिवाइस के सिरों पर चार परतों में ओमिक ड्राप कहलाता है और फिर उपकरण चालन स्थिति या ऑन-स्टेट में कहा जाता है।

ऑन स्टेट में करंट को एक्सटर्नल इम्पीडेंस द्वारा सीमित किया जाता हैब यदि एनोड व कैथोड के बीच वोल्टेज को घटा दिया जाता है, क्योंकि अवक्षय पर्त (depletion layer) और रिवर्स बायस जक्शन J_2 का अस्तित्व कैरियर (वाहकों) के मुक्त प्रवाह के कारण नहीं रह जाता है। अतः डिवाइस लगातार ऑन अवस्था में रहेगा। जब फारवर्ड करंट का मान होल्डिंग करंट I_h, से कम हो जाता है, तो जंक्शन J_2 के अवक्षय क्षेत्र में वाहकों की कमी के कारण अवक्षय पर्त विकसित होने लगता है और डिवाइस अवरूद्ध स्थिति में चला जाता है। इसी प्रकार जब SCR स्विच आन किया जाता है, तब परिणामी फारवर्ड करंट को लैचिंग करंट I_L से अधिक होना चाहिए।

यह आवश्यक है कि जंक्शन के सिरों पर वाहकों की मात्रा को बनाकर रखा जाये, नहीं तो जैसे ही एनोड-टू-कैथोड वोल्टेज कम होगा डिवाइस ब्लाकिंग स्टेट में वापस चला जायेगा। होल्डिंग करंट सामान्यतया कम होता है लेकिन लैचिंग करंट के बहुत नजदीक होता है। इसका परिणाम कुछ के लिए एम्पियर में होता है। जब कथौड को एनोड के सापेक्ष धनात्मक रखा जाता है जंक्शन J_1 और J_3 रिवर्स बायस में होते हैं और SCR में से होकर बहुत कम लीकेज धारा प्रवाहित होती है। यह डिवाइस का रिवर्स ब्लॉकिंग अवस्था है।

जब SCR रिवर्स बायस में होता है जब वह ठीक उसी प्रकार व्यवहार करता है जैसे सीरीज में जुड़े दो डायोड के सिरों पर रिवर्स बायस वोल्टेज लगाने पर करता है। SCR के दो आंतरिक क्षेत्र बाहरी पर्त की अपेक्षा हल्का डोपिंग किया हुआ होता है।

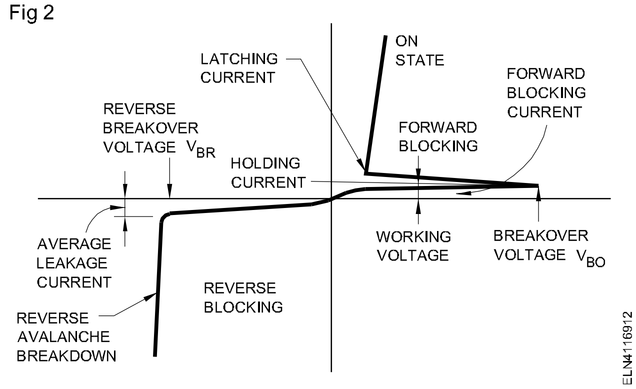
अतः फॉरवर्ड बायस की स्थिति में J_2 के डिप्लेशन लेयर (अवक्षय पर्त) की मोटाई J_1 और J_3 के रिवर्स बायस में अवक्षय पर्त की कुल मोटाई से अधिक होगा इसलिए फॉरवर्ड ब्रेक ओवर वोल्टेज V_{BO} रिवर्स ब्रेक ओवर वोल्टेज से सामान्यतया अधिक होगा।

SCR के दो स्थायी और उत्क्रमणीय प्रचालन स्थितियाँ है, ऑफ-स्टेट से ऑन-स्टेट में परिवर्तन को टर्न ऑन कहा जाता है, जो कि फॉरवर्ड वोल्टेज को V_{BO} को बढ़ाकर प्राप्त किया जाता है। इसके विपरित स्थिति टर्न ऑफ है जिसे फॉरवर्ड करंट का मान I_h से घटाकर बनाया जाता है। एक अधिक सुविधाजनक और उपयोगी विधि डिवाइस में गेट-ड्राइव लगाकर टर्न-ऑन करना है।

SCR के अभिलक्षण (Characteristics of SCR)

SCR का वोल्टेज करंट अभिलक्षण (SCR voltage current characteristic): Fig 2 एक SCR का वोल्टेज करंट अभिलाक्षणिक प्रदर्शित करता है। जिसका गेट संयोजित नहीं है (खुला)। जब एनोड-कैथोड सर्किट रिवर्स बायस में हैं तब बहुत अल्प करंट माइक्रो एम्पियर में SCR में प्रवाहित होता है। रिवर्स ब्लॉकिंग करंट कहलाता है। जब रिवर्स ब्रक ओवर वोल्टेज V_{BR}, पीक रिवर्स वोल्टेज के बराबर हो जाता है तब SCR रिवर्स एवेलेन्च ब्रेकडाउन के कारण चालन करने लगता है और करंट का मान तेजी से एम्पियर में बढ़ता है।

Fig 2



अधिकतर स्थितियों में इस मोड में SCR क्षतिग्रस्त हो जाता है। SCR का रिवर्स-बायस मोड में व्यवहार आभिलाक्षणिक वोल्टेज करंट VI द्वारा Fig 2 में प्रदर्शित है।

जब SCR फॉरवर्ड बायस में होता है तब अल्प फॉरवर्ड लीकेज करंट (जैसा कि Fig 2 में है) को फॉरवर्ड ब्लॉकिंग करंट कहते हैं। जो कि तब तक अल्प ही रहता है जब तक कि फॉरवर्ड ब्रेकडाउन वोल्टेज V_{BO} तक पहुँच जाता है। यह फॉरवर्ड एवेलेन्च क्षेत्र है।

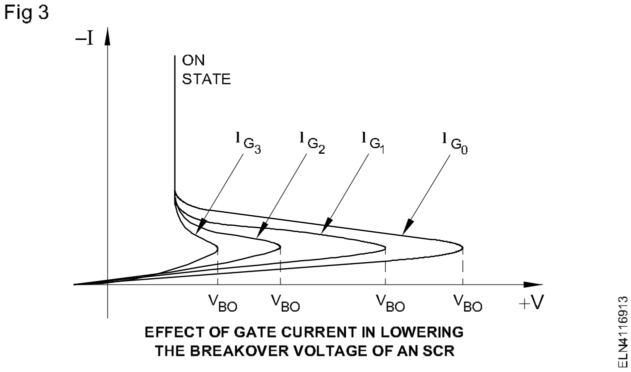
उस बिंदु पर करंट एकाएक उच्च चालन स्तर पर बढ़ता है। इस बिंदु पर SCR का एनोड-टू-कैथोड एजिस्टेंस बहुत अल्प होता है और SCR एक क्लोज स्विच की तरह कार्य करता है। SCR के सिरों पर वोल्टेज ड्रॉप लगभग 1.4V. होता है। अतः हम कह सकते हैं कि फॉरवर्ड-बायस मोड में आरोपित वोल्टेज B_{FO} से कम हो तब SCR ओपन स्विच की भांति व्यवहार करता है और जब आरोपित वोल्टेज का मान B_{FO} से अधिक हो तो क्लोज स्विच की भांति व्यवहार करता है। SCR में से प्रवाहित होने वाली धारा का मान बाहरी रजिस्टेंज के द्वारा सीमित किया जाता है।

होल्डिंग और लैचिंग करंट (Holding and latching currents): होल्डिंग करंट +I (फॉरवर्ड बायस करंट) का वह मान है जो SCR को ऑन अवस्था में बनाये रखने के लिए एनोड सर्किट के लिए आवश्यक है। लैचिंग करंट +I का वह मान है जो SCR को ऑफ अवस्था से ऑन अवस्था तक लाने के लिए एनोड सर्किट के लिए आवश्यक है। यह करंट विशिष्ट होता है जो होल्डिंग करंट से लगभग तीन गुना अधिक होता है। जब SCR को चालन में बदल दिया जाता है तब गेट वोल्टेज को एनोड करंट के लिए लंबे समय तक पर्याप्त मात्रा में होना चाहिए ताकि करंट लैचिंग के मान तक पहुँच सके।

SCR का ट्रिगरिंग (Triggering of SCR): SCR को चालन स्विच के रूप में फॉरवर्ड वोल्टेज को V_{BO} से बढ़ाकर या जब यह फॉरवर्ड बायस में हो तो गेट पर पॉजीटिव सिग्नल लगाकर प्राप्त किया जा सकता है। इन दो विधियों में दूसरी विधि गेट कंट्रोल विधि कहलाती है। जिसका उपयोग पॉवर कंट्रोल के लिए अधिक दक्षता एवं आसानी से किया जाता है।

गेट-करंट कंट्रोल (Gate-current control): SCR में गेट करंट लगाने पर ब्रेकओवर वोल्टेज घट जाता है जैसा कि Fig 3 में प्रदर्शित है। यहाँ I_{GO} के लिए गेट करंट शून्य है। यह अवस्था Fig 2 में प्रदर्शित अवस्था के समान ही है, लेकिन Fig 3 में गेट करंट वृद्धि के लिए अन्य उदाहरण हैं। ध्यान दें कि जैसे ही गेट करंट बढ़ता है ब्रेक ओवर वोल्टेज घट जाता है।

Fig 3



जब वहाँ पर पर्याप्त गेट करंट होता है तब प्रचालन वोल्टेज या SCR का फॉरवर्ड ब्लॉकिंग वोल्टेज से ब्रेकओवर वोल्टेज कम हो जाता है। इस प्रकार से SCR का उपयोग किया जाता है। गेट करंट निवेशित करने पर ब्रेक ओवर वोल्टेज से कम कर देता है जिससे SCR ऑन हो जाता है।

ध्यान दें कि Fig 3 में गेट करंट के सभी मानों के लिए ऑन अवस्था एक समान है। गेट करंट SCR को ट्रीगर करके ऑन करता है लेकिन जब SCR फॉरवर्ड करंट का चालन करता है उसका निर्धारण एनोड सर्किट के एम्पीडेंस द्वारा किया जाता है।

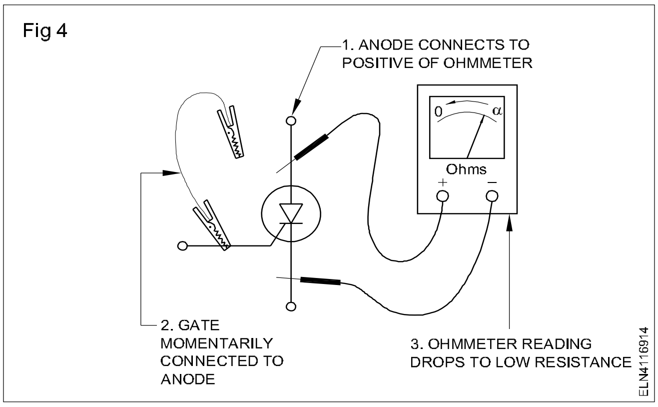
अनुप्रयोग (Applications): SCR के निम्नलिखित मुख्य अनुप्रयोग हैं:

- पॉवर कंट्रोल (Power control)
- अधिक वोल्टेज सुरक्षा (Over voltage protection)
- टाइम डिले सर्किट (Time delay circuit)
- सॉफ्ट स्टार्ट सर्किट (Soft start circuit)
- लॉजिक एण्ड डिजिटल सर्किट (Logic and digital circuits)
- पल्स सर्किट रिफरेन्स (Pulse circuits references)
- ए.सी. पॉवर कंट्रोल में फेज कंट्रोल (Phase control in AC power control)
- फुल-वेव कंट्रोल सर्किट (full-wave control circuit)
- मोटर के स्पीड कंट्रोल (Speed control of motors)
- रेगुलेटेड डीसी पॉवर सप्लाई (Regulated DC power supplies)
- डीसी मोटर कंट्रोल (DC motor control)

मल्टीमीटर से SCR की जाँच करना (Testing of SCR by multimeter)

SCR की जाँच मल्टीमीटर से निम्न पदों में की जा सकती है।

मल्टीमीटर को निम्न रेंज में सेट करें समायोजक नॉब के द्वारा शून्य और अनंत को समंजित करें। SCR को प्रदर्शित Fig 4 की तरह संयोजित करें। मल्टीमीटर कोई रीडिंग नहीं देगा। यहाँ तक कि टेस्टिंग प्रोड बदलने पर भी जंक्शन के कारण रीडिंग नहीं देगा। मल्टीमीटर अनंत प्रतिरोध दर्शाता है। Fig 4 की तरह SCR को जोड़ें जब गेट को एनोड प्रोड के साथ क्षण भर के लिए स्पर्श कराया जाता है तब मीटर 30 से 40 ओह्म के बीच निम्न प्रतिरोध मान देता है। जब गेट को हटा दिया जाता है तब भी मीटर 30 से 40 ओह्म के बीच का प्रतिरोध लगातार मीटर पर स्थिर रहता है।



इसका अर्थ हे कि SCR अच्छी कार्य स्थिति में हैं। यदि मीटर कोई रीडिंग नहीं देता है तो SCR दोषयुक्त है। जब गेट को अल्प फारवर्ड बायस दिया जाता है तब गेट SCR की स्विचिंग करता है और जंक्शन का रेजिस्टेस कम हो जाता है। एक बार जब SCR चालन करने लगता है, तब यदि गेट का फारवर्ड बायस हटा दिये जाने पर भी SCR का एनोड टू कैथोड मीटर में से होकर प्रवाहित होता है और मल्टीमीटर लगातार 30 से 40 ओह्म का प्रतिरोध का रीडीम देता है।

डायक और ट्रायक (The DIAC and TRIAC)

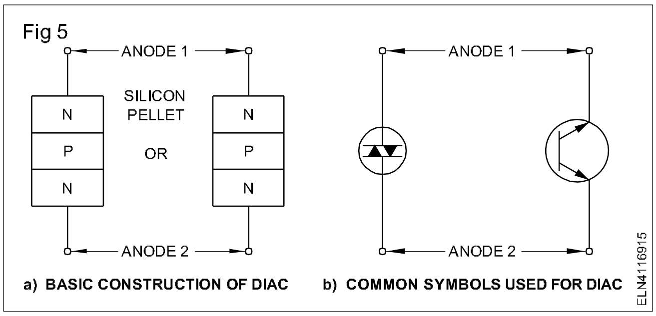
UJT की तरह, थाइरेस्टर द्वारा परिपथ तथा ट्रायक के लिए ट्रिगर युक्ति की तरह अत्याधिक उपयोग होने वाला डायक भी एक अर्ध चालक युक्ति है। इसके सबसे प्रारंभिक रूप में डायक, बिना द्वार टर्मिनल के एक, तीन परत की युक्ति होती है। जैसा कि Fig 1 में दर्शाया गया है।

जैसा कि Fig 5 में देखा जा सकता है, डायक में तीन परत, दोनों दिशाओं में धारा को संवहन करने के योग्य दो टर्मिनल अर्ध चालक युक्ति होती है।

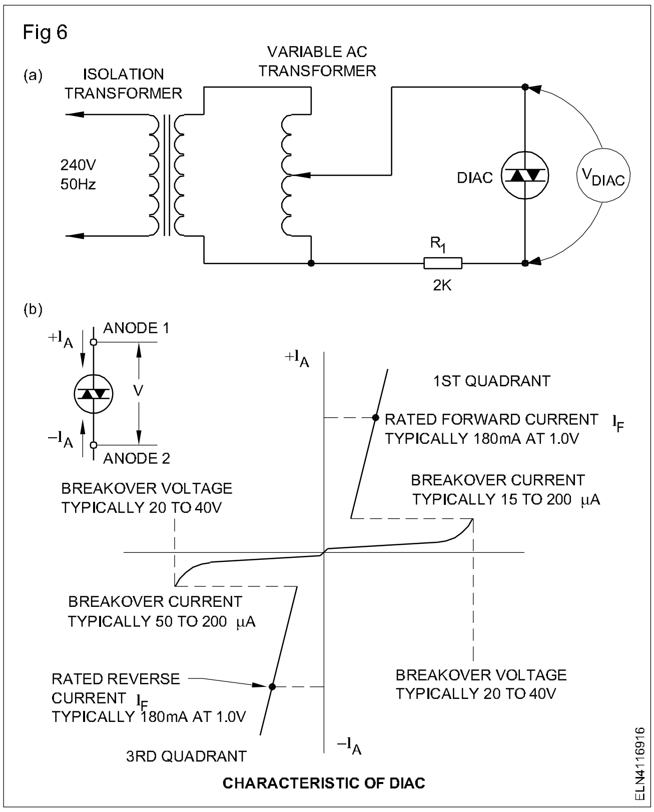
डायक, आधार कनेक्शन के बिना एक NPN या PNP द्वि ध्रुवीय ट्रॉंजिस्टर के अनुरूप होता है। द्वि ध्रुवीय ट्रॉंजिस्टर से भिन्न डायक की एक समान रचना होती है। इसका अर्थ है कि, दोनों संधियों पर N प्रकार तथा P का मादन (अपमिश्रण) (Doping) अनिवार्य रूप से समान होती है, जैसे कि Fig 5 में दर्शाया गया है। डायक या तो NPN या PNP संरचना की तरह बना हो सकता है।

Fig 6a में डायक के परीक्षण के लिए प्रयोगात्मक व्यवस्था (Stepup) दर्शायी गई है। परिपथ को मुख्य आपूर्ति से पृथक करने के लिए एक पृथककारी ट्रांसफार्मर उपयोग होता है। परीक्षण किये जाने वाले डायक को परिवर्ती वोल्टता देने के लिए एक परीवर्ती ट्रांसफार्मर उपयोग होता है। Fig 6b में विशिष्ट डायक का अभिलक्षण वक्र दर्शाया गया है।

Fig 6a में दर्शाये गये प्रयोगात्मक व्यवस्था (सेटअप) में, जब डायक के आरपार किसी भी ध्रुवता की कम वोल्टता को प्रयुक्त किया जाता है तो,



धारा प्रवाह बहुत कम होता है जैसे कि उसके अभिलक्षण में प्रथम तथा तृतीय चतुर्थांश में देखा जा सकता है। यदि प्रयुक्त वोल्टता को अपरिवर्तीत रूप से बढ़ाया जाय तो, धारा कम मान पर रहेगी। जब तब कि प्रयुक्त वोल्टता, Fig 6b में दर्शाये गये अनुसार डायक के विभंग वोल्टता कहलाये जाने वाले मान तक न पहुँच जाए। एक बार इस बिंदु तक पहुँचने पर डायक धारा तीव्रता से बढ़ती है, तथा डायक वोल्टता कम मान तक कम होती है। इस बिंदु पर डायक, ऋणात्मक प्रतिरोध अभिलक्षण प्रदर्शित करता है। (धारा संवहन में वृद्धि होती है जबकि युक्ति के आरपार वोल्टता में कमी होती है)।



डायक अब लगातार धारा संवहन करेगा जब तक कि धारा, दो डायोडों को समान तरह से कार्य करता है जो विपरीत समांतर मे जुड़े है, तथा इसलिए यह दोनों अर्ध चक्र के समय AC वोल्टता को दिष्टकारित करने के योग्य होती है। डायक के लिए उपयोग हुए चिन्ह को Fig 5b में दर्शाया गया है। डायोग के अभिलक्षण को ज्ञात करने की विधि, अभ्यास 840 में दी गई है।

डायक का अनुप्रयोग (Application of DIAC): डायक को निर्दिष्ट वोल्टता तल पर SCR या ट्रायक को ट्रिगर करने के लिए उपयोग किया जा सकता है।

डायक का परीक्षण (DIAC testing): डायक के पश्च से पश्च योजित दो डायोड के समान होता है, तथा किसी भी दिशा में विभंग होता है। एक बार प्रयुक्त वोल्टता, डायोड के विभंग वोल्टता तक पहँचने पर एवं प्रवाहित धारा के डायोड की विभंग वोल्टता पर पहँचती है, किसी भी दिशा में विभंग हो जाती है। ओह्म मापी के उपयोग से डायक का परीक्षण करते समय, उसे किसी भी दिशा में जाँच करते समय उच्च प्रतिरोध (अनन्त प्रतिरोध) दर्शाना चाहिए। शीघ्र परीक्षण केवल यह पुष्टि करता है कि डायक लघुपथित नहीं है। फिर भी, परिपथ में डायक का उपयोग करने से पूर्व यह शीघ्र परीक्षण करना उचित है।

ट्रायक (TRIAC): ट्रायक, किसी भी दिशा में AC को नियंत्रण करने के लिए एक, तीन टर्मिनल द्वार की अर्धचालक युक्ति हैं। शब्द ट्रायक का अर्थ ट्रायोड AC अर्ध-चालक है। ट्रायक, विपरीत समातंर में योजित दो SCR के बहुत समरूप होता है। ट्रायक एक दिशा में या उचित ध्रुवता के द्वार स्पंद से दूसरी दिशा में ट्रिगर ऑन होने से दोनों दिशाओं में अधिक धारा को संचालन करने के योग्य होता है।

UJT और उसका ट्रिगरिंग सर्किटिंग में अनुप्रयोग (UJT and its applications of triggering circuits)

UJT को वोल्टता या धारा संवेदी अनुप्रयोग तथा इलेक्ट्रानिक स्विचन को सम्मिलित करते हुए अनेक परिपथों में उपयोग किया जाता है। इनमें निम्नलिखित सम्मिलित होते है

- थाइरेस्टर के लिए ट्रिगर
- दोलित्र की तरह
- स्पंदी तथा आरादन्त जनित्र की तरह
- काल समंजक परिपथ
- नियामक शक्ति आपूर्ति
- द्वि स्थितिक परिपथ आदि

अब हम Fig 7 दर्शाये गये अनुसार विश्रांति दोलित्र के सापेक्ष R_1 तथा संधारित्र के आरपार उत्पन्न तरंगरूप का विश्लेषण करेंगे।

UJT अभिलक्षण ऋणात्मक- प्रतिरोध के भाग, विश्रांति दोलिन को उत्पन्न करने के लिए Fig 7 में दर्शाये गये परिपथ मे उपयोग होता है।

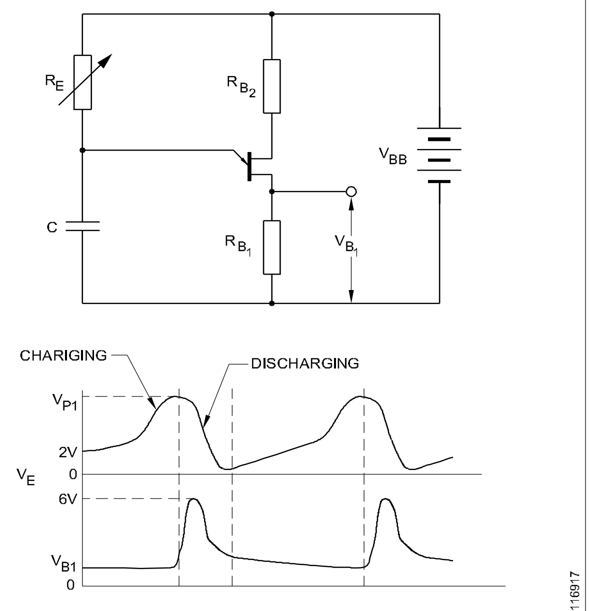
संधारित्र के आरपार उत्पन्न तरंग रूप का Fig 7 में V_E के जैसे दर्शाया गया है, जबकि R_{B1} प्रतिरोधक के आरपार उत्पन्न तरंग रूप को स्पंद V_{B1} की तरह दर्शाया गया है।

दोलन की आवृत्ति $f = \frac{1}{R_E C}$ है,

जहाँ R_E परिवर्तीय प्रतिरोध का मान ओह्म में है तथा C, संधारित्र का मान फैरड में है।

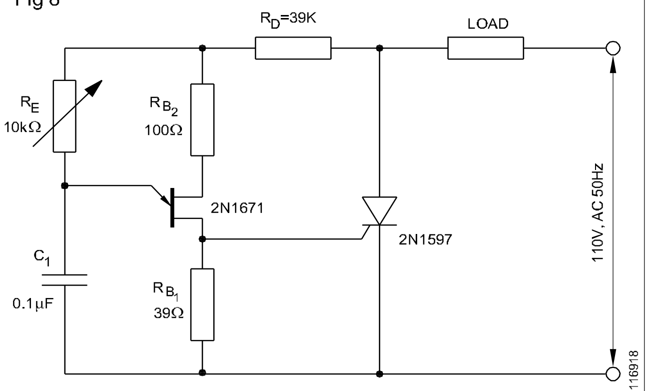
R_E के मान को परिवर्तन करने से, दोलित्र की आवृत्ति को बदला जा सकता है, फिर भी, DC आपूर्ति वोल्टता का उपयोग करने वाले ऐसे दोलित्र को, SCR को ट्रिगरन करने के लिए उपयोग किया जा सकता है। प्रत्यावर्ती धारा के चक्र के साथ स्पंद को तुल्यकाल करने में दोष हो सकता है। Fig 8 में, एक SCR के लिए स्थिर ट्रिगरिंग परिपथ दर्शाया गया है। जिसमें प्रहार कोण को 0° से 180° तक परिवर्तित किया जा सकता है।

Fig 7



UJT AS RELAXATION OSCILLATOR

Fig 8



UJT RELAXATION OSCILLATOR USED FOR TRIGGERING THE SCR

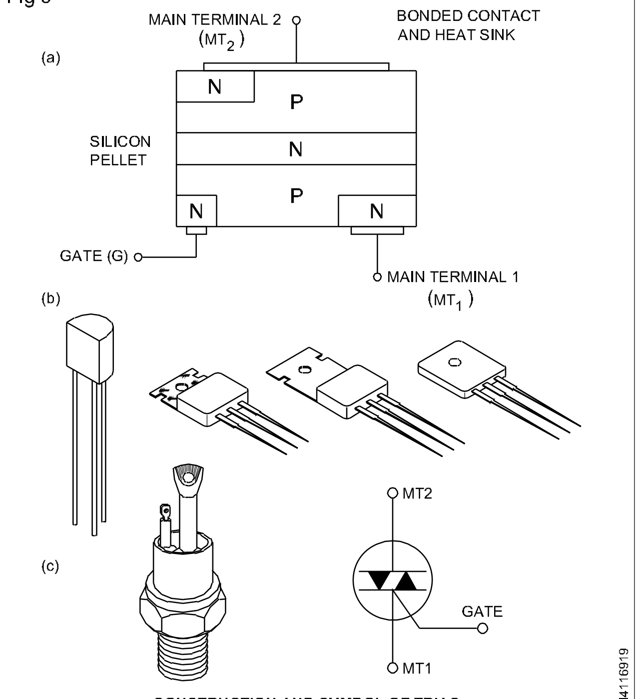
UJT की कम निर्गत प्रतिबाधा (39 ओह्म), SCR को चलाने के लिए आदर्श होती है, जिसमें द्वार से कैथोड़ तक आपेक्षाकृत कम निवेशी प्रतिबाधा होती है।

प्रतिरोधक R_D को UJT के आरपार शिखर वोल्टता को उसके विनिर्देश के अंदर सीमित करने के लिए वोल्टतापाती (Dropping) प्रतिरोधक की तरह उपयोग किया जाता है।

परिवर्तीय प्रतिरोधक R_E को परिवर्तन करने से, दोलित्र की आवृत्ति को बदला जा सकता हैं, जिससे उसके द्वारा ट्रिगर स्पंद की आवृत्ति को परिवर्तित किया जा सकता है जो, SCR को ट्रिगरन करने के लिए उपयोग किया जाता है। SCR को स्विचन करने में विलंब के लिए उपयोग हुए समय को, कुंजी ऑन के समय से स्टॉप वाच के द्वारा मापा जा सकता है।

ट्रायक की मूल रचना, उसका चिन्ह तथा विशिष्ट ट्रायक को Fig 9a, 9b तथा 9c में दर्शाया गया है। Fig 9 में यह देखा जा सकता है कि, ट्रायक के इलेक्ट्रोडों को निम्नानुसार अंकित किया गया है।

Fig 9



CONSTRUCTION AND SYMBOL OF TRIAC

- मुख्य टर्मिनल-1 (MT_1)
- मुख्य टर्मिनल-2 (MT_2) तथा
- द्वार (G)

टर्मिनलों को ऐसा इसलिए अंकित किया गया है क्योंकि, यह युक्ति दोनों दिशाओं में प्रचालित होती है तथा इसीलिए शब्द एनोड तथा कैथोड़ लागू नहीं होते है।

ट्रायक ट्रिगरिंग (TRIAC Triggering): ट्रायक को निम्नानुसार ट्रिगर किया/ ऑन किया जा सकता है।

1 द्वार धारा देकर

2 अवधान (ऐवलांशी) विभंग वोल्टता V_{BO} से अधिक वोल्टता देकर

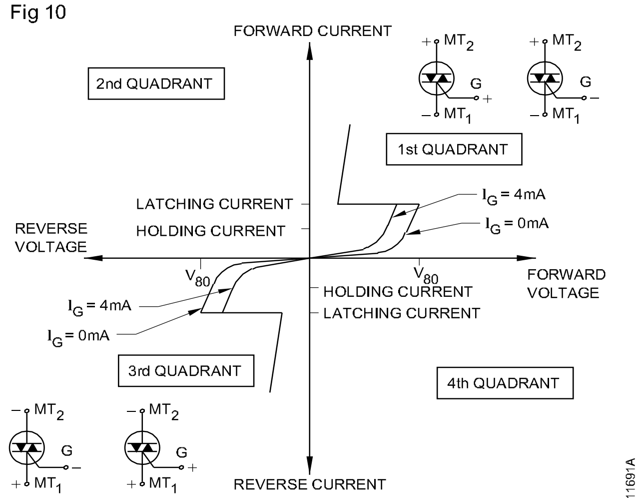
3 MT_1-MT_2 प्रयुक्त वोल्टता को, अधिकतम dv/dt मान से अधिकता की दर पर वृद्धि होने दिया जावें।

विधि 2 तथा 3 को सामान्य ट्रायक प्रचालन में उपयोग नहीं किया जाता है, लेकिन उन्हे परिपथ डिजाइन में सीमित घटक के जैसे विचार किया जा सकता है। इसलिए सभी आगे की व्याख्या में ट्रायक को द्वार के मार्ग से ट्रिगर करने को प्रतिबंधित किया गया है। क्योंकि ट्रायक एक द्वि दिशी युक्ति है, इसलिए उसे ऋणात्मक या धनात्मक द्वार संकेत से संवहन में ट्रिगर किया जा सक्ता है। ट्रायक विभव को, मुख्य टर्मिनल - 1(MT_2) के सापेक्ष भी विचार किया जा सकता है। यह निम्नलिखित संभव प्रचालन की स्थितियाँ या मोड़ (Modes) देता है।

- MT_1 के सापेक्ष MT_2 धनात्मक - द्वार संकेत धनात्मक (प्रथम चतुर्थांश +)
- MT_1 के सापेक्ष MT_2 धनात्मक - द्वार संकेत ऋणात्मक (प्रथम चतुर्थांश -)
- MT_1 के सापेक्ष MT_2 ऋणात्मक - द्वार संकेत धनात्मक (तृतीय चतुर्थांश +)
- MT_1 के सापेक्ष MT_2 ऋणात्मक - द्वार संकेत ऋणात्मक (तृतीय चतुर्थांश -)

दुर्भाग्य से, ट्रायक उपरोक्त बताये गये सभी पद्धतियों में समान रूप से संवेदी नही होता है। यह तृतीय चतुर्थांश पद्धति में न्यूनतम संवेदी होता है। (MT_1 के सापेक्ष MT_2 ऋणात्मक तथा धनात्मक द्वार संकेत से ट्रिगर किया हुआ) इसलिये यह पद्धति अभ्यास में बहुत कम उपयोग होती है। जब ट्रायक ऑन हो तो, MT_1 तथा MT_2 के बीच धारा प्रवाह को मुख्य (Principal) धारा कहते है। ट्रायक, तब तक ऑन रहेगा जब तक कि उसमें धारा प्रवाह, Fig 10 में ट्रायक के स्थैतिक अभिलक्षण में दर्शाये गये अनुसार, धारक धारा से अधिक होगी।

Fig 10



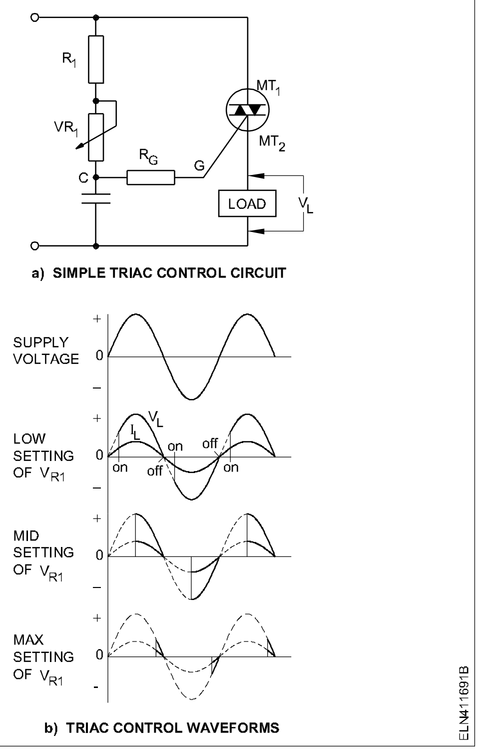
CHARACTERISTIC OF TRIAC

ट्रायक स्थैतिक अभिलक्षण से, जब MT_2, MT_1 के सापेक्ष धनात्मक होगी तो, ट्रायक (Fig 6), उसके स्थैतिक अभिलक्षण के प्रथम चतुर्थांश में प्रचालित होगा, यदि वह ट्रिगर नहीं होता है तो, वोल्टता में वृद्धि के साथ अल्प अग्र धारा धीरे-धीरे बढ़ेगी, जब तब कि विभंग वोल्टता V_{BO} न प्राप्त हो जायें, तथा फिर धारा में तीव्रता से वृद्धि होगी। उचित द्वार धारा के अन्तः क्षेपण से अल्प अग्रधारा पर सामान्यतः ऑन करके युक्ति को चालू किया जा सकता है तथा द्वार धारा को शून्य से 4mA तक वृद्धि के प्रभाव को अभिलक्षण वक्र मे दर्शाया गया है। द्वार धारा को तब तक बनाये रखे (maintained) जाना चाहिए, जब तक कि मुख्य धारा कम से कम सिटकनी धारा (latching) के बराबर न हो जायें। जब MT_2 के सापेक्ष टर्मिनल MT_1 धनात्मक हो तो, ट्रायक तृतीय चतुर्थांश में प्रचालित होता है तथा धारा विपरीत दिशा में प्रवाह होती है।

ट्रायक के उपयोग से पूर्ण तरंग नियत्रंण (Full wave control using a TRIAC): Fig 11a में AC परिपथ में धारा के प्रवाह को नियंत्रण करने के लिए उपयोग हुए ट्रायक को दर्शाया गया है। POT V_{R1} की विभिन्न सेटिंग के साथ तरंग रूप को Fig 11b में दर्शाया गया है।

> **नोटः ट्रायक में आगे और पीछे शब्द कोई माईने नहीं रखते हैं क्योंकि यह द्वि दिशीय है।**

Fig 11



TRIAC का त्विरित परीक्षण (Quick testing TRIAC): ट्रायक पर ओह्म मापी के उपयोग से शीघ्र परीक्षण किया जा सकता है। यदि लिया गया पाचांक नीचे सारणी में दर्शाये गये अनुसार तुल्यनीय हो तो, ट्रायक को संतोषजनक माना जा सकता है तथा परिपथ में उपयोग किया जा सकता है।

मीटर की ध्रुवता +	प्रतिरोध
MT_2	MT_1 > 1M
MT_1	MT_2 > 1M
MT_2	G > 1M
G	MT_2 > 1M
MT_1	G > 300Ω
G	MT_1 > 300Ω

फील्ड-इफेक्ट ट्रांजिस्टर (FET) (Field-effect transistor (FET))

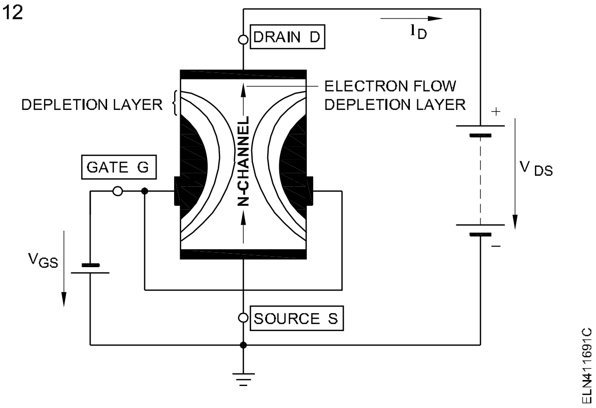
फील्ड इफेक्ट ट्रांजिस्टर सेमीकण्डक्टर पदार्थों से बना तीन टर्मिनल युक्ति है। जिसमें धारा का प्रवाह केवल एक प्रकार के कैरियर (होल्स या इलेक्ट्रान) के द्वारा ही होता है ।

बाई-पोलर ट्रांजिस्टर एक धारा द्वारा नियंत्रित युक्ति है (Bi-Polar transistor is a current controlled device) : साधारण शब्दों में इसका मतलब मुख्य धारा, बाइपोलर ट्रांजिस्टर की (कलेक्टर धारा) को बेस धारा के द्वारा कन्ट्रोल करते हैं ।

फील्ड-इफेक्ट ट्रांजिस्टर एक वोल्टेज द्वारा नियंत्रित युक्ति है (Field effect transistor is a voltage controlled device) : इसका मतलब यह है कि गेट पर वोल्टेज को मुख्य धारा के द्वारा कन्ट्रोल करते हैं । (एक बाई-पोलर ट्रांजिस्टर के आधार के समान)

उपरोक्त विवरण के अतिरिक्त बाई-पोलर ट्रान्जिस्टर (NPN और PNP), में मुख्य करन्ट हमेशा N-डोप्ड और P- डोप्ड सेमिकन्डटर पदार्थों से प्रवाहित होता है। जबकि फिल्ड एफेक्ट ट्रान्जिस्टर में मुख्य करन्ट यातो केवल N-डोप्ड सेमिकन्डर से प्रवाहित होता है जैसा कि Fig 12 में दर्शाया गया है।

Fig 12



यदि मुख्य करन्ट केवल N-डोप्ड पदार्थ से प्रवाहित होता है तो FET को N-चैनल अथवा N-प्रकार FET के रूप में संदर्भित किया जाता है। N-प्रकार के FET में N-डोप्ड पदार्थ केवल इलेक्ट्रोन्स हैं।

यदि मुख्य करन्ट केवल N-डोप्ड पदार्थ से प्रवाहित होता है तो FET को N-चैनल अथवा N-प्रकार FET के रूप में संदर्भित किया जाता है। P-डोप्ड पदार्थ में से करन्ट P-प्रकार के FET में केवल होल्स हैं।

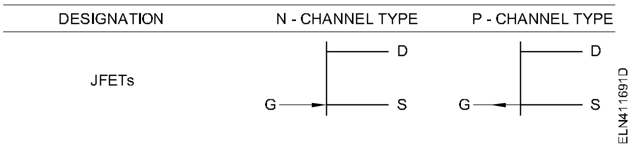
प्रमुख करन्ट इलेक्ट्रोन्स और छिद्रों से प्रवाहित होता है न कि बाइपोलार ट्रानिस्टरों के तरह । इसके विपरीत प्रकार (P अथवा N प्रकार) के आधार पर FET में इलेक्ट्रोन्स अथवा छिद्रों FETs को यूनिपोलार ट्रान्सिस्टर्स अथवा यूनिपोलार उपकरण को कहा जाता है।

अनेक प्रकार के FET होता हैं। इस पाठ में एक आधारभूत प्रकार जिसको जन्कशन फिल्ड एफेक्ट ट्रान्जिस्टर (JFET) कहते हैं उस पर चर्चा की गई है।

जंक्शन फील्ड इफेक्ट ट्रांजिस्टर (JFET) (Junction Field effect transistor (JFET))

यह एक तीन टर्मिनल्स युक्ति है और बाई-पोलर ट्रांजिस्टर के समान दिखाता है । N - चैनल तथा P - चैनल प्रकार के FET Fig - 13 में दिखाये गये हैं ।

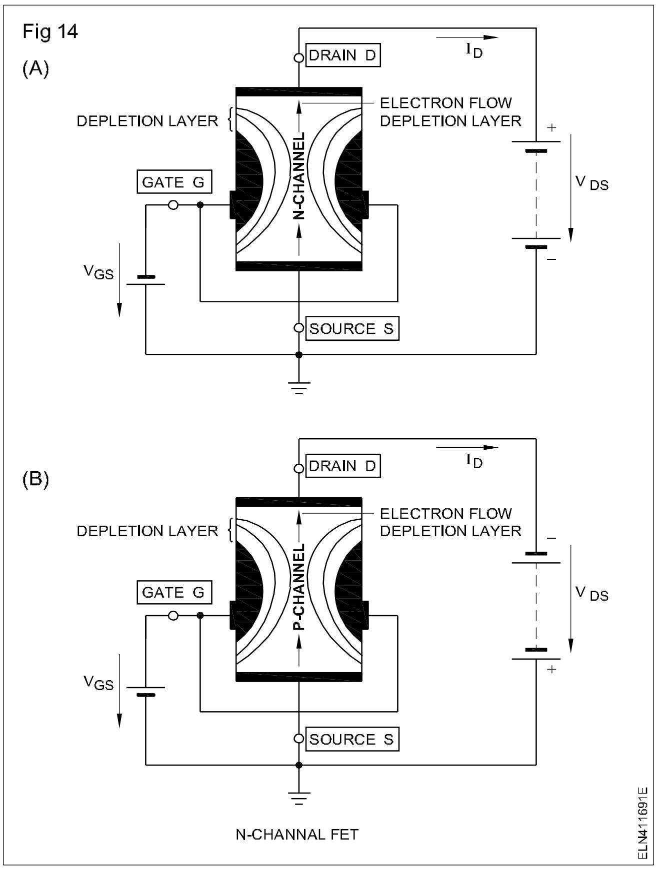
Fig 13



N - चैनल FET का Fig 14 में दिखाया गया है ।

FET के कुछ नोटिफिकेशन नीचे दिये गये हैं ।

1 **सोर्स टर्मिनल (Source terminal) :** वह टर्मिनल जिसके द्वारा मेज्योरिटी (Majority Carriors) कैरियर्स N - चैनल और होल्स (Holes) P - चैनल बार में प्रवेश करते हैं । सोर्स टर्मिनल (Source Terminal) कहलाते हैं ।



2 **ड्रेन टर्मिनल (Drain terminal) :** वह टर्मिनल जिसके द्वारा मैजोरिटी (majority) कैरीयर (carrier) बाहर निकलते हैं उसे ड्रेन टर्मिनल कहते हैं ।

3 **गेट टर्मिनल (Gate Terminal) :** N - प्रकार बार के दोनों ओर उच्चतम दर्जे की डोपिंग (dopping) से P - प्रकार क्षेत्र बनाया जाता है जिसे गेट (Gate) कहते हैं अक्सर दोनों तरफ के गेट को आपस में जोड़कर एक गेट रखा जाता है ।

4 **चैनल (Channel) :** स्त्रोत (Source) तथा ड्रेन (drain) के बीच के क्षेत्र अर्थात दोनों गेट के बीच के क्षेत्र को चैनल (channel) कहते हैं। इसका कार्य मैजोरिटी कैरियर (majority carrier) को पथ प्रदान करता है ।

FET की कार्यप्रणाली (Working of FET)

FETs में बाइपोलर ट्रान्जिस्टर के समान संयोजन के कार्यकारी बिंदु और स्टबलाइजेशन की आवश्यकता होती है।

FET का कार्य (Working of FET)

बाईपोलर ट्रांजिस्टर की तरह ही, FET के लिए जरूरी स्थापन तथा प्वाइंट के एडजस्टमेन्ट का कार्य करता है ।

JFET की बायसिंग (Biasing a JFET)

- गेट हमेशा रिवर्स बायस्ड होते हैं । गेट धारा जीरो होगी ।
- सोर्स टर्मिनल को हमेशा सप्लाई के आखिरी में जोड़ते हैं जोकि जरूरी या आवश्यक चार्ज कैरीयर उत्पन्न कराते हैं । N - चैनल JFET सोर्स टर्मिनल S से नकारात्मक DC पावर सप्लाई से जोड़ते हैं तथा JFET से धनात्मक DC पावर सप्लाई से ड्रेन टर्मिनल को जोड़ते हैं ।

जहाँ P - चैनल JFET, सोर्स पावर सप्लाई के धनात्मक टर्मिनल से जुड़ा है तथा ड्रेन पावर सप्लाई के नकारात्मक टर्मिनल से जुड़ा है । ड्रेन P - चैनल के द्वारा होल्स जहाँ होल्स चार्ज कैरियर्स हैं ।

माना अब - चैनल में वोल्टेज द्वारा ड्रेन धनात्मक सोर्स की तुलना में दिखाया गया है । जब गेट से सोर्स वोल्टेज जीरो है, वहाँ कंट्रोल वोल्टेज नहीं होता है तथा अधिकतम इलेक्ट्रान धारा सोर्स से चैनल - ड्रेन की ओर बहती है । यह इलेक्ट्रान धारा सोर्स से ड्रेन की ओर ड्रेन धारा I_D होती है ।

जब गेट रिवर्स बायस्ड होता है तब नकारात्मक वोल्टेज V_{GS} जैसा कि Fig 4b में दिखाया गया है ।

यदि V_{GS} नकारात्मक है तो चैनल की चौड़ाई कम होगी तब ड्रेन धारा कम हो जायेगी । जब नकारात्मक गेट वोल्टेज अधिक होता है तब दो डिप्लीजन लेयर मिलकर तथा Fig 4C में बहनेवाली ड्रेन धारा को कट-ऑफ करके चैनल को ब्लॉक करती है ।

यह वोल्टेज पिंच ऑफ वोल्टेज V_P होता है ।

गेट तथा सोर्स के बीच बायस्ड वोल्टेज रिवर्स बढ़ता है तो ड्रेन धारा, अधिकतम धारा तथा जीरो धारा (-V_{GS} = पिन्च ऑफ वोल्टेज) के बीच बढ़ती है इसलिए JFET एक वोल्टेज कंट्रोल डिवाइस है ।

अतः गेट और सोर्स के बीच रिवर्स बायस वोल्टेज (-V_{GS}), बदलकर ड्रेन करंट का मान अधिकतम करंट (-V_{GS}=0 पर) और शून्य करंट (V_{GS}= पिंच आफ वोल्टेज पर) के बीच बदला जा सकता है। अतः JFET वोल्टेज कंट्रोल्स डिवाइस के रूप में संदर्भित किया जाता है।

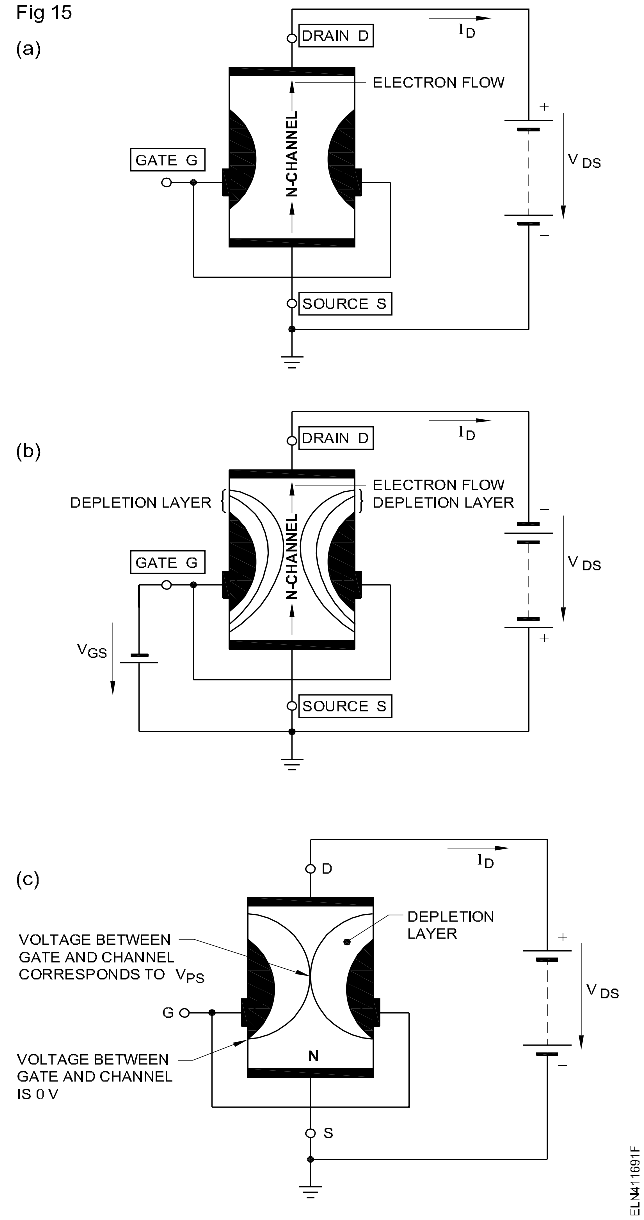
P चैनल JFET का प्रचालन उपरोक्त वर्णित के समान ही होता है। केवल बायस वोल्टेज विपरीत होते हैं तथा चैनल के मुख्य वाहक होल्स होते हैं।

टिपिकल JFET के जरूरी विनिर्देशन (Important specifications of typical JFETs)

	BF 245B	BFW10
युक्ति की ध्रुवता (-प्रकार/-प्रकार)	Nj	Nj
अधिकतम ड्रेन-सोर्सवोल्टेज, V_{DS}	30 V	30 V
अधिकतम गेट-सोर्स वोल्टेज, V_{GS}	30 V	30 V
अधिकतम ड्रेन धारा, I_D	25 mA	20 mA
अधिकतम फारवर्ड गेट धारा I_G	10 mA	10 mA
पिन्च ऑफ वोल्टेज (I_D = 0), V_P		8 V
अधिकतम पावर डिसिपेशन P_{max}	300 mW	300 mW
पैकेज प्रकार	TO92	TO72
पिन डायग्राम (6605 डाटा मैनुअल)	fig W141e	fig W158b

Nj विनिर्देशन यह दर्शाता है कि N प्रकार का JFET है ।

Fig 15



FET की आवश्यकता भी सही बायरिंग (biasing) व्यवस्था के कार्य के लिए होती है । जैसे ट्रान्जिस्टरों, FET विभिन्न प्रकार के कान्फीगरेशन (समाकृति) से जुड़ा है । Fig 16 में FET कान्फीगरेशन के सामान्य तुलना और विवरण दिया है ।

FET के लाभ (Advantages of FET)

1 ये वोल्टेज कन्ट्रोल एम्प्लीफायर होते हैं इनका इनपुट इम्पीडेन्स अधिक होता है ।

2 इनके आउटपुट में कम शोर होता है । यह उपयोगी प्रीएम्प्लीफायर बनाता है जहाँ शोर बहुत कम होना चाहिए क्योंकि दिये गये स्टेजों में लाभ अधिक होता है ।

3 इनमें अच्छी लीनियरिटी (रेखीय) होती है ।

4 इनमें इंटरइलेक्ट्रोड क्षमता कम होती है ।

JFET के अनुप्रयोग (Typical application of JFET)

JFET की एक बहुत जरूरी अभिलक्षणिक (Characteristic) है । इसका इनपुट इम्पीडेन्स बहुत अधिक 10^9 ओम के आर्डर में होता है । यह FET की अभिलक्षणिक है, इसकी इनपुट स्टेज पर अधिकतम (majority) इलेक्ट्रानिक परिपथ बहुत पापुलर है ।

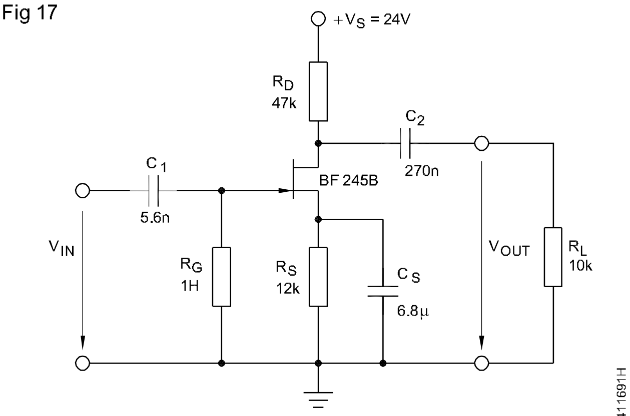
FET के डिस्क्रीट पुर्जों (discrete component) का मुख्य उपयोग,

- DC वोल्टेज एम्प्लीफायर
- AC वोल्टेज एम्प्लीफायर (इनपुट स्टेज एम्प्लीफायर HF और LF रेजों में)
- कान्सटैन्ट धारा स्त्रोत (Constant current source)
- एनालॉग और डिजिटल टेक्नोलॉजी दोनों इंटीग्रेटेड परिपथों में

FET AC वोल्टेज एम्प्लीफायर (FET AC voltage amplifier)

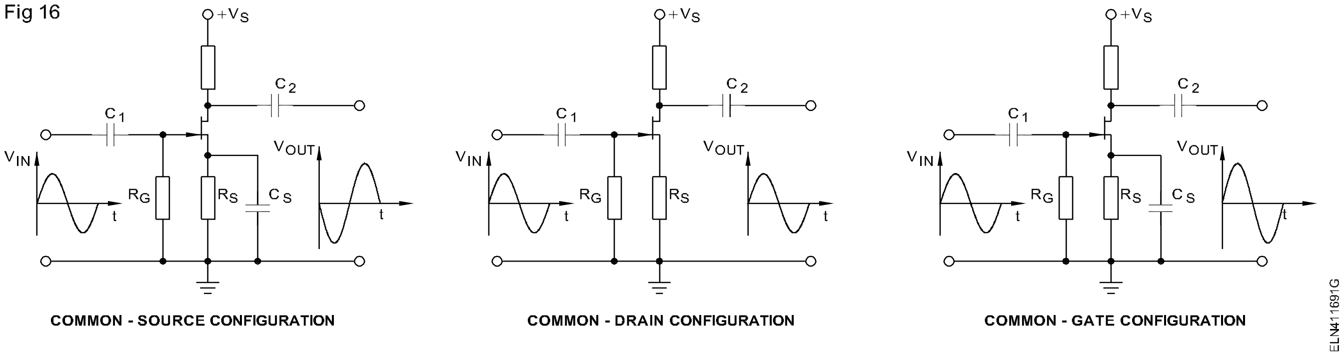
Fig 17 के परिपथ में, डिजाइन के द्वारा निर्धारित एम्प्लीफिकेशन है । इसको वैरिएबल बनाने के लिए ड्रेन प्रतिरोध और स्त्रोत प्रतिरोध की लिमिट को कम ज्यादा करके कर सकते हैं । इस कार्य के लिए को Pots श्रेणी क्रम में जोड़ सकते हैं ।

Fig 17



CIRCUIT DIAGRAM OF THE CALCULATED A.C VOLTAGE AMPLIFIER

Fig 16



पावर आपूर्ति - समस्या समाधान (Power supplies-troubleshooting)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **समस्या-समाधान से जुड़े प्रारंभिक गतिविधियों की सूची तैयार करना**
- **समस्या-समाधान से जुड़े तीन सामान्य चरणों को सूचीबद्ध करना**
- **समस्या-समाधान के दो मुख्य लोकप्रिय विधियों को सूचीबध्द करना और वर्णन करना**
- **पावर सप्लाई में संभावित खराबियों की सुची तैयार करना**
- **समस्या-समस्या वृक्ष और सेवा प्रवाह आरेख का अर्थ एवं उपयोग बताना।**

परिचय (Introduction)

किसी उपकरण या सर्किट में समाधान से जुड़ी गतिविधियाँ निम्न हैं:

- समस्या के उचित प्रकार की पहचान करना।
- समस्या के कारण के भाग की पहचान करना।
- पृथक करना और सही कारण तक पहुँचना।
- आवश्यक जाँच के द्वारा कारण को सुनिश्चित करना।
- समस्या पैदा करने वाले भाग को परिवर्तित करना।
- पुनः जाँच कर संतोषजनक कार्य सुनिश्चित करना।

समाधान से जुड़े सामान्य पद निम्नलिखित हैः

i भौतिक और संवेदी जाँच (Physical and sensory tests)

- सबसे सामान्य भौतिक दोषों की तलाश करना जैसे टूटे हुए तार फटा हुआ सर्किट बोर्ड, शुष्क सोल्डर और जले हुए पुर्जे आदि।
- गर्म या जले हुए पुर्जे की गंध के लिए।
- अवांछित रूप से गर्म पुर्जो को ऊँगली से स्पर्श कर पहचान करना।

ii लक्षण निदान (Symptom diagnosis)

ब्लॉक आरेख की सहायता से मरम्मत किये जाने वाले उपकरण के प्रचालन को समझना और इसके इनपुट और आउटपुट विवरण को जानना।

खराब सिस्टम के द्वारा उत्पन्न लक्षणों का प्रेक्षण करना और आकलन करना कि किस भाग या कार्यप्रणाली द्वारा लक्षण उत्पन्न हुआ होगा।

iii खराब पुर्जो को जाँचना और बदलना (Testing and replacing defective components)

जब संभावित खराब भाग का निदान किया जाता है तब सर्किट के उस भाग के उस पुर्जे की जाँच की जाती है जो कि दिये गये क्रम कें खराब हो जा सकता है। पुर्जो को नीचे दिए गए क्रम में जाँच किया जाना चाहिए क्योंकि यह वह क्रम है जिसमें ज्यादातर मामलों में आते हैं।

- **सक्रिय उच्च शक्ति पुर्जे (Active high power components):** उदाहरण के लिए पुर्जे जैसे कि ट्रांजिस्टर, आईसी एवं डायोड हाई पावर डिवाइस भौतिक रूप से आकार में बड़े होते हैं और हाईपावर सहन करने के लिए प्रायः आउटपुट सर्किट में बनाया जाता है।
- **सक्रिय निम्न पॉवर पुर्जे (Active low power components):** ये पूर्व में बताये अनुसार ही होते हैं लेकिन भौतिक रूप से छोटे और कम पावर सहन करने वाले होते हैं।
- **उच्च वोल्टेज/पावर निष्क्रिय पुर्जे (High voltage/power passive components):** पुर्जे जैसे कि रजिस्टर, कैपेसिटर, ट्रांफार्मर क्वायल्स आदि है जो अधिक मात्रा के वोल्टेज और पॉवर को सहन करते हैं। ये पावर सप्लाई और आउटपुट सर्किट में पाये जाते हैं।
- **निम्न पावर निष्क्रिय पुर्जे (Low power passive components):** ये सब हाई पावर निष्क्रिय पुर्जे की तरह होते हैं लेकिन भौतिक रूप से छोटे और तुलनात्मक रूप से कम पावर वाले तथा निम्न मान वाले होते हैं। (ओह्म, माइक्रोफैराड, माइक्रोहेनरी आदि)

> **नोटः यह प्रक्रिया हमेशा सही नहीं हो सकती इसलिए इसे ना बदलें सामान्य समझ से मीटर से मापन की प्रक्रिया करें।**

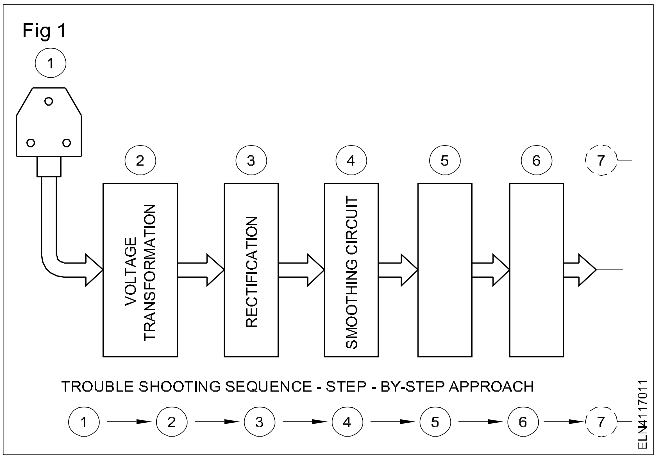
जब किसी इलेक्ट्रानिक सिस्टम का समाधान किया जाता है तो प्रायः दो मुख्य विधियाँ प्रयोग की जाती हैं। ये हैं:

समाधान की चरणबद्ध विधि (Step-by-step method of troubleshooting): यह विधि को शुरूआती लोगों के लिए प्राथमिकता दी जाती है। इस विधि में समस्या के कारण के भाग का प्रभाग की पहचान उसके भागों या प्रभागों की जाँच Fig 1 में दर्शाये अनुसार प्रारंभ से अंत तक की जाती है।

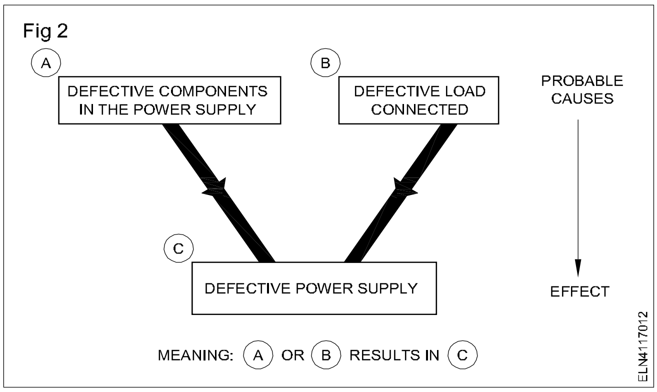
यद्यपि इस विधि में अधिक समय लगता है फिर भी यह शुआती लोगों के लिए सबसे अधिक उचित होता है।

समाधान की शीघ्र या तार्किक पहुँच विधि (Shortcut or logical approach method of troubleshooting): यह विधि अनुभवी सर्विस प्रदाताओं द्वारा उपयोग किया जाता है। इस विधि में समस्या कारक भाग या प्रभाग की पहचान समस्या के लक्षणों से की जाती है। सही कारण तक पहुँचने के लिए विभाजित करना और जाँच करने की प्रक्रिया अपनाई जाती है। तुलनात्मक रूप से यह विधि कम समय लेती है।

शक्ति आपूर्ति समस्या-समाधान (Troubleshooting power supplies): सभी इलेक्ट्रानिक सिस्टम को उनकी कार्यप्रणाली के आधार पर उनको ब्लाकों में विभक्त किया जा सकता है। Fig 1 सामान्य शक्ति आपूर्ति के विभिन्न ब्लाकों को प्रदर्शित करता है। प्रत्येक ब्लाक एक विशिष्ट कार्य के लिए होता है।



शक्ति आपूर्ति के समस्या समाधान करने के पूर्व पहला काम यह किया जाना चाहिए कि पावर सप्लाई से जुड़े हुए लोड को पृथक कर लिया जाए। ऐसा इसिलिए कि जुड़े हुए लोड में स्वयं में कुछ समस्या हो सकता है, जैसा कि Fig 2 में समस्या वृक्ष दिखाया गया है।



एक बार जब यह सुनिश्चित हो जाये कि लोड को हटा लेने पर भी शक्ति आपूर्ति में वही खराबी है तब आप शक्ति आपूर्ति समाधान के लिए चरणबध्द विधि (step-by-step) या तार्किक विधि का अनुसरण कर सकते हैं।

शक्ति आपूर्ति के लिए समस्या-समाधान की चरणबद्ध पहुँच विधि (Step-by-step approach to troubleshoot power supply): समाधान के चरणबद्ध विधि में आने वाले शक्ति आपूर्ति के विभिन्न ब्लाकों को Fig 1 में दिखाया गया है और ब्लाक 1 के पुर्जो के साथ सभी ब्लाकों के पुर्जो को एक-एक करके नीचे दिए गए पदों में जाँच करते हैं।

पद 1 (Step 1): मुख्य आपूर्ति जो कि शक्ति आपूर्ति को शक्ति प्रदान करता है उसकी उपस्थिति और संतोषजनक स्तर की जाँच करें।

पद 2 (Step 2): शक्ति आपूर्ति स्विच को ऑन करें और समस्या के सही प्रकृति की जाँच करें और नोट करें। हालांकि प्रारंभ में ही समस्या की प्रकृति कही गई होती है लेकिन सही समस्या की प्रकृति सुनिश्चित करना आवश्यक है। ऐसा इसलिए कि वास्तविक जीवन में ग्राहक ऐसा तकनीकी व्यक्ति नहीं होता है, जो समस्या के सही प्रकृति की जानकारी दे सके।

पद 3 (Step 3): भौतिक और संवेदनात्मक परीक्षण करें।

पद 4 (Step 4): किसी भी गलत ध्रुवीय संयोजन की जाँच करने के लिए परिपथ की जाँच करें।

पद 5 (Step 5): शक्ति आपूर्ति के पावर कार्ड को मुख्य सप्लाई से हटाये और पावर कार्ड की जाँच करें।

पद 6 (Step 6): ट्रांसफार्मर का परीक्षण करें।

पद 7 (Step 7): रेक्टिफायर भाग के डायोड की जाँच करें।

पद 8 (Step 8): फिल्टर भाग के कैपेसिटर की जाँच करें।

पद 9 (Step 9): ब्लीडर प्रतिरोध, सर्ज प्रतिरोध एवं अन्य प्रतिरोधों की जाँच करें।

पद 10 (Step 10): आउटपुट इंडीकेटर लैंप/एलईडी का परीक्षण करें।

उपरोक्त पदों को पूर्ण करने के बाद पहचाने गये दोषपूर्ण पुर्जो से समस्या के मूल कारण का विश्लेषण करें और सुनिश्चित करें ताकि यदि पहचाने गये पुर्जे को बदल दिया जाये तो समस्या पुनः नहीं होगा।

पद 11 (Step 11): पहचाने गये खराब पुर्जो को बदल दें।

पद 12 (Step 12): पहले बिना लोड के पावर स्विच ऑन करें और जाँच करें तब लोड को इससे जोड़ें।

शक्ति आपूर्ति समस्या-समाधान की तार्किक पहुँच विधि (Logical approach to troubleshoot power supply): इस पहुँच विधि में 1 से 4 पद तक सभी पद चरणबद्ध पहुँच विधि के समान है। अगला पद पहचानी गई समस्या के लिए तार्किक सर्विस फ्लो डाइग्राम से संदर्भित करें और (SFD) में दिए गए निर्देशों के आधार पर समाधान के लिए आगे बढ़ें।

समाधान के लिए SFD एक बहुत अच्छा साधन है। यह इन्हें लेकर भागों में विभाजित करता है और जाँच करने की तकनीक है। अतः यह शक्ति आपूर्ति में खराबी के समाधान में लगने वाले कुछ समय को घटा देता है।

एक सामान्य शक्ति आपूर्ति में संभावित प्रकार के दोष जो कि ब्रिज रेक्टीफायर, कैपेसीटर इनपुट फिल्टर को लेकर बना है के लिए उनके SFD संख्या के साथ नीचे दिए गए हैं।

ब्रिज रेक्टीफायर और कैपेसीटर फिल्टर वाले शक्ति आपूर्ति में संभावित खराबियाँ (Possible defects in a power supply using bridge rectifier and filter capacitor)

i आउटपुट वोल्टेज नहीं है (No output voltage)

यह खराबी शक्ति आपूर्ति में परिपथ के एक या अधिक पुर्जो के कारण हो सकती है। इस पाठ के अंत में समस्या के कारण के लिए प्रॉब्लम ट्री 1 (PT-1) दिया गया है।

यह PT खराब पुर्जो का समस्या के साथ कारण प्रभाव संबंध को दिखाता है। कारण को सबसे ऊपर तथा प्रभाव को सबसे नीचे दिया गया है। इसका केवल यही कारण है कि प्रायः किसी पृष्ठ को ऊपर से नीचे की ओर पढ़ा जाता है।

PT-1 दो प्राब्लम ट्री को प्रदर्शित करता है। पहला सूची 1 में एक सामान्य वृक्ष है जिसका स्तर-1 समस्या के कारण को बताता है। स्तर-2 उसी समस्या का विस्तार है जो कि कारण के लिए एक और स्तर देता है जिसे सामान्य वृक्ष के स्तर-1 में दिया गया है।

अनुदेशक के लिए निर्देश : अनुदेशक PT-1 पर चर्चा करें और सुनिश्चित करें की प्रशिक्षणार्थी PT के आवश्यकता और अर्थ समझ गए हैं।

इस पाठ के अंत में सूची 2 खराब शक्ति आपूर्ति के लिए अपनाए जाने वाले क्रम को दर्शाता है। सेवा प्रवाह अनुक्रम - 1(SFS-1) सूची 2 में स्वव्याख्यात्मक है। इस प्रकार दिये गए उपाय SFS के माध्यम से जाने के लिए इसे आसान बनाते हैं।

– प्रवाह ऊपर से नीचे की ओर है।

– आयातकार ब्लाक किए जाने वाले कार्य काय होने वाले गतिविधि को दर्शाते हैं।

– तीर के चिन्ह पथ का अनुसरण करें।

– डायमण्ड ब्लाक लिए जाने वाले निर्णय को दर्शाता है जो कि किसी जाँच या माप के बाद लिया जाता है। यदि डायमण्ड ब्लाक में दिए गए प्रश्न का उत्तर हाँ (YES) हो तो हाँ, (YES) कि पथ अनुसरण करें। यदि उत्तर नहीं (NO) है तो नहीं (NO) के पथ का अनुसरण करें।

– गोल आयताकार ब्लाक कार्य के अंत को दर्शाते हैं।

ii कम आउटपुट या आउटपुट में रिपल की वृद्धि (Low output voltage/increased ripple in output)

ध्यान दें कि यहाँ दो खराबियों को जोड़ा गया है कारण यह है कि सामान्यतः दो खराबी एक साथ होते हैं। यदि आउटपुट वोल्टेज कम है तो इसके परिणाम स्वरूप रिपल में वृद्धि भी हो जाती है और इसके विपरित भी होता है। निश्चित रूप से कोई एक उपवाद को छोड़कर यदि मुख्य स्तर स्वयं कम है या ट्रांसफार्मर के वाइंडिंग में शार्ट होने के कारण इसका निम्न आउटपुट वोल्टेज के साथ रिपल में वृद्धि हो जाती है। इस खराबी के लिए कारण का प्रॉब्लम ट्री PT-2 सूची 3 में है। सूची 4 खराबी की मरम्मत के लिए सर्विस फ्लो डायग्राम (SFS-2) को दर्शाता है।

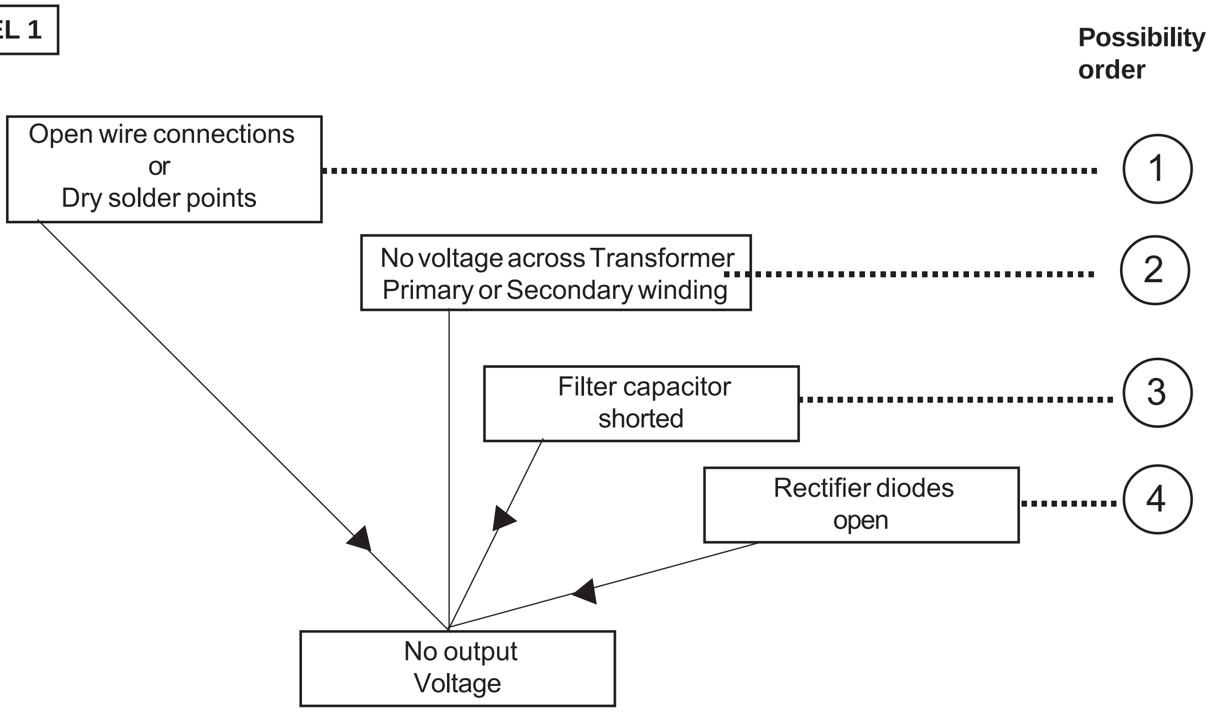
नोट: SFSs और PTs फुलवेव रेक्टिफायर फिल्टर केपेसिटर के साथ ब्रिज रेक्टिफायर के लिए लगभग एक समान ही होता है हालांकि प्रशिक्षणार्थियों को सलाह दी जाती है कि वे अपने अभ्यास और विधि की अच्छी समझ के लिए फुलवेव रेक्टिफायर शक्ति आपूर्ति का SFSs और PTs तैयार करें।

Problem Tree - PT1

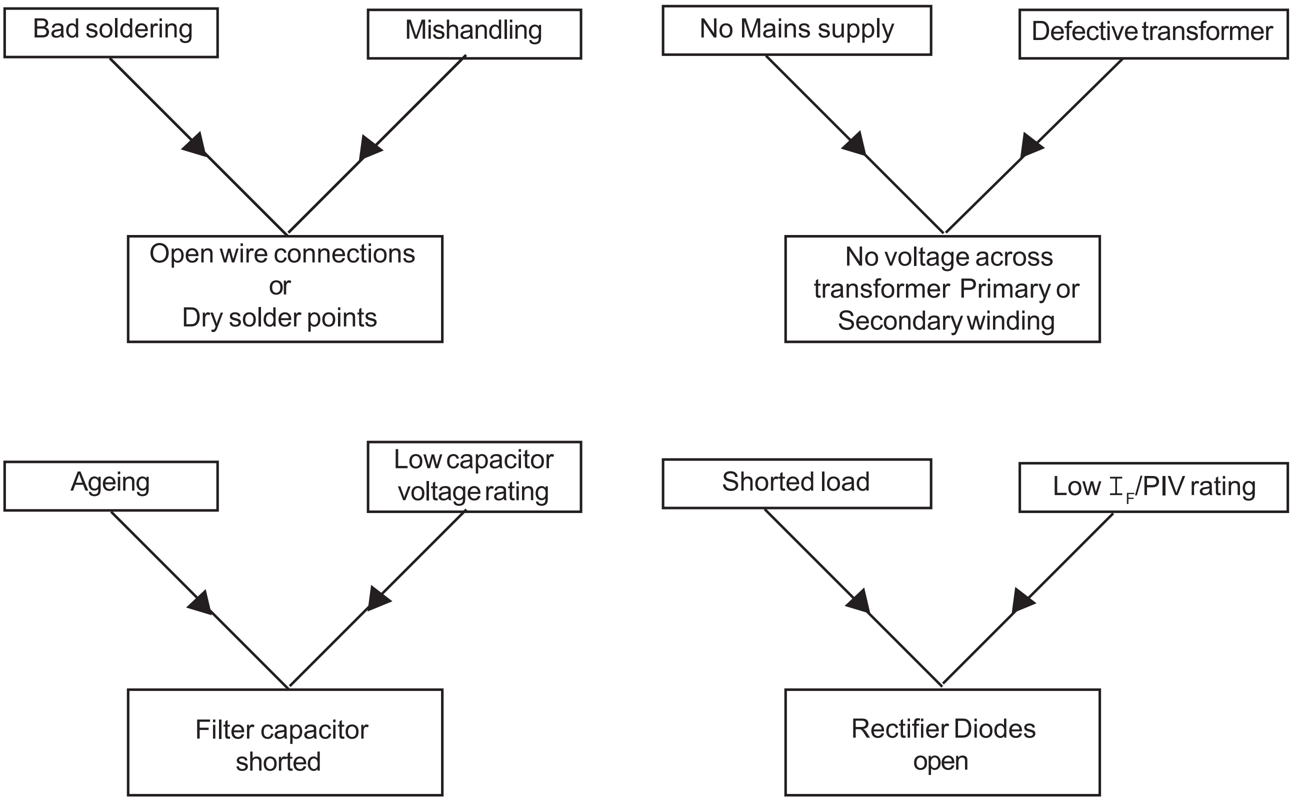
दोष की प्रवृति : **आउटपुट वोल्टाज का अभाव**

सिस्टम का प्रकार : **केपेसिटर फिल्टर के साथ ब्रिड्ज रेक्टिफायर**

LEVEL 1

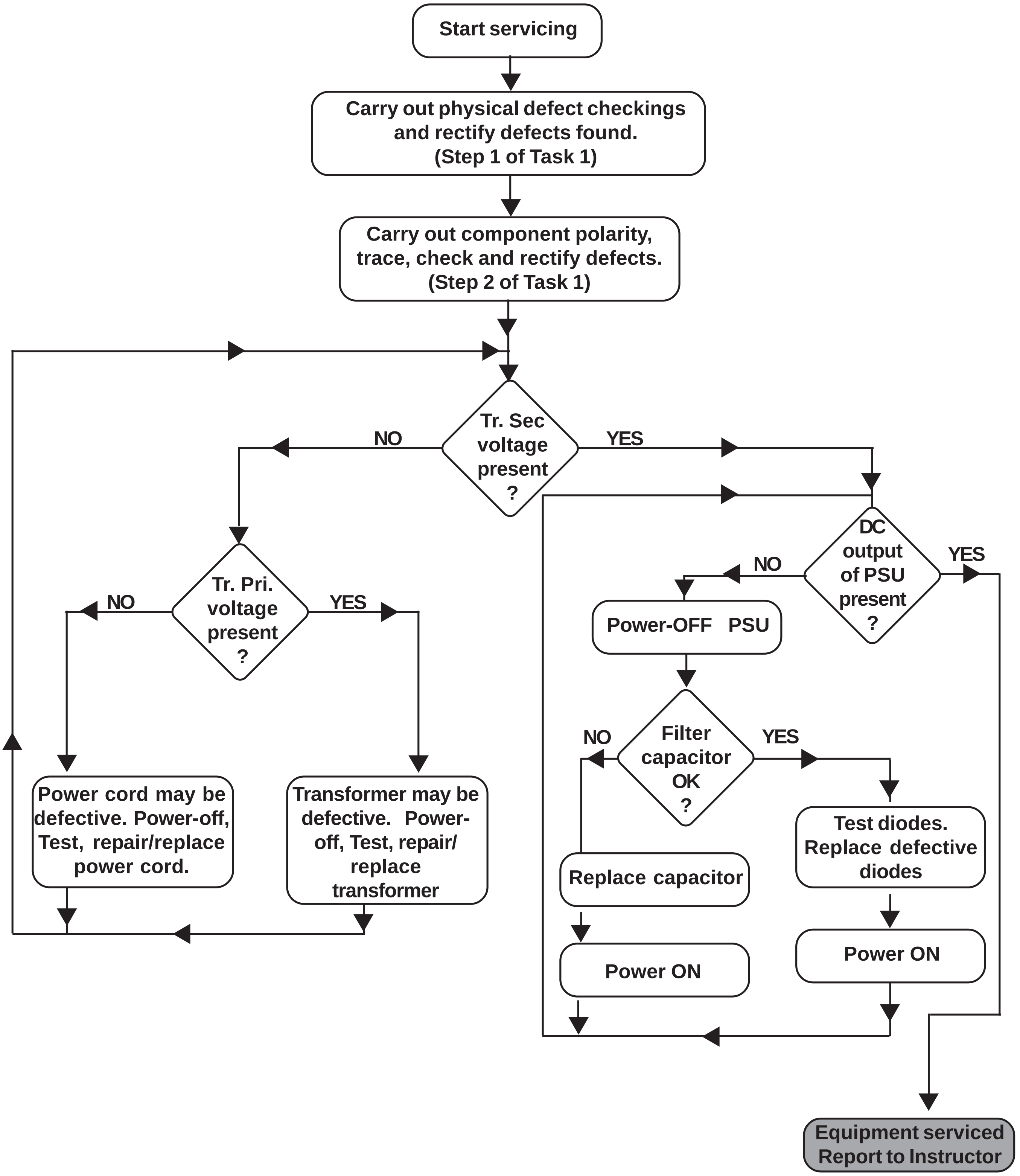


LEVEL 2



सेवा दोष की श्रृंखला (SFS-2)

दोष की प्रवृति : नो आउटपुट वोल्टाज के साथ दोषपूर्ण पावर आपूर्ति

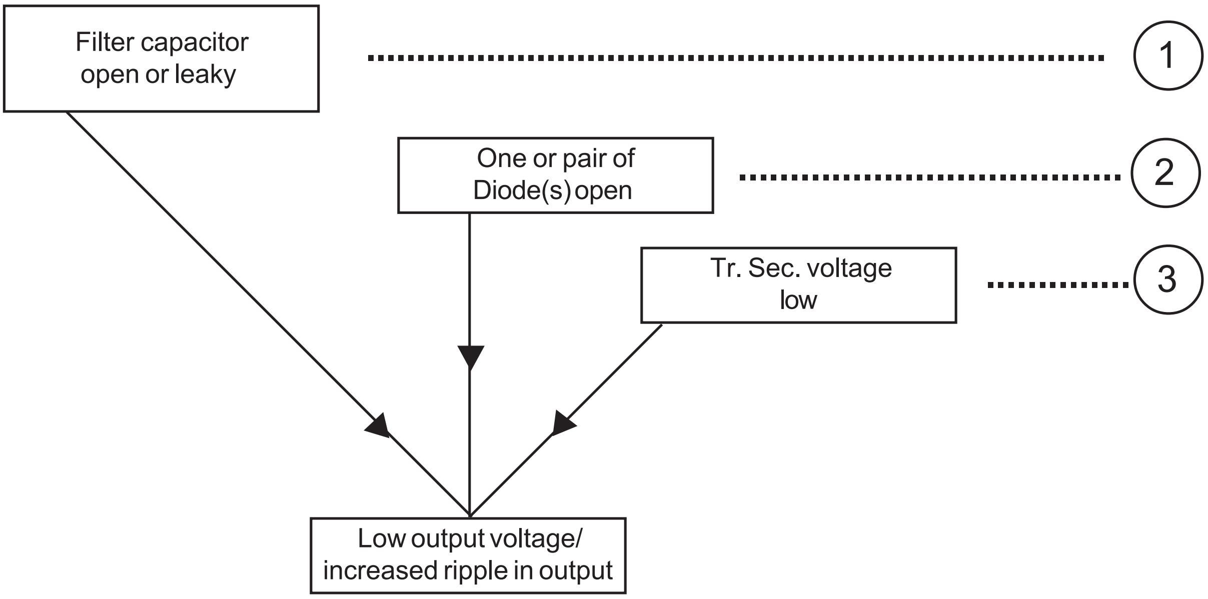


Problem Tree - PT2

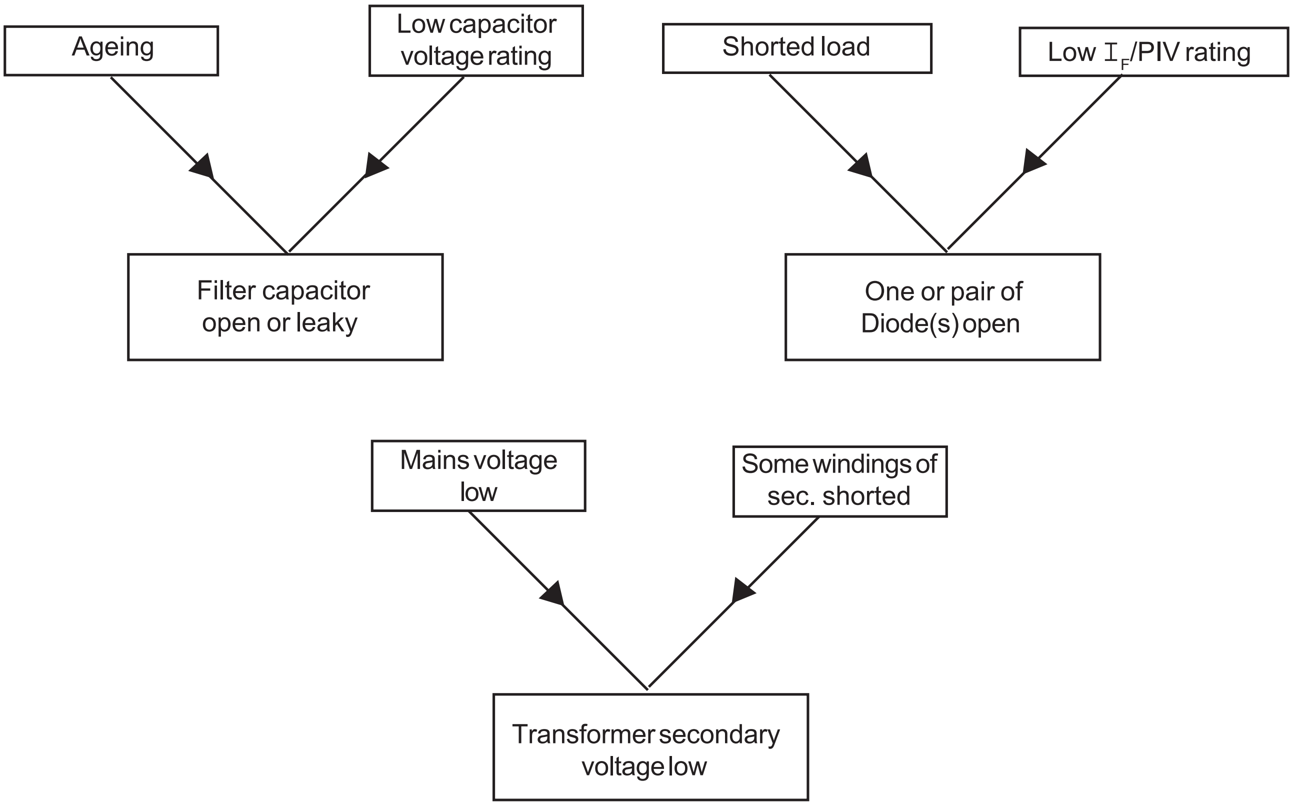
दोष की प्रवृति : **निम्न आउटपुट DC/अभिवृद्धि हुई तरंगे**

सिस्टम का प्रकार : **केपेसिटर फिल्टर के साथ रेक्टिफायर**

LEVEL 1



LEVEL 2



SCR, DIAC, TRIAC एवं IGBT का उपयोग करते हुए पावर कन्ट्रोल सर्किट (Power control circuit using SCR, DIAC, TRIAC & IGBT)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **SCR,DIAC,TRIAC और IGBT की संरचना और कार्यप्रणाली स्पष्ट करना**
- **SCR का प्रयोग करते हुए पावर कन्ट्रोल सर्किट को स्पष्ट करना**
- **DIAC और TRIAC का प्रयोग करते हुए पावर कन्ट्रोल सर्किट को स्पष्ट करना**
- **IGBT की संरचना तथा उपयोग को स्पष्ट करना।**

पावर इलेक्ट्रोनिक्स उपकरणों का परिचय (Introduction to power electronics devices)

आद्योगिक इलेक्ट्रानिक्स के विषय में मुख्य रूप से इलेक्ट्रानिक्स को औद्योगिक उपकरणों, कन्ट्रोल करने और संसाधित करने में प्हरयोग किया गया है । एक जरूरी अनुप्रयोग इलेक्ट्रनिक्स का औद्योगिक में मशीनों को कन्ट्रोल करना है ।

कम्यूनिकेशन (संचार व्यवस्था) इलेक्ट्रानिक्स में घरेलू और मनोरंजन इलेक्ट्रानिक्स, साधारणतया इलेक्ट्रानिक युक्तियों को धारा के माइक्रोएम्पियर से मिलीएम्पियर के साथ आपरेट किया जाता है । औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए, अधिकतम प्रायः युक्तियों की जरूरत धारा की रेजों को एम्पियर से कई हजार एम्पियर तक संभालने की आवश्यकता होती है । इनको अधिक पावर इलेक्ट्रानिक युक्तियों के लिए पुकारते हैं । एक अधिक हाई पावर इलेक्ट्रानिक युक्ति का प्रायः प्रयोग सिलिकान कन्ट्रोल रेक्टिफायर का प्रयोग डीसी मोटर को चलाने, एक एसी पावर स्त्रोत से, पावर औजार की चाल को कन्ट्रोल करने, छोटे अनुप्रयोगों के मोटर की स्पीड को कन्ट्रोल करने जैसे, मिक्सर तथा ग्राइन्डर, इल्यूमिनेशन कन्ट्रोल, तापमान कन्ट्रोल आदि में भी किया जा सकता है ।

सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर (Silicon control rectifier (SCR))

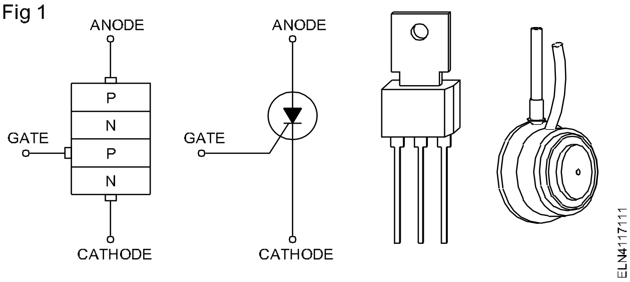
सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर का आविष्कार (invented) 1956 से पूर्व हुआ था, एक कांच ट्यूब युक्ति थ्रेटान कहते हैं का प्रयोग अधिक पावर अनुप्रयोगों के लिए किया जाता है । सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर (SCR) थायरिस्टर फैमिली की पहली युक्ति है । थायरिस्टर थ्रेट्रान-ट्रांजिस्टर के अभिव्यक्ति के द्वारा बनाया गया है । सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर एक सेमीकंडक्टर (अर्द्धचालक) युक्ति हैं । SCR कन्ट्रोल रेक्टिफिकेशन का कार्य करता है । एक रेक्टिफायर डायोड से असमान, सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर एक अतिरिक्त टर्मिनल गेट है जिसे रेक्टिफिकेशन से कन्ट्रोल करते हैं । (गेट सिलिकान रेक्टिफायर सिलिकॉन कन्ट्रोल डायोड से असमान, सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर एक अतिरिक्त टर्मिनल गेट है जिसे रेक्टिफिकेशन से कन्ट्रोल करते हैं । (गेट सिलिकान रेक्टिफायर) ।

सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर का सामान्य सिद्धान्त अनुप्रयोग पावर डिलिवर्ड से एक लोड (मोटर, लैम्प आदि) मात्रा को कन्ट्रोल करने में करते हैं ।

एक रेक्टिफायर डायोड एक PN जंक्शन होगा । सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर दूसरे शब्दों में दो PN जंक्शन (P-N-P-N परत) कहेंगे ।

Fig 1 में विद्युत आरेख, सामान्य संरचना तथा प्रतिकात्मक SCR पैकेजों को देखें ।

Fig 1



सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर का सामान्य आपरेशन (Basic Operational SCR)

जब एक गेट धारा गेट टर्मिनल से सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर में फारवर्ड धारा चालन (Conduction) शुरू कर (commences) अप्लाई करते हैं । (लैच्ड से चालन) (Latched into conduction) जब गेट धारा हट जाती है । फार्वड धारा सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर के द्वारा कट-ऑफ नहीं होता है । इसका मतलब एकबार सिलिकान कन्ट्रोल रेक्टिफायर लैच से चालन होता है, गेट लॉसेस को चालन से कन्ट्रोल करते हैं । के द्वारा धारा को टर्न ऑफ कर सकते हैं केवल धारा को कम करके (लोड धारा) एक क्रिटिकल (संकटपूर्ण) मान के नीचे या कम होल्डिंग धारा (holding current) कहलाती है ।

Fig 2 में SCR कैसे गेट से चालन (Conduction) अथवा टर्न ऑफ कर सकता है को Fig 2 में दिखाया गया है ।

Fig 2a में स्विच S_1 को खुला (Open) SCR को ऑफस्टेट और लोड द्वारा कोई धारा नहीं बहती है ।

Fig 2b में, जब स्विच बन्द होता है, एक कम गेट धारा (लगभग 1/1000 अथवा इससे कम लोड धारा की तुलना मे) टर्न ऑन (फायर) SCR है । एक भारी लोड (भार) धारा SCR द्वारा बह रही है और लोड (भार) R_L है ।

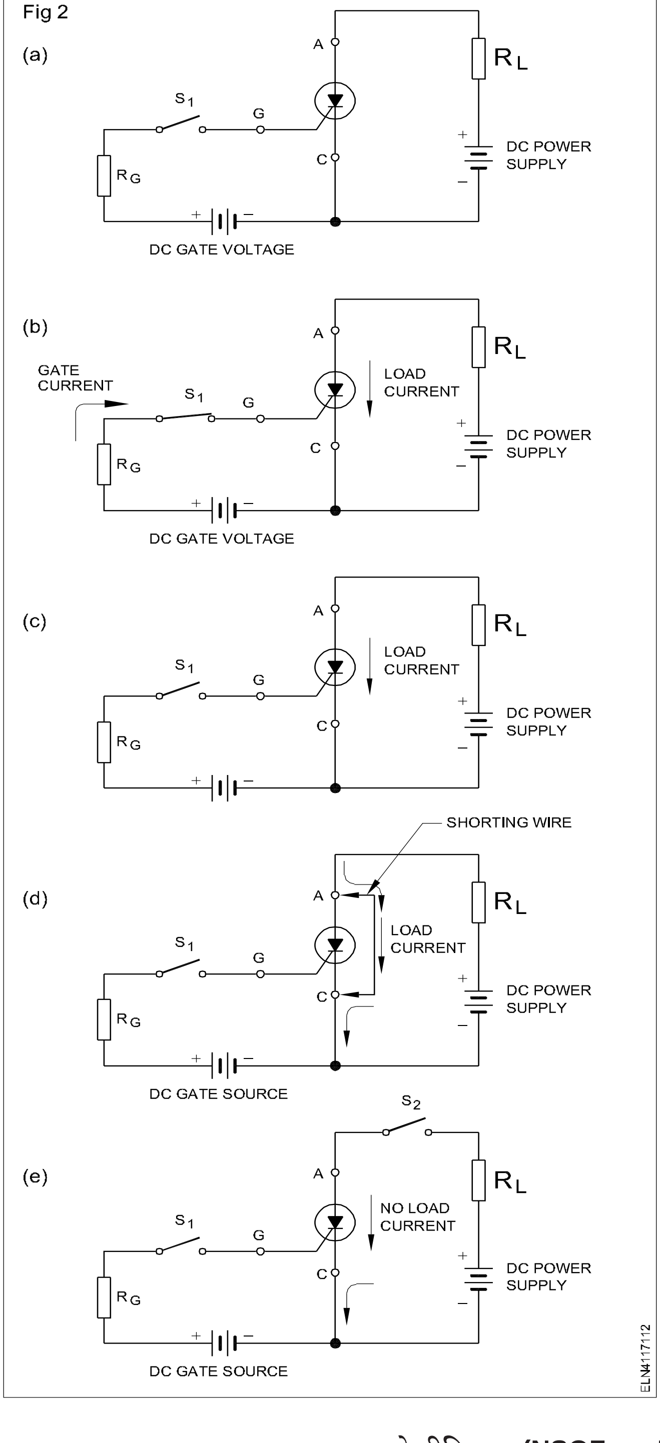
Fig 2c में, जब स्विच S_1 खुला है, गेट धारा जीरो (zero) होती है । इसका धारा पर कोई प्रभाव नहीं होगा SCR और भारी लोड धारा लगातार SCR के द्वारा बहती है ।

Fig 2d में, यदि एक शर्टिंग तार (Shorting wire) को एनोड टर्मिनल और कैथोड टर्मिनल के एक्रास स्थान पर है, तो SCR द्वारा धारा बाइपास हो जाती है तथा सभी धारा शार्टेड तार से बहना शुरू कर देती है सिलिकान कन्ट्रोल रेक्टिफायर के स्थान पर शुरू करती है इसका मतलब धारा सिलिकान

कन्ट्रोल रेक्टिफायर के द्वारा धारा को रेटेड होल्डिंग धारा से कम करके (कम धारा SCR को लैच्ड में रखने के लिए) कता है । इससे SCR टर्न ऑफ होता है । जब शार्टिंग तार को हटा देते हैं तो SCR ऑफ स्टेट में आ जाता है ।

Fig 2e में एक अल्टरनेटिव तरीके को SCR के टर्निंग ऑफ को दिखाया गया है । इसके स्थान पर SCR के एनोड और कैथोड टर्मिनल्स शार्ट होते हैं, लोड धारा स्विच S_2 के खुला होने पर कट-ऑफ हो जाती है इस कम हुई धारा को SCR के द्वारा होल्डिंग धारा से कम करके और SCR टर्न ऑफ हो जाता है । एक बार SCR टर्न ऑफ हो गया तो SCR टर्न ऑन नहीं होता है यदि स्विच S_2 बन्द है । SCR फायर को पनः बनाने के लिए, स्विच S_2 को बन्द करें, स्विच S_1 को बन्द करने के द्वारा गेट धारा बननी चाहिए । Fig 2(a), b, c, d, e

Fig 2



सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर रिवर्स दिशा में चालन नहीं करता है, SCR का एनोड सदैव कैथोड चालन के लिए धनात्मक होना चाहिए ।

SCR के जरुरी लक्षण (Important features of SCR)

- बहुत कम गेट धारा, एक अधिक लोड धारा को स्विचिंग करके कन्ट्रोल करेंगे ।

AC आपूर्ति के साथ SCR आपरेशन (SCR operation with AC supply)

SCR का आपरेशन एसी परिपथ के साथ आपरेशन सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर के प्रथम वृत्तपाद और तीसरे वृत्तपाद के आपरेशन के समान उपर्युक्त अनुच्छेद में वर्णन किया गया है । में एसी कन्ट्रोल परिपथ के के कार्य का वर्णन किया गया है ।

SCR गेट परिपथ से बना हुआ रजिस्टर R_1 विभवमापी (Potentiometer) R_2 और सिलिकान डायोड D_1 है । रजिस्टरों R_1 और R_2 एक वैरीएबल वोल्टेज डिवाइडर (Variable voltage divider) की तरह कार्य करते हैं । R_2 के मान को व्यवस्थित करके (adjusting) गेट धारा I_G उपयुक्त रूप से (Suitably) संशोधक (modified) करते हैं । डायोड D_1 नकारात्मक वोल्टेज को रोककर गेट से अप्लाई करता है जब एसी सप्लाई नकारात्मक हॉफ साइकिल या चक्र (negative half cycle) में हो ।

[X] धनात्मक हॉफ चक्र के दौरान एसी पावर स्त्रोत होता है, जैसे धनात्मक हॉफ चक्र वोल्टेज बढ़ता है, तब गेट धारा I_G भी बढ़ती है । जब गेट धारा I_G ट्रिगर लेवल (Trigger level) में पहुँचती है तो SCR अग्निप्रज्जवल तथा लोड धारा I_L को लोड द्वारा बहने (flow) की सहमति (allow) देता है । इस प्वाइंट के द्वारा आगे बढ़ता हुआ (onwards) सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर (SCR) इम्पीडेन्स कम हो जाता है और भार धारा I_L लगातार धनात्मक हॉफ चक्र में बहने लगती है यहाँ तक की यद्यपि (though) गेट धारा ट्रिगर मान से कम हो जाती है । स्मरणः (recall) एक बार SCR सिलिकान कन्ट्रोल रेक्टिफायर अग्निप्रज्जवल हुआ इसे लगातार चालन में यहाँ तक कि यदि गेट ट्रिगर कम हो जाती है अथवा अलग हो जाती है ।

[Y] एसी सप्लाई स्त्रोत के धनात्मक हाफ चक्र के अन्त पर, धनात्मक वोल्टेज ड्राप जीरो (zero) और (SCR) सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर मार्गदर्शन बन्द करके (स्मरणः एक तरीका SCR सिलिकान कन्ट्रोल रेक्टिफायर के टर्निंग ऑफ से धारा को कम करके सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर के द्वारा होल्डिंग धारा (Holding current) को कम कर देता है । यह या तो लोड परिपथ के खुलने से या सप्लाई के कम होकर जीरो होने के द्वारा कर सकते हैं ।) अतः सिलिकान कन्ट्रोलर रेक्टिफायर ऑफ स्टेट द्वारा नकारात्मक आधा चक्र (Negative half cycle) होती है ।

चक्र [X] और चक्र [Y] दोहरायें और लोड धारा Fig 3d में दिखाये गये अनुसार पल्स में बहती है ।

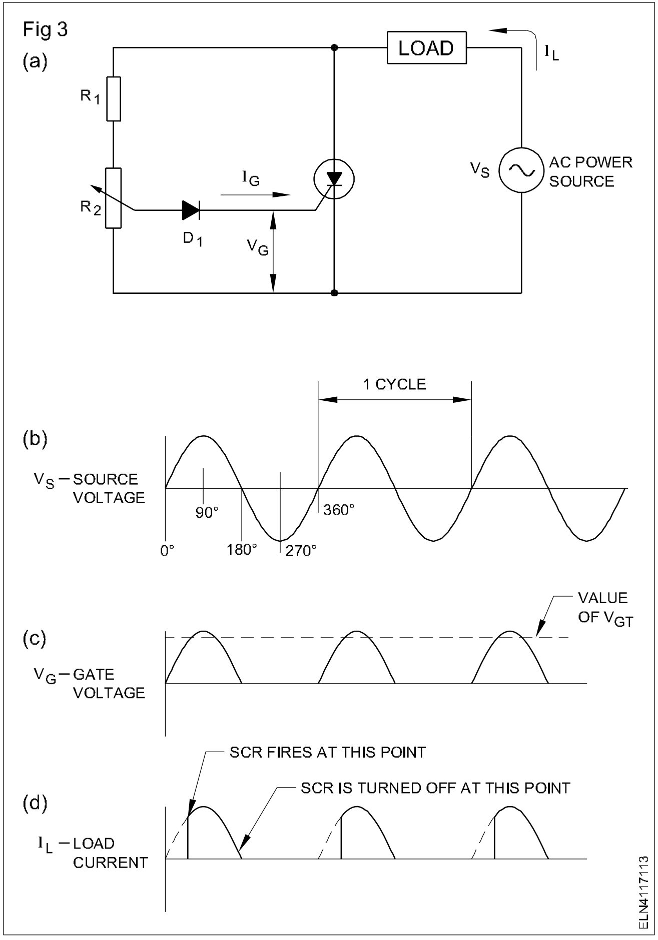
Fig 3b, 3C में वोल्टेज वेवफार्म के स्त्रोत और गेट वोल्टेज को दिखाया गया है ।

यदि R_2 का मान कम ज्यादा (varied) होता है जोकि प्वाइंट पर SCR ट्रिगर

भी अग्नि प्रज्जवलक प्वाइंट के बदलने पर घटता बढ़ता है Fig 6d में देखें । यह परिपथ Fig 3a में दिखाया गया है, SCR के अग्निप्रज्वलक को 180° (अधिकतम) से 90° (न्यूनतम) के बीच कहीं भी एडजस्ट (adjust) कर सकते हैं ।

यह साधारण एसी कन्ट्रोल परिपथ Fig 3a में दिखाया गया है । SCR का प्रयोग धारा को कन्ट्रोल करने में कर सकते हैं । एसी की धनात्मक आधा चक्र (Positive half cycle) लोड के दौरान धारा का कन्ट्रोल SCR के द्वारा कर सकते हैं । नकारात्मक आधे चक्र (Negative half cycle) के दौरान SCR टर्न ऑफ हो जाता है । अतः SCR का प्रयोग एक श्रेष्ठ या उच्च (excellent) स्विचिंग युक्ति (switching device) में एसी परिपथों को कन्ट्रोल करने में करते हैं ।

Fig 3 में परिपथ का प्रयोग केवल सीमित अनुप्रयोग (limited applications) जैसे सोल्डरिंग आयरन आदि का तापमान कन्ट्रोल करने में करते हैं ।



SCR का प्रयोग करते हुए पावर नियंत्रण (Power control using SCR)

- DC मोटर नियंत्रण
- AC मोटर नियंत्रण
- नियामक DC शक्ति आपूर्ति
- शक्ति नियत्रंण
- परिपथ विच्छेदक
- समय विलंब परिपथ
- मृदु प्रारंभ परिपथ
- स्पंद, तर्क तथा अंकीय परिपथ आदि

DC मोटर का गति नियंत्रण (Speed control of DC motors): इस सम्बंधित सिद्धांत की जानकारी में नियंत्रण परिपथ की केवल संक्षिप्त रूप रेखा का वर्णन किया गया है। आवश्यकता के अनुसार व्यहारिक परिपथ, लपेटन में प्रेरकत्व प्रभाव, मोटर भार धारा में उचित विविधता को रूपांतरित किया जाना चाहिए। DC मोटर में क्षेत्र लपेटन तथा आर्मेचर लपेटन होता है। DC मोटर की गति को दो विधियों से परिवर्तित किया जा सकता है। (1) क्षेत्रधारा को नियंत्रण करके (2) आर्मेचर वोल्टता को नियंत्रित करके

प्रथम विधि को मोटर की निर्धारण गति से उच्च मोटर की गति को नियंत्रण करने के लिए उपयोग किया जाता है। द्वितीय विधि को मोटर की निर्धारण गति से नीचे (निम्न) मोटर की गति को नियंत्रण करने के लिए उपयोग किया जाता है।

आर्मेचर वोल्टता को नियंत्रण करके DC शंट मोटर की गति का नियंत्रण (Speed control of DC shunt motor by controlling the armature voltage): यह DC शंट गति को नियंत्रण करने की सबसे प्रसिद्ध विधि है। Fig 4 में अलग-अलग क्षेत्र उत्तेजित के साथ DC शंट मोटर का गति नियंत्रण को दर्शाया गया है। क्षेत्र लपेटन को, पूर्ण तरंग सेतु दिष्टकारी से DC आपूर्ति दी जाती है। आर्मेचर को समरूप अर्ध नियंत्रण सेतु दिष्टकारी के उपयोग से दिष्टकारी DC आपूर्ति दी जाती है। SCR 1 तथा 2 को नियंत्रण करते हुए, आर्मेचर पर DC वोल्टता परिवर्तित तथा इसी प्रकार से मोटर की गति को परिवर्तित किया जा सकता है। Fig 4a पर परिपथ के प्रचालन के सिंद्धात को Fig 4b में दर्शाये गये धारा तथा वोल्टता तरंग रूप को परीक्षण करते हुए समझा जा सकता है। SCR-1 तथा 2 अर्ध चक्र में प्रहारित (fired) होती है। धनात्मक अर्द्ध चक्र के समय SCR-1 तथा D_1 संचालन करेगें। SCR प्रहार कोण को भी सेट किया जाता हैं। इसलिए कम हुई प्रयुक्त आर्मेचर वोल्टता को छाया से दर्शाया गया है। आर्मेचर को इस प्रयुक्त वोल्टता को, उचित कला नियंत्रण परिपथ के उपयोग से प्रहारित कोण को बदलते हुए परिवर्तित किया जा सकता है। जब SCR_2 तथा D_2 का संचालन हो रहा हो तब Fig 4b में दर्शाये गये अनुसार ऋणात्मक अर्द्ध चक्र के समरूप प्रचालन होगा।

नोटः प्रहार कोण को डिजाइन करते तथा सेट करते समय विशेषतः जानने के लिए कुछ और वर्णन हैं। वर्णन के लिए SCR पर निर्देश पुस्तक को पढ़े।

Fig 5a में DC मोटर की गति नियंत्रण के लिए एक और सरल परिपथ दर्शाया गया है। गति नियंत्रण, SCR के द्वारा आर्मेचर को नियंत्रित पूर्ण तरंग दिष्टकारी आपूर्ति पर आधारित है। यह नियंत्रण परिपथ केवल शंट या पृथक उत्तेजित मोटर के लिए उपयुक्त है। वोल्टता तथा धारा तरंग रूप Fig 5b में दी गयी है। कृपया नोट करे कि DC श्रेणी मोटर को इस परिपथ के द्वारा नियंत्रित नहीं किया जा सकता हैं। कारण के लिए मोटर नियंत्रण परिपथ पर पुस्तक को देखें।

Fig 4

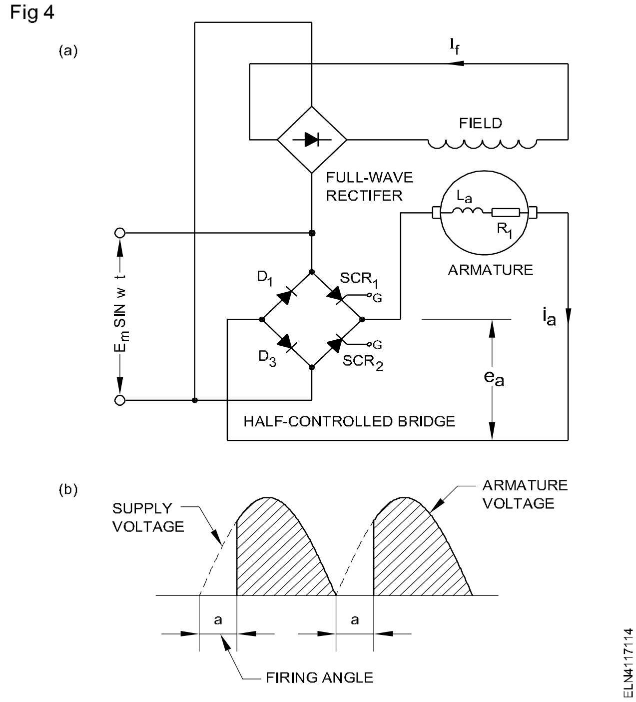
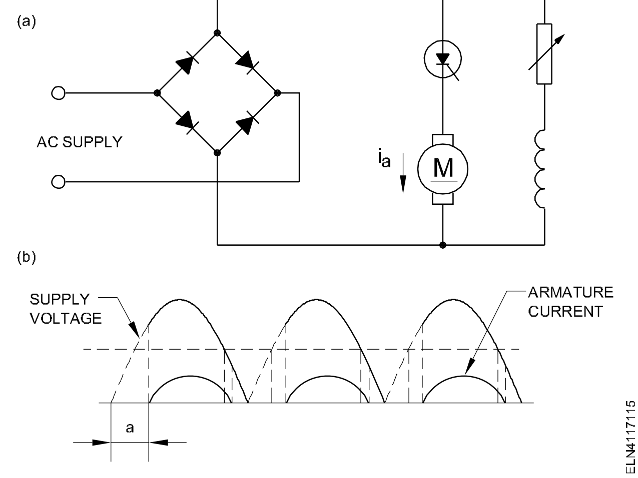
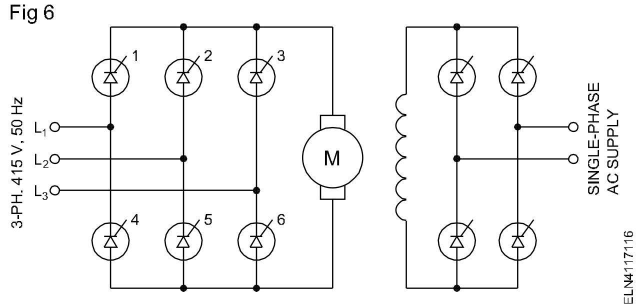


Fig 5



पृथक उत्तेजित 415 वोल्ट DC मोटर के लिए आर्मेचर नियंत्रण विधि से गति के नियंत्रण को Fig 6 में दर्शाया गया है।

Fig 6



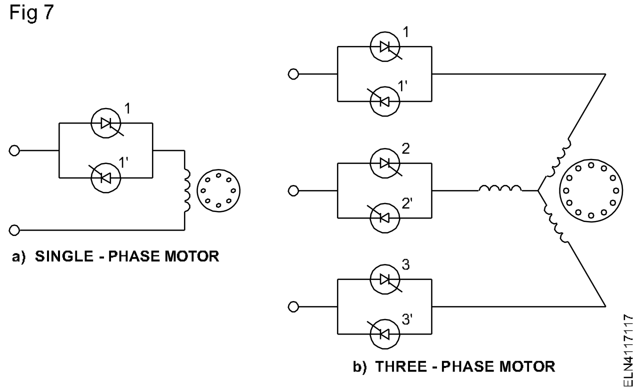
अन्य DC मोटरों के गति नियंत्रण परिपथों को, मोटर की गति नियंत्रण में SCR के साथ लगने वाले कुछ और पुर्जो के बारे पढ़ने के बाद आगे के पाों में वर्णन किया गया है।

AC मोटर का गति नियंत्रण (Speed control of AC motors): AC मोटर की गति नियंत्रण के लिए भी कला नियंत्रण को सुविधाजनक रूप से उपयोग किया जा सकता है। इसे मोटर को परिवर्तीय वोल्टता, जिसकी गति को नियंत्रण करना होगा, को देकर प्राप्त किया जाता है। जैसा कि निवेशी वोल्टता को परिवर्तित करने से तुल्यकालिक मोटरों की गति परिवर्तनीय नहीं होती है, इसलिए यह विधि केवल दिकपरिवर्तक या प्रेरण मोटर के लिए उपयोग होती है।

AC मोटरों के लिए पूर्ण तरंग कला नियंत्रण परिपथस की आवश्यकता होती है। Fig 7 में एकल कला तथा तीन कला प्रेरण मोटर के गति नियंत्रण के लिए योजनाबद्ध आरेख दर्शाया गया है।

उपरोक्त Fig 7 में SCR के प्रहार कोण को परिवर्तित करने मोटर को RMS निवेशी वोल्टता को परिवर्तित किया जा सकता है। इस तरह से मोटर की गति बदलती है।

Fig 7

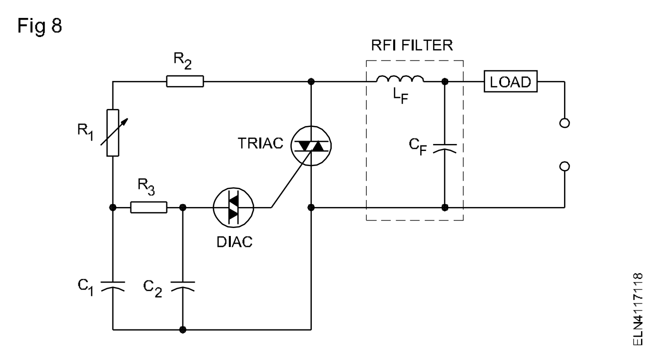


TRIAC और DIAC का प्रयोग करते हुए पावर सर्किट (Power circuit using TRIAC and DIAC)

AC मोटर को गति नियंत्रण के लिए ट्रायक या SCR(TRIAC or SCR for speed control of AC motors): SCR की तुलना में, Triac, सर्वात्रिक मोटर के गति नियंत्रण तथा दीप्ति मंदक परिपथ के लिये संतोषजनक कार्य करता है तथा सबसे प्रसिद्ध है। SCR तथा TRIAC दोनों को कला नियंत्रण तथा लैम्प या मोटर के द्वारा धारा परिवर्तन के लिए उपयोग किया जा सकता है। फिर भी ट्रायक पूर्ण तरंग युक्ति होते हुए भी प्रयुक्त AC की दोनों अर्धचक्र की कला को समरूपता से नियंत्रण करता है। परिणामी पूर्ण तरंग धारा, फिर मसृणित (स्मूय) लैम्प या मोटर प्रचालन करती है। परिणामी पूर्ण तरंग धारा, फिर स्मूथ लैम्प या मोटर प्रचालन करती हैं। जिससे SCR के उपयोग से अर्ध तरंग दिष्टकारी प्राप्त किया जा सकता है। इसे विशेषतः कम/ मंद प्रकाश की आवश्यकता या मोटरों की कम गति के समय, नोट किया जाता है।

Fig 8 पर परिपथ में सर्वात्रिक मोटर की गति या लैम्प की चमक को नियत्रंण करने के लिए TRIAC कला नियत्रंण परिपथ को दर्शाया गया है।

Fig 8 के परिपथ में दर्शाया गया भार, मोटर के चिन्ह की अपेक्षा एक सामान्य भार है क्योकि, इस परिपथ को ऊष्मक के नियंत्रण के लिए तथा दीप्तिमंदक के लिए भी उपयोग किया जा सकता है। इस परिपथ में दोहरे समय नियत कला विस्थापन जाल (नेटवर्क) का लक्षण होता है। यह ट्रायक के प्रहार में हिस्टेरिसेस को कम करता है जिससे दीप्तिमंदक प्रचालन के मानवीय समायोजन या ऑफ गति नियंत्रण को अधिक पुनरावृत्त बन जाये।



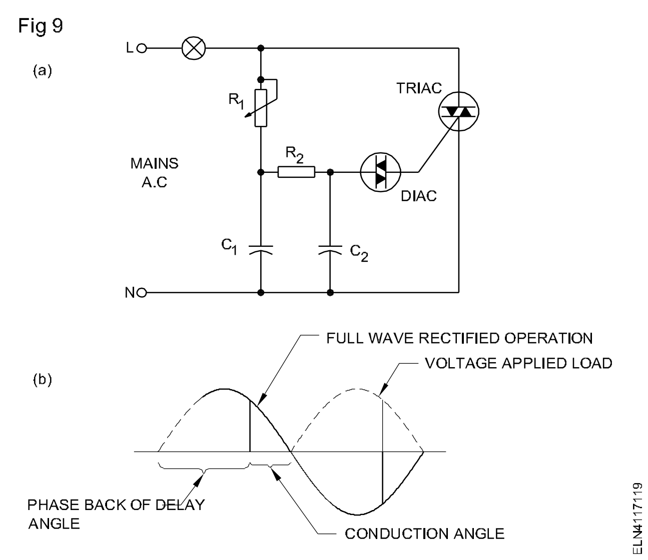
डायक को ट्रिगरन की युक्ति की तरह उपयोग करने से, परिपथ की विश्वासनीयता बढ़ जाती है। तात्विक निम्न-पास (Low-Pass) फिल्टर में L_F तथा C_F होता है जो बहुत सी रेडियो-आवृत्ति व्यक्तिकरण (RFI) को अविकृत करता है, जो उत्पन्न होती है तथा शक्ति रेखा में प्रवेश करने का प्रयास करती है। यह उच्च आवृत्ति (FR1) ऊर्जा, ट्रायक के तीव्र आरंभन समय से उत्पन्न होती है। जिसे दिष्टीकृत तरंग रूप के उच्च आवृत्ति अंश के कारण रेडियो के व्यक्तिकरण को रोकने के लिए विलोपित किया जाना चाहिए नहीं तो आवृत्ति कही भी मुख्य लाईन परिपथ में या निकट स्थानों पर अभिग्रहण (Reception) के साथ व्यतिकरण कर सकती है।

लैम्प दीप्तिमंदक (Lamp Dimmers): दीप्ति मंदक एक परिपथ है जो, जैसे ही उद्दीप्ति लैंप को AC शक्ति आपूर्ति दी जाती है तो लैम्प से उत्सर्जित प्रकाश की तीव्रता को लगभग शून्य से पूर्ण चमक तक नियंत्रित करती है।

उद्दीप्ति प्रकाश का पारम्परिक तथा मृदु प्रांरभ दीप्तिमंदक (Conventional and soft-start dimming of incandescent lights): स्वचल ट्रांसफार्मर से जुड़े दीप्ति मंदक की अपेक्षा अर्द्ध चालक आधारित दीप्तिमंदक के लाभ पुरानी तकनीक के प्रकाश दीप्तिमंदक, उच्च वोल्टता के रिहोस्टेट समायोजनीय स्वचल ट्रांसफार्मर या संतृप्य रिऐक्टर का उपयोग करते थे जो आकार में बड़े, खर्चीले, विचारणीय ऊष्मा उत्पन्न करते तथा शक्ति हानि देते थे। वर्तमान स्धामय के अर्द्ध चालक प्रकाश दीप्तिमंदक ने इन सब कनिाइयों को दूर किया है तथा इसीलिए अनेक उपसाधनों के लिए बहुत प्रसिध्द हो गए हैं। आधुनिक अर्द्धचालक दीप्तिमंदक सस्ते, विश्वसनीय हैं, कम ऊर्जा उत्पन्न करते हैं, तथा सरल सक सुदूर (रिमोट) नियंत्रण किये जाते है। इन गुणों ने न केवल अर्द्ध चालक दीप्तिमंदक को नाट्यशाला तथा स्त्रोतकक्ष (Auditorium) में उत्तम परिणाम के साथ विस्थापित किया है बल्कि अन्त निर्मित प्रकाशीय, मेज तथा भूतल लैंप प्रक्षेपण (Projection) उपकरण तथा अन्य उपयोगों के लिए दीप्तिमंदक को व्यवहारिक बनाया है।

अर्द्ध चालक आधारित प्रकाश दीप्तिमंदक (Semi - conductor based light dimmers): उद्दीप्ति प्रकाश बल्ब के लिए दो प्रकाशीय दीप्तिमंदक की व्याख्या नीचे की गयी है। ये दानों दीप्तिमंदक परिपथ, बल्ब के साथ श्रेणी में जुड़े ट्रायक के संवहन कोण को समायोजित करते हुए प्रकाश की तीव्रता को नियंत्रित करते है। प्रथम दीप्तिमंदक बहुत सरल परिपथ का उपयोग करता है, जो न्यूनतम मूल्य की आवश्यकता के साथ उच्च सघन अनुप्रयोगों के लिए आदर्श है। दूसरा दीप्तिमंदक का लक्षण तीव्र (Rush) धारा में कम के लिए मृदु प्रांरभ करना है तथा इसके परिणाम से लैंप की दीर्घ जीवन मिलता है। मृदु प्रांरभ लैंप दीप्ति मंदक, प्रक्षेपण लैंप तथा फोटो ग्राफिक लैम्प के जैसे अल्पायु के साथ मंहगे प्रकाश के लिये विशेषतः उपयोगी होते है।

सरल प्रकाश दीप्ति मंदक (Simple light dimmer): Fig 9 में दर्शाया गया परिपथ, बहुत कम भागों को उपयोग करने वाला एक विस्तृत परास का प्रकाश दीप्तिमंदक है। परिपथ के पुर्जो के उचित मान का चयन करते हुए (240V,50Hz) किसी भी मुख्य आपूर्ति स्त्रोत का उपयोग करते हुए प्रचालन किया जा सकता है। परिपथ, उद्दीप्ति लैंप को, 1000 वॉट तक की शक्ति को नियंत्रित कर सकता है।



बल्ब को शक्ति, ट्रायक के संवहन कोण को नियंत्रित करते हए परिवर्तित की जाती है। कला नियंत्रण के लिए अनेक परिपथों का उपयोग किया जा सकता है। लेकिन उपयोग हुआ एकल ट्रायक परिपथ सरलतम हैं तथा इसलिए इसे विशिष्ट अनुप्रयोग के लिए चयन किया गया है।

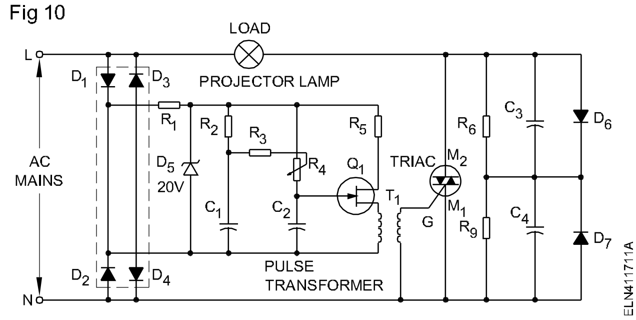
इस ट्रायक के लिए नियंत्रण परिपथ को Fig 9b में दर्शाये गये अनुसार कार्य करना चाहिए। नियत्रंण परिपथ को, समय जिसके लिए परिपथ को वाल्टता दी जा रही है तथा समय जिसके लिए भार लगाया जा रहा है के बीच विलम्ब उत्पन्न करना चाहिए। ट्रायक को प्रत्येक एकान्तरण के शेष भाग के लिए भार के द्वारा संवहन धारा तथा इस विलंब के बाद ट्रिगरन किया जाता है। यह परिपथ 0° से लगभग 170° तक के संवहन कोण को नियंत्रित कर सकता है, तथा पूर्ण शक्ति नियंत्रण की 97% से अधिक की व्यवस्था कर सकता है।

मृदु प्रारंभ विकल्प के साथ प्रकाश दीप्तिमंदक (Light dimmer with soft-start option): Fig 10 को परिपथ, मृदु आरंभ विकल्प के साथ प्रकाश दीप्तिमंदक का है। उसके गर्म प्रतिरोध की तुलना में शीत लैंप के तंतु के बहुत कम प्रतिरोध के कारण मृदु आरंभन अनिवार्य है। प्रारंभ में कुंजी को ऑन करते समय, लैंप के कम प्रतिरोध के कारण बहुत उच्च अन्तर्वाह धारा होती है। जिसके कारण तंतु लघु पथित लैंप की अल्पायु होती है। उच्च अन्तर्वाह धारा के कारण लैंप के विफल होने को, मृदु आरंभ लक्षण से विलोपित किया जाता है, जो उच्च सर्ज (क्षणिक) को विलोपित करने के लिए पर्याप्त मंद रूप से बल्ब को धारा देती है।

Fig 10 पर परिपथ का प्रचालन तब आरंभ होता है जब D_4 के द्वारा D_1 के डायोड सेतु को वोल्टता प्रयुक्त होती है। सेतु, निवेशी को दिष्टकारित

करती है तथा जेनर डायोड D_5 तथा प्रतिरोधक ट्रांजिस्टर R_1 को DC वोल्टता प्रयुक्त होती है। जेनर एकल संधि ट्रांजिस्टर Q_1 को 20 वोल्ट की नियत वोल्टता उपलब्ध करता है, अतिरिक्त इसके कि प्रत्येक एकान्तरण के अंत पर, जब लाइन वोल्टता का पतन शून्य तक होता है। प्रारंभ में संधारित्र C_1 के आरपार वोल्टता शून्य होती है तथा संधारित्र C_2, Q_1 को ट्रिगर करने के लिए आवेशित नहीं कर सकता है। C_1, आवेशित होना प्रारंभ होता है, लेकिन वोल्टता कम होने के कारण केवल अर्ध चक्र के अंत के निकट Q_1 को ट्रिगरन करने के लिए C_2 पर पर्याप्त वोल्टता होगी। इस समय लैंप का प्रतिरोध कम होने के बाद भी, लैंप की प्रयुक्त वोल्टता कम होती है तथा अन्तर्वाह (Inrush) धारा कम होती है। चक्र में Q_1 को C_2 के द्वारा शीघ्र ट्रिगरन होने देते हुए फिर C_1 पर वोल्टता में वृद्धि होती है। उसी समय प्रयुक्त वोल्टता में धीरे - धीरे वृद्धि होने से लैंप गर्म होता है तथा जब तक लैंप को प्रयुक्त शिखर वोल्टता अपने उच्चतम मान पर होती है तब तक बल्ब पर्याप्त रूप से गर्म हो चुका होता है, जिससे कि शिखर अन्तर्वाह (Inrush) धारा को उचित मान पर रखा जाता है। प्रतिरोधक R_4, C_2 के आवेशित दर को नियंत्रित करता है तथा बल्ब को मंद करने के साधन की व्यवस्था करता है। R_4 के प्रतिरोध को परिवर्तित करके भार को शक्ति, मानवीय रूप से समायोजित की जा सकती है। T_1 एक स्पन्द ट्रांसफार्मर हैं, ट्रायक को ट्रिगर की आपूर्ति करने के अतिरिक्म, यह ट्रांस्फार्मर कम शक्ति ट्रिगरन परिपथ से उच्च धारा भार परिपथ को पृथक करता है।(ट्रायक के लिए द्वार पृथक विधि का वर्णन आगे के अनुछेदों में किया गया है)

Fig 10



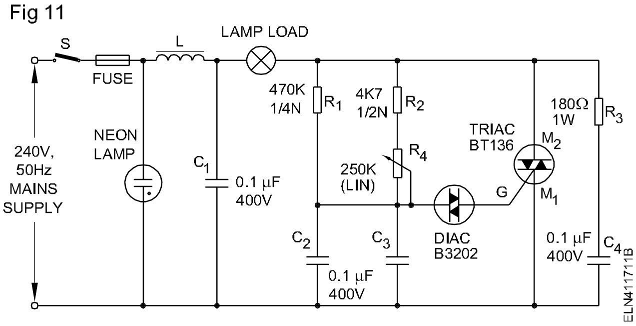
सरल दीप्तिमंदक कम (Cum), सर्वात्रिक मोटरगति नियंत्रक (A simple lamp dimmer cum Universal motor speed controller): Fig 11 में दर्शाये गये लैंप दीप्तिर्मेदक कम सर्वात्रिक गति नियंत्रक परिपथ में ट्रायक को नियत्रंण युक्ति की तरह उपयोग किया गया है। ट्रायक के संवहन कोण को नियंत्रण करने के लिए कला नियत्रंण का उपयोग किया गया हैं, जो लैम्प को पालित शक्ति को नियंत्रित करता है।

ट्रायक को AC मुख्य आपूर्ति के साथ श्रेणी में एक लैंप L जोड़ा होता है। डायक के द्वारा ट्रायक के द्वार को ट्रिगरन स्पंद दी जाती है। दोनों धनात्मक तथा ऋणात्मक अर्द्ध चक्र के समय समान ब्रेक ओवर (Breakover) वोल्टता स्तर (Level) 30V पर डायक को ट्रिगर किया जाता है। सर्वात्रिक मोटर की गति या प्रकाश की तीवृता को बदलने की सुविधा का प्रबंध विभवमापी R_4 करता है।

प्रघाती ऊर्जा अवशोषक परिपथ (Snubber Circuit): ट्रायक नियंत्रण के साथ एक समस्या यह है कि उसके संवहन के रूकने के तुरंत बाद, ट्रायक के आरपार विपरीत वोल्टता का अचानक अनुप्रयोग। यह गंभीर समस्या है जब भार, मोटर की तरह उच्च प्रेरणिक हो। dv/dt से व्यक्त इस पुनः प्रयुक्त वोल्टता कला नियंत्रण को हानि के साथ युक्ति को ट्रिगर आन कर कर सकती है (अन्वाच्छित या गलत ट्रिगरिंग) इस गलत ट्रिगरिंग को रोकन के लिए परिपथ (Fig 11 में दर्शाये गये अनुसार R4 तथा C_4) के आरपार एक R तथा C श्रेणी जाल को स्थित किया जाता है। यह RC जाल ट्रायक के आरपार प्रयुक्त वोल्टता की वृद्धि को कम करता है। ट्रायक परिपथ के आरपार जुड़े इस परिपथ को प्रघाती ऊर्जा अवशोषक (Snubber) परिपथ कहते है। ट्रायक के शीघ्र आन तथा आफ करने से उत्पन्न रेडियो आवृत्ति व्यतिकरण (RF) को वास्तविक रूप से कम करने के लिए प्रेरकत्व L तथा संधारित्र C_1 एक निम्न पास फिल्टर (Low Pass) बनाता है।

पंखे का गति नियंत्रक (Fan speed regulator) Fig 11 पर लैंप दीप्तिमंदक परिपथ को पंखे की गति नियंत्रक की तरह समान रूप से उपयोग किया जा सकता है। किया जाने वाले केवल परिवर्तन यह है कि Fig 11 पर परिपथ में दर्शाये गये लैप को स्थान में पंखे को जोड़ना है। POT R_3 को केवल घुमाते हुए ही गति को लगभग शून्य से पूर्णगति तक परिवर्तित किया जा सकता है।

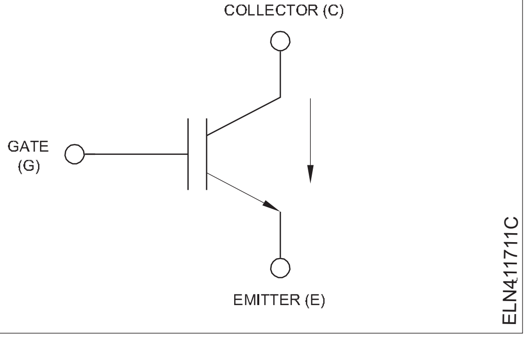
Fig 11



आई जी बी टी (इन्सुलेटेड गेट बाइपोलर ट्रांजिस्टर) (IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)

इन्सेलेटेड गेट वाइपोलर ट्रांजिस्टर (आई जीबीटी) पावर इलेक्ट्रानिक्स की आधुनिक युक्ति है । बी जे टी और मास्केट की प्रापर्टीज को संयुक्त की करके इस (obtained) करते हैं । हम जानते हैं बी जे टी कलेक्टर धारा के अधिकमान के लिए स्टेट लॉसेस कम पर होता है । लेकिन ड्राइव की जरूरत बी जे टी थोड़ा कठिन है । मास्केट ड्राइव बहुत साधारण (गेट और स्त्रोत के बीच केवल वोल्टेज अप्लाई) है । लेकिन मास्फेट में स्टेट लॉसेस हाई- ऑन होते हैं । मास्फेट का गेट परिपथ और बीजेटी का कलेक्टर एमीटर परिपथ एक साथ संयुक्त रूप से एक नयी युक्ति (new device) द्वारा होते हैं । इस युक्ति को आईजीबीटी (IGBT) कहते हैं । अतः आई जी बी टी का लाभ दोनों बी जे टी और मास्फेट हैं । Fig 12 में IGBT के चित्र को देखें । आब्जर्व करें कि चित्र मास्फेट और बी जे टी के संयुक्त रूप को दर्शाता है ।

Fig 12

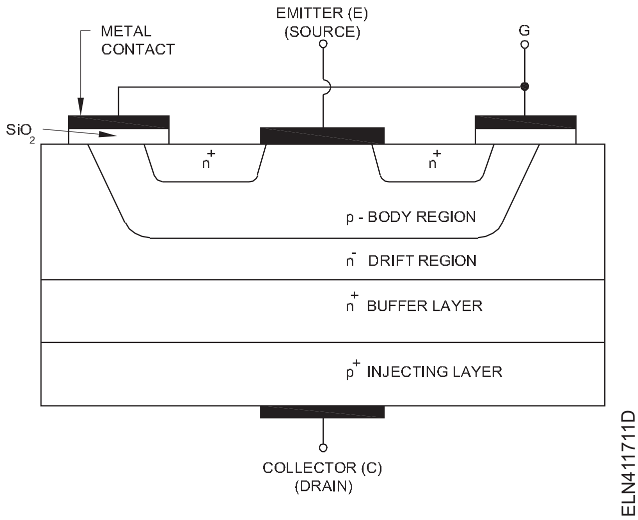


IGBT के तीन टर्मिनल होते हैं - गेट (G), कलैक्टर (C) और एमीटर (E) धारा कलैक्टर से एमीटर की ओर बहती है जब एक वोल्टेज गेट और एमीटर के बीच अप्लाई होता है । IGBT टर्न आन हो जाता है । जब गेट एमीटर वोल्टेज हट जाता है । IGBT टर्न-ऑफ हो जाता है । जब गेट से एमीटर वोल्टेज को अप्लाई करते हैं तो बहुत कम (ना के बराबर) धारा बहती है इसके समान मास्फेट के गेट परिपथ में होता है । ऑन स्टेट कलैक्टर से एमीटर ड्राप बहुत कम जैसे BJT होती है ।

आईजीबीटी की संरचना (Structure of IGBT)

आईजीबीटी का चित्र मास्फेट के समान ही होता है में आईजीबीटी का लम्बवत क्रास-सेक्शन को दिखाया गया है इस चित्र में एडिशनल P+ परत को आब्जर्व करते हैं यह परत कलैक्टर (ड्रेन) IGBT की होती है । (Fig 13)

Fig 13



यह P+ इंजेक्शन परत भारी डॉटड (heavily doped) है । इसकी डोपिंग (intensity) 10^{19} आद्रता प्रति घन सेंमी है । दूसरी परत की डोपिंग मास्फेट के समान है । n+ परत 10^{19} प्रतिघन सेंमी है । P-प्रकार बॉडी रीजन का डोपिंग लेवल 10^{16} प्रति घन सेंमी है । n - ड्रिप्ट (drift) रीजन हल्का डाप्ड होता है । (10^{14} प्रति घन सेंमी)

आई जीबीटी के द्वारा पंच (Punch through IGBT) :

IGBT के आपरेशन के लिए n+ बफर की आवश्यकता नहीं होती है । जिस IGBT में n+ बफर परत होती है उसे आईजीबीटी का पंच कहते हैं । इन आईजीबीटी की वोल्टेज ब्लाकिंग क्षमता असममित (asymmetric) होती है । पंच के द्वारा आईजीबटी (IGBT) में फास्टर टर्न ऑफ समय होता है। अतः इनका प्रयोग इन्वर्टर के लिए और चॉपर परिपथों में किया जाता है।

आईजीबीटी के द्वारा नॉन पंच (Non-punch through IGBT)

आईजीबीटी n+ बफर परत के बिना को आईजीबीटी के द्वारा नॉन पंच कहते हैं । इन IGBT के पास एक सा अथवा सममितीय वोल्टेज ब्लाकिंग क्षमता होती है । इन IGBT का प्रयोग रेक्टिफायर टाइप के अनुप्रयोगों के लिए किया जाता है ।

आईजीबीटी का ऑपरेशन (Operation of IGBT)

जब V_{GS} बड़ा होता है V_{GS} (थ्रेसहोल्ड) से (V_{GS} > V_{GS} threshold), तब चेनल के इलेक्ट्रान गेट के नीचे की ओर सम्मत होते हैं जैसा कि Fig 14 में दिखाया गया है । ये इलेक्ट्रान P^+ परत से होल्स की ओर आकर्षित होते हैं । अतः होल्स के भीतर से P^+ परत से n^- - ड्रिफ्ट भाग (drift region) होता है । अतः होल्स/इलेक्ट्रान धारा कलैक्टर से एमीटर की ओर बहना शुरू हो जाती है । जब होल्स P - टाइप बॉडी रीजन में प्रवेश करते हैं, तब वे बहुत से इलेक्ट्रानों के द्वारा n^+ परत में आकर्षित हो जाते हैं यह क्रिया पूरी तरह से मास्फेट की तरह ही है ।

Fig 14

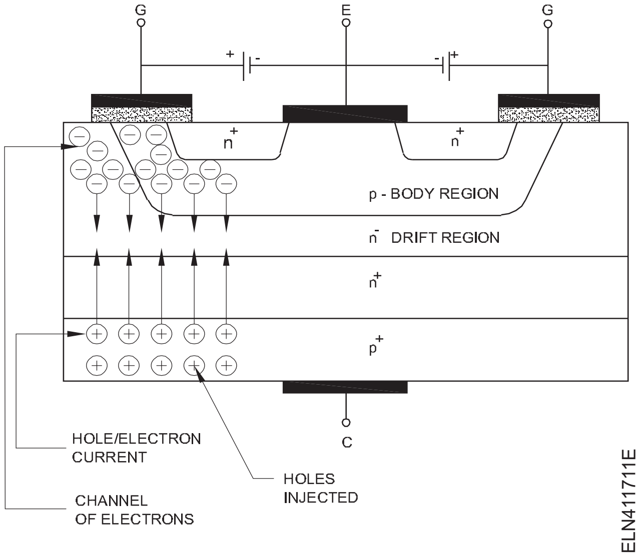
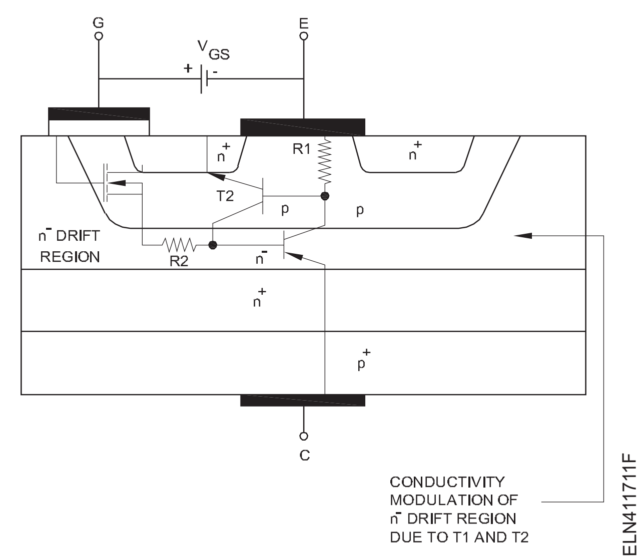


Fig 15 में आई जी बी टी का चित्र दिखाया गया है कि कैसे इन्टर्नल मास्फेट और ट्रांजिस्टर सम्मत होते हैं । मास्फेट इनपुट गेट, एमीटर स्त्रोत की तरह, और n - ड्रिफ्ट रीजन ड्रेन की तरह सम्मत होते हैं । दो ट्रांजिस्टर T_1 और T_2 को Fig 15 में देखें ।

Fig 15

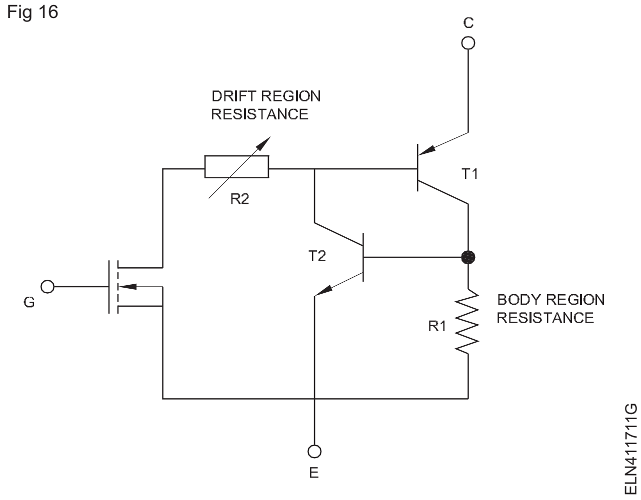


होल्स P+ इंजेक्टिंग परत द्वारा n - ड्रिफ्ट रीजन के भीतर जाते हैं । यह n+ ड्रिफ्ट रीजन ट्रांजिस्टर T_1 का आधार और ट्रांजिस्टर T_2 का क्लैक्टर होता है । होल्स n ड्रिफ्ट रीजन में फिर से P - टाइप बॉडी रीजन में जाते हैं, जिसे एमीटर से जोड़ा जाता है । इलेक्ट्रान n+ रीजन (जिसे एमीटर कहते हैं) के द्वारा ट्रांजिस्टर T_2 में पास होते हैं और फिर से n - ड्रिफ्ट रीजन में पास होते हैं । अतः होल्स और इलेक्ट्रान बड़ी संख्या में - ड्रिफ्टीरीजन में जाते हैं । ये प्रतिरोध को कम करके - ड्रिफ्ट रीजन (drift region) को

कम करते हैं इसको चालकता (conductivity) n- ड्रिफ्ट रीजन की चालकता माडुलेशन कहते हैं । अतः चालकता माडलेशन (conductivity modulation) मास्फेट में प्रवेश नहीं करता है । ट्रांजिस्टर T_1 और T_2 का कनेक्शन होल्स/इलेक्ट्रान ड्रिफ्ट रीजन के भीतर अधिक संख्या में होते हैं । ट्रांजिस्टर T_1 और T_2 ट्रांजिस्टर सिलिकॉन कन्ट्रोल रेक्टिफायर की तरह ही होते हैं । जोकि रिजनरेटिव (regenerative) होते हैं । ट्रांजिस्टर T_1 के द्वारा गेट ट्रिगर सर्व के द्वारा अंदरूनी मास्फेट की तरह सम्मत होता है Fig 15 में इसका इक्वीवैलेन्ट (के समान या बराबर) परिपथ दिखाया गया है । इस चित्र में जब गेट अप्लाई $V_{GS} > V_{GS}$ (th) को आब्जर्व करें, इन्टरर्नल इक्वीवैलेन्ट मास्फेट टर्न आन हो जाता है । यह बेस आधार ड्राइव से ट्रांजिस्टर T_1 को देता है अतः ट्रांजिस्टर T_1 कन्डक्टिंग होना शुरू कर देता है । ट्रांजिस्टर T_1 का कलैक्टर, ट्रांजिस्टर T_2 का आधार होता है तब ट्रांजिस्टर T_2 भी टर्न ऑन हो जाता है । ट्रांजिस्टर T_2 का आधार ट्रांजिस्टर T_1 है अतः रिजनरेटिव लूप शुरू होता है और अधिक संख्या में कैरियर्स (carriors) n- ड्रिफ्ट रीजन में भीतर की ओर होते हैं । यह आईजीबीटी के स्टेट लॉस को कम करता है जैसे BJT यह n - ड्रिफ्ट रीजन की चालकता माडुलेशन होती है ।

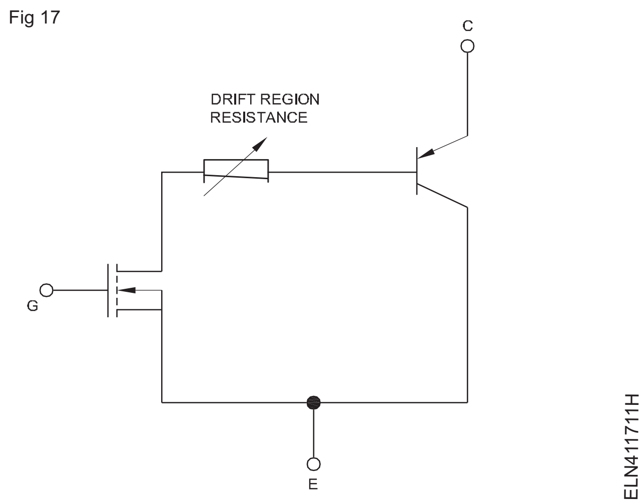
जब गेट ड्राइव को हटा दिया जाता है, IGBT टर्न ऑफ हो जाता है, जब गेट को हटा दिया जाता है तब उत्पन्न चैनल लुप्त (vanished) होगा और अंदरूनी समतुल्य (equivalent) मास्फेट टर्न-ऑफ हो जायेगा अतः ट्रांजिस्टर T_1 टर्न ऑफ होगा यदि ट्रांजिस्टर T_2 टर्न ऑफ होगा यदि P टाइप बाडी रीजन का प्रतिरोध R_1 बहुत कम है इस स्थिति के अन्दर, अतः (Virtually) आधार और एमीटर लगभग शार्ट हैं अतः ट्रांजिस्टर T_2 टर्न ऑफ है । ट्रांजिस्टर भी टर्न ऑफ होगा । ट्रांजिस्टर भी टर्न ऑफ होगा । अतः आईजीबीटी (IGBT) की संरचना बाडी रीजन के प्रतिरोध (R_1) को बहुत क्रम आयोजित करता है । (Fig 16)

