

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 ऊपन 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
किचन	1	2
डायनिंग रूम	2	1
गैराज	1	1
रेफ्रीजरेटर के लिए	—	1
एअर कंडीशन 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 । कन्ड्यूट तार स्थापन निकाय में कार्य प्लास्टिक 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 कन्ड्यूटस और नलियाँ कान्क्रीट डालने से पहले और तख्त बन्दी हो जाने पर अवस्थिति हो जानी चाहिए । कन्ड्यूट्स 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 हैं ।

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 :

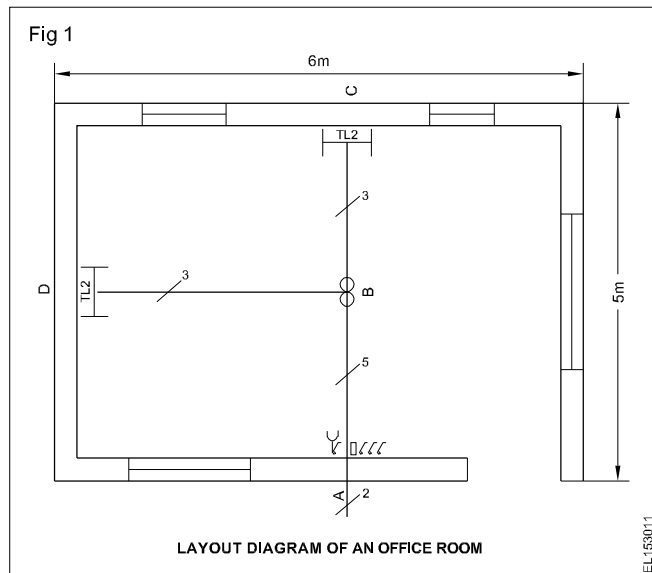
एक आफिस के कमरे के लिए PVC वायरिंग के लिए सामग्री की लागत का आकलन कीजिए जिसमें 2 लैम्प 1 पंखा और एक 6A साकेट आउटलेट है ।

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 बिंदुओं या लोड की स्थिति को निश्चित करना।

वायरिंग स्थल(आफिस) का ले-आउट तैयार करना। (Fig 1)



कुल लोड का निर्धारण दिए गए उदाहरण के अनुसार करते हैं।

$$\begin{aligned} \text{i) ट्यूबलाइट 2 nos x 50 W} &= 100 \text{ W} \\ \text{ii) पंखा 1 no x 60 W} &= 60 \text{ W} \\ \text{iii) 6A साकेट 1 no} &= 100 \text{ W} \\ \hline &260 \text{ W} \end{aligned}$$

कमरे के लिए विधुत परिपथ का चित्र बनाया जाना चाहिए।

विधुत परिपथ एवं कमरे के ले आउट के अनुसार PVC नलिका की आवश्यक लंबाई की गणना करते हैं।

$$\begin{aligned} 1) \text{ PVC नलिका की लंबाई} &= 5 + 3 = 8\text{m} \\ 2) \text{ उध्वधिर लंबाई} &= 0.5 + 0.5 + 2.0 = 3.0\text{m} \\ \text{कुल लंबाई} &= 8 + 3.0 = 11.0 \text{ m} \\ 3) 10\% \text{ अधिक लेने पर} &= 1.1 \text{ m} \\ \hline &12.1 \text{ m} \end{aligned}$$

7 तार की लंबाई और तार के साइज की गणना ले आउट और सर्किट डाइग्राम व लोड के आधार पर करते हैं दिये गये उदाहरण में कुल लोड 260W है अतः कुल लोड द्वारा लिया जाने वाला करंट

$$I = \frac{p}{v \times \cos \theta} = \frac{260}{240 \times 0.8} = 1.35\text{A}$$

अतः PVC कापर फ्लेक्सिबल तार 1.00 mm^2 इस सर्किट के करंट लिए पर्याप्त होगा चूंकि यह वायरिंग आफिस के लिए है अतः यह व्यावसायिक वायरिंग में आता है अतः सुरक्षा के दृष्टि से हम 1.5 mm^2 PVC इंसुलेटेड कापर तार का प्रयोग करेंगे।

मान लो कि ट्यूब लाइट के लिए उध्वधिर गिरावट 0.5 m और स्विच बोर्ड के लिए 2m है तो आवश्यक तार की लंबाई के लिए (Fig 1)

$$\begin{aligned} \text{A से B तक और} \\ \text{उध्वधिर गिरावट के लिए} &= (2.5 + 2)\text{m} \times 5 = 22.5 \text{ m} \\ \text{B से C तक और उध्वधिर} \\ \text{गिरावट के लिए} &= (2.5 + 0.5) \text{ m} \times 3 = 9\text{m} \\ \text{B से D और उध्वधिर} \\ \text{गिरावट के लिए} &= (3 + 0.5)\text{m} \times 3 = 10.5\text{m} \\ \text{अतः कुल लंबाई} &= 22.5 + 9 + 10.5 = 42\text{m} \\ 10\% \text{ अतिरिक्त सहनशीलत} &= 42 + 4.2 = 46 \text{ m} \end{aligned}$$

PVC नलिका में से जाने वाले अधिकतम तारों की संख्या 5 है इसलिए $19 \text{ mm} \times 10\text{mm}$ PVC नलिका प्रयुक्त 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.	विद्युत सामग्री	लंबाई	एक इकाई का मूल्य	मूल्य
1	PVC नलिका 19 mm x10mm	12m		
2	1.5 sq mm PVC इंसुलेटिड फ्लैमिबल 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 कंफ्लीट फिटेड सेट 250V 4 feet 40W	2No		
7	सिलिंग फेन 250V, 1200 mm स्वीप	1 No		
8	इलेक्ट्रिक फेन रेगुलेटर 250V , 60W	1No		
9	लकड़ी स्कू 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 प्रशिक्षार्थियों के निम्नलिखित PVC कंड्यूट 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 फेज़ 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 फेज़ वायरिंग स्थापनाओं से संबंधित विशिष्ट नियम बताना
- लोड परिकलन, लोड वितरण, अभिन्यास आरेख, वायरिंग आरेख, केबिलों का चयन कंड्यूट का चयन, कंड्यूट लंबाई का परिकलन, केबिल लंबाई का परिकलन, अपेक्षित उपसाधन और वायरिंग की लागत का अनुमान करते हुए वायरिंग का आकलन करना।

3 फेज़ 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 फेज़ चार तार प्रणाली या बहु-फेज़ प्रणाली की स्थिति में सब फेज़ों 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 ऐलुमिनियम 1.4mm² के न्यूनतम साइज़ भूसंपर्कित चालक के साथ भूसंपर्कित किया जाएगा।

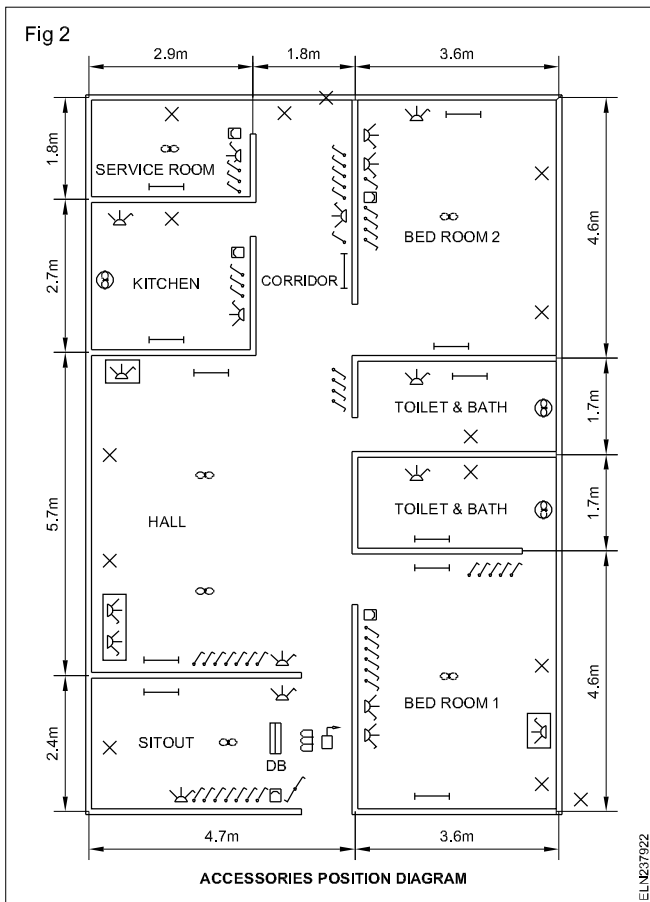
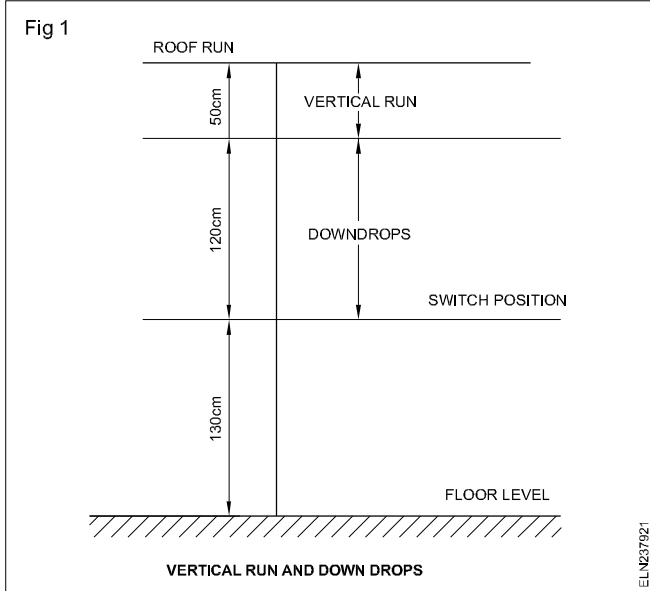
7 मध्यम और उच्च वोल्टता स्थापन के लिए सब धातु बोर्ड दोहरे भूसंपर्कित किए जाएंगे।

8 भारतीय विद्युत नियम 1956 के 32 के अनुसार फेज़, 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 नक्शे के अनुसार घर के प्रत्येक कमरे में लाइट, पंखा और पावर बिंदुओं की उपयोक्ता की ज़रूरत का अध्ययन करें।

प्रत्येक फेज़ के व्यष्टि शाखा परिपथों में बत्ती, पंखा और पावर परिपथों की वाटेज परिकलित करें। (Fig 2).

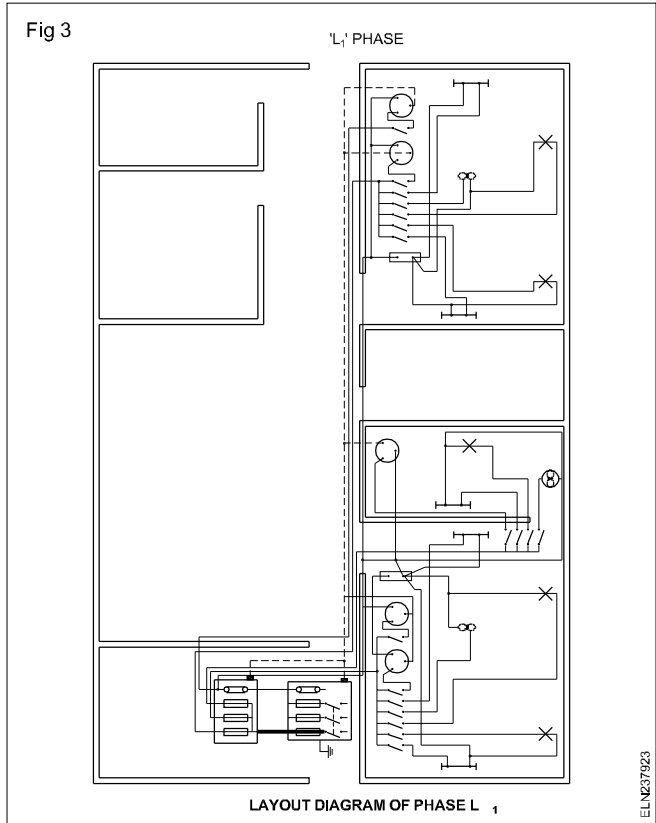


लोड को तीन फ्रेजों में बराबर बराबर बांटें और ऐसा करते समय, ज़रूरत के अनुसार एक कमरे की बत्तियाँ, पंख्या के परिपथ उसी फ्रेज से होने चाहिए।

दूसरे शब्दों में एक कमरे को दो फ्रेजों से सप्लाय न दें क्योंकि इससे अनुरक्षण इलैक्ट्रीशियन के लिए खतरा होगा और यह भी देखें कि व्यष्टि फ्रेज लाइन कंड्यूटों में से ली जाती है। एकल कंड्यूट में से दो या तीन फ्रेजों 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 फ्रेज L₁ का अभिन्यास आरेख दिखाती है।



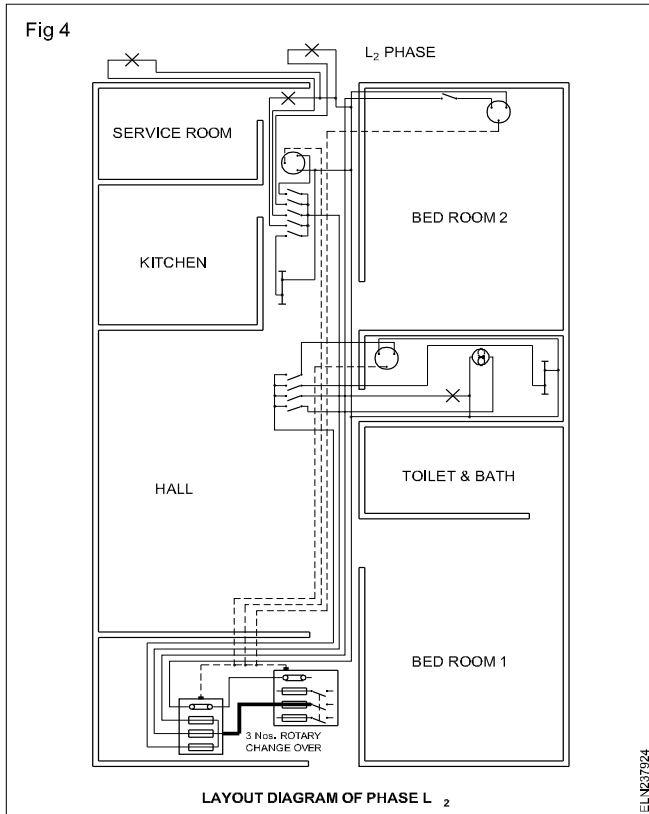
अभिन्यास को अंतिम रूप देने के बाद, वायरिंग आरेख बनाया जाए।

प्रत्येक शाखा की धारा क्षमता चैक करें और केबल का साइज़ चुनें। केबल का साइज़ और प्रत्येक कंड्यूट लंबाई में केबलों की संख्या चुनने के बाद पीवीसी कंड्यूट टेबल निर्दिष्ट करें और कंड्यूट का साइज़ चुनें (सरकारी प्रतिष्ठानों में CPWD ने प्रयोग के लिए न्यूनतम साइज़ 19 mm कंड्यूट निर्धारित किया है।)

अपेक्षित कंड्यूट लंबाई दत्त विधि के अनुसार परिकलित की जाएगी।

NE Code सिफ़ारिश करती है कि केबलों 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) L₂ फ्रेज के लिए ।



चुने कंड्यूट की लंबाई =

$$\begin{aligned} & \text{छत ऊंचाई} - (\text{अधोमुखी पात} + \text{स्विच ऊंचाई}) \times \text{ऊर्ध्वाधर रन की सं.} \\ & = 3\text{m} - (1.20\text{m} + 1.30\text{m}) \times \text{ऊर्ध्वाधर ऊंचाइयों की सं.} \\ & = (3\text{m} - 2.5\text{m}) \times \text{ऊर्ध्वाधर ऊंचाइयों की सं.} \\ & = 0.5\text{m} \times \text{ऊर्ध्वाधर की संख्या (समीकरण 1)} \end{aligned}$$

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 कंड्यूट की लं = क्षैतिज रन में कंड्यूट की ऊंचाई - स्विच स्थिति ऊंचाई x स्विचों के लिए अधोपातों की सं.

$$\begin{aligned} & = (2.5\text{m} - 1.3\text{m}) \times \text{स्विचों के लिए अधोपातों की सं.} \\ & = 1.2\text{m} \times \text{स्विचों के लिए अधोपातों की संख्या} \end{aligned}$$

छत रन के लिए अपेक्षित कंड्यूट की लंबाई (Length of conduit required for roof runs)

इसे निम्नानुसार परिकलित किया जा सकता है।

चुने कंड्यूट की लं = प्रत्येक मामले में लिए गए छत रन की वास्तविक लंबाई का योग।

प्रत्येक साइज के लिए कुल मांग परिकलित की जाए।

क्षैतिज रन के लिए अपेक्षित कंड्यूट की लंबाई (Length of conduit required for horizontal run)

चुने कंड्यूट की लं = प्रत्येक मामले 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

(फ्रेज़ L₁ 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 कंड्यूट 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

$$= 0.5\text{m} \times 8 = 4\text{m of 19mm PVC conduit}$$

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।

$$\text{कंड्यूट की लंबाई} = 2.35\text{m} + 2.35\text{m} + 2.35\text{m} + 2.35\text{m} + 1.45\text{m} + 0.9\text{m} = 9.75\text{m}$$

4 क्षैतिज रन के लिए कंड्यूट की अपेक्षित लंबाई

$$\begin{aligned} \text{कंड्यूट की लंबाई} & = 4.7\text{m} + 3.6\text{m} + 1\text{m} + 1\text{m} + 1.2\text{m} + 4.7\text{m} \\ & + 2.4\text{m} + 1.35\text{m} + 1.2\text{m} + 2\text{m} + 2.35\text{m} + 5.7\text{m} + 2.9\text{m} \\ & + 2.9\text{m} + 1.35\text{m} + 2.7\text{m} + 2.5\text{m} + 1.45\text{m} + 1.8\text{m} + 1.45\text{m} = 48.25\text{m} \end{aligned}$$

5 मेन स्विच और DB के लिए कंड्यूट की अपेक्षित लंबाई

यदि व्यष्टि फ्रेज़ लाइन खींची जाती है तो 19 mm PVC कंड्यूट पर्याप्त होगा। दूसरी ओर यदि सब तीन फ्रेज़ों को एकल पाइप में से खींचा जाता है तो मांग को पृथक परिकलित किया जाएगा।

यह मानते हुए कि व्यष्टि फ्रेजों को व्यष्टि परिपथों में से खींचा जाएगा तो दो केबिलें साइज 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 फ्रेज L_1 के लिए PVC कंड्यूट 19 mm की कुल लंबाई

$$= \text{ऊर्ध्वाधर रन} + \text{अधोपात} + \text{छत रन} + \text{क्षैतिज रन} + \text{स्विच DB} \\ = 4m + 10.8m + 9.75m + 48.25m + 1.36m = 74.16m$$

मान लें 10% क्षति, 19 mm PVC कंड्यूट की कुल अपेक्षित लंबाई = 73.81m + 7.3m = 81.11m or say 80m

फ्रेज 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_9 से 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}

$$= + (3.6m + 1m)^2 + (4.7m + 1m)^3 \quad 26.3m \\ + (0.36m + 0.5m) \times 5 + \quad 15.1m \\ (1.2m + 3m + 1.2m)^2 \quad 10.8m \\ + (1.2m + 3m + 1.2m)^2 \quad 10.8m \\ + (1.2m + 4m + 1.2m)^5 \quad 32.0m \\ + (0.5m + 2.35m)^2 \quad 5.7m \\ + (1.2m + 2.35m)^3 + 2.35m \times 2 \quad 15.35m \\ + (1.2m + m^2 + 1.2m)^2 \quad 8.8m \\ + (1.2m + 4m + 2m)^6 \quad 43.2m \\ + (0.5m + 2.35m)^2 \quad 5.7m \\ + (1.2m + 1.5m)^2 \quad 5.4m \\ + (1.2m + 4m + 2m + 1.2m)^2 \quad 14.8m \\ + 2m \times 4 \quad 8.0m \\ + (0.5m + 2.35m)^2 \quad 5.7m \\ + (2m + 2.5m)^2 \quad 9.0m \\ + (1.2m + 5m + 1.2m)^2 \quad 14.8m \\ + (1.2m + 4m + 5.7m + 2.9m + 2m + 1.2m)^2 \quad 34.0m \\ + (1.2m + 1.4m + 1.5m)^3 \quad 12.3m \\ + (1.5m + 1.35m)^2 \quad 5.7m \\ + (1.35m \times 3m) + (1.35m \times 2m) \quad 6.75m \\ + (1.35m + 1.45m + 1.2m)^2 \quad 8.00m \\ + (1.2m + 1.4m + 0.9m + 1.2m)^2 \quad 9.4m \\ + (1.2m + 1.45m + 1.2m)^2 \quad 7.7m \\ + (1.2m + 1.45m)^3 \quad 7.95m \\ + 0.9m \times 2m \quad 1.8m \\ + 0.9m \times 2m \quad 1.8m$$

325.95m

10% जोड़े

32.59m

माने 360 m - 1 sq.mm तांबा

358.54m

फ्रेज 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।

$$\text{केबिल की कुल लंबाई} = (1.2m + 0.36m + 2.4m + 3.6m + 2.4m + 1.2m)^2 \\ = 11.16m \times 2 \\ = 22.32m$$

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 फ्रेजों 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 :

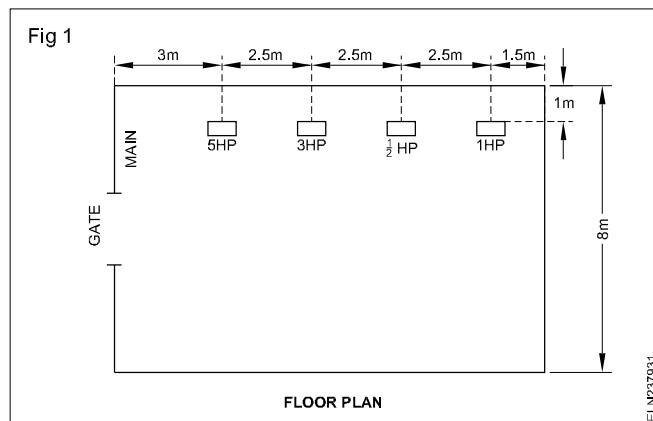
- फुल लोड करंट की गणना और केबल के साइज का निर्धारण करना
- वर्कशाप वायरिंग की लागत का आकलन करना
- आवश्यक सामग्रियों को टेबलबद्ध करना ।

प्रशिक्षणार्थियों को वर्कशाप वायरिंग की लागत का आकलन करने के लिए निर्देशित किया जा सकता है प्रशिक्षार्थी 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 ।



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 ।

$$5\text{HP मोटर का फुल लोड करंट} = \frac{5 \times 735.5}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.85 \times 0.8} = 7.8\text{A}$$

$$3\text{HP मोटर का फुल लोड करंट} = \frac{3 \times 735.5}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.85 \times 0.8} = 4.68\text{A}$$

$$\frac{1}{2}\text{ HP मोटर का फुल लोड करंट} = \frac{0.5 \times 735.5}{240 \times 0.85 \times 0.8} = 2.25\text{A}$$

$$1\text{HP मोटर का फुल लोड करंट} = \frac{1 \times 735.5}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.85 \times 0.8} = 1.56\text{A}$$

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।

$$\text{i.e, } 15.6 + 4.68 + 2.25 + 1.56 = 24.19\text{A}$$

यह मानकर चलते हैं कि प्रत्येक मोटर का आरंभिक करन्ट अपने पूरे लोड करन्ट से दोहरा है । टेबल 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	2.0mm ² तांबे का तार (17A) या 2.5mm ² एल्यूमिनियम का तार (16A)
2	3HP मोटर	4.68	9.36	2.0mm ² तांबे का तार (17A)
3	1/2 HP मोटर	2.25	4.5	1.0mm ² तांबे का तार (11A) (न्यूनतम अनुशंसित साइज)
4	1HP मोटर	1.56	3.12	1.0mm ² तांबे का तार (11A) (न्यूनतम अनुशंसित साइज)

केबल के टाइप और माप का चयन टेबल 1 में दी गई जानकारी के अनुसार होना चाहिए ।

प्रशिक्षणार्थियों की जानकारी के लिए कुछ उपयोग किए जाने वाले स्विचो और डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड की जानकारी नीचे दी गई है।

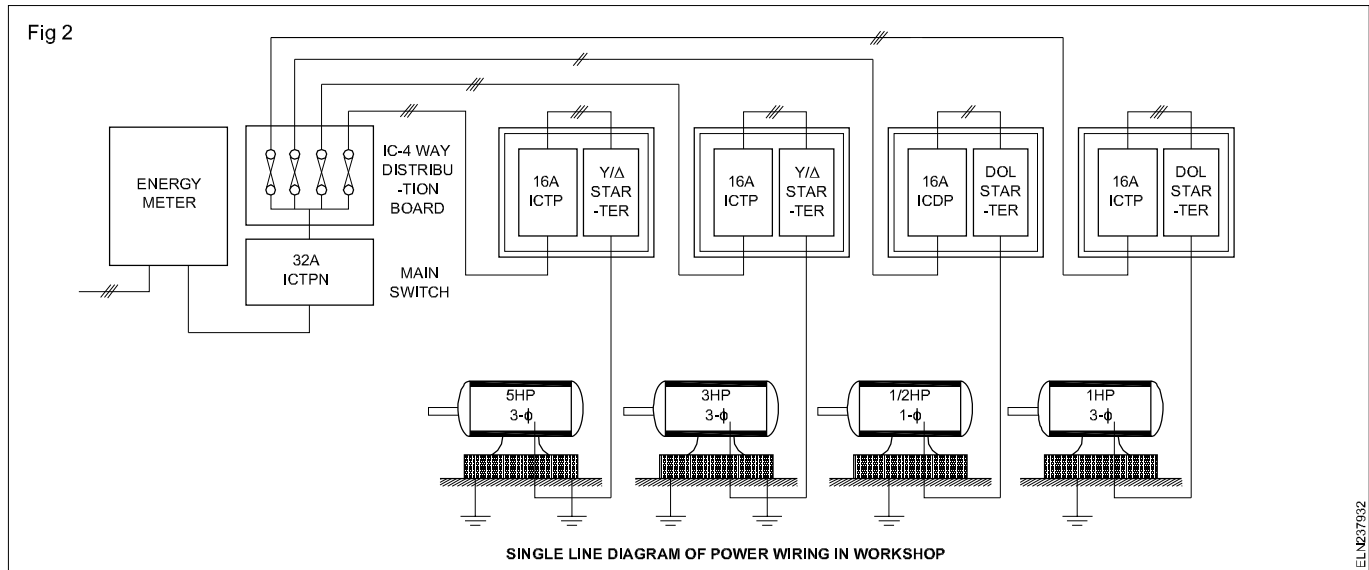
- एक 32A, 415V ICTP स्विच फ्यूज सहित का उपयोग मैन स्विच की तरह किया जा सकता है ।
- 16A, 415V, ICTP स्विच फ्यूज सहित का उपयोग 5HP, 3HP, और 1HP मोटर के लिए किया जा सकता है ।
- 16A, 240V, ICDP स्विच फ्यूज सहित का उपयोग ½ HP मोटर के लिए किया जा सकता है ।

- 415V, 4 वे 16A प्रत्येक आयरन फ्लेड डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड न्यूट्रल लिंक सहित का उपयोग पावर डिस्ट्रीब्यूशन बोर्ड के रूप में किया जा सकता है ।

पावर वायरिंग का सामान्य रेखाचित्र दर्शाया गया है । (Fig 2)

कंड्यूट के साइज और लंबाई की गणना (Calculation for the sizes) and length of conduit:

19mm हैवी गेज कंड्यूट का उपयोग तीन तार दौड़ाने के लिए तथा 24.4 mm हैवी गेज कंड्यूट का उपयोग 6 तार दौड़ाने के लिए करना चाहिए



- 19 mm हैवी गेज कंड्यूट के लिए

मैन बोर्ड और 5HP मोटर स्टर्टर के बीच की लंबाई = 1+1+3+1 = 6.0m

मैन बोर्ड और 3HP मोटर स्टर्टर के बीच लंबाई = 1+1+5.5+1 = 8.5m

मैन बोर्ड से ½ HP मोटर के बीच लंबाई = 1+1+8+1+1.5+1.5 = 14.0m

मैन बोर्ड से 1HP मोटर के बीच की लंबाई = 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 कंड्यूट के लिए

मीटर से मैन स्विच के बीच लंबाई = 0.75 m

5HP मोटर के स्टर्टर से 5HP मोटर के बीच की लंबाई (1.5+1.5) 3.0m

3HP मोटर स्टर्टर 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 कंड्यूट के लिए 5HP और 3 HP मोटर के लिए जरूरत (0.75+0.75) = 1.5, लगभग 2.0m

- 19mm फ्लैक्सीबल कंड्यूट 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)

2.0mm² तांबे का तार का मैन बोर्ड और 5HP मोटर टर्मिनल तक लंबाई = 3 (1+1+3+1) + 6 (1.5+1.5+0.75) = 40.5m

15% अतिरिक्त (कनेक्शन एवं वेस्टेज) = 7.2 m

Total = 55.2m , Say = 56.0m

1.0mm² तांबे का तार का मैन 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 सिरों के कनेक्शन के लिए = 7.76m

कुल = 59.51m, Say 60.0m

प्रशिक्षणार्थियों को निर्देशित किया जाता है कि वे सामग्रियों की सूची को टेबल बद्ध 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 requirement 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 रहेंगे 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 लकड़ी बाक्सज और पैनल्स प्रदीप्ति पट और कुंजी नियन्त्रक इत्यादी के आरोहण के लिये त्याग दिये जाते हैं।
- द्वि ध्रुव में कुंजी फ्यूजेस में उदासीन लिंक प्रदत्त किये जाते हैं। जिन्हें प्रदीप्त नियन्त्रण के लिये प्रयुक्त किया जाता है और उदासीन में कोई फ्यूज नहीं दिया जाता।
- प्रदीप्ति परिपथ में सभी प्लग तीन पिन प्रकार के होते हैं और तीसरी पिन उचित रूप से भू सम्पर्कित होती है।
- सुगमता से पहुँच 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 कन्ड्यूट में किया जाता है। जिन्हें उचित रूप से भू सम्पर्कित अथवा विकल्प में कवचित केवल तार से स्थापन किया जाता है।
- प्रकाश अधिष्ठापन में प्लग बिन्दुओं स्थायीयकों और उपकसर में एक पृथक भूतार दौड़ाया जाता है।
- जहां जोड चालकों में निर्मित किये जाते हैं अथवा जब चालको का विनिमय होता है उचित चालक और संधि बाक्सज 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 हैं।

- 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 हैं।
- तार स्थापन अग्रणों को बन्द करने वाले सिरों पर एबोनाइट अथवा उचित बुशज होते हैं। साज सामान और स्थायिक जो बाहर के उपयोग के लिये होते हैं।
- सभी मौसम निरोधी रचना के होते हैं इसी प्रकार स्थायिक साजो समान कुंजी गोयर्स जिन्हें संकट मय क्षेत्र में प्रयोग किया जाता है ज्वाला विरोधी होते हैं।
- तारों के अन्तन के लिये (चालक और भूमि अग्रण) उचित टर्मिनल सम्बन्धक प्रयुक्त होते हैं 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 हैं।
- स्प्रिंग वार्शस द्वारा बद्धित चपटे वाशर अन्त सम्बन्धों के लिये श्रेयस्कर है।
- कन्ड्यूट 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 जायेंगे। किसी वैद्युत अधिष्ठापन के परीक्षण प्रभारी अभियन्ता से कार्य करने की अनुमति लेने के और सुरक्षा प्रावधानों का सुनिश्चित करने के पश्चात ही प्रारम्भ होंगे।

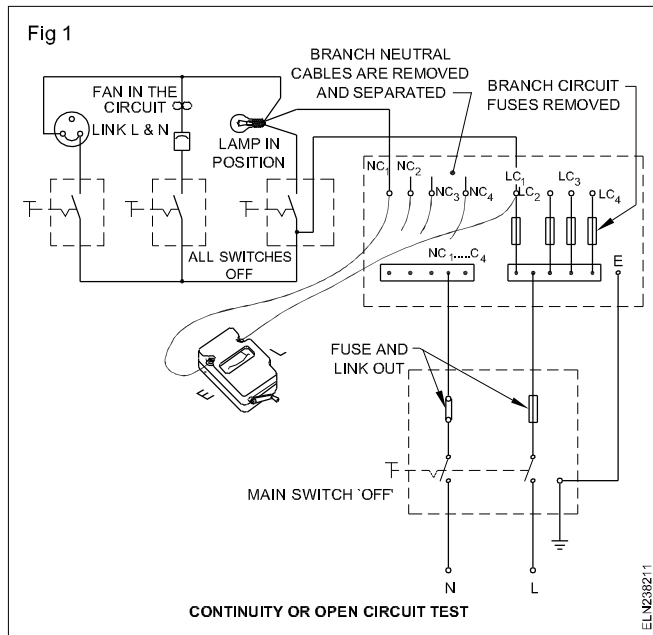
- 1 अविच्छिन्नता अथवा खुला परिपथ परीक्षण (Continuity or open circuit test)
- 2 ध्रुवता परीक्षण (Polarity test)
- 3 पृथ्वी और भूमि परीक्षण (Earth and ground test)
- 4 रोधन और क्षरण परीक्षण (Insulation and leakage test) :
 - चालकों के बीच (between conductors)
 - चालकों और भूमि के बीच (between conductors 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 करके उसे पृथक कर देना चाहिये

सभी लैम्पों को अपनी स्थिति में रखें। पंखों का क्रमानुसार उनके सीलिंग रोजेस नियन्त्रकों और कुंजियों से जोड़ें 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 जोड़ें और मेगर को घुमा दें।



खुल और बन्द कुंजियों को एक के बाद एक खुल बन्द करने पर मेगर को क्रमशः शून्य और अनन्त पाठ दर्शाना चाहिये। द्विपथ कुंजियों को एंकांतर क्रम में सही परीक्षण परिणामों को सुनिश्चित करने के लिये प्रचालित करना पड सकता है।

यदि खुल स्थिति में मेगर कोई अविच्छिन्नता प्रदर्शित नहीं 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।

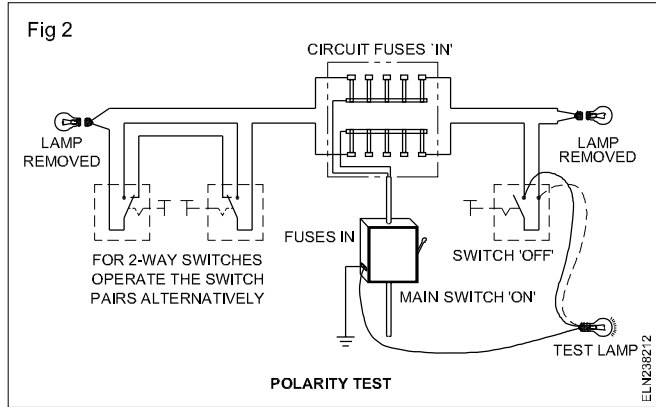
साकेट बिन्दुओं पर आपूर्ति खोलने के पूर्व सभी लघु पथन जोड़ों को हटाना और कला को फ्यूज और उदासीन को लिंक से जोडना न भूलें।

ध्रुवता परीक्षण (Polarity test): यह परीक्षण यह ज्ञात करने के लिये किया जाता है कि कुंजियां कला / विद्युन्मय केबल से सम्बन्धित है अथवा नहीं।

इस परीक्षण के लिये लैम्प धारकों से लैम्प हटा दिये जाते हैं। पंखा

नियन्त्रक बन्द स्थिति में रखे जाते हैं। और मेन तथा वितरण पटों में फ्यूज लगा लगा दिया जाता है।

कुंजी आवरण हटा दें और आपूर्ति को खोल दें। परीक्षण लैम्प के एक सिरे को भू अविच्छिन्नता चालक और दूसरे सिरे को एकांतर क्रम में कुंजी टर्मिनल से Fig 2 के अनुसार जोड दें।

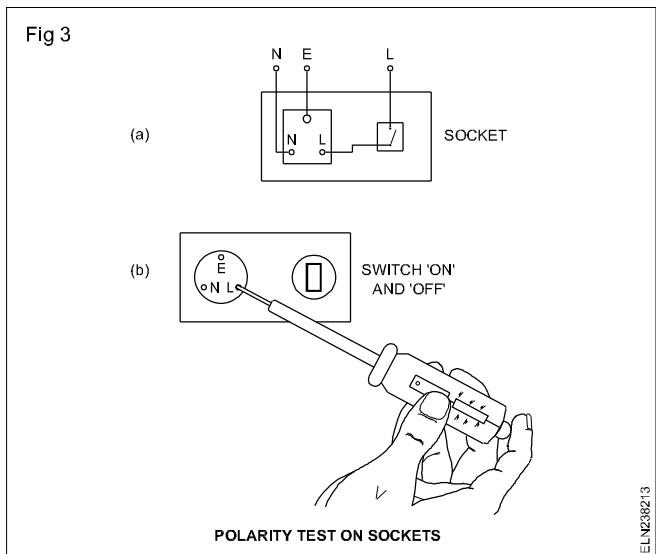


परीक्षण लैम्प की प्रदीप्ति संकेत देती है कि कला अथवा विद्युन्मय केबल कुंजी द्वारा नियन्त्रित होता है

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।
- कुंजी 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 होना सही ध्रुवता का सूचक होता है। सुरक्षा दृष्टि से यह परीक्षण सभी पुराने अथवा नये तार स्थापन अधिष्ठापनों में अनिवार्य है।



भू सम्बन्धों के प्रभावों का परीक्षण करना (Testing the effectiveness of earth connection): भू सम्पर्कन की दक्षता जांच के लिये निम्न परीक्षण किये जाते हैं।

- भू अवच्छिन्नता चालक का अवच्छिन्नता परीक्षण और इसका प्रतिरोध मापन
- इलेक्ट्रोड्स का भू प्रतिरोध मापा जायेगा।

भू इलेक्ट्रोड प्रतिरोध का मान 5 ohm से अधिक नहीं 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 जायेंगे :

- 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 छोड़ कर सभी लैम्पों को यथा स्थिति में रख कर अथवा अधिष्ठापन के दोनों ध्रुव जो अन्यथा वैद्युत सम्बन्धित है कम से कम कार्यान्वयन वोल्टता से दो गुनी DC वोल्टता, यदि यह माध्यमिक वोल्टता परिपथों के लिये 500V से अधिक नहीं 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 कार्यान्वयन 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 नहीं है।
- 3 धारा नियन्त्रक ऊष्मन और शक्ति अनुप्रयोग और विद्युत चिन्ह यदि आवश्यक हो तो परीक्षण समय परिपथ से विक्षेपित किये जा सकते हैं। 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 नहीं है मेंगा ओम के आधे से कम नहीं होगा।
- 4 रोधन प्रतिरोध को एक ध्रुव अथवा आपूर्ति के कला चालक और मध्य तार से जुड़े सभी चालकों अथवा मध्य तार अथवा आपूर्ति के कला चालकों के अन्य ध्रुव पर उदासीन के बीच भी मापा जायेगा। यह परीक्षण अधिष्ठापन के ध्रुवों के बीच सभी धातुई सम्बन्धों को हटा कर किया जायेगा और इन परिस्थितियों में अधिष्ठापनों के चालकों के बीच का रोधन प्रतिरोध (b) में निर्देशित मान से कम नहीं 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

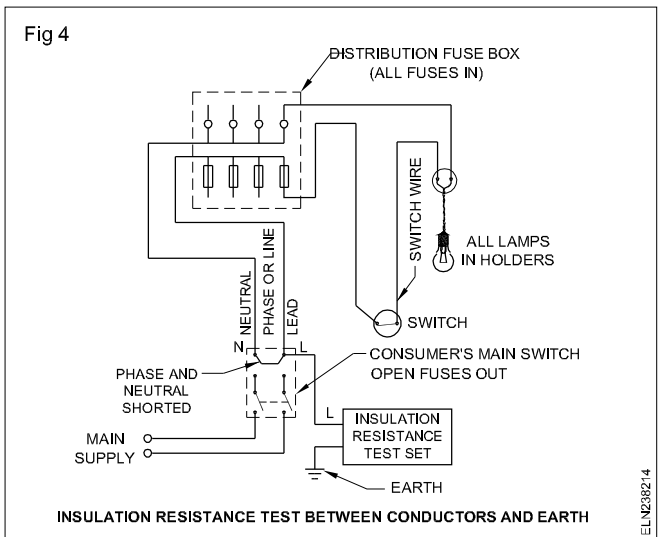
प्रबन्धन में कार्य किया गया है द्वारा प्रति हस्ताक्षरित होगा। यह प्रमाण पत्र स्थानीय विद्युत आपूर्ति अधिकारी द्वारा वांछित अधिकारी फार्म पर होगा।

- 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 विनिर्देश 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 अधिकृत की आवश्यकता अनुसार निर्देशित प्रारूप में होगा।

चालकों और भूमि के बीच रोधन प्रतिरोध (Insulation resistance between conduction conductors 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 होंगे और पंखें बत्तियों की सभी कुंजियां चालू रखें साकेट से सभी उपसाधनों को हटा दें और जम्पर तार से साकेट्स के उदासीन और कला को लघु पथित कर दें।

कला और उदासीन केबल्स को मेन कुंजी को निर्गम टर्मिनल को एक साथ जोड़ दें और Fig 4 के अनुसार मेगर टर्मिनल के अग्रण को लघु पथित केबल से जोड़ें। मेगर के दूसरे अग्रण को भू सम्बन्धन से जोड़ें और मेगर को उसकी निर्धारित चाल पर घुमा दें।



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 हैं।

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 नहीं 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)

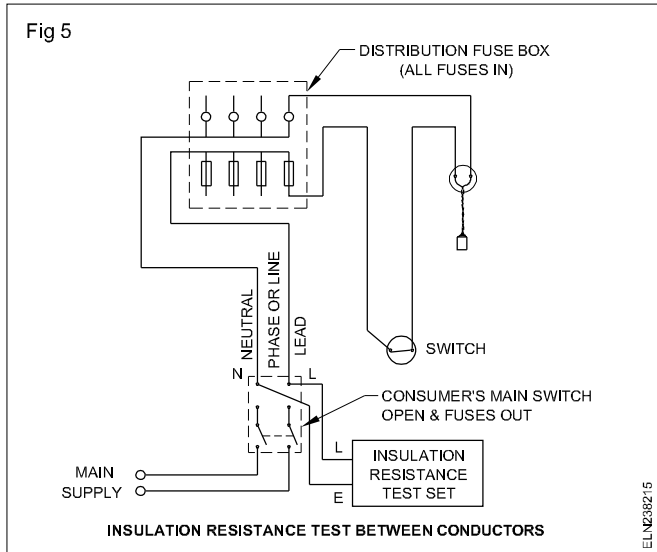
किसी अधिष्ठापन का मापित रोधन प्रतिरोध एक मेगा ओम से कम नहीं होना चाहिये।

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 कुंजियों को खुल स्थितियों में रखें।

सभी वितरण फ्यूज को स्थिति में रखें।

मेगर की एक परीक्षण प्राड को कला केबल से जोड़ें और दूसरी को Fig 5 के अनुसार उदासीन से जोड़ दें।



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 नियमकों 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 विधियों 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 नहीं होता है और उसका निदान करें। जहां 2 पथ कुंजियां प्रतिकारित होती है कुंजियों 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 कुंजियां बन्द करें फ्यूज वाहक हटा दें निर्गम टर्मिनल्स के एक ICDP कुंजी अथवा DB पर निर्गम टर्मिनल्स का विनिमय करें। b) ध्यान दें कि साकेट के दाहिने भुजा टर्मिनल 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 अविच्छिन्नता b) टेस्ट लैम्प विधि से परीक्षण करने पर कला और धातु इकाई में वोल्टता पात का संकेत	a) सम्बन्धों की जांच करें और भू अविच्छिन्नता चालका को पुनः सम्बन्धित अथवा प्रतिस्थापित करें। 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 b) 1 मेगा ओम से कम	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) अथवा क्षेत्र का विभागीकरण करके दोष ज्ञात करें और दोषित केबल का प्रतिस्थापन उत्तम से करें। यदि प्राप्त मान अति उच्च नहीं 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 नहीं है तो वितरण फ्यूज पट पर समावेश जाये और प्रत्येक शाखा परिपथ का परीक्षण उस समय तक करें जब तक दोषित परिपथ ज्ञात नहीं 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 ढूँढ़ने के लिए फ्लो चार्ट का अनुसरण करके व्याख्या करना।

किसी भी दोष को ढूँढ़ा 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 सिद्धान्तके 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 त्रुटियाँ 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 एलीमेंट 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 अर्थात् 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 इन्सुलेटड 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 हीटिंग, थर्मल स्टोरेज ब्लॉक हीटर इत्यादि के लिए इन केबलों का उपयोग करके।
- 7 धागे से बुनी हुई और टविस्डि (twisted) फ्लेक्सिबल 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-एलीमेंट 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) जोड़ों के संयोजन या विसंयोजित टर्मिनल या बहुत ढीले 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। कार्टीरीज 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 जैसे प्लग, स्विच, लैम्प होल्डर, जंक्शन 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 रैजिस्टेंस 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 महत्वपूर्ण 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 रैजिस्टेंस टेस्टर द्वारा मापा गया इंसुलेशन रैजिस्टेंस 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 कर्क भागों 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 ढीले कनेक्शन भी इसके कारण होते हैं। और टर्मिनलों के ढीले कनेक्शन 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 स्पाकिंग व आर्क 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 ढूँढ 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 जोड़ों में उत्पन्न होता है या उन टर्मिनलों पर जहाँ ये ढीले होती हैं। इसके प्रभाव के कारण 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।

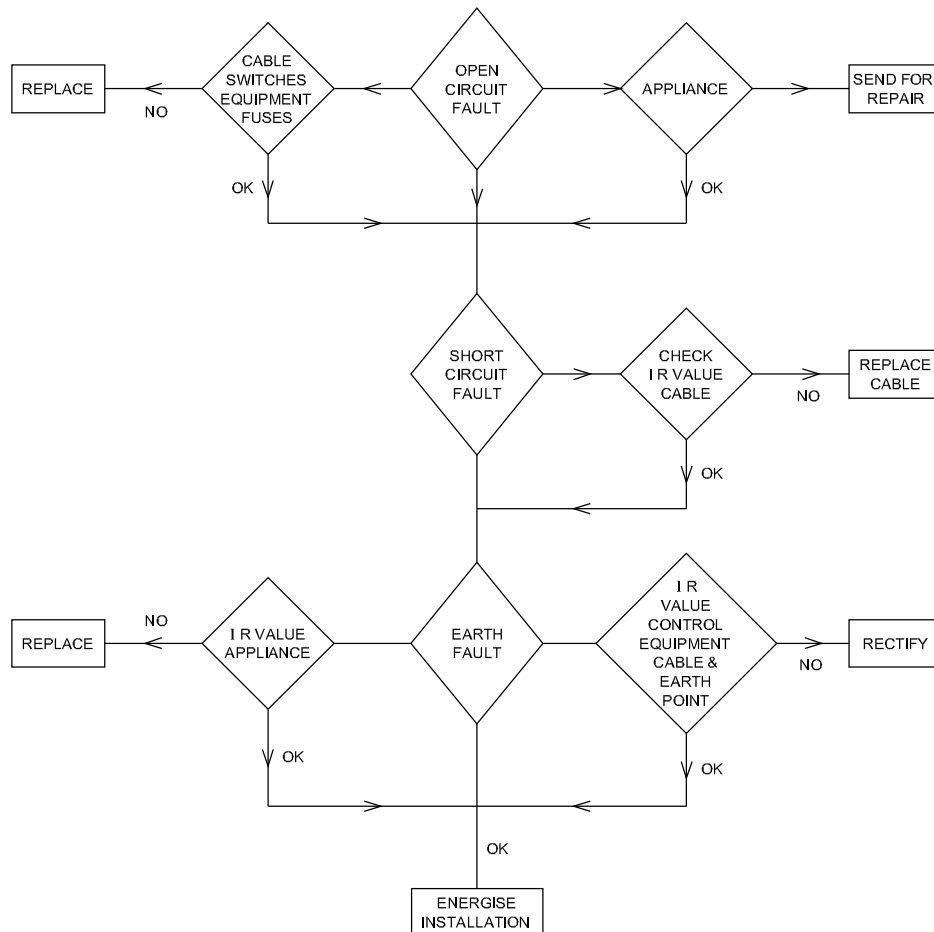
नवीन वायरिंग में मुख्य दोष (Main faults in new wiring)

गलत संयोजनों के कारण या तो फ्यूज उड़ जाएंगे या लैम्प बहुत मन्द (dimly) जलेंगे या बिल्कुल कार्य नहीं करेंगे। 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

ELN238221

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 उपकरणों को अर्थिंग करने का प्रयोजन बताना
- अर्थिंग से जुड़े नियमों को पारिभाषित करना
- B.I.S. के अनुसार पाइप अर्थिंग और प्लेट अर्थिंग की विधि का वर्णन करना
- अर्थ इलेक्ट्रोड के रजिस्ट्रेस को घटाकर सही मान बनाए रखने की क्रिया का अध्ययन करना।

अर्थिंग (Earthing)

किसी वायरिंग प्रणाली या मशीन उपकरण के चालक धात्विक बाड़ी/भाग को कम प्रतिरोध वाले चालक तार द्वारा पृथ्वी संयोजन करना अर्थिंग कहलाता है।

विद्युत स्थापना के अर्थिंग को मुख्य दो वर्गों 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 सुरक्षा के लिए अर्थिंग से जोड़े जाते हैं 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 शून्य 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 पूर्ण हिस्से की हानि रहित बनाता है

ब्रेकर या फ्यूज द्वारा दोषपूर्ण प्लांट का अलगाव शामिल होता है तब अर्थिंग आवश्यक सुरक्षा नहीं दे सकता जो कि आवश्यक रूप से अर्थ दोष नहीं है।

उपकरण अर्थिंग (Equipment earthing) : कार्यशील धात्विक भाग एवं चालक जिसमें धारा की प्रवाह नहीं हो रही है उनका अर्थिंग मानव जीवन पशुओं एवं संपत्ति की सुरक्षा के लिए अतिआवश्यक है इसे उपकरण अर्थिंग के रूप से जाना जाता है।

शब्दावली (Terminology)

अधिक जानकारी के लिए प्रशिक्षार्थियों को इंटरनेशनल इलेक्ट्रो टेक्नीकल कमीशन (IEC 60364-5-54) की वेबसाइट की जानकारी प्राप्त कर सकें।

डेड (Dead) : डेड का अर्थ है 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 वैद्युतिक रूप से जुड़ा है अर्थ किया हुआ कहा जाता है इसी प्रकार जब एक चालक वैद्युतिक रूप से अर्थ इलेक्ट्रोड से जुड़ा हो तो वह सोलिडली अर्थ हुआ कहा जाता है

अर्थ कंटीन्यूटी कंडक्टर (Earth-continuity conductor ECC) : वह चालक जो किसी विद्युतप्रणाली या उपकरण के धात्विक भाग जिसमें धारा प्रवाह नहीं है को अर्थ इलेक्ट्रोड से जोड़ता है अर्थ कंटीन्यूटी 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) : विद्युत प्रणाली में जब धारावाही चालक दुर्घटनावश अर्थ से जुड़ा जाता है तो इसे अर्थ दोष कहते हैं

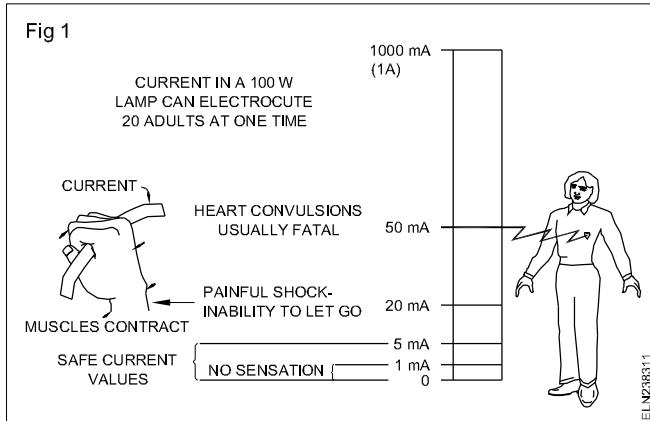
लीकेज करंट (Leakage current) : प्रवाहित भाग के इंसुलेशन से होकर बाहर निकलता है लीकेज करंट कहलाता है

स्टेप पोटेंशियल (Step potential) : पोटेंशियल डिफरेंस (विभवान्तर) का वह अधिकतम मान जो मनुष्यों के दोनों कदमों के बीच एक कदम की दूरी पर पृथ्वी पर अलग-अलग रखे होने पर दोनों पैरों के संपर्क बिंदुओं पर प्राप्त होता है स्टेप पोटेंशियल कहलाता है

टच पोटेंशियल (Touch potential) : टच पोटेंशियल वह अधिकतम विभवान्तर है जो पृथ्वी और वैद्युतिक बिंदु जिसे मनुष्य के द्वारा स्पर्श किया गया है।

भू संपर्क देने का कारण (Reasons for earthing) : भू संपर्क 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 है। 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 है।



तथापि, खतरे की मात्रा न केवल शरीर में से धारा पर निर्भर करती है बल्कि समयाविध 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 विनिर्दिष्ट क्षेत्र पर शरीर प्रतिरोध दिखाया गया है।

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

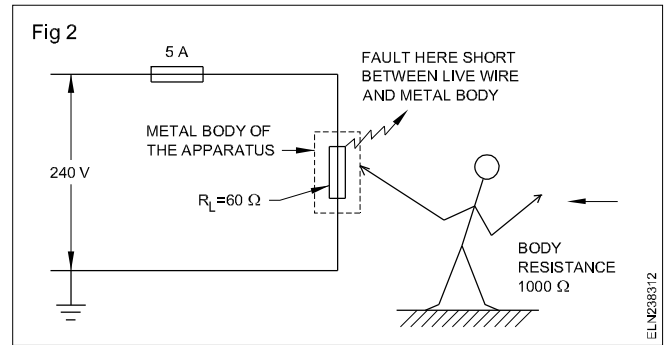
विधि 1 : उपकरण धातु की काया जब भू संपर्क में न हो

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 में 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 है।

$$\text{शरीर में से धारा का मान} = \frac{V}{R_{\text{Body}}}$$

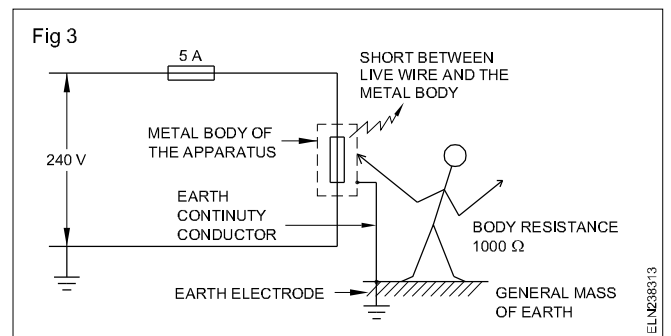
$$= \frac{240}{1000} = 0.24 \text{ एम्पस या } 240 \text{ मिली एम्पियर}$$



तालिका 1 के अनुसार यह धारा अत्यन्त खतरनाक है और धातुक साबित होगी। दूसरी ओर, 240 मिली एम्पियर की इस अतिरिक्त क्षरण के लिए परिपथ में 5 एम्पस फ्यूज नहीं उड़ेगा। इस प्रकार धातु काय 240 वॉ सप्लाय प्राप्त करेंगी और छूने पर किसी व्यक्ति का विद्युन्मरण कर सकती है।

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।



मानलें कि मेन केबिल, धातु काया, भू संपर्क अविच्छिन्नता चालक और भू के सामान्य भारे के प्रतिरोध का योग 10 ओम हैं।

$$\text{क्षरण धारा} = \frac{V}{R_{\text{Total}}} = 240/10 = 24 \text{ amps.}$$

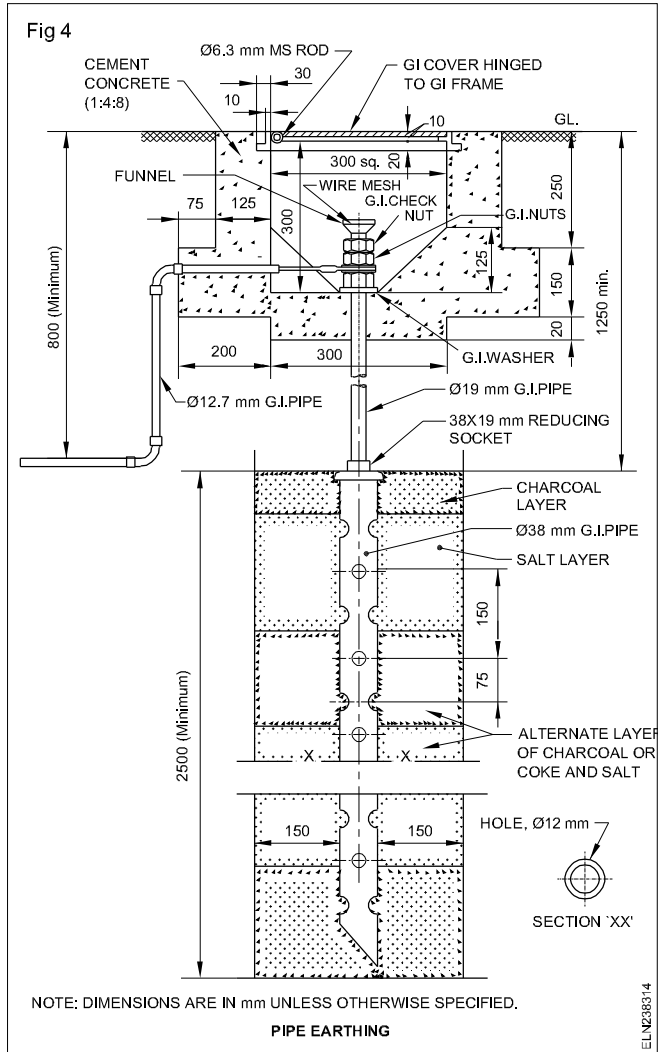
यह क्षरणधारा फ्यूज निर्धार से 4-8 गुणा अधिक हैं और इसलिए फ्यूज उड़ जाएगा और मन्स से सप्लाय वियोजित कर देगा। छूने वाले व्यक्ति को दो करणों से धक्का नहीं लगेगा। पहला, फ्यूज प्रचालन होने से पहले, धातु काय और भूमि उसी शून्य विभव पर हैं और व्यक्ति के आर पार विभव का कोई अन्तर नहीं हैं। दूसरा, थोड़े समय में (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-इलेक्ट्रोडों के प्रकार (Types of earth electrodes)

रॉड और पाइप इलेक्ट्रोड (Rod and pipe electrodes) (Fig 4):

एक पाइप इलेक्ट्रोड के सामान्य निर्माण ब्यौरे Fig 4 में दिखाए गए हैं। ये इलेक्ट्रोड धातु रॉड या पाइप के बनाए जाएंगे जिसका पृष्ठ साफ होगा पेंट, इन्मेल या घटिया चालन सामग्री से ढका नहीं होगा।



स्टील या जस्तेदार लोहे के राड इलेक्ट्रोड व्यास में कम से कम 16 mm होंगे और ताम्र के इलेक्ट्रोड 12.5 mm व्यास के होंगे।

पाइप इलेक्ट्रोड 38 mm भीतरी व्यास से कम नहीं होंगे। यदि ढलवां लोहें के हों तो भीतरी व्यास 100 mm से कम नहीं होगा।

जहां तक व्यावहार्य हो इलेक्ट्रोड स्थायी नमी स्तर के नीचे भूमि में गढ़े होने चाहिए।

रॉड और पाइप इलेक्ट्रोडों 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, इलेक्ट्रोड को उर्ध्वाधर नत गाढ़ा जाए। इस मामले में भी इलेक्ट्रोडों की लंबाई कम से कम 2.5 m और नति ऊर्ध्वाधर से 30° से अधिक नहीं होगी।

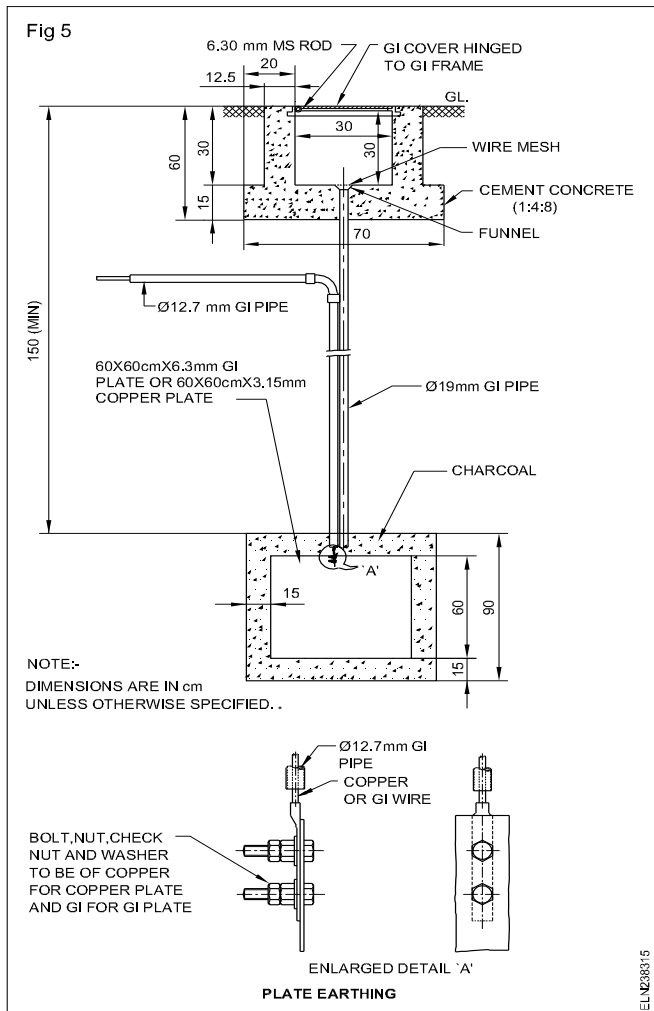
गहरे गाढ़े पाइप और राड, तभी प्रभावित होते हैं जहां गहराई के साथ मिट्टी की प्रतिरोधकता घटती है या जहां गहराई पर निम्न प्रतिरोधकता घटती है या जहां गहराई पर निम्न प्रतिरोधकता का उपस्तर उनसे बड़ा होता है जहां तक रॉड और पाइप सामान्यतः धकेले जाते हैं।

पाइप और राड, यथासंभव, एक पीस के होंगे।

गहरे धकेले रॉडों के लिए, सेक्शन के बीच जोड़ पंच युक्त युग्मन द्वारा बनाए जाएंगे जो उन राडों से ज्यादा व्यास का नहीं होगा जिन्हें यह एक साथ जोड़ता है।

प्लेट इलेक्ट्रोड (Plate electrodes) (Fig 5):

एक प्लेट इलेक्ट्रोड के निर्माण के ब्यौरे Fig 5 में दिखाए गए हैं। प्लेट इलेक्ट्रोड, जब जस्तेदार लोहे या स्टील के बने हों, तो उनकी मोटाई 6.3 mm से कम नहीं होगी। ताम्र के प्लेट इलेक्ट्रोड मोटाई में 3.5 mm से कम नहीं होंगे। प्लेट इलेक्ट्रोडों का साइज कम से कम 60 cm x 60 cm होगा।



प्लेट इलेक्ट्रोड 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 इलेक्ट्रोड का प्रतिरोध अपेक्षित मान से अधिक होगा वहां समांतर में दो या अधिक प्लेटों का प्रयोग किया जाएगा। ऐसी स्थिति में दो प्लेटें एक दूसरे से अलग की जाएंगी जो दूरी 8.0 m से कम नहीं होगी प्लेटें अधिमानतः उर्ध्वाधर सैट की जाएंगी।

प्लेट इलेक्ट्रोडों के प्रयोग की सिफारिश केवल तब की जाती है जहां धारा वहन क्षमता मुख्य बात होती है, उदाहरणार्थ, जनित केन्द्रों और उपकेन्द्रों में।

यदि जरूरी हो, तो प्लेट इलेक्ट्रोडों का एक जस्तेदार लोह जल पाइप ऊर्ध्वाधर गाढ़ा होगा और इलेक्ट्रोड के सन्निकट होगा। पाइप का एक सिरा भूमि की सतह से कम से कम 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 है। 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 सिरों की गहराई से अधिक नहीं होगी।

स्वीकार्य मान के अनुरूप भू-इलेक्ट्रोड 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 युक्तियों की सुरक्षा करके सदोष, परिपथ के अन्तर्गत सप्लाय को नहीं खोला जाता है।

तथापि चट्टानी और रेतीले क्षेत्रों में, जहां नमी बहुत कम होती है भू-इलेक्ट्रोड प्रतिरोध उच्चतर पाया जाता है।

भू इलेक्ट्रोड 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 गड्ढे (राड/पाइप/प्लेट के इर्द गिर्द क्षेत्र) में चारकोल। कोक और नमक भरा जाए ताकि भू प्रतिरोध का निम्नतर मान प्राप्त हो।
- 2 भू-गड्ढे में बार बार अन्तरालों पर पानी डालने से भू-इलेक्ट्रोड प्रतिरोध कम हो जाता है।
- 3 पार्श्व में कई भू-इलेक्ट्रोड जोड़ने से भू-इलेक्ट्रोड प्रतिरोध कम होता है। (दो सन्निकट इलेक्ट्रोडों के बीच दूरी अधिमानतः इलेक्ट्रोडों की लंबाई के दुगुने से कम नहीं होगी)
- 4 भू-संबंधनों को सोल्डर करने या अलोह क्लैम्पों के प्रयोग से भू-इलेक्ट्रोड प्रतिरोध कम हो जाता है।
- 5 भू-इलेक्ट्रोड संबंधनों में जंग को बचाने के लिए भू इलेक्ट्रोड प्रतिरोध कम होता है।

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 रैजिस्टेंस टेस्टर) का कार्य सिद्धान्त बताना
- मैगर के संरचना और कार्य प्रणाली का वर्णन 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)

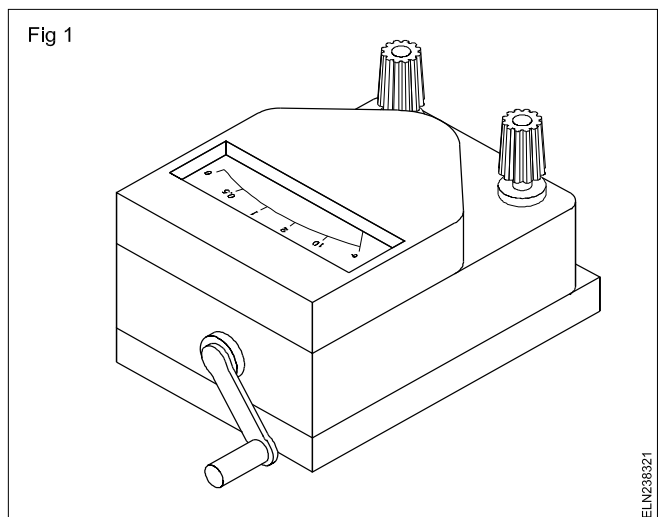
यह एक ऐसा विधुत मापक यंत्र है जिसे सामान्यतः किसी उपकरण या स्थापना के इंसुलेशन रैजिस्टेंस मेगाओम के पेरों में मापने के लिए किया जाता है।

मेगा ओम मीटर की आवश्यकता (Necessity of megohmmeter)

सामान्य ओम मीटर और ब्रिज रैजिस्टेंस सामान्यतः इस प्रकार तैयार नहीं किए जाते हैं कि इनसे बहुत उच्च रैजिस्टेंस 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 भागों से मिलकर बनता है (1) एक छोटा DC जनरेटर (2) एक मीटर जो उच्च प्रतिरोध माप के लिए सत्यापित है (3) एक क्रैकिंग सिस्टम (Fig 2)



एक जनरेटर जिसे सामान्यतः मैग्नेटो कहते हैं कई वोल्टेज उत्पन्न करने के लिए तैयार किया जाता है इसका आउटपुट निम्न 500 v और अधिकतम 1 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 (M Ω) में होता है

Fig 2

The diagram shows a generator with a rotor (N) and stator (S) assembly. The rotor is connected to a bridge rectifier (V₁) and a load resistor (R). The stator is connected to a bridge rectifier (V₁) and a load resistor (R). The output of the stator rectifier is connected to an indicating instrument. The output of the rotor rectifier is connected to a feedback loop that includes a resistor (R₁) and a feedback winding (INF) on the stator. The feedback winding is connected to the rotor circuit. The generator is labeled 'GENERATOR' and the output is labeled 'M'.

स्थायी चुंबक जनरेटर और मापक दोनों के लिए चुम्बकीय फ्लक्स प्रदान करता है 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 सिरों के बीच L और E जोड़ा जाता है जब मैग्नेटो का आर्मेचर घुमाया जाता है एक उत्पन्न होता है इसके कारण करंट क्वाइल में धारा प्रवाहित होती है और रैजिस्टेंस मापा जाता है इसमें प्रवाहित होने वाले धारा का मान जुड़े रैजिस्टेंस 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 में फ्लक्स से प्रतिक्रिया करता है और वोल्टेज क्वाइल वामावर्त दिशा में टार्क बनाता है ।

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 व्युत्क्रमानुपाती होता है जब वोल्टेज क्वाइल वामावर्त घुमता है 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 है यह करंट क्वाइल और वोल्टेज क्वाइल के बल के संतुलन के आधार पर रैजिस्टेंस का शुद्ध मान प्रदान करता है चूँकि इसमें कंट्रोलिंग टार्क (नियंत्रण टार्क) नहीं होता है अतः यह शून्य कि अवस्था में तुरंत नहीं आता है जब मीटर का

जिस गति पर आर्मेचर घुमाया जाता है वह मीटर कि शुद्धता को प्रभावित नहीं करता क्योंकि दिये गये वोल्टेज के अनुपात में ही दोनों 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 है अतः इसका अधिकतर उपयोग इंसुलेशन रैजिस्टेंस मापने में किया जाता है

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 ।

- मेगाओम मीटर (मैगर) का उपयोग सप्लाई वाले परिपथ में नहीं 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 नहीं घूना चाहिए ।
- जब इसका प्रचालन किया जा रहा है तो इसे ठीक से पकड़ना चाहिए ।
- रोटार को स्लिप स्पीड पर घुमाना चाहिए ।

- इंसुलेशन रैजिस्टेंस की जाँच करना ।
- कंटीन्यूटी(निरंतरता) की जाँच करना ।

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 उपलब्ध 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)

विद्युत 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 शॉक न लगे या कोई क्षति न हो विद्युत उपकरणों 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 उपकरणों को सुरक्षित कर सके।

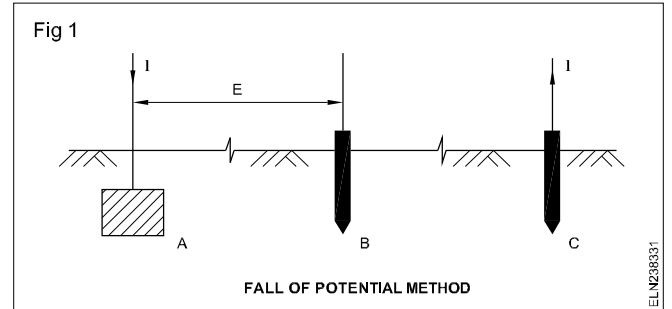
अर्थ इलेक्ट्रोड के लिए स्थान चयन में बरती जानेवाली सावधानियाँ (Precautions to be followed while selecting the site for earth electrode) अर्थ इलेक्ट्रोड के लिए स्थान का चयन करते समय उचित सावधानी बरतनी चाहिए हांलाकि अर्थ इलेक्ट्रोड या पाइप या प्लेट प्रकार की होती है जिसे निर्दिष्ट सिफारिशों के अनुसार स्थापित करना चाहिए इसका रैजिस्टेंस 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 रैजिस्टेंस उचित सीमा में रखा जा सके।

इलेक्ट्रोड 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-इलेक्ट्रोड 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 है।

भू प्रतिरोध परीक्षक (Earth resistance tester) : बाजार में भू-प्रतिरोध परीक्षकों की कई किस्में हैं जिन्हें विभिन्न कंपनियों ने बनाया है। 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 पाठ के सिद्धांत पर काम करता है।

इस प्रणाली में दो सहायक इलेक्ट्रोड B और C एक सरल रेखा में रखे गए हैं जैसा Fig 1 में दिखाया गया है।



भू के रास्ते से इलेक्ट्रोड A में से इलेक्ट्रोड C तक I_{amps} परिमाण की एक प्रत्यावर्ती धारा गुजारी जाती है और इलेक्ट्रोड A और B के आर पार विभव मापा जाता है।

इलेक्ट्रोड B और C के प्रतिरोध माप परिणाम को प्रभावित नहीं करते।

A से पर्याप्त दूरी पर इलेक्ट्रोड B को रखकर इसे प्राप्त किया जाता है ताकि A और C के प्रतिरोध क्षेत्र पर्याप्त स्वतन्त्र हैं। इलेक्ट्रोड A और C के बीच 15 मीटर से ऊपर की दूरी को पर्याप्त दूरी माना जाता है। प्रैक्टिकल पाठ में विस्तृत प्रक्रिया दी गई है।

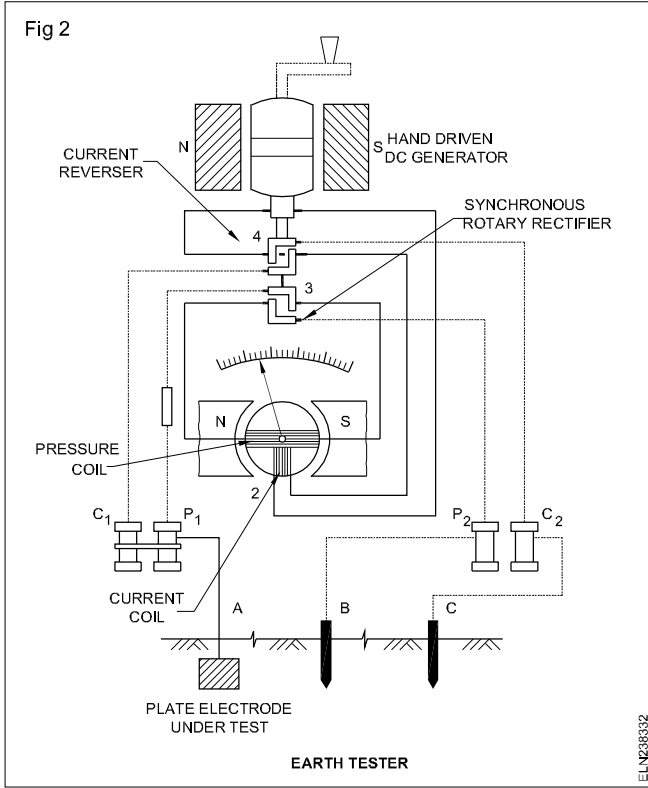
भू-परीक्षक, भू-मैगर की रचना और कार्य (Construction and working of earth tester) : भू-परीक्षक, मैगर में अनिवार्यतः एक हस्त चालित जनित्र होता है जो टेस्टिंग धारा सप्लाई करता है और एक प्रत्यक्ष रीडिंग ओम मीटर है जैसा Fig 2 में दिखाया गया है।

ओम मीटर सेक्शन दो कुंडलियों (विभव और धारा कुंडलियों) पर आधारित होता है जो एक दूसरे के 90° 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 है जबकि विभव कुंडली धारा का वहन करती है जो परीक्षाधीन प्रतिरोध के आर पार विभव की समानुपाती होती है।

जब भू इलेक्ट्रोड प्रतिरोध मापन में DC का प्रयोग किया जाता है, तो इलेक्ट्रोलाइटिक emf का प्रभाव मापन में हस्तक्षेप करता है और रीडिंग गलत हो सकती है। इसका परिहार करने के लिए इलेक्ट्रोड 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 इलेक्ट्रोडों 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 इलेक्ट्रोडों में से गुजरने के बाद, मापन एक ओममीटर द्वारा किया जाना चाहिए जिसके लिए डीसी सप्लाय 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 है।



कई बार मापन के दौरान मीटर सूई कंपती 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 में मापयंत्र के हथौड़ी घूर्णी चाल या तो बढ़ सकती है या घट सकती है। सामान्यतः ये मापयंत्र इस प्रकार डिजाइन किए जाते हैं कि तेज धाराओं या इलेक्ट्रोलाइटिक emfs द्वारा रीडिंग प्रभावित नहीं होती।

भू-प्रतिरोध मापने की विधि (Method of earth resistance measurement): भू इलेक्ट्रोड प्रतिरोध मापने के लिए, भू इलेक्ट्रोड को स्थापना से अधिमानतः वियोजित किया जाता है। तब दो स्पाइक (धारा और दाब स्पाइक) परीक्षाधीन मेन इलेक्ट्रोड 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 इलेक्ट्रोड 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 इलेक्ट्रोड का प्रतिरोध अंशांकित डायल पर सीधे पढ़ा जाता है। सही मापन सुनिश्चित करने के लिए परीक्षाधीन इलेक्ट्रोड के इर्द गिर्द विभिन्न स्थितियों पर स्पाइक रखे जाते हैं, दूरी वही रखी जाती है जो पहली रीडिंग में। इन रीडिंग्स का औसत इलेक्ट्रोडों का भू प्रतिरोध होता है।

भूसंपर्क से संबंधित I.E. विनियम (I.E. Rules pertaining to earthing)

भू संपर्कन सामान्यतः भारतीय बिजली नियम 1956 समय समय पर यथा संशोधित और संबंधित सप्लाय प्राधिकरण के संगत विनियमों के अनुसार किए जाएंगे। 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 स्थितियों और उनमें कट-आउटों की स्थिति।

जब चालकों में दो तार प्रणाली का एक भूसंपर्कित इलेक्ट्रोड 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 जाएगी:

a) जहां भू संपर्कित या भू-संपर्कित न्यूट्रल चालक सप्लायर की सम्पत्ति है, सप्लाय के आरंभ के बिन्दु पर या पास।

b) जहां उपयुक्तता 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 है।

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 जुड़े 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 आवश्यक 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 जोड़ने 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 सुस्पष्ट संबंधनों से योजित किया जाएगा जो दो से कम नहीं होंगे। इसे वितरण प्रणाली और सेवा लाइन के साथ साथ एक या अधिक बिन्दुओं 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 ढूँढने 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 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। बशर्ते कि भूमि के साथ प्रत्येक संबंधन को सम्बद्ध बिजली सप्लाई लाइनों के धातु आवरण या धातुक कवच (यदि कोई हो) के साथ योजित किया जाए।
- 2) प्रत्येक जनित्र के फ्रेम, स्थैतिक मोटर, और यथा व्यावहार्य, 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 ट्यूबों 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 भू संपर्कण सुनिश्चित करने के लिए वैद्युत प्रतिरोध के लिए चैक किए जाएं।
- 5) सप्लायर के स्वामित्व की सब भू संपर्कनों को, इसके आलावा, खुशक मौसम में, किसी खुशक 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 होंगे :-
भू संपर्कित 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 होंगे, प्रत्येक का अपना इलैक्ट्रोड जनित्र केन्द्र और उपकेन्द्र पर होगा और उसे किसी अन्य बिन्दु पर भी भू संपर्कित किया जा सकता है बशर्ते 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 व्यतिकरण हो, जनित्र या ट्रांसफार्मर न्यूट्रलों को एक उपयुक्त 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 भू संपर्कण गाड़ों 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 में या 1.601 किमी में चार बिन्दुओं पर योजित की जाएगी, प्वाइंटों 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 सिद्धान्त 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 हैं। (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 इंटरनेशनल 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।

परिभाषाएँ (Definitions)

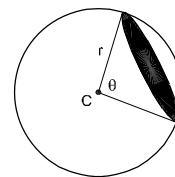
आगे बढ़ने से पूर्व, कुछ सैद्धांतिक पदों की परिभाषाएँ जो प्रदीप्ति से सम्बन्धित हैं, नीचे दी गई हैं।

ज्योतिष्य फलक्स (Luminous flux) (F or Φ): किसी ज्योतिष्य पिण्ड से प्रति सेकिण्ड विकिरित radiated प्रकाश तरंगों को ज्योतिष्य फलक्स कहते हैं। ज्योतिष्य फलक्स की इकाई 'ल्यूमेन lumen' (lm) होती है।

ज्योतिष्य तीव्रता (Luminous intensity) (I): किसी प्रकाश स्रोत द्वारा किसी विशेष दिशा में प्रति इकाई घनकोण solid angle पर विकिरित ज्योतिष्य फलक्स उसकी ज्योतिष्य 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। ज्योतिष्य तीव्रता की SI इकाई कैन्डेला होती है।

कैन्डेला (Candela): एक कैन्डेल शक्ति के स्रोत द्वारा किसी दी गई दिशा में उत्सर्जित प्रकाश की मात्रा को कैन्डेला कहते हैं। कैन्डेला (cd) SI इकाई की मौलिक इकाई 1 कैन्डेला = 0.982 अन्तर्राष्ट्रीय कैन्डेल।

Fig 1



ल्यूमेन (Lumen) (lm): यह ज्योतिष्य फलक्स की इकाई है। इसे इस प्रकार परिभाषित किया जा सकता है कि एक कैन्डेला स्रोत, अपने केन्द्र से its focus जो प्रकाश की मात्रा एक स्टेरेडियम पर प्राप्त करवाता है वह एक ल्यूमेन होता है। (Fig 1)

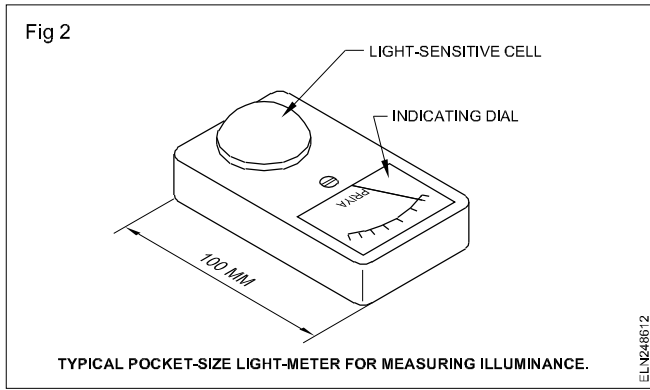
यदि छायादार क्षेत्रफल = r^2 और केन्द्र C पर स्रोत एक कैन्डेला है, ठोस कोण में रखी गई प्रकाश की मात्रा एक ल्यूमेन है।

एक विद्युत लैम्प द्वारा दिया गया निर्गत ल्यूमेन में मापा जाता है और उनकी ज्योतिष्य 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 ज्योतिष्य फलक्स को प्रदीप्त कहते हैं। इसकी मैट्रिक इकाई ल्यूमेन प्रति वर्ग मीटर m^2 या (lux) (lx) होती है।

लक्स (Lux): यह प्रकाश का कुल विकास है जिसे ल्यूमेन पर स्क्वायर मीटर कहते हैं ($1lm/m^2$)। 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 मोमबत्ती होती है। कभी कभी इसको मीटर केन्डल भी कहते हैं।

प्रकाश अभियन्ता (Lighting engineers) एक जेब के आकार का प्रदीप्तिता मापने वाला उपयन्त्र रखते हैं जिसे प्रकाश मापी ('lightmeter') कहते हैं। 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 फोटोग्राफिक एक्सपोजर की तरह नहीं होता, जो चमक को मापता है, प्रदीप्तिता नहीं।



मापी गई चमक को प्रदीप्तिता कहते हैं और इसको प्रदीप्ति के समान नहीं समझना चाहिए। एक वर्ग मीटर क्षेत्रफल के ज्योतिय तल द्वारा उत्सर्जित ल्यूमेन को प्रदीप्तिता ('illuminance') या चमक कहते हैं।

दो अन्य पद जो आसानी से भ्रमित करते हैं वे हैं 'प्रदीप्तिता' ('illuminance') और चमकीलापन ('luminosity') है, प्रथम चमक को मापता है जो एपोस्टलिब 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 प्रदीप्ति की आवश्यकता होती है जबकि रफ कार्य जैसे गोदाम, गैरेज आदि जगहों 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 बनावट को ध्यान रखना चाहिए इसका मतलब है कि प्रकाश स्रोत से निकलने वाली प्रदीप्ति उस स्थान पर रहने वाले या कार्य करने वाले की आँख को नुकसान न पहुँचाए।

लागत (Cost) : किसी विशेष प्रदीप्ति 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 स्रोत पर धूल 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 स्रोत की व्यवस्था करके रखनी चाहिए।

अच्छे प्रदीपन के गुण (Properties of good illumination)

एक प्रदीप्ति स्रोत में निम्नलिखित गुण होने चाहिए।

- इसमें पर्याप्त प्रकाश होना चाहिए
- इसे आँखों को नुकसान नहीं पहुँचाना चाहिए
- इसे आँखों में चमक उत्पन्न नहीं करना चाहिए
- इसे ऐसे स्थान पर स्थापित करना चाहिए जिससे एक समान प्रकाश प्राप्त हो सके
- यह आवश्यकता के अनुरूप होना चाहिए
- इस पर उपयुक्त छाया और परावर्तक लगा होना चाहिए।

अच्छे प्रदीपन के लाभ (Advantages of good illumination)

- यह कार्यशाला में उत्पादन में वृद्धि करता है
- यह दुर्घटना की संभावना को कम करता है
- यह आँखों में तनाव/खिंचाव उत्पन्न नहीं करता है
- यह सामग्री के हानि/ अपशिष्टपन को रोकता है।
- यह संभव के आंतरिक सजावट को बढ़ाता है
- यह मष्तिष्क को शांति/आराम प्रदान करना है।

प्रदीपन के नियम (Laws of illumination)

व्युत्क्रम 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 कैण्डेला के एक समान बिंदु प्रकाश स्रोत से r मीटर त्रिज्या वाले गोले के प्रति वर्ग मीटर क्षेत्रफल पर ल्यूमेन की संख्या

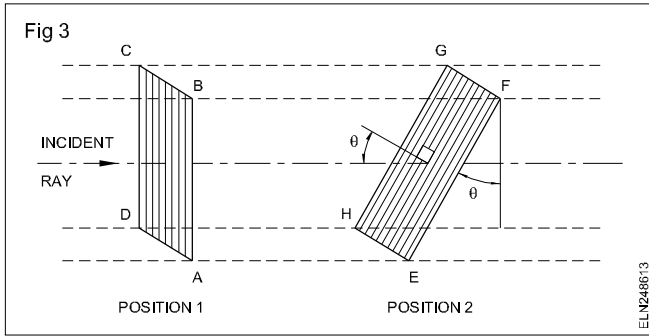
$$= \frac{4\pi}{4\pi r^2} = \frac{1}{r^2}$$

इसलिए किसी सतह पर प्रदीप्ति प्रकाश स्रोत से दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है इसे ही प्रदीप्ति का व्युत्क्रम वर्ग नियम कहा जाता है।

लैम्बर्ट को साइन नियम (Lambert's cosine law) इस नियम के अनुसार प्रदीप्ति आपतित ल्यूमेन फ्लक्स तथा प्रदीप्ति सतह के लंब के बीच बनने वाले कोण की कोज्या के समानुपाती होता है (Fig 3) माना कि स्थिति 1 में सतह क्षेत्र ABCD पर Φ . फ्लक्स 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 फ्लक्स Φ है।

अतः स्थिति-1 में सतह पर प्रदीप्ति

$$E_1 = \frac{\Phi}{\text{Area ABCD}}$$



लेकिन स्थिति- 2, में प्रदीप्ति

$$E_2 = \frac{\Phi}{\text{Area EFGH}}$$

$$(\text{क्षेत्रफल ABCD} = AB \times BC,$$

$$\text{क्षेत्रफल EFGH} = EF \times GF$$

$$= \frac{AB}{\cos\theta} \times BC$$

$$\text{क्योंकि, } \cos\theta = \frac{AB}{EF}$$

$$\text{इसलिए, } E_2 = \frac{\Phi \times \cos\theta}{\text{Area ABCD}} = E_1 \cos\theta$$

अतः क्षेत्रफल EFGH पर प्रदीप्ति

$$= \frac{1}{d^2} \times \cos\theta$$

जहाँ 'd' एक कैडला प्रकाश तीव्रता वाले प्रकाश स्रोत से प्रकाशित सतह के बीच की दूरी है।

फिलामेन्ट लैम्प (Filament lamps)

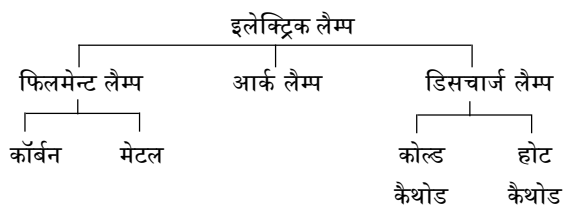
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- 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 हैं। वे संरचना व कार्य सिद्धांत में अलग-अलग प्रकार के हैं। 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 हैं। ये फिलामेन्ट को उच्च ताप पर गर्म करने के बाद प्रकाश देते हैं। पदों की परिभाषायें नीचे दी गई हैं।



फिलामेन्ट लैम्प (Filament lamp) : एक लैम्प जिसमें धातु, कार्बन या अन्य फिलामेन्ट में विद्युत धारा प्रवाहित करने से उद्दीपन (incandescent) हो जाता है।

निर्वार्त लैम्प (Vacuum lamp) : जिस फिलामेन्ट लैम्प में, निर्वार्त में फिलामेन्ट कार्य करता है वह निर्वार्त लैम्प कहलाता है।

गैस-पूरित लैम्प (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 आर्क द्वारा प्रकाश उत्सर्जित होता है।

डिसचार्ज लैम्प (Discharge lamp) : एक ऐसा विद्युत लैम्प जो गैस अथवा वाष्प में दो इलेक्ट्रोड 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 हैं। 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 काँच 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।

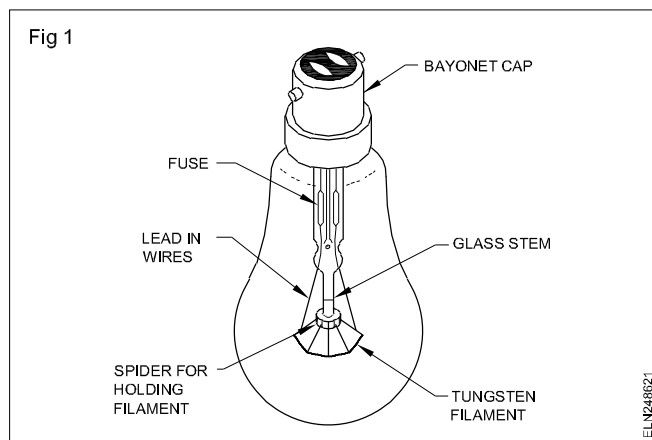
टंगस्टन फिलामेन्ट लैम्प (Tungsten filament lamp) : इस लैम्प में टंगस्टन धातु की बारीक तार का फिलामेन्ट होता है जो कि काँच के आवरण में टिका रहता है और काँच के बल्ब में से वायु को निकाल लिया जाता है इसलिए इसे **निर्वार्त लैम्प (Vacuum lamp)** कहते हैं।

आजकल फिलामेन्ट टंगस्टन के बनाये जाते हैं क्योंकि इनका गलनांक उच्च होता है। इनका कार्यकारी तापमान 2300°C होता है और निर्गत लगभग 8 lm/W होता है।

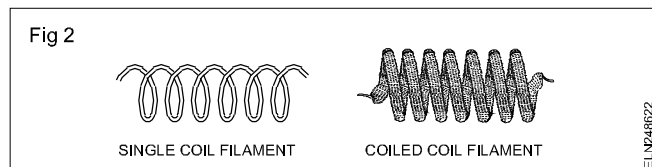
2000°C से उच्च तापमान पर यद्यपि फिलामेंट पिघलता नहीं है, यह टूटना शुरू कर देता है और टूटे हुए कण उड़ कर लैम्प की दीवार की तरफ जाने लगते हैं। इस कारण से काँच का बल्ब काला होने लगता है। (टॉर्च के प्रकाश बल्बों में यह बार-बार देखा जाता है।) फिलामेंट के वाष्पीकरण के कारण, फिलामेंट में कमजोर स्थल बन जाते हैं, जिसके परिणामस्वरूप प्रतिरोध असमान हो जाता है, जिससे गर्म धब्बे बन जाते हैं और फिलामेंट जल कर टूट जाता है, अर्थात् 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 नहीं 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 हैं।



(Fig 2) में दो प्रकार के फिलामेंट हैं।



- एकल कुण्डली फिलामेंट (single coil filament)
- कुण्डलित कुण्डली फिलामेंट (coiled coil filament.)

