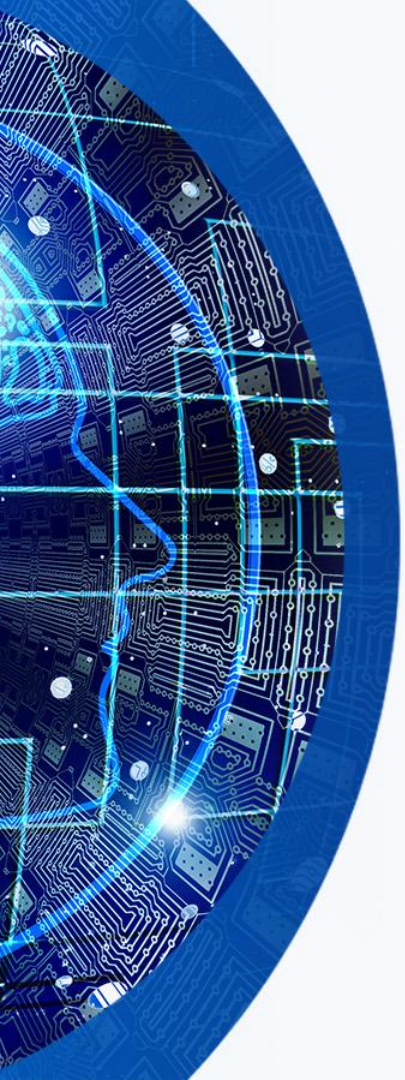
Electrical Technology
AC Machines - 1

Engr. Md. Nazmul Ahassan
Instructor(Tech)
Sherpur Polytechnic Institute

ahassannazmul@gmail.com 01741272718



Electrical Technology

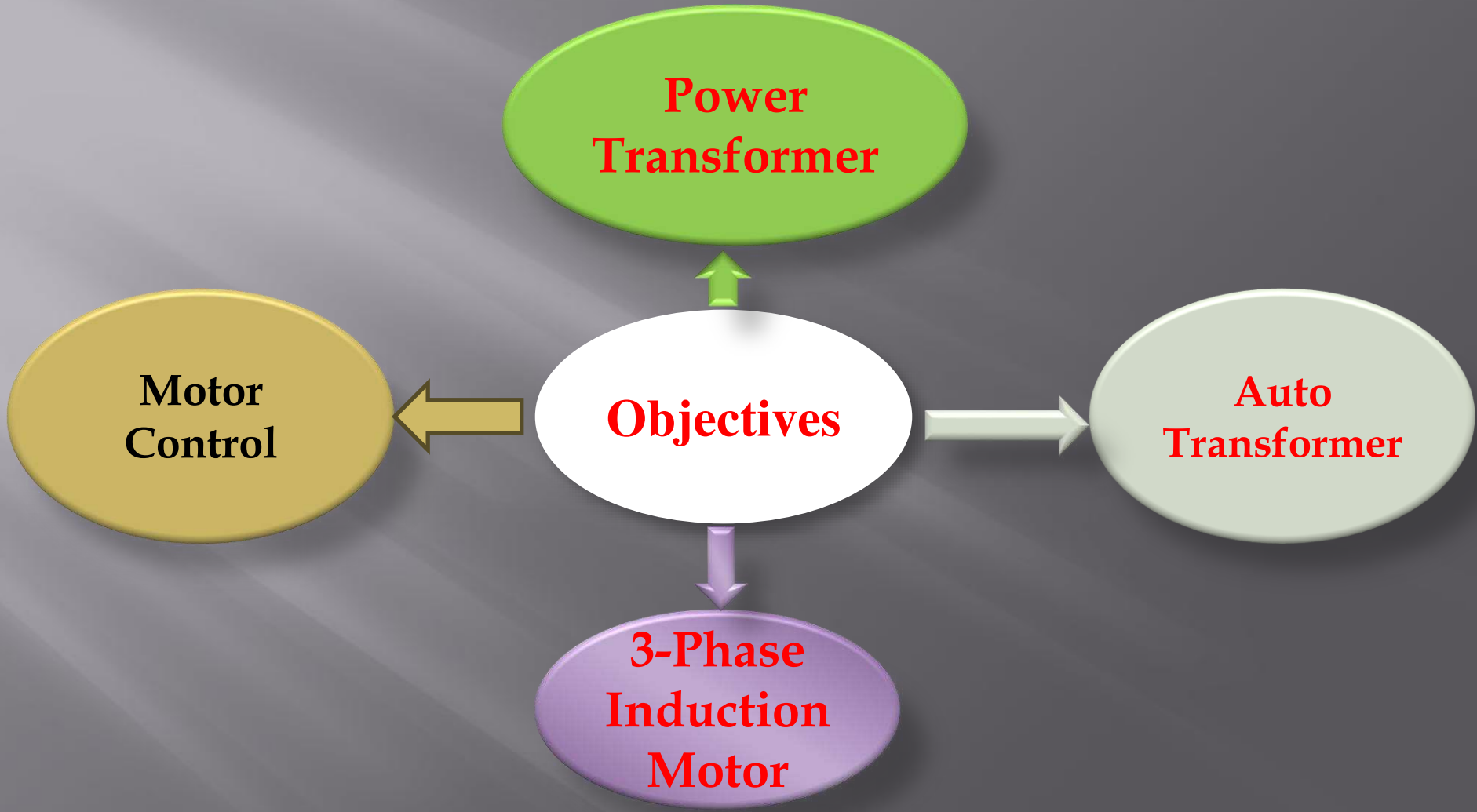
AC Machines - 1

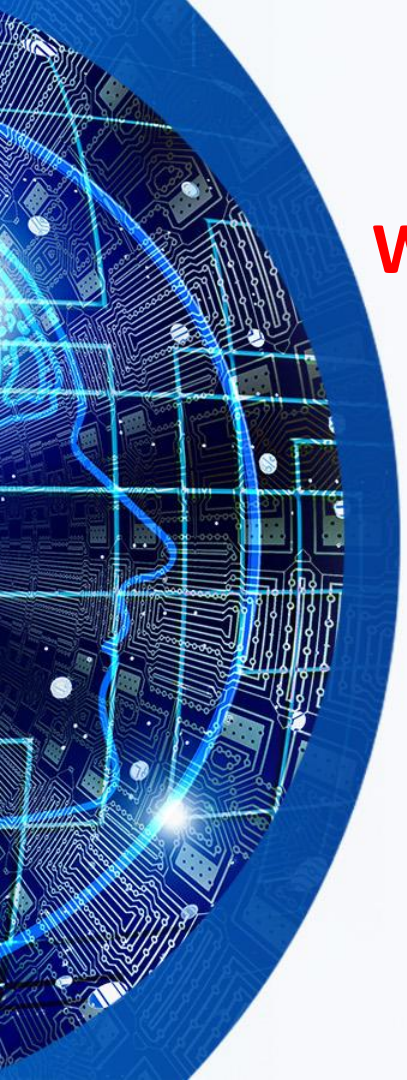
Subject Code: **26761**

Credit: 4

Theory:3+Practical:3

ahassannazmul@gmail.com 01741272718


Power Transformer
Motor Control
Objectives
Auto Transformer
3-Phase Induction Motor



Chapter - 1

ট্রান্সফরমারের গঠন ও কার্যপ্রণালী

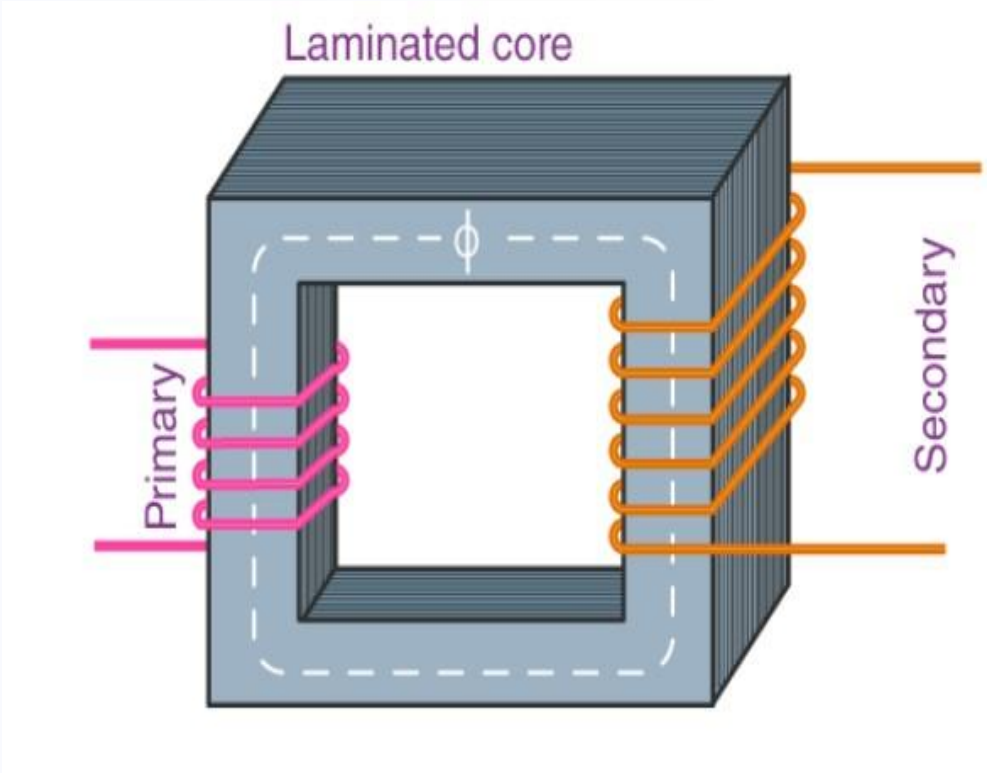
Working Principle & Construction of Transformer

Definition of Transformer : A transformer is a device that transfers electric energy from one alternating-current circuit to one or more other circuits. It does so by either increasing (stepping up) or reducing (stepping down) the voltage without a change in the frequency of AC between circuits.

ট্রান্সফরমার এমন একটি ইলেকট্রোস্ট্যাটিক মেশিন, যা ফ্রিকুয়েন্সিকে স্থির রেখে ভোল্টেজকে কমিয়ে বা বাড়িয়ে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতির ভিত্তিতে সমপরিমান পাওয়ার এক বর্তনী হতে অন্য বর্তনীতে স্থানান্তরিত করে।

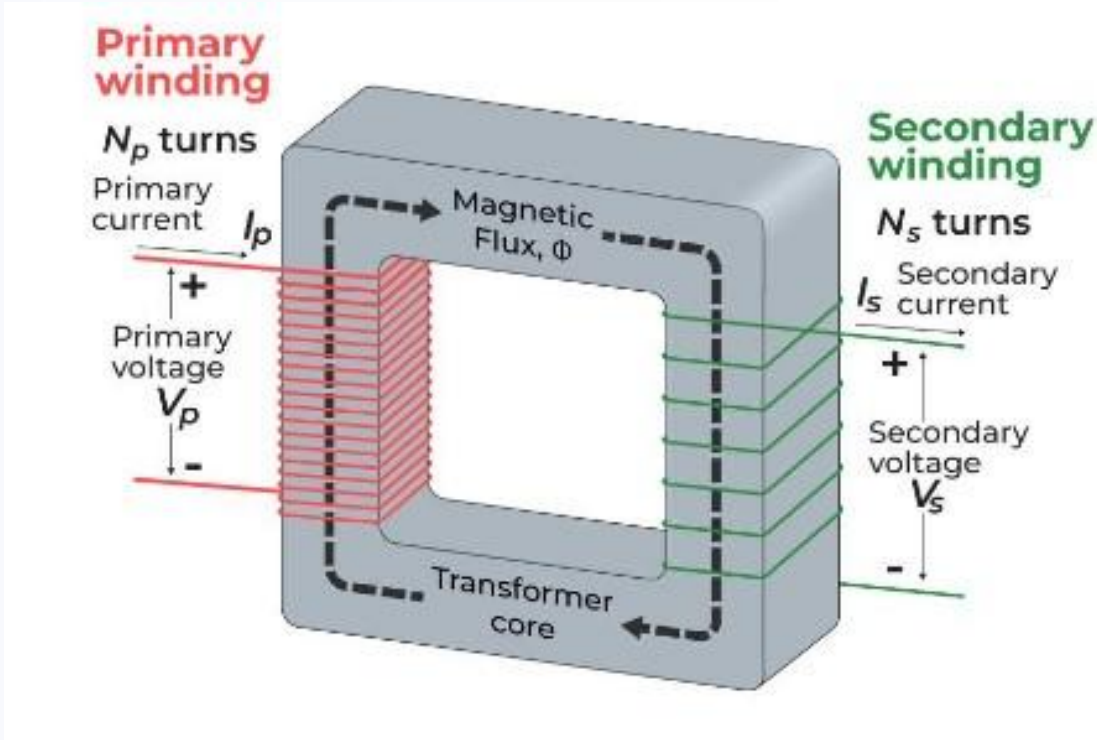
Working Principle of Transformer :

ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতির ভিত্তিতে কাজ করে।

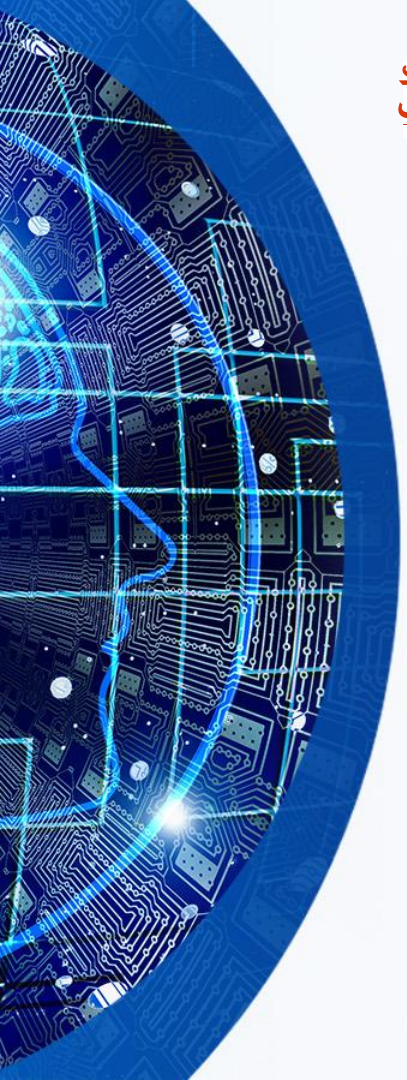


ahassannazmul@gmail.com 01741272718

Working Principle of Transformer :



ahassannazmul@gmail.com 01741272718



ট্রান্সফরমারের শর্ত সমূহ :

১। কোনরুপ বৈদ্যুতিক সংযোগ নেই

২। উভয় কয়েলের ফ্রিকুয়েন্সি সবসময় সমান থাকে

৩। ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতির ভিত্তিতে কাজ করে

৪। একটি অভিন্ন আয়রন কোর দ্বারা চুম্বকীয়ভাবে সংযুক্ত

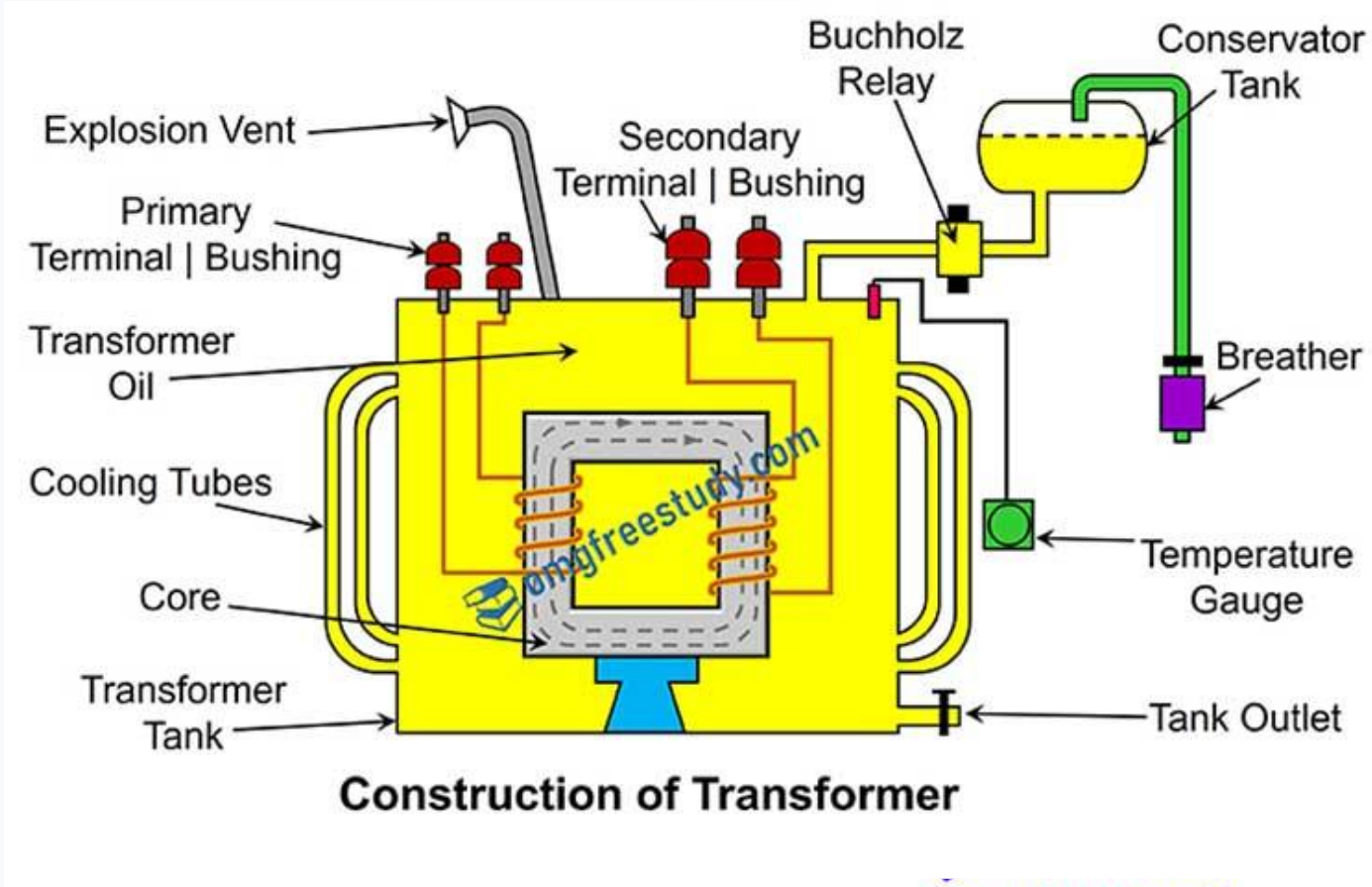
৫। উভয় কয়েলের **KVA** পাওয়ার সমান

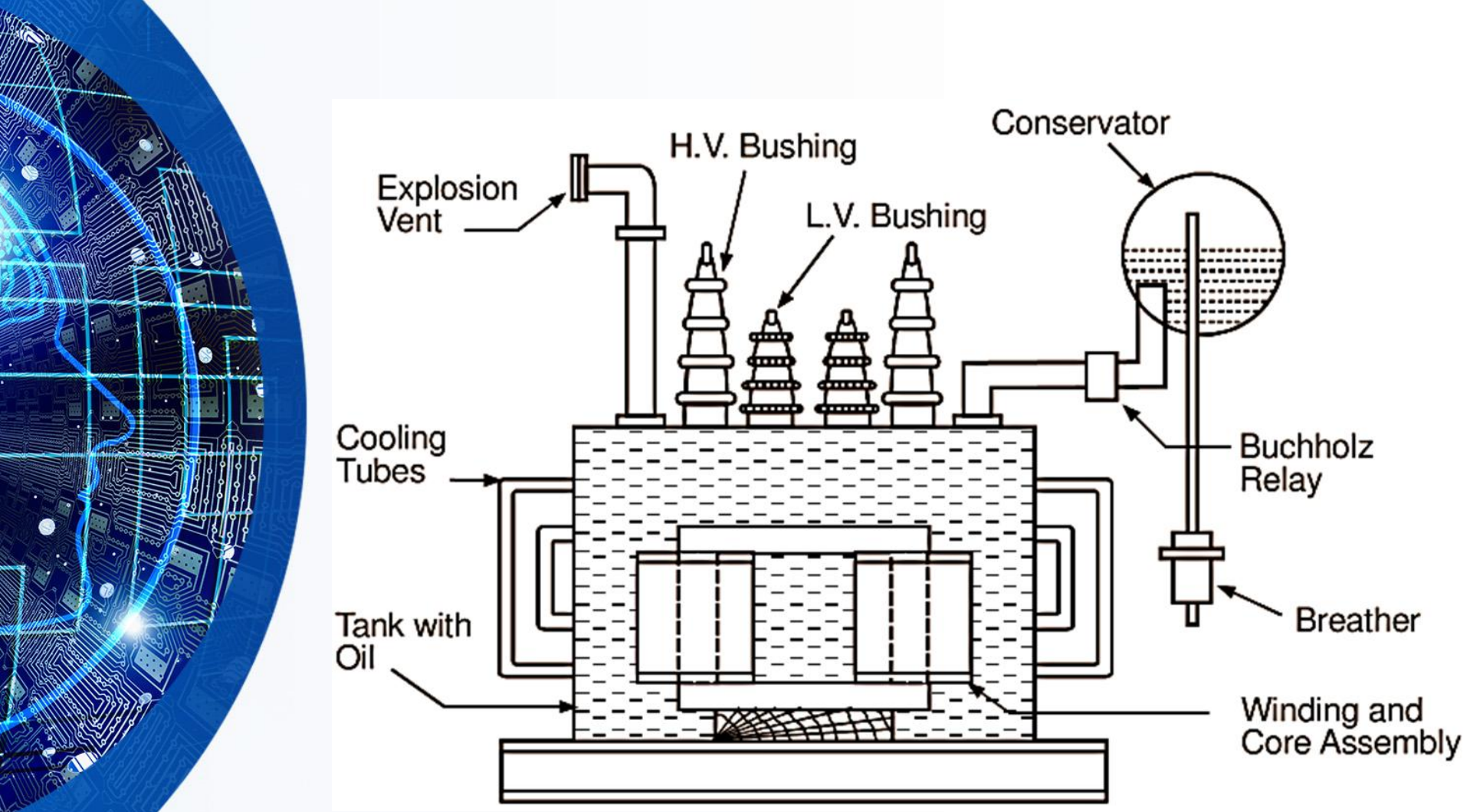
৬। কয়েলদ্বয়ের ভোল্টেজ এবং কারেন্টের পরিমান এদের প্যাচের সংখ্যা এবং সাইজের উপর নির্ভর করে

