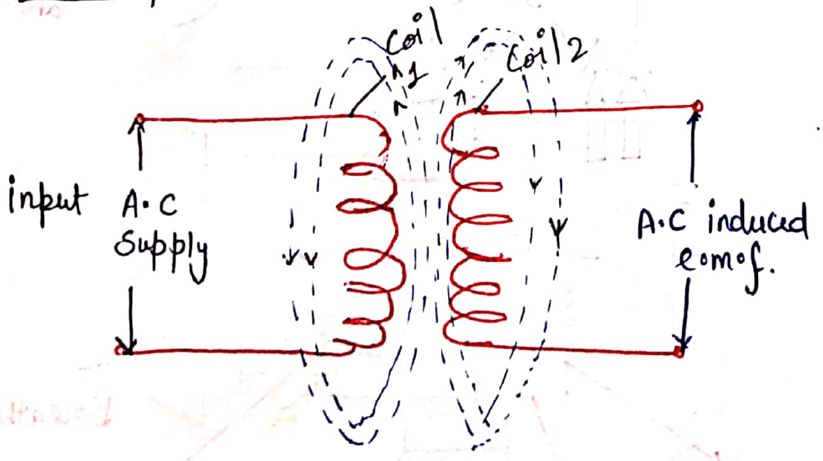
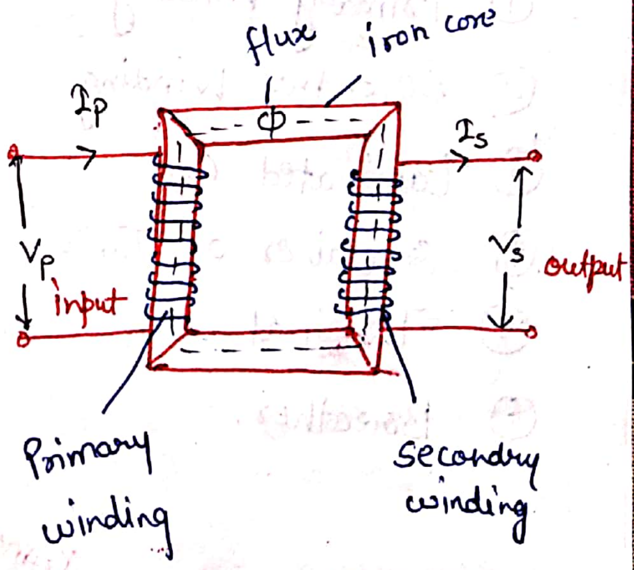
Transformer [ट्रांसफार्मर]

Transformer [ट्रांसफार्मर]-:

→ ट्रांसफार्मर एक Static Electrical device है जो विद्युत ऊर्जा को एक परिपथ से दूसरे परिपथ में transfer करता है।
→ Electrical energy के transfer के फलस्वरूप आवृति तथा पॉवर परिवर्तित नही होता है।
→ ट्रांसफार्मर एक स्थिर उपकरण होता है जो A.C voltage को कम या अधिक करता है।
→ ट्रांसफार्मर विद्युत उत्पन्न नहीं करता है।
→ ट्रांसफार्मर में कोई घूमने वाला भाग नहीं होता है बल्कि सभी भाग स्थिर होते हैं।
→ अन्य सभी मशीनों की तुलना में Transformer की दक्षता उच्च होती है।
→ Transformer केवल A.C पर कार्य करता है, d.c पर नहीं।
→ Transformer की rating KVA (Killo-Volt-Ampere) में ली जाती है।

Transformer (ट्रांसफार्मर) का सिद्धांत [Principle of Transformer]-





V_p = Primary Voltage , V_s = Secondry voltage
I_p = Primary Current I_s = secondry current
ϕ = flux.

Scanned with CamScanner

→ ट्रांसफार्मर फैराडे के विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के सिद्धांत पर कार्य करता है।

→ ट्रांसफार्मर म्यूच्यूअल इंडक्टेंस [mutual Inductance] के सिद्धांत पर कार्य करता है।

→ ~~Mitual~~ Transformer में दो वाइन्डिंग होती हैं।

→ प्रथम वाइन्डिंग को Primary winding व दूसरी winding को secondary Winding कहते हैं।

→ पहली वाइंडिंग Electromotive force तथा दूसरी वाइडिंग Magnetic field पर कार्य करती हैं।