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 हैं :

- उद्दीप्त लैम्प (incandescent lamps)
- ट्यूब लाइट (tube lights)

एक कुण्डलित कुण्डली लैम्प का मुख्य लाभ उच्च प्रकाश निर्गत है।

अधिकतर सामान्य प्रकाश सेवा (GLS) फिलामेंट लैम्प घरों में उपयोग होते हैं जो कि खॉचे दार कैप bayonet cap (BC) वाले होते हैं। कुछ छोटे लैम्प जो कि विशेष प्रकार की फिटिंग में उपयोग होते हैं, इनकी बायोनेट कैप छोटी होती है इसलिए ये स्माल बायोनेट कैप ('small' bayonet cap) (SBC) वाले बल्ब कहलाते हैं। कुछ GLS लैम्प की कैप एडीसन स्कू (Edison screw) (ES) प्रकार की होती है। छोटी एडीसन स्कू ('small' Edison screw) (SES) और बड़ी एडीसन स्कू ('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 काल 1000 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 जायेंगे। 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 हैं।

- 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)

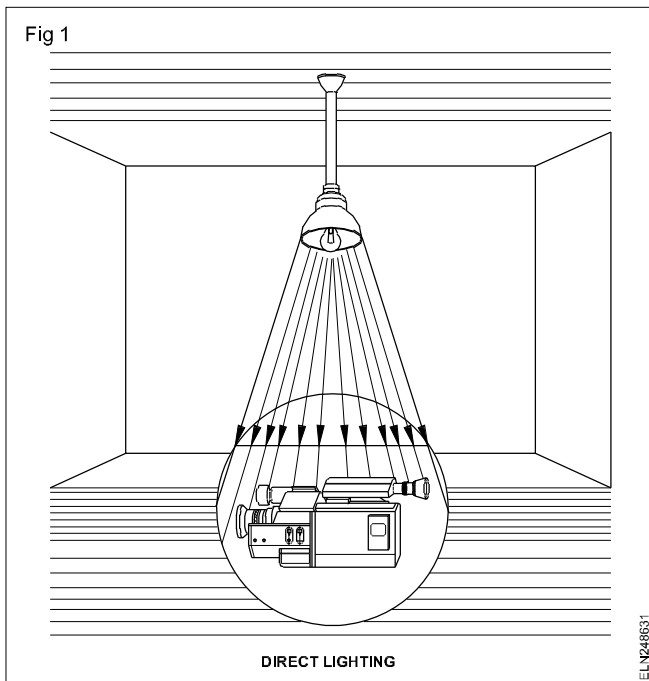
फिलामेंट लैम्प की आयु निर्धारित वोल्टेज से अधिक वोल्टेज पर परिचालित होने पर उच्च होने पर घट जाती है। निम्न परिचालन वोल्टेज से आयु में वृद्धि होती है। उच्च वोल्टेज पर, फिलामेंट सफेद प्रकाश देता है और अधिक नीला प्रकाश युक्त होकर परिचालित होता है और अधिक चमकीला परिचालित होता व दक्षता भी उच्च हो जाती है।

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 फ्लड लैम्प (Photo flood lamps)
- मूवि फ्लड लैम्प (Movie flood lamps)
- फोटो फ्लैश लैम्प (Photo flash lamps)
- सिल्वर बाऊल लैम्प (Silvered bowl lamps)
- प्रोजेक्टर लैम्प (Projector lamps)
- रिफ्लेक्टर लैम्प (Reflector lamps)
- हैलोजन लैम्प (Halogen lamps)

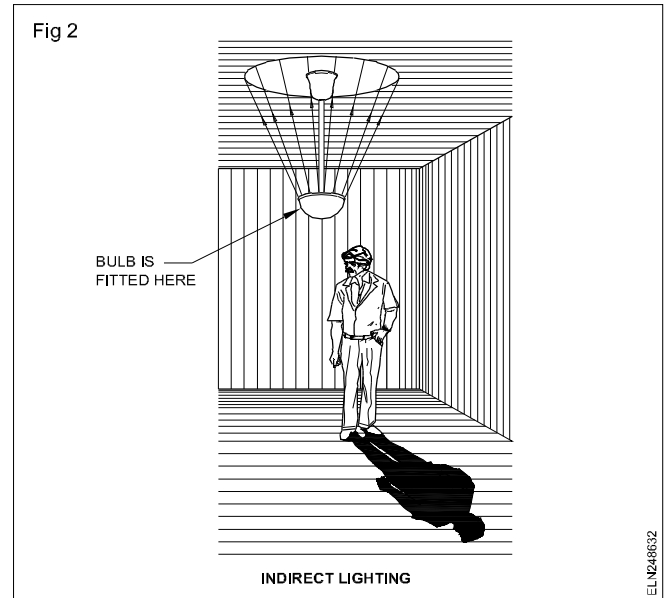
प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष प्रकाश प्रदीपन का विन्यास करते समय ध्यान में रखने वाले बिन्दु (Points to remember while designing illumination direct lighting and indirect lighting): व्यावसायिक उद्देश्यों के लिए प्रकाश को कई भागों में विभाजित किया गया है। जैसे अतः निर्मित (Fig 1) प्रत्यक्ष प्रकाश, अप्रत्यक्ष प्रकाश, क्रोड प्रकाश, बिन्दु (Fig 2) प्रकाश आदि।



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।

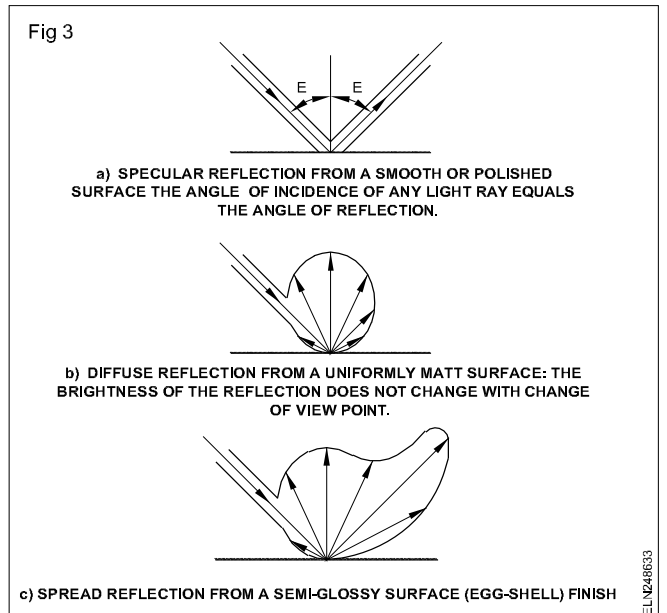
रूख और अकुशल कार्य को पूरा करने के लिए दिखाई योग्य पर्याप्त प्रकाश लगभग 150 ल्यूमेन प्रति वर्ग मीटर होना चाहिए। कठिन व सूक्ष्म कार्य के लिए 1500 ल्यूमेन प्रति वर्ग मीटर होना चाहिए।



अधिकतर स्रोत सभी दिशाओं में प्रकाश को विकिरित करते हैं और ये इतने प्रकाशमान होते हैं 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 परावर्तन (Diffuse reflection) Fig 3 (b)
- विस्तार परावर्तन (Spread reflection) Fig 3 (c)



पारदर्शक परावर्तन (Specular reflection): जब प्रकाश, दर्पण जैसी सतह पर टकराता है 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।

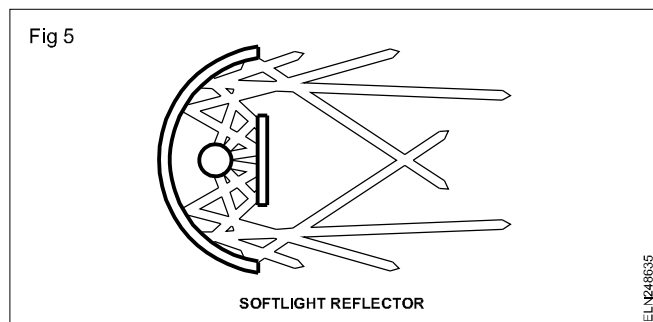
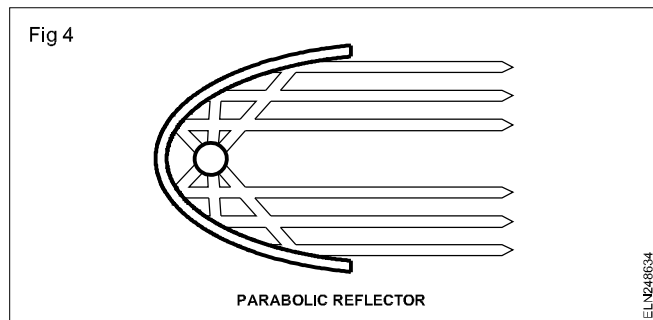
विस्तार परावर्तन (Spread reflection) : पॉलिश रहित धातु और सेटिन-फिनिश दर्पण सतह में परावर्तन का अभिलक्षण नियमित और विसरित परावर्तन के बीच का होता है। विटरियस (Vitreous) और कृत्रिम इलैमल्स, लाइट फिटिंग्स की सतह का परिवर्तित करने के लिए उपयोग किये जाते हैं। विटरियस इलैमल्स अधिक कठोर कार्य सतह बनाता है।

परावर्तक के प्रकार (Types of reflectors): किसी भी प्रकार के परावर्तक के बिना लैम्प सभी दिशाओं में प्रकाश को विकिरित 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 हैं।

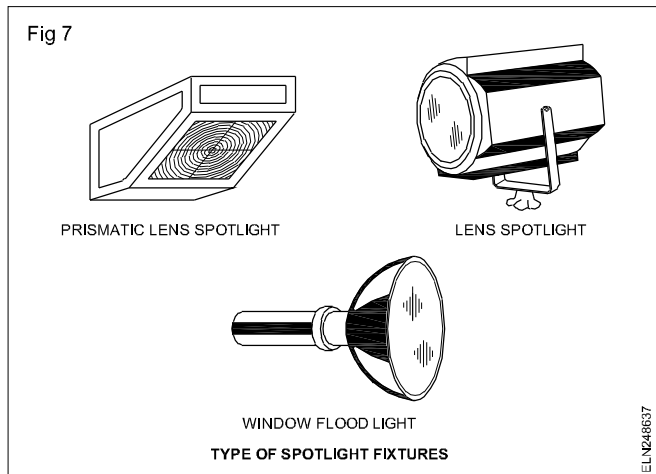
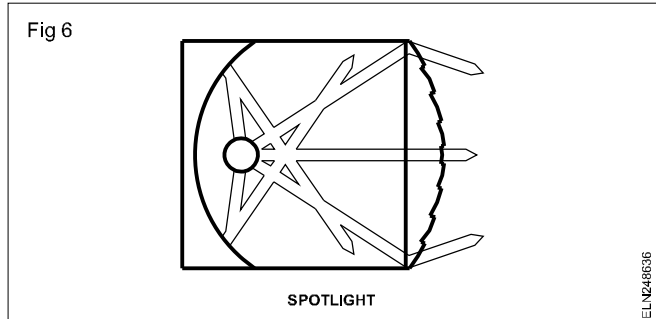
परिक्षेपी प्रकार (Dispersive type): इस प्रकार के परावर्तक की सतह या तो सफेद इलैमल्ड की हुई होती है या काँच इलैमल्ड की हुई होती है। काँच इलैमल्ड प्रकार अधिक महंगा होता है और कम दक्ष होता है, परन्तु नमीवाले स्थानों व संक्षारण वातावरण में उपयोग के लिए अधिक उपयुक्त होता है।

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 शोड इस प्रकार के विशिष्ट उदाहरण हैं। इस प्रकार के परावर्तक यार्ड प्रकाश में उपयोग किये जाते हैं।

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 हैं। 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 हैं। 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।



स्पॉटलाइटिंग (Spotlighting) (Figs 6 & 7): स्पॉट लाइटिंग, लाइटिंग की वह विधि है जिसमें प्रायः लैंसों के साथ प्रोजेक्टरों का उपयोग किया जाता है परन्तु लैंसों के साथ परावर्तक ही उपयोग किये जाते हैं, और इसका उपयोग विशेष रूप में थियेटर के कार्यों में एक सीमित क्षेत्र में प्रकाश करने के दलिए 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।



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)

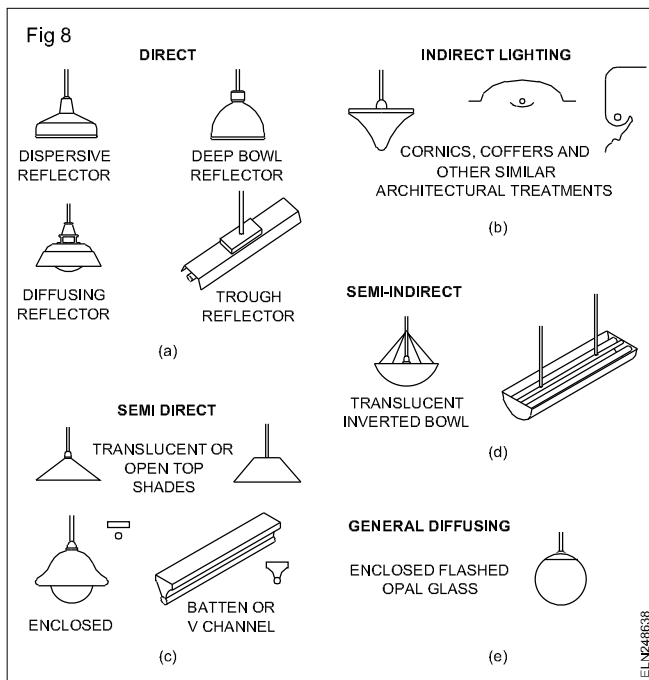
अप्रत्यक्ष प्रकार प्रकाश (Indirect lighting type) designed to avoid glare and recommended for specific purposes. (Fig 8b)

अर्द्ध प्रत्यक्ष प्रकार (Semi direct type) यह इस प्रकार से अभिकल्प किये जाते हैं कि चौंध का रोका जा सके और अधिकारियों और अन्य विशिष्ट उद्देश्यों के लिए उपयोग किये जाते हैं। (Fig 8c)

अर्द्ध अप्रत्यक्ष प्रकार (Semi indirect type) यह चौंध से बचने के लिए और विशिष्ट कार्यों के लिए अभिकल्प की जाती है। (Fig 8d)

सामान्य विसरित 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 - श्रृंखला 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 श्रृंखला 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 हैं। मोटर गाड़ियों में बहुत सारी लाइटें लगी होती हैं जो दिन व रात में ड्राइविंग स्थितियों में दक्षतापूर्ण प्रकाश पद्धति प्रदान करती हैं। आवश्यकता के अनुसार प्रदीप्ति की मात्रा प्रदान करने के लिए विभिन्न वाट व विभिन्न प्रकार के प्रकाश लैम्प उपयोग किये जाते हैं।

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 अर्थात् प्रकाश मान हो जाता है। फिलामेन्ट टंगस्टन की तार से बना होता है। कम वोल्टेज वाले लैम्प सामान्यतया कम वाट वाले होते हैं 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 हैं। एक लैम्प को इसकी निर्धारित वोल्टेज से अन्य वोल्टेज 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 हैं।

(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 में 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

$$\begin{aligned} \text{a वाटेज} &= 12W \\ \text{वोल्टेज} &= 12V \\ \text{करंट} &= \frac{W}{V} = \frac{12}{12} = 1 \text{ amp.} \end{aligned}$$

$$\text{प्रतिरोध} = \frac{V}{I} = \frac{12}{1} = 12 \text{ ohm(hot)}$$

$$\begin{aligned} \text{b वाटेज} &= 40W \\ \text{वोल्टेज} &= 24V \\ \text{करंट} &= \frac{W}{V} = \frac{40}{24} = 1.667 \text{ amps.} \end{aligned}$$

$$\text{प्रतिरोध} = \frac{V}{I} = \frac{24}{1.667} = 14.4 \text{ ohm (hot)}$$

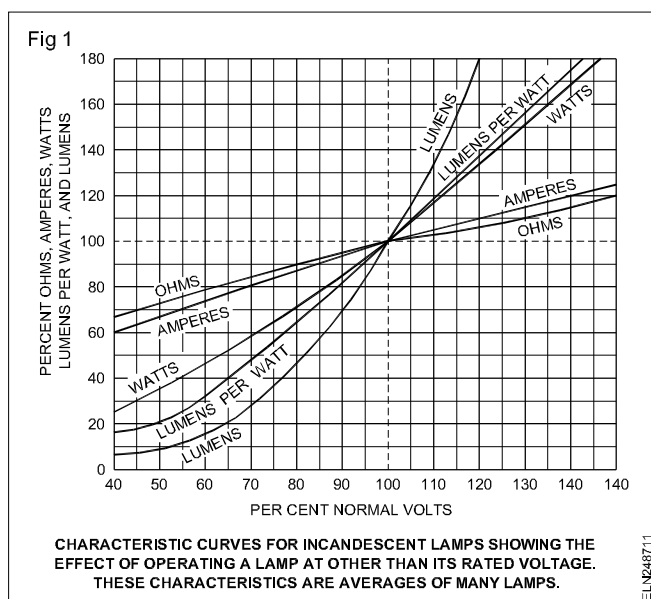
c

$$\begin{aligned} \text{(i) वोल्टेज} &= 6V \\ \text{करंट} &= 0.1 \text{ ampere} \end{aligned}$$

$$\text{प्रतिरोध} = \frac{V}{I} = \frac{6}{0.1} = 60 \text{ ohm (hot)}$$

$$\begin{aligned} \text{(ii) वोल्टेज} &= 6V \\ \text{करंट} &= 0.15 \text{ ampere} \end{aligned}$$

$$\text{प्रतिरोध} = \frac{V}{I} = \frac{6}{0.15} = 40 \text{ ohm (hot)}$$

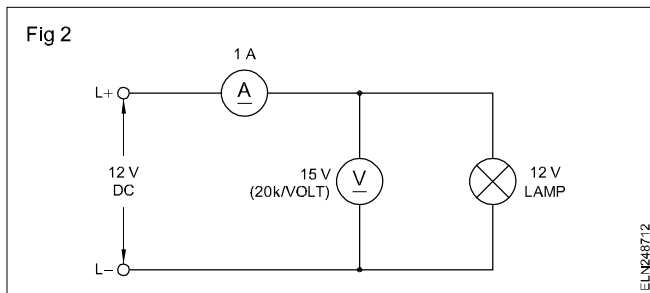


(iii) वोल्टेज = 6V
करंट = 1 ampere
प्रतिरोध = $\frac{V}{I} = \frac{6}{1} = 6 \text{ ohm (hot)}$

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 जोड़ना 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 साथ लेना चाहिए।

$$\text{गर्म प्रतिरोध} = \frac{\text{वाल्टमीटर रीडिंग}}{\text{एमीटर रीडिंग}}$$



श्रृंखला में विविध वॉटेज के लैम्प (Different wattage lamps in series): सही प्रचालन के लिए यदि पूरे A.C. सर्किट में दो विविध वॉटेज समान्तर है तो वे समान वोल्टेज के होने चाहिए। पर यदि वे श्रृंखला में जोड़े गए हैं तो उनकी करन्ट रेटिंग समान होनी चाहिए।

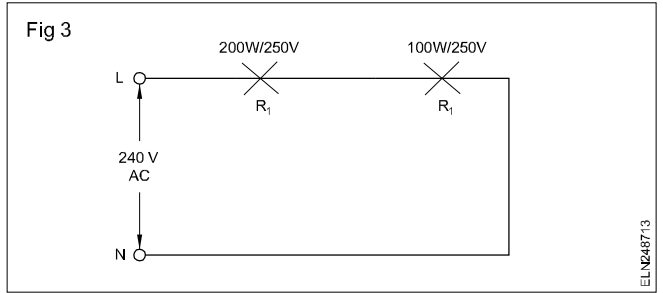
यदि घर के सभी बल्ब समान्तर में जोड़े गये हैं तो वे आवश्यक करन्ट को खींचेंगे और सभी बल्ब अच्छे प्रकाशित होंगे।

यदि दो लैम्प असमान वोल्टेज रेटिंग के हैं और श्रृंखला में बाँधे गये हैं तो वे उपलब्ध वोल्टेज को आपस में बाँट लेंगे।

निम्न वॉटेज 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 हैं।



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/250V लैम्प का प्रतिरोध

$$R_2 = \frac{V^2}{W_2} = \frac{250 \times 250}{100} = 625 \Omega$$

$$\text{कुल रैजिस्टेंस } R_T = 312.5 + 625 = 937.5 \Omega$$

$$\text{अतः धारा } I = \frac{V}{R_T} = \frac{240}{937.5} = 0.256A$$

$$200W \text{ लैम्प में वोल्टेज ड्राप } = IR_1 = 0.256 \times 312.5 = 80V$$

$$\text{और } 100W \text{ लैम्प में वोल्टेज ड्राप } = IR_2 = 0.256 \times 625 = 160V$$

$$\text{पावर } V \times I = 240 \times 0.256 = 61.4 W$$

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)

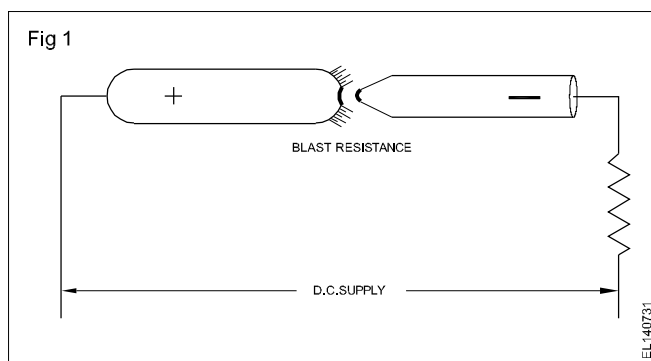
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- 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 हैं और उसमें D.C करंट प्रवाहित किया जाता तो इनके बीच प्रकाश और चिंगारी उत्पन्न होता है। (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 प्राप्त होता है इलेक्ट्रोड का ताप 3500°C से 4000°C तक होता है 10% प्रकाश ऋणात्मक इलेक्ट्रोड के द्वारा उत्पन्न होता है जिसका तापक्रम लगभग 2500°C होता है चित्र 1 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 इलेक्ट्रॉन का प्रवाह ऋणात्मक इलेक्ट्रोड से धनात्मक इलेक्ट्रोड की ओर वायु में से होती है जब ये वायु में से गुजरते हैं तो इसके कणों को जो कि उदासीन होते हैं उन्हें आयनित कर देते हैं जो धनात्मक आयन होते हैं ऋणात्मक इलेक्ट्रोड की

ओर जाते हैं वहाँ किरणें उत्पन्न होती हैं और उष्मा की अधिक वृद्धि होती है जो ऋणात्मक इलेक्ट्रोड का तापमान बढ़ाता है इसी प्रकार ऋणात्मक आयन धनात्मक इलेक्ट्रोड की ओर जाते हैं और इलेक्ट्रोड से टकराकर प्रकाश तथा पर्याप्त मात्रा उष्मा उत्पन्न करते हैं 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 क्योंकि ऋण आयन का वजन कम होता है और इस कारण ये अधिक गति से टकराते हैं ।

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 है जब आर्क लैम्प को AC सप्लाई से जोड़ा जाता है तब दोनों इलेक्ट्रोड का समान दर से क्षय होता है और इसी कारण दोनों समान अनुप्रस्थकाट क्षेत्रफल (मोटाई) के लिए जाते हैं आर्क लैम्प की दक्षता इनकैंडीसेंट 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 आवश्यक है कि उनके बीच के स्थिर गैप को नियत बनाकर रखा जाए इसके लिए आर्क लैम्प में वैद्युतिक या यांत्रिक युक्ति की व्यवस्था की जाती है जब कार्बन इलेक्ट्रोड की लंबाई छोटी हो जाती है उन्हें बदल दिया जाता है ।

जैसे कि इस लैम्प में कार्बन इलेक्ट्रोड को बार-बार समायोजित करना और बदलना पड़ता है इसलिए इसका उपयोग सामान्य कार्यों में नहीं किया जाता है ये केवल सिनेमा प्रोजेक्टर में सर्च लाइट में प्रयुक्त किये जाते हैं 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 एवं 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 ट्यूब में उददो इलेक्ट्रोडो के बीच भर दी जाती है ये अवस्था में अपने में से इलेक्ट्रॉन को प्रवाहित होने देते हैं इलेक्ट्रॉन के लगातार प्रवाह प्राप्त करने के लिए पहले गैस चार्ज होता है फिर जैसे ही सप्लाय बल्ब से हटा दी जाती है गैस डिस्चार्ज लैम्प के रूप में जाना जाता है विद्युत गैस डिस्चार्ज लैम्प के मुख्य दो प्रकार हैं :

- कोल्ड कैथोड लैम्प (Cold cathode lamp)
- हॉट कैथोड लैम्प (Hot cathode lamp)

प्रथम प्रकार के लैम्प में शुरू करने के लिए इलेक्ट्रोड में फिलामेंट का उपयोग नहीं होता है लेकिन द्वितीय प्रकार के लैम्प में शुरू में मेन इलेक्ट्रोड को गर्म करने के लिए फिलामेंट का उपयोग किया जाता है।

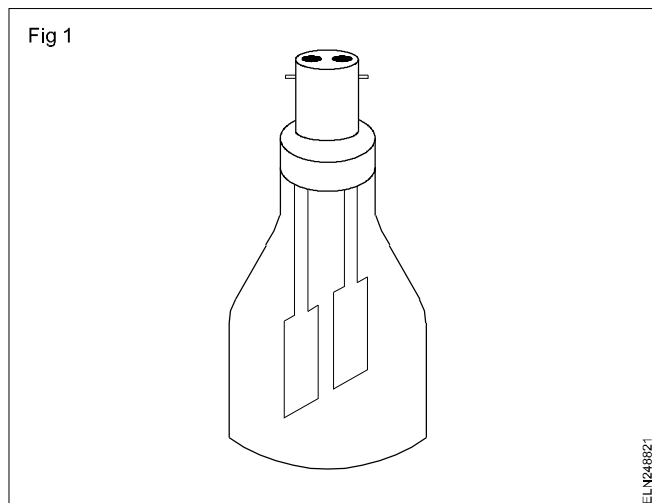
दोनों प्रकार के लैम्प की कार्यप्रणाली इस बात पर निर्भर करती है कि जब किसी गैस में से होकर करंट प्रवाहित होती है तो यह प्रकाश किरण उत्सर्जित करती है जब गैस भरे कांच के ट्यूब जिसमें फिलामेंट लगा होता है के सिरो पर वोल्टेज लगाया जाता है तो इलेक्ट्रॉन एक इलेक्ट्रोड से दूसरे इलेक्ट्रोड की ओर प्रवाहित होते हैं इस प्रवाह के दौरान इलेक्ट्रॉन गैस के उदासीन परमाणुओं से टकराकर एक इलेक्ट्रॉन को अस्थायी रूप से अलग करते हैं जब ये वापस होते हैं तो प्रकाश उत्सर्जित करते हैं गैस डिस्चार्ज लैम्प के मुख्य निम्न प्रकार हैं।:

कोल्ड कैथोड लैम्प (Cold Cathode Lamps) (i) निआन लैम्प (ii) निआन साइन ट्यूब (iii) सोडियम वेपर लैम्प

हॉट कैथोड लैम्प (Hot Cathode Lamps) (i) मरकरी वेपर लैम्प (मीडियम प्रेशर) (ii) फ्लोरोसेंट ट्यूब (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 ।



संरचना (Construction)

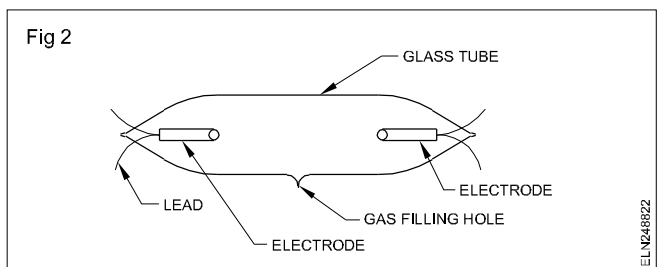
इस लैम्प में दो सीधा या कुण्डलीनुमा इलेक्ट्रोड एक दूसरे के नजदीक कांच के बल्ब में एक साथ रखे जाते हैं ताकि लैम्प का प्रचालन निम्न वोल्टेज 150 V dc या 110 Vac से किया जा सकता है जब इलेक्ट्रोडो को सप्लाय से जोड़ा जाता है तो गैस आयनित हो जाता है और प्रकाश उत्सर्जित करते हैं जो लालिमा रंग का होता है इसके सामान्य प्रयोग में इलेक्ट्रोडों के बीच एक 2000Ω का रजिस्ट्रेस 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)

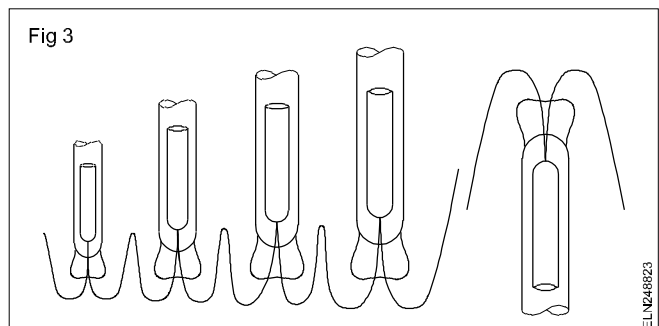
एक निआन लैम्प का उपयोग सप्लाय की उपस्थिति को दर्शाने के लिए इंडीकेटर लैम्प में किया जाता है यह बहुत कम प्रकाश देता है और नाइट लैम्प के रूप में भी उपयोग किया जा सकता है इसी प्रकार के एक नीआन लैम्प जो 0.5 W का होता है उसका उपयोग टेसिल पेंसिल में किया जाता है।

नियान संकेत नली (Neon sign tube)

नियान संकेत नली की संरचना (Construction of neon sign tube): नियान संकेत ट्यूब लैम्प अधिकतर विज्ञापन कार्यों में उपयोग किये जाते हैं। Fig 2 में नियान संकेत ट्यूब की संरचना का विवरण दिखाया गया है। एक नियान संकेत ट्यूब कांच की बनी होती है।

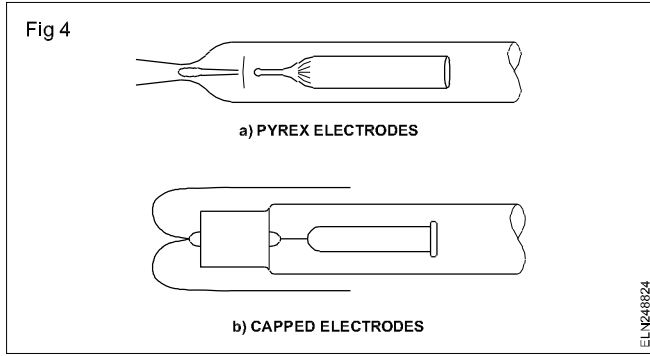


ट्यूब की लम्बाई 1 मीटर 5 मीटर और व्यास 10 mm से 20 mm तक होता है। ट्यूब के साथ इलेक्ट्रोड जुड़े होते हैं जो कि उच्च वोल्टेज पर परिचालित होती है। ट्यूब की लम्बाई बढ़ाने के लिए या विभिन्न अक्षर बनाने के लिए इनके इलेक्ट्रोड निकल तारों से जुड़े रहते हैं। (Fig 3)



इलेक्ट्रोड दो प्रकार के होते हैं।

- पायरेक्ट इलेक्ट्रोड (Pyrex electrode)
- कैप्ड इलेक्ट्रोड्स (Capped electrodes) (Figs 4a और 4b)



इलैक्ट्रोड का आकार बेलनाकार होता है। इलैक्ट्रोड निकिल, लोहे या ताँबे से बने होते हैं। इलैक्ट्रोडों में होते हैं:

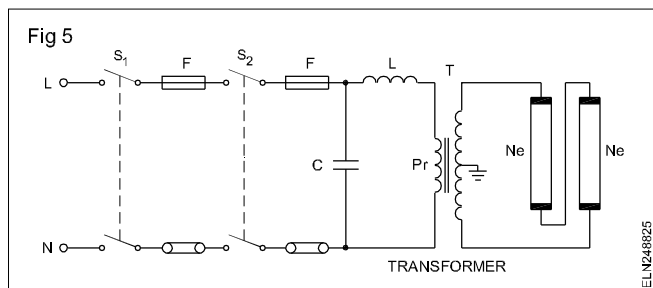
- तारों की एक लीड
- एक काँच की जैकेट सील
- एक सिरेमिक कॉलर (ऊष्मा प्रतिरोधक पदार्थ)

इलैक्ट्रोडों को ट्यूब के सिरों पर फिट करके संगलित (fused) किया जाता है। ट्यूब में निष्क्रिय गैस जैसे नियॉन, हीलियम भरने से पहले निर्वात पैदा किया जाता है। इसके बाद इसे सील कर दिया जाता है नियॉन संकेत ट्यूब, ट्यूब की लम्बाई पर निर्भर रहते हुए 2000V से 15000V पर परिचालित होती है। ट्यूब में प्रवाहित धारा, ट्यूब 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 ट्यूब की कार्य प्रणाली (Working of neon sign tube): नियॉन संकेत ट्यूब 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। नियॉन ट्यूब का रंग और तापमान, अंदर भरी गैस पर निर्भर करता है और हम विभिन्न प्रकार के प्रदीप्ति पदार्थों का उपयोग करके विभिन्न प्रकार के रंग प्राप्त कर सकते हैं।



जब इलैक्ट्रोडों के बीच उच्च वोल्टेज आरोपित की जाती है तो धनात्मक आयन और इलैक्ट्रॉन क्रमशः कैथोड व एनोड की ओर पलायन करते हैं। विभव बढ़ने से इलैक्ट्रॉनों की गति में वृद्धि होती है और बहुत उच्च वर्ग प्राप्त कर लेते हैं। इलैक्ट्रॉन की गति के कारण ये न्यूट्रल आयन से टकराने लगते हैं

और उनमें से इलैक्ट्रॉन अलग होने लगते हैं। इलैक्ट्रॉनों का उच्च वेग ज्योतिय विसर्जन (प्रकाश) उत्पन्न करता है। नियॉन ट्यूब 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) ट्रांसफार्मर उपयोग किया जाता है। केन्द्रीय टेप का अर्थ किया गया है। सैकेन्ड्री आऊटपुट वोल्टेज से नियॉन लैम्प जुड़ा है।

R.F. चोक L (R.F. choke L) नियॉन लैम्प में अत्याधिक (surge) धारा का सीमित करने के लिए, लिंकेज ट्रांसफार्मर की प्राथमिक के श्रेणी में इस चोक को जोड़ा जाता है। (Fig 5)

संधारित्र C (The capacitor C) यह शक्तिगुणक को सुधारने के लिए ट्रांसफार्मर की प्राथमिक के पार्श्व में जोड़ा जाता है।

फायरमैन स्विच S2 (The fireman switch) S2 यह मुख्य स्विच के साथ ही जोड़ा जाता है और यह आपातकाल स्विच के रूप में उपयोग किया जाता है। (Fig 5)

मुख्य स्विच (Main switches) सामान्यतः 15A 250V ICDP स्विच परिपथ को नियन्त्रित करने के लिए उपयोग किये जाते हैं।

H.T. केबल (H.T. cables) ट्रांसफार्मर को द्वितीयक को नियॉन संकेत लैम्प के साथ जोड़ने 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। ट्यूब के अंदर भरी गैस की प्रकृति अनुसार उत्पन्न प्रकाश अनेक रंगों का होता है। नियॉन में विसर्जन से नारंगी लाल प्रकाश उत्पन्न होता है जो कि विज्ञापन चिन्ह बनाने में बहुत लोकप्रिय है। ट्यूब में नियॉन का दाब (pressure) प्रायः 3 से 20 mm पारे का होता है। (millimeter of mercury)

टेबल 2

मौलिक पाऊंडर	रंग
1 कैल्शियम टंगस्टेट	नीला
2 मैगनिशियम टंगस्टेट	नीला-सफेद
3 कैल्शियम सिलीकेट	गुलाबी
4 जिंक सिलीकेट	हरा
5 जस्ता बेरिलियम सिलीकेट जो सक्रिय एजेन्ट पर निर्भर करता है	पीला, सफेद, गुलाबी
6 कैडमियम सिलीकेट	पीला, गुलाबी
7 कैडमियम बोरेट	गुलाबी

अन्य प्रकार के रंग ट्यूब के अन्दर प्रतिदीप्ति पाऊंडर के अनुसार प्राप्त किये जाते हैं जो कि ट्यूब 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 पाऊंडर 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 स्पलाई 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 स्पलाई के साथ एक आटोमेटिक स्पलाई 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 अक्षरों में लिखा जाना चाहिए जो उपकरणों के नजदीक स्थायी रूप से लगा रहे। (I.E No.71)

हाई वोल्टेज केबलों 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 हैं 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 सूचना जिसके अक्षरों की न्यूनतम ऊँचाई 8 mm हो सकती है को प्रत्येक 1.5 m की अंतराल में लगा होना चाहिए।

प्रथक्करण और अलगाव (Separation and isolation) हाई वोल्टेज डिस्चार्ज लैम्प को उबल वांडड ट्रांसफार्मर द्वारा स्पलाई दी जाती है हालांकि आटो ट्रांसफार्मर 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 विधि द्वारा किया जा सकता है।

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

- सामान्य रूप से सर्किट को नियंत्रण करने के लिए उपयोग किये जाने वाले स्विच के अलावा स्वयं द्वारा किए फिटिंग पर एक इंटरलाक प्रदान किया जाना चाहिए।

- सामान्य अनगाव विधि के अतिरिक्त प्लग और साकेट द्वारा स्थानीय अलगाव या इसी प्रकार का अन्य विधि

- 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 में 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 सीमित 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 करने में 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 अक्षरों 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 मैन स्विच को एक विशिष्ट स्थिति में होने चाहिए जैसे कि फायर ब्रिगेड प्रधिकरण के अनुसार फायर ब्रिज की स्वीकृत ऊँचाई 2.75 मीटर से अधिक नहीं होनी चाहिए। यह वांछनीय है के स्विच बाहरी स्थापना के लिए डिस्चार्ज लैम्प के नजदीक और आंतरिक स्थापना के लिए भवन के प्रवेश द्वारा हो।

हैं 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 हैं, 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 हैं:

- 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 बढ़ता है, तो सोडियम वाष्प लैम्प की दक्षता तेजी से घटती है। इस कारण लैम्प को निम्न धारा घनत्व पर प्रचालित करने के लिए इसकी ट्यूब का क्षेत्रफल बढ़ाने की आवश्यकता हो जाती है।

इस लैम्प की प्रदीप्ति 7.5 कैण्डल प्रति वर्ग cm होती है। इन बिन्दुओं के कारण इस ट्यूब की लम्बाई बहुत अधिक रखी जाती है। इसके अतिरिक्त ट्यूब में तापमान परिवर्तन से इसकी दक्षता बहुत सुग्राही होती है। उच्चतम दक्षता प्राप्त करने के लिए लैम्प का तापमान लगभग 220°C पर रखना चाहिए। इसलिए सम्पूर्ण ट्यूब को दोहरी दीवार जो कि अलग हो सकती है में रखा जाता है।

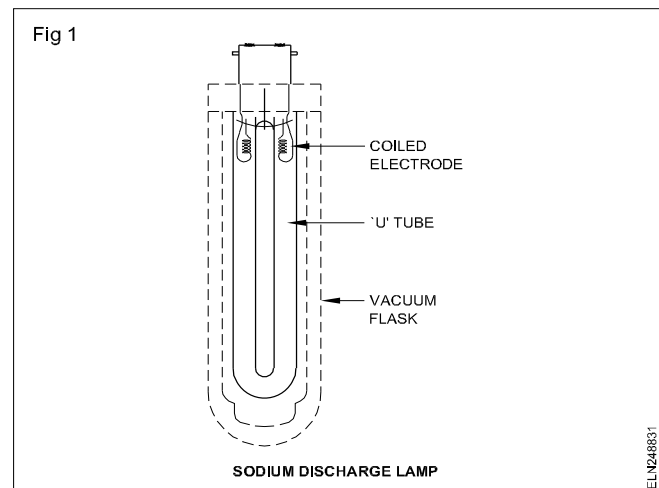
जैसा कि ऊपर वर्णन किया जा चुका है, सोडियम वाष्प लैम्प के लिए लम्बी ट्यूब की आवश्यकता होती है, परन्तु इस प्रकार की निर्वातक फ्लास्क में व्यवहारिक रूप में स्थान कम होता है, इसलिए लम्बी लैम्प ट्यूब को 'U' आकार में मोड़ कर जैकेट (jacket) के लिए उपयुक्त बनाया जाता है।

निम्न दाब सोडियम वाष्प लैम्प में 'U' आकार की जाँच की ट्यूब होती है जो आन्तरिक रूप से प्रतिदीप्ति (fluorescent) पाउडर से लेपित होती है। ट्यूब 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।

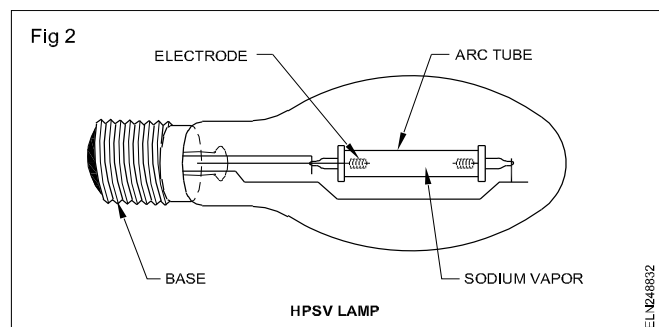
लैम्प जब ठण्डा होता है तो सोडियम ट्यूब की अन्दर की दीवारों पर ठोस बिन्दुओं के रूप में रहता है। ट्यूब के दोनों सिरों पर टंगस्टन से कुण्डलित दो इलेक्ट्रोड होते हैं जिन पर बेरियम और स्ट्रॉन्शियम (Strontium) का लेप चढ़ा देता है। इलेक्ट्रोडों के दोनों सिरे बॉयनेट कैप के साथ स्थिर कर दिये जाते हैं। (Fig 1) इस लैम्प के संयोजन Fig 3 में दिखाये गये हैं।

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 ट्यूब (discharge tube) में प्रवाहित होती है।

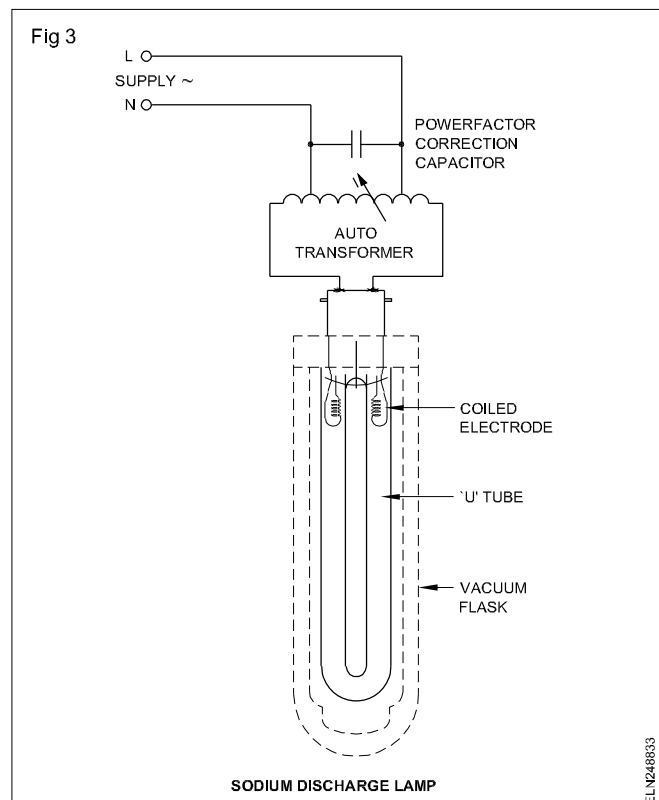
यह विसर्जन ट्यूब सिल्टरिड एल्युमीनियम (sintered aluminium) सिलरेमिक से बनी होती है जो कि तप्त आयनित सोडियम वाष्प की रासायनिक



क्रिया को सहन कर सकती है। यह उच्च ताप 1600°C के लगभग हो जाता है। यह ट्यूब दृश्य विकिरण का 90% अधिक संचरण करती है।

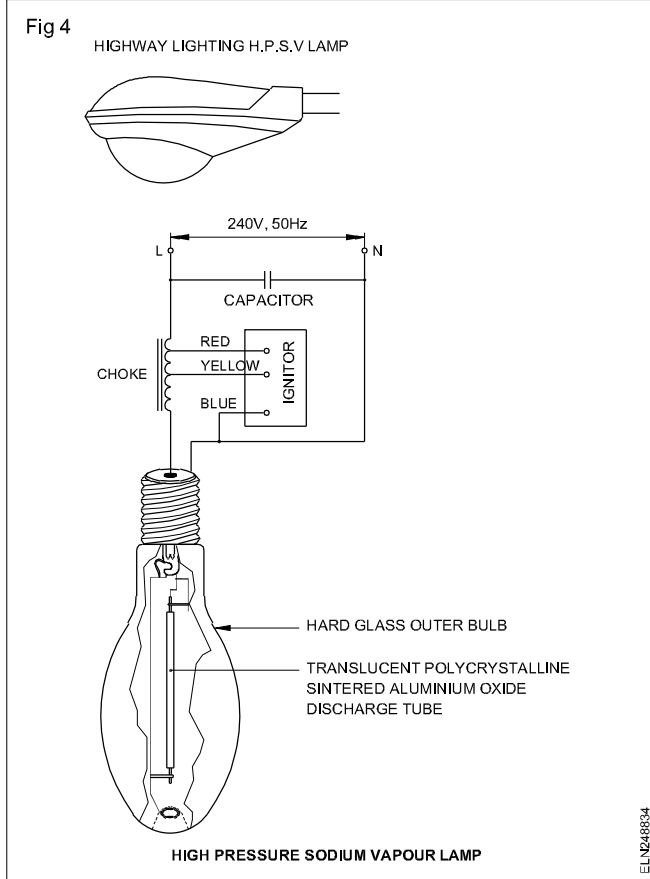


विसर्जन नली वायुमण्डलीय दाब से आधे दाब पर परिचालित होती है और यह कठोर कांच के दीर्घवृत्ताकार आकार के निर्वात आवरण में बन्द रहती है। इस आवरण में ट्यूब का तापमान स्थिर बना रहता है। (Fig 3) लैम्प उत्तम सुनहरी प्रकाश देता है जिससे रंग सुगमता से पहचाने जा सकते हैं। इस विसर्जन नली में निम्न दाब पर विसर्जन शुरू करने के लिए आर्गन के

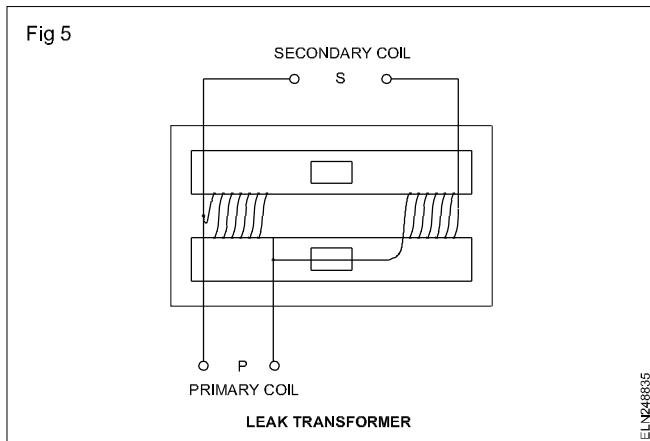


साथ जेनान को मिला कर भरा जाता है, जिसके साथ सोडियम और पारा भी भरा रहता है।

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।



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।



एक 3 क्रोड भुजा वाले केन्द्रीय क्रोड पर प्राथमिक व द्वितीयक कुण्डलन रख कर श्रेणी में जोड़ी 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, जिसमें परिणामस्वरूप चुम्बकीय क्षेत्र योक की भुजाओं में से संचालित होता है और यह युक्ति 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 इलेक्ट्रोडों 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 ट्यूब 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 विकिरित 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 बढ़ने लगती है परन्तु उच्च क्षरण (high leakage) ट्रांसफार्मर वोल्टेज को ड्रॉप करके धारा को सुरक्षित मान तक नियन्त्रित कर देता है।

लैम्प कम वोल्टेज पर कार्य करता है और कार्यकारी तापमान लगभग 300°C 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 हैं। लैम्प की टोपी लैम्प से सदैव ऊँची रहनी चाहिए ताकि इलेक्ट्रोडों 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))

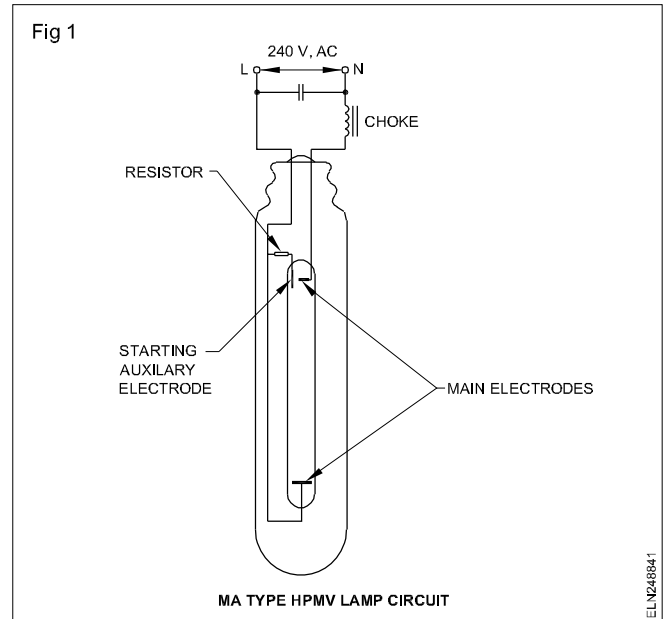
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- 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 ट्यूब में होता है जो अन्य निर्वात ट्यूब में बन्द रहती है। (Fig 1) आन्तरिक ट्यूब काँच या क्वार्टज की बनी होती है जिसमें पारे के साथ थोड़ी मात्रा में आर्गन गैस भरी होती है, यह विसर्जन को प्रारम्भ करने में सहायता करती है। इलेक्ट्रोडों के ऊपर इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित करने वाला पदार्थ लिपटा रहता है जो इलेक्ट्रॉन का सरलता से उत्सर्जित करने में मदद करता है।



HPMV लैम्पों की कार्य-प्रणाली (Working of HPMV lamps)

लैम्प उच्च दाब पर प्रचालित होते हैं। विसर्जन शुरू करने के लिए मुख्य इलेक्ट्रोड के पास एक सहायक इलेक्ट्रोड एक उच्च प्रतिरोध को श्रेणी में जोड़कर लैम्प टर्मिनल से जुड़ा होता है। यह उच्च प्रतिरोध धारा को सीमित करता है।

जब स्विच ऑन किया जाता है तो सामान्य मुख्य वोल्टेज, मुख्य इलेक्ट्रोड और सहायक इलेक्ट्रोड के बीच विसर्जन शुरू हो जाता है।

प्रारम्भ में, विसर्जन धारा उच्च प्रतिरोध के माध्यम से प्रवाहित होती है जिसके कारण एक मुख्य इलेक्ट्रोड व प्रारम्भिक इलेक्ट्रोड के बीच आर्गन गैस के माध्यम से विभवान्तर पैदा हो जाता है। अब विसर्जन शीघ्रता से मुख्य इलेक्ट्रोडों के बीच फैलने लगता है और आर्गन विसर्जन ट्यूब को गर्म कर देता है और पारे का वाष्पित कर देता है। अब ट्यूब के अन्दर का दाब बढ़ने लगता है।

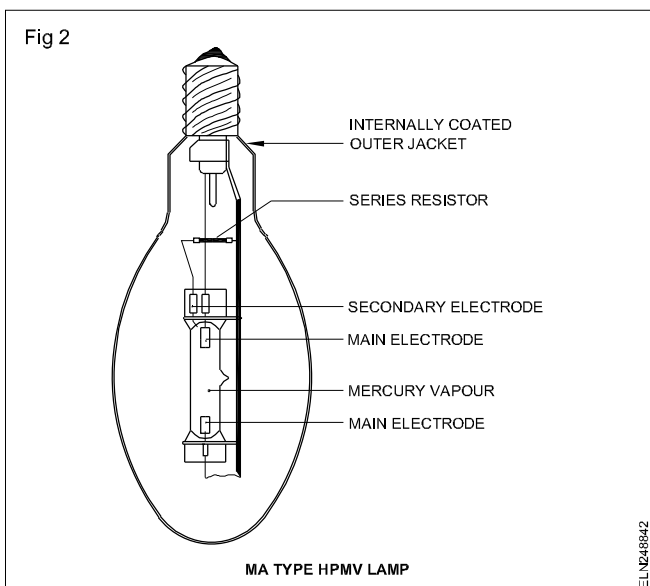
अब मरकरी वाष्प का पर्याप्त आयनीकरण हो जाता है और दोनों मुख्य इलेक्ट्रोडों के बीच विसर्जन शुरू हो जाता है अर्थात् लैम्प प्रकाश देने लगता है।

HPMV लैम्पों के प्रकार (Types of HPMV lamps)

उच्च दाब मरकरी वाष्प लैम्प तीन प्रकार के होते हैं :

- MA type (सहायक इलेक्ट्रोड सहित MV लैम्प)
- MAT type (टंगस्टन फिलामेंट सहित MV लैम्प)
- MB type. (सहायक इलेक्ट्रोड और बायोनेट कैप सहित MV लैम्प)

MA प्रकार के HPMV लैम्प (MA type HPMV lamp): इसकी आन्तरिक विसर्जन ट्यूब कठोर बोरो सिलिकेट (Borosilicate) शीशे की बनी होती है। ट्यूब में मुख्य और सहायक इलेक्ट्रोड होते हैं जो ऑक्साइड लेपित टंगस्टन से बने इलेक्ट्रोड होते हैं। यह लगभग 1.5 वायु मण्डलीय दाब पर सील किये हुए होते हैं। लैम्प की कैप स्कू प्रकार की होती है और चोक के द्वारा मुख्य लाइन से जुड़ी होती है। (Fig 2) पूर्ण रूप से प्रकाशित होने में यह लैम्प लगभग 5 मिनट लेता है।



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 नहीं 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 ट्यूब क्षतिग्रस्त हो जायेगी।

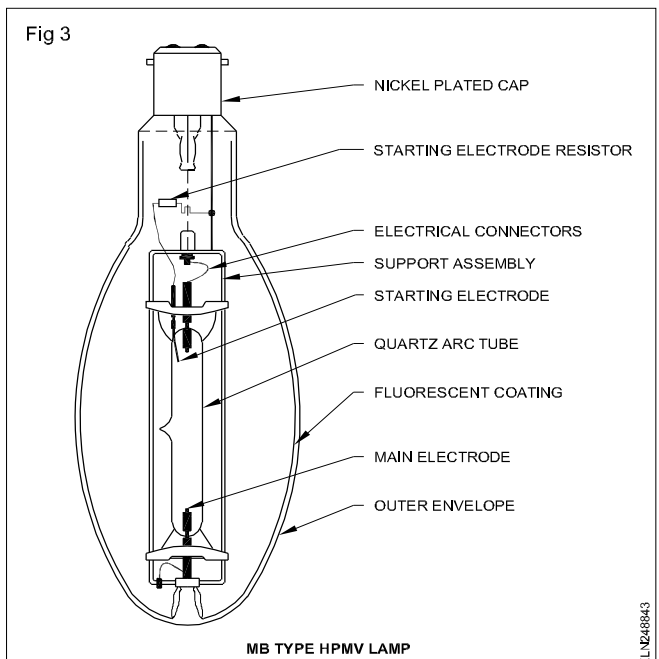
400 वाट के लैम्प की दक्षता 45 lm/वाट तक होती है।

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 फिलामेंट होता है। इसमें टंगस्टन फिलामेंट, एक सामान्य लैम्प में जैसा होता है, वैसा ही होता है, यह फिलामेंट विसर्जन ट्यूब के श्रेणी में होता है। यह ब्लास्ट का कार्य करता है। इस लैम्प का अलग से चोक की आवश्यकता नहीं होती है न ही संधारित्र की आवश्यकता होती है।

जब इस लैम्प का स्विच ऑन करते हैं तो यह साधारण उद्दीप्त लैम्प की तरह प्रकाश देने लगता है और साथ ही विसर्जन ट्यूब को गर्म करता है। जब एक निश्चित ताप आ जाता है तो तापीय स्विच खुल जाता है और फिलामेंट का कुछ भाग परिपथ से अलग हो जाता है इससे विसर्जन ट्यूब के पार्श्व में अधिक वोल्टेज प्राप्त होती है।

इस लैम्प में उद्दीप्त लैम्प का लाल पीला प्रकाश मिश्रित होता है जो कि फिलामेंट व विसर्जन ट्यूब 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 इलेक्ट्रोड दो मुख्य व एक सहायक, इलेक्ट्रोड होते हैं। विसर्जन ट्यूब लगभग 5 cm लम्बी होती है। इस लैम्प की टोपी में 3-पिन होती है जो कि बायोनेट 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)



विसर्जन नली का कार्य MA प्रकार लैम्प की तरह ही होता है। चूंकि स्फटिक ट्यूब 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

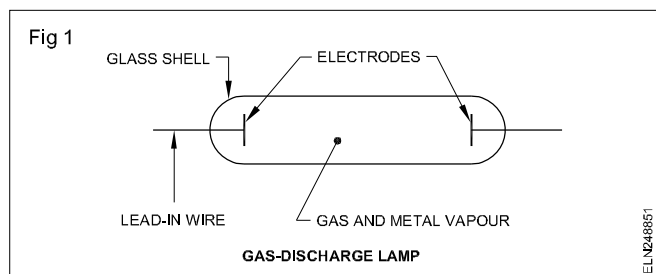
क्र.सं.	सोडियम वाष्प लैम्प	मरकरी वाष्प लैम्प
1	इसके साथ एक उच्च क्षरण प्रतिघात ट्रांसफार्मर होता है	इसके साथ एक चोक (Ballast) होती है।
2	प्रकाश दक्षता उच्च: 160 lm/w.	प्रकाश दक्षता कम: 50 lm/w.
3	सोडियम वाष्प लैम्प की प्रज्वलन वोल्टेज 400 से 600V तक परिवर्तित होती है।	मरकरी वाष्प लैम्प की प्रज्वलन वोल्टेज 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 इलेक्ट्रोड होते हैं।	इसमें दो मुख्य इलेक्ट्रोड और एक सहायक इलेक्ट्रोड होता है।

फ्लोरोसेन्ट लैम्प (Fluorescent lamp)

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

- डिस्चार्ज लैम्प को सिद्धान्त बताना
- एकल ट्यूब फ्लोरोसेन्ट 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 सिद्धान्त (Principle of a discharge lamp): एक गैस विसर्जन लैम्प के मौलिक सिद्धान्त को Fig 1 में वर्णन किया गया है। विशेषकर वायुमण्डलीय और उच्च दाब पर गैसों प्रायः अल्प चालक होती हैं, परन्तु एक सील्ड आवरण में दो इलेक्ट्रोडों को निम्न दाब पर गैस भर कर जब उपयुक्त वोल्टेज (जिसे प्रज्वलन वोल्टेज कहते हैं) प्रदान करते हैं, तो एक इलेक्ट्रोड से दूसरे इलेक्ट्रोड के बीच गैस के माध्यम से धारा प्रवाहित होने लगती है।



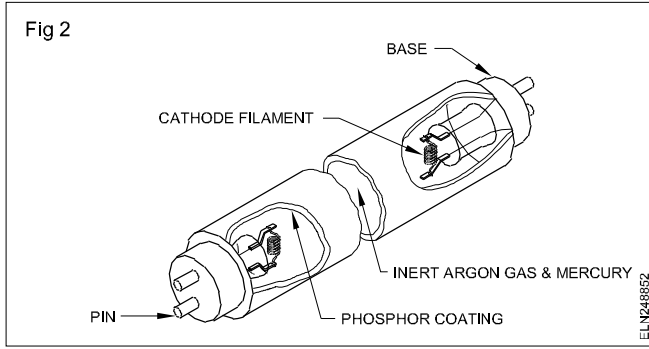
एक कांच के आवरण में दो इलेक्ट्रोड जो कुछ दूरी पर रख कर इन्हें लीड तारों द्वारा वोल्टता स्रोत से जोड़ा जाता है। आवरण के अन्दर वाले स्थान में कम दाब पर वाष्प भरे जाते हैं। जब इलेक्ट्रोडों को प्रदान की गई वोल्टेज में एक सीमा तक वृद्धि की जाती है, तो अन्दर भरी गैस आयनित हो जाती है और धारा को संचालित करना शुरू कर देती है। जब एक बार आयनीकरण हो जाता है और धारा एक इलेक्ट्रोड से दूसरे इलेक्ट्रोड 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।

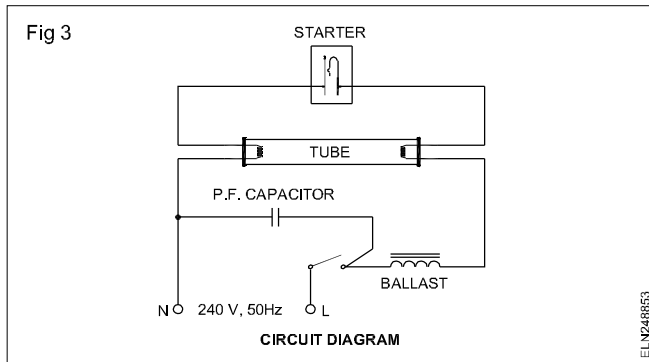
निम्न दाब गैस में धारा का प्रवाह विसर्जन कहलाता है। इस कारण गैस/वाष्प विकिरण का उत्सर्जन परबैंगनी क्षेत्र में होता है। पराबैंगनी UV विकिरण मनुष्य की आँखें ग्रहण नहीं कर पाती है। जब पराबैंगनी किरणें UV फास्टर पर पड़ती हैं तो कुछ फास्फर में गुण होता है कि दृश्य वर्णक्रम में (in the visible spectrum) यह प्रकाश को उत्सर्जित करने लगता है।

फ्लोरोसेन्ट नली की संरचना (Construction of fluorescent tubes): प्रतिदीप्ति प्रकाश बल्ब मौलिक रूप में एक कांच की ट्यूब 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 हैं को धारा प्रदान करती है। ट्यूब के अन्दर बहुत कम मात्रा में मरकरी की बूंद और निष्क्रिय (inert) गैस भरी रहती है।

ट्यूब की आन्तरिक सतह प्रतिदीप्ति पाउडर या फास्टर से लेपित होती है। जब फास्टर पर पराबैंगनी किरणें पड़ती हैं तो यह उत्सर्जित करने लगता है। कैथोड या इलेक्ट्रोड टंगस्टन द्वारा कुण्डलित फिलामेंट होते हैं जिन पर बेरियम और स्ट्रॉन्शियम ऑक्साइड का मिश्रण का लेप लगा होता है।

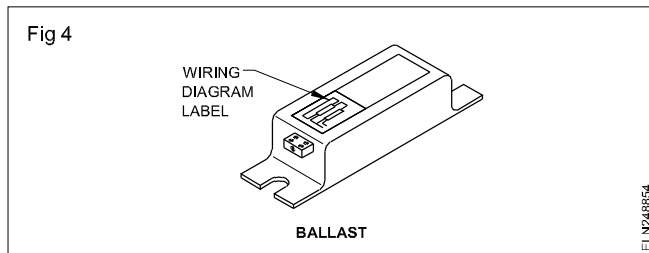


परिपथ आरेख (Circuit diagram): ट्युब के किसी भी सिरे के साथ स्टार्टर, ब्लास्ट और ट्युब इलेक्ट्रोडों को संयोजित करने की विधि Fig 3 में दिखाई गई है।



प्रतिदीप्ति लाइट सर्किट के विभिन्न भागों का कार्य

बलास्ट (चोक) (Ballast) (Choke): मूल रूप से ब्लास्ट लेमिनेटिड लोह क्रोड पर बहुत अधिक टर्नो से कुण्डलित एक कुण्डली होती है। (Fig 4) प्रतिदीप्ति ट्युब को संचालित करने के लिए यह वोल्टेज को बढ़ाती 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।



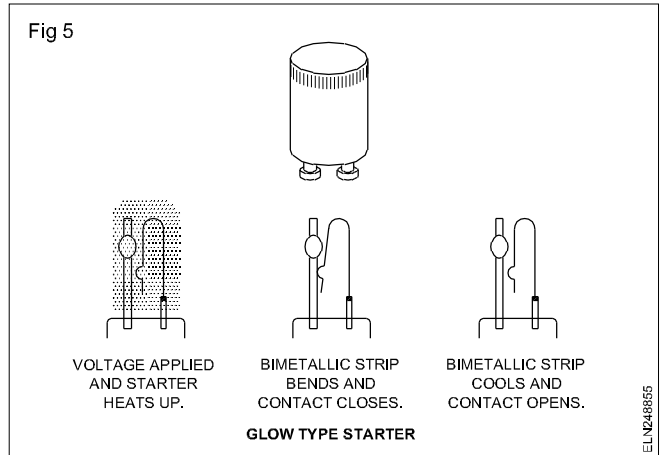
स्टार्टर (Starters): फ्लोरोसेन्ट ट्युब परिपथ में एक स्टार्टर दो कार्य सम्पन्न कराता है।

- यह सबसे पहले इलेक्ट्रोडों 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 हैं।

- 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 मोड़ देती है और सर्किट क्लोज हो जाता है।

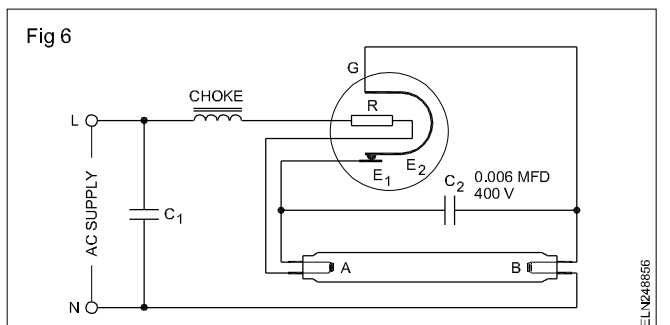


पूर्व तप्त हुए इलेक्ट्रोडों में से धारा प्रवाहित होना शुरू कर देती है। उसी समय दीप्ति (glow) विसर्जन रूक जाता है, जिसके परिणामस्वरूप द्वि धातु पत्ती ठण्डी होने लगती है। सम्पर्क पुनः खुल जाते हैं और चोक कुण्डली में उत्पन्न वोल्टेज उच्च प्रज्वलन वोल्टेज (ignition voltage) प्रदान करती है।

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 इलेक्ट्रोड E₁ और E₂ प्रायः (normally) बन्द (closed) अवस्था में रहते हैं। जब परिपथ को सामान्य प्रदाय के साथ स्विच ऑन किया जाता है, लैम्प फिलामेंट इलेक्ट्रोड A और B तापीय स्विच के माध्यम से एक साथ संयोजित हो जाते हैं और इनमें से उच्च धारा प्रवाहित होने लगती है।

इसके फलस्वरूप ये प्रकाश देने की स्थिति तक गर्म हो जाते हैं। इसी समय प्रतिरोध R में उत्पन्न ऊष्मा द्विधातु पत्ती E₂ को मोड़ 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 E₁ और E₂ को इस अन्तराल में खुला रखती है जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है।



एक 0.006 MFD का संधारित्र (C_2) स्टार्टर सम्पर्क (द्विधातु) के इलेक्ट्रोडों के पार्श्व में जोड़ा 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 सम्पर्कों के खुलने व बन्द होने से उत्पन्न होते हैं।

फ्लोरसेन्ट लैम्प ट्यूब (Fluorescent tube): जब Fig 3 में दिये परिपथ को ऊर्जित (energised) किया जाता है, तो श्रेणी प्रतिघात, दो फिलामेन्ट और ग्लो-ट्यूब में से न्यून धारा प्रवाहित होती है। परिपथ को ऊर्जित करने के क्षणों में, ग्लो ट्यूब के उच्च प्रतिरोध के कारण धारा बहुत कम मात्रा में प्रवाहित होती है।

क्योंकि दीप्ति-ट्यूब (glow-tube) के उच्च प्रतिरोध के कारण, धारा बहुत कम होती है, इसलिए श्रेणी प्रतिघात (series reactor) के पार्श्व में बहुत कम वोल्टेज ड्राप होती है। इसलिए, यहाँ ग्लो-ट्यूब 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 हैं।

दोनों 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-ट्यूब के सम्पर्क बन्द रहते हैं, प्रतिदीप्ति ट्यूब इलेक्ट्रोड का तापमान तीव्रता से बढ़ता है।

इस प्रकार जब ग्लो ट्यूब में सम्पर्क क्लोज रहते हैं, ग्लो विसर्जन रूक जाता है, द्विधातु पत्ती U-स्ट्रिप ठण्डी हो जाती है और सम्पर्क खुल जाते हैं। जिस क्षण सम्पर्क खुलते हैं, तो श्रेणी प्रतिघात कुण्डली में झटके के साथ प्रेरणिक वोल्टेज उत्पन्न होती है, जो प्रतिदीप्ति ट्यूब के मुख्य इलेक्ट्रोडों के बीच धारा का संचालन शुरू कर देती है।

फिलामेन्ट इलेक्ट्रोडों के बीच इलेक्ट्रॉनों की धारा प्रवाहित होने लगती है। ये स्वतन्त्र इलेक्ट्रॉन आर्गन और मरकरी वाष्प के इलेक्ट्रॉनों के साथ ट्यूब में टकराते हैं। दोनों गैस पराबैंगनी प्रकाश विकिरित करती हैं। ये परबैंगनी किरणों ट्यूब की दीवार पर लेपित फास्टर पर विस्फोट करती हैं। फास्टर का लेप दृश्य प्रकाश उत्सर्जित करता है।

फ्लोरसेन्ट लैम्प लगातार परिचालित होता है जब तक कि इसका परिपथ 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 ट्यूब उचित प्रकाश तीव्रता के साथ प्रदीप्त रहती है।

पावर गुणक सुधारक संधारित्र (Power factor correction capacitor): फ्लोरसेन्ट ट्यूब के श्रेणी में जुड़े प्रतिघात या वोल्टेज ब्लास्ट के कारण फ्लोरसेन्ट 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 हैं; 1 फुट (30 cm), 2 फुट (60 cm), 4 फुट (120 cm) और 5 feet (150 cm) क्रमशः हैं जो 240 वोल्ट पर परिचालित हैं।

फ्लोरसेन्ट लैम्पों की इन्कोसेन्ट लैम्पों से तुलना (Comparison of a fluorescent lamp with incandescent lamps): फ्लोरसेन्ट लैम्पों या ट्यूब के मानक उद्दीप्त लैम्पों पर कई लाभ हैं। इनका मुख्य लाभ यह है कि ये बहुत कम मूल्य पर प्रकाश उत्पन्न कर सकते हैं। 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 हैं। इनका चौंध स्तर कम होता है।

उच्च प्रकाश दक्षता के कारण फ्लोरसेन्ट ट्यूब, उद्दीप्त लैम्प की अपेक्षा कम ऊष्मा उत्पन्न करती है। यदि आप फ्लोरसेन्ट लैम्प को 'ऑन' करने के बाद स्पर्श करते हैं तो कई बार आप महसूस करेंगे कि छूने से यह ठण्डी लगती है। कई बार चलते हुए उद्दीप्त लैम्प को उतारते समय यदि बल्ब बड़ा 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 हैं। 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 मूल्य अधिक होता है। यह अतिरिक्त इसलिए अधिक है फ्लोरसेन्ट लैम्प परिपथ को चलाने के लिए सहायक हार्डवेयर की आवश्यकता होती है। 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 परिस्थितियों पर निर्भर करता है। 4000 घण्टे के परिचालन के पश्चात आउटपुट प्रकाश 15 से 20% कम हो जाता है और इसीलिए मितव्ययता के अनुरूप प्रतिदीप्ति लैम्प को 4000 - 5000 घण्टे तक जलने के बाद बदलना अच्छा होता है।

फ्लोरसेन्ट प्रकाश - दोष निवारण चार्ट

समस्या	सम्भावित कारण	हल
ट्युब स्टार्ट नहीं 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 होल्डर 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 नहीं है फिक्चर उचित प्रकार से अर्थ नहीं 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 पिनो 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 विशेष 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):

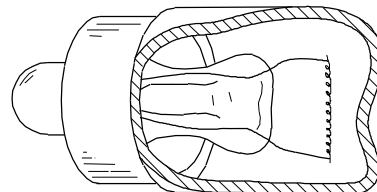
फ्लोरसेन्ट लैम्पों के तत्क्षण स्टार्ट या शीघ्र स्टार्ट करने की विधि में एक ऑटो ट्रांसफार्मर ट्युब के पार्श्व में जुड़ा होता है। जब इलेक्ट्रोड गर्म हो जाते हैं (प्रायः एक सैकिण्ड के कुछ भागों में) तो ट्युब कार्य करने लगती है।

निर्माण और कार्य (Construction and working)

जो प्रतिघाती लैम्प तत्क्षण स्टार्ट के लिए डिजाइन किये जाते हैं, उनके प्रत्येक सिरे पर केवल एक टर्मिनल होता है। इसका कैथोड, फिलामेन्ट प्रकार को होता है और तप्त कैथोड (hot-cathode) के रूप में कार्य करता है। दो इलेक्ट्रोडों 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 नहीं होती।

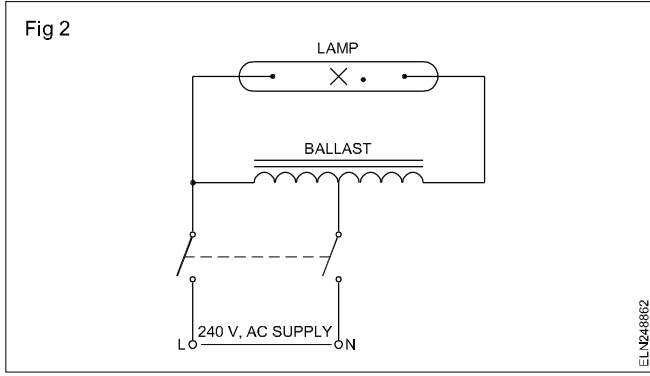
तत्क्षण स्टार्ट फ्लोरसेन्ट लैम्पों में उपयोग होने वाली एक टर्मिनल पिन और फिलामेन्ट प्रकार के कैथोड की संरचना Fig 1 में दिखाई गई है।

Fig 1



इस प्रकार की रचना में इलेक्ट्रोड हानियां कम होती हैं। 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 थोड़ा कम होता है।

Fig 2 में तात्क्षणिक स्टार्ट फ्लोरोसेन्ट लैम्प में उपयोग होने वाला संयोजन आरेख दिखाया गया है।



बालस्ट का प्रयोजन (Purpose of ballast)

डिजाइन किये गये परिपथ के साथ उपयोग होने वाली ब्लास्ट:

- 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 जोड़े जाते थे। आधुनिक परिपथ में दो लैम्प श्रेणी में होते हैं, (Fig 3) और ब्लास्ट को इस प्रकार डिजाइन किया जाता है कि यह लैम्पों 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।

त्वरित स्टार्ट फ्लोरोसेन्ट लैम्प (Rapid start fluorescent lamp)

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

- एक त्वरित स्टार्ट फ्लोरोसेन्ट लैम्प की कार्य प्रणाली का वर्णन करना
- एक त्वरित स्टार्ट फ्लोरोसेन्ट लैम्प और इसके परिपथ में ब्लास्ट के साथ परिपथ संयोजन का वर्णन करना
- एक त्वरित स्टार्ट परिपथ के लाभों का वर्णन करना।

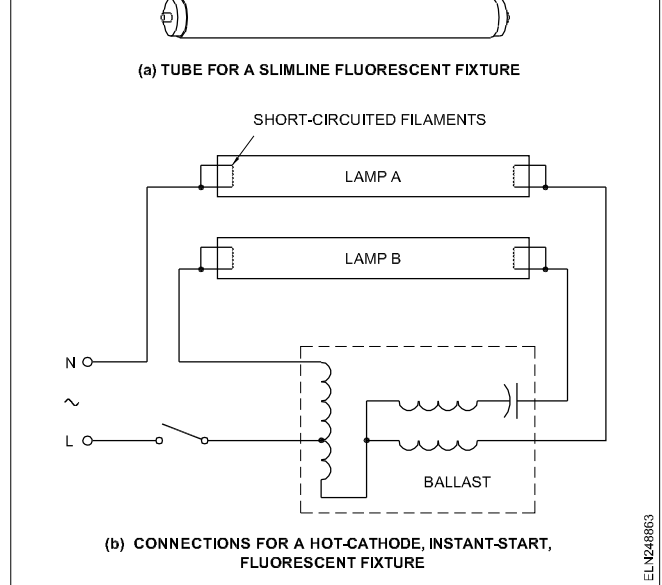
त्वरित स्टार्ट फ्लोरोसेन्ट लैम्प (Rapid start fluorescent lamp)

आधुनिक प्रतिष्ठानों में त्वरित स्टार्ट लैम्प व्यापक रूप में उपयोग होते हैं। परिपथ को ऊर्जित (energised) करने के बाद कैथोड लगातार गर्म किये जाते हैं और लैम्प शीघ्रता से प्रदीप्त हो जाते हैं।

Fig 1 में 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, ट्यूब की टोपियों के बीच व्यवस्थित की जाती है, जो कि अर्थ कर दी जाती है।

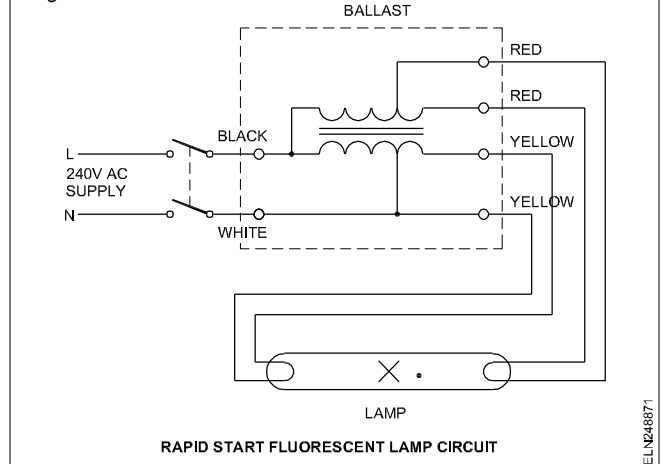
Fig 3



तात्क्षणिक परिपथ के उपयोग से निम्नलिखित लाभ हैं।

- दोनों लैम्प यूनिट का परिणामी शक्ति गुणक 95 प्रतिशत या इससे अधिक होता है।
- दो लैम्पों 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।

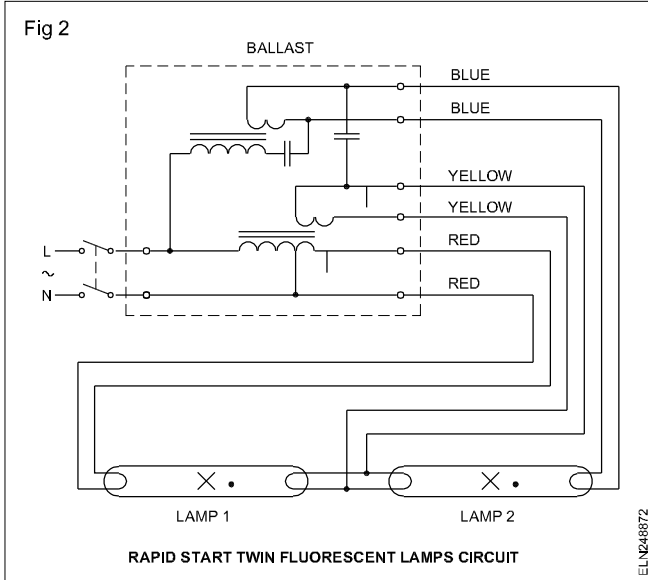
Fig 1



जब एक त्वरित स्टार्ट फिक्चर (fixture) को संयोजित किया जाता है तो उचित ध्रुवता को होना महत्वपूर्ण होता है। स्पलाई से आई अभुसम्पर्कित (गर्म/फेज) से ब्लास्ट का काला तार जोड़ना चाहिए।

चूँकि कैथोड पहले ही गर्म हुए होते हैं, 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 हैं। 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



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 हैं।
- 2 कुछ विशेष प्रकार के त्वरित प्रारम्भ लैम्प पूर्व तप्त प्रणाली में अच्छी प्रकार से कार्य करते हैं।
- 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 पृथक् रूप से स्टार्टर व स्टार्टर होल्डर की आवश्यकता नहीं होती है, जैसा कि पूर्व तप्त प्रणाली में आवश्यकता होती है।

फ्लोरोसेन्ट लैम्प - जोड़ा ट्यूब (Fluorescent lamp - Twin-tube)

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

- जोड़ा-ट्यूब के संयोजन की आवश्यकता बताना
- यह बताना कि स्ट्रोबोस्कोपिक प्रभाव से कैसे बचा जा सकता है
- जोड़ा-ट्यूब संयोजनों के प्रकार बताना।

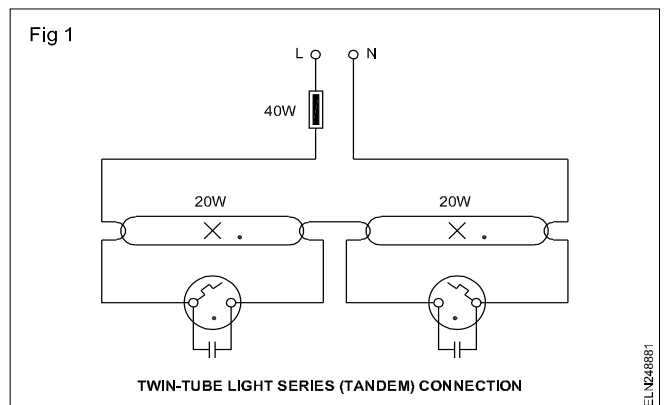
जोड़ा-ट्यूब संयोजनों की आवश्यकता (Necessity of twin-tube connections): यदि उपयुक्त वाट क्षमता की चोक (ballast) उपलब्ध न हो, तब चोक की वाट क्षमता से आधी वाटेज क्षमता वाली दो ट्यूब श्रेणी में जोड़ कर, बड़ी चोक के साथ संयोजित कर सकते हैं जिससे दो ट्यूब सही प्रकार से अपना कार्य प्रदर्शित कर सकें।

उदाहरण: यदि एक 40 वाट चोक और दो 20 वाट की ट्यूब उपलब्ध हों, तब ट्यूबों का यह जोड़ा श्रेणी में जोड़ा जा सकता है जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

उदीप्त लैम्प जो ऊष्मा उत्पन्न करके प्रकाश उत्सर्जित करते हैं, फ्लोरोसेन्ट 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, ट्यूब के जोड़े को लैंग-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 सेकिण्ड के 100वें भाग में (मानक आवृत्ति 50Hz सप्लाय लेने पर ऑफ हो जाना चाहिए। टंगस्टन लैम्पों में फिलामेंट के गर्म होने के फलस्वरूप यह शून्य काल पार हो जाता है, जिसके कारण लैम्प को बुझना व झिलमिलाना से रोक लगती है।



विसर्जित लाइट, ऊष्मन फिलामेंट के सिद्धांत पर परिचालित नहीं होती है और इनमें झिलमिलाहट भी सामान्य परिस्थितियों में नहीं होती लेकिन जहाँ चल मशीनें होती हैं वहाँ पर इस प्रकार का खतरा का संकेत मिलता है जिसे स्ट्रोबोस्कोपिक प्रभाव कहते हैं। 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 थोड़ा 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 विधियाँ (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 जुड़े होने चाहिए। जहाँ केवल एक फेज प्रदाय उपलब्ध हो वहाँ पर लैम्पों को जोड़े में परिचालित करना चाहिए।

दो ट्युब संयोजनों के प्रकार (Types of twin-tube connections)

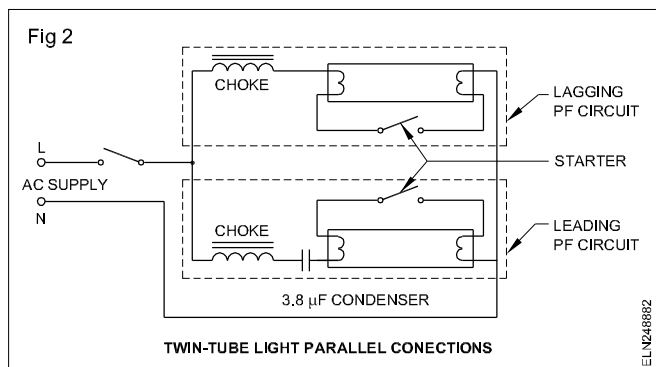
ये मुख्य रूप से दो प्रकार के हैं।

- 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 वाट के लैम्प जोड़े जा सकते हैं और दो 40 वाट की लैम्प एक 80 वाट की चोक के साथ जोड़े जा सकते हैं। प्रत्येक लैम्प का अपना एक अलग स्टार्टर होना चाहिए। जो फ्लोरसेन्ट लैम्प इस प्रकार से जोड़े जाते हैं वे TANDEM में जुड़े होते हैं। (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।



सामान्य P.F. संधारित्र को छोड़ सकते हैं 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 हैं 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। 2 ट्युब की अधिकतम लम्बाई - 1 मीटर 3 ट्युब का व्यास 10 mm से 20 mm होता है। 4 ट्युब उच्च वोल्टेज ट्रांसफार्मर से मेल खानी चाहिए। 5 हम इसे किसी भी डिजाइन या आकार में बना सकते हैं। 6 इलैक्ट्रोड बेलनाकार आकार के होते हैं और निकिल, लोह या ताँबे से बने होते हैं।	- दोनों सिरों पर फिलामेंट फिट रहते हैं। - ट्युब की अधिकतम लम्बाई - 1.5 मीटर (5 फिट) - ट्युब का व्यास 20 mm से 40 mm होता है। - यह मध्यम वोल्टेज जैसे 250 V पर परिचालित हो सकती है। - ये केवल सीधी या वृत्ताकार होती है। - इलैक्ट्रोड सर्पाकार रूप में होते हैं और इलैक्ट्रोड उत्सर्जन करनेवाले पदार्थ से लिपटे हुए टंगस्टन से बने होते हैं।

विन्दु	नियॉन संकेत लैम्प	फ्लोरोसेन्ट लैम्प
रंग	1 विभिन्न प्रकार की गैसों व रसायनों का उपयोग से आवश्यक रंग प्राप्त किये जा सकते हैं। 2 केवल नियॉन या हीलियम और कुछ मात्रा में आर्गन जैसी गैस उपयोग होती है।	ट्यूब की दीवार पर रसायन की परत लगाकर रंग प्राप्त किया जा सकता है। ट्यूब में थोड़ी मात्रा में पारा होता है।
अनुप्रयोग	1 ये ट्यूबें विज्ञापन कार्यों में नियॉन संकेत या अक्षरों के रूप में उपयोग होती हैं। 2 ये ट्यूबें आवश्यकताओं के अनुसार तैयार उपलब्ध नहीं होता है।	ये ट्यूबें घरेलू/औद्योगिक प्रकाश के लिए उपयोग होती हैं। ये तैयार उपलब्ध होती हैं।

हैलोजन लैम्प (Halogen lamp)

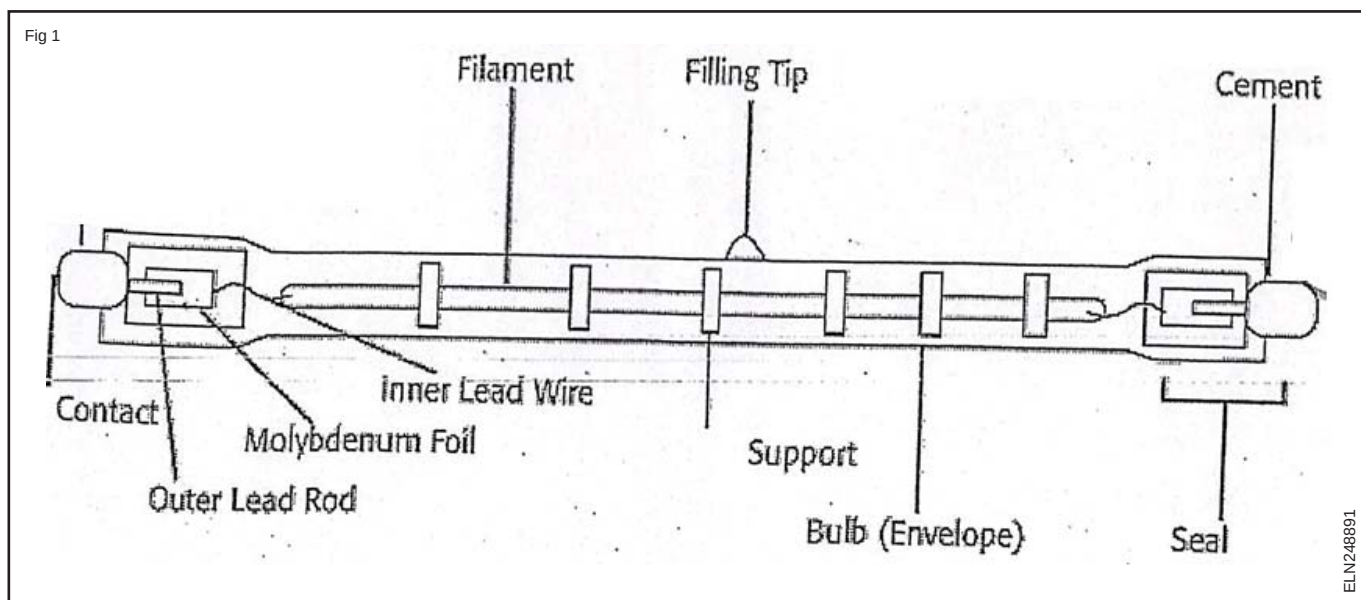
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- हैलोजन लैम्प की संरचना का वर्णन करना
- हैलोजन लैम्प के सिद्धांत का वर्णन करना।

संरचना (Construction)

हैलोजन लैम्प उत्तम प्रकार से विकसित और बहु-उद्देश्यीय उद्दीप्त लैम्प होते हैं। यद्यपि ये लैम्प उद्दीप्त (incandescent) लैम्प परिवार से सम्बन्ध रखते हैं, ये दुधीया सफेद प्रकाश, लम्बी आयु, उच्च दक्षता और स्थिर ल्यूमेन अनुरक्षण के लिए डिजाइन किये जाते हैं। इनके छोटे आकार के कारण, हैलोजन लैम्प बहुत छोटे आकार व स्टाईलिश (stylish) प्रकार के डिजाइन किये गये फिक्सर में उपयोग हो सकते हैं। हैलोजन लैम्प

टंगस्टन हैलोजन पुर्नजनक (regenerative) के सिद्धांत पर परिचालित होते हैं जो कि फिलामेन्ट के वाष्पीकरण और बल्ब के काला पड़ने को रोकता है। इसके परिणामस्वरूप, प्रारम्भिक ल्यूमेन और रंगों का तापमान लैम्प की आयुपूर्व स्थिर बने रहते हैं। ब्रोमाइन के उपयोग से, जो कि एक पारदर्शक गैसा होती है इसकी दक्षता 28 -33 ल्यूमेन/वाट तक बढ़ जाती है जो कि आयोडीन की तुलना में अधिक है। क्योंकि गैस भरी होने से प्रकाश का अवशोषण (absorption) कम हो जाता है। (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 हैं। 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 हैं।

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 हैं।

4 उच्च तापमान पर टंगस्टन हैलाइड फिलामेंट के चारों तरफ विच्छेदित होकर, हैलोजन गैस मुक्त करते हैं, पुनः ये कण आपस में मिलने को तैयार रहते हैं और फिलामेंट 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 पुर्नजनन 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 हैं।

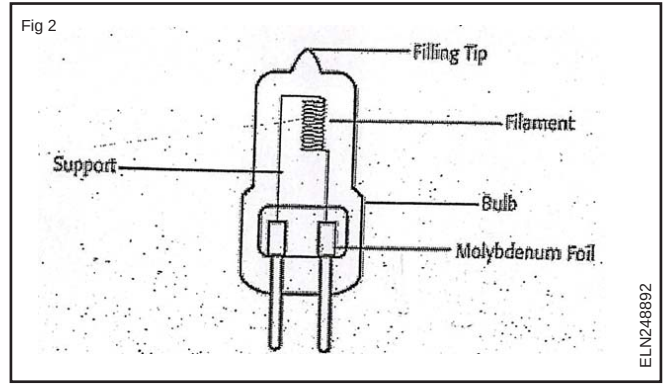
टंगस्टन हैलोजन लैम्प (Tungsten Halogen Lamp)

फ्लोरिन, क्लोरिन, ब्रोमिन और आयोडीन जैसी गैसों के तत्वों के समूह को हैलोजन नाम दिया गया है। उद्दीप्त लैम्प से फिलामेंट का जीवन काल टंगस्टन के वाष्पीकरण से प्रभावित होता है।

इसे रोकने के लिए हैलोजन गैस की थोड़ी सी मात्रा (जिसे आयोडीन कहते हैं) के साथ आर्गन गैस लैम्प में भरी जाती है। वाष्पीकृत टंगस्टन के आयोडीन बहुत स्वतन्त्र होते हैं और फिलामेंट की दिशा में आते हैं और टंगस्टन और हैलोजन अलग हो जाते हैं।

टंगस्टन इस प्रकार मुक्त होती है कि यह पुनः फिलामेंट पर एकत्रित होकर इसे मजबूत बना देती है। इसे हैलोजन के जुड़ने के परिणामस्वरूप पुर्नजनन चक्र बनता है और टंगस्टन का वाष्पीकरण रुक जाता है। इससे टंगस्टन फिलामेंट अधिक तापमान तक गर्म किया जा सकता है जिससे इसकी दक्षता भी बढ़ती है। (Fig 2).

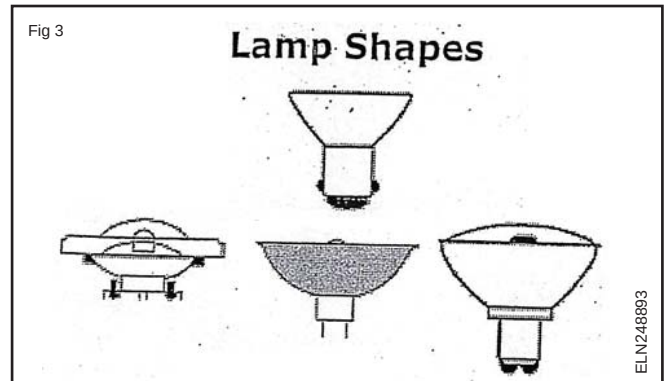
इस पुर्नजनन चक्र को बनाये रखने के लिए यह आवश्यक हो जाता है कि लैम्प की दीवार का तापमान 2500°C से उच्च बना रहे। इसलिए लैम्प का



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 बेहतरीन होता है। ये 500W से 5kW तक के साइज में उपलब्ध हैं। 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 शोड के विभिन्न प्रकार देख सकते हैं।



कॉम्पैक्ट फ्लोरोसेन्ट 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 फ्लोरोसेन्ट लैम्प (CFL), कॉम्पैक्ट फ्लोरोसेन्ट लैम्प के नाम से भी जाना जाता है, और कॉम्पैक्ट फ्लोरोसेन्ट ट्यूब, एक ऐसा फ्लोरोसेन्ट लैम्प अभिकल्प किया गया जिसने उद्दीप्त लैम्प को बदल दिया है, ये कुछ इस प्रकार के हैं जो उद्दीप्त लैम्प के सामान्य फिक्चरों में फिट हो जाते हैं। लैम्प में एक ट्यूब का उपयोग किया गया है जो कि वक्राकार रूप में मुड़ कर एक उद्दीप्त लैम्प के जितने स्थान में फिट हो जाती है, और एक सुदृढ़ छोटी इलेक्ट्रॉनिक ब्लास्ट लैम्प के आधार में स्थित होती है। (Fig 1)



एक CFL का क्रय मूल्य उदीप्त 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 फ्लोरोसेन्ट लाइटिंग के समान ही होता है अर्थात् मरकरी के परमाणु के साथ जो इलैक्ट्रॉन बंधे होते हैं वे इस अवस्था में उत्तेजित हो जाते हैं कि वहाँ पर वे पराबैंगनी प्रकाश का विकिरण करने लगते हैं, जैसे ही वे निम्न ऊर्जा स्तर की ओर वापित आते हैं तो पराबैंगनी प्रकाश उत्सर्जित करने लगते हैं जो बल्ब की दीवारों से लेपित फ्लोरोसेन्ट पाउडर से टकरा कर दृश्य प्रकाश में बदल जाता है (इसके साथ-साथ ऊष्मा में बदल जाती है जो कि अन्य पदार्थ जैसे काँच द्वारा अवशोषित कर ली जाती है)।

CFL उदीप्त लैम्पों से भिन्न प्रकार का शक्ति वर्णक्रम का विकिरण करके वितरित 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 स्रोत हैं जो "सुहावना सफेद" प्रकाश का नाम दिया गया है। इस प्रकार की विशिष्टतायें वाली CFLs मानक उदीप्त लैम्प जैसा रंग का प्रकाश देती हैं।

CFL के प्रकार (Types of CFL)

दो प्रकार की CFLs होती हैं:

- 1 इन्टीग्रेटेड लैम्प (Integrated lamps)
- 2 नॉन-इन्टीग्रेटेड लैम्प (Non-integrated lamps)

इन्टीग्रेटेड लैम्प (Integrated lamps) : इन्टीग्रेटेड लैम्प में ट्यूब और ब्लास्ट एक साथ एक युनिट में स्थित होते हैं। इन लैम्पों को ग्राहक आसानी से उदीप्त लैम्प के स्थान पर CFLs सरलता से बदल सकते हैं। अनेक मानक उदीप्त लाइट फिक्चरों में CFLs अच्छी प्रकार कार्य करती हैं, इससे फ्लोरोसेन्ट से बदलने की लागत कम होती है। 3-मार्गी लैम्प बल्ब और मन्दक (dimable) मॉडल मानक आधार के साथ उपलब्ध हैं।

नॉन-इन्टीग्रेटेड 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। चूँकि ब्लास्ट को लाइट फिक्चर में रखा जाता है, वे बड़े होते हैं और इन्टीग्रेटेड की अपेक्षा अधिक दिनों तक चलते हैं। इन्हें 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 ट्यूब जो परम्परागत ब्लास्ट के लिए डिजाईन की जाती है और (ii) क्वॉड-पिन (quad-pin) ट्यूब जो इलैक्ट्रोनिक्स ब्लास्ट के लिए डिजाईन की जाती है और एक परम्परागत ब्लास्ट जो बाहरी स्टार्टर के साथ होती है। एक दो पिन वाली ट्यूब में साथ में ही स्टार्टर होता है, जिससे बाहरी गर्म करने वाली पिन की आवश्यकता नहीं होती परन्तु इसके कारण इलैक्ट्रोनिक्स ब्लास्ट के साथ यह लघु सुदृढ़ नहीं 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 ट्यूब (जो कि बल्ब या वर्नर कहलाता है) चुम्बकीय प्रकार की ब्लास्ट को इलैक्ट्रोनिक्स ब्लास्ट से बदलने से झिलमिलाहट धीरे से स्टार्ट होने के दोष को दूर किया गया है जो कि परम्परागत फ्लोरोसेन्ट लाइटिंग में होता था और इसके कारण छोटे लैम्प के विकास करने में मदद मिली जो सीधे ही बड़े साईज के उदीप्त (incandescent) बल्ब के साथ बदले जा सकते हैं।

CFL के प्रकाश का आउटपुट लगभग फास्फर सतह के क्षेत्रफल के समानुपाती होता है और समान वाट क्षमता के उदीप्त 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 उदीप्त लैम्प के सम्पूर्ण माप में पर्याप्त फास्फर लेपित क्षेत्रफल फिट करने के लिए CFL ट्यूब का मानक आकार एक या अधिक टर्न के साथ हैलिक्स (helix) रूप, एक से अधिक समानान्तर ट्यूब, वृत्ताकार ऑर्क, और एक बटरफ्लाई रूप प्रयोग किया जाता है। (Fig 2)



एक CFLs का विशिष्ट जीवन काल 6,000–15,000 सेवा घण्टे होता है, जबकि एक मानक उदीप्त 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 उदीप्त 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, फिलामेंट 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 बड़ी सावधानी रखनी पड़ती थी, इन कारणों से ये विद्युत प्रणाली से बाहर हो गये हैं। दृश्य इलेक्ट्रॉनिक्स के कई युक्तियों के क्षेत्र में विकास होने से, फिलामेंट 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 हैं। ये LEDs लगभग सभी वैद्युत और इलेक्ट्रॉनिक्स सर्किट व उपकरणों में अब इण्डिकेटर के रूप में उपयोग होती है।

उदीप्त लैम्पों की अपेक्षा LEDs के निम्नलिखित लाभ हैं (The advantages of LEDs over incandescent bulbs are listed below) :

- 1 LEDs में ऊष्मा उत्पन्न करने के लिए कोई फिलामेंट 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 समय तक चलता है - कई वर्षों तक
- 4 चूंकि इसमें कोई फिलामेंट नहीं 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 सिद्धान्त (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 हैं। इसलिए यह नोट करना महत्वपूर्ण है कि यद्यपि LED एक प्रकार का डायोड है, फिर भी यह AC से DC में रैक्टिफाई करने के कार्यों में उपयोग नहीं हो सकता है।

याद करें कि सामान्य उद्देश्य डायोड या रेक्टिफायर डायोड तक चालन अवस्था में आता है जब इसके इलेक्ट्रॉनों को ऊर्जा दी जाती है ($\text{Si}=0.7\text{V}$,

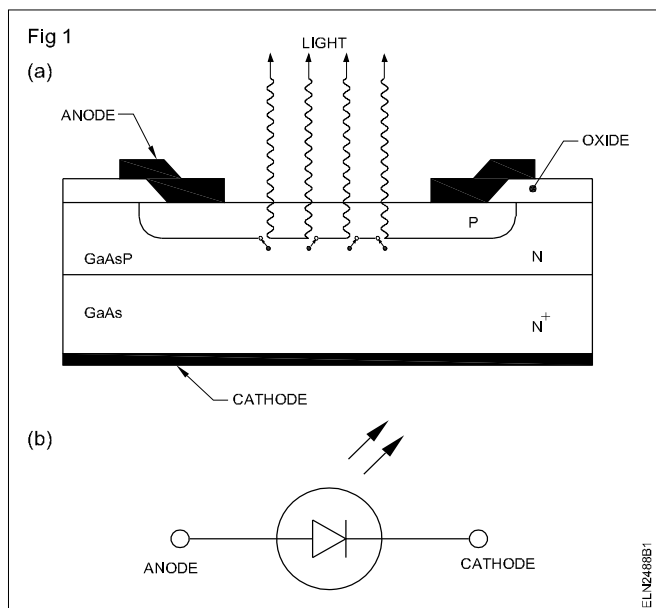
$\text{Ge}=0.3\text{V}$) जिससे ये बेरियर जंक्शन को क्रॉस कर पाते हैं। प्रत्येक इलेक्ट्रॉन अतिरिक्त ऊर्जा प्राप्त करके, जंक्शन को क्रॉस करता है और जंक्शन के P साइड में विवर hole में गिर जाता है। जब इलेक्ट्रॉन विवर के साथ पुनः मिलता है तो इलेक्ट्रॉन स्वयं अतिरिक्त ऊर्जा देता है। यह अतिरिक्त ऊर्जा ऊष्मा व प्रकाश के रूप में निकलती है।

सामान्य उद्देश्य के डायोडों में क्योंकि सिलिकॉन पदार्थ पारदर्शी नहीं होता, इलेक्ट्रॉन द्वारा उत्पन्न किया गया प्रकाश बाहरी वातावरण में नहीं आता है, इसलिए यह दिखाई नहीं देता है। परन्तु LEDs सिलिकॉन की अपेक्षा अर्द्ध-पारदर्शी पदार्थ का उपयोग करके बनाये जाते हैं।

क्योंकि LEDs में उपयोग हुआ पदार्थ अर्द्ध-पारदर्शी होता है, इसलिए इलेक्ट्रॉनों 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 आर्सेनो-फास्फेट से डोप की जाती हैं। विभिन्न पदार्थों की मात्रा मिलाने से (dopes) LED विभिन्न प्रकार के रंग उत्सर्जित करता है (विभिन्न तरंग लम्बाई) जैसे लाल, पीला, हरा, अम्बर और यहाँ तक कि अदृश्य पराबैंगनी प्रकाश।

LED का सैकमैटिक संकेत Fig 1b में दिखाया गया है। चित्र में तीर यह संकेत देते हैं कि युक्ति से प्रकाश उत्सर्जित हो रहा है।



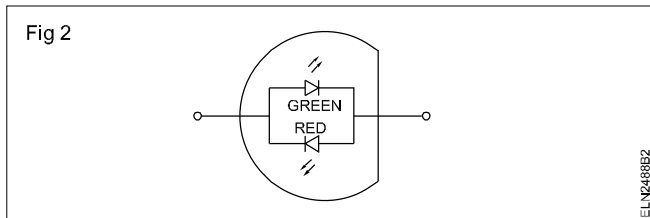
LEDs के प्रकार (Types of LEDs)

एक रंग वाली LEDs (Single colour LEDs): व्यावसायिक रूप सबसे अधिक उपलब्ध और सामान्य उपयोग होने वाली LEDs एक रंग वाली LEDs होती हैं। ये LEDs एक प्रकार का रंग उत्सर्जित करती हैं, 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

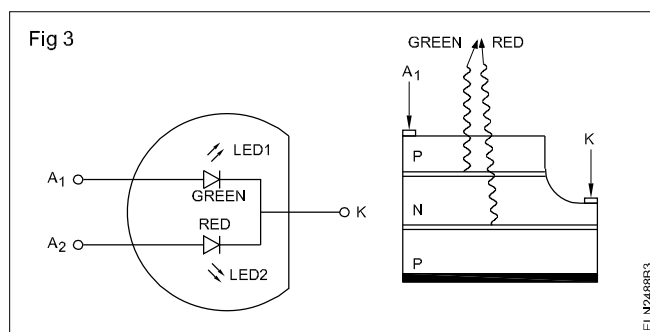
ये विशिष्ट फारवर्ड वोल्टेज ड्रॉप एक विशिष्ट LED में फारवर्ड करंट $I_f = 20 \text{ mA}$ प्रवाहित करती है।

दो रंग वाली LEDs (Two colour LEDs): ये LEDs दो रंग दे सकती हैं। वास्तव में ये दो LEDs एक पैकेज में रखी होती हैं और Fig 2 के अनुसार संयोजित होती हैं।



दो रंग वाली LED में, दो LEDs विपरीत प्रकार से समानान्तर में संयोजित हैं, 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 हैं तो यह दूसरा रंग उत्सर्जित करती है। ये LED एक रंग वाली LEDs से महंगी होती हैं। ये LEDs +ve, -ve ध्रुवता को प्रदर्शित करने के लिए उपयोगी हैं, GO-NOGO संकेत और कोई संकेत नहीं इत्यादि।

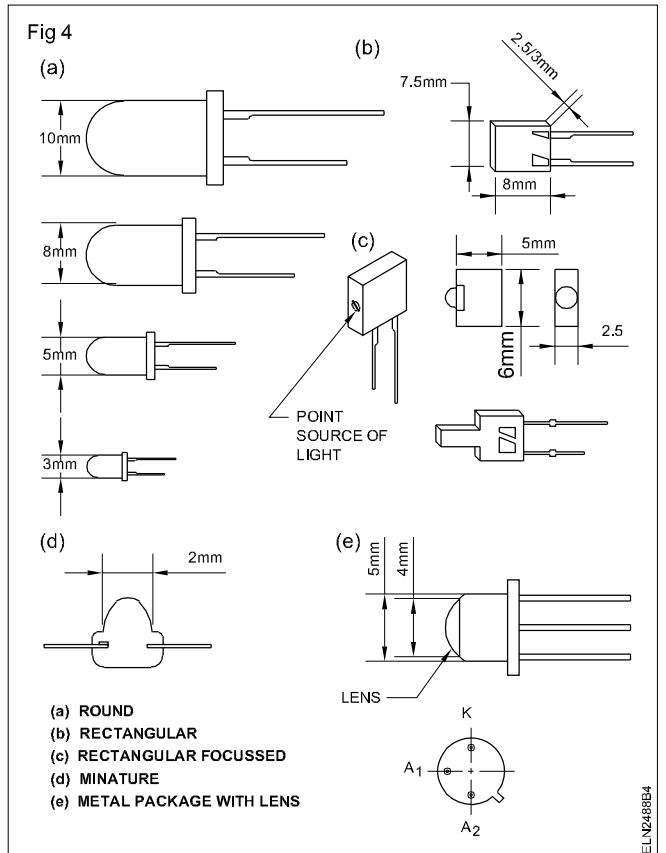
बहु-रंगी LEDs (Multicolour LEDs): ये विशेष प्रकार की LEDs होती हैं जो दो से अधिक रंगों को उत्सर्जित कर सकती हैं। ये LEDs हरे व लाल रंग की साथ तीन पिन वाले, कॉमन कैथोड पैकेज के साथ फिट की जाती हैं जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है।



ये LED एक बार में केवल एक LED को ऑन करने पर हरा या लाल रंग उत्सर्जित करती हैं। जब इन दो LED को अलग अलग कर अनुपात में ऑन किया जाता है तो यह नारंगी या पीला प्रकाश उत्सर्जित करती हैं। 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)



व्यावसायिक रूप में LEDs विभिन्न आकार व साइजों में उपलब्ध हैं जो अलग-अलग व्यावसायिक अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त होती हैं। Fig 4 में बहुत अधिक लोकप्रिय आकार और साइज की LEDs में से कुछ को दिखाया गया है।

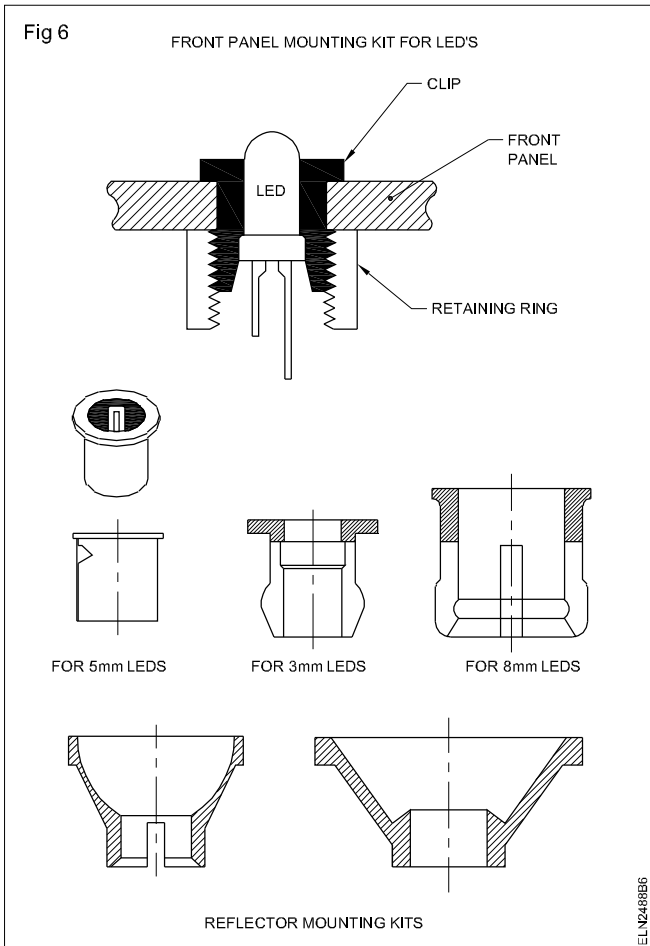
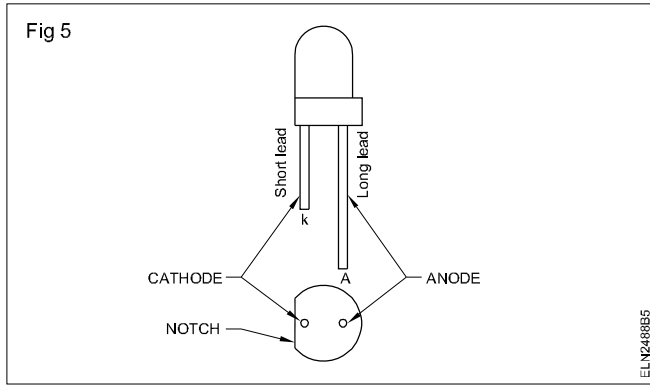
LED का उत्सर्जित प्रकाश एक बिन्दु की ओर या फैला हुआ हो सकता है। बिन्दु स्रोत LED एक लघु बिन्दु का प्रकाश प्रदान करती है जबकि विसरित (diffuses) प्रकार में एक लैन्स होता है जो कि प्रकाश को बड़े कोण के साथ दृश्य क्षेत्रफल में फैला देता है।

LEDs के टर्मिनल (Terminals of LEDs)

चूंकि LEDs मौलिक रूप में डायोड होते हैं, उनके एनोड और कैथोड टर्मिनल होते हैं या लीड होती हैं 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 आरोहण के लिए किट (Mounting kits for LEDs)

प्रिन्टेड सर्किट बोर्ड और मॉनीटरिंग पैनल पर LED लगाने के लिए विशेष प्रकार की आरोहण किट उपलब्ध हैं जैसा कि Fig 6 में दिखाया गया है। ये किट यांत्रिक प्रतिबल से उसे बचाते हुए LEDs की न केवल आयु बढ़ती है, अपितु LED की आउटपुट को स्पष्ट रूप से दृष्टिगोचर भी बनाता है।



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 3V से भी अधिक) और विशेष फारवर्ड करंट 10 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 आन्तरिक बैटरी 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 नहीं

होगी, यह सब मीटर के अन्दर लगी बैटरी 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	
अर्ध तीव्रता का कोण		$\pm 20^\circ$	
अधिकतम तरंगदैर्घ्य		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 विशिष्टतायें 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 हैं;

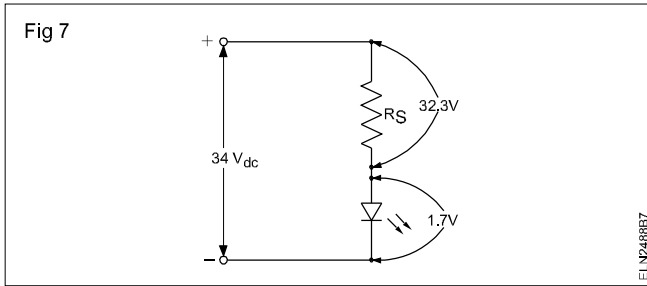
- LED का फारवर्ड वोल्टेज ड्राप उच्च होता है (1.7V से 3V) जो कि सामान्य उद्देश्यों के डायोडों से अधिक है।
- सामान्य उद्देश्यों के डायोडों की अपेक्षा LED को प्रदान की जाने वाली रिवर्स वोल्टेज बहुत कम होती है।

उपरोक्त दो महत्वपूर्ण बिन्दु यह सुनिश्चित करते हैं 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 स्रोत के साथ लाल रंग की LED को उपयोग करना है तो इसके श्रेणी में जुड़ने वाले प्रतिरोध R_s का मान क्या होगा।

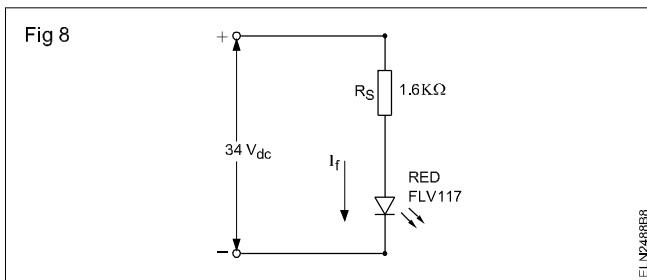
सारणी में दी गई लाल LED की विशिष्टताओं के अनुसार बिना संदेह यह स्पष्ट है कि LED को सीधे 34 वोल्ट के पार्श्व में नहीं जोड़ा जा सकता है (उच्चतम $V_f = 3V$) इसलिए जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है, एक प्रतिरोधक LED के श्रेणी में जोड़ा जाना चाहिए जिसे 32.3 वोल्ट ड्रॉप कर लेनी चाहिए, यदि LED के पार्श्व में 1.7 V वोल्ट चाहिए।



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,

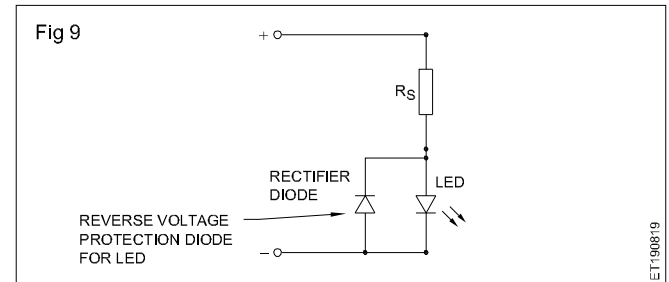
$$R_S = \frac{V}{I} = \frac{32.3 \text{ V}}{0.02 \text{ A}} = 1615 \Omega$$

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।



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 जोड़ 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 सीमित हो जाता है जो कि उच्चतम रिवर्स वोल्टेज 8 V से काफी कम है और इस प्रकार LED सुरक्षित होगी।



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 हैं, में पृथक रूप में सौर पैनल फिट रहते हैं और ये सामान्य प्रकाश कार्यों में उपयोग होते हैं, जहाँ पर केन्द्रिकृत उत्पन्न शक्ति सुविधाजनक या आर्थिक तौर पर सस्ती उपलब्ध नहीं होती है।

सौर शक्ति ने घरेलू प्रकाशीय स्रोतों को बदल दिया है, जैसे मिट्टी का तेल के लैम्प, इससे उपयोग कर्ता के धन की बचत हुई और आग व प्रदूषण 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 हैं और पूरी रात प्रकाशित रहते हैं। यह इस बात पर निर्भर करती है कि दिन के समय उन्होंने 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 हैं। ये पैदल मार्ग में निशान बनाने के लिए और तरणताल (swimming pools) में भी बार-बार उपयोग होती हैं। कुछ सौर लाइटें इतना प्रकाश प्रदान नहीं कर पाती हैं जितना कि लाइन पावर लाइटिंग प्रणाली प्रदान करती है, परन्तु ये आसानी से लगाई जा सकती हैं और अनुरक्षण भी आसानी से हो जाता है और तन्तु लैम्पों से सस्ता विकल्प मिलता है।

सोलार से मार्ग प्रकाशन (Solar street light)

लाइटों, 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 बड़ा केन्द्रीय और पैनल और बैट्री बैंक सड़क 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 हैं

क्योंकि उद्दीप्त (incandescent) बल्ब एक निश्चित मात्रा के प्रकाश के लिए अधिक ऊर्जा खर्च करती है।

सौर शक्ति प्रकाश में 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 शुरू जाती है तो इस पद्धति में लगा संवेदनशील कंट्रोलर 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 :

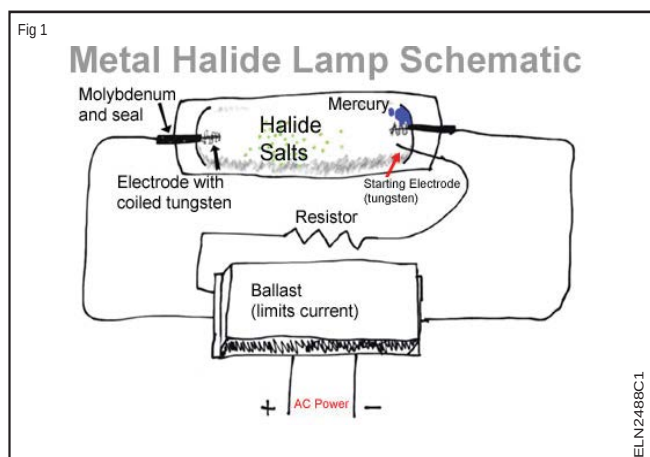
- मेटल हैलाइट लैम्प (M.H.L) के कार्य सिद्धान्त का वर्णन करना
- M.H लैम्प के प्रारंभ होने की प्रक्रिया को बताना
- M.H लैम्प के भाग एवं शुरू होने की विधि बताना
- M.H लैम्प की विशेषताओं और लाभ को बताना।

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 है कि यह छोटे से डिस्चार्ज ट्यूब 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 एवं 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 हैं अन्य की अपेक्षा MH लैम्प के अधिक लाभ हैं जो इसे निर्धारित अनुप्रयोगों के लिए उपयोगी बनाती है।

कार्य सिद्धान्त (Working Principle)

Fig 1 में एक मेटल हैलोजन लैम्प का AC सप्लाय में योजनाबद्ध संयोजन चित्र दर्शाया गया है इसमें एक रेजिस्टर लगाया गया है जो करंट के मान को सीमित रखता है और ब्लास्ट की आयु को बढ़ाता है ?