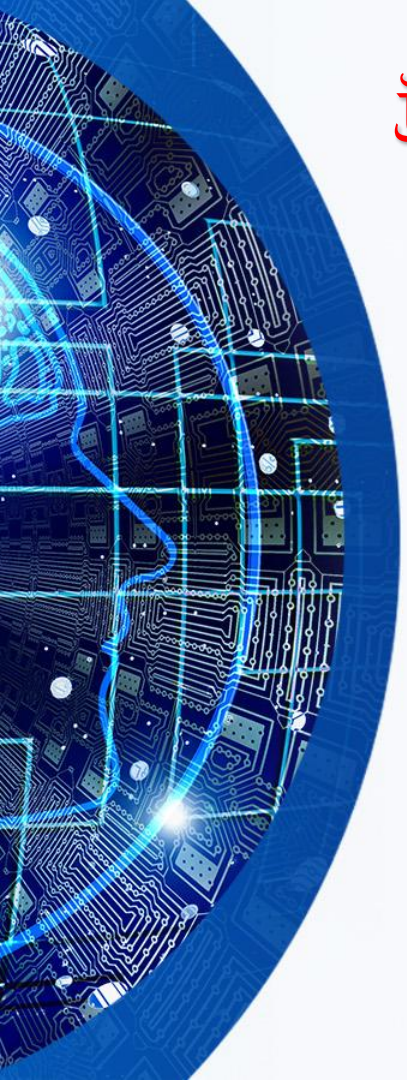
৭। বর্তনী দুটি একে অপরের সাথে মিউচুয়াল ইন্ডাকটিভ প্রভাবে থাকে ইত্যাদি

ahassannazmul@gmail.com 01741272718

ট্রান্সফরমারের গঠন ঃ



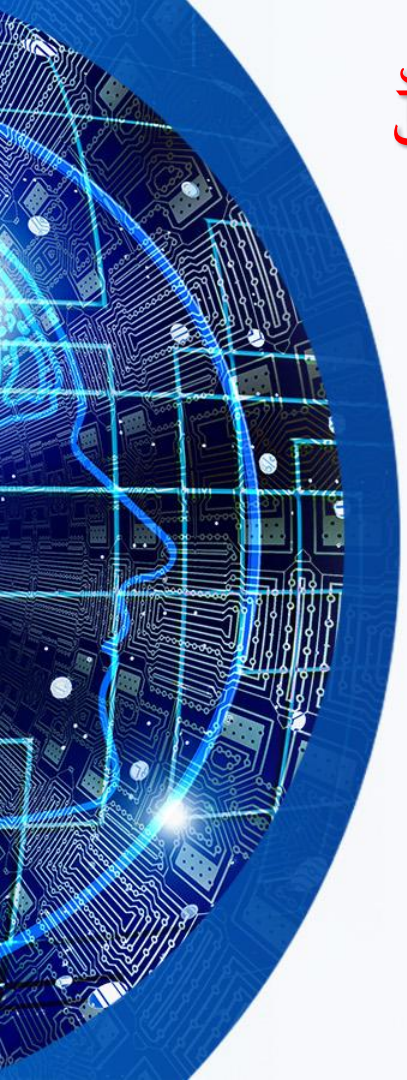

Conservator
H.V. Bushing
Explosion Vent
L.V. Bushing
Cooling Tubes
Buchholz Relay
Tank with Oil
Breather
Winding and Core Assembly



ট্রান্সফরমারের যে সকল অংশের সমন্বয়ে গঠিত ঃ

১। হাই-ভোল্টেজ ওয়াইন্ডি
২। লো-ভোল্টেজ ওয়াইন্ডি
৩। অয়েল লেভেল ইন্ডিকেটর
৪। কনজারভেটর
৫। ব্রিদার
৬। রেডিয়েটর
৭। কুলিং ফ্যান
৮। ট্রান্সফরমার অয়েল
৯। আর্থ পয়েন্ট
১০। এক্সপালশন ভেন্ট
১১। টেম্পারেচার গেজ
১২। বুখলজ রিলে
১৩। র্থামোমিটার
১৪। ক্যারেজ
১৫। প্রেসার রিলিফ ভালভ
১৬। অয়েল পাম্প
১৭। হাই-ভোল্টেজ বুশিং
১৮। লো-ভোল্টেজ বুশিং
১৯। ট্যাংক
২০। সিলিকা

ahassannazmul@gmail.com 01741272718



ট্রান্সফরমার গঠনের ব্যবহৃত জিনিসপত্র ঃ

১। সংকর ধাতুর স্টিলের শিট

২। ল্যামিনেটেড কোর-**CRGO**

৩। ইনসুলেশন ঃ

৪। ইনসুলেটিং পর্দাথ

৫। ইনসুলেটিং কপার ওয়্যার

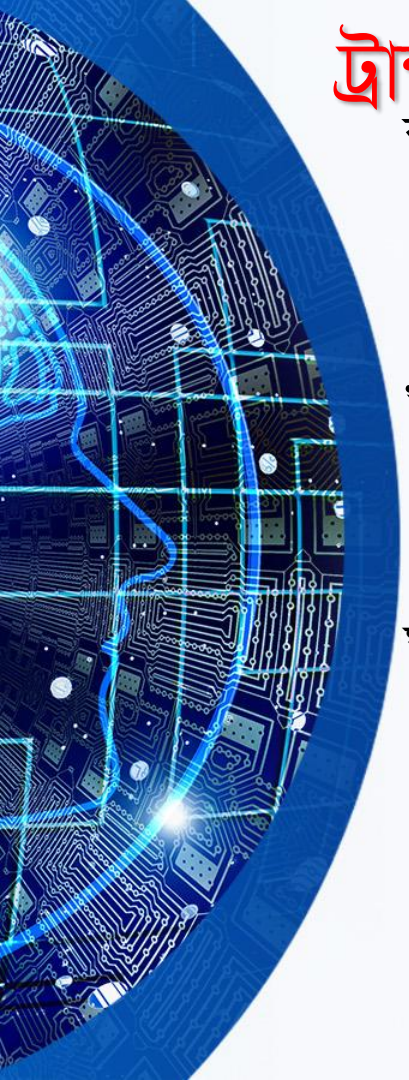
৬। অ্যাম্পিয়ার টিউব

৭। অ্যাম্পিয়ার ক্লথ

৮। **HT & LT Terminal Equipment**

৯। ফর্মা, ট্রান্সফরমার কভার, নাট-বোল্ট ইত্যাদি

ahassannazmul@gmail.com 01741272718



ট্রান্সফরমারের প্রকারভেদ ঃ

ক) কার্যপ্রণালি অনুযায়ী ঃ

১। স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার

২। স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার

৩। ওয়ান টু ওয়ান ট্রান্সফরমার

খ) কোরের গঠন অনুযায়ী ঃ

১। কোর টাইপ ট্রান্সফরমার

২। শেল টাইপ ট্রান্সফরমার

৩। স্পাইরাল টাইপ ট্রান্সফরমার

গ) প্রয়োগ অনুসারে ঃ

১। পাওয়ার ট্রান্সফরমার

২। ডিস্ট্রিবিউশন ট্রান্সফরমার

৩। অটো ট্রান্সফরমার

৪। ইনস্ট্রুমেন্ট ট্রান্সফরমার

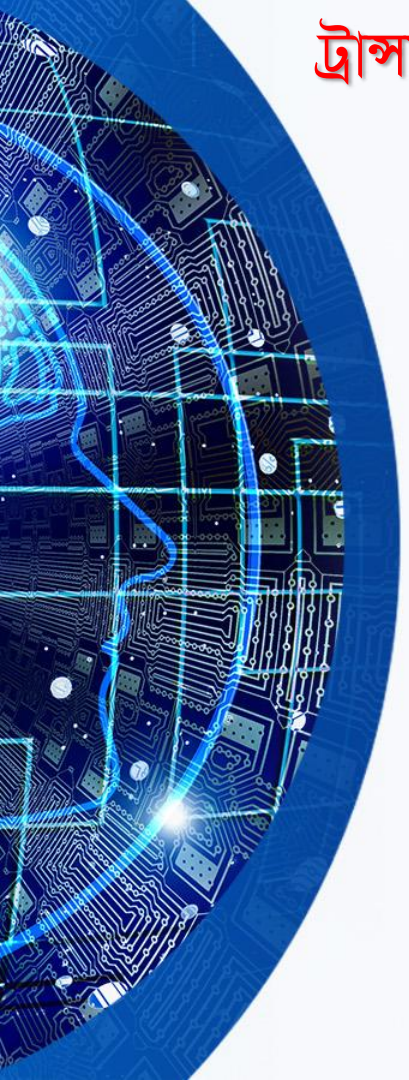
ক) কারেন্ট ট্রান্সফরমার

খ) পটেনশিয়াল ট্রান্সফরমার

ঘ) শীতলীকরণ অনুসারে ঃ

1. Normal or Natural Cooled Transformer
2. Forced Air Colled or Air Blast Type Transformer
3. Oil Filed Self Cooled Transformer
4. Oil Filled Water Cooled Transformer
5. Oil Filled Forced Air Cooled Transformer
6. Filled Forced Oil Cooled Transformer

ahassannazmul@gmail.com 01741272718



ট্রান্সফরমারের প্রকারভেদ ঃ . . . . . .

