तीन फेस ट्रासंफार्मर - सम्बन्धन (Three Phase transformer - Connections)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **ट्रान्सफर्मर सम्बन्धनों तीन फेज ट्रान्सफ्रमों का कोणीय डाइवर्जन बताना**
- **विभिन्न प्रकार के सम्बन्धनों के लिये उच्च वोल्टता और लघु वोल्टता लपेटों के बीच कलान्तर को घडी की घण्टा सुई द्वारा व्यक्त करना**
- **ट्रान्सफार्मरों का वेक्टर समूह बताना**
- **ट्रासंफार्मर के स्काट सम्बन्ध का स्पष्टीकरण करना और इसके उपयोग बताना ।**

ट्रासंफार्मर बैंक (Transformer Bank)

अन्य वैद्युत युक्तियों की भांति ट्रासंफार्मर को भी श्रेणी समान्तर दो कला अथवा तीन कला व्यवस्था में सम्बन्धित किया जा सकता है जब इन्हें, इन्में से किसी प्रबन्धन में समूहित किया जाता है तो समूह ट्रासंफार्मर बैंक कहलाता है।

एक तीन कला ट्रासंफार्मर के उच्च वोल्टता और लघु वोल्टता लपेटों के टर्मिनल्स स्टार में अथवा डेल्टा में एक तीन कला निकाय से जोडने के लिये सम्बन्धित किये जाते है।

ट्रासंफार्मर के किसी एक भाग के प्राथमिक और द्वितीयक कुण्डल में प्रेरित emf होतीं है जो समय कला में हैं। तीन एकल कला ट्रासंफार्मर के बैंक को भी इसी प्रकार सम्बन्धित किया जा सकता है जब प्राथमिक उच्च वोल्टता लपेट टर्मिनल्स माना कि स्टार में और द्वितीयक लघु वोल्टता लपेट टर्मिनल माना डेल्टा में सम्बन्धित किये जाते है तो यह कहा जाता है कि ट्रासंफार्मर लपेट स्टार डेल्टा में सम्बन्धित है। (Y -Δ अथवा Y-d) इसी प्रकार

स्टार - स्टार (Yy)

डेल्टा – डेल्टा (Dd)

और डेल्टा – स्टार (Dy) सम्बन्धों को प्रयुक्त किया जा सकता है।

सम्बन्ध का प्रकार	उच्च वोल्टता किनारा	लघु वोल्टता किनारा
डेल्टा	D	d
स्टार	Y	y
जिगजैग	Z	z

कोणीय विस्थापन (अपसरण) (Angular displacement (Divergence)): इन सम्बन्धों के उच्च वोल्टता और लघु वोल्टता किनारों के टर्मिनल वौल्टताओं के बीच एक निश्चित कला सम्बन्ध होता है। उच्च वोल्टता और लघु वोल्टता के बीच समय कला सम्बन्ध इस बात पर निर्भर होगा कि लपेट किस तरह से सम्बन्धित है।

यदि उच्च वोल्टता और लघु वोल्टता किनारों की लपेट स्टार-स्टार अथवा डेल्टा-डेल्टा में Fig 1 (a) (b) के अनुसार सम्बन्धित है तो कला विस्थापन शून्य होगा। लेकिन यदि लघु वोल्टता लपेट सम्बन्धों को Fig 2 (a) (b) के अनुसार उत्क्रमित कर दिया जाय तो प्रेरित वोल्टातओं में उच्च वोल्टता और लघु वोल्टता लपेट में समय कला विस्थापन 180° होगा।

Fig 1

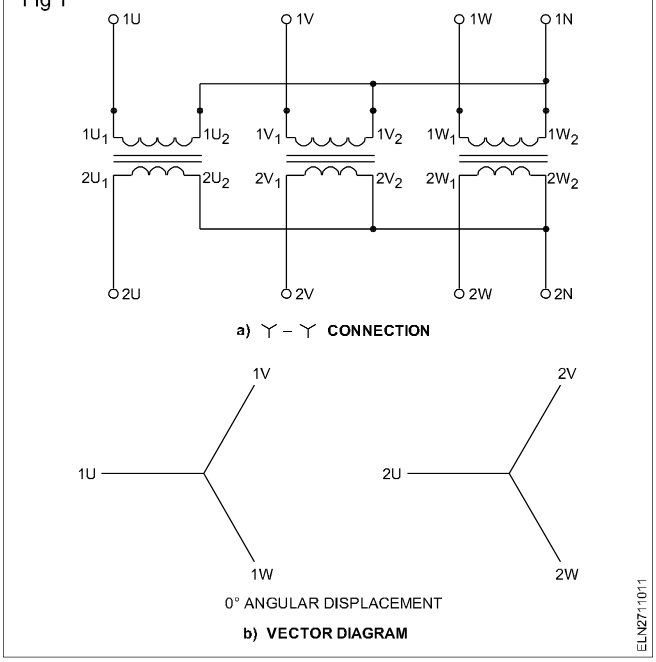
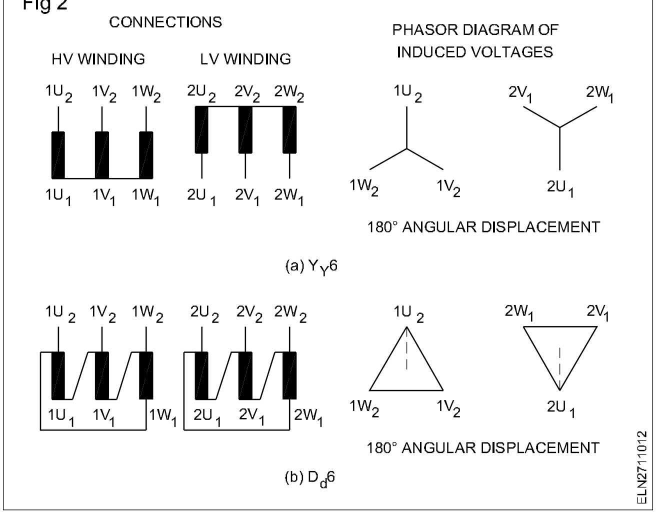


Fig 2



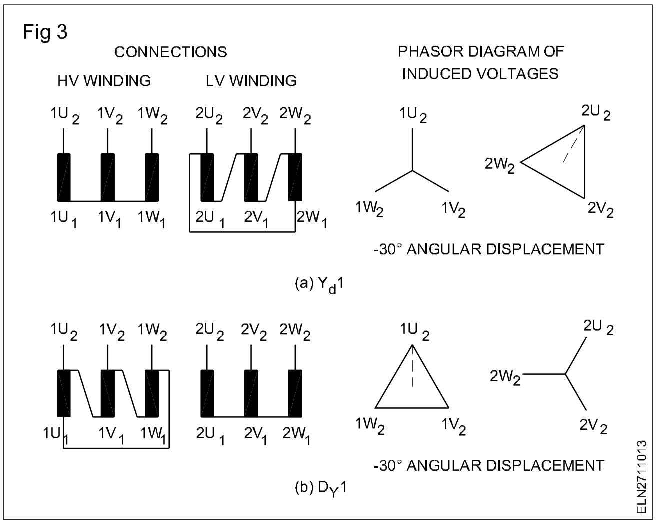
यदि प्राथमिक उच्च वोल्टता और द्वितीयक लघु वोल्टता किनारों की लपेटों को Y-D अथवा D-y में Fig 3 (a) (b) के अनुसार है कला विस्थापन 30° होगा।

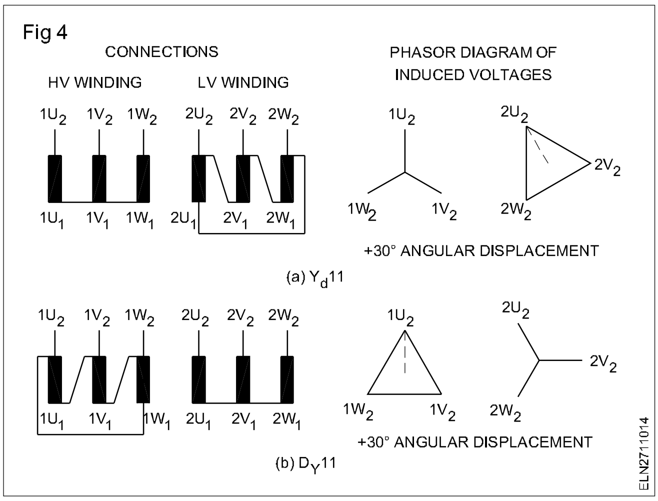
दक्षिणावर्त दिशा में विस्थापन की दिशा ऋणात्मक और वामावर्त दिशा में धनात्मक होती है।

Copyright Free Under CC BY Licence

यदि लपेटों को Y-d अथवा D-y में Fig 4 (a) (b) के अनुसार सम्बन्धित किया जाय तो टर्मिनल वोल्टता का विस्थापन +30° होगा।

लघु वोल्टता किनारे में Fig 3a और Fig 4a में निर्मित सम्बन्धों में परिवर्तन पर ध्यान दें। इसी प्रकार Fig 3b और Fig 4b में प्रदर्शित उच्च वोल्टता किनारे की लपेट सम्बन्धों में परिवर्तन से विस्थापन कोण में अन्तर होता है।





घडी के घण्टे सुई द्वारा कला विस्थापन को व्यक्त करना (Representation of phase displacement by hour hand of a clock): HV, LV लपेटों के बीच विभिन्न प्रकार के सम्बन्धों के लिये कला अन्तर को एक घडी के घण्टे की सुई से तुलना करके व्यक्त किया जा सकता है।

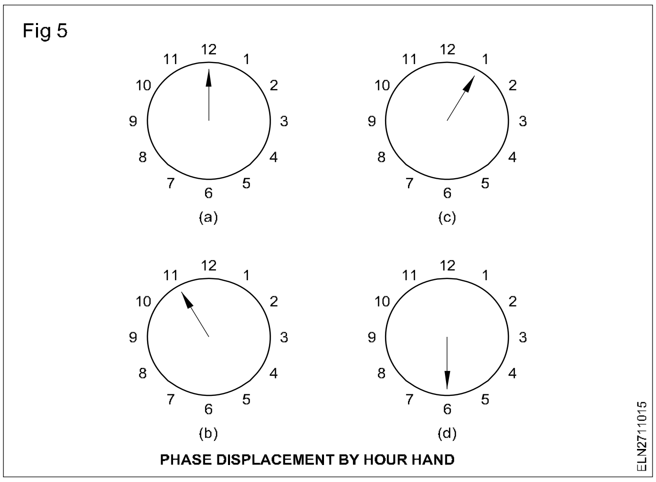
जब घडी की घण्टे की सुई 12° स्थिति पर होती है तो इसको Fig 5a के अनुसर शून्य विस्थापन माना जाता है।

जब घण्टे की सुई की स्थिति 6° स्थिति में विस्थापन 180° होता है।

जब घडी की सुई 1° स्थिति में विस्थापन -30° होता है।

जब यह घडी की स्थिति 11° पर होती है विस्थापन +30° होता है। वामावर्ती धनात्मक है। (Anticlockwise is positive.)

Fig 1 और Fig 4 के सम्बन्धों को क्रमशः व्यक्त किया जा सकता है।



सदिश समूह (Vector groups): hv, lv किनारों में वोल्टता के कला विस्थापन के अनुसार ट्रासंफार्मर का वर्गीकरण समूहो में किया जाता है। जिन्हें सदिश समूह कहते है। hv, lv किनारों के बीच समान कला विस्थापन वाले ट्रासंफार्मर एक समूह में वर्गीकृत होते है। विभिन्न सदिश समूह व्यवस्था जो प्रयोग में लायी जाती है और उनके सम्बन्ध प्रतीक भारतीय मानक IS: 2026 (भाग IV)- 1977 में दिये गये है।

ट्रासंफार्मर के सतोंष प्रद समान्तर प्रचालन के लिये उनको समान सदिश समूह का होना चाहिये। नीचे कुछ विशिष्ट सम्बन्ध दिये गये है जिनके लिये कला अनुक्रम और कोणीय विस्थापन की दृष्टि से ट्रासंफार्मर को समान्तर में प्रचालित किया जा सकता है।

ट्रासंफार्मर 1: Yy	Yd	Yd	
ट्रासंफार्मर 2: Dd	Dy	Dy	

विभिन्न समूह	सम्बन्धों के प्रकार	
0	Dd0	Yy0
1	Yd1	Dy1
5	Dy5	Yd5
6	Dd6	Yy6
11	Dy11	Yd11

स्कॉट सम्बन्ध अथवा T.T सम्बन्ध (Scott connection or T.T. connection): कुछ विशेष उपस्करों में इनके तीन कला सम्बन्ध के लिये वांछित निकाय में उपलब्ध के अनुसार वांछित लाइन वोल्टता मानक निर्धारण नही हो सकती है। साथ ही इन उपस्करों में शक्ति उपभोगन उच्च हो सकता है। इसको प्राप्त करने के लिये स्कॉट सम्बन्धित ट्रासंफार्मर का उपयोग होता है। यह स्कॉट सम्बन्धित ट्रासंफार्मर तीन कला के ट्रासंफार्मर को तीन कला को अधिक मितव्ययता से सम्बन्धित करने योग्य बनाते है।

इस स्टाक सम्बन्ध का उपयोग तीन कला को दो कला रूपान्तरण के लिये भी प्रयुक्त किया जा सकता है जिसका स्पष्टीकरण बाद में होगा।

मुख्य ट्रासंफार्मर केन्द्र अन्त निष्कासित प्राथमिक और द्वितीयक लपेटें Fig.6 के अनुसार होती है। प्राथमिक और द्वितीयक लपेटें क्रमशः CB, cb से Fig. 6 में व्यक्त की गयी है। अन्य ट्रासंफार्मर जिसे टीजर ट्रासंफार्मर कहते

Copyright Free Under CC BY Licence

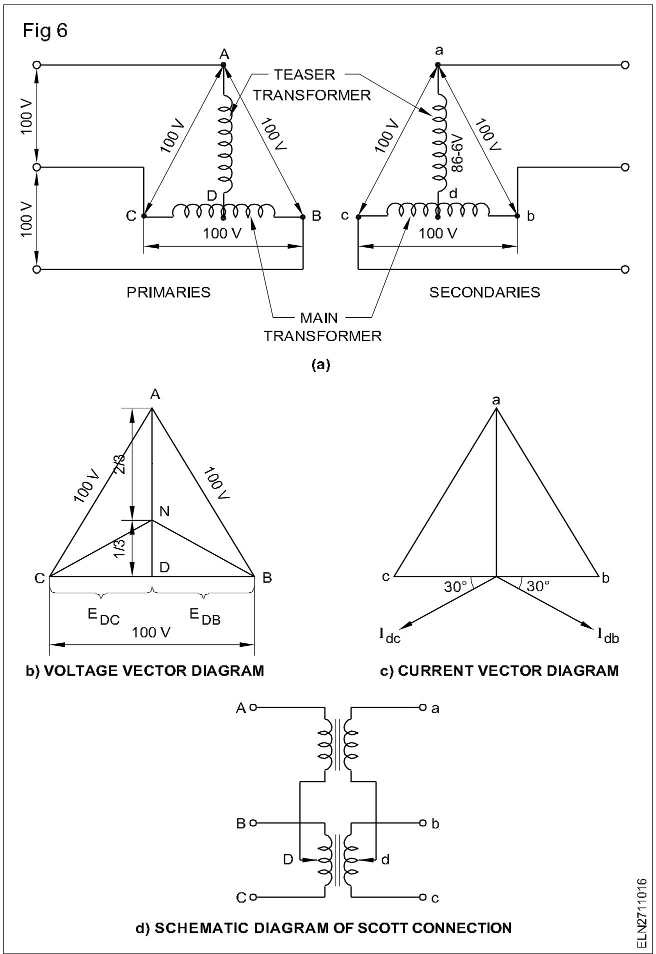
हैं, का निष्कासन 0.866 होता है और प्राथमिक तथा द्वितीयक लपेटों का एक सिरा टीजर ट्रासंफार्मर (माना D और d) से जोड कर मेन ट्रासंफार्मर के प्राथमिक और द्वितीयक केन्द्र से निष्कासित किया जाता है।