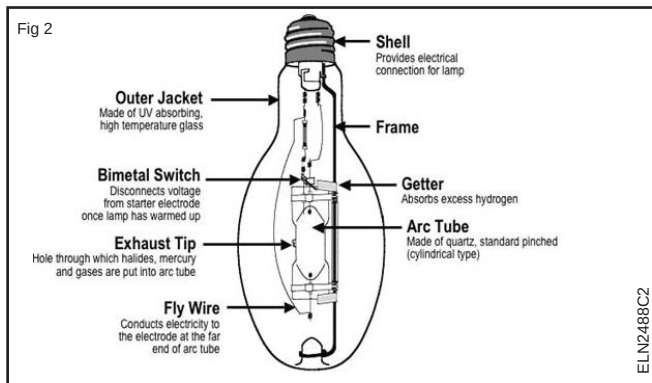
जब लैम्प ठंडा होता है तो हैलाइट और मर्करी फ्यूज्ड क्वार्टज ट्यूब में संबन्धित रहते हैं जब लैम्प को आन किया जाता है तब धारा स्टार्टिंग इलेक्ट्रोड में से होकर प्रवाहित होती है और करंट कूदकर मेन इलेक्ट्रोड में पहुँचता है (Fig 1), यह मेन इलेक्ट्रोड तक पहुँचने में आर्गन गैस में होकर गुजरता है आर्गन निम्न माप पर आर्क उत्पन्न करता है।

प्रारंभ में कुछ समय तक आर्क उत्पन्न होने पर डिस्चार्ज ट्यूब गर्म हो जाती है और मर्करी वाष्पीकृत होने लगता है। प्रारम्भ में विद्युत आर्क से धारा प्रवाह का कार्य होता है लेकिन कुछ समय के बाद गैस के अधिक अणु आयराइज हो जाते हैं 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 ट्यूब के दूसरे सिरे पर लगे मेन इलेक्ट्रोड तक पहुँच जाती है उस समय इस करंट पथ का रेजिस्टेंस स्टार्टिंग इलेक्ट्रोड में से बहने वाले पथ की अपेक्षा कम हो जाता है और करंट स्टार्टिंग इलेक्ट्रोड में से बहना बंद हो जाता है जैसे कि एक नदी कम अवरोध वाले रास्ते की ओर अपना प्रवाह बदल देती है।

मेटल हैलाइड लैम्प के भाग (Parts of Metal Halide lamps)

Fig. 2 में मेटल हैलाइट लैम्प के आंतरिक भाग और इसके विभिन्न संरचना को दिखाया गया है आंतरिक ट्यूब इलेक्ट्रोड और विभिन्न धात्विक हैलाइड को अपने अंदर रखता है जिसमें मरकरी और अक्रिय गैसे निर्माण के समय भरी जाती है इसमें प्रयुक्त सामान्य हैलाइडस सोडियम, थैलियम और स्कैंडियम, डीसप्रोसियम आयोडाइड के कुछ वैक्यूम है ये आयोडाइड के प्रकाशिक वितरण को संयोजित करते हैं विभिन्न आयोडाइड का उपयोग करके रंग संतुलन प्रदान करते हैं। आंतरिक आर्क ट्यूब के अंदर स्थित दो इलेक्ट्रोडों के बीच एक आर्क निर्माण होने से प्रकाश उत्पन्न होता है।



आंतरिक आर्क ट्यूब क्वाटज के योगीको से बना होता है यह प्रतिकूल 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 है जिससे लैम्प के इलेक्ट्रोड धारा प्रवाह के पूर्ण गैस को बायनित कर देते हैं 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 वातावरण प्रदान किया जाता है और आर्क ट्यूब 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 हैं क्योंकि ये लैम्प को प्रभावित करते हैं और आवश्यक होते हैं मैटल हैलाइड लैम्प को स्टार्ट करने के लिए दो विधि प्रयोग की जाती है (i) प्रोणस्टार्ट (मानक स्टार्ट) (ii) पल्स स्टार्ट।

प्रोब स्टार्ट विधि ट्यूब में आर्क जलाने की विधि को जानकारी देता है एक पारम्परीक या प्रोब स्टार्ट मैटल हैलाइड लैम्प के तीन इलेक्ट्रोड होते हैं इसमें से दो आर्क को बनाये रखते हैं और तीसरा आंतरिक स्टार्टिंग इलेक्ट्रोड या प्रोण है।

प्रारम्भ में आर्क ट्यूब के एक सिरे और स्टार्टिंग 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 द्विधात्विक स्विच प्रोब को परिपथ से बाहर कर देती है जिससे प्रारम्भीक आर्क बनाना बंद हो जाती है।

पल्स स्टार्ट एम एच लैम्प में स्टार्टिंग इलेक्ट्रोड नहीं होता है पल्स स्टार्ट सिस्टम में एक इग्नेटर लैम्प को शुरू करने के लिए लैम्प के आपरेटिंग इलेक्ट्रोड में सिधे पल्स उच्च वोल्टेज (आमतौर पर 3 से 5 kv) सिधे प्रदान करता है इसमें प्रॉब इलेक्ट्रोड और द्विधात्विक स्विच की आवश्यकता को प्रॉब स्टार्ट लैम्प में से हटा दिया गया है।

प्रॉब इलेक्ट्रोड न होने के कारण आर्क ट्यूब 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 इग्नेटर उपयोग करके ट्रंगस्टन के अधिक ऊष्मा के कारण (चटकने(Spultering) से रोकता है इलेक्ट्रोडो के तेजी से गर्म होने 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 स्रोत से उच्च स्तरीय प्रकाश उत्पन्न करता है जिससे वह अधिक छोटा नियंत्रण योग्य और प्रदिप्ति मय हो जाता है।

• बहुविज्ञता (Versatility)

मेटल हैलाइड लैम्प परिवेश के वातावरण द्वारा प्रभावीत नहीं होते हैं इनका छर और बाहर दोनों में समान रूप से उपयोग किया जाता है इसकी व्यापक शैली और वोटेंज 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।

• सकारात्मक पर्यावरण प्रभाव (Positive Environmental Impact)

चूंकि मेटल हैलाइड लैम्प इनकैंडिसेंट लैम्प की तुलना में अधिक दक्षता पूर्ण प्रकाश करते हैं अतः इनके लिए कम विधूत पावर उत्पन्न करने की आवश्यकता पड़ती है जिससे वायु 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 इनकैंडिसेंट लैम्प के 10 गुना से भी अधिक है।

• बेहतर प्रकाण गुणवत्ता (Better Light Quality)

मेटल हैलाइड लैम्प से प्राप्त होने वाला प्रकाश अन्य प्रकाश स्रोतो की अपेक्षा सूर्य के प्रकाश से अधिक मिलता जुलता है।

• विभिन्न रंगों 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 यूनिटफार्म पल्स स्टार्ट सिस्टम का शुरूवात बहुत बड़ा क्रांतिकारी उन्नती भी यूनिटफार्म पल्स स्टार्ट 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 डिजाइन करने का वर्णन करना।

ड्रम स्विच (Drum switch)

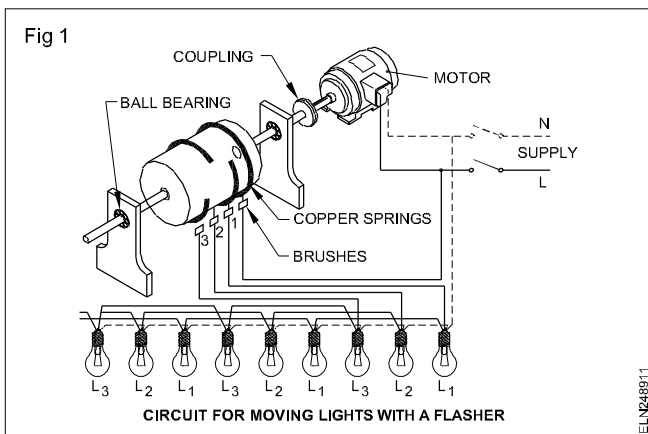
यह घरों, कार्यशालाओं, वैवाहित कक्षों व मन्दिरों इत्यादि को त्योहारों पर, फ्लैश प्रकाश, झिलमिल प्रकाश और रनिंग प्रकाश से प्रकाशित करने की सामान्य विधि है।

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 जोड़ा 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 लकड़ी का ठोस बेलन होता है, जो दोनों ओर लगे बाल बियरिंग में घूमता है। लकड़ी का बेलन एक बेल्ट या कपलिंग से मोटर के साथ जुड़ा रहता है। मोटर की चाल और पुली का चयन इस प्रकार किया जाता है कि लकड़ी का बेलन कम r.p.m. पर घूम सके। लकड़ी के बेलन पर एक ताँबे का रिंग चढ़ा होता है (जिसके साथ विद्युत्तम तार एक ब्रश द्वारा जुड़ी होती है), और तीन ताँबे के सैगमेंट जो एक दूसरे से 120° दूर होते हैं, जिनमें से प्रत्येक सैगमेंट का एक सिरा स्थायी रूप से ताँबे के रिंग से जुड़ा होता है।

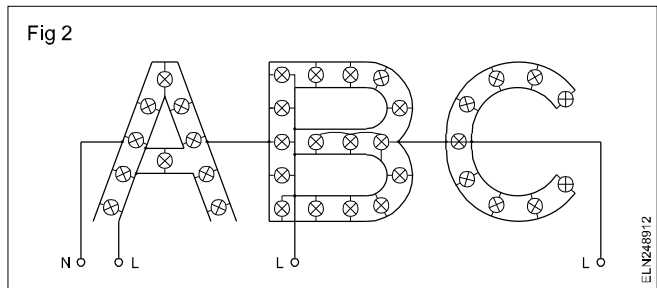
जैसे ही बेलन घूमता है, तीनों सैगमेंट ब्रशों 1, 2 और 3 से बारी बारी से सम्पर्क करते हैं। ब्रश संख्या 1 लैम्प L_1 से जोड़ा जाता है, ब्रश संख्या 2 और 3 क्रमशः लैम्प L_2 और L_3 से जोड़े जाते हैं। Fig 1 वह क्षण दर्शाता है जब ताँबे का सैगमेंट संख्या 1 कुल चक्र के 1/3rd भाग से सम्पर्क कर रहा है, परिपथ संख्या 1 ऑफ हो जाता है और इसी क्षण परिपथ संख्या 2 सजीव



हो जाता है और लैम्प L_2 प्रकाशित हो जाता है और इसके 1/3वें भाग को आगे घूमने 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 जुड़ी लाइटें दांये से बांये की ओर चल रही है।

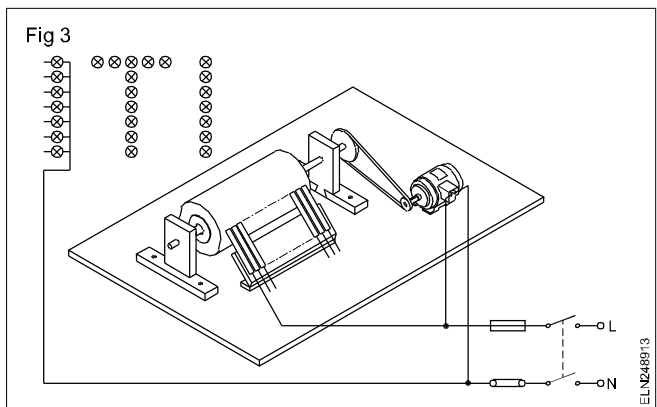
डिस्प्ले का डिजाइन (Design of display): आवश्यक डिस्प्ले का विन्यास layout का उदाहरण के लिए ABC, को Fig 2 में दर्शाये अनुसार बोर्ड पर बनायें।



विन्यास पर लैम्प की स्थिति का चिन्ह लगायें और लैम्पों के अक्षर A, B और C समानान्तर में Fig 2 के अनुसार जोड़ें, और इसके बाद प्रत्येक अक्षर के लैम्पों को प्रभाविक प्रदाय के साथ जोड़ें और इसके बाद प्रत्येक अक्षर के लैम्पों को प्रभाविक प्रदाय के साथ जोड़ें। 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 लकड़ी से बना होता है। (Fig 3)

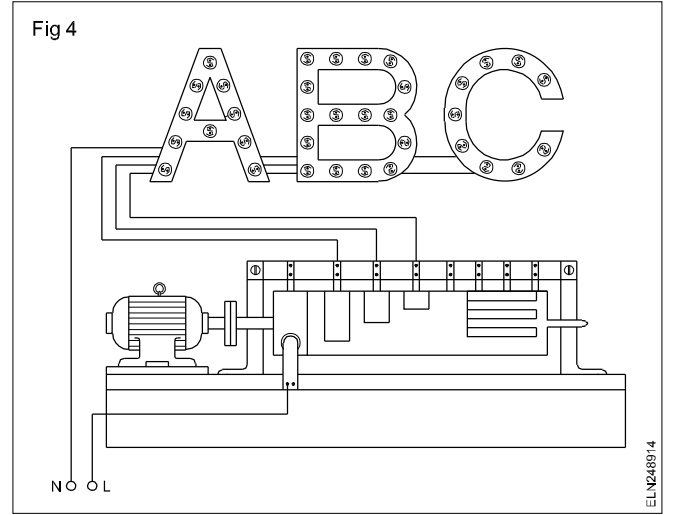


ड्रम की लम्बाई, फिंगर स्ट्रिप की संख्या से निर्धारित की जाती है, और ड्रम का व्यास, संयोजित किये जाने वाले परिपथों की संख्या निर्भर करता है। ड्रम की चाल यथा सम्भव बहुत कम रखनी चाहिए, जिसे प्राप्त करने के लिए

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 डिजाइन इस बात को ध्यान में रख कर किया जाता है कि यह एक चक्कर में कितनी बार इसे सम्पर्क करने की आवश्यकता पड़ेगी। 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।



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 हैं। विद्युत चिन्ह, विशेष रूप से नियॉन चिन्ह, विज्ञावन कार्यों में व्यापक रूप से उपयोग किये जाते हैं, जिनका आकर्षण आँखों की तरफ 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 विधियाँ मुख्य रूप से उपयोग की जाती है।

- बहुत छोटे लघु बोल्टता वाले उदीप्त लैम्प चिह्न के लिए उपयोग किये जाते हैं, जो कि एक निश्चित क्रम में आवश्यक प्रभाव उत्पन्न करने के लिए ऑन व ऑफ किये जाते हैं।
- विभिन्न रंगों में विशेष आकार की नियॉन ट्युब उपयोग करने के लिए, ट्युब के रंग, ट्युब में प्रयुक्त गैस की प्रकार पर निर्भर करते हैं।

छोटे उदीप्त लैम्प (Miniature incandescent lamps): छोटे उदीप्त लैम्प सामान्यतः 6V, 9V, 12V और 16V की क्षमता में उपलब्ध हैं। ये विभिन्न रंगों के होते हैं, जिन्हें श्रेणी में या श्रेणी समानान्तर समूहों में 240V की उपलब्ध प्रदाय से संयोजित किया जाता है।

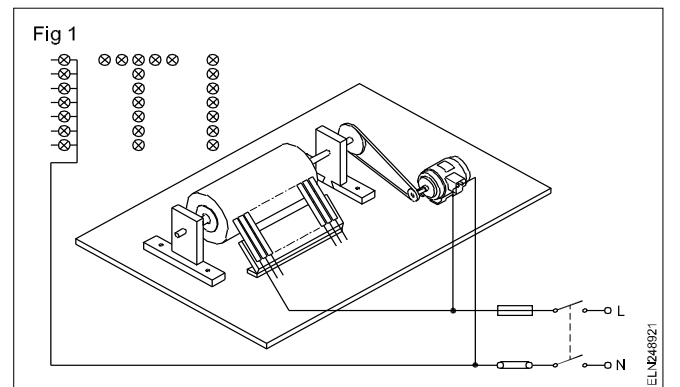
विभिन्न प्रकार के सन्दर्भ व सजावटी प्रभाव प्राप्त करने के लिए निम्न प्रकार के फ्लैशर चिन्ह उपयोग किये जाते हैं।

स्पेलर प्रकार के फ्लैशर का उपयोग चिन्ह अक्षर से अक्षर व शब्द से शब्द जोड़ने 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 हैं 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 एडजस्ट adjust की जा सकती है। इस तीन बिन्दु रनिंग प्रकाश (चिन्ह फ्लैशर) लैम्पों के तीन समूह होते हैं। प्रत्येक समूह के रनिंग प्रभाव के लिए (Fig 2), अर्थात् 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।



कैन व ड्रम शाफ्ट के साथ जुड़े रहते हैं, यह ड्रम मोटर द्वारा घुमाया जाता है। कैन या ड्रम की परिधि को इस प्रकार से काटा गया है कि बुशों 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 हैं, जो कि क्रमानुसार 'ऑन' और 'ऑफ' होता रहता है।

Fig 2

The diagram illustrates a color wheel assembly. On the left, a 'SEQUENTIAL CONTROLLER' is shown with two input terminals, 'L' and 'N', each connected to a switch labeled 'S₁'. The controller has two control knobs, 'SPEED' and 'INTENSITY', and a vertical column of six terminals. The top three terminals are labeled '1', '2', and '3', each with a circular symbol. The bottom three terminals are labeled 'N', 'N', and 'N', each with a circular symbol. Wires connect these six terminals to a circular color wheel on the right. The wheel is divided into three main segments: 'GREEN' at the top, 'WHITE' on the right, and 'SAFFRON' at the bottom. The perimeter of the wheel is marked with a series of 'X' symbols. The wiring from the controller terminals connects to specific points around the wheel's circumference, with lines indicating the path of the connections.

ELN248922

वोल्टेज ड्राप : 240V

9 वोल्ट वाले लैम्पों में होने वाला वोल्टेज ड्राप
= 240 - 150 = 90 volts

श्रेणी में जुड़ने वाले 9V लैम्पों की संख्या
= $\frac{90}{9} = 10$

25 लैम्प, 6V वोल्ट वाले और 10 Nos. of 9V वाले श्रेणी में होंगे

b 9 वोल्ट वाले 20 लैम्पों में वोल्टेज ड्राप

$$20 \times 9 = 180$$

अब 6V वोल्ट वाले लैम्पों में वोल्टेज ड्राप

$$= 240 - 180 = 60V$$

श्रेणी में जुड़ने वाले 6 वोल्ट वाले लैम्पों की संख्या $\frac{60}{6} = 10$

20 लैम्प प्रत्येक 9 वोल्ट और 9 लैम्प प्रत्येक 6 वोल्ट श्रेणी में होंगे।

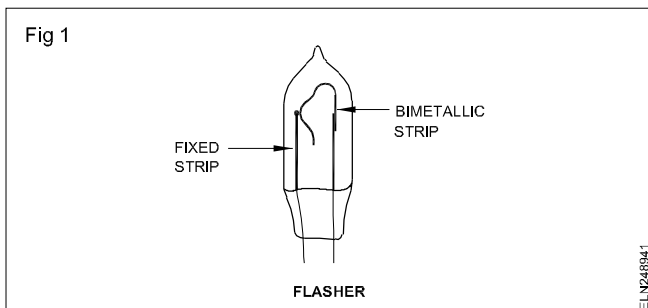
श्रेणी में जुड़ने वाले लैम्पों की संख्या, सदैव गणना किये गये लैम्पों से अधिक होनी चाहिए। इसका उद्देश्य प्रत्येक लैम्प में से थोड़ा करंट को कम करना है। धारा कम होने से लैम्पों की प्यूज होने की सम्भावना कम हो जाती है।

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 बुरे 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 जोड़ा जाता है। यह लैम्प (फ्लैशर) प्रकाश नहीं 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) ।

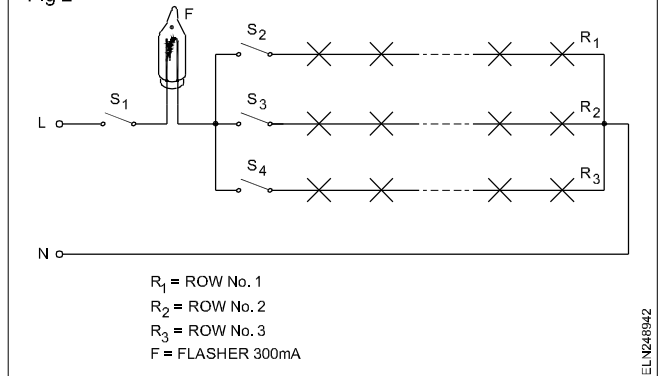


जब लैम्पों की पंक्ति प्रदाय के पार्श्व में जोड़ी जाती है और स्विच को ऑन किया जाता है, द्विधातु पत्ती गर्म हो जाती है, इससे सम्पर्क टूट जाता है और अन्य लैम्पों के लिए सप्लाय कट जाती है, जिससे लैम्प ऑफ हो जाते हैं।

कुछ सैकण्ड के बाद, द्विधातु पत्ती ठण्डी हो जाती है और सम्पर्क फिर बन जाते हैं। अन्य लैम्पों के लिए सप्लाय ऑन हो जाती है और अन्य लैम्प प्रकाशित हो जाते हैं। 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 हैं। 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 कहीं भी जोड़ा जा सकता है, परन्तु इसे स्विच की तरह सदैव प्रदाय (फेज) पर जोड़ना चाहिए।

यदि द्विधातु पत्ती स्थिर पत्ती से वैलड हो जाती है और यह मरम्मत योग्य न हो, तब फ्लैशर उपयोग नहीं रहता है। इसे सर्किट में जोड़ कर भी मालूम कर सकते हैं और इसकी स्थिति के लिए इसका परीक्षण किया जाता है, अर्थात् क्या यह कार्य कर रहा है या नहीं।

जब श्रेणी लैम्पों की पंक्तियां परस्पर समानान्तर में जोड़ी जाती हैं तब फ्लैशर प्रदाय के इनपुट में Fig 2 की तरह जोड़ा जाता है।

उदाहरण

3 समानांतर पंक्तियों में प्रत्येक पंक्ति में 100mA धारा प्रवाहित हो रही है।

इस समानांतर परिपथ के श्रेणी में जुड़ा 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)

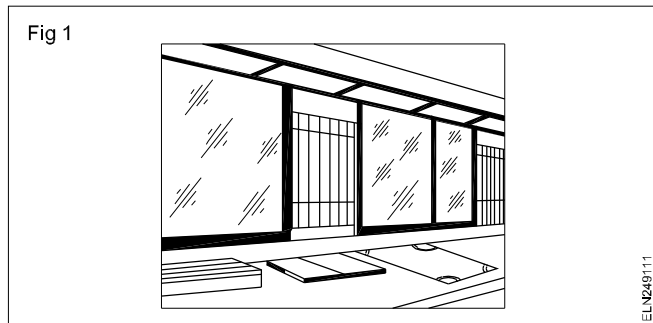
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- 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 ।

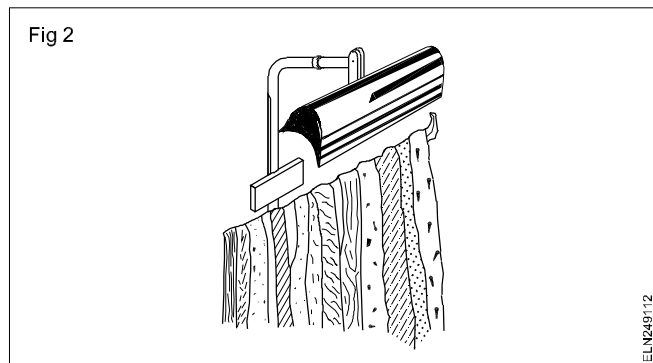
शो केश लाइटिंग (Show case lighting): बहुत सारे व्यवसायिक अधिष्ठापन अपने उत्पादों को दिखा कर प्रदर्शित करते हैं। उनमें से कुछ आवश्यकताओं का वर्णन नीचे दिया गया है।

काउन्टर और व्यवहार के शेल्फ (Counters and dealing shelves):

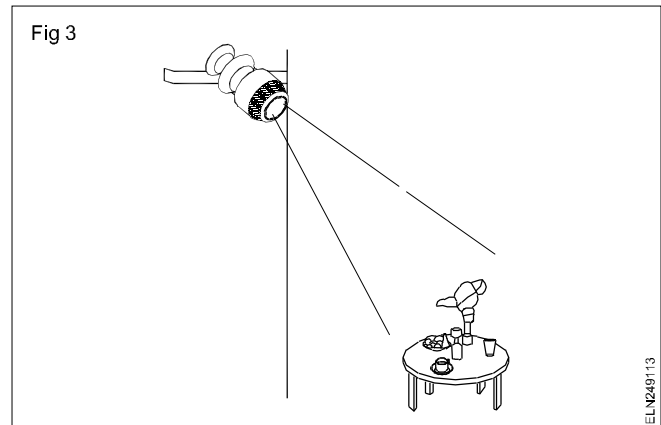
बैंकों के पिंजरो और टिकट कार्यालयों में पूरक ट्रफ लाइटिंग उपकरण प्रायः पिंजरो के ऊपर स्थित किये जाते हैं जिससे काउन्टर पर लम्बाई में प्रकाश डाला जा सके। ट्रफों को विसरित काँच से ढका जा सकता है या लैम्पों को शील्ड करने के लिए इन्हें लम्बाई में फिट किया जा सकता है। 15 से 18 इंच केन्द्र से दूर 60 वाट का लैम्प प्रायः पर्याप्त रहता है। (Fig 1)



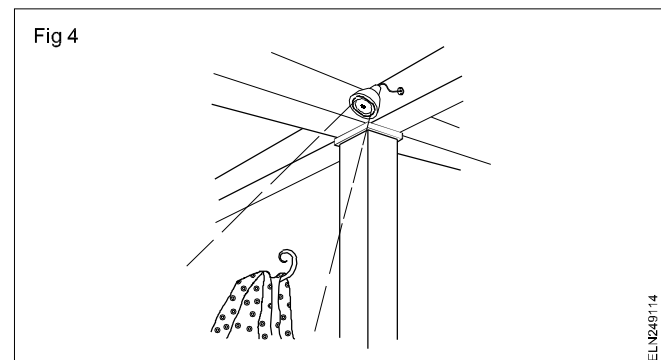
छोटे धातु के ब्रैकेट प्रकार के परावर्तक प्रकाशक या 25 या 40 वाट के नलिका प्रकार लैम्प, छोटे ऊर्ध्वाधर डिस्ले रैक, स्टैण्ड और कैबिनेट को प्रभाविक रूप से प्रकाशित करे हैं। (Fig 2)



छोटे ठोस लैन्स पोस्ट दोनों 250 और 400 वाट के साइज में उपलब्ध है जो कॉलम या छत के ब्रैकेट से बंधे होते हैं, ये छोटे काउन्टर या मेल डिस्ले पर विक्रय को बल प्रदान करते हैं। 10 फुट की दूरी से एक 250 वाट की इकाई 12 से 48 इंच के व्यास पर स्पॉट के साइज 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 कैण्डलन प्रकाश देगी। (Fig 3)



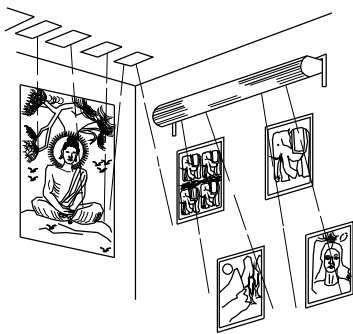
झिलमिल केन्द्रित परावर्तक स्पॉट लाइटें 200 से 500 वाट के साइजों में उपलब्ध हैं। ये लेन्स इकाइयों की अपेक्षा कम तीव्रता का प्रकाश का पुंज beam देती हैं। परावर्तन की दूरी को परिवर्तित किये बिना स्पॉट के साइज को एडजस्ट नहीं किया जा सकता है। एक 200 वाट यूनिट 10 फुट की दूरी से लगभग 90 फुट कैण्डलन पैदा करेगी। (Fig 4)



ऊर्ध्वाधर बड़ी हुई सतह पर, डंडों में लिपटी चित्रकला, चित्रित वस्त्र (tapestries), पर्दे व पेन्टिंग को प्रदर्शित करने के लिए लैन्स युक्त प्लेट इकाई जो 150 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 परवल्यकार, पॉलिश की हुई धातु की ट्रफ समान रूप से परिणाम देती है और अधिक गतिशीलता में लाभकारी है। (Fig 5)

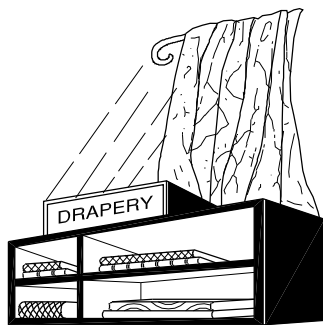
काउन्टर और शेल्फ के प्रदर्शन के लिए फुट लाइट प्रकार की ट्रफ लाइटिंग उपयुक्त रहती है जो कि एकल प्रकाश परावर्तक की रेंज के होते हैं, ये काउन्टर कार्ड और छोटे प्रदर्शन को शेल्फ ट्रफ तक बढ़ा कर प्रदर्शित करते हैं जैसा कि दिखाया गया है। ट्रफ फुट लाइटें जो कि बदलने वाली होती हैं, ये चिह्नित पैनल को प्रकाशित कर देती हैं और फालतू स्थान को बहुमूल्य प्रदर्शन के साथ बदल देती हैं। (Fig 6)

Fig 5



ELN249115

Fig 6



ELN249116

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 हैं वे सन्तोषजनक होते हैं। 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

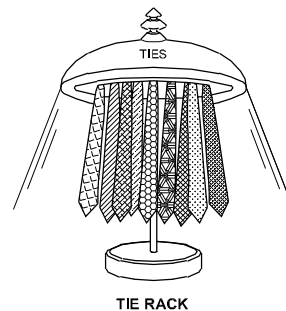


ELN249117

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 हैं 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 हैं।

काँच का सामान और बोतल के सामान का प्रदर्शन बहुत अधिक आकर्षित करने वाला व रंगीन होता है, यदि इस पर Fig 8 में दर्शाये अनुसार प्रकाश से, प्रकाश फैकाजाये। एक दूधिया काँच (opal glass) पैनल के अन्दर बल्ब की दूरी काँच से इसके पीछे $1\frac{1}{2}$ गुणा न हो वह एक समान प्रकाश उत्पन्न करता है, यह उपयुक्त प्रकाशित पृष्ठभूमि प्रदान करती है।

Fig 8

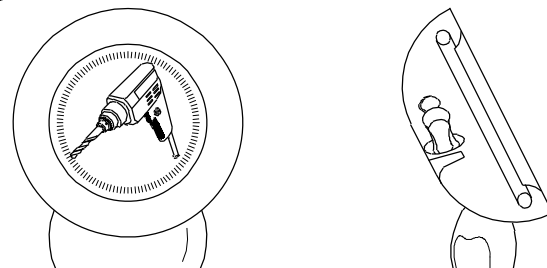


ELN249118

खिड़की शोकेस के लिए उपयोग होने वाली वृत्ताकार ट्युब (Circline tubes used for window show case): वृत्ताकार ट्युब के लिए ब्लास्ट विशेष प्रकार से डिजाइन किये जाते हैं, और पोर्टेबल लैम्प portable lamps के स्तम्भ और उथली दीवार और छत के फिक्सरों में सरलता से असेम्बल होने के लिए स्वीकार किये जाते हैं। कुछ इस प्रकार के भी डिजाइन किये जाते हैं जो ट्युब के वृत्त के अन्दर फिट हो सकें।

ब्लास्ट उपकरण $8\frac{1}{4}$ इंच 22 वाट, 12-इंच 32 वाट के लिए डिजाइन किये जाते हैं। वृत्त की लाइन में दो एकल लैम्प ब्लास्ट सम्मिलित होते हैं जिनमें एक का शक्ति गुणक सही नहीं होता है आर दूसरे का शक्ति गुणक उच्च होता है। अनेक प्रकार के पोर्टेबल लाइटिंग उपकरण हैं - ड्रेसिंग टेबल, डेस्ट लैम्प, वेनेटी दर्पण (vanity mirror), टाई रैंक, प्रदर्शन इकाई और महिलाओं का निजी कमरा के लैम्प जैसा कि Fig 9 और 10 में दिखाये गये हैं जिनमें $8\frac{1}{4}$ इंच की वृत्ताकार लाइन उपयोग होगी जिसका आधार पतला व स्तम्भ भी पतला होता है।

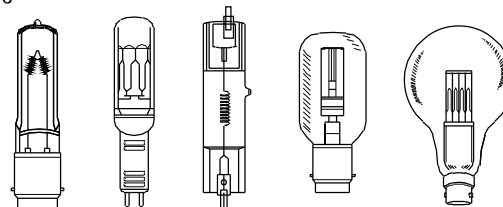
Fig 9



DISPLAY UNIT

ELN249119

Fig 10



ELN24911A

दूकान में ग्राहकों को आकर्षित करने के लिए शोकेस 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।

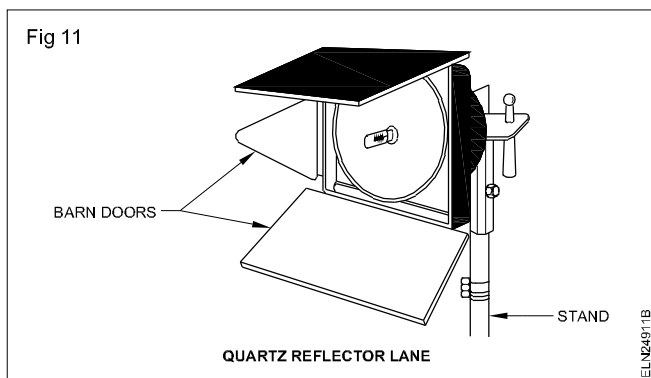
अनेक प्रकार के सामानों को शोकेस में विभिन्न रंगों, साइज, आकार व सुक्ष्मता इत्यादि के साथ प्रदर्शित किया जाता है। उल्लेखित गुणों के आधार पर शोकेस में लाइटिंग भिन्न भिन्न प्रकार की होगी। विभिन्न शेड व रंगों की परतें उपयोग की जायेंगी।

व्यापारी इन्हें समय-समय पर इनकी प्रकार को बदलेगा, समय समय पर प्रदीपन 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।

क्वार्ट्ज लाइट (हैलोजन लैम्प) (Quartz lights (Halogen lamps)) (Fig 10): ये टंगस्टन हैलोजन या क्वार्ट्ज-आयोडीन लैम्प भी कहलाते हैं, आजकल ये लैम्प चलचित्र बनाने वाले दृश्यों में अधिक उपयोग होते हैं। ये टंगस्टन लाइटों की अपेक्षा छोटे, हल्के व अधिक दक्ष होते हैं। यह एक छोटी स्फटिक काँच की ट्यूब में टंगस्टन धातु युक्त फिलामेंट होता है, जिसके साथ हैलोजन गैस प्रायः आयोडीन भरी होती है। आयोडीन की उपस्थिति से यह गारंटी मिलती है कि बल्ब काला नहीं पड़ेगा और आउटपुट प्रकाश व रंग का तापमान स्थिर रहेगा अधिकतर क्वार्ट्ज लैम्प 250 घण्टे तक चलते हैं और 3,200°K पर अपना रंग तापमान की क्षमता रखता है। बैट्री लाइट 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 हैं। क्वार्ट्ज बल्ब को कभी भी नंगे हाथों से स्पर्श नहीं करना चाहिए, चाहे ये अप्रकाशित ही क्यों न हों, क्योंकि त्वाचा में मौजूद तेजाब बल्ब को समय से पूर्व विफल कर देगा। बल्ब को सदैव एक छोटे टिश्यू कागज से पकड़ना चाहिए।

खुले परावर्तक में सैट क्वार्ट्ज बल्ब का सम्भवतः सबसे सामान्य प्रकार की क्वार्ट्ज लाइट है। ये वाटेज की बड़ी परास में उपलब्ध हैं, जो प्रायः 200 से 2,000 वाट के बीच हैं परन्तु कोई 10,000 वाट तक उच्च हो सकता है। अनेक मॉडलों में क्वार्ट्ज 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 हैं।

मूल क्वार्ट्ज प्रकाश किट में प्रायः तीन लाइट होती हैं, जिनमें प्रत्येक 1,000 वॉट की हो सकती है। ये प्रायः द्वारा ("barndoors") और स्टैंड के साथ सुसज्जित होती हैं। (Fig 11)



प्रदीपन दक्षता की गणना (Luminous Efficiency Calculation)

प्रदीपन दक्षता (Luminous Efficiency) प्रदीपन दक्षता: प्रकाश स्रोत से किस प्रकार विजिबल (दिखने वाला) प्रकाश उत्पन्न होता है इसकी मापन करता है यह प्रकाश स्रोत की मापन की राशि है जो कि ल्यूमिनस फलक्स और लैम्प पावर (वाट में) के अनुपात में परिभाषित किया जाता है कि SI - ल्यूमन/वाट (lumen/watt) है।

$$\text{Luminous efficiency} = \frac{\text{Luminous flux in lumen}}{\text{Power in watt}}$$

विद्युत खपत की तुलना में हमें कितनी प्रकाश प्राप्त होती है यह ल्यूमिनस दक्षता से प्राप्त किया जा सकता है इसलिए यह महत्वपूर्ण सूत्र है।

ल्यूमिनस दक्षता की गणना का प्रयोजन (Purpose of calculating luminous efficiency)

विशेष घरों में विद्युत 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 ल्यूमिनस दक्षता की गणना कीजिए।

$$\text{So, efficiency} = \frac{\text{Luminous flux in lumen}}{\text{Power in watt}}$$

$$= \frac{860}{60} = 14.3 \text{ lumen/watt}$$

यदि किसी प्रकाश स्रोत की ल्यूमिनस फलक्स और पावर दिया गया हो तब ल्यूमिनस दक्षता ज्ञात किया जा सकता है।

यह हमारे लिए उपयोगी है बाह्य 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 हैं 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 दृश्य या संवेदनशील की सीमा के भीतर की आधारणा से वर्णन किया जाता है।

फ्लोरोसेंट लैम्प की तुलना LED से 55 - 70 ल्यूमन/वाट और इनकेंडीसेंट बल्ब के साथ 13 -18 ल्यूमन वाट

इनकेंडीसेंट लैम्प और फ्लोरोसेंट लैम्प की अपेक्षा बहुत कम वोल्टेज की आवश्यकता होती है CFL बल्ब की इनकेंडहसेंट 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 हैं :

- हैलोजन इनकेंडीसेंट बल्ब (halogen incandescent bulbs)
- कॉम्पैक्ट फ्लोरोसेंट लैम्प (CFLs) (Compact fluorescent lamps (CFLs))
- प्रकाश उत्सर्जक डायोड (LED) (Light emitting diodes (LED))

इसकी कीमत सामान्य पारंपरागत लैम्प से 5 या 10 गुना अधिक है (इनकेंडीसेंट बल्ब से) परन्तु इसके उपयोग से कम ऊर्जा खपत में अधिक रूपया/पैसा बचाया जा सकता है।

यंत्र - स्केल - वर्गीकरण - बल - MC और MI मीटर (Instruments - Scales - Classification - Forces - MC and MI meter)

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

- आँकड़ों और चिह्नों 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 इन्डिकेशन त्रुटि का अर्थ स्पष्ट करना
- यंत्र स्केल का प्रकार बताना।

इलेक्ट्रिकल मापी यंत्र का अभिनिर्धारण (Electrical Measuring Instrument)

मापन मापी यन्त्रों (meters) द्वारा होता है। साधारण तय: 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 वांछित फल भी प्राप्त नहीं 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 आंकड़े (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 चिह्नों (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 ...)	आवृत्ति

धारा के प्रकार (Types of current): मापन में उपयुक्त मापी के लिये आपूर्ति के प्रकार निम्नलिखित प्रतीकों द्वारा प्रदर्शित किये जाते हैं।

—	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 चिह्न 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 नहीं

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

विनिर्देशित 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 विनिर्देशित 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

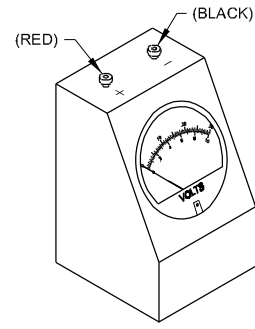
सूचित त्रुटि (Indication error) : माप यन्त्र एक स्थिर यथार्थता के अन्तर्गत मापन के लिये निर्मित होते हैं इसे डायल पर अन्य प्रतीकों के समीप एक संख्या से व्यक्त किया जाता है।

1	सूचित त्रुटि $\pm 1\%$
2.5	सूचित त्रुटि $\pm 2.5\%$
3.5	सूचित त्रुटि $\pm 3.5\%$

टर्मिनल चिन्ह (Terminal markings) : चल कुण्डल प्रकार के मापी यन्त्र में टर्मिनल्स पर $\pm$ 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 जुड़े होने चाहिये अर्थात् 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 नहीं होते हैं। दोनों ही टर्मिनल समान रंग के होते हैं। मापी यन्त्र को परिपथ में रेखा और आपूर्ति के उदासीन विनिर्देशन बिना परिपथ में जोड़ा जा सकता है।

Fig 1

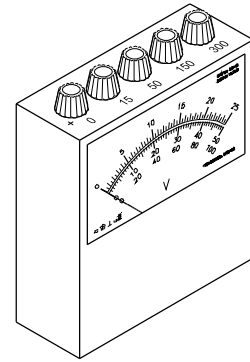


ELN259211

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)

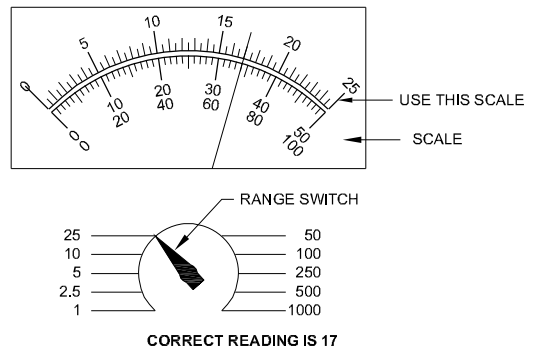
Fig 2



ELN259212

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



ELN259213

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 स्रोतों 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 चाहिये।

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	यथार्थता और
0.2	प्रयोग शाला मापन
0.3	युक्तियां
0.5	वहनीय मापन युक्तियां और
	प्रयोगशाला युक्तियां
1.0	औद्योगिक और
1.5	पैनेल मापन
2.5	युक्तियां

स्तम्भ श्रेणी के अन्तर्गत दी गई संख्या सापेक्षिक त्रुटि प्रदर्शित करती है।

उदाहरण (Example) : गुणवत्ता श्रेणी 1.5, $\pm 1.5\%$ की आपेक्षिक मापन त्रुटि प्रदर्शित करती है। इसका अर्थ यह होता है कि प्रदर्शित त्रुटि निर्धारित मान का $\pm 1.5\%$ हो सकती है।

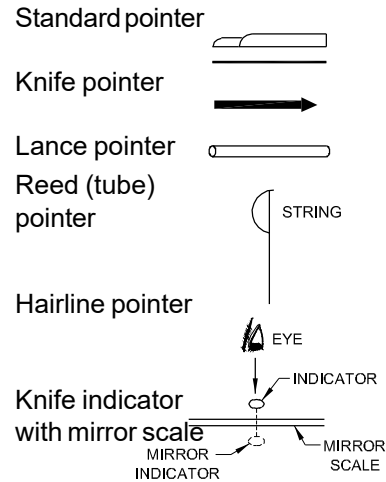
प्रेक्षण यथार्थता (Reading accuracy): एक मापन युक्ति की प्रेक्षण यथार्थता मापन यथार्थता की तुलना में सदैव अधिक होना चाहिये। उचित संकेतक प्रबन्ध के अनुप्रयोग से प्रेक्षण यथार्थता को बढ़ाया जा सकता है।

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 यांत्रिक 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।

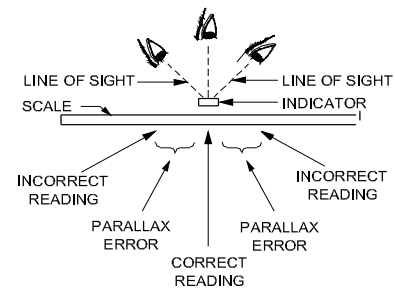
Fig 1



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।

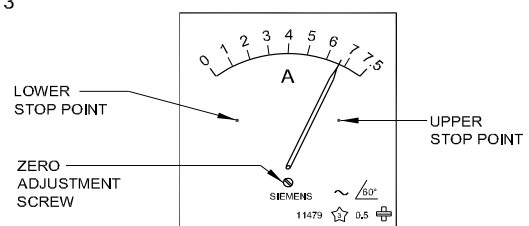
दर्पण पैमाने (mirror scales): अति यथार्थ युक्तियां और उच्च गुणवत्ता श्रेणी की औद्योगिक युक्तियों के प्रयोग में दर्पण पैमाने प्रयुक्त होते हैं। प्रेक्षण लेते समय दर्पण में संकेतक द्वारा अपनी प्रतिबिम्ब (चित्र) को ढक लेना चाहिये। जिससे पैमाने के प्रेक्षण लेने में कोण के कारण होने वाली त्रुटि लम्बन त्रुटि को दूर किया जा सके। (Fig 2)

Fig 2



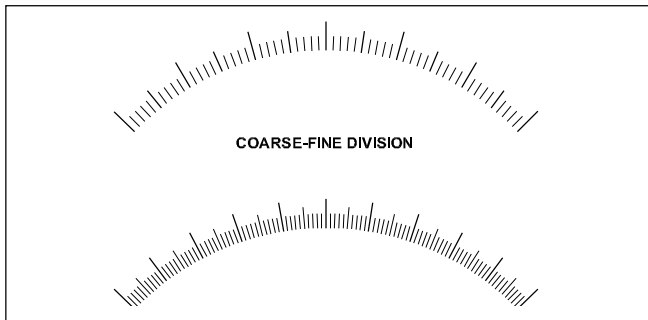
शून्य समंजन (Zero Adjustment) : संकेतक की यांत्रिक शून्य का समंजन एक बाहरी पेंच समंजन द्वारा किया जा सकता है। (Fig 3)

Fig 3

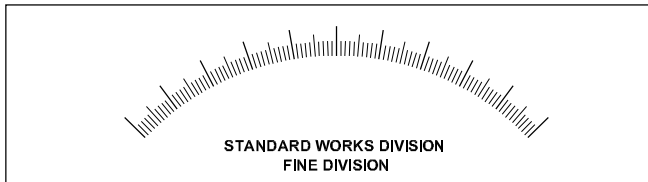


पैमानों के प्रकार (Types of scales)

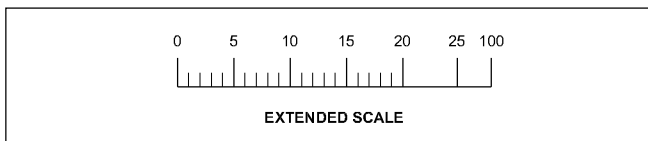
1 स्थूल और स्थूल सूक्ष्म पैमाना (Coarse and coarse-fine scale): स्थूल पैमाने तथा स्थूल सूक्ष्म पैमाने पैनल माप यंत्रों में गुणवत्ता श्रेणी 1 से 2.5 के साथ मुख्य रूप से स्थिति में प्रयुक्त होते हैं।



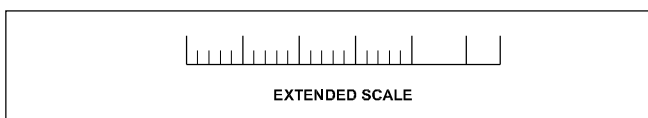
2 सूक्ष्म पैमाना (Fine scale): गुणवत्ता श्रेणी 0.1 से 0.3 वाली प्रयोगशाला युक्तियां और यथार्थता प्रदर्शन के लिये मुख्य रूप से एक दर्पण पैमाने के साथ प्रयुक्त होती हैं।



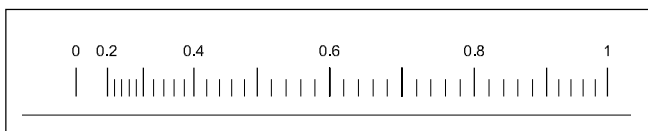
3 वृद्धित पैमाने (Extended scale): इनको मुख्य रूप से अल्पअतिभारित समय अर्थात मोर्टस की प्रवर्तन धारा के मापन के लिये प्रयुक्त किया जाता है।



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।

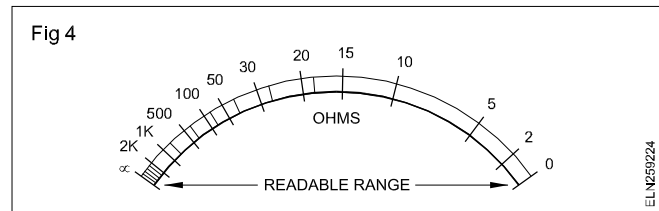


5 अरैखिक पैमाने (Non-linear scales): चल लौह मापन युक्तियों में मुख्य रूप से अरैखिक पैमाने प्रयुक्त होते हैं पैमाने पर अंशांकन समरूप नहीं होता। वे पैमाने के प्रारम्भ में घनित होते हैं।



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 यंत्र को प्रारम्भ परास के नीचे के मानों को मापने के लिये प्रयोग में नहीं लाना चाहिये।

ओम मापी पैमाना भी अरैखिक है। यह ध्यान देना चाहिये कि पैमाने पर शून्य दाहिनी ओर है। (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 अथवा 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 अंशांकन 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 विक्षेप 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 विक्षेप सम्भवतः पूर्ण पैमाने के मध्य के बीच प्राप्त न हों।

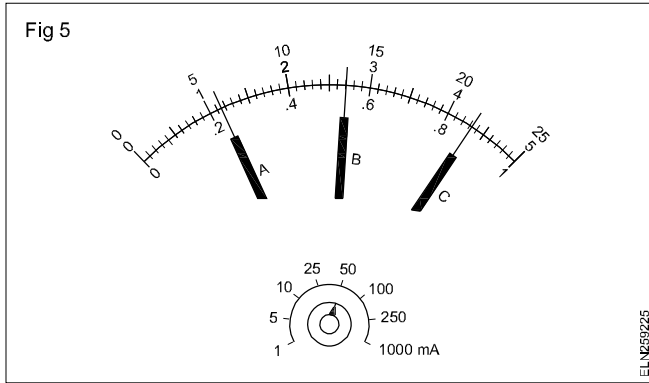
मापी पर जितने परास है, उन पर उनके लिये उतने ही पैमानों का उपयोग न करके कुछ पैमाने अनेक विभिन्न परासों के लिये प्रयुक्त किये जाते हैं। इसको पैमाना संख्याओं को 10 अथवा 100 से गुणा या भाग करके प्राप्त किया जाता है। उदाहरण के लिये एक बहु परास मापी पर प्रेक्षण लेने के लिये उस परास को ज्ञात करें जो कि परास कुंजी के लिये प्रयुक्त होती है। और ज्ञात करें कि कौन सा पैमाना तत्सम्बन्धी परास के अधिकतम निकट पूर्ण पैमाना विक्षेप देता है। जहां संकेतक स्थिर होता है वहां पैमाने पर संख्या को पढ़ लें।

निम्न उदाहरण 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



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

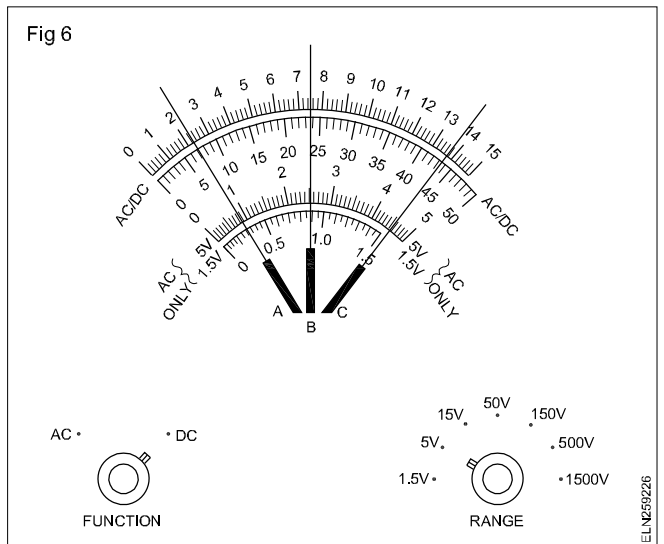
C पर : प्रेक्षण 4.0 और 4.5 के बीच है। अर्थात = 4.30V

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



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 संख्ययें 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 विनिर्देशन 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 हुये मापी यन्त्र को पढ़ें।
- 8 दर्पण पृष्ठ पैमाने को इस प्रकार पढ़ें की संकेतक दर्पण में अपने प्रतिबिम्ब से सम्पत्ति 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 electrical 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 ।

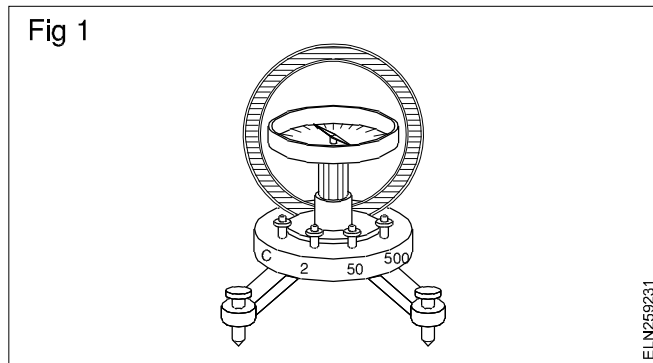
निम्न आधार पर वैद्युत मापी यन्त्र का वर्गीकरण हो सकता है।

- निर्माण मानक (Manufacturing standards)
- प्रकार्य (Function)
- मापी यन्त्रों पर विद्युत धारा के प्रभाव (Effects of electric current on the instruments)

निर्माण मानक (Manufacturing standards) : व्यापक आधार पर वैद्युत मापी यन्त्रों का वर्गीकरण निर्माण 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 गैल्वनोमापी, निरपेक्ष मापी यन्त्र का एक उत्तम उदाहरण है।



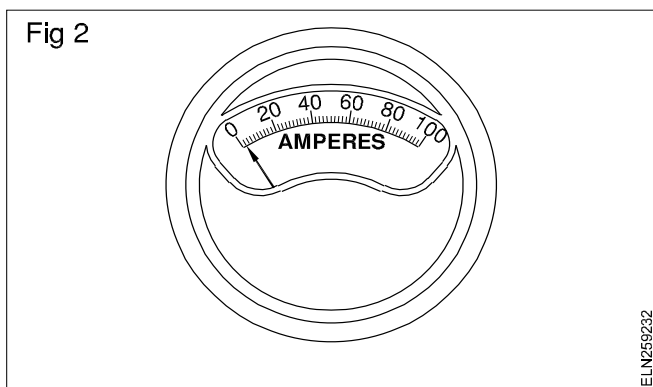
इस मापी यन्त्र में धारा के मान की गणना धारा द्वारा उत्पन्न विक्षेपण के स्पर्शज्या, अर्धव्यास, प्रयुक्त तार की चक्कर संख्या और पृष्ठी के चुम्बकीय क्षेत्र के क्षेत्रिज घटक द्वारा की जा सकती है। इस प्रकार के मापी यन्त्रों में किसी प्रकार के पूर्व अंशांकन अथवा तुलना करने की आवश्यकता नहीं होती। इन मापी यन्त्रों का उपयोग केवल मानक प्रयोगशालाओं में होता है।

द्वितीयक मापी यन्त्र (Secondary instruments) : इन मापी यन्त्रों में मापी जाने वाली वैद्युत संख्यायें (वोल्टता, धारा शक्ति इत्यादि) को अंशांकित डायल पर माप यन्त्रों के विक्षेप से ज्ञात किया जाता है। इन मापी यन्त्रों का अंशांकन एक निरपेक्ष मापी यन्त्र अथवा अंशांकित किये जा चुके मापी यन्त्र से तुलना करके करना चाहिये। व्यवसाय में प्रयुक्त यह सभी मापी यन्त्र द्वितीयक मापी यन्त्र है।

प्रकार्य (Functions)

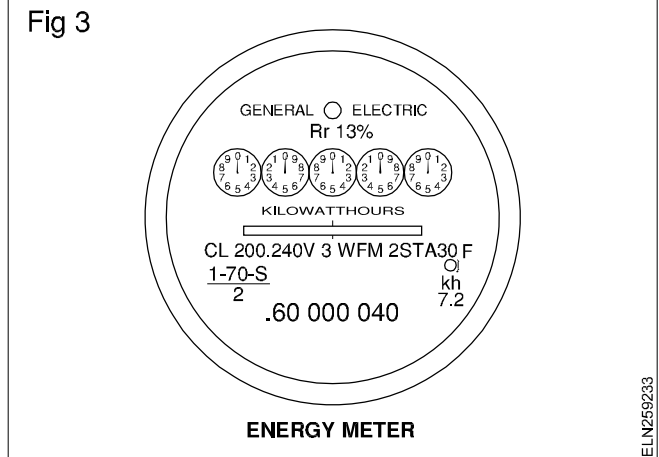
द्वितीयक मापी यन्त्रों का अधिक वर्गीकरण उनके प्रकार्यों अर्थात् मापीयन्त्र मापित संख्या का संकेत देता है अथवा लेखन करता है, के अनुसार होता है।

सूचक मापी यन्त्र (Indicating instruments): Fig 2 के अनुसार यह मापी यन्त्र वोल्टता धारा शक्ति इत्यादि के मान को सीधे एक अंशांकित डायल पर सूचित करते हैं। इस वर्ग में एम्पियर मापी, वोल्टमापी और वाटमापी आते हैं।

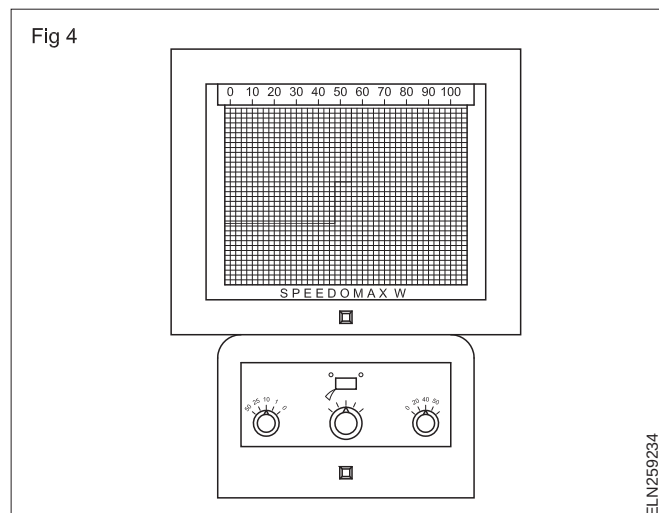


एकीकृतन मापी यन्त्र (Integrating Instruments): यह मापी यन्त्र एक अवधि में एक परिपथ को आपूर्ति विद्युत अथवा वैद्युत ऊर्जा की कुल

मात्रा का मापन करते हैं। एम्पियर घण्टामापी, ऊर्जा मापी इस वर्ग में आते हैं। Fig 3 में किलोवाट घण्टा / ऊर्जा मापी दिखाया गया है।



अभिलेखन मापी यन्त्र (Recording Instruments): यह मापी यन्त्र एक अन्तराल में मापित संख्या का पंजीयन करते हैं। 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 हैं। Fig 4 में एक अभिलेखन माप यन्त्र प्रदर्शित किया गया है।



वैद्युत माप यन्त्रों पर प्रयुक्त विद्युत धारा के प्रभाव (Manufacturing Standards): 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 हैं।

- 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 हैं वे हैं,

- विक्षेपण बल (deflecting force)
- नियंत्रक 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।

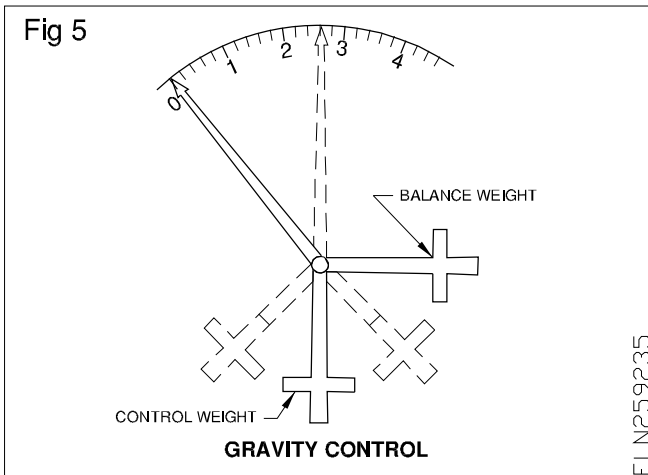
यह विक्षेपण बल एक मापी यन्त्र में किस प्रकार विकसित होता है यह विशेष प्रकार के मापी यन्त्र को स्पष्ट करते समय बाद में स्पष्ट किया जायेगा।

नियंत्रक 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 नियंत्रक 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।

नियंत्रक बल को निम्न में से किसी एक विधि द्वारा उत्पन्न किया जा सकता है।

- गुरुत्वीय नियन्त्रण (Gravity control)
- स्प्रिंग नियन्त्रण (Spring control)

गुरुत्वीय नियन्त्रण (Gravity control): इस विधि में Fig 5 के अनुसार संकेतक के विपरीत विस्तरक से लघु समंजन योग्य भार लगा दिये जाते हैं। यह भार पृथ्वी के गुरुत्वीय आकर्षण से आकर्षित होते हैं और वांछित नियंत्रक बल (आघूर्ण) उत्पन्न करते हैं। गुरुत्वीय नियन्त्रित मापी यन्त्रों का उपयोग केवल उर्ध्वधर स्थिति में होना चाहिये।

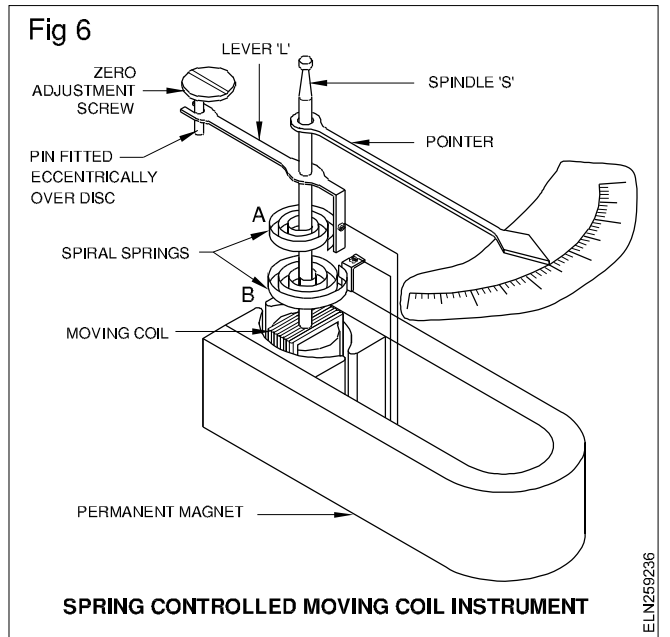


जब मापी यन्त्र आपूर्ति से असम्बन्धित हो जाता है तो संकेतक के विपरीत सिरों से जुड़े नियंत्रक भार और संतुलन भार से जुड़े Fig 5 के अनुसार

इलेक्ट्रिकल : इलेक्ट्रीशियन (NSQF स्तर 5) - अभ्यास 2.5.92 से सम्बंधित सिद्धांत

संकेतक को शून्य स्थिति में ले आते हैं। जब चित्र में मापी यन्त्र आपूर्ति से जोड़ दिया जाता है तो संकेतक वामावर्त दिशा में गति करता है और भारों को चित्र में बिन्दु रेखा प्रदर्शन के अनुसार विस्थापित करता है। गुरुत्वकर्षण के कारण भार अपनी प्रारम्भिक उर्ध्वधर स्थिति में आने का प्रयत्न करेंगे 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 स्पिन्दल S से जुड़े होते हैं। स्प्रिंग B का बाह्य सिरा स्थिर और A का सिरा P पर किलकित लीवर L से जुड़ा होता है। इस कारण आवश्यकता पड़ने पर शून्य संमंजन योग्यता सुगमता से प्रभावित हो जाती है।



दो स्प्रिंग A, B विभिन्न दिशाओं में वेष्टित होती हैं। जिससे जब चल निकाय विक्षेपित होता है तो एक स्प्रिंग वेष्टित और दूसरी अवेष्टित होती है और नियन्त्रण बल स्प्रिंग के संयुक्त ऐठन से प्राप्त होता है।

यह स्प्रिंग ऐसे एलाय से बनी होती है कि जिनमें :

- शिथिलता के उच्च प्रतिरोध, तनाव को खोये बिना अनेकों बार वेष्टित और अवेष्टित किया जा सकता है।
- अचुम्बकीय गुण (बाह्य चुम्बकत्व से प्रभावित न होना चाहिये)।
- लघु ताप गुणांक (ताप से विस्तारित नहीं होती)।
- लघु विशिष्ट प्रतिरोध, धारा को अन्दर लाने तथा निकाय को बाहर ले जाने में प्रयुक्त हो सकती है।

गुरुत्व नियन्त्रित मापी यन्त्रों की तुलना में स्प्रिंग नियन्त्रित मापी यन्त्रों के निम्न लाभ हैं।

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।

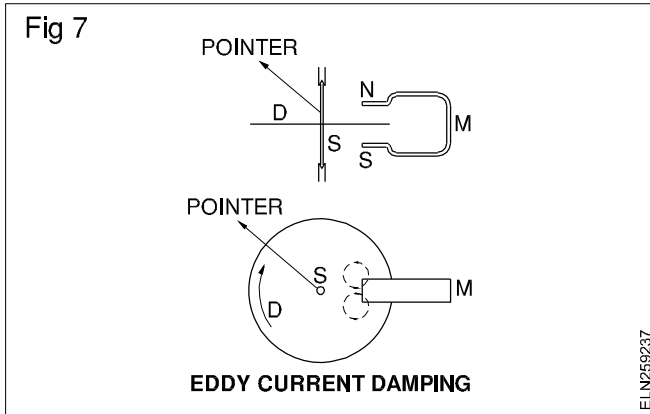
क्रान्तिक/अप/अति अवमंदन (Critical / Under/Over damping): यदि बिना किसी प्रकार के दोलनों के संकेतक शीघ्रता से अपनी अन्तिम विक्षेपित स्थिति में आ जाता है, तो अवमंदन क्रान्तिक अवमंदन कहलाता है, और मापी यन्त्र रूद्ध दोल (Dead beat) कहलाता है।

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 हैं :

- भंवर धारा अवमंदन (eddy current damping)
- वायु धारिता अवमंदन (air friction damping)

भंवर 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 जोड़ दी जाती है, जब संकेतक चलता है, चकती भी चलती है।

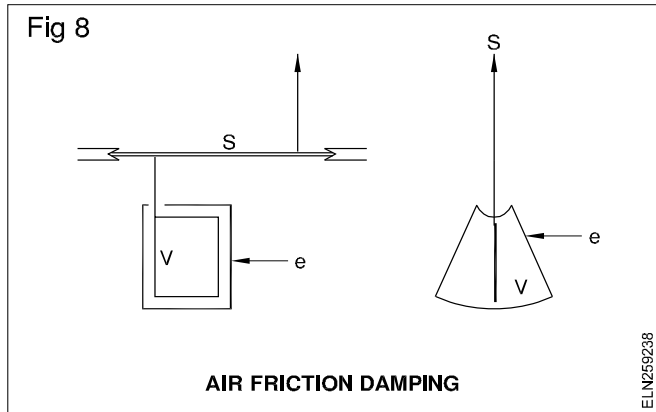


चकती एक स्थायी चुम्बक M के ध्रुवों के बीच के अन्तराल में चलती है जिससे भंवर धारायें प्रेरित होती हैं लेन्ज के नियम के अनुसार भंवर

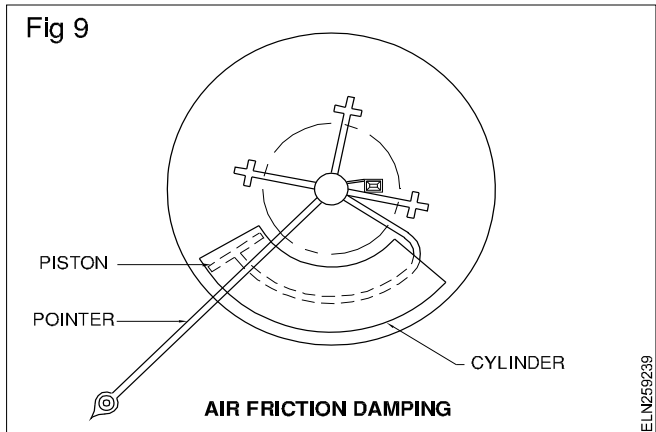
धारा द्वारा उत्पन्न फ्लक्स, चकती गति का विरोध करता है, जिससे अवमंदन बल प्रभावित होता है।

चल कुण्डल मापी यन्त्र में चल कुण्डल एक पतले एल्यूमिनियम के फार्मर पर वेष्टित रहता है, फार्मर में प्रेरित भंवर धारायें अवमंदन बल उत्पन्न करती हैं।

वायु घर्षण अवमंदन (Air friction damping): Fig 8 में वायुघर्षण अवमंदन को प्राप्त करने की विधि प्रदर्शित की गई है। इसमें एक पतली धातु वेन स्पिंडल S से जुड़ी रहती है। वेन को एक खण्ड आकृति बाक्स C के अन्दर चलाया जाता है जब कि संकेतक अंशांकित पैमाने पर गति करता है।



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।



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 वर्गीकरण 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

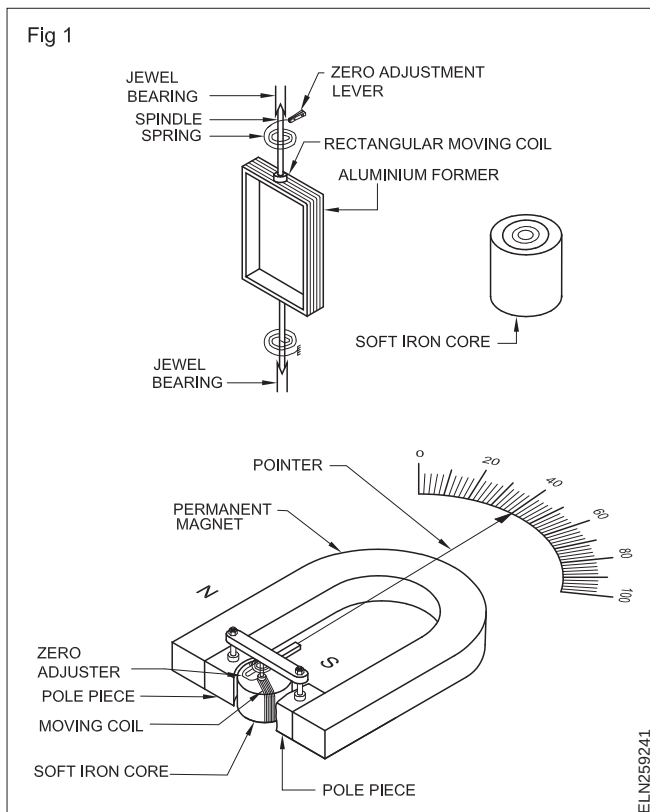
स्थायी चुम्बक चल कुण्डल (PMMC) उपकरण (Permanent magnet moving coil (PMMC) instruments)

DC संख्याओं जैसे वोल्टता और धारा के मापन में सर्वाधिक प्रयोग में आने वाला मापी यन्त्र स्थायी चुम्बक चल कुण्डल (PMMC) मापी यन्त्र है।

सिद्धान्त (Principle): PMMC मापी यन्त्र का कार्यान्वयन 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 तारों के तार का होता है और हल्के एल्यूमिनियम फार्मर पर वेष्टित रहता है से बना होता है।

एल्यूमिनियम फार्मर कुण्डल को न केवल आधारित करता है प्रत्युत



अवमंदन के लिये भंवर धाराये भी उत्पन्न करता है। कुण्डल और फार्मर स्पिन्दल के किसी भी पार्श्व से जुड़ा 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।

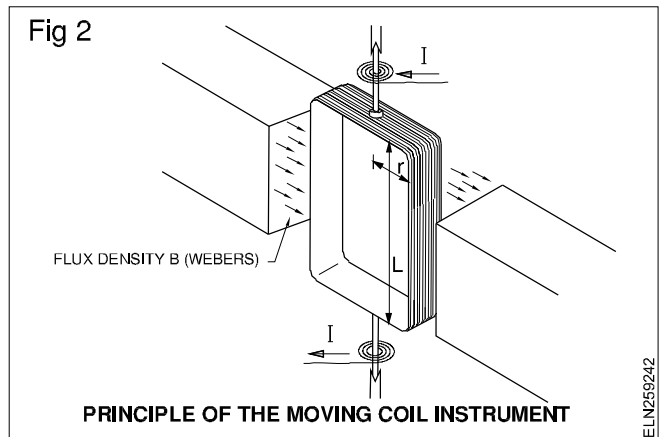
कुण्डल के दो सिरे दो फास्फर ब्रान्ज स्प्रिंग्स प्रत्येक स्पिन्दल पर एक जुड़ी होती है जिससे धारा अन्दर आ सके अथवा बाहर जा सके। ताप परिवर्तन के प्रभाव को निष्प्रभावित करने के लिये सिप्रिंग्स विपरीत दिशाओं में सर्पलित होती है।

घोड़े नाल अकृति की स्थायी चुम्बक एक एलाय जिसे एलनिकों कहते हैं से बनी होती है। जिसके मृदु लोहे के ध्रुव इस प्रकार के होते हैं कि वायु अन्तराल में फ्लक्स वितरण समरूप हावब

मुलायम लौह क्रोण को इस प्रकार अवस्थिति किया जाता है कि चल कुण्डल मुलायम लौह क्रोण और ध्रुव टुकड़ों 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 फ्लक्स में वृद्धि हो और वायु अन्तराल में फ्लक्स का समरूप वितरण है।

संकेतक एक स्पिन्दल से जुड़ा 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 फ्लक्स



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 फ्लक्स 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

$$= \text{बल} \times \text{मीटर में चालक के केन्द्र और स्पिन्दल के केन्द्र के बीच की लम्बवत दूरी}$$

माना की दूरी r मीटर है,

इसलिये हमें निम्न प्राप्त होता है

$$T = Fr \text{ न्यूटन मीटर}$$

$$T = BLINr \text{ न्यूटन मीटर}$$

$$(F = BLIN \text{ न्यूटन})$$

लेकिन B, L, N, r एक विशेष मापी यन्त्र के लिये स्थिरांक हैं। और अक्षर K द्वारा व्यक्त किये जा सकते हैं।

$$\text{इसलिये आघूर्ण} = KI$$

आघूर्ण का समानुपाती है।

ऊपर के समीकरण से हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि एक PMMC मापी यन्त्र का विक्षेपण आघूर्ण धारा का समानुपाती है इसलिये PMMC पैमाना समरूप है। अर्थात् 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 $5\mu A$ से $75\mu A$ तक परिवर्तित होती है।

लेकिन चल कुण्डल के विक्षेपण दिशा कुण्डल में प्रवाहित धारा की दिशा पर निर्भर करती है। इसलिये यदि मापी यन्त्र उत्क्रम ध्रुवता से जुड़ा 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 आपूर्ति से जोड़े जाने पर मापी यन्त्र विक्षेपित नहीं होगा।

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 कार्यान्वयन 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 टुकड़ा जो एक स्पिन्दल और सुई से जुड़ा 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 हैं जिन्हें वोल्टमापी अथवा एम्पियर की भांति प्रयोग में लाया जाता है।

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 हैं इसे वोल्टमापी में परिवर्तित कर सकते हैं। 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
- अव्यक्त 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 :

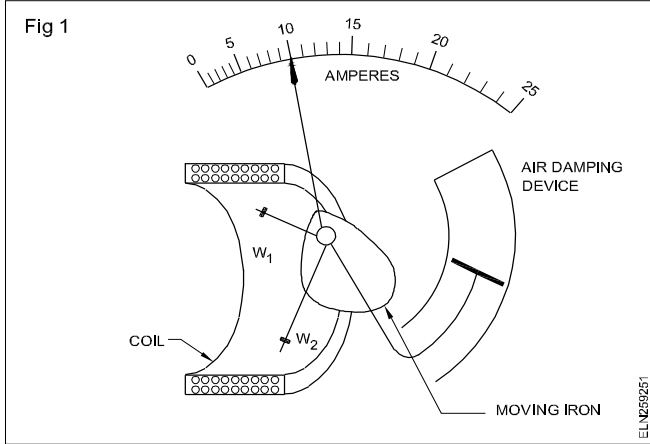
इसको वोल्ट मीटर और एममीटर की तरह प्रयुक्त किया जा सकता है।

वे हैं :

- आकर्षण प्रकार (attraction type)
- प्रतिकर्षण प्रकार (repulsion type)

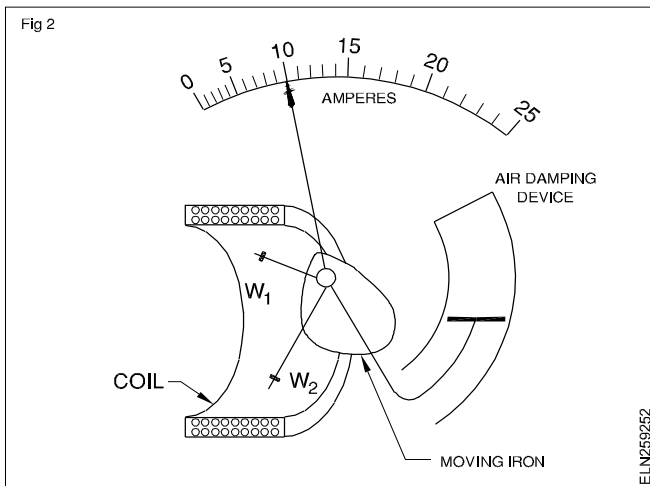
प्रचालन सिद्धान्त (Principle of operation): आकर्षण प्रकार मापी यंत्र एक ही चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा लोहे के दो आसन्न टुकड़ों के बीच चुम्बकीय आकर्षण, और प्रतिकर्षण के सिद्धान्त पर कार्य करता है।

आकर्षण प्रकार के चल लौह मापी यंत्रों की रचना और कार्यान्वयन (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 टुकड़ा एक स्पिन्दल में समकेन्द्रित अवस्था में किलकित रहता है।



स्पिन्दल रतनित बेयरिंग की सहायता से घूमने के लिये स्वतन्त्र हाता है, और संकेतक जो स्पिन्दल से जुड़ा रहता है अंशांकित पैमाने पर गति कर सकता है। जब विद्युत चुम्बकीय कुण्डल परिपथ से जुड़ा नहीं होता है, गुरुत्वी बल के कारण मुलायम लोहे का टुकड़ा उर्ध्वाधर नीचे लटका रहता है, और संकेतक शून्य पाठ प्रदर्शित करता है।

जब विद्युत चुम्बक कुण्डल को आपूर्ति से जोड़ देते हैं तो Fig 2 के अनुसार कुण्डल में उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र मुलायम लोहे टुकड़ों को आकर्षित करता है। लोहे के टुकड़े की किलकन समकेन्द्रित के कारण लोहे के टुकड़ों का बंधित भाग, कुण्डल की ओर आकर्षित करता है। फलस्वरूप स्पिन्दल गति करती है, और संकेतक को विक्षेपित करती है।



संकेतक की विक्षेपण मात्रा, चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करने वाली धारा में वृद्धि होने से बढ़ती है। साथ ही मुलायम लोहे के टुकड़े का आकर्षण कुण्डल में धारा के दिशा से स्वतन्त्र होता है। मापी यंत्र की यह अभिलक्षणिक, इसे DC और AC दोनों के मापने योग्य बनाता है।

प्रतिकर्षण प्रकार के चल लौह मापी यंत्र का कार्यान्वयन और रचना (Construction and working of repulsion type moving-

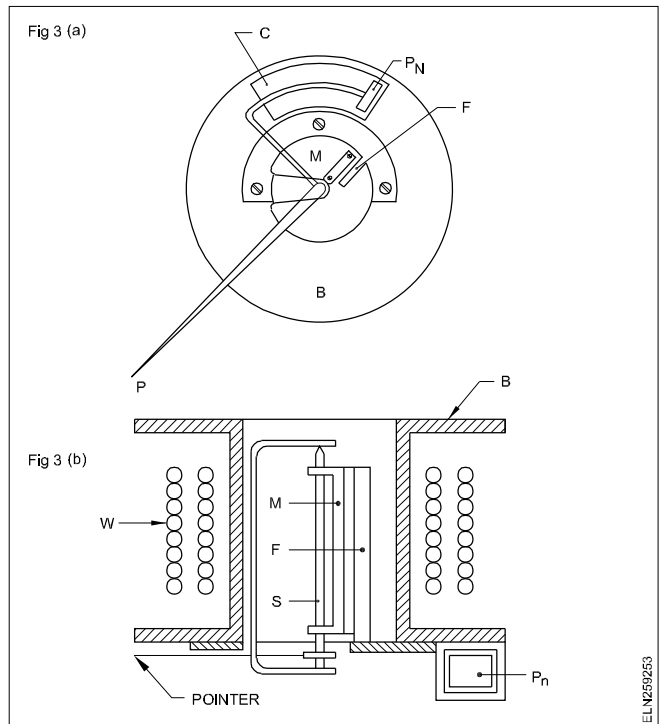
iron instrument): इसमें पीतल बाबिन B पर एक कुण्डल वेष्टित होता है जिसके अन्दर Fig 3a के अनुसार मुलायम लोहे की दो पहियों M और F अक्षीय स्थिति में नियोजित होती हैं। वही F स्थिर होती है जब कि लोहे की वहां M स्पिन्दल S से जुड़ा होती है जो संकेतक P युक्त होती है।

स्प्रिंग नियन्त्रण प्रयुक्त होता है और मापी यंत्र इस प्रकार अभिकल्पित होता है कि जब W से कोई धारा प्रवाहित नहीं 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।

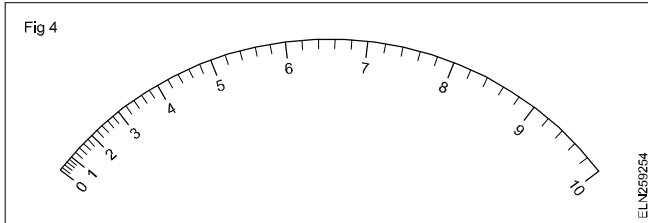
जब मापी यंत्र आपूर्ति से जोड़ दिया जाता है तो कुण्डल W में धारा जाती है, जो चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है क्षेत्र से चल और स्थिर लोहे पट्टियां F और M क्रमशः अन्त में समान ध्रुव उत्पन्न करती है। इसलिये दोनों पहियों एक दूसरे को प्रतिकर्षित करती है।

उत्पन्न आघूर्ण, चल निकाय सिरे को विक्षेपित करता है। इसलिये यह नियंत्रण आघूर्ण, नियामक स्थिर अथवा भार के कारण उत्पन्न करता है। चल निकाय ऐसी स्थिति में स्थिर होता है जब विक्षेपण और नियंत्रण आघूर्ण बराबर होते हैं।

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।

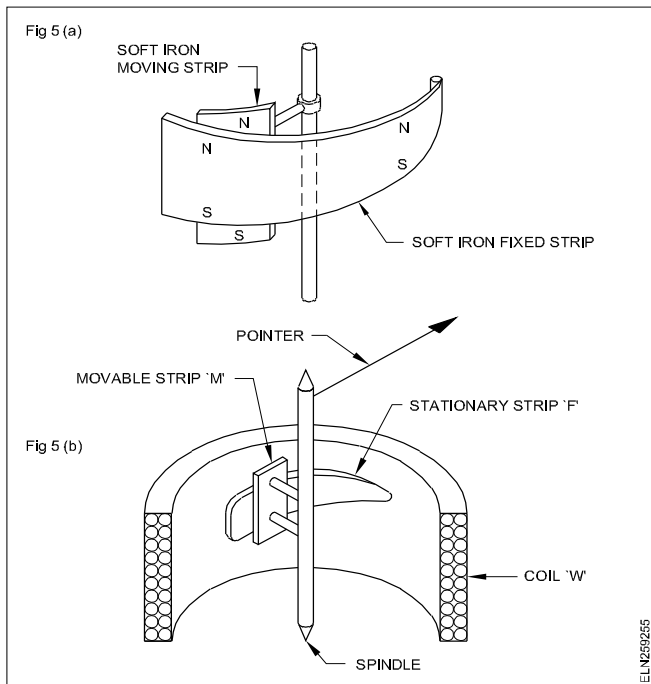


विक्षेपण आघूर्ण और पैमाने का अंशांकन (Deflecting torque and graduation of scale): लेकिन चल लौह मापी यंत्र में विक्षेपण आघूर्ण कुण्डल में प्रवाहित धारा के वर्ग का समनवय होता है। इसलिये इस मापी यंत्र का पैमाना विषम हो गया है। Fig 4 के अनुसार प्रारम्भ में यह शिकंजित (Cramped) और अंत में खुला होगा।



पैमाने की समानता के लिये कुछ निर्माताओं ने Fig 5a के अनुसार जीभ के आकार की पट्टी 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 संकीर्ण भाग से समानुपात में न्यूनित होता है जिससे लगभग समरूप आघूर्ण और समरूप पैमाना प्राप्त होता है।

यह मापी यन्त्र गुरुत्वीय अथवा स्प्रिंग नियन्त्रित होते हैं, और अवमंदन वायु घर्षण विधि से प्राप्त होता है।

उपयोग गुण और अवगुण चल लौह मापी यन्त्र (Uses, advantages and disadvantages of Moving - iron instruments)

उपयोग (Uses): इनको 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 वेष्टित चक्करों का बना होता है।

गुण (Advantages):

- इनका प्रयोग AC और DC दोनों पर होता है इसलिये इन्हें अधुवित मापी यन्त्र कहते हैं।
- चूंकि आघूर्ण / भार अनुपात उच्च होता है इसलिये घर्षण त्रुटियां कम मान की होती हैं।
- चल कुण्डल की तुलना में यह कम मूल्य के होते हैं।
- अपनी सरल रचना के कारण सुदृढ़ होते हैं।
- यथार्थ और व्यवसायिक दोनों स्तरों की सीमा के अन्तर्गत इनकी परिशुद्धता संतोष जनक होती है।
- इनके पैमाने 240° तक घेर लेते हैं।

अवगुण (Disadvantages):

- इनमें हिस्टेरिसिस, आवृत्ति परिवर्तन, तरंग रूप और अवांछित चुम्बकीय क्षेत्रों के कारण त्रुटियां होती हैं।
- सामान्यतः इनके पैमाने असमान होते हैं लेकिन विशेष निर्माण डिजाइन का उपयोग करके इनके पैमाने लगभग समरूप कर दिये जाते हैं।

डायनमो टाइप मापीयन्त्र (Dynamometer type instrument)

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

- डायनमोमापी प्रकार के मापी यन्त्र के सिद्धान्त बताना
- एक डायनमोमापी प्रकार के मापी यन्त्र की रचना और कार्यान्वयन का वर्णन करना
- वोल्टमापी, एम्पियर मापी और वाट मापी की भांति प्रयुक्त किये जाने पर डायनमो मापी यन्त्र के आन्तरिक सम्बन्धों का स्पष्टीकरण करना
- डायनमोमापी मापी यन्त्रों के प्रयोग के गुण और अवगुण बताना ।

विद्युत डायनमिक अथवा डायनमो मापी प्रकार के मापी यन्त्र (Electro - dynamic or Dynamo - meter type instruments)

कार्यान्वयन सिद्धान्त (Working principle): यह मापी यन्त्र DC मोटर के सिद्धान्त पर कार्य करता है। अर्थात् 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 डायनमोमापी 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 हैं। 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।

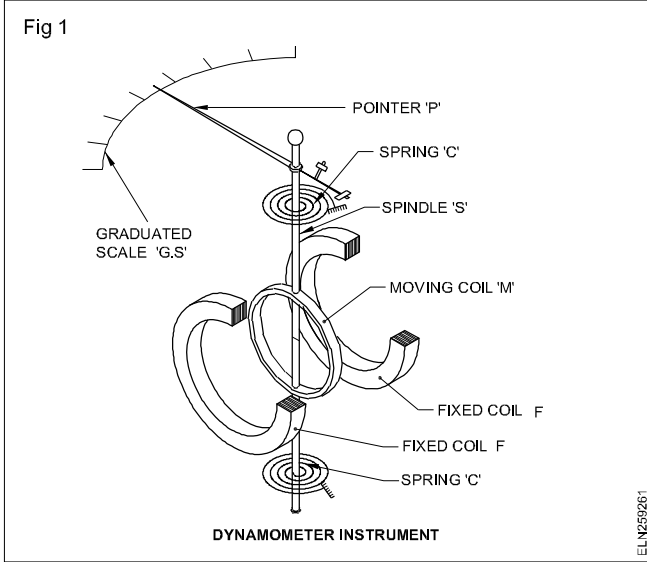
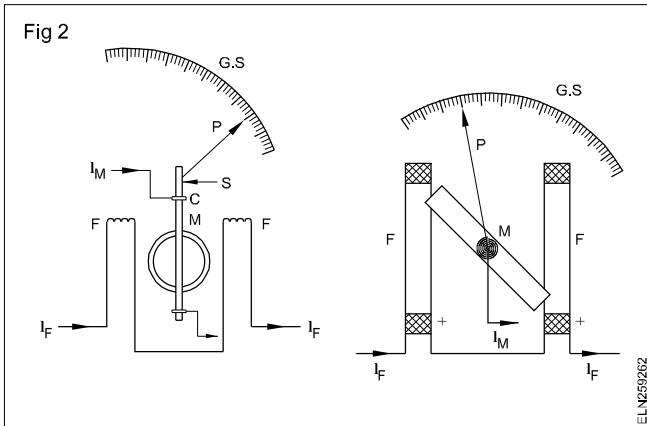
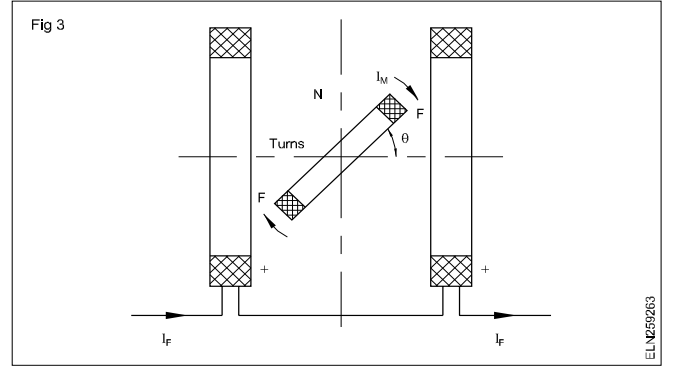


Fig 2 के अनुसार अवस्थिति कुण्डल F और F एक दूसरे के समीप और समान्तर रखे जाते हैं। AC परिपथों में प्रयुक्त होने पर वायु क्रोण खण्ड हिस्टेरिसिस प्रभाव को दूर करता है चल कुण्डल M एक स्थिर स्पिन्दल S पर आरोहित होता है और स्पिन्दल रतनित बियरिंग की सहायता से वायु अन्तराल में गति के लिये स्वतन्त्र होती है।



संकेतक P स्पिन्दल के एक सिरे से जुड़ा रहता है और स्पिन्दल अंशांकित पैमाने GS पर चलाया जाता है। स्पिन्दल से जुड़ी 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।

कार्यान्वयन (Working): Fig 3 के अनुसार माना कि स्थिर कुण्डल में धारा I_F और चल कुण्डल में I_M है। क्षेत्र तीव्रता धारा I_F की समानुपात में होगी।



विक्षेपण आघूर्ण स्थिर और चल कुण्डलों द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्रों की अर्न्तक्रिया से उत्पन्न होता है और उनके द्वारा ले जायी गई धारा के समानुपात में होता है।

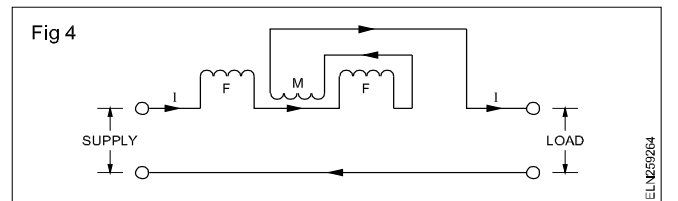
विक्षेपण आघूर्ण τ I_F और I_M के समानुपात में होगा। जहां I_F अवस्थिति कुण्डल में और I_M चल कुण्डल में धारा है।

ऊपर के आघूर्ण समीकरण से यह स्पष्ट है कि मापी यंत्र 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।

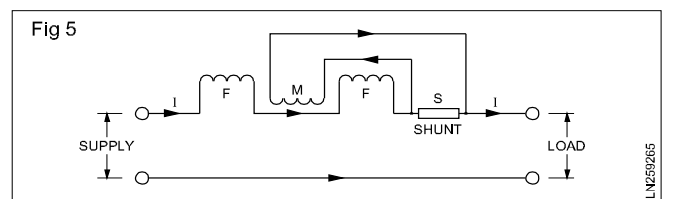
इस मापी यन्त्र में उपयोग जैसे एम्पियर मापी, वोल्टमापी अथवा वाटमापी के अनुसार आशोधन वांछित होगा जैसा कि नीचे स्पष्ट किया गया है।

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।

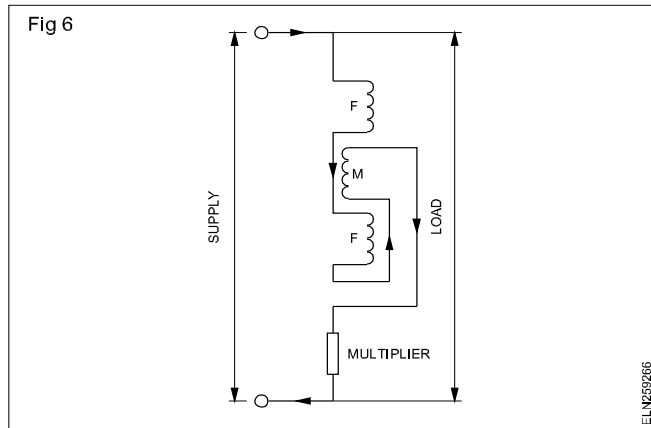


चूंकि चल कुण्डल पतले गेज तार को वेष्टित करके बनाया गया है इसलिये यह भारी धाराओं के मापन के लिये अनुपयुक्त है।

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 सिरो पर जोड़ा जा सकता है। AC और DC दोनों का मापन सम्भव है।



डायनमोमीटर 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 जोड़े जाते हैं। इस वोल्टमापी को AC और DC दोनों पर प्रयुक्त किया जा सकता है।



डायनमोमीटर का उपयोग वाट मापी की भांति (Dynamometer used as a Wattmeter): डायनमोमीटर साधारणतय: 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 हैं।
- 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 मूल्यवान होते हैं।
- एम्पियर मापी और वोल्टमापियों की भांति प्रयुक्त होने पर पैमाना समरूप नहीं होगा।
- इसका आधूर्ण / 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 में 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।

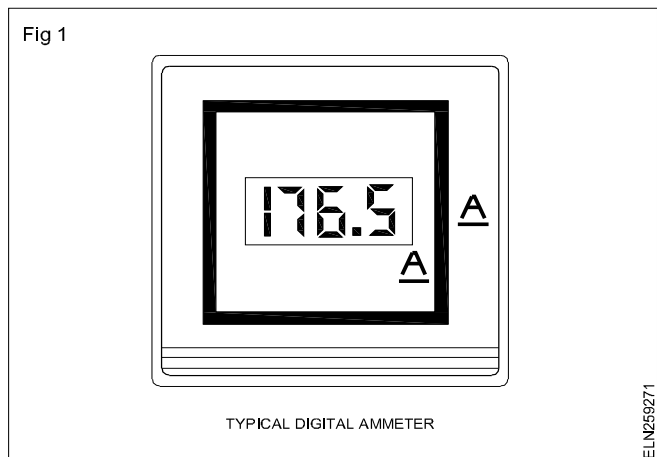
ये दोनों पॉपिटिव तथा मेगोटिव लीड हैं तथा इसका आंतरिक प्रतिरोध कम है डिजीटल मीटर का प्रयोग परिपथ के श्रेणी क्रम में किया जाता है ताकि मीटर में धारा प्रवाहित हो सके।

उच्च धारा का प्रवाह अवयव के शार्ट सर्किट को सूचित करती है कम धारा प्रवाह उच्च प्रतिरोध को दर्शाती है इससे A.C और D.C. दोनों का मापन किया जा सकता है कई डिजीटल अमीटरों में करंट सेंसर या तार के चारों ओर क्लैम्प लगा होता है

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 हैं बिना प्लग पावर का प्रयोग किये बैट्रीजसे इसे चलाया जाता है Fig 1 में डिजीटल अमीटर का प्रारूप दिखाया गया है।

Fig 1



विशिष्ट मापन एवं 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) :

डिजिटल अमीटर का उचित डिजाइन और कार्यक्षमता सुनिश्चित करने के लिये निश्चित मानक और विनिर्देश होना चाहिए। दिखे ICE 60054-2

डिजिटल वोल्टमीटर (DVM) (Digital Volt Meter (DVM))

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

- एनॉलाग तथा डिजिटल वोल्टमीटर के मध्य अंतर समझना
- DVM के लाभ की सूची बनाना
- DVM के कार्य सिद्धांत का वर्णन करना।

डिजिटल वोल्ट मीटर (Digital Volt Meter) (DVM) :

डिजिटल वोल्टमीटर एक ऐसा विद्युत मापक यंत्र है जिसका प्रयोग दो बिंदुओं के मध्य लाइन पोटेंशियल डिफरेंस (विभवांतर) मापने में किया जाता है मापन करने वाले वोल्टेज AC या DC हो सकते हैं वोल्टेज मापन में दो प्रकार के वोल्टमीटर प्रयोग किये जाते हैं जैसे एनॉलाग और डिजिटल साधारण: एनॉलाग वोल्टमीटर में डायल के एक होता है जिसमें नीडल मापन करते समय धूमता है तथा उचित मान प्रदर्शित करता है।

डिजिटल वोल्टमीटर AC या DC वोल्टेज के मानों को सीधे अंकों में प्रदर्शित करते हैं जबकि एनॉलाग यंत्र में संकेतक पैमाने में लगातार विक्षेप देता है।

डिजिटल वोल्टमीटर के लाभ (Advantages of Digital Voltmeters)

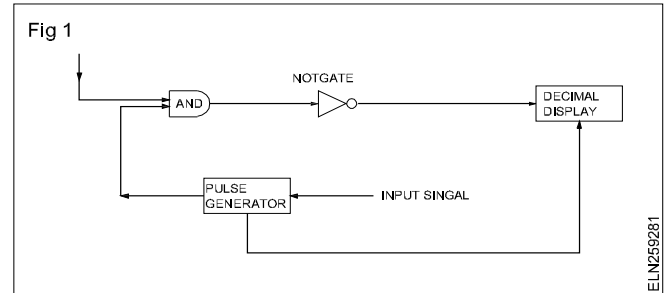
- DVM में पांयाक लेना आसान है यह मापन की निरीक्षण त्रुटि को दूर करता है
- पैरेलेक्स त्रुटि को दूर करता है।
- बहुत शीघ्रता से पांयाक लिया जा सकता है।
- भण्डारण और भविष्य की गणनाओं को मेमोरी में रखा जा सकता है।
- अधिक विश्वसनीय एवं सटीक परिणाम देता है।
- साधारणतः छोटा एवं सस्ता है।
- कम पावर फैक्टर की आवश्यकता

डिजिटल वोल्टमीटर का कार्य सिद्धांत (Working Principle of Digital Voltmeter)

साधारण डिजिटल वोल्टमीटर का ब्लॉक डायग्राम Fig 1 में दर्शाये ब्लॉक 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 डिजिटल तथा एनॉलाग दोनों विधियों से रेक्टैंगुलर आयताकार पल्स

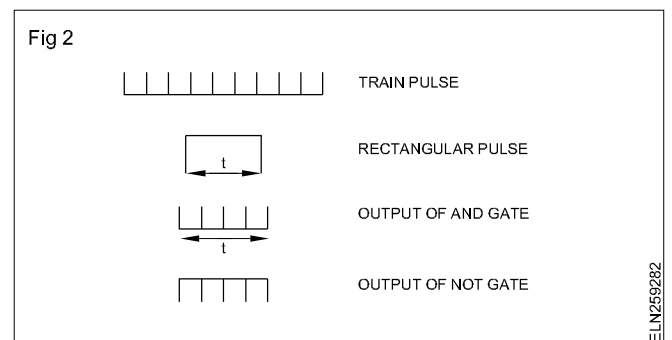


उत्पन्न करने के लिये प्रयोग किये जाते हैं जनरेटर के अंदर रेक्टैंगुलर पल्स की चौड़ाई तथा आवृत्ति तथा आयाम तें वृद्धि तथा कमी एनॉलाग सर्किट द्वारा नियंत्रित किये जाते हैं।

AND गेट (AND gate) जब दोनों इनपुट उच्च होते हैं तो यह उच्च आउटपुट देता है जब ट्रेन पल्स को रेक्टैंगुलर (आयताकार) पल्स के साथ लगाया जाता है तो ट्रेन पल्स की अवधि पल्स जनरेटर के रेक्टैंगुलर (आयताकार) पल्स की तरह होती है।

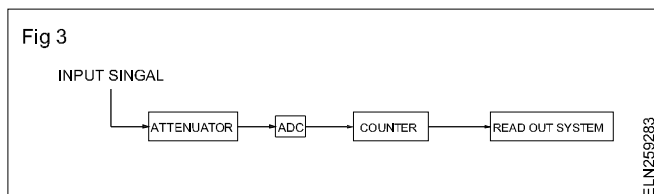
दशमलव प्रदर्शन (Decimal Display) यह आवेगों की संख्या का गणना करता है यह वोल्टेज के मान को LED या LCD डिस्प्ले में मापन के बाद प्रदर्शित करता है।

कार्य (Working) (Fig 2)



- 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 आवृत्ति 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 ट्रेडन इन्वर्टर में डाली जाती है जो उसको नेगेटिव ट्रिगर्ड ट्रेडन 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 डिजिटल वोल्टमीटर को आसानी से A/D परिवर्तन विधि से बना सकते हैं। (Fig 3)



A/D परिवर्तन विधि से बताये गये डिजिटल वोल्टमीटरों का वर्गीकरण नीचे प्रकार कर सकते हैं:

- रेम्प प्रकार का डिजिटल वोल्टमीटर (Ramp type digital voltmeter)
- इन्टरग्रेटिंग प्रकार का डिजिटल वोल्टमीटर (Integrating type voltmeter)
- पोटेंशियोमेट्रिक प्रकार का डिजिटल वोल्टमीटर (Potentiometric type digital voltmeter)
- सक्सेसिव ऐप्रोक्सिमेशन प्रकार का डिजिटल वोल्टमीटर (Successive approximation type digital voltmeter)
- कन्टिन्यूअस बेलेन्स प्रकार का डिजिटल वोल्टमीटर (Continuous balance type digital voltmeter)

आजकल डिजिटल वोल्टमीटर के स्थान पर डिजिटल 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 कार्यान्वयन 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 = $E I \cos \phi$ 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 = $3E_P I_P \cos \phi$

अथवा $\sqrt{3} E_L I_L \cos \phi$

जहां $E_P I_P$ कला मान है और $E_L I_L$ 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 नहीं होते हैं।

वास्तविक शक्ति को स्थल पर ही ज्ञात कर सकने के लिये एक वाट मापी प्रयुक्त किया जाता है परिपथ में हास हुई शक्ति को सीधे मापी के पैमाने पर पढ़ा 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 हैं।

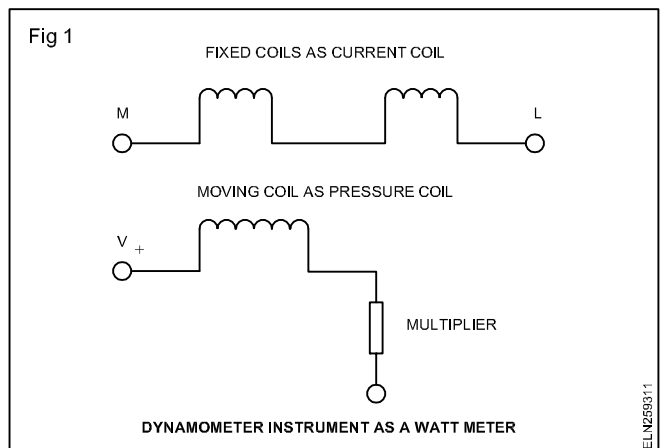
- डायनमोमीटर वाटमापी (Dynamometer wattmeter)
- प्रेरक वाटमापी (Induction wattmeter)
- स्थैतिक वाटमापी (Electrostatic wattmeter)

तीनों में से स्थैतिक वाटमापी बहुत कम प्रयोग में आता है। यहाँ केवल अन्य दो विषयों विवरण दिया जा रहा है।

डायनमोमीटर मापी प्रकार एक कला वाटमापी (Dynamometer type, single phase wattmeter): इसका प्रायः वाटमापी की भांति प्रयोग में लाते हैं इसका रचनात्मक विवरण और कार्यान्वयन में पहले ही बताया जा चुका है इसलिये प्रशिक्षुओं को परामर्श दिया जाता है आगे बढ़ने 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 डायनमोमीटर मापी प्रकार AC और DC दोनों में प्रयुक्त हो सकते हैं।

प्रेरक प्रकार के वाटमापी केवल उस समय प्रयुक्त होते हैं जब आपूर्ति वोल्टता और आवृत्ति लगभग स्थायी होते हैं। (Fig 1).



लाभ (Advantages)

- यह उपकरण AC या DC दोनों के लिए प्रयुक्त हो सकता है।
- यह एक वायु कोपड् उपकरण 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)

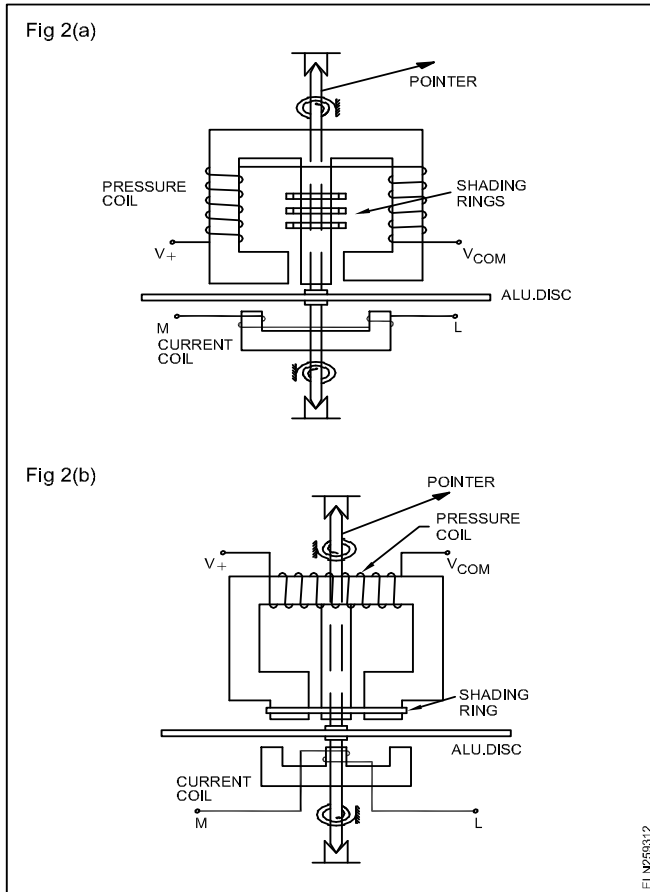
- PMMC और चल इस्पात उपकरण की तुलना में यह महंगा है।
- वाल्टमीटर और एममीटर के रूप में प्रयुक्त करते समय पैमाना समरूप नहीं होता।

- इसमें कम टोर्क/भार अनुपात होता है और सेन्सिटिविटी भी कम होती है।
- ओवर लोड के लिए सेन्सिटिविटी और मेकेनिकल इम्पैक्ट। 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 डायनामोमीटर 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 दो चुम्बकीय क्रोण वाले प्रेरण वाटमीटर दिखाये गये हैं।



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 स्पिन्दल के एक किनारे पर एक भार रहित संकेतक होता है।

कार्यान्वयन (Working): दाब और धारा कुण्डलों द्वारा उत्पन्न प्रत्यावर्ती चुम्बकीय फ्लक्स एल्यूमिनियम चकती को काटता है चकती में भंवर

धारायें उत्पन्न होती हैं। फ्लक्स और भंवर धाराओं की अर्न्तक्रिया के कारण चकती में एक घूर्णन आघूर्ण उत्पन्न होता है जिससे चकती चलने का प्रयत्न करती है। स्पिन्दल से जुड़ी दो नियन्त्रक स्प्रिंग संकेतक के विक्षेपण को नियन्त्रित करती हैं और संकेतक एक अंशांकित 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।

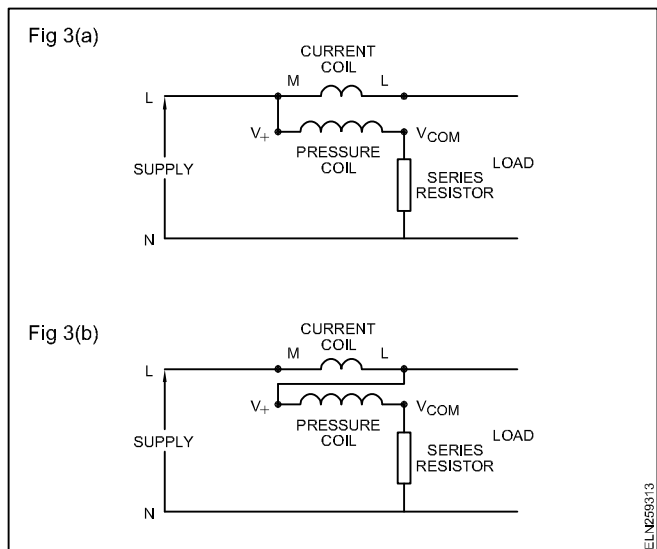
त्रुटिपूर्ण मापन को कम करने के लिये वाटमापी को एकल कला प्रतिरोध दाब कुण्डल की सम्बन्ध विधि (Method of connecting wattmeter in single phase circuits - pressure coil connection to reduce erroneous measurement):

Fig 3 के अनुसार वाटमापी के दाब कुण्डल को सम्बन्धित करने की दो विधियां हैं।

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 सम्बन्धन विधि में भार शक्ति की तुलना में नगण्य होगी इसलिये उत्पन्न त्रुटि बहुत कम होती है और इस सम्बन्धन को वरीयता दी जाती है।

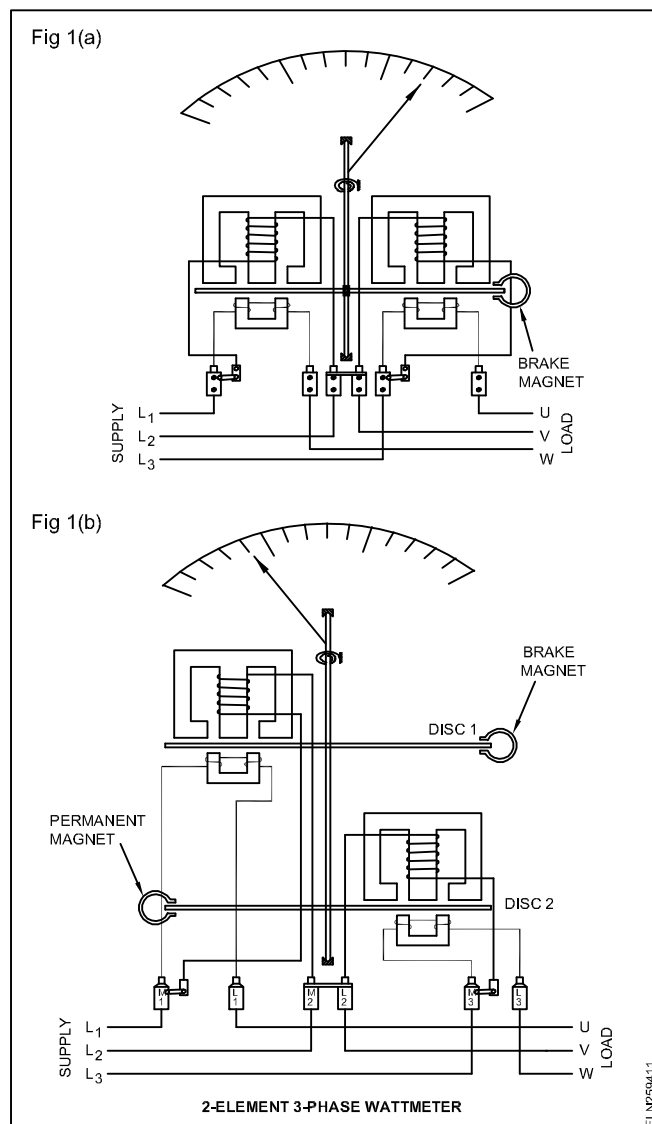


3 फेज़ वाटमीटर (3-phase Wattmeter)

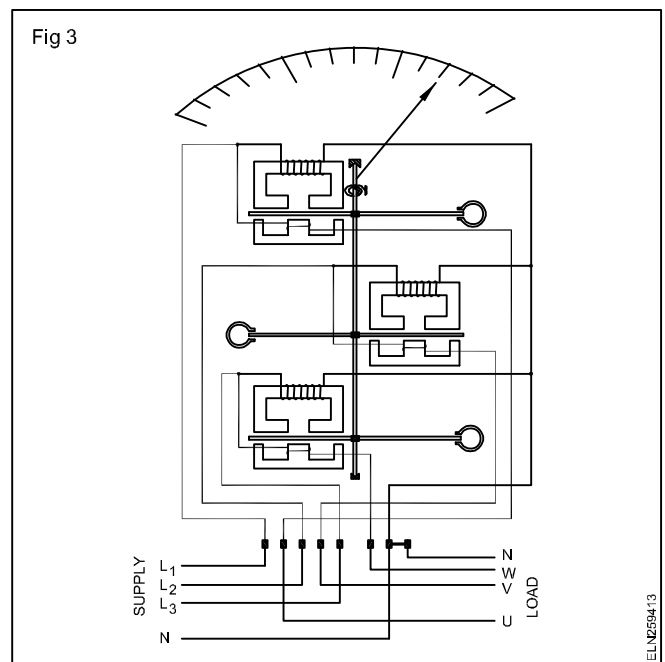
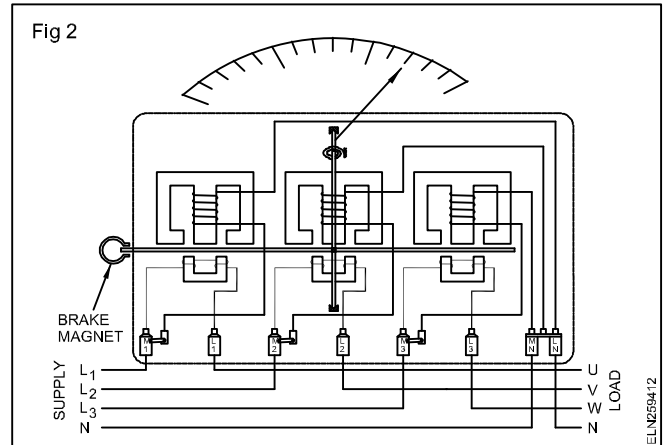
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- 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 हैं जो Fig 1a के अनुसार एकल एल्यूमिनियम चकती का प्रवर्तन करेंगे अथवा एक ही शैफ्ट पर आरोहित Fig 1b के अनुसार दो एल्यूमिनियम चकती का प्रवर्तन करेंगे और तीन फेज़ शक्ति के समानुपात में आघूर्ण प्रदत्त करेंगे।



अन्यथा तीन घटक तीन फेज़ वाट मापी में परस्पर 120° पर दाब और धारा कुण्डलों के तीन नियोजन होंगे लेकिन Fig 2 के अनुसार एकल एल्यूमिनियम चकती प्रवर्तित करेंगे अथवा दाब और धारा कुण्डलों के तीन नियोजन होंगे जो एक दूसरे के ऊपर तीन चकतियों पर लेकिन Fig 3 के अनुसार एकल स्पिन्दल पर ही आरोहित तीन चकतियों का प्रवर्तन करते हैं।



वाटमापी और ऊर्जा मापी की रचना में अन्तर केवल यह होता है कि वाटमापी कि स्पिन्दल स्प्रिंग नियंत्रित होती है और एक संकेतक होता है। लेकिन गियर्स की श्रृंखला नहीं होती।

लेकिन जो पहले पढ़ा गया है उसे संक्षेपित करने के लिये नीचे टेबल 1 दिया 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	Fig 4 ELN259414	संतुलित और
2	3- घटक - तीन तार	Fig 5 ELN259415	असंतुलित भार संतुलित भार
3	3- घटक - चार तार	Fig 6 ELN259416	असंतुलित भार.