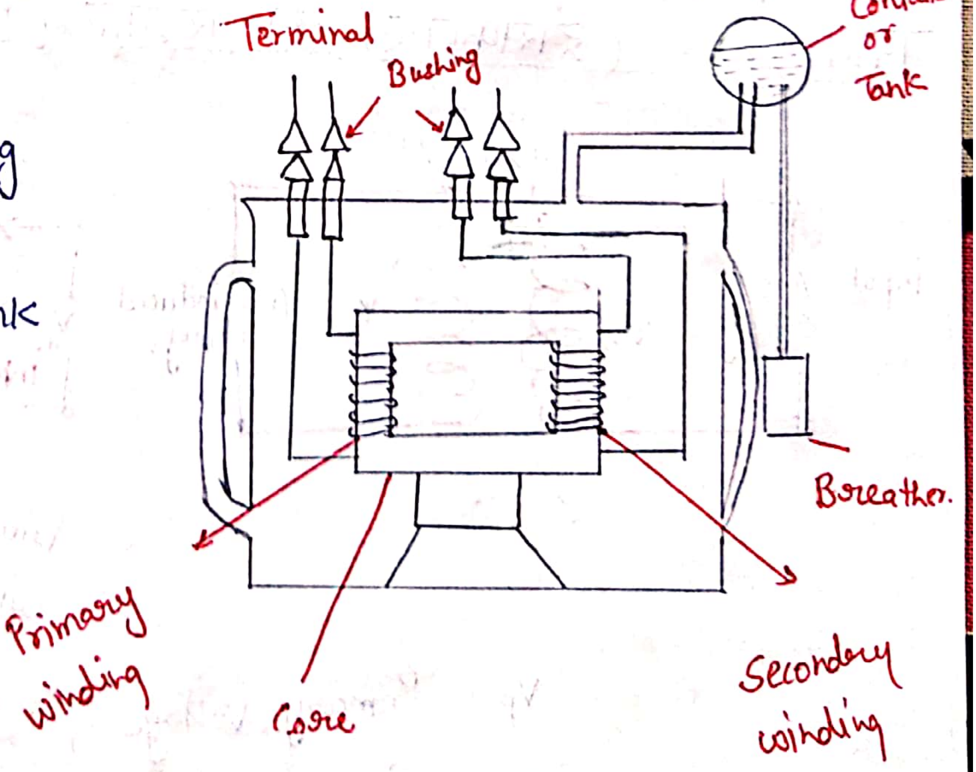
→ जब Primary winding को A.C supply दी जाती है तो उसके चारों तरफ चुम्बकीय क्षेत्र बनता है। इसी चुम्बकीय क्षेत्र के कारण दूसरी winding में भी e.m.f उत्पन्न हो जाता है।

▲ Transformer का आउटपुट, input पर निर्भर करता है।

✡ ट्रांसफार्मर की संरचना [Construction of Transformer]

Transformer की संरचना में निम्न मुख्य भाग होते हैं –

① Primary Winding
② Secondary Winding
③ Laminated Core
④ Container or Tank
⑤ Terminal
⑥ Breather.



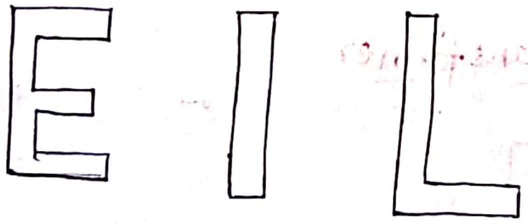
① **Primary Winding** –: ट्रांसफार्मर में जिस वाइंडिंग पर A.C input supply दी जाती है, उसे प्राइमरी वाइंडिंग कहते हैं।

② **Secondry Winding** –: ट्रांसफार्मर में जिस वाइन्डिंग से output प्राप्त किया जाता है, उसे सेकेंडरी वाइंडिंग कहते हैं अर्थात जिस वाइन्डिंग के स्क्रास लोड संयोजित किया जाता है, उसे secondry winding कहते हैं।

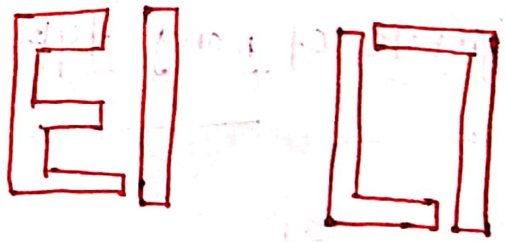
③ **Laminated Core** –: Transformer में कोर के ऊपर Primary व secondry winding की जाती है। Laminated core, सिलिकॉन स्टील का बना होता है। प्रत्येक कोर आपस में इन्सुलेटेड रहती है। सिलिकॉन की मात्रा कोर में हिस्ट्रेरेसिस हानि को कम करता है।

कोर चुम्बकीय फ्लक्स को रास्ता (मार्ग) प्रदान करती है। लेमीनेटेट कोर eddy current losses को भी कम करती है।

Silicon steel – 97% Iron + 3% Silicon



Shapes of laminated core.



