ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট

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

উপস্থাপনায়-

মোঃ আসাদুজ্জামান রাকিব
ইন্সট্রাক্টর (ইলেকট্রিক্যাল)

মোঃ আব্দুর রউফ
জুনিয়র ইন্সট্রাক্টর (ইলেকট্রিক্যাল)

Abdur Rouf Sir

পাঠ পরিচিতিঃ

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

প্রথম অধ্যায়

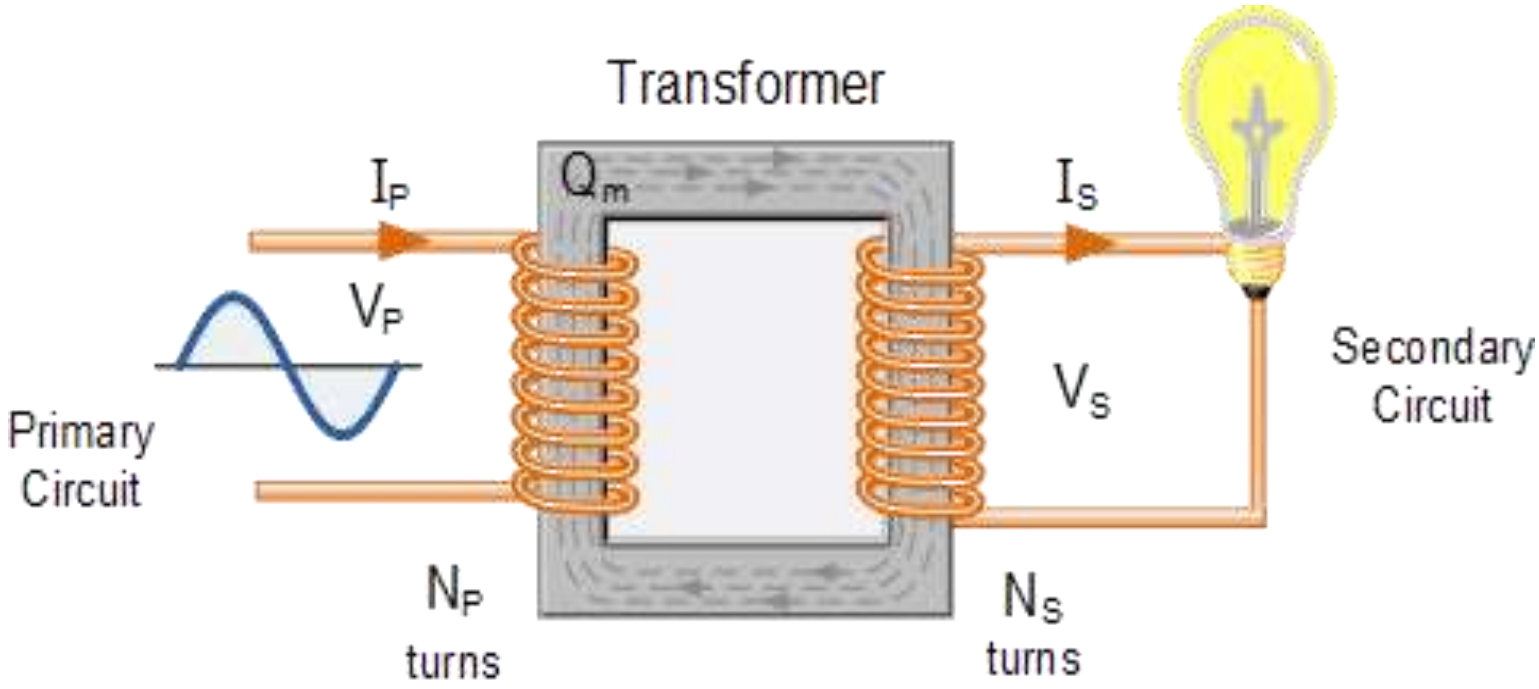
ট্রান্সফরমারের কার্যনীতি এবং গঠন

(Understand Working Principle and Construction of Transformer)

Abdur Rouf Sir

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।



Abdur Rouf Sir

গঠনঃ

ট্রান্সফরমারে প্রধানত দুইটি অংশ থাকে।

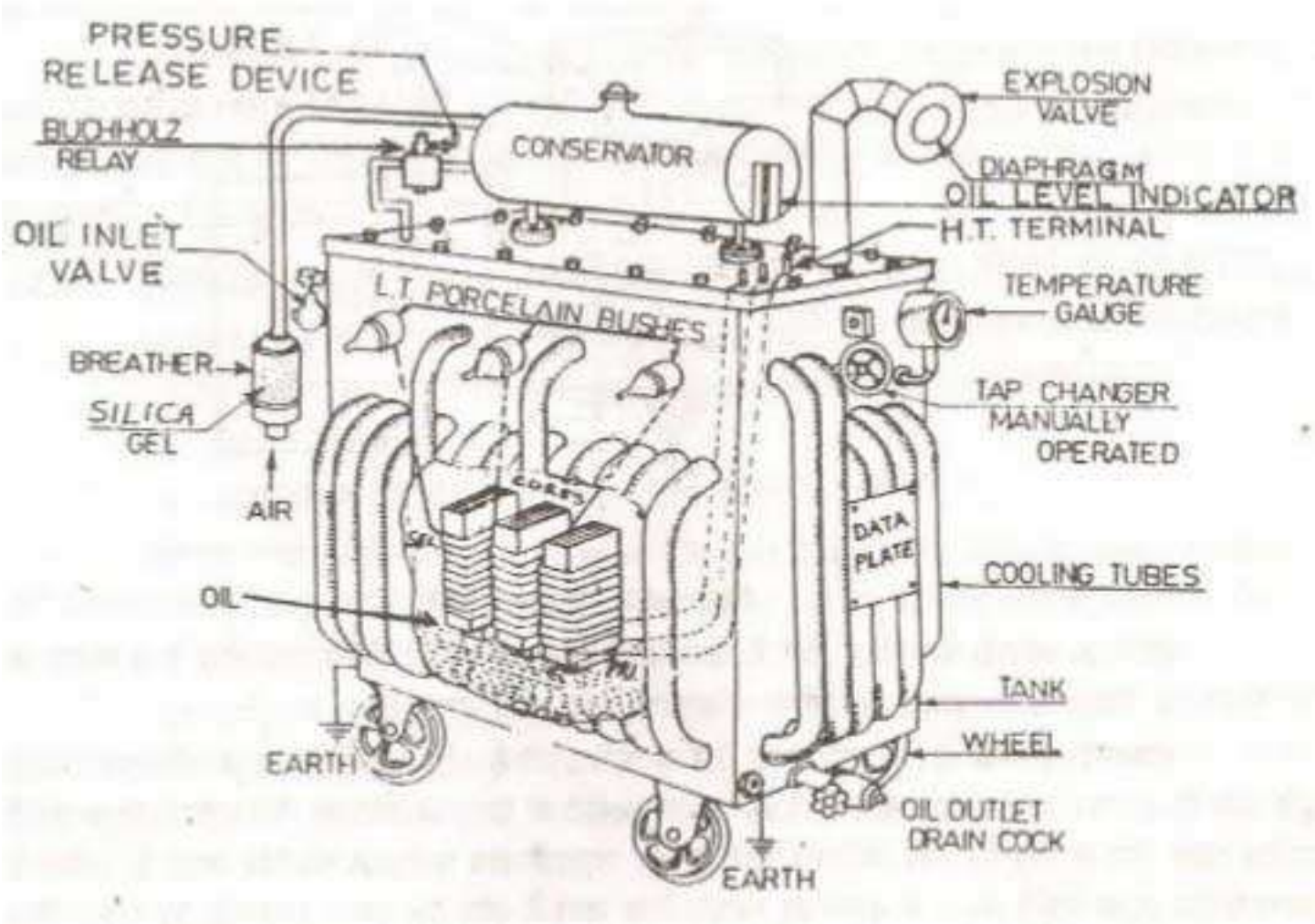
- ট্রান্সফরমার কোর (Core)
- ট্রান্সফরমার কয়েল (Coil)
- **ট্রান্সফরমার কোর (Core)**

  সিলিকন স্টিলের পাতলা শিট বা পাত কেটে কোর তৈরি করা হয়। প্রত্যেকটি কোর ভালভাবে বার্নিশ করা হয় যাতে তারা পরস্পর থেকে ইলেকট্রিক্যালি আইসোলেট (বিচ্ছিন্ন) থাকে। অনেকগুলো কোর একসাথে স্থাপন করে একটি ফ্রেম তৈরি করা হয়। এই ফ্রেমটিই প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি কয়েলের মধ্যে ম্যাগনেটিক সার্কিট হিসেবে কাজ করে।
- **ট্রান্সফরমার কয়েল (Coil)**

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

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

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


PRESSURE RELEASE DEVICE
BUCHHOLZ RELAY
CONSERVATOR
EXPLOSION VALVE
DIAPHRAGM
OIL LEVEL INDICATOR
H.T. TERMINAL
OIL INLET VALVE
L.T. PORCELAIN BUSHES
TEMPERATURE GAUGE
BREATHER
SILICA GEL
AIR
TAP CHANGER MANUALLY OPERATED
CORES
DATA PLATE
COOLING TUBES
OIL
TANK
WHEEL
EARTH
OIL OUTLET DRAIN COCK
EARTH

ট্রান্সফরমারের প্রকারভেদ

- **ডিস্ট্রিবিউশন ট্রান্সফরমার:** ডিস্ট্রিবিউশন ট্রান্সফরমার বা সার্ভিস ট্রান্সফরমার হলো এমন এক ধরনের ট্রান্সফরমার যা কনজিউমার (গ্রাহক)-দের পাওয়ার বিতরন করার জন্য ব্যবহার করা হয়। চাহিদা মত ভোল্টেজ কে স্টেপ ডাউন করে তা কনজিউমার লেভেলে বিতরন 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 ম্যাগনেটিক্যালি সংযুক্ত থাকে।
- **ইন্সট্রুমেন্ট ট্রান্সফরমার:** ইন্সট্রুমেন্ট ট্রান্সফরমার হলো এমন এক ধরনের উচ্চ নির্ভুল শ্রেণীর ইলেকট্রিক্যাল 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 পরিমানের কারেন্টকে কমিয়ে কম রেঞ্জে রূপান্তর করা হয়। এটি কম রেঞ্জের মিটার দিয়ে সার্কিটের বেশি পরিমান কারেন্ট পরিমাপ করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

Abdur Rouf Sir

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

ফ্রিকোয়েন্সি অনুসারে

- **অডিও ফ্রিকোয়েন্সি ট্রান্সফরমার:** অডিও ফ্রিকোয়েন্সি ট্রান্সফরমার সাধারণত ২০Hz থেকে ২০,০০০Hz 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

- **সিঙ্গেল ফেজ ট্রান্সফরমার**
- **পলি ফেজ ট্রান্সফরমার**

Abdur Rouf Sir

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।	শেল টাইপ ট্রান্সফরমারে, লেমিনেশনগুলি E এবং L আকারে কাটা হয়।
তুলনামূলক কপারের পরিমান কম লাগে।	শেল টাইপ তুলনামূলক কপারের পরিমান বেশি লাগে।
কোর-টাইপ ট্রান্সফরমারে একটি একক সিরিজ আকারে চৌম্বকীয় সার্কিট থাকে। চৌম্বকীয় প্রবাহ শুধুমাত্র একটি চৌম্বক পথে প্রবাহিত হয়।	শেল-টাইপ ট্রান্সফরমারে ডাবল ম্যাগনেটিক সার্কিট সমান্তরাল আকারে ঘটে। চৌম্বকীয় প্রবাহ দুটি ভিন্ন চৌম্বক পথে প্রবাহিত হয়।
কোর টাইপ ট্রান্সফরমার সহজেই একটি প্রাকৃতিক কুলিং সিস্টেম (যেমন বায়ু) প্রদান করতে পারে।	শেল-টাইপ ট্রান্সফরমার সহজে প্রাকৃতিক কুলিং সিস্টেম সরবরাহ করতে পারে না।
কোর টাইপ ট্রান্সফরমার কম বিদ্যুৎ দক্ষতা কম আউটপুট শক্তি এবং উচ্চ ফ্লুটো প্রবাহের কারণে।	শেল-টাইপ ট্রান্সফরমারের উচ্চ বিদ্যুৎ দক্ষতা উচ্চ আউটপুট শক্তি এবং কম ফ্লুটো প্রবাহের কারণে।
কোর টাইপ ট্রান্সফরমারে বেশি পাওয়ার লস হয়।	শেল টাইপ ট্রান্সফরমারে কম পাওয়ার লস হয়।
ইনস্যুলেশনের আরো লাগে	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 ফ্লাক্স দ্বারা সংযুক্ত থাকে। তাই প্রাইমারি কয়েলে এসি সাপ্লাই দিলে তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ নীতি অনুযায়ী প্রাইমারি হতে সেকেন্ডারি কয়েলে বিদ্যুৎশক্তি স্থানান্তর ঘটে, বিদ্যুৎশক্তি স্থানান্তরের এই প্রক্রিয়াকে ট্রান্সফরমার অ্যাকশন বলে।

Abdur Rouf Sir

পাঠ পরিচিতিঃ

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

দ্বিতীয় অধ্যায়

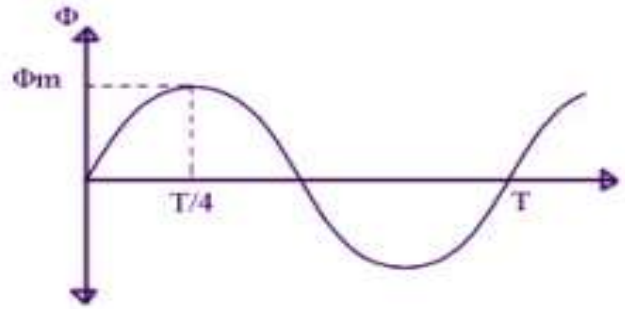
ই এম এফ সমীকরন ট্রান্সফরমেশন রেশিও এবং ট্রান্সফরমারের লসসমূহ

(Perceive the EMF Equation, Transformation Ratio and Losses of Transformer)

Abdur Rouf Sir

ট্রান্সফরমারের ই এম এফ সমীকরন

- ট্রান্সফরমারের ই এম এফ সমীকরন:
- ধরা যাক,
  $N1$ = ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং এর পাকসংখ্যা
  $N2$ = সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এর পাকসংখ্যা
  $E1$ = প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং এর আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল
  $E2$ = সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এর আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল
  Φm = উভয় ওয়াইন্ডিং 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 ম্যাগনেগটিক ফ্লাক্স প্লট করা হয়েছে। ধরা যাক

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

হতে দেখা যাচ্ছে যে ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স শূন্য হতে সর্বোচ্চ মানে (Φm) পৌছতে সম্পূর্ন এসি

সাইকেলের একচতূর্থাংশ সময় লাগে। আমরা জানি, সময় এবং ফ্রিকোয়েন্সি একে অপরের

বিপরীত।

অর্থ্যাৎ,

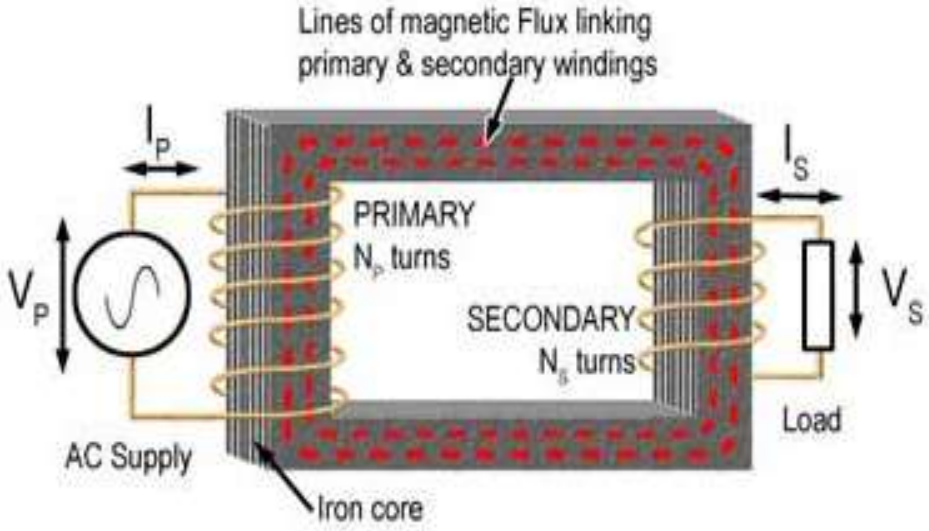
$T = 1/f$

সুতরাং, ফ্লাক্সের গড় পরিবর্তনের হার= $d\Phi/dt = \Phi m / (T/4) = \Phi m / (1/4f)$

Abdur Rouf Sir

- আমরা জানি 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 ওয়াইন্ডিং এ আর.এম.এস তড়িচ্চালক বল = প্রতি পাকে আর.এম.এস তড়িচ্চালক বলmXপ্রাইমারি ওয়াইন্ডিং এ পাক সংখ্যা = $4.44N1f\Phi m$ অনুরূপভাবে, সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এ আর.এম.এস

ট্রান্সফরমারের রেশিওসমূহ



$$\frac{\text{The number of primary turns } N_P}{\text{The number of secondary turns } N_S} = \frac{\text{The primary voltage } V_P}{\text{The secondary voltage } V_S}$$

$$\frac{\text{The number of secondary turns } N_S}{\text{The number of primary turns } N_P} = \frac{\text{The primary current } I_P}{\text{The secondary current } I_S}$$

Abdur Rouf Sir

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

ভোল্টেজ ট্রান্সফরমেশন রেশিওঃ

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,

$$K = N_2 / N_1$$

Abdur Rouf Sir

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

$E \propto N$

সুতরাং ভোল্টেজ ট্রান্সফরমেশন রেশিও কে লেখা যায়ঃ

$K = E_2 / E_1$

টার্ন রেশিওঃ

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।

Abdur Rouf Sir

ভোল্টেজ ট্রান্সফরমেশন রেশিও এবং টার্ন রেশিওর সিগনিফিক্যান্সঃ

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

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 রেশিওঃ

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

$$I_s / I_p = E_1 / E_2$$

যেখানে,

I_p = প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং এর তড়িৎ প্রবাহ

I_s = সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এর তড়িৎ প্রবাহ

Abdur Rouf Sir

ট্রান্সফরমারের লস-সমূহ

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

আইরন বা কপার লস আবার দুই প্রকার

ইডি কারেন্ট লস

ট্রানসফর্মের ব্যবহৃত ধাতব কোরে আবিষ্ট ফ্লাক্স একটি ভোল্টেজ উৎপন্ন করে। এই আবিষ্ট ভোল্টেজের দরুন 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 ভাইব্রেশনের 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।

হিস্টেরেসিস লস P_h এবং এডি কারেন্ট লস P_e হলে মোট কোর লস $P_c = P_h + P_e$

(খ) কপার লস বা I^2R লস

ট্রান্সফর্মার উইন্ডিংয়ের 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 উইন্ডিংয়ের রোধ হয় তাহলে প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি উইন্ডিংয়ের লসগুলো যথাক্রমে $I_1^2R_1$ এবং $I_2^2R^2$ হবে। প্রাইমারি বা সেকেন্ডারি তে রূপান্তরিত সমতুল্য মোট রেজিস্ট্যান্স R_{0_1} বা R_{0_2} হলে মোট কপার লস $P_{C_u} = I_1^2R_{0_1} = I_2^2R_{0_2}$

(গ) স্ট্রে লস

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

ডাই-ইলেকট্রিক লস

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

Abdur Rouf Sir

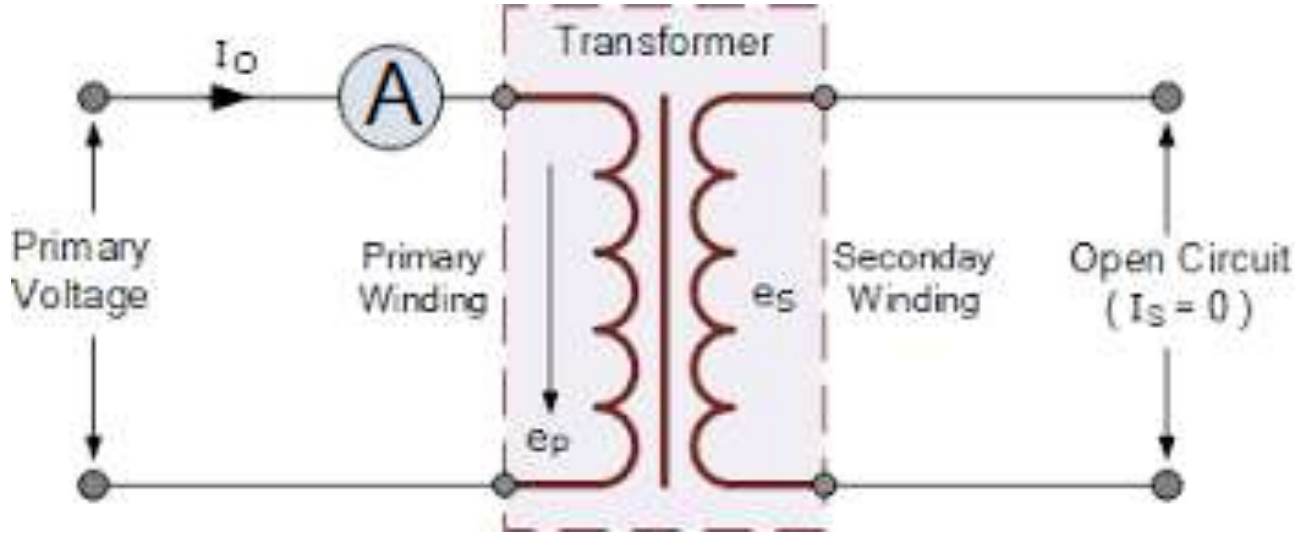
CHAPTER-3
OPERATION OF TRANSFORMER ON NO-LOAD AND LOAD CONDITION

Abdur Rouf Sir

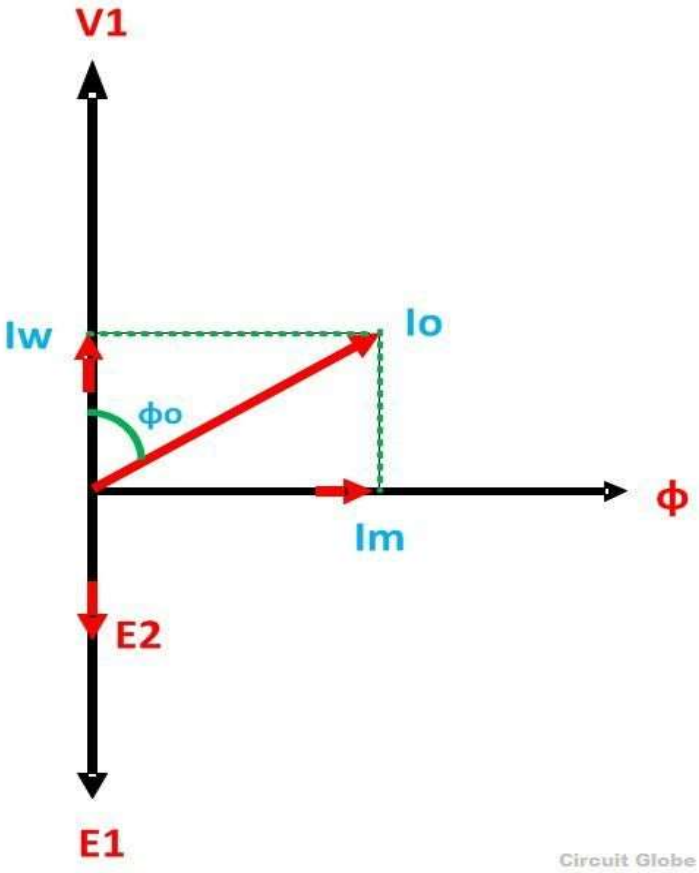
Chapter 3

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 OPERATION OF TRANSFORMER



No load vector diagram:



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

Working component $I_w = I_0 \cos\varphi_0$

No load current $I_0 = \sqrt{I_w^2 + I_m^2}$

Magnetizing component $I_m = I_0 \sin\varphi_0$

Power factor $\cos\varphi_0 = \frac{I_w}{I_0}$

No load power input $P_0 = V_1 I_0 \cos\varphi_0$

Abdur Rouf Sir

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.

Abdur Rouf Sir

- 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.

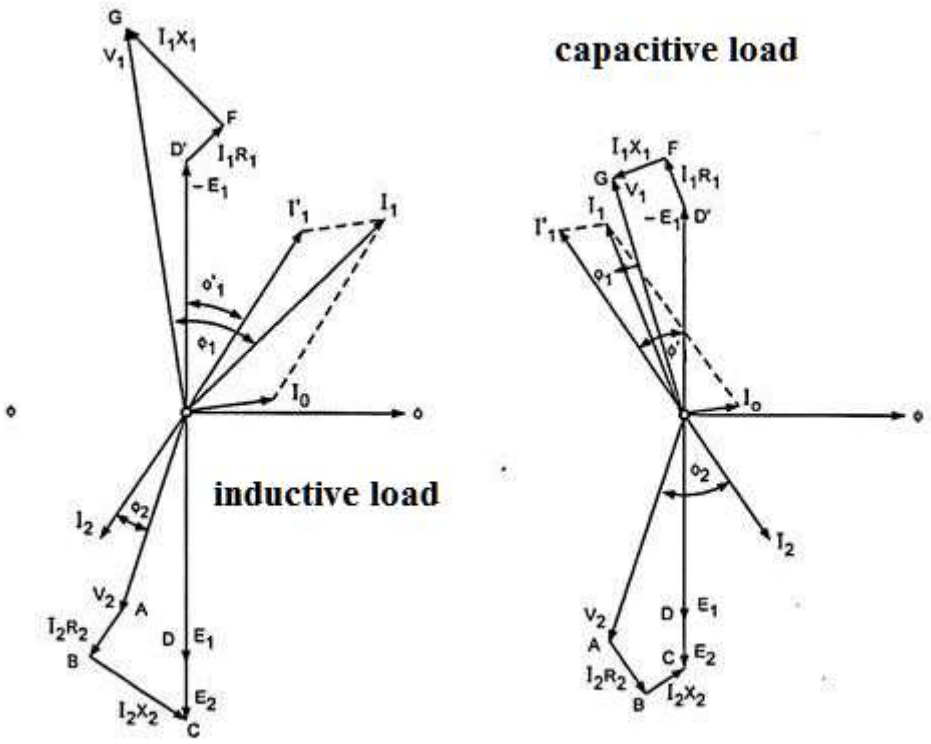
Abdur Rouf Sir

Operation of transformer on load condition

- When the load is connected to the secondary of the transformer, I2 current flows through their secondary winding. The secondary current induces the magnetomotive force N2I2 on the secondary winding of the transformer. This force set up the flux φ2 in the transformer core.