डिजिटल वाटमीटर (Digital Wattmeter)

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

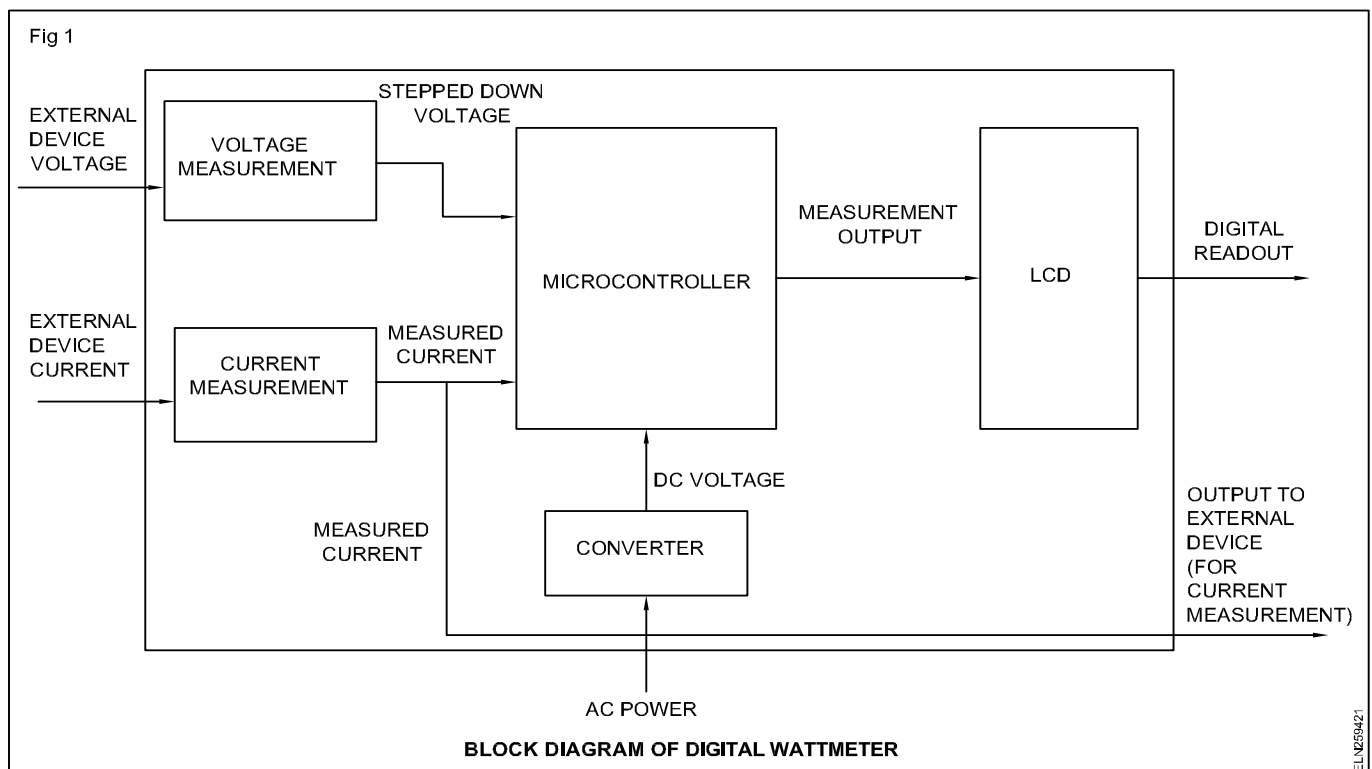
- ब्लॉक डायग्राम का वर्णन करना
- एनॉलाग तथा डिजिटल वाटमीटर के बीच तुलना करना।

डिजिटल वाटमीटर (Digital wattmeter)

किसी दिये गए परिपथ में विद्युत पावर को मापने के लिये वाटमीटर यंत्र प्रयोग किया जाता है इलेक्ट्रोमैग्नेटिक वाटमीटर का प्रयोग फ्रीक्वेंसी और आडियो फ्रीक्वेंसी तथा ऑडियो फ्रीक्वेंसी पावर या अन्य प्रकार के रेडियो फ्रीक्वेंसी के मापन में किया जाता है

डिजिटल वाटमीटर का ब्लॉक डायग्राम Fig 1 में दर्शाया गया है।

डिजिटल वाटमीटर हजारों बार इलेक्ट्रानिक रूप से करंट और वोल्टेज को मापते हैं जिसे कम्प्यूटर के माइक्रोकंट्रोलर चिप में वाटों को निर्धारित करने के लिये गुणा करते हैं कम्प्यूटर ऑकड़े जैसे उच्च औसत तथा उपयोग हुए कम वाट की गणना भी कर सकता है वे सर्ज वोल्टेज तथा आडटेज की निगरानी भी कर सकते हैं डिजिटल इलेक्ट्रॉनिक वाटमीटर घरेलू उपकरणों में ऊर्जा और पैसे की बचत के साथ बिजली खपत को मापने के लिये लोकप्रिय हो गये हैं।



एनॉलाग वाटमीटर तथा डिजिटल वाटमीटर के मध्य तुलना

एनॉलाग वाटमीटर	डिजिटल वाटमीटर
घूमने वाले भाग के कारण हानियाँ होती हैं।	घूमने वाले भाग न हाने के कारण घर्षण यांत्रिक हानि कम होती है।
डिजिटल वाटमीटर की अपेक्षा यथार्थता कम है।	एनॉलाग वाटमीटर की अपेक्षा यथार्थता अधिक है।
पायांक लेते समय अपैखिक त्रुटि उत्पन्न हो सकती है।	डिजिटल प्रदर्शन में पैमाने पर पायांक घर्षण हाने पर भी सही होता है।
इसके लिये कोई सहायक सप्लाय की आवश्यकता नहीं होती है।	इसके लिये सहायक DC सप्लाय आवश्यक होती है।
इसके डिजाइन में जटिलता नहीं है तथा इसे आपूर्ति की आवश्यकता नहीं है।	कार्य करने के लिये एनॉलाग की तुलना में विश्वसनीयता कम है।
मीटर को सप्लाय देने पर ट्रंजिस्टर के कार्य पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है	कोई भी आपूर्ति ट्रंजिस्टर को नुकसान पहुँचा सकता है
कंपन 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))

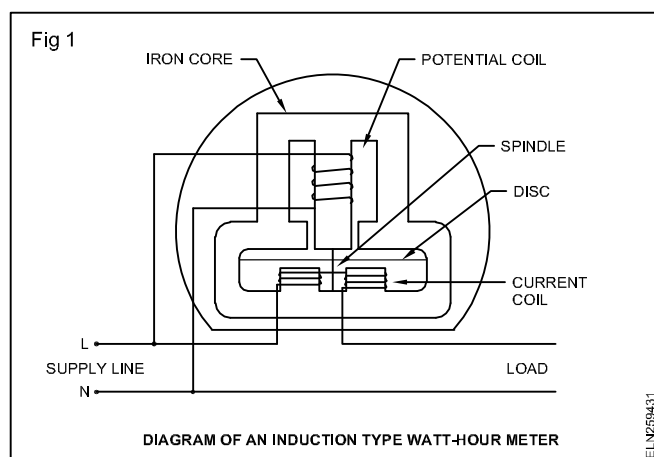
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- एकल फेज ऊर्जा मीटर की रचना और कार्यान्वयन सिद्धान्त का वर्णन करना
- एनर्जी मीटर में आने वाली त्रुटियों का वर्णन करना।

ऊर्जा माटर की आवश्यकता (Necessity of energy meter): विद्युत परिपद 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 हैं।

घरेलू और व्यवसायिक परिपथों में ऊर्जा मापन के लिये AC में एक प्रेरक प्रकार के ऊर्जा मापी को सर्वाधिक-प्रयोग होता है।

एकल फेज प्रेरक प्रकार के ऊर्जा मीटर का सिद्धान्त (Principle of a single phase induction type energy meter): इस मापी का प्रचालन प्रेरण सिद्धान्त पर निर्भर होता है। दो कुंडलों से उत्पन्न दो प्रत्यावर्ती चुम्बकीय क्षेत्र एक चकती में धारा प्रेरित करते हैं 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।



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 हैं।

लोह 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 फ्लक्स क्षरण तथा चुम्बकीय प्रतिष्ठम्भ को कम करता है।

विभव कुण्डल (वोल्टता कुण्डल) (Potential coil (Voltage coil)): भार के सिरों पर विभव कुण्डल जोड़ा दिया जाता है और महीन तार के अनेक चक्करो से वेष्टित किया जाता है यह एल्यूमिनियम चकती में भंवर धारायें प्रेरित करता है।

धारा कुण्डल (Current coil): धारा कुण्डल भार के साथ श्रेणी में जुड़े होते हैं और मोट तार के कुछ चक्करो से वेष्टित होते हैं क्योंकि इन्हें पूर्ण धारा भार ले जाना होता है।

चकती (Disc): मापी में चकती घूर्णन घटक होता है और एक उर्ध्वाधर स्पिन्दल 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।

स्पिन्दल (Spindle): स्पिन्दल के किनारों पर दृढ़ स्टील किलकन होते हैं किलकन एक रतनित बियेरिंग पर आधारित होता है। स्पिन्दल के एक सिरे पर वार्म गियर होता है। गियर द्वारा डायल को घुमाये जाने पर वे मापी द्वारा जाने वाली ऊर्जा का संकेत करते हैं।

स्थायी चुम्बक/ ब्रेक चुम्बक (Permanent magnet / brake magnet): स्थायी चुम्बक एल्यूमिनियम चकती को उच्च चाल से दौड़ने को रोकते हैं यह एक विपरीत आघूर्ण उत्पन्न करता है जो एल्यूमिनियम चकती के घूर्णन आघूर्ण का विरोध करता है।

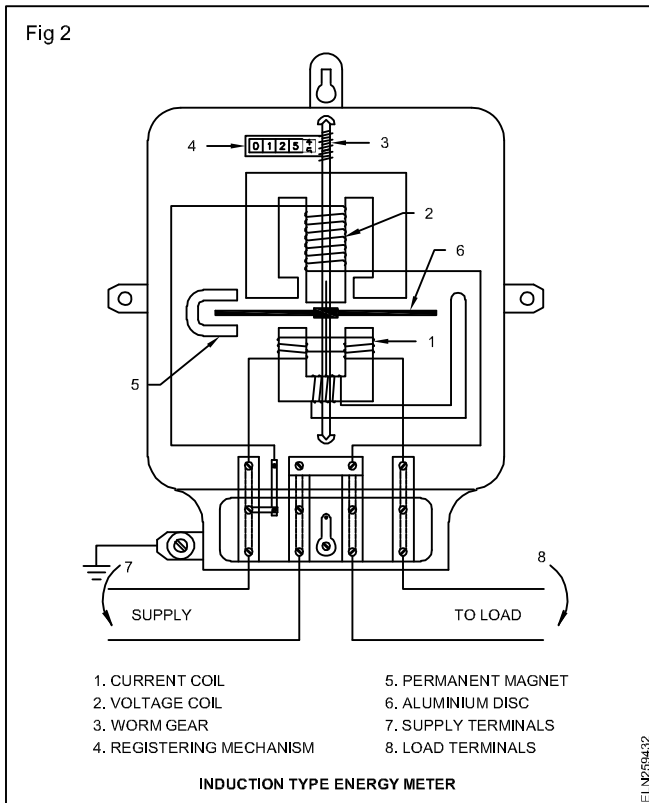
ऊर्जा मापियों का कार्यान्वयन (Fuctioning of energy meters): विभव कुण्डल और धारा कुण्डलों से निर्मित एक वैद्युत चुम्बक से एल्यूमिनियम चकती का घूर्णन प्राप्त होता है (Fig 2)। भार के सिरों पर विभव कुण्डल होता है जो एल्यूमिनियम चकती में भंवर धारा प्रेरित करता है भंवर धारा एक चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है जो धारा कुण्डलों द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र के साथ प्रतिक्रिया करके चकती पर एक प्रवर्तन 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 चक्करो की संख्या की समानुपाती होती है।

तांबे 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 बड़ा अग्र पश्च आघूर्ण उत्पन्न 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



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।

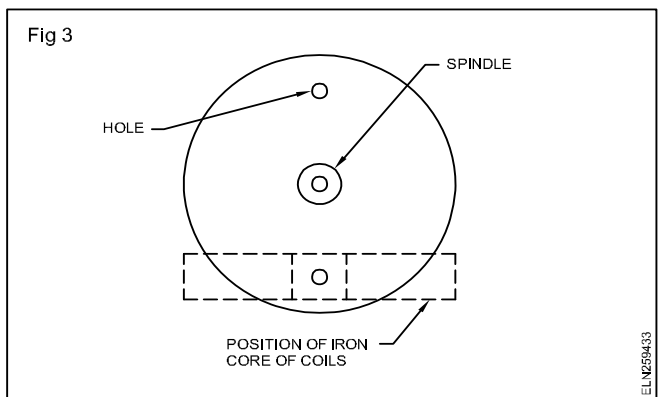
जितना अधिक गति से चकती घूर्णित होती है उतनी ही अधिक प्रबल भंवर धाराएँ होती है और उतनी ही अधिक प्रतिबन्धन क्रिया होती है यह प्रतिबन्ध

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 अर्थात् जब केवल दाब कुण्डल ऊर्जित किया जाता है इसे सर्पण कहते हैं। 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 हैं।

सर्पण को रोकने के लिये चकती में दो व्यासीय विपरीत क्षेत्र (Fig 3) बना दिये जाते हैं। विभव कुण्डल चुम्बक के ध्रुव 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 :

- डिजिटल प्रकार एनर्जी मीटर की तुलना में इलेक्ट्रोमैकेनिकल प्रकार के एनर्जी मीटर से करके इसके लाभ बताना
- ब्लाक डायग्राम से डिजिटल 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 प्रोडक्ट (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)
- इलेक्ट्रॉनिक (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 डिस्के 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 एडी धारा (eddy current) तथा एक बल तात्कालिक धारा और वोल्टेज के अनुक्रमानुपाती (proportional) होता है।

एक परमानेंट 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 -

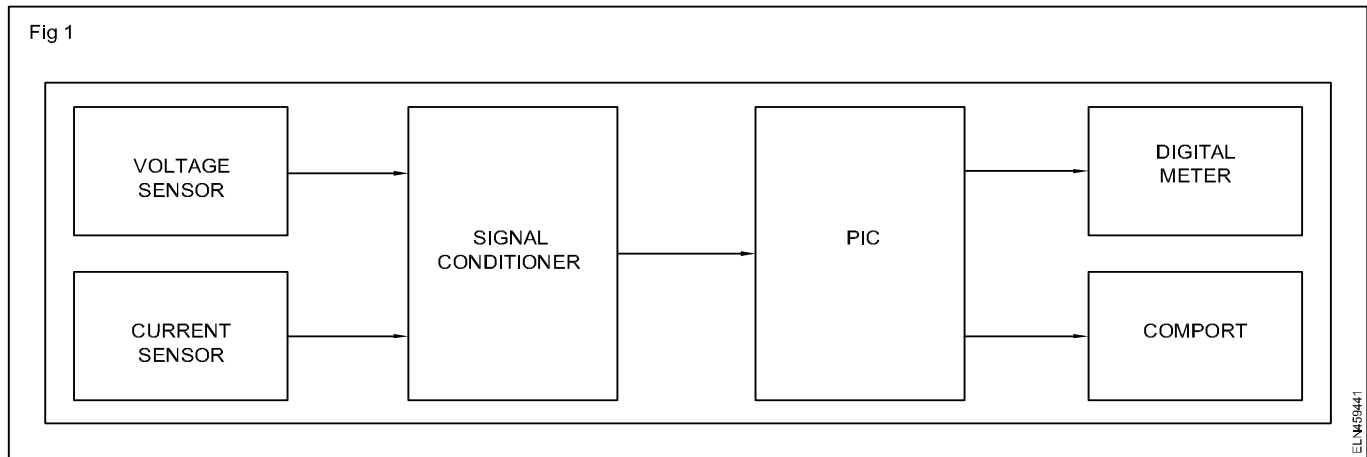
- कम यथार्थता होना (Less accuracy)
- एरर सही करने के कई तरीके (Many methods for error correction)
- प्रतिशतता एरर अधिक (Percentage error is more)
- स्थापन में कठिनाई (Installation is difficult)
- बाहरी युक्तियों से अंतरापृष्ठ की क्षमता ना होना

ऊपर दी गई हानियाँ अंकीय मापी (digital meter) में आती हैं जैसे कि अधिक निकटता (more accuracy) एरर सही करने के तरीके केवल एनॉलॉग/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।

इलेक्ट्रॉनिक (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 चित्र Fig 1 में दिखाया गया है। दो सेन्सरों धारा सेन्सर और वोल्टेज सेन्सर की नियुक्ति करते हैं।



वोल्टेज सेन्सर एक स्टेप डाउन एलीमेंट 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 ट्रांसफार्मर 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 कंट्रोल परिपथ मल्टीप्लेक्सर कंट्रोल करता है।

इसे दोनों सिग्नल से क्रमानुसार कुंजियों से प्राप्त रेखीय इनपुट परिधीय अंतरापृष्ठ नियन्त्रक (PIC - Peripheral Interface Controller) होता है।

कंट्रोल 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 इलेक्ट्रॉनिक मीटर अधिक परिशुद्धता से काम करते हैं। उसमें कोई चलायमान भाग नहीं होता और इसलिए फिक्शन जैसे मेकेनिकल खराबियाँ नहीं आती।

इसके अतिरिक्त इलेक्ट्रॉनिक 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

ELN259442

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 कार्यान्वयन का वर्णन करना
- 3 कला 4 तार प्रेरण प्रकार के ऊर्जा मापी की रचना और कार्यान्वयन का वर्णन 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 प्रयुक्त होते हैं। एक 3 कला ऊर्जा मापी का प्रकार्य एकल कला ऊर्जा मापी के प्रकार्य की भांति होता है जो प्रथम वर्ष के अभ्यास 309 से सम्बन्धित सिद्धान्त में बताया गया है।

तीन कला ऊर्जा मापी द्वारा संतुलित अथवा असंतुलित 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 ऊर्जा मापियों द्वारा हो सकता है।

3-फेस एनर्जी मीटरों के प्रकार (Types of 3-phase energy meters)

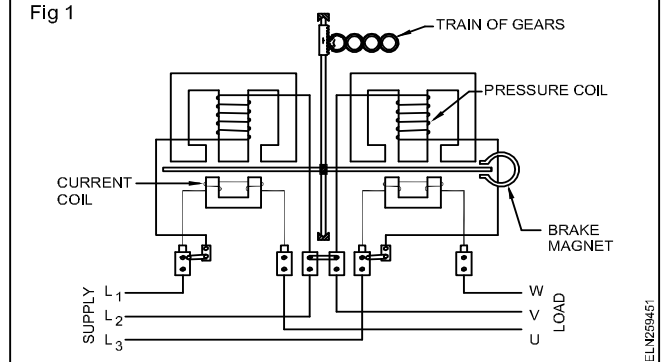
3 कला ऊर्जा मापियों के मुख्य दो प्रकार हैं।

- 3 कला 3 तार ऊर्जा मापी (तीनकला — दो घटक ऊर्जा मापी)
- 3 कला 4 तार ऊर्जा मापी (तीन कला तीन घटक ऊर्जा मापी)

दो घटक तीन कला ऊर्जा मापी (Two element 3 - phase energy meters): यह ऊर्जा मापी दो वाट मापी विधि द्वारा शक्ति मापन सिद्धान्त के आधार पर कार्य करता है। ऊर्जा मापी में एक धारा कुण्डल के दो घटक और विभव कुण्डल के दो घटक उपयोग में आते हैं। 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।

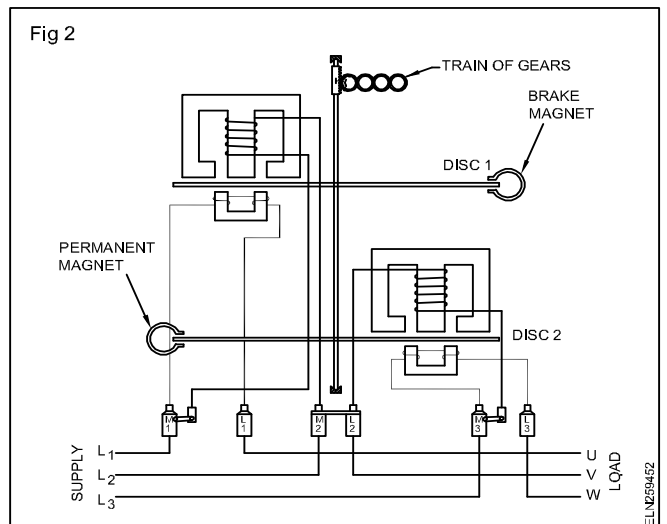
एक उभय स्पिन्दल पर दो घटकों के लिये व्यक्तिगत प्रवर्तन चकतियां भी हो सकती हैं। जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। दूसरा प्रकार को निर्माताओं द्वारा रचना सरलता के कारण प्रायः वरीयता दी जाती है।

Fig 1



ELN259451

Fig 2

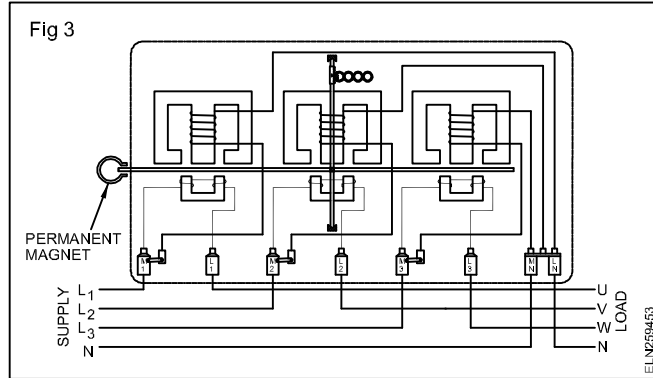


ELN259452

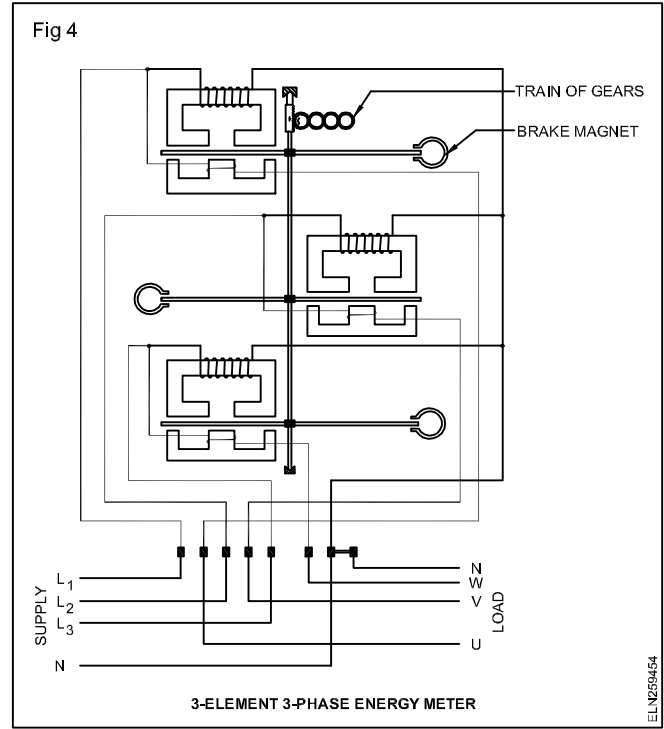
दोनों प्रकरणों में व्यक्तिगत घटकों द्वारा उत्पन्न प्रवर्तक आवर्णन योगित हो जाते हैं। अनुलेखन यांत्रिकत्व जो गियरर्स की श्रृंखला में जुड़ा होता है अर्थात् साइकिलोमीटर अथवा गणक केवल एक तीन कला — तीन तार निकाय के लिये ही उपयुक्त होते हैं लेकिन संतुलित और असंतुलित दोनों के लिये प्रयुक्त होते हैं।

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 हैं। स्टार में सम्बन्धित तीन घटकों के विभव कुण्डल आपूर्ति पंक्तियों से और उभय बिन्दु शक्ति आपूर्ति के उदासीन बिन्दु से जुड़े होते हैं।

धारा कुण्डलो को श्रेणी में व्यक्तिगत पंक्तियों से जोड़ा 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 जुड़ा एक घूर्णित भाग की भांति कार्य करती है।



तीन घटक तीन व्यक्तिगत चकतियों और रोधक चुम्बकों सहित Fig 4 के अनुसार उसमें एक उभय स्पिन्दल 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 प्रवर्तन आघूर्ण योगित हो जाते हैं 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।



तीन कला ऊर्जा मापी के अनुप्रयोग (Application of 3 - phase energy meter): एक दो घटक तीनकला ऊर्जामापी तीन कला भारों जिसमें उदासीन प्रयुक्त नहीं 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 हैं जो व्यष्टि कलाओं और उदासीन जैसे एक बड़े घरेलू उपभोक्ता अथवा प्रकाश भार सहित एक उद्योग से सम्बन्धित होते हैं।

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 है।

गलत कला कोण (Incorrect phase angles): हो सकता है कि विभिन्न फेजर्स (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 त्रुटियाँ (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, जिससे कि वे सही पाचांक दें तथा उनकी त्रुटियां स्वीकार्य सीमाओं के अन्दर हों।

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 की 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 जाती है तथा पूर्ण भार इकाई शक्ति गुणक तथा निम्न शक्ति गुणक समायोजन को दोहराया जाता है, जब तक कि दोनों स्थितियों के लिए वांछित परिशुद्धता की सीमा प्राप्त न हो जाए।

हल्के भार का समायोजन (Light load adjustment): निर्धार आपूर्ति वोल्टता दाब कुण्डली 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 हैं 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, अर्थात् पूर्ण भार तथा हल्का भार, के लिए गति सही न हो जाए।

निष्पादन (The performance): इसे 0.5 P.F. पश्चगामी पर पुनः जाँच किया जाता है।

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 विधियाँ (Methods of determining the percentage error in the energy meters): ऊर्जा मापी में प्रतिशत त्रुटि को ज्ञात करने की दो विधियाँ हैं।

- 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।

$$\text{अतः अभिलेखित ऊर्जा (kWh)} = \frac{\text{परिक्रमण}}{\text{परिक्रमण प्रति kWh}}$$

वास्तविक ऊर्जा को अमीटर, वोल्टमापी, शक्ति गुणक मापी तथा समय से परिकलन किया जाता है।

$$\text{अतः वास्तविक ऊर्जा} = \frac{E I \cos \theta \times t(\text{sec})}{1000 \times 3600}$$

जहाँ 't' सेकेण्डों में,

परिपथ में अमीटर, वोल्टमापी तथा शक्ति गुणक मापी के बदले उपमानक ऊर्जामापी जोड़कर उसके पायांक से वास्तविक ऊर्जा भी प्राप्त की जा सकती है।

$$\% \text{ त्रुटि} = \frac{\text{अभिलेखित ऊर्जा} - \text{वास्तविक ऊर्जा}}{\text{वास्तविक ऊर्जा}} \times 100$$

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।

$$\text{मापी स्थिरांक (वाट सेकेण्ड / परिक्रमण)} = \frac{3600 \times 1000}{\text{Rev. / KWH}}$$

$$\text{परीक्षण स्थिरांक} = \frac{E \times I \times T(\text{sec})}{\text{Rev.}}$$

$$\text{तथा } \% \text{ त्रुटि} = \frac{\text{मापी स्थिरांक} - \text{परीक्षण स्थिरांक}}{\text{वास्तविक स्थिरांक (T}_1\text{)}} \times 100$$

रोटर के किसी निश्चित परिक्रमणों के लिए समय से तुलना करने पर

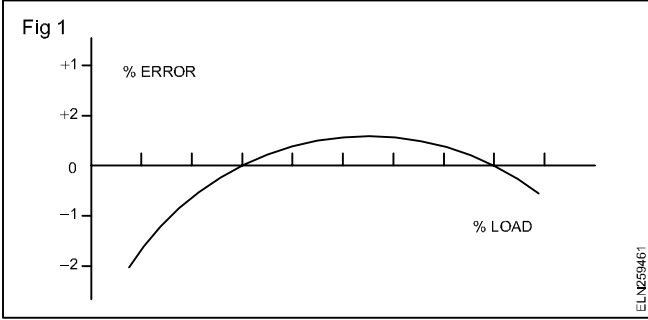
$$\% \text{ त्रुटि} = \frac{T - T_1}{T_1} \times 100$$

जहां T = परिक्रमणों की दिये गये संख्या के लिए सही समय है

$$= \frac{3600 \times 1000}{\text{Rev. / KWH}} \times \frac{\text{Rev.}}{\text{Watts}}$$

T₁ = समान संख्या परिक्रमणों के लिए वास्तविक समय, जैसा विरात घड़ी द्वारा पाया जाता है।

पायांकसे, प्रतिशत त्रुटि के लिए 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 ऋणात्मक है। (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 निर्धारित 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 मापीयन्त्र होता है जिसमें एक एम्पियर मापी वोल्ट मापी और ओम मापी के फलनों का समावेश होता है।

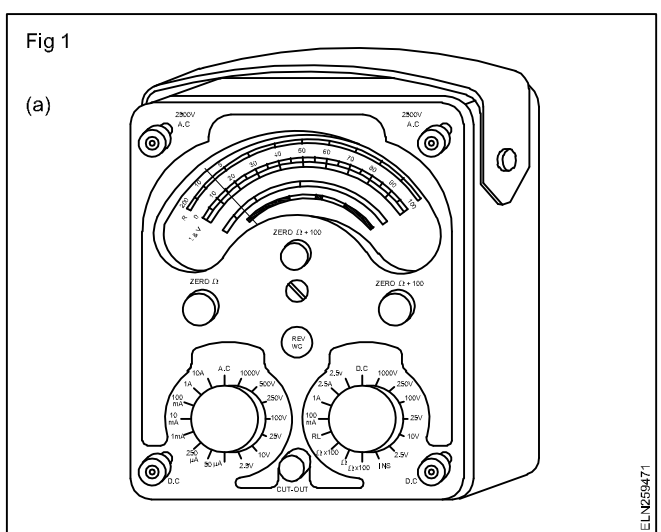
धारा को एमीटर के द्वारा, वोल्टेज के वोल्टमीटर के द्वारा तथा प्रतिरोध को ओममीटर के द्वारा मापते हैं।

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।

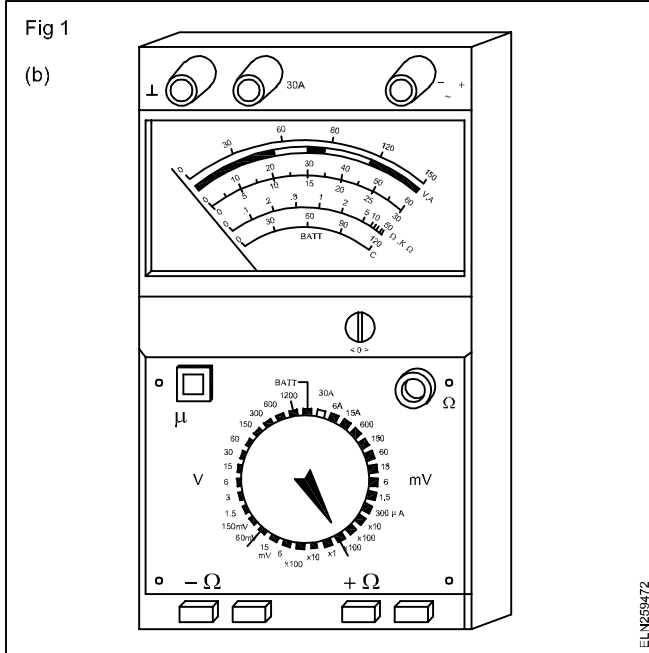
Figs 1a तथा 1b में बहुमीटर देखें।

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 मिलीएम्पियर में प्रयोग करते हैं। आवश्यक



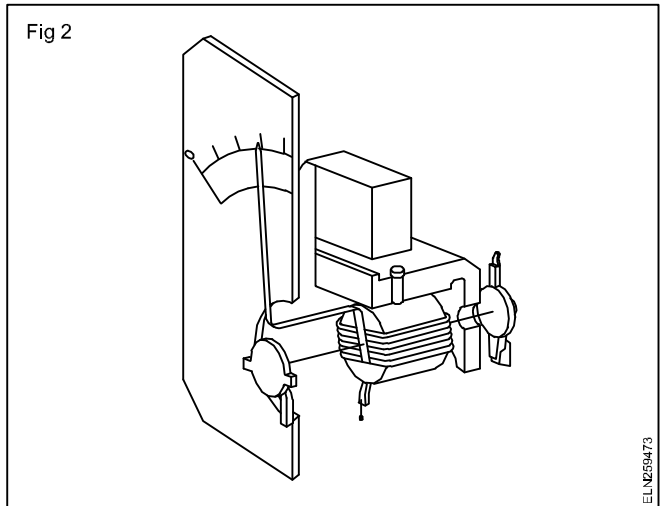
मल्टीप्लायर रजिस्टर तथा शंट रजिस्टर सभी इस केश में इकट्ठे होंगे। सामने के पैनल में चयन कुंजी एक अलग से मीटर तथा एक अलग रेंज फंक्शन के लिए उपलब्ध कराता है।



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 सप्लाय उपलब्ध कराता है।

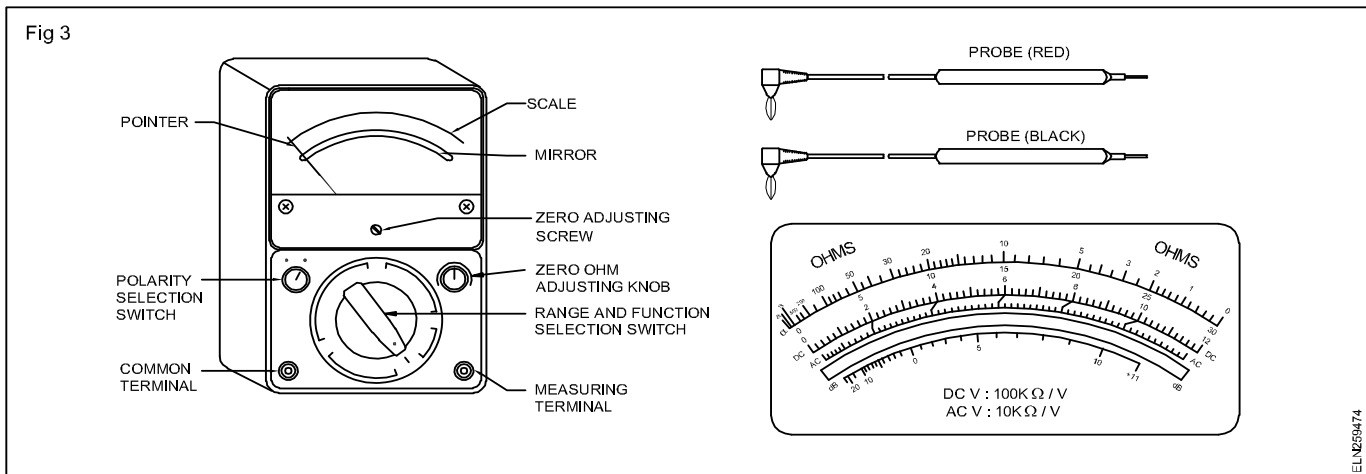
Fig 2 में डीसी एमीटर तथा वोल्टमीटर का प्रयोग मूविंग क्वाइल सिस्टम के लिए मीटर का प्रयोग करते हैं।



रेक्टिफायर मीटर के अन्दर AC से DC, AC मापीयंत्र परिपथ में उपलब्ध कराता है।

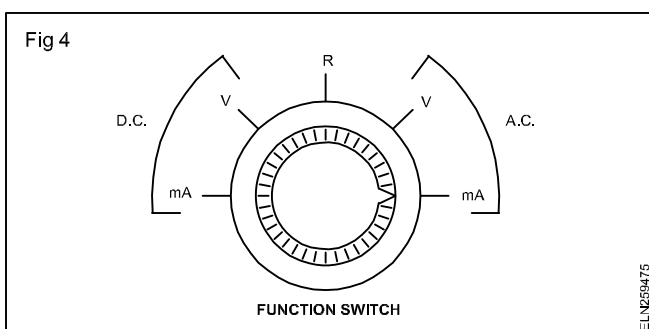
बहुमापी के भाग (Parts of a multimeter)

Fig 3 में स्टैण्डर्ड बहुमापी के मुख्य भाग तथा कंट्रोल करना दिखाया गया है।



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।



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।

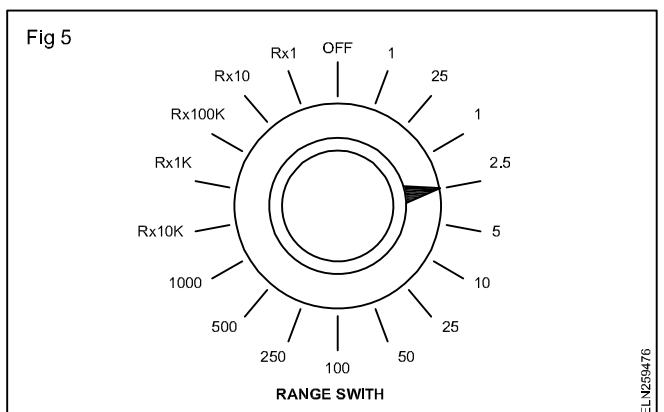


Fig 6

D.C. VOLTS

1000

250

100

25

10

2.5

x1

x10

x100

0.1

1

1000

A.C. VOLTS

D.C. mA

Ω

FUNCTION AND RANGE SWITCH

ELN0259477

Fig 8

D.C. RANGES

A.C.

10A
1A
100mA
10mA
1mA
250μA
50μA

1000V
500V
250V
100V
25V
10V
2.5V

RESISTANCE

A.C.& Ω RANGES

D.C.

10A
2.5A
1A
100mA
L.R.
Ω +100
Ω
Ω x 100
INS.

1000V
250V
100V
25V
10V
2.5V

ELN69479

The diagram shows a circular meter face with two concentric rings of scale markings. The outer ring is labeled 'D.C. RANGES' and the inner ring is labeled 'A.C. & Ω RANGES'. The meter has a central needle pointing to the 0 mark on the left. The scales are as follows:

- D.C. RANGES (Outer Ring):** 10A, 1A, 100mA, 10mA, 1mA, 250mA, 50mA, 2.5V, 10V, 25V, 100V, 250V, 500V, 1000V.
- A.C. & Ω RANGES (Inner Ring):** 10A, 2.5A, 1A, 100mA, L.R., Ω + 100, Ω, Ω x 100, INS., 2.5V, 10V, 25V, 100V, 250V, 500V, 1000V.

The needle is currently pointing to the 0 mark on the left, which corresponds to 0 on the D.C. scale and 0 on the A.C. & Ω scale.

Fig 10

RESISTANCE $\times 1000$

RESISTANCE Ω

CURRENT VOLTAGE

DECIBELS

जब ओममीटर की लीड खुली होती हैं, तो प्वाइंटर स्केल के बायीं ओर पूरी तरह से, अनन्त (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

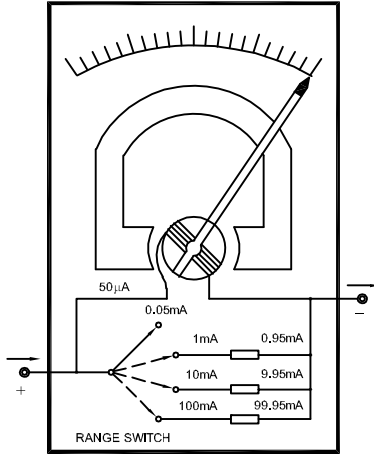


Fig 12

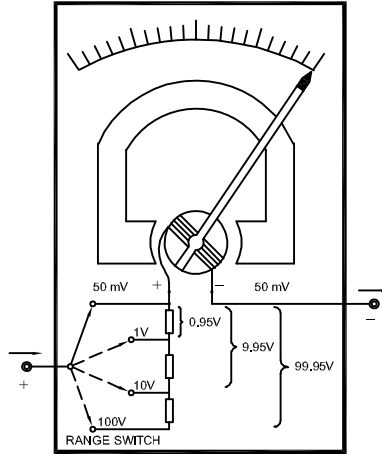
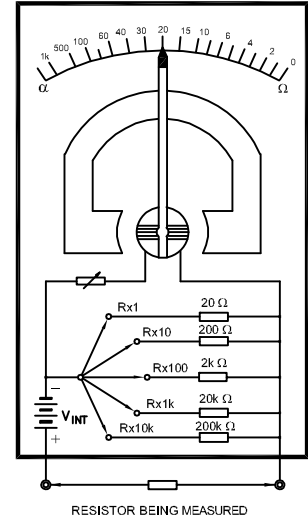


Fig 13



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 बहु रेंजों 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 रेंजों की ओममीटर अथवा वोल्टमीटर से रुकी हुई अलग सटिंग होती है स्केल ओममीटर की रीडिंग पर रेंज सेटिंग के द्वारा फैक्टर इंडिकेट 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)

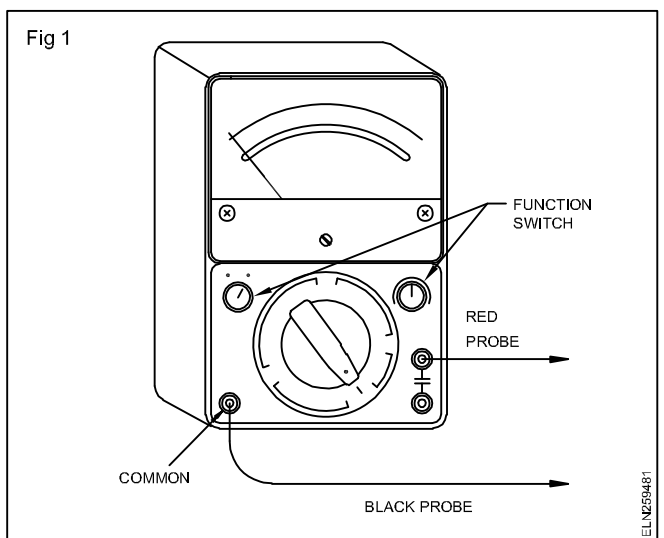
अंकीय प्रकार (Digital types)

- 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।

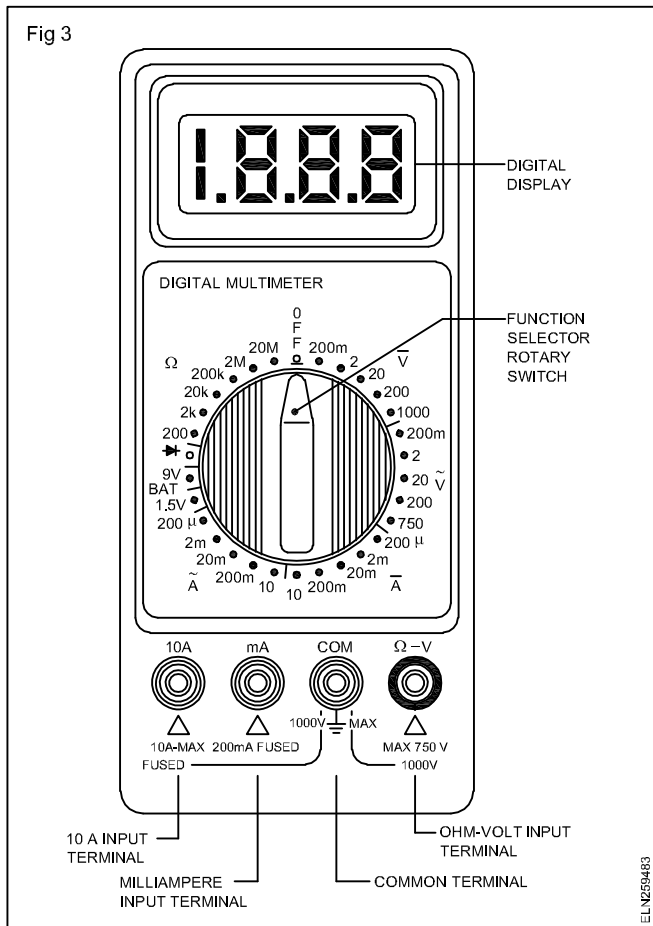
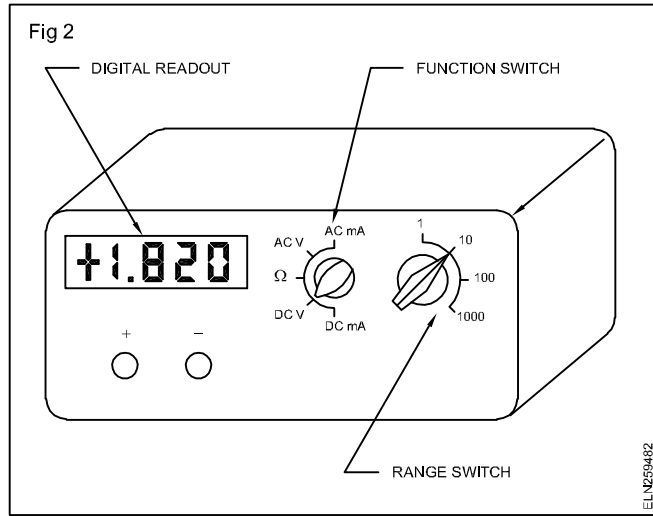
यह पहले वर्णित बहुमापी सदृश्य प्रकार का मापी है। (Fig 1)



ELN259481

अंकीय बहुमापी में मापी संचालन को एक अंकीय पठन अनुरूप से प्रतिस्थापित किया जाता है। (Fig 2 और 3) यह पठन अनुरूप इलेक्ट्रॉनिक

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 पैनल कुंजीयन व्यवस्था होती है ।



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 तो ध्रुवता का अभिनिर्धारण प्रदर्शित '+' अथवा '-' चिन्ह से संख्या के बायी ओर प्रदर्शित 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

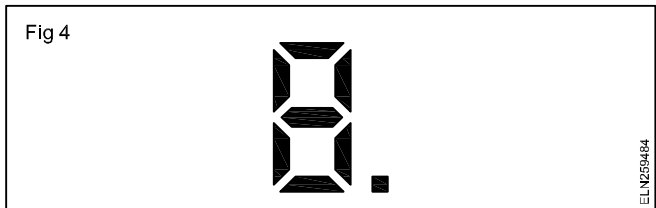
कुछ DMM विशेष फलन जैसे ट्रांजिस्टर, अथवा डायोड परीक्षण शक्ति मापन, और श्रृंखला प्रवर्धक परीक्षणों के लिये डेसीबल मापन, युक्त होते हैं।

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 घंटों से अधिक, पर प्रचालित होता है। LCD पठन अनुरूप की हानियां (a) इनको निर्बल प्रकाश परिस्थितियों में देख पाना केवल कठिन ही नहीं प्रत्युत असम्भव होता है और (b) मापन परिवर्तन अनुक्रिया के लिये अपेक्षाकृत मंद होते हैं।

इसके विपरीत LED रात्रि में भी दृश्य होते हैं, और मापित मानों में परिवर्तन को शीघ्रता से प्रतिवादन (respond) करते हैं। LCD की तुलना में LED प्रदर्शन में कहीं अधिक धारा वांछित होती जाती है।

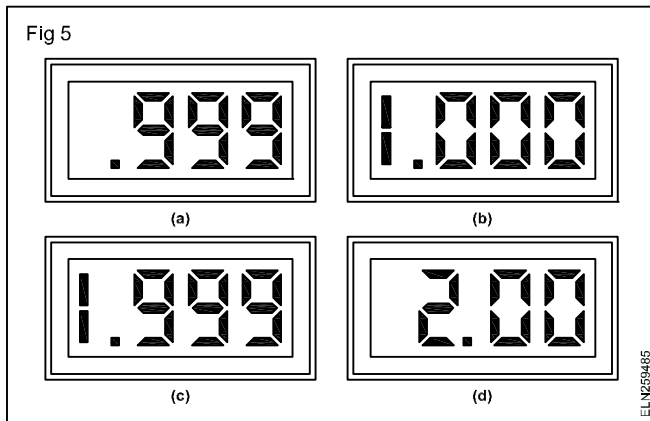
Fig 4 के अनुसार LCD और LED-DMM दोनों प्रदर्शन एक सात खंड कलेवर में होते हैं।



कई मापियों के प्रदर्शन में $3\frac{1}{2}$ अंक होते हैं स्पष्टीकरण के लिये हम एक प्रकरण प्रयुक्त करेंगे। एक $3\frac{1}{2}$ अंक बहुमापी में तीन अंक स्थितियां हैं जो 0 से 9 तक संकेत कर सकती हैं, 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 का पाठ 0.999V है जैसा कि Fig 5a में दिखाया गया है, यदि वोल्टता 0.001V से बढ़ाकर 1V कर दिया जाता है तो प्रदर्शन यथार्थ 1.000V प्रदर्शित करता है जैसा कि Fig 5b में दिखाया गया है। इसलिये $3\frac{1}{2}$ अंकों के साथ 0.001V का परिवर्तन देखा जा सकता है।

अब माना कि वोल्टता बढ़कर 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 नहीं कर सकता, इसलिये प्रदर्शन 2.00 प्रदर्शित करता है। अर्ध अंक रिक्त 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 हैं।



बहुमापी सुरक्षा - सावधानियां (Multimeter : Safety precautions): बहुमापी के उपयोग में सुरक्षा एक महत्वपूर्ण तकनीकी कौशल है विद्युत मापन के समय आप एक अदृश्य और बहुधा प्राणघातक बल से व्यवहार करते हैं। 30V से अधिक वोल्टता स्तर जीवान्त कर सकते हैं। 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 अतिरिक्त धाराओं अथवा वोल्टताओं को मापने के लिये एम्पियर मापी और वोल्टमापी खण्डों 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 ऐपणी प्राफ के टिप्स अथवा अरोधित धातु क्लिप को स्पर्श न करें।
- मापी परीक्षण ऐपणियों 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 विक्षेपित कर दें।

अंकीय बहुमापी के अनुप्रयोग (Applications of Digital multimeter): एक बहुमापी का उपयोग वैद्युता /इलेक्ट्रॉनिक 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 ऐपणियों की भी व्यवस्था होती है ।

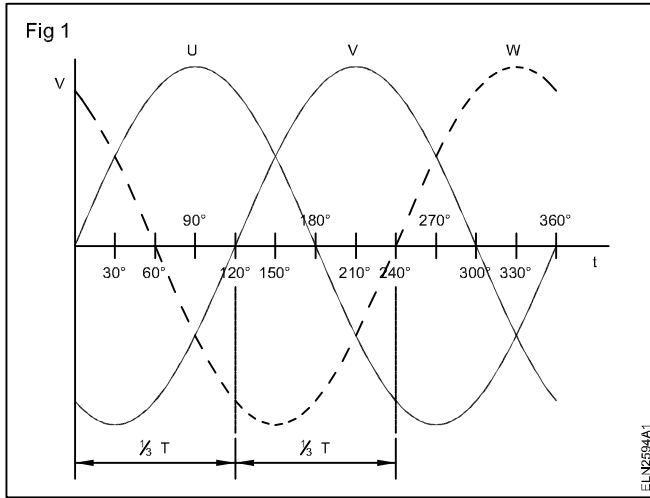
अनुरूप और अंकीय बहुमीटरों की तुलना

अनुरूप टाइप	अंकीय टाइप
मापदंड में चल पुर्जे होते हैं मीटर के प्रयोग में सावधानी बरतनी चाहिए ।	कोई चल पूजा 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 ।
आटोरेज सैटिंग सम्भव नहीं होती ।	आटोरेजिंग मापयंत्र उपलब्ध है ।
परिमित मात्रा में यह अल्पाविधि अन्तर और सज्ञान ढूँढ 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 ।

पुनरीक्षण (Review)

एक तीन कला प्रत्यावर्तक में कुण्डलों के तीन नियोजन 120° के अन्तर पर रखे होते हैं। 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 हैं जो 120° वैद्युत अंश से अलग होती हैं।

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 पहुँचता है। यही V के सापेक्ष W के साथ होता है। जिस क्रम में तीन कलायें अपने अधिकतम और न्यूनतम मानों को प्राप्त करती हैं कला अनुक्रम कहलाता है। यहां दिये गये प्रदर्शन में कला अनुक्रम U,V,W है।

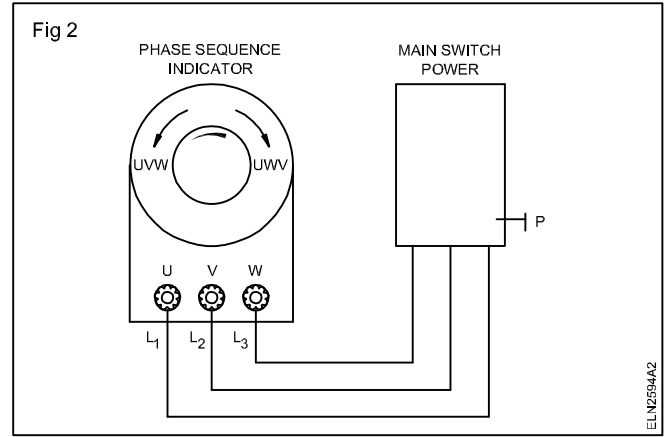


सही कला अनुक्रम का महत्त्व (Importance of correct phase sequence): विभिन्न तीन कला निकायों के निर्माण और सम्बन्धन में सही कला अनुक्रम महत्वपूर्ण है। उदाहरण के लिये सही कला अनुक्रम उस समय महत्वपूर्ण होता है जब तीन प्रत्यावर्तकों के निर्गमों का एक उभय वोल्टता निकाय में समान्तरण करना आवश्यक होता है। एक 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।

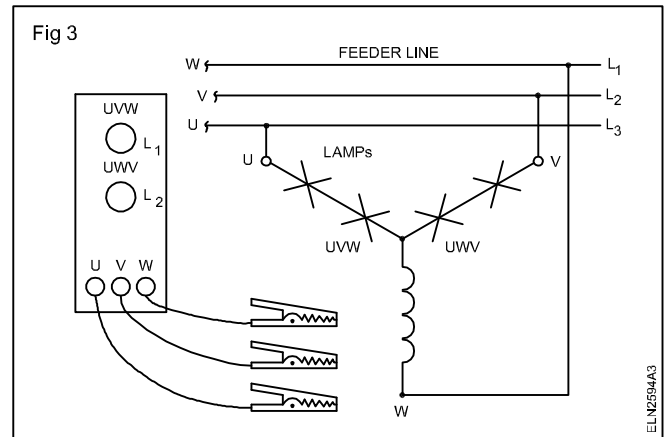
एक प्रेरक मोटर के लिये अनुक्रम के उत्क्रमण से मोटर धूर्णन में दिशा उत्क्रमण होता है और मशीनरी गलत दिशा में चलती है।

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 हैं। जो आपूर्ति के तीन कलाओं से सम्बन्धित होते हैं। जब संकेतक में आपूर्ति भरण होता है संकेतक में एक चकती वामावर्त अथवा दक्षिणावर्त दिशा में घूमती है।

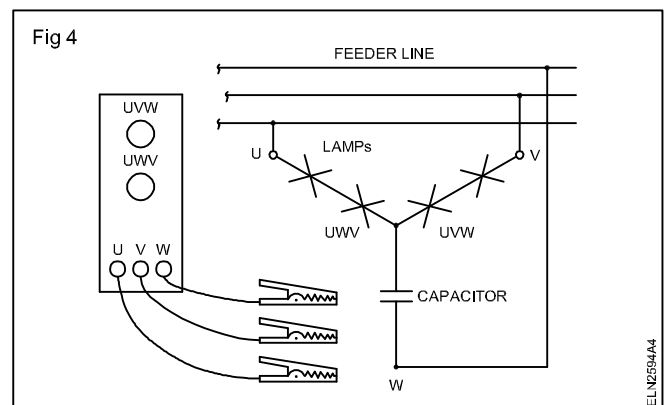
चकती गति की दिशा संकेतक पर बने वाणाग्र से चिह्नित की जाती है वाणाग्र के नीचे सही अनुक्रम चिह्नित होता है (Fig 2)। तीन कला निकाय का कला अनुक्रम तीन कलाओं में से किन्हीं दो के सम्बन्ध उत्क्रमण द्वारा उत्क्रमित किया जा सकता है।



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 प्रत्येक टांग से जोड़ दिया जाता है एक लैम्प युगल में U-V-W चिह्न और दूसरे पर U-W-V चिह्न होते हैं। जब तीन अग्रणों को एक तीन कला लाइन से जोड़ते हैं तो अधिक तीव्रता से प्रकाशित लैम्प कला अनुक्रम का संकेत देता है। (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 युगल पर U-V-W चिह्न और दूसरे पर U-W-V चिह्न होते हैं। जब तीन अग्रणों को एक तीन कला लाइन से जोड़ते हैं तो अधिक तीव्रता से प्रकाशित लैम्प कला अनुक्रम का संकेत देता है। (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 कार्यान्वयन का वर्णन करना
- एक वैद्युत अनुनाद प्रकार के आवृत्ति मापी की रचना और कार्यान्वयन सिद्धान्त का वर्णन करना
- एक अनुपात मापी प्रकार के आवृत्ति मापी की रचना और कार्यान्वयन सिद्धान्त स्पष्ट करना ।

शक्ति आवृत्ति के मापन के लिये निम्न प्रकार के आवृत्ति मापी प्रयोग में लाये जाते हैं ।

- यांत्रिक अनुनाद प्रकार (Mechanical resonance type)
- वैद्युत अनुनाद प्रकार (Electrical resonance type)
- विद्युत गतिज अनुनाद प्रकार (Electro-dynamic type)
- विद्युत डायनमोमीटर प्रकार (Electro-dynamometer type)
- वेस्टन 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 इलेक्ट्रॉनिक आवृत्ति गणक आवृत्ति सेतु, स्ट्रोबोस्कोप मापी और कम्पन्न दर्शी जिन्हें व्यापक परास की आवृत्तियों के मापन में प्रयुक्त किया जाता है, भी हैं।

जैसा कि नीचे संकेतक दिया गया है यह स्पष्टीकरण तीन प्रकार के आवृत्ति मापियों के लिये है

वे हैं :

- यांत्रिक अनुनाद प्रकार (mechanical resonance type)
- वैद्युत अनुनाद प्रकार (electrical resonance type)
- अनुपात मापी प्रकार (ratiometer type)

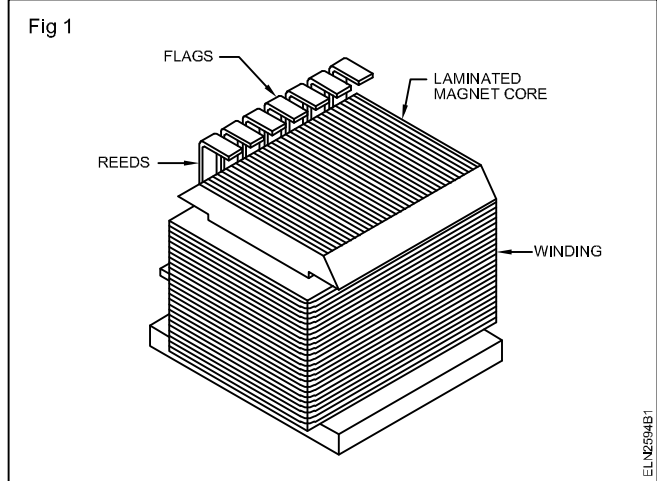
प्रशिक्षुओं को परामर्श दिया जाता है कि अन्य प्रकार के आवृत्ति मापियों के अध्ययन के लिये वे वैद्युत मापन माप यन्त्रों पर पुस्तकें देखें ।

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 हैं। 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 कम्पनों को नियंत्रित न किया जाय तो वस्तु का पूर्ण विनाश तक

हो सकता है। इसका एक उत्तम उदाहरण खिड़की की कांच की पट्टियों का नीची उड़ान के वायुयानों के कारण कम्पन द्वारा टूट जाना है।



रचना (Construction): यांत्रिक 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 जोड़ दिया जाता है (Fig 2) ।

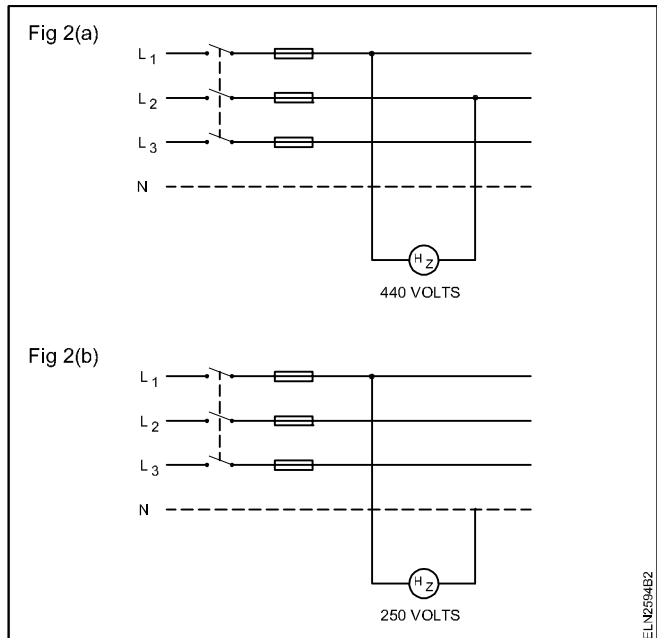
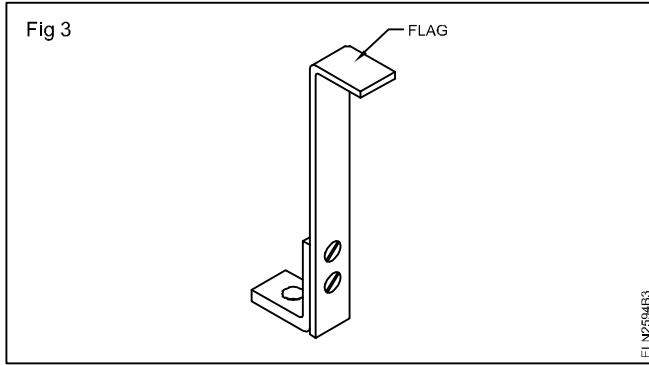


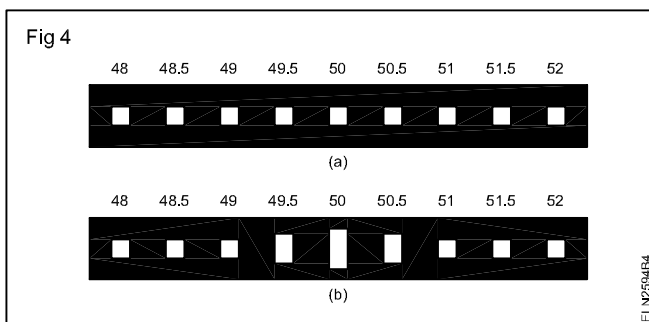
Fig 3 में रीड की आकृति दिखायी गई है जो लगभग 4mm चौड़ी ओर 0.5mm मोटी होती है। रीड का एक किनारा आधा पर लगा होता है और दूसरा श्वेत रंग की सतह वाला अति निलमबित किनारा होता है जिसे कभी कभी झण्डा कहते हैं।



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 केंद्र रीड की प्राकृतिक आवृत्ति प्रायः आपूर्ति आवृत्ति (50Hz) के समान होती है।

कार्यान्वयन (Working): जब आवृत्ति मापी को आपूर्ति से सम्बन्धित किया जाता है तो वैद्युत चुम्बक एक चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है जो आपूर्ति आवृत्ति के अनुसार प्रत्यावर्तित होता है। वह रीड जिसकी प्राकृतिक आवृत्ति प्रत्यावर्ती चुम्बकीय क्षेत्र आवृत्ति से सम्पाती होती है संलग्न रीड्स की तुलना में Fig 4b के अनुसार अधिक कम्पित होती है।

कम्पित रीड का झण्डे द्वारा आवृत्ति मापी की पैमाने अंशांकन 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 हैं।



गुण और अवगुण (Advanges and disadvantages):

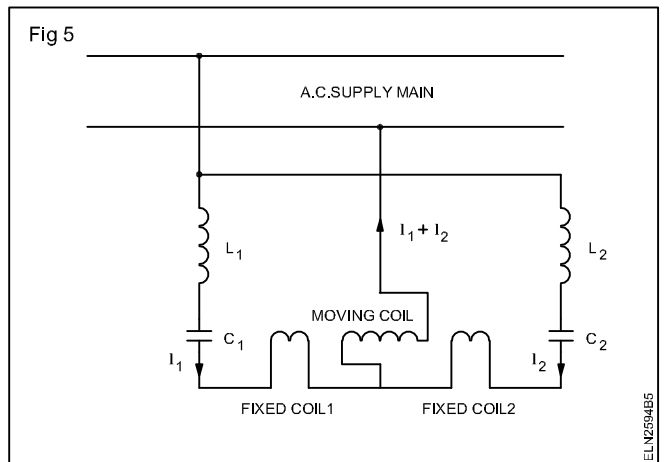
रीड प्रकार आवृत्ति मापी के निम्न गुण हैं।

संकेत, i) आरोपित वोल्टता के तरंग रूप, ii) आरोपित वोल्टता के परिमाण, यदि वोल्टता बहुत कम नहीं है के स्वतन्त्र होते हैं। लघु वोल्टता पर रीड के झण्डा संकेत विश्वनीय नहीं होंगे।

अवगुण यह है कि मापी आसन्न रीड के बीच की आवृत्ति अन्तर के आधे से कम समीपता तक मापित नहीं 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 के अनुसार आपूर्ति से जुड़े एक चल कुण्डल से बना होता है। स्थिर कुण्डल (1) एक प्रेरक L_1 और संधारित्र C_1 से निर्मित अनुनाद परिपथ से होकर मेन्स से जुड़ा होता है। इसी प्रकार स्थिर कुण्डल (2) प्रेरक L_2 और संधारित्र C_2 से निर्मित अनुनाद परिपथ से जुड़ा होता है।



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।

कर्यान्वयन (Working): जब मापी को आपूर्ति जिसे मापना है से जोड़ते हैं स्थिर कुण्डल कला धारायें आवृत्ति के परिमाण के निर्भरता के अनुसार ले जाती है। उदाहरणार्थ 50Hz आपूर्ति आवृत्ति 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 छड़ स्थिर कुण्डल (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 नहीं होगी। फलस्वरूप आघूर्ण शून्य होगा।

इसलिये संकेतक केंद्रीय स्थिति जहां डायल पर 50Hz चिह्नित 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° विस्तारित 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 हैं जो एक दूसरे से समकोण पर जुड़े होते हैं और एक स्पिन्दल पर आरोहित होते हैं जो Fig 6 के अनुसार एक स्थायी चुम्बक के प्रबल क्षेत्र के बीच रखे जाते हैं।

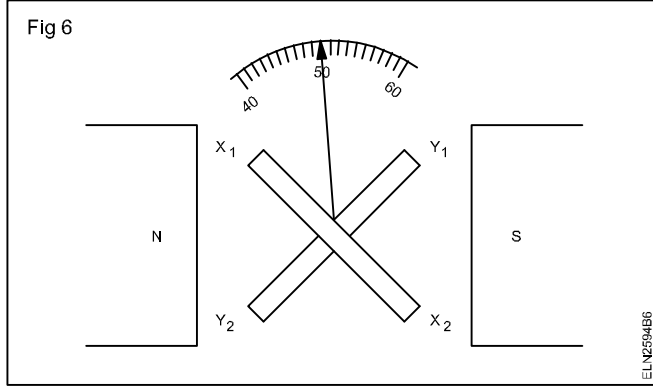
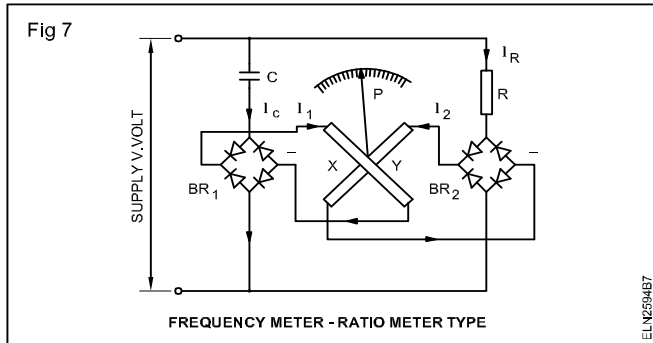


Fig 7 में अनुपात मापी प्रकार के आवृत्ति मापी का परिपथ सम्बन्ध दिखाया गया है।

चल कुण्डल X और Y अपने दिष्टकारियों और निष्क्रिय घटकों द्वारा आपूर्ति से जुड़े रहते हैं जैसा कि Fig 7 में दिखाया गया है। दिष्टधारा I_c जो X से प्रवाहित होती है संधारित्र धारा I_c के rms मान को व्यक्त करती है जो BR₁ से दिष्टकारित की गई है इसी प्रकार Y से प्रवाहित धारा I₂ प्रतिरोध धारा I_R के rms मान को व्यक्त करती है जो BR₂ से दिष्टकारित की गई है।



कार्यान्वयन (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 नहीं करती है। कुण्डल में विकसित आघूर्ण स्थाई चुम्बकीय क्षेत्र और कुण्डल धाराओं के परिणमित क्षेत्र की अन्तर्क्रिया पर निर्भर होता है।

कुण्डल 'X' और 'Y' लगभग समान आघूर्ण, एक पूर्व अनुमानित आघूर्ण आवृत्ति के लिये आरोपित करते हैं जिससे संकेतक पैमाने के केन्द्र पर रहे। जहाँ आपूर्ति आवृत्ति चिन्हित है। दूसरी ओर उच्च आवृत्तियों पर कुण्डल '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 हैं

- 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 संधारित्र C और प्रतिरोधक R के मान से निर्धारित होता है यह व्यापक परास आवृत्तियों मापन के लिये प्रयुक्त नहीं हो सकता जब तक C और R मानों के नियोजन का चयन एक परास कुंजी द्वारा नहीं किया जाता।

डिजिटल फ्रिक्वेन्सी मीटर (Digital Frequency Meter)

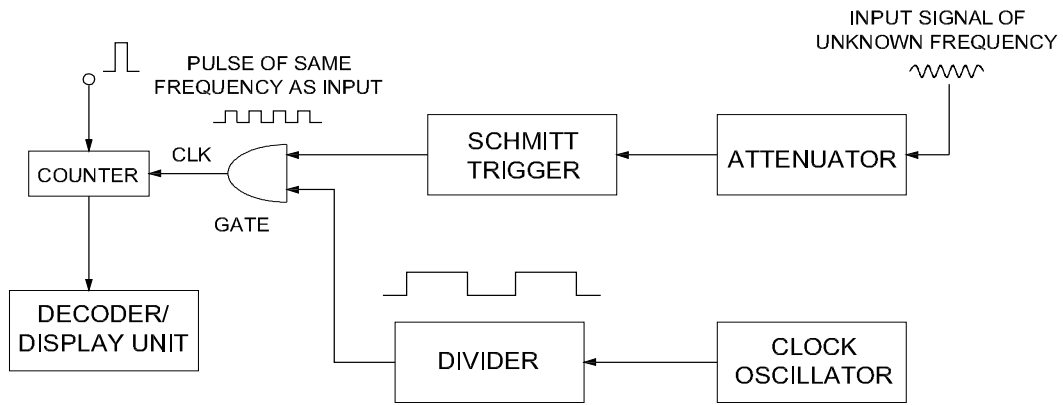
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- डिजिटल फ्रिक्वेन्सी मीटर के प्रकार्य बताना
- डिजिटल फ्रिक्वेन्सी के ब्लॉक चित्र को स्पष्ट करना ।

फ्रीक्वेन्सी काउन्टर एक डिजिटल उपकरण है जो किसी भी सावधिक वेवफार्म 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 सेकंड के लिए काउन्टर में गेट किया जाए तो काउन्टर में प्रविष्ट 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



ELN2594C1

ब्लॉक आरेखन का वर्णन (Discription of block diagram) :

फ्रिक्वेन्सी काउन्टर के ब्लॉक आरेखन का सरल प्रारूप Fig 1 में है। इसमें अपने साथ की प्रदर्शन/डिकोर्डेड सर्क्यूट्री, क्लक ऑसिलेटर, एक डिवाइडर और एक AND गेट वाला काउन्टर होता है। यह काउन्टर प्रायः केस्केडेड 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।

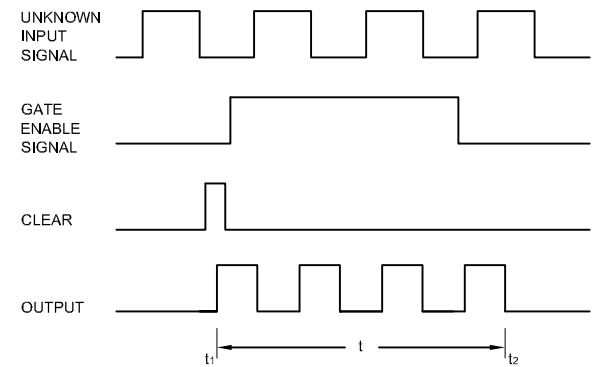
एक ज्ञात समय के लिए गेट सहायक सिग्नल एक घड़ी आसिलेटर और डिवाइडर सर्किट से उत्पन्न होता है और इसे AND गेट के एक लेग पर प्रतिचालित किया जाता है।

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-ठीक 1 सेकंड को और अत्यन्त इन पुट सिग्नल 600-Hz स्कायर वेव है तो सेकंड के अन्त में काउन्टर 600 तक मिलेगा जो ठीक-ठीक फ्रिक्वेन्सी होगी अज्ञात इनपुट सिग्नल की।

Fig 2 में वेव 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 नहीं। t_1 t_0 t_2 के दलिये 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 जाएंगी।

Fig 2



DIFFERENT WAVEFORMS IN A FREQUENCY COUNTER

ELN2594C2

t_2 के बाद AND गेट का आउटपुट 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।

$$P.F. = \frac{\text{Power}}{EI}$$

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 पड़ेगा।

$$P.F. = \frac{3\text{-phase power}}{3E_{PH}I_{PH}} \text{ or } \frac{3\text{-phase power}}{\sqrt{3}E_L I_L}$$

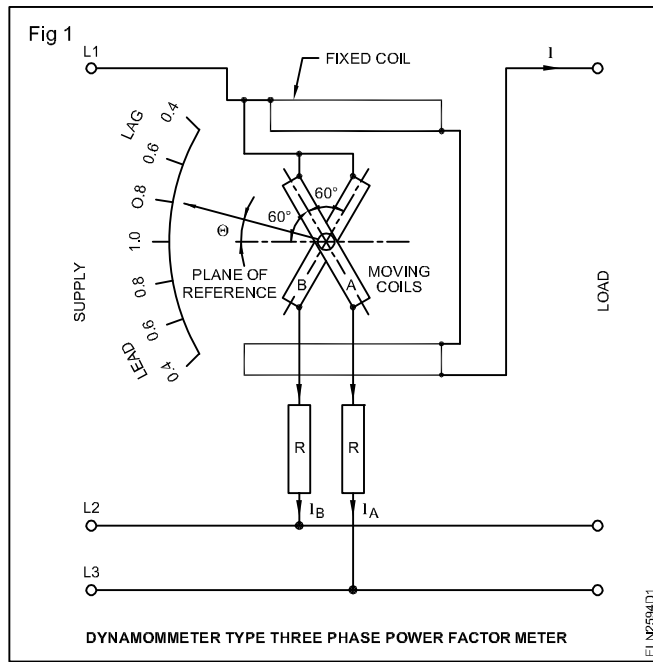
लेकिन 3 कला परिपथ के असंतुलित होने पर उपर्युक्त सूत्र प्रयोग नहीं किया जा सकता

परोक्ष विधि में निम्न अवगुण है

- अनेक मापियों के कारण लघु विशुद्धता
- पठन त्रुटियां
- भेदे सम्बन्ध
- शक्तिगुणक का तात्क्षणिक मान पाने के लिये प्रत्यक्ष छकमापी प्रयुक्त होते हैं जो विशेष यथार्थ होते हैं।

पावर फैक्टर की तत्काल रीडिंग प्राप्त करने के लिए डायरेक्ट रीडिंग P.F. मीटरों का प्रयोग किया जाता है, जो ठीक-ठीक परीशुद्धता वाले होते हैं।

संतुलित भार के लिये 3 कला डायनमोमीटर 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 हैं।



इस मापी में क्षेत्र कुण्डलों को एक कला में भार के साथ श्रेणी में जोड़ दिया जाता है। दोनों चल कुण्डल एक दूसरे से 120° पर दृढ़ता से सम्बन्धित होते हैं। यह कुण्डल दो विभिन्न कलाओं से सम्बन्धित होते हैं। प्रत्येक कुण्डल के साथ एक प्रतिरोध श्रेणी में जोड़ दिया जाता है।

प्रतिबाधा द्वारा कला विभाजन आवश्यक नहीं 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 लिये ही उपयुक्त है।

चूंकि किसी आवृत्ति अथवा तरंगरूप परिवर्तन से दोनों चल कुण्डलों में धारायें समान प्राकर से परिवर्तित होती हैं यह मापी आवृत्ति अथवा तरंगरूप के स्वतन्त्र होता है।

चल लौह शक्तिगुणक मापी (Moving iron power factor meters):

इस प्रकार का शक्ति गुणक मापी डायनमोमीटर प्रकार की तुलना में निम्नलिखित गुणों के कारण अधिक लोकप्रिय है।

- डायनमोमीटर प्रकार के मापी की तुलना में आधूर्ण भार अनुपात (कार्यान्वयन बल) अधिक होता है।
- चूंकि सभी कुण्डल स्थिर होते हैं इसलिये तंतु बन्धन आवश्यक नहीं होते हैं।
- 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 हैं।

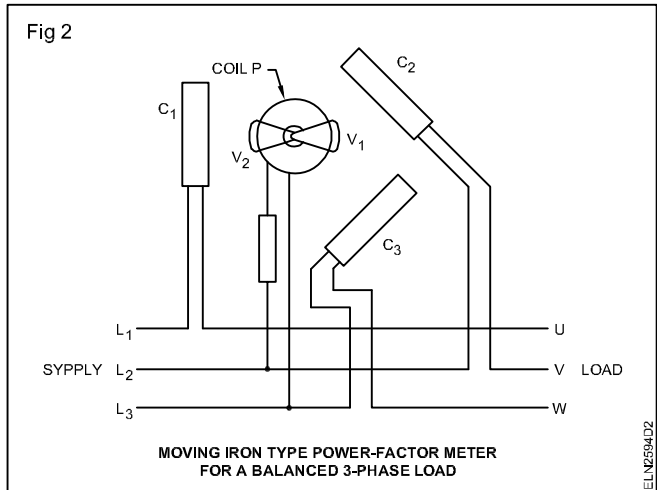
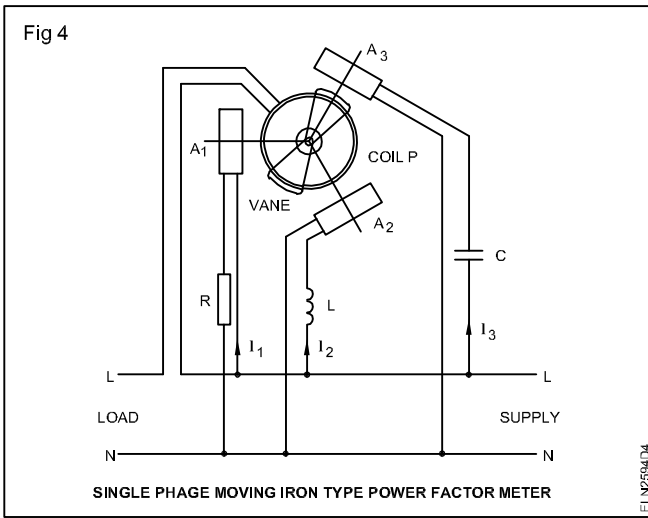
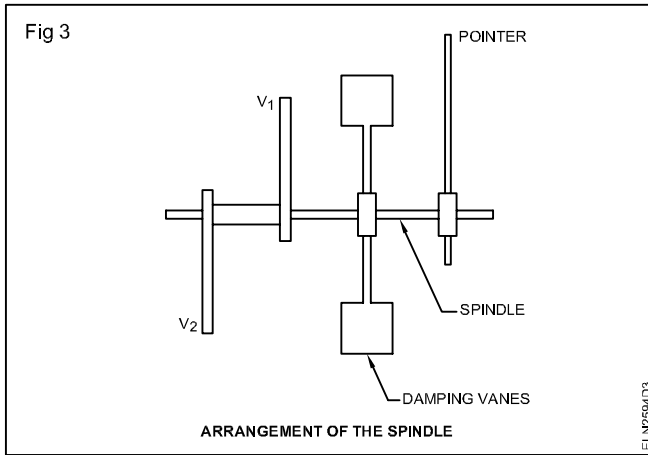


Fig 2 के अनुसार तीन समान प्रकार के कुण्डल C₁, C₂ और C₃ 120° भिन्नता पर एक 3कला आपूर्ति से सीधे अथवा धारा ट्रांसफार्मर के द्वितीयक से Fig 2 के अनुसार सम्बन्धित हैं। कुण्डल P तीन कुण्डलों C₁, C₂ और C₃ के मध्य में रखा जाता है और दो पंक्तियों की आपूर्ति के सिरों पर श्रेणी में एक प्रतिरोध से जोड़ा जाता है कुण्डल B के अन्दर दो वेन्स V₁ और V₂ होती हैं जो एक स्वतन्त्रता पूर्वक संचलित स्पिन्दल पर आरोहित होती हैं लेकिन परस्पर 180° पर रखी जाती हैं। स्पिन्दल में अवमंदन वेन और संकेतक Fig 3 के अनुसार होता है।

तीन कुण्डलों C₁, C₂ और C₃ 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।



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 हैं जिनमें प्रत्येक धारा में एक धारा कुण्डल और एक दाब कुण्डल प्रयुक्त होता है। दाब कुण्डल (चल कुण्डल), एक कला PF मापियों के समान एक ही स्पिन्दल पर एक दूसरे के नीचे आरोहित होते हैं। 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 पढ़ने के लिये उपलब्ध है। विशेष रूप से निर्मित लघु शक्ति गुणक मापी 0.5 पश्च से एकांक शक्ति गुणक तक भी उपयोग में आते हैं।

डिजिटल 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।

डिजिटल पावर फैक्टर मीटर (Digital power factor meter) :

Fig 1 में डिजिटल पावर फैक्टर मीटर का ब्लॉक 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 एवं RX से माइक्रोकंट्रोलर से सूचित करते हैं।

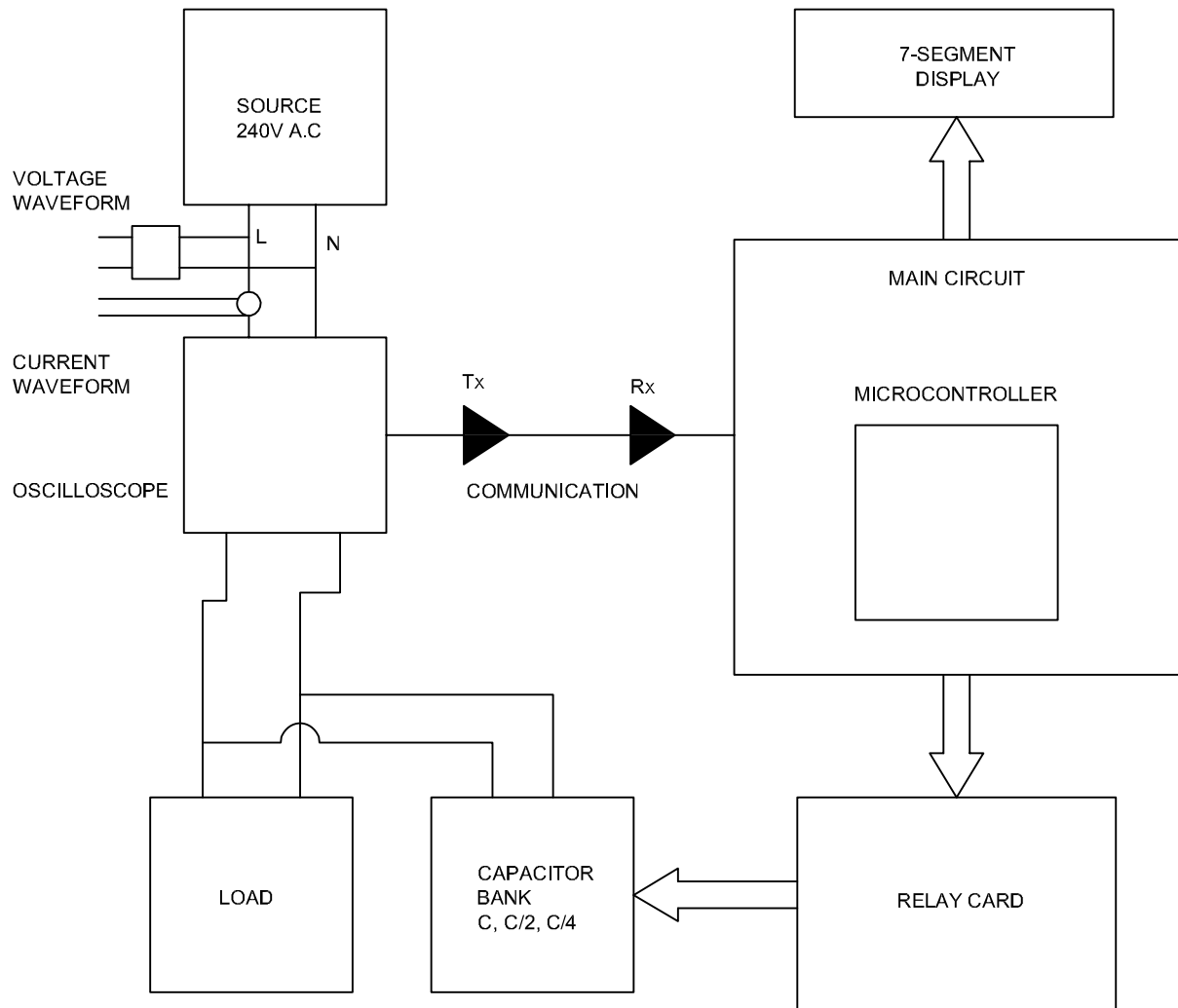
पावर फैक्टर के विश्लेषण के लिये माइक्रोकंट्रोलर में प्रयोग फीड किये जाते हैं पावर फैक्टर माइक्रोकंट्रोलर से जुड़े सात सेगमेंट डिस्प्ले पर प्रदर्शित होता है यदि पावर फैक्टर प्री-सेट से ऊपर है तो No तथा NC सामान्य स्थिति में रहेगी तथा माइक्रोकंट्रोलर व रिले कोई परिवर्तन न करें एक बार यदि पावर फैक्टर प्रीसेट 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 हैं रिले में इनपुट एक ऑटो कप्लर के साथ भेजा जाता है और रिले में पहुँचने से पहले एम्प्लीफायर से करंट भेजा जाता है संबंधित कैपेसिटर बैंक को जोड़कर प्रचालन करते हैं 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 कैपेसिटर्स के मान C को श्रेणी संयोजन से बनाया गया है।

इसके साथ करंट ट्रांसफार्मर एवं वोल्टेज ट्रांसफार्मर भी प्रदान किया गया है ताकि विशेष वेव फार्म को विभिन्न समयों में विश्लेषण करके ऑसिलोस्कोप में प्राप्त किया जा सके डिजिटल PF मीटर का चित्र Fig 2 में दिखाया गया है।

Fig 1



BLOCK DIAGRAM OF APFC

ELN2594E1

Fig 2



ELN2594E2

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 :

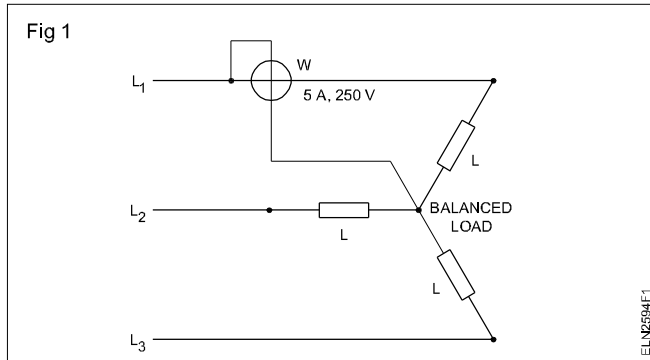
- एक वाटमीटर का प्रयोग कर 3 फेज पावर मापन का वर्णन करना
- दो वाटमीटर का प्रयोग कर 3 फेज पावर मापन का वर्णन करना
- पावर मापने की वाटमीटर विधि द्वारा पावर फैक्टर की गणना करना।

पावर का मापन (The measurement of power) : श्री फेज सिस्टम में पावर प्राप्त करने के लिये वाटमीटर की संख्या लोड 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 एवं न्यूट्रल प्वाइंट संतुलित लोड 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 एवं बिना) होने पर पावर मापन संभव है।

एक वाटमीटर विधि (Single wattmeter method) सुतुलित लोड न्यूट्रल प्वाइंट के साथ स्टार कनेक्टेड श्री 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 एवं 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।

$$P = 3E_p I_p \cos \phi = 3P = 3W$$

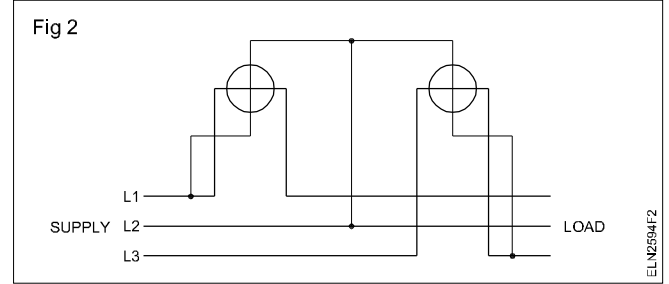


पावर मापने की दो वाटमीटर विधि (The two wattmeter method of measuring power)

सामान्यतः श्री फेज श्री वायर प्रणाली में पावर मापने के लिये दो वाटमीटर विधि प्रयोग किया जाता है इसे सुतुलित या असंतुलित लोड 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 क्योंकि 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) सप्लाइ सिस्टम में दो वाटमीटर जोड़े गये हैं दोनों वाटमीटरों के करंट क्वायल दो लाइनों के साथ तथा दोनो वोल्टेज क्वायल तीसरे लाइन से जुड़े हुए हैं दोनों पायांक को जोड़कर कुल पावर प्राप्त की जाती है:

$$P_T = P_1 + P_2$$



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 तात्कालिक मान हैं।

$$P_T = V_{UN} i_U + V_{VN} i_V + V_{WN} i_W$$

तब वहाँ चौथी वायर नहीं है, $i_U + i_V + i_W = 0$; $i_V = -(i_U + i_W)$.

$$\begin{aligned} P_T &= V_{UN} i_U - V_{VN} (i_U + i_W) + V_{WN} i_W \\ &= i_U (V_{UN} - V_{VN}) + i_W (V_{WN} - V_{UN}) \\ &= i_U V_{UV} + i_W V_{WV} \end{aligned}$$

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 पायांकों 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 फैक्टर पर दोनों वाटमीटरों का पायांक समान होगा कुल पावर = 2 x एक वाटमीटर पायांक

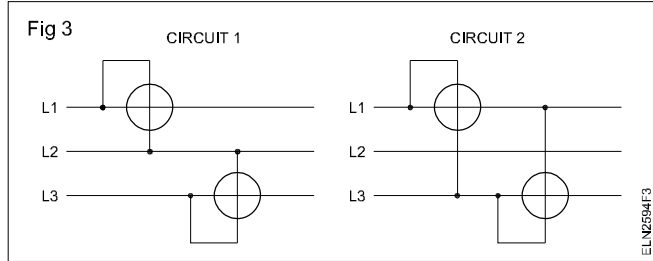
जब पावर फैक्टर का मान 0.5, है तब एक वाटमीटर नैगेटिव इंडीकेट करेगा वाटमीटर के पायांक शून्य तथा दूसरा कुल पायांक देता है

जब पावर फैक्टर का मान 0.5, से कम है तो एक वाटमीटर नैगेटिव इंडीकेट करेगा। वाटमीटर के पायांक को पढ़ने के लिये प्रेशर क्वायल या करंट क्वायर के कनेक्शन को बदल दें वाटमीटर पॉजिटिव पायांक देगा।

जब पावर फैक्टर का मान शून्य होता है तब दोनों वाटमीटरों के पायांक बराबर होता है परंतु उल्टे चिन्ह से।

स्व-मूल्यांकन परीक्षण (Self-evaluation test)

- 1 श्री फेज पावर मापने की दो वाटमीटर विधि का साधारण वायरिंग डायग्राम बनायें।
- 2 अभ्यास में दो वाटमीटर विधि का उपयोग वांछनीय (Desirable) क्यों है ? (Fig 3)



- 3 फेज तार तार प्रणाली असंतुलित लोड 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 $P_T = P_1 + P_2$ श्री फेज, श्री वायर प्रणाली में पावर मापने की दो वाटमीटर विधि ।

दो वाटमीटर विधि से प्राप्त पाचांक से $\tan \phi$ 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: श्री फेज परिपथ संतुलित लोड परिपथ में क्रमशः दो वाटमीटर्स क्रमशः 4.5 KW तथा 3 KW पावर मापने के लिये जोड़े गये हैं परिपथ में पावर फैक्टर प्राप्त करें।

हल :

$$\tan \phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)}$$

$$P_1 = 4.5 \text{ KW}$$

$$P_2 = 3 \text{ KW}$$

$$P_1 + P_2 = 4.5 + 3 = 7.5 \text{ KW}$$

$$P_1 - P_2 = 4.5 - 3 = 1.5 \text{ KW}$$

$$\tan \phi = \frac{\sqrt{3} \times 1.5}{7.5} = \frac{\sqrt{3}}{5} = 0.3464$$

$$\phi = \tan^{-1} 0.3464 = 19^\circ 6'$$

$$\text{पावर फैक्टर} \quad \cos 19^\circ 6' = 0.95$$

उदाहरण 2: संतुलित श्री फेज परिपथ में पावर मापने के लिए दो वाटमीटर्स क्रमशः 4.5 KW और 3 KW जोड़े गये हैं उसके बाद वाटमीटर में पाचांक के लिये वोल्टेज क्वायल को बदल दिया जाता है परिपथ में पावर फैक्टर प्राप्त करें।

हल:

$$\begin{aligned} \tan \phi &= \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)} \\ &= \frac{\sqrt{3}(4.5 - (-3))}{(4.5 + (-3))} \\ &= \frac{\sqrt{3}(4.5 + 3)}{(4.5 - 3)} \\ &= \frac{\sqrt{3} \times 7.5}{1.5} = \sqrt{3} \times 5 \\ &= 1.732 \times 5 = 8.66. \end{aligned}$$

$$\phi = \tan^{-1} 8.66 = 83^\circ 27'$$

$$\text{तब पावर फैक्टर} (\cos 83^\circ 27') = 0.114.$$

उदाहरण 3: संतुलित लोड श्री फेज परिपथ में पावर मापने के लिये दो वाटमीटर क्रमशः 600W व 300W जुड़े हुए हैं।

कुल पावर तथा पावर फैक्टर की गणना करें।

हल:

$$\text{कुल पवर} = P_T = P_1 + P_2$$

$$P_1 = 600W.$$

$$P_2 = 300W.$$

$$P_T = 600 + 300 = 900$$

$$\tan \phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)} = \frac{\sqrt{3}(600 - 300)}{600 + 300} = \frac{\sqrt{3} \times 300}{900}$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.5774$$

$$\phi = \tan^{-1} 0.5774 = 30^\circ$$

$$\text{पावर फैक्टर} = \cos 30^\circ = 0.866.$$

उदाहरण 4: श्री फेज संतुलित लोड परिपथ में पावर मापने के लिये दो वाटमीटर 25KW व 5KW जुड़े हुए हैं

सर्किट में पावर फैक्टर प्राप्त करें जब (i) दोनों पाचांक पाजिटिव हैं (ii) बाद में प्रेशर क्वायल के कनेक्शन को उल्टा करने पर वाटमीटर का पाचांक प्राप्त करें।

हल:

a $P_1 = 25 \text{ KW}$

$P_2 = 5 \text{ KW}$

$$\tan \phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)} = \frac{\sqrt{3}(25 - 5)}{25 + 5}$$
$$= \frac{\sqrt{3} \times 20}{30} = \frac{\sqrt{3} \times 2}{3} = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1.1547$$

$$\phi = \tan^{-1} 1.1547 = 49^\circ 6'$$

$$\text{पावर फैक्टर (Cos}\phi) = \cos 49^\circ 6' = 0.6547$$

b $P_1 = 25 \text{ KW}$

$P_2 = -5 \text{ KW}$

$$\tan \phi = \frac{\sqrt{3}(P_1 - P_2)}{(P_1 + P_2)} = \frac{\sqrt{3}(25 - (-5))}{25 + (-5)}$$
$$= \frac{\sqrt{3}(25 + 5)}{25 - 5} = \frac{\sqrt{3} \times 30}{20}$$
$$= \frac{\sqrt{3} \times 3}{2} = 2.5980$$

$$\phi = \tan^{-1} 2.5980 = 68^\circ 57'$$

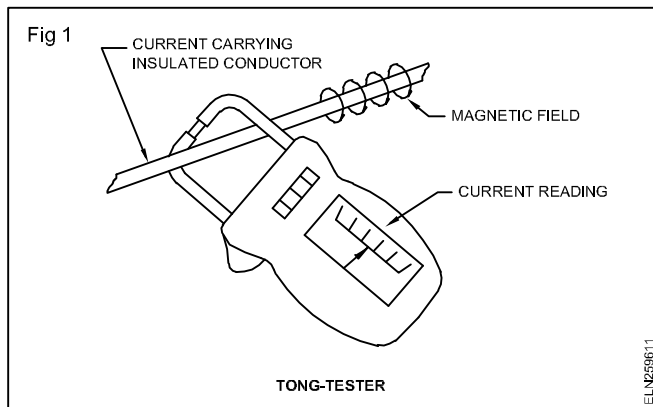
$$\text{पावर फैक्टर} = \cos 68^\circ 57' = 0.3592$$

टॉन्ग - परीक्षक (क्लैम्प - अममीटर पर) (Tong - tester (clamp - on ammeter))

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

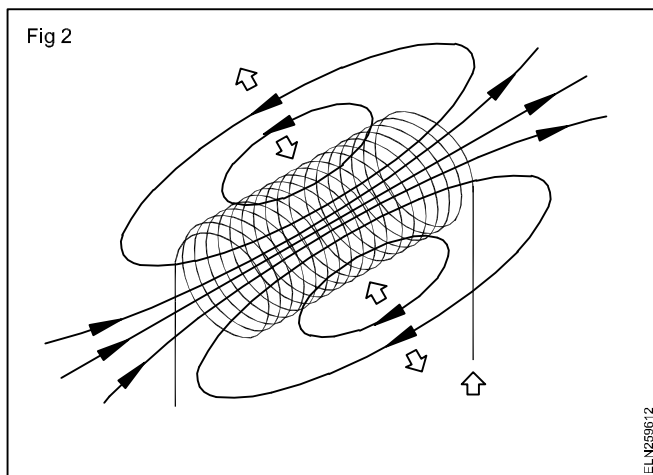
- टॉन्ग परीक्षक की आवश्यकता स्पष्ट करना
- एक टॉन्ग परीक्षक का कार्यान्वयन और रचना स्पष्ट करधना
- टॉन्ग परीक्षक का प्रयोग करते समय अपनायी जानेवाली सावधानियाँ।

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)

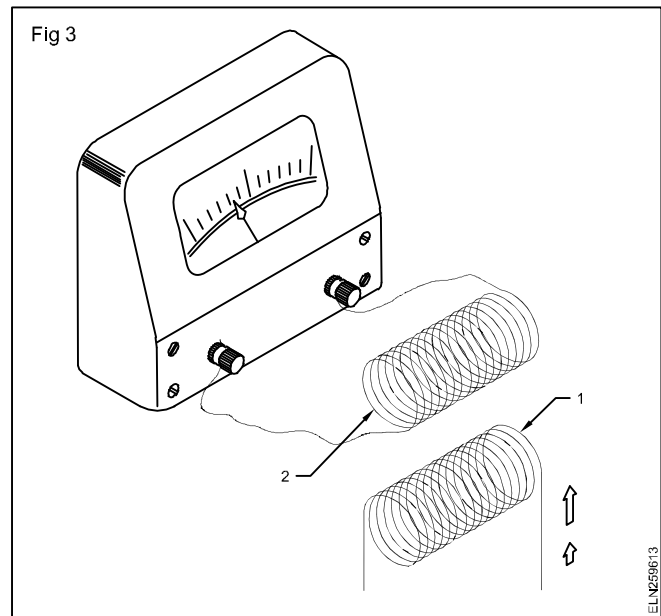
**कार्य-सिद्धान्त (Working principle)**

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 फलक्स एक कुण्डल से बद्ध होता है तो कुण्डल में एक emf प्रेरित होता है। इस प्रकार कुण्डल में प्रेरित धारा चुम्बकीय फलक्स परिवर्तन के अनुसार परिवर्तित होती है यदि कुण्डल में एक प्रत्यावर्ती धारा है तो उत्पन्न चुम्बकीय फलक्स भी प्रत्यावर्ती अर्थात् निरन्तर परिवर्ती Fig 2 होता है।

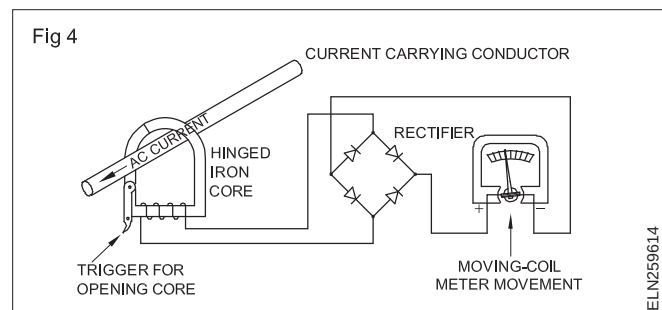


कुण्डल (1) के परिवर्ती फलक्स में एक अन्य कुण्डल (2) को रखने पर एक emf प्रेरित होता है (Fig 3)



यह प्रेरित emf धारा भेजता है और मापी विक्षेपित होता है। कुण्डलों के बीच लौह क्रोण को ले आने पर प्रेरित emf में वृद्धि होती है कुण्डल 1 को प्राथमिक कुण्डल (2) को द्वितीयक कुण्डल कहते हैं।

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 विष्टकारी प्रकार का मापी यन्त्र द्वितीयक से जुड़ा होता है। चालक में मापी जाने वाली धारा एक टर्न कुण्डल प्राथमिक की भांति कार्य करती है यह द्वितीयक वेष्टन में धारा प्रेरित करती है और जो मापी को विक्षेपित करती है।

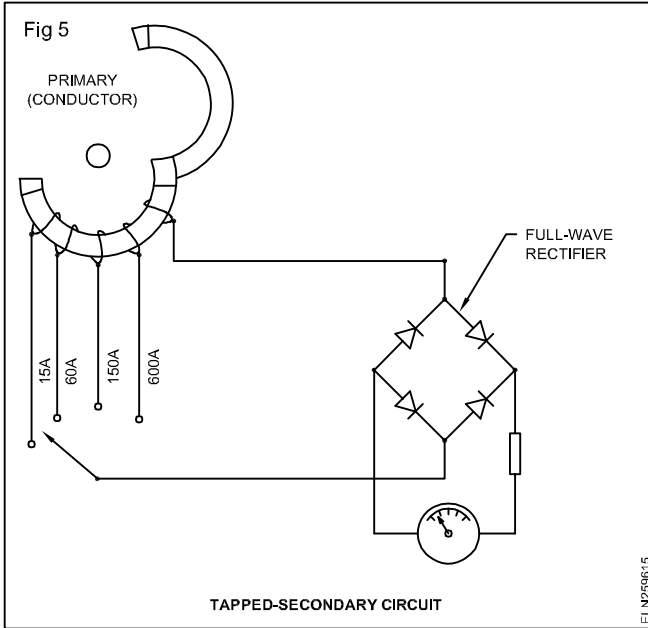


क्रोण को इस प्रकार डिजाइन किया जाता है कि चुम्बकीय पथ में केवल एक भंगता होती है। कब्जा और निर्गत दोनों चालक के चारों ओर मापी यन्त्र के बन्द होने पर दृढ़ता से कस लेते हैं मापी यन्त्र की दृढ़ पकड़ चुम्बकीय परिपथ को अल्पतम अनुक्रिया परिवर्तन को सुनिश्चित करता है।

क्लैम्प आन मापी से धारा मापन के लिये मापी यन्त्र के जबड़े खोले और उनको उस चालक के चारों आरे रखे जिसमें आप धारा मापना चाहते हैं। जबड़ों को स्थान पर लगा देने के पश्चात उनको दृढ़ता से बन्द होने दें। अब पैमाने पर संकेतक स्थिति पढ़ लें।

जब क्रोण धारा वाहक चालक के चारों ओर शिकजित है तब क्रोण में प्रेरित प्रत्यावर्ती चुम्बकीय क्षेत्र द्वितीयक वेष्टन 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)

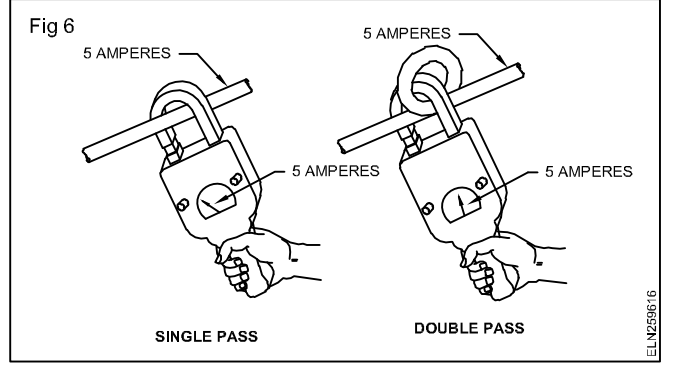


सुरक्षा (Safety): धारा ट्रांसफार्मर की द्वितीयक वेष्टन सदैव लघु पथित होना चाहिये। अथवा एम्पियर मापी से जुड़ा होना चाहिये अन्यथा खुले द्वितीयक के सिरों पर भयानक विभवान्तर हो सकते हैं।

किसी मापन को लेने से पहले सुनिश्चित कर ले कि संकेतक पैमाने के शून्य पर है। यह शून्य समंजन पेंच से पुनः नियोजित नहीं किया जा सकता है। 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 हैं।



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 वेष्टित 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 नहीं 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।

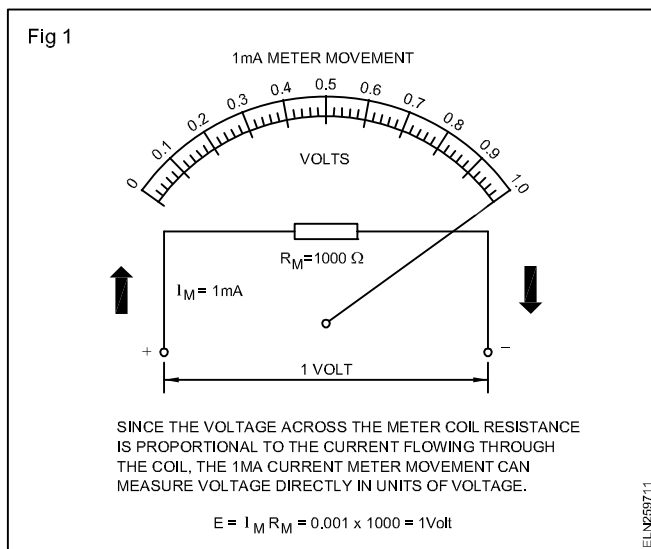
MC वोल्टमापी का परास विस्तारण - भार का प्रभाव - वोल्टेज गिरावट का प्रभाव (Extension of range of MC voltmeters - loading effect - voltage drop effect)

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 में 0-1mA मापी संचलन है और कुण्डल 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 :



$$E = I_M R_M = 0.001 \times 1000 = 1 \text{ volt.}$$

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 कुण्डल में प्रवाहित धारा के समानुपाती है। कुण्डल से प्रवाहित धारा कुण्डल पर आरोपित वोल्टता की भी समानुपाती है इसलिये मीटर पैमाने पर अंशांकन 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 कुण्डल प्रतिरोध बहुत कम होने के कारण इसकी उपयोगिता सीमित है। उदाहरण के लिये उपरोक्त उदाहरण से एक mA मापी संचलन 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 कुण्डल प्रतिरोध के सिरों पर R_M वोल्टता पात से अधिक कैसे माप सकता है ? एक मापी संचलन से वोल्टता परास को श्रेणी में एक प्रतिरोध जोड़ देने से विस्तारित किया जा सकता है। इस प्रतिरोधक का मान ऐसा होना चाहिये कि यह मापी कुण्डल से जोड़ 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 जोड़ा जाता है तो संचलन से 10mA धारा प्रवाहित होगी और कदाचित मापी को नष्ट कर देगी ($I = E / R = 10 / 1000 = 10 \text{mA}$) ।

लेकिन मापी धारा को एक मिली एम्पियर तक सीमित किया जा सकता है यदि एक वर्धक प्रतिरोध (R_{MULT}) श्रेणी में मापी प्रतिरोध (R_M) के साथ जोड़ दिया जाता है। चूंकि मापी से अधिकतम प्रवाहित धारा 1mA हो सकती है इसलिये कुल मापी और वर्धक प्रतिरोध ($R_{TOT} = R_M + R_{MULT}$) मापी धारा को एक मिली एम्पियर पर सीमित कर देंगे। ओम के नियम के अनुसार कुल प्रतिरोध

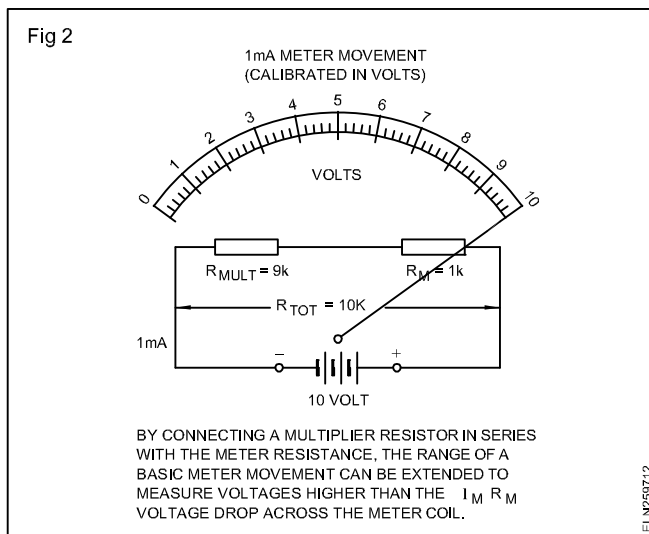
$$R_{TOT} = E_{MAX} / I_M = 10 \text{ volts} / 0.001 \text{ ampere} = 10,000 \text{ ohms.}$$

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 अंशांकन 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)



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

$$R_{MULT} = (MF - 1) R_M$$

जहाँ

$$R_{MULT} = \text{वर्धक प्रतिरोध}$$

$$M F = \text{वर्धक गुणक}$$

$$R_M = \text{मापी प्रतिरोध}$$

A 1mA पर कुण्डल प्रतिरोध 1000 ओम है। 100V मापने के लिये किस मान वर्धक प्रतिरोधक की आवश्यकता होगी।

$$MF = \frac{V}{v}$$

$$v = I_M \times R_M$$

$$= 1 \times 10^{-3} \times 1000 = 1V$$

$$MF = \frac{V}{v} = \frac{100}{1} = 100$$

$$R_{MULT} = (MF - 1)R_M = (100 - 1)1000$$

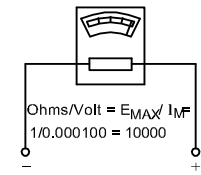
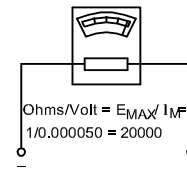
$$= 99,000 \text{ ohms.}$$

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 $(R_M + R_{MULT})$ 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 $= \frac{E}{I_{MAX}}$ होगा।

Fig 3

50-MICROAMPERE MOVEMENT

100-MICROAMPERE MOVEMENT



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.

