

## পাঠ পরিচিতি:

বিষয়ঃ এসি মেসিনস-১ (৬৬৭৬১)  
৬ষ্ঠ পর্ব (ইলেকট্রিক্যাল)

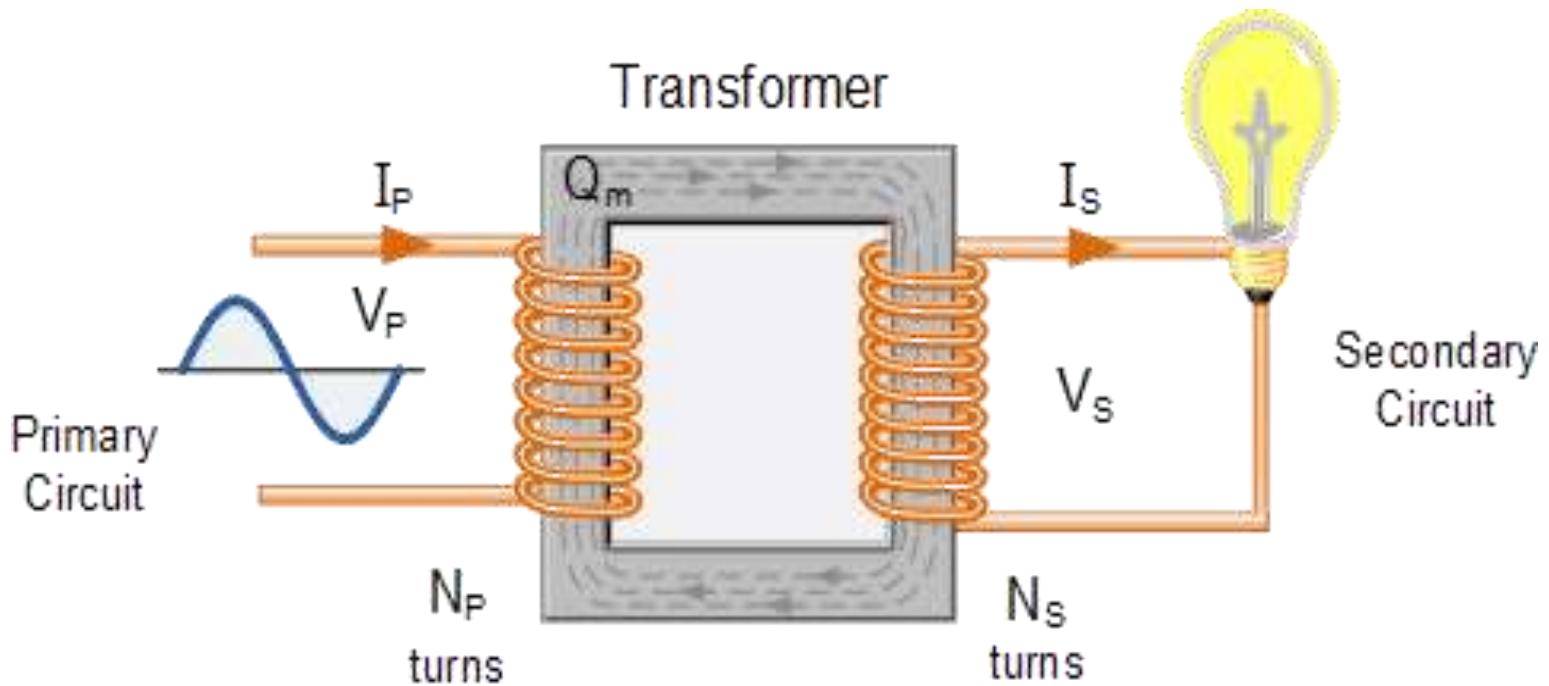
## প্রথম অধ্যায়

ট্রান্সফরমারের কার্যনীতি এবং গঠন (Understand  
Working Principle and Construction of Transformer)



# ট্রান্সফরমার কী?

- ট্রান্সফরমার এমন একটি স্থির ইলেকট্রোমেগনেটিক ডিভাইস যার সাহায্যে পাওয়ার এবং ফ্রিকুয়েন্সি অপরিবর্তিত রেখে ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মান প্রয়োজন অনুযায়ী কমিয়ে বা বাড়িয়ে কোন রকম বৈদ্যুতিক সংযোগ ছাড়াই ইলেকট্রোমেগনেটিক ইন্ডাকশনের (আবেশ) মাধ্যমে এক কয়েল থেকে অন্য কয়েলে স্থানান্তর করা যায়। ট্রান্সফরমার সাধারণত ভোল্টেজ আপ এবং ভোল্টেজ ডাউন করার জন্য ব্যবহার করা হয়।



## গঠনঃ

ট্রান্সফরমারে প্রধানত দুইটি অংশ থাকে।

- ট্রান্সফরমার কোর (Core)
- ট্রান্সফরমার কয়েল (Coil)
- **ট্রান্সফরমার কোর (Core)**

সিলিকন স্টিলের পাতলা শিট বা পাত কেটে কোর তৈরি করা হয়। প্রত্যেকটি কোর ভলভুবে বানিশ করা হয় যাতে তুরা প্রস্পর থেকে ইলেকট্রিক্যালি আইসোলেট (বিচ্ছিন্ন) থাকে। অনেকগুলো কোর একসাথে স্থাপন করে একটি ফ্রেম তৈরি করা হয়। এই ফ্রেমটিই প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি কয়েলের মধ্যে ম্যাগনেটিক সাকিট হিসেবে কাজ করে।

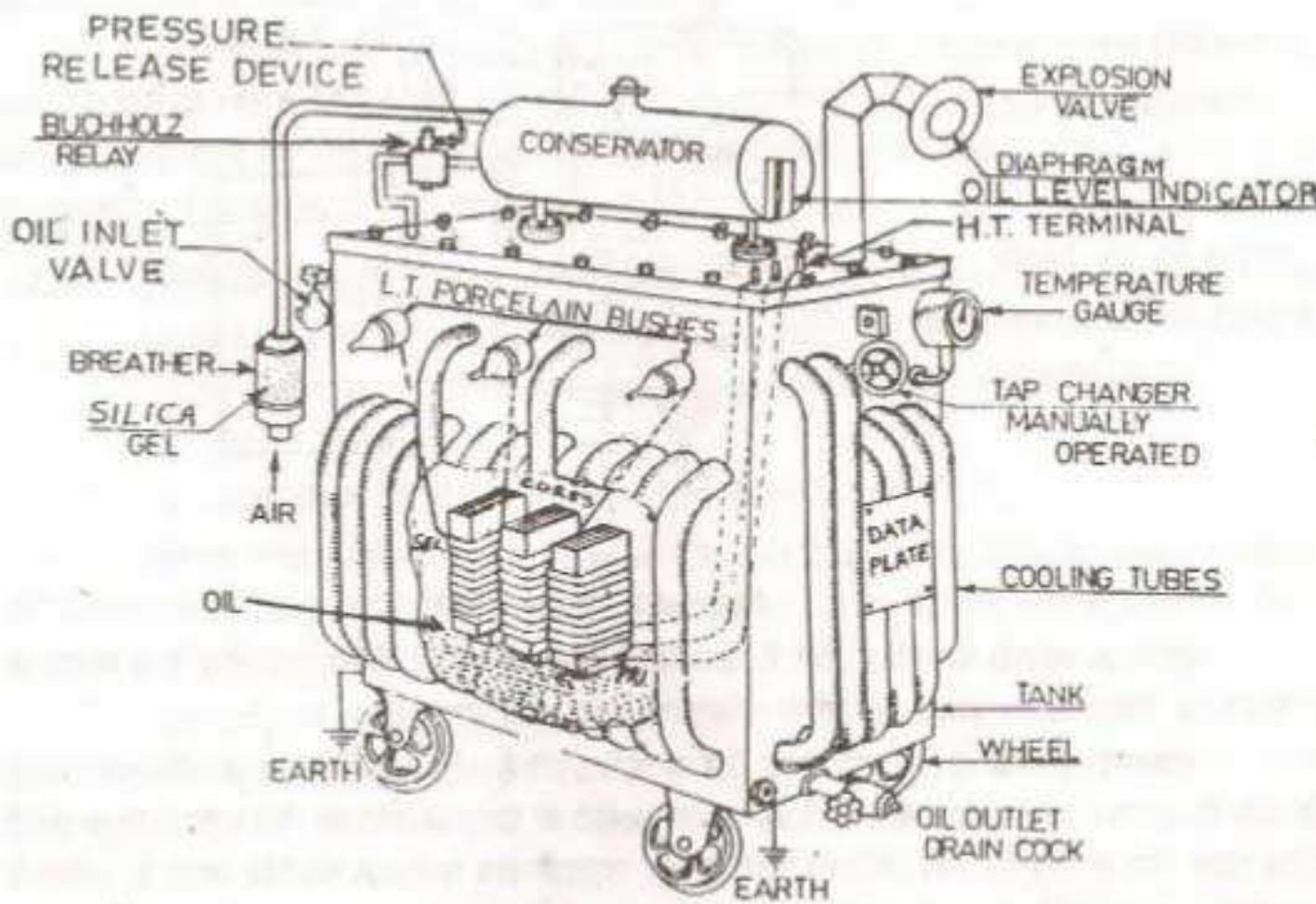
- **ট্রান্সফরমার কয়েল (Coil)**

সুপার এনামেল তার দ্বারা কয়েল তৈরি করে কোরের উপর বসিয়ে প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি উইল্ডিং করা হয়। প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি কয়েলের মাঝখানে ইলেকট্রিক্যাল কোন সংযোগ নেই। তবে কোবেব মাধ্যমে

বড় বড় ট্রান্সফরমারগুলাতে কেবি, কয়েল ছাড়াও বিভিন্ন অংশ  
থাকে। যেমনঃ

- ট্রান্সফরমার ট্যাংক
- কনজারভেটর
- বুশিং
- ব্রিদার
- টেপ চেঞ্জিং গিয়ার
- বিস্ফেরণ বা এক্সপ্লোশন ব্যান্ড





# ট্রান্সফরমারের প্রকারভেদ

- **ডিস্ট্রিবিউশন ট্রান্সফরমার:** ডিস্ট্রিবিউশন ট্রান্সফরমার বা সার্ভিস ট্রান্সফরমার হলো এমন এক ধরনের ট্রান্সফরমার যা কনজিউমার (গ্রাহক)-দের পাওয়ার বিতরণ করার জন্য ব্যবহার করা হয়। চাহিদা মত ভোল্টেজ কে স্টেপ ডাউন করে তা কনজিউমার লেভেলে বিতরণ করা হয়।
- **অটো ট্রান্সফরমার:** অটো-ট্রান্সফরমার হলো এমন এক ধরনের ট্রান্সফরমার যার মাত্র একটি উয়াইন্ডিং থাকে এবং এর কিছু অংশ প্রাইমারিতে ও সেকেন্ডারিতে এবং উভয় কয়েল ইলেক্ট্রিক্যাল ও ম্যাগনেটিক্যাল সংযুক্ত থাকে।
- **ইনস্ট্রুমেন্ট ট্রান্সফরমার:** ইনস্ট্রুমেন্ট ট্রান্সফরমার হলো এমন এক ধরনের উচ্চ নির্ভুল শ্রেণীর ইলেক্ট্রিক্যাল ডিভাইস যা পৃথক ভাবে ভোল্টেজ ও কারেন্ট লেভেল আকার বদলানোর জন্য ব্যবহার করা হয়।

ইনস্ট্রুমেন্ট ট্রান্সফরমার আবার দুই প্রকার

- **কারেন্ট ট্রান্সফরমার(CT):** এটি এমন একটি ট্রান্সফরমার যা দিয়ে অধিক পরিমাণের কারেন্টকে কম রেঞ্জে রূপান্তর করা হয়। এটি কম রেঞ্জের মিটার দিয়ে সার্কিটের বেশি পরিমাণ কারেন্ট পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

- **পটেনশিয়াল ট্রান্সফরমার(PT):** এটি এমন একটি ট্রান্সফরমার যা দিয়ে অধিক পরিমাণের ভোল্টেজকে কমিয়ে কম রেঞ্জে রূপান্তর করা হয়। এটি কম রেঞ্জের মিটার দিয়ে সার্কিটের বেশি পরিমাণ ভোল্টেজ পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

### ফ্রিকোয়েন্সি অনুসারে

- **অডিও ফ্রিকোয়েন্সি ট্রান্সফরমার:** অডিও ফ্রিকোয়েন্সি ট্রান্সফরমার সাধারণত  $20\text{Hz}$  থেকে  $20,000\text{Hz}$  এর অডিও এমপ্লিফায়ার সার্কিটে ব্যবহার করা হয়।
- **রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি ট্রান্সফরমার:** রেডিও ফ্রিকোয়েন্সির এনার্জিকে এক সার্কিট থেকে অন্য সার্কিটে ট্রান্সফার করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

### ফেজের সংখ্যা অনুসারে

- **সিঙেল ফেজ ট্রান্সফরমার**
- **পলি ফেজ ট্রান্সফরমার**

## স্থাপন অনুসারে

- ইনডোর টাইপ ট্রান্সফরমার
- আউটডোর টাইপ ট্রান্সফরমার
- আন্ডারগ্রাউন্ড ট্রান্সফরমার
- পোল মাউন্টেড ট্রান্সফরমার



# কোর টাইপ ও শেল টাইপ ট্রান্সফরমার এর পার্থক্য

নিচের ছকে কোর টাইপ ও শেল ট্রান্সফরমারের মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ করা হলো।

কোর টাইপ ট্রান্সফরমারে	শেল টাইপ ট্রান্সফরমারে
কোর টাইপ ট্রান্সফরমারে কোর উইন্ডিংকে ঘিরে থাকে।	শেল টাইপ ট্রান্সফরমারে উইন্ডিং ট্রান্সফরমারের কোরকে ঘিরে থাকে।
কোর টাইপ ট্রান্সফরমারে লেমিনেশন এল-শেপের আকারে কাটা হয়। তুলনামূলক কপারের পরিমাণ কম লাগে।	শেল টাইপ ট্রান্সফরমারে, লেমিনেশনওলি E এবং L আকারে কাটা হয়। শেল টাইপ তুলনামূলক কপারের পরিমাণ বেশি লাগে।
কোর-টাইপ ট্রান্সফরমারে একটি একক সিরিজ আকারে চৌম্বকীয় সার্কিট থাকে। চৌম্বকীয় প্রবাহ শুধুমাত্র একটি চৌম্বক পথে প্রবাহিত হয়। কোর টাইপ ট্রান্সফরমার সহজেই একটি প্রাকৃতিক কুলিং সিস্টেম (যেমন বায়ু) প্রদান করতে পারে।	শেল-টাইপ ট্রান্সফরমারে ডাবল ম্যাগনেটিক সার্কিট সমান্তরাল আকারে ঘটে। চৌম্বকীয় প্রবাহ দুটি ভিন্ন চৌম্বক পথে প্রবাহিত হয়। শেল-টাইপ ট্রান্সফরমার সহজে প্রাকৃতিক কুলিং সিস্টেম সরবরাহ করতে পারে না।
কোর টাইপ ট্রান্সফরমার কম বিদ্যুৎ দক্ষতা কম আউটপুট শক্তি এবং উচ্চ ফুটো প্রবাহের কারণে।	শেল-টাইপ ট্রান্সফরমারের উচ্চ বিদ্যুৎ দক্ষতা উচ্চ আউটপুট শক্তি এবং কম ফুটো প্রবাহের কারণে।
কোর টাইপ ট্রান্সফরমারে বেশি পাওয়ার লস হয়। ইনস্যুলেশনের আরো লাগে	শেল টাইপ ট্রান্সফরমারে কম পাওয়ার লস হয়। ইনস্যুলেশনের কম লাগে
এটি কম এবং মাঝারি ভোল্টেজের জন্য ব্যবহৃত হয়।	সাধারণত, এটি উচ্চ ভোল্টেজের জন্য ব্যবহৃত হয়।

# ট্রান্সফরমার অ্যাকশন কী?

ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি কয়েল একই মিউচুয়াল ফ্লান্স দ্বারা সংযুক্ত থাকে। তাই প্রাইমারি কয়েলে এসি সাপ্লাই দিলে তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ নীতি অনুযায়ী প্রাইমারি হতে সেকেন্ডারি কয়েলে বিদ্যৃৎশক্তি স্থানান্তর ঘটে, বিদ্যৃৎশক্তি স্থানান্তরের এই প্রক্রিয়াকে ট্রান্সফরমার অ্যাকশন বলে।

## পাঠ পরিচিতি:

বিষয়ঃ এসি মেসিনস-১ (৬৬৭৬১)  
৬ষ্ঠ পর্ব (ইলেকট্রিক্যাল)

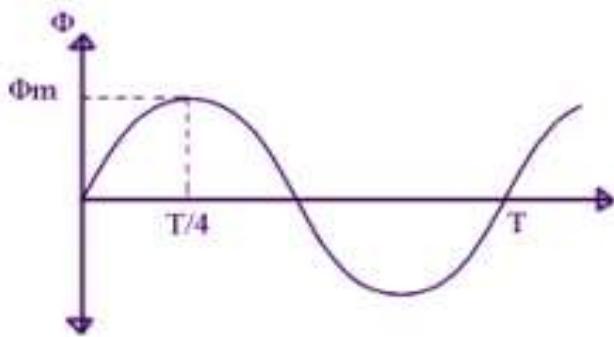
## দ্বিতীয় অধ্যায়

ই এম এফ সমীকরন ট্রান্সফরমেশন রেশিও  
এবং ট্রান্সফরমারের লসসমূহ (Perceive the EMF  
Equation, Transformation Ratio and Losses of Transformer)



# ট্রান্সফরমারের ই এম এফ সমীকরন

- ট্রান্সফরমারের ই এম এফ সমীকরন:
  - ধৰা যাক,  
 $N_1$  = ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ওয়াইল্ডিং এর পাকসংখ্যা  
 $N_2$  = সেকেন্ডারি ওয়াইল্ডিং এর পাকসংখ্যা  
 $E_1$  = প্রাইমারি ওয়াইল্ডিং এর আবিষ্ট তড়িচ্ছালক বল  
 $E_2$  = সেকেন্ডারি ওয়াইল্ডিং এর আবিষ্ট তড়িচ্ছালক বল  
 $\Phi_m$  = উভয় ওয়াইল্ডিং এর সর্বোচ্চ ফ্লাক্স  
 $f$  = এসি সাপ্লাই এর কম্পাঙ্ক (ফ্রিকোয়েন্সি)
  - এখন ট্রান্সফরমারের প্রাইমারিতে এসি সাপ্লাই দেয়ার ফলে  
প্রাপ্ত ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স বনাম সময়ের
  - লেখচিত্র বিবেচনা করা যাক।



*transformer emf equation*

চিত্রে X অক্ষ বরাবর সময় এবং Y অক্ষ বরাবর ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স প্লট করা হয়েছে। ধরা  
যাক

ট্রান্সফরমারের এসি ভোল্টেজের একটি পূর্ণ সাইকেল সম্পন্ন হতে  $T$  পরিমান সময় লাগে।  
চিত্র

হতে দেখা যাচ্ছে যে ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স শূন্য হতে সর্বোচ্চ মানে ( $\Phi_m$ ) পৌছতে সম্পূর্ণ এসি  
সাইকেলের একচতৃর্থাংশ সময় লাগে। আমরা জানি, সময় এবং ফ্রিকোয়েন্সি একে অপরের  
বিপরীত।

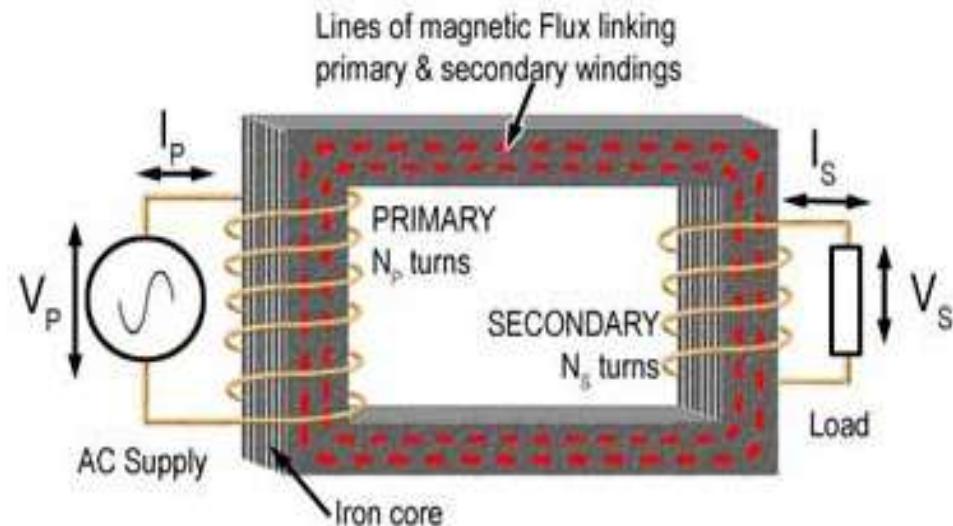
অর্থাৎ,

$$T = 1/f$$

সুতরাং, ফ্লাক্সের গড় পরিবর্তনের হার =  $d\Phi/dt = \Phi_m / (T/4) = \Phi_m / (1/4 f)$   
=  $4 f \Phi_m$  ওয়েবার সেকেন্ড অথবা ভোল্ট

- আমরা জ্ঞানি ট্রান্সফরমারের আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল এর পাক সংখ্যা ফ্লাক্স পরিবর্তনের হারের
- উপরে নির্ভর করে। সুতরাং, প্রতি পাকে গড় তড়িচ্চালক বল =  $4 f\Phi m$
- ফ্লাক্স সাইনুসয়ডালি পরিবর্তন হলে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের আর.এম.এস মান গড় তড়িচ্চালক বলকে ফর্ম ফ্যাক্টর দ্বারা গুণ করে পাওয়া যায়।
- যেখানে, ফর্ম ফ্যাক্টর = আর.এম.এস মান / গড় মান = 1.11
- অর্থ্যাৎ, প্রতি পাকে আর.এম.এস তড়িচ্চালক বল =  $1.11 \times 4 f\Phi m$
- সুতরাং প্রাইমারি ওয়াইল্ডিং এ আর.এম.এস তড়িচ্চালক বল = প্রতি পাকে আর.এম.এস তড়িচ্চালক বল  $m \times$  প্রাইমারি ওয়াইল্ডিং এ পাক সংখ্যা =  $4.44 N_1 f\Phi m$  অনুরূপভাবে, সেকেন্ডারি ওয়াইল্ডিং এ আর.এম.এস তড়িচ্চালক বল =  $4.44 N_2 f\Phi m$

# ট্রান্সফরমারের রেশিওসমূহ



$$\frac{\text{The number of primary turns } N_p}{\text{The number of secondary turns } N_s} = \frac{\text{The primary voltage } V_p}{\text{The secondary voltage } V_s}$$

$$\frac{\text{The number of secondary turns } N_s}{\text{The number of primary turns } N_p} = \frac{\text{The primary current } I_p}{\text{The secondary current } I_s}$$

ধরা যাক, কোন ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং এর পাকসংখ্যা  $N_1$ , আবিষ্ট তড়িচালক বল  $E_1$  এবং  
সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এর পাকসংখ্যা  $N_2$ , আবিষ্ট তড়িচালক বল  $E_2$

### ভোল্টেজ ট্রান্সফরমেশন রেশিও:

ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এবং প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং এর পাক সংখ্যার অনুপাতকেই ভোল্টেজ ট্রান্সফরমেশন রেশিও বলে। ভোল্টেজ ট্রান্সফরমেশন রেশিও কে  $K$  দ্বারা প্রকাশ করা যায়।

তাহলে ভোল্টেজ ট্রান্সফরমেশন রেশিও,

$$K = N_2 / N_1$$

আমরা জানি ট্রান্সফরমারের ওয়াইন্ডিং এর তড়িচালক বল ওয়াইন্ডিং এর পাক সংখ্যার সমানুপাতিক।

E  $\propto$  N

সুতরাং ভোল্টেজ ট্রান্সফরমেশন রেশিও কে লেখা যায়ঃ

$$K = E_2 / E_1$$



## টার্ন রেশিওঁ

ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং এবং সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এর পাক সংখ্যার অনুপাতকেই টার্ন রেশিও বলে।  
টার্ন রেশিও কে n দ্বারা প্রকাশ করা যায়।

তাহলে টার্ন রেশিও,

$$n = N_1 / N_2 = E_1 / E_2$$

অর্থাৎ টার্ন রেশিও, ট্রান্সফরমেশন রেশিওর বিপরীত রাশি।

## ভোল্টেজ ট্রান্সফরমেশন রেশিও এবং টার্ন রেশিওর সিগনিফিক্যান্স:

ভোল্টেজ ট্রান্সফরমেশন রেশিও এবং টার্ন রেশিও দ্বারা ট্রান্সফরমারের প্রকৃতি জানা যায়। অর্থাৎ ট্রান্সফরমার স্টেপ আপ নাকি স্টেপ ডাউন সেটা নির্ণয় করা যায়:

যদি  $K>1$  হয় অথবা  $n<1$  হয় তাহলে ওই ট্রান্সফরমারকে স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার বলে।

যদি  $K<1$  হয় অথবা  $n>1$  হয় তাহলে ওই ট্রান্সফরমারকে স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার বলে।

## কারেন্ট রেশিও:

ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এবং প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং কারেন্টের অনুপাতকেই কারেন্ট রেশিও বলে। আমরা 9/14/2023 জানি ট্রান্সফরমারের কোন ওয়াইন্ডিং এর কারেন্ট ওই ওয়াইন্ডিং এর ভোল্টেজের ব্যন্তানুপাতিক। তাহলে কারেন্ট রেশিও কে নিম্নলিখিত ভাবে প্রকাশ করা যায়ঃ

$$I_s / I_p = E_1 / E_2$$

যেখানে,

$$I_p = \text{প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং এর তড়িৎ প্রবাহ}$$

$$I_s = \text{সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এর তড়িৎ প্রবাহ}$$

## ট্রালফরমারের লস-সমূহ

- আইরন বা কোর লস
- কপার বা রেজিস্ট্যাল লস
- স্ট্রে লস
- ডাই ইলেক্ট্রিক লস

আইরন বা কপার লস আবার দুই প্রকার



## ইডি কারেন্ট লস

ট্রান্সফর্মের ব্যবহৃত ধাতব কোরে আবিষ্ট স্লাক্স একটি ভোল্টেজ উৎপন্ন করে। এই আবিষ্ট ভোল্টেজের দরুণ কোরে যে কারেন্ট প্রবাহিত হয় তা একটি রেজিস্টিভ লস ঘটায়। কোরের রেজিস্ট্যান্স ও কারেন্ট অপরিবর্তনীয় থাকায় এই লস ট্রান্সফরমারের একটি অপরিবর্তনীয় লস।

## হিস্টেরেসিস লস

এসি কারেন্ট প্রবাহের ফলে কোরে উৎপন্ন পরিবর্তনশীল চৌম্বক ক্ষেত্র প্রবাহিত কারেন্টের ফ্রিকুয়েন্সি অনুযায়ী সার্বক্ষণিক দিক পরিবর্তন করতে থাকে। ফলে কোরের কণাগুলোর মধ্যে এক ধরনের ভাইঁরেশনের উপস্থিতি ঘটে এবং কণা গুলোর মধ্যে ঘর্ষণের কারণে শক্তির অপচয় হয় যা তাপ শক্তি হিসেবে প্রকাশ পায়। হিস্টেরেসিস লসও ভোল্টেজ এবং ফ্রিকুয়েন্সির উপর নির্ভরশীল একটি ফাংশন। তাই এই লসকেও ট্রান্সফরমারের একটি অপরিবর্তনীয় লস হিসেবে ধরা হয়।

চিম্পেনিয়া লস  $D$ , এবং এটি কারেন্ট লস  $D$ , সাল ম্যাট্রিকোর লস  $D$  –  $D \perp D$ .

## (খ) কপার লস বা $I^2R$ লস

ট্রান্সফর্মার উইল্ডিংয়ের ওহমিক রোধের কারণে এই লস ঘটে।  $I_1$  ও  $I_2$  যদি প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি কারেন্ট হয় এবং  $R_1$  এবং  $R_2$  যথাক্রমে প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি উইল্ডিংয়ের রোধ হয় তাহলে প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি উইল্ডিংয়ের লসগুলো যথাক্রমে  $I_1^2 R_1$  এবং  $I_2^2 R_2$  হবে। প্রাইমারি বা সেকেন্ডারি তে রূপান্তরিত সমতুল্য মোট রেজিস্ট্যান্স  $R_{01}$  বা  $R_{02}$  হলে মোট কপার লস  $P_{Cu} = I_1^2 R_{01} = I_2^2 R_{02}$

## (গ) স্ট্রে লস

ট্রান্সফর্মারে লিকেজ ফ্লাক্স দ্বারা কয়েল ও কোর ব্যতীত অন্যান্য কভাস্টর, ট্যাঙ্ক ইত্যাদির এডি কারেন্ট লস স্ট্রে লস হিসাবে পরিচিত। আয়রন এবং কপার লসের তুলনায় এই লস খুব কম হওয়ায় সাধারণত এই লস অগ্রহ করা হয়। তবে ট্রান্সফর্মার ডিজাইনের সময় এটি খেয়াল রাখা জরুরী।

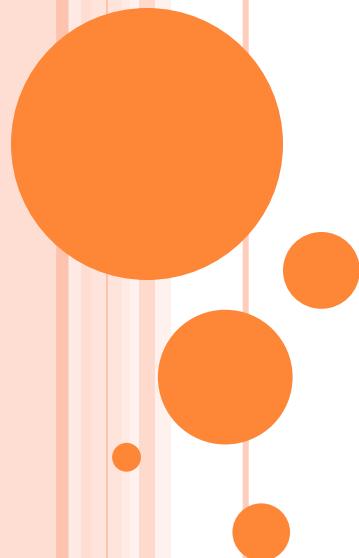
## ডাই-ইলেক্ট্রিক লস

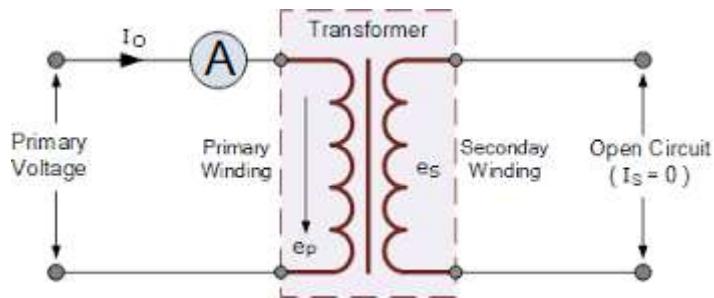
ট্রান্সফর্মারে ব্যবহৃত বিভিন্ন ডাইইলেক্ট্রিক পদার্থ যেমন ইনসুলেটিং অয়েল, কয়েলে ব্যবহৃত ইনসুলেটর ইত্যাদিতে দ্বারা উৎপন্ন লসগুলো হচ্ছে ডাই-ইলেক্ট্রিক লস। অন্যান্য লসের তুলনায় এই লসের মান খুবই কম হয়ে থাকে বলে সাধারণত অগ্রহ করা হয়। ডাই-ইলেক্ট্রিক লসের ন্যায় ট্রান্সফর্মার ডিজাইনের সময় এই লস বিবেচনা করা উচিত।

## CHAPTER-3

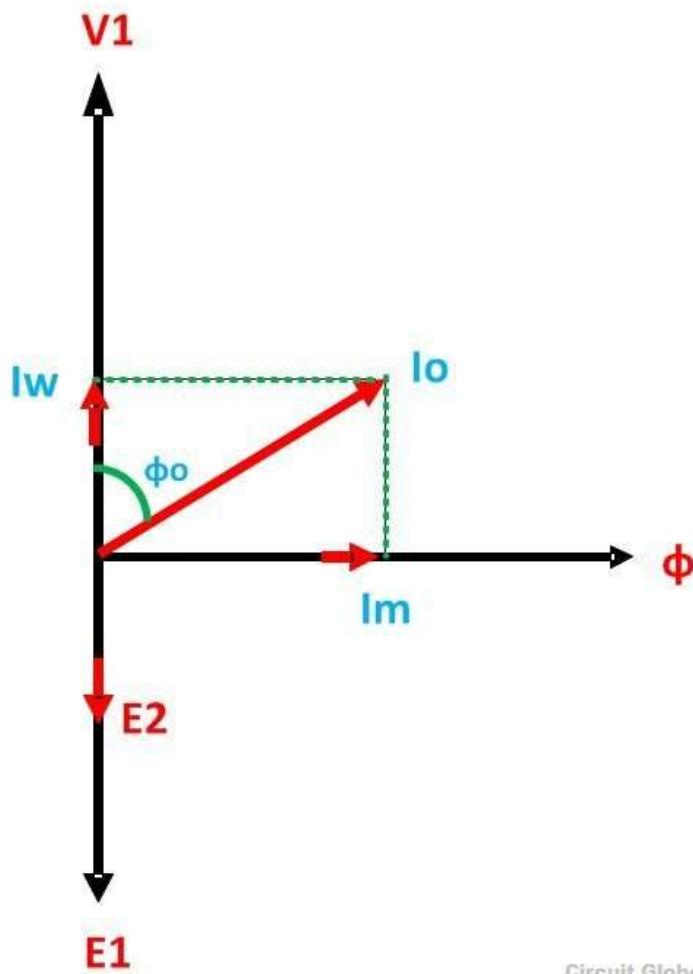
### OPERATION OF TRANSFORMER ON NO-LOAD AND LOAD CONDITION

**NO LOAD operation of transformer:** When the transformer is operating at no load, the secondary winding is open-circuited, which means there is no load on the secondary side of the transformer and, therefore, current in the secondary will be zero.





# NO LOAD VECTOR DIAGRAM:



- From the phasor diagram drawn above, the following conclusions are made:

Working component  $I_w = I_o \cos\varphi_o$

No load current  $I_o = \sqrt{I_w^2 + I_m^2}$

Magnetizing component  $I_m = I_o \sin\varphi_o$

Power factor  $\cos \varphi_o = \frac{I_w}{I_o}$

No load power input  $P_o = V_1 I_o \cos\varphi_o$

## NO LOAD VOLTAGE

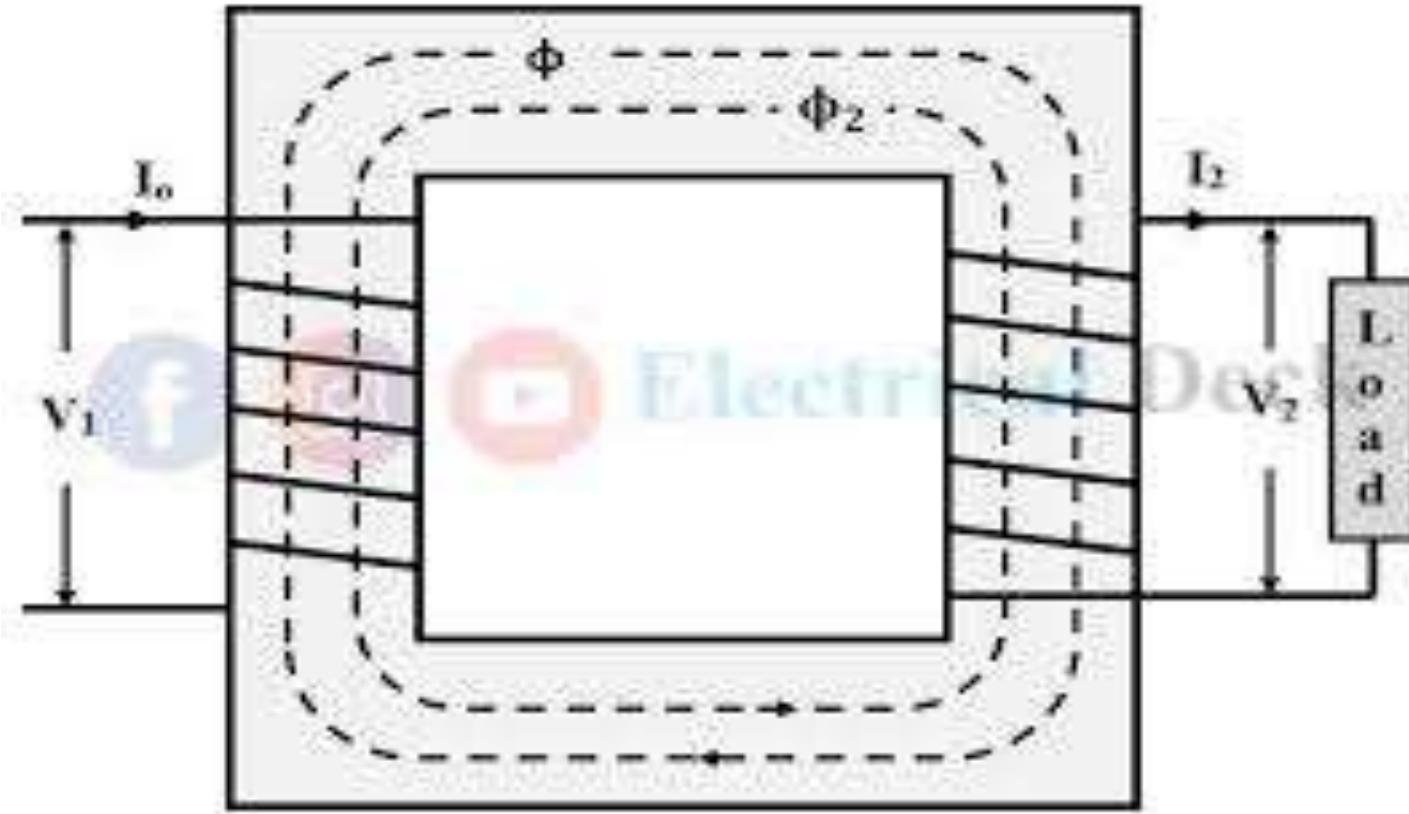
- It is the potential difference (Voltage) across the terminals (Phases) before any load is connected or plugged in.
- No load current: In simple words, when a transformer is not connected to any load but consumes some electric current then the amount of current consumed by the transformer is called No Load Current.

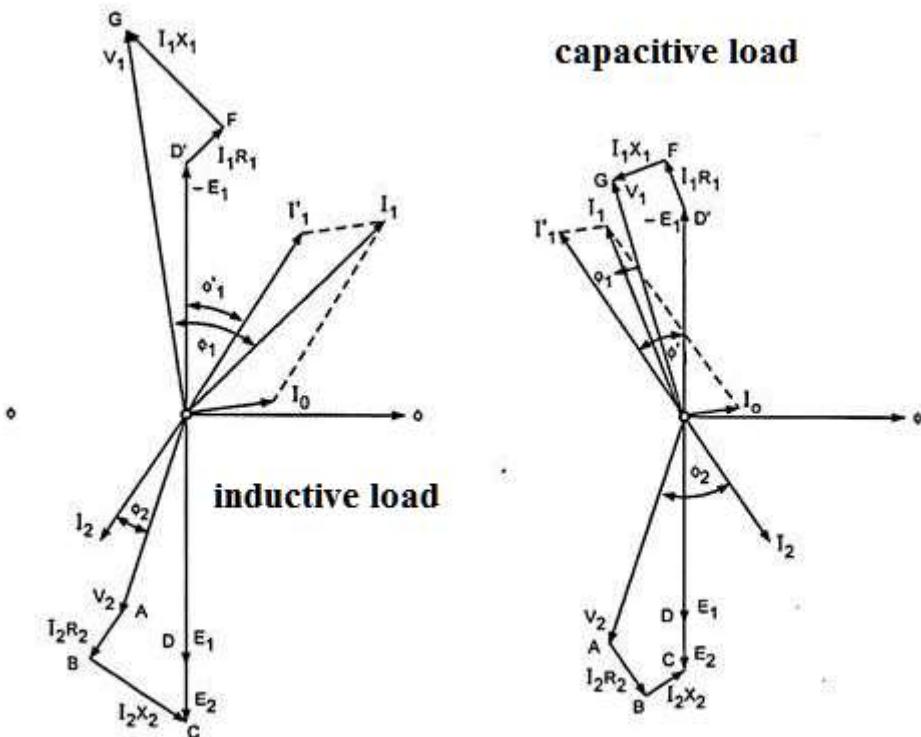


- A transformer is in no-load means the secondary winding of the transformer is open-circuited. So in the no-load condition, no current will flow in the secondary winding of the transformer. But if it is connected with a power supply then a small current will flow in the primary winding which is known as no-load current. Generally, the value of no-load current varies between 2% to 8% of the full load current of a transformer.

# OPERATION OF TRANSFORMER ON LOAD CONDITION

- When the load is connected to the secondary of the transformer,  $I_2$  current flows through their secondary winding. The secondary current induces the magnetomotive force  $N_2I_2$  on the secondary winding of the transformer. This force set up the flux  $\phi_2$  in the transformer core.





Phasor Diagram of Actual Transformer

# CHAPTER - 4

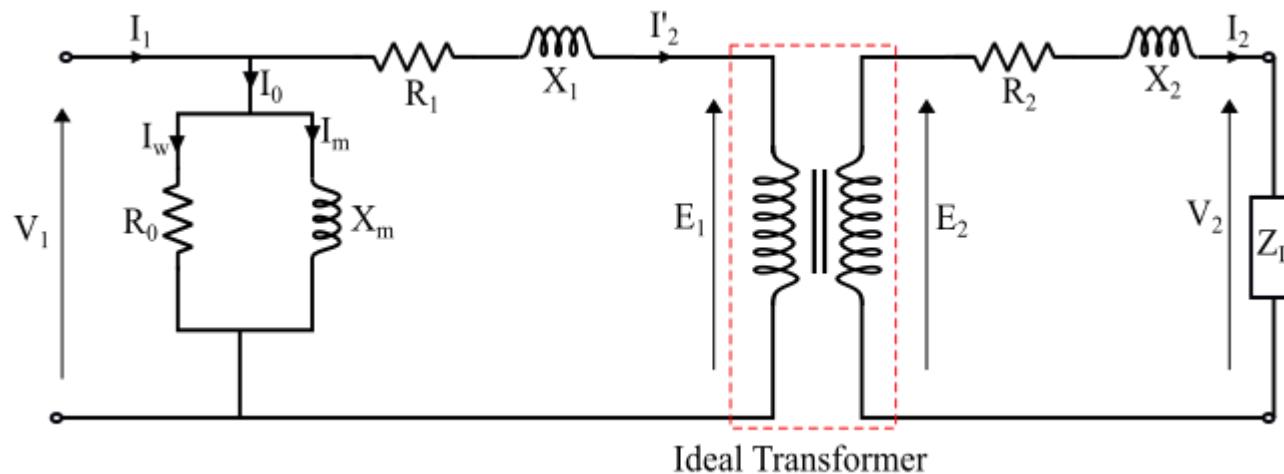
## **Equivalent Circuit of Transformer, Magnetic Leakage and leakage Reactance of Transformer**



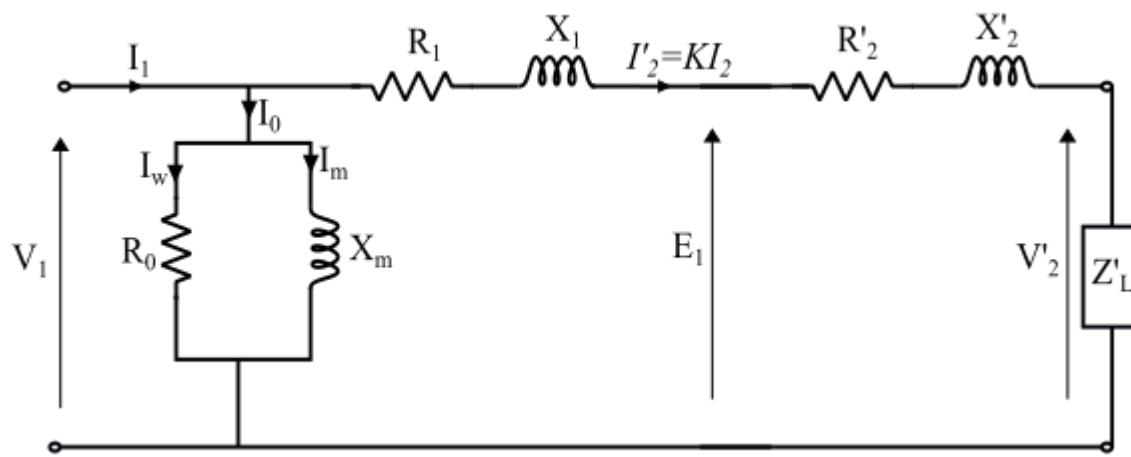
# EQUIVALENT CIRCUIT OF TRANSFORMER, MAGNETIC LEAKAGE AND LEAKAGE REACTANCE OF TRANSFORMER

- As in a practical transformer, the no-load current  $I_0$  is very small as compared to rated primary current, thus the drops in  $R_1$  and  $X_1$  due to the  $I_0$  can be neglected. Therefore, the parallel circuit  $R_0 - X_m$  can be transferred to the input terminals. The figure shows the simplified equivalent circuit of the transformer.

