Losses in Transformer [ट्रांसफार्मर में हानियाँ] —: Transformer में दो प्रकार की हानियाँ होती हैं –

1.) Iron Losses or Core Losses

2) Copper Losses or Variable losses

1) **Iron Losses** —: लौह हानियों को नो-लोड (No-Load) हानियाँ भी कहते हैं।

लौह हानियाँ ट्रांसफार्मर के कोर में उत्पन्न होती हैं। लौह हानियाँ दो प्रकार की होती हैं –

(a) Hysteresis loss

(b) Eddy Current Loss.

Hysteresis Loss —: कोर का बार-बार चुम्बकीय तथा वि-चुम्बकीय होने के कारण विद्युत शक्ति की खपत होती है उसे ही हिस्टेरेसिस हानि कहते हैं।

Hysteresis Loss $W_h = \eta B_{max}^{1.6} \times f \cdot V$ watt

$W_h \propto f$

where η = Hysteresis Constant

B_{max} = Maximum flux density

f = frequency

V = Volume of core (m^3)

Hysteresis losses, आवृति पर निर्भर करती हैं।

$W_h \propto f \Rightarrow \uparrow W_h \propto f \uparrow \quad \downarrow W_h \propto f \downarrow$

Hysteresis losses को कम करने के लिए transformer का कोर सीलिकान स्टील का बनाया जाता है।

Scanned with CamScanner

Note -: Property of silicon steel -

(a) High Saturation point
(b) Good Permeability
(c) high flux density

So that silicon steel is mostly used in power transformer.

Eddy Current Losses -: प्रत्यावर्ती फ्लक्स के कारण transformer के कोर तथा अन्य धात्विक भागों मे winding की भाँति e.m.f उत्पन्न हो जाता है, परन्तु इसका मान बहुत कम होता है, तथा कोर के कम प्रतिरोध के कारण उच्च धारा प्रवाहित होती है, जिसे एडी करेन्ट कहते है। इसके कारण कोर गर्म हो जाता है और ऊर्जा की हानि होती है, जिसे Eddy Current loss कहते हैं।

$$\text{Eddy Current loss } W_e = B_m^2 f^2 t^2 \text{ Watt}$$

B_m = अधिकतम चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व
f = आवृति
t = कोर की मोटाई

$$W_e \propto f^2$$

इस प्रकार की हानि को कम करने के लिए कोर को लेमिनेटेड बनाया जाता है तथा परस्पर insulated होता है।

Note -: ① Total Iron losses = $W_h + W_e$

② Iron Loss, लोड से मुक्त होता है अर्थात load पर निर्भर नहीं करता है।

③ इसका मान प्रत्येक लोड पर समान रहता है। इसलिए इसे No-Load loss कहते हैं।

④ लौह हानि की गणना open circuit test द्वारा की जाती है।

⑤ लौह हानि को स्थिर हानि [fixed Loss] भी कहते हैं।

2. Copper Losses [Variable Losses] -: यह हानि transformer के वाइन्डिंग के प्रतिरोध के कारण होती है अर्थात transformer के winding में होने वाली हानि को कॉपर हानि कहते हैं।

✡ Copper Loss, लोड पर निर्भर करता है।

✡ यदि Primary winding का प्रतिरोध R_1 तथा secondry winding का प्रतिरोध R_2 हो तो -

Primary winding में हानि $= I_1^2 \cdot R_1$

secondry " " " $= I_2^2 \cdot R_2$

$$\therefore \boxed{\text{Copper loss} = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2}$$

Note -: No Load Condition -: जब ट्रांसफार्मर के secondry winding को open रखते हैं अर्थात लोड संयोजित नही होता है, इस स्थिति No-Load transformer कहते हैं। एवं जब secondry winding के across लोड संयोजित होता है, इस स्थिति को Load transformer कहते हैं।

Note -: No-Load Transformer व Load transformer का Pdf नोट्स site से नोट करे व किताब के माध्यम से पढ़े।

Scanned with CamScanner

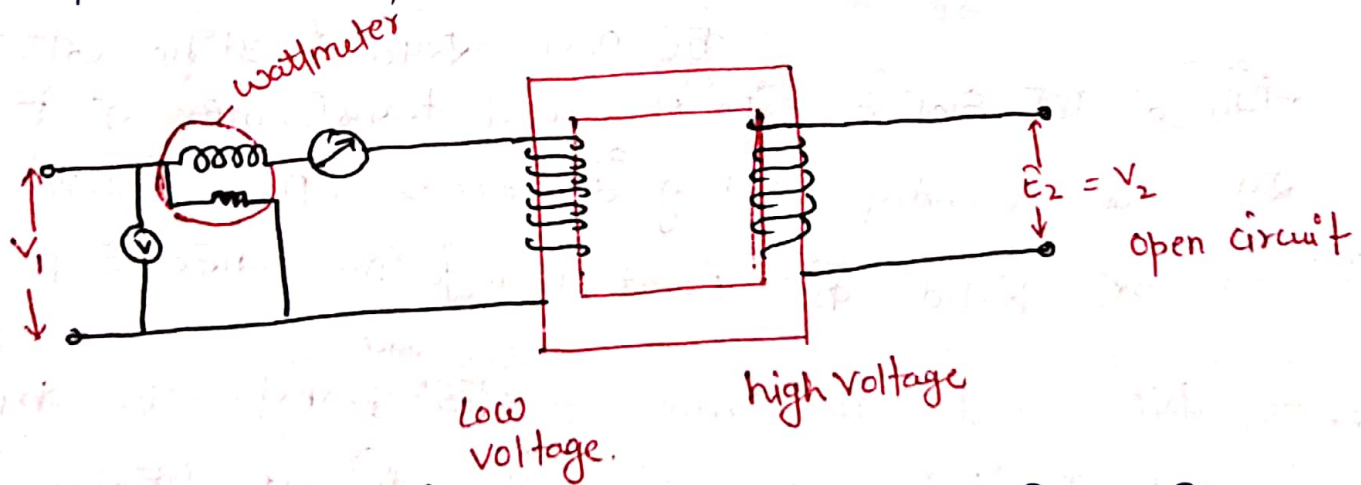
Transformer Test OR Determination of Transformer Losses