बहु परास वोल्टमापी (Multi - range voltmeters): अनेक प्रकार के उपस्करों में एक वोल्ट के कुछ दसवें भाग से लेकर सैकड़ों और हजारों वोल्ट तक मापना पड़ता है। इन प्रकरणों में एकल परास मापियों का उपयोग अव्यवहारिक और मूल्यवान होगा। इसके स्थान पर बहु परास वोल्टमापी जो अनेक परासों की वोल्टताओं वाले होते हैं का उपयोग किया जा सकता है।

एक बहु परास वोल्टमापी में अनेक वर्धक प्रतिरोध होते हैं जिन्हें मापी संचलन के साथ श्रेणी में जोड़ा 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 हैं (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.

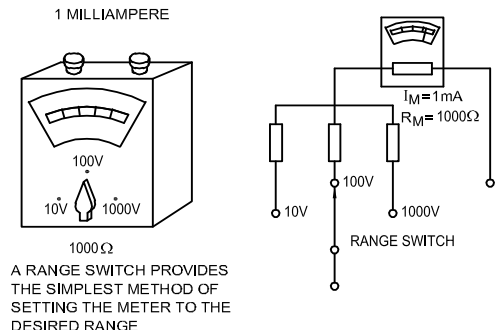
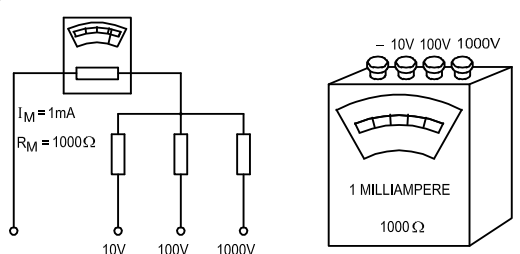


Fig 5



SOME METERS HAVE SEPARATE TERMINALS FOR SETTING THE METER TO THE DESIRED RANGE.

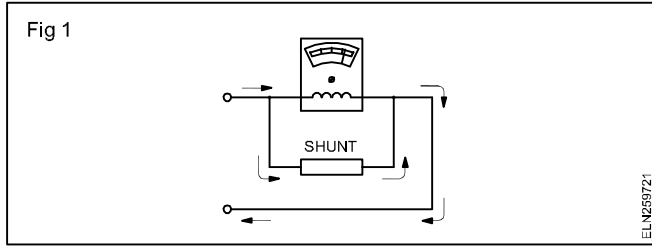
वर्धक का प्रतिरोध ताप परिवर्तन के साथ नहीं होना चाहिये इसलिये वर्धक के लिये प्रयुक्त पदार्थ का प्रतिरोध ताप गुणांक अति लघु होना चाहिये। मैगानिन और कान्स्टेनटन के प्रतिरोध ताप गुणांक क्रमशः 0.000015 और 0.00001 है। इसलिये मैगानिन और कान्स्टेनटन वर्धक के लिये प्रयुक्त होते हैं।

MC अमीटरों की परास का विस्तार (Extension of range of MC ammeters)

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

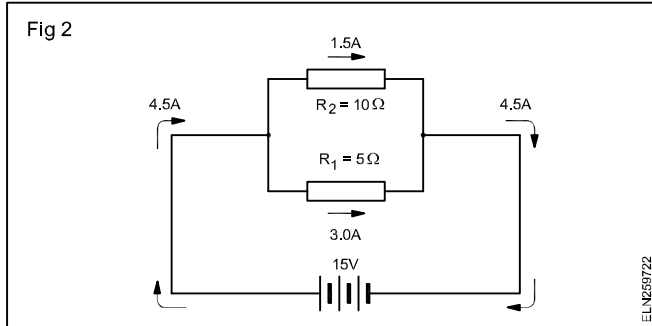
- एमीमीटर में प्रयुक्त शन्ट की परिभाषा देना
- एक एम्पियर मापी के परास विस्तार के लिये एक शंट प्रतिरोध की गणना करना
- शंट के लिये प्रयुक्त पदार्थ का नाम बताना
- मानक शंटों में टर्मिनल का उपयोग करना ।

शंट (Shunts): मौलिक मापियों के चल कुण्डल स्वयं अधिक धारा नहीं ले जा सकते, क्योंकि वे महीन तार के बने होते हैं। चल कुण्डल जितनी धारा ले सकते हैं उससे अधिक धारा मापन के लिये एक लघु प्रतिरोध जिसे शंट कहते हैं, मापी यन्त्र के टर्मिनल पर Fig 1 के अनुसार जोड़ा जाता है।



इसलिये शंट द्वारा केवल मौलिक माप से मापित की जाने वाली धारा से कहीं अधिक धारा मापन सम्भव हो जाता है।

यह भी स्पष्ट किया जा चुका है कि प्रत्येक प्रतिरोधक में धारा उसके प्रतिरोध की विलोमानुपाती होती है, अर्थात् यदि एक प्रतिरोधक का प्रतिरोध दूसरे की तुलना में दो गुना है तो बड़े प्रतिरोधक की धारा कम प्रतिरोधक की धारा से आधी होगी (Fig 2) ।



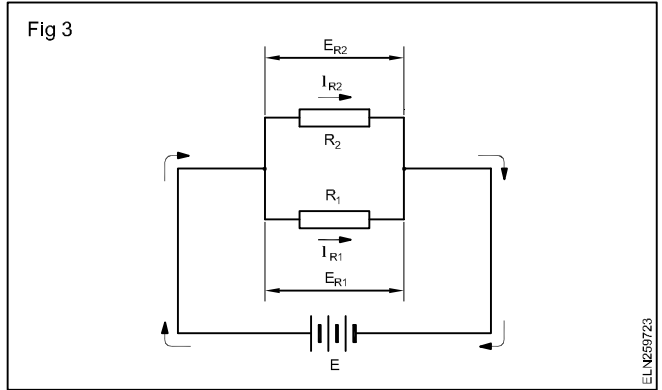
दो समान्तर प्रतिरोधकों के बीच धारा प्रवाह का विभाजन उनके प्रतिरोधों के व्युत्क्रमानुपात में होता है।

R_2 प्रतिरोधक का तुलना में प्रतिरोधक R_1 का मान दो गुना है। इसलिये R_2 से धारा R_1 की तुलना से आधी होगी।

प्रत्येक मापी कुण्डल की निश्चित DC प्रतिरोध होता है। जब एक कुण्डल के समान्तर में शंट जोड़ा जाता है तो धारा कुण्डल और शंट में विभाजित होगी, जैसे कि यह किन्हीं दो समान्तर प्रतिरोधकों में होता है। उचित शंट प्रतिरोध के शंट का उपयोग करके मापी कुण्डल 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 प्रदर्शित समान्तर परिपथ का परीक्षण करें तो यह

देखा जा सकता है कि दोनों प्रतिरोधकों के सिरों पर वोल्टताएँ समान हैं। जैसा कि पहले स्पष्ट किया जा चुका है कि ओहम के नियम के अनुसार किसी प्रतिरोधक के सिरों पर वोल्टता, प्रतिरोध के प्रतिरोध मान और उसमें प्रवाहित धारा के गुणनफल के बराबर होती है।



चूंकि R_1 और R_2 के सिरों पर समान वोल्टता होती है इसलिये $E = I_1 R_1 = I_2 R_2$ प्राप्त होता है। इस समीकरण से एक विशेष धारा मापन के लिये 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,

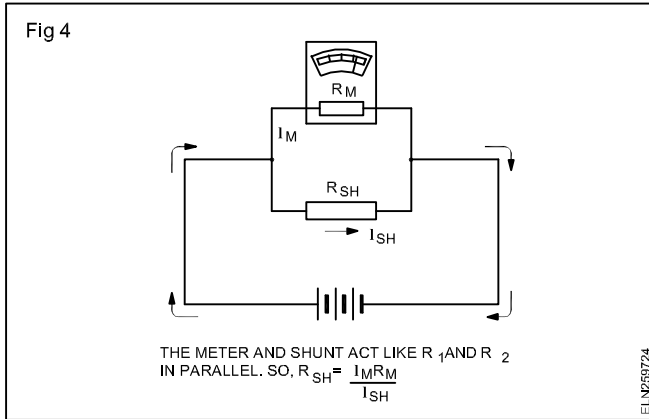
$$E_{R1} = E_{R2}, \text{ इसलिये,}$$

$$I_1 R_1 = I_2 R_2.$$

यह सरल समीकरण से अति लघु आशोधन के साथ किसी अनुप्रयोग के लिये एक धारा मापी के शंट 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। अमर के प्रतिरोधक R_M का नाम देने के स्थान पर इसे R_M कह सकते हैं जो चल कुण्ड के प्रतिरोध को व्यक्त करता है। प्रतिरोधक R_M और R_{SH} से व्यक्त कर सकते हैं जो शंट के प्रतिरोध को व्यक्त करता है। I_M और I_{SH} तब I_M और I_{SH} होजाते हैं और क्रमशः शंट और मापी से जाने वाली धारा को व्यक्त करते हैं अर्थात् समीकरण $I_M R_M = I_{SH} R_{SH}$ को अब $I_M R_M = I_{SH} R_{SH}$ की भंति लिख सकते हैं।

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



$$I_{SH} R_{SH} = I_M R_M \text{ का रूप } R_{SH} = \frac{I_M R_M}{I_{SH}} \text{ हो जाता है।}$$

इस समीकरण से धारा मापी के परास का विस्तार इसी मान तक करने के लिये शंट की गणना की जा सकती है,

जहाँ R_{SH} = शंट प्रतिरोध
 I_M = मापी धारा
 R_M = चल कुण्डल मापी यन्त्र का प्रतिरोध
 I_{SH} = शंट से धारा प्रवाह

शंट से धारा मान (I_{SH}) कुल धारा जो आप मापना चाहते हैं और मापी का पूर्ण पैमाना विक्षेपण धारा मान के बीच का अन्तर होता है।

$$I_{SH} = I - I_M \text{ जहाँ } I = \text{कुल धारा}$$

मापी और शंट समान्तर में R_1 और R_2 की भांति कार्य करते हैं।

$$\text{इसलिये } R_{SH} = \frac{I_M R_M}{I_{SH}}$$

शंट प्रतिरोध की गणना (Calculating shunt resistance): माना की एक मिली एम्पियर मापी संचलन को विस्तारित करके 10mA 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)।

$$I_M = 1 \text{ mA (0.001 A)}$$

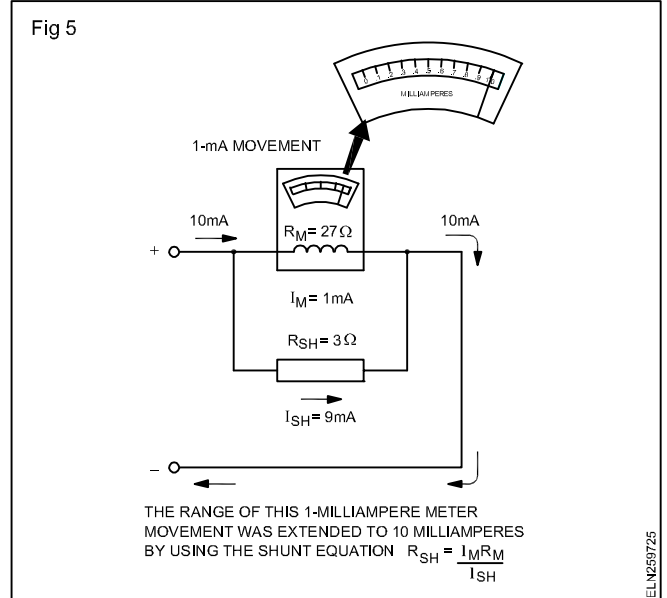
$$I = \text{Current to be measured} = 10 \text{ mA}$$

$$R_M = 27 \text{ Ohms}$$

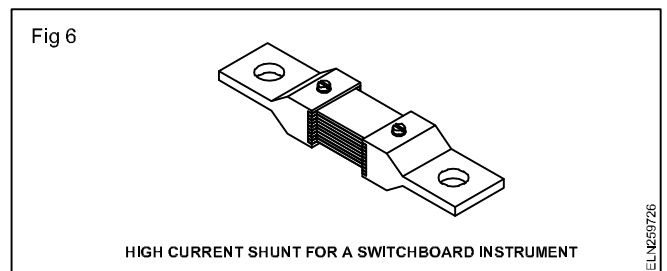
$$I_{SH} = I - I_M = 10 \text{ mA} - 1 \text{ mA}$$

$$= 9 \text{ mA (0.009 A)}$$

$$R_{SH} = \frac{I_M R_M}{I_{SH}} = \frac{0.001 \times 27}{0.009} = 3 \text{ ohms.}$$

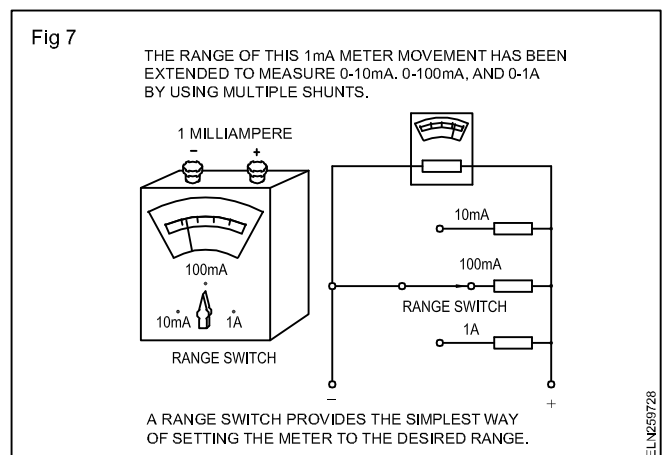


शंट पदार्थ (Shunt material): शंट प्रतिरोध ताप के कारण परिवर्तित नहीं होना चाहिये शंट प्रायः मैंगनिन का बना होता है जिसका प्रतिरोध ताप गुणांक प्रायः नगण्य होता है। कुंजी पर मापी यन्त्र का एक उच्च धारा शंट Fig 6 में प्रदर्शित किया गया है।

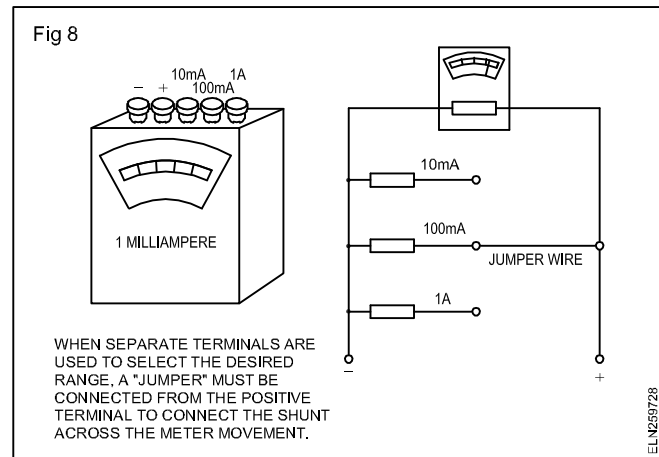


बहुपरास एम्पियर मापी (Multi - range ampere meters): केवल कुछ अनुप्रयोगों में एक परास वाले एम्पियर मापी का उपयोग व्यवहारिक होता है जैसे केवल 0-1 एम्पियर अथवा 0-100mA, 0-10mA इत्यादि।

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)।



एक बहुपरास एम्पियर मापी में एक मौलिक मापी संचलन और मापी संचलन के सिरों पर जोड़ें जा सकने वाले अनेक शंट होते हैं। वांछित धारा परास (Fig 7) के लिये एक परास कुंजी का प्रयोग एक विशेष शंट के लिये चयनित किया जाता है। कभी कभी प्रत्येक परास के लिये मापी आवरण पर पृथक टर्मिनल आरोहित किये जाते हैं (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
- वोल्टमीटर और अमीटर का उपयोग करते समय बरती जानेवाली सावधानियाँ बताना।

औद्योगिक क्षेत्रों में बहुतायत जो मापक यंत्र प्रयोग किया जाता है वह ओरिजनल डिजाइन और यह उत्पाद हमें किसी दूसरे मापक यंत्रों की कार्य प्रणाली को सत्यापन करने में सक्षम होते हैं इस प्रकार मानक मापक यंत्र से किसी दूसरे मापक यंत्र की जाँच करना सत्यापन कहलाता है।

मानक (Standards)

सत्यापन प्रारंभ करने से पूर्व जिस मापक यंत्र से सत्यापन किया जाना है उनकी सुग्राहिता 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 हैं की उपकरण का कार्यप्रणाली संतोष प्रद है।

अत्यधिक शुद्धता के लिए जो मापक यंत्र प्रयोग किया जाता है 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 वास्तविक मान माप सकता है शुद्धता दिए गए माप के संदर्भ में माप की अनिश्चितता के प्रतिशत को दर्शाता है।

परिशुद्धता (Precision)

शुद्धता 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 है कि मापे गये मान में कितना परिवर्तन हुआ है, उसका समाधान करना।

सुग्राहिता (Sensitivity)

सुग्राहिता को आउटपुट और इनपुट परिवर्तन के अनुपात से परिभाषित किया जा सकता है।

DC और AC मीटर्स का अंशांकन (अमीटर और वोल्टमीटर) (CALIBRATING DC AND AC METERS (AMMETER & VOLT-METER))

DC और AC मीटर एक ही तरीके से सत्यापित किए जाते हैं एक DC मीटर को सत्यापित करने के लिए मीटर में बहुत ही शुद्ध DC करंट श्रोत सॉस परिवर्तनीय (variable) प्रकार का हाना आवश्यक है। और श्रोत के आउटपुट करंट की जाँच करने के लिए कुछ और साधन भी होना चाहिए कई श्रोतों में इस उद्देश्य के लिए बिल्डिन 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 है 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 है 50/60 CPS साईज वेव से ज्यादा उपयोग करने वाली मीटरों को छोड़कर हम यह भी जानते हैं कि एक AC मीटर साईज वेव के औसत मान को पढ़ता है परंतु उसके rms वैल्यू दिखाने के लिए डिजाइन किया जाता है इसलिए मीटर की rms वैल्यू की गणना मार्किंग स्केल के बराबर होती है।

थर्मोकपल मीटर भी साईज वेव के आधार पर सत्यापित किया जाता है परंतु यह सत्यापन उसी आवृत्ति के आधार पर किया जाता है जो उस मीटर में उपयोग किया जाता है परंतु अत्यधिक आवृत्ति पर जब सत्यापन किया जाता है तो उसमें असाधारण स्क्रीन इफेक्ट होने लगता है।

इस आवृत्ति पर करंट वायर के सतह पर प्रवाहित होता है आवृत्ति के उच्च होने के करंट वायर के सतह की ओर जाने लगता है इस प्रभाव से थर्मोकपल के हिटिंग एलिमेंट का प्रतिरोध बढ़ता है इसकी तुलना में वायर का व्यास कम हो जाता है।

इस प्रकार हीटर वायर का प्रतिरोध आवृत्ति के साथ परिवर्तित होता है थर्मोकपल मीटर को विशेष आवृत्ति 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 क्योंकि 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 हैं तो पहले उच्चतम 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 करें 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 हैं हमेशा उच्चतम वोल्टेज रेंज का चयन करें पूर्ण स्केल पायांक प्राप्त होते तक धीरे-धीरे रेंज को घटाते हैं।
- 4 हमेशा लोडिंग प्रभाव से अवगत रहें संभवतः उच्च वोल्टेज रेंज का प्रयोग करके (उच्च संवेदनशील) इस प्रभाव को कम किया जा सकता है पैमाने में कम पायांक प्राप्त होने से मापन की परिशुद्धता घट जाती है।

वोल्टमीटर का लोडिंग प्रभाव और सर्किट में अमीटर का वोल्टेज ड्रॉप 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 संवेदनशीलता का विश्लेषण करना/वोल्टेज ड्रॉप 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 ड्रॉप के प्रभाव का विश्लेषण करना।

मल्टीप्लायर (Multiplier)

P.M.M.C. यंत्र में मूविंग 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।

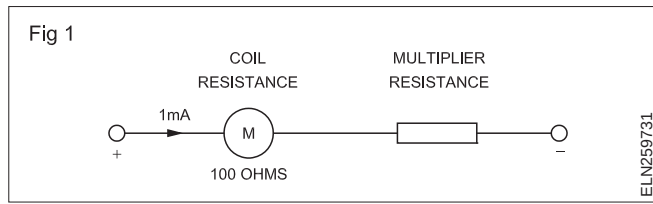
करंट की वह मात्रा जो यंत्र में पूर्ण पैमाना पायांक दर्शाता है फुल स्केल डिफ्लेक्शन या F.S.D. कहलाता है जब इस प्रकार के यंत्र (P.M.M.C.) को

वोल्टमीटर के रूप में परिवर्तित किया जाता है तो मूविंग 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 करंट 1mA है इसे 10V मापने वाले वोल्टमीटर में बदलना है तो मल्टीप्लायर के मान की गणना करें।

बहुगुणक प्रतिरोध के मान की गणना करें ।

Fig 1 के अनुसार 10V रेंज के लिए कायल में से करंट का सुरक्षित प्रचालन किया जा सकता है, वह है = 1mA.



10V वोल्टमीटर के टर्मिनलों 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

$$R_{\text{Multiplier}} = R_{\text{Total}} - R_{\text{coil resistance}} \\ = 10000 - 100 = 9900 \text{ ohms.}$$

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 है तो मीटर जल सकता है सेट वोल्टेज रेंज और वोल्टमीटर के प्रतिरोध के मध्य का अनुपात सुग्राहिता या वोल्टमीटर का प्रति ओम वोल्ट रेटिंग कहलाता है।

अतः

= दो के बीच का रसिस्तान्स

$$\text{स्पन्दनशीलता 'S'} = \frac{\text{terminals of the voltmeter}}{\text{Range of voltmeter}}$$

उपरोक्त उदाहरण में स्पन्दनशीलता होगी

$$= \frac{10000}{10} = 1000 \text{ ohms / volt.}$$

नोट: मीटर में विक्षेप के लिए सुग्राहिता करंट के विलोमायूपति होती है

$$S = \frac{1}{\text{IFSD}} = \frac{1}{1\text{mA}} = \frac{1}{\frac{1}{1000}} \text{ ohms/volt} \\ = 1000 \text{ ohms/volt.}$$

आओ अध्ययन करें कि- एक वोल्टमीटर की वोल्टमीटर सुग्राहिता के कारण परिपथ में लोडिंग प्रभाव होता है।

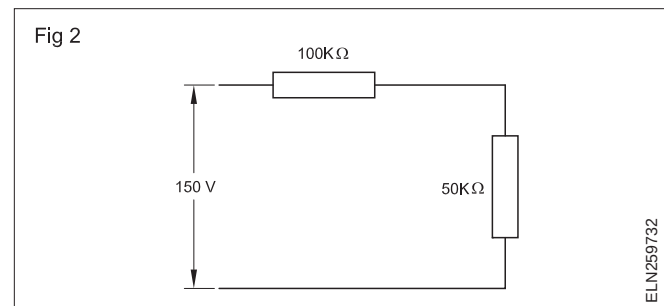
वोल्टमीटर का लोडिंग प्रभाव (Loading effect of a voltmeter) :
(Loading effect of a volumeter) वोल्टमीटर की सुग्राहिता एक तहतपूर्ण कारक है जब मीटर में निश्चित वोल्टेज मापन का चयन करते हैं कम प्रतिरोध वाले परिपथ में वोल्टेज मापन करते हैं तो कम सुग्राहिता

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 रेजिस्टेंस 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 है तथा यह वोल्टमीटर के कम सुग्राहिता के कारण होता है ।

वोल्टमीटर के लोडिंग प्रभाव को निम्न उदाहरण से वर्णन किया जा सकता है-

उदाहरण: Fig 2. परिपथ 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-2 जिसकी सुग्राहिता 20,000 ohms/V. है दोनों मीटरों का प्रयोग 50 V रेंज में किया गया है।



गणना करें- (i) मीटरों का पायांक (ii) प्रत्येक पायांक में त्रुटि वास्तविक मान के लिये प्रतिशत निकालिये।

हल:

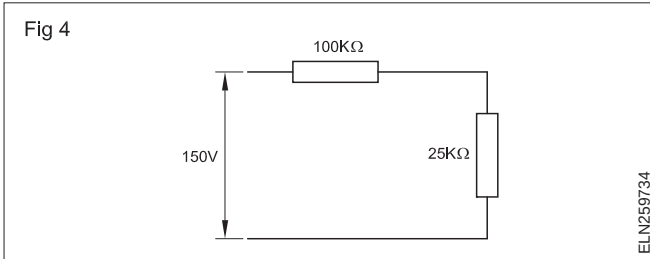
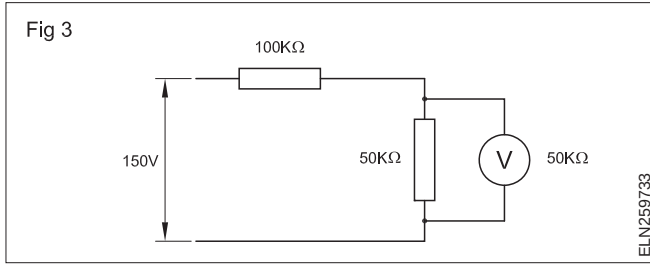
50-k प्रतिरोध परिपथ में वोल्टेज

यह 50-k प्रतिरोध के सिरो पर वोल्टेज का वास्तविक मान है।

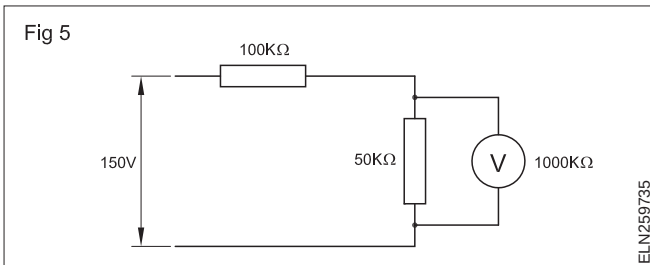
वोल्टेज 1 (S=1,000 ohm/V) जिसका प्रतिरोध 50V x 1,000 ohm/V = 50-k (50V रेंज) 50-k प्रतिरोध के सिरो पर मीटर को (Fig 3) के अनुसार जोड़ने पर प्रतिरोधों का कुल मान पैरेलल (समांतर) में जुड़े होने से घटकर 25k हो जाता है तथा (Fig 4) के अनुसार परिपथ का कुल प्रतिरोध 125 k होगा मीटरों के संयोजन तथा 50 k प्रतिरोध के बीच पोटेंशियल डिफरेंस होगा।

$$V_1 = \frac{25k \text{ ohm}}{125k \text{ ohm}} \times 150V = 30V$$

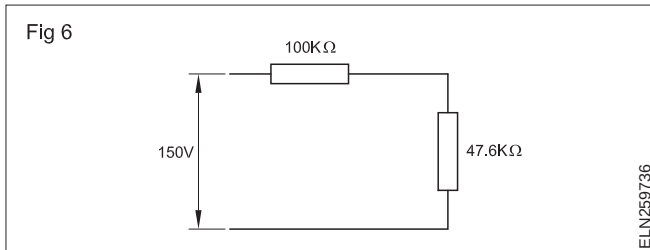
इस प्रकार वोल्टमीटर वास्तविक वोल्टेज 50V के स्थान पर 30V सूचित करेगा।



वोल्टमीटर 2 ($S=20k \text{ ohm/V}$) का प्रतिरोध $50V \times 20k \text{ ohm/V} =$ जब मीटर को (Fig 5) के अनुसार $50V$ के सिरों पर जोड़ा जाता है तो समांतर में जुड़े प्रतिरोध का कुल मान $47.6k \text{ ohm}$ होगा।



परिपथ का कुल प्रतिरोध 147.6 होगा। (Fig 6)



इस संयोग से वोल्टेज होगा

$$V_2 = \frac{47.6k \text{ ohm}}{147.6k \text{ ohm}} \times 150V = 48.36V$$

जबकि वोल्टमीटर में वास्तविक इंडिकेटिंग वोल्टेज $50V$ है।

वोल्टमीटर के पायांक में त्रुटि $1.64V$

$$\begin{aligned} \% \text{error} &= \frac{\text{true voltage} - \text{apparent voltage}}{\text{true voltage}} \times 100 \\ &= \frac{50V - 30V}{50V} \times 100 = 40\% \end{aligned}$$

The error in the reading of voltmeter 2 is

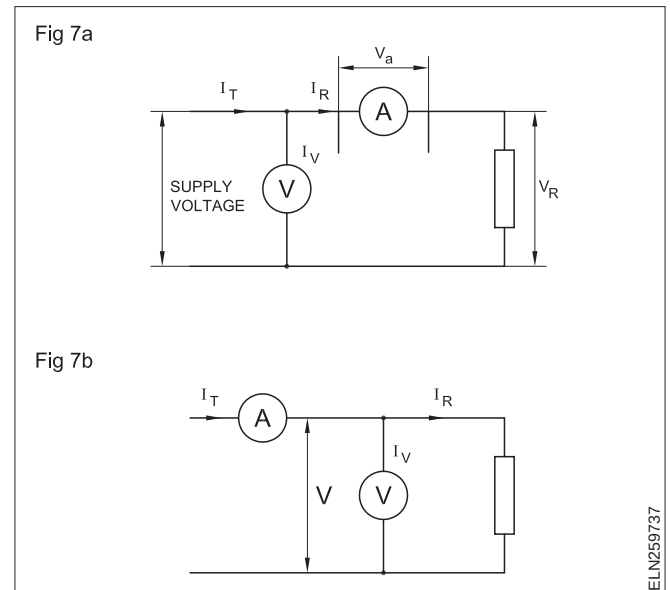
$$= \frac{50V - 48.36V}{50V} \times 100 = 3.28\%$$

उदाहरण में त्रुटि के गणना से स्पष्ट होता है कि वाले मीटर की संवेदनशीलता अधिक विश्वसनीय परिणाम देती है संवेदनशीलता का कारण महत्वपूर्ण है जब उच्च प्रतिरोध वाले परिपथ में वोल्टेज मापन करते हैं वोल्टमीटर का प्रयोग करते समय निम्न बिंदुओं का पालन आवश्यक है

- जब मल्टी रेंज वोल्टमीटर का प्रयोग करते हैं 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 प्रभाव को कम किया जा सकता है।
- मीटर में पायांक लेने से पहले मल्टी स्केल इंटरमेंट में मध्य स्केल से ज्यादा रेंज का चयन करें यदि माप पैमाने के निकले स्तर पर है तो मापन की सटीकता कम हो जाती है।

प्रतिरोध मापन में अमीटर में वोल्टेज ड्रॉप का प्रभाव- प्रतिरोध मापने की अमीटर वोल्टमीटर विधि बहुत लोकप्रिय है यह यंत्र की प्रयोग प्रयोगशाला में किया जाता है।

इस विधि में मीटर के दो प्रकार के कनेक्शन होते हैं (Fig 7a and b).



दोनों स्थितियों में यदि अमीटर और वोल्टमीटर का पायांक लिया गया है तो मापा गया प्रतिरोध का मान होगा।

$$R_m \frac{\text{वोल्टमीटर रीडिंग}}{\text{अमीटर रीडिंग}} = \frac{V}{I}$$

मापा गया प्रतिरोध R_m , वास्तविक प्रतिरोध R , के बराबर होगा यदि सर्किट में अमीटर का प्रतिरोध शून्य तथा वोल्टमीटर का प्रतिरोध अनंत हो।

जैसे कि वह यह प्रायोगिक में संभव नहीं है इस तरह दोनों विधि गलत परिणाम देते हैं 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 रेजिस्टेंस के वास्तविक वोल्टेज को नहीं दर्शाता दूसरे शब्दों में वोल्टमीटर रेजिस्टेंस और अमीटर के सिरो पर वोल्टेज ड्राप को मापता है ।

यदि R_a अमीटर का प्रतिरोध है।

तब अमीटर के सिरो पर वोल्टेज ड्राप $V_a = IR_a$

$$R_{mt} = \frac{V}{I} = \frac{V_R + V_a}{I_R} = \frac{IR + IR_a}{I_R} \\ = R + R_a \dots\dots\dots \text{Eqn. (1)}$$

प्रतिरोध का वास्तविक मान $R = R_{m1} R_a \dots \text{Eqn. (2)}$

समीकरण 2, से स्पष्ट 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।

$$\text{Relative error } e_r = \frac{R_{m1} - R}{R} \\ e_r = \frac{R_{m1} - (R_{m1} - R_a)}{R} \\ = \frac{R_a}{R} \dots\dots\dots \text{Eqn. (3)}$$

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 रेजिस्टेंस के सिरो पर वोल्टेज के वास्तविक मान को मापन है परंतु अमीटर रेजिस्टेंस 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 रेजिस्टेंस का मान

$$R_{m2} = \frac{V}{I} = \frac{V}{I_R + I_v} \\ R_{m2} = \frac{V}{\frac{V}{R} + \frac{V}{R_v}} \dots\dots \text{Eqn. (4)}$$

By multiplying the denominator and numerator

by $\frac{R}{V}$, Eqn. (4) becomes

$$R_{m2} = \frac{R}{1 + \frac{R}{R_v}} \dots\dots \text{Eqn. (4)}$$

समीकरण 4, से स्पष्ट है कि रेजिस्टेंस का वास्तविक मान मापी रेजिस्टेंस के बराबर होगा यदि

- वोल्टमीटर R_v का प्रतिरोध अनंत 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 हमें प्राप्त होता है

$$\dots\dots \text{Eqn. (5)}$$

R_{m2} का मान लगभग R के बराबर है।

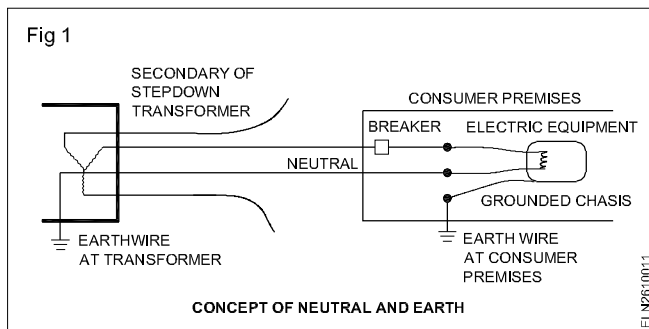
$$e_r = \frac{R_{m2} - R}{R} \\ \text{तब } e_r = \frac{R}{R_v} \dots\dots \text{Eqn. (6)}$$

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 न्यूट्रल 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 परिभाषित करना
- इलेक्ट्रिक रेंज के पार्ट्स बताना
- उपकरणों से संबंधित समस्या उनके कारण और निवारण की सूची करना ।

न्यूट्रल और अर्थ को अवधारण (Concept of neutral and earth) (Fig 1)

अर्थ बिंदु ग्राउंड से संयोजित होता है जो कि स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर 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 रीटर्निंग करंट ले कर ट्रांसफार्मर के स्टार बिंदु में पहुंचा कर परिपथ को पूर्ण करता है सामान्य स्थिति में अर्थ वायर से कोई प्रवाहित नहीं होता है।

अर्थ बिंदु का उपयोग ग्राहकों के धात्विक बाँडी वाली उपकरणों को अर्थ 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 बाँडी के उपकरण को जब फेज वायर छु ले तब की स्थिति में अर्थ वायर से करंट प्रवाहित होगा और इस लघु पथित करंट से परिपथ में संयोजित कुछ सर्किट ब्रेकर तुरंत ट्रिप हो जाएंगे जब फेज वायर धात्विक उपकरण की बाँडी को आंशिक रूप से स्पर्श कर रहे हो या तार का इंसुलेशन खराब हो गया हो तब अर्थ वायर से बहुत ही कम करंट प्रवाहित होगी इस स्थिति में परिपथ को तोड़ने 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 औद्योगिक क्षेत्र हेतु यह लीकेज करंट 300mA तक हो सकता है ।

घरेलू उपकरण (Domestic appliances)

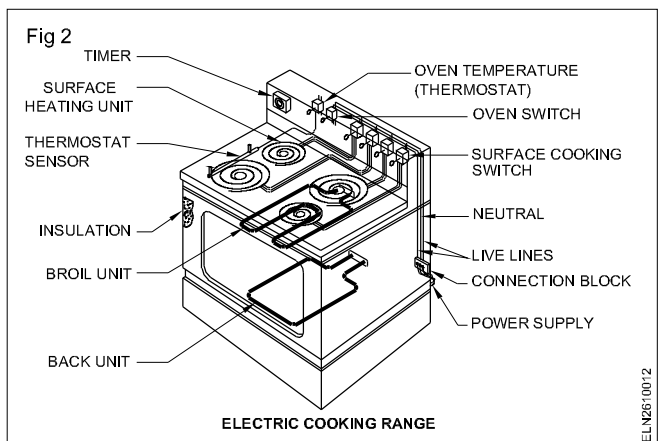
घरेलू उपकरण ऐसा वैद्युतिक उपकरण/मशीन है जो घरों में खाना बनाने कपड़ा धोने और विभिन्न उद्देश्य हेतु प्रयोग किया जाता है ।

मानक सुरक्षा नियम - प्रशिक्षु घरेलू उपकरणों से संबंधित सुरक्षा साधनों की जानकारी हेतु अंतराष्ट्रीय वैद्युतिक समिति (IECF 60335 -part 2 - section 64) द्वारा निर्धारित नियमों को देखें।

विद्युत कुकिंग रेंज (Electric cooking range)

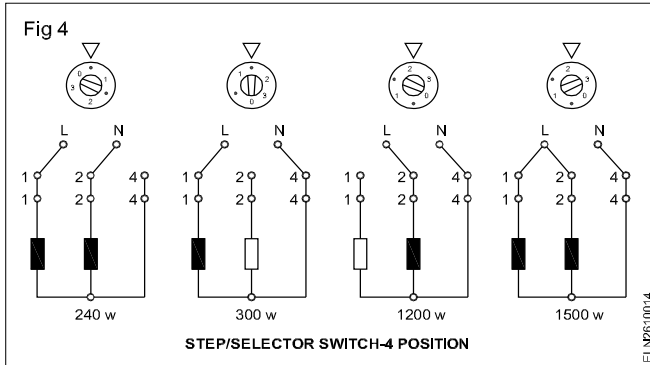
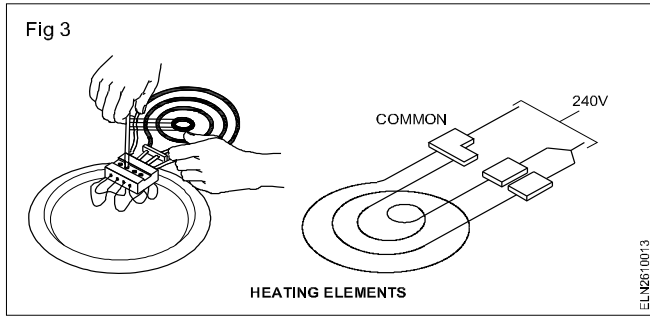
इलेक्ट्रिक कुकिंग रेंज और ओवन कई बार एक ही सिंगल यूनिट में बनाए जाते हैं या कई बार अलग-अलग कुछ घरों में रेंज में किचन के प्लेटफार्म पर और ओवन को दीवार पर लगाते हैं । या कही पर दोनों के एक ही यूनिट में लगा देते हैं । इन्हें किसी भी तरह से लगाया जाए इनकी वर्किंग एक सी होती है ।

हीटिंग यूनिट की सतह को रेंज की टॉप पर रखते हैं । विद्युत कनेक्शन टॉप में ही जगह के अनुरूप करते हैं । जैसा Fig 2 में दिखाया है । ओवन का कंट्रोल पैनल भी टॉप पर बना होता है ।

**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 मैग्नीशियम ऑक्साइड (magnesium oxide) से इंसूलेट करके रखते हैं । 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 ।



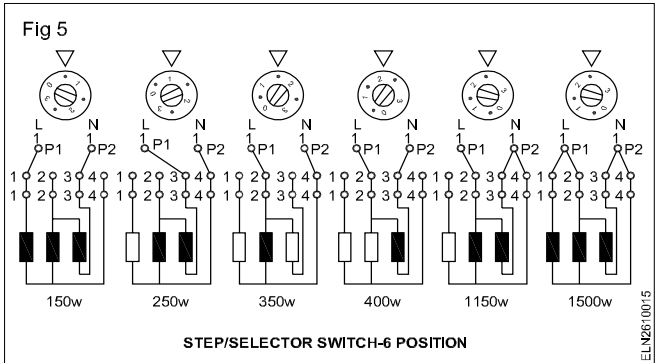
स्टेप स्विच को 240 V के दो या तीन एलीमेंट से जोड़ते हैं। इस स्विच से सर्किट का कुल प्रतिरोध या वोल्टेज बदलता है।

अधिक से अधिक हीट के लिए एलीमेंट को पैरेलल में लगाते हैं। यदि हीट को कम करना हो तो एलीमेंट को सिरीज में लगाते हैं। (जैसा कि Fig 3 और 4 में दिखाया है)

ओवन यूनिट (Oven unit) : ओवन यूनिट में दो एलीमेंट होते हैं, ऊपर एलीमेंट (ऊपर का एलीमेंट) और लोअर एलीमेंट (नीचे का एलीमेंट)

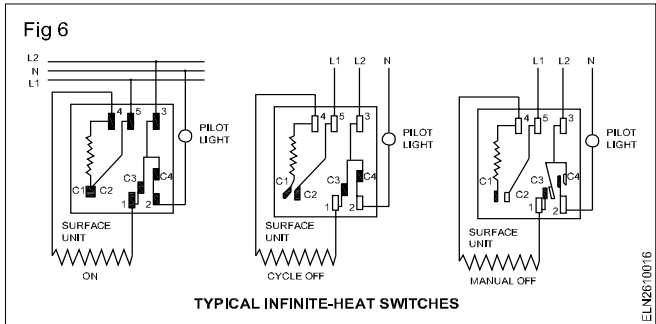
ओवन की हीट को थर्मोस्टेट और टाइमिंग यंत्र से कंट्रोल करते हैं।

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।



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।

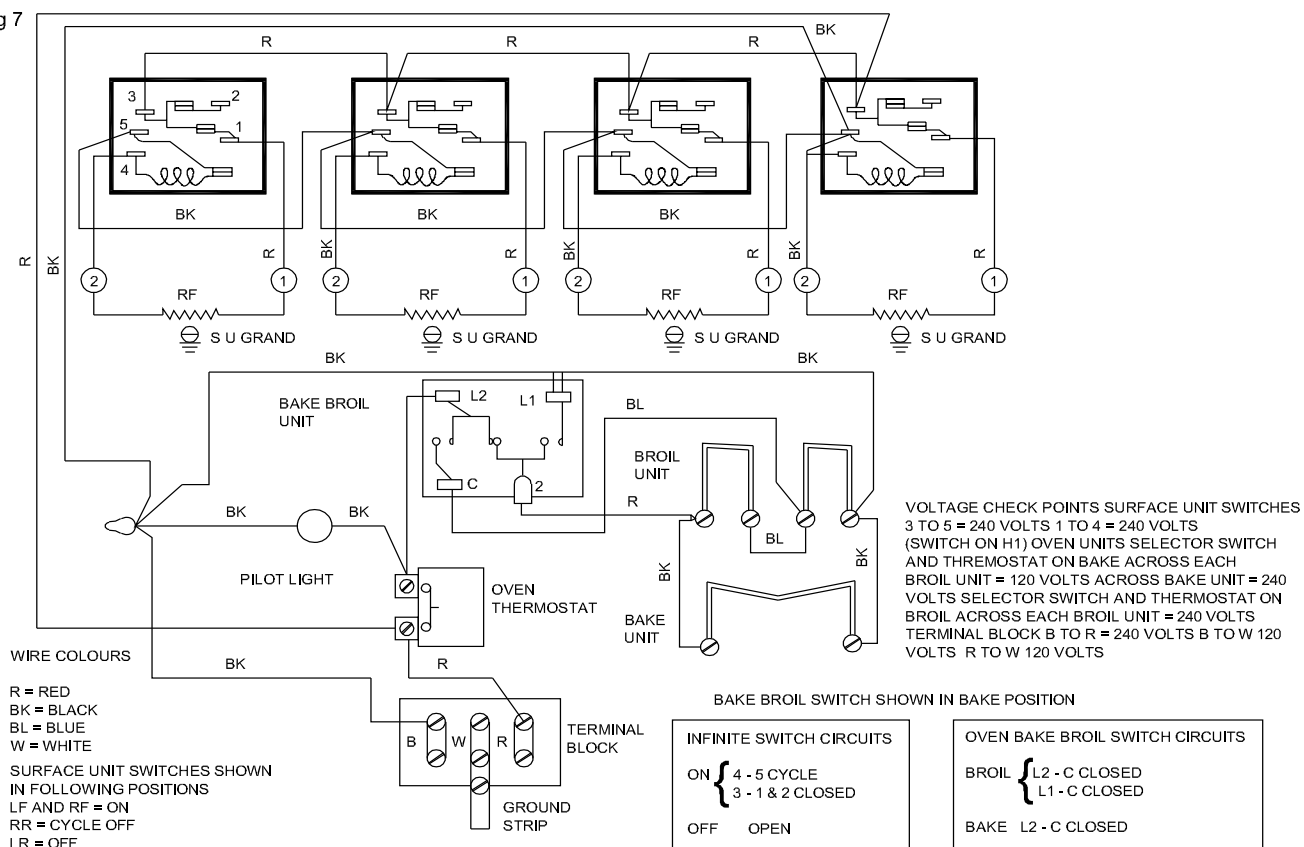
विद्युत रेंज (electric range) का एक सुव्यवस्थित चित्र नीचे Fig 6 में दर्शाया गया है।



इलेक्ट्रिक रेंज के लिए समस्या-समाधान का चार्ट

समस्या	संभावित कारण	ठीक करने के उपाय
अवन का गरम न होना	सिलेक्टर स्वीट्च का आफ होना फ्यूज उड़ा हुआ होना अवन कंट्रोल का काम न करना। अवन एलिमेंट में ओपन सर्किट का ढीया कनेक्शन टाईमर का काम न करना।	सिलेक्ट स्वीट्च को सैट करें। फ्यूजों की जाँच करें। कंट्रोलों की जाँच करें। सर्किट का सातित्य जाँचें। सभी कनेक्शनों को कसें। टाईम सेटिंग की जाँच करें।
अवन का अधिक गरम या ठंडा होना	थर्मोस्टेट कैलिब्रेशन अवन दरवाजा ठीक से फिट न हो	“थर्मोस्टेट अडजसमेंट” की जाँच करें। “डोर सील तथा फिट” की जाँच करें।
अवन बंद न होता हो	सिलेक्टर 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। लाइट की स्वीट्च काम न करती हो कनेक्शन ढीला हो।	बल्ब को कसें या बदलें। लाइट का स्वीट्च बदलें सभी कनेक्शनों को कसें।

Fig 7



SCHEMATIC DIAGRAM OF A TYPICAL ELECTRIC RANGE

ELN2610017

समस्या	संभावित कारण	ठीक करने के उपाय
अवन का द्वारा गरमी के कारण खुल जाए अवन का द्वारा नीचे आ जाता हो । टाईमर ठीक से काम न करता हो ।	द्वारा के संयोजन की आवश्यकता है । पिन ढील हो या घिस गयी हो । हिन्ज ब्रैकेट घिस गया हो । सेटिंग ठीक न हो ढीला कनेक्शन न चलनेवाली मोटर न चलनेवाला यंत्र कनेक्शन सही न होना टाईमर का काम न करना सिलेक्टर स्वीट्च सही सैट न हुआ हो द्वारा को खुला रखकर प्रिहीट नहीं किया गया है । अवन का तापमान अधिक होना ऊपर द्वारा का सील न होना । जाम हो गये हो । 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 ।	“डोर सील तथा फीट” की जाँच करें ब्रेकेटों को बदलें । ब्रेकेट को बदलें । ग्राहक का मैन्युल देखें । “टाइमर ओपरेशन” देखें सभी कनेक्शनों को कसें । मोटर को बदलें । टाइमर को बदलें । वायरिंग डायोग्राम की जाँच करें टाईमर को बदलें सिलेक्टर स्वीट्च बदलें अवन ओपरेश को जाँचे । थर्मोस्टाट केलिब्रेशन को जाँचे । अवन के द्वारा का संयोजन करें । वेन्ट को साफ करें । फ्यूज 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 :

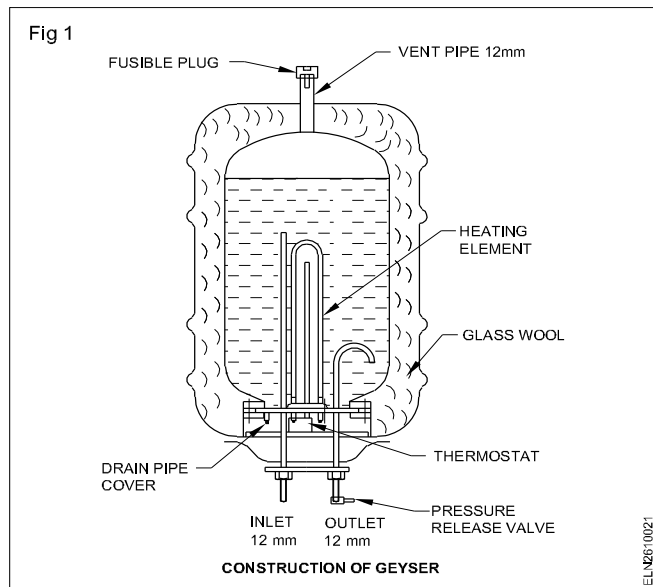
- गीज़र का वर्णन करना
- गीज़र के विभिन्न भागों की सूची व्यवस्थित निर्माण आरेख के आधार पर बनानी
- गीज़र की संरचना और प्रचालन को स्पष्ट करना
- गीज़र की देखभाल और रखरखाव अभ्यास की सूची बनाना
- गीज़र में आनेवाले संभावित दोष व उनके उपचारों को स्पष्ट करना ।

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 हैं । परन्तु अधिकतम उपयोग में लाया जानेवाला वाटर हीटर, गीज़र है । इसमें से पानी निकाल कर तुरन्त उपयोग में ले सकते हैं ।

गीज़र की संरचना (Construction of geysers) : Fig 1 में हॉट वॉटर गीज़र या स्टोर वाटर गोज़र की संरचना दिखाई गई है ।

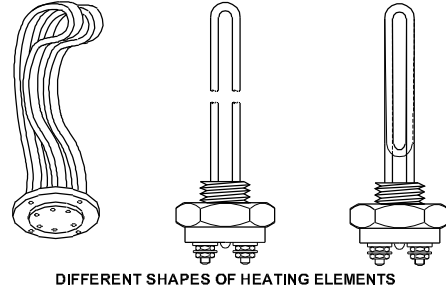


इसकी बाहरी केसिंग माइड स्टील की बनी होती है । इसका अंदर का टैंक मोटे गेज के कॉपर शीट का बना होता है । ताकी जंक न लगे । बाहरी केसिंग और टांक के बीच ग्लास वूल भरा जाता है । यह एक अच्छा हीट इंसूलेशन होता है । इससे हीट लॉस नहीं होता । टैंक के अंदर हीटिंग एलीमेंट, थर्मोस्टेट, इनलेट-आउटलेट पाइप लगे होते हैं ।

हीटिंग एलीमेंट इमरशन हीटर की तरह दी होते हैं । केवल टैंक के अनुसार इनका आकार बदलता रहता है । Fig 2 में हीटिंग एलीमेंट के कुछ आकार दिखाए गये हैं ।

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 ।

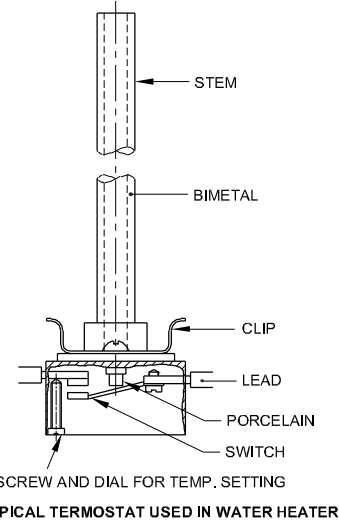
Fig 2



थर्मोस्टेट (Thermostats) : हीटिंग एलीमेंट के करंट को कंट्रोल करने के लिए गीज़र में थर्मोस्टेट लगाते हैं । यह पानी के तापमान को 32°C से 88°C तक बनाए रखता है ।

गीज़र 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



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 हैं 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 हैं। जब स्विच 'on' करें। तो पानी गरम होने लगता है। और एक निश्चित तापमान में आकर थर्मोस्टेट हीटर को सप्लाय 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 सप्लाय 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। जिसे 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 2 खुला सर्किट 3 हीटर तत्वों का जल जाना।	1 फ्यूज को बदलें 2 सर्विस एन्ट्रान्स तक वायरिंग की जाँच करें कि कोई टूटा हुआ या लूस वायर नहीं है। 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 तत्व जला हुआ 3 टैंक का कैपेसिटर आवश्यकता से कम होना	1 थर्मोस्टेट सेटिंग को चेक 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 प्रयुक्त किये गये पानी की मात्रा की जाँच करें। प्रयोगकर्ता को समझाएँ यदि टैंक की क्षमता बहुत अधिक कम हो तो।
सतत/बार-बार फ्यूज का उड़ जाना	1 हिटिंग एलिमेन्ट का ग्राउन्डेड होना 2 लेड वायर का ग्राउन्डेड होना 3 कनेक्शन का सही न होना	1 भूमि के लिए हिटर एलिमेन्ट को जाँचें। 2 भूमि के लिए वायरिंग की जाँच करें। 3 सर्विस एन्ट्रान्स तक इलेक्ट्रिक कनेक्शन की जाँच करें।
गरम पानी में भांप उठाना	1 थर्मोस्टाट का सही जोड़ न होना। 2 थर्मोस्टाट के कान्टाक्ट एक साथ जल गए हो 3 हिटिंग एलिमेन्ट का ग्राउन्डेड होना। 4 थर्मोस्टाट बहुत ऊँचा सैट किया गया हो अथवा केलिब्रेशन से बाहर हो	1 वायरिंग की जाँच करें और कनेक्शन में कोई खराबी है तो ठीक करें। 2 थर्मोस्टेट की जाँच करें। 3 ग्राउन्ड के लिए यूनिट की जाँच करें। 4 थर्मोस्टेट को पुनः सैट करें।
पावर को अधिक खपत जिसके फलस्वरूप इलेक्ट्रिसिटी के बिना में बढ़ोत्तरी	1 फासेट्स (टैप्स) का रीसना 2 गरम पानी की पाईपों का अधिक एक्सोस होना 3 थर्मोस्टेट का सेटिंग बहुत ऊँचा होना 4 हिटिंग एलिमेन्ट भूमि तक कम हो। 5 हिटिंग यूनिटों पर परते जमी हों।	1 सभी रीसते फासेट्सों (टैप्स) में वाशर बदलिएँ। 2 गरम पानी की पाईपों को जितना हो सके उतना छोटा होना 3 थर्मोस्टेट को पुनः सैट करें। सेटिंग 60°C से 65°C होना चाहिए 4 भूमि के लिए एलिमेन्ट को चेक करें। 5 यूनिट को निकाल करें जाँचें।
टैंक में रीसाव	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 धुलाई तकनीक का विवरण देना
- सुखाने के लिए मंगल त्रिंजर 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 मुख्य: तीन वर्गों में उसके कार्य के आधार पर बाँटा गया है।

ये हैं

- आर्डिनरी (Ordinary)
- सेमी ऑटोमेटिक (Semi automatic)
- फूली 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 कपड़े डाले जाते हैं। इसमें ऑपरेटर द्वारा ही पानी और डिटर्जेंट डालकर टाइम भी सेट किया जाता है।

ऑर्डिनरी मशीन टाइमर के साथ (Ordinary with timer) : यह ऑर्डिनरी से समान ही होती है। केवल इसमें एक क्लॉक टाइमर लगा दिया जाता है जो 1 से 15 मिनट का वॉश टाइम दिखाता है।

ii सेमी-ऑटोमेटिक (Semi-automatic type)

इसमें दो टब होते हैं। एक जिसमें कपड़े धोए और खंगाले जाते हैं। 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 हैं।

iii फूली (पूर्णतः) ऑटोमेटिक (Fully automatic type)

इस प्रकार की मोटर में माक्रो प्रोसेसर लगा होता है जो वाशिंग टाइम का निर्धारण करता है। इसमें एक ही टब में दोनों काम हो जाते हैं। 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।

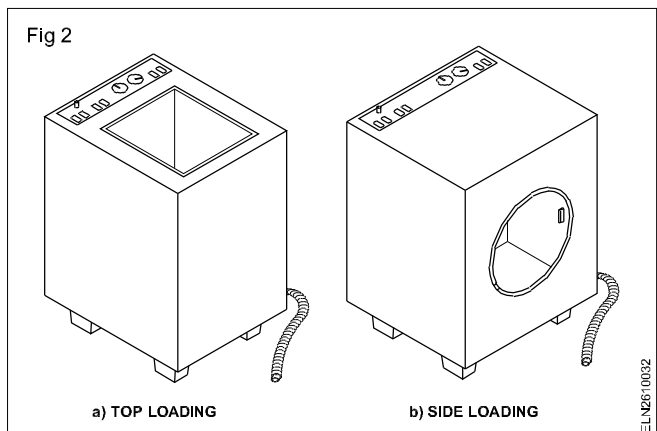
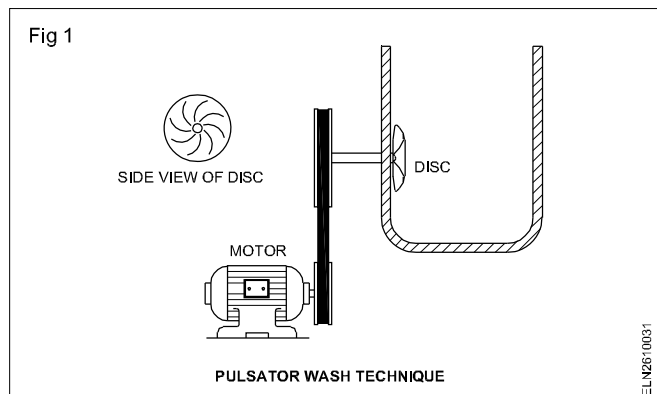
उपरोक्त प्रकारों के अलावा वॉशिंग मशीन इनके लोडिंग के आधार पर भी वर्गीकृत होती हैं। जैसे टॉप लोडिंग (कपड़े ऊपर से डाले जाते हैं) और फ्रंट लोडिंग (कपड़े सामने से डाले जाते हैं)। कुछ मशीनों में पानी हीटर द्वारा गरम भी किया जाता है।

धोने के तरीके के आधार पर वर्गीकरण (Types of wash techniques)

ऊपर बताएँ गये प्रकारों के अलावा मशीन का वर्गीकरण उसमें होने वाली तकनीकों के अनुसार भी किया गया है, जो निम्न लिखित हैं।

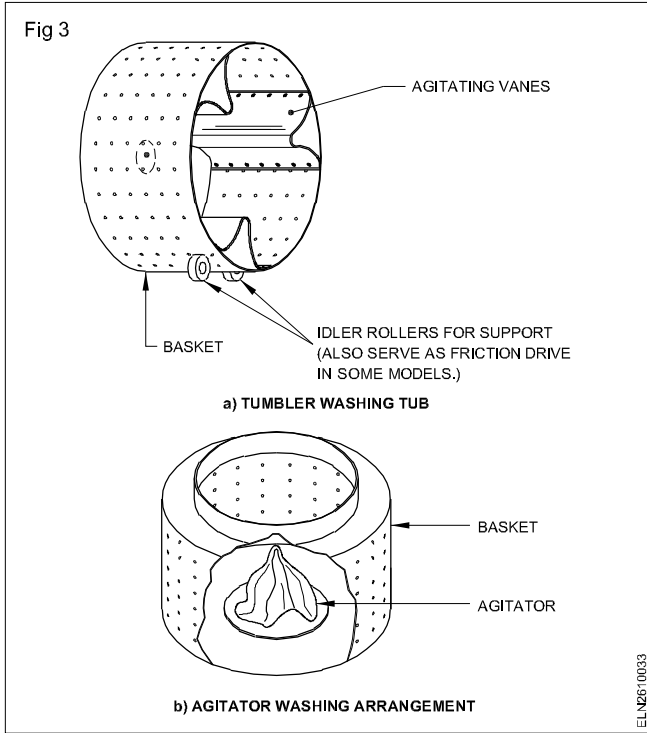
पल्सेटर वॉश तकनीक (The pulsator wash technique) (Refer

Fig 1): पल्सेटर 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 हैं। (Fig 1 & 2)



टम्बलर टाइप (Tumbler type) (Fig 3 a): इस प्रकार की मशीन में एक साधारण ड्रम में कपड़े टम्बलिंग विधि से धुलते हैं। जैसा Fig 3a में दिखाया गया है। इसकी संरचना सरल होती है। ड्रम से आस-पास कपड़े घुमा कर धोये जाते हैं।

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 हैं और इस प्रकार कपड़े साफ होते हैं। यह प्रक्रिया नाजूक कपड़ों के लिए ठीक नहीं होती।



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।

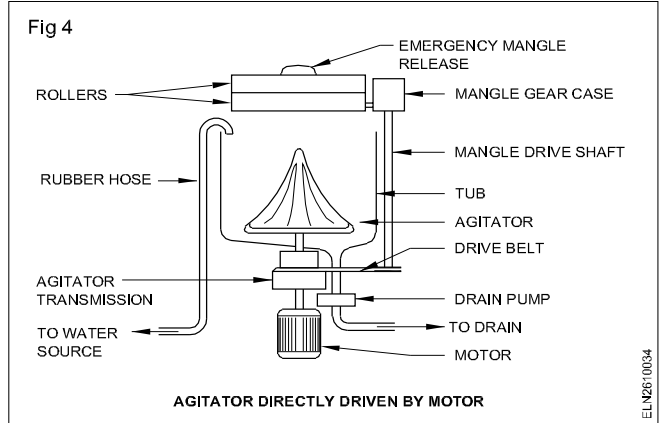
चाउस पंच वॉश तकनीक (The chaos punch wash technique): यह मशीन बहुपक्षीय विधि (multifaceted method) से कपड़े धोती है। इसमें पानी को कपड़ों के ऊपर तेज दबाव के साथ डाला जाता है। और इससे कपड़ों को नुकसान नहीं पहुँचता है।

न्यूरो फजी लॉजिक तकनीक (The neuro fuzzy logic technique) : इस मशीन में प्रोग्रामिंग के लिए माइक्रो प्रोसेसर लगा होता है। यह माइक्रो प्रोसेसर निर्णय 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 ट्रेड (trained) और अनुभवी तकनीशियन ही कर सकते हैं।

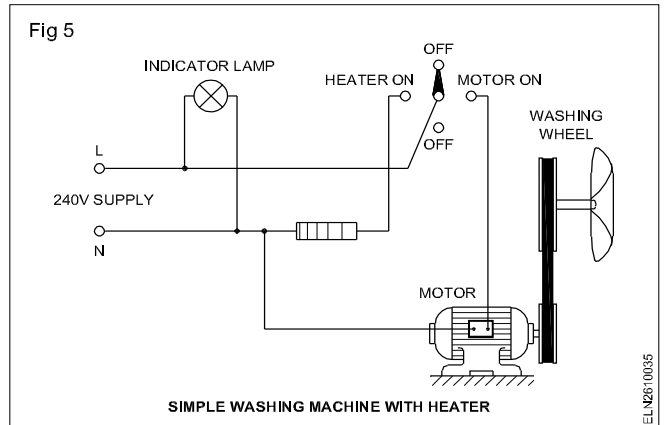
ड्राइंग के लिए मंगल त्रिंगर प्रकार की पारम्परिक मशीन (The conventional type with mangle wringer for drying) : इस मशीन की संरचना और संचालन बाकी की अपेक्षा सरल होता है। इस मशीन का वॉटर टब उपयोगकर्ता स्वयः लेबल देखकर ऊपर से भर सकता है। साबुन या पॉवडर भी ऊपर से डाला जाता है। कपड़ों के प्रकार के अनुरूप मशीन का 'ON' और 'OFF' टाइमर निर्धारित होता है। बहुत

सी मशीनों में एजीटेटर बिना इंटरमिडिएट गेयर के लगा होता है। जैसे कि Fig 4 में दिखाया है।



वॉश टाइमर मशीन को रोकता है। एजीटेटर जैसा काम करता है वही करता रहता है और ड्रेन में मेन्यूअलव्ही ऑपरेट किया जाता है। कपड़ों को साफ पानी से खंगालने के लिए दोबारा पानी जल कर ON टाइमर लगाते हैं। और डिटर्जेंट के हटने तक धोते हैं। इसे रेंज (rinse) सायकल कहते हैं। अब कपड़ों को मंगल त्रिंगल (mangle wringer) में जल कर उनका पूरा पानी सुखा देते हैं।

कुछ विशेष प्रकार की मशीनों में हीटर होते हैं। जो गरम हवा के साथ कपड़ों को सुखाते हैं। और टब में पड़े पानी को इमरशन हीटर की तरह गरम करते हैं। जिससे कपड़े गरम पानी से धोए जा सकते हैं। इस प्रकार के हीटर का सुधारा नहीं जा सकता। इनके खराब होने पर नया ही लगाना पड़ता है। साधारण वॉशिंग मशीन और हीटर का कनेक्शन डायग्राम Fig 5 में दर्शाया गया है।

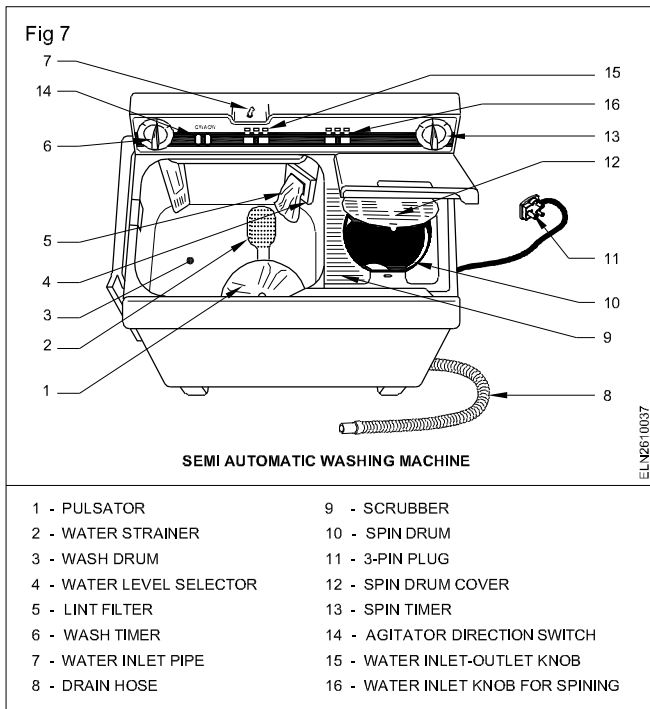
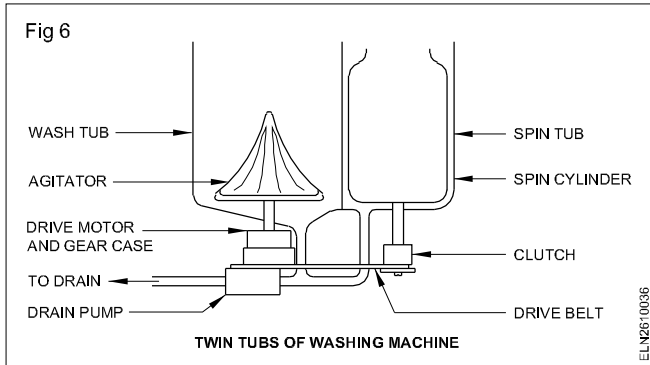


सावधानियाँ (Precaution)

- 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।
- मशीन के नीचे में लगे केबलों को जंक रोधी वेल्ड मेश से ढंकना चाहिए ताकि चूँहे उसे खराब न कर सके।

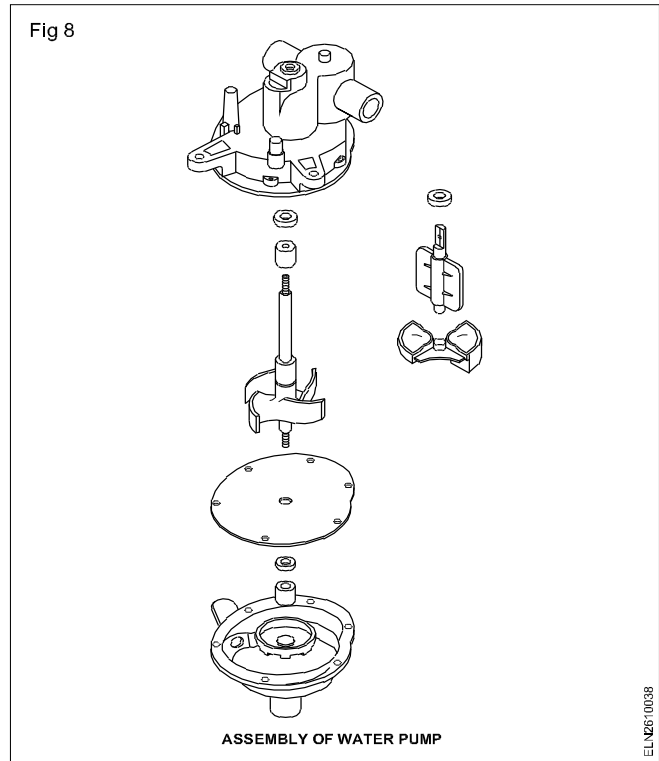
दो टब वाली वाशिंग मशीन (Twin - tub washing machine)

एक भिन्न प्रकार की पारंपरिक वाशिंग मशीन होती है जिसमें दो टब होते हैं। जिसे ट्विन-टब वाशर (twin tub washer) कहते हैं। (Figs 6 & 7)



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 हैं। 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



reduction) होता है। इससे क्लॉक टाइमर भी कहते हैं। खराब होने पर इसे आसानी से बदल सकते हैं।

ड्रेन पम्प (The drain pump) : कुछ मशीनों में पानी को जल्द-से जल्द खाली करने के लिए ड्रेन पम्प लगाते हैं। या फिर केवल गुत्ताकर्षण से भी पानी बाहर आ सकता है। केवल एक पुली और लीवर लगा कर ड्रेन सिस्टम बनाते हैं। 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 कैपेसिटर 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 हैं। 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। स्प्लार्श के लिए 3-पिन सॉकेट 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 चुनना
- पम्प के निष्पादन में आनेवाली समस्याओं के निदान बताना ।

पम्प सेट (Pump set)

निम्नलिखित बातों को ध्यान में रखते हुए पानी खींचने वाली मोटर का चुनाव करना चाहिए ।

पम्प का चुनाव (Selection of pump) : निम्नलिखित बातों को ध्यान में रखते हुए पानी खींचने वाली 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 जहाँ 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 मिनट 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 =

$$\frac{\text{weight of the water} \times \text{Height}}{\text{Time}} = \frac{1000 \times 30}{15} \text{ kgm/min.}$$

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-फेज 415V, 50 Hz इंडक्शन मोटर से मिनट 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 =

$$\frac{\text{weight of the water} \times \text{Height}}{\text{Time}} = \frac{1000 \times 30}{15} \text{ kgm/min.}$$

1 l पानी = 1 kg. पानी

4500 kgm/min = 1 HP

$$\text{Pump output in HP} = \frac{45000 \times 50}{25 \times 4500} = 20 \text{ HP}$$

$$\text{Input of the pump} = \frac{20 \times 100}{70} = 28.6 \text{ HP}$$

$$\text{HP of the motor} = \frac{\text{Input of the pump}}{\text{Efficiency of the motor}} = \frac{28.6 \times 100}{95} = 30.1 \text{ HP}$$

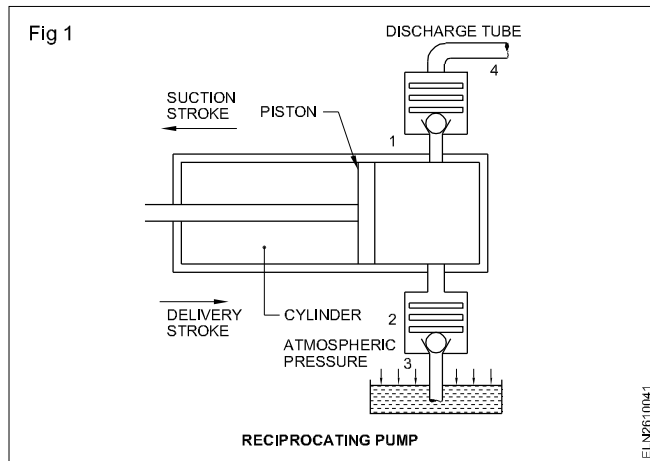
लगभग 30 HP की मोटर की आवश्यकता है ।

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 सिलिंडर के अंदर हिस्से में एक निर्वात बनता है Fig 1 में दिखाया गया चेक वाल्व 1 निर्वात के खींचने 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।



इसके विपरीत यदि पिस्टन दाहिने दिशा की ओर गति करता है तब वाल्व 1 और डिलिवरी पाइप 4 की जाँच करें वाल्व 2 के डिलिवरी स्ट्रोक के समय वाल्व स्प्रिंग तनाव के कारण खुला रहता है। सिलेंडर के अंदर पत्तनी के दबाव के कारण भी वाल्व 2 खुला रहता है।

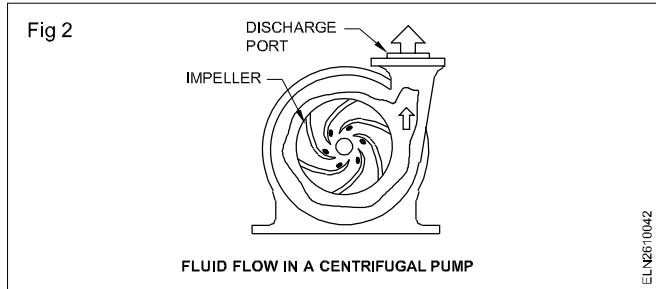
इस प्रकार डिस्चार्ज स्ट्रोक के समय इस पम्प के द्वारा पानी का बहाव रूक रूक कर होता है इस प्रकार का पम्प पिस्टन पम्प कहलाता है।

रोटरी पम्प (Rotary pumps) : रोटरी पम्प की बाजार में बहुत सी किस्में हैं। हालांकि केन्द्रापसारक (centrifugal pumps) पंप और पनडुब्बी पंप (submersible pumps) आमतौर पर उपयोग में लाये जाते हैं।

रोटरी पम्प (Rotary pumps) : इस प्रकार के पम्प मार्केट में विभिन्न प्रकार में उपलब्ध है जैसा घरों में पानी खींचने के लिए सेट्रीफ्यूगल पम्प जेट पम्प और सवम र्सीबल पम्प का उपयोग होता है।

सेट्रीफ्यूगल पम्प (Centrifugal pumps) चित्र क्रमांक 2 में सेट्रीफ्यूगल पम्प कार्य और बनावट दर्शाया गया है।

सेट्रीफ्यूगल पम्प की कार्यविधि सेट्रीफ्यूगल 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)

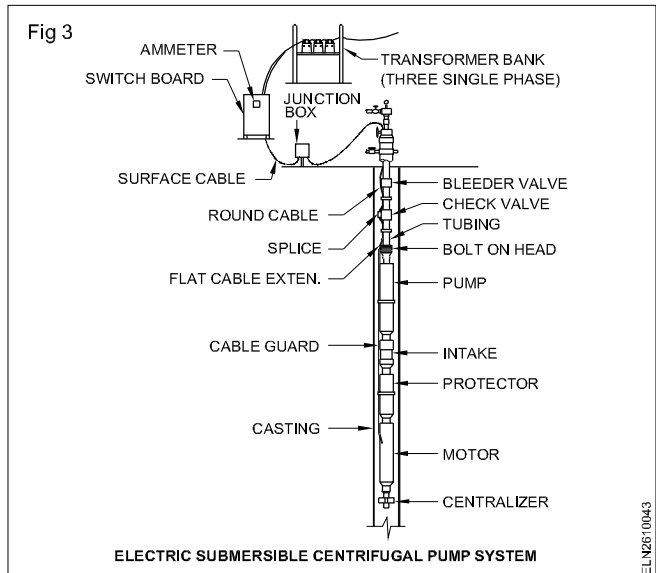


एम्पीलर के बाहरी किनारा में पढ़ने वाले पानी का फोर्स बढ़ जाता है उसका स्थान लेने के लिए पम्प के अंदर और पानी आता है इस लगातार प्रक्रिया के कारण आउटलेट पाइप में लगातार पानी प्रवाहित होने लगता है।

जहाँ कम दबाव में अधिक मात्रा में पानी चाहिए वहाँ सेट्रीफ्यूगल पम्प का उपयोग 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 जहाँ पर पानी अधिक गहराई में होता है।

सबमर्सीबल पम्पों में मोटर व पम्प अक्षीय लम्बाई में होते हैं जो कि Fig 3 के अनुसार पानी में डूबे रहते हैं। सामान्यतया ये पम्प बोरवेल के लिए उपयोग होते हैं जहाँ पर रेसिप्रोकेटिंग पम्प की क्षमता से अधिक पानी के आयतन को उठाना होता है। इस प्रकार के पम्पों में तीन फेज मोटर उपयोग की जाती है।



केवल व मोटर वाइंडिंग जलरोधी रूप में सील की हुई होती है। इस प्रकार के पम्प सेट के निम्नलिखित लाभ होते हैं।

- व्यास कम होता है।
- मोटर व पम्प पानी में डूबे रहते हैं। इसलिए भू तल पर ये स्थान नहीं घेरते हैं।

- मोटर व पम्प पूरी तरह धातु पाइपों से पानी को डिलीवर करने के लिए जुड़े रहते हैं।
- मोटर पम्प सहित पानी के अन्दर रहती है इसलिए इसका दक्षता अधिक होती है।
- केवल पानी से ही प्रभावित शीतलन हो जाता है।
- चूँकि चूसन पाइप का प्रयोग नहीं किया जाता है इसलिए बोरवेल को किसी भी गहराई से या सम्प से पानी को उठाया जा सकता है।

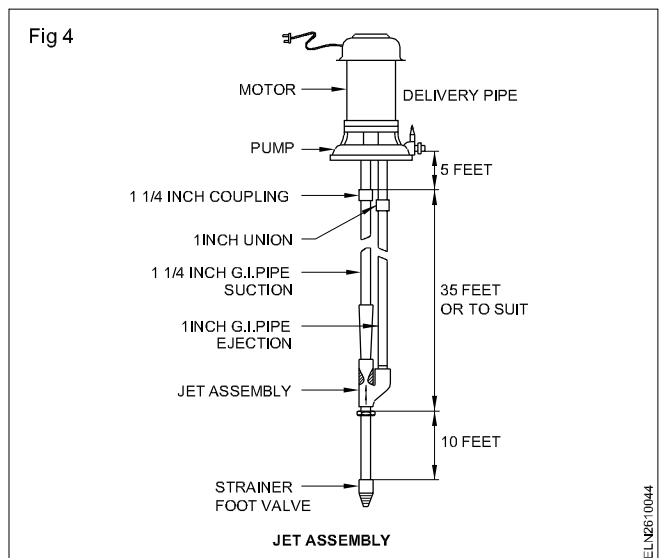
हानियाँ (Disadvantages)

- 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 हेतु 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 पाइप जुड़े होते हैं जिनमें एक चूसन पाइप suction pipe होता है व दूसरा इजेक्शन ejection पाइप कहलाता है। पानी का कुछ भाग इजेक्शन पाइप के माध्यम से जेट एसेम्बली को भेजा जाता है और यह चूसन पाइप में वेन्चुरी सिद्धांत से पानी को उठाने में मदद करता है।

चूसन, इजेक्शन व डिलीवरी पाइप व मोटर की क्षमता निम्न कार्य प्रदर्शन टेबल 1 द्वारा चयनित की जा सकती है।



लगभग सभी प्रकार के पम्पों में स्वतन्त्र यूनिट को विद्युत मोटर के साथ कपलड किया जाता है जो बेल्ट या कपलिंग द्वारा जोड़े जाते हैं या एकल मोनो ब्लॉक होते हैं जिनमें मोटर व पम्प दोनों एक यूनिट में होते हैं।

पम्प सेट का स्थान (Location of pump set) : जहाँ तक सम्भव हो पम्प को पानी के स्रोत 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 लिफ्टों पर प्रति घण्टे का निष्पादन										पाईप साइजों इंचस में				Minimum bore diameter (inches)
	KW (HP)	30'	40'	50'	60'	70'	80'	90'	100'	120'	140'	at discharge pressure of	Suc- tion	Ejec- tion	
0.37(1/2)															
Single phase only	2370	1690	1200	900	700						20 lbs/ Sq.in.	1"	¾"	¾"	3
	2500	1820	1370	1100	820						(46 ft)	1¼"	1"	1"	4" & Well
0.75(1.0)															
Single phase & 3-phase	3650	2600	2140	1700	1525	1370	1200	1050	700		30 lbs/Sq.in.	1¼"	1"	1"	4" & Well
	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 only	6350	4460	3550	2900	2460	2260	2000	1730	1370	910	Sq.in.	1½"	1¼"	1¼"	5" & Well
	8400	5700	4800	3800	3200	2910	2460	1820			(92 ft)	2"	1½"	1½"	6" & Well
2.2(3.0)															
3-phase only	8900	6000	4840	3820	3250	2960	2530	2180	1820	1250	40 lbs/Sq.in.	1½"	1¼"	1¼"	5"
	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 सेट 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।
- सप्लाय व मोटर टर्मिनलों के बीच उचित साइज की केबल प्रयोग करनी चाहिए ताकि वोल्टेज ड्रॉप 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 अर्थिंग 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।
 - स्ट्रॉफिंग बॉक्स पर लिकेज सामान्य हो जो 50 से 60 ड्रॉप 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 मैन्टीनेंस शिड्यूल का सुझाव दिया जाता है।

तीमाही परीक्षण

- पम्प की आवाज
- पाइप के कनेक्शन और नट/बोल्ट
- फुट वाल्व स्ट्रैनर
- लुब्रिकेशन 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 नहीं हो रही	डिलीवरी हैड की ऊँचाई अधिक है चूसन उठाव बहुत ऊँचा है।
2	पानी की निकासी पर्याप्त नहीं है	डिलीवरी हैड की ऊँचाई अधिक है। चूसन उठाव बहुत ऊँचा है।
3	प्रेशर पर्याप्त नहीं है	इम्पेलर/चूसन पाईप रूक गये है। घूमने की दिशा गलत है। चूसन पाइप में लीकेज है। ग्लैन्ड पैकिंग/यान्त्रिक सील जल गई है। फुट वाल्व अवरूद्ध है या पानी में डूबा हुआ नहीं है। इम्पेलर 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। गलेन्ड पैकिंग/यान्त्रिक सील उचित पॉजिशन में नहीं है।
6	पम्प में शोर है।	हाइड्रोलिक केविटेशन है फाउंडेशन मजबूत नहीं है। शाफ्ट में मोड़ है। घूमने वाले भाग ढीले हैं या टूटे हैं। वियरिंग जल गये हैं।

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 सिद्धांत पर काम करते हैं। कई पुरानी इस्त्री आज भी उपयोग में हैं।

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-ऑटोमेटिक इस्त्री की जगह ले रही है।

विद्युत इस्त्री के भाग (Parts of an Electric Iron)

इस्त्री की सतह की प्लेट (चपटी) प्लेट को सोल प्लेट कहते हैं।

सोल प्लेट रजिस्टेंस वायर या रिबन (Nichrome) से बने एलीमेंट से गरम होती है। ये रजिस्टेंस 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 हैं। पावर कॉर्ड (1) पावर सप्लाय देता है। कॉर्ड स्लीव (2) वायरों को हिलने-डुलने से रोकती है, और इसी से होते हुए वायर हैण्डल (3) के भीतर जाते हैं।

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 एलीमेंट के बीच होती है। जो हीट इंसूलेशन का काम करती है। ताकी, एलीमेंट की गर्मी हैंडल तक न आए। जब इस्त्री का उपयोग न हो रहा हो, तो हील प्लेट (10) की मदद से इस्त्री के टिकाया जा सकता है।

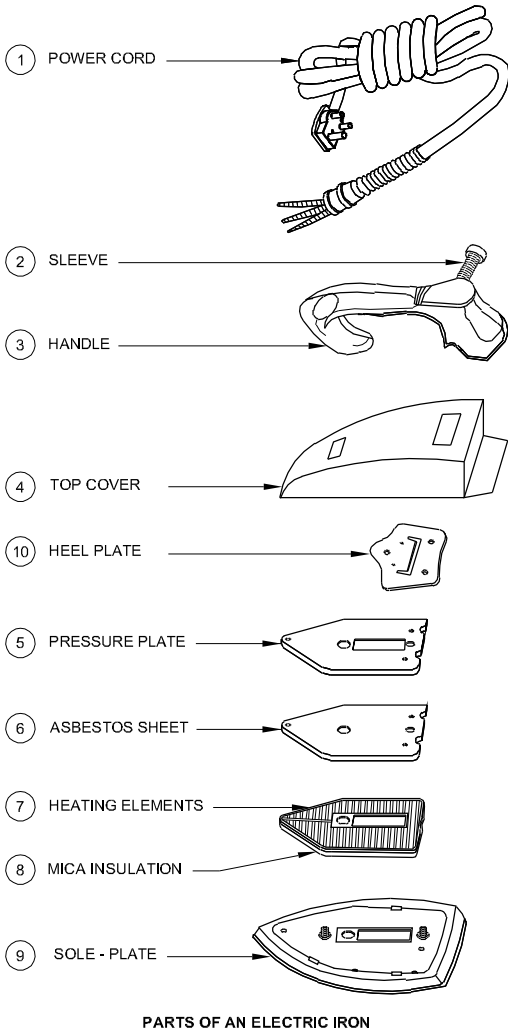
आधुनिक इस्त्री में अलग से कार्ड देने के बजाए स्थायी रूप से कॉर्ड को लगाया जा रहा है। स्थायी कॉर्ड का मुख्य फायदा यह है कि इसका सर्किट केवल प्लग से ही कनेक्ट और डिसकनेक्ट हो सकता है।

अस्थाई कॉर्ड के कनेक्टर में रसिस्टिव आक्साइड्स (resistive oxides) होता है। ऑक्साइड करंट के पथ पर बाधक होते हैं।

विद्युत इस्त्री का इलेक्ट्रिक सर्किट बहुत सरल होता है। इसमें एक हीटिंग एलीमेंट, पावर कॉर्ड और प्लग यहीं तीन अवयव होते हैं।

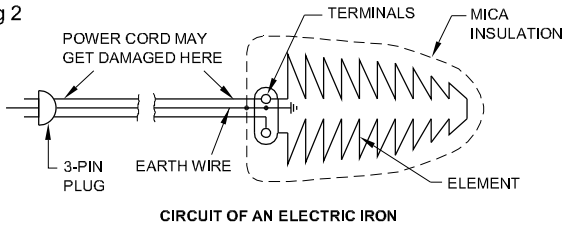
इसमें केवल दो ही मुख्य समस्याएँ होती हैं, ओपन सर्किट या शार्ट सर्किट Fig 2 में इस्त्री के चार ऐसे भाग दिखाए गए हैं जो खराब हो सकते हैं। इस चित्र में एक गैर स्वचालित इस्त्री के केवल इलेक्ट्रिकल अवयवों को दर्शाया गया है।

Fig 1



ELN2610051

Fig 2



ELN2610052

एक कुशल और शीघ्र सुधार कार्य करने के लिए हमें निम्न छह बिन्दुओं को ध्यान में रखना चाहिए ।

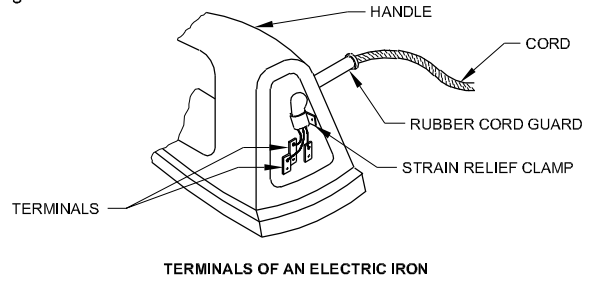
- विजुअल परीक्षण करें
- ग्राहक की शिकायत सुनें
- प्रारंभिक परीक्षण करें
- सुधार कार्य करें
- अंतिम परीक्षण
- वितरण के लिए तैयारी

यह शर्तें सभी उपकरण के लिए कठोरता से लागू की जाएं ये आवश्यक नहीं हैं ।

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 हैं । कॉर्ड 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 लम्स का उपयोग किया गया है । इसमें स्ट्रेन रिलिफ क्लैम्प (strain relief clamp) लगाया गया है । जो कॉर्ड को लगने वाले खींचाव से बचाता है ।

Fig 3



ELN2610053

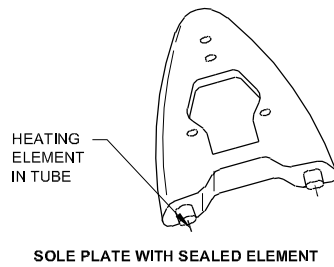
हैंडल (Handles) : हैंडल लकड़ी या प्लास्टिक के बने होते हैं । आधुनिक इस्त्री में हैंडल और ब्रेकिट कवर को एक साथ माऊंट कर दिया जाता है । कुछ, इस्त्री में हैंडल में कॉर्ड निकालने के लिए होल बनाया जाता है । आस्थाई इस्त्री में कॉर्ड और हैंडल अलग-अलग होते हैं । जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है ।

कवर (Cover) : यह इस्त्री के हीटिंग एलिमेंट को कवर करता है । (Fig 1) ये उपयोगकर्ता को गर्मी और विद्युत करंट से भी दूर रखता है ।

प्रेसर प्लेट (Pressure plate) : प्रेशर प्लेट एक एम्बेस्टोस की शीट है । यह हीटिंग एलिमेंट को मजबूती से सोल प्लेट पर स्थित रखती है (Fig 1) यह हीटिंग एलिमेंट के आकार की ही होती है और अच्छे से उस पर फिट होती है । (Fitted with two nuts)

हीटिंग एलिमेंट (Heating elements) : दो प्रकार के हीटिंग एलिमेंट होते हैं । एक जिसमें माइका शीट को ऊपर रिबन रजिस्टेंस को लपेटा जाता है (Fig 1) । इसे सोल प्लेट के ऊपर रखते हैं । दूसरे प्रकार के एलिमेंट में एक रजिस्टेंस वायर को सिरामिक में क्वाइल करके सोल प्लेट पर माऊंट कर देते हैं । जैसे (Fig 4) में दर्शाया है ।

Fig 4



ELN2610054

सोल प्लेट (Sole-plate) : फ्लैट एलिमेंट को बदलना आसान होता है । परंतु सोल प्लेट पर माऊंटेड एलिमेंट 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 हैं। सोल प्लेट को सुधारने के लिए बर्फिंग और पॉलिश करते हैं।

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 एलिमेंट को कॉर्ड से जोड़ते हैं। (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 एलिमेंट स्ट्रिप का टर्मिनल से डिसकनेक्ट है
- 2 एलिमेंट 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 एलिमेंट या स्ट्रिप के अन्य किसी भी भाग से जुड़ने से अर्थ दोष होना है।
- 6 पोर्सलीन क्लीट का टूटना
- 7 माइका और एसबेस्टोस 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 हों, 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 एलिमेंट, स्ट्रिप या किसी वायर कंडक्टर कहीं से भी बाँड़ी से छिल रहा हो तो अर्थ दोष हो सकता है। इसके लिए इंसुलेशन को ठीक करना होगा।

4 लीकेज दोष (Leakage fault)

जब कभी लगे की इंसुलेशन कमजोर या खराब हो गया है। तो नया इंसुलेशन डाले या अधिक इंसुलेशन डाल दें।

5 अन्य दोष (Other faults)

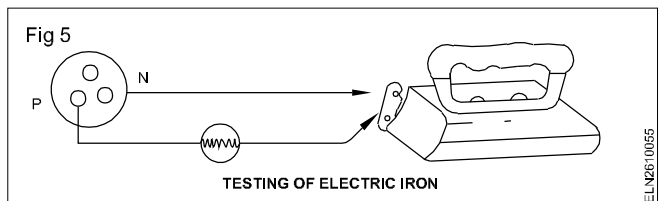
यदि क्लीट्स माइका या एसबेस्टोज शीट खराब हो गई हो तो बदल दें।

फिटिंग के समय की सावधानियाँ (Precautions at the time of fitting)

- 1 प्रेशर प्लेट और सब-प्लेट के बीच दूरी नहीं होनी चाहिए। वरना एलिमेंट टूट सकता है।
- 2 एसबेस्टोज शीट को प्रेशर प्लेट और एलिमेंट 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।



टेस्ट लैम्प के दोनों टर्मिनल के स्ट्रिप टर्मिनल पर लगाओ। यदि लैम्प कम (dim) जलता है, तो एलिमेंट सही है। यदि लैम्प नहीं जलता मतलब एलिमेंट टूट गया है या किसी टर्मिनल का कनेक्शन ठीक नहीं।

यदि लैम्प पूर्ण प्रकाश (full light) दे रहा है, तो कहीं शार्ट सर्किट दोष है। अर्थ दोष को जाँचने के लिए लैम्प का एक टर्मिनल लीड पर और दूसरा बाँड़ी 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-स्वचालित और स्वचालित (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 थर्मोस्टैटिक युक्ति होती है। बाकी सभी भाग सामाना होते हैं। Fig 1 में इस्त्री के मुख्य भाग दिखाए गए हैं।

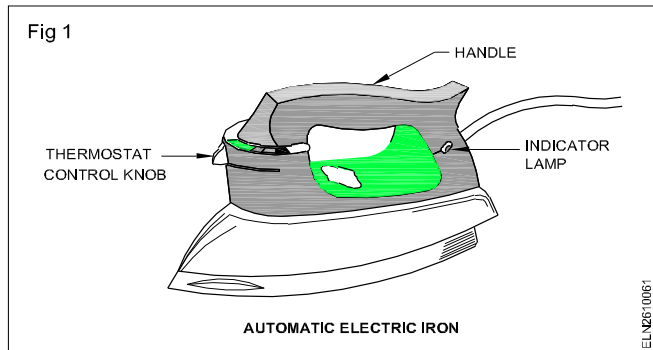
एक विशिष्ट पूर्वनिर्धारित मान के लिए ताप को विनियमित करने के लिए थर्मोस्टैटिक स्विच लगाया जाता है। थर्मोस्टैट एक निर्धारित तापमान में आने पर सप्लाई ऑफ कर देता है और एलीमेंट के ठंडा होने पर सप्लाई ऑन कर देता है। हैंडिल के नीचे एक डायल दिया होता है और उस पर रेमान, कॉटन, सिल्क जैसे कपड़ों के लिए चिन्ह दिये होते हैं।

दो प्रकार की आटोमेटिक इलेक्ट्रिक इस्त्रियाँ 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 (द्विधातु) 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)

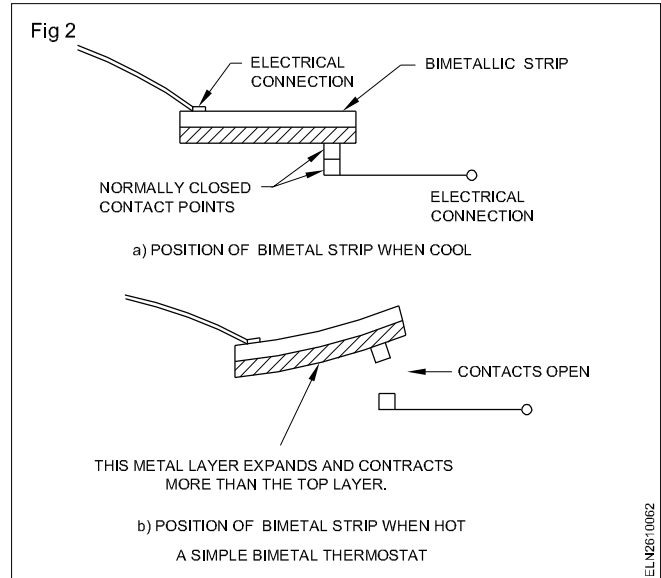


द्विधातु थर्मोस्टेट (Bimetal thermostat) (Fig 2)

थर्मोस्टेट में, दो भिन्न धातुएँ होती हैं जिनकी विस्तार अलग-अलग होती है। इन्हें एक साथ वेल्डिंग करके जोड़ 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 विस्तार 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

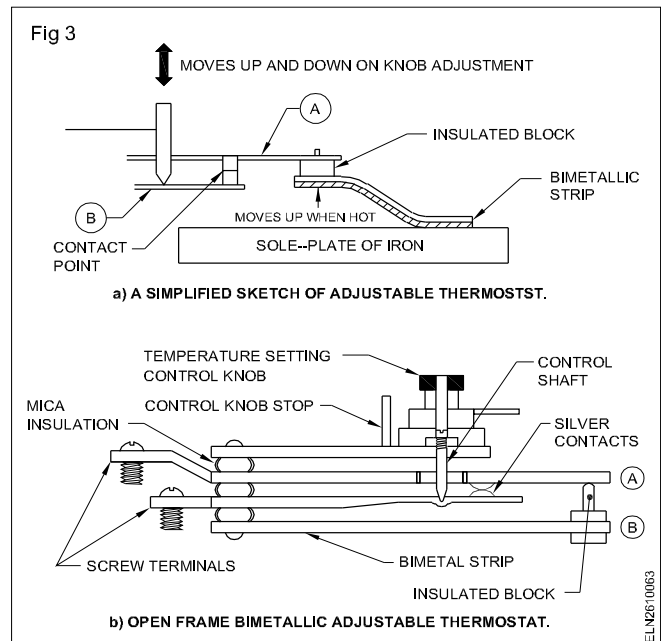


विन्दु सञ्चो संपर्क बना लेती हैं। द्विधातुयी पट्टी गरम हेने पर उस बाजु मुड़ती है जिसके फैलने या दर कम हो।

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 चाँदी के कानटेक्ट के साथ नीचे की ओर तान कर लगाया है। परन्तु इसके नीचे इंसुलेशन किया गया है।



‘OFF’ की स्थिति में स्ट्रिप A और B एक दूसरे से दूर रहेंगे। चाँदी 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 चाँदी 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 करने के उपाय
गरम न होना	आऊटलेट 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 एलिमेंट खुला थर्मल फ्यूज	आउटलेट में पावर की जाँच करें ठीक करें या बदल दें । टर्मिनलों को जाँचे और कसें । लीड ठीक करें या बदल दें । साफ करें और कसें । थर्मोस्टेट को बदलें । यदि अलग है तो एलिमेंट 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 किरिलेब्रेट 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 कोन्टैक्टस साथ में वेल्डेड हो ।	थर्मोस्टेट स्वीट्च के कोन्टैक्ट को जाँचें । जोर देकर उन्हें खोलें । जब कन्ट्रोल नोब बन्द हो ऐसे में कोन्टैक्ट 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 ईस्त्री 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 एलिमेंट का इन्स्यूलेशन कमजोर हो । कॉमन अर्थ के साथ अर्थ कन्टीन्यूटी उपलब्धी न हो ।	अर्थ कनेक्शन की जाँच करें और ठीक से जोड़ें । हिटिंग एलिमेंट का इन्स्यूलेशन प्रतिरोध जाँचे, यदि आवश्यक हो तो एलिमेंट को बदल दें । मुख्य अर्थ कन्टीन्यूटी जाँचें और सही ढंग से कनेक्ट करें ।

अतः हीटिंग एलिमेंट 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 ।

वायमेटल 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 कानेक्ट को लगती है और इससे उसकी सतह पर आक्सीडेशन होने लगता है ।

कोर्ड (Corroded) आक्सीडेशन 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 (Troubleshooting in an automatic iron)

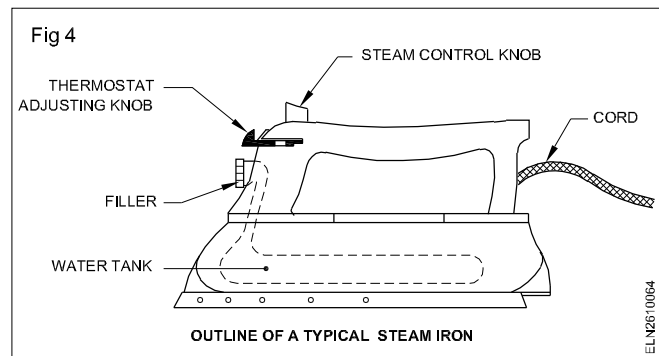
नीचे इस्त्री के समस्या निवारण का चार्ट दिया गया है ।

भाप/स्त्रे 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 ।



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 हैं । मुख्यतः स्टीम इस्त्री में टैंक के साथ निम्न समस्याएं आती हैं :

- उपयोगकर्ता कभी इस स्टीम टैंक में साधारण पानी डालते हैं जिससे पानी में होने वाले अन्य पदार्थ जैसे नमक, कैल्शियम सोल प्लेट के छेद्रों में जम जाते हैं और उसे ब्लॉक कर देते हैं ।
- 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 सफाई 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 :

- विद्युत 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 तरल पदार्थ जैसे पानी, दूध, चाय आदि को गरम/पकाता करता है ।

मुख्यतः दो प्रकार की विद्युत केतली होती है ।

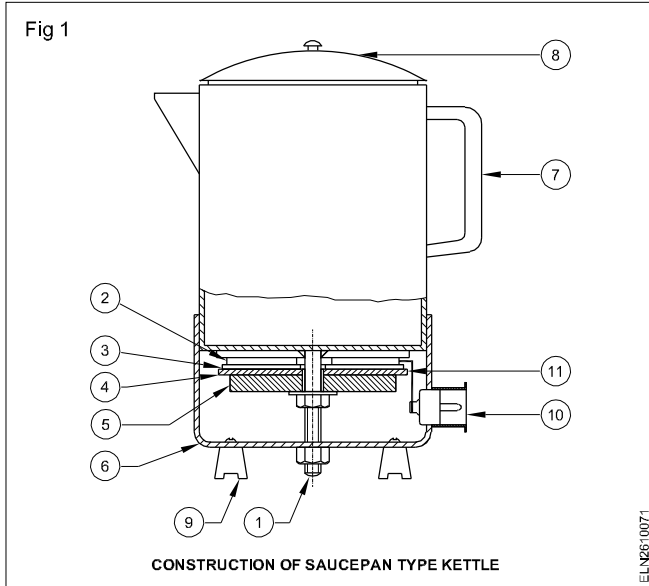
— सॉस पेन टाइप

— 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 होलिंग 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 (ढक्कन) (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)



हीटिंग एलीमेंट (Heating element) : हीटिंग एलीमेंट नाइक्रॉम रिबन का बना होता है। इस रिबन को माइका से लपटे कर कवर करते हैं। और फिर इसे दो माइका प्लेट के बीच रखते हैं। ताकी एलीमेंट का कोई भी हिस्सा बाँड़ी को न छूएँ। एलीमेंट के अंतिम दोनों छोरों को आउटलेट की ब्रास स्ट्रिप से जोड़ देते हैं।

एस्बेस्टोस 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 बोल्ट से कसी होती है। यह सोल प्लेट पर स्थिर

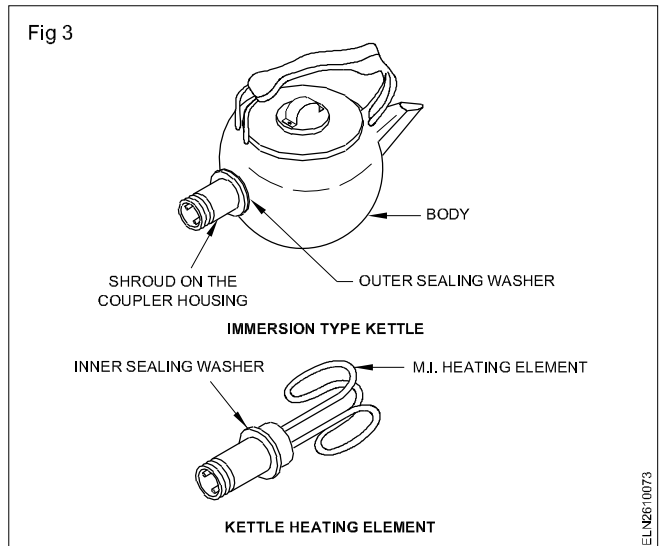
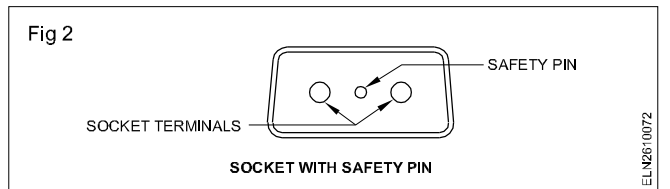
रखती है। अगर ये ढीली लगी हो तो झोल प्लेट और एलीमेंट भी ढीले हो जाते हैं। इससे हीटिंग के समय एलीमेंट फैलता और सिक्रडता है और खराब हो सकता है।

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 ढिला करें और नट और कवर को निकाल लें।
- ब्रास स्ट्रिप के कनेक्शन खोल कर, एलीमेंट को उससे अलग कर लें।
- फिटिंग स्कू को खोलकर टर्मिनल सॉकेट निकाल लें।
- प्रेशर प्लेट के नट को खोलें।
- प्रेशर प्लेट, सोल प्लेट, एस्बेस्टोस 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 हैं। कभी ऐसा हो की केतली खाली है।

और उसके सप्लाय 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)



अधिकांश प्रकार की केतलियों में नया एलीमेंट बिना कठिनाई के बिठाया जा सकता है ।

नये एलीमेंट को लगाने (Fitting a new element) : नया एलीमेंट लगाने के लिए निम्न स्टेप लेने होंगे

- एलीमेंट को एक हाथ से पकड़ कर दूसरे से स्कू को खोलें ।
- फाइबर शीट वाशर को निकालें ।
- पुराने एलीमेंट को निकाल कर बाजार से उसके जैसे ही डिजाइन और वाटेज वाला नया एलीमेंट लाएँ ।
- पुराने एलीमेंट को इलेक्ट्रिक शॉप में ले जाएँ और सुनिश्चित करें की नया एलीमेंट उसी डिजाइन और वाटेज का है ।
- केतली के अंदर का कचरा बिना धारवाली चाकू से निकालें ।
- फाइबर से बने सीलिंग वाशर को नये एलीमेंट के साथ अंदर डालें ।
- सब कुछ अच्छी तरह से फिट हो जाने पर केतली को रि-एसेम्बल 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 तुरन्त 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 :

- ऊष्मा की इकाई की परिभाषा और जूल के नियम स्पष्ट करना
- ऊष्मा 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 :

$$H = I^2 R t \text{ watt - seconds or joules}$$

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 । ($I^2 R \text{ joules}$)

$$H = I^2 R t \text{ joules or watt - seconds}$$

या

$$H = \frac{I^2 R t}{J} \text{ calories}$$

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

$$4187 \text{ joules} = 1 \text{ K calories}$$

$$\text{अतः } H = \frac{I^2 R t}{4187} \text{ K Cal.}$$

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

$$= \frac{\text{Heat utilised}}{\text{Heat generated}} \times 100$$

- जूल के नियम से, उत्पादित ऊष्मा

$$H = \frac{I^2 R t}{j} \text{ calories}$$

$$\text{या } 0.24 I^2 R t \text{ calories}$$

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 सेल्सियस बढ़ाने के लिए लगी ऊर्जा ही 1 कैलोरी कहलाती है। **कैलोरी (Calorie) :** 1 ग्राम पानी का तापमान 1 डिग्री सेल्सियस बढ़ाने के लिए लगी ऊर्जा ही 1 कैलोरी कहलाती है।

$$1 \text{ Calorie} = 4.2 \text{ joule या watt second}$$

पदार्थ द्वारा अवशोषित ऊष्मा

$$= ms(T_2 - T_1) \text{ calories}$$

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. चिह्नित हैं। यह एक किलो 20°C तापमान वाले पानी के 100°C पर 8 मिनट में पहुँचाता है। तो हीटर की दक्षता ज्ञात करो।

दिए गए आंकड़े (Given data)

यहाँ m - mass in grams

पानी का द्रव्यमान m = 1 kg or 1000 grams

तापमान में वृद्धि $T_1 = 20^\circ\text{C}$

समय $T_2 = 100^\circ\text{C}$

Raise in temp ($T_2 - T_1$) = $100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 80^\circ\text{C}$

समय t = 8 min = 480 sec.