E-I L-L

Assembling core

④ **Container** –: कन्टेर में ट्रांसफार्मर तेल भरा रहता है जो transformer को ठंडा रखने में सहायता करता है।

⑤ **Terminal** –: यह coil (winding) के सिरों पर supply लेने व देने का कार्य करता है।

⑥ **Breather** – Breather में सिलिका जेल पदार्थ भरा होता है जो नमी को खत्म करता है और transformer

Scanned with CamScanner

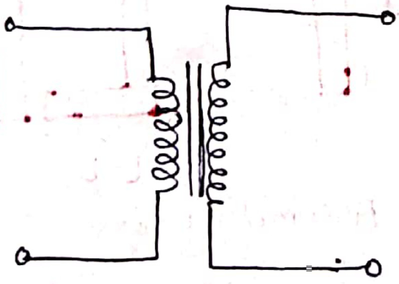
oil खराब नहीं होता है।

✡ Classification of Transformer –: ट्रांसफार्मर को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है –

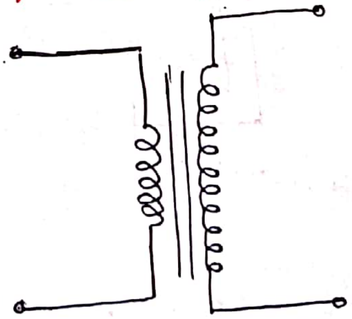
- Output वोल्टेज के आधार पर
  - Step up Transformer
  - Step down Transformer
- कोर की संरचना के आधार पर
  - Shell (शैल) type Transformer
  - Core (कोर) type Transformer
  - Ring type Transformer
- फेजों की सं० के आधार पर
  - 1-ϕ Transformer
  - 3-ϕ Transformer
- Output क्षमता के आधार पर
  - Auto Transformer
  - Instrument Transformer

Note –: Transformer का वर्गीकरण किताब के माध्यम से विस्तृत रूप से पढ़ें।

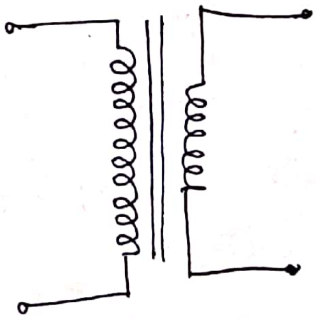
Symbols of many type of Transformer



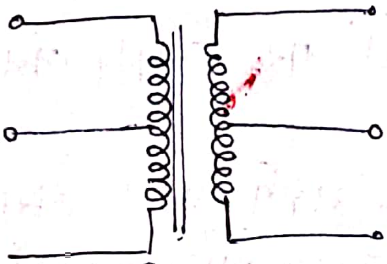
~~Air core~~ Transformer



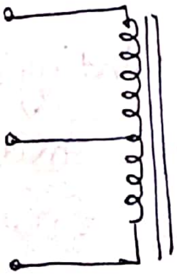
Step-up transformer



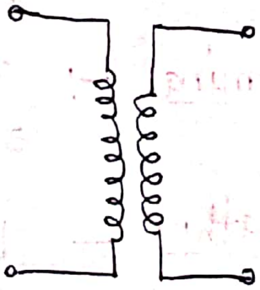
Step-down



Center tap Primary & secondary



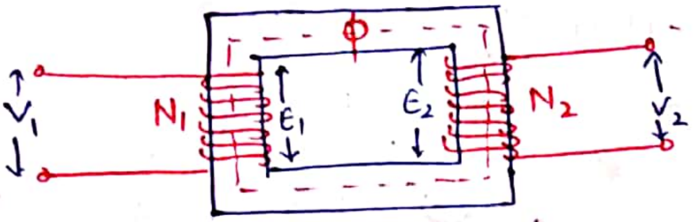
Auto Transformer



Air core Transformer

Scanned with CamScanner

E.M.F Equation of Transformer –:



Transformer का e.m.f equation –

$$E = 4.44 \times f \times N \times \phi_m \text{ volt}$$

ϕ_m = maximum Value of flux in weber.

f = Supply frequency

N = No of turn

$\because \phi = B_m \times A_i \quad \therefore$ $$E = 4.44 \cdot f N B A_i \text{ Volt.}$$

B_m = maximum flux density

A_i = Area of iron core.