टीजर ट्रासंफार्मर का दूसरा सिरा A और मुख्य ट्रासंफार्मर प्राथमिक के दो सिरे B, C तीन कला आपूर्ति से जोडे जाते है ।

टीजर ट्रासंफार्मर के द्वितीयक के एक सिरे a से और मुख्य ट्रासंफार्मर के द्वितीयक के दो सिरों b और c से तीन कला आपूर्ति बाहर कर दी जाती है ।

सुविधा के लिये रूपान्तरण अनुपात एक लिया जाता है और आपूर्ति लाइन वोल्टता को Fig 6 के अनुसार 100V माना जाता है। (Fig 6)

Fig 6b में प्रद्रर्शित 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। ट्रासंफार्मर निर्धारण इसकी KVA निर्धारण का 86.6% प्रतिबन्धित रहता है। उपयुक्त लपेट अनुपात से ट्रासंफार्मर निर्धारण को उन्नत करके 92.8% किया जा सकता है।

***उदाहरण* (Example):** 660V, 33KVA के सन्तुलित भार को एक सन्तुलित 11000V के आपूर्ति से लेने के लिये गणना कीजिये (a) प्रत्येक कुण्डल की धारा और वोल्टता निर्धारण (b) मुख्य और टीजर ट्रासंफार्मर का KVA निर्धारण।

प्राथमिक के सिरों पर वोल्टता 11000V

टीजर प्राथमिक के सिरो पर वोल्टता 0.866 x 11000

मेंन और टीजर में धारा समान है और लाइन धारा के बराबर है

$$\text{धारा रेखा} = I_{LP} = \frac{KVA \times 1000}{\sqrt{3}EL}$$

$$= \frac{33 \times 1000}{\sqrt{3} \times 11000} = \frac{3}{\sqrt{3}} = 1.732A$$

मुख्य सिरों पर द्वितीयक वोल्टता = 660V

द्वितीयक टीजर वोल्टता 660 x 0.866 = 572V

$$\text{The secondary line current } I_{LS} = \frac{I_{LP}}{k} = \frac{1.732}{\frac{660}{11000}}$$

$$= \frac{1.732 \times 11000}{660}$$

$$= \frac{173.2}{6} = 28.87A$$

मुख्य KVA निर्धारण = 11000 x 1.732 x 10^{-3}

= 19.05 kVA

टीज KVA = 0.866 x मुखय KVA

= 0.866 x 19.05 = 16.4KVA

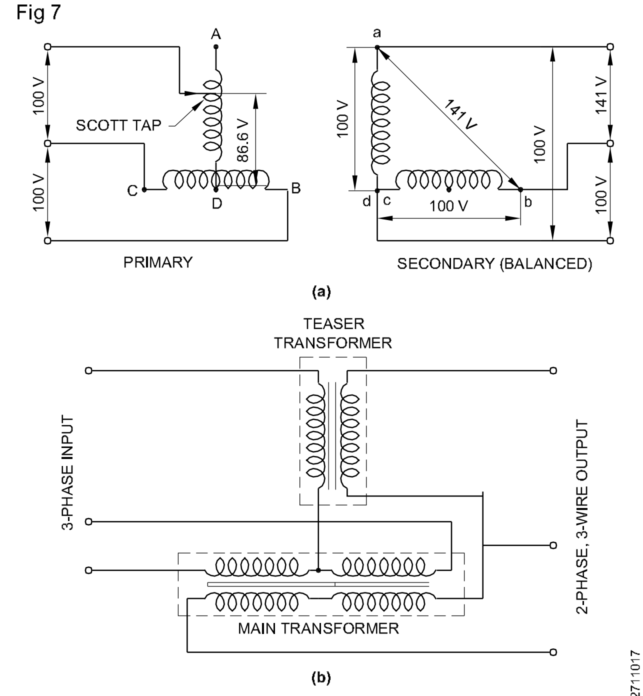
तीन कला का दो कला में परिवर्तन व्यक्ति क्रम में (3-phasae to 2-phase conversion and vice versa): विद्युत शक्ति आपूर्ति के औद्योगिक अनुप्रयोगों में कुछ उपस्कर जैसे विद्युत भटिटयां और वेल्डिंग ट्रासंफार्मर में दो कला आपूर्ती आवश्यक होती है।

वर्तमान में उपलब्ध वैद्युत आपूर्ति निश्चय रूप से तीन कला है। इसलिये तीन कला को दो कला आपूर्ति में परिवर्तित करना आवश्यक है। इसे स्काट सम्बन्ध द्वारा प्राप्त किया जाता है।

सुविधा के लिये 100V आपूर्ति और एकांक रूपान्तरण अनुपात को Fig 7 के अनुसार चयनित किया जाता है। लेकिन ट्रासंफार्मर को वांछित वोल्टता और उपयुक्त रूपान्तरण अनुपात के अनुसार अभिकल्पित किया जा सकता है। Fig 7 (a) सम्बन्धों की व्यवस्था प्रर्दशित करता है जबकि परिपथ व्यवस्था Fig 7 (b) में प्रदर्शित की गई है।

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 7



3 PHASE TO 2 PHASE CONVERSION

तीन एकल कला ट्रासंफार्मर तीन कला प्रचालन के लिये (Three single phase transformers for three phase operation)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **प्राथमिक और द्वितीयक लपेटों के लिये चार प्रकार के सम्बन्धों को अरेखित करने में**
- **धारा और वोल्टता के कला और रेखा मानों को ज्ञात करने में ।**

3 कला वोल्टता रूपान्तरण अर्थात यथेष्ट शक्ति परिमाण के प्रहस्तन के लिये अनेक विधियां उपलब्ध है। तीन ट्रासंफार्मर के एक समूह के प्राथमिक और द्वितीयक लपेटों के लिये चार सम्भव विधियां है जिन्हें परस्पर सम्बन्धित किया जा सकता है जिससे तीन कला परिपथ से ऊर्जा का स्थान्तरण अन्य परिपथ में किया जा सके, वे है :

प्राथमिकों में Y द्वितीयकों में Y

प्राथमिकों में Y द्वितीयकों में Δ

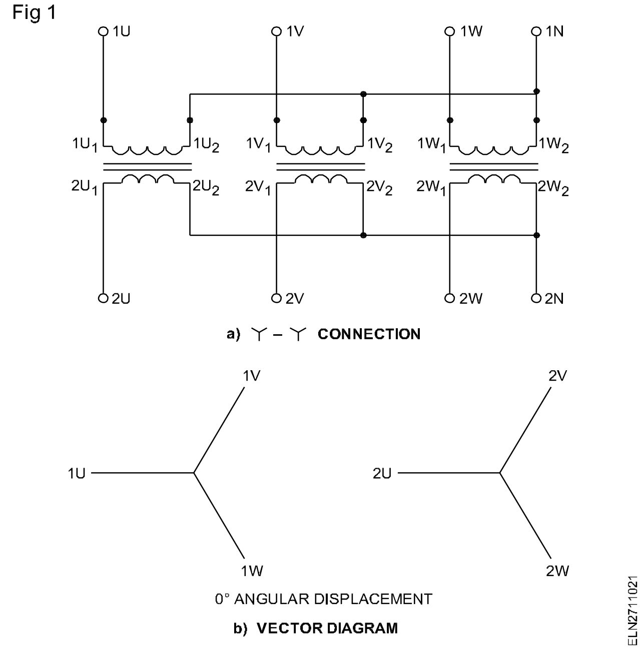
प्राथमिकों में Δ द्वितीयकों में Δ

प्राथमिकों में Δ द्वितीयकों में Y

सितारा/सितारा अथवा Y/Y सम्बन्ध: Fig 1 में तीन ट्रासंफार्मर के सितारा सितारा के समूह का सम्बन्ध दिखाया गया है यह सम्बन्ध लघु और उच्च वोल्टताओं के रूपान्तरण लिये अधिकतम मितव्ययी है क्योंकि प्रतिकला चक्करों की संख्या के लिये, वांछित रोधन का परिमाण अल्पतम होता है। यह सम्बन्ध केवल उस समय सतोष प्रद कार्य प्रदान करता है जब भार संतुलित है। रेखाओं की एक दी गई वोल्टता के लिये Y के टर्मिनल के सिरों पर वोल्टता V का सम्बन्ध ट्रासंफार्मर से किया जाता है। $V/\sqrt{3}$; कुण्डल धारा I रेखा धारा के बराबर है।

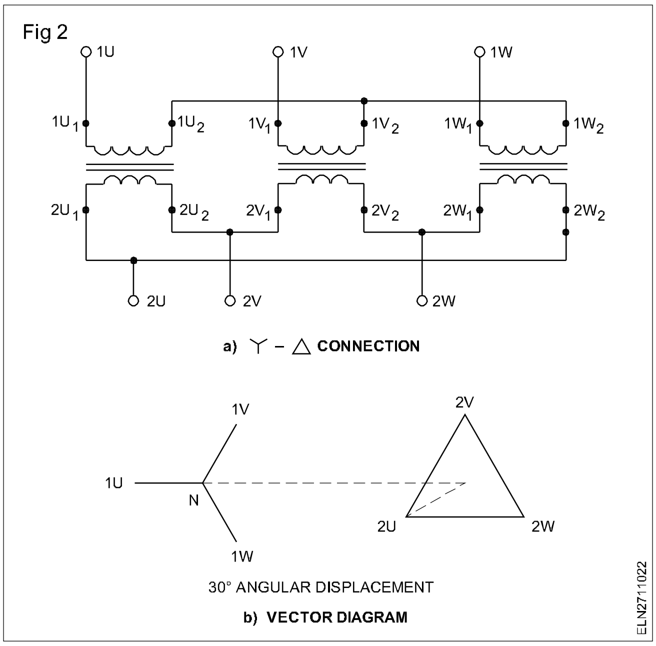
सितारा - Δ अथवा Y/ Δ सम्बन्ध : प्राथमिक की ओर 3 ट्रासंफार्मर को सितारा में सम्बन्धित करते है और द्वितीयक उन द्वितीयक सम्बन्धों से निर्मित

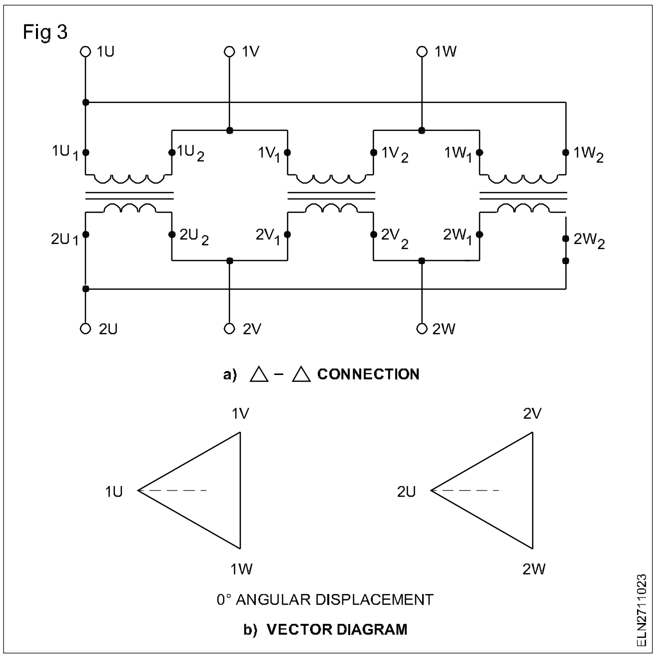
Fig 1



होता है जो डेल्टा में होते है जैसा कि Fig 2 में दिखाया गया है। द्वितीयक और प्राथमिक रेखा वोल्टता के बीच अनुपात प्रत्येक ट्रासंफार्मर के रूपान्तरण अनुपात का $1/\sqrt{3}$ गुना होता है। प्राथमिक और द्वितीयक लाइन वोल्टता के बीच 30° विस्थापन होता है। इस सम्बन्ध का मुख्य उपयोग प्रसारण रेखा के उपकेन्द्र सिरों पर होता है।

Copyright Free Under CC BY Licence

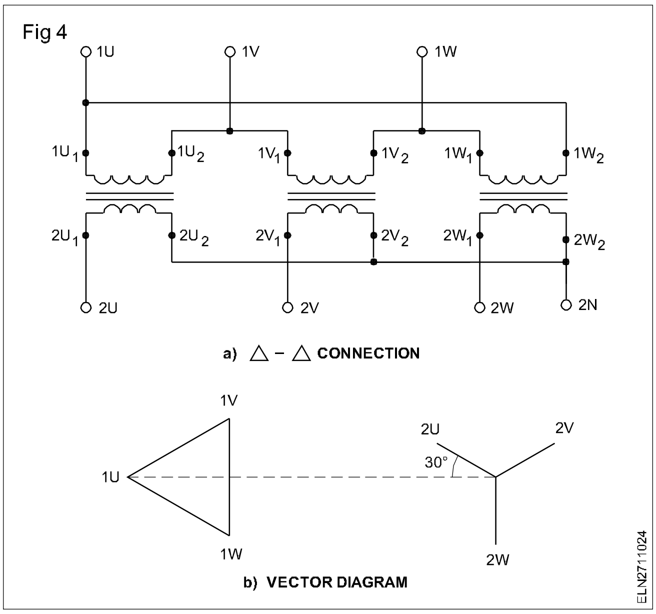




डेल्टा-डेल्टा अथवा Δ/Δ सम्बन्ध : Fig 3 में तीन ट्रासंफार्मर्स प्रदर्शित किये गये है जो प्राथमिक और द्वितीयक दोनों ओर से Δ में सम्बन्धित है। YY सम्बन्ध के अनुसार प्राथमिक और द्वितीयक रेखा वोल्टताओं के बीच कोणीय विस्थापन नही होता है। इस सम्बन्ध का एक अतिरिक्त लाभ यह है कि यदि एक ट्रासंफार्मर अयोग्य हो जाता है निकाय खुले डेल्टा में अथवा V-V में प्रचालित बना रहता है। V-V में इसे 58% की न्यूनित क्षमता पर प्रचालित किया जा सकता है और सामान्य मान के 66.6% पर प्रचालित नही होता।

डेल्टा – सितारा अथवा Δ/Y सम्बन्ध : यह सम्बन्ध प्रायः वहां उपयोग में लाया जाता है जहां वोल्टता को उच्चयित करना आवश्यक नही होता है। उदाहरण के लिये उच्च वोल्टता संचरण निकाय के प्रारम्भ में। सम्बन्ध Fig 4 में दिखाया गया है।