हीटर का वाटेज = 1000 W

हीटर वोल्टेज = 240 V

विशिष्ट ऊष्मा 1.

पानी द्वारा उपयोग की गई ऊष्मा = $ms(T_2 - T_1)$

$$= \text{mass} \times \text{sp. heat} \times (T_2 - T_1)$$

$$= 1000 \times 1 \times 80$$

$$= 8000 \text{ calories.}$$

उत्पादित ऊष्मा = $0.24 \times I^2 R t \text{ calories}$

$$= 0.24 \times 1000 \times 480.$$

(जहाँ $I^2 R = 1000$)

$$\text{दक्षता} = \frac{\text{Heat utilised}}{\text{Heat generated}} \times 100$$

$$= \frac{8000}{0.24 \times 1000 \times 480} \times 100$$

$$= 70\% \text{ (approx.).}$$

विद्युत घंटी और बजर (Electric Bell and Buzzer)

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

- विद्युत घंटी की व्याख्या करना
- कार्य करने तथा विद्युत प्रवाह रोकने वाली घंटी और सिंगल स्ट्रोक घंटी का अध्ययन करना
- बजर का प्रकार एवं बजर के कार्य की व्याख्या करना।

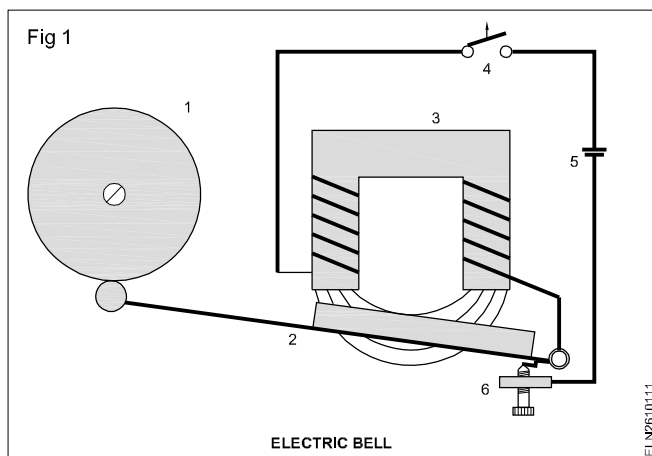
विद्युत घंटी (Electric bell)

एक विद्युत घंटी मैके निकल छंटी हे जो एक इलेक्ट्रोमैग्नेट से कार्य करना है जब उससे करंट पास होता है तब वह एक बुजिंग साउंड देता है इसे ट्रेन के रोड क्रासिंग पर उपयोग किया जाता है इसके अलावा टेलीफोन, फायर अलार्म स्कूल एवं घरों में छंटियों के रूप में भी उपयोग किया जाता है इन्हे इलेक्ट्रानिक साउंडर के साथ बदल दिया गया है।

विद्युत प्रवाह रोकने वाली घंटी (Interrupter Bell)

यह एक विद्युत 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।



- घंटी या गैंग (1)
- आर्म (2)
- इलेक्ट्रोमैग्नेट (3)
- खीच (4)
- सेल (5)
- इलेक्ट्रिकल कान्टेक्टस (6)

कार्य (Working)

घंटी (ro) गैंग (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 क्लैपर के साथ एक इलेक्ट्रोमैग्नेट मी जुड़ी होती है सामान्य अवस्था में क्लैपर घंटी से दूरी रहता है तथा आर्म भी थोड़ा दूर रहता है (3).

जब एक इलेक्ट्रिक करंट जब वाहडिंग से इलेक्ट्रोमैग्नेट हे और जब स्वीच को बंद किया जाता है (4), तब एक मैग्नेटिक फील्ड का निर्माण होता है जो आयरन आर्म में लगे क्लैपट की आकर्षित करता है तथा उस बेल की और धकेलता है जिससे वहाँ लगे इलेक्ट्रिक का टेक्ट (6) खुलता है तब फिर क्लैपट आर्म को आकर्षित करता है जिससे इलेक्ट्रोमैग्नेट में करंट का प्रभाव रुकता है जिससे वह डीमैग्नेटाइज हो जाता है तथा दसके कारण क्लैपट बेल से दूर चला जाता है जिससे फिर से कान्टेस्ट क्लोज हो जाता है जिससे इलेक्ट्रोमैग्नेट में फिर से करंट बहने लगती है जिससे मैग्नेट क्लैपर को फिर से खींचता है तथा बेल पर चोट करता है यह प्रक्रिया 1 सेकेंड में कई बार दुहराया जाता है परिणामस्वरूप लगातार घंटी बजती है

साउंड की ट्यून घंटी के आकार और साइज पे निर्भर करता है या उसके सामान्य आवृत्ति पर जब बहुत सारे बेल एक साथ बनाए जाते है विभिन्न साइज और आकार के गैंग से तो साउंड 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 उपयोग किया जाता है।

इस प्रकार के छंटी में जब करंट इलेक्ट्रोमैग्नेट से गुजरता है यह क्लैपर को बेल या गैंग से खींचता है यह लगातार नहीं बजता है बल्कि सिर्फ एक बार बजता है जब तक करंट दसमें प्रवाहित हो छंटी गैंग 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 मेकैनिकल या पियोइलेक्ट्रिक (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 गैंग को छोड़कर सभी युक्तियाँ जिसका उपयोग इलेक्ट्रिक बेल में होता है इलेक्ट्रोमैग्नेटिक आधारित होती है उसी तरह बजट में एक रिले लगा रहता है जो उसमें बहने वाली करंट को रोकता है इस इकाई को हम दीवार या छत में लगा कर साउंड प्राप्त करने के लिए उपयोग करते हैं।

सामान्य बजर से एक अच्छा न लगने वाली आवाज आती है जो इलेक्ट्रो मैकेनिकल बजट होता है बजर को चलाने के लिए एक सॉस चाहिए ज्वाय बजट एक मैकेनिकल बजट का उदाहरण है।

पीजोइलेक्ट्रिक बजर (Piezoelectric buzzer)

एक पीजोइलेक्ट्रिक एलीमेंट एक आसिलेटिंग इलेक्ट्रॉनिक सर्किट में दिया गया है या अन्य आवाज संकेतक सॉस में पीजोइलेक्ट्रिक आडियो एम्पलीफायर प्राप्त होता है इस प्रकार का साउंड सामान्यतः यह दर्शाता है कि एक बटन को दबाया गया है किसी रिंग को टच किया गया है बीप साउंड के लिए

बजार का उपयोग (Application of buzzers)

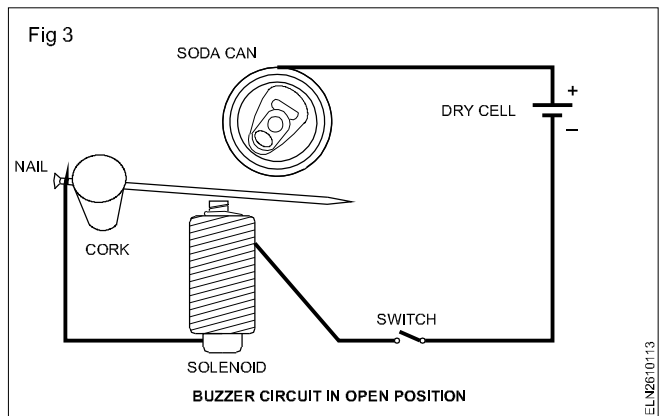
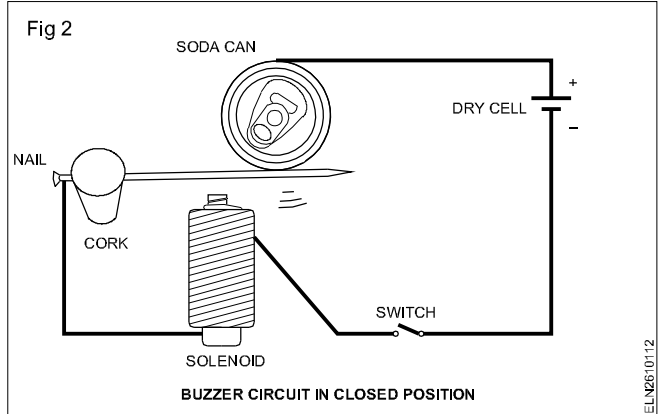
आजकल बजट का निम्न उपयोग होता है।

- मॉडर्न खिलौनों एवं मनोरंजन खेलों में
- निरीक्षण पैनल पट।
- शिक्षा हेतु
- आवाज लगाने वाले पैनल पर
- खेलों को चालू रोकने एवं बंद करने हेतु
- माइक्रोवेव ओवन और अन्य घरेलू उपकरणों में
- खेल प्रतियोगिताओं में
- सफ़ाई 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 होकर गुजरता है एक बोल्ट के आकार

में करंट (इलेक्ट्रोमैग्नेट) घूमता है चित्र में दर्शाए अनुसार नेल फाइल एवं सोडा केन (Fig 2) से होते हुए तो सोलेनाइड तुरंत चुम्बकीय हो जाता है जब तक नेल फाइल भी चुम्बकीय हो जाता है तब वह क्वाइल को अपनी ओर आकर्षित करता है नेल फाइल एवं सोडा केन ज्यादा देर तक जुड़े नहीं रहते कनेक्शन टूट जाता है तथा करंट का बहाव रुक जाता है (Fig 3) जिसे क्वाइल डिमैग्नेटाइज हो जाता है तथा नेल फाइल अपने पहले पोजिशन पर वापस आ जाता है जब वह सोडा केन को टच करता है एक आवाज उत्पन्न होता है।



उसके बाद सर्किट पूर्ण होने पर फिर करंट बहता है तथा यही प्रक्रिया दोहराई जाती है हर बार नेल सोडा केन को चोट करता तथा वापस आता है तब आवाज निकलती है यह आवाज इलेक्ट्रोमैग्नेट तथा नेल के बीच दूरी पर निर्भर करता है विभिन्न प्रकार की आवाजे निकलती है।

हीटिंग एलिमेंट, 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 वोल्टेज और बोल्ड के लिए उपयुक्त नाप और लम्बाई के 'हीटिंग एलिमेंट' वायर का चयन करना
- एक्सोस्ड एलिमेंट प्रकार के इलेक्ट्रिक हीटर 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 (Electric 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 :

- एक्सपोज एलिमेंट हीटर (Exposed element type heater)
- एनक्लोज एलिमेंट हीटर (Enclosed element type heater)

एलिमेंट (Element) : एक्सपोज एलिमेंट हीटर का एलिमेंट 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 सप्लाय के लिए अलग-अलग वोल्टेज के हीटर बनाए जाते हैं । वोल्टेज का फार्मूला यह है

$$W = V \times I = I^2 R \text{ Watts.}$$

इस फार्मूलों से यह स्पष्ट है कि अगर वोल्टेज बढ़ेगा तो करंट भी बढ़ेगा । 2000W वाले हीटर का एलिमेंट वायर 1000W वाले हीटर एलिमेंट 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 एलिमेंट का प्रतिरोध निम्नलिखित फार्मूले $I^2 R = W \text{ watts}$ 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 एलिमेंट 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 :

$$\text{सप्लाय वोल्टेज } V = 250 \text{ volt}$$

$$\text{पॉवर } W = 1000 \text{ watts}$$

$$\text{तापमान} = 500^\circ\text{C}.$$

नाइक्रोम वायर के तालिका 1

$$\text{हीटर द्वारा लिया गया करंट} = I$$

$$I = W \div V$$

$$= 1000 \div 250$$

$$= 4 \text{ amp}$$

$$\text{Resistance of heating element} = R$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$= \frac{250}{4}$$

$$= 62.5 \text{ ohms}$$

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 ।

$$\text{परन्तु कुल प्रतिरोध } R = R = 62.5 \text{ ohms}$$

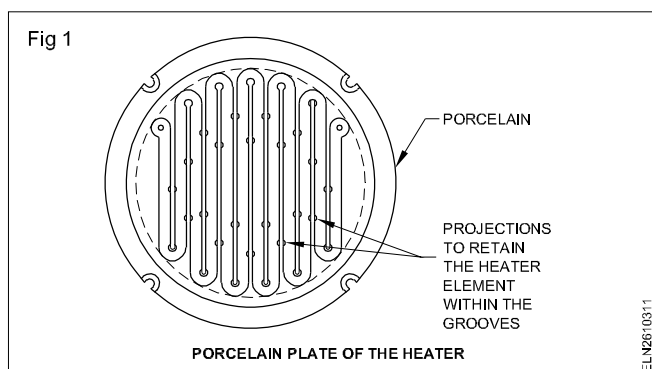
$$\text{वायर की लम्बाई} = \frac{62.5}{4.6587}$$

$$= 13.42 \text{ m}.$$

अतः 1000 watts, 250 V के हीटर के एलिमेंट की लम्बाई 13.42 m होगी । 24 SWG मिटर नाइक्रोम वायर की आवश्यकता होती है ।

एक्सपोजेड हीटर के मुख्य भाग (Parts of exposed type heater)

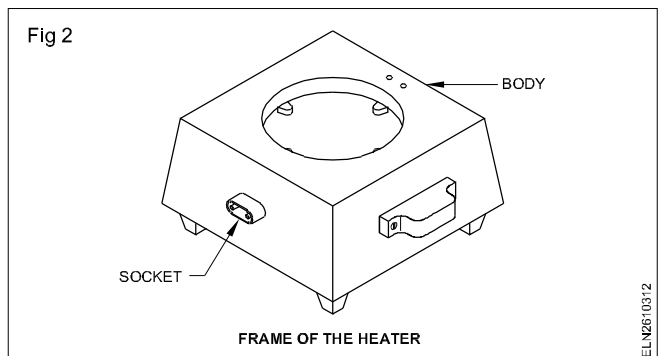
हीटर प्लेट (Heater plate) : यह एक पोर्सलीन को प्लेट होती है । जिस पर नालियाँ बनी होती है । जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है । इसमें नाइक्रोम वायर की क्वाइल को रखा जाता है ।



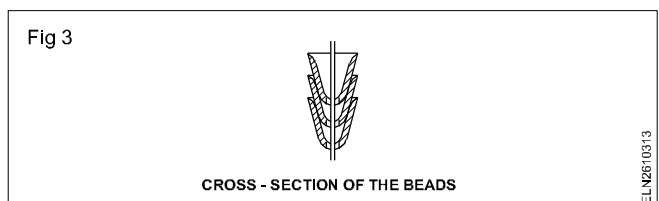
पोर्सलीन उच्च तापमान 1300°C में भी टिका रहता है और एक अच्छे कुचालक का काम करता है । इसमें बनी नालियों में नाइक्रोम वायर को डाला जाता है । इन्हें ग्रूव्स कहते हैं । इन ग्रूव्स में कुछ प्रोजेक्शन भी होते हैं । जो वायर को पकड़े रहते हैं । Fig 1

इसको फ्रेम में लगाने समय सावधानी रखनी होती है । क्योंकि ये काफी नाजुक होती है । हीटर के वोल्टेज के अनुसार प्लेट की मोटाई निश्चित करते हैं । 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 हैं ।

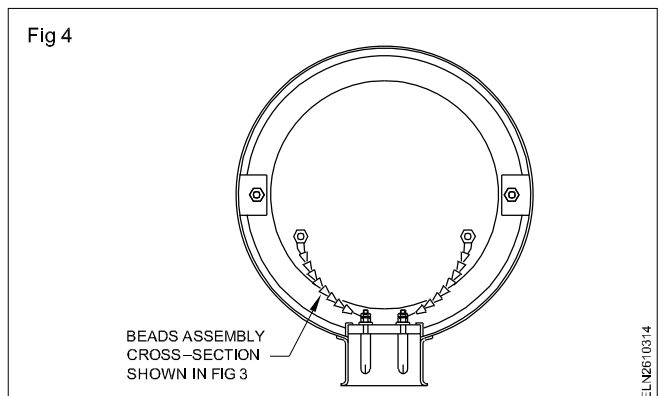
फ्रेम या बॉडी (Body or frame) : हीटर प्लेट को रखने के लिए बॉडी की आवश्यकता होती है । यह कास्ट आयरन या M.S. शीट की बनी होती है । बॉडी में एक सॉकिट लगा होता है । जैसा Fig 2 में दिखाया है । एक इंसुलेटेड हैंडिल भी लगा होता है ।



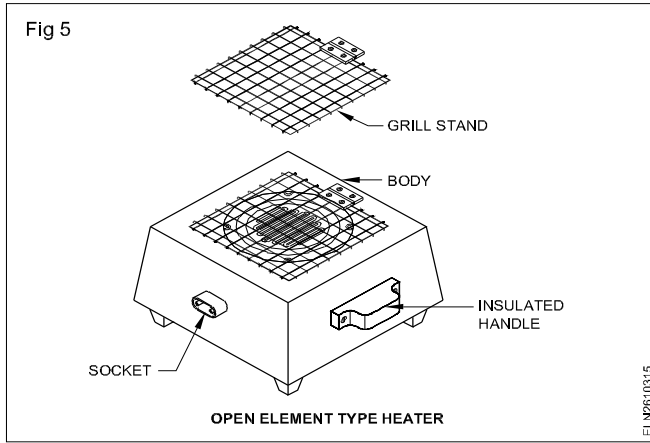
कनेक्टिंग लीड (Connecting leads) : लीड के वायर कॉपर के मोटे खुले तार होते हैं । इन्हें पोर्सलीन बीड से या ग्लास बच्चीड्स से इंसुलेट करते हैं । जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है ।



बिड्स अलग-अलग साइज में मिलती हैं । बीड्स के स्था पर एसबेस्टोस स्लीव या ग्लास वूल लगा सकते हैं । लीड को टर्मिनल से जोड़ते हैं । जैसा Fig 4 में दर्शाया है ।

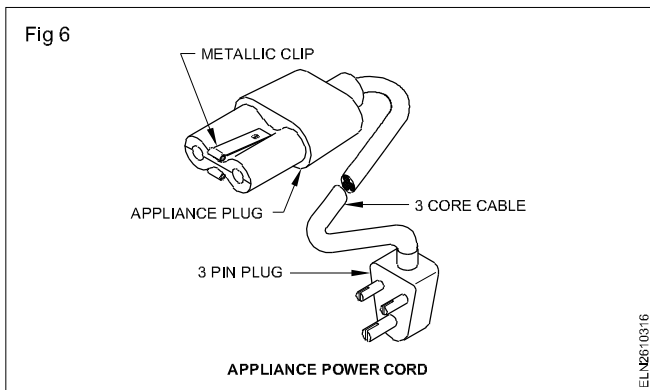


ग्रिल स्टैंड (Grill stand) : यह क्रोमियम/निकिल प्लेटेड MS रोड है । बॉडी के ऊपर फँसा दिया जाता है । इसके ऊपर बर्तन रखा जाता है । यह बर्तन और एक्सपोजेड हीटर के बीच बेरियर की तरह होती है । (Fig 5)



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 लगे।

हीटर सॉकेट (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 कंडक्टर से अर्थिंग देनी चाहिए।



जो प्लग दिखाया है उसमें दो स्प्रिंग लोड और दोनों तरफ मेटलिक क्लिप है। जब प्लग लगाते हैं तो ये मेटलिक भाग कान्टेक्ट में आते हैं। यह सॉकेट और क्लिप निकिल प्लेटेड ब्रास से बनाई जाती है ताकि इसमें जंग न लगे। अगर क्लिप का स्प्रिंग ढीला हो जाए तो उसे तुरन्त बदल दें क्योंकि इससे अर्थ कान्टेक्ट उचित कार्य नहीं करेगा।

उपकरण के सॉकेट और पिन कस के लगे होना चाहिए नहीं तो स्पार्किंग और ओवर हीटिंग होती है। स्पार्क होने से टर्मिनल जल जाते हैं और इनमें कार्बन जमता है। तब इन्हें बदलना आवश्यक होता है।

सुरक्षित स्थापना (Safe installation) : हीटर के एलीमेंट और बॉडी के बीच में जो इंसुलेशन प्रतिरोध डालते हैं, उसका मान एक मेगा ओह्म से कम नहीं होना चाहिए।

जो स्विच वॉल सॉकेट 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 सॉकेट और प्लग की जाँच करें। कार्ड की कंटीन्यूटी और इंसुलेशन 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 सॉकेट के आसपास जंक न लगे जंक लगे भागों का तुरन्त बदल दें। इन्हें कभी पेंट न करें। प्लग और सॉकेट 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 स्कू 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। इंसुलेशन का प्रतिरोध एक मेगा ओह्म से कम नहीं होना चाहिए।

नाइक्रो वायर (Nicrome wire) : अधिकतर विद्युत हीटिंग एलीमेंट नाइक्रो रिबिन या वायर के बनाए जाते हैं। सभी उपकरणों विद्युत ऊर्जा को तापऊर्जा में बदलने के सिद्धांत पर काम होता है। नाइक्रो एक मिश्र धातु है। जो 80% निकिल और 20% क्रोमियम से बनाया जाता है। इस निम्नलिखित विशेषताएँ हैं :

विशेषताएँ (Properties)

- इसका विशिष्ट (specific) प्रतिरोध अधिक होता है। अतः $9 \times 10^{-8} \Omega m$ कम लम्बाई के वायर का प्रतिरोध भी काफी होता है।
- ये अधिक तापमान सह लेता है।
- इसकी यांत्रिक शक्ति अच्छी होती है।
- ये उच्च गलनांक वाली धातु है। (high melting point) लगभग $1380^\circ C$.
- इसका तापगुणांक कम होता है। $0.00017^\circ C$.

ज्यादातर, सभी हीटिंग एलीमेंट को $500^\circ C$ तापमान उत्पन्न करने के लिए डिजाइन किया जाता है। एलीमेंट डिजाइन करते वक्त निम्न बातों का ध्यान रखा जाता है :

- वाटेज के अनुसार वायर का साइज और क्षमता निर्धारित होता है।
- वाटेज के आधार पर ही वायर की लम्बाई ली जाती है।

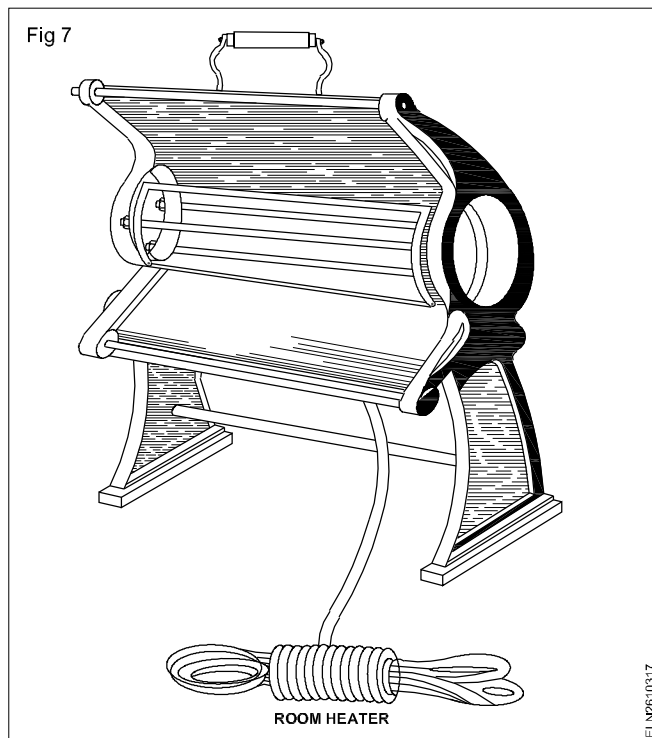
अधिकांश एक सामान्य हीटर जो 2000 W का होता है उसमें 20 SWG का नाइक्रोम वायर डाला जाता है। 1500 W के लिए 22 SWG, 1000 W के लिए 24 SWG और 750 W के लिए 26 SWG का वायर लेते हैं।

सोल्डिंग 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 हैं । इन्हें एक लोहे की शीट में दबा कर रखा जाता है । और दो टर्मिनल सप्लाई से जोड़ देते हैं । 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 हैं ।

एक साधारण रूप हीटर में चाइना क्ले की बार पर नाइक्रोम वायर या रिबन को लपेटा जाता है । इसने अंतिम छोटों को स्कू की सहायता से टर्मिनल में कस देते हैं और इस सप्लाई देते हैं । इसकी दक्षता बढ़ाने के लिए रॉड के पीछे लगे रिफ्लेक्टर को पॉलिश करते हैं । Fig 7 में दर्शाया है ।

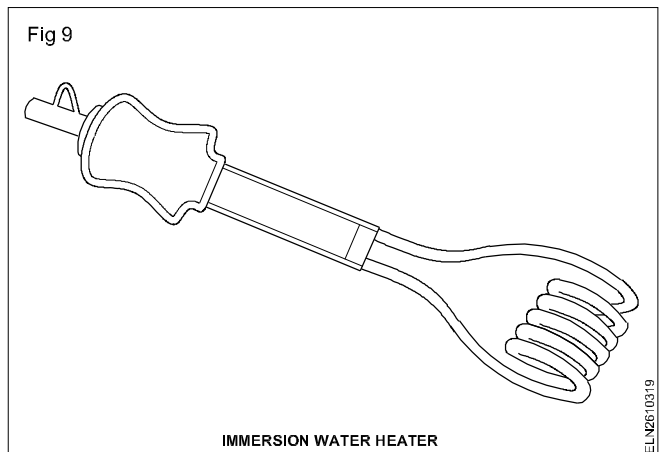
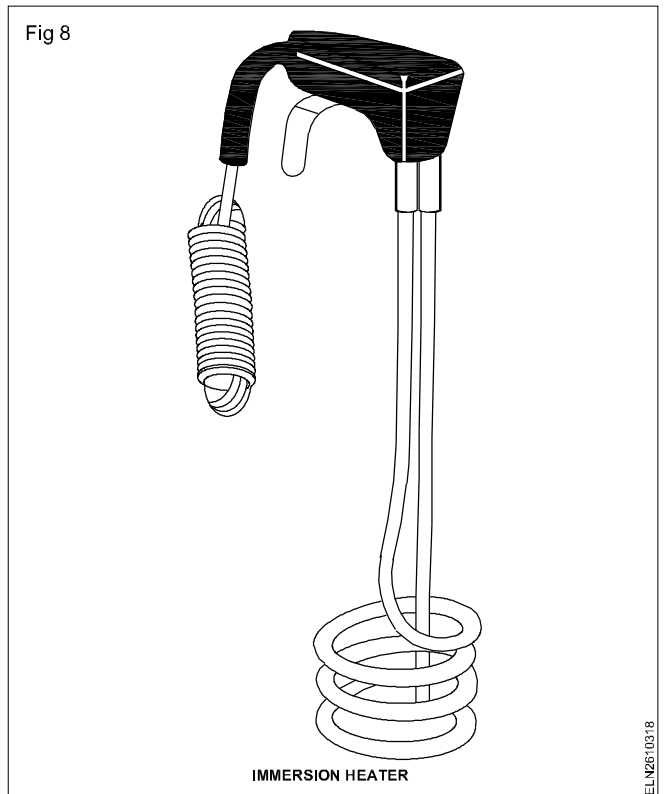


इस प्रकार के हीटर कई बार चाइना क्ले की बाऊल (कटोरा) में रखे जाते हैं और इसका गोल रिफ्लेक्टर पॉलिश किया हुआ होता है ।

हीटर को जिस दिशा में घुमान होतो उसका रिफ्लेक्टर, घुमान 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, इलमेशन 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 हैं 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 हैं । ये दोनों घोर को सप्लाई से जोड़ते हैं । 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 ।



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 डूबोना चाहिए । अन्यथा पानी टर्मिनल के अंदर जा सकता है ।
- 2 हीटर जब पानी में डूब जाए, तभी सप्लाय 'ON' करना चाहिए ।
- 3 सप्लाय '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 हीटर 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 एलीमेंट का कुछ भाग वाटर हीटर की बॉडी को घू रहा है ।

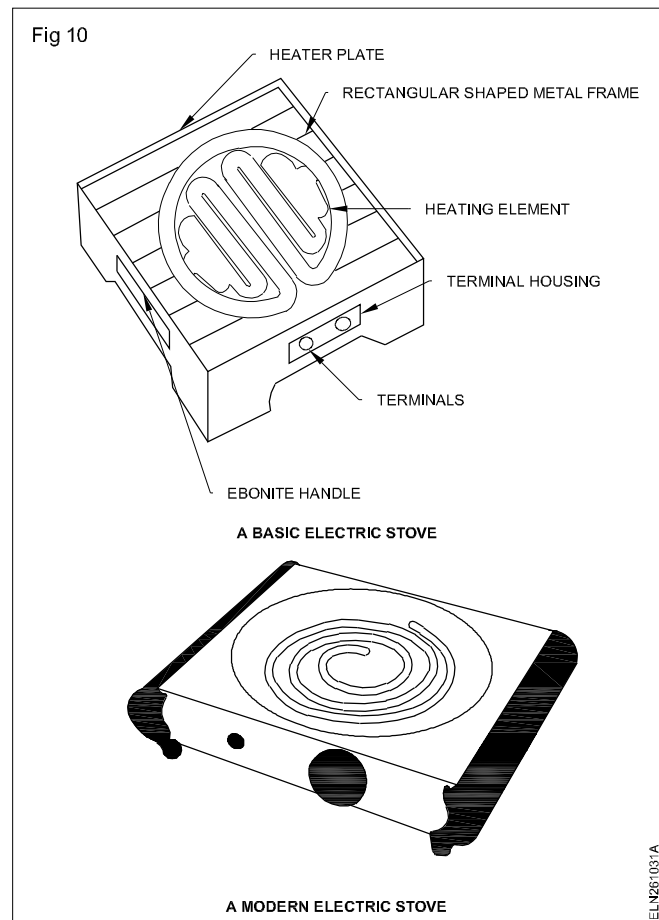
विद्युत स्टोव (Electric stove)

विद्युत स्टोव एक घरेलू उपकरण है जो खाना पकाने के काम में आता है । यह 240V AC सप्लाय पर काम करता है । इसके अलग अलग मॉडल अलग-अलग वाटेज के आते हैं । जैसे 750 से 1500 watts. (Fig 10)

विद्युत स्टोव के निम्न भाग होते हैं ।

- 1 हीटिंग एलीमेंट (Heating element)
- 2 इंसुलेटर 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 इंसुलेटर



बेस पोर्सलीन या चाइना क्ले का बनाया जाता है । इसमें नालियाँ बनाते हैं । जिसमें एलीमेंट को रखा जाता है । बेस को मेटल फ्रेम में रखते हैं । फ्रेम कास्ट आयरन का बना होता है । एलीमेंट के दो टर्मिनल सप्लाय से जोड़ते हैं ।

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 एलिमेंट 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 ।

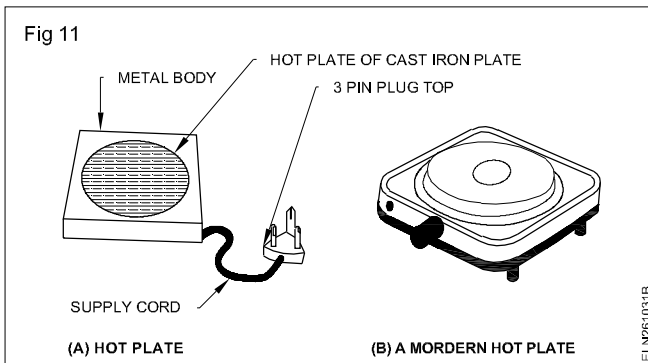
अगर एलीमेंट टूट जाए तो उसे तुरन्त बदलना चाहिए । कार्ड को समय समय पर चैक करना चाहिए । उचित रेटिंग के कार्ड और फ्यूज का उपयोग होना चाहिए । आधुनिक स्टोव में हीट रेग्युलेटर भी दिया जा रहा है ।

जब हिटिंग एलीमेंट टूट जाए तो पूरा हिटिंग एलीमेंट 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 सप्लाय की जरूरत होती है । ये 1KW और 2KW तक की रेंज में आते हैं । यह खाना पकाने और लेबोरेटरी में उपयोग किये जाते हैं । हॉट प्लेट सिंगल और डबल यूनिट में भी होते हैं ।



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

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)

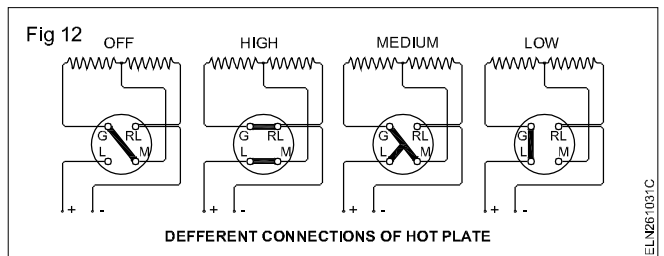
यह एक इलेक्ट्रॉनिक युक्ति है जो माइक्रोवेव ऊर्जा का उपयोग करके खाना पकाती/सुरक्षित रखती है ।

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 हैं । हीटिंग एलीमेंट में प्लेट के साथ लगा देते हैं और हीटर को मेटल प्लेट से जोड़ देते हैं ।

हीटिंग एलीमेंट माइक्रोम वायर होता है या रिबन । हीटिंग एलीमेंट को हीटर प्लेट में स्थित किया जाता है और हीटर प्लेट को मेटल प्लेट से जोड़ा जाता है ।

एलीमेंट के दो टर्मिनल सप्लाय के लिए बाहर निकाल लेते हैं । एक यूनिट वाले एलीमेंट में दो टर्मिनल बाहर आते हैं और दो यूनिट वाली में तीन टर्मिनल बाहर आते हैं । 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 हैं ।

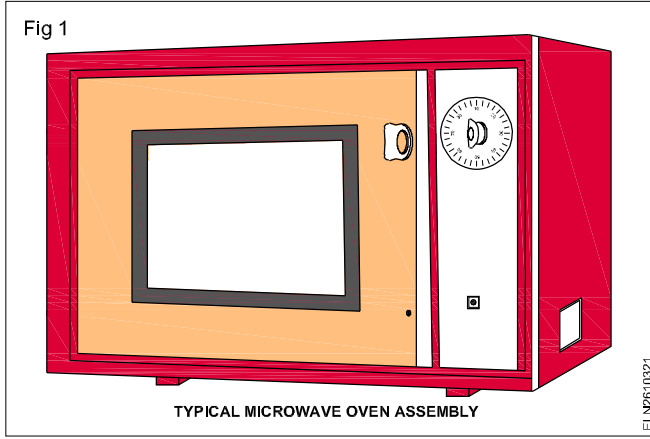


सुरक्षा और मरम्मत (Care and maintenance)

इसमें हीटिंग एलीमेंट खुला हुआ नहीं होता । इसमें आनेवाली समस्याएँ 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 ।

परंपरागत ओवन के विपरीत, माइक्रोवेव ऊर्जा बाहरी गर्मी को लागू किये बिना खाना पकाती है । (Fig 1)



माइक्रोवेव ओवन के कार्य (Function of microwave oven)

माइक्रोवेव शार्ट इलैक्ट्रोमैग्नेटिक वेव्स (electromagnetic waves) होती है। यह रेडियोफ्रिक्वेन्सी (radio frequency (RF)) की वेव्स होती है। और पेपर, ग्लास और प्लास्टिक से होकर गुजर जाती है। यह वेव 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 हैं। 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 हैं। (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 :

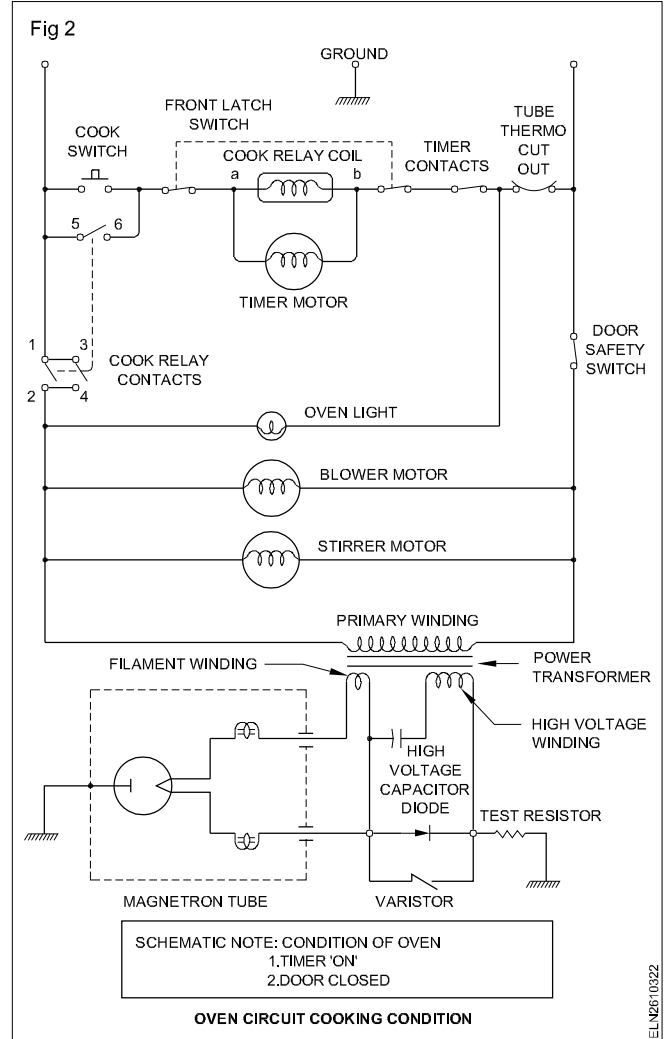
- 1 बंद स्थिति (Off condition),
- 2 निष्क्रिय स्थिति (Idle condition),
- 3 खाना पकाने की स्थिति (Cooking condition)

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 हैं। 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 हैं। तो निम्न लिखित कार्य (संचालन) होते हैं। (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 हैं। जब स्टार्ट बटन दबाते



हैं तो ये कूक रिले को होल्डिंग सर्किट भी प्रदाय करते हैं। टर्मिनल 1,3 और 2,4 बंद होकर ओवन लाइट ब्लोवर मोटर, स्टार् मोटर और वॉपर ट्रांसफार्मर को करंट देते हैं।

- 2 3.2 V AC पॉवर ट्रांसफार्मर की फिलामेंट वाइंडिंग मग्नेट्रान फिलामेंट को गरम करती है। हाई वोल्टेज वाइंडिंग (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 डबलर 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 हैं और 2450 MHz की कूकिंग फ्रीक्वेन्सी उत्पन्न करेगा।
- 4 मग्नेट्रान 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। कूकिंग रिले के कान्टैक्ट्स खुलते ही यह परिणाम सामने आते हैं :

- 1 ओवन की लाईट ऑफ हो जाती है।

- मेग्नेट्रान (magnetron) को मिलने वाला हाई वोल्टेज बंद हो जाता है । जिससे RF ऊर्जा उत्पन्न नहीं होती ।
- 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 हैं । यह लाइट एक कुकिंग इंडिकेटर का भी काम करती है ।

ब्लोवर मोटर (Blower Motor) : ब्लोवर मोटर के साथ इम्पायलर ब्लेड लगे होते हैं । जो ओवन के बेस को ठंडी हवा प्रदान करते हैं । यह ठंडी हवा एयर वेन्स से होती हुई ट्यूब और मेग्नेट्रान एसेम्बली को ठंडा करती है । ओवन के पिछले भाग में एक्सास्ट (exhausted) लगे होते हैं जो गरम हवा को बाहर करते हैं ।

स्टीरर मोटर (Stirrer Motor) : स्टीरर मोटर, ओवन के ऊपर में लगी स्टीरर ब्लेड को घुमाती है । स्टीरर ब्लेड धीरे-धीरे घूमती है और इलेक्ट्रोमेग्नेटिक ऊर्जा को रिफ्लैक्ट करती है । इससे RF ऊर्जा एक समान पूरे केबिटी में फैलती है ।

डोअल लैच स्विच (Dual Latch Switch) : लैच स्विच को दरवाजे के हैंडल 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 हैं । इसकी नॉब टाइमर मोटर के शाफ्ट 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 मिनट के लिए रखा गया है । तो जब टाइम 0 में पहुँच कर डिस्प्ले पर दिखाएगा तब टाइमर स्विच ओपन होगा और सर्किट खुल जाएगा ।

कुक स्विच (Cook Switch) : इससे फ्रंट लैच और कुकिंग रिले ON हो जाते हैं ।

कुक रिले (Cook Relay) : कुकिंग रिले की क्वाइल कुकिंग स्विच को क्लोज (close) करने से सक्रिय होती है ।

कुकिंग रिले स्टीरर मोटर, पॉवर, ट्रांसफार्मर और कुक लाइट को करंट देता है । यह रेयर सेफ्टी डोर को एक्टिवेट 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 थर्मो-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 दोबारा शुरू हो जाती है ।

डोर सेफ्टी स्विच (Door safety switch) : डोर सेफ्टी स्विच क्लोज करता है कम आर्म जो डोर में लगा होता है ।

जब डोर को खोलते हैं । तो सेफ्टी स्विच कुकरिले क्वाइल के सर्किट को ओपन कर देता है ।

पॉवर ट्रांसफार्मर (Power Transformer) : पॉवर ट्रांसफार्मर में तीन वाइण्डिंग होती है :

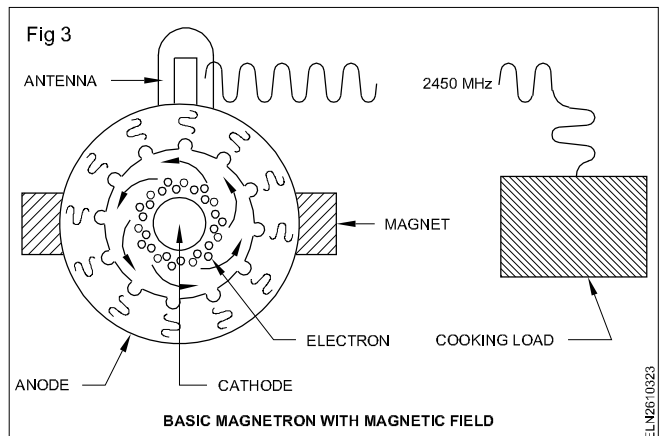
- 1 प्रायमरी (Primary),
- 2 फिलामेंट (Filament),
- 3 हाई वोल्टेज (High voltage).

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 हैं । (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 हैं । 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 कैथोड है । जिसे एक बेलनाकार एनोड के अंदर और एक चुंबकीय क्षेत्र से घिरा हुआ रखते हैं । जब कैथोड ट्रांसफार्मर की फिलामेंट वाइण्डिंग से गरम होता है तो कैथोड से इलेक्ट्रान निकलने लगते हैं ।

आमतौर पर इलेक्ट्रान कैथोड से एनोड तक सीधी रेखा में चलते हैं । इसके अलावा एक चुंबकीय क्षेत्र प्रदान करने के लिए एनोड के पास एक स्थाई चुम्बक लगाया जाता है । इस चुम्बकीय क्षेत्र से प्रभावित होकर इलेक्ट्रान कक्षीय पक्ष में कैथोड और एनोड के बीच चलते हैं । (Fig 3)



जैसे ही इलेक्ट्रान एनोड तक पहुँचते हैं, ये रिजोनेंट केविटी से होकर दोलन (oscillate) करते हैं। 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 समस्या 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
लाइन का फ्यूज उड़ जाता है जब पावर कोर्ड वाला रिसेप्टोर में प्लग हो जाता है।	बन्द स्थिति में पावर कोर्ड में अथवा वायर कोर्ड में वायर का छोटा होना। कोर्ड को बदलिए अथवा वायरिंग की जाँच कीजिए।
ब्लोवर मोटर न चलती हो	खाना पकते समय 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	कुकिंग 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 स्वीच को ऑन किया जाए तब अवन कुक साइकल में जाये	टाईमर स्वीच पर कान्टाक्ट का दोषी होना। आगे का लैटच न स्वीच खराब होना अथवा संयोजन से बाहर होना। कुक स्वीच 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
अवन कुक साइकल में जाता है पर स्टीरर मोटर नहीं चलती।	खाना पकते समय स्टिरर मोटर का खराब होना बदल दें। सर्किट से स्टिरर मोटर के बीच की वायरिंग खोलें। वायरिंग की जाँच करें।
अवन की कुकिंग लाइट साइकल दर्शाती है पर गरमी बहुत कम या बिलकुल नहीं बन रही।	शोर्टेड हाई-वोल्टेज सर्किट डबलरअवन लोड के बीच सर्किट एवं मेग्निट्रोन। वायरिंग की जाँच करें। खराब पावर ट्रांसफार्मर बदल दें। खराब डियोडा बदल दें। खराब हाई-वोल्टेज कैपेसिटर। बदल दें। खराब मेग्नेटोर। बदल दें। पीछे का सेफ्टी स्वीच खराब हो अथवा संयोजन न हो पा रहा हो। जाँच करें और आवश्यकता है तो बदल दें।
अवन कुक में जाता है पर साइकल के पहले ही बन्द हो जाता है।	थर्मो कट-आउट खुला हो। सर्किट की जाँच करें।
पावर स्रोत का फ्यूज उड़ जाता है जब कुक स्वीच को दबाया जाता है।	खराब पावर ट्रांसफार्मर, आवश्यकता है तो बदल दें। पावर ट्रांसफार्मर का सकेन्दरी सर्किट शॉर्ट हो गया है। बदल दें

फूड मिक्सर (Food mixer)

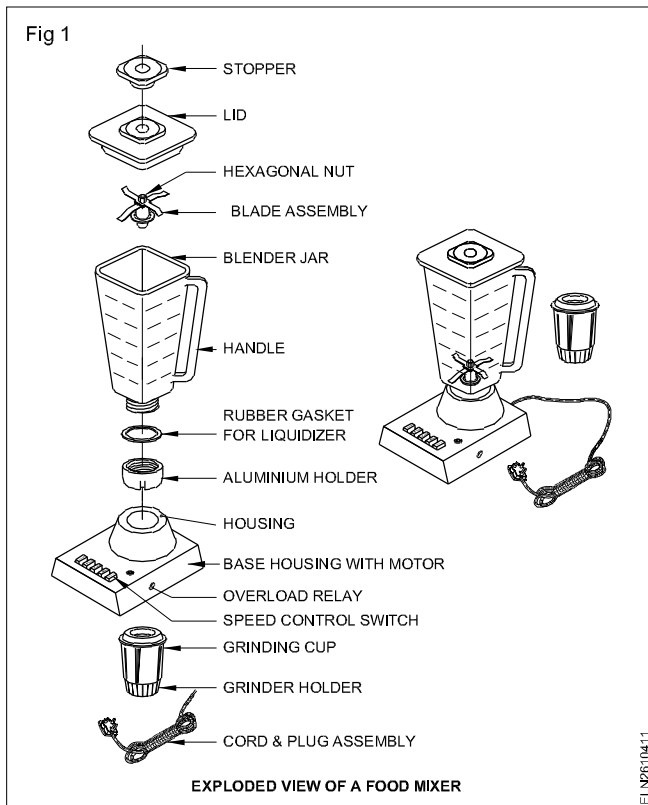
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- 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 एक्सप्लोडेड व्यू दिखाया गया है ।

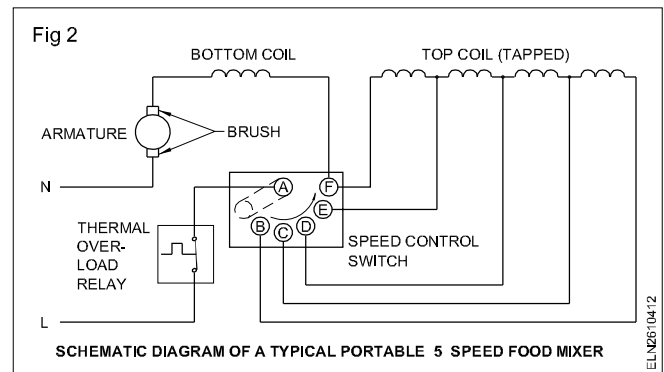


फूड मिक्सर की विशेषताएँ (Features of the food mixer)

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 दृष्टि से तीन बातें जरूरी हैं, ओवर लोडिंग, जार का लगाना और जार के ढक्कन को अच्छे से बंद करना ।

एक AC यूनिवर्सल मोटर को बेस के साथ लगाया जाता है । जार के अंदर धारदान कटर होते हैं । 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 ।



चाही गई स्पीड को कंट्रोल स्विच से कंट्रोल करते हैं ।

मोटर की टाइम रेटिंग उसके प्रकार पर निर्भर करती है । टाइम रेटिंग 1 मिनट से 60 मिनट तक की होती है । एक टेपड फील्ट क्वाइल दिखाई गई है । जिसमें पुश बटन या रोटरी स्विच लगाकर स्पीड कंट्रोल करते हैं । 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 पढ़ें और पालन करें । पहले ग्राहक की शिकायत सुनें 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 इंसुलेशन प्रतिरोध और कनटीन्यूटी का परीक्षण होगा । इंसुलेशन 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 इंसुलेटेड मिक्सर बॉडी में दो कोर दो पिन प्लग लगा सकते हैं । प्लग या कार्ड के खराब होने पर, तुरन्त बदलना चाहिए । मोटर के ब्रशों के तनाव को जाँचना चाहिए । ब्रशों की लम्बाई जाँचें, यदि यह असली लम्बाई से 2/3 बची हो तो नये ब्रश लगाएँ । नये ब्रश लगाते समय पुराने ब्रश की विशिष्टता का ध्यान रखें या जो निर्माता द्वारा दिये गये हैं वहीं ब्रश इस्तेमाल करें ।

जाँच करें कि स्वीच 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 अलग्निमेंट (alignment) सही नहीं है। इसका मुख्य कारण शाफ्ट का टेढ़ा होना, ग्रीस का सूखना, धूर, कम्यूटेटर (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 हैं। क्लॉकवाइस (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 हैं। अगर दोष समझ आये तो उसे सुधारे या रि-वाइडिंग करें।

मोटर को खोलते समय कि सारी प्रक्रिया को याद रखकर उसे दोबारा बंद करते जाना चाहिए।

ब्रूशिंग और शेफ्ट के चलने का समय जाँचें। यदि अन्तर अधिक है तो ब्रूशिंग 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। स्कू 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 इंसूलेशन 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 सप्लाय 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 समस्याओं की सुधारने हेतु टेबल 1 दिया गया है। जिसमें समस्या के कारम और उपचार बताए गए हैं।

टेबल 1

समस्या-समाधान चार्ट

समस्या	संभावित कारण	किये जानेवाले उपाय
मिक्सर चलता न हो	a) ओवर लोड ट्रिप कर गये हो b) आउटलेट में पावर न हो c) पावर कोर्ड अथवा प्लग में खराबी हो d) शेफ्ट बंद गया हो	a) ओवरलोड रिले को पुनःसेट करें और ग्राहक को मिक्सर को भविष्य में ओवरलोड न करने की सलाह दें। 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/प्लग को टेस्ट करें, दुरुस्त करें या बदलें। d) सप्लाय 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 शेफ्ट सख्त 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
स्वीट्च ऑन करने पर फ्यूज उड़ जाए तब	e) ब्रशस् घिस गए हो f) सर्किटेड खुला हो a) पावर कोर्ड छोटा हो b) शेफ्ट लॉक हो c) आर्मेचर अथवा फिल्ट कोयलों में दोष हो d) खराब आर्मेचर या फिल्ट कायला । e) लो कैपेसिटी वाला फ्यूज	e) ब्रशों को बदलें तथा स्प्रिंग को ढोला करें । f) फिल्ट तथा आर्मेचर वाइन्डिंग की जाँच करें । यदि खराब हो तो रिविन्ड करें या बदल दें । a) कोर्ड को बदल दें । b) जैसे ऊपर 'd' में है । c) वाइन्डिंग को शार्ट के लिए । d) जाँचे, टेस्ट करें और ठीक करें e) मिक्सर रेटिंग के अनुसार फ्यूज 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 b) मोटर जाम हो गई हो तो c) ब्लेड का संयोजन सख्त हो । d) घीसे हुए ब्रश अथवा ढीली स्प्रिंग e) मुड़ा हुआ शॉफ्ट f) आंशिकरूप से शार्ट हुआ अथवा ग्रउन्डेड वाइन्डिंग अथवा इन्स्यूलेशन प्रतिरोध कमजोर होना	a) ग्राहक से लोड के बारे में पूछें और उसके अनुसार सलाह दें b) हाथ से घूमायें । यदि सख्त हो तो बियरिंग को साफ करें बुश करें और तेल लगायें । यदि फिर भी सख्त हो तो बियरिंग बदल दें अथवा जाँच करें कि कहीं शाफ्ट मुड़ तो नहीं गई । c) स्प्रिंग, वाशर तथा संयोजन की जांच करें । ठीक करें और आवश्यक हो तो बदल दें । d) जाँच करें, ठीक करें, आवश्यक हो तो बदल दें । e) जाँच करें, ठीक करें, आवश्यक हो तो बदल दें । f) जाँच करें, 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 b) मिक्सर की टाईम रेटिंग अधिक हो जाती है । c) मुड़ी हुई शाफ्ट हो और रोटर स्टेटर के साथ रगड़ता हो । d) क्लिंग ठीक न हो । e) वाइन्डिंग छोटी हो ।	a) मिक्सर का लोड कम करना अथवा ग्राहक को अधिक क्षमतावाला मिक्सर खरीदने की सलाह देना । 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) जाँच करें, ठीक करें, आवश्यक हो तो बदल दें । d) जाँच करें, ठीक करें, आवश्यक हो तो बदल दें । e) जाँच करें, ठीक करें, आवश्यक हो तो बदल दें ।
मिक्सर से आवाज़ आती हो तो	a) बियरिंग सूखा हो । b) माउन्टिंग स्कू ढीले हों । c) रोटर स्टेटर के साथ रगड़ता हो ।	a) जाँचे और तेल लगायें । b) जाँचे और ढीले स्कू को कसें । 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
मोटर एक ही गति पर चलती है ।	d) फैन की ब्लैडें मुड़ी हुई हों । e) गेस्केट टूटा हुआ हो अथवा गायब हो	d) जाँच करें और ब्लैडों को सीधा करें । यदि संभव न हो तो पंखे के ब्लैडों को बदल दें । e) बदलें ।
मोटर ब्रशों पर बुरी स्पार्किंग हो रही है ।	a) स्पीड सिलेक्टर स्वीट्च के कनेक्शन की जाँच करें और स्वीट्च के प्रकार्य की जाँच करें b) आंशिक जली हुई फिल्ट वाइन्डिंग	a) ठीक करें या स्वीट्च को बदल दें । b) मल्टीमीटर से जाँचें । ठीक करें अथवा रिविंड करें ।
मिक्सर ब्रशों पर बुरी स्पार्किंग हो रही है ।	a) जम गये, जिस गये अथवा ढीले ब्रश b) पिटिंग अथवा असमतल कम्यूटेटर की सतह	a) जाँचें और ब्रशों को पुनः आकार दें । स्पींगों को बदल दें । सही तनाव के लिए स्प्रिंग अथवा ब्रशों का स्थान ठीक करें । b) सैंड पेपर का प्रयोग करें अथवा लेथ पर कम्यूटेटर 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) । b) जमी हुई मिक्सर बाडी में छेद करें । c) पावर कोर्ड क्षतिग्रस्त हो । d) यर्थ कनेक्शन का अभाव e) लाईव हिस्से मेटल बोडी के संपर्क में आते हो	a) रुकावट के लिए कपलर हेड एसम्बली में छेद ड्रिल 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) वेन्ट छेद को साफ करें । c) जाँच करें और यदि आवश्यकता हो तो बदल दें । 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) मेजर 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 b) घीसे हुए कप्लिंग c) कप्लिंग का संयोजन ठीक से न हुआ 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 कम्प्लिंग ठीक से बैठ जायें । b) जाँच करें और यदि आवश्यक हो तो कप्लिंग बदलें । 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 ग्राइन्डर क्या है यह स्पष्ट करना
- वेट ग्राइन्डर के प्रकार बताना
- वेट ग्राइन्डर के प्रमुख भागों का वर्णन करना
- वेट ग्राइन्डर में संभावित दोष और उपचारों का विवरण देना ।

वेट ग्राइन्डर (गीली चक्की) (Wet grinder)

प्रकार (Types) : वेट ग्राइन्डर के तीन प्रकार होते हैं ।

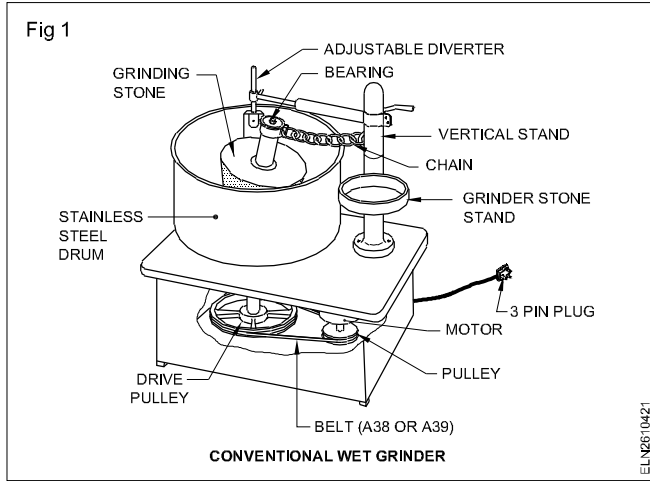
यह एक ऐसा घरेलु उपकरण है जो गीले आनाज को पीसने के काम में लाया जाता है ।

- पारंपरिक Conventional(regular) wet grinder.
- टेबल टॉप वेट ग्राइन्डर

— 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 हैं।

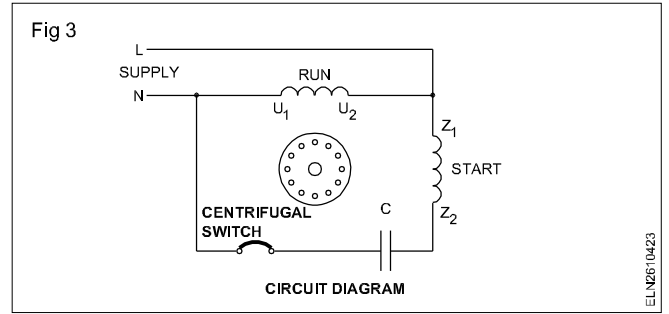
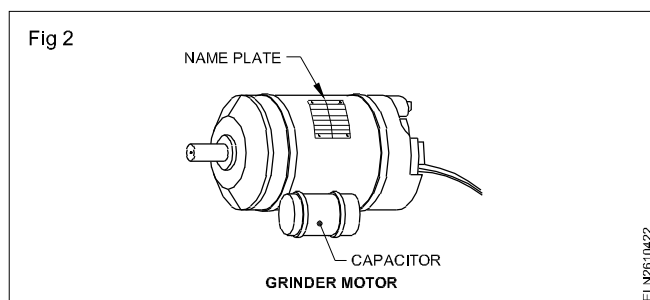


प्रमुख भाग (Parts)

The important parts of a wet grinder are :

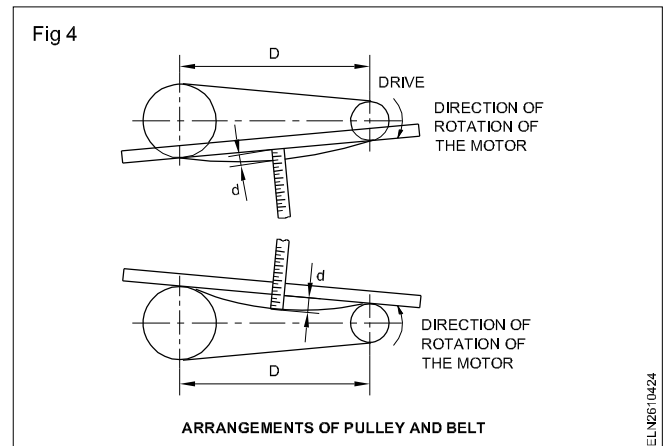
- मोटर (Motor)
- ग्राइंडिंग स्टोन (grinding stone)
- कंटेनर (container)
- पुली (pulley)
- बेल्ट (belt)
- फ्रेम और स्टैंड (frame and stand)

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।



पत्थर (Stone) : स्टोन में पत्थर के दो भाग होते हैं। एक मेल (male) और दूसरा फीमेल (female)। मेल भाग बेस में लगे कोनिकल केविटी (conical cavity) के विरुद्ध घूमता है। फीमेल भाग वास्तव में एक स्टेनलेस स्टील के कंटेनर से जुड़ा हुआ होता है। और तभी घूमता है जब मोटर चालू होती है। दोनों पत्थर हार्ड ग्रेनाइट 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)



फ्रेम और स्टैंड (Frame and stand) : ग्राइंडर के सभी भाग स्टोन, मोटर, पुली आदि सभी को एक आयातकार फ्रेम जोकी सनमाइका या प्लास्टिक के कवर से ढंका होता है, इसमें रखा जाता है। मेल ग्राइंडर के लिए एक खड़ा स्टैंड अलग होता है। अगर MS फ्रेम का उपयोग करते हैं तो उसे क्रोमियम से प्लेटेड करते हैं।

वैट-ग्राइंडर रखरखाव और सर्विसिंग (Wet grinder-maintenance and servicing) : वैट ग्राइंडर में दो तरह के दोष हो सकते हैं, 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 लाइन कोर्ड में टूटे वायर को सोल्डर करें या लाइन 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 सेन्ट्रीफ्यूगल स्वीट्च के कोन्टैक्ट्स बन्द न हो । आरंभिक वाइन्डिंग खुली हो ।	कैपेसिटर को बदल दें । सेन्ट्रीफ्यूगल स्वीट्च के कोन्टैक्ट्स 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 । बियरिंग 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 मुड़ 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 । शोटर 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 । बुरा हटायें ।

क्र.सं.	खराबी	कारण	जाँच एवं उपाय
		भाग ढीलें हो । बेल्ट घिस गई हो । संयोजन ठीक न हो । सेन्द्रीफ्यूगल स्वीट्च घिस गया हो । रोटर, स्टैटर से रगड़ रखता हो ।	भागों को कसें । बेल्ट को बदलें । पुलियों को ठीक से संयोजित करें । सेन्द्रीफ्यूगल 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 ।	लाइव 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 । सेन्द्रीफ्यूगल स्वीट्च का खराब हो । बियरिंग जम गये हो । कैपेसिटर शार्ट हो ।	लोड कम करें । वाइन्डिंग को पुनः करें । सेन्द्रीफ्यूगल स्वीट्च को ठीक करें । बियरिंग को साफ करके तेल लगाये या बदल दें । कैपेसिटर को बदल दें ।
13	रोटर, स्टैटर से रगड़ खाता हो ।	मोटर में कचड़ा होना रोटर या स्टैटर पर परत जमी हो बियरिंग घिस गया हो । शॉफ्ट मुड़ गया हो ।	मोटर को साफ करें । बुरा हटायें । बियरिंग को बदलें । शॉफ्ट को सीधा करें या बदलें ।
14	बियरिंग ज्यादा घिसता हो	बेल्ट बहुत कसा होने का कारण तनाव हो । बियरिंग गन्दे हो । तेल पूरा न डाला गया हो । अरिक्त 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, कैपेसिटोरो, 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 बाजू का घिस जाना	साधारण घिस जाना, गलत संयोजन, गंदगी या धूल
अन्दर का भाग चटक गया हो, बेल्ट सख्त हो गया हो छोटे धब्बे	ऊँचा तापमान शिव्स पर बेल्ट चलने से कोर्ड का टूट जाना ।
फूला हुआ और नरम,	बेल्ट 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, घिसना, 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 सप्लाय ऑफ करें ।
- प्लग को सॉकेट से बाहर निकाल लें ।

मरम्मत कार्य (Maintenance practices) : इलेक्ट्रिकल मशीनों या उपकरणों का मेंटेनेंस 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 हैं । बेल्ट का खिचाव और कंपन भी जाँचते हैं ।

मासिक मरम्मत (Monthly maintenance) : ग्राइंडर के मेन शाफ्ट में आइल और ग्रीस डालते हैं । ग्राइंडर का इंसुलेशन टेस्ट भी करना होता है ।

वार्षिक मरम्मत (Yearly maintenance) : इलेक्ट्रिकल मशीन को निकाल कर, उसकी ओवर हालिंग करना । वाइंडिंग में इंसुलेशन 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
- इलेक्ट्रानिक फेन रेगुलेटर और उसके लाभ बताना
- पंखे में आने वाले दोष और उनके उपचारों का वर्णन करना ।

सीलिंग पंखा (Ceiling fan) : यह एक घरेलू विद्युत उपकरण है जो कमरे के अंदर छत पर लटकाया जाता है, जिससे हवा फैल कर कमरों 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 पंखे के प्रमुख भाग :

- रोटेटिंग भाग (घूमने वाला) (rotating part)
- स्टेशनरी भाग (स्थिर भाग) (stationary part)

रोटेटिंग भाग (Fig 1) :

- रोटर (body)
- फैन ब्लेड्स
- बेयरिंग
- स्क्वेरल केज वाइंडिंग (squirrel cage winding) (Rotor)

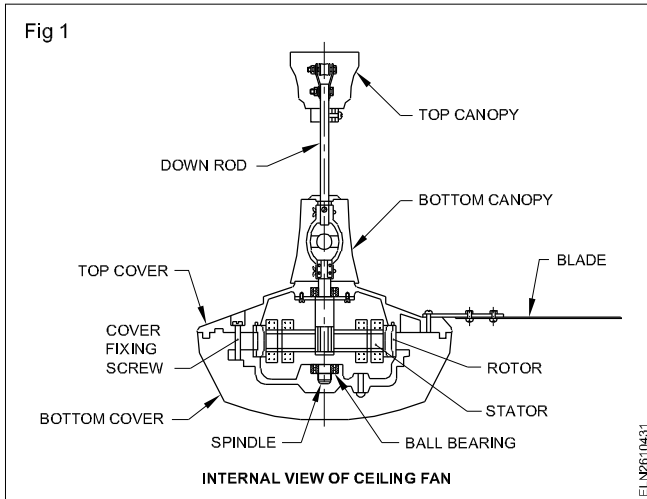
स्टेशनरी (स्थायी) भाग :

- कैनोपी (canopy)
- शैकल, बोल्ट, नट और स्पलिट पिन (shackle, bolt, nut and split pin)
- सस्पेंशन रॉड (लटकाने वाली रॉड) (suspension rod (down rod))
- टर्मिनल ब्लॉक (terminal block)
- केपेसिटर (संधारित्र) (capacitor)
- स्टेटर वाइंडिंग (stator winding)

स्टेटर वाइंडिंग में दो वाइंडिंग होती है :

- स्टार्टिंग वाइंडिंग (starting winding)
- रनिंग वाइंडिंग (running winding)

सीलिंग पंखे के मुख्य भाग Figs 1 & 2 में दिखाया गये है ।

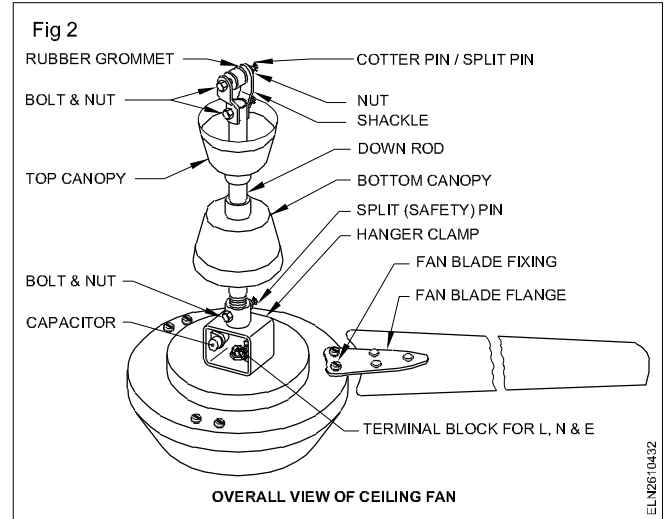


फैन का निचला कवर और रोटर को एक साथ डाइकास्ट किया जाता है । इसके लिए उच्च चालकता वाल अल्यूमिनियम अलाय का उपयोग करते है, जो पंखे की दक्षता बनाए रखता है ।

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



की संख्या, पिच का कोण 10 से 15° पर निर्भर करता है । सीलिंग फैन तीन या चार ब्लेड 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, इसेक्ट्रोलाइटिक केपेसिटर होता है । फैन के स्वीप के अनुसार केपेसिटर की रेटिंग बदलती है । जैसे 2 माक्रो फेराड से 5 माक्रो फेराड ।

रेग्यूलैटर (Regulator) : पंखे को अलग-अलग स्पीड में चलाने के लिए उसका सप्लाय वोल्टेज बदलना पड़ता है ।

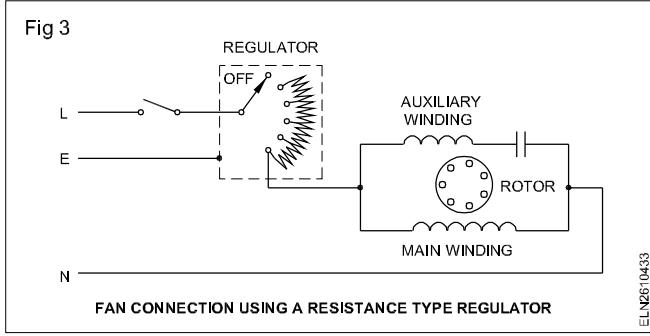
सप्लाय वोल्टेज के बदले के लिए निम्न लिखित तरीके अपनाए जाते है ।

- वोल्टेज को कम करने के लिए सिरिज में प्रतिरोध लगाना ।
- वोल्टेज का मान कम करने के लिए सिरिज में इंडक्टर या टेपिट वाले रिएक्टर लगाए जाते है ।

Fig 3 में पंखे के साथ रजिस्टेंस रेग्यूलैटर का चित्र दर्शाया गया है ।

पंखे की स्पीड कंट्रोल करने के लिए इंडक्शन क्वाइल (टेपड् रिएक्टर) का उपयोग किया जाता है । इस प्रकार के रेग्यूलैटर छोटे आकार के पंखों के साथ लगाए जाते है । वर्तमान में इलेक्ट्रॉनिक रेग्यूलैटर 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 ।



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 सप्लाय 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 वाइडिंग 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 ब्लॉक से अलग करें।
- डेकोरेटिंग कप यदि है तो स्कू को घड़ी की उल्टी दिशा में घूमाते हुए हटा दें और ढूँठा कवर निकाल दें।
- कवर-फिक्चिंग क्लॉओं को अंकित करें और निकालें तथा नीचे के कवर और रोटार को अलग करें।
- स्पलिट पिन और सेट स्कू को अलग करें।
- केपेसिटर को उसके कवर से अलग करें।
- टाप कवर में से रोटार और स्टार्टर को खींच लें।
- रोटार को खींच कर स्टैटर से अलग करें।
- सभी भागों की जाँच करें। जो खराब लगे उसे बदल दें।

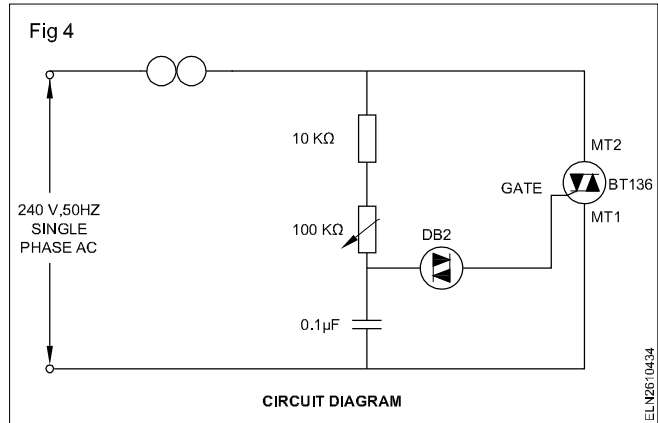
पंखे को एसेम्बल करना (Assembling) : जिस क्रम में पंखे को खोला गया था। उसी क्रम में उसके सभी भागों को कसना होगा। सभी स्कू को टाइट रखकर ध्यान से एसेम्बलिंग की जाती है।

पंखे को लगाने से पहले उसका इंसुलेशन टेस्ट करना आवश्यक होता है।

इलेक्ट्रॉनिक फैन रेग्युलेटर (Electronic fan regulators)

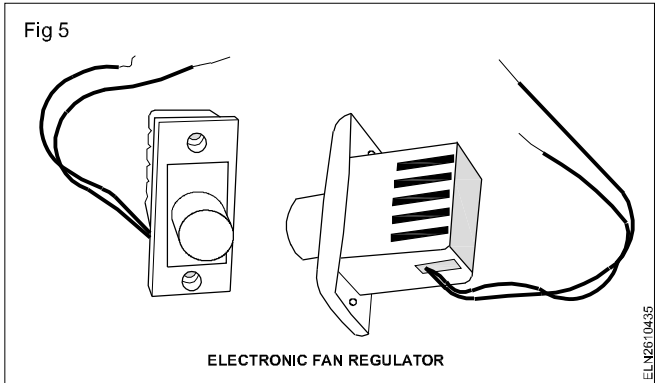
यह एक इलेक्ट्रॉनिक युक्ति है, जो पंखे की गति को नियंत्रित करती है।

पारंपरिक रेग्युलेटर आकार में बड़े और भारी होते हैं। 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 इलेक्ट्रॉनिक रेग्युलेट ले ले ली है। जो इलेक्ट्रॉनिक कंपोनेंट से बनाया जाता है। TRIAC और DIAC का उपयोग करके बनाये गये फैन रेग्युलेटर का सर्किट Fig 4 में दर्शाया है।



इलेक्ट्रॉनिक रेग्युलेटर के लाभ (Advantages of the electronic fan regulators)

- यह निरंतर और समान स्पीड देते हैं।
- किसी भी स्पीड में पॉवर और ऊर्जा की हानी नहीं होता।
- इनका आकार और भार कम होता है। (Fig 5).



- सरल सर्किट और कम कंपोनेंट का उपयोग होता है।
- पारंपरिक रेग्युलेट की अपेक्षा अधिक दक्षता होती है।
- कम कीमत।
- उपयोग में सरल व आसान आपरेशन।

सामान्य दोष कारण और उनके उपचार नीचे तालिका 1 में दिये गये हैं।

टेबल 1

सामान्य दोष तथा समाधान

दोष	कारण	समाधान
शोर	- यह घिसे हुए बियरिंगों अथवा ल्यूब्रिकेटिंग तेल अथवा ग्रीज के अभाव में हो सकता है । - घरघराहट अथवा इन्डक्शन शोर असमान हवा इन्डक्शन शोर असमान हवा के अन्तराल जो रोटार के विचलन के कारण उत्पन्न होता है ।	यदि घिस गया है तो बियरिंग बदलना चाहिए । अन्यथा उचितल्यूब्रिकेंट के साथ लचीला बनाना चाहिए । खोल कर पुनः सही ठंंक से संयोजन करें ।
धीमी गति	- यह खराब अथवा रीसते कैपेसिटर के कारण होता है । - आपूर्ति वोल्टेज कम होतो	समान मानवाले कैपेसिटर डालकर बदल दें । वोल्टेज की जाँच करें और संभव होतो संयोजित करें ।
जम जाना	- यह गलत संयोजन के कारण होता है । - खराब बियरिंग हो तो ।	ठीक से तेल डालने के बाद पूरा खोलकर संयोजित करें बियरिंग/बूश में ठीक करें/बदल दें
चालू न होना	- आपूर्ति नहीं हो रही - वाइन्डिंग कहीं से खुला है - कन्डेन्सर खुला है अथवा छोटा है - रेगुलेटर/स्वीट्च/लाईन में कुछ भाग खुला रह गया है ।	आपूर्ति पोइन्टों की जाँच करें । वाइन्डिंग की आरंभ से अन्त तक जाँच करें कि कहीं टूटा हुआ तो नहीं है । मेगर से कैपेसिटर्स की जाँच करें । रेगुलेटर/स्वीट्च/लाईन में जाँच करें कि कोई भाग खुला या ढीला 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
- मेज पंखे में आनेवाले दोष और उनके निवारण बताना
- मेज पंखे को खोलने और जोड़ने की सुरक्षित विधि का वर्णन करना ।

मेज पंखा (Table fan)

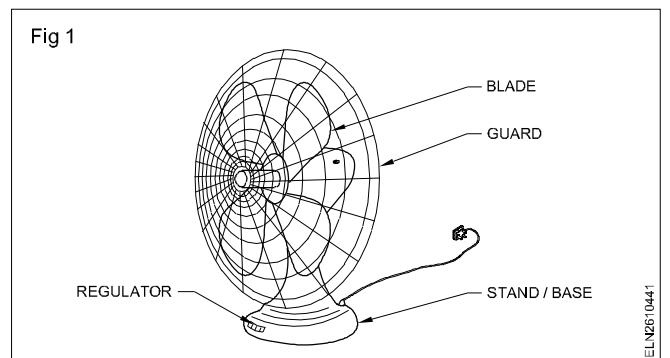
मेज पंखे को डेस्क पंखा भी कहते हैं और यह दोलनवाला या बिना दोलन के हो सकता है । उनको प्रायः एक लाठी तले पर स्थित किया जाता है और उनमें एक ब्लेडों का सेट लगाया जाता है ।

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 रखे जाते हैं 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 पंखे में दो प्रकार के भाग हो तो हैं -
चल और स्थिर

निम्नलिखित भाग स्थिर हैं :



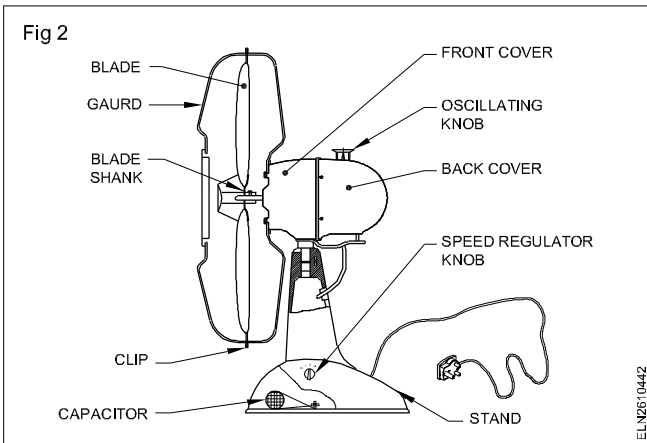
- गार्ड (भागों और पीछे)
- बॉडी और स्टैन्ड
- ओसिलेटिंग यूनिट और गियर बॉक्स
- रेगुलेटर
- वाइन्डिंग (स्टेटर)
- कैपेसिटर

- ब्रूश बियरिंग (अथवा)
 - कैप्टिव बॉल बियरिंग
- निम्नलिखित भाग चल हैं :
- स्कवायरल कैज रोटर
 - फैन ब्लेड्स

बनावट (Construction) टेबल पंखे की बाँड़ी ड्राई-कॉस्ट आयरन या एल्युमिनियम मिश्रधातु से बनता है। बाँड़ी ड्राई-कॉस्ट या एल्युमिनियम के मजबूत स्टेण्ड पर चढ़ा दिया जाता है।

स्टेटर वाइंडिंग बाँड़ी में होता है रनिंग एंव स्टार्टिंग वाइंडिंग को लेमिनेटेड आयरन कोर में स्थापित किया जाता है और वाइंडिंग वायर के अंतिम सिरा को बाहर निकालकर कनेक्टर बाक्स में फिट करते हैं एक फ्लेक्सिबल केबल के द्वारा सप्लाय से संयोजित किया जाता है स्विच रेगुलेटर कैपेसिटर को दिए गये निश्चित स्थान पर स्थापित करते हैं।

पंखे के सामने और पिछे भाग को ढकने के लिए हार्ड वायर की जाली लगा दी जाती है जाली पंखे के ब्लेड को बाह्य संपर्क से सुरक्षित रखती है जिससे दुर्घटना से बचाव होता है ब्लेड का सेट रोटर शाफ्ट पर बोल्ट से कसा होता है (Fig 2)



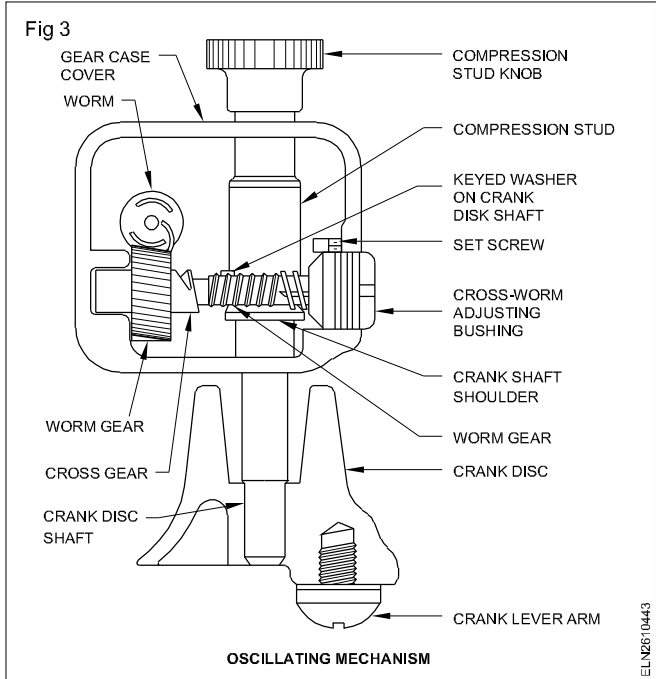
वजन हल्का रखने हेतु ब्लेड को एल्युमिनियम का बनाया जाता है। आधुनिक पंखों में 100mm से 400mm. का प्लास्टिक ब्लेड से बना होता है पंखों की संख्या दो से छः हो सकती है स्पीड को 1000 r.p.m. तक रखा जाता है।

दोलित्र इकाई (Oscillating unit)

दोलित्र इकाई के यांत्रिक भाग (Fig 3) से- मोटर शॉफ्ट से एक गयिर लिपटा हुआ जो कि उद्धर्वाधर 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 और एक मजबूत लीवर डिस्क पर फिट होता है जिससे पंखा एक से दूसरी तरफ घूमता है।

यह सिद्धांत अधितर दोलनीय प्रकार के पंखों 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।

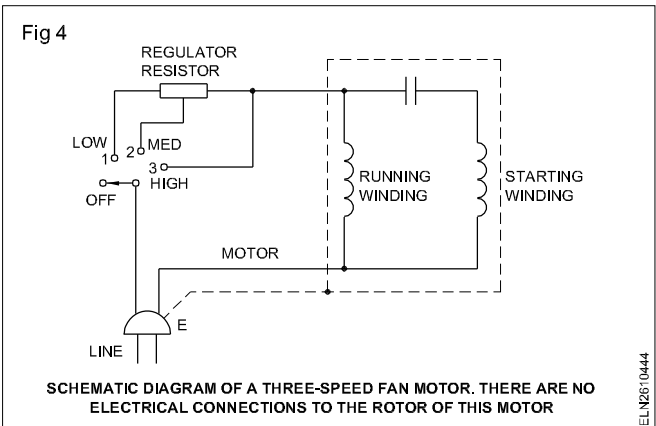
बियरिंग (Bearing) बहुत से पंखों में फॉस्फर ब्रोन्ज (काँसा) की लंबी बियरिंग जो कि गोलाकार खाँचों में सेट कर उपयोग किया जा रहा है एक छोटा छेद बियरिंग वाल पर तेल डालने हेतु किया जाता है अधिकतर पंखों में बंद प्रकार का वाल बियरिंग उपयोग होता है जो गोलाकार खोल में स्प्रिंग क्लिप के द्वारा सेट होता है।



दोष और निवारण (Faults and remedy) टेबल पंखे में निम्न दोष हो सकता है-

- यांत्रिक दोष (machanical fault)
- विधुतिक दोष (electrical fault)

सेवाई/देखभाल (Servicing) जैसे कि पंखे की मोटर बलेड सेट और सेलक्टर कंट्रोल स्विच मुख्य भाग होता है अधिकतर पंखों में गति नियंत्रण हेतु सीरीज इंडक्टर या प्रतिरोध का प्रयोग किया जाता है अधिकतर तीन स्टेप की गती वाले पंखों 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 परंतु कम नहीं होती तो यह समस्या प्रतिरोधक में मध्यम और निम्न गति टर्मिनल के मध्य होता है। (Fig 4)



यदि मोटर केवल उच्च स्पीड पर चलता है तब समस्या सीरीज प्रतिरोध के उच्च मध्यम टर्मिनल के बीच होता है गंदे स्विच और ढीले कनेक्शन भी जाँच करे गंदे स्विच संपर्क के कारण एक या अधिक गति नहीं मिल पाती ।

यदि पंखा एक ही स्पीड 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 वाइंडिंग शार्ट हो सकते ठे स्पीड कंट्रोल भी नहीं उपभोक्ता मेनूअल को देखकर वाइंडिंग में लुब्रीकेशन करें आयरलिंग 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 कहीं से खुल सकता है। सप्लाय 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 नहीं कर रही है तब स्टड का दबाव गीयर का जकड़ जाना गीयर के टूटे 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 वाइंडिंग और कनेक्शन की निरंतरता जाँच करें।
- रोटार की पेकिंग/बंधन चेक करें

सलेक्टर स्विच को घुमाने पर मोटर ठीक से प्रतिक्रिया नहीं 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
- वाइंडिंग शार्ट है या नहीं जाँच करे यदि खराब है तब पुरा मोटर का वाइंडिंग बदल दे
- रोटार शॉफ्ट टेढ़ा है या नहीं जाँच करें
- सुखे और जाम बियरिंग 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 शॉफ्ट के हेंब में लगें है कि नहीं या रिपिट ढीले होने की जाँच करें
- बियरिंग को गंदगी और स्नेहन (Lubrication) की जाँच करें
- रोटार शॉफ्ट की जाँच करे यदि ढीला या बेंड है रोटार को बदल दे
- जब स्टेटर और रोटार के मध्य लोहे का टुकड़ा आ गया है रोटार को निकालकर टुकड़ा (चिप्स) को निकाल दें
- ढीले सुरक्षा कव्हर की जाँच करें
- ढीले या छुंटे हुए नट की जाँच करें
- ब्लेड की जाँच करे कि वे कहीं असुलित तो नहीं है।

पंखा दोलन नहीं करता (Fan does not oscillate)

- कम्प्रेशन स्टड की जाँच करें छिसे हुए गियर और पिनिन की जाँच करें
- चालक गियर के टूटे स्थिति की जाँच करें
- रोटार शॉफ्ट के ढेडे होने की जाँच करें
- चालक गियर की पिन सेटिंग की जाँच करे खराब होने पर पूरे गियर सेट को बदल दें।

पंखे में मैग्नेटिक हर्मिंग/ आवाज होना (Fan has magnetic hum)

- एयर गेप की असंतुलन की जाँच करे यदि गेप सही नहीं है तब फील्ड स्कू को खोलकर फील्ड की स्थिति सही करें
- आर्मेचर को चेक करे कि कहीं शॉफ्ट टेढ़ा तो नहीं है
- बियरिंग फिटिंग की जाँच करे घिसे हुए ढीले बियरिंग को बदल दे जब बियरिंग बदल रहे है तब सभी पुराने ग्रीस को बदल दे बियरिंग स्विचेल स्टड वाशर और रोटार 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
- रोटार शाफ्ट की जाँच करे कि वह ज्यादा चलकर घिस तो नहीं 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 मैन्युअल की सहायता ले:

- सुरक्षा गार्ड को खोलने से पहले क्लिप को ऊपर करें और सजावटी हिस्से को खींचें
- पिछे सिरे में लगे ब्लेड शेक का स्कू ढीला करते हुए ब्लेड सेट को निकालें।
- 4 हेक्सागोनल नट को खोलकर बैक कव्हर को हटाएँ
- दोलन नॉब के स्कू ढीला करें एंव नॉब को निकाल ले।
- बैक कव्हर स्कू को ढीला कर निकालें
- मोटर के सभी लोड वायर वायरिंग को सही मार्किंग के पश्चात निकालें।
- घुमने वाले धुरी से लिंक/जुड़े सभी स्कू को खोलें
- स्टैंड से घूमने वाली धूरी को स्कू 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 हैं जहाँ बैक कव्हर को बैठाते हैं फ्रंट कव्हर में सेट बैक कव्हर को गियर बाक्स सहित हटाएँ जो स्पिंडल पिछे से हल्का टेपिंग किया हुआ होता है
- रोटार को बाहर हटाएँ
- बैक कव्हर में कसे हुए तीन स्कू को खोलकर गियर बॉक्स को हटाएँ
- सभी पार्ट्स मरम्मत के लायक बदलने लायक सभी स्थितियों की जाँच करें।
- बॉटम तल में लगे स्कू खोलकर बेस प्लेट को अलग करे स्विच प्रतिरोधक इत्यादि की जाँच करें खराब पार्ट्स को बदल दे।

पंखे को बांधने की प्रक्रिया क्रमशः होना चाहिए जिस क्रम में पंखे के पार्ट्स को खोले हैं बांधने की प्रक्रिया उसके विपरीत 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 :

- ट्रांसफार्मर को परिभाषा करना
- ट्रांसफार्मर के रचनात्मक लक्षणों और प्रत्येक भाग के प्रकार्य को बताना
- पटलित सिलीकन स्टील का प्रयोग क्रोण पदार्थ की भांति उपयोग करने के कारणों को बताना ।

ट्रांसफार्मर (Transformer)

ट्रांसफार्मर 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 ।

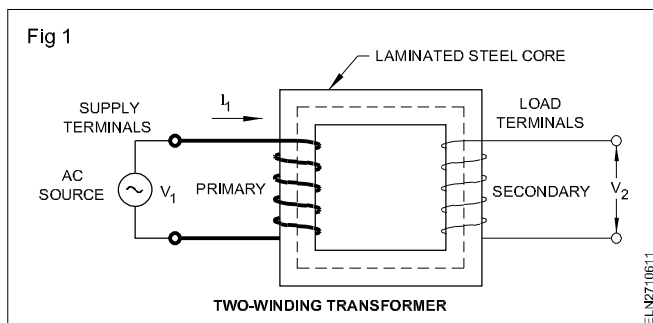
अधिक शक्ति को जनित करने के लिये तीन कला तुल्य कालिक जनित्रों का व्यापक रूप से उपयोग होता है। वोल्टता स्तर जिस पर शक्ति जनित की जाती है प्रारूपिक रूप में 11 kV से 22 kV के परास में होती है। जनित केन्द्र से वैद्युत शक्ति को यथेष्ट दूरी पर प्रदत्त कराना होता है। इस जनित शक्ति का सीधा संचरण सम्भव है लेकिन इसका परिणाम अमान्य शक्ति ह्रास और वोल्टता पातों में होता है।

संचरण वोल्टता सैकड़ों हजारों वोल्ट से 400kV स्तर तक परिवर्तित होती है। यह शक्ति ट्रांसफार्मर 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 आपूर्ति करना चाहिये।

शक्ति निकाय को विभिन्न वोल्टता स्तरों पर विभिन्न भागों को प्रचालित करने के लिये ट्रांसफार्मर से यह सम्भव होता है।

मानक सुरक्षा नियम : आगे के विवरण हेतु प्रशिक्षक प्रशिक्षुओं को इंटरनेशनल इलेक्ट्रिकल कमीशन (IEC - 60076-1) में मानक सुरक्षा नियमों का संदर्भ देखने के लिए कह सकते हैं ।

द्वि लपेट ट्रांसफार्मर (Two - winding transformers): सरलतम रूप में ट्रांसफार्मर दो स्थिर कुण्डलों से निर्मित होता है जो पारस्परिक चुम्बकीय फ्लक्स (Fig 1) से युग्मित होते हैं। कुण्डलों को पारस्परिक युग्मित इसलिये कहा जाता है क्योंकि वह एक उभय फ्लक्स जोड़ते हैं पटलित स्टील क्रोण ट्रांसफार्मरों का प्रयोग शक्ति अनुप्रयोगों में होता है।

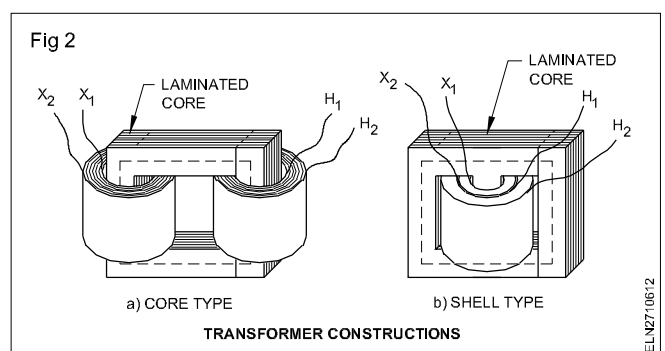


जैसा कि Fig 1 में प्रदर्शित किया गया है AC स्रोत से सम्बन्धित कुण्डल

में प्रवाहित धारा प्राथमिक लपेट अथवा केवल प्राथमिक कही जाती है। प्राथमिक ट्रांसफार्मर का निवेश होता है यह क्रोण में फ्लक्स नियोजित करता है जो आवर्ती विधि से परिमाण और दिशा दोनों में परिवर्तित होते हैं। फ्लक्स द्वितीयक कुण्डल से जुड़ा होता है जिसे द्वितीयक लपेट अथवा केवल द्वितीयक कहते हैं।

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 आपूर्ति करता है। इस क्रिया को ट्रांसफार्मर क्रिया कहते हैं इन दोनों कुण्डलों के बीच कोई वैद्युत सम्बन्ध नहीं होता है।

मुख्य रूप से वोल्टता स्तरों को परिवर्तित करने के लिये ट्रांसफार्मर दक्ष और विश्वसनीय युक्तियां होती हैं। ट्रांसफार्मर इसलिये दक्ष होते हैं कि इनमें घूर्णन ह्रास नहीं 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 हैं उच्च मान उच्च शक्ति ट्रांसफार्मर के लिये होते हैं वोल्टता की आवृत्ति में कोई परिवर्तन नहीं होता । मौलिक रूप से लौह क्रोण की रचना दो प्रकार के होते हैं। 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।



सामान्य रूप से यह अभिकल्पन वांछित नहीं 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 हैं।

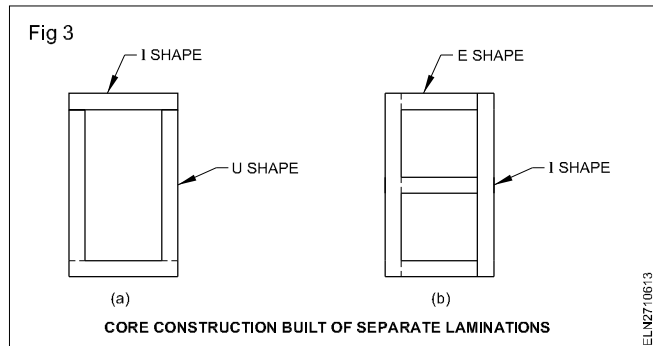
यहां दो लपेटों को समकेन्द्रित वेष्टित किया जाता है। लघु वोल्टता लपेट के ऊपर उच्च वोल्टता लपेट की जाती है लघु वोल्टता लपेट को इसके पश्चात

स्टील के समीप स्थापित करते हैं। यह प्रबन्धन वैद्युत रोधन दृष्टि से उत्तम होता है। वैद्युत दृष्टि से दोनों रचनाओं में अधिक अन्तर नहीं होगा।

क्रोण का निर्माण सिलिकान स्टील से काटे गये पटलन से हो सकता है। अधिकतर पटलन पदार्थों में एक एलाय होता है जिसमें तीन प्रतिशत सिलिकान, 97% लोहा होता है। सिलिकान की मात्रा चुम्बकन हासों को कम करती है विशेषकर हिस्टेरिसिस के कारण हास कम हो जाता है सिलिकान पदार्थ को भंजक बनाती है। भंजकता स्टैम्पिंग प्रक्रिया में समस्या उत्पन्न करती है।

अधिकतर पटलित पदार्थ शीतल वेल्लित होते हैं और विशेषकर ग्रेन अथवा लौह क्रिस्टल को दिशा प्रदान करने के लिये विशेष रूप से अनिलित किये जाते हैं। इससे अति उच्च पारगम्यता और वेल्लन की दिशा में फ्लक्स का लघु हिस्टेरिसिस होता है। ट्रांसफार्मर पटलन 50Hz प्रचालन के लिये प्रायः 2.5 से 0.27mm मोटे होते हैं। पटलानों को एक ओर से वानिर्श अथवा पेपर से कवचित किया जाता है जिससे वह एक दूसरे से रोधित रहे।

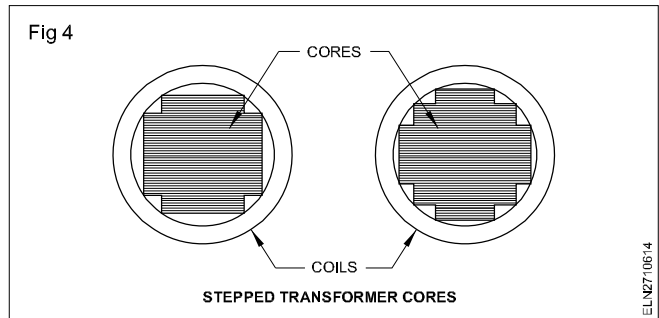
कुण्डल पहले से ही लपेटे हुए होते हैं और कोर डिजाइन ऐसा होता है कि कुण्डल को कोर पर रखा जा सकता है। हाँ यह जरूरी है कि ऐसी स्थिति में कोर को कम से कम दो भागों में बनाया जाए। Fig 2a में दर्शाये गये कोर प्रकार के ट्रांसफार्मर के लिए लेमिनेशन (L और T) आकार में बनाया जाए जैसा कि Fig 3a में दिखाया गया है। Fig 2b के शेल प्रकार के ट्रांसफार्मर के लिए साधारणतः E और I आकार के लेमिनेशन बनाये जाते हैं जैसा कि Fig 3b में दिखाया गया है।



पृथक पटलनों से बनी क्रोण रचना (Core construction) : अनेक प्रकार के लोकप्रिय क्रोण रचनायें हैं, जो निर्माताओं की वरीयता पर निर्भर होती हैं। नियम के अनुसार बट जोड़ों की संख्या सीमित होना चाहिये। जोड़ कसे हुये निर्मित होते हैं 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 आवद्ध रहते हैं। लेमिनेशन के वांछित क्रोण अनुप्रस्थ परिच्छेद स्टैकिंग टांगों वर्गाकार अथवा आयताकार अनुप्रस्थ परिच्छेद की होती है। इससे कुण्डलों को क्रोण टांगों पर वर्गाकार आयताकार अथवा वृत्ताकार कुण्डल स्पूस अथवा फार्मस पर आवद्ध किया जा सकता है।

बड़े ट्रांसफार्मर में एक पद क्रोण व्यवस्था का उपयोग तांबा के प्रयोग को कम करने में होता है और तांबा हास कम होते हैं। (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।



व्यवहार में ट्रांसफार्मर की प्राथमिक और द्वितीयक लपेट में दो अथवा दो से अधिक कुण्डल प्रति टांग होते हैं। 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 ट्रांसफार्मर के लौह क्रोण द्वारा प्रतिरोधात्मक और श्रृव्य शोर जनित होता है।

ट्रांसफार्मर प्रायः वायु शीतलित होते हैं बड़े ट्रांसफार्मर विशेष ट्रांसफार्मर तेल से भरे टैंक में रखा जाता है तेल के दो प्रयोजन होते हैं यह रोधन माध्यम और शीतलन माध्यम की भांति कार्य करता है। ट्रांसफार्मर में जनित ऊष्मा स्रोत के को घेरे हुये ट्रांसफार्मर तेल द्वारा दूर की जाती है और वायुमण्डलीय वायु अथवा जल को संचरित कर दी जाती है। कोई भी ट्रांसफार्मर किसी भी आमाप का क्यों न हो वे समान सिद्धान्त पर प्रचालित होते हैं।

ट्रांसफार्मर सिद्धान्त (Transformer principle)

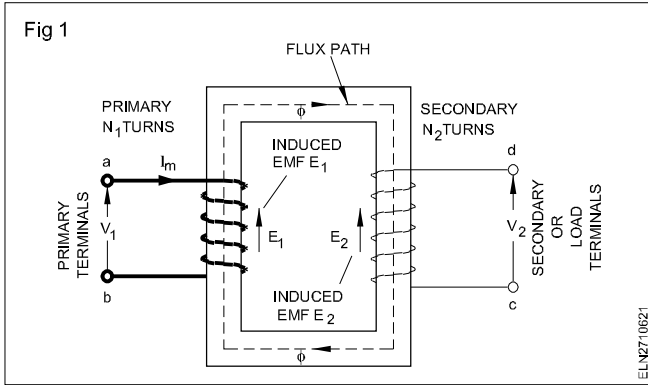
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- लोड के साथ और बिना लोड के एक आदर्श ट्रांसफार्मर का वर्णन करना
- ट्रांसफार्मर के प्रचालन सिद्धान्त को स्पष्ट करना
- दो लपेट ट्रांसफार्मर के emf समीकरण को बताना
- एक ट्रांसफार्मर के परिणमन अनुपात को परिभाषित करना।

एक आदर्श ट्रांसफार्मर (An ideal transformer) : एक आदर्श ट्रांसफार्मर में हास नहीं होते अर्थात् लपेटों में ओमिक प्रतिरोध नहीं होता और चुम्बकीय क्षरण शून्य होता है एक आदर्श ट्रांसफार्मर में दो कुण्डल होते हैं जो शुद्ध प्रेरणित होते हैं और एक हास रहित क्रोण पर वेष्ठित होते हैं।