Fig 16



यदि प्रतिरोध R_1 बहुत कम है, तब ट्रांजिस्टर T_2 कभी नहीं कंडक्ट (conduct) करेगा और आईजीबीटी का समतुल्य परिपथ को में दिखाया गया है । आईजीबी (IGBT) से अलग मास्फेट क्योंकि धारा का चालन कलैक्टर से समीटर की ओर होता है । मास्फेट के लिए, ऑन स्टेट लॉससेस अधिक, प्रतिरोध ड्रिफ्ट रीजन का समान है लेकिन आईजीबीटी, प्रतिरोध के ड्रिफ्टरीजन को कम करता है जब गेट ड्राइव को अप्लाई करते हैं । यह प्रतिरोध कम होता है क्योंकि इंजेक्टिंग रीजन होता है । अतः ऑन स्टेट लॉस आईजीबीटी बहुत कम होता है । (Fig 17)

Fig 17



IGBT के लाभ, हानि तथा अनुप्रयोग (Merits, Demerits and Application)

IGBT के लाभ (Merits of IGBT)

1 वोल्टेज कन्ट्रोल युक्ति है अतः ड्राइव परिपथ बहुत साधारण होता है ।

2 ऑन-स्टेट लॉसेस को कम करता है ।

3 स्विचिंग फ्रीक्वेंशी थायरिस्टर से अधिक होती है ।

4 कम्यूटेशन परिपथों की आवश्यकता नहीं होती है ।

5 गेट पूरी तरह से कन्ट्रोल IGBT के आपरेशन में होता है ।

6 IGBT लगभग फ्लैट तापमान गुणांक होता है ।

IGBT की हानियाँ (Demerits of IGBT)

1 IGBT में स्टैटिक चार्ज समस्या होती है ।

2 IGBT, BJT तथा मास्फेट से महंगा होता है ।

IGBT के अनुप्रयोग (Application of IGBT)

1 एसी मोटर ड्राइव जैसे इन्वर्टर

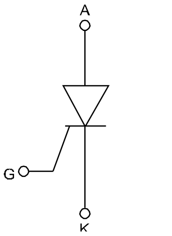
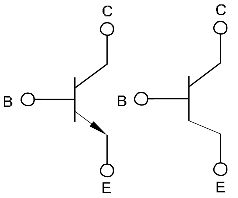
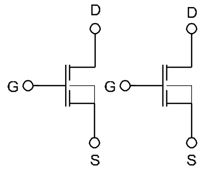
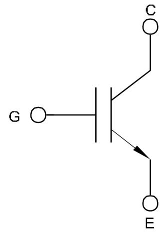
2 डीसी से डीसी पावर सप्लाई जैसे - चॉपर

3 यूपीएस सिस्टम

4 हारमोनिक कम्पनसेंटर

पावर युक्तियों की तुलना (Comparison of Power Devices)

पावर युक्तियों की तुलना स्विचिंग फ्रीक्वेंशी, गेट ड्राइव परिपथ, पावर हैण्डिलिंग क्षमता आदि के आधार पर करते हैं सारणी 1 में SCR, BJT मास्फेट तथा IGBT में तुलना को देखें ।

संख्या	मापदण्ड	SCR	BJT	MOSFET	IGBT
1	प्रतीक				
2	ट्रिगर जैसे-लैचिंग अथवा लीनियर	ट्रिगर आथवा लैचिंग युक्ति	लीनियर ट्रिगर	लीनियर ट्रिगर	लीनियर ट्रिगर
3	युक्ति में कैरियर के प्रकार	बहुमत कैरियर युक्ति	बाईपोलर युक्ति	बहुमत कैरियर युक्ति	बहुमत कैरियर युक्ति
4	गेट अथवा आधार का कन्ट्रोल	एक बार टर्न आन करके गेट के कन्ट्रोल ना करना	आधार पूरी तरह से कन्ट्रोल	गेट पूरी तरह से कन्ट्रोल	गेट पूरी तरह से कन्ट्रोल
5	ऑन-स्टेट ड्राप	< 2 वोल्ट	< 2 वोल्ट	4 से 6 वोल्ट	3.3 वोल्ट
6	स्विचिंग फ्रीक्वेंशी	500 हट्‌र्स	10 किलो हट्‌र्स	100 तक किलो हट्‌र्स	20 किलो हट्‌र्स
7	गेट ड्राइव	धारा	धारा	वोल्टेज	वोल्टेज
8	स्नबर	अनपोलराइज्ड	पोलराइज्ड	जरुरी नहीं	जरुरी नहीं
9	तापमान गुणांक	नकारात्मक	नकारात्मक	धनात्मक	लगभग फ्लैट लेकिन धनात्मक अधिक धारा पर
10	वोल्टेज तथा धारा रेटिंग	10 kV/4kA	2 kV/4kA	1 kV/4kA	1.5 kV/4kA
11	वोल्टेज ब्लाकिंग क्षमता क्षमता	सममितता तथा असममितता (दोनों)	असममिता	असमितता	असममिता
12	अनुप्रयोग	एसी से डीसी कन्वर्टर एसी वोल्टेज कन्ट्रोलर, इलेक्ट्रानिक सर्किट ब्रेकर	डीसी से एसी कन्वर्टर इंडक्शन मोटर ड्राइव, यूपीएस एसएमएमपीएस चापर	डीसी चापर, कम पावर, यूपी एसएमपीएस, ब्रशलेश डीसी मोटर ड्राइव	डीसी से एसी कन्वर्टर, एसी मोटर ड्राइव, UPS चापर, SMPS आदि में

इंटीग्रेटेड सर्किट वोल्टेज रेगुलेटर (Integrated circuit voltage regulators)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **इंटीग्रेटेड सर्किट का वर्णन करना**
- **इंटीग्रेटेड सर्किट का वर्गीकरण बताना**
- **IC वोल्टेज रेगुलेटर के प्रकार को बताना**
- **एक आवश्यक वोल्टेज के लिए वोल्टेज रेगुलेटर तेयार करना**
- **नियत वोल्टेज रेगुलेटर को परिवर्तनीय आउटपुट रेगुलेटर बदलना, सर्किट।**

आई सी परिचय (IC introduction)

इंटीग्रेटेड सर्किट (Integrated circuit)

इलेक्ट्रानिक परिपथ एक निश्चित संख्या अलग-अलग पुर्जों को एक दूसरे से विशिष्ट तरीके से जोड़कर बनाया जाता है। उदाहरण के लिए सीरीज वोल्टेज रेगुलेटर परिपथ जिसकी चर्चा पिछले पाठ में किया गया है, ट्रांजिस्टर, जेनर डायोड, प्रतिरोध आदि को एक परिभाषित तरीके से जोड़कर एक रेगुलेटर की तरह कार्य करने के लिए संयोजित किया जाता है। यदि इन सभी पुर्जों को बोर्ड पर बनाये जाने के स्थान पर सेमीकंडक्टर क्रिस्टल के पर्त (वेफर) पर बनाया जाये तो परिपथ का भौतिक आकार बहुत छोटा हो जाता है। हालांकि छोटा होने परर भी यह वही कार्य करता है जो कि परिपथ को तार और विभिन्न पुर्जों का उपयोग करके बनाये जाने पर करता है। इस प्रकार के लघुकृत या छोटी इलेक्ट्रानिक परिपथ प्रायः एक ही किस्ट्रल पर आमतौर पर सिलिकान में इंटीग्रेटेड परिपथ या IC के रूप में बनाये जाते हैं। इंटीग्रेटेड परिपथ (IC) हजारों सक्रिय पुर्जे जैसे-ट्रांजिस्टर डायोड और अक्रिय पुर्जे जैसे प्रतिरोध और केपेसिटर को कुछ विशिष्ट क्रम में रखा जा सकता है। ये पूर्व निर्धारित अनुसार कार्य करते हैं जैसे कि वोल्टेज रेगुलेटर प्रवर्द्धक (amplifier) या दोलित एवं अन्य इसी प्रकार।

इंटीग्रेटेड सर्किट का वर्गीकरण (Classification of Integrated circuits): इंटीग्रेटेड परिपथ को कई प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है हालांकि सबसे अधिक लोकप्रिय वर्गीकरण निम्नानुसार है:

1 परिपथ के आधार पर प्रकार

i एनालॉग IC - उदाहरण: एम्लीफायर IC, वोल्टेज रेगुलेटर IC आदि।

ii डिजिटल IC - उदाहरण: डिजिटल गेट्स, फ्लीप-फ्लोप, एड्ेस आदि।

2 बने हुए IC में लगे ट्रांजिस्टर की संख्या के आधार पर

i स्माल स्केल इंटीग्रेशन (SSI) - 1 से 10 ट्रांजिस्टर से बना हो।

ii मीडियम स्केल इंटीग्रेशन (MSI) - 10 से 100 ट्रांजिस्टर से मिलकर बना हो।

iii लार्ज स्केल इंटीग्रेशन (LSI) - 100 से 1000 ट्रांजिस्टर से मिलकर बना हो।

iv व्हेरी लार्ज स्केल इंटीग्रेशन (VLSI) - 1000 और उससे अधिक।

3 उपयोग किये गए ट्रांजिस्टर के प्रकार के आधार पर

i बाईपोलर - इलेक्ट्रान और होल करंट दोनों वाहक होते हैं।

ii मेटल ऑक्साइड सेमी कंडक्टर (MOS) - इलेक्ट्रॉन या होल करंट।

iii कम्पलीमेंटरी मेटल ऑक्साइड सेमी कंडक्टर (CMOS) - इलेक्ट्रॉन या होल करंट।

नोट: MOS और CMOS ट्रांजिस्टर के अन्य प्रकार हैं और प्रशिक्षणार्थियों से अनुरोध किया जाता है कि आगे के संदर्भ के लिए किसी मानक इलेक्ट्रॉनिक पुस्तक का उपयोग करें।

IC कई प्रकार के आकार और पैकेज में उपलब्ध है कुछ सामान्य पैकेज हैं:

– डुअल इन द पैकेजेस (DIP)

– सिंगल इन द पैकेजेस (SIP) और

– मेटल कैन पैकेजेस

IC हीट सींक के साथ दिए गए IW की अपेक्षा अधिक पॉवर सहन कर सकता है।

इंटीग्रेटेड सर्किट का विविक्त परिपथ की अपेक्षा लाभ (Advantages of integrated circuits over discrete circuit) (टेबल 1 देखें)

टेबल 1

इंटीग्रेटेड सर्किट	विविक्त सर्किट
लाभ	
1 सभी एक ही चाप में होते हैं	सभी विविक्त पुर्जे अलग-अलग होते हैं।
2 आकार छोटा होने के कारण कम स्थान की आवश्यकता होती है।	अधिक स्थान की आवश्यकता हो होती है।
3 बड़े पैमाने पर निर्माण के कारण सस्ते होते हैं।	पृथक पुर्जो के कारण महंगे होते हैं।
4 विशिष्ट संरचना के कारण अधिक विश्वसनीय होते हैं।	कम विश्वसनीय हैं।
5 सेवा प्रकार्य और मरम्म्त आसान होता है।	सेवा प्रकार्य और मरम्मत कठिन होता है।

हानियाँ	
1 IC में विशिष्ट अनुप्रयोग के लिए विशिष्ट परिपथ बनाए जाते हैं।	विविक्त परिपथ किसी भी डिवाइस में उपयोग किया जा सकता है।
2 यदि IC का एक भाग खराब हो जाता है तो पूरा IC बदलना पड़ता है।	केवल खराब हुए विशेष पुर्जे को बदलने की आवश्यकता होती है।

जब लाभ पर विचार करते हैं तो IC की हानियाँ उपेक्षणीय हैं। ये अधिकतर विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोगों जैसेः- वोल्टेज रेगुलेटर ऑडियो एम्प्लीफायर टी.वी. सर्किट्स, कम्प्यूटर्स, इंडस्ट्रियल एम्प्लीफायरर्स आदि में उपयोग किया जाता है। IC विभिन्न परिपथ के लिए विभिन्न उचित वाह्य आरेखों में विभिन्न पिन संरचना में उपलब्ध होते हैं।

इंटीग्रेटेड सर्किट (IC) वोल्टेज रेगुलेटर्स (Integrated circuit (IC) voltage regulators): सीरीज वोल्टेज रेगुलेटर जिसकी चर्चा पिछले अध्याय में की गई है। वे इंटीग्रेटेड सर्किट के रूप में उपलब्ध है। ये वोल्टेज रेगुलेटर IC के रूप में जाने जाते हैं।

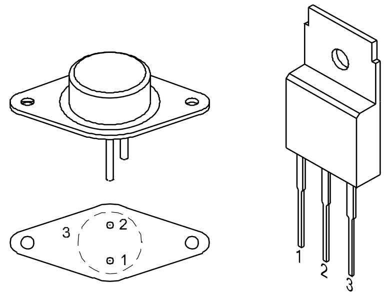
वोल्टेज रेगुलेटर IC के दो प्रकार हैं। वे हैं,

– फिक्स्ड आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर्स IC

– एडजस्टेबल आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर IC

फिक्स्ड आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर IC (Fixed output voltage regulator ICs): फिक्स्ड आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर IC के नवीनतम उत्पाद में केवल तीन पिन Fig 1 के समान होते हैं। ये या तो धनात्मक या ऋणात्मक रेगुलेटर DC आउटपुट वोल्टेज प्रदान करने के लिए तैयार किये जाते हैं।

Fig 1

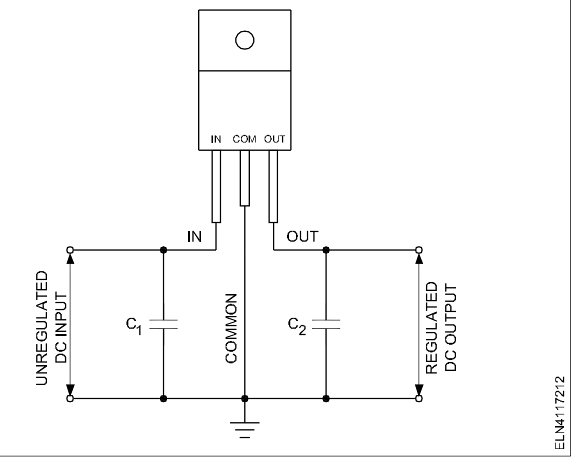


3 PIN IC REGULATOR

ये IC उन सभी पुर्जों को लगाकर बने होते हैं और छोटे पैकेज में उनसे भी अधिक पुर्जे वाले होते हैं। ये Fig 1 में है। जब ये IC वोल्टेज रेगुलेटर के रूप में प्रयोग किये जाते हैं तो उसमें दो छोटे कैपेसिटर के अलावा अन्य पुर्जों की आवश्यकता नहीं होती है। (Fig 2)

कैपिसटर C_1 के उपयोग के पीछे कारण यह है कि जब वोल्टेज रेगुलेटर IC फिल्टर केपेसिटर से कुछ इंच बड़ा हो तब लीड का इंडक्टेंस IC में दोलन उत्पन्न कर सकता है केपेसिटर C_1 इस प्रकार के दोलन की स्थापना को रोकता है बाई पास केपेसिटर C_1 के मान की सीमा 0.220μF से 1μF तक होती है। यह ध्यान देना महत्त्वपूर्ण है कि C_1 को IC के उतना अधिक नजदीक संयोजित किया जाये जितना अधिक संभव हो।

Fig 2



केपेसिटर C_2 का उपयोग रेगुलेटर आउटपुट वोल्टेज के परिवर्तनशील व्यवहार को सुधारने के लिए किया जाता है। केपेसिटर C_2 इन परिवर्तनशील उत्पादों को ऑन/ऑफ की अवधि में बाईपास कर देता है। केपेसिटर C_2 का मान सीमा 0.1μF से 10μF तक होती है।

फिक्स्ड वोल्टेज तीन टर्मिनल रेगुलेटर विभिन्न आउटपुट वोल्टेज (जैसेः-5V, 9v, 12V, 24V) के लिए अलग-अलग IC निर्माताओं द्वारा उपलब्ध है जिसमें अधिकतम लोड करंट रेटिंग 100mA से 3A तक होती है।

सबसे अधिक लोकप्रिय तीन टर्मिनल IC रेगुलेटर हैं,

1 LMXXX-X श्रंखला

उदाहरण: LM320-5, LM320-24 आदि।

2 78XX और 79XX श्रंखला

उदाहरण: 7805, 7812, 7912 आदि।

IC विवरणिका पुस्तक में लोकप्रिय तीन टर्मिनल रेगुलेटर की एक सूची दी गई है।

तीन टर्मिनल IC रेगुलेटर्स का विशेष विवरण (Specifications of three terminal IC regulators): समझने में सरलता के लिए हम तीन टर्मिनल IC μA7812 पर विचार करते हैं। नीचे दी गई टेबल 2 में μA7812 का विशेष विवरण सूचीबद्ध है।

टेबल 2

मापक Parameter	न्यूनतम Min.	प्रकार Type.	अधिकतम Max.	इकाईयाँ Units
आउटपुट वोल्टेज	11.5	12	12.5	V
आउटपुट रेगुलेशन		4	120	mV
शार्ट सर्किट आउटपुट करंट			350	mA
ड्राप आउट वोल्टेज			2.0	V
रिपल रिजेक्शन	55	71		dB
पीक आउटपुट करंट		2.2		A

आउटपुट वोल्टेज (Output voltage): यह विवरण IC से प्राप्त किए जा सकने वाले रेगुलेटेड DC आउटपुट वोल्टेज को दर्शाता है। यह देखा जा सकता है कि निर्माता ने ऊपर दिए गए सारणी में प्रारूप विवरण में न्यूनतम और अधिकतम वोल्टेज का विवरण दिया है। जब IC कार्य करता है, तब यह विशिष्ट मान ग्रहण करता है। जो सामान्य इनपुट और लोड कंडीशन पर होते हैं।

आउटपुट रेगुलेशन **(Output regulation):** यह निर्धारित अधिकतम लोड कंडीशन पर आउटपुट वोल्टेज में हो सकने वाले परिवर्तन को दर्शाता है। उदाहरण के लिए μA7812 IC में आउटपुट वोल्टेज इसके निर्धारित 12V DC से 4mV परिवर्तित हो सकती है जबकि निर्धारित विशिष्ट लोड करंट 2.2A।

शार्ट सर्किट आउटपुट करंट (Short circuit output current): यदि आउटपुट शार्ट हो जाता है, तो यह शार्टेड करंट I_{SC} को दर्शाता है। μA7812 में जब आउटपुट टर्मिनल शार्ट होता है तब आउटपुट करंट 350mA तक सीमित है।

इस रेगुलेटर का उपयोग फोल्डबेक करंट सीमित करने के लिए किया जा सकता है।

ड्राप आउट वोल्टेज (Drop out voltage): उदाहरण के लिए μA7812 में जिसका आउटपुट वोल्टेज +12V रेगुलेटर के लिए अनरेगुलेटेड DC वोल्टेज आउटपुट वोल्टेज की अपेक्षा उच्च होना चाहिए। विवरण में दिया गया ड्रापआउट वोल्टेज IC के रेगुलेटर की तरह प्रचालन के लिए इनपुट और आउटपुट वोल्टेज के बीच के धनात्मक अंतर को दर्शाता है। उदाहरण के लिए μA7812 में इनपुट अनरेगुलेटेड वोल्टेज रेगुलेटेड DC आउटपुट वोल्टेज 12V से कम से कम 2V अधिक होना चाहिए अर्थात् μA7812 के लिए इनपुट कम से कम 14V होना चाहिए।

IC के इनपुट और आउटपुट सिरों पर वोल्टेज का अंतर बहुत अधिक ज्यादा भी नहीं होना चाहिए क्योंकि इससे अनचाहा शक्ति खपत होता है। अंगूठा नियम (thumb rule) के अनुसार रेगुलेटर के इनपुट वोल्टेज को अधिकतम रेगुलेटर के आउटपुट वोल्टेज के दो गुना तक प्रतिबंधित किया गया है। उदाहरण के लिए μA7812 के लिए अनरेगुलेटेड वोल्टेज 14V से अधिक और 24V से कम होना चाहिए।

– रिपल रिजेक्शन

 यह इनपुट और आउटपुट के बीच रिपल रिजक्शन के अनुपात को दर्शाता है इसे डेसीबल में व्यक्त किया जाता है,

– पीक आउटपुट करंट

यह अधिकतम आउटपुट या लोड करंट को दर्शाता है जो प्रवाहित हो सकता है। इस निर्धारित अधिकतम करंट के ऊपर IC के सुरक्षा की गारंटी नहीं होती है।

IC के टाइप नंबर से आउटपुट वोल्टेज निर्धारित अधिकतम करंट की पहचान करना (Identification of output voltage and rated maximum load current from IC type number)

– 78XX और 79XX श्रृंखला 3 टर्मिनल वोल्टेज रेगुलेटर हैं।

– सभी 78XX श्रृंखला धनात्मक आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर हैं।

– सभी 79XX श्रृंखला ऋणात्मक आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर हैं।

पद XX निर्धारित आउटपुट रेगुलेटर वोल्टेज को दर्शाता है।

उदाहरण

7805

धनात्ममक आउटपुट रेगुलेटर को दर्शाता है — +5V आउटपुट को दर्शाता है

7912

ऋणात्मक आउटपुट रेगुलेटर को दर्शाता है — –12V आउटपुट वोल्टेज को दर्शाता है

यह नोट करना महत्त्वपूर्ण है कि 78 XX/ 79XX श्रृंखला के विभिन्न निर्माता जैसे फेयर चाइल्ड (MA/Mpc), मोटोरोला, सिग्नेटिक्स (SS) तीन पिन रेगुलेटर के निर्धारित अधिकतम करंट को दर्शाने के लिए थोड़ा अलग कोडिंग योजना अपनाते हैं। IC के इसी प्रकार की एक योजना नीचे दी गई है।

78LXX	-	L निर्धारित अधिकतम लोड करंट 100mA के रूप में दर्शाता है।
78MXX	-	M निधारित अधिकतम लोड करंट 500mA के रूप में दर्शाता है।
78XX	-	78 और XX के बीच एक अक्षर का नहीं होना निर्धारित अधिकतम लोड करंट 1A दर्शाता है।
78SXX	-	S निर्धारित अधिकतम लोड करंट 2amp दर्शाता है।

उदाहरण

μPC 78 M 15H

- μPC — फेयर चाइल्ड (निर्माता कोड)
- 78 — धनात्मक रेगुलेटर
- M — निधारित अधिकतम लोड करंट 500mA है
- 15 — रेगुलेटर आउटपुट वोल्टेज 15V दर्शाता है
- H — Indicates

धनात्मक दर्शाता है

तीन टर्मिनल वोल्टेज रेगुलेटर की LM 3XX श्रृंखला (LM 3XX series of 3 terminal voltage regulators): LM श्रृंखला के तीन टर्मिनल वोल्टेज रेगुलेटर के विवरण को ज्ञात करने के लिए इसके विवरणिका का संदर्भ लेने की सलाह दी जाती हे। हालांकि नीचे दिए गए निर्देष यह पहचान करने में सहायक होंगे कि IC फिक्स धनात्मक या फिक्स ऋणात्मक रेगुलेटर है।

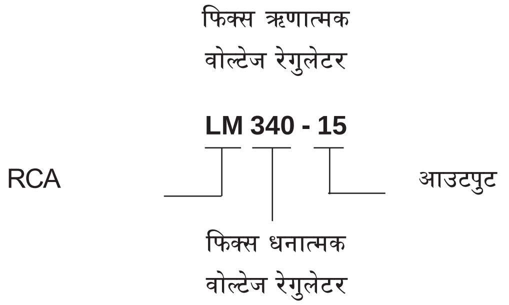
LM320-X और LM320-XX → फिक्स ऋणात्मक वोल्टेज रेगुलेटर

LM340-X या LM340-XX → फिक्स धनात्मक वोल्टेज रेगुलेटर

उदाहरण

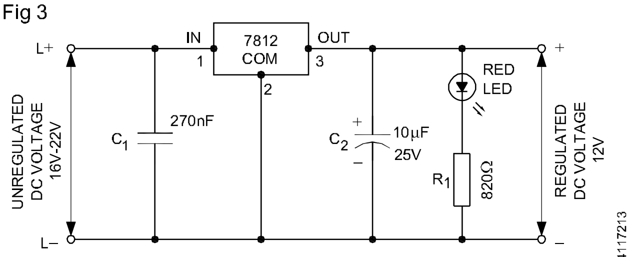
LM 320 - 5

RCA (निर्माता) — LM; आउटपुट वोल्टेज -5V — 5



78XX और 79XX वोल्टेज रेगुलेटर का प्रयोग (Practical 78XX and 79XX voltage regulator): Fig 3 7812 का उपयोग कर एक 12V, 1A रेगुलेटर शक्ति आपूर्ति का परिपथ संयोजन दर्शाता है।

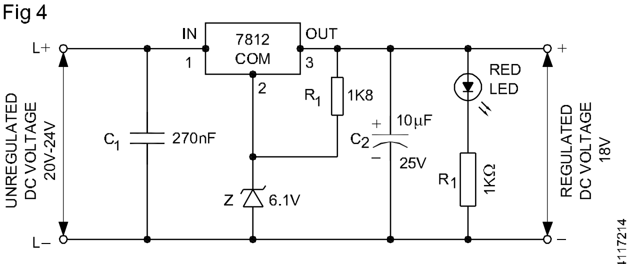
Fig 3



+12V FIXED OUTPUT VOLTAGE REGULATOR CIRCUIT

3-टर्मिनल वोल्टेज रेगुलेटर IC का आउटपुट वोल्टेज IC के कॉमन टर्मिनल (COM) से संदर्भित है। जब कॉमन टर्मिनल को भू-संपर्किक (ग्राउण्डेड) कर दिया गया है। तब IC का आउटपुट वोल्टेज IC के पूर्व निर्धारित आउटपुट वोल्टेज के रूप में Fig 3 की तरह होगा लेकिन IC का आउटपुट वोल्टेज कॉमन टर्मिनल पर वोल्टेज बढ़ाकर उसके पूर्व निर्धारित आउटपुट वोल्टेज से अधिक बढ़ाया जा सकता है जैसा कि Fig 4 में है। 6.1V वोल्ट के जेनर डायोड के कारण IC का कॉमन टर्मिनल पर वोल्टेज पूर्व निधारित वोल्टेज से बढ़ सकता है। जैसा कि Fig 4 में है। 6.1V जेनर के कारण आउटपुट वोल्टेज होगा। 6.1V + 12V = 18.1V या 18V लगभग जैसे कि Fig 4।

Fig 4

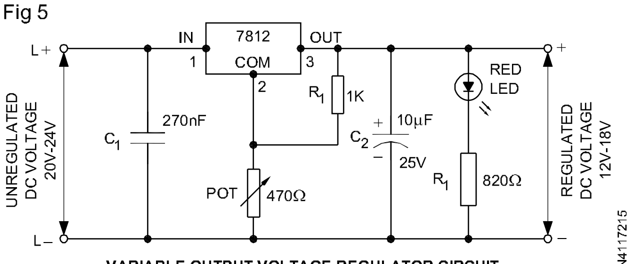


+18V FIXED OUTPUT VOLTAGE REGULATOR CIRCUIT

जब IC के COM टर्मिनल को Fig 2 की तरह भूसंपर्किक किया जाता है तो 78 श्रृंखला में मौन धारा (quiescent) COM टर्मिनल से ग्राउण्ड की ओर प्रवाहित होता है जो लगभग 8µA है। इस धारा का मान घटता है जैसे-जैसे लोड धारा बढ़ता है जब जेनर को Fig 4 की तरह कॉमन टर्मिनल से जोड़ा जाता है यह सुनिश्चित करने के लिए कि यह हमेशा रिवर्स ऑन स्थिति में है, प्रतिरोध R_1 का उपयोग किया जाता है यदि R_1 = 1.8K , I_z का मान 7mA होगा जो कि जेनर को हमेशा ऑन रखने के लिए पर्याप्त है।

Fig 5 एक परिवर्तनशील आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर को दर्शाता है परिवर्तनीय संदर्भित वोल्टेज कॉमन टर्मिनल पर POT का उपयोग करके प्राप्त किया जाता है।

Fig 5



VARIABLE OUTPUT VOLTAGE REGULATOR CIRCUIT

चार-टर्मिनल रेगुलेटर्स (Four-terminal regulators): ये समायोजित किये जा सकने वाले आउटपुट वोल्टेज रेगुलेटर है और धनात्मक और ऋणात्मक रेगुलेटर के रूप में भी उपलब्ध है। इन IC में आंतरिक संदर्भित वोल्टेज होता है और ये आंतरिक रूप से थर्मल ओवर लोड और शार्ट सर्किट से सुरक्षित होते हैं। सारणी 1 बहुत सामान्य IC का महत्त्वपूर्ण विवरण प्रदान करता है।

Fig 6 से 8 सामान्य उपयोग किए जाने वाले वोल्टेज रेगुलेटर और उसके टर्मिनल को चिह्नित करता है और Fig 9 से 11 उसके परिपथ संरचना को दर्शाता है।

Fig 6

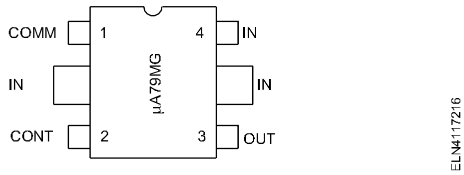


Fig 7

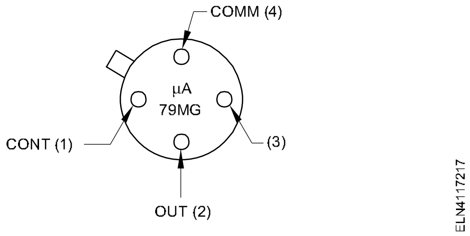


Fig 8

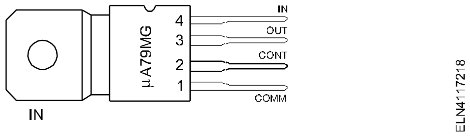


Fig 9

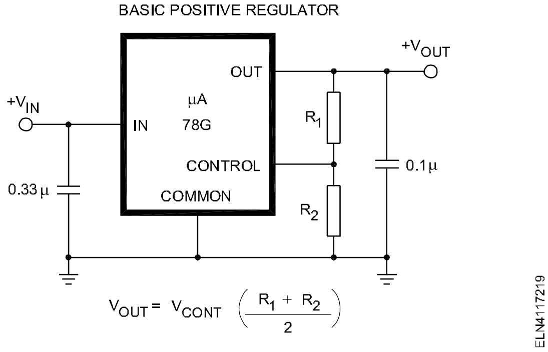


Fig 10

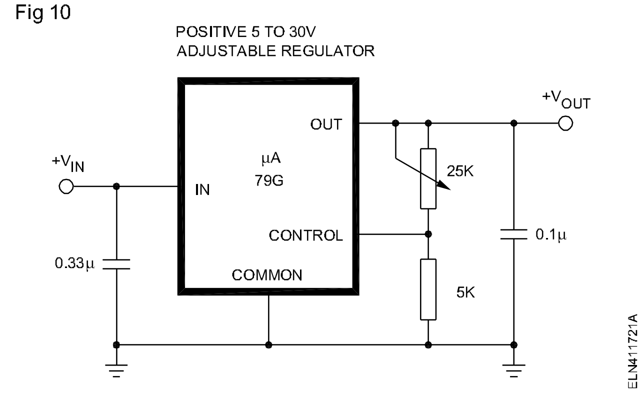
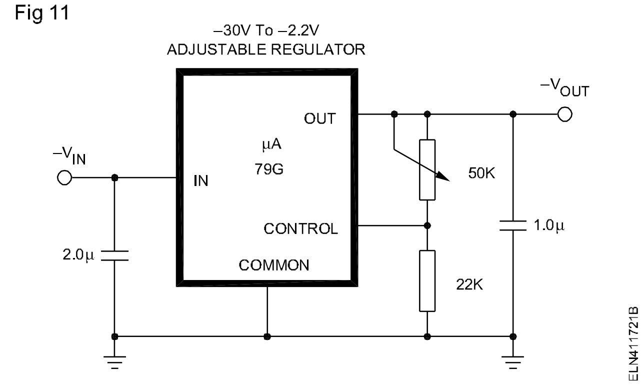


Fig 11



टेबल 3

चार टर्मिनल वोल्टेज रेगुलेटर का विवरण

क्र. सं.	आई सी	MA 78G	MA78MG	MA79G	MA79MG
1	इनपुट वोल्टेज सीमा	7.5V to 40V	7.5V to 40V	–7V to –40V	–7V to –40V
2	आउटपुट वोल्टेज सीमा	5V to 30V	5V to 30V	–2.23V to –30V	–2.23V to –30V
3	लाइन रेगुलेशन	← सभी के लिए 1% से अच्छा →			
4	लोड रेगुलेशन	← सभी के लिए 1% से अच्छा →			
5	ड्राप आउट वोल्टेज	3V	3V	2.5V	2.5V
6	पीक आउटपुट करंट	2.2A	800mA	2.2A	–800mA
7	कंट्रोल पिन करंट	5μA	5μA	2 μA	2μA
8	शार्ट सर्किट करंट	750mA			100mA
9	आंतरिक संदर्भ वोल्टेज	5V	5V	2.23V	2.23V
10	रिपल रिफ्लेक्टशन {जब $[(V_{IN}) - (V_{OUT})] > 10$ V}	← 1000 से अच्छा →			

बाइनरी संख्याएँ, गेट्स और संयोजन सर्किट (Binary numbers, logic gates and combinational circuits)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **डिजिटल इलेक्ट्रोनिक्स सिद्धांत और पोजिशनलन नोशन एवं वेइटेज को स्पष्ट करना**
- **डेसिमल से बाइनरी रूपान्तर तथा बाइनरी ओडोमीटर को स्पष्ट करना**
- **हेक्साडेसिमल संख्या प्रणाली को स्पष्ट करना**
- **डेसिमल को हेक्सा और हेक्सा को डेसिमल तथा BCD प्रणाली में रूपान्तरित करना**
- **ट्रूथ टेबल के द्वारा लोजिक गेट्स सिद्धांत - NOT, OR और AND गेट्स स्पष्ट करना**
- **ट्रूथ टेबल और लोजिक पल्सर के द्वारा संयुक्त गेट्स - NAND, NOR को स्पष्ट करना।**

परिचय (Introduction)

जब हम 'संख्या' शब्द सुनते हैं तो तुरन्त (immediately) हम डेसिमल डिजिट (decimal digit) 0, 1, 2... 9 को सोचते हैं और उनके संयुक्त (combination) को रिकॉल (recall) करते हैं। अंकीय पारिपथों (digital circuits) डेसीमल संख्याओं के तरीके से नहीं करते हैं । इसकी जगह पर वे बाइनरी संख्याओं के साथ काम करते हैं । जिसमें केवल '0' और '1' का प्रयोग करते हैं । बाइनरी संख्या पद्धति और डिजिटल कोड अंकीय इलेक्ट्रानिक्स के फण्डामेन्टल होते हैं । लेकिन लोग बाइनरी संख्या के साथ काम करता पसन्द नहीं करते हैं क्योंकि वे बहुत लम्बे होते हैं जब लार्जर डेसीमल क्वान्टिटीज को दर्शाना होता है । अंतः अंकीय कोड (digital codes) जैसे ऑक्टल हेक्साडेसीमल तथा बाइनरी कोड डेसीमल का अधिकतम प्रयोग बाइनरी संख्याओं की लम्बी स्टिंग को कम करने (compress) के लिए प्रयोग करते हैं ।

बाइनरी संख्या पद्धति 1 और 0 है । अतः इस संख्या पद्धति में डिजिटल इलेक्ट्रानिक्स को सही माना गया है ।

डेसीमल संख्या पद्धति का अधिकतम प्रयोग संख्या पद्धति में किया गया है । इसका प्रयोग 10 विभिन्न प्रकार के चरित्रों से संख्याओं का मान दिखाने के लिए किया गया है । इस पद्धति का बेस (आधार) 10 होता है । संख्या पद्धति (number system) का आधार विभिन्न प्रकार के चरित्रों (characters) के द्वारा कैसे प्रयोग किये गये हैं । गणितीय टर्म में एक संख्या पद्धति के लिए आधार रैडिक्स (radix) होता है ।

डेसीमल संख्या पद्धति में चरित्रों का प्रयोग 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 किया गया है।

पोजीशनल नोटेशन तथा वेटेज (Positional Notation and weightage)

एक डेसीमल इंटीजर (decimal integer) के मान को यूनिटों, दस (tens), सौ (hundred), एक हजार (thousands) और इसी प्रकार आगे जैसे उदाहरण डेसीमल संख्या 1967 को इस प्रकार भी लिख सकते हैं -

10^3	10^2	10^1	10^0	
				$1 \times 10^3 = 1000$
				$9 \times 10^2 = 900$
				$6 \times 10^1 = 60$
1	9	6	7	$7 \times 10^0 = 7$
				1967

i.e. $[1967]_{10} = 1(10^3) + 9(10^2) + 6(10^1) + 7(10^0)$

इस दशमलव संख्या पद्धति (decimal number system) में एक उदाहरण की स्थिति का नोटेशन है । प्रत्येक डिजिट की स्थिति एक भार (weightage) प्रत्येक डिजिट के बढ़ने के लिए क्रम 10^0, 10^1, 10^2, 10^3 आदि महत्वपूर्ण (significant) डिजिट से शुरुवात करें ।

डिजिट के जोड़ को उसके दिये गये पूरे भार से गुणा करके पूरी मात्रा (amount) को प्रदर्शित करें ।

इसी प्रकार से, बाइनरी संख्या को भार (weightage) के रूप में लिख सकते हैं ।

डेसीमल के बराबर देगा, तब भार की स्थिति को इस प्रकार लिखेंगे ।

$$[1010]_2 = 1(2^3) + 0(2^2) + 1(2^1) + 0(2^0)$$
$$= 8 + 0 + 2 + 0$$
$$[1010]_2 = [10]_{10}$$

कोई बाइनरी संख्या को डेसीमल संख्या में स्थिति वेटेज तरीके के द्वारा बदल सकते हैं ।

डेसीमल से बाइनरी में बदलना (Decimal to binary conversion)

जैसा कि दिखाया गया है दिये गये डेसीमल संख्या को 2 से भाग देते हैं और शेषफल (remainder) को लिखते हैं जब भागफल (quotient) जीरो (zero) हो ।

उदाहरण :

	0		
2	1	1	⟶ MSB
2	2	0	
2	4	0	
2	8	0	
2	17	1	
2	34	0	⟶ LSB

प्रत्येक डिविजन के द्वारा उत्पन्न हुये शेषफल से बाइनरी संख्या मिलती है। पहला शेषफल होता है और आखिरी शेषफल बाइनरी संख्या का होता है।

Therefore, $[34]_{10} = [100010]_2$

बाइनरी संख्या की गिनती (Counting binary number)

बाइनरी संख्या को कैसे काउन्ट करते हैं यो समझते है, माना एक चक्कर मापी अथवा मीलमापी (odometer) (एक कार का किलोमीटर इंडीकेटर) (km indicator of a car) डेसीमल संख्या के साथ काउन्ट करते हैं।

एक नयी कार का चक्कर मापी (odometer) 0000 रीडिंग के साथ शुरू होता है । 1 किलोमीटर चलने के बाद रीडिंग 0001 होती है ।

सक्सेसिव किलोमीटर 0002, 0003 और इसी प्रकार 0009 उत्पन्न करती है।

आखिरी में 10 किलोमीटर पर, यूनिट व्हील (unit wheel) वापस 1 से 0 पर लौटता है, इस व्हील बल से 10 व्हील 1 से एडवांस होता है । इसका मतलब जब संख्या से में बदलती है तब व्हील यूनिट से रीसैट होती है और कैरी को टेन्स व्हील पर भेजती है । माना इसी प्रकार फैमिलर एक्शन को रिसैट कर और कैरी को रिकॉल करते हैं । चक्करमापी का दूसरा चक भी रिसैट कर कैरी करता है ।

99 किलोमीटर करने के बाद चक्कर 0999 मापी दिखाता है । अगले किलोमीटर के बाद, यूनिट व्हील रिसैट और कैरी करता है, टेन्स व्हील भी यही कार्य करता है, सौ व्हील भी रिसैट और कैरी करता है और 1000 हजार व्हील 1 के द्वारा 01000 रीडिंग पाता है ।

बाइनरी ऑडोमीटर (Binary odometer)

बाइनरी चक्करमापी, एक युक्ति है जोकि व्हील के केवल दो डिजिट 0 और 1 हैं । जब प्रत्येक व्हील घूमता है 0 और 1 तथा तब 0 से पीछे होता है और यही चक्र बार बार दोहराता है । एक चार डिजिट बाइनरी चक्कर मापी 0000 के साथ शुरू होता है ।

1 किलोमीटर के बाद, यह 0001 प्रदर्शित करता है ।

अगले किलोमीटर फोर्स यूनिट व्हील से रिसैट करके और कैरी को भेजता है । इसलिए संख्यायें 0010 से बदलती है ।

3rd किलोमीटर का निष्कर्ष 0011 होता है ।

4km के बाद, यूनिट व्हील रिसैट करके और कैरी भेजता है, दूसरा व्हील रिसैट और दूसरी कैरी तथा तीसरा व्हील 1 अग्रिम (advance) करता है अतः यह 0100 सूचकांक करता है ।

नीचे सारणी में देखें सभी बाइनरी संख्याओं 0000 से 1111 के बराबर से डेसीमल 0 से 15 होता है ।

डेसीमल	बाइनरी
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111

बाइनरी संख्याओं का जोड़

जोड़	कैरी
0 + 0 = 0	0
1 + 0 = 1	0
0 + 1 = 1	0
1 + 1 = 0	1 (1 + 1 बराबर जीरा)

उदाहरण : 1

```
   1 0
+  1 1
------
 1 0 1
```

उदाहरण : 2

```
1 + 1 + 1 =  1
            + 1   (One plus one plus one is equal to one with carry one)

             10
            + 1
           ----
             11
```

हेक्साडेसीमल संख्या पद्धति (Hexadecimal number system):

हेक्साडेसीमल पद्धति में 16 चरित्र (characters) होते हैं । वे 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F होते हैं । जहाँ A=10, B=11, C=12, D=13, E=14, F=15 डेसीमल में होता है । इस पद्धति का आधार 16 होता है । यह पद्धति मुख्यतः कम्प्यूटर के लिए प्रोग्राम को डेवलेप करने में प्रयोग की जाती है ।

उदाहरण

$[23]_{16} = [35]_{10}$; $16^1 \times 2 + 16^0 \times 3 = 32 + 3 = 35$;

$[2C]_{16} = [44]_{10}$; $16^1 \times 2 + 16^0 \times 12 = 32 + 12 = 44$;

डेसीमल को हेक्सा डेसीमल में बदलना (Decimal to hexadecimal conversions)

डेसीमल से हेक्सा डेसीमल में कन्वर्जन बाइनरी कन्वर्जन के जैसे ही है केवल अन्तर सिर्फ इतना है कि डेसीमल नम्बर के आधार 16 से भाग देते है और शेषफल (remainder) को लिखते हैं ।

	0		
16	1	1	⟶ MSB
16	27	11 or B	
16	432	0	⟶ LSB

$[432]_{10} = [1B0]_{16}$

हेक्साडेसीमल को डेसीमल में बदलना (Hexadecimal to Decimal)

इस कन्वर्जन को पोजीशन नोटेशन को रखकर भी कर सकते हैं ।

उदा : $223A_{16} = 2 \times 16^3 + 2 \times 16^2 + 3 \times 16^1 + A \times 16^0$

$= 2 \times 4096 + 2 \times 256 + 3 \times 16 + 10 \times 1$

$= 8192 + 512 + 48 + 10$

$= 8762_{10}$

बाइनरी कोडेड डेसीमल (BCD (Binary Coded Decimal))

बाइनरी कोडेड डेसीमल प्रत्येक डेसीमल डिजिट के साथ बाइनरी कोड दिखाने का तरीका है, केवल 10 कोड ग्रुप बाइनरी कोड डेसीमल पद्धति में है । यह एक बहुत सरलता से डेसीमल से BCD पद्धति में बदला है । क्योंकि डेसीमल पद्धति का प्रयोग पढ़ने और लिखने के लिए करते है, बीसीडी कोड एक बहुत अच्छा इन्टरफेरेन्स से बाइनरी पद्धति में उपलब्ध कराता है । विद्युत परिपथ अंतरफलक का उदाहरण की पैड इनपुट और डिजिटल रीडआउट है ।

8421 कोड (8421 code)

8421 कोड एक बाइनरी कोड डेसीमल प्रकार का कोड है, बाइनरी कोड डेसीमल का मतलब प्रत्येक डेसीमल डिजिट 0 से 9 को एक बाइनरी कोड के 4 बिट्स के द्वारा प्रदर्शित करता है । 8421 का काम बाइनरी वेटेज को 4 बिट्स ($2^3, 2^2, 2^1, 2^0$) से दर्शाता है । 8421 के बीच कन्वर्जन कोड संख्या और डेसीमल संख्या के मुख्य लाभ इस कोड के द्वारा कन्वर्जन करता है । आप सभी को दस बॉइनरी संयोजन याद है जोकि दस डेसीमल डिजिट को दर्शाते हैं सारणी 1 में देखें ।

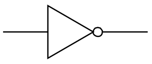
डेसीमल डिजिट	0	1	2	3	4
BCD	0000	0001	0010	0011	0100
डेसीमल डिजिट	5	6	7	8	9
BCD	0101	0110	0111	1000	1001

8421 कोड प्री-डोमिनेन्ट बीसीडी कोड है और जब हम बीसीडी के आधार पर करते हैं, तो हम सदैव 8421 कोड का मतलब जबतक दूसरा स्टेट ना हो ।

इन्वर्टर (नॉट गेट) (Inverters (NOT Gate))

एक इन्वर्टर एक गेट होता है इसमें केवल एक इनपुट सिग्नल और एक ही आउटपुट सिग्नल होता है इसका आउटपुट सदैव इनपुट स्टेट के उल्टा होता है । Fig 1 में लॉजिक चित्र को देखें ।

Fig 1

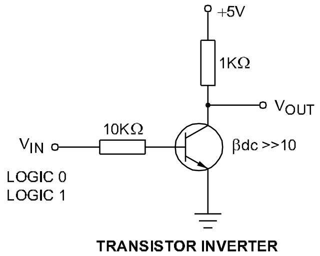


ELN4117311

ट्रान्जिस्टर इन्वर्टर (Transistor inverter)

Fig 2 में ट्रान्जिस्टर इन्वर्टर परिपथ को देखें । परिपथ एक कॉमन एमीटर एम्प्लीफायर जिसे सचुरेशन रीजन (saturation region) अथवा कट ऑफर रीजन (outoff region) के इनपुट वोल्टेज पर निर्भर करता है । जब इनपुट वोल्टेज V_{in} बहुत कम लेवल ट्रान्जिस्टर कटइन वोल्टेज 0.6V वोल्ट सिलिकॉन प्रकार से कम होता है ट्रांजिस्टर कट-ऑफ स्थिति में हो जाता है और कलेक्टर धारा (collector current) जीरो (zero) हो जाती है। जहाँ आऊटपुट वोल्टेज V_{out} = +5 वोल्ट जिसे अधिक लॉजिक लेवल लेता है दूसरे शब्दों में जब इनपुट वोल्टेज अधिक लेवल में होता है तो ट्रांजिस्टर सचुरेट करता है और $V_{out} = V_{sat}$ = 0.3 वोल्ट अतः लो लेवल (low level).

Fig 2



ELN4117312

सारणी में कार्य-विधि को प्रस्तुत करना

V_{in}	V_{out}
कम (0)	अधिक (1)
अधिक (1)	कम (0)

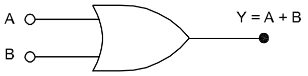
इन्वर्टर के लिए लॉजिक अनुसरण का पालनः माना इनपुट वैरिएबल 'A' और आऊटपुट वैरिएबल Y, तब आऊटपुट $Y = \overline{A}$.

OR और AND गेट सर्किट (OR and AND gate circuits)

OR गेट (OR Gate)

OR गेट में हम एक या एक से अधिक इनपुट दे सकते हैं और केवल एक ही आऊटपुट प्राप्त होता है । केवल जब सभी इनपुट जीरो होंगे तो आउटपुट थी जीरो होगा । Fig 3 में OR गेट के सिम्बल को देखें :

Fig 3



ELN4117313

OR गेट का बूलियन एक्सप्रेशन Y=A+B.

इस समीकरण को पढ़ सकते हैं Y बराबर है A या B । दो इनपुट सत्य सारणी में दिये गये हैं जो OR गेट की परिभाषा के बराबर है ।

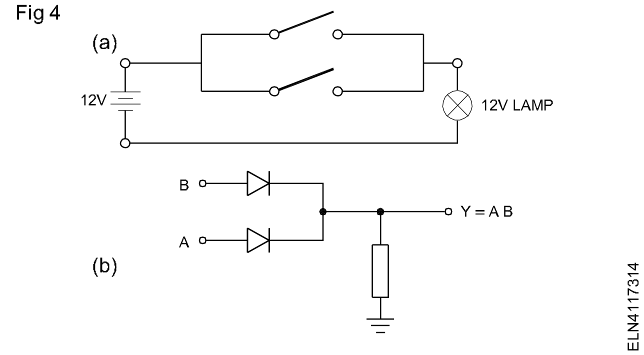
OR गेट की सत्य सारणी

A	B	Y=A + B
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

विद्युत समतुल्य परिपथ (Electrical equivalent circuit)

Fig 4a में विद्युत समतुल्य परिपथ OR गेट का दिखाया गया है यदि कोई एक स्विच (कुंजी) बन्द होगी, तो आऊटपुट होगा ।

Fig 4



डायोड का प्रयोग करके OR गेट का इनपुट (2 in-put OR gate using diode)

Fig 2b वन-वे (one way) से बना एक 2-इनपुट OR गेट डायोड का प्रयोग करके बनाया गया है इनपुट A तथा B है और आउटपुट Y है ।

Assume लॉजिक 0 = 0V (कम)

लॉजिक 1 = +5V (अधिक)

दो इनपुट OR गेट जहाँ केवल चार सम्भव केस हैं;

Case 1: A कम है और B कम है । दोनों इनपुट वोल्टेज कम, दोनों डायोड सहायक अतः आउटपुट Y कम लेवल का है ।

Case 2: A कम है और B अधिक है, इनपुट वोल्टेज B अधिक है (+5V) फारवर्ड बायइ लोअर डायोड, आदर्श उत्पन्न वोल्टेज +5V (सम्भवतः +4.3V डायोड लेगा वोल्टेज डाप 0.7V वोल्ट से कन्सीडर करते हैं). अतः आउटपुट अधिक लेवल का है । इस स्थिति के दौरान, डायोड A इनपुट के रिवर्स बायर्स (reverse bias) अथवा ऑफ स्थिति से जुड़ा हुआ है ।

Case 3: A अधिक है, B कम है, इसमें case 2 के समान स्थिति है । इनपुट A पर डायोड ऑन तथा B इनपुट पर डायोड ऑफ (OFF) और आउटपुट अधिक लेवल का है ।

Case 4: A अधिक है, Y भी अधिक है दोनों इनपुट +5V हैं, दोनों डायोड फारवर्ड बायर्स होंगे तब इनपुट वोल्टेज समान्तर आउटपुट वोल्टेज +5V आदर्श [+4.3V से एक लगभग]. अतः आऊटपुट Y-अधिक लेवल पर है ।

OR गेट आई.सी. (IC) के फार्म में भी उपलब्ध हैं । IC7432 एक T.T.L OR गेट आई सी के अन्दर 4 OR गेट होते हैं ।

गेट के साधारम अनुप्रयोग (Simple application of OR gate)

अनधिकार प्रवेश खोज (Intrusion detection)

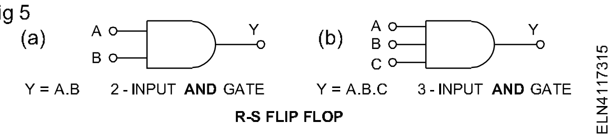
एक अनधिकार प्रवेश खोज (intrusion detection) और अलार्म पद्धति (alarm system) में दो विन्डोज(खिड़कियाँ) और एक दरवाजा (door) होता है । सेन्सर चुम्बकीय स्विचों से एक अधिक (1) आऊटपुट उत्पन्न करते हैं जब विन्डोज और दरवाजे खुले हों और एक कम आउटपुट जब खिड़कियाँ और दरवाजे बन्द हो । लम्बे खिड़कियाँ और दरवाजे संरक्षित हो, स्विच बन्द होते हैं और सभी तीनों OR गेट इनपुट कम (low(0)) हैं । जब एक विन्डो (windows) अथवा दरवाजा (door) खुला हो, एक अधिक (हाई) (1) आउटपुट OR गेट का इनपुट उत्पन्न करता है और गेट का आउटपुट अधिक (high) हो जाता है । तब एक अलार्म परिपथ की गतिविधि (activities) अनाधिकार प्रवेश (intrusion detection) की चेतावनी देता है ।

AND गेट (AND gates)

AND गेट में दो या दो से अधिक इनपुट देते हैं लेकिन केवल एक ही आउटपुट प्राप्त होता है । सभी इनपुट सिग्नल हाई हैं तो आऊटपुट भी हाई अधिक होगा । यदि एक इनपुट लो (कम) है, तो आउटपुट भी कम (low) प्राप्त होता है ।

AND गेट का सिम्बल (symbols) 2 इनपुट के लिए और तीन इनपुट गद्मेट को Fig 5a तथा 5b में देखें ।

Fig 5



सत्य सारणी (Truth table)

दो इनपुट AND गेट

A	B	Y=AB
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

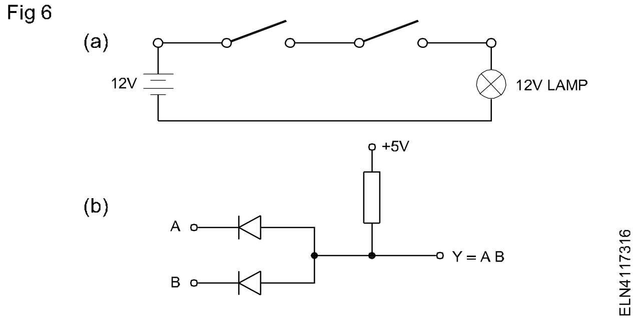
तीन इनपुट AND गेट

A	B	C	Y=ABC
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

एक AND गेट का विद्युत समतुल्य परिपथ (Electrical equivalent circuit of an AND gate)

जब दोनों स्विच (कुंजियाँ) ऑफ (बन्द) होगें तब आऊटपुट उपलब्ध होता है। आई सी 7408 एक T.T.L चतुर्श AND गेट IC. (आंकड़ा पुस्तिका के पिन डायग्राम के लिए) एक AND गेट का विद्युत समतुल्य तथा AND गेट में डायोड का प्रयोग Fig 6a और 6b में देखें ।

Fig 6

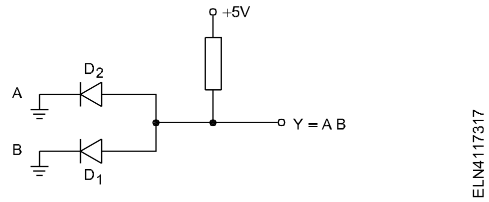


डायोड का प्रयोग करके दो इनपुट AND गेट (Two input AND gate using diode)

स्थिति I (I condition)

A=0, B=0, Y=0 Fig 7 में देखें ।

Fig 7

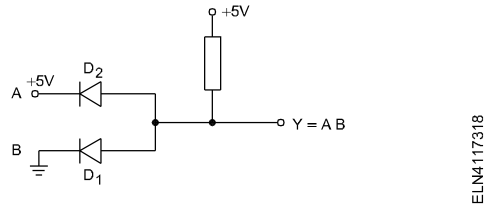


इस स्थिति के दौरान (I/P) इनपुट A औप B ग्राउण्ड से लॉजिक लो इनपुट से जुड़े होते हैं । इस स्थिति के दौरान दोनों डायोड कन्डक्ट और आउटपुट Y को लॉजिक - 0 (logic-0) से खींचते हैं ।

स्थिति II (II condition)

A=0, B=1, Y=0 Fig 8 में देखें ।

Fig 8

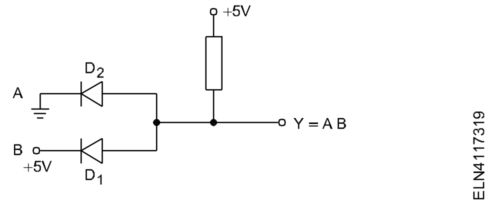


स्थिति II के fig में देखें । डायोड D_1 लॉजिक -0 इनपुट से जुड़ा है और डायोड D_2 +5V [लॉजिक अधिक] से जुड़ा है । डायोड D_1 फारवर्ड बायर्स (forward bias) में है और कंडक्ट (conduct) करता है । डायोड D_2 बराबर सामर्थ्य (equal potential) (+5V) पर एनोड तथा कैथोड है । अतः डायोड D2 कंडक्ट (conduct) नहीं करता है । आउटपुट Y नीचे की ओर लॉजिक 0 (logic zero) के खींचता है अतः डायोड D_1 कन्डक्टिंग (conducting) ।

स्थिति III (III condition)

A=1, B=0, Y=0 Fig 9 में देखें ।

Fig 9

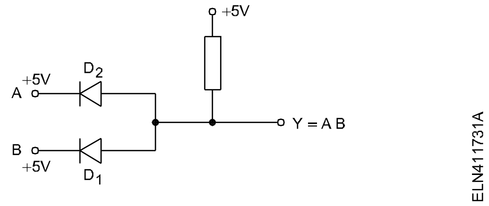


तीसरी स्थिति (III condition) भी दूसरी स्थिति की तरह है । डायोड D_2 फारवर्ड बायस होता है । डायोड D_1 रिवर्स बायस (reverse biased) है अतः आउटपुट Y पर लॉजिक 0 (logic-0) है ।

स्थिति IV (IV condition)

A=1, B=1, Y=1 Fig 10 में देखें ।

Fig 10



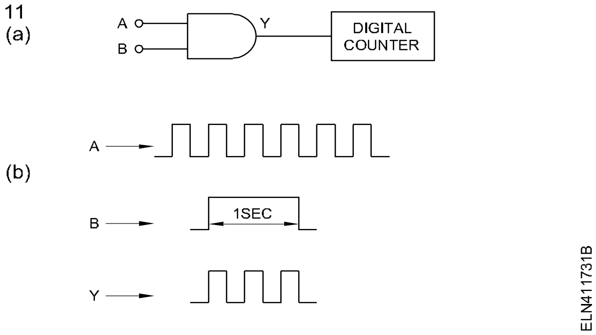
इस स्थिति में दोनों डायोड रिवर्स बायस (reverse biased) होते हैं । इसलिए दोनों डायोड खुले परिपथ (open circuit) की तरह कार्य करते हैं । अतः आउटपुट y +5V लॉजिक 1 (logic-1) स्थिति में है ।

AND गेट एक प्राप्त करने/निवास के रूप में युक्ति (AND gate as an Enable/Inhibit device)

AND गेट का कॉमन अनुप्रयोग (Common application) से प्राप्त करना (enable) (सहमति देता है) एक सिग्नल की स्वीकृति (passage) पल्स वेवफार्म (pulse waveform) एक प्वाइंट से दूसरे प्वाइंट विशेष समय (certain time) में बाँधा डालता है (inhibit) रोकता है (prevent) ।

Fig 11a AND गेट एक सिग्नल की स्वीकृति को कन्ट्रोल करके वेवफार्म A से एक अंकीय काउन्टर है । इस परिपथ का कार्य यह है कि वेवफार्म A की फ्रीक्वेशी को मापता है असहमत पल्स 1 सेकण्ड में एक विश्त जब एनेबल पल्स B पर अधिक है, वेवफार्म A काउन्टर गेट से जाती है तथा जब एनेबल पल्स कम है तो सिग्नल पास नहीं हो पाता Fig 11b में वेवफार्म को देखें।

Fig 11



1 सेकेण्ड समय अन्तराल में एनेबल पल्स, एक वेवफार्म A की संख्या की पल्स AND गेट के काउन्टर द्वारा पास होगी । पल्सों की संख्या काउन्टर के बराबर फ्रीक्वेंशी के वेवफार्म A के द्वारा काउन्ट (गिनती) करते हैं । उदाहरणः यदि 1000 पल्स 1 सेकण्ड समय अन्तराल में गेट से पास होती है एनेबल पल्स, तो वहीं 1000 पल्स/सेकण्ड होगा । इसका मतलब फ्रीक्वेंशी 1000Hz है ।

NOR और NAND संयोजन गेट सर्किट (Combinational gate circuits - NOR and NAND)

NOR गेट (NOR Gate)

Fig 12a में आउटपुट y, कॉम्प्लीमेन्ट A OR B के बराबर है, क्योंकि परिपथ OR गेट और NOT गेट से मिलकर बना है । अधिक आउटपुट [लॉजिक -1], दोनों इनपुट कम (लो) होने चाहिए [लॉजिक - 0].

OR गेट + NOT गेट = NOR गेट

OR गेट और NOT गेट से मिलकर NOR गेट बनता है इसलिए जो OR गेट का आउटपुट होता है वो NOT गेट का इनपुट होता है ।

Symbol (Fig 12b) :

Fig 12(a)

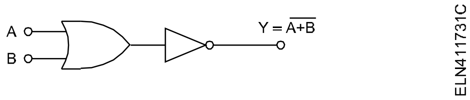
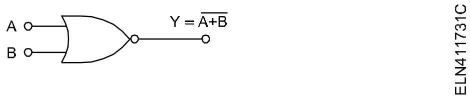


Fig 12(b)



हम NOR गेट को इस प्रकार परिभाषित कर सकते हैं :

NOR का आउटपुट 0 है, यदि एक इनपुट लॉजिक 1 है केवल जब दोनों इनपुट लॉजिक 0 है तो आउटपुट लॉजिक 1 है ।

सत्य सारणी Truth table

A	B	A + B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

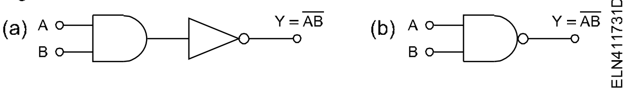
IC7402 एक टी टी एल NOR गेट आईसी है । ये 4 NOR गेट कन्टेन करती है पिन ब्यौरे के लिए, ऑकड़ा पुस्तिका को देखें ।

NAND गेट (NAND gate)

NAND गेट AND गेट और NOT गेट से मिलकर बना होता है जैसा कि Fig 13a. में दिखाया गया है इस गेट से एक लो (कम) आउटपुट (लॉजिक =0), पाते है, सभी इनपुट अधिक (हाई) होंगे तो हाई आउटपुट मिलता है, कोई एक इनपुट अथवा दोनों इनपुट कम (लो) होने चाहिए ।

Fig 13b में NAND गेट के लिए स्टैण्डर्ड सिम्बल को देखें । इन्वर्टर त्रिभुज हटाकर और नॉट को AND-गेट के आउटपुट पर लगायें ।

Fig 13



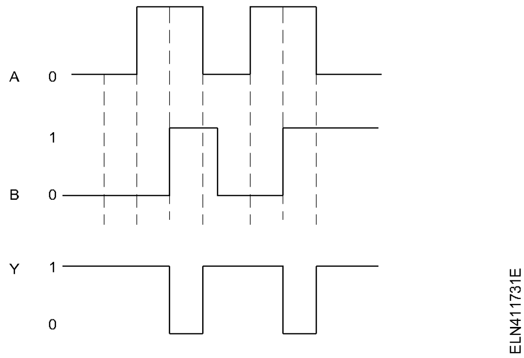
NAND गेट के लिए सत्य सारणी

A	B	Y = $\overline{AB}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

पल्सड् ऑपरेशन (Pulsed operation)

आउटपुट वेवफार्म Y कम (low) है जब केवल समय अन्तराल दोनों इनपुट A और B अधिक (हाई) है । टाइमिंग Fig 14 में देखें ।

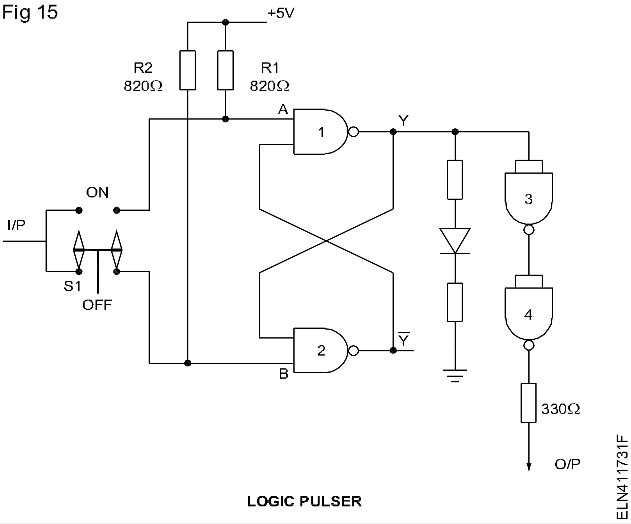
Fig 14



लॉजिक पल्सर (Logic pulser)

Fig 15 में लॉजिक पल्सर के चित्र को देखें । NAND गेट का परिपथ डिबाउन्सर परिपथ(dibouncer circuit) के साथ जुड़ा है और इसका आउटपुट डबल इन्वटर (Double inver) है । LED, पल्स के ऑन, ऑफ स्टेट को दर्शाती है ।

Fig 15



जब स्विच S1 को नहीं दबाते हैं (ऑफ स्थिति) B इनपुट NAND गेट नम्बर 2 को ग्राउण्ड करें अत: आउटपुट लॉजिक हाई देगा यह हाई आउटपुट फीडबैक NAND गेट 1 है, NAND गेट 1 का इनपुट भी अधिक रजिस्टर R_1 (820Ω) और NAND गेट -1 का आउटपुट 'Y' कम पर है । यह लॉजिक कम आउटपुट LED में ऑफ स्थिति और यह लॉजिक कम फिर से इन्वर्टर पर लॉजिक पल्सर NAND गेट 3 के द्वारा और NAND गेट 4 के द्वारा पल्सर ट्रिप पर लॉजिक कम होता है ।

जब स्विच S1 को ऑ करते हैं, NAND गेट के इनपुट A से लॉजिक लो देगा । अत: आउटपुट NAND गेट का लॉजिक हाई होगा । लॉजिक 1 पर 'Y' आउटपुट है, इसलिए LED चमकता है और एक लॉजिक-हाई (अधिक) प्रॉब ट्रिप पर है । Y आउटपुट पर अधिक लिखें, NAND गेट 2 के इनपुट भी लॉजिक हाई पर भी और NAND गेट-2 का आउटपुट कम देता है । स्विच S1 लम्बे समय तक ऑन स्थित में है तो प्रॉब अधिक होती है । जब स्पिंग ऑप स्थिति पर जाती है और आउटपुट वापस एक लॉजिक लो स्थिति पर होता है ।

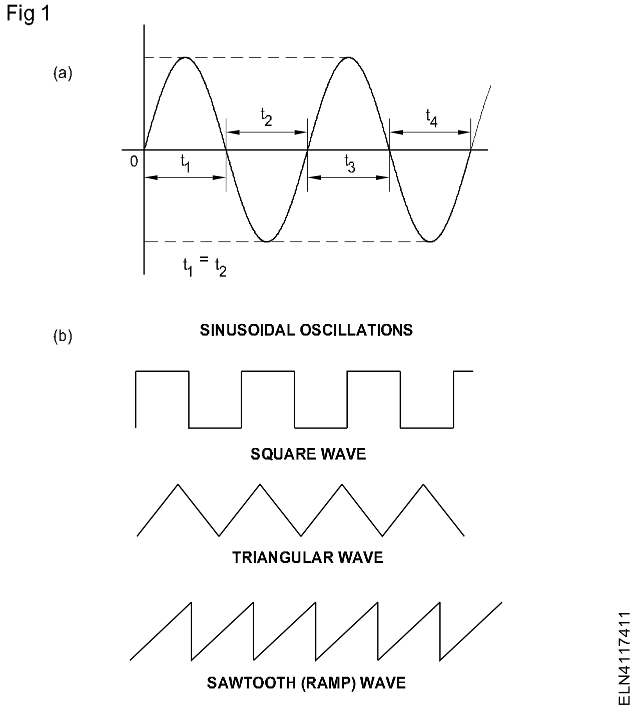
तरंग आकार-दोलित्र और मल्टीवाइब्रेटर (Wave shapes - oscillators and multivibrators)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **दोलित का कार्य सिद्धांत तथा उसका गेईन स्पष्ट करना**
- **RC फेज़-शिफ्ट दोलित का वर्णन करना और आवृत्ति की संगणा करना**
- **हार्टली, कॉलपिट्स और क्रिस्टल दोलिवों की विशेषताएँ, गेइन और आवृत्ति स्पष्ट करना**
- **बाइस्टेबल और मोनोस्टेबल मल्टीवाइब्रेटर का CRO का प्रयोग करते हुए कार्य सिद्धांत स्पष्ट करना।**

दोलित्र (Oscillator): दोलित्र समय के सापेक्ष नियत फैशन में परिवर्तन हाने वाली वोल्टता को उत्पन्न करने के लिये एक परिपथ है। दोलित्र के निर्गत तरंग-रूप, Fig 1a तथा Fig 1b में दर्शाये गये अनुसार समय के बराबर क्रमिक अन्तराल में की तरह से दोहराये जाते है।

Fig 1



दोलित्र का निर्गम तरंग-रूप, Fig 1a में दर्शाये गये अनुसार ज्यावक्रीय (sinusoidal) हो सकता है। ऐसे दोलित्र को ज्या तरंग दोलित्र या सरल आवर्ती दोलिक कहते हैं।

दोलित्र का निर्गत, Fig 1b में दर्शाये गये अनुसार वर्ग, त्रिभुजाकार या आरा-दन्त तरंग रूप का हो सकता हैं। ऐसे दोलित्र को ज्यावक्रेतर दोलित्र (non -sinusoidal) या शिथिलन (relaxation) दोलित्र कहते हैं।

पूर्व में यह वर्णन किया जा चुका है कि प्रतिसंभरण के परिणाम से प्रवर्धक को दोलित्र में बदला जा सकता है। धनात्मक प्रतिसंभरण की कल्पना करने के लिए प्रतिसंभरण के संकेत को निवेशी संकेत के साथ कला में होना चाहिये, जिससे कि वह निवेशी संकेत के साथ जुड़ जायें।

अभ्यास में, दोलित्र में निवेश संकेत होता ही नहीं है लेकिन फिर भी वह ac संकेत को उत्पन्न करता है। दोलित्र में केवल DC आपूर्ति होती है। दोलक परिपथ, dc आपूर्ति के समय स्विचन पर प्रतिरोध में उत्पन्न शोर (noise) का उपयोग करता है, तथा लगातार दोलन करता है।

दोलित्र बनाने के लिए, निम्नलिखित वाछंनीय है;

– एक प्रवर्धक

– एक परिपथ जो निर्गत से निवेशी पर धनात्मक पुनः निवेशन (feed-back) उपलब्ध करें।

पुनः निवेशन के साथ प्रवर्धक की लब्धि निम्नानुसार व्यक्त की जाती है,

$$A_{vf} \quad =$$

kA_V को प्रवर्धक का पाश लब्धि कहते है। प्रर्वधक की स्थिति में जब kA_V के साथ लगा चिन्ह ऋणात्मक हो तो, हर का मान 1 से अधिक होता है। तथा इसलिए Avt का मान सदैव A_V से कम होगा (ऋणात्मक पुनः निवेशन)। लेकिन kA_V का मान अधिक हो तो, जिससे कि वह इकाई पर पहुँचे, तथा यदि kA_V से सम्बंधित चिन्ह ऋणात्मक हो तो हर का मान एक से कम पर घटेगा, तथा इसलिए $A_{Vf,}$ A_V से अधिक होगा।

दोलित्र की स्थिति में, यदि पाश लब्धि kA_V को धनात्मक बनाया जाये अर्थात पश्च संकेत देकर (feeding back signal), जो निर्गत संकेत के साथ कला में है तो, कोई बाहरी निवेशी संकेत न होने के बाद भी निर्गत संकेत होगा। दूसरे शब्दो में प्रवर्धक को धनात्मक पुनः निवेशन से परिर्वतिर्त करके दोलित्र बनाया जाता है जिससे की वह अपने स्वयं का निवेशी संकेत को प्रदाय कर सकें।

उदाहरण (Example)

एक प्रवर्धक का पुनः निवेशन के बिना, वोलटता लब्धि ४० है। वोल्टता लब्धि ज्ञात कीजिए जब, निम्नलिखित मात्रा का धनात्मक पुनः निवेशन प्रयुक्त हो रहा है।

(i) k = 0.01 (ii) k = 0.02 (iii) k = 0.025

हल (Solution)

i) $$A_{vf} = \frac{A_V}{1-kA_V} = \frac{40}{1-0.01 \times 40} = \frac{40}{0.6} = 66.7$$

ii) $$A_{vf} = \frac{A_V}{1-kA_V} = \frac{40}{1-0.02 \times 40} = \frac{40}{0.2} = 200$$

(iii) $A_{vf} = \frac{A_V}{1 - kA_V} = \frac{40}{1 - 0.025 \times 40} = \frac{40}{0} = \infty$ (Infinity)

प्रवर्धक कि लब्धि (iii) में, अनन्त हो जाती है, जब पाश की लब्धि kA_V= +1 हो। इसे पाश लब्धि के kA_V का क्रांतिक मान कहा जाता है। यह नोट करना महत्वपूर्ण है कि निर्गत वोल्टता अनन्त नहीं हो सकती है। इसके बदले प्रवर्धक, किसी अलग निर्गत की अवश्यकता के बिना दोलित्र कि तरह कार्य करना प्रारंभ करेगा। यदि पुनः निवेशन पथ में वरणात्मक जाल (नेटवर्क) की आवृत्ति हो तो kA_V= 1 की आवश्यकता, किसी एक विशिष्ट आवृत्ति पर ही पूरी हो सकती है, जैसे की दोलित्र का निर्गत एक विशिष्ट आवृत्ती पर ही ज्यावक्रीय संकेत होगा। ऐसे दोलित्रों को ज्यातरंग दोलित्र कहते है।

एक सरलतम रूप का ज्यातरंग दोलित्र, कला विस्थापन दोलित्र है। Fig 2 में RC कला विस्थापन दोलित्र का सिद्धान्त दर्शाया गया है।

Fig 2

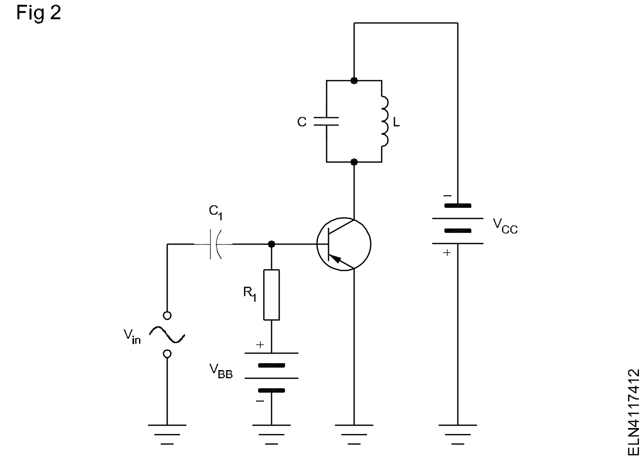


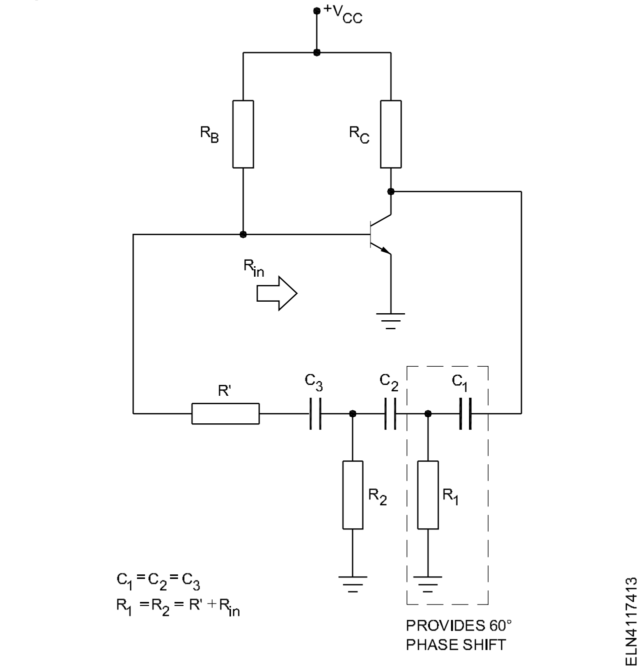
Fig 3 में दर्शाया गया पुनः निवेशन जाल (नेटवर्क) में प्रतिरोधक तथा संधारित्र होते हैं जो 180° के आवश्यक कला विस्थापन को उपलब्ध करते हैं। पुनःनिवेशन जाल में संधारित्र की उपस्थिति के कारण, पुनः निवेशन जाल को ऐसा अभिकल्पित (डिजाइन) किया जाता है, जिससे कि निम्नानुसार दिये जाने वाली विशिष्ट आवृत्ति पर की 180° का आवश्यक कला विस्थापन उपलब्ध हो,

$$f = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$$

दोलन होने के लिए पूर्ती होने कि दूसरी शर्त यह है की पाश लब्धि kA_V को इकाई के बराबर होना चाहिए। इस शर्त की पूर्ती करने के लिए, चिरसम्मत (classicial) जाल विश्लेषण के प्रयोग से, यह ज्ञात किया जा सकता है कि k के मान को, k = 1/29 होना चाहिए। इसलिए प्रवर्धक A_V की वोल्टता लब्धि को 1/ k से अधिक या 29 से अधिक होना चाहिए, जिससे कि kA_V, 1 के बराबर हो जाए।

ट्रांजिस्टर RC कला विस्थापन दोलित्र (Transistor RC phase shift oscillator): Fig 3 में पुनः निवेशन जाल में प्रतिरोध तथा संधारित्र के प्रयोग से एकल ट्रांजिस्टर कला विस्थापन दोलित्र दर्शाया गया है।

Fig 3



पुनः निवेशन नेटवर्क में R तथा C के तीन विभाग हैं। विशिष्ट आवृत्ति पर प्रत्येक RC विभाग 60° कला विस्थापन का उपलब्ध करता है जिसके परिणाम से 180° कला विस्थापन होता है, जो धनात्मक पुनः निवेशन के लिए आवश्यक है। यह दोलित्र के लिए अवश्यक दो शर्तों में से एक को पूर्ण करता है। Fig 3 में प्रवर्धक स्तर निवेशी प्रतिरोध R_{in} के साथ श्रेणी में पुनः निवेशन प्रतिरोध R^1 के द्वारा पुनः निवेशन संकेत युग्मित किया हुआ है। दोलित्र आवृत्ति को समायोजित करने के लिए प्रतिरोधक R^1 को परिवर्तनीय बनाया जा सकता है। R_C कला विस्थापन जाल के तीन विभागों में से प्रत्येक के लिये 60° कला विस्थापन उत्पन्न करने के लिए यह अवश्यक है कि $C_1 = C_2 = C_3$ तथा $R_1 = R_2 = R' = R_{in}$

दोलिन के लिए अवश्यक दूसरी शर्त, अर्थात पाश लब्धि kA_V को इकाई होना चाहिए, जो Fig 2 में परिपथ से पूर्ण होती है, जब परिपथ में उपयोग हुए ट्रांजिस्टर का β है

$$h_{fe} = \beta = 23 + 29\frac{R}{R_C} = +4\frac{R_C}{R} \qquad ......(2)$$

जहॉ $R_1 = R_2 = R$

जब β, समीकरण (2) से दिया न्यूनतम मान हैं या Fig 2 में परिपथ से अधिक हो तो, वह दोलन करेगा।

प्रायोगिक ट्रांजिस्टर RC कला विस्थापन दोलित्र

Fig 4 में प्रायोगिक ट्रांजिस्टर RC कला विस्थापन दोलित्र दर्शाया गया है जो, Fig 2 में दर्शाये गये के समान है।

Fig 4 में नोट करें की आवृत्ति के समायोजन के लिए उपयोग हुए प्रतिरोधक R_3 (Fig 2 में R' से व्यक्त किया गया है) RC विभाग के एक प्रतिरोधक के साथ श्रेणी में योजित है। ट्रांजिस्टर के प्रचालन के लिए आवश्यक अभिनति की स्थिरीकरण, प्रतिरोधक R_4 उपलब्ध कराता है।

यह नोट करें की छोटे मान का संधारित्र C_4, निवेशी के साथ समान्तर में योजित है। C_4 का प्रायोजन, अवांछित उच्च आवृत्ति दोलन को भू को उपनिकास करना है। R_3 के मान को, दोलन की आवृत्ति को समायोजित करने के लिए परिवर्तित किया जा सकता है। फिर भी, R_3 से प्राप्त हो सकने वाली विधियों सीमित है।

Fig 4

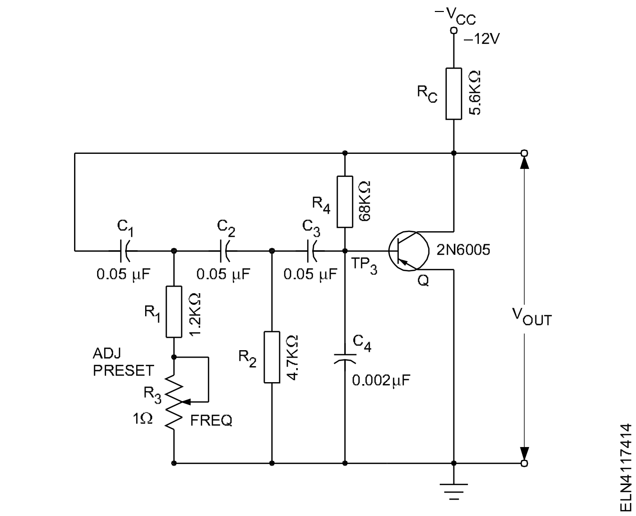


Fig 3 में परिपथ के लिए दोलन की आवृत्ति को निम्नानुसार व्यक्त किया जाता है,

$$f = \frac{1}{2\pi C\sqrt{6R_1^2 + 4R_1R_C}} \quad ......(3)$$

जहॉ $C = C_1 = C_2 = C_3$

Fig 3 के परिपथ में प्रयुक्त ट्रांजिस्टर का β या hfe का न्यूनतम मान निम्नानुसार होना चाहिये।

$$h_{fe} = \beta = 23 + 29\frac{R_1}{R_C} + 4\frac{R_C}{R1}$$

Fig 3 पर घटक के मान का प्रयोग करते हुए, उपयोग हुए ट्रांजिस्टर के β को निम्नलिखित का न्यूनतम होना चाहिये।

$$\beta = 23 + 29\frac{1.2K}{5.6K} + 4\frac{5.6K}{1.2K} = 47.89$$

संकेतः दोलन की आवृत्ति को, R के मान को घटाकर या C के मान को घटाकर, बढ़ाया जा सकता है।

Fig 3 के प्रयोगिक परिपथ में संग्राहक पुनः निवेशन अभिनति को, यह सुनिश्चित करने के लिए उपयोग किया गया है कि ट्रांजिस्टर कभी भी संतृप्त नहीं होगा। ट्रांजिस्टर के DC अभिनति के लिए अन्य अभिनति तकनीक भी उपयोग की जा सकती है, जैसे वोल्टता विभाजक अभिनति। क्योंकि दोलन की आवृत्ति केवल पुनःनिवेशन कला विस्थापन जाल से ही निर्धारित होती है। इसलिए अभिनति प्रतिरोधक पर, दोलन कि आवृत्ति का कोई प्रभाव नहीं होता। नोट करने वाला महत्वपूर्ण बिन्दु यह है कि ट्रांजिस्टर केβ को लगातार, दोलन करने के लिए समीकरण 2 में दिए गए न्यूनतम β से अधिक होना चाहिए।

हार्टले दोलित्र (Hartley oscillator)

ज्यावक्रीय या सरल आवर्त (हार्मोनी) का सिद्धात (Principle of sinusoidal or harmonic oscillations): Fig 5a में समान्तर LC अनुनादी परिपथ के रूप में समान्तर पथ संयोजित एक प्रेरेक तथा संधारित्र को दर्शाया गया है। समांतर LC परिपथ को समस्वरित परिपथ या टंकी परिपथ भी कहते हैं।

Fig 5a में जब कुंजी S को स्थिति A में रखा जाता है तो संधारित आवेशित हो जाता है, जिसकी तल प्लेट ऋणात्मक तथा शीर्ष प्लेट धनात्मक होती है। इसका अर्थ है कि विद्युत आवेश के रूप में ऊर्जा संधारित्र में संचित होती है।

जब कुंजी S को, Fig 5b के अनुसार स्थिति B में रखा जाता है तो प्रेरक के माध्यम से संधारित्र निरावेशित होने लगता है तथा L के चारों ओर एक विस्तृरित चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता हैं। क्योंकि प्रेरक में अपने में धारा में तत्काल परिवर्तन को विरोध करने का गुण होता है, इसलिए धारा धीरे-धीरे बनती है।

संधारित्र के एक बार पूर्णतः निरावेशित होने पर, L के चारों ओर बना चुम्बकीय क्षेत्र समाप्त होने लगता है। निपाती (collapsing) चुम्बकीय क्षेत्र L में एक वोल्टता (पश्च-emf) को प्रेरित करता है। यह पश्च- emf, L में से इलेक्ट्रान प्रवाह उसी दिशा में बनाये रखने का प्रयास करता है, जैसे C निरावेशित हो रहा था। अतः प्रेरक में यह पश्च-emf संधारित्र को विरोधी ध्रुवता के साथ आवेशित करना आरंभ करता है, जैसा कि Fig 5c में दर्शाया गया हैं। चुम्बकीय क्षेत्र के पूर्ण समाप्त होने के बाद, Fig 5c में दर्शाये गये अनुसार, C विपरीत दिशा में आवेशित हो जाएगा।

ज्यावक्रीय तरंग-रूप (Sinusoidal wave form): यद्यपि एक प्रायोगिक प्रेरक में प्रतिरोध तथा परिणामी I^2R (ताप हानि) के कारण संधारित्र की हानियों के कारण, दोलन का आयाम धीरे धीरे कम होता (अवमंदित) हैं तथा Fig 5d में दर्शाये गये अनुसार दोलन समाप्त हो जाता हैं।

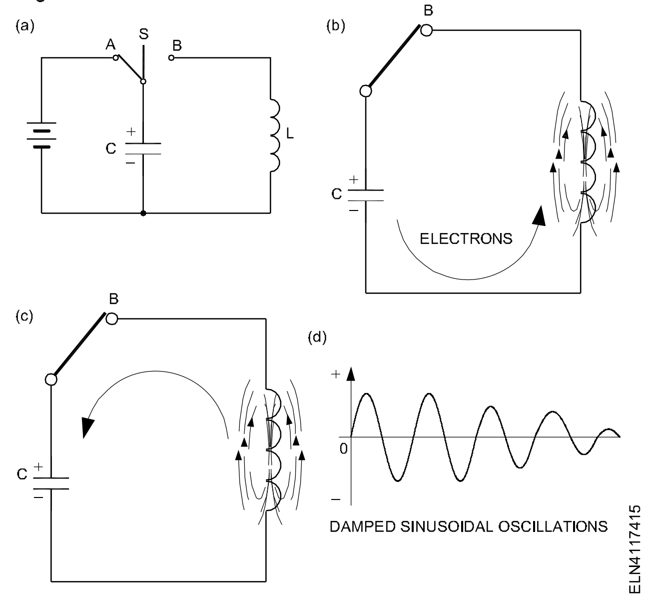
अनुनादी आवृत्ति द्वारा उत्पन्न दोलन की आवृत्ति को निम्नानुसार व्यक्त किया जाता है।

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

आविरत दोलनों के लिए टंकी परिपथ में हानिया को नियंत्रित करना (Overcoming losses in tank circuit for sustained oscillations): दोलनों के अवमंदन को रोकने के लिए, जब परिपथ में प्रदत्त ऊर्जा उपयोग हो चुकी हो तो, यह आवश्यक है कि संधारित्र को पुनःआवेशित करके अधिक ऊर्जा दी जायें। जैसे कि Fig 5a में दर्शाया गया है कि उपयुक्त समय पर A तथा B के बीच, कुंजी S को आनॅ करने से दोलन को बनाये रखा जा सकता है। इस प्रकार से नियत आयाम एवं आवृत्ति की ज्यावक्रीय तरंग-रुप प्राप्त होती है।

LC टंकी परिपथ को अनवमंदित दोलन देते रहे, इसके लिए दूसरी विधि, Fig 6 में दर्शाये गये अनुसार प्रवर्धक के निर्गम में टंकी परिपथ को जोडना है।

Fig 5



DC आपूर्ति V_{BB} से प्रवर्धक विच्छेदित रखा जाता है जो आधार-उत्सर्जक परिपथ को विपरीत अभिनत करता है। एक ज्यातरंग को आधार परिपथ में ऐसे आयाम के साथ अतः क्षेपित किया जाता है जिससे कि संग्राहक धारा, निवेश ज्या तरंग के ऋणात्मक प्रत्यावर्तन के शीर्ष पर प्रवाहित होती हैं। इसमें ट्रांजिस्टर के सग्राहक में LC परिपथ को उत्तेजित करता है तथा टंकी दोलन जारी रहता है। यदि निवेश ज्यातरंग की आवृत्ति वहीं हो जो टंकी परिपथ के दोलन की आवृत्ती है तो, LC टंकी में दोलन बने रहेगें।

Fig 7 में परिपथ का संशोधित रूप Fig 6 में दर्शाया गया है। Fig 5a में ट्रांजिस्टर प्रवर्धक इस तरह से जोड़ा है कि वह किसी बाह्य संकेत की आवश्यकता के बिना अवमंदित दोलन कर सकता है। ऐसे परिपथ को दोलित्र कहते हैं।

Fig 6

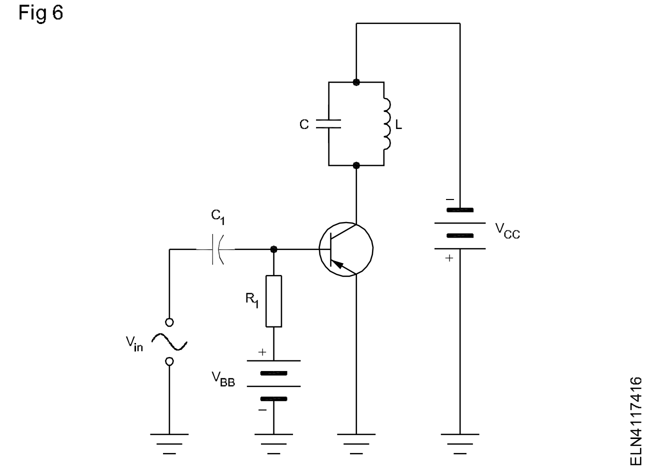


Fig 7 पर दोलित्र परिपथ को संपोषक(tickler) - कुण्डली दोलित्र कहते हैं। यहाँ L_1 प्रेरणिक रूप L से युग्मित है। जब परिपथ को शक्ति प्रथम बार चालू की जाती है तो ट्रांजिस्टर में धारा प्रवाहित है। धारा L में से जैसे प्रवाहित होती है, तो वह L_1 में वोल्टता को प्रेरित करती है, जो ट्रांजिस्टर के आधार से युग्मित तथा प्रवर्धित होता है। यदि पुनः निवेशन वोल्टता की कला (फेस) सहायक हो तो संग्राहक धारा में वृद्धि होगी। इस क्रिया से अधिक धारा स्पन्द संघटित होती है, जो LC टंकी को दोलनों के लिए उत्तेजित करती है। L_1 द्वारा ट्रांजिस्टर के आधार का प्रदत्त संकेत, उसी आवृत्ति की ज्यातरंग होती है, जैसा LC परिपथ में होती है तथा लगातार दोलन करने के लिए उचित कला में है। इस प्रकार आधार में प्रेरित संकेत दोलित्र को एक बाह्य निवेश की आवश्यकता को समाप्त करता हैं तथा परिपथ की जब तक DC शक्ति चालू रहती हैं, तो LC टंकी तब तक दोलन करेगी।

Fig 7

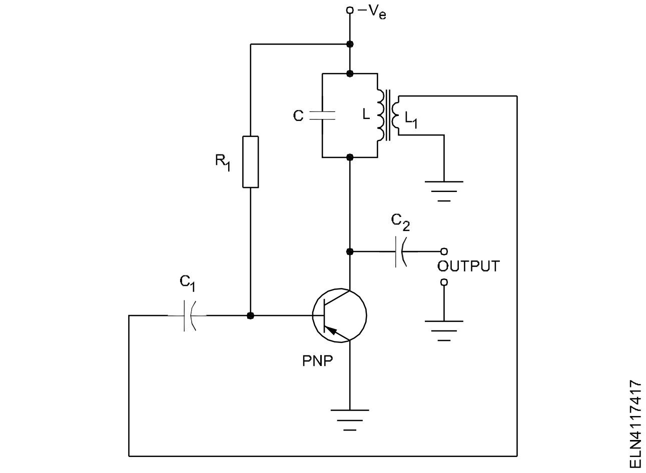


Fig 7 में प्रवर्धक को उचित कला का दिया पुनः निवेश, जिससे कि दोलन लगातार बने रहे, इसे धनात्मक पुनः निवेशन या पूर्वयोजित पुनः निवेशन कहा जाता है।

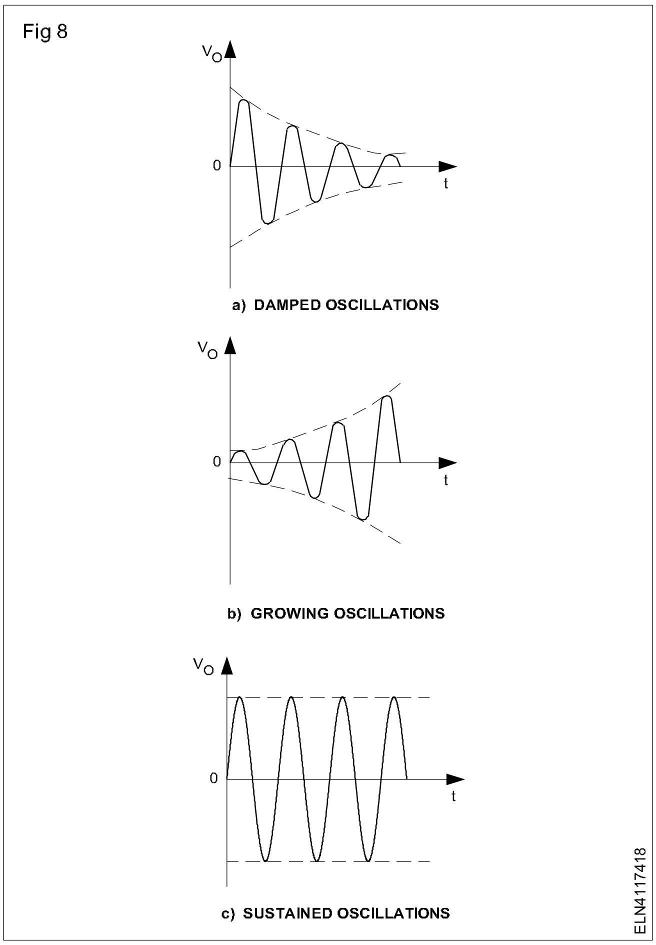
बार्क हाउजन निकष (Barkhausen Criterion): प्रवर्धक अपने आप दोलित हो इसका, गणितीय विश्लेशण नीचे दिया गया हैः

- Fig 7 में दर्शाये गये प्रवर्धक में, माने की प्रवर्धक की लब्धि A तथा पुनः निवेशन गुणक β है। यदि Aβ का गुणफल 1 ($A\beta<1$) से कम है तो निर्गम संकेत अवमंदित दोलन होगा जो Fig 8a में दर्शाये गये अनुसार समाप्त हो जायेगा।
- यदि $A\beta>1$ हो तो निर्गम वोल्टता Fig 8b में दर्शाये गये अनुसार बनेगी। ऐसे दोलनों को वर्धिन दोलन (growing oscillations) कहते हैं।
- यदि $A\beta = 1$ तो दोलन का निर्गम आयाम स्थिर रहेगा जैसा Fig 8c में हैं।

जब पुनः निवेशन धनात्मक (पूर्वयोजित) हो तो पूनः निवेशन (A_1) के साथ प्रवर्धक की कुल लब्धि निम्नानुसार होगी,

$$A_f = \frac{A}{1 - A\beta}$$

जब $A\beta = 1$ तो समीकरण का हर, शून्य होगा, अतः A_f = अनंत। लब्धि का अनंत होने का अर्थ यह है कि किसी निवेश के बिना, निर्गत उपलब्ध है। अर्थात अर्थात प्रर्वधक दोलित्र बन जाता है। यह शर्त $A\beta=1$ को दोलनों के लिए बार्क हाउजन निकष कहते हैं।



संक्षेप में, एक दोलित्र की मूल आवश्यकता निम्नलिखित है;

- एक स्थिर DC शक्ति आपूर्ति स्त्रोत
- एक प्रवर्धक
- निर्गम से निवेश को एक पूर्वयोजित (धनात्मक) पुनः निवेशन
- दोलन की आवृत्ति को निर्धारित करने के लिए एक LC टंकी परिपथ।

दोलित्रों के लिए प्रवर्तन संकेत (Starting signal for oscillators): जैसा कि ऊपर वर्णन किया गया है कि एक बार जब प्रवर्धक का पुर्नयोजी पुनः निवेश दिया जाता है तो दोलित्र एक निवेश संकेत के बिना प्रत्यावर्ती निर्गत वोल्टता देता है। लेकिन प्रायोगिक दोलिक परिपथ में, दोलन चालू करने के लिए कोई प्रवर्तन निवेश संकेत उपलब्ध नहीं होता है। फिर भी, दोलित्र परिपथ संकेत उत्पन्न किया जाता हैं। परिपथ में उपयोग प्रतिरोधकों में इलेक्ट्रान की यादृच्छिक (random) गति के कारण ऐसी रव (Noise) वोल्टताएं उत्पन्न होती है।

रव वोल्टता में छोटे आयाम कि लगभग सब ज्यावक्रीय आवृत्तियां होती है। फिर भी, वह प्रवर्धित रव पुनः निंवेश नेटवर्क को चालित करता है, जो कि अनुनादी टंकी परिपथ होता है। इस समस्वरित टंकी परिपथ के कारण, विशेष आवृत्ती f_r पर पुनः निवेश वोल्टता Aβ अधिकतम होती है, जो दोलित्रों की आवृत्ति होगी। इसके अतिरिक्त, धनात्मक पुनः निवेश के लिए आवश्यक कला विस्थापन, केवल इस आवृत्ति f_r पर ीक से होती है। अतः रव वोल्टता में चाहे कई आवृत्ति घटक हो, फिर भी दोलित्र के निर्गम में एक ही ज्यावक्रीय आवृत्ती f_r, टंकी परिपथ के अनुनादी आवृत्ति होगी।

संक्षेप में, दोलित्र के साथ प्रवर्तन करने तथा अविरत दोलनों की दोलित्र परिपथ की निम्नलिखित आवश्यकताये हैं

- उसमे धनात्मक पुनः निवेशन होना चाहिए।
- प्रारंभ में लूप लब्धि गुणक Aβ >1 होना चाहिए।
- परिपथ को दोलन आरंभ करने के बाद लूप लब्धि गुणनफल Aβ को घटकर एक होना तथा एक ही रहना चाहिए।

हार्टले दोलित्र (Hartley oscillator): हार्टले दोलित्र, एक सरलतम प्रकार का ज्यावक्रीय दोलित्र है, जो Fig 9a तथा Fig 9b में दर्शाया गया है। Fig 9a में श्रेणी-प्रदत्त हार्टले दोलित्र दर्शाया गया है। यह परिपथ, Fig 7 में दर्शाये संपोषक (टिकलर) कुण्डली दोलित्र के समान है, लेकिन टिकलर परिपथ कुण्डली L_1, भौतिक रूप से L से जुड़ी होती है तथा इसप्रकार L का एक भाग है (स्व-ट्रांस्फार्मर की तरह)। इस दोलित्र को श्रेणी प्रदत्त कहते हैं क्योंकी उत्पन्न उच्च आवृत्ति के दोलन तथा DC पथ समान हैं, ीक वैसे ही जैसे वे श्रेणी परिपथ में होते हैं। श्रेणी-प्रदत्त हार्टले दोलित्र को उनके दोलनों की निर्बल स्थिता के कारण वरीयता नहीं दी जाती हैं।

Fig 9b में समान्तर-प्रदत्त हार्टले दोलित्र है, जिसे रेडियो रिसीवर (ग्राही) सामान्यतः उपयोग होता है। समान्तर-प्रदत्त हार्टले दोलित्र अपने दोलनों की उच्च स्थिरता के लिए प्रसिद्ध है।

Fig 9b का परिपथ वास्तव में लगातार दोलन करने के लिए धनात्मक (पुनः उत्पादन) पुनः निवेशन के साथ, एक प्रवर्धक है। संधारित C_2 तथा प्रेरिक L_2, संग्राहक में परिपथ के भूयोजन के लिए RF धारा के लिए पथ बनाते हैं। RF धारा, L_2 के द्वारा L_1 में दोलन बनाए रखने के लिए उचित कला तथा आयाम की वोल्टता प्रेरित करती है।

L_1 तथा L_2 की संधि पर टैप की स्थिति यह ज्ञात करती है कि आधार परिपथ को कितना संकेत पुनःर्निवेशित किया जाना है।

संधारित्र C तथा प्रेरित L_1+ L_2 दोलित्र का अनुनादी टंकी परिपथ बनते हैं, जो दोलनों की आवृत्ति को ज्ञात करता है। दोलित्र की विभिन्न आवृत्तियों के समस्वरण के लिए संधारित्र C को परिवर्तनी संधारित्र बनाया जा सकता है। C_1 तथा R_1, RC परिपथ बनाते हैं जो धारा पर अभिनति वोल्टता उत्पन्न करते हैं।

संग्राहक पर एक RF चोक, उच्च आवृत्ति AC संकेत को V_{CC} आपूर्ति से बाहर रखता हैं। सस्ते दोलित्र परिपथों में RF चोक के बदले प्रतिरोधक लगाया जाता है। उत्सर्जक में जुड़े प्रतिरोधक R_2, DC स्थिरीकरण देता हैं। AC पुनरोत्पादन रोकने के लिए C_3 से R_2 को उपनिकास किया जाता है।

हार्टले दोलित्र कुण्डली में तीन सम्बंधन होते हैं। ये सामान्यतः कुण्डली पर अंकित होते हैं। यदि ऐसा नहीं हो तो इन्हें प्रतिरोध के जाँच से पहचानना संभव है। Fig 10 में दर्शाया गए T तथा G टैपों के बीच प्रतिरोध, T तथा G के बीच के प्रतिरोध से कम होता है। यदि कुण्डली सम्बंधन ीक तरह से न बने हो तो दोलित्र कार्य नही करेगा।

Fig 9

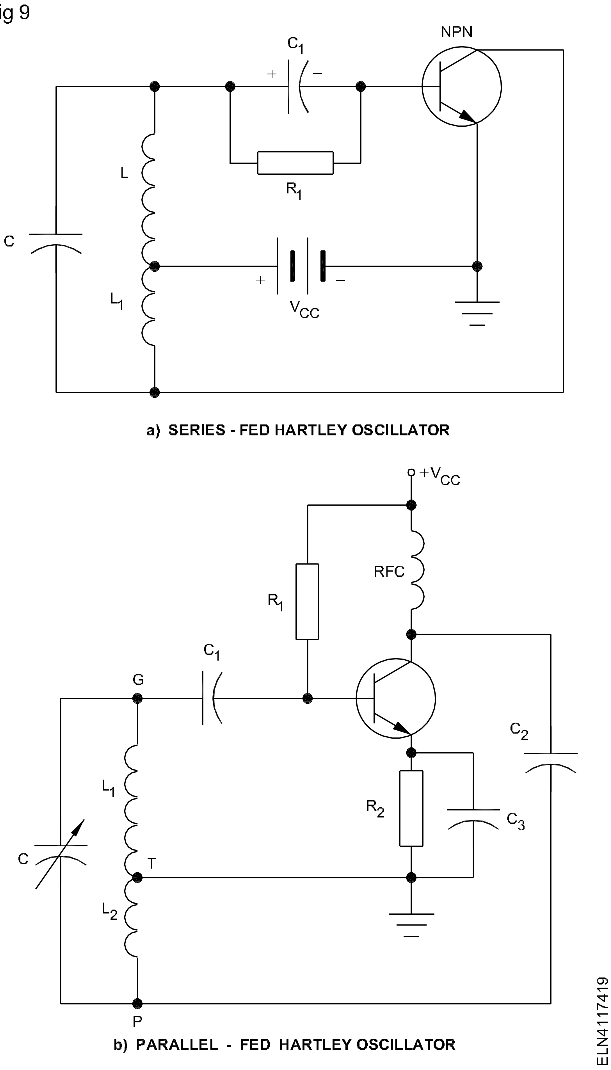
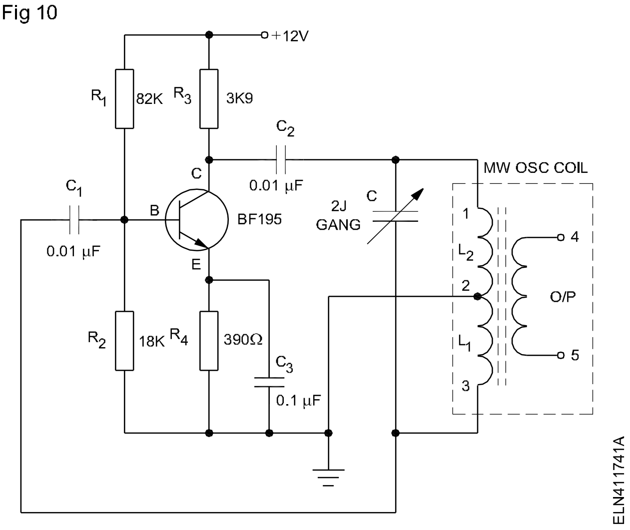


Fig 10



दोलित्र आवृत्ति की जॉच करना (Checking oscillator frequency): यदि L ($L=L_1+L_2$) तथा C का मान ज्ञात हो तो सूत्र का प्रयोग करके दोलित्र की आवृत्ती परिकलित की जा सकती हैं।

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

जहॉ f हर्टज में, L हेनरी में तथा C फैरेड में हैं। दोलित्र की आवृत्ति दो तरह से मापी जा सकती हैं।

- सीधे पन आवृत्ति मापी के प्रयोग से, जिसे आवृत्ति गणक भी कहते हैं, जो बहुत परिशुध्द, प्रसिध्द तथा प्रयोग में सरल हैं।
- तरंग-रूप की अवधि को मापने के लिए अंशांकित समय आधार वाले दोलनदर्शी का प्रयोग करके। मापी गई अवधि के सूत्र के प्रयोग द्वारा। आवृत्ति परिकलित की जा सकती हैं।

$$f = \frac{1}{t}$$

जहॉ f हर्टज (Hz) में आवृत्ति तथा t सैकेंड में समय अवधि (आवर्तकाल) है।

दोलनों तथा बर्कहाउजन अपकर्ष के लिए स्थितियों पर आगे विवरण के लिए इस पुस्तक के लिए संदर्भ पुस्तकों को निर्दिष्ट करें। Fig 10 में एक प्रायोगिक हार्टले दोलिक परिपथ दर्शाया गया है, जिसमें L के रूप में मध्यम-तरंग दोलक कुण्डली का प्रयोग किया हैं।

L के लिए मध्यम तरंग दोलित्र या कुण्डली के प्रयोग का लाभ यह है कि कुण्डली के द्वितीयक कुण्डलन (4 तथा 5) से निर्गत लिया जा सकता है। प्रयुक्त ट्रांजिस्टर, एक सिलिकन उच्च आवृत्ति ट्रांजिस्टर (BF श्रेणी) है क्योकी दोलिक आवृत्ती 1MHz के परास में है।

DC स्थितियां बनाने के लिए विभाजक अभिनति लगाई जाती है, जिससे कि प्रवर्धन वर्ग A की तरह कार्य करें। भारी पुनः निवेशन (अधिक β) के साथ, अधिक पुनः निवेशन संकेत ट्रांजिस्टर के आधार को संतृप्ती तथा विच्छेद करता हैं। यह बडा पुनः निवेश संकेत आधार पर ऋणात्मक DC क्लैम्पिंग उत्पन्न करता है तथा वर्ग A से वर्ग C में प्रचालन बदलता हैं।

इससे ऋणात्मक क्लैम्पिंग से AB का मान को 1 पर स्वतः समायोजित हो जाता है। यदि पुनः निवेशन बहुत अधिक हो तो इसके परिणाम से विविधत शक्ति हानी के कारण निर्गत वोल्टता में कुछ कमी होगी।

जब आप एक दोलित्र बनाए तो आप निर्गत वोल्टता को अधिकतम करने के लिए पुनः निवेशन की मात्रा को समायोजित कर सकते हैं। इसके लिए युक्ति यह है कि सब स्थितियो (ट्रांजिस्टर तापमान, वोल्टता आदी) के अन्तर्गत प्रवर्तन के लिए पर्याप्त पुनः निवेशन का प्रयोग किया जायें। लेकिन इतना अधिक नही कि आप आवश्यकता से अधिक निर्गम की हानी करें।

गैंग संधारित्र (C_4) के गैंग की शॉफ्ट की स्थिति को परिवर्तित करते हुए Fig 6 के दोलित्र परिपथ के दोलिनों की आवृत्ती को परिवर्तित कर सकते हैं ।

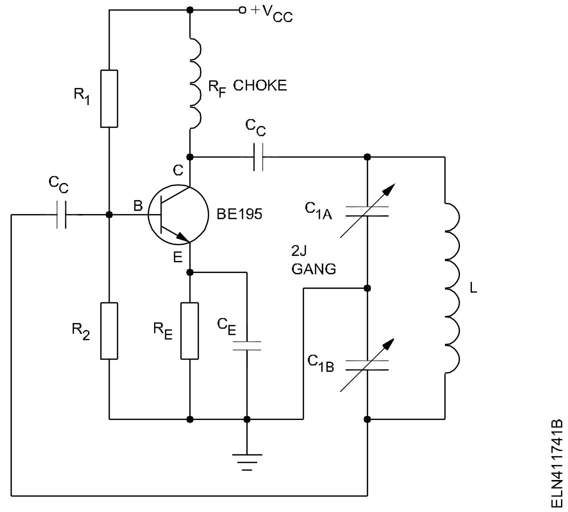
कालपिट दोलित्र (Colpitt's oscillator): कालपिट दोलित्र एक अन्य प्रकार का ज्यावक्रीय दोलित्र या सरल आवर्ती (हार्मोनिक) दोलित्र है जो दोलनों के लिए टंकी परिपथ का प्रयोग करता है। कालपिट दोलित्र बहुत प्रसिद्व है तथा व्यापारिक संकेत जनित्रों तथा संचार ग्राहियों में बहुत उपयोग होते है।

Fig 11 में दर्शाया प्ररूपी कालपिटस दोलित्र, हार्टले दोलित्र के सामान है। अन्तर केवल यह है कि कालपिट दोलित्र में टंकी के लिए विपाटित

संधारित्र का प्रयोग होता है, जबकी हार्टले दोलित्र में विपाटक प्रेरित्र उपयोग होता है।

Fig 11 में दशार्य गये समान्तर-प्रदत्त या समान्तर-पथ-प्रदत्त कालपिटस दोलित्र, सामान्य उत्सर्जक विन्यास का प्रयोग करता है। वोल्टता विभाजक से संधारित्र C_{1A} तथा C_{1B} पुनर्निवेश संकेत उपलब्ध कराते थे। C_{1B} को आरपार वोल्टता पतन, पुनर्निवेश वोल्टता को ज्ञात करता है। इस परिपथ में अन्य सभी पुर्जे का फलन वही है, जैसा कि हार्टले परिपथ में है।

Fig 11



कालपिट दोलित्र के दोलनों की आवृत्ति को निम्नानुसार दिया जाता है

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

जहाॅ

f दोलन की आवृत्ति हार्टज में है।

L कुण्डल का प्रेरकत्व हेनरी में है

C कुल धारिता फैरड में है जो निम्नानुसार है

$$C = \frac{C_{1A} \times C_{1B}}{C_{1A} + C_{1B}}$$

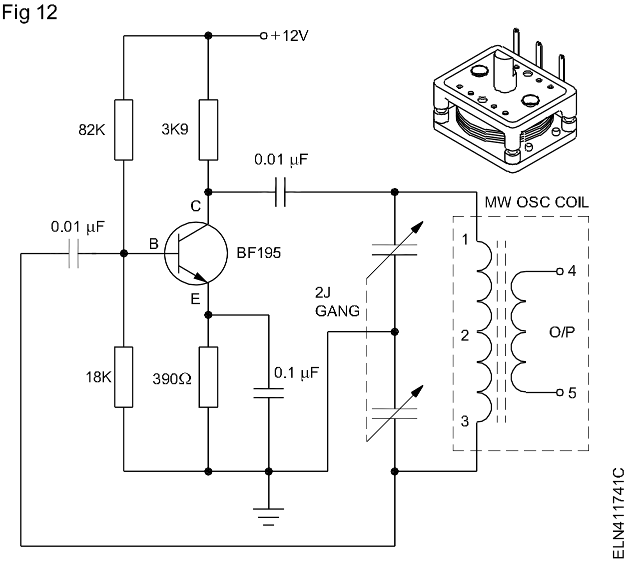
C_{1A} तथा C_{1B} के लिए लघु समूहित (मिनिएचर) संधारित्र के प्रयोग से दोलन की आवृत्तियों को बदला जा सकता है।

समूहित संधारित्र की शॉफ्ट को परिवर्तित करके C_{1A} तथा C_{1B} दोनों संधारित्र परिवर्तित होते है तथा इस तरह से दोलित्र के दोलनों की आवृत्ति में विभिन्नता होती है।

1MHz से अधिक आवृत्तियां को उत्पन्न करने के लिए सामान्यतः कालपिट दोलित्र उपयोग होते है।

C_{1A} तथा C_{1B} के लिए समूहित संधारित्र तथा L के लिए माध्यम तरंग दोलित्र कुण्डली का प्रयोग करता प्रायोगिक कालप्टि दोलत्र परिपथ Fig 12 में दर्शाया गया है।

Fig 12



क्रिस्टल दोलित्र (Crystal oscillators): LC दोलित्र परिपथों जैसे हार्टले तथा कालपिट में आवृत्ति अस्थिरता की समस्या होती है। LC दोलित्र में आवृत्ति स्वल्पामाओं का मुख्य कारण है टंकी परिपथ के प्रेरकत्व तथा धारिता के मान में परिवर्तन है जो ताप बदलने के कारण होता है। जैसे ही तापमान बढ़ता या घटता है तो L तथा C के मान विचलित होते है, जिससे परिपथ वांछित अनुनादी आवृत्तिय से भिन्न आवृत्ति पर दोलन करता है। आवृत्ति विचलन के अन्य कारण है, ट्रांजिस्टर की लीड्स, अन्तः इलेक्ट्रोड तथा वायरिंग धारिताएं।

उच्च Q कुण्डलों तथा अच्छे गुण के संधारित्रों के प्रयोग से आवृत्ति स्वल्पांतर की समस्या मुख्यतः हल की जा सकती हैं। लेकिन सामान्य प्रेरको तथा संधारित्रों के साथ कुछ सौ से अधिक Q के मान को प्राप्त करना बहुत कनि या असंभव है।

रूढ़ समस्वरित परिपथ के स्थान पर स्फटिक (Quartz) क्रिस्टल के उपयोग से आवृत्ति की स्थिरता में बहुत सुधार प्राप्त किया जा सकता है। ऐसे दोलित्र परिपथो को क्रिस्टल नियंत्रित दोलित्र कहा जाता है।

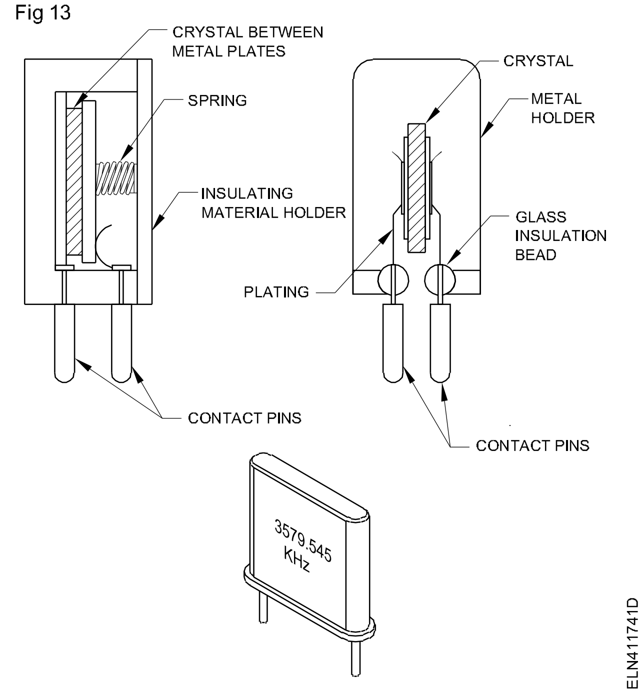
दाब-विद्युत प्रभाव (Piezo-electric effect): यह पाया गया कि कुछ क्रिस्टल जैसे स्फटिक तथा रोशेल साल्ट विशेष गुण प्रदर्शित करते है, जिसे दाब-विद्यु त गुण कहते है। एक स्फटिक क्रिस्टल पतले तुषारित कॉच खण्ड की तरह दिखता है जिसे सामान्यतः ¼ से 1 इंच वर्गो में काटा जाता है जैसा Fig 13 में दर्शाया गया है।

जब ऐसे क्रिस्टल को दो स्पाट धातु के प्लेटों के बीच रखकर तथा एक साथ दबाया जाता है तो, प्लेटो के बीच में एक छोटा विद्युत वाहक बल (emf) विकसित होगा है जैसे कि क्रिस्टल उस क्षण के लिए बैटरी बन गया हो। जब प्लेटों को हटाया जाता है तो, क्रिस्टल अपने पूर्व आकार में स्प्रिंग की तरह वापिस आता है तथा दो प्लेटो के बीच में विपरीत ध्रुवता का विद्युत-वाहक बल उत्पन्न होता है। इस तरह से, क्रिस्टल यांत्रिक ऊर्जा/ बल, विद्युतीय ऊर्जा में बदलते हैं। इस गुण का प्रयोग ग्रामाफोन रिकार्ड के लिए पिक अप में किया जाता है। ग्रामाफोन रिकार्ड में जब कोई सुई ग्रामोंफोन खाॅचों पर चलती है तो छोटे यांत्रिक कम्पन उत्पन्न होते हैं। ये कम्पनमान बल पिक अप टर्मिनलों पर अंकित ध्वनि को निरूपित करते हैं, अनुरूपी वोल्टता उत्पन्न करते है।

क्रिस्टल के उपरोक्त गुण के अतिरिक्त जब क्रिस्टल के दो प्लेटो के आरपार विद्युत वाहक बल दिया जाता है तो क्रिस्टल अपने सामान्य आकार से परिवर्त होता है। इस तरह से ये क्रिस्टल विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में भी परिवर्तित करते है।

क्रिस्टल के उपरोक्त दो पारस्परिक क्रियाओं को दाब-विद्युत प्रभाव कहते है। क्रिस्टल होल्डर में रखे हुए ऐसे क्रिस्टल को Fig 13 में दर्शाया गया है।

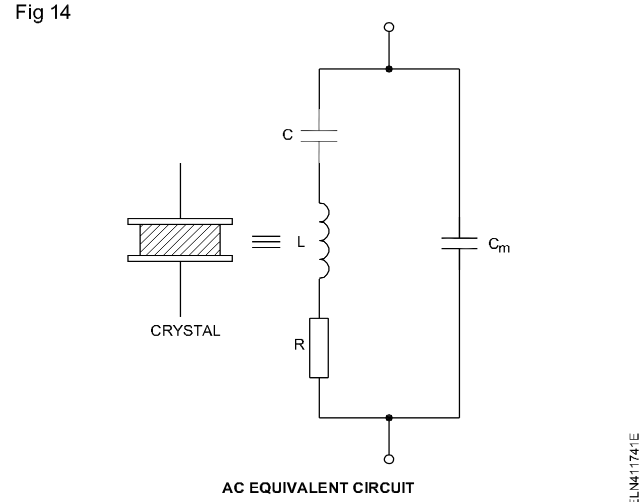
Fig 13



दाब-विद्युत गुण वाले अनेक क्रिस्टलों के बीच, क्वार्टज क्रिस्टल सबसे प्रसिद्ध है क्योंकि इस क्रिस्टल में यांत्रिक दोलन चालू किये जाते है तथा दोलन को समाप्त होने में अधिक समय लगता हैं। अतः क्वार्टज क्रिस्टल बहुत उच्च यांत्रिक Q के होते है।

जहां तक विद्युत गुणों का सम्बंध है, एक क्वार्टर्स क्रिस्टल, Fig 14 में दर्शाये गए LC अनुनादी परिपथ के तुल्य है।

Fig 14



L, R, C तथा C_M के मान क्रिस्टल के भौतिक आकार पर तथा क्रिस्टल को मूल द्रव्य में से कैसे काटा गया है पर निर्भर करता है। धारितीय C_M आरोहण की धारिता को प्रदर्शित करता है। इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में क्रिस्टल का प्रयोग करने के लिए, उसके दो फलकों पर दो चालक इलेक्ट्रोड रखें जाते है। तब इन इलेक्ट्रोडों के साथ योजी तारों को जोड़ा जाता है। जब सिरो को दोलयमान वोल्टता के स्त्रोत से जोडा जाता है तो क्रिस्टल में यांत्रिक कम्पन उत्पन्न होते है। यदि दोलक वोल्टता की आवृत्ति, क्रिस्टल की अनुनादी आवृत्ति के निकट हो तो क्रिस्टल, दोलायमान वोल्टता पर, क्रिस्टल की दोलायमान आवृत्ति के अनुरूप होने पर बल देता है। अतः दोलन में, LC अनुनादी परिपथ के स्थान पर क्रिस्टल का प्रयोग करने से, दोलन की आवृत्ति लगभग पूर्णतः क्रिस्टल द्वारा निधारित की जाती है। 20,000 से अधिक मं Q का मान को सरलता से उपलब्ध क्रिस्टलो से सरलता से प्राप्त किया जा सकता है, जिसके फलस्वरूप उच्चतम स्थिर दोलायमान आवृत्ति प्राप्त होती है।

अतः जब दोलन की आवृत्ति की यर्थाथता तथा स्थिरता महत्वपूर्ण हो तो, हार्टले या कालपिट दोलित्र के बदले क्वार्टज क्रिस्टल दोलित्र प्रयोग किया जाता है। क्रिस्टल की आवृत्ति का परास सामान्यतः 0.5 से 30MHz के बीच होता है।

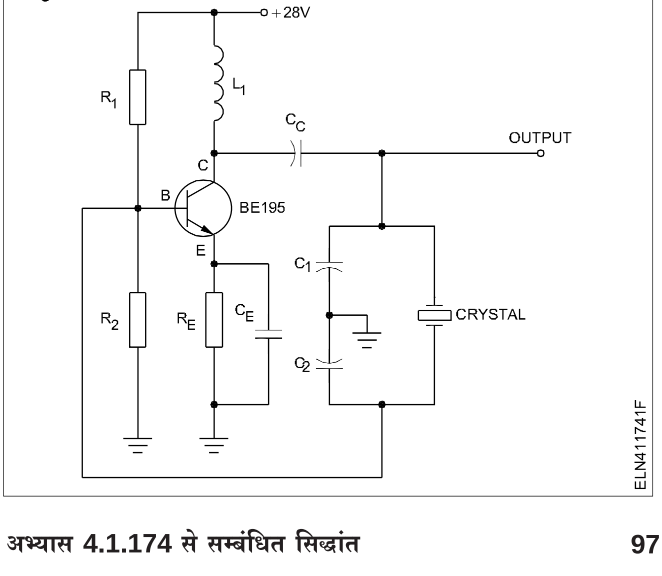
संवेदन क्रिस्टल दोलित्र (Pierce crystal oscillator): Fig 15 में दर्शाये गये संवेदन क्रिस्टल दोलित्र का प्रयोग प्रायः किया जाता है क्योंकि इसमें बहुत कम घटकों की आवश्यकता होती है तथा इसकी अच्छी आवृत्ति स्थिरता होती है।

संवेदन क्रिस्टल दोलित्र कोलपिट के समान होता है लेकिन इसमें प्रेरणिक कुण्डली क्रिस्टल से बदली जाती है। यहां संग्राहक के आरपार क्रिस्टल तथा ट्रांजिस्टर के आधार (टर्मिनल) अन्तस्तंहो दोलन की आवृत्ति को ज्ञात करते है। कॉलपिट दोलित्र की तरह संधारित्र C_1 तथा C_2 पुनर्निवेश के लिए संधारित्र वोल्टता विभाजक बनाते है। C_2 के आरपार AC वोल्टता आधार को आवश्यक धनात्मक पुनः निवेश उपलब्ध कराती है।

Fig 15 में, क्रिस्टल प्रेरक की तरह कार्य करता है जो C_1 तथा C_2 के साथ अनुनादी होता है। आधार परिपथ में, R_1, R_2 विभाजक V_{CC} से अग्र अभिनति वोल्टता प्रदत्त करता है। उत्सर्जक परिपथ में $R_E C_E$ संयोजन से अभिनति स्थायीकरण उपलब्ध होता है।

Fig 15 में, यदि क्रिस्टल की अनुनादी आवृत्ति, माना 3579.545Hz हो तो, दोलित्र उसी आवृत्ति पर दोलन करेगा तथा 3579.545Hz का ज्यावक्रीय निर्गत देता हैं।

Fig 15



क्रिस्टल दोलित्र का प्रयोग सामान्यतः निम्न में किया जाता है,

- चल रेडियो ट्रांस्मीटर तथा ग्राही (receiver)
- परीक्षण के उपकरण जैसे संकेत जनित्र जहां सही आवृत्ति तथा अति उच्च आवृत्ति स्थाईकरण अत्यंत महत्वपूर्ण है।
- क्रिस्टल नियंत्रित दोलित्रों में आवृत्ति अल्पांतर 1Hz प्रति 10^6 Hz से कम होगा।

मल्टीवाइब्रेटर (Multivibrator)

अस्टेबल मल्टी वाइब्रेटर की वृद्धि से जिसे पुनरावृत्तीय पल्स वेव आऊटपुट से देता है, दूसरे प्रकार के मल्टी वाइब्रेटर जिसे आचरण के ऊपर निर्भर कर वर्गीकृत किया है जोकि बहु वाइब्रेटर के दो स्तरों ऑन तथा ऑफ स्टेट को आपस में बदल कर करते हैं । वे हैं :

मोनो-स्टेबल बहुवाइब्रेटर (Mono-stable multivibrator) (एक स्टेबल स्टेट होता है)

बाइस्टेबल बहुवाइब्रेटर (Bistable multivibrator) (दो स्टेबल स्टेट होता है)

मोनोस्टेबल बहुवाइब्रेटर (Monostable Multi-vibrator)

Fig 16 में प्रतीकात्मक मोनो-स्टेबल बहु-वाइब्रेटर भी मोनो शॉट अथवा एक शॉट के नाम से जानते हैं ।

एक मोनोशॉट एक स्टेबल स्टेट के साथ एक ट्रान्जिस्टर संचालित करना तथा दूसरा ऑफ (बन्द) करना । यह स्टेट केवल अस्थायी रूप से (temporarily) दिये गये इनपुट पल्स (pulse) के द्वारा बदल सकते हैं जिसे साधारणतया ट्रिगर पल्स (trigger pulse) के नाम से जानते हैं ट्रिगर पल्स से ट्रांजिस्टर जिसे ऑफ कर देता है । लेकिन इसमें बदलाव स्टेट वापस पीछे से ओरिजनल स्टेबल स्टेट के बाद R तथा C के मान द्वारा एक पीरियड समय अन्तराल में बदलाव करते हैं ।

Fig 16

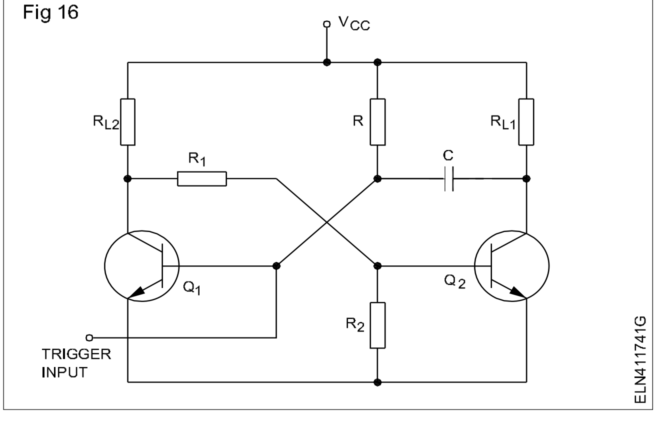
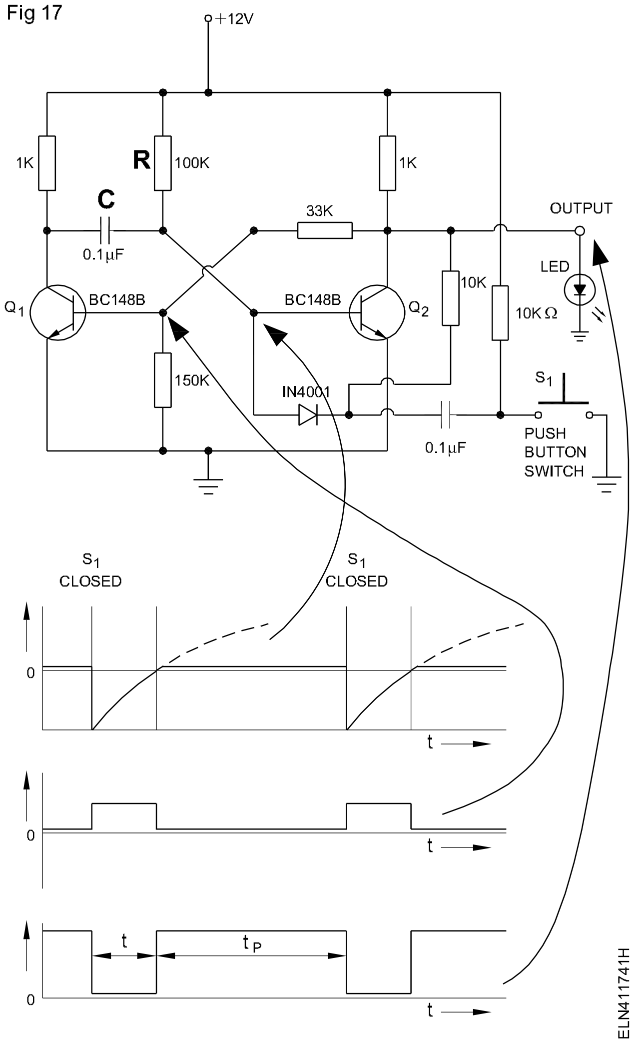


Fig 17 में देखें एक प्रायोगिक मोनो स्टेबल मल्टी वाइब्रेटर के साथ ट्रिगर इनपुट हैं । Fig 17 में यह भी दिखाया गया है कि परिपथ के विभिन्न प्वाइंटों पर वेवफार्म को देखें ।

t समय अन्तराल के लिए Q_2 को अस्थायी रूप से ऑफ रखकर दिये गये

मोनोस्टेबल मल्टीवाइब्रेटर का बहुत विस्तृत रूप से (extensively) प्रयोग इलेक्ट्रानिक टाइमिंग कन्ट्रोल परिपथों में टाइमर्स (timers) के लिए किया जाता है ।

Fig 17



बाइस्टेबल मल्टीवाइब्रेटर (Bistable multivibrator)

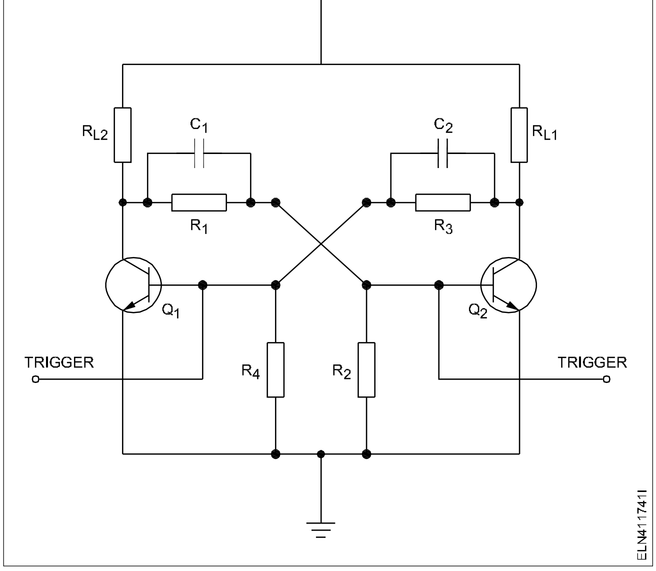
बाइस्टेबल मल्टीवाइब्रेटर (Bistable Multivibrators)

एक अस्टेबल मल्टीवाइब्रेटर अपने आप से (automatically) कुंजियों के द्वारा एक स्टेट से दूसरे (ऑन से ऑफ अथवा ऑफ से ऑन) जहाँ, एक बाइस्टेबल मल्टी-वाइब्रेटर का स्टेट बदलेगा (ऑन से ऑफ अथवा ऑफ से ऑन) जब ट्रिगर तथा नया स्टेट (ऑन अथवा ऑफ) होगा । इसका मतलब एक बाइस्टेबल मल्टी वाइब्रेटर के पास दो स्टेबल स्टेट होते हैं । Fig 18 में प्रतीकात्मक बाइस्टेबल मल्टी वाइब्रेटर परिपथ दिखाया गया है ।

Fig 18 का परिपथ पूरी तरह से सममितीय अथवा एक सा (symmetrical) है । विद्युत विभाजकों (Potential dividers) R_1, R_2 तथा R_3, R_4 एक जैसे बायस (Identical Bias) नेटवर्क ट्रांजिस्टर के आधार पर होता है । प्रत्येक ट्रांजिस्टर बायस्ड से कलेक्टर के दूसरे ट्रांजिस्टर से बायस होता है । उचित थोड़ा सा मतभेद ट्रांजिस्टरों के पैरामीटरों में होता है, जब परिपथ, स्विच ऑन होता है । किसी एक के दो ट्रांजिस्टर के टर्न ऑन पर होंगे और दूसरे ऑफ स्थिति में होंगे ।

के परिपथ में दो एक जैसे एमलीफायर की स्टेजों को जोड़कर आऊटपुट के एक फेड (fed) से इनपुट के दूसरे फेड द्वारा प्रतिरोध R_1, R_3 तथा विद्युत उपमार्ग द्वारा संधारित्रों (Capacitors) C_1, C_2 जुड़े हुये हैं । संधारित्र का उद्देश्य (purpose) कुछ नहीं है लेकिन स्विचिंग अभिलक्षणिक के परिपथ

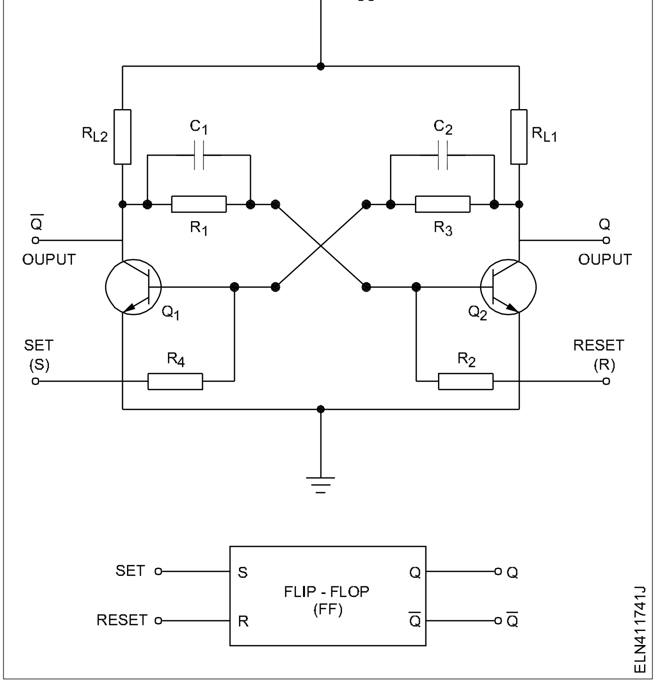
Fig 18



की चाल बढ़ाकर, रुकावटों को (तोड-मरोड़) आऊटपुट वेवफार्म को रुकावटों को कम करते हैं संधारित्र C_1 तथा C_2 को कम्यूंटेटिंग कैपसिटर से भी जानते हैं ।

एक बाइस्टेबल मल्टी बाइब्रेटर को फ्लाप से भी जानते हैं आउटपुट टर्मिनलों को साधारणतया Q तथा $\overline{Q}$ (Q-बार) से पहचानते हैं । Fig 19 में देखें ।

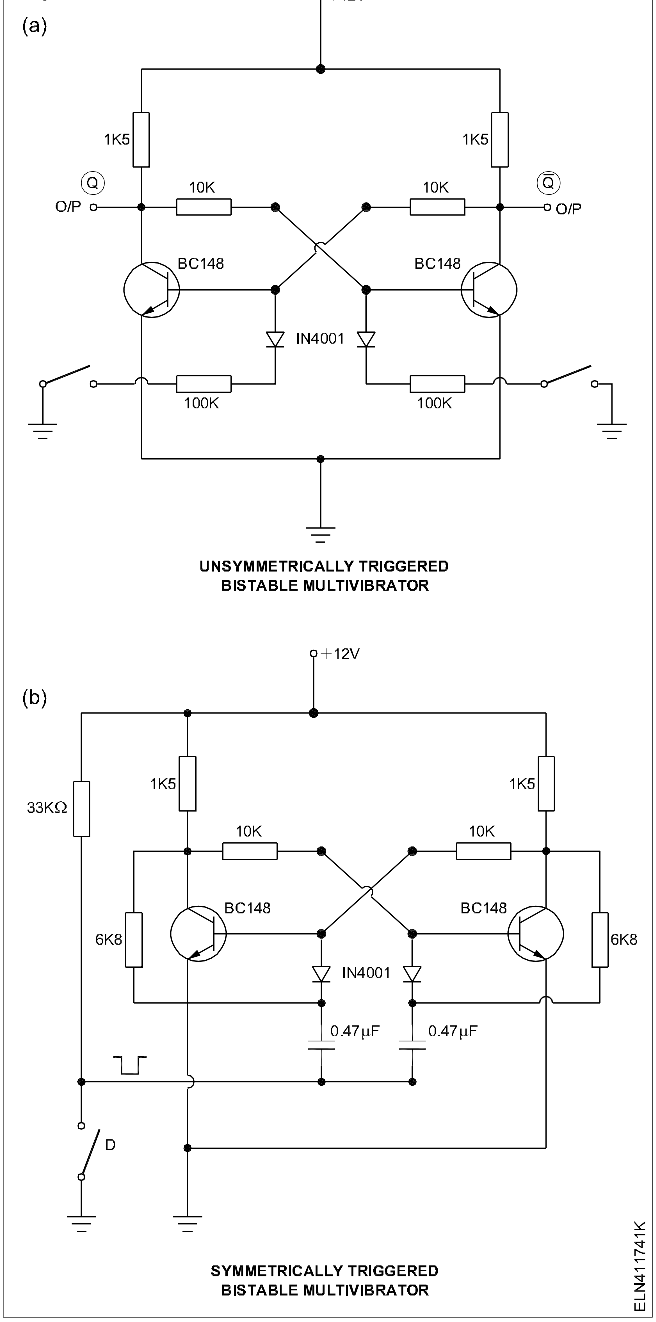
Fig 19



जब Q अधिक स्टेट (लॉजिक) 1 स्टेट डिजिटल इलेक्ट्रानिक से जानते हैं $\overline{Q}$ (Q बार) कम स्टेट (लॉजिक स्टेट से जानते हैं) इस परिपथ कोफ्लिप फ्लाप परिपथ से जानते हैं क्योंकि यदि एक आऊटपुट फ्लिप (हाई/लाजिक 1) दूसरा आऊटपुट फ्लाप (कम/लाजिक 0) है । एक फ्लिप फ्लाप कुंजी से एक स्टेट से दूसरे के द्वारा सही ट्रिगर इनपुट लागू करते हैं । फ्लिप फ्लाप का प्रयोग बेसिक मेमोरीसेल में डिजिटल कम्प्यूटरों में जानकारी स्टोट करने के लिए करते हैं । फ्लिप-फ्लापों का प्रयोग अधिक सभी डिजिटल सिस्टम के काउन्टर फ्रीक्वेंशी विभाजक आदि में करते हैं ।

प्रायोगिक बाइस्टेबल मल्टीवाइब्रेटर के साथ असममितीय (unsymeetrical) और सममितीय (symmetrical) ट्रिगरिंग व्यवस्था (arrangement) को Fig 20a और Fig 20b में देखें ।

Fig 20



नियंत्रण अवयव, सामग्री - कंट्रोल केबिनेट का लेआउट (Control elements, accessories - layout of control cabinet)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **लेआउट मार्किंग विधि और आवश्यकता का वर्णन करना**
- **अवयवों और उनके सहायक सामग्री के मार्किंग, कटिंग, ड्रिलिंग और फिक्सिंग की विधि बताना**
- **वायरिंग सामग्रियों को लगाने की विधि का वर्णन करना**
- **नियंत्रण पैनल बोर्ड के लिए उपयोग किए जाने वाले विभिन्न नियंत्रण अवयवों को बातना**
- **कंट्रोल पैनल वायरिंग में प्रयोग होने वाले विभिन्न वायरिंग के सहायक सामग्री की सूची बनाना।**

परिचय (Introduction)

नियंत्रण केबिनेट पर लेआउट ड्राइंग और मार्किंग की तैयारी बहुत आवश्यक है, हमारे पास पैनल बोर्ड। नियंत्रण केबिनेट पर लगाये जाने वाले घटकों (अवयवों) और उनके स्थान की स्पष्ट पहचान होनी चाहिए।

नियंत्रण केबिनेट पर लेआउट बनाने के लिए ऐसी कोई विशेष विधि नहीं है, हालांकि नियंत्रण केबिनेट पर एक स्वच्छ लेआउट की बहुत आवश्यकता है।

डिस्प्ले और सूचित करने वाले उपकरणों को केबिनेट की ऊपरी पोजीशन पर चयन करना चाहिए, भारी और दुर्लभ आपरेटिंग डिवाइस जैसे फ्यूज ब्रेकर आदि को नियंत्रण केबिनेट के नीचे भाग पर लगाया जाना चाहिए।

भविष्य में अवयवों की मरम्मत (या) आवश्यकतानुसार बदलने के लिए अवयवों के बीच पर्याप्त स्थान होना चाहिए लेकिन बहुत अधिक स्थान प्रदान नहीं किया जाना चाहिए जो कि केबिनेट के आकार को अनावश्यक रूप से बढ़ा दे। जब लेआउट को अंतिम रूप दिया जाता है तो बेहतर परिणाम के लिए संबंधित IE (relevent IE) नियम का पालन करना चाहिए।

लेआउट मार्किंग (Layout marking)

ऑटोमेटिक स्थर-डेल्टा स्टार्टर के उचित संचालन के लिए उसके पॉवर और कंट्रोल सर्किट का एक व्यवस्थित ले-आउट बनाना चाहिए । प्रोटेक्टिव यंत्रों, कंट्रोल अवयवों और आवश्यक सामान को मापने के प्रकार को अंतिम रूप दिया जाना चाहिए ।

एक स्टार्टर को कंट्रोल पैनल में व्यवस्थित रूप से लगाने के लिए उचित ले-आउट बनाने की आवश्यकता है । ले-आउट बनाते समय कंट्रोल पैनल के सभी मुख्य विशेषताओं (features) का ध्यान रखना होता है ।

एक कंट्रोल पैनल के डिजाइन करने समय उसके बाहरी आयामों (dimensions), केबिनेट के दरवाजे की स्थिति, मेनटिनेंस करने के लिए पर्याप्त जगह और टूल किट रखने के लिए उचित स्थान को ध्यान में रखना होता है ।

कंट्रोल पैनल अकसर ऐसे स्थान में रखे जाते है जहाँ उसे गर्मी, आद्रता और धूल मिट्टी से बचाया जा सकें । इसलिए पैनल में उचित कूलिंग और आद्रता को कम करने के लिए डि-ह्यूमिडिफायर (De-hunidifier) लगा होना चाहिए ।

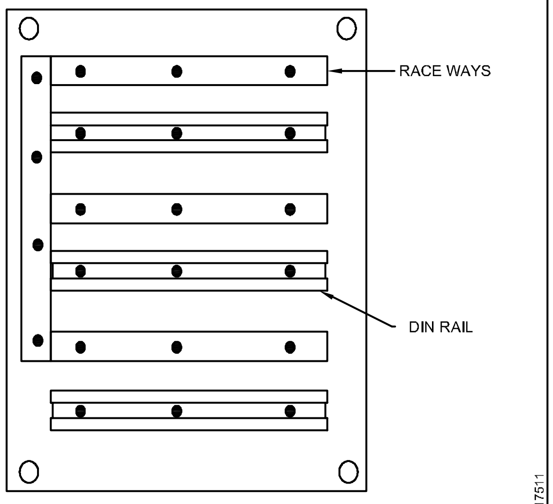
कंट्रोल पैनल का आकार उसमें लगने वाले सभी प्रकार के कंट्रोलिंग, सुरक्षा यंत्र (Protective device), मापन यंत्र (measuring device), इंडिकेटिंग और वायरिंग सामग्री को ध्यान में रखा कर किया जाए ।

पैनल में लगने वाली कंट्रोलिंग और प्रोटेक्टिव सामग्री को लेते समय पैनल पर लगनेवाला फुल लोड करंट, फुल लोड और इसकी ड्यूटी सायकल को ध्यान में रखा जाना चाहिए । एक साथ लोड डालने पर पैनल की 25% अधिक लोड की क्षमता होनी चाहिए ।

पैनल से जुड़े सर्किट या उससे चलने वाली मोटर की उच्चतम (highest) रेटिंग कर लेना चाहिए । पैनल में किसी भी प्रकार के शार्ट सर्किट और ओवर लोडिंग से बचाने के लिए जो भी सुरक्षा यंत्र लगाया जाए उसका सही स्थान, उसकी सही स्थान उसकी सही कीमत व यंत्र की संवेदनशीलता को ध्यान में रखना चाहिए ।

अंतिम ले आउट का डिजाइन भिन्न हो सकता है । अलग-अलग व्यक्ति अपने अनुसार पैनल का ले-आउट बनाता है । Fig 1a और Fig 1b में ले-आउट मार्किंग का एक उदाहरण दिया गया है ।

Fig 1



TYPICAL LAYOUT MARKINGS

एक बार जब ले-आउट तैयार हो जाता है, तो अब यह निश्चय करना होता है कि कौन-सी सामग्री कहा और कैसे लगेगी ।

ले-आउट के अंतिम रूप को पैनल पर किसी मार्कर से मार्किंग करना आरंभ करते है ।

कटिंग और ड्रिलिंग (Cutting and drilling)

जैसा कि Fig 2 में दर्शाया गया है कि केबिनेट के फ्रंट डोर (front door) में उचित अकार के फिक्सिंग होल्स (fixing holes) किये जाते है । जिसे (mounting) माउटिंग भी कहा जाता है ।