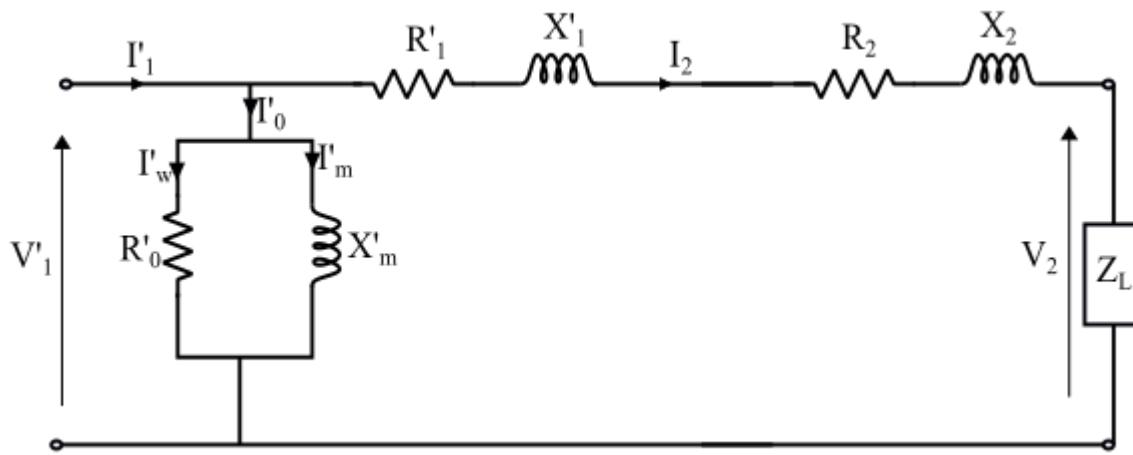
# EQUIVALENT CIRCUIT OF TRANSFORMER



- The simplified equivalent circuit can be referred to primary side or secondary as discussed below (here, the assumed transformer is step-up transformer).
- simplified Equivalent Circuit Referred to primary Side
- This can be obtained by referring all the secondary side quantities to the primary side as shown in the figure. The values of secondary side quantities referred to primary side being given by,



- simplified Equivalent Circuit Referred to Secondary side
- If all the primary side quantities are referred to secondary side, then we obtain the simplified equivalent circuit of transformer referred to secondary side as shown in the figure. The values of primary side quantities referred to secondary side being given by,



# MAGNETIC LEAKAGE

- Magnetic leakage reduces the overall efficiency of the operation. In a transformer, for example, magnetic leakage occurs when some of the flux from the primary circuit does not link with the secondary circuit.... ....

# WHAT IS THE EFFECT OF MAGNETIC LEAKAGE

- The leakage flux generates additional power losses [1], which can both influence the overall power loss level in the core and the local power loss, the latter with the risk of generating excessive heat close to the core surface, which can result in deterioration of the core insulation and degradation of the insulating .



# HOW IS MAGNETIC LEAKAGE REDUCES FROM TRANSFORMER

- The leakage flux can be practically eliminated by winding the primary and secondary, one over the other, uniformly around a laminated iron ring of uniform x-section

## CHAPTER-5

# **Open Circuit Test, Short Circuit Test, And Voltage regulation**



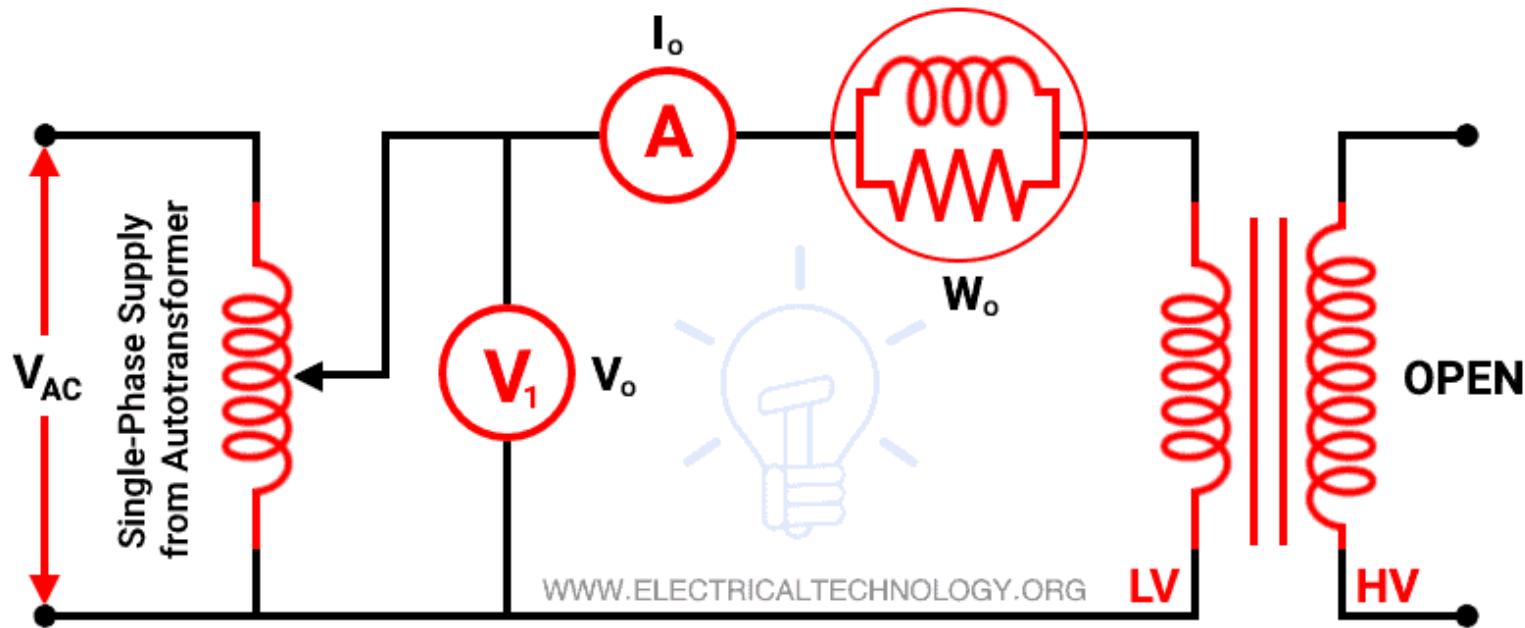
# OPEN CIRCUIT TEST, SHORT CIRCUIT TEST, AND VOLTAGE REGULATION

**Open circuit test:** The secondary of the transformer is left open-circuited. A wattmeter is connected to the primary. An ammeter is connected in series with the primary winding. A voltmeter is optional since the applied voltage is the same as the voltmeter reading. Rated voltage is applied at primary.



# OPEN CKT TEST OF TRANSFORMER

## Open Circuit Test of Transformer



$$P_{oc} = \frac{V_{oc}^2}{R_c}$$

*power factor on open circuit is*

$$\cos \theta = \frac{P_{oc}}{V_{oc} I_{oc}}$$

*note that  $I_{oc} = I_{ex}$*

*Current  $I_c$  is in phase with applied voltage  $V_{oc}$  while  $I_m$  lags  $V_{oc}$  by  $90^\circ$*

$$I_c = I_{ex} \cos \theta$$

$$I_m = I_{ex} \sin \theta$$

$$I_{oc} = I_{ex} = \sqrt{I_c^2 + I_m^2}$$

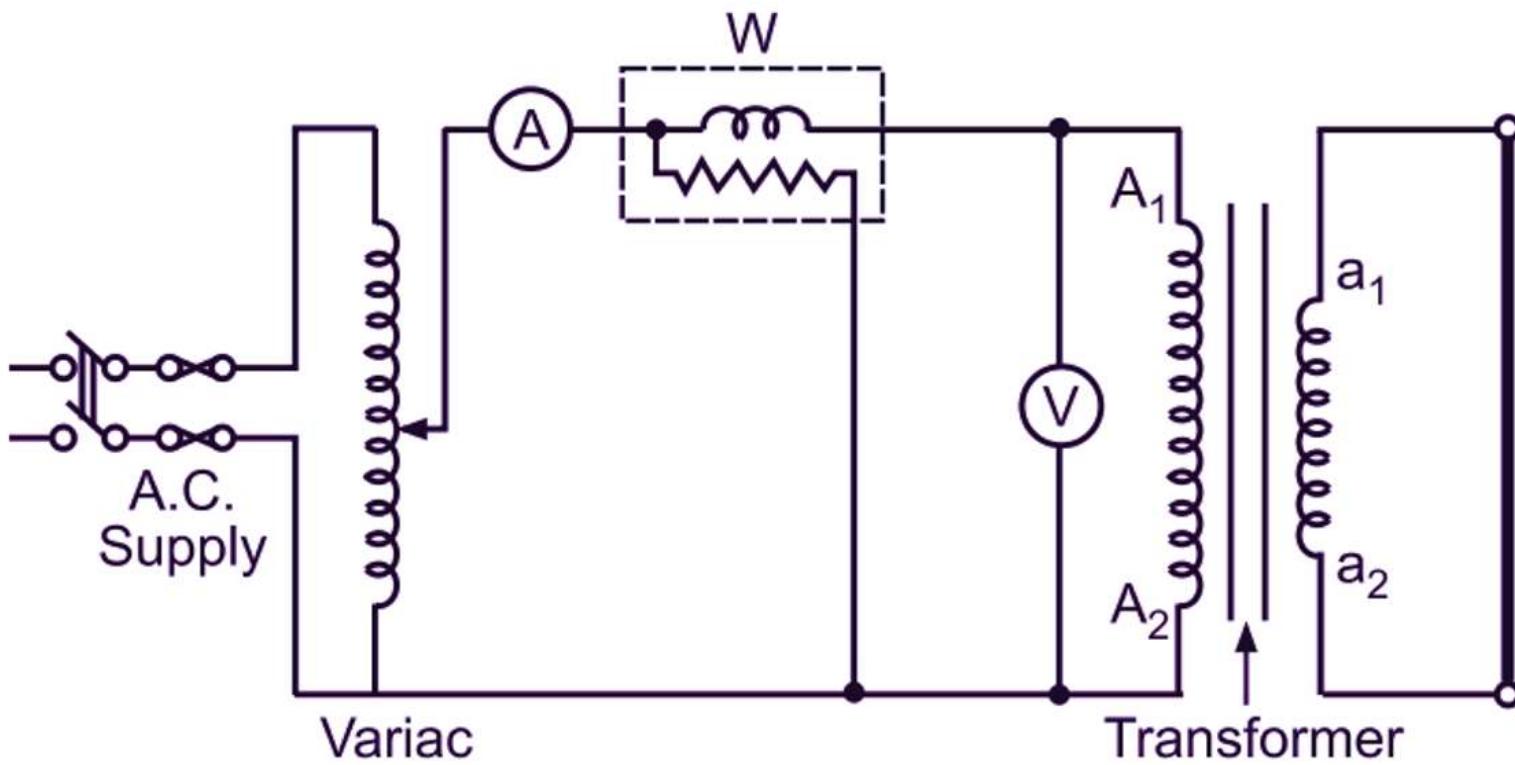
*Core loss resistance  $R_c$  and magnetizing impedance  $X_m$  can be obtained as follows:*

$$R_{c(LV)} = \frac{V_{oc}}{I_c}$$

$$X_{m(LV)} = \frac{V_{oc}}{I_m}$$

- Short circuit test: To perform a transformer short-circuit test, the secondary is shorted, and the primary current is adjusted to the normal full-load level. The primary voltage and input power are measured.

# SHORT CKT TEST OF TRANSFORMER



Since rated current is used for the test, the copper loss is equal to full load copper loss

$P_{sc}$  = full load copper loss

$$P_{sc} = I_{sc}^2 R_{eq}$$

$R_{eq}$  is then given by

$$R_{eq} = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^2} \dots \dots \dots \dots [1]$$

from the equivalent circuit it can be seen that

$$Z_{eq} = \frac{V_{sc}}{I_{sc}}$$

$$Z_{eq} = \sqrt{R_{eq}^2 + X_{eq}^2}$$

using [1]  $R_{eq}$  can be found out

$$X_{eq} = \sqrt{Z_{eq}^2 - R_{eq}^2}$$

or

$$X_{eq} = |Z_{eq}| \sin \theta_c$$

where,

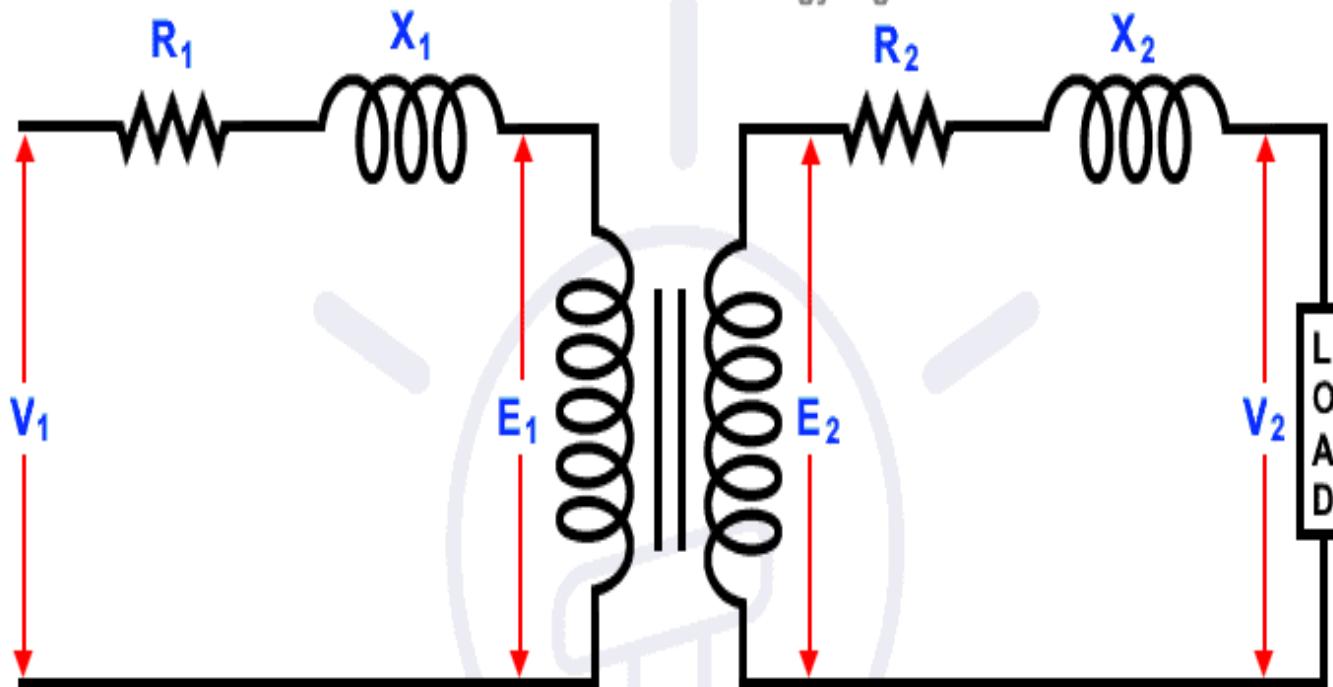
$$\theta_c = \cos^{-1} \frac{P_{sc}}{V_{sc} I_{sc}}$$

# VOLTAGE REGULATION

- Voltage regulation is the measure of how well a power transformer can maintain constant secondary voltage given a constant primary voltage and wide variance in load current. The lower the percentage (closer to zero), the more stable the secondary voltage and the better the regulation it will provide



# What is the Transformer's Voltage Regulation?



→ Voltage Regulation =  $\frac{E_{\text{No Load}} - V_{\text{Full Load}}}{V_{\text{Full Load}}}$

→ % Voltage Regulation =  $\frac{E_2 - V_2}{E_2} \times 100$

# পাঠ পরিচিতি:

## বিষয়ঃ এসি মেসিনস-১ (৬৬৭৬১)

### ৬ষ্ঠ পর্ব (ইলেকট্রিক্যাল)

#### ৬ষ্ঠ অধ্যায়

ট্রান্সফরমারের দক্ষতা ও  
শীতলীকরণ পদ্ধতি (Efficiency  
and cooling system of Transformer)



# এ অধ্যায়ের পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা জানতে পারবেং

- ৬.১। ট্রান্সফরমারের দক্ষতা নির্ণয়ের গানিতিক সুদ্রের ধারনা।
- ৬.২। ট্রান্সফরমারের কোর লস এবং কপার লসকে প্রভাবিত করে এমন বিবেচ্য বিষয়সমূহ ধারনা
- ৬.৩। সর্বোচ্চ দক্ষতার সমীকরন নির্ণয় করন।
- ৬.৪। পাওয়ার ফ্যাক্টরের সাথে দক্ষতার পরিবর্তন সম্পর্কিত ধারনা।
- ৬.৫। সারা দিনের দক্ষতা ও সারা দিনের দক্ষতার ফর্মুলা উল্লেখকরণ।
- ৬.৬। দক্ষতা, সর্বোচ্চ দক্ষতা ও সারা দিনের দক্ষতার সমস্যার সমাধানের ধারনা।
- ৬.৭। ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ বা কুলিং-এর প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করন।

## ৬.১। ট্রান্সফরমারের দক্ষতা নির্ণয়ের গানিতিক সূত্র (The formula for calculation of efficiency of Transformer):

প্রতিক্ষেত্রে মেশিনে ইনপুট হিসাবে যে শক্তি দেওয়া হয় আউটপুট হিসাবে সে শক্তি পাওয়া যায় না। ইনপুটের তুলনায় আউটপুটে যতটুকু শক্তি কম পাওয়া যায়, তা-ই পাওয়ার লস। এ আউটপুট এবং ইনপুট পাওয়ারের অনুপাতকেই দক্ষতা (Efficiency) বলে। অন্যান্য মেশিনের চেয়ে ট্রান্সফরমারের দক্ষতা অনেকটা বেশি; এর পর্যামাণ  $\eta_{\text{output}} \times 100$  % হতে  $99\%$  পর্যন্ত হতে পারে। কারণ এতে কেবল  $\frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100$  % মাত্র কোর লস এবং কপার লস হয়। দক্ষতাকে গুরুত্বপূর্ণ অক্ষর 'ইটা' স্বারা চিহ্নিত করা হয় এবং এটি শর্তকৰা হয়ে প্রকাশ করা হয়ে থাকে।

$$\text{Efficiency} = \frac{VI \cos \theta \times 100}{VI \cos \theta + \text{Copper loss} + \text{Core loss}}$$

$$\text{Again, } \eta \% = \frac{\text{Input} - \text{Losses}}{\text{Input}} \times 100 = \left(1 - \frac{\text{Losses}}{\text{Input}}\right) \times 100$$



৬.২। ট্রান্সফরমারে কোর লস এবং কপার লসকে  
প্রভাবিত করে এমন বিবেচ্য বিষয়সমূহ (The factors  
affecting core loss and copper loss of the Transformer):

**১। কোর লস (core loss):** এটি হিসটেরেসিস ও এডি  
কারেন্ট লসের সমন্বয়ে গঠিত। এ লস নো-লোড অবস্থায়  
১%-৩% পরিবর্তন হয়। এটি বিভিন্ন বিষয় দ্বারা প্রভাবিত  
হয়। যেমন-

**(ক) পাওয়ার ফ্যাক্টর (power factor):** কোর লস  
পাওয়ার ফ্যাক্টরের সাথে সমানুপাতিক অর্থাৎ কোর লস  
বাড়লে পাওয়ার ফ্যাক্টরের মান বেড়ে যায়।

কোর লস =

$$\text{Core loss} \propto V^2$$

**(খ) ভোল্টেজ (Voltage):** ভোল্টেজ পরিবর্তন করলে  
কোর লস পরিবর্তিত হয়। যেমন -  
অর্থাৎ কোর লস ভোল্টেজের বর্গানুপাতিক পরিবর্তিত  
হয়।



৬.২। ট্রান্সফরমারে কোর লস এবং কপার লসকে  
প্রভাবিত করে এমন বিবেচ্য বিষয়সমূহ (The  
factors affecting core loss and copper loss of the  
Transformer):

২। **কপার লস (copper loss):** এটি বিভিন্ন বিষয় দ্বারা  
প্রভাবিত হয়। যেমন-

**(ক) পাওয়ার ফ্যাক্টর (power factor):** কপার লস  
পাওয়ার ফ্যাক্টরের সাথে উল্টানুপাতিক অর্থাৎ কপার  
লস বাড়তে পাওয়ার ফ্যাক্টরের মান কমে যায়।  
 $\cos\theta$

কপার লস =

$$\text{Copper loss} \propto V^2$$

**(খ) ভোল্টেজ (Voltage):** ভোল্টেজ পরিবর্তন করলে  
কপার লস পরিবর্তিত হয়। যেমন -

অর্থাৎ constant KVA পাওয়ার জন্য ভোল্টেজ বৃদ্ধি করলে  
কপার লস কমবে।

**(গ) ফ্রিকুয়েন্সি (Frequency):** ডিস্ট্রিবিউশন  
ট্রান্সফরমারের ফ্রিকুয়েন্সির উপর কপার লস নির্ভর করে

## ৬.৩। ট্রান্সফরমারের সর্বোচ্চ দক্ষতা নির্ণয়ের সমীকরণ (The Equation for maximum efficiency of the Transformer):

সর্বোচ্চ কর্মদক্ষতার শর্ত (Condition for Maximum efficiency):

Copper loss,  $W_{cu} = I_p^2 R_e$  or  $I_s^2 R_e$  watt

Core loss,  $W_{core} = \text{Hysteresis} + \text{Eddy current loss} = W_h + W_e$

Primary Input =  $V_p I_p \cos \theta_p$

$$\text{Efficiency } , \eta = \frac{\text{Input} - \text{Losses}}{\text{Input}} = \frac{V_p I_p \cos \theta_p - \text{losses}}{V_p I_p \cos \theta_p}$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow \eta &= \frac{V_p I_p \cos \theta_p - I_p^2 R_e' - W_{core}}{V_p I_p \cos \theta_p} \\ &= 1 - \frac{I_p^2 R_e'}{V_p I_p \cos \theta_p} - \frac{W_{core}}{V_p I_p \cos \theta_p} = 1 - \frac{I_p R_e'}{V_p \cos \theta_p} - \frac{W_{core}}{V_p I_p \cos \theta_p}\end{aligned}$$

## ৬.৩। ট্রান্সফরমারের সর্বোচ্চ দক্ষতা নির্ণয়ের সমীকরন The Equation for maximum efficiency of the Transformer):

**সর্বোচ্চ কর্মদক্ষতার শর্ত(Condition for Maximum efficiency):**

Differentiating both sides with reference to  $I_p$ ,

$$\frac{d\eta}{dI_p} = 0 - \frac{R'_e}{V_p \cos \theta_p} + \frac{W_{core}}{V_p I_p^2 \cos \theta_p}$$

For maximum efficiency  $\frac{d\eta}{dI_p} = 0$

$$\therefore \frac{-R'_e}{V_p \cos \theta_p} + \frac{W_{core}}{V_p I_p^2 \cos \theta_p} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{R'_e}{V_p \cos \theta_p} = \frac{W_{core}}{V_p I_p^2 \cos \theta_p}$$

$$\Rightarrow R'_e = \frac{W_{core}}{I_p^2}$$

$$\Rightarrow I_p^2 R'_e = W_{core}$$

$\therefore$  For maximum efficiency , Copper loss = Core loss

$$\eta = 1 - \frac{I_p R'_e}{V_p \cos \theta_p} - \frac{W_{core}}{V_p I_p \cos \theta_p}$$

## ৬.৩। ট্রান্সফরমারের সর্বোচ্চ দক্ষতা নির্ণয়ের সমীকরন The Equation for maximum efficiency of the Transformer):

$$I_s^2 R_e'' = W_{core}$$

$$I_s = \sqrt{\frac{W_{core}}{R_e''}}$$

Now both sides multiply by  $\frac{V_s}{1000}$

$$\frac{I_s \times V_s}{1000} = \frac{V_s}{1000} \times \sqrt{\frac{W_{core}}{R_e''}}$$

$$\frac{I_s \times V_s}{1000} = \frac{V_s \times I_{FL}}{1000 \times I_{FL}} \times \sqrt{\frac{W_{core}}{R_e''}}$$

$$= \frac{V_s \times I_{FL}}{1000} \times \sqrt{\frac{W_{core}}{I_{FL}^2 R_e''}}$$

সর্বোচ্চ কর্মদক্ষতার KVA Load( KVA load at maximum efficiency):

We know that for maximum efficiency of transformer , copper loss is equal to core loss

$$I_p = \sqrt{\frac{W_{core}}{R_e'}}$$

$I_p$  is current in maximum efficiency

## ৬.৩। ট্রান্সফরমারের সর্বোচ্চ দক্ষতা নির্ণয়ের সমীকরণ The Equation for maximum efficiency of the Transformer):

$$\frac{I_s \times V_s}{1000} = \frac{V_s \times I_{FL}}{1000 \times I_{FL}} \times \sqrt{\frac{W_{core}}{R_e''}} = \frac{V_s \times I_{FL}}{1000} \times \sqrt{\frac{W_{core}}{I_{FL}^2 R_e''}}$$

$$KVA_{Max} = KVA_{rated} \times \sqrt{\frac{W_{core}}{I_{FL}^2 R_e''}}$$

$$KVA_{Max} = KVA_{rated} \times \sqrt{\frac{W_{core}}{\text{Full load cu loss}}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

Where

$$KVA_{Max} = \frac{I_s \times V_s}{1000}$$

$$KVA_{rated} = \frac{V_s \times I_{FL}}{1000}$$

## ৬.৪ | পাওয়ার ফ্যাক্টরের সাথে দক্ষতার পরিবর্তন (The variation of efficiency with power factor):

একটি ট্রান্সফরমারের প্রতিকরা দক্ষতা

$$\eta = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{\text{Input} - \text{losses}}{\text{Input}} = \left(1 - \frac{\text{Losses}}{\text{Input}}\right)$$

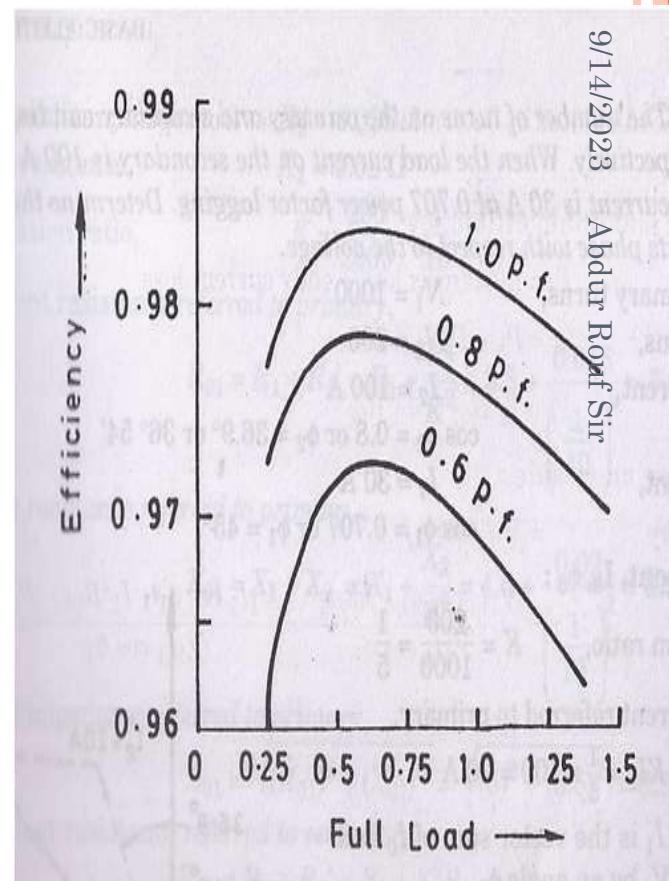
$$\Rightarrow \eta = \left(1 - \frac{\text{Losses}}{V_s I_s \cos \theta + \text{Losses}}\right)$$

$$\Rightarrow \eta = \left(1 - \frac{\text{Losses} / V_s I_s}{\cos \theta + \text{Losses} / V_s I_s}\right)$$

$$\text{Let } X = \frac{\text{Losses}}{V_s I_s}$$

$$\eta = \left(1 - \frac{X}{\cos \theta + X}\right)$$

পাওয়ার ফ্যাক্টরের পরিবর্তনের সাথে সাথে দক্ষতার যে পরিবর্তন হয় তার একটি চিত্র উপরে দেওয়া হয়েছে। এতে দেখা যায় যে বিভিন্ন লোডে বিভিন্ন পাওয়ার ফ্যাক্টরে



৬.৫। সারা দিনের দক্ষতা ও সারা দিনের দক্ষতার ফর্মুলা উল্লেখকরণ (All day efficiency and mention the formula of all day efficiency):

কোন ট্রান্সফরমারহতেসারাদিন (24 ঘণ্টার)

গ্রাহকদেরগৃহিতএনার্জিরসাথেসারাদিনেরট্রান্সফরমারেরইনপুটএনার্জির  
নেরদক্ষতাবলে।

ডিস্ট্রিবিউশনট্রান্সফরমারেরপ্রাইমারিসাইডসরবরাহলাইনেরসাথেসর্বদাস  
সাইডে ২৪ ঘণ্টাপূর্ণভোল্টেয়েট্রান্সফরমারটি এনারজাইজডথাকে।  
ফলে এরকোরলসসর্বদাইসমানথাকে।

শুধুমাত্রকোনোকোনোসময় এইলাইনেরভোল্টেজহ্রাস-বৃদ্ধিহলেতখনই  
বেশিহতেপারে। তবে, এইধরনেরহ্রা-বৃদ্ধিখুবকমইঘটে।

এজন্যকোরলসসর্বদাইসমানধরাহয়।

কিন্তুসেকেন্ডারিসরাসরি গ্রাহকেরলোডেরসাথেসংযুক্তথাকায় এরকপারলস  
ম-বেশিহয়। যেহেতুলোড ২৪ ঘণ্টা

$$\text{All day efficiency, } \eta_{\text{all day}} = \frac{\text{output in kWh}}{\text{input in kWh}} \quad (\text{for 24 hours})$$

গ্রাহকেরকর্মসূচিতানির্ণয়করণ  
এরপ্রকৃতদক্ষতাবেরকরতেহলেসারাদিনেদক্ষতাবেরকরাইশ্বেয়। এটিসার  
গ্রাহকেরগৃহীতএনার্জিরসাথেসারাদিনেরট্রান্সফরমারেরলাইনহতেগৃহীতএ

## ৬.৬। দক্ষতা, সর্বোচ্চ দক্ষতা ও সারা দিনের দক্ষতার সমস্যার সমাধান (Solve problems on efficiency, maximum efficiency and all day efficiency): **সুজ্ঞসমূহঃ**

$$\begin{aligned}\text{Efficiency, } \eta\% &= \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100 \\ &= \frac{\text{Output}}{\text{Output} + \text{Losses}} \times 100 \\ &= \frac{VI\cos\theta \times 100}{VI\cos\theta + \text{Copper loss} + \text{Core loss}}\end{aligned}$$

$$\text{All day efficiency, } \eta_{\text{all day}} = \frac{\text{output in kWh}}{\text{input in kWh}} \quad (\text{for 24 hours})$$

$$\text{Again, } \eta\% = \frac{\text{Input} - \text{Losses}}{\text{Input}} \times 100 = \left(1 - \frac{\text{Losses}}{\text{Input}}\right) \times 100$$

$$KVA_{Max} = KVA_{rated} \times \sqrt{\frac{W_{core}}{\text{Full load cu loss}}}$$

$$I_p^2 R_e' = W_{core}$$

$\therefore$  For maximum efficiency, Copper loss = Core loss

## ৬.৬। দক্ষতা, সর্বোচ্চ দক্ষতা ও সারা দিনের দক্ষতার সমস্যার সমাধান (Solve problems on efficiency, maximum efficiency and all day efficiency):

প্রশ্ন-১: একটি 50KVA, 4600/230 V ট্রান্সফরমারের ওপেন এবং শর্টসার্কিট টেস্ট করে নিচে লিখিত পাওয়া গেলঃ

ওপেন সার্কিট টেস্টঃ  $E_{oc} = 230 \text{ V}$ ,  $P_{oc} = 285 \text{ W}$ ,  $I_{oc} = 4.2A$

শর্ট সার্কিট টেস্টঃ  $E_{sc} = 150 \text{ V}$ ,  $P_{sc} = 615 \text{ W}$ ,  $I_{sc} = 10A$

বের করঃ

(ক) রেটেড KVA, 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে কর্মদক্ষতা

(খ) সর্বোচ্চ কর্মদক্ষতার জন্য KVA

(গ) 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে সর্বোচ্চ দক্ষতা

সমাধানঃ

(ক) রেটেড KVA, 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে ট্রান্সফরমারের আউটপুট,  
ট্রান্সফরমারের  $P_{out} = 50 \times 0.8 = 40 \text{ kW}$ ,  
 $P_{in} = 285 \text{ W}$

ট্রান্সফরমারের ফুল লোড ক্ষমতা লস,  
ফুল লোড কার্রেন্ট,  $I_{FL} = 10A$

মোট লস =  $285 + 615 = 900 \text{ W} = 0.9 \text{ kW}$

$P_{in} = (40 + 0.9) = 40.9 \text{ kW}$

ট্রান্সফরমারের ইনপুট  
 $\% \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 = \frac{40 \times 100}{40.9} = 97.80\%$

কর্মদক্ষতা,

## ৬.৬। দক্ষতা, সর্বোচ্চ দক্ষতা ও সারা দিনের দক্ষতার সমস্যার সমাধান (Solve problems on efficiency, maximum efficiency and all day efficiency):

প্রশ্ন-১: একটি 50KVA, 4600/230 V ট্রান্সফরমারের ওপেন এবং শর্টসার্কিট টেস্ট করে নিচে লিখিত পাওয়া গেলঃ

ওপেন সার্কিট টেস্টঃ  $E_{oc} = 230 \text{ V}$ ,  $P_{oc} = 285 \text{ W}$ ,  $I_{oc} = 4.2A$

শর্ট সার্কিট টেস্টঃ  $E_{sc} = 150 \text{ V}$ ,  $P_{sc} = 615 \text{ W}$ ,  $I_{sc} = 10A$

বের করঃ

(ক) রেটেড KVA, 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে কর্মদক্ষতা

(খ) সর্বোচ্চ কর্মদক্ষতার জন্য KVA

(গ) 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে সর্বোচ্চ দক্ষতা  $W_{core}$   
সমাধানঃ  $KVA_{Max} = KVA_{rated} \times \sqrt{\frac{W_{core}}{\text{Full load cu loss}}}$

(খ) সর্বোচ্চ দক্ষতায়,

$$= 50 \times \sqrt{\frac{285}{615}} = 34.04 \text{ KVA}$$

$$P_{out} = 34.04 \times 0.8 = 27.23 \text{ kW}$$

(গ) সর্বোচ্চ দক্ষতায় 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে ট্রান্সফরমারের আউটপুট,  
আবার সর্বোচ্চ দক্ষতায় কোর লস = কপার লস

$$\text{মোট লস} = 285 + 285 = 570 \text{ M.F} = 0.572 \text{ KW} = 0.572 \text{ kW}$$

মোট ইনপুট  $P_{in}$  পাওয়ার

$$\% \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 = \frac{27.23 \times 100}{27.80} = 97.95\%$$

## ৬.৬। দক্ষতা, সর্বোচ্চ দক্ষতা ও সারা দিনের দক্ষতার সমস্যার সমাধান (Solve problems on efficiency, maximum efficiency and all day efficiency):

পশ্চ-২: একটি 5KVA, 2300/230V ট্রান্সফরমারের কোর লস 40W এবং ফুল লোড কপার লস 112W। এটি 24 ঘন্টা নিম্নলিখিত লোড বহন করেঃ

- (ক) 1.5 গুণ লোডে 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 1 ঘন্টা
- (খ) 1.25 গুণ লোডে 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 2 ঘন্টা
- (গ) রেটেট লোডে 0.90 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 3 ঘন্টা
- (ঘ) অর্ধ লোডে একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে 6 ঘন্টা
- (ঙ) -লোডে একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে 8 ঘন্টা
- (চ) নো-লোডে 4 ঘন্টা

ট্রান্সফরমারটির সারা দিনের দক্ষতা নির্ণয় কর।

### সমাধানঃ

$$\begin{aligned}
 \text{Output energy for 24 hrs.} &= (1.5 \times 5 \times 0.8 \times 1) + (1.25 \times 5 \times 0.8 \times 2) + (1 \times 5 \times 0.9 \times 3) + (0.5 \times 5 \times 1 \times 6) + (0.25 \times 5 \times 1 \times 8) \\
 &= 6 + 10 + 13.5 + 15 + 10 \\
 &= 54.5 \text{ kwh}
 \end{aligned}$$

$$\text{Core loss for 24 hrs.} = 40 \times 24 = 960 \text{ whr} = 0.96 \text{ kwh}$$

## ৬.৬। দক্ষতা, সর্বোচ্চ দক্ষতা ও সারা দিনের দক্ষতার সমস্যার সমাধান (Solve problems on efficiency, maximum efficiency and all day efficiency):

প্রশ্ন-২: প্রশ্ন-৬। একটি 5KVA, 2300/230V ট্রান্সফরমারের কোর লস 40W এবং ফুল লোড  
কপার লস 112W। এটি 24 ঘন্টা নিম্নলিখিত লোড বহন করে:

- (ক) 1.5 গুণ লোডে 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 1 ঘন্টা
- (খ) 1.25 গুণ লোডে 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 2 ঘন্টা
- (গ) রেটেট লোডে 0.90 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 3 ঘন্টা
- (ঘ) অর্ধ লোডে একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে 6 ঘন্টা
- (ঙ) -লোডে একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে 8 ঘন্টা
- (চ) নো-লোডে 4 ঘন্টা

ট্রান্সফরমারটির সারা দিনের দক্ষতা নির্ণয় কর।

**সমাধান:**

$$\begin{aligned}\text{Copper loss for 24 hrs.} &= \left( (1.5)^2 \times 0.112 \times 1 \right) + \left( (1.25)^2 \times 0.112 \times 2 \right) + \left( (1)^2 \times 0.112 \times 3 \right) + \left( (0.5)^2 \times 0.112 \times 6 \right) + \left( (0.25)^2 \times 0.112 \times 8 \right) \\ &= 0.252 + 0.350 + 0.336 + 0.168 + 0.056 \\ &= 1.162 \text{ kwh}\end{aligned}$$

**Input energy for 24 hrs.=Output energy for 24 hrs.+losses for 24 hrs**  
 $54.5 + 0.96 + 1.162 = 56.622 \text{ kwh}$

$$\text{All day Efficiency } \eta_{\text{All Day}} = \frac{\text{Output energy for 24 hrs.}}{\text{Input energy for 24 hrs.}} \times 100 = \frac{54.5}{56.622} \times 100 = 96.25\%$$

## ৬.৭। ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ বা কুলিং-এর প্রয়োজনীয়তা (Explain the necessity of cooling system of transformer):

যেকোনো বৈদ্যুতিক মেশিন চলার সময় এর বিভিন্ন প্রকার লস উত্তোল আকারে প্রকাশ পেতে থাকে। এ লসগুলো হচ্ছে ওয়াইল্ডিং-এ কপার লস, ফ্রিকশন লস ও বিভিন্ন ধরনের যান্ত্রিক অংশে ঘর্ষনজনিত লস ইত্যাদি। এ লসজনিত উত্তোল স্বাভাবিক তাপমাত্রায় না থাকলে উল্লেখিত মেশিনের কর্মদক্ষতা কমে যায় এবং কালক্রমে প্রভৃত ক্ষতি হতে পারে। ট্রান্সফরমারের ক্ষেত্রেও এ উত্তোলকে যথাযথভাবে প্রতিহত করে স্বাভাবিক মাত্রায় সীমাবদ্ধ রাখা আবশ্যিক। এজন্য বিভিন্ন পদ্ধতিতে ট্রান্সফরমার শীতলীকরণ করা হয়। এতে ট্রান্সফরমারের কর্মদক্ষতা বৃদ্ধি পায় এবং স্বাভাবিকভাবে কার্যক্রম করতে পারে।

## ৬.৮। ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the methods of cooling system of the transformer):

নিম্নে ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ

~~পদ্ধতির বর্ণনা করা হলো~~ স্বাভাবিক বা ন্যাচারাল কুলিং (Natural cooling):

ছোট ছোট ট্রান্সফরমার এবং ইন্ট্রুমেন্ট ট্রান্সফরমারের মধ্যে সৃষ্টি উত্তোল পরিবহন প্রণালিতে সর্বত্র ছড়িয়ে পড়ে এবং বিকিরণ পদ্ধতিতে স্বাভাবিকভাবে ঠান্ডা হয়ে যায়। এ পদ্ধতি সাধারণত কম kVA রেটিং-এর ট্রান্সফরমার ঠান্ডা করার জন্য ব্যবহার করা হয়। যে উত্তোল ট্রান্সফরমারের বড়তাতে আসে, তা পরবর্তীতে বাতাসের সংস্পর্শে এসে ঠান্ডা হয়।

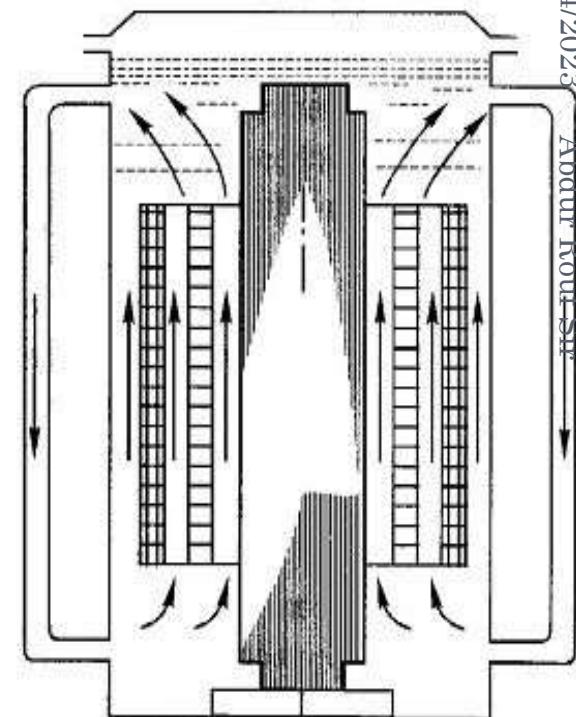
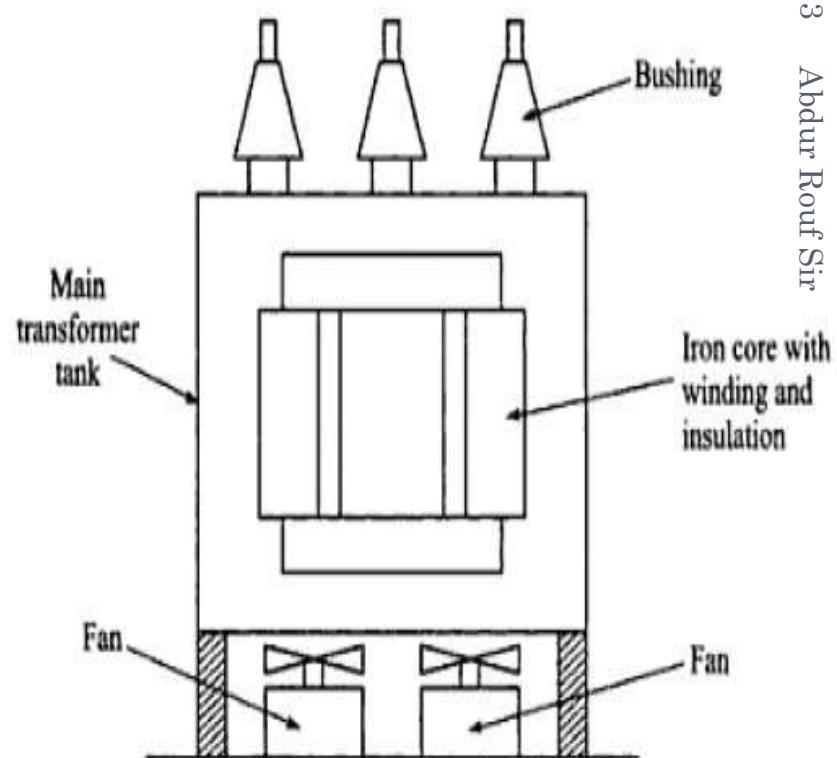