लेकिन इस तरह के ट्रांसफार्मर को व्यवहार में लाना असम्भव है फिर भी सुविधा के लिये पहले हम इस प्रकार का ट्रांसफार्मर विश्लेषण करेंगे इसके पश्चात एक वास्तविक ट्रांसफार्मर को लेंगे।

एक आदर्श ट्रांसफार्मर की कल्पना करें जिसका द्वितीयक खुला है और प्राथमिक एक ज्यावक्रीय वोल्टता V_1 से सम्बन्धित है। (Fig 1)



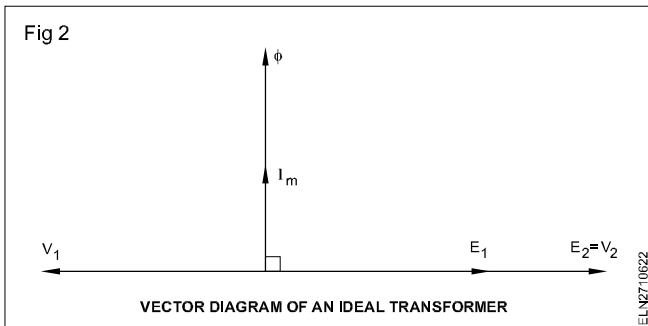
कार्य सिद्धान्त (Working principle)

ट्रांसफार्मर फेरडे के इलेक्ट्रोमैग्नेटिक इण्डक्शन 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 नहीं है।

प्राथमिक केवल चुम्बकन धारा I_m लेता है इस धारा का प्रकार्य क्रोण को केवल चुम्बकित करना होता है। 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 जुड़ा 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 जुड़ता 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।



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_1 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 हैं।

Total emf induced in secondary ' E_2 '

Total emf induced in primary ' E_1 '

$$= \frac{N_2 \times \text{emf per turn}}{N_1 \times \text{emf per turn}} \quad \text{OR}$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$\text{as } E_1 = V_1 \text{ and } E_2 = V_2$$

$$\text{We have } \frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

भार के साथ आदर्श ट्रांसफार्मर (Ideal Transformer on Load) :

जब द्वितीयक को एक भार से सम्बन्धित करते हैं 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 हैं 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 जोड़ा जाता है तो द्वितीयक धारा लेनज के नियम के अनुसार अचुम्बकन प्रभाव उत्पन्न करती है।

फलस्वरूप प्राथमिक में फ्लक्स और प्रेरित emf कुछ कम हो जाते हैं 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 हैं और चूंकि शून्य भार पर प्राथमिक एम्पियर टर्न पूर्ण भार एम्पियर टर्न की तुलना में बहुत कम होते हैं

इसलिये पूर्ण भार प्राथमिक एम्पियर टर्न $\approx$ पूर्णभार द्वितीयक एम्पियर टर्न

$$\text{i.e. } I_1 N_1 \approx I_2 N_2$$

$$\text{अतः } \frac{I_1}{I_2} \approx \frac{N_2}{N_1} \approx \frac{V_2}{V_1} \quad \text{स्थानांतरण अनुपात}$$

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

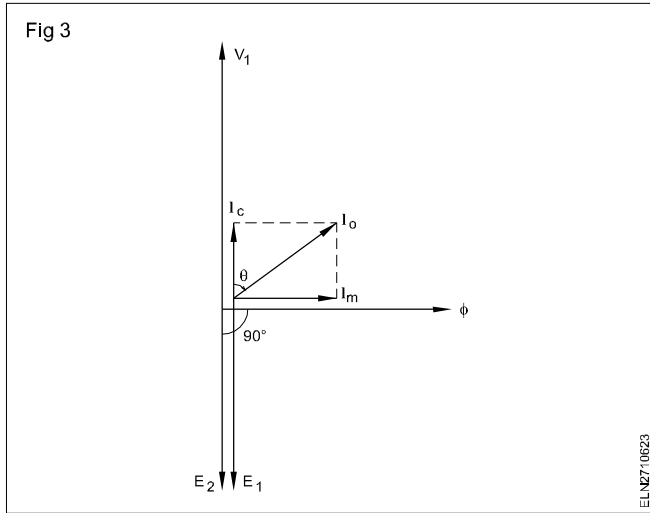
परिवर्तन होता है और प्राथमिक धारा को लगभग द्वितीयक धारा के अनुपात में परिवर्तित करने के योग्य करती है।

भार के साथ आदर्श ट्रांसफार्मर (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 हैं :

- 1) यह क्रोण में चुम्बकीय फ्लक्स उत्पन्न करती है जो शून्य और $\pm \phi_m$ के बीच ज्यवक्रिय रूप में परिवर्तित होता है जहां ϕ_m क्रोण फ्लक्स का अधिकतम मान है; और
- 2) एक घटक प्रदान करता है। जो क्रोण में हिस्टेरिसिस के और भवर धारा ह्रासों के लिये उत्तरदायी होता है। इन संयोजित ह्रासों को क्रोण ह्रास अथवा लौहह्रास कहा जाता है।

शून्य भार धारा I_o प्रायः ट्रांसफार्मर की निर्धारण पूर्ण भार धारा का लघु प्रतिशत (लगभग 2 से 5 प्रतिशत) होती है। चूंकि शून्य भार पर प्राथमिक लपेट एक बड़े प्रतिघात की भांति लौह क्रोण के कारण कार्य करती है। I_o प्राथमिक वोल्टता V से लगभग 90° पश्च होगी। Fig 3 में इस सम्बन्धन को बताया गया है जहां θ° शून्य भार शक्ति गुणक कोण है।



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 I_m के साथ कला में है।

द्वितीयक घटक $I_c = I_o \cos \theta$ प्राथमिक वोल्टता V के साथ 90° कला में है। धारा घटक लौह ह्रास प्रदान करता है और साथ I_m में प्राथमिक तांबा ह्रास की कुछ मात्रा होती है चूंकि I_o अति लघु होता है शून्य भार प्राथमिक तांबा ह्रास नगण्य होते हैं।

एक ट्रांसफार्मर का emf समीकरण (EMF equation of a transformer):

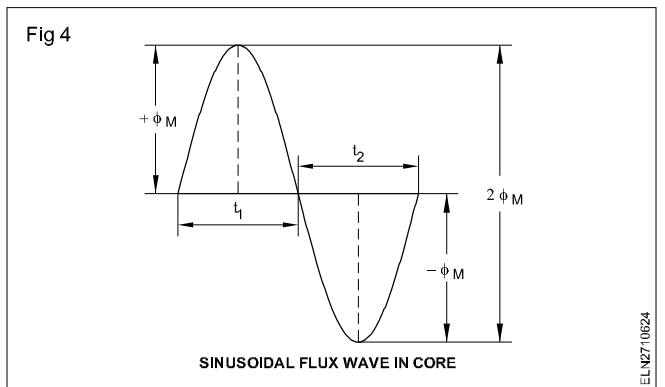
चूंकि प्राथमिक चक्करों द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र द्वितीयक लपेटों को सम्बन्धित करता है द्वितीयक में भी फराडे के नियम के अनुसार अर्थात् $E = N(\delta\phi/\delta t)$ द्वितीयक में भी एक emf E_2 प्रेरित होगा। वही फ्लक्स प्राथमिक को भी सम्बन्धित करके उसमें एक emf E_1 प्रेरित करता है। प्रेरित वोल्टता फ्लक्स से 90° पश्च रहनी चाहिये इसलिये वे आरोपित वोल्टता V_1 के साथ 180° कला बाहर है।

चूंकि द्वितीयक लपेटों में धारा नहीं है $E = V$ प्राथमिक वोल्टता और परिणमित फ्लक्स ज्यवक्रिय है इसलिये प्रेरित संख्याएं E_1 और E_2 एक ज्यवक्रिय के अनुसार परिवर्तित होती है। प्रेरित वोल्टता का औसत मान

$$E_{avg} = \text{लपेट} \times \frac{\text{दिये गये समय में फ्लक्स परिवर्तन}}{\text{दिया गया समय}} \quad \dots (1)$$

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



$$E_{avg} = N \times \frac{2\phi_m}{\frac{1}{2f}} = 4fN\phi_m \quad \dots (2)$$

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

$$E = 4.44 f N \phi_m \quad \dots (3)$$

चूंकि फ्लक्स प्राथमिक और द्वितीयक लपेटों से सम्बन्धित रहता है प्रति लपेट वोल्टता प्रत्येक लपेट में समान है। इसलिये

$$E_1 = 4.44 f N_1 \phi_m \quad \dots (4)$$

और

$$E_2 = 4.44 f N_2 \phi_m \quad \dots (5)$$

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

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1} = K \text{ (स्थिरांक)} \quad \dots (6)$$

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 पट्टिका आंकड़ा 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 ट्रांसफार्मर को उपचायी ट्रांसफार्मर कहते हैं। यदि द्वितीयक वोल्टता अधिक है तो इसे अपचायी ट्रांसफार्मर कहते हैं। अन्य शब्दों में

a) $N_2 < N_1$ अर्थात् $K < 1$ तब अपचायी ट्रांसफार्मर कहलाता है।

b) $N_2 > N_1$ अर्थात् $K > 1$ तब उच्चयन ट्रांसफार्मर कहलाता है।

माना कि एक ट्रांसफार्मर का शक्ति निर्गम उसके निवेश के बराबर है। अर्थात् हम एक आदर्श ट्रांसफार्मर को ले रहे हैं।

इस प्रकार $P_{in} = P_{out}$ (अथवा)

$$V_1 I_1 \times \text{प्राथमिक PF} = V_2 I_2 \times \text{द्वितीयक PF}$$

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_0 को नगण्य मान लिया जाय)

$$V_1 I_1 = V_2 I_2 \quad (\text{अथवा})$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1} = K \quad \dots(7)$$

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, करंट और टर्न की गणना करना और यही गणना व्यक्तिक्रम में करना ।

ट्रांसफार्मर रेटिंग (Rating of transformer)

एक ट्रांसफार्मर 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 $KW = KVA \times \cos\phi$ ट्रांसफार्मर लोड या तो रैजिसिटिव, कैपेसिटिव या इंडक्टिव या मिश्रित हो सकता है। उसका PF लोड के ऊपर आधारित होता है। जब हम ट्रांसफार्मर के PF को स्पेसिफिक लोड के लिए जानते हैं। 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 सेकण्डरी के KVA के बराबर होता है। हम जानते हैं कि टर्मिनल वोल्टेज का अनुपात टर्न अनुपात के बराबर होता है। तथा प्राइमरी और सेकण्डरी करंट का अनुपात, टर्न रेशों अनुपात के विपरीत होता है।

उदाहरण 1: एक 100 KVA 2400/240V, 50 Hz. ट्रांसफार्मर जिसके सेकण्डरी वाइंडिंग में 300 टर्न हैं। गणना करें (a) प्राइमरी और सेकण्डरी करंट का अनुमानित मान (b) प्राइमरी टर्न की संख्या (c) कोर में उत्पन्न अधिकतम फ्लक्स ϕ_m ।

डाय गीवन : ट्रांसफार्मर रेटिंग 100 KVA

फ्रीक्वेंसी $f = 50 \text{ Hz}$

$$\text{प्राइमरी वोल्टेज } V_p = 2400 \text{ V}$$

$$\text{सेकण्डरी वोल्टेज } V_s = 240 \text{ V}$$

$$\text{सेकण्डरी टर्न } N_s = 300$$

हम जानते हैं : $E_p = (4.44 \times f \times N_p \times \phi_m)$ वोल्टेज

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p} = \frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$V_p I_p = V_s I_s = KVA$$

यहाँ : प्राइमरी करंट I_p

सेकण्डरी करंट I_p

प्राइमरी टर्न N_p

अधिकतम फ्लक्स Φ_m

हल

$$(a) I_p (\text{full load}) = \frac{KVA \times 1000}{V_p} = \frac{100000}{2400} = 41.7A$$

$$\text{and } I_s = \frac{100000}{240} = 417A$$

$$(b) \frac{V_p}{V_s} = \frac{2400}{240} = 10 = \frac{N_p}{N_s}$$

$$\text{जहाँ, } N_p = 10 \times N_s = 10 \times 300 = 3000 \text{ टर्नस}$$

$$(c) 4.44 \times f \times N_p \times \phi_m = E_p$$

इलेक्ट्रिकल : इलेक्ट्रीशियन (NSQF स्तर 5) - अभ्यास 2.7.106 से सम्बंधित सिद्धांत

$$\Phi_m = \frac{2400}{4.44 \times 50 \times 3000} = 0.0036 \text{ Wb.}$$

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 करें । यदि $V_2 = 25 \text{ v}$ है ।

हटा दिया गया हैं : $V_1 = 110\text{V}$

$$\frac{\text{Primary turns}}{\text{Primary volts}} = \frac{N_1}{V_1} = 8$$

$$V_2 = 25$$

$$\text{Known: } \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \text{ or } \frac{N_1}{V_1} = \frac{N_2}{V_2}$$

Find : N_1 and N_2

$$\text{Solution : Primary turns } \frac{N_1}{V_1} = 8$$

$$N_1 = 8 \times 110 = 880 \text{ turns}$$

$$\text{Secondary turns } N_2 = 8 \times 25 = 200 \text{ turns}$$

ट्रांसफार्मर का वर्गीकरण (Classification of transformers)

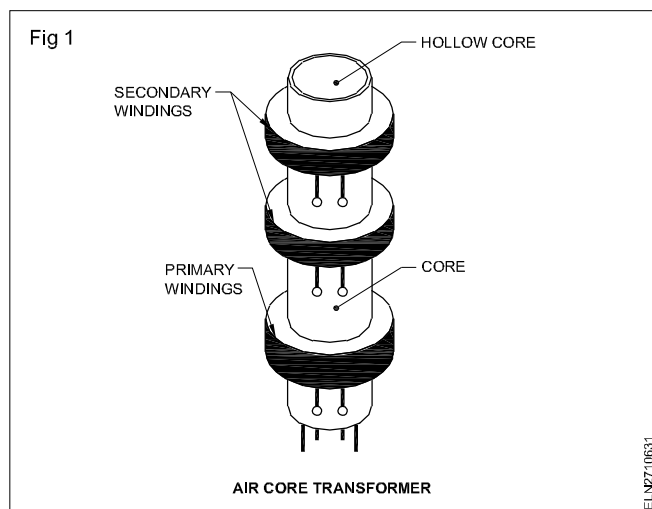
उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- विभिन्न प्रकारों के आधार पर ट्रांसफार्मरों 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)

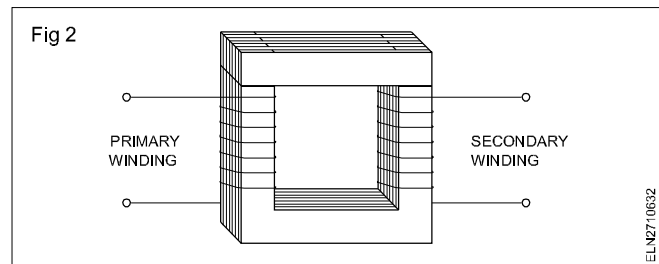
- **एयर कोर ट्रांसफार्मर (Air core transformers) :** जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है, एयर कोर ट्रांसफार्मर खोखले नॉन मैग्नेटिक कोर से बना पेपर अथवा प्लास्टिक जोकि प्राथमिक वाइंडिंग तथा द्वितीयक वाइंडिंग घुमाया हुआ बना होता है । इन ट्रांसफार्मरों का मान ($k < 1$) एक से K कम होता है । एयर कोर ट्रांसफार्मरों का साधारणतया प्रयोग अधिक फ्रीक्वेंसी अनुप्रयोगों (high frequency applications) में करते हैं क्योंकि इसमें आइरन लॉस नहीं होंगे और ना ही मैग्नेटिक कोर सामग्री होगी ।



आइरन लॉस एक प्रकार का ट्रांसफार्मर कोर सामग्री लॉस है (Iron-loss is a type of transformer loss due to core material)

- **आयरन कोर ट्रांसफार्मर (Iron core transformers) :** Fig 2 में एक लैमिनेटेड आयरन कोर ट्रांसफार्मर दिखाया गया है । यह बहुत

कॉमन प्रकार का ट्रांसफार्मर जिसका प्रयोग मुख्य पावर सप्लाय के लिए होता है ।

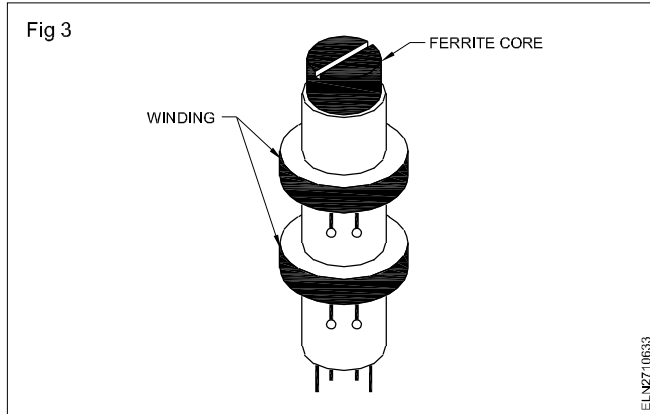


- **फेरिट कोर ट्रांसफार्मर (Ferrite core transformers) :** Fig 3 में देखें, ये ट्रांसफार्मरों की कोर में पेरॉइटमैटेरियल होता है । इन मामलों में, प्राथमिक वाइंडिंग तथा द्वितीयक वाइंडिंग वाउण्ड पर एक खोखले प्लास्टिक कोर तथा फेरॉइट मैटेरियल को खोखली कोर में सम्मिलित करते हैं । इन ट्रांसफार्मरों का प्रयोग अधिक फ्रीक्वेंसी (आवृत्ति) से बहुत अधिक फ्रीक्वेंसी 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 ट्रांसफार्मर (Core type transformers) :** Fig 1 के चार्ट 1 में पाठ के आखिरी में दिया गया है । कोर के ट्रांसफार्मर में प्राथमिक वाइंडिंग तथा द्वितीयक वाइंडिंग के दो अलग-अलग भाग या सेक्शन/कोर की लिम्ब प्रकार की होती है ।
- **शेल टाइप ट्रांसफार्मर (Shell type transformers) :** Fig 2 के चार्ट 1 में देखें । इस प्रकार ट्रांसफार्मर में, प्राथमिक वाइंडिंग तथा द्वितीयक वाइंडिंग दोनों समान सेक्शन/कोर की लिम्ब पर वाउण्ड होता है । इसका प्रयोग अधिकतर वोल्टेज ट्रांसफार्मर और पावर ट्रांसफार्मर में करते हैं ।

- **रिंग टाइप ट्रांसफार्मर (Ring type transformers) :** Fig 3 के चार्ट 1 में देखें। इस प्रकार के ट्रांसफार्मर की कोर गोलाकार अथवा अर्धगोलाकार जैसा कि Fig 3c में दिखाया गया है। ये एक रिंग के साथ-साथ स्टेक्ट 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 ट्रांसफार्मर का साधारणतया प्रयोग इन्स्ट्रुमेंट ट्रांसफार्मर (instrument transformer) के अधिक वोल्टेज और अधिक धारा को मापने के लिए करते हैं।



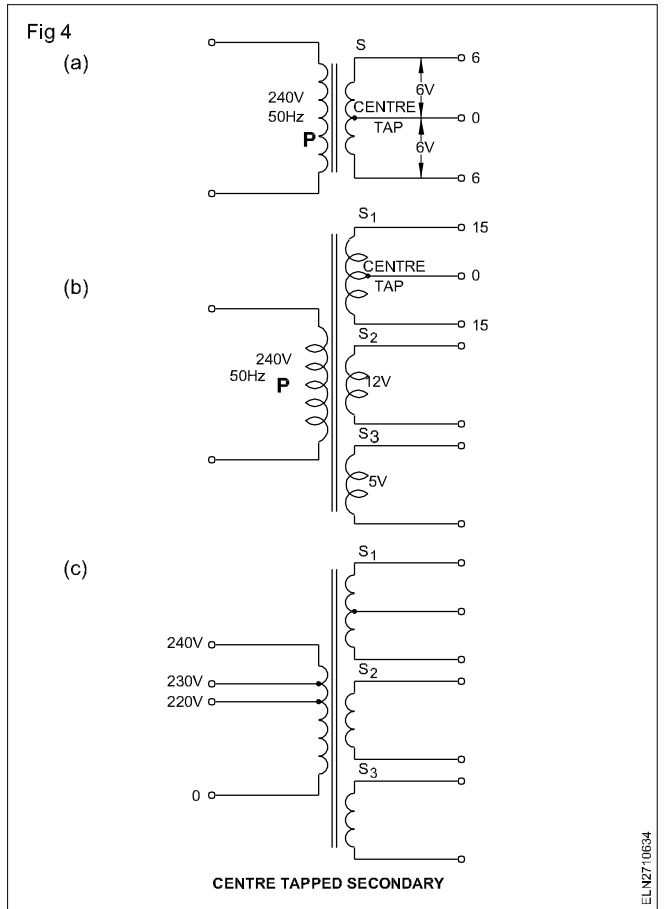
3 ट्रांसफार्मेशन अनुपात के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on the Transformation ratio)

- **स्टेप अप ट्रांसफार्मर (Step-up Transformers) :** इन ट्रांसफार्मरों में, प्राथमिक पर दिये गये वोल्टेज की तुलना में द्वितीयक पर प्रेरित वोल्टेज से अधिक होता है स्टेप अप ट्रांसफार्मर कहलाते हैं।
- **स्टेप-डाउन ट्रांसफार्मर (Step-down Transformers) :** इन ट्रांसफार्मरों में, प्रेरित द्वितीयक वोल्टेज का मान स्रोत प्राथमिक वोल्टेज की तुलना में कम होता है स्टेप-डाउन ट्रांसफार्मर कहलाता है।
- **आइसोलेशन ट्रांसफार्मर (Isolation transformers) :** इन ट्रांसफार्मरों में प्रेरित द्वितीयक वोल्टेज प्राथमिक वोल्टेज पर दिये गये स्रोत वोल्टेज के समान होता है वन टू वन अथवा आइसोलेशन ट्रांसफार्मर कहलाता है। इन ट्रांसफार्मरों में टर्नों की संख्या सेकण्डरी में तथा प्राथमिक में टर्नों की संख्या के समान होती है अतः टर्नों की अनुपात 1 होता है।

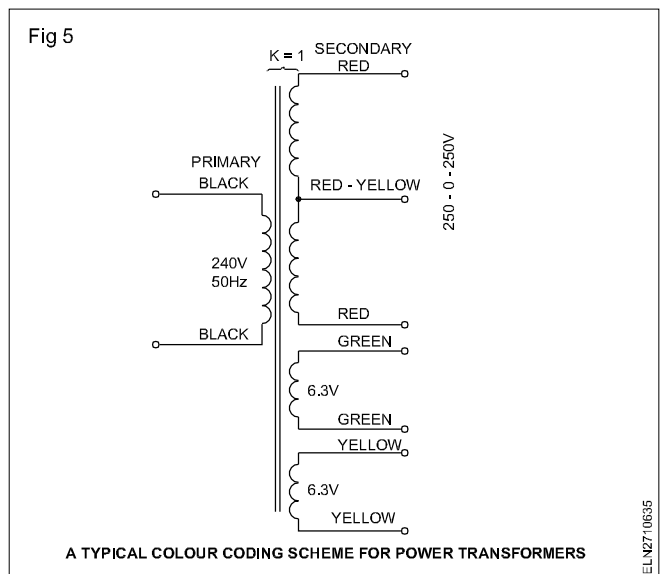
4 आपरेटिंग फ्रीक्वेंसी के आधार पर वर्गीकरण (Classification based on the operating frequency)

- **मुख्य ट्रांसफार्मर (Mains frequency transformer) :** ये साधारणतया आयरन कोर शेल टाइप ट्रांसफार्मर होते हैं। इन ट्रांसफार्मरों का लिक AC मुख्य स्रोत और दूसरा युक्ति आवश्यक AC अथवा DC पावर के बीच होता है। उदाहरण, रेडियो रिसेवर को लो (कम) वोल्टेज DC सप्लाय की जरूरत होती है। इसका प्रयोग रेडियो रिसेवर से AC मुख्य, मुख्य AC स्टेप डाउन, AC को DC में बदलना (रेक्टिफिकेशन) तथा फेड से रेडियो रिसेवर। इन ट्रांसफार्मरों की द्वितीयक वाइण्डिंग सेंटर 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 ट्रांसफार्मर साधारणतया डिजाइन से मुख्य सप्लाय फ्रीक्वेंसी (50 Hz) पर कार्य करती है।



पावर ट्रांसफार्मर का प्रयोग कलर कोडिंग स्कीम से प्राथमिक वाइण्डिंग तथा द्वितीयक वाइण्डिंग को पहचानने में करते हैं। Fig 5 में एक स्कीम को देखें।



- **आडियो फ्रीक्वेंसी (AF) ट्रांसफार्मर (Audio frequency (AF) transformers) :** Fig 5 के चार्ट 1 को देखें। ये आडियो फ्रीक्वेंसी

ट्रान्सफार्मर मुख्य वोल्टेज ट्रान्सफार्मर के समान दिखते हैं लेकिन वे आकार में इनसे बहुत छोटे होते हैं। अधिकांश आडियो फ्रीक्वेंसी ट्रान्सफार्मर PCB माउण्टिंग प्रकार के होते हैं। इन ट्रान्सफार्मरों की डिजाइन ऑडियो फ्रीक्वेंसी रेंज 20 Hz से 20 KHz पर ऑपरेट होते हैं। ऑडियो ट्रान्सफार्मर का प्रयोग -

- ऑडियो एम्प्लीफायर के एक स्टेज के आउटपुट के कप्लिंग से इनपुट की अगली स्टेज तक (इन्टरस्टेज कप्लिंग)
- एम्प्लीफाइड ऑडियो सिग्नल से एक एम्प्लीफायर 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 फ्रीक्वेंसी ट्रान्सफार्मर (RFTs) तथा इन्टरमीडियट फ्रीक्वेंसी ट्रान्सफार्मर (IFTs) कहते हैं।

इन ट्रान्सफार्मरों का प्रयोग कोई दो स्टेजों की हाई फ्रीक्वेंसी परिपथ जैसे रेडियो रिसीवर में करते हैं। इन ट्रान्सफार्मरों की ऊपर फ्रीक्वेंसी रेंज (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 इलेक्ट्रॉनिक पुर्जे (electronic component) को कैपेसिटर को वाइण्डिंग के समान्तर में जोड़ते हैं। यह परिणाम एक विभिन्न व्यवहार के ट्रान्सफार्मर विभिन्न फ्रीक्वेंसी पर होता है। अतः ये ट्रान्सफार्मर के प्रकार ट्यून्ड ट्रान्सफार्मर (Tuned transformers) कहलाते हैं।

ये ट्रान्सफार्मर सम ऑडियो फ्रीक्वेंसी 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 फ्रीक्वेंसी होती है। बहुत अधिक फ्रीक्वेंसी 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 सप्लाय 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 सप्लाय 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 :

इन्स्ट्रुमेंट 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 सप्लाय 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) - इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में प्रयोग करते हैं।

ड्राई टाइप ट्रान्सफार्मर (Dry Type Transformers)

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

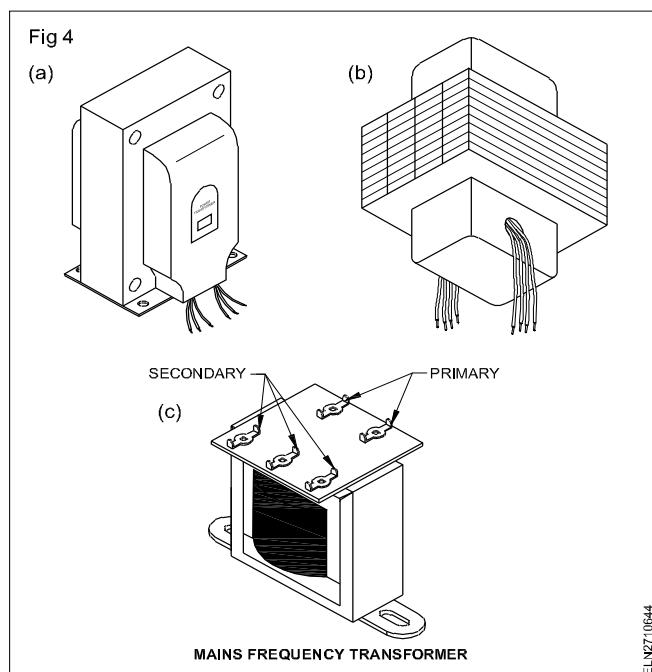
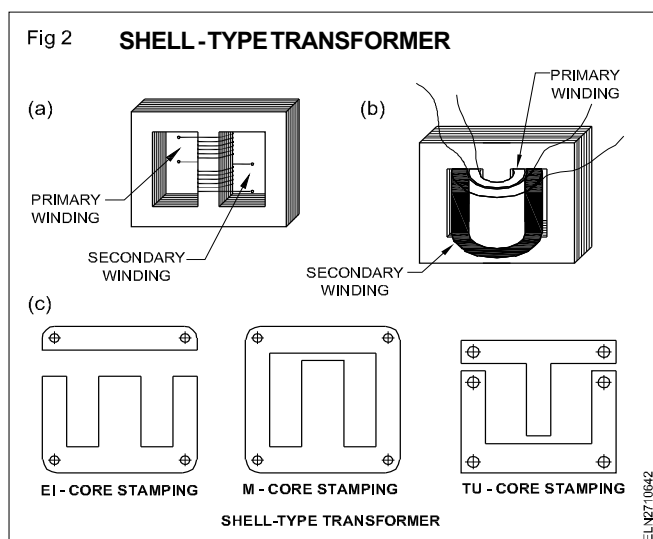
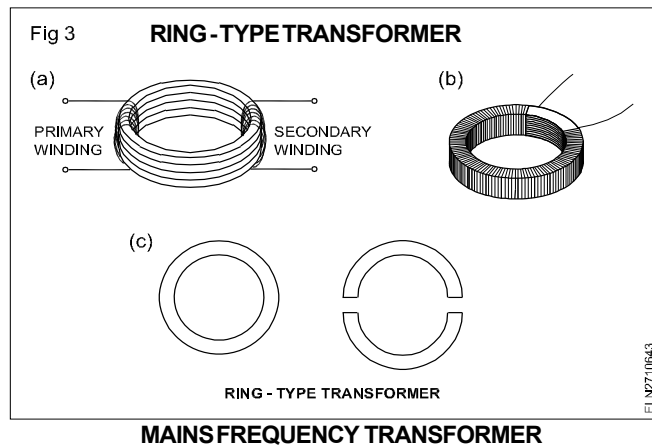
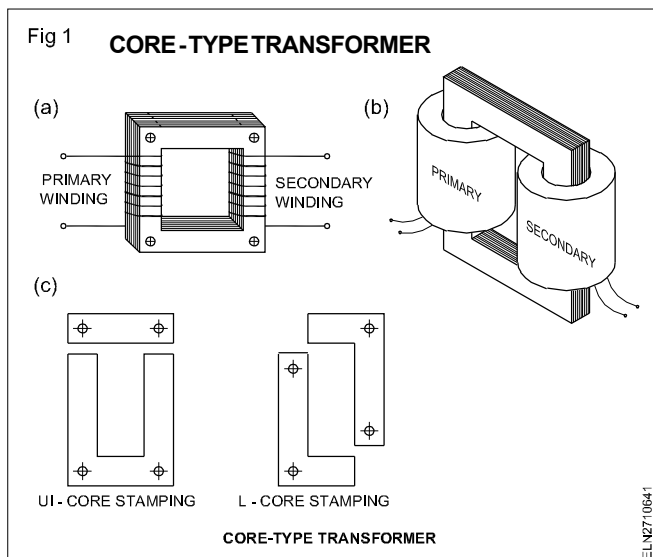
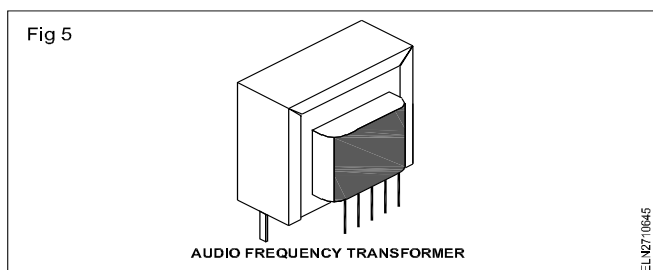
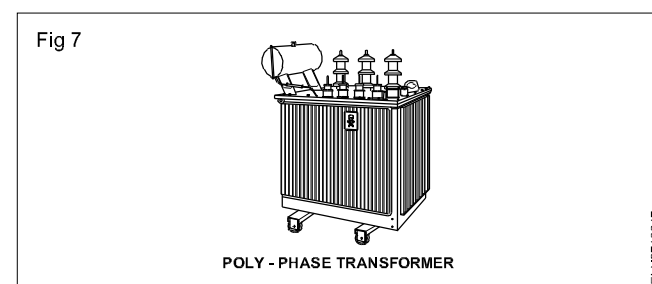


Chart - 1 Continued....
Types of transformers

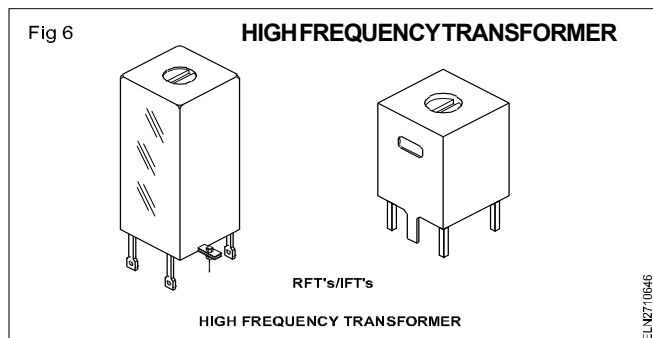
AUDIO FREQUENCY TRANSFORMER



POLY - PHASE TRANSFORMER



HIGH FREQUENCY TRANSFORMER

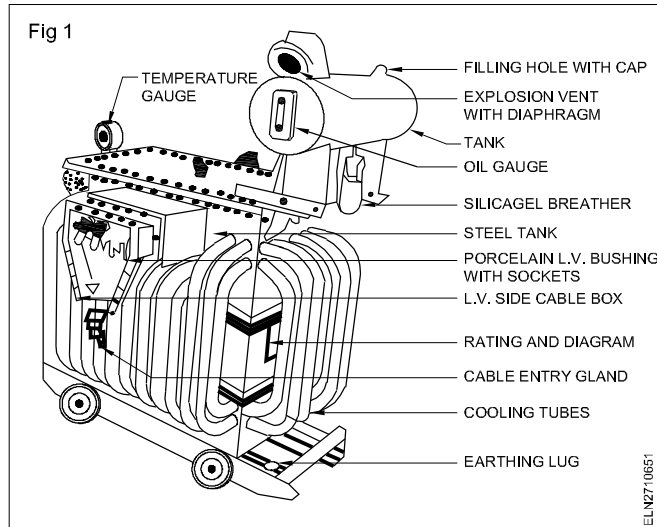


ट्रांसफार्मर के भाग और उनके प्रकार्य (Parts and their functions of transformer)

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

- ट्रांसफार्मर के प्रमुख भागों की सूची बनाना
- वितरण ट्रांसफार्मर के भागों का विवरण देना ।

वितरण ट्रांसफार्मर (Distribution transformer): Fig 1 में वितरण ट्रांसफार्मर के अनिवार्य भागों को दर्शाया गया है।



वितरण ट्रांसफार्मर के महत्वपूर्ण पुर्जों को संक्षेप में वर्णन नीचे किया गया है :-

ट्रांसफार्मर के प्रमुख भाग नीचे प्रकार हैं :

- 1 स्टील टैंक (Steel tank)
- 2 संक्षेप टैंक (Conservation Tank)
- 3 तापमान गेज (Temperature gauge)
- 4 विस्फोट मुँह (Explosion Vent)
- 5 शीतलन नलिका (Cooling tubes)
- 6 टैप चेंजर (Tap changer)
- 7 बुशिंग टर्मिनेशन (Bushing termination)
- 8 सिलिकल जेल ब्रीडर (Silical gel breather)
- 9 बुशोलज़ रिले (Buchholz relay)

1 स्टील टैंक (Steel tank)

यह, ट्रांसफार्मर के प्रचालन के लिए आवश्यक विभिन्न उपसाधनों के आरोहण के लिए तथा कोर, लपेटन के आवास के लिए उपयोग हुआ M.S. प्लेट का संविरचक (fabricated) टैंक होता है। कोर, शीत वेल्डित 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 में होता है। संक्षरण

टैंक से एक तेल तल सूचक, पाइप के द्वारा जुड़ा होता है। संक्षरण टैंक 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 टैंक के ऊपर जुड़ा पाइप, ब्रीडर 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 है।

4 शीतलन नलिका (Cooling tubes)

पूर्व की व्यवस्था में, हमने यह पाया था कि जब, लौह हास तथा तांबा हास 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 वायुमंडल को ऊष्मा का क्षय होता है।

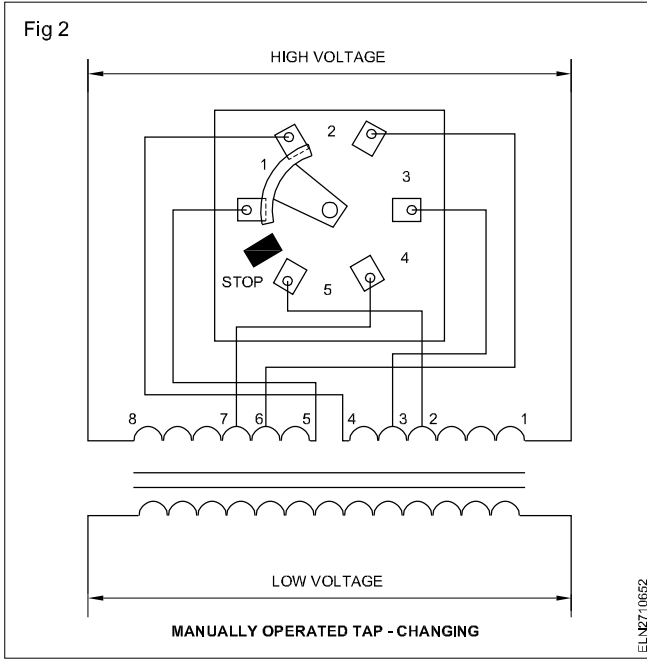
5 टैप चेंजर (Tap changer)

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 जाये। इन ट्रांसफार्मरों में Fig 2 में दर्शाये गये अनुसार उनके प्राथमिक लपेटन में अनेक लपेटन टैप होते हैं।

टैप परिवर्ती की दो विधियाँ हैं। एक विधि में इन टैपों को टैप परिवर्ती कुंजी के द्वारा हस्त परिवर्तित किया जाता है। Fig 2 इस विधि में, संपर्क बिंदु पर अत्यधिक स्पर्किंग (चिंगारी) को रोकने के लिए टैप परिवर्ती को प्रचालन करने के पूर्व भार कुंजी को खोला जाता है। इस विधि को प्रायः "निष्कापित 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 टैप बदली जाती है। इस विधि में निम्नलिखित प्राचलों को पूरा किया जाता है।

- टैप परिवर्तक के समय भार धारा को रोकना नहीं चाहिए।



- 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।

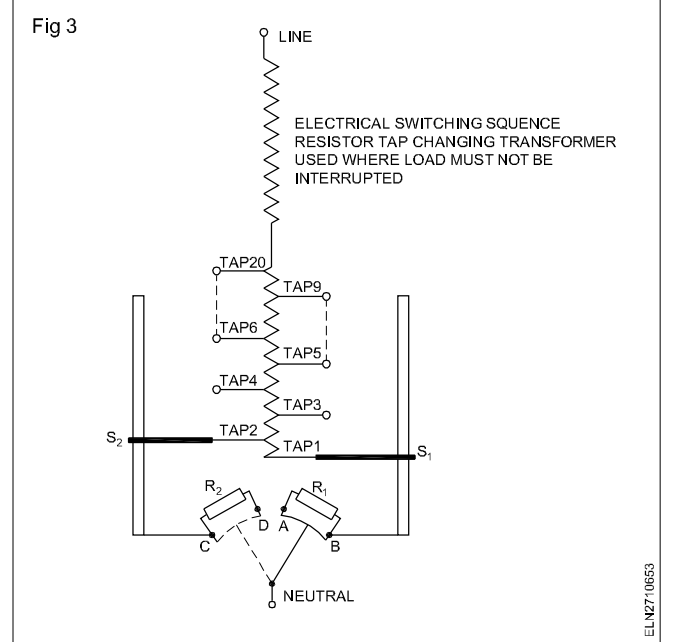
टैप परिवर्तक में दो मुख्य इकाईया होती है। टैप संवरक (Selector) कुंजी, ट्रांसफार्मर लपेटन पर टैप के चयन के लिए उत्तरदायी इकाई है। जैसा कि Fig 3 में दर्शाया गया है, लेकिन यह भार धारा को सम्पर्क या विच्छेद नहीं करती है।

अपवर्ती कुंजी वहाँ होती है, जहाँ भार का वास्तविक स्विचन होता है। संवरक कुंजी, या तो स्वचल वोल्टता नियामक या हस्त विधि से चयन किये गये आंतरिक क्रियाविधि से वांछित 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, टैप 1 को उदासीन बिन्दु के साथ जोड़ती है। 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 सम्पर्क '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 सम्पर्क 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 साइड पर पहुँचता है तो, सम्पर्क 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 पहुँचती 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 ट्रांसफार्मर के लिए बुशिंग का महत्व अधिक वोल्टेज पावर ट्रांसफार्मर का अनुसरण करता है। अधिक वोल्टेज पावर ट्रांसफार्मर का प्रयोग ट्रांसमिशन और वितरण सेक्टर में करते हैं। इस ट्रांसफार्मर की वाइडिंग अधिक वोल्टेज के साथ ऊर्जित होती है। 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 ट्रांसफार्मर की संरचना, एक ट्रांसफार्मर के बाहरी फ्रेम के जैसी नहीं होती लेकिन एक मेटैलिक भाग और फाउण्डेशन के अन्दरूनी दूषित भाग पर रखते हैं। अतः ट्रांसफार्मर 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। ट्रांसफार्मर बुशिंग प्रत्येक इनपुट टर्मिनल तथा आऊटपुट टर्मिनल के साथ उपलब्ध कराता है। इसलिए ट्रांसफार्मर बुशिंग का प्रयोग वाइण्डिंग के टर्मिनलों के लिए एक विद्युत आइसोलेसन उपलब्ध कराता है, जब कोई अर्थ सामग्री चालकों के पास में उपस्थित होता है।

साधारणतया ट्रांसफार्मर बुशिंग ऊर्जित चालकों के साथ अधिक विद्युत ऊर्जा के लिए डिजाइन किये जाते हैं। जिनकी डाइइलेक्ट्रिक मजबूती अच्छी होनी चाहिए।

ट्रांसफार्मर की पोर्सलीन बुशिंग (Porcelain bushing of transformer)

इस प्रकार के ट्रांसफार्मर की बुशिंग 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 डिस्क के द्वारा बनायी जाती है जिसे ट्रांसफार्मर के ऊपरी भाग में जोड़ा किया जाता है तथा ऊर्जित चालक बुशिंग के बीच वाले भाग से होकर गुजरते हैं।

गालक के सम्मिलित हो जाने के बाद बुशिंग के किनारे के भाग ग्लेज 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 ट्रांसफार्मर बुशिंग के वैक्यूम भाग के साथ इन्सुलेंटिंग तेल के साथ भरें।

ट्रांसफार्मर की कैपेसिटेंस ग्रेडेड बुशिंग (कैपेसिटर बुशिंग) (Capacitance graded bushing of transformer (capacitor bushings))

साधारणतया कैपेसिटेंस 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 मैटेलिक 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 कैपेसिटर ग्रेडेड बुशिंग जिनके नाम हैं :-

- रेजिन बाउन्डेड पेपर बुशिंग (Resin Bounded Paper Bushing)
- तेल संसृजित पेपर बुशिंग (Oil Impregnated Paper Bushing)
- रेसिन संसृजित पेपर बुशिंग (Resin Impregnated Paper Bushing)
- इपाक्सी रेसिन संसृजित पेपर बुशिंग (Epoxy Resin Impregnated Paper Bushing)

ट्रांसफार्मर बुशिंग का परीक्षण और अनुरक्षण (Testing and maintenance of transformer bushing)

ट्रांसफार्मर बुशिंग के लिए कई प्रकार के परीक्षण हैं यद्यपि वे सभी ट्रांसफार्मर बुशिंग के लिये 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 टैन्जेंट डेल्टा को मापना अथवा कैपेसिटेंस (Measurement of tangent delta (tan δ) or capacitance) : यह एक सामान्य रखरखाव (routine maintenance) परीक्षण है। प्रारम्भिक ट्रांसफार्मर कार्य से अलग-अलग और एक मजबूत लोकल अर्थिंग आपरेटर की सुरक्षा के लिए की जाती है। इस परीक्षण में, विद्युत कनेक्शन ट्रांसफार्मर टैंक और बुशिंग के बीच होता है। उभरे हुये किनारे के लिए साथ में एक बजर लगाते हैं।

कैपेसिटेंस मापने के लिए एक कैपेसिटर परीक्षण किट की आवश्यकता होती है। ट्रांसफार्मर कैपेसिटेंस का मान ना के बराबर होता है इसलिए इसे बुशिंग कैपेसिटेंस को मापते समय उपेक्षित कर देते हैं। यह माप ट्रांसफार्मर के प्रत्येक फेज के लिए निष्पादित कर देते हैं। मापी गयी कैपेसिटेंस 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 ट्रांसफार्मर 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 ट्रांसफार्मर 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 चिपड़ 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 / ट्रांसफार्मर के भाग (Protective - devices / parts of transformers) :

1 ब्रीदर (Breather)

ट्रांसफार्मर का तेल, नमी के कारण खराब हो जाता है। ट्रांसफार्मर में नमी, तीन स्रोत से आ सकती है, अर्थात् गार्केट के द्वारा क्षरण से, तेल की सतह के साथ सम्पर्क में वायु से अवशोषण द्वारा, या उच्च ताप पर रोधन के काल प्रभाव (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 ढीले 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।

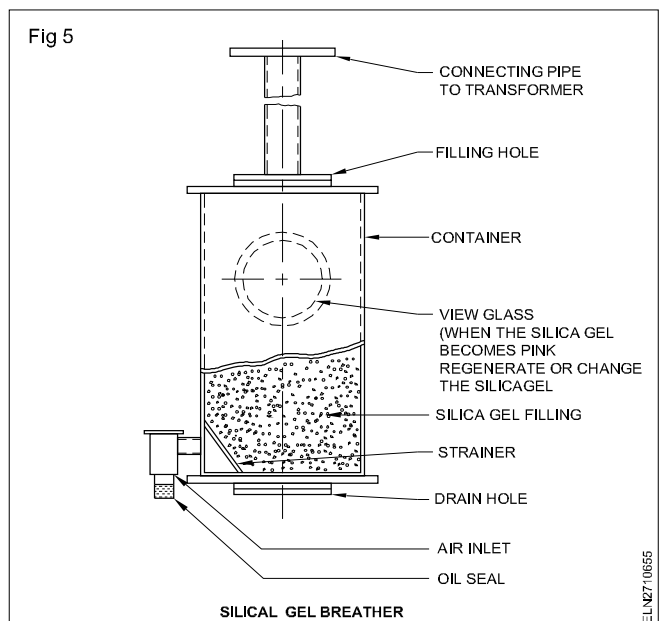
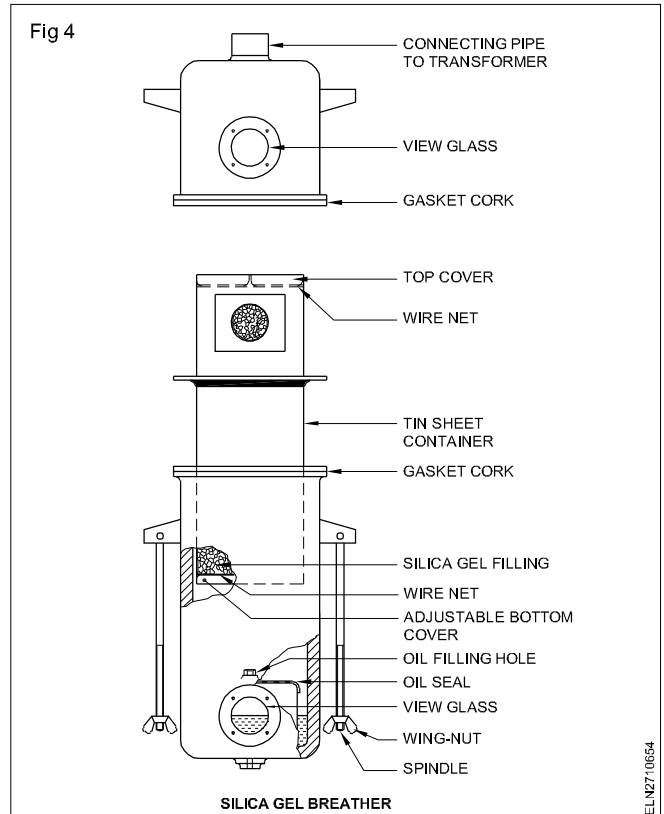
सिलिका जेल ब्रीदर (Silica gel breather)

सिलिका जेल ब्रीदर को नमी अवशोषण को रोकने के माध्यम के जैसे अधिकांशतः 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 जेल क्रिस्टल के साथ पैक किये हुए कार्ट्रिज (कारतूस) में से संरक्षण में वायु खींची जाती है। सिलिका जेल, दक्ष रूप से वायु को शुष्क करता है। नवजात पुनःयोजित

जल बहुत दक्ष होता है। नवजात सिलिका जेल शुद्ध या सफेद या हल्के गुलाबी रंग में मिलता है। जैसे ही यह वायु की नमी को शोषित करता है तो, सिलिका जेल का रंग बदल कर नीला हो जाता है।

सिलिका जेल 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।



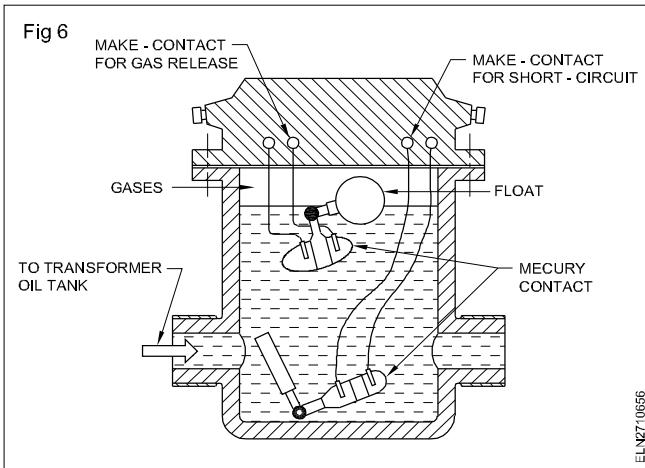
ब्रीदर के निचले भाग पर तेल की सील, संरक्षण में प्रवेश करने वाली वायु में उपस्थित गंदगी के कणों को अवशोषित करती है।

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 हैं, के उपयोग से पहचाना जा सकता है, जो ट्रांसफार्मर के तेल के टैंक तथा संरक्षण टैंक के बीच जुड़ा होता है।

रिले में एक ढलवे लोहे का, कक्ष होता है, जिसमें Fig 6 में दर्शाये गये अनुसार दो प्लवन होते हैं। ऊपरी प्लवन समुच्चय, ट्रांसफार्मर के गलत प्रचालन (आपरेशन) के कारण बनने वाले गैस/ वायु के बुलबुले की प्रथम स्तर के समय प्रचालित होता है।



टॉप फ्लोट के आसपास जब काफी गैस के बुलबुले बनते हैं तो फ्लोट न्यूमैटिक प्रेशर सिद्धान्त पर काम करता है, जिससे इलेक्ट्रिक 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 ट्रांसफार्मर की रक्षा हेतु आवश्यक कारवाई करता है।

अर्थ इत्यादि जैसा बड़ा दोष आ जाता है ट्रांसफार्मर में तो गैस बुलबुलों का बनना तीव्र हो जाता है और बोटम फ्लोट मर्क्युरी स्वीच को सक्रिय करता है और रिले का संपर्क टूट जाता है।

बॉटम रिले कान्टेक्ट के बन्द होने से ट्रांसफार्मर सर्किट ट्रीप करने लगता है और ट्रांसफार्मर मुख्य लाईने से खुल जाता है और इस प्रकार ट्रांसफार्मर बड़ी क्षति से बच जाता है।

3 एक्सप्लोशन वेन्ट (Explosion vent)

यह एक प्रेशर कम करनेवाली युक्ति है। एक पतले काँच से अथवा लिमिटेड शीट के द्वारा एक्सप्लोशन पाईप का मुँह बन्द रखा जाता है।

यदि किसी कारणवश शार्ट सर्किट अथवा ओवरलोड के कारण ट्रांसफार्मर अधिक गरम हो जाता है तो ट्रांसफार्मर के अन्दर स्थित गैस टैंक में बहुत दबाव बनाते हैं जिससे टैंक क्षतिग्रस्त हो सकता है।

दूसरी ओर यदि ट्रांसफार्मर के भीतर बना दबाव काँच/लेमीनेटेड एक्सप्लोशन पाइप के डायफाग्राम को तोड़ देता है तो टैंक क्षतिग्रस्त होने से बच सकती है।

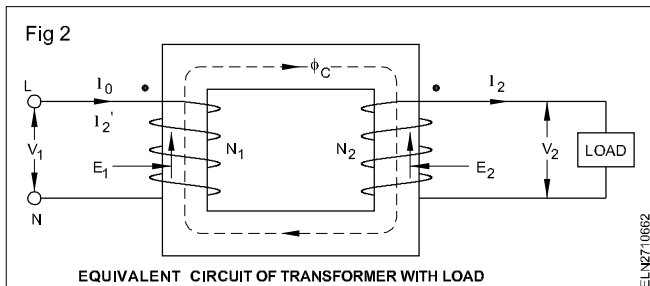
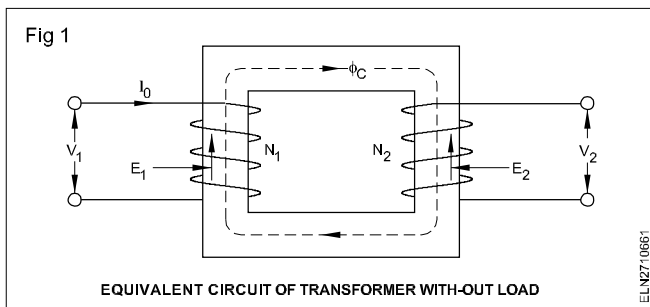
ट्रांसफार्मर लोड के साथ (Transformer with load)

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

- तात्क्षणिक मान को लेते हुये यह स्पष्ट कि किस प्रकार एक ट्रांसफार्मर का भारण किया जाता है
- क्षरण फ्लक्स और क्षरण प्रतिघात का वर्णन करना।

Fig 1 में शून्य भार के साथ ट्रांसफार्मर का तुल्य परिपथ दिखाया गया है।

Fig 2 में एक भार आपूर्ति करने वाले ट्रांसफार्मर का तुल्य परिपथ दिखाया

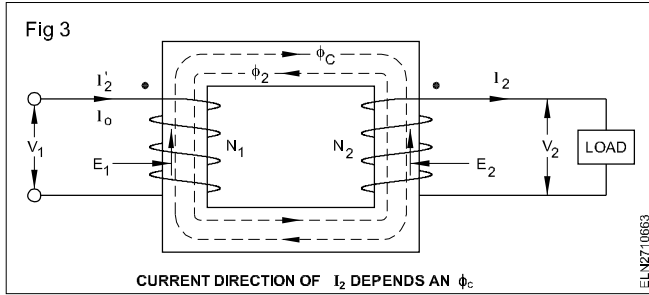


गया है। प्राथमिक और द्वितीयक वोल्टतायें समान ध्रुवताओं की है जैसा कि बिन्दु चिह्नांकन रीति द्वारा प्रदर्शित किया गया है। चिह्नित टर्मिनल की ध्रुवता समान है इसलिये द्वितीयक से भार जोड़ने पर तात्क्षणिक भार धारा प्रदर्शित दिशा में है।

चूंकि द्वितीयक वोल्टता क्रोण फ्लक्स Φ पर निर्भर करती है तो यह स्पष्ट हो जाना चाहिये कि यदि E मुख्य रूप से स्थिर रहता है तो फ्लक्स में यथेष्ट परिवर्तन नहीं होना चाहिये।

जब भार सम्बन्धित कर दिया जाता है द्वितीयक परिपथ में। धारा प्रवाहित होगी क्योंकि प्रेरित emf E_2 एक वोल्टता स्रोत की भांति कार्य करेगा। E_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 Φ है। इस फ्लक्स की ऐसी दिशा होती है कि किसी समय यह मुख्य फ्लक्स Φ का विरोध करता है इसे प्रथम स्थिति में उत्पन्न किया था। यह कार्य में लेंज का नियम है।

हम मान लेते हैं कि ϕ_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।

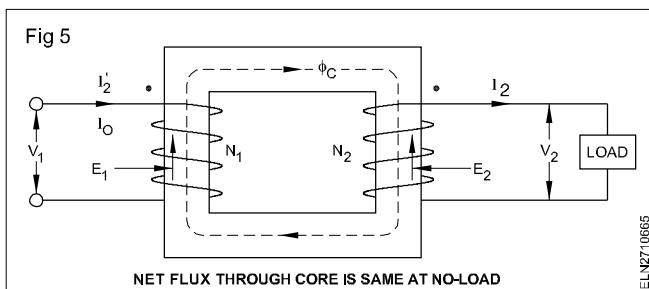
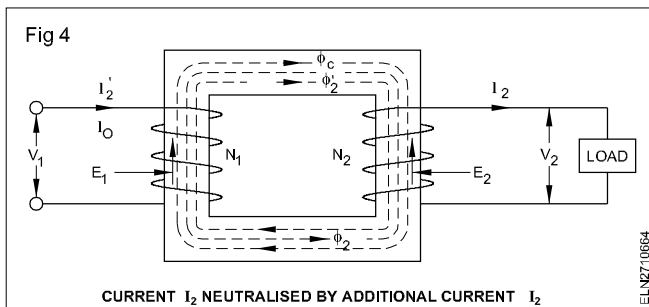


इस प्रकार $N_1 I_1$ द्वारा व्यक्त mmf क्रोण फ्लक्स ϕ_C को कम करने की प्रवृत्ति रखता है। इसका अर्थ है कि प्राथमिक लपेट में फ्लक्स सम्बन्धन न्युनित होता है फलस्वरूप प्राथमिक प्रेरित वोल्टता E_1 होगी। E_1 में यह कमी आरोपित वोल्टता और प्रति प्रेरित emf की बीच अधिक अन्तर उत्पन्न करता है और प्राथमिक में अधिक धारा प्रवाह की अनुमति देता है। यह तथ्य कि प्राथमिक धारा I_1 में वृद्धि होती है का अर्थ है कि निम्न दो स्थितियां पूर्ण होती हैं।

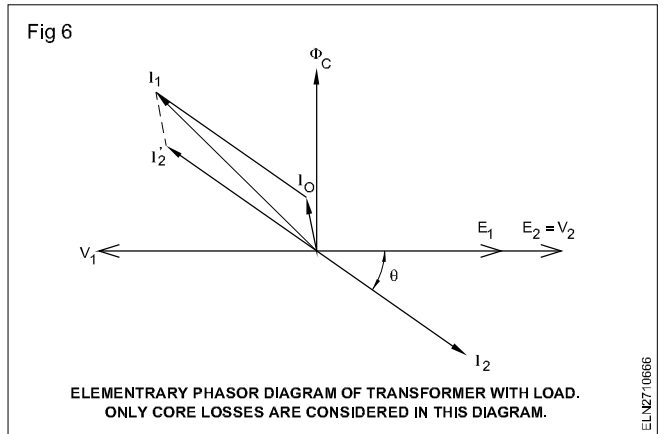
- शक्ति निवेश बढ़ कर शक्ति निर्गम के समान होता है।
- प्राथमिक mmf बढ़ कर द्वितीयक mmf की फ्लक्स को कम करने की प्रवृत्ति उत्पन्न करता है।

सामान्यतः यह पाया जायेगा कि ट्रांसफार्मर लगभग तात्क्षणिक प्रतिक्रिया करता है ताकि परिणमित क्रोण फ्लक्स मुख्य रूप से स्थिर रहे। धारा I_1 प्राथमिक धारा का भार घटित कहा जाता है। यह धारा I_2 के साथ कला विरोध में है।

अतिरिक्त प्राथमिक mmf $N_1 I_1$ एक फ्लक्स ϕ नियोजित करता है जो ϕ_C का विरोध करता है और परिमाण में समान है। इस प्रकार I_1 का चुम्बकीय प्रभाव अतिरिक्त प्राथमिक धारा I_1 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 भार पर होता है। (Fig 5)



जब ट्रांसफार्मर शून्य भार होता है प्राथमिक लपेटों में दो धाराएँ I_1 और I_2 होती हैं। कुल प्राथमिक धारा I_1 और I_2 का सदिश है। Fig 6 में लोड के साथ ट्रांसफार्मर का प्रारम्भिक सदिश प्रदर्शित किया गया है।

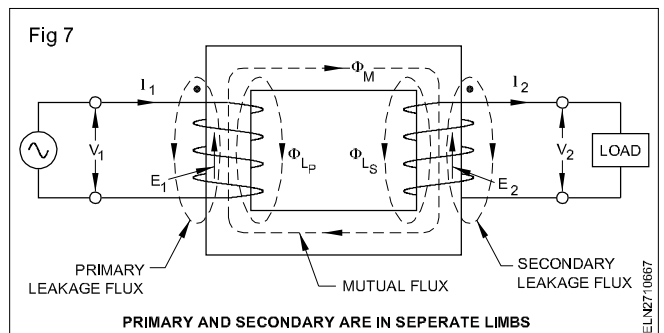


चूंकि शून्य भार धारा अपेक्षाकृत कम है यह मान लेना सही होगा कि प्राथमिक एम्पियर चक्र द्वितीयक एम्पियर चक्रों के समान होंगे। इस प्रकार $N_1 I_1 = N_2 I_2$ होगा। हम मानते हैं I_1 नगण्य है क्योंकि यह पूर्ण भार धारा का केवल एक लघु घटक है।

क्षरण फ्लक्स (Leakage fluxes): जब एक धारा द्वितीयक में प्रवाहित होती है परिणमित mmf ($N_2 I_2$) एक पृथक फ्लक्स ϕ से जो I_1 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 नहीं होता है इसलिये यह पारस्परिक फ्लक्स नहीं है। साथ ही प्राथमिक लपेटों से प्रवाहित धारा एक फ्लक्स उत्पन्न करती है जो केवल प्राथमिक लपेटों से सम्बन्धित होती है। इसे प्राथमिक क्षरण फ्लक्स कहते हैं।

Fig 7 इन फ्लक्सों को प्रदर्शित करता है क्षरण फ्लक्स के कारण प्राथमिक और द्वितीयक दोनों लपेटों में क्षरण प्रतिबाधा होती है अर्थात् प्रत्येक स्वप्रेरण के emf की पीठिका होगी।



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 $L_1 X$ होता है। (जहां X 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 हैं। 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 ट्रांसफार्मर

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_1^2}$$

और द्वितीयक प्रतिबाधा

$$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + X_2^2}.$$

स्वतः ट्रांसफार्मर - सिद्धान्त - संरचना - लाभ - अनुप्रयोग (Autotransformer - principle - construction - advantages - applications)

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

- ट्रांसफार्मर का सिद्धान्त बताना
- स्वतः ट्रांसफार्मर की संरचना का वर्णन करना
- स्वतः ट्रांसफार्मर के लाभ, हानियाँ और प्रचालन विधि बताना ।

स्वतः ट्रांसफार्मर (Auto transformer)

- स्वतः ट्रांसफार्मर एक ऐसा ट्रांसफार्मर होता है जिसमें एकल वाइन्डिंग होती है जो कि प्राथमिक एवं माध्यमिक वाइन्डिंग के रूप में कार्य करती है ।
- स्वतः ट्रांसफार्मर फेरेडे के इलेक्ट्रोमैग्नेटिक इन्डक्शन के नियम के सेल्फ इन्डक्शन सिद्धान्त पर कार्य करता है ।

आपको स्मरण होगा कि ट्रांसफार्मर 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 वोल्टेज 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 ट्रांसफार्मर का उपयोग एक स्वट्रांसफार्मर 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 वोल्टता को क्रमशः नीचे अथवा अधिक करना है।

Fig 1 & 2 इन सम्बन्धों को प्रदर्शित करते हैं।

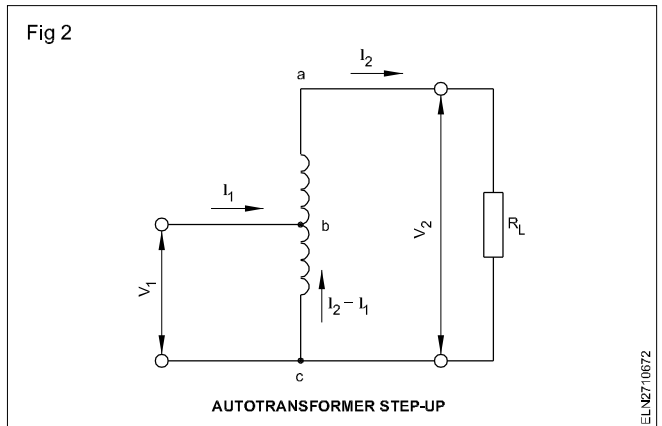
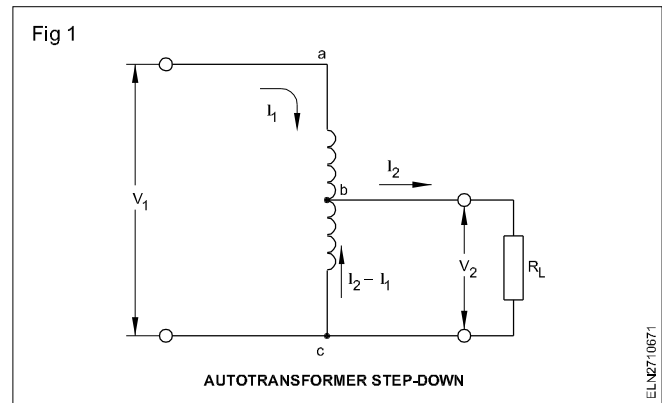


Fig.1 को ध्यान में रखते हुये निवेश वोल्टता V_1 पूर्ण लपेट a-c से सम्बन्धित होती है और भार R लपेटों के एक भाग के सिरों पर है अर्थात् BC के सिरों पर है। V_2 वोल्टता V_1 से ट्रांसफार्मर की दो लपेटों से रूढ़िवादी विधियों से अर्थात्

$$V_2 = V_1 \times \frac{N_{bc}}{N_{ac}} \quad \dots\dots\dots(1)$$

जहाँ N_{bc} और N_{ac} क्रमशः लपेटों में चक्करों की संख्या है। एक स्व ट्रांसफार्मर

में वोल्टता रूपान्तरण का अनुपात वही होता है जो एक साधारण ट्रांसफार्मर में होता है। इसलिये

$$a = \frac{N_{bc}}{N_{ac}} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2} \quad \dots\dots\dots(2)$$

जब अपचयन के लिये $a < 1$.

माना कि सुविधा के लिये प्रतिरोधक भार और द्वितीयक धारा $I_2 = V_2 / R_L$ है। यदि ट्रांसफार्मर को 100% दक्ष मान लिया जाय तो शक्ति निर्गम

$$P_L = V_2 I_2 \quad \dots\dots\dots(3)$$

ध्यान दें कि लपेट $a b$ के भाग में प्रवाहित होती है जबकि धारा I_1 शेष $b c$ भाग में प्रवाहित होती है। लपेट $b c$ में परिणमित प्रवाहित होने वाली धारा सदैव I_1 के बीच गणितीय अन्तर होता है। चूंकि वे सदैव विपरीत (दिशा) विपरीत रूप में लिये जाते हैं। 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 ट्रांसफार्मर में द्वितीयक धारा इस प्रकार प्रेरित होती है अर्थात्

$$I_1 + (I_2 - I_1) = I_2 \quad \dots\dots\dots(4)$$

इसलिये खण्ड $b c$ के कारण एम्पियर टर्न प्रतिस्थापित करने पर

$$I_2 = \frac{I_1}{a} \text{ and } N_{bc} = N_{ac} \times a \text{ Fig. 2 के अनुसार निर्मित होने}$$

पर हमें प्राप्त होता है,

Ampere turns of

$$\begin{aligned} bc &= (I_2 - I_1) N_{bc} = \left(\frac{I_1}{a} - I_1 \right) N_{bc} = \frac{I_1 N_{bc}}{a} - I_1 N_{bc} \\ &= I_1 N_{ac} - I_1 N_{bc} = I_1 N_{ab} \end{aligned}$$

(ie) ampere turns due to ab .

इस प्रकार खण्ड $b c$ और $a c$ के कारण एम्पियर टर्न एक दूसरे को संतुलित करते हैं जो सभी ट्रांसफार्मर 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।

$$\begin{aligned} P_L &= V_2 (I_1 + (I_2 - I_1)) \\ &= V_2 I_1 + V_2 (I_2 - I_1) \text{ watts} \end{aligned}$$

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): स्वट्रांसफार्मर :

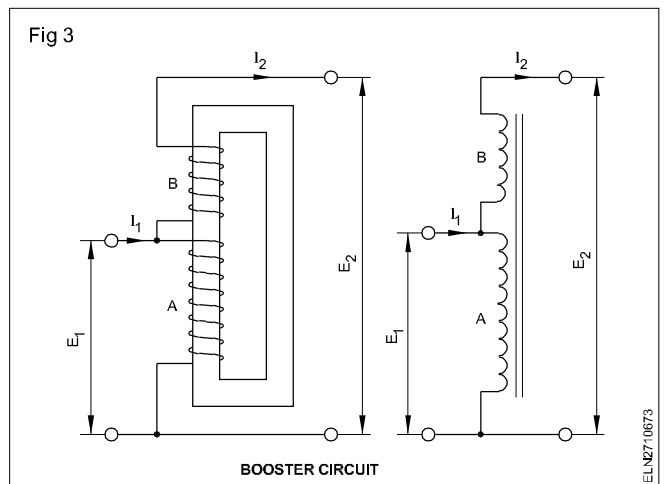
- कम मूल्य
- उत्तम वोल्टता नियामन
- आकार में छोटे
- भार में हल्के
- समान धारिता के दो लपेट ट्रांसफार्मर की तुलना में अधिक दक्ष

हानियां (Disadvantages): स्वट्रांसफार्मर में दो हानियां होती हैं।

- एक स्वट्रांसफार्मर द्वितीयक को प्राथमिक परिपथ से विलगित नहीं 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 ट्रांसफार्मर 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



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 चिह्नांकनों का अभिनिर्धारण करना
- धारा ट्रांसफार्मर का उपयोग करते समय अनुपालित किये जाने वाली सावधानियों करना
- धारा ट्रांसफार्मर को विनिर्देशित करना ।

मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर की आवश्यकता (Necessity of instrument transformer): मापन प्रयोजनों के लिये मापी यन्त्रों के संगम में प्रयुक्त ट्रांसफार्मर मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर कहलाते हैं। 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 प्रहस्ति धारा और वोल्टता अति उच्च होती है सीधा मापन सम्भव नहीं 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 ट्रांसफार्मर मापी यन्त्रों और रिलेज को उच्च धारा/वोल्टता सम्बन्धों से विद्युतीय विलगन कर देते हैं। 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 ट्रांसफार्मर हैं।

- धारा ट्रांसफार्मर (Current transformer)
- विभव ट्रांसफार्मर (Potential transformer)

उच्च धारा मापन के लिये प्रयुक्त ट्रांसफार्मर धारा ट्रांसफार्मर अथवा केवल 'CT' कहलाता है।

उच्च वोल्टता मापन के लिये प्रयुक्त ट्रांसफार्मर वोल्टता ट्रांसफार्मर अथवा विभव ट्रांसफार्मर अथवा संक्षेप में 'PT' कहलाता है।

मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर को उनके उपयोगों के अनुसार और भी विभाजित किया जा सकता है। a) मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर, मापी यन्त्रों के मापन के लिये और b) मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर नियन्त्रक रिलेज के लिये।

मापन प्रयोजन में प्रयुक्त मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर उच्च विशुद्धता के होते हैं लेकिन नियंत्रण और रक्षात्मक रिलेज मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर मध्यम में विशुद्धता के पर्याप्त हैं, पर उच्च विश्वसनीयता और दृढ़ता आवश्यक है।

सिद्धान्त (Principle): मापीयन्त्र ट्रांसफार्मर दो वेष्टन ट्रांसफार्मर की भांति पारस्परिक प्रेरण के सिद्धान्त पर कार्य करते हैं।

एक मापी यन्त्र ट्रांसफार्मर के प्रकरण में, निम्न डिजाइन कारकों को ध्यान देना चाहिये।

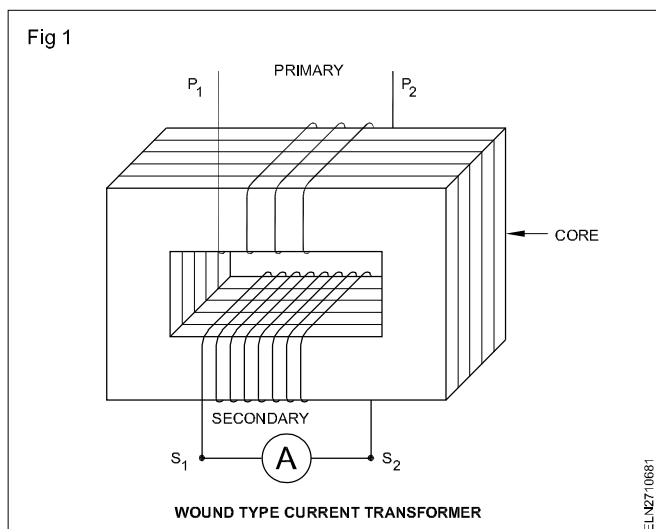
क्रोण (Core): त्रुटि को कम करने के लिये, चुम्बकन धारा कम रखनी चाहिये इसका अर्थ है कि क्रोण लघु प्रतिघात और लघु क्रोण ह्रास का होना चाहिये।

वेष्टन (Winding): द्वितीयक क्षरण प्रतिघात को कम रखने के लिये वेष्टन परस्पर समीप होना चाहिये, अन्यथा त्रुटि अनुपात में वृद्धि होगी। धारा ट्रांसफार्मर में वेष्टन को इस प्रकार डिजाइन करना चाहिये, कि प्रबल लघु पथित धारा के बिना विनाश का विरोध कर सके।

धारा ट्रांसफार्मर - रचना और सम्बन्ध प्रकार धारा ट्रांसफार्मर के विभिन्न प्रकार निम्न हैं (Current transformers - types of construction and connection)

करन्ट ट्रांसफार्मरों के विभिन्न प्रकार निम्नलिखित हैं :

वेष्टन प्रकार के धारा ट्रांसफार्मर (Wound type current transformer): Fig 1 के अनुसार क्रोण पर प्राथमिक वेष्टन में एक से अधिक पूर्ण चक्कर होते हैं।



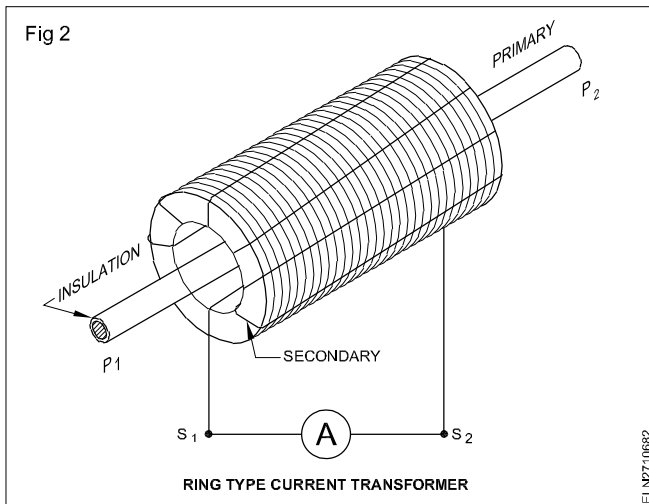
एक वेष्टन प्रकार के धारा ट्रांसफार्मर जिसमें आयताकार प्रकार का क्रोण होता है के सम्बन्ध Fig 1 में दिखाये गये हैं। सामान्यतः एम्पियर मापी

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 जोड़ा 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 हैं तो पूर्ण भार प्राथमिक एम्पियर टर्न 200 है फलस्वरूप द्वितीयक में 5Amp की धारा परिसंचरण के लिये द्वितीयक चक्करों की संख्या 200/5 अर्थात् 40 टर्न होना चाहिये।

अंगूठी प्रकार के धारा ट्रांसफार्मर (Ring type current transformer) इसमें केन्द्र पर एक निकास Fig 2 के अनुसार प्राथमिक वेष्टन के आवासित हो सकने के लिये होता है। Fig 2 में एक एकल चक्कर प्राथमिक अंगूठी प्रकार का धारा ट्रांसफार्मर प्रदर्शित किया गया है। इस धारा ट्रांसफार्मर में रोधित चालक जो मापी जाने वाली धारा ले जाता है ट्रांसफार्मर समुच्चय एक प्रवेश से निकलती है।

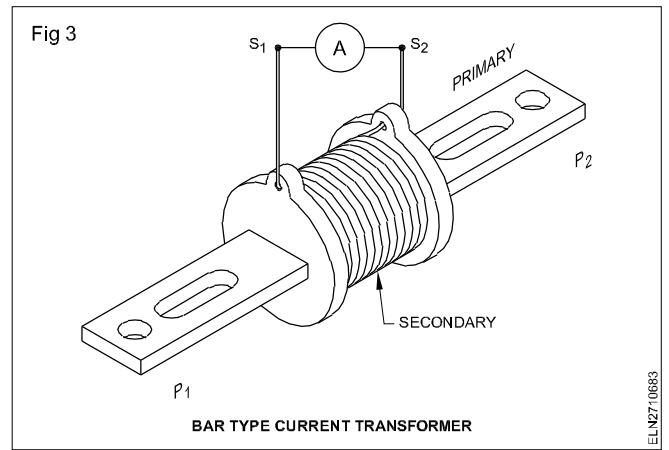


यदि द्वितीयक में 20 चक्कर हैं और इनका धारा परास 15 Amp है तो यह धारा ट्रांसफार्मर परिवर्तन अनुपात के अनुसार 100Amp की धारा माप सकता है।

क्लैम्प आन अथवा क्लिप आन एम्पियर मापी इसी सिद्धन्त पर कार्य करते हैं 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।

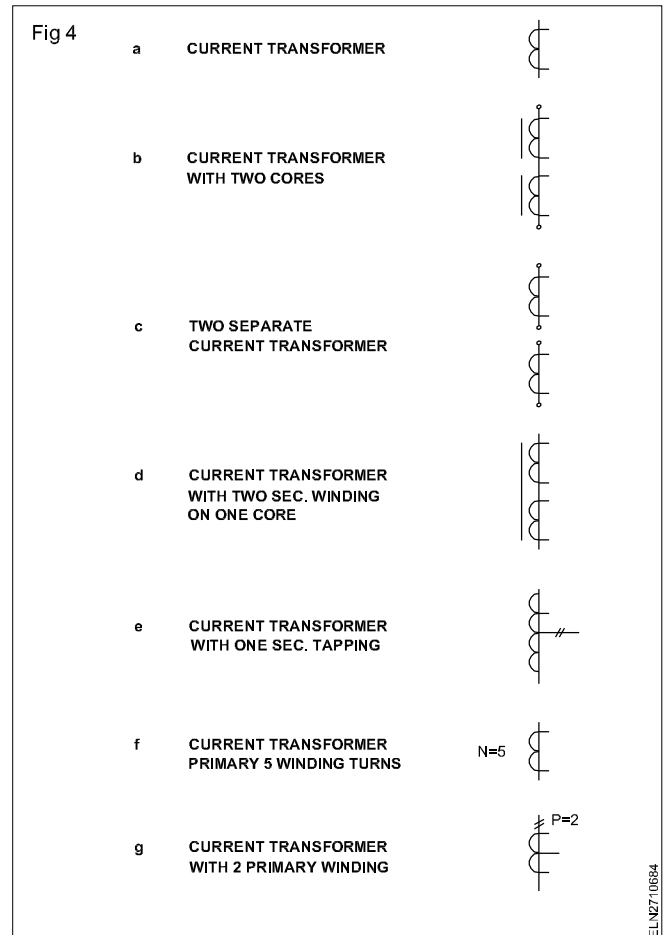
छड़ प्रकार के धारा ट्रांसफार्मर्स (Bar type current transformer): इस प्रकार में एक उचित आमाप की छड़ पर प्राथमिक वेष्टन होता है तथा द्वितीयक वेष्टन और क्रोण समुच्चयन पदार्थ धारा ट्रांसफार्मर एक एकीकृत भाग निर्मित करते हैं। जैसा कि Fig 3 में दिखाया गया है।

शुष्क प्रकार के धारा ट्रांसफार्मर (Dry type current transformer) इसमें शीतलन के लिये किसी प्रकार के द्रव अथवा अर्ध द्रव के प्रयोग की आवश्यकता नहीं होती।



तेल निमज्जित 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)



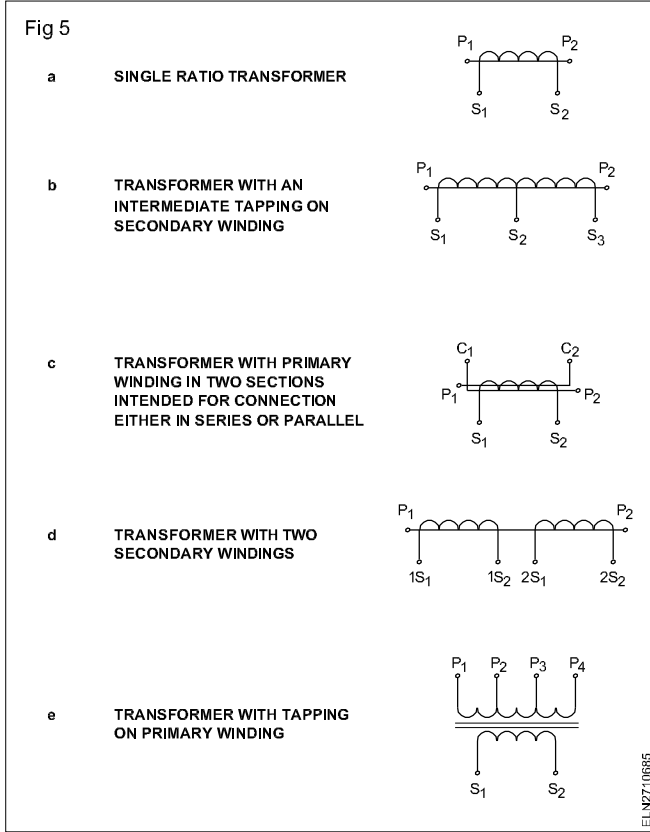
अंशांकन की विधि (Method of marking)

नीचे दिये गये मार्ग दर्शन के अनुसार अंशांकन करना चाहिये (IS 2705 (part 1 1981))

टर्मिनल्स का स्पष्ट और अक्षय अंशांकन उनके तल पर अथवा उनके निकट सामीप्य में करना चाहिये।

अंशाकन अक्षरों में आवश्यकता पड़ने पर संख्याओं से अनुगमित अथवा अग्रित होना चाहिये अक्षर बड़े ठप्पे में होंगे।

धारा ट्रांसफार्मर का अंशाकन Fig 5a से Fig 5e के अनुसार होगा।



सभी टर्मिनल्स जा P1 S1 और C1 से चिह्नित 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 ट्रांसफार्मर को निरूपित करता है जिनकी वृत्तियों 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 हैं।

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 विनिर्देशन 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।

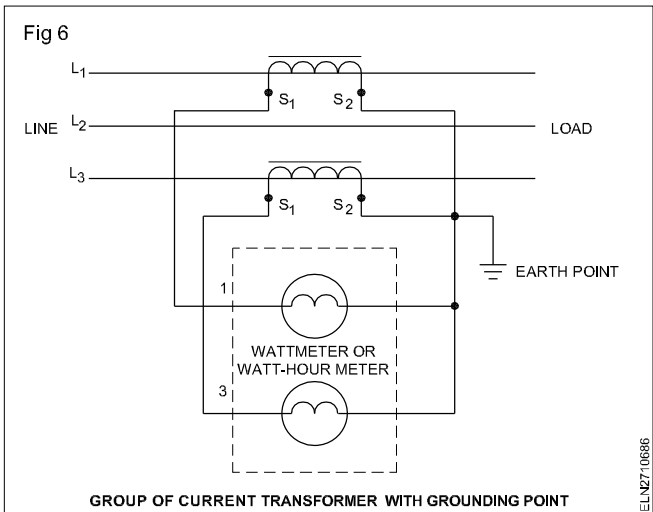
धारा ट्रांसफार्मर के उपयोग में सावधानियां (Precautions while using the transformer): एक साधारण ट्रांसफार्मर में आपूर्ति वोल्टता लगभग स्थायी रहती है और प्राथमिक धारा का परिमाण भार धारा पर निर्भर होता है, लेकिन धारा ट्रांसफार्मर में द्वितीयक धारा प्राथमिक धारा पर निर्भर करती है।

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 वेष्टन खुला परिपथ नहीं 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 नहीं 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 विपत्ति 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 सिरों का भी सम्पूर्णन करना होगा। रोधन भंजन की स्थिति में यह सुरक्षा कवच की भांति उपयोगी होगा।

परिपथ में एक से अधिक धारा ट्रांसफार्मर का उपयोग करने पर भू सम्पर्कन धारा ट्रांसफार्मर की समान ध्रुवता किनारो और Fig.6 के अनुसार परिपथ के प्रदर्शित बिन्दु पर करना चाहिये।



धारा ट्रांसफार्मर के विनिर्देशन (Specification of a transformer):
एक धारा ट्रांसफार्मर को क्रय करते समय नीचे के विनिर्देशों की जांच कर लेनी चाहिये।

- निर्धारित बोल्टता 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, ऊँचाई (यदि एक हजार मीटर से अधिक) आद्रता और

अन्य विशेष परिस्थितियां जो हैं, अथवा सम्भावित हैं जैसे जलवाष्प अथवा वाष्प ध्रुआं विस्फोटक गैस या कम्पन अत्यधिक धूल अनावरण इत्यादि।

- धारा ट्रांसफार्मर के सुरक्षात्मक प्रयोजनों के लिये विशुद्धता सीमा गुणक और कोई अतिरिक्त 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 हैं।

निर्धारित द्वितीयक धारा के मानक मान (Standard values of rated secondary current): द्वितीयक धारा के मानक मान एक एम्पियर अथवा पांच एम्पियर होंगे।

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 ट्रांसफार्मर का वोल्ट – एम्पियर बहुत कम होता है।

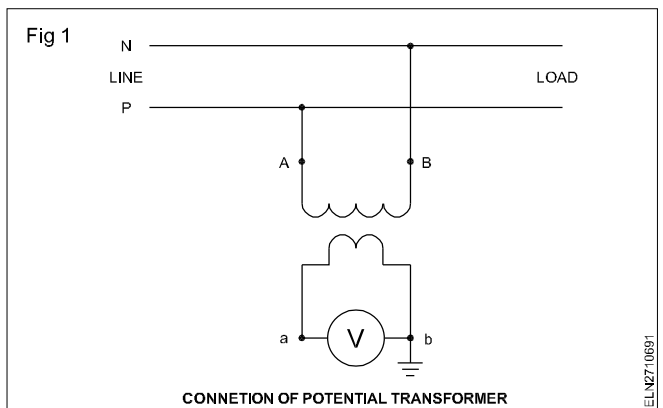
विभव ट्रांसफार्मर में त्रुटि को कम करने के लिये लघु चुम्बकीय पथ क्रोण पदार्थ की उत्तम गुणवत्ता, लघु फ्लक्स घनत्व और क्रोण का उचित समुच्चयन तथा अन्तर्वर्तन (Interlaying) वांछित होता है।

प्रतिरोध और क्षरण प्रतिबाधा को कम करने के लिये मोटे चालक प्रयुक्त होते हैं और दो वेष्टन एक दूसरे के अधिकतम समीप रखे जाते हैं।

क्रोण का कोष अथवा क्रोण प्रकार की रचना हो सकती है। लघु वोल्टता ट्रांसफार्मर के लिये साधारणतयः क्रोस रचना प्रयुक्त होती है।

क्षरण प्रतिघात को अल्पतम रखने के लिये प्राथमिक और द्वितीयक वेष्टन सम अक्षीय होते हैं रोधन समस्या के समाधान के लिये क्रोण के पास प्रायः एक लघु वोल्टता वेष्टन (द्वितीयक) रख दिया जाता है। लघु वोल्टता ट्रांसफार्मर के लिये प्राथमिक वेष्टन कुण्डल का हो सकता है लेकिन उच्च वोल्ट ट्रांसफार्मर के लिये वेष्टन को अनेक लघु कुण्डलों में विभाजित कर देते हैं।

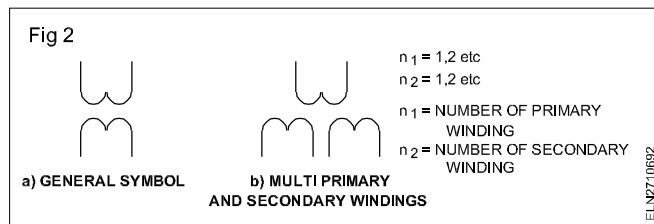
Fig 1 में एक विभव ट्रांसफार्मर के सम्बन्ध प्रदर्शित किये गये हैं। सामान्यतः 110V पर पूर्ण पैमाना विक्षेप पाने के लिये विभव ट्रांसफार्मर के द्वितीयक से वोल्ट मापी सम्बन्धित रहता है।



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 हैं द्वितीयक टर्न दो हैं और प्राथमिक एक 220V के वोल्टता स्रोत से सम्बन्धित है तो रूपान्तरण अनुपात के अनुसार द्वितीयक वोल्टता 110 होगी।

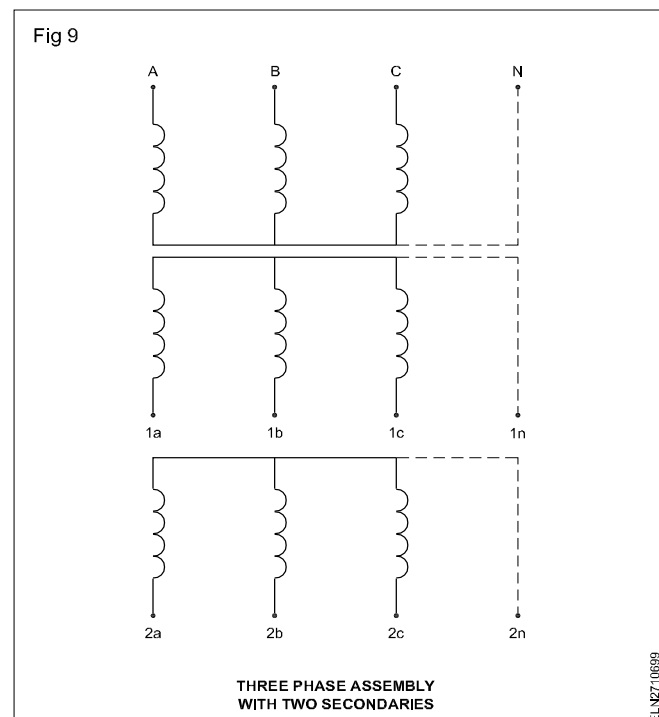
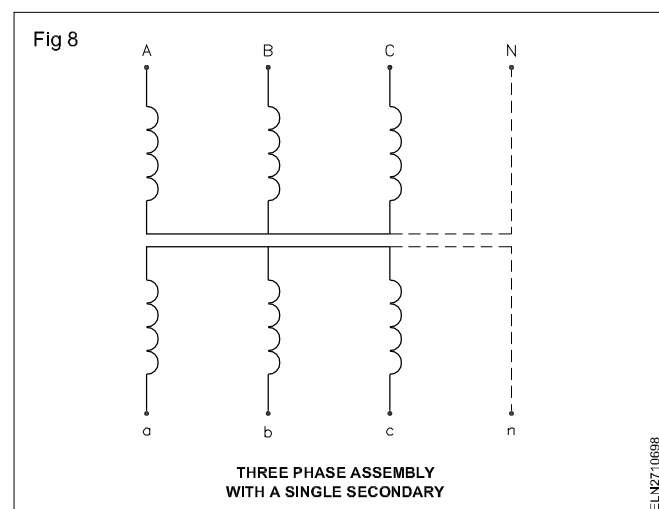
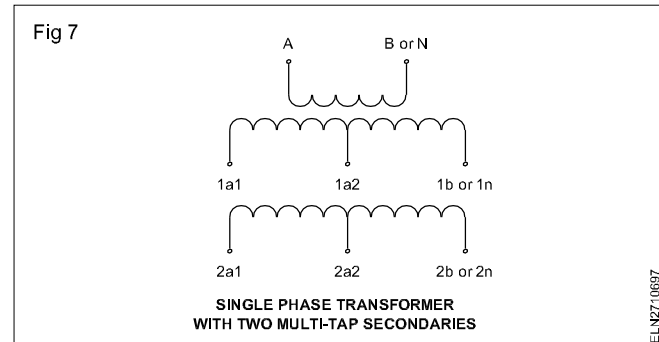
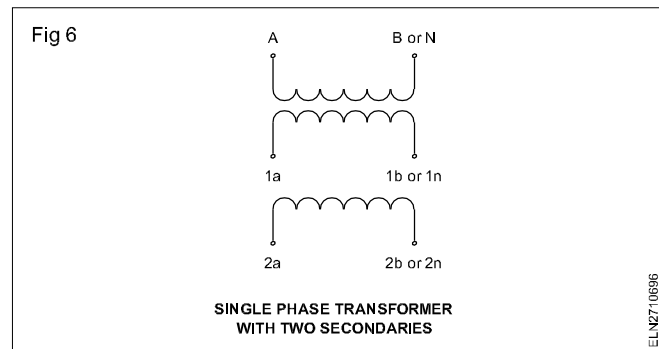
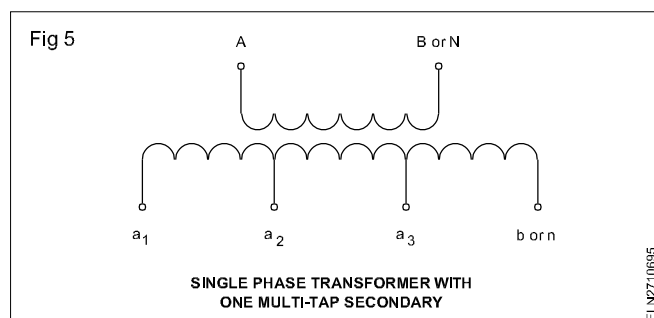
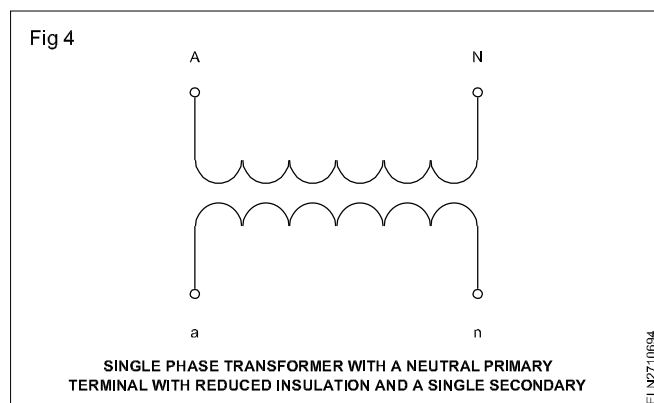
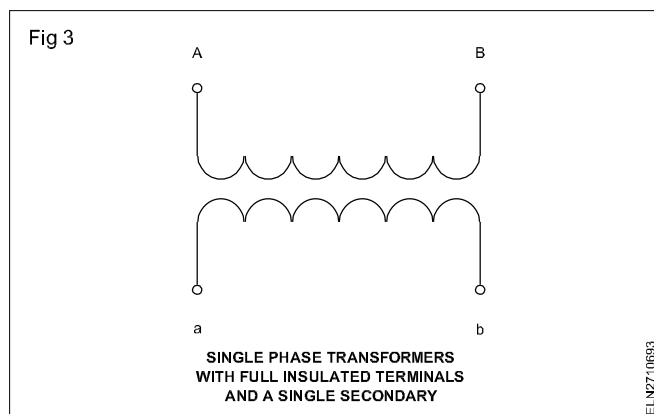
IS 3156 (भाग 1) 1978 के अनुसार संस्तुति प्रतीक और टर्मिनल चिह्न (Recommended symbols and terminal marking as per I.S. 3156 (Part I) 1978) (Fig 2):

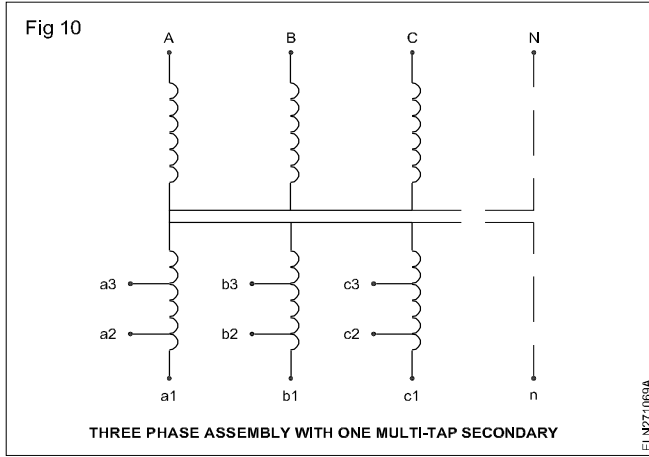


चिह्नांकन विधि (Method of marking):

नीचे दिये गये मार्ग दर्शन के अनुसार टर्मिनल्स का चिह्नांकन करना चाहिये। (IS 3156) (भाग 1 1978)

IS के अनुसार एक विभव ट्रांसफार्मर के संस्तुतित चिह्न Fig 3-10 में दिये गये हैं।





चिह्नांकन 3-10 तक उपयुक्तता के अनुसार होगा। बड़े अक्षर ABC और N प्रारम्भिक वेष्टन टर्मिनल और छोटे abc और n उनके संगत द्वितीयक वेष्टन टर्मिनल्स के लिये हैं।

अक्षर ABC पूर्ण रोधित टर्मिनल और N भू सम्पर्क 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 हैं।

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 जुड़े रिलेज अथवा उसके जुड़े विमोचन कुण्डलों से जो वोल्टता ट्रांसफार्मर से जुड़े हैं के व्यक्तिगत बोझों से निर्मित है।

जब व्यक्तिगत बोझ ओमिक मानों में व्यक्त किये जाते हैं तो कुल बोझ का आकलन प्रवेष्टता को योगित करके ज्ञात किया जाता है। प्रवेष्टता मान को VA बोझ में निर्धारित वोल्टता के वर्ग को प्रवेष्टता मान से गुणा करके परिवर्तित किया जाता है।

निर्धारित निर्गम (Rated output): यह आभासी शक्तिमान है (विनिर्देशित शक्ति गुणक पर वोल्ट एम्पियर में) जिसे ट्रांसफार्मर से

निर्धारित बोझ जुड़े 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 हैं।

- 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 प्रेमकृत्य और वोल्टता ट्रांसफार्मर 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)
- वेष्टन सम्बन्ध (Winding connection)
- निर्धारित वोल्टता गुणक (Rated voltage factor)
- सेवा परिस्थितियां जैसे धारा ट्रांसफार्मर भवन के अन्दर अथवा बाहर अति लघु ताप, ऊंचाई (यदि 1000 मीटर से अधिक) आर्द्रता और अन्य विशेष परिस्थितियां जो हैं अथवा सम्भावित हैं जैसे जल वाष्प और वाष्प धुआं विस्फोटक गैसें कम्पन्न अत्यधिक धूल अनावरण इत्यादि
- विशेष लक्षण जैसे सीमित परिसीमायें
- वोल्टता ट्रांसफार्मर को तारा जनित्र और भूमि के बीच तारा बिन्दु से जोड़ना है।

- वोल्टता ट्रांसफार्मर के रक्षण की कोई अन्य सूचना
- अधिष्ठापन विद्युत रूप से अनावरणित है अथवा नहीं
- कोई अन्य सूचना
- Fig 10 तीन फेस की एसम्बली दर्शाता है जिसमें एक मल्टी-टेप सेकन्डरी है।

विश्व 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

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 संबंधित समस्या को हल करना।

मल्टी रेंज वाटमीटर की रीडिंग लेना (Reading multi-range wattmeters): मल्टी रेंज वाटमीटर एक नियंत्रित मीटर है और शक्ति नापते समय उस नियंत्रक को गणना में लेना चाहिए। मीटर नियंत्रक (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 :

प्रेसर क्वाइल रेंज x करंट क्वाइल रेंज

मीटर कान्स्टेन्ट (मल्टीप्लीकेशन कारक) =

$$\frac{\text{Pressure coil range} \times \text{Current coil range}}{\text{Maximum dial reading in watts (Full scale reading in watts)}}$$

एक मल्टी रेंज वाटमीटर का उपयोग करते हुए निम्न उदाहरण द्वारा एक प्रशिक्षणार्थी को मीटर नियंत्रक निकालना सिखा सकते हैं।

उदाहरण (Example) एक वाटमीटर का निम्न मल्टी रेंज है।

प्रेसर क्वाइल coil 500/250/125 volts

करंट क्वाइल coil 20/10/5 amps (Fig 1)

यहाँ अधिकतम डायल रीडिंग (फुल स्केल डीफ्लेक्शन FSD) 625 वाट दिखा रहा है मीटर नियंत्रक और वास्तविक शक्ति निकाले यदि मीटर 600वाट पढ़ता दिए गए पारस के अनुसार

A 500V, 10A

B 125V, 5A

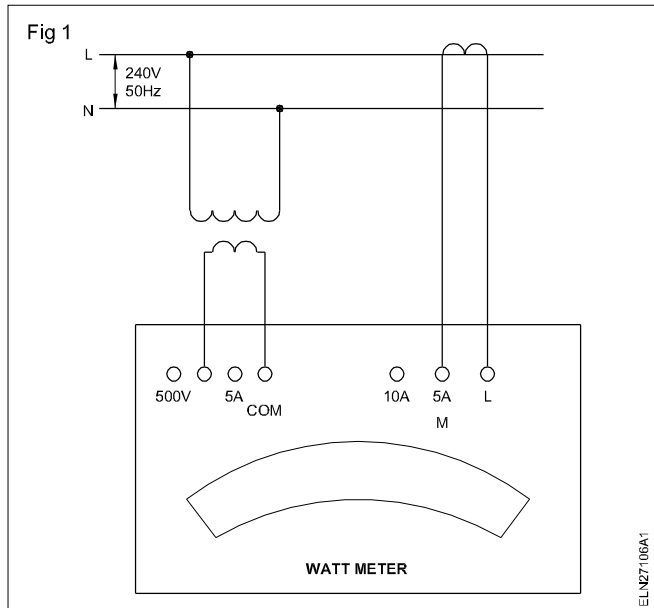
294

इलेक्ट्रिकल : इलेक्ट्रीशियन (NSQF स्तर 5) - अभ्यास 2.7.106 से सम्बंधित सिद्धांत

एकल कला ट्रांसफार्मर जो एक तीन कला निकाय की एक लाइन और उदासीन बिन्दु से जुड़ा 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 ट्रांसफार्मर के लिये द्वितीयक वोल्टता का निर्धारण मान 100 अथवा 110V होगा।



रेंज A 500V, 10A (RANGE A 500V, 10A)

$$\frac{\text{Pressure coil range} \times \text{Current coil range}}{\text{Maximum dial reading in watts (Full scale reading in watts)}}$$

$$= \frac{500 \times 10}{625} = 8$$

वास्तविक शक्ति = वाटमीटर रीडिंग x मीटर नियंत्रक (मल्टीप्लीकेशन फैक्टर MF)

$$= 600 \times 8 = 4800 \text{ वाट}$$

रेंज B 125V, 5 A (RANGE B 125V, 5 A)

$$\text{मीटर नियंताक} = \frac{125 \times 5}{625} = 1$$

(मल्टीपलीकेशन फैक्टर MF)

$$\text{वास्तविक शक्ति} = 600 \times 1 = 600 \text{ वाट}$$

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 एवं PT के माध्यम से सर्किट को मापने के लिए तो हमें CT अनुपात और PT अनुपात को ध्यान में रखना होगा।

ऐसे सर्किट में वास्तविक शक्ति का खपत होता है।

$$P = \text{वाटमीटर रीडिंग} \times \text{मल्टीपलीकेशन फैक्टर MF (मीटर कासेटेन्ट MC)} \\ \times \text{CT अनुपात} \times \text{PT अनुपात} = \text{वाट}$$

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।

$$\text{तब मल्टीपलीकेशन फैक्टर MF} = \frac{\text{Voltage range} \times \text{Current range}}{\text{Maximum dial reading}}$$

$$\text{मीटर नियंताक} = \frac{125 \times 5}{625} = 1$$

वास्तविक शक्ति सर्किट द्वारा खपत P

$$\text{वाटमीटर रीडिंग} = x \text{ MF} \times \text{CT अनुपात} \times \text{PT अनुपात}$$

$$= 500 \times 1 \times \frac{25}{5} \times \frac{250}{110}$$

$$= 500 \times 1 \times 5 \times 2.272$$

$$= 5680 \text{ W or } 5.68 \text{ KW}$$

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 हैं। उच्च धारा और वोल्टताओं के साथ ऊर्जा मापन के लिये धारा और विभव ट्रांसफार्मर के साथ तीन कला ऊर्जा मापी भी प्रयुक्त किये जाते हैं।

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 विक्षेपित कर देना चाहिये।

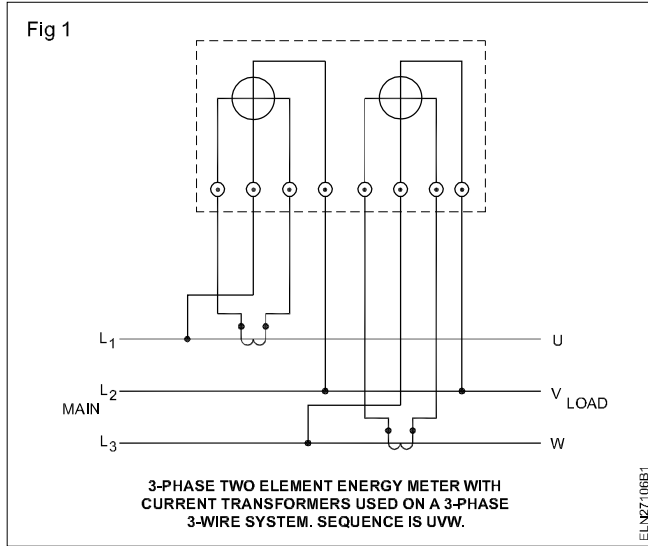
मानक मापीयन्त्र ट्रांसफार्मर प्रचालित ऊर्जा मापियों के लिये धारा कुण्डल 5A अथवा 1A के लिये निर्धारित होते हैं जबकि विभव कुण्डलों का निर्धारण 110V अथवा 100V के लिये होता है। एक धारा ट्रांसफार्मर का उपयोग उपलब्ध मापी निर्धारण से उच्च भार धारा निर्धारण होने पर किया जाता है।

जब केवल उच्च धाराओं को ही समंजित करना होता है तो मापी केवल CTs के साथ ही प्रयुक्त किये जाते हैं।

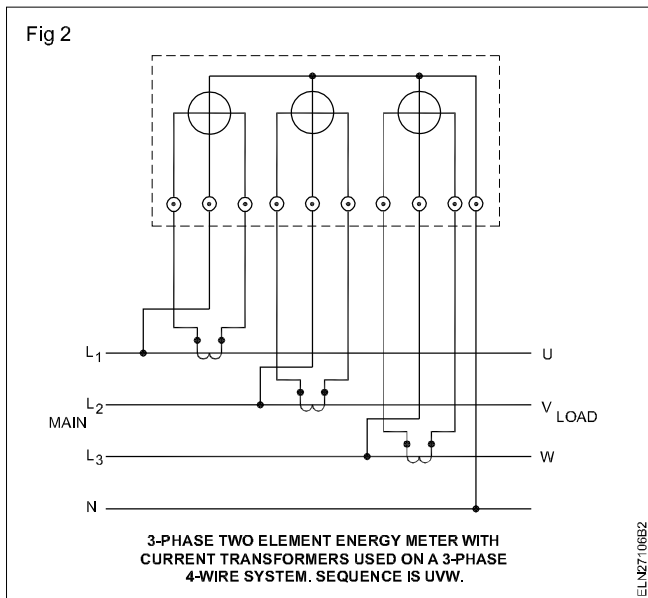
मानक मापीयन्त्र ट्रांसफार्मर चालित ऊर्जा मीटर के लिए करन्ट कोईलों को 5A अथवा 1A के लिए रेट किया जाता है, जबकि विभव कायलों को 110V अथवा 100V के लिए रेट किया जाता है।