Fig 2

CONTROL PANEL WITH RACEWAYS/DIN RAILS

ELN4217512

डिल रेल एक प्रकार के मेटल रेल होते है । ये कोल्ड रोल कार्बन स्टील के बने होते है । इसके ऊपर जिंक प्लेटिंग या क्रोमेट की परत चढ़ाई जाती है । इनकी सहायता से पैनल में बिना स्क्रू सर्किट ब्रेकर और कंट्रोल सामग्री लगाई जाती है । डिन रेल पैनल के अंदर पहले ही लगा दी जाती है । फिर उस पर अन्य सामग्री लगाई जाती है । (Fig 3)

Fig 3

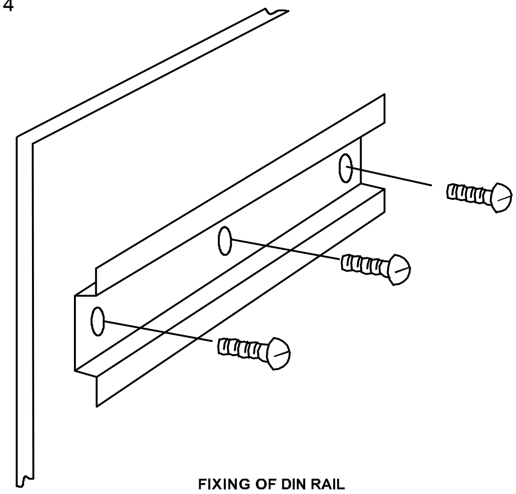
CONTROL PANEL WITH MOUNTING AND FIXING HOLES

ELN4217513

EN50022 व्यापक रूप से उपलब्ध डिल रेल है । इसका मानक आकार 35mm चौड़ाई और 15mm या 75mm गहराई है । डिन रेल को जरूरत के अनुसार लम्बाई में काट कर केबिनेट में माऊँट कर दिया जाता है । फिर उसमें अन्य सामग्री लगाई जाती है । जैसा कि Fig 4 में दर्शाया गया है।

रेस वे एक प्रकार का केवल डक्टिंग (Cable ducting) होता है । जो विभिन्न भागों को जोड़ने वाले वायरों को उचित ढंग से बाँधे रखता है । पैनल के अंदर जितने भी वायर लीड्स केबल होती है । इन्हीं रेसवे से होकर निकाली जाती है । जब कभी वायरों की जाँच करना होता है तो रेसवे के कवर को हटा कर देख सकते हैं ।

Fig 4



FIXING OF DIN RAIL

ELN4217514

किसी भी भाग (अवयव) (compenent) और रेसवे के बीच 415V के सिस्टम में 100mm होनी चाहिए । वही 415V से कम वोल्टेज वाली सर्किट में यह दूरी 50 से 75mm रह जाती है । इसके बाद पैनल बोर्ड पे लगने वाली अन्य सामग्री क्लिप की सहायता से रेलवे के साथ वायरिंग की जाती है ।

कंट्रोल पैनल में माउटिंग और वायरिंग सामग्री (Mounting and wiring the accessories in control panel)

पैनल में लगने वाले उपकरण डिन रेल में इस तरह से माऊँट किये जाते हैं कि आगे चल कर उसमें वायरिंग करने और किसी प्रकार के दोष का सुधार करना आसान है । केवल में होने वाले कंपन या खिंचाव से डिन रेल की माऊँटिंग को सरकना नहीं चाहिये ।

कान्टेक्टर पैनल के चेचिस में फ्लश माँउटेड किये जाते है, या तो इन्हें डिन रेल पर माऊँट किया जाता है । ऐसे OLR (Overload relay) जोकि तीन पिन वाले कनेक्टर वाले कान्टेक्टर के साथ माऊँट होते है । ये माउटिंग में लगनेवाली वायरिंग, समय और मेहनत भी बचाते हैं ।

कान्टेक्टर को रेल में माऊँट करने के लिये उसके पीछे के ग्रूव को उठा कर रेल के ऊपर रखना होता है । फिर उसे रेल के नीचे की तरफ ढकेलना पड़ता है । कान्टेक्टर में जो स्पिंग होता है वो रेल में अच्छे से करना जाता है । कांटेक्टर अच्छे से फिट हो जाये इसके लिये उसमें स्क्रू भी लगाये जाते हैं ।

कांटेक्टर और टर्मिनल्स की स्थिति BS 5583 के नियम अनुसार रखी जाती है । उदाहरण के लिये कांटेक्ट के लिये और 2 NO कांटेक्ट के लिये 3 और 4 कांटेक्टर और OLR के इनकमिंग टर्मिनल्स को विषम संख्या 1, 3, 5 से और आउट गोईंग टर्मिनल्स को 2, 4 और 6 जैसी सम संख्या से दर्शाते हैं ।

कनेक्टर के वायरों की क्रासिंग न हो इसलिये इसके इंटरनल वायरों को कनेक्टर के ऊपर की तरफ मोड देते हैं । और एक्सटर्नल वायरों में कनेक्टर के नीचे की तरफ मोड देते हैं ।

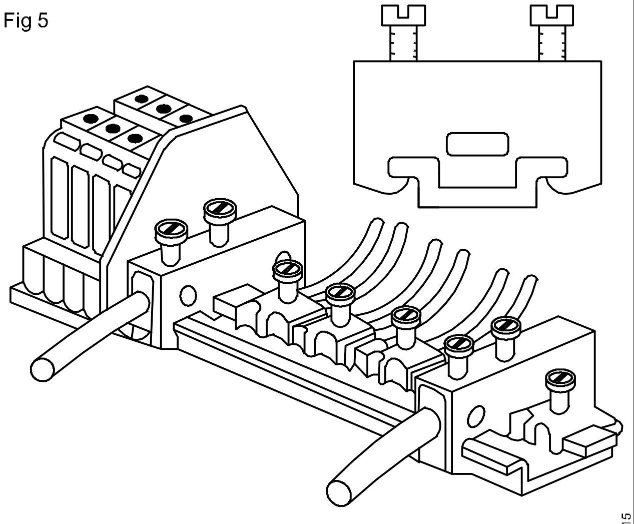
केबलों में बलेसीवल कंड्यूट की सहायता से मोटर तक ले जाया जाता है । ताकी उसे पानी, धूल आदि से बचाया जा सके ।

केबिनेट और डोर को अच्छे से अर्थ करते हैं । अर्थिंग के लिये हरे रंग का वायर लिये जाता है । अर्थ वायर को क्लैंप की सहायता से रेल में जोड़ देते हैं ।

पैनल में लगे हर भाग को एक दूसरे से इंसूलेट करने के लिये इंसूलेटेट सेपरेटर (Insulated separator) डाला जाता है । टर्मिनल्स के छोरों को स्क्रू से करना जाता है । जैसा कि Fig 5 में दर्शाया गया है ।

कंट्रोल पैनल को अच्छे से अर्थ करना बहुत जरूरी है । यदि अर्थिंग वायर एक से अधिक होते है तो एक अर्थिंग प्लेट बोल्ट नट की सहायता से लगा दी जाती है । जैसा कि Fig 5 में दर्शाया गया है ।

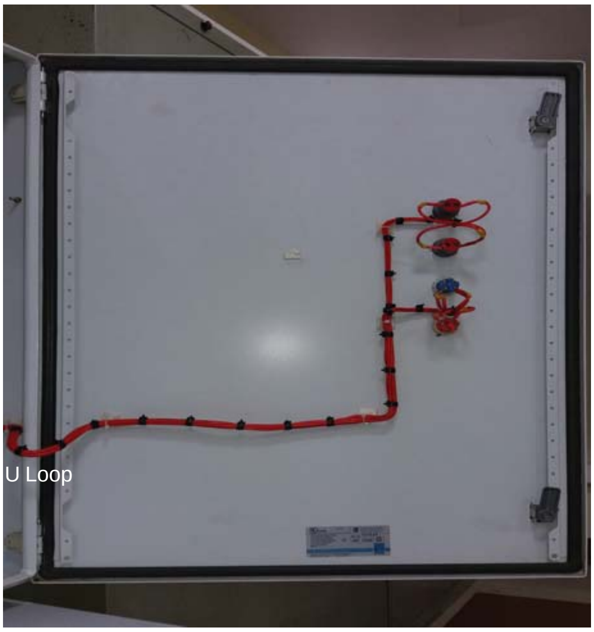
Fig 5



TERMINAL CONNECTORS / EARTH TERMINAL WITH SEPERATOR

केबलों को U लूप की सहायता से केबीनेट के डोर से बाहर लाना चाहिये । केबिनेट में जहाँ तक हो सके स्लीवस फ्लैक्जिबल कंडक्टर का प्रयोग करना चाहिये । जैसा Fig 6 में दर्शाया है । केबिनेट के दरवाजों के लगे हुए तारों के गुच्छों की सावधानी से माउटिंग की जानी चाहिये । क्योंकि दरवाजे को खोलने और बंद करने में यह कर सकते हैं । केबिनेट में केवल टाई का उपयोग कम से कम करना चाहिये । क्योंकि सुधार कार्य के समय इन्हें काट कर अलग करना होता है । इसकी अपेक्षा वहाँ रेसवे का उपयोग करना चाहिये ।

Fig 6



U loop of cables

रूटिंग और बंचिंग (Routing and bunching)

रूटिंग (Routing)

कंडक्टरों और केबलों को एक टर्मिनल से दूसरे टर्मिनल ले जाते में किसी भी प्रकार के ज्वाइंट और क्रास ओवर नहीं होना चाहिये । कनेक्टर और टर्मिनलों के पास थोड़ी लंबाई में वायर छोड़ दिया जाना चाहिये भविष्य में सुधार कार्य करने में उन्हें काटा भी जा सकता है । मल्टीकोर केबल को सही ढंग से टर्मिनल में लगाना चाहिये जिससे टर्मिनलों पर भार न पड़े ।

भिन्न भिन्न रंगों के प्रयोग से हम कार्य को सरल व स्वच्छ बना सकते हैं ।

अर्थ और न्यूट्रल के कंडक्टर फेज के साथ ही चलना चाहिये । जिससे सर्किट में कोई लूप रजिस्टेंस न हो ।

रेसवे में कुछ खाली जगह छोड़ देनी चाहिये । अगर आगे चल कर उसमें कोई और तार डालना हो तो आसानी हो ।

पंचिंग और टाईंग (Punching and tying)

तारों को हमेशा क्षैतिज (hotizontal) और ऊर्ध्वाधर (Vertical) लाइनों में ही चलना चाहिये । जहाँ तक हो सके वायरिंग तिरछी (diagonal) न हो । वायर को किसी दूसरे उपकरण के ऊपर से नहीं गुजरना चाहिये । स्क्रू टर्मिनल के स्थान पर स्प्रिंग केज टर्मिनल का उपयोग करना चाहिये । इसमें कम गलतियाँ होती है । और वायरिंग की मेंटेनस और महनत भी कम लगती है ।

सभी टर्मिनल, वायर और उपकरणों का सही लेबलिंग और मार्किंग की जानी चाहिये । उचित मार्किंग और लेबलिंग से कार्य करने से गलतियाँ नहीं होती ।

किसी भी उपकरण को लगाते समय उसके लिये जो कंडक्टर लें, उसका सही नाप लें । उसके सिरे में फेरूल डाले और उचित लग्स (lugs) और थिंबल (Thimbul) का प्रयोग करें ।

पॉवर और कंट्रोल वायरिंग के अलग अलग रेखवे से निकलना चाहिये । जिनसे किसी भी प्रकार का रेडियो इंटरफियेंस ट्रबल शूटिंग टाइम न हो ।

पैनल के बाहरी वातावरण की धूल, मिट्टी, तापमान और अन्य कीड़े मकोड़े से सुरक्षित करने के भी उपाय करना आवश्यक है ।

यदि कुछ अधिक ध्यान दिया जाए, जैसा कि - किट नियंत्रण, धूल नियंत्रण, पर्याप्त टर्मिनल प्रेसर, सही वायर का चुनाव आदि से निश्चित रूप से कन्ट्रोल पैनल कभी असफल नहीं होगा और थोड़े से रखरखाव से यह पेनल पूरी आयु के लिए रहेगा ।

जब एकाधिक अर्थो को प्रयुक्त किया जाते हैं तो आवश्यक है कि एक सांझा अर्थ टर्मिनल अथवा कनेक्टरों का प्रयोग किया जाए जैसा कि Fig 6 में दर्शाया गया है ।

एक पूर्ण रूप से तैयार कंट्रोल पैनल वायरिंग और उसके डोर वायरिंग की रूटिंग, बंचिंग और टाईंग का पूर्ण विवरण Fig 8 में दर्शाया गया है ।

परीक्षण (Tests)

कंट्रोल पैनल को सप्लाई देने से पहले उसके सभी भागों का परीक्षण करना

आवश्यक है । पैनल से लगे सभी उपकरणों वायरिंग और टर्मिनल कैसे हो सर्किट का ओपन, शार्ट और अर्थिंग की कंटीन्यूटी जाँच लेना चाहिये । सप्लाई वोल्टेज और सप्लाई आवृत्ती को भी जाँच करना आवश्यक है ।

कंट्रोल इलेमेन्ट्स (Control elements)

कंट्रोल पैनल और स्विच बोर्ड में अंतर (Difference between control panel and switch board)

एक पैनल बोर्ड में एक सिंगल पैनल व अनेक सिंगल पैनलों का समूह हो सकता है । इसमें बस-बार्स, सुरक्षा संयत्र व विभिन्न कंट्रोल स्विच और मापन यंत्र व स्टार्टर आदि लगे होते हैं ।

इन पैनल बोर्डों में अंदर की तरफ वायरिंग की जाती है । और बाहर केवल उपयोग के आनेवाले स्विच और मापन यंत्र दिखाई पड़ते हैं ।

वही दूसरी ओर एक **स्विच बोर्ड** में एक सिंगल पैनल होता है । जिसमें स्विच गेयर्स की एक बड़ी एसम्बली होती हैं । इसमें किसी प्रकार के मापन यंत्र नहीं लगे होते । पैनल बोर्ड की तरह स्विच बोर्ड को किसी केबिनेट में नहीं रखा जाता है । ये सिर्फ सामने से ही कार्य करते हैं ।

किसी कंट्रोल पैनल की वायरिंग के लिये निम्न अवयवों व सामग्री की आवश्यकता होती हैं :

- आइसोलेटिंग स्विच (Isolating switch)
- पुश बटन स्विच (Push button switch)
- इंडिकेटिंग स्विच (Indicating lamp)
- MCB (Miniature Circuit Breaker)
- कॉनटेक्टर्स (Contactors)
- थर्मल ओवर लोड रिले (Electro mechanical relays)
- विद्युत चम्बकीय रिले (Thermal overload relays)
- टाइमर रिले (Time delay relay (timers))
- रेक्टीफायर (Rectifiers)
- लिमिट स्विच (Limit switches)
- कंट्रोल टांसफार्मर (Control transformers)

कन्ट्रोल पैनल के लिए नियंत्रक अवयव (Control elements for control panel)

1 आइसोलेटिंग स्विच (Isolating switch) (Fig 7)

आइसोलेटिंग स्विच एक मेन्युअल रूप से ऑपरेट करने वाला स्विच है । ये किसी भी सर्किट को सप्लाई से जोड़ने व अलग करने के लिये उपयोग में लाये जाते हैं । साधारणतः आइसोलेटर हमेशा "Off load" सर्किट में ही उपयोग किये जाते हैं ।

ये विभिन्न करंट और वोल्टेज रेटिंग में व साइज के उपलब्ध होते हैं ।

Fig 7

ISOLATING SWITCH

2 पुश बटन स्विच (Push button switch) (Fig 8)

Fig 8

PUSH BUTTON SWITCHES

पुश बटन एक साधारण केनिकल स्विच है । जो किसी भी सर्किट को जरूरत पड़ने पर जोड़ता व अलग करता है । ये हार्ड प्लास्टिक व मेटल के बने होते हैं । इसके काथ इंडिकेटिंग (Indicating) लैम्प लगे होते हैं । जो इनकी Off और On स्थिति को दर्शाते हैं ।

3 इंडिकेटिंग स्विच (Indicating lamp) (Fig 9)

Fig 9

INDICATING LAMP WITH HOLDER

इनमें निम्न वोल्टेज के घंटे फिलामेंट व नियॉन या लैम्प होते हैं । जो किसी भी सर्किट में सप्लाई को दर्शाते हैं । किसी भी मोटर की या स्थिति, मेन्स का ट्रिप होना, या सप्लाई का फेल होना आदि इन्हीं लैम्पों द्वारा किया जाता हैं ।

ये अलग-अलग साइज और रंगों में उपलब्ध होते हैं । ये हमेशा पैनल के फ्रंट पर होल्डर के साथ लगे होते हैं ।

4 मिनियेचर सर्किट ब्रेकर (MCB) (Miniature Circuit Breaker) (MCB) (Fig 10)

Fig 10

MINIATURE CIRCUIT BREAKER

ELN421751A

यह एक विद्युत चुम्बकीय सुरक्षा यंत्र है । जो किसी भी सर्किट को शार्ट सर्किट और ओवर लोडिंग से बचाता है । जब किसी सर्किट में सीमा से अधिक धारा प्रवाह होती है । तो ऑटोमेटिक स्विट्च हो जाती है ।

5 फ्यूज (Fuse)

फ्यूज एक सुरक्षा युक्ति है । जिसे फेज वायर के साथ सीरिज में लगाया जाता है । यह सर्किट को शार्ट सर्किट और अर्थ फाल्ट से बचाता है ।

6 कॉनटेक्टर्स (Contactors) (Fig 11)

Fig 11

MINIATURE CIRCUIT BREAKER

ELN421751B

कॉन्टेक्टर एक रलैक्ट्रिकल कंट्रोल डबल ब्रेक युक्ति है । यह एक स्विच है, जो सर्किट को On और Off करने में सहायक होता है । यह एक रिले के समान होता है जो हाई करंट रेटिंग में भी काम करते हैं । इसको कंट्रोल करने के लिए लो-पॉवर रेटिंग का सर्किट होता है जो स्विचिड सर्किट से भिन्न होता है ।

7 एलेक्ट्रो मैकेनिकल रिले (Electro mechanical relays) (Fig 12)

एलेक्ट्रो मैकेनिकल रिले एक विद्युत स्विच है जो हाई पॉवर सर्किट और लो सिगनल में कार्य करता है । इसे कंट्रोल के काम में लाया जाता है । जब इसकी क्वाइल से करंट गुजरती है, तो एक चुम्बकीय क्षेत्र बनता है और आर्मेचर सक्रिय हो जाता है, और सर्किट ब्रेक करता है ।

8 थर्मल ओवरलोड रिले (Thermal overload relays) (Fig 13)

विद्युत चम्बकीय रिले में थर्मल ऑपरेटेड विद्युत युक्ति है । ताप में अंतर आने पर रिले कार्य करते हैं । ये किसी मोटर को ओवर होटिंग और ओवर लोडिंग से बचाते हैं ।

Fig 12

ELECTRO MECHANICAL RELAY

ELN421751C

Fig 13

THERMAL OVERLOADED RELAYS

ELN421751D

9 टाइम डिले रिले (टाईमर्स) (Time delay relay (timers)) (Fig 14)

Fig 14

TIMER

ELN421751E

टाइम डिले रिले, जिसका आंतरिक मेकेनिजम टाइम बेस्क होता है । में किसी भी सर्किट को टाइम डिले से कंट्रोल करते हैं ।

इसके कॉन्टेक्टस एक पूर्व निर्धारित समय सीमा में ओपन और क्लोज होते है । जो NVC (No Volt Coil) को सक्रिय और निषक्रिय करता है । ये मुख्यतः दो प्रकार के होते हैं ON Delay timer और OFF Delay timer

10 रेक्टीफायर (Rectifiers) (Fig 15)

Fig 15

RECTIFIER

ELN421751F

रेक्टिफायर एक स्टैटिक (स्थिर) उपकरण है । इसमें एक या अधिक डायोड का उपयोग करके AC सप्लाई के DC में बदलते हैं । डायोड एक one-way वाल्व जैसा होता है । जो करंट के एक ही दिशा में प्रवाहित करता हैं ।

11 लिमिट स्विच (Limit switches) (Fig 16)

लिमिट स्विच एक प्रेरक स्विच की तरह काम करता है । यह मोटर की गति के मनुरूप कार्य करता है ।

Fig 16

LIMIT SWITCHES

ELN421751G

जब कोई गतिमान वस्तु या मशीन प्रेरक के संपर्क में आती है तो इसके कान्टेक्ट इसे सर्किट में जोड़ने या अलग करने का कार्य करते हैं । ये किसी मशीन के भागों के बीच चालन कोण या उनके बीच की दूरी को कंट्रोल करता हैं ।

12 कंट्रोल टांसफार्मर (Control transformers)

पैनल के कंट्रोल या सहायक (auxiliary) सर्किट को मुख्य सप्लाई से न जोड़ कर इन्हें एक कंट्रोल ट्रांसफार्मर से सप्लाई दी जाती हैं । ये ट्रांसफार्मर उच्च वोल्टेज को निम्न वोल्टेज में परिवर्तित करता है ।

13 पैनल मीटर (वोल्टमीटर और एमिटर) (Panel meter (voltmeter and ammeter))

ये ऐसे माप उपकरण है जो सर्किट के विभिन्न विद्युत पैरामीटर को मापने हैं जैसे वोल्टेज, करंट, फ्रीक्वेंन्सी आदि ।

कंट्रोल पैनल की वायरिंग हेतु वायरिंग सामग्री (Wiring accessories for control panel wiring)

1 PVC चैनल/रेस वेस (PVC Channel / Race ways) (Fig 17)

Fig 17

PVC CHANNEL

ELN421751H

ये एक निरीक्षण प्रकार का संलग्न चैनल होता है । जो एक कंट्रोल पैनल की विद्युत वायरिंग को पथ प्रदान करता है । इसके दोनों सिरों में खुले स्लॉट होते हैं । जो वायरिंग को अच्छा वेंटीलेशन प्रदान करते हैं । और इनसे वायरिंग का निरीक्षण भी आसान होता है ।

ये वायरिंग के स्पूल आद्रता, जंग उष्मा व यांत्रिक छीत से बचाता है ।

2 डिन रेल (Din Rail) (Fig 18)

ये जिंक प्लेटेड या क्रोमेट धातु की बनी पट्टीयाँ होती हैं । इसकी सहायता से बिना स्क्रू के उपयोग के पैनल के अंदर विभिन्न MCB जैसे एसेसरिज और OLR आदि कोन्टाकट्र्स एसेंम्बल करते हैं ।

Fig 18

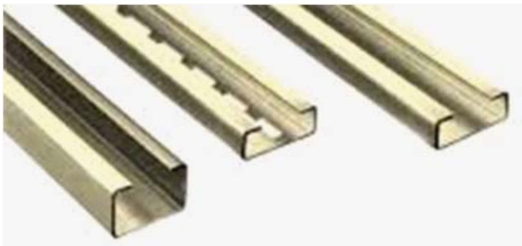
DIN RAILS

ELN421751I

3 G - चैनल (G-Channel) (Fig 19)

ये जिंक कोटेड मेटल चैनल होते हैं । इसका उपयोग कंट्रोल पैनल में स्प्रिंग लोड, डबल ट्रेक टर्मिनल कनेक्टरों को माऊंट करने के लिये किया जाता है। पैनल के अंदर स्क्रू न लगा कर G-चैनल को प्रयोग करते है ।

Fig 19



'G' CHANNEL

ELN421751J

4 टर्मिनल कनेक्टर (Terminal Connectors) (Fig 20)

इसके दोनों सिरों पर इंसुलेटेड स्क्रू का सेट होता है । ये कंट्रोल वेनल के भिन्न-भिन्न अवयवों को बाहरी कंट्रोल स्विच, लिमिट स्विच, इनपुट सप्लाई और मोटर के टर्मिनल से जोड़ते है ।

Fig 20

TERMINAL CONNECTORS

ELN421751K

बैरियर स्ट्रीप और क्लेंपिंग प्लेटों के साथ लगे हुए टर्मिनल कान्टेक्टर विद्युत वायरिंग को मजबूती प्रदान करते हैं । ये विभिन्न आकार वोल्टेज व करंट रेटिंग में उपलब्ध हैं ।

5 वायर फेरूल (Wire ferrules) (Fig 21)

Fig 21

WIRE FERRULES

ELN421751L

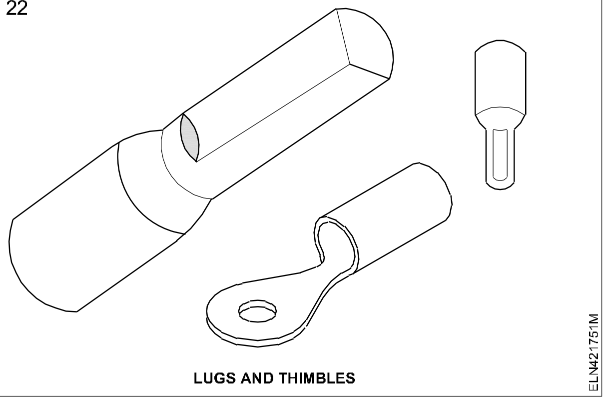
ये पॉलीमर प्लास्टिक या रबर या फाइबर के बने घेटे रिंग जैसे होते हैं । जिन्हें वायर के अंतिम सिरों पर लगाया जाता है । इससे ये ज्ञात होता है कि किसा वायर को किस टर्मिनल से जोड़ना है ।

इन्हें वायर के सिरों पर कॉलर या ब्रास्लेट की तरह डाल दिया जाता है ।

ये भिन्न-भिन्न रंगों, और आकार में मिलते है । जैसे 1 sq.mm, 1.5 sq.mm आदि साधारणतः ये पीले रंग के होते है जिनमें संख्या या अल्फाबेर लिखे होते हैं ।

6 लग्स और थिम्बल्स (Lugs and thimbles) (Fig 22)

Fig 22



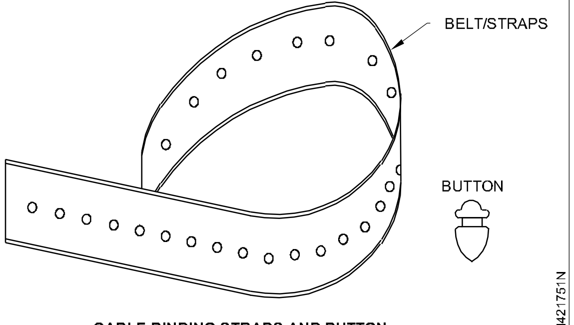
LUGS AND THIMBLES

विद्युत केवल और वायरों के टर्मिनल से सही ढंग से जोड़ने के लिए एल्युमिनियम व कॉपर से बने हुए सिलिंड्रिकल बैरल लगाये जाते है । ये गोल रिंग, या में भी आते है । ये मशीनों के टर्मिनल को मजबूती से जोड़ते है । ये सर्किट में होनेवाले लूज कनेक्शन और स्पार्किंग से बचाते है । इन्हें वायर के साथ जोड़ने के लिए एक विशेष प्रकार का क्रिंपिंग टूल का उपयोग किया जाता है । ये विभिन्न आकार में उपलब्ध है जैसे 1 sq.mm, 4 sq.mm, 25 sq.mm, 70 sq.mm, और 125 sq.mm

• थिम्बल को सॉकेट भी कहा जाता है ।

7 केबल बाइन्डिंग स्ट्रेप और बटन (Cable binding straps and button) (Fig 23)

Fig 23



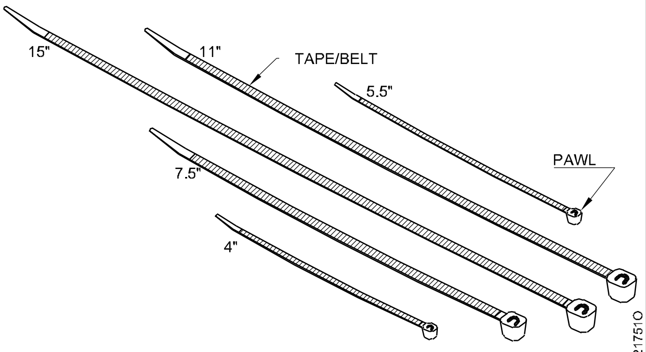
CABLE BINDING STRAPS AND BUTTON

ये PVC या पॉलीमर के बने बैल्ट होता है । इसमें बराबर अंतराल पर छेद होते है । ये वायर और केबल को सही तरीके से बाँधने और सुव्यवस्थित रखने में सहायक होते है । ये बेल्ट उष्मा (heat) और विद्युत के अच्छे कुचालक होते है ।

ये साधारणतः 8 mm, 10 mm और 12 mm चौड़ाई में उपलब्ध होते हैं ।

8 नाईलॉन केबल टाई (Nylon cable ties) (Fig 24)

Fig 24



NYLON CABLE TIES

- इस प्रकार के फास्टनर वायरों और केबलों के गुच्छे के पकड़ने और बाँधने के लिये उपयोगी होते हैं ।
- ये नायलॉन के बेल्ट जैसे होते हैं जिनके ऊपरी सतह पर दाँते बने होते हैं, जो उसके सिरों पर बने छेद में कस जाते हैं और अच्छे ग्रीप देते हैं ।
- साधारणतः इस प्रकार की टाई को दोबारा खोलना या निकालना संभव नहीं होता । वर्तमान में पुनः उपयोग में आनेवाले टाई (reusable) भी उपलब्ध हैं ।
- ये भिन्न-भिन्न लम्बाई, चौड़ाई और रंगों में उपलब्ध होते हैं ।
- इनकी कीमत कम होती है इसलिए अधिक उपयोग में आते हैं ।

9 स्लीव (Sleeves) (Fig 25)

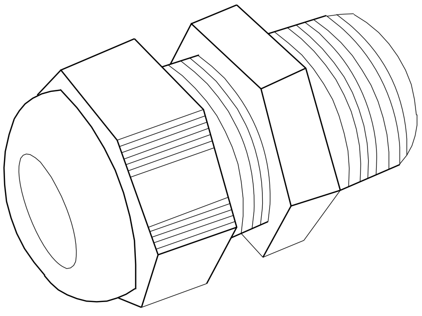
Fig 25

WIRE SLEEVES

- ये लचीले ट्यूब होते है जो कि अच्छे कुचालक होते हैं । सर्किट ये लगने वाले सभी विद्युत वायर और केबल इन्हीं के अंदर से ही होकर जाते हैं ।
- ये अच्छे इन्सूलेशन के साथ-साथ वायरों की पहचान करने में भी सहायक होते है । ये वायरों को यांत्रिक, रसायनिक और रेडियो इंटरफियरेंस से बचाते हैं ।
- ये विभिन्न रंग, प्रकार और मटेरियल के होते है । जैसे कार्बन फाईबर, फेब्रिक, टेफलॉन, नायलॉन, पालीइर्थिलिर वर्ण, ब्रेडेड मेटल और हीट शिंक स्लीवस् ।

10 ग्रोमेट (Grommets) (Fig 26)

Fig 26

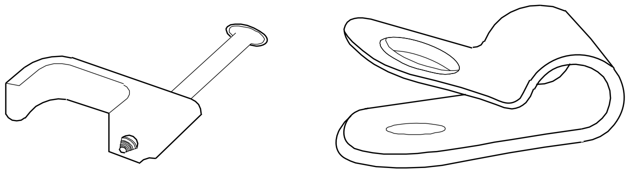


GROMMETS

ये एक प्रकार की बुशिंग होती है । जब वायर या केबल पैनल के किसी होल या ड्रिल से निकाले जाते है तो ये इंसूलेशन का कार्य करते है । ये रबर, प्लास्टिक कोटेड मेटल के बूने होते हैं । ये केबल को ट्वस्टि, कट, ब्रेक और वायब्रेट होने से बचाते है । चैनल को धूल-मिट्टी और पानी से भी सुरक्षित रखते है । इन्हें ग्लैडस् भी कहा जाता है ।

11 वायर क्लिप्स (Wire Clips) (Fig 27)

Fig 27

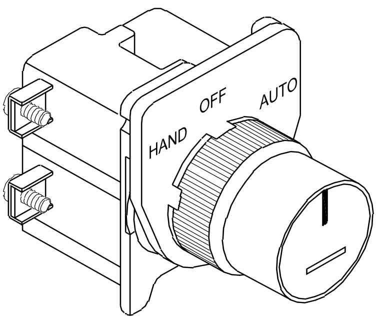


WIRE CLIPS

ये एक प्रकार की फिक्सिंग और पंचिंग युक्तियाँ है । ये वायरों और केबलों को व्यवस्थित रूप से संयोजित करने से सहायक होती है ।

रोटरी प्रकार के स्विच (Rotary type switches) (Fig 28)

Fig 28



ROTARY SWITCH

रोटरी स्विचों का उपयोग लेथ, मिलिंग मशीनों में सामान्यतया अधिक किया जाता है क्योंकि इनकी स्थिति स्पष्ट दिखाई देता है और ये परिचालन में सरल है। ये स्विच लीवर या नॉब द्वारा परिचालित होते है जो आन्तरिक कैम को घुमाते है जिसके द्वारा ब्लॉक के अन्दर विभिन्न टर्मिनल क्रम से सम्पर्क करते है। ये कैम या ब्लॉक कठोर P.V.C. से बने होते है और इस प्रकार डिजाईन किये हुए होते है जो बहुत अधिक परिचालन को सह सकते है। कई प्रकार की कैम और सम्पर्क ब्लॉकों से कई प्रकार के मिश्रित सर्किट बनाये जा सकते है। चूंकि सम्पर्क ब्लॉक, टर्मिनल और कैम स्प्रिंग से भारित होते है, इसलिए इन स्विचों की मरम्मत के लिए अनुभव हीन व्यक्तियों द्वारा इन्हें नही खोलना चाहिए। Fig 28 shows 250V AC 15 Amps 2-pole three position flush mounting coin-slot operator.

कार्य (Function): कैम और कॉन्टैक्ट ब्लॉक के संयोजन पर निर्भर करते हुए रोटरी स्विच अनेक कार्य कर सकती है। इनके अनुसार ये निम्न प्रकार का सूत्र की हो सकती है।

तीन फेज़ मोटरों के लिए पावर और कन्ट्रोल सर्किट्स (Power and control circuits for three phase motors)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **3-फेज़ इन्डक्शन मोटर को चालू करने के लिए स्टार्टरों की आवश्यकता स्पष्ट करना और स्टार्टरों के प्रकार बताना**
- **चालू करने और रोकने के लिए सिंगल पुश बटन वाले आधारभूत कान्टाक्टर सर्किट की व्याख्या करना**
- **DOL स्ट्रार्टर, अर्द्ध एवं पूर्ण ऑटोमेटिक स्टार डेल्टा स्टार्टर के प्रकार्य बताना**
- **जोगिंग इचिंग फोरवर्ड और रिवर्स कन्ट्रोल सर्किट के प्रकार्य स्पष्ट करना**
- **रिमोट स्टेशन कन्ट्रोल सर्किट को स्पष्ट करना**
- **क्रमिक कन्ट्रोल मोटरों को स्पष्ट करना।**

स्टार्टर की आवश्यकता (Necessity of starter): एक गिलहरी प्रेरण मोटर स्टार्टिंग से पूर्व एक लघु परिपथ द्वितीयक वाइंडिंग वाले पोलीफेज ट्रांसफार्मर की तरह की जाती है। यदि स्थिर मोटर को सामान्य वोल्टेज किये जाये तो ट्रांसफार्मर की तरह प्रारम्भिक करंट बहुत अधिक प्रवाहित होगा जो कि सामान्य भार करंट से 5 से 6 गुणा तक होता है जो कि मुख्य सप्लाई से लेगी। यह प्रारम्भिक अत्याधिक धारा आपत्तिजनक है, क्योंकि यह लाइन में अधिक वोल्टेज ड्राप करा देती है, जिसके कारण अन्य विद्युत उपकरणों व उसी लाइन सेजुड़े प्रकाश परिपथ के परिचालन पर प्रभाव पड़ता है।

स्टार्टिंग के समय स्टेटर वाइंडिंग को दी जाने वाली वोल्टेज को कम करके इस अत्याधिक प्रारम्भिक धारा को नियंत्रित किया जा सकता है, और जब मोटर अपनी पूर्ण चाल के लगभग प्राप्त कर लेती है तब सामान्य पूर्ण वोल्टेज स्टेटर वाइंडिंग को प्रदान किये जाते है। तीन अश्व शक्ति 3 Hp तक की छोटी

क्षमता की मोटरों को प्रारम्भ में सामान्य पूर्ण वोल्टेज दिये जा सकते है। इसलिए मोटर को स्टार्ट व स्टॉप करने के लिए और मोटर को ओवर लोड करंट व कम वोल्टेज से सुरक्षा प्रदान करने के लिए मोटर सर्किट मे स्टार्टर की आवश्यकता पड़ती है । इसके अतिरिक्त स्टार्टिंग के समय स्टार्टर प्रदाय वोल्टेज को भी कम कर सकता है।

स्टार्टरों के प्रकार (Types of starters0: गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटरों को स्टार्ट करने के लिए निम्नलिखित विभिन्न प्रकार के स्टार्टर उपयोग किये जाते है।

- डायरेक्ट ऑन-लाइन स्टार्टर (Direct on-line starter)
- स्टार डेल्टा स्टार्टर (Star-delta starter)
- स्टेप डाऊन ट्रांसफार्मर स्टार्टर (Step-down transformer starter)
- ऑटों ट्रांसफार्मर स्टार्टर (Auto-transformer starter)

उपरोक्त स्टार्टरों में dol स्टार्टर के अतिरिक्त प्रारम्भन के समय गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर के स्टेटर वाइंडिंग को कम की हुई वोल्टेज दी जाती है और जब मोटर पूर्ण चाल प्राप्त कर लेती है, तो सामान्य पूर्ण वोल्टेज दे दी जाती है।

स्टार्टर का चयन (Selection of starter): जब प्रारम्भिक उपकरण का चयन किया जाता है तो कई तथ्यों पर विचार किया जाता है । इन तथ्यों में प्रारम्भन धारा, पूर्ण भार धारा, मोटर की निर्धारित वोल्टेज, वोल्टेज ड्राप, परिचालन अवधि, भार का प्रकार, मोटर की सुरक्षा व परिचालक की सुरक्षा सम्मिलित है।

कॉन्टैक्टर (Contactors): सभी स्टार्टरों में कॉन्टैक्टर मुख्य भाग होता है। कॉन्टैक्टर को इस प्रकार परिभाषित किया जाता है कि यह एक ऐसी स्विचिंग डिवाईस है जो भार परिपथ को जोड़ सकती है, वहन करती है और प्रति घण्टा में 60 या अधिक बार की आवृत्ति के साथ सर्किट को तोड़ सकती है। इसे हाथ से (यान्त्रिक रूप से) विद्युत चुम्बकत्व, वायु या विद्युत वायु रिले (electro-pneumatic relays) द्वारा परिचालित किया जा सकता है।

कान्टैक्टर जैसा कि Fig 1 में दर्शाया गया है, में मुख्य सम्पर्क सहायक सम्पर्क व नो वोल्टे क्वाइल है। Fig 1 के अनुसार यहाँ नारमली ओपर के तीन सैट है जिनमें 1 और 2, 3 और 4, 5 और 6, मुख्य सम्पर्क है और दो सैट नारमली आपेर के सहायक सम्पर्क है जो 23 और 24, 13 और 14, और एक सैट नारमली क्लोज्ड का सहायक सम्पर्क है जो 21 और 22 टर्मिनल की बीच बनता है। सहायक सम्पर्क मुख्य सम्पर्कों की अपेक्षा कम करंट वहन कर सकते है। सामान्य कॉन्टैक्टरों में पुश बटन स्टेशन व ओवर लोड रिले नहीं होते जो मुख्य भाग है परन्तु ये अतिरिक्त सामग्री के रूप में कान्टैक्टरों के साथ उपयोग होकर एक स्टार्टर का कार्य करते है।

एक चुम्बकीय कान्टैक्टर के मुख्य भाग Fig 1 में दिखाये गये है। Fig 2 कान्टैक्टर का सैकमेटिक डायाग्राम दिखा रहा है जिसमें यह फ्युज स्विच (ICTP) पुश बटन स्टेशन और ओवरलोड रिले के साथ है जो गिलहरी पिंजरा मोटर को मुख्य सप्लाई के साथ सीधा प्रारम्भ करने के लिए जोड़ता है । इसी प्रकार DOL स्टार्टर में कान्टैक्टर, ओवर लोड रिले व पुश बटन स्टेशन एक ही आवरण में स्थिर होते है।

Fig 1

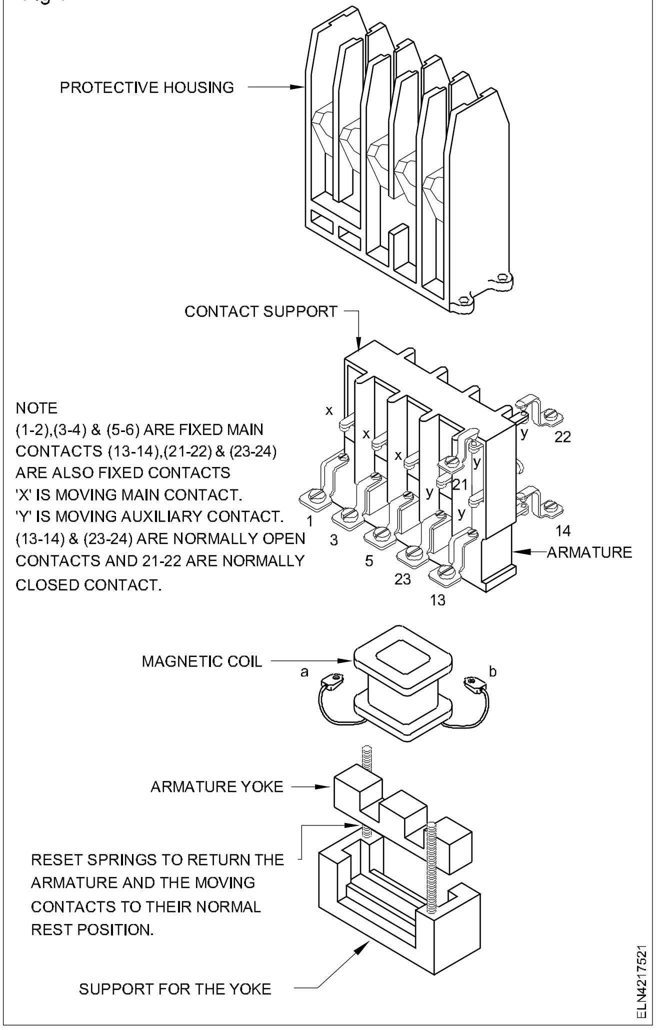
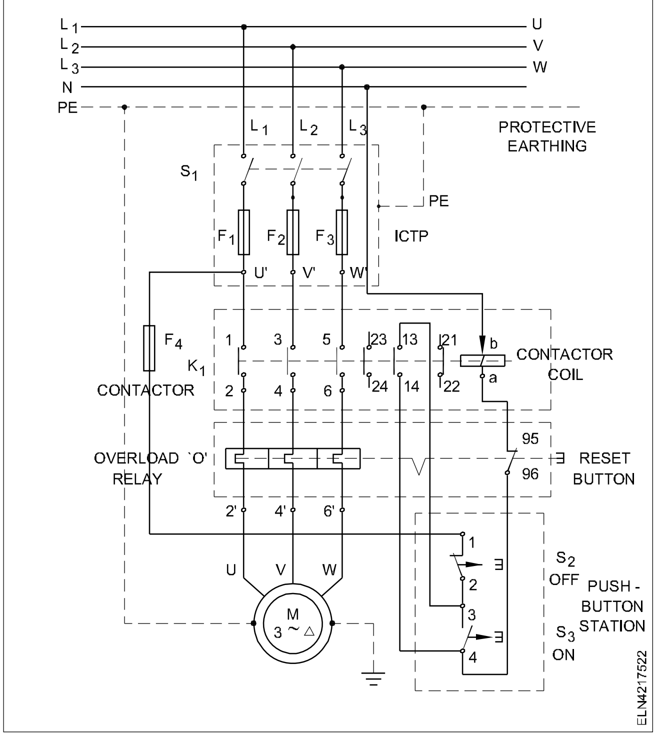


Fig 2



कार्य वर्णन (Functional description)

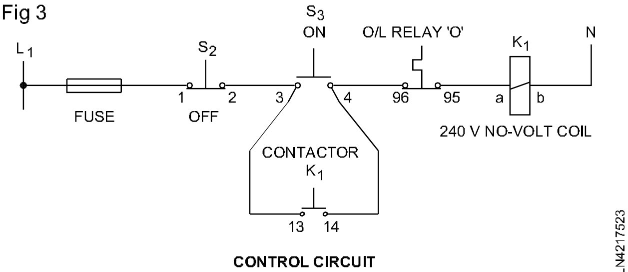
पावर परिपथ (Power circuit): जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है कि जब मुख्य ICTP स्विच को ऑन किया जाता है तो कान्टेक्टर K_1 परिचालित हो जाता है। मोटर की सभी तीनों वाइंडिंग U V & W मुख्य स्विच ICTP के माध्यम से प्रदाय टर्मिनल R Y B व कान्टैक्टरर व ओवर लोड रिले के साथ जुड जाती है।

मोटर की अतिभारित होने पर ओवर लोड करंट रिले (द्विधातु रिले) सुरक्षा प्रदान करती है जबकि फ्युज F1/F2/F3 फेज से फेज से फ्रेम के बीच होने वाले लघू परिपथ दोष से मोटर परिपथ की सुरक्षा प्रदान करते है।

नियंत्रण परिपथ (Control circuits)

एक स्थान से परिचालित पुश बटन क्रिया (Push-button actuation from one operating location): जैसा कि Fig 2 मे स्टार्टर का सम्पूर्ण परिपथ दिखाया गया है, और Fig 3 में कन्ट्रोल परिपथ दिखाया गया है। जब ऑन पुशन बटन S_3 को दबाया जाता है तो कन्ट्रोल परिपथ क्लोज्ड हो जाता है, कान्टैक्टर क्वाईल उर्जित हो जाती है और कान्टैक्टर K_1 क्लोज हो जाता है। एक नारमली ओपन सहायक सम्पर्क13,14 भी K_1 के साथ साथ क्रियाशील हो जाता है। यदि यह नारमली ओपन सम्पर्क स्विच S_3 के समान्तर जोड दिया जाता है तो यह सेल्फ होल्डिंग सहायक सम्पर्क कहलाता है।

Fig 3



CONTROL CIRCUIT

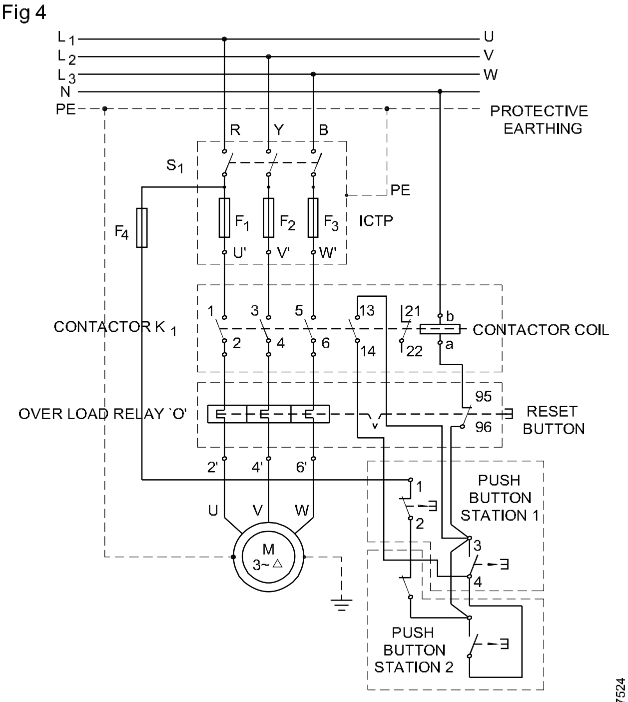
S_3 से जब दबाव हटाया जाता है, तब करंट सेल्फ होल्डिंग सम्पर्क 13,14, के माध्यम से प्रवाहित होता है और कॉन्टैक्टर लगातार क्लोज्ड रहता है। कॉन्टैक्टर को खोलने के लिए स्विच S_2 को दबाया जाता है। यदि स्विच S_3 और S_2 को एक साथ दबाया जाये तो कॉन्टैक्टर अप्रभावित रहेगा।

जब पावर सर्किट में ओवर लोड हो जाता है तो नारमली क्लोज्ड कॉन्टैक्ट 95 और 96 जो ओवर लोड रिले `O' के कॉन्टैक्ट है, खुल जोते है ओर ये कन्ट्रोल सर्किट को स्विच ऑफ कर देते है। इस प्रकार K_1 मोटर सर्किट को स्विच ऑफ कर देता है।

एक बार ओवर लोड रिले `O' के क्रियाशील होने पर जब कॉन्टैक्ट 95 व 96 के बीच खुला परिपथ हो जाये तो ये कॉन्टैक्ट खुले ही रहेंगे और ऑन बटन S_3 कोदबाने से मोटर पुनः स्टार्ट नही होगी। अब रिसैट बटन को दबाने से नारमली क्लोज्ड अवस्था पुनः प्राप्त की जा सकती है। कुछ विशेष स्टार्टरों में ऑफ बटन को दबाने सेभी रिसैट किया जा सकता है क्योंकि यह बटन ओवरलोड रिले की लाईन में जुडा होता है।

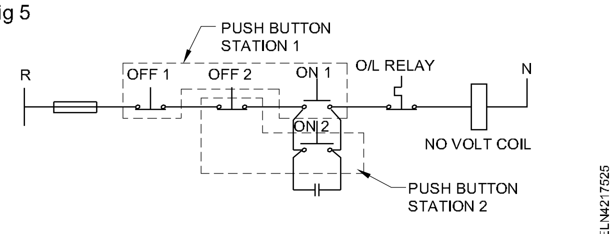
दो स्थानों से परिचालित पुश बटन क्रिया (Push-button actuation from two operating locations): यदि किसी कॉन्टैक्टर को दो स्थानों से ऑन या ऑफ करने की आवश्यकता हो तो इसके लिए दोनों स्थानों के ऑफ पुश बटन श्रेणी में जोडे जाते है और ऑन पुश बटन समानांतर में जिनका सम्पूर्ण आरेखा Fig 4 में व नियन्त्रण आरेख Fig 5 में दिखाया गया है।

Fig 4



COMPLETE CIRCUIT DIAGRAM OF THE CONTACTOR AND THE 3 PHASE SQUIRREL CAGE INDUCTION MOTOR

Fig 5



यदि दो ऑन पुश बटन में से किसी एक को क्रियाशील किया जाये तो K_1 ऊर्जित हो जाता है और नारमली ओपन कान्टैक्ट 13 व 14 की सहायता से क्लोज्ड हो कर होल्ड रहता है यदि दो ऑफ पुश बटन में से किसी एक को दबाया जाता है तो कॉन्टैक्टर खुला जाता है।

स्टार्टरों के प्रकार (Tripping of starters): निम्नलिखित कारणों से स्टार्टर ट्रिप कर सकते है।

- कम वोल्टेज या पावर सप्लाई का न होना
- मोटर पर अधिक भार का आ जाना।

प्रथम कारण में नो वोल्ट क्वाइल के कारण ट्रिपिंग होती है जिसके कारण वोल्टेज निश्चित मान से कम होने पर सम्पर्क खुल जाते है। जैसे ही सप्लाई सामान्य होती है स्टार्टर को पुनः स्टार्ट किया जा सकता है।

ओवर लोड होने पर रिले स्टार्टर को ड्रिप कर देती है। यह तब पुनः स्टार्ट किया जा सकता है जब रिले को पुनः सेट किया जाये और भार सामान्य हो जाये।

नो-वोल्ट क्वाइल (No-volt coil): नो वोल्ट क्वाइल पतले तार व अधिक टर्नो से कुण्डलित होती है।

कॉईल वोल्टेज (Coil voltages): वास्तविक सप्लाई वोल्टेज के उपलब्ध अनुसार कॉईल का चयन किया जाता है। क्वाइल वोल्टेज की परास काफी है जैसे 24V, 40V, 110V, 220 V 230/250 V, 380V 400/440V AC या DC मानक उपलब्ध है जो कान्टैक्टर और स्टार्टर के लिए उपयोगी है।

कान्टैक्टरों में दोष एवं समाधान (Troubleshooting in contactor): टेबल 1 में सामान्य होने वाली खराबी के लक्षण, कारण व उपचार दिया गया है।

टेबल 1

लक्षण	कारण	उपचार
स्टार्ट बटन दबाने पर मोटर स्टार्ट नही होती है। परन्तु कान्टैक्टर के आर्मेचर को हाथ से दबाने से मोटर स्टार्ट होती है और रन करती है।	नो वोल्ट क्वाइल सर्किट में खुला दोष होना	मुख्य प्रदाय वोल्टेज के स्वीकार्य मान से कम होने पर चैक करें। मुख्य वोल्टेज कोठीक करें ढीले कनैक्शन के लिए कन्ट्रोल सर्किट को चेक करें नो वोल्ट क्वाइल वाइंडिंग को प्रतिरोध टेस्ट करें यदि गलत हो तो क्वाइल को बदल दें।
ऑन बटन दबाने से मोटर स्टार्ट होती है ऑन बटन को छोडने से यह तुरन्त रूक जाती है	स्टार्ट बटन के समानांतर में जुड़ा सहायक सम्पर्क क्लोज्ड नही हो रहा है।	आन बटन के समानांतर में जुडे सहायक सम्पर्क के संयोजन का परीक्षण करें। कॉन्टैक्ट के इस दोष को दूर करें। कॉन्टैक्ट के सहायक सम्पर्क पर जंग या गड्ढों का निरीक्षण करें। यदि ये खराब हो तो बदल दें।
स्टार्ट बटन दबाने पर मोटर स्टार्ट नहीं हो रही है फिर भी स्टार्टर से हमिंग और चटरिंग का शोर सुनाई दे रहा है।	इलैक्ट्रोमैग्नेट के चल आर्मेचर व स्थिर भाग मजबूती से आकर्षित नही हुये है।	इलैक्ट्रोमैग्नेट की दो मिलने वाली सतहों के बीच धूल व गन्दगी को साफ करें। प्रदाय वोल्टेज कम है । इसका कारण का पता लगाये व दोष को दूर करें। AC मैग्नेट होने पर शेडिंग रिंग टूट सकता है तब कॉन्टैक्टर के आर्मेचर को बदल दें।
नो वोल्ट क्वाइल के अधिक गर्म होने पर कॉन्टैक्टर का खराब हो जाना	आने वाली प्रदाय वोल्टेज में वृद्धि होना नो वोल्ट क्वाईल की क्षमता अधिक नही है।	सामान्य वोल्टेज से अधिक वोल्टेज आने पर इनपुट वोल्टेज को कम करें। नो वोल्ट क्वाइल की वोल्टेज क्षमता कम है, मानक वोल्टेज के अनुसार बदल दें।
OL के ड्रिप होने के बाद OL रिले को रिसेट करने के बाद भी मोटर तुरन्त स्टार्ट नही होती	ऊष्मीय द्विधातु पत्ती ठण्डा होने से व रिसैट होने में थोड़ा समय लेती है।	पुनः स्टार्ट करने में 2 से 4 मिनट का इन्तजार करें
नो वोल्ट क्वाइल के टर्मिनलों केपार्श्व में सप्लाई वोल्टेज उपलब्ध होने पर भी क्वाइल ऊर्जित नही हो रही है।	NVC सर्किट में खुला परिपथ दोष NVC क्वाइल जल सकती है	खुले दोष के लिए कन्ट्रोल सर्किट को चैक करें। स्टार्ट बटन के नीचे नाइलोन बटन को चैक करें। ओवर लोड रिले रिसेट नही हुई है।
रिले क्वाइल को बदला गया फिर भी स्टार्ट बटन दबाने पर मोटर स्टार्ट नही हो रही।	रिले के कन्ट्रोल सर्किट में दोष है।	खुले दोष के लिए कन्ट्रोल सर्किट को चैक करें। कन्ट्रोल स्टेशन से सम्पर्को को साफ करें। ओवर लोड रिले रिसैट नही हुई है।
हमिंग व चैटरिंग का शोर	कम वोल्टेज योक व आर्मेचर के बीच चुम्बकीय सतह का साफ न होना। लोह क्रोड पर शेडिंग रिंग न होना	उचित वोल्टेज का प्रबन्ध करें योक व आर्मेचर के बीच सतह को साफ करें लोह क्रोड पर शेडिंग रिंग लगायें।

D.O.L. स्टार्टर (D.O.L. starter)

D.O.L. स्टार्टर एक ऐसा स्टार्टर है जिसमें एक नो-वोल्ट क्वाइल सहित एक कान्टैक्टर, ऑन व ऑफ बटन और ओवरलोड रिले एक ही आवरण में बन्द होते है।

संरचना व प्रचालन (Construction and operation): एक समान्यतया उपयोग होने वाला डायरेक्ट ऑन लाईन पुश बटन प्रकार का स्टार्टर Fig 6 में दर्शाया गया है। यह एक सरल स्टार्टर है जो सस्ता है और स्थापित करने व देखभाल करने में आसान है।

अभ्यास 3.1.04 के सम्पूर्ण कान्टैक्टर परिपथ जिसका पूर्व में वर्णन किया जा चुका है में ओर D.O.L.स्टार्टर में कोई अन्तर नही है, केवल इतना अन्तर है कि D.O.L.स्टार्टर एक धातु या PVC के आवरण में बध्द होता है, अधिकतर स्थितियों में D.O.L. स्टार्टर की नो-वोल्ट क्वाइल 415V के लिए निर्धारित होती है और Fig 1 के अनुसार दो फेजों के पार्श्व में संयोजित होती है। आगे ओवर लोड रिले ICTP स्विच व कॉन्टैक्टर के बीच स्थित होती है या कॉन्टैक्टर व मोटर के बीच जैसा Fig 6 में दर्शाया गया है, यह स्टार्टर के डिजाईन पर निर्भर करता है। प्रशिक्षणार्थियों को सलाह दी जाती है कि अभ्यास 3.1.04 में किये गये वर्णन अनुसार जो एक कान्टैक्टर परिपथ है का अध्ययन करके स्वयं D.O.L. स्टार्टर की कार्यप्रणाली लिखें।

पूर्ण कान्टेक्टर परिपथ की व्याख्या अभ्यास 4.2.175 (i) में दी गई है।

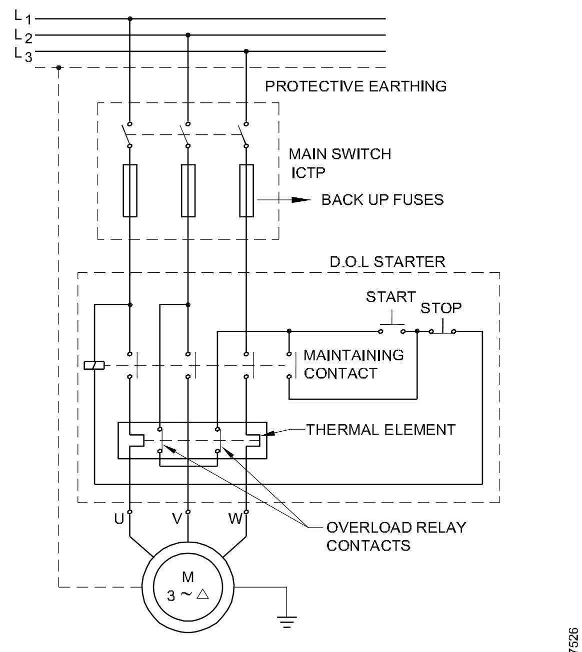
3 फेज प्रेरण मोटर को आगे और पीछे करना (Forward and reversing of 3 phase induction motors)

कई मशीनों में जैसे बड़ी मीलिंग मशीन यह आवश्यक होता है कि मोटर फॉरवर्ड और रिवर्स दोनों दिशाओं में चले। लिफ्ट में भी फॉरवर्ड और रिवर्स प्रचालन आवश्यक है।

किसी भी दो फेज के अनुक्रम को बदलने से 3 फेज मोटर की रोटेशन दिशा को बदला जा सकता है, लेकिन जरूरत होने पर भी, 3 फेज सप्लाई की किसी भी दो फेज को इंटरचेंज करना प्रायोगिक रूप से संभव नहीं है। यह समय लेता है और उपकरण को भी हानि पहुँचाता है।

अतः यह जरूरी है कि 3 फेज प्रेरण मोटर के फॉरवर्ड और रिवर्स प्रचालन के लिए एक परिपथ हो। (Fig 7)

Fig 6



WIRING DIAGRAM OF A DIRECT ON-LINE STARTER WITH PROTECTIVE DEVICES

सप्लाई टर्मिनल L_1 मोटर टर्मिनल A_1 के साथ दोनों दिशा में चलाये जाने पर संयोजित है। (Fig 7)

सप्लाई टर्मिनल L_2 और L_3 फॉरवर्ड दिशा में मोटर के B_1 और C_1 से संयोजित है जबकि रिवर्स संपर्क उत्तेजक सप्लाई टर्मिनल L_2 को मोटर के टर्मिनल C_1 से और L_3 टर्मिनल B_1 के साथ संयोजित किया गया है। अतः फेज सिक्वेंस बदला जाता है तो घूर्णन की दिशा भी बदल जाती है।

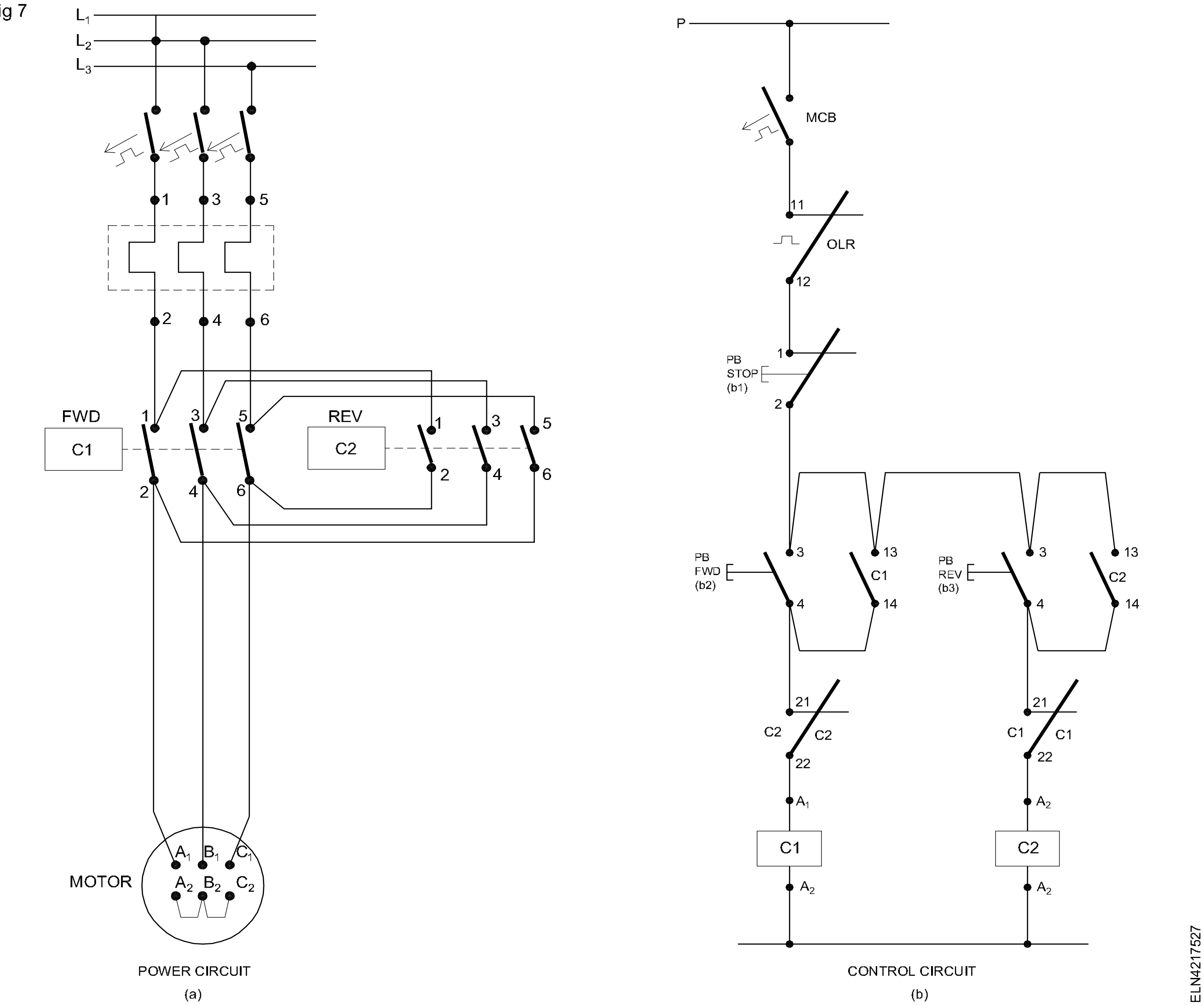
साधारणातः आन्तरिक लोकिंग सुरक्षा फोरवर्ड और रिवर्स कोन्ट्राक्टरों के क्लोस्ड कोन्टाक्टों (NC) से संगठित की जाती है (Fig 7b)। इससे जब फोरवर्ड कोन्टाक्टर्स काम कर रहा होता है और यदि रिवर्स पुश बटन गलती से दब जाता है तो मोटर समान दिशा में बिना रूकावट के निरन्तर चलती रहेगी।

दिशा को केवल स्वीट्च ऑफ और पीछे की दिशा वाले पुश बटन को दबाकर ही बदला जा सकता है।

मोटर सुरक्षा के लिए रिले की रेंज व बैक-अप फ्यूज का टेबल

Sl. No.	Motor ratings 240V 1-phase			Motor ratings 415V 3-phase			Relay range A	Nominal back-up fuse recommended
	hp	kW	Full load current	hp	kW	Full load current	a	c
1				0.05	0.04	0.175	0.15 - 0.5	1A
2	0.05	0.04		0.1	0.075	0.28	0.25 - 0.4	2A
3				0.25	0.19	0.70	0.6 - 1.0	6A
4	0.125	0.11		0.50	0.37	1.2	1.0 - 1.6	6A
5	0.5	0.18	2.0	1.0	0.75	1.8	1.5 - 2.5	6A
6	0.5	0.4	3.6	1.5	1.1	2.6	2.5 - 4.0	10A
7				2.0	1.5	3.5	2.5 - 4.0	15A
8	0.75	0.55		2.5	1.8	4.8	4.0 - 6.5	15A
9				3.0	2.2	5.0	4.0 - 6.5	15A
10	1.0	0.75	7.5	5.0	3.7	7.5	6.0 - 10	20A
11	2.0	1.5	9.5	7.5	5.5	11.0	9.0 - 14.0	25A
12	3.0	2.25	14	10.0	7.5	14	10.0 - 16.0	35A.

Fig 7

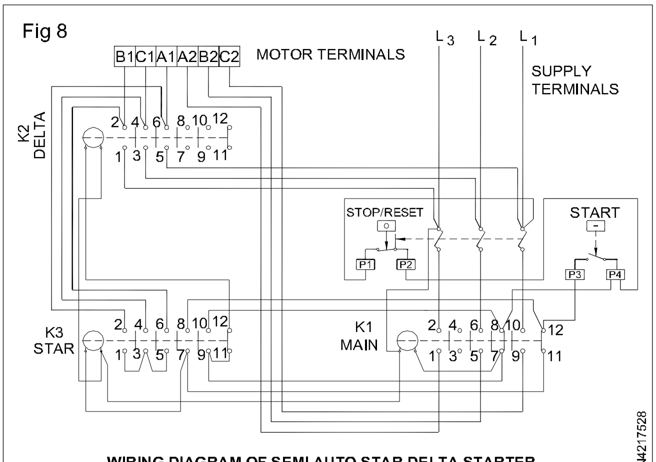


सेमी-ऑटोमैटिक स्टार-डेल्टा स्टार्टर (Semi-automatic star-delta starter)

मानक गिलहरी पिंजरा प्रेरण मोटर जिसकी तीनों वाइन्डिंग में प्रत्येक के दोनो सिरे (छः टर्मिनल) बाहर निकले होते है, स्टार डेल्टा मोटरें कहलाती है। यदि आवश्यक संख्या व उचित प्रकार से वायरिंग युक्त कॉन्टैक्टर स्टार्टर उपयोग किया जाये तो मोटर को स्टार में आरम्भ करके डेल्टा में चालू रख सकते है।

मैनुअल स्टार डेल्टा स्टार्टर के उचित उपयोग के लिए व रखरखाव के लिए विशेष कौशल की जरूरत पड़ती है । मैनुअल लीव को धीमा ऑपरेट करने से कई बार चल व स्थिर सम्पर्क, मैनुअल स्टार डेल्टा स्टार्टर में क्षतिग्रस्त हो जाते है।

Fig 8



WIRING DIAGRAM OF SEMI AUTO STAR DELTA STARTER

मुख्य लाइन के साथ संयोजन बनाने व विच्छेदन के लिए कॉन्टैक्टरों का उपयोग किया जाता है। Fig 8 में वायरिंग आरेख व Fig 9 पावर सर्किट व कंट्रोल सर्किट का लाइन आरेख दर्शा रहे है।

परिचालक (Operation): Fig 9a, 9b में पावर सर्किट औरकंट्रोल सर्किट को ध्यान से देखें। जब स्टार्ट बटन S_2 को दबाते है तो कॉटैक्टर K_3 की क्वाइल P_4, P_3 के माध्यम से व नारमली क्लोज्ड कॉन्टैक्ट K_1 के 12 व 11 के माध्यम से ऊर्जित हो जाती है। जब कॉन्टैक्टर K_3 का सर्किट क्लोज्ड होता है तो इसके सहायक सम्पर्क K_3 ,11 व 12 के बीच नारमली क्लोज्ड से खुल जाते है व K_3 के सम्पर्क 10 व 9 के बीच निर्मित हो जाते है। मुख्य कॉन्टैक्टर K_1 बिन्दू P_4 K_3 के 10 व 9 के माध्यम से ऊर्जित हो जाता है। जब एक बार कॉन्टैक्टर K_1 ऊज्रित हो जाता है तो K_1 के नो सम्पर्क, बिन्दु 8 व 7 सहायक सम्पर्क K_3 के 10 व 9 टर्मिनल के समानांतर में स्थापित हो जाते है।

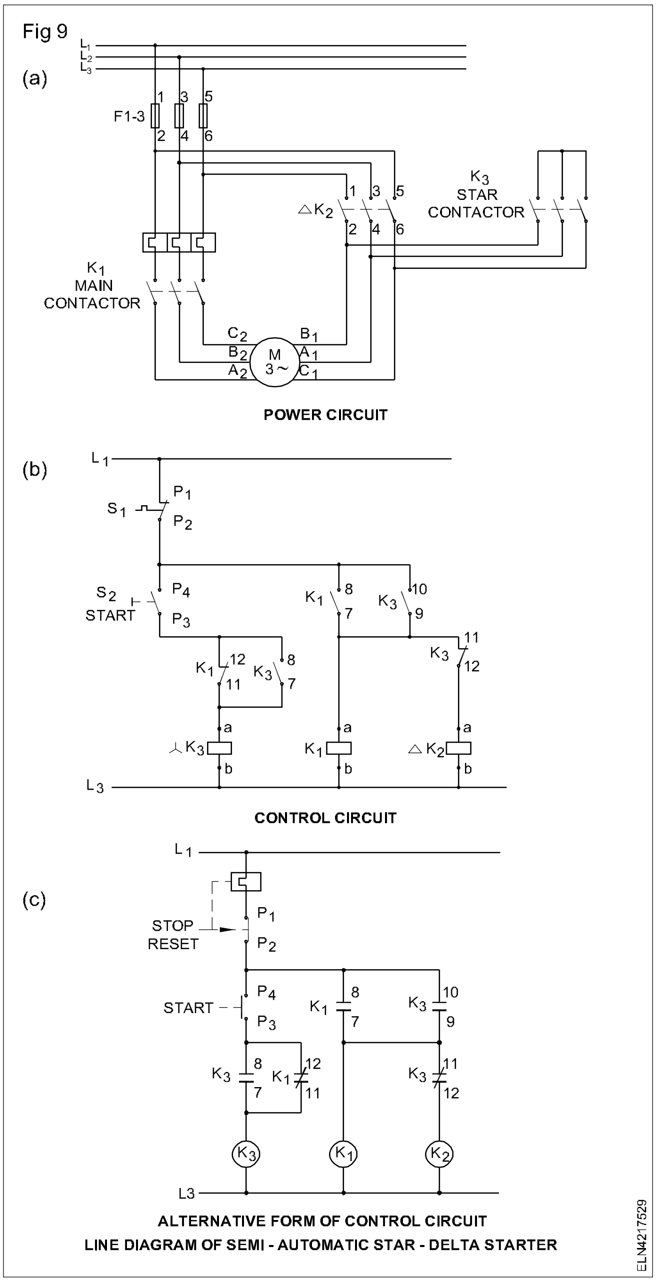
जब तक स्टार्ट बटन को दबाये रखेंगे तब तक स्टार कॉन्टैक्टर K_3 ऊर्जित रहेगा। एक बार स्टार्ट बटन को छोड़ देने से K_3 की कुण्डली ऊर्जा हीन हो जायेगी।

K_3 सम्पर्क परिचालित नही हो सकता क्योंकि नारमली क्लोज्ड कॉन्टैक्ट टर्मिनल 12 व 11 बीच इलैक्ट्रिकल इन्टरलॉक है।

जब कॉन्टैक्टर K_3 ऊर्जा हीन हो जाता है तो सम्पर्क K_3 टर्मिनल 11 व 12 के बीच नारमली क्लोज्ड रूप में स्थापित होता है और कॉन्टेक्टर K_2 - की कुण्डली परिपथ भी स्थापित हो जाता है। डेल्टा कॉन्टैक्टर K_2 क्लोज हो जाता है।

प्रेरण मोटर के संतोषजनक आरम्भन औरचलने के लिए ऑपरेटर को मोटर के आरम्भ और तुल्यकालिक गति के 70% तक पहुँचने तक अवलोकन करना चाहिए।

Fig 9c में कंट्रोल सर्किट को बताने के लिए विकल्प दिया गया है।



अनुप्रयोग (Applications) : स्टार डेल्टा मोटरे प्राथमिक रूप से बड़े केन्द्रीय वातानुकुलित इकाई को चलाने वाले अपकेन्द्री चिलर (entrifugal chillers) पंखे, बलोअर व पम्प का चलाने के लिए उपयोग में लाई जाती है, और ऐसी परिस्थिति जहाँ पर कम प्रारम्भन बलघूर्ण की आवश्यकता पड़ती है। जहाँ पर कम आरम्भन धारा चाहिए वहाँ परभी स्टार डेल्टा संयोजित मोटरें उपयोग में लाई जाती है।

स्टार डेल्टा मोटरों में सारी वाइंडिंग उपयोग होती है और प्रतिरोधक या ऑटो ट्रांसफार्मर जैसे नियन्त्रक युक्तियाँ नही होते है। स्टार-डेल्टा मोटरें इस प्रकार के भारों पर अधिक की जाती है जहाँ पर उच्च जडत्व और लम्बी त्वरण अवधि होती है।

ओवरलोड रिले की सेटिंग (Overload relay settings) : स्टार डेल्टा स्टार्टर में तीन अधिभार रिले उपलब्ध रहते है। ये रिले इसलिए लगाई जाती है कि ये मोटर वाइन्डिंग धारा को वहन कर सके। इसका अर्थ यह है कि रिले यूनिट का चयन का चयन इस प्रकार होता है कि यह वाइन्डिंग धारा वहन कर सके, और न कि डेल्टा संयोजित पूर्ण भार धारा। मोटर पर अंकित नेम प्लेट में डेल्टा संयोजित पूर्ण भार धारा होती है, वाइन्डिंग धारा ज्ञात करने के लिए इसे 1.73 से भाग दें। इस वाइन्डिंग धारा को आधार बना कर मोटर वाइन्डिंग सुरक्षा रिले की सेटिंग व चयन करना चाहिए।

परिचालन (Operation) : Fig 10a, 10b, 10c में स्वचालित स्टार डेल्टा स्टार्टर का पावर व कन्ट्रोल सर्किट का लाइन आरेख दिखाया गया है। स्टार्ट बटन S-को दबाने से स्टार कान्टैक्टर K_3 ऊर्जित हो जाता है (करंट K_4 T NC के टर्मिनल 15 & 16 और K_2 और NC टर्मिनल 11 & 12 के माध्यम से प्रवाहित होती है।) एक बार K_3 के ऊर्जित होने K_3 के NO कॉन्टैक्ट बन्द हो जाते है। (टर्मिनल 23 & 24) और कॉन्टैक्टर K_1 को बन्द करने के लिए धारा के लिए मार्ग प्रदान करते है। K_1 के बन्द होने पर स्टार्ट बटन के समानांतर में लगे K_1 के NO टर्मिनल्स 23 & 24 के द्वारा मार्ग स्थापित हो जाता है।

Fig 11 में उपरोक्त वर्णन अनुसार धारा की दिशा व कॉन्टैक्ट के बन्द होने का वर्णन दर्शाया गया है।

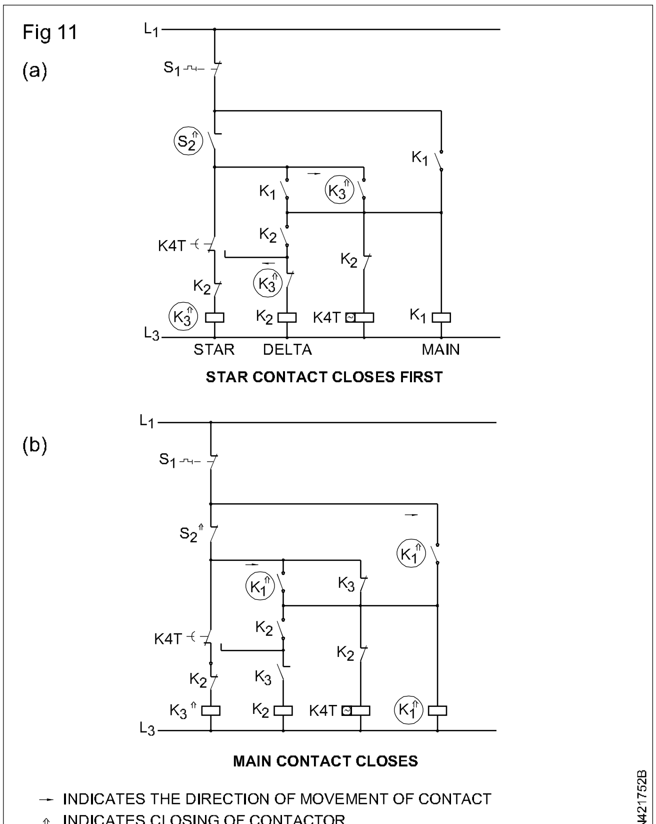
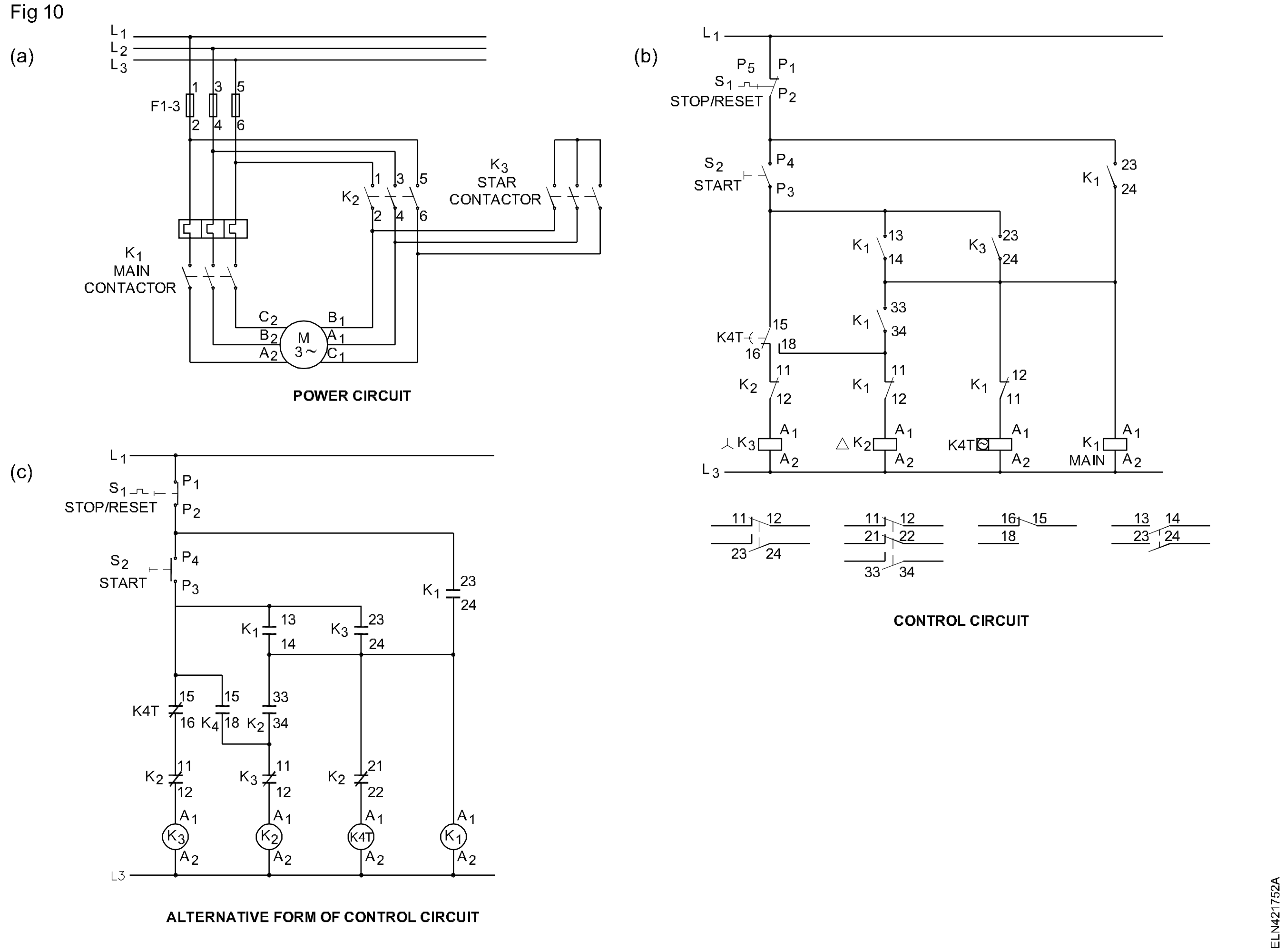
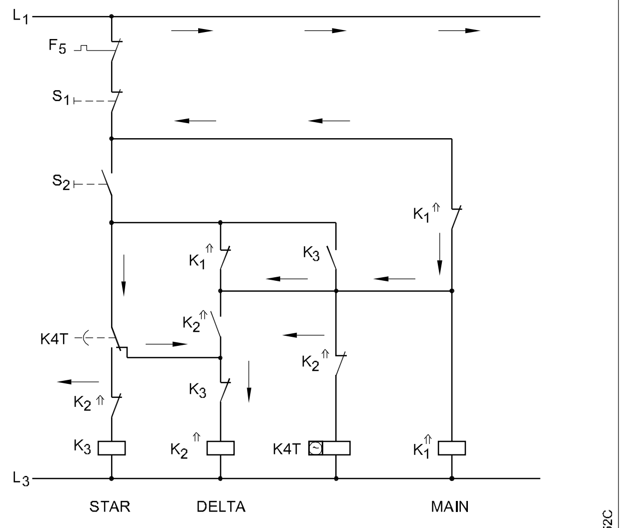


Fig 10



इसी प्रकार Fig 12 में टाइमर रिले द्वारा परिचालित कॉन्टैक्ट K_4T की क्रिया दर्शायी गई है।

Fig 12

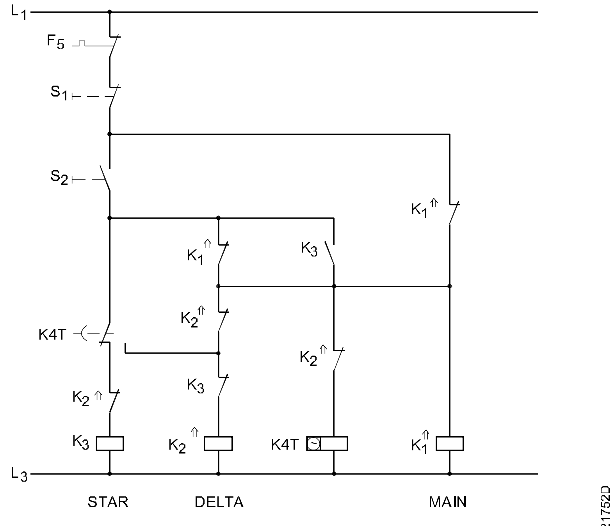


TIME DELAY CONTACT CHANGES
OPENING STAR CONTACT

टाइम रिले कॉन्टैक्ट बदल कर स्टार कॉन्टैक्ट को खोल देते है।

Fig 13 में दर्शाया गया है कि कॉन्टैक्टर K_1 और K_2 क्लोज्ड होने पर संयोजन बनने के बाद मोटर डेल्टा में चल रही है।

Fig 13



DELTA CONTACT CLOSES

डेल्टा कॉन्टैक्ट क्लोज है।

फॉरवर्ड और रिवर्स नियंत्रण के साथ ऑटोमेटिक स्टार-डेल्टा स्टार्टर (Automatic star - delta starter with forward and reverse control)

यह एक स्टार्टर है जो थ्रीफेज मोटर को स्टार में स्टार्ट करता है और कुछ पूर्व निर्धारित समय के बाद स्वतः ही डेल्टा में या तो फॉरवर्ड या रिवर्स

दिशा में आवश्यकता के अनुसार घूर्णन कराता है। अन्य स्टार्टरों की तरह यह स्टार्टिंग करंट को घटाता है, मोटर की ओवर लोड से सुरक्षा करता है और शक्ति आपूर्ति असफल होने पर मोटर को सप्लाई से अलग करता है।

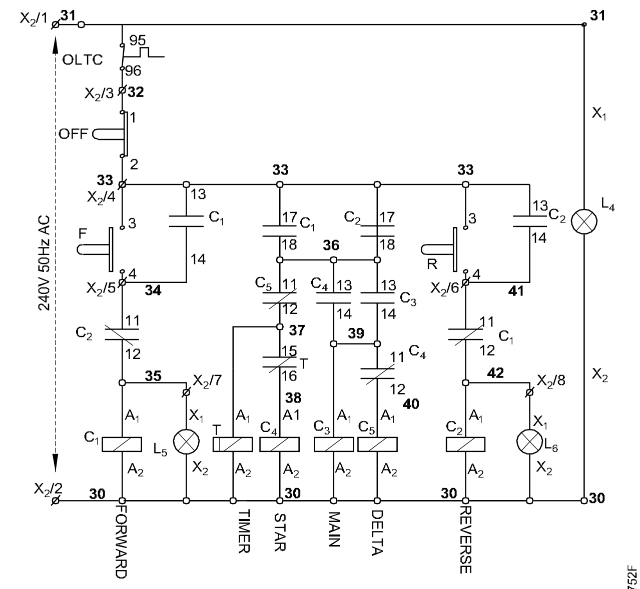
Fig 14 और 15 फॉवर्ड और रिवर्स प्रचालन के साथ ऑटोमेटिक स्टार डेल्टा स्टार्टर के पॉवर और नियंत्रण परिपथ को दर्शाता है।

इसके मुख्य अवयव पाँच पॉवर कान्टेक्टर्स, एक ऑन-डिले टाइमर, तीन पुश बटन और एक थर्मल ओवर लोड रिले (OLR) पाँच कान्टेक्टर्स में (C_1) फॉरवर्ड दिशा, (C_2) रिवर्स दिशा, (C_3) मुख्य कान्टेक्टर, (C_4) स्टार कान्टेक्टर और (C_5) डेल्टा कान्टेक्टस के लिए है।

छः इंडीकेटर लैम्प का उपयोग भी किया जाता है जो थ्री फेज सप्लाई की उपलब्धता, उपलब्धता नियंत्रण वोल्टेज और मोटर फॉरवर्ड में चल रहा है या रिवर्स में यह दर्शाते हैं। ये इंडीकेटर लैंप कंट्रोल पैनल पर तीन पुश बटन के साथ सामने के दरवाजे पर लगाया जाता है।

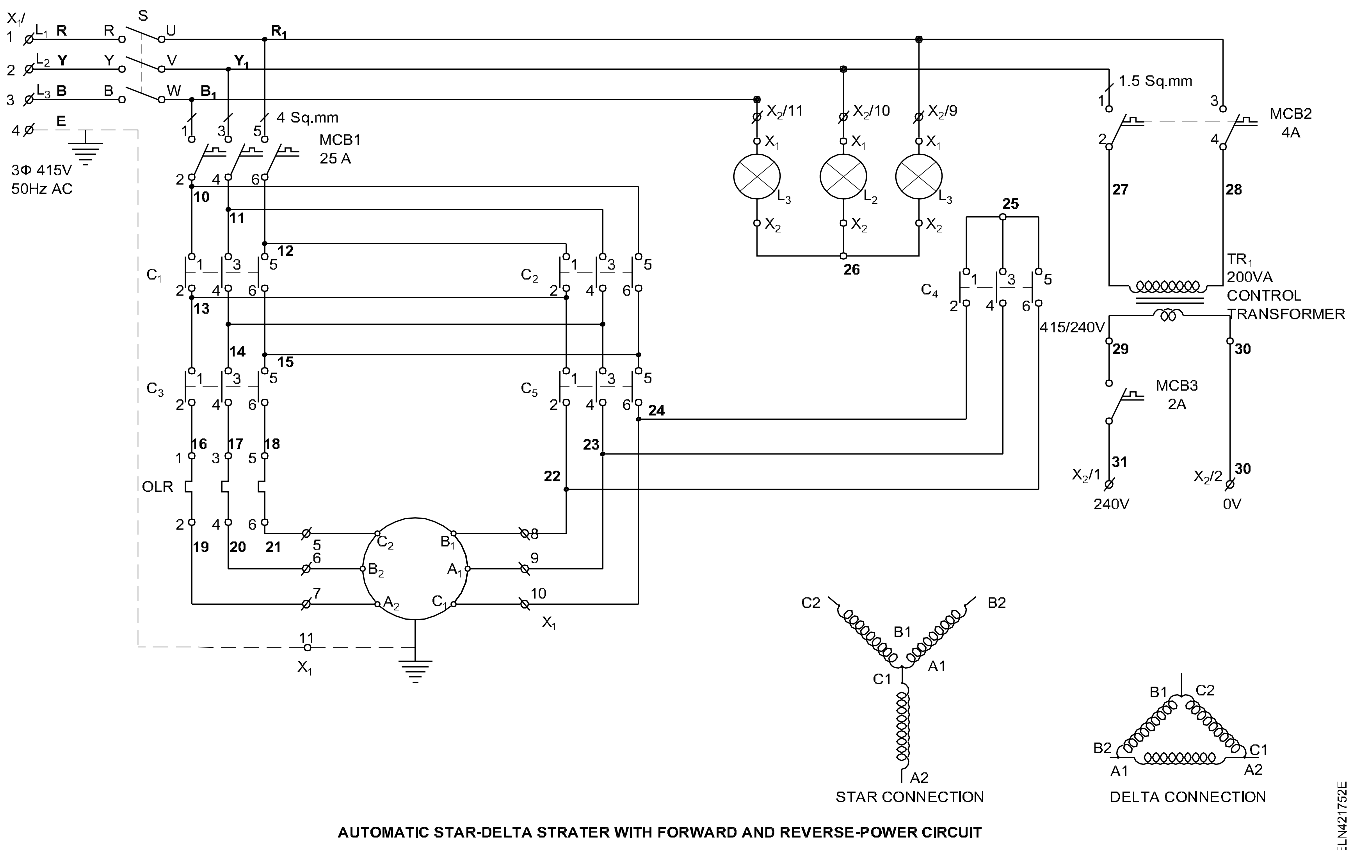
तीन पुश बटन में एक स्टॉप पुश बटन एक नार्मली क्लोज (NC) संपर्क के साथ, फॉरवर्ड और रिवर्स प्रचालन एक नार्मली ओपन (NO) संपर्क के लिए होता है।

Fig 15



AUTOMATIC STAR-DELTA STARTER WITH FORWARD & REVERSE-CONTROL CIRUIT

Fig 14



AUTOMATIC STAR-DELTA STRATER WITH FORWARD AND REVERSE-POWER CIRCUIT

कंट्रोल सर्किट का वोल्टेज और शक्ति का चयन कान्टेक्टर के नो वोल्ट क्वाथल की रेटिंग पर निर्भर करता है कि इसे AC चाहिए या DC। यहाँ पृथक 415/240V, 200 VA ट्रांसफार्मर कंट्रोल सर्किट के लिए उपयोग किया जाता है।

कान्टेक्टर्स का चयन सप्लाई वोल्टेज, लोड पॉवर, लोड आभिलाक्षणिक और कार्य चक्र पर निर्भर करता है। कान्टेक्टर्स का मानक कार्य चक्र नीचे दिया गया है।

AC लोड के लिए (For AC loads)

AC1 - प्रतिरोधात्मक लोड को ऑन-ऑफ करने के लिए। उदाहरण- हीटर ओर भट्ठी।

AC2 - प्रतिरोधात्मक और इंडक्टिव लोड को शुरू करने और बंद करने के लिए। उदाहरण- स्लिपरिंग इंडक्शन मोटर।

AC3- उच्च इंडक्टिव लोड को ऑन-ऑफ करने के लिए और लगातार चल रहे प्रचालन को रोकने के लिए।

AC4- उच्च इंडक्टिव लोड को ऑन/ऑफ करने और बार-बार तथा कम समय के लिए प्रचालन को रोकने के लिए। जैसे- माध्यमिक प्रचालन, इंचिंग और जोगिंग। उदाहरण- क्रेन, लिफ्ट और होएस्ट।

DC लोड के लिए (For DC loads)

DC1- प्रतिरोधात्मक लोड मोटर लोड छोड़कर

DC2- शंट मोटर को स्टार्ट करने और बंद करने के लिए।

DC3- इंचिंग के साथ्ञ स्टार्ट और बंद करना और रोकना।

DC4- सीरीज मोटर को स्टार्ट करना और बंद करना।

DC5- सीरीज मोटर को इंचिंग और प्लगिंग के साथ स्टार्ट और बंद करना।

सहायक संपर्क या तो कांटेक्टर के ऊपर या बगल में लगाये जाते हें जो इसके डिजाइन पर निर्भर करता है।

स्टार्टर की कार्यप्रणाली (Working of starter) : जब तीन फेज की सप्लाई आइसोलेटर स्विच (S) के द्वारा ऑन किया जाता है इंडीकेटर लैंप (L_1, L_2 और L_3) उपलब्ध सप्लाई को दर्शायेंगे (Fig 14), नियंत्रण ट्रांसफार्मर MCB2 के द्वारा सप्लाई प्राप्त करता है और इंडीकेटर लैम्प (L_4) कंट्रोल वोल्टेज की उपलब्धता को दर्शाता है।

अग्र दिशा के लिए प्रचालन का क्रम (Sequence of operations for forward direction)

1 यदि पुश बटन (F) दबाया जाता है तो फॉरवर्ड कान्टेक्टर का NVC (C_1) ओवर लोड रिले ट्रिप कान्टेक्ट (OLTC), स्टाप पुश बटन और (C_2) के NC कान्टेक्ट के माध्यम से कंट्रोल वोल्टेज प्राप्त करता है। अब C_1 उत्तेजित हो जाता है और अपने NO कान्टेक्ट के द्वारा स्वतः स्थायत्व प्राप्त करता है, (C_2 पर निर्भर नहीं करता है)। इसलिए 'F' पुश बटन को छोड़ने पर भी C_1 लगातार उत्तेजित अवस्था में ही रहेगा।

2 C_1 का एक और NO कान्टेक्ट बंद हो जाता है जिससे स्टार कान्टेक्टर्स का NVC (C_4) और टाइमर, डेल्टा और टाइमर के NC कान्टेक्ट के माध्यम से एक साथ कंट्रोल आपूर्ति प्राप्त करते हैं, अतः NVC (C_4) और टाइमर (T) उत्तेजित हो जाते हैं।

3 C_4 का NO कान्टेक्ट बंद हो जाता है और मेन कान्टेक्टर contact of C_3 का NVC उत्तेजित हो जाता है अब मोटर स्टार में फॉरवर्ड दिशा में शुरू हो जाता है और मेन कान्टेक्टर C_3 इसके खुद के NO कान्टेक्ट के माध्यम से स्व स्थायित्व प्राप्त कर लेता है जबकि डेल्टा कान्टेक्टर (C_5) उत्तेजित नहीं होगा क्योंकि C_4 का NC कान्टेक्ट जो C_5 के साथ श्रेणी क्रम में जुड़ा है, खुली अवस्था में है।

4 कुछ पूर्ण निर्धारित समय के बाद टाइमर के NC के खुल जाने के कारण C_4 निरावेशित हो जाता है और डेल्टा कान्टेक्टर C_5,C_4 के NC कान्टेक्ट के माध्यम से उत्तेजित हो जाता है। अब मोटर फॉरवर्ड दिशा में डेल्टा कनेक्शन में घूर्णन करता है।

5 जब मोटर फॉरवर्ड दिशा में चलता रहता है तो यदि गलती से भी रिवर्स पुश बटन (R) दबाया जाता है तो रिवर्स कान्टेक्टर (C_2) को कंट्रोल वोल्टेज प्राप्त नहीं होगा क्योंकि C_1 का NC कान्टेक्ट C_2 के साथ श्रेणी क्रम में इन्टरलॉक है।

6 यदि स्टॉप पुश बटन ऑफ (OFF) दबाया जाता है C_1, C_3 और C_5 कान्टेक्टर एक साथ निरावेशित हो जाते हैं और मोटर बंद हो जाता है इसके अलावा यदि OLTC ओवरलोड या आपूर्ति असफल होने के कारण खुल जाता है तो मोटर बंद हो जायेगा। तब मोटर या तो फॉरवर्ड या रिवर्स पुश बटन को दबाकर शुरू किया जा सकता है। इसके बाद अगर OLTC को रिसेट किया जाता है तो भी स्वतः शुरू नहीं होता है, जबकि OLTC के रिसेट होने के बाद ठंडा होने दें या पुनः पावर सप्लाई प्राप्त हो जाये।

पश्चवर्ती दिशा में प्रचालन का क्रम (Sequence of operations for reverse direction)

1 यदि रिवर्स पुश बटन (R) को दबाया जाता है तब रिवर्स कान्टेक्टर (C_2) का NVC (नो वोल्ट क्वायल) ओवरलोड रिले ट्रिप कान्टेक्ट (OLTC), स्टॉप पुश बटन और C_1 के NC कान्टेक्ट के माध्यम से कंट्रोल वोल्टेज प्राप्त करता है अब C_2 उत्तेजित हो जाता है और खुद के NO कान्टेक्ट से स्व स्थायित्व प्राप्त करता है। इसलिए रिवर्स पुश बटन "R" को छोड़ने पर भी C_2 लागतार उत्तेजित अवस्था में रहेगा।

2 C_2 का एक और NO कान्टेक्ट बंद है इसलिए स्टार कान्टेक्टर (C_4) का NVC और टाइमर डेल्टा और टाइमर NC के माध्यम से एक साथ कंट्रोल वोल्टेज प्राप्त करते है अतः C_4 और टाइमर (T) उत्तेजित हो जाते हैं।

3 C_4 का NO कान्टेक्ट बंद होता है और मेन कान्टेक्टर (C_3) का NVC उत्तेजित हो जाता है। अब मोटर स्टार में रिवर्स दिशा में शुरू हो जाता है और मुख्य कान्टेक्टर (C_3) अपने स्वयं के NO कान्टेक्ट से स्व स्थायित्व प्राप्त कर लेता है। जबकि डेल्टा कान्टेक्टर (C_5) उत्तेजित नहीं होगा, क्योंकि C_4 का NC कान्टेक्ट जो कि C_5 के साथ श्रेणी क्रम में जुड़ा है, खुली अवस्था में है।

4 कुछ पूर्व निर्धारित समय के बाद टाइमर के NC कान्टेक्ट खुल जाने के कारण C_4 निरावेशित हो जाता है और डेल्टा कान्टेक्टर C_5, C_4 के NC कान्टेक्ट के माध्यम से उत्तेजित हो जाता है। जब मोटर डेल्टा में रिवर्स दिशा में घूर्णन करता है।

5 जब मोटर रिवर्स दिशा में चल रहा है तब गलती से भी फॉरवर्ड पुश बटन (F) दबाये जाने पर फॉरवर्ड कान्टेक्टर C_1 को कंट्रोल वोल्टेज प्राप्त नहीं होगा, क्योंकि C_2 का NC कान्टेक्टर C_1 के साथ श्रेणी क्रम में इन्टरलॉक है।

6 यदि स्टॉप पुश बटन (OFF) दबाया जाता है C_2, C_3 और C_5 कान्टेक्टर्स एक साथ निरावेशित हो जाते हैं और मोटर बंद हो जाता है। इसके अतिरिक्त यदि या तो OLTC ओवर लोड के कारण खुल जाता है या आपूर्ति असफल हो जाती है तो मोटर बंद हो जायेगा तब मोटर केवल फॉरवर्ड या रिवर्स पुश बटन को दबाकर ही शुरू किया जा सकेगा। जैसा आवश्यकता हो OLTC को पुनः रिसेट करने

के बाद भी स्वतः शुरू नहीं होता है चाहे OLTC को ठंडा होने पर पुनः रिसेट करें या पुनः शक्ति आपूर्ति मिल जाये।

जागिंग (इंचिंग) (Jogging) (inching): कुछ औद्योगिक कार्यों में मशीन के घूमने वाले भाग को थोडा थोड़ा चलाना पड़ता है। इसे जिस नियन्त्रण प्रणाली से किया जाता है उसे जागिंग या इचिंग कहते है। मोटर को विरामअवस्था से बार बार चलाने के लिए परिपथ क्लोज्ड करने को जागिंग के रूप में परिभाषित किया जाता है। इसके द्वारा मशीन को थोडा थोडा चलाया जाता है। जॉग पुश बटन को दबाने से चुम्बकीय स्टार्टर ऊर्जित हो जाता है और मोटर चलने लगती है; जब जॉग पुश बटन को छोड़ा जाता है तो मोटर रूक जाती है।

जब जागिंग सर्किट का उपयोग किया जाता है तो मोटर को तब तक ऊर्जित रखा जा सकता है जब तक कि जॉग बटन को दबा कर रखा जाये। इसका अर्थ है ऑपरेटर का मोटर ड्राइव पर क्षणिक नियन्त्रण होता है।

जागिंग/इंचिंग नियंत्रण का उद्देश्य (Purpose of jogging/inching controls): सामान्यतः जागिंग (इंचिंग) नियन्त्रण से निम्नलिखित मशीनों में उनके सामने दर्शायी गई परिचालन सुविधा के लिए उपयोग किया जाता है।

- खराद मशीन नियन्त्रण- जॉब की trueness जाँचने के लिए और आरम्भ में टूल की सैटिंग के लिए।
- मीलिंग मशीन का नियंत्रण - आरम्भन सेटिंग में कटर की कान्सेट्रिक चाल को चैक करने में और कटर के फीड की गहराई के लिए अंशाकित कालर को सैट करने के लिए ।
- ग्राइंडिंग मशीन नियंत्रण- व्हील की उचित माउन्टिंग की जाँच करने के लिए।
- पेपर कटिंग मशीन - कट को समायोजित करने के लिए।

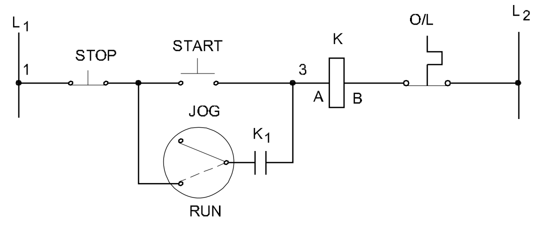
उपरोक्त के अतिरिक्त, इंच कंट्रोल का उपयोग क्रेन में, हविस hoists और कनवेयर conveyor बेल्ट की यंत्रावली में प्रमुख रूप से किया जाता है । ताकि थोडा-थोडा विस्थापन चलित मशीनरी में उर्ध्वाधर या क्षैतिज रूप में किया जा सके।

जागिंग निम्नलिखित विधियों द्वारा पूरी की जा सकती है।

- सलैक्टर स्विच
- पुश बटन
- जॉग रिले सहित पुश बटन

सिलेक्टर स्विच के उपयोग से जागिंग नियन्त्रण (Jogging control using a selector switch): सलैक्टर स्विच का उपयोग करते हुए, वर्तमान स्टार्ट बटन का उपयोग, इसके स्टार्टिंग पुश बटन कार्य के साथ साथ जागिंग पुश बटन के रूप में भी किया जा सकता है। कॉन्टैक्टर के होल्डिंग सम्पर्क जो स्टार्ट बटन के समानांतर में होते है, को विच्छेदित कर दिया जाता है और सलैक्टर स्विच को जॉग स्थिति में रखा जाता है जो कि Fig 16 में परिपथ में दर्शाया गया है और Fig 17 में इसका पैनल लेआउट दर्शाया गया है।

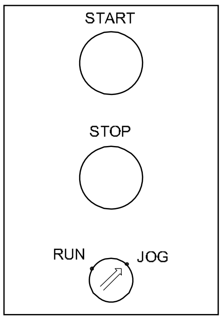
Fig 16



CONTROL CIRCUITS WITH JOG-RUN SELECTOR SWITCH.

ELN421752G

Fig 17



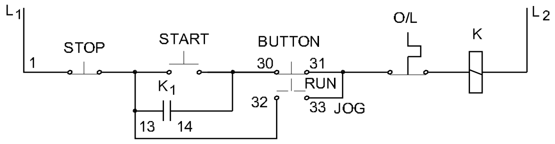
A PANEL OF A STATION IN WHICH THE START BUTTON CAN BE USED FOR INCHING OR JOGGING.

ELN421752H

मोटर को जागिंग/इंचिंग स्टार्ट बटन द्वारा स्टार्ट व स्टाप किया जा सकता है। जब तक स्टार्ट बटन दबा रहेगा तब तक मोटर परिचालित रहेगी।

पुश-बटन के उपयोग से जॉगिंग (Jogging control using a push-button): Fig 18 में एक D.O.L. स्टार्टर का कन्ट्रोल सर्किट दर्शाया गया है जो स्टार्ट जाम-स्टॉप पुश बटन स्टेशन से जुड़ा हुआ है। जब ऑन पुश-बटन को दबाया जाता है, कुण्डली K ऊर्जित हो जाती है क्योंकि सामान्यतया बन्द जाग बटन के सम्पर्क 30 & 31 द्वारा नो वोल्ट क्वाइल सर्किट पूर्ण हो जाता है। इसलिए मुख्य कान्टैक्टर के ऑन होने पर मोटर चलने लगती है। सेल्फ-होल्डिंग सहायक सम्पर्क K_1 टर्मिनल 13 व 14 के बीच क्लोज्ड हो जाता है और ऑन बटन को छोड़ने के बाद भी नो-वोल्ट क्वाइल सर्किट कार्य करता रहता है।

Fig 18



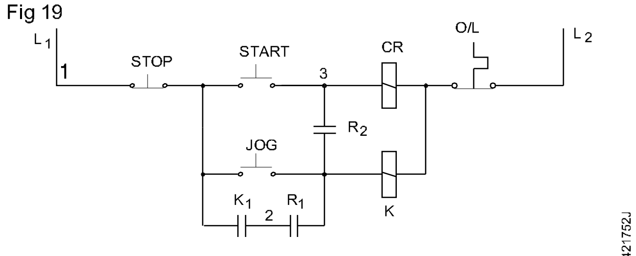
CONTROL CIRCUIT WITH JOG PUSH-BUTTON

ELN421752I

जैसे ही जॉग पुश बटन को दबाया जाता है, क्षणिक रूप में नो- वोल्ट क्वाईल सर्किट खुल जाता है, कॉन्टैक्टर ऊर्जा विहितहो जाता है और यदि मोटर चल रही हो तो रूक जाती है। तब जॉग बटन नीचे वाले सम्पर्क 32 & 33 को क्लोज करते है तब नो-वोल्ट क्वाईल परिपथ क्लोज हो जाते है और मोटर तब तक चलने लगती है जब तक जॉग-बटन को दबाये रखा जाता है। बार बार जॉग-बटन को दबाने या छोडने से मोटर स्टार्टर होती है और रूकती है जिसके कारण चलित मशीनरी आवश्यक दिशा में इंच-इंच आगे बढती है। दूसरी तरह स्टार्ट बटन को दबाने पर मोटर सामान्य रूप में चलती है।

रिले के उपयोग से जागिंग नियंत्रण (Jogging control using a relay): Fig 19 में D.O.L. स्टार्टर का नियंत्रण परिपथ दिखाया गया है जो अन्य उपयोगी पुर्जो के साथ कंट्रोल रिले से जुड़ा है। जब स्टार्ट बटन को दबाया जाता है तो कन्ट्रोल रिले की क्वाइल CR ऊर्जित हो जाती है और कॉन्टैक्टर R_1 और R_2 क्लोज हो जाते है। इस प्रकार थोड़े समय के लिए रिले के R_2 सम्पर्क द्वारा नो वोल्ट क्वाईल `K' का सर्किट पूर्ण हो जाता है इसके फलस्वरूप नो वोल्ट क्वाईल रिले K का K_1 सहायक सम्पर्क स्वतः होल्ड हो जाता है और मोटर लगातार चलती रहती है जबकि स्टार्ट बटन से दबाव हटा लिया जाये।

Fig 19



LINE DIAGRAMS USING CONTROL RELAYS IN TYPICAL INSTALLATIONS

जब मोटर नही चल रही होती है तब यदि जॉग बटन दबा दिया जाये तो नो-वोल्ट क्वाइल K का सर्किट पूर्ण हो जाता है और मोटर तब तक चलती रहती है जब तक कि जॉग बटन को दबाये रखा जाये क्योंकि होल्डिंग सर्किट R_1 के द्वारा पूर्ण नही होता और कंट्रोल रिले (CR) के ऊर्जित न होने से स्टार्टर क्वाइल सर्किट पूर्ण नही होता है।

एक 3-फेज, मोटर के लिए D.O.L. स्टार्टर जिसमें रिले द्वारा जॉग कन्ट्रोल होता है, में चार नारमली ओपन कॉन्टैक्ट (3 मुख्य व 1 सहायक) की आवश्यकता होती है और कंट्रोल रिले में दो नारमली ओपन कॉन्टैक्ट होने चाहिए जैसा कि Fig 19 में दिखाया गया है।

मोटरों का क्रमिक नियंत्रण (Sequential control of motors)

यह कई मोटरों का किसी विशेष तरीके से नियंत्रण है, जिसे टाइमर या लिमिट स्विच था सेंसर द्वारा किया जाता है जो कि अनुप्रयोग या उद्योगों के आवश्यकता पर निर्भर करता है।

इस विधि में सामान्यतया दो या दो से अधिक पृथक मोटरों के विशिष्ट स्तर के पूर्णतः या विशिष्ट समय अंतराल के सापेक्ष नियंत्रण के लिए उपयोग किया जाता है। प्रथम मोटर का प्रचालन दूसरे या अन्य मोटर के प्रचालन को नियंत्रित करेगा और दूसरा मोटर अन्य दूसरे मोटरों के प्रचालन को इसी प्रकार नियंत्रित करेगा।

इस प्रकार के नियंत्रण प्रणाली मानव और मानव शक्ति के कारण होने वाले त्रुटियों को कम करता है और प्रचालन की शुब्दता को बढ़ाता है, मशीन के आदर्श समय को घटाता है और दक्षता और उद्योगों के उत्पादन को बढ़ाता है।

इस प्रकार के क्रमिक नियंत्रण प्रणाली का एक उदाहरण नीचे विवरण से बातया गया है, जो कि उत्प्रेरक उद्योग का है।

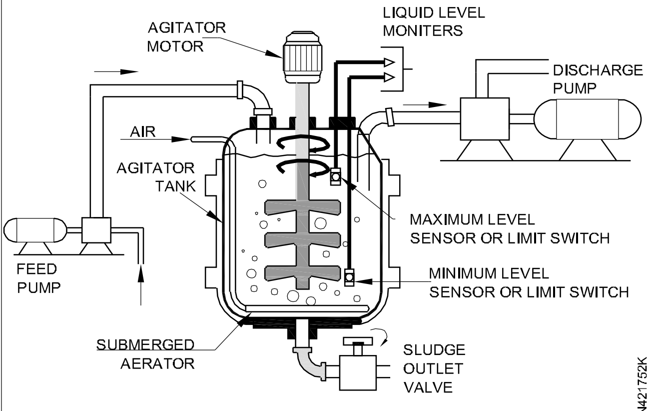
औद्योगिक उत्प्रेरक (Industrial agitator)

यह एक मशीन है जिसमें इलेक्ट्रिक मोटर लगी होती है, जिसके लंबे शाफ्ट में इम्पेलर लगी होती है और यह उत्प्रेरक टंकी में फिट की जाती है जिसका उपयोग रासायनिक खाद्य एवं दबा उद्योगों में किया जाता है।

- विभिन्न प्रकार के तरल या रासायनों को एक ही तरीके से मिलाना।
- द्रवों या पदार्थों के रासायनिक गुणों में सुधार करना।
- संग्रहित तरल को विशिष्ट गर्मी और उनके गुणों में रखें और हिलाएँ।

Fig 20 प्रोसेस रिएक्टर को फिट करने के पहले कीचड़ को हटाने और तरल या रसायन के रसायनिक गुणों में सुधार करने वाला छोटी औद्योगिक उत्प्रेरक का उपयोग दिखाता है। इसमें एक फीडिंग पंप उत्प्रेरक और डिस्चार्ज पंप होते हैं। उपचार किये जाने वाले तरल को फीड पंप के माध्यम से उत्प्रेरक टैंक में फीड किया जाता है। जिसे मेनुअल रूप में शुरू किया जाता है।

Fig 20



INDUSTRIAL AGITATOR SYSTEM

कुछ समय के बाद उत्प्रेरक मोटर टाइमर के साथ स्टार्ट होता है और तरल को लगातार हिलाता है जब तक कि तरल का स्तर अधिकतम स्तर तक न पहुँच जाये जब तरल का स्तर उत्प्रेरक में अधिकतम स्तर तक पहुँचता है तो टेंक में स्थापित सेंसर/लिमिट स्विच फीड पंप को बंद कर देता है।

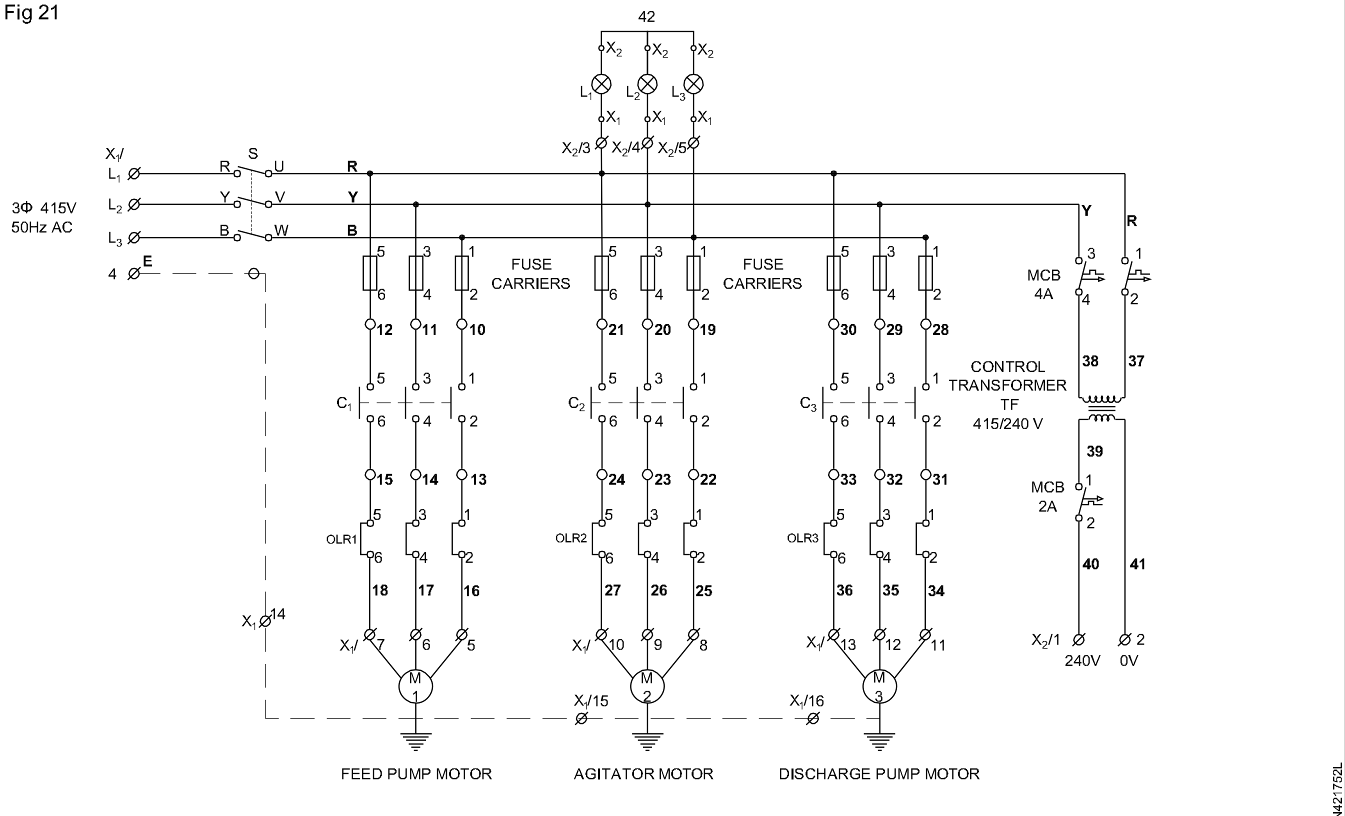
निर्धारित समय के बाद उत्प्रेरक मोटर को स्टार्ट करने के बाद डिस्चार्ज मोटर को एक टाइमर को माध्यम से स्टार्ट किया जाता है ताकि तरल के आगे की प्रक्रिया संपन्न हो सके। जब उत्प्रेरक में तरल का स्तर निम्नतम स्तर पर पहुँच जाता है तो टेंक में स्थापित सेंसर या लिमिट स्वच डस्चार्ज पंप को बंद कर देता है।

उत्प्रेरक के पास जलमग्न(submerged) जलवाहक (aerator) भी होती है जिसके माध्यम से हवा को फीड किया जाता है, टेंक में तरल का स्तर बनाये रखने के लिए अवांछित कीचड़ न्यूनतम और अधिकतम स्तर पर सेंसर या लिमिट स्विच के द्वारा निर्वाहन करने के लिए वाल्व के साथ एक कीचड़ निर्वाहन लाइन होता है।

सभी तीन फेज मोटरों का क्रम से नियंत्रण के लिए वायरिंग के साथ कंट्रोल पैनल और सुरक्षा डिजाइन को स्थापित किया जाता है। Fig 21 और Fig 22 उत्प्रेरक प्रणाली के साथ तीन मोटरों के क्रम से नियंत्रण का पॉवर और कंट्रोल परिपथ दिखाता है।

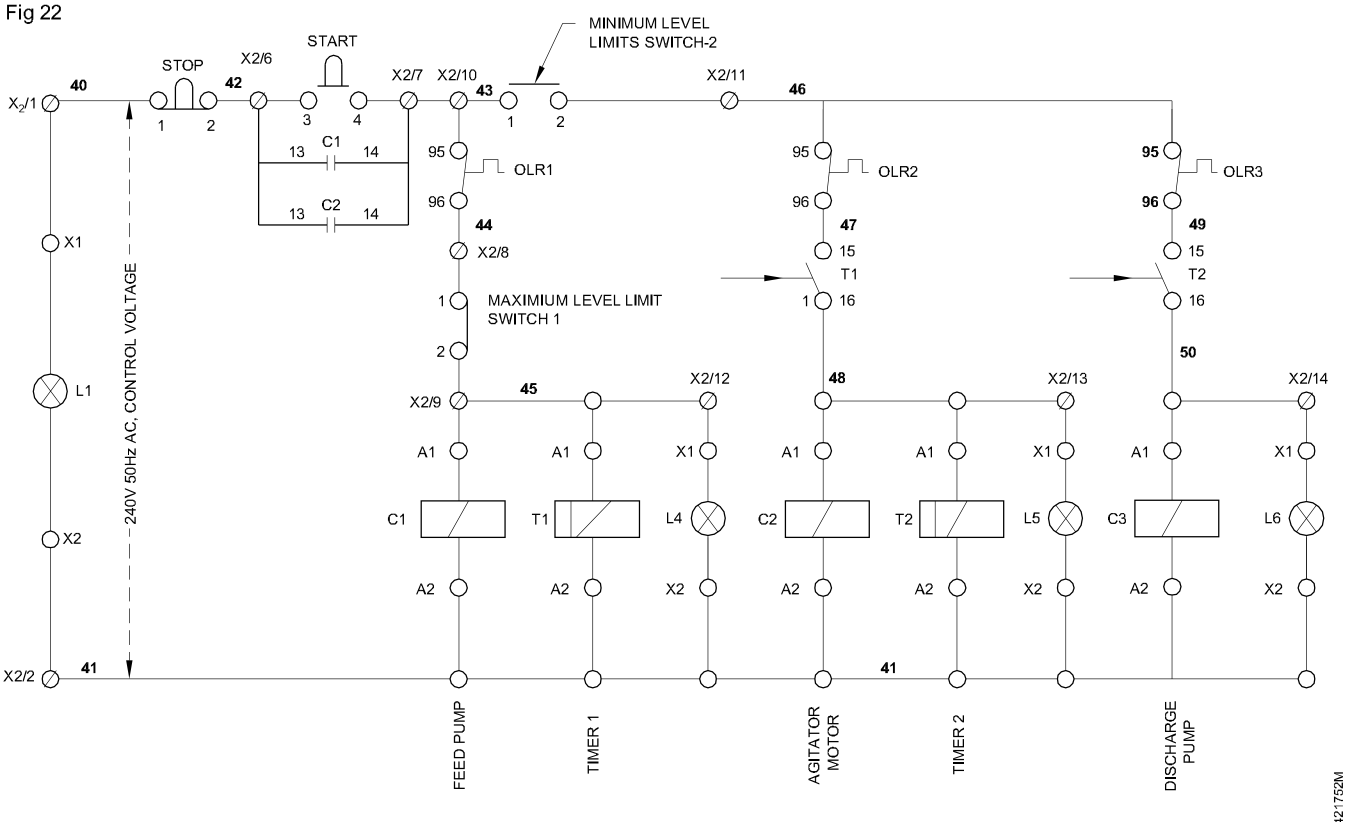
सभी तीनों मोटरों में ओवर लोड और शार्टसर्किट सुरक्षा के लिए DOL स्टार्टर का अलग-अलग पॉवर सर्किट होता है। कंट्रोल पैनल में सप्लाई को ऑन-ऑफ करने के लिए एक आइसोलेशन स्विच होता है। इसमें पॉवर

Fig 21



POWER CIRCUIT FOR SEQUENTIAL CONTROL OF THREE MOTORS

Fig 22



CONTROL CIRCUIT OF SEQUENTIAL CONTROL OF AGITATOR SYSTEM WITH THREE MOTORS

सप्लाई और कंट्रोल सप्लाई की उपलब्धता को सूचित करने के लिए इंडीकेटर लैंप होते हैं, और यह फीड पंप, उत्प्रेरक पंप और डिस्चार्ज पंप की रनिंग स्थिति को भी सूचित करता है।

तीन मोटर वाली उत्प्रेरक प्रणाली के प्रचालन क्रम से क्रमिक नियंत्रण (Sequence of operations of the sequential control of the agitator system having three motors)

जब स्टार्ट पुश बटन को दबाया जाता है तो फीड पंप मोटर का NVC

कोन्टेक्टर (C_1) और टाइमर 1 (T_1) द्वारा स्टॉप पुश बटन OLTC के OLR1 और अधिकतम स्तर लेमिट स्विच के NC के माध्यम से कंट्रोल वोल्टेज प्राप्त करता है।

C_1 और T_1 उत्तेजित हो गये हैं और इसे NO (C_1) के माध्यम से सेल्फ होल्ड कर सकते हैं इसलिए स्टार्ट पुश बटन को छोड़ने के बाद भी C_1 और T_1 लगातार उत्तेजित अवस्था में रहेंगे।

पूर्व निर्धारित समय के पश्चात टाइमर 1 NO कान्टेक्ट बंद हो जाता है और उत्प्रेरक मोटर का कान्टेक्टर C_2 और टाइमर 2 (T_2) का NVC को लिमिट स्विच के न्यूनतम स्तर और OLTC के OLR 2 से कंट्रोल वोल्टेज प्राप्त होता है।

अब C_2 उत्तेजित हो गया है और स्वयं यह NO स्थिति में रहता है, लिमिट स्विच के अधिकतम स्तर पर पहुँचने से C_1 अक्रिय (de-energized) हो जायेगा और C_2 लगातार सक्रिय (energized) रहेगा।

कुछ समय बाद टाइमर 2 का NO कांटेक्ट बंद हो जाता है और डिस्चार्ज पंप मोटर कान्टेक्टर (C_3) को कंट्रोल वोल्टेज मिल जाता है और सक्रिय हो जाता है।

यदि उत्प्रेरक का तरल स्तर निम्न स्तर तक कम हो जाता है तो न्यूनतम स्तर का लिमिट स्विच के खुले संपर्क के कारण C_2 और C_3 अक्रिय हो जाता है।

जब तीनों मोटर कार्य कर रहे हैं, यदि OLT1 का OLRC (C_1) को अक्रिय कर देगा और C_2 के सेल्फ होल्डिंग कान्टेक्ट द्वारा C2 और C3 लगातार सक्रिय रहेंगे।

यदि ओवर लोड के कारण OLT2 को OLRC खुला हो जाता है तो C_2 अक्रिय हो जायेगा और C_1 सक्रिय स्थिति में रहेगा। दूसरी तरफ यदि लिमिट स्विच के अधिकतम स्तर पर सक्रिय होने के स्थिति में C_1 पहले से ही ऑफ स्थिति में है C_3 भी अक्रिय हो जायेगा।

यदि In case if the OLT3 of the OLRC ओवर लोड के कारण खुला हो जाता है। C_3 भी अक्रिय हो जायेगा।

कंट्रोल पैनल में यंत्रों और सेंसरों की स्थापना और इसके प्रदर्शन की जाँच (Installation of instruments and sensors in control panel and its performance testing)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **सेंसर की मुख्य विशेषता, अनुप्रयोग की आवश्यकता और प्रकारों का अध्ययन करना**
- **पैनल बोर्ड में आवश्यक सेंसर की विशेषताएँ और प्रकारों का अध्ययन करना**
- **पैनल कंट्रोल बोर्ड के प्रदर्शन के जाँच का वर्णन करना।**

पैनल बोर्ड में यंत्र (Instruments in panel board)

औद्योगिक संचालन में किसी भी प्रक्रिया के लिए कई मशीनों/उपकरणों के लिए आपूर्ति सप्लाई और निरंतर उत्पादन बनाये रखने की आवश्यकता होती है। कुछ मशीनों के लिए ऑपरेटर को हमेशा प्रक्रिया पर कई नियंत्रण संचालित करने की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए एक लेथ मशीन में अलग-अलग कार्यों को करने के लिए जैसेः- टर्निंग, सेपिंग में हमेशा सहायक की आवश्यकता पड़ती है परंतु एक ही कार्य प्रचालन के लिए मशीन को लगातार मेनुअल ऑपरेटर की आवश्यकता नहीं पड़ती।

कार्यशाला में अपने इच्छित कार्य को करने के लिए AC या DC मोटर को प्रचालित किया जाता है। एक बार मशीन स्टार्ट होन के बाद यह अपने निर्धारित काम के लिए कार्य करने जारी रखेगा और इसे सिर्फ ऑन-ऑफ प्रचालन की आवश्यकता होगी। इस प्रचालन की वर्कशॉप के विभिन्न स्थानों में आवश्यकता पड़ सकती है। इस प्रचालन को समय अंतराल में नियंत्रित और देख-रेख करना पड़ता है और निरंतर निगरानी की भी आवश्यकता पड़ सकती है।

यंत्रों का उपयोग विद्युत मात्राओं को मापने में किया जाता है। जो बदले में लोड की स्थिति और प्रदर्शन का फीडबैक देता है। एक मोटर लगातार धारा लेती हे जो अमीटर को जोड़कर मूल्यांकन किया जा सकता है, उसी तरह निर्धारित वोल्टेज, आवृत्ति शक्ति गुणांक आदि को भी मीटरों के द्वारा जाँच किया जा सकता है। यदि मशीनों और मीटरों की संख्या अधिक है तो मापदंडों को अलग-अलग स्थानों पर देखना मुश्किल है। इन मीटरों को स्थापित करने वाला एक पैनल बोर्ड एक स्थान में डाटा एकत्र करने में सहायक होता है। जहाँ विभिन्न मशीनें कार्य कर रही हैं।

मीटरों का चयन मशीन की रेटिंग और कार्यकारी वोल्टेज सीमा में होना चाहिए, एक कम रेंज वाले मीटर को भारी लोड मशीन में रीडिंग के लिए नहीं जोड़ा जा सकता है। यह मीटर और उसके वायरिंग को खराब कर सकता है।

सेंसर के प्रकार, वर्गीकरण और इसका अनुप्रयोग (Sensors types, classification and its application)

सेंसर एक ऐसी युक्ति है जो भौतिक मात्रा को मापता है एक मोटर अपने रेटेड rpm के साथ चल रही है लेकिन कभी-कभी मोटर पर विभिन्न लोड होती है। उत्पन्न की गुणवत्ता मशीन की सटीकता पर निर्भर करती है तब इसे मोटर के रेटेड rpm पर चलाना बहुत महत्त्वपूर्ण है। सर्किट के स्वचालित rpm का सुधार संभव है लेकिन एक सेंसर को कंट्रोल सर्किट में काम करने वाले rpm को वापिस लगाना होगा। इस मामले में एक टेको जनरेटर मोटर के rpm में फीडबैक उत्पन्न करने वाला उपकरण है। टेको जनरेटर को मोटर के शाफ्ट पर लगाया जा सकता है और परिणामी फीडबैक मात्रा (V या I) को कंट्रोल बोर्ड में लाया जा सकता है।

इसी तरह तापमान का माप उपयुक्त सेंसर द्वारा किया जा सकता है चूंकि तापमान सभी विद्युत अनुप्रयोगों के लिए बड़ी समस्या है। तापमान पर निरंतर निगरानी करने से मशीनों के आयु और एक समान उत्पादन के साथ निर्दिष्ट गुणवत्ता बढ़ाने में सहायक होती है। इस तरह तापमान को उपयुक्त सेंसर लगाकर नियंत्रित किया जा सकता है, जो थर्मामीटर-PTC या NTC के साथ तापमान को सुरक्षित सीमा के अंदर नियंत्रित करने में सहायता मिलेगा। सेंसर अवयव को वाइंडिंग में रखते हैं और इससे संबंधित केबल को कंट्रोल पैनल के तापमान सूचक इकाई में सूचना के लिए जोड़ते हैं।

सेंसर एक विशेष प्रकार का ट्राँसड्यूडर है जिसका उपयोग माप इन्स्ट्रुमेंशन या कंट्रोल सिस्टम में इनपुट सिग्नल उत्पन्न करने के लिए किया जाता है। भौतिक मात्रा जैसेः- त्वरण, तापमान, दूरी वेग, प्रकाश स्तर आदि विद्युतीय एनॉलाजी द्वारा सेंसर से सिग्नल पैदा की जाती है।

सेंसर के प्रकार : सेंसर के दो प्रकार हैं (Types of sensors: There are two types of sensors)

a) पेसिव सेंसर (Passive sensor)

b) एक्टिव सेंसर (Active sensor)

a) पेसिव सेंसर (Passive sensor): इसमें सिग्नल उत्पन्न करने के लिए बाहरी पॉवर सप्लाई की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए डायफ्राम का उपयोग दबाव या वेग गेस चादर के दोलनों को ध्वनि तरंग में परिवर्तित करने के लिए किया जाता है।

b) एक्टिव सेंसर (Active sensor): यह सेल्फ जरनेटिंग सेंसर है जिसमें सिग्नल उत्पन्न करने के लिए बाहरी पॉवर स्त्रोत की आवश्यकता नहीं पड़ती। उदाहरणः- फोटो वोल्टाइक सेल, थर्मोकपल, पिजोइलेक्ट्रिक डिवाइस।

सेंसर का वर्गीकरण (Classification of sensors): आउटपुट, अनप्रयोग आदि के आधार पर इसे कई वर्गों में विभाजित किया गया है। इसे मुख्यतः दो भागों में विभाजित किया गया है- a) डिजीटल सेंसर और b) एनालॉग सेंसर।

डिजीटल सेंसर (Digital sensor): इस सेंसर की रिसॉल्यूशन सबसे सटीक और अधिकतम गति वाली है। संविदेत मात्रा में परिवर्तन का पता लगाने की क्षमता उत्कृष्ट है। आउटपुट को हमेशा 180, उच्च और निम्न या हाँ या ना के रूप में लिया जाता है।

एनॉलाग सेंसर (Analog sensor): डिजीटल की अपेक्षा इस सेंसर का रिसॉल्यूशन, कम सटीक कार्पोरेट है यह छोटे परिवर्तन या बदलाव का रिकार्ड करता है, जिसके परिणाम स्वरूप अधिक त्रुटि आती है। इसका उपयोग आमतौर पर बहुत छोटे परिवर्तनों या विविधताओं को रिकार्ड करने के लिए किया जाता है।

इसके अलावा, सेंसर मुख्य रूप से विद्युत सर्किट में तापमान और RPM को मापने के लिए उपयोग किया जाता है। तापमान मापन के लिए उपयोग किये जाने वाले सेंसर निम्नलिखित हैं-

a) थर्मो कपल (Thermo couple)

b) RTD (Resistance Temperature Detector)

c) थर्मीस्टर (Thermistor)

d) आई आर सेंसर (IR sensors (Infra Red))

e) सेमी कंक्डर सेंसर (Semi conductor sensors - VDR, LDR, Photo diode etc.,)

मोटर के RPM मापन के लिए उपयोग किये जाने वाले विभिन्न प्रकार के सेंसर निम्न है,

a) शाफ्ट इनकोडर्स (रोटरी प्रकार) 1-5000 पल्सेस

b) फोटोइलेक्ट्रिक (ऑप्टिकल प्रकार)

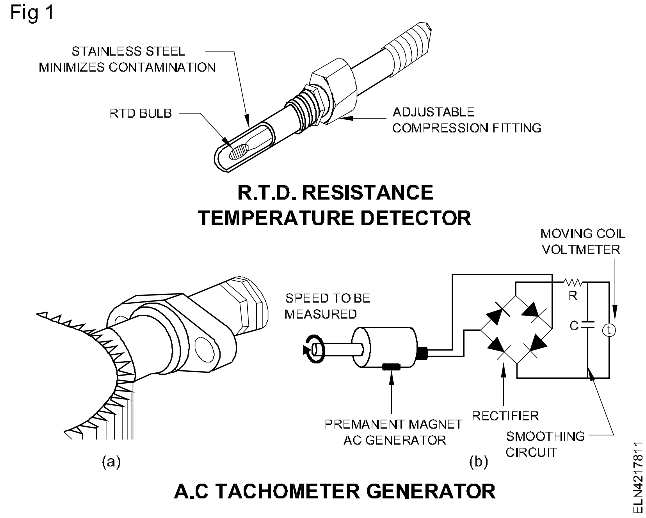
c) चुंबकीय घुर्णीय गति (निकटता प्रकार) - मध्यम या निम्न RPM.

d) फोटो सेंसर रिफ्लेक्शन टॉरगेट - टेकोमीटर - 20-20,000 रेंज

सेंसर असेम्बली और मापन (Sensor assembly and measurements)

रेजिस्टेंस टेम्परेचर डिटेक्टर (RTD) और $\sqrt{1}$ इसके स्थिति का समायोजन का उपयोग करके तापमान मापन, टेकोमीटर सेंसर असेम्बली और AC टोकोमीटर Fig 1 में दिया गया है।AC सप्लाई के दिष्टकरण (rectified) के लिए किया जाता है। प्रेरित emf का आयाम (amplitude) और आवृत्ति शाफ्ट की गति पर निर्भर करता है। इस आयाम और आवृत्ति का उपयोग कोणीय वेग (angular velocity) को मापने के लिए किया जाता है।

Fig 1



A.C TACHOMETER GENERATOR

पैनल बोर्ड के प्रदर्शन की जाँच (Performance testing of panel board)

यह देखना जरूरी है कि पैनल बोर्ड की स्थापना सावधानी पूर्वक करना है क्योंकि इसमें बहुत सारे कनेक्शन और नियंत्रक लगे होते हैं, कोई भी ढीला या गलत कनेक्शन डिवाइस (युक्ति) के प्रदर्शन को प्रभावित करेगा और इसकी लागत अधिक हो सकती है।

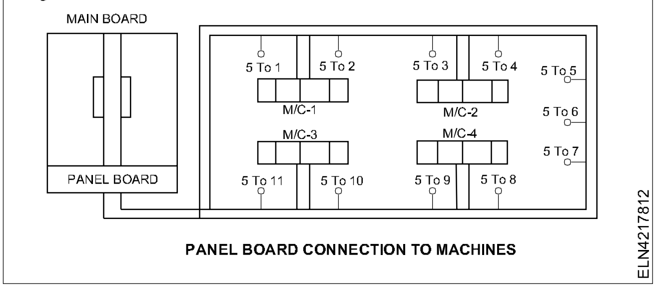
प्रदर्शन का परीक्षण करते समय यह सुनिश्चित करलें कि सभी कनेक्शन और वायरिंग IE नियम के अनुसार सही है। गलत कनेक्शन और खराब सामग्री पैनल बोर्ड को भारी हानी पहुँचायेगी। केबल की कंटीन्यूटी (निरंतरता), अर्थ रजिस्टेंस मान सामान्य IE नियम के अनुसार सुरक्षित स्तर पर रखा जाता है।

पैनल बोर्ड और सभी धात्विक भागों को उचित रूप से अर्थ से जोड़ना चाहिए। यदि पैनल बोर्ड में करंट की मात्रा अधिक है तो इसे अलग से अर्थिंग प्रदान करना चाहिए और मानक के अनुसार रखरखाव करना चाहिए।

पैनल बोर्ड से मशीन का कनेक्शन जितना कम से कम दूरी संभव हो करना चाहिए। यदि मशीन कम धारा लेती है लाइन ड्राप भी कम से कम होगा और परिणामी पॉवर लॉस भी कम होगा। इस तरह केबल की लंबाई भी कम होगा और इसे नगण्य नहीं किया जा सकता, यदि केबल की लंबाई अधिक है तो लाइन लॉस भी बहुत अधिक होगा और यह मशीन और उससे जुड़े केबल की आयु को कम कर देगा। परिस्थितियों और सुविधाओं के अनुसार केबल का प्रयोग करना चाहिए। सीधे सूर्य प्रकाश, गीली स्थिति और आग के समीन या अन्य दूसरी प्रदूषित क्षेत्रों से इसे दूर रखें।

Fig 2 में लोड पॉवर के लिए एक साधारण मॉडल पैनल बोर्ड आपके मार्गदर्शन के लिए दिखाया गया है।

Fig 2



PANEL BOARD CONNECTION TO MACHINES

AC/DC ड्राइव्स (AC/DC drives)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **AC और DC ड्राइवों के प्रकार और उनकी कार्यविधि बताना**
- **AC और DC ड्राइवों का प्रचालन स्पष्ट करना**
- **ब्लोक डायग्राम, DC ड्राईवों के भाग और DC ड्राईव के लाभ तथा हानियाँ बताना।**

पावर ड्राइव (Power drives)

इलेक्ट्रिक ड्राइव को परिभावित किया जा सकता है इलेक्ट्रोमेकेनिकल उपकरणों के रूप में जो इलेक्ट्रिकल ऊर्जा को मेकेनिकल ऊर्जा में परिवर्तित करके उसके मोशन या चाल प्रगति को विभिन्न मशीन और मेकेनिज्म को दिया जाता है ताकि विभिन्न प्रकार की प्रक्रिया नियंत्रित की जा सके ।

परिवहन सिस्टम, रोलिंग मिल्स, पेवर मशीन, टेक्सटाबल्स मिल्स, मशीन टूल्स, पंखे, पम्प, रोबोट, वाशिंग मशीन आदि जैसे बड़ी संख्या में औद्योगिक और घरेलू अनुप्रयोगों में मशीन कंट्रोल की आवश्यकता होती है ।

गति नियंत्रण के लिए नियोजित प्रणालियों को ड्राइव कहा जाताहै गति नियंत्रण के लिए यांत्रिक ऊर्जा की आपूर्ति के लिए डीजल या पेट्रोल इंजन, गैस या स्टीम टर्बाइन, स्टीम इंधन, हाइड्रोलिक मोटर्स और इलेक्ट्रिक मोटर्स जैसे किसी भी मूवर्स का काम करना और इलेक्ट्रिक मोटर्स पर मोशन कंट्रोल ड्राइव का इस्तेमाल करना इलेक्ट्रिक ड्राइव कहलाता है ।

इलेक्ट्रिक ड्राइव का वर्गीकरण (Classification of Electric Drives)

i ऑपरेशन के मोड के अनुसार
- निरंतर ड्यूटी ड्राइव्स
- कम समय की ड्यूटी ड्राइव्स
- रूक रूक कर ड्यूटी ड्राइव्स

ii नियंत्रण के साधन के अनुसार
- मैनुअल या हस्तचालित
- अर्ध स्वचालित
- स्वचालित

iii मशीनों के संख्या के अनुसार
- व्यक्तिगत ड्राइव
- ग्रूप ड्राइव
- मल्टीमोटर ड्राइव

iv डायनामिक और क्षणिक के अनुसार
- अनियंत्रित क्षणिक समय
- नियंत्रित क्षणिक समय
- गतिनियंत्रण की विधि के अनुसार
- प्रतिवर्ती और गैर प्रतिवर्ती स्टेप चाल नियंत्रण
- परिवर्तित स्थिति नियंत्रण
- प्रतिवर्ती और गैर प्रतिपर्ती स्मूथ गति नियंत्रण

पावर ड्राइव्स के लाभ (Advantage of electrical drives)

1 इनका लचीला नियंत्रण अभिलक्षण या विशेषता होती है ।

2 ड्राइव स्वतः दोष का पता लगाने प्रणालियों के साथ प्रदान किया जा सकता है प्रोग्रामेबल लॉजिक नियंत्रक (PLC) और कम्प्यूटर को वांषित अनुक्रम में स्वचालित रूप से ड्राइव ऑपरेशन को नियंत्रित करने के लिये नियोजित किया जा सकता है ।

3 वे विस्फोटक और रेडियोधर्मी वातावरण जैसे लगभग किसी भी परिचालन स्थितियों के लिए उपयुक्त है ।

4 वे टार्क गति और शक्ति की विस्तृत श्रृंखला में उपलब्ध होता है ।

5 यह गति-टॉर्क प्लान के सभी चार quadrants में काम कर सकते हैं।

6 यह तुरंत शुरू किया जा सकता है और तुरंत पूरी तरह लोड किया जा सकता है ।

7 गति नियंत्रण, स्टार्टिंग और ब्रेकिंग के लिए नियंत्रण गियर की आवश्यकता आभतौर पर सरल और संचालित करने में आसान है ।

पावर ड्राइव का विकल्प या चयन (Choice (or) selection of electrical drives)

- इलेक्ट्रिक ड्राइव का चयन महत्वपूर्ण कारको पर निर्भर करता है ।
- स्टडी स्टेट ऑपरेटिंग परिस्थितियों की आवश्यकताएँ ।

स्पीड-टॉर्क अभिलक्षण की प्रकृति, स्पीड रेगुलेशन, स्पीड रेंज, दक्षता, ड्यूटी साइकिल, ऑपरेशन का क्वाड्रान्ट्स (quadrants) गति में उतार चढाव यदि कुछ हो, रेटिंग इत्यादि ।

- क्षणिक ऑपरेशन की आवश्कताएँ ।
- त्वरण और मंदन की वैल्यु, स्टार्टिंग ब्रेकिंग और रिर्वसिंग प्रदर्शन ।
- स्त्रोत से संबंधित आवश्यकताएँ।

स्त्रोत के प्रकार और उसकी क्षमता, वोल्टेज की मात्रा वोल्टेज उतार चढ़ाव, पावर फेक्टर हारमोनिक्स और अन्य लोड पर उनका प्रभाव, रिर्जनरेटिव पावर को स्वीकार करने की क्षमता ।

- यदि कोई हो तो स्थान और वजन का प्रतिबंध ।
- पर्यावरण और स्थान ।
- विश्वसनीयता ।

ग्रूप इलेक्ट्रिक ड्राइव (Group electric drive)

इस ड्राइव के एक एकल मोटर होती है, जो बियरिंग पर लगे एक या एक से अधिक लाइन शाफ्ट को ड्राइव करता है । लाइन शाफ्ट या तो पुली और बेल्ट या गियर के साथ फिट हो सकते है, जिसके माध्यम से मशीनों या तंत्र का एक समूह संचालित किया जा सकता है । इसको कभी कभी **शाफ्ट ड्राइव** भी कहते हैं ।

लाभ (Advantages)

छोटे मोटर्स की संख्या के बजाय बड़े मोटर का इस्तेमाल किया जा सकता है ।

हानियाँ (Disadvantages)

इसमें कोई लचीलापन नहीं होता है । यदि सिंगल मोटर दोष को बढ़ाता है तो पूरी प्रक्रिया बंद हो जाती है ।

व्यक्तिगत इलेक्ट्रिक ड्राइव (Individual electric drive)

इस ड्राइव में प्रत्येक व्यक्तिगत मशीन एक अलग मोटर द्वारा संचालित होती है । यह मोटर मशीन के विभिन्न भागों में गति प्रदान करता है ।

मल्टीमोटर इलेक्ट्रिक ड्राइव (Multi motor electric drive) : इस ड्राइव सिस्टम में, कई ड्राइव है जिनमें से प्रत्येक ड्राइव तंत्र के काम करने वाले भागों से एक को क्रियान्वित करता है ।

जैसे जटिल धातु काटने वाली मशीन टूल्स

पेपर बताने वाले उद्योग

शेलिंग मशीन इत्यादि

एक आधुनिक वेरिएबल स्पीड इलेक्ट्रिकल सिस्टम में निम्नलिखित घटक है ।

- इलेक्ट्रिकल मशीन और भार
- पावर मॉड्यूलेटर
- स्त्रोत
- नियंत्रण इकाई
- सेन्सिंग इकाई

पावर मशीन (Power machine)

गति नियंत्रण अनुप्रयोगों के लिए सबसे ज्यादा इस्तेमाल होनेवाली इलेक्ट्रिकल मशीन निम्नलिखित है ।