यदि Primary winding में टर्नों की सं० N_1 तथा e.m.f E_1 हो तो Primary winding के across e.m.f का समीकरण –

$$V_1 = E_1 = 4.44 f \times \phi_m \times N_1 \text{ volt.} \quad \text{— (1)}$$

एवं secondary winding में टर्नों की सं० N_2 तथा e.m.f E_2 हो तो e.m.f का समी० –

$$V_2 = E_2 = 4.44 f \times \phi_m \times N_2 \quad \text{— (2)}$$

N_1 = No of turn in Primary winding

N_2 = No of turn in secondary Winding.

Scanned with CamScanner

समी० (1) व (2) से –

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{4.44 f \phi m \cdot N_2}{4.44 f \phi m \cdot N_1}$$

या $\boxed{\frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1} = K}$ — (3) $\Rightarrow$ $\boxed{\frac{V_2}{V_1} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1} = K}$

उपरोक्त समी० को Turn ratio कहते हैं। for ideal Condition.

K is known as the transformation ratio.

$\boxed{\frac{N_2}{N_1} = \text{Turn ratio}}$

→ Secondary winding में टर्नों की सं० तथा Primary winding में टर्नों की सं० का अनुपात ट्रांसफार्मेसन अनुपात कहलाता है।

For ideal Transformer –: जब Transformer में कोई हानियाँ न हो, उस स्थिति में transformer को ideal Transformer कहते हैं।

{Practicaly it is not possible}

अतः $\text{Power}_{\text{Primary}} = \text{Power}_{\text{secondary}}$

$\Rightarrow$ Input Power = Output Power.

$P_p = P_i = P_{out} = P_s$

$\Rightarrow V_1 \cdot I_1 = V_2 \cdot I_2$

$\Rightarrow \boxed{\frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2}}$ — (4)

$I_1 = I_p$ = Primary current

$I_2 = I_s$ = Secondary Current.

अतः समी० (3) व चार (4) से –

$\boxed{\frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2} = K}$ या $\boxed{\frac{E_s}{E_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s} = K}$

Scanned with CamScanner

Q. एक ट्रांसफार्मर के Primary winding में टर्नों की सं० 400 तथा secondary winding में टर्नों की सं० 1200 है। यदि Primary winding के across 120V a.c supply दी जाती है तो secondary के across e.m.f कितना होगा।

given – $N_1 = N_p = 400$
$N_2 = N_s = 1200$
$E_1 = E_p = 120V$
$E_2 = E_s = ?$

$\because \frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow \frac{E_2}{120} = \frac{1200}{400}$ (3)

$\boxed{E_2 = 360V}$

Q. given –: $N_1 = 200$ turns
$N_2 = 50$ turns
$E_1 = 120V$
$E_s = ?$

$\frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow \frac{E_2}{120} = \frac{50}{200}$ (4)

$4E_2 = 120 \Rightarrow E_2 = \frac{120}{4} = 30$ Volt

$\boxed{E_2 = 30 \text{ volt}}$

Q. यदि ट्रांसफार्मर का ट्रांसफार्मेसन अनुपात 3:1 है व Primary Winding के across voltage 240 V है तो ज्ञात कीजिए secondary winding के across voltage ?

given – Transformation ratio = 3:1 $\left\{ \frac{N_1}{N_2} = \frac{3}{1} \right\}$

$\because \frac{E_2}{E_1} = K \Rightarrow \frac{240}{E_2}$

$\Rightarrow \frac{E_2}{240} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{E_2}$

$\Rightarrow \frac{3}{1} = \frac{240}{E_2} \Rightarrow E_2 = 240/3 = 80$ Volt.

Scanned with CamScanner

Q. एक 2000/200 KVA ट्रांसफार्मर के ~~Primary~~ Secondry winding में टर्नों की संख्या 66 है। तो ज्ञात कीजिए –

(a) No of Primary turn

(b) Secondry current (I_s)

Ans – $N_1 = 660$

$I_2 = 100A$

Q. एक ट्रांसफार्मर द्वारा 110V a.c Supply को 20V a.c Supply में परिवर्तित करने के लिए ट्रांसफार्मर का टर्न अनुपात (turn ratio) कितना होगा।

Ans – 0.18

Q. एक 100KVA 2400/240V, 50Hz transformer में secondry winding में टर्नों की संख्या 300 है तो ज्ञात कीजिए।

(a) No of Primary turn (N_p) = ?

(b) Primary & secondry current (I_p & I_s) = ?

Ans – $N_p = 3000$

$I_p = 41.7A$

$I_s = 417A$.

Note –: ① if $N_2 > N_1$ than $K > 1$, तो इस प्रकार के ट्रांसफार्मर को Step-up transformer कहते हैं।

② $N_2 < 1$ than $K < 1$, तो इस प्रकार के ट्रांसफार्मर को (Step-down transformer) कहते हैं।

K = Transformation ratio

✡.

Scanned with CamScanner