करन्ट ट्रांसफार्मर 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 ऊर्जा मापी के साथ CTs और 2PTs के लिये Fig 1 में एक सम्बन्ध आरेख दिखाया गया है।



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।



उदाहरण 1: एक उद्योग में, 400V- तीन कला 50Hz के लिये 200HP भार जुड़ा 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

$$I_L = \frac{HP \times 746}{\sqrt{3} V \times PF} = \frac{200 \times 746}{\sqrt{3} \times 400 \times 1} = 215A$$

$$\text{Rating of CT} \frac{215}{5} = 43$$

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 जुड़े हैं Fig 3 में दिखाये गये हैं।

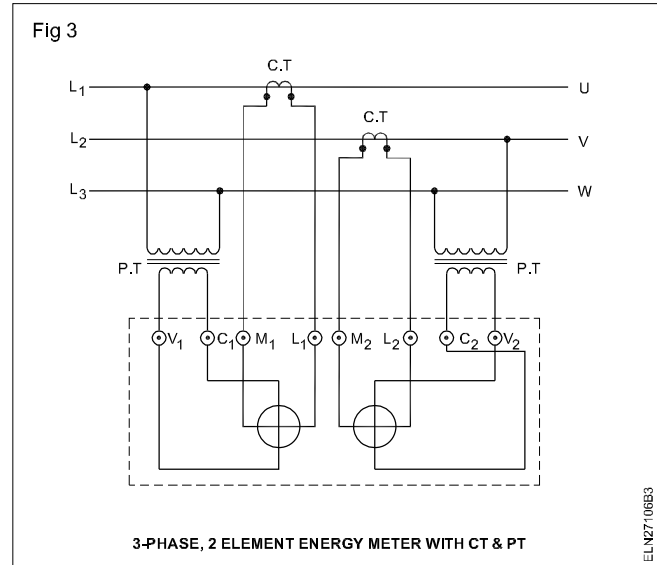
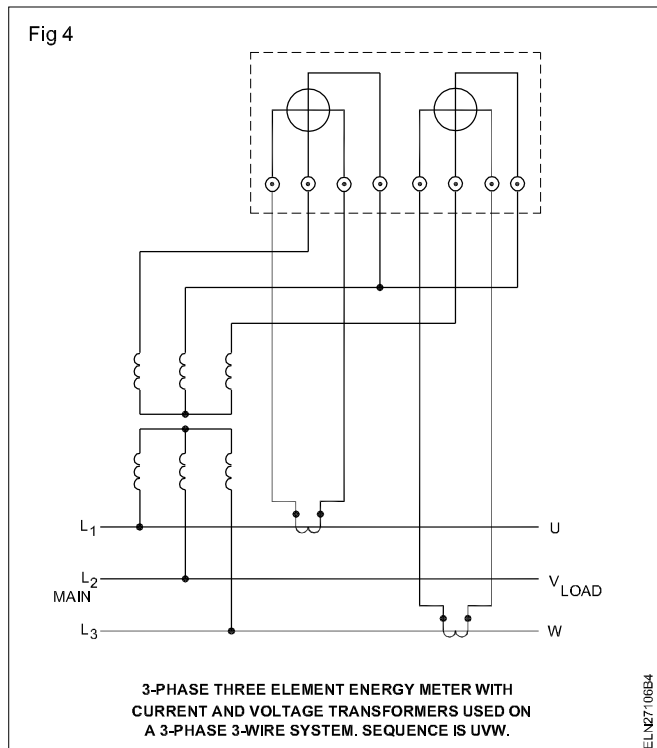


Fig 4 में CT और PT के साथ एक तीन घटक ऊर्जा मापी जो एक तीन कला चार तार निकाय से जुड़ा है दिखाया गया है।

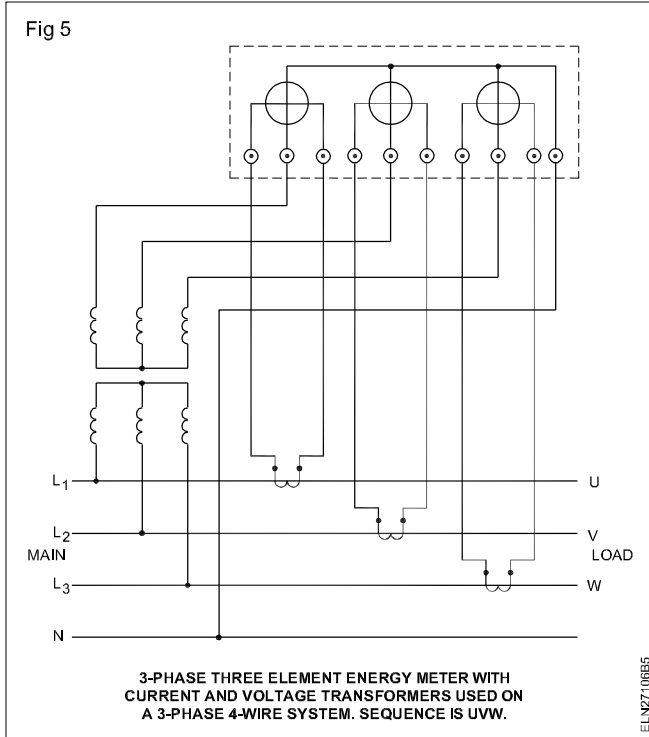


3-एलीमेन्ट एनर्जी मीटर CT और PT के साथ (CT and PT with 3- element energy meter): Fig 5 में एक C.T और P.T वाला A3-एलीमेन्ट एनर्जी मीटर को 3-फेज़, 4-वायर सिस्टम के साथ जोड़ा हुआ दिखाया गया है।

प्रयुक्त घनीय मापन 11kv अथवा उच्च वोल्टता के HT पंक्ति के साथ एक तीन कला CTs जिन्हें किआस्क कहते हैं PTs से निर्मित होता है।

किआस्क से केबल्स मापी पैनल पर आते हैं। सामान्यतः kWH, KVARH और KVAH को मापने के लिये त्रिसदिश मापी प्रयुक्त किया जाता है।

Fig 5



इस मीटर में तीन मीटर का सेटअप होता है जो kWH, KVARH और KVAH के रूप में लौड द्वारा पयुक्त 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 आपूर्ति 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 जोड़ा 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

$$= (426 - 369) \times 1000$$

$$= 57 \times 1000 = 57000 \text{ Units.}$$

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)

ट्रांसफार्मर में लौहा (core) ह्रास (Hysteresis + 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, परिवर्ती चुम्बकीय फ्लक्स से लिंक होती है। इसलिए इसमें परिसंचारी धारा प्रेरित हो जाती है। ये भवर धारा (eddy current), जैसा कि इन्हें कहते हैं, हिस्टेरिसिस कहलाये जाने वाले प्रभाव के साथ एक साथ, लौह कोर में ऊष्मा के रूप में शक्ति ह्रास उत्पन्न करते हैं।

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 सक्यूलेटिंग करन्ट एडी का उसके पश्चात् I^2R ह्रास होगा। इसको **आयरन लास (अथवा) कोर लास (अथवा) कान्स्टेंट लास** भी कहते हैं ।

चूँकि ट्रांसफार्मर 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 ।

$$\text{हिस्टेरिसिस ह्रास } W_h = K_h B_m^{1.6} \text{ वाट,}$$

$$\text{भवर धारा ह्रास } W_e = K_e f^2 K_f B_m^2$$

$$\text{जहाँ } K_h = \text{हिस्टेरिसिस नियतांक,}$$

$$K_f = \text{फार्म गुणक (Form factor)}$$

$$K_e = \text{भवर धारा नियतांक}$$

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।

सिलिकन स्टील का उच्च संतृप्ति बिंदु, उच्च फ्लक्स घनत्व पर अच्छा परावैद्युतांक तथा मध्यम ह्रास होता है। सिलिकन, 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 हैं, जो तांबे के तारों को गर्म करते हैं, तथा इसके कारण वोल्टता पतन होता है। इस ह्रास को तांबा ह्रास भी कहते हैं। ह्रास को लघु पथित परीक्षण से मापा जाता है।

ट्रांसफार्मर 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 परीक्षण करने की विधि का वर्णन करना
- ठीक लौह ह्रास की गणना करना ।

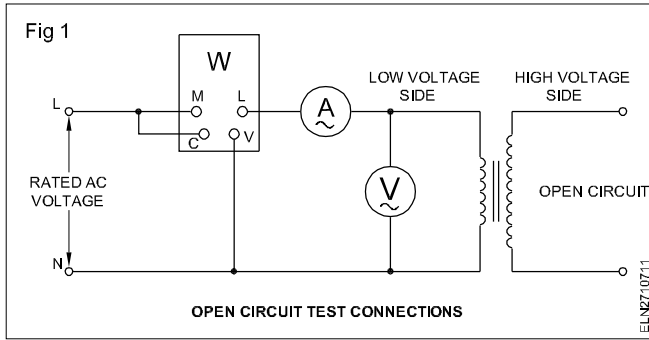
खुला परिपथ (The open circuit)

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 आपूर्ति निवेशी

शक्ति मुख्यतः कोर ह्रास को प्रदर्शित करता है। क्योंकि भार रहित धारा अपेक्षाकृत कम होता है, 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 है। 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, क्योंकि 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

$$\text{लौह ह्रास} = W_i = W_0 - \text{भारहीन तांबा ह्रास}$$

$$W_i = W_0 - (I_0)^2 R$$

W_0 = भाररहित वाटमीटर को रीडिंग

$$\text{भाररहित तांबा ह्रास} = (I_0)^2 R$$

R = वाइलिंग का प्रतिरोध जिसमें OC परीक्षण की गणना की जाती है।

I_0 = भार रहित करंट

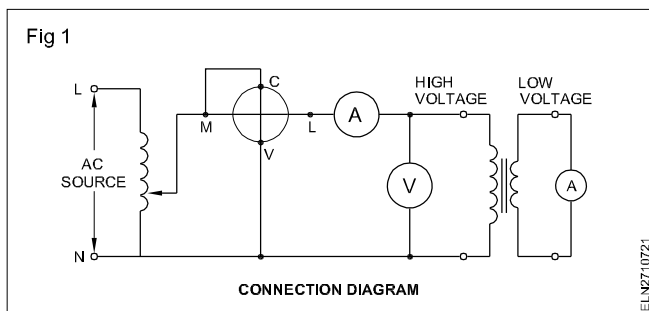
ट्रांसफार्मर का लघु परिपथ परीक्षण (Short circuit (S.C) test of a transformer)

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

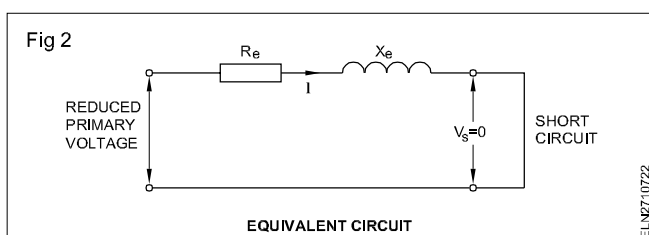
- एकल कला ट्रांसफार्मर का लघु परिपथ परीक्षण करने की विधि बताना
- उच्च वोल्टता परिपथ के परिप्रेक्ष्य में, ट्रांसफार्मर के तुल्य प्रतिरोध तथा समतुल्य रिआक्टान्स की गणना करना
- तांबा ह्रास की गणना करना।

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 उपकरण 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 (Impedance), 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 अत्यधिक कम करने के साथ फ्लक्स भी उसी सीमा तक कम हो जायेगा, क्योंकि 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 हैं।

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।

$$R_{eH} = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^2} \text{ ohms}$$

$$Z_{eH} = \frac{V_{sc}}{I_{sc}} \text{ ohms}$$

$$\text{and } X_{eH} = \sqrt{Z_{eH}^2 - R_{eH}^2} \text{ ohms}$$

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)

$$R_{eH} = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^2} = \frac{268}{(8.332)^2} = 3.86 \Omega$$

$$Z_{eH} = \frac{V_{sc}}{I_{sc}} = \frac{72}{8.33} = 8.64 \Omega$$

$$\text{and } X_{eH} = \sqrt{Z_{eH}^2 - R_{eH}^2} \\ = \sqrt{8.64^2 - 3.86^2} = 7.73 \Omega$$

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) :

सामान्यतः किसी वैद्युत उपकरण की दक्षता

$$\eta = \frac{\text{निर्गम शक्ति}}{\text{निवेश शक्ति}} = \frac{\text{निर्गम शक्ति}}{\text{निर्गम शक्ति} + \text{ह्रास}} \dots (1)$$

जहाँ: η दक्षता को व्यक्त करने वाला प्रतीक है। जब समीकरण (1) को गुणक 100 से गुणा कर देते हैं दक्षता प्रतिशत में होगी।

ट्रांसफार्मर की दक्षता 95 से 98% के परास में उच्च होती है इसका अर्थ है कि ट्रांसफार्मर ह्रास निवेश शक्ति का 2 से 5 % तक होते हैं।

दक्षता की गणना करते समय यह उत्तम है कि निवेश और निर्गम शक्तियों का सीधा मापन न करके ट्रांसफार्मर ह्रास को ज्ञात किया जाय। जब बड़े ट्रांसफार्मर को लेते हैं अप्रहस्तित शक्ति केवल परीक्षण के प्रयोजन के लिये आरोपित करने लिये अति अधिक होती है।

ट्रांसफार्मर निर्धारण निर्गम kVA (MVA) पर आधारित होती है इसलिये दक्षता के समीकरण को निम्न प्रकार लिख सकते हैं।

$$\eta = \frac{KVA_{out} \times PF}{(KVA_{out} \times PF) + \text{Copper loss} + \text{core loss}}$$

अधिकतम दक्षता की स्थिति (Condition for maximum efficiency):

एक ट्रांसफार्मर 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 ट्रांसफार्मर का निर्धारण 10 kVA 2200/220V 50Hz निम्न परिणामों के साथ परीक्षित किया गया।

$$\text{लघु पथित शक्ति निवेश परीक्षण} = 340 W$$

$$\text{खुला परिपथ शक्ति निवेश परीक्षण} = 168 W$$

ज्ञात करें

- इस ट्रांसफार्मर की पूर्ण भार पर दक्षता
- भार जिस पर अधिकतम दक्षता होती है।

भार शक्ति गुणक 0.80 पश्च है।

हल :

- 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 $I^2 R_{eq} = 340W$

η_{max} पर तांबाह्रास = $(I')^2 \times R_{eq} = 168W$

$$\text{Therefore, } \frac{I^2 R_{eq}}{I'^2 R_{eq}} = \frac{340}{168}$$

$$\text{or } I' = I \sqrt{\frac{168}{340}}$$

यह वह गुणक है जिससे शक्ति कम होती है

$$\text{Therefore, } P_{atmax\eta} = \sqrt{\frac{168}{340}} \times (10000 \times 0.8)$$

$$= 5623 W$$

$$P_{atmax\eta} = 5623 W$$

$$= 70.26\% \text{ of } 8000 W$$

$$= 0.7026 \text{ of full load.}$$

or

$$\text{Therefore, } \eta_{max} = \frac{5623}{5623 + 168 + 168} \times 100$$

$$= 94.36\%$$

सकल दिवस दक्षता (All day efficiency)

प्रदीप्त, ट्रांसफार्मर और अधिकतम वितरण ट्रांसफार्मर दिवस में कुल 24 घण्टों तक पूर्ण भार पर नहीं होते। इस प्रकार के वितरण की प्रचालन दक्षता रखने के लिये ट्रांसफार्मर्स अभिकल्पित किये जाते हैं जिससे पूर्ण भार की तुलना में लघु मान पर उनकी दक्षता अधिकतम हो।

All day efficiency

$$= \frac{\text{Output in 24 hours}}{\text{Output in 24 hours} + \text{losses in 24 hours}}$$

$\eta_{all day}$

$$= \frac{\text{Output KWh 24 hours}}{\text{Output KWh(24 hours)} + \text{losses KWh (24 hours)}}$$

यहाँ लोहे का ह्रास पूरी अवधि के लिए गिना जाता है जबकि तांबे का ह्रास उस पर निर्भर करता है कि ट्रांसफार्मर कितने समय तक लोड किया गया है और लोड का प्रतिशत क्या है।

उदाहरण : एक 100 kVA वितरण ट्रांसफार्मर का पूर्ण ह्रास 3kW है पूर्ण भार पर ह्रास लौह और तांबा ह्रासों में समान रूप से विभाजित होते हैं। किसी दिन ट्रांसफार्मर को प्रदीप्त भार से सम्बन्धित किया जाता है और निम्न दिये गये भारों पर प्रचालित किया जाता है।

- पूर्णभार पर एकांक P.F. 3 घण्टे
- अर्धपूर्ण भाग पर एकांक P.F. 4 घण्टे
- 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

- पूर्ण भाग पर तीन घण्टों में ऊर्जा निर्गम
= 100 KVA x 1 x 3 = 300 KWh
- अर्ध पूर्ण भार पर चार घण्टों में ऊर्जा निर्गम
= 100 x 1/2 x 1 x 4 = 200 KWh.

पूर्ण भार के समय KWh में नष्ट ऊर्जा

$$= 3 KW \times 3h = 9 KWh.$$

पूर्ण भार पर

$$\text{लौह ह्रास} = \text{तांबा ह्रास} = 3.0 \div 2 = 1.5 kW$$

अर्ध पूर्ण भार पर तांबा ह्रास

$$= 1.5 \times (1/2)^2 = 1.5/4 KW.$$

इसलिये अर्ध पूर्ण भार के समय ऊर्जा ह्रास

$$= 4 घण्टों के लिये लौह ह्रास + 4 घण्टों के लिये तांबा ह्रास$$

$$= (1.5 \times 4) + (1.5/4 \times 4)$$

$$= 6 + 1.5 = 7.5 KWh.$$

ट्रांसफार्मर (24-7) घण्टे = 17 घण्टे शून्य भार रहता है।

17 घण्टों के लिये स्थिर हास = $1.5 \times 17 = 25.5 \text{ KWh}$.

24 घण्टों के लिये कुल हास = $(9 + 7.5 + 25.5) \text{ KWh}$
= 42 KWh

$\eta_{\text{all day}}$

$$= \frac{\text{Output KWh 24 hours}}{\text{Output KWh(24 hours) + losses (24 hours)}} = \frac{(300 + 200)}{(300 + 200) + 42} = 0.922$$

$\eta_{\text{allday}} = 92.2\%$

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 ट्रांसफार्मर 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 ट्रांसफार्मर के प्रकरण में पूर्ण होना चाहिये।

साथ ही भार के लिये शक्ति गुणक ही बताना चाहिये क्योंकि वोल्टता नियामन भार शक्ति गुणक पर निर्भर नहीं करता जैसा कि तुल्य कालिक जनित्रों के साथ होता है।

सामान्यतः

$$\text{वोल्टता नियामन} = \frac{V_{\text{no load}} - V_{\text{load}}}{V_{\text{load}}} \times 100\%$$

माना कि शून्य भार पर द्वितीयक टर्मिनल वोल्टता V_0 है

भार पर द्वितीयक टर्मिनल वोल्टता V_s है

$$\text{तो प्रतिशत नियामन} = \frac{V_0 - V_s}{V_s} \times 100$$

गणना में प्रयुक्त किये गये आंकिक मान इस बात पर निर्भर करते हैं 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 ट्रांसफार्मर के द्वितीयक पर स्थान्तरित कर दिया जाय प्राप्त परिणाम समान होते हैं।

उदाहरण (Example):

11KV/440V, 100KVA ट्रांसफार्मर का द्वितीयक वोल्टेज पर नो-लोड पर 426 V है। पूरे लोड के स्थिति में 0.92 पावर फैक्टर पर वही 410V है। ट्रांसफार्मर के वोल्टेज रेग्युलेशन के प्रतिशत की गणना करें।

हल (Solution):

$$\% \text{ वोल्टेज रेग्युलेशन का प्रतिशत} = \frac{V_0 - V_s}{V_s} \times 100$$

$$\begin{aligned} \text{वोल्टेज रेग्युलेशन का \%} &= \frac{426 - 410}{410} \times 100 \\ &= \frac{16}{410} \times 100 \\ &= 3.9\% \end{aligned}$$

दो एकल फेज 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 समान्तर प्रचालन की आवश्यकता स्पष्ट करना
- दो ट्रान्सफार्मर को समान्तर में सम्बन्धित करने के लिये 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 ट्रान्सफार्मरों 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 स्वीच "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 ट्रान्सफार्मर खराब हो जाता है अथवा काम नहीं करता तो अन्य ट्रान्सफार्मर कुछ लोड 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 समान्तर चलना आर्थिक रूप में अधिक लाभदायक है।
- 6 छोटे ट्रान्सफार्मरों के रखरखाव की कार्यसूची बनाना आसान होता है जिससे रखरखाव और स्पेयरपार्टों का खर्चा कम हो जाता है।

शर्तों (Conditions)

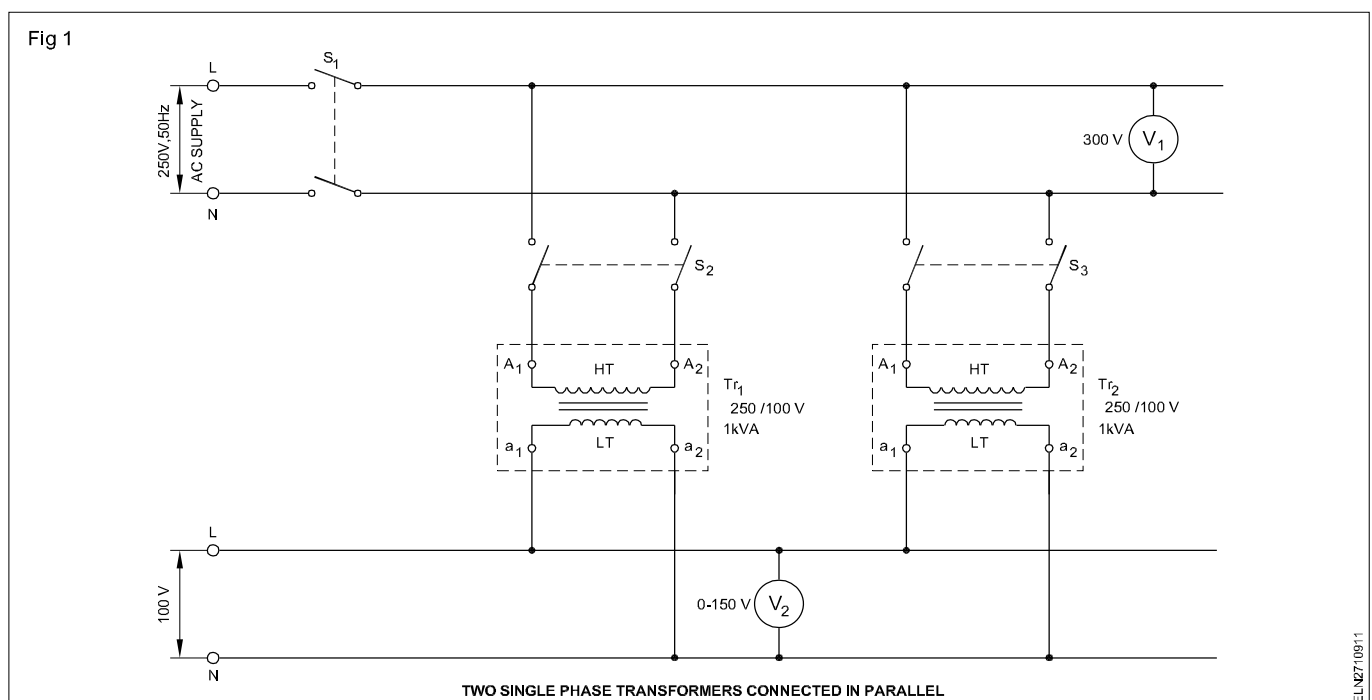
- 1 समान वोल्टता अनुपात
- 2 इनपुट वोल्टेज समान होना चाहिए
- 3 समान प्रति एकांक (अथवा प्रतिशत) प्रति बाधा
- 4 समान ध्रुवता
- 5 समान कला अनुक्रम और शून्य आपेक्षिक कला विस्थापन, for 3 phase transformers.

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 ट्रान्सफार्मरों के बीच, भार विभाजन उत्तम होगा।

समान्तर प्रचालन (Parallel operation)

Fig 1 में समान्तर में सम्बन्धित दो एकल कला ट्रान्सफार्मर प्रदर्शित किये गये हैं इनके प्राथमिक लपेट एक ही आपूर्ति से जुड़े हैं और द्वितीयक लपेट एक उभय भार को आपूर्ति प्रदान करता है।



जब समान्तर में दो अथवा अधिक ट्रांसफार्मर प्रचालित हो रहे हैं तो उनको सतोंप जनक प्रदर्शन के लिये निम्न प्रतिबन्ध पूरे होने चाहिये।

वोल्टता अनुपात (Voltage ratio) : यदि विभिन्न ट्रांसफार्मर के खुले द्वितीयक होने पर यदि वोल्टता पाठ समान्तर में है तो यह समान मान प्रदर्शित नहीं करेगा। उसमें द्वितीयकों के बीच परिसंचरित धारायें होगी। (इसलिये प्राथमिक में भी) जब द्वितीयक टर्मिनल समान्तर में सम्बन्धित है। ट्रांसफार्मर 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 ट्रांसफार्मर के, अतिरिक्त उष्मित हो जाने पर पूर्ण भार निर्गम असम्भव होगा।

प्रतिबाधा (Impedance) : दो ट्रांसफार्मर 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।

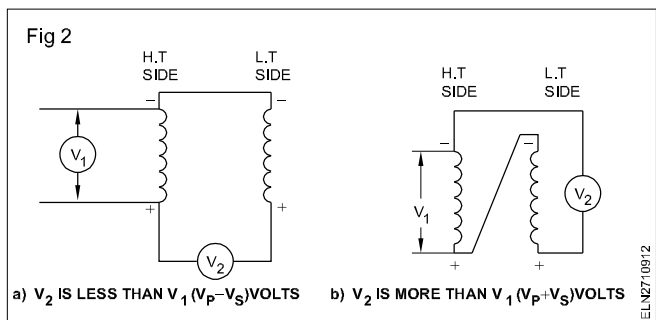
प्रति एकांक प्रतिबाधा के गुणता गुणक में अन्तर (अर्थात् प्रतिबाधा का प्रतिरोध से अनुपात) दो धाराओं के विचलन कोण में परिणमित होता है इसलिये सयुक्त निर्गम की तुलना में एक ट्रांसफार्मर उच्च और दूसरा लघु शक्ति गुणक पर कार्य करेगा।

ध्रुवता अथवा टर्मिनलों का सत्यापन (Verification of terminals or Polarity) : ट्रांसफार्मर 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 ट्रांसफार्मर को उनके प्राथमिक और द्वितीयक ओर से समान्तर में जोड़ना है तो समान ध्रुवता के टर्मिनल को एक साथ जोड़ा जा सकता है अन्यथा दो लपेटों के बीच उच्च परिसंचरण धारा उत्पन्न होगी।

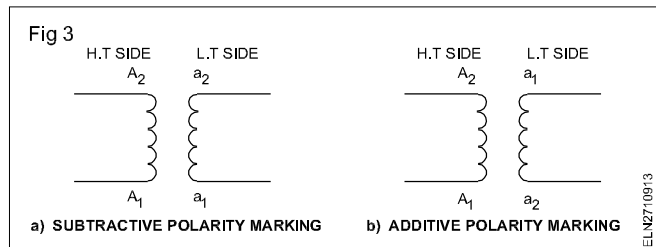
ध्रुवता को ज्ञात करने के लिये मानक प्रक्रिया को नीचे स्पष्ट किया जा रहा है :-

- 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 का पाठ V से कम है जैसा कि Fig 2a में प्रदर्शित किया गया है प्राथमिक और द्वितीयक emf विरोध में होते हैं धनात्मक ओर के लिये प्राथमिक पर चिन्हांकन A होगा और ऋणात्मक के लिये A होगा यदि सम्बन्ध Fig 2b के अनुसार होते हैं वोल्ट मीटर V की तुलना में अधिक पढ़ेगा। इससे यह निश्चित होता है कि विपरीत सिरे सम्बन्धित हैं।



यदि ट्रांसफार्मर 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।



ट्रांसफार्मर का श्रेणीबद्ध (सिर्फ सेकण्डरी) 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 शर्तों का वर्णन करना।

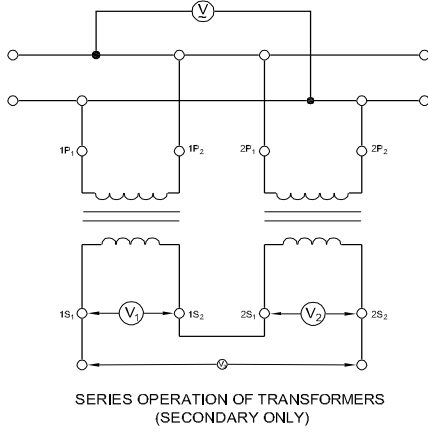
श्रेणीबद्ध प्रचालन (Series operation)

(Fig 1) में दो समान ट्रांसफार्मर को श्रेणीक्रम में (सिर्फ सेकण्डरी) प्रचालन का संयोजन डायग्राम दिखाया गया है।

श्रेणी बद्ध प्रचालन की आवश्यकता (Necessity for series)

सामान्यतः ट्रांसफार्मर कुछ मानक में ही समान इनपुट और आउटपुट (secondary) वोल्टेज में उपलब्ध होता है परंतु कुछ माध्यमिक मान जैसे , 36V, 48 V विशेष उद्देश्य हेतु प्राप्त करने ट्रांसफार्मर (सेकण्डरी सिर्फ) को श्रेणी में प्रचालन आवश्यक है।

Fig 1



ELN2710921

श्रेणी प्रचालन में यदि दोनों ट्रांसफार्मर का सेकण्डरी 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)

दोनों ट्रांसफार्मर में समान होना चाहिए-

- वोल्टेज अनुपात/टर्न अनुपात समान होना चाहिए
- ध्रुवता (Polarities) समान हो
- दोनों T/F की कोर समान हो (कोर या सैल टाइप)

- दोनों ट्रांसफार्मर की इनपुट वोल्टेज समान होना चाहिए
- दोनों ट्रांसफार्मर को KVA रेटिंग समान होना चाहिए
- प्रतिशत इंपीडेंस/प्रतियूनिट इंपीडेंस दोनों ट्रांसफार्मर समान होना चाहिए।

सावधानियाँ (Precautions)

- दोनों ट्रांसफार्मर की सेकण्डरी का ध्रुवता संयोजन सही तरीके से होना चाहिए श्रेणी संयोजन की तरह वोल्टेज को जोड़कर प्राप्त करने से आउटपुट वोल्टेज शून्य प्राप्त होगा।
- यदि आउटपुट वोल्टेज एक ट्रांसफार्मर के सेकण्डरी से दो गुना वोल्टेज प्राप्त हो रहा हो। तो स्थिति में सेकण्डरी वाइंडिंग के इंसुलेशन स्तर की जाँच कर सावधानी रखें।

तीन फेस ट्रांसफार्मर - सम्बन्धन (Three Phase transformer - Connections)

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

- ट्रांसफार्मर सम्बन्धनों तीन फेज ट्रांसफार्मरों का कोणीय डाइवर्जन बताना
- विभिन्न प्रकार के सम्बन्धनों के लिये उच्च वोल्टता और लघु वोल्टता लपेटों के बीच कलान्तर को घड़ी की घंटा सुई द्वारा व्यक्त करना
- ट्रांसफार्मरों का वेक्टर समूह बताना
- ट्रांसफार्मर के स्काट सम्बन्ध का स्पष्टीकरण करना और इसके उपयोग बताना ।

ट्रांसफार्मर बैंक (Transformer Bank)

अन्य वैद्युत युक्तियों की भांति ट्रांसफार्मर 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 ट्रांसफार्मर बैंक कहलाता है।

एक तीन कला ट्रांसफार्मर के उच्च वोल्टता और लघु वोल्टता लपेटों के टर्मिनल्स स्टार में अथवा डेल्टा में एक तीन कला निकाय से जोड़ने के लिये सम्बन्धित किये जाते हैं।

ट्रांसफार्मर के किसी एक भाग के प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डल में प्रेरित emf होती है जो समय कला में हैं। तीन एकल कला ट्रांसफार्मर 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 हैं तो यह कहा जाता है कि ट्रांसफार्मर लपेट स्टार डेल्टा में सम्बन्धित है। (Y-Δ अथवा Y-d) इसी प्रकार

स्टार - स्टार (Yy)

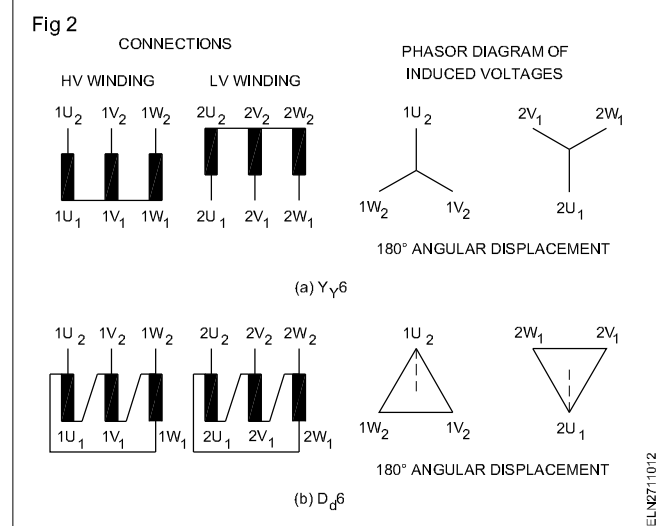
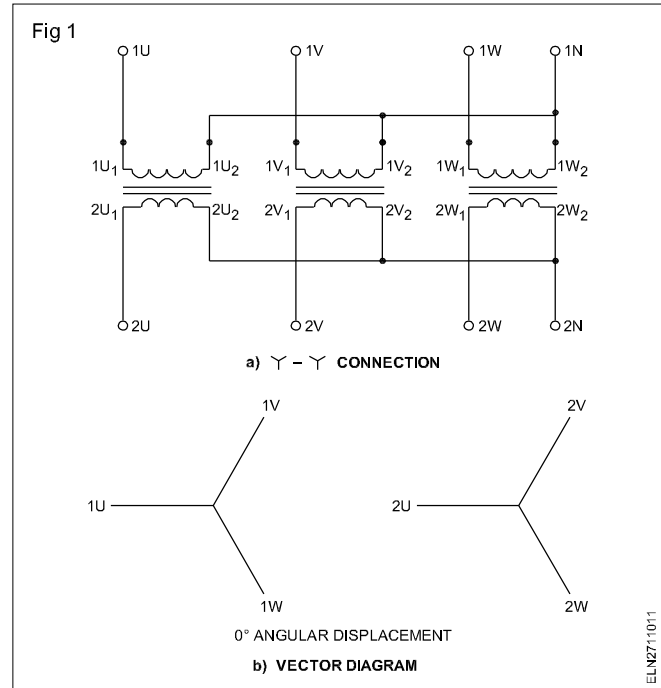
डेल्टा — डेल्टा (Dd)

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 वोल्टताओं 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 वोल्टताओं में उच्च वोल्टता और लघु वोल्टता लपेट में समय कला विस्थापन 180° होगा।

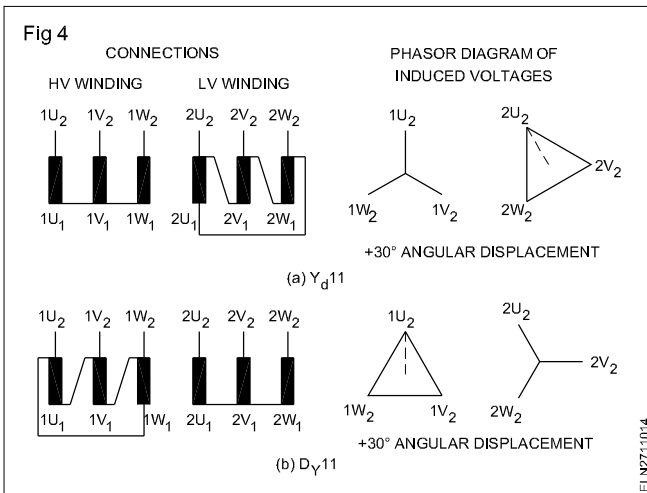
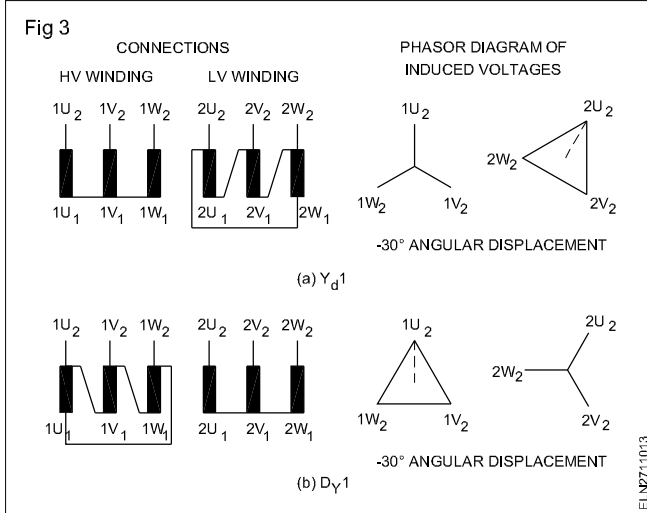


यदि प्राथमिक उच्च वोल्टता और द्वितीयक लघु वोल्टता किनारों की लपेटों को Y-D अथवा D-y में Fig 3 (a) (b) के अनुसार है कला विस्थापन 30° होगा।

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 $+30^\circ$ 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।



घड़ी 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 घड़ी के घण्टे की सुई से तुलना करके व्यक्त किया जा सकता है।

जब घड़ी की घण्टे की सुई 12^o स्थिति पर होती है तो इसको Fig 5a के अनुसार शून्य विस्थापन माना जाता है।

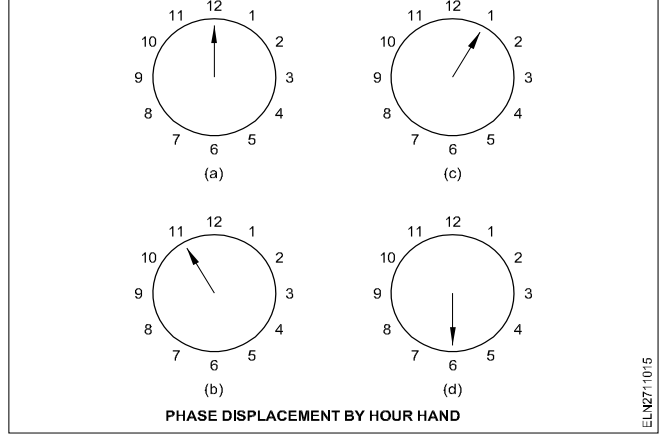
जब घण्टे की सुई की स्थिति 6^o स्थिति में विस्थापन 180° होता है।

जब घड़ी की सुई 1^o स्थिति में विस्थापन -30° होता है।

जब यह घड़ी की स्थिति 11^o पर होती है विस्थापन $+30^\circ$ होता है। वामावर्ती घनात्मक 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 समूहों में किया जाता है। जिन्हें सदिश समूह कहते हैं। hv, lv किनारों के बीच समान कला विस्थापन वाले ट्रांसफार्मर एक समूह में वर्गीकृत होते हैं। विभिन्न सदिश समूह व्यवस्था जो प्रयोग में लायी जाती हैं और उनके सम्बन्ध प्रतीक भारतीय मानक IS: 2026 (भाग IV)- 1977 में दिये गये हैं।

ट्रांसफार्मर के सतोंप प्रद समान्तर प्रचालन के लिये उनको समान सदिश समूह का होना चाहिये। नीचे कुछ विशिष्ट सम्बन्ध दिये गये हैं 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 नहीं 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 हैं।

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 हैं। प्राथमिक और द्वितीयक लपेटें क्रमशः CB, cb से Fig. 6 में व्यक्त की गयी हैं। अन्य ट्रांसफार्मर जिसे टीजर ट्रांसफार्मर कहते

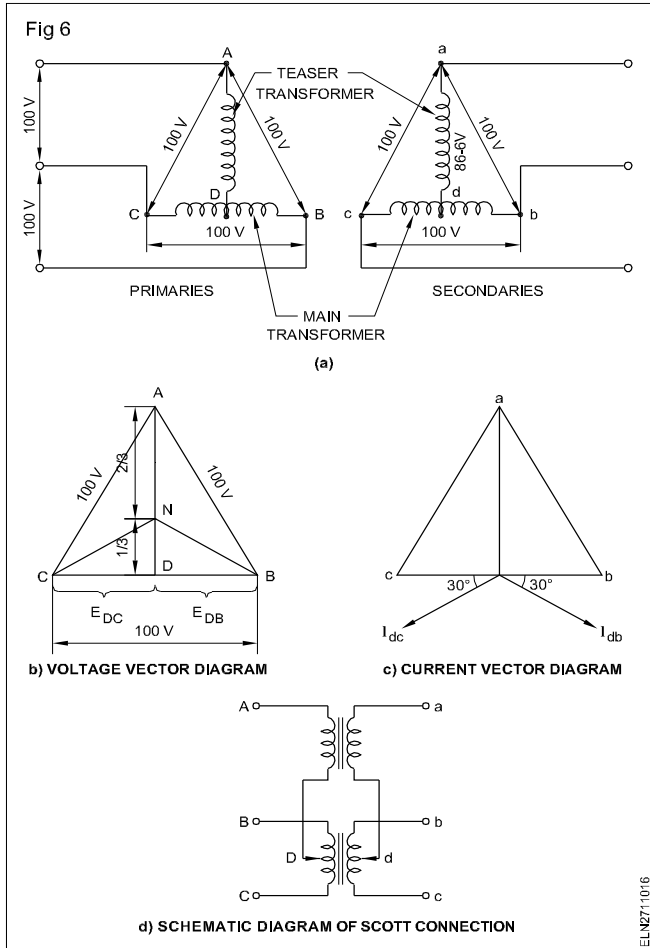
हैं, का निष्कासन 0.866 होता है और प्राथमिक तथा द्वितीयक लपेटों का एक सिरा टीजर ट्रांसफार्मर (माना D और d) से जोड़ कर मेन ट्रांसफार्मर के प्राथमिक और द्वितीयक केन्द्र से निष्कासित किया जाता है।

टीजर ट्रांसफार्मर का दूसरा सिरा A और मुख्य ट्रांसफार्मर प्राथमिक के दो सिरों B, C तीन कला आपूर्ति से जोड़े जाते हैं।

टीजर ट्रांसफार्मर के द्वितीयक के एक सिरों a से और मुख्य ट्रांसफार्मर 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।



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। ट्रांसफार्मर निर्धारण इसकी KVA निर्धारण का 86.6% प्रतिबन्धित रहता है। उपयुक्त लपेट अनुपात से ट्रांसफार्मर 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 ट्रांसफार्मर का KVA निर्धारण।

प्राथमिक के सिरों पर वोल्टता 11000V

टीजर प्राथमिक के सिरों पर वोल्टता 0.866×11000

मेन 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 $660 \times 0.866 = 572V$

$$\begin{aligned} \text{The secondary line current } I_{LS} &= \frac{I_{LP}}{k} = \frac{1.732}{\frac{660}{11000}} \\ &= \frac{1.732 \times 11000}{660} \\ &= \frac{173.2}{6} = 28.87A \end{aligned}$$

मुख्य KVA निर्धारण = $11000 \times 1.732 \times 10^{-3}$

$$= 19.05 \text{ kVA}$$

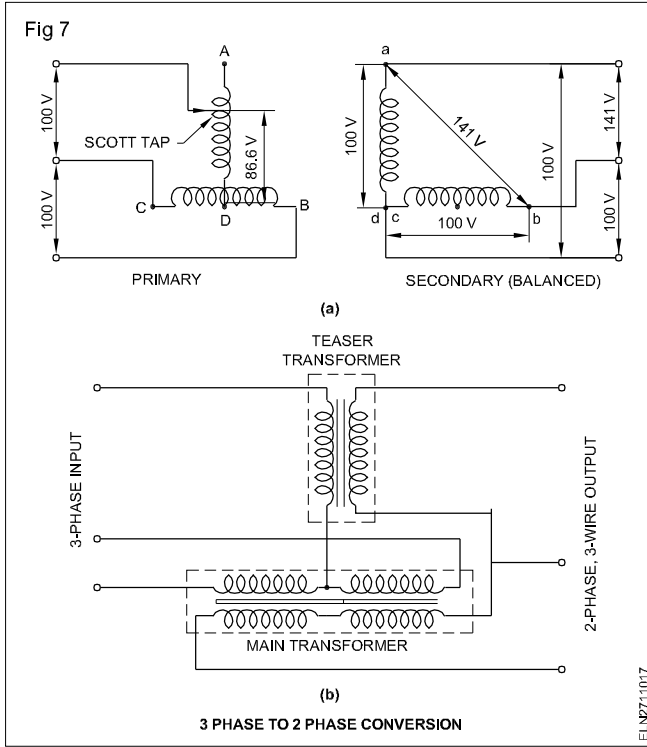
टीजर KVA = $0.866 \times \text{मुख्य KVA}$

$$= 0.866 \times 19.05 = 16.4KVA$$

तीन कला का दो कला में परिवर्तन व्यक्ति क्रम में (3-phases to 2-phase conversion and vice versa): विद्युत शक्ति आपूर्ति के औद्योगिक अनुप्रयोगों में कुछ उपस्कर जैसे विद्युत भट्टियाँ और वेल्डिंग ट्रांसफार्मर में दो कला आपूर्ति 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 ट्रांसफार्मर को वांछित वोल्टता और उपयुक्त रूपान्तरण अनुपात के अनुसार अभिकल्पित किया जा सकता है। Fig 7 (a) सम्बन्धों की व्यवस्था प्रदर्शित करता है जबकि परिपथ व्यवस्था Fig 7 (b) में प्रदर्शित की गई है।



तीन एकल कला ट्रांसफार्मर 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 अर्थात् यथेष्ट शक्ति परिमाण के प्रहस्तन के लिये अनेक विधियां उपलब्ध है। तीन ट्रांसफार्मर के एक समूह के प्राथमिक और द्वितीयक लपेटों के लिये चार सम्भव विधियां हैं जिन्हें परस्पर सम्बन्धित किया जा सकता है जिससे तीन कला परिपथ से ऊर्जा का स्थानान्तरण अन्य परिपथ में किया जा सके, वे हैं :

प्राथमिकों में Y द्वितीयकों में Y

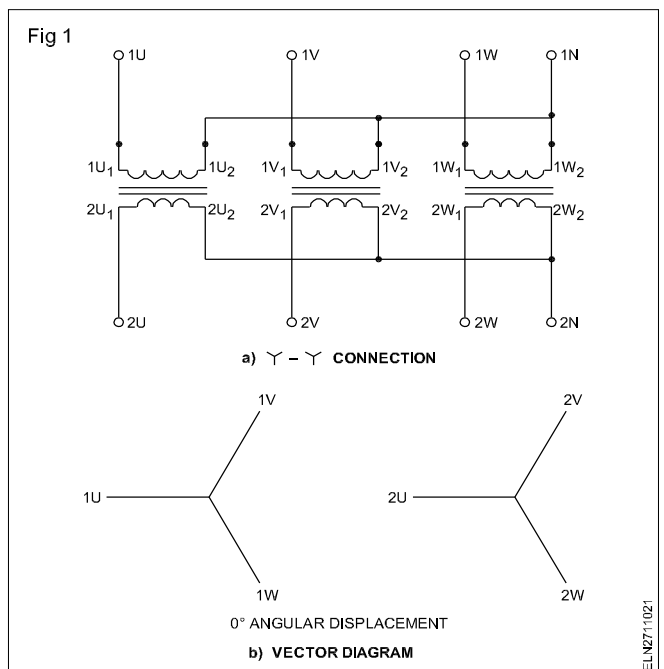
प्राथमिकों में Y द्वितीयकों में Δ

प्राथमिकों में Δ द्वितीयकों में Δ

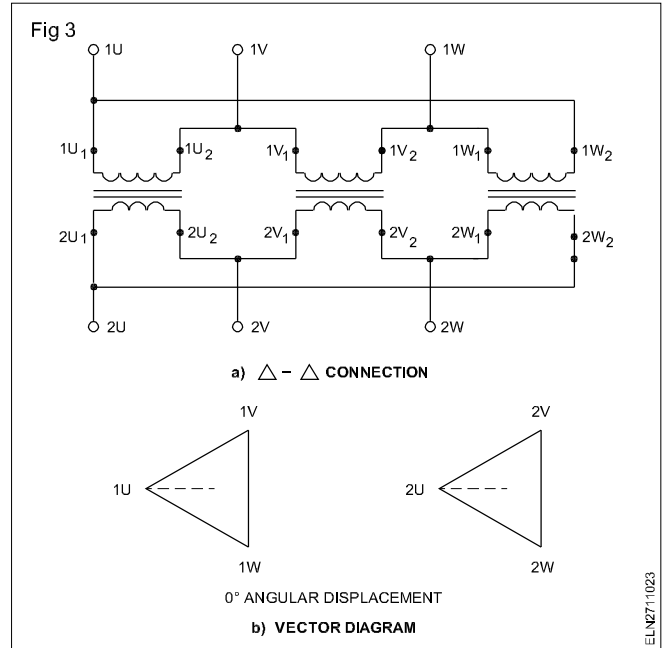
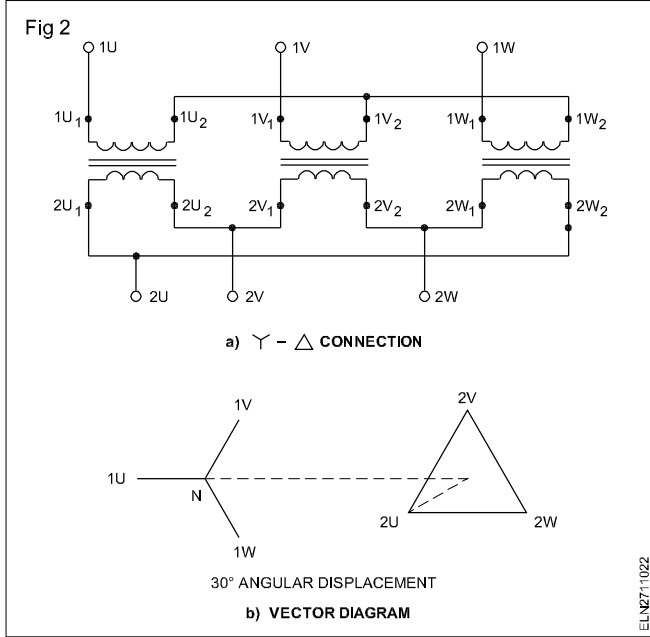
प्राथमिकों में Δ द्वितीयकों में Y

सितारा/सितारा अथवा Y/Y सम्बन्ध: Fig 1 में तीन ट्रांसफार्मर 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 ट्रांसफार्मर 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 ट्रांसफार्मर को सितारा में सम्बन्धित करते हैं और द्वितीयक उन द्वितीयक सम्बन्धों से निर्मित



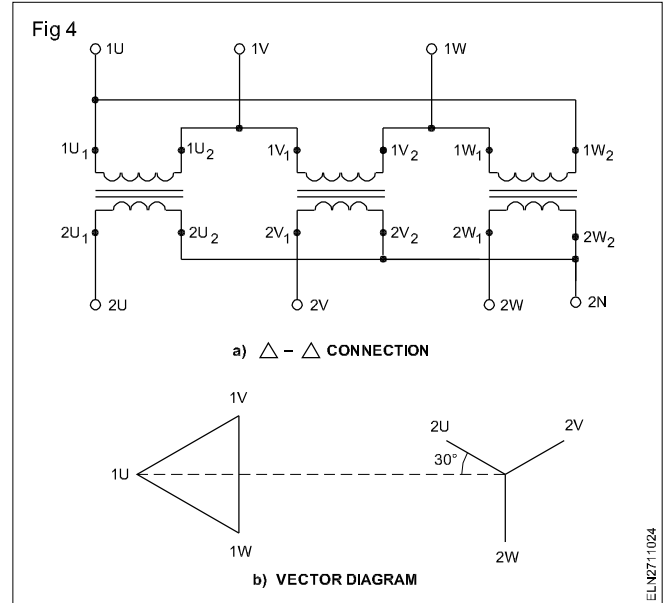
होता है जो डेल्टा में होते हैं जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। द्वितीयक और प्राथमिक रेखा वोल्टता के बीच अनुपात प्रत्येक ट्रांसफार्मर के रूपान्तरण अनुपात का $1/\sqrt{3}$ गुना होता है। प्राथमिक और द्वितीयक लाइन वोल्टता के बीच 30° विस्थापन होता है। इस सम्बन्ध का मुख्य उपयोग प्रसारण रेखा के उपकेन्द्र सिरों पर होता है।



डेल्टा-डेल्टा अथवा Δ/Δ सम्बन्ध : Fig 3 में तीन ट्रांसफार्मर्स प्रदर्शित किये गये हैं जो प्राथमिक और द्वितीयक दोनों ओर से Δ में सम्बन्धित हैं। YY सम्बन्ध के अनुसार प्राथमिक और द्वितीयक रेखा वोल्टताओं के बीच कोणीय विस्थापन नहीं होता है। इस सम्बन्ध का एक अतिरिक्त लाभ यह है कि यदि एक ट्रांसफार्मर अयोग्य हो जाता है निकाय खुले डेल्टा में अथवा V-V में प्रचालित बना रहता है। V-V में इसे 58% की न्यूनतम क्षमता पर प्रचालित किया जा सकता है और सामान्य मान के 66.6% पर प्रचालित नहीं होता।

डेल्टा — सितारा अथवा Δ/Y सम्बन्ध : यह सम्बन्ध प्रायः वहां उपयोग में लाया जाता है जहां वोल्टता को उच्चयित करना आवश्यक नहीं 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 हैं। द्वितीयक का प्राथमिक वोल्टता से अनुपात प्रत्येक ट्रांसफार्मर के रूपान्तरण अनुपात का $\sqrt{3}$ गुना होता है।



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 शर्तों का वर्णन करना
- समांतर प्रचालन की आवश्यकता का बताना ।

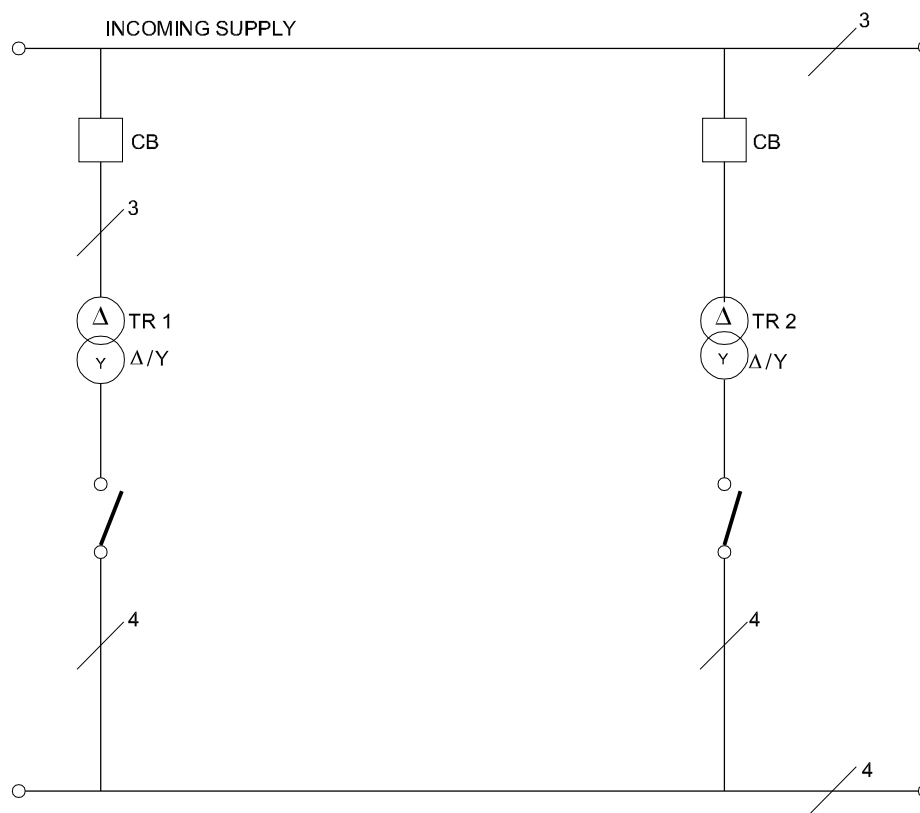
समांतर प्रचालन (Parallel operation)

दो या दो से अधिक ट्रांसफार्मर की समांतर में प्रचालन हेतु उनके प्रथमरी वाइंडिंग को समांतर में संयोजित कर एक ही सप्लाय लाइन देते हैं और सेकेंडरी 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 शर्तें (Conditions for parallel operation of transformers)

जब दो या दो से अधिक ट्रांसफार्मर को समांतर में संयोजित करना हो तब निम्न शर्तें ट्रांसफार्मर के बेहतर कार्य प्रणाली को संतुष्ट करता है।

Fig 1



PARALLEL OPERATION - 3PHASE TRANSFORMER

ELN2711031

- 1 वोल्टेज अनुपात समान होना चाहिए
- 2 प्रति यूनिट इंपीडेंस या प्रतिशत इंपीडेंस समान होना चाहिए लिकेज रिएक्टेंस और प्रतिरोध दोनों के बीच (X/R) अनुपात बराबर होना चाहिए
- 3 पोलैरिटी (ध्रुवता) समान होनी चाहिए
- 4 3 ट्रांसफार्मर हेतु:-
 - i) फेज सीक्वेंस समान होना चाहिए।
 - ii) सदिश समूह भी समान होना चाहिए (संबंधित फेज विस्थापन सेकेण्डरी लाइन वोल्टेज के बीच शून्य होना चाहिए)

3 ट्रांसफार्मर का समांतर प्रचालन (Parallel operation of 3-phase transformer)

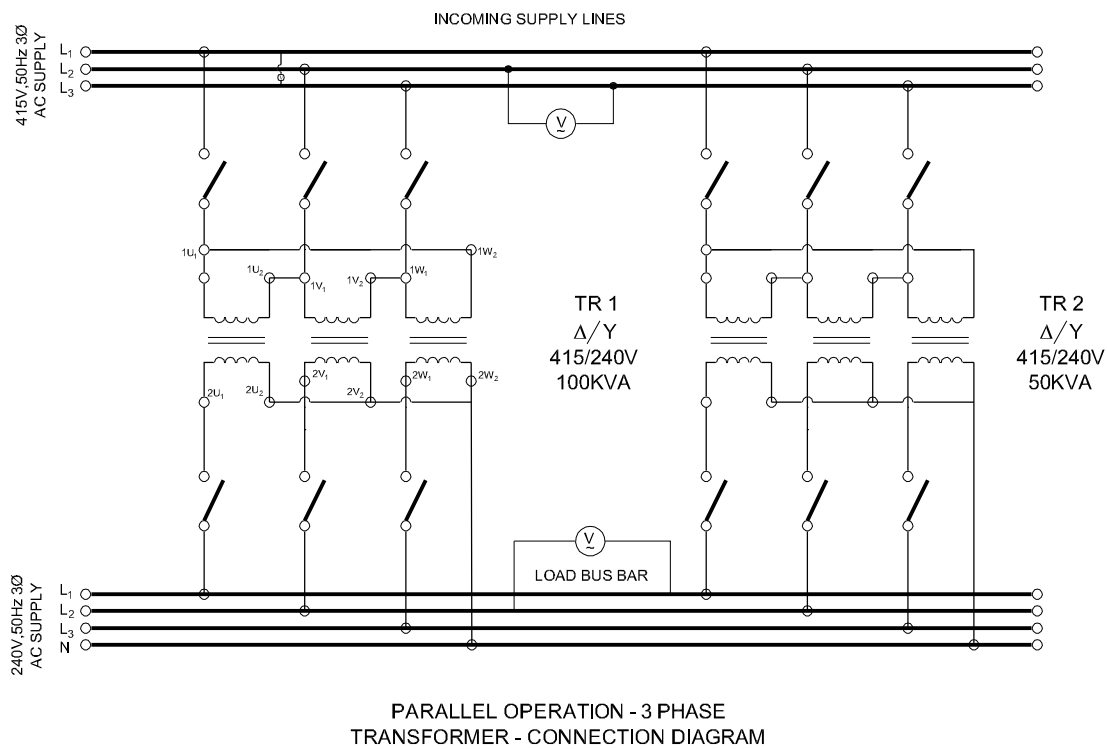
Fig 2 दो ट्रांसफार्मर के समांतर प्रचालन को दिखाता है इस प्रकरण में दोनों ट्रांसफार्मर का संयोजन (डेस्टा-स्टार) या समान होना चाहिए।

इस प्रकार दो ट्रांसफार्मर स्टार डेस्टा संयोजन (Y/Δ) का और उनके प्राइमरी और सेकण्डरी लाइन वोल्टेज समान होना चाहिए यदि वाइंडिंग 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 इंपीडेंस समान है और ट्रांसफार्मर 1 का इंपीडेंस ट्रांसफार्मर 2.का आधा है तब इस प्रकरण में प्रत्येक ट्रांसफार्मर का KVA रेटिंग के अनुसार लोड देना चाहिए।(Fig 2)

समांतर प्रचालन बेहतर उपलब्धि के लिए दोनों ट्रांसफार्मर का रेगुलेशन समान होना चाहिए। यदि T./F का प्रतिशत इंपीडेंस भीन्न हो तब पहला T/F उच्च पावर फैक्टर पर कार्य करेगा और दूसरा निम्न P.F. पर कार्य करेगा।

Fig 2



ELN2711032

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 :

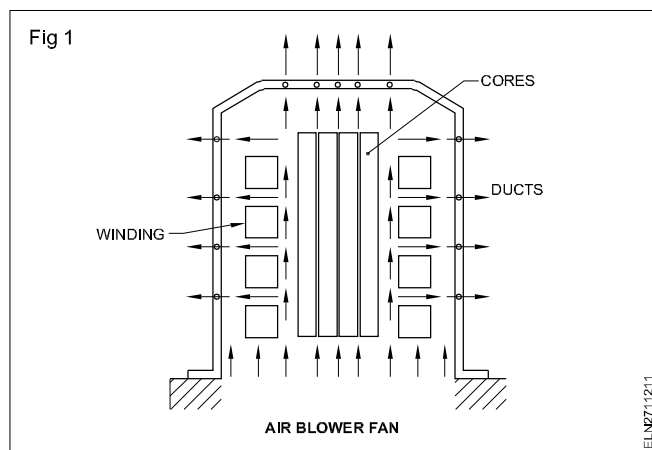
- वितरण ट्रांसफार्मर के भागों का वर्णन करना
- शीतलन के लिए उपयोग विधिया का वर्णन करना ।

शीतलन की आवश्यकता (Necessity of cooling)

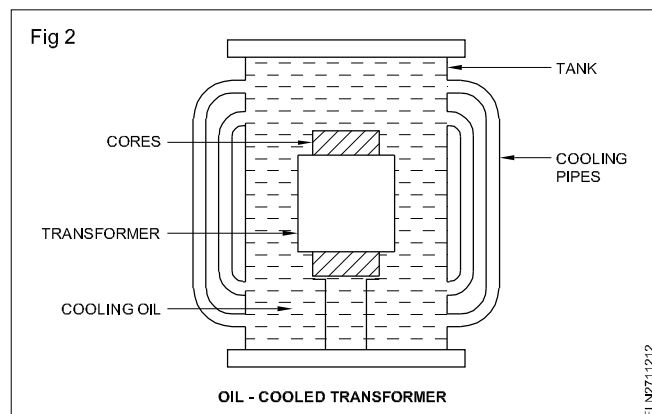
पूर्व की व्यवस्था में, हमने यह पाया था कि जब, लौह ह्रास तथा तांबा ह्रास के कारण, ट्रांसफार्मर को आपूर्ति से जोड़ा जाता है तो, ट्रांसफार्मर गर्म हो जाता है। जब ट्रांसफार्मर को भार दिया जाता है तो, लपेटन के ताप को कम करने के लिए ट्रांसफार्मर के अन्दर उत्पन्न ऊष्मा को वायुमंडल में विकिरित किया जाना चाहिए।

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।

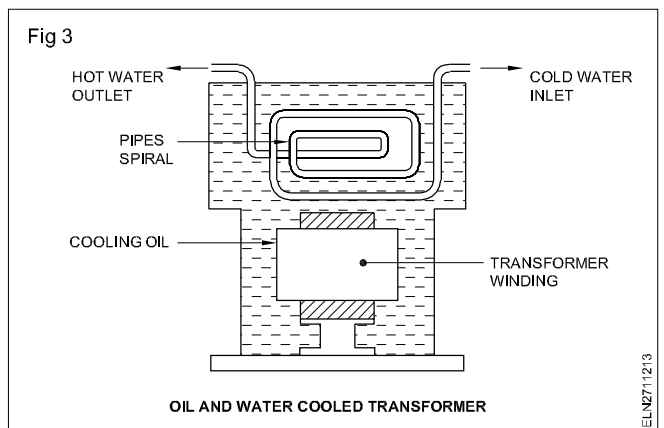
- प्राकृतिक वायु विधि (Natural air method)
- वायु का झोका विधि (Air blast method) (Fig 1)



- प्राकृतिक तेल झोका विधि (Natural oil cooled method) (Fig 2)



- 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



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 पंखों का उपयोग किया जाता है। जिसके कारण उत्पन्न ऊष्मा, वायु के झोके 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 हैं। 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
- ट्रांसफार्मर में प्रयुक्त तीन इन्स्युलेटिंग तेलों के नाम बताना
- प्रयोग पर ट्रांसफार्मर तेल के अवह्रास के कारण के बारे में
- ट्रांसफार्मर 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 ट्रांसफार्मर में तीन प्रकार के कूलिंग तेल/प्रवाही प्रयुक्त किये जाते

- खनीज तेल (ज्वलनशील)
- सिलिकोन प्रवाही (कम ज्वलनशील) और
- हाइड्रोकार्बन प्रवाही (ज्वलनता रहित)

साधारण ट्रांसफार्मर तेल एक खनीज तेल होता है जो कच्चे पेट्रोलियम को परिष्कृत करके प्राप्त किया जाता है । साफ और सूखा खनीज तेल एक बढ़िया इन्स्युलेटर 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 पकड़ता । अतः खनीज ट्रांसफार्मर तेलों के स्थान पर सिन्थेटिक प्रवाही का उन निम्नलिखित ट्रांसफार्मरों में प्रयोग होता है :

- भूमिगत खदानों में
 - रिफाइनरियों में और खतरनाक स्थानों में
 - ट्यूबलॉ में
 - धातु प्रोसेसिंग वर्कशापों प्लान्टों, थियेटर्स और सिनेमा चरों आदि में
- ट्रांसफार्मरों में पैराफिन, नेफ्थालीन और एरोमाटिक्स जैसे जैवीच मिश्रण होते हैं । ये सभी हाईड्रो कार्बन हैं इसलिए इन्स्युलेटिंग तेल/ट्रांसफार्मर तेल/सिन्थेटिक ट्रांसफार्मर 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 रूप में भी काम करता है । अतः ट्रांसफार्मर के सब भीतरी पुर्जों के लिए तापीय स्थिरता लाता है ।

ट्रांसफार्मर तेल के अवह्रास के कारण (Causes for deterioration of transformer oil)

जब तेल शीतित ट्रांसफार्मर प्रयोग में हैं तो प्रयोग की स्थितियों के कारण ट्रांसफार्मर तेल सामान्य अवह्रास के अध्वधीन 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 अवह्रास 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 अवह्रास हो सकता है ।
- 3 कुछ ठोस लोह, तांबा और विलीन धात्विक मिश्र अम्लता बढ़ायेगे । ऐसे मामलों में, प्रतिरोधकता घटती है और वैद्युत सामर्थ्य भी घटता है और यह भी ट्रांसफार्मर तेल का अवह्रास करेगा ।

ट्रांसफार्मर तेल का परीक्षण (Testing of transformer oil)

तेल शीतित ट्रांसफार्मरों के विश्वसनीय प्रयोग और अनुरक्षण के लिए और तेल की आरंभिक 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 तेल 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)

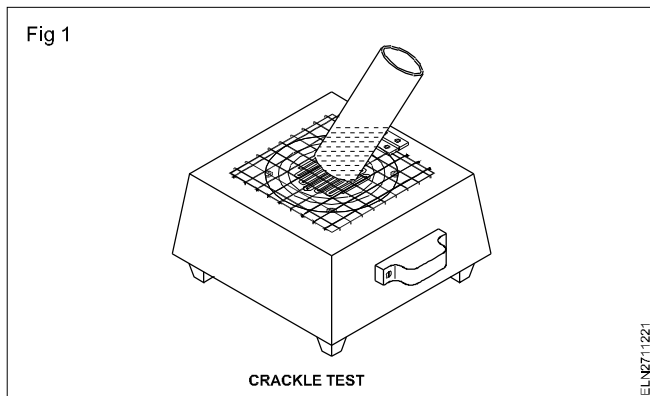
जब एक नल्लिका से हीटर में अन्तर्विष्ट आसवित जल के शान्त पृष्ठ पर ट्रांसफार्मर तेल की एक बूंद डाली जाती है तो जब तेल नया है, यह अपनी आकृति बनाये रखेगा जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

इस्तेमाल किया हुआ साइक्लो-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 पुनर्नवीन किया जाता है।

लम्बे फैलावों वाले तेल अनुप्रयुक्त होते हैं।

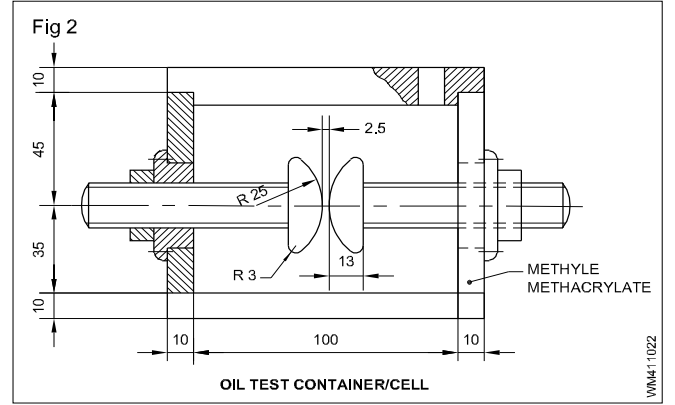
2 ट्रांसफार्मर तेल का क्रैकल परीक्षण (Crackle test of transformer oil) (Fig 1)

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।

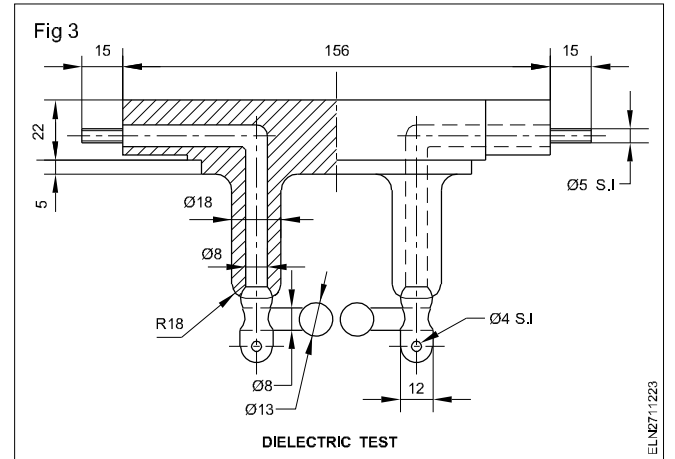


3 ट्रांसफार्मर तेल का परावैद्युत परीक्षण (Dielectric test of transformer oil)

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)



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।



ताम्र, पीतल, कांसा या स्टेनलेस स्टील के 12.5 से 13mm व्यास को गोलाकार अण्डाकार दो अवयवों के 2.5 mm मीटर दूरी पर एक क्षैतिज धुरी पर आरोहित इलेक्ट्रोड के रूप में प्रयोग किया जाता है।

सेल को टेस्ट सैट पर आरोहित किया जाता है। बिन्दु सम्पर्क व्यवस्था से इलेक्ट्रोडो का एच टी सम्बन्धन बनाया जाता है।

टेस्ट सैट को उच्चयन ट्रांसफार्मर में भी लगाया जाता है जहाँ वोल्तता में शून्य से 60kV की विभिन्नता लायी जा सकती है। कई डिजाइनों में वोल्तता पुश बटन (push button) स्विच के प्रचालन से मोटर द्वारा परिवर्तित की जाती है।

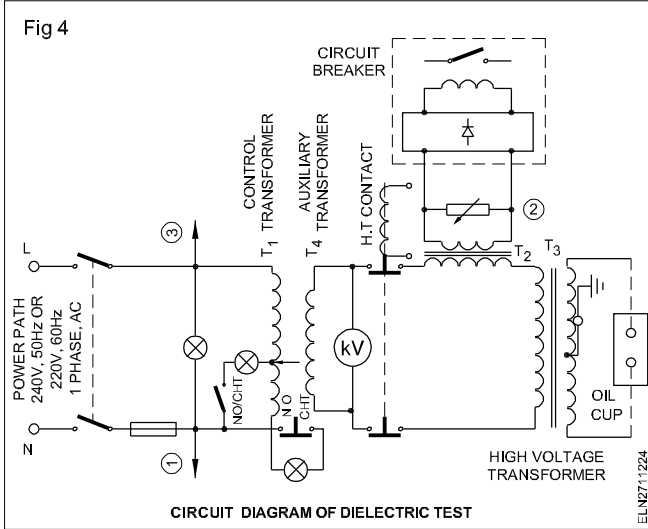
परावैद्युत परीक्षण यूनिट का वैद्युत परिपथ आरेख Fig 4 में देखें (Electrical circuit diagram of dielectric test unit is shown in (Fig 4))

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 और 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।

उपयुक्त शर्तें पूरी कर लेने पर सेल को ढक्कन स्थिति में रखें। सेल को टेस्ट यूनिट में रखें और स्विच “ऑन” करें।

Fig 4



40 से 60Hz आवृत्ति के आर पार एसी वोल्ता 2kV RMS की दूर पर सदृश दर 'O' से आरम्भ होकर भंग पैदा करने के मान तक एक समान बढ़ती है। भंग वोल्ता वह वोल्ता है जो टेस्ट के दौरान इलेक्ट्रोडों के बीच पहला स्फुलिंग पैदा होने के समय प्राप्त होती है।

यदि इलेक्ट्रोडों के बीच एक आर्क स्थापित हो जाये तो परिपथ स्वतः खुल जाता है। भंग वोल्ता दर्ज की जाती है और मानक निर्धारों के अनुसार रीडिंग की व्याख्या की जाती है। अपेक्षाएँ IS-335-1983 वैद्युत सामर्थ्य (भंग वोल्ता के अनुसार हैं)।

- 1 नया अनिस्यंदित ट्रांसफार्मर तेल - 30KV (RMS)
- 2 फिल्टरेशन के बाद ट्रांसफार्मर तेल - 50KV (RMS)

यदि भंग वोल्ता 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 ग्रेस

बोर्डों का अवह्यास 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 0.0085 N सोडियम कार्बोनेट डालें। टेस्ट ट्यूब को एक बार फिर हिलाने के बाद सार्विक सूचक की 5 बूंदें 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 वाइंडिंग - वाइंडिंग 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 पढ़ने व व्याख्या करने में ट्रांसफार्मर का माप, बॉबिन का साइज 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 वाइंडिंग करने के क्षेत्र में स्वतियोजित बनना चाहता है।

जब वाइंडिंग 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 थोड़ा-थोड़ा भिन्न होता है।

आंकड़े को रिकार्ड करना (Recording the data) : ट्रांसफार्मर को खोलते समय या पूर्व में निम्नलिखित डाटा लेना चाहिए।

- 1 वाइंडिंग 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 / पट्टों (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।

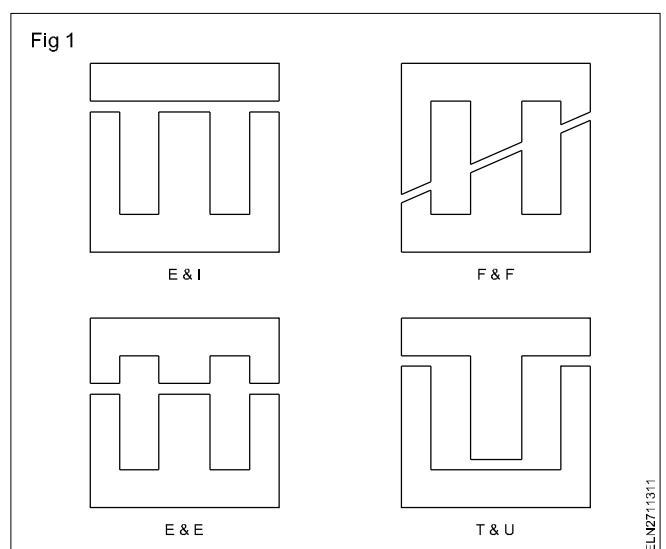
यदि पुराना बॉबिन वाइंडिंग के लिए पुनः काम में लेना हो, अच्छी तरह से साफ कर लेना चाहिए व यह किसी भी टूटन break या चटकन (crack) से मुक्त होना चाहिए। यही नया बॉबिन उपयोग किया जाना है तो इसे उचित स्टैम्पिंग (stamping core) के साथ जाँच ले कि इसमें वायु अन्तराल भी अधिक न हो और बहुत अधिक टाइट फिटिंग भी न हो।

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 आंकड़ों (Data) के अनुसार इन्सुलेशन योजना का पालन करना चाहिए। जहाँ उचित प्रकार का पदार्थ उपलब्ध न हो, उसके प्रकार का व उसी साइज का पदार्थ का चयन करना चाहिए। टर्नों व टेपिंग जो वाइंडिंग 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 मुड़ी हुई क्रोड को सही कर लेना चाहिए। मूल अनुक्रम व पैटर्न (pattern) के अनुरूप ही चट्ट बनाने चाहिए।

ट्रांसफार्म की पट्टों (stampings) जो उपलब्ध है, चट्टे बनाते समय किसी को भी छोड़ना नहीं चाहिए। एक शैल प्रकार के ट्रांसफार्मर के लिए विभिन्न आकार की क्रोड Fig 1 में दिखाई गई है। लीडस में उचित प्रकार से स्लिव डालनी चाहिए व सिरों को बनाना चाहिए।



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 को पुनः कुण्डलन करने

की विधि वही है, जिसको आपने वोल्टताहीन कुण्डली को पुनः कुण्डलित करने के लिए 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 हैं। शैल प्रकार में प्राथमिक व द्वितीयक दोनों कुण्डलन की केन्द्र वाली भुजा पर आरोहित होती है। छोटे शक्ति ट्रांसफार्मर को डिजाइन करने के लिए निम्ननुसार आगे बढ़ें।

पद संख्या (STEP NO.) 1

ट्रांसफार्मर की भार वोल्टेज व करंट से निर्गत शक्ति को ज्ञात कीजिए।

$$P_2 = E_2 \times I_2 \quad \text{.....Formula 1.}$$

आगे मार्ग दर्शन के लिए निम्नलिखित उदाहरण दिया है।

प्राथमिक वोल्टेज - 240 V

द्वितीयक वोल्टेज - 6V

द्वितीयक भार धारा - 2A

आवृत्ति - 50 Hz

उदाहरण के लिए निर्गत शक्ति को ज्ञात किया जाता है। $6 \times 2 = 12\text{VA}$.

पद संख्या (STEP NO.) 2

निविष्ट वाट ज्ञात कीजिए

$$P_1 = \frac{P_2}{\% \text{ Efficiency}} \quad \text{..... Formula 2}$$

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

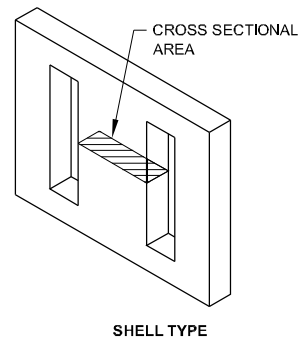
ट्रांसफार्मर की क्रोड का आवश्यक अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल ज्ञात करें।

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 क्षेत्रफल पर विचार करने के लिए क्रमशः Figs 2 व 3 का अवलोकन करें।

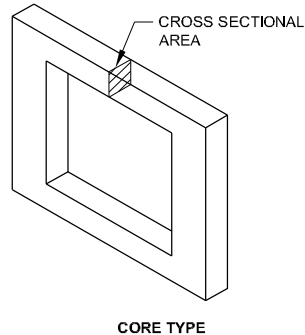
विशिष्ट स्थितियों में ट्रांसफार्मर के लिए आवश्यक अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल को निम्नलिखित अनुसार व्यक्त किया जाता है

Fig 2



ELN2711312

Fig 3



ELN2711313

$$A = 3.8 \times \sqrt{\frac{P_1}{B \times f \times S \times 10^{-1}}} \quad \text{..... Formula 3.}$$

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 v_a 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 $B = 0.6 \text{ to } 0.8 \text{ tesla}$

डायनमों इस्पात के लिए $B = 1.2 \text{ to } 1.3 \text{ tesla}$

उच्च एलोय शीट के लिए $B = 1.5 \text{ to } 1.9 \text{ tesla}$

पट्टलों (stampings) के निर्माता अपने उत्पाद के फलक्स घनत्व के मान को आवश्यकता अनुसार निर्दिष्ट करते हैं।

इसके आगे ट्रांसफार्मर के लिए सुपर इन्वैल्यूड ताम्र तारके लिए धारा घनत्व को लगभग निम्नलिखित प्रकार से व्यक्त किया जाता है।

1 2.5 KVA या अधिक $1\text{A}/\text{mm}^2$

2 0.75 से 2.4 KVA $1.5\text{A}/\text{mm}^2$

3 0.3 से 0.74 KVA 2A/mm²

4 से निम्न 0.29 KVA 3A/mm²

रूक रूक कर कार्य करने के लिए धारा को 1.5 के गुणक से गुणा किया जा सकता है।

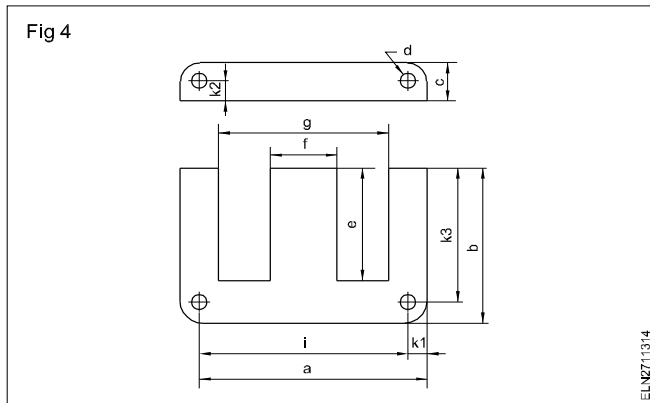
उदाहरण के अनुसार, एक 15VA इनपुट के लिए आवश्यक प्रभाविक क्रोड का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल होगा।

$$A = 3.8 \times \sqrt{\frac{15}{0.8 \times 50 \times 3 \times 10^{-1}}} = 4.248 \text{ cm}^2$$

उपरोक्त गणना में बनाई गई अवधारण के लिए सामान्य लोह क्रोड के लिए धारा घनत्व 3A/mm² व फलक्स घनत्व 0.8 टेस्ला लिया गया है। 4.248 sq.cm के क्रोड क्षेत्रफल के लिए हम क्रोड की चौड़ाई 20 mm व क्रोड मोटाई 21 mm उपयोग कर सकते हैं।

अनुप्रस्थ काट = 20 x 21 = 420 sq.mm या 4.2 sq. cm

सारणी 1 में E व I प्रकार की पट्टियों के लिए क्रोड का मानक साइज दिया गया है जो आपके मार्ग दर्शन के लिए बताता है कि ये पट्टी बाजार में इस प्रकार से उपलब्ध है। Fig 4 स्टैमिंग की विमायें (dimensions) दी गई है।



स्टैमिंग सारणी से निकटतम शीट का मानक साइज का चयन करना चाहिए। यहाँ हम केन्द्रीय भुजा की चौड़ाई 20 mm मानते हुए, इस प्रकार क्रोड E.I. 60 का चयन करते हैं फिर भी आप अनुप्रस्थ काट के लिए उपयुक्त किसी अन्यप्रकार का चयन कर सकते हैं। परन्तु अन्य विवरण जैसे स्टैमिंग की संख्या और बॉबिन के माप, यथानुसार बदले जा सकते हैं।

पद संख्या (STEP NO.) 4

अगला कदम सूत्र 4 का उपयोग करते हुए वोल्टेज प्रति टर्न के लिए गणना करने के लिए है।

$$e = 4.44 \times B \times A \times f \times 10^{-4} \quad \text{.....Formula 4.}$$

जहाँ e - वोल्टेज प्रति टर्न

B - फलक्स घनत्व टेस्ला में

A - लोह क्रोड का क्षेत्रफल cm² में

f - हर्टज में आवृत्ति

उदाहरण

$$e = 4.44 \times 0.8 \times 4.24 \times 50 \times 10^{-4} = 0.0753 \text{ volts.}$$

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 ड्रॉप (आन्तरिक) के लिए 10% और जोड़ लें अर्थात् $N_2 = 88 \text{ turns.}$

पद संख्या (STEP NO.) 6

इन शक्ति केसन्दर्भ में तार के साइज की गणना करें।

$$P = E \times I ; I = P/E \text{ और उदाहरण के अनुसार}$$

$$\text{प्राथमिक धारा} = I_1 = 15/240 = 0.0625A$$

$$\text{द्वितीयक धारा} = I_2 = 15/6 = 2.5A.$$

3A/mm² का धारा घनत्व मानते हुए प्राथमिक चालक का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल होगा

$$A = 0.0625/3 = 0.020833 \text{ mm}^2$$

$$\text{व्यास} = 0.1628 \text{ mm}$$

माना अर्थात् तार का व्यास = 0.160 mm या 37 SWG लगभग

3A/mm² धारा घनत्व मानते हुए द्वितीयक चालक का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल होगा

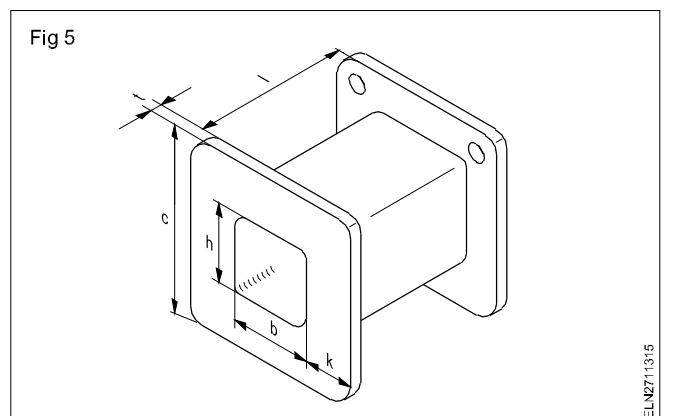
$$A = 2.5/3A = 0.8333 \text{ mm}^2$$

$$\text{व्यास} = 1.029 \text{ mm}$$

या कह सकते हैं = 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 स्टैमिंग के अनुरूप बॉबिन के स्टैण्डर्ड साइज 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 चौड़ाई 20 mm है।



टेबल 1
स्ट्रिंग का आदर्श नाप

स्ट्रिंग 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

स्ट्रिंग की साधारण मोटाई : 0.35 mm and 0.5 mm.

टेबल 2
बोबिनो का आदर्श नाप

बोबिनो 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		

बोबिनो 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

वाइडिंग 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 वाइडिंग स्थान में इन वाइडिंग में क्रमिक इन्सुलेशन के साथ क्या व्यवस्थित किया जा सकता है। इसे वाइडिंग शुरू करने से पूर्व सुनिश्चित करना चाहिए।

टेबल 3 वाइडिंग तार के टर्नो की संख्या से सम्बन्धित जानकारी देता है जिसे एक वर्ग cm क्षेत्रफल में व्यवस्थित किया जा सकता है। सारणी 3 की सहायता से हम पूर्व में यह जान सकते हैं कि वाइडिंग स्थान में वाइडिंग को व्यवस्थित किया जा सकता है या नहीं।

बॉबिन में उपलब्ध वाइन्डिंग स्थान = $l \times k$.

(Fig 5 को देख कर टेबल 2 की सहायता से चयन किया गया बॉबिन EI 60/21) = $26.7 \times 7.7 \text{ sq. mm} = 2.055 \text{ sq.cm.}$

प्राथमिक व द्वितीयक टर्नों के लिए आवश्यक क्षेत्रफल ज्ञात करने के लिए टेबल 3 का उपयोग करें।

प्राथमिक में फेरों 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 क्षेत्रफल में व्यवस्थित किये जा सकते हैं। 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 हैं।

$$= \frac{88 \times 1}{85} = 1.035 \text{ sq.cm.}$$

कुल आवश्यक स्थान =

प्राथमिक के लिए आवश्यक स्थान + द्वितीयक के लिए आवश्यक स्थान

$$= 1.130 + 1.035 = 2.165 \text{ sq.cm.}$$

अतः आवश्यक स्थान पर्याप्त है आप ट्रांसफार्मर के लिए इससे बड़े क्रोड व इसे बड़े बॉबिन को चुन सकते हैं। लेकिन इन्हें अनुभ में किफायती नहीं 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 आवश्यकता नहीं 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 चौड़ाई 20.6 mm, ऊँचाई 21 mm, लम्बाई 26.7 mm प्लैन्ज 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 चौड़ाई के लिए 60 स्टैम्पिंग की आवश्यकता होगी।

स्टैमिंग व चट्टों की बीच कुछ स्थान मानते हुए हमें केवल 55 स्टैमिंग की आवश्यकता पड़ेगी। इसलिए EI 60/21 प्रकार की 55 स्टैमिंग के लिए 0.35 mm मोटाई वाली स्टैमिंग की आवश्यकता पड़ेगी।

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 मेगर 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 नहीं होना चाहिए।

ट्रांसफार्मेशन 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 डिजाइन अनुसार वोल्टमीटरों के पाठ्यांक प्राप्त होंगे।

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 बढ़ने लगता है, जहाँ तक सम्भव हो सके इस ताप वृद्धि को औद्योगिक थर्मामीटर द्वारा देखा जाना चाहिए।

प्रारम्भ में ट्रांसफार्मर का तापमान बढ़ेगा और कुछ देर बाद तापमान स्थिर हो जाता है। तापमान में इस वृद्धि को दर्ज करना चाहिए और यह ट्रांसफार्मर डिजाइन 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 कुण्डलन को लघुपरिपथ कर देना चाहिए और प्राथमिक में निम्न वोल्टेज डिमर स्टैट को एडजस्ट adjust करके देनी चाहिए, यह निम्न वोल्टेज इतनी होनी चाहिए कि द्वितीयक में पूर्ण भार धारा प्रवाहित होने लगे। ट्रांसफार्मर के स्विच को तब तक ऑफन करके रखना चाहिए कि तापमान में वृद्धि होकर, ट्रांसफार्मर के इन्सुलेशन वर्ग को सुनिश्चित किया जा सके।

सामान्यतया तेल शीतलित ट्रांसफार्मर वर्ग -A के होते हैं, जबकि वायु शीतलन ट्रांसफार्मर वर्ग 'A' या 'E' के होते हैं।

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 कार्यों 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 इन्वैमल्ड चालक (अधिकतर ताम्र व कुछ स्थितियों में 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। (अर्थात् 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 सामान्यतया 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-फीड कन्ट्रोल Wire-feed control तारों के व्यास के अनुसार पिच की सेटिंग।
- 3 क्वाइल लम्बाई/क्वाइल की ऊँचाई की सेटिंग
- 4 मैन्ड्रल
- 5 रील/स्पूल धारक
- 6 तार गार्ड आदि

टर्न संकेतक (Turn indicator) : टर्न संकेतक प्रायः डिजीटल प्रदर्शन वाला होता है। इसमें काउन्टर प्रदर्शन को पुनः शून्य तक लाने का प्रबंध होता है। कुण्डलन में फेरों की संख्या को ज्ञात करने के लिए काउन्टर को आरम्भ में

शून्य पर सेट करना होता है। वाइन्डिंग को आगे बढ़ाते समय काउन्टर का प्रारम्भ का पाठ्यांक नोट करना चाहिए।

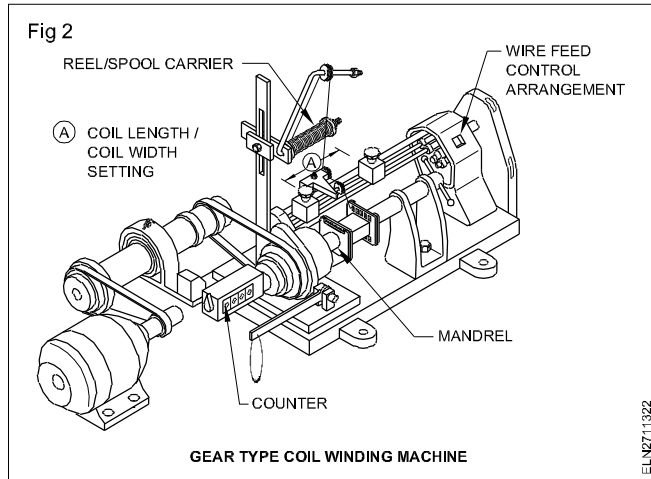
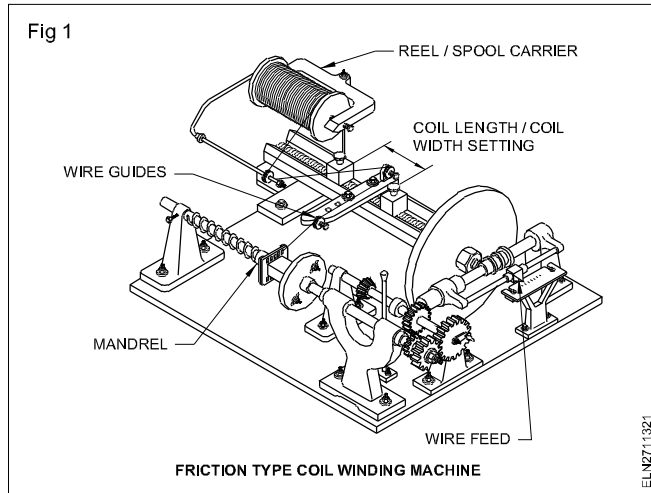
टेबल 2

वृत्ताकार चालकों का व्यास व प्रतिरोध

सामान्य चालक व्यास mm. (1)	टॉलरैन्स mm. (2)	20°C पर ओह्म प्रति मीटर में प्रतिरोध					
		तांबा			एल्युमीनियम		
		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	0.009	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	-	-

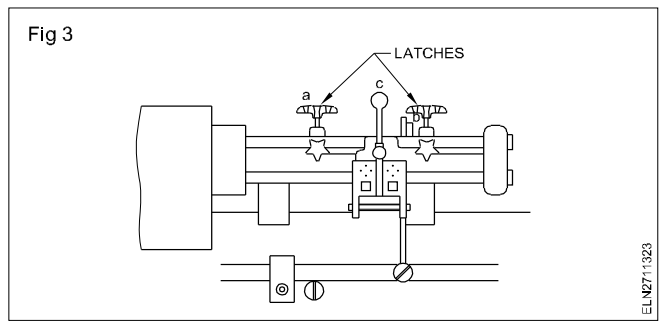
तार-फीड नियन्त्रण व्यवस्था या पिच की सेटिंग (Wire-feed control arrangements or setting pitch) : तार के साइज (व्यास) पर निर्भर करते हुए तार की फीड feed का समायोजित करना होता है। फीड के समायोजन को इस प्रकार किया जाता है कि तार न तो एक दुसरे के ऊपर चढ़े और न ही पास पास वाली के बीच अन्तराल हो।

अतः क्वाइल की वास्तविक वाइन्डिंग से पूर्व, एक जाँच के लिए एक परत में समरूप वाइन्डिंग की जाती है जिसमें ओवरलैप व टनों के बीच अन्तराल न हो। मशीन के डिजाइन 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 1 और 2 में क्रमशः घर्षण और गियर फीड की व्यवस्था दिखाई गई है।

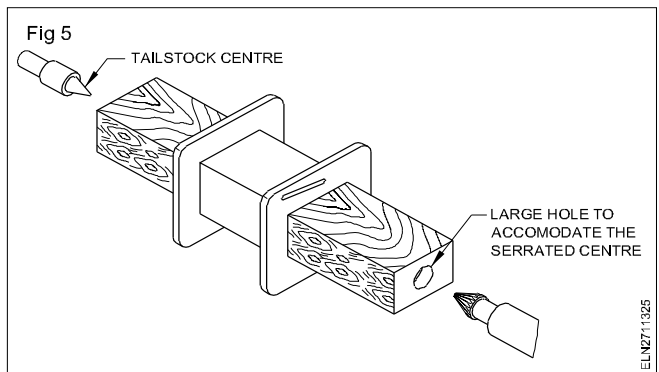
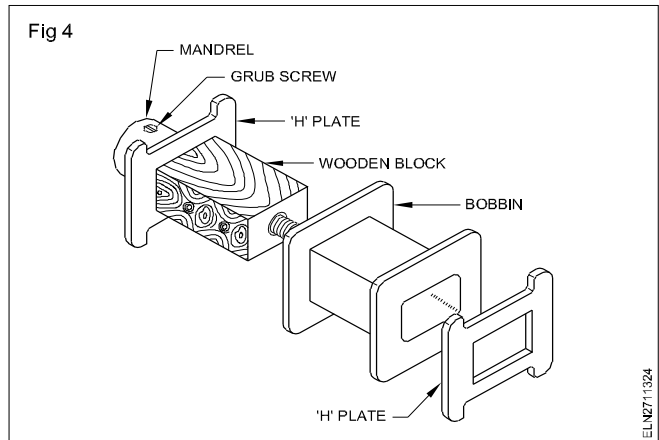


कुण्डली की लम्बाई की सेटिंग या परत चौड़ाई की सेटिंग (Coil length setting or layer width setting): एक डिजाइन की गई क्वाइल की लम्बाई को कुण्डलित करने के लिए अर्थात् बॉबिन की आन्तरिक लम्बाई में कुण्डलन के लिए, मशीन के ट्रांसवर्स (transverse) पुल्ली यन्त्रावली में रोकने के लिए फीड को विपरीत करने के लिए दो सिरकनी (Latches) लगाई जाती है जो उचित बिन्दु पर Fig 3 में दिखाये अनुसार लगाई जाती है।

ये दोनों सिरकनी 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।



मैन्ड्रल (Mandrel) : प्रायः वाइन्डिंग मशीन के साथ, विभिन्न माप के कई प्रकार के मैन्ड्रल की आपूर्ति की जाती है। यदि किसी प्रकार से व उपलब्ध नहीं कराये गये हो, तो उन्हें आवश्यक आकार व साइज में बनाने के लिए लकड़ी का उपयोग किया जाता है। मैन्ड्रल बॉबिन को मजबूती से पकड़ने में मदद करते हैं। Fig 4 में मैन्ड्रल को दिखाया गया है व Fig 5 में लकड़ी का ब्लॉक को दिखाया गया है।



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 रुकावट न आये, इसके लिए इसके सिरों पर डी-रीलिंग de-(reeling) उपलब्ध कराई जाती है। ये व्यवस्थायें Fig 1 व 2 में दर्शायी गई हैं।

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 एवं लाभ की व्याख्या
- ट्रांसफार्मर की आयु निर्धारक कारकों का अध्ययन करना
- एक ट्रांसफार्मर में किए जाने वाले (समय-समय) मरम्मतों का अध्ययन करना।

रख रखाव मरम्मत की आवश्यकता (Necessity of maintenance)

एक पावर ट्रांसफार्मर ऐसा होना चाहिए लंबी अवधि तक बिना किसी खराबी के चले इसलिए इसका समय समय पर ध्यान रखना एवं मरम्मत करना जरूरी है साथ में यह एक कीमती उपकरण भी है।

एक कठोर विधि से लगातार जाँचें 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 हैं।

- खराब डिजाइन या संरचना
- गलत तरीके से इन्स्टाल या उपयोग करना
- क्षमता से अधिक लोड डालना
- पुराना होना फटना या अन्य विकृति
- ध्यान नहीं देना दुर्घटना या वातावरण से आयी खराबी
- प्रापर न्यूट्रल के अभाव से।

मरम्मत की मुख्य उद्देश्य (Principal object of maintenance)

ट्रांसफार्मर की मरम्मत का मुख्य उद्देश्य उसके इंसुलेशन को अच्छी स्थिति में बनाए रखना है नमी गंदगी बहुत अधिक गर्मी या आक्सीजन से संपर्क ये सब इंसुलेशन में खराबी का मुख्य कारण है और अगर हम इन चीजों से बचा के रख सकें तो उसका इंसुलेशन को अच्छी स्थिति बनाए रख सकते हैं।

ट्रांसफार्मर के लगातार कार्य में राशयनिक और भौतिक प्रभाव के कारण भी इसकी इंसुलेशन क्वालिटी गिरती है इंसुलेशन गिरने से राशयनिक प्रभाव दर बढ़ती है तथा लगातार चलते रहने से सामान्य आपरेटिंग टेम्परेचर जो 75°C है 10°C 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 स्ट्रेंथ कम हो जाती है 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 ब्रीथिंग के कारण होने वाले लगातार प्रतिक्रिया काथे भी रोकना है।

2 आक्सीजन का प्रभाव (Effect of oxygen)

तेल में हवा के कारण T/F के अंदर आक्सीजन उपलब्ध होता है जो इंसुलेशन सेल्युलीज की क्षमता को प्रभावित करती है सेल्युलीज के विघटन के कारण तेल में एकआर्गेनिक एडिड घूल जाती है 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 सूक्ष्म 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 चीजों को ध्यान में रखना चाहिए जब हम ट्रांसफार्मर को रिवाइन्ड करें या क्वाइल को बदले तब।

5 वाइंडिंग के ढीला होने का प्रभाव (Effect of slackness of windings)

T/F फेल होने का एक कारण क्वाइल का ढीला होना भी है 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 वाइंडिंग 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)

- T/F का कोई भी कार्य शुरू करने से पहले उसे सप्लाय लाइन से आइसोलेट करना उको टर्मिनलस को शार्ट करना आवश्यक है।
- टैंक को खोलने से पहले आइल लेवल को नोट करना चाहिए।
- कोई भी ज्वालनशील कार्य ट्रांसफार्मर मरम्मत कार्य के पास नहीं करना चाहिए।

2 ब्रीदर (Breather)

सामान्यतः दो प्रकार के ब्रीदर नाम से जाने जाते हैं।

- सीलिका जेल ब्रीदर (Silicagel breather)
- तेल से भरा हुआ सिलिकेजल ब्रीदर (Oil filled silicagel breather)

a) सीलिका जेल ब्रीदर (Silica gel breather)

सीलिका का जेल क्रिस्टल नमी सोखने के बाद ब्लू से पींक हो जाता है क्रिस्टल जेल में नमी आने के बाद वह अत्यधिक पींक 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 मेम्बर 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 टर्मिनल 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 कनेक्शन 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 टापी कवर तथा ट्रांसफार्मर टैंक में लगाना चाहिए ताकि आसमानी बिजली के समय ट्रांसफार्मर को अर्थ फाल्ट से बचा जा सके। हार्ड वोल्टेज लाइटनिंग से T/F बुशिंग फट सकता है।

ब्रशिंग (Bushings) : ब्रशिंग को साफ करे तथा उसके क्रैक एवं टुटे हुए होने का जाँच करना चाहिए अतिरिक्त ब्रशिंग स्टॉक में रखना चाहिए ट्रांसफार्मर को साल्ट फार्मेशन 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 एवं 2 में।

टेबल 1

1000 KVA से कम दक्षतावाले ट्रांसफार्मर के रखरखाव की अनुसूची

क्र. सं.	जाँच समयांतराल	जाँच किए जाने वाले सामान	जाँच (रिपोर्ट)बिंदु	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 आइल लेवल की जाँच	अगर आइल लेवल कम हुआ है तो लीकेज की जाँच करें।
5	त्रैमासिक	ब्रशिंग	धुल जमने एवं क्रैक होने की जाँच करे	सफाई करें या बदल दें
6	छः मासिक	बिना करंट वेटट वाला ट्रांसफार्मर	काँवर के निचे नमी होने की जाँच करें	वेंटीलेशन को अच्छा करें एवं तेल की जाँच करें

क्र. सं.	जाँच समयांतराल	जाँच किए जाने वाले सामान	जाँच (रिपोर्ट) बिंदु	फाल्ट आने पर किए गए सुधार का विवरण
7	वार्षिक	ट्रांसफार्मर का आइल	तेल की डाइलेक्ट्रिक स्टैंप जाँचें तथा एसिडिक अथवा चिपचिपा पदार्थ जमने की जाँच करें	अच्छे आइल को फिर से उपयोग करें
8	वार्षिक	अर्थ रैजिस्टेंस	कनेक्शन तर बोल्ट की जाँच करें	अर्थ रैजिस्टेंस बढ़ गया हो तो आवश्यक कार्यवाही करें ।
9	1 वर्ष	रिले एवं 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 समयांतराल	जाँच किए जाने वाले सामान	जाँच (रिपोर्ट) बिंदु	खराबी दिखाई देने पर (जाँच के दौरान) उठाया गया कदम
1	घंटों में	व्यापक टेम्परेचर	सामान्य वैल्यू के अनुसार	गर्मी के समय पढ़ने वाली सीधी किरणों से बचना चाहिए
2	घंटों में	वाइंडिंग आइल टेम्परेचर	टेम्परेचर की जाँच करें क्या बढ़त सामान्य है ।	सामान्य से अधिक होने पर तुरंत ट्रांसफार्मर बंद करें एवं उसकी जाँच करें
3	घंटों में	लोड करंट वोल्टेज	दिए गए फिगर अनुसार जाँच करें	सामान्य वैल्यू के अनुसार रेगुलेट करें
4	दैनिक	T/F की आइल लेवल	T/F के आइल लेवल मार्क के अनुसार जाँच करें	अगर लेबल कम हुआ है 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 टूटी 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 है 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 स्ट्रेंथ की जाँच करें	तेल की क्वालिटी मेंटन करने हेतु आवश्यक कदम उठाए
10	त्रैमासिक	कूलर फेन, बेयरिंग मोटर एवं आपरेटिंग	बेयरिंग का लूब्रिकेटिंग, गोयर वाक्स मैनुअल कंट्रोल एवं इंटरलाक वाक्स की जाँच करें	जले या खराब हुए भाग को बदले दें

क्र. सं.	जाँच समयांतराल	जाँच किए जाने वाले सामान	जाँच (रिपोर्ट)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 स्ट्रेंथ) 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 आवश्यक 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 भरने की व्यवस्था करें । टूटे 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/पार्ट्स को साफ करें कांटेक्ट और फ्यूज को बदले दें आवश्यक हो तब सेटिंग बदल दें
20	1 वर्ष	इंसुलेटर प्रतिरोध	प्राथमरी एवं सेकण्डरी वायडिंग का IR (वोल्टेज ड्राप) मान जाँच करें	यदि आवश्यक हो तो उचित प्रक्रिया करें
21	1 वर्ष	ओहमिक मान	प्राथमरी और सेकण्डरी का ओहमिक मान की जाँच करें	आवश्यक हो तब उचित प्रक्रिया करें संबंधित वाइडिंग 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 वाइडिंग 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 क्वायल 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 निकालना विशेष तथ्य का अध्ययन करना, जैसे गुणों का विकास होता है । उनके कौशल, सामर्थ्य और अनुभव का सामाजिक और राष्ट्रीय क्षेत्र में योगदान बढ़ता है ।

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 ढूँढता था निकालना ।
- दिए गए कार्य या गतिविधि एवं अभियान को सरल करना ।
- उत्पादन और मरम्मत के खर्च को कम करना और उत्पादकता को बढ़ाना ।
- प्रकृतिक स्रोतों को सुरक्षित रखना ।
- ऊर्जा के नवीनीकृत स्रोतों जैसे पवन ऊर्जा सोलर ऊर्जा एवं ज्वार भारा का उपयोग करना ।
- बाजार में उपलब्ध न होने वाले नई तकनीक 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 ।
- आवश्यकता 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 syllabus)

- 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 ।