DC मशीन (DC machines)

शंट, सीरिज्, कम्पाउण्ड, सेक्रेटली एक्साइटेड DC मोटर्स और स्वीच रिलक्टेन्स मशीन ।

AC मशीन (AC machines)

इंडक्शन, वाउण्ड रोटर, सिन्क्रोनस, PM सिक्रोनस और सिन्क्रोनस रिल्केटन्स मशीन ।

विशेष मशीन (Special machines)

ब्रशलेस DC मोटर्स, स्टेपर मोटर्स स्वीच रियक्टेंस मोटर्स का उपयोग होता है ।

पावर मॉड्यूलेटर (कंट्रोलर) (Power Modulators (Controller))

कार्य (Functions)

- यदि स्त्रोत से मोटर को प्रवाह या शक्ति को नियंत्रित करते है तो लोड से आवश्यक गति हॉर्क विशेषताओं को प्रदान किया जाता है ।
- क्षणिक ऑपरेशन के दतौरान, जैसे स्टार्टिंग, ब्रेकिंग और स्पीड रिवर्सल, जायज सीमा के साथ मोटर करंट को घटा देता है ।
- यह स्त्रोत की इलेक्ट्रिकल ऊर्जा को मोटर से मुताबिक परिवर्तित कर देता है ।
- यह मोटर के संचालक के तरीके को चुनता है (i.e) मोटरिंग और ब्रेकिंग ।

पावर मॉड्यूलेटरर्स के प्रकार (कंट्रोलर) (Types of power modulators (Controllers))

- इलेक्ट्रिकल ड्राइव सिस्टम में पावर मॉड्यूलेटर निम्नलिखित में से एक हो सकता है ।
- कंट्रोल्ड रेक्टिफायर (AC to DC converts)
- इन्वर्टर (DC to AC converters)
- AC वोल्टेस कन्ट्रोलर (AC to DC converters)
- DC चोपर (DC to DC converters)
- साइक्लो कन्वर्टर (Frequency conversion)

पावर स्त्रोत (Power sources)

बहुत कम पावर ड्राइव आमतौर पर सिंगल फेज स्त्रोतों से लिया जाता है । शेष ड्राइव 3-फेज स्त्रोत से संचालित होते है । 415V आपूर्ति से लो और मध्यम पावर मोटर्स को fed किया जाता है । उच्च रेटिंग के लिए मोटर्स को 3.3KV, 6.6 KV और 11 KV रेटेड किया जाता है । कुछ ड्राइव बैटरी से संचालित होती है ।

सेन्सिंग यूनिट (Sensing unit)

- स्पीड सेन्सिंग (मोटर से)
- टॉर्क सेन्सिंग
- पोजिशन सेन्सिंग
- करेंट सेसिंग और वोल्टेज सेन्सिंग (लाइन से या लोड से या मोटर टर्मिनल से)
- तापमान सेन्सिंग

कंट्रोल यूनिट (Control Unit)

कंट्रोल यूनिट में कंट्रोल यूनिट के लिए पावर मॉड्यूलेटर को दिया जाता है लोड की आवश्यकता को मिलाने के लिए मोटर और पावर कन्वर्टर को मिलाते है ।

DC और AC ड्राइव्स की तुलना

DC ड्राइव्स	AC ड्राइव्स
पावर सर्किट और कंट्रोल सर्किट आसान होता है ।	पावर सर्किट और कंट्रोल सर्किट .... हुआ होता है ।
इसको निरंतर रखरखाव की जरूरत होती है ।	कम रखरखाव
कम्युटेटर के कारण मोटर बडी महंगी और भारी हो जाती है ।	इस तरह की कठिनाईयाँ इसके नहीं होती है और यह सस्ती होती है विशेषतः स्क्विरल केज मोटर्स
तेज प्रतिक्रिया और विस्तृत गति सीमा कंट्रोल, पारंपरिक और स्टेट कंट्रोल के द्वारा आसानी से प्राप्त किया जा सकता है ।	सॉलिड स्टेट कंट्रोल में गति सीमा बहुत होती है और पारंपरिक विधियाँ स्टेटड और कम होती है ।
कम्युटेशन के कारण गति और डिजाइन रेटिंग कम होती है ।	स्पीड और डिजाइन रेटिंग की सीमाएँ ज्यादा होती है ।

अनुप्रयोग (Applications)

- पेपर मिल
- सिमेंट मिल
- टेक्टाइल मिल
- शुगर मिल
- स्टील मिल
- इलेक्ट्रिक ट्रेक्शन
- पेट्रोकेमिकल इंड्रस्ट्री
- इलेक्ट्रिकल व्हेहीकल्स

'एड्डी करंट ड्राइव' एक ओर 'इलेक्ट्रिक ड्राइव' का प्रकार होता है ।

एड्डी करंट ड्राइव (Eddy current drives)

एड्डी करंट ड्राइव, फिक्स स्पीड मोटर और एडी करंट क्लच में होता है । क्लच, फिक्स स्पीड रोटर और समायोज्य स्पीड रोटर छोटे से हवा के अंतराल से अलग होते है । फिल्ड क्वाइल में डायरेक्ट करंट मेग्नेटिक फिल्ड उत्पन्न करता है । इससे टॉर्क को ज्ञात किया जाता है जो इनपुट रोटर से आउटपुट रोटर में संचारित होता है । नियंत्रक, परिवर्तित क्लच करंट के द्वारा बंद लूप गति रेगुलेशन देता है, वांछनीय गति पर क्लच केवल उतना ही टॉर्क संचारित करता है जितना संचालित होने के लिए आवश्यक है । विशेषतः स्पीड फीड बैक इंटीग्रल AC टेकोमीटर द्वारा दिया जाता है ।

एड्डी करंट ड्राइव, स्लीप नियंत्रक प्रणाली होता है । स्लीप ऊर्जा सभी ऊष्मा डिसीवेटेड के लिए आवश्यक होता है । इस तरह में ड्राइव्स कम दक्ष वाले होते है । इसकी तुलना में AC/DC-AC परिवर्तन ड्राइव्स ज्यादा दक्ष होते है । मोटर, लोड के द्वारा आवश्यकता के कारण टॉर्क उत्पन्न करता है और पूर्ण गति पर संचालित होता है । पावर, टॉर्क x गति का पाति होता है । इनपुट पावर मोटर स्पीड टाइम, ऑपरेटिंग टॉर्क के आनुपाती होता है । जबकि आउटपुट पावर, आऊटपुट गति समय ऑपरेटिंग टॉर्क होता है । मोटर की गति और आउटपुट गति के बीच के अंतर को स्क्षीप स्पीड कहते है । पावर, **स्लीप स्पीड** समय ऑपरेटिंग टॉर्क के समानुपाती होता है जो क्लच में उष्मा के रूप में जमा होता है ।

DC ड्राइवों का कार्य सिद्धांत (Working principle of DC drives)

DC मोटर में, स्पीड आर्मेचर वोल्टेज के अनुपाती होती है और फिल्ड करंट के व्युत्क्रमानुपाती होती है, और साथ में, आर्मेचर करंट मोटर टॉर्क

$N \propto \frac{E_b}{I_f}$ and $I_a \propto T$ इसलिए प्रयुक्त वोल्टेज को बढ़ाने या घटाने से मोटर की गति भी परिवर्तित होती है । यह रेटेड वोल्टेज तक ही संभावित होती है । यदि बेस स्पीड से ज्यादा स्पीड की आवश्यकता होती है तो फील्ड करंट घट जाती है । (Fig 1)

फील्ड करंट को कम करके, मोटर का फ्लक्स भी घट जाता है और यह आर्मेचर काउंटर emf को घटा देता है । जब कि यह आर्मेचर करंट मोटर टॉर्क को बढ़ाता है और स्पीड बढ़ जाती है । यह दो मूल सिद्धांता DC ड्राइव यह कार्य करते है और मोटर की स्पीड को नियंत्रित करते है ।

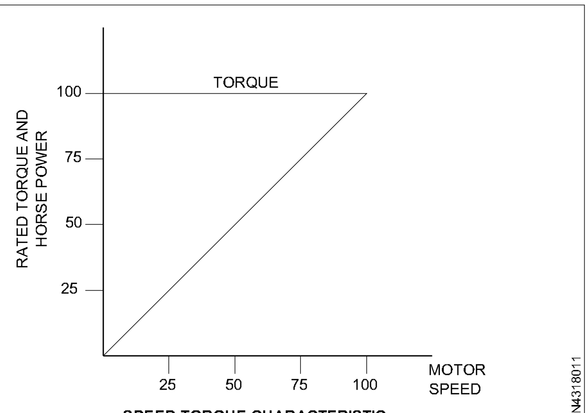
आर्मेचर नियंत्रण DC ड्राइव में आर्मेचर वोल्टेज को परिवर्तित करने से परिवर्तित स्पीड मिलती है जिसे Fig 1 में दिखाया गया है ।

सामान्यतः DC ड्राइव फिक्स फील्ड सप्लाय दी जाती है । पूरी स्पीड रेंज में टॉर्क स्थिर रहता है (जिसे लोड के द्वारा व्याख्या की गई है), मोटर आउटपुट हॉर्स पॉवर, गति का समानुपाती होता है । मोटर अभिलक्षण जो इस ड्राइव का है उसे Fig 1 में दर्शाया गया है ।

स्थिरांक टॉर्क ऑपरेशन (Constant torque operation)

आर्मेचर और फील्ड कंट्रोल्ड ड्राइव्स के मामले में, मोटर के आर्मेचर वोल्टेज को कंट्रोल, मोटर के आधार गति तक कान्सटेन्ट टॉर्क परिवर्तित

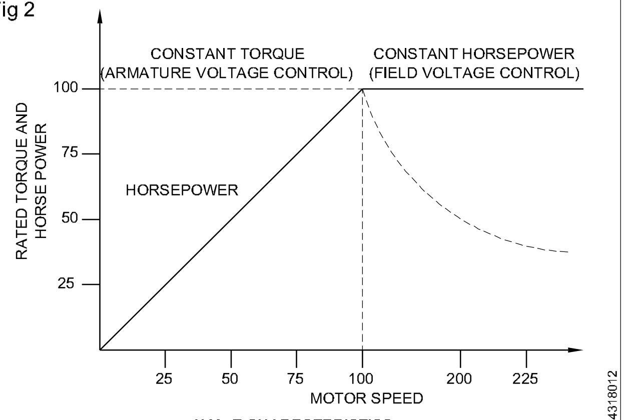
Fig 1



SPEED TORQUE CHARACTERISTIC

HP ऑपरेशन के लिए किया जाता है । और बेस स्पीड ऑपरेशन के ऊपर लिए, ड्राइव को कान्सटेन्ट HP- घटता टॉर्क ऑपरेशन के लिए फील्ड कंट्रोल में स्विच की अधिकतम गति को Fig 2 में दिखाया गया है । हम स्थिति में, फील्ड करंट को कम करने से मोटर की गति इसकी अधिकतम गति तक बढ़ जाता है । Fig 2 में दिखाया गया है ।

Fig 2



N V_B T-CHARECTERISTICS

अधिकांश उदाहरणों में, शंट फील्ड वाइंडिंग एक्साइटेड होती है, साथ में कंट्रोलर से स्थिर लेवल वोल्टेज के साथ, शंट फील्ड वाइंडिंग एक्साइटेड होती है । SCR (silicon controller rectifier) जिसे धायरिस्टर के नाम से भी जाना जाता है । जो पावर स्त्रोत के अल्टरनेटिंग करंट को परिवर्तित DC आऊटपुट में बदलता है । जो DC मोटर के आर्मेचर पर प्रयुक्त किया जाता है । मोटर के आर्मेचर वोल्टेज को रेग्युलेट करके गति नियंत्रण को प्राप्त किया जाता है ।

थायरिस्टर ब्रिज एक तकनीक है जो सामान्य रूप से DC वोल्टेज को परिवर्तित करके DC मोटर की गति को कंट्रोल करता है । महत्वपूर्ण बात यह है कि DC में प्रयुक्त होने वाला वोल्टेज रेटेड नेम प्लेट वोल्टेज से ज्यादा नहीं होना चाहिए ।

टेकोमीटर (फीडबैक डीवाइस) वास्तविक गति को इलेक्ट्रिकल सिरनल में बदलता है जो कि वांछनीय आधार सिग्नल का योग होता है । जोड़ या योग वाले जंक्शन का आऊटपुट कंट्रोलर के त्रुटि सिग्नल में दिया जाता है जिससे गति सही होती है ।

आधुनिक **DC** ड्राइव में **SCRs** को MOSFET s और IGBTs से पूरी तरह से बदल दिया जाता है, ऐसा उच्च गति स्वीचिंग को प्राप्त करने के लिए किया जाता है । स्विचिंग के दौरान AC इनकमिंग पावर और करंट में आनेवाले विकृति को दूर करता है । और ड्राइव्स बहुत दक्ष और शुद्ध होता है ।

सिलिकॉन कन्ट्रोल्ड रेक्टिफायर (Silicon controlled rectifier) (SCRs) का बहुत उपयोग होता है यह उपयोग बड़े DC मोटर ड्राइव्स में होते है पावर कन्वर्सन यूनिट में होता है । गेट टर्मिनल में कम वोल्टेज प्रयुक्त होने पर SCR संचालित होता है प्राणात्मक साइकिल के शुरू होने तक यह लगातर कंडक्ट होता है और यह स्वतः ही बंद हो जाता है SCR के पार्श्व में वोल्टेज तब तक O रहेगा जब तक दूसरा गेट सिग्नल नहीं मिलता है ।

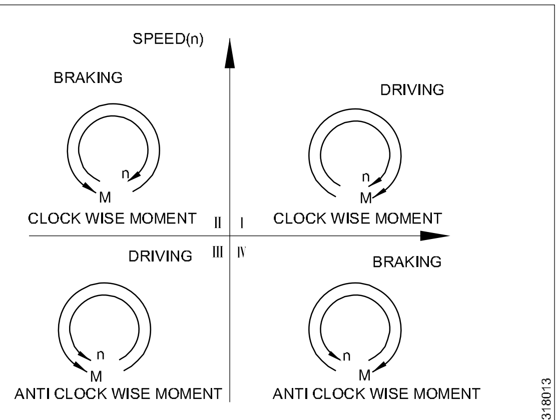
DC ड्राइव्स में SCRs को उपयोग करने का कारण फिक्स AC सप्लाय को वेरिएबल DC सप्लाय में परिवर्तित करना होता है जो मोटर की स्पीड को कंट्रोल करता है । सिंगल फेज AC सप्लाय से कुछ SCR DC ड्राइव्स को सप्लाई दी जाती है और DC रेक्टिफिकेशन के लिए 4 SCRs को ब्रिज के रूप में उपयोग किया जाता है । उच्च पावर DC ड्राइव के मामले में DC ड्राइव के मामले में DC रेक्टिफिकेशन के लिए SCRs को 3-सप्लाय साथ उपयोग किया जाता है ।

DC ड्राइव्स के क्वाइरेन्ट (quadrant) ऑपरेशन के मामले में (फारवर्ड मोटरिंग, फोरवर्ड ब्रेक्रिंग, रिवर्स मोटरिंग और रिवर्स ब्रेकिंग) ब्रिज रेटिफायर में 12 SCRs होते है साथ 3 फेस इनकमिंग सप्लाय उपयोग होती है । हर एक क्वाइरेंट ऑपरेशन के दौरान SCRs ट्रि फेज एंगल पर ट्रिगर होता है जो मोटर के DC वोल्टेज की जरूरत के लिए उस ही क्रम में दिया जाता है ।

ड्राइव ऑपरेशन (Drive operation)

ड्राइव अनुप्रयोग को सिंगल क्वाडरेंट, टू-क्वाडरेंट, थ्री-क्वाडरेंट या चार-क्वाडरेंट के चार्ट को (Fig 3) निम्न प्रकार के व्याख्या की गई है ।

Fig 3



ELECTRIC MOTOR SPEED-TORQUE CHART

क्वाडरेंट I (Quadrant I) : सकारात्मक गति और टॉर्क के साथ ड्रायविंग या मोटरिंग, रिवर्स एक्सीलरेटिंग क्वाडरेंट ।

क्वाडरेंट II (Quadrant II) : सकारात्मक गति और सकारात्मक टॉर्क के साथ जनरेटिंग या ब्रेकिंग, फॉरवर्ड ब्रेकिंग - मंदन क्वाडरेंट ।

क्वाडरेंट III (Quadrant III) : नकारात्मक गति और टॉर्क के साथ ड्राइविंग या मोटरिंग, रिवर्स एक्सीलेटरिंग क्वाडरेंट ।

क्वाडरेंट IV (Quadrant IV) : नकारात्मक गति और सकारात्मक टॉर्क के साथ जंरेटिंग या ब्रेकिंग, रिवर्स ब्रेकिंग मंदन क्वाडरेंट ।

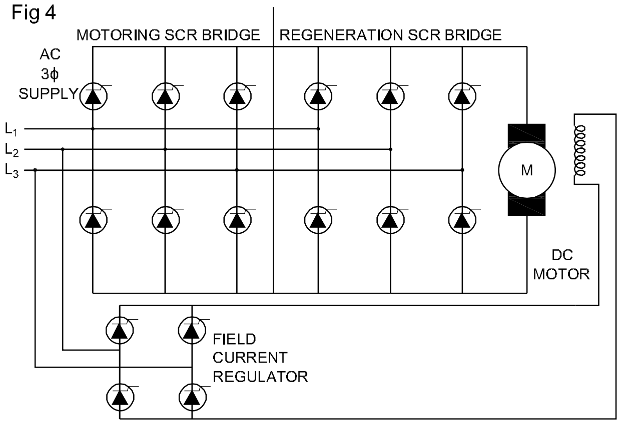
बहुत से अनुप्रयोग सिंगल क्वाडरेंट लोड क्वाडरेंट I में ऑपरेट होता है, जैसे कि परिवर्तित टॉर्क (उदा. सेन्ट्रफ्यूगल पम्प या पंखा इत्यादि)

कुछ अनुप्रयोग टू क्वाडरेंट लोड क्वाडरेंट I और II में ऑपरेट होते है जहाँ गति सकारात्मक होती है किन्तु टॉर्क घ्रुव को बदलता है कुछ स्त्रोत 2 क्वाडरेंट ड्राइव जो लोड की तरह क्वाडरेंट I और III में ऑपरेट होते है जहाँ गति और टॉर्क समान दोनों दिशाओं में समान ध्रुवता (सकारात्मक या नकारात्मक) में वाले होते है ।

कुछ उच्च प्रदर्शन करने वाले अनुप्रयोग चार क्वाडरेंट लोड में (Quadrants I to IV) में शामिल होते है जहाँ गति और टॉर्क कि सी भी दिशा में हो सकते है । जैसे होइस्ट, एलीवेटर और हीलि कन्वेयर्स । ड्राइव्स DC लिंकबस में रिजनरेशन होता है जब इन्वर्टर वोल्टेज मेग्निट्यूड कम होता है तब मोटर बेक - EMF और इन्वर्टर वोल्टेज और बेक - EMF समान घ्रुवता में होते हैं ।

ड्राइव के 4 क्वाइरेंट ऑपरेशन के लिए SCRs कनेक्शन DC आऊटपुट में इनकमिंग 3 फेज़ एसी सप्लाय से होता है जिसे Fig 4 में दर्शाया गया है । इसमें मोटरिंग SCR ब्रिज और रिजनरेशन SCR ब्रिज 4 क्वाडरेंट ऑपरेशन ड्राइव को प्राप्त किया जाता है । कन्ट्रोलर (एनॉलोग और डिजिटल) से गेट सिग्नल प्राप्त किया जाता है ।

Fig 4



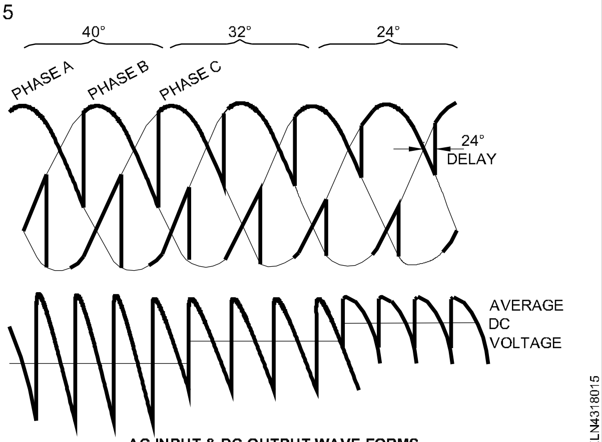
3 PHASE SCR BRIDGE RECTIFIER

'O' डिग्री फेज़ एंगल के साथ यदि SCRs गेट है तो रेक्टिफायर की तरह ड्राइव कार्य करता है जो मोटर को पूर्ण रेक्टिफाइड रेटेड DC सप्लाय डाला जाता है और SCRs के फायरिंग एंगल में परिवर्तन के द्वारा मोटर को परिवर्तित DC सप्लाय दी जाती है ।

DC आउटपुट वोल्टेज वेवफार्म के साथ AC वेवफार्म का संबंध ऊपर सर्किट में (Fig 5) दिखाया गया है । यह औसत DC आउटपुट वोल्टेज 40°, 32° और 24° फायरिंग एंगल में प्राप्त होता है । इस प्रकार से औसत आऊटपुट SCRs के परिवर्तित फायरिंग फेज एंगल द्वारा कंट्रोल किया जाता है ।

फील्ड वाइंडिंग को भी रेग्युलेटेड DC सप्लाय की जरूरत होती है, फील्ड ब्रिज कन्वर्टर में केवल 4 SCRs का उपयोग किया जाता है । यह इसलिए है क्योंकि फील्ड को कभी ऋणात्मक करंट की कभी आवश्यकता नहीं होती है और इस प्रकार दूसरे SCRs सेट की आवश्यकता नहीं होती है, जो आर्मेचर में मोटर को प्रत्यावर्ती घुमाने के लिए उपयोग होती है ।

Fig 5

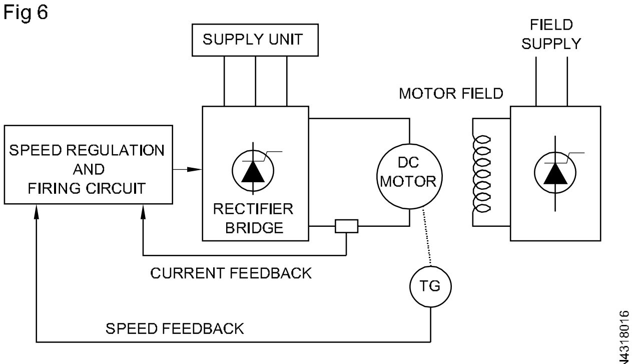


AC INPUT & DC OUTPUT WAVE FORMS

DC ड्राइव का ब्लॉक डायग्राम (Block diagram of DC drive)

DC ड्राइव सिस्टम का ब्लॉक डायग्राम Fig 6 में दिखाया गया है ।

Fig 6



COMPONENTS OF A DC DRIVE SYSTEM

DC ड्राइव इनपुट (DC drive input) : कुछ थायरिस्टर जो DC ड्राइव पर आधारित होते है, सिंगल फेज सप्लाय पर ऑपरेट होते है । और फुल वेव रेक्टिफिकेशन के लिए 4 थायरिस्टर उपयोग होते है । बड़ी मोटर के लिए 3 फेज़ सप्लाय की जरूरत होती है क्योंकि वेवफार्म बहुत ज्यादा स्मूथ होती है । इस तरह के मामलों में फुलवेव रेक्टिफिकेशन के लिए 6 थायरिक्टर की जरूरत होती है ।

रेक्टिफायर ब्रिज (Rectifier Bridge) : कंट्रोल DC ड्राइव के पावर अवयव फुल वेव ब्रिज होते है जो 3 - फेज या सिंगल फेज सप्लाय से चलते है । ऊपर बताया गया है कि कई थायरिस्टर सप्लाय वोल्टेज पर निर्भर रहता है और परिवर्तित हो सकता है ।

मोटर आर्मेचर में, 6 थायरिस्टर ब्रिज रेक्टिफायर, इनकमिंग AC सप्लाय को DC सप्लाय में बदलता है । इन थायरिस्टर के फायरिंग एंगल नियंत्रण मोटर के वोल्टेज को बदलता है । (3 - फेस कन्वर्टर के मामले में)

फील्ड सप्लाय यूनिट (Field Supply Unit (FSU)) : फील्ड वाइंडिंग में प्रयुक्त होनेवाला वोल्टेज आर्मेचर पावर से बहुत कम होता है ।

बहुत से मामलों में 3 - फेज इनपुट से 2 फेज सप्लाय मिस मिलती है (यह सप्लाय आर्मेचर को पावर आर्मेचर) अतः आर्मेचर सप्लाय यूनिट से फील्ड एक्साइटर जोड़ा जाता है ।

फील्ड सप्लाय यूनिट का कार्य फील्ड वाइंडिंग को काल्सटेंट वोल्टेज देना होता है ताकि मोटर में फ्लक्स या स्थिर फील्ड बनता है । कुछ मामलों में, यह यूनिट थायसिक्टर के साथ फिल्ड में प्रयुक्त वोल्टेज को कम करने के लिए

सप्लाय देता है बेस स्पीड के ऊपर मोटर की गति नियंत्रित हो जाती है । परमानेंट मेग्नेट डी सी मोटर्स के मामलों में, ड्राइव में सप्लाय यूनिट नहीं जोड़ा जाता है ।

स्पीड रेग्युलेशन युनिट (Speed Regulation unit) : यह आपरेटर के निर्देशों के साथ फीडबैक सिग्नल की तुलना करता है और कायरिंग सर्किट को उपयुक्त सिग्नल भेजता है । एनालोग ड्राइव में, यह रेगुलेटर यूनिट में वोल्टेज और करंट रेगुलेटर दोनों को रखता है । वोल्टेज रेगुलेटर राति त्रुटि को इनपुट की तरह अपनाता है और आऊटपुट वोल्टेज उत्पन्न करता है जो बाद में करंट रेग्युलेटर में प्रयुक्त किया जाता है ।

करंट रेग्युलेटर आवश्यक फायरिंग करेंट फायरिंग सर्किट के लिए उत्पन्न करता है । यदि ज्यादा गति की आवश्यकता होती है, अतिरिक्त करंट वोल्टेज रेग्युलेटर से निकलता है और तब थायरिस्टर ज्यादा समय के लिए चालू रहता है । सामाम्यतः यह रेग्युलेशन (दोनों वोल्टेज और करंट) समानुपाती - इंद्रीग्रल - डेरिवेटीव कंट्रोलर के साथ पूरा करता है ।

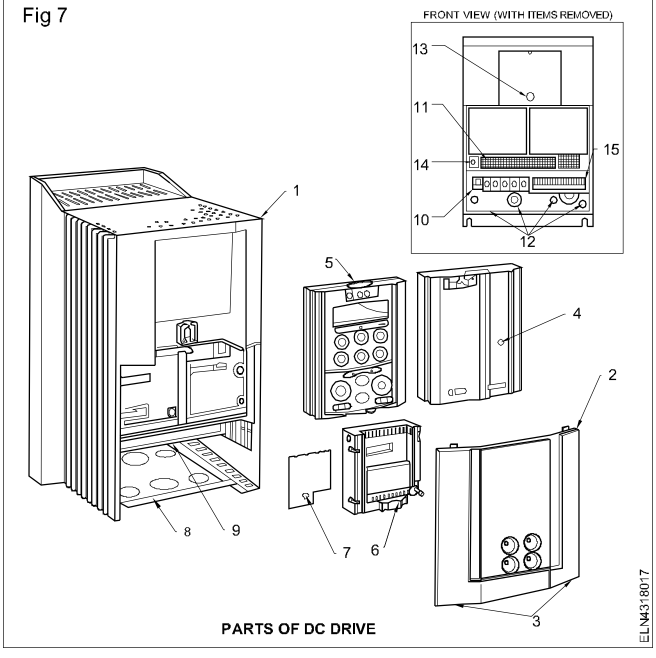
जहाँ बेस स्पीड से ज्यादा स्पीड की जरूरत होती है वहाँ भी फील्ड करंट रेग्युलेटर दिया जाता है ।

DC ड्राइव के भाग (Parts of DC drive)

DC ड्राइव विभिन्न रेटिंग के साथ बहुत से ब्रांड बाजार में उपलब्ध है । इन्हें सामान्य धातु बब्ध या छेद्र में रखा जाता है । पैनल के सामने पावर टर्मिनल, कंट्रोल टर्मिनल, ड्राइव को कंट्रोल करने के लिए की पेड होता है। इसमें प्रोग्राम योग्य ड्राइव के लिए पी सी सेकनेक्ट करने का प्रावधान है ।

DC ड्राइव के मुख्य भाग नीचे दिये गये है और Fig 7 में दर्शाया गया है ।

Fig 7



PARTS OF DC DRIVE

1 मेन ड्राइव असेम्बली

2 टर्मिनल कवर

3 टर्मिनल कवर को बनाए रखने के लिए स्क्रू

4 खाली कवर

5 कीपोड

6 COMMS तकनीकी बॉक्स (वैकल्पिक)

7 गति फीडबैक तकनीकी कार्ड (वैकल्पिक)

8 रलैंड प्लेट

9 पॉवर टर्मिनल शील्ड

10 पावर टर्मिनल

11 कंट्रोल टर्मिनल

12 अर्थिंग / ग्राउण्ड पाइंट

13 कीपेड भाग

14 प्रोग्रामिंग भाग

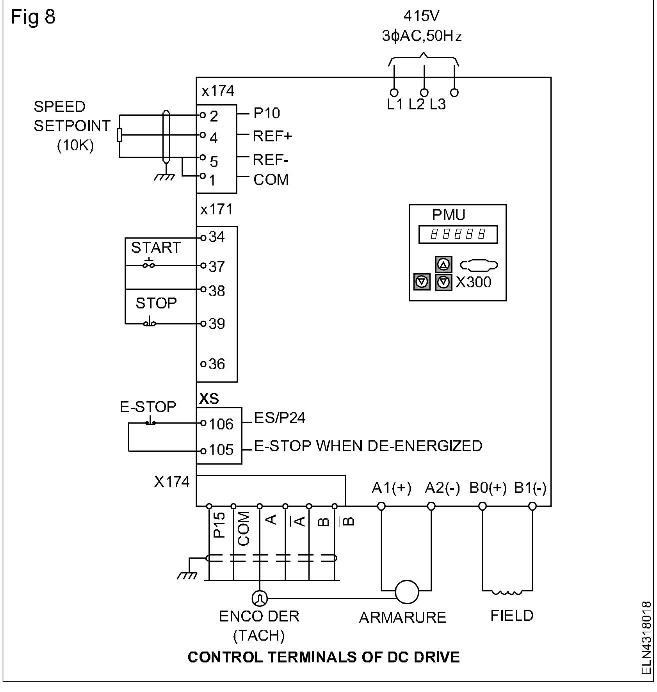
15 सहायक पावर, बाह्य कान्टेक्टर, ब्लोअर और आइमोलेटेड थर्मीस्टर टर्मिनल

पावर और कंट्रोल टर्मिनल (Power and control terminals)

DC ड्राइव में, सामने पैनल के पावर टर्मिनल, L_1, L_2 और L_3 होता है जहाँ 3 फेज इनपुट सप्लाय 415V जोड़ा जा सकता है ।

गति समायोजित पोटेंशियोमीटर के लिए कंट्रोल टर्मिनल दिया जाता है । यह टार्क समायोजित पोटेशियो मीटर, स्टार्ट / रन / स्टॉप स्वीच, JOG / RUN / स्वीच, ऑटो / मेन स्वीच, फॉरवर्ड / रिवर्स स्वीच इत्यादी के लिे भी दिया जाता है । क्रमशः आर्मेचर और फील्ड कनेक्शन के लिए टर्मिनल A_1 & A_2 और B_0 & B_1 होता है । नाम और स्थिति Fig 8 में दर्शाया गया है ।

Fig 8



CONTROL TERMINALS OF DC DRIVE

DC ड्राइव के लाभ (Advantages of DC drive)

- AC से DC को सिंगल पावर के साथ रूपांतरम DC ड्राइव में कम जटिल होता है ।

- DC ड्राइव समान्यतः कम महेंगा होता है ।
- समायोज्य स्पीड मशीन के जैसे लंबे परंपरागत उपयोग DC मोटर्स में होते है और बहुत ज्यादा रेंज में इस उद्देश्य के लिए विकल्प उपलब्ध है ।
- कूलिंग ब्लोअर और इनलेट एयर निकला हुआ कि तारा स्थिर टॉर्क पर बहुत ज्यादा स्पीड रेंज के लिए हवा को ठंडा करने के लिए प्रदान किया जाता है ।
- सामग्री बढ़ते हुए कि तारे और किट को फीडबैक टेकोमीटर और इनकोडर को माउंटिंग के लिए लेते है ।
- ओवर होल्डिंग लोड के लिए निरंतर रिजनरेशन के अनुप्रयोग की जरूरत के लिए DC रिजनरेटिक ड्राउल्य प्रदान किया जाता है ।
- ब्रश को सही प्रयुक्त और कम्युटेटर का रखरखाव कम होता है ।
- DC मोटर रेटेड वोल्टेज का बहुत ज्यादा 400% में स्टार्टिंग और एक्सीलरेटिंग टॉर्क को देने के लिए DC मोटर योग्य रहता है ।
- कुछ AC ड्राइव सुनने योग्य मोटर शोर उत्पन्न कर सकते है जो कुछ अनुप्रयोगों के लिए अवांछनीय होता है ।

DC ड्राइव की हानियाँ (Disadvantages of DC drive)

- कम्युटेटर और ब्रशों के कारण बहुत उलझा हुआ रहता है ।
- AC मोटर से ज्यादा भारी होता है ।
- उच्च रखरखाव की आवश्यकता होती है ।
- AC ड्राइव से ज्यादा बड़ा और बहुत महंगा होता है ।
- उच्च गति संचालन के लिए उपयुक्त नहीं होता है ।

VVVF/AC ड्राईव से 3 फेज़ इन्डक्शन मोटर का गति नियंत्रण (Speed control of 3 phase induction motor by VVVF/AC drive)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **AC ड्राइवों (VFD/VVFD) और AC ड्राइव के द्वारा AC मोटर की स्पीड को बदलने की क्रिया को स्पष्ट करना**
- **AC ड्राइव के ऑपरेशन को ब्लॉक डायग्राम के साथ समझाना**
- **AC ड्राइव के लाभ और हानि की सूची बनाना**
- **AC ड्राइव के भाग और पावर और कंट्रोल टर्मिनल को समझाना**
- **मानदण्ड सेटिंग- AC/DC ड्राइवों / VFD/VVVFD (वेरियबल फ्रिक्वेन्सी ड्राईव/वेरियेबल वोल्टेज/वेरियेबल फ्रिक्वेन्सी ड्राईव)- स्पष्ट करना**
- **वैश्विक मोटर के गति-नियंत्रण को स्पष्ट करना।**

AC ड्राइव्स / VFD/VVVFD (परिवर्तित आवृत्ति ड्राइव परिवर्तित/ वोल्टेज व परिवर्तित आवृत्ति ड्राइव) (AC drives / VFD/VVVFD (Variable Frequency Drive/ Variable Voltage Variable Frequency Drive))

AC ड्राइव उद्योग तेजी से बढ़ रहा है । आज यह हर किसी से ज्यादा महत्वपूर्ण है, टेक्नीशियन और रखरखाव व्यक्ति के लिए AC ड्राइव संस्थापन को आसानी से चलने के चलाये रखा जा सकता है । ड्राइव मोटर को दी जाने वाली पावर सप्लाय के वोल्टेज और फ्रिक्वेंसी को बदलकर AC मोटर की गती को बदला जा सकता है । पावर फेक्टर को बनाए रखने और अत्यधिक उष्मा को कम करने के क्रम के लिए नेम प्लेट वोल्ट्स/हट्‌र्ज अनुपात को बनाए रखना चाहिए । यह VFD (परिवर्तित आवृत्ति ड्राइव) का मुख्य कार्य होता है ।

AC ड्राइव के अनुप्रयोग (Applications of AC drives)

1 AC ड्राइव का उपयोग स्किवरल केज इंडक्शन मोटर के स्पेपलेस स्पीड कंट्रोल के लिए किया जाता है । सबसे ज्यादा इसका उपयोग प्रक्रिया प्लांट में खुरदुरापन और संबी लाइफ में रखरखाव मुक्त होता है ।

2 AC ड्राइव बदला इनाउटपुट वोल्टेज और फिक्वेंसी को सोफीस्टीकेटेड (जटिल) माइक्रोप्रोसेसर कंट्रोल इलेक्ट्रानिक उपकरण के द्वारा AC मोटर की गति को नियंत्रित किया जाता है ।

3 AC ड्राइव में रेक्टिफायर और इन्वर्टर यूनिट होती है । रेक्टिफायर AC को DC वोल्टेज में बदलता है और इन्वर्टर DC वोल्टेज को वापिस AC वोल्टेज में बदलता है ।

AC ड्राइव के उपयोग के द्वारा AC मोटर के गति को बदलना (Changing of speed of AC motors by using AC drive)

AC मोटर के कार्य सिद्धांत से मोटर की सिन्क्रोनस स्पीड N_s rpm में जो आवृत्ति पर निर्भर करती है । इसलिए पावर सप्लाई की फ्रिकवेंसी को AC ड्राइव के द्वारा बदला जाता है । यह सिन्क्रोनस स्पीड का कंट्रोल कर सकता है ।

स्पीड (rpm) = आवृत्ति (Hertz) x 120 / ध्रुवों की संख्या

जहाँ

आवृत्ति = पावर सप्लाय की विद्युत आवृत्ति हटने में

पोलों की संख्या = मोटर स्टेटर में इलेक्ट्रिकल पोल की संख्या इसलिए AC मोटर की गति आसानी से मोटर पर प्रयुक्त होनेवाली आवृत्ति को घटन परिवर्तित कर समायोजित किया जा सकता है । दूसरा रास्ता भी है जिसके द्वारा विभिन्न गति पर AC मोटर काम कर सकती है अर्थात् पोलों की संख्यत को परिवर्तित करने के लिए, VFD मोटर इनपुट के आवृत्ति और वोल्टेज का कंट्रोल प्रदान करता है । चूंकि आवृत्ति वाले की तुलना में आसानी से बदला जाता है । AC ड्राइव जल्दी जल्दी उपयोग में आते है ।

स्थिरांक V/F अनुपात ऑपरेशन (Constant V/F ratio operation)

यदि समान वोल्टेज घटी हुई आवृत्ति पर प्रयुक्त की जाती है तो, मेग्नेटिक फ्लक्स बढ़ जाता है और मेग्नेटिक कोर को सेच्युरेट कर देता है । जिससे मोटर का प्रदर्शन खराब हो जाता है । मेग्नेटिक सेच्युरेशन को दूर करने के लिए ϕ_m को स्थिर रखना पड़ता है ।

सभी AC ड्राइव वोल्टेज से आकृति (फ्रिक्वेंसी) (V/f) अनुपात को स्थिर बनाए रखता है । यह सभी स्पीड पर लागु होता है और यह कारण है फेज वोल्टेज V, आवृत्ति f और मेग्नेटिक फ्लक्स ϕ में संबंध समीकरण

$V=4.444\,f\,N\,\phi_m$

या

$V/f = 4.444 \times N\,\phi_m$

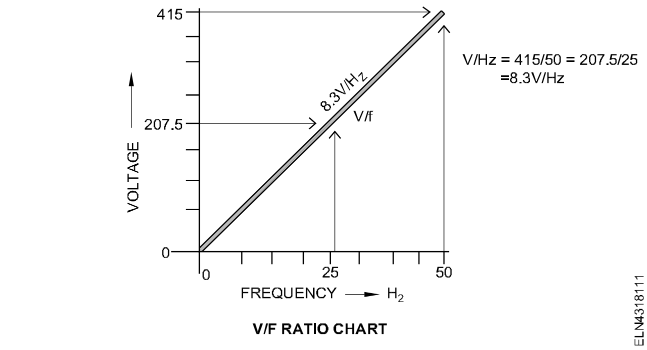
जहाँ N = Turn/phase की संख्या

ϕ_m = मेग्नेटिक फ्लक्स

AC मोटर टॉर्क स्टेटर फ्लक्स और रोटर करंट का गुणनफल होता है । सभी गति पर रेटेड टॉर्क को बनाए रखने के लिए, कांन्सटेन्ट फ्लक्स उसकी रेटेड वेल्यु पर बने रहना चाहिए । जो कि सामान्यतः वोल्टेज से आवृत्ति (V/f) अनुपात का कान्सटेन्ट रखकर किया जा सकता है । AC ड्राइव का सटेन्ट लगभग प्लस्थ जीरो (0) से मोटर की नेमप्लेट कि आवृत्ति (सामान्यतः 50Hz) के साथ मोटर को ऑपरेट करने के लिए सक्षम होता है । यह कान्सटेन्ट टॉर्क रेंज होती है । जब तक सतत वोल्ट्स/हट्‌र्ज अनुपात बने रहेगा मोटर टॉर्क अभिलक्षण भी सतत रहेगा । AC ड्राइव आवृत्ति को परिवर्तित करता है तो मोटर की गति भी बदलती है और वोल्टेज समानुपातिक सतत् फ्लक्स को बनाएं रखता है । Fig 1 में ग्राफ दिखाया है जिसमें वोल्ट/हट्‌र्ज अनुपति की 415 v, 50 Hz मोटर है ।

415 v मोटर को 50% गति पर सही अनुपात के साथ संचालित करते है, प्रयुक्त वोल्टेज और आवृत्ति 207.5V volts, 25 Hz होना चाहिए । वोल्टेज और आवृत्ति अनुपात 50Hz तक की किसी भी गति को बनाए रख सकता है । यह सतत् टार्क रेंज की ऊपर लिनिट की व्याख्या करता है।

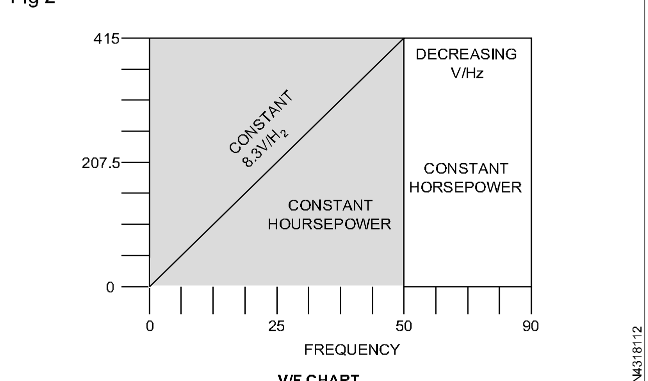
Fig 1



V/F RATIO CHART

कुछ अनुप्रयोग को मोटर की आवश्यकता होती है तो ऊपर दी गई बेस स्पीड पर संचालित होते है । इस तरह के अनुप्रयोग की प्रकृति की कम टॉरर्क उच्च गति पर, की आवश्यकता होती है । वोल्टेज, कभी भी सप्लाय वोल्टेज से उच्च नहीं हो सकता है । यह Fig 2. में सचिव दिखाया है । वोल्टेज 50Hz से ऊपर किसी भी गति पर 415 v ही रहता है । मोटर उसकी रेटेड आवृत्ति से ज्यादा पर ऑपरेट होता है तो यह जिस क्षेत्र में ऑपरेटिंग होता है । वह सतत् हॉर्स पावर कहलाता है । सतत् वोल्ट/हट्र्ज और टॉर्क 50Hz तक बने रहता है । 50Hz के ऊपर V/Hz अनुपात घट जाता है । V/Hz अनुपात 25 Hz पर 8.3, 50Hz पर 8.3, 70Hz पर 5.93 और 90Hz पर 4.61 होता है । फ्लक्स (Φ) और टार्क (T) घट जाता है । मोटर का ऑपरेशन रोक नेमप्लेट स्पी (बेस स्पीड) के ऊपर संभव है, किंतु इस स्थिति की सीमा यह है कि इसे मोटर की नेमप्लेट रेटिंग से ज्यादा की आवश्यकता नहीं होती है । यह कभी-कभी "फिल्ड विकनींग" और कहलाता है AC और मोटर, रेटेड V/Hz से कम बर और रेटेड नेमप्लेट स्पीड से ज्यादा पर ऑपरेट होती है ।

Fig 2



V/F CHART

AC ड्राइव का ब्लॉक डायग्राम (Block diagram of AC drive)

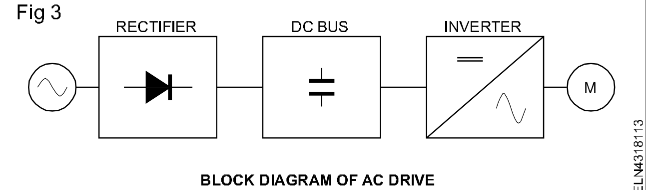
इंसुलेटेड - गेट - बायागेलर - ट्राजिस्टर (IGBT) में, जैसे इन्वर्टर स्विचिंग उपकरण होता है, पिछले को दशकों से वर्चस्व में आया है ।

IGBTs (इन्सुलेटेड गेट बायपोलर ट्रांजिस्टर) उच् स्पीड स्विचिंग गति देता है जो PWM (पल्स विड्थ मोड्युलेशन) इन्वर्टर ऑपरेशन के लिए जरूरी होता है । IGBTs कई हजार गुना सेकंड के लिए स्विचिंग ऑन और ऑफ के योग्य होता है । IGBT 400 नैनोसेकंड 5 से भी कम में टर्न ऑन और लगभग 500 नैनोसेकंड में ऑफ हो जाता है । IGBT में गेट, कनेक्टर और एमीटर होता है । जब IGBT के गेट पर धनात्मक वोल्टेट (+15 VDC) प्रयुक्त किया जाथ्ता है तो IGBT टर्न ऑन से जाता है । इस ही तरह से स्वीच का बंद होना होता है । करंट कलेक्टर और एमीटर के बीच बहती है ।

जब गेट से धनात्मक वोल्टेज को हटा दिया जाता है तो IGBT टर्न ऑफ हो जाता है । ऑफ स्टेट के दौरान IGBT गेट वोल्टेज सामान्य रूप से कम ऋणात्मक वोल्टेज (-15 VDC) कि उपकरण को टर्निंग ऑफ से बचाने के लिए दिया जाता है । लो IGBT का गेट स्विचिंग ऑन ऑफ ऑपरेशन को कंट्रोल कर सकता है ।

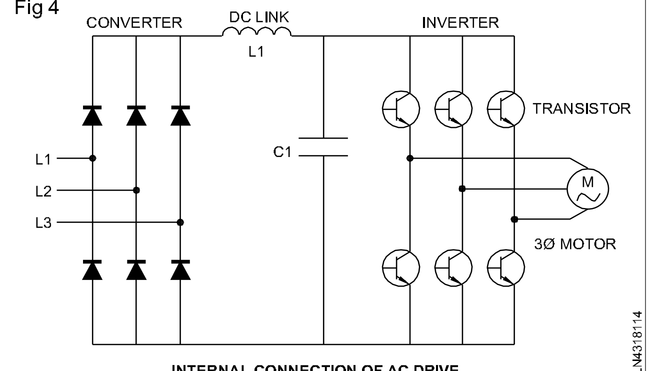
Fig 3 AC ड्राइव का ब्लॉक डायग्राम दर्शाता और Fig 4 आंतरिक कनेक्शन डायग्राम को दर्शाता है । AC ड्राइव मूल चयन है, रेक्टि फायर, DC बस और इन्वर्टर AC ड्राइव में रेक्टिफायर का उपयोग इनकर्मिंग AC पावर को DC पावर में परिवर्तित करने के लिए किया जाता है रेक्टिफायर में पावर को रेक्टिफाय करने के लिए डायोड, सिलिकॉन कन्ट्रोल्ड रेक्टिफायर (SCR) या ट्रांजिस्टर का उपयोग किया जाता है । यह AC ड्राइव में ट्रांजिस्टर में किया जाता है तो इसे "एक्टिव फ्रंट ऐंड" कहते है ।

Fig 3



BLOCK DIAGRAM OF AC DRIVE

Fig 4



INTERNAL CONNECTION OF AC DRIVE

बाद में रेक्टिफायर के द्वारा पावर प्रवाहित होती है, यह DC में संग्रहित होती है । DC बस में केपेसिटर लगे होते है जो पावर को रेक्टिफायर से अपनाते है संग्रहित करते है, और बाद में इन्वर्टर सेक्शन के द्वारा पावर को पहुँचाते हैं । DC बस में इंडक्टर, DC लिंक, चोक या इंडक्टर के समान सामग्री हो सकते है इनके द्वारा इनकमिंग पावर सप्लास को DC बस में दिया जाता है ।

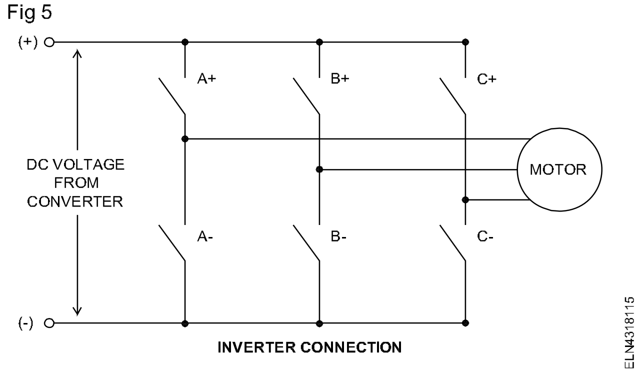
इन्वर्टर (Inverter) : इन्वर्टर वह उपकरण होता है जो DC को AC में परिवर्तित करता है । इन्वर्टर में ट्रांजिस्टर होते है जो पावर को मोटर में पहुँचाते है । "इंसुलेटेड गेट वाइपोलर ट्रांजिस्टर" (IGBT) आधुनिक AC

ड्राइव के लिए समाना विकल्प है । IGBT कई हजार गुणा/सेकंड में स्विच ऑन और ऑफ हो सकते है । और मोटर से पहुँचना वाली पावर को कंट्रोल भी करता है । "पल्स विड्च मॉड्युलेश्न" (PWM) विधी में IGBI का उपयोग किया जाता है । जो मोटर की वांछनीय आवृत्ति पर साइनवेव करंट देता है ।

निम्नलिखित उदा. में कैसे तीन फेज आउटपुट का एक फेज़ में विकसित और नियंत्रण होता है । वोल्टेज जो विशिष्ट क्रम में खुलने और स्विचिंग के बंद होने से प्रत्यावर्त होता है धनात्मक और ऋणावर्त होता है धनात्मक औरर ऋणात्मक के बीच और विकसित होता है । उदाहरण के लिए स्टेप एक और दो के दौरान A+ और B- बंद है । A और B के बीच में आउटपुट वोल्टेज धनात्मक है । स्टेप 3 में A+ और B+ बंद है । A और B के बीच विभान्तर 'O' (zero) है । आउटपुट वोल्टेज 'O' होगा । स्टेप 4 और 5 के दौरान A- और B+ होगा । स्टेप 6 के दौरान A- और B- बंद होगे और A और B के बीच फिर से विभवान्तर 'O' होगा ।

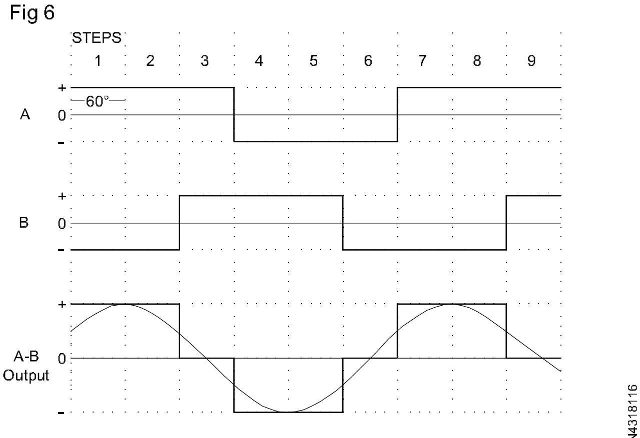
यह समान प्रक्रिया 1 से 6 को दोबारा स्टेप 7 और उससे भी ज्यादा करेंगे । यह निरंतर होगा । Fig 5 इन्वर्टर का आंतरिक कनेक्शन दिखाता है जो DC को AC में परिवर्तित करता है । Fig 6 इन्वर्टर की आउटपुट वेवफॉम को दिखाता है । केवल एक एकल वेवफार्म को A और B के बीच स्विचिंग क्रिया को दर्शाता है । दो दूसरी वेवफॉर्म B और C और A और C एक साथ बनती है जो 3 फेस AC सप्लाय की वेवफॉर्म होती है । आउटपुट वोल्टेज का मेग्निट्यूड और आकृति IGBTs के स्विचिंग क्रिया के स्पीड पर निर्भर करती है ।

Fig 5



INVERTER CONNECTION

Fig 6



OUTPUT WAVE FORM OF INVERTER

AC ड्राइव के लाभ और हानियाँ (Advantages and disadvantages of AC drive)

लाभ (Advantages)

- बहुत सारे अनुप्रयोगों में 3 फेस AC इंडक्शन मोटर्स परंपरागत कम लागत में उपयोग होता है ।
- वास्तव में AC मोटर्स को रखरखाव की आवश्यकता नहीं होती है और अनुप्रयोग के लिए पसंद किया जाता है । जहाँ पर मोटर ऐसे क्षेत्र में लगी होती है जहाँ सर्विसिंग पर पहुँचा और बदलाव आसान नहीं होता है ।
- AC मोटर्स छोटी, हल्की, आसानी से मिलने वाली और DC मोटर्स की तुलना में कम महंगी होती है ।
- AC मोटर्स, उच्च स्पीड ऑपरेशन के लिए बहुत अच्छी होती है चूँकि इसमें कोई ब्रंश नहीं होता और कम्युटेशन भी परेशानी नहीं होती है।
- जब कभी ऑपरेटिंग वातावरण वाला हो, कोरोसिव या एक्सप्लोजिव हो तो विशेष मोटर के तरफ से बंद करने की आवश्यकता होती है । विशेष AC मोटर इनक्लोसर प्रकार आसानी से कम किमत पर मिल जाती है ।
- सिस्टम में बहुत सारी मोटर्स एक ही आकृति/राति पर एक साथ ऑपरेट होती है ।

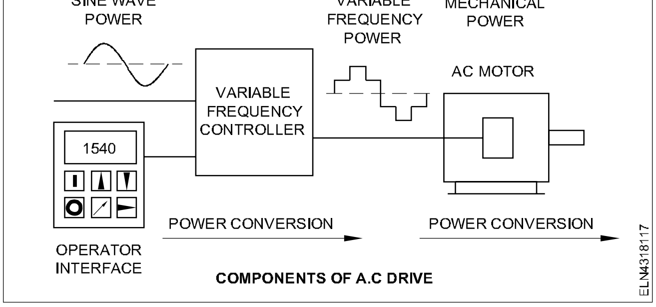
हॉनियाँ (Disadvantages)

- विशेष मोटर की वाइडिंग पर्याप्त रूप से डंडी नहीं हो पाती यह कम गति या इलेक्ट्रिकल वेवफॉर्म के सही नहीं होने पर होती है ।
- भारी वाइंडिंग के साथ AC ड्राइव को मोटर को संस्तापित करने की जरूरत होती है ।
- AC ड्राइव की जटिल इलेक्ट्रानिक सर्किट होता है तो दोष रेक्टिफिकेशन की लागत ज्यादा होती है ।
- AC ड्राइव समान वेवफॉम उत्पन्न करता है परफेक्ट साइज वेव नहीं बनाता/पावर समानता में यह नीचे दिखाता है ।

AC ड्राइव के अवयव (Components of AC drive)

परिवर्तित आवृत्ति ड्राइव वह उपकरण है जो ड्राइव सिस्टम में उपयोग होता है और यह ३ मुख्य सबस्टेन में होता है । AC मोटर, मुख्य ड्राइव कंट्रोलर, असेम्बली और ड्राइव/ऑपरेटर इन्टरफेस जो Fig 7 में दर्शाया है ।

Fig 7



COMPONENTS OF A.C DRIVE

AC मोटर (AC motor)

AC इलेक्ट्रिक मोटर VFD में उपयोग की जाती है यह सामान्यतः 3 फेज इंडक्शन मोटर होती है । कुछ प्रकार की सिंगल फेज मोटर भी उपयोग की जा सकती है, किंतु 3 फेज मोटर को ही अपनाया जाता है । कुछ परिस्थितियों में विभिन्न प्रकार की सिन्क्रोनस मोटर्स लाभ देती है किंतु 3-फेस इंडक्शन मोटर्स कई उद्देश्यों के लिए सही होती है और सामान्यतः इकोनॉमीकल मोटर का चयन किया जाता है । मोटर जो फीक्स स्पीड ऑपरेशन के लिए डिजाइन की जाती है का उपयोग करते है । इन्डक्शन मोटर पर लगाया गया वोल्टेज स्ट्रेस जो सप्लाय VFD से मिलता है इसलिए कुछ मोटर (डिजाइनाइर) निश्चित प्रयोजन इन्वर्टर फेड ड्यूटी के लिए डिजाइन किया जाता है ।

कंट्रोलर (Controller)

VFD कंट्रोलर सोलिड स्टेट पावर इलेक्ट्रानिक परिवर्तन होता है, सिस्टम में 3 अलग सब-सिस्टम होते है, रेक्टिफायर ब्रिज कन्वर्टर, डायरेक्ट करंट लिंक और इन्वर्टर वोल्टेज स्वोत इन्वर्टर (VSI) ड्राइव बहुत सामान्य प्रकार का ड्राइव है । बहुत से ड्राइव AC से AC ड्राइव होते है जो AC लाइन इनपुट की AC इन्वर्टर आउटपुट में परिवर्तित करता है । जैसे कुछ अनुप्रयोगों में, जैसे सामान्य DC बस या सोलर अनुप्रयोग, ड्राइव्स में DC-AC ड्राइव्स होते है । VSI ड्राइव के लिए बहुत सामान्य रेक्टिफायर कन्वर्टर है जो 3 फेस, 6 पल्स, फुलवेव डायोड ब्रिज होता है ।

VSI ड्राइव में, DC लिंक में केपेसिटर होते है जो DC आउटपुट रिवल को कन्वर्टर बाहर कर देता है । और कडोर इनपुट इन्वर्टर को प्रदान करता है । यह साफ DC वोल्टेज आधी-साइजों सोइबल AC वोल्टेज आउटपुट में परिवर्तित होता है और इन्वर्टर सक्रिय स्विचिंग तत्व में उपयोग होता है । VSI ड्राइव उच्च पॉवर फेक्टर देता है और कम हार्मोनिक विकृति देता है । यह फेस-कंट्रोल करंट - स्रोत इन्वर्टर (CSI) और लोड-कम्युटेटेड इन्वर्टर (LCI) ड्राइव की तुलना में देता है ।

हालांकि, स्पेस वेक्टर पल्स बीडथ मोड्युलेशन (SVPWM) बहुत ज्यादा प्रसिद्ध हो रहा है । साइनो सोइडल PWM (SPWM) बहुत सीधी फॉरवर्ड विधि है जो ड्राइव मोटर वोल्टेज (या करंट) और आवृत्ति को बदलता है । (SPWM) कंट्रोल कठोर - साइनो सॉइल्स के साथ परिवर्तित - पल्स - विड्थ आउटपुट का निर्माण मोड्यूलेटिंग साइनो साइडल सिसल के साथ सा-टूथ केरियर सिग्नल के आंतरिक विभाजन से होता है । जो ऑपरेटिंग आवृत्ति में परिवर्तित होती है साथ ही साथ वोल्टेज (या करंट) में ।

एम्बेडेड माइक्रोप्रोसेसर VFD कंट्रोलर के पूरे ऑपरेशन को चलाता है । माइक्रो प्रोसेसर की बेसिक प्रोग्रामिंग यूजर - इनएक्सेसिबल फर्मवेयर की जैसा प्रदान किया है । यूजर प्रोग्रामिंग डिस्प्ले, परिवर्तित और फक्शन ब्लाक पेरामीटर नियंत्रण, सुरक्षा और VFD, का निरीक्षण, मोटर और ड्रिवन उपकरण के लिए दिए गए है ।

ऑपरेटर इन्टरफेस (Operator interface)

मोटर को स्टार्ट और बंद (स्टॉप) के लिए आपरेटर होता है । जिसके लिए ऑपरेटर इंटरफेस दिया गया है और यह ऑपरेटिंग गति को समायोजित करता है । अतिरिक्त ऑपरेटर कार्य को नियंत्रित रखता है जिसमें रिवर्सिंग और हस्तचालित गति समायोजन और स्वचालित नियंत्रण के बीच स्विचिंग होता है जो बाह्य प्रक्रिया नियंत्रण सिग्नल से मिलता है । ऑपरेटर इंटरफेस में अक्षराकीय डिसप्ले होता है और इंडीकेशन लाइट और मीटर जो ड्राइव के ऑपरेशन के बारे में पूरी जानकारी प्रदान करें ।

VFD कंट्रोलर के सामने ही ऑपरेटर इंटरफेस की पेड और डीसप्ले यूनिट दी जाती है जो Fig 7 में प्रदर्शित है । कीपेड डिसप्ले यूनिट अक्सर केबल से जुड़ा होता है और VFD कंट्रोवप ले कम दूरी पर लगाया जाता है । यह इनपुट और आउटपुट (I/O) टर्मिनल के साथ भी दिये जाते हैं जो पुश बटन, स्वीच और अन्य ऑपरेटर इन्टफेस उपकरण या कंट्रोल सिग्नल से जुड़े होते है । VFD में सिरियल कम्युनिकेशन, पोर्ट को भी अनुमति दी गई है जो VFD की व्यवस्था, समायोजन, निरीक्षण और नियंत्रण करता है यह कम्प्यूटर का उपयोग करके करता है ।

AC ड्राइव का ऑपरेशन (Operation of AC drive)

जब VFD प्रयुक्त आवृत्ति पर शुरू की जाती है और वोल्टेज नियंत्रण दर या रेम्प पर बढ़ता है तो लोड़ त्वरित होता है । यह स्टार्टिंग विधि विशेषतः मोटर के रेटेड टॉर्क का 150% विकसित करने के लिए अनुभति देता है जब कि VFD लो स्पीड रेज पर मेन्स से रेटेड करंट का 50% कम ही लेता है । VFD को समायोजित किया जा सकता है जिससे स्टडी 150% स्टर्टिंग टॉर्क उत्पन्न हो सके और यह फुलस्पीड तक खड़ा रह सके। जब कभी, मोटर कूलिंग बिगड़ता है स्पीड घट जाती है इस प्रकार कम-गति ऑपरेशन बढ़ाना साथ में महत्वपूर्ण टॉर्क संभव नहीं है यदि अलग से मोटराइण्ड पंखा वेन्टीलेशन न हो ।

VFD, के साथ, बंद होने का क्रम, चालू होने के क्रम से बिलकुल विपरीत होता है । कंट्रोल रेट पर आवृत्ति और वोल्टेज जो मोटर में प्रयुक्त होते है बढ़कर गिर जाते है । जब आवृत्ति की पहुँच होती है तो मोटर बंद हो जाती है । ब्रेक्रिंग सर्किट में अतिरिक्त ब्रेकिंग टॉर्क प्राप्त किया जा सकता है । ब्रेकिंग एनर्जी को डिसिपेट करने के लिए ये किया जाता है । (प्रतिरोध कंट्रोल, ट्रांजिस्टर के द्वारा) ।

AC ड्राइव के भाग (Part of AC drive) (Fig 8a & 8b)

AC ड्राइव विभिन्न रेटिंग के बहुत से ब्रांड बाजार में आसानी से मिल जाते है यह सामान्यतः धालिक इनक्लोसर में जोड़े जाते है । फ्रंट पेनल में पावर इनपुट और आउटपुट टर्मिनल कंट्रोल टर्मिनल, कीपेड (ऑपरेटर इन्टरफेस) ड्राइव को कंट्रोल के लिए इत्यादि होते है । ड्राइव की प्रोग्रामिंग करने के PC को जोड़ने का प्रस्ताव होता है ।

मुख्य भाग नीचे दिये गये है और Fig 8a और 8b में दर्शाया गया है ।

1 माउटिंग स्क्रु छेद

2 नेमप्लेट लेबल

3 नीचे का कवर

4 डीजिटल की पेड

5 ऊपर का कवर

6 वेन्टीलेशन या रोशनदान छेद

7 इनपुट टर्मिनल

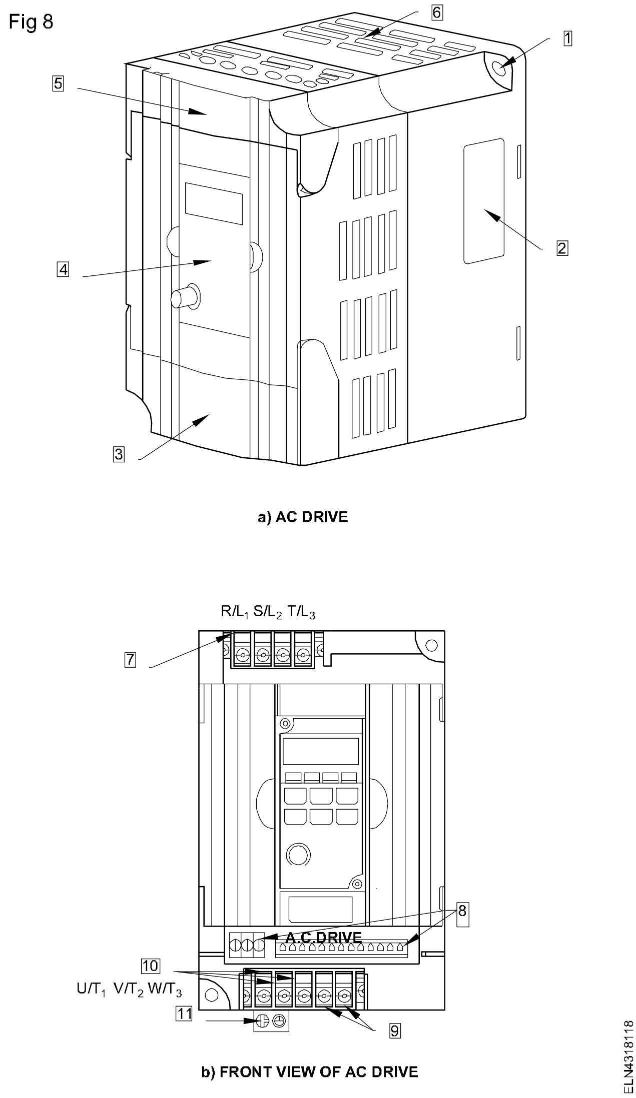
8 कंट्रोल यूनिट/आउटपुट टर्मिनल

9 बाह्य ब्रेक प्रतिरोध टर्मिनल

10 आउटपुट टर्मिनल

11 ग्राइण्डिंग

Fig 8



पावर और कंट्रोल टर्मिनल (Power and control terminals)

AC ड्राइव में फ्रंट पेनल पर, इनपुट पावर टर्मिनल होते है viz R/L_1, S/L_2 और T/L_3 जहाँ 3 ∅ AC 415V, 50Hz सप्लाय जुड़ी होती है । 3∅ इंडक्शन मोटर आउटपुट पावर टर्मिनल से जुड़े होते है जैसे U/T1, V/T2 और W/T3.

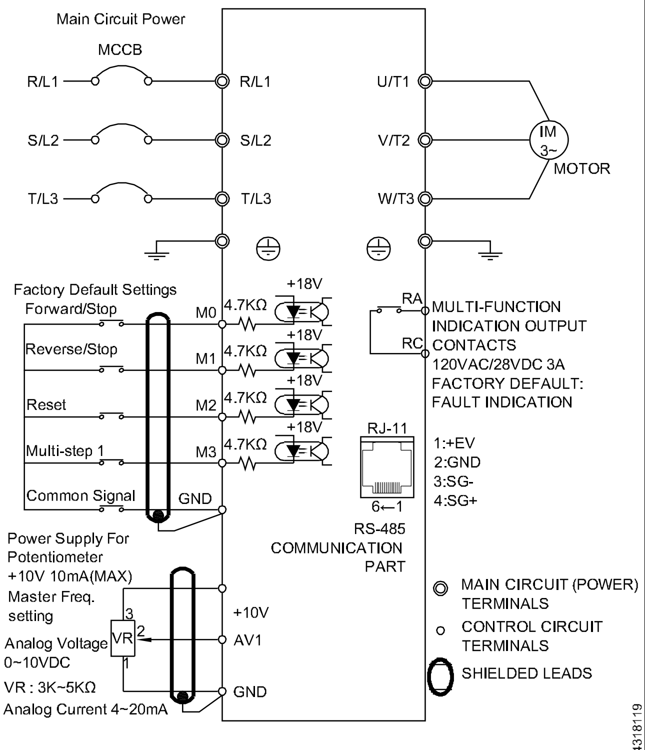
कंट्रोल टर्मिनल viz M0, M1, M2, M3, GND, +10V, AV1 इत्यादि । यह स्टार्टिंग स्टापिंग / रिवर्सिंग और स्पीड कंट्रोल क्रिया के लिए होते है नाम और स्थिति Fig 9 में दी है ।

DC ड्राइव के पेरामीटर की सेटिंग या व्यवस्था (Parameter settings of DC drive)

पिछले पाठ में चर्चा हो चुकी हैं DC मोटर की स्पीड आर्मेचर वोल्टेज (E_b) के समानुपाती और फील्ड करंट के अनुक्रमानुपाती होता है और आर्मेचर करेंट (Ia) को भी समानुपाती होता है ।

आर्मेचर कंट्रोल DC ड्राइव में ड्राइव यूनिट रेटेड करंट और रेटेड स्पीड तक किसी भी स्पीड पर टॉर्क प्रदान करता है ।

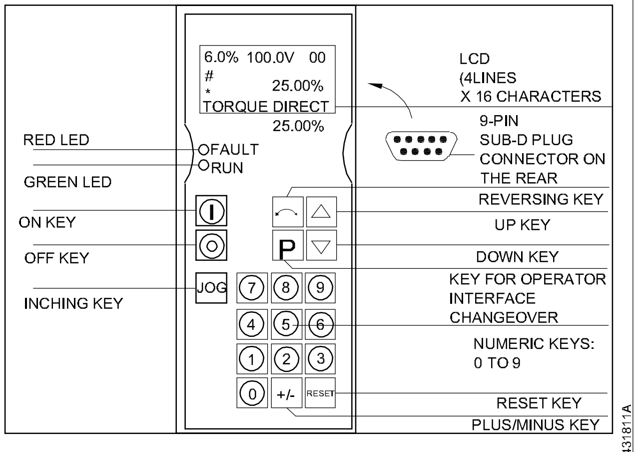
Fig 9



CONNECTION DIAGRAM OF AC DRIVE & MOTOR

Fig 10 **बेसिर ऑपरेटर पेनल (BOP)** कीपेड को दिखाता है जो फ्रंट पेनल पर दिया जाता है मतलब ड्राइव को नियंत्रित करने के लिए।

Fig 10



BASIC OPERATOR PANEL (BOP) KEY PAD

LCD का उपयोग का पेरामीटर का निरीक्षण करने के लिए होता है । मोटर को चालू करने के लिए 'ON' की को दबाना पड़ता और मोटर बंद करने के लिए 'OFF' की को दबाना पड़ता है । यहाँ एक जोग की दी जाती है जो इंचिंग ऑपरेशन के लिए होती है ।

ऑपरेटर इंटरफेस के लिए एक की 'P' दी गई है । पेरामीटर सेटिंग को बदलने के लिए इस की का उपयोग करना है । इसक की के साथ (Δ) की और (∇) की होती है । पेरामीटर्स जैसे वोल्टेज, करंट, टॉर्क इत्यादि 'P' Key/button को दबाने से एक के बाद एक दिखाई देंगे ।

(∆) या (∇) की वेल्यु को घटाने या बढ़ाने के लिए उपयोग किया जाता है। 'न्यूमेरिक की' का उपयोग वेल्यु की सीधे प्रवेश करने में किया जाता है ।

LED इंडिकेटर ड्राइव की स्थिति को दिखाने के लिए दिया जाता है । हरी LED सिस्टम के चलने को दर्शाता है जबकि लाल LED सिस्टम के बंद होने या दोष उत्पन्न होने को दर्शाता है ।

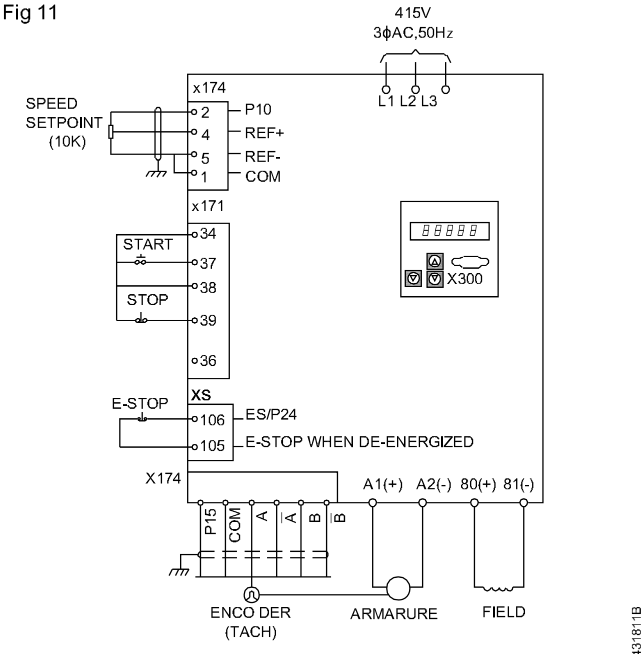
स्वयं के कम्प्यूटर (PC) द्वारा भी DC ड्राइव की प्रोग्रामिंग संभव है । इस प्रयोजन के लिए रेअर पेनल पर इंटरफेसिंग केबल दी गई है जिसके द्वारा कनेक्टर PC को जोड़ता है ।

यहाँ नाम और टर्म्स में विभिन्नता आ सकती है । डिसप्ले सेटिंग इत्यादि के लिए विभिन्न ब्रांड हैं ।

DC ड्राइव के द्वारा मोटर का ऑपरेशन (Operation of motor through DC drive)

Fig 11 में कंट्रोल व्यवस्था के ऑपरेशन को दर्शाया है जिसे बेसिक ऑपरेटर पेनल कहते हैं । (BOP)

Fig 11



CONTROL ARRANGEMENT OF BOP

इनपुट सप्लाय कनेक्शन आर्मेचर और फील्ड कनेक्शन Fig 11 में सचित्र दर्शाया गया है । इनपुट 3 फेस. AC, 415V, 50Hz सप्लाय L_1, L_2, L_3 से जोड़ सकते हैं । आर्मेचर A_1 और A_2 के पार्श्व में जोड़ा जाता है । जबकि फील्ड B_0 और B_1 के पार्श्व में जोड़ा जाता है । (टर्मिनल के नाम उसके टाइप और मेक पर निर्भर करता है इसलिए बदल सकता है) और उपकरण ग्राउण्ड चालक (ग्राउण्ड वायर) को कन्ट्रोलर माउण्टींग पेनल से जोड़ना चाहिए । उपकरण ग्राउण्डिंग चालक से दूसरे मुख्य अवयव Viz, मोटर, ड्राइव इनक्लोसर आइसोलेशन ट्रांसफार्मर मामले (यदि हो) को प्रथक किया जाता है । कंट्रोल कनेक्शन पाइंट को सिस्टम में निरंतर जोड़कर रखना चाहिए ।

AC इनपुट सप्लाय दी जा रही है । कंट्रोलर की नेम प्लेट से उसके वोल्टेज और आवृत्ति में मिला होना चाहिए । अव्यवस्थित वोल्टेज उपकरण को प्रकशान पहुँचा सकता है और अपर्याप्त करंट ड्राइव के अनियमित ऑपरेशन का कारण होगा ।

शील्ड केबल टेकोमीटर के लिए सिफारिश की जाती है और सभी लो लेवल सिग्नल सर्किट इलेक्ट्रिकल व्यवधानों को हटाने की कोशिश करता है।

कुछ DC ड्राइव में मोटर की गती को परिवर्तित करने के लिए गति समायोजित पोटोशियोमीटर दिया जाता है यह आर्मेचर इनपुट वोल्टेज के द्वारा नियंत्रित करता है बाद में नियंत्रक के बाद प्रारंभ होता है । कभी कभी टॉर्क समायोजित पोटेंशियल मीटर की गति समायोजित पोटोशियोमीटर के स्थान पर उपयोग किया जाता है । यह मोटर टॉर्क को, मोटर आर्मेचर में DC करंट को नियंत्रित करके, नियंत्रित करता है ।

DC मोटर की गति का प्रारंभन और नियंत्रण (Starting and controlling the speed of DC motor)

जब BOP के 'ON' बटन को दबाया जाता है, तो मोटर चलना शुरू कर देती है । बटन के द्वारा वांछनीय गति को प्राप्त किया जा सकता है और ∆ & ∇ बटन का भी प्रयोग करके ।

जब "OFF" बटन को दबाया जाता है तो मोटर बंद हो जाती है किंतु AC लाइन वोल्टेज कंट्रोलर से जुड़ी रहती है और पूर्ण फील्ड वोल्टेज उपस्थित है । आर्मेचर वोल्टेज घटकर जीरो हो जाता है । जब दोबरा "ON" बटन को दबाया जाता है तो मोटर अपनी पहले से सेट हुई गति पर त्वरित हो जा जाती है ।

इंचिंग ऑपरेशन (Inching operation)

इंचिंग ऑपरेशन के लिए 'JOG' स्थिति को चयनित करना चाहिए जब तक "ON" बटन को दबाकर रखा जाएगा तब तक कंट्रोलर ऑपरेट होगा ।

घूमने की दिशा को परिवर्तित करना (Changing the direction of rotation)

कुछ नमूनों में, रिवर्सिंग स्विच मोटर की घूमने की दिशा को परिवर्तित करने के लिए दिया जाता है मोटर के आर्मेचर कनेक्शन पर यह स्वीच ध्रुवता को बदलने के लिए जिम्मेदार होता है । सबसे पहले मोटर का चालू करने के लिए START बटन दबाएँ मोटर फॉरवर्ड दिशा में घूमेगी । घूमने की दिशा को बदलने के लिए OFF बटन को दबाए और यह देखे की मोटर पूरी तरह से बंद हो गई है । अब रिवर्सिंग बटन को दबाएँ और बाद में ON बटन को दबाए । मोटर अब रिवर्स दिशा में घूमेगी । रिवर्सिंग स्विच को होने से, एक दिशा से दूसरी दिशा में सीधे स्थानांतरण से बचाता है ।

DC ड्राइव के संस्थापन, कनेक्शन और ऑपरेशन के दौरान सावधानियाँ (Precautinos during installation, connection and operation of DC drive)

- सही टॉर्क रेटिंग के लिए सभी स्क्रु कसे हुए हो ।
- संस्थापना के दौरान, सभी स्थानीय इलेक्ट्रिक और सुरक्षा कोड को अपनाएँ ।
- इसका ध्यान रखे कि सही ढंग से सुरक्षा उपकरण (सर्किट ब्रेकर (MCB) या फ्यूज) पावर सप्लाय और DC ड्राइव के बीच में जुड़े हुए है ।
- यह देखे की ड्राइव सही ढंग से अर्थ की गई है ।

- जब पावर DC ड्राइव पर प्रयुक्त की जा रही हो तो वायरिंग को ना तो जोड़े और ना हटाएँ ।

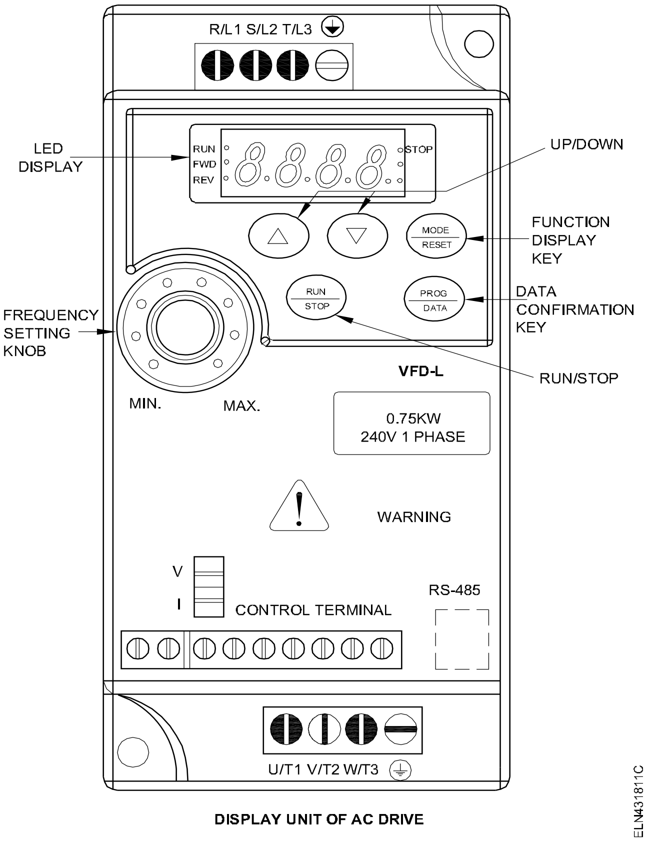
AC ड्राइव के पेरामीटर की सेटिंग (Parameter setting of AC drive)

पहले भी व्याख्या की गई है कि ए सी इंडक्शन मोटर की स्पीड (N) पावर सप्लाय में प्रयुक्त होनेवाली वोल्टेज और आवृत्ति के सीधे समानुपाती होता है । बेस स्पीड सीमा में टॉर्क को, सतत् वोल्टेज/आवृत्ति (V/F) अनुपात को बनाए रखकर सतत् रखा जा सकता है ।

बेस स्पीड सीमा से ज्यादा स्पीड को बढ़ाया जा सकता संभव है किन्तु टॉर्क की लागत पर ।(VFD /VVVFD (परिवर्तित वोल्टेज परिवर्तित आवृत्ति ड्राइव) को AC मोटर्स के दक्ष गति नियंत्रण के लिए उपयोग किया जाता है । स्पीड को नियंत्रित करने के लिए उपयोग किये जाने वाले ड्राइव के लाभ पहले ही देख चुके हैं ।

AC ड्राइव फ्रंट पेनल पर होता है जिसमें दो भाग जुड़े है । डिसप्ले पैनल और की पेड । डिसप्ले पैनल, पैरामीटर डिसप्ले के साथ प्रदान किया जाता है और AC ड्राइव के ऑपरेशन स्थिति को दिखाता है । कीपेड यूजर और AC ड्राइव के बीच प्रोग्रामिंग इंटरफेस प्रदान करता है । Fig 12 बटन की स्थिति और AC ड्राइव के फ्रंटपैनल पर डिसप्ले यूनिट को दिखाता है ।

Fig 12



DISPLAY UNIT OF AC DRIVE

मोड / रिसेट बटन (Mode / Reset button)

इस बटन को दबाने से फिर से AC ड्राइव के स्टेटस डिसप्ले पर दिखने लगेंगे । जैसे कि मुख्य आवृत्ति और आउटपुट करंट । यदि दोष के कारण ड्राइव बंद हो जाए तो पहले दोष को सुधारे उसके बाद इस बटन को ड्राइव को रिसेट करने के लिए दबाना चाहिए ।

प्रोग/डाटा बटन (Prog/Data button)

इस बटन को दबाने से प्रवेशित डाटा संग्रहित हो जाता है या पुराना संग्रहित डाटा दिखाने लगता है ।

रन/स्टॉप बटन (Run/Stop button)

AC ड्राइव ऑपरेशन के लिए 'start' या 'stop' बटन को दबाते है ।

यह बटन AC ड्राइव को केवल बंद करने के लिए उपयोग होती है, जब यह बाह्य नियंत्रण टर्मिनल से नियंत्रित की जाती है ।

अप Δ / डाउन ∇ बटन (UPΔ / down ∇ button)

'अप' और 'डाउन' बटन को रूककर दबाने से पेरामीटर को सेटिंग बदल जाती है । विभिन्न ऑपरेटिंग मान या पेरामीटर के लिए इस 'की' को स्क्रोल (Scroll) की तरह भी उपयोग कर सकते हैं । 'अप (UP)' 'डाउन (Down)' बटन को दबाने से यह सिंगल यूनिट बटन में पेरामीटर की सेटिंग को बदल देता है । सेटिंग की रेंज में यदि जल्दी रन करवाना होतो, डाउन बटन को दबाकर रखें ।

आवृत्ति सेटिंग नॉब (Frequency setting knob)

इस नॉव का उपयोग करके आवृत्ति में बदलाव किया जा सकता है ।

'RS 485' कम्युनिकेशन पोर्ट ('RS 485' communication port)

स्वयं के कम्प्यूटर द्वारा भी AC ड्राइव की प्रोग्रामिंग की जा सकता है । इसके लिए ड्राइव का PC के साथ 'RS 485' पोर्ट के द्वारा इंटरफेस होना चाहिए ।

डिसप्ले यूनिट में LED डिसप्ले होता है जो 'RUN', 'FWD' और 'REV' जैसे ड्राइव के स्टेटस को दर्शाता है ।

AC मोटर का ऑपरेशन मोटर ड्राइव के द्वारा (Operation of AC motor through drive)

ड्राइव के द्वारा AC मोटर का ऑपरेशन मोटर और ड्राइव के कनेक्शन Fig 13 में सचित्र दिखाया गया है । 3∅ , 415V, 50Hz AC सप्लाय ड्राइव इनपुट टर्मिनल R/L_1, S/L_2 और T/L_3 से कनेक्ट होता है । इसी तरह से ड्राइव के आउटपुट टर्मिनल जैसे U/T_1, V/T_2 और W/T_3 3 फेस इंडक्शन मोटर से कनेक्ट रहता है । (टर्मिनल के नाम उनके प्रकार और make पर निर्भर होने के कारण बदल सकता है) ।

इनपुट सिरा और आउटपुट सिरा दोनों को अलग से अर्थ करते हैं ।

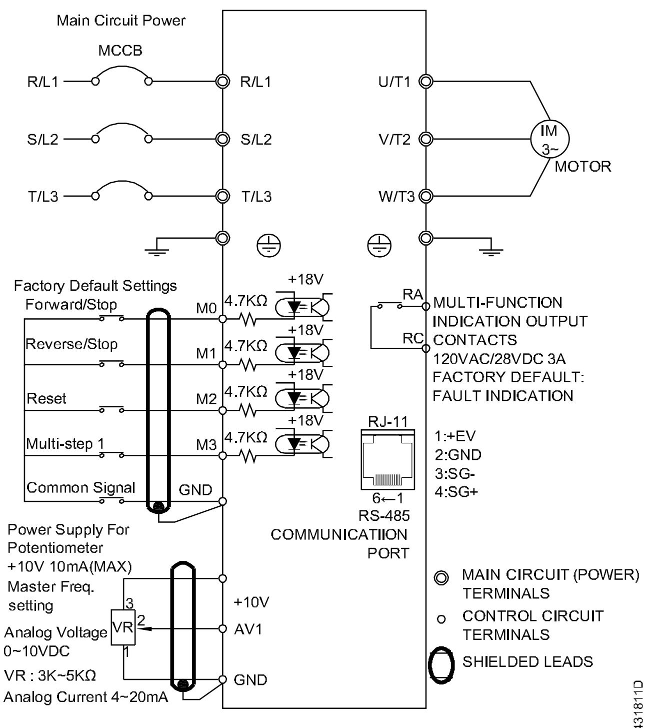
स्पीड का परिवर्तत (Changing of speed)

नेमप्लेट में दिये अनुसार AC इनपुट सप्लाय के वोल्टेज और आवृत्ति में मिलान होना चाहिए । अव्यवस्थित वोल्टेज ड्राइव को नुकसान पहुँचा सकता है ।

प्रोग्रामिंग 'MOD/RESET' बटन साथ में Δ और ∇ बटन के द्वारा की जा सकती है और ड्राइव की स्पीड बदली जा सकती है । ड्राइव 'RUN'/ STOP' बटन से स्टार्ट होता है ।

आवश्यक स्पीड के लिए मोटर विभिन्न स्पीड पर प्रोग्रामिंग के द्वारा रन कर सकती है ।

Fig 13



CONNECTION DIAGRAM OF AC DRIVE AND MOTOR

घूमने की दिशा का परिवर्तन (Changing the direction of rotation)

घूमने की दिशा को परिवर्तित किया जा सकता है इसको करने के लिए 'RUN/STOP' बटन को दबाएं । जब मोटर पूरी तरह से बंद हो जाए तो 'rev' पेरामीटर को चयन करें और 'RUN/STOP' बटन को पुनः दबाए । अब मोटर उल्टी दिशा में घुमने लगेगी ।

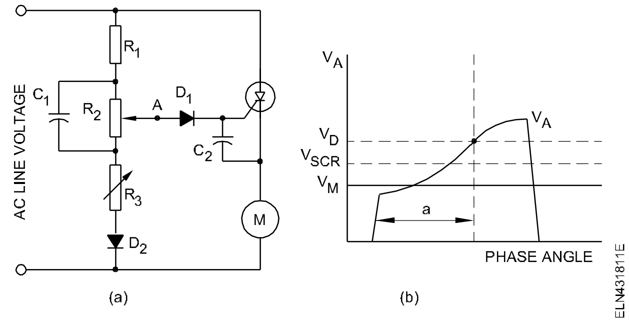
AC ड्राइव के संस्थापन, कनेक्शन और ऑपरेशन के दौरान सावधानियाँ (Precautions to be absorved during installation, connection and operation of AC drive)

- AC पावर को U/T1, V/T2, W/T3 से नहीं जोड़ना चाहिए । यह AC ड्राइव को नुकसान पहुँचाता है ।
- सही या उचित टॉर्क रेटिंग के लिए सुनिश्चित कर लेना चाहिए कि सभी स्क्रू कसे हुए हो ।
- संस्थापन के दौरान, स्थानीय इलेक्ट्रीकल और सुरक्षा कोड़ को अपनाना चाहिए ।
- यह सुनिश्चित कर लेना चाहिए कि उपयुक्त सुरक्षा उपकरण (सर्किट ब्रेकर या फ्यूज) पावर सप्लाय और AC ड्राइव के बीच जुड़े हो ।
- यह सुनिश्चित कर ले की लीड सही जुड़े है और AC ड्राइव उपयुक्त ग्राउण्ड है । (ग्राउण्ड प्रतिरोध 0.1Ω से ज्यादा नहीं होना चाहिए)
- ग्राउण्ड लीड स्टैण्डर्ड हो और संभव हो की छोटी हो ।
- बहुत सारे VFD-L यूनिट एक स्थान पर संस्थापित हों । और सभी यूनिट कॉमन ग्राउण्ड टर्मिनल से सीधे ही ग्राउण्ड हों ।
- यह सुनिश्चित कर ले की सही वोल्टेज को आपूर्ति के लिए पावर स्त्रोत सक्षम है और DC ड्राइव के लिए आवश्यक करंट ।
- AC ड्राइव को जब पावर दिया जाता है तो वायरिंग को ना तो जोड़े और ना ही हटाएँ ।
- AC ड्राइव ऑपरेशन के दौरान सर्किट बोर्ड पर सिगनल का निरीक्षण ना करें ।
- यदि EMI (Electro Magnetic interference), को कम करने के लिए फिल्टर की आवश्यकता है तो इसे AC ड्राइव के पास स्थापित करें ।

SCR का प्रयोग कर यूनिवर्सल मोटरों का गति नियंत्रण (Speed control of universal motors using SCR) : अधिकांश घरेलू उपकरण जैसे- इलेक्ट्रिक ड्रिलिंग मशीन, मिक्सर आदि में यूनिवर्सल मोटर प्रयोग किया जाता है। यूनिवर्सल मोटर के गति नियंत्रण के नीचे हाफ वेव या फूल वेव में से किसी भी विधि से नियंत्रण किया जा सकता है। यूनिवर्सल मोटर कि एक अद्वितिय विशेषता हैं, जो कि प्रतिक्रीया सर्किट के साथ उसकी गति को बहुत आसानी और कुशलता पूर्वक नियंत्रित करती है। (Fig 14)

Fig 14a में सर्किट मोटर को फेज नियंत्रित हाफ वेव पावर प्रदान करता है। नेगेटिव हाफ साइकिल की स्थिति में SCR करंट को ब्लॉक करता है। SCR नेगेटिव दिशा में करंट प्रवाह को ब्लॉक करता है, जिससे मोटर एक पल्सेटिंग DC करंट द्वारा संचालित होता है। जिसका आयाम SCR के फेज कंट्रोल पर निर्भर होता है। Fig 14b में दिखाए गए सर्किट का प्रचालन निम्न है:-

Fig 14



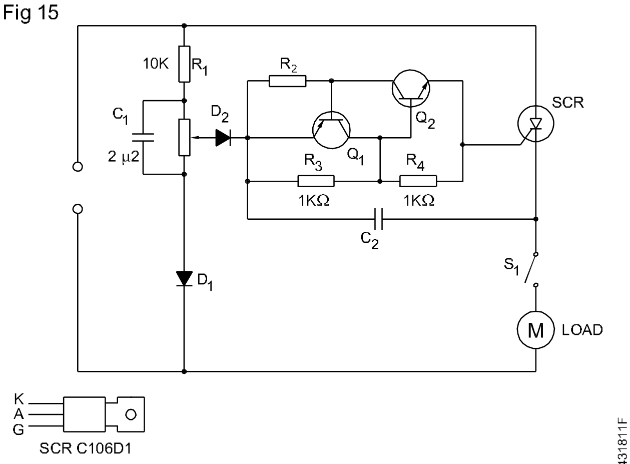
- यह मानते हुए कि मोटर चल रहा है, सर्किट में प्वाइंट A वोल्टेज डायोड D_1, के फारवर्ड से आवश्य अधिक होनी चाहिए और SCR, के कैथोड के गेट ड्राप से बड़ा होना चाहिए। मोटर के अवशिष्ट चुम्बकत्व से पर्याप्त emf प्राप्त करने के लिए SCR को फारवर्ड ट्रिगर करना चाहिए।
- प्वाइंट A का वेव फार्म (V_A) Fig 14b में एक पॉजिटिव हाफ में दिखाया गया है और V_{SCR} तथा V_D तथा मोटर जनरेटेड emf V_M दिखाया गया है। फेज एंगल जिस पर SCR को फारवर्ड ट्रिगर किया जाना है, उध्वोधर डॉटेड लाइन द्वारा दिखाया गया है।
- अगर किसी कारण से मोटर की स्पीड बढ़ती है, तब V_M (मोटर जनरेटड emf) बढ़ जाता है, तब ट्रिगर ऊपर की ओर दाईं ओर बढ़ जायेगा ताकि SCR बाद में आधे चक्र में ट्रिगर हो जाये, जिससे मोटर को कम शक्ति मिलेगी, जिससे यह धीमा हो जाता है, इसी तरह अगर मीटर की गति कम हो जाती है, तो ट्रिगर बिंदु बाईं ओर

घूम जायेगा। और वक्र को नीचे ले जायेगा, जिससे SCR पहले चक्र में ट्रिगर हो जायेगा। जिससे मोटर को अधिक शक्ति प्रदान की जायेगी, जिससे उसकी गति बढ़ जायेगी।

- डायोड D_1 और C_1 के साथ प्रतिरोध R_1, R_2, R_3 एक रैम्प जनरेटर बनाता है। कैपेसिटर C_1 पॉजिटिव हाफ साइकिल के दौरान वोल्टेज ड्राप R_1, R_2 और R_3 द्वारा चार्ज किया जाता है। डायोड D_2 नेगेटिव आधे चक्र के दौरान नेगेटिव प्रवाह को रोकता है। इसलिए C_1, R_2 और R_3 के मध्य निर्वहन करता है। नेगेटिव हाफ साइकिल के दौरान R_2 के मान को बदलने से ट्रिगर एंगल α भी बदलता है।

Fig 15 में यूनिवर्सल मोटर का स्पीड कंट्रोल सर्किट का प्रायोगिक रूप दिखाया गया है।

Fig 15



CIRCUIT DIAGRAM OF UNIVERSAL MOTOR SPEED CONTROLLER

देखा जा सकता है कि Fig 15 में दिया गया सर्किट Fig 14 में दिये गये सर्किट के समान है, दो ट्रांजिस्टर एवं कुछ रजिस्टरों के योग को दिखाने के लिए।

Fig 6, में Q_1 - Q_2 का कार्य SCR को चालन में ट्रिगर करने के लिए पर्याप्त गेट करंट प्रदान करना है।

Q_1 - Q_2 और उसके संबंधित प्रतिरोध एक वोल्टेज संवेदनशील स्विच के रूप में कार्य करते हैं। C_2 प्रत्येक आधे चक्र में प्रतिरोध R_1 के माध्यम से चार्ज करने में सक्षम है। जैसे ही C_2 में निर्धारित मान तक वोल्टेज बढ़ता है- Q_1 और Q_2 दोनों स्विच ऑन तथा आंशिक रूप से C_2 SCR के गेट में इस प्रकार एक हाई करंट पल्स SCR गेट को वितरीत करता है। SCR गेट के लिए उच्च धारा RV1 के किसी भी करंट ड्राइव के सीमाओं से स्वतंत्र है। Q_1, Q_2 और C_2 नेटवर्क लगभग इस प्रकार किसी भी SCR को अपनी संवेदनशीलता विशेषताओं के बावजूद सर्किट में उपयोग करने में सक्षम बनाता है।

यूनिवर्सल मोटर स्पीड कंट्रोल सर्किट Fig 15 में मोटर स्पीड नियंत्रण को सिंगल कंट्रोल के माध्यम से अधिकतम 0 से 75% तक सुचारू रूप से नियंत्रित करने में सक्षम बनाता है। यह मोटर गति की क्षतिपूर्ति में अंतर्निहित मोटर गति को भी शामिल करता है, जो किसी भी गति सेटिंग, लोड परिवर्तन के संबंध में कम से कम होती है।

वोल्टेज स्टेबलाइजर और UPS (Voltage stabilizer and UPS)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **स्टेबलाइज़र की मूलभूत अवधारण स्पष्ट करना**
- **ब्लोक का चित्र बनाना और प्रत्येक ब्लोक का प्रकार्य स्पष्ट करना**
- **विभिन्न प्रकार के वोल्टेज स्टेबलाइजरों की कार्यविधि बताना**
- **UPS सिस्टम के आधारभूत आयाम स्पष्ट करना**
- **ऑफ लाइन UPS के चित्र को स्पष्ट करना और उसके विभिन्न कन्ट्रोल एवं प्रकार्य बताना**
- **ON लाईन UPS का चित्र स्पष्ट करना और उसके लाभ तथा हानियाँ बताना।**

वोल्टेज स्टेबलाइजर (Voltage stabilizer)

यह एक ऐसी इलैक्ट्रानिक युक्ति है, जो इनपुट वोल्टेज में किसी भी प्रकार की परिवर्तन के होने पर भी यह आउटपुट में एक समान वोल्टेज देता है । इनपुट वोल्टेज निम्न होने पर यह आउटपुट सर्किट को बंद कर देता है ।

बहुत से इलेक्ट्रिकल उपकरण एक निश्चित वोल्टेज पर ही कार्य करते है । यदि उन्हें रेटेड वोल्टेज न मिले तो वे खराब हो सकते है । इनका पॉवर सप्लाई वोल्टेज 5% से कम या ज्यादा होना हानिकारक होता है ।

सप्लाई वोल्टेज के परिवर्तन से उपकरणों से पड़नेवाले प्रभाव नीचे दिये गये है ।

क्र. सं.	उपकरण का नाम	निम्न वोल्टेज	उच्च वोल्टेज
1	इन्डन्सन्ट लैम्प	यदि वोल्टेज कम किया जाता है तो लैम्प की क्षमता घटती है ।	लैम्प का टिकाअपन कम होता है अथवा चरम मामलों में लैम्प का फ्यूज उड़ जाता है
2	फ्लोरोसेन्ट लैम्प	यदि वोल्टेज बहुत कम है तो लैम्प जलेगा नहीं ।	ट्यूब/चौक का विकाअपन कम हो जाएगा
3	इलेक्ट्रिक स्टोव, इलेक्ट्रिक इस्त्री, वाटर हीटर, टोस्टर आदि	गरम करने का समय बढ़ायें क्योंकि कम गरमी तैयार हो रही है ।	गरम करनेवाले तब्बों का टिकाऊपन कम करता है अथवा गरम करनेवाले तत्त्व जल जाते हैं ।
4	पंखें, वाकूम क्लिन	कार्य क्षमता कम होती है	उपकरण का टिकाअपन कम हो जाता है ।
5	धूलाई मशीन, रेफ्रिजेटर और एयर कन्डिशन	मशीन की मोटर लाईन में से ज्यादा करन्ट खींचेंगी जिसके कारण मोटर अधिक गरम होगी और फलस्वरूप जल सकती है ।	मोटर इन्स्यूलेशन खराब होकर अधिक पावर खींच सकता है और इसके कारण जल सकता है ।
6	रेडियो तथा टेलिवीज़न सैट्स	रिसेशन की गुणवत्ता कम होना, टेलिवीजन सैट में चित्र स्पष्ट नहीं दिखाई देगा ।	उपकरण का टिकाअपन घट सकता है ।

कुछ इलेक्ट्रानिक उपकरण जैसे TV को निर्माता इस तरह से डिजाइन करते हैं कि वोल्टेज स्टेबलाइजर इसके अंदर ही फिट होता है । जिसे SMPS (Switch Mode Power Supplies) कहते हैं । इसके साथ अलग से स्टेबलाइनजर नहीं लगाना पड़ता ।

AC स्टेबलाइजर के प्रकार (Types of AC voltage stabilizers)

1 स्टेप्ड वोल्टेज स्टेबलाइजर (Stepped voltage stabilizer)

a) मन्युअल (Manual)

b) ऑटोमेटिक रिले प्रकार (Automatic relay type)

2 सर्वो वोल्टेज स्टेबलाइजर (Servo voltage stabilizer)

3 नियत वोल्टेज ट्रांसफार्मर (Constant voltage transformer)

स्टेप्ड वोल्टेज स्टेबलाइजर (Stepped voltage stabilizer)

इस प्रकार के स्टेबलाइजर में आउटपुट वोल्टेज को रेग्यूलेट करने के लिए आटो-ट्रांसफार्मर लगाया जाता है । इसे मेनुआली ऑपरेट करते है । जैसा Fig 1 में दिखाया है । ऑटोमेटिक रिले टाइप स्टेबलाइजर में एक सेंसिंग सर्किट होता है, जो रिले को रेग्यूलेट करता है और इससे आऊटपुट वोल्टेज रेग्यूलेट होता है । Fig 2 में ऑटोमेटिक स्टेबलाइजर का व्यवस्थित सर्किट डायग्रम बना है ।

Fig 1

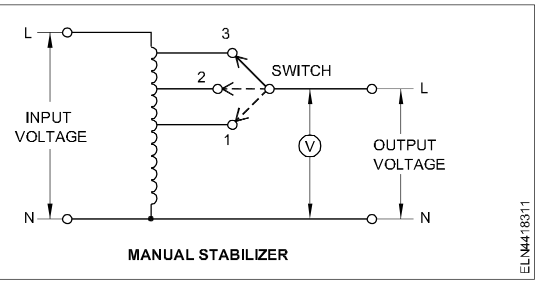
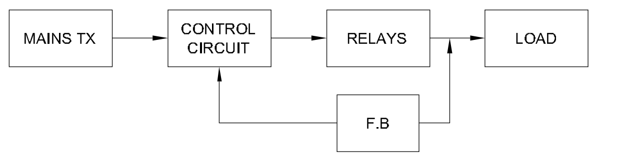


Fig 2



BLOCK DIAGRAM OF VOLTAGE STABILIZER

मेइन्स Tx (Mains Tx)

यह ट्रांसफार्मर द्वि स्तर वोल्टेज प्रदान करना है- लो वोल्टेज और उच्च वोल्टेज, जिसे आवश्यतानुसार सप्लाई किया जाता है। लोड की आवश्यकताओं को पूरा करने में स्टेबलाइजर द्वारा विशेष अनुप्रयोग किये जाते हैं। मुख्य ट्रांसफार्मर द्वारा कंट्रोल सर्किट की आवश्यकता के लिए अतिरिक्त सप्लाई प्रदान करते हैं।

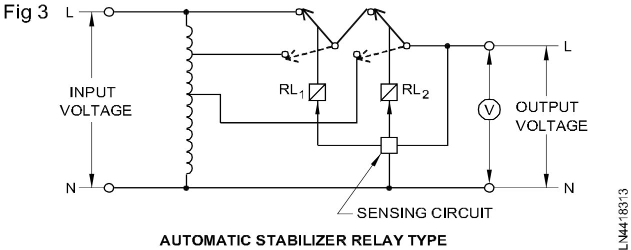
नियंत्रण परिपथ (Control circuit)

साधारण वोल्टेज स्टेबलाइजर्स में नियंत्रण सर्किट रिले ऑपरेशन, आउटपुट वोल्टेज को नियंत्रित करता है। जब इनपुट वोल्टेज सेट वोल्टेज के नीचे गिरता है, H.T साइड रिले संचालित होगा और उच्च वोल्टेज उत्पन्न होगा। LT साइड रिले ऑपरेट होने पर प्रचालित वोल्टेज बनाये रखेगा। रिले क्वायल की सप्लाई को नियंत्रित करके रिले ऑपरेशन नियंत्रित किया जाता है। जिसे अलग से DC वोल्टेज लेवल को सेट करना होता है।

रिले (Relays)

यह विद्युत चुम्बकीय रिले है, जो दो अलग-अलग क्वायल वोल्टेज को संचालित करता है। DC क्वायल वोल्टेज तय करता है कि किस रिले को संचालित करना है, यह ट्रांसफार्मर पर इनपुट AC वोल्टेज सप्लाई पर निर्भर करता है। Fig 3 में एक स्वचालित रिले प्रकार का स्टेबलाइजर दिखाया गया।

Fig 3



AUTOMATIC STABILIZER RELAY TYPE

फीड बैक (Feed back)

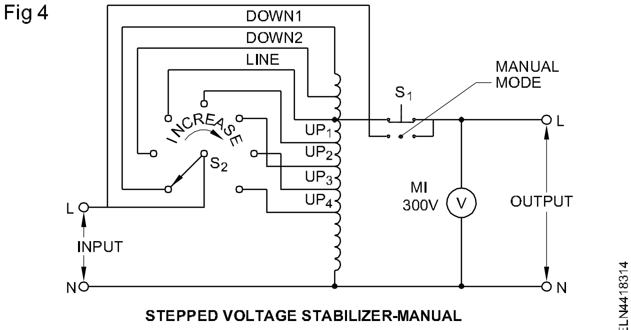
मैनुअल वोल्टेज स्टेबलाइजर में DC voltage को फीड बैक की मात्रा में लिया जाता हैं, जो रिले कॉइल को संचालित करता है। कॉइल DC वोल्टेज कम और उच्च वोल्टेज AC input conditions के मामले में रिले को सक्रिय करने के लिए दो अलग वोल्टेज होंगे।

लोड (Load)

स्टेबलाइजर से जुड़ा लोड कुछ भी हो सकता है। कुछ विद्युत उपकरणों को संचालित करने के लिए एक निरंतर इनपुट वोल्टेज की आवश्यकता होती हे। इस तरह के मामले में एक हमेशा स्टेबलाइजर की आवश्यकता होती है परंतु आटोमैटिक स्टेबलाइजर की एक हानि यह है कि क्षणिक रेखा (वोल्टेज स्तर में परिवर्तन) का नुकसान होता है जिसके कारण स्टेबलाइजर स्वतः बंद हो जाता है, कुछ सेकंड के लिए।

स्टेपड वोल्टेज स्टेबलाइजर मैनुअल टाइप (Stepped voltage stabilizer - manual type) : Fig 3 में एक ऑटो ट्रांसफार्मर दिखाया गया है । जिसका आऊटपुट वोल्टेज स्विच S_1 को क्लाकवाइस घूमा कर बढ़ाया जा सकता है । आऊटपुट वोल्टेज बाहर लगे वोल्टमीटर में देख सकते है । जैसे Fig 4 में दिखाया है । आऊट पुट वोल्टेज को S_2 स्विच को घूमा कर बढ़ाया या घटाया जा सकता है । इस वोल्टेज चाहे गए आऊटपुट वोल्टेज के ±10% रहता है । S_1 पुश बटन से इनपुट वोल्टेज मिलता है ।

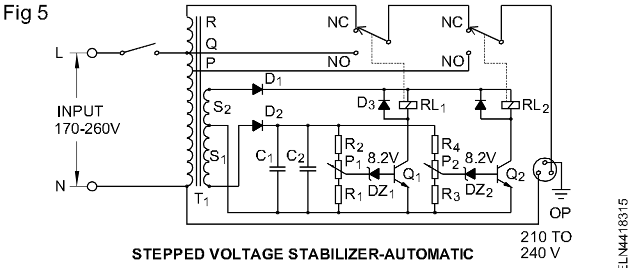
Fig 4



STEPPED VOLTAGE STABILIZER-MANUAL

स्टेपड् वोल्टेज स्टेबलाइजर - ऑटोमेटिक टाइप (Stepped voltage stabilizer - automatic type) : Fig 5 में स्टेप्ड वोल्टेज स्टेबलाइजर ऑटोमेटिक टाइप दिखाया गया है, जो रिले से ऑपरेट किया जाता है । T_1 एक ऑटो ट्रांसफार्मर एक मल्टीपल टेपिंग वाला ट्रांसफार्मर है । S_1 और S_2 रिले ऑपरेशन के लिए माध्यमिक है । S_1 का माध्यमिक वोल्टेज, रेक्टिफाई और फिल्टर होकर सेंसिंग सर्किंग को मिलता है । S_2 का रेक्टिफाई और फिल्टर वोल्टेज रिले ऑपरेशन के लिए उपयोग किया जाता है । P_1 और P_2 दो प्री-सेट रजिस्टर है जो समायोजन के लिए लगाए गये है । R_1, P_1 और R_2 जेनर डायोड को सेंसिंग वोल्टेज प्रदाय करते है । Q_1 और Q_2 दो ट्रांजिस्टर है जो एक स्विच की तरह काम करते है । RL_1 और RL_2 दो रिले है ।

Fig 5



STEPPED VOLTAGE STABILIZER-AUTOMATIC

जब सप्लाई वोल्टेज 200 से कम हो तो DZ_1 और DZ_2 ये दोनों कंडक्ट नहीं करेंगे । क्योंकि जेनर डायोड वोल्टेज से कम वोल्टेज है । इसी कारण दोनों ट्रांजिस्टर कर ऑफ रहेंगे और रिले भी बंद होंगे । रिले के off होने पर टर्मिनल R से No कानटेक्ट जुड़ा रहेगे । और आऊटपुट वोल्टेज मिलता है।

जब S_1 इनपुट वोल्टेज 210V से ज्यादा परंतु 240V से कम होता है । यह प्री-सेट वोल्टेज को बढ़ाता है, जिससे जेनर डायोड कंडक्ट करने लगता है । अतः DZ_1 के चालू होने पर ट्रांजिस्टर Q_1 ON हो जाता है । ऑपरेट करना शुरू करता है और आउटपुट में वोल्टेज मिलने लगता है । इसमें इनपुट और आउटपुट वोल्टेज एक समान रहता है ।

जब सप्लाई वोल्टेज 240V से अधिक होता है । P_2 जेनर डायोड DZ_2 को सक्रिय कर देता है । अब Q_2 ON हो जाता है । इससे रिले RL_2 सक्रिय होकर

RL_2 के N.O. पाइंट पर आऊटपुट देता है । अब आऊटपुट वोल्टेज इनपुट से कम होता है ।

आमतौर पर 12V DC रिले ही स्टेबलाइजर में लगाए जाते है । डायोड या केपेसिटर ट्रांजिस्टर को रिवर्स इंडयूज emf से बचाते है । आपेरेशन का मोड OFF, ON, buck, normal हो तो इंडिकेटर पर दिखाई देता है ।

बहुत सारे इलेक्ट्रानिक उपकरणों में इस प्रकार के स्टेबलाइजर का उपयोग किया जाता है । इसमें एक से तीन रिले लगा कर आऊटपुट में 200-240V तक सप्लाई वोल्टेज की रेटिंग KVA में 170 से 270 volts तक की होती है।

कुछ स्टेबलाइजर में ओवर वोल्टेज और अंडर वोल्टेज कट-ऑफ प्रोटेक्शन लगा होता है ।

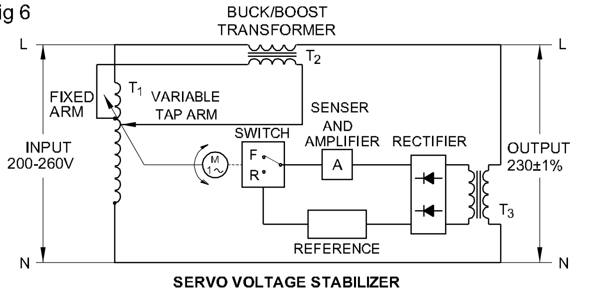
उपयोग (Applications) : इस प्रकार के स्टेबलाइजर रेफ्रिजरेटर, च/ एयरकंडिशनर (air conditioners), TVs, VCR आदि में लगे होते हैं । आज कल के नये उपकरणों में ये इनबिल्ट लगे होते है जिनका ऑपरेशन 130 से 260 v तक होता है ।

सर्वो-वोल्टेज स्टेबलाइजर (Servo - voltage stabilizer)

सर्वो वोल्टेज स्टेबलाइजर में सेनसिंग सर्किट द्वारा एक टोरोडियल (toroidal) आटो ट्रांसफार्मर और सर्वो मोटर चलाई जाती है । आउटपुट और नॉमिनल वोल्टेज ये जो भी अंतर आता है, उसे सेंसिंग सर्किट सेंस करता है और सर्वो मोटर को चलाता है । सप्लाई वोल्टेज में परिवर्तन से सर्वो मोटर क्लाक वाइस या एंटी-क्लाक वाइस घूमती है और वोल्टेज का मान सुधारती है ।

VARIAC के आऊटपुट से सिरीज बूस्ट ट्रांसफार्मर T_2 चलता है, बूस्ट वेरियेबल के आर्म के नीचे गिरने से चलता है और ऊपर आने से बक होता है । ट्रांसफार्मर T_3 रिफरेंस और सेस्पिंग वोल्टेज देता है जिससे मोटर चलती है । (Fig 6)

Fig 6



SERVO VOLTAGE STABILIZER

जब इनपुट वोल्टेज रिफरेंस वोल्टेज से कम होता है तो सेंस सर्किट मोटर को एक दिशा में घुमाता (इसका परिणाम ये होता है कि आऊटपुट वोल्टेज बढ़ा हुआ मिलता है) ।

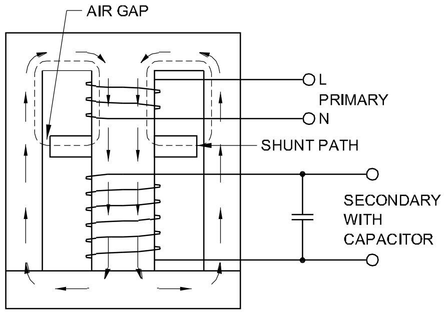
जब इनपुट वोल्टेज अधिक होता है । तो मोटर विपरीत दिशा में चलती है । और जब आऊटपुट और इनपुट वोल्टेज बराबर हो जाते है तो सर्किट मोटर को OFF कर देती है ।

सर्वो स्टेबलाइजर का स्थिर वोल्टेज की रेंज ±1% या ±0.5% तक होती है । इसकी करेक्शन रेंज 10 से 30 v की होती है ।

सर्वो स्टेबलाइजर सटीक तरीके से काम करते है और महंगे भी होती है । इसलिए ये महंगे उपकरणों जैसे कंप्यूटर, जॉरोक्स मशीन मीडिया उपकरणों में लगते है ।

स्थिर वोल्टेज ट्रांसफार्मर (Constant voltage transformer (CVT)) : एक साधारण ट्रांसफार्मर में प्राथमिक और माध्यमिक वाइंडिंग आपस में कपलिंग की हुई होती है । प्राथमिक में जो भी परिवर्तन आता है । उसका सीधा प्रभाव माध्यमिक साइड पर पड़ता है । ये परिवर्तन इसके टर्नों के अनुपात पर निर्भर करता है । एक CVT, में प्राथमिक और माध्यमिक आपस में ढीली कपलिंग से जुड़ी होती है । जैसा Fig 7 में दिखाया है । दोनों क्वाइल के बीच एक शंट पाथ निकाला जाता है । एक केपेसिटर माध्यमिक के पारेलल में लगा होता है ।

Fig 7



WINDINGS ARRANGEMENT IN CVT

अब जबकि प्राथमिक में वोल्टेज देना आरंभ करते हैं शुरूवात में शून्य फिर धीरे धीरे बढ़ाया जाता है । तब ट्रांसफार्मर के लोवर हॉफ कोर में फ्लक्स बनता है । शंट पाथ के कारण में यह पाथ में नहीं आता है । जैसे Fig 7 को बडे तीरों से दिखाया है । इसका परिणाम यह होता है कि सेकण्डी का वोल्टेज प्रायमरी के समानुपाती बढ़ता है । सेकण्डी का वोल्टेज बढ़ते से क्वाइल का इंपीडेंस, केपेसिटेंस के बराबर हो जाता है ।

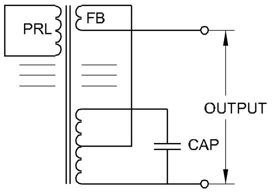
$$XL = XC \text{ or } 2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}.$$

इस रिजोनेंस की स्थिति में, LC से उच्च मान का करंट बहता है । इस करंट से सेकण्डरी में अचानक वोल्टेज बढ़ता है (Fig 7), और ट्रांसफार्मर की कोर सेच्यूरेट (saturate) हो जाती है ।

एक बार जब सेकण्डरी सेच्यूरेट हो जाये तो ये प्रायमरी के फ्लक्स को आने नहीं देती । और प्रायमरी में बढ़नेवाली फ्लक्स शंट पाथ से गुजरने लगता है । और सेकण्डरी में एक समान वोल्टेज मिलता है । Fig 8 में दिखाया है । आऊटपुट वाइंडिंग को केपेसिटर सर्किट के साथ लगाया है । और इसे टेपिंग से जोड़ा गया है ।

CVT को उन सर्किट के साथ नहीं लगाते, जहाँ SCR का उपयोग होता है । यहाँ इंडक्टर और केपेसिटर AC सर्किट या मोटर के साथ भी उपयोग नहीं किया जाता है । यह केवल TV, कंप्यूटर, FAX मशीन के साथ लगता है ।

Fig 8

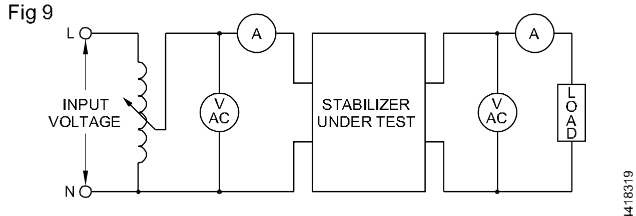


CVT WITH FEED BACK WINDING

स्टेबलाइजर की टेस्टिंग (Testing a stabilizer) :

स्टेबलाइडर की टेस्टिंग के लिए एक VARIAC और वोल्टमीटर और एमीटर के साथ रेटेड लोड की आवश्यकता होती है । स्टेबलाइजर की टेस्टिंग के लिए एक सरल सर्किट Fig 9 में दिखाया गया है ।

Fig 9



TYPICAL CIRCUIT FOR TESTING THE STABILIZER

स्टेबलाइजर के ऊपर दिखाये गये सर्किट में लगाये और फिर इनपुट वोल्टेज को रेटेड वोल्टेर के अनुरूप 170 से 260V या 130 से 270V तक परिवर्तित करें । इस समय आऊटपुट वोल्टेज में 200 से 240V के अलावा को परिवर्तन नहीं होना चाहिए । किसी भी प्रकार की हीटिंग या फेलूअर हो तो इसे नोट करना आवश्यक होता है।

UPS सिस्टम का आधार (Basics of UPS systems)

अधिकांश लोग AC मेन्स का उपयोग उसके बारे में जाने बिना लापरवाहीपूर्वक करते हैं, उसके अंतर्निहित दोष व खतरे अच्छे व संवेदनशील इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों में देखे जाते हैं। तापदीप्त लैम्प, ट्यूब, पंखे, टी वी और फ्रीज जैसे घरेलू उपकरणों में AC मेन्स की आपूर्ति से बहुत अधिक फर्क नहीं पड़ता, लेकिन जब कम्प्यूटर, चिकित्सा उपकरणों और दूरसंचार उपकरणों के लिए प्रयोग किया जाता है, तो साफ, स्थिर, रूकावट रहित बिजली की आपूर्ति का अत्यधिक महत्व है।

अधिक से अधिक लोग पर्सनल कम्प्यूटर, वर्ड प्रोसेसर व डाटा टर्मिनल जैसे-व्यवसायों में अपना रास्ता खोजते हैं। UPS सिस्टम जो बिजली की आवश्यकताओं को पूरा करते हैं और छोटे व्यवसायों व कार्यालयों के लिए मूल्य सीमा (पावर वेनिडेन्स बैकप पावर) का निर्माण किया जा रहा है।

सभी उद्योग व व्यवसायिक क्षेत्र में कम्प्यूटर की महत्ता व उसकी आवश्यकतका को देखते हुए स्थिर व बिना रूकावट पावर सप्लाई की माँग बढ़ गई है।

पहले डाटा ऑपरेटिंग सिस्टम (DOS) में कोई शट डाउन प्रक्रिया नहीं होती थी, तो बिजली के विफलता के मामले में यह आपरेटिंग सिस्टम को प्रभावित नहीं करता था। नवीनतम ऑपरेटिंग सिस्टम विंडो 9x एवं एप्लीकेशन साफ्टवेयर को उचित शट डाउन और एजॉस्ट प्रोडक्ट की आवश्यकता होती है, इस प्रक्रिया के लिए समय की आवश्यकता होती है, जो कि UPS के द्वारा प्रदान की जाती है।

UPS (बिना रूकावट बिजली की आपूर्ति) एकमात्र ऐसा साधन है, जो अत्यधिक लोड के लिए बिजली के उच्च गुणवत्ता को समस्या का सामना करने वाले एक व्यक्तिगत ग्रहक के लिए उपलब्ध है। सभी UPS डिजाइन में बैटरी चार्ज होती है, ताकि बैटरी को पूरी तरह से बिजली द्वारा चार्ज किया जा सके। छोटा UPS सामान्य रूप से एक सील तथा मेंटेनेंस फ्री बैटरी के साथ आता है, जो 10 से 15 मिनट का पावर बैकप प्रदान कर सकता है। बैटरी की क्षमता के साथ बैकप समय बढ़ाने के लिए ट्यूबलर बैटरी या ऑटोमेटिक बैटरी माध्यम या बड़ी क्षमता UPS में प्रयोग की जाती है।

UPS का वर्गीकरण (UPS classification)

UPS टोपोलॉजी-ऑफ लाइन और ऑन लाइन की दो व्यापक श्रेणियाँ हैं। इन टेपोलॉजी के तरीके अलग-अलग होते हैं। जब मेन्स उपस्थित हों और लोड लिया जाता है, तो बहुत अच्छा परिणाम देता है, इनकी सुविधाएँ व मूल्य निर्धारण भी निम्न-निम्न होती है।

ऑफ-लाइन एवं ऑन लाइन (OFF-Line and ON-Line)

ऑफ-लाइन UPS मुख्य सप्लाई को फिल्टर करता है और अधिकतर समय सीधे लोड पर जुड़ा रहता है। जब सामान्य वोल्टेज में थोड़ी भी परिवर्तन होती है, तो लोड हेतु तेजी से रिले द्वारा स्विच ऑन किया जाता है। आमतौर पर आधे से कम साइकल में एक बैटरी से अपनी शक्ति प्राप्त करने वाले इनवर्टर लगाये जाते हैं। इनवर्टर अधिकांश कम्प्यूटर के लिए सप्लाई संतोषजनक रूप से प्रदान करने के लिए एक वर्ग या स्टेप्ड वेवफार्म उत्पन्न करता है। यह विशेष तकनीक न्यूनतम लागत समाधान का प्रतिनिधित्व करती है।

ऑनलाइन UPS AC मेन्स को पहले DC में फिर इनवर्टर के द्वारा लोड को AC सप्लाई प्रदान करता है। AC सप्लाई आउटपुट करते समय यह अपने साइनवेव फार्म को दर्शाता है। DC लिंक से जुड़ी एक बैटरी backup पावर स्रोत के रूप में कार्य करती है।

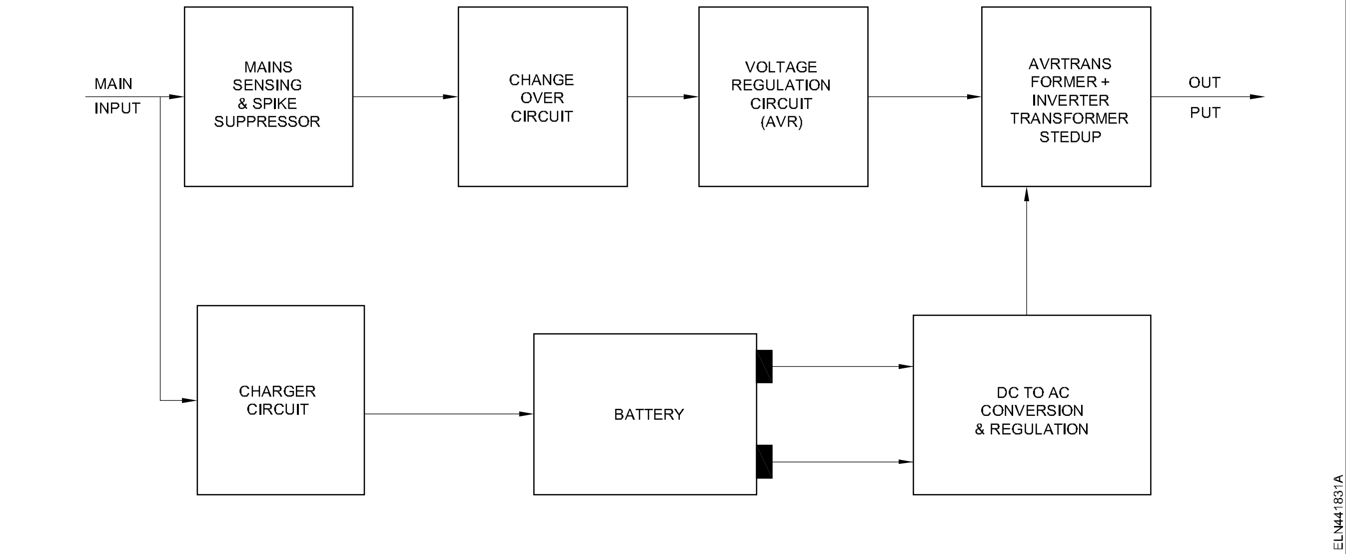
यह कम्प्यूटर को सप्लाई देता है तथा इनपुट मेन को लोड से पूरी तरह अलग करता है। जब मुख्य सप्लाई के रिफल व होने पर एक आवाज आती है, जिससे बिना अवरोध के कार्य जारी रहता है।

स्टैण्डबाई/ऑफलाइन ब्लॉक डायग्राम (Standby/OFF Line block diagram) (Fig 10)

ऑफ लाइन UPS, में लोड मुख्य सप्लाई से सीधे जुड़ा रहता है, जब मुख्य सप्लाई उपस्थित रहता है। ओवर वोल्टेजरू/अंडर वोल्टेज स्थिति में कार्य करते समय यह मुख्य सप्लाई से अलग हो जाता है, ऑफलाइन UPS में लोड, इनवर्टर को स्थानांतरित होता है। जब सप्लाई उपस्थित हाता है, तो बैटरी चार्जर बैटरी को चार्ज करता है और इनवर्टर या तो बंद हो सकता है या धीमा (idling) हो सकता है। इस प्रकार एक ऑफ लाइन UPS, में हर बार लोड ट्रांसफर शामिल होता है, तथा मुख्य सप्लाई में बाधा उत्पन्न होता है। यह ट्रांसफर शामिल एक चेंज ओवर रिले या स्टेटिक स्विच से प्रभावित होता है। किसी भी मामले में एक संक्षिप्त अवधि होगी, जिसके लिये लोड को वोल्टेज के साथ प्रदान नहीं किया जाता है। यदि लोड एक कम्प्यूटर है तथा ट्रांसफर समय 5ms से अधिक है, तो यह कम्प्यूटर डिस्क को रीबूट करने का मौका होगा।

कुछ संशोधित डिजाइनों में ट्रांसफार्मर टैपिंग द्वारा सीमित मात्रा में वोल्टेज रेगुलेशन, RF फिल्टर और MOV (Metal Oxide Varistor) का उपयोग करके कुछ सुरक्षा प्राप्त होती है। ऑफ लाइन UPS सस्ता और सरल डिजाइन की होती है, इसलिए इसे छोटी रेटिंग तथा कम लागत वाली इकाई के रूप में अलग-अलग पर्सनल कम्प्यूटर के लिए बाजार में उपलब्ध है। आमतौर पर स्क्वायर वेव आउटपुट ऑफलाइन UPS कम लोडिंग क्षमता के साथ बाजार में उपलब्ध हैं।

Fig 10



ऑफ लाइन UPS के लाभ (Advantages of OFF line UPS): उच्च दक्षता, छोटा आकार, कम मूल्य।

हानियाँ (Disadvantages): ऑफ लाइन UPS में शिकायत पर बदलाव हो सकता है। ऑफलाइन UPS बैटरी पर निर्भर करती है। यदि बैटरी असफल होती है, तो पूरा सिस्टम असफल हो जाती है। कभी-कभी चेंजओवर के दौरान कम्प्यूटर रीबूट करता है और फाइलों का नुकसान हो जाता है। एक अन्य नुकसान यह है कि आउटपुट वोल्टेज 200V-240V तक बदलता रहता है, इसलिए सभी इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के लिए उपयुक्त नहीं है।

UPS में फ्रंट पैनल संकेत और रियर पैनल सॉकेट/स्विच प्रयोग किये जाते हैं। (Front panel indications and rear panel sockets/ switches used in UPS)

सभी UPS सिस्टम में निम्न भाग होते हैं

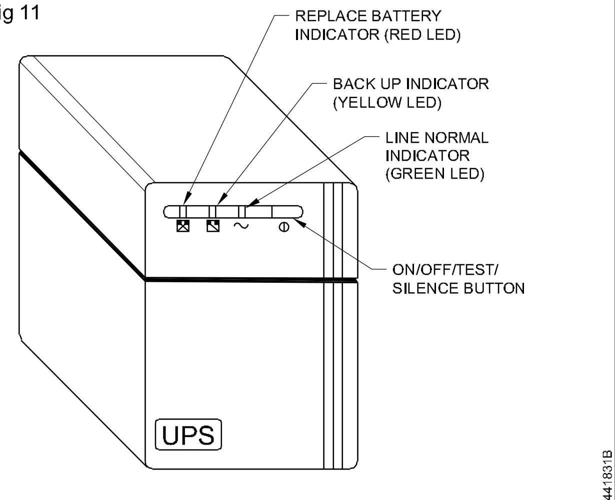
- फ्यूज/फ्यूज होल्डर (Fuse/Fuse holder)
- स्विच (Switches)
- सॉकेट (Sockets)
- पैनल इंडीकेटर (Panel indicator (LED and Neon lamp))
- मीटर (वोल्टमीटर/अमीटर) (Meters (Volt/Ampere))

Fig 11 और 12 में फ्रंट और रीमर पैनल कंट्रोल/सॉकेट दिखया गया है।

स्विच (Switches): ऑन/ऑफ और रिसेट स्विच कॉमन रूप से UPS में प्रयोग किये जाते हैं। एक ओवरलोड सर्किट को काटने और आपूर्ति को फिर से शुरू करने के लिए रीसेट स्विच का उपयोग किया जाता है। इस स्विच को पुश करने पर ऑफ हो जाता है। सामान्य अवस्था में यह सर्किट को ऑन रखता है और जब पुश किया जाता है, तो यह सर्किट को ऑफ कर देता है।

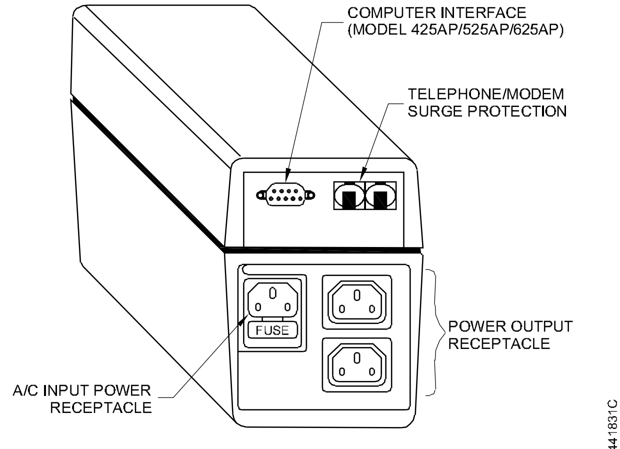
सॉकेट (Socket): एक साधारण 5 A या 15 A थ्री पावर आउटपुट सॉकेट का उपयोग UPS से विभिन्न उपकरणों को आउटपुट प्रदान करने के लिए किया जाता है। UPS आउटपुट के लिए साधारण 5/15A प्लग कनेक्ट कर सकते हैं।

Fig 11



UPS FRONT PANEL

Fig 12



UPS REAR PANEL

विभिन्न LED बजर को UPS में इंडीकेशन के रूप में उपयोग (Different LED indications/buzzers that are used in UPS)

मेईन ऑन इंडीकेशन (Mains ON indication): यह सूचित करता है कि UPS में मुख्य सप्लाई उपस्थित है तथा कार्य की स्थिति में है।

मेईन लो इंडीकेशन (Mains Low indication): यह सूचित करता है कि मुख्य सप्लाई अपने निर्धारित मान से कम है।

मेईन हाई इंडीकेशन (Mains high indication): यह सूचित करता है कि मुख्य सप्लाई उच्च है।

इन्वर्टर ऑन इंडीकेशन (Inverter ON indication): यह सूचित करता है कि UPS बैटरी मोड में है और मुख्य सप्लाई ऑफ है।

UPS से आउटपुट प्राप्त करने के लिए इन्वर्टर के ON स्विच को ON करो (To get the output from UPS switch ON the 'Inverter ON' switch)

यूपीएस ट्रिप इंडीकेशन (UPS Trip indication): यह सूचित करता है UPS आउटपुट बंद/ट्रिप है।

आवेरलोड इंडीकेशन (Overload indication): यह सूचित करता है कि लोड करंट निर्धारित मान से अधिक है।

ओवरलोड बजर (Overload buzzer): ओवरलोड की स्थिति में यह आवाज उत्पन्न करता है।

लो बैटरी वार्निंग (Low battery warning): यह सूचित करता है कि बैटरी वोल्टेज अपने रेटेड वोल्टेज से कम है। साथ में बजर भी सूचित करता है।

बैटरी चार्जिंग इंडीकेशन (Battery charging indication): यह सूचित करता है कि बैटरी चार्जिंग अवस्था में है।

आउटपुट वोल्टेज लो इंडीकेशन (Output voltage low indication): यह सूचित करता है कि आउटपुट वोल्टेज अपने निर्धारित मान से कम है।

सामान्य विशेषता एवं UPS सुरक्षा (General specifications & UPS protections)

UPS 500VA से 20KVA या अधिक रेंज में उपलब्ध होते हैं। यहाँ VA यानि वोल्टे एम्पीयर है।

पावर फैक्टर विशेषता अलग-अलग उत्पादकों का अलग-अलग होता है। मान लो 1 KVA UPS का पावर फैक्टर 0.6 है, तब-

लोड 1000 x0.6 = 600 watts.