Operation of transformer on load condition

VECTOR DIAGRAM OF LOADED CONDITION



Phasor Diagram of Actual Transformer

CHAPTER - 4

Equivalent Circuit of Transformer, Magnetic Leakage and leakage Reactance ofTransformer

Abdur Rouf Sir

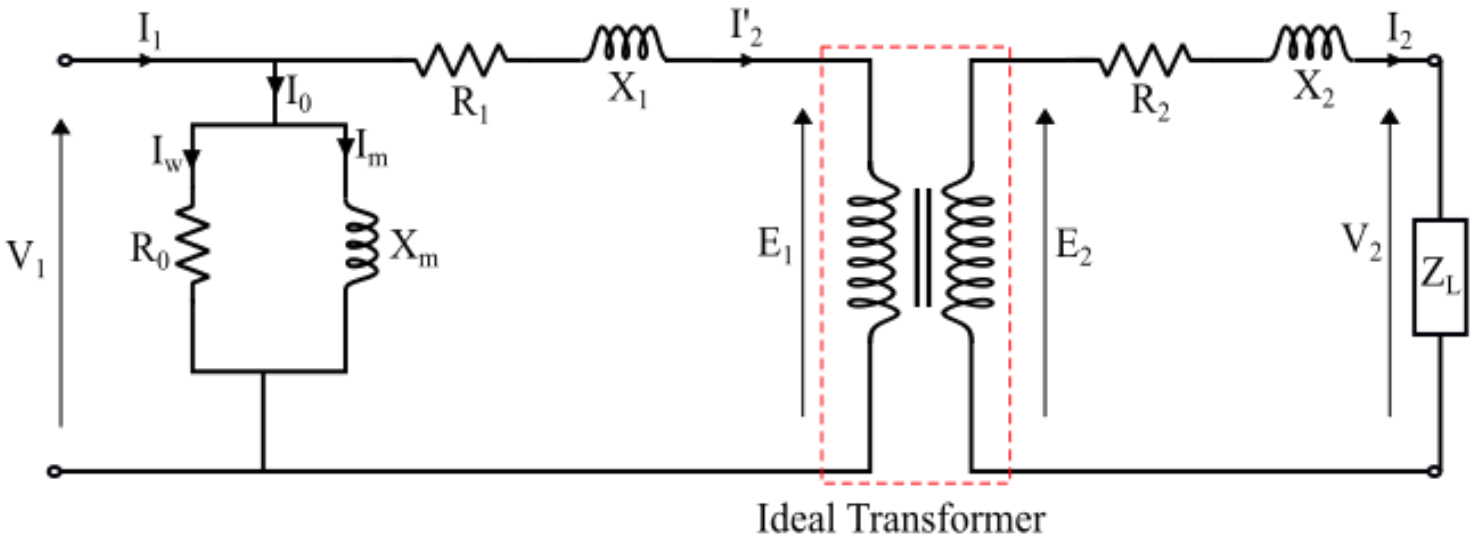
Equivalent Circuit of Transformer, Magnetic Leakage and leakage Reactantance of Transformer

- As in a practical transformer, the no-load current I0 is very small as compared to rated primary current, thus the drops in R1 and X1 due to the I0 can be neglected. Therefore, the parallel circuit R0 – Xm can be transferred to the input terminals. The figure shows the simplified equivalent circuit of the transformer.

Abdur Rouf Sir

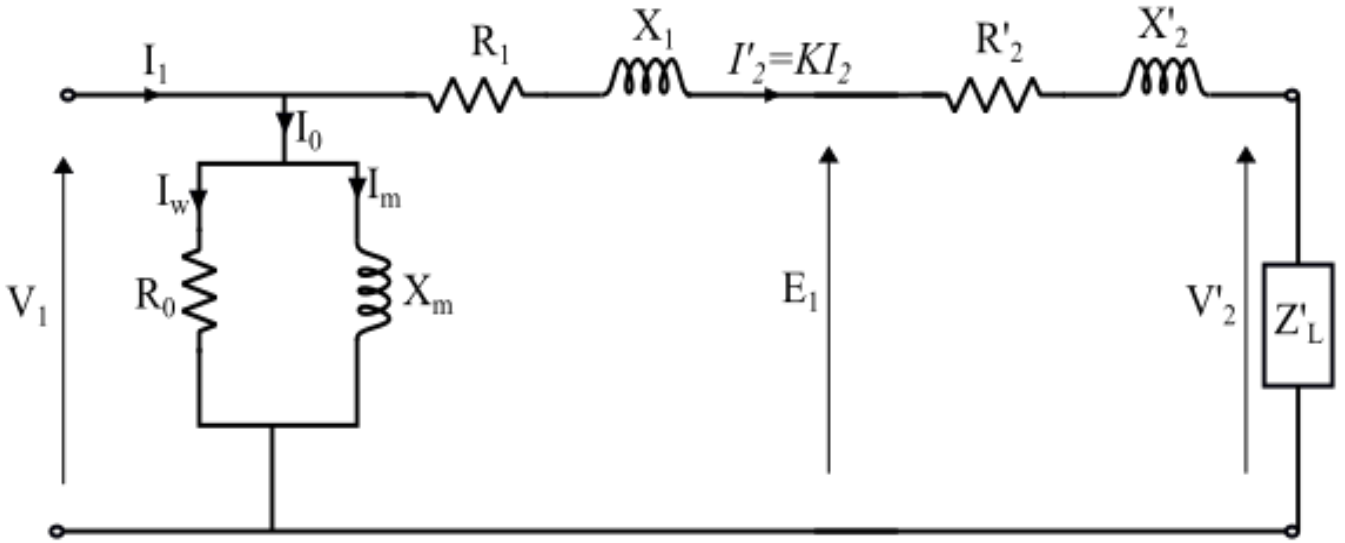
Equivalent Circuit of Transformer

Abdur Rouf Sir



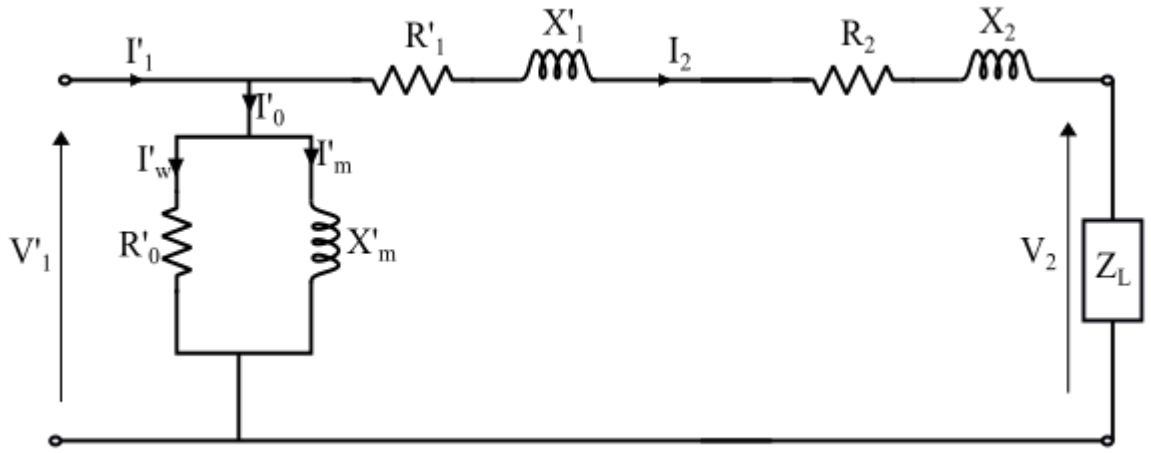
- The simplified equivalent circuit can be referred to primary side or secondary as discussed below (here, the assumed transformer is step-up transformer).

- 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,


I1
R1
X1
I'2=KI2
R'2
X'2
I0
Iw
Im
V1
R0
Xm
E1
V'2
Z'L

- 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,

SIMPLIFIED EQUIVALENT CIRCUIT



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 .

Abdur Rouf Sir

How is magnetic leakage reduces from trnasformer

- 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

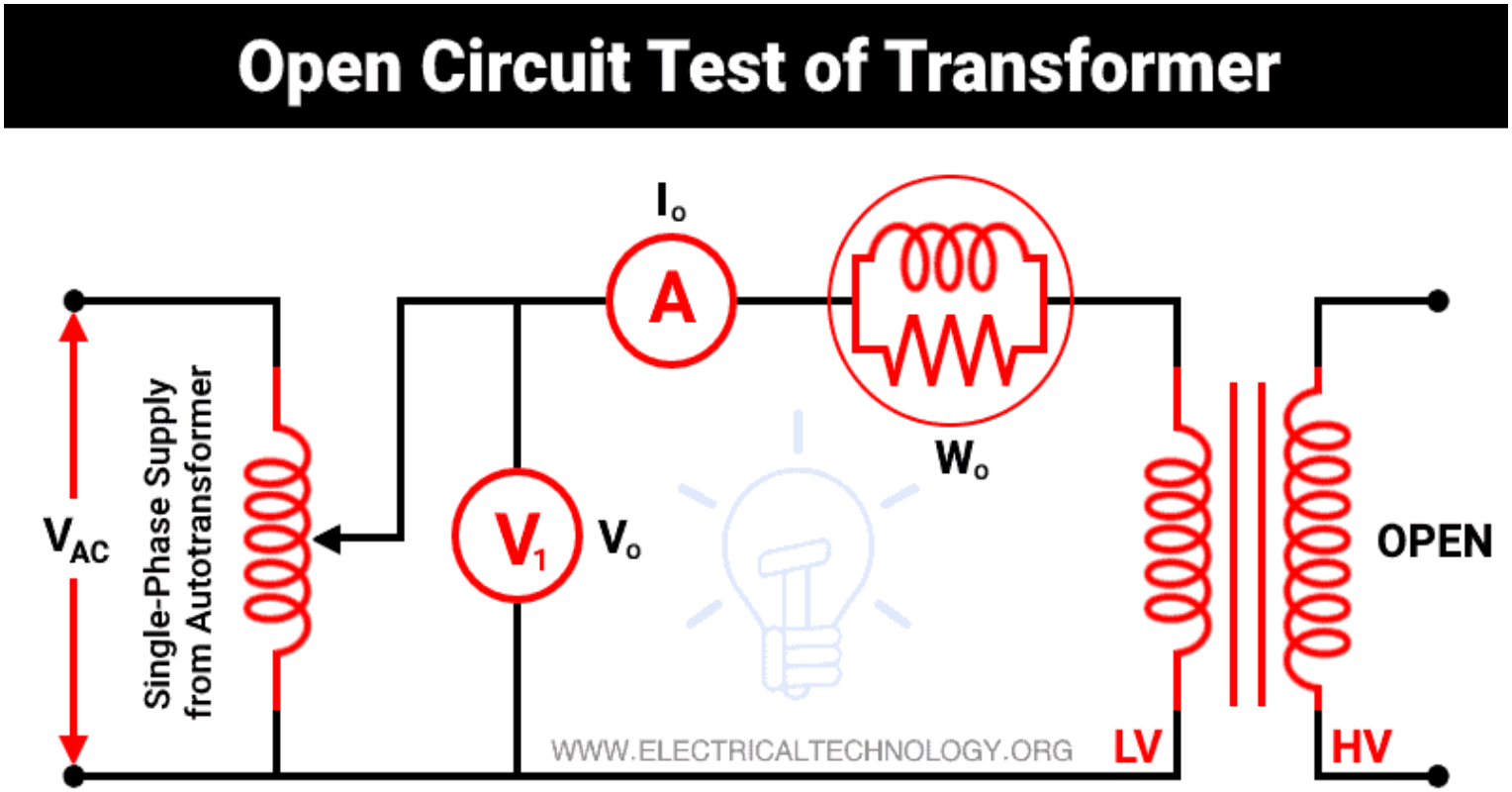
CHAPTER-5

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



Abdur Rouf Sir

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

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* 90^0

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

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

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

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

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

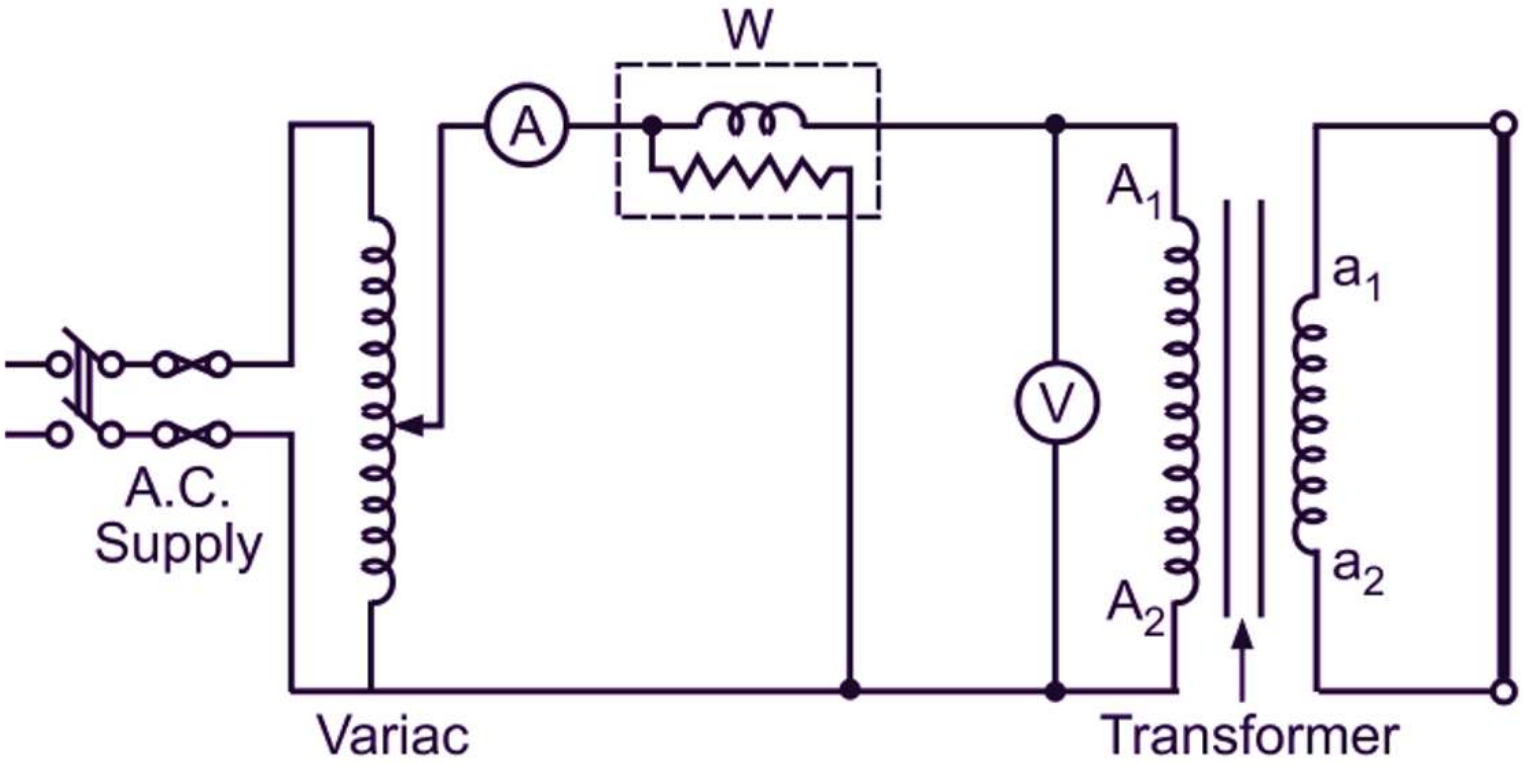
$$X_{m(LV)} = \frac{V_{oc}}{I_m}$$

Abdur Rouf Sir

- 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.

Abdur Rouf Sir

Short ckt Test of Transformer



Abdur Rouf Sir

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

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

from the equivalent circuit it can be seent 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,

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

Abdur Rouf Sir

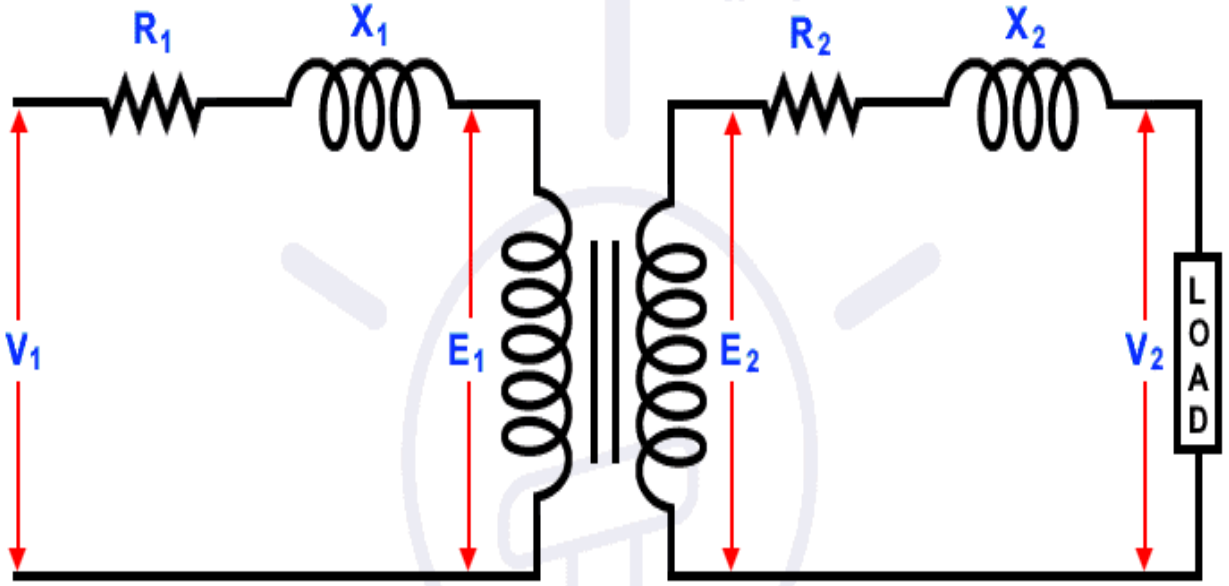
Voltage regulation

- 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

Abdur Rouf Sir

What is the Transformer's Voltage Regulation?

www.electricaltechnology.org



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

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

Abdur Rouf Sir

পাঠ পরিচিতিঃ

বিষয়ঃ এসি মেসিনস-১ (৬৬৭৬১)

৬ষ্ঠ পর্ব

(ইলেকট্রিক্যাল)

৬ষ্ঠ **অধ্যায়**

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

Abdur Rouf Sir

এ অধ্যায়ের পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা জানতে পারবেঃ

৬.১। ট্রান্সফরমারের দক্ষতা নির্ণয়ের গানিতিক সুত্রের ধারনা।
৬.২। ট্রান্সফরমারের কোর লস এবং কপার লসকে প্রভাবিত করে এমন বিবেচ্য বিষয়সমুহ 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 উল্লেখকরন।
৬.৬। দক্ষতা, সর্বোচ্চ দক্ষতা ও সারা দিনের দক্ষতার সমস্যার সমাধানের ধারনা।
৬.৭। ট্রান্সফরমারের শীতলীকরন বা কুলিং-এর প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করন।
৬.৮। ট্রান্সফরম্যারের শীতলীকরন পদ্ধতির বর্ণনা

৬.১। ট্রান্সফরমারের দক্ষতা নির্ণয়ের গানিতিক সুত্র

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 পরিমাণ ৯৫% হতে ৯৯% পর্যন্ত হতে পারে। কারন এতে কেবল মাত্র কোর লস এবং কপার লস হয়। দক্ষতাকে গ্রিক অক্ষর ‘ইটা’ (η) স্বারা চিহ্নিত করা হয় এবং এটি শতকরা হারে প্রকাশ করা হয়ে থাকে।

$$\text{Efficiency}, \ \eta\% = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100$$

$$= \frac{\text{Output}}{\text{Output} + \text{Losses}} \times 100$$

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

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

Abdur Rouf Sir

৬.২। ট্রান্সফরমারে কোর লস এবং কপার লসকে প্রভাবিত করে এমন বিবেচ্য বিষয়সমুহ (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 1%-3% পরিবর্তন হয়। এটি বিভিন্ন বিষয় দ্বারা প্রভাবিত হয়। যেমন-

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

কোর লস= $W_0 = V_0 I_0 \cos\theta_0$

$\therefore W_0 \propto \cos\theta_0$

Abdur Rouf Sir

(খ) ভোল্টেজ (Voltage): ভোল্টেজ পরিবর্তন করলে কোর লস পরিবর্তিত হয়। যেমন - $\text{Core loss} \propto V^2$

অর্থাৎ কোর লস ভোল্টেজের বর্গানুপাতিক পরিবর্তিত হয়।

(গ) ফ্রিকুয়েন্সি (Frequency): এর মান ফ্রিকুয়েন্সির উপর নির্ভর করে।ফ্রিকুয়েন্সি বৃদ্ধি পেলে লসও বৃদ্ধি পায়। এ ছাড়াও কোর লস কোরের আয়তনের ধরন ও পরিমানের উপর নির্ভর করে।

Abdur Rouf Sir

৬.২। ট্রান্সফরমারে কোর লস এবং কপার লসকে প্রভাবিত করে এমন বিবেচ্য বিষয়সমুহ (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 ফ্যাবক্টরের সাথে উল্টানুপাতিক অর্থাৎ কপার লস বাড়লে পাওয়ার ফ্যাক্টরের মান কমে যায়।

কপার লস= $\text{Copper loss} \propto \frac{1}{\cos\theta}$

Abdur Rouf Sir

(খ) ভোল্টেজ (Voltage): ভোল্টেজ পরিবর্তন করলে কপার লস পরিবর্তিত হয়। যেমন- $\text{Copper loss} \propto V^2$ অর্থাৎ constant KVA পাওয়ার জন্য ভোল্টেজ বৃদ্ধি করলে কপার লস কমবে।

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

(ঘ) লোড (Load): লোডের উপর কপার লস নির্ভরশীল। লোড বাড়লে কপার লস বাড়ে আবার লোড কমলে কপার লস কমে।

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

সর্বোচ্চ কর্মদক্ষতার শর্ত(Condition for Maximum efficiency):

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

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

$$\text{Primary Input} = V_p I_p \cos\theta_p$$

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

$$\Rightarrow \eta = \frac{V_p I_p \cos\theta_p - I_p^{\,2} R_e^{\prime} - W_{core}}{V_p I_p \cos\theta_p}$$

$$= 1 - \frac{I_p^{\,2} R_e^{\prime}}{V_p I_p \cos\theta_p} - \frac{W_{core}}{V_p I_p \cos\theta_p} = 1 - \frac{I_p R_e^{\prime}}{V_p \cos\theta_p} - \frac{W_{core}}{V_p I_p \cos\theta_p}$$

Abdur Rouf Sir

৬.৩। ট্রান্সফরমারের সর্বোচ্চ দক্ষতা নির্ণয়ের সমীকরন

সর্বোচ্চ কর্মদক্ষতার শর্ত(Condition for Maximum efficiency):