Fig. 3.3 Natural cooling in transformers

## ৬.৮। ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the methods of cooling system of the transformer):

নিম্নে ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ  
পদ্ধতিসমূহের বর্ণনা দেয়া হলো।  
**ইউচ চাপযুক্ত বাতাস দ্বারা  
কুলিং (Forced air cooling):**

এ পদ্ধতিতে ট্রান্সফরমারের  
নিচের দিক দিয়ে ফিল্টার করা  
ঠান্ডা বাতাস ব্লোয়ার দ্বারা প্রবেশ  
করানো হয়। ফলে এ ঠান্ডা বাতাস  
কোর এবং কয়েলের মধ্য দিয়ে  
প্রবাহিত হয়ে উপরের দিক দিয়ে  
বের হয়ে যায় এবং যাওয়ার সময়  
কোর এবং কয়েলের উত্তাপ বহন  
করে ট্রান্সফরমারকে ঠান্ডা করে  
থাকে। ঘনবসতিপূর্ণ এলাকায়  
যেখানে তেল ব্যবহারে বিস্ফেরণ

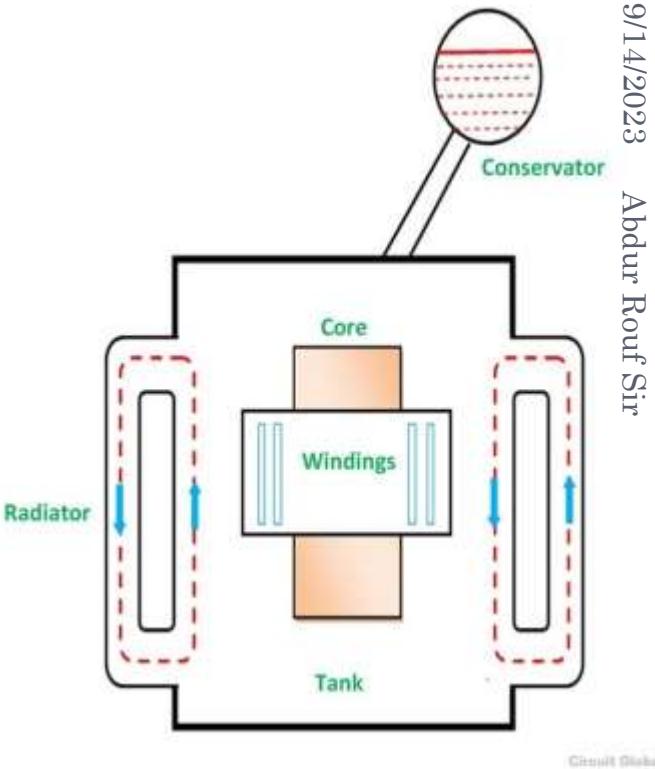


## ৬.৮। ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the methods of cooling system of the transformer):

নিম্নে ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ  
পদ্ধতিসমূহের বর্ণনা দেয়া হলো:

### ৩। তেলে নিমজ্জিত সেলফ কুলিং (Oil immersed self cooling):

এ পদ্ধতিতে ট্রান্সফরমারের কোর এবং কয়েল  
সম্পূর্ণটাই ইনসুলেটিং অয়েল-এ নিমজ্জিত  
থাকে। এরূপ ট্রান্সফরমারের ট্যাংকের বাইরের  
দিক দিয়ে কতকগুলো লোহার টিউব বা পাইপ  
লাগানো থাকে। এ পাইপগুলো সবসময়  
ট্রান্সফরমার অয়েল দ্বারা পরিপূর্ণ থাকে। পূর্ণ  
লোডে ট্রান্সফরমার কোর এবং কয়েল যখন গরম  
হয় তখন তেল গরম হয়ে হালকা হয় এবং উপরে  
উঠে। এ গরম হালকা তেল পাইপের ভিতরে তুকে  
এবং পাইপের ঠাণ্ডা ভারী তেল ট্রান্সফরমারের  
ট্যাংকে প্রবেশ করে। এরপর পাইপের গরম তেল  
বাতাসের সংপর্শে ঠাণ্ডা হয়ে নিচের দিকে ঘায়।  
যার ফলে ট্রান্সফরমার নিজে নিজেই তেলের

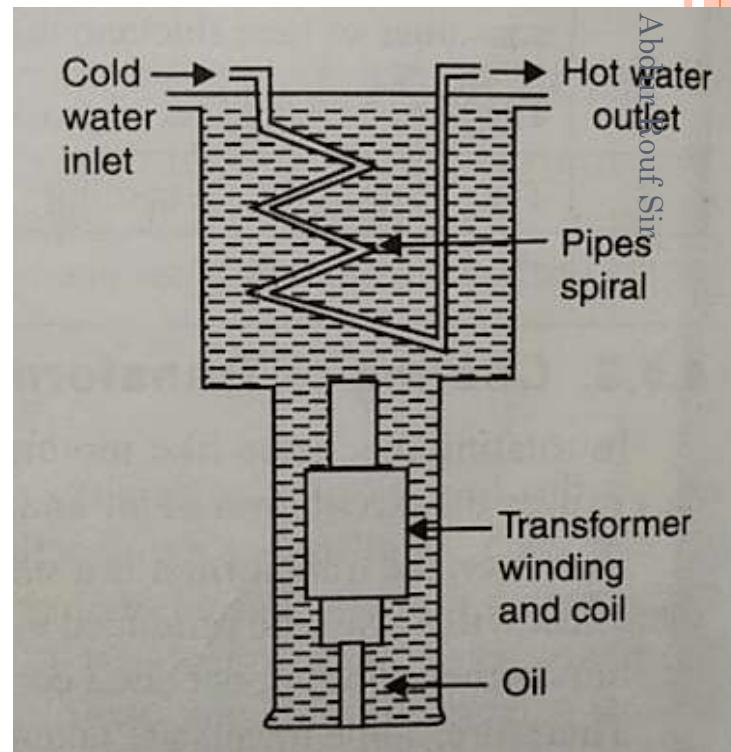


## ৬.৮। ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the methods of cooling system of the transformer):

নিম্নে ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ  
পদ্ধতিসমূহের বর্ণনা দেয়া হলোঃ

### ৪। তৈলে নিমজ্জিত চাপযুক্ত ওয়াটার কুলিং (Oil immersed forced water cooling):

এ ব্যবস্থায় কোর এবং কয়েলে তৈলে  
নিমজ্জিত থাকে এবং ট্রান্সফরমারের  
উপরে গরম তৈলের মধ্যে একটি তামার  
নলের (Copper tube) কয়েল বসানো  
থাকে। বাহির হতে এ নলের মধ্য দিয়ে  
ঠান্ডা পানি উচ্চচাপে প্রবাহিত করানো  
হয়। যখন ঠান্ডা পানি নলের মধ্য দিয়ে  
প্রবাহিত হয় তখন নল ঠান্ডা হয়। ফলে  
এ নলের চারদিকের গরম তৈল ঠান্ডা  
হয়ে নিচে যায় এবং নিচের গরম তৈল  
উপরে উঠে আসে। ফলে ট্রান্সফরমার

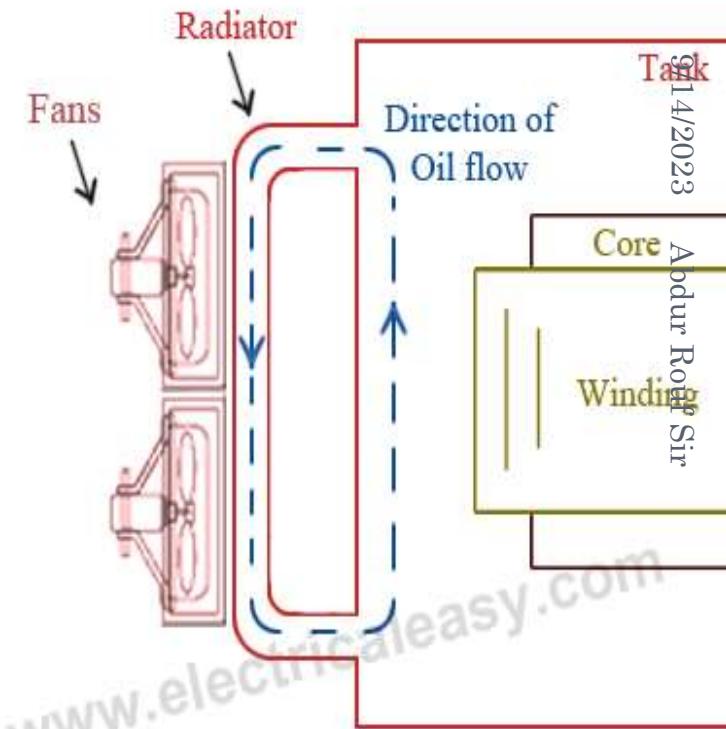


## ৬.৮। ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the methods of cooling system of the transformer).

নিম্নে ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতিসমূহের বর্ণনা দেয়া হলো:

### ৫। তেলে নিমজ্জিত চাপযুক্ত বাতাস দ্বারা কুলিং (Oil immersed forced air cooling):

একুশে ট্রান্সফরমারের বডিতে ফিনস (Fins) ব্যবহার করে সারফেস এরিয়া বর্ধিত করা হয়। এ ফিনসসমূহ গরম তেলে ভর্তি থাকে এবং বাহির হতে অতি উচ্চচাপে ঠাণ্ডা বাতাস এই ফিনস টিউব অথবা রেডিয়েটরের (Fins tubes or radiator) উপরে দেওয়া হয়। এ কাজের জন্য সাধারণত বাহিরে ট্রান্সফরমারের চারদিকে বহু বৈদ্যুতিক ফ্লান ব্যবহার করা হয়। এ ব্যবস্থা



Oil Natural Air Forced (ONAF)  
Cooling of Transformer

Task

14/2023

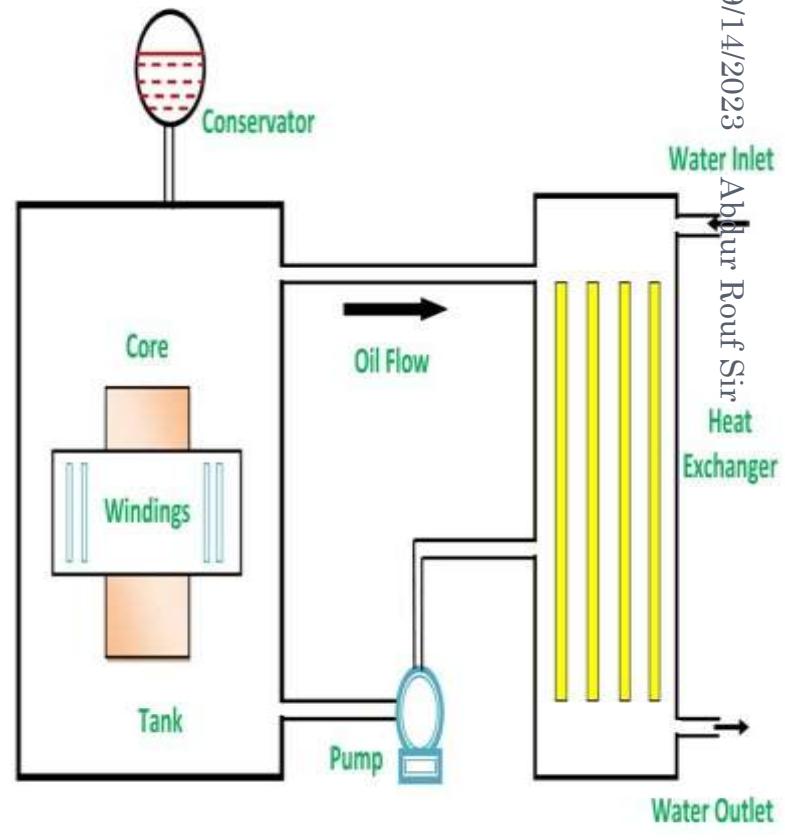
Core  
Abdur Razzq Sir  
Winding

## ৬.৮। ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the methods of cooling system of the transformer):

নিম্নে ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতিসমূহের বর্ণনা দেয়া হলো:

### ৬। অয়েল ফোর্সড ওয়াটার ফোর্সড পদ্ধতি (Oil forced water forced or OFWF):

এ পদ্ধতিতে ট্রান্সফরমারে পাম্পের মাধ্যমে তেলকে সার্কুলেশন করা হয় এবং ট্রান্সফরমারের গাত্রে কিছু কুলিং পাইপ থাকে, যেখানে এই তেল প্রবেশ করে এবং বাহির থেকে পানির প্রবাহ করে পাইপের ভিতরে প্রবাহিত গরম তেলকে ঠান্ডা করে পুনরায় ট্রান্সফরমার ট্যাংকে প্রবেশ করানো হয়।



## ৬.৯। ট্রান্সফরমারের তেল এবং এর গুণাবলি বর্ণনা (Describe the Transformer oil and its properties):

**ট্রান্সফরমার তেল (Transformer oil):** ট্রান্সফরমারকে ঠাণ্ডা রাখার জন্য এর মধ্যে যে তেল ব্যবহার করা হয়, তাকেই ট্রান্সফরমার তেল বা অয়েল বলে। এটি মূলত খনিজ তেল। খনিজ তেলকে ট্রিটমেন্ট করে ব্যবহার উপযোগী করা হয়। এই তেলের বাণিজ্যিক নাম পাইরানল। এর প্রধান কাজ হচ্ছে ট্রান্সফরমারের কোর এবং কয়েলকে ঠাণ্ডা রাখা। এর আর একটি কাজ হল ট্রান্সফরমারে ক্রিয়েতে এবং ট্রান্সফরমারে ক্রিয়েতে প্রয়োজন কৃত উচ্চ অতি উচ্চমানের রোধকসম্পন্ন হতে হবে।

- ১। উচ্চ ডাই-ইলেকট্রিক শক্তিসম্পন্ন হতে হবে।
- ২। এর মধ্যে কোনোপ্রকার খাদ (Sludge) থাকবে না।
- ৩। কোনো তলানি থাকবে না।
- ৪। কম আঠালো হতে হবে।
- ৫। সহজে বাস্প হবে না।
- ৬। জলীয়বাস্পমুক্ত হতে হবে।
- ৭। অদাহ্য হতে হবে।
- ৮। কোনোরকম ভাসমান পদার্থ থাকতে পারবে না।
- ৯। অন্ধ, ক্ষার ও সালফার জাতীয় পদার্থ হতে মুক্ত হতে হবে।
- ১০। তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব ( $0.85$ ) হওয়া উচিত।
- ১১। তেলের ভিসকোসিটি ও জমে যাওয়ার প্রবনতা কম থাকবে।

## মূল্যায়ন (Evaluation):

**প্রশ্ন-১:** ট্রান্সফরমার তেলের কাজ কী?

উত্তরঃ ট্রান্সফরমার তেলের প্রধান কাজ হচ্ছে  
 ট্রান্সফরমারের কোর এবং কয়েলকে ঠাণ্ডা রাখা। এর  
 আর একটি কাজ হোল ট্রান্সফরমারের কয়েল এবং  
 ট্যাংকের মধ্যে ইনসুলেশন বদ্ধি করা।

**প্রশ্ন-২:** ট্রান্সফরমারের তেলের

**স্লাইজিং কী?**  
 উত্তরঃ ট্রান্সফরমারের তেল বাতাসের  
 সংস্পর্শে এলে অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া  
 করে তেলের অনুভেঙ্গ গাদ বা (Sludge)  
 সৃষ্টি হয়, তাকে স্লাইজিং বলে।  
**প্রশ্ন-৩:** ট্রান্সফরমারের সারাদিনের দক্ষতা  
 বলতে কী বুঝায়?

উত্তরঃ কোন ট্রান্সফরমার হতে সারা দিন (24  
 ঘণ্টার) গ্রাহকদের গৃহিত এনার্জির সাথে সারা  
 দিনের ট্রান্সফরমারের ইনপুট এনার্জির

$$\text{All day efficiency, } \eta_{\text{all day}} = \frac{\text{output in kWh}}{\text{input in kWh}} \quad (\text{for 24 hours})$$



## বাড়ির কাজ (Home Work):

প্রশ্ন-১। দেখাও যে, সর্বোচ্চ দক্ষতায় ট্রান্সফরমারের কোরলস ও কপারলস সমান হবে।

প্রশ্ন-২। ট্রান্সফরমারে, তেলে নিমজ্জিত সেলফ কুলিং (ONAN) পদ্ধতির বর্ণনা দাও।

প্রশ্ন-৩। ট্রান্সফরমারে, তেলে নিমজ্জিত চাপযুক্ত ওয়াটার কুলিং (ONFW) পদ্ধতির বর্ণনা দাও।

প্রশ্ন-৪। ট্রান্সফরমার  $\frac{E}{oc} = 220V$ ,  $\frac{P}{oc} = 3400W$ ,  $\frac{f}{oc} = 50Hz$  এবং  $\frac{I_{sc}}{oc} = 0.87A$  লিখ।

প্রশ্ন-৫। একটি  $20\text{KVA}$ ,  $2200/220\text{V}$ ,  $50\text{Hz}$  ট্রান্সফরমার টেস্ট করে নিম্নলিখিত তথ্যগুলো পাওয়া গেলঃ

ওপেন সার্কিট টেস্টঃ

শর্ট সার্কিট টেস্টঃ

এমতাবস্থায় নির্ণয় কর ০.৪ ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরে (ক) ফুল লোডে এবং (খ) হাফ লোডে ট্রান্সফরমারের দক্ষতা নির্ণয় কর?

প্রশ্ন-৬। একটি  $5\text{KVA}$  ট্রান্সফরমারের কোর লস  $50\text{W}$  এবং ফুল লোড কপার লস  $125\text{W}$ । এটি 24 ঘন্টা নিম্নলিখিত লোড বহন করেঃ

(ক)  $7.5\text{ KVA}$  লোডে  $0.85$  পাওয়ার ফ্যাক্টরে 2 ঘন্টা

(খ) রেটেট লোডে  $0.90$  পাওয়ার ফ্যাক্টরে 5 ঘন্টা

(গ)  $4\text{ KVA}$  লোডে  $0.95$  পাওয়ার ফ্যাক্টরে 6 ঘন্টা

# স্বাহকে ধন্যবাদ



# পাঠ পরিচিতি:

## বিষয়ঃ এসি মেসিনস-১ (৬৬৭৬১)

### ৬ষ্ঠ পর্ব (ইলেকট্রিক্যাল)

#### সপ্তম অধ্যায়

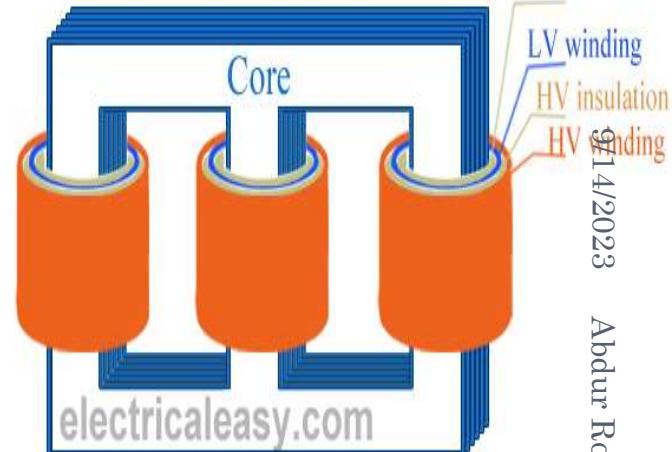
থ্রি-ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন ও  
পরিচালনার মূলনীতি (Construction and  
Principles of Operation of Three Phase

# এ অধ্যায়ের পাঠ শেষে

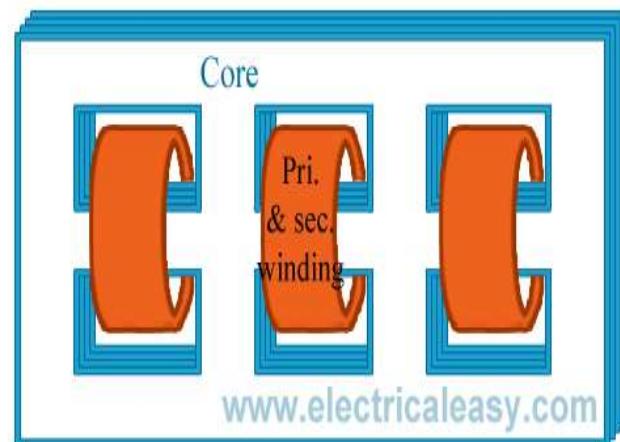
- ৭.১। **তিনমিত্রী ট্রান্সফর মার্কেট গঠন করণ।**
- ৭.২। তিন ফেজ ট্রান্সফর মার্কের সংযোগের বিভিন্ন পদ্ধতির তালিকা এবং তাদের ব্যবহারের ধারনা।
- ৭.৩। স্টার-স্টার, ডেল্টা-ডেল্টা, স্টার-ডেল্টা, ডেল্টা-স্টার সংযোগ পদ্ধতির বর্ণনা করন।
- ৭.৪। ওপেন ডেল্টা বা ডি-ডি(V-V) সংযোগ পদ্ধতির বর্ণনা করন।
- ৭.৫। স্কট বা টি-টি (T-T) সংযোগ পদ্ধতির বর্ণনা করন।
- ৭.৬। V-V এবং T-T সংযোগের প্রয়োগের ব্যাখ্যা করন।

## ৭.১ তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন বর্ণনা(Describe the construction of three phase transformer)

থ্রি-ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন মূলত দুভাবে করা যেতে পারে। প্রথমত, একটি থ্রি-ফেজ কোরের মধ্যে নিয়ম অনুযায়ী থ্রি-ফেজ ওয়াইল্ডিং করে থ্রি-ফেজ ট্রান্সফরমার গঠন করা হয়। দ্বিতীয়ত, আলাদা আলাদা তিনটি সিঙ্গেল ফেজ একত্রে জোড়া দিয়ে থ্রি-ফেজ ট্রান্সফরমার গঠন করা যেতে পারে। এ পদ্ধতিকে ট্রান্সফরমার ব্যাংকিং বলে।  
প্রথমোক্ত পদ্ধতির সুবিধা হলো কোরের গঠনে আয়রনের পরিমাণ কম লাগে, স্থাপন জায়গা কম লাগে। শুধুমাত্র একটি ইউনিটকেই রক্ষণাবেক্ষন, মেরামত, পরিচর্যা ও দেখাশুনা করতে হয়। তাতে লোকজন কম লাগে ও বেশি সুবিধাজনক, ওজন হালকা এবং ইনসুলেটিং অয়েলের পরিমাণ কম লাগে। অসুবিধা হলো যদি কোনো সময় একটি ফেজ নষ্ট হয়ে যায় তবে মেরামত করার জন্য সমগ্র ট্রান্সফরমারটিকে সিস্টেম হতে বিচ্ছিন্ন করে কাজ করতে হয়। এতে ঘায়িকান্তবে হলেও স্বব্রহ্মান্তের বিষ ঘটে।

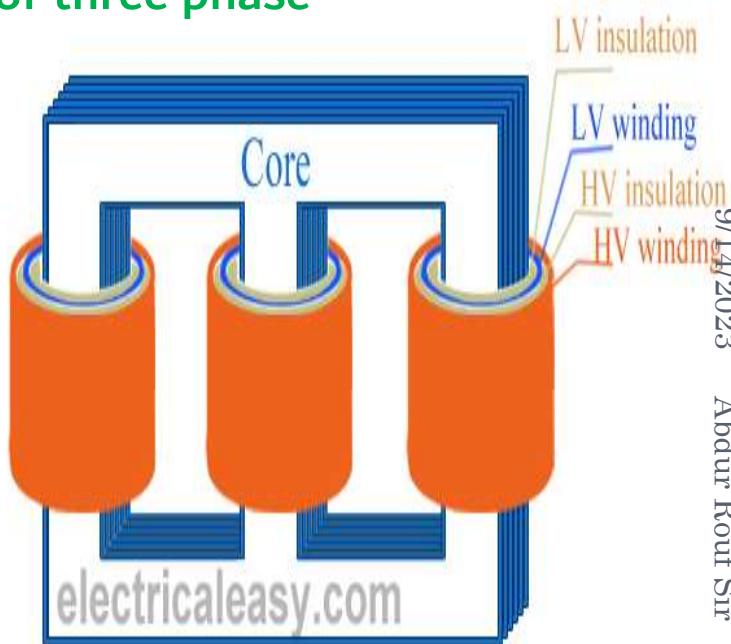
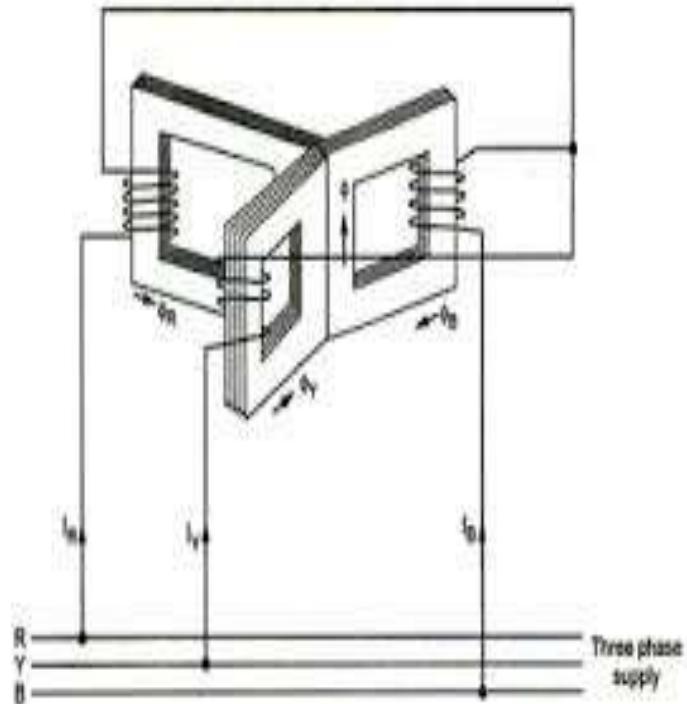


Core type three phase transformer



Shell type three phase transformer

## ৭.১ তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন বর্ণনা(Describe the construction of three phase



Core type three phase transformer



Shell type three phase transformer

**৭.১ তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন বর্ণনা(Describe the construction of three phase transformer)**

## তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন

অংশীভুক্তিক্ষেত্রেও Low :

## voltage winding

## ୨। ହାଇ-ଭୋଲ୍ଟେଜ ଓଯାନ୍ଡିଂ (High-voltage winding)

### ৩। অয়েল লেভেল ইন্ডিকেটর (Oil level Indicator)

## ৪। কনজারভেটর (Conservator)

## ৫। ব্রিদার (Breather)

## ୬। ଡ୍ରେଇନ କକ (Drain coke)

৭। রেডিয়েটর টিউবস্ ফর  
কুলিং(Radiator tubes for cooling)

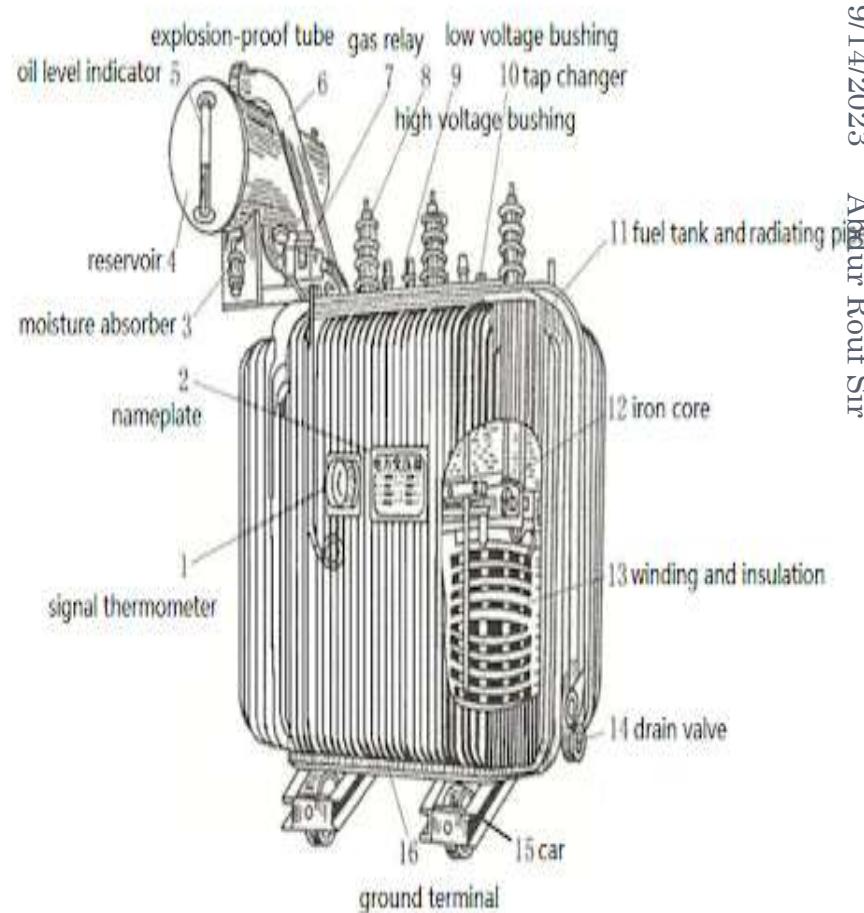
## ৮। ট্রান্সফরমার ওয়েল (Transformer oil)

## ৯। আর্থ পয়েন্ট (Earth point)

## ১০। এক্সপালশন ভেন্ট (Explosion vent)

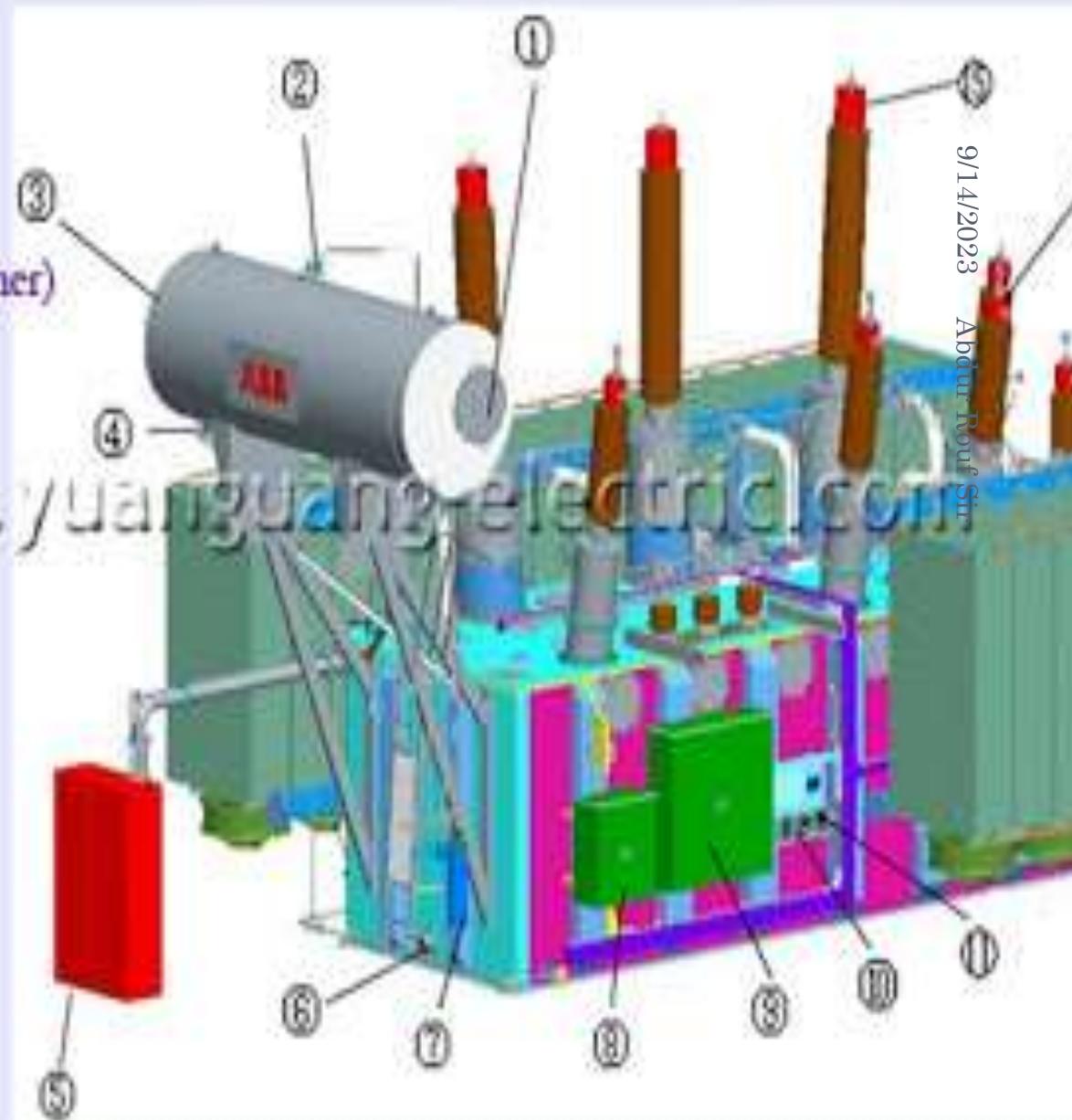
## ১১। টেম্পারেচার গেজ (Temperature gauge)

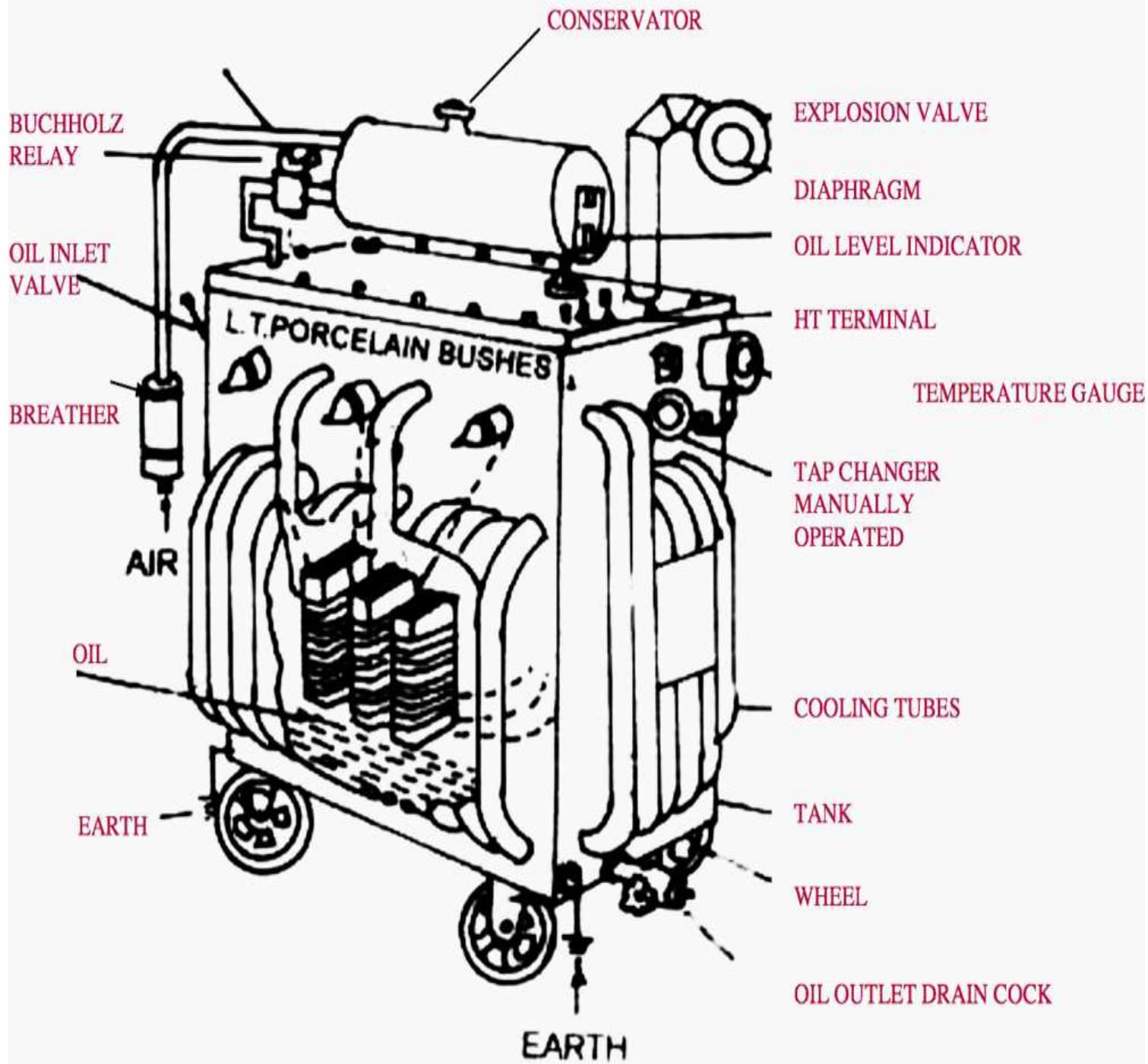
#### ১২। বুখলস রিলে (Buchholz relay)



# 220Kv Power transformer main structure & Appearance

1. Oil level indicator(OLTC )
2. Bypass valve
3. Oil conservator
4. Oil Level indicator ( Main transformer)
5. Fire fighting device with nitrogen)
6. Earthing terminals
7. Moisture absorber
8. Terminal box
9. Control box for fans
10. Oil Temperature
11. Windings temperature
12. Fans
13. Radiator
14. M.V bushings
15. H.V bushings





## ৭.১ তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন বর্ণনা(Describe the construction of three phase transformer)

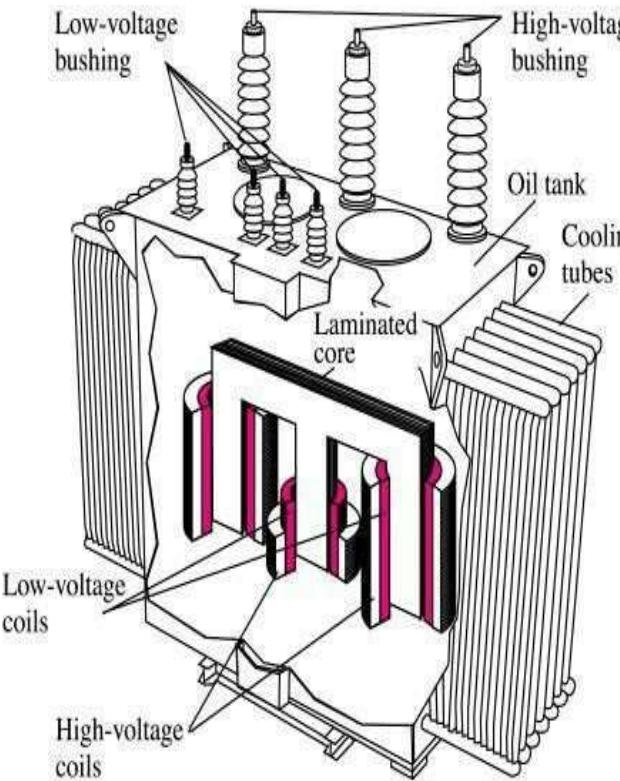
9/14/2023

Abdur Rouf

### (ক) লো এবং হাই-ভোল্টেজ ওয়াল্ডিং (Low and high-voltage winding):

একটি ট্রান্সফরমারের দুই বা ততোধিক কয়েল থাকতে পারে। এ কয়েলগুলো সাধারণত ইনসুলেশনযুক্ত সুপার এনামেল তামার তারের হয়ে থাকে। কয়েল গুলোর আকার গোলকৃতি, স্পাইরাল, ফিতাকৃতি, চ্যাপ্টা আকৃতি ইত্যাদি ধরনের হয়।

নির্দিষ্ট আকৃতির ফরমায় তৈরি কয়েলসমূহ একটি কোরের উপর (খি-ফেজ কোর টাইপ) পরানো বা বসানো হয়। লো-ভোল্টেজ কয়েল কোর সংলগ্ন এবং হাই-ভোল্টেজ কয়েল লো-ভোল্টেজ কয়েলের উপর জড়ানো হয়। এরূপ করার কারণ হলো যাতে সহজে উচ্চ ভোল্টেজের উত্তোল কোর হতে বিতরণ হতে পারে। লো-ভোল্টেজ কয়েল, হাই-ভোল্টেজ কয়েলের উপরে জড়ানো হলে, হাই-ভোল্টেজ কয়েল হতে উত্তোল বিতরণ অতি দ্রুত হতে



## ৭.১ তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন বর্ণনা(Describe the construction of three phase transformer)

### (খ) কোর (Core):

ওয়াইল্ডিংগুলো যে ইস্পাতের ফ্রেমের উপরে  
জড়ানো থাকে, এই ফ্রেমটিকে কোর বলে।  
বেশিরভাগ থ্রি-ফেজ ট্রান্সফরমার কোর টাইপ ও  
সামান্য কিছু ক্ষেত্রে শেল টাইপ কোর ব্যবহার করা  
হয়। থ্রি-ফেজ কোর টাইপে তিনটি অংশ এবং শেল  
টাইপে পাঁচটি অংশ বা অঙ্গ থাকে। এ  
অংশগুলোতেই কয়েল জড়ানো হয়। কোর  
ব্যবহারের ফলে কোড় লসের উদ্ভব হয়, যার মধ্যে  
এডি-কারেন্ট (Eddy current) এবং হিস্টেরেসিস  
(Hysteresis) লস অন্তর্ভুক্ত থাকে। কোর হিসাবে  
ব্যবহৃত হয়-

১। কোল্ড রোল্ড কোর (Cold rolled core) বা CRGO  
(Cold Rolled Grain Oriented) শিট

২। হট রোল্ড কোর (Hot rooled core)। এ সমস্ত  
কোরে যে সমস্ত সংকর ধাতু ব্যবহার করাহয়  
তাদের নাম নিম্নরূপঃ

(ক) লো-কার্বন স্টিল (Low carbon steel)

(খ) সিলিকন স্টিল (Silicon steel)



৭.২। তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের সংযোগের বিভিন্ন পদ্ধতির তালিকা এবং তাদের ব্যবহার  
(List various methods of connection of three phase transformer and their applications):

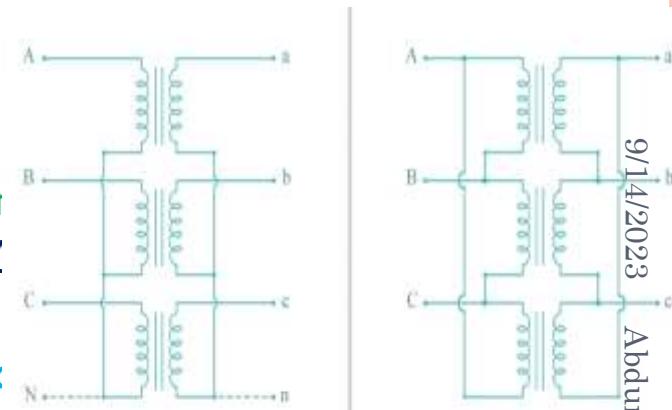
তিনফেজট্রান্সফরমারেরসংযোগেরবিভিন্নপদ্ধতিঃ

(ক) স্টার-স্টারসংযোগ (Star-Star connection)(Y-Y conn)

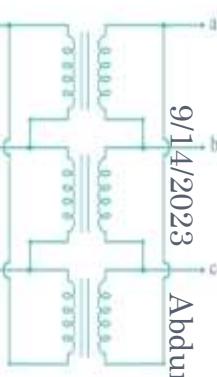
(খ) ডেলটা-ডেলটাসংযোগ (Delta-Delta connection)( $\Delta-\Delta$  conn)

(গ) স্টার-ডেলটাসংযোগ (Star-Delta connection)(Y- $\Delta$  conn)

(ঘ) ডেলটা-স্টারসংযোগ (Delta-Star connection)( $\Delta$ -Y conn)