सामान्यतः एक PC, 180 वाट के लिए उपयोग किया जाता है, इसमें आउटपुट के लिए साइन वेव, स्क्वायर वेव, क्यूसी स्क्वायर वेव उपलब्ध होता है। उपयोग के आधार पर साइन वेव UPS, स्क्वायर वेव UPS से अच्छा माना जाता है।

सामान्य विशेषताएँ (General specifications)

आउटपुट कैपेसिटी = आउटपुट कैपेसिटी को वोल्ट एम्पीयर में लिया जाता है।

इनपुट वोल्टेज = 230V AC ±20%, 50 Hz, सिंगल फेज साइन वेव में।

आउटपुट वोल्टेज = 230V AC ±10%, 50 Hz, स्क्वायर वेव या साइन वेव में।

= 230V AC ±2%, 50 Hz (for ON-Line)

बैटरी = 7 AH, 12V SMF (Sealed Maintenance Free), ऑफ लाइन के लिए (UPS की क्षमता पर निर्भर करता है)।

= ट्यूबलर बैटरी 40 AH to 160 AH (12V to 120V) आनॅ-लाइन के लिए (UPS की क्षमता पर निर्भर करता है)।

ऑटोमेटिक वोल्टेज रेगुलेशन (AVR) के उपलब्धता का प्रदर्शन

बैटरी के 90% चार्ज कैपेसिटी होने में 5 घण्टे का समय लगता है।

UPS में अलग-अलग प्रकार के सुरक्षा (Different types of protection in UPS)

मेन्स में इनपुट फ्यूज (Input fuse on mains): यह सिस्टम को हाई वोल्टेज इनपुट, लाइन डिस्टर्बेंस और शॉर्ट सर्किट आदि से बचता है।

MOV (Metal Oxide varistor) सुरक्षा (MOV (Metal Oxide varistor) protection): MOV में जब अधिक इनपुट वोल्टेज जाता है, तो वह फ्यूज को जला देता है।

पालीस्टर कैपेसिटर के द्वारा लाइटनिंग प्रोटेक्शन (Polyester capacitor for lightening protection): यह ट्रांसफार्मर वाइंडिंग के साथ लगा रहता है तथा जब लाइटनिंग होती है। तब यह जल जाती है तथा ट्रांसफार्मर को बचा लेती है।

मॉसफेट के सुरक्षा के लिए फ्यूज (Fuses to protect the MOSFETS): त्वरित करंट परिवर्तन के लिए MOSFETS अत्यधिक संवेदनशील होते हैं। इस प्रकार फ्यूज, MOSFET को सुरक्षा प्रदान करते हैं।

चार्जर सर्किट के सुरक्षा के लिए चार्जर फ्यूज (Charger fuse to protect the charger circuit): यदि चार्जर सर्किट में कोई दोष उत्पन्न होते हैं, तो फ्यूज जलकर SCR को सुरक्षा प्रदान करता है।

MOV का आउटपुट हाई वोल्टेज सुरक्षा (Output high voltage protection MOV): यह MOV आउटपुट सॉकेट के फेज व न्यूट्रल के साथा जुड़ा हुआ है। यदि फीडबैक सर्किट विफल हो जाती है, तो आउटपुट वोल्टेज 300 v से भी अधिक हो जाती है। ऐसी स्थिति में लोड की सुरक्षा के लिए MOV का प्रयोग किया जाता है।

ओवरलोड सुरक्षा (Overload protection): यह UPS में विशेष रूप से MOSFET/IGBT की सुरक्षा करता है। जब आउटपुट करंट प्रीसेट करंट से अधिक होती है। (overloading the UPS), तो UPS आउटपुट एक संकेत के साथ बंद हो जाता है।

बैटरी ओवर चार्जिंग/डिस्चार्जिंग सुरक्षा (Battery over charge/ discharge protection): यह बैटरी को उच्च मान चार्जिंग सुरक्षा प्रदान करता है (SMF बैटरी को 15.8V तक चार्ज करने पर) और ट्यूबलर बैटरी को 14.1V तक चार्ज होने पर बचाता है। यह बैटरी को डिस्चार्ज होने के निचले स्तर पर जाने से भी बचाता है। यदि बैटरी वोल्टेज 10.5V से नीचे डिस्चार्ज किया जाता है, UPS स्वतः बंद हो जाता है।

UPS जाँच के लिए सामान्य दिशानिर्देश (General tips for testing a UPS)

- फ्यूज वायर का उपयोग करके बैटरी के टर्मीनलों को कनेक्ट करें। यदि परीक्षण के दौरान कोई गड़बड़ी होती है तो फ्यूज वायर जलकर UPS

को सुरक्षा प्रदान करता है।

- नो लोड की स्थिति में परीक्षण करें।
- दो MOSFET बैंकों के गेट वोल्टेज की जाँच करें, यह एक समान होना चाहिए। यदि PWM गेट पल्स उपस्थित नहीं है, तब गेट वोल्टेज 5.6V के आसपास होना चाहिए। यदि PWM गेट पल्स उपस्थित है, तो गेट वोल्टेज 2-2.5v के आसपास होना चाहिए।
- कुछ फ्रीक्वेंसी मीटर केवल AC फ्रीक्वेंसी को मापने के लिए बनाये जाते हैं। यदि UPS आउटपुट स्क्वायर वेव है, तो रीडिंग सही नहीं होगी। निश्चित रूप से UPS आउटपुट के साथ 60/100W का लोड कनेक्ट करने पर सही फ्रीक्वेंसी मिलनी चाहिए। तभी वह फ्रीक्वेंसी मीटर निकटवर्ती सही फ्रीक्वेंसी दिखाएगी।
- ऑन-लाइन UPS में ओवरलोड सेटिंग के लिए लोड करंट की गणना आउटपुट वोल्टेज के साथ अधिकतम लोड को विभाजित करके की जाती है। इसे आउटपुट टर्मीनल पर क्लैम्प मीटर का भी प्रयोग करके मापा जाता है। लोड करंट के इस मान पर ओवरलोड करंट मापा जाता है।
- जब UPS में आउटपुट/इनपुट के साथ एक्सटेंशन बॉक्स उपयोग किया जाता है, तो यह लाइन लीकेज शॉक खतरे को उत्पन्न कर सकती है।
- यदि MOSFET समांतर में जुड़ी हुई हैं, तो इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि सभी MOSFET एक ही Rds के होने चाहिए। MOSFET के लिए Rds मान (drain to source resistance) और करंट रेटिंग महत्त्वपूर्ण है।

लाइन UPS सिस्टम में चेंजओवर (Changeover in OFF-Line UPS system)

इस प्रकार के UPS में रिले बैटरी के वोल्टेज को नियंत्रित करता है, जो रिले क्वायल पर आरोपित किया जाता है। यदि बैटरी वोल्टेज बहुत कम है, तो स्विच को ट्रिगर करने के लिए रिले क्वायल को पर्याप्त सप्लाई नहीं मिलेगी। इससे मेन वोल्टेज सही और अच्छी स्थिति में होते हुए भी कम दिखाएगा। इस प्रकार के ऑफ-लाइन प्रणालियाँ बैटरी पर निर्भर करती है।

कुछ ऑफ-लाइन सिस्टम बैटरी से स्वतंत्र होती है। इसकी क्वायल को सप्लाई मुख्य सप्लाई द्वारा ही प्रदान की जाती है, मुख्य सप्लाई को कम करके रेक्टिफाई करता है। यह रेक्टिफाइड सप्लाई चेंजओवर रिले क्वायल को दी जाती है। बैटरी की कम वोल्टेज रिले क्वायल के आपूर्ति को प्रभावित नहीं करता, इस प्रकार की ऑफलाइन UPS बैटरी के स्थिति के बावजूद मुख्य आउटपुट प्रदान करती रहती है।

इन्वर्टर का आइसोलेशन (Isolation of inverter)

एक और महत्त्वपूर्ण बात यह है कि मुख्य सप्लाई के उपस्थिति के दौरान इनवर्टर सेक्शन को अलग करना, यह कार्य चेंजओवर रिले के द्वारा किया जाता है। इनवर्टर साइड को सर्किट से अलग करने के लिए स्विचिंग ट्रांजिस्टर का उपयोग किया जाता है। यह स्विचिंग ट्रांजिस्टर शट डाउन पिन वोल्टेज ऑसिलेटर IC को नियंत्रित करता है, जब मुख्य सप्लाई उपलब्ध होता है, तो यह शट डाउन पिन वोल्टेज को उच्च रखता है।

एक बार शट डाउन पिन उच्च हो जाता है, तो ऑसिलेटर IC, MOSFET के लिए जनरेशन पल्स निकालना बंद कर देता है, जिसे MOSFEET ऑफ हो जाता है तथा इनवर्टर सेक्शन निष्क्रिय हो जाता है। जब मुख्य सप्लाई बंद हो जाता है, तो ट्रांजिस्टर द्वारा पिन वोल्टेज को जपरेटिंग गेट पल्स में बदल दिया जाता है।

इनवर्टर सेक्शन का ऑफ-लाइन तथा ऑन-लाइन UPS मेन्स ऑफ की स्थिति में एक जैसा व्यवहार करता है।

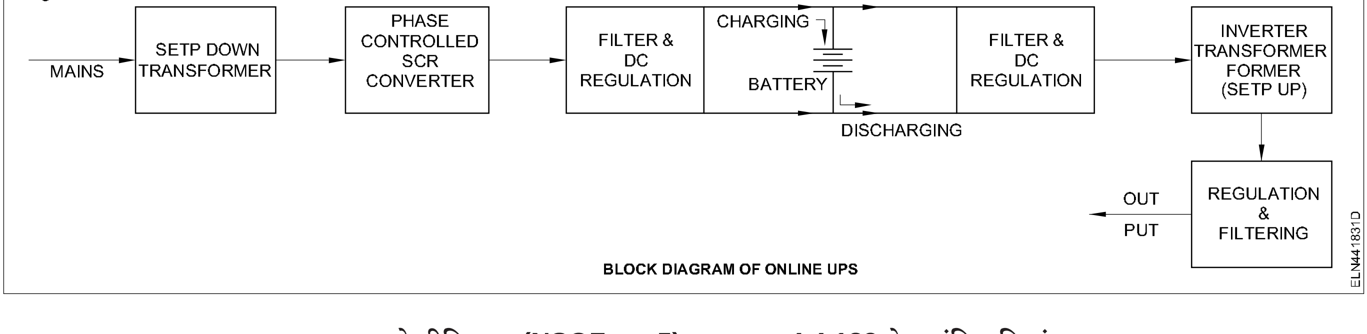
ऑफ-लाइन UPS में मेन्स डिले कैपेसिटर लगाया जाता है, यह मेन्स इनपुट वोल्टेज के शीघ्र परिवर्तन को रोकता है। यदि मेन्स की स्थिति जल्दी-जल्दी बदल रही है, तो UPS को वैकल्पिक रूप से बैटरी मोड और मेन्स मोड पर जल्दी-जल्दी ऑन-ऑफ करना होता है, चूँकि MOSFET इस तेजी से चलने वाली बदलाव को सहन कर सकता है, इसलिए यह जल जाती हे। इससे बचने के लिए मेन्स इनपुट में एक डिले कैपेसिटर (1Mf) संयोजित कर दिया जाता है, जितनी जल्दी मुख्य सप्लाई ऑटो कपलर को सेंस करता है, मेन्स ऑन इंडीकेशन दिखा देता है। कुछ सेकेण्ड बाद इस कैपेसिटर के कारण चेंज ओवर रिले मेन्स को परिणाम देता है। इस कैपेसिटर को हटाने से चेंज ओवर समय घट जाता है, लेकिन इससे MOSFET को नुकसान पहुँचता है।

ऑन-लाइन UPS (ON line UPS)

ऑन-लाइन UPS में इनवर्टर हमेशा लोड को सप्लाई प्रदान करता है। भले ही बिना बिजली के मुख्य पावर उपलब्ध हो या ना हो, लोड हमेशा इनवर्टर से जुड़ा रहता है, इसलिए इसमें कोई हस्तांतरण प्रक्रिया शामिल नहीं है। जब मुख्य सप्लाई उपस्थित होती है, तो इसे ठीक किया जाता है और और बैटरी के समांतर संयोजित किया जाता है। इसलिए सभी सप्लाई सिस्टम में बैटरी को अलग से लगाया जाता है, ताकि इनवर्टर हर लोड पर निरंतर आयाम की शुद्ध साइन-वेव देता रहे।

Fig 13 में ऑन-लाइन UPS का बेसिक ब्लॉक डायग्राम दिखाता है।

Fig 13



BLOCK DIAGRAM OF ONLINE UPS

ब्लॉक डायग्राम (Fig 13) में मेन्स इनपुट को निम्न स्तर तक नीचे लाया गया है, जो एक थायरिस्टर आधारित फेज कंट्रोल्ड AC से DC कनवर्टर को नियंत्रित करता है। तथा फायरिंग एंगल (α) को भी नियंत्रित करता है। PWM जो आमतौर पर बैटरी मोड में त्रिकोणीय/स्क्वायर वेव मॉडुलेशन करके पल्स चौड़ाई को बनाये रखता है तथा आउटपुट में फिल्टर किया गया सप्लाई देता है। PWM इनवर्टर को पावर रेटिंग के आधार पर (50Hz) फ्रीक्वेंसी तक स्विच किया जाता है और इसलिए इनवर्टर द्वारा लिए जाने DC करंट में स्विचिंग अवयव होंगे।

चार्जिंग करंट के साथ ही इनवर्टर में DC साइड करंट का हारमोनिक कम्पोनेंट भी बैट्री में प्रवाहित होता है। इस हारमोनिक का मान काफी अधिक होता है। जो बैट्री में अनावश्यक विकृति पैदा करती है। यह इस डिजाइन का एक प्रमुख नुकसान है। जो बैट्री के कार्य काल को प्रतिकूल रूप से प्रभावित करता है।

जब मुख्य सप्लाई उपस्थित होता है, तो कनवर्टर के द्वारा लोड को पावर पहुँचता है तथा कनवर्टर से बैट्री और इनवर्टर में प्रवाहित होता है। इस प्रकार पावर का हबल रूपांतर होता है। इस प्रक्रिया में कनवर्टर इनवर्टर और दो लेवल शिफ्टिंग ट्रांसफार्मर बिजली को हानि करते हैं। इसलिए इस डिजाइन की दक्षता आफ लाइन डिजाइन से कम हैं।

एक अच्छे से डिजाइन किए गए कंट्रोल सिस्टम में बैट्री वोल्टेज को मापा जाता है और सेट फ्लोट वोल्टेज के साथ तुलना की जाती है। दोष को अनुपातिक कंट्रोल में फीड किया जाता है तथा फीड दोष, बैट्री में प्रवाहित होने वाली चार्जिंग करंट को तय करती है।

आन लाइन UPS के लिए चार्जिंग करंट का मान स्थिर होगा। अकसर यह पाया जाता है कि मुख्य सप्लाई उपस्थित होने पर भी बैट्री चार्ज मोड में यानि बैट्री मुख्य सप्लाई के साथ लोड करंट को साझा करती है। यह तब होता है, जब मुख्य सप्लाई वोल्टेज कम है, या आउटपुट में 75% से अधिक लोड जुड़ा है। बुस्ट प्रकार के पावर फैक्टर सुधारक परिपथ प्रयोग करके ON line UPS की दक्षता बढ़ाया जा सकता है।

लाभ (Advantages)

- स्थिर आउटपुट वोल्टेज (No AVR card) कम ज्यादा होने वाले वोल्टेज से मुक्त हैं।
- स्थिर चार्जिंग करंट।

हानियाँ (Disadvantages)

- डिजाइन में जटिल, कम दक्षता उच्च लागत आकार में बड़ा और बैट्री मे विकृति।

ON लाइन UPS के प्रीसेट (Presets of an ON-Line UPS)

आन लाइन UPS के प्रीसेट OFF लाइन UPS से भिन्न होते हैं।

ON-Line UPS प्रीसेट (ON-Line UPS presets)

आउटपुट हाई कट प्रीसेट (Output high cut preset): मान लीजिए PWM या फीड बैक सेक्शन में कोई विफलता है। आउटपुट वोल्टेज 300V AC से ऊपर बढ़ जाएगा। यह बढ़ा हुआ आउटपुट वोल्टेज आउटपुट लोड को नुकसान पहुँचाता है। इस आउटपुट को रोकने के लिए हाई कट प्रीसेट का उपयोग किया जाता है। जब आउटपुट वोल्टेज निर्धारित सीमा तक पहुँच जाता है। तो यह प्रीसेट आउटपुट को काट देता है। इस सीमा को सेट करने के लिए PWM आउटपुट वोल्टेज कंट्रोल प्रीसेट का उपयोग करके आउटपुट वोल्टेज को 265V पहुँचने तक बढ़ाया और इस आउटपुट को सेट करने के लिए आउटपुट हाई कट प्रीसेट को बंद किया।

इमरजेंसी लाइट (Emergency light)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **इमरजेंसी लाइन के ब्लॉक डायग्राम का वर्णन करना**
- **इमरजेंसी लाइट सर्किट डायग्राम और बैटरी चार्जिंग का वर्णन करना।**

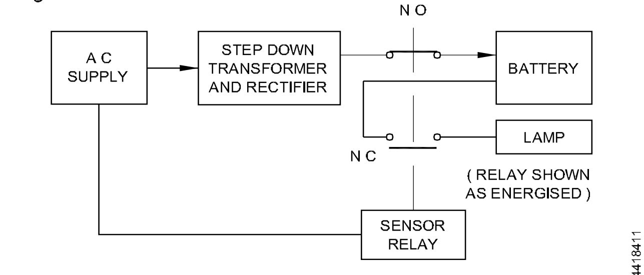
इमरजेंसी लाइट (Emergency light)

इमरजेंसी लाइट सिस्टम सामान्य रूप से सार्वजनिक भवनों, कार्य, स्थलों, आवासों आदि में प्रयोग किया जाता है। उद्योगों में इमरजेंसी लाइट का मुख्य कार्य निम्न है-

- ESCAPE मार्गों को सूचित करना। (बाहर जाने पर)
- फायर फाइटिंग उपकरणों के स्थिति को सूचित करना।
- फायर फाइटिंग उपकरणों के स्थिति को सूचित करना।

Fig 1 में इमरजेंसी लाइट का ब्लॉक डायग्राम दिखाया गया है। बैटरी के बिना ओवर चार्जिंग सुरक्षा के लिए या ट्रिकल चार्जिंग के लिए आधारभूत सर्किट के बारे में व्याख्या किया गया है। आधुनिक इमरजेंसी लाइट ये सुविधाएँ प्रदान करती है।

Fig 1



BLOCK DIAGRAM OF AN EMERGENCY LIGHT HAVING INCANDESCENT LAMP

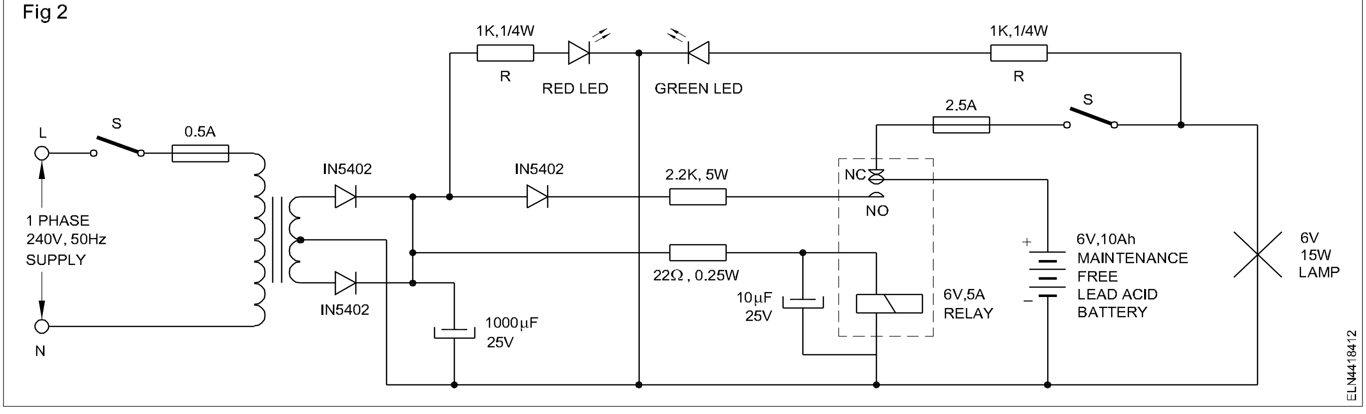
जैसा कि-ब्लॉक डायग्राम में दिखाया गया है-AC मेन सप्लाई को ट्रांसफार्मर में कनेक्ट किया गया है, फिर इसे सेंसर रिले कि माध्यम से बैटरी को चार्ज करने के लिए संयोजित किया गया है। एक लैम्प बैटरी सर्किट में रिले के माध्यम से जुड़ा है, जब AC सप्लाई की आपूर्ति बंद हो जाती है, तो रिले सामान्य रूप से NC कांटेक्ट के माध्यम से लैम्प सर्किट बैटरी से जुड़ा जाता है और लैम्प प्रकाशित होता है।

जब AC सप्लाई प्रदान की जाती है, तब बैटरी रिले के NO के माध्यम से बैटरी को चार्जिंग करंट प्रदान करता है। चार्जिंग करंट को सीरीज प्रतिरोध के माध्यम से नियंत्रित किया जाता है, इसमें 2.2 ओह्म प्रतिरोध 5 वाट प्रतिरोध, दो LED एक लाल एवं एक हरा सर्किट में Fig 2 के अनुसार लगाया गया है। जो AC सप्लाई के उपलब्धता और बैटरी के द्वारा लैम्प जलने को सूचित करता है।

DC आपूर्ति को सुचारू करने के लिए रेक्टीफायर सर्किट में 1000 μf कैपेसिटर का उपयोग किया जाता है और रिले ऑपरेशन की दक्षता बढ़ाने के लिए रिले के साथ 10 μf कैपेसिटर का उपयोग किया जाता है।

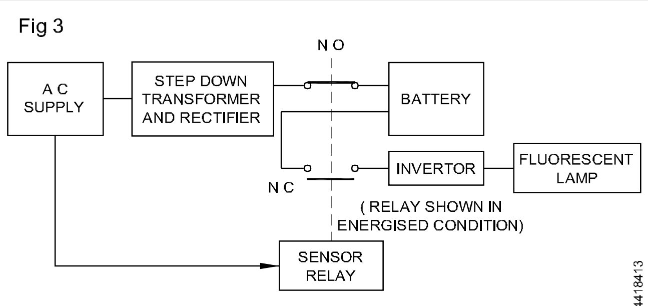
इमरजेंसी ट्यूब लाइट सर्किट (Emergency tube light circuit): इमरजेंसी लाइट जो एक साधारण इनकैंडीसेंट लैम्प से जुड़ी होती है, कम रोशनी देती है। अगर फ्लोरोसेंट लैक्प का उपयोग इमरजेंसी लाइट में किया जाता है, तो इससे कई गुना अधिक रोशनी मिलती है, इसलिए अधिकांश आपातकालीन रोशनी फ्लोरोसेंट ट्यूबलाइट के साथ जोड़ी जाती है।

Fig 2



इनवर्टर सर्किट को साधारण इनकैंडीसेंट लैम्प के साथ जोड़ा जाता है, जिसका ब्लॉक डायग्राम (Fig 3) में दिखाया गया है। ट्यूबलाइट के संचालन के लिए हाई वोल्टेज की आवश्यकता पड़ती है। इनवर्टर का उपयोग DC सप्लाई को AC में बदलने के लिए किया जाता है और फिर इससे फ्लोरोसेंट ट्यूब को जोड़ा जाता है। इनवर्टर सर्किट सेंसर रिले के द्वारा बनाया जाता है, जब AC सप्लाई उपलब्ध नहीं होता या यो पावरफेल्योर के दौरान बैटरी वोल्टेज इनवर्टर को संचालित करता है, जिससे DC को AC में परिवर्तित किया जाता है और फ्लोरोसेंट ट्यूब को प्रकाशित करने के लिए हाई वोल्टेज प्रदान किया जाता है।

इनवर्टर मूल रूप से ट्रांजिस्टर ऑसिलेटर है जैसा Fig 4 में दिखाया गया है। वे लगभग 6.6 kHz की आवृत्ति पर दोलन करने के लिए बनाये जा सकते हैं। परिपथ की आवृत्ति को परिपथ में प्रतिरोध और केपेसिटर के

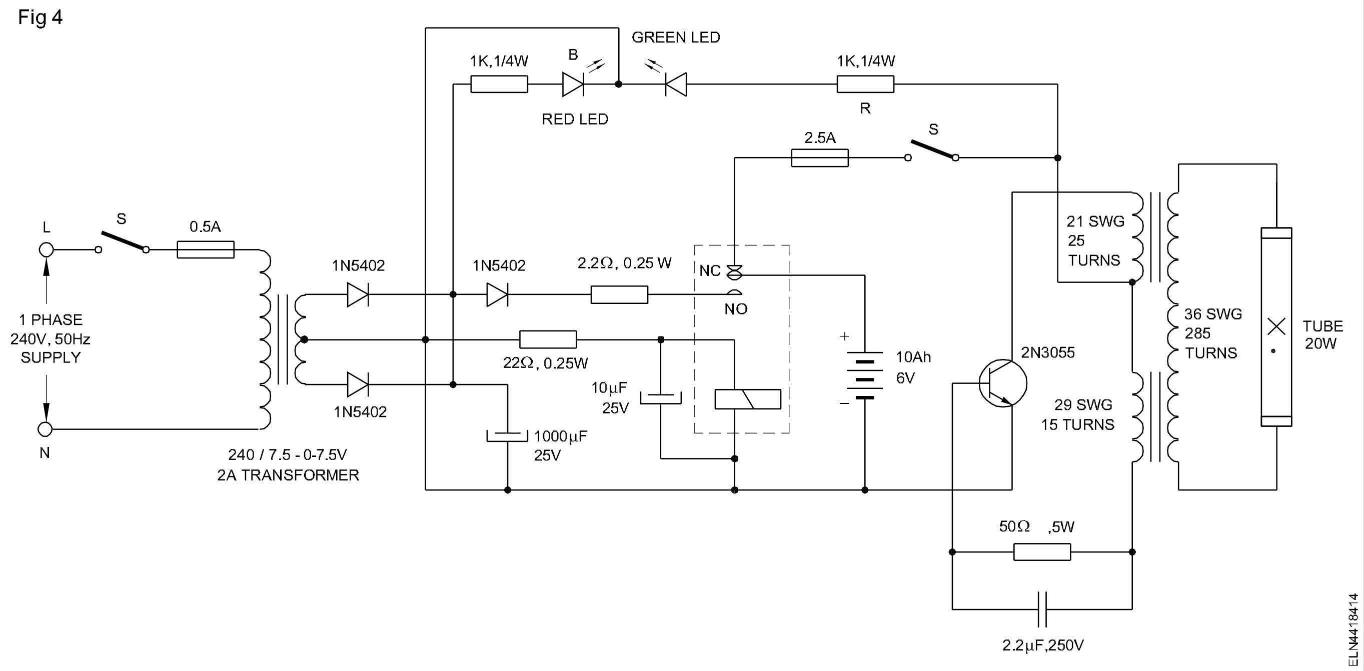


BLOCK DIAGRAM OF AN EMERGENCY LIGHT HAVING FLUORESCENT LAMP

मान को बदलकर बदला जा सकता है। जो ट्रांजिस्टर के आधार में जुड़ा होता है।

जब AC सप्लाई की आपूर्ति फिर से शुरू होती है तो सेंसर रिले चार्जिंग के लिए बैटरी टर्मिनलों को रेक्टिफाइड DC परिपथ से जोड़ता है तथा इनवर्टर सर्किट को रिले द्वारा परिपथ से अलग कर दिया जाता है।

अपने तापमान के भीतर पॉवर ट्रांजिस्टर के तापमान को बनाये रखने के लिए उचित मान हीटसिंग (heat sink) पॉवर ट्रांजिस्टर के साथ लगाया जाता है।



बैटरी चार्जर और इनवर्टर (Battery charger and inverter)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **ब्लॉक डायग्राम की सहायता से बैटरी चार्जर की कार्यविधि का वर्णन करना**
- **विभिन्न बैटरियों का मरम्मत, मान, चार्जिंग की प्रक्रिया की व्याख्या करना**
- **बैटरी चार्जिंग परिपथ तथा उसका ऑटोमेटिकली बंद होने की प्रक्रिया का व्याख्या करना**
- **ब्लॉक डायग्राम की सहायता से इनवर्टर के सिद्धांत का अध्ययन करना**
- **पॉवर इनवर्टर तथा इनपुट, आउटपुट वोल्टेज, आवृत्ति एवं पॉवर संबंध की व्याख्या करना।**

बैटरी चार्जर (Battery charger)

इनवर्टर UPS या जहाँ भी बैटरी का उपयोग किया जाता है बैटरी के उचित कार्य के लिए बैटरी का उचित चयन और रखरखाव बहुत आवश्यक है।

विभिन्न प्रकार के बैटरी विभिन्न कार्यों के लिए उपयोग किया जाता है। सभी का अपना-अपना लाभ तभा हानियाँ हैं।

सामान्यतः निम्न चार प्रकार के बैटरियों का उपयोग इनवर्टर सिस्टम तथा UPS में किया जाता है।

- ऑटोमोबाइल बैटरीज
- ट्यूबलर/औद्योगिक लैड एसिड बैटरीज
- सील्ड मेंटेनेंस फ्री बैटरीज (smf)
- निकिल कैडमियम बैटरीज

ऑटोमोबाइल बैटरीज (Automobile batteries)

इस प्रकार की बैटरियाँ आमतौर पर ऑटोमोबाइल सेक्टर, कार, ट्रक आदि में उपयोग की जाती है। यह अन्य बैट्रियों से सस्ता पड़ता है। इसमें कई सारे ड्रा बैंक होते हैं। जिनका उपयोग बैट्रियों को जोड़कर एक बड़े ड्रा बैक के रूप में होता है। फ्लोर चार्जर के दौरान लंबी अवधि में इसके द्वारा पॉजीटिव ग्रिड विकसित करके प्रदान करने पर बैकप समय कम हो जायेगा।

ऑटोमोबाइल लैड एसिड बैटरी की एक अच्छी गुणवत्ता का जीवन केवल 250-300 पूर्ण चार्ज/डिस्चार्ज साइकल है।

ट्यूबलर/औद्योगिक लैड एसिड बैटरी (Tubular/Industrial lead acid battery)

इस प्रकार के बैटरियों को अधिक दक्षता प्राप्त करने के लिए तैयार किया जाता है।

इस प्रकार आयु 1000 साइकल चार्ज/डिस्चार्ज से अधिक होती है। इस प्रकार की बैटरियों को नियमित रखरखाव की आवश्यकता होती है क्योंकि इन बैटरियों में एसिड की वजह से व्यवधान पैदा करने वाले गैस निकलती है और इसी कारण इन्हें कम्प्यूटर कमरों और अन्य AC कमरों में नहीं रखा जा सकता।

सील्ड मेंटनेंस फ्री (SMF) बैटरियाँ (Sealed maintenance free (SMF)batteries)

ये बैटरियाँ पूरी तरह से बंद होती हैं इसलिए इन्हें किसी भी तरह के नियमित रखरखाव की आवश्यकता नहीं है। इन बैटरियों के साथ किसी भी प्रकार का वेट एसिड या लैड पेस्ट बैटरी नहीं रखना चाहिए। यह आकार में छोटा होता है और इसे इनवर्टर के साथ AC रूम में रखा जा सकता है।

यह अन्य बैटरियों की तुलना में अधिक महंगा है तथा अन्य बैटरियों के तुलना में अधिक संवेदनशील है। अगर इस बैटरी का कार्यकायरी तापमान 40°C से अधिक होता है तो बैटरी की जीवन तथा उसकी क्षमता आधी हो जाती है।

निकिल कैडमियम बैटरीज (Nickel cadmium batteries)

बहुत ही महंगी बैटरियाँ हैं तथा इसका उपयोग भी भिन्न है। इनका उपयोग स्पेस सेंटर तथा न्यूक्लिअर साइंस में होता है। इनका निर्माण लंबी अवधि तक चलने के लिए किया जाता है।

बैटरी के रेटिंग (Rating of battery)

सामान्यतः बैटरियाँ 6V,12V,24V,48V, तथा 120V आदि में उपलब्ध होती हे। सामान्य रूप से 6 ,12 तथा 24 V की बैटरियाँ अधिक उपलब्ध होती हैं। बैटरियों की क्षमता को एम्पियर ऑवर (Ampere Hour(AH)) में लिया जाता है।

बैटरियों का बैकप समय उनकी एम्पियर ऑवर दक्षता पर निर्भर करती है। अधिक एम्पियर पावर क्षमता की बैटरी का बैकप समय भी अधिक होता है।

बैटरी का चार्जिंग (Charging of battery)

बैटरी का जीवन उसकी चार्जिंग करने की प्रक्रिया पर निर्भर होती है।

बैटरियों को चार्ज करने के लिए निम्न तीन प्रकार की विधियाँ प्रयोग की जाती हैं:-

- स्थिर वोल्टेज (Constant voltage)
- स्थिर करंट (Constant current)
- स्थिर वोल्टेज-स्थिर करंट (Constant voltages- constant current)

स्थिर वोल्टेज (Constant voltage)

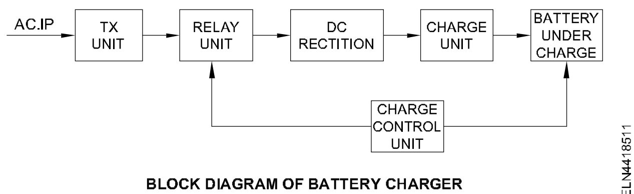
इस प्रकार की चार्जिंग प्रक्रिया सीरीज रेगुलेटर के साथ में SMF बैटरियों को चार्ज करने के लिए उपयोगी होता है परंतु ऑटोमेटिक एवं ट्यूबलर बैटरियों को चार्ज करने के लिए यह विधि उपयोगी नहीं है।

स्थिर करंट (Constant current)

इस प्रकार की चार्जिंग प्रक्रिया शंट रेगुलेटरों के साथ ऑटोमेटिक और ट्यूबलर/ औद्योगिक लैड एसिड बैटरी को चार्ज करने के लिए उपयोग की जाती है, परंतु यह SMF बैटरी को कनेक्ट करने पर ओवर चार्ज करके खराब कर सकती है।

बैटरी चार्जर की कार्य विधि को समझने के लिए एक सामान्य ब्लॉक आरेख (बैटरी चार्जर की) के माध्यम से व्याख्या की गई है। (Fig 1)

Fig 1



BLOCK DIAGRAM OF BATTERY CHARGER

ट्रांसफार्मर (Transformer)

मुख्य ट्रांसफार्मर प्राधमिक ऑटो-ट्रांसफार्मर के माध्यम से जुड़ा रहता है और रिले के माध्यम से ऑटो ट्रांसफार्मर को सप्लाई दी जाती है। एक स्वचालित चार्ज नियंत्रण सप्लाई हमेशा चार्ज कंट्रोल यूनिट ट्रांसफार्मर के प्राइमरी में मौजूद होती है।

रिले इकाई (Relay unit)

बैटरी की चार्जिंग के लिए आवश्यक DC इनपुट रिले यूनिट के द्वारा रेक्टिफाई DC सप्लाई दी जाती है। यह रिले यूनिट बैटरी के पूर्ण चार्ज होने पर इनवर्टर की AC सप्लाई आपूर्ति को भी बंद करता है।

डीसी रेक्टिफायर (DC rectifier)

यह रेक्टिफायर यूनिट हमेशा एक फुल वेव ब्रिज रेक्टिफायर होता है, जो अत्यधिक चार्जिंग करंट की पूर्ति करने में सक्षम होता है। इन परिपथों में अधिकांशतः उच्च करंट मेटल रेक्टिफायर का प्रयोग किया जाता है परंतु हाई करंट क्षमता की उपयोग के लिए सेमी कंडक्टर डायोड लगाया जाता है।

चार्जिंग इकाई (Charging unit)

यह दर्शाता है कि बैटरी के द्वारा चार्जिंग करंट लिया जा रहा है और यह ऑन-ऑफ स्विच के द्वारा नियंत्रित किया जाता है। बैटरी की चार्जिंग स्थिति को देखने के लिए एक परीक्षण स्विच दिया जाता है।

बैटरी सेक्शन (Battery section)

बैटरी को चार्जिंग करने के लिए हमेशा एक अच्छे वेंटिलेशन रूप में रखना चाहिए तथा उसके वेंट प्लग को आसानी से खोलकर उसके सेल्स के द्वारा संघनित गैसों को बाहर निकलने का रास्ता देना चाहिए।

चार्ज नियंत्रक इकाई (Charge control unit)

एक बार जब बैटरी पूर्ण चार्ज हो जाता है तब उसकी DC सप्लाई आपूर्ति ऑटोमेटिकली बंद हो जाती है। वोल्टेज सेंसिंग परिपथ AC इनपुट यूनिट को रेक्टिफायर यूनिट तक जाने के लिए कंट्रोल यूनिट को सक्षम बनाता है। जिससे चार्जिंग वोल्टेज बंद हो जाता है।

स्थिर वोल्टेज और स्थिर करंट (Constant voltage and constant current)

इस चार्जिंग प्रक्रिया के अधिक लाभ हैं यह प्रक्रिया ऑटोमोबाइल और ट्यूबलर/औद्योगिक लैड एसिड बैटरी तथा SMF बैटरी दोनों के लिए उपयोगी है। यह प्रक्रिया रेगुलेटेड चार्जिंग के माध्यम से बैटरी के जीवन को बढ़ाती है।

बैटरी के चार्जिंग प्रचालन (Charging operation of battery)

जब A.C सप्लाई की आपूर्ति चालू रहती है तथा रिले के द्वारा ऑटो-ट्रांसफार्मर टेपिंग के 0-240V टेपिंग के साथ मुख्य सप्लाई जुड़ा रहता है।

तब यह एक स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर की तरह कार्य करता है जिसकी प्राइमरी 0-240 V के साथ जुड़ा रहता है तथा सेकंडरी 12-0-12 V के साथ जुड़ा रहा है।

सेकेण्डरी से प्राप्त वोल्टेज बैटरियों को चार्ज करने में उपयोग किया जाता है।

ट्रिकल चार्जिंग (Trickle charging)

इनवर्टर में जब A.C मुख्य सप्लाई उपलब्ध रहता है तो बैटरी चार्ज होते रहता है। जब बैटरी पूर्ण चार्ज हो जाती है तब चार्जर ऑटोमेटिक बंद हो जाता है अगर पूर्ण चार्ज होने के उपरांत चार्जिंग बंद न हो तो बैटरी खराब हो सकती है।

ट्रिकल चार्जिंग एक विशेष चार्जिंग प्रक्रिया है जो बैटरी को हमेशा फूल चार्ज की स्थिति में रखता है तथा बैटरी स्थिर रूप से चार्ज होती रहती है। चार्जिंग की यह प्रक्रिया सामान्य चार्जिंग प्रक्रियाओं से एकदम भिन्न होती है। ट्रिकल चार्जिंग की स्थिति में सामान्य चार्जिंग की अवस्था से 100वाँ भाग करंट बैटरी को दी जाती है।

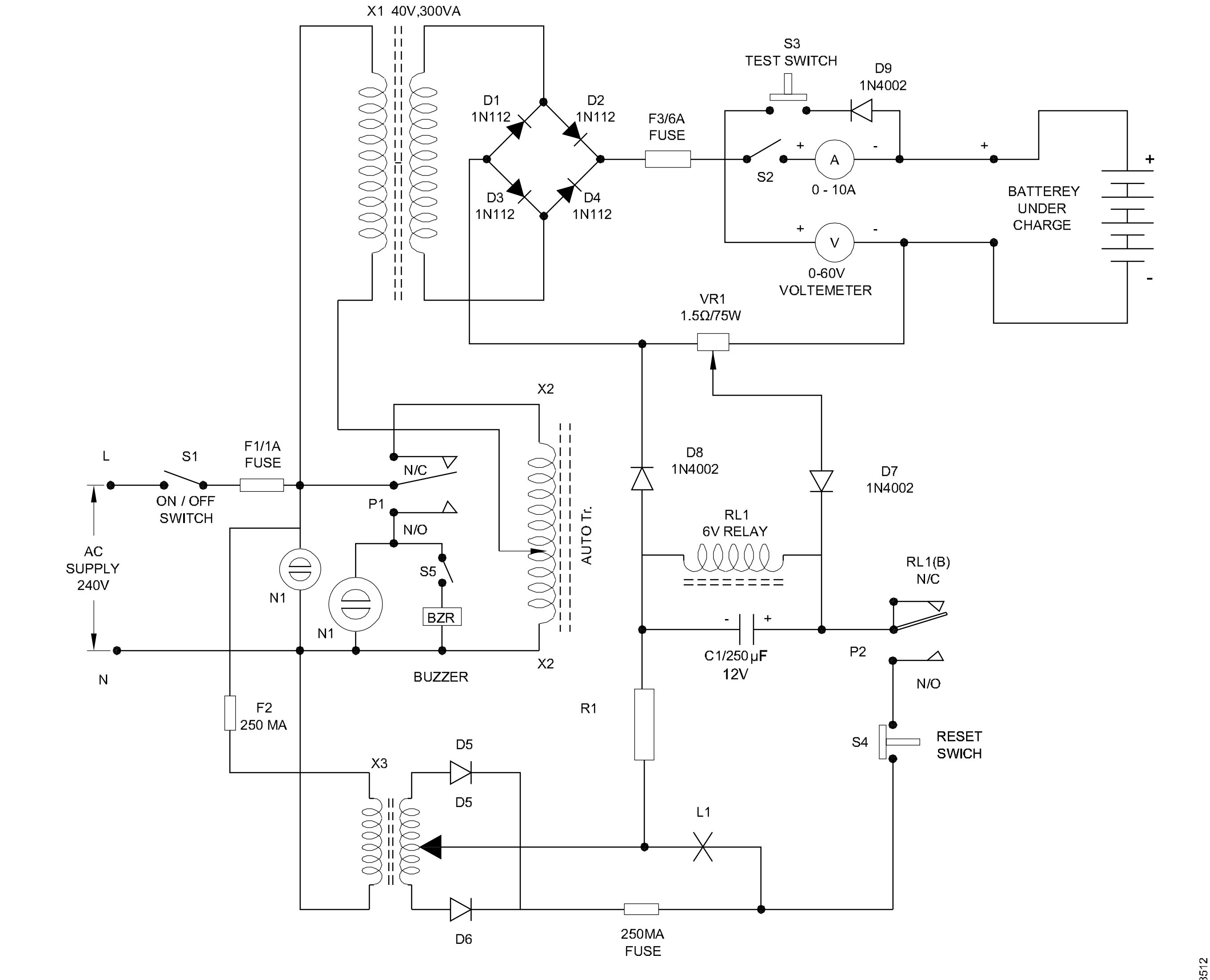
एक सामान्य बैटरी चार्जर (A Simple battery charger)

एक चार्जर से 6V,12V और 24V की बैटरी को उसके निर्धारित करंट मान पर चार्ज किया जाता है। इस परिपथ में बैटरी के ओवर चार्ज होने तथा रिवर्स पेलेरिटी होने आदि से सुरक्षा साधन दिया रहता है।

एक चार्जर में ऑटो-ट्रांसफार्मर X_2, से स्थिर करंट तथा वोल्टेज प्रदान करने का (Fig 2) में दिया गया है।

एक चार्जर ट्रांसफार्मर 'X_1' ऑटो ट्रांसफार्मर से जुड़ा हुआ है तथा X_1 का सेकेण्डरी फुल वेव ब्रिज रेक्टिफायर के द्वारा बैटरी को सप्लाई प्रदान कर रहा है इसमें बैटरी चार्जिंग के साथ अमीटर, वोल्टमीटर तथा पोटेन्सियल मीटर, वोल्टमीटर तथा पोटेस्यिल मीटर लगा हुआ है। (Fig 2)

Fig 2



AUTOMATIC BATTERY CHARGER

एक स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर X_3 का उपयोग कट-ऑफ रिले को चार्जर परिपथ AC मुख्य सप्लाई की अनुपस्थित होने पर उत्तेजित (सक्रिय) अवस्था में रखने के लिए किया जाता है। RL_1 रिले का उपयोग AC मुख्य सप्लाई चार्जर परिपथ्ञ से बंद करने के लिए किया जाता है। RL_1 रिले का पोल P_1 AC मुख्य सप्लाई से जुड़ी रहती है और पोल P_2 परिपथ को बंद करने के लिए लगा रहता है।

पोटेंशियोमीटर के सेंटर टेपिंग से रिले को सक्रिय किया जाता है जो इस तरह से लगाया जाता है कि सर्किट में विद्युत प्रवाह बढ़ जाता है फिर यह सक्रिय हो जाता है तथा पोल P_1 और P_2 सामान्य रूप से नारमली ओपन (NO) कांटेक्ट से जुड़े रहते हैं। जिसमें AC मुख्य सप्लाई का स्विच होता है।

परीक्षण स्विच S_3 बैटरी पोलेरिटी की जाँच करने के लिए जुड़ा रहता है। रेस्ट स्विच S_4 कोई दोष ओने पर चार्जर को सर्किट से अलग करने के लिए लगा रहता है। चार्जर को बंद करने के लिए स्विच 'S_1' मुख्य ऑन/ऑफ पाइंट पर लगा रहता है।

एक पूर्ण रूप से चार्ज लैड-एसिड बैटरी चार्ज अवस्था में 2.1v प्रति सेल में दिखाता है। यह 2.7V प्रति सेल तक बढ़ सकता है। बैटरी का आउटपुट वोल्टेज सेलों की संख्या को गुणा करने से प्राप्त होता है।

डिस्चार्ज की स्थिति में वोल्टेज 1.8V प्रति सेल होता है, बैटरी को इस अवस्था से अधिक डिस्चार्ज अवस्था में नहीं रखना चाहिए, नहीं तो उसके सेल्स पूर्ण रूप से खराब हो सकते हैं।

उदाहरण, एक 100AH (ampere hour) बैटरी बनाने के लिए 10 A चार्जिंग करंट 10 घंटे देने में पूर्ण चार्ज होगी तथा पूर्ण डिस्चार्ज करने के लिए 5A करंट 20 घंटे तक ले सकते हैं।

पूरी तरह से डिस्चार्ज की गई बैटरी को चार्ज होने के लिए लगभग 11/2 गुना अधिक करंट की आवश्यकता होती है यदि बैटरी लंबे समय से बंद हो या उपयोग में न हो तो भी परिपथ में से सामान्य करंट बहती रहेगी। इन बंद बैटरियों को पूर्ण चार्ज करने के लिए उच्च चार्ज वोल्टेज की आवश्यकता होगी।

बैटरी का परीक्षण करना (Checking of battery)

एक इलेक्ट्रोलाइट का आपेक्षिक घनत्व और एसिड स्तर वह बैटरी की स्थिति दर्शाता है कि उसे चार्जिंग की आवश्यकता है या नहीं।

हाइड्रोमीटर का उपयोग बैटरी का एसिड स्तर का परीक्षण करने में किया जाता है। हाइड्रोमीटर में 1100 से 1300 तक पैमाना अंकित रहता है, जब इसे बैटरी के अंदर डाला जाता है तब रीडींग

i) 1100 -1150 - सूचित करता है कि बैटरी का चार्जिंग (एसिड) स्तर कम है।

ii) 1200 -1250 - सूचित करता है कि बैटरी ठीक है।

iii) 1250 -1300 - सूचित करता है कि बैटरी की चार्जिंग स्तर अधिक है।

वोल्टेज परीक्षण (Voltage testing)

हाई रेटेड डिस्चार्ज टेस्टर से परीक्षण करने पर प्रत्येक सेल का वोल्टेज 2.1V होना चाहिए। यदि वह 1.8V से कम दर्शाता है तो वह सूचित करता है कि बैटरी पूर्ण रूप से डिस्चार्ज अवस्था में है। यदि वह 1.8V से भी कम होते जाता हैं तब बैटरी पूर्ण रूप से खराब या डेड अवस्था में है कहा जायेगा।

वोल्टेज परीक्षण करते समय हाई रेटेड डिस्चार्ज टेस्टर को अधिक समय तक लगाये नहीं रखना चाहिए अन्यथा यह बैटरी पर अत्यधिक लोड डालता है जिससे सेल पूर्ण रूप से डिस्चार्ज होने का खतरा रहता है।

यदि बैटरी के कंटेनर में इलेक्ट्रोलाइट का स्तर कम हो जाता है, तो उसे डिस्टिल वाटर से पूरा करना चाहिए। अलग से तैयार किया गया इलेक्ट्रोलाइट बैटरी में प्रयोग नहीं करना चहिए।

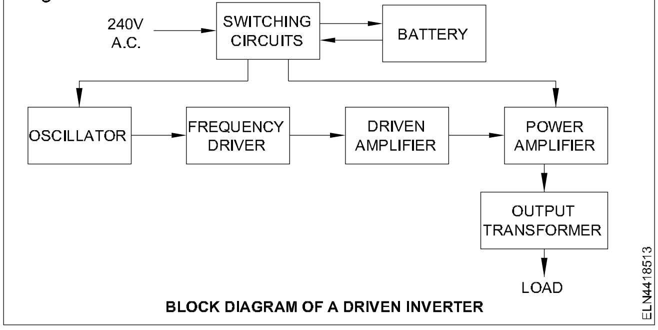
गर्मियों के समय में बैटरी के इलेक्ट्रोलाइट का स्तर की जाँच एवं पूर्ति प्रत्येक 15 दिन में करनी चाहिए।

इनवर्टर (Inverter)

यह एक इलेक्ट्रॉनिक युक्ति है, जो एक सामान्य लैड एसिड बैटरी से D.C वोल्टेज लेकर बढ़ा हुआ AC वोल्टेज देती है जो कि घरों के सामान्य AC वोल्टेज के बराबर होता है।

यह इनर्वर के दोष के निवारण का पता लगाना जो साइन वेव आउटपुट प्रदान करता है या PWM (Pulse Width Modulation) तकनीक का उपयोग बहुत मुश्किल है। (Fig 3)

Fig 3



BLOCK DIAGRAM OF A DRIVEN INVERTER

स्विचिंग परिपथ (Switching circuits)

यह इनवर्टर का इनपुट स्टेज होता है। यह परिपथ अगले स्तर पर पावर सप्लाई करता है और बैटरी से जुड़ा रहता है। DC से प्राप्त DC सप्लाई को विभिन्न आवश्यकताओं के लिए स्विचिंग सर्किट में प्रयोग किया जाता है।

ऑसिलेटर (Oscillator)

यह एक इलेक्ट्रॉनिक सर्किट है, जो IC सर्किट या ट्रांजिस्टर सर्किट द्वारा ऑसोलेटिंग पल्स उत्पन्न करता है। यह ऑसिलेटर निरंतर पॉजिटिव व नेगेटिव पल्स उत्पन्न करते हैं, जो कि विशेष फ्रीक्वेंसी पर बैटरी से प्राप्त किया जाता हैं। ये सामान्यतः स्क्वायर वेव रूप में रहते हैं, इसलिए इन्हें स्क्वायर वेव इनवर्टर कहा जाता है।

एक 50Hz स्टेटिक इनवर्टर का पूर्ण सर्किट डायग्राम Fig 4 में दिखाया गया है।

इनवर्टर के ऑसिलेटर सेक्शन के नियंत्रण व ड्रिनर सेक्शन के नियंत्रण के लिए सिग्नल फ्रीक्वेंसी का उत्पादन के लिए एक IC सर्किट का उपयोग किया जाता है। प्राप्त ऑसिलेटिंग फ्रीक्वेंसी को पावर ट्रांजिस्टर या मॉसफेट का उपयोग करके एम्पलीफाइड पावर, हाई करंट के लिए प्राप्त किया जाता है। IC 7473 का उपयोग ड्रिवन ट्रांजिस्टर के फ्रीक्वेंसी को नियंत्रित करने और पावर एम्प्लीफिकेशन के लिए किया जाता है। (Fig 4)

दो समांतर जुड़े हुए पावर ट्रांजिस्टर T5, T6 और T7, T8 आउटपुट ट्रांसफार्मर के साथ जुड़े रहते हैं जिनका उपयोग एम्पलिफायर स्टेज में AC सप्लाई के कम स्तर को बढ़ाने, निर्धारित स्तर तक लाने में किया जाता है।

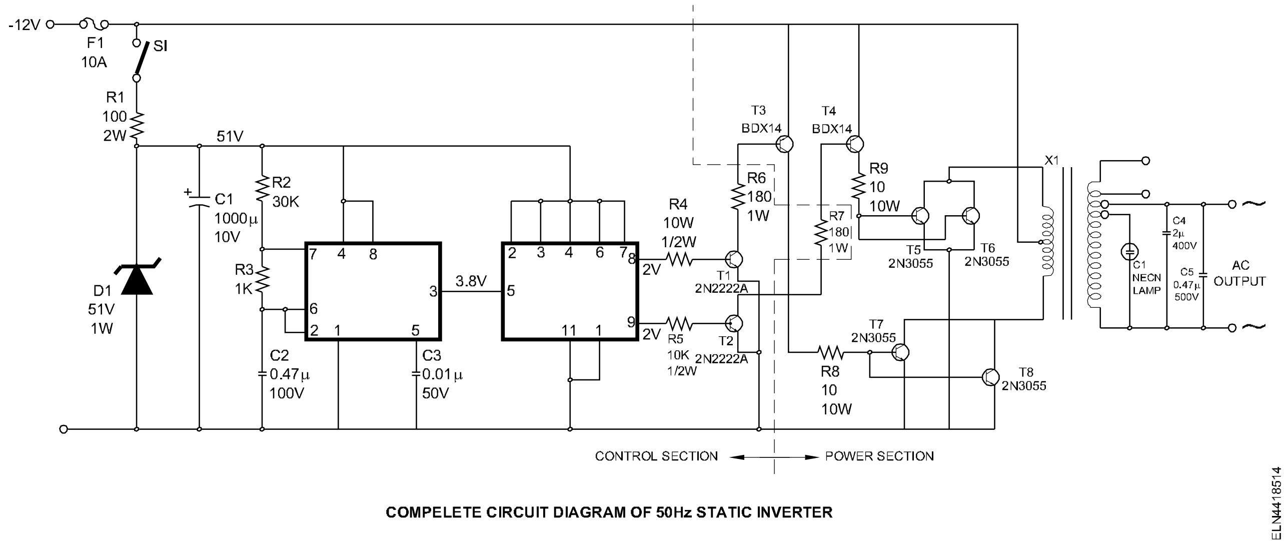
ट्रांसफार्मर का सेकेण्डरी आवश्यक AC 240V सप्लाई करता है। वोल्टेज प्रेरण की प्रक्रिया में जो ऑसिलेशन पैदा होता है, ट्रांसफार्मर वाइंडिंग को पार करने में सक्षम होता है।

इनवर्टर कोई पावर उत्पन्न नहीं करता हे, पावर तो DC स्रोत द्वारा उत्पन्न की जाती है। इनवर्टर को एक विश्वसनीय पावर स्रोत की आवश्यकता होती है, जो सिस्टम के निर्धारित पावर माँग को पूरा करने में सक्षम हो।

एक इनवर्टर स्क्वायर वेव उत्पन्न करता है, जिसे मॉडिफाई करके साइन वेव या पल्स साइन वेव या पल्स चौड़ाई मॉटुलेटेव वेव (PWM) बनाया जाता है। साइन वेव सर्किट के डिजाइन पर निर्भर करता है।

तीन से अधिक स्टेज वाले इनवर्टर जटिल एवं अधिक मूल्य के होते हैं। अधिक इलेक्ट्रॉनिक युक्ति शुद्ध साइन वेव पर कार्य करते हैं। AC मोटर सीधे नॉन-सिनोसाइडल पावर पर कार्य करते हैं, अधिक ऊष्मा उत्पन्न करते हैं तथा उनका अलग-अलग स्पीड टॉर्क विशेषता होता है।

Fig 4



COMPELETE CIRCUIT DIAGRAM OF 50Hz STATIC INVERTER

स्टेबलाइजर, बैटरी चार्जर, इमरजेंसी लाइट, इनवर्टर और यूपीएस (Stabiliser, battery charger, emergency light, inverter and UPS)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **सामान्य रख-रखाव के लिए सावधानियों का अध्ययन करना**
- **ब्रेक डाउन मरम्मत के क्रम के पालन का वर्णन करना**
- **वोल्टेज स्टेबलाइजर, इमरजेंसी लाइट, बैटरी चार्जर, इनवर्टर व यूपीएस की मरम्मत करना**
- **समस्या निवारण चार्ट का विश्लेषण करना और समस्या को ढूँढना तथा उसका निवारण करना।**

दोष को मार्क करने के लिए फ्लो चार्ट और समस्या निवारण चार्ट का उपयोग (Use of flow chart and troubleshooting charts for fault location) : इस संबंध में Fig 1 में सर्किट डायग्राम दिया गया है। मुख्य तार, फ्यूल, रिले कांटेक्ट ऑटो ट्रांसफार्मर की वाइंडिंग आदि का कार्य, इलेक्ट्रॉनिक सर्किट और रिले क्वायल की जाँच के लिए टेस्ट लैम्प या सीरीज लैम्प या वोल्टमीटर का उपयोग करके आसानी से जाँच की जा सकती है। एक सीरीज लैम्प या टेस्ट लैम्प का उपयोग टेस्टिंग के लिए नहीं किया जाना चाहिए, क्योंकि ये टेस्टिंग के समय खराब हो सकते हैं।

दोष निवारण की विधि (Method of trouble shooting) : Fig 1 का संदर्भ लेते हुए हम पाते हैं कि-S_1, S_2 या DC वोल्टेज से नियंत्रिण वोल्टेज की अनुपस्थिति दोनों रिले की निष्क्रिय कर देगी और इसलिए इनपुट वोल्टेज की तुलना में उच्च आउटपुट वोल्टेज के परिणामस्वरूप बंद स्थिति में होगा। दोनों ट्रांजिस्टर खुले होने पर भी वही परिणाम प्राप्त होगा।

जब दो ट्रांजिस्टर शॉर्ट हैं-जैसे कलैक्टर और एमीटर शार्ट हैं या दोनों जिनर डायोड शॉर्ट है, तब रिले सक्रिय होता है। तब आउटपुट वोल्टज, इनपुट वोल्टेज से कम होगा।

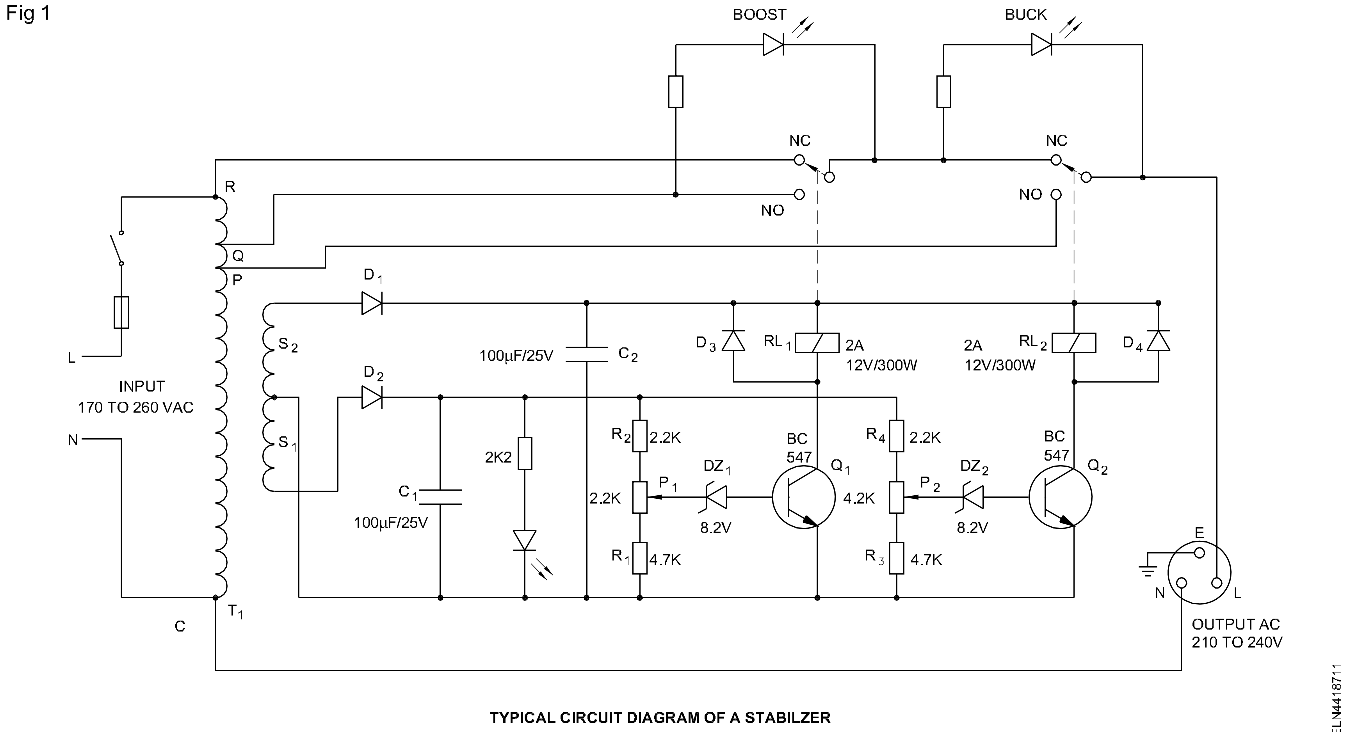
जब सर्किट में से एक रिले कार्य नहीं कर रहा है, तो वह उपयुक्त कार्य नहीं कर पायेगा। जैसे कि बैक या बूस्ट फंक्शन अनुपस्थित रहेगा।

जब PCB पर लगे अवयव को खराब होने का संदेह होता है तो पहले सर्किट में सभी संभावित परीक्षणों से पता लगाया जाता है और फिर PCB से अवयव को तभी हटाया जायेगा जब बिल्कुल आवश्यक हो। यहाँ तक कि परीक्षण के अवयवों को हटाने से जितना संभव हो, कम करना चाहिए।

PCB से अवयवों को हटाते समय, PCB से अवयव की स्थिति, टमर्निल कनैक्शन और लगे हुए वायर का कनैक्शन ध्यान में रखना चाहिए, ताकि इलेक्ट्रीशियन उसे पुनः जोड़ने में सक्षम हो। यदि अवयवों को बदलते समय उसी मान का ही या समकक्ष मान का होना चाहिए, ताकि मरम्मत के बाद उपकरण सही काम कर सकें।

दोषनिवारक का चार्ट टेबल 1 में समस्या को दिखाता है-सेक्सशन, संभावित कारण तथा कार्यवाही के लिए आवश्यक हो सकता है, जिसके चरणबद्ध ऑटोमेटिक वोल्टेज स्टेबलाइजर आवश्यक है।

Fig 1



TYPICAL CIRCUIT DIAGRAM OF A STABILZER

निरोधक मरम्मत के लिए सामान्य सावधानियाँ (General precautions for preventive maintenance)

किसी उपकरण के मरम्मत के लिए संबंधित व्यक्ति का मशीन के बारे में कार्य का ज्ञान होना बहुत जरूरी है। उदाहरण के लिए स्टेबलाइजर के वोल्ट एम्पीयर रेटिंग का उपलब्ध होना मरम्मत में महत्त्वपूर्ण है। निम्न क्वालिटी, उपमानक अवयव का प्रयोग कभी नहीं करना चाहिए। ओवरलोड स्थिति में तापमान नियंत्रण के लिए उचित कदम उठाना चाहिए। मरम्मत किये जाने वाले उपकरणों का उचित प्रचालन क्रम और कार्य प्रणाली का पालन करना चाहिए।

ब्रेक डाउन रखरखाव के समय पालन किए जाने वाले चरण (Steps to follow break down maintenance)

ब्रेक डाउन कहीं भी किसी भी समय हो सकता है, इसलिए सभी उपकरणों के अच्छे से प्रचालित करने के लिए आवश्यक सावधानियाँ रखनी चाहिए। मशीनों के लगातार चलने के कारण कभी भी मरम्मत की आवश्यकता या मानव त्रुटि के कारण ब्रेक डाउन की स्थिति आ जाती है।

अगर किसी मशीन में ब्रेक डाउन अथवा मरम्मत की आवश्यकता है, तो उस उपकरण का पूर्ण रूप से अध्ययन करना जरूरी है, अच्छे परिणाम की प्राप्ति के लिए मशीन की मरम्मत अथवा सुधार के लिए हमेशा अधिक से अधिक व्यक्तियों की टीम रहनी चाहिए। संगठित और तुलनात्मक प्रयास से ही अच्छे परिणाम आते हैं। सभी सुझावों को महत्त्व देना चाहिए, अनुभवी विशेषज्ञों को प्राथमिकता देना चाहिए। मरम्मत एवं सुधार के लिए अच्छी सोच दृष्टि के साथ तैयार रहना चाहिए, अनुभवी सुधारकों के पास सभी पाट्‌र्स की उपलब्धता मशीन के संबंधित पूर्व रिकार्ड, डायग्राम एवं उपकरण का पुराना विवरण जैसे स्थापना दिनांक उपलब्ध रहने चाहिए। इसके अलावा सर्विस रिकार्ड और ब्रेक डाउन के साथ-साथ उसकी फ्रीक्वेंसी भी पता होनी चाहिए। वोल्टेज स्टेबलाइजर का दोष निवारण चार्ट नीचे दिया गया है।

टेबल 1

स्पेप्ड ऑटोमेटिक स्टेबलाइजर का समस्या निवारक चार्ट

क्रं. सं.	समस्या	खराब हुए भाग	खराब होने के संभावित कारण	निवारण
1	आउटपुट सॉकेट में वोल्टेज नहीं आना	इनपुट का बंद होना या रिले का खराब होना	मेन कार्ड, स्विच, फ्यूज, ट्रांसफार्मर और रिले के कारण	भागों की पहचान कर सुधार करना अथवा बदलना
2	आउटपुट वोल्टेज अधिक मिल रहा है, वह नियंत्रित नियंत्रित नहीं हो रहा है	इलेक्ट्रॉनिक सर्किट या रिले	रेक्टीफायर, डायोड या जेनर डायोड का ओपन/शॉर्ट होना	खराब हुए भागों की पहचान करना एवं बदलना
3	आउटपुट वोल्टेज, इनपुट के बराबर प्राप्त हो रहा है। जो नियंत्रित नहीं हो रहा है	ट्रांसफार्मर या इलेक्ट्रॉनिक सर्किट	ट्रांजिस्टर या रिले कांटेक्ट का अलग होना या ट्रांसफार्मर लीड का आंशतः खुला होगा।	परीक्षण एवं बदलाव किया
4	आउटपुट वोल्टेज कम है। नियंत्रित नहीं हो रहा है।	इलेक्ट्रॉनिक सर्किट	जीनर डायोड अथवा ट्रांजिस्टर का शॉर्ट होना या प्रतिरोध का खुला होना।	परीक्षण एवं बदलाव किया
5	रिले का चटचटाना	इलेक्ट्रॉनिक सर्किट या रिले	लीकेज कैपेसिटर	बदलाव किया

UPS का समस्या निवारण (Trouble shooting of UPS)

UPS की समस्या निवारण एवं सुधार कठिन होता है, क्योंकि यह सर्किट इतने सारे कार्यों के साथ जटिल हैं। एक उचित विश्लेषण के साथ UPS की समस्या स्टेप-बाइ-स्टेप समस्या निवारण करना बहुत महत्त्वपूर्ण है। टेबल 2 में UPS की इस संबंध में समस्या निवारण चार्ट दिया गया है।

टेबल 2

UPS का निवारण चार्ट

क्रं.सं.	दोष	संभावित कारण	दोष निवारण
1	UPS, 240V AC मेन्स पर कार्य करता है परंतु बैट्री को प्रचालित नहीं करती	1 बैटरी फ्यूज जल गया है। 2 बैटरी डिस्चार्ज है।	1 बैटरी फ्यूज की जाँच करें यदि फ्यूज जल गया है। इसे बदले यदि यह ढीला है तो कसें।

क्रं.सं.	दोष	संभावित कारण	दोष निवारण
			2 बैटरी को पुनः आवेशित करें। ध्रुवता की भी जाँच करें।
2	जब UPS का स्विच ऑन किया जाता है, तो चार्जर ऑन नहीं होता	1 मुख्य आपूर्ति का फ्यूज जल सकता है, 2 चार्जर इनपुट फ्यूज जल सकता है।	1 यदि फ्यूज जल गया है, तो फ्यूज की जाँच करें। 2 बैटरी की ध्रुवता और स्थिति की जाँच करें। यदि गलत है, तो सही करें। 3 मुख्य आपूर्ति की जाँच करें यदि सटी तब रिले वायरिंग की जाँच करें। रिले क्वाहल की जाँच करें।
3	240V AC मुख्य आपूर्ति उपलब्ध नहीं है।	1 मुख्य आपूर्ति बंद है। 2 इनपुट AC आपूर्ति बहुत कम है। 3 इनपुट वायरिंग में ढ़ीला कनेक्शन है।	1 मुख्य आपूर्ति की जाँच करें। 2 वोल्टेज की जाँच करें। 3 डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड से आ रही वायरिंग के कनेक्शन को कसें।
4	DC वोल्टेज ठीक है, परंतु UPS DC अण्डर वोल्टेज दिखाता है, और ट्रीप हो जाता है	1 इनवर्टर फ्यूज जल गया है। 2 बैटरी कनेक्शन में धूल जमना या ढीला होना	1 फ्यूज बदलें। 2 कनेक्शन की जाँच करें।
5	जब UPS को बाहरी लोड के साथ ऑन किया जाता है, तो ऑन लोड पर DC अण्डर वोल्टेज सूचित करता है। कनेक्शन	1 लोड अत्यधिक है। 2 बैटरी टर्मीनल का ढीला 3 लोड में लघु अथवा अर्ष दोष	1 लोड की जाँच करें, लोड को धीरे बढ़ाएँ। 2 बैटरी की ध्रुवता की जाँच करें और कनेक्शन को कसें। 3 लोड परिपथ वायरिंग की जाँच करें।
6	जब AC मुख्य सप्लाई अनुपस्थित हैं, और UPS बैटरी से प्रचालित होता है, DC अण्डर वोल्टेज संकेतक ऑन हो जाता है।	1 बैटरी विरोवेशित है। 2 बैटरी टर्मीनल पर धूल जमी है, ढ़ीले कनेक्शन है।	1 बैटरी को पुनः आवेशित करें और बैटरी सर्किट में उचित करंट कैपेसिटी केबल का प्रयोग करें। 2 कनेक्शन की जाँच करें।
7	DC फ्यूज जल गया है,	1 ओवर लोड या शार्ट सर्किट	1 DC फ्यूज को बदलें। 2 लोड कम करें। यदि पावर ट्रांजिस्टर शार्ट या लिकेज है, तो उन्हें बदलें।
8	UPS ऑन नहीं होता है,	1 फ्यूज जलने के कारण सप्लाई बंद हो गई है या केबल टूटा हुआ है। 2 शर्ट सोल्डरिंग या डी सोल्डरिंग के लिए कंट्रोल कार्ड में DC सप्लाई नहीं है।	1 फ्यूज बदलें, केबल की जाँच करें। 2 ड्राट सोल्डरिंग व डि सोल्डरिंग की जाँच करें एवं सही करें। 3 कंट्रोल कार्ड वायरिंग की जाँच करें।
9	पूर्ण लोड संयोजित होता है तो UPS ट्रिप हो जाता है।	1 ओवर लोड सेटिंग गलत है।	1 ओवर लोड सेटिंग को समायोजित करें, लोड के पावर खपत की जाँच करें और लोड को धीरे-धीरे बढ़ायें।

क्रं.सं.	दोष	संभावित कारण	दोष निवारण
10	UPS आउटपुट उच्च है।	1 फ्रीडबैक लूप में कुछ कनेक्शन टूट गया है। 2 कंट्रोल काड ठीक से कार्य नहीं कर रहा है। 3 उच्च वोल्टेज ऐसिंग में दोष है।	1 फीड बैक ट्रांसफार्मर वायरिंग की जाँच करें और पूर्व निर्धारित फीड बैक वोल्टेज को समायोजित करें। 2 कंट्रोल कार्ड की जाँच करें और बदलें 3 ओवरलोड सेंसिंग सर्किट की जाँच करें।
11	UPS बैटरी मोड पर ऑन नहीं होता हे।	1 मुख्य अर्थिंग ठीक से कार्य नहीं कर रहा है। 2 इंनवर्टर परिपथ में समस्या है।	1 अर्थ कनेक्शन की जाँच करें। 2 बैटरी, मासफेट, आसिलेक्टर सेक्शन ड्रायवर सेक्शन तथा आउटपुट सेक्शन की जाँच करें।
12	बैटरी वायर जल गया है।	1 रिले पाइंट आपस में जुड़ गए हैं।	1 रिले की जाँच करें अथवा बदलें।
13	चेंज ओवर समय उच्च हैं। चेंज ओवर के समय UPS से जुड़ा कम्प्यूटर रिबुट करता है।	1 ऑसिलेटर परिपथ की की जाँच करें।	1 ऑसिलेटर सेक्शन के IC और अन्य अवयवों की जाँच करें अथवा बदलें।
14	बैंक समय निम्न है।	1 मुख्य फील्टर कैपेसिटर में दोष है। 2 बैटरी में शार्ट सर्किट है अथवा डिस्चार्ज है।	1 कैपेसिटर की जाँच करें और बदलें। 2 बैटरी की जाँच करें यदि आवश्यक है तो बदलें।

बैटरी चार्जर में दोष-निवारण और एमर्जन्सि लाइट (Trouble shooting of battery charger and emergency light)

जैसा कि हम देखते हैं कि एक बैटरी चार्जर सर्किट UPS की तुलना में काफी सरल परिपथ होता है। बैटरी चार्जर का मख्य कार्य बैटरी को निर्धारित DC वोल्टेज प्रदान करना है। इस समय हम सिर्फ चार्जर सर्किट के दोष एवं उसके निवारक के बारे में चर्चा करेंगे। बैटरी की मरम्मत के बारे में इस चार्ट में चर्चा नहीं करेंगे।

Fig 1 में बैटरी चार्जर का सर्किट दिया गया है, जिसे नीचे दिए गए समस्या निवारक चार्ट के माध्यम से विश्लेषण करेंगे।

टेबल 3

क्रं. सं.	समस्याएँ	विभिन्न भागों में होने वाले दोष	दोषों के संभावित कारण	निदान
1	चार्जिंग टर्मीनल पर DC वोल्टेज की अनुपस्थिति	1 दोष युक्त अमीटर (open circuit)	पुराना/अत्यधिक धारा	अमीटर को बदलें
		2 फ्यूज का जलना	अत्यधिक धारा	फ्यूज को बदलें
		3 दोषयुक्त रेक्टीफायर डायोड	पुराना/ओवरलोडिंग	सभी डायोडों को बदलें
		4 खराब ट्रांसफार्मर	पुराना/ओवरलोडिंग	ट्रांसफार्मर को बदलें
		5 खराब रिले कांटेक्ट	बार-बार बंद चालू करना	कांटेक्ट को बदलें
		6 खुला रिले क्वायल	अत्यधिक वोल्टेज/करंट	रिले को बदलें
		7 मुख्य फ्यूज का जल जाना	ओवर लोडिंग	फ्यूज को बदलें
		8 मीटर और बैटरी के मध्य कनेक्टिविटीन होमा	ढीला कनेक्शन	कनेक्शन को कसें
		9 खराब ऑटो ट्रांसफार्मर	ओवर लोडिंग	ट्रांसफार्मर को बदलें

क्रं. सं.	समस्याएँ	विभिन्न भागों में होने वाले दोष	दोषों के संभावित कारण	निदान
2	लो टर्मीनल वोल्टेज	कोई एक डायोड का खराब होना खुला परिपथ ट्रांसफार्मर के किसी भाग का शॉर्ट होना	पुराना अत्यधिक गर्म	चारों डायोडों की बदलें ट्रांसफार्मर को बदलें
3	चार्जिंग वोल्टेज का स्वचालित बंद न होना	खराब पोटेंशियोमीटर ड्रायवर डायोड का खुला होना इलेक्ट्रोलाइट कैपेसिटर का खराब होना खराब ब्लेडर रेजिस्टेंस कंट्रोल सर्किट के रेक्टीफायर डायोड का खुला होना ट्रांसफार्मर के LT वाइंडिंग का खुला होना LT फ्यूज का खुला होना खराब सहायक रिले टर्मिनल	लंबे समय तक उपयोग पुराना पुराना अत्यधिक धारा पुराना अत्यधिक धारा पुराना / अत्यधिक धारा अत्यधिक धारा बार-बार प्रचालन	पोटेंशियोमीटर को बदलें दो (D7) को बदलें कैपेसिटर (C_1) को बदलें रेजिस्टेंस (R_1) को समान मान से बदलें डायोड (D_5 & D_6) दोनों को बदलें ट्रांसफार्मर (x_3) को बदलें फ्यूज (F_2) को बदलें कांटेक्ट RLI(B) को बदलें।
4	ओवर वोल्टेज के कट-ऑफ में अनियमितता	खराब पोटेंशियोमीटर ड्रायवर डायोड का शॉर्ट होना रिले कांटेक्ट का ढीला होना इलेक्ट्रोलाइटेक कैपेसिटर में लीकेज होना	डिस्क का ढीला संपर्क होना पुराना/अधिक धारा कांटेक्ट का बार-बार प्रचालित होना पुराना	पोटेंशियोमीटर (VP1) को नया बदलें डायोड (d7) को नया बदलें कांटेक्ट को बदलें इलेक्ट्रोलाइटिक कैपेसिटर को बदलें

टेबल 4

इमरजेंसी लाइट के लिए समस्या निवारण चार्ट

क्रं. सं.	समस्याएँ	विभिन्न भागों में होने वाले दोष	दोषों के संभावित कारण	निदान
1	दोनों स्थिति में लैम्प का बंद रहना	ट्यूब का खराब होना इनवर्टर ट्रांसफार्मर का खराब होना ड्रायवर का खराब होना	पुराना अधिक लोड/पुराना अधिक लोड/पुराना ट्रांजिस्टर	ट्यूब लैम्प को बदलें इनवर्टर ट्रांसफार्मर को बदलें ट्रांजिस्टर (213055) को बदलें
2	AC सप्लाई के अनुपस्थिति में लैम्प का बुझ जाना	बैटरी का कम चार्जिंग/ खराब होना	पुराना	बैटरी को बदलें

सरल परिपथ के उपकरणों के मरम्मत की चर्चा की जा चुकी है। अन्य उपकरणों की मरम्मत के लिए अलग सर्किट तथा अलग समस्या निवारक चार्ट होते हैं। इनका आधारभूत सिद्धांत ब्लॉक डायग्राम में दिया रहता है। इसे हम उपकरणों के मरम्मत के लिए गाइडलाइन के रूप में ले सकते हैं।

इनवर्टर में दोष निवारण (Trouble shooting of inverter)

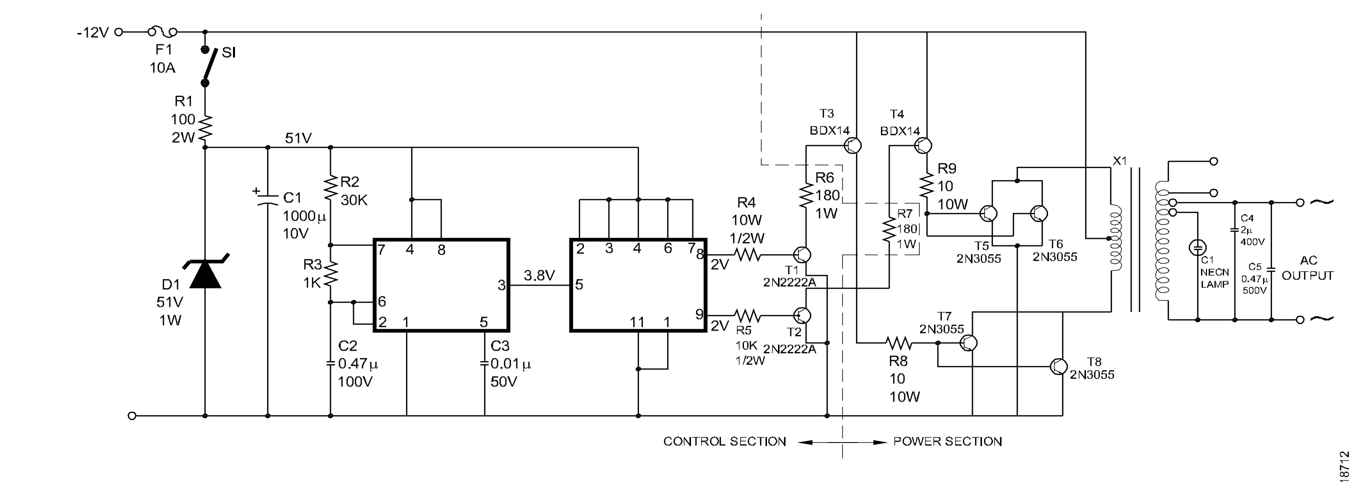
DC को AC में बदलने के लिए थोड़ा जटिल परिपथ होता है। इसमें ज्यादा प्रक्रियाएँ होती हैं, जैसे कि- स्विचिंग सर्किट, ऑसिलेटर सर्किट, पावर एम्पीफायर का कंट्रोल सर्किट, ड्रायवर और अंत में ट्रांसफार्मर के द्वारा

आउटपुट सर्किट। इसके अलावा एक फीडबैक आउटपुट ट्रांसफार्मर के द्वारा प्राप्त करना तथा दिये गये कंट्रोल सर्किट के द्वारा नियंत्रित करना होता है।

स्थिर आउटपुट पावर प्राप्त करने के लिए एक स्थिर DC स्रोत की आवश्यकता होती है, इसके लिए कनवर्टर सर्किट या बैटरी बहुत विश्वसनीय स्रोत है। DC से AC रूपांतरण में एक विशेष फ्रीक्वेंसी और निश्चित वेव में प्राप्त करना बहुत ही कठिन है।

टेबल 5 में दिए गए समस्या निवारक चार्ट की मदद से इनवर्टर सर्किट की दोषो का अन्वेषण करना (Fig 2 के अनुसार) है। Fig 2 में दिए गए 50Hz स्टेटि इनवर्टर सर्किट के हिसाब से दोष एवं समस्याओं की चर्चा करें।

Fig 2



COMPELETE CIRCUIT DIAGRAM OF 50Hz STATIC INVERTER

टेबल 5

क्रं. सं.	समस्याएँ	विभिन्न भागों में होने वाले दोष	दोषों के संभावित कारण	निदान
1	आउटपुट का बंद हो जाना	- आउटपुट ट्रांसफार्मर - DC स्रोत	- ट्रांसफार्मर का खुला/शॉर्ट होना - CT & ट्रांसफार्मर का खुला होना - बैटरी द्वाराDC नहीं प्राप्त होना - बैटरी का खराब होना	ट्रांसफार्मर को सुधारना CT कनेक्शन को सुधारना बैटरी को बदलना
2	कम या अधिक आवृत्ति	- ऑसिलेटर IC (555) - कंट्रोल IC JK Flip-Flop	- IC का खराब होना - खराब IC - IC में सप्लाई नहीं होना (सीरिज प्रतिरोध का खुला होना) - IC 555 से की लगे कैपेसिटर का शॉर्ट होना	IC को बदलें IC को बदलें प्रतिरोध को बदलें खराब कैपेसिटर को चार्ज करें या बदलें
3	कम वोल्टेज की आवृत्ति	- ड्रायवर ट्रांजिस्टर - पावर ट्रांजिस्टर (आउटपुट ट्रांजिस्टर)	ड्रायवर ट्रांजिस्टर में दोष होना पॉवर ट्रांजिस्टर में दोष होना आउटपुट ट्रांसफार्मर वाइडिंग के भागों में शार्ट दोष होना	ट्रांजिस्टर को आवेशित करें पावर ट्रांजिस्टर को बदलें ट्रांसफार्मर दोष को सुधारें या ट्रांसफार्मर को बदलें
4	आउटपुट को बार-बार कट ऑफ होना	- बैटरी - IC में दोष - पावर ट्रांजिस्टर में दोष	- बैटरी की कम एम्पियर ऑवर क्षमता - IC का अधिक गर्म होना - पावर ट्रांजिस्टर का अधिक गर्म होना	बैटरी को बदलें IC की हीट सींक प्रदान करना ट्रांजिस्टर को हीट सींक प्रदान करना

घरेलू वायरिंग में इनवर्टर की स्थापना (Installation of inverter in domestic wiring)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **एक इनवर्टर को स्थापित करते समय उसके मुख्य बिंदुओं को क्रमशः ध्यान में रखना**
- **इनवर्टर और बैटरी को स्थापित करने के लिए उचित स्थान के चयन का अध्ययन करना**
- **एक इनवर्टर तथा बैटरी को स्थापित करने की व्याख्या करना और उसके कार्यों की जाँच करना**
- **इनवर्टर के रेटिंग सरल गणनाओं का वर्णन करना।**

इनवर्टर को स्थापित करने के पूर्व ध्यान देने योग्य महत्त्वपूर्ण बिंदु (Important points to be considered before installing an inverter)

कई बार जब एक इनवर्टर ठीक तरह से काम नहीं करता, तब केवल उसके अनियमित स्थापना में ही दोष होता है, न कि-इनवर्टर में।

एक और मुख्य बिंदु जब हम एक इनवर्टर को लाइन से जोड़ते हैं, तो पूरे लोड को इनवर्टर के द्वारा देते हैं। जो कि सामान्यतः इनवर्टर के कैपेसिटी से 80% से ज्यादा नहीं होना चाहिए।

प्वाइंटों को इनवर्टर से जोड़ने के पहले, इनवर्टर में पूर्व के दिये गये लोड की गणना अवश्य कर लेनी चाहिए।

यदि ओवर लोड की स्थिति होती है, तब ओवरलोड सुरक्षा के कारण इनवर्टर आउटपुट बंद हो जाता है तथा लोड कम हो जाता है तब हमें रिसेट की को दबाना चाहिए। यदि इनवर्टर में ओवरलोड सुरक्षा नहीं दिया गया है, तो ब ओवरलोड के समय खराब हो सकता है, इनवर्टर की क्षमता से अधिक लोड होने के कारण।

इनवर्टर को स्थापित करने के लिए जगह का चुनाव (Selection of place for installation of inverter)

एक इनवर्टर को सप्लाई लाइन में जोड़ने से पहले उसे रखने के लिए एक सही जगह का चुनाव करना आवश्यक है। यह जगह आवश्यक रूप से एनर्जी मीटर के पास होना चाहिए तथा वहाँ पर एक ICDP स्विच तथा एक थ्री पिन सॉकेट मुख्य सप्लाई के साथ लगा हुआ होना चाहिए, जिससे इनवर्टर को मुख्य सप्लाई लाइन से जोड़ा जा सके, जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

इनवर्टर का स्थापना (Installation of inverter)

एक सही इनवर्टर के चयन के साथ-साथ उसमें स्थापित किया जाने वाले SMF (sealed free maintenance) बैटरी को एकत्रित करें एवं उनके उचित कार्यों की जाँच करें।

इनवर्टर के नजदीक में इनवर्टर बैटरी को रखें और बैटरी को इनवर्टर से जोड़ें। (Fig 1)

बैटरी को इनवर्टर के जितनी नजदीक हो सके, रखें। ताकि बैटरी टर्मीनल से इनवर्टर टर्मीनल को जोड़ने वाला वायर छोटा लगेगा तथा करंट की हानि भी कम होगी। यह सुनिश्चित कर लें कि बैटरी स्थापित करने से पहले पूर्ण आवेशित होना चाहिए।

बैटरी के पॉजिटिव टर्मीनल (लाल तार) को इनवर्टर से पॉजिटिव टर्मीनल से तथा बैटरी के नेगेटिव टर्मीनल (काला तार) को इनवर्टर के नेगेटिव टर्मीनल से जोड़ना चाहिए।

जब टर्मीनल को इनवर्टर टर्मीनल से जोड़ने के लिए इस विशेष ऑटो वायर्स का उपयोग करना चाहिए न कि कॉमन वायर जैसे कि ‘3/20’ और 7/20 आदि। इन वायरों का उपयोग करने पर बैटरी टर्मीनल एवं इनवर्टर टर्मीनल में उचित कनेक्शन नहीं मिलता।

बैटरी के टर्मीनल को जोड़ने के बाद उस पर थोड़ा सा ग्रीस या वैसलीन लगा देना चाहिए, जो टर्मीनल के संक्षारण को रोकता है।

सभी कनेक्शन पूर्ण होने के बाद इनवर्टर के आउटपुट से पावर लोड लेने के लिए सॉकेट हो लगाना चाहिए। लोड लेने के लिए कॉपर का 1/18 तार उपयोग करना चाहिए। 3/20, 3/22 या 7/20 वार का उपयोग नहीं करना चाहिए, क्योंकि ये वायर घरों की वायरिंग में सामान्यतया प्रयोग होते हैं।

आउटपुट को इनर्वटर के फेज आउटपुट पिन पर सॉकेट लगाकर देना चाहिए और उस पर एक ऑन-ऑफ स्विच लगाना चाहिए। जैसा कि Fig 1 में दिया गया है।

न्यट्रल लाइन इनवर्टर आउटपुट एवं मेन्स आउटपुट के लिए एक ही होगा, इसलिए केवल एक फेज वायर ही इनवर्टर से सॉकेट द्वारा स्विचों में कनेक्ट किया जाता है।

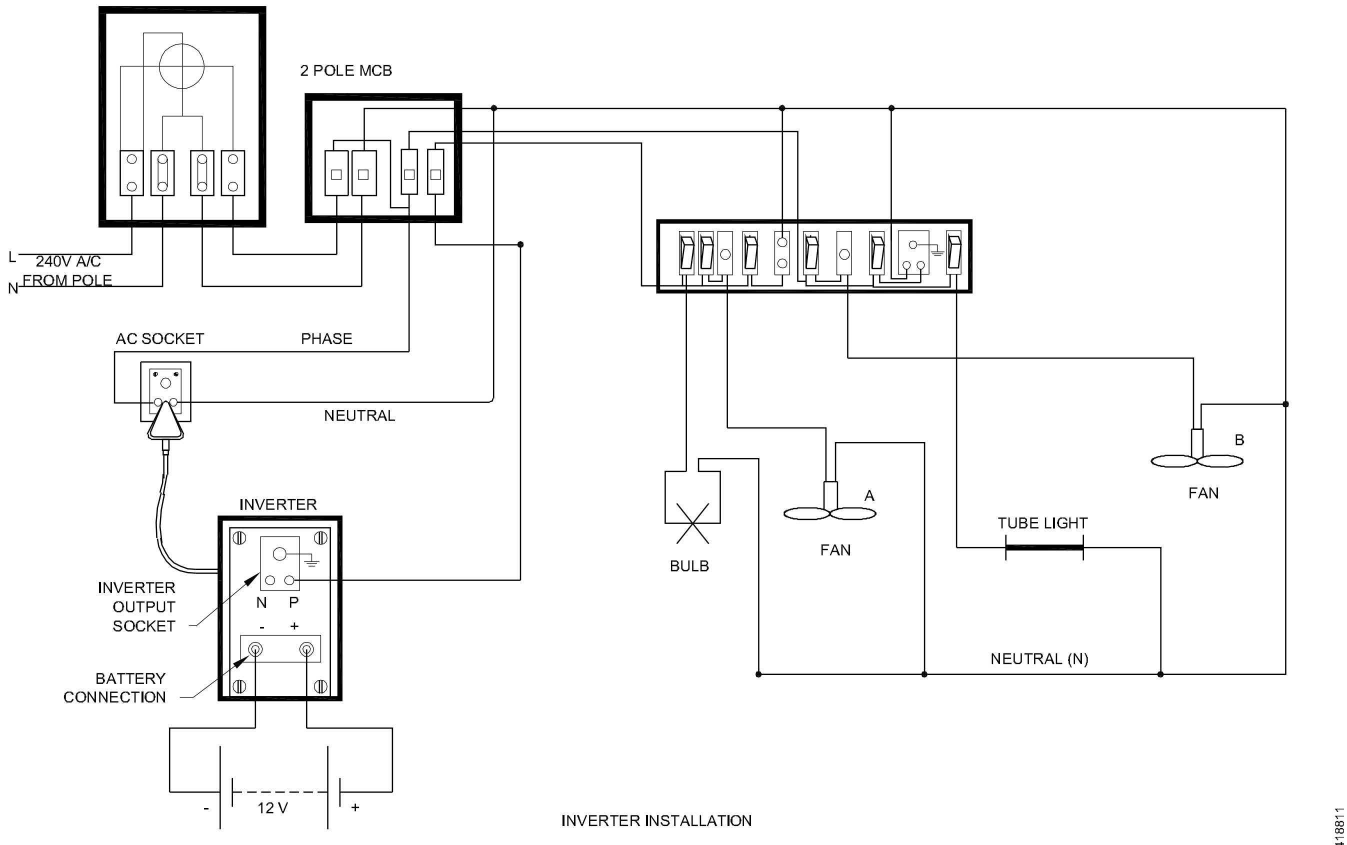
Fig 1 में इनवर्टर आउटपुट से एक बल्ब, एक पैसा और एक टू पिन (2 pin) आउटपुट सॉकेट से जोड़ा गया है, बाकि अन्य लोड को जैसे कि-ट्यूबलाइट, पंखा तथा 3 pin सॉकेट को सीधे A/C मुख्य सप्लाई दिया गया है।

2 pin सॉकेट से AC मुख्य सप्लाई ऑफ होने के दौरान बहुत ज्यादा लोड को नहीं जोड़ना चाहिए, उनके केवल छोटे लोड जैसे कि mosquito repeller आदि को जोड़ा जा सकता है।

जैसा कि Fig 1 में इनवर्टर से जुड़ा हुआ लोड की सप्लाई भी A.C मेन्स से मिलती है, इसलिए जब A.C मेन सप्लाई चालू रहेगा, उस समय अन्य उपकरणों को भी कार्य करने के लिए सप्लाई AC मेन सप्लाई से प्राप्त होगी क्योंकि ये लोड सीधे AC मेन सप्लाई से जुड़े हुए हैं।

परंतु A.C मुख्य सप्लाई बंद होने के समय, AC मुख्य सप्लाई से जुड़े हुए लोड (युक्ति) बंद हो जायेंगे। लेकिन जो लोड इनवर्टर आउटपुट से जुड़े हुए है, वह इनवर्टर सप्लाई से लगातार चलता रहेगा।

Fig 1



INVERTER INSTALLATION

बाद में जब मुख्य सप्लाई वापस आती है, तो पुनः इनवर्टर के साथ लगे लोड A.C मुख्य सप्लाई पर कार्य करने लगते हैं, यह पूरी कार्यप्रणाली Fig 2 में दिखाई गई है।

इनवर्टर दर की गणना करना (Inverter rating calculation)

साधारणतः इनवर्टर 200w, 300w, 400w, 500w, 600w, 1000w, 1200w,1500w रेटिंग पर उपलब्धा है। इनवर्टर का मूल्य वॉटेज VA की क्षमता के अनुसार होती है। इनवर्टर खरीदने से पूर्व इसका अवश्य ध्यान रखना चाहिए।

पावर खपत की गणना (Calculation of power consumption)

वास्तविक शक्ति = आभाषी शक्ति x पावर फैक्टर

I,

माना कि लोड - 2 ट्यूबलाइट,(ie) 2x40W = 80W

- 1 पंखा (ie) 1x60W = 60W

- 1 बल्ब (ie) 1x40W = 40W

Total load = 180 W

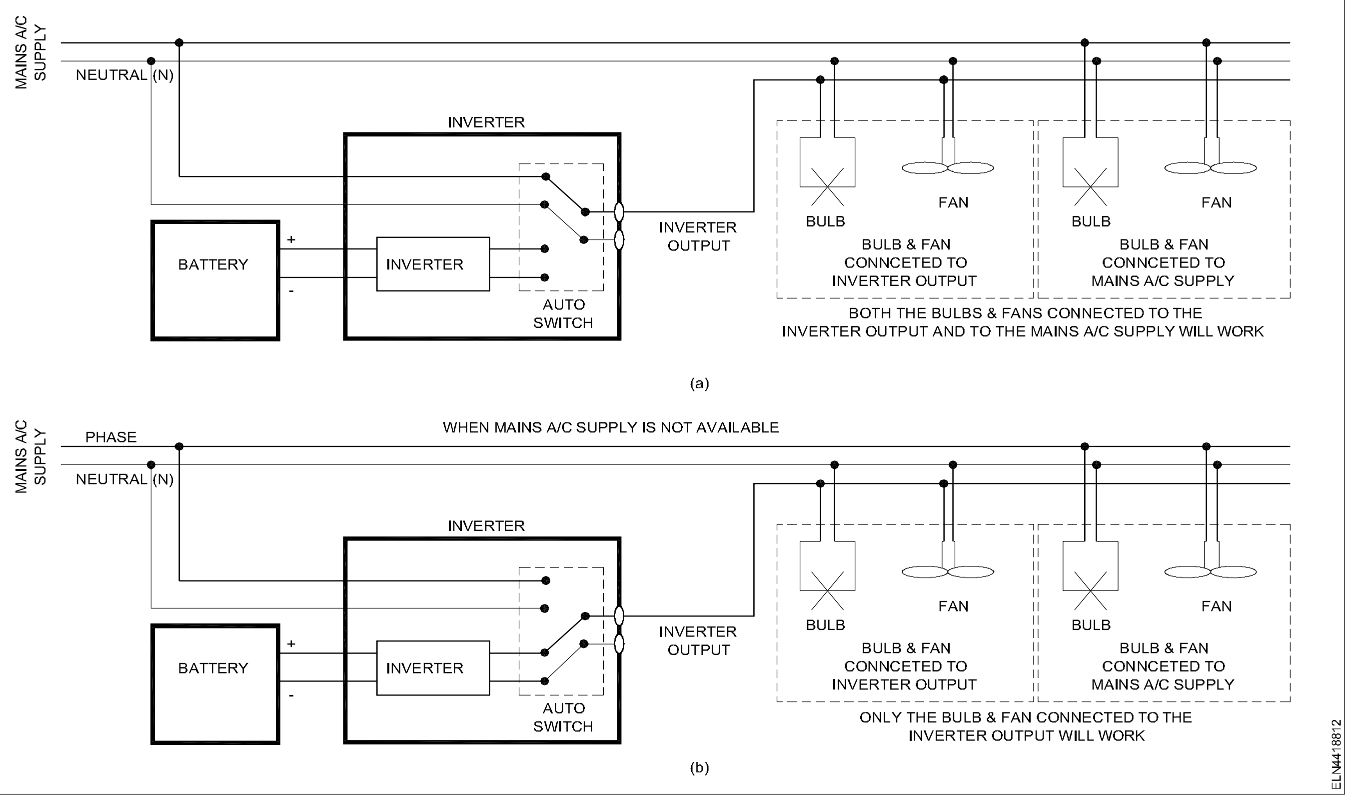
यदि कुल लोड 180W है, तो सुरक्षा की दृष्टि से 300W इनवर्टर का प्रयोग करना चाहिए।

इनवर्टर खरीदते समय हमेशा इस बात का अवश्य ध्यान रखना चाहिए कि भविष्य में घरों में प्रयोग होने वाले उपकरण बढ़ सकते हैं।

पावर खपत टेबल

युक्ति का नाम	अनुमानित वाट	P.f-0.8 (app) VA	1 यूनिट में होने वाला खपत (approx.) Hrs. - Min.
इनकैंडीसेंट बल्ब (B.C bulbs)	25W	20	40-00
इनकैंडीसेंट बल्ब	40W	32	25-00
इनकैंडीसेंट बल्ब	60W	48	16-40
इनकैंडीसेंट बल्ब	100W	80	10-00
फ्लोरोसेंट ट्यूब 61 cms	20W	16	50-00
फ्लोरोसेंट ट्यूब122 cms	40W	32	25-00
4 फीट नाइट लैम्प	15W	12	66-40

Fig 2



युक्ति का नाम	अनुमानित वाट	P.f-0.8 (app) VA	1 यूनिट में होने वाला खपत (approx.) Hrs. - Min.
मच्छर मारक	5W	4	200-00
पंखा	60W	48	16-40
एयर-कूलर	170W	136	5-50
एयर-कंडीशनर (1 to 1.5 टन)	1500W	1200	0-40
रेफ्रीजरेटर (165 लीटर)	225W	180	4-30
मिक्सर/ब्लेंडर/ जूसर	450W	360	2-15
टोस्टर	800W	640	1-15
हाट प्लेट	1000W	800	1-00
ओवन	1000W	800	1-00
इलेक्ट्रिक केतली	1000W	800	1-00
आयरन	450W	360	2-15
वाटर हीटर: (a) तत्काल गीजर 1.5 - 2 लीटर)	3000W	2400	0-20

युक्ति का नाम	अनुमानित वाट	P.f-0.8 (app) VA	1 यूनिट में होने वाला खपत (approx.) Hrs. - Min.
वाटर हीटर: (b) स्टोरेज प्रकार (10-12 लीटर)	2000W	1600	0-30
वाटर हीटर: (c) इमर्शन रॉड रॉड	1000W	800	1-00
वैक्यूम क्लीनर क्लीनर	700W	560	1-25
वाशिंग मशीन	325W	260	3-00
वाटर पम्प	750W	600	1-20
टेलीविजन (TV)	60W	48	16-00
रेडियो	15W	12	66-00
विडियो	40W	32	25-00
टेप रिकार्डर	20W	16	50-00
स्टिरियो सिस्टम	50W	40	20-00
PC कॉप.	120W	150	8-20

युक्ति का नाम	अनुमानित वाट	P.f-0.8 (app) VA	1 यूनिट में होने वाला खपत (approx.) Hrs. - Min.
PC/XT कॉप.	185W	230	5-25
PC/AT कॉप.	255W	320	3-55
386& उच्च कॉप.	320W	400	3-08
मोनो क्रोम मॉनिटर	44W	55	22-45
CGA मॉनिटर	64W	88	15-35
EGA मॉनिटर	80W	100	12-30
VGA मॉनिटर	120W	150	8-20
80-कॉलम डॉट मेट्रिक्स प्रिंटर	64W	80	15-40
160-240 cps प्रिंटर	100W	125	10-00
132- कॉलम डॉट मेट्रिक्स प्रिंटर	140W	175	7-08
इमेज राइटर II	80W	80	12-30
लेजर राइट प्लस	880W	1100	1-08
HP लेजर जेट प्रिंटर	840W	1050	1-11
एक्सटर्नल हार्ड डिस्क	80W	100	12-30
टेप बैक अप	140W	175	7-08

निवारक एवं ब्रेकडाउन मरम्मत (Preventive and breakdown maintenance)

निवारक रखरखाव (Preventive maintenance) : यह एक बड़ी मरम्मत के बजाय किसी उपकरण के प्रदर्शन और सुरक्षा को बेहतर बनाता है और इन जोखिमों को कम करने के लिए लगातार रखरखाव की आवश्यकता होती है। इससे सभी उपकरणों के प्रदर्शन में सुधार आता है। यह अनियोजित मरम्मत और अप्रत्याशित रखरखाव की आवश्कताओं से बचने में भी मदद करता है।

निवारक रखरखाव को आगे दो भागों में बाँटा गया है। वे हैं;

a सुनियोजित निवारक रखरखाव (Planned preventive maintenance and)

b अनियोजित निवारक रखरखाव (Unplanned preventive maintenance)

a सुनियोजित निवारक रखरखाव (Planned preventive maintenance)

यह सुनियोजित निवारक रखरखाव उपकरणों के गुणवत्ता को बढ़ाते हुएए उसके जीवनकाल को भी बढ़ती है तथा असमायिक रखरखाव एवं मूल्य को कम करती है। इसके निम्न लाभ हैं-

a अतिरिक्त समय के कारण होने वाली हानि को कम करती है।

b समस्याओं के जोखिम को कम करता है।

c मरम्मतों की संख्या में कमी करता है।

d छोटे मरम्मतों की समय-समय पर आवश्यकता पड़ती है।

e सभी उपकरणों को सुरक्षित एवं अच्छे स्थिति में रखते हैं।

f ये सुरक्षित एवं वातावरण मानक के होते हैं।

g ये कारीगत की सुरक्षा एवं स्वस्थ्य में सुधार करता है।

b अनियोजित निवारक रखरखाव

अनियोजित निवारक रखरखाव एक नियमित रखरखाव के कार्य के अलावा और कुछ नहीं है। उदाहरण के लिए सफाई, नट व बोल्टों को कसना रखरखाव के समान है। इसमें कोई पूर्व निर्धारित कार्य शामिल नहीं है। निम्नलिखित अनियोजित निवारक रखरखाव का ड्रा बैक है,

a सामग्री की कुल लागत को बढ़ाता है।

b जनशक्ति का अनियमित उपयोग।

c गुणवत्ता, मात्रा या उत्पादन की मात्रा की कोई गारंटी नहीं होती है।

d मशीन के स्थिति की कोई गारंटी नहीं होती है।

e समस्याओं में जोखिम बढ़ जाता है।

f उत्पादक एवं गुणवत्ता में अनचाही समस्याएँ आती है।

ब्रेकडाउन रखरखाव सामग्री या उपकरण को सुधारे जाने का एक रूप है, जो उपकरण या सामग्री की कार्यक्षमता व गुणों को खो देने के बाद किया जाता है।

ब्रेकडाउन रखरखाव उस रखरखाव के समान है, जो किसी उपकरण के टूट जाने या अनुप्रयोगी होने के बाद किया जाता है। यह सब ब्रेक एक ब्रेकडाउन रखरखाव ट्रिगर पर आधारित है।

ब्रेकडाउन रखरखाव की हानियाँ (Demerits of breakdown maintenance)

a उत्पादकता में हानि एवं व्यवसाय के अनिश्चितता

b मरम्मत के लिए अधिक खर्च

c सामानों एवं विशेषज्ञों की अनुपलब्धता

d दुर्घटना एवं वातावरणीय समस्या

e बड़ी दुर्घटना की वजह से जीवन हानि

f समय आधारित आपूर्ति से कच्चे माल की बर्बादी

एक सुनियोजित निवारक रखरखाव से मशीनों की असामयिक ब्रेकडाउन से बचा जा सकता है तथा उसकी गुणवत्ता, उत्पादकता एवं कम्पनी की मापदण्ड को बनाये रखने में सहायक होता है।

ऊर्जा के स्त्रोत - थर्मल पावर उत्पत्ति (Sources of energy - Thermal power generation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **पारम्परिक एवं गैर-पारम्परिक ऊर्जा स्रोतों का अर्थ स्पष्ट करना**
- **ऊर्जा के विभिन्न स्रोत बताना**
- **पावर उत्पत्ति में प्रयुक्त विभिन्न प्रकार के ईंधन के नाम बताना**
- **कूल एवं न्युकलियर आधारित थर्मल पावर स्टेशन के कार्य सिद्धांत को स्पष्ट करना**
- **थर्मल, डिज़ल और गैस टर्बाइन पावर उत्पत्ति के आरेखात्मक क्रम और संरचना को स्पष्ट करना।**

विद्युत उत्पादन का परिचय (Introduction of power generation)

विद्युत ऊर्जा का उत्पादन किसी देश की आर्थिक व्यवस्था के विकास की मूलभूत आवश्यकता है । प्रकृति में ऊर्जा के विभिन्न स्त्रोत उपलब्ध हैं । इसमें विद्युत ऊर्जा अति महत्वपूर्ण है । आधुनिक समाज पूर्णतः विद्युत ऊर्जा पर निर्भर है । विद्युत का जीवन स्तर से घनिष्ठ संबंध है । ऊर्जा की प्रति व्यक्ति खपत लोगों के जीवन के स्तर का माप है ।

विद्युत ऊर्जा के लाभ (Sources of electrical energy)

विद्युत ऊर्जा प्रकृति में स्थित विभिन्न रूपों से उत्पन की जाती है, यह वांच्छनिय है कि ऊर्जा के विभिन्न स्रोतों का पता लगाया जाए। विद्युत को उत्पन्न करने के विभिन्न स्रोत नीचे प्रकार हैंः :

i सूर्य (Sun)

ii पवन (Wind)

iii जल (Water)

iv ईंधन (Fuels)

v परमाणु ऊर्जा (Nuclear energy)

vi ज्वार (Tidal)

इन सभी स्त्रोतों में से, सौर्य और पवन ऊर्जा का उपयोग कुछ बातों के कारण सीमित है । वर्तमान में जल, ईंधन और परमाणु ऊर्जा विद्युत ऊर्जा उत्पन्न करने के लिए उपयोग में लिये जा रहे हैं।

i सौर्य (Sun) : सौर्य ऊर्जा का प्राथमिक ऊर्जा का स्त्रोत है। सूर्य द्वारा विकिरित गर्मी ऊर्जा संवेदकों के माध्यम से एक छोटे क्षेत्र पर केंद्रित हो सकती है। इस ऊष्मा का उपयोग वाष्प बनाने के लिए किया जाता है। और बिजली की ऊर्जा टर्बाइन अल्टरनेटर संयोजन की सहायता से तैयार की जा सकती है । सौर कौशिकाओं में से एक भी ऐसे तरीकों में से एक है जो कि वर्तमान दिनों में विद्युत ऊर्जा उत्पन्न करता है। ये विधि सीमित अनुप्रयोग है क्योंकि,

a इस संयंत्र को लगाने में ज्यादा क्षेत्र की आवश्यकता होती है। परन्तु विद्युत उत्पादन कम ही हो पाता है।

b ये रात में और बारिश के दिन में काम नहीं कर सकता है।

c ये विधि आर्थिक रूप से उचित नहीं होती।

ii पवन ऊर्जा (Wind) : इस विधि का उपयोग वहाँ किया जाता है जहाँ हवा का वेग तेज होता है । हवा का वेग पवन चक्कियों को घूमाता है जिससे जनरेटर जुड़े होते है । एक पनव चक्की से विद्युत ऊर्जा को लगातार प्राप्त करने के लिए, जनरेटर को बैटरी की चार्ज करने की व्यवस्था की जाती है, बैटरी ऊर्जा की अपूर्ती बंद हवा में भी करती है । इसका लाभ ये है कि इसका रखरखाव और उत्पादन कीमत निगणय है । इसकी कमियाँ ये है कि ये अविश्वसनिय है क्योंकि हवा का दाब निश्चित नहीं होता और इसका उत्पादन कम ही होता है।

iv ईंधन (Fuels) : ऊर्जा के मुख्य स्त्रोत इंधन है । कोयला ोस ईंधन के रूप में, तेल तरल ईंधन और प्राकृतिक गैस, गैस के रूप में ईंधन है। ईंधन की ऊष्मीय ऊर्जा यांत्रिक ऊर्जा में उपयुक्त प्रमुख मूवर्स जैसे कि भाप इंजन, स्टीम टर्बाईन, आंतरिक दध्न इंजन आदि द्वारा परिवर्तित की जाती है । मुख्य प्रेरक एक वैकल्पिक यंत्र को चलाता है जो विद्युत ऊर्जा में यांत्रिक ऊर्जा को बदलता है । हालांकी, ईंधन ऊर्जा के अत्याधिक उपयोगी स्त्रोत है । पर दिन-प्रति-दिन इनका संग्रह खत्म होता जा रहा है ।

v परमाणु ऊर्जा (Nuclear energy) : द्वितीय विश्व युद्ध के बाद यह पाया गया कि यूरेनियम और अन्य विखंडनीय सामग्रियों के संलयन से बड़ी मात्रा में ऊष्मीय ऊर्जा का प्राप्त होती है । अनुमान है कि 1Kg परमाणु ईंधन द्वारा निर्मित ऊष्मीय ऊर्जा 27,50,000 kg कोयले के बराबर ऊर्जा उत्पादन करता है । परमाणु विखंडन के कारण प्राप्त ऊष्मा को माप उत्पादन के लिए किया जाता है । माप से स्टीम टर्बाईन चलाया जाता है। अतः टर्बाइन द्वारा अल्टरनेटर को यांत्रिक ऊर्जा दे कर विद्युत ऊर्जा प्राप्त की जाती है ।

ऊर्जा स्त्रोतों की तुलना (Comparision of energy sources)

विद्युत ऊर्जा उत्पादन के मुख्य स्त्रोत, जल, ईंधन परमाणु है । नीचे टेबल 1 में इन सभी की तुलना की गई है

टेबल 1

क्र.सं.	शर्त	वाटर पावर	ईंधन	नाभिकीय ऊर्जा
1	आरंभिक कीमत	उच्च	निम्न	उच्चतम
2	चलाने की कीमत	कम	उच्च	सबसे कम
3	आरक्षित	स्थायी	रिक्त होने योग्य	रिक्त नहीं होता
4	स्वच्छता	सबसे स्वच्छ	सबसे गंदा	साफ
5	सरलता	सरलतम	जटिल	सर्वाधिक जटिल
6	विश्वसनीयता	सर्वाधिक विश्वसनीय	कम विश्वसनीय	अधिक विश्वसनीय

विद्युत उत्पादन में प्रयुक्त ईंधनों के प्रकार (Types of fuels used for power generaitons)

ईंधन को तीन वर्गों में बाँटा गया है ;

1 ठोस ईंधन (Solid fuels)

2 द्रव ईंधन (Liquid fuels)

3 गैस ईंधन (Gaseous fuels)

ठोस ईंधन (Solid Fuels)

इसे और वर्गीकृत करते हैं :

a प्राकृतिक ठोस ईंधन (Natural solid fuel)

b अप्राकृतिक ठोस ईंधन (Artifical soild fuel)

प्राकृतिक ठोस ईंधन के अंतर्गत लकड़ी और विभिन्न प्रकार के कोयला उत्पाद अति है । वही चारकोल कोक और पलवराईज ईंधन अप्राकृतिक ोस ईंधन के प्रकार है ।

द्रव ईंधन (Liquid Fuels)

यह भाप के उत्पादन के लिए कोयले की जगह ले सकता है । प्रमुख तरल ईंधन में पेट्रोलियम आता है । निम्न लिखित को थी द्रव ईंधन कहा जाता है:

1 गैसोलिन (Gasoline (Petrol))

2 कैरोसिन (Kerosene)

3 गैस ऑइल (Gas oil)

4 डीजल (Diesel)

गैसीय ईंधन (Gaseous Fuels)

इस ईंधन को निम्न वर्गों में बाँटा गया है ।

1 प्राकृतिक गैस (Natural Gas) - यह धरती से प्राप्त होती है । इसे कुँआ खोद कर पम्प से निकाला जाता है ।

2 प्रोड्यूसर गैस (Producer Gas) - यह CO और H_2 का मिश्रण होती है । इसमें कुछ अंश CO_2 का भी होता है ।

3 अन्य गैसे (By product gases) - ये गैस ब्लास्ट फर्नेस और को ओवन से प्राप्त होती है ।

तरल (द्रव) ईंधन के लाभ और हानियाँ (Advantages and disadvantages of liquid fuel)

लाभ (Advantages)

i इस संयंत्र की डिजाइन और ले आऊट सरल होता है । इसे लगाने में ज्यादा जगह की आवश्यकता भी नहीं होती है । इसमें साथ लगाने वाले सहायक यंत्रों की संख्या भी कम और आकार में छोटी होती है ।

ii इसे शुरू करने में कम समय लगता है और कम समय में ही इसमें लोड़ डाल सकते है ।

iii इसमें नुकसान का खतरा नहीं होता है ।

iv इसकी कीमत कोयले की अपेक्षा कम पड़ती है ।

v कोयले की अपेक्षा इसकी थर्मल दक्षता अधिक होती है ।

vi कम ऑपरेटिंग स्टाफ की आवश्यकता होती है ।

हानियाँ (Disadvantages)

i क्योंकि संपूर्ण संयत्र ईंधन से चलाया जाता है और द्रव ईंधन जैसे पेट्रोल, डीजल की कीम ज्यादा है । ये महंगा होता जा रहा है ।

ii इससे केवल निम्न पॉवर जनेरेट हो रहा है ।

ठोस ईंधन के लाभ और हानियाँ (Advantage and disadvantage of solid fuel) :-

लाभ (Advantages)

i उपयुक्त ईंधन (कोयला) सस्ता होता है ।

ii कोयले का साइट तक ट्रेन या रोड से पहुँचाया जाता है ।

iii जल-विद्युत परियोजना की अप्रेक्षा कम जगह लेता है ।

iv इसकी कीमत डीजल से कम होती है ।

हानियाँ (Disadvantages)

i इसके जलने से घूँआ निकलता है जो पर्यावरण के लिए नुकसानदायक है ।

ii इसकी प्रबंधन कीमत अधिक होती है ।

विद्युत ऊर्जा उत्पादन के प्रकार (Types of electrical power generation)

मूल रूप से विद्युत उत्पादन के दो प्रकार है :

a पारम्परिक विद्युत उत्पादन (Conventional power generation)

पारम्परिक विद्युत उत्पादन ऊर्जा के गौर नवीकरणीय स्त्रोत जैसे कि जल, थर्मल और परमाणु आदि तरीको के माध्यम से विद्युत उत्पादन को पारंपरिक विद्युत उत्पादन कहा जाता है ।

b गैर-परंपरागत (पारंपरिक) विद्युत उत्पादन (Non conventional power generation)

नवीकरमीय ऊर्जा स्त्रोतों जैसे पवन, ज्वार, सौर्य आदि से जब विद्युत ऊर्जा का उत्पादन किया जाता है तो इसे गैर-परंपरागत विद्युत उत्पादन कहते है।

उत्पादन स्टेशन (Generating stations)

बल्क (अधिक) इलेक्ट्रिक पावर का उत्पादन विशेष प्लांट द्वारा किया जाता है । जिसे पॉवर प्लांट या उत्पादन स्टेशन कहते है । इसमें एक जनेरेटर के साथ एक प्रमूवर को कपल करके विद्युत उत्पादन किया जाता है । उत्पादित विद्युत पॉवर को आगे संप्रेषण और वितरण द्वारा उपभोक्ता तक पहुँचाया जाता है ।

उत्पादन स्टेशनों का वर्गीकरम उसमें किसी ऊर्जा के उपयोग से विद्युत ऊर्जा उत्पन्न हो रही है इस आधार पर होता है :

1 स्टीम पॉवर स्टेशन/थर्मल पॉवर स्टेशन

2 हाइड्रो - इलैक्ट्रिक पॉवर स्टेशन (जल-विद्युत परियोजना)

3 डीजल पॉवर स्टेशन

4 परमाणु पॉवर स्टेशन

5 गैस-टर्बाईन पॉवर स्टेशन

1 थर्मल पॉवर स्टेशन (Thermal /steam power station)

ऐसा जनरेटिंग स्टेशन जहाँ कोयले को जला का जो ऊष्मा मिलती है । (उससे भाव बनाकर) उससे विद्युत ऊर्जा बनाई जाती ही, स्टीम पॉवर स्टेशन कहलाता है । (steam power station)

यहाँ जनरेशन दो चरणों में होता है (i) बॉयलर हाऊज में स्टीम बनाते हैं (ii) जनेरेटर रूम में विद्युत ऊर्जा उत्पन्न करके ।

बॉयलर में पानी को कोयला जला कर भाप बनाते है । भाप को सुपर-हीटर में अधिक प्रेशर में लाकर, टर्बाइन की ब्लेड पर से गुजरते है, तो टर्बाइन घुमता है । अतः जेनरेटर में विद्युत ऊर्जा उत्पन्न होती है ।

जेनेरेशन रूप में टर्बाइन एक प्रामूवर जैसा कार्य करता है । ये अल्टरनेटर को घूमाता है । अल्टरनेटर यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलता है । अल्टरनेटर को सर्किट ब्रेकर और फिर बस बार से जोड़ा जाता है ।

इस प्रकार के पॉवर प्लांट उस स्थान पर ही लगाए जा सकते है, जहाँ पानी और कोयले की आपूर्ती हो सके । इसकी आपूर्ती से अधिक विद्युत ऊर्जा उत्पन्न की जा सकती है ।

2 हाइड्रो-इलैक्ट्रिक पॉवर स्टेशन (Hydro - electric power station)

ऐसा पॉवर स्टेशन जहाँ पानी की स्थितिज ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदला जाता है । उसे हाइड्रो इलेक्ट्रिक पॉवर स्टेशन कहते है ।

जल ऊर्जा एक बड़ा स्त्रोत है । जल दो तरह की ऊर्जा रखता है । बहते पानी में गतिज ऊर्जा (kinetic energy) और हरे हुए पानी में स्थितिज ऊर्जा (potential energy) होती है । पानी को डेम बनाकर एकत्रित किया जाता है । और ऊँचाई से जब उसे टर्बाइन की ब्लेड पर गिराते है । तो टर्बाइन तेजी से घूमता है । और टर्बाइन अल्टरनेटर या प्रमूबर होता है । इस प्रकार हाइड्रोपॉवर प्लांट में बिजली बनती है । इस प्रकार के प्लांट में शुरूवाती दौर में खर्च व मेहनत ज्यादा होती है । बाँधा और अन्य में अधिक क्षेत्र व मजदूरी की आवश्यकता पड़ती है । परन्तु इसका विद्युत उत्पादन अधिक होता है । इसलिए अधिक रूप इस विधि को अच्छा माना जाता है ।

3 परमाणु ऊर्जा स्टेशन (Nuclear Power Station)

इस पॉवर स्टेशन में परमाणु ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा बनाई जाती है ।

परमाणु ऊर्जा, यूरनियम जैसे रेडियोधर्मी पदार्थ के संलयन से प्राप्त ऊर्जा को कहा जाता है । इस संलयन से प्राप्त ऊष्मा से भाषा बनाई जाती है और इस भाप को अधिक प्रेशर से टर्बाइन पर डालते है । अंततः टर्बाइन जनेरेटर को घूमाता है और विद्युत ऊर्जा प्राप्त होती है । इस पॉवर स्टेशन में यूरोनियम और थरोरियम जैसे रेडियोधर्मी पदार्थ उपयोग में लाये जाते है । अनुमानित, तौर पर 1Kg परमाणु ईंधन से जितनी ऊष्मा मिलती है उतनी ही ऊर्जा 27,50,000 kg कोयला जलाने पर मिलती है । परमाणु ऊर्जा का अधिक उपयोग इसलिए भी किया जा रहा है क्योंकि अब धरती में कोयला और पेट्रोल का अस्तित्व खत्म होने की कगार पर है ।

4 गैर-परंपरागत ऊर्जा (Non conventional energy)

यह स्पष्ट है कि जीवाशम ईंधन पर उपलब्ध सभी ऊर्जा संसाधनों की उपलब्धता में सीमाएँ और जल्द ही समाप्त हो जाएगा । अतः गैर पारंपरिक ऊर्जा स्त्रोतों के साथ ऊर्जा आपूर्ति जीवन के लिए दीर्घकालिक विकल्प है । ये संसाधन अतुलनीय है और अगले सैकड़ों हजारों वर्षो के लिए हमें प्राप्त होते रहेंगे ।

उदाहरण के लिए सौर्य ऊर्जा, पवन ऊर्जा, ज्वार ऊर्जा, तरंग, भू-ताप ऊर्जा आदि ।

स्टीम पावर स्टेशन के लिए साइट का विकल्प (Choice of site for steam power stations)

संपूर्ण अर्थव्यवस्था को प्राप्त करने के लिए एक स्टिम पावर स्टेशन के लिए एक साइड का चयन करते समय निम्न बिंदुओं पर विचार किया जाना चाहिए ।

i **ईंधन की आपूर्ति (Supply of fuel) :** स्टीम पावर स्टेशन कोयले की खानों के निकट स्थित होना चाहिए ताकि ईंधन की परिवहन लागत न्यूनतम हो । अगर किसी कारण ऐसी जगह ये प्लाट लगया भी जाए तो परिवहन सुविधा को ध्यान में रखना चाहिए ।

ii पानी की आपूर्ति (Availability of water) : कंडेनसर के लिए पानी की भारी मात्रा की आवश्यकता होनी है, इसलिए इस तरह के प्लांट में पानी की सुविधा हेतु नदी या नहर के किनारे लगाए जाते है।

iii परिवहन सुविधा (Transportation facilities) : एक आधुनिक स्टीम पावर स्टेशन को अक्सर सामग्री और मशीनरी के लिए परिवहन की आवश्यकता होती है । इसलिए पर्याप्त परिवहन सुविधा मिले, इसलिए साइट को अन्य स्थानों से रेलमार्ग और रोड मार्ग से जुड़ा होना अनिवार्य है ।

iv जमीन की कीमत और प्रकृति (Cost and type of land) : स्टीम पावर स्टेशन उस स्थान पर स्थित होना चाहिए जहाँ जमीन सस्ती हो और यदि आवश्यकता हो तो अधिक विस्तार किया जा सकें । जमीन की असर क्षमता से अधिक पर्याप्त होना चाहिए ताकि भारी उपकरण या मशीनें स्थापित की जा सकें ।

v लोड़ केन्द्र से निकटता (Nearness to load centers) : ट्रांसमिशन की कीमत को करने के लिए संयंत्र लोड के केन्द्र के पास स्थित होना चाहिए, यह विशेष रूप से महत्वपूर्ण है यदि DC सप्लाई सिस्टर अपनाया गया हो । हालांकि, अगर AC सिस्टम ट्रांसमिशन होता है तो यह कारक अपेक्षाकृत कम महत्वपूर्ण हो जाता है । क्योंकि AC वोल्टेज में हाई वोल्टेज में ट्रांसमिट करते है । इससे संचरण लागत कम हो जाती है ।

vi घनी आबादी से दूरी (Distance from populated area) : स्टीम पावर स्टेशन में अधिक मात्रा में कोयला जलने से घूँआ निकलता है । जो वातावरण को दूषित करता है । अगर बहा आबादी हो तो लोगों में बीमारियाँ फैल सकती है ।

निष्कर्ष (Conclusion) : यह स्पष्ट है कि सभी कारक अनुकूल नहीं हो सकते हैं । इस तथ्य को ध्यान में रखते हुए कि वर्तमान में सप्लाई सिस्टम AC में हो रहा है । इसमें संपेषण और वितरण आसान है । साइट का चुनाव ऐसे स्थान पर किया जाए जो नदी के समीप हो और ईंधन का परिवहन आसानी से किया सकें ।

स्टीम पावर स्टेशन की व्यवस्थिति कार्य प्रणाली (Schematic arrangement of steam power station)

स्टीम पावर स्टेशन में कोयले को जलाकर ऊष्मा उत्पन्न की जाती है जो बाद में विद्युत ऊर्जा बनाती है। इस प्लांट में अनेक व्यवस्था बनाई जाती है। जिससे ऊर्जा उत्पादन होता है । नीचे दिये गये Fig.1 में इसका सचित्र वर्णन किया गया है ।

1 कोयले और राख का रखरखाव

2 स्टीम जनरेटिंग प्लांट

3 स्टीम टर्बाइन

4 अल्टरनेटर

5 फीड वॉटर

6 शीतलन व्यवस्था

स्टीम पावर स्टेशन के घटक (Constituents in steam power station)

आधुनिक स्टीम पॉवर स्टेशन काफी जलिट संरचना का होता है । इसमें विभिन्न प्रकार के उपकरण और सहायक सामग्री लगी होती है :

1 स्टीम जनेरेटिंग उपकरण

2 कंडेन्सर

3 प्रमूवर

4 वाटर ट्रिटमेंट प्लांट

5 इलेक्ट्रिकल उपकरण

1 स्टीम जेनेरेटिंग उपकरण (Steam generating equipment)

स्टीम जेनेरेटिंग उपकरण इस पॉवर स्टेशन का मुख्य भाग है । इसमें सुपर हीटेड स्टीम बनाने के लिए बॉयलर, फर्नेस, सुपर हीटर, इकोनोमाजर अन्य हीट रिक्लेमिंग उपकरण लगे होते है ।

i बॉयलर (Boiler) : बॉयलर एक बंद कंटेनर है जिसमें पानी को गरम करके भाप बनायी जाती है । इसमें कोयले को गला कर पानी गरम किया जाता है ।

a वॉटर ट्यूब बॉयलर   b फायर ट्यूब बॉयलर

वॉटर ट्यूब वॉयलर में पानी ट्यूब के अंदर से गुजरता है और ट्यूब के बाहर गरम गैसे होती है जो पानी को गरम करती है । फॉयर ट्यूब बॉयलर में ट्यूब में पानी में डाला जाता है । और इस ट्यूब में अंदर से गरम गैसे गुजारी जाती है । फॉयर ट्यूब को अपेक्ष वॉटर ट्यूब वॉयलर के अधिक लाभकारी है । जैसे वॉटर ट्यूब कम जगह लेता है । ड्रम और ट्यूब का आकार छोटा होता है । छोटा ड्रम होने के कारण प्रेशर अधिक होता है । वॉयलर के फटने की संभावना कम होती है । इसलिए इसका उपयोग अधिक से अधिक किया जाता है।

ii बॉयलर फर्नेस (Boiler furnace) : बॉयलर फर्नेस एक चैम्बर है जहाँ ईंधन को जलाया जाता है। जहां ऊष्मा उत्पन्न है। फर्नेसू, बरनर को कवर करके ईंधन के दहन को पूर्णत : दहन होने में मदद करता है फर्नेस की दीवारे फायर क्ले, सिलिका, कॉवलिंग आदि की बनी होती है। इन पदार्थो के उपयोग से बनी फर्नेस गरम होने पर भी अपनी भैतिक परिस्थिति नहीं बदलती। जैसे ऊँचाई, चौड़ाई आदि।

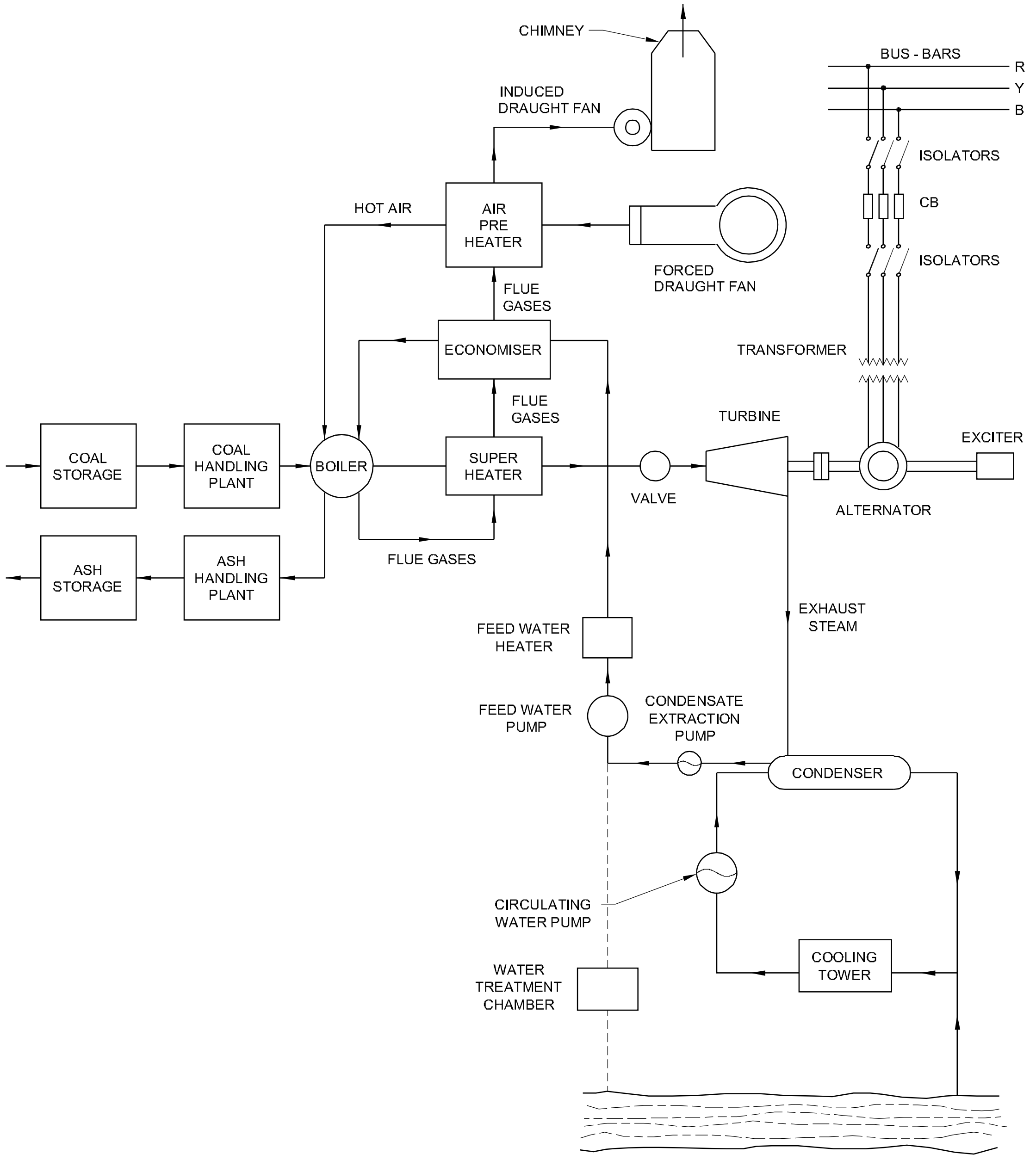
फर्नेस का आकार कम-से-कम रखा जाता है । ताकि उसकी कीमत और अन्य बातों को प्रभावित न करें ।

iii सुपर हीटर (Super heater) : सुपर हीटर वॉयलर में उत्पादित आपको और अधिक गरम करके सुपर हीट करता है । इससे प्लांट की दक्षता बढ़ती है । इसमें अनेक ट्यूबों का समूह होता है जो कि विशेष प्रकार की मिश्र धातु (chromium-molybdenum) की बनाई जाती है । वॉयलर से निकलने वाली आप जब सुपर हीटर से गुजरती है तो अधिक गरम हो जाती है । ये मुख्यतः दो प्रकार के होते है जो उसमें से बहने वाली गैसे के आधार पर वर्गीकृत किया गया है ।

a रेडिएंट सुपर हीटर (Radiant super heater)

b कनवेक्शन सुपर हीटर (Convection super heater)

Fig 1



SCHEMATIC ARRANGEMENT OF STEAM POWER STATION

iv **इकोनामाइजर (Economiser) :** यह एक ऐसा उपकरण है जो पानी को वॉयलर में फीड करने से पहले ही गरम कर देता है । इससे ईंधन की बचत होती है । बॉयलर की दक्षता में वृद्धी होती है । ये बॉयलर के प्रेशर को कम करता है । इकोनॉमाइजर में सटे हुए सामांतर स्टील के ट्यूब लग होते है । वॉयलर का फीट वॉटर इन ट्यूबों में से होकर गुजरता है बाहर जो गैसे होती है । वो पानी को गरम करती है । गैसों से पानी गरम होता है । और वॉयलर में फीड़ किया जाता है ।

v **एयर प्रि-हीटर (Air Pre-heater) :** सुपर हीटर और इकोनामाइडर से गुजरने के बाद गैसें प्रि-हीटर से गुजरती है । जहाँ हवा का तापमान बढ़ाया जाता है । प्रि-हीटेड एयर फर्नेस में भेजी जाती है । इससे फर्नेस का तापमान बढ़ता है । और कोयला जल्दी जलता है । इससे समय और ईंधन की बचता होती है । इससे फर्नेस की दक्षता बढ़ती है । फ्लू गैसे से हवा में ऊष्मा के संचरण के आधार पर प्रि-हीटर को वर्गीकृत करते हैं ।

a रिक्यूपरेटिव टाइप (Recuperative type)

b रिजनेरेटिव टाइप (Regenerative type)

2 कंडेनसर (Condensers)

कंडेनसर एक ऐसा उपकरण है जो वाष्प और टर्बाइन निकास को कंडेनस करता है। यह दो काम करता है। पहला यह फायर टरवाइन के निकास पर बहुत कम दबाव पैदा करता है। इससे भाव का विस्ताप बढ़ता है । प्रमूवर की यांत्रिक ऊर्जा को उत्पन्न करने के लिए ऊर्जा देता है। दूसरा, कंडेनस स्टीम को बॉयलर को बॉयलर को फीड वॉटर के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है। यहाँ दो तरह के कंडेनसर होते है।

a जैट कन्डेनसर (Jet condenser)

b सर्फेस कंडेनसर (Surface condenser)

3 प्राइम मूवर्स (Prime movers)

प्रयममूवर स्टीम ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलते है। स्टीम प्रयममूवर दो प्रकार के होते हैं :- स्टीम इंजन और स्टीम टर्बाइन। स्टीम इंजन की अपेक्षा स्टीम टर्बाइन के अनेक फायदे हैं। जैसे उच्चतम दक्षता, सरल संरचना, हाई स्पीड, कम क्षेत्रफल की आवश्यकता, न्यूनतम रखरखाव और कीमत। इसलिए वर्तमाम स्टीम पॉवर स्टेशनों में स्टीम टर्बाइन का उपयोग किया जा रहा है।

स्टीन ब्लेड को किसी तरह घूमा रही है इस आधार पर स्टीम टर्बाइन के दो प्रकार होते है।

a इम्पल्स टर्बाइन (Impulse turbines)

b रिएक्शन टर्बाइन (Reaction turbines)

इम्लस टर्बाइन में स्टीम पूरी नोजलों (fixed blades) में फैलती है । चलित ब्लेडों में स्टीम का प्रेशन स्थिर रहता है। ऐसा करने से भाप उच्च गति और चलनेवाले ब्लेड पर आवेगी बल देता है जो रोटर को सेट करता है।

रिएक्शन टरवाइन में स्टीम आंशिक रूप से नोजलों (स्थिर) में फैलती है और बाकी स्टीम का विस्तार चलित ब्लेडों पर पड़ती है। परिणाम यह है कि वाष्प की गति चलती ब्लेड पर प्रतिक्रिया बल का कारण बनती है। जो गति में रोटर निर्धारित करता है।

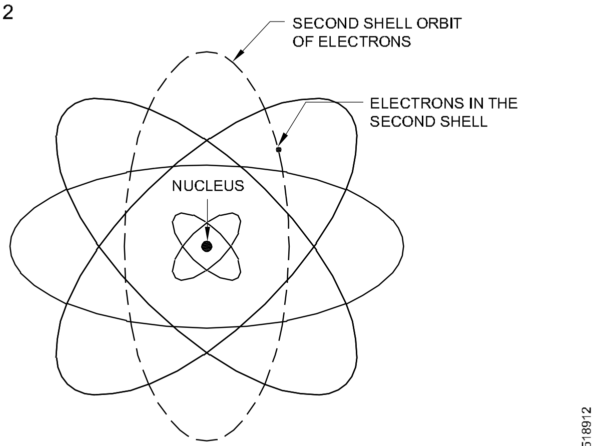
4 वॉटर ट्रिटमेंट प्लांट (Water treatment plant)

बॉयलरों के लम्बे जीवन काल के लिए स्वच्छ और नरम पानी की आवश्यकता होती है। लेकिन बेहतर है बॉयलर फीड पानी का स्त्रोत आम तौर पर एक नहीं या झील के पानी में अशुब्धियां, गैसे आदि शामिल हो सकती है। इसलिए यह बहुत महत्वपूर्ण है कि पानी पहले शुब्द और रासायनिक उपचार से नरम हो गया और फिर बॉयलर को दिया जाता है। आपूर्ति के स्त्रोत से पानी भंडारण टैकों में जमा होता है। पानी में जो अशुब्धियों को अवसादन, जमावट और छानने के माध्यम से हटाया जाता है। पानी में घूली गैसों को वातन और डिगैसीफिकेशन द्वारा हटाया जाता है। पानी को नरम करने के लिए स्थाई व अस्थाई प्रकार की रासायनिक प्रक्रियाएँ की जाती है । शुब्द और नरम पानी का ही वॉयलर में डाला जाता है।

नाभिकीय ऊर्जा उत्पादन संयंत्र (Nuclear based thermal power stations)

परमाणु नाभिकीय संरचना (Composition of an atomic nucleus) कहा जाता है कि धातु का परमाणु छेटे कणों से बना होता है और परमाणु में स्वयं प्रोटान, न्यूट्रान और इलेक्ट्रान जो एक व्यवस्थित ढंग से संगति होते है। परमाणु के केन्द्र में प्रोटान और न्यूट्रान द्वारा गति बहुत घने नाभिक होते है। नाभिक के चारों ओर इलेक्ट्रान घुमते है। कि वैसे ही जैसे की सौर्यमंडल में ग्रह और सूर्य Fig 2 में दिखाया गया है। नाभिक की त्रिज्या 10^{-12} cm होती है। और इलेक्ट्रानिक का आर्बिट 10^{-5} cm होती है।

Fig 2



REPRESENTATION OF SPINNING OF ELECTRONS

परमाणु संरचना के महत्वपूर्ण गुण : प्रोटॉन और न्यूट्रॉन का द्रव्यमान लगभग समान होता है, जबकि प्रत्येक इलेक्ट्रान का द्रव्यमान प्रोट्रान या न्यूट्रॉन के 1/1840 गुना होता है, जो दर्शाता है कि द्रव्यमान का परमाणु केवल नाभिक के कारण होता है । एवोगेड्रो परिकल्पना (avogadro's hypothesis) के अनुसार एक ग्राम परमाणुओं की संख्या 6.03 x 10^{23} होती है ।

$$=\frac{1.008}{6.03\times10^{23}}$$

= 1.67 x 10^{-24} gm = 1.67 x 10^{-27} kg................ (1)

अतः इलेक्ट्रान का चार्ज

$$=\frac{1.67\times10^{-27}}{1840}=9.10\times10^{-31}\,\text{kg}..................(2)$$

इसे प्रायोगिक रूप से सिब्द किया गया है कि हाइड्रोज का एक अणु डिपोजिट करने में 96,493.7 कूलाम विद्युत की आवश्यकता होती है।

अतः, प्रत्येक इलेक्ट्रोन पर आवेश

$$=\frac{96.493.7}{6.03\times10^{23}}$$

= 1.602 x 10^{-19} कूलाम .... (3)

प्रोटॉन का चार्ज भी इलेक्ट्रान के बराबर होता है।

= 1.602 x 10^{-19} coulombs .... (4)

इलेक्ट्रान, प्रोटॉन और न्यूट्रान के चार्ज और द्रव्यमान इस तरह समझ सकते हैं

परमाणु सामग्री का नाम परिवर्तन	कोलम्ब में विद्यूतिय	किलोग्राम में द्रवमान	परमाणु द्रवमान इकाई में द्रवमान (a.m.u)²
1 इलेक्ट्रोन	-1.602 x 10^{-19}	9.10x10^{-21}	0.000, 548
2 प्रोटोन	+1.602x10^{-19}	1.67x10^{-27}	1.00,758
3 न्यूट्रोन	0	1.67x10^{-27}	1.00,898

*1 a.m.u = 1.6597 x 10^{-19} kg.