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

Differenti ating 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

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

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

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

$$I_p^{\,2} R_e^{\,\prime} = W_{core}$$

i s current in maximum efficiency I_p

$$I_p = \sqrt{\frac{W_{core}}{R_e^{\,\prime}}}$$

Abdur Rouf Sir

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Where

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

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

Abdur Rouf Sir

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

একটি ট্রান্সফরমারের শতকরা দক্ষতা

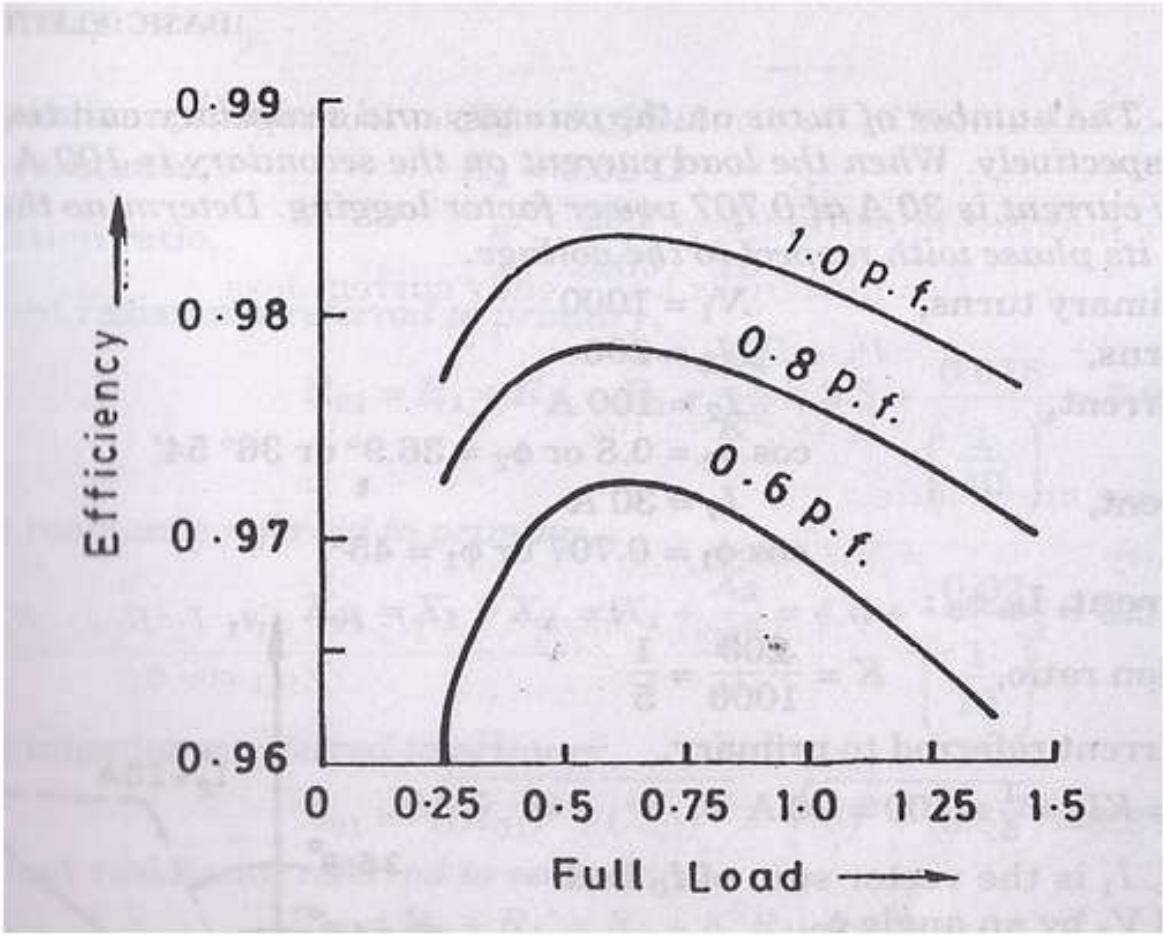
$$\eta = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} = \frac{Input - losses}{Input} = (1 - \frac{Losses}{Input})$$

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

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

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

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



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

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

কোন ট্রান্সফরমারহতেসারাদিন (24 ঘন্টার)
গ্রাহকদেরগৃহিতএনার্জিরসাথেসারাদিনেরট্রান্সফরমারেরইনপুটএনার্জির
নেরদক্ষতাবলে।
ডিস্ট্রিবিউশনট্রান্সফরমারেরপ্রাইমারিসাইডসরবরাহলাইনেরসাথেসর্বদাস
সাইডে ২৪ ঘন্টাপুর্ণভোল্টেযট্রান্সফরমারটিএনারজাইজডথাকে।
ফলেএরকোরলসসর্বদাইসমানথাকে।
শুধুমাত্রকোনোকোনোসময়এইলাইনেরভোল্টেজহ্রাস-বৃদ্ধিহলেতখনইকে
বেশিহতেপারে। তবে, এইধরনেরহ্রা-বৃদ্ধিখুবকমইঘটে।
এজন্যকোরলসসর্বদাইসমানধরাহয়।
কিন্তুসেকেন্ডারিসরাসরিগ্রাহকেরলোডেরসাথেসংযুক্তথাকায়এরকপারলস
(I^2R)গ্র য়। যেহেতুলোড ২৪ ঘ
সেহেতু $$\text{All day efficiency, } \eta_{\text{all day}} = \frac{\text{output in kWh}}{\text{input in kWh}} \quad \text{(for 24 hours)}$$
কাজেই রকর্মদক্ষতানির্ণয়কর
এরপ্রকৃতদক্ষতাবেরকরতেহলেসারাদিনেদক্ষতাবেরকরাইশ্রেয়। এটিসার
গ্রাহকেরগৃহীতএনার্জিরসাথেসারাদিনেরট্রান্সফরমারেরলাইনহতেগৃহীতএ

Abdur Rouf Sir

৬.৬। দক্ষতা, সর্বোচ্চ দক্ষতা ও সারা দিনের দক্ষতার সমস্যার সমাধান

সুত্রসমুহঃ

$$\text{Efficiency}\ ,\ \eta\% = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100$$

$$= \frac{\text{Output}}{\text{Output} + \text{Losses}} \times 100$$

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

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

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

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

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

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

৬.৬। দক্ষতা, সর্বোচ্চ দক্ষতা ও সারা দিনের দক্ষতার সমস্যার সমাধান

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

ওপেন সার্কিট টেস্টঃ $E_{oc} = 230\ \text{V}, \text{P}_{\text{oc}} = 285\ \text{W}, \text{I}_{\text{oc}} = 4.2A$

শর্ট সার্কিট টেস্টঃ $E_{sc} = 150\ \text{V}, \text{P}_{\text{sc}} = 615\ \text{W}, \text{I}_{\text{sc}} = 10A$

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, $P_{out} = 50 \times 0.8 = 40kw$

ট্রান্সফরমারের কোর লস, $P_{oc} = 285\ \text{W}$

ট্রান্সফরমারের ফুল লোড কপার লস, $P_{sc} = 615\text{W}$

ফুল লোড কারেন্ট, $I_{sc} = I_{FL} = 10A$

মোট লস=**285+615=900w=0.9kw**

ট্রান্সফরমারের ইনপুট $P_{in} = (40 + 0.9) = 40.9kw$

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

Abdur Rouf Sir

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 $E_{oc} = 230\ \text{V}, \text{P}_{\text{oc}} = 285\ \text{W}, \text{I}_{\text{oc}} = 4.2A$

শর্ট সার্কিট টেস্টঃ $E_{sc} = 150\ \text{V}, \text{P}_{\text{sc}} = 615\ \text{W}, \text{I}_{\text{sc}} = 10A$

বের করঃ

(ক) রেটেড **KVA, 0.8** পাওয়ার ফ্যাক্টরে কর্মদক্ষতা

(খ) সর্বোচ্চ কর্মদক্ষতার জন্য **KVA**

(গ) **0.8** পাওয়ার ফ্যাক্টরে সর্বোচ্চ দক্ষতা

সমাধানঃ

(খ) সর্বোচ্চ দক্ষতায়,

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

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

(গ) সর্বোচ্চ দক্ষতায় 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে ট্রান্সফরমারের আউটপুট,

$$P_{out} = 34.04 \times 0.8 = 27.23kw$$

আবার সর্বোচ্চ দক্ষতায় কোর লস =কপার লস

মোট লস=285+285=570W=0.57KW

মোট ইনপুট পাওয়ার

$$P_{in} = (27.23 + 0.57) = 27.80kw$$

দক্ষতা

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

Abdur Rouf Sir

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

পশ্ন-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 গুন লোডে 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 1 ঘন্টা
(খ) 1.25 গুন লোডে 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 2 ঘন্টা
(গ) রেটেট লোডে 0.90 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 3 ঘন্টা
(ঘ) অর্ধ লোডে এক্কক পাওয়ার ফ্যাক্টরে 6 ঘন্টা
(ঙ) $\frac{1}{4}$ -লোডে এক্কক পাওয়ার ফ্যাক্টরে 8 ঘন্টা
(চ) নো-লোডে 4 ঘন্টা
ট্রান্সফরমারটির সারা দিনের দক্ষতা নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

$$\text{Output energy for 24 hrs.} = (1.5\times5\times0.8\times1)+(1.25\times5\times0.8\times2)+(1\times5\times0.9\times3)+(0.5\times5\times1\times6)+(0.25\times5\times1\times8)$$
$$= 6+10+13.5+15+10$$
$$= 54.5\ \text{kwh}$$

$$\text{Core loss for 24 hrs.} = 40\times24 = 960\ \text{whr} = 0.96\ \text{kwh}$$

Abdur Rouf Sir

পশ্ন-২:প্রশ্ন-৬। একটি 5KVA, 2300/230V ট্রান্সফরমারের কোর লস 40W এবং ফুল লোড কপার লস 112W। এটি 24 ঘন্টা নিম্নলিখিত লোড বহন করেঃ
(ক) 1.5 গুন লোডে 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 1 ঘন্টা
(খ) 1.25 গুন 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) $\frac{1}{4}$-লোডে একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে 8 ঘন্টা
(চ) নো-লোডে 4 ঘন্টা
ট্রান্সফরমারটির সারা দিনের দক্ষতা নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

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

Input energy for 24 hrs.=Output energy for 24 hrs.+losses for 24 hrs=54.5+0,96+1.162=56.622 kwh

All day Efficiency

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

Abdur Rouf Sir

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 উত্তাপ আকারে প্রকাশ পেতে থাকে। এ লসগুলো হচ্ছে ওয়াইন্ডিং-এ কপার লস, ফ্রিকশন লস ও বিভিন্ন ধরনের যান্ত্রিক অংশে ঘর্ষনজনিত লস ইত্যাদি। এ লসজনিত উত্তাপ স্বাভাবিক তাপমাত্রায় না থাকলে উল্লেখিত মেশিনের কর্মদক্ষতা কমে যায় এবং কালক্রমে প্রভূত ক্ষতি হতে পারে। ট্রান্সফরমারের ক্ষেত্রেও এ উত্তাপকে যথাযথভাবে প্রতিহত করে স্বাভাবিক মাত্রায় সীমাবদ্ধ রাখা আবশ্যক। এজন্য বিভিন্ন পদ্ধতিতে ট্রান্সফরমার শীতলীকরণ করা হয়। এতে ট্রান্সফরমারের কর্মদক্ষতা বৃদ্ধি পায় এবং স্বাভাবিকভাবে কার্যক্রম করতে পারে।

Abdur Rouf Sir

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

নিম্নে ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতিসমূহের বর্ণনা দেয়া হলোঃ

১। স্বাভাবিক বা ন্যাচারাল কুলিং (Natural cooling):

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

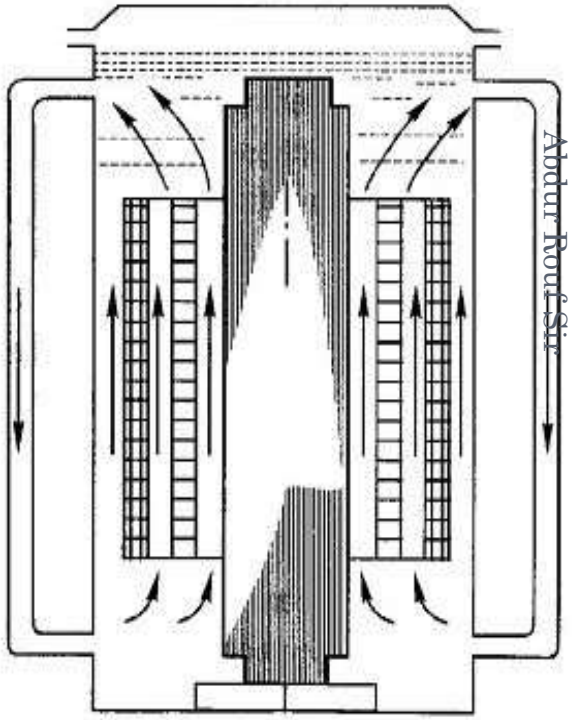


Fig. 3.3 *Natural cooling in transformers*

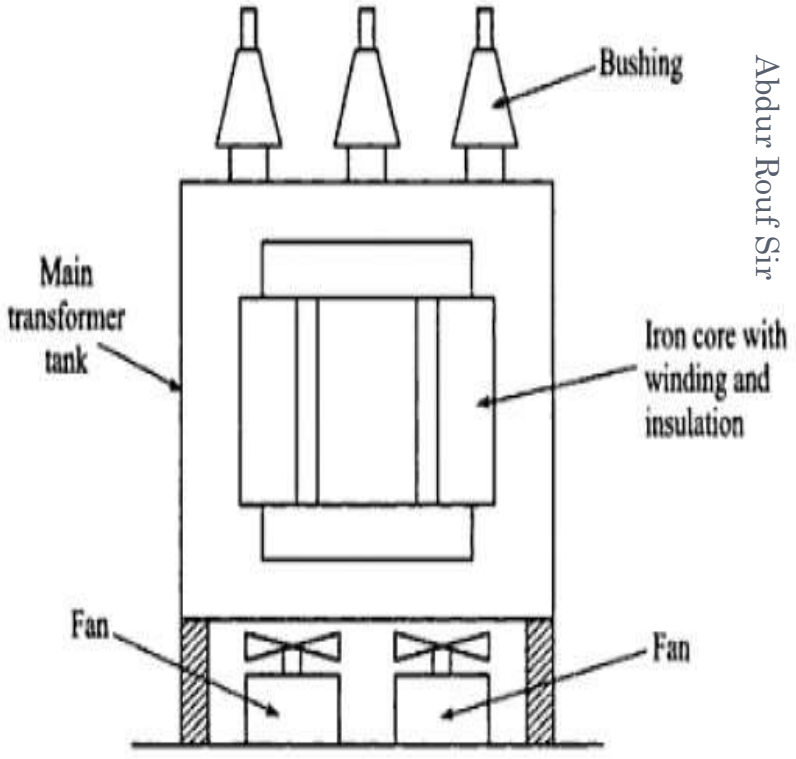
Abdur Rouf Sir

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

নিম্নে ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতিসমূহের বর্ণনা দেয়া হলোঃ

২। উচ্চ 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 তৈল ব্যবহারে বিস্ফোরণ ঘটে দূর্ঘটনার সম্ভাবনা থাকে সেখানে এ ব্যবস্থা গ্রহণ করা হয়। এই পদ্ধতি ব্যয়বহুল এবং জটিল বলে সাধারণত ব্যবহৃত হয়না।



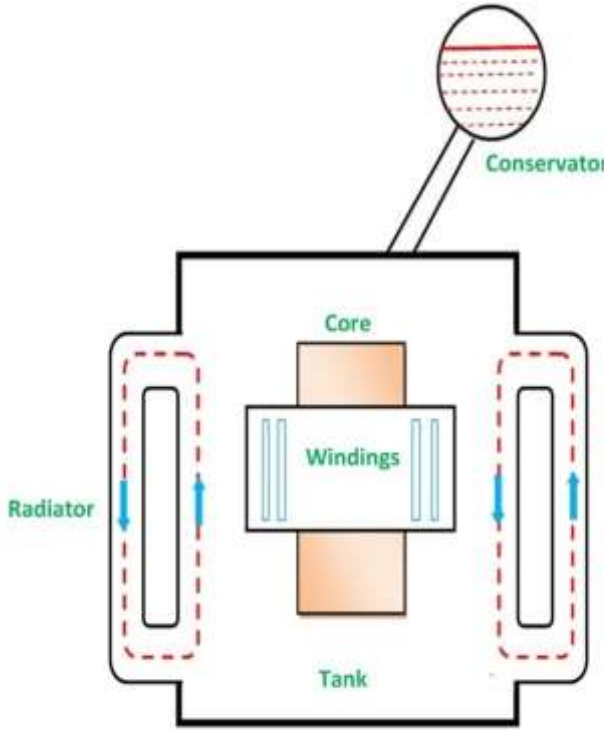
Abdur Rouf Sir

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

নিম্নে ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতিসমূহলোঃ

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

এ পদ্ধতিতে ট্রান্সফরমারের কোর এবং কয়েল সম্পূর্ণটাই ইনসুলেটিং অয়েল-এ নিমজ্জিত থাকে। এরুপ 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 তৈল গরম হয়ে হালকা হয় এবং উপরে উঠে। এ গরম হালকা তৈল পাইপের ভিতরে ঢুকে এবং পাইপের ঠান্ডা ভারী তৈল ট্রান্সফরমারের ট্যাংকে প্রবেশ করে। এরপর পাইপের গরম তৈল বাতাসের সংস্পর্শে ঠান্ডা হয়ে নিচের দিকে যায়। যার ফলে ট্রান্সফরমার

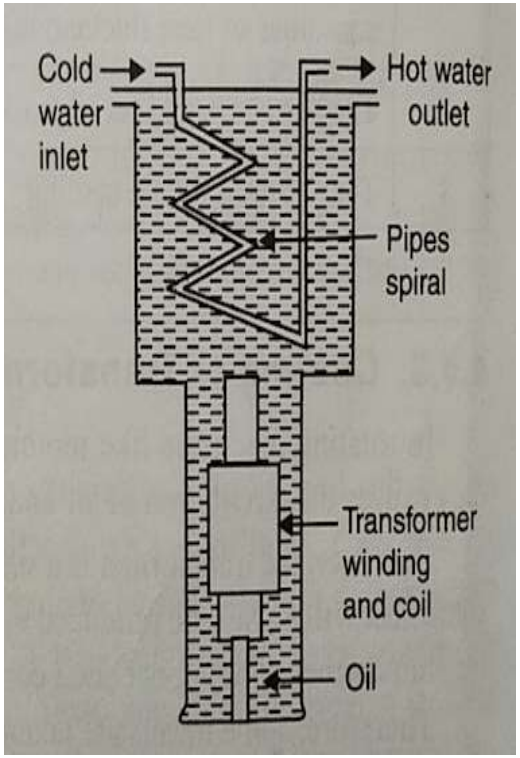


Abdur Rouf Sir

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 ঠান্ডা হয়ে যায়। এর সবচেয়ে বড় অসুবিধা হলো কোনোপ্রকার যদি তামার নল ছিদ্র হয়ে যায় তবে ট্রান্সফরমারের সম্পূর্ণ

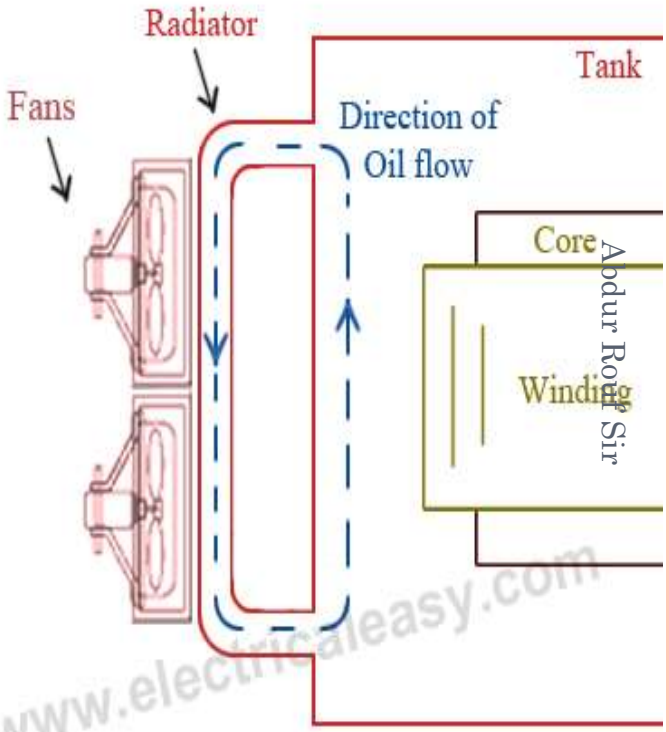
Abdur Rouf Sir

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

নিম্নে ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতিসমূহের বর্ণনা দেয়া হলোঃ

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

এরুপ ট্রান্সফরমারের বডিতে ফিনস (Fins) ব্যবহার করে সারফেস এরিয়া বর্ধিত করা হয়। এ ফিনসসমূহ গরম তৈলে ভর্তি থাকে এবং বাহির হতে অতি উচ্চচাপে ঠান্ডা বাতাস এই ফিনস টিউব অথবা রেডিয়েটরের (Fins tubes or radiator) উপরে দেওয়া হয়। এ কাজের জন্য সাধারণত বাইরে ট্রান্সফরমারের চারদিকে বহু বৈদ্যুতিক ফ্যান ব্যবহার করা



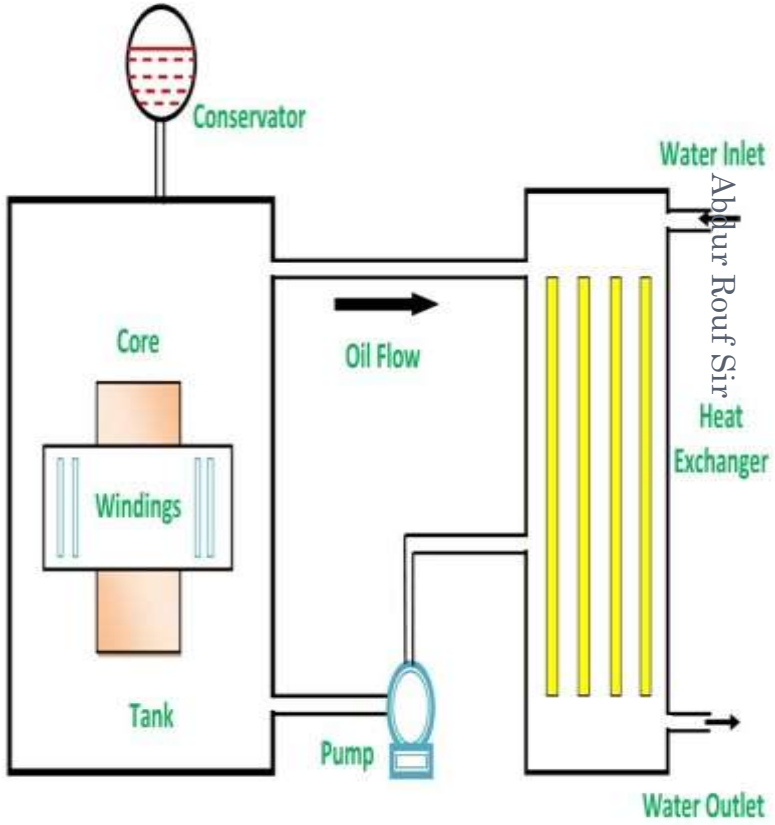
Oil Natural Air Forced (ONAF)
Cooling of Transformer

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

নিম্নে ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতিসমূহের বর্ণনা দেয়া হলোঃ

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 তৈল এবং এর গুনাবলি বর্ণনা (Describe the Transformer oil and its properties):

ট্রান্সফরমার তৈল (Transformer oil): ট্রান্সফরমারকে ঠান্ডা রাখার জন্য এর মধ্যে যে তৈল ব্যবহার করা হয়, তাকেই ট্রান্সফরমার তৈল বা অয়েল বলে।এটি মুলত খনিজ তৈল। খনিজ তৈলকে ট্রিটমেন্ট করে ব্যবহার উপযোগী করা হয়।এই তৈলের বানিজ্যিক নাম পাইরানল। এর প্রধান কাজ হচ্ছে ট্রান্সফরমারের কোর এবং কয়েলকে ঠান্ডা রাখা। এর আর একটি কাজ হোল ট্রান্সফরমারের কয়েল এবং ট্যাংকের মধ্যে ইনসুলেশন বৃদ্ধি করা।

ট্রান্সফরমার তৈলের নিম্নলিখিত ধর্ম বা গুনাগুন থাকা প্রয়োজনঃ

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

Abdur Rouf Sir

মূল্যায়ন (Evaluation):

প্রশ্ন-১: ট্রান্সফরমার তৈলের কাজ কী?

উত্তরঃ ট্রান্সফরমার তৈলের প্রধান কাজ হচ্ছে ট্রান্সফরমারের কোর এবং কয়েলকে ঠান্ডা রাখা। এর আর একটি কাজ হোল ট্রান্সফরমারের কয়েল এবং ট্যাংকের মধ্যে ইনসুলেশন বৃদ্ধি করা।

প্রশ্ন-২: ট্রান্সফরমারের তেলের স্লাজিং কী?

উত্তরঃ ট্রান্সফরমারের তেল বাতাসের সংস্পর্শে এলে অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে তেলের অনু ভেঙে গাদ বা (Sludge) সৃস্টি হয়, তাকে স্লাজিং বলে।

প্রশ্ন-৩: ট্রান্সফরমারের সারাদিনের দক্ষতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তরঃকোন ট্রান্সফরমার হতে সারা দিন (24 ঘন্টার) 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, তৈলে নিমজ্জিত সেলফ কুলিং **(ONAN)** পদ্ধতির বর্ণনা দাও।

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

প্রশ্ন-৪। ট্রান্সফরমার তৈলের কাজ ও গুনাবলিসমুহ লিখ।

প্রশ্ন-৫। একটি **20KVA, 2200/220 V, 50Hz** ট্রান্সফরমার টেস্ট করে নিম্নলিখিত তথ্যগুলো পাওয়া গেলঃ

ওপেন সার্কিট টেস্টঃ $E_{oc} = 220\,\text{V}, \text{P}_{oc} = 148\,\text{W}, \text{I}_{oc} = 4.2A$

শর্ট সার্কিট টেস্টঃ $E_{sc} = 86\,\text{V}, \text{P}_{sc} = 360\,\text{W}, \text{I}_{sc} = 10.87A$

এমতাবস্থায় নির্ণয় কর **0.8** ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরে (ক) ফুল লোডে এবং (খ) হাফ লোডে ট্রান্সফরমারের দক্ষতা নির্ণয় কর?