Y - Y

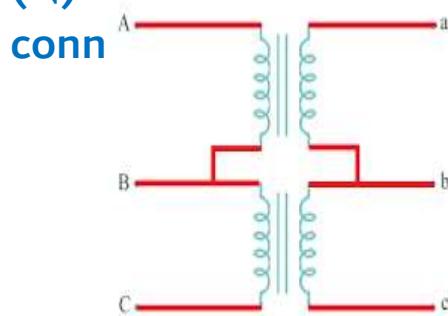


$\Delta$  -  $\Delta$

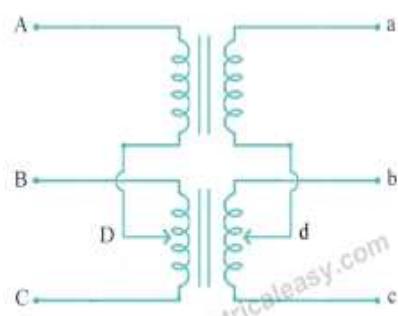
এ ছাড়া আরও দুটি সংযোগ হচ্ছেঃ

(ক) ওপেন-ডেলটা বা ভি-ভি সংযোগ (Open-delta or V-V connection)

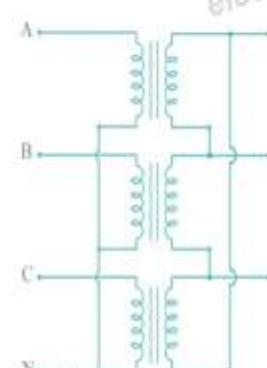
(খ) স্কট না টি টি অণ্টজাগ (Scott-T connection)



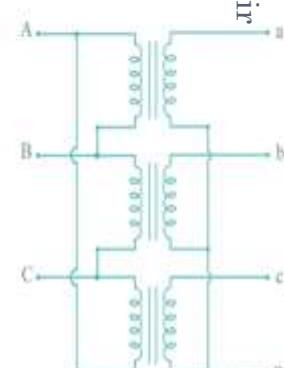
Open Delta Connection



Scott (T-T) Connection



Y -  $\Delta$



$\Delta$  - Y

৭.২। তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের সংযোগের বিভিন্ন পদ্ধতির তালিকা এবং তাদের ব্যবহার  
(List various methods of connection of three phase transformer and their applications):

**স্টার-স্টার ( $Y-Y$ ), ডেলটা-ডেলটা( $\Delta-\Delta$ ), স্টার-ডেলটা ( $Y-\Delta$ ), এবং ডেলটা-স্টার( $\Delta-Y$ )  
ব্যবহারবাপ্রয়োগক্ষেত্রনিরূপঃ**

#### (ক) স্টার-স্টারসংযোগ (Star-Star connection)( $Y-Y$ connection)

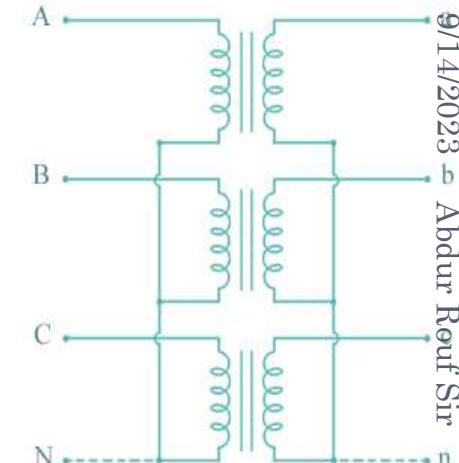
- ১। ট্রান্সফরমারকে স্টেপ-আপ এবং স্টেপ-ডাউন ডিগ্রাম ক্ষেত্রে ব্যবহার করাহয়।
- ২। তিন ফেজ ব্যালেন্সে লোডে ব্যবহার করাহয়।
- ৩।

যেখানে সেকেন্ডারি ফেজ ভোল্টেজের বিকৃতি বেশি সেখানে করাহয়।

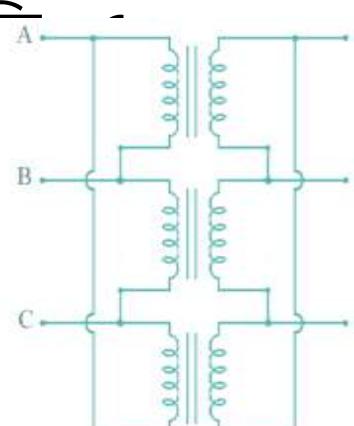
- ৪। এটির ছোট হাই-ভোল্টেজ ট্রান্সফরমার ব্যাবেশি প্রয়োগ দেখায়।

#### (খ) ডেলটা-ডেলটা সংযোগ (Delta-Delta connection):

- ১। কম ভোল্টেজে ব্যবহার করাহয়।
- ২। অসমান লোডেও ব্যবহার করাযায়।
- ৩। ওপেন ডেলটা হিসাবে ওপ্রয়োগ কর।
- ৪। এটির হাই লো



$Y - Y$



$\Delta - \Delta$



৭.২। তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের সংযোগের বিভিন্ন পদ্ধতির তালিকা এবং তাদের ব্যবহার (List various methods of connection of three phase transformer and their applications):

স্টার-স্টার ( $Y-Y$ ), ডেলটা-ডেলটা ( $\Delta-\Delta$ ), স্টার-ডেলটা ( $Y-\Delta$ ), এবং ডেলটা-স্টার  
ব্যবহারবাপ্রয়োগক্ষেত্রনিরূপঃ

### (গ) স্টার-ডেলটা সংযোগ (Star-Delta conn

$\Delta$  connection)

১। এটিস্টেপডাউনট্রান্সফরমারহিসাবেব্যবহৃত

২। এ পদ্ধতিসাব-

স্টেশনেট্রান্সমিশনলাইনেরশেষপ্রান্তেব্যবহৃত $\Sigma$ ।

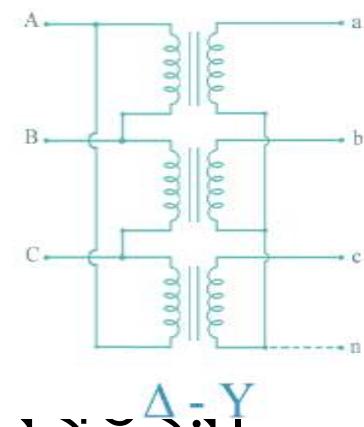
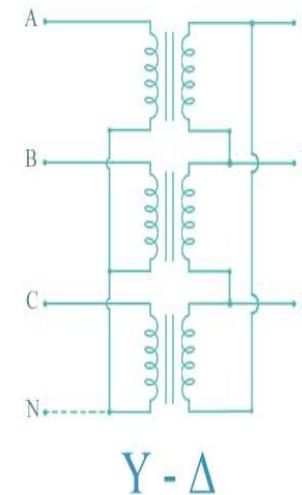
৩। লো-ভোল্টেজডিস্ট্রিবিউশনসার্কিটেপ্রয়ো

### (ঘ) ডেলটা-স্টারসংযোগ (Delta-Star conn connection)

১।

এটিসাধারণতস্টেপআপট্রান্সফরমারহিসাবে

২। এটিপ্রাইমারিট্রান্সমিশনসিস্টেমেরপ্রারম্ভে $\Delta$ - $Y$



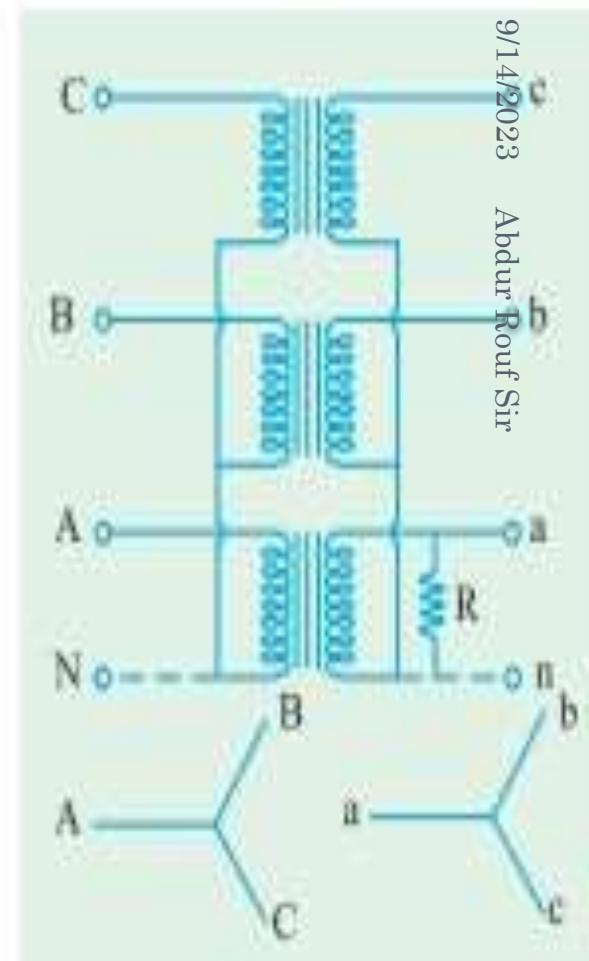
৭.৩। স্টার-স্টার ( $Y-Y$ ), ডেলটা-ডেলটা ( $\Delta-\Delta$ ), স্টার-ডেলটা ( $Y-\Delta$ ), এবং ডেলটা-স্টার ( $\Delta-Y$ )  
methods of star-star, delta-delta, star-delta, delta-star connection):

**ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন সংযোগ  
নিম্নে বর্ণনা করা হলোঃ**

### (ক) স্টার-স্টারসংযোগ (Star-Star connection)( $Y-Y$ )

এ পদ্ধতিরসংযোগচিত্রপাশেরচিত্রেদেয়াহলো। এ পদ্ধতিতে তিনটিসিঙ্গেলফেজট্রান্সফরমারউভয়দিকেসুয়ীসংযোগকরাহয়। এ ধরণেরসংযোগছোট, উচ্চভোল্টেজট্রান্সফরমারেরজন্যবিশেষডুপযোগী, কারণটার্নস/ফেজএরসংখ্যা এবং ইনসুলেশনেরপরিমাণ (যেহেতুফেজভোল্টেজলাইনভোল্টেজের  $\frac{1}{\sqrt{3}}$ গুন)।

প্রতিটিট্রান্সফরমারেরট্রান্সফরমেশনরেশিওএকইথাকলে সেকেন্ডারিসাইডেরলাইনভোল্টেজেররেশিওএকইহয়। এটিথি-ফেজব্যালেন্সডলোডেভালোকাজকরে, আনব্যালেন্সডলোডেএরসেকেন্ডারিনিউট্রালআডিঅবস্থা য। কারণ এখানে খুবকমমানেররেজিস্ট্যান্স অথাৎ প্রায়শি-সার্কিট এর ন্যায় রেজিস্ট্যান্স যেকোন এক তিটুট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারি-Star নিউট্রালের আড়াআড়িতে সংযোজন অবস্থার উদ্দৃবহয়। এরফলে খুব কম মানের কাবেন্টপ্রোত্তু হয়।



Star  
Connection

## ৭.৩। স্টার-স্টার (Y-Y), ডেলটা-ডেলটা ( $\Delta-\Delta$ ), স্টার-ডেলটা (Y- $\Delta$ ), এবং সংযোগপদ্ধতি (The methods of star-star, delta-delta, star-delta, connection):

ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন  
সংযোগ নিম্নে বর্ণনা করা

হলো:

### স্টার-স্টার পদ্ধতির সুবিধাসমূহ (Advantages of Y-Y system)

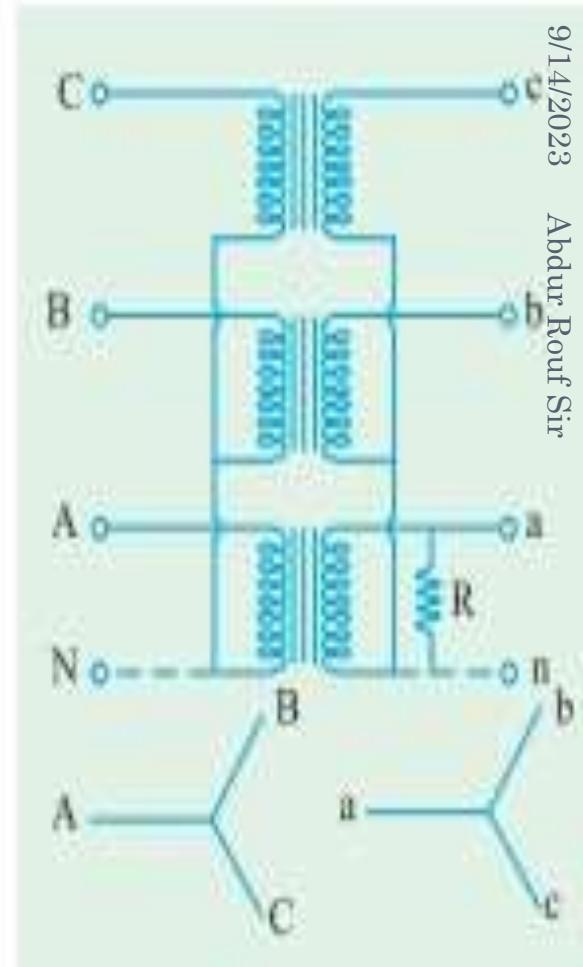
- ১। ট্রান্সফরমারকে স্টেপ-আপ এবং স্টেপ-ডাউন উভয়ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়।
- ২। তিনফেজ ব্যালেন্সেডে ব্যবহার করা হয়।
- ৩। এটির ছোট হাই-ভোল্টেজ ট্রান্সফরমার ব্যাংকিং-এ বেশি প্রয়োগ দেখায়।
- ৪।

ফেজ এবং নেতৃত্ব বিবেচনায় ইনসুলেশন খুব কম মলাগে কারণ ফেজ

### স্টার-স্টার পদ্ধতির অসুবিধাসমূহ

(Disadvantages of Y-Y system): লাইন টু নিউট্রাল ভোকাল স্ট্রাইক স্থান নিউট্রাল ত্রিৰতির উক্তব হয়।

- ১। আনব্যালেন্সেডে ভালো কাজ করেনা।
- ২। ডেলটা-স্টার বা স্টার-ডেলটা-এর সাথে প্যারালালে ব্যাংকিং করা যায়না।



Star-Star Connection

ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন  
সংযোগ নিম্নে বর্ণনা করা

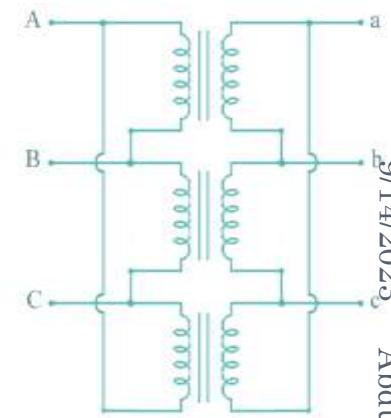
### (হ্যালোডেলটা-ডেলটা সংযোগ (Delta-Delta connection)) ( $\Delta-\Delta$ connection):

এ

পদ্ধতিঅনুযায়ী ট্রান্সফরমারের উভয় দিকে পোলারিটি  
যায়ী ডেলটা সংযোগ হয়ে থাকে।

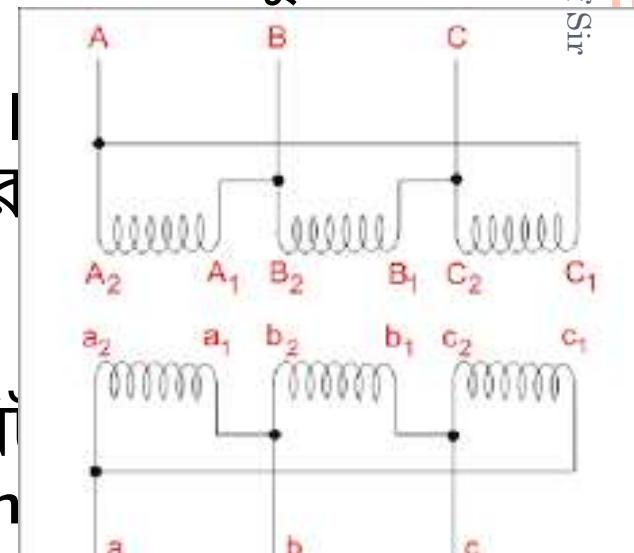
এটি সাধারণত কম ভোল্টেজে ভোল্কাজ করে।  
অসমান লোডে এর কোন অসুবিধা হয়না। এদের  
লাইন ভোল্টেজ (প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি)  
রেশিও এদের নিজস্ব রেশিও রসমান।

এর সবচেয়ে বড় সুবিধা হল যে কোন একটি ইউনিট  
যেগে লেবাকি দুটি দ্বারাভিত্তি-ভি ( $\text{V}-\text{V}$ ) connection  
দিয়ে সোভিস কে সাময়িকভাবে চালিয়ে নেয়া যায়।  
এতে কোন ভাস মান নি উত্তৃত উদ্বৃত্ত হয়না।



9/14/2023

Abdur Rouf Sir



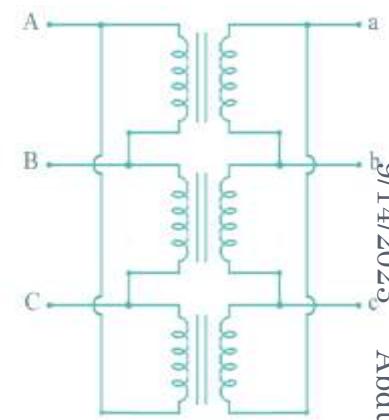
Delta-Delta connection

ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন  
সংযোগ নিম্নে বর্ণনা করা

(হ্যালোডেলটা-ডেলটাসংযোগেরসুবিধাসমূহ

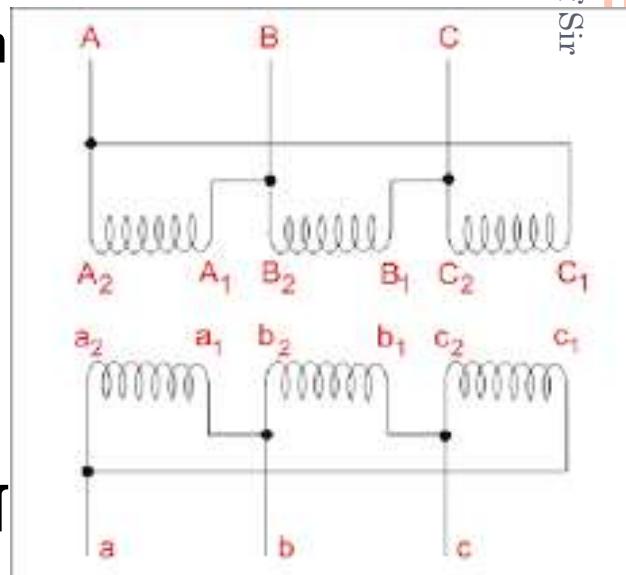
(Advantages of  $\Delta-\Delta$  connection):

- ১। এটিবৃহৎ লো-  
ভোল্টেজে ট্রান্সফরমারের জন্য উপযোগী।
- ২। আউটপুট ভোল্টেজে সাইনুসয়ডাল (Sinusoidal) হয়ে থাকে।
- ৩। অসমানলোডেওকোন অসুবিধাহ্যনা।
- ৪। ওপেনডেলটা (V-V connection) হিসাবেও প্রয়োগ করা যায়।
- ৫। প্রাইমারি ও  
সেকেন্ডারি ভোল্টেজের মধ্যে কোন ফেজ পা-  
-



9/14/2023

Abdur Rouf Sir



Sir

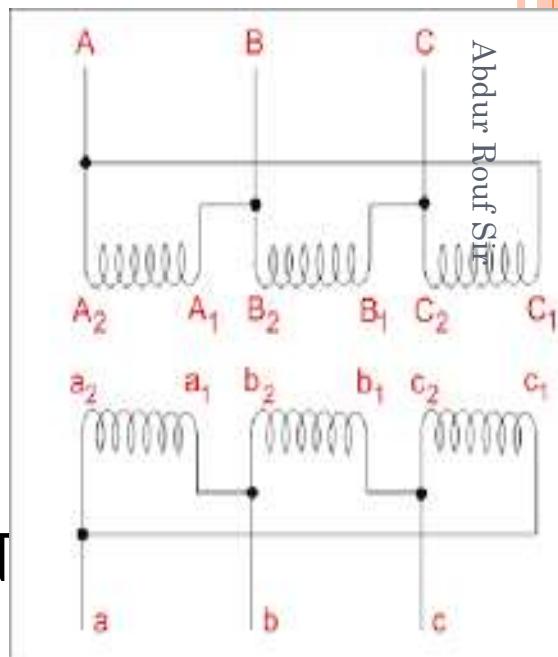
Delta-Delta connection

ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন  
সংযোগ নিম্নে বর্ণনা করা

## (খ) হেল্পেটা-ডেলটাসংযোগের অসুবিধাসমূহ

### (Disadvantages of $\Delta-\Delta$ connection):

- ১। এতে টোনস বাফেজ এর সংখ্যা বৃদ্ধি পায়।
- ২। Neutral connection পাওয়া যায়না।
- ৩। V-V connection এ  
কাজ করার সময় ফুল ক্যাপাসিটি পাওয়া যায়না।
- ৪। স্টার-ডেলটা বাডেল্টা-  
স্টার এর সাথে প্যারালাল ব্যাংকিং করায় না।
- ৫। তৃতীয় হার মোনিক এক্সাইটিং কারেন্ট ডেল্টা ওয়া  
আবর্ত করে (Circulating) প্রবাহিত হয়।



Delta-Delta connection

ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন সংযোগ  
নিম্নে বর্ণনা করা হলোঃ

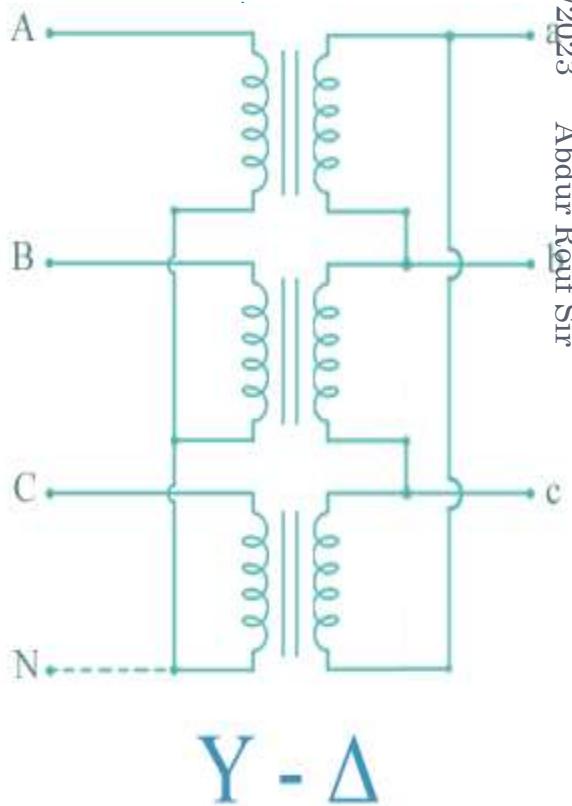
### (গ) স্টার -ডেলটাসংযোগ(Star-Delta connection)(Y-E)

পদ্ধতিতে প্রাইমারি স্টার এবং সেকেন্ডারি  
গুরুত্বে প্রাইমারি লাইনে সেকেন্ডারি  
গুরুত্বে সাধারণভোল্টেজ কমানোর জন্য এ  
ব্যবহার করা হয়। এ

পদ্ধতিতে সাধারণভোল্টেজ কমানোর জন্য এ  
ব্যবহার করা হয়। এ

সেকেন্ডারি লাইন ভোল্টেজ রেশিও এবং দ্রুতি  
মান হয়ন। প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি লাইন ভোল্টেজ  
৩০° ফেজ পার্থক্য থাকে।

ট্রান্সফরমারের শেষ প্রান্তে অবস্থিত সাব-  
স্টেশন ভোল্টেজ কে কমানোর কাজে সাধারণ



ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন সংযোগ  
নিম্নে বর্ণনা করা হলোঃ

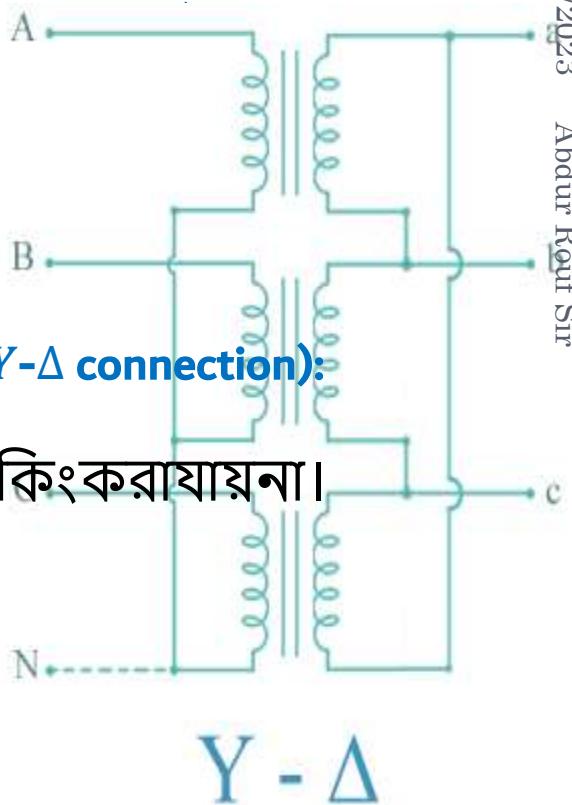
### স্টার -ডেলটাসংযোগের সুবিধা(Advantages of $Y-\Delta$ )

১।

উচ্চভোল্টেজথেকে কমভোল্টেজ আনয়নে:  
যোগী।

### স্টার -ডেলটাসংযোগের অসুবিধা(Disadvantages of $Y-\Delta$ connection):

১। ডেলটা-ডেলটাবাস্টার-স্টার এর সাথে প্যারালালেব্যাংকিং করায় যায়না।



Star-Delta connection

## ৭.৩। স্টার-স্টার (Y-Y), ডেল্টা-ডেল্টা ( $\Delta-\Delta$ ), স্টার-ডেল্টা (Y- $\Delta$ ), এবং ডেল্টা-স্টার (The methods of star-star, delta-delta, star-delta, delta-star conn

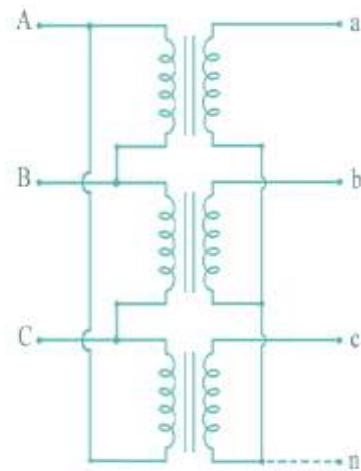
ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন সংযোগ  
নিম্নে বর্ণনা করা হলোঃ

(ঘ) ডেল্টা-স্টারসংযোগ(Star-Delta connection)(Y- $\Delta$  conn)

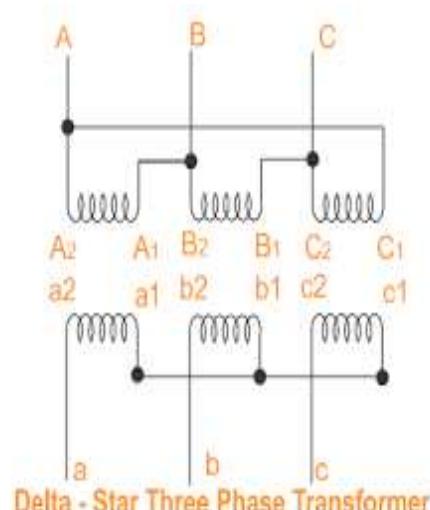
এ পদ্ধতিতে প্রাইমারি ডেল্টা এবং সেকেন্ডারি স্টারসংযোগ হ।  
পদ্ধতিভোল্টেজ বর্ধিত করার জন্য ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

বিশেষ করা প্রাইমারি ট্রান্সফরমেশন লাইনের শুরুতে ব্যবহৃত হয়।  
সেকেন্ডারি স্টারসংযোগ থাকায় মাত্র 58%

ইনসুলেশনে কাজ চালানো যায়। আনব্যালেন্স ও  
লোডেভোসমান নিউট্রাল রুটির উত্তৃবহুলনা। এ  
সংযোগে ভোল্টেজ ওয়েভ বিকৃতি বিহীন (Distortionless) হয়।  
লাইন ভোল্টেজের ভোল্টেজ রেশিও একই হয়না কারণ প্রতিটি  
রের ট্রান্সফরমেশন রেশিও অনুযায়ী হয়।



$\Delta - Y$



Delta – Star  
connection

## ৭.৩। স্টার-স্টার (Y-Y), ডেলটা-ডেলটা ( $\Delta-\Delta$ ), স্টার-ডেলটা (Y- $\Delta$ ), এবং ডেলটা-স্টার (The methods of star-star, delta-delta, star-delta, delta-star conn

ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন  
সংযোগ নিম্নে বর্ণনা করা  
হলোঃ স্টার সংযোগের সুবিধাসমূহ (Advantages of Y- $\Delta$ )

১। ইনসুলেশনের পরিমাণক মলাগে-মাত্র ৫৮%  
ইনসুলেশনে কাজ চালানোযায়।

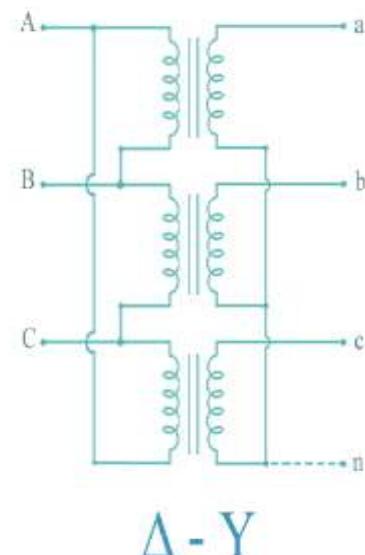
২। আনব্যালেন্সে লোডে ভোসমান নি উত্তীর্ণ করতে উচ্চ বহয়ন

৩। ভোল্টেজ ওয়েভ বিকৃতি বিহীন হয়।

৪। বর্তমান কালে ডিস্ট্রিবিউশন ট্রান্সফরমার হিসাবে বেশ জনপ্রিয়,  
কারণ সেকেন্ডারি রিহিটেন উত্তীর্ণের সাহায্যে সিঙ্গেল ফেজ সাপ্লাঈ।

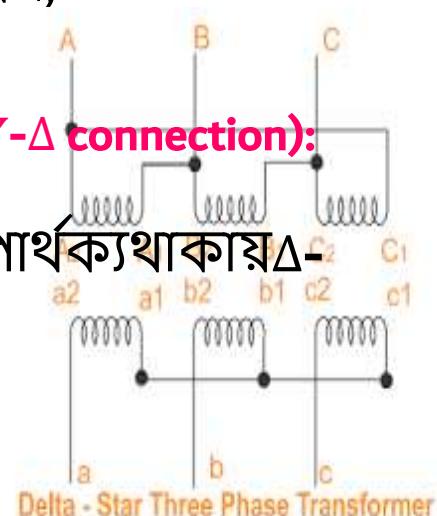
ম। ডেলটা-স্টার সংযোগের অসুবিধাসমূহ (Disadvantages of Y- $\Delta$  connection):

১। প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি লাইন ভোল্টেজের মধ্যে  $30^\circ$  ফেজ পার্থক্য থাকায়  $\Delta-\Delta$  বা Y-Y এর প্রয়ালালে ব্যাংকিং করায় না।



9/14/2023

Abdur Rouf Sir

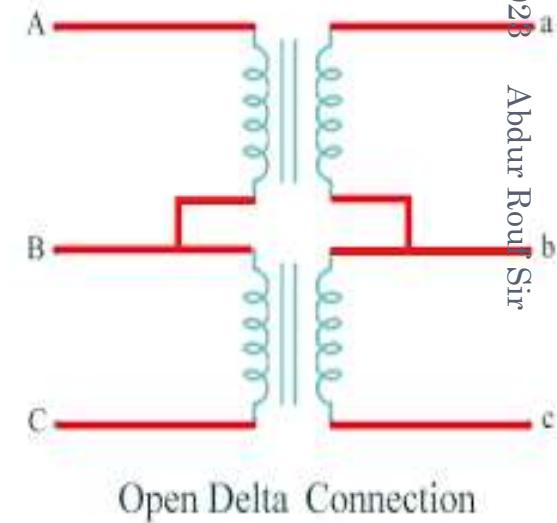


Delta – Star  
connection

## ৭.৪। ওপেন ডেল্টা বা ভি-ভি সংযোগের বর্ণনা (Describe open delta or V-V connection):

এ পদ্ধতিতে দুটি সিঙ্গেল ফেজ ট্রান্সফরমারের ব্যাংকিং দ্বারা তিন ফেজের সরবরাহ রাখা যায়, তাকে ওপেন ডেল্টা বা ভি-ভি সংযোগ বলে।

ডেল্টা-ডেল্টা পদ্ধতিতে পাওয়ার সাপ্লাই দেয়ার সময় যদি তিনটি ট্রান্সফরমারের মধ্য হতে একটি সরিয়ে নেয়া যায় অথবা কোনো কারণে তিনটি ট্রান্সফরমারের মধ্যে একটি ট্রান্সফরমার নষ্ট হয়ে যায়, তখন অবশিষ্ট দু'টি ট্রান্সফরমার দ্বারা তিন ফেজের কাজ চালিয়ে নেয়া যায়।



Open Delta Connection

## ৭.৪। ওপেন ডেল্টা বা ভি-ভি সংযোগের বর্ণনা (Describe open delta or V-V connection):

ওপেন- ডেল্টায় (V-V) তিনফেজমোটপাওয়ার ( $\Delta-\Delta$ )

সংযোগের 57.7% or 58% বহনকরতেপারে।

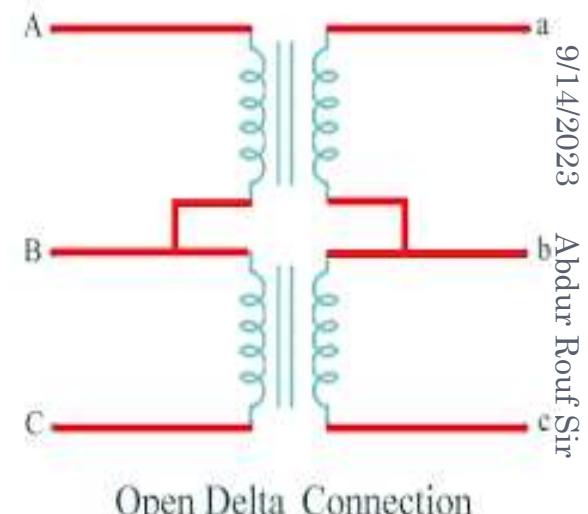
$(\Delta-\Delta)$  তেতিনফেজপাওয়ার  $\sqrt{3}V_L I_L$

V-V কানেকশনে ট্রান্সফরমারে মাঝে মাঝে ইনকারেন্ট  $\frac{I_L}{\sqrt{3}}$

কাজেই V-V তেতিনফেজপাওয়ার  $I_L \times \frac{I_L}{\sqrt{3}} = V_L I_L$

$$\frac{\text{Power in V - V System}}{\text{Power in } \Delta - \Delta \text{ System}} = \frac{P_{V-V}}{P_{\Delta-\Delta}} = \frac{V_L I_L}{\sqrt{3}V_L I_L} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 57.7\% = 58\%$$

$$\therefore P_{V-V} = P_{\Delta-\Delta} \times 58\%$$



## ৭.৪। ওপেন ডেল্টা বা ভি-ভি সংযোগের বর্ণনা (Describe open delta or V-V connection):

### ওপেন-ডেল্টা পদ্ধতির সুবিধাসমূহ (Advantages of open delta connection):

১। কোনো কারণে ডেল্টা-ডেল্টা পদ্ধতির একটি ট্রান্সফরমার বিকল হয়ে গেলেও নিরবচ্ছিন্নভাবে বাকি দুটির সাহায্যে পাওয়ার সরবরাহ দেয়া যায়।

২। ওপেন-ডেল্টা পদ্ধতিতে পাওয়ার সরবরাহকালীন সময়ে অবশিষ্ট নষ্ট ট্রান্সফরমারটি মেরামতের সুযোগ পাওয়া যায়।

### ওপেন-ডেল্টা পদ্ধতির সুবিধাসমূহ (Disadvantages of open delta connection):

গ্রিনেজ পাওয়ার সরবরাহ দেয়া যায়। স্কট-কানেকশনের ন্যায় ঝামেলা করতে হয়ন।

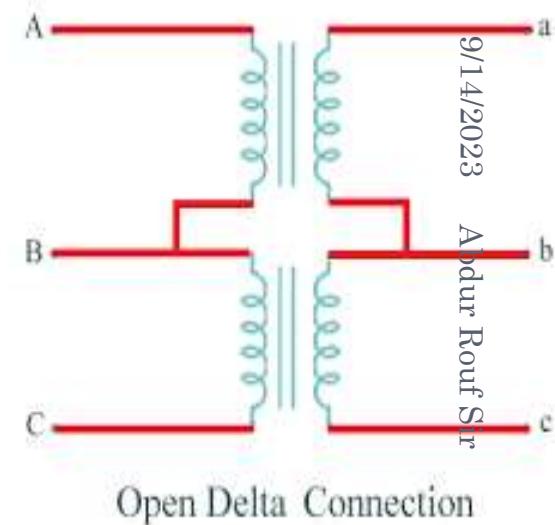
১। গড় পাওয়ার ফ্যাক্টরের মান লোড পাওয়ার ফ্যাক্টরের তুলনায় কম হয়। এর মান ব্যালেন্সড লোড ফ্যাক্টরের ৮৬.৬% হয়ে থাকে।

২। ব্যালেন্সড একক পাওয়ার ফ্যাক্টর বিশিষ্ট লোড না হলে দু'টি ট্রান্সফরমার বিভিন্ন পাওয়ার ফ্যাক্টরে কাজ করে।

৩। বর্ধিত লোডে প্রায়ি সেকেন্ডারি টার্মিনাল ভোল্টেজ অসম হওয়ার প্রবণতা থাকে। এমনকি সুষম লোডেও এটি ঘটে থাকে।

৪। পরিপূর্ণ ক্যাপাসিটিতে লোডে পাওয়ার সরবরাহ দেয়া যায় না।

৫। ইউনিটি প্রায়মার ফ্যাক্টর লোডে কাজ করব মম ওপেন

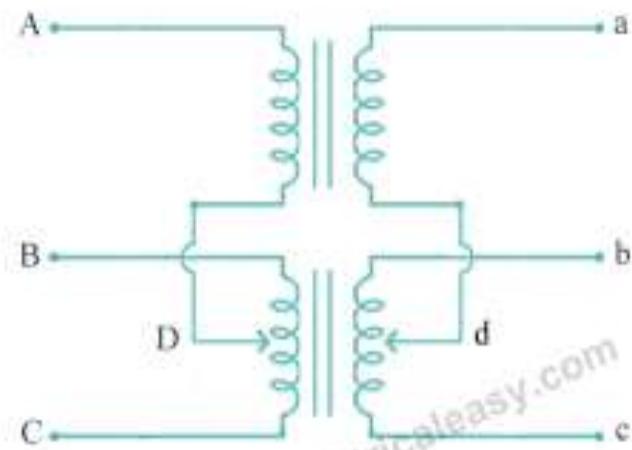


## ৭.৫। স্কট বা টি - টি (T-T) সংযোগের বর্ণনা (Describe Scott T-T connection).

### স্কট বা টি - টি (T-T) সংযোগের বর্ণনা:

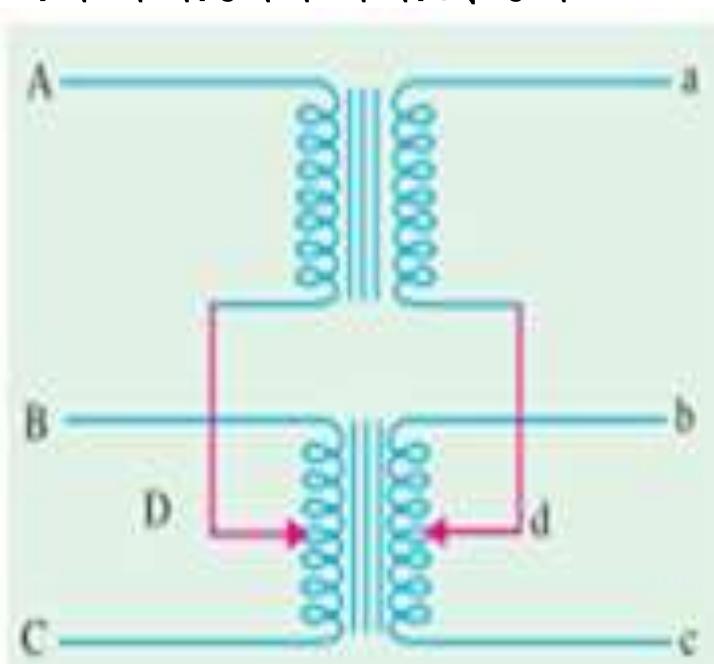
এ পদ্ধতিতেও দুটি এক ফেজ ট্রান্সফরমারের সাহায্য তিন ফেজ পাওয়ার সরবরাহ করা যায়। এ পদ্ধতির দুটি ট্রান্সফরমারের একটিকে বলা হয় মেইন ট্রান্সফরমার এবং অপরটিকে বলা হয় টিজার ট্রান্সফরমার (Teaser Transformer)। টিজার ট্রান্সফরমারের ওয়াইল্ডিংয়ের মাত্র ৪৬.৬% কাজে লাগানো হয়। টিজার ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি উভয়েরই একটি টার্মিনাল মেইন ট্রান্সফরমারের যথাক্রমে