परमाणु क्रमांक और द्रवयमान अंक (द्रव्यमान संख्या) (Atomic number and mass number) : किसी भी परमाणु के रासायनिक गुण उसमें उपस्थित प्रोटॉन की संख्या पर जो न्यूकलियस में है उसमें निर्भर करती है।

परमाणु क्रमांक (atomic number) किसी परमाणु के नाभिक में प्रोटान की संख्या को दर्शाते है । इसे Z से प्रदर्शित करते है ।

माने के N = नाभिक के न्यूट्रान की संख्या है और A = द्रव्यमान की संख्या (mass number)

A= Z +N

परमाणु संख्या का सबसे बड़ा लाभ यह है कि ये विशिष्ट रूप से एक परमाणु का प्रतिनिधित्व करता है।

उदाहरण के लिए, एक सोडियम परमाणु को $_{12}Na^{23}$ से दर्शाते है, जहाँ परमाणु संख्या (Z)· (A) 12 है और द्रवमान से (mass number) 23 है।

परमाणु में न्यूट्रान की संख्या (N)

N = A - Z = 23-12 = 11

टेबल 1 में कुछ तत्वों के परमाणु संख्या, द्रवमान और न्यूट्रान की संख्या दी गई है।

टेबल 1

तत्व	चिह्न	परमाणु संख्या = Z	द्रवमान No =A	न्यूट्रोन A - Z
हाइड्रोजन	$_1H_1$	1	1	0
हिलियम	$_2He_4$	2	4	2
आक्सिजन	$_8O_{16}$	8	16	8
यूरानियम	$_{92}U_{238}$	92	238	146

परमाणु ऊर्जा केन्द्र (संयंत्र) (Nuclear power station)

उत्पादन केन्द्र जहाँ, परमाणु ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदला जाता है, वह परमाणु ऊर्जा केन्द्र (संयंत्र) कहलाता है ।

परमाणु ऊर्जा केन्द्र में, यूरेनियम (U^{235}) और थयोरियम (Th^{232}) कैसे भारी तत्वों का उपयोग किया जाता है। एक विशेष उपकरण जिसे रिएक्टर कहते है, उसमें इन तत्वों का नाभिकीय संलगन होता है। और इस नाभिकीय संल्यन के होने पर उत्सर्जित ऊष्मा का उपयोग उच्च तापमान पर भाप बनाई जाती है। भाप का तापमान और दाब अधिक होता है। इस भाप से स्टीम टर्बाइन चलाया जाता है। और टर्बाइन से अल्टरनेटर चलता है। इस प्रकार परमाणु ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा उत्पन्न होती है।

इस संयंत्र की सबसे बड़ी खासियत से है कि कम ईंधन के उपयोग से अधिक विद्युत ऊर्जा उत्पन्न होती है। इसमें अन्य पारंपरिक संयंत्रों की तुलना में ईंधन की खपत कम होने पर भी विद्युत उत्पादन अधिक होता है। हालांकि, कोयले और गैस की तुलना में इसके निसकासित ईंधन का निसकासन कनि होता है।

लाभ (Advantages)

i कम ईंदन की आवश्यकता होती है। इसलिए, परिवहन खर्चे भी कम हो जाते है।

ii बाकि प्लांट की तुलना में कम जगह लगती है।

iii इसके रनिंग चार्ज कम है। कम ईंधन में अधिक विद्युत उत्पादन।

iv आर्थिक रूप से बेहतर।

v इसे लोड केन्द्र के पास लगाया जा सकता है। क्योंकि अधिक पानी की आवश्यकता नहीं होती है। इससे प्रायमरी डिस्ट्रीब्यूशन का खर्चा बचता है।

vi प्राकृतिक परमाणु ईंधन के स्त्रोत अधिक है और कई वर्षो कर उपयोग किये जा सकते है।

vii सरल आपेरेटिंग है।

हॉनियाँ (Disadvantages)

i ईंधन को धरती से निकालना कनि है और ये महंगा भी है ।

ii अन्य प्लांट की तुलना में इसकी पूंजी लागत अधिक है ।

iii इसके निर्माण और चलाने के लिए अधिक कुशल और ज्ञाता आपेरेटर की आवश्यकता होती है।

iv इस उपयुक्त पदार्थ रेडियो-एक्टिव होते है। जो खतरनाक रेडियो-एक्टिव प्रदूषण करते है।

v इसका रखरखाव और मरम्मत कार्य कनि और महंगा होता है।

vi भिन्न-भिन्न लोड के लिए कार्य नहीं करता है। इसकी लोड फ्लक्यूएशन दक्षता कम होती है। (load fluctuations efficiently)

vii इसका अपाशिष्ट (कचन) का निपटान एक बड़ी समस्या होती है क्योंकि ये रेडियोधर्मी पदार्थ होता है। इस गहरा गड्द खोद कर गड़या जाता है या समुद्र में फेक जाता है जहाँ तट न हो।

परमाणु ऊर्जा स्टेशन की प्रबंधन व्यवस्था (Schematic arrangement of nuclear power station)

Fig 3 में परमाणु ऊर्जा स्टेशन की प्रबंधन व्यवस्था दिखाई गई है । पूरी व्यवस्था निम्न चरणों में बाँटी गई है ।

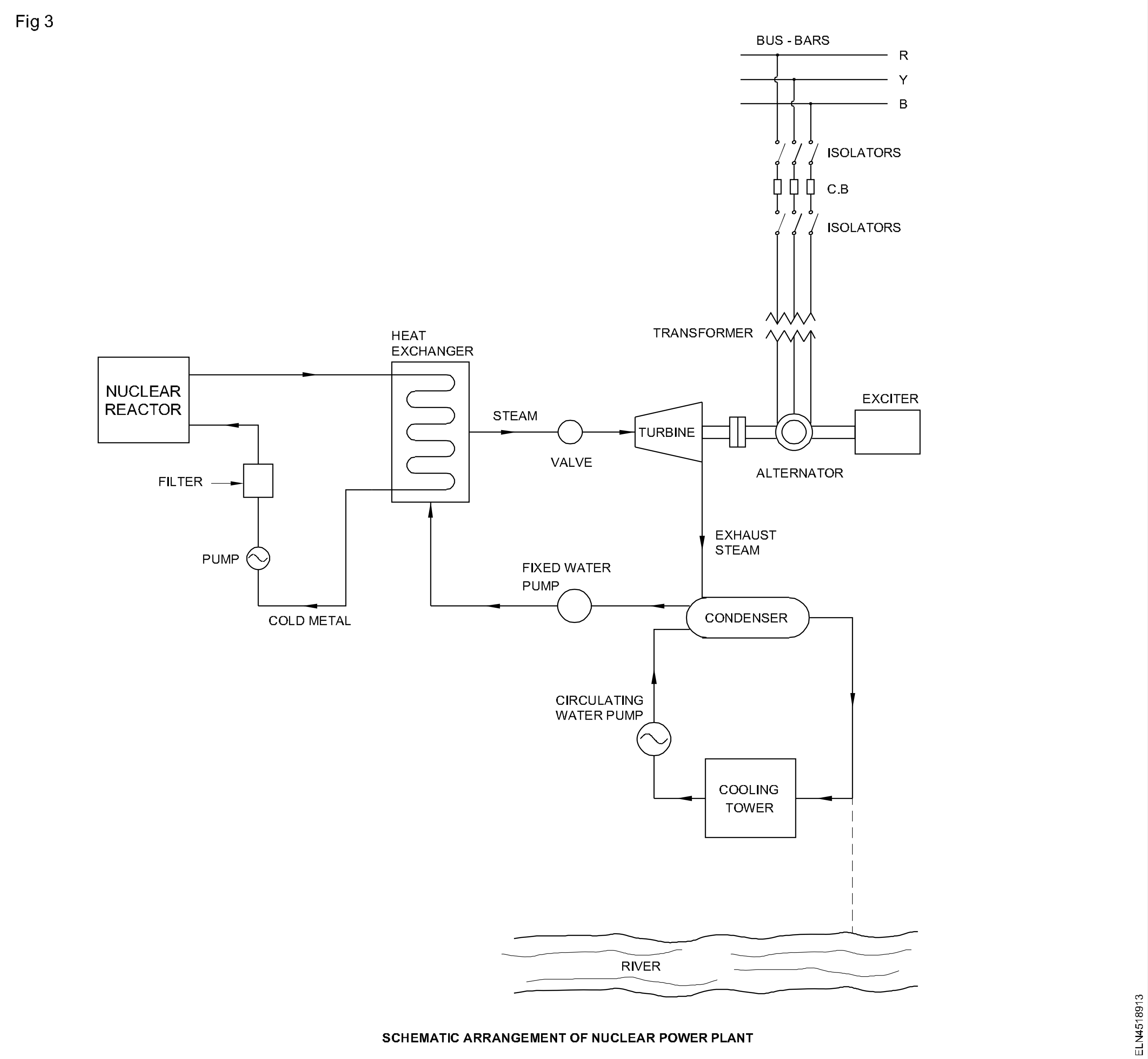
i परमाणु रिएक्टर (Nuclear reactor)

ii हीट एक्सचेंजर (Heat exchanger)

iii स्टीम टर्बाइन (Steam turbine)

iv अल्टरनेटर (Alternator)

i परमाणु रिएक्टर (Nuclear reactor) : यह एक उपकरण है जिसमें परमाणु ईंधन (U^{235}) का परमाणु विखंडन होता है । यह श्रृंखला की प्रतिक्रिया को नियत्रित करती है जो विखंडन हो जाने बाद शुरू होती है । अगर चेन रिएक्शन को नियंत्रित नहीं किया जाता है तो उत्सर्जित ऊर्जा में तेजी से वृद्धि के कारण परिणाम विस्फोटक होगा ।



SCHEMATIC ARRANGEMENT OF NUCLEAR POWER PLANT

परमाणु रिएक्टर के बेलनाकार मजबूत वेसल (पोत्र) है जिसमें यूरेनियम की छड़ मोडरेटर और कंट्रोल छड़े होती है । (Fig 4 में देखें) ।

ंधन की छड़ों में फ्यूजन (संलयन) पदार्थ होता है । जब इसमें धीमी गति से चलने वाले न्यूट्रानों की बौछार की जाती है तो इसमें से अधिक मात्रा में ऊर्जा उत्सर्जित होती है । मोडरेटर में ग्रेफाइट की छेड़ होती है जो ईंधन छडों को घेरे रहती है ।

मोडरेटर न्यूट्रान की गति का धीमा करती है । रिएक्टर के अंदर कैडमियम की कंट्रोल छड़े डाली जाती है । कैडमियम एक मजबूत न्यूट्रान अवशोषक है और संलयन के लिए न्यूट्रान की आपूर्ति को विनियमित करता है ।

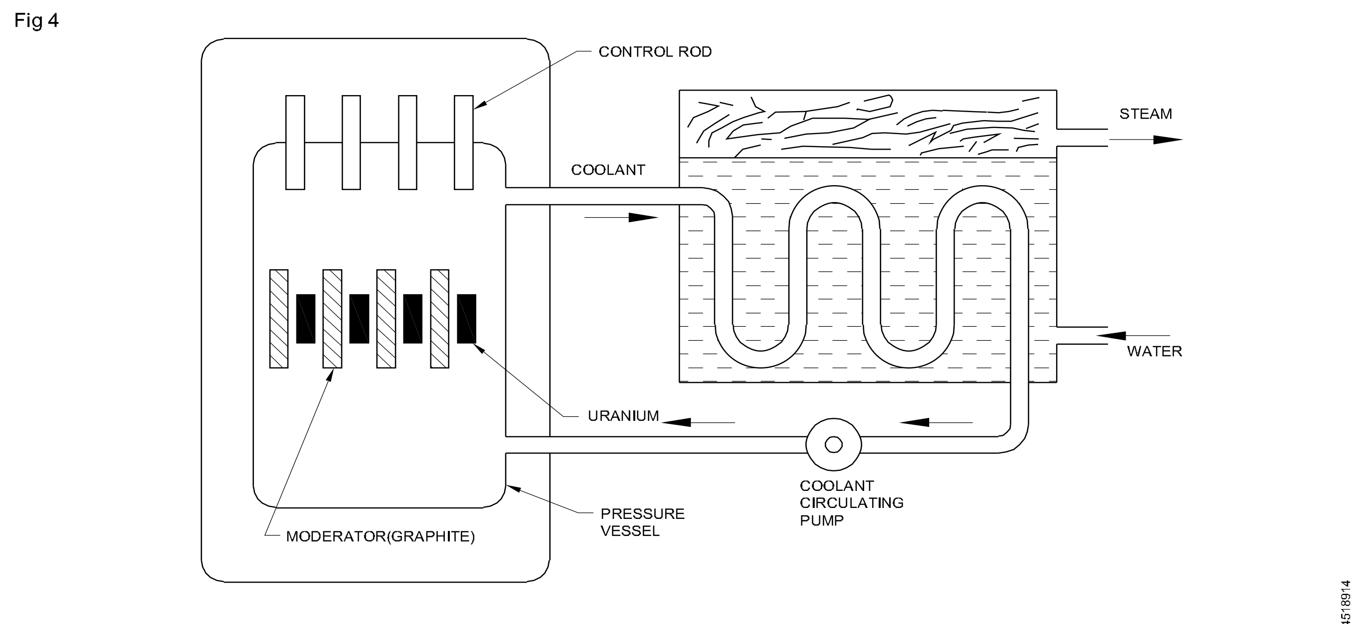
जब कंट्रोल छड़ों को रिएक्टर में डाला जाता है तो ये न्यूट्रान को अवशोषित करती है और कुछ जो रह जाते है वो चेन रिएक्शन में काम करते है। रिएक्शन में श्रृंखला चलती जाती है। और चेन रिएक्शन के होने से हीट (ऊष्मा) उत्सर्जित होती है । अतः कंट्रोल छड़ों को अंदर डालने से रिएक्टर को पावर घटती है और निकाने पर बढ़ती है ।

वास्तविक प्रक्रिया में कंट्रोल रॉड को ऑटोमेटिक सिस्टम द्वारला चलाया जाता है। रिएक्टर में उत्पन्न ऊष्मा को कम करने के लिए कूलेंट का उपयोग करते है। सोडियम को कूलेंट की तरह उपयोग करते है । कूलेंट ऊष्मा को हीट एक्सचेंजर तक ले जाता है।

ii **हीट एक्सचेंजर (Heat exchanger) :** कूलेंट (ऊष्मा) हीट को हीट एक्सचेंजर को देता है। और इस तरह स्टीम बनती है। हीट एक्सचेंजर को हीट देकर कूलेंट दोबारा रिएक्टर में फीड कर दिया जाता है।

iii **स्टीम टर्बाइन (Steam turbine) :** हीट एक्सचेंजर में बनी स्टीम को स्टीम टर्बाइन में वाल्व के द्वारा दिया जाता है। टर्बाइन पर काम करने के बाद स्टीम कंडेनस्र में चली जाती है। कंडेनसर स्टीम को पानी में बदलता है और दोबारा पम्प के द्वारा हीट एक्सचेंजर में पहुँचा देता है।

iv **अल्टरनेटर (Alternator) :** स्टीम टर्बाइन से अल्टरनेटर को चलाया जाता है। जो यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलता है। अल्टरनेटर का आऊट पुट ट्रांसफार्मर, सर्किट ब्रेकर और आइसोलेटर से होता हुआ बस बार को दिया जाता है।



NUCLEAR REACTOR

अल्टरनेटर को डा रखने के लिए हवा या हाइड्रोजन का उपयोग करते है। अल्टरनेटर को एक्साइटेशन देने के लिए मेन से सप्लाई देते है और अल्टरनेटर की शाफ्ट के साथ पॉयलेट एक्साइट कंपल किया जाता है ।

परमाणु ऊर्जा स्टेशन के लिए साइट का चुनाव (Selection of site for nuclear power station)

नाभिकीय पावर स्टेशन के लिए स्थान का चयन करते समय अधोलिखित बिन्दुओं को ध्यान में रखना चाहिए :

i **पानी की उपलब्धता (Availability of water) :** कूलिंग के लिए पर्याप्त मात्रा में पानी की आवश्यकता होती है। इसलिए साइट के पास पानी का स्त्रोत होना आवश्यक है।

ii **अवशिष्ट का निपटान (Disposal of waste) :** संलग्न के बाद शेष राख को निपटान के लिए पर्याप्त व्यवस्था होनी चाहिए। इसे जमीन में गड़या जाता है या बीच समुद्र में फेका जाता है । जो किसी प्राणी को नुकसान न पहुँचा सकें।

iii **आबादी वाले इलाकों से दूर (Distance from populated areas) :** परमाणु ऊर्जा स्टेशन को रिहाइशी इलाकों से दूर लगाया जाता है। क्योंकि इस उपयोग होने वाला ईंधन रेडियो - धर्मी होता है। जो स्वास्थ के लिए हानिकारक होता है। इससे वायुमंडल में रेडियोधर्मी होता है । जो स्वास्थ्य के लिए हानिकारक होता है। इससे वायुमंडल में रेडियोधर्मी किरणों व कण कैलते है। जो खतरनाक होते है।

iv **परिवहन सुविधा (Transportation facilities) :** परमाणु ऊर्जा स्टेशन के लिए उचित परिवहन सुविधा होनी चाहिए। ताकी उपाशिष्ट निपटान केलिए परेशानी न हो और कर्मचारियों को भी सुविधा हो।

ऊपर से बताये गये सभी घटकों को ध्यान में रखते हुए परमाणु ऊर्जा स्टेशन का नदी या समुद्र के किनारे लगाया जाता है।

परमाणु रिएक्टर (Nuclear reactors)

परमाणु रिएक्टर को निम्न आधार पर वर्गीकृत किया जाता है।

A न्यूट्रॉन ऊर्जा के आधार पर

1 धर्मल रिएक्टर (Thermal reactors)

2 फास्ट ब्रीदर रिएक्टर (Fast breeder reactors)

B ईंधन के आधार पर

1 प्राकृतिक यूरानियम (Natural uranium)

2 समृद्ध यूरानियम (Enriched uranium)

C मॉडरेटर के आधार पर

1 ग्रेफाइट रिएक्टर (Graphite reactors)

2 बेरलियम रिएक्टर (Beryllium reactors)

D कूलेंट के आधार पर

1 वॉटर कूल्ड रिएक्टर (साधारण या कोर जल)

i बॉयलिंग वॉटर रिएक्टर

ii प्रेशराइज़ड वॉटर रिएक्टर

iii ेडा कोर जल और माडरेट रिएक्टर

2 गैस कूल्ड रिएक्टर

3 लिक्विट मेटर कूल्ड रिएक्टर

4 ऑर्गेनिक लिक्विड कूल्ड रिएक्टर

E कोर के प्रकार के आधार पर

1 सदृश रिएक्टर (Homegenous reactors)

2 असदृश रिएक्टर (Heterogenous reactors)

बायलिंग वॉटर रिएक्टर (Boiling water reactor (BWR))

इस रिएक्टर में समृद्ध यूरानियम का उपयोग किया जाता है। पानी को मॉडरेटर और कूलेंट की तरह उपयोग करते है। कूलेंट के लिए हल्के वॉटर का उपयोग किया जाता है । जब रिएक्टर में ही स्टीम बनती है तो पानी को रिएक्टर के तली में डाला जाता है। और संलयन की ऊर्जा से भाप बनने लगती है।

स्टीम रिएक्टर में ऊपर की तरफ उकर बाहर आती है। जो बाद टर्बाइन को घूमाती है। यूरेनियम ईंधन को एक विशेष प्रकार की जाली रखकर प्रेशर वेसल में रखा जाता है। डाला गया पानी मॉटरेटर और कूलेंट से होता हुआ फ्यूज कूलेंट से होता हुआ। फ्यूज एलीमेंट पर पड़ता है। (Fig 5) में बॉयलिंग वॉटर रिएक्टर दर्शाया है।

लाभ (Advantages)

1 इसमें हीट एक्सचेंजर सर्किट को अलग कर दिया गया है। इससे कीमत कम होती है और धर्मल दक्षता बढ़ती है। (30% से 20% प्रेशर वॉटर रिएक्टर)

2 पानी रिएक्क्र के अंदर बॉयइल होता है। इससे रिएक्टर के अंदर प्रेशर कम होता है। इससे रिएक्टर को कम मोटाई का बनाया जाता है। स्वच किम होता है।

3 BWR की दक्षता PWR से अधिक होती है।

4 मेटलर सर्फेस का तापमान कम होता है। क्योंकि वॉयलिंग रिएक्टर के अंदर हो रही है।

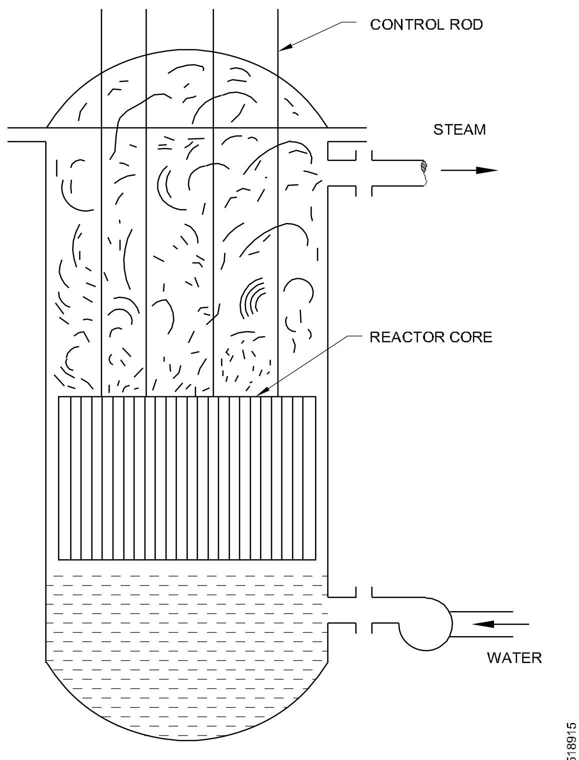
5 PWR की अपेक्षा BWR उपयुक्त समझा जाता है। (BWR को सेल्फ कंट्रोल रिएक्टर कहा जाता है) ।

हॉनियाँ (Disadvantages)

1 टरबॉइन तंत्र रेडियो धर्मी पदर्थो से दूषित हो जाता है। और किसी भी प्रकार के कार्य बाधित करता है। इसके लिए कुछ सुक्षात्मक कार्य करने होते है। जिससे खर्चा बढ़ जाता है।

2 भाप का अपव्यय होने से, लोड ऑपरेशन पर तापीय दक्षता को कम करता है।

Fig 5

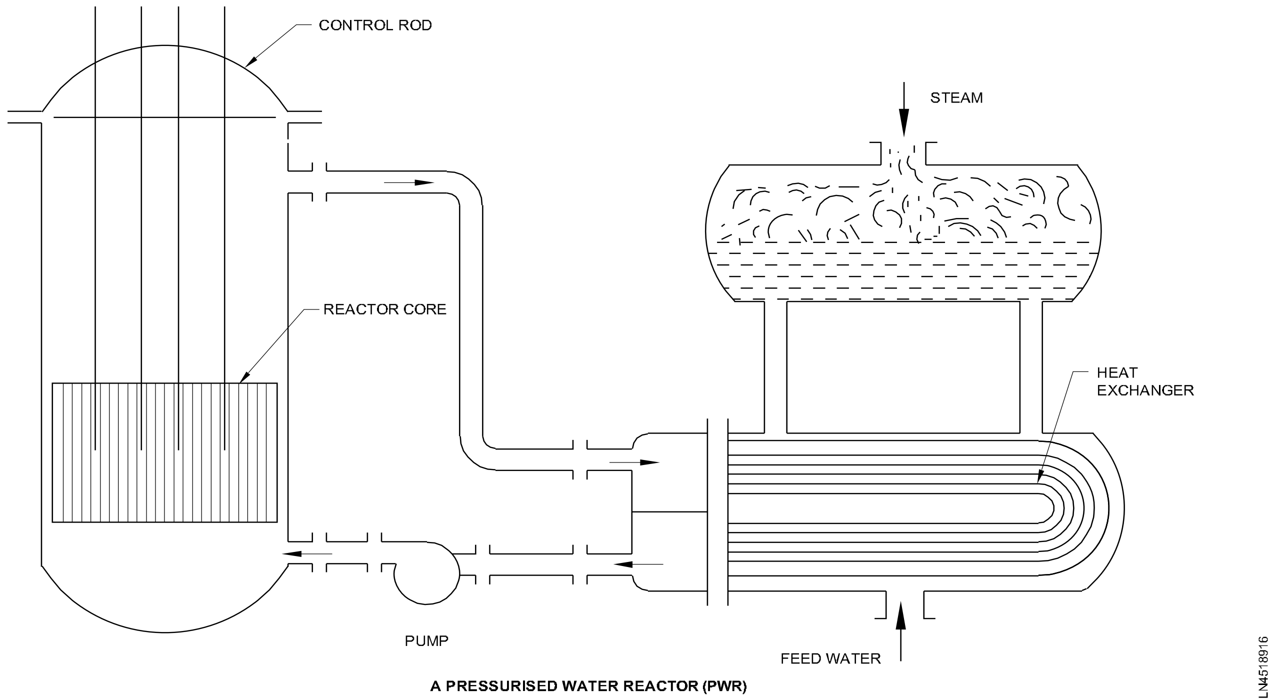


BOILING WATER REACTOR (BWR)

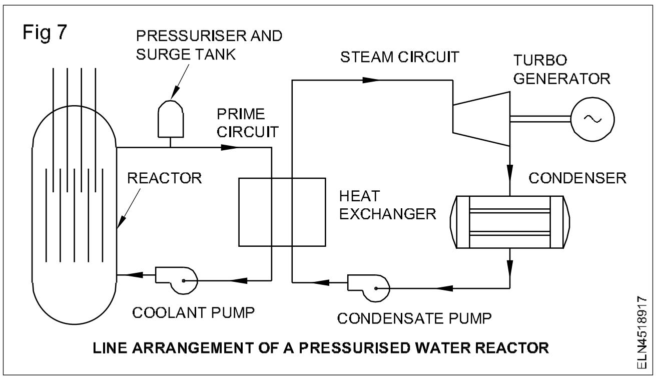
प्रेशराईजड़ वॉटर रिएक्टर (Pressurized Water Reactor (PWR))

Fig 6 में प्रेशराईजड वॉटर रिएक्टर दिखाया गया है। PWR का हीट एक्स्वेंजर के साथ का सर्किट Fig 7 में दिखाया गया है।

Fig 6



A PRESSURISED WATER REACTOR (PWR)



इसमें ईंधन के तौर पर समृद्ध यूरेनियम केन्द्र के साथ स्टेनलेस स्टील या जिरकोनियम धातु का उपयोग करते है। मॉडरेटर और कूलेंट में पानी का उपयोग होता है। इस प्रकार के रिएक्टर में कोर के अंदर कूलेंट वॉटर बॉयल नहीं हो पाता है। इसमें पम्प द्वारा पानी को अधिक प्रेशर (140 Kg/cm^2) के साथ कोर के चारों तरफ घूमाते है। पानी ऊर्ष्मा को अवशोषित कर वॉयलर से सेकण्डरी लूप में पहुँचाया जाता है। बॉयलर में हीट एक्सचेंजर और स्टीम ड्रम होता है।

प्रेशराइजर और सर्ज टैंक पाइप लूप से जुड़े होते है। ये वॉटर प्रेशर को कंट्रोल करते है। एक विद्युत हीटिंग क्वाइल पानी को भाप बनाने में सहायता करती है और ये स्टीम कूलेंट सर्किय में जाती है। जब प्रेशर को कम करना होता है तो पानी के बौछार की जाती है। जिससे स्टीम कंडेन्स हो जाती है।

अतः रिएक्टर से निकला पानी रेडियो एक्टिव हो जाता है। इसलिए हीट एक्सचेंजर और प्रायमरी सर्किट को सीलड किया जाता है।

लाभ (Advantages)

1 अन्य रिएक्टर को तुलना में आकार में छोटा होता है।

2 U-238 की कवरिंग करके इसमें प्लोटोनियम का उपयोग भी कर सकते है।

3 उच्च ऊर्जा घनत्व होता है।

4 हीट एक्सचेंजर के होने से विखंडन की रोकथाम करना संभव होता है।

5 मॉटरेटर, कूलेंट और रिफरेक्टर के लिए लाइट वाटर (सादे पानी) का उपयोग होता है जो सस्ता है।

6 लोड़ बढ़ने पर रिएक्टर अधिक पॉवर सप्लाई देता है। (साकारात्मक बिजली की मांग गुणाक, यह स्वचालित बना सकता है)

हॉनियाँ (Disadvantages)

1 मॉडरेटर में अधिक दबाव होने के कारणइसको मजबूत वेसल से बनाया जाता है।

2 जंक से बचाने के लिए महंगा केल्डिंग मटेरियल लगता है।

3 हीट एक्सचेंजर के उपयोग से हीट लॉस होता है।

4 अधित्त्क सुरक्षात्मक उपकरणों की आवश्यक पड़ती है।

5 रिएक्टर कम लचिला होता है। अर्थात् इसे बंद और चालू करने में समय लगता है।

6 PWR की अपेक्षा PWR की थर्मल दक्षता 20% कम होती है।

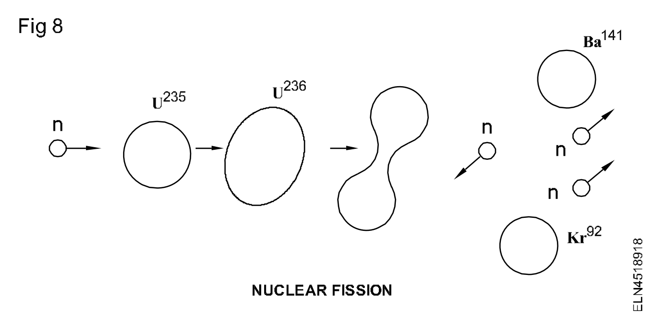
जोकि PWRs और BWRs की आवश्यकता की तुलना में बहुत कम है। हानियों में हैं : घिसाई की अत्यधिक ऊँची दूर, रिसाव की समस्या और डिजाइन का बहुत ऊँचा मानदण्ड आदि।

परमाणु विखंडन और संलयन (Nuclear fission and fusion)

परमाणु विखंडन (Nuclear fission) : जब यूरानियम के न्यूकलियस में धी मी गतिवाले न्यूट्रॉनों की बौछार की जाती है। तो एक विस्फोट होता है और यूरानियम बेरियम और क्रिष्टान के दो बराबर हिस्से में बँट जाता है।

प्रक्रिया जब एक भारी परमाणु का न्यूकलियस दो भागों में बँटता है तो अधिक मात्रा में ऊष्मा उत्सर्जित होती है। इस प्रक्रिया को परमाणु विखंडन कहते है। विखंडन में ऊर्जा के रूप में γ-(गामा) किरणों तीम न्यूटॉन के साथ निकलती है ।

Fig 8 में दिखाया गया है कि U-235 का एक न्यूकलियस उत्तेजित होता है और फिर डम्बल के आकार में आता है और अंततः Ba^{141} और Kr^{92} दो भागों में बँट जाता है और तीन न्यूट्रान उत्सर्जित करता है।



यह देखा गया है कि बेरियम और क्रिप्टान विखंडन के उत्पाद तो है ही साथ ही एक भिन्न-भिन्न परमाणु क्रमांकों 34 से 58 के है।

श्रृंखला अभिक्रिया (Chain reaction)

विखंडन की प्रक्रिया में प्रत्येक विखंडन में दो या तीन न्यूटॉन उत्सर्जित होते है।

जब ${}_{92}U^{235}$ का न्यूक्लियस तीन न्यूट्रान उत्सर्जित करता है। तीन में से एक न्यूट्रान बिना यूरानियम परमाणु से मिले खाली रह जाता है। बाकी दो न्यूट्रान आपस में टकराते है और फिर तीन न्यूट्रान उत्सर्जित करते है। और इस तरह चेन (श्रृंखला) चलती जाती है। अतः प्रत्येक विखंडन में औसत रूप में एक न्यूट्रान उत्पन्न होता है।

यह विखंडन प्रक्रिया लगातार बढ़ती चली जाती है। इसे इसलिए श्रृंखला अभिक्रिया (चेन रिएक्शन) कहते हैं। Fig 8 में यूरोनियम का श्रृंखला अभिक्रिया दिखाया गया है। चेन रिएक्शन तभी संभव होता है जब विखंडनिय पदार्थ का प्रवमान क्रिटिकल द्रवमान से अधिक होता है।

हाइडल पावर संयंत्र (Hydel power plants)

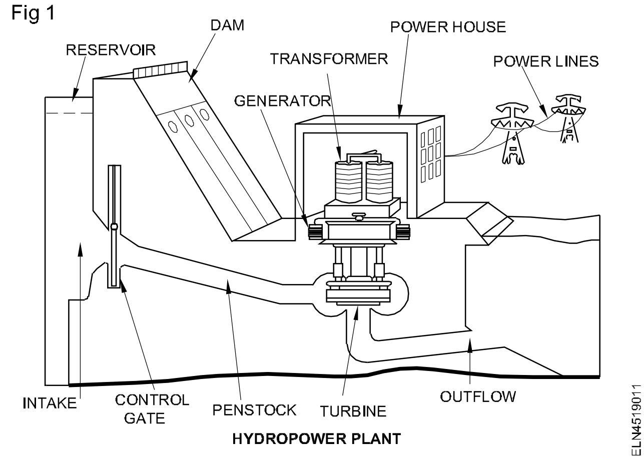
उद्देश्य : इस पा के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **जल विद्युत शक्ति संयंत्र के विभिन्न प्रकार बताना**
- **थर्मल पॉवर प्लांट की तुलना में हाइड्रो पॉवर प्लांट के लाभ और हानियाँ बताना**
- **हाइड्रो पावर प्लांट के लिए स्थान चयन के कारणों की सूची बनाना**
- **हाइड्रो पावर प्लांट का प्रबंधन एवं व्यवस्था स्पष्ट करना**
- **हाइड्रो पॉवर प्लांट में लगानेवाले टर्बाइन और उसके उपयोग के उचित कारण स्पष्ट करना**
- **हाइड्रो पावर प्लांट का वर्गीकरण करना ।**

हाइड्रो इलैक्ट्रिक पॉवर स्टेशन (Hydro - electric power stations)

विद्युत ऊर्जा के उत्पादन के लिए पानी की स्थितिज ऊर्जा (potential energy) का उपयोग किया जाता है । ऐसे प्लांट को "हाइड्रो पावर प्लांट" कहा जाता है ।

H.E.P का मूलभूत मॉडल Fig 1 में दर्शाया गया है । इसे ही जल विद्युत परियोजना या हाइड्रो पॉवर प्लांट कहते हैं ।

Fig 1



HYDROPOWER PLANT

आमतौर पर हाइड्रो पावर प्लांट को पहाड़ी इलाकों में बनाया जाता क्योंकि ऐसे स्थानों में बाँघ (dam) बनाना आसान होता है और पानी के स्त्रोत भी बहुत होते है । बाँघ बनाकर पानी को प्रेशर से टर्बाइन पर गिराया जाता है । टर्बाइन पानी की हाइड्रालिक ऊर्जा (hydraulic energy) को यांत्रिक ऊर्जा में बदलता है ।

टर्बाइन, अल्टरनेटर को घूमाता है जिससे यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित किया जाता है । वर्तमान में अधिकतम स्थानों में हाइड्रो पॉवर प्लांट लगाए जाते है क्योंकि दिन व दिन ईंधन की आपूर्ति करना संभवनहीं हो रहा ।

लाभ (Advantages)

i इसमें किसी प्रकार का ईंधन नहीं लगता क्योंकि ऊर्जा उत्पादन पानी द्वारा किया जा रहा होता है ।

ii ये साफ सुथरा होता है क्योंकि किसी प्रकार का धुआँ या राख नहीं है ।

iii परिचालन लागत कम होती है क्योंकि पानी प्राकृतिक स्त्रोत है ।

iv साधारण संरचना और कम रखरखाव ।

v शुरू करने में कम समय लगता है ।

vi ये मजबूत होते है और इनका जीवन काल भी तम्बा होता है ।

vii इस प्लांट से ऊर्जा उत्पादन के साथ साथ अन्य कार्य भी किये जा सकते है जैसे सिचाँई और मत्सपालन ।

viii प्लांट को बनाते समय कुशल करिगारों को जरूर होती है पर जब उत्पादन कार्य शुरू होता है कुशल कारिगरों को आवश्यक नहीं होती।

हानियाँ (Disadvantages)

i संरचना के अधिक लागत लगती है।

ii पानी की आपूर्ति के लिए मौसम पर निर्भर करता है ।

iii बाँध बनाने के लिए कुशलतम कारिगरों की आवश्यकता होती है।

iv प्लांट लोड स्टेशन से दूर होता है। इस कारण इसकी संप्रेषण लागत बढ़ जाती है।

हाइड्रो पॉवर प्लांट के लिए साइट का चुनाव (Choice of site for hydro - electric power stations)

साइट का चुनाव करते समय निम्नलिखित बिन्दुओं पर गौर किया जाता है।

i **पानी की आपूर्ति (Availability of water) :** प्लांट की प्राथमिक आवश्यकता अधिक मात्रा ये पानी का होना है । अतः ऐसे स्थान का चुनाव किया जाता है । जल नदी या झील हो ।

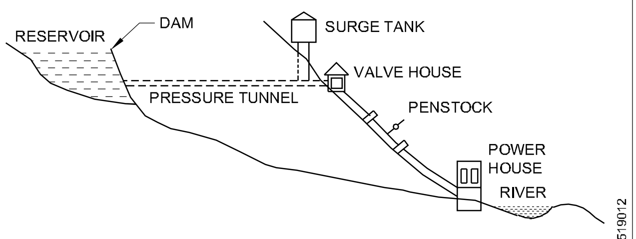
ii **संचयन (Storage of water) :** पानी का आपूर्ति वर्ष भर एक समान नहीं होती इसलिए पानी का संचयन करना आवश्यकता होता है । इसके लिए बांध बनाया जाता है ।

iii **जमीन की कीमत और गुणवत्ता (Cost and type of land) :** जहाँ प्लांट लगान हो वहाँ जमीन की कीमत अधिक न हो और जमीन की मजबूती व क्षमता अधिक होनी चाहिए।

vi **परिवाहन सुविधा (Transportation facilities) :** साइट ऐसे स्थान पर होना चाहिए जहाँ अन्य सामग्री लाने ले जाने के लिए उचित परिवहन सुविधा हो।

हाइड्रो पावर प्लांट का योजनाबद्ध प्रबंधन (Schematic arrangement of hydro - electric power station) : (Fig 2)

Fig 2



SCHEMATIC ARRANGEMENT OF A HYDRO - ELECTRIC PLANT

Fig 2 में हाइड्रो पावर प्लांट का व्यवस्थित प्रबंधन में दिखाया गया है । नदी या झील के किनारे बांध बनाया जाता है । और बांध के पीछे जल आरक्षित क्षेत्र में पानी एकत्र किया जाता है । पानी को रिजर्वियर से एक सुरंग से एक सुरंग से पेनस्टॉक के स्टार्ट में ले जाया जाता है ।

वाल्व हाऊज में एक मुख्य स्लोइस वाल्व और एक ऑटोमेटिक आइसोलेटिंग वाल्व होता है । पानी के बहाव को पॉवर हाऊज तक पहुँचाया जाता है और उसे बहाव को कंट्रोल भी किया जाता है । पेनस्टॉक एक स्टील का मोटा पाइव होता है, जिससे पानी वाल्व हाऊज से टर्बाइन तक पहुँचाया जाता है । टर्बाइन हाइड्रालिक ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलता है। टर्बाइन अल्टरनेटर को चलाता है। जिससे यांत्रिक ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में बदलती है।

जल विद्युत संयंत्र के घटक (Constituents of Hydro - Electric Plant)

हाइड्रो पावर प्लांट के निम्न घटक है (1) हाइड्रालिक संरचना (hydraulic structures((2) वॉटर टर्बाइन (water turbines) और (3) विद्युत उपकरण (electrical equipment).

1 हाइड्रालिक संरचना (Hydraulic Structures)

हाइड्रालिक संरचना में बाँध, स्लिपवे, हेडवर्क सर्जटैंक, पेनस्टाक और अन्य सहायक उपकरण है।

i **बाँध (Dam) :** पानी को ऊँचाई तक एकत्र करके रखने के लिए बाँध बनाया जाता है । बाँध सीमें कांकरीट, पत्थर आदि से बनाया जाता है । बाँध का प्रकार और व्यवस्था स्थलाकृति (topography) पर निर्भर करती है । बांध का प्रकार उसकी नीव, उपलब्ध सामग्री और परिविहन पर भी निर्भर करती भूकंप और अन्य आपदाओं को भी ध्यान रख कर बाँध बनाया जाता है।

ii **स्पिल वेज (Spillways) :** कई बार नदी का प्रवाह बाँध के रिर्जवायर (reservoir) की क्षमता से अधिक हो जाता है । इस तरह की परिस्थिति आरक्षित क्षेत्र में भारी बारिश के दौरान उत्पन्न होती है। बांध के इस अधि शेष जल को (surplus water) का निर्वहन करने के लिए बांध में एक डाउन स्ट्रीम बनाई जाती है जहाँ स्पिल वेज का उपयोग होता है।

iii **हेडवर्क्स (Headworks) :** हेडवर्क्स में एक डायवशन (मोड़) बनाया जाता है जो इनटेक (सिरे) के हेड पर होता है । वे आमतौर पर फ्लोटिंग मलबे को हटाने के लिए ब्लूम और रैक शामिल करते है । टर्बाइन के प्रवाहन्त्र को नियंत्रित करने के लिए सेडिमेंट और वाल्वों को लगाया जाता है । हेट के ऊपर से बहने वाला पानी शांत होता है । ताकी हेड के किनारे न कटें ।

iv **सर्ज टैंक (Surge tank) :** अगर टर्बाइन को दिया जानेवाला पानी खुले कंड्यूट (नालियाँ) में से दिया जाए तब सर्ट टैंक की कोई आवश्यकता नहीं होती है परन्तु जब कंड्यूट बंद होते है । तो पानी का प्रेशर बढ़ने से इनके फटने की संभावना होती है । अतः ऐसी स्थिति से बचने के लिए सर्ज टैंक बनाएँ जाते है । सर्ज टैंक एक छोटा सा टैंक होता है जो ऊपर से खुला होता है । इसका वॉटर लेबल कंड्यूट में पानी के प्रेशन के अनुरूप घटता बढ़ता रहता है ।

कंट्यूट के शुरुवाती सिरे पर सर्ज टैंक बना होता है । जब टर्बाइन एक स्थिर लोड़ पर चल रहा होता है । तो कंड्यूट से उचित मात्रा में पानी प्रवाह होता रहता है । पर जब कभी टर्बाइन का लोड घटता है तो गवरनर टर्बाइन के गेट को बंद कर देता है । और पानी का प्रवाह कम हो जाता है ।

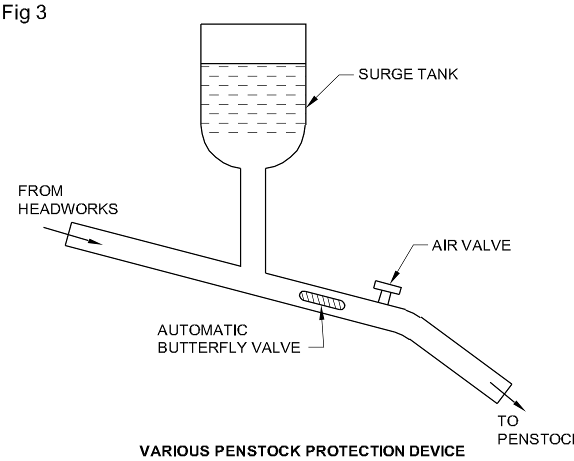
कोन्ड्यूट के नीचले सिरे का अतिरिक्त पानी सर्ज टेन्क में वापस आ जाता है और उसके जल स्तर को बढ़ा देता है। इस प्रकार कोन्ड्यूट फटने से बच जाता है। वहीं दूसरी और जब टर्बाइन पर भार बढ़ता है तो सर्ज टेन्क से अतिरिक्त पानी खींचा जाता है जिससे बढ़े हुए भार की आवश्यकता की आपूर्ति होती है। अतः सर्ज टेन्क, कान्ड्यूट में अस्वभाविक दबाव को सहता है जब टर्बाइन में भार बढ़ जाता है और टर्बाइन रिजरवायर के रूप में कार्य करता है।

v **पेनस्टाक्स (Penstocks) :** पेन स्टाक एक खुला या बंद कंड्यूट (नाली) होता है जो पानी को टर्बाइन तक ले जाता है। ये कॉनकरीट या स्टील के बनाए जाते है। पानी के प्रेशर के आधार पर पेनस्टाक की मोटाई निर्धारित होती है।

पेन स्टाक की सुरक्षा के लिए विभिन्न उपकरण लगाए जाते है जैसे ऑटोमेटिक बटर फ्लाई वाल्व, एयर वाल्व और सर्ज टैंक। ऑटोमेटिक बटरफ्लाई वाल्प पेनस्टाक से पानी के प्रवाह को रोकता है। एमर वाल्व पेनस्टाक के हवा के प्रेशर के बराबर बनाए रखता है।

पेन स्टानक के अंदर बहने वाले पानी का बहाव (प्रेशर) बाहर के पानी से अधिक होता है। शुरूवात में पेनस्टाक में एक वैक्यूम उत्पन्न हो सकता है इसलिए एक वाल्व लगाए जाते है। एक पेनस्टाक और उसके सुरक्षात्मक उपकरण का व्यवस्थित Fig 3 में दर्शाया गया है।

Fig 3



VARIOUS PENSTOCK PROTECTION DEVICE

vi **टेल रेस (Tail race) :** टेल रेस एक नहर (channel) जैसी होती है। जिसमें टर्बाइन में उपयोग हो। चुका पानी पावर हाउज से दूर ले जाने के लिए बनाई जाता है। ये प्राकृतिक नहरों जैसा ही होती है। टेल रेस ये बहने वाली पानी टेल रेस लेवल या टेरेस कहलात है।

vii **ड्राफ्ट ट्यूब (Draft tube) :** रिएक्शन टर्बाइन में पानी का प्रेशर वायुमंडलीय दाब से भिन्न होता है। इस लिए इस टर्बाइन को पूर्णतः कवर किया जाता है। अतः इस बात को ध्यान में रखकर टर्बाइन के आऊट लेट में लगाए जानेवाले पाइप की गार्डिंग की जाती है और टेलरेस की मोटाई (cross sectional area) बढ़ाया जाता है।

ड्राफ्ट ट्यूब लगाने के दो मुख्य कारण है :

1 ये निगेटिव या सकशन हेड को रनर निकासी (runner head) पर स्थापित करता है । जिससे हेट को नुकसान नहीं पहुँचाता और टर्बाइन को टेल स्टेप से आसानी से जोड़ता है ।

2 ये रनर से निकासित गतिज ऊर्जा को प्रेशर हेड को दे कर उपयोग करता है । कह सकते है कि यह एक रिक्यूपेरेटर की तरह काम करता है (recuperator of pressure energy) ।

2 वॉटर टर्बाइन (Water turbine)

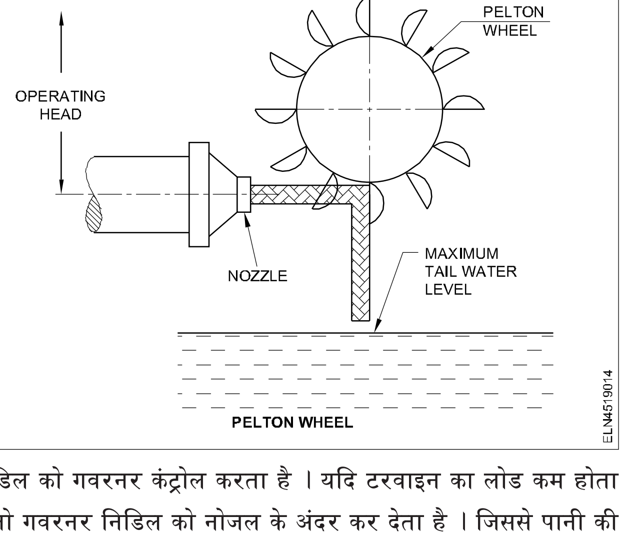
वॉटर टर्बाइन गिरते हुए पानी की ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलता है । सैद्धांतिक आधार पर टर्बाइन दो तरह के होते हैं :

i इम्पल्स टर्बाइन (Impulse turbines)

ii रिएक्शन टर्बाइन (Reaction turbines)

i **इम्पल्स टर्बाइन्स (Impulse turbines) :** इम्पल्स टर्बाइन ऊँचे हेड वाले प्लांट में उपयोग किये जाते है । इम्पल्स टर्बाइन में पानी की सारी गतिज ऊर्जा (kinetic energy) को एक नोजल में एकत्र करते है । जेट ड्राइव के वेग से व्हील को न्यूमाया जाता है। जैसे पेल्टन व्हील Fig 4 में दिखाया गया है । इस व्हील (पहिया) के किनारों पर दीर्घ वृत्ताकार बुल्टी जैसी लगी होती है । नट के नोज़ल से तेज धार वाला पानी इनपे पड़ता है और टर्बाइन घूमने लगता है । टर्बाइन पर पड़ने वाली पानी की धारा को निडिल या स्पीयर से कंट्रोल करते है । (जैसा Fig 4 में दिखाया है) उसे टिप पर एक नोज़ल लगा हुआ है ।

Fig 4



निडिल को गवरनर कंट्रोल करता है । यदि टरवाइन का लोड कम होता है तो गवरनर निडिल को नोजल के अंदर कर देता है । जिससे पानी की मात्रा कम निकलती है । इसके विपरीत लोड बढ़ने पर निडिल को बाहर कर देता है।

ii **रिएक्शन टर्बाइन (Reaction turbines) :** रिएक्शन टर्बाइन को निम्न और मध्यम ऊँचाई के हेड के लिए उपयोग करके बै । इस टर्बाइन में रनर में पानी की कुछ मात्रा प्रेशर, ऊर्जा से और कुछ वेलोसिटी हेड (velocity head) से दी जाती है प्रमुख रिएक्शन टर्बाइन है।

a. फ्रांसिस टर्बाइन (Francis turbines)

b. कापलान टर्बाइन (Kaplan turbines)

फ्रांसिस टर्बाइन का उपयोग कम और मध्यम हेट के लिए किया जाता है। इसमें टर्बाइन आवरण के लिए स्थिर गाइड ब्लेड की एक बाहरी रिंग होती है और आपेरेटिंग रिंग के लिए रनर बनाने के लिए आंतरिक रिंग होती है । टर्बाइन पर पानी के वेग को गाइड ब्लेड की कंट्रोल करती है । इस टर्बाइन में पानी की दिशा बदलती रहती है । इसलिए इसे रिएक्शन टर्बाइन कहते है ।

कापलान टर्बाइन वहाँ उपयोग करते है जहाँ कम हेड होता है और पानी की मात्रा अधिक होती है । ये फ्रांसिस टर्बाइन के जैसा ही होता है सिवाय इसके की इसके रनर पर पानी अक्षीय दिशा से गिरता है ।

3 विद्युत उपकरण (Power equipment)

हाइड्रो पावर प्लांट में अल्टरनेटर, ट्रांसफार्मर, सर्किट ब्रेकर और स्विच और सुरक्षात्मक यंत्र लगे होते है ।

हाइड्रो इलेक्ट्रिक संयंत्र के प्रकार (Types of hydro - electric plants)

विद्युत प्लांट को वगीकृत करने को तीन विद्यियां है । वर्गीकरण आधारित होता है :

a पानी की मात्रा (Quantity of water available)

b हेड (Available head)

c लोड की प्रकृति पर (Nature of load)

पानी की मात्रा के आधार पर हाइड्रो पॉवर संयंत्र का वर्गीकरण (Classificaton of Hydro - electric plants according to quantity of water available)

इस वर्गीकरम के आधार पर प्लांट तीन प्रकार से बाटें जाते हैं ।

i बिना नदी को बंद किये और बिना जलाशय

ii बिना नदी को बंद किये और जलाशय बनाकर

iii रिजरवियर (जलाशय) बनाकर

i **बिना नदी को बंद किये बिना जलाशय के (Run off river plants without pondage)**

जैसा कि नाम से समझ आता है । इसमें पानी को एकत्र नहीं किया जाता है । जिस मात्रा में पानी उपलब्ध होता है वैसे ही उपयोग करते है ।

ii **बिना नदी को रोके और जलाशय बनाकर (Run- off river plants with pondage)**

नदी को बिना रोके बांध बनाकर पानी रोका जाता है । जलाशय में पानी एकत्र करके, ऐसे जलाशय में जब नदी में पानी कम होता है । तब भी काम करते हैं ।

iii **रिजर्वायर प्लांट (Reservoir plants)**

इस प्लांट में बांध के पीछे पानी को एकत्र किया जाता है । इसकी क्षमता अधिक होती है और पूरा साल एकत्र आऊट दे सकते है ।

हाइड्रो पावर प्लांट का वर्गीकरण हेड के आधार पर (Classification of hydro-electric plants according to available head)

हाइड्रो पॉवर प्लांट हाई हेड, मध्यम हेड और ल्वो (निम्न) हेड के आधार पर वर्गीकृत किये जाते है । प्लांट उच्च हेड कहलाता है । यदि हेड की ऊँचाई 300 मीटर से ऊपर होती है । प्लांड हेट की ऊँचाई अगर 30 मीटर से कम होती वह निम्न हेड कहलाता है । और यदि इसके बीच की ऊँचाई हो तो मध्यम हेड कहता है ।

हाई (उच्च) हेड प्लांट में अधिक वर्षा या बर्फ बिघलने से पानी अधिक हो जाता है । लो (निम्न) हेड वाले डेम को नदियों के मोहाने पर बनाया जाता है । मध्यम हेड वाले प्लांट लो हेड जैसे ही होते है । ये 30 - 300 मीटर तक की ऊँचाई के हेड होते है ।

हाइड्रो पॉवर संयंत्र का वर्गीकरण लोड के आधार पर (Classification of Hydro- electric plants according to nature of load)

प्लांट का वर्गीकरण बेस लोड, पीक लोड, पीक लोड के लिए पम्पड् स्टोरेज प्लांट ।

इलेक्ट्रिक सबस्टेशन की मुलाकात (Visiting of electrical substation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **भ्रमण से पूर्व तैयारियों का अध्ययन एवं कार्यक्रम निर्धारित करना**
- **मुख्य भागों और उसके तैयारियों के महत्व को अलग-अलग प्रशिक्षणार्थी को बताना**
- **भ्रमण के दौरान ले जाना जाने वाली सहायक सामग्रियों की सूची तैयार करना**
- **भ्रमण पर क्या करना है और क्या नहीं करना है का सूची तैयार करना।**

प्रस्तावना (Introduction)

उचित कार्यकारी वातावरण बनाने के लिये औद्योगिक भ्रमण एक महत्वपूण कदम है। प्रयोगशाला या कार्यक्रम में अभ्यास करने वाले प्रायोगिक अभ्यासों के दौरान कभी भी वास्तविक काम करने की स्थिति नहीं मिलती, क्योंकि यह एक निर्धारित समय के भीतर और बाद के चरण में एक ऑकलन के तहत पुरा करने के लिये नियोजित प्रशिक्षण का एक भाग है।

आंशिक कार्ययोजना (Initial preparatory work)

प्रशिक्षणार्थियों को वासतविक साइड पर अच्दी तरह से बातचीत की स्थिति में होनी चाहिए। प्रत्येक उद्योग तकनीकी विशेषज्ञ एक टीम पर काम निष्पादित करते हैं और बेहतर परिणाम देते है। संबंधित तकनीशियन या आपरेटर किसी विशेष कार्य के कार्य या प्रक्रिया का एक स्पष्ट विचार देने में सक्षम होंगे और आपको इसे पूरी तरह जानना होगा।

संबंधित तकनीशियन या आपरेटर से पूरी प्रक्रिया को समझने के लिये आपको उस विशेष विशेषण या प्रक्रिया का एक अच्छा ज्ञान होना चाहिए। जब आप किसी कारखाने या कार्यस्थल में औद्योगिक यात्रा पर जायें, तो आपको चुनौती को पूरा करने के लिये कार्ययोजना तैयार करना चाहिए।

भ्रमण क्षेत्र और उसके महत्व (Preparation areas and its importance)

जटिल है या बहु स्तरीय प्रक्रिया शमिल है, उस मामले में प्रशिक्षणर्थिसों को बातचीत करने या पूरी प्रक्रिया को शमिल करने के लिये छोटे बैच बनाये जाने चाहिए। ऐसे मामलों मं प्रत्येक बैंच को पहले से गठित किया जाना चाहिए और बातचीत करने के लिये सभी बैंच को एक साथ शामिल करना चाहिए।

सहायक सामग्रियाँ (Supporting materials)

जब भ्रमण जनरेटिंग स्टेशन में है, तो निम्नाकिंत चीजों की जानकारी अवश्य रखना चाहि -

1 संयंत्र की स्थापित क्षमता

2 अधिकतम लोड डिमांड

3 लोड फैक्टर

4 निकटतम लोड डिमांड

5 स्थापित किये गये आल्टसेटरों की कुल संख्या और उसकी कार्यशील स्थिति

6 ईंधन का विवरण (कोयला-परमाणु, इसकी उपलब्धता गुणवता आदि) और ईंधन के दैनिक खर्च।

7 पर्यावरण इमरजेंसी के मामले में अतिरिक्त ईंधन को पूरा करने के लिये समाधान।

8 संयंत्र और उसके आसपास के स्थान का मेंप।

9 निर्देशित (guided) या अध्ययन के अलावा संबंधित पीढ़ी और वितरण तकनीकों के बारे में अधिकतम जानकारी इकठ्ठा करें।

10 अधिकतम जोखिम भरा क्षेत्र - PPE सुविधा आपातकालीन रास्ता आपातकाल की अवस्था में।

क्या करें क्या न करें (Do’s & Dont’s)

क्या करें (Do’s)

1 पहचान पत्र के साथ यूनिफार्म पहनें।

2 सुनिश्चित कर लें कि सुरक्षात्मक गैजेट उपलब्ध हैं अन्यथा उसे ले जायें।

3 विशेष क्षेत्रों में लागाए सुरक्षा मापइदण्डों का पालन करें निर्देश को ध्यान से सुनें।

4 अपने निष्कर्षों और आकलन रिकार्ड करने के लिये सामग्रियों को ले सुने।

5 सख्त अनुशासन और समयनिष्ठता (punctuality) ध्यान दें।

6 सभी निर्देशों और नियमों का पालन करें।

7 सिर्फ निर्धारित क्षेत्रों में ही चलें।

क्या न करें (Dont’s)

1 ढ़ीले कपड़े और गहने पहनने से बचें।

2 कोई भी बैग या सामग्री न ले जाये।

3 किसी भी प्रतिबंधित क्षेत्र को पार न करें।

4 मशीन के पास गुजरते समय किसी भी भाग को या मशीन से स्पर्श या खेल न करें।

5 भ्रमण के समय किसी भी मशीन या जगह पदृवर न बैठें।

6 कारखाने के अंदर भ्रमण के समय अनुपयोगी ध्वनि या उत्पन्न न करें।

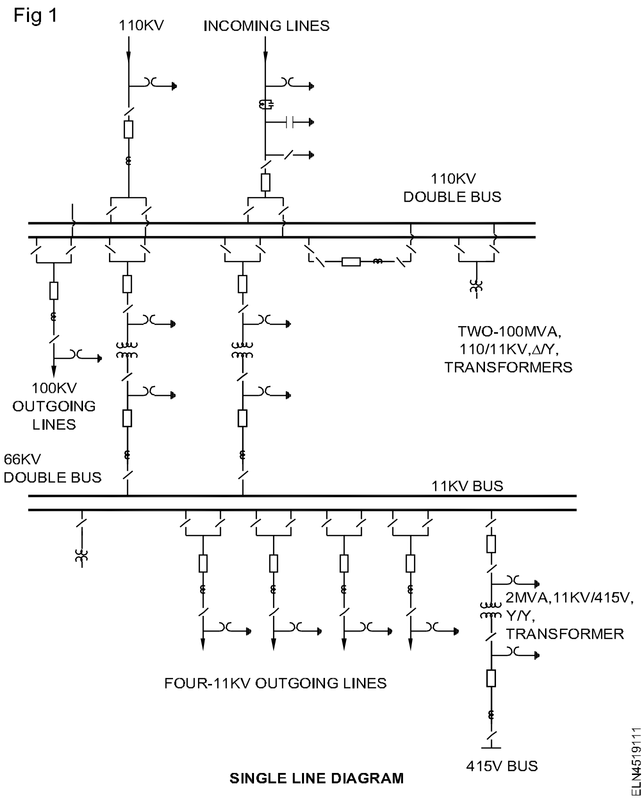
7 अलग-अलग सेक्शन या क्षेत्रों में भ्रमण के समय किसी भी प्रकार का छेड़छाड न करें।

8 आपकों किसी भी समय दिये गये निर्देशों को उपेक्षा करने या टालने की कोशिश न करें।

9 किसी भी प्रकार का छेड़छाड़ करने के लिये प्ररितज न करें या दूसरों को करने के लिये प्रोत्ससाहित न करें। यात्रा का नेत्वव करन के लिये जिम्मेदार व्यक्ति को कार्यक्रम को पहले से अच्छी तरह से व्यवस्थित करना होगा और संबंधितों को सूचित करना होगा। समय पर पहुचने के लिये परिवहन पर जाने और व्यवस्था करने की अनुमति लेना। सभी को ले जाने की व्यवस्था भी हो सकती है, जो संबंधित व्यक्ति की जिम्मेदारी है।

Fig 1 में एक ट्रांसमिशन और डिस्ट्रीब्यूशन सबस्टेयान का एक विशिष्ट सिंगल ले आउट आरेख दिखाया गया है।

Fig 1



पावर सबस्टेशन (Power substations)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **इलेक्ट्रिक सबस्टेशनों के प्रकार्य एवं प्रयोजन बताना**
- **विभिन्न प्रकार के सबस्टेशनों का वर्गीकरण करना**
- **सबस्टेशनों में प्रयुक्त उपकरण एवं भागों की सूची बनाना**
- **चिन्हों के साथ पावर सबस्टेशन का एकल रेखा चित्र स्पष्ट करना।**

सबस्टेशन (Substations)

इलेक्ट्रिक पावर का उत्पादन पावर जनरेटिंग स्टेशनों पर किया जाता है, जो आमतौर पर लोड सेंटर से बहुत दूर स्थित होते हैं । विद्युत उत्पादन स्टेशनों और उपभोक्ताओं के बीच कई ट्रांसफारमेशन और स्वीचिंग स्टेशनों की आवश्यकता होती है । यह आमतौर पर सब स्टेशन के रूप में जाना जाता है ।

सबस्टेशन पावर सिस्टम का महत्वपूर्ण हिसासा है और जनरेटिंग स्टेशन, ट्रांसमिशन सिस्टम और डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम के बीच बनता है यह इलेक्ट्रिक उपकरणों जैसे बुस-बार, स्विच गियर उपकरण, पावर ट्रांसफॉर्मर इत्यादि की असेम्बली होती है।

कार्य (Function)

इनका मुख्य कार्य जनरेटिंग स्टेशन से उच्च वोल्टेज पर ट्रांसमिट पावर को रिसिव करना होता है और ट्रांसमिशन लाइन के स्विचिंग ऑपरेशन के लिए वोल्टेज को कम करना होता है । सबस्टेशन को सुरक्षा उपकरणों दिये जाते है जिससे फाल्ट या दोष के समय उपकरण और सर्किट को अलग किया जा सके।

सबस्टेशन सुविधाजनक स्थान है जहाँ सिन्क्रोनस कंडेसर को स्थापित किया जाता है जो पावर फेक्टर को सुधार के उद्देश्य और इलेक्ट्रिक सिस्टम के विभिन्न भागों के संचालन की माप को मापने के लिए सुविधाएं प्रदान करता है ।

सबस्टोशन का वर्गीकरण (Classification of substation)

सबस्टेशन का वर्गीकरण सर्विस की आवश्यकता एवं निर्माण और के अनुसार किया जाता है । सर्विस की आवश्यकता के अनुसार ये ट्रांसफार्मर सबस्टेशन स्वीचिंग सबस्टेशन और कर्न्वटिंग सबस्टेशन में वर्गीकृत होते हैं।

1 **ट्रांसफार्मर सबस्टेशन (Transformer substations) :** सबसे ज्यादा इस तरह के ही सबस्टेशन, पावर सिस्टम में होते हैं । यह पावर को एक वोल्टेज लेवल से वोल्टेज लेवल में परिवर्तित करते हैं । ट्रांसफार्मर, सबस्टेशन में मुख्य उपकरण होता है । ट्रांसफार्मर सबस्टेशन को स्टेपअप सबस्टेशन प्रायमरी ग्रिड सबस्टेशन, सेकंडरी सबस्टेशन और डिस्ट्रीब्युशन सबस्टेशन में अधिक वर्गीकृत किया जाता है ।

a **स्टेप-अप सबस्टेशन (Step - up substations) :** यह सबस्टेशन जनरेटिंग स्टेशन पर सिवच होता है । 11KV जनरेटिंग वोल्टेज को 220KV या 400KV के प्राथमिक ट्रांसमिशन वोल्टेज स्तर तक बढ़ाया जाना चाहिए ।

b **प्रायमरी ग्रिड सबस्टेशन (Priamary grid substations) :** प्रायमरी ट्रांसमिशन लाइन के अतिम सिरे यह सबस्टेशन स्थिति होता

है और प्रायमरी वोल्टेज उपयुक्त सेकंडरी वोल्टेज 66KV या 33KV में स्टेप डाउन होता है ।.

c **सेकंडरी सबस्टेशन (Secondary substations) :** वोल्टेज को 11KV में स्टेप डाउन किया जाता है। 11KV के पावर के साथ उपभोक्ताओं को सप्लाय की जाती है।

d **डिस्ट्रीब्युशन सबस्टेशन (Distribution substations) :** यह सबस्टेशन स्थानीय उपभोक्त के पास स्थित रहता है और उपभोक्ता 415V तीन फेस या 240V सिंगल फेस सप्लाय करता है।

2 **स्विचिंग सबस्टेशन (Switching substations) :** इस तरह के सबस्टेशन से मतलब है कि वोल्टेज को परिवर्तित किए बिना पावर लाइन का स्वीचिंग आपरेशन करना होता है। विभिन्न ट्रांसमिशन लाइन के मध्य भिन्न कनेक्शन बनाता है।

3 **कन्वर्टिंग सबस्टेशन (Converting substation) :** इस तरह के सबस्टेशन का मतलब AC से DC या इसके विपरीत में कनवर्ट करना है । कुछ का उपयोग, उद्योग उपयोग के लिए उच्चतर से कम या इसके विपरीत में आवृत्ति को बदलने के लिए किया जाता है।

निर्माण विशेषताओं के अनुसार सबस्टेशन को इनडोर सबस्टेशन आउटडोर सबस्टेशन, अंडर ग्राउण्ड सबस्टेशन और पोल माउण्टेड सब स्टेशन को वर्गीकृत किया है ।

1 **इनडोर सबस्टेशन (Indoor substations) :** इस स्टेशन के सभी उपकरण स्टेशन बिल्डिंग के भीतर स्थापित होते हैं ।

2 **आउटडोर सबस्टेशन (Outdoor substations) :** सभी उपकरण जैसे ट्रांसफार्मर, सर्किट ब्रेकर, आइसोलेटट इत्यादि बाहर स्थापित होते हैं।

3 **अंडर ग्राउण्ड सबस्टेशन (Underground substations) :** मौटे तौर पर आबादी वाले क्षेत्रों में जहाँ खाली जगह की बड़ी समस्या है, और जमीन की लागत अधिक है, ऐसी स्थिति में सबस्टेशन अंडरग्राउण्ड रखे जाते हैं।

4 **पोल माउण्टेड सबस्टेशन (Pole mounted substations) :** यह आऊटडोर सबस्टेशन होता है, साथ में H pole या 4 pole संरचना के ओवरहेड उपकरण स्थापित किए जाते हैं ।

सबस्टेशन को निम्नलिखित तरीको से भी वर्गीकृत किया जा सकता है ।

1 **वोल्टेज स्तर के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on voltage levels) :** उदा. AC सबस्टेशन : EHV, HV, MV, LV : HVDC सबस्टेशन ।

2 **आउटडोर और इनडोर के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on outdoor or indoor) :** खुली हवा में आउटडोर सब स्टेशन होते हैं और इनडोर सबस्टेशन बिल्डिंग के अंदर होते हैं ।

3 **विन्यास के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on configuration)**

- परम्परागत हवा इंसुलेटेड आउटडोर सबस्टेशन या
- SF6 गैस इंसुलेटेड सबस्टेशन (GIS)
- समग्र सबस्टेशन जिसमें ऊपर दिए हुए दोनों का संयोजन होता है ।

4 **अनुप्रयोग के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on application)**

- **स्टेप अप सबस्टेशन (Step up substation) :** जनरेटिंग स्टेशन के साथ जुड़ा हुआ होता है क्योंकि जनरेटिंग वोल्टेज कम होती है ।
- **प्रायमरी ग्रिड सबस्टेशन (Primary Grid substation) :** प्रायमरी ट्रांसमिशन लाइनों के साथ उचित लोड केन्द्र पर बनाया जाता है । यह EHV लाइन से 400KV, 220 KV, 132KV पावर रिसिव करता है और अल्टीमेट उपभोक्ता के लोड और दूरी दोनों के संबंध में स्थानीय आवश्यकताओं के अनुरूप वोल्टेज को 66KV, 33KV या 22KV (22KV असमान्य है) में बदलता है ।
- **सेकंडरी सबस्टेशन (Secondary substation) :** सेकंडरी ट्रांसमिशन लाइन के साथ 66/33KV के दर पर पावर रिसिव होती है जो आमतौर पर 11KV तक नीचे आ जाती है ।
- **डिस्ट्रीब्युशन सबस्टेशन (Distribution substation) :** बनाया जहाँ ट्रांसमिशन लाइन वोल्टेज, सप्लाय वोल्टेज को स्टेप डाउन करता है ।
- **थोक आपूर्ति और औद्योगिक सबस्टेशन (Bulk supply and industrial substation) :** डिस्ट्रीब्युशन सबस्टेशन के समान होता है लेकिन प्रत्येक उपभोक्ता के लिए अलग से बनाया जाता है ।
- **खनन सबस्टेशन (Mining substation) :** इलेक्ट्रिक सप्लाय के संचालन में आवश्यक सुरक्षा के लिए अतिरिक्त सावधानी के कारण इसको विशेष डिजाइन के विचार की आवश्यकता होती है ।
- **मोबाइल सबस्टेशन (Mobile substation) :** ट्रांसफार्मर आदि को आपातकालीन प्रति स्थापन के लिए बनाया जाता है ।
- **डिस्ट्रीब्युशन सबस्टेशन (Distribution substations) :** इस पर 11KV, 6.6 KV प्राप्त होता है और उपयुक्त वोल्टेज को LV डिस्ट्रीब्युशन उद्देश्य के लिए स्टेप डाउन किया जाता है, आमतौर पर 415 वोल्ट पाया ।

सबस्टेशन में स्थापित भाग, उपकरण और घटक (The parts, equipment and components installed in substation)

प्रत्येक सबस्टेशन के निम्नलिखित भाग और उपकरण हैं।

1 **आउटडोर स्विचयार्ड (Outdoor switchyard)**

- इनकमिंग लाइन (Incoming lines)
- आउटगोइंग लाइन (Outgoing lines)
- बुसबार (Busbar)
- ट्रांसफॉर्मर (Transformer)
- बस पोस्ट इंसुलेटर और स्ट्रिंग इंसुलेटर
- सब स्टेशन उपकरण जैसे सर्किट ब्रेकर, आइसोलेटर, अर्थिंग स्विच, सर्ज अरेस्टर, CTs, PTs न्युट्रल अर्थिंग उपकरण।

- स्टेशन अर्थिंग सिस्टम में ग्राउंड मेट, राइज़र, सहायक मेट, अर्थिंग स्ट्रिप्स, अर्थिंग स्पाइक और अर्थ इलेक्ट्रोड शामिल है।
- ओवरहेड अर्थवाइल शिल्डिंग against लाइटनिंग स्ट्रोक (लाइटनिंग स्ट्रोक के विरुद्ध ओवरहेड अर्थवाइस शिलिंडग)
- लोवर उपकरण सपोर्ट के लिए गेल्वेनाइज्ड स्टील संरचना ।
- PLCC उपकरण सहित लाइन ट्रेप, ट्युनिंग यूनिट, कपलिंग केपेसिटर etc.
- पावर केबल्स
- सुरक्षा और नियंत्रण के लिए कंट्रोल केबल
- रोड़, केबल ट्रेंच
- स्टेशन इल्युमिनेशन सिस्टम

2 मेन ऑफिस बिल्डिंग (Main office building)

- प्रशासनिक भवन
- सम्मेल कक्ष इत्यादि

3 6.6/11/22/33/66/132 KV स्विच गियर LV

- इनडोर स्विच गियर

4 स्विचगियर और कंट्रोल पेनल बिल्डिंग (Switchgear and control panel building)

- लो वोल्टेज AC स्विच गियर
- कंन्ट्रोल पेनल, सुरक्षा पेनल

5 बैटरी रूम और DC डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम (Battery room and DC distribution system)

- DC बैटरी सिस्टम और चार्जिंग उपकरण
- DC डिस्ट्रिब्युशन सिस्टम

6 मेकेनिकल, पावर और अन्य सहायक (Mechanical, electrical and other auxillaries)

- अग्निशमन प्रणाली
- D.G (डीजल जनरेटर) सेट
- तेल शोधन प्रणाली

एक सबस्टेशन द्वारा किया जानेवाला महत्वपूर्ण कार्य स्विचिंग है, जो सिस्टम से ट्रांसमिशन लाइनों या अन्य घटकों को जोड़ता या डिसकनेक्ट करता है। ट्रांसमिशन लाईन या ट्रांसफार्मर को जोड़ने या हटाने के लिए एक ट्रांस मिशन लाइन या अन्य घटकों को रखरखाव के लिए नए निर्माण के लिए बिना सक्रिय किये जाने की आवश्यकता हो सकती है । सभी काम करने के लिए, नए सबस्टेशन जोड़ने के लिए नियमित परीक्षण पूरे सिस्टम को चालू रखने के दौरान किया जाना चाहिए।

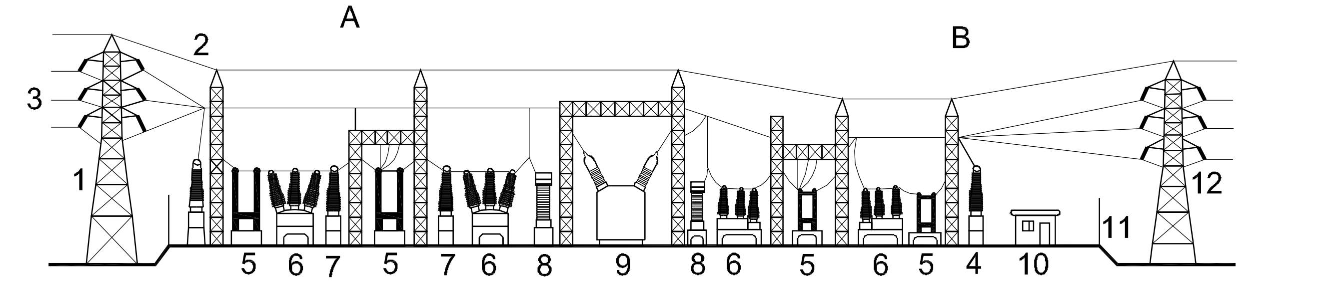
दोष ट्रांसमिशन लाईन या अन्य अवयवों में आ सकते हैं । इस लाइन दोष के कुछ उदाहरण लाइटिंग के द्वारा और आर्क विकसित होती है । सब स्टेशन का कार्य है कि वह कम से कम मुमकिन समय में प्रयुक्त भाग को अलग कर सके ।

सबस्टेशन ले आउट और उनके घटक (Substation layout and their components)

Fig 1 में प्ररूपी सबस्टेशन का लेआऊट दिखाया गया है, इसमें निम्न घटक होते हैं और नीचे समझाया गया है ।

पावर ट्रांसफार्मर (Power transformer) : पावर ट्रांसफार्मर का उपयोग जनरेशन और ट्रांसमिशन नेटवर्क में, जनरेटिंग स्टेशन में स्टेपिंग अप

Fig 1



A:PRIMARY POWER LINES' SIDE
1.PRIMARY POWER LINES
2.GROUND WIRE
3.OVERHEAD LINES
4.POTENTIAL TRANSFORMER
5.DISCONNECT SWITCH
6.CIRCUIT BREAKER
7.CURRENT TRANSFORMER
8.LIGHTNING ARRESTER
B:SECONDARY POWER LINES' SIDE
7.CURRENT TRANSFORMER
8.LIGHTNING ARRESTER
9.MAIN TRANSFORMER
10.CONTROL BUILDING
11.SECURITY FENCE

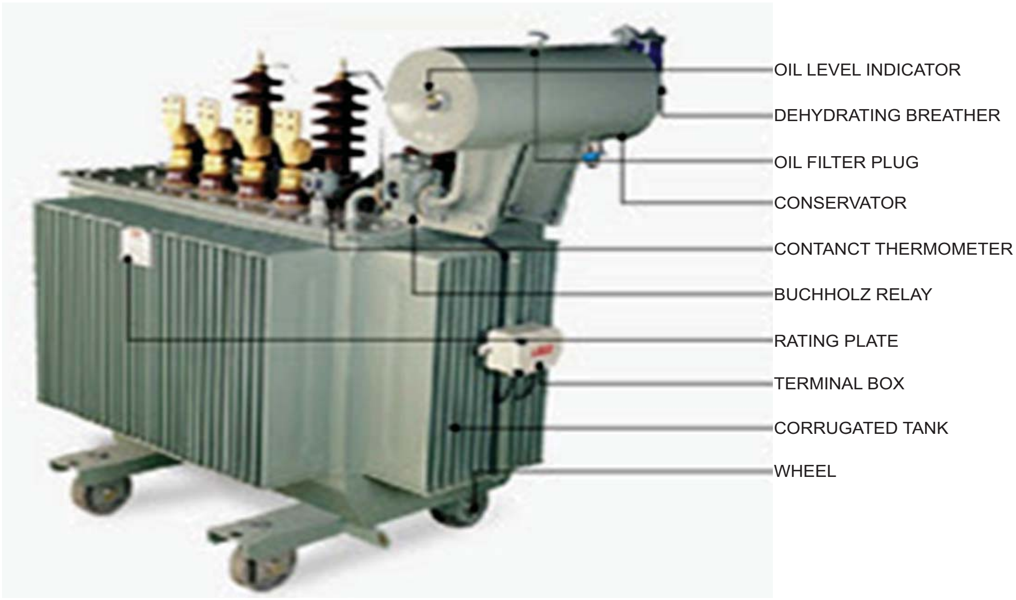
SUB STATION LAYOUT

वोल्टेज और डिस्ट्रीब्युशन के लिए वोल्टेज को स्टेप डाउन करने के लिए किया जाता है । सबस्टेशन के सहायक उपकरणों के पावर सहायक ट्रांसफार्मर द्वारा दिया जाता है । (Fig 2).

करंट ट्रांसफार्मर (Current transformers (CT)) : सब स्टेशन में लाइनें हजारों एम्पीयर की करंट लेती है । माप उपकरणों को करंट के कम वेल्यु के लिए डिजाइन किया गया है । करंट ट्रांसफार्मर (CT) माप उपकरणों और सुरक्षात्मक रिले को सप्लाय देने के लिए लाइन में जुड़े हुए होते है । उदाहरण के लिए 100/1A CT , 100A, की लाइन के साथ जुड़ा होता है और करंट ट्रांसफार्मर CT का द्वितीयक करंट 1A होता है । (Fig 3)

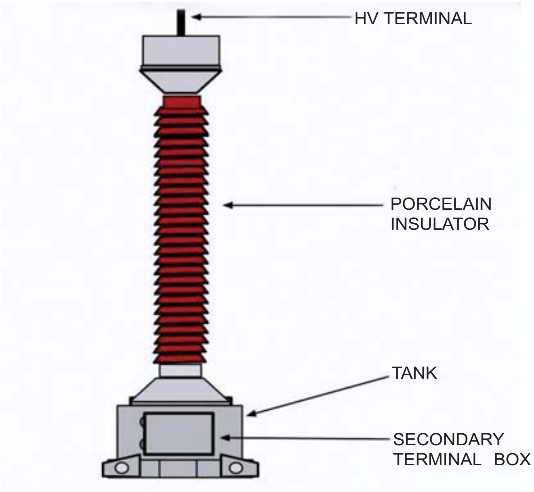
पोटेशियल ट्रांसफार्मर (Potential transformers (PT)) : स्टेशन की लाइने उच्च वोल्टेज पर कम करती है । माप उपकरणों को वोल्टेज के कम वेल्यु के लिए डिजाइन किया जाता है । पोटेशियल ट्रांसफार्मर माप उपकरणों और सुरक्षात्मक रिले की आपूर्ति के लिए लाइनों में जुड़ा होता है ।

Fig 2



ELN4519122

Fig 3



ELN4519123

उच्च वोल्टेज के माप के लिए यह ट्रांसफार्मर, कम वोल्टेज यंत्र के लिए उपयुक्त होते हैं । उदाहरण के लिए 11KV/110V PT पावर लाइन से जुड़ा होता है और लाइन वोल्टेज 11KV है तो द्वितीयक वोल्टेज 110V है। (Fig 4)

Fig 4

ELN4519124

सर्किट ब्रेकर (Circuit breaker (CB)) : सामान्य और असामान्य दोनों स्थिति में सर्किट को खोलने और बंद करने के लिए सर्किट ब्रेकर का उपयोग किया जाता है । विभिन्न प्रकार के सर्किट ब्रेकर है जैसे ऑयल सर्किट ब्रेकर, एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर, वेक्युम सर्किट ब्रेकर और SF_6 सर्किट ब्रेकर ।

आइसोलेटिंग स्विच के लिए आइसोलेटर (Isolators for isolating switches) : सामान्य रखरखाव के लिए सिस्टम के हिस्से को प्रथक करने के लिए, आइसोलेटर सबस्टेशन में कार्यरत होते है । आइसो लेटर स्विच केवल लोड की स्थिति में संचालित होते हैं । आइसोलेट सर्किट ब्रेकर के हर तरफ या दोनों तरफ दिये जाते हैं ।

लाइटनिंग अरेस्टर्स (LA) (Lightning arresters) (LA) : लाइटनिंग अरेस्टर्स सुरक्षात्मक युक्तियाँ हैं जो उपकरणों बिजली के झटकों से बचाने के लिए प्रयुक्त की जाती हैं ।

अर्थ स्विच (Earth switch) : यह एक स्विच है जिसे आमतौर पर खुला, और पृथ्वी और कंडक्टर के बीच जोड़ा जाता है । यदि स्विच बंद होता है तो यह इलेक्ट्रिक चार्ज को भूमि पर डिस्चार्ज करता है । जो बिन्द चार्ज की लाइन पर उपलब्ध होता है ।

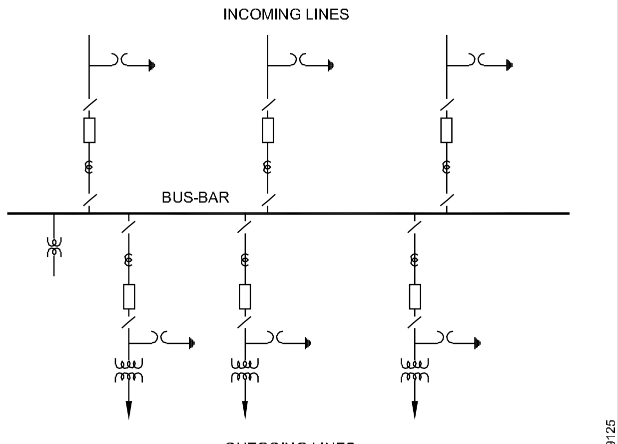
वेव ट्रेप (Wave trap) : यह उपकरण सबस्टेशन में स्थापित किया जाता है ताकि रिमोट सबस्टेशन से लाइन पर भेजे गए हाई फ्रिक्वेंसी संचार सिग्नल को ट्रेप करने और उन्हें सबस्टेशन कंट्रोल रूप में दूरसंचार पैनल में बदल दिया जा सके ।

कपलिंग केपेसिटर (Coupling capacitor) : कपलिंग केपेसिटर का इस्तेमाल सबस्टेशन में वहाँ किया जाता है, जहाँ कम्युनिकेशन या संचार AC पावर लाइन द्वारा किया जाता है । यह हाई फ्रिक्वेंसी केरिअर सिग्नल के लिए बहुत कम प्रतिबाधा (impedance) प्रदान करता है और उन्हें लाइन मेचिंग यूनिम में प्रवेश करने और लोफिक्वेंसी को ब्लॉक करने की अनुमति देता है।

बुस-बार (Bus - bar) : जब समान वोल्टेज स्तर पर संचालित होनेवाली लाइनों की संख्या को इलेक्ट्रिकली जोड़ने की जरूरत होती है वहाँ बुस-बार का उपयोग किया जाता है। बस बार कॉपर या एल्युमिनियम के बने हुए कंडक्टर होते है, जो बहुत कम प्रतिबाधा और हाई करंट को ले जाने की क्षमता रखते हैं। विभिन्न प्रकार की बुस-बार व्यवस्था जैसे सिंगल बुस-बार व्यवस्था, सिंगल बसबार सेक्शन लाइजेशन, डबल बुस-बार व्यवस्था, सेक्शन लाइज्ड डबल बस बार व्यवस्था, डबल मेन और सहायक बुस-बार व्यवस्था, ब्रेकर और हाफ स्कीम/1.5 ब्रेकर स्कीम और रिंग बुस-बार स्किम है।

सिंगल बुस-बार व्यवस्था (Single bus-bar arrangement) : इसमें सिंगल बुस-बार शामिल है / इनकमिंग और आउटगोइंग दोनों सिंगल बस बार से जुड़े होते हैं (Fig 5). इस व्यवस्था के फायदे कम रखरखाव, कम प्रारंभिक लागत और सरल आपरेशन है । इस व्यवस्था की कमी यह है कि अगर कोई भी मरम्मत कार्य बुस-बार पर किया जाता है, तो पूरी प्रणाली बाधित हो जाएगी ।

Fig 5

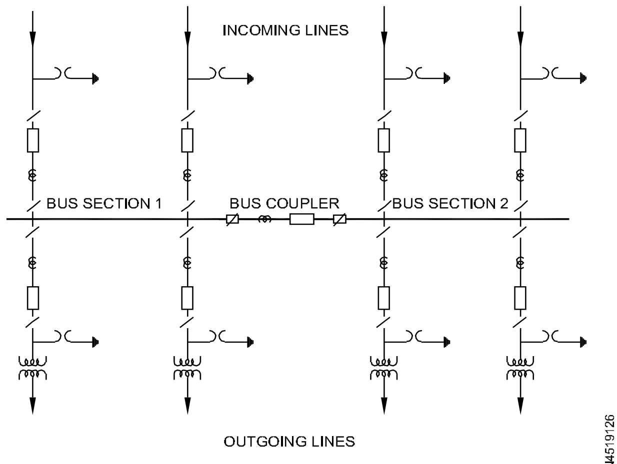


SINGLE BUS-BAR ARRANGEMENT

सेक्शनलाइजेशन के साथ बुस-बार (Single bus-bar with sectionalization) : सिंगल बुस-बार को सेक्शन में बांटा गया है । सर्किट ब्रेकर और आइसोलेटर्स द्वारा कोई भी दो सेक्शन जुड़े होते हैं । दोष या रखरखाव के दौरान विशेष सेक्शन को डी. एनरजाइज्ड (सक्रियहीन) किया जा सकता है । यह सिस्टम को पूरे तरह से बंद करने से बचाता है ।

Fig 6 दर्शाता है कि दो इनकमिंग और दो आउट गोइंग लाइन बस सेक्शन I से जुड़ी है और दूसरी दो इमकमिंग और दो आउटगोइंग लाइनों को बस कपलर के द्वारा बस सेक्शन 2 से जोड़ा हुआ है ।

Fig 6

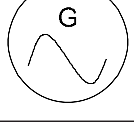


SINGLE BUS-BAR WITH BUS COUPLER SUBSTATION

डबल बुस-बार व्यवस्था (Double bus - bar arrangements) : इस व्यवस्था को डुप्लीकेट बुस-बार सिस्टम के रूप में भी जाना जाता है । इसमें दो बार-बार मुख्य और अतिरिक्त ('spare') एक ही क्षमता की होती है। इनकमिंग और आउटगोइंग लाइनों को बस-कपलर, ब्रेकर और आउसोलेटर या तो बस से जोड़ा जा सकता है । सर्किट की सप्लाय की निरंतरता की मुख्य बस- के रखरखाव के दौरान या उसके पर होने वाले दोष पर को बनाए रखा जा सकता है ।

सबस्टेशन के लिए सिंगल लाइन डायग्राम (Single line diagram for substation) : कोई भी काम्पलेक्स पावर सिस्टम बल्कि 3 फेस सर्किट है, सिंगल लाईन डायग्राम द्वारा दर्शाया जा सकता है, इलेक्ट्रिक पावर सिस्टम के विभिन्न इलेक्ट्रिक घटकों को दिखाता है और उनका एक दूसरे से संबंध को भी दिखाता सिंगल लाईन में सबस्टेशन के विद्युत घटक जैसे पावर ट्रांसफार्मर, इनकमिंग और आउटगोइंग लाइन, बुस-बार, स्विचिंग और सुरक्षा उपकरण, मानक प्रतीकों द्वारा दर्शाया जाता है और उनके बीच उनके इंटरकनेक्शन लाइन द्वारा दिखाया जाता है । सिंगल लाइन डायग्राम सबस्टेशन ले आउट की प्लानिंग बनाने में उपयोगी होते हैं ।

सब स्टेशन घटकों को दर्शाने के लिए प्रयुक्त कुछ मानक प्रतीकों को नीचे तालिका में दिया गया है ।

क्र.सं.	पावर भाग	चिह्न
1	AC जनरेटर	
2	बुस बार	

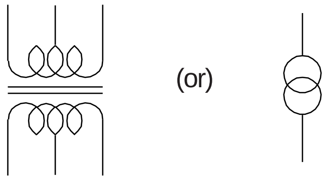
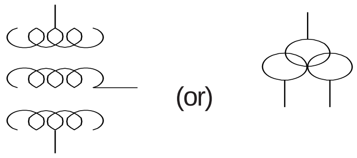
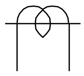
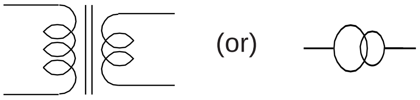
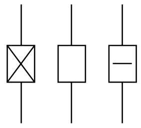
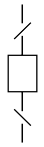
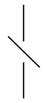
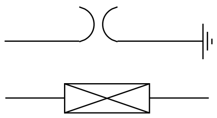
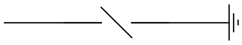
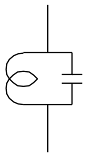
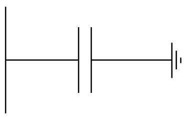
क्र.सं.	पावर भाग	चिह्न
3	पावर ट्रान्सफार्मर - दो वाइन्डिग	
4	तीन वाइन्डिंगवाला ट्रान्सफार्मर	
5	करन्ट ट्रान्सफार्मर (CT)	
6	बोल्टेज ट्रान्सफार्मर अथवा पोटेन्शियल ट्रान्सफार्मर (PT)	
7	सर्किट ब्रेकर (CB)	
8	सर्किट ब्रेकर आइसोलिटर के साथ	
9	आइसोलेटर अथवा समुह प्रचालित स्विट्च (GOS)	
10	बीजली अरेस्टर (LA)	
11	अर्थ स्विट्च (ES)	
12	वेव अथवा लाईन टेप	
13	कपलिंग कैपेसिटर (CC)	

Fig 7 और 8 में सबस्टेशन ले आउट ड्राइंग के उदा. (1 & 2) के साथ सारे उपकरण के सिम्बोल या प्रतीक को दिखाया गया है ।

उदाहरण 1

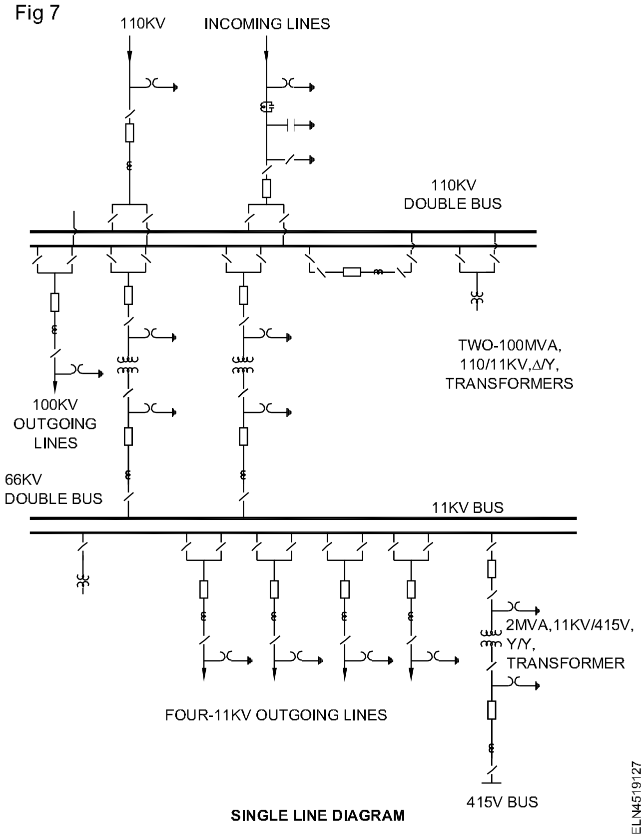
निम्न उपकरण वाले सबस्टेशन के सिंगल लाईन डायग्राम को बनाइये ।

i इनकमिंग लाइन्स : Two, 110KV

ii आउटगोइंग लाइन्स : (a) One, 110KV (b) Four, 11KV

iii ट्रांसफार्मर : (a) Two, 100MVA, 110/11KV, Δ/Y (b) 1, 2MVA, 11KV/ 415V, Y/Y

Fig 7



SINGLE LINE DIAGRAM

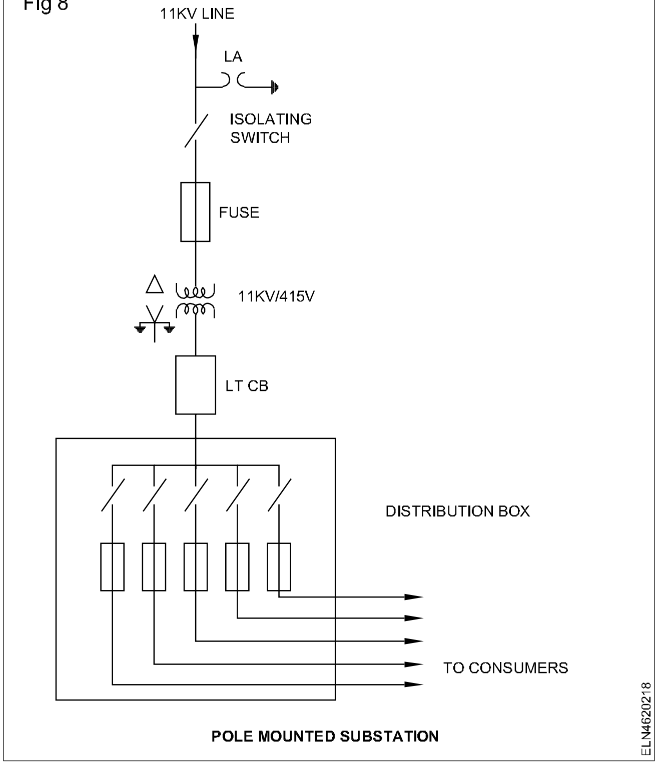
iv बुस-बार : 110KV- डुप्लीकेट बुस-बार, 11KV सिंगल बुस-बार CTs, PT आइसोलेटर लाइटनिंग अरेस्टर, सर्किट ब्रेकर की स्थिति को दर्शाता है ।

Fig 7 में सबस्टेशन का सिंगल लाइन डायग्राम दिखाया गया है ।

उदाहरण - 2

पोल माउण्टेड सबस्टेशन का सिंगल लाईन डायग्राम खिंचिए। पोल माउण्टेड सबस्टेशन का प्रारूपी सिंगल लाईन डायग्राम Fig 8 में दर्शाया है।

Fig 8



POLE MOUNTED SUBSTATION

गैर - पारम्परिक विधियों से पावर पावर उत्पत्ति (Power power generation by non conventional methods)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **गैर - पारम्परिक ऊर्जा का अर्थ बताना**
- **बायो-गैस, माइक्रो-हाईडल, डाइडल, मेग्नेटिक हाइड्रो डाइनामिक पावर जरनेशन से पावर जनरेशन की विधियाँ बताना**
- **गैस-पारम्परिक ऊर्जा उत्पादन के लाभ एवं हानियाँ बताना।**

गैर पारंपरिक ऊर्जा (Non - conventional energy)

ऐसी ऊर्जा जो सौर्य, पवन, ज्वार, भूऊष्णिय ताप, फार्म और पशुओं के अपशिष्ट व बायोमास से उत्पादित की जाती है उसे गैर-पारंपरिक ऊर्जा कहते हैं। ये सारे ऊर्जा के स्त्रोत नवीकरणीय और अनंत होते हैं और इनसे प्रदूषण भी नहीं होता है ।

परंपरागत ऊर्जा स्त्रोतों की तुलना में गैर-पारंपरिक ऊर्जा स्त्रोतों के गुण (Mertis of non - coneventional over conventional sources of energy)

1 अधित ऊर्जा देते हैं ।

2 किसी प्रकार का खतरा नहीं होता है जैसे परमाणु ऊर्जा में होता है ।

3 प्रदूषण रहित ।

4 परिचालन और रखरखाव का खर्चा कम होता है ।

5 कमी खराब नहीं होते ।

6 शुरूवाती लागत अधिक होने पर भी इसका लाभ अधिक होता है । जैसे सौर्य ऊर्जा की ।

7 ग्रीन हाउस इफेक्ट और गोलबल वार्मिंग से बचाता है ।

8 पर्यावरण से संबंधित कोई समस्या नहीं होती है ।

परंपरागत ऊर्जा स्त्रोतों की तुलना गैर पारंपरिक ऊर्जा स्त्रोतों के दोष (Demerits of non conventional over conventional sources of energy)

1 अनेक गैर पारंपरिक स्त्रोत अभी अविकसित है । इन्हें कई अनुसंधान और विकास प्रयासों की आवश्यकता है । सौर्य ऊर्जा का उपयोग बहुत ही धीमी क्रिया है । सोलर सेल में केडमियम की फिल्म लगाई जाती है । जो जहरीली होती है ।

2 उच्च प्रारंभिक लागत

3 कम विश्वसनीय

4 लोड के अनुरूप कार्य करना असंभव

5 निम्न दक्षता खास तौर पर सोलर सेल की।

बायो-गैस पावर उत्पत्ति (Bio-gas power generation)

बायो-गैस का उपयोग करते हुए वैद्यत ऊर्जा के उत्पत्ति की विधि को बायो-गैस जनरेशन पावर जनरेशन कहते हैं।

बायो - गैस (Bio-gas)

बायोगैस एक अच्छा ईंधन है। जैविक द्रवमान जैसे पशुओं की विष्ठा, वनस्पति का अवशिष्ट और बीज ऑक्सिजन के अभाव में गल जाते हैं और गैसों का एक मिश्रण तैयार होता है। यह मिश्रण ही बायोगैस है। इसका प्रमुख पदार्थ मिथेन है। इसका प्रयोग खाना पकाने में और प्रकाश हेतु होता है।

एरोबिक और एनारोबिक बायो-रूपातंरण प्रक्रिया (Aerobic and anaerobic bio- conversion process)

बायो मास से ऊर्जा बनाने के लिए मुख्यतः तीन एरौबिक और एनारोबिक बायो कन्बरर्जन प्रक्रियाएँ होती है ;

बायो प्रोडक्टस (Bio products) : बायो मास को ऐसे उत्पाद बनाने के लिए रसायन में परिवर्तित करना जो आमतौर पर पेट्रोलियम से बने होते है।

बायो ईंधन (Biofuels) : परिवहन के लिए बायोमास को तरल ईंधन में परिवर्तित करना।

बायो पॉवर (Biopower) : बायो मास को जलाना, या उसे गैस ईंधन या तेल ईंधन में बदल कर विद्युत उत्पादन करना।

बायोगैस के गुण (Properties of biogas)

बायो गैस के प्रमुख गुण हैं :

1 अपेक्षाकृत सरल और आसानी से उत्पादित किया जा सकता है।

2 बिना धुएँ के जलता है और कोई भी अपशिष्ट (राख) नहीं छोड़ता।

3 घरेलू अपशिष्ट और जैव कचरे को पूरी तरह से और स्वस्थ ढंग से उपयोग करने का निपटान किया जा सकता है।

4 इसके उपयोग से लकड़ी की खपत कम हो गई है, जिससे पर्यावरण को नूकसान होने से बचाया जा सकता है।

5 बायोगैस प्लांट से निकली स्लरी एक उत्कृष्ट खाद होती है।

बायेगैस प्लांट की प्रौद्योगिकी और स्थिति (Biogas plant technology & status)

बायो गैस प्लांट के प्रमुख भाग :

1 डायजेस्टर (digester) इस टैंक में बायोमास का अपघटन होता है।

2 मिश्रण टैंक, जहाँ बायो मास को मिलाया जाता है।

3 टैंक जहाँ स्लरी को एकत्र करते है (आऊट फ्लो टैंक)

4 गैस भंडारण की व्यवस्था ।

ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में बैक्टीरिया सक्रिय होकर बायो मास से गैस बनाते है । इस गैस को एक टैंक में एकत्रित करते है । गैस होल्डर टाइप के टैंक में गैस भरने पर सिलेंडर ऊपर आ जाता है । डोम आकार के प्लांट की भंडारण क्षमता गैस होल्डर टाइप प्लांट से कम होती है । गैस प्लांट का अवशिष्ट एक अच्छी खाद का काम करता है ।

बायो गैस प्लांट विभिन्न आकृति और आकार में बनाए जाता है । छोटे आकार के 0.5 m³/day से बड़े आकार के 2500 m³/day के होते हैं ।

बायो गैस प्लांट दो तरह के होते है ।

- निरंतर प्रकार और बैच प्रकार के
- ड्रम टाइप और डोम टाइप

निरंतर प्रकार (Continuous type)

इस प्रकार के प्लान में लगातार गैस का उत्पादन होता रहता है और बायो मास भी निरंतर देना होता है । ये भी दो प्रकार के होते हैं ।

A एकल चरण निरन्तर प्रकार बायोगेस प्लान्ट (Single stage continuous type biogas plant)

इस प्लांट में दो चरणों में गैस बनती है। पहले चरण में एसिड बनता है और दूसरे में मीथेनेशन होता है। परन्तु दोनों चैंबर किसी भी बेरियर से विभाजित नहीं होते है। इस प्रकार के प्लांट का आपेरेश, कंट्रोल, डिजाइन, सरल होता है । आर्थिक दृष्टी से भी ये अच्छा होता है । ये छोटे और मध्यम आकार के होते है । इसमें दो चरण वाले प्लांट से कम गैस बनती है।

B द्वि-चरण निरन्तर प्रकार बायोगेस प्लान्ट (Two stage continuous type biogas plant)

इसमें भी दो चरणों में गैस बनती है। पहले चरण में एसिड बनता है व दूसरे में मीथेन का उत्पादन होता है। परन्तु इसमें दोनों चैम्बर अलग होते है। इसमें एकल चरण से अधिक गैस बनाई जाती है। हालांकि इसकी प्रक्रिया कनि है। इसका डिजाइन जटिल होता है। आपेरेशन और रखरखाव भी कनि होता है । यह सिस्टम बडे बायोगैस प्लांट के लिए उपयुक्त होती है।

बैच टाइप बायोगैस प्लांट (Batch type biogas plant)

इसमें बायोगास की एक एक खेप (गुट/समूह) बनाकर एक निश्चित अंतराल में टैंक में डालते है। एक खेप को टैंक में अपघटन में समय लगता है (30 से 50 दिन) । अपघाटन पूरा होने पर टैंक में अपशिष्ट बचता है और नया बैच (खेप) डालने का समय आ जाता है। नया बायोमास डाल कर उसमें हवा या नाइट्रोजन गैस दी जाती है । नाइट्रोजन गैस दी जाती है और डाइजेस्टर को कवर कर देते है। इसके बाद 10 से 15 दिनों में डाइजेस्टन से बायोगैस बाहर और लगती है । किव्वन (Fermentation) की प्रक्रिया पूरो 30 से 50 दिनों तक चलती है।

मुख्य विशेषताएँ (Salient features)

1 बैच टाइप प्लांट में गैस निरंतर नहीं मिलती बल्की कुछ अंतराल में मिलती है ।

2 इस प्रकार के प्लांट में अनेक डाइजेस्टर होते है । जिनमें अनुक्रमिक तरीके से बायोगस डाला जाता है और इसी क्रम में बायो गैस आऊटपुट में मिलती है ।

3 इसकी पाचन समय सीमा अधिक होती है (longer digestion time) जिससे ऐसे पद्दर्था जो कोर होते है वो भी अपघटित हो जाते है जैसे रेशोदार बायोमास ।

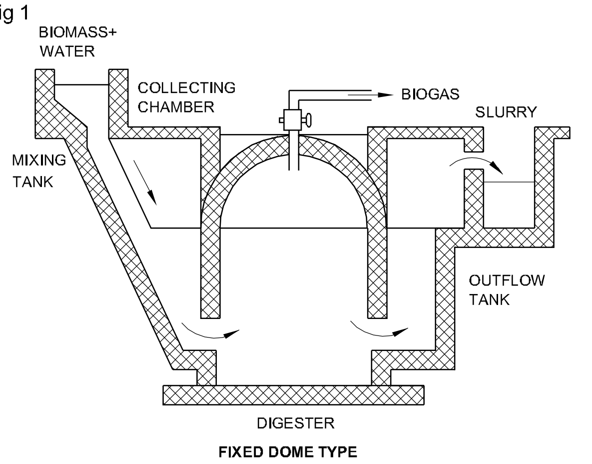
4 बैंच टाइप बायोगैस प्लांट को बैच को ज्यादा मात्रा को समायोजित करने के लिए पचाने की बड़ी मात्रा की आवश्यकता होती है ।

5 बैंच टाइप बायोगैस प्लांट को बैंच की ज्यादा मात्रा को समायोजित करने के लिए पचाने की बड़ी मात्रा की आवश्यकता होती है । इसलिए इसकी प्रारंभिक लागत अधिक होती है ।

6 इसका ऑपरेशन और रखरखाव बहुत जटिल होता है । इसको चलाने के लिए बहुत ही व्यवस्थिति और योजना बुध्द फीडिंग की आवश्यकता होती है । इस प्रकार के प्लांट यूरोपीय कृषक अधिक उपयोग करते है। भारत में इस विधि का प्रयोग न के बराबर है ।

स्थिर डोम प्रकार का डायजेस्टर (Fixed dome type digester) (Fig 1)

Fig 1



FIXED DOME TYPE

स्थिर डोम वाले डायजेस्टर में डायजेस्टर और गैस चैम्बर एक ही चैम्बर में बंद होते है । इस प्रकार की संरचना बैच टाइप प्लांट के लिए उपयुक्त होती है । इसे जमीन पर या जमीन के अंदर बनाया जाता है । जो की ठंडा देता है । डायजेस्टर को ईंट और टेराकोटा से बनाते है ।

जैसे-जैसे डायजेस्टर में गैस बनती है, डोम में प्रेशर बहता जाता है । गैस डायजेस्टर के ऊपरी भाग में एकत्रित होती जाती है । एक आऊट लेट पाइप डोम में फिक्स होता है । इसके अलावा एक अलग से गैस टैंक बनाया जाता है । जो की डायजेस्टर से अलग होता है ।

पृथक गैस कलेक्टर में टेपिंग की जाती है । उससे गैस बाहर निकाली जाती है । इससे मुख्य डायजेस्टर के प्रेशर प्रभावित नहीं होता है । एक वॉटर सील टैंक होती है । जो गैस को वापस डायजेस्टर जाने नहीं देता है।

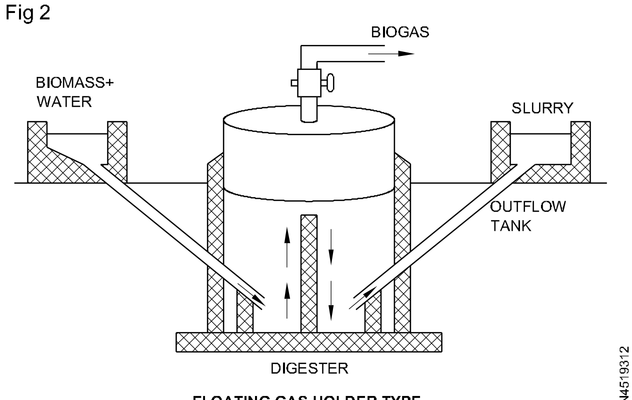
एक अलग डिसप्लेसमेंट चैंबर होता है । जिसमें स्लरी एकत्रित करते है । स्थिर डोम वाले प्लांट में रोज स्लरी डाली जाती है । स्लरी की मात्र आवश्यकता से अधिक होने पर डिसप्लेसमेंट चेंबर में चली जाती है ।

स्लरी की मात्रा प्रेशर और गैस के आयत के अनुसार बदलती रहती है । स्थिर डोम और डिस्प्लेसमेंट गैस कलेक्टर का प्रेशर डायजेस्टर के आऊट के प्रेशर के बराबर होता है ।

तैरता गैस होल्डर प्रकार (Floating gas holder type) (Fig 2)

इस डिजाइन में एक डीम जो स्लरी के ऊपर तैरता रहता है। Fig 2 में दिखाया है। डायजेस्टर टैंक कंकरीक का बनाया जाता है। इसके ऊपर पेंट किया हुआ स्टील का तैरता हुआ डोम लगाया जाता है। डोम गाइड शाफ्ट फ्लोटिंग डोम (तैरते हुए डोम) को अक्ष प्रदान करता है।

Fig 2



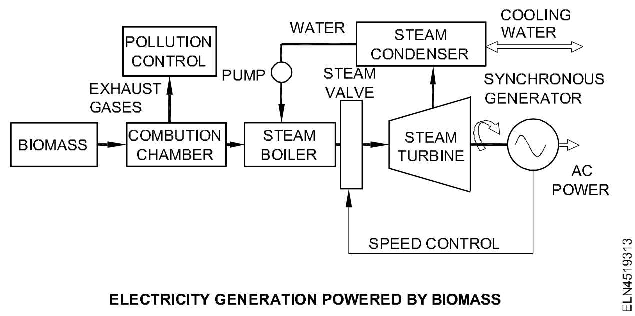
FLOATING GAS HOLDER TYPE

जैसे जैसे डायजेस्टर में गैस बनती है। फ्लोटिंग डोम अपनी जगह पर ऊपर उता जाता है। वॉटर सील टैंक गैस और स्लरी को अलग करता है। और गैस आऊट लेट से बाहर आती है।

विद्युत उत्पादन प्लांट (Electricity generating plant) (Fig 3)

बायो गैस से विद्युत उत्पादन के लिए जो प्लांट बनाया जाता है। उसके मुख्य भाग धर्मल प्लांट जैसे ही होते है केवल उनमें कुछ बदलाव किये जाते है। इसका व्यवस्थित Fig 3 में किया गया है ।

Fig 3



ELECTRICITY GENERATION POWERED BY BIOMASS

सह-उत्पादन (Co - generation)

क्योंकि बायो मास ईंधन की दक्षता कम होती है । इसलिए इस थर्मल या कोल प्लांट में सह-उत्पादन के तौर पर उपयोग करते है ।

पर्यावर्णीय मुद्दे (Environmental issues)

बायो मास पूर्णतः पर्यावरण के हित में है । यह पर्यावरण को किसी प्रकार का नुकसान नहीं पहुँचाती है । इससे प्राप्त स्लरी एक अच्छी खाद होती है। और वायो गैस प्लांट के आस-पास की भूमि उपजाऊ हो जाती है

माइक्रो हाइडल पावर उत्पादन (Micro hydel power generation)

माइक्रो हाइडल ऊर्जा (Micro-Hydel Power (MHP))

विद्युत उत्पादन की ऐसी विधि जिसमें कम हेड वाले या कम प्रवाह (वेग) से बहनेवाले पानी से किया जाता है तो इसे माइक्रो हाइडल ऊर्जा कहते हैं।

छोटे पैमाने पर माइक्रो हाइड्रो पावर ऊर्जा का एक कुशल और विश्वसनीय रूप है, जो अधिकतर उपलब्ध होता है । हालांकि इसके निर्माण कार्य में कुछ समस्याओं के चलाते कुछ घनियाँ भी होती है । अगर कुशलता से माइक्रो हाइडल का उपयोग किया जाए तो यह एक यह छोटी जल धाराओं से नवीकरण ऊर्जा उत्पन्न करनने की उत्कृष्ट विधि है ।

लाभ (Advantages)

a कुशल ऊर्जा स्त्रोत (Efficient energy source)

इसमें कम पानी के प्रवाह और छोटे हेड के पानी के भंडारण में भी ऊर्जा बनाई जा सकती है।

b विश्वसनीय विद्युत स्त्रोत (Reliable electricity source)

इस निरंतर विद्युत ऊर्जा प्राप्त की जा सकती है। ंड के मौसम के जब बिजली की आवश्यकता अधिक होती है । तब इससे ऊर्जा प्राप्त की जा सकती है।

c जलाशय की जरूरत नहीं (No reservoir required)

माइक्रो हाइडल को नदी प्रणाली का ही एक भाग माना जाता है। इसमें जनेरेटर के माध्यम से गुजरने वाली नदी को वापस नहर बना कर नदी में प्रवातीत करते है। इसलिए जल भंडारण की आवश्यकता नहीं होती है ।

d लागत प्रभावी ऊर्जा समाधान (Cost effective energy solution)

छोटे पैमाने के हाइड्रो पावर प्लांट निर्माण में कम लागत लगती है। इसकी कीमत विद्युत ऊर्जा की मांग और स्थिति पर निर्भर करती है। अन्य विधियों की तुलना में इसका मेंटेनेस खर्च भी कम होता है।

e विकासशील देशों के लिए ऊर्जा स्त्रोत (Power for developing countries)

क्योंकि इसकी लागत कम होती है । विकासशील देशों के लिए यह ऊर्जा का अच्छा स्त्रोत है । छोटे शहरों और कस्बों में विद्युत ऊर्जा का उचित साधन है ।

f स्थानीय पावर ग्रिड के साथ एकीकृत (Integrate with the local power grid)

यदी साइट में अतिरिक्त ऊर्जा का उत्पादन होता है, तो कुछ पावर कंपनियाँ आपके बिजली के अतिप्रवाह को वापस खरीद लेती है ।

g आवश्यक साइट विशेषताएँ (Suitable site characteristic required)

अधिक से अधिक लाभ के लिए साइट का सही चुनाव आवश्यक है। कुछ घटक जिनको ध्यान में रखा जाता है जैसे पावर स्त्रोत से दूरी, नहर का आकार, इनवर्टर, बैटरी, कंट्रोलर, संप्रेषण लाइन और पाइप लाइन ।

हानियाँ (Disadvantages)

a ऊर्जा को बढ़ाना संभव नहीं (Energy expansion not passible)

छोटी नहर और नदी की साइट को बढ़ाया नहीं जा सकता । इसलिए इसकी ऊर्जा शक्ति सीमित होगी ।

b गर्मियों में निम्न ऊर्जा उत्पादन (Low - power in the summer months)

छोटी नदियाँ वर्षा पर निर्भर होती है । अतः गर्मी के मौसम में पानी कम होता है अतः उत्पादन में अंतर आता है।

c पर्यावरण पर प्रभाव (Environmental impact)

इसका पर्यावरण में कोई विशेष प्रभाव नहीं पड़ता है। केवल छोटी नदियों व नहरों का उनके मार्ग से विस्थापित किया जाता है।

माइक्रो हाइडल विद्युत संयंत्र के प्रमुख घटक (Micro-hydel electric system basic components)

यहाँ माइक्रो हाइडल के कुछ भागों का संक्षिप्त विवरण किया जा रहा है । इसका मुख्य उपकरण ग्रिड-इंटरटिड और off ग्रिड है । अन्य उपकरण निम्नलिखित है ।

- इनटेक
- पाइप लाइन
- टबॉइन
- कंट्रोल
- डम्प लोड
- बैचरी बैंक
- मीटरिंग
- मेन DC डिस्कनेक्ट
- इनवर्टर
- AC ब्रेकर पैनल

इनटेक (Intake)

इनटेक एक साधारण से स्क्रीन बाक्स होते है । जो पानी के अंदर डूबे होते है। इसका उद्देश्य पानी को पाइप लाइन में बिना हवा लिए जाने देना है । पानी को पाइप लाइन से होते हुए टर्बाइन तक पहुँचाना एक जटिल प्रक्रिया है। अगर इनटेक सही डिजाइन का न बनाया जाए तो आगे चल कर प्लांच का मरम्मत कार्य बढ़ जाता है।

पाइप लाइन (Pipe line)

प्लांट में इनटेक से लेकर टर्बाइन तक पाइप की लम्बाई कम से कम रखनी होती है। एक पाइप लाइन टर्बाइन से बाहर जाने वाले पानी के लिए भी डाली जाती है । पाइप का व्यास 1 इंच से 1 फुट या अधिक रखा जाता है। पाइप में होनेवाले घुर्षण से प्लांट की दक्षता प्रभावित होती है।

टर्बाइन (Turbine)

टर्बाइन पानी की गतिज ऊर्जा को विद्युत में बदलने में सहायक होता है। टर्बाइन अनेक आकार प्रकार के आते है । यह पानी की मात्रा और हेड पर निर्भर करता है ।

कंट्रोल (Controls)

कंट्रोल का काम हाइड्रो सिस्टम में लोड में आनेवाले परिवर्तन के अनुसार उत्पादन को नियंत्रित करना होता है। यह बैटरी आधारित हाइडल सिस्टम में लगा होता है। यह बैटरी की ओवर चार्जिंग को नियंत्रित करता है। कंट्रोलर सेकण्डरी में ऊर्जा देते है। जहाँ सोलर कंट्रोलर लगे होते है। वे ओवर चार्जिंग के समय सर्किट को अलग नहीं कर पाते और इससे टर्बाइन के खराब होने का खतरा रहता है।

डम्प लोड (Dump load)

डम्प लोड एक इलेक्ट्रिकल रजिस्टेंस हीटर होता है। जो फूल जनेरेटिंग केपेसिटी को सह सकें। डम्प लोड एयर या वॉटर हीटर होता है। डम्प लोड कंट्रोलर से चार्ज होता है। जब कभी बैटरी या ग्रिड उत्पादित ऊर्जा को नहीं ले पाती। तब ये डम्प लोड सिस्टम को खराब होने से बचाता है । अतिरिक्त ऊर्जा शंट द्वारा डम्प लोड को दी जाती है।

बैटरी बैंक (Battery Bank)

बैटरी बैंक में रासायनिक रूप में विद्युत ऊर्जा को स्टोर करके रखती है । जब ऊर्जा का उत्पादन खपत से अधिक होता है तो उसे बैटरी बैंक में एकत्रित करते है। और जरूरतः पड़ने पर बैटरी बैंक से घरेलू उपकरणों को चलाया जा सकता है।

मीटरिंग (Metering)

माइक्रो हाइडल प्लांट में विभिन्न आकड़ों को मापने के लिए एक मीटरिंग सिस्टम लगाया जाता है। ये विद्युत उत्पादन के लगे सभी उपकरण के स्टेटस जैसे बैटरी, उत्पादित उर्जा आदि को नापता है।

मेन DC डिसकनेक्ट (Main DC disconnect)

बैटरी आधारित सिस्टम में, बैटरी और इनवर्टर के बीच डिसकनेक्ट सिस्टम लगा होता है। ये DC ब्रेकर एक शीट-मेटल से बाक्स पर माऊट होता है। ये इनवर्टर को बैटरी से डिसकनेक्ट करता है। और उसकी सुरक्षा करता है।

इनवर्टर (Inverter)

इनवटेर बैटरी में स्टोर DC को AC में बदलता है। इस AC का उपयोग घरेलू उपकरणों को चलाने में किया जाता है। ग्रिड टाइड सिस्टम में इनवर्टर को आऊटपुट के साथ सिक्रोनाइज कर देते है । off ग्रिड सिस्टम में बैटरी बेसड इनवर्टर का उपयोग होता है। बैटरी चार्जिंग के लिए बैटरी बैंक या बैक अप जनरेटर लगाया जाता है।

माइक्रो हाइडल पॉवर वर्किंग प्रिंसिपल (Micro hydel power working principle)

हाइड्रो पावर बहुत ही साधारम अवधारण पर कार्य करता है । बहते पानी से टर्बाइन को घूमाया जाता है । टर्बाइन जनेरेटर को घूमाता है और विद्युत ऊर्जा उत्पन्न होती है । और अन्य उपकरण भी इस प्लांट में लगे होते है परन्तु इसका मुख्य काम पानी के प्रवाह पर निर्भर करता है ।

पानी की ऊर्जा दो बातों पर निर्भर करती है हेड और प्रवाह । पानी को अलग एक नहर से निकाल कर पाइप लाइन की सहायता से टर्बाइन पर डालते है। हैड के कारण पानी का प्रेशर बढ़ता है। उत्पन्न विद्युत ऊर्जा पानी

की ऊर्जा से कम ही होती है क्योंकि ये टर्बाइन और पूरे सिस्टम की दक्षता पर निर्भर करती है ।

पानी का पावर आयतन प्रति समय (“volume per time”) में दर्शाया जाता है । जैसे गैलन प्रति मिनिट (gallons per minute (gpm)) क्यूबिक प्रति सेक (cubic feet per second (cfs)) या फिर लीटर प्रति मिनिट (lpm). पानी का प्रवाह घटता-बढ़ता रहता है । जैस वर्षा ऋतु में अधिक और गीष्म ऋतु में कम ।

ज्वारीय बिजली उत्पादन (Tidal power generation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **ज्वारीय बिजली उत्पादन की विशेषताएँ बताना**
- **सिस्टम जिस पर ज्वारीय बिजली उत्पादन काम करता है उसे समझाना**
- **ज्वारीय बिजली उत्पादन के लाभ और हानियाँ बताना।**

ज्वारीय शक्ति का उपयोग कर बिजली का उत्पादन, ज्वारीय विद्युत उत्पादन कहा जाता है। क्योंकि यह मूल रूप से ज्वारीय शक्ति का परिवर्तन है जो समुद्र व महासागरों में उने वाली तेज लहरों व ज्वारों में एकत्र ऊर्जा के रूप में होती है।

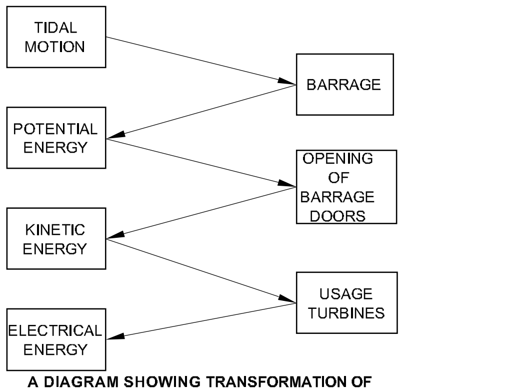
टाइडल पावर (Tidal power)

टाइडल पावर, समुद्र और महासागरों के पानी की गति से उत्पन्न ज्वार से उत्पन्न की जाती है। ज्वार को परिभाषित ऐसे कर सकते हैं कि समुद्री जल का ऊपर नीचे होना व अपने स्थान पर ऊची लहरें लेना ही ज्वार है । अन्य स्त्रोतों को उत्पन्न करने के लिए इस स्त्रोत का प्रयोग औद्योगिक अनुप्रयोगों में उपयोगी हो सकती है ।

इसके लिए समुद्र तट पर एक बैराज या डेम्म बनाया जाता है । जो लहरों के आने पर भरता है। बैराज में हरा पानी स्थितिज ऊर्जा लिए होगा जो संभावित ऊर्जा के लिए काम आयेगा।

जब बैराज के गेट खोले जाते है, तब पानी की स्थितिज ऊर्जा, गतिज ऊर्जा में बदली है। गतिज ऊर्जा को गतिशील गतिज ऊर्जा में बदल दिया जाता है जो टर्बाइन को घूमाती है । (Fig 1)

Fig 1



A DIAGRAM SHOWING TRANSFORMATION OF TIDAL ENERGY TO ELETRICAL ENERGY

ज्वारीय घटना की भौतिक अवधारणा (Physical concepts of the tidal phenomena)

दुनिया के कुछ क्षेत्रों में पानी के स्तर की वृध्दि के कारण या किसी क्षेत्र में पानी के स्तर में कमी के कारण समुद्र में ज्वार आता है ।

यह मूलत : दो कारकों के कारण होता है :

1 सूर्य, चंद्रमा और पृथ्वी के बीच गुरूत्वाकर्षण बल

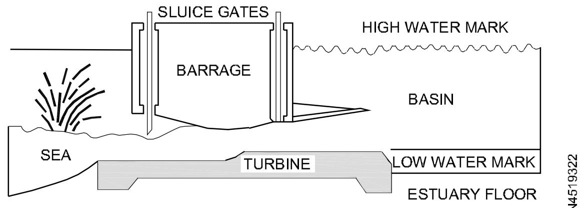
2 चंद्रमा और पृथ्वी का घूर्णन

पृथ्वी और चंद्रमा के गुरुत्वाकरण बल के कारण समुद्र और महासागरों का पानी ऊपर की तरफ खींचता है । इसके विपरीत, पृथ्वों के घूर्णन के कारण पानी नीचे की ओर आता है । इस प्रकार को टाइट को **लूनर टाइड** कहते है।

टाइडल पावर सिस्टम की कार्यप्रणाली (Working of tidal power generation system)

समुद्री तट और खाड़ी में बैराज बनाया जाता है। कम लेबल के लिए छोटे बाँध भी बनाये जाते है। इस से एक छोटा रास्ता निकाल कर पानी को टर्बाइन घूमाने के लिए प्रेशर के साथ प्रवाहित करते है। टर्बाइन की सहायता से विद्युत उत्पन्न करते है। Fig 2 में सिस्टम का डायग्राम बना है।

Fig 2



GENERAL SCHEME OF THE TIDEL POWER STATION

टाइडल पावर स्टेशन के प्रमुख भाग :

1 **बैराज (A barrage) :** पानी को रोक कर रखने के लिए खाड़ी या तट पर एक मजबूत दीवार बनाई जाती है।

2 **टर्बाइन (Turbines) :** टर्बाइन एक उपकरण हो जो दी गई स्थितिज ऊर्जा को गतिज ऊर्जा में बदलता है। यह पानी के प्रवाह के रास्ते में रखा जाता है। जो बैराज का गेट खोलते है तो पानी गति के साथ टर्बाइन पर गिरता है।

3 **स्लूइस (Sluices) :** यह बैराज में लगे गेट होते है जो पानी को प्रवाहित करते है। इसका Fig 2 में देख सकते है।

4 **एम्बैंकमेट (Embankments) :** तटबंध, बोध के कुछ हिस्सों में पानी के प्रवाह को रोकने के लिए कानकरीट की दीवारे बनाई जाती है। ये बांध के रखरखाव व विद्युत उपकरणों को सुरक्षा के लिए होते है।

टाइडल पावर स्टेशन में पॉवर उत्पन्न करने की विभिन्न विधियाँ

1 घटती हुई लहर (Ebb method)

1st - समुद्र की तरफ जाती है ।

2nd - पानी का स्तर बढ़ाने के लिए बेसिन के द्वार को बंद रखा जाता है।

3rd - अब पानी को टर्बाइन से होते हुए फिर समुद्र की ओर छोड़ते है। जिससे विद्युत उत्पादन होता है ।

2 फ्लड विधि (Flood method)

1st - बेसन जब खाली होता है तो पानी को अंदर आने देते है ।

2nd - पानी के अंदर आने पर टर्बाइन घूमता है और विद्युत ऊर्जा उत्पादन होता है।

3 एब प्लस पम्पिंग विधि (Ebb plus pumping method)

1st- टर्बाइन एक पम्प की तरह काम करता है और बाढ़ के समय पानी को बेसिन के अंदर लेता है ।

2nd - बेसिन में पानी का स्तर ऊँचा हो जाता है । और हेड बढ़ जाता है।

3rd - घटती हुई लहर के समय भी ऊर्जा उत्पादित की जा सकती है। क्योंकि वॉटर हेड बढ़ा रहता है।

4 टू-वे पावर जनेरेटर (Two way power generation)

1st - बेसिन शुरूवात से ही भरा हुआ रहता है और गेट को खोलने पर पानी बाहर आता है और ऊर्जा उत्पादन होता है ।

2nd - पानी जब विपरित दिशा में प्रवाहित होता है तो टर्बाइन ही उसी दिशा में घूमता है ।

3rd - उच्च ज्वार या बाढ़ के समय बेसिन का वॉटर हेड बढ़ जाता है ।

4th - बाँध के पीछे पानी का स्तर बढ़ता है ।

5th - जब उचित वॉटर हेड तक पानी का स्तर पहुँच जाता है । तब गेट को खोलना शुरू करते है और इस पानी की बाढ़ से जनेरेशन सायकल प्रारंभ होती है ।

5 दो बेसिन वाली जनेरेशन विधि (Two basin generation method)

1st - इस विधि में दो बेसिन बनते है हाईलेवल बेसिन और लो लेबल बेसिन ।

2nd - टर्बाइन को इन दो बेसिन को बाँटने वाली दीवार पर लगाया जाता है ।

3rd - हाई लेवल बेसिन उच्च ज्वार या बाद के समय भरता है ।

4th - लो लेवल बेसिन टर्बाइन से होते हुए हाई टरवान के पानी से भरता है।

5th - लो लेबल बेसिन घटती हुई लहर (ebb) के समय खाली हो जाता है।

टाइडल पावर जनेरेशन के लाभ (Advantages of tidal power generation)

टाइडल पावर जनेरेशन के कुल लाभ नीचे सूचि बनाकर दिये गये है ।

- टाइडल पावर एक नवीकरणीय और ऊर्जा का अनंत स्त्रोत है ।
- फॉसिल (जीवांशम) ईंधर की निर्भरता को खत्म करता है ।
- किसी प्रकार का तरल या ोस प्रदूषण नहीं करता है ।
- टाइडल पावर पूरे विश्व में उपलब्ध है । समुद्र और महासागर इसके बड़े स्त्रोत है ।
- साधारण और सरल संरचना और मरम्मत कार्य होते है ।
- पवन ऊर्जा की अपेक्षा टाइडल पावर अधिक आऊटपुट देता है ।
- टाइडल का 15-m का टर्बाइन जो ऊर्जा देता है वही पवन चक्की का 60m - वाला टर्बाइन देता है ।
- पवन ऊर्जा और सौर ऊर्जा की तुलना में ज्वारीय ऊर्जा (टाइडल पावर) अधिक विश्वसनीय और पूर्व अनुमानित होती है। इसका आऊट पुट कार्य करने से पहले ही सही-सही निकाला जा सकता है।
- इसे पर्यावरण का पूर्ण सहयोग प्राप्त होता है। जैसा पवन और सौय उर्जा में समस्याएँ आती है कि वो हमेशा एक समान ही होती है । टाइडल में इस प्रकार की समस्या नहीं होती।
- समुद्र जल का घनत्व पवन की अपेक्षा 832 गुना अधिक होता है । इसलिए 5-knot ocean current की गतिज ऊर्जा 270 km/h की पवन वेग के बराबर होती है।

टाइडल पावर जनेरेशन की बाधाएँ और हानियाँ (Disadvantages and constraint to tidal power generation)

दुर्भाग्यवश, टाइडल पावर जनेरेशन की कुछ सीमाएँ और हानियाँ भी है;

- वर्तमान में टाइड और वेब ऊर्जा दोनों ही अभिविन्यास समस्याओं (orientation problems) का सामनाकर रही है । अर्थात् पारंपरिक स्त्रोतो को तुलना पर इस ऊर्जा का उपयोग अभी संभव नहीं हो पा रहा है।
- ज्वारीय विद्युत उर्जा निरंतर प्राप्त करना मुश्किल होता है। यह जरूरी नहीं की ऊर्जा कुशलता से प्राप्त होती रहें । किसी भी ऊर्जा का स्टोरेज काफी नुकसान में रहता है। ये पारंपरिक स्टेशनों में सहायक स्त्रोत के तौर पर काम कर सकते हैं।
- टाइडल की फेंस (बाढ़) के कारण मछलियों के पलायन में बाधक होती है।

मैग्नेटो हाइड्रो डायनामिक (MHD) विद्युत उत्पादन (Magneto hydro dynamic (MHD) power generation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **मैग्नेटों हाइड्रो डायनामिक (MHD) पावर उत्पादन की विशेषताएँ बताना**
- **मैग्नेटों हाइड्रो पावर जनेरेशन के सिस्टम घटकों को समझाना**
- **MHD पावर उत्पादन के लाभ बताना ।**

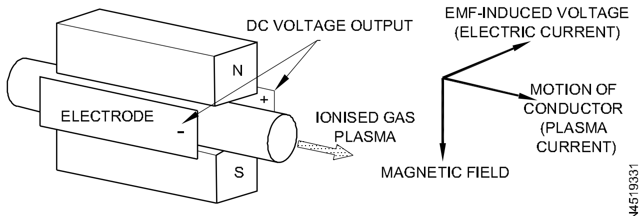
मैग्नेटो हाइड्रो डायनामिक पावर जनेरेशन (Magneto hydrodynamic power generation)

बिना किसी चलित यांत्रिक (moving mechanical) भाग जैसे टर्बाइन और जनेरेटर के केवल आयनित तेज गति वाली गैसों से जब विद्युत उत्पन्न करते है तो उसे मैग्नेटो हाइड्रो डायनामिक पावर जनेरेशन कहते है ।

कार्य सिद्धांत (Working principle)

Fig 1 में MHD का कार्य सिद्धांत समझाया गया है। MHD जनेरेटर को एक फ्लूड डायनामो (fluid dynamo) कहा जा सकता है। यह यांत्रिक डायनामो के जैसा ही होता है। जिसमें एक मेटल चालक (वायर) को किसी चुम्बकीय क्षेत्र में घूमाते है तो उस वायर में विद्युत धारा बहने लगती है। MHD में मेटल वायर के स्थान पर कंडक्टिंग गैस प्लाजमा (conducting gas plasma) या आयनित गैस होती है।

Fig 1



MAGNETO HYDRO DYNAMIC POWER GENERATION

जब किसी चुम्बकीय क्षेत्र (magnetic field) में से कंडक्टिंग प्लाजमा को निकाला जाता है तो प्लाजमा के समकक्ष एक वोल्टेज उत्पन्न होता है। यह वोल्टेज, मेग्नेटिक फील्ड और प्लाजमा के बहने की दिशा के लंबवत होता है। यह फ्लेमिंग के दाय हाथ के नियम के अनुसार आपस में लम्बवत होते है।

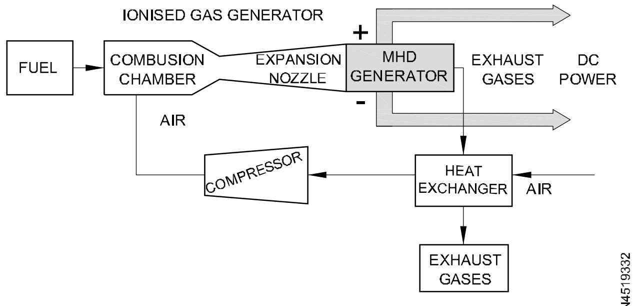
MHD सिस्टम (The MHD system)

MHD में उच्च तापमान वाली गैस की आवश्यकता होती है । जो या तो न्यूक्लीयर रिएक्टर का कूलेंट हो सकती है या जीवांशय तो जला कर बनाई गई उच्च तापमान वाली गैस हो सकती है । Fig 2 में इसके सभी भागों को दिखाया गया है ।

विस्तार नोजल (Expansion nozzle)

यह गैस के प्रेशर को कम करता है और प्लाजमा की गति को बढ़ा देता है। पिर जब गैस जनेरेटर डक्ट से गुजरती है तो आऊट पुट बढ़ जाता है। यह बरनॉली नियम से होता है। उसी समय जब प्रेशर कम होता है, तो प्लाजमा का तापमान भी कम होता है (ग्रे-लूसक नियम से) जिसके कारण प्लाजमा का प्रतिरोध बढ़ जाता है। अतः बरनॉली और गे-लूसक के नियमों के बीच ताल-मेल बैा कर ही, इस सिस्टम पर काम होता है ।

Fig 2



OPEN CYCLE USING CONVENTIONAL FUEL

ईंधन के दहन दर को बढ़ाने के लिए कंप्रेसर को एग्जास्ट से निकली उष्मा से चलाया जाता है। परन्तु अतिरिक्त ऊष्मा बेकार जाती है।

प्लाजमा (The Plasma)

MHD सिस्टम की प्राथमिक आवश्यकता कंडक्टिंग गैस प्लाजमा बनाना और उसका प्रबंध करना है। क्योंकि पूरा सिस्टम इस कंडक्विंग प्लाजमा पर निर्भर करता है। ठोस, तरल और गैस के बाद प्लाजमा ही पदार्थ की चौथी स्थिति होती है। प्लाजा के परमाणुओं और अणुओं से ऐसे इलेक्ट्रान हटा दिये जाते है जो धनात्मक चार्ज आयनों को छोडते है। नोबल गैसे और अल्काली मेटल वेपर ऐसी ही फ्लूड गैसे होती है।

गैस प्लाजमा (The gas plasma)

उच्च चालकता को प्राप्त करने के लिए धनात्मक चार्ज किये गये प्लाजमा को छोड़कर, परमाणुओं से इलेक्ट्रानों को अलग करके गैस का विश्लेषण किया जाना चाहिए। जब प्लाजमा को कुछ डिजाइन में जो ध्वनि की गति से अधिक होती है, उसे चुम्बकीय क्षेत्र से गुजारते है, तो एक चलिक विद्युत चालक प्राप्त होता है जो बाहरी सर्किट को करंट प्रदान करता है।

गैस के आयनीकरण की विधियाँ (Methods of Ionising the gas)

गैस की आयनीकरण के विभिन्न तरीके होते है, ये सभी तरीके गैस को दी गई ऊर्जा पर निर्भर करते है। यह कार्य गैस को X-rays या गामा किरणों के साथ हीटिंग या विकिरण द्वारा किया जाता है। न्यूक्लीयर रिएक्टर से निकला कूलेंट जो कि हीलियम और कार्बन डाई-आक्साइड होता है। उसे भी MHD के प्लाजमा ईंधन के लिए उपयोग करते है। इससे निकली हुई गैस को हीट एक्सचेंजर में दे कर स्टीम को बढ़ाया जाता है जिससे टर्बाइन घूमता है।

गैस प्लाजमा के पूर्ण दहन के लिए गैस की चालकता और आयनीकरण को बढ़ाने के लिए कुल द्रावमान का 1% पोटासियम कार्बोनेट या सिसियम मिलाया जाता है।

रोकथाम (Containment)

डक्ट जिसमें प्लाजमा रखा जाता है उसे कुचालक पदार्थ से बनाया जाता है। क्योंकि प्लाजमा का तापमान 1000°C ऊपर होता है । इसलिए डक्ट में इस तापमान को सहन करने की क्षमता होना आवश्यक है । इसमें उपयोग होनेवाले इलेक्ट्रोड अच्छे चालक व ऊष्मा रोधी होने चाहिए ।

फेराडे करंट (The Faraday Current)

प्रवाहित प्लाजमा के एक शक्तिशाली इलेक्ट्रो मेग्नेट से मेग्नेटिक फील्ड दिया जाता है । जो प्लाजमा से लम्बवत फील्ड देता है । प्लाजमा के दोनों तरफ दो इलेक्ट्रोड लगाये जाते है । जिन पर जनेरेटेड वोल्टेज मिलता है । प्लाजमा और इलेक्ट्रोड के बीच बहने वाली धारा ही फेराडे करंट कहलाती हैं । यह MHD मुख्य विद्युत आऊटपुट होता है ।

पावर आऊटपुट (Power output)

सिस्टम का आऊटपुट पावर, आयनाइज प्लाजमा के प्रवाह की दर और उसके क्रस-सेक्शनल ऐरिया (क्षेत्रफल) के आनुपालिक होता है । इस प्रक्रिया में चालक का तापमान और गति भी घट जाती है । MHD जेनरेटर चालक पदार्थ का तापमान, प्लाजमा के तापमान (1000°C) तक कम करता है ।

MHD जनेरेचर में DC करंट जनेरेट होता है । जिसे आगे चलकर इनवरटर के द्वारा AC में बदला जाता है और ग्रिड को दिया जाता है ।

दक्षता (Efficiency)

MHD की दक्षता 10 से 20 प्रतिशत होती है । क्योंकि इसमें ऊष्मा हानियाँ अधिक होती है । इस कारण MHD का अनुप्रयोग सीमित है । इसका उपयोग किसी दूसरे जनेरेटिंग सिस्टम के साथ सहायक के रूप में किया जाता है । जिसमें स्टीम टर्बाइन में स्टीम की ऊष्मा को बढ़ाकर उसकी दक्षता 65% तक ली जाती है ।

अनुभव (Experience)

कई देशों में 50 MW या उससे अधिक क्षमता वाले प्रदर्शन प्लांट बनाए गए है, लेकिन MHD जनरेटर महंगे हैं। इसका विशिष्ट अनुप्रयोग हो सकता है, लेकिन वे संयुक्त चक्र गैस टर्बाइन (combined-cycle gas turbines) से कम कुशल है। इसकी बहुत ही कम स्थापनाएँ है। और MHD को कमर्शियल पावर के लिए उपयोग नहीं किया जा सकता है ।

MHD जनरेटर के लाभ (Advantages of MHD generation)

अन्य पारंपरिक विधियों की तुलना में MHD के लाभ :

1 इसमें चलित फ्लूड के अलावा कोई चलित भाग नहीं होता, इसलिए इसमें यांत्रिक हानियाँ नहीं के बराबर होती है और आपेरेशन सरल होता है ।

2 MHD की दीवारों को फ्लूड का तापमान बनाये रखता है ।

3 इसमें पूर्ण शक्ति स्तर तक पहुँचने की क्षमता होती है ।

4 पारंपरिक जनरेटरों की तुलना में MHD की कीमत बहुत कम होती है।

5 MHD की उच्च दक्षता होती है । यह सभी पारंपरिक और गैर पारंपरिक जनरेटिंग विधियों से अधिक होती है ।

पावर जनरेशन एवं सबस्टेशन (Power generation by solar and wind energy)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

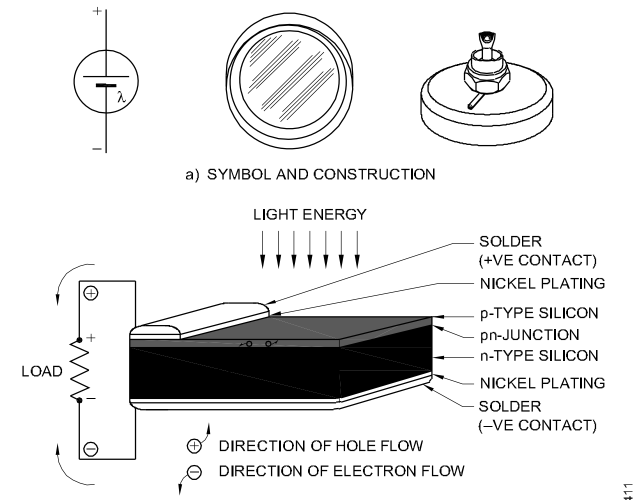
- **ऊर्जा के प्राकृतिक स्त्रोतों के आवश्यकताओं का वर्णन करना**
- **सोलर सेल के बुनियादी सिद्धांत और संरचना का वर्णन करना**
- **सोलर सेल के विशेषता एवं सामान्य वर्गीकरण का वर्णन करना**
- **सोलर पावर जनरेशन सिस्टेम के बनावट का वणर्न करना**
- **पवन ऊर्जा जनरेशन सिस्टम के बनावट का वर्णन करना**
- **निर्धारित पावर आवश्यक के सोलर सेल के आवश्यक सीरीज पैरेलल ग्रुप की गणना करना।**

सोलर सेल (Solar cells) : मानव को भोजन पकाने के साथ-साथ ठंडी जलवायु में गर्म रखने के लिये ऊष्मा ऊर्जा सबसे अधिक माँगी जाने वाली ऊर्जा है। वनों के कटाई के कारण ईंधन के लिये लकड़ी का उपयोग लगभग समाप्त हो गया है। ईंधन की आवश्यकता के कारण मानव ने कोयला और तेल का उपयोग करना शुरू किया, हालाँकि ये वस्तुएँ तेजी से धट रही है और कुछ सौ वर्षो के बाद दोनों पूरी तरह से गायब हो जायेंगी। जैसे कि-यह आवश्यक है कि मानव जाति को प्रकृित से ऊर्जा का वैकल्पिक स्त्रोत खोजना चाहिए।

इसलिए कई वैज्ञानिकों द्वारा सूर्य से प्राप्त गर्मी जैसे प्रकृित संसाधनों का उपयोग कर ऊर्जा संकट के समाधान में से एक सोलर सैल का अविष्कार है। सोलर सेल अनिवार्य कप से एक बड़ी फोटो डायोड है, जो पूरी तरह से वोल्टाइक डिवाइज के रूप में संचारित करने और यथासंभव अधिक आउटपुट पावर देने के लिये डिजाइन की गई है। जब से सेल सूर्य से प्रकाश किरणों के प्रभाव में होती है, तो ये लगभग 100 mw/cm^2 शक्ति देती है।

एक विशिष्ट विद्युत सौर सेल का निर्माण और क्रॉस सेक्शन Fig 1 में है। ऊपरी सतह में पी-टाइप अर्धचालक सामग्री की एक बहुत पतली परत होती है, जिसके माध्यम से प्रकाश जंक्शन तक प्रवेश करता है।

Fig 1



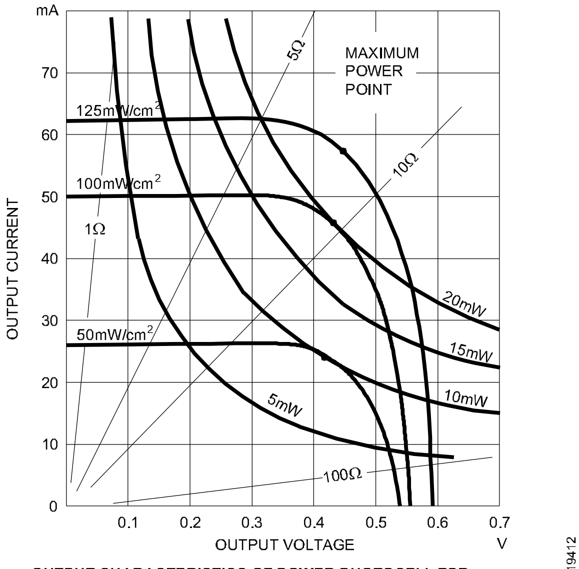
CONSTRUCTION AND CROSS SECTION OF A SOLAR CELL.

निकिल प्लेट p मटेरियल पॉजिटिव टर्मीनिल का कार्य करता है और नीचे का प्लेट मेगेटिव आउटपुट टर्मीनिल का कार्य करता है। समान्यतः उत्पादित सोलर सेल व्यवसायिक कप से फ्लैट स्ट्रिप फार्म में है जो, सौर सेल के उपलब्ध सर्किट Fig 1 में दिखाया गया है।

अलग-अलग मापदंण्ड़ों के अनुसार आउटपुट पावर 50mw/cm^2 से 125mw/cm^2 भिन्न होती है। जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है 100mw/cm^2 सोलर सेल ग्राफ की विशेषता दर्शाता है। विशेषता वक्र को ध्यान में रखते हुए यह स्पष्ट है कि सेल 50mA का आउटपुट करंट विपरीत करेगा। जब आउटपुट टर्मीनलों को कम परिचालित किया जाता है, तब आउटपुट वोल्टेज शून्य होगा। दूसरी ओर सेल का ओपन सर्किट वोल्टेज 0.55mv होगा, लेकिन आउटपुट करंट शून्य है, इसलिये फिर से उत्पादन शक्ति शून्य है। अधिकतम आउटपुट पावर के लिये डिवाइज की विशेषता के निम्न बिन्दु पर संचालित किया जाना चाहिए। सैर सेल में कुछ तापमान पर उत्पादन शक्ति घट जाती है।

सोलर एनर्जी परिवर्तन के फोटो सेल उपयोग के आउटपुट पावर का विशेषता Fig 2 में दिखाया जाता है -

Fig 2

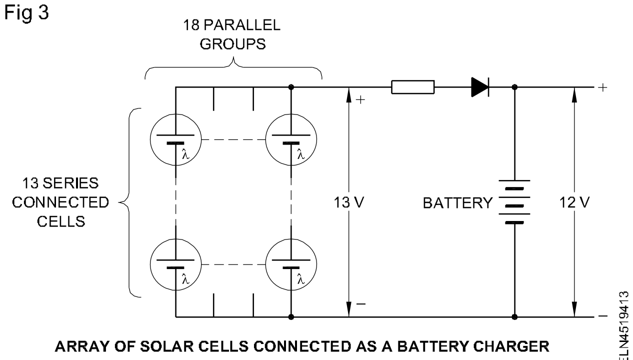


OUTPUT CHARACTERISTICS OF POWER PHOTOCELL FOR USE AS A SOLAR ENERGY CONVERTER

Fig 3 में सोलर सेल को बैटरी चार्जर से कनेक्ट किया गया है।

Fig 3 में बैटरी चार्जर के रूप में कार्य कर रहे सीरीज-पैरेलल जुड़े सोलर सेल के एक समूह को दर्शाता है। अधिकांश सेल सीरीज कनेक्टेड है और आवश्यक क्षमता के वोल्टेज उत्पादित कर रहे हैं और पैरेलल ग्रुप की संख्या आश्यक आउपुट करंट प्रदान कर रहे हैं।

Fig 3



ARRAY OF SOLAR CELLS CONNECTED AS A BATTERY CHARGER

उदाहरण (Example)

एक गाँव के कल्याण कल्ब के पास ब्लैक और व्हाइट TV है जो 24V से संचालित होता है और चार घण्टे के लिये 3amp की करंट लेता है।

आमतौर पर सोलर सेल का उपयोग एक 24V बैटरी को चार्ज करने के लिये किया जाता है और सूर्य से प्रकाश स्त्रोत उपलब्ध करने के लिये एक दिन में लगभग10 घण्टे सेल को सक्रिय करता है। 125mw/cm^2 के सोलर सेल के कुल संख्या और आवश्यक सीरीज पैरेलल ग्रुप की गणना करें।

हल (Solution)

Fig 2 ग्राफ के अनुसार सौर सेल को लगभग 0.45V और 57mA में संचालित किया जाना चाहिए। मान लो कि चार्ज वोल्टेज 24V के वोल्टेज से अधिक होना चाहिए, सौर सेल की बैटरी चार्ज करने के लिए 26.4 वोल्ट आपूर्ती करनी चाहिए।

$$\text{सीरीज में जुड़े सेलों की संख्या} = \frac{\text{आउटपुट वोल्टेज} = 26.4}{\text{सेल वोल्टेज} = 26.4}$$

= 58.5 = say 59 cells

TV के कार्यक्रम के हर दिन के बाद बैटरी द्वारा लिया गया जार्च 3amp x 4hours = 12 ampere घण्टे होगा। यह 10 घण्टे में सौर सेलों द्वारा आपूर्ती की जानी चाहिए, इसलिए इतनी करंट की आवश्यकता होगी।

$$\text{कंरट} = \frac{\text{Ampere hours}}{\text{hours}} = \frac{12}{10}$$

= 1.2 amp

पैरेलल में सेलों के कुल ग्रुपों की संख्या

$$= \frac{\text{Output current}}{\text{cell current}} = \frac{1.2\text{amp}}{57\text{mA}}$$

= say 21 cells

तब सेलों की आवश्यकता संख्या

= सीरीज में सेलों की संख्या x पैरेलल में सेलों की ग्रुप संख्या

= 59 x 21

= 1239 cells.

सौर ऊर्जा उत्पादन (Solar energy generation)

सौर ऊर्जा, ऊर्जा का एक अतुलनीय स्त्रोत है । सूर्य से पृथ्वी तक प्राप्त ऊर्जा 1.8 x 1011 MW, के बराबर होती है । जो कि पृथ्वी पर उपभोग होने वाली सभी वाणिज्य ऊर्जा स्त्रोतो से कही अधिक है । ये वर्तमान और भविष्य में पूरे विश्व के लिए ऊर्जा का बड़ा स्त्रोत है ।

सौर ऊर्जा की दो प्रमुख विशेषताएँ है । एक तो यह फासिल फ्यूल और न्यूक्लियर पॉवर की तरह, पर्यावरण में प्रदूषण नहीं करती और दूसरा यह सारे विश्व में एक समान पर्याप्त मात्रा में मिलती है ।

हालाकी इसके उपयोग में अधिक समस्याओं का सामना करना पड़ता है । सौर ऊर्जा पृथ्वी के कुछ हिस्सों में अधिक गरम होता है । जैसे भूमध्यम रेखा में । तकनीकी उपयोग के लिए 1 KW/m^2, से कम ऊर्जा कम नहीं लाई जा सकती है । इसके लिए अधिक क्षेत्रफल की जरूरत होती है जो महंगा पड़ता है ।

सौर्य विद्युत ऊर्जा (Solar electricity)

जब फोटो वोल्टिक पैनल पर सूर्य की किरणों पड़ती हो विद्युत ऊर्जा उत्पन्न होती है। सोलर पैनल से विद्युत ऊर्जा उत्पन्न करना ही सौर विद्युत कहता है।

सोलर पैनल से उत्पादित विद्युत ऊर्जा पैनल में लगे पदार्थ के फोटोवोल्टिक प्रभाव पर निर्भर करती है। ऐसे कुछ पदार्थ हो जो सौर किरणों के सामने रखने पर विद्युत धारा प्रवाहीत करते है। यह प्रभाव तक देखने मिलता है जब दो सेमीकंडक्टर (अर्धचालक) पदार्थों की दो परतें आपस में लगाई जाती है। एक परत से अनेक इलेक्ट्रिनों का व्यय होता है।

जब किरणों एक परत पर पड़ती है वो यो सूर्य किरणों से फोटोनों में अवशोषित करती है और इलेक्ट्रानों में उत्तेजित कर देती है। यह इलेक्ट्रान निकल कर दूसरी परत में जाने लगते है। इस प्रक्रिया से दोनों परतों के बीच विभवांतर होता है। जिससे धारा प्रवाह शुरू हो जाता है।

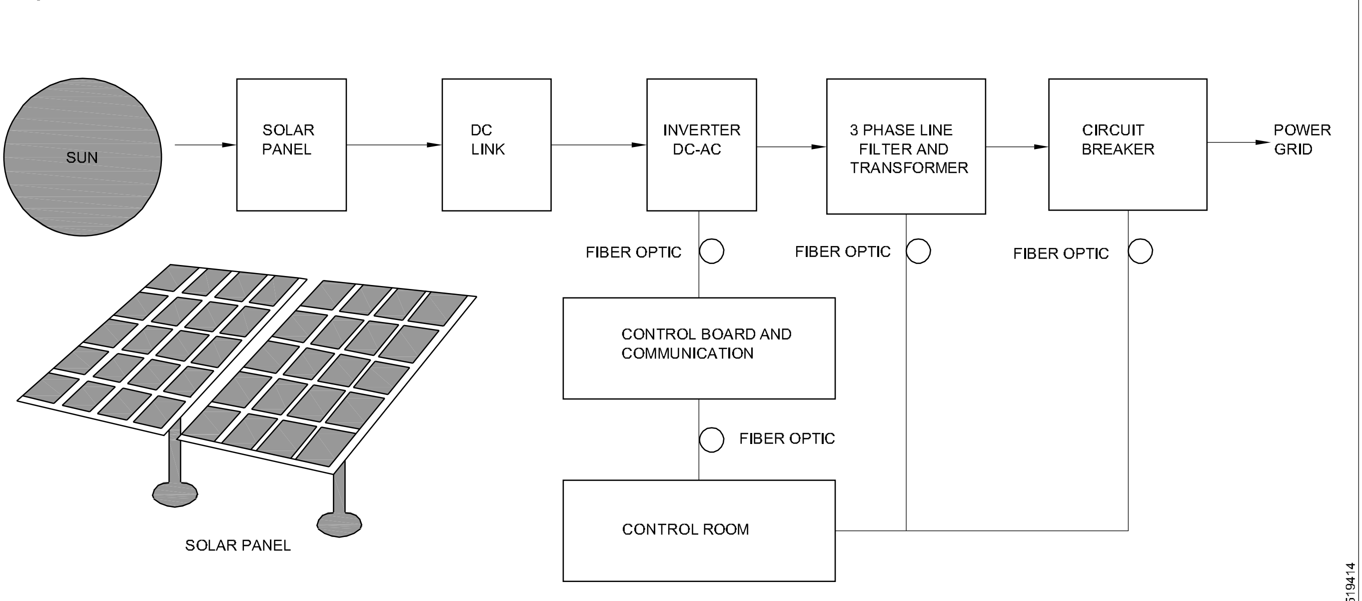
ऐसी इकाई जिसकगो अर्ध्दचालकों का उपयोग करके बनाया जाता है और उसे जब सूर्य की किरणों पर सीधा रखा जाता है तो विद्युत ऊर्जा उत्पन्न होती है उसे सोलर सेल कहते है। सोलर सेल बनाने के लिए सिलिकान का उपयोग किया जाता है। सेल के अंदर सिलिकॉन की पतली पतली परते लगाई जाती है। ये परते आपस में डोपिंग करते जोड़ी जाती है।

एक साथ अनेक सोलर सेलों को सीरिज और पेरेलल में जोड़ कर एक पैनल बनाते है। जितनी आवश्यकता हो उतने सेल लगाए जाते है ।

सोलर सेल बदली वाले मौसम में और रात को चांद की रोशनी में भी काम करता है। यह रोशनी की तीव्रता पर निर्भर करता है।

Fig 4 में सोलर पावर प्लांट का रेखा चित्र दिखाया गया है। इसमें सोलर पैनल कंट्रोलरह, इंवर्टर और बैटरी लगी होती है ।

Fig 4



SOLAR POWER PLANT

सौलर पैनल स्थापति करने का मापदण्ड (Solar panel installatio norms)

सोलर माड्यूल्स कनाने के लिये कुछ मानक औद्योगिक क्षेत्र है, जिन्हें (STC) (Standard Test Condition) के नाम से जाना जाता है।

यह माड्युल्स के जाँच करने का एक साधन है, जिसमें मुख्यतः निम्न कारक होते है -

सौर प्रकाश तीव्रता (Irradiance) (sunlight intensity))

यह एक समतल सतह पर पड़ने वाली कुल सूर्य प्रकाश की मात्रा है। इसकी इकाई वाट/m^2 है। जिसके मापन के मानक इकाई 1000Kw/m^2.