1. Open Circuit Test
2. Short Circuit Test

Open Circuit Test -: open circuit test द्वारा Iron loss का मान ज्ञात किया जाता है। open circuit test के लिए निम्न उपकरण की आवश्यकता होती है -

(a) Watt meter
(b) Volt meter
(c) Ampere meter
(d) Transformer.

इस प्रकार के Test में Transformer की Primary winding की तरफ सारे instrument लगाते है तथा secondry winding open होती है।



→ Wattmeter की रीडिंग Iron loss (core loss) को प्रदर्शित करेगा।
→ सुरक्षा के उद्देश्य से Primary winding को rated voltage दी जाती है।
→ चूंकि बिना लोड के धारा कम प्रवाहित होगी। इसलिए वाटमीटर व एम्मीटर मीटर कम रेन्ज का होना चाहिए।

Scanned with CamScanner

→ open circuit (O.C) Test की supply frequency, rated frequency के समान होनी चाहिए।

→ No-load condition में भी बहुत कम मात्रा में कॉपर लास भी होता है।

→ Iron Loss = W_I = W_0 − no Load Copper loss

$$W_I = W_0 - (I_0)^2 \cdot R$$

W_I = Iron loss, W_0 = Wattmeter reading of no load

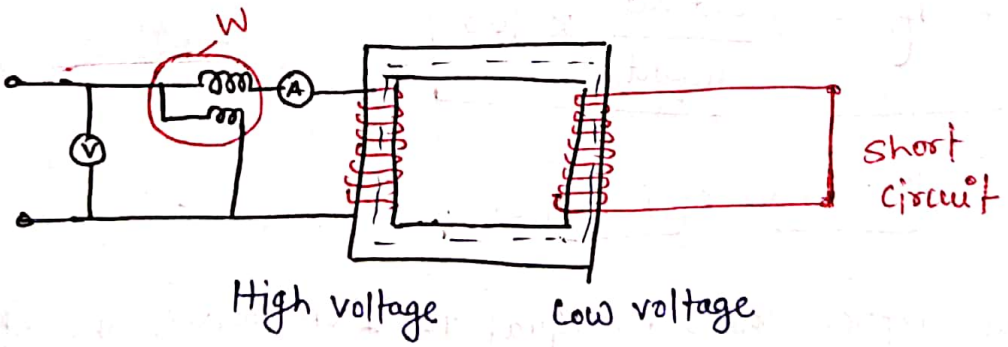
I_0 = No load current, R = Resistance of winding

$I_0^2 R$ = no Load Copper Loss.

Short Circuit Test :- यह Test, transformer की copper Loss को ज्ञात करने के लिए किया जाता है।

इस प्रकार के test के लिए transformer की secondry winding को short किया जाता है।

short circuit test high voltage की तरफ Conduct किया जाता है।



→ The reading of wattmeter gives Copper loss.

→ ~~It is not~~ जरूरी नहीं की no load test, Low voltage की तरफ तथा short circuit test high voltage की तरफ हों।

→ Practically उपकरण की उपलब्धता व accuracy के कारण ऐसा किया जाता है।

Scanned with CamScanner

Efficiency of Transformer – [ट्रांसफार्मर की दक्षता] –:

In general, the efficiency of electrical apparatus is –

$$\text{Efficiency } \eta = \frac{\text{Output Power}}{\text{input power}} = \frac{\text{output Power}}{\text{output Power + losses}}$$

For transformer –

$$\eta = \frac{\text{output}}{\text{input}} = \frac{\text{output Power}}{\text{output Power + losses}}$$

$$\eta = \frac{VI\cos\phi}{VI\cos\phi + W_i + W_{cu}}$$

{ W_i = iron loss, W_{cu} = Copper loss

$$\eta = \frac{\text{output}}{\text{input}} = \frac{\text{Input} - \text{losses}}{\text{input}}$$

{ ∵ output = input – Losses

$$\eta = 1 - \frac{\text{Losses}}{\text{Input}}$$

$$\% \eta = \frac{\text{output}}{\text{input}} \times 100$$

I.M

Condition for Maximum efficiency –:

When Copper losses is equal to Iron losses, The efficiency of transformer is 100% or maximum.

$$\text{Cu loss} = \text{Iron Loss}$$

$$\eta_{max} = 1 - \frac{(\text{Cu + iron losses})}{\text{input}} = 1 - \frac{\text{cu + cu}}{\text{input}}$$

$$\eta_{max} = 1$$

$$\% \eta_{max} = 100\%$$

Scanned with CamScanner

Q. एक transformer की rating 10KVA 2200/220V, 50Hz. है। transformer testing के बाद निम्न परिणाम (Result) प्राप्त हुए -

Short Circuit test Power input = 340W

open " " " " = 168W {P.F = 0.8}

तो transformer की efficiency ज्ञात कीजिए।

Solv -:

Given - Output Power = 10KV

Copper loss = 340W

Iron loss = 168W

$$\therefore \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{10\times10^3 \times 0.8}{\text{output Power} + \text{losses}}$$

$$= \frac{10\times10^3 \times 0.8}{10\times10^3 \times 0.8 + \text{Cu loss} + \text{Iron loss}}$$

$$= \frac{10\times10^3 \times 0.8}{10\times10^3 \times 0.8 + 340W + 168W}$$

$$= \frac{8\times10^3}{8\times10^3 + 508} = \frac{8\times10^3}{8508}$$

$$= \frac{8000}{8508} = 0.940$$

$$\Rightarrow \%\eta = 0.94\times100 = 94\%$$ Ans

Voltage Regulation of Transformer -: Transformer के secondary voltage winding के no-load Voltage तथा full load voltage के अनुपात अंतर व No-load voltage का अनुपात, transformer का वोल्टेज रेगुलेशन कहलाता है।

$$\text{Voltage Regulation of Transformer} = \frac{V_{s\,No\text{-}Load} - V_{s\,full\,load}}{V_{s\,No\text{-}Load}}$$

$$\boxed{\%\ V.R = \frac{V_{S\,NL} - V_{S\,FL}}{V_{S\,NL}} \times 100}$$

Scanned with CamScanner

V_{SNL} = No-Load secondry voltage

V_{SFL} = Full Load " "

Transformer Oil [ट्रांसफार्मर तेल] :- ट्रांसफार्मर तेल, transformer का मुख्य भाग है।

→ यह एक कुचालक द्रव्य [Insulating liquid] है, जिसका प्रयोग ट्रांसफार्मर वाइन्डिंग तथा कोर को ठंडा रखने के लिए किया जाता है।

Transformer Oil (तेल) की आवश्यकता [Necessity of transformer oil]

→ जब ट्रांसफार्मर की वाइन्डिंग में धारा प्रवाहित होती है, जिसके कारण ट्रांसफार्मर गर्म (heat) हो जाता है। उच्च पॉवर रेटिंग वाले transformer में बहुत अधिक heat उत्पन्न होगा जो winding के insulation को प्रभावित करता है एवं efficiency भी कम हो जाती है।

→ Transformer oil एक अच्छा कुचालक पदार्थ है, जिसके कारण डलेक्ट्रीकल Break-down नहीं होता है।

Types of transformer oil :- यह मुख्यतः दो प्रकार का होता है-

a) Mineral oil (खनिज तेल)
b) synthetic oil (सिन्थेटिक तेल)

Mineral oil :- यह विशेष प्रकार को मोबिल तेल होता है जिसे पेट्रोलियम के शोधन से प्राप्त किया जाता है। यह ज्वलनशील नहीं होता है और न ही सरलता से वाष्पीकृत होता है।

Synthetic Oil :- इसे सिलिकॉन तथा हाइड्रोकार्बन द्रवों से तैयार किया जाता है।

Scanned with CamScanner

Method For Cooling Transformers -:

1. Naturally Cooled Transformer Cooling Method
2. Oil cooled Transformer " "
3. Water cooled Transformer " "
4. Forced air cooled Transformer " "

उपरोक्त बिन्दु को बुक की सहायता से विस्तृत पढ़ें।

Note -: Transformer Bushing (ट्रांसफार्मर बुशिंग) -: पावर तथा डिस्ट्रीब्यूशन ट्रांसफॉमर को स्त्रोत तथा लोड से संयोजित करने वाला उपकरण transformer Bushing कहलाता है। ये बुश संयोजन केबलों को ट्रांसफार्मर की बॉडी से पृथक रखने के लिए आवश्यक है।

Transformer Rating -: Transformer की रेटिंग KVA में व्यक्त किया जाता है क्योंकि ट्रांसफार्मर की शक्ति, लोड द्वारा निर्धारित होती है जो पावर फैक्टर पर निर्भर करता है।

Note -: यदि transformer की rating 25KVA है तो -

unity power factor पर लोड क्षमता = $25KVA \times \cos\phi = 25 \times 1$
$= 25KW$

0.8 " " " " " = $25KVA \times \cos\phi = 25 \times 0.8$
$= 20KW$

0.4 " " " " = $25 \times 0.4 = 10KW$.

Scanned with CamScanner