প্রাই  
বৈদ্যু  
অক্ষ  
কানে



Scott (T-T) Connection

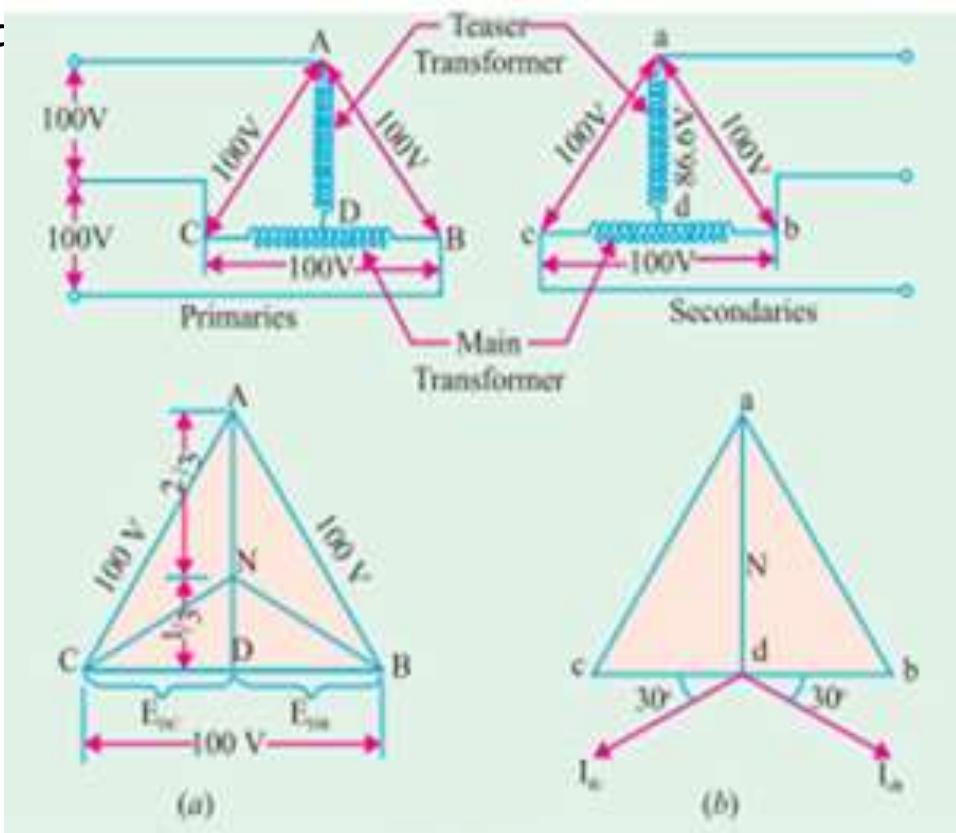
বি  
টা  
বকে



## ৭.৫। স্কট বা টি -টি (T-T) সংযোগের বর্ণনা (Describe Scott T-T স্কট বোল্টিটি (T-T) সংযোগের বর্ণনা:

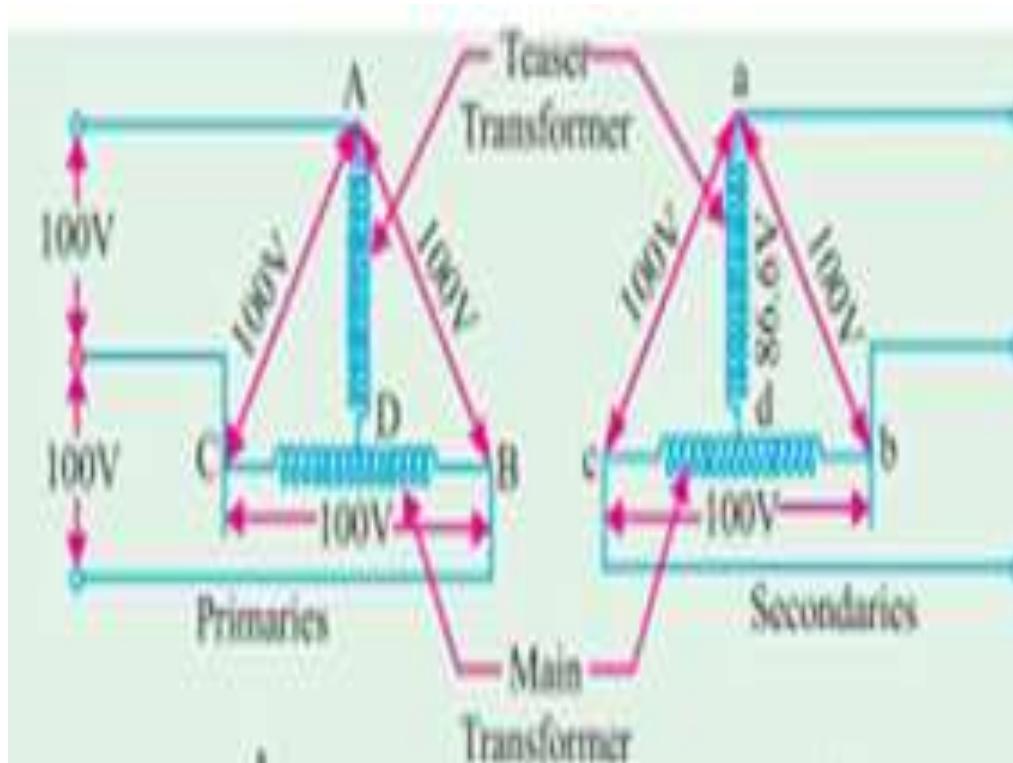
এ পদ্ধতির সর্বপ্রথম ব্যবহারকারী চার্লস এফ. স্কট (Charles F. Scott) এর নাম অনুসারে এটিকে স্কট কানেকশনও বলা হয়। এর কার্যপদ্ধতি বুঝবার সুবিধার্থে ট্রান্সফরমেশন রেশিও  $1:1$  ধরা হয়েছে। প্রাইমারি তিন ফেজ সাপ্লাই ভোল্টেজ ও সেকেন্ডারি তিন ফেজ সাপ্লাই ভোল্টেজ যথাক্রমে দু'টি সমবাহু ত্রিভুজ  $ABC$  ও  $abc$  দ্বারা দেখানো হয়েছে। এরা সমবাহু এবং  $1:1$  অনুপাত বিশিষ্ট হওয়ার উভয় ত্রিভুজের প্রতি বাহু অর্থাৎ লাইন-টু-লাইন  $100$  ভোল্ট ধরা হয়েছে।  $ABC$  ত্রিভুজের  $BC$  বাহুর উপর অক্ষিত লম্ব  $AD$  এবং  $abc$  ত্রিভুজের  $bc$  বাহুর উপর অক্ষিত লম্ব  $ad$  করছে।

কন্ডারি ভোল্টেজ নির্দেশ



## ৭.৫। স্কট বা টি -টি (T-T) সংযোগের বর্ণনা (Describe Scott T-T স্কটবাইটিপি(T-T) সংযোগের বর্ণনা:

সেকেন্ডারি সাইডে সমকেণ্টি ত্রিভুজ  $adc$  হতে  $ad=ab \sin 60^\circ = 100 \times \sin 60^\circ = 86.6 \text{ V}$  অর্থাৎ মেইন ট্রান্সফরমারে ভোল্টেজের তুলনায় টিজার ট্রান্সফরমারের 86.6% ভোল্টেজ পাওয়া যায়। এ পদ্ধতির উভয় দিকের তিন মাথার সমান তিন ফেজ ভোল্টেজ পাওয়া যাবে। সুতরাং প্রমাণিত হয় যে, টি-টি বা স্কট কানেকশনে মেইন ট্রান্সফরমারের ওয়াইল্ডিংয়ের তুলনায় টিজার ট্রান্সফরমারের ওয়াইল্ডিং 86% কাজে লাগানো হয়। অনুরূপভাবে, প্রাইমারি সাইডের টিজারে 86.6 ভোল্ট পাওয়া যাবে।



## ৭.৬। ভি-ভি এবং টি-টি স্লগফোগের প্রয়োগের ব্যাখা (Explain the application of V-V and T-T connection):

### (ক) ওপেন-ডেল্টা পদ্ধতির প্রয়োগ ব্যবহার (Application of open-delta connection):

১। যখন তিনি ফেজ পাওয়ারের চাহিদাখুব কম থাকে।

২। যখন ডেল্টা-ডেল্টা পদ্ধতির যে-

কোনো এক ট্রান্সফর মার্বিক কল হয়ে গেলে সাময়িকভাবে অল্প ক্ষ্যাপাসি টিতে অবশিষ্ট দু'টি ট্রান্সফর মার্বিক কানেকশনে তিনি ফেজ কাজ চালানো যায়।

৩। যখন কোনো এলাকায় প্রাথমিক অবস্থায় লোড কর্ম হয় এবং অদূর ভবিষ্যতে লোড বেশি হওয়ার সম্ভাবনা সেক্ষেত্রে কে মলোডের সময় V-V পদ্ধতি তে এবং বেশি লোডের সময় Δ-Δ পদ্ধতি তে কাজ চালানো হয়।

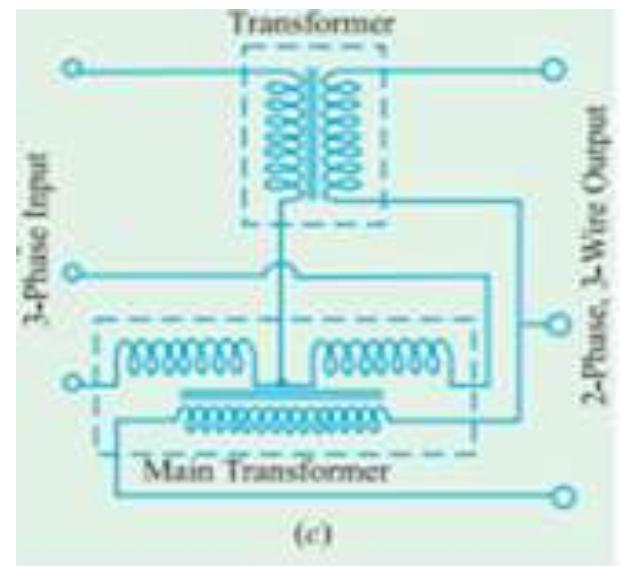
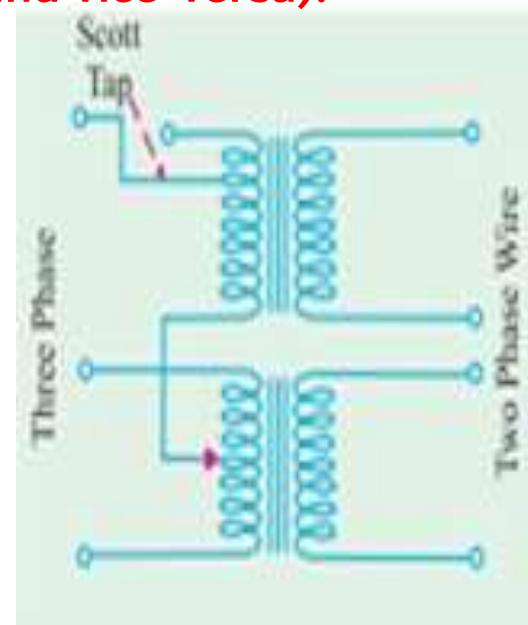
### (খ) টি-টি সংযোগ পদ্ধতির প্রয়োগ বা ব্যবহার (Application of T-T connection):

১। দুটি এক ফেজ ট্রান্সফর মার্বি দিয়ে তিনি ফেজ সরবরাহ দেওয়ার জন্য

২। তিনি ফেজ হতে তিনি ফেজ অথবা তিনি ফেজ হতে দুই ফেজ অথবা দুই ফেজ হতে তিনি ফেজ সরবরাহ দেয়ার জন্য।

## ৭.৭। তিন ফেজ হতে দুই ফেজ এবং ভাইস ভার্সা সংযোগ পদ্ধতি অঙ্কন (Draw the connection of three phase to two phase and vice-versa):

এ ধরনের কনভারশনসমূহ তিন ফেজ সাপ্লাই হতে দুই ফেজ লোড চালনার ক্ষেত্রে করা হয়। এ কারণে এই কনভারশনসমূহ স্কট সংযোগ (T-T সংযোগ)-এ ব্যবহার করা হয়। এ ধরনের সংযোগের জন্য এক্ষেত্রে ট্রান্সফরমারে উপযুক্ত ট্যাপিং ব্যবস্থা থাকতে হয়। এ ব্যবস্থাপনায় ব্যবহৃত দুটি ট্রান্সফরমারের একটিকে মেইন ট্রান্সফরমার এবং অপরটিকে টিজার ট্রান্সফরমার বলা হয়। টিজার ট্রান্সফরমারের এক প্রান্ত মেইন ট্রান্সফরমারের মধ্যবিন্দুতে ট্যাপ করা থাকে। প্রাইমারি সাইডে টিজার ওয়াইন্ডিং প্যাঁচ সংখ্যা এমনভাবে রিংবেল করা ক্ষেত্রে প্রাইমারি



## ৭.৭। তিন ফেজ হতে দুই ফেজ এবং ভাইস ভার্সা সংযোগ পদ্ধতি অঙ্কন (Draw the connection of three phase to two phase and vice-versa):

পাশের

চিত্রে বহুত মেইন ট্রান্সফর মারের প্রাইমারিতে  $N_1$  সংখ্যক প্যাচ আছে, যাকে তিন ফেজ সাপ্লাইয়ের CB

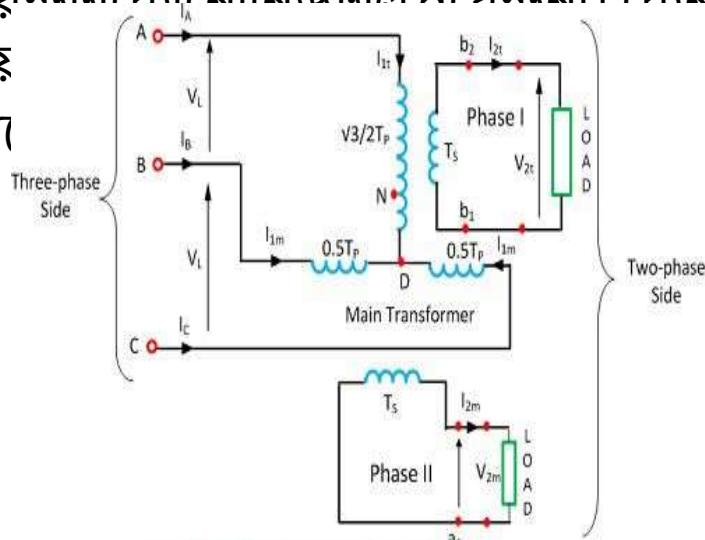
টার্মিনালে সংযুক্ত করা হয়েছে এবং টিজার ট্রান্সফর মারের এক টিপ্রান্ত সাপ্লাইয়ের A টার্মিনালের সাথে সংযুক্ত করা হয়েছে।

যদিলাইন ভোল্টেজ  $V$  হয়ত বেঅবশ্যই  $V_{AB} = V_{BC} = V_{CA} = V$  হবে। কিন্তু A এবং D

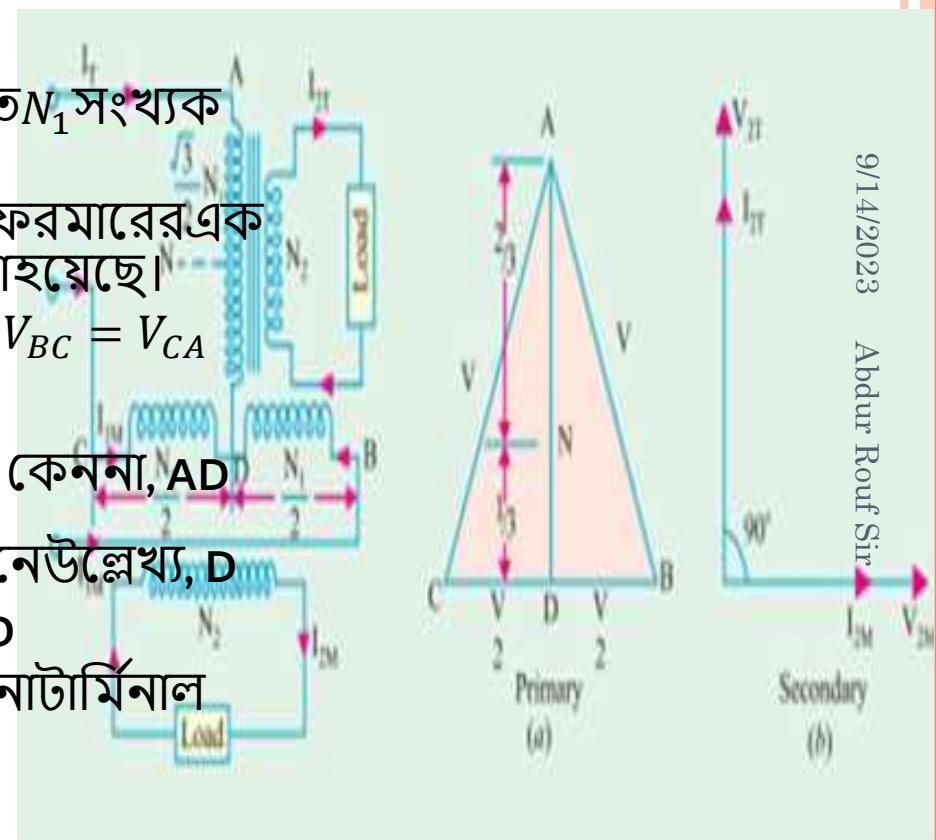
এর মধ্যবর্তী ভোল্টেজ ড্রপ হবে  $\frac{\sqrt{3}}{2}V$  এর সমান। কেননা, AD

কয়েলের টার্ন সংখ্যা হবে  $\frac{\sqrt{3}}{2}N_1$  এর সমান। এখানে উল্লেখ্য, D পয়েন্টটি ক্লান্টাইনাল প্রচলন নয়। কেননা D

পয়েন্ট  
ভো



কানো টার্মিনাল



## ৭.৭। তিন ফেজ হতে দুই ফেজ এবং ভাইস ভার্সা সংযোগ পদ্ধতি অঙ্কন (Draw the connection of three phase to two phase and vice-versa):

ধরি,

N হলোনিউট্রাল পয়েন্ট। সুতরাং N এরসাপেক্ষে A

এরভোল্টেজ  $\frac{V}{\sqrt{3}}$  এবং D এরসাপেক্ষে A

এরভোল্টেজ  $\frac{\sqrt{3}V}{2}$  V | সেহেতু DN

অংশের আড়াআড়ি ভোল্টেজ ড্রপ হবে  $(\frac{\sqrt{3}V}{2} - \frac{V}{\sqrt{3}}) =$

0.288 V বা 0.29 V | সুতরাং কয়েলের DN

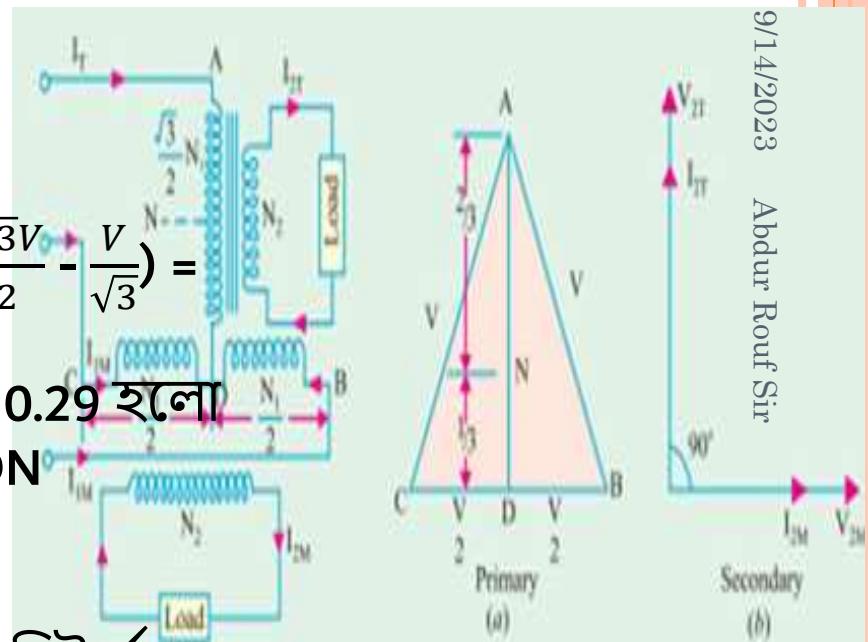
অংশের টার্নসংখ্যা হবে  $N_1$  এর 29% | যেহেতু 0.29 হলো

0.866 এর এক তৃতীয়াংশ, সেহেতু AN এবং DN

এর অনুপাত হবে

2 : 1। অপরদিকে,

সেকেন্ডারি সাইডের ভোল্টেজ সুমূহ সেকেন্ডারি টার্নসংখ্যার  
উপর নির্ভর করে। তবে ভোল্টেজ দ্বয়ের মধ্যে 90° ফেজ  
পার্থক্য বিদ্যমান থাকে।



# মূল্যায়ন

## প্রশ্ন-১ ওপেন- ডেল্টা সংযোগের সুবিধাসমূহ লিখ।

- ১। কোনো কারণে ডেল্টা-ডেল্টা পদ্ধতির একটি ট্রান্সফরমার বিকল হয়ে গেলেও নিরবচ্ছিন্নভাবে বাকি দুটির সাহায্যে পাওয়ার সরবরাহ দেয়া যায়।
  - ২। ওপেন-ডেল্টা পদ্ধতিতে পাওয়ার সরবরাহকালীন সময়ে অবশিষ্ট নষ্ট টড়ান্সফরমারটি মেরামতের সুযোগ পাওয়া যায়।
  - ৩। অতি সহজেই প্রয়োজনে দু'টি ট্রান্সফরমারের সাহায্যে থ্রি-ফেজ পাওয়ার সরবরাহ দেয়া যায়। স্কট-কানেকশনের ন্যায় ঝামেলা করতে প্রশ্ন-২ ভাসমান হয়।
- নিউট্রাল কী ?**

সকল ইলেক্ট্রিক্যাল সার্কিটে একটি নিউট্রাল পয়েন্ট থাকে। এটি থ্রি-ফেজ ব্যালেন্সড লোডে ভালো কাজ করে, আনব্যালেন্সড লোডে এর সেকেন্ডারি নিউট্রাল আদি অবস্থান হতে কিছুটা সরে যায়। কারণ এখানে খুব কম মানের রেজিস্ট্যান্স অর্থাৎ প্রায় শর্ট-সার্কিট এর ন্যায় রেজিস্ট্যান্স যে কোন একটি ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারি ও নিউট্রালের আড়াআরিতে সংযোজন অবস্থার উন্নত হয়। এর ফলে খুব অল্প মাত্রার কারেন্ট প্রবাহিত হয় ও নিউট্রাল বিন্দু আদি অবস্থাম থেকে সরে যায়। এ ধরনের ত্রুণিকে ভাসমান নিউট্রাল (Floating Neutral) বলে। এ ত্রুণি প্রাইমারি নিউট্রালকে আর্থ করে সারানো যায়। তা ছাড়া সেকেন্ডারি ফেজ ভোল্টেজের ডিস্টরশন (Distortion) দূর হয়।

# বাড়ির কাজ

- \*১। ওপেন-ডেল্টাপদ্ধতিরকার্যপ্রণালিবর্ণনাকর।
- \*২। দেখাওয়ে, V-V সংযোগের পাওয়ার, Δ-Δ সংযোগের পাওয়ার
- \*৩। দেখাওয়ে, T-T সংযোগে ট্রেজারট্রান্সফরমারওয়াইন্ডিং এর ৪৬' ট্যাপিং কাজেলাগানোহয়।
- \*৪।  
তিনফেজ হতে দুইফেজ তিনতার এবং দুইফেজ তিনতার হতে তিনয়ে  
রের সংযোগ পদ্ধতি অংকন করে ব্যাখ্যাকর।
- \*৫। স্টার-স্টার সংযোগ পদ্ধতি চিৎ ই সহ বর্ণনাকর। এর সুবিধা ও  
অসুবিধা গুলো লিখ।
- \*৬। ট্রান্সফরমারের ব্যাংকিং এবং শর্ত গুলো উল্লেখ কর।

# সবুজে চোখে



# পাঠ পরিচিতি:

বিষয়ঃ এসি মেশিনস-১ (৬৬৭৬১)

৬ষ্ঠ পর্ব (ইলেক্ট্রিক্যাল)

৮ম অধ্যায়

অটো-ট্রান্সফরমারের মূলনীতি (Principle of  
Auto-Transformer)



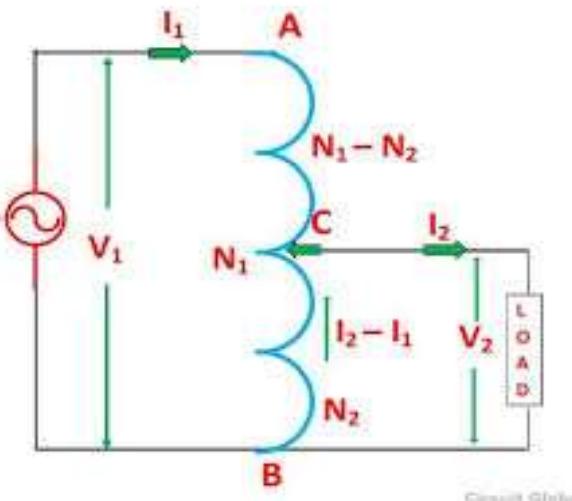
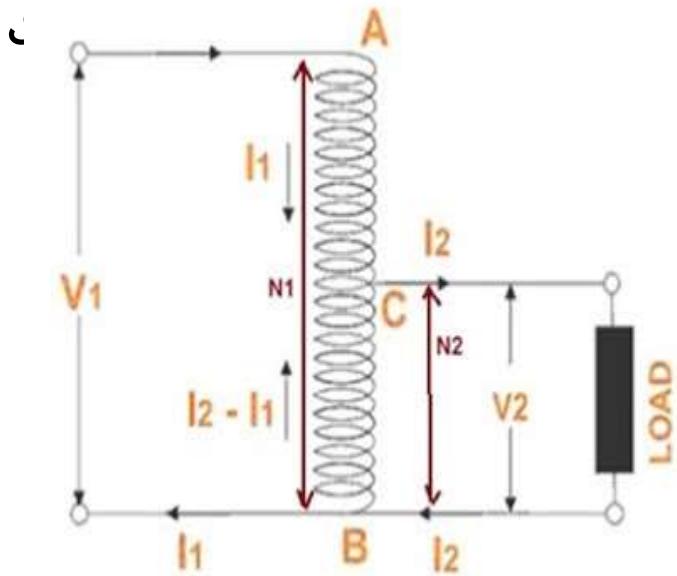
## এ অধ্যায়ের পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা জানতে পারবেঃ

- ৮.১। অটো- ট্রান্সফরমারের বর্ণনা করন।
- ৮.২। ট্রান্সফরমড পাওয়ার এবং কণ্ডাকটেড পাওয়ারের ব্যাখ্যা করন।
- ৮.৩। অটো- ট্রান্সফরমারের সুবিধা ও অসুবিধা সমূহ বর্ণনা করন।
- ৮.৪। দুই ওয়াইল্ডিং বিশিষ্ট ট্রান্সফরমারকে অটো- ট্রান্সফরমারে রূপান্তরের ধারনা।
- ৮.৫। অটো- ট্রান্সফরমারের ব্যবহারের ধারনা।
- ৮.৬। অটো- ট্রান্সফরমার সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান নির্ণয় করণ।
- ৮.৭। অটো- ট্রান্সফরমার ও কনভেনশনাল ট্রান্সফরমার মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করণ।

## ৮.১ অটো-ট্রান্সফরমারের বর্ণনা ( Describe the Auto-transformer):

অটো-ট্রান্সফরমার এমন একটি ব্যতিক্রমধর্মী ট্রান্সফরমার, যার মধ্যে কেবলমাত্র একটি কয়েল থাকে। এর কিছু অংশ প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি উভয়েরই মধ্যে কমন থাকে অর্থাৎ প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি উভয় কয়েলই ইলেকট্রিক্যালি ও ম্যাগনেটিক্যালি সংযুক্ত থাকে।

ঃ নির্মাণ পদ্ধতি।



চিত্র নং-১ অটো-  
ট্রান্সফরমার

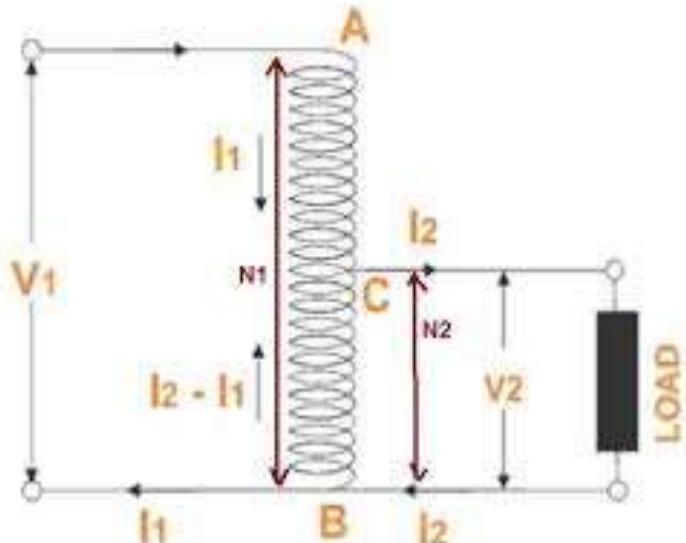
## ৮.১। অটো- ট্রান্সফরমারের বর্ণনা ( Describe the Auto-transformer):

চিত্রে (চিত্র নং-২) ইনপুটভোল্টেজ  $V_1$  সম্পূর্ণওয়াইল্ডিং AB তে আরোপিতহয়েছে অংশসংযুক্তআছে। সেকেন্ডারিভোল্টেজ  $V_2$  নিম্নলিখিতফর্মুলাথেকেপাওয়াযায়-

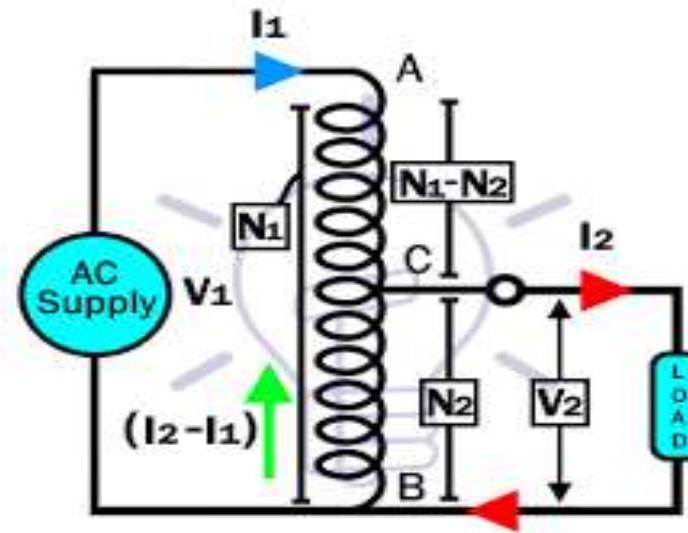
$$V_2 = V_1 \times \frac{N_{BC}}{N_{AB}} = V_1 \times \frac{N_2}{N_1}$$

$$\therefore \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = a \quad \dots \dots \quad (1) \quad [a = \text{Transformation Ratio of transformer}]$$

চিত্রে  $I_1$  কারেন্টওয়াইল্ডিং এর AC অংশে প্রবাহিতহচ্ছে এবং  $(I_2 - I_1)$  কারেন্ট BC অবস্থায় অটো-ট্রান্সফরমারদুইওয়াইল্ডিং বিশিষ্ট ট্রান্সফরমারের মতো ইকাজকর চে অংশ প্রাইমারি এবং BC অংশ সেকেন্ডারি হিসেবে কাজকরে।



চিত্র নং-২  
অটো-

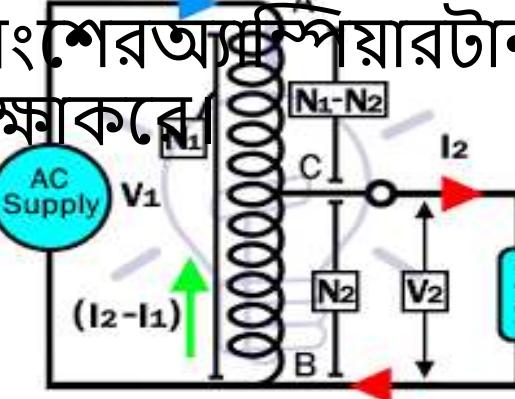


## ৮.১ অটো- ট্রান্সফরমারের বর্ণনা ( Describe the Auto-transformer):

যখন অটো-

ট্রান্সফরমারের আউটপুটটা মিনালে লোডসং যুক্ত করা হয় তখন আউটপুট হয়। এই কারণে নেটসর বরাহকরা রজন্য ডিভয়ওয়াইন্ডিং-এ লোড করার নেটের অংশের উপস্থিতিথাকতে হয়। একটি অংশ পজিটিভ ডাই-  
C তে যায়। অন্য ওয়াইন্ডিং-এ লোড করার নেটের অপর অংশ পজিটিভ ডাই-  
C তে যায়।

লোড করার নেটের উভয় অংশ তাদের নিজস্ব পজিটিভ ডাই-রেকশনে ফেজ ডেভার মান এমনভাবে হয় যাতে BC অংশের অ্যাম্পিয়ার টার্ন AC  
অংশের অ্যাম্পিয়ার টার্ন দ্বারা সমতার ক্ষমতা করে।



চিত্র নং-৩ অটো-  
ট্রান্সফরমার

## ৮.১ অটো-ট্রান্সফরমারের বর্ণনা (Describe the Auto-transformer):

প্রমান করে যে, অটো-ট্রান্সফরমারের ট্রান্সফরমিশন রেশিও দুই ওয়াইল্ডিং এর টার্নস রেশিওর চেয়ে বেশি।

প্রমানঃ

নো-

লোডঅবস্থায়আরোপিতভোল্টেজওয়াইল্ডিংদুইটিরটার্নসংখ্যারঅনুপাতেভোল্টেজভোল্টালোডবিপুলিয়াম, অর্থাৎ

$$\frac{V_{BC}}{V_{AB}} = \frac{N_{BC}}{N_{AB}}$$

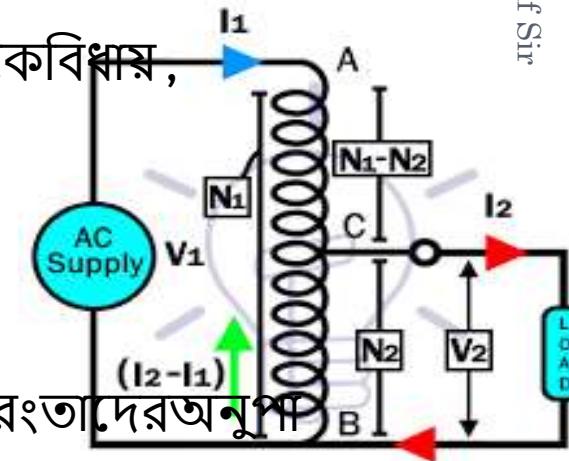
আবারনো-লোডঅবস্থায়  $V_{AC}$  এবং  $V_{BC}$  একইফেজঅভিমুখেথাকেবিধায়,

$$V_{AB} = V_{AC} + V_{BC}$$

$$\frac{V_{AB}}{V_{BC}} = \frac{V_{AC}}{V_{BC}} + \frac{V_{BC}}{V_{BC}} = 1 + \frac{V_{AC}}{V_{BC}} = 1 + \frac{N_{AC}}{N_{BC}}$$

যেহেতু  $V_{AB}$  ইনপুটভোল্টেজ এবং  $V_{BC}$  আউটপুটভোল্টেজসুতারং তাদেরঅনুপ ত্রান্সফরমেশনরেশিও হবো কমজো�

সমীকরণ (3) হতেদেখাযায়যে, অটো-ট্রান্সফরমারেরট্রান্সফরমিশনরেশিও দুইওয়াইল্ডিং এরটার্নসরেশিওরট্রেন্সফরমেশার



চিত্র নং-৪ অটো-ট্রান্সফরমারেরট্রান্সফরমিশনরেশিও দুইওয়াইল্ডিং এরটার্নসরেশিওরট্রেন্সফরমেশার

## ৮.১ অটো- ট্রান্সফরমারের বর্ণনা ( Describe the Auto-transformer):

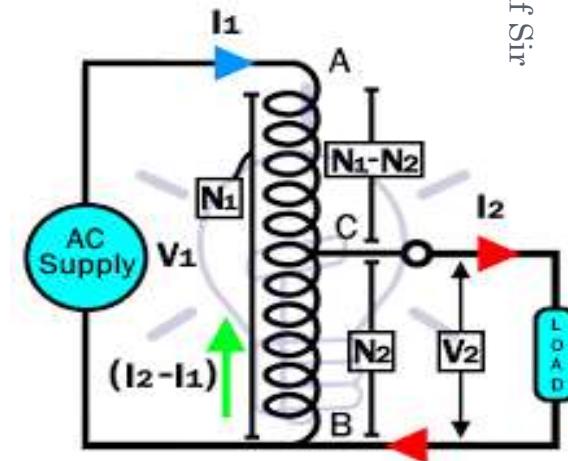
অটো-ট্রান্সফরমারের কপার সেভিংস (Copper Savings in Auto Transformer):

We know that

weight of copper of any winding depends upon its length and cross-sectional area. Again length of conductor in winding is proportional to its number of turns and cross-sectional area varies with rated current. So weight of copper in winding is directly proportional to product of number of turns and rated current of the winding.

Therefore, weight of copper in the section AC proportional to,  $(N_1 - N_2) I_1$

and similarly, weight of copper in the section BC proportional to,



চিত্র নং-৫ অটো-  
ট্রান্সফরমার

## ৮.১ অটো-ট্রান্সফরমারের বর্ণনা (Describe the Auto-transformer):

অটো-ট্রান্সফরমারের কপার সেভিংস (Copper Savings in Auto Transformer):

Therefore, weight of copper in the section AC  $(N_1 - N_2)I_1$

proportional to,

and similarly, weight of copper in the section BC proportional to,

Total weight of copper in Auto - transformer  $W_a = I_1(N_1 - N_2) + N_2(I_2 - I_1)$

$$\Rightarrow W_a = I_1N_1 - I_1N_2 + N_2I_2 - N_2I_1$$

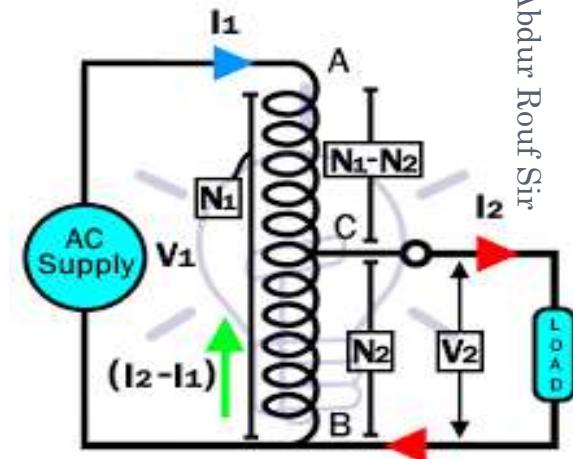
$$\Rightarrow W_a = I_1N_1 + N_2I_2 - 2I_1N_2 \quad \dots\dots\dots(4)$$

Again we know transformation ratio,  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} = a$

$$\therefore N_1I_1 = N_2I_2 \quad \dots\dots\dots(5)$$

From equation (4) and (5) we have

$$\Rightarrow W_a = I_1N_1 + N_2I_2 - 2I_1N_2 = 2I_1N_1 - 2I_1N_2 = 2(I_1N_1 - I_1N_2) \quad \dots\dots\dots(6)$$



চিত্র নং-৬ অটো-  
ট্রান্সফরমার

## ৮.১ অটো-ট্রান্সফরমারের বর্ণনা ( Describe the Auto-transformer):

অটো-ট্রান্সফরমারের কপার সেভিংস (Copper Savings in Auto Transformer):

Similarly weight of copper in two winding conventional transformer is

$$W_{tw} = N_1 I_1 + N_2 I_2 = N_1 I_1 + N_1 I_1 = 2N_1 I_1 \quad \dots \dots \dots (7)$$

$$\frac{\text{Weight of copper in auto - transformer}}{\text{Weight of copper in two winding conventional transformer}} = \frac{W_a}{W_{tw}} = \frac{2(N_1 I_1 - N_2 I_1)}{2N_1 I_1}$$

$$\Rightarrow \frac{W_a}{W_{tw}} = 1 - \frac{N_2}{N_1} = \left(1 - \frac{1}{a}\right)$$

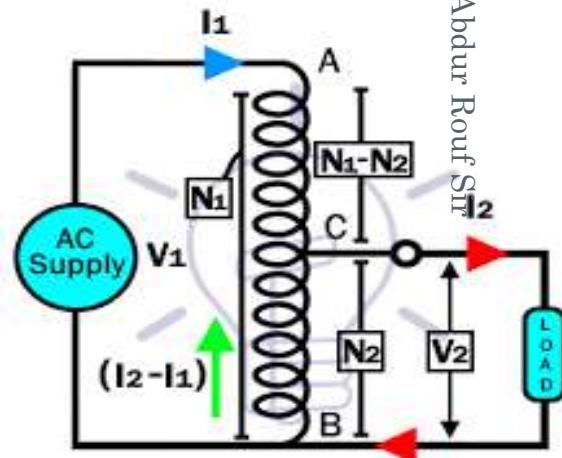
$$\Rightarrow W_a = \left(1 - \frac{1}{a}\right) \times W_{tw} \quad \dots \dots \dots (8)$$

$$\text{Copper savings} = W_{tw} - W_a = W_{tw} - \left(1 - \frac{1}{a}\right) \times W_{tw} = \frac{1}{a} \times W_{tw}$$

$$\therefore \text{Copper savings} = \frac{1}{a} \times W_{tw} = \frac{1}{a} \times (\text{Weight of copper in two winding conventional transformer})$$

" Therefore the saving in copper material depends on the value of (1/a.)