ঙ) স্থাপন প্রণালির ভিত্তিতে ঃ

১। ইনডোর টাইপ ট্রান্সফরমার

২। আউটডোর টাইপ ট্রান্সফরমার

৩। পোল মাউন্টেড ট্রান্সফরমার

৪। আন্ডার গ্রাউন্ড ট্রান্সফরমার

চ) ফ্রিকুয়েন্সি অনুসারে ঃ

১। অডিও ফ্রিকুয়েন্সি ট্রান্সফরমার

২। রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি ট্রান্সফরমার

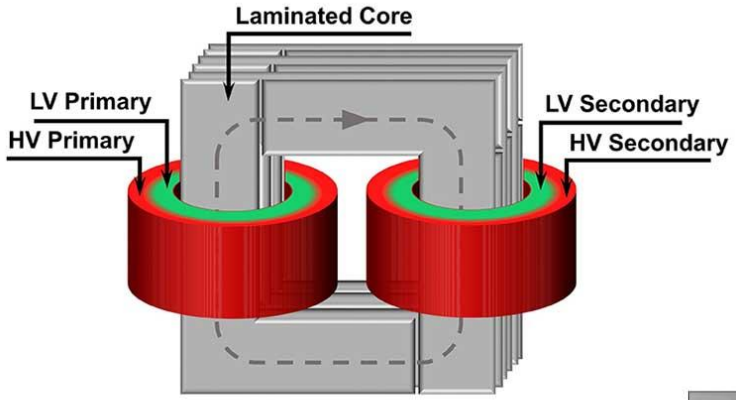
ছ) ফেজ সংখ্যার ভিত্তিতে ঃ

১। সিঙ্গেল ফেজ ট্রান্সফরমার

২। পলি ফেজ ট্রান্সফরমার

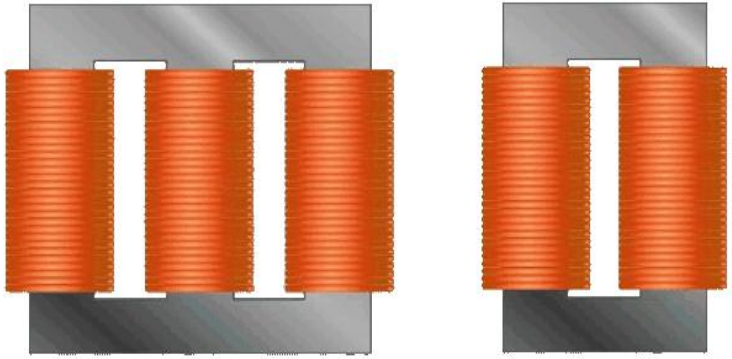
ahassannazmul@gmail.com 01741272718

কোর টাইপ, শেল টাইপ এবং স্পাইরাল টাইপ ট্রান্সফরমার ঃ



Core Type Transformer

Core Type Transformer

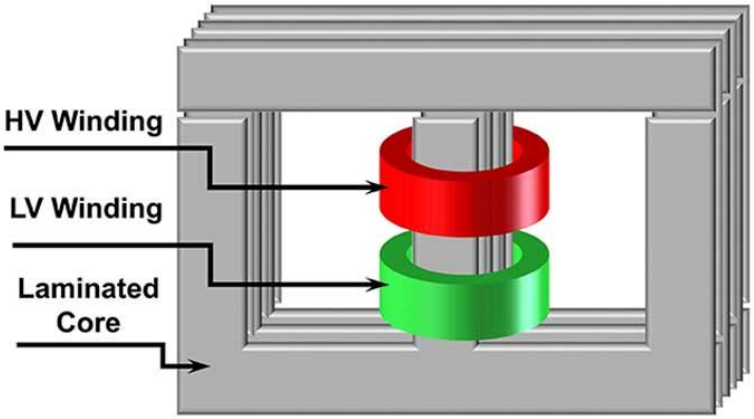


Three phase

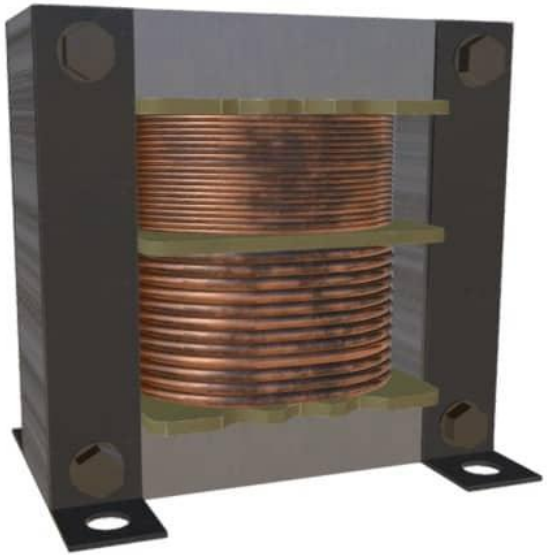
Single phase

ahassannazmul@gmail.com 01741272718

কোর টাইপ, শেল টাইপ এবং স্পাইরাল টাইপ ট্রান্সফরমার ঃ

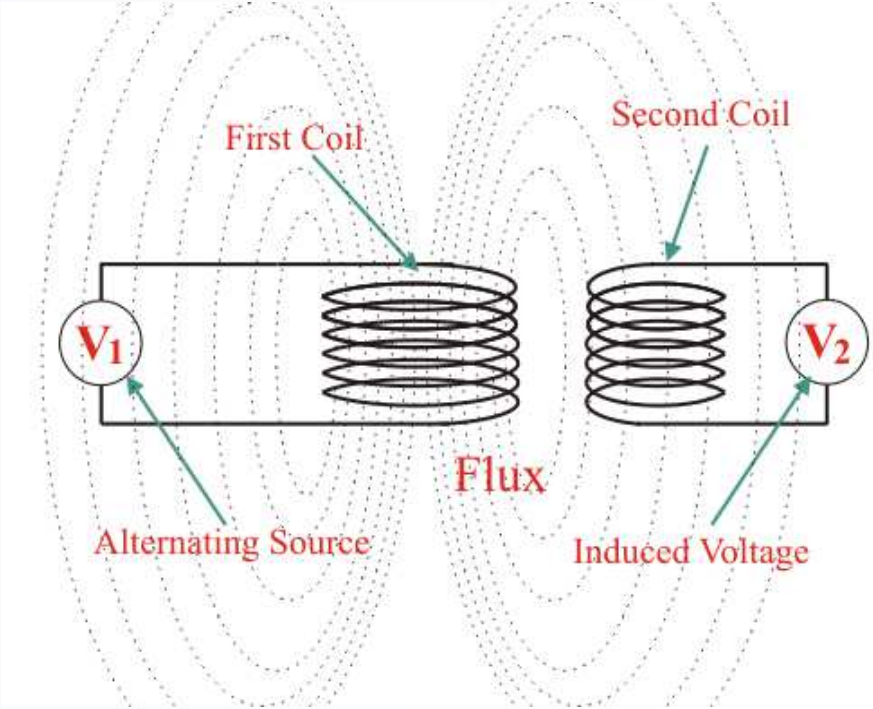


Shell Type Transformer



ahassannazmul@gmail.com 01741272718

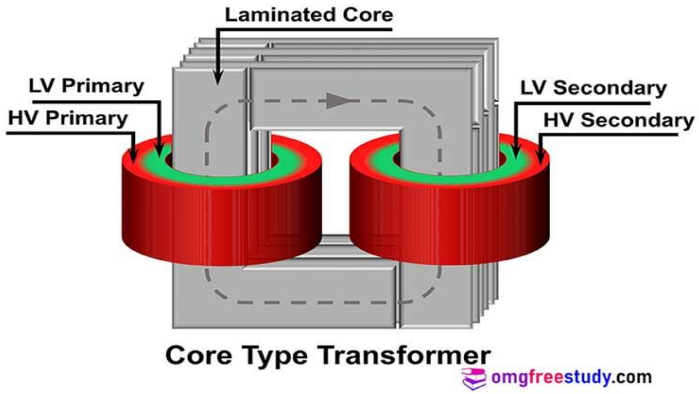
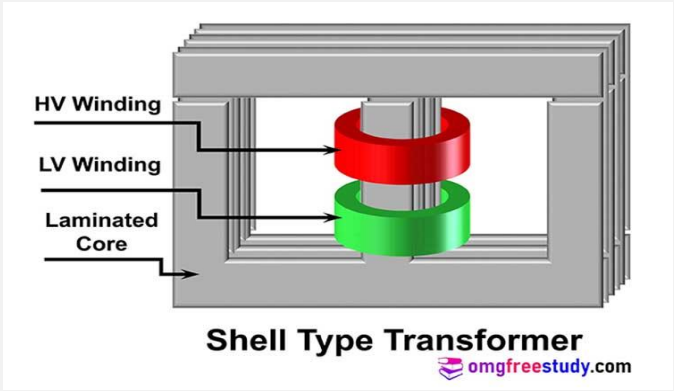
কোর টাইপ, শেল টাইপ এবং স্পাইরাল টাইপ ট্রান্সফরমার ঃ



স্পাইরাল টাইপ ট্রান্সফরমার

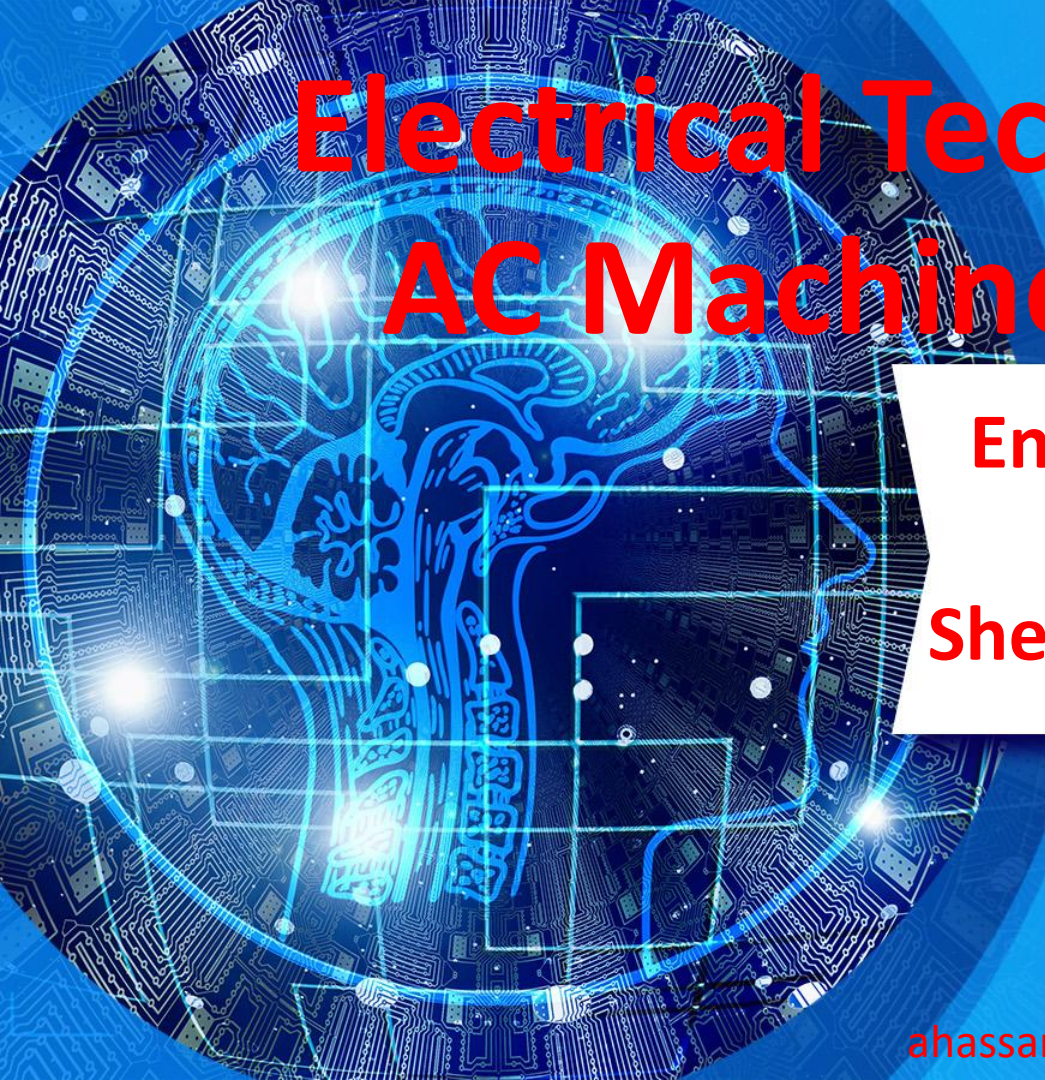
ahassannazmul@gmail.com 01741272718

কোর টাইপ এবং শেল টাইপ ট্রান্সফরমারের পার্থক্য / তুলনা ঃ

কোর টাইপ	শেল টাইপ
কোরের মধ্যে একটি ম্যাগনেটিক সার্কিট তৈরি হয়।	কোরের ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স সমান দুইভাগে ভাগ হয়ে দুটি ম্যাগনেটিক সার্কিট তৈরি করে।
এক পায়ায় প্রাইমারি ও অপর পায়ায় সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং করা হলে লিকেজ ফ্লাক্স কমানোর লক্ষ্যে প্রতি পায়ায় প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং করা থাকে।	মধ্য বাহুতে প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং থাকে, ফলে ল লিকেজ ফ্লাক্সের পরিমান অনেক কম হয়।
	

ahassannazmul@gmail.com 01741272718

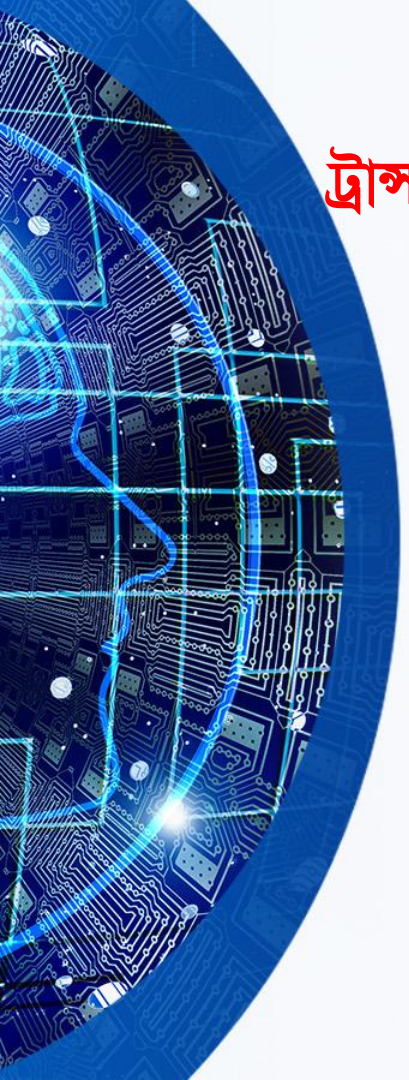
Thank you



Electrical Technology
AC Machines - 1

Engr. Md. Nazmul Ahassan
Instructor(Tech)
Sherpur Polytechnic Institute

ahassannazmul@gmail.com 01741272718



Chapter - 2

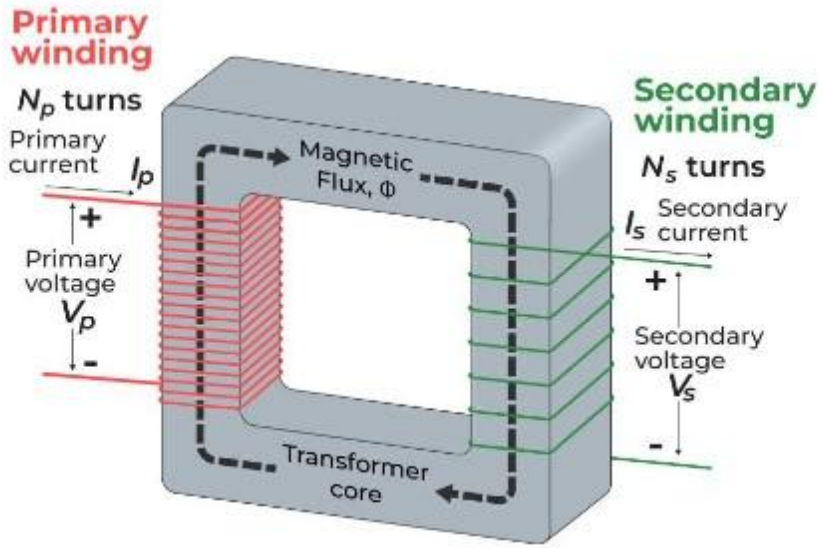
ট্রান্সফরমারের ইএমএফ সমীকরণ, ট্রান্সফরমেশন রেশিও এবং অপচয়সমূহ