प्राथमिक और द्वितीयक रेखा वोल्टतायें और रेखा धारायें एक दूसरे से 30° कला बाहर होती है। द्वितीयक का प्राथमिक वोल्टता से अनुपात प्रत्येक ट्रासंफार्मर के रूपान्तरण अनुपात का $\sqrt{3}$ गुना होता है।



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)

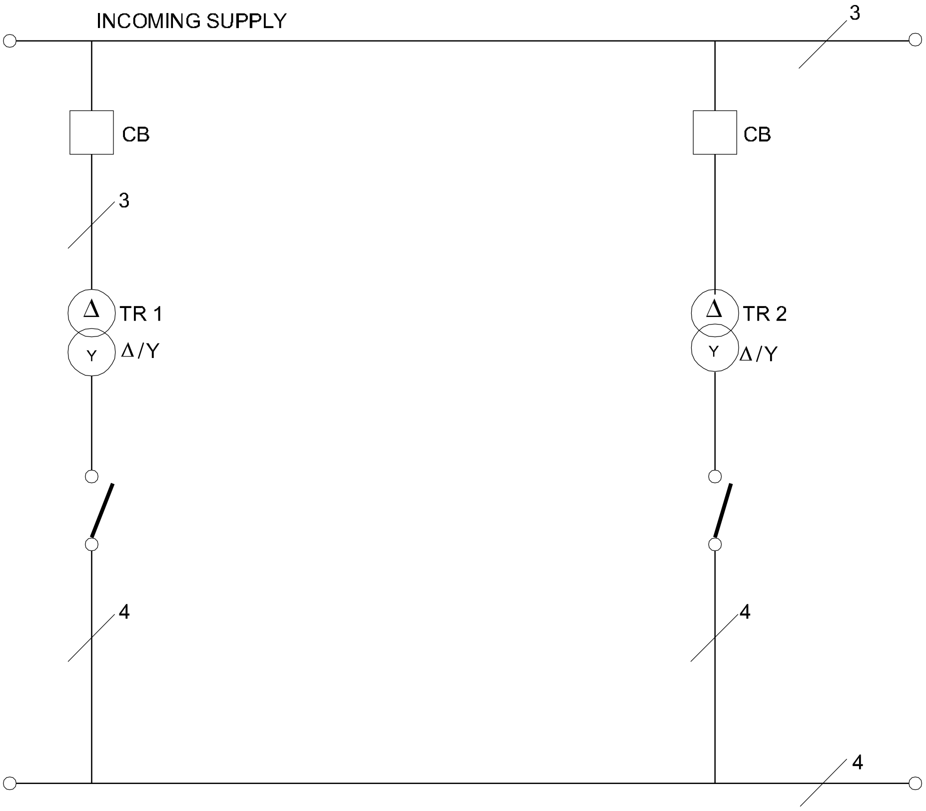
दो या दो से अधिक ट्रांसफार्मर की समांतर में प्रचालन हेतु उनके प्रइयरी वांइडिग को समांतर में संयोजित कर एक हि सप्लाई लाइन देते है और सेकेण्डरी साइड को लोड बस बार (Fig 1) के समान लाइन से संयोजित किया जाता है यह ट्रांसफार्मर का समांतर प्रचालन कहलाता है।

ट्रांसफार्मर की समांतर प्रचालन की शर्ते (Conditions for pararopertion of transformers)

जब दो या दो से अधिक ट्रांसफार्मर को समांतर में संयोजित करना हो तब निम्न शर्ते ट्रांसफार्मर के बेहतर कार्य प्रणाली को संतुष्ट करता है।

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 1



PARALLEL OPERATION - 3PHASE TRANSFORMER

1 वोल्टेज अनुपात समान होना चाहिए

2 प्रति यूनिट इपीडैंस या प्रतिशत इंपीडैंस समान होना चाहिए लिकेज रिएक्टैंस और प्रतिरोध दोनो के बीच (X/R) अनुपात बराबर होना चाहिए

3 पोलेरिटि (ध्रुवता) समान होनी चाहिए

4 3 ट्रांफार्मर हेतुः-

i) फेज सीक्वैंस समान होना चाहिए।

ii) सदिश समूह भी समान होना चाहिए (संबधिंत फेज विस्थापन सेकेण्डरी लाइन वोल्टेज के बीच शून्य होना चाहिए)

3 ट्रांसफार्मर का समातर प्रचालन (Parallel operation of 3-phase transformer)

Fig 2 दो ट्रांसफार्मर के समांतर प्रचालन को दिखाता है इस प्रकरण में दोनो ट्रांसफार्मर का संयोजन (डेस्टा-स्टार) या समान होना चाहिए।

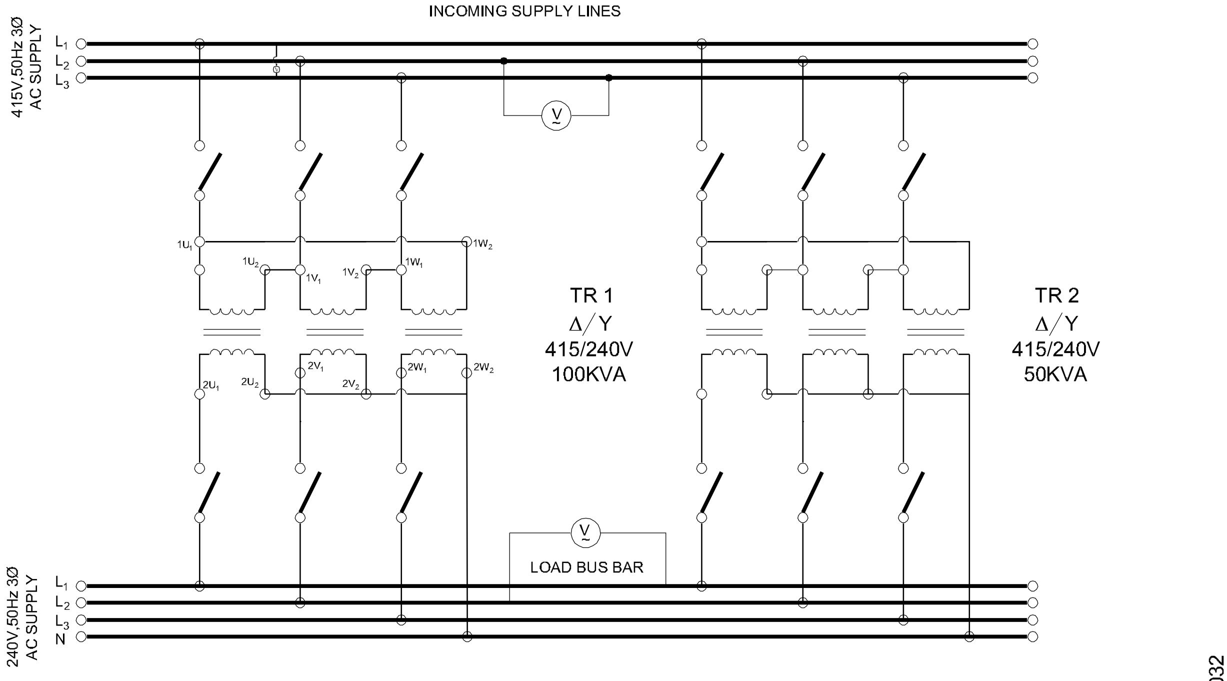
इस प्रकार दो ट्रांसफार्म स्टार डेस्टा संयोजन (Y/Δ) का ओर उनके प्राइमरी और सेकण्डरी लाइन वोल्टेज समान होना चाहिए यदि वांइडिग टर्नस अनुपात समान न हो तब प्राइमरी और सेकेण्डरी का वोल्टेज अनुपात समान होना चाहिए।

यदि दो ट्रांसफार्मर अलग अलग रेटिंग के है और समांतर में संयोजित है प्रतिशत इंवीडैंस समान है और ट्रांसफार्मर 1 का इंवीडैंस ट्रांसफार्मर 2.का आधा हे तब इस प्रकरण में प्रत्येक ट्रांसफार्मर का KVA रेटिंग के अनुसार लोड देना चाहिए।.(Fig 2)

समांतर प्रचालन बेहतर उपलब्धि के लिए दोनो ट्रांसफार्मर का रेगुलेशन समान होना चाहिए। यदि T./F का प्रतिशत इंवीडैंस भीन्न हो तब पहला T/F उच्च पावर फैक्टर पर कार्य करेगा और दूसरा निम्न P.F. पर कार्य करेगा।

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 2



PARALLEL OPERATION - 3 PHASE
TRANSFORMER - CONNECTION DIAGRAM

Copyright Free Under CC BY Licence

ट्रांसफार्मर का शीतलन - ट्रांसफार्मर ऑयल और परीक्षण (Cooling of transformer - Transformer oil and testing)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :
- **वितरण ट्रांसफार्मर के भागों का वर्णन करना**
- **शीतलन के लिए उपयोग विधिया का वर्णन करना ।**

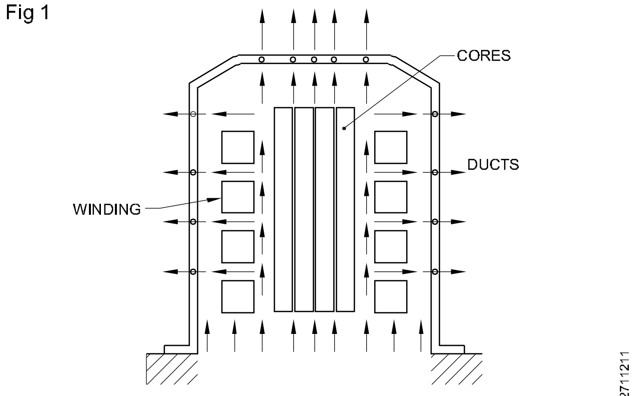
शीतलन की आवश्यकता (Necessity of cooling)

पूर्व की व्यवस्था में, हमने यह पाया था कि जब, लौह ह्रास तथा तांबा ह्रास के कारण, ट्रांसफार्मर को आपूर्ति से जोड़ा जाता है तो, ट्रांसफार्मर गर्म हो जाता है। जब ट्रांसफार्मर को भार दिया जाता है तो, लपेटन के ताप को कम करने के लिए ट्रांसफार्मर के अन्दर उत्पन्न ऊष्मा को वायुमंडल में विकरित किया जाना चाहिए।

ट्रांसफार्मर में शीतलन के उपयोग की विधियाँ (Methods for cooling transformers): ट्रांसफार्मर के शीतलन में उपयोग हुई विधिया निम्नलिखित है। ट्रांसफार्मर के साइज, अनुप्रयोग तथा स्थान पर निर्भर करते हुए किसी भी एक या दो या अधिक विधियों के संयोजन को अपनाया जा सकता है।

- प्राकृतिक वायु विधि (Natural air method)
- वायु का झोका विधि (Air blast method) (Fig 1)

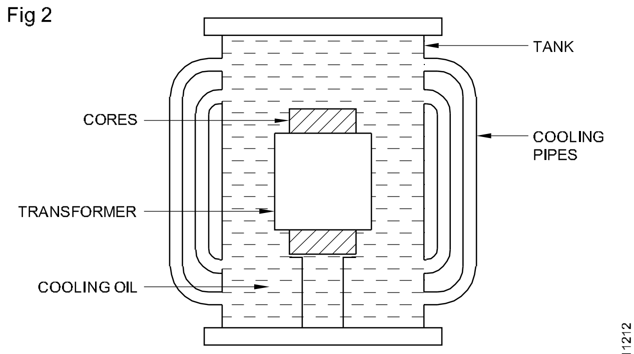
Fig 1



AIR BLOWER FAN

- प्राकृतिक तेल झोका विधि (Natural oil cooled method) (Fig 2)

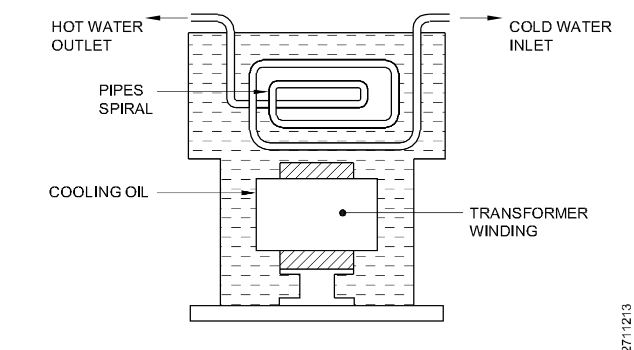
Fig 2



OIL - COOLED TRANSFORMER

- तेल का बलकृत संचार (Oil blast method)
- तेल का जबरन संचलन (Forced circulation of oil)
- तेल तथा जल शीतलन (Fig 3) (Oil and water cooled) तथा
- प्रणोदित (Forced) तेल तथा जल शीतलन

Fig 3



OIL AND WATER COOLED TRANSFORMER

प्राकृतिक तेल शीतल विधि का सामान्यतः 100KVA तक की कम क्षमता के वितरण ट्रांसफार्मर के लिए अपनाया जाता है। परिवेश (आस-पास) वायु के प्राकृतिक संचार को ट्रांसफार्मर लपेटन से ऊष्मा को ंडा करने के लिए उपयोग किया जाता है।

वायु झोका विधि (Air blast) में, ट्रांसफार्मर के सतह पर वायु को धमित (Blow) के लिए पंखो का उपयोग किया जाता है। जिसके कारण उत्पन्न ऊष्मा, वायु के झोकें से कम होती है।

200KVA से अधिक क्षमता के ट्रांसफार्मर को रोधन तेल के उपयोग से शीतलन किया जाता है। लपेटन तथा कोर, तेल में डुबे होते है। शीतलन नलिका के उपयोग से टैंक का क्षेत्रफल बढ़ता है (रेडियेटर ट्यूब)।

तेल तथा जल शीतलन पद्धति में ट्रांसफार्मर से ऊष्मा को अलग करने के लिए गर्म तेल में से कम दाब के जल नलिका उपयोग की जाती है।

Copyright Free Under CC BY Licence

ट्रांसफार्मर तेल और परीक्षण (Transformer oil and testing)

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

- **ट्रांसफार्मर तेल के गुणों का वर्णन करना**
- **ट्रान्सफार्मर में प्रयुक्त तीन इन्स्यूलेटिंग तेलों के नाम बताना**
- **प्रयोग पर ट्रांसफार्मर तेल के अवह्रास के कारण के बारे में**
- **ट्रान्सफर्मर तेल की आवश्यकता बताना**
- **तेल की गुणवत्ता में कमी का कारण बताना**
- **ट्रांसफार्मर तेल के विभिन्न प्रचालनों के लिए परीक्षण-विधियाँ स्पष्ट करना ।**

ट्रांसफार्मर तेल (Transformer oil)

बड़ी क्षमता के ट्रांसफार्मर सदा तेल शीतित ट्रांसफार्मर होते हैं । ट्रांसफार्मर विद्युतरोधन तन्त्र में ट्रांसफार्मर तेल की भूमिका महत्वपूर्ण होती है ।

आज की तारीख में ट्रान्सफार्मर में तीन प्रकार के कूलिंग तेल/प्रवाही प्रयुक्त किये जाते