" Lower value of [ 'a' ] more saving in copper material



চিত্র নং-৭ অটো-  
ট্রান্সফরমার

## ৮.২ ট্রান্সফরমড পাওয়ার এবং কন্ডাকটেড পাওয়ারের ব্যাখ্যা (Explain the terms transformed power and conducted power):

9/14/2023

অধ্যক্ষ-রূপ সিরিজ  
= a

The primary and secondary windings of autotransformer are connected magnetically as well as electrically, the power transfer from the primary circuit to secondary is in the form of induction as well as conduction.

$$\text{Output Apparent power} = V_2 I_2$$

$$\text{Apparent power transfer by induction} = V_2 (I_2 - I_1) = V_2 (A \text{ } \Delta I_1)$$

(Again we know transformation ratio,

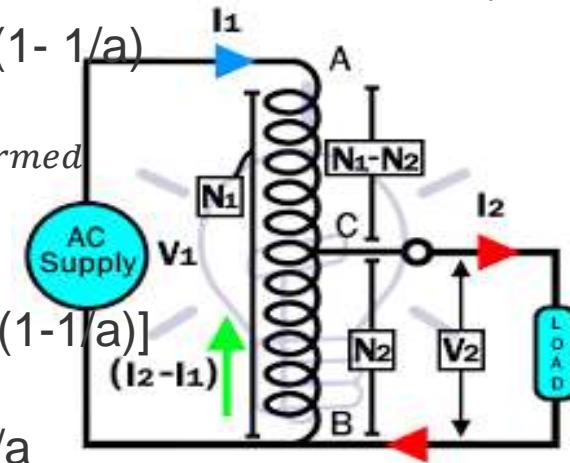
$$= V_2 I_2 (1 - 1/a) = V_1 I_1 (1 - 1/a)$$

$$\text{Power transfer inductively } P_{transformed} = \text{Input Power} \times (1 - 1/a)$$

$$\begin{aligned} \text{Power transfer Conductively } P_{conducted} &= P_{input} - P_{transformed} \\ &= (\text{Input power}) - (\text{Input power})(1 - 1/a) \end{aligned}$$

$$= \text{Input power} [1 - (1 - 1/a)]$$

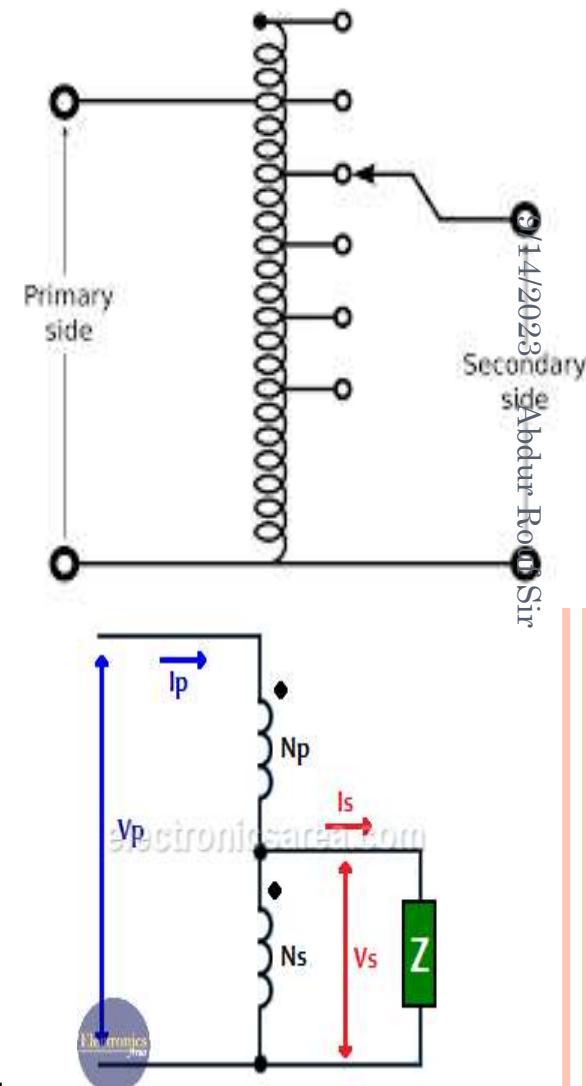
$$= \text{Input power} \times 1/a$$



## ৮.৩ অটো-ট্রান্সফরমারের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ (List the advantages and disadvantages of auto-transformer)

### সুবিধাসমূহ (Advantages):

- \*১। এতে তুলনামূলকভাবে ওয়াইল্ডিং এর জন্য কপার তার কম লাগে।
- \*২। ওয়াইল্ডিং এর জন্য কপার তার কম লাইবলে এটি দামে সন্তো।
- \*৩। এর কর্মদক্ষতা অপেক্ষাকৃত বেশি এবং ভোল্টেজ রেগুলেশন কম অর্থাৎ ভালো।
- \*৪। এটি আকারে ছোট, ফলে কম জায়গা লাগে।
- \*৫। ওয়াইল্ডিংয়ে অনেকগুলো ট্যাপিং থাকার কারনে ট্যাপ পরিবর্তন করে প্রয়োজনীয় ভোল্টেজ পাওয়া যায়।

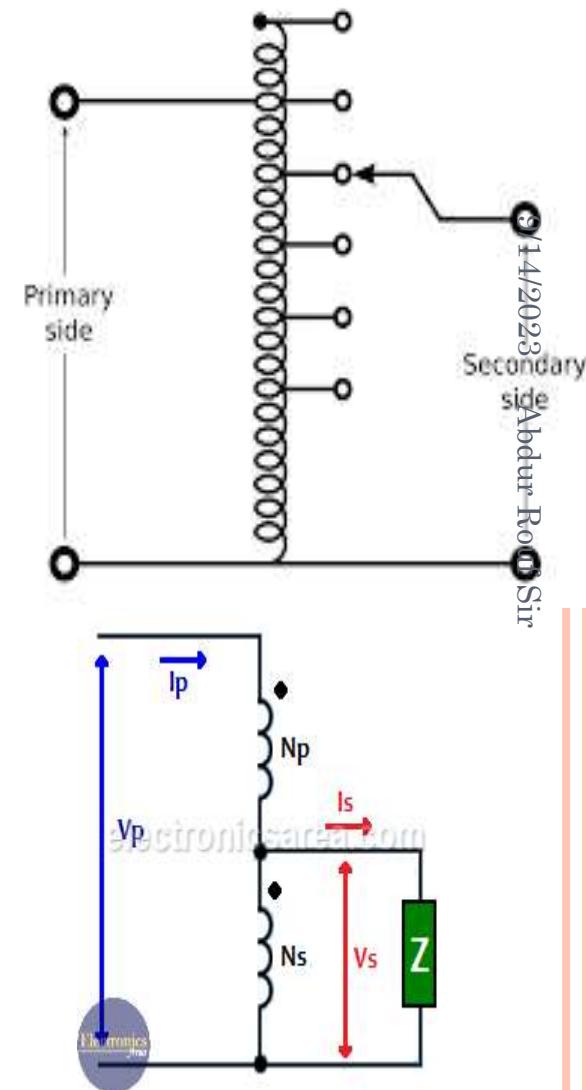


চিত্র নং-৯  
অটো-  
ট্রান্সফরমার

৮.৩ অটো-ট্রান্সফরমারের সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ (List the advantages and disadvantages of auto-transformer)

### অসুবিধাসমূহ (Disadvantages):

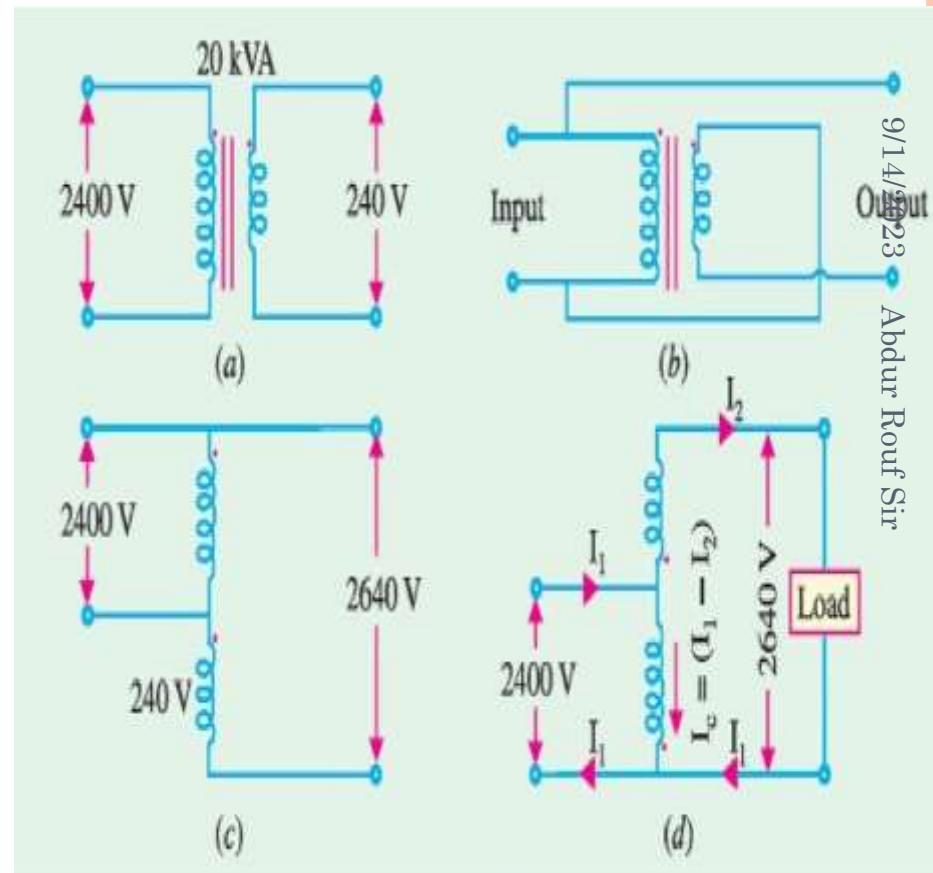
- \*১। এটি স্টেপ-ডাউন হিসাবে ব্যবহৃত হয় এবং অতি উচ্চমানের ভোল্টেজের জন্য ব্যবহার করা যায় না।
- \*২। এটি দ্বারা খুব হাই-রেশিওতে কাজ করা যায় না।
- \*৩। এর প্রাইমারিতে হাই-ভোল্টেজ থাকে বিধায় অপারেশন যথেষ্ট নিরাপদ নয়।
- \*৪। এতে কয়েলদ্বয় ইলেকট্রিক্যালি এবং ম্যাগনেটিক্যালি সংযুক্ত থাকায় সবসময় একটি বিপদের আশঙ্কা থাকে। কারণ ট্যাপিং খুলে গেলে কয়েল জ্বলে যাবে।



চিত্র নং-১০  
অটো-  
ট্রান্সফরমার।

৮.৪ দুই ওয়াইল্ডিং বিশিষ্ট ট্রান্সফরমারকে অটো- ট্রান্সফরমারে  
রূপান্তর (Convert the two winding transformer into the auto-  
transfer):

দুই ওয়াইল্ডিং বিশিষ্ট যে-  
কোনো ট্রান্সফরমারকে  
স্টেপ-ডাউন (Step down) বা  
স্টেপ আপ (Step up) অটো-  
ট্রান্সফরমারে রূপান্তর করা  
যায়। পাশের চিত্রে (চিত্র-  
১১(b)) পোলারিটি চিহ্নিত  
একটি দুই ওয়াইল্ডিং বিশিষ্ট  
20 kVA, 2400/240V  
ট্রান্সফরমার দেখানো  
হয়েছে। এটির হাই ভোল্টেজ  
এবং লো-ভোল্টেজ সাইডে  
এডিটিভ ট্রান্সফরমারিটি চিহ্নিত একটি দুই ওয়াইল্ডিং বিশিষ্ট ট্রান্সফরমার  
সংযোগ কর্তৃত স্তোর্খন্ত পোলারিটি সংযোগ (c) একটি স্টেপ -আপ অটো-  
আপ অটো-ট্রান্সফরমারে  
এবং সাবট্রান্সফরমার।



৮.৪ দুই ওয়াইল্ডিং বিশিষ্ট ট্রান্সফরমারকে অটো- ট্রান্সফরমারে  
রূপান্তর (Convert the two winding transformer into the auto-  
transfer)

### (ক) এডিটিভপোলারিটি (Additive polarity):

এডিটিভপোলারিটিরসংযোগচিত্র ১১(c)  
নংচিত্রেদেখানোহলো।

উক্তসংযোগেকমন্টার্মিনালদ্বয়থাক্র  
মেডিপরদিকে ৩

নিচেরদিকেরেখেপৃণরায়অঙ্কনকরাহলো

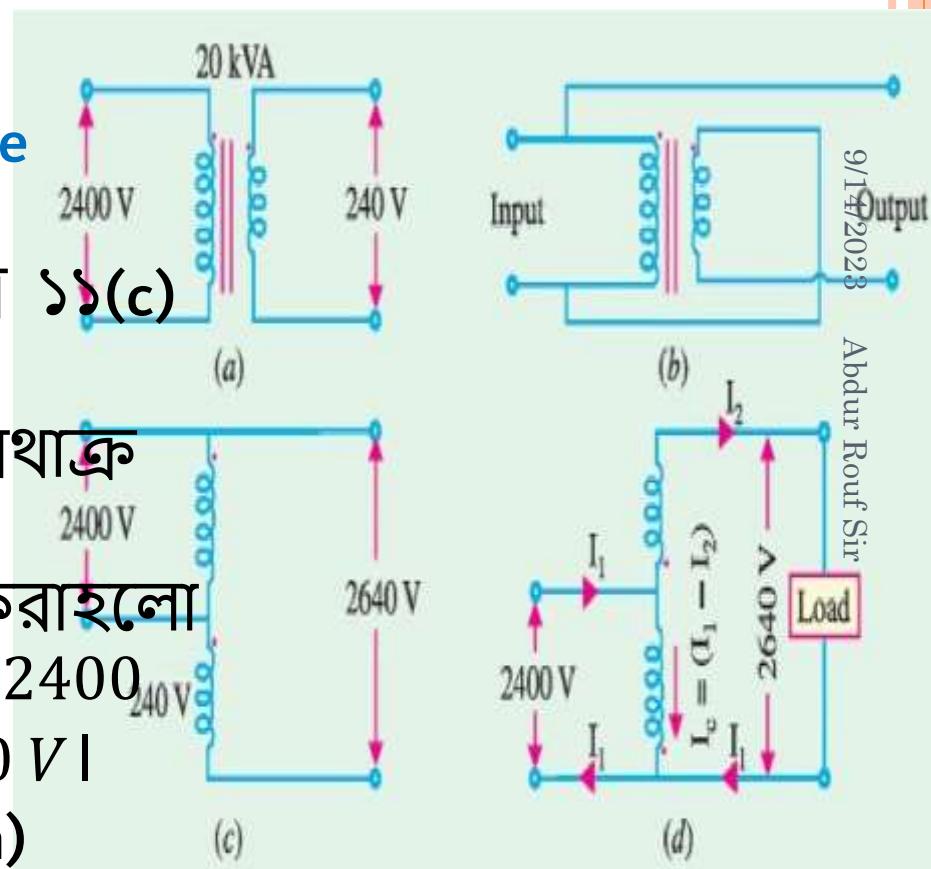
। এডিটিভপোলারিটিরফলে  $V_s = 2400$   
 $+ 240 = 2640 V$  এবং  $V_p = 2400 V$ ।

### ১১(d) নংচিত্রেসাধারণ (Common)

টার্মিনালেরদিকেকমনওয়াইল্ডিংয়েকারে

ন্ট  $I_C$  প্রবাহিতহচ্ছেদেখানোহয়েছিল-১১ (a) পোলারিটি চিহ্নিত একটি দুই ওয়াইল্ডিং  
অতএব, ট্রান্সফরমারটি একটিস্টেপ-পোলারিটি ট্রান্সফরমার (b) দুই ওয়াইল্ডিং বিশিষ্ট  
আপঅটো-

ট্রান্সফরমারেপরিণতহয়েছে। এআপ অটো-ট্রান্সফরমার



৮.৪ দুই ওয়াইল্ডিং বিশিষ্ট ট্রান্সফরমারকে অটো- ট্রান্সফরমারে  
রূপান্তর (Convert the two winding transformer into the auto-transfer):

### (খ) সাবট্রাকটিভপোলারিটি (Subtractive polarity):

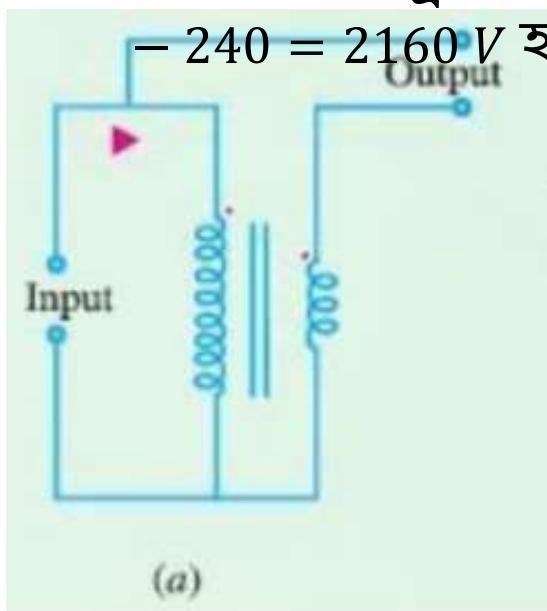
১২ (a) নং চিত্রে সাবট্রাকটিভপোলারিটির জন্যে সংযোগ দেখানো হয়েছে। (b) ও

চিত্র দ্বয়ে কমন টার্মিনাল দ্বয় যথাক্রমে উপর দিকে ও

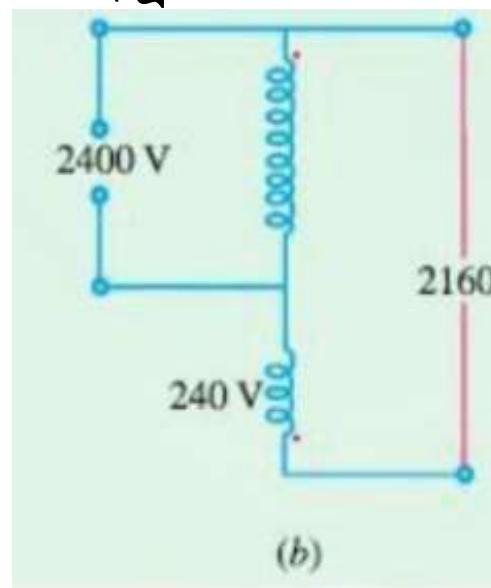
নিচের দিকে রেখে পুণরায় সংযোগ চিত্র অঙ্কন করা হয়েছে।

এক্ষেত্রে কমন ওয়াইল্ডিং এর কারণে নেট কমন টার্মিনালের বিপরীত দিকে প্রবাহিত হয়ে  
ডাউন অটো- ট্রান্সফরমার। এ ট্রান্সফরমারে kVA রেটিং প্রচুর পরিমাণে বৃদ্ধি পায়

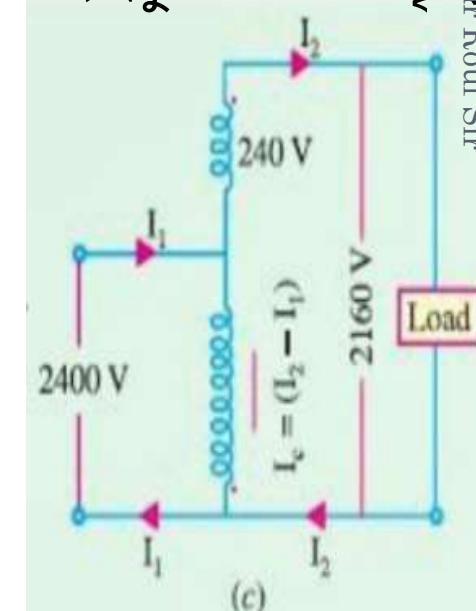
$$- 240 = 2160 \text{ V} \text{ হবে।}$$



(a)



(b)



(c)

চিত্র - ১২ (a) সাবট্রাকটিভ পোলারিটি সংযোগের জন্য দুই ওয়াইল্ডিং  
ট্রান্সফরমার (b) কমন টার্মিনাল উপর দিকে রেখে সংযোগ (c) কমন  
টার্মিনাল নিচের দিকে রেখে সংযোগ।

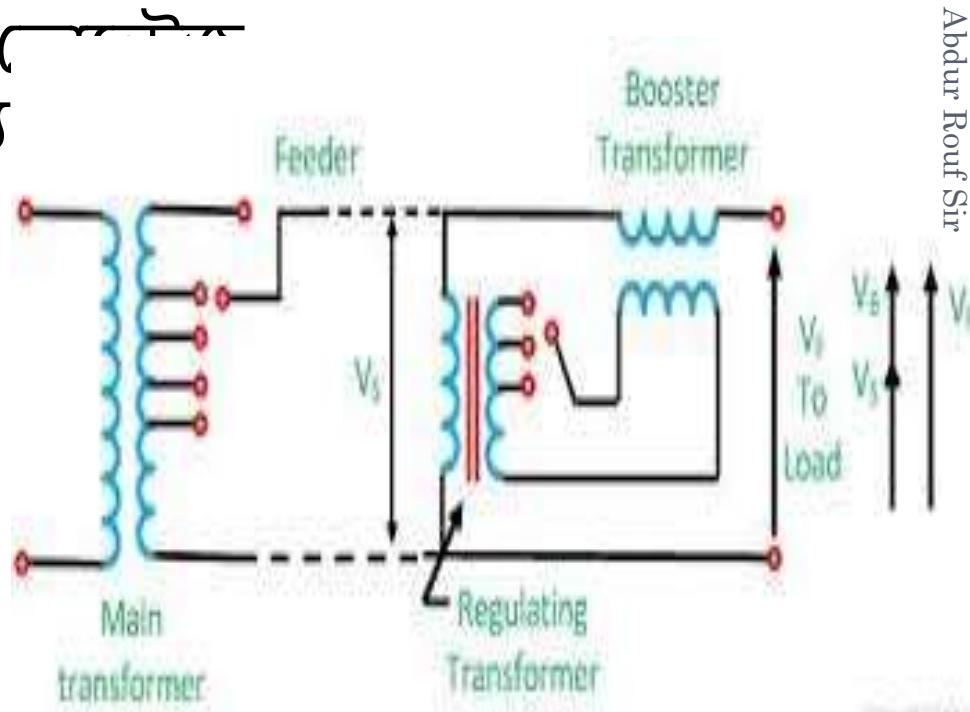
## ৮.৫ অটো-ট্রান্সফরমারের ব্যবহার (Uses of Auto-Transformer):

এটি নিম্নলিখিত কাজে  
ব্যবহৃত হয়, যথা-

- ১। আর্ক ফারনেস ট্রান্সফরমার হিসাবে  
মিলকারখানায় ব্যবহৃত হয়।
- ২। ডিস্ট্রিবিউশন লাইনে  
ঘাটতি হলে পূরনের জন্য



চিত্রঃ আর্ক ফারনেস  
ট্রান্সফরমার

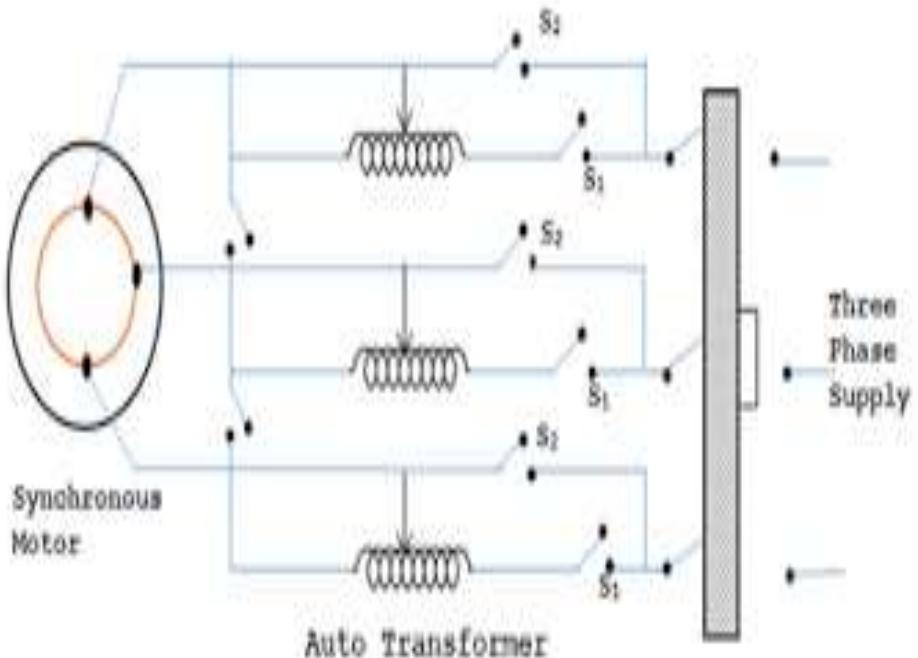


চিত্রঃ অটো-ট্রান্সফরমার  
ভোল্টেজ ঘাটতি পূরণ।

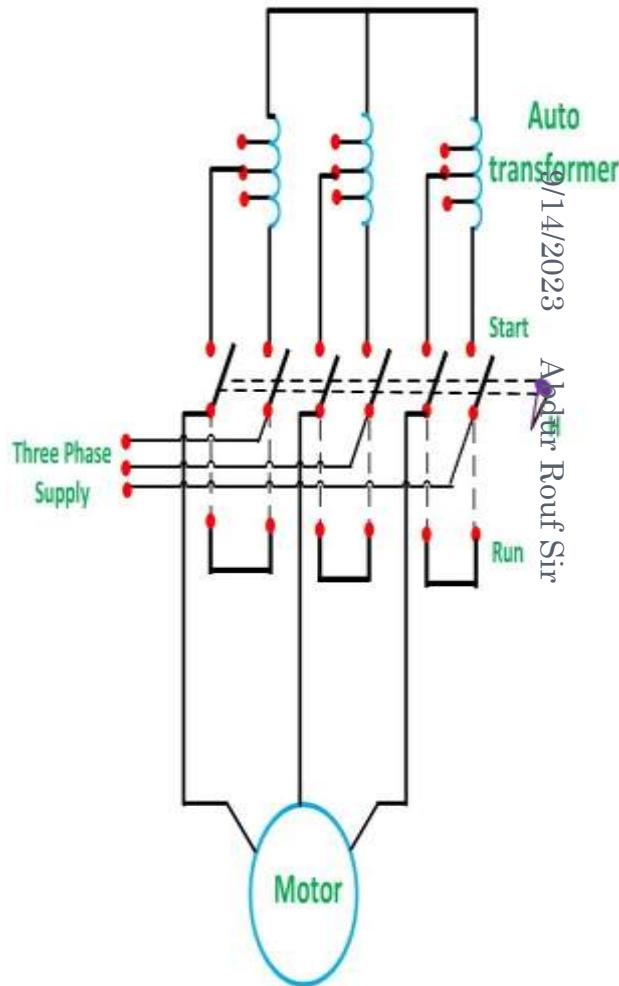
## ৮.৫ অটো-ট্রান্সফরমারের ব্যবহার (Uses of Auto-Transformer):

এটি নিম্নলিখিত কাজে  
ব্যবহৃত হয়, যথা-

৩। বড় বড় তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটর এবং  
সিনক্রোনাস মোটর স্টার্ট দেওয়ার জন্য  
ব্যবহৃত হয়। একে কমপেনসেটর অথবা  
অৱে



চিত্রঃ সিনক্রোনাস মোটর  
স্টার্টিং পদ্ধতি

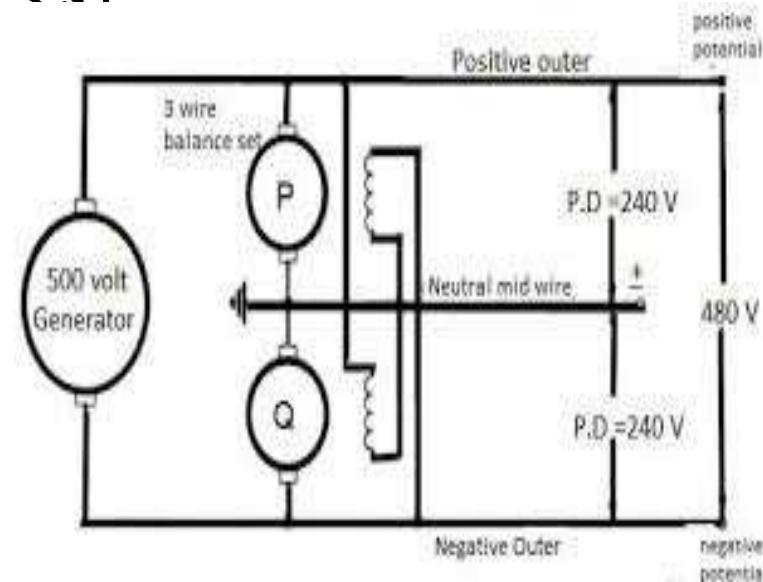
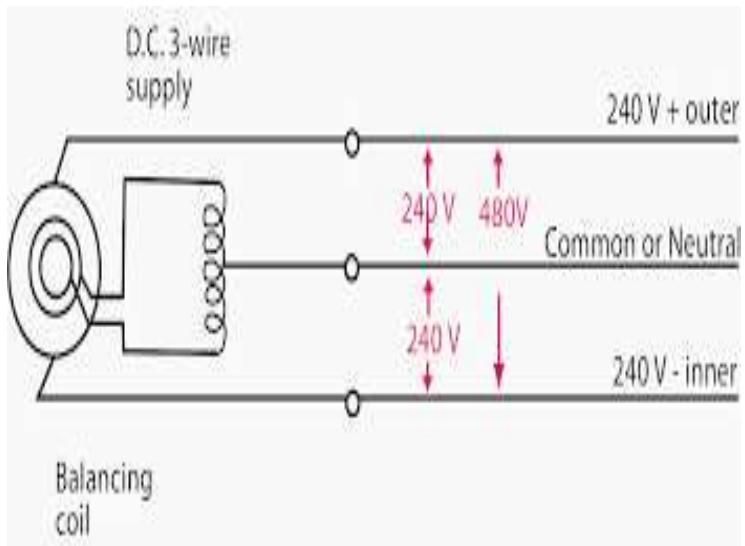


চিত্রঃ অটো-ট্রান্সফরমার  
সাহায্য তিন ফেজ ইন্ডাকশন  
স্টার্টার

## ৮.৫ অটো-ট্রান্সফরমারের ব্যবহার (Uses of Auto-Transformer):

**এটি নিম্নলিখিত  
কাজে ব্যবহৃত হয়,**

৪। ডিসি সিস্টেমে তিন তার ব্যালেন্স এর ন্যায়  
নিউট্রাল পাওয়ার জন্য এবং রাজপথ  
আলোকিত করার জন্য ব্যবহৃত হয়। অর্থাৎ  
ব্যালেন্সারের মত এটি ব্যবহার করা হয়।



চিত্রঃ তিন তার ডিসি  
ব্যালেন্সার

## ৮.৫ অটো-ট্রান্সফরমারের ব্যবহার (Uses of Auto-Transformer):

এটি নিম্নলিখিত  
কাজে ব্যবহৃত হয়,

৫। ডেরিয়াক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

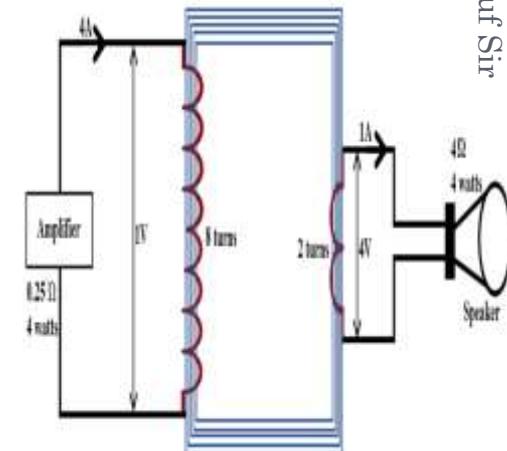


চিত্রঃ  
ডেরিয়াক

## ৮.৫ অটো-ট্রান্সফরমারের ব্যবহার (Uses of Auto-Transformer):

এটি নিম্নলিখিত কাজে  
ব্যবহৃত হয়, যথ-

৬। রেডিও ইলেকট্রনিক্সে এটি ব্যবহার করা  
হয়।



চিত্রঃ রেডিও  
ইলেকট্রনিক্স

## ৮.৬ অটো-ট্রান্সফরমার সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান (Solved problems related to Auto-Transformer):

### প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি:

$$\text{Primary line current } I_1 = \frac{KVA \times 1000}{V_1}$$

$$\text{Secondary line Current } I_2 = \frac{KVA \times 100}{V_2}$$

$$KVA \text{ Rating} = \frac{V_2 I_2}{1000}$$

$$\text{Transformation ratio, } a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

$$\text{Transformed Power, } P_{\text{transformed}} = V_1 I_1 \times \left(1 - \frac{1}{a}\right) = \text{Power Input} \times \left(1 - \frac{1}{a}\right) = P_{\text{input}} \times \left(1 - \frac{1}{a}\right)$$

$$\text{Conducted Power, } P_{\text{conducted}} = P_{\text{input}} - P_{\text{transformed}}$$



## ৮.৬ অটো- ট্রান্সফরমার সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান (Solved problems related to Auto-Transformer):

**প্রশ্ন-১:** একটি অটো- ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ভোল্টেজ 116 v এবং সেকেন্ডারি ভোল্টেজ 80v -এ 4kw লোডে একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে সরবরাহ করে। বের করঃ (ক) ট্রান্সফরমড পাওয়ার (খ) কন্ডাক্টেড পাওয়ার।

Solution

$$\begin{aligned}
 \text{(a) Transformed power } P_{\text{transformed}} &= P_{\text{input}} \times \left(1 - \frac{1}{a}\right) \\
 &= 4000 \times \left(1 - \frac{1}{1.45}\right) = 1241.38 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{(b) Conducted Power } P_{\text{conducted}} &= P_{\text{input}} - P_{\text{transformed}} \\
 &= 4000 - 1241.38 = 2758.62 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Here given data

$$\text{Primary Voltage } V_1 = 116 \text{ V}$$

$$\text{Secondary voltage } V_2 = 80 \text{ V}$$

$$\text{Transformation Ratio } a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{116}{80} = 1.45$$

$$\text{Input Power } P_{\text{input}} = 4 \text{ kW} = 4 \times 1000 = 4000 \text{ W}$$

$$\text{Transformed power } P_{\text{transformed}} = ?$$

$$\text{Conducted Power } P_{\text{conducted}} = ?$$



## ৮.৬ অটো- ট্রান্সফরমার সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান (Solved problems related to Auto-Transformer):

**প্রশ্ন-২:** একটি অটো- ট্রান্সফরমারের মাধ্যমে 2300V সাল্পাই হতে 460V এর উপান্ত করতে 100KVA লোডে সরবরাহ করা হোলো। তা হলে বের কর।  
 (a) দুই ওয়াল্ডিং এর প্রতিটির কারেন্ট এবং ভোল্টেজ রেটিং  
 (b) KVA রেটিং যখন সাধারণ ট্রান্সফরমার হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

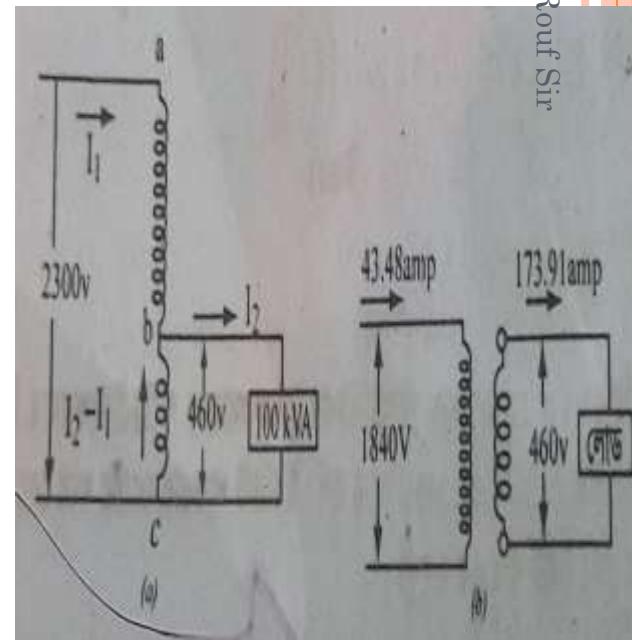
Solution

$$(a) \text{ Voltage in portion } V_{ab} = V_1 - V_2 = 2300 - 460 = 1840 \text{ V}$$

$$\text{output current } I_2 = \frac{100 \times 1000}{460} = 217.39 \text{ Amp}$$

$$\text{Input current} = \text{current in portion 'ab'} = I_{ab} = I_1 = \frac{100 \times 1000}{2300} = 43.48 \text{ Amp}$$

$$\text{current in portion 'bc'} I_{bc} = I_2 - I_1 = 217.39 - 43.48 = 173.91 \text{ Amp}$$



## ৮.৬ অটো- ট্রান্সফরমার সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান (Solved problems related to Auto-Transformer):

**প্রশ্ন-২:** একটি অটো- ট্রান্সফরমারের মাধ্যমে 2300V সাল্পাই হতে 460V এ রূপান্তর করতে 100KVA লোডে সরবরাহ করা হোলো। তা হলে বের কর।  
 (a) দুই ওয়াল্ডিং এর প্রতিটির কারেন্ট এবং ভোল্টেজ রেটিংঃ  
 (b) KVA রেটিং যখন সাধারণ ট্রান্সফরমার হিসাবে ব্যবহৃত হয়।a

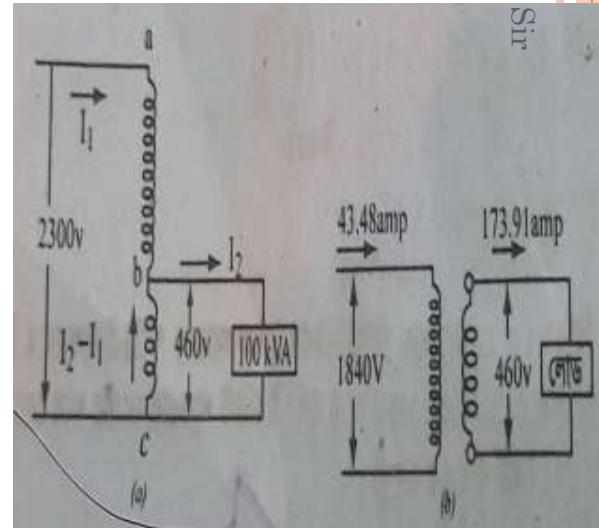
Solution

(b) When auto - Transformer connected in Two winding transformer

output voltage  $V_2 = 460 \text{ V}$

output current  $I_{bc} = 173.91 \text{ Amp}$

$$\text{KVA rating in two winding transformer} = \frac{V_2 \times I_{bc}}{1000} = \frac{460 \times 173.91}{1000} = 80 \text{ KVA}$$

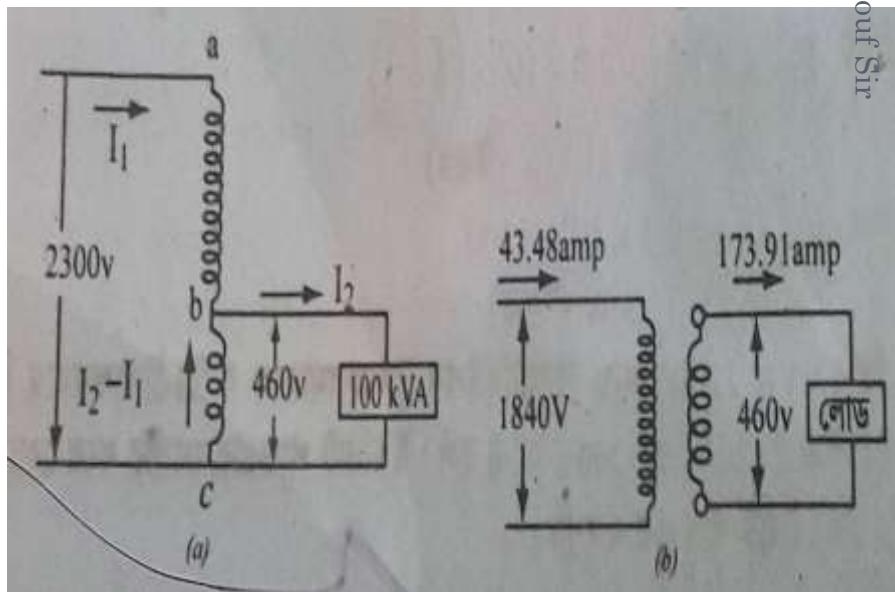


## ৮.৬ অটো- ট্রান্সফরমার সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান (Solved problems related to Auto-Transformer):

- প্রশ্ন-২:** একটি অটো- ট্রান্সফরমারের মাধ্যমে 2300V সাল্পাই হতে 460V এ রূপান্তর করতে লোডে সরবরাহ করা হোলো। তা হলে বের কর।  
 (a) দুই ওয়াল্ডিং এর প্রতিটির কারেন্ট এবং ভোল্টেজ রেটিং  
 (b) KVA রেটিং যখন সাধারণ ট্রান্সফরমার হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

Solution

সুতরাং দেখা যায়, সাধারণ  
 দুই ওয়াল্ডিং  
 ট্রান্সফরমারের তুলনায়  
 অটো-ট্রান্সফরমার 25%  
 অতিরিক্ত kVA সরবরাহ  
 দেয়। অটো-ট্রান্সফরমার  
 সংযোগ হিসাবে সত্যিকার  
 অর্থে 80 kVA ট্রান্সফরমার  
 অ্যাকশন সরবরাহ হয়,  
 যাকি 22 kVA ক্ষেত্রে।



## ৮.৭ অটো-ট্রান্সফরমার ও কনভেনশনাল ট্রান্সফরমারের মধ্যে পার্থক্য(COMPARE BETWEEN AUTO-TRANSFORMER AND CONVENTIONAL TRANSFORMER)

### অটো-ট্রান্সফরমার

১। এতে একটি মাত্র ওয়াইল্ডিংকে  
প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি হিসাবে  
ব্যবহৃত হয়।

২। এতে প্রাইমারি এবং  
সেকেন্ডারি উভয়েই  
ইলেকট্রিক্যালি ও  
ম্যাগনেটিক্যালি সংযুক্ত করা  
যায়।

৩। খরচ কম।

৪। এতে ভোল্টেজ ড্রপ কম হয়।  
ফলে এর ভোল্টেজ রেগুলেশন

### কনভেনশনাল ট্রান্সফরমার

১। দুইটি আলাদা ওয়াইল্ডিং  
থাকে, এদের একটিকে প্রাইমারি  
এবং অপরটি সেকেন্ডারি  
হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

২। এতে প্রাইমারি এবং  
সেকেন্ডারি শুধু  
ম্যাগনেটিক্যালি সংযুক্ত করা  
যায়।

৩। খরচ বেশি

৪। এতে ভোল্টেজ ড্রপ বেশি  
হয়। ফলে এর ভোল্টেজ

# টিকা

## অটো-ট্রান্সফরমার ডিস্ট্রিবিউশন

অটো-ট্রান্সফরমার হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

অটো-ট্রান্সফরমার হিসাবে ব্যবহার করা উচিত নয়, কারণ এতে প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এর মধ্যে ইলেকট্রিক্যাল সংযোগ থাকে, যা গ্রাহক বা লোড সাইডে বিপদজনক পরিস্থিতির সুষ্ঠু হতে পারে। কুচুলাও প্রয়োজনীয় টেপিং এর

অটো-ট্রান্সফরমার কেবলমাত্র একটি কয়েল ট্রান্সফরমার, যার মধ্যে কেবলমাত্র একটি কয়েল বা ওয়াইন্ডিং থাকে এবং এর একটি অংশ সেকেন্ডারি হিসাবে কাজ করে। সাধারণ ট্রান্সফরমারের কম ভোল্টেজ এর দিকে বেশি কারেন্ট এবং বেশি ভোল্টেজ এর দিকে কম কারেন্ট প্রবাহিত হয়ে পাওয়ারকে ঠিক রাখে। অটো-ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারিতে ভোল্টেজ কম থাকায় কিছু পাওয়ার ট্রান্সফরমড হয় এবং বাকি পাওয়ার প্রাইমারি হতে কণ্ডাকটরের মাধ্যমে প্রবাহিত হয়ে সেকেন্ডারিতে যায়, ফলে প্রাইমারি পাওয়ার এবং সেকেন্ডারি পাওয়ার সমান থাকে। কাজেই দেখা যায়, অটো-ট্রান্সফরমারে একটিমাত্র কয়েল

## বাড়ির কাজ

- ১। অটো-ট্রান্সফরমারের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ লিখ।
- ২। দেখাও যে, অটো-ট্রান্সফরমারের কপার সেভিংঃ  
ট্রান্সফরমার রেশিও ‘a’ এর মানের উপর নির্ভরশীল।
- ৩। দেখাও যে, অটো-ট্রান্সফরমারের রেশিও দুই ওয়াইন্ডিংঃ  
ট্রান্সফরমারের টার্ন রেশিওর চেয়ে বেশি।
- ৪। দুই ওয়াইন্ডিং বিশিষ্ট একটি সাধারণ ট্রান্সফরমারকে  
এডিটিভ এবং সাবট্রাকটিভ পোলারিটি হিসাবে অটো-  
ট্রান্সফরমারে রূপান্তর প্রক্রিয়া দেখাও।
- ৫। অটো-ট্রান্সফরমারের সুবিধা-অসুবিধা লিখ।
- ৬। অটো-ট্রান্সফরমারের ব্যবহারসমূহ লিখ।
- ৭। একটি অটো ট্রান্সফরমার 115V একক পাওয়ার  
ফ্যাক্টরে 3kW লোডে বিদ্যুৎ সরবরাহ দেয়। যদি প্রাইমারি  
�োল্টেজ 230V হয়, তবে বের করঃ  
(ক) ট্রান্সফরমারে কার্যপ্রণালি কি? প্রমাণি।

# সবুজে চোখে



# পাঠ পরিচিতি:

বিষয়ঃ এসি মেশিনস-১ (৬৬৭৬১)

৬ষ্ঠ পর্ব (ইলেকট্রিক্যাল)

৯ম অধ্যায়

ট্রান্সফরমারকে প্যারালাল পরিচালনার  
মূলনীতি (Understand the principle of Parallel  
operation of Transformer).