एयर मास (Air mass)

यह हवा की वह माटाई व स्पष्टता है, जिसके माध्यम से सूरज की रोशनी माड्यूल तक पहूँचने के लिये गुजरती है। इसका मानक 1.5 है।

सेल तापमान (Cell temperature) : इसका परीक्षण तापमान 250°C है।

माड्यूल दक्षता (Module efficiency) : यहाँ इनपुट पॉवर तथा आउटपुट पॉवर के अनुपात को माड्यूल दक्षता कहा जाता है। माड्यूलस डी.सी बिजली का उत्पादन करने के लिये सूरज की रोशनी में फोटॉन का उपयोग करते हैं।

- आमतौर पर एक मॉड्यूल के 1 वर्ग मीटर क्षेत्र में सूर्य के प्रकाश के 1000W/M^2 बौछार होता है यदि उस वर्ग मीटर से 100W बिजली का उत्पादन किया जाता है तो मॉड्यूल दक्षता 10% है। यदि 50W बिजली उस वर्ग मीटर से उत्पन्न होती है तो उसकी दक्षता 5% है।
- **दक्ष (efficient) सेल के लिये निम्नलिखित प्रमुख कारक होने चाहिए-**
- यह उच्च शार्ट सर्किट करंट सहन करने योग्य होना चाहिए।
- इसका ओपन सर्किट वोल्टेज उच्च होना चाहिए, साथ ही साथ उपरोक्त शर्तो को पूरा करने के लिये सभी गुण होन चाहिऐ ।
- शार्ट सर्किट और ओपन सर्किट वोल्टेज के उच्च मान प्राप्त करने के लिये कम बैण्ड गैप सामग्री का चयन करें।

सोलर पैनल को जोड़ना एवं स्थापित करना (Assembling and installation of solar panels)

सोलर पैनल सुर्य से प्राप्त सोलर एनर्जी पर कार्य करती है। सोलर पैनल को घरों के छत पर सबसे ऊची जगह में स्थापित किया जाता है, ताकि यह सूर्य किरण से प्राप्त फोटॉन्स को अवशोषित कर सकें।

सौर पैनल के लिये उपयोग में आने वाले सिलिकॉन कंडक्टर सूर्य की रोशनी को डायरेक्ट करंट (DC) में बदल देते है जो इंनर्वटर में प्रवाहित होता है यह एक अक्षय ऊर्जा है। सर्य के प्रकाश को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करने की पक्रिया अन्य कन्वर्सन से अधिक विश्वयनीय है।

सौर पैनल में कई अलग-अलग सिलिकॉन सेल या सोलर सेल होती है। सूर्य से प्राप्त ऊर्जा को सौर पैनल की मदद से विद्युत से जोड़ा जाता है।

1 एक सोलर पैनल घरों के छत पर लगाया जाता है, ताकि वह सूर्य किरणों को अवशोशित कर सकें।

2 सौर पैनल के लिये उपयोग में आने वाले सिलिकॉन कंडक्टर सूर्य की रोशनी को डायरेक्ट करंट (DC) में बदल देते है। जो इनवर्टर में प्रवाहति होता है।

3 इनवर्टर के द्वारा DC को AC में बदलकर घरों में उपयोग किया जाता है।

4 अतिरिक्त विद्युत जो उपयोग में नहीं होती है, ग्रिड को वापस कर दी जाती है।

5 घरों में कम पावर बिजली के लिये सोलर पैनल प्रयोग की जाती है।

सोलर पैनल को विद्युत से जोड़ने का प्रक्रम (Process of connecting solar panel to electricity)

एक विशेष प्रकार की सेल का उपयोग करके करंट उत्पन्न करने के लिये फोटॉनों को इलेक्ट्रॉनों से जोड़ने की प्रक्रिया सोलर पेनल में किया जाता है जिसे फोटो वोल्टाइक सेल कहा जाता है। इन सेलों को आमतौर पर गणना के लिये प्रयोग की जाती है और छोटे सेल एक साथ जोड़े जाते हैं, जिन्हें सौर पैनल (फोटो वोल्टाइक) सेल कहा जाता है। यह सिलिकॉन जैसे अर्द्धचालक से बने होते हैं, जो सूर्य से प्रकाश को अवशोषित करते है। सूर्य से प्रकाश को अवशोषित करते हैं। सूर्य के प्रकाश में फोटॉन,सौर पैनल के भीतर इलेक्ट्रान को प्रवाहित करते हैं।

सोलर मॉड्यूल की मूल आधारणा, श्रृंखला और प्रणाली का संतुलन (Basic idea of a solar module, array and balance of system) (BOS)

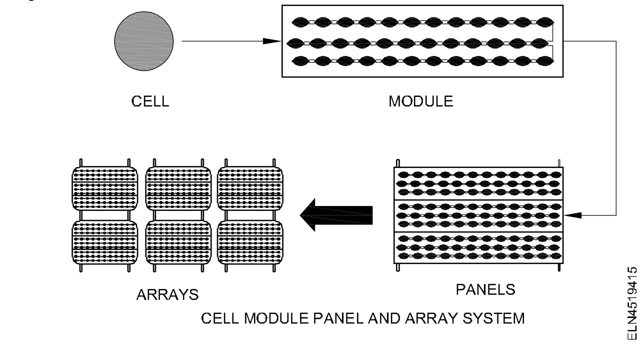
मॉड्यूल (Module)

सोलर सेल विभिन्न आकृत्यिों व आकार के बने होते है। सबसे छोटे सेलों को साधारण कैल्कूलेटर व उपकरणों में देखा जा सकता है। इस प्रकार के उपकरण में प्रयोग की जाने वाली पावर बहुत कम होती है, जबकि घरेलू लाइटिंग सिस्टम को चलाने के लिये अधिक पावर की आवश्यकता होती है। सेलों के समूह को एक साथ संलग्न किया जाता है तथा एक संलग्न समूह को एक मॉड्यूल के रूप में कहा जाता है।

यह अधिक वोल्टेज तथ अधिक पावर करने में सहायक है तथा यह पैनल को वर्षा, बर्फ तथा हवा आदि से बचाती है। मॉड्यूल के आउटपुट वोल्टेज तथा पावर की मात्रा सेलों की आकार तथा संख्या पर निर्भर करती है। इसलिये अधिक संख्या में मॉड्यूल के जोड़ को एक साधारण श्रृंखला में जोड़कर Fig 5 में दिखाया गया है।

प्राणली का संतुलन (Balance of system) (BOS)

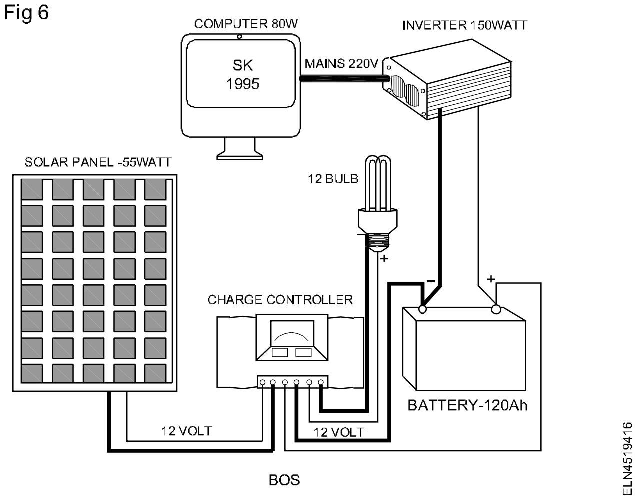
Fig 5



सेल मॉड्यूल्स और श्रृंखला विद्युत उत्पादन का हिस्सा है। छोटी युक्ति जैसे रेडियों के लिये पावर के कम मात्रा की आवश्यकता होती है, जिसे छोटे मॉड्यूल से जोड़ा जा सकता है परंतु बहुत से सुक्तियाँ व उपकरण रात्रि में अधिक पावर लेती है। मॉड्यूल, बैटरी और उपकरण असेम्बली का सरल रूप P.V प्राणाली का हिस्सा है।

मॉड्यूल को सीधे बैटरी से नहीं जोड़ा जा सकता है, इसलिये मॉड्यूल और बैटरी के बीच एक चार्ज कंट्रोलर ऑन चार्ज रेगुलेटर का उपयोग किया जाता है, और AC उपकरणों को चलाने के लिये इनवर्टर की आवश्यक्ता होती है जो पूरे सिस्टम को स्वीकार (excepts) करता है और इस मॉड्यूल को बैलेंस ऑफ सिस्टम (BOS) के रूप में जाना जाता है। (Fig 6)

Fig 6



एक BOS असेम्बली के मुख्य घटक है :

- भण्डारण बैटरी
- चार्ज कंट्रोलर
- इनवेटर (Inverter)
- आधार संरचना
- जंक्शन बॉक्स
- वायर, केबल्स और फ्यूज
- कनेक्शन और स्विच

उपरोक्त अवयवों के कार्यो को नीचे संक्षेप में समझाया गया है -

स्टोरेज बैटरी (Storage battery)

लाइटनिंग के लिये उपयोग की जाने वाली सबसे छोटी प्रणालियों में 12V तथा लंबी प्रणाली के लिये 24V बैटरी की आवश्यकता होती है। यदि वायर का साइज छोटा है, तो सिस्टम में हानि न्यूनतम होता है। इसे सावधानीपूर्वक संभालने की जरूरत है। इसे क्षति होने से बचाने के लिये कभी भी ओवर चार्ज या डिस्चार्ज न करें।

चार्ज कंट्रोलर (Charge controller)

यदि बैटरी, चार्ज को नियंत्रक करने में सक्षम नहीं है । यह कार्य एक ऑटोमेटिक डिवाइस द्वारा संपन्न होती है, जिसे चार्ज कंट्रोलर के नाम से जाना जाता है। जिनकी विधि निम्न है -

- यह बैटरी चार्ज को नियंत्रित करता है और चार्जिंग करंट को बंद करता है और नुकसान से बचाता है।
- यह बैटरी चार्ज एक निधार्रित सीमा से नीचे चला जाता है, तो यह उपकरणों को डिस्कनेक्ट करता है ।
- रिवर्स कंरट को रोकता है तथा शार्ट सर्किट से बचाता है।

इनवर्टर (Inverter)

एक सोलर सिस्टम सिर्फ DC पावर प्रदान करता है, घरेलू उपकरणों के लिये AC पावर की आवश्यकता है। CFL जैसे युक्ति को चलाने के लिये इनवर्टर द्वारा DC को AC में परिवर्तित करता है।

आधार संरचना (Support structure)

एक सौर मॉड्यूल को साधारणतया जमीन या छत पर नहीं रखा जा सकता है। इसके लिये एक कोण पर सूर्य किरण इकठ्ठा करने की आवश्यकता होती है। तेज हवा से मॉड्यूल को सूरक्षित रखने के लिये सोलर PV सिस्टम के संरचना का उपयोग किया जाता है।

जंक्शन बॉक्स (Junction boxes)

यह कई वायरों का सीधे बिंदु (meeting point) होती है। ये मॉड्यूल कि बीच में या मॉड्यूल व बैटरी बेंक के बीच में लगते हैं। जंक्शन बॉक्स एक मजबूत सामग्री (पॉली कार्बोनेट) से बना होता है, यह उच्च प्रवाह के लिये तांबे के कनेक्टर के उपयोग करता है। यह सिस्टम को नमी से बचता है।

वायर एवं फ्यूज (Wires and fuses)

सोलर सिस्टम से लो वोल्टेज व हाई करंट प्राप्त होता है। इसलिये अधिक व्यास वाले वायरों की आवश्यकता होती है। इसमें लगे फ्यूज इस उपकरण की शॉर्ट सर्किट से बचता है।

सी. एफ. एल. (Compact Fluorescent Lamp)

यह न केवल एक ऊर्जा बचत लैम्प है, अपितु यह लम्बी आयु (8000 घण्टे) एवं कम गर्मी वाला सामान्य CFL लैम्प है :

- 5W - 235 Lumens
- 7W - 370 Lumens
- 9W - 600 Lumens
- 11W -900 Lumens

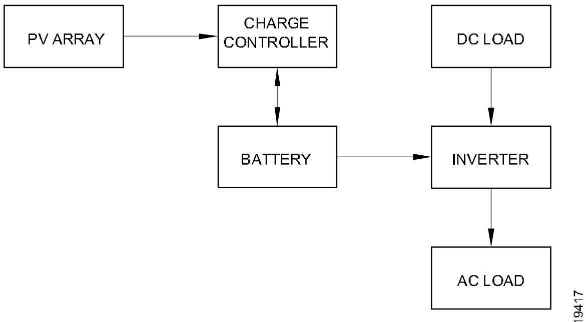
स्थापित सोलर पैनल के कुछ अनुप्रयोग निम्न है :

- सोलर पावर प्लान्ट
- सोलर लालटेन
- सोलर लाइटिंग सिस्टम
- सोलर वाटर पम्पिंग सिस्टम
- सोलर बैटरी चार्जिंग सिस्टम
- सालर हायब्रिड सिस्टम
- सोलर ग्रिड कनेक्टेड पावर प्लान्ट
- सोलर होम सिस्टम सोलर बाटर हीटर आदि
- सोलर वाटर हीटर आदि

घरेलू सोलर सिस्टम को सथापित को स्थापित करने के प्रक्रिया का उदाहरण नीचे वर्णन किया गया है।

Fig 7 सोलर पैनल स्थापन का ब्लॉक डायग्राम दिखाता है।

Fig 7



BLOCK DIAGRAM OF SOLAR POWER SYSTEM

- सिस्टम को पैकिंग से इकठ्ठा करो।
- सिस्टम के विभिन्न भागों के कई बाहरी क्षति की जॉच करो।
- लोड को जंक्शन बॉक्स कंट्रोलर से कनेक्ट करो।
- जंक्शन बॉक्स को लोड करने के लिये सभी लाइटिंग लोड को चार्ज कंट्रोलर के साथ संबंधित केबल से कनेक्ट करो।
- बैटरी कॉक्स पर चार्ज कंट्रोलर रखें, बैटरी को अंदर रखें।
- फायर मॉड्यूल को सहायक संरचना पर लगायें।
- सिस्टम बॉक्स ले-आउट देखो।

चार्ज कंट्रोलर की स्थापना (Mounting of charge controller)

- कंट्रोलर को दीवार सामग्री से दीवार में स्क्रू द्वारा फिट किया।
- कंट्रोलर के साथ आपूर्ति की गई फ्यूज के साथ बैटरी केबल असेम्बली को कनेक्ट किया।
- पहले कंट्रोलर को कनेक्ट करो और तब बैटरी दोनों मॉड्यूल्स को।
- वायर को लोड के साथ कनेक्ट करें तथा कंट्रोलर से भी कनेक्ट करें।

वैद्युतिक संबंध (Power connection)

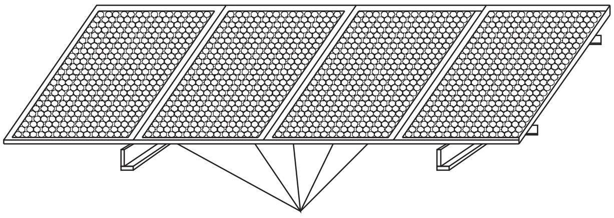
- पूर्ण आवेशित बैटरी को ही सिस्टम के साथ कनेक्ट करें।
- चार्ज बैटरी से लोड को 2 - 3 दिनों तक लगातार संयोजित न रखें। (जब बैटरी पूर्ण आवेशित हो, तभी लोड संयोजित करें)।
- संबंधित केबल को चार्ज कंट्रोलर से उचित ध्रुवता के साथ कनेक्ट करें।
- स्विच को ऑफ स्थिति में रखें और लोड केबल बैटरी तथा चार्ज कंट्रोलर से संयोजित करें।
- सामान्य प्रचालन के लिये लैम्प को ‘ON’ करें।
- सोलर पैनल स्थापना को इसके विभिन्न फंक्शन के लिये जाँच करें।

(Fig 8a और b) मध्यक्लैम्प के साथ स्थापित सौर पैनल दिखाता है और फ्रेम माउंटेड इंस्टालेशन का चित्र है।

सोलर पैनल की कार्यविधि (Functionality of solar panel)

सूर्य प्रकाश सोलर पैनल का बुनियादी ईंधन है। इसके सामान्य प्रचानल के लिये सूर्य की किरणें आवश्यक है, परंतु बातावरण मॉडयूल्स के उचित कार्य करने में बाधा उत्पन्न करतें है।

Fig 8(a)



MID CLAMP ILLUSTRATELL

Fig 8(b)

INSTALLED SOLAR PANEL WITH FRAME ILLUSTRATELL

ELN4519418

सामान्य प्रचालन में पावर लॉस को निम्न कुछ कारक प्रभावित करते हैं -

- झुकाव कोण (Tilt Angle)
- धूल (Dust)
- छाया (Shading)
- प्रकाश तीव्रता (Light intensity)
- तापमान (Temperature)
- चार्ज कंट्रोलर (Charge controller)
- सेमी कंडक्टर एनर्जी बॉक्स (Semiconductor energy loss)
- केबलिंग लॉस (Cabing loss)
- गलत कनेक्शन (Improper connection)

झुकाव कोण (Tilt angle)

सोलर माड्यूल को सूर्य के उचित मार्ग में अवश्य स्थापित किया जाना चाहिए। और यह एक अक्षांस के बराबर कोण पर झुका होना चाहिए। यदि tilt angle में किसी भी पुकार की त्रुटि होती है, तो कुछ मात्रा में पावर क्षति होती है।

धूल (Dust)

यदि माड्यूलस को ठीक से साफ नहीं किया जाता है, तो शुष्क मौसम में माड्यूल की सतह में धूल जम जायेगी। और यह उच्च ऊर्जा क्षति 5-10% कारण बन जाती हैं।

छाया (Shading)

सोलर माड्यूल को पूरे दिन सर्य का सामना करना पड़ता है इसे ऐसी जगह पर रखना चाहिए जहाँ किसी भी प्रकार की छाया इस पर नहीं पड़ना चाहिए। लेकिन मुक्त ट्रांसफार्मर T.V एटीना आदि छाया उत्पन्न करने का कारण हो सकता हैं।

एक सोलर माड्यूल अलग-अलग सोलर सैलों को एक दूसरे से सीरीज में जोड़कर बनाया जाता है।

उदाहरण के लिए 36 सेलों के मॉड्यूल में से एक सेल पूर्ण है तो हाई रैजिस्टैस के कारण पावर आउटपुट 0 होगा। अगर एक सैल 50% रैडिड हैं, तो पावर आऊटपुट 50% तक कम हो जाता है। लेकिन उच्च प्रतिरोध प्रदान करता है।

प्रकश की तीव्रता (Light intensity)

तेज धूप से पैनल से अधिक बिजली पैदा होती है, सुर्य प्रकाश जैसे $1000W/M^2$ से रेटिड आउटपुट पावर पूर्ण होगा। परन्तु $500W/M^2$ से रेटिड आऊटपुट पावर आधा होगा। आऊटपुट पावर सूर्य प्रकाश में वृद्धि के सीधे आनुपातिक होता हैं।

तापमान (Temperature)

तापमान के अधिकता के कारण मॉड्यूल में आउटपुट पावर की कमी हो जाती है। जिससे पावर लास होता है, जाँच किया गया स्टैंडर्ड तापमान 25°C होता है। तेज धूपके दौरान सेल का तापमान 70°C तक पहुंच सकता है। यदि क्रिस्टलीय सिलिकान में 0.4 से 0.5% प्रति डिग्री सेटीग्रेड तापमान में कमी होती है, तो तापमान गुणांक 25°C ऊपर बढ़ जाता है। सिलिकान माड्यूल तापमान गुणांक 0.2 से 0.25% तापमान में वृद्धि होती है।

चार्ज कंट्रोलर (Charge controller)

यदि चार्जर कंट्रोलर निरंतर प्रचालन में हैं और यह कम घारा जैसे 5mA से 25mA, लेता है तो बिजली की हानि लगभग 1% होगी।

सेमीकंडक्टर एनर्जी लॉस (Semiconductor energy loss)

चार्ज कंट्रोलर में मुख्य अवयव मासफेट और ब्लाकिंग डायोड होते हैं। जिसके कारण उसमें ऊर्जा लॉस पैदा होता हैं।

केबलिंग नुकसान (Cabling loss)

केबल भी विद्युत के नुकसान का कारण है। यह तार के बड़े व्यास वाले आकार को चयन कर कम किया जा सकता है।

गलत कनेक्शन (Improper connection)

यदि विद्युत कनेक्शन उचित रूप में से नहीं किया गया है,तो इससे बैटरी को कम बिजली मिलती है। इसे साफ और टाइट कनेक्शन करके कम किया जा सकता है।

पवन ऊर्जा उत्पादन (Wind power generation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **पवन ऊर्जा उत्पादन की विशेषताएँ बताना**
- **पवन ऊर्जा उत्पादन के लाभ और हानियाँ बताना।**

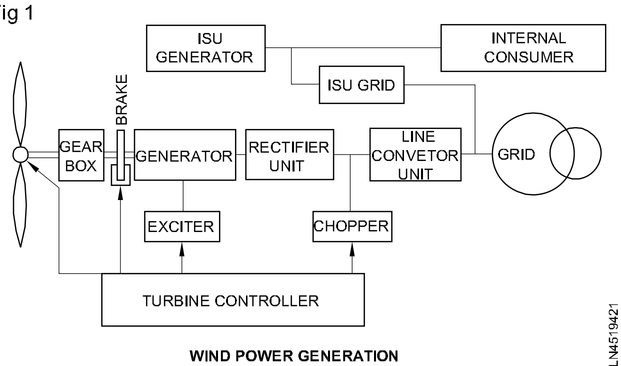
पवन की गति का उपयोग करके विद्युत उत्पादन ही पवर ऊर्जा उत्पादन कहलाता है। क्योंकि पवन में वेग और गतिज ऊर्जा है इसी का उपयोग करके विद्युत ऊर्जा बनाते हैं। इसके लिए, पवन चक्की का उपयोग कर सकते है। इसका सबसे महत्वपूर्ण भाग एक टॉवर जो ब्लेडों के साथ एक मजबूत प्लेटफार्म पर लगाया जाता है। ब्लेडों की गति पवन की गति के साथ बदलती है। इस पवन चक्की का रोटेशन अल्टरनेटर को दिया जाता और विद्युत ऊर्जा का उत्पादन होता है। अगर पवन चक्की की रोटर को पम्प से जोड़ देते है तो ये पम्प को पानी खींचने के लिए ऑपरेट करती है।

पवन ऊर्जा का उत्पादन ऐसे स्थानों में किया जा सकता है जहाँ बडे तटीय, पहाड़ी और तराई वाले क्षेत्र है। एक वपन चक्की की ब्लेड अगर 17 m के व्यास की हो तो वो 100 kw तक विद्युत उत्पन्न कर सकती है। ब्लेडों को विशेष तरह से डिजाइन किया जाता है। जो यांत्रिक ऊर्जा बनाती है।

ऑपरेशन (Operation)

पवन ऊर्जा का व्यवस्थित डायग्राम Fig 1 दिखाया गया है ।

Fig 1



WIND POWER GENERATION

जब पवन ब्लेडों से टकराती है तो ये घूमना शुरू कर देते है । एक हाई स्पीड गेयर बाक्स के साथ रोटर को लगाया जाता है । गेयर बाक्स रोटर द्वारा दी गई स्पीड को और बढ़ाता है और इसे जनेरेटर को देता है । जनेरेटर को एक बाहरी एक्साइटर से एक्साइटिंग करंट देते है । एक्साटिंग करंट को कंट्रोल करने के लिए एक टर्बाइन कंट्रोलर लगा होता है । इसमें एक सेंसर होता है जो पवन के गति के अनुरूप एक्साइटिंग करंट देता है ।

जनेरेटर का आऊट पुट वोल्टेज रेक्टीफायर देते है । रेक्टीफायर AC स्टेबल आऊटपुट देता है । जो एक ग्रीड में दिया जाता है । फिर ट्रांसफार्मर से स्टेपअप करके वोल्टेज को वितरण के लिए आगे बढ़ाते है । कुछ अन्य सहायक इकाईया जो इंटरनल यूनिट कहलाती है । जैसे मोटर, बैटरी आदि । इन्हें **(internal supply unit** - ISU) कहते है । इस ISU को ग्रेड से सप्लाई दी जाती है । एक चोंपर लगाया जाता है जो रेक्टीफायर की अतिरिक्त ऊर्जा को अवशोषित करता है जिसे रेक्टीफायर यूनिट (Rectifier Unit - RU) कहते है ।

लाभ (Advantages)

1 यह एक सस्ता कभी न खतम होनेवाला स्त्रोत है। इसे परिवन की आवश्यकता नहीं होती है।

2 इसकी संरचना सरल होती है। आसानी से और जल्दी लगाने वाला संयंत्र है।

3 हाइड्रो पावर प्लांट की तुलना में इसको अधिक महत्व इसलिए किया जा रहा है क्योंकि पानी का लेवल स्थिर नहीं होता है। पानी का लेवल बहुत हद तक मानसून पर निर्भर करता है।

4 प्रदूषण रहित होता है।

5 उच्च तकनीक की आवश्यकता नहीं होती।

6 कम कीमत में विद्युत उत्पादन होता है।

हानियाँ (Disadvantages)

1 इसका सबसे बड़ा गुणदोष यह है कि पवन का वेग हमेशा एक समान नहीं होता। इससे प्लांट के डिजाइन में कनिाइयाँ आती है।

2 टर्बाइन की ब्लेडों को घूमने के लिए बड़े क्षेत्र की आवश्यकता होती है । जिससे वे अधिक पावर उत्पन्न कर सकें।

3 कभी तेज हवाओं और तूफान की स्थिति में पूरा प्लांट बरबाद हो सकता है। इससे बचने के लिए विशेष व महंगे किसम के कंट्रोल उपकरण लगाये जाता है।

4 बताएं गये सभी दोषों के प्लांट की कीमत सबसे बडा कारण है । जिसके रहते इसका उपयोग भारतीय गाँवों में नहीं किया जा सकता है। पवन ऊर्जा से उत्पादन विद्युत को अनुमानित कीमत 1 लाख के ऊपर जाती है।

आधुनिक पनव ऊर्जा प्लांट आज भी इस समस्या का समाधान नहीं निकाल पा रही कि जब हवा न चल रही हो तो उत्पादन कैसे हो। जब हवा न चल रही हो तो बड़े टर्बाइनों में एक यूटीलिटी पावर नेटवर्क लगाया जाता है। छोटे टर्बाइनों में डीजल या विद्युत जनेरेटर को जोड़ते है। जब हवा तेज चलती है। तो अतिरिक्त ऊर्जा का बैटरी में स्टोर करते हैं।

पावन ऊर्जा संयंत्र में श्रृंखला में पवन चक्कियाँ लगाई जाती है। एक पवन चक्की में उसे 6 पंखुडियाँ हो सकती है। जो एक ही अक्ष पर घूमती है । इसके विभिन्न उपयोग है जैसे

1 कूँए से पानी खींचना

2 बैटरी चार्जिंग

3 वॉटर पम्प

4 सधारण मशीनों की आपेरेटिंग

5 कृषी कार्य और कुछ अन्य उपयोग जैसे पत्थर तोड़ना लकड़ी काटना, अनाज पीसना, सिंचाई आदि।

विद्युत आपूर्ति प्रणाली - ट्रान्समिशन - लाईन इन्सुलेटर (Power supply system - transmission - line insulators)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विद्युत आपूर्ति प्रणाली और पावर सिस्टम स्किम के लेआउट का स्पष्ट करना**
- **विभिन्न विद्युत पारेषण की सूची तैयार करना**
- **AC एवं DC संचरण की तुलना करना**
- **उच्च वोल्टेज संचरण का लाभ बताना**
- **पारेषण में सिंगल फेस एवं 3 फेस वायर प्रणाली स्पष्ट करना ।**

विद्युत आपूर्ति प्रणाली (Power supply system)

पावर प्लांट से उत्पादित होनेवाली विद्युत ऊर्जा उपभोक्ताओं को वितरित की जाती है, इसका बड़ा नेटवर्क होता है जो मोटे तौर पर दो चरणों में बंट हुआ है, संचरण एवं वितरण।

पावर स्टेशन से उपभोक्ता परिसर तक विद्युत शक्ति को ले जाना, विद्युत आपूर्ति प्रणाली कहलाता है।

इलेक्ट्रिकल पावर सप्लाई सिस्टम में 3 मुख्य घटक होते है (i) पावर स्टेशन/ प्लांट (ii) ट्रांसमिशन लाइन (iii) डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम या वितरण प्रणाली। पावर प्लांट में उत्पादित होनेवाली विद्युत ऊर्जा, उपभोक्ता से दूर होती है, इस विद्युत ऊर्जा को संचरण के द्वारा दूर स्थित लोड सेंटर तक पहुँचाया जाता है और वितरण नेटवर्क (distribution network) के द्वारा उपभोक्ता तक।

आपूर्ति प्रणाली को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है :

- DC या AC सिस्टम
- सिरोपरि लाइन या भूमिगत प्रणाली

अब 3 फेस, 3 -वायर AC सिस्टम को वैश्विक रूप एक आर्थिक प्रस्ताव के रूप में अपनाया जा रहा है, कुछ स्थानों में 3 फेस - 4 वायर AC सिस्टम अपनाया गया है।

ओवर हेड सिस्टम की तुलना में भूमिगत प्रणाली अधिक महंगी है इसलिए हमारे देश में ओवर हेड सिस्टम को लगभग अपनाया गया है।

विद्युत पारेषण प्रणाली के प्रकार (Types of power transmission system)

3 - फेस - 3 वायर AC सिस्टम को लगभग हर स्थान पर अपनाया गया है । कुछ विशेष परिस्थितियों में ट्रांसमिशन के लिए दूसरी प्रणाली का भी उपयोग किया जा सकता है ।

संभावित प्रणालियाँ हैं :-

1 DC सिस्टम (DC system)

i DC 2 वायर

ii DC 2 वायर, मध्य भारा अर्थ किया हुआ

iii DC 3 वायर

2 AC एकल लाइन सिस्टम (AC single phase system)

i 1 फेस - 2 वायर

ii 1 फेस - 2 वायर, मध्य भाग अर्थ किया हुआ

iii 1 फेस, 3 वायर

3 AC 2 फेस सिस्टम (AC Two - phase system)

i 2 - फेस, 3 वायर

ii 2 - फेस, 4 वायर

4 AC 3 फेस सिस्टम (AC three phase system)

i 3 - फेस, 3 वायर

ii 3 - फेस, 4 वायर

जनरेटिंग स्टेशन और उपभोक्ता द्वारा इस्तेमाल की जानेवाली विद्युत शक्ति के मध्य लाईन नेटवर्क को 2 भागों मद्यें विभाजित किया गया है,

- **संचरण या पारेषण प्रणाली (Transmission system)**
- **वितरण प्रणाली (Distribution system)**

इस सिस्टम को प्रयामली संचरण (transmission) और सकेडंरी संचरण के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है, इसी तरह प्रायमरी विवरण और सेकंडरी वितरण है। यह Fig 1 में दिखाया गया है।

यह आवश्यक नहीं है कि डायग्राम में दिखाए गए समस्त स्टेप को दूसरी विद्युत योजनाओं (power schemes) में शामिल किया जाए। इसमें अंतर हो सकता है, कई पावर स्किम में सेकंडरी संचरण नहीं होता है तो कई छोटी पावर स्किम में संचरण होता ही नहीं है, सिर्फ विवरण होता है।

विशिष्ट विद्युत आपूर्तिप्रणाली के विभिन्न चरणों के निम्न प्रकार है :

1 जनरेटिंग स्टेशन (Generating station)

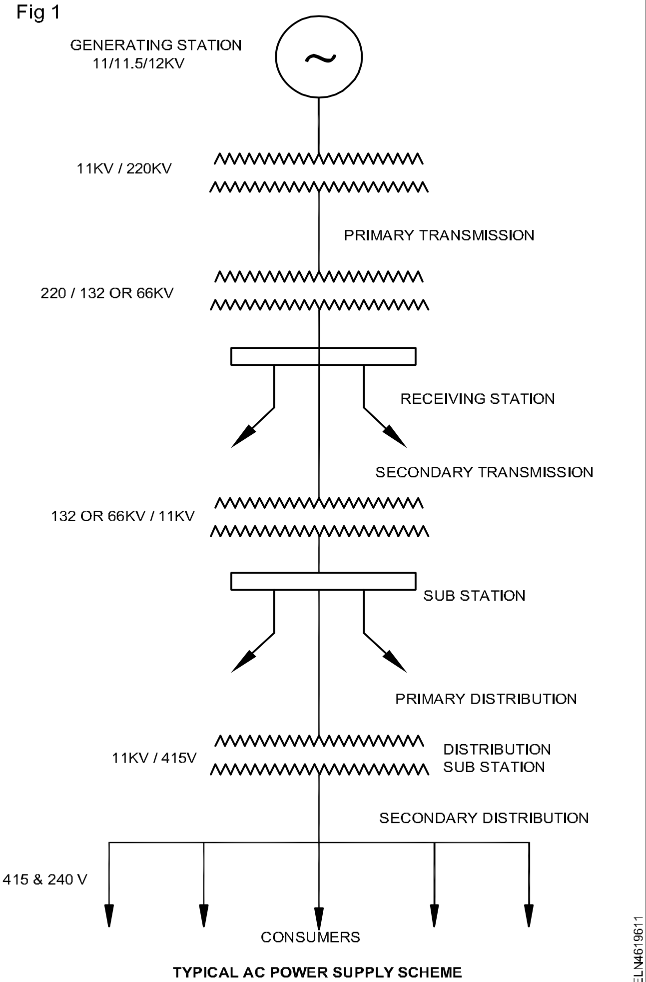
2 प्रायमरी ट्रांसमिशन (Primary transmission)

3 सेंकडरी ट्रांसमिशन (Secondary transmission)

4 प्रायमरी डिस्ट्रीब्यूशन (Primary distribution)

5 सेकंडरी डिस्ट्रीब्यूशन (Secondary distribution)

Fig 1



TYPICAL AC POWER SUPPLY SCHEME

जनरेटिंग स्टेशन (Generating station)

वह स्थान जहाँ पर समानांतर में जुड़े हुए 3 - फेस अल्टरनेटर्स/जनरेटर्स के द्वारा विद्युक शक्ति का उत्पादन किया जाता है। जनरेटिंग स्टेशन (पावर प्लांट) कहलाता है।

साधारण पावर प्लांट की क्षमता और उत्पन्न वोल्टेज 11KV, 11.5 KV, 12KV या 13KV तक होती है, किंतु आर्थिक रूप से, स्टेप अप ट्रांसफार्मर के द्वारा उत्पन्न वोल्टेज (11KV, 11.5KV या 12KV) को 132KV, 220KV, 400KV या 500KV इससके भी ज्यादा बढ़ाना अच्छा है।

प्रायमरी ट्रांसमिशन (Primary transmission)

3 - फेस वायर ओवरहेड ट्रांसमिशन प्रणाली द्वारा इलेक्ट्रिक सप्लाई को (132KV, 220 KV, 500KV या उससे भी ज्यादा) लोड सेंटर तक पहुँचाया जाता है।

सेंकडरी ट्रांसमिशन (Secondary transmission)

शहर से दूर स्थित क्षेत्र, रिमीविंग स्टेशन से लाइन के द्वारा जुड़ा हुआ होता है, सेंकडरी ट्रांसमिशन कहलाता है। रिसिविंग स्टेशन पर वोल्टेज के स्तर को स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर के द्वारा घटाया जाता है, (132KV, 66, 33KV) और विभिन्न सब स्टेशन पर (3 फेस - 3 वायर) ओवर हेट सिस्टम के द्वारा विद्युत शक्ति को भेजा जाता है, यही सेंकडरी ट्रांसमिशन है।

प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन (Primary distribution)

सब स्टेशन पर, सेकंडरी ट्रांसमिशन वोल्टेज (132KV, 66KV, 33KV) के स्तर को स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर के द्वारा 11KV तक घटाया जाता है।

सामान्यतः इन लाइन के द्वारा भारी उपभोक्ता जिनकी मांग 11KV, हो, को विद्युत सप्लाई की जाती है, इन लाइन का वोल्टेज 11KV होता है, पावर को नियंत्रित और उपयोग करने के लिए एक अलग सब स्टेशन बनाया जाता है।

अन्य मामलों में, भारी उपभोक्ता (बड़े पैमाने पर) जिनकी मांग 132 KV या 33KV होती है, वे इलेक्ट्रिक सप्लाय सेंकडरी ट्रांसमिशन या प्रायमारी डिस्ट्रीब्युशन से लेते हैं, और स्वयं के सबस्टेशन से स्टेप डाउन ट्रांसफ्रार्मर के द्वारा वोल्टेज के स्तर को स्टेप डाउन कर, उपयोग में लिया जाता है। (विद्युत कर्षण आदि के लिए)

सेंकडरी डिस्ट्रीब्युशन (Secondary distribution)

प्रयमरी डिस्ट्रीब्युशन लाईन (11KV) के द्वारा इलेक्ट्रिक पावर, डिस्ट्रीब्यूशन सब स्टेशन को दिया जाता है, यह सब स्टेशन उपभोक्ताओं के क्षेत्र के निकट स्थित होते हैं, जहाँ स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर का उपयोग कर वोल्टेज को 415V तक घटाया जाता है।

यह ट्रांसफार्मर डिस्ट्रीब्युशन ट्रांसफार्मर, (3 फेस - 4 वायर) कहलाते हैं, 3 फेस सप्लाय वायर में 2 फेज के मध्य 415 v और (1 - फेस) सप्लाय वायर में फेज वायर और न्यूट्रल के मध्य 240 v सप्लाय होती है।

घरेलु भार या लोड (पंखा, लाईट, टीवी इत्यादि) एक फेज़ वायर और न्यूट्रल वायर से जोड़ा जाता है, जबकि 3 - फेज़ भार या लोड़ जबकि 3-लाईन से जुड़े हुए होते है।

डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम के तत्व (Elements of distribution system)

डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम के तीन भाग है :

1 फीड़र (Feeders)

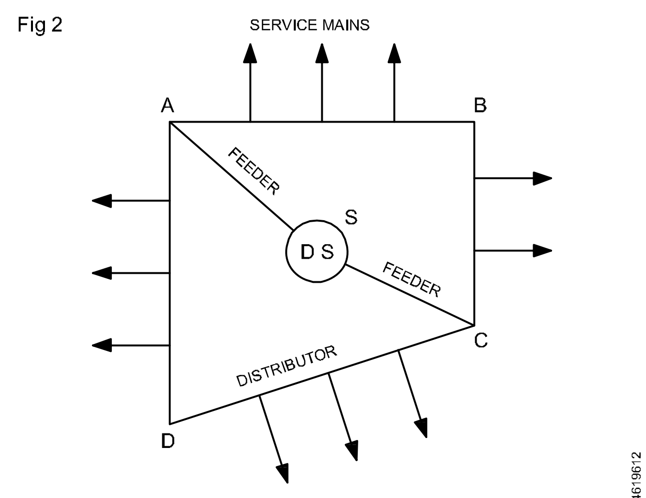
2 ड्रिस्ट्रीब्युटर्स (Distributors)

3 सर्विस लाइन या सर्विस मेन्स

फीडर वे इलेक्ट्रिक लाइन जो जनरेटिंग स्टेशन (पावर स्टेशन) या सब स्टेशन को डिस्ट्रीब्युटर्स से जोड़ती है फीडर्स कहलाती है। याद रखिए फीड़र में करंट (प्रत्येक पाइंट पर) एक जैसी या समान रहती है जबकि वोल्टेज स्तर भिन्न हो सकता है, फीडर में बहने वाली करंट कंडक्टर के साइज पर निर्भर करती है।

डिस्ट्रीब्युटर्स (Distributors)

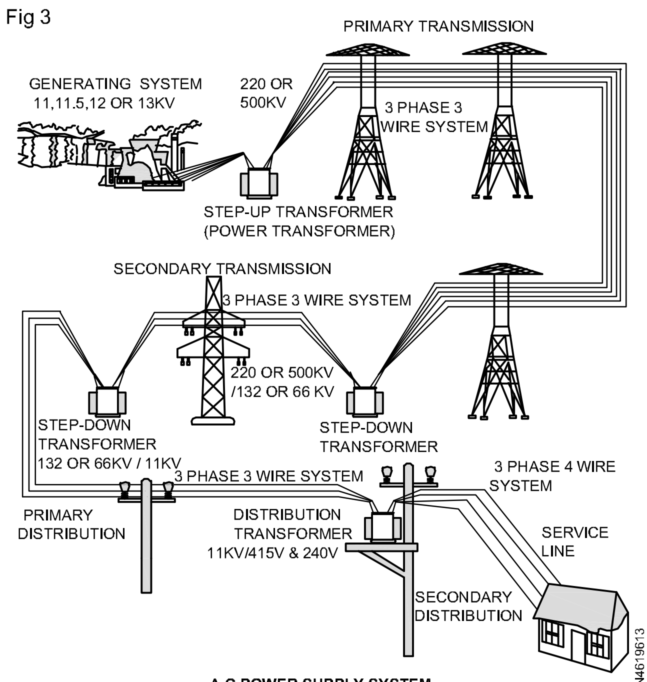
वह टेपिंग जो उपभोक्ता इलेक्ट्रिक पावर की सप्लाय देने के लिए निकाली जाती है, या जहाँ से उपभोक्ता को इलेक्ट्रिक सप्लाय मिलती है, डिस्ट्रीब्युटर्स कहलाता है, जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। डिस्ट्रीब्युटर्स के हर सेक्शन या अनुभाग में करंट भिन्न होती है जबकि वोल्टेज समान हो सकता है। डिस्ट्रीब्युटर्स का सेक्शन वोल्टेज ड्राप पर निर्भर करता है और वोल्टेज ड्राप के अनुसार डिजाइन किया जा सकता है। इसके कारण उपभोक्ता नियम के अनुसार रेटेड वोल्टेज ले सकता है।



DISTRIBUTION SYSTEM

सर्विस लाइन या सर्विस मेन्स (Service lines or service mains)

सामान्य केबल जो डिस्ट्रीब्युटर्स और उपभोक्ता लोड टर्मिनल के बीच जुड़ा होता है सर्विस लाइन या सर्विस मेन्स कहलाता है। एक पूर्ण सामान्य एसी पावर सप्लाय सिस्टम स्किम Fig 3 में दिखाया गया है।



A.C.POWER SUPPLY SYSTEM

DC और AC ट्रांसमिशन की तुलना (Comparison of DC and AC transmission)

इलेक्ट्रिक पावर या तो DC (या) AC के द्वारा प्रेषित (ट्रांसमिट) की जा सकती है। हर एक सिस्टम के अपने लाभ और हानि होते है। AC ट्रांसमिशन और DC ट्रांसमिशन सिस्टम के निम्नलिखित लाभ एवं हानियाँ बनाई गई है।

AC ट्रांसमिशन (AC transmission)

कुछ साल पहले, इंजीनियर्स द्वारा DC ट्रांसमिशन के प्रशंसनीय लाभों के कारण, इलेक्ट्रिक पावर को DC सिस्टम द्वारा ट्रांसमिट करने का विचार किया गया था।

DC इलेक्ट्रिक पावर ट्रांसमिशन के लाभ (Advantages of DC electric power transmission)

1 केवल दो कंडक्टर की आवश्यकता होती है।

2 इंडक्टेंस, केपेसिटेन्स और फेस डिसप्लेसमेंट की कोई समस्या नहीं है यह AC ट्रांसमिशन में भी समान है।

3 AC ट्रांसमिशन की तुलना में DC ट्रांसमिशन लाइन में समान लोड़ और सेंडिंग एंड वोल्टेज का वोल्टेज ड्राप कम होता है।

4 कंडक्टर पर स्कीन इफैक्ट नहीं होता है जिससे संपूर्ण कंडक्टर को उपयोगी रूप से इस्तेमाल किया जाता है, जिससे पदार्थ में बचत होती है।

5 समान वोल्टेज पर, AC ट्रांसमिशन लाइन की तुलना में DC ट्रांसमिशन के इंसुलेटिंग मटेरियल पर कम तनाव आता है।

6 DC लाईन में को रोना लॉस कम होता है औलर कम्युनिकेशन सर्किट में होने वाले हस्तक्षेप कम होते हैं।

7 सिस्टम अस्थिरता की परेशानी भी नहीं होती है जो AC ट्रांसमिशन में सामान्य है।

DC ट्रांसमिशन की हानियाँ (Disadvantages of DC transmission)

1 कम्युटेशन की कनिाई (समस्या) के कारण हाई या उच्च DC वोल्टेज पर पावर जनरेशन कनि होता है और उपयोगी रूप से उपभोक्ता सिरे पर उपयोग नहीं किया जा सकता।

2 स्टेप अप और स्टेपडाउन ट्रांसफोरमेशन, ट्रांसफार्मर द्वारा मुमकिन नहीं है।

AC इलेक्ट्रिक पावर ट्रांसमिशन के लाभ (Advantages of AC electric power transmission)

1 हाई वोल्टेज पर भी पावर जनरेट की जा सकती है, कम्युटेशन की कोई कनिाई (समस्या) नहीं होती है।

2 ट्रांसफार्मर के द्वारा AC वोल्टेज को स्टेप अप एवं स्टेप डाउन किया जा सकता है।

3 AC पावर को हाई वोल्टेज ट्रांसमिशन करने पर हानियाँ कम होती है।

AC इलेक्ट्रिक पावर ट्रांसमिशन की हानियाँ (Disadvantages of AC electric power transmission)

1 इंडक्टेंटश की और केपेसिटेन्स की समस्या, ट्रांसमिशन लाइन में रहती है।

2 स्कीन इफेक्ट के कारण, ज्यादा कॉपर की आवश्यकता होती है।

3 AC ट्रांसमिशन लाईन का निर्माण ज्यादा जटिल और महंगा होता है।

4 AC ट्रांसमिशन लाइन प्रभावी प्रतिरोध, स्कीन इफेक्ट के कारण बढ़ जाता है।

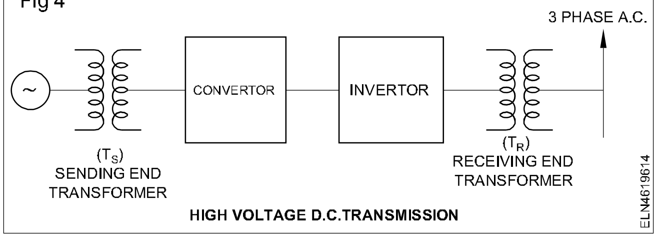
ऊपर की गई तुलना से यह स्पष्ट होता है कि, हाई वोल्टेज AC ट्रांसमिशन की तुलना में हार्ड वोल्टेज DC ट्रांसमिशन बेहतर है वर्तमान में AC ट्रांसमिशन के द्वारा इलेक्ट्रिक पावर को ट्रांसमिट किया जाता है, और DC

ट्रांसमिशन की ओर भी दिलचस्पी ली जा रही है । मर्करी आर्क रेक्टिफायर और थायरेट्रान के द्वारा AC से DC को और DC से AC को आसानी से परिवर्तित करना संभव हुआ है, कुछ उपकरण सिंगल युनिट में 400KV पर 30MW तक संचालित हो सकते है, वर्तमान में AC द्वारा जनरेशन एवं डिस्ट्रीब्युशन और DC द्वारा ट्रांसमिशिन का चलन चल रहा है ।

हाई वोल्टेज DC ट्रांसमिशन का सिंगल लाईन डायग्राम Fig 4 में दर्शाया गया है । AC पावर जनरेट होने के बाद स्टेप अप ट्रांसफार्मर द्वारा वोल्टेज को हाई वोल्टेज में सेन्डिग एडेवर (T_s) परिवर्तित किया जाता है ।

हाई वोल्टेज पर AC पावर को मर्करी आर्क रेक्टिफायर द्वारा AC से DC में परिवर्तित किया जाता है । हाई DC वोल्टेज पर इलेक्ट्रिक पावर का ट्रांसमिशन होता है । रिसिविंग एंड पर थायरेट्रान के द्वारा DC को AC में परिवर्तित किया जाता है । डिस्ट्रीब्युशन के लिए रिसिविंग एंड पर स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर (T_R) के द्वारा वोल्टेज को स्टेप डाउन किया जाता है ।

Fig 4



HIGH VOLTAGE D.C.TRANSMISSION

हाई वोल्टेज ट्रांसमिशन के लाभ (Advantages of high voltage transmission)

ट्रांसमिशन सिस्टम के बहुत होई वोल्टेज का उपयोग किया जाता है, इसका सामान्य सिद्धांत है कि जितना ज्यादा वोल्टेज होगा, उतनी ही सस्ती सप्लाई होगी।

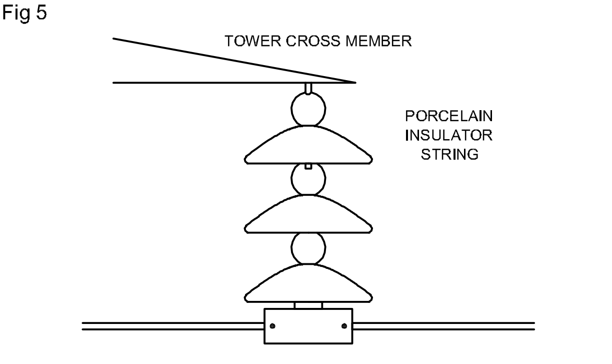
मतलब AC सिस्टम में पावर को व्यक्त किया जाता है **$P=VI\cos\phi$,** इसका मतलब यह हुआ कि दिए हुए पावर में वोल्टेज को बढ़ाने पर करंट का मान कम होता है। करंट का मान कम होने से केबल, स्विच गियर साइज और लाईन पावर लॉस घट जाते है, लाइन पावर लॉस $P = I^2R$ कम हो जाता है।

132KV ग्रिड और 400KV **सुपर ग्रिड ट्रांसमिशन लाईन** में अधिकांश भाग स्टील-क्रोर एल्युमिनियम कंडक्टर का होता है जिसे स्टील लेटीस टावर पर लटकाया जाता है यह अंडरग्राउंड केबिल के तुलना में 16 गुना ज्यादा सस्ता होता है।

पोर्सलिन इन्सुलेटर स्ट्रिंग्स में कंडक्टर जुड़े होते है, जो टॉवर के क्रास मेम्बर पर लगे हुए होते हैं, जैसा कि Fig 5 में दर्शाया गया है। 3 ∅ सिस्टम के सिंगल सर्किट में तीन कंडक्टर शामिल होते है ताकि टावर के 6 आर्म्स पर दो भिन्न सर्किट को रखा जाए।

उपभोक्ता का प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन 11KV सबस्टेशन से होता है, जिसका अधिकांश भाग 33 KV सबस्टेशन से लिया जाता है। 11KV पर जिन शहरीय क्षेत्र में 100 MW से ज्यादा डिस्ट्रीब्युज होता है। वहाँ सीधे 132KV से 11KV तक ट्रांसफारमेशन किया जाता है।

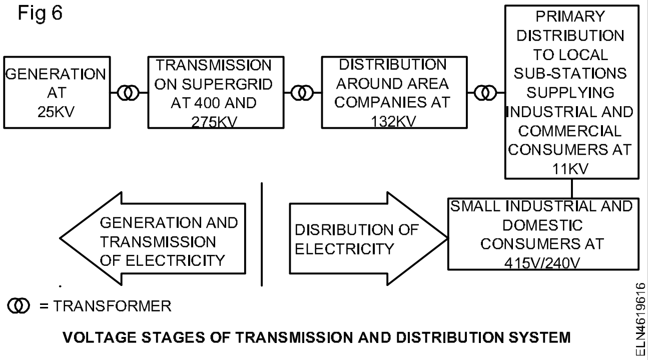
Fig 5



CROSS MEMBER OF THE TOWER

Fig 6 में ब्लॉक डायग्राम द्वारा ट्रांसमिशन एवं डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम के विभिन्न स्तर पर वोल्टेज को दर्शाया गया है ।

Fig 6



VOLTAGE STAGES OF TRANSMISSION AND DISTRIBUTION SYSTEM

निरंतर सप्लाय प्रदान करने 11KV डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम को रेडियल सिस्टम की तरह उपयोग किया जाता है अर्थात् रेडियल सिस्टम की तरह इस्तेमाल किया जाता है।

किसी भी इलेक्ट्रिकल इंजीनियर या सप्लाय आथोरिटी के लिए यह विचार करना आवश्यक है कि सुरक्षित सप्लाय का मेन्टनेन्स (मरम्मत) किया जाए। क्योंकि औद्योगिक क्षेत्र में सप्लाय का रूकना या उसकी हानि होतो असुविधाजनक हो सकता है जिससे वित्तीय नुकसान के साथ-साथ उपभोक्ता या जनता को भी खतरा हो सकता है।

रिंग सिस्टम का यह सिद्धांत होता है कि वह दो दिशाओं से उपभोक्ता सब स्टेशन को सप्लाय देता है और ओवरलोडिंग होने पर या फाल्ट होने पर केवल प्रोटेक्शन उपकरण द्वारा सर्किट से फाल्ट का बिना ऊर्जा हानि या सप्लाय हानि के अलग कर देता है।

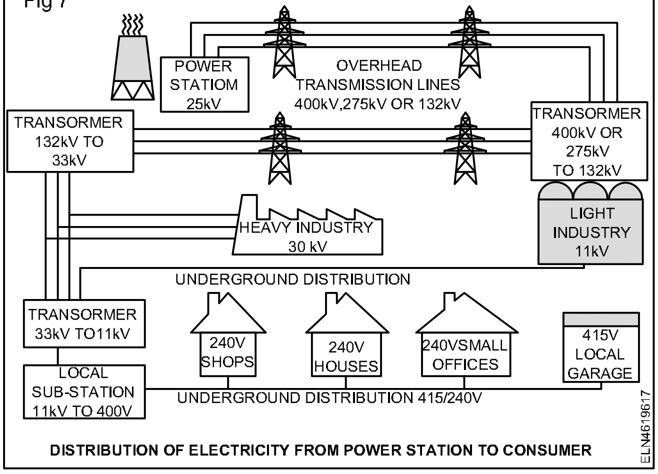
Fig 7 में पावर स्टेशन से उपभोक्ता तक इलेक्ट्रिसिटी डिस्ट्रीब्युशन डायग्राम दर्शाया गया है।

हाई वोल्टेज डिस्ट्रीब्युशन (High voltage distribution)

प्रायमरी सबस्टेशन के हाई वोल्टेज डिस्ट्रीब्युशन को उपयोग कर बिजली विभाग के द्वारा छोटे औद्योगिक, व्यापारिक एवं घरेलु उपभोक्ताओं को सप्लाय दी जाती है।

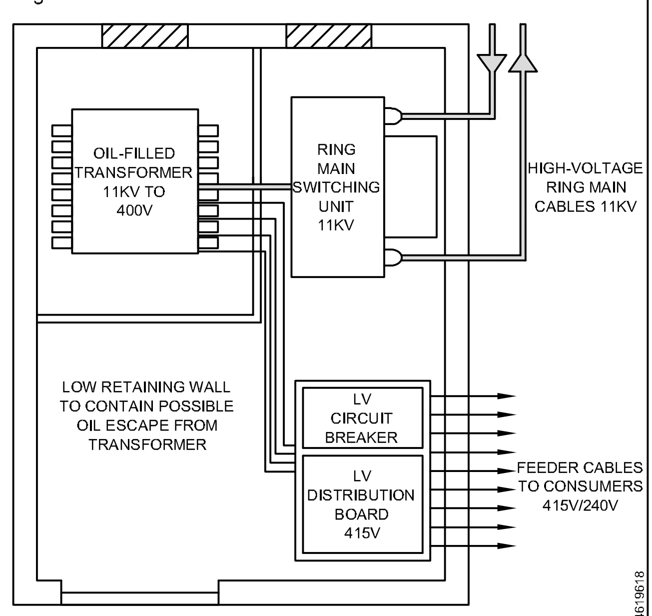
यह डिस्ट्रीब्युशन बड़े औद्योगिक उपभोक्ताओं के लिए भी है, जहाँ 11KV सबस्टेशन होता है जैसा कि Fig 8 में बताया गया है, यह सब स्टेशन लोड सेन्टर पर फैक्ट्री साइड के आस पास होता है।

Fig 7



DISTRIBUTION OF ELECTRICITY FROM POWER STATION TO CONSUMER

Fig 8

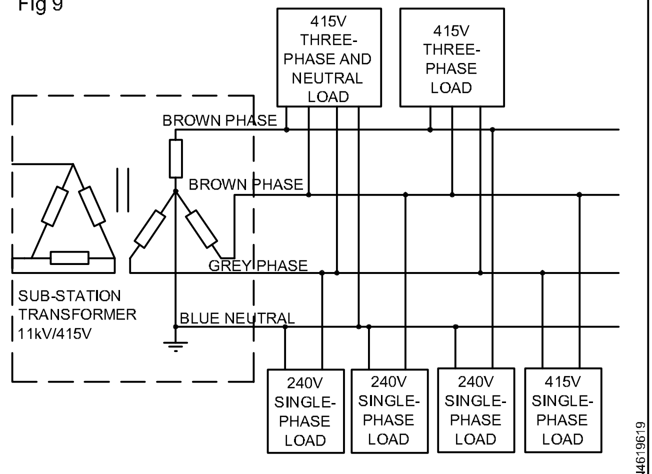


LOAD CENTRES AROUND THE FACTORY

साधारण अंडग्राउंड रेडियल फिडर (415V/240V) के द्वारा प्लांट, डिस्ट्रीब्युशन बोर्ड, व्यापारिक और घरेलू लोड को जोड़ा जाता है डिस्ट्रीब्युशन बोर्ड में आउटगोइंग सर्किट को सर्किट ब्रेकर द्वारा सुरक्षा प्रदान की जाती है।

Δ – Y ट्रांसफार्मर के द्वारा 11KV को 415V अर्थात् 11KV/415V एवं 11KV/415V से 415 V/240V में प्राप्त किया जाता है। इस तरह का सबस्टेशन Fig 9 में दर्शाया गया है।

Fig 9



11kV/415V SUBSTATION WITH SECONDARY OF TRANSFORMER IN STAR

ट्रांसफार्मर की सेकंडरी वाइडिंग स्टार (Y) में कनेक्ट रहती है इसके स्टार पाइंट को अर्थ इलेक्ट्रोड के द्वारा जमीन में अर्थ किया जाता है और इस पाइंट के द्वारा चौथा कंडकटर लिया जाता है जिसे न्यूट्रल कहते है जो लोड 2 फेज से कनेक्ट रहते है उन्हें 415V, सप्लाय मिलती है, एवं सिंगल फेज और न्यूट्रल के बीच 240V होता है।

3∅, 415V, सप्लाय छोटे उद्योग, व्यापारिक लोड जैसे गैरेज, स्कूल, फ्लेट्स के ब्लॉक इत्यादि में दि जाती है। सिंगल फेस 240V सप्लाय संतत्र रूप से घरेलु उपभोक्ताओं को दिया जाता है।

लाइन विद्युतरोधी (Line insulators)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **विद्युतरोधी के प्रकार तथा उनके उपयोगों का वर्णन करना**
- **विद्युतरोधी की बंधक (binding) विधी का वर्णन करना ।**

लाइन इंसुलेटर (Line insulators)

शिरोपरि लाइन में लाइन इंसुलेटर या लाइन विद्युतरोधी को उपयोग करने का उद्देश्य लाइव या सजीव कंडेक्टर को पकड़ना तथा चालक से खंभे को करंट के लीकेज को रोकना है। यह पोर्सलीन क्ले के बने होते है तथा वातावरण से पोर्सलीन में नमी को अवशोषण रोकने के लिए पूर्णतः चमकदार होते है।

इंसुलेटर के गुण (Properties of insulators)

i कंडक्टर लोड, वंड लोड इत्यादि के सामने उच्च मेकेनिकल स्ट्रेंथ होती है।

ii अर्थ लिकेज करंट से बचने के लिए इंसुलेटर का रजिस्टेंस या प्रतिरोध उच्च होता है।

iii हाइ इलेक्ट्रिक स्ट्रेंथ को उच्च बनाने के लिए इंसुलेटर का उच्च रिलेटिव परमिटीवी होता है।

iv इंसुलेटर में छिड नहीं होता है, अशुद्धता से मुक्त और दरार नहीं होते है अन्यथा परमिटीविटी कम हो जाती है।

v पंक्चर स्ट्रेंथ और फ्लेश ओवर के बीच उच्च अनुपात होता है।

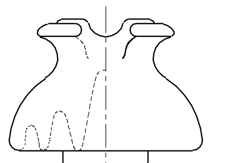
इंसुलेटर को बनाने के लिए सबसे ज्यादा पोर्सलीन का उपयोग किया जाता है किंतु कुछ सीमित स्थानों पर ग्लास, स्टेटाइट और विशेष मिक्षण वाली सामग्री से बने इंसुलेटर भी उपयोग में लाए जाते हैं।

उपयोग होनेवाले सामान्य प्रकार के विद्युतरोधी (insulators) निम्नलिखित हैं :

- पिन इंसुलेटर (Pin type insulator)
- शेकल इंसुलेटर (Shackle insulator)
- सस्पेन्शन इंसुलेटर (Suspension insulator)
- स्ट्रेन इंसुलेटर (Strain insulator)
- पोस्ट इंसुलेटर (Post insulator)
- स्टे इंसुलेटर (Stay insulator)
- डिस्क इंसुलेटर (Disc insulator)

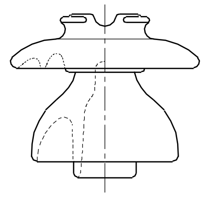
पिन इंसुलेटर (Pin Insulators) : पिन इंसुलेटर का उपयोग खंभों की सीधी दौड़ पर लाइन चालकों को होल्ड या पकड़कर रखने के लिए किया जाता है। पिन इंसुलेटर तीन प्रकार के दोते है अर्थात् सिंगल शेड (Fig 1) डबल शेड (Fig 2) और ट्रिपलशेड पिन इंसुलेटर (Fig 3)। सिंगल शेड पिन, इंसुलेटर का प्रयोग लो और मिडियम वोल्टेज लाइन के लिए किया जाता है, 3000V से अधिक वोल्टेज के लिए डबल शेड, ट्रिबल शेड पिन इन्सुलेटर का उपयोग किया जाता है ये शेड वर्षा के जल को नीचे गिराने के लिए उपयोग होते है।

Fig 1



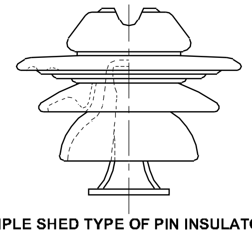
SINGLE SHED TYPE OF PIN INSULATOR

Fig 2



DOUBLE SHED TYPE OF PIN INSULATOR

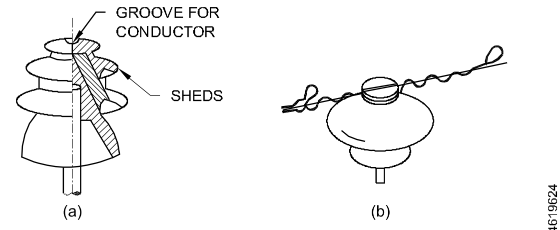
Fig 3



TRIPLE SHED TYPE OF PIN INSULATOR

पिन टाइप इंसुलेटर के भाग Fig 4a और 4b में दिखाया गया है पोल पर लगे क्रांस आर्म को पिन टाइप इंसुलेटर सुरक्षित रखता है, इंसुलेटर के ऊपर एक नाली होती है इसमें कंडक्टर रखा जाता है या इसमें से होकर गुजरता है, कंडक्टर की तरह ही समान मटेरियल एनील्ड वायर से इसकी बाधा जाता है।

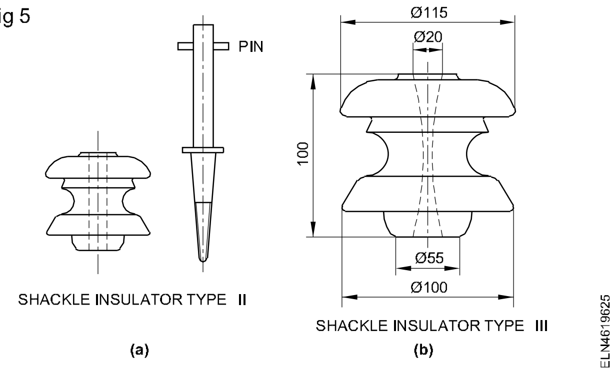
Fig 4



SECTION VIEW OF A PIN INSULATOR

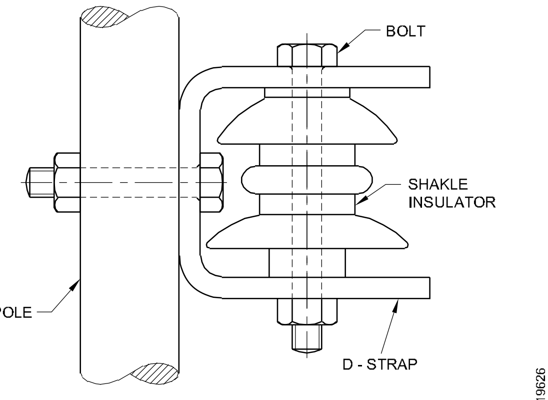
शैकल इंसुलेटर (Shackle insulators) : शैकल इंसुलेटर को कोनो के खंभों पर टर्मिनेटिंग या समापन के लिए सामान्यतः उपयोग किया जाता है। यह इंसुलेटर केवल मध्यम वोल्टेज लाइन के लिए इस्तेमाल किए जाते है। (Fig 5a & 5b)

Fig 5



वर्तमान में इनका उपयोग लो वोल्टेज डिस्ट्रीब्युशन लाइन में हो रहा है। यह इन्सुलेटर ऊर्ध्वाधर या क्षौतिज की स्थिति में लगाते है जैसा कि Fig 6 में दर्शाया गया है यह इंसुलेटर पोल के क्रास आर्म में या पोल में सीधे बोल्ट द्वारा कसा जाता है। कंडक्टर को नाली में कसने के लिए नरम बाइडिंग वायर का इस्तेमाल किया जाता है।

Fig 6

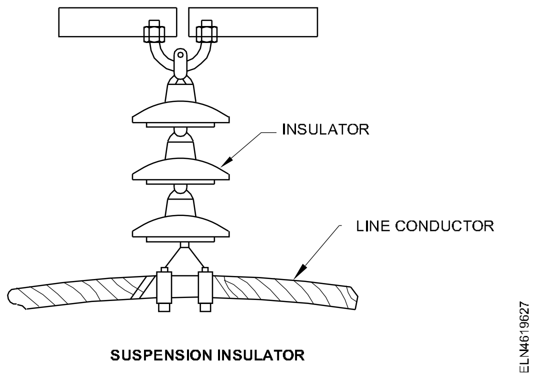


SHACKLE TYPE INSULATOR

सस्पेन्शन टाइप इन्सुलेटर (Suspension type insulators)

जैसे-जैसे वोल्टेज का मान बढ़ रहा है पिन इन्सुलेटर की कीमत भी बढ़ रही है, इसलिए यह इन्सुलेटर 33 KV के ऊपर इस्तेमाल करना आर्थिक रूप से उचित नहीं है, 33KV से ज्यादा वोल्टेज के लिए सस्पेन्शन टाइप इन्सुलेटर का प्रयोग किया जाता है, Fig 7 में सस्पेन्शन टाइप इन्सुलेटर दिखाया गया है । लड़ी के रूप में मेटल से कुछ निश्चित संख्या में पोर्सलीन

Fig 7



SUSPENSION INSULATOR

डिस्क सिरिज में जुड़ी हुई रहती है । इस इन्सुलेटर की एक लड़ी बनती है जिसके आखिरी में नीचे की तरफ कंडक्टर लटकाया जाता है और ऊपर की तरफ इसे टावर के क्रासआर्म पर टावर को सुरक्षित रखने के लिए लटकाया जाता है । इन्सुलेटर की हर डिस्क निम्न वोल्टेज 11KV के लिए डिजाइन होती है और वोल्टेज के ऊपर निर्भर करती है कि कितनी डिस्क को सिरिज में लगाई जाए । यदि लाईन का वोल्टेज 66KV है तो 6 डिस्क सिरिज में लगाई जाती है । यह 6 डिस्क लड़ी (string) के रूप में होती है ।

सस्पेन्शन टाइप इन्सुलेटर के लाभ (Advantages)

1 33 KV से ज्यादा वोल्टेज के लिए सस्पेन्सन टाइप इन्सुलेटर, पिन टाइप इन्सुलेटर की तुलना में सस्ता होता है।

2 प्रत्येक डिस्क 11KV की होती है, कितनी डिस्क का इस्तेमाल होगा यह वर्किंग वोल्टेज पर निर्भर करता है।

3 यदि एक डिस्क खराब हो जाती है तो पूरे स्ट्रींग या लड़ी को बदलने की जरूरत नहीं होती है सिर्फ खराब डिस्क को बदला जा सकता है।

4 सस्पेंशन व्यवस्था, लाइन के लिए लचीली होती है। टावर के क्रास आर्म पर यह इन्सुलेटर स्वतंत्र रूप से लटका रहता है और जहाँ मेकेनिकल स्ट्रेस कम होता है यह वहाँ अपनी स्थिति ले लेता है।

5 यदि ट्रांसमिशन लाइन पर डिमांड को बढ़ाया जाए तो यह देखा गया है कि कंडक्टर के एक ओर सेट का इस्तेमाल कर लाइन वोल्टेज को बढ़ाकर डिमांड को बटाया जाता है। और इन्सुलेशन की आवश्यकता होती है। वोल्टेज को बढ़ाने पर किन्तु सस्पेन्शन व्यवस्था में आवश्यकतानुसार और डिस्क को बढ़ाया जा सकता है।

6 इन इन्सुलेटर का प्रयोग सामान्यतः स्टील टावर में होता है यदि कंडक्टर या चालक टावर के अर्थ क्रास आर्म के नीचे दौड़ रहे है तो इस इन्सुलेटर को आंशिक रूप से लाइटिंग से बचाने के लिए भी किया जाता है।

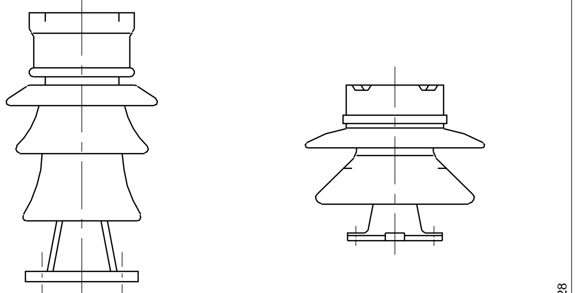
स्ट्रेन इन्सुलेटर (Strain insulators)

जब लाइन का अंतिम सिरा होता है या कोना होता है या शार्प कव्र होता है तो लाइन में बहुत ज्यादा रिवचाव (तनाव) या टेन्शन होता है। लाइन के बहुत ज्यादा तनाव (खिचाव) को कम करने के स्ट्रेन इन्सुलेटर का इस्तेमाल किया जाता है। लो वोल्टेज लाईन (<11KV) में शैकल इन्सुलेटर, इट्रेन इन्सुलेटर की तरह फार्य करती है। हाई वोल्टेज के लिए स्ट्रेन इन्सुलेटर सस्पेन्शन इंसुलेटर के समूह को लेता है। स्ट्रेन इन्सुलेटर की डिस्क ऊर्ध्वाधर कक्ष में कार्य करती है। जब लाईन का खिचाव या तनाव बहुत ज्यादा होता है तो दो या दो से अधिक लड़ीयों को समानांतर उपयोग किया जाता है।

पोस्ट इंसुलेटर (Post insulators)

कैप या पिन टाइप (Cap and pin type) (Fig 8a & 8b) : इस तरह के इन्सुलेटर को बसो पर लगाया जाता है। ड्रापआउट फ्यूज, लाइन कंडक्टर, G.O.A.B (Gang Operated Air Break) स्विच के लिए इन इन्सुलेटर का उपयोग किया जाता है। यह आउटडोर टाइप या बाहरली प्रकार के होते है और 11KV, 22KV औप 33KV की रेंज में मिलते हैं।

Fig 8

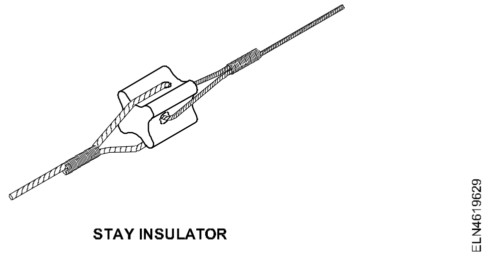


a) CAP AND PIN INSULATOR FOR GOAB SWITCH

b) ANOTHER DESIGN OF CAP AND PIN INSULATOR FOR GOAB SWITCH

स्टे इन्सुलेटर (Stay insulators) (Fig 9) : स्टे इन्सुलेटर को स्ट्रेन इन्सुलेटर भी कहते हैं और सामान्यत : 33 KV तक के लिए उपयोग किए जाते हैं यह इन्सुलेटर जमीन से 3 मीटर से कम की दूरी पर स्थापित नहीं करना चाहिए। जहाँ लाईन विकृत या स्ट्रेन हो वहाँ भी इन इंसुलेटर को उपयोग में लाया जाता है।

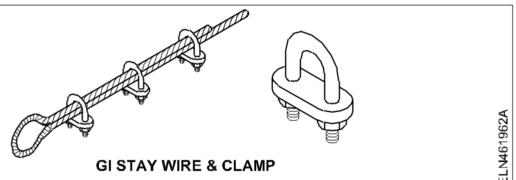
Fig 9



STAY INSULATOR

सपोर्टिंग वायर जो ओवरहेड कंडक्टर के कारण खंभे पर तनाव की विपरीत दिशा में उपयोग होता है को स्टे वायर कहते हैं। यह कंडक्टर के तनाव के कारण खंभे को मोड़ने से रोकता है। स्टे वायर में GI वायर के 4 से 7 स्ट्रेंडस होते है जैसा कि Fig 10 में दिखाया है। पोल के तनाव पर इस वायर की सही साइज निर्भर करती है।

Fig 10

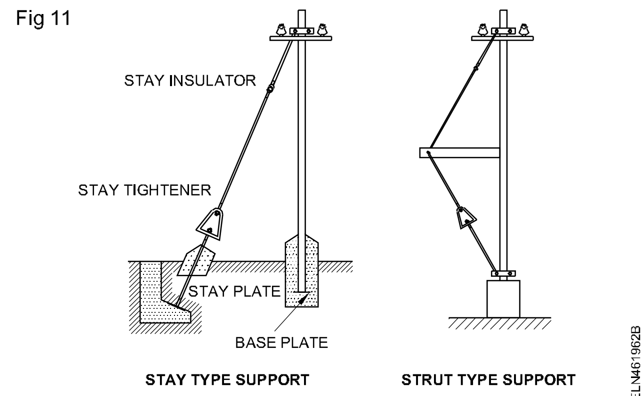


GI STAY WIRE & CLAMP

स्टे और स्ट्रटस या आलम्बन स्तंभ (Stays and struts) : स्टे और आलम्बन स्तंभ खंभों के लिए विभिन्न प्रकार के सपोर्ट देने वाले वायर होते है। स्टे का उपयोग एंगल एवं टर्मिनेटिंग खंभों को मोड़ने से रोकने के लिए और struts या आल्मबन स्तंभ का वहाँ इस्तेमाल होता है जहाँ स्टे के लिए स्थान बहुत कम होता है। Fig 11 में stay और strut दिखाए गए है।

स्टे का एक भाग पोल के ऊपर कसा होता है और क्रांकीट फाउण्डेशन में ग्राउण्ड किया होता है।

Fig 11

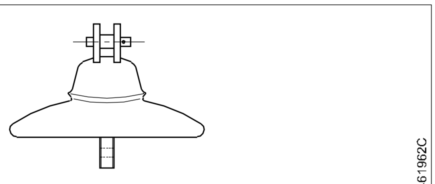


डिस्क इंसुलेटर (Disc insulators) : डिस्क इंसुलेटर चमकदार पोर्सलीन या दृढ़ ग्लास का बना हुआ होता है तथा अंतिम सिरे पर विद्युत रोधी की तरह या सीधी लाइनों पर 3.3 kV तथा अधिक वोल्टेज के लिए सस्पेन्शन टाइप की तरह उपयोग किये जाते है। (Figs 12, 13 और 14)

यह चार डिजाइन में मिलते हैं :

टंग और क्लैविस प्रकार (Tongue and clevis type) (Fig12) : एक यूनिट के जीवा में दूसरी के क्लैविस को धारणा करने के लिए काटर पिन के साथ एक गोल गोल पिन का उपयोग किया जाता है।

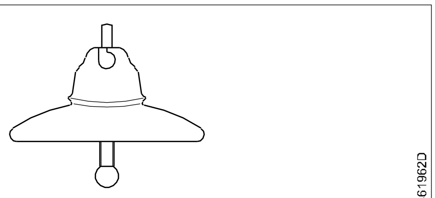
Fig 12



DISC INSULATOR TONGUE AND CLEVIS TYPE

बॉल और सॉकेट टाइप (Ball and socket type) (Fig 13) : इस स्थिति में एक इंसूलेटर के बॉल को साइड से स्लाइड करके विद्युतरोधी को जोड़ा जाता है जिससे कि बॉल बाहर स्लाइड न हो। यह अंतिम सिरों पर उपयोग होते है।

Fig 13



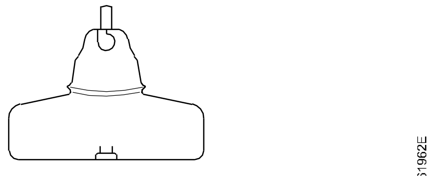
DISC INSULATOR BALL AND SOCKET TYPE

ठंडे मौसम के लिए इंसुलेटर (Insulators for cold climate) (Fig 14): डे मौसम के लिए क्रिपेज दूरी को प्राप्त करने के लिए, जो डे मौसम में आवश्यक होता है, निचले कैप की गहराई को बढ़ा दिया जाता है, इसमें 2 डिजाइन है फोग टाइप और एंटीफोग टाइप ।

गार्ड वायर (Guard wires)

समान सपोर्ट पर चालकों के बीच आवश्यक न्यूनतम अंतराल (Minimum clearance required between conductors on the same support) :- ये गिरने वाले चालकों को रोकने वाले गार्ड की

Fig 14



DISC INSULATOR COLD AND CLIMATE TYPE

तरह खड़े किये जाने वाले वायर के सेट है, जिससे की लाख कंडक्टर टूटन के पश्चात् चलनेवाले वाहन और जनता के साथ संपर्क में न आये। यह उन स्थानों पर खड़े किये जाते है जहाँ लाइन सड़क, रोड़, रेल्वे लाइन OH शक्ति, कम्युनिकेशन या संचार लाइन तथा अन्य को क्रास करती है।

a L.T. लाइनें (L.T. lines)

i चालकों का ऊर्ध्वाधर विन्यास :-

भूमि और लाइव कंडक्टर के बीच 30 cms. का अंतराल होना चाहिए ।

लाइव कंडक्टर के बीच 20 cms. का अंतराल होना चाहिए।

ii चालकों का क्षैतिज विन्यास :-

सपोर्ट के किसी भी साइड पर सजीव तारे के बीच न्यूनतम अंतराल 45 cms. होना चाहिए।

सपोर्ट के समान साइड पर लाइव वायर के बीच न्यूनतम अंतराल के 30 cms. होना चाहिए।

क्रास आर्म के सिरे तथा इंसुलेटर पिन छिद्र के केन्द्र के बीच की न्यूनतम दूरी को 8cms. होना चाहिए।

b लाइनें (H.T. lines)

त्रिभुजाकार विन्यास :-

क्रास आर्म के सिरे तथा इंसुलेटर के पिन छिद्र के केन्द्र के बीच को न्यूनतम दूरी को 10 cms. होना चाहिए।

चालकों को इस तरह से स्थापित करना चाहिए जिससे कि वे कम से कम 1 metre भुजा की समबाहु स्वरूप बनाये।

बाईडिंग की आवश्यकता (Necessity of binding) : ओवरहेड ट्रांस मिशन लाइन में आवस्यकतानुसारप सेगय झोल के साथ वायर स्ट्रेचर से तारों को खींचरने के बाद किसी भी तरह का दूसरा परिवर्तन किए बिना, कंडक्टर को सही स्थिती में बनाये रखने के लिए लाइन कंडक्टर को पोस्ट टाइप एंव शैकल टाइप इंसुलेटर से बांधना होता है।

ओवर हेड लाइन में इंसुलेटर को बांधन की विधि (Method of binding insulator in overhead lines) : इंसुलेटर को लाइन कंडक्टर के साथ कॉपर को कंडक्टर की स्थिति में कॉपर बाइडिंग वायर की सहायता से, गैलीकृत आयरन कंडक्टर के लिए गैल्वीकृत आयरन बाइडिंग वायर तता एल्युमिनियम स्टील रेनफोर्स कंडक्टर और एल्युमिनियम के लिए एल्युमिनियम बाइडिंग वायर से बाँधना चाहिए। बाइडिंग वायर के साइज को 2 sq mm. से कम नहीं होना चाहिए।

एल्युमिनियम क्रोड कंडक्टर को बांधन के बाद, बन्धन जोड़ पर रक्षम ग्रीस लगाया जाता है। बाइडिंग टर्नस को बहुत नजदीक या बिना किसी

अंतराल के तथा पर्याप्त कसे होना चाहिए जिससे चिंगारी को रोका जा सके।

बांधते समय चालक को सीधा करने के लइ केवल मैलेट का उपयोग करना चाहिए तथा हथौड़े का प्रयोग करना चाहिए।

चालक की धारा वहन क्षमता (Current carrying capacity of a conductor)

प्रस्तावना (Introduction)

एक आवरण युक्त चालक या केबल की धारा वहन क्षमता वह अधिकतम मान है,जो चालक अपनें अधिकतम निर्धारित तापमान में परिवर्तन किए बिना ले जा सकता है। उसे अम्पैसिटी (capacity) के नाम से भी जाना जाना जाता है।

केबल के उपयोग के दौरान वैद्युतिक हानियाँ होती है जो कि चालक की उष्मा, इंसुलेशन और अन्य धात्विक अवयवों पर पड़ने वाले प्रभाव से व्यक्त होता है।

केबल धारा वहन क्षमता उसके सतह पर होनें उष्मा अपव्यय एवं आसपास के बातावरण पर निर्भर करता है। केबल की तापवहन क्षमता निर्धारित करता है। केबल की अधिकतम तापमान वहन क्षमता उसके अचालक पदार्थ पर निर्भर करता है।

वातावरण के आधार पर तापमान का चयन करके (दिए गए तापमान वृद्धि सूची से) एक विशेष वातावरण के लिए केबल के अधिकतम रेटिंग की गणना की जा सकती है। केवल आवरण में प्रयुक्त पदार्थ की परत की यदि उष्मीय प्रतिरोधक के रूप में जाना जाता है, तब धरा वहन क्षमता की गणना भलिभाँति की जा सकती है।

धारा वहन क्षमता के लिये सूत्र

$$I = \left(\frac{\Delta\theta - W_d \left[\frac{1}{2} T_1 + \eta (T_2 + T_3 + T_4) \right]}{RT_1 + \eta R(1+\lambda_1) + T_2 + \eta R(1+\lambda_1+\lambda_2)(T_3+T_4)} + \right)^{\frac{1}{2}}$$

जहाँ

I = निर्धारित धारा

$\Delta\theta$ = चालक तापमान में वृद्धि (K)

R = AC प्रतिरोध, चालक के प्रति ईकाई लंबाई पर (अधिकतम प्रचालन तापमान पर Ω/m) में)

T_1 = डाइइलेक्ट्रिक हानि प्रति इकाई लंबाई पर (चालक व आवरण के मध्य K_m/W)

T_2 = उष्मीय प्रतिरोध प्रति ईकाई लंबाई पर (आवरण व ऑर्मर के मध्य K_m/W)

T_3 = उष्मीय प्रतिरोध प्रति ईकाई लंबाई पर (केबल के बाह्य आवरण की K_m/W)

T_4 = उष्मीय प्रतिरोध प्रति ईकाई लंबाई पर (केबल के आसपास के वातावरण के मध्य K_m/W)

W_d = डाइलेक्ट्रिक हानि प्रति इकाई लंबाई पर (चालक के अचालक आवरण की W/m)

η=केबल में लोडवाहक चालकों की संख्या (समान साइज के चालक व एक समान भार) (load)

λ_1 = धात्विक आवरण पर हुई कुल हॉनियाँ तथा केबल के चालकों पर हुई हानियों का अनुपात

λ_2 = ऑर्मर पर हुई कुल हॉनियॉ तथा केबल के चालकों पर हुई हानियों कर अनुपात

राष्ट्रीय बैद्युतिक कोड NEC (National Power Code)

एक केवल का चयन करते समय इसकी वायर एम्पैसिटी रेटिंग पता होनी चाहिए। यह रेटिंग (National Power Code) (NEC)

ऑवरहैड लाइनों/पोलों की स्थापना-इन्स्यूलेटर को बांधना (Overhead lines /poles erection-fastening of insulator)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **पावर ट्रान्समिशन एवं O.H लाइनों द्वारा वितरण स्पष्ट करना**
- **प्रमुख भागों की सूची बनाना और प्रत्येक को स्पष्ट करना**
- **ट्रान्समिशन लाइनों में प्रयुक्त लाइन सम्बलों को स्पष्ट करना**
- **वोल्टेज वर्गीकरण के संदर्भ में पावर लाइनों को स्पष्ट करना**
- **O.H लाइनों में कोरोना प्रभाव, झोल एवं स्किन प्रभाव स्पष्ट करना।**

ओवर हेड लाइन (Overhead lines)

इलेक्ट्रिक पावर, जो जनरेटिंग प्लांट या स्टेशन से जनरेट की जाती है और उपभोक्ता को ट्रांसमिट की जाती है, इसे डिस्ट्रीब्युट करने के लिए ओवर हेड लाइन या अंडरग्राउण्ड के बल का प्रयोग किया जाता है।

इलेक्ट्रिक ऊर्जा की बहुत ज्यादा मात्रा को जनरेटिंग स्टेशन से इलेक्ट्रिक सबस्टेशन तक इलेक्ट्रिकल पावर ट्रांसमिशन द्वारा पहुँचाया जाता है इस इंटर कनेक्शन लाइन को **ट्रांसमिशन नेटवर्क** भी कहते हैं। सब स्टेशन से उपभोक्ता तक इलेक्ट्रिकल लिंक को पावर **डिस्ट्रीब्युशन** कहते है। ट्रांसमिशन और डिस्ट्रीब्युशन नेटवर्क मिलकर **'पावर ग्रिड'** बनता है।

लम्बी दूरी के ट्रांसमिशन में होने वाली हानियों को कम करने के लिए इलेक्ट्रिसिटी को हाई वोल्टेज पर ट्रांसमिट किया जाता है (11, 33, 66, 230, 400, और 500 Kv) पावर, ओवर हेड लाइन या अंडर ग्राउण्ड केबल के द्वारा ट्रांसमिट किया जाता है।

ओवर हेड लाइन हाई वोल्टेज 3 अल्टरनेटिंग करंट होती है और कई बार इलेक्ट्रिक ट्रेकशन सिस्टम में सिंगल फेज A.C सप्लाय का प्रयोग होता है। बहुत ज्यादा दूरी के लिए भी ज्यादा क्षमता के लिए हाई वोल्टेज डायरेक्ट करंट (HVDC) का उपयोग किया जाता है जो सब मशीन पावर केबल में उपयोग होता है और बहुत ज्यादा पावर डिस्ट्रीब्युशन नेटवर्क का स्थिर रखता है।

ओवर हेड लाइन में उपयोग होने वाले मुख्य घटक (Main components used in O.H lines)

ओवर हेड लाइन या तो इलेक्ट्रिक पावर को ट्रांसमिट करने में या डिस्ट्रीब्युट करने में इस्तेमाल होती है। ओवर हेडलाइन का सफलता पूर्वक प्रचालन काफी हद तक उसकी मेकेनिकल डिज़ाइन पर निर्भर करता है। ओवरहेड लाइन को बनाते समय इस बात का ध्यान रखा जाता है कि उस लाइन कि मेकेनिकल शक्ति इतनी हो कि सबसे संभावित मौसम अवस्था में भी लाइन को मेकेनिकल स्ट्रेंथ मिले। सामान्यतः ओवर हेड लाइन के नि. लि. मुख्य घटक है,

i कंडक्टर जो इलेक्ट्रिक पावर को सेन्डिंग एंड स्टेशन से रिर्सिविंग एंड स्टेशन तक लेकर जाए।

ii सपोर्ट जो पोल या टॉवर हो सकते है और कंडक्टर को ग्राउण्ड से निश्चित सीमा के ऊपर रखते है।

iii इंसुलेटर जो सपोर्ट से जुड़े होते है और कंडक्टर को ग्राउण्ड से इंसुलेट करते है।

iv क्रास आर्म जो इंसुलेटर को सपोर्ट प्रदान करते है।

v विविध वस्तु जैसे फेज़ प्लेट्स, डेन्जर प्लेट, लाइनिंग अरेस्टर एन्टी क्लाइम्बिंग वायर इत्यादि।

कंडक्टर सामग्री (Conductor materials)

कंडक्टर सबसे महत्वपूर्ण आइटम है जिस पर सबसे पूंजी निवेश की जाती है इससे सही पसंद और नाप के कंडक्टर को महत्वपूर्ण महत्व दिया जाता है। इलेक्ट्रिक पावर को ट्रांसमिशन या डिस्ट्रीब्युशन के लिए उपयोग में आने वाले कंडक्टर में नि. लि. गुण होना चाहिए।

i उच्च इलेक्ट्रिकल चालकता।

ii उच्च तन्यता शक्ति जो यांत्रिक तनाव का सामना करें।

iii कम कीमत जिससे लम्बी दूरी के लिए इस्तेमाल किया जा सके।

iv कम विशिष्ट गुरुत्व जिससे weight/volume कम हो सकें।

साधारणतः प्रयुक्त होने वाली कंडक्टर सामग्री (Commonly used conductor materials)

ओवर हेड लाइन में सबसे ज्यादा इस्तेमाल किए जाने वाले कंडक्टर है कॉपर,एल्युमिनियम, स्टील रेनफोर्स्ड एल्युमिनियम, गेल्वेनाइज्ड स्टील और केडमियम कॉपर। विशेष सामग्री का चयन आवश्यक इलेक्ट्रिकल और मेकेनिकल गुण, किमत और स्थानीय स्थितियों को ध्यान में रखकर किया जाता है।

ओवर हेड लाइन में सभी कंडक्टर, लड़ के रूप में लची लापन बनाए रखने के लिए होते है। स्ट्रेंड कंडक्टर में एक कंडक्टर मध्य में और इसके गोलाई में 6, 12, 18, 24... वायर होते है।

तांबा (Copper)

तांबा, ओलर हेड लाइन में आदर्श कंडक्टर माना जाता है क्योंकि इसमें उच्च इलेक्ट्रिकल चालकता एवं बहुत ज्यादा तल्यता शक्ति होती है। स्ट्रेंड कंडक्टर में इसका उपयोग हार्ड ड्रान (hard drawn) के रूप में होता है। हार्ड ड्राइंग इलेक्ट्रिकल चालकता को धीरे धीरे कम घटाती है किन्तु तन्यता शक्ति को बढ़ाती है।

एल्युमिनियम (Aluminium)

एल्युमिनियम सस्ता एवं हल्का होता है कॉपर की तुलना में किंतु इसकी चालकता एवं तन्यता शक्ति कम होती है। दोनों पदार्थों के बीच तुलना इस प्रकार है।

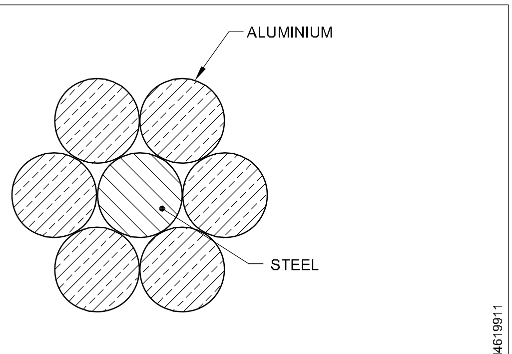
कॉपर की तुलना में एल्युमिनियम की चालकता 60% है चालकता कम होने से एल्युमिनियम की दक्षता भी कम होती है। x- सेक्शनल क्षेत्र समान प्रतिरोध पर एल्युमिनियम कंडक्टर का कॉपर की तुलना में ज्यादा होता है। कॉपर कंडक्टर के व्यास की तुलना में एल्युमिनियम कंडक्टर का व्यास 1.26 गुणा होता है।

स्टील कोर्ड एल्युमिनियम (Steel cored aluminium)

तन्यता शक्ति को बढ़ाने के लिए एल्युमिनियम के क्रोड में गोल्वेनाइज्ड स्टील वायर होता है इस कंडक्टर के मिश्रण को स्टील क्रोड एल्युमिनियम Aluminium Conductor Steel Reinforced (ACSR) कहते हैं ।

स्टील क्रोर्ड एल्युमिनियम कंडक्टर के सेन्टर में गल्वेनाइज्ड स्टील वायर व इसके चारों तरफ एल्युमिनियम वायर होते है (Fig 1), स्ट्रील और एल्युमीनियम वायर का व्यास समान होता है।

Fig 1



STEEL CORED ALUMINIUM CONDUCTOR

गाल्वनाइज्ड स्टील (Galvanised steel)

स्टील की तव्यता शक्ति बहुच उच्च होती है इसलिए गल्वेनाइज्ड स्टील कंडक्टर का उपयोग बहुत लंबी अवधी के लिए किया जा सकता है या छोटी लाइन खंडों में जहाँ वातावरण स्थिति के कारण असमान्य रूप से उच्च तनाव रहता है में उपयोग किया जाता है। यह कंडक्टर ग्रामीण क्षेत्रों में सस्ता होने के कारण आसानी से पाया जाता है। कम चालकता और उच्च प्रतिरोध के कारण स्टील और इस तरह के कंडक्टर को लम्बी दूरी के लिए अत्यधिक पावर को ट्रांसमिट करने में उपयोग में नहीं लिया जाता है।

लाईन सपोर्ट्स (Line Supports)

ओवर हेड लाइन कंडक्टर के लिए सपोर्टिंग ढांचा विभिन्न प्रकार के पोल और टॉवर होते है जिन्हें लाइन सपोर्ट कहते है। सामान्यतः सपोर्ट के निम्नलिखित गुण होना चाहिए :

i उच्च यांत्रिक शक्ति होनी चाहिए, कंडक्टर का वजन और विन्ड लोड को सहन करने के लिए

ii यांत्रिक शक्ति खोए बिना वजन में हल्का होना चाहिए

iii कीमत और मरम्मत अर्थव्यवस्था में सस्ता

iv लम्बा जीवनकाल

v मरम्मत के लिए कंडक्टर तक आसानी से पहुँचा जा सके।

विभिन्न प्रकार के लाइन सपोर्ट का उपयोग इलेक्ट्रिक पावर के ट्रांसमिशन और डिस्ट्रीब्यूशन में किया जाता है जैसे लकड़ी के पोल, स्टील पोल, R.C.C पोल और लेटीस स्टील पावर। विशेष मामलों में सपोर्टिंग ढांचे की विकल्प लाइन अवधी, क्रॉस सेक्शनल क्षेत्र, लाइन वोल्टेज, किमत और स्थानीय स्थितियों पर निर्भर करता है।

लकड़ी का पोल (Wooden poles)

यह अनुभवी लकड़ी (साल) से बनाया जाता है और मध्यम क्रास सेक्शनल लाइन और 50 मीटर तक की छोटी स्थान के लिए उपयुक्त है। इस तरह के इंसुलेटर सस्ते और आसानी से प्राप्त हो जाते है । इनमें इंसुलेशन के गुण होते है आर्थिक कारणों के कारण यह ग्रामीण क्षेत्रों में डिस्ट्रीब्युशन हेतु प्रयोग किए जाते है। 'A' और 'H' टाइप के डबल पोल जो ट्रांसर्व शक्ति (transverse strength) के कारण आर्थिक रूप से प्रयोग किये जाते है, एक पोल की तुलना में । (Fig 2)

लकड़ी के सपोर्ट में मुख्य आपत्ति यह है कि : (i) जमीन स्तर के नीचे सड़ने की प्रवृत्ति रहती है (ii) कम आयु होती है (20 – 25 वर्ष) (iii) 20 kV से ज्यादा वोल्टेज के लिए उपयोग नहीं किया जा सकता है (iv) यांत्रिक शक्ति कम होती है (v) समय समय पर निरीक्षण की आवश्यकता होती है।

स्टील पोल (Steel poles)

वुडन या लकड़ी के पोल की जगह पर स्टील पोल का उपयोग किया जाता है, उनमें यांत्रिक शक्ति बहुत ज्यादा होती है, जीवन काल ज्यादा और ज्यादा लम्बे स्थान के लिए अनुमति होती है। दिखने में अच्छे होते है, मरम्मत की आवश्यकता कम होती है और इंसुलेशन गुण अच्छे होते है । इस तरह के पोल को शहरों में डिस्ट्रीब्युशन के लिए इस्तेमाल किया जाता है। इस तरह के सपोर्ट को गेल्नाइज्ड की परत या पेन्ट करने की जरूरत होती है जिससे इसकी उम्र बढ़ती है। स्टील पोल 3 प्रकार के है (i) रेल पोल (ii) टेब्युलर पोल और (iii) रोल्ड स्टील जोइंट पोल।

RCC पोल (RCC Poles)

कुछ समय में सेर्फोर्स सिमेंट क्रांकीट (RCC) पोल लाईन सपोर्ट के लिए बहुत प्रचलित हुए है, इनमें बहुत ज्यादा यांत्रिक शक्ति, उम्र ज्यादा लम्बी और स्टील पोल की तुलना में ज्यादा स्थान की अनुमति होती है। दिखने में अच्छा, कम मरम्मत और अच्छा इन्सुलेशन गुण होता है। Fig 3 में सिंगल और डबल RCC पोल सर्किट दर्शाया है। इन पोल में छिद्र होते है ताकि इस पर आसानी से चढ़ा जा सके। और इस ही समय लाइन सपोर्ट के भार को कम किया जाता है।

स्टील टॉवर (Steel towers)

कम वोल्टेज के लिए 11 KV पर डिस्ट्रीब्युशन के लिए वुडन स्टील और रेनफोर्स कांकीट पोल का उपयोग किया जाता है। उच्च वोल्टेज पर लम्बी दूरी के ट्रांसमिशन के लिए स्टील टावर लगाये जाते है। स्टील टॉवर की

यांत्रिक शक्ति बहुत ज्यादा होती है, लाइफ लम्बी वातावरम की स्थिती को सहन करने और लम्बे स्थान के लिए अनुमति होती है। इंसुलेशन के टूटने या पंक्चर होने के कारण सर्विस में बाधा ना आए इसलिए लम्बे स्थान को घटाया जाता है। टावर के नीचले हिस्से को ड्रायविंग रोड के द्वारा जमीन में ग्राउण्ड किया जाता है। लाइटनिंग (बिजली चमकना या गिरना) की कठिनाई को टावर लाइनिंग कंडक्टर की तरह कार्य कर कम करता है।

Fig 2

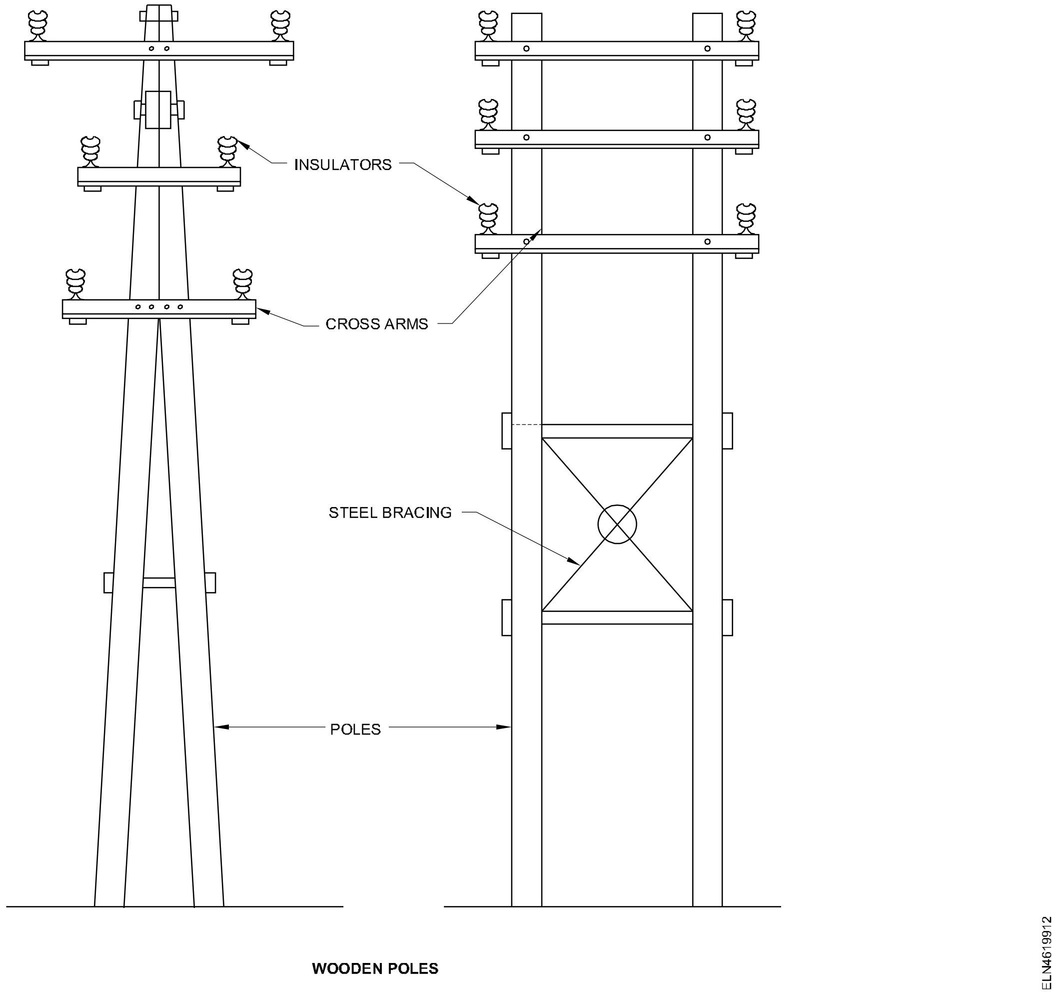


Fig 4 (a) में सिंगल सर्किट टावर दर्शाया है, आधुनिकता के कारण ज्यादा कीमत वाले डबल सर्किट टावर भी उपलब्ध है जैसा कि Fig 4(b) में दिखाया है ।

डबल सर्किट का यह लाभ है कि सप्लाय निरंतर रहती है, यदि एक सर्किट पर ब्रेकडाउन है तो दूसरा सर्किट सप्लाय को व्यवस्थित रख सकता है ।

पावर लाइन के प्रकार (Types of power line)

आर्थिक स्थिति के कारण इलेक्ट्रिक एनर्जी को अल्टरनेटिंग करंट के रूप में जनरेट, ट्रांसमिटेड और डिस्ट्रिब्युट किया जाता है 3-फेस, 3-वायर सिस्टम का उपयोग करके पावर स्टेशन से बननेवाली इलेक्ट्रिक एनर्जी बहुत उच्च वोल्टेज पर ट्रांसमिट किया जाता है यह ट्रांसमिशन डिस्ट्रिब्युशन के लिए स्टेप डाउन सबस्टेशन को होता है । डिस्ट्रीब्युशन सिस्टम के 2 पार्ट है प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन और सेंकडरी डिस्ट्रीब्युशन । प्रायमरी डिस्ट्रीब्युशन सर्किट 3-फेस, 3-वायर से संचालित होता है जिस पर वोल्टेज 3.3 या 6.6. या 11 KV होता है । उपयोग में आने वाले वोल्टेज से थोड़ा ज्यादा वोल्टेज होता है । यह डिस्ट्रीब्युशन ट्रांसफोर्मर के द्वारा पावर को सेकंडरी डिस्ट्रीब्युशन सर्किट में पहुँचाता है । जो उपभोक्ता क्षेत्रों के पास स्थित होता है । हर एक डिस्ट्रीब्युशन ट्रांसफार्मर वोल्टेज को स्टेप डाउन कर 415 V करता है और उपभोक्ता तक 415/240 V, 3-फेस, 4-वायर के द्वारा वितरित होता है ।

ओवर हेड लाइन के द्वारा इलेक्ट्रिक सप्लाय विभिन्न वोल्टेज पर ट्रांसमिट होती है और इस प्रकार निम्न लिखित पावर लाइन्स है :

a लो वोल्टेज लाईन (250V से ज्यादा नहीं बढ़ना चाहिए)

b मध्यम वोल्टेज लाईन (650V से ज्यादा नहीं बढ़ना चाहिए)

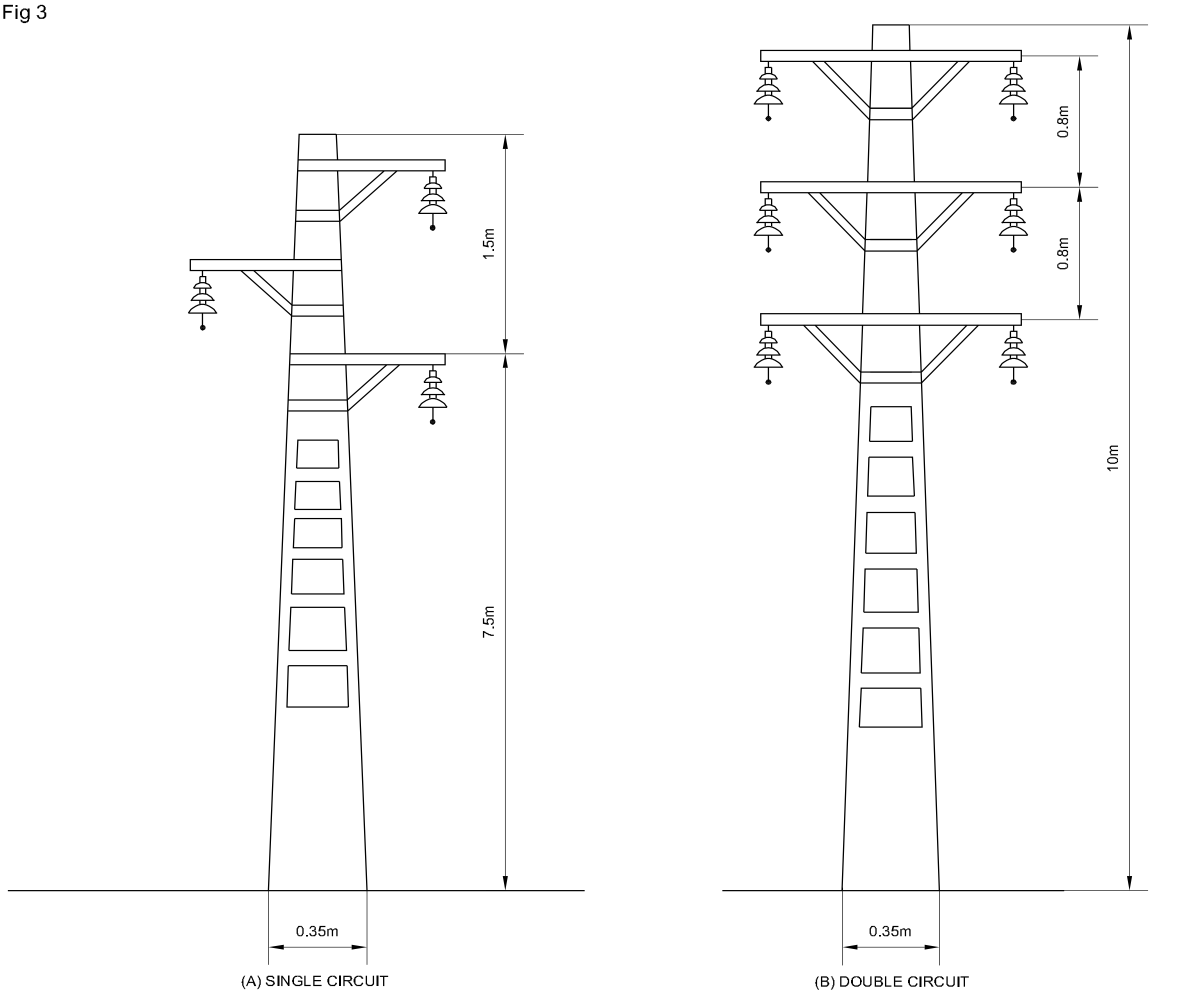
c उच्च वोल्टेज लाईन (33 KV से ज्यादा नहीं बढ़ना चाहिए)

d अतिरिक्त उच्च वोल्टेज लाईन (33KV से ज्यादा)

वोल्टेज स्टेण्डर्ड (Voltage standard)

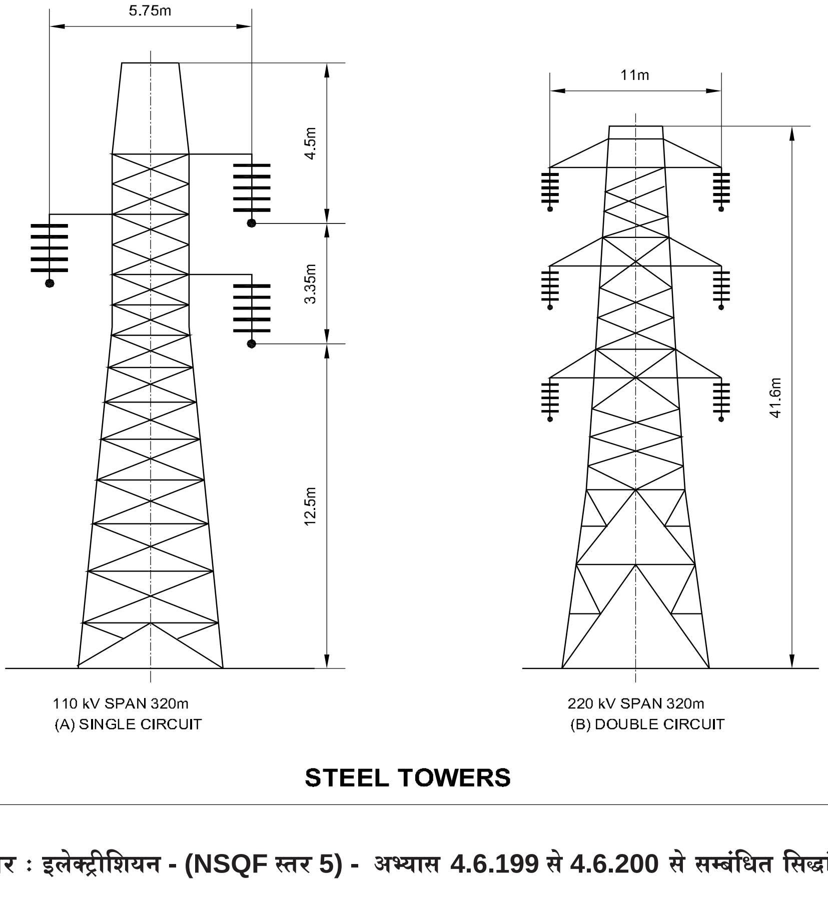
ऊपरद्वह दिए गए प्रकार के वोल्टेज स्टेण्डर्ड IE Rules 2 में परिभावित है "वोल्टेज" में दो भिन्न इलेक्ट्रिक पोटेंशियल का मान जो दो कंडक्टर या कंडक्टर और अर्थ के बीच में मापा जाता है वोल्टेज कहलाता है जिसे वोल्टमीटर द्वारा मापा जाता है;

Fig 3



RCC POLES

Fig 4



STEEL TOWERS

कम वोल्टेज जहाँ वोल्टेज का मान 250 v से ज्यादा नहीं बढ़ता।

मध्यम वोल्टेज जहाँ वोल्टेज का मान 650 v से ज्यादा नहीं बढ़ता।

उच्च वोल्टेज जहाँ वोल्टेज का मान 33,000 v से ज्यादा बढ़ता है।

"अतिरिक्त उच्च वोल्टेज" जो 33,000 v से ज्यादा बढ़ता है।

सामान्यतः निम्नलिखित नोमिनल सिस्टम वोल्टेज उपयोग लिए जाते हैं :

a 240 V
b 415 V
c 650 V
d 11 kV
e 33 kV
f 66 kV
g 110 kV
h 132 kV
i 220 kV
j 400 kV
k 800 kV

कोरोना (Corona)

वह घटना जिसमें ओवरहेड ट्रांसमिशन लाईन के आस पास बैंगनी प्रकाश सिस की आवाज और ओजोन गैस उत्पन्न हो, **कोरोना** कहलाता है।

जब दो कंडक्टर के बीच अल्टरनेटिंग पोटेंशियल डिफरेन्स स्थापित किया जाता है और उन दोनों कंडक्टर बीच उनके व्यास से ज्यादा खाली स्थान होता है, यदि लागु वोल्टेज कम हो तो वायर के आस पास की वातावरणीय हवा की अवस्था में कोई बदलाव नहीं होता है। जब भी कभी वोल्टेज निर्धारित वेल्यु से ज्यादा होती है तो उस वोल्टेज को महत्वपूर्ण विघटनकारी वोल्टेज (critical disruptive voltage) कहते हैं और कंडक्टर के आस-पास बैंगनी प्रकाश चमकता है **कोरोना** कहलाता है।

कोरोना को प्रभावित करने वाले कारण (Factors affecting Corona)

वातावरण की भौतिक स्थिति के साथ-साथ लाइन की अवस्था भी कोरोना घटना को प्रभावित करती है वह कारण जिस पर कोरोना निर्भर करती है निम्न लिखित है :

1 वातावरण (Atmosphere)

2 कंडक्टर साइज (Conductor size)

3 कंडक्टर के बीच खाली स्थान (Spacing between conductors)

4 लाइन वोल्टेज (Line voltage)

कोरोना की लाभ एवं हानियाँ (Advantages and Disadvantages of Corona)

कोरोना के बहुत से लाभ एवं हानियाँ है।

लाभ (Advantages)

i कंडक्टर के आस पास की हवा, कोरोना के बनने से कंडक्ट करने लगती है जिससे कंडक्टर का वास्तविक व्यास बढ़ जाता है। व्यास बढ़ने से इलेक्ट्रो स्टेटिक तनाव जो कंडक्टर के बीच बनता है, कम हो जाता है।

ii कोरोना, सर्ज द्वारा उत्पन्न होने वाले ट्रा-सीएन्ट (transients) के प्रभाव को कम करती है।

हानियाँ (Disadvantages)

i कोरोना से ऊर्जा की हानि होती है जिससे लाइन की ट्रांसमिशन दक्षता पर प्रभाव पड़ता है।

ii कोरोना से ऊर्जा की हानि होती है जिससे लाइन की ट्रांसमिशन दक्षता पर प्रभाव पड़ता है।

iii कोरोना के कारण लाइन में करंट नॉन साइनो सोइडल होती है जिसके कारम पड़ोसी कम्युनिकेशन लाइन के साथ इंडक्टीव दंखल अंदाजी होती है।

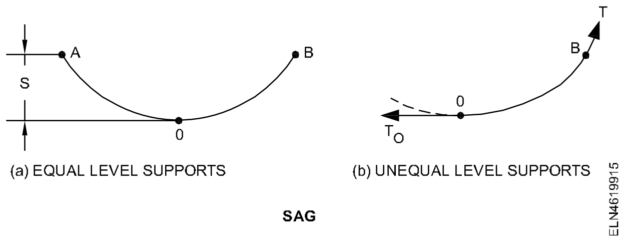
(e.g. बड़े क्रास आर्म और सपोर्ट) महत्वपूर्म सीमा को बढ़ा सकते है।

ओवर हेड लाइन में झोल (Sag in Overhead Lines)

सपोर्ट के ऊपरी बिन्दु और कंडक्टर के नीचले बिन्दु के मध्य स्तर का अंतर कंडक्टर का **'झोल (Sag)'** कहलाता है।

Fig 5 (a) में दर्शाया गया है कि दो समान सपोर्ट A और B पर कंडक्टर लटकाया गया है कंडक्टर को पूरी तरह से खींचा नहीं जाता है थोड़ा सा ढीला रखा जाता है कंडक्टर का सबसे नीचली हिस्सा O और ढोल S है। Fig 5 (b) असमान सपोर्ट को दर्शा रहा है।

Fig 5



SAG

कंडक्टर झोल एवं तनाव (Conductor sag and tension)

ओवरहेड लाइन में सबसे महत्वपूर्ण उसकी यांत्रिक बनावट पर विचार किया जाता है। आवश्यक कंडक्टर पदार्थ को घटाने के लिए कंडक्टर झोल को कम रखना चाहिए। जमीनी सतह से पर्याप्त क्लीयरेन्स होने पर पोल की अतिरिक्त ऊँचाई से बचना चाहिए।

ओवरहेड ट्रांसमिशन लाईन का वर्गीकरण (Classification of Overhead Transmission Lines)

केपेसिटेन्स प्रभाव ट्रांसमिशन लाइन के केल्वुलेशन की जटिलताओं को बताता है, तरीके के आधार पर केपेसिटेन्स को लिया जाता है। ओवर हेड ट्रांसमिशन का वर्गीकरण :

i छोटी ट्रांसमिशन लाईन (Short transmission lines) : जब ओवर हेड ट्रांसमिशन लाइन की लम्बाई 50 km तक हो एवं लाईन वोल्टेज तुलना में कम हो (<20 KV), इसे शॉर्ट या छोटी ट्रांसमिशन लाइन कहते है। छोटी लम्बाई और कम वोल्टेज के कारण, केपेसिटेन्स प्रभाव कम या नगण्य होता है।

ii मध्यम ट्रांसमिशन लाईन (Medium transmission lines) : जब ओवर हेड ट्रांसमिशन लाइन की दूरी 50 – 150 km तक होती है और वोल्टेज का मान मध्यम उच्च (20 KV - 100 KV), होता है। इसे मध्यम ट्रांसमिशन लाईन कहते है। पर्याप्त लम्बाई और वोल्टेज के कारण केपेसिटेन्स प्रभाव ही उतना ही होता है।

iii लम्बी ट्रांसमिशन लाईन (Long transmission lines) : जब ओवर हेड ट्रांसमिशन लाइन की लम्बाई 150 km से ज्यादा होती है और लाईन वोल्टेज उच्च होता है (>100 KV), लम्बी ट्रांसमिशन लाईन कहलाती है। इस तरह की लाईन के लिए, लाईन कान्सटेंट (स्थिरांक) को लाईन की पूरी लम्बाई में एक समान डिस्ट्रीब्युट किया जाता है।

ट्रांसमिशन लाइन का कार्य महत्वपूर्ण दो शर्तों पर निर्भर है।

i वोल्टेज रेग्युलेशन (Voltage Regulation)

ट्रांसमिशन लाईन के रिसिविंग एंड वोल्टेज और सेन्डिंग एंड वोल्टेज के अंतर को वोल्टेज रेग्युलेशन कहते है और रिसिविंग एंड के वोल्टेज के प्रतिशत मं प्रदर्शित किया जाता है।

% वोल्टेज रेग्युलेशन =

V_s = सेल्डिंग एंड वोल्टेज

V_R = रिसिविंग एंड वोल्टेज

यह जरूरी है कि ट्रांसमिशन लाईन का वोल्टेज रेग्युलेशन कम होना चाहिए। लोड करंट को बढाने पर रिसिविंग एंड वोल्टेज में बहुत कम अंतर आना चाहिए।

ii ट्रांसमिशन दक्षता (Transmission efficiency) : लाईन प्रतिरोध में होनेवाले हानियों के कारण रिसिविंग एंड पर पावर, सेन्डिंग एंड की तुलना में कम होती है।

ट्रांसमिशन लाईन में रिसिविंग एंड पावर और सेंडिग एंड पावर के अनुपात को लाइन की ट्रांसमिशन दक्षता कहते हैं।

$$\text{ट्रांसमिशन दक्षता का प्रतिशत} = \frac{\text{प्राप्त सिरे पर पावर}}{\text{भेजे जाने वाले सिरे पर पावर}} = 100$$

$$= \frac{V_R I_R \cos\phi_R}{V_S I_S \cos\phi_S} \times 100$$

जहाँ, $V_R I_R$ और $\cos\phi_R$ रिसिविंग एंड पावर है $V_S I_S$ रिसिविंग एंड वोल्टेट करंट और $\cos\phi_S$ पावर फेक्टर है इस ही तरह सेंडिग एंड पर मान है।

Constants of a Transmission Line

ट्रांसमिशन लाईन के स्थिरांक (Constants of a Transmission Line)

ट्रांसमिशन लाईन की पूरी लम्बाई में प्रतिरोध, इंडक्टेन्स और केपेसिटेन्स को एक समान डिस्ट्रीब्युट किया जाता है।

i प्रतिरोध (Resistance) : प्रतिरोध, कंडक्टर में करंट प्रवाह का विरोध करता है, प्रतिरोध को लाईन की पूरी लम्बाई में एक समान डिस्ट्रीब्युट किया जाता है जैसा कि Fig 6 में दर्शाया है।

ii इंडक्टेन्स (Inductance) : जब कंडक्टर से अल्टरनेटिंग करंट बहती है तो परिवर्तित फ्लक्स स्थापित हो जाता है जो कंडक्टर से जुड़ जाश्ता है, फ्लक्स लिंकेज के कारण कंडक्टर में इंडक्टेन्स दखल देता है। इंडक्टेन्स को फ्लक्स लिकेज/एम्पियर में बताया जाता है जो इस प्रकार है ।

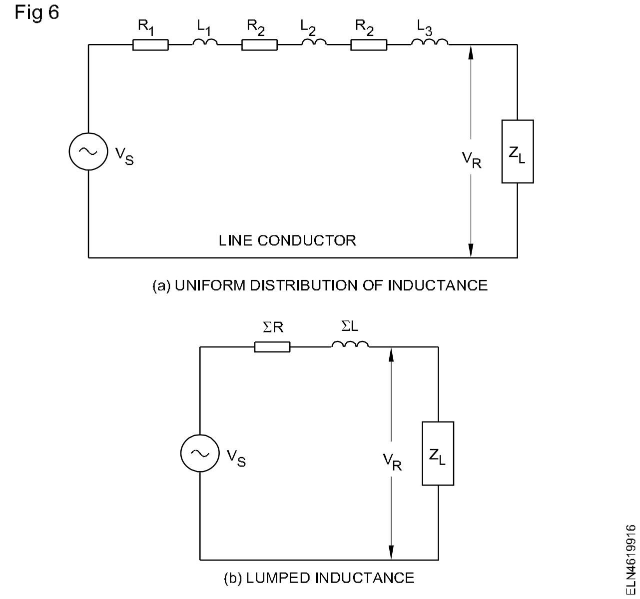
इंडक्टेन्स, L =

जहाँ ϕ = फ्लक्स लिंकेज (वेबर - टर्न)

I = करंट (एम्पीयर)

इंडक्टेन्स को भी पूरी लाईन में एक समान रूप से डिस्ट्रीब्युट किया जाता है। जैसा कि Fig 6 (a) में दिखाया है। एक बार फिर विश्लेषण की सुविधा के लिए, इसे एक साथ (इकट्ठा) लिया जाता है जैसा कि Fig 6 (b) में दर्शाया है।

Fig 6



(a) UNIFORM DISTRIBUTION OF INDUCTANCE

(b) LUMPED INDUCTANCE

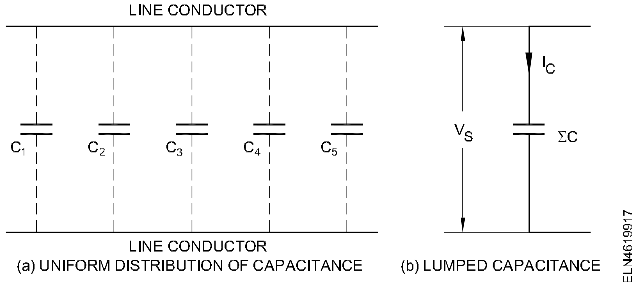
iii केपेसिटेन्स (Capacitance) : यदि ओवर हेड लाइन के कोई भी दो कंडक्टर हवा द्वारा अलग किए जाते है तो यह इंसुलेशन की तरह कार्य करता है। केपेसिटेन्स किन्ही दो कंडक्टर के मध्य होता है । कंडक्टर के मध्य केपेसिटेन्स चार्ज/यूनिट विभवान्तर होता है। जो इस प्रकार है।

जहाँ q = लाईन में चार्ज कूलाम्ब

v = कंडक्टर के मध्य विभवान्तर वोल्ट्स में

केपेसिटेन्स को लाईन की पूरी लम्बाई में समान रूप से डिस्ट्रीब्युट किया जाता है जैसा कि Fig 7 (a) में दर्शाया है कि केपेसिटर को कंडक्टर के बीच जोड़ा जाता है। जब ट्रांसमिशन लाइन को अल्टरनेटिंग वोल्टेज प्रभावित करता है तो चार्ज कंडक्टर के किसी भी बिन्दु पर चार्ज, कंडक्टर के उसी बिन्दु के बीच के वोल्टेज के क्षणिक मान के बढ़ने या घटने के साथ बढ़ता या घटता है करंट का परिणाम (चार्जिंग करंट) करंट के बीच प्रवाह होने लगती है Fig 7 (b)। यह चार्जिंग करंट बाईन में प्रवाहित होती है चाहे सर्किट खुला हुआ क्यों न हो मतलब ना लोड पर सप्लाय। लाईन में यह वोल्टेज ड्राप को प्रभावित करती है और साथ में दक्षता और लाइन के पावर फेक्टर को भी प्रभावित करती है।

Fig 7



रजिस्टिव लाइन (Resistive Line)

ट्रांसमिशन लाइन में पावर हानि का सबसे महत्वपूर्ण कारण ट्रांसमिशन लाईन कंडक्टर का प्रतिरोध होता है। लाईन कंडक्टर का प्रतिरोध R जिसकी प्रतिरोधकता ρ लम्बाई *l*, और क्रास सेक्शनल क्षेत्र a इस प्रकार ज्ञात होता है।

R =

i सिंगल फेज या 2-वायर d.c. लाइन में कंडक्टर का कुल रजिस्टेंस या प्रतिरोध (दोहरा प्रतिरोध लूप प्रतिरोध के बराबर होता है)।

ii 3-फेस ट्रांसमिशन लाईन की दशा में प्रत्येक फेज में प्रतिरोध, एक कंडक्टर का प्रतिरोध होता है।

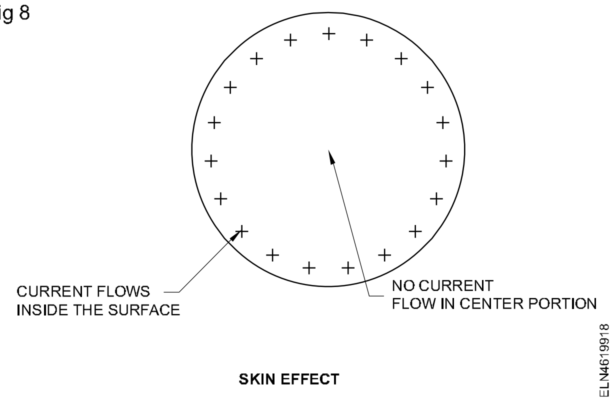
स्कीन प्रभाव (Skin Effect)

अल्टरनेटिंग करंट की यह प्रवृत्ति होती है कि वह कंडक्टर की सतह के आसपास ही केन्द्रित होती है, **स्कीन प्रभाव** कहलाता है।

स्कीन प्रभाव के कारण कंडक्टर की प्रभावित क्रांस सेक्शनल क्षेत्र जिससे करंट प्रवाहित होती है, घट जाती है। जब कंडक्टर AC को ले जाता है तो प्रतिरोध धीरो से बढ़ जाता है।

स्कीन प्रभाव निर्भर करता है। (Fig 8)

Fig 8



i मेटेरियल की प्रकृति

ii वायर का व्यास – वायर के व्यास के साथ बढ़ता है।

iii फ्रिक्वेंसी – फ्रिक्वेंसी के बढ़ने के साथ बढ़ता है।

iv वायर का आकार – स्ट्रेंडेड कंडक्टर में कम, ोस कंडक्टर की तुलना में।

यदि सप्लाय फ्रिक्वेसी कम हो (< 50 Hz) और कंडक्टर का व्यास छोटा (<1 cm) हो तो यह देख गया है कि स्कीन प्रभाव नगव्य होता है।

ओवरहेड लाइन पोल का स्थापन (Erection of overhead line poles)

विस्तार की लम्बाई (Length of span)

लाईन सपोर्ट की विस्तृति लम्बाई, विभिन्न घटकों पर निर्भर करेगी। जैसे खम्बे का प्रकार तथा प्रयुक्त चालक, संचार की वोल्टता, वातावरण, सुरक्षा के लिए भूतंतराल आदि।

फिर भी, टेबल 1 में दिये गये निम्नलिखित आकड़े को रूक्ष मार्गदर्शन के लिए लिया जा सकता है।

टेबल 1

खम्बे के प्रकार तथा विस्तृति के बीच संबंध

क्रमांक	खम्बे का प्रकार	विस्तृती की लम्बाई m. में
1	लकड़ी के खम्बे	40 - 50
2	स्टील के नलिलाकार खम्बे	50 - 80
3	RCC के खम्बे	60 - 100
4	स्टील के स्तम्भ	100 - 300
5	G.I पाइप (मध्यम)	30 - 50

जब वितरण लाइने तथा सड़क प्रकाश व्यवस्था फिक्सचरों को एक ही सपोर्ट में स्थापित होना हो तो स्थान को 45 मीटर से अधिक नहीं होना चाहिए।

11KV से अधिक की शक्ति लाइनों के लिए अनुशंसित स्पान, सारणी 2 में दी गई है।

टेबल 2

वोल्टता, परिपथों तथा विस्तृति के बीच संबंध

नामिनल सिस्टम वोल्टेज KV (rms)	परिपथों की संख्या	वोल्टता विस्तृति का परास मीटर m
33 (वोवर पोल्स)	1	90 - 135
	2	180 - 305
66	1	240 - 305
	2	240 - 320
110	1	305 - 335
	2	305 - 365
132	1	305 - 365
	2	305 - 380
220	1	320 - 380
	2	320 - 380

विस्तृतियों का चयन (Choice of spans) : निम्नलिखित घटक, विस्तृति के चयन को प्रभावित करते है ।

i रचना की सुविधा तथा लाइन का मूल्य

ii अनुरक्षण की सुविधा तथा लाइन अनुरक्षण का मूल्य

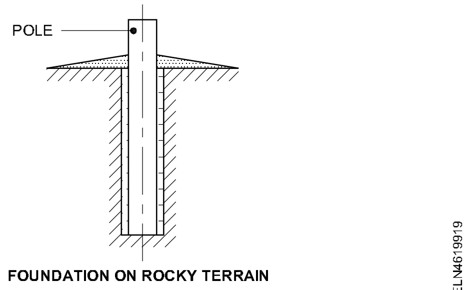
iii भू-भाग की स्थितियाँ

गर्त की गहराई, खंभे के ऊँचाई तथा मिट्टी पर निर्भर करती है (The depth of the pit depends upon the soil and height of the pole) : भूतल के नीचे गर्त की गहराई को, खंभी की लम्बाई के लगभग 1/6 होता होना चाहिए (अर्थात्) एक 9 मीटर लंबे खंभे को सतह के ऊपर 7.5 मीटर छोड़ते हुए भू के नीचे लगभग 1.5 मीटर जाना चाहिए।

फाउन्डेशन सेटिंग की गहराई, मिट्टी के घनत्व तथा कुहरा भेदन की गहराई से परतंत्र होता है। उपरोक्त के अतिरिक्त हमें भू की रचना में विक्षोम को परिकलन में लेना चाहिए क्योंकि भरी गई मिट्टी, प्राकृतिक भू से सदैव कम मजबूत होती है।

लकड़ी तथा रेनफोर्सड कंक्रीट (Wooden and reinforced concrete) : पिन विद्युतरोधी के साथ 33 Kv ओवर हेड लाइनों के लिए सपोर्ट को बिना किसी विशेष आधार के साथ भू में सीधे स्थित किया जाता है। इन सपोर्ट के लिए छिद्र को स्थापित किये जाने वाले खंभे का व्यास 5 -10 cm अधिक होता है। Fig 9 में दर्शाया है।

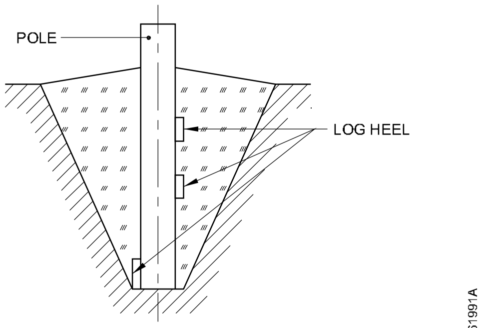
Fig 9



FOUNDATION ON ROCKY TERRAIN

खंभों को Fig 10 में दर्शाये गये अनुसार उत्खनन के निचले भाग के क्षेत्रफल के अंदर खंभों पर स्थित लट्ठे को ऐंडी से भी प्रचलित किया जा सकता है।

Fig 10

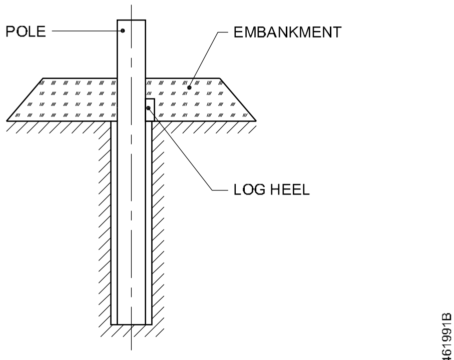


FOUNDATION ON SOLID GROUND

यदि 1.5 से 2 मीटर की गहराई पर जल प्राप्त होता है तो, खंभों को भूमिगत जल के तल के ऊपर सामान्यतः स्थिर किया जाता है तथा विशेष उपाय लिये जाते है तथा या तटबंध से रेन फोर्स किये जाते है जैसा कि Fig 11 में दर्शाया गया है।

ऐसी स्थितियों में काली कपास मिट्टी में आधार के ढह जाने को रोकने के लिए द्रव्यमान क्रांकीट आधार को अपनाया जाता है।

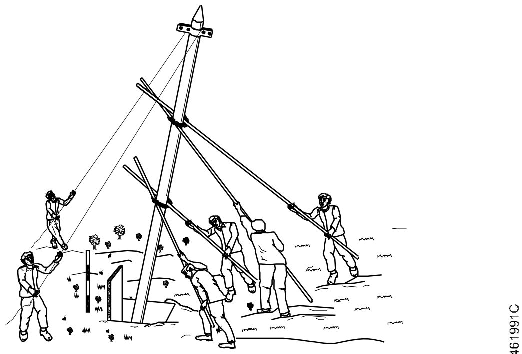
Fig 11



FOUNDATION ON CLAY SOIL

खंभा को स्थापित करने की विधी (Method of erection of poles): स्थापित किये जाने वाले खंभों को गर्त की स्थिति के निकट पर हस्त श्रामिक से या तत्काल तैयार की गई बैल गाड़ी से लाया जा सकता है। फिर खंभों को गर्त में स्थापित किया जा सकता है। लकड़ी के सपोर्ट खंभों को भी, खंभों की गर्त की स्थिति की स्थिती पर उाकर लाने की सुविधा के लिए उपयोग किया जा सकता है, जिस की Fig 12 में दर्शाया गया है।

Fig 12



ERECTION OF POLES

खंभों को गर्त में स्थित करने के पूर्व, मिट्टी तथा खंभों के बीच सतह संपर्क को बढ़ाने के लिए खंभे के नीचे RCC पेडिंग या विकल्पतः उचित आधार पट्टी दी जा सकती है। पैडिंग, मिट्टी पर खंभे के भार के कारण दाब के घनत्व को वितरित करेगी।

खम्बे को खड़ा करने के बाद, उसे रस्से को अस्थायी लंगर की तरह, उपयोग करते हुए 20/25 mm व्यास की मनीला/सीशल रेशा रससे की सहायता से, उर्ध्वाधर स्थिती में रखना चाहिए, जैसे कि खंभे को खड़ा किया जा रहा है माना, लंगर की बिंदु से अगले कोण बिंदु तक खंभों के संरेखण की जाँच करना चाहिए। दृष्टि जाँच से सेट करना चाहिए। खंभों की उर्ध्वारता को दोनों अनुप्रस्थ तथा अनुदैर्ध्य दिशाओं पर स्प्रिट लेबल से जाँच करना चाहिए।

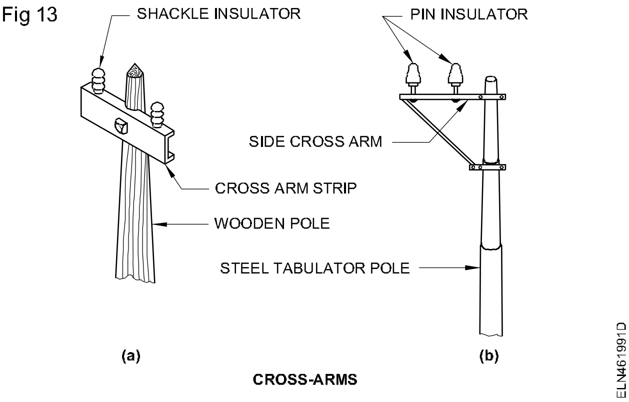
उर्ध्वाधर तथा अनुदैर्ध्य संरेखण का संतोषप्रद होने के बाद भू को भरना चाहिए। कुछ मिट्टियों में खंभों को गर्त के भङूतल तक कांकीट से भरा जाता है। खंभे को सेट होने के पश्चात्, अस्थायी लंगरो को हटा देना चाहिए।

क्रास-भुजा का उपयोग (Use of cross - arms) : इन्हें विद्युतरोधी टैंक भी कहा जाता है तथा या तो लकड़ी या एंगल लौह के बने होते है। क्रास भुजा को विद्युतरोधी, जिस पर चालक रोधित होते है, को पकड़ने के लिए खंभे के ऊपरी भाग पर स्थापित होते है। इन्हें खंभों पर उनकी आपेक्षित

स्थिति के अनुसार भी कहा जाता है । यदि क्रास-भुजा, खम्बे के केन्द्र पर स्थित हो तो उसे क्रास भुजा (Fig 13 a) कहा जाता है तथा यदि खंभे के एक साइड पर स्थित हो तो उसे साइड-क्रास भुजा कहते है (Fig 13b) U-आकार की क्रास भुजा, विशेषतः 3 फेस लाइन के लिए उपयोग होती है।

100mm x 50 mm x 7.9 kg/m मीटर साइज या 75 mm x 40 mm x 5.7 kg/m साइज की चेनल से संविरचित चैनल लोह क्रास भुजा H.T. लाइनों के लिए उपयोग होती है, तथा 50 mm x 50 mm x 6 mm साइज के एंगल लोह से बनी हुई को L.T लाइनों के लिए उपयोग किया जाता है।

Fig 13



CROSS-ARMS

एल्यूमिनियम चालकों का जोड़ (Joining of aluminium conductors)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगेः
- **जोड़ों के प्रकार का वर्णन करना**
- **चालकों को जोड़ते समय उपयोग में आने वाले कनेक्टर्स के प्रकार की व्यावस्था करना**
- **ओवर हेड लाइन को जाँच करनें की क्रम/ विधि की व्यावस्था करना**
- **ओवर हेड लाइन की स्थापना के समय प्रांरभिक सुरक्षा सावधानियाँ को जानना।**

O.H लाइनों में जोड़ने के उपसाधन : O.H. एल्युमीनियम चालकों को जोड़ने के लिए सामान्यतः कनेक्टर्स प्रयुक्त किये जाते है। कनेक्टर्स विभिन्न प्रकार के हो सकते हैं, जिनमें से कुछ का वर्णन नीचे किया गया है।

1 स्लीवयुक्त जोड़

2 कनेक्टर्स/टेप के द्वारा सीधा

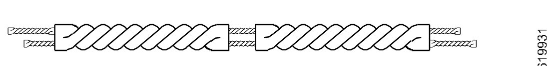
3 समान्तर खांचे (grooves) के साथ वाइस-क्लैम्प कनेक्टर्स/टैप

4 नट तथा वोल्ट कनेक्टर्स

स्लीव युक्त जोड़ (Sleeved joints)

ट्वीस्टेड जाइंट (Twisted joints) : जोड़े जानेवाले चाल को पर ओवल आकार की एल्युमिनियम स्लीव को डाला जाता है तथा फिर Fig 1 में दर्शाये गये अनुसार ऐंणन हो जाता है। सभी एल्युमिनियम चालकों के लिए केवल एक ही स्लीव पर्याप्त होती है जबकि ACSR चालकों के लिए दो संकेन्द्रीय स्लीव उपयोगी होती है। पुत्येक एक एल्युमिनियम तथा स्टील के भाग के लिए 15 mm व्यास तक के चालकों के लिये ऐंन या मोड़ (twisted) हुए जोड़ की अनुशंसा की जाती है। स्लीव को खीस्ट के लिए केवल विशेष रिंचों का उपयोग करना चाहिए।

Fig 1

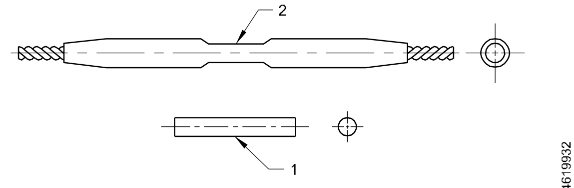


TWISTED JOINTS

संपीडन जोड़ (Compression joints) : ACSR चालकों को Fig 2 दर्शाये गये अनुसार दो स्लीवों के संपीड़न जोड़ों से जोड़ा जाता है। बड़ी स्लीव एल्युमिनियम की होती है, जो पूर्ण चालक पर फिट रहती है, तथा छोटी वाली स्टील की होती है, जो तार के स्टील के भाग पर उत्केन्द्रीय फिट होती है। जोड़े जाने वाले चालकों को एक के बाद एक, स्लीव में डाला जाता है, तथा या तो हाथ से या द्रव चालित (hydraulic) दाब से संपीडित किया जाता है। एल्युमीनियम चालकों के लिए संपीडन जोड़ में एल्युमिनियम स्लीव की होती है।

कान्टेक्टर्स/टेपों के द्वारा सीधा (Straight through connectors / taps) : तार के दो सिरे आरपार दौड़ को जोड़ने के लिए दो प्रकार के कान्टेक्टर्स प्रयुक्त होते हैं। (Fig 2)

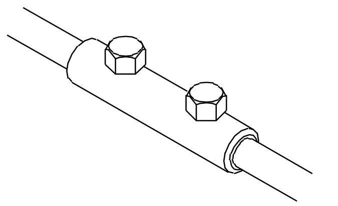
Fig 2



COMPRESSION JOINT FOR ASCR

सीधा स्लीव तथा नट कनेक्टर (Straight sleeve and nut connector) : इसे Fig 3 में दर्शाया गया है यह कैडामियम लेपित पीतल या एल्युमिनियम की बनी हुई स्लीव (अनुप्रस्थ काट में गोल या अंडाकार) होती है। चालकों को स्लीव में डाला जाता है तथा नट से कसा जाता है।

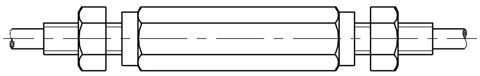
Fig 3



STRAIGHT SLEEVE AND NUT

संपीड़न कनेक्टर (Compression connector) : इसमें, चालकों को दोनों सिरों पर लपेटा जाता है फिर नट के साथ संपीडित किया जाता है जैसा कि Fig 4 में दर्शाया गया है।

Fig 4

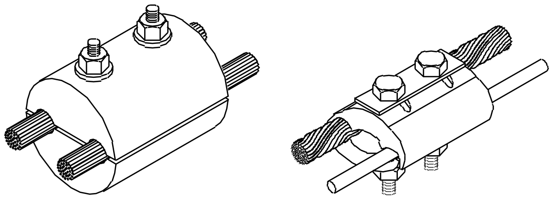


COMPRESSION CONNECTOR

वाइस-क्लैम्प कान्टेक्टर्स/टैप, समान्तर खांचों के साथ (Vice-clamp connectors/taps with parallel grooves (PG)) : ये अनेक प्रकार के होते है जैसे कि नीचे वर्णन किया गया है।

मानक P.G. क्लैम्प (Standard P.G. clamps) : Fig 5 में दर्शाया गये इस क्लैम्प में दो एल्युमिनियम अर्द्ध होते है, जिनमें प्रत्येक अर्द्ध भाग में दो अर्द्ध वृत्ताराप समान्तर खांचे कटे रहते है। जोड़े जाने वाले चालकों को इसमें डालने के बाद, गैलवनीकृत स्टील के नटों को कसा जाता है। जैसे कि खांचे समान साइज के होते है, इसलिये ये केवल तभी उपयोग होते हैं जब जोड़े जाने वाले चालक भी समान साइज़ के हो।

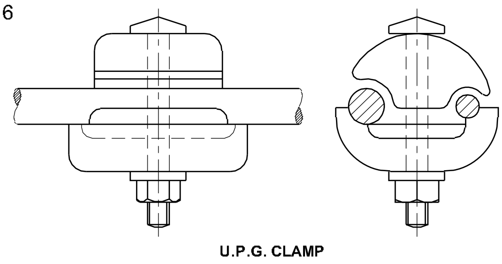
Fig 5



P.G. VICE CONNECTOR

सार्वत्रिक P.G. क्लैम्प (Universal P.G. clamp) : इसे Fig 6 में दर्शाया गया है। इसमें भिन्न साइज के चालकों को व्यवस्थित करने के लिए कुछ भिन्न आकार के खांचे, तथा केवल एक वोल्ट होता है। ये क्लैंप अधिक भार सेवा के लिए नहीं होते है। लेकिन एल्युमिनियम चालकों के द्वारा वितरण लाइन से व्यक्तिगत उपभोक्ता का कान्टेक्टर्स टैपिंग करने के लिए उपयोग किया जा सकता है।

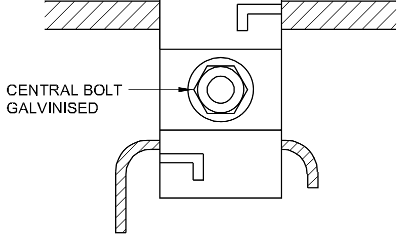
Fig 6



U.P.G. CLAMP

द्विधात्विक सार्वत्रिक समान्तर खाँचे, का क्लैंप (BMPG क्लैम्प) : यह क्लैंप Fig 7 में दर्शाया गया है। इसमें कैडमियम लेपन के साथ पीतल की कार्य होती है। दो अर्द्ध को एक गैल्वीकृत वोल्ट से कसर जाता है, यह उपभोक्ता सेवा कान्टेक्टर्स की स्थिति में तांबे वायर को एल्युमिनियम कंडक्टर से जोड़ने के लिया उपयोग किया जाता है।

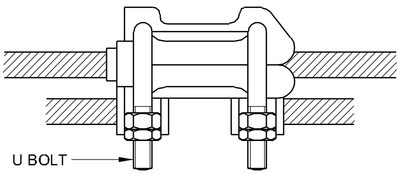
Fig 7



CENTRAL BOLT IS OF GALVANISED IRON

U वोल्ट क्लैम्प (U bolt clamps) : इसे Fig 8 में दर्शाया गया है। इसमें 'U' वोल्ट उपयोग होता है, क्योंकि ये वोल्ट, रीतिगत सीधे वोल्टों की अपेक्षा 4 गुना अधिक दाब लगाते है। ऐसे क्लैम्प अधिक भार चालकों (heavy duty) के लिए उपयुक्त है।

Fig 8



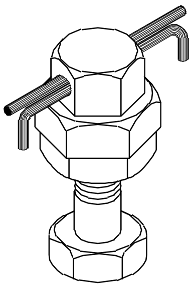
U BOLT CLAMP

नट तथा वोल्ट कनेक्टर 2 प्रकार के होते हैं (Nut and bolt connectors are of two types)

नट कन्टेक्टर (Nut connector)

इसे Fig 9 में दर्शाया गया है। इसमें अनुदैर्ध्य छिद्र होता है। जिसमें से 1 जोड़े जाने वाले चालक को डाला जाता है और फिर वोल्ट से कसा जाता है।

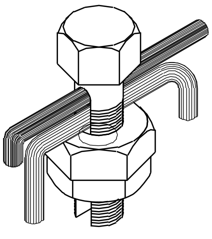
Fig 9



NUT CONNECTOR

विभक्त वोल्ट कनेक्टर (Split bolt connector) : Fig 10 में दर्शाया गया है यह तने पर विभक्त होता है। जोड़े जानेवाले चालकों को विभक्त में डाला जाता है तथा फिर भारी नट से कसा जाता है।

Fig 10



SPLIT BOLT CONNECTOR

एल्युमिनियम कंडक्टर का उपयोग करते समय बरती जानेवाली सावधानियाँ (Precautions to be followed while using aluminium conductors) : एल्युमिनियम वायर के लिए कनेक्टर में इलेक्ट्रिक कनेक्शन में सम्मिलित तकनीकी समस्या कॉपर के चालकों के लिए पायी जानेवाली समस्याओं से पर्याप्त भिन्न है। इन समस्याओं को हल करने के लिए अनेक भिन्न विधियाँ है लेकिन यह आवश्यक है कि एल्युमिनियम के लिए कनेक्टर को एल्युमिनियम के लिए विशेष रूप से डिजाईन होना चाहिए।

अनेक समस्याएँ ऊची है जिन्हें, एल्युमिनियम को कॉपर के साथ जोड़ते समय परिकलन में लेना चाहिए। ये सभी तकनीकी समस्याएँ, एल्युमिनियम की सतह पर ऑक्साइड फिल्म कनेक्टर से लगा संपर्क दाब तथा विभिन्न धातुओं के बीच गैल्विन संरक्षण की संभावना से संबंधित है।

मूलतः किसी भी विद्युतीय संपर्क की दक्षता, संपर्क सतह की सफाई पर, सम्पर्किय सतह के क्षेत्रफल पर, तथा लगाये गये दाब पर निर्भर करती है। अपघर्षण के तुरंत बाद लगाया गया जोड़ने का यौगिक, सतह को और आगे आक्सीकरण होने से रोकेगा, तथा अधिकांश कनेक्टर के साथ गंभीर रूप से हस्ताक्षेप करने के लिए पर्याप्त मोटी आक्साइड फिल्म के बनने को रोकता है।

अत्यंत चरम सीमा की स्थिति में आक्साइड के पूर्ण विलोपन को सुनिश्चित करने के लिए, उनपघर्षण के पूर्व जोड़ने वाले यौगिक को लगाये, जिससे कि यौगिक के नीचे की आक्साइड फिल्म निकल जाएगी। जोड़ने वाला योगिक, आक्साइड फिल्म को पुनः बनने को रोकता या मन्द करता है तथा इसलिए कनेक्शन के बनने के पूर्व इसे हटाना नहीं चाहिए।

एल्युमिनियम के लिए संतोषप्रद कनेक्टर कॉपर के लिए जैसे ही संतोष प्रद लगभग कुल समान दाव लगायेगा, लेकिन विचारणीय रूप से अधिक संपर्क क्षेत्रफल उपलब्ध करेगा तथा एल्युमिनियम के लिए रोक सकने योग्य मान तक इकाई प्रतिबल को धारक करेगा।

यदि कनेक्टर को कंडक्टर से भिन्न धातु का बनाया जाये तो ताप परिवर्तन के कारण दो धातुओं के प्रसार तथा सिकुडन की दर में भिन्नता, ताप परिवर्तन के कारण संपर्क दाब परिवर्तित होगा।

अधिकांशतः एल्युमिनियम चालकों को कापर चालकों के साथ जोड़ना होता है तथा गैल्वनीव्हत संचारण की संभावना को अनुमान बगाना चाहिए। जब दो विभिन्न धातु, नम्य की उपस्थिति में परस्पर संपर्क में होते है, इसके बाद उसे विद्युत अपघटय कहते हैं तो उनके बीच में कम वोल्टेज उत्पन्न होता है जिसके कारण विद्युत धारा का प्रवाह होता है।

यह विद्युत धारा अंत में कंडक्टर को संक्षारण करने का प्रयास करती है गैल्वनीकृत संक्षारण की संभावना पूर्णतः विलोपित होती है। यदि एल्युमिनियम चालक को अन्य एल्युमिनियम चालक या तांबे के चालक से जोड़ने के लिए उपयोग हुए कनेक्टर एल्युमिनियम के बने हो।

तो यह अनुशंसा की जाती है कि सम्मिलित धातु को ध्यान हीन करते एल्युमिनियम से विद्युतीय कनेक्शन पर सदैव अच्छे जोड़ने वाले यौगिक का उपयोग करना चाहिए। जोड़ने वाले यौगिक को जब उदारता से लगाया जाये तो, संपर्कीय सतहों के समीपता में सभी रिक्तियों को भर देगा । ऐसा करने से वह वायु तथा नमी के प्रवेश को वर्जित करेगा तथा आक्सीकरण या संक्षरण को संभव नहीं होने देगा।

बाजार में अनेक अच्छे जोड़ने वाले यौगिक मिलते है, जो किसी भी ग्रीस प्रकार के पदार्थ होते हैं। फिर भी समय की अवधि जिसमें जोड़ने वाले यौगिक, रक्षण प्रदान करेगा, को अनुभव के अतिरिक्त स्थापित नहीं किया जा सकता है। लेकिन जब उदारता से लगाया जाये तो किसी भी सेवा की स्थिति में वे अनेक वर्षों तक रहते हैं।

ओवरहेड लाईन का परीक्षण (Testing of overhead line) : ट्रांसफार्मर, उपकरण इत्यादि की सर्विस को कनेक्ट करने से पहले जैसा प्रभारी इंजीनियर द्वारा आवश्यक है, उपयुक्त मानक का दबाव वोल्टेज परीक्षण, लाईन पर किया जाता है।

चार्जिंग के पहले उच्च वोल्टेज समान लाइन को इंसुलेशन परीक्षण के लिए 500V मेगर का उपयोग किया जाता है।

जहाँ पर H.V. लाइन पर दबाव परीक्षण नहीं होता है वहाँ इंसुलेशन के परीक्षण के लिए 2500V/5000V मैगर का उपयोग करना चाहिए (चार्जिंग से पहले)।

जब दबाव/मैगर परीक्षण संतोषजनक हो तब ही वितरण लाइन चार्ज करना चाहिए।

चार्ज इंजीनियर की उपस्थिति में ही लाइन चालू करना चाहिए।

प्रारंभिक सुरक्षा प्रक्रिया (Preliminary safety procedures) : पोल पर किसी भी बड़े कार्य को करने से पूर्व निम्नलिखित ड्रिल करें।

– अवरहेड लाईन पर कार्य करने से पहले जो भी वहाँ पहले से मौजूद हो उसे सक्षम प्राधिकृत अधिकारियों से शट डाऊन की अनुमति लेना चाहिए ।
– ओवरहेड लाईन पर कार्य करने से पहले, जिसमें पहले से सप्लाय पावर हो को संबंधित स्वीच को खोलकर लाइन को डेड करना चाहिए और लाइन को अर्थ रॉड के द्वारा अर्थ करना चाहिए।
– पोल पर कार्य करते समय सुरक्षा बेल्ट का प्रयोग करना चाहिए।
– संरचना का निरीक्षण करना चाहिए।
– कार्य तक पहुँचने के लिए सबसे अच्छा रास्ता इस्तेमाल करना चाहिए ।
– सर्वश्रेष्ठ सीढ़ी स्थान चयनित करना चाहिए।
– सीढ़ी को खड़ा करना, सीढ़ी में फुट बने हुए हो और यह फीट या पैर फिसलते न हो और सीढ़ी पर कार्य चलता है अन्य कर्मचारी सीढ़ी को पकड़ने रखना चाहिए ।

घरेलू सर्विस लाइन - IE नियम (Domestic service line - IE rules)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **खुले एवं इंसुलेटेड चालकों के साथ घरेलू सर्विस कनेक्शन को जानना**
- **खंभे से उपभोक्ता परिसार तक केबल को विछानें/ कनेक्शन की विधि का वर्णन करना**
- **घरेलू सर्विस कनेक्शन करते समय सुरक्षा सावधानियों को जानना**
- **घरेलू सर्विस कनेक्शन से संबंधित IE नियम को सूची बद्ध करना**
- **टेपिंग सर्विस कनेक्शन की विधियों को जानान।**

सर्विस कनेक्शन (Service connections)

उपभोक्ता परिसार में वितरण सिंगल या 3 फेस में संपन्न होता है। सिंगल फेज या 3 फेज की आवश्यकता उपभोक्ता के द्वारा माँग किये गये अधिकतम लोड और घर या परिसर की वायरिंग पर निर्भर करता है। विद्युत विभाग के द्वारा माँग किये लोड का निरीक्षण करने के पश्चात आवश्यक शक्ति (power) हेतू अनुमोदन का निणर्य लिया जाता है। इस प्रकार आवश्यक /चाही गयी शाक्ति (power) हेतू कनेक्शन उपभोक्ता बिन्दु सर्विस लाइन से जोड़कर अंतिम रूप दिया जाता है।

खंभे के क्रॉस आर्म से उपभोक्ता के मुख्य बोर्ड (main panel) तक की कनेक्शन ओवर हेड या अडंर ग्राउंड होगी, यह लाइन आरेख पर भी निर्भर करता है। यदि उपभोक्ता मुख्य बोर्ड (main panel) की दूरी सर्विस खंभे से 50 मीटर से अधिक हो तत्व क्रॉस आर्य सहित अतिरिक्त खंभे pole स्थापित करना चाहिए और उस खंभे के लिए OH लाइन मेन पोल के क्रॉस आर्य से संयोजित होना चाहिए।

अनावृत कंडक्टर के साथ सर्विस कनेक्शन (Service connection with bare conductor) : निम्नलिखित विधियों में से कोई यथा विनिर्दिष्ट अपनाया जाएगा। अनावृत चालकों को दोनों सिरों पर क्रास भुजा पर लगे शैकल विद्युतरोधकों के साथ गुथा जाएगा।

प्रदाय सिरा क्रास भुजा सपोर्ट से लगाया जाए तथा एक अभिग्राही सिरे पर 5cm के अधिकतम व्यास के G.I. पाइप पर आरोपित किया जाएगा । भारतीय विद्युत नियमों के नियम 79 के अनुसार संरचना के शीर्ष से कम से कम 2.5 cm की ऊंचाई पर अनावृत कंडक्टर रखे जाऐंगे।

शीर्ष पर दोहरे मोड़ों वाला G.I. पाइप लगाया जाए। 50 mm X 6 mm के कम से कम दो क्लैम्पों से सुरक्षित किया जाए तथा उर्ध्वाधर स्थिति में दीवार पर M.S. पट्टी से लगाए जाए। इसके अतिरिक्त 7/3.15 mm G.I. तार भवन के साथ एक eye वोल्ट के स्थिरीकृत की जाएगी। सेवा कनेकग्शन इस GI पाइप के माध्यम से ऋतुसह//PVC विद्युत रोधी केबल के साथ दिए जाऐंगे। इस G.I. पाइप के दोनों सिरों पर लकड़ी/पीवीसी केबलें बाड़ाई जाऐंगे।

अनावृत कउंटर उपयुक्त अनुसारह शैकल विद्युत रोधकों के साथ गुथे जाऐंगे। अभिग्राही सिरे के अतिरिक्त जहाँ विद्युत रोधकों एंगल लौह की बनी प्रेकेट के साथ लगाए जाएंगे। इसका साइज 50 mm x 50 mm x 6 mm से कम नहीं होगा । प्रेकिट के सिरों को काटा तथा विघटित किया जाएगा तथा सीमेंट मसाले के साथ दीवार गाढा जाएगा। भारतीय विद्युत नियमों के नियम 79 के अनुसार अनावृत चालक (बेअट कंडक्टर) को संरचना के किनारे से कम से कम 1.2 m दूर रखा जाएगा।

सर्विस कनेक्शन न्यूनतम 4cm व्यास के GI पाइप में से प्रूफ/PVC विद्युतरोधी केबलों की दीवार से लगा दिए जाऐंगे। सेवा पूवेर्शक पास GI पाइप को नीचे की ओर मोड़ा जाए/GI पाइप के दोनों सिरों पर दीवार कटिंग लकड़ी/PVC बुश लगाये जाऐंगे।

इंसुलेटेड कंडक्टर के साथ सर्विस कनेक्शन (Service connection with insulated conductors) : सर्विस कनेक्शन 30cm प्रथक अंतरलित उपयुक्त लिंक क्लिपों या 50cm प्रथक लकड़ी/पोर्सलेन प्लीटों द्वारा दिए जाऐंगे/GI तार पर ऋतुसह/PVC विद्युतरोधित केबल द्वारा दिए जाऐंगे/GI तार न्यूनतम 10 SWG साइज की होगी । GI पाइप का एक सिरा क्लैम्प के साथ बांधा जाएगा, जो वितरण लाइने वाहन करनेवाली निकटतम खम्बे से कनेक्ट है, जहाँ सर्विस कनेक्शन दिया जाया अभीष्ट है।

GI तार का दूसरा सिर 4.5 m की विस्तृति के 5 cm. व्यास GI पाइप तार के साथ दीवार पर स्थापित है।

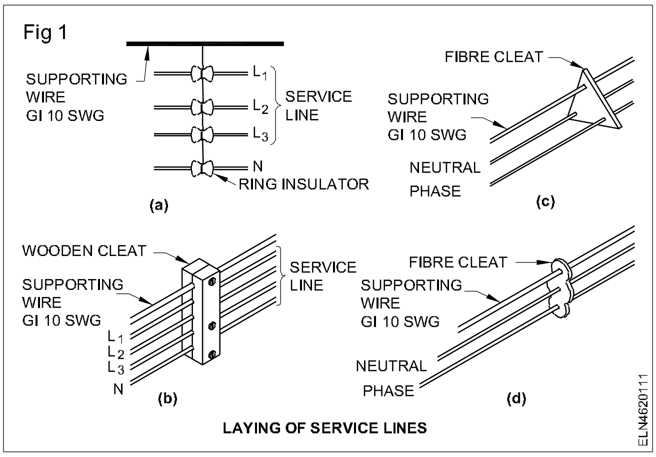
GI पाइप 40 mm x 40 mm x 6 mm के एंगल लौह के 4.5 m से अधिक स्थान के लिए उच्च सपोर्ट के लिए उपयुक्त रस्सी के साथृसाथ जगाया जाएगा। विकल्पतः जब संरचना की ऊँचाई भू मुक्तांतर की अनुमति देती है तो GI पाइप का दूसरा सिरा एक हुक, एक नेत्र वोल्ट या ब्रेकेट दीवार में सीमेंट मसाला के साथ गाढ़ा जाएगा।

ऋतु सह/PVC विद्युतरोधित केबल न्यूनतम 5 cm व्यास GI पाइप में से गुजरेगी जो अधोमुखी मुड़ा है। GI पाइप के दोनों सिरों पर दीवार फिटिंग लकड़ी/PVC बुश लगाए जायेंगे।

खम्भे से उपभोक्ता के मेइन तक सेवा केबल बिछाने की विधी (Method of laying the service cable from the pole to the consumer main) : खम्भों से उपभोक्ता मुख्य तक ऊपरी सेवा लाईन बिछाने के लिए काँच या पोर्सलीन/रिंग विद्युतरोधक या लकड़ी फाइबर क्लीटों का वस्तुतः प्रयोग किया जाता है। जैसा Fig 1 में दिखाया गया है।

उपभोक्ता परिसर को खंभे से संयोजित करते समय बरती जानेवाली सुरक्षा सावधनियाँ (Safety Precautions to follow while connecting pole to consumer premises)

1 सिंगल फेज या 3 फेज के चालकों की साइज IE नियम के अनुसार अवश्य होनी चाहिए।



2 यदि सर्विस लाइन किसी सड़क से आर-पार (cross) हो रही है तो सड़क (जमीन) से तार की ऊचाँई IE नियम के अनुसार अवश्य होना चाहिए।

3 चालकों का झोल (slag) IE नियम के अनुसार अवश्य होनी चाहिए।

4 केबल अंडर ग्राउंडिंग के समय गहराई IE नियम के अनुसार होनी चाहिए।

5 केबल के अनुपयोगी/अतिरिक्त भाग को, तथा क्वॉयल/मुड़ी हुई अवस्था में जमीन के अंदर नहीं रखनी चाहिए।

6 अतिरिक्त केबल को क्वॉयल बनाकर और खंभे के क्रॉस आर्म पर नहीं रखना चाहिए। कनेक्शन हेतु आवश्यक केबल की मात्रा का उपयोग करें।

7 यदि केबल किसी उष्मीय क्षेत्र और-चिमनी, कीचन इत्यादि से गुजरता हो तब इस हेतु केबल को पर्याप्त सुरक्षा प्रदान की जाये।

8 सर्विस केबल तनाव मुक्त हो, इस हेतु स्टे तार से कसकर बंधा होना चाहिए।

9 वर्षा का पानी केबल के साथ उपभोक्ता के मुख्य बोर्ड तक न पहुँचे इसके लिए केबल का लूपिंग दोनों ओर आवश्यक रूप से होना चाहिए।

10 मेन लाइन के साथ कनेक्शन साफ सतह पर और अच्छी तरह कसी हुई होनी चाहिए, ताकि ढ़ीला कनेक्शन, स्पार्किंग और परत जमनें से बचाया जा सके।

I.E. घरेलु सेवा कनेक्शन से सम्बन्धित नियम (I.E. Rules pertaining to domestic service connection)

नियम 10 विद्युत आपूर्ति लाइनों तथा उपसाधन की रचना स्थापित रक्षण, प्रचालन तथा अनुरक्षण (Rule 10. Construction, installation, protection, operation and maintenance of electric supply lines and apparatus)

सब विद्युत आपूर्ति लाइनें तथा उपसाधन शक्ति, आकार में पर्याप्त तथा कार्य जो उनमें आपेक्षित है, के लिए पर्याप्त यांत्रिक सामर्थ्य की होगी तथा व्यवहार्य भारतीय मानक संस्थान के मानकों के अनुसार, रचित, स्थापित, रक्षित तथा अनुरक्षित की जायेगी, जिससे कि खतरे को रोका जाए।

नियम 30 उपभोक्ता परिसर पर सेवा लाइने तथा उपकरण (Rule 30. Service lines and apparatus on consumer's premises)

1 आपूर्तक, यह सुनिश्चित करेगा कि सब विद्युत आपूर्ति लाइने, तारे फिटिंग्स तथा उपकरण जो उसके है, या उसके नियंत्रणधीन, उपभोक्ता के परिसर में सुरक्षित स्थिति में तथा ऊर्जा आपूर्ति के लिए सभी तरह उपयुक्त है तथा आपूर्तिक ऐसी आपूर्ति लाइनों, तारों, फिटिंग तथा उपकरणों पर प्रोद्रभूत खतरे से बचने के लिए उचित पूर्वोपाए करेगा ।

2 उपभोक्त भी यह सुनिश्चित करेगा कि उसके नियंत्रणाधीन स्थापना को सुरक्षित स्थिति में रखा जाता है।

नियम 31 उपभोक्ता परिसर पर कट-आऊट (Rule 31. Cut-out on consumer's premises)

केबल एक भूंसपर्कित या भूसंपर्कित न्यूट्रल कंडक्टर या उपभोक्ता के परिसर में सकेन्द्रीय केबलों के भूसंपर्कित बाह्य कंडक्टर के अतिरिक्त, आपूर्तक प्रत्येक लाईन के प्रत्येक चालक में उपयुक्त कट आऊट लगाएगा, जो सुगम स्थिति में होंगे। ऐसा कट-आउट पर्याप्त परिबद्ध अग्नि सह पात्र में अन्तर्विष्ट होगा।

जहाँ एक कॉमन सेवा लाइन के माध्यम से एक अधिक उपभोक्ता को शक्ति प्रदत्त की जाती है, ऐसे प्रत्येक उपभोक्ता के लिए साझी सेवा के बिन्दु पर एक स्वतंत्र कट-आउट की व्यवस्था की जायेगी।

नियम 33 उपभोक्ता के परिसर पर भू संपर्कित टर्मिनल (Rule 33. Earthed terminal on consumer's premises)

आपूर्तिक उपभोक्ता के परिसर पर उपभोक्ता के लिए आपूर्ति के प्रारम्भ बिन्दु पर या एक सुगम स्थिति में एक उपयुक्त भू संपर्कित टर्मिनल लगाएगा, तथा अनुरक्षित करेगा जैसा कि नियम 58 में निर्धारित है।

ऐसी स्थिति में कि मध्यम, उच्च या अति उच्च वोल्टता स्थापना की स्थिति में, उपभोक्ता ऊपर लिखित व्यवस्थाओं के अतिरिक्त, एक संवत्त्र इलेक्ट्रोड के साथ अपने भूसम्पर्कन इलेक्ट्रोड के साथ अपनी भू-सम्पर्कित प्रणाली लगायेगा।

नियम 48 कनेक्टर के पूर्व क्षरण के सापेक्ष पूर्वोपाय (Rule 48. Precautions against leakage before connecting)

1 आपूर्तक अपने संकर्म के साथ आपूर्ति के लिए किसी आवेदनकर्ता के परिसर पर स्थापना या उपकरण नहीं जोड़ेंगा। जब तक कि वह उचित रूप से संतुष्ट न हो, कि उस समय कनेक्टर स्थापना से या उपकरण से धारा के पाँच हजारवें भाग से अधिक का क्षरम नहीं होगा।

2 यदि उपनियम (1) के उपलब्धों के अंतर्गत आपूर्तक कनेक्टूस बनाने से अस्वीकार करता है तो वह आवेदनकर्ता को एक लिखित सूचना जारी करेगा।

नियम 54 उपभोक्ता को आपूर्ति की घोषित वोल्टता (Rule 54. Declared voltage of supply to consumer)

उपभोक्ता की लिखित सहमति या राज्य सरकार की पूर्व स्वीकृति के अतिरिक्त, आपूर्तक, आपूर्ति के प्रारंभ बिन्दु पर वोल्टता की जैसा नियम 58 मद्धें पत्ररिभाषित है, घोषित वोल्टता से निम्न या मध्यम वोल्टता की स्थिति में 5% से अधिक या उच्च या अति वोल्टता की स्थिति में 12½ % से अधिक भिन्न होने की अनुमति नहीं देगा।

नियम 77 निम्नतम चालक का भूमि से ऊपर मुक्तांतर (Rule 77. Clearances above ground of the lowest conductor)

1 गति के आरपार स्थापित सेवा लाईन सहित ऊपरी लाइन के किसी

चालक की ऊँचाई उसके किसी भाग पर निम्नलिखित वे कम नहीं होगी :-

a निम्न तथा मध्यम वोल्टता लाईन के लिए 5.791 m

b उच्च वोल्टता लाइनों के लिए 6.096 m.