Abdur Rouf Sir

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

(ক) 7.5 KVA লোডে 0.85 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 2 ঘন্টা

(খ) রেটেট লোডে 0.90 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 5 ঘন্টা

(গ) 4 KVA লোডে 0.95 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 6 ঘন্টা

(ঘ) 2.5 KVA লোডে একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে 7 ঘন্টা

(ঙ) নো-লোডে 4 ঘন্টা

ট্রান্সফরমারটির সারা দিনের দক্ষতা নির্ণয় কর।

সবাইকে ধন্যবাদ

Abdur Rouf Sir

পাঠ পরিচিতিঃ

বিষয়ঃ এসি মেসিনস-১ (৬৬৭৬১)

৬ষ্ঠ পর্ব (ইলেকট্রিক্যাল)

সপ্তম **অধ্যায়**

থ্রি-ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন ও পরিচালনার মুলনীতি (Construction and Principles of Operation of Three Phase Transformer)

Abdur Rouf Sir

এ অধ্যায়ের পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা জানতে পারবেঃ

৭.১। তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন বর্ননা করন।

৭.২। তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের সংযোগের বিভিন্ন পদ্ধতির তালিকা এবং তাদের ব্যবহারের ধারনা।

৭.৩। স্টার-স্টার, ডেল্টা-ডেল্টা, স্টার-ডেল্টা, ডেল্টা-স্টার সংযোগ পদ্ধতির বর্ননা করন।

৭.৪। ওপেন ডেল্টা বা ভি-ভি(V-V) সংযোগ পদ্ধতির বর্ননা করন।

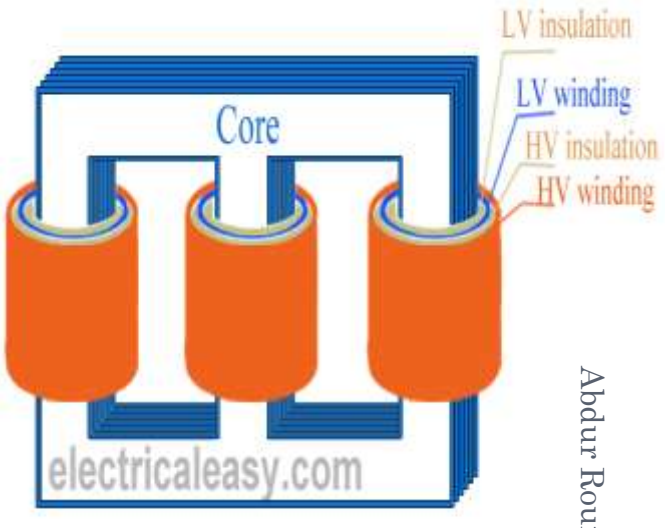
৭.৫। স্কট বা টি-টি (T-T) সংযোগ পদ্ধতির বর্ননা করন।

৭.৬। V-V এবং T-T সংযোগের প্রয়োগের ব্যাখ্যা করন।

৭.৭। তিন ফেজ হতে দুই ফেজ এবং ভাইস ভার্সা সংযোগ পদ্ধতি অংকন করন।

৭.১ তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন বর্ননা

থ্রি-ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন মূলত দুভাবে করা যেতে পারে। প্রথমত, একটি থ্রি-ফেজ কোরের মধ্যে নিয়ম অনুযায়ী থ্রি-ফেজ ওয়াইন্ডিং 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 সাময়িকভাবে হলেও সরবরাহের বিঘ্ন ঘটে। পক্ষান্তরে, দ্বিতীয় পদ্ধতির সুবিধা হলো যদি কোনো সময় একটি ট্রান্সফরমার নষ্ট হয়ে যায় তবে বাকি দুটির সাহায্যে সরবরাহের বিঘ্ন না ঘটিয়ে কাজ চালানো যায়। এটির অসুবিধা হলো স্থাপনে জায়গা বেশি লাগে। প্রতিটি সিঙ্গেল ফেজ

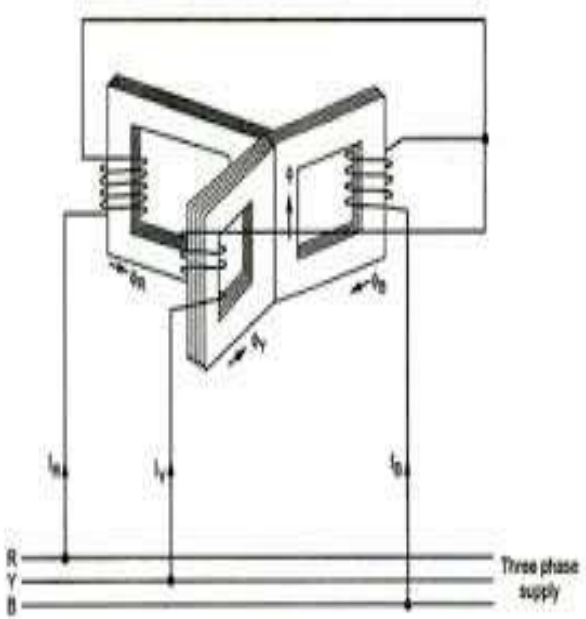


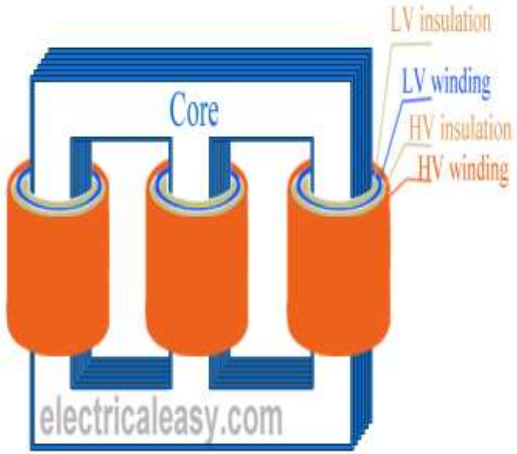
Core type three phase transformer

Shell type three phase transformer

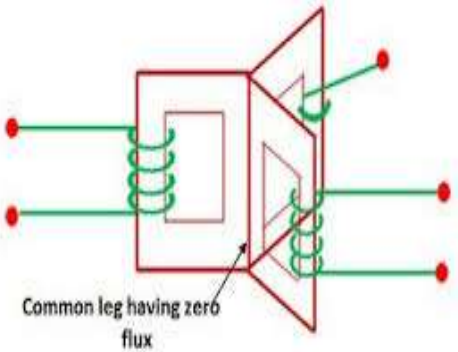
Abdur Rouf Sir

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

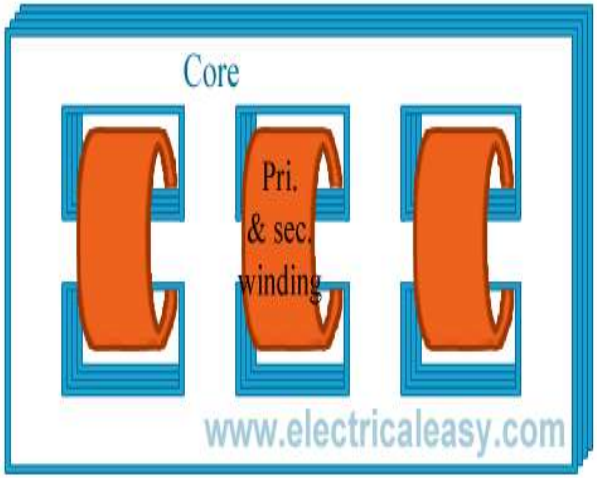




Core type three phase transformer



Three Single Phase Core in Contact With Another

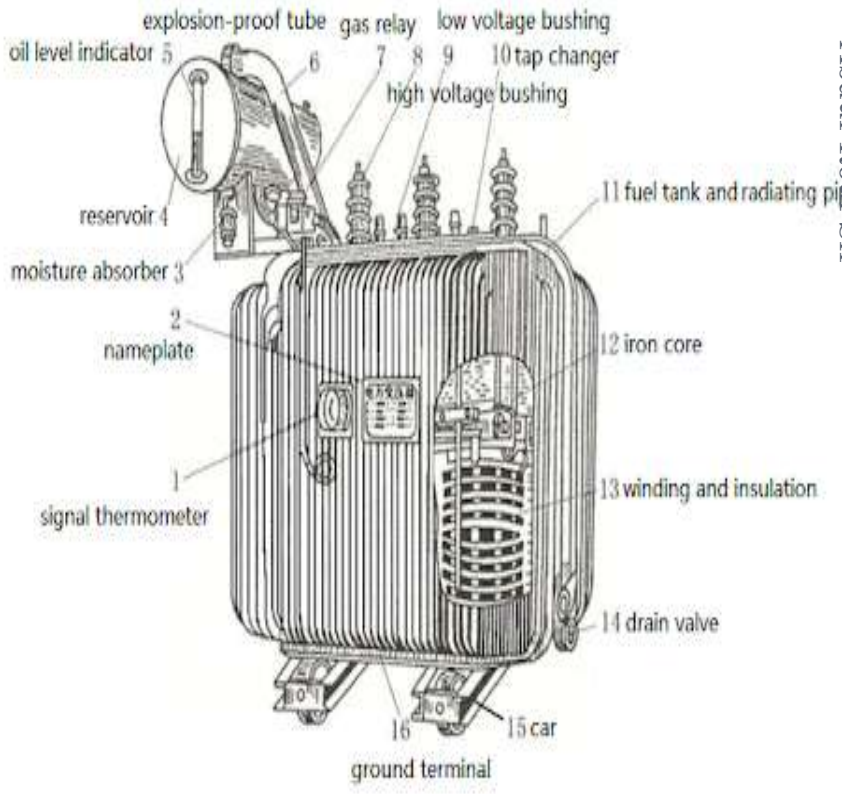


Shell type three phase transformer

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

তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন অংশের নাম নিম্নে দেওয়া হলোঃ

১। লো-ভোল্টেজ ওয়াল্ডিং (Low –voltage winding
২। হাই-ভোল্টেজ ওয়াল্ডিং (High- voltage winding)
৩। অয়েল লেভেল ইন্ডিকেটর (Oil level Indicator)
৪। কনজারভেটর Conservator)
৫। ব্রিদার (Breather)
৬। ড্রেইন কক (Drain coke)
৭। রেডিয়েটর টিউবস্ ফর কুলিং(Radiator tubes for cooling)
৮। ট্রান্সফরমার ওয়েল (Transformer oil)
৯। আর্থ পয়েন্ট (Earth point)
১০। এক্সপালশন ভেন্ট (Expulsion vent)
১১। টেম্পারেচার গেজ(Temperature gauge)
১২। বুখল্স রিলে (Buchholz relay)
১৩। লো-ভোল্টেজ বুশিং (Low-voltage bushing)
১৪।হাই-ভোল্টেজ বুশিং (High-voltage bushing)
১৫। থার্মোমিটার (Thermometer)
১৬। ক্যারেজ (Carriage)

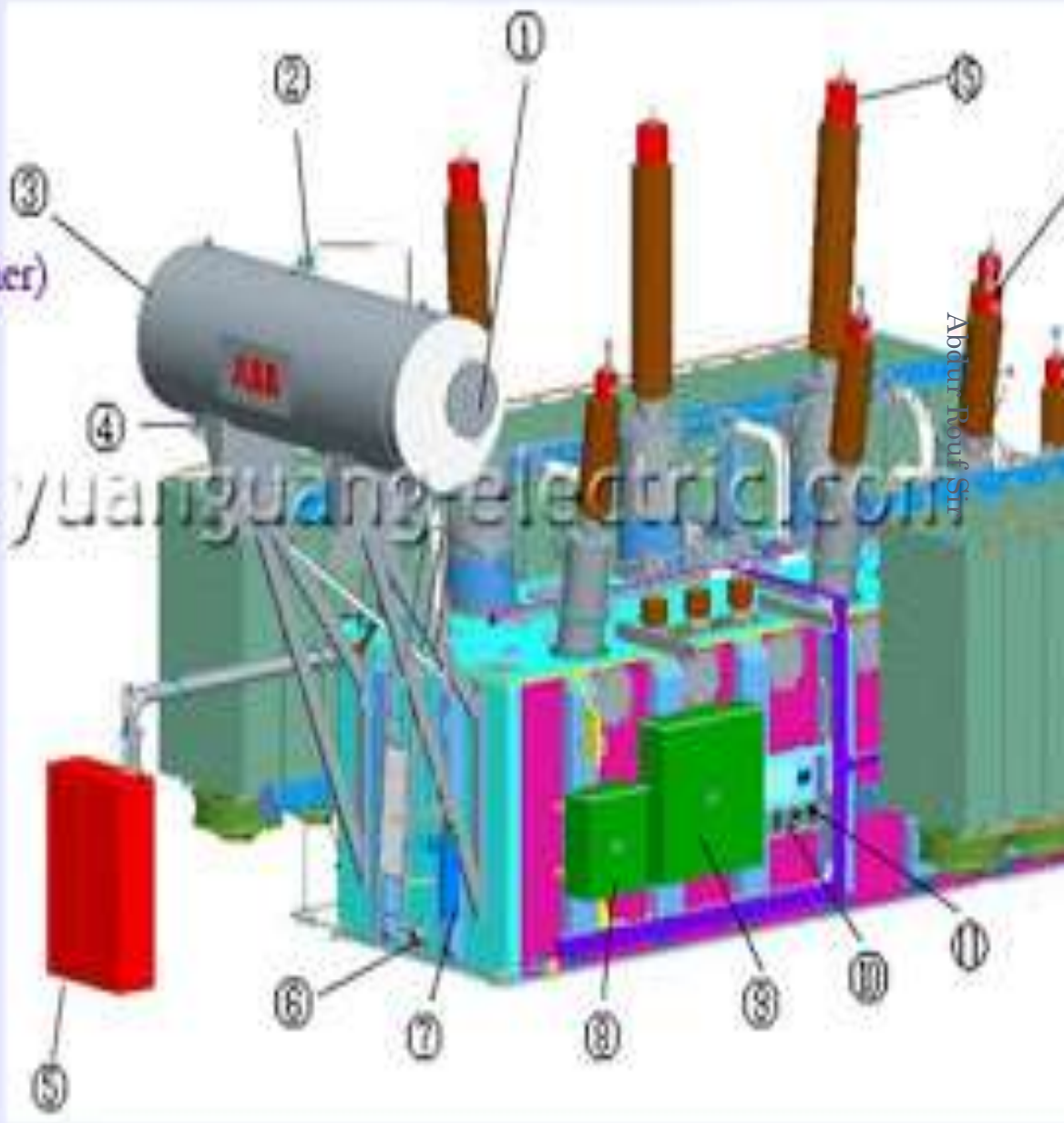


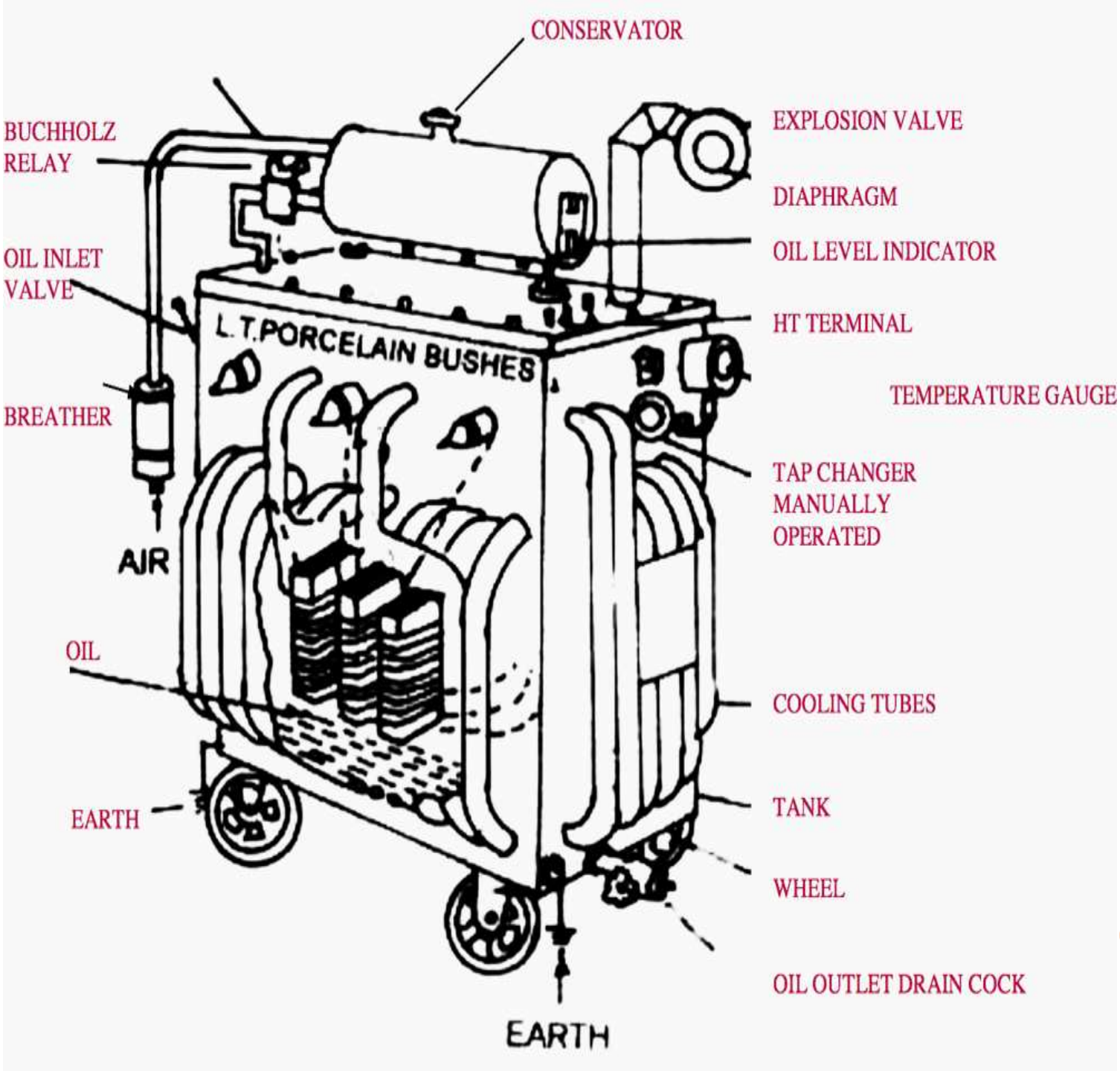
Abdur Rouf Sir

220Kv Power transformer main structure & Appearan

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 termperature
12. Fans
13. Radiator
14. M.V bushings
15. H.V bushings

Abdur Rouf Sir

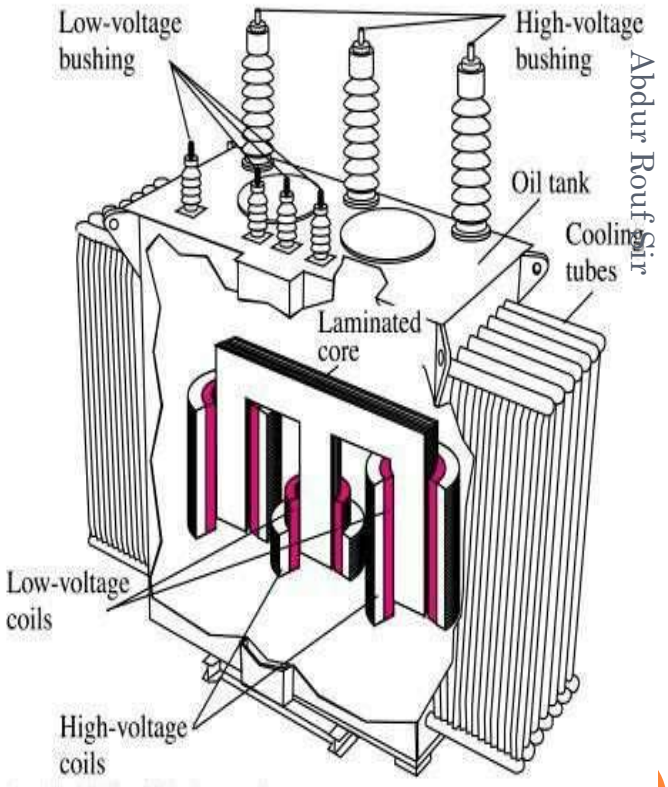



CONSERVATOR
BUCHHOLZ RELAY
EXPLOSION VALVE
DIAPHRAGM
OIL LEVEL INDICATOR
OIL INLET VALVE
HT TERMINAL
L.T.PORCELAIN BUSHES
TEMPERATURE GAUGE
BREATHER
TAP CHANGER MANUALLY OPERATED
AIR
OIL
COOLING TUBES
EARTH
TANK
WHEEL
OIL OUTLET DRAIN COCK
EARTH

৭.১ তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন বর্ননা(Describe the construction of three phase transformer

(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 (থ্রি-ফেজ কোর টাইপ) পরানো বা বসানো হয়। লো-ভোল্টেজ কয়েল কোর সংলগ্ন এবং হাই-ভোল্টেজ কয়েল লো-ভোল্টেজ কয়েলের উপর জড়ানো হয়। এরুপ করার কারণ হলো যাতে সহজে উচ্চ ভোল্টেজের উত্তাপ কোর হতে বিতরণ হতে পারে। লো-ভোল্টেজ কয়েল, হাই-ভোল্টেজ কয়েলের উপরে জড়ানো হলে, হাই-ভোল্টেজ কয়েল হতে উত্তাপ বিতরণ অতি দ্রুত হতে



Abdur Rouf Sir

৭.১ তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন বর্ননা(Describe the construction of three phase transformer

(খ) কোর (Core):

ওয়াইন্ডিংগুলো যে ইস্পাতের ফ্রেমের উপরে জড়ানো থাকে, ঐ 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 হিসটেরেসিস (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 নিম্নরুপঃ

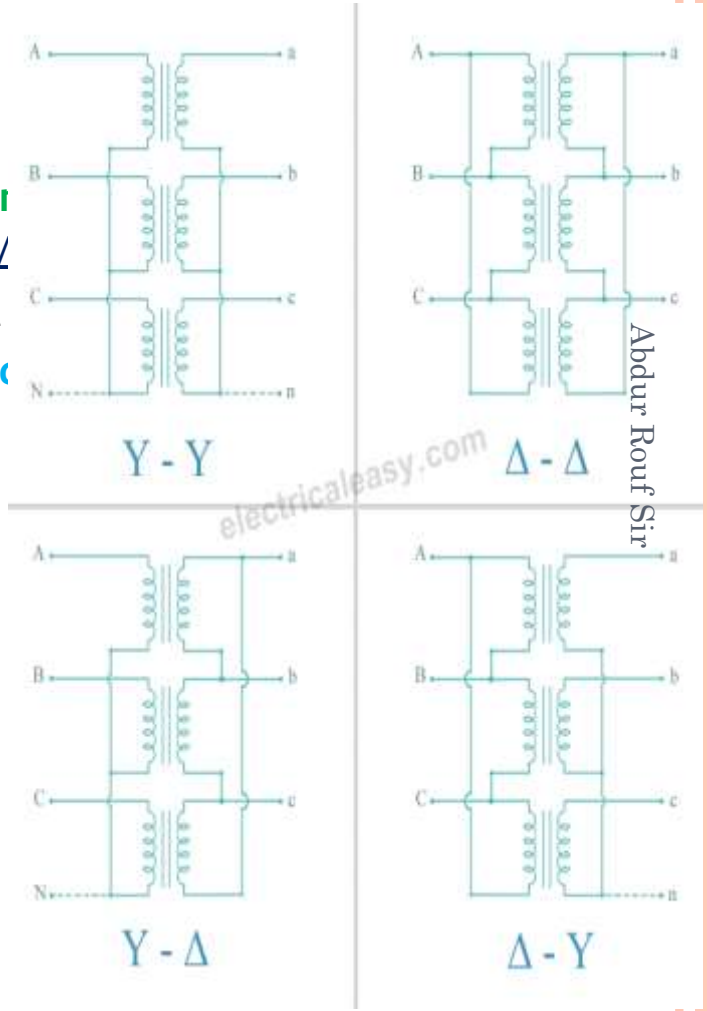
(ক) লো-কার্বন স্টিল (Low carbon steel)
(খ) সিলিকন স্টিল (Silicon steel)

Abdur Razzak

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

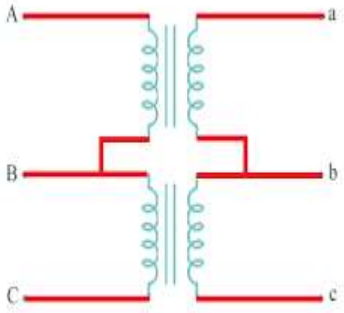
তিনফেজট্রান্সফরমারেরসংযোগেরবিভিন্নপদ্ধতিঃ

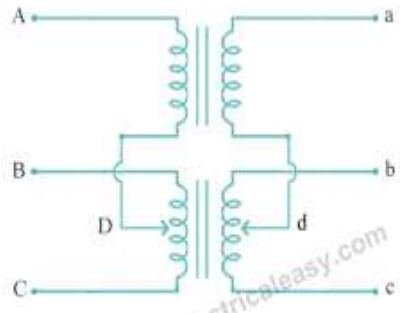
(ক) স্টার-স্টারসংযোগ (Star-Star connection)(Y-Y co
(খ) ডেলটা-ডেলটাসংযোগ (Delta-Delta connection)(
(গ) স্টার-ডেলটাসংযোগ (Star-Delta connection)(Y-Δ
(ঘ) ডেল্টা-স্টারসংযোগ (Delta-Star connection)(Δ-Y



এ ছাড়া আরও দুটি সংযোগ হচ্ছেঃ

(ক) ওপেন-ডেলটা বা ভি-ভি সংযোগ (Open-delta or V-V connection)
(খ) স্কট বা টি টি সংযোগ (Sco
conn


Open Delta Connection

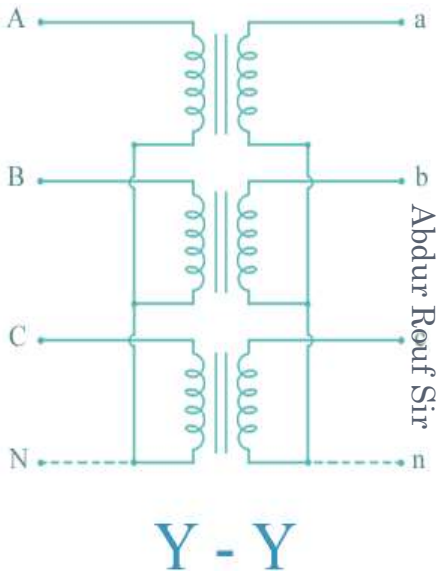


Scott (T-T) Connection

Abdur Rouf Sir

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(Δ-Δ), স্টার-ডেলটা (Y-Δ), এবংডেল্টা-স্টার(Δ-Y) ব্যবহারবাপ্রয়োগক্ষেত্রনিম্নরূপঃ