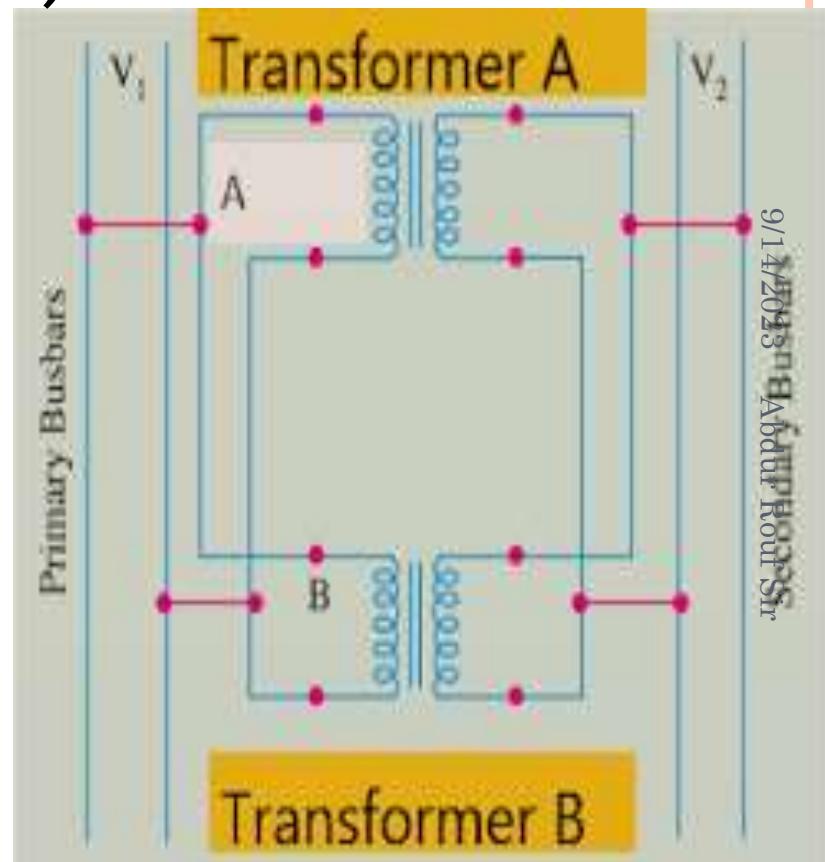
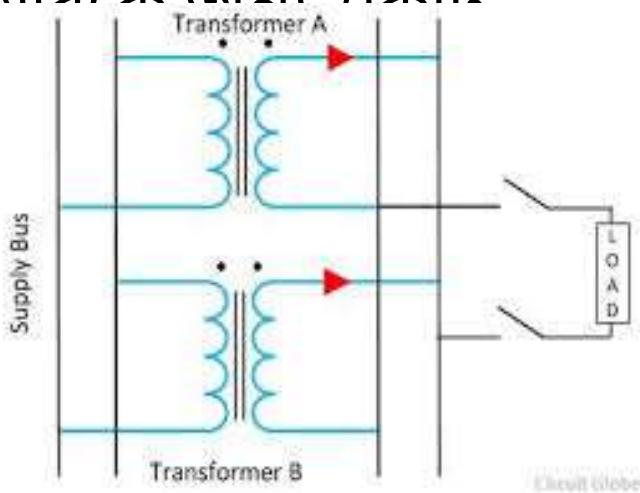
## এ অধ্যায়ের পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা

### জানতে পারবেং:

- ৯.১। পোলারিটি টেস্টের উদ্দেশ্য।
- ৯.২। সাবট্রাকটিভ এবং অ্যাডিটিভ পোলারিটি ব্যাখ্যা করন।
- ৯.৩। ট্রান্সফরমারের পোলারিটি নির্ণয়ের ক্ষেত্রে টেস্টের বর্ণনা করন।
- ৯.৪। প্যারালাল অপারেশনের উদ্দেশ্য সমূহ বর্ণনা করন।
- ৯.৫। প্যারালাল অপারেশনের শর্ত সমূহ বর্ণনা করন।
- ৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন বর্ণনা করন।
- ৯.৭। ট্রান্সফরমারের নেম্প্লিটের স্পেসিফিকেশন সম্পর্কে ধারণা।
- ৯.৮। প্যারালাল অপারেশন সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান

## ৯.০ সূচনা (Introduction)

অনেক সময় অতিরিক্ত লোড বহন করার জন্য দুই বা ততোধিক ট্রান্সফরমার প্যারালালে পরিচালনা করতে হয়। ট্রান্সফরমারকে প্যারালালে সংযোগ করার জন্য যে-সকল শর্ত আছে সেগুলোকে সঠিকভাবে পালন করে একটি ট্রান্সফরমার ক্ষেত্রে একটি ট্রান্সফর সাধারণ সমান্তর ট্রান্সফর অপারেশন



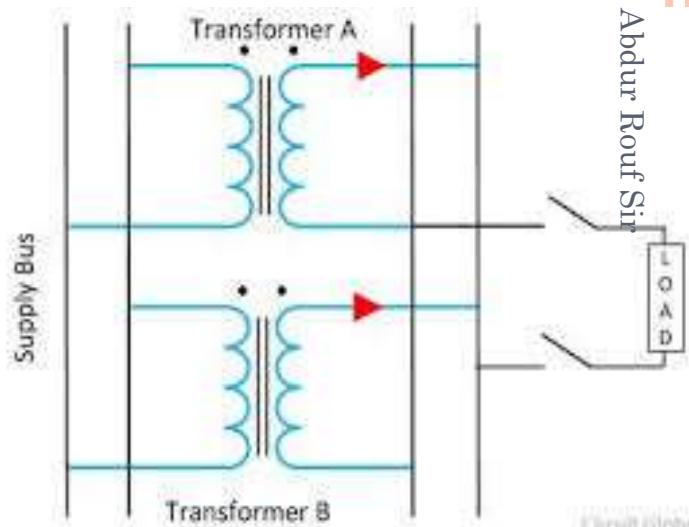
ট্রান্সফরমার প্যারালাল অপেরেশন।

## ৯.১। পোলারিটি টেস্টের উদ্দেশ্য (Describe the purpose of polarity Test)

ট্রান্সফরমারের উভয় কয়েলে (প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি) ইনডিউসড ভোল্টেজের অভিমুখ নির্দেশ করে, এদের প্রান্তসমূহ চিহ্নিতকরণের নামই পোলারিটি।

নিম্নলিখিত উদ্দেশ্যে ট্রান্সফরমারের পোলারিটি টেস্ট করা হয়, যথা-

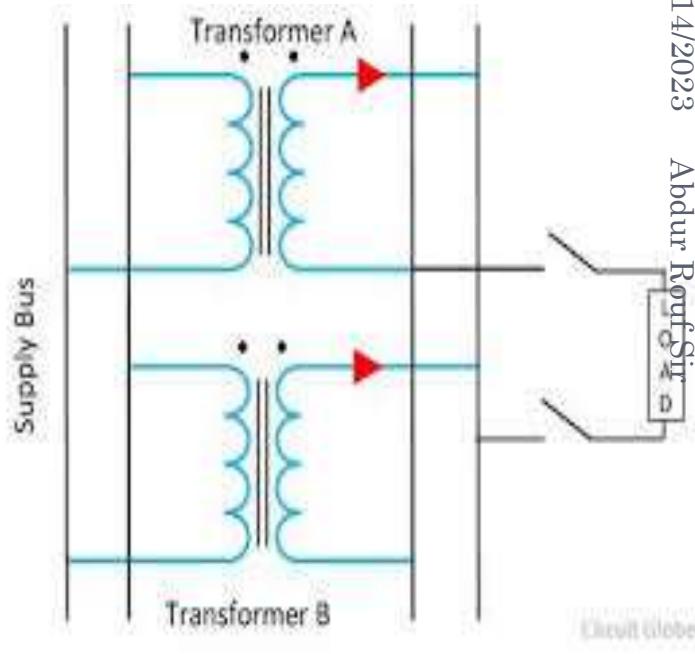
- ১। দুই বা ততোধিক ট্রান্সফরমার যখন প্যারালাল অপারেশন করা হয় তখন পোলারিটি দেখে সংযোগ দেয়া হয়।
- ২। যখন তিনটি এক ফেজ ট্রান্সফরমার দ্বারা ব্যাংকিং করে তিন ফেজ সাপ্লাই দায়া হয়, তখন পোলারিটি দেখে সংযোগ দেয়া হয়।
- ৩। পোলারিটি জেনে সংযোগ দিতে হয়।



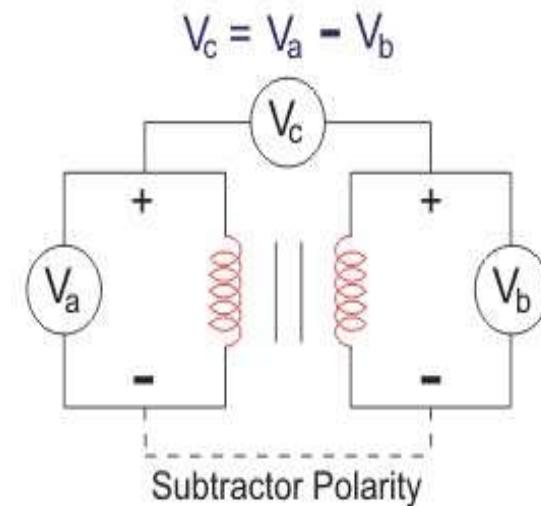
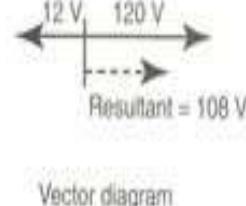
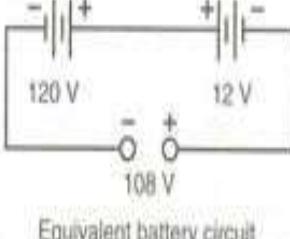
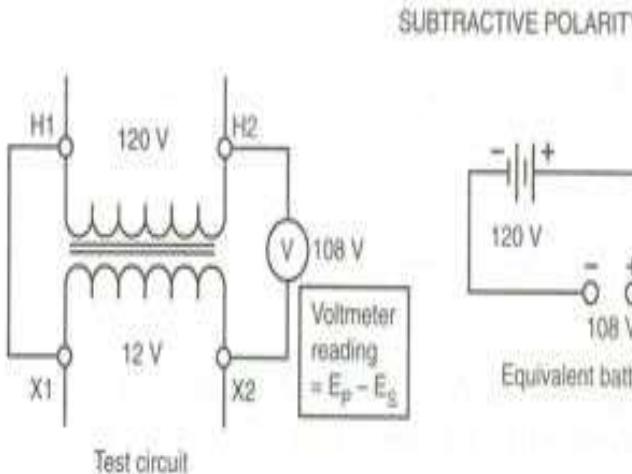
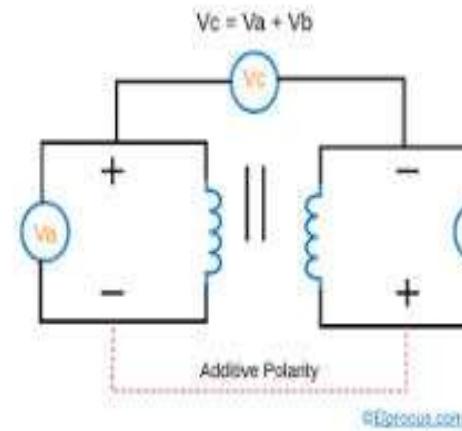
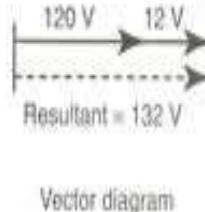
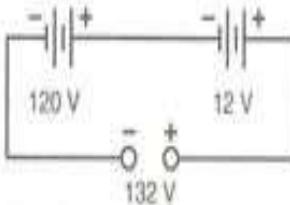
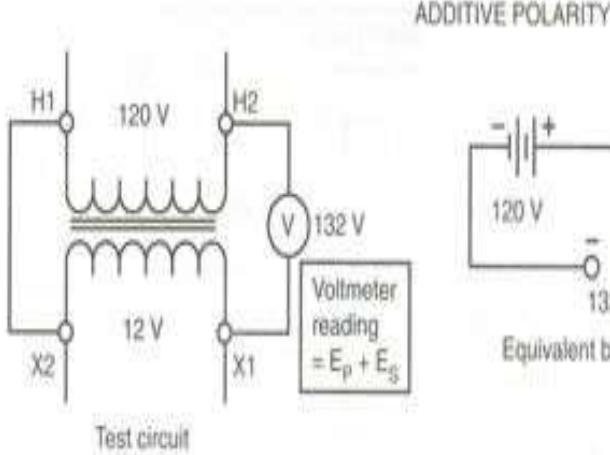
## ৯.১। পোলারিটি টেস্টের উদ্দেশ্য (Describe the purpose of polarity Test)

পোলারিটি না জেনে প্যারালাল  
অপারেশন করলে নিচের অসুবিধা

- ১। শটসার্কিট অবস্থা দেখা দিবে।
- ২। নিজেদের মধ্যে সার্কুলেটিং কারেন্ট প্রবাহিত হবে।
- ৩। বাহিরে কোনো লোড কারেন্ট সরবরাহ করবে না।
- ৪। যদি ট্রান্সফরমারের kVA সমান না থাকে তবে সার্কুলেটিং কারেন্ট প্রবাহের ফলে এটি নষ্ট হয়ে যেতে পারে।



## ৯.২। সাবট্রাকটিভ এবং অ্যাডিটিভ পোলারিটি (Describe the subtractive and additive polarity).

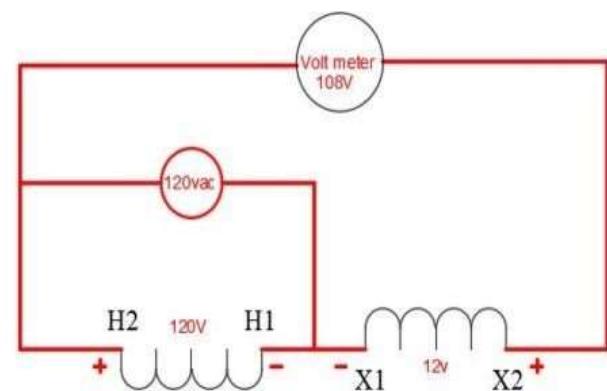
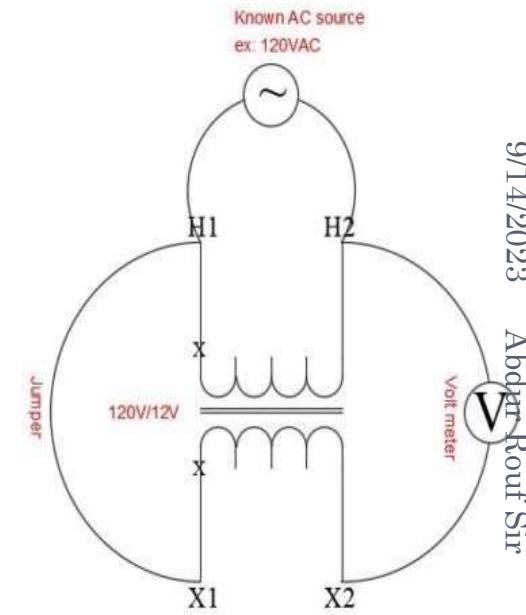
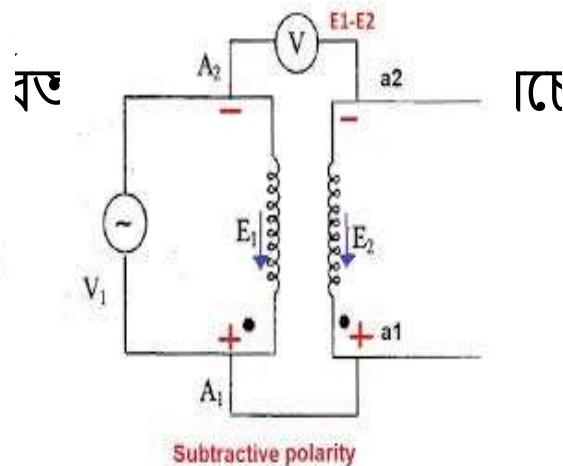
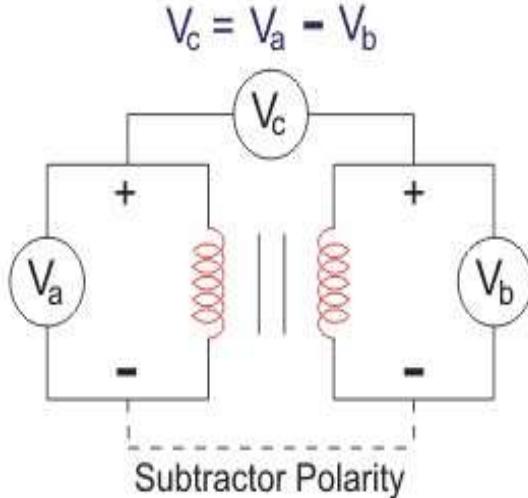


## ৯.২। সাবট্রাকটিভ এবং অ্যাডিটিভ পোলারিটি (Describe the subtractive and additive polarity):

### সাবট্রাকটিভ পোলারিটি (Subtractive polarity):

চিত্রঅনুযায়ীহাই-সাইডেরএকটিটার্মিনালতারবিপরীতাইডেরটার্মিনালেরসাথেসংযুক্তকরারপরঅপরহাই-সাইডেরটার্মিনালেরসাথেবাকিলো-সাইডেরটার্মিনালেরসাথেভোল্টমিটারসংযুক্তকরাহলে যদিভোল্টমিটারপাঠআরোপিতভোল্টেজেরচেয়েকমেসোবট্রাকটিভপোলারিটিহবে।

ডিউসডভোল্টেজেরঅভি



Test- Subtractive Polarity

## ৯.২। সাবট্রাকটিভ এবং অ্যাডিটিভ পোলারিটি (Describe the subtractive and additive polarity):

### অ্যাডিটিভপোলারিটি (Additive polarity):

চিত্রঅনুযায়ীহাই-সাইডেরএকটিটার্মিনাল, এরবিপরীতাইডেরটার্মিনালেরসাথেসংযুক্তকরারপরঅপরহাই-সাইডেরটার্মিনালেরসাথেবাকিলো-সাইডেরটার্মিনালেরসাথেভোল্টমিটারসংযুক্তকরাহণে ভোল্টমিটারপাঠযদিওপিতভোল্টেজেরচেয়েবে অ্যাডিটিভপোলারিটিহবে।

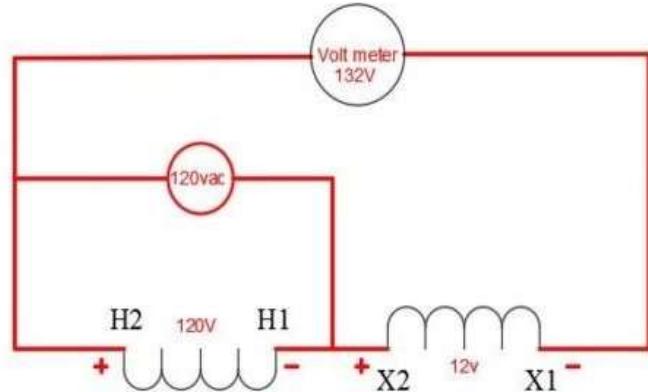
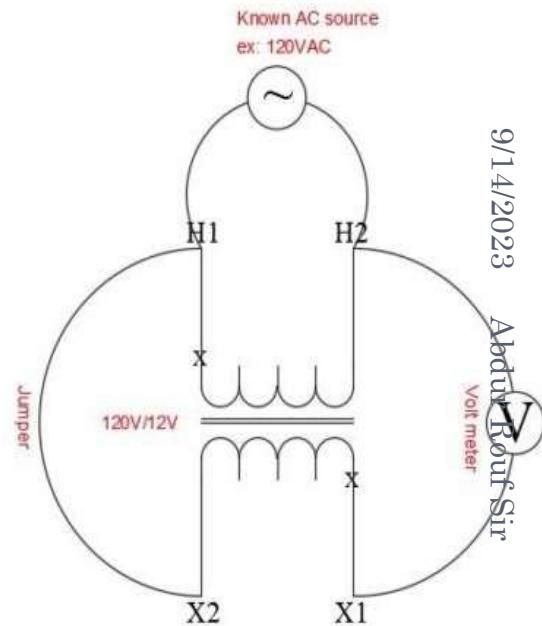
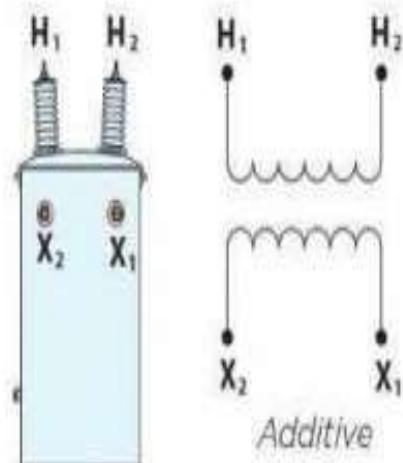
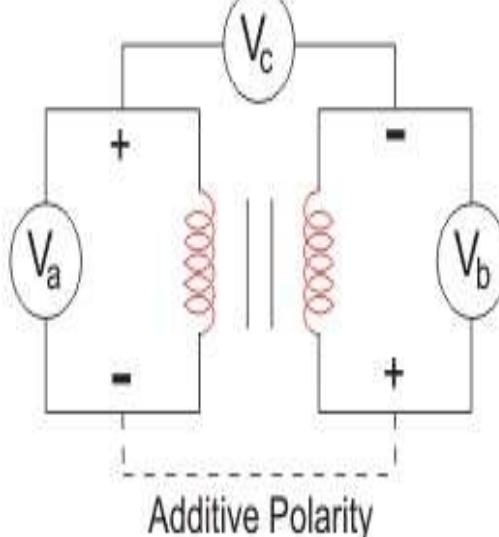
এক্ষেত্রেউভয়কয়েলেরইনডিউসডভোল্টেজেরঅভি

$$V_c = V_a + V_b$$

$$\text{বা } V_a + V_b -$$

রা

যবেশি



Test- Additive Polarity

9/14/2023

Voltmeter

## ৯.৩। ট্রান্সফরমারের পোলারিটি নির্ণয়ের ক্ষেত্রে টেস্টের বর্ণনা (Illustrate the test to determine the polarity of a

### (ক) সংবাদিকাতিভ পোলারিটি

(Subtractive polarity):

### (খ) অ্যাডিটিভ পোলারিটি

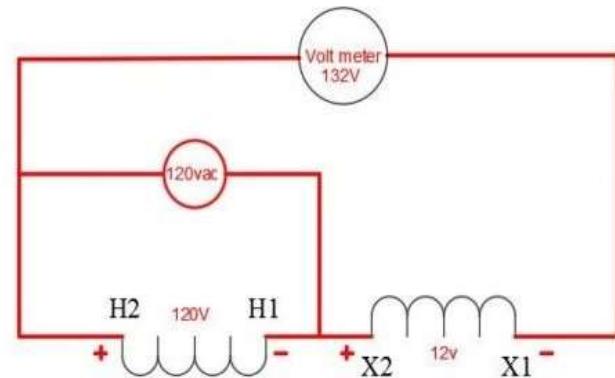
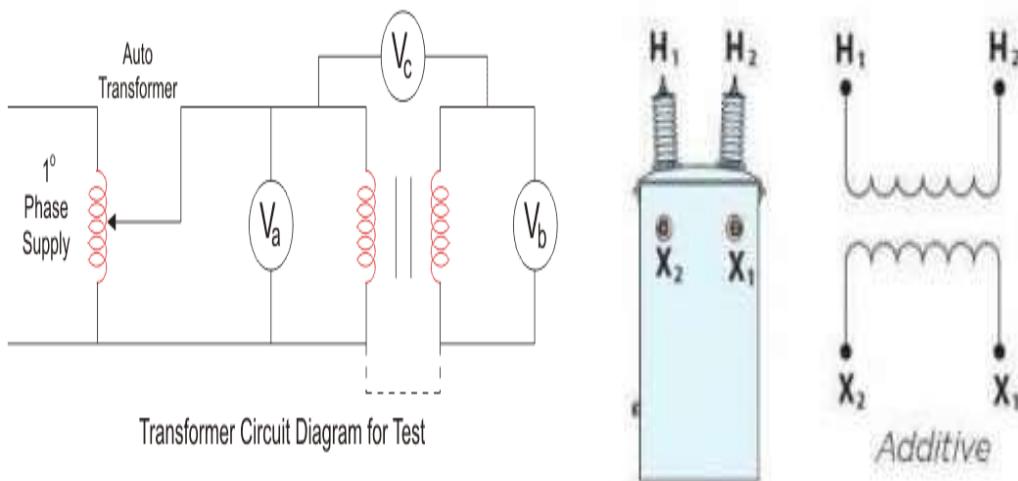
(Additive polarity):

অ্যাডিটিভ মিটারের সাহায্যে অথবাডিসিসাপ্লাই এর সাহায্যে অথবাসিরি জেটেস্টল্যাম্পের সাহায্যে প্রথমে ট্রান্সফরমারের হাই-সাইড ও লো-সাইড চিহ্ন করতে হবে।

২। হাই-সাইডের দুইটা র্মিনাল  $H_1 H_2$  অক্ষর দ্বারা চিহ্নিত করতে হবে।

৩। এখন হাই-সাইডের এক মাথালো-সাইডের অপরয়ে-

কোন মাথার সাথে যুক্ত করতে হবে এবং হাই-সাইডের অপর মাথা, লো মাটেচের জনপ্রয়াগ্র সাথে ভোল্ট মিটার দ্বারা শর্ট করে দিতে হবে।



Test- Additive Polarity

৯.৩। ট্রান্সফরমারের পোলারিটি নির্ণয়ের ক্ষেত্রে টেস্টের বর্ণনা (Illustrate the test to determine the polarity of a transformer)

### (ক) সব্ট্রাক্টিভ পোলারিটি

(Subtractive polarity):

### (খ) অ্যাডিটিভ পোলারিটি

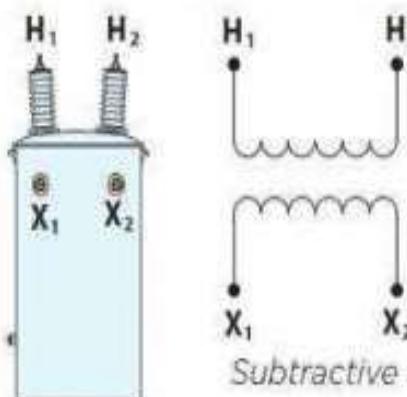
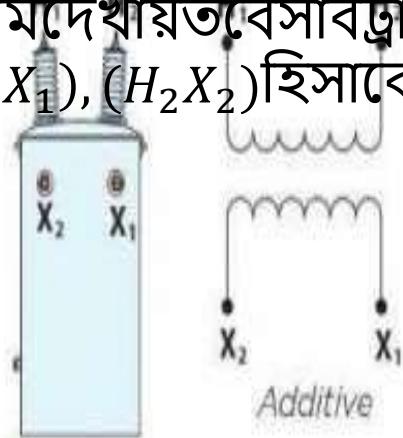
(~~এক্সিজন পোলারিটি~~ সাইডেভোল্টমিটারসংযোগকরণে-  
ভোল্টেজসাম্প্লাইডিতেহবে।

৫।

দুইকয়েলেরপ্রান্তদ্বয়েরসাথেসংযুক্তভোল্টমিটারযদিসাম্প্লাইভোল্টেজেরবেশিদেখায়তবেঅ্যাডিটিভপোলারিটিহবেঅর্থাৎ  
( $H_1 X_2$ ), ( $H_2 X_1$ )হিসাবেচিহ্নিতকরতেহবে।

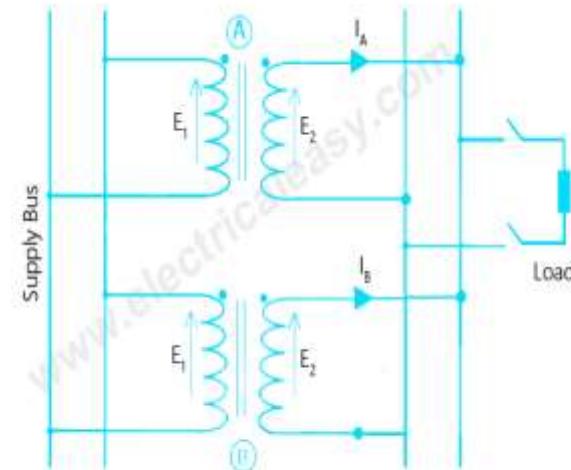
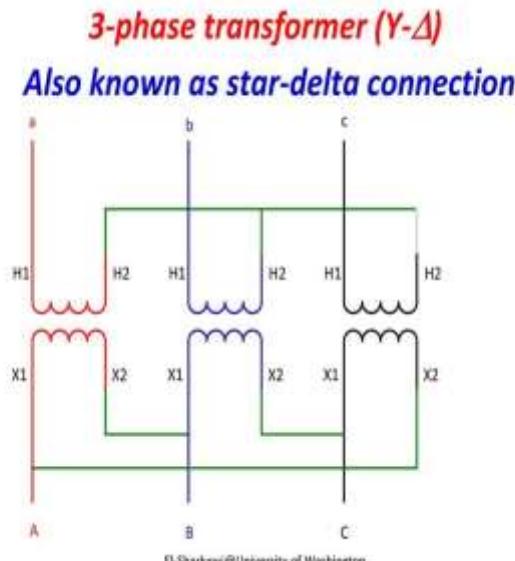
৬। দুই

কয়েলেরপ্রান্তদ্বয়েরসাথেসংযুক্তভোল্টমিটারযদিসাম্প্লাইভোল্টেজে  
রকমদেখায়তবেসাবট্রাকটিভে  
( $H_1 X_1$ ), ( $H_2 X_2$ )হিসাবে চিহ্নিত।



## ৯.৪ | প্যারালাল অপারেশন উদ্দেশ্যসমূহ (Explain the purposes of parallel operation):

- ১। একটি বড় ট্রান্সফরমারের তুলনায় দুটি ট্রান্সফরমারকে প্যারালাল অপারেশন করা বেশি নির্ভরশীল। কারণ, ট্রান্সফরমার খারাপ হলেও অন্যটি দিয়ে সরবরাহ অক্ষুণ্ন রাখা যায়।
- ২। কয়েকটি একফেজ ট্রান্সফরমারের সাহায্যে তিন ফেজ সরবরাহ দেয়ার জন্য।
- ৩। লোড শেয়ার করার নিশ্চয়তার জন্য।
- ৪। একটি ট্রান্সফরমারের রেটেড লোড অপেক্ষা বেশি লোডে পাওয়ার সরবরাহ করার জন্য।
- ৫। প্রত্যেক ট্রান্সফরমারের বিশ্রামের সুবিধা অনেক।
- ৬। চালু অবস্থায় অনেক সময় ট্রান্সফরমারকে রক্ষণাবেক্ষণ ও মেরামত করতে হয়, দুই বা ততোধিক ট্রান্সফরমার থাকলে তাদের একটিকে বন্ধ করে অন্যটি দিয়ে সরবরাহ অব্যাহত রাখা যায়।
- ৭। ট্রা



Parallel Operation of Single Phase Transformers

## ৯.৫। প্যারালাল অপারেশনের শর্তসমূহ (List the conditions of parallel operation):

দুই বা ততোধিক এক ফেজ ট্রান্সফরমারকে সার্থকভাবে প্যারালাল অপারেশন করতে নিম্নলিখিত শর্তসমূহ অবশ্যই পূরণ করতে হবেঃ

১০/১৪/২০২৩

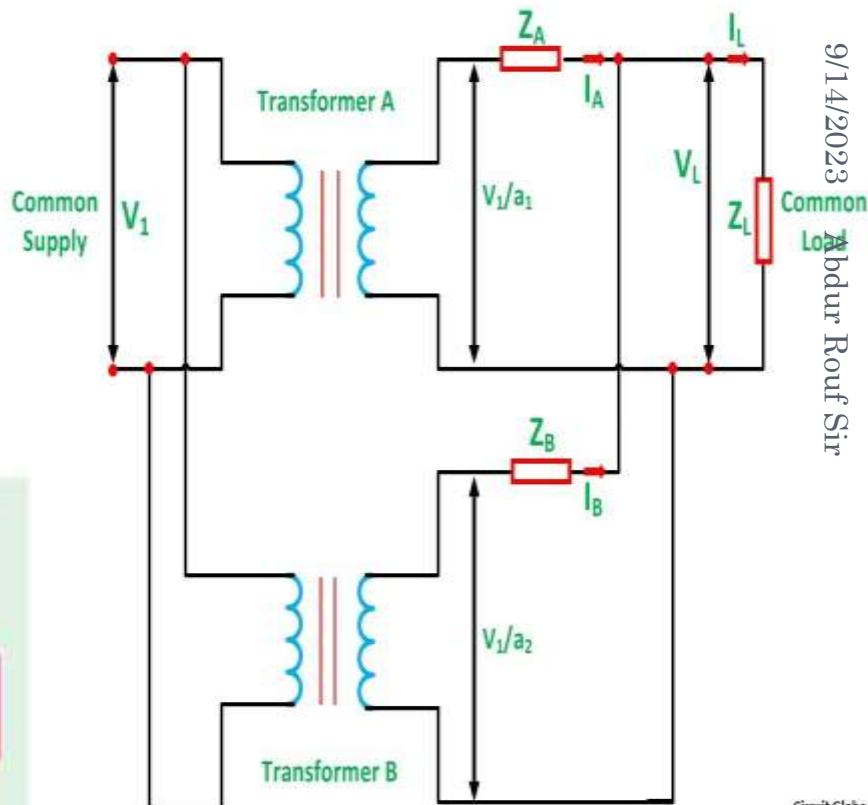
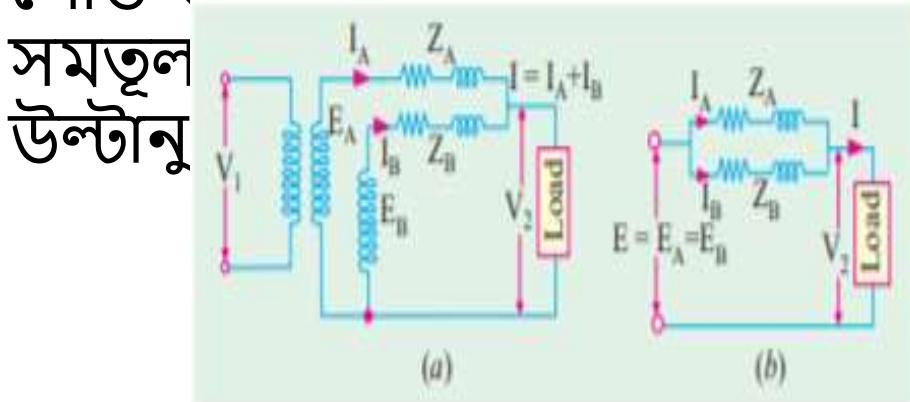
Syedur Rouf Sir

- ১। সবগুলোট্রান্সফরমারেরহাই-সাইডএবংলো-সাইডেরভোল্টেজরেটিং এতেঅবশ্যইট্রান্সফরমেশনরেশিওএকইহবে।
- ২। ট্রান্সফরমারসমূহকেপোলারিটিঅনুযায়ীসংযোগদিতেহবে।
- ৩। প্রতিটিট্রান্সফরমারেরনিজস্বসমতুল্যরেজিস্ট্যান্সএবংরিয়াকট্যান্সএ  $R_e : X_e$  হবে।

## ৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন (Describe the parallel operation of transformer with equal voltage ratio):

**(ক) লোড অপারেশন (Load operation):**

যখন দুইটি ট্রান্সফরমারের  
রেশিও একই থাকা অবস্থায়  
প্যারালাল অপারেশনের জন্য  
সংযোগ করা হয়, তখন মোট  
লোড কার্যন্ত ট্রান্সফরমারের  
সমষ্টি উল্টানু



## ৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন (Describe the parallel operation of transformer with equal voltage ratio):

$a_1 \rightarrow$  is the turn ratio of the transformer A

$a_2 \rightarrow$  is the turn ratio of the transformer B

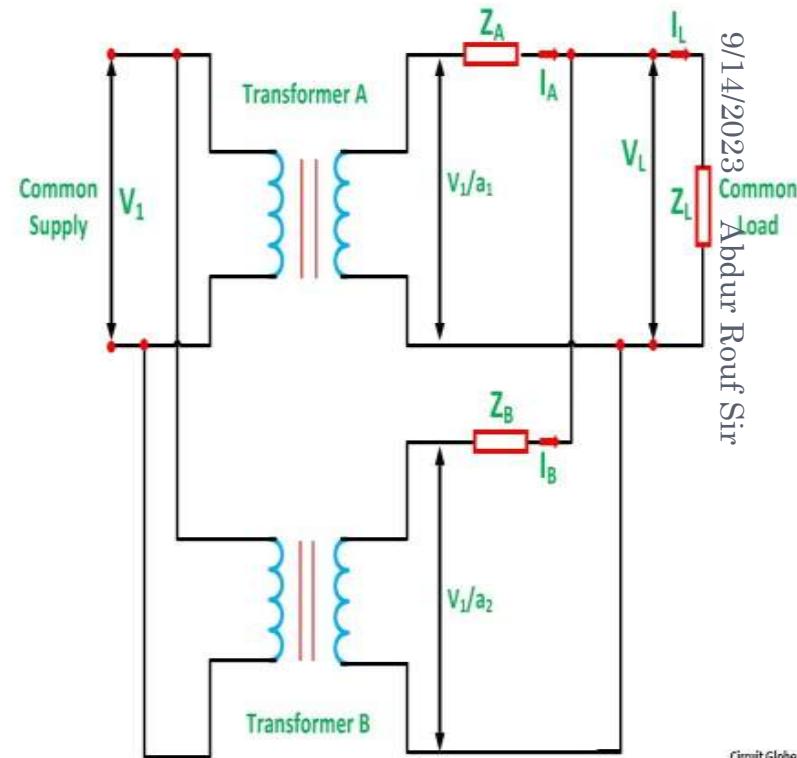
$Z_A \rightarrow$  is the equivalent impedance of the transformer A referred to secondary

$Z_B \rightarrow$  is the equivalent impedance of the transformer B referred to secondary

$Z_L \rightarrow$  is the load impedance across the secondary

$I_A \rightarrow$  is the current supplied to the load by the secondary of the transformer A

$I_B \rightarrow$  is the current supplied to the load by the secondary of the transformer B



## ৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন (Describe the parallel operation of transformer with equal voltage ratio):

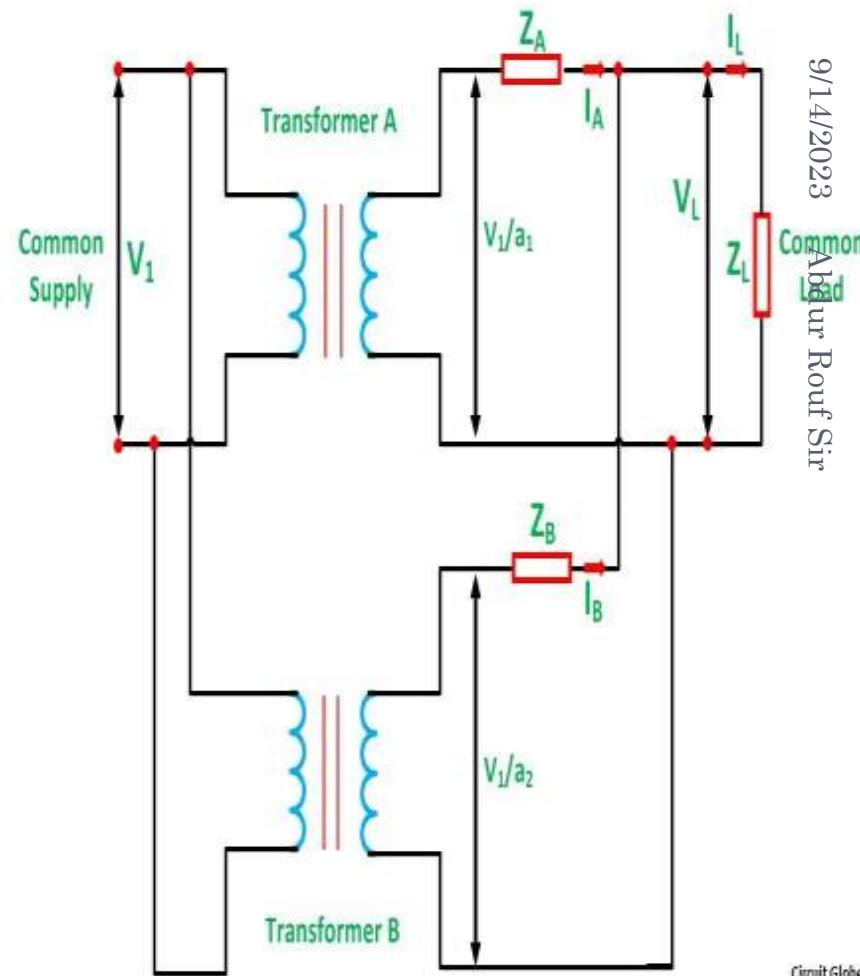
Applying Kirchhoff's Current Law

$$I_A + I_B = I_L \dots\dots\dots (1)$$

By Kirchhoff's Voltage Law

$$V_L = \frac{V_1}{a_1} - I_A Z_A \dots\dots\dots (2) \text{ and}$$

$$V_L = \frac{V_1}{a_2} - I_B Z_B \dots\dots\dots (3)$$



৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল  
অপারেশন (Describe the parallel operation of transformer  
with equal voltage ratio):

$$V_L = \frac{V_1}{a_1} - I_A Z_A \dots \dots \dots \quad (2) \text{ and}$$

$$V_L = \frac{V_1}{a_2} - I_B Z_B \dots \dots \dots \quad (3)$$

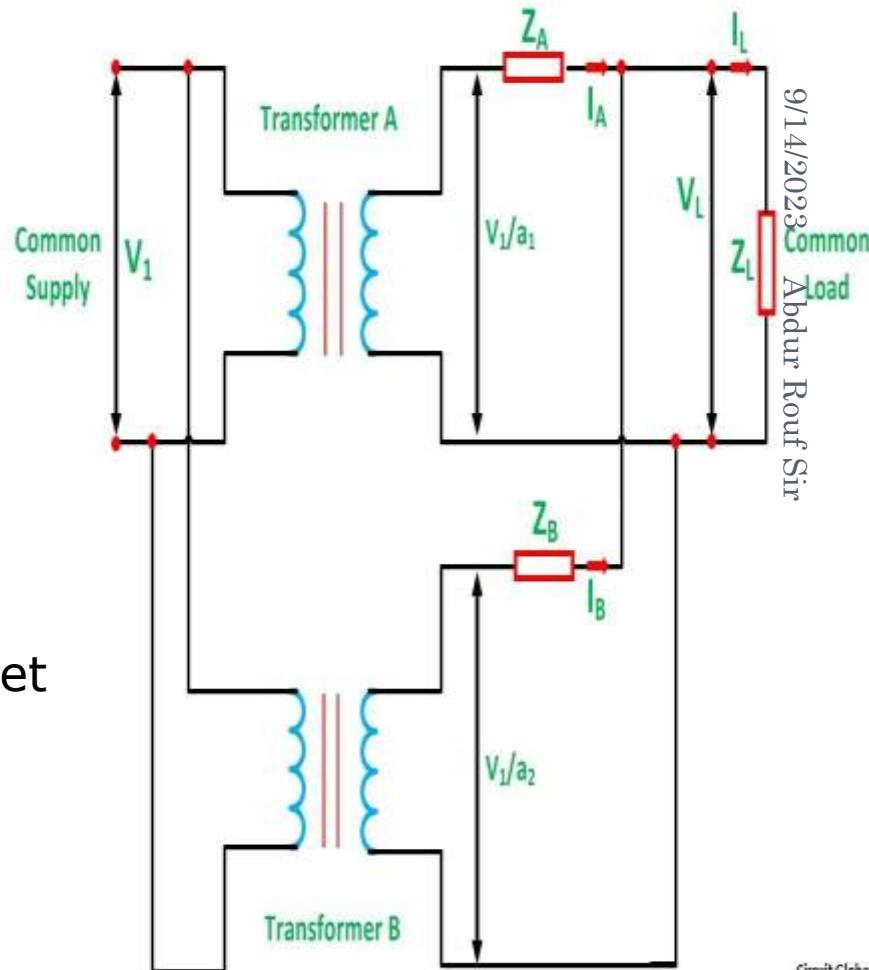
Now putting the value of  $I_B$  from the equation (1) in equation (3) we

$$V_L = \frac{V_1}{a_2} - (I_L - I_A) Z_B \dots \dots \dots (4)$$

Solving equations (2) and (4) we will get

$$I_A = \frac{Z_B I_L}{Z_A + Z_B} + \frac{V_1 (a_2 - a_1)}{a_1 a_2 (Z_A + Z_B)} \dots \dots \dots (5)$$

$$I_B = \frac{Z_A I_L}{Z_A + Z_B} + \frac{V_1 (a_2 - a_1)}{a_1 a_2 (Z_A + Z_B)} \dots \dots \dots (6)$$



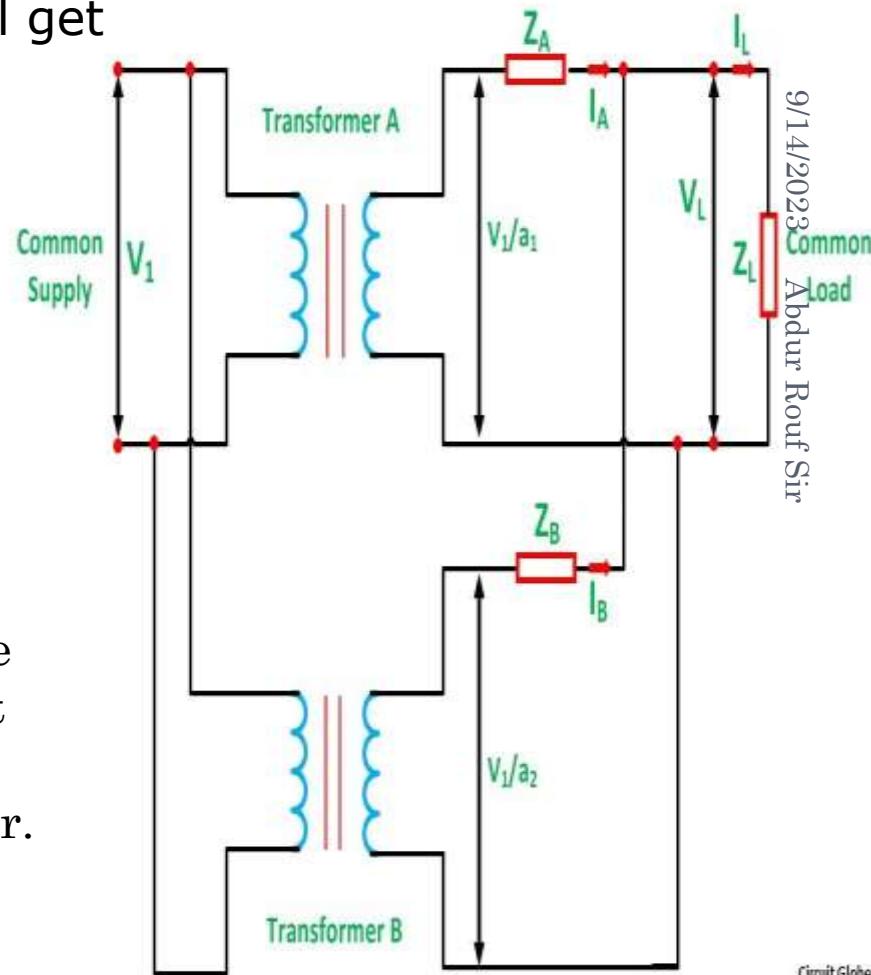
## ৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন (Describe the parallel operation of transformer with equal voltage ratio):

Solving equations (2) and (4) we will get

$$I_A = \frac{Z_B I_L}{Z_A + Z_B} + \frac{V_1 (a_2 - a_1)}{a_1 a_2 (Z_A + Z_B)} \dots\dots\dots(5)$$

$$I_B = \frac{Z_A I_L}{Z_A + Z_B} + \frac{V_1 (a_2 - a_1)}{a_1 a_2 (Z_A + Z_B)} \dots\dots\dots(6)$$

The current  $I_A$  and  $I_B$  has two components. The first component represents the transformers share of the load currents and the second component is a circulating current in the secondary windings of the single phase transformer.



## ৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন (Describe the parallel operation of transformer with equal voltage ratio):

$$I_A = \frac{Z_B I_L}{Z_A + Z_B} + \frac{V_1 (a_2 - a_1)}{a_1 a_2 (Z_A + Z_B)} \dots \dots \dots (5)$$

$$I_B = \frac{Z_A I_L}{Z_A + Z_B} + \frac{V_1 (a_2 - a_1)}{a_1 a_2 (Z_A + Z_B)} \dots \dots \dots (6)$$

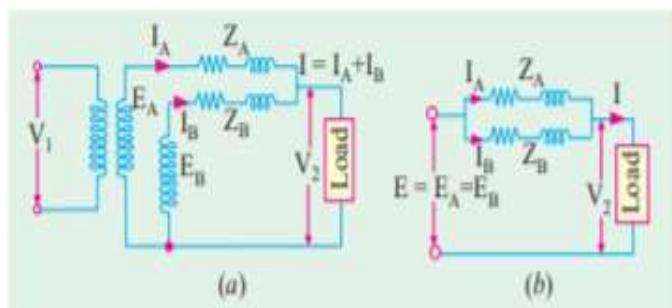
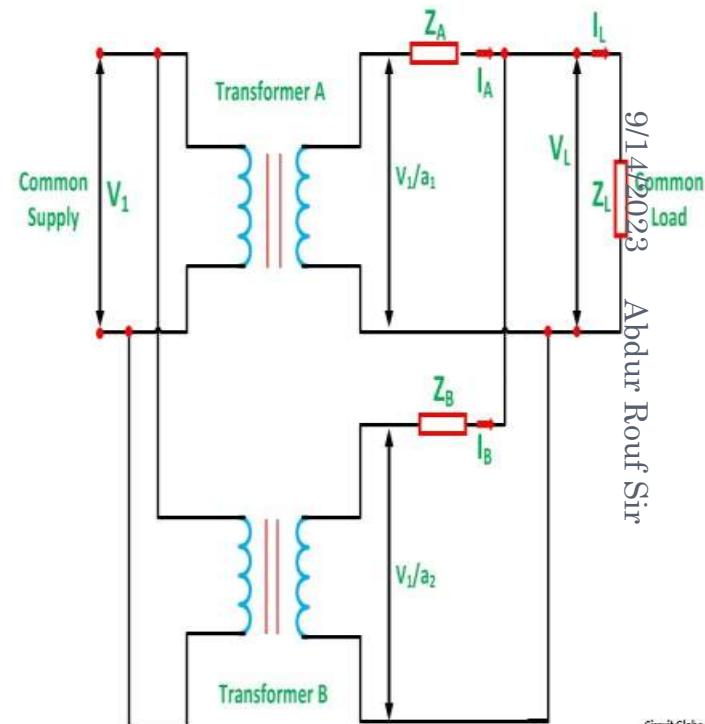
### Equal Voltage Ratio

In order to eliminate circulating currents, the voltage ratios must be identical. That is  $a_1 = a_2$ ,

Under

$$I_A = \frac{Z_B I_L}{Z_A + Z_B} \dots \dots \dots (7)$$

$$I_B = \frac{Z_A I_L}{Z_A + Z_B} \dots \dots \dots (8)$$



## ৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন (Describe the parallel operation of transformer with equal voltage ratio):

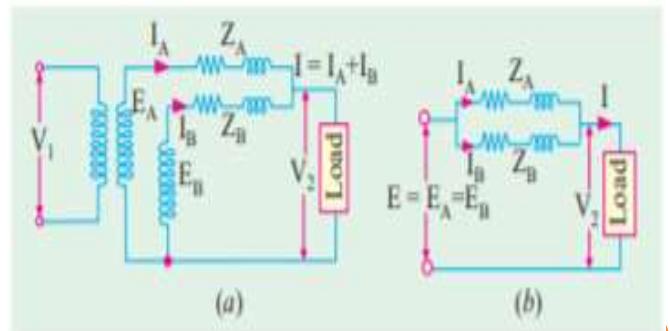
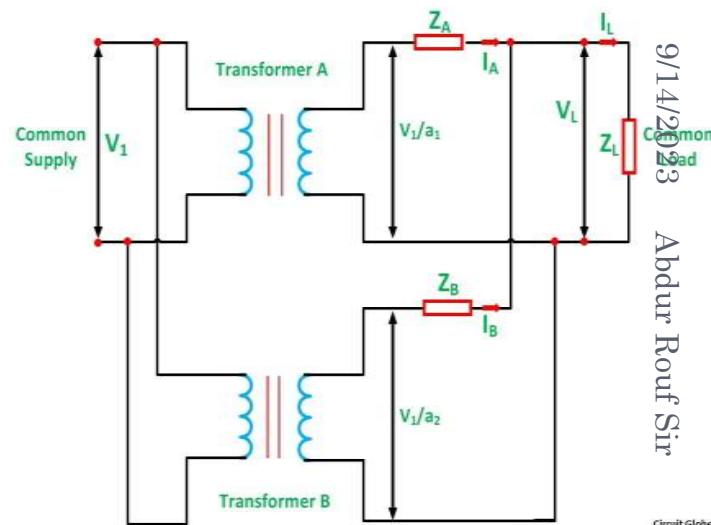
$$I_A = \frac{Z_B I_L}{Z_A + Z_B} \dots \dots \dots (7)$$

$$I_B = \frac{Z_A I_L}{Z_A + Z_B} \dots \dots \dots (8)$$

Equating equation (7) and (8) we will get

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{Z_B}{Z_A} \dots \dots \dots (9)$$

From the above equation (9), it is clear that the transformer currents are inversely proportional to the transformer impedance.



## ৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন (Describe the parallel operation of transformer with equal voltage ratio):

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{Z_B}{Z_A} \dots \dots \dots (9)$$

Equation (9) can also be written as

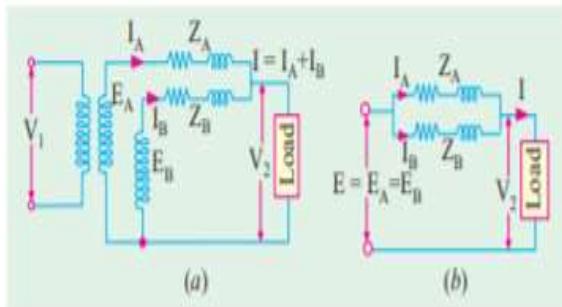
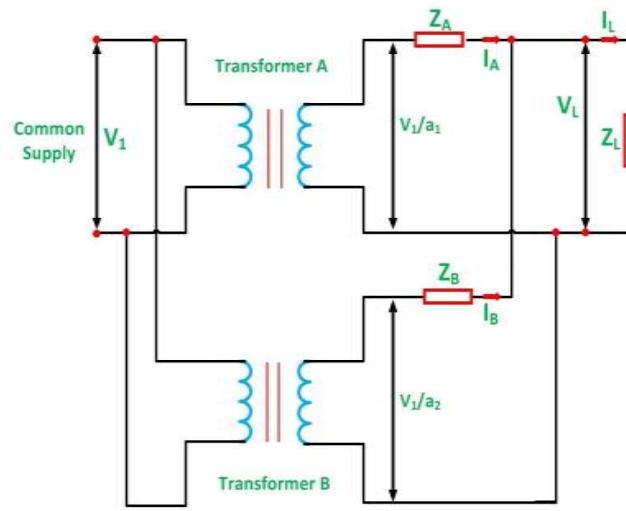
$$I_A Z_A = I_B Z_B \dots \dots \dots (10)$$

The current in the equations (7) and (8) is changed into volt-amperes by multiplying the two equations by the common load voltage  $V_L$

Therefore, we know that

The total load in volt-ampere (VA) is

$$S_L = V_L I_L$$



## ৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন (Describe the parallel operation of transformer with equal voltage ratio):

$$S_L = V_L I_L$$

The volt-ampere of transformer A is

$$S_A = V_L I_A$$

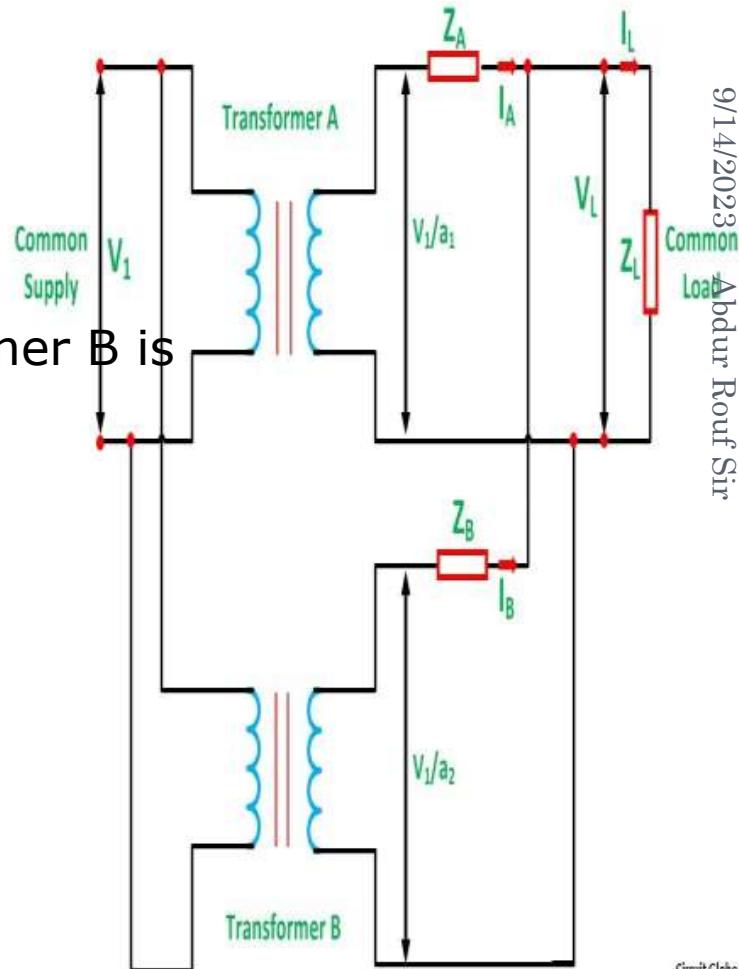
Similarly, the volt-ampere of transformer B is

$$S_B = V_L I_B$$

Hence, the various equations will be written as shown below

$$S_A = \frac{Z_B}{Z_A + Z_B} S_L \dots\dots\dots(11)$$

$$S_B = \frac{Z_A}{Z_A + Z_B} S_L \dots\dots\dots(12)$$



৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল  
অপারেশন (Describe the parallel operation of  
transformers with equal voltage ratio):

$$S_A = \frac{Z_B}{Z_A + Z_B} S_L \dots\dots\dots(11)$$

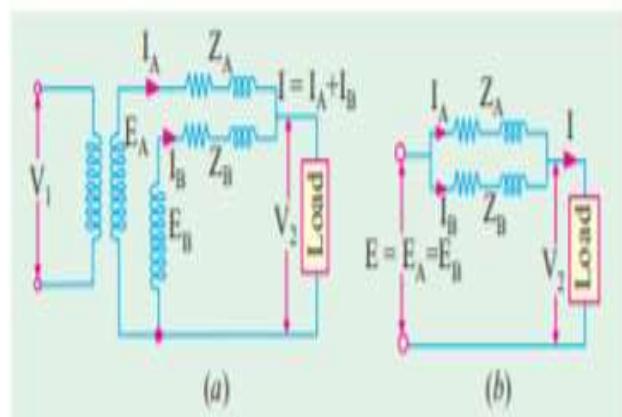
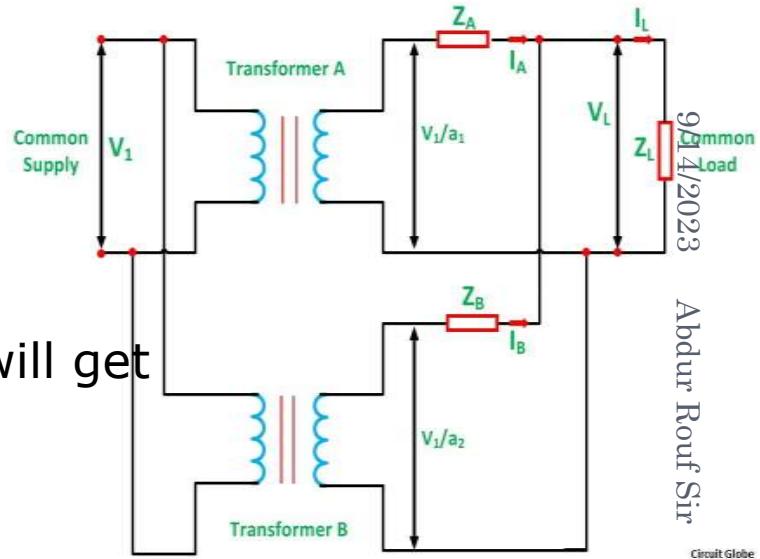
$$S_B = \frac{Z_A}{Z_A + Z_B} S_L \dots\dots\dots(12)$$

Equating the equation (11) and (12) we will get

$$\frac{S_A}{S_B} = \frac{Z_B}{Z_A} \dots\dots\dots (13)$$

Equation (13) tells that the volt-ampere load on each single phase transformer is inversely proportional to its impedance.

Hence, to share the load in proportion to their ratings, the transformers should have the impedance which is inversely proportional to their ratings.



## ৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের

প্যারালাল অপারেশন (Describe the parallel operation of transformer with equal voltage ratio):

(খ) ট্রান্সফরমারের আদর্শ অবস্থায় সমান ভোল্টেজ রেশিওতে

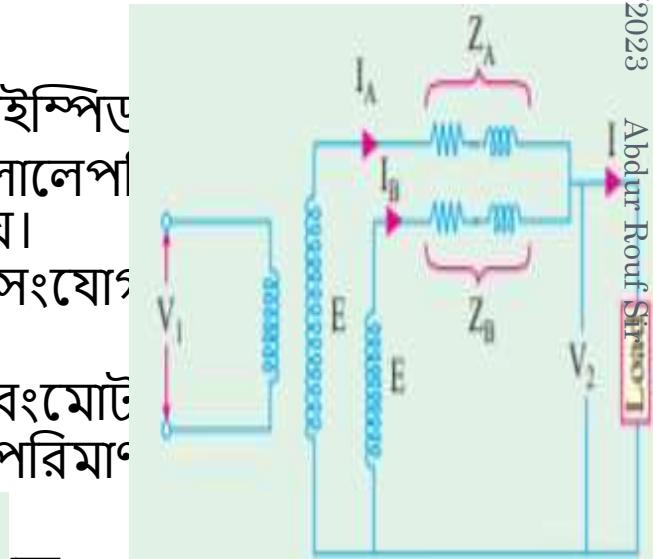
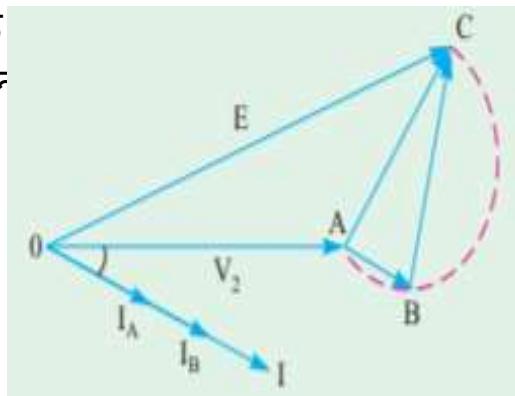
প্যারালাল অপারেশন (The parallel operation of transformer with

~~equal voltage ratio in ideal condition~~):

সমানভোল্টেজরেশিওএবংসাদৃশ্যআকার ও আকৃতিরইস্পিতি ভোল্টেজত্রিভুজবিশিষ্টএকাধিকট্রান্সফরমারেরপ্যারালালেপা আইডিয়ালকেইস (Ideal case) হিসাবেবিবেচনাকরাহয়।

চিত্রেঅনুরূপদুটিট্রান্সফরমার A এবং B এরপ্যারালালসংযোগ সমতুল্যবর্তনীএবংভেক্টরডায়াগ্রামদেখানোহয়েছে।

এদেরইনডিউসডভোল্টেজ E টার্মিনালভোল্টেজ  $V_2$  এবংমোট নিজস্বকারেন্ট  $I_A$  এবং  $I_B$  একইফেজেআছেএবংএদেরপরিমাণ kVA এরসাথেসমানুপাতিক ট্রান্সফরমারদুটিপ্যারালালে রকরায়ায়।



নিচে $Z_{AB}$ ।

Equivalent circuit of  
Transformer A and B in  
Parallel Connection.

Vector Diagram of parallel operation of two transformer.

## ৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন (Describe the parallel operation of transformer with equal voltage ratio):

(খ) ট্রান্সফরমারের আদর্শ অবস্থায় সমান ভোল্টেজ রেশিওতে  
প্যারালাল অপারেশন (The parallel operation of transformer with  
equal voltage ratio in ideal condition):

$$\frac{1}{Z_{AB}} = \frac{1}{Z_A} + \frac{1}{Z_B} = \frac{Z_A + Z_B}{Z_A Z_B} \therefore$$

$$\therefore Z_{AB} = \frac{Z_A Z_B}{Z_A + Z_B} \quad \text{---(1)}$$

$$\text{Again } I_A Z_A = I_B Z_B = I Z_{AB}$$

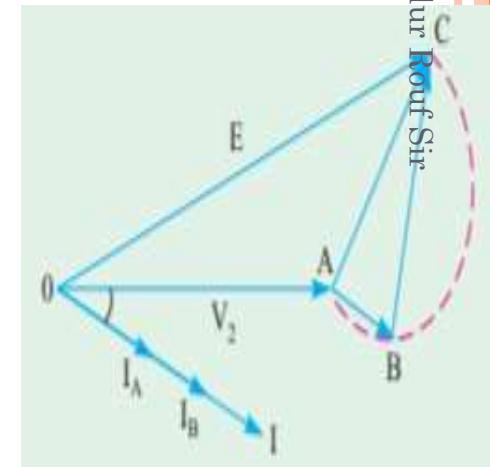
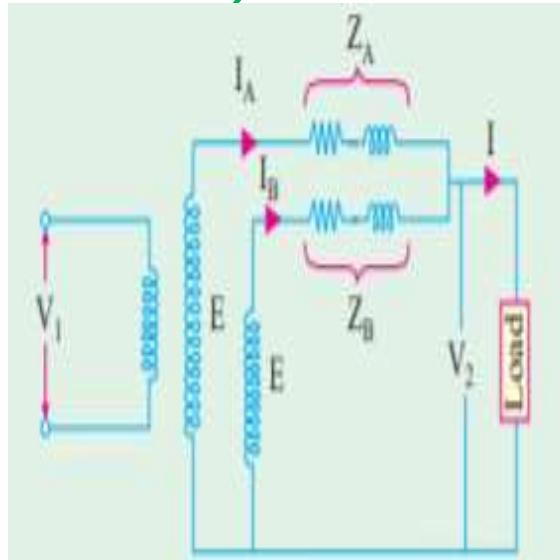
$$\therefore I_A = I \frac{Z_{AB}}{Z_A} \quad \text{---(2)}$$

$$I_B = I \frac{Z_{AB}}{Z_B} \quad \text{---(3)}$$

putting the value  $Z_{AB}$  of in equation(2) and (3)

$$I_A = I \times \frac{Z_A Z_B}{Z_A + Z_B} \times \frac{1}{Z_A} = I \left( \frac{Z_B}{Z_A + Z_B} \right) \quad \text{---(4)}$$

$$I_B = I \times \frac{Z_A Z_B}{Z_A + Z_B} \times \frac{1}{Z_B} = I \left( \frac{Z_A}{Z_A + Z_B} \right) \quad \text{---(5)}$$



Vector Diagram of parallel operation of two transformer.

## ৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন (Describe the parallel operation of transformer with equal voltage ratio):

(খ) ট্রান্সফরমারের আদর্শ অবস্থায় সমান ভোল্টেজ রেশিওতে  
প্যারালাল অপারেশন (The parallel operation of transformer with  
equal voltage ratio in ideal condition):  
**শারীর ভাগাভাগ (Sharing of  
Power):**

Multiplying in equation (4) by  $\frac{V}{1000}$

$$I_A \times \frac{V}{1000} = I \times \frac{Z_B}{Z_A + Z_B} \times \frac{V}{1000}$$

$$\Rightarrow \frac{VI_A}{1000} = \frac{VI}{1000} \times \frac{Z_B}{Z_A + Z_B}$$

$$\Rightarrow Q_A (\text{KVA}) = Q \times \frac{Z_B}{Z_A + Z_B} \quad \dots \dots (6)$$

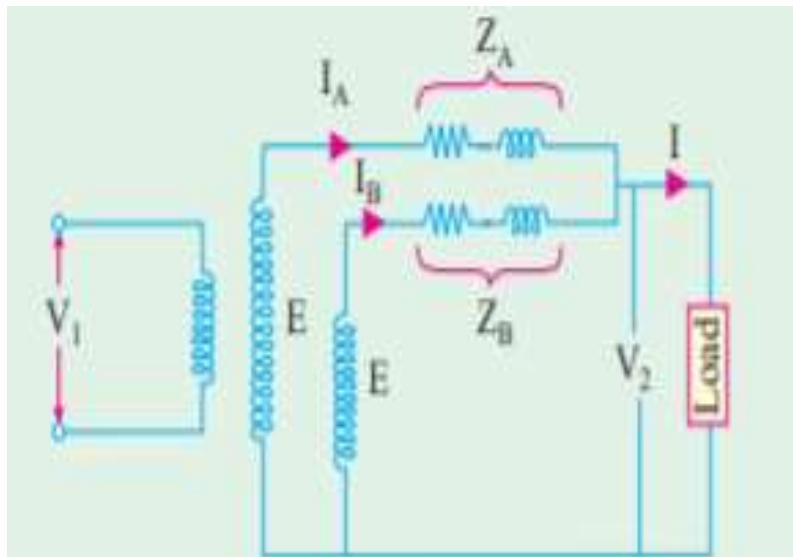
Where  $Q = \text{Total power}$

Similarly

$$\Rightarrow Q_B = Q \times \frac{Z_A}{Z_A + Z_B} \quad \dots \dots (7)$$

$$I_A = I \times \frac{Z_A Z_B}{Z_A + Z_B} \times \frac{1}{Z_A} = I \left( \frac{Z_B}{Z_A + Z_B} \right) \quad \dots \dots (4)$$

$$I_B = I \times \frac{Z_A Z_B}{Z_A + Z_B} \times \frac{1}{Z_B} = I \left( \frac{Z_A}{Z_A + Z_B} \right) \quad \dots \dots (5)$$



## ৯.৭। ট্রান্সফরমারের নেমপ্লেটের স্পেসিফিকেশন (Explain the specification on the nameplate of a transformer):

ট্রান্সফরমার ডিজাইনের সময় স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী নির্মান করা  
একটি প্রধান কাজ। একটি ট্রান্সফরমারের নেমপ্লেটের  
স্পেসিফিকেশনে যে-সকল তথ্য থাকতে পারে তা নিম্নে প্রদত্ত হলোঃ

- ১। kVA রেটিং,
- ২। রেটেড ভোল্টেজ,
- ৩। ফেজের সংখ্যা (1φ/3φ),
- ৪। রেটেড ফ্রিকুয়েন্সি (50/60 Hz),
- ৫। কানেকশন পদ্ধতি,
- ৬। ট্যাপিং (যদি থাকে),
- ৭। অ্যামবিয়েন্ট টেম্পারেচার (সাধারণত গড়মান  $40^{\circ}\text{C}$ ),
- ৮। টাইপ অব কুলিং (ন্যাচারাল, অয়েল ওয়াটার ফোর্সড এক্ষেত্রে  
প্রতীক হিসাবে ONAN, ONAF, ONFW, OFAN, OFWF ইত্যাদি  
সাঙ্কেতিক চিহ্ন ব্যবহার করা হয়),
- ৯। ইনসুলেশন শ্রেণির উপর ভিত্তি করে উত্তাপ বৃদ্ধির শ্রেণিবিভাগ  
(AECB, BZCB, FZCB, FZCB, H115°C, C140°C এবং তেলে নির্মিত)।

৯.৭। ট্রান্সফরমারের নেমপ্লেটের স্পেসিফিকেশন (Explain the specification on the nameplate of a transformer):

ট্রান্সফরমার ডিজাইনের সময়স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী নির্মান করা একটি  
একটি ট্রান্সফরমারের নেমপ্লেটের স্পেসিফিকেশন নেয়ে-  
সকল তথ্য থাকতে পারে তা নিম্নে প্রদত্ত হলোঃ

- ১০। রেটেডভোল্টেজে মোটলসের ডাটা,
- ১১। নো-লোডলস,
- ১২। রেটেড কারেন্টেলোডলস,
- ১৩। রেটেড কারেন্ট ইম্পিড্যান্স ভোল্টেজ,
- ১৪। শতকরা রেজিস্ট্যান্স,
- ১৫। নো-লোড কারেন্ট,
- ১৬। বিভিন্ন পর্যায়ে ইফিসিয়েন্সি (যখন  $75^{\circ}\text{C}$  একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে, ফুল  $\frac{1}{2}$  লোডে),
- ১৭। রেগুলেশন ডাটা।

## ৯.৭। ট্রান্সফরমারের নেমপ্লেটের স্পেসিফিকেশন (Explain the specification on the nameplate of a transformer):

ট্রান্সফরমার ডিজাইনের সময়  
স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী  
নির্মান করা একটি প্রধান  
কাজ। একটি ট্রান্সফরমারের  
নেমপ্লেটের স্পেসিফিকেশনে  
যে-সকল তথ্য থাকতে পারে  
তা নিম্নে প্রদত্ত হলো:



The image shows a detailed nameplate for a three-phase transformer. At the top left is the company logo 'R' and 'Raychem RPG (P) Ltd'. Below it is the address 'PLASARA NHALA, NALAGARH - SWAROOPNATH ROAD, NALAGARH - 174101, HIMACHAL PRADESH, INDIA'. The main title 'THREE PHASE TRANSFORMER TO SPEC. IS:2026/1977' is centered above the table. The table contains the following data:

KVA		800	PHASES		3
VOLTS AT NO LOAD	HV	11000	TYPE OF COOLING		ONAN
	LV	440	IMPEDANCE %		
AMPERES	HV	41.98	CORE - COIL ASSY Wt Kg.		1200
	LV	1049.7	MASS OF OIL Kg.		500
FREQUENCY		50 Hz	VOLUME OF OIL Ltr.		610
VECTOR GROUP		Dyn 11	TOTAL Wt Kg.		2400
MAX AMB TEMP		50°C	WINDING MATERIAL		COPPER
MAX TEMP RISE OIL		50°C	INSULATION LEVEL HV/LV		ITSAC31U-AC
MAX TEMP RISE WDG		55°C	YEAR OF MANUFACTURE		2012
CUSTOMER NAME : - M/s MAHINDRA & MAHINDRA LTD.					
PO NO. - JPR / BRP / 1300046451 DATED 20/07/2012					
TRANSFORMER SRL NO. - ADA NY1006					
		POSH NO	W/LAD CONNECTION	HV VOLTS	L VOLTS

## ৯.৮ | প্যারালাল অপারেশন সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান (Solved problems related to parallel operation):

প্রয়োজনীয়

সুত্রসমূহঃ

$$\bullet Z_A = Z_B = \frac{KVA_{(base)}}{KVA_{(given)}} \times Z_{(given)}$$

$$\bullet Z_{AB} = \frac{Z_A Z_B}{Z_A + Z_B}$$

$$\bullet I_A = I \times \frac{Z_B}{Z_A + Z_B}$$

$$\bullet I_B = I \times \frac{Z_A}{Z_A + Z_B}$$

$$\bullet Q_A(KVA) = Q \times \frac{Z_B}{Z_A + Z_B}$$

$$\bullet Q_B(KVA) = Q \times \frac{Z_A}{Z_A + Z_B}$$

$$\bullet I_A = \frac{Q_A}{\text{Busbar voltage}}$$

$$\bullet I_B = \frac{Q_B}{\text{Busbar voltage}}$$

$$\bullet I_A = \frac{I_A Z_A}{Z_{AB}}$$

$$\bullet I_B = \frac{I_B Z_B}{Z_{AB}}$$



## ৯.৮। প্যারালাল অপারেশন সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান (Solved problems related to parallel operation):

প্রশ্ন-১: দুইটি 2200/110 V Transformer এর প্যারালালে পরিচালনা হয়ে 0.8 ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরে 125KVA লোড বন্টন করে। ট্রান্সফরমারগুলো রেটিং A: 110KVA, 0.9% রেজিস্ট্যান্স এবং 10% রিয়্যাকট্যান্স B: 50KVA, 1% রেজিস্ট্যান্স, 5% রিয়্যাকট্যান্স হলে উভয় ট্রান্সফরমার কতো লোড বহন করবে?

Here given Data

power factor  $\cos\theta = 0.8$  lagging

$$\Rightarrow \theta = \cos^{-1}(0.8) = 36.87^\circ$$

Total KVA Rating Q = 125∠ -36.87°

Let KVA<sub>base</sub> = 100 KVA

$$\therefore Z_A = (0.009 + j0.10)$$

$$Z_B = \frac{100}{50} \times (0.01 + j0.05) = 0.02 + j0.1$$

Kva Load of transformer A, Q<sub>A</sub> = ?

Kva Load of transformer B, Q<sub>B</sub> = ?

## ৯.৮। প্যারালাল অপারেশন সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান (Solved problems related to parallel operation):

প্রশ্ন-১: দুইটি 2200/110 V Transformer এর প্যারালালে পরিচালনা হয়ে 0.8 ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরে 125KVA লোড বন্টন করে। ট্রান্সফরমারগুলো রেটিং A: 110KVA, 0.9% রেজিস্ট্যান্স এবং 10% রিয়াকট্যান্স B: 50KVA, 1% রেজিস্ট্যান্স, 5% রিয়াকট্যান্স হলে উভয় ট্রান্সফরমার কতো লোড বহন করবে?

$$\frac{Z_A}{Z_A + Z_B} = \frac{(0.009 + j0.1)\Omega}{0.029 + j0.2}$$

$$= \frac{0.1004\angle 84.86^\circ \Omega}{0.202\angle 81.75^\circ \Omega} \\ = 0.497\angle 3.11^\circ \Omega$$

$$\frac{Z_B}{Z_A + Z_B} = \frac{(0.02 + j0.1)\Omega}{0.029 + j0.2}$$

$$= \frac{0.102\angle 78.70^\circ \Omega}{0.202\angle 81.75^\circ \Omega} \\ = 0.505\angle -3.05^\circ \Omega$$

$$\text{Load sharing transformer A, } Q_A = Q \times \frac{Z_B}{Z_A + Z_B} \\ = 125\angle -37.87^\circ \times 0.505\angle -3.05^\circ \\ = 63.125\angle -39.92^\circ \text{ KVA}$$

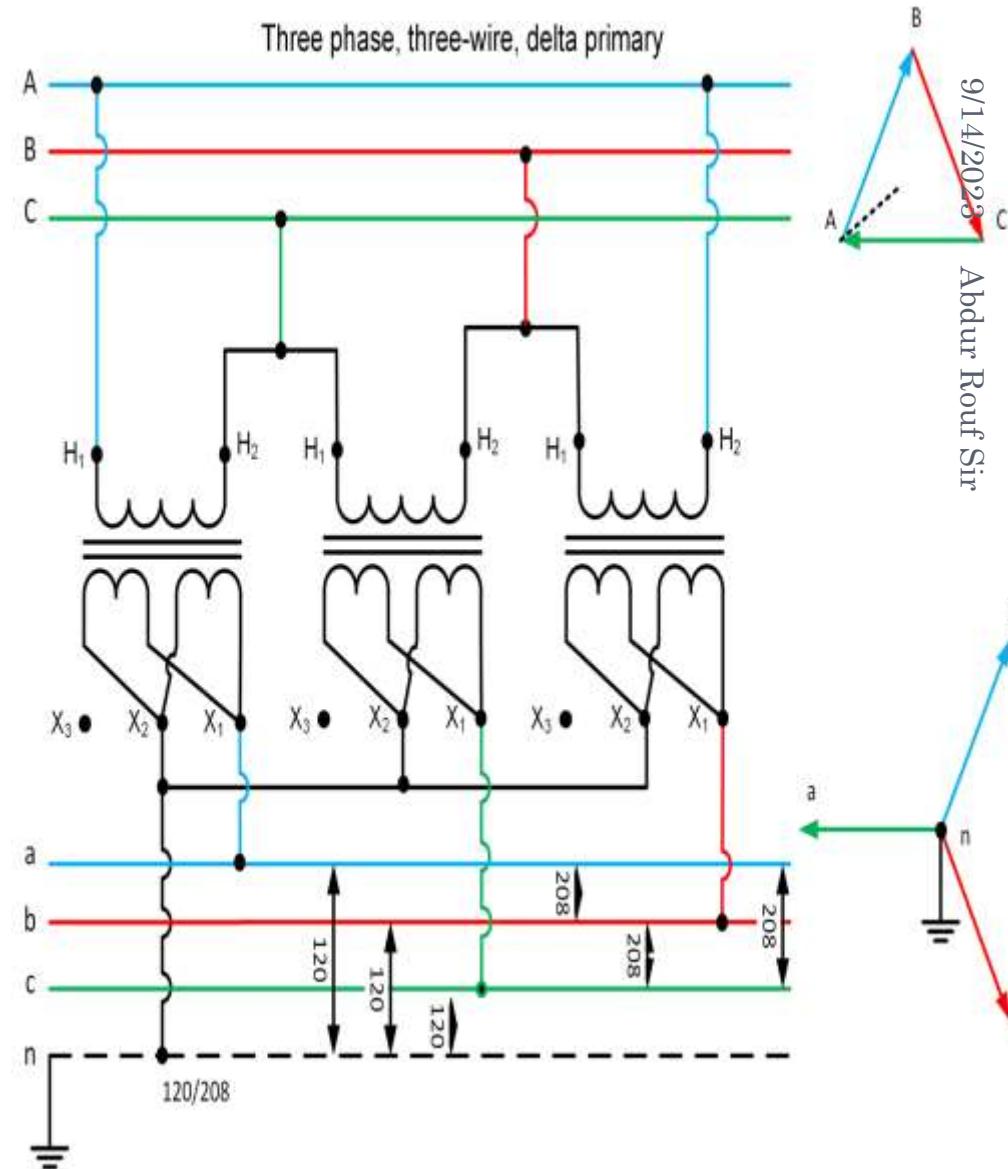
$$\text{Load sharing transformer B, } Q_B = Q \times \frac{Z_A}{Z_A + Z_B} = 125\angle -37.87^\circ \times 0.497\angle 3.11^\circ \\ = 62.125\angle -33.76^\circ \text{ KVA}$$

⇒

## ৯.৯। তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশনের শর্তসমূহ (List the conditions for parallel operation of 3-phase transformer):

তিন ফেজ ট্রান্সফরমার প্যারালাল  
সংযোগ করার পূর্বে নিম্নলিখিত  
শর্তসমূহ অবশ্যই পূরণ করতে হয়ঃ

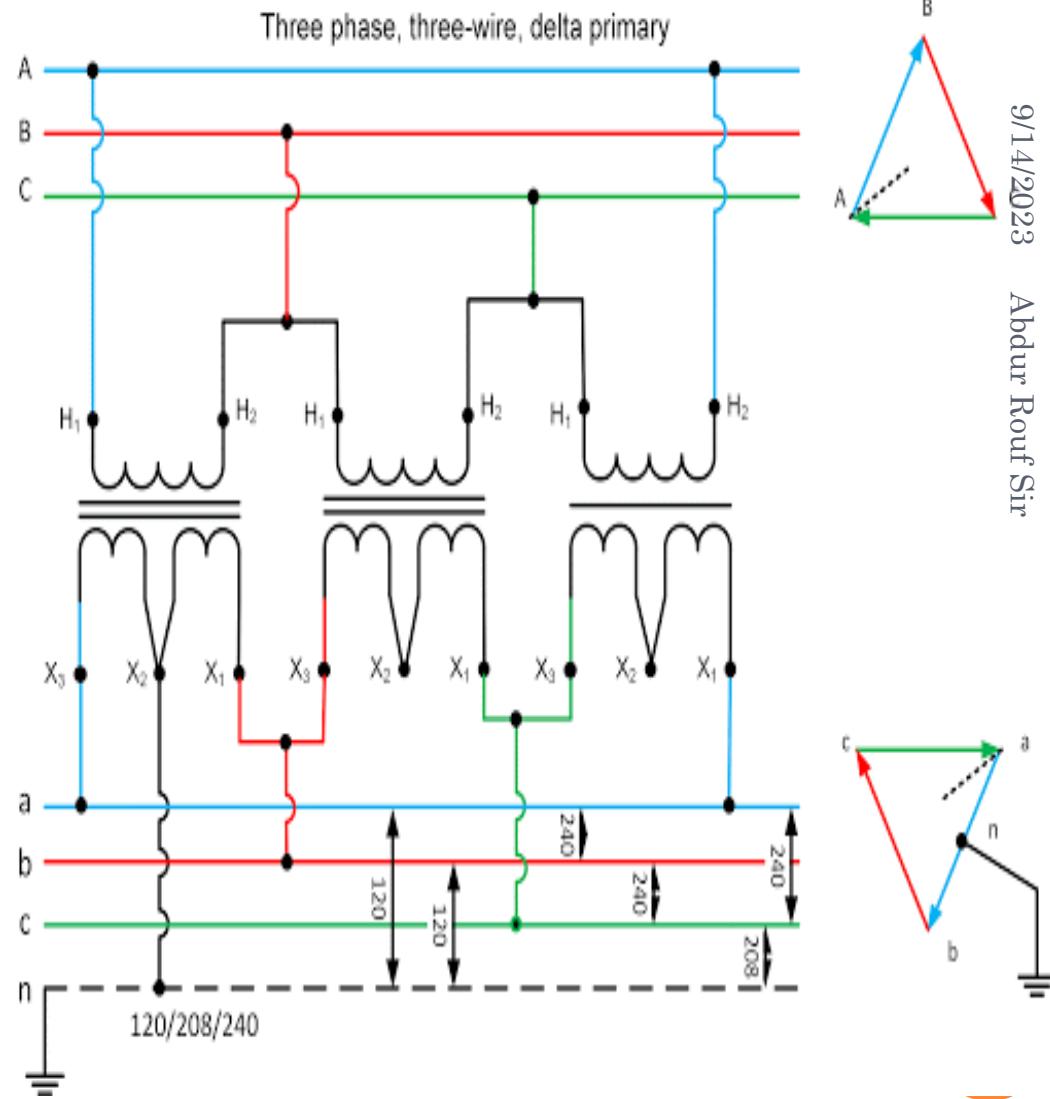
- ১। সবগুলো ট্রান্সফরমারের হাই-সাইড এবং লো-সাইডের ভোল্টেজ রেটিং একই হতে হবে। এতে অবশ্যই ট্রান্সফরমেশন রেশিও একই হবে।
- ২। ট্রান্সফরমারসমূহকে সঠিক পোলারিটি অনুযায়ী অবশ্যই সংযোগ দিতে হবে।
- ৩। প্রতিটি ট্রান্সফরমারের নিজস্ব সমতুল্য রিয়াকট্যাঙ্ক এবং রেজিস্ট্যান্সের অনুপাত একই হতে হবে।
- ৪। প্রতিটি ট্রান্সফরমারের সমতুল্য ইম্পিড্যান্স অবশ্যই নিজস্ব kVA



৯.৯। তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশনের শর্তসমূহ (List the conditions for parallel operation of 3-phase transformer):

তিন ফেজ ট্রান্সফরমার  
প্যারালাল সংযোগ  
করার পূর্বে নিম্নলিখিত  
শর্তসমূহ অবশ্যই পূরণ  
করতে হয়ঃ

- ৫। প্রাইমারি ও  
সেকেন্ডারি ভোল্টেজের  
মধ্যে ফেজ  
ডিসপ্লিসমেন্ট একই  
হতে হবে।
- ৬। প্রতিটির ফেজ  
সিকুয়েন্স অবশ্যই  
একই হতে হবে।
- ৭। তিন-ফেজ



## ৯.১০। ট্রান্সফরমারের রেটিং এর তালিকা (List the standard rating of transformer):

ট্রান্সফরমার রেটিং-এ যে-সকল তথ্য উল্লেখ করা হয় সেগুলো হলোঃ

- (ক) ভোল্টেজ রেটিং
- (খ) রেটেড সার্কিট ভোল্টেজ
- (গ) সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন রেটেড kVA
- (ঘ) ট্যাপ পরিবর্তনে রেটেড kVA
- (ঙ) বিভিন্ন ধরনের কুলিং প্রক্রিয়ায় রেটেড ক্যাপাসিটির পরিমাণ
- (চ) লো-ভোল্টেজ ওয়াইন্ডিং-এর রেটেড ভোল্টেজ, ইত্যাদি।

A.S.A, A.I.E.E এবং N.E.L.A প্রত্তি সংস্থার স্ট্যান্ডার্ড রেটিং নিম্নে প্রদত্ত হলোঃ

**ট্রান্সফরমারের রেটিংঃ ভোল্টেজ রেটিংঃ** ট্রান্সফরমারের জন্য স্ট্যান্ডার্ড মান নিম্নে দেওয়া হলোঃ

**ডিস্ট্রিবিউশন টাইপসঃ** 440; 550; 2300; 4300; 4600; 6600; 11000; 13200; 22000; 33000; 44000; 66000।

**পাওয়ার টাইপসঃ** 2300; 4000; 4600; 6600; 11000; 13200; 22000; 33000; 44000; 66000; 110000; 132000; 154000, 220000; 330000

# বাড়ির কাজ

১/১/২০২৩

Abdul Kousar Sir

- ১। ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন বলতে কী বুঝ? এর শর্ত ও উদ্দেশ্য
- ২। সমানভোল্টেজ রেশিও তে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন বর্ণনা ক
- ৩। ট্রান্সফরমারে আদর্শ অবস্থায় সমানভোল্টেজ রেশিও তে প্যারালাল অপা  
অবস্থায় পাওয়ারের ভাগাভাগিকী ভাবে হয়?
- ৪। ট্রান্সফরমারের পোলারিটিটেস্টের বর্ণনাদাও।
- ৫। ট্রান্সফরমারের পোলারিটিনির্ণয়ের জন্য চিত্র সহ প্রয়োজনীয় টেস্টের বর্ণনা
- ৬। তিনফেজ ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন পদ্ধতি বর্ণনা করো।
- ৭। একটি ট্রান্সফরমারের নমুনাহিসাবে নেম্প্লিটের স্পেসিফিকেশন দাও।
- ৮। প্যারালালে পরিচালিত 300 kVA লোডেসর বরাহ অবস্থায় নিম্নলিখিত তথ্য বলিপাওয়া গে  
**ট্রান্সফরমার-১**  
রেটিং-150 kVA  
6900/230 V  
 $Z_A = 9.4^{\text{TM}}$
- ট্রান্সফরমার-২**  
রেটিং-250 kVA  
6900/230 V  
 $Z_B = 5.8^{\text{TM}}$

## তাহলেবের করণ:

- (ক) প্রতিটি ট্রান্সফরমারের কারেন্ট।
- (খ) প্রতিটি ট্রান্সফরমার কতক kVA লোডেসর বরাহের পরিমাণ।



# সংবাদ