2 गली के साथ-साथ स्थापित सेवा लाइनों सहित ऊपरी लाइन के किसी चालक की ऊँचाई उसके किसी भाग पर निम्नलिखित से कम नहीं होगी:

a निम्न तथा मध्यम वोल्टता लाइनों के लिए 5.486 m

b उच्च वोल्टता लाइनों के लिए 5.791 m.

3 सेवा लाइनों सहित ऊपरी लाइन को कोई कंडक्टर गली के साथ या आर-पार के अतिरिक्त अन्य स्थान पर स्थापित नहीं किया जाएगा, तथा ऊँचाई पर होगा जो निम्न की तुलना में कम होगी :

a 11,000 V तक तथा सहित यदि अनावृत हो, निम्न मध्यम तथा उच्च वोल्टता लाइनों के लिए - 4.572 m

b 11,000 V तक तथा सहित यदि विद्युत रोधित हो। निम्न मध्यम तथा उच्च वोल्टता लाइनों के लिए - 3.963 m.

नियम 79 निम्न तथा मध्यम वोल्टता लाइनों तथा सर्विस लाइनों का भवनों से मुक्तांतर (Rule 79. Clearances from building of low and medium voltage lines and service lines)

1 जब कोई निम्न या मध्यम वोल्टता ऊपरी लाइन किसी भवन के ऊपर या पास से गुजरती है या समाप्त होती है तो अधिकतम ढोल के आधार पर, किसी समय सुग्मय बिंदु से निम्नलिखित न्यूनतम मुक्तांतर रखा जाएगा।

a किसी स्पॉट छत, खुली बालकनी, बरामदा छत तथा छत छज्जे के लिए।

i जब लाइन भवन के ऊपर से गुजरती है तो उच्चतम बिन्दु से 2.439 m का ऊर्ध्वाधर मुक्तांतर तथा

ii लाइन जब भवन के सन्निकट जाता है तो 1.219 m का क्षैतिज मुक्तांतर।

b ढालू छत के लिए।

i जब लाइन भवस के ऊपर से गुजरती है तो टी लाइनों के नीचे 1.219 m का ऊर्ध्वाधर मुक्तांतर तथा

ii लाइन जब भवन के सन्निकट जाती है तो 1.219 m. का क्षैतिज मुक्तांतर

2 कोई चालक स्थित हो कि उपनियम (i) में विर्निर्दिष्ट की तुलना में कम मुक्तांतर है तो उसे पर्याप्त विद्युत रोधित किया जाएगा तथा उचित अन्तरालों पर धातु क्लिपों द्वारा एक अनावृत भू-तार में जोड़ा जाएगा जिसका वियोजन सामर्थ्य 517.51 kg. से कम महीं होगा ।

3 तब वायु दाब के कारण, ऊर्ध्वाधर से लाइन अधिकतम विक्षेप पर हो तो क्षैतिज मुक्तातर मापा जाएगा।

टैंपिंग सर्विस कनेक्शन (Tapping service connections) : मध्य विस्तृति (span) के किसी बिन्दु से पुरानी लाइन से किसी सर्विस लाइन को केबल सहारा बिन्दु के अतिरिक्त टैप नहीं किया जाएगा। जब एक अनावृत चालक के साथ ऊपरी सेवा कनेक्शन लिया जाता है इस पर गार्ड तारे लगाई जाती है चाहिए।

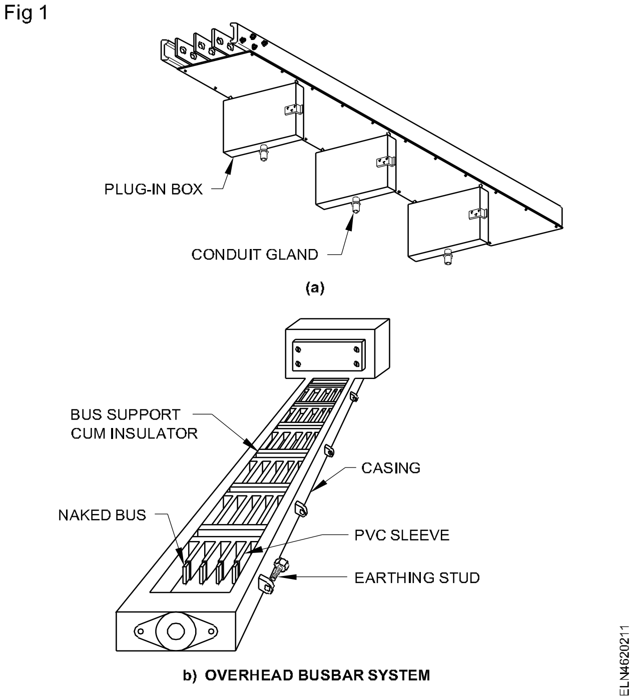
बस बार-पद्धति-शक्ति दर की शर्तें एवं परिभाषाएँ (Bus-bar system-power tariff terms and definitions)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **बस बार पद्धति और स्थापना (installation) की विधि का वर्णन करना**
- **बस बार पद्धति के लाभ को जानना**
- **बस बार की रेटिंग निर्धारित करना**
- **प्लग-इन बॉक्स, को उपयोग और उनके संरचना को वर्णन करना**
- **केबल या पाइप सिरों को प्लग-इन-बॉक्स में व्यवस्थित करना।**

औद्योगिक कार्यशालओं एंव कारखानों में सभी मशीनें सतह पर पास-पास में स्थापित (installed) होती है, परंतु वे एक दूसरे से बिल्कुल अलग-अलग होते है। इन मशीनों को ओवर हेड वायर या अंडर-ग्रांउड केबल के माध्यम से विद्युत आपूर्ति से संयोजित करना एक कठिन कार्य हो सकता है, जो दुर्घटना का कारण हो सकता है। इस प्रकार के स्थानों के लिए ओवर हेड बंद प्रकार का बस बार पद्धति को अपनानें की सलाह दी गयी है। (Fig 1a एंव 1b देखें)

Fig 1



इस प्रकार के बस - बार पद्धति को बस वे या बस डक्ट के नाम से जाना जात है।

बस बार व्यवस्था को जमीन/फर्श से 2.75 मीटर की ऊचाँई पर स्थापित करना चाहिए। जिसे M.S. एंगल या फ्लैट के द्वारा छत (ceiling) से लटकाकर फ्रेमयुक्त संरचना की सहायता से छत के सामानांतर जमीन से निश्चित ऊचाँई पर स्थापित करना चाहिए। (देखें Fig क्रमांक 2)

बुस कपलर (Bus coupler)

बस बार या लो उच्च चालकता शुद्ध तांबे या अयस्क के आयताकार खण्ड होते है, जो अचालक परत की सहायता से मानक लंबाई के धातु खोल (metal box) पर व्यवस्थित होते है। बस बार खण्ड मानक लम्बाई में उपलब्ध होते है (200 एम्पियर के लिए 3.65 मीटर तथा 400 एम्पियर के लिए 2.44 मीटर) जिसे आगे आने वाले अन्य बस बार के शिरे से जोड़ा जाता है। इस प्रकार लगातार बस बार को जोड़कर कार्यशाला के अनुरूप बस बार तैयार किया जाता है। 02 बस बार को जोड़ने की विधि Fig क्रमास 3 में दर्शायी गई है।

Fig 2

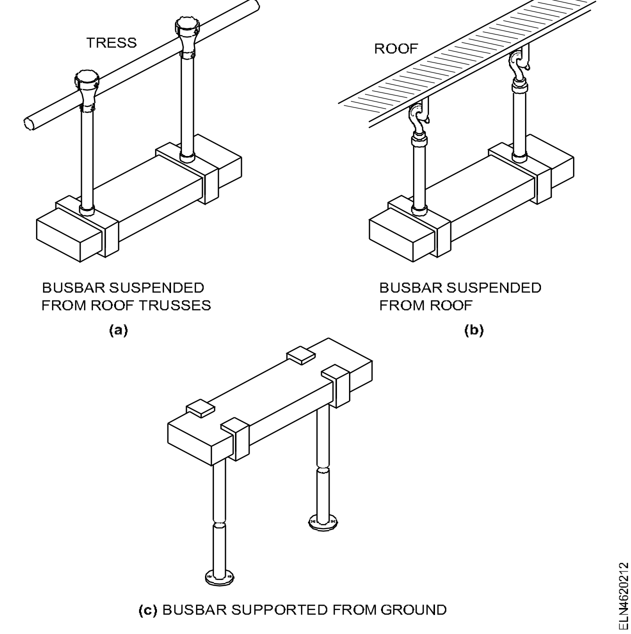
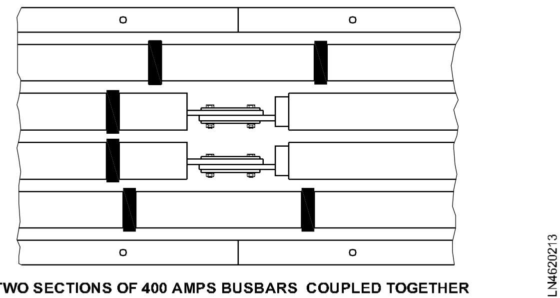


Fig 3

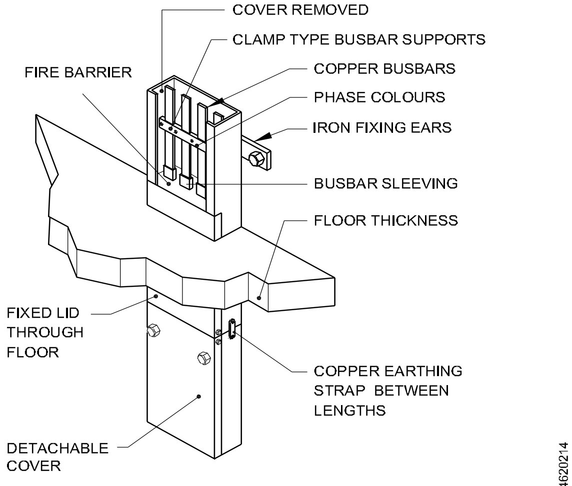


500 वोल्ट के रेटिंग में बस बार की मानक रेटिंग है- 100, 200, 400, 600, 800, 1200, 1600, 2000, 2400 और 3600 एम्पियर। ये बस बार इनडोर या आउटडोर के लिए उपलब्ध होता है जो कि फीडर से फीडर

को जोड़ने या बस बार से पावर बिन्दु तक आपूर्ति (Supply) ले जानें के उपयोग में आता है, जिनका उपयोग उत्पादन केन्द्रों, उपकेन्द्रों, धातु उद्योगों एवं कपड़ा उद्योगों में होता है। बहुमंजिलो इमारतों में सुविधा की दृष्टि से कनेक्शन हेतु बस बार को लम्बवत् (vertical) स्थापित किया जाता है- (Fig 4 देखें) प्रत्येक तल से लम्बवत् गुजरनें वाले बस बार खण्ड के ऊपर भाग में उच्च अग्निरोधी प्रदार्थ से बेरियर बना होता है यह गंदगी, नमी व धूल को एकत्रित करता है जिसे बीच-बीच में साफ किया जा सकता है।

कॉपर बस बार के लिए धारा धनत्व का मान पूर्व निर्धारित 165 एम्पियर /sqcm और एल्युमिनीयम हेतू 118 एम्पियर/ वर्ग सेमी. से अधिक नही होना चाहिए।

Fig 4



VERTICALLY MOUNTED BUSBAR

एल्यूमिनियम और कॉपर (cu) के बस बार हेतू निर्धारित धारा का मान सारणी में दिया गया है।

बस बार व्यवस्था में अर्थ की निंरतरता बनाए रखनें हेतू कॉपर (cu) एवं एल्युमिनीयम (AL) की दो पट्टी (strips) होती है। जब बस बार की लम्बाई बढ़ाते है तो साथ-साथ अर्थ बिन्दु भी बढ़ाया जाता है।

नोट (Note) :

1 **उपरोक्त रेटिंग IS : 5082-1969 के अनुसार E-91 E-WP ग्रेड के आयताकार लंबे खंड के लिए है जो अब तक बिना हवा के बंद कव्हर खेल के लिए अपरिभाषित है।**

2 **0.88 के डेटिंग फैक्टर को वातावरण के लिए 30°C और 35°C के तापमान वृध्दि के लिए लागू किया जा सकता है, इसी तरह से आउटडोर एप्लीकेशन में 0.85 से 0.9 तक डेटिंग की जा सकती है। इनडोर अच्छी तरह से हवादार 0.6 से 0.8 और आंशिक रूप से हवादार क्षेत्रों में 0.5 से 0.6 तक होती है।**

mm में बुस बार का नाप	50Hz AC करंट की 35°C के औसत वातावरण में और 40°C अधिकतम तथा 50°C के तापमान वृध्दि तक की दरें				
	एल्युमिनियम				तांबा
	एकल बार	दो बार	तीन बार	चार बार	एकल बार
12.5 x 3	—	—	—	—	160
25 x 3	—	—	—	—	290
50 x 3	335	650	850	950	525
75 x 3	475	875	1150	1300	750
100 x 3	600	1075	1400	1600	970
12.5 x 4.5	125	260	315	370	205
25 x 4.5	225	525	635	750	365
32 x 4.5	320	660	800	940	510
50 x 4.5	500	970	1270	1425	650
25 x 6	350	700	950	1000	430
50 x 6	675	1300	1700	1925	760
75 x 6	950	1750	2300	2600	1080
100 x 6	1225	2150	2800	3200	1380
125 x 6	1500	2500	3200	3700	1680
25 x 10	----	----	----	----	540
50 x 10	85	1500	1950	2250	960
75 x 10	1180	2050	2650	3000	1350

mm में बुस बार का नाप	50Hz AC करंट की 35°C के औसत वातावरण में और 40°C अधिकतम तथा 50°C के तापमान वृद्धि तक की दरें				
	एल्युमिनियम				तांबा
	एकल बार	दो बार	तीन बार	चार बार	एकल बार
100 x 10	1500	2475	3150	3550	1710
125 x 10	1850	2925	3600	4200	2070
150 x 10	2100	3325	4000	4606	2430
250 x 10	2750	4100	4900	5700	—
25 x 12.5	—	—	—	—	650
50 x 12.5	—	—	—	—	1120
75 x 12.5	1350	2250	800	3200	1570
100 x 12.5	1750	2700	3350	3900	2050
125 x 12.5	2100	3100	390	4500	2420
150 x 12.5	2400	3500	4450	5100	2820
200 x 12.5	3050	4500	5300	6100	—

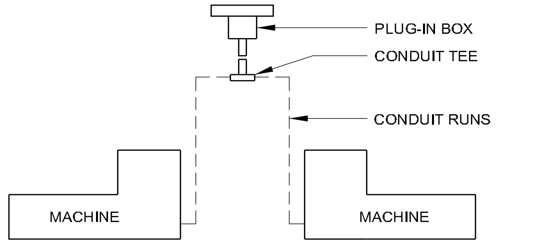
बस बार पद्धति के लाभ (Advantages of Bus-bar system)

बास बार पध्दित के लाभ निम्नलिखित है

1 **कम लागत (Reduced cost) :** बस बार की स्थापना सरल तरीके से भवन के ज्यादा कटाई-छिनाई बिनाए शीघ्रता से सम्पन्न हो जाता है और इसके नियमित उपयोग के समय मरम्मत की अधिक आवश्यकता नहीं होती और तत्कालिक खर्च कम पड़ता है।

2 **अधिकतम लचीलापन (Maximum Flexibility) :** चूँकि प्लग इन प्वांइट 60.96 सेमी. (2 फीट) अन्तराल पर प्रदान किये जाते है, बस बार की प्रत्येक लम्बाई के साथ दोनों तरफ स्थापित मशीनों के लिए कनेक्शन लिया जा सकता है। (Fig 5 देखें)

Fig 5



3 **संपूर्ण सुरक्षा (Complete Safety) :** चूँकि प्लग-इन- प्वाइंट पूरी तरह से आवरण युक्त (इन्सुलेटेड) रहता है, इसलिए व्यक्तिगत रखरखाव तथा प्रचालन की दृष्टि से सुरक्षित होती है।

4 **लाइव कनेक्शन ('Live' connection) :**चूँकि प्लग-इन-बॉक्स की लाइव बस बार को सुरक्षित एवं शीघ्रता से शट-डाउन किए बिना संयोजित किया जा सकता है जिससे समय की बचत होती है तथा उधोग के सामान्य कार्य को प्रभावित किए बिना संपन्न किया जा सकता है।

5 **सुरक्षा की गारंटी (Guaranteed Safety)** चूँकि प्लग-इन-बॉक्स की फ्यूज H.R.C प्रकार की होती है जो कि शॉर्ट सर्किट की स्थिति में सकारात्मक एवं विश्वस्नीय सुरक्ष प्रदान करता है।

6 **उद्योग में ले-आउट संसोधन के लिए आसानी से बढ़ाया जाना (Easily Extended for layout modification in the factory) :** बस बार को सहायक सामाग्रियों की सहायता से ले आउट के अनुसार सीधे लम्बाई या एक कोण पर बढ़ाया जा सकता है, कुछ ही समश में इसे व्यवस्थित (Arrange) और पुनः व्यवस्थित (Rearrange) किया जा सकता है।

7 **प्रारंभिक स्थापना में समय की बचत (Saving of time while initial erection) :** इस प्रणाली के फायदे यह है कि बस बार बॉक्स एवं बस बार को मशीनों की स्थापना (Installation) से पहले स्थापित किया जा सकता है। स्थापित करने के तुरंत पश्चात सप्लाई से सयोजित कर कार्य लिया जा सकता है।

8 **फीडर वोल्टेज ड्राप में कमी (Reduction of voltage drop in feeders) :** भारी (heavy) मुख्य फीडर को वास्तविक लोड से बस बार द्वारा संयोजित करने पर सामान्य वायर की अपेक्षा वोल्टेज ड्राप में कमी आती है।

9 **परिवर्धन और परिवर्तन (Additional and alterations) :** उद्योग के ले आउट परिवर्तन के समय बस बार आसानी से बढ़ाया और परिवर्तन किया जा सकता है। बस बार को सेक्शन से आसानी से अलग कर किसी भी स्थिति/दिशा में उपयोग कर सकते हैं।

10 **वेल्डर के लिए आंतरिक ग्रिड (Internal grid for welders) :** जहाँ अधिक संख्या में इलेक्ट्रिक वेल्डर स्टेप -डाउन ट्रांसफार्मर से अत्यधिक धारा का उपयोग कर हो वहाँ ओवर हेड बस बार पद्धति विशेष रूप से लाभदायक है।

11 **प्लग-इन -बॉक्स से अल्प भार हेतू शाखाएँ (Branching From plug-in-boxes for small loads) :** यदि अधिक संख्या में छोटी मशीनों को उपयोग में लाना हो तो इसके लिए बस बार बॉक्स (ट्रंकिंग-सिस्टम) के पास वितरण बॉक्स लगे होते है तथा सुरक्षा के लिए उचित (Suitable) क्षमता का H.R.C फ्यूज परिपिछ में संयोजित होता है।

12 **टिकाऊ और समस्या मुक्त सेवा (Durable and trouble free service) :**सामान्य बस बार अडंर ग्राऊंड (UG) केबल की अपेक्षा अधिक टिकाऊ होता है और वर्षो तक समस्या मुक्त सेवा देता है।

बार के रेटिंग निर्धारण की विधि (Method of determining the ratings of the bus-bars)

एक छोटे कारखाने में 5 HP रेर्टिग की कुल 10 मोटर्स स्थापित की जानी है। कुल भार लगभग 10 x 5 अर्थात् 50 HP की मोटर द्वारा ली गई फुल लोड करंट 7.5A. है। इस प्रकार कारखाने में कुल धारा 75A हो जाएगी तथा आपूर्ति सिंगल बस बार के द्वारा दिया जाना है, जिसकी रेटिंग 200A या 400A है, ताकि उसी बस-बार का प्रयोग भविष्य में लोड वध्दि होने पर भी किया जा सके। ओवर लोड की वृध्दि से बस बार की मानक लंबाई में निर्मित होते हैं- 3.65m (200A) और 2.44m (400A). मशीन ले-आउट की आंतरिक लंबाई के अनुसार बस बार की संख्या का अनुमान लगा सकते हैं।

तकनीकी डाटा

रेटिंग	ओवरऑल डायमेशेन mm में	प्लगों की संख्या
200A	3658 x 248 x 76	6
400A	2440 x 248 x 108	4

यांत्रिक संयोजन की प्रक्रिया द्वारा बस बार की लंबाई में वृध्दि की जा सकती है और मानक लंबाई के बस बार को उपयोग में लाकर किसी भी लंबाई को प्राप्त किया जाता है।

प्लग-इन बॉक्सेस (Plug-in-Boxes)

प्लग-इन बॉक्स (Fig 6) HRC फ्यूज होल्डर लिये हुए इस्पात की चादर से बनी दरवाजे युक्त एक छोटी बॉक्स होती है, जो कि स्टील की स्प्रिंग स्ट्रिप के द्वारा उच्च चालकता वाले कॉपर से क्लिप ऑन कांटेक्ट पर अच्छी तरह कसे होते है। ये क्लिप ऑन कॉटेक्ट सीधे बस बार के प्लग इन प्वांइट से जुड़े होते हैं। इन बॉक्सों पर दो अर्ध प्वाइंट स्थापित होते है, जो बस बार को प्लग इन बाक्स पर बैठाने का कार्य करता है।

Fig 6

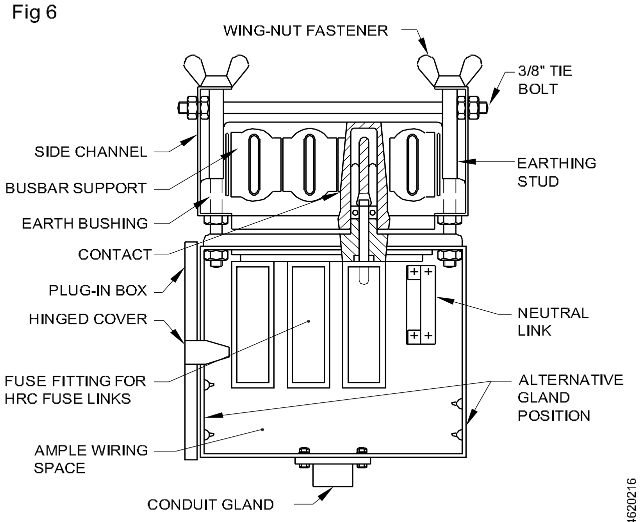


DIAGRAM SHOWING MAIN FEATURES OF PLUG-IN BOXES FITTED TO BUSBARS

प्लग-इन बॉक्स की रेटिंग (Rating of plug in boxes)

बॉक्स में लगे प्लग बस बार की धारा वहन क्षमता के अनुरूप दोषों का सामान करने में सक्षम में होना चाहिए। ये प्लग 16, 32, 63 एवं 100Amp 415/500 Volt पर उपलब्ध है।

आउट-गोइंग सप्लाई प्लग इन बॉक्स से केबल या चालकों के पूर्ण कनेक्शन के लिये कंड्यूट पाइप की सहायता से कंड्यूट ग्लैण्ड से होते हुए प्लग-चरण बॉक्स से या तो लम्बवत् नीचे या दोनों साइड को आउटगोइंग सप्लाई दी जाती है।

इस बात का ध्यान रखें कि -एल्यूमीनियम के जोड़ पर चलकता बनाये रखने हेतू आक्साइड अवरोधक ग्रीस का उपयोग करना चाहिए।

पावर टेरिफ शर्ते एवं परिभाषाएँ (Power tariff - terms and definitions)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **अधिकतम माँग की शर्तो का वर्णन करना**
- **औसत माँग की अवधारणा को व्यक्त करना**
- **लोड फैक्टर का वर्णन करना**
- **विभिन्न प्रकार के घटक तथा इसके अनुप्रयोगों के शतों का व्याख्या करना**
- **प्लांग यूटिलिटी फैक्टर के महत्व का वर्णन करना।**

प्रस्तावना (Introduction)

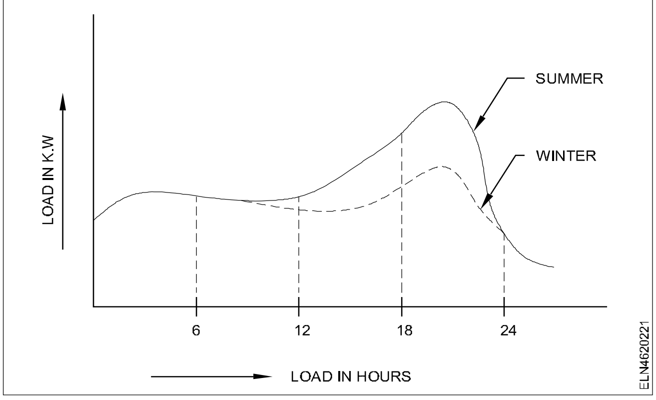
पावर स्टेशन के आल्टरनेटर की अधिक दक्षता के लिये उसकी नियत क्षमता पर चलना चाहिए और दूसरी और समय-समय पर उपभोक्ताओं की अनिश्चित भागों के कारण भार में व्यापक बदलाव होता है रहता है। यह शक्ति केंद्रों की डिजाइन में व्यवधान उत्पन्न करता है। यहाँ शक्ति केंद्रों में अनिश्चित भार से होने वाली परेशानियों पर हम अपना ध्यान केंद्रित करेंगे।

अधिकतम माँग (Maximum Demand)

यह एक महीने या विशेष अवधि में निरीक्षण की गई अधिकतम विद्युत माँग है।

गर्मियों के दौरान और सर्दियों के मौसम में रात समय मांग अधिकतम माँग 18 **घण्टे से** 24 घण्टे के बीच होती है। Fig 1 देखें। शेष समय में अधिकतम मांग कम होती है। इस प्रकार अधिकतम लोड डिमांड कनेक्टेड लोड की अपेक्षा कम रहता है, क्योंकि सभी उपभोक्ता एक ही समया में संयोजित लोड को ऑन नहीं करते।

Fig 1



अधिकतम माँग का ज्ञान होना अतिआवश्यक है, क्योकि यह शक्ति केंद्रों की क्षमता निर्धारण में मदद करता है और शक्ति केंद्र अधिकतम माँग को पूरा करने में सक्षम होना चाहिए।

किसी शक्ति केंद्र के अधिक्तम माँग तथा उससे जुड़ी भार के अनुपात को डिमांड फैक्टर के नाम से जाना जाता है

$$\text{Demand factor} = \frac{\text{Max.Demand}}{\text{Connected load}}$$

अधिकांशतः इसका मान एक से कम रहता है। प्लांट में लगे उपकरणों कही क्षमता निर्धारित करने हेतु डिमांड फौक्टर की जानकारी हेतू आवश्यक है।

औसत माँग (Average demand)

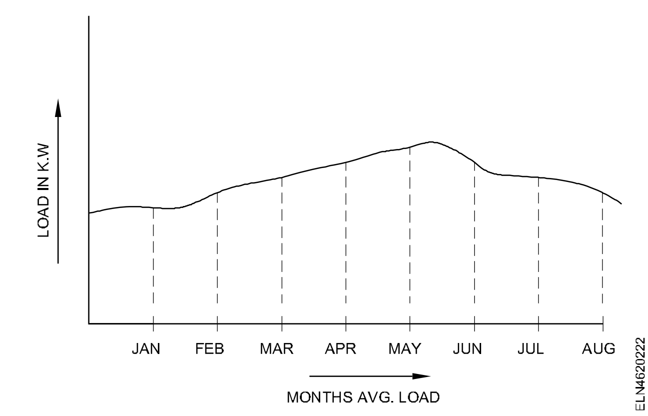
औसम माँग एक माह की कुल मांग को दिनों की संख्या में विभाजित वह मांग है जो उस समय में उपयोग की गई है।

एक निश्चित अवधि के लिये आवश्यक भार निकालने के लिये एक माह की औसत माँग Fig 2 में दर्शाई गई है। स्पष्ट है कि आवश्यक लोड प्रत्येक माह में एक समान नहीं है, क्योंकि यह वातावरण जैसे-सर्दी, गर्मी व मानसून पर निर्भर करता है।

लोड फैक्टर (Load factor)

विद्युत अभियांत्रिकी में एक विशेष समय में लोड फैक्टर और उच्चतम लोड को विभाजित करके परिभाषित किया जाता है। यह विद्युत ऊर्जा के उपयोग दर और दक्षता के द्वारा मापी जाती है। निम्न लोड यह सूचित करता है कि विद्युत प्रणाली के लोड में किसी प्रकार की असंतुलन नहीं है। यदि उपभोक्ता या उत्पादक अधिक असंतुलन उत्पन्न करते हैं, तो इलेक्ट्रक डिस्ट्रीब्यूशन में लोड फैक्टर का मान बढ़ जाएगा।

Fig 2



$$f_{Load} = \frac{\text{Total load}}{\text{Maximum load in given time period}} \text{ or } \frac{\text{Total load}}{\text{Peak load.}}$$

उदाहारण के लिये - बड़ी व्यवसायिक बिजली बिल का प्रयोग दिया गया है :

- उच्चतम माँग = 436 KW
- उपयोग = 57 200 kWh
- बिल अवधि में दिनों की संख्या = 30

इस तरह :

- लोड फैक्टर = { 57 200 kWh/ (30 d x 24 hours per day x 436 kW) } x 100% = 18.22%

यह विशेष युक्ति या प्रणाली के लोड प्रोफाइल से ज्ञात किया जा सकता है। इसका मान हमेशा एक से कम रहता है, क्योंकि अधिकतम माँग,हमेशा औसत माँग से अधिक होता है। चूँकि उपकरण 24 घण्टे पूर्ण दक्षता के साथ प्रचालित नहीं किये जाते है। उच्च लोड फैक्टर यह दर्शाता है कि पावर का उपयोग लगभग स्थिर है। निम्न लोड फैक्टर कभी-कभी उच्च माँग निर्धारण को प्रदर्शित करता है। लम्बे समय तक निष्क्रिय रहने के पश्चात्, क्षमता बढ़ाने,उच्चतम सेवा बनाये रखने के लिये सिस्टम पर लगात बढ जाती है। इलेक्ट्रीकल दर प्रकार डिजाइन किया जाता है कि- अधिक लोड फैक्टर वाले ग्राहकों को प्रति kWh कम चार्ज किया जा सकता है।

लोड फैक्टर का डिमांड फैक्टर से पारस्परिक संबंध प्रायः भ्रम उत्पन्न करता है।

$$f_{Demand} = \frac{\text{Maximum load in given time period}}{\text{Maximum possibe load}}$$

ध्यान देने योग्य मुख्य अंतर यह है कि- डिमांड फाक्टर के हर का मान पूर्ण रूप से सिस्टम पर निर्भर करता है। क्योंकि यह डिमांड लोड फैक्टर, लोड फैक्टर से प्राप्त नहीं किया जा सकता, परन्तु सिस्टम के पूर्ण भार को जोड़ने की आवश्यकता संदेह में है।

विविधता कारक (Diversity factor)

डायवर्सिटी फैक्टर वह संभवित मान है जो, कि-उपकरण के प्राप्त होमा है। पूरे सिस्टम के लिये इसे सिस्टम के विभिन्न सब डिवीजन के व्यक्तिगत

असंयोजित भार के अनुपात के रूप में परिभाषित किया गया है। जो पूरे सिस्टम की अधिकतम माँग है

$$\text{Diversity factor} = \frac{\text{Sum of individual max Demands}}{\text{Maximum Demand}}$$

विविधता कारक (diversity factor) का मान हमेशा 1 से बड़ा होता है। क्योंकि सभी घटक (components) पर्ण भार पर (full load) एक साथ होते है ताकि इसका मान 1 हो सके। कुल भार उपकरण के विशेषताओं के जैसे समय पर भी निर्भर करता है। विविधाता कारक (diversity factor) एक अनुपात है जो यह दर्शाता है कि पूर्ण भार (full load) उनके अलग-अलग भागों को योग के बराबर नहीं होता है। उदाहरण के लिए हम 10 एयर कंडीसनर्स यूनिट ले सकते है प्रत्येक 20 टन। हम आमतौर पर इन इकाइयों के लिए औसत पूर्ण भार (full load) उपकरण प्रचालन को प्रत्येक वर्ष हेतू 2000 घंटे मान लेते है। चूँकि प्रत्येक इकाईयॉ थर्मोस्टेट द्वारा नियंत्रित होती है। सुविधा हेतु दिये गये उच्च प्रत्यावर्ती A/C भार (load) से यदि 10 इकाई बड़ी है तो एक बार में सभी दस इकाइयों की तुलना में कम लोड होगा।

इस प्रकार यद्यिप प्रत्येक यूनिट जो प्रत्येक वर्ष 2000 घंटे प्रचालित वे ण्क साथ पिक लोड प्रभावित नहीं करते है। विविधता कारक (Diver Factor)हमे उपयोगिता हेतू सविधा प्रदान करता है जिसके परिणामस्वरूप दस A/C इकाइयों के लिए कुल लोड (kw)कम होगा यदि हम इस सुविधा के लिए ऊर्जा संतुलन करते है इनके कुछ कारण होते है। प्ररंतु अधिकतम लोड के लिए डिमांड बैंलेस कई kw तक दिखाता है। इस प्रकार विविधाता कारक (Diversity Factor)का उपयोग उचित अधिकतम भार (Load) के लिए कर सकते है। विविधता कारक (kwh) को प्रभावित नहीं करता है, यह सिर्फ (kw) कों प्रभावित करता है।

प्लांट यूटिलिटी फैक्टर/ उद्योग उपयोगिता कारक (Plant utility factor)

यूटिलीटी फैक्टर या उपयोगी कारक उस समय का अनुपात है, जब उपकरण कसे टुकड़ा का उपयोग कुल समय के लिए होता है जिसे उपयोग किया जाता है कि अनुपात ऊर्जा का मात्र बन जाता है। इसका उपयोग अधिकतम संभव विभाजन द्वारा किया जाता है ये परिभाषाएँ बराबर हैं।

उपयोगिता कारक K_u अधिकतम भार (load) अनुपात है, जो सिस्टम की क्षमता (capacity) का मूल्यांकन करने के लिए तैयार किया जा सकता है। यह लोड कारक factor से नजदीकी संबंधित है। यह फैक्टर उपकरण द्वारा खपत वास्तविक (पावर समय औसत में) एवं कुल पावर प्लांट की क्षमता का अनुपात है।

$$\text{Utility Factor} = \frac{\text{Ratio of maximum power}}{\text{Plant capacity}} \times 100$$

उदाहरण के लिये- एक ओवर साइड मोटर (15 kW) जब ऑन हो तब 12 kW मोटर को चलाता है तब मोटर का लोड फैक्टर 12/15 = 80%. मोटर प्रतिदिन 8 घण्टे हेतू उपयोग में लाया जा जाता है, एक वर्ष में लाया जाता है, एक वर्ष में 50 सप्ताह उपयोग के घंटे आधार मोटर की उपयोगिता कारक 2800/8760 = 31.96% होगा। प्रतिवर्ष 2800 घंटे के आधार मोटर की उपयोगिता कारक 100% होगा।

पावर प्लांट की उपयोगिता कारक विभिन्न विद्युत मार्केट से संयंत्र पर मांग के अनुसार होता है।

लाइन - प्रोटेक्टिव रिले - प्रकार - प्रचानल (Line protective relays - types - operation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **रिले के वर्गीकरण की व्याख्या करना**
- **रिले के प्रकारों तथा उनके उपयोगों की सूची तैयार करना**
- **ओवर करंट, डिफरेंशियल, अर्थ फाल्ट, दूरी और अदिशीश रिले के प्राचानल के सिद्धांत का वणर्न करना**
- **रिले के विशेषताओं का व्यख्या करना**
- **ओवर वोल्टेज और अडंर वोल्टेज रिले के प्रचालन के सिद्धांतों का वणर्न करना**
- **रिले के टाइम मल्टीप्लायर सेटिंग की आवश्यकता का वर्णन करना।**

प्रस्तावना (Introduction)

रिले वह अवयव है ,जो सर्किट में असामान्य स्थिति पैदा होने पर ब्रेकर को संचालित करता है, यह दोष की मात्रा (कारण) जैसे CT की आउटपुट कंरट व PT आउटपुट वोल्टेज की गणना करता है और ब्रेकर के प्रचालन के लिये ट्रिपिंग सर्किट को सूचित करता है, जो कि टाइम मल्टीप्लायर सेटिंग के मान तथा विशेषता के अनुसार कार्य करता है।

रिले का वर्गीकरण (Classification of Relays

रिले को मुख्यतः तीन भागों में वर्गीकृत किया गया है, जो निम्नानुसार है:

1 **मान के आधार पर (Quantity sensed) :** विद्युत घारा, वोल्टेज,एक्टिव पावर, रिएक्टिव पावर तथा इम्पीडेंस।

2 **ट्रिपिंग (Tripping) :** क्षणिक ट्रिप, निर्धारित समय में और निधार्रित समय पश्चात ट्रिप।

3 **प्रचालन सिद्धांत (Operating principle) :** विद्युत चुम्बकीय रिले, इंडक्शन रिले, थर्मल रिले और स्थैतिक या डिजीटल रिले।

रिले के प्रकार (Types or relays) : आवश्यकता के अनुसार विभिन्न प्रकार के रिले प्रयोग किये जाते है जो निम्न है -

1 ओवर करंट रिले (Over current relay)

2 ओवर वोल्टेज रिले (Over voltage relay)

3 अडंर वोल्टेज रिले (Under voltage relay)

4 डिफ्रेशिंयल रिले (Differential relay)

5 अर्थ फाल्ट रिले (Earth fault relay)

6 डिस्टेंस रिले (Distance relay)

7 इम्पीडेंस रिले (Impedance relay)

8 एडमीटेंस रिले (Admittance relay)

9 रिएक्टेंस रिले (Reactance relay)

रिले ट्रांसमिशन लाइन के उपकरणों और उपकेंद्ररों की सुरक्षा के लिये उपयोग किये जाने वाले मुख्य उपकरणों में से एक है, ट्रांसमिशन और उपकेंद्रो में वितरण के लिये उपयोग किये जाने वाले उपकरण जैसे- ट्रांसफार्मर, लाइटिंग अरेस्टर (तड़ित चालक) अर्ध स्विच, आइसोलेटर, CT PT इत्यादि बहुत महंगे होते हैं और इन्हें क्षति से निरंतर बचाने की आवश्यकता होती है। उपभोक्ताओं को आपूर्ति बाधित किये बिना इन उपकरणों को बदलना या मरम्मत करना आसान कार्य नही है। अतः उपकरणों की सुरक्षा अतिआवश्यक है।

ओवर करंट, ओवर और अंडर वोल्टेज या अर्थ दोष के कई कारण :

ओवर करंट ओवर अडंर वोल्टेज या अर्थ दोष के कई कारण होते है, दोष के प्रकार कारण और उनसे होने वाले प्रभाव की सूची Table 1में दर्शाई गई है।

सारणी 1

क्रं. सं.	दोष का प्रकार	कारण	प्रभाव
1	फेज से न्यूट्रल का शार्ट हो जाना	- कमजोर आवरण - कमजोर अवयव - मानव त्रुटि	- लाइन में अधिक धार प्रवाह - आग लग जाना
2	टांसमिशन लाइन में फेजों का परस्पर शार्ट हो जाना	- लाइन में पेड़ की शाखाओं का गिरना - टॉवर लाइन में साँप के गुजरने - तेज हवाएँ - प्राकृतिक आपदाओं से - मानव निर्मित दोष अव्यवस्था से	- बहूत अधिक धारा का प्रवाह होना - आग लग जाना - उपकरणों का व्यापक कप से क्षति पहुँचाना

क्रं. स.	दोष का प्रकार	कारण	प्रभाव
3	फेज और अर्थ का संयोजन	- कमजोर आवरण - कमजोर अवयव - लो वोल्टेज हो जाना।	- लाइन में अधिक प्रवाह होना - आग लग जाना
4	बिजली आँधी-तुफान आदि	- प्राकृतिक आपदाएँ	- लाइन में अत्याधिक धारा प्रवाह होना - आग लग जाना - वोल्टेज में वृद्धि
5	अत्याधिक भार को अचानक विसंयोजित	- फ्यूज का टूट जाना	- वोल्टेज में वृद्धि
6	निर्धारित स्तर से लोड का बढ़ना	- मानव त्रुटि	- लाइन में वोल्टेज की कमी - लाइन में ओवरलोड हो जाना

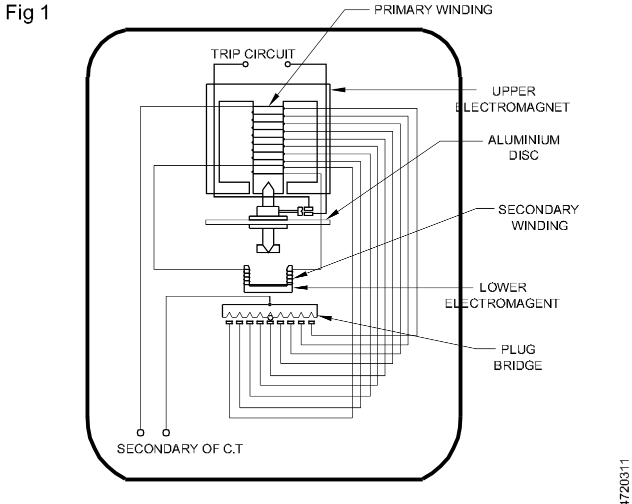
रिले के लिये प्रयोग किये जाने सेंसर (Sensors used for Relays)

रिले के कुल लाइन वोल्टेज या लोड करंट को स्वीकार नही कर सकता। विद्युत की एक अल्प मात्रा सेंसर के द्वारा रिले तक पहुँचती है, करंट ट्रांसफर्मर CT के नाम से तथा पोटेंशियल ट्रांसफर्मर PT के नाम से प्रचलित है, जो कि करंट रिले और वोल्टेज रिले के लिये सेंसर का कार्य करते हैं। लोड के आधार पर रिले को अपूर्ति की जाने वाली सेंसिंग क्वांटिटी (संवेदी मात्रा) विभिन्न इनपुट और आउटपुट अनुपात अभ्यास में दिया गया है।

करंट रिले का कार्य सिद्धांत (Working principle of current relay)

आपदाओं की स्थितियों से सुरक्षा प्रदान के लिये ट्रांसमिशन लाइनों और सबस्टेशन में व्यापक रूप से विद्युत चुम्बकीय रिले का प्रयोग किया जाता है। आधुनिक स्थैतिक (modern static) या डिजीटल रिले का नवीनतम प्रकार आजकल प्रचलन में है, प्रारंपरिक विद्युत चुम्बकीय रिले अब प्रचलन में नहीं है, क्योंकि उन्नति की दृष्टि से विद्युत चुम्बकीय रिले की कुल तुलना में डिजीटल रिले की उपयोगिता अधिक है। (Fig 1)

Fig 1



INDUCTION TYPE NON-DIRECTIONAL OVERCURRENT RELAY

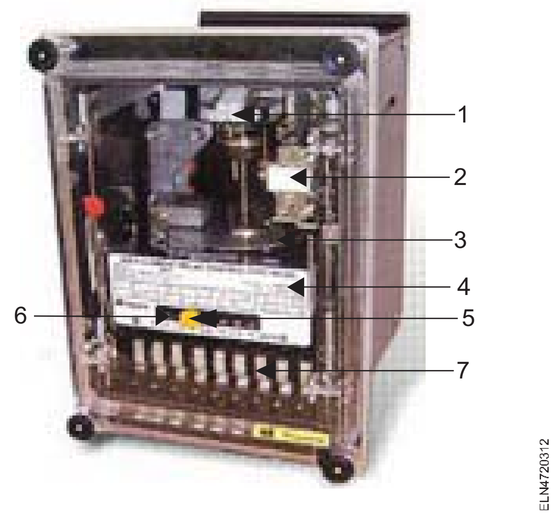
Fig में 2 विद्युत चुम्बकीय रिले के सामने (front) पैनल सेटिंग दृश्य को दर्शाता है।

1 टाइम मल्टीप्लायर सेटिंग (TMS)

2 ट्रिप फ्लैग (Trip flag)

3 एल्युमिनीयम रोटेटिंग डिस्क (Aluminium rotating disc)

Fig 2



4 टाइम रिफरेंस डायल में दोष की मात्रा का प्रतिशत (Percentage fault quantity time reference dial)

5 टैप सेटिंग प्लग (Tap setting plug)

6 इनपुट फाल्ट क्वांटिटी (Input fault quantity) (V_{ONI})

7 कांटेक्ट प्लग टर्मिनल (Contact plug terminals)

एक इंडक्शन प्रकार का आवर लोड करंट रिले एक निश्चित न्यूनतम समय विशेषता के साथ विपरीत समय प्रचालन दे रहा है (Fig 1) , आवश्यक विशेषताओं हेतू एक ए.सी. एनर्जी मीटर कुछ संसोधित कर लगाया गया है। रिले में दो विद्युत चुम्बक होते है, उपर के इलेक्ट्रोमैग्नेट में दो दो बाइंडिग होती है। इसमें एक प्रायमरी वाइंडिंग होती है और यह अंतराल पर टेप की जाती है।

टेपिंग एक प्लग सेटिंग ब्रिज से जुड़ी रहती है, जिसके, द्वारा टर्न की संख्या का उपयोग किया जा सके। प्लग, ब्रिज उपयोग की दृष्टि से टेपिंग के साल मान को 25% स्टेप में 50% से 200% तक के ओवर करंट रेंज में व्यवस्थित (arranged) होता है। यदि अर्थ फाल्ट की स्थिति रिले हेतू यह आवश्यक होता है कि 10% स्टेप में 10% से 70% या 20 से 80% तक रेंज में कार्य करें। प्रत्येक टेपिंग हेतू निर्धारित मूल्यों को CT के फूल लोड प्रतिशत के संदर्भ में व्यकत किया जाता है। जिसके साथ रिले जुड़ा हुआ है और ऊपर दिये गये मान का प्रतिनिधित्व करता है जिससे डिस्क घूमने लगती है और अंत में सर्किट को ट्रिच कर देता है।

इस प्रकार पिक-अप करंट CT के निर्धारित सेकण्ड्री धारा के बराबर होता है उदाहरण के माना कि एक ओवर करंट रिले 150% करंट सेटिंग और CT 500/5A के साथ एक सप्लाई परिपथ से जुड़े है। CT का निधारित करंट (secondary) 5A है। अतः पिक अंप वोल्टेज 1.5 x 5 = 7.5 A होगा। उपरोक्त करंट सेटिंग के अनुसार रिले का प्रचालन वाल्टेज 7.5 A से अधिक या इसके बराबर होगा।

उसी तरह 50, 100 और 200% करंट सेटिंग के लिए क्रमशः रिले के लिए प्रचालन करंट 2.5A, 5 A और 10A होगा। निर्धारित करंट मान को अलग-अलग प्राप्त करनें हेतू टेपिंग वैल्यू पर एक पिन स्प्रिंग लोडेड जबडे के मध्यम (ब्रिज सॉकेट के) (insert) दिया जाता है जब सेटिंग मान को बदलने के उद्देश्य से पिन को निकाला जाता है,तो रिले स्वचालित रूप में उच्च मान पर सेट हो जाता है। इस प्रकार CT की सेकण्ड्री खुली नहीं है।

चलते हुए (moving) कॉटेक्ट (कॉंटा) डिस्क स्पिंडल में लगा रहता है। जग डिस्क को पूर्ण निर्धारित कोण पर घुमाया जाता है जो ब्रिज में दो स्थायी संपर्को (contact) को जोड़ता है वांछनीय (desired) समय देकर कोण को 0° और 360° के मध्य किसी भी मान पर सेट कर सकते हैं। आमतौर पर एक समायोजन बैक-स्टॉप को रूप में होती है जो चाप (arc) की लम्बाई को निधार्रित करती है जब डिस्क कम लम्बाई पर घूमता है। तब प्रचालन समय भी कम होगा।

गुणक की समय सीमा 0.05 के चरणों में 0 से 1 तक सत्यापित की जाती है। ये आँकड़े वास्तविक प्रचालन समय को नहीं दर्शाते परंतु ज्ञात समय को वास्तविक समय में परिवर्तन करने हेतु गुणकों का उपयोग किया जाता है। इस प्रकार यदि टाइम सेटिंग 0.2, और दिया गया प्रचालन समय (PSM कर्व से) रिले के लिए 5 सेकण्ड है, तब वास्तविक प्रचालन समय 0.2 x 5 = (1 सेकण्ड) के बराबर होगा।

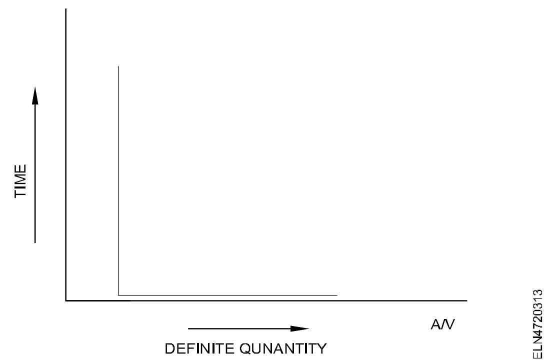
चूँकि डिस्क को निर्धारित कोण पर घूमने के लिए एक टार्क (समय के साथ)आवश्यक है जो प्रायमरी परिपथ में करंट के रूप में भिन्न होता है। अतः अधिक टॉर्क होने पर समय का मान कम होगा। इसलिए रिले का समय के साथ उल्टा विशेषता होता है।

रिले टाइम सेटिंग विशेषताएँ (Relay Time setting characteristics)

1 तत्कालिक ओव्हर करंट वोल्टेज रिले (Instsntaneous over current/voltage relay) -

दोष की स्थिति में या पूर्ण निर्धारित मान (ओव्हर/अडंर) करंट /वोल्टेज में पहँचने पर रिले तत्कालिक कार्य करता है। (Fig 3)

Fig 3

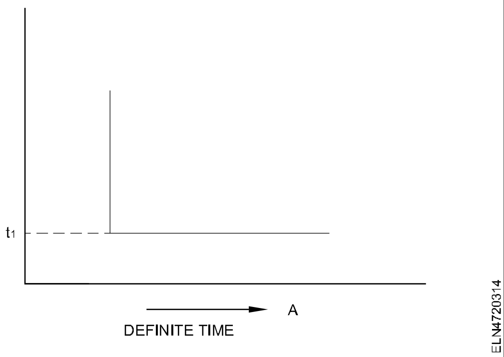


- जब फॉल्ट उनके चरम /अधिकतम मान तक पहुँच जाता है तक रिले निर्धारित समय में कार्य करता है।
- यह केवल दोष की मात्रा/मान पर कार्य करता है।
- प्रचालन/कार्य समय स्थिर (constant) रहता है।
- प्राचनल समय में निर्धारित समय से अतिरिक्त समय नहीं लेता
- यह दोष के अनुसार भिन्न होती है क्योंकि दोष और स्त्रोत के मध्य इंपीडेंस का अंतर होता है।
- यह 0.1 सेकंण्ड या उससे कम में कार्य कर सकता है।

2 निर्धारित समय (Definite time)

रिले की कार्य करनें की समयवधि को बनाए रखनें के लिए दो शर्तो को सुंतष्ट करना चाहिए। (Fig 4)

Fig 4

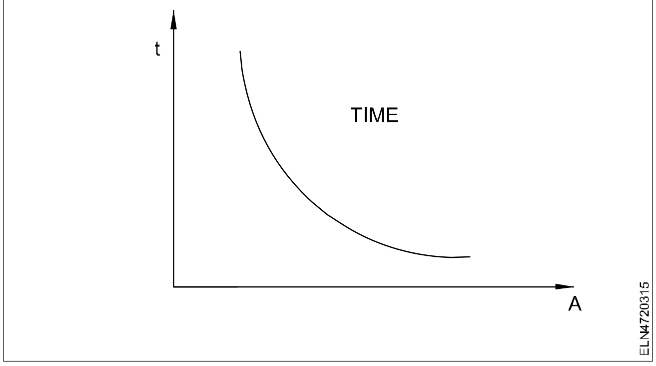


- इसका प्रचालन समय स्थिर (constant) होना चाहिए।
- फाल्ट की मात्रा का प्रचालन पर कोई प्रभाव नहीं पड़ना चाहिए।
- इसमें समय को निर्धारित करने हेतू डायल होता है प्रचालन समय को सेट किया जा सकता है।
- फाल्ट/दोष कहाँ पर हुआ है अर्थात फाल्ट जगह का रिले को ट्रिपिंग सिस्टम से स्वतंत्र होना चाहिए।

3 इनवर्स टाइम (Inverse time)

प्रचालन समय - दोष की मात्रा के विपरीत होता है। इसलिए जब दोष अधिक मात्रा में होगा उतना ही फास्ट रिले काम करेगा मतलब प्रचालन में कम समय लगेगा (Fig 5) यहाँ अभ्यास के लिए कुछ सेटिंग है।

Fig 5



- स्टेडर्ड इनवर्स (Standard inverse)
- बेरी इनवर्स (Very inverse)
- एक्सट्रिमली इनवर्स (Extremely inverse)

दोष और समय में अंतर रिले का प्रचालन समय दोष (fault) मात्रा के विपरीत होता है।

इनवर्स टाइम रिले भी प्रचानल के लिए न्यूनतम रिवर्स समय (IDMT) चाहिए।

समय (time) डायल को सेट करके रिले के प्रचालन समय को बढ़ा सकते है। यदि रिले तेजी से काम करता है तब समय सेंटिग 0.5 सेकेंड और धीमा कार्य करने हेतू 10 सेकण्ड का समय होता है।

इनवर्स टाइम सेटिंग की अप्रत्यक्ष विशेषताएँ (Silent features of inverse time settings)

- दोष की मात्रा चरम सीमा में पहुंचते ही प्रचालन होता है।
- प्रचालन समय दोष की मात्रा पर निर्भर करता है।
- यह दोष में कमी होने पर करंट की विपरीत समय विशेषताएँ को बताता है और निर्धारित समय का मान बढ़ जाता है।
- यदि प्लग सेटिंग गुणक 10 के नीचे है तब विपरीत विशेषताएँ प्राप्त होती है,10 और 20 के माध्य मान निर्धारित समय विशेषताएँ को बताता है। Fig 6 विभिन्न इनवर्स टाइप को दिखाता है।

इनवर्स पर आधारित तीन विभिन्न कर्व चित्र 6 में दिखाता है-

सामान्य इनवर्स विशेषताएँ (Normal Inverse Characteristics)

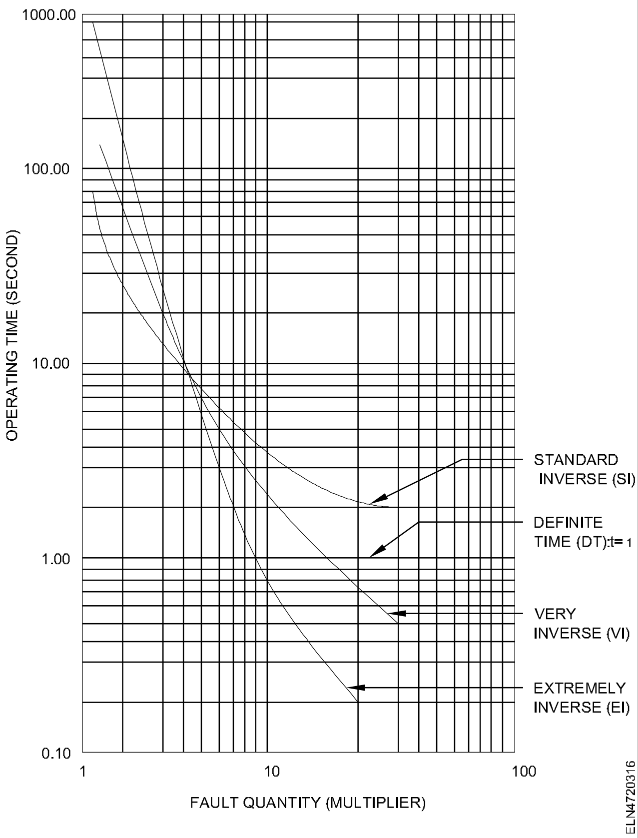
प्रचालन समय की सटीकता नामित/ दिये हुए प्रचालन समय से कुछ प्रतिशत का अंतर हो सकता है। प्रचालन (operating) समय की अनिश्चिता और प्रचालन समय प्राप्त करने के लिए एक सेकण्ड से भी कम समय के ग्रडिंग मार्जिन की आवश्यकता होती है।

सामान्य आवर करंट रिले समय के साथ प्रचालन में बहूत कम बदलाव रखते है।

अत्यधिक -विपरीत समय विशेषताएँ (Very inverse time characteristics)

- IDMT की तुलना में अधिक विपरीत लक्षण देता है।
- दोष की मात्रा में कमी होने पर इसका इस्तेमाल होता है क्योंकि स्त्रोत से दूरी बढ़ जाती है।

Fig 6



- अर्थ दोष के साथ प्रभावी है क्योकि वहाँ खड़ी विशेषताएँ है।
- उस जगह के लिए उपयुक्त है जब जहाँ पावर स्त्रोत दोष (fault)जगह से दूर है।
- खास कर उसके लिए उपयुक्त है जब सब स्टेशन से दूर शार्ट सर्किट दोष लगसतार हो रही है।
- इन विशेषताओं के कारण ग्रेडिंग मार्जिन का टाइमत बहुत कम 0.1 सेकेण्ड हो सकता है।
- जब दोष की मात्रा दोष क्षेत्र (fault location) निर्भर हो वहाँ उपयोग किया जाता है।

अत्याधिक विपरीत समय विशेषताएँ (Extremely inverse time characteristics)

- IDMT की तुलना में यह बहुत विपरीत विशेषताएॅ रखता है।
- उच्च ताप होनें की स्थिति में सूरक्षा की दृष्टि से उचित होता है।
- प्रचालन समय लगभग दोष (fault) की मात्रा के वर्ग के व्यत्कमानुपाती होती है।
- करंट की मात्रा दोष की जगह में निर्भर हो तब इसका उपयोग कर सकते है।
- उच्च करंट की स्थिति जैसे फ्रीज,पम्प, वाटर हीटर इत्यादि के नियंत्रण के समय फीडर के सुरक्षा के लिए उचित है। और मंहगे केवल, ट्रांसफार्मर, जनरेटर के लिए भी उपयोगी है।

- फिडरों की सुरक्षा के लिए उपयुक्त, स्विटिचंग में पीक करन्ट (रेफ्रिजरेशन, पम्प वाटर हीटर आदि) और आवत्ति ट्रान्सफर्मर और मँहगे केबल।

अधिक समय व्युतकुम अभिलाक्षणिक (Long time inverse characteristics)

यह अभिलाक्षणिक बैक अप अथ दोष सुरक्षा के रूप में उपयोग किया जाता है जब समय दोष की मात्रा की तीव्रता के व्यतकमानुपाती होता है।

अधिक वोल्टेज और निम्न वोल्टेज रिले (Over voltage and under voltage relays)

यह इलेक्ट्रोमैग्नेटिक रिले इंडक्शन टाइप डिस्क टाइप रिले के सिद्धात पर कार्य करता है। इस रिले में उपयोग हुए संवेदक (sensor) इनपुट PT (potential transformer) से है जहाँ आउटपुट सामान्यतःAC 110v.

जब दोष (fault) उत्पन्न सब PT आउपुट में वोल्टेज उत्पन्न होता है जो डिस्क मशीन को घूमाने के लिए उत्तेजित करता है। जगब दोष लगातार बना रहता है और ट्रिप का समय सेट रहता है, रिले का डिस्क घूमता है और ब्रेकर में ट्रिप क्वाइल को ट्रिपिंग प्रक्रिया का सक्रिय करता है। ट्रिपिंग का समय चयन किए गए अभिलाक्षणिक के आधार पर पर सेट किया जाता है। रिले के पिक अप वोल्टेज का दोष वोल्टेज का दोष वोल्टेज के प्लग सेटिंग मान के साथ सत्यापित किया जाना चाहिए जो कि अधिक वोल्टेज/ निम्न वोल्टेज रिले के लिए अलग-अलग चयनित किए जाते है। टाइम मल्टीप्लायर सेटिंग (TMS) को कम किया जा सकता है यदि स्थिति के अनुसार दोष की मात्रा अधिक हो।

टाइम मल्टीपलायर सेटिंग (Time multiplier setting)

यह वह सेटिंग है जो रिले के चयनित समय को रिले के किसी अन्य सेटिंग में परिवर्तन किए बिना, कम कर सकते है। टाइम मल्टीप्लायर रिले को उस स्थिति में तेजी से सक्रिय करने में मदद करता है जब दोष की मात्रा टेपिंग पर चयनित दोष मात्रा से 50% अधिक हो।

विभेदक सुरक्षा रिले (Differential protection relay)

विभेदक सुरक्षा जनरेटर, ट्रांसफार्मर, बस बार और ट्रांसमिशन लाइन को आंतरिक दोष के प्रभाव से बचाने के लिए बहुत विश्वयनीय विधि है। सामान्य प्रचालन अवस्था में CT में से प्रवाहित होने वाली धारा समान होती है अतः रिले कोइग यह बाह्य दोषों के लिए भी एक स्थिति है। विभेद सुरक्षा जनरेटर के भूसंपर्क (ground) जुड़े दोष के लिए प्रत्येक इनकमिंग लाइन में एक CT का उपयोग किया जाता है सभी इनकमिंब (अनेवाली) घाराओं के योग से तंलना की जाती है।

विभेदक सुरक्षा रिले का सामान्य योजना आरेख Fig 7 में है।

ट्रांसमिशन लाइम में पावर टांसफार्मर के लिए विभेदक रिले की स्थापना Fig 8.

Fig 7

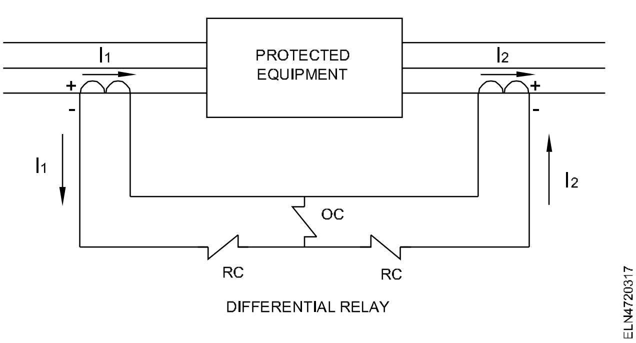
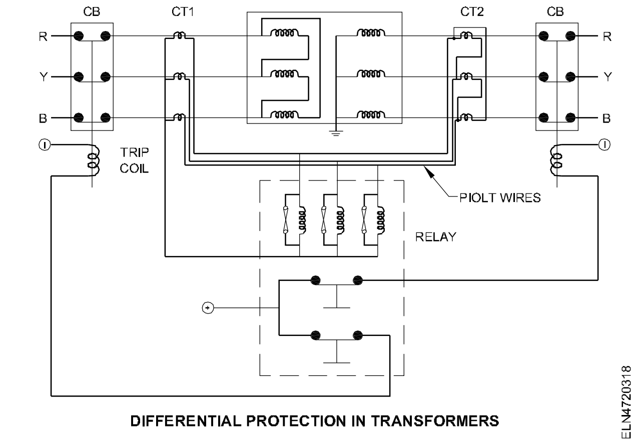


Fig 8



दूरस्थ रिले/ एडमिटेन्स रिले (Distance relays / Admittance relay)

एक ट्रांसमिशन लाइन का इम्पीडेंस इसकी लंबाई के समानुपाती होता है। पूर्व निर्धारित बिंदु से दूरी की माप के लिए लाइन का इम्पीडेस मापी रिले का उपयोग उचित है। इस प्रकार के रिले का वर्णन दूरस्थ (distance)रिले के रूप में किया गया है और इसे केवल रिले स्थान और चयनित पहुँच बिंदु के बीच प्रचालित करने के लिए तैयार किया जाता गया है। इस प्रकार विभिन्न अलग दिया जा स्कता है।

रिएक्टेंस रिले या शेडेड पोल टाइप मान डारेक्शनल रिले (Reactance relays (or) Shaded pole type non directional relay)

रिएक्टेस रिले का अभिलाक्षणिक सीध्री रेखा होती है जोकि सुरक्षित लाइन के केवल रिएम्टेंस (X_L) से व्यहार करता है यह अदिशात्मक है और संपूर्ण संपूर्ण सुरक्षा को प्रतिरोध से स्वतंत्र बनाने के लिए ट्रिपिंग रिले के रूप में एडमिटेन्स रिले का पूरक है। यह विशेष रूप से छोटे लाइन लिए उपयोगी है जहाँ पर दोष आर्क प्रतिरोध के समान परिमाण के क्रम का हो।

रिले स्विच-गियर सुरक्षा में महत्वपूर्ण भागीदारी निभाता है। (विधुत चुम्बकीय) इलेक्ट्रोमेगनेटिक रिले सूरक्षा रिले की प्रथम पीढ़ी है और इसके कई गतिशील भाग होते है और प्रेरण के सिद्धान्त पर कार्य करते है। इलेक्ट्रोमेग्नेटिक रिले एक समय में एक ही कार्य जैसे अत्याधिक घारा, अत्याधिक वोल्टेज या डिजीटल रिले के उपयोग से दूर कर ली गई जोकि कई कार्य कर सकता है और साथ ही इलेक्ट्रोमेग्नेटिक रिले से अधिक शुद्ध/ यर्थाथ होता है।

सर्किट ब्रेकर्स - भाग - कार्य - ट्रिपिंग तंत्र (Circuit breakers - parts - functions- tripping mechanism)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **सर्किट ब्रेकर (circuit breaker) के संबंध में बताना**
- **विभिन्न प्रकार के सर्किट ब्रेकरों की सूची बनाना**
- **प्रत्येक सर्किट ब्रेकरों के भागों को स्पष्ट करना**
- **सर्किट ब्रेकरों के प्रचालन सिद्धांत को स्पष्ट करना**
- **सर्किट ब्रेकरों के अनुप्रयोग तथा उपयोग को स्पष्ट करना।**

सर्किट ब्रेकर (Circuit breaker)

परिपथ वियोजक (Circuit breakers), उपकरण या तंत्र है जो विद्युत परिपथ को पूर्ण करता है या अलग करता है। 240 वोल्ट सिंगल फेज सप्लाई हेतु सिंगल पोल स्विच का उपयोग परिपथ जोडने एवं अलग करने हेतू किया जा सकता है लो वोल्टेज (240) की स्थिति में चिंगारी (spark) नगण्य होता है और इससे आग नहीं लगती, क्योकि परिपथ या कांटेक्ट स्थानों में करंट का मान बहुत कम होता है।

लेकिन जग लोड एम्पियर का मान सैकडों में हो तब कांटेकटर्स में परिणामी चिंगारी अधिक होता है और यह विद्युत आग का कारण बनता है। इस समस्या के निदान के लिए कांटेक्टर्स पर चिंगारी को नियंत्रित या समाप्त करना होता है जिस उपकरण या यत्र का उपयोग विद्युत को तोड़ने और जोड़ने हेतू किया जाता है और उस समय स्पार्किंग भी समाप्त हो जाना चाहिए। ऐसा उपकरण परिपथ वियोजक (circuit breaker) कहलाता है।

परिपथ वियोजक (circuit breaker) का नामकरण उनके कांटेक्टर्स पर आग बुझाने/ चिंगारी नियंत्रित करने के आधार पर किया गया है- (1) एयर सर्किट ब्रेकर, (2) ऑयल सर्किट ब्रेकर, (3) बैक्कूम सर्किट ब्रेकर, (4) सल्फर हेक्साफ्लोराइड (SF_6) सर्किट ब्रेकर

एयर सर्किट ब्रेकर (Air circuit breaker) (ACB)

एयर ब्रेकर परिपथ वियोजक (circuit breaker) में प्राकृतिक हवा से या हवा के बौछार (blast) का उपयोग किया जाता है, चुँकि चिंगारी बंझाने के माध्यम पर ही इसका एयर सर्किट ब्रेकर्स है।

आयल सर्किट ब्रेकर्स के स्थान पर 15KV तक एयर सर्किट ब्रेकर का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है और शमन (quenching) के कारण आग लगनें की सभावना नहीं होती है।

उद्योग में व्यापक रूप सें एयर सर्किट ब्रेकर का उपयोग होता है, साथ ही ट्रांसफार्मर्स, मोर्ब्स जनरेटर्स/ आल्टरलनेटर इत्यादि के अलग-अलग सेक्शन के नियंत्रण और सुरक्षा के लिए पावर सिस्टम का उपयोग होता है और सिस्टम को स्थिर और विश्वनीय बनता है। जैसे फ्यूज, रिले , स्विच इत्यादि।

एयर सर्किट ब्रेकर की संरचना (Construction of air - circuit breaker)

बाह्य हिस्से/ ACB के भाग (Fig 1)

1 ऑफ बटन (OFF button) (O)

2 ऑन बटन (ON button) (I)

3 मुख्य संपर्कक इंडीकेटर (Main contact position indicator)

4 ऊर्जा भंडारण यंत्र स्थिति इंडीकेटर (Energy storage mechanism status indicator)

5 रिसेट बटन (Reset button)

6 एल ई. डी. संकेतक (LED indicators)

7 नियंत्रक (Controller)

8 संयोजन परीक्षण - अलग होना और लॉक होने की यंत्र व्यवस्था ("Connection" "Test" and "isolated" position latching /locking mechanism)

9 यूजर पैडलॉक (User padlock)

10 संयोजन जॉच और परिपथ अलग होने की स्थिति में संकेतक (Connection, "Test", and isolated position indication)

11 कनेक्शन परीक्षण और पृथक स्थिति संकेत संपर्क (Connection test and isolated position indication contacts)

12 नाम पट्टिका (Name plate)

13 आंकिक पट्ट (Digital displays)

14 ऊर्जा संचायक हैंडल (Energy storage handle)

15 ड्रा आंऊट/ इन होल (Draw out /in hole)

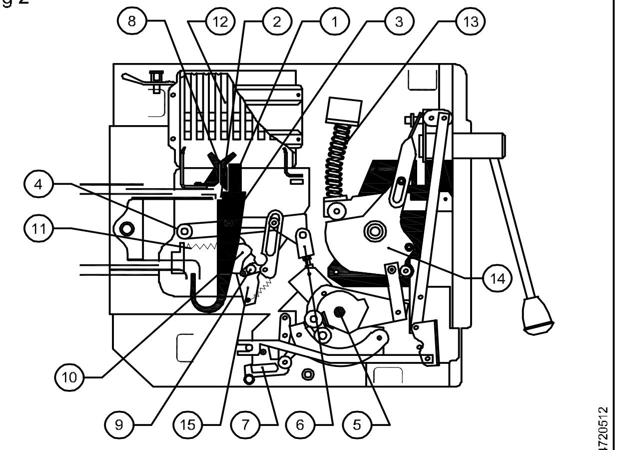
16 रॉकर रिपोजिट्री (Rocker repository)

17 ट्रिप रिसेट बटन (Trip reset button)

एयर सर्किट ब्रेकर की आतंरिक बनावट (Internal construction of air circuit breaker)

एयर सर्किट ब्रेकर के आंतरिक भाग (Fig 2)

Fig 2



INTERNAL VIEW OF CIRCUIT BREAKER

1 शीट स्टील सपोर्टिंग स्ट्रक्चर (Sheet steel supporting structure)

2 प्रोटेक्शन ट्रिप इकाई हेतू करंट ट्रांसफार्मर (Current transformer for protection trip unit)

3 पोल ग्रुप इंसुलेटिंग बॉक्स (Pole group insulating box)

4 होरीजेंटल रेयर टर्मिनल (Horizontal rare terminals)

5 स्थायी मुख्य संपर्कक हेतू प्लेट (Plate for fixed main contacts)

6 स्थायी आर्किंग संपर्कक हेतू प्लेट (Plates for fixed arcing contacts)

7 मुख्य मूविंग संपर्कक हेतू प्लेट (Plate for main moving contacts)

8 अस्थाई आर्किंग संपर्कक हेतू प्लेट (Plates for moving arcing contacts)

9 आर्किंग चैम्बर (Arcing chamber)

10 स्थायी प्रारूप/भाग हेतू टर्मिनल बाक्स- अस्थाई प्रारूप हेतू स्लाईडिंग सपंर्कक (Terminal box for fixed version - sliding contacts for withdrawable version)

11 प्रोटेक्शन ट्रिप यूनिट (Protection trip unit)

12 सर्किट ब्रेकर क्लोजिंग अङ्गैर आपनिंग कंट्रोल (Circuit breaker closing and opening control)

13 क्लोजिंग स्प्रिंग (Closing springs)

14 स्प्रिंग लोडिंग व्यवस्था (Spring loading arrangement)

15 हस्तचलित रिलीजिंग लीवर (Manual releasing lever)

एयर सर्किट ब्रेकर के परिचालन सिद्धांत (Principle of operation of air circuit breaker)

- जब परिपथ वियोजक के द्वारा परिपथ खुलता है (opens) तब या तो परिपथ की स्थिति सामान्य होती है या परिपथ में कोई दोष होता है। कुछ चिंगारी मुख्य सपंर्कक (contact) में उत्पन्न होता है और कुछ करंट लोड की ओर प्रवाहित होता है जिसे आर्क द्वारा ट्राजिशन करंट कहा जाता है।

- परिपथ तोड़ते समय पैदा हुए चिंगारी को दबाया/ समाप्त जाना चाहिए दोष (fault) के दौरान चिंगारी समाप्त नहीं होने पर विद्युत आग को कारण बनेगा जिससे परिपथ लल सकता है या भारी नुकसान हो सकता है।

- आर्किंग के समय मुख्य संर्पकीकों को मध्य वोल्टेज उत्पन्न होती है जो रेटेड सप्लाई वोल्टेज से अधिक होगी जिसे ट्रांसजिशन वोल्टेज **(transition voltage)** कहते है।

- आर्क को बुझाने/समाप्त करने के लिए यह ट्रांजिशन वोल्टेज संक्रमण वोल्टेज को कम करना चाहिए। आर्कको मेंटेन करने के लिए जिस न्यूनतम वोल्टेज की आवश्यकता होती है उसे आर्क वोल्टेज कहते है। एयर सर्किट ब्रेकर में आर्क वोल्टेज को निम्नलिखत तीन तरीकों से बढ़ाया जा सकता है-

- आर्क प्लाजा को ठण्डा करके आर्क वोल्टेज को बढ़ाया जा सकता है। आर्क प्लाजा का मान कम होने पर, आर्क को बनाए रखनें के लिए अधिक वोल्टेज का आवश्यकता होती है।

- आर्क को कई श्रृंखलाओं में बाँटने पर भी आर्क वोल्टेज को बढ़ाया जा सकता है।

- आर्क पाथ की लम्बाई बढ़कर आर्क वोल्टेज को बढ़ाया जा सकता है। जैसे ही पाथ की लंबाई बढ़ाती है, पाथ की प्रतिरोध भी बढ़ती है। अतः आर्क वोल्टेज बढ़ जाता है।

कुछ ACB में संपर्क के दो जोड़े होते है। मुख्य जोड़े करंट को बढ़ाती है और कॉपर की बनी होती है। एक अतिरिक्त जोड़े (एयर कांटेक्ट) कार्बन का बना होता है जब ब्रेकर खोला जाता है, तो मुख्य संपर्क (contact) पहले खुलता है और आर्क कांटेक्टर्स चिपके रहते है। आर्क कांटेक्टर्स के अलग होने पर कुछ देर के लिए स्पार्किंग होती है।

अतः ट्रांजिशन वोल्टेज का मान कम होगा।

एयर सर्किट ब्रेकर के अनुप्रयोग एवं उपयोग (Application and uses of air circuit breaker)

- उद्योगों की सुरक्षा के लिए उपयोग किया जाता है।

- वैद्युतिक मशीनों की सामान्य सुरक्षा के लिए उपयोग किया जाता है।

- 15KV किला वोल्ट KV तक की विद्युत वितरण पद्धित में भी एयर सर्किट ब्रेकर का उपयोग किया जाता है।

- उच्च वोल्टेज तथा करंट एप्लीकेशनों की भाँति कम वोल्टेज तथा करंट एप्लीकेशनों में भी उपयोग किया जाता है।
- टांसफार्मर कैपीसिटर तर जनरेटरों की सुरक्षा के लिए इसका उपयोग किया जाता है।

एयर सर्किट ब्रेकर के प्रकार (Types of air circuit breaker)

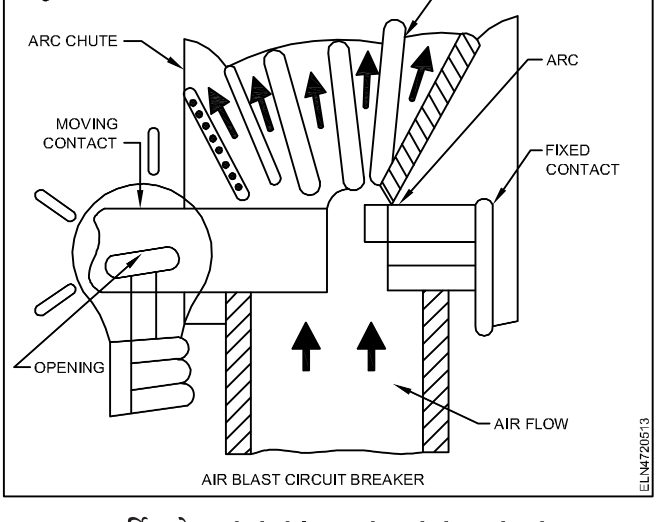
- प्लेन एयर सर्किट ब्रेकर (Plain air circuit breaker)
- एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर (Air blast circuit breaker)

प्लेन एयर सर्किट ब्रकेर (Plain air circuit breaker)

सर्किट ब्रेकर में संयोजक (contact) के आप पास चारों ओर एक कक्ष स्थापित होता है। इस कक्ष को आर्क चट **("arc chute")** कहा जाता है। यह आर्क चट ठण्डा (cool) करने में सहायता करता है आर्क चट (refractory) से बने होते हैं।

आर्क चट पृथक धात्विक प्लेटों की सहायता से छोटे छोटे कई भागों में विभक्त होते हैं जिन्हें आर्क स्प्लिटंस कहते है और जो छोटे आर्क चट की तरह कार्य करते है जैसा कि Fig 3 में दर्शाया गया है। प्रारंभ में आर्क श्रेणी क्रम में विभक्त हो जाती है और आर्क वोल्टेज का मान सिस्टम वोलटेज से अधिक कर देता है कम वोल्टेज एप्लीकेशन में इन्हें प्राथमिकता दी जाती है।

Fig 3



एयर लास्ट सर्किट ब्रेकर (Air blast circuit breaker)

ACB जो आर्क विलोपन माध्यम के रूप में उच्च दबाव युक्ता हवा का उपयोग करता है, एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर कहलाता है।

इस प्रकार के सर्किट ब्रेकरि का उपयोग उच्च वोल्टेज एप्लीकेशन हेतू किया जाता है और जिसे अग्रलिखित तीन वर्गो में विभाजित किया जा सकता है।

- अक्षीय ब्लास्ट एयर सर्किट ब्रेकर (Axial blast air circuit breaker)
- तियंक ब्लास्ट एयर सर्किट ब्रेकर (Cross blast air circuit breaker)
- त्रिज्यीय ब्लास्ट एयर सर्किट ब्रेकर (Radial blast air circuit breaker)

एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर के लाभ (Advantages of air - blast circuit breaker)

- एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर का उपयोग वहाँ होता है जहाँ तुरन्त प्रचालन (operation) आवश्यकता होती है कारण है इसकी कम आर्क ऊर्जा।
- एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर के उपयोग से तेल के कारण आग लगने का खतरा टल जाता है।
- आर्क विलोपन की क्रिया अधिक तेज होती है।
- तेज आर्क विलोपन के कारण एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर का आकार छोटा होता है।
- धारा के सभी मान के लिए आर्क की समय अविध समान छोटी है।
- सर्किट ब्रेकर की प्रचालन गति (Operating speed) अधिक तेज होती है।
- प्रचालन की गति के कारण प्रचालन की स्थिरता उच्च होती है।
- इसे रखरखाव की आवश्यकता कम होती है।

एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर की हानियाँ (Disadvantages of air -blast circuit breaker)

- अतिरिक्त वायु आपूर्ति संयत्र (air supply plant) के लिण अतिरिक्त रखरखाव की आवश्यकता होती है।
- इसके लिए उच्च धारिता एयर कम्प्रेसर की आश्यकता होती है।
- वायु दाब रिसाव (air pressure leakage) की सम्भावना रहती है।
- उच्च दर पुनः आधाती (re - striking) वोल्टेज और धारा अवरूद्ध (current chopping) सभावना होती है।
- वायु की आर्क विलोपन (arc extinguishing) विशेषता अपेक्षाकृत तेल से कम होती है।

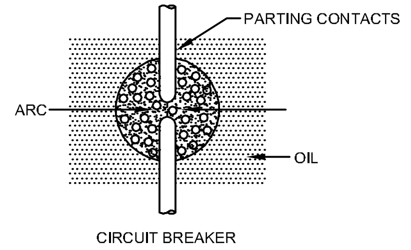
ऑयल सर्किट ब्रेकर Oil circuit breakers (OCB)

वे सर्किट ब्रेकर जो आर्क अवशोषित करने हेतू माध्यम के रूप में अनालक तेल जैसे ट्रांसफार्मर आयॅल का उपयोग करते है, ऑयल सर्किट ब्रेकर कहलाते है। OCB के मुख्य संयोजक (Contact) तेल के अन्दर खुली अवस्था में होते है और आर्क उनके बीच समाप्त हो जाती है। आर्क की ऊष्मा आसपास के तेल को वाष्पित कर देती है तथा उच्च दाब पर हाइड्रोजन गैस के रूप में अलग कर देती है।

हाइड्रोजन गैय का आयतन तेल के विघटित होने की मात्रा से हजार गुना अधिक होती है। परिणामस्वरूप तेल आर्क से दूर चला जाता है और यंयोजक के आर्क क्षेत्र के चारों ओर हाइड्रोजन गैस के बुलबुले फैल जाते है। आर्क विलोनप दो प्रक्रियाओं में पूर्ण होती है। पहले हाइड्रोजन गैंस उच्च ताप चालन करता है और आर्क को ठण्डा करता है इस प्रकार संयोजन के बीच माध्यम के निरावेषण (de-ionization) सहायता करता है।

दूसरा यह है कि गैस तेल में विक्षोभ पैदा करता है और संयोक बीच की जगह पर इसे मजबूती देता है इस प्रकार आर्क समाप्त हो है जैसा कि Fig 4 में दर्शाया गया है। परिणाम स्वरूप आर्क शान्त जाता है और परिपथ की धारा बाधित हो जाती है।

Fig 4



आर्क शमन माध्यम के रूप में तेल के लाभ (The advantages of oil as an arc quenching medium)

i यह आर्क ऊर्जा शमन कर के तेल को गैंस में अपधटित कर देता है ,जो कि उत्कृष्ट शीतलन गुण होता है।

ii यह आचलक के रूप में कार्य करता है और मुख्य संयोजकों के बीच एक छोटे निकासी के रूप में कार्य करता है।

iii आसपास का तेल आर्क के करीब की सतह को ठण्डस करता है।

आर्क शमन माध्यम के रूप में तेल की हानियाँ (The disadvantages of oil as an arc quenching medium)

i यह ज्वलनशील है और इसमें आग लगने का खतरा है।

ii यह वायु के साथ विस्फोटक (explosive) मिश्रण का सकता है।

iii आर्किंग उत्पाद (जैसे-कार्बन) तेल में बने रहते है और अचालक तेल की गुणवत्ता को दूषित करता है।

iv अचालक तेल को नियतकालिक निरीक्षण और प्रतिसथापन की आवश्यकता होती है।

ऑयल सर्किट ब्रेकर के प्रकार (Types of oil circuit breakers)

a) प्लेन ब्रेक ऑयल सर्किट ब्रेकर (Plain break oil circuit breakers)

b) आर्क नियंत्रण ऑयल सर्किट ब्रेकर (Arc control oil circuit breakers)

ii लो आर्यल सर्किट ब्रेकर (Low oil circuit breakers)

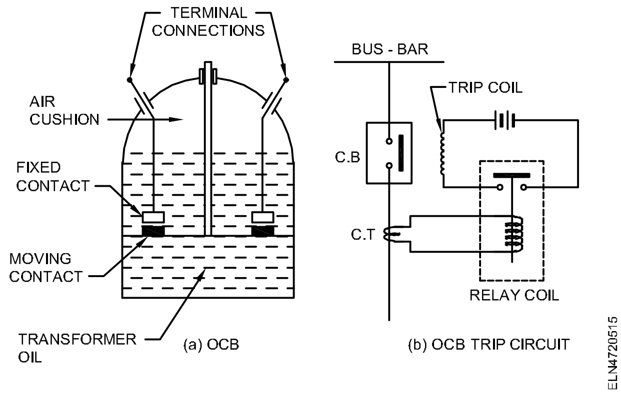
प्लेन ब्रेक ऑयल सर्किट ब्रेकर (Plain break oil circuit breakers)

प्लेन ब्रेक आर्यल सर्किट ब्रेकर में मुख्य यंयोजक (contacts) टैंक के पूरे तेल के नीचे व्यवस्थित होता है। संयोजको के पृथक्करण की लंबाई में बृध्दि के अतिरिक्त आर्क नियत्रंण की अन्य कोई विशेष प्रणाली नहीं है। आर्क का विलोपन तब छोटा है जब संयोजको के बीच विशेष गैस पहुचँ जाती है।

प्लेन ब्रेकक ऑयल सर्किट ब्रेकर सबसे पुरानी एवं सरल संरचना वाली ब्रेकर है। इसमे कड़े मौसम में भी स्थिर और अस्थिर संयोजक होते है । निश्चित स्तर तक भरी हुई अर्थ कसी टैंक तथा तेल स्तरत्त के उपर गद्देदार (cushion) वायु।

गद्देदार वायु (air cushion) असुरक्षित दबाव उत्पन्न किए बिना ही आर्क गैसों को पर्याप्त स्थान प्रदान करता है। यह उपर के तेल की गति भी अवशाषित करता है Fig 5 डबल ब्रेक प्लेन ऑयल सर्किट ब्रेकर को दर्शाता है। इसे डबल ब्रेक इसलिण कहा जाता है, क्योंकि यह श्रेणी में दो ब्रेक उपलब्ध करता है।

Fig 5



कार्य सिध्दांत (Principle of working)

सामान्य प्रचालन परिस्थितियों में स्थिर तथा अस्थिर संयोजक बंद अवस्था में रहते है और सामान्य और सामान्य परिपथ धारा ले जाती है। जब दोष उत्पन्न होती है तो अस्थिर संयोजककों को ट्रिपिंग यंत्र द्वारा खींच लिया जाता है और एक आर्क उत्पन्न होता है जो तेल को हाइड्रोजन गैस में वाष्पीकृत करता है। आर्क विलापन निम्नखिति प्रक्रियाओं द्वारा पूर्ण होती है।

i आर्क के चारों ओर उत्पन्न हाइड्रोजन गैस के बुलबुलें चाप को ठण्डा करते है।

ii गैंस तेल में विक्षोभ उत्पन्न करता है तथा आर्क को विलोपित करने में सहायता करता है।

iii संयोजकों के पृथक्करण के कारण आर्क की लंबाई बढ़ जाती है आर्क वोल्टेज में वृध्दि हो जाती है।

परिणाम स्वरूप कुछ ही अंतराल में आर्क विलोपित हो जाता है और परिपथ की धारा बाधित हो जाती है।

हानियाँ (Disadvantages)

i अतंराल लंबाई के अतिरिक्त आर्क पर काई विशेष नियंत्रण नहीं है।

ii इन ब्रेकरों की आर्किंग समय असंगत और लंबी होती है।

iii अवरोध की गति कम होती है।

इन हानियों के कारण प्लेन-ब्रेक ऑयल सर्किट ब्रेकर का उपयोग कम वोल्टेज में किया जाता है। 11 KV से अधिक वोल्टेज के वोल्टेज के अनुप्रयोगों में नहीं जहाँ उच्च ब्रेकिंग क्षमता की आवश्यकता नहीं है।

आर्क नियंत्रण, ऑयल सर्किट ब्रेकर (Arc control oil circuit breakers)

प्लेन ब्रेक आयल सर्किट ब्रेकर में आर्क पर बहुत कम कृत्रिम नियंत्रण होता है। इसलिए आर्क को विलोपित करने के लिए आर्क का लंबा होना आवश्यक है। यदि अभी भी कुछ आर्कनियंत्रण को कम सम्पर्क अंतर (short contact gap) पर स्थापित किया जाता है, तो उसे आर्क नियंत्रण ऑयल सर्किट ब्रेकर कहते है।

ये 2 प्रकार के होते है

a सेल्फ-ब्लास्ट ऑयल सर्किट ब्रेकर (Self - blast OCB)

b फोर्सड्-ब्लास्ट ऑयल सर्किट ब्रेकर (Forced - blast OCB)

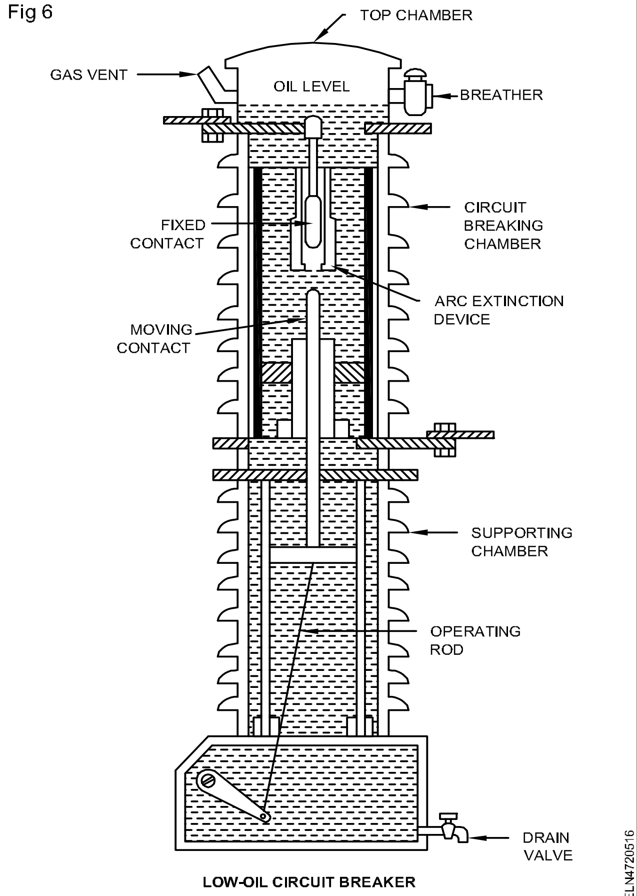
लो ऑयल सर्किट ब्रेकर (Low oil circuit breakers)

बल्क (bulk) ऑयल सर्किट ब्रेकर में कुछ प्रतिशत तेल (कुछ तेल का लगभग 10%) का ही उपयोग वास्तव में आर्क विलोपन हेतु किया जाता है। लेकिन बल्क ऑयल सर्किट ब्रेकर में भारी आयतन में उपयोग किए जाने वाले तेल, से टैंक का आकार, ब्रेकर का वजन, आग लगने का खतरा तथा रखरखाव की समस्या बढ़ जाती है।

उपरोक्त हानियों को दूर करने के लिए लो ऑयल सर्किट ब्रेकर को प्रचलन में लाया गया जिसमें अचालकता की दृष्टि से ठोस पदार्थों का उपयोग किया गया तथा कम मात्रा में तेल का उपयोग करता है, जो आर्क को विलोपित करने के लिए पर्याप्त है। उपयुक्त आर्क नियंत्रण युक्तियों (devices) का उपयोग करके, लो ऑयल सर्किट ब्रेकर में आर्क विलोपन को और सरल बनाया जा सकता है।

संरचना (Construction) : (Fig 6) सिंगल फेज लो ऑयल सर्किट ब्रेकर को दर्शाता है। जहाँ दो कक्ष है, जो एक दूसरे से अलग एंव तेल से भरे है। उसकी कक्ष परिपथ वियोजन कक्ष **(circuit breaking chamber)** है जहाँ निचला कक्ष सहायक कक्ष **(supporting chamber)** है। दोनों कक्षों को अलग कर दिया जाता है और तेल को एक कक्ष से दूसरे कक्ष में मिलने से रोका जाता है।

Fig 6



LOW-OIL CIRCUIT BREAKER

इस व्यवस्था के तीन लाभ है।

1 परिपथ वियोजक कक्ष (circuit breaking chamber) को अल्प आयतन में तेल की आवश्यकता होती है, जो आर्क विलोपन के लिए पर्याप्त है।

2 प्रतिस्थापित होने वाले तेल की माँग काफी कम हो जाती है।

3 सहायक कक्ष (supporting chamber) में तेल आर्क द्वारा दूषित नहीं होता।

i **सहायक कक्ष (Supporting chamber) :** यह तेल से भरा हुआ चीनी मिट्टी का एक कक्ष होता है, जो परिपथ विजोजक कक्ष (circuit breaking chamber) के तेल से भौतिक रूप से अलग होता है। तेल सहायक कक्ष के अन्दर होता है। तथा चीनी मिट्टी केवल अचालक प्रायोजन हेतु रखा जाता है।

ii **परिपथ वियोजक कक्ष (Circuit breaking chamber) :** यह सहायक कक्ष के ऊपर लगा चिनी मिट्टी का बना कक्ष होता है। और तेल से भरा होता है। इसके निम्नलिखित भाग है।

a) स्थिर संयोजक (Fixed contacts)

b) अस्थिर संयोजक (Moving contacts)

c) टर्युलेटर (Turbulator)

मूविंग कान्टैक्ट एक निश्चित पिस्टन के माध्यम से उपरी कक्ष में प्रवेश करता है। टर्ब्युलेटर एक आर्क नियंत्रक युक्ति है और इसमें अक्षीय तथा त्रिज्यीय दोनों प्रकार के मार्ग (vents) होते है। कम धाराओं के लिए अक्षीय वेंट जबकि अधिक धारा रेटिंग की ब्रेकर के लिए त्रिज्यीय वेंट।

iii **ऊपरी कक्ष (Top chamber) :** यह परिपथ वियोजक कक्ष के ऊपरी में लगा एक धात्विक कक्ष होता है। यह परिपथ वियोजक कक्ष में तेल के प्रसार को स्थान देता है। ऊपरी कक्ष में भी एक गैंस वेंट पाइप तथा ब्रीदर होता है जिसके द्वारा बाहर जाने वाली गैंस तथा अन्दर प्रवेश करने वाली वायु दोषयुक्त धारा (fault current) के बेक्रिंग के दौरान परिपथ वियोजक कक्ष (circuit breaking chamber) से गुजर सकता है।

प्रचालन (Operation) : सामान्य प्रचालन की स्थिति में मूविंग कन्टैक्ट् स्थिर (Fixed) कान्टैक्ट के साथ जुड़ा होता है। जब दोष (fault) घटित होता है, तो ट्रिपिंग यंत्र के द्वारा मूविंग कान्टैक्ट को नीचे खींच लिया जाता है और आर्क उत्पन्न होता है। आर्क तेल को वाष्पित कर गैंस पैदा करता है, जो गैंस वेंट से बाहर निकल जाता है।

इस क्रिया के फलस्वरूप तेल, मूविंग कान्टैक्ट के केन्द्रीय छेद से होकर गुजरता है और तेल पर टर्ब्युलेटर से संबंधित वेंट की ओर बल लगाता है। गैंस जब वेंट से गुजरता है, तब तेल (oil) द्वारा आर्क पूर्ण रूप से बुझ जाता है।

लाभ (Advantages) : बल्क ऑयल सर्किट ब्रेकर की तुलना में एक लोआयल सर्किट ब्रेकर के लाभ निम्न है।

i इसके लिए ऑयल की आवश्यकता बहुत कम होती है

ii ब्रेकर की कीमत कम है

iii स्थान कम घेरता है।

iv इस ब्रेकर का वजन कम है।

iv आग लगने की संभावना कम है।

vi रखरखाव और समस्य्या कम है।

हानियाँ (Disadvantages) : बल्क ऑयल सार्किट ब्रेकर की तुलना में एक लो ऑयल सर्किट ब्रेकर की निम्न हानियाँ है।

i सम्पर्क जगह से गैंस के निकलने में परेशानी होती है।

ii तेल की कम लागत होने से कार्बन का प्रभाव बढ़ जाता है।

iii उच्च कार्बनीकरण की अधिकता से तेल का हाइलैक्टिव स्टैन्थ तेजी से घटता है।

वैक्यूम सर्किट ब्रेकर (Vacuum circuit breaker) (VCB)

जिस सर्किट ब्रेकर में आग बुझाने हेतु निर्वात (vacuum) माध्यम का उपयोग किया जाता है वैक्युम सर्किट ब्रेकर कहलाता है।

निर्वात में अन्य माध्यम की अपेक्षा उच्च कुचालक एंव आग बुझाने का गुण अकिध होता है, जब ब्रेकर का कान्टैक्ट निर्वाता (वैक्यूम) में खुलता है, तो आर्क के विरूद्ध तत्काल हाइलैक्ट्रिक स्टैन्थ अन्य सर्किट ब्रेकरी की तुलना में अत्याधिक होता है।

यह तकनीक केवल माध्यम वोल्टेज के लिए उचित है। उच्च वोल्टेज में उपयोग करने हेतु वैक्यूम तकनीक को विकसित किया जा रहा है।

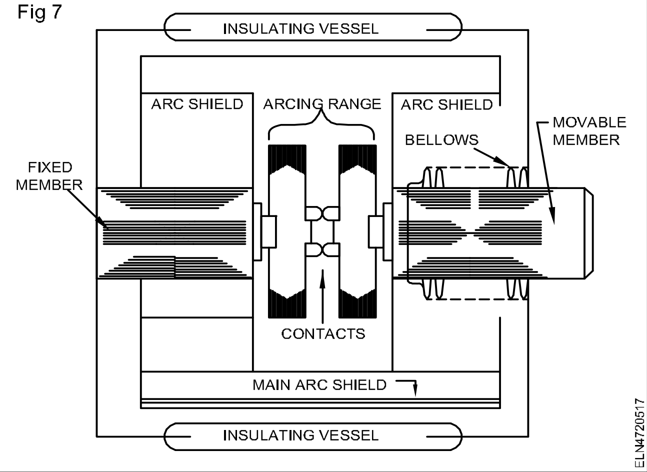
वैक्यूम सर्किट ब्रेकर का सिद्धान्त (Principle of vacuum circuit breaker)

- जब सर्किट ब्रेकर के कान्टैक्ट वैक्यूम (10^7 to 10^5 torr), में खोले जाते है धातु वाष्पों के आयनीकरण से कान्टैन्ट के मध्य आर्क उत्पन्न होता है। (जैसे इलेक्ट्रान और आयन्स के संयोग से) हाँलाकि आर्क जल्दी से बुझ जाता है, क्योंकि धातु वाष्प के कारण हाइलैक्टिक स्ट्रैंथ उच्च होती है।
- वैक्यूम की अप्रत्यक्ष विशेषता यह है, कि जैसे ही वैक्यूम में अधिक उत्पन्न होता है, वह वैक्यूम के उच्च हाइलैक्ट्रिक स्ट्रैन्थ के कारण शीघ्र बुझ जाता है।

वैक्यूम सर्किट ब्रेकर की संरचना (Construction of vacuum circuit breaker)

Fig 7 में वैक्यूम सर्किट ब्रेकर के विशिष्ट भाग को दर्शाया गया है।

Fig 7



- फिक्स कांन्टैक्ट, मूविंग कांन्टैक्ट और वैक्यूम चेम्बर के अन्दर बंद आर्क कक्ष।
- चलित कांन्टैक्ट को स्टेनलेस स्टील द्वारा बंद कर दिया जाता है जो नियंत्रण यंत्र से जुड़ा होता है। यह रिसाव की संभावना को समाप्त करने के लिए वैक्यूम की स्थायी सिलिंग को मजबूत बनाता है ।
- बाहरी आवरण हेतु कॉच या सिरेमिक का बर्तन उपयोग होता है।
- आर्क सील्ड, बाहरी कुचालक आवरण के अन्दर धातु के वाष्प गिरने के समय रक्षा करता है।

वैक्यूम सर्किट ब्रेकर के कार्य (Working of vacuum circuit breaker)

- जब ब्रेकर खुलता है, तो मूविंग कांन्टैक्ट्स फिल्म कान्टैक्ट्स से अलग हो जाता है और कांन्टैक्ट्स के मध्य आर्क उत्पन्न होता है। आर्क का उत्पन्न होना कान्टैक्ट्स के पदार्थ और धातु के आयन्स में आयनीकरण के कारण है।
- आर्क शीघ्रता से बुझता है, क्योंकि धातु के वाष्प कम समय में ही विपरित हो जाते है ओर मूविंग तथा फिक्स कान्टैक्ट्स पर आर्क शीघ्र वापस आ जाता है।
- चूँकि वैक्यूम आर्क को तीव्रता से ढ़कने की हाइलैक्ट्रिक स्ट्रैन्थ करता है वेक्यूम ब्रेकर में आर्क बुझाने हेतु अलग से छोटा कान्टैक्ट्स (0.625 cm) लगा होता है।

VCB के अनुप्रयोग (Application of VCB)

- वैक्यूम सर्किट ब्रेकर का उपयोग 22KV से 66KV तक आउटडोर हेतु किया जाता है।
- ये बहुतायत ग्रामीण क्षेत्रों हेतु उपयोगी है।

सल्फर हेक्सा फ्लोराइड सर्किट ब्रेकर (Sulphur hexafluoride (SF_6) circuit breaker)

जिस सर्किट ब्रेकर में आग बुझाने हेतु सल्फर हेक्सा फ्लुराइड गैंस (SF_6) माध्यम का उपयोग होता है, उसे SF_6 सर्किट ब्रेकर कहा जाता है।

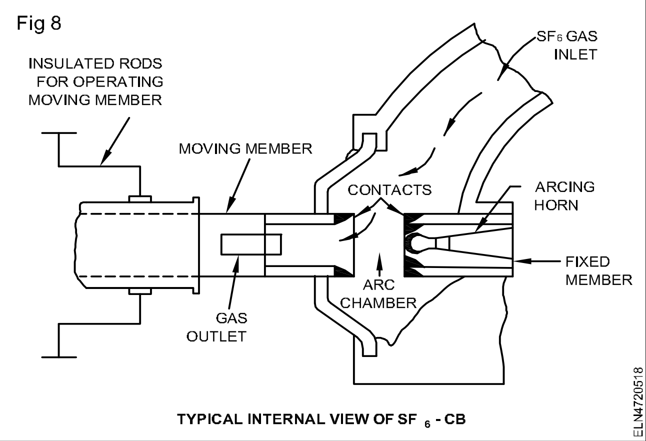
सल्फर हेक्सा फ्लुराइड गैंस (SF_6) एक इलेक्ट्रोनगेटिव गैंस है, जो इलेक्ट्रॉन को अवशोषित करने की मजबूत प्रवृत्ति रखता है। जब ब्रेकर के कान्टैक्यूस उच्च दाब के SF_6 गैंस माध्यम में खोले जाते है, तब उनके बीच आर्क उत्पन्न होता है।

SF_6 गैंस, आर्क के मुक्त इलेक्ट्रॉन को अवशोषित कर नेगेटिव आयन्स बनाते है। नेगेटिव आयन्स इन्सुलेशन स्ट्रैन्थ को बढ़ाकर आर्क को बुझा देता है।

सल्फर हेक्सा फ्लोराइड (SF_6) सर्किट ब्रेकर उच्च शक्ति और उच्च वोल्टेज में प्रयोग हेतु बहुत प्रभावी है।

SF6 सर्किट ब्रेकर की संरचना (Construction of SF6 circuit breaker)

सर्किट ब्रेकर के बंद कक्ष में स्थिर और अस्थिर (moving) कान्टैक्ट्स होते है। (Fig 8) कक्ष को आर्क बाधित कक्ष (arc interruption chamber) कहा जाता है, जिसमें (SF_6) गैंस भरा होता है, जो (SF_6) गैंस के टैंक से जुड़ा होता है।



जब ब्रेकर के कांस्टैक्ट्स खुलते है तो वाल्व यंत्र एक उच्च दबाव से हेक्सा फ्यूराइड गैंस को आर्क, वाधित कक्ष की ओर प्रवाहित करता है।

फिक्स, (fix) मूविंग और आर्किंग हार्न की युक्तियों को कॉपर टंगस्टन या आर्क प्रतिरोधी पदार्थ से लेपित किया जाता है। SF_6 गैंस महंगा होता है, अतः ब्रेकर के प्रत्येक बार उपयोग के पश्चात पुनः उपयोग हेतु उनके सहायक युक्तियों का नवीनीकरण किया जाता है।

SF_6 सर्किट ब्रेकर के कार्य (Working of SF_6 circuit breaker)

ब्रेकर के बंद स्थिति में कान्टैक्ट्स के चारों ओर SF_6 गैंस का दबाव 2.8 kg/cm^2 होता है। जब ब्रेकर खुलता है। मूविंग कान्टैक्ट्स अलग हो जाता है कान्टैक्ट्स के मध्य आर्क उत्पन्न होता है। मूविंग कान्टैक्ट्स की गति एक वाल्व की अतः क्रिया के साथ देती है, जो SF_6 गैंस को 14kg /cm^2 दबाव के साथ SF_6 टैंक से आर्क बाधित कक्ष तक पहुँचाती है।

SF_6 गैंस का उच्च दबाव चार्ज इलेक्ट्रान्स के प्रभाव को समाप्त करता है जिससे कान्टैक्ट्स की हाइलैक्ट्रिक स्ट्रैन्थ तीव्रता से बढ़ती है। ब्रेकर प्रचालन के बाद वाल्व यंत्र स्प्रिंग सेट-अप से बंद हो जाता है।

SF_6 सर्किट ब्रेकर के लाभ (Advantage of SF_6 circuit breaker)

ऑयल तथा एयर सर्किट ब्रेकर की तुलना में SF_6 गैंस के बेहतर आर्क विलोयन (quenching) गुणों के कारण इस सर्किट ब्रेकर के कई लाभ है। कुछ लाभ नीचे दिए गए है।

1 इस प्रकार के सर्किट ब्रेकर की आर्किंग टाइम बहुत कम होती है।

2 SF_6 गैंस की हाइलैक्ट्रिक स्ट्रैन्थ हवा की तुलना में 2 से 3 गुना होती है, इस प्रकार के ब्रेकर धारा के अत्याधिक मान को रोक सकता है।

3 एयर ब्लास्ट सर्किट ब्रेकर की तरह SF_6 सर्किट ब्रेकर के प्रचालन (operation) के समय आवाज नहीं आती,न ही वातावरण में प्रदुषण होता है।

सर्किट ब्रेकर का ट्रिपिंग तंत्र (Tripping mechanism of circuit breakers)

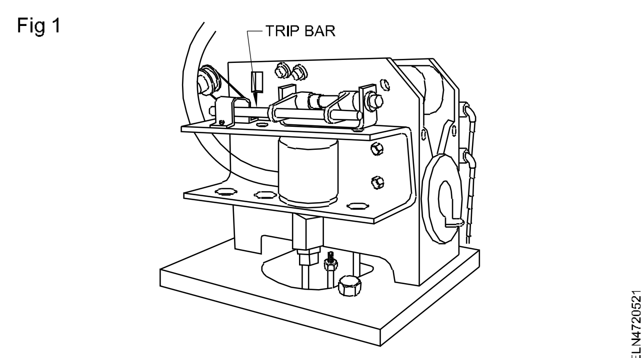
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **ट्रिपिंग तंत्र की आवश्यकता का वर्णन करना**
- **ट्रिपिंग तंत्र (mechanism) के प्रकार का वर्णन करना।**

सर्किट ब्रेकर का ट्रिपिंग तंत्र (Tripping mechanism of circuit breakers)

ट्रिप यंत्र (Trip mechanism) : ट्रिप यत्र को परिपथ की दोषपूर्ण स्थिति में चाही गयी समय में (स्वाचलित या हस्तचलित manually) परिपथ को तोड़ने हेतू लगया जाता है।

Fig 1 व्यवसथा (arrangement) दिखाता है जब सर्किट ब्रेकर ब्रद हो जाता है तब ट्रिप यंत्र एक लिंकेज पध्दित से लॉक हो जाता है। ट्रिप बार को उठाकर लॉक को स्वतंत्र (released) कर दिया जाता है।



ट्रिप बार एक ट्रिपिंग लीवर से जुड़ा रहता है जिसको हाथ से आपरेट/ चलाया जा सकता है। ट्रिपिंग लीवर सामान्य तौर पर लॉक स्थिति में रहता है। जब ट्रिप बार को उठाता जाता है तब सर्किट ब्रकेर के कॉटेक्ट खुल जाते है।

ट्रिप क्वॉयलें (Trip coils) : जब रिमोट प्रचालन वांछित हो (desired) ट्रिप क्वॉयल का उपयोग होता है। ट्रिप क्वायल एक छोटा सोलोनाइड होता है जो AC या DC से प्रचालित (Oprate) होता है। Fig 2 में ट्रिपिंग यंत्र का सामान्य व्यवस्था (arrangement) दिखाया गया है। एक प्लंजर सोलोनाइड में स्वतंत्र घूम सकता है जब सोलोनाइड एनरजाइज/चुम्बकित होता है तब ट्रिप स्विच का प्लंजर ऊपर उठता है और लॉक स्विच को स्वतंत्र करता है जो ट्रिप बार पकड़ उठता है। शॉर्ट सर्किट/ ओवर लोड और अडंर वोल्टेज के समय रिले कार्य करता है जैसे कि निम्न पैराग्रॉ में वर्णित है।

शंट ट्रिप क्वॉयलें (Shunt trip coils) : शंट ट्रिप क्वॉयल के लिए एक सहायक सप्लाई, C.T और रिले की आवश्यकता होती है रिले को समय-समय पर सुरक्षा देनें हेतू सेट किया जा सकता है। जब लोड करंट निर्धारित मान से अधिक हो जाती है तब रिले ट्रिप क्वॉयल परिपथ को बंद कर देती है यह रिले Fig 3 में दिखाया गया है।

Fig 2

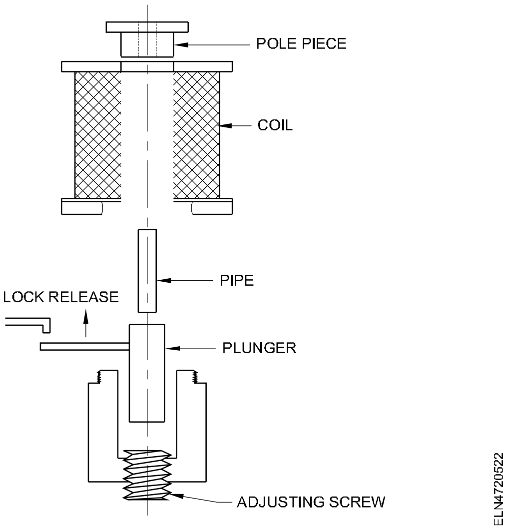
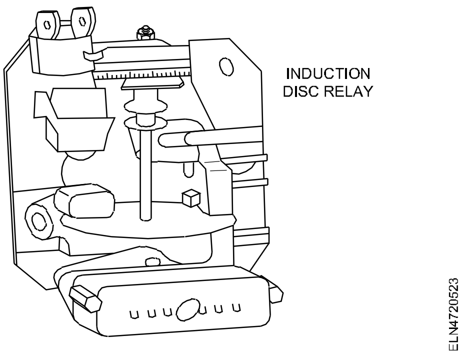
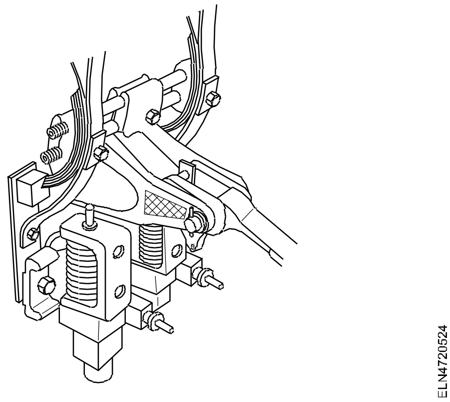


Fig 3



सीरीज ट्रिप कायल (Series trip coil) : Fig 4 में एक सीरीज ट्रिप क्वॉयल यंत्र सीरीज सोलोनायड स्प्रिंग के द्वारा नियंत्रित प्लंजर के साथ दिखाया गया है। जब लोड करंट रेटेड से अधिक होता है, तब प्लंजर के खीचाव द्वारा यंत्र ट्रिप हो जाता है।

Fig 4

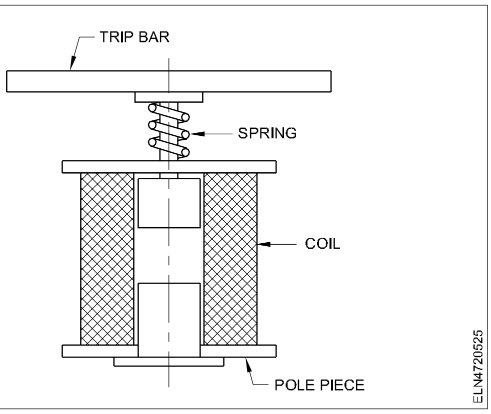


सर्किट ब्रेकर की प्रचालन के लिए जो आवश्यक करंट चाहिए वह उस स्क्रू के द्वारा सेट किया जाता है, जो प्लंजर के स्प्रिंग तनाव को नियंत्रित करता है। टाइम-लैग (प्रचालन समय धीमी) को डेस-पॉट की स्थिति को समायोजित कर सैट कर सकते है। जो ऑयल बांथ में प्लंजर के पिस्टल को जकड़ा होता है।

थ्री फेज सर्किट ब्रेकर में तीन सीरीज ट्रिप क्वॉयल होते हैं और थ्री पॉट, थ्री प्लंजर भी होता है। वे ट्रिपिंग यंत्र को एक साथ या अलग-अलग चला (Operate) सकते है।

अडंर वोल्टेज रिलीज कायल (Under voltage release coils) : वोल्टेज रिलीज क्वॉयल उन प्रतिष्ठानों/ स्थापनों में उपयोग किया जाता है जहॉ असमान्य लो वोल्टेज से परिपथ को अलग करने में की आवश्यकता होती है। अडंर वोल्टेज ट्रिप क्वॉयल की बनावट Fig 5 में, ट्रिप क्वायल के समान स्प्रिंग टेंशन से प्लंजर को दूर ले जाने वाला दिया गया है। समान्य प्रचालन स्थिति में सोलोनाइड चुम्बकत्व के कारण हैंडल स्प्रिंग तनाव के विपरीत नीचे खीचा हुआ रहता है।

Fig 5



जब सप्लाई वोल्टेज कम होता है तब अडंर वोल्टेज क्वायल की स्थिति ऐसी नहीं रहती है कि वह स्प्रिंग तनाव के विपरीत प्लंजर को पकड़ कर रख सकें। इस प्रकार प्लंजर ऊपर उठता है और ट्रिपिंग बार को सर्किट ब्रेकर को बंद (Trip) करने हेतू धकेल देता है।

सर्किट ब्रेकर (CB) का सुधार और रखरखाव (Repair and maintenance of CBs)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **OCB के सुधार और रखरखाव की विधि की व्याख्या करना**
- **ACB और VCB के सुधार रखरखाव और जॉच की विधियों का अध्ययन करना**
- **SF_6 सर्किट ब्रेकर की स्थिति में सुधार व रखरखाव के विधियों की वर्णन करना।**

किसी भी सर्किट ब्रेकर का मैलिक कार्य सर्किट को जोड़ना व तोड़ना है। डिजाइन व संचालन प्रक्रिया सर्किट के ब्रेकिंग/मेंकिंग लोड करंट पर निर्भर करती है माध्यम व चयन (ऑयल,एयर, वैक्युय या गैस) उसका आयतन सर्किट के जोड़ने व तोड़ने में मुख्य भूमिका लिभाते हैं। सर्किट ब्रेकर के लम्बी आयु को बनाये रखने के लिये उचित रखरखाव महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

ऑयल सर्किट ब्रेकर के सुधार और मरॅम्मत (Maintenance & repair of oil breaker)

विद्युत सुरक्षा परिपथ में यह प्रथम पीढ़ी का सर्किट ब्रेकर प्रयोग होता था, जो आज भी प्रचलन में है। ऑयल उच्च कुचालक है, जो शमन का प्रमुख माध्यम है और स्टोरेज ऑयल में मरम्मत कार्य करना कॉफी कठिन है जैसे बार-बार शुद्धीकरण ,रिकेडिशनिंग पुनः पूर्ति करना, और लीक प्रुफ स्टोरेज आदि। सर्किट ब्रेकर हमेशा अच्छी स्थिति में रखना चाहिए। तेल के भण्डारण, मरम्मत और रीफिलिंग की समस्या के कारण, ऑयल सर्किट ब्रेकरों को आधुनिक वैक्युम सर्किट ब्रेकर द्वारा बदल दिया है। अतं में समस्या निवारक चार्ट OCB के सुचारू रखरखाव और मरम्मत में सहायता करेगा।

ACB, और VCB का रखरखाव और मरम्मत (Maintenance & repair & ABC and VCB)

एयर सर्किट ब्रेकर बहुत निम्न,निम्न और मध्यम सर्किट ब्रेकर के चैम्बर में आर्क च्यूट्स(Air circuit) के साथ कम प्राक्रितक हवा प्रयोग होते है। VCB के लिये EHT लाइनों का उच्च वोल्टेज बड़े पैमाने पर किया जाता है।

ACB आर्क च्यूट्स के लिये उपयोग की जाने वाली प्राकृतिक हवा, या (forced air) दोनों ACB कक्ष में समान होते हैं,परंतु हाई वोल्टेज ACB में संपीड़ित हवा का प्रयोग किया जाता है। ACB को प्रचालित करने के लिये संपीडित हवा एयर चेम्बर और कम्प्रैशर आवश्यक है।

OCB के स्थिर और घूमने वाले संपर्कों में भी मरम्मत आवश्यक है कंडक्टर के टिप संपर्क भाग को बनाने के लिये मिश्र धातुओं का उपयोग किया जाता है। परंतु उपयोग में ये संपर्क आशिंक रूप से पिधल जाते है या खराब हो जाते है अन्यथा शीघ्रता से खराब हो जाते हैं।

लोडिंग स्प्रिंग और मैनुअल ऑपरेटिंग लीवर के तनाव की जाँच करें और किसी भी यांत्रिक भाग के खराब होने पर उसे ठीक करें। इसके प्रभावशाली के लिये क्वायल, इलेक्ट्रोमैग्नेट और अन्य विद्युतीय भागों की जाँच करें। विस्तृत मरम्मत और रखरखाव के लिये व्यापक सेवा चार्ट संलग्न है।

SF_6 सर्किट ब्रेकर की मरम्मत और रखरखाव (Maintenance & repair of SF_6 circuit breaker)

यह इनडोर सबस्टेशन के लिये मुख्य रूप से एक उन्नत संस्कार और काम्पैक्ट है। SF_6 गैस जहरीला होता है, इसलिए SF_6 सर्किट ब्रेकर को प्रचलित करते है समय उचित सुरक्षात्मक गैजेट का उपयोग किया जाता है।

लोडिंग, ट्रिपिंग यंत्रावली VCB और ACB के समान है। उक्त रखरखाव व मरम्मत व मरम्मत को इस मामले में पालन करना पड़ता है।

SF_6 सर्किट ब्रेकर में मुख्य रखरखाव की आवश्यता गैस या चार्जिंग गैस को संभालना होता है। कियी भी गैस के कुल मात्रा को प्रतिस्थापित करना सभंव नहीं है। अधिक चक्र प्रचालित करने से गैस की क्षमता और दबाव में कभी आती है जो SF_6 सर्किट ब्रेकर के असफल होने का कारण बनती है।

SF_6 सर्किट ब्रेकर चार्ट प्रासंगिक प्रसंगिक विफलता/ मरम्मत का वर्णन करता है।

समस्या-निवारण चार्ट - 1

क्र. न.	दोष का प्रकार	कारण	प्रभाव/ निवारण
1	तेल का अत्यधिक गर्म होना	- डाइ-इलेक्ट्रिक स्ट्रेंथ कम होना	- टैंक के अंदर अधिक समय तक ज्यादा स्पार्किंग होना - तेल को बदलें
2	तेल के स्तर का तेजी से गिरना	- टैंक में रिसाव होना	- लीकेज को ठीक करें।

क्र. स.	दोष का प्रकार	कारण	प्रभाव/ निवारण
3	टैंक के नीचे में गंदगी जमा होना	- तेल के पुराने होने के कारण या पुराना तेल को फिल्टर करने के कारण	- टैंक के तली का उचित संपर्क न होना - तेल को फिल्टर करें।
4	सर्किट जोड़ने पर इलेक्ट्रोड संपर्क में लगातार स्पार्क होना	- चालकों के सतह का खराब होना - सही संपर्क का न होना - प्रेशर स्प्रिंग का खराब होना	- तेल का तापमान बढायें - टैंक के टुटे भाग को जोड़े - स्प्रिंग कांटेक्ट को ठीक करें।
5	मैनुअल अवस्था मे ट्रिप न होना	- लोडिंग स्प्रिंग का खराब होना - लोडिंग यंत्रावली का खराब होना	- टूटे भाग को सुधारना संभव नहीं है - ठीक करें।
6	दोष की अवस्था में ट्रिप न होना	- ट्रिपिंग यंत्रावली का खराब होना - ट्रिपिंग क्वायल का खराब होना	- दोष अवस्था लगातार बनी रहेगा। - लाइन से जुड़ी मशीन खराब हो सकती है
7	प्रचालन के दौरान ACB ज्यादा आवाज करना	- एयर चेम्बर में एयर प्रेशर का कम होना	- एक बार चालू होने के बाद लगातार कंपन बना रहेगा - हवा के प्रेशर को सही करें।
8	चल संपर्क का टूटना	- अत्याधिक ऊष्मा - स्प्रिंग टेंशन का अधिक होना - एलायमेंट का सही न होना	- चल संपर्क के साथ अचल संपर्क का ठीक से संपर्क न होना - कंटेक्ट संपर्क को बदलें।
9	इलेक्ट्रोडों के ऊपरी सतह का गलत	- अधिक करंट प्रवाह सें ज्यादा स्पार्क होना - एलॉय मेटल का मापदंड सही न होना - आर्क शमन को निर्धारित मान से अधिक बढ़ाना	- अधिक धारा स्त्रोत की जाँच करें - एलॅय मेटल को उचित मापदण्ड का प्रयोग करें। - आर्क शमन को उचित माध्यम से सही तरह से करें।
10	ब्रेकर की आंतरिक ट्रिपिंग	- रिले सेटिंग का सही नहीं होना - लोडिंग स्प्रिंग का खराब/ दोषयुक्त होना - चल यंत्रावली का दोषयुक्त होना।	- सेटिंग को सही करें। - लोडिंग स्प्रिंग यंत्रावली में सुधार करें।
11	ब्रेकर से शॉक लेना	- अर्थ दोष	- अर्थ कनैक्शन को सही करें।

परियोजना कार्य (Project work)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **चयनित परियोजना का परियोजना विविरण बनाना**
- **सर्किट डायग्राम/ ले-आउट डायग्राम ड्रा करना**
- **विशेष सामाग्री और उनके भागों का सूची बनाना एवं प्राप्त करना**
- **कार्य योजना की सूची बनाना एवं उसे कार्यन्वित करना**
- **संपूर्ण कार्य योजना पर एक रिर्पोट बनाना और उसे जमा करना।**

परियोजना का चयन और उसका निष्पादन (Selection of project and its execution)

- परियोजना विस्तार से वार्तालाप आवश्यक है, जैसे मार्केटिंग फेसीलिटी,आधारित कीमत ,सामग्री की उपलब्धता एवं भविष्य में विकास और विस्तार शामिल हैं।
- कार्य शुरू करने से पहले सभी सामग्री और औजार एकत्रित कर लेना चाहिए।
- परियोजना में शामिल सभी सदस्य उससे सहमत होना चाहिए, तथा संबंधित उच्च विभाब से अनुमति प्राप्त होना चाहिए।
- निर्धारित समय सारणी के भीतर कार्य निष्पादित करने के लिए कार्य उन्मुख्य योजना तैयार करें जिसे सभी सदस्यों द्वारा स्वीकार किया जाना चाहिए। और संबंधित प्ररिक्षक की स्वीकृति भी है।
- योजना के अनुसार परियोजना को पूर्ण करना चाहिए।
- योजना के अनुसार परियोजना का जाँच,परीक्षण, और पूर्ण करना चाहिए।
- परियोजना को उत्कृष्ट एवं कार्यकुशलता से पूर्ण करना चाहिए।

परियोजना का विवरण तैयार करना (Preparation of project report)

- विवरण रिर्पोट की शुरूआत उसके (प्रस्तावना) ज्ञात विषय से जुड़ी एक परिचयात्मक जानकारी के साथ शुरू हानी चाहिए। और वर्तमान परिस्थितियों में इसके महत्व को उजागर करना चाहिए।
- परियोजना के व्यवसायिक उपयोग और मार्केटिंग पर एक सर्वे करना चाहिए।
- एक संक्षिपत कार्य सिब्धांत और इसके संचालन को रिपोर्ट में चित्रित किया जाना चाहिए।
- रिर्पोट में रखरखाव, मरम्मत और इसके आवधिक सर्विसिंग आदि पर प्रकाश डालें।
- लागत किसी भी आरक्षण के बिना संबंधित के लिए प्रतिस्पर्धी और सस्ती होनी चाहिए।
- बड़े बदलाव के बिना उन्नत संस्करण में आगे विस्तार के लिए प्रोजेक्ट में लचीलापन होना चाहिए।
- रिर्पोट का संदर्भ प्रस्तकों और वेबसाइट के विवरणों के साथ सूचीबद्ध किया जाना चाहिए।
- रिर्पोट को पूरा कर जमा करना चाहिए।

परियोजना कार्य की सूची (List of project works)

1 बैटरी चार्जर / इमरजेंसी लाइट

2 टैंक के स्तर तक नियंत्रित करनें वाला पम्प मोटर।

3 SCR का उपयोग कर DC वोल्टेज कनर्वटर।

4 रिले का उपयोग कर लाजिक कंट्रोल कनर्वटर।

5 सेंसर का उपयोग कर अलार्म/ इंडीकेटर सर्किट।

नोट (Note) :

1 प्रत्येक समेस्टर के अनुसार कुछ परियोजना कार्य (केवल संकेत देने वाले) दिए जाए।

2 प्ररिक्षक अपने स्वयं के प्रोजेक्ट को डिजाइन कर सकता है। और इस तरह के अन्य प्रोजेक्ट को डिजाइन करने के लिए स्थानीय उद्योगों से कुछ प्रोजेक्ट भी ले सकता है।

3 इस परियोजना में गर्व से अधिकतम कौशल को शामिल किया जाना चाहिए। तथा उसमें कुछ समस्या निवारक कौशल भी डालना चाहिए। रीमवर्क पर जोर देना चाहिए। तालमेल/सहयोग और शक्ति की जानते हुए एक समूह में काम सौंपा जाना चाहिए। (कम से कम प्रशिक्षुओं का समुह) समूह को योजना निष्पादन, योगदान और सीखने के अनुप्रयोग का प्रदर्शन करना चाहिए। और उन्हें प्रोजेक्ट रिर्पोट प्रस्तुत करना चाहिए।

4 यदि प्रशिक्षक को लगता है, कि इस विशिष्ट परियोजना के लिए और अधिक समय की आवश्यकता है, तब वह उन घटकों और सहायक अवयवों को पूरा करने के लिए अतिरिक्त समय निश्चित कर सकता है। क्या यह पिछले सेमेस्टर में हो सकता है, या सामान्य ट्रेड प्रेक्टिकल के साथ पूरा किया जा सकता है।