Y - Y

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

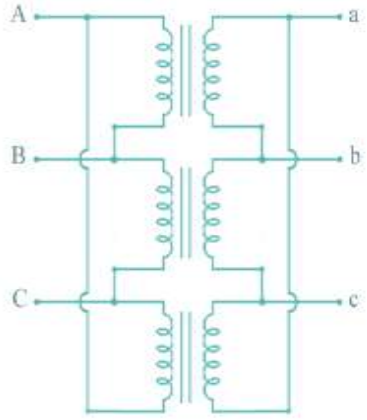
১। ট্রান্সফরমারকেস্টেপ-আপএবংস্টেপ-ডাউনউভয়ক্ষেত্রেব্যবহারকরাহয়।

২। তিনফেজব্যালেন্সলোডেব্যবহারকরাহয়।

৩।

যেখানেসেকেন্ডারিফেজভোল্টেজেরবিকৃতিবেশিসেখানে- করাহয়।

৪। এটিরছোটহাই-ভোল্টেজট্রান্সফরমারব্যা বেশিপ্রায়োগদেখাযায়।



Δ - Δ

(খ) ডেলটা-ডেলটা সংযোগ (Delta-Delta con Δconnection):

১। কমভোল্টেজেব্যবহারকরাহয়।

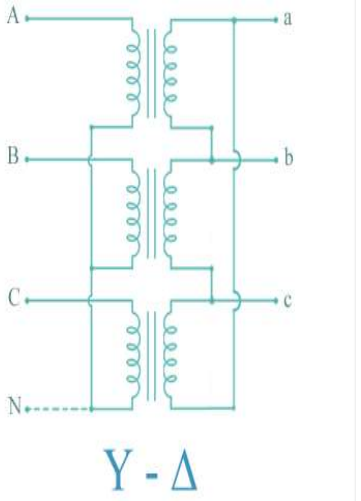
২। অসমানলোডেওব্যবহারকরাযায়।

৩। ওপেনডেলটাহিসাবেওপ্রয়োগকর

sev.com

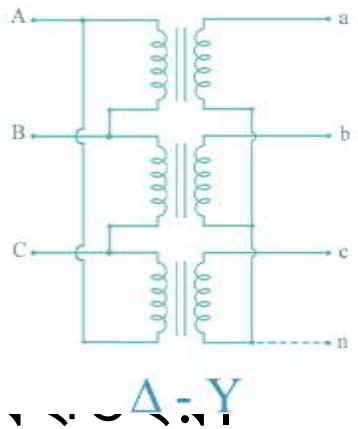
৭.২। তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের সংযোগের বিভিন্ন পদ্ধতির তালিকা এবং তাদের ব্যবহার

স্টার-স্টার (Y-Y), ডেলটা-ডেলটা(Δ-Δ), স্টার-ডেলটা (Y-Δ), এবংডেল্টা-স্টা
ব্যবহারবাপ্রয়োগক্ষেত্রনিম্নরূপঃ



(গ) স্টার-ডেলটা সংযোগ (Star-Delta conn
Δ connection)

১। এটিস্টেপডাউনট্রান্সফরমারহিসাবেব্যবহৃত
২। এ পদ্ধতিসাব-
স্টেশনেট্রান্সমিশনলাইনেরশেষপ্রান্তেব্যবহৃত
৩। লো-ভোল্টেজডিস্ট্রিবিউশনসার্কিটেপ্রয়ো



(ঘ) ডেল্টা-স্টারসংযোগ (Delta-Star conn
connection)

১।
এটিসাধারণতস্টেপআপট্রান্সফরমারহিসাবে
২। এটিপ্রাইমারিট্রান্সমিশনসিস্টেমেরপ্রারম্ভে

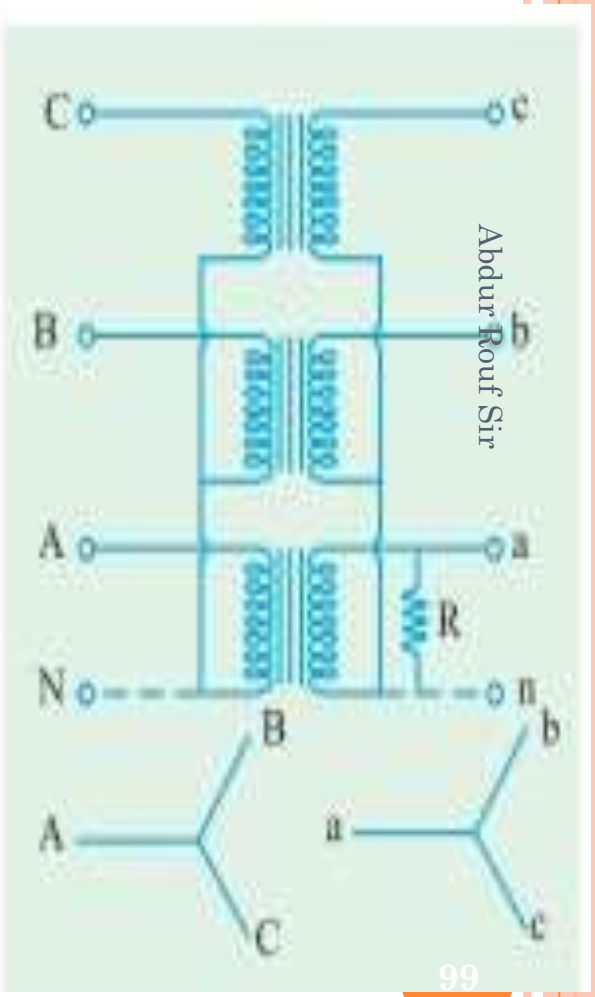
Abdur Rouf Sir

৭.৩। স্টার-স্টার (Y-Y), ডেলটা-ডেলটা (Δ-Δ), স্টার-ডেলটা (Y-Δ), এবংডেল্টা-স্টার (Δ-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 পদ্ধতিতেতিনটিসিঙ্গেলফেজট্রান্সফরমারউভয়দিকেসা য়ীসংযোগকরাহয়। এ ধরণেরসংযোগছোট, উচ্চভোল্টেজট্রান্সফরমারেরজন্যবিশেষউপযোগী, কারণটার্নস/ফেজএরসংখ্যাএবংইনসুলেশনেরপরিমাণ (যেহেতুফেজভোল্টেজলাইনভোল্টেজের$\frac{1}{\sqrt{3}}$গুন)। প্রতিটিট্রান্সফরমারেরট্রান্সফরমেশনরেশিওএকইথাকে সেকেন্ডারিসাইডেরলাইনভোল্টেজেররেশিওএকইহয়। এটিথ্রি-ফেজব্যালেন্সডলোডেভালোকাজকরে, আনব্যালেন্সডলোডেএরসেকেন্ডারিনিউট্রালআদিঅবস্থ য়। কারণএখানেখুবকমমানেররেজিস্ট্যান্সঅর্থাৎ প্রায়শ সার্কিটএরন্যায়রেজিস্ট্যান্সযেকোনএকতিট্রান্সফরমারেরসেকে নিউট্রালেরআড়াআড়িতেসংযোজনঅবস্থারউদ্ভবহয়।



Star-Star Connection

Abdur Rouf Sir

৭.৩। স্টার-স্টার (Y-Y), ডেলটা-ডেলটা (Δ-Δ), স্টার-ডেলটা (Y-Δ), এ সংযোগপদ্ধতি (The methods of star-star, delta-delta, star-delta, connection):

ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন সংযোগ নিম্নে বর্ণনা করা হলোঃ

স্টার-স্টার পদ্ধতিরসুবিধাসমূহ (Advantages of Y-

১। ট্রান্সফরমারকেস্টেপ-আপএবংস্টেপ-ডাউনউভয়ক্ষেত্রেব্যবহারকরাহয়।

২। তিনফেজব্যালেন্সলোডেব্যবহারকরাহয়।

৩। এটিরছোটহাই-ভোল্টেজট্রান্সফরমারব্যাংকিং-এ বেশিপ্রায়োগদেখাযায়।

৪। ফেজএরবিবেচনায়ইনসুলেশনখুবকমলাগেকারণফে [illegible]

[illegible] ৫। [illegible] লাইনটুনিউট্রালভোল [illegible] ৫৮% হয়।

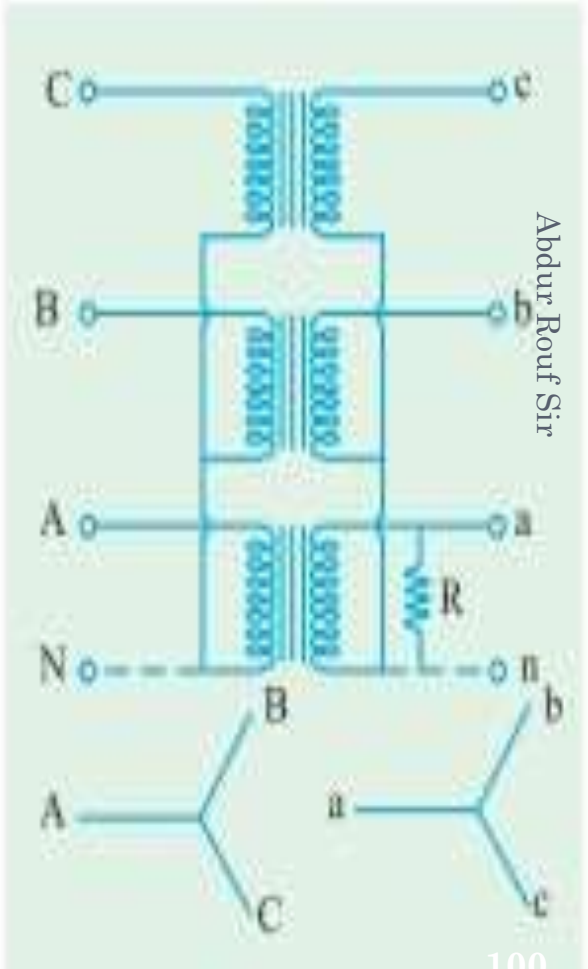
স্টার-স্টার পদ্ধতির অসুবিধাসমূহ (Disadvantages of Y-Y system):

১। [illegible] নিউট্রাল ত্রুটির উদ্ভব হয়।

২। আনব্যালেন্স লোডে ভালো কাজ করেনা।

৩। ডেল্টা-স্টার বা স্টার-ডেলটা-এর সাথে প্যারালালে ব্যাংকিং করা যায়না।

Star-Star Connection

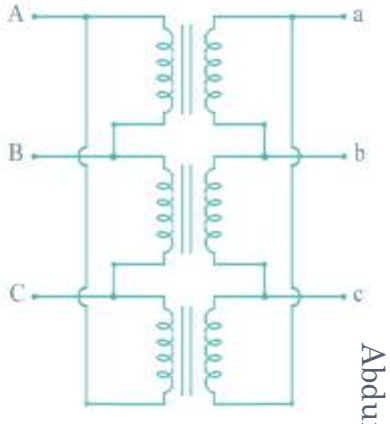


Abdur Rouf Sir

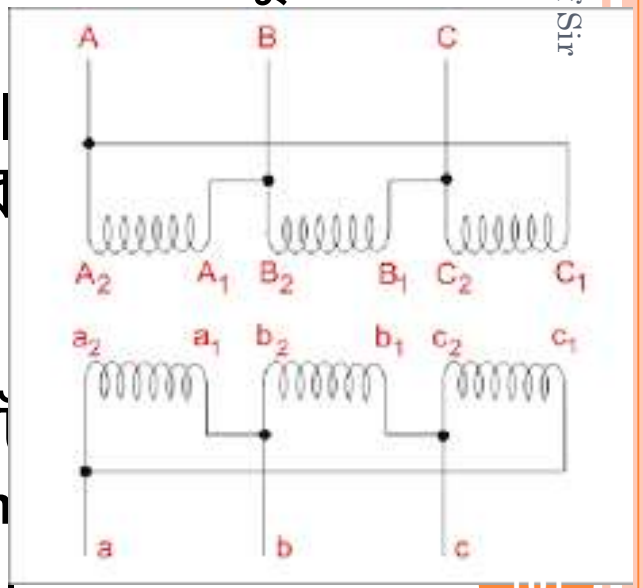
ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন সংযোগ নিম্নে বর্ণনা করা হলোঃ

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

এ পদ্ধতিঅনুযায়ীট্রান্সফরমারেরউভয়দিকেপোলারিটি...
যায়ীডেল্টাসংযোগহয়েথাকে।
এটিসাধারনতকমভোল্টেজেভালোকাজকরে।
অসমানলোডেএরকোনঅসুবিধাহয়না। এদের
লাইনভোল্টেজ (প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি)
রেশিওএদেরনিজস্বরেশিওরসমান।
এরসবচেয়েবড়সুবিধাহলযেকোনএকটিইউনিট...
য়েগেলেবাকিদুটিদ্বারাভি-ভি(V-V) connection
দিয়েসার্ভিসকেসাময়িকভাবেচালিয়েনেয়াযায়।
এতেকোনভাসমাননিউট্রালউদ্ধবহয়না।



Δ - Δ



Delta-Delta connection

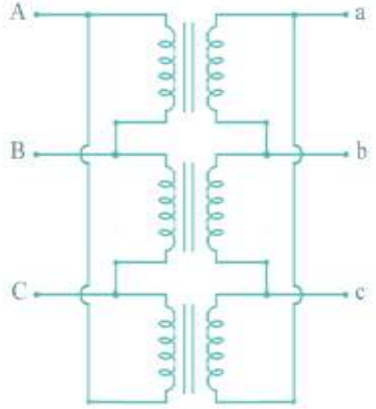
Abdur Rouf Sir

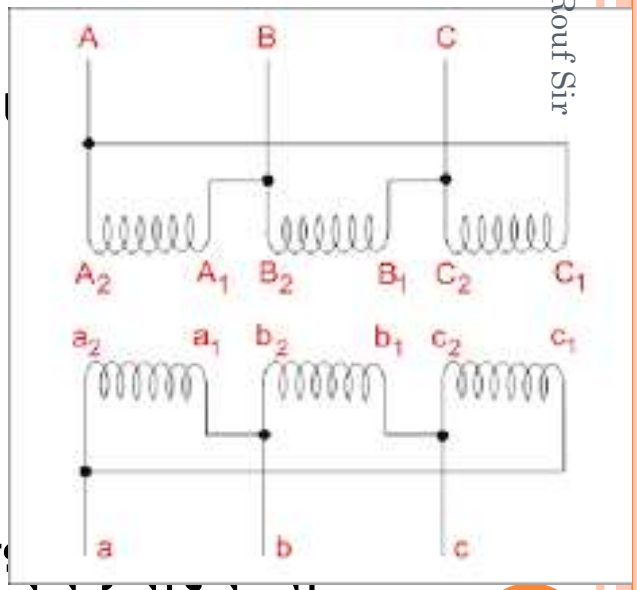
ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন সংযোগ নিম্নে বর্ণনা করা হলোঃ

(খ) ডেলটা-ডেলটাসংযোগেরসুবিধাসমুহ (Advantanges of Δ-Δ connection):

Δ - Δ

- ১। এটিবৃহৎ লো-ভোল্টেজেট্রান্সফরমারেরজন্যউপযোগী।
- ২। আউটপুটভোল্টেজেসাইনুসয়ডাল (Sin
হয়েথাকে।
- ৩। অসমানলোডেওকোনঅসুবিধাহয়না।
- ৪।ওপেনডেলটা(V-V connection)হিসাবেওপ্রয়োগকরাযায়।
- ৫। প্রাইমারি ও সেকেন্ডারিভোল্টেজেরমধ্যেকোনফেজপা
।





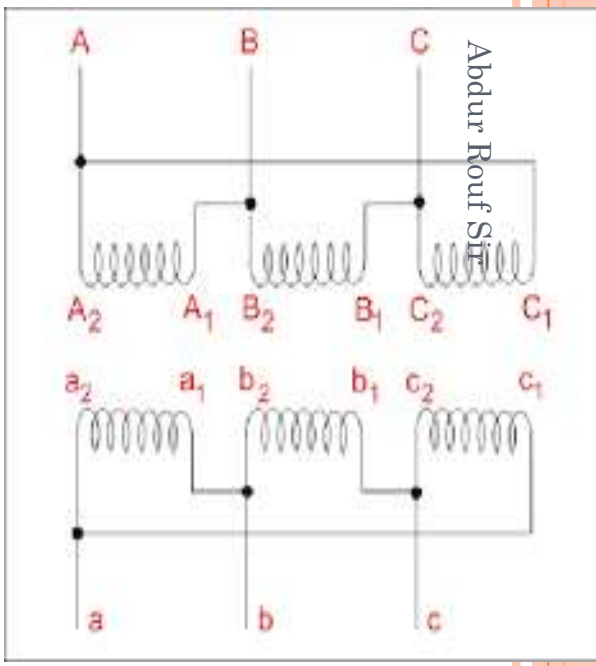
Delta-Delta connection

Abdur Rouf Sir

ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন সংযোগ নিম্নে বর্ণনা করা হলো:

(খ) ডেল্টা-ডেল্টা সংযোগের অসুবিধাসমূহ (Disadvantanges of Δ- Δ connection):

- ১। এতে টার্নস বা ফেজ এর সংখ্যা বৃদ্ধি পায়।
- ২। Neutral connection পাওয়া যায় না।
- ৩। V-V connection এ কাজ করার সময় ফুল ক্যাপাসিটি পাওয়া যায় না।
- ৪। স্টার-ডেল্টা বা ডেল্টা- স্টার এর সাথে প্যারালাল ব্যাংকিং করা যায় না।
- ৫। তৃতীয় হারমোনিক এক্সাইটিং কারেন্ট ডেল্টা ওয়াইন্ডিং এ আবর্তকারে) Circulating) প্রবাহিত হয়।

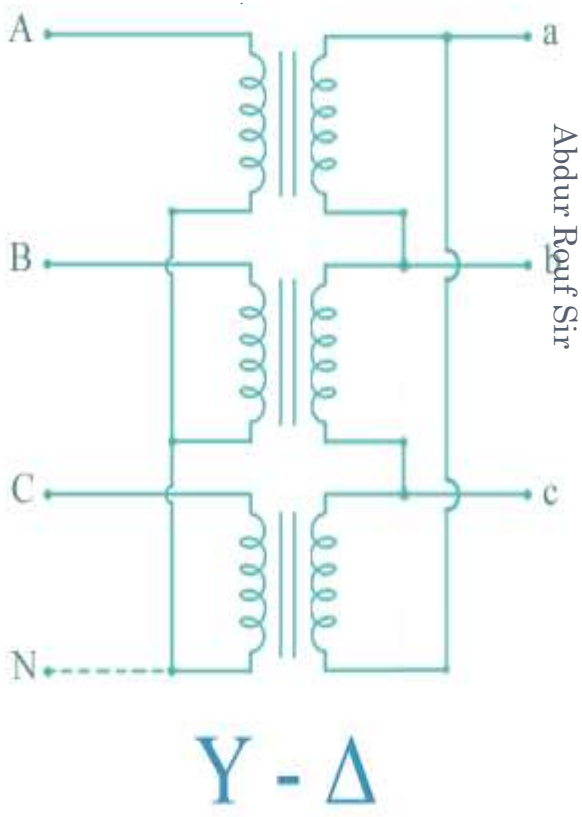


Delta-Delta connection

ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন সংযোগ নিম্নে বর্ণনা করা হলোঃ

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

এ
পদ্ধতিতেপ্রাইমারিতেস্টারএবংসেকেন্ডারিতে
গকরাহয়। এ
পদ্ধতিতেসাধারণভোল্টেজকমানোরজন্যব
এখানেপ্রাইমারি ও
সেকেন্ডারিলাইনভোল্টেজরেশিওএদেরনিজ
মানহয়না। প্রাইমারি ও সেকেন্ডারিলাইনভো
30˚ ফেজপার্থক্যথাকে।
ট্রান্সমিশনলাইনেরশেষপ্রান্তেঅবস্থিতসাব-
স্টেশনভোল্টেজকেকমানোরকাজেসাধারণ



Star-Delta connection

ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন সংযোগ নিম্নে বর্ণনা করা হলোঃ

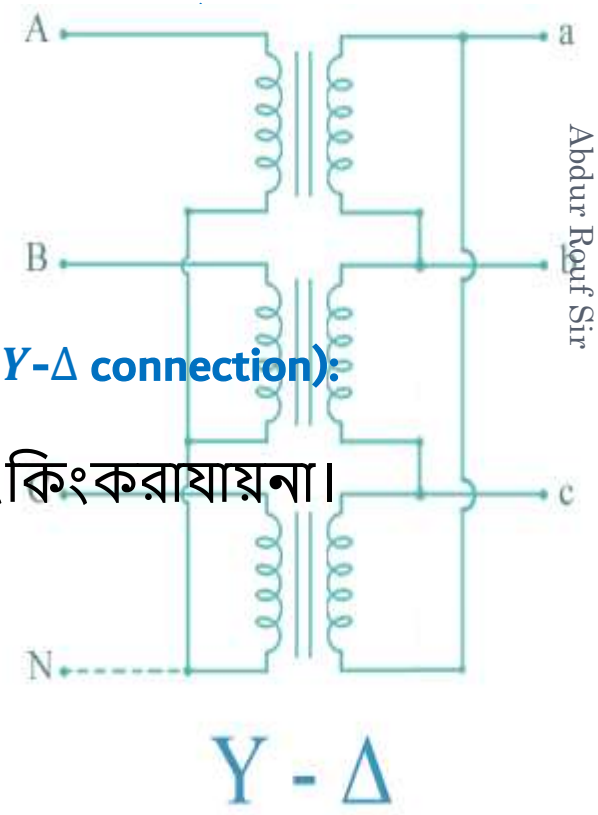
স্টার -ডেলটাসংযোগেরসুবিধা(Advantages of Y-Δ

১।
উচ্চভোল্টেজথেকেকমভোল্টেজআনয়নে
যোগী।

স্টার -ডেলটাসংযোগেরঅসুবিধা(Disadvantages of Y-Δ connection):

২। লো-ভোল্টেজডিস্ট্রিবিউশনসার্কিটেরক্ষে

১। ডেলটা-ডেলটাবাস্টার-স্টারএরসাথেপ্যারালালেব্যাংকিংকরাযায়না।



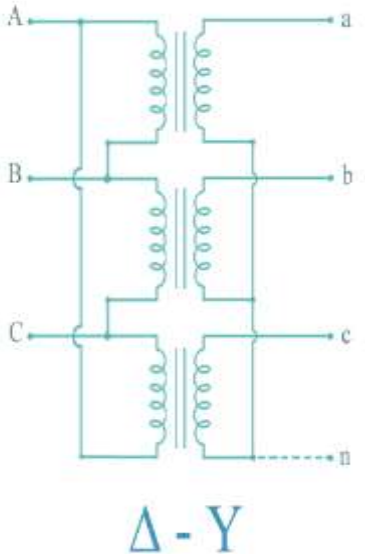
Star-Delta connection

৭.৩। স্টার-স্টার (Y-Y), ডেলটা-ডেলটা (Δ-Δ), স্টার-ডেলটা (Y-Δ), এবংডেল্টা-স্ট
(The methods of star-star, delta-delta, star-delta, delta-star conn

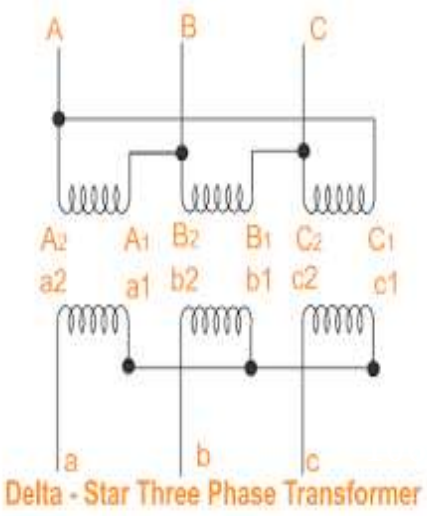
ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন সংযোগ নিম্নে বর্ণনা করা হলোঃ

(ঘ) ডেল্টা-স্টারসংযোগ(Star-Delta connection)(*Y*-Δ conn

এ পদ্ধতিতেপ্রাইমারিডেল্টাএবংসেকেন্ডারিস্টারসংযোগহ
পদ্ধতিভোল্টেজবর্ধিতকরারজন্যব্যবহৃতহয়েথাকে।
বিশেষকরাপ্রাইমারিট্রান্সমিশনলাইনেরশুরুতেব্যবহৃতহয়।
সেকেন্ডারিস্টারসংযুক্তথাকায়মাত্র 58%
ইনসুলেশনেকাজচালানোযায়। আনব্যালেন্স ও
লোডেভাসমাননিউট্রালত্রুটিরউদ্ভবহয়না। এ
সংযোগেভোল্টেজওয়েভবিকৃতিবিহীন (Distortionless) হয়
লাইনভোল্টেজেরভোল্টেজরেশিওএকইহয়নাকারণপ্রতিটিট্র
রেরট্রান্সফরমেশনরেশিওঅনুযায়ীহয়।



Abdur Rouf Sir



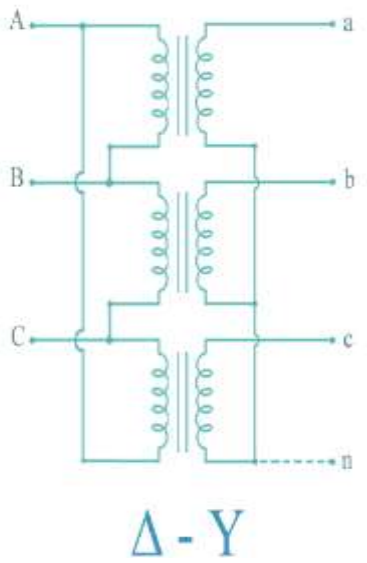
Delta – Star connection

৭.৩। স্টার-স্টার (Y-Y), ডেলটা-ডেলটা (Δ-Δ), স্টার-ডেলটা (Y-Δ), এবংডেল্টা-স্ট
(The methods of star-star, delta-delta, star-delta, delta-star conn

ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন সংযোগ নিম্নে বর্ণনা করা হলো:

ডেল্টা-স্টার সংযোগেরসুবিধাসমূহ(Advantages of Y-Δ

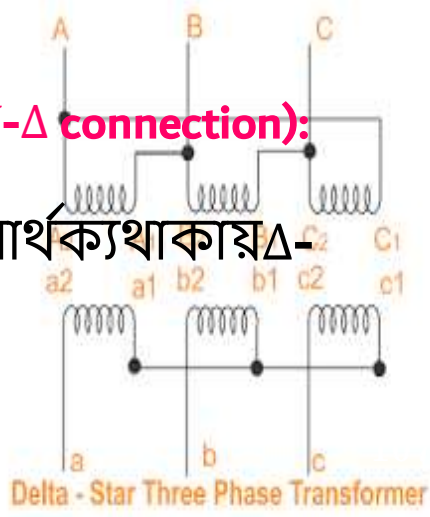
১। ইনসুলেশনেরপরিমাণকমলাগে-মাত্র 58% ইনসুলেশনেকাজচালানোযায়।
২। আনব্যালেন্সলোডেভাসমাননিউট্রালত্রুটিরউদ্ভবহয়ন
৩। ভোল্টেজওয়েভবিকৃতিবিহীনহয়।
৪। বর্তমানকালেডিস্ট্রিবিউশনট্রান্সফরমারহিসাবেবেশজনপ্রিয়, কারণসেকেন্ডারিহতেনিউট্রালেরসাহায্যেসিঙ্গেলফেজসাপ্লাই য়।



Δ - Y

ডেল্টা-স্টার সংযোগেরঅসুবিধাসমূহ(Disadvantages of Y-Δ connection):

১। প্রাইমারি ও সেকেন্ডারিলাইনভোল্টেজেরমধ্যে 30˚ ফেজপার্থক্যথাকায়Δ-Δবা Y-Y এরপ্যারালালেব্যাংকিংকরাযায়না।



Delta - Star Three Phase Transformer

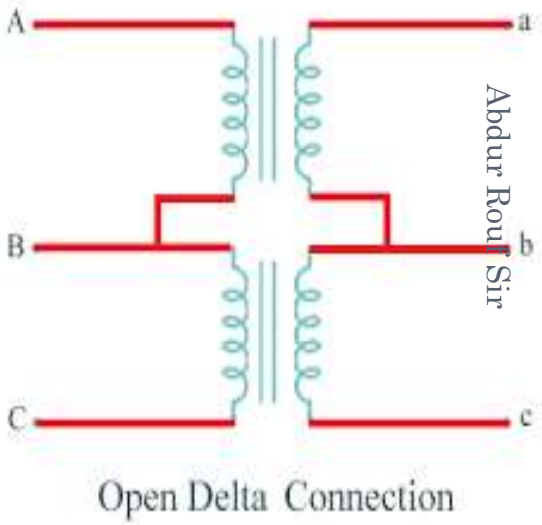
Delta – Star connection

Abdur Rouf Sir

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।

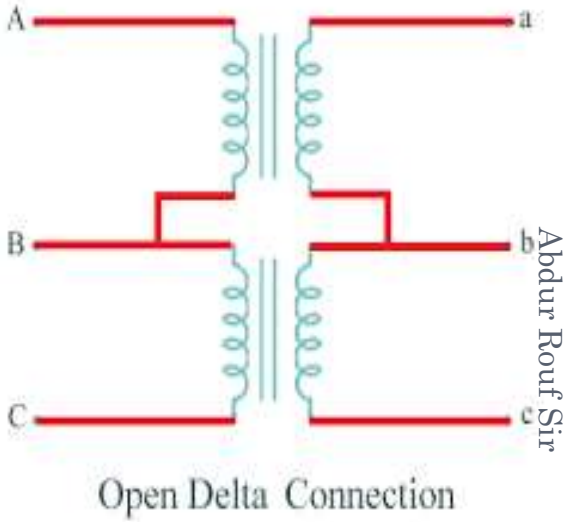
ডেল্টা-ডেল্টা পদ্ধতিতে পাওয়ার সাপ্লাই দেয়ার সময় যদি তিনটি ট্রান্সফরমারের মধ্য হতে একটি সরিয়ে নেয়া যায় অথবা কোনো কারণে তিনটি ট্রান্সফরমারের মধ্যে একটি ট্রান্সফরমার নষ্ট হয়ে যায়, তখন অবশিষ্ট দু'টি ট্রান্সফরমার দ্বারা তিন ফেজের কাজ চালিয়ে নেয়া যায়।



Open Delta Connection

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

ওপেন- ডেল্টায় (V-V) তিনফেজমোটপাওয়ার ((Δ-Δ) সংযোগের 57.7% or 58% বহনকরতেপারে।



Open Delta Connection

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

V-V কানেকশনেট্রান্সফরমারেরলাইনকারেন্ট $I_L = I_{Ph} = \frac{I_L}{\sqrt{3}}$

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

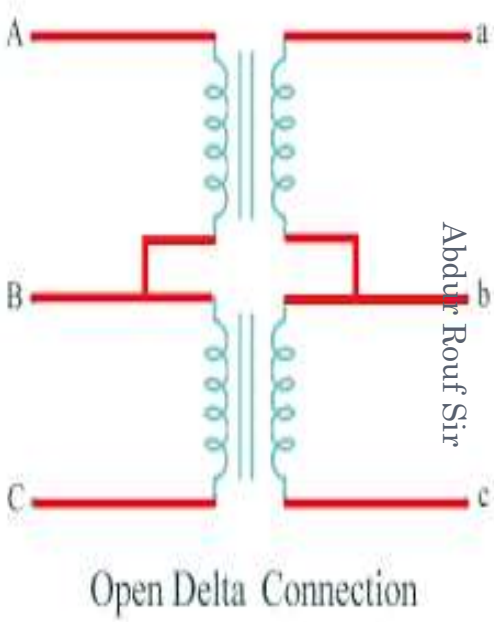
$$\frac{\text{Power in V - V System}}{\text{Power in } \Delta\text{ - }\Delta \text{ System}} = \frac{P_{V-V}}{P_{\Delta-\Delta}} = \frac{V_L I_L}{\sqrt{3} V_L I_L} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 57.7\% = 58\%$$

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

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।
৩। অতি সহজেই প্রয়োজনে দু'টি ট্রান্সফরমারের সাহায্যে থ্রি-ফেজ পাওয়ার সরবরাহ দেয়া যায়। স্কট-কানেকশনের ন্যায় ঝামেলা করতে হয়না।



Open Delta Connection

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

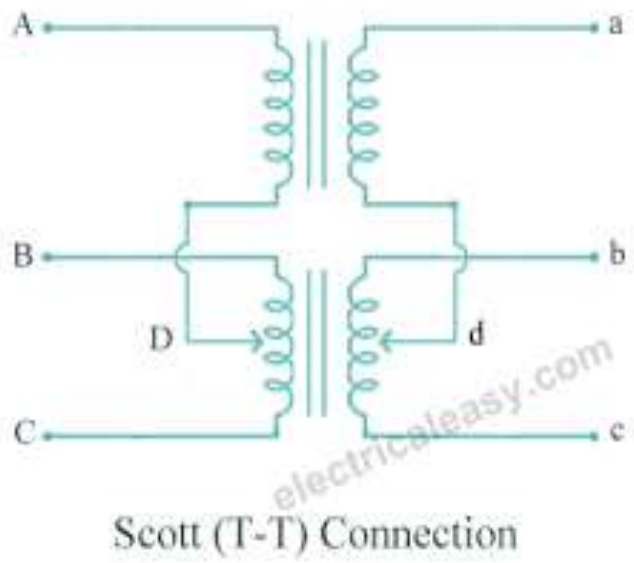
১। গড় পাওয়ার ফ্যাক্টরের মান লোড পাওয়ার ফ্যাক্টরের তুলনায় কম হয়। এর মান ব্যালেন্সড লোড ফ্যাক্টরের 86.6% হয়ে থাকে।
২। ব্যালেন্সড একক পাওয়ার ফ্যাক্টর বিশিষ্ট লোড না হলে দু'টি ট্রান্সফরমার বিভিন্ন পাওয়ার ফ্যাক্টরে কাজ করে।
৩। বর্ধিত লোডে প্রায়ি সেকেন্ডারি টার্মিনাল ভোল্টেজ অসম হওয়ার প্রবণতা থাকে। এমনকি সুষম লোডেও এটি ঘটে থাকে।
৪। পরিপূর্ণ ক্যাপাসিটিতে লোডে পাওয়ার সরবরাহ দেয়া যায় না।
৫। ইউনিটি পাওয়ার ফ্যাক্টর লোডে কাজ করার সময় ওপেন ডেল্টা সংযোগে একটি ট্রান্সফরমার ল্যাগিং ও অপরটি লিডিং-এ থাকে বলে আউটপুট ভোল্টেজ আনব্যালেন্স হয়। এমনকি লোড ইম্পিড্যান্স ও ইনপুট

Abdur Rouf Sir

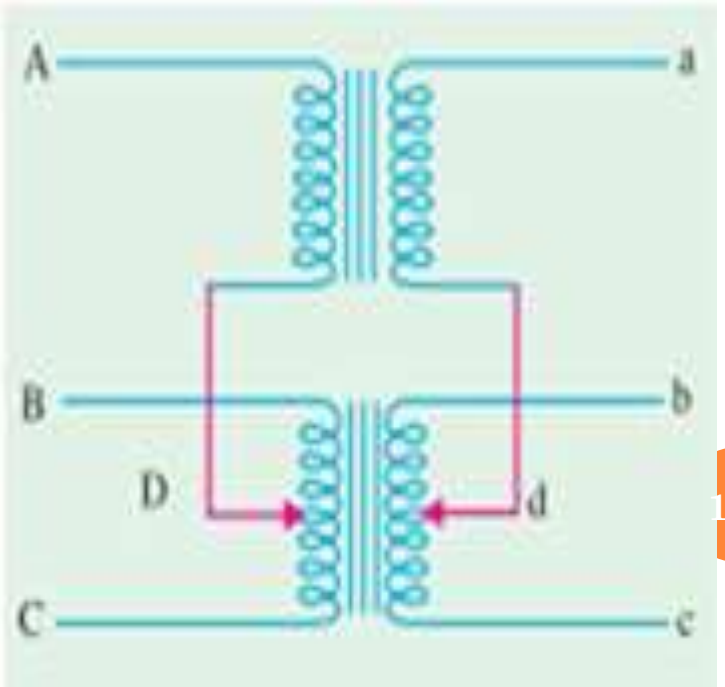
৭.৫। স্কট বা টি –টি (T-T) সংযোগের বর্ণনা (Describe Scott T-T connection):

স্কট বা টি –টি (T-T) সংযোগের বর্ণনাঃ

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 ওয়াইন্ডিংয়ের মাত্র 86.6% কাজে লাগানো হয়। টিজার ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি উভয়েরই একটি টার্মিনাল মেইন ট্রান্সফরমারের যথাক্রমে প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারির মধ্যবিন্দুতে (Centre tap) বৈদ্যুতিকভাবে সংযুক্ত থাকে। এটা দেখতে অনেকটা ইংরেজি অক্ষর টি (T) এর মতো দেখায় বলে এ সংযোগকে টি টি(T-T



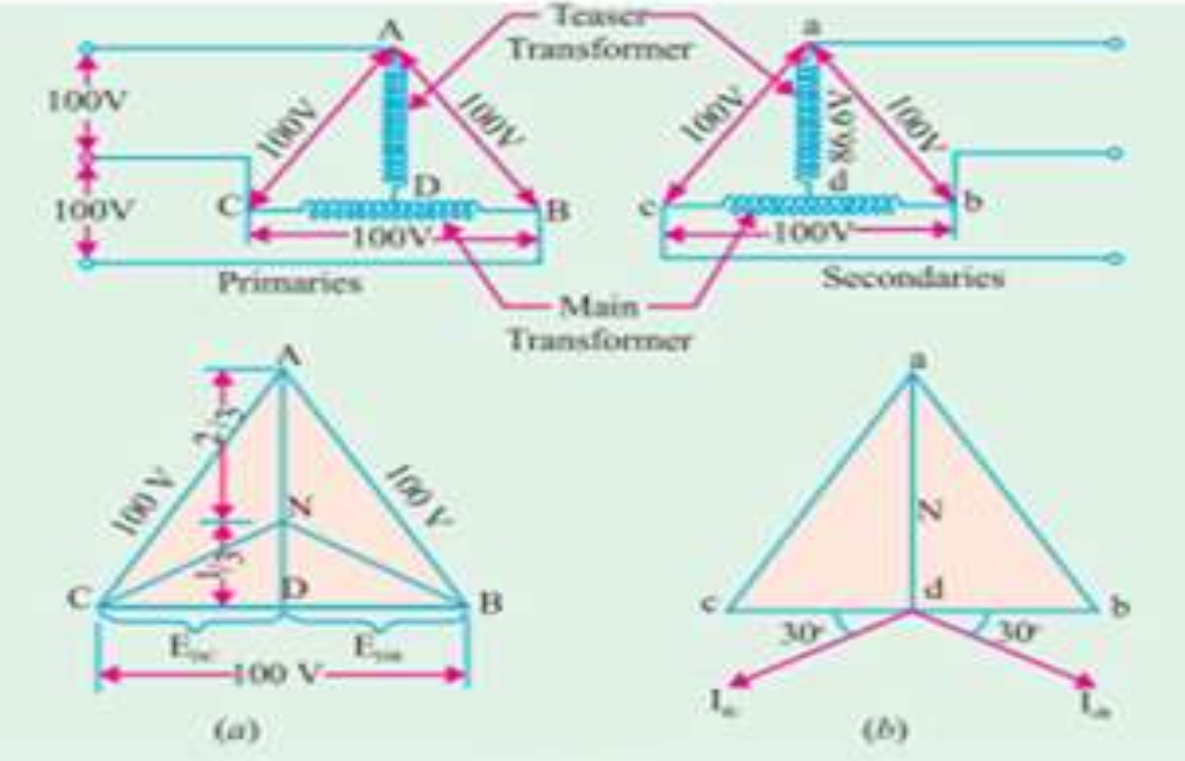
Scott (T-T) Connection



৭.৫। স্কট বা টি –টি (T-T) সংযোগের বর্ণনা (Describe Scott T-T connection):

স্কট বা টি –টি (T-T) সংযোগের বর্ণনাঃ

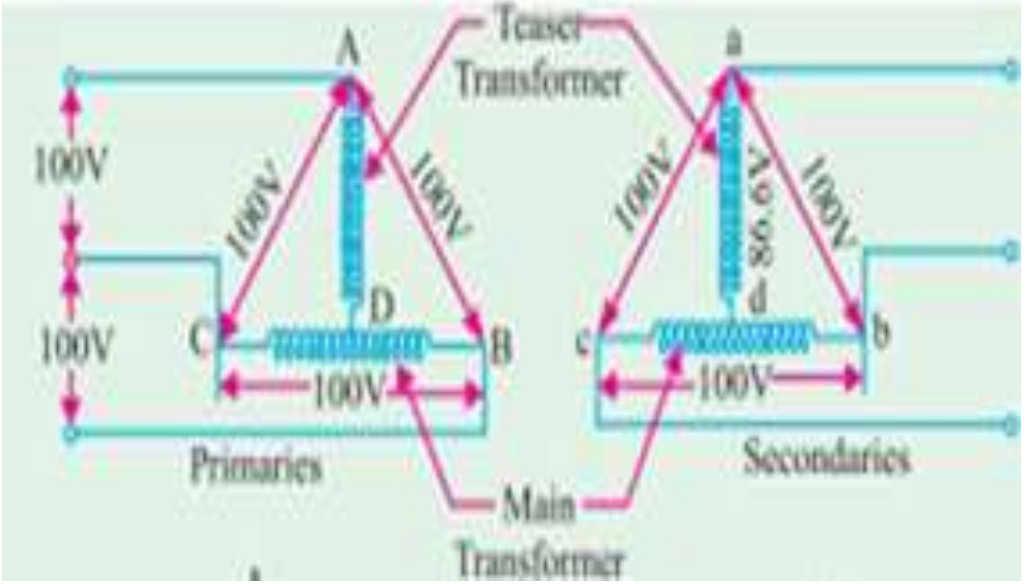
এ পদ্ধতির সর্বপ্রথম ব্যবহারকারী চার্লস এফ.স্কট (Charles F. Scott) এর নাম অনুসারে এটিকে স্কট কানেকশনও বলা হয়। এর কার্যপদ্ধতি বুঝবার সুবিধার্থে ট্রান্সফরমেশন রেশিও 1 : 1 ধরা হয়েছে। প্রাইমারি তিন ফেজ সাপ্লাই ভোল্টেজ ও সেকেন্ডারি তিন ফেজ সাপ্লাই ভোল্টেজ যথাক্রমে দু'টি সমবাহু ত্রিভুজ ABC ও abc দ্বারা দেখানো 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 অঙ্কিত লম্ব AD এবং abc ত্রিভুজের bc বাহুর উপর অঙ্কিত লম্ব ad যথাক্রমে টিজার ট্রান্সফরমা



৭.৫। স্কট বা টি –টি (T-T) সংযোগের বর্ণনা (Describe Scott T-T connection):

স্কট বা টি –টি (T-T) সংযোগের বর্ণনাঃ

সেকেন্ডারি সাইডে সমকোণী ত্রিভুজ adc হতে ad=ab sin 60˚ =100×sin 60˚= 86.6 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 ওয়াইন্ডিংয়ের তুলনায় টিজার ট্রান্সফরমারের ওয়াইন্ডিং 86% কাজে লাগানো হয়। অনুরুপভাবে, প্রাইমারি সাইডের টিজারে 86.6 ভোল্ট পাওয়া যাবে।



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

(ক) ওপেন-ডেল্টাপদ্ধতিরপ্রয়োগবাব্যবহার (Application of open-delta connection):

১। যখনতিন-ফেজপাওয়ারেরচাহিদাখুবকমথাকে।
২। যখনডেল্টা-ডেল্টাপদ্ধতিরযে-
কোনোএকটিট্রান্সফরমারবিকলহয়েগেলেসাময়িকভাবেঅল্পক্যাপাসিটিতেঅবশিষ্টদু'টিট্রান্সফরমার
কানেকশনেতিনফেজেকাজচালানোযায়।
৩। যখনকোনোএলাকায়প্রাথমিকঅবস্থায়লোডকমহয়এবংঅদূরভবিষ্যতেলোডবেশিহওয়ারসম্ভাব
সেক্ষেত্রেকমলোডেরসময় V-V পদ্ধতিতেএবংবেশিলোডেরসময়Δ-Δপদ্ধতিতেকাজচালানোহয়।

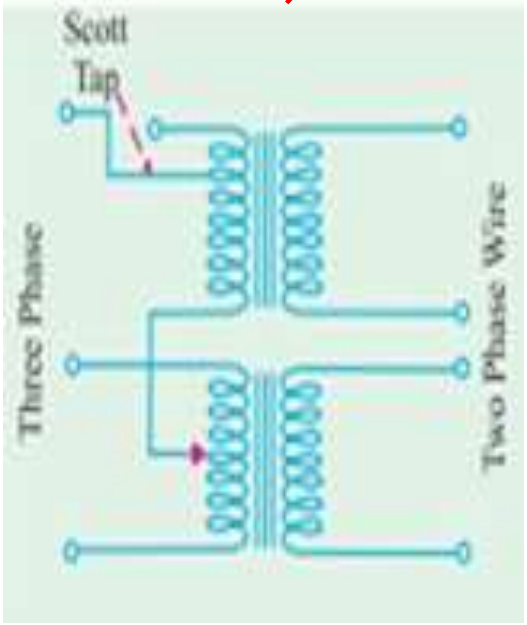
(খ) টি-টি সংযোগ পদ্ধতির প্রয়োগ বা ব্যবহার (Application of T-T connection):

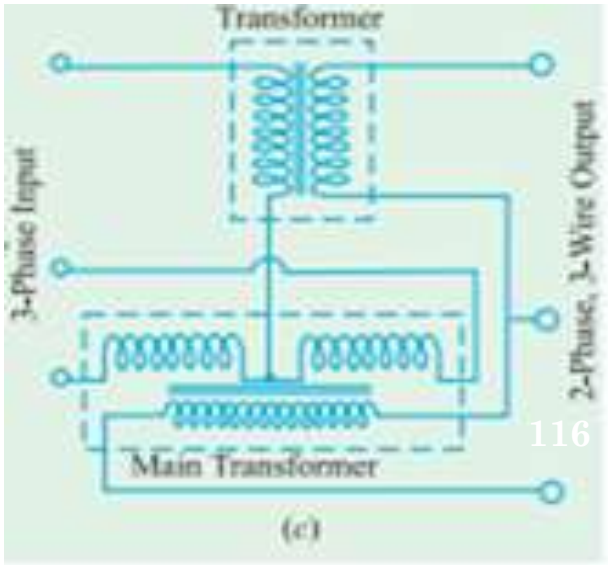
১। দুটি এক ফেজ ট্রান্সফরমার দিয়ে তিন ফেজ সরবরাহ দেওয়ার জন্য
২। তিন ফেজ হতে তিন ফেজ অথবা তিন ফেজ হতে দুই ফেজ অথবা দুই ফেজ হতে তিন ফেজ সরবরাহ দেয়ার জন্য।

Abdur Rauf Sir

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):

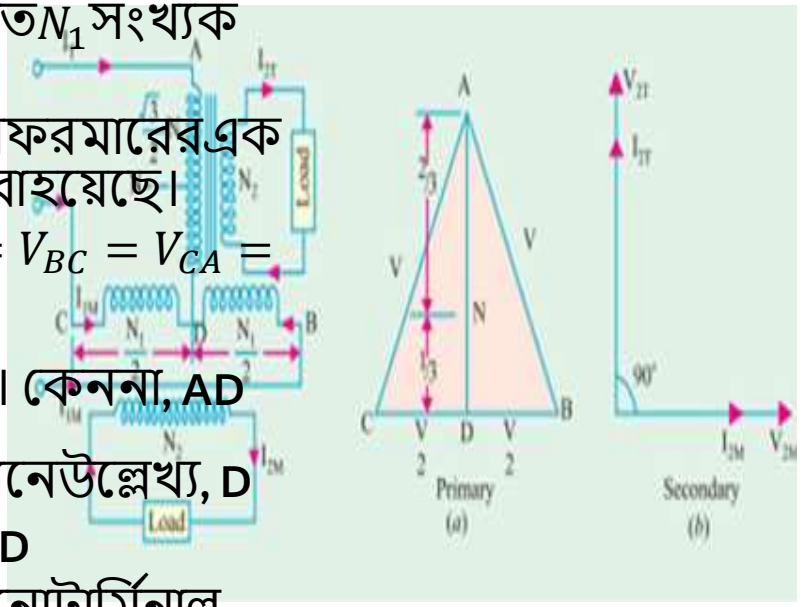
এ ধরনের কনভারশনসমূহ তিন ফেজ সাপ্লাই হতে দুই ফেজ লোড চালনার ক্ষেত্রে করা হয়। এ কারণে এই কনভারশনসমূহ স্কট সংযোগ (T-T সংযোগ)-এ ব্যবহার করা হয়। এ ধরনের সংযোগের জন্য এক্ষেত্রে ট্রান্সফরমারে উপযুক্ত ট্যাপিং ব্যবস্থা থাকতে হয়। এ ব্যবস্থাপনায় ব্যবহৃত দু'টি ট্রান্সফরমারের একটিকে মেইন ট্রান্সফরমার এবং অপরটিকে টিজার ট্রান্সফরমার বলা হয়। টিজার ট্রান্সফরমারের এক প্রান্ত মেইন ট্রান্সফরমারের মধ্যবিন্দুতে ট্যাপ করা থাকে। প্রাইমারি সাইডে টিজার ওয়াইন্ডিং



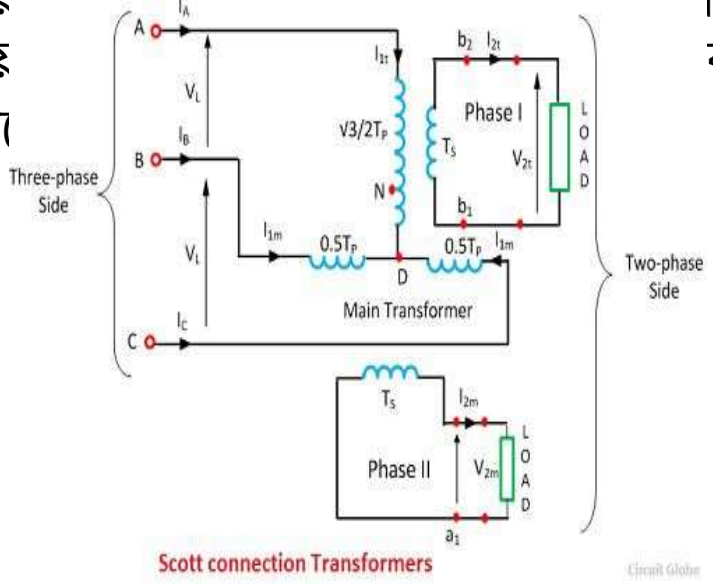


৭.৭। তিন ফেজ হতে দুই ফেজ এবং ভাইস ভার্সা সংযোগ পদ্ধতি অঙ্কন (Draw the connection of three phase to two phase and vice-versa):

পাশের চিত্রেব্যবহৃতমেইনট্রান্সফরমারেরপ্রাইমারিতেN_1 সংখ্যক প্যাঁচআছে, যাকেতিনফেজসাপ্লাইয়ের **CB** টার্মিনালেসংযুক্তকরাহয়েছেএবংটিজারট্রান্সফরমারেরএক টিপ্রান্তসাপ্লাইয়ের **A** টার্মিনালেরসাথেযুক্তকরাহয়েছে। যদিলাইনভোল্টেজ **V** হয়তবেঅবশ্যই$V_{AB} = V_{BC} = V_{CA} = V$ হবে। কিন্তু **A** এবং **D**



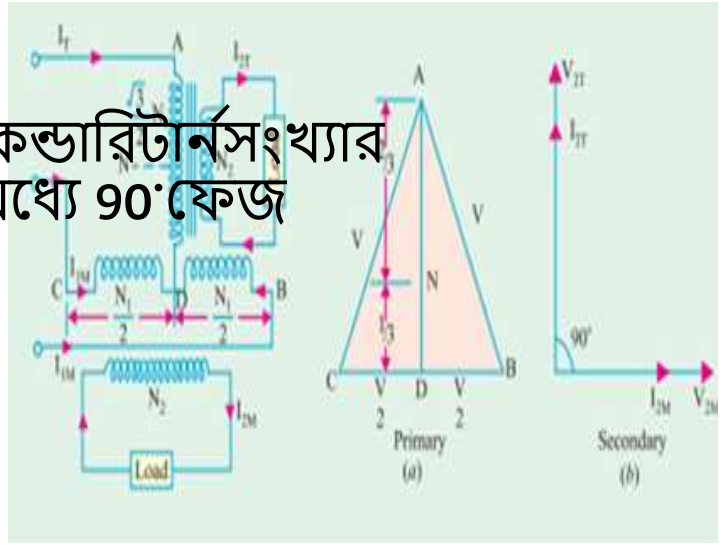
এরমধ্যবর্তীভোল্টেজড্রপহবে$\frac{\sqrt{3}}{2}$ Vএরসমান। কেননা, **AD** কয়েলেরটার্নসংখ্যাহবে$\frac{\sqrt{3}}{2} N_1$ এরসমান। এখানেউল্লেখ্য, **D** পয়েন্টটীকোনোনিউট্রালপয়েন্টনা। কেননা **D** পয়ে কানোটার্মিনাল ভো



Abdur Rouf Sir

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 হলোনিউট্রালপয়েন্ট। সুতরাং N এরসাপেক্ষে A এরভোল্টেজ$\frac{V}{\sqrt{3}}$এবংD এরসাপেক্ষেA এরভোল্টেজ$\frac{\sqrt{3}}{2}$ V।সেহেতু DN অংশেরআড়াআড়িতেভোল্টেজড্রপহবে ($\frac{\sqrt{3}V}{2}$ - $\frac{V}{\sqrt{3}}$) = 0.288 V বা 0.29 V। সুতরাংকয়েলের DN অংশেরটার্নসংখ্যাহবেN_1এর 29%। যেহেতু 0.29 হলো 0.866 এরএকতৃতীয়াংশ, সেহেতু AN এবং DN এরঅনুপাতহবে 2 : 1। অপরদিকে, সেকেন্ডারিসাইডেরভোল্টেজসমূহসেকেন্ডারিটার্নসংখ্যার উপরনির্ভরকরে। তবেভোল্টেজদ্বয়েরমধ্যে 90˚ফেজ পার্থক্যবিদ্যমানথাকে।



Abdur Rouf Sir

মূল্যায়ন

প্রশ্ন-১ ওপেন- ডেল্টা সংযোগের সুবিধাসমুহ 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 হয়না।

প্রশ্ন-২ ভাসমান নিউট্রাল কী ?