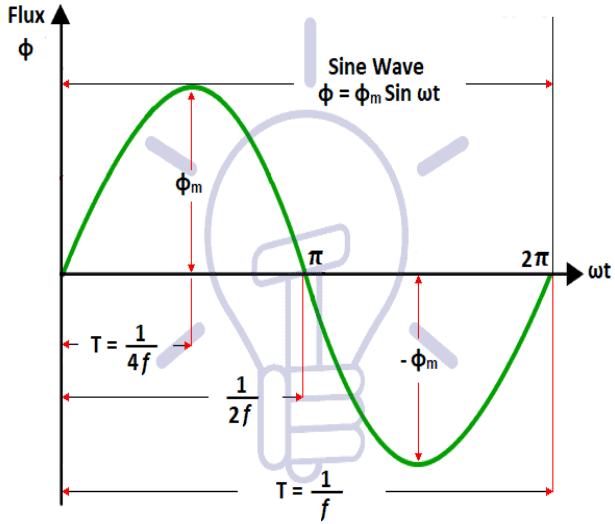
EMF Equation, Transformation ratio & losses of Transformer

ইএমএফ সমীকরণ (Definition of EMF) :

ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি/প্রথমায় এসি ভোল্টেজ প্রয়োগে উৎপন্ন মিউচুয়াল ফ্লাক্স যখন উভয় ওয়াইন্ডিং-এ সংশ্লিষ্ট হয়ে কয়েল দুটিতে ইনডিইসড ইএমএফ এর সৃষ্টি করে এবং একে যখন সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হয়, তখন তাকে ইএমএফ সমীকরণ বলে।

EMF Equation of Transformer :





এখানে, Vp = প্রাইমারি ভোল্টেজ , Ip = প্রাইমারি কারেন্ট

Vs = সেকেন্ডারি ভোল্টেজ , Is = সেকেন্ডারি কারেন্ট

ধরি, Np = প্রাইমারি কয়েলের টার্ন সংখ্যা

Ns= সেকেন্ডারি কয়েলের টার্ন সংখ্যা

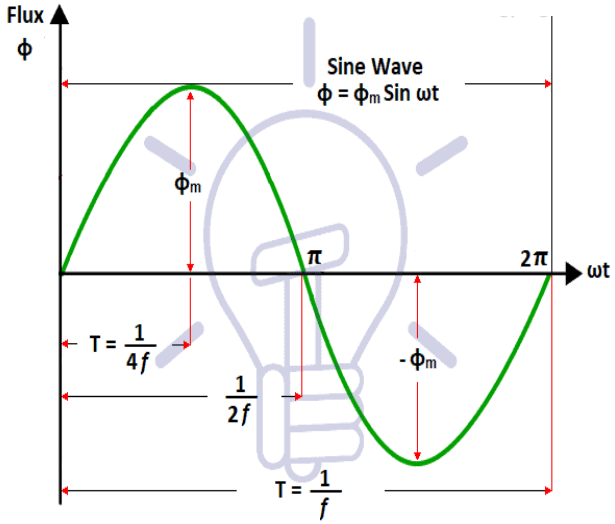
Φm = কোরের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত সর্বোচ্চ ফ্লাক্স = Bm×A

f = ফ্রিকুয়েন্সি

ahassannazmul@gmail.com 01741272718

EMF Equation of Transformer……

চিত্র হতে দেখা যায়, টাইম পিরিয়ডের চার ভাগের এক ভাগ সময়ে ফ্লাক্স এর মান শূন্য হতে সর্বোচ্চ মান ϕ_m এ পৌঁছে।



$\therefore$ ফ্লাক্স পরিবর্তনের গড় হার $= \frac{d\phi}{dt} = \frac{\phi_m}{1/4f}$

$= 4f\phi_m$ ওয়েভার/সেকেন্ড বা ভোল্ট

$\therefore$ গড় ইএমএফ/টার্ন $= 4f\phi_m$ ভোল্ট

ফরম ফ্যাক্টর $= \frac{RMS\ Value}{Average\ Value} = 1.11$

$\therefore$ প্রতি টার্নে ইনডিউসড ইএমএফ এর মান = ফরম ফ্যাক্টর×গড় ইএমএফ/টার্ন

$= 1.11 \times 4f\phi_m = 4.44\ f\phi_m$ ভোল্ট

তাহলে, সমগ্র কয়েলে উৎপন্ন ইএমএফ, $E = 4.44\ f\ N\ \phi_m$ ভোল্ট

সুতরাং, প্রাইমারি কয়েলে ইনডিউসড ইএমএফ, $E_p = 4.44f\ N_p\phi_m$ ভোল্ট

সেকেন্ডারি কয়েলে ইনডিউসড ইএমএফ, $E_s = 4.44f\ N_s\phi_m$ ভোল্ট

ahassannazmul@gmail.com 01741272718

ভোল্টেজ রেশিও, কারেন্ট রেশিও এবং ট্রান্সফরমেশন রেশিও ঃ

আমরা জানি,

$$E_p = 4.44f\ N_p\phi_m \text{ ভোল্ট} \text{---------- (1)}$$

$$E_s = 4.44f\ N_s\phi_m \text{ ভোল্ট} \text{----------(2)}$$

ভোল্টেজ রেশিও

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{4.44f\ N_p\phi_m}{4.44f\ N_s\phi_m}$$

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} = \boldsymbol{a}$$

কারেন্ট রেশিও

ট্রান্সফরমারের ক্ষেত্রে,

প্রাইমারির অ্যাম্পিয়ার টার্ন = সেকেন্ডারির অ্যাম্পিয়ার টার্ন

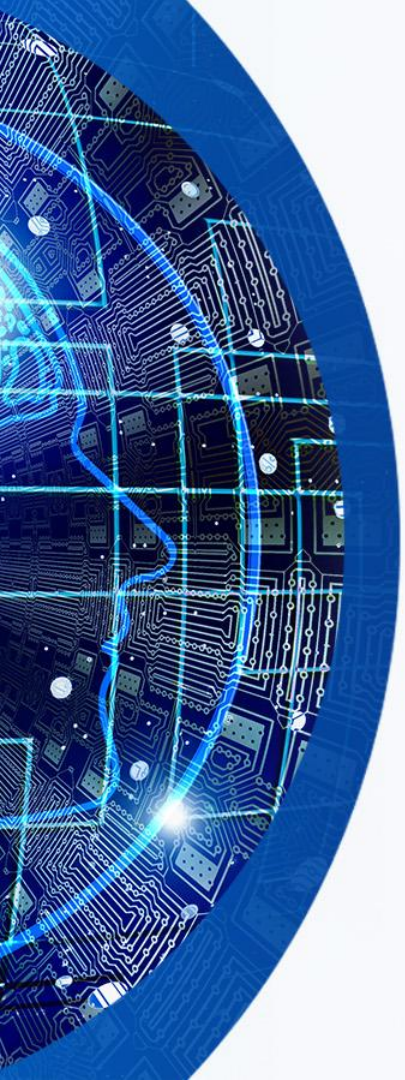
$$\therefore \boldsymbol{I_P N_P = I_S N_S}$$

$$\frac{\boldsymbol{I_S}}{\boldsymbol{I_P}} = \frac{\boldsymbol{N_P}}{\boldsymbol{N_S}} = \boldsymbol{a}$$

ট্রান্সফরমেশন রেশিও

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{\boldsymbol{I_S}}{\boldsymbol{I_P}} = \frac{\boldsymbol{N_P}}{\boldsymbol{N_S}} = \boldsymbol{a} = \textit{Transformation Ratio}$$

ahassannazmul@gmail.com 01741272718



ট্রান্সফরমারের অপচয়ের তালিকা ঃ

- সাধারন ট্রান্সফরমারে দুই ধরনের লস হয়ে থাকে, যথা-

১। কোর লস বা আয়রন লস ঃ

ক) এডি কারেন্ট লস

খ) হিসটেরেসিস লস

কোর লস যে কোন লোডে একই থাকে।

২। কপার লস বা I^2R লস ঃ যা লোডের উপর নির্ভর করে।

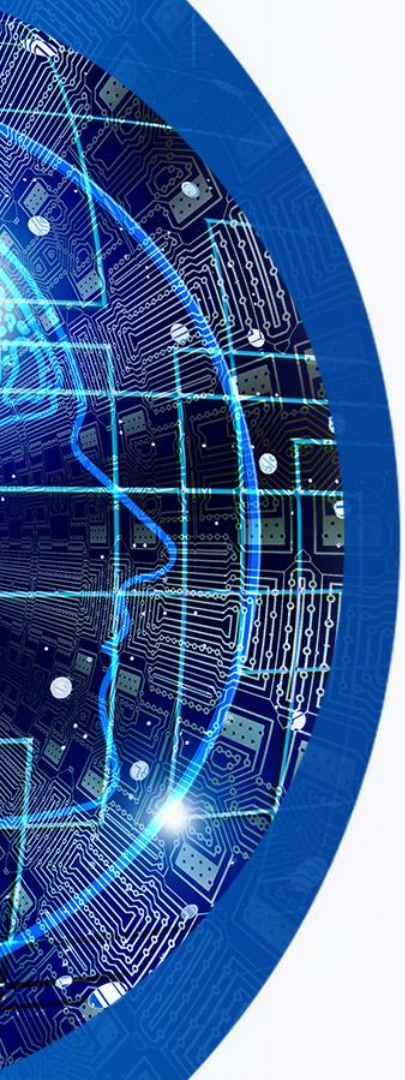
- কোন ট্রান্সফরমারের রেটেড **KVA** তে **100W** কপার লস হলে, $\frac{1}{2}$ লোডে, $\frac{3}{4}$ লোডে ও দ্বিগুন লোডে কপার লস হবে যথাক্রমে-

১। $(\frac{\frac{1}{2}}{1})^2 \times 100 = 25W$

২। $(\frac{\frac{3}{4}}{1})^2 \times 100 = 56.25W$

৩। $(\frac{2}{1})^2 \times 100 = 400W$

ahassannazmul@gmail.com 01741272718



ট্রান্সফরমারের প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি ঃ

1. $E_P = V_P = 4.44 f \phi_m N_P \times 10^{-8}\ volt$
2. $E_S = V_S = 4.44 f \phi_m N_S \times 10^{-8}\ volt$
3. $\phi_m = B_m \times A$
4. $a = \frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S} = \frac{I_S}{I_P}$
5. $I_P = \frac{KVA \times 1000}{V_P}$
6. $I_S = \frac{KVA \times 1000}{V_S}$

[ϕ_m -এর মান ম্যাক্সওয়েলে দেয়া থাকলে মাত্র 10^{-8} দ্বারা গুন হবে আর ওয়েবারে থাকলে 10^{-8} হবে না]