- खनीज तेल (ज्वलनशील)
- सिलिकोन प्रवाही (कम ज्वलनशील) और
- हाइड्रोकार्बन प्रवाही (ज्वलनता रहित)

साधारण ट्रान्सफार्मर तेल एक खनीज तेल होता है जो कच्चे पेट्रोलियम को परिस्कृत करके प्राप्त किया जाता है । साफ और सूखा खनीज तेल एक बढ़िया इन्स्यूलेटर होता है । वाष्प के द्वारा उसमें ह्रास बहुत कम होता है । पर यह एक ज्वलनशील प्रवाही है और वायु में से तुरन्त नमी को सोख लेता है । तेल को नमी और आग से सावधानी पूर्वक दूर रखना चाहिए ।

सिन्थेटिक प्रवाही आसानी से आग नहीं पकडता । अतः खनीज ट्रान्सफार्मर तेलों के स्थान पर सिन्थेटिक प्रवाही का उन निम्नलिखित ट्रान्सफर्मरों में प्रयोग होता है :

- भूमिगत खदानों में
- रिफाइनरियों में और खतरनाक स्थानों में
- ट्यूनलों में
- धातु प्रोसेसिंग वर्कशापों प्लान्टों, थियेटरों और सिनेमा चरों आदि में

ट्रान्सफर्मरों में पैराफिन, नेप्थालीन और एरोमाटिक्स जैसे जैवीच मिश्रण होते हैं । ये सभी हाईड्रो कार्बन है इसलिए इन्स्यूलेटिंग तेल/ट्रान्सफार्मर तेल/सिन्थेटिक ट्रान्सफार्मर तेल जिनको ASKARELS और PYROCLORE कहा जाता है; उनका प्रयोग किया जाता है ।

ट्रांसफार्मर तेल के गुण (Properties of transformer oil)

अच्छे ट्रांसफार्मर तेल के गुण निम्नानुसार हैं -

1 अच्छे विशिष्ट प्रतिरोध इस प्रकार उच्च विद्युतरोध प्रतिरोध

2 बेहतर ताप चालकता यानी उच्च विशिष्ट ताप

3 उच्च ज्वलन बिन्दु ताकि निम्न तापमान पर आग न लगे ।

4 जब हवा के सामने है तो आसानी से नमी अवशेषित नहीं करता ।

5 निम्न श्यानता यानि तत्काल ज्वलन क्षमता ।

ट्रांसफार्मर तेल की जरूरत (Necessity of transformer oil)

लोड (भार) पर ताम्र हानियों और क्रोड हानियों आदि के कारण बड़ी क्षमता वितरण ट्रांसफार्मर ज्यादा ताप उत्पन्न करते हैं । यह जरूरी है कि उपयुक्त विद्युतरोधक सामग्रियाँ उपलब्ध करा कर ताप को तापमान दर्जा के भीतर ही रखा जाये ।

ट्रांसफार्मर तेल अच्छी वैद्युत विद्युतरोधी सामग्री के रूप में कार्य करता है। इस प्रकार यह विद्युत भंजन को घटाता है । ट्रांसफार्मर तेल शीतल कारक के रुप में भी काम करता है । अतः ट्रांसफार्मर के सब भीतरी पुर्जो 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 अध्यधीन होते हैं ।

उदाहरण (For example)

1 हवा के सम्पर्क में आने से तेल में नमी और धूल होती है । नमी की मौजूदगी हानिकारक होती है और तेल के वैद्युत अभिलक्षणों को प्रभावित करती है और विद्युतरोधी सामग्रियों के 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 बढायेंगे । 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 आरंम्भिक भराई से पहले ट्रांसफार्मरों के सेवा के दौरान भी ट्रांसफार्मर तेल टेस्ट किया जायेगा । टेस्ट परिणाम के अनुसार ट्रांसफार्मर तेल को फिल्टर

Copyright Free Under CC BY Licence

करना जरूरी हो सकता है और कई मामलों में सुरक्षित और तेल शीतित ट्रांसफार्मरों के बेहतर अनुरक्षण के लिए नए तल की सिफारिश की जा सकती है ।

ट्रांसफार्मर तेल के निष्पादन के बारे में निर्णय लेने के लिए निम्नलिखित आवधिक परीक्षण किये जाते हैं ।

1 विद्युत तेल का क्षेत्र टेस्ट (Field test of insulation oil)

2 विद्युतरोधन तेल का क्रैकल टेस्ट (Crackle test of insulating oil)

3 विद्युतरोधन तेल का परावैद्युत टेस्ट (Dielectric test of insulating oil)

4 अम्लता टेस्ट (Acidity test)

1 विद्युतरोधन तेल का क्षेत्र परीक्षण (Field test of insulating oil)

जब एक नल्लिका से हीटर में अन्तर्विष्ट आसवित जल के शान्त पृष्ठ पर ट्रांसफार्मर तेल की एक बूंद डाली जाती है तो जब तेल नया है, यह अपनी आकृति बनाये रखेगा जैसा कि Fig 1 में दिखाया गया है।

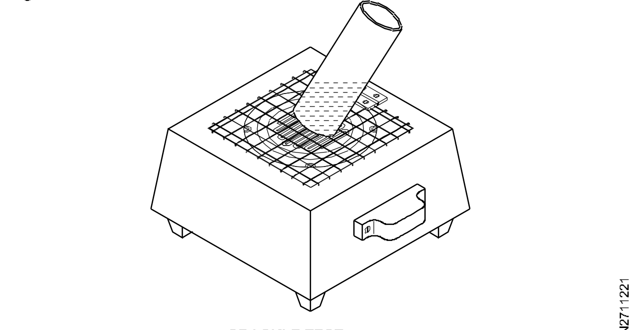
इस्तेमाल किया हुआ साइकलो-आक्टेन तेलों या पैराफीन तेलों (चाहे अप्रयुक्त हो) के मामले में बूंद सामान्यतः चपटी बन जाती है । यदि यह चपटी बूंद 15 से 18 mm, से कम व्यास का क्षेत्र घेरती है तो तेल का प्रयोग किया जा सकता है अन्यथा इसे पुनर्नवीयन किया जाता है ।

लम्बे फैलावों वाले तेल अनुप्रयुक्त होते हैं ।

2 ट्रांसफार्मर तेल का क्रेकल परीक्षण (Crackle test of transformer oil) (Fig 1)

स्टील ट्यूब के एक सिरे को बन्द करके उस सिरे को ताप देकर धुंधला रक्ततप्त बनायें (Fig 1) । जब तेल नमूने को ट्यूब में डाला जाता है तो तेज चटचटाने की आवाज सुनायी देगी यदि तेल में नमी है । शुष्क तेल केवल कड़कड़ाहट पैदा करेंगे ।

Fig 1

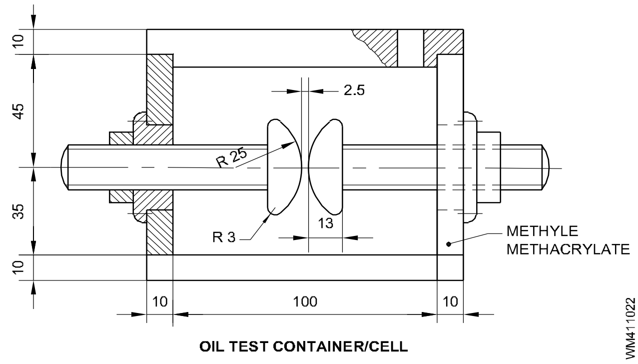


CRACKLE TEST

3 ट्रांसफार्मर तेल का परावैद्युत परीक्षण (Dielectric test of transformer oil)

अधिकांशता मानक तेल सैट का प्रयोग करते हुये टेस्ट किया जाता है । तेल टेस्ट सैट में कांच या प्लास्टिक का बना सेल होता है । (Fig 2)

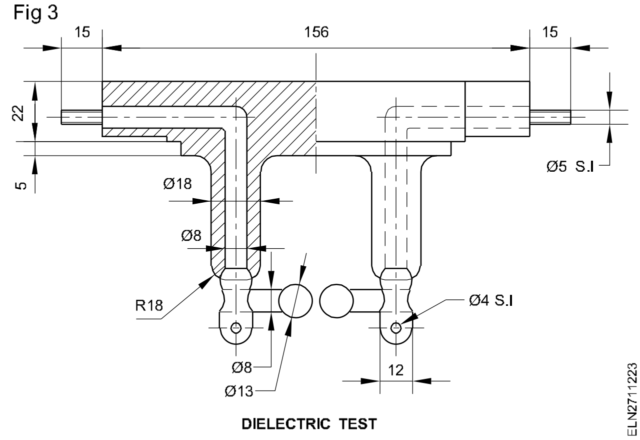
Fig 2



OIL TEST CONTAINER/CELL

सेल 300 से 500 ml. के बीच प्रभावी वाल्यूम का होता है इसे अधिकांशता बन्द करना चाहिए । दो प्रकार के सेल Fig 3 में दिखाया गया है ।

Fig 3



DIELECTRIC TEST

ताम्र, पीतल, कांसा या स्टेनलेस स्टील के 12.5 से 13 mm व्यास को गोलाकार अण्डाकार दो अवयवों के 2.5 mm मीटर दूरी पर एक क्षैतिज धुरी पर आरोहित इलैक्ट्रोड के रूप में प्रयोग किया जाता है ।

सेल को टेस्ट सैट पर आरोहित किया जाता है । बिन्दु सम्पर्क व्यवस्था से इलैक्ट्रोडो का एच टी सम्बन्धन बनाया जाता है ।

टेस्ट सैट को उच्चयन ट्रांसफार्मर में भी लगाया जाता है जहाँ वोल्टता में शून्य से 60kV की विभिन्नता लायी जा सकती है । कई डिजाइनों में वोल्टता पुश बटन (push button) स्विच के प्रचालन से मोटर द्वारा परिवर्तित की जाती है ।

परावैद्युत परीक्षण यूनिट का वैद्युत परिपथ आरेख Fig 4 में देखें (Electrical circuit diagram of dielectric test unit is shown in (Fig 4)

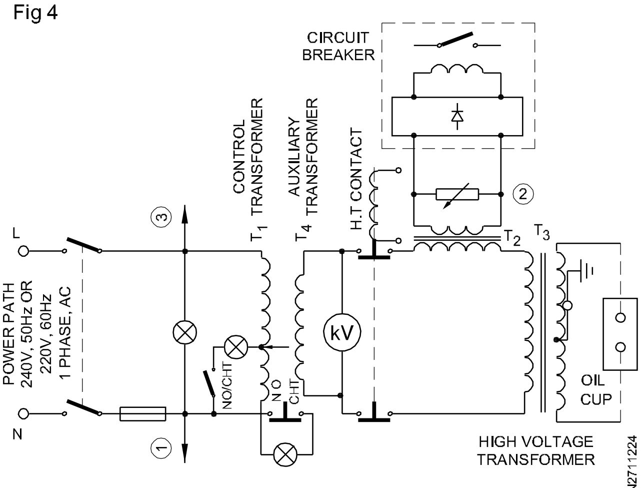
ट्रांसफार्मर तेल पर परावैद्युत टेस्ट करने के लिए तेल को धीरे से उत्तेजित किया जाता है और कई बार पलटा जाता है ताकि तेल में अन्तर्विष्ट अशुद्धतायें सदृश वितरण से सब और फैल जायें ।

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 ।

उपयुर्क्त शर्तें पूरी कर लेने पर सेल को ढक्कन स्थिति में रखें । सेल को टेस्ट यूनिट में रखें और स्विच "ऑन" करें ।

Copyright Free Under CC BY Licence

Fig 4



CIRCUIT DIAGRAM OF DIELECTRIC TEST

40 से 60Hz आवृत्ति के आर पार एसी वोल्टता 2kV RMS की दूर पर सदृश दर 'O' से आरम्भ होकर भंग पैदा करने के मान तक एक समान बढ़ती है । भंग वोल्टता वह वोल्टता है जो टेस्ट के दौरान इलेक्ट्रोड़ों के बीच पहला स्फुलिंग पैदा होने के समय प्राप्त होती है ।

यदि इलेक्ट्रोड़ों के बीच एक आर्क स्थापित हो जाये तो परिपथ स्वतः खुल जाता है । भंग वोल्टता दर्ज की जाती है और मानक निर्धारों के अनुसार रीडिंग की व्याख्या की जाती है । अपेक्षाएँ IS-335-1983 वैद्युत सामर्थ्य (भंग वोल्टता के अनुसार हैं) ।

1 नया अनिस्यंदित ट्रांसफार्मर तेल - 30KV (RMS)

2 फिल्टरेशन के बाद ट्रांसफार्मर तेल - 50KV (RMS)

यदि भंग वोल्टता 30kV (RMS) प्राप्त नहीं करती तो ट्रांसफार्मर तेल को फिल्टर करने की सिफारिश की जाती है ।

उसी सेल भराई पर 6 बार टेस्ट किया जायेगा । वैद्युत सामर्थ्य प्राप्त 6 परिणामों का गणित माध्य होगा ।

अम्लता टेस्ट (Acidity test)

तेल के आक्सीकरण द्वारा अम्ल उत्पाद पैदा होते हैं । आक्सीकरण विद्युतरोधी सामग्रियों जैसे ट्रांसफार्मर कुण्डलनों में प्रयुक्त विद्युतरोधी पेपर और प्रैस बोर्डों का 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 0.008 5 N सोडियम कार्बोनेट डालें । टेस्ट ट्यूब को एक बार फिर हिलाने के बाद सार्विक सूचक की 5 बूंदे डालें । परिणामी घोल एक रंग उत्पन्न करता है जो घोल के अम्लता मान पर आधारित होता है ।

समीपवर्ती वर्ण रेंज निम्नानुसार होगी :

नं. में कुल अम्लता मान	वर्ण
0.00	काला
0.2	हरा
0.5	पीला
1.0	नारंगी

तथापि ठीक मान सूचित करने के लिए वर्ण चार्ट टेस्ट किट के साथ दिया जायेगा ।

Copyright Free Under CC BY Licence

छोटे ट्रांसफार्मर की वाइन्डिंग - वाइन्डिंग मशीन (Small transformer winding - Winding machine)

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

- **ट्रांसफार्मर का पुनः कुण्डलन करने के लिए महत्वपूर्ण डाटा का वर्णन करना**
- **छोटे ट्रांसफार्मरों की पुनः कुण्डलन करने की विधि का वर्णन करना**
- **सूत्र का उपयोग करते हुए प्रति वोल्ट टर्न की गणना और प्राथमिक व द्वितीयक टर्नों की संख्या ज्ञात करना**
- **ट्रांसफार्मरों की पुनः कुण्डलन से संबंधित सारणी को पढने व व्याख्या करने में ट्रांसफार्मर का माप, बॉबिन का साईज तथा वाइंडिंग तार के साइज को ज्ञात करना**
- **ट्रांसफार्मर की कुण्डलन के बाद होने वाले परीक्षण करने की व्याख्या करना।**

छोटे ट्रांसफार्मर का पुनः कुण्डलन (Rewinding of small transformer):

इस पाठ के विषय वस्तु एक ऐसे युवक की सहायता करने के विचार से तैयार की गई है जो छोटे ट्रांसफार्मरों की वाइन्डिंग करने के क्षेत्र में स्वनियोजित बनना चाहता है।