সকল ইলেকট্রিক্যাল 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 একতি ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারি ও নিউট্রালের আড়াআরিতে সংযোজন অবস্থার উদ্ভব হয়। এর ফলে খুব অল্প মাত্রার কারেন্ট প্রবাহিত হয় ও নিউট্রাল বিন্দু আদি অবস্থাম থেকে সরে যায়। এ ধরনের ত্রুটিকে ভাসমান নিউট্রাল (Floating Neutral) বলে। এ ত্রুটি প্রাইমারি নিউট্রালকে আর্থ করে সারানো যায়। তা ছাড়া সেকেন্ডারি ফেজ ভোল্টেজের ডিস্টরশন (Distortion) দূর হয়।

বাড়ির কাজ

*১। ওপেন-ডেল্টাপদ্ধতিরকার্যপ্রণালিবর্ণনাকর।
*২। দেখাওযে, V-V সংযোগেরপাওয়ার, Δ-Δ সংযোগের পাওয়ার
*৩। দেখাওযে, T-T সংযোগেট্রেজারট্রান্সফরমারওয়াইন্ডিংএর 86
ট্যাপিংকাজেলাগানোহয়।
*৪।
তিনফেজহতেদুইফেজতিনতারএবংদুইফেজতিনতারহতেতিনযে
রেরসংযোগপদ্ধতিঅংকনকরেব্যাখাকর।
*৫। স্টার-স্টারসংযোগপদ্ধতিচিত্রসহবর্ণনাকর। এরসুবিধা ও
অসুবিধাগুলোলিখ।
*৬। ট্রান্সফরমারেরব্যাংকিংএরশর্তগুলোউল্লেখকর।

Abdur Rouf Sir

সবাইকে ধন্যবাদ

পাঠ পরিচিতিঃ

বিষয়ঃ এসি মেশিনস-১ (৬৬৭৬১)

৬ষ্ঠ পর্ব (ইলেকট্রিক্যাল)

৮ম অধ্যায়

অটো-ট্রান্সফরমারের মুলণীতি (Priciple of Auto-Transformer)

Abdur Rouf Sir

এ অধ্যায়ের পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা জানতে পারবেঃ

৮.১। অটো- ট্রান্সফরমারের বর্ণনা করন।

৮.২। ট্রান্সফরমড পাওয়ার এবং কন্ডাকটেড পাওয়ারের ব্যাখ্যা করন।

৮.৩। অটো- ট্রান্সফরমারের সুবিধা ও অসুবিধা সমুহ বর্ণনা করন।

৮.৪ । দুই ওয়াইন্ডিং বিশিস্ট ট্রান্সফরমারকে অটো- ট্রান্সফরমারে রুপান্তরের ধারনা।

৮.৫। অটো- ট্রান্সফরমারের ব্যবহারের ধারনা।

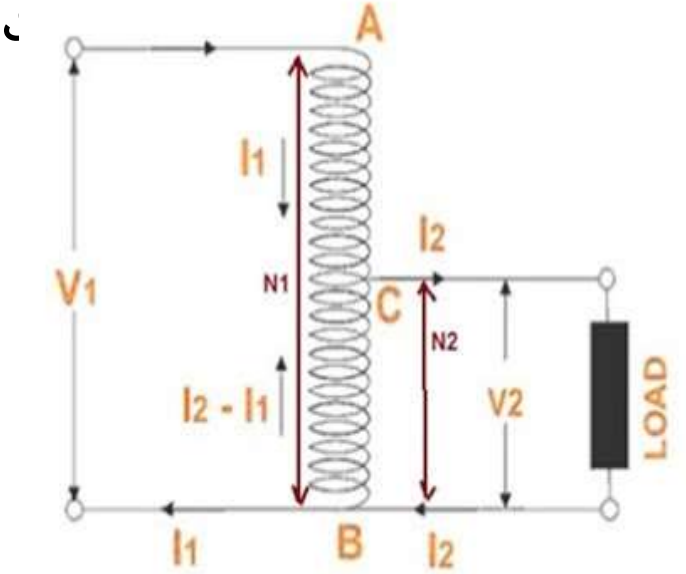
৮.৬। অটো- ট্রান্সফরমার সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান নির্নয় করণ।

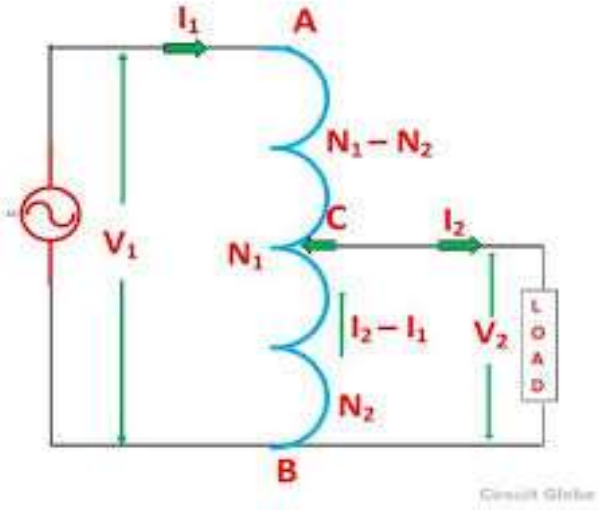
৮.৭। অটো- ট্রান্সফরমার ও কনভেনশনাল ট্রান্সফরমার মধ্যে পার্থক্য নির্নয় করণ।

Abdur Rouf Sir

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।





চিত্র নং-১ অটো-ট্রান্সফরমার

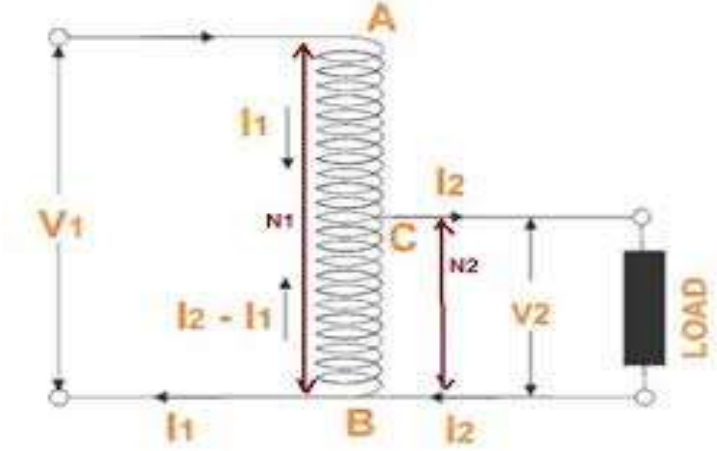
৮.১। অটো- ট্রান্সফরমারের বর্ণনা

চিত্রে (চিত্র নং-২) ইনপুটভোল্টেজV_1 সম্পুর্নওয়াইন্ডিং **AB** তেআরোপিতহয়েছে অংশেসংযুক্তআছে। সেকেন্ডারিভোল্টেজV_2নিম্নলিখিতফর্মুলাথেকেপাওয়াযায়-

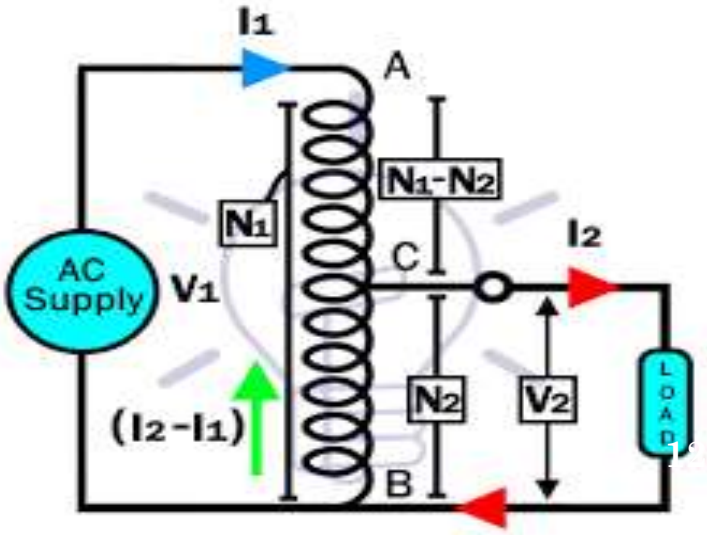
$$V_2 = V_1 \times \frac{N_{BC}}{N_{AB}} = V_1 \times \frac{N_2}{N_1}$$

$$\therefore \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = a \text{ -----(1)} \quad [\text{ a = Transforma tion Ratio of transform er}]$$

চিত্রে I_1 কারেন্টওয়াইন্ডিংএর **AC** অংশেপ্রবাহিতহচ্ছেএবং $(I_2 - I_1)$কারেন্ট **BC** অবস্থায়অটো-ট্রান্সফরমারদুইওয়াইন্ডিংবিশিষ্টট্রান্সফরমারেরমতোইকাজকরছে অংশপ্রাইমারিএবং **BC** অংশসেকেন্ডারিহিসেবেকাজকরে।



চিত্র নং-২ অটো-ট্রান্সফরমার



Abdur Rouf Sir

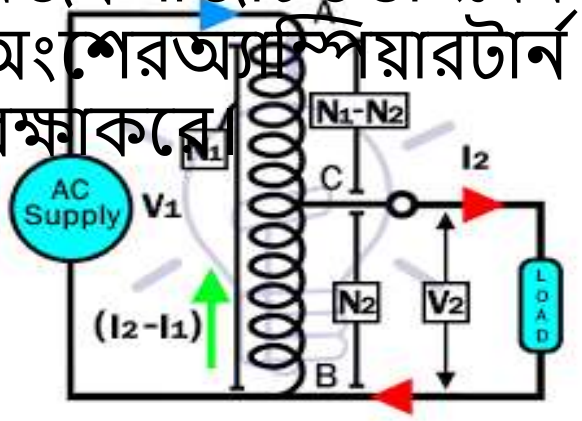
৮.১ অটো- ট্রান্সফরমারের বর্ণনা (Describe the Auto-transformer):

যখন অটো-ট্রান্সফরমারেরআউটপুটটার্মিনালেলোডসংযুক্তকরাহয়তখনআউটপুট
হয়। এইকারেন্টসরবরাহকরারজন্যউভয়ওয়াইন্ডিং-এ লোডকারেন্টেরঅংশেরউপস্থিতিথাকতেহয়। একটিঅংশপজিটিভডাই
C তেযায়। অন্যওয়াইন্ডিং-এ লোডকারেন্টেরঅপরঅংশপজিটিভডাইরে
তেযায়।
লোডকারেন্টেরউভয়অংশতাদেরনিজস্বপজিটিভডাইরেকশনেফেজঅ

$$\therefore N_{BC}(I_2 - I_1) = N_{AC} I_1$$

তাদেরমানএমনভাবেহয়যাতে **BC** অংশেরঅ্যাম্পিয়ারটার্ন **AC** অংশেরঅ্যাম্পিয়ারটার্নদ্বারাসমতারক্ষাকরে।

$$N_2(I_2 - I_1) = (N_1 - N_2)I_1 \quad -----(2)$$



চিত্র নং-৩ অটো-ট্রান্সফরমার

Abdur Rouf Sir

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

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

প্রমানঃ

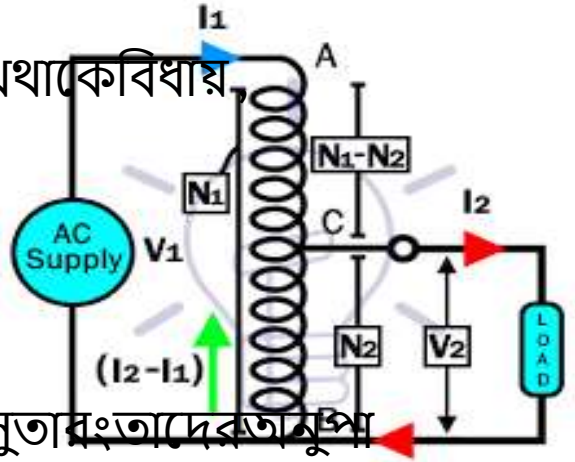
নো-লোডঅবস্থায়আরোপিতভোল্টেজওয়াইন্ডিংদুইটিরটার্নসংখ্যারঅনুপাতেভোল্টেজভাগহয়েযায়, অর্থাৎ

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

আবারনো-লোডঅবস্থায়V_{AC}এবংV_{BC}একইফেজঅভিমুখেথাকেবিধায়,

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

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



যেহেতুV_{AB}ইনপুটভোল্টেজএবংV_{BC}আউটপুটভোল্টেজসুতারাংতাদেরঅনুপাতট্রান্সফরমেশনরেশিও 'a' হবে। কাজেই

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

চিত্র নং-৪ অটো-ট্রান্সফরমার

সমীকরন (3) হতেদেখাযায়যে, অটো-ট্রান্সফরমারেরট্রান্সফরমিশনরেশিওদুইওয়াইন্ডিংএরটার্নসরেশিওরচেয়েবেশি।

Abdur Rouf Sir

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

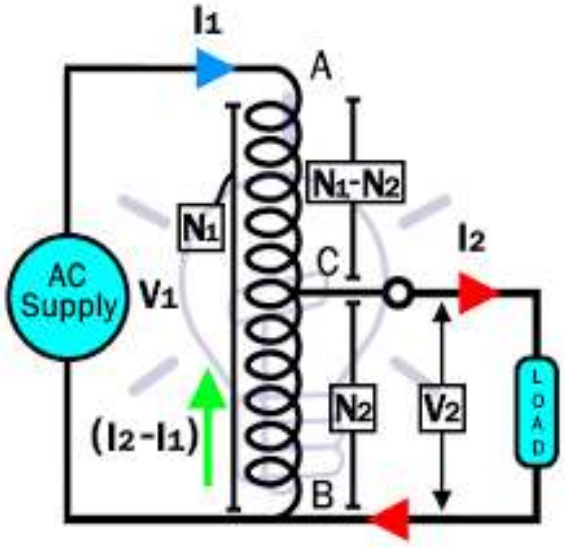
অটো-ট্রান্সফরমারের কপার সেভিংস (Copper Savings in Auto Transformer):

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, $N_2(I_2 - I_1)$



চিত্র নং-৫ অটো-ট্রান্সফরমার

Abdur Rouf Sir

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, $N_2(I_2 - I_1)$

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

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

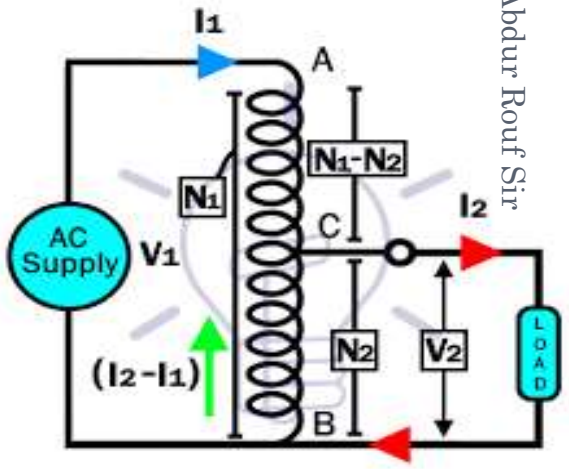
$$\Rightarrow W_a = I_1N_1 + N_2I_2 - 2I_1N_2 \quad \text{-------(4)}$$

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

$$\therefore N_1I_1 = N_2I_2 \quad \text{----------(5)}$$

From equation (4) and (5) we have

$$\Rightarrow W_a = I_1N_1 + N_1I_1 - 2I_1N_2 = 2I_1N_1 - 2I_1N_2 = 2(I_1N_1 - I_1N_2) \quad \text{---------(6)}$$



চিত্র নং-৬ অটো-ট্রান্সফরমার

Abdur Rouf Sir

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

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

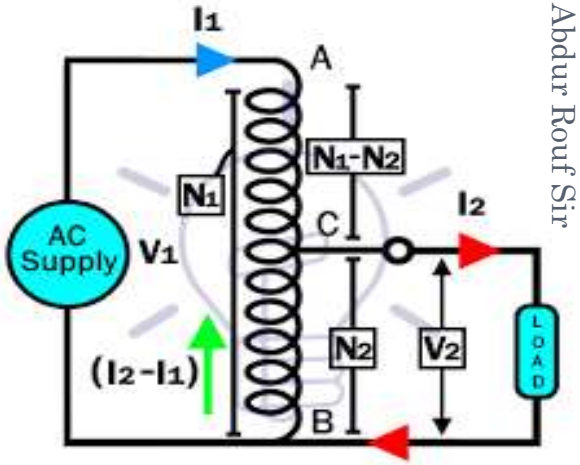
Similarly weight of copper in two winding convention al tranasfor mer is

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

$$\frac{\text{Weight of copper in auto - transforme r}}{\text{Weight of copper in two winding convention al transform er}} = \frac{W_a}{W_{tw}} = \frac{2(N_1 I_1 - N_2 I_1)}{2N_1 I_1}$$

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

$$\Rightarrow W_a = (1 - \frac{1}{a}) \times W_{tw} \text{ -------(8)}$$



চিত্র নং-৭ অটো-ট্রান্সফরমার

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

$$\therefore \text{ Copper savings} = \frac{1}{a} \times W_{tw} = \frac{1}{a} \times (\textit{Weight of copper in two winding convention al transform er})$$

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

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

Abdur Rouf Sir

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

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.

Output Apparent power=V_2I_2

Apparent power transfer by induction=$V_2(I_2 - I_1)$ =V_2 (I_2 - I_2/a)

Again we know transformation ratio, $\frac{I_2}{I_1} = a$

=V_2I_2(1- 1/a)=V_1I_1(1- 1/a)

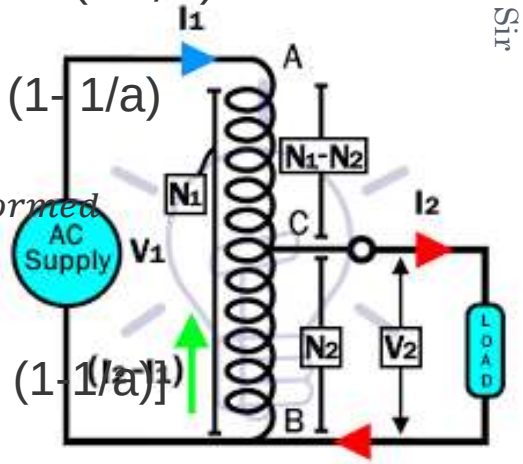
Power transfer inductively $P_{transformed}$ = Input Power x (1- 1/a)

Power transfer Conductively $P_{conducted} = P_{input}$- $P_{transformed}$

=(Input power)- (Input power)(1- 1/a)

=Input power [1- (1-1/a)]

=Input power x 1/a



চিত্র নং-৮ অটো-ট্রান্সফরমার

Abdur Rouf Sir

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

সুবিধাসমুহ (Advantages):

*১। এতে তুলনামুলকভাবে ওয়াইন্ডিং এর জন্য কপার তার কম লাগে।

*২। ওয়াইন্ডিং এর জন্য কপার তার কম লাগে বলে এটি দামে সস্তা।

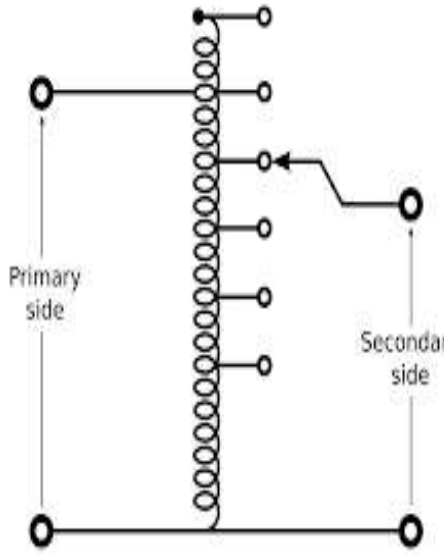
*৩। এর কর্মদক্ষতা অপেক্ষাকৃত বেশি এবং ভোল্টেজ রেগুলেশন কম অর্থাৎ ভালো।

*৪। এটি আকারে ছোট, ফলে কম জায়গা লাগে।

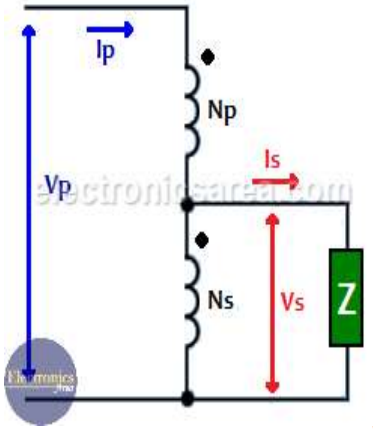
*৫। ওয়াইন্ডিংয়ে অনেকগুলো ট্যাপিং থাকার কারনে ট্যাপ পরিবর্তন করে প্রয়োজনীয় ভোল্টেজ পাওয়া যায়।

*৬। লো-ভোল্টেজে এটি ব্যবহার করা সুবিধাজনক।

*৭। এতে কয়েলদ্বয় ইলেকট্রিক্যালি এবং ম্যাগনেটিক্যালি সংযুক্ত থাকায় এদেরকে আলাদা



Abdur Rouf Sir

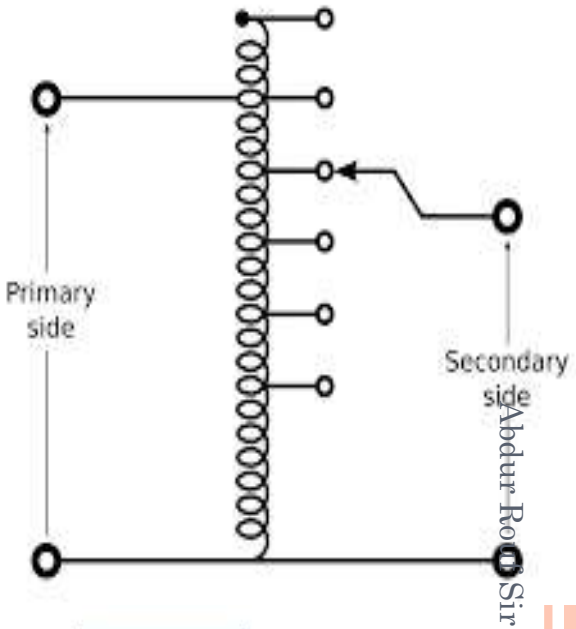


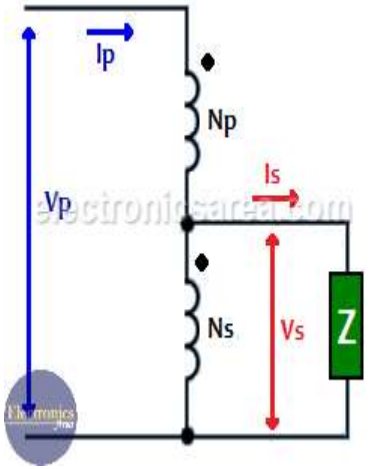
চিত্র নং-৯
অটো-

৮.৩ অটো- ট্রান্সফরমারের সুবিধা ও অসুবিধাসমুহ (List the advantages and disadvantages of auto-transforme