B_m = কোরের সর্বোচ্চ ফ্লাক্স ডেনসিটি

সকল ম্যাথ করতে হবে।

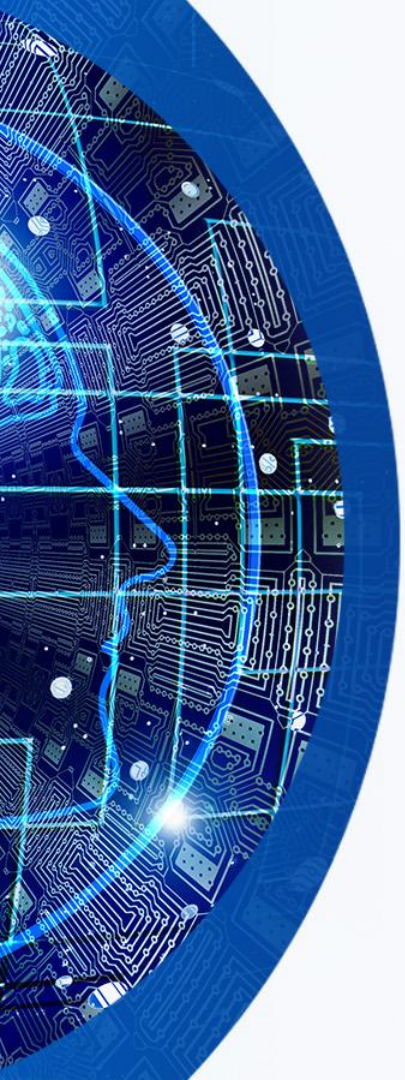
ahassannazmul@gmail.com 01741272718

Thank you

Electrical Technology
AC Machines - 1

Engr. Md. Nazmul Ahassan
Instructor(Tech)
Sherpur Polytechnic Institute

ahassannazmul@gmail.com 01741272718



Electrical Technology

AC Machines - 1

Subject Code: **26761**

Credit: 4

Theory:3+Practical:3

ahassannazmul@gmail.com 01741272718

Chapter - 3

ট্রান্সফরমারের লোডবিহীন এবং লোডযুক্ত অবস্থায় কার্যপ্রণালী

No-Load & Loaded Condition of Transformer

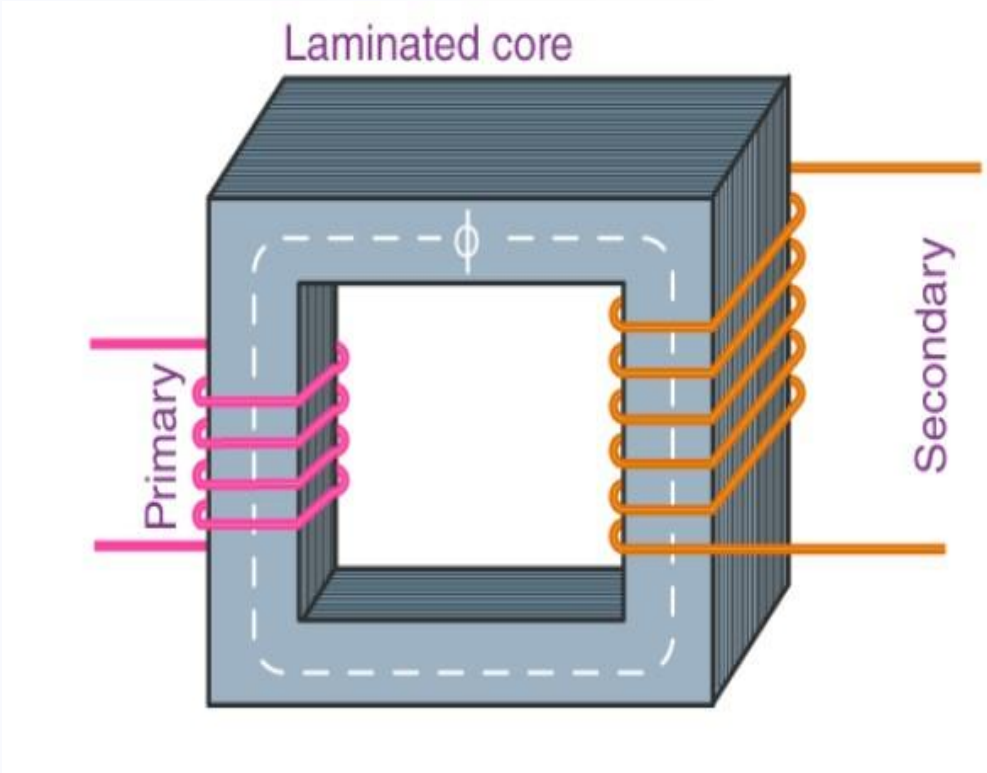
ট্রান্সফরমারের নো-লোড অপারেশন ঃ

ট্রান্সফরমারের একদিকে এর রেটেড পূর্ণ ভোল্টেজ প্রয়োগ কওে অন্য সাইড খোলা রেখে দিলে ট্রান্সফরমারের যে অবস্থার সৃষ্টি হয়, তাকে ট্রান্সফরমারের নো-লোড কন্ডিশন বলে।

ক) নো-লোড ভোল্টেজ (V_{NL}) ঃ ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারি সার্কিট লোডবিহীন অবস্থায় খোলা রেখে প্রাইমারিতে যে রেটেড ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয় সে পরিমান ভোল্টেজকে নো-লোড ভোল্টেজ বলে। অর্থাৎ প্রাইমারি ভোল্টেজ V_p -ই হলো নো-লোড ভোল্টেজ V_{NL}

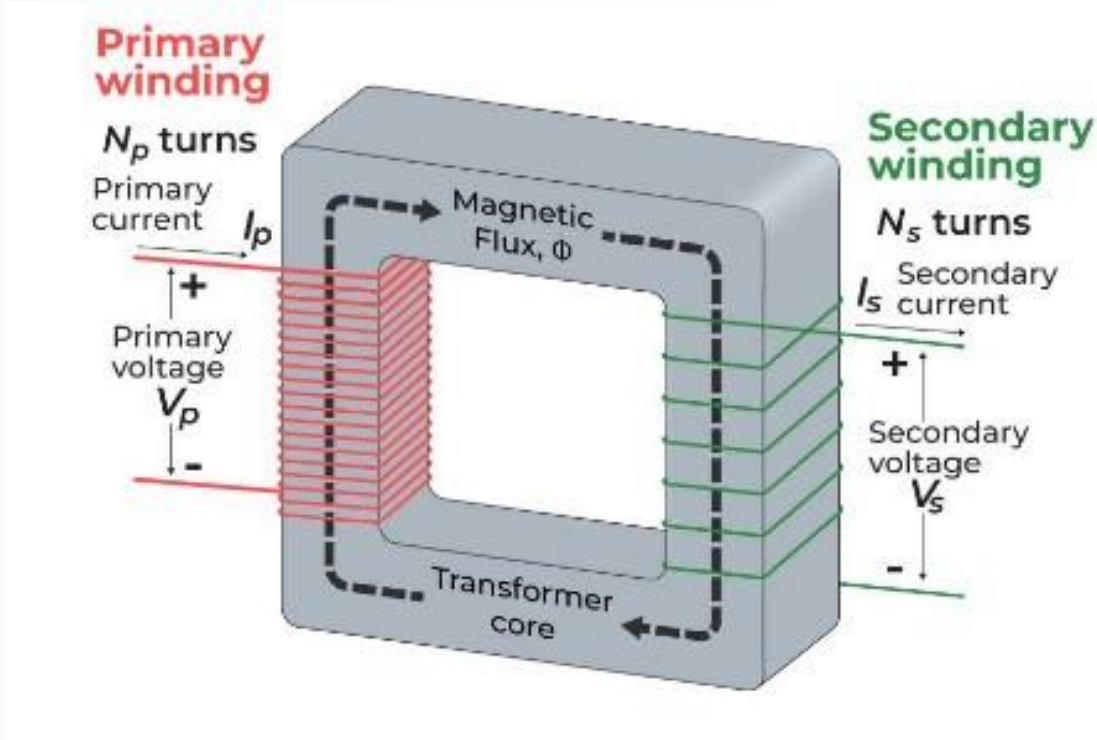
Working Principle of Transformer :

ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতির ভিত্তিতে কাজ করে।

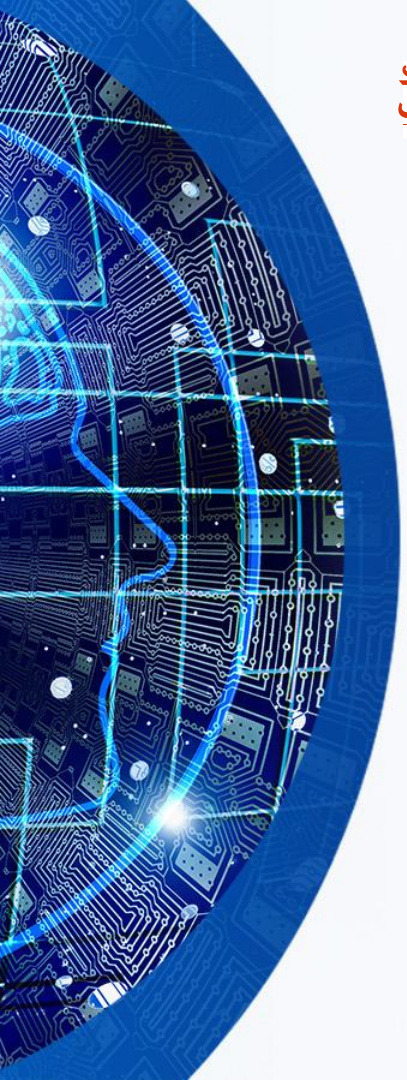


ahassannazmul@gmail.com 01741272718

Working Principle of Transformer :



ahassannazmul@gmail.com 01741272718



ট্রান্সফরমারের শর্ত সমূহ :