जब वाइन्डिंग जल गई हो या बुरी तरह से क्षतिग्रस्त हो गई हो इसे पुनः कुण्डलित करने की आवश्यकता होती है। ट्रांसफार्मरों की संरचना करने की आवश्यकता होती है। ट्रांसफार्मर की संरचना व प्रकार के अनुसार ट्रांसफार्मर को खोलने का क्रम थोडा-थोडा भिन्न होता है।

आंकडे को रिकार्ड करना (Recording the data) : ट्रांसफार्मर को खोलते समय या पूर्व में निम्नलिखित डाटा लेना चाहिए।

1 वाइन्डिंग की संख्या/टर्न्स/लेयर्स

2 Size of wires and insulation.

3 इनपुट व आउटपुट वोल्टेज, & करंट

4 KVA क्षमता

5 संयोजन आरेख

6 टर्मिनल मार्किंग / लीड पोजिशन

7 क्रोड का प्रकार / पट्टलों (stampings) की संख्या

8 बॉबिन का विवरण / कोर

9 इन्सुलेशन योजना में जैसे बंधन, परत, लीड तारें, स्लिव के प्रकार व साइज, कुण्डलनों के बीच इन्सुलेशन का साइज व प्रकार व परतों की संख्या भी दर्ज करनी चाहिए।

यदि पुराना बॉबिन वाइन्डिंग के लिए पुनः काम मे लेना हो, अच्छी तरह से साफ कर लेना चाहिए व यह किसी भी टूटन break या चटकन (crack) से मुक्त होना चाहिए। यही नया बॉबिन उपयोग किया जाना है तो इसे उचित स्टैम्पिंग (stamping core) के साथ जाँच ले कि इसमें वायु अन्तराल भी अधिक न हो और बहुत अधिक टाइट फिटिंग भी न हो।

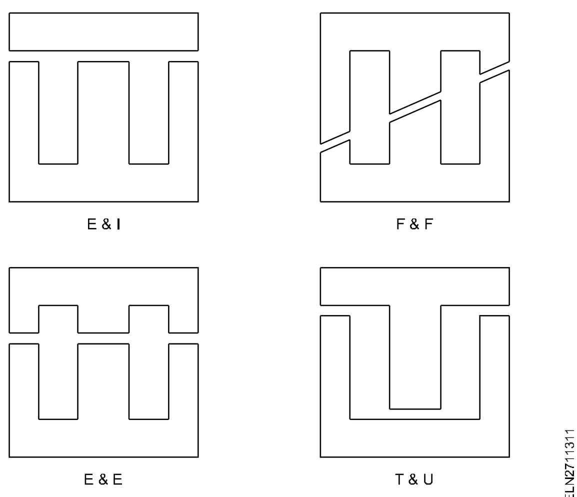
कुण्डलन के लिए उचित साइज का तार का चयन डाटा से चाहिए और तार का साइज I.S. 4800 (Part - I) 1968 के अनुसार मापना चाहिए।

तार का साइज इन्सुलेशन सहित मापा जा सकता है। परन्तु यह इस सारणी के अनुसार सहनशीलता की सीमा में होना चाहिए। लिये गये आंकडों (Data) के अनुसार इन्सुलेशन योजना का पालन करना चाहिए। जहाँ उचित प्रकार का पदार्थ उपलब्ध न हो, उसके प्रकार का व उसी साईज का पदार्थ का चयन करना चाहिए। टर्नों व टेपिंग जो वाइन्डिंग में उपयोग की जाये वो मूल (original) के समान होनी चाहिए।

पट्टे लगाने की विधि (Method of stacking) : क्रोड के पट्टे लगाने से पूर्व गड्ढों, मोड़ तथा क्रोड विद्युत रोधन के लिए क्रोड की जाँच कर लेनी चाहिए। क्रोड में से गड्ढों को हटा देना चाहिए और किसी भी मुडी हुई क्रोड को सही कर लेना चाहिए। मूल अनुक्रम व पैटर्न (pattern) के अनुरूप ही चट्ट बनाने चाहिए।

ट्रांसफार्म की पट्लें (stampings) जो उपलब्ध है, चट्टे बनाते समय किसी को भी छोड़ना नही चाहिए। एक शैल प्रकार के ट्रांसफार्मर के लिए विभिन्न आकार की क्रोड Fig 1 में दिखाई गई है। लीडस मे उचित प्रकार से स्लिव डालनी चाहिए व सिरों को बनाना चाहिए।

Fig 1



ट्रांसफार्मर को पुनः कुण्डलित करने की विधि (Procedure of rewinding a transformer): ऊपर बताए अनुसार, यदि जले हुए ट्रांसफार्मर को खोलते समय सभी आवश्यक कुण्डलन कोपुनः कुण्डलन करने

Copyright Free Under CC BY Licence

की विधि वही है, जिसको आपने वोल्टताहीन कुण्डली कोपुनः कुण्डलित करने के लिउ अपनाया था, केवल अन्तर यह है कि ट्रांसफार्मर कुण्डलन में दो पृथक-पृथक कुण्डली होती है तथा डिजाइन के अनुसार प्राथमिक में या द्वितीयक में या दोनों में विभिन्न वोल्टेज की टेपिंग हो सकती है।

ट्रांसफार्मर को डिजाइन करना (Designing a transformer) : छोटे ट्रांसफार्मर सामान्यतः शैल प्रकार ('SHELL TYPE') के होते है। शैल प्रकार में प्राथमिक व द्वितीयक दोनों कुण्डलन की केन्द्र वाली भुजा पर आरोहित होती है। छोटे शक्ति ट्रांसफार्मर को डिजाईन करने के लिए निम्ननुसार आगे बढ़ें।

पद संख्या (STEP NO.) 1

ट्रांसफार्मर की भार वोल्टेज व करंट से निर्गत शक्ति को ज्ञात कीजिए।

$P_2 = E_2 \times I_2$ ....Formula 1.

आगे मार्ग दर्शन के लिए निम्नलिखित उदाहरण दिया है।

प्राथमिक वोल्टेज - 240 V

द्वितीयक वोल्टेज - 6V

द्वितीयक भार धारा - 2A

आवृत्ति - 50 Hz

उदारण के लिए निर्गत शक्ति को ज्ञात किया जाता है। 6 x 2 = 12VA.

पद संख्या (STEP NO.) 2

निविष्ट वाट ज्ञात कीजिए

$$P_1 = \frac{P_2}{\%\,\text{Efficiency}}$$ .... Formula 2

सामान्यतया ट्रांसफार्मर की दक्षता 80 to 90 ली जाती है, उदाहरण में

$$P_1 = \frac{6 \times 2 \times 100}{80} = 15\text{ VA.}$$

पद संख्या (STEP NO.) 3

ट्रांसफार्मर की क्रोड का आवश्यक अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल ज्ञात करें।

अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफलज्ञात करने के लिए कुछ प्राचल (parameters) की आवश्यकता होती है जैसे पट्टलों में प्रयुक्त धातु का फलक्स घनत्व, प्रदाय आवृत्ति, वाइन्डिंग तार में अनुमेय धारा घनत्व व ट्रांसफार्मर की निविष्ट शक्ति।

एक शैल प्रकार व क्रोड प्रकार के ट्रांसफार्मरों के लिए अनुप्रस्थ काट क्षेत्रुफल पर विचार करने के लिए क्रमशः Figs 2 व 3 का अवलोकन करें।

विशिष्ट स्थितियों में ट्रांसफार्मर के लिए आवश्यक अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल को निम्नलिखित अनुसार व्यक्त किया जाता है

Fig 2

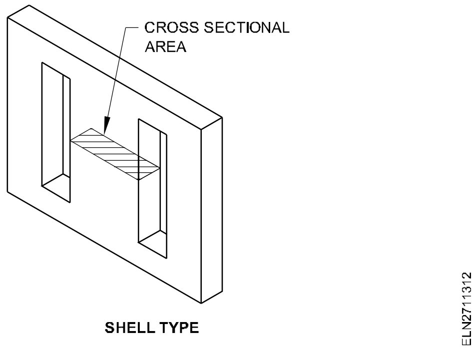
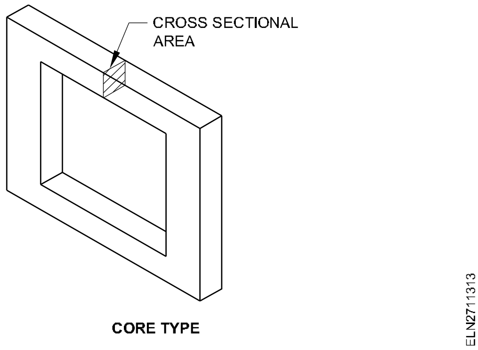


Fig 3



$$A = 3.8 \times \sqrt{\frac{P_1}{B \times f \times S \times 10^{-1}}}$$ ..... Formula 3.

जहाँ

A - लोह क्रोड का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल cm^2 में

B - फलक्स घनत्व, टेस्ला में

f - प्रदाय आवृत्ति हर्टज में

S - वाइन्डिंग तार की धारा घनत्व एम्पियर/mm^2

P_1 - ट्रांसफार्मर की इनपुट शक्ति वाट में

उपरोक्त प्राचलों में मुख्य प्रदाय की आवृत्ति को 50 हर्टज में लिया जा सकता है। पद 1 और पद 2 से va में शक्ति ज्ञात की जा सकती है। यद्यपि B का मान निम्न सूचनाओं से जो उस पदार्थ पर निर्भर करती है जिससे क्रोड बना है, से ज्ञात किया जा सकता है।

सामान्य लोह धातु शीट के लिए B = 0.6 to 0.8 tesla

डायनमों इस्पात के लिए B = 1.2 to 1.3 tesla

उच्च एलोय शीट के लिए B = 1.5 to 1.9 tesla

पट्टलों (stampings) के निर्माता अपने उत्पाद के फलक्स घनत्व के मान को आवश्यकता अनुसार निर्दिष्ट करते हैं।

इसके आगे ट्रांसफार्मर के लिए सुपर इनैमल्ड ताम्र तारके लिए धारा घनत्व को लगभग निम्नलिखित प्रकार से व्यक्त किया जाता है।

1 2.5 KVA या अधिक 1A/mm^2

2 0.75 से 2.4 KVA 1.5A/mm^2

Copyright Free Under CC BY Licence

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।

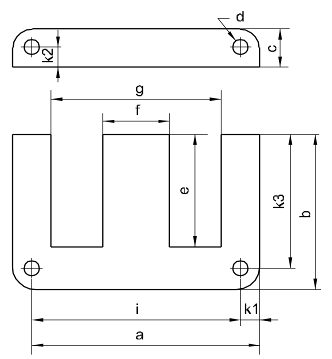
$$A = 3.8 \times \sqrt{\frac{15}{0.8 \times 50 \times 3 \times 10^{-1}}} = 4.248\ cm^2$$

उपरोक्त गणाना 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 चौडाई 20 mm व क्रोड मोटाई 21 mm उपयोग कर सकते है।

अनुप्रस्थ काट = 20 x 21=420 sq.mm या 4.2 sq. cm

सारणी 1 में E व I प्रकार की पट्टलों के लिए क्रोड का मानक साइज दिया गया है जो आपके मार्ग दर्शन के लिए बताता है कि ये पट्टलें बाजार में इस प्रकार से उपलब्ध है। Fig 4 स्टैम्पिंग की विमायें (dimensions) दी गई है।

Fig 4



स्टैम्पिंग सारणी से निकटतम शीट का मानक साइज का चयन करना चाहिए। यहाँ हम केन्द्रीय भुजा की चौडाई 20 mm मानते हुए, इस प्रकार क्रोड E.I. 60 का चयन करते है फिर भी आप अनुप्रस्थ काट के लिए उपयुक्त किसी अन्यप्रकार का चयन कर सकते हे। परन्तु अन्य विवरण जैसे स्टैम्पिंग की संख्या और बॉबिन के माप, यथानुसार बदले जा सकते है।

पद संख्या (STEP NO.) 4

अगला कदम सूत्र 4 का उपयोग करते हुए वोल्टेज प्रति टर्न के लिए गणना करने के लिए है।

$e = 4.44 \times B \times A \times f \times 10^{-4}$ ....Formula 4.

जहाँ e - वोल्टेज प्रति टर्न

B - फलक्स घनत्व टेस्ला में

A - लोह क्रोड का क्षेत्रफल cm^2 में

f - हर्टज में आवृत्ति

उदाहरण

$e = 4.44 \times 0.8 \times 4.24 \times 50 \times 10^{-4} = 0.0753$ volts.

पद संख्या (STEP NO.) 5

प्राथमिक कुण्डली में टर्न की संख्या ज्ञात करने के लिए

$$N_1 = \frac{240}{0.0753} = 3187 \text{ turns (approx.)}$$

द्वितीयक कुण्डली में टर्न की संख्या, गणना के लिए

$$N_2 = \frac{6}{0.0753} = 80 \text{ turns (approx.)}$$

द्वितीयक कुण्डलन में वोल्टेज ड्राप (आन्तरिक) के लिए 10% और जोड़ लें अर्थात N_2 = 88 turns.

पद संख्या (STEP NO.) 6

इन शक्ति केसन्दर्भ में तार के साइज की गणना करें।

P = E x I ; I = P/E और उदाहरण के अनुसार

प्राथमिक धारा = I_1 = 15/240 = 0.0625A

द्वितीयक धारा = I_2 = 15/6 = 2.5A.

3A/mm² का धारा घनत्व मानते हुए प्राथमिक चालक का अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल होगा

A = 0.0625/3 = 0.020833 mm²

व्यास = 0.1628 mm

माना अर्थात 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 mm²

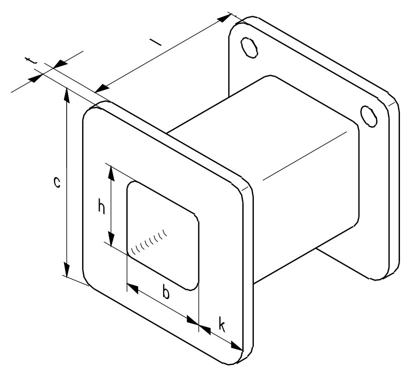
व्यास = 1.029 mm

या कह सकते है = 1.00 mm dia. और गेज 19 SWG.

पद संख्या (STEP NO.) 7

Fig 5 एक बॉबिन के सामान्य माप देता है और सारणी 2 स्टैण्डर्ड स्टैम्पिंग के अनुरूप बॉबिन के स्टैण्डर्ड साईज देता है जो बाजार में उपलब्ध है। यहाँ पर EI 60/21 बॉबिन को चुना गया है जो कि क्रोड की केन्द्रीय भुजा की मोटाई के लिए उपयुक्त है जो कि अभी अभी पूर्व में लिया गया था जिसकी मोटाई 21 mm व क्रोड चौडाई 20 mm है।

Fig 5



Copyright Free Under CC BY Licence

टेबल 1

स्टम्पिंग का आदर्श नाप

स्टम्पिंग का विशिष्टकरण	a	b	c	d	e	f	g	i	k1	k2	k3
EI42	42	28	7	3.5	21	14	28	35	3.5	—	24.5
EI48	48	52	8	3.5	24	16	32	40	4	—	28
EI54	54	36	9	3.5	27	18	36	45	4.5	—	31.5
EI60	60	40	10	3.5	30	20	40	50	5	—	35
EI66	66	44	11	4.5	33	22	44	55	5.5	—	38.5
EI78	78	52	13	4.5	39	26	52	65	6.5	—	45.5
EI84	84	56	14	4.5	42	28	56	70	7	—	49
EI92	92	62.3	11.3	4.5	51	23	69	82	5	6.5	57.5
EI106	106	70.5	14.5	5.5	56	29	77	94	6	8.5	64.5
EI130	130	87.5	17.5	6.8	70	35	95	115	7.5	10	80
EI150	150	100	20	7.8	80	40	110	135	7.5	12.5	92.5
EI170	170	117.5	22.5	8	95	45	125	150	10	12.5	107.5
EI195	195	134.5	25.5	9.5	109	51	144	171	12	13.5	122.5
EI231	231	166	29	10	137	58	173	204	13.5	15.5	152.5
स्टम्पिंग की साधारण मोटाई : 0.35 mm and 0.5 mm.											

टेबल 2

बोबिनों का आदर्श नाप

बोबिनों का विशिष्टकरण	b	h	c	k	L
EI 42/15	14.5	14.8	30.2	5.1	18.6
EI 48/16	16.5	16.8	34.2	6.0	21.6
EI 54/18	18.5	18.8	38.2	6.8	24.2
EI 60/21	20.6	21.0	42.7	7.7	26.7
EI 66/23	22.6	23.0	48.7	8.7	28.6
EI 78/27	26.6	27.5	56.2	10.7	34.6
EI 84/29	28.6	29.5	60.2	11.7	37.6
EI 84/43		43.5	74.2		
EI 92/24	24.5	75.0	20.2	46.6	23.5
EI 92/33		33.5	84.0		
EI 106/33	29.6	33.5	88.1	20.6	46.6
EI 106/46		46.5	101.1		
EI 130/38	35.7	37.7	105.4	25.9	64.5
EI 130/48		47.7	115.4		
EI 150/42		41.7	122.5		
EI 150/52	40.7	51.7	132.5	29.8	70.1
EI 150/62		61.7	142.5		
EI 170/57		56.7	151.7		
EI 170/67	45.7	66.7	161.7	33.7	85.1
EI 170/77		76.7	171.7		

बोबिनों का विशिष्टकरण	b	h	c	k	L
EI 195/58		51.7	186.7		
EI 195/71	51.7	70.7	199.7	40.2	109.4
EI 195/86		85.7	214.7		
EI 231/65		64.7	215.7		
EI 231/81	58.7	80.7	232.7	47.5	127.4
EI 231/100		99.7	250.7		

पद संख्या (STEP NO.) 8

वाइन्डिंग स्थान के अन्दर प्राथमिक व द्वितीयक के फेरों की संख्या को व्यवस्थित करने की सम्भावना की जाँच करें।

यद्यपि प्राथमिक कुण्डलन में 37 SWG तार की 3187 टर्न है, और द्वितीयक में 19 SWG सुपर इनमैल्ड ताम्र तार की 88 टर्न है फिर भी यह जाँच करना बहुत आवश्यक है कि क्रोड के वाइन्डिंग स्थान मे इन वाइन्डिंग में क्रमिक इन्सुलेशन के साथ क्या व्यवस्थित कियाजा सकता है। इसे वाइन्डिंग शुरू करने से पूर्व सुनिश्चित करना चाहिए।

टेबल 3 वाइन्डिंग तार के टर्नों की संख्या से सम्बन्धित जानकारी देता है जिसे एक वर्ग cm क्षेत्रुफल में व्यवस्थित किया जा सकता है। सारणी 3 की सहायता से हम पूर्व में यह जान सकते है कि वाइन्डिंग स्थान मेंवाइन्डिंग को व्यवस्थित किया जा सकता है या नहीं।

Copyright Free Under CC BY Licence

बॉबिन में उपलब्ध वाइन्डिंग स्थान = l x k.

(Fig 5 को देख कर टेबल 2 की सहायता से चयन किया गया बॉबिन EI 60/21) = 26.7 x 7.7 sq. mm = 2.055 sq.cm.

प्राथमिक व द्वितीयक टर्नो के लिए आवश्यक क्षेत्रफल ज्ञात करने के लिए टेबल 3 का उपयोग करें।

प्राथमिक में फेरो की संख्या = 3187

तार का गेज = 37 SWG

टेबल 3 के अनुसार 37 SWG के वाइन्डिंग तार के लिए 2820 टर्न निर्धारित है जो कि 1 sq. cm क्षेत्रुफल में व्यवस्थित किये जा सकते है। इस प्रकार 3187 टर्न के लिए आवश्यक स्थान

$$= \frac{3187 \times 1}{2820} = 1.130 \text{ cm}^2$$

द्वितीयक में फेरों की संख्या = 88

तार का गेज = 19 SWG

टेबल 3 के अनुसार 19 SWG की वाइन्डिंग तार के लिए 85 टर्न निर्धारित है जो कि एक 1 sq. cm क्षेत्रफल में व्यवस्थित किए जा सकते है।

$$= \frac{88 \times 1}{85} = 1.035 \text{ sq.cm.}$$

कुल आवश्यक स्थान =

प्राथमिक के लिए आवश्यक स्थान + द्वितीयक के लिए आवश्यक स्थान

= 1.130 + 1.035 = 2.165 sq.cm.

अतः आवश्यक स्थान पर्याप्त है आप ट्रांसफार्मर के लिए इससे ब्रडे क्रोड व इसे बडे बॉबिन को चुन सकते है। लेकिन इन्हें अनुभ में किफायती नही माना गया है। सारणी 3 में दिये गये फेरों की संख्या के साथ सामान्य इन्सुलेशन सम्मिलित है जो वाइन्डिंग में उपयोग होता है। इसलिए इन्सुलेशन की छूट का परिकलन में पृथक रूप से लेने की आवश्यकत नही है।

निष्कर्ष (CONCLUSION)

ट्रांसफार्मर के इस उदाहरण में प्राप्त वाइन्डिंग डाटा निम्नानुसार है।

ट्रांसफार्मर क्षमता

प्राथमिक - 240V

द्वितीयक - 6V

आवृत्ति - 50 Hz

आवृत्ति - 15 VA

टेबल 3

mm में तारों का नाप	SWG	प्रति sq.cm. मोड़
1.60	16	34
1.40	17	44
1.22	18	60
1.00	19	85
0.90	20	104
0.80	21	132
0.710	22	172
0.600	23	233
0.560	24	279
0.500	25	333
0.450	26	411
0.425	27	493
0.375	28	605
0.345	29	705
0.315	30	860
0.295	31	976
0.274	32	1131
0.250	33	1302
0.230	34	1550
0.212	35	1860
0.190	36	2247
0.170	37	2820
0.150	38	3565
0.132	39	4758
0.122	40	5487
0.112	41	6742
0.100	42	7874
0.090	43	10198
0.080	44	12632
0.071	45	16119
0.061	46	22000
0.050	47	30533

क्रोड (Core) : क्रोड का क्षेत्रफल 20 x 21 mm as decided in Step 3.

बॉबिन (Bobbin): पद 7 में निश्चय के अनुसार चौडाई 20.6 mm, ऊँचाई 21 mm, लम्बाई 26.7 mm फ्लैन्ज की कुल ऊँचाई 42.7 mm

तार का साइज व टर्न (Wire sizes and turns)

प्राथमिक - 3187 टर्न जो कि 0.16 mm व्यास व 37 SWG गेज की है।

द्वितीयक - 88 टर्न जो कि 1.00 mm व्यास व 19 SWG गेज की है।

स्टैम्पिंग (Stampings): सारणी 1 से प्रत्येक पट्टल की मोटाई 0.35 mm, मानते हुए 21 mm की चौडाई के लिए 60 स्टैम्पिंग की आवश्यकता होगी।

Copyright Free Under CC BY Licence

स्टैम्पिंग व चट्टों की बीच कुछ स्थान मानते हुए हमें केवल 55 स्टैम्पिंग कीआवश्यकता पड़ेगी। इसलिए EI 60/21 प्रकार की 55 स्टैम्पिंग के लिए 0.35 mm मोटाई वाली स्टैम्पिंग की आवश्यकता पडेगी।

पुनः कुण्डलन के बाद ट्रांसफार्मर का परीक्षण (Testing of transformer after rewinding): पुनः कुण्डलन के बाद क्रोड असेम्बली, क्रोड व कुण्डली के उचित कसाव के साथ साथ लीड के सिरों का उचित टर्मिनेशन के लिए ट्रांसफार्मर का परीक्षण किया जाना चाहिए।

इन्सुलेशन प्रतिरोध परीक्षण (Insulation resistance test) : कुण्डलन व क्रोड के बीच इन्सुलेशन प्रतिरोध मापने के लिए 500 वोल्ट का मैगर का उपयोग किया जाता है। इस प्रकार से प्राप्त पाठ्यांक अनन्त हो सकता है और किसी भी स्थिति में यह एक मेगा ओह्म से कम नही होना चाहिए।

ट्रांफार्मेशन अनुपात परीक्षण (Transformation ratio test): ट्रांसफार्मर की द्वितीयक कुण्डलन को खुला छोड़ कर प्राथमिक कुण्डलन को निर्धारित AC वोल्टेज से जोड़ना चाहिए। उचित वोल्टमीटरों की सहायता से प्राथमिक व द्वितीयक दोनों की वोल्टेज मापी जानी चाहिए। ट्रांसफार्मर अनुपात डिजाईन अनुसार वोल्टमीटरों के पाठ्यांक प्राप्त होंगें।

भार परीक्षण (Load test) : ट्रांसफार्मर को उचित प्रकार के भार से जोड़ना चाहिए, यह भार इस प्रकार का हो कि ट्रांसफार्मर की द्वितीयक कुण्डलन में सेपूर्ण भार धारा प्रवाहित हो सके। भार का स्विच ऑन करने के पश्चात ट्रांसफार्मर की वाइन्डिंग का तापमान बढने लगता है, जहाँ तक सम्भव हो सके इस ताप वृध्दि को औद्योगिक थर्मामीटर द्वारा देखा जाना चाहिए।

प्रारम्भ में ट्रांसफार्मर का तापमान बढेगा और कुछ देर बाद तापमान स्थिर हो जाता है। तापमान में इस वृध्दि को दर्ज करना चाहिए और यह ट्रांसफार्मर डिजाईन के अनुसार इन्सुलेशन के वर्ग के अनुसार सीमा में होनी चाहिए।

लघु परिपथ परीक्षण (Short circuit test) : जहाँ पर ट्रांसफार्मर पर सीधा भार डालना सम्भव न हो, वहाँ पर ट्रांसफार्मर की द्वितीयक कुण्डल को लघुपरिपथ कर देना चाहिए और प्राथमिक में निम्न वोल्टेज डिमर स्टैट को एड्जस्ट adjust करके देनी चाहिए, यह निम्न वोल्टेज इतनी होनी चाहिए कि द्वितीयक में पूर्ण भार धारा प्रवाहित होने लगे। ट्रांसफार्मर के स्वि को तब तक ऑफन करके रखना चाहिए कि तापमान मे वृध्दि होकर, ट्रांसफार्मर के इन्सुलेशन वर्ग को सुनिश्चित किया जा सके।

सामान्यतया तेल शीतलित ट्रांसफार्मर वर्ग -A के होते है, जबकि वायु शीतलन ट्रांसफार्मर वर्ग 'A' या 'E' के होते है।

वाइन्डिंग तार के साइज को मापने की विधि-वाइन्डिंग मशीन के भाग (Method of measuring the winding wire size - Parts of winding machine)

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

- **I.S.4800 Part - I 1968 की अनुशंसा अनुसार वाइन्डिंग तार के साइज को मापने की विधि का वर्णन करना**
- **वाइन्डिंग सारणी से विवरण ज्ञात करना**
- **वाइन्डिंग मशीन और उसके कार्यो का वर्णन करना।**

वाइन्डिंग तार के साइज को मापने की विधि (Method of measuring the winding wire size): वोल्टताहीन कुण्डली को कुण्डलित करने के लिए वृत्ताकार काट वाले ठोस इनैमल्ड चालक (अधिकतर ताम्र व कुछ स्थितियों मे एल्युमीनियम) उपयोग होता है।

मोटे चालक की स्थिति में माइक्रोमीटर से चालक के व्यास की जाँच की जा सकती है। बारीक चालक की स्थिति में, वाइन्डिंग तार का साइज मापने के लिए चालक की इकाई लम्बाई में रैजिस्टेंस मापी जाती है। (अर्थात एक मीटर) और टेबल 1 यह दर्शाती है I.S. 4800(Part I) - 1968 के अनुसार व्यास व प्रतिरोध का सम्बन्ध ज्ञात किया जा सकता है।

टेबल 1

mm में व्यास	माप
0.071 से कम	केवल प्रतिरोध से
0.071 को शामिल करके 1.000 तक	प्रतिरोध व व्यास से
1.000 से अधिक	केवल व्यास से

भारतीय मानक ब्यूरो की अनुशंसा (I.S. 4800 (Part I) - 1960 के अनुसार चालक को निम्नलिखित तरह से व्यास तथा प्रतिरोध या दोनों के लिए जाँच जा सकता है।

सारणी 2 I.S 4800 (Part 1) - 1960 की अनुशंसा के अनुसार चालक का साइज व प्रतिरोध को दर्शाती है।

कुण्डली कुण्डलन मशीन (Coil winding machine): सामान्यतया क्वाइल वाइन्डिंग मशीन से वोल्टताहीन कुण्डली को कुण्डलित किया जाता है। क्वाइल वाइन्डिंग मशीन में समान्यतया निम्नलिखित सुविधाओं को दिया गया है जो कि Fig 1 और 2 में दिखाई गई है।

1 टर्न इंडिकेटर, टर्नों की संख्या बताने के लिए या काउण्टर

2 व्यवस्था के अनुसार तार-फिड कन्ट्रोल Wire-feed control तारों के व्यास के अनुसार पिच की सैटिंग।

3 क्वाइल लम्बाई/क्वाइल की ऊँचाई की सेटिंग

4 मैन्ड्रल

5 रील/स्पूल धारक

6 तार गाईड आदि

Copyright Free Under CC BY Licence

टर्न संकेतक (Turn indicator) : टर्न संकेतक प्रायः डिजीटल प्रदर्शन वाला होता है। इसमें काउन्टर प्रदर्शन को पुनः शून्य तक लाने का प्रबंध होता हे। कुण्डलन में फेरों की संख्या को ज्ञात करने के लिए काउंटर को आरम्भ में शून्य पर सेट करना होता है। वाइन्डिंग को आगे बढाते समय काउन्टर का प्रारम्भ का पाठ्यांक नोट करना चाहिए।