১। কোনোরুপ বৈদ্যুতিক সংযোগ নেই

২। উভয় কয়েলের ফ্রিকুয়েন্সি সবসময় সমান থাকে

৩। ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতির ভিত্তিতে কাজ করে

৪। একটি অভিন্ন আয়রন কোর দ্বারা চুম্বকীয়ভাবে সংযুক্ত

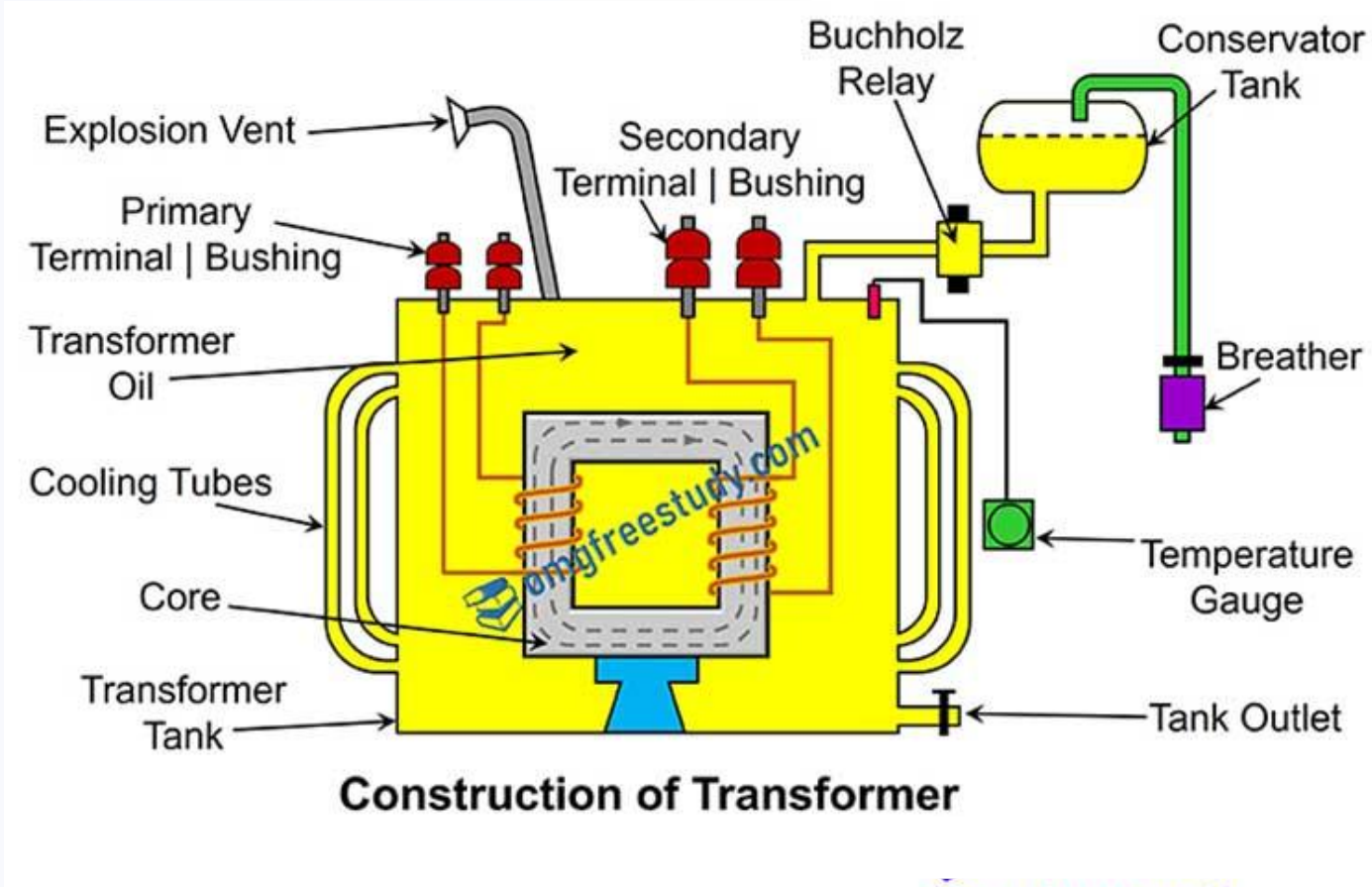
৫। উভয় কয়েলের KVA পাওয়ার সমান

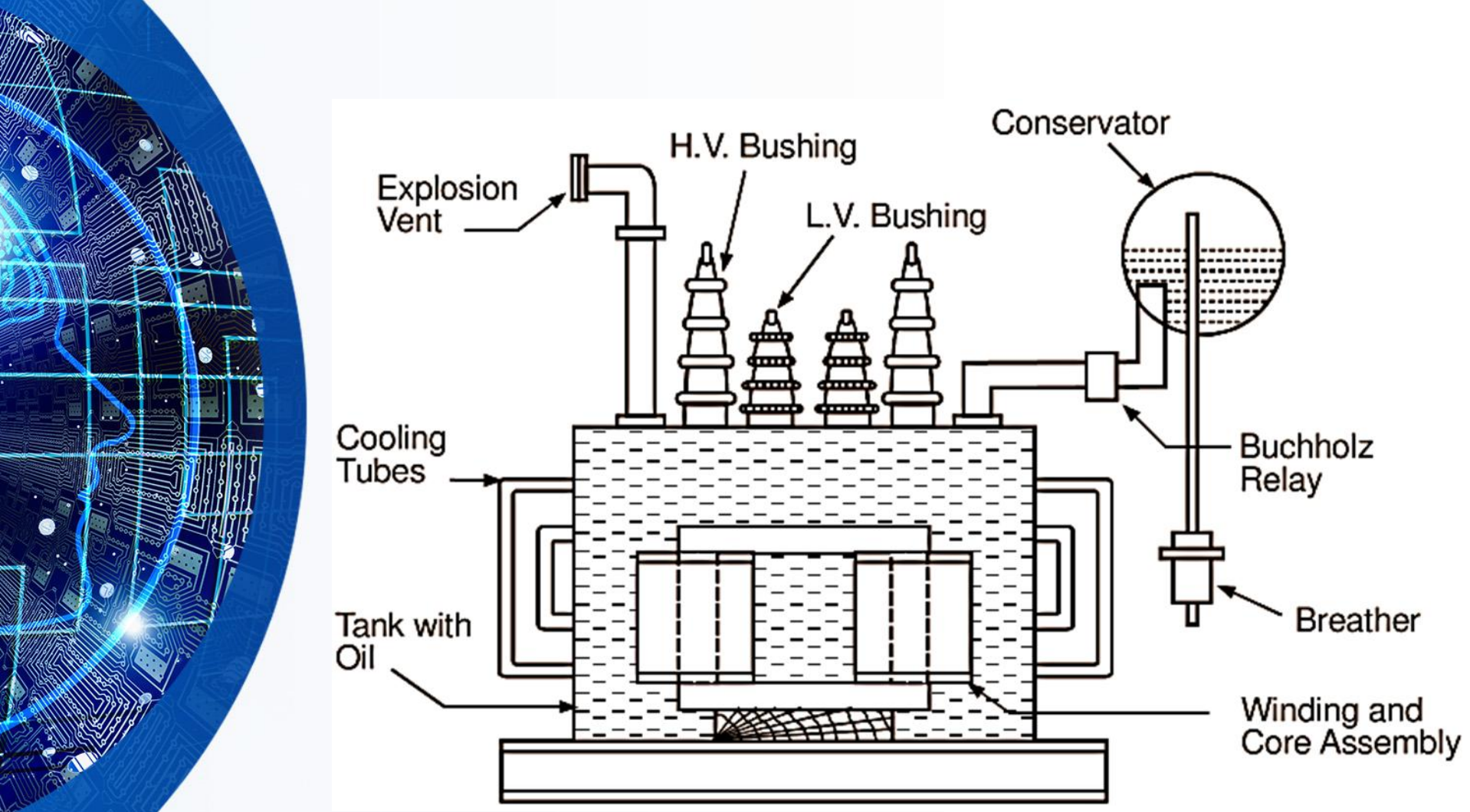
৬। কয়েলদ্বয়ের ভোল্টেজ এবং কারেন্টের পরিমান এদের প্যাচের সংখ্যা এবং সাইজের উপর নির্ভর করে

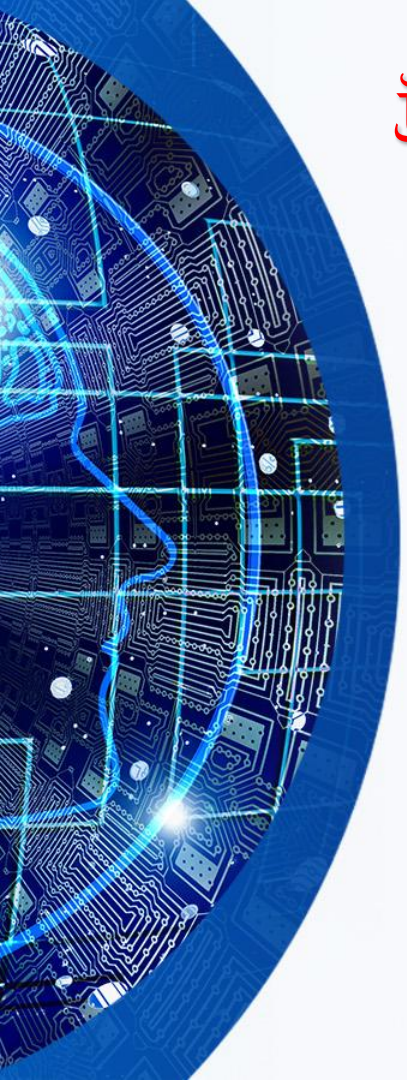
৭। বর্তনী দুটি একে অপরের সাথে মিউচুয়াল ইন্ডাকটিভ প্রভাবে থাকে ইত্যাদি

ahassannazmul@gmail.com 01741272718

ট্রান্সফরমারের গঠন ঃ



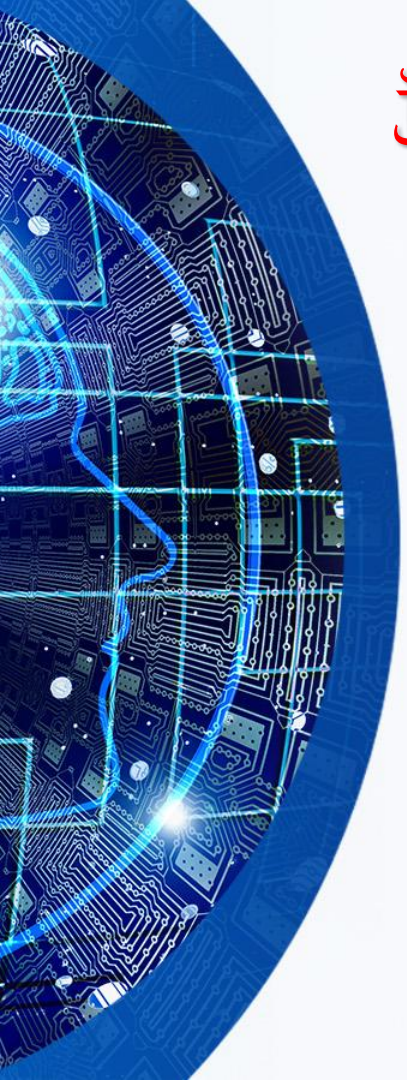

Conservator
H.V. Bushing
Explosion Vent
L.V. Bushing
Cooling Tubes
Buchholz Relay
Tank with Oil
Breather
Winding and Core Assembly



ট্রান্সফরমারের যে সকল অংশের সমন্বয়ে গঠিত ঃ

১। হাই-ভোল্টেজ ওয়াইন্ডি
২। লো-ভোল্টেজ ওয়াইন্ডি
৩। অয়েল লেভেল ইন্ডিকেটর
৪। কনজারভেটর
৫। ব্রিদার
৬। রেডিয়েটর
৭। কুলিং ফ্যান
৮। ট্রান্সফরমার অয়েল
৯। আর্থ পয়েন্ট
১০। এক্সপালশন ভেন্ট
১১। টেম্পারেচার গেজ
১২। বুখলজ রিলে
১৩। র্থামোমিটার
১৪। ক্যারেজ
১৫। প্রেসার রিলিফ ভালভ
১৬। অয়েল পাম্প
১৭। হাই-ভোল্টেজ বুশিং
১৮। লো-ভোল্টেজ বুশিং
১৯। ট্যাংক
২০। সিলিকা