टेबल 2

वृत्ताकार चालकों का व्यास व प्रतिरोध

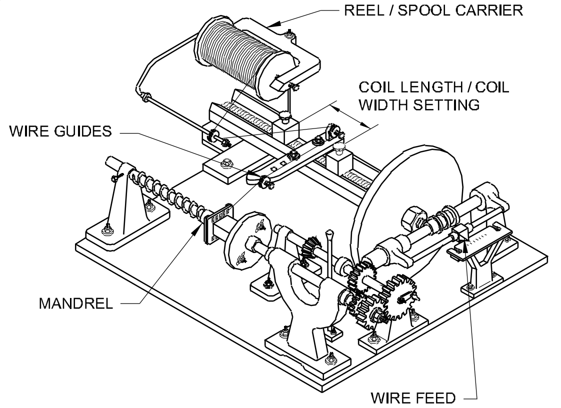
सामान्य चालक व्यास	टॉलरैन्स	20^oC पर ओह्म प्रति मीटर में प्रतिरोध					
		तांबा			एल्युमीनियम		
mm.	mm.	सामान्य	अधि.	न्यून.	सामान्य	अधि.	न्यून.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
0.020	-	54.88	65.31	46.63	-	-	-
0.025	-	35.12	41.09	30.55	-	-	-
0.032	-	21.44	24.44	18.87	-	-	-
0.040	-	13.72	15.37	12.21	-	-	-
0.050	-	8.781	9.559	7.903	-	-	-
0.063	-	5.531	6.029	5.033	-	-	-
0.071	0.003	4.355	4.725	3.985	-	-	-
0.080	0.003	3.430	3.704	3.156	-	-	-
0.090	0.003	2.710	2.913	2.507	-	-	-
0.100	0.003	2.195	2.349	2.041	-	-	-
0.112	0.003	1.750	1.864	1.646	-	-	-
0.125	0.003	1.405	1.488	1.328	-	-	-
0.140	0.003	1.120	1.180	1.064	-	-	-
0.160	0.003	0.8575	0.8983	0.8192	-	-	-
0.180	0.003	0.6775	0.7068	0.6499	-	-	-
0.200	0.003	0.5488	0.5706	0.5282	0.8913	0.9317	0.8528
0.224	0.003	0.4375	0.4534	0.4224	0.7105	0.7404	0.6820
0.250	0.004	0.3512	0.3659	0.3374	0.5704	0.5975	0.5447
0.280	0.004	0.2800	0.2907	0.2698	0.4547	0.4747	0.4357
0.315	0.004	0.2212	0.2289	0.2139	0.3593	0.3739	0.3453
0.355	0.004	0.1742	0.1797	0.1689	0.2829	0.293	0.2727
0.400	0.005	0.1372	0.1419	0.1327	0.2228	0.2318	0.2142
0.450	0.005	0.1084	0.1118	0.1051	0.1761	0.1826	0.1697
0.500	0.005	0.08781	0.09037	0.08534	0.1426	0.1476	0.1378
0.560	0.006	0.07000	0.07215	0.06794	0.1137	0.1178	0.1097
0.630	0.006	0.05531	0.05687	0.05381	0.08982	0.09287	0.08688
0.710	0.007	0.04355	0.04481	0.04234	0.07072	0.07317	0.06836
0.750	0.008	0.03903	0.04022	0.03788	0.06338	0.06568	0.06116
0.800	0.008	0.03430	0.03530	0.03334	0.05570	0.05765	0.05383
0.850	0.069	0.03038	0.03131	0.02950	0.04934	0.05113	0.04762
0.900	0.009	0.02710	0.02789	0.02634	0.04401	0.04555	0.04253
0.950	0.010	0.02432	0.02506	0.02362	0.03950	0.04092	0.03813
1.000	0.010	0.02195	0.02259	0.02134	0.03565	0.03689	0.03445
1.060	0.011	0.01954	-	-	0.03173	-	-
1.120	0.011	0.01750	-	-	0.02842	-	-
1.180	0.012	0.01577	-	-	0.02560	-	-
1.250	0.013	0.01405	-	-	0.02282	-	-
1.320	0.013	0.01260	-	-	0.02046	-	-
1.400	0.014	0.01120	-	-	0.01819	-	-
1.500	0.015	0.009757	-	-	0.01584	-	-
1.600	0.016	0.008575	-	-	0.01393	-	-
1.700	0.017	0.007596	-	-	0.01234	-	-
1.800	0.018	0.006775	-	-	0.01100	-	-
1.900	0.019	0.006081	-	-	0.009876	-	-
2.000	0.020	0.005488	-	-	0.008913	-	-
2.120	0.021	0.004884	-	-	0.007932	-	-
2.240	0.022	0.004375	-	-	0.007105	-	-
2.360	0.024	0.003941	-	-	0.006401	-	-

Copyright Free Under CC BY Licence

तार-फीड नियन्त्रण व्यवस्था या पिच की सेटिंग (Wire-feed control arrangements or setting pitch) : तार के साइज (व्यास) पर निर्भर करते हुए तार की फीड feed का समायोजित करना होता है। फीड के समायोजन को इस प्रकार किया जाता है कि तार न तो एक दुसरे के ऊपर चढे और न ही पास पास वाली के बीच अन्तराल हो।

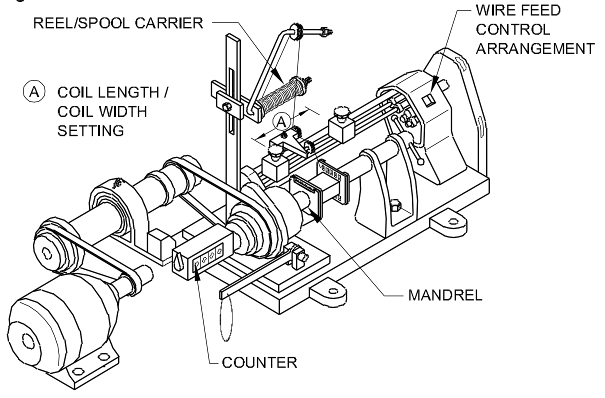
अतः क्वाइल की वास्तविक वाइन्डिंग से पूर्व, एक जाँच के लिए एक परत में समरूप वाइन्डिंग की जाती है जिसमें ओवरलैप व टर्नो के बीच अन्तराल न हो। मशीन के डिजाईन पर निर्भर करते हुए, उचित गियर/पुल्ली अनुपात का चयन करके, या उचित घर्षण की सेटिंग से फीड कन्ट्रोल को समायोजित किया जाता है। Fig 1और 2 में क्रमशः घर्षण और गियर फीड की व्यवस्था दिखाई गई है।

Fig 1



FRICTION TYPE COIL WINDING MACHINE

Fig 2

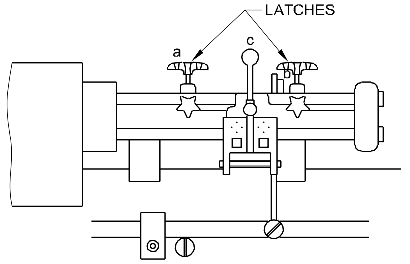


GEAR TYPE COIL WINDING MACHINE

कुण्डली की लम्बाई की सेटिंग या परत चौडाई की सेटिंग (Coil length setting or layer width setting): एक डिजाईन की गई क्वाइल की लम्बाई को कुण्डलित करने के लिए अर्थात बॉबिन की आन्तरिक लम्बाई में कुण्डलन के लिए, मशीन के ट्रांसन्सवर्स (transverse) पुल्ली यन्त्रावली में रोकने के लिए फीड को विपरीत करने के लिए दो सिरकनी (Laches) लगाई जाती है जो उचित बिन्दु पर Fig 3 में दिखाये अनुसार लगाई जाती है।

ये दोनों सिटकनी इस प्रकार सैट की जाती है कि जब बॉबिन/कुण्डली की पुरी लम्बाई में तार कुण्डलित हो जाती है तो यह बॉबिन के फ्लैन्ज से बाहर न जा सके। एक कुण्डली की वास्तविक वाइन्डिंग करने से पूर्व, इस प्रकार की सैटिंग प्राप्त करने के लिए कई जाँच चलाने के लिए आवश्यक होती है।

Fig 3



मैन्ड्रल (Mandrel) : प्रायः वाइन्डिंग मशीन के साथ, विभिन्न माप के कई प्रकार के मेन्ड्रल की आपूर्ति की जाती है। यदि किसी प्रकार से व उपलब्ध नही कराये गये हो, तो उन्हे आवश्यक आकार व साईज में बनाने के लिए लकडी का उपयोग किया जाता है। मैन्ड्रल बॉबिन को मजबूती से पकड़ने में मदद करते है। Fig 4 में मेन्ड्रल को दिखाया गया है व Fig 5 में लकडी का ब्लॉक को दिखाया गया है।

Fig 4

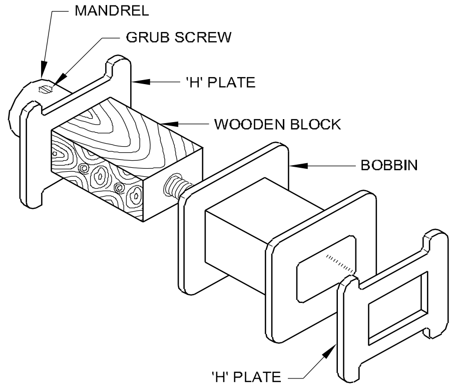
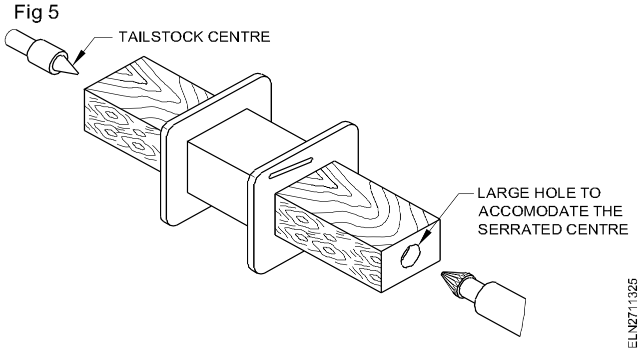


Fig 5



चरखी स्पूल वाहक (Reel spool carrier) : विशेषतः बारीक तार के लिए यह सुनिश्चित किया जाता है कि तार मुक्त रूप से चल सके, इसके मार्ग में कोई रूकावट न आये, इसके लिए इसके सिरों पर डी-रीलिंग de-(reeling) उपलब्ध कराई जाती है। ये व्यवस्थायें Fig 1 व 2 में दर्शायी गई है।

तार मार्गदर्शक (Wire guides) : रील से वाइन्डिंग तार को, तार गाईड में से इसलिए निकाला जाता है कि तार, पुली तथा बॉबिन के बीच उचित तनाव में हो। तार गाईड (Wire guides) को Figs 1 व 2 में दिखाया गया है।

आपके विभाग में उपलब्ध वाइन्डिंग मशीन की सेटिंग तथा परिचालन विवरण के लिए निर्माता के पत्रक को देखें या अपने अनुदेशक से परामर्श लें।

Copyright Free Under CC BY Licence

तीन फेज ट्रांसफार्मर का सामान्य रखरखाव (General maintenance of three-phase transformers)

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

- **तीन फेज ट्रांसफार्मर की आवश्यकता एंव लाभ की व्याख्या**
- **ट्रांसफार्मर की आयु निर्धारक कारकों का अध्यायन करना**
- **एक ट्रांसफार्मर में किए जाने वाले (समय-समय) मरम्मतों का अध्ययन करना।**

रख रखाव मरम्मत की आवश्यकता (Necessity of maintenance)

एक पावर ट्रांफार्मर ऐसा होना चाहिए लंबी अवधि तक बिना किसी खराबी के चलू इसलिए इसका समय समय पर ध्यान रखना एंव मरम्मत करना जरूरी है साथ में यह एक कीमती उपकरण भी है।

एक कठोर विधि से लगातार जाचँ और समय से पूर्व मरम्मत उपकरण की आयु बढ़ती है तथा बिना खराबी के सेवा और मरम्मत की कीमत भी घटाती है रख रखाव का मतलब नियमित जाँच टेस्टिंग और जहाँ जरूरत हो रिकार्ड करने से है।

खराबी के कारण (Causes of breakdown) सामान्यतः ट्रांसफार्मर के खराबी का कारण निम्न तरह से वर्गीकृत किए जा सकते है।

i खराब डिजाइन या संरचना

ii गलत तरीके से इन्सटाल या उपयोग करना

iii क्षमता से अधिक लोड डालना

iv पुराना होना फटना या अन्य विकृति

v ध्यान नहीं देना दुर्घटना या वातावरण से आयी खराबी

vi प्रापर न्यूट्रल के अभाव से।

मरम्मत की मुख्य उद्देश्य (Principal object of maintenance) ट्रांसफार्मर की मरम्मत का मुख्य उद्देश्य उसके इंसूलेश्न को अच्छी स्थिति में बनाए रखना है नमी गंदगी बहुत अधिक गर्मी या आक्सीजन से संपर्क ये सब इंसूलेशन में खराबी का मुख्य कारण है और अगर हम इन चीजों से बचा के रख सकें तो उसका इंसूलेशन को अच्छी स्थिति बनाए रख सकते है।

ट्रांसफार्मर के लगातार कार्य में राशायनिक और भौतिक प्रभाव के कारण भी इसकी इंसूलेशन क्वालिटी गिरती है इंसूलेशन गिरने से राशयनिक प्रभाव दर बढ़ती है तथा लगातार चलते रहने से सामान्य आपरेटिंग टेम्परेचर जो 75^0C है 10^0C तक बढ़ जाती है जिससे ट्रांसफार्म की आयु घट जाती है।

ट्रांसफार्मर की आयु को प्रभावित करने वाले कारक (FACTORS AFFECTING THE LIFE OF TRANSFORMERS)

1 नमी का प्रभाव (Effect of moisture)

ट्रांसफार्मर तेल हवा की नमी को सोखता है पानी के प्रभाव के कारण ट्रांसफार्मर तेल की डाइलेक्ट्रिक स्ट्रैंथ कम हो जाती हैं इसलिए नमी को रोकने के लिए आवश्यक कदम उठाना जरूरी है तथा का T/F के अंदर प्रवेश रोकता है इसके साथ T/F के बाहरी हवा में खुलने की जगह को ब्लाक करता है तथा ब्रीषिंग के कारण होने वाले लगातार प्रतिक्रिया काथ्से भी रोकरना है।

2 आक्सीजन का प्रभाव (Effect of oxygen)

तेल में हवा के कारण T/F के अंदर आक्सीजन उपलब्ध होता हे जो इंसुलेशन सेल्युथीज की क्षमता को प्रभावित करती है सेल्युलीज के विघटन के कारण तेल में एकआर्गेनिक एडिड घूल जाती हे जो लीड में एक परत के रूप में बैठ जाती है यह चिप चिपा परत तेल के सामान्य बहाव को ब्लाक करता है तथा तली में बैठ जाता है तथा क्वाइल को कोर को नुकसान पहुंचता है

3 ठोस अशुद्धियों का प्रभाव (Effect of solid impurities)

तेल में उपलब्ध सुक्ष्म अशुद्धि कणों के कारण तेल का डाइलेक्ट्रिक स्टेंथ कम हो जाता है इस लिए ट्रांसफार्मर का उपयोग होने के उपरांत समय समय पर तेल को फील्टर करना चाहिए।

4 वार्निश का प्रभाव (Effect of varnishes)

कुछ वार्निश कण ट्रांसफार्मर तेल के साथ मिलाकर आक्सीडाइज होने के कारण वाइडिंग में कुछ चिपचिपा पदार्थ जमा कर देता है मरम्मत करने वाले को इन सब चीजो को ध्यान में रखना चाहिए जब हम ट्रासंफार्मर को रिवाइन्ड करें या क्वाइल को बदले तब।