ahassannazmul@gmail.com 01741272718



ট্রান্সফরমার গঠনের ব্যবহৃত জিনিসপত্র ঃ

১। সংকর ধাতুর স্টিলের শিট

২। ল্যামিনেটেড কোর-**CRGO**

৩। ইনসুলেশন ঃ

৪। ইনসুলেটিং পর্দাথ

৫। ইনসুলেটিং কপার ওয়্যার

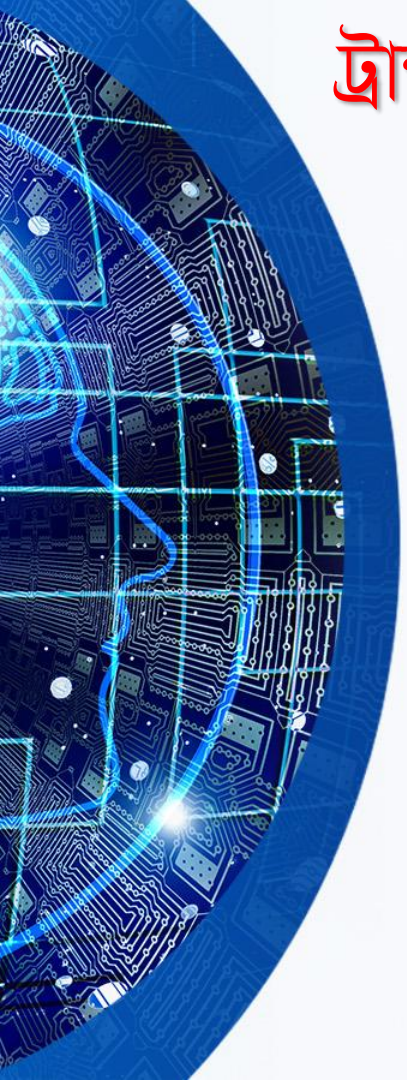
৬। অ্যাম্পিয়ার টিউব

৭। অ্যাম্পিয়ার ক্লথ

৮। **HT & LT Terminal Equipment**

৯। ফর্মা, ট্রান্সফরমার কভার, নাট-বোল্ট ইত্যাদি

ahassannazmul@gmail.com 01741272718



ট্রান্সফরমারের প্রকারভেদ ঃ

ক) কার্যপ্রণালি অনুযায়ী ঃ

১। স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার

২। স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার

খ) কোরের গঠন অনুযায়ী ঃ

১। কোর টাইপ ট্রান্সফরমার

২। শেল টাইপ ট্রান্সফরমার

গ) প্রয়োগ অনুসারে ঃ

১। পাওয়ার ট্রান্সফরমার

২। ডিস্ট্রিবিউশন ট্রান্সফরমার

৩। অটো ট্রান্সফরমার

৪। ইনস্ট্রুমেন্ট ট্রান্সফরমার

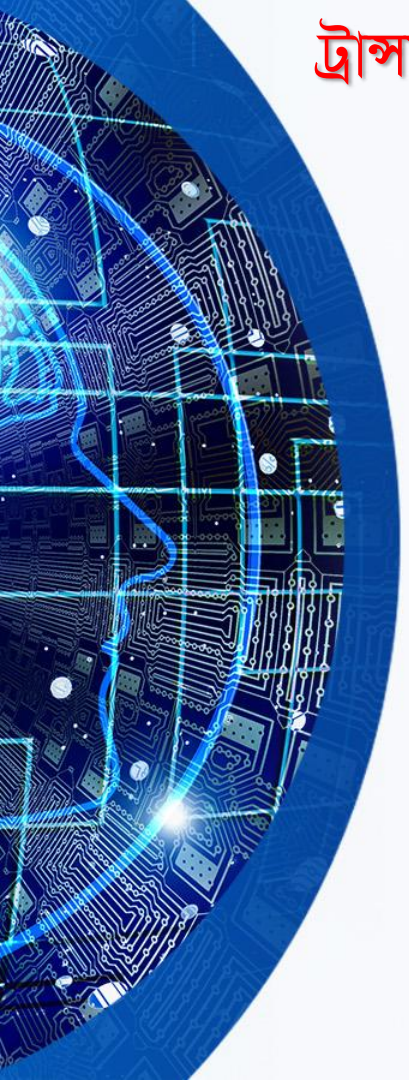
ক) কারেন্ট ট্রান্সফরমার

খ) পটেনশিয়াল ট্রান্সফরমার

ঘ) শীতলীকরণ অনুসারে ঃ

1. Normal or Natural Cooled Transformer
2. Forced Air Colled or Air Blast Type Transformer
3. Oil Filed Self Cooled Transformer
4. Oil Filled Water Cooled Transformer
5. Oil Filled Forced Air Cooled Transformer
6. Filled Forced Oil Cooled Transformer

ahassannazmul@gmail.com 01741272718



ট্রান্সফরমারের প্রকারভেদ ঃ . . . . . .

ঙ) স্থাপন প্রণালির ভিত্তিতে ঃ

১। ইনডোর টাইপ ট্রান্সফরমার

২। আউটডোর টাইপ ট্রান্সফরমার

৩। পোল মাউন্টেড ট্রান্সফরমার

৪। আন্ডার গ্রাউন্ড ট্রান্সফরমার

চ) ফ্রিকুয়েন্সি অনুসারে ঃ

১। অডিও ফ্রিকুয়েন্সি ট্রান্সফরমার

২। রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি ট্রান্সফরমার

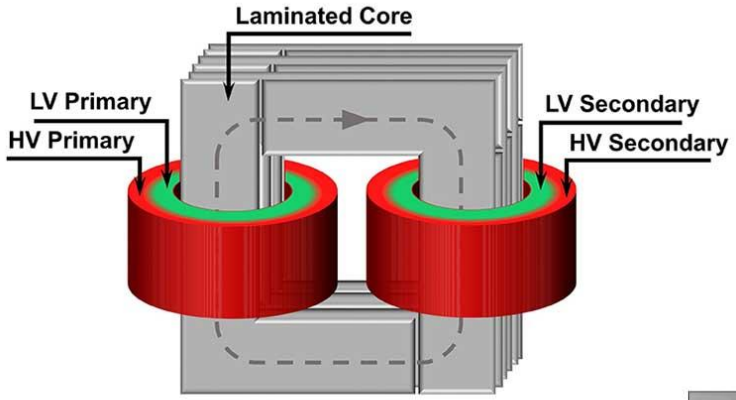
ছ) ফেজ সংখ্যার ভিত্তিতে ঃ

১। সিঙ্গেল ফেজ ট্রান্সফরমার

২। পলি ফেজ ট্রান্সফরমার

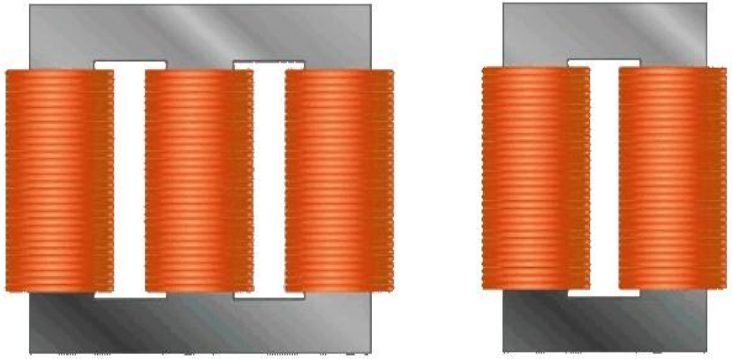
ahassannazmul@gmail.com 01741272718

কোর টাইপ, শেল টাইপ এবং স্পাইরাল টাইপ ট্রান্সফরমার ঃ



Core Type Transformer

Core Type Transformer

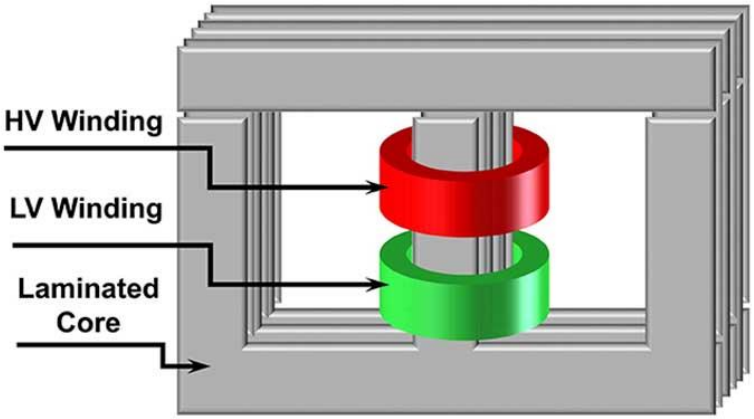


Three phase

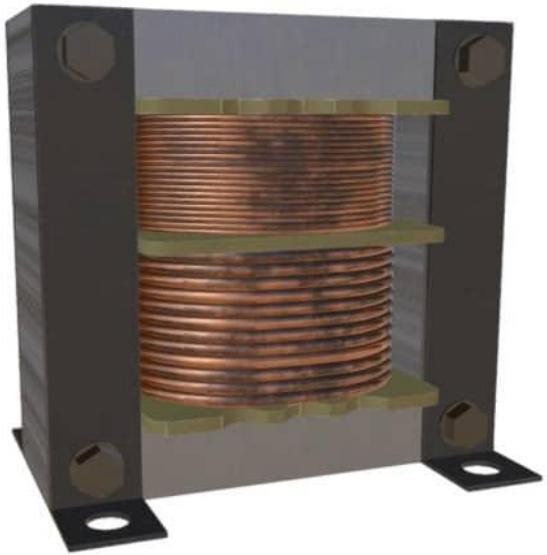
Single phase

ahassannazmul@gmail.com 01741272718

কোর টাইপ, শেল টাইপ এবং স্পাইরাল টাইপ ট্রান্সফরমার ঃ

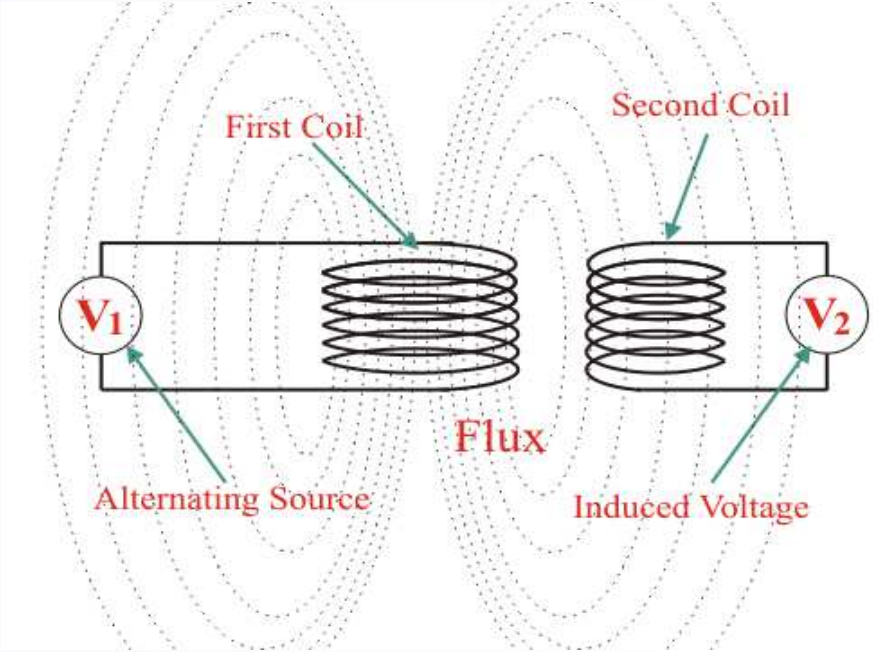


Shell Type Transformer



ahassannazmul@gmail.com 01741272718

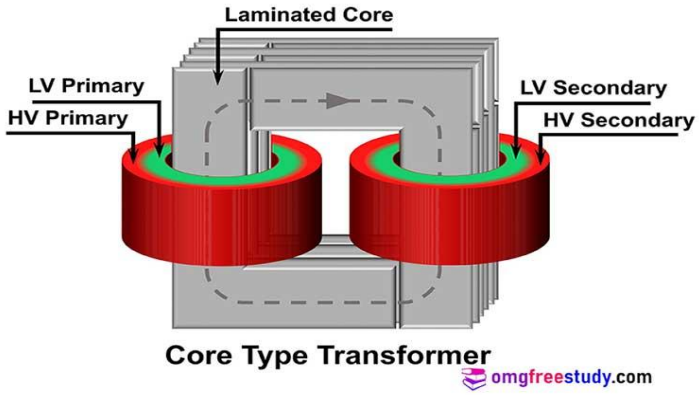
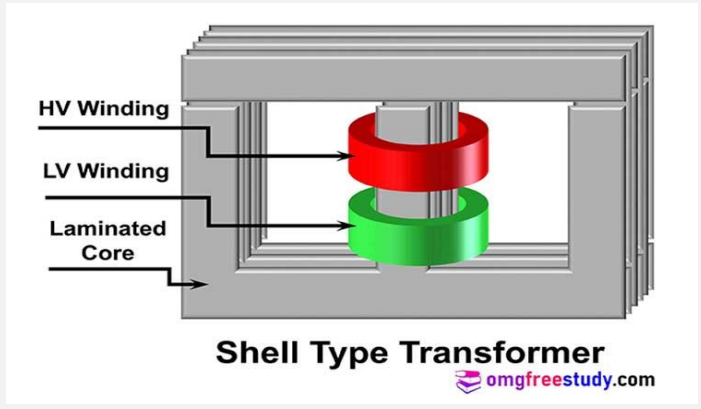
কোর টাইপ, শেল টাইপ এবং স্পাইরাল টাইপ ট্রান্সফরমার ঃ



স্পাইরাল টাইপ ট্রান্সফরমার

ahassannazmul@gmail.com 01741272718

কোর টাইপ এবং শেল টাইপ ট্রান্সফরমারের পার্থক্য / তুলনা ঃ

কোর টাইপ	শেল টাইপ
কোরের মধ্যে একটি ম্যাগনেটিক সার্কিট তৈরি হয়।	কোরের ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স সমান দুইভাগে ভাগ হয়ে দুটি ম্যাগনেটিক সার্কিট তৈরি করে।
এক পায়ায় প্রাইমারি ও অপর পায়ায় সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং করা হলে লিকেজ ফ্লাক্স কমানোর লক্ষ্যে প্রতি পায়ায় প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং করা থাকে।	মধ্য বাহুতে প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং থাকে, ফলে ল লিকেজ ফ্লাক্সের পরিমান অনেক কম হয়।
	

ahassannazmul@gmail.com 01741272718

Thank you