Copyright Free Under CC BY Licence

5 वाइडिंग के ढीला होने का प्रभाव (Effect of slackness of windings)

T/F फेल होने का एक कारण क्वाइल का ढीला होना भी हे जब क्वाइल को एक ऊपर एक बैठया जाता है तथा मोड़ा जाता है तो क्वाइल का इंसुलेशन हटने से भी फेलवर हो सकता है एक छोटा सा भी शार्ट सर्किट इलेक्ट्रिक और मैग्नेटिक असंतुलन का कारण बन सकती है ट्रांसफार्मर के कोर ओर वांइडिग को उठाते समय कसा होना चाहिए यह तभी संभव है जब सब मजबूत टाई से बंधा हो।

मरम्मत विधि (MAINTENANCE PROCEDURE)

1 सावधानियाँ (Safety precautions)

i T/F का कोई भ कार्य शुरू करने से पहले उसे सप्लाई लाइन से आइसोलेट करना उको टर्मीनलस को शार्ट करना आवश्यक है।

ii टैक को खोलने से पहले आइल लेवल को नोट करना चाहिए।

iii कोई भी ज्वालनशील कार्य ट्रांसफार्मर मरम्मत कार्य के पास नहीं करना चाहिए।

2 ब्रीदर (Breather)

सामान्यतः दो प्रकार के ब्रीदर नाम से जाने जाते है।

a) सीलिका जेल ब्रीदर (Silicagel breather)

b) तेल से भरा हुआ सिलिकेजल ब्रिदर (Oil filled silicagel breather)

a) सीलिका जेल ब्रीदर (Silica gel breather)

सीलिका का जेल क्रिसटल नमी सोखने के बाद ब्लु से पींक हो जाता है क्रीसटल जेल में नमी आने के बाद वह अत्यधिक पिंक दिखने लगता है तथा उसे लगाने से पहले फिर से तैयार करना चाहिए या बदल देना चाहिए।

b) तेल भरा सीलिका जेल ब्रीदर (Oil filled silicagel breather)

आइल मेन्बर में आइल रहता है जो ब्रीदर से लगा हुआ होता है सीलिका जुल खराब हो गया हो तो उस सीलिका जेल ब्रीदर को बदल देना चाहिए।

बाहरी कनेक्शन (External connections) : सभी टर्मीनल कनेक्शन टाइट होने चाहिए यदि यह काला या कार्बनाइज दिखता है तो कनेक्शन खोलकर साफ करना चाहिए तथा एमरी पेपर से चमकाना चाहिए और फिर से कनकक्शन करते समय ग्रीस की एक परत लगा देना चाहिए।

अर्थ कनेक्शन (Earth connections) : सभी अर्थ कनेक्शन का बराबर रखरखाव करना चाहिए एक छोटा सा कापर लूप ब्रीज टापॅ कवर तथा ट्रांसफार्मर टैंक में लगाना चाहिए ताकि आसमानी बिजली के समय ट्रांसफार्मर को अर्थ फाल्ट से बचा जा सके। हार्ड वोल्टेज लाइटनिंग सेT/F बुशिंग फट सकता है ।

ब्रशिंग (Bushings) : ब्रशिंग को साफ करे तथा उसके क्रैक एंव टुटे हुए होने का जाचँ करना चाहिए अतिरिक्त ब्रशिंग स्टाक में रखना चाहिए ट्रासफार्मर को साल्ट फारमेंशन होने पर लोकेट करना चाहिए तथा इन ब्रशिंग पर ग्रीस की परत चढ़ा देना चाहिए।

1000 KVA तक के ट्रांसफार्मर का मरम्मत सेड्यूल दिया गया है टेबल 1 एंव 2 में।

टेबल 1

1000 KVA से कम दक्षतावाले ट्रान्सफर्मर के रखरखाव की अनुसूची

क्र. सं.	जाँच समयातराल	जाचँ किए जाने वाले सामान	जाचँ (रिर्पोट)बिंदू	फाल्ट आने पर किए गए सुधार का विवरण
1	घंटो में	लोड (एयपिर)	दिए गए फिगर के अनुसार	वैल्यु के अनुसार नियंत्रित करे।
2	घंटो में	वोल्टेज	- do -	- do -
3	दैनिक	ब्रीअर की नमी	एयर पासिंग साफ है के नहीं तथा सिलिका जेल का कलर भी देखना चाहिए	अगर सीलिका जेल पींक कलर का हो गया हो तो उसे फिर से तैयार करे या बदल दें
4	मासिक	ट्रांसफार्मर का आइल लेवल	T/F के आइस लेवल की जाँच	अगर आइल लेवल कम हुआ है तो लीकेज की जाँच करें ।
5	त्रेमासिक	ब्रशिंग	धुल जमने एंव क्रैक होने की जाँचें करे	सफाई करें या बदल दें
6	छः मासिक	बिना करंट वेटट वाला ट्रांसफार्मर	काँवर के निचे नमी होने कि जाँच करें	वेंटीलेशन को अच्छा करें एवं तेल की जाँच करें

Copyright Free Under CC BY Licence

क्र. सं.	जाँच समयातराल	जाचँ किए जाने वाले सामान	जाचँ (रिर्पोट)बिंदू	फाल्ट आने पर किए गए सुधार का विवरण
7	वार्षिक	ट्रांसफार्मर का आइल	तेल की डाइलेक्ट्रिक स्टैंष जाँचे तथा एसिडिक अथवा चिपचिपा पदार्थ जमने की जाँच करे	अच्छे आइल को फिर से उपयोग करें
8	वार्षिक	अर्थ रैजिस्टैंस	कनेक्शन तर बोल्ट की जाँच करें	अर्थ रैजिस्टैंस बढ़ गया हो तो आवश्यक कार्यवाही करें ।
9	1 वर्ष	रिले एंव सर्किट का अलार्म circuits etc.	रिले एवं अलार्म सर्किट की जाँच करें एवं चला कर देखें रिले की सत्यापन तथा फ्यूज की जाँच करें ।	उपकरण की सफाई करें तथा रिले काटेक्ट को बदल दें । आवश्यकतानुसार सेटिंग बदलें ।
10	2 वर्ष	नान कनर्जरवेटर ट्रांसफार्मर	आंतरिक जाँच करें	आइल की आवश्यकतानुसार फील्टर करें
11	3 वर्ष	सभी भागों को	कोर एवं क्वाइल को निकालकर पूर्ण जाँच करें ।	साफ एवं सुखे आइल से सफाई करें

टेबल 2

मरम्मत सूची ट्रांसफार्मर क्षमता 1000 KVA तथा उससे अधिक

क्र. सं.	जाँच समयातराल	जाचँ किए जाने वाले सामान	जाचँ (रिर्पोट)बिंदू	खराबी दिखाई देने पर (जाँच के दौरान) उठाया गया कदम
1	घंटो में	व्यापक टेम्परेचर	सामान्य वैल्यु के अनुसार	गर्मी के समय पढ़ने वाली सीधी किरणों से बचाना चाहिए
2	घंटो में	वाइंडिग आइल टेम्परेचर	टेम्परेचर की जाँच करें क्या बढ़त सामान्य है ।	सामान्य से अधिक होने पर तुरंत ट्रांसफार्मर बंद करें एवं उसकी जाँच करें
3	घंटो में	लोड करंट वोल्टेज	दिए गए फिगर अनुसार जाँच करें	सामान्य वैल्यू के अनुसार रेगूलेट करें
4	दैनिक	T/F की आइल लेवल	T/F के आइल लेवल मार्क के अनुसार जाँच करें	अगर लेबल कम हुआ हैं तो लिकेज की जाँच करें ।
5	दैनिक	बुशिंग का आइल लेबल एवं कूलर रेडियेटर फेन का पानी लीकेज	कूलेंट का लिकेज जाँच करें	कोई लीकेज है तो उसे रिपेयर करें
6	दैनिक	रिलिफ डायफ्राम	लेदराईड/ग्लास	अगर उसमें दरार या टुटी हुई है तो बदल दें
7	दैनिक	डिहाइट्रेशन ब्रीथिंग	हवा का मार्ग साफ होना चाहिए सिलिका जेल का कलर देखें आइल केप में आइल का लेवल देखें	सिलिका जेल खराब होने पर बदल दें एवं आइल लेवल कम हैं तो भर दें
8	मासिक	बुशिंग	दरार हो तो जाँच करें एवं गंदगी तो नहीं है ।	सफाई करें या बदल दें
9	मासिक	ट्रांसफार्मर में तेल	डाइलैक्ट्रिक स्ट्रैंथ की जाँच करें	तेल की क्वालिटी मेटेंन करने हेतु आवश्यक कदम उठाए
10	त्रैमासिक	कूलर फेन, बेयरिंग मोटर एवं आपरेटिंग	बेयरिंग का लूब्रिकेटिंग, गेयर बाक्स मैनुअल कंट्रोल एवं इंटरलाक बाक्स की जाँच करें	जले या खराब हुए भाग को बदले दें

Copyright Free Under CC BY Licence

क्र. सं.	जाँच समयातराल	जाचँ किए जाने वाले सामान	जाचँ (रिर्पोट)बिंदू	खराबी दिखाई देने पर (जाँच के दौरान) उठाया गया कदम
11	छः मासिक	Oil कूलर	दबाव की जाँच	सामान्य दिए गए स्तर अनुसार मैनेज करें
12	1 वर्ष	OLTC	Oil BDV (डाइलैक्ट्रिक स्टैथ) और नमी (PPM) कान्टेन्ट	आइल को सुधारे या बदल दें आवश्यकतानुसार
13	1 वर्ष	बकोल्ज रिले	दोष की यांत्रिक जाँच	अगर दोष ही एवं सामान्य मूवमेंट हो तो आवश्य कार्यवाली करें ।
14	1 वर्ष	Oil ट्रांसफार्मर में	एसिडिक या माइसचर होने की जाँच करें ।	फिल्टर करें या बदल दें ।
15	1 वर्ष	तेल भरा बुशिंग	आईल की जाँच करें	फिल्टर करें या बदल दें
16	1 वर्ष	गैसकिट एवं ज्वाइंट	लीकेज की इंडीकेट करें	गैसकिट बदले अगर लीकेज हैं तो
17	1 वर्ष	केबल बॉक्स	जल सहन क्षमता की जाँच करें एवं छेद को भरनें की व्यवस्था करें । टुटे कम्पाउंड की जाँच करें	ढीले वोल्ट को कस दें
18	1 वर्ष	आवेश संचालक एवं गेप/दरार	जमें हुए गंदगी एवं टूटे हुए की निरीक्षण करना	साफ करें या बदल दें
19	1 वर्ष	रिले, अलार्म उनके परिपथ इत्यादि	अलार्म और रिले की जाँच करें रिले के कांटेक्ट एवं सही कार्य-प्रणाली की जाँच करें	अवयव/पाटर्स को साफ करें कांटेक्ट और फ्यूज को बदले दें आवश्यक हो तब सेटिंग बदल दें
20	1 वर्ष	इंसुलेटर प्रतिरोध	प्रायमरी एवं सेकन्ड्री वायडिंग का IR (वोल्टेज ड्राप) मान जाँच करें	यदि आवश्यक हो तो उचित प्रक्रिया करें
21	1 वर्ष	ओहिमक मान	प्रायमरी और सेकण्डरी का ओहिमक मान की जाँच करें	आवश्यक हो तब उचित प्रकिरया करें संबंधित वाइंडिंग पर ।
22	1 वर्ष	अर्थ प्रतिरोध	अर्थ चालक संयोजन	यदि अर्थ प्रतिरोध उच्च हो तब आवश्यक प्रक्रिया पूर्ण करें
23	2 वर्ष	ऑयल तापमान और वाइंडिंग तापमान	जाँच करें और साथ-साथ OTI/WTI की सत्यापन करें	बदल दें या पुनः जाँच लें आवश्यक थर्मिस्टर/CT के लिए
24	5 वर्ष	1000-3000KVA	कोर एवं क्वायल को बाहर निकालना और निरीक्षण करना	शुष्क ऑयल के बौछार से साफ करें
25	7-10 वर्ष	3000KVA से ऊपर	कोर और क्वॉयल को निकालना और निरीक्षण पूर्ण करना	शुष्क ऑयल के बौछार से साफ करें

Copyright Free Under CC BY Licence

परियोजना कार्य (Project Work)

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

- **परियोजना कार्य को परिभाषित करना**
- **परियोजना कार्य के उद्देश्य का वर्णन करना**
- **परियोजना कार्य में शामिल चरणों का वर्णन करना ।**

परियोजना कार्य (Project work)

यह गतिविधि का एक प्रकार है, जो प्रशिक्षु में अनुसाधन, खोज, किसी भी समस्या का निष्कर्ष निकालता विशेष तथ्य का अध्ययन करना, जैसे गुणों का विकास होता हैं । उनके कौशल, सामर्थ्य और अनुभव का सामजिक और राष्ट्रीय क्षेत्र में योगदान बढ़ता हैं ।

परियोजना कार्य का उद्देश्य (Purpose of project work) : परियोजना का सामान्य उद्देश्य निम्न में से कोई एक अधिक होना चाहिए :

- परियोजना का सामान्य उद्देश्य निम्न में से कोई एक या अधिक होना चाहिए ।
- बाह्य गतिविधि और तकनीक से समस्या का हल ढूढता था निकालना।
- दिए गए कार्य या गतिविधि एवं अभियान को सरल करना ।
- उत्पादन और मरम्मत के खर्च को कम करना और उत्पादकता को बढाना ।
- प्रकृतिक श्रोतों को सुरक्षित रखना ।
- ऊर्जा के नवीनीकृत श्रोतों जैसे पवन ऊर्जा सोलर ऊर्जा एवं ज्वार भारा का उपयोग करना ।
- बाजार में उपलब्ध न होने वाले नई तकनिक का उपयोग करना ।
- मशीनों और मनुष्य जीवन होने वाली खतरा के संबंध में पूर्वानुमान करना ।

परियोजना कार्य में निहित चरण (Steps involved in project works)

- उद्देश्य की निश्चित करना ।
- परीक्षण एवं क्रियाकलाप निश्चित करना ।
- कीमत निकालना ।
- आवस्यकता को व्यवस्थित करना ।
- सही आदमी का चुनाव करना ।
- सही गाइडलाइन देना ।
- कार्य में हिस्सेदारी निभाना ।
- क्रम को निर्धारित करना ।
- परियोजना का परीक्षण करना ।
- निष्कर्ष निकालना एवं जमा करना ।

पाठ्यक्रम के अनुसार प्रोजेक्ट कार्य को प्रशिक्षुओं को समूह में बाँटा जा सकता है (List of projector works may be assigned to the group of trainees as per syallabus)

1 विद्युत उपकरण को ओवर लोड से सुरक्षा करना ।

2 स्ट्रीच लाइट या नाइट लैम्ब को स्वतः नियंत्रित करना ।

3 रिले का उपयोग से फ्यूज और पावर फेलवर सूचक का प्रयोग ।

4 डोल अलार्म/इंडीकेट ।

5 विद्युत फ्लेशर के साथ सजावटी बल्ब ।

Copyright Free Under CC BY Licence