অসুবিধাসমুহ (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 । কারন ট্যাপিং খুলে গেলে কয়েল জ্বলে যাবে।

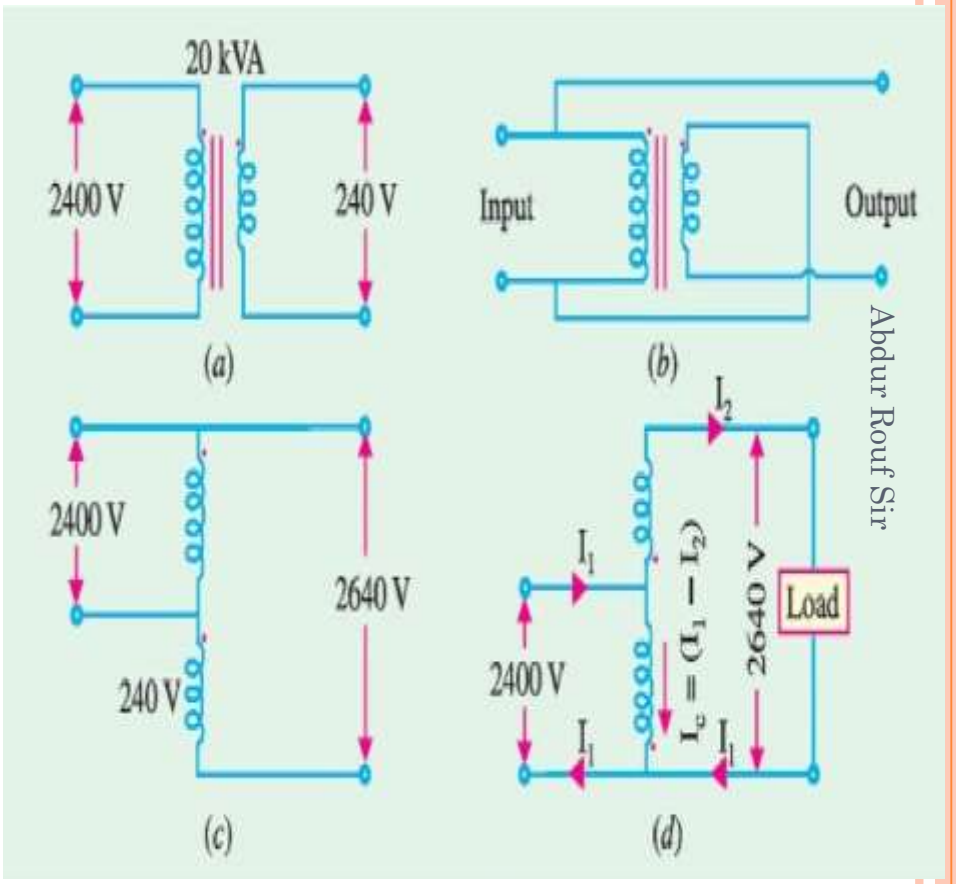




চিত্র নং-১০
অটো-
ট্রান্সফরমার।

৮.৪ দুই ওয়াইন্ডিং বিশিস্ট ট্রান্সফরমারকে অটো- ট্রান্সফরমারে রুপান্তর (Convert the two winding transformer into the auto-transfer):

দুই ওয়াইন্ডিং বিশিষ্ট যে-কোনো ট্রান্সফরমারকে স্টেপ-ডাউন (Step down) বা স্টেপ আপ (Step up) অটো-ট্রান্সফরমারে রুপান্তর করা যায়। পাশের চিত্রে (চিত্র-১১(b)) পোলারিটি চিহ্নিত একটি দুই ওয়াইন্ডিং বিশিষ্ট 20 kVA, 2400/240V ট্রান্সফরমার দেখানো হয়েছে। এটির হাই ভোল্টেজ এবং লো-ভোল্টেজ সাইডে এডিটিভ পোলারিটিতে সংযোগ করলে তা হবে স্টেপ-আপ অটো-ট্রান্সফরমারে এবং সাবট্রাকটিভ



চিত্র-১১(a) পোলারিটি চিহ্নিত একটি দুই ওয়াইন্ডিং বিশিষ্ট ট্রান্সফরমার অটো-ট্রান্সফরমারে রুপান্তর (c) এডিটিভ পোলারিটির সংযোগ (d) একটি স্টেপ –আপ অটো-ট্রান্সফরমার।

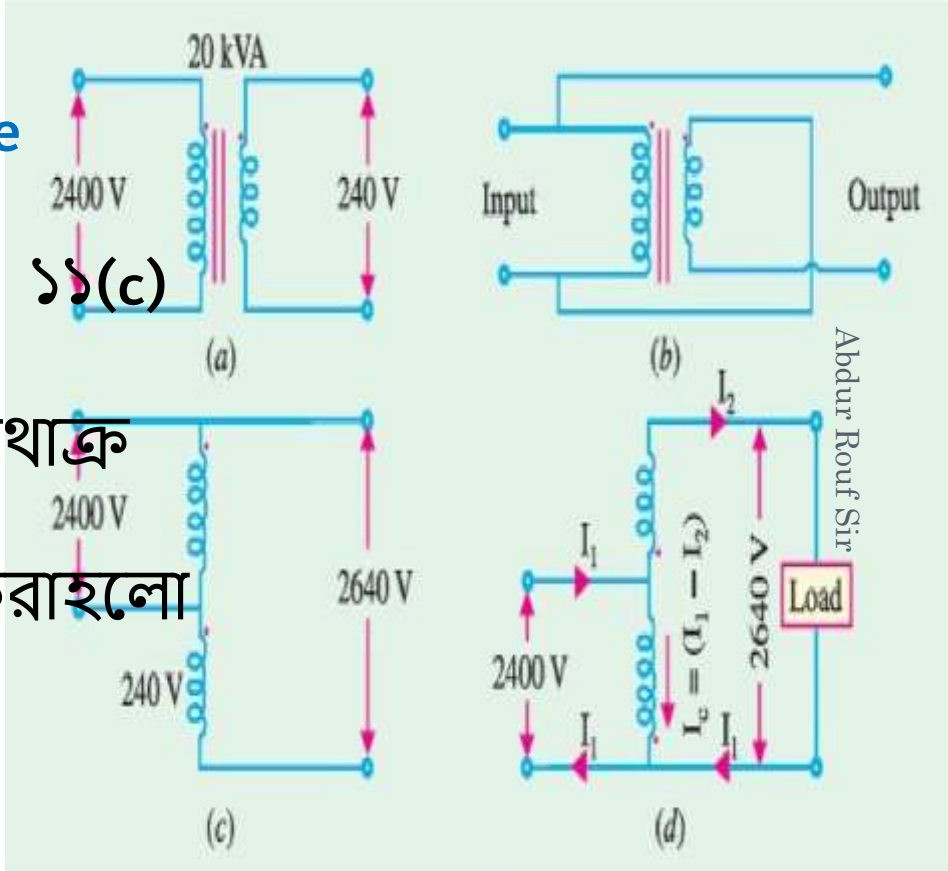
৮.৪ দুই ওয়াইন্ডিং বিশিস্ট ট্রান্সফরমারকে অটো- ট্রান্সফরমারে রুপান্তর (Convert the two winding transformer into the auto-transfer)

(ক) এডিটিভপোলারিটি (Additive polarity):

এডিটিভপোলারিটিরসংযোগচিত্র ১১(c) নংচিত্রেদেখানোহলো।

উক্তসংযোগেকমনটার্মিনালদ্বয়যথাক্রমেউপরদিকে ও নিচেরদিকেরেখেপুণরায়অঙ্কনকরাহলো। এডিটিভপোলারিটিরফলে$V_s = 2400 + 240 = 2640\ V$এবং$V_p = 2400\ V$।

১১(d) নংচিত্রেসাধারণ (Common) টার্মিনালেরদিকেকমনওয়াইন্ডিংএরকারেন্টI_Cপ্রবাহিতহচ্ছেদেখানোহয়েছে। অতএব, ট্রান্সফরমারটিএকটিস্টেপ-আপঅটো-

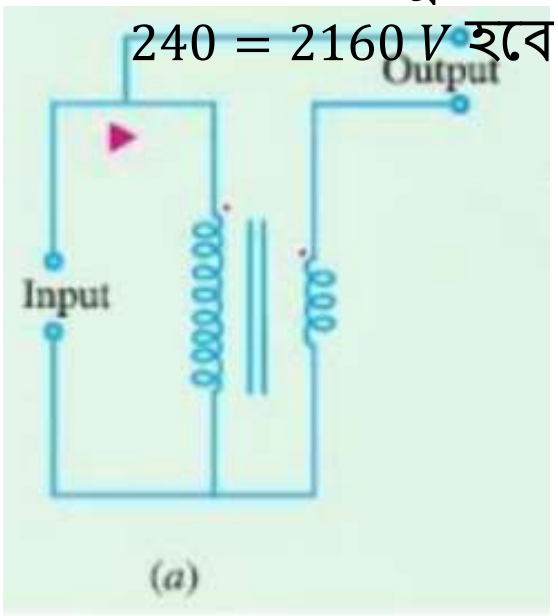


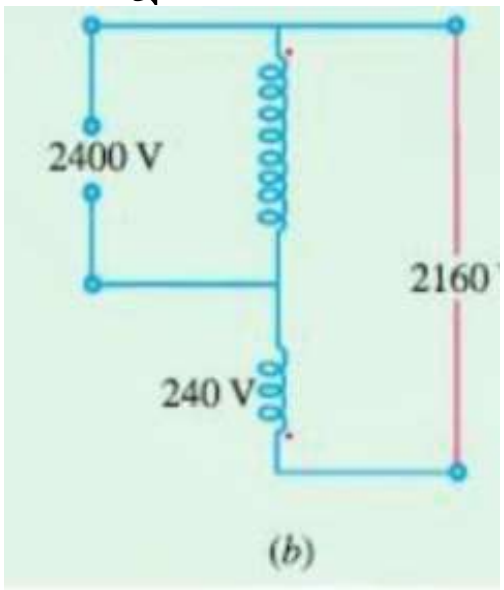
চিত্র: (a) পোলারিটি চিহ্নিত একটি দুই ওয়াইন্ডিং বিশিষ্ট ট্রান্সফরমার (b) দুই ওয়াইন্ডিং বিশিষ্ট ট্রান্সফরমার অটো-ট্রান্সফরমারে রুপান্তর (c) এডিটিভ পোলারিটির সংযোগ (d) একটি স্টেপ – আপ অটো-ট্রান্সফরমার

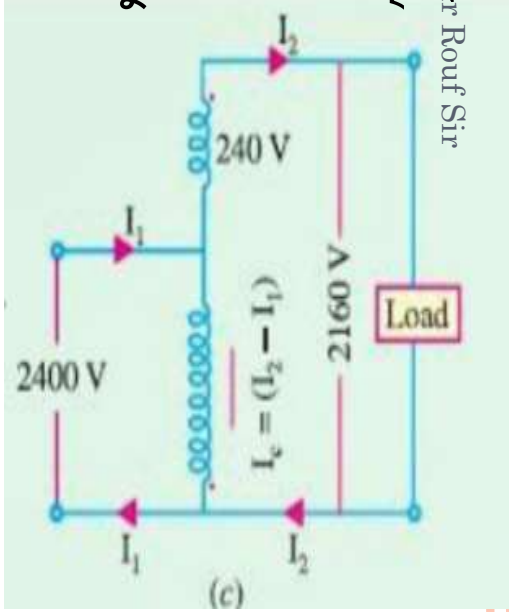
৮.৪ দুই ওয়াইন্ডিং বিশিস্ট ট্রান্সফরমারকে অটো- ট্রান্সফরমারে রুপান্তর (Convert the two winding transformer into the auto-transfer):

(খ) সাবট্রাকটিভপোলারিটি (Subtractive polarity):

১২ (a) নংচিত্রেসাবট্রাকটিভপোলারিটিরজন্যেসংযোগদেখানোহয়েছে। (b) ও (
চিত্রদ্বয়েকমনটার্মিনালদ্বয়যথাক্রমেউপরদিকে ও নিচেরদিকেরেখেপুণরায়সংযোগচিত্রঅঙ্কনকরাহয়েছে। এক্ষেত্রেকমনওয়াইন্ডিংএরকারেন্টকমনটার্মিনালেরবিপরীতদিকেপ্রবাহিতহচে
ডাউনঅটো-ট্রান্সফরমার। এ ট্রান্সফরমারে kVA রেটিংপ্রচুরপরিমাণেবৃদ্ধিপায়
$240 = 2160\ V$ হবে।







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

Abdur Rouf Sir

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

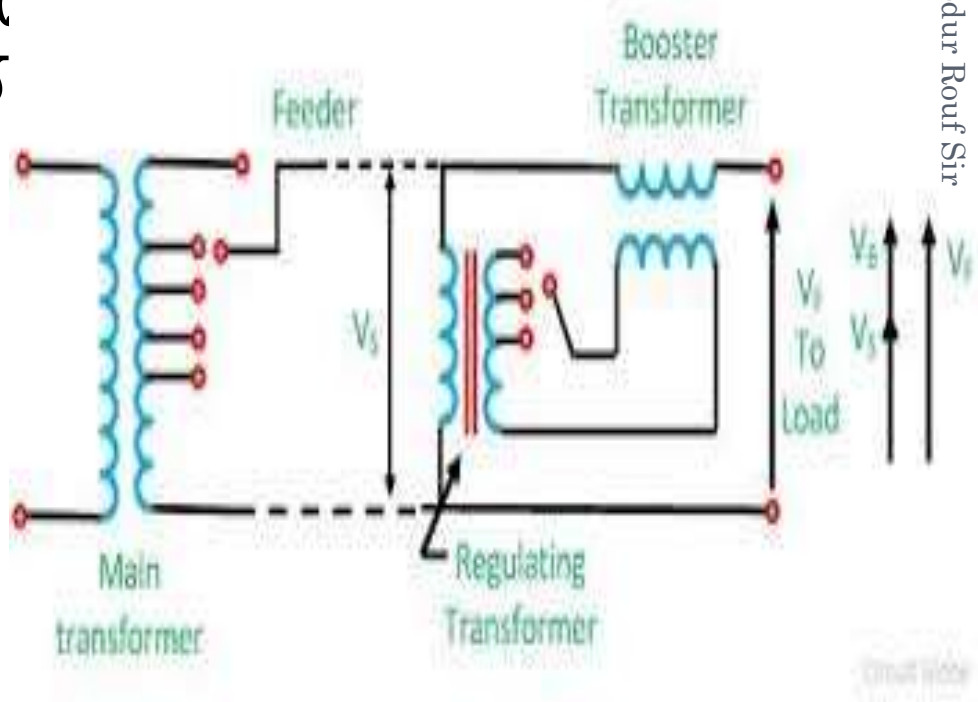
এটি নিম্নলিখিত কাজে ব্যবহৃত হয়, যথা-

১। আর্ক ফারনেস ট্রান্সফরমার হিসাবে মিলকারখানায় ব্যবহৃত হয়।

২। ডিস্ট্রিবিউশন লাইনে

ঘাটতি হলে পূরনের জন্য

চিত্রঃ আর্ক ফারনেস ট্রান্সফরমার



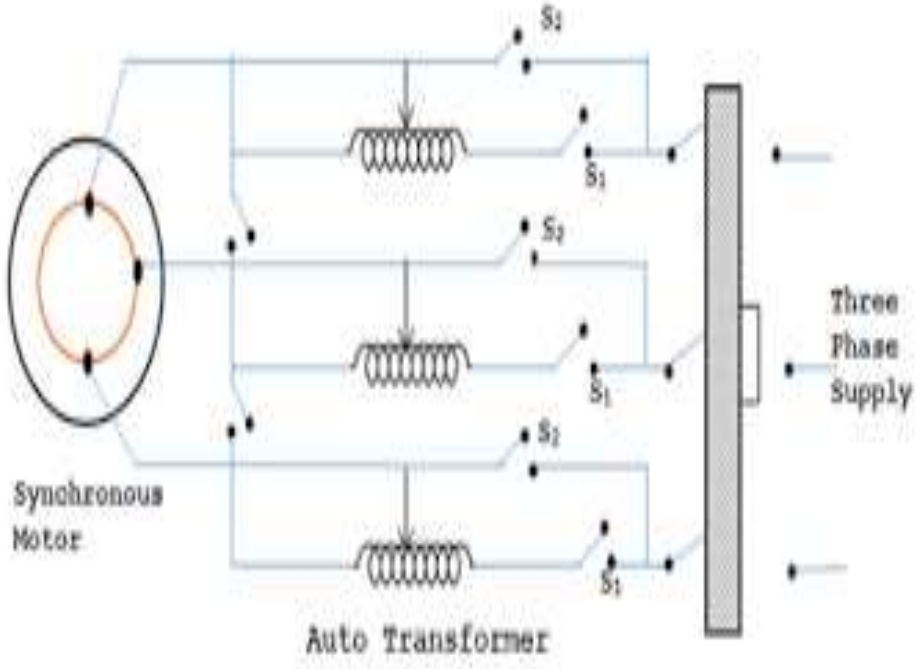
চিত্রঃঅটো-ট্রান্সফরমার ভোল্টেজ ঘাটতি পূরন।

Abdur Rouf Sir

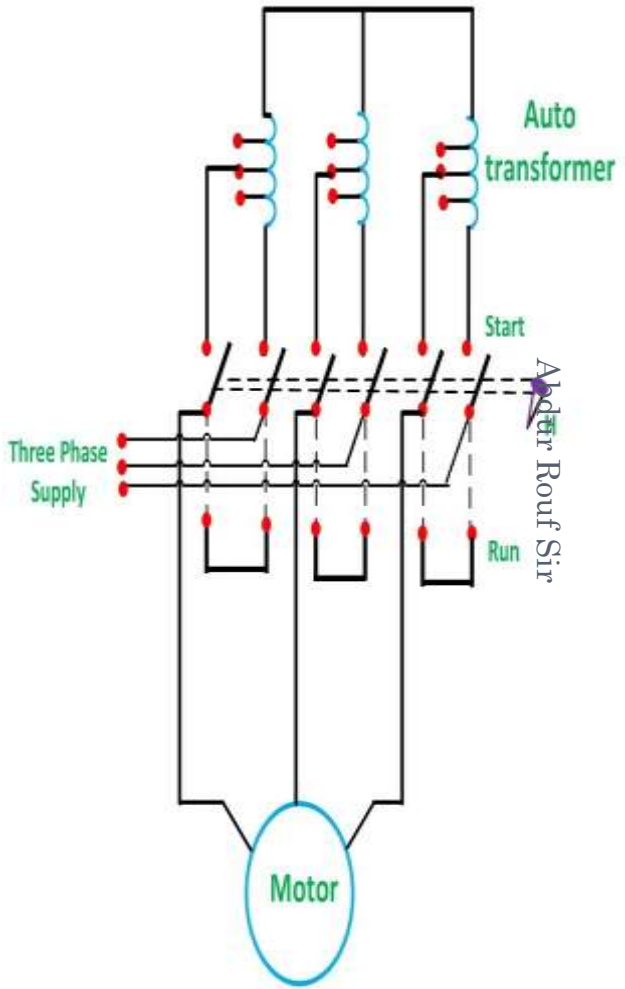
৮.৫ অটো- ট্রান্সফরমারের ব্যবহার (Uses of Auto-Transformer):

এটি নিম্নলিখিত কাজে ব্যবহৃত হয়, যথা-

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



চিত্রঃ সিনক্রোনাস মোটর স্টার্টিং পদ্ধিতি

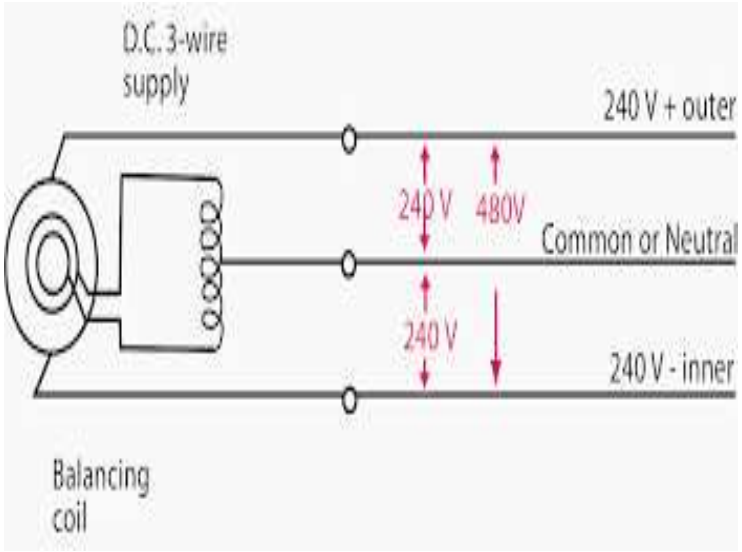


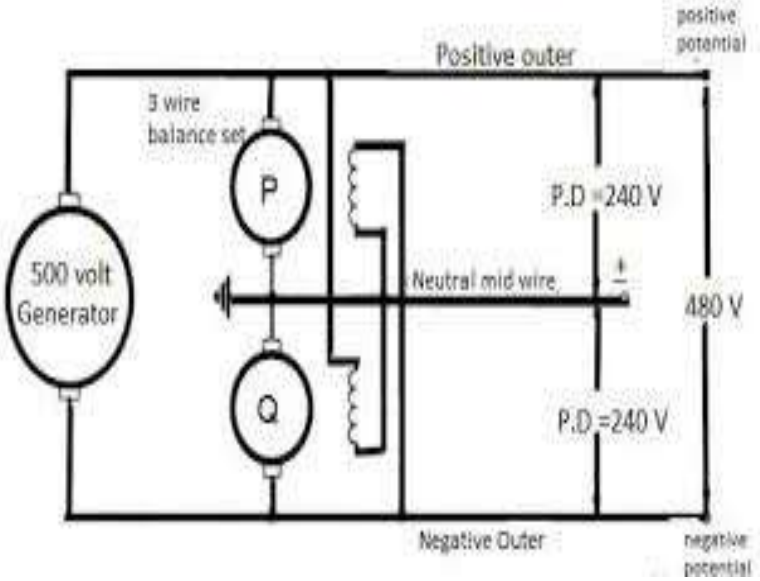
চিত্রঃ অটো-ট্রান্সফরমার সাহায্য তিন ফেজ ইন্ডাশন স্টার্টার

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

Abdur Rouf Sir

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

এটি নিম্নলিখিত কাজে ব্যবহৃত হয়,

৫। ভেরিয়্যাক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

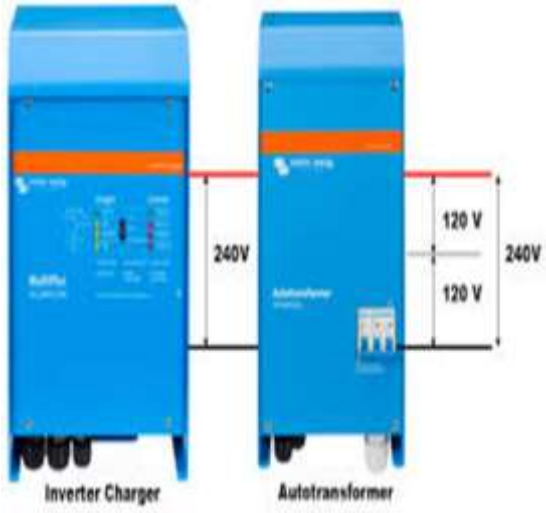
চিত্রঃ
ভেরিয়্যাক

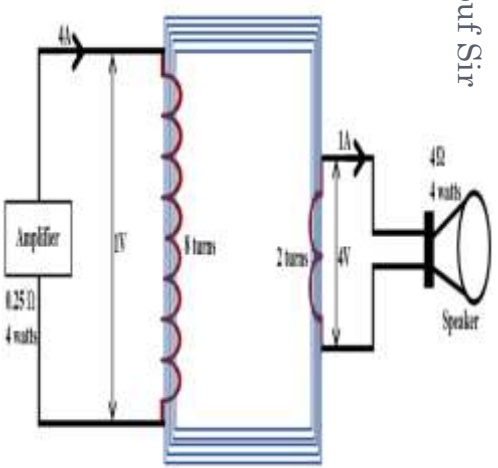
Abdur Rouf Sir

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

এটি নিম্নলিখিত কাজে ব্যবহৃত হয়, যথা-

৬। রেডিও ইলেকট্রনিক্সে এটি ব্যবহার করা হয়।





চিত্রঃ রেডিও ইলেকট্রনিক্স

Abdur Rouf Sir

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

প্রয়োজনীয় সুত্রাবলিঃ

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

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

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

Transforma tion ratio, $a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$

Transforme d Power , $P_{transformed} = V_1 I_1 \times (1 - \frac{1}{a}) =$ Power Input $\times (1 - \frac{1}{a}) = P_{input} \times (1 - \frac{1}{a})$

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

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) কন্ডাকটেড পাওয়ার।

Solution

(a) Transforme d power $P_{transformed} = P_{input} \times (1 - \frac{1}{a})$

$= 4000 \times (1 - \frac{1}{1.45}) = 1241.38\,W$

(b) Conducted Power $P_{conducted} = P_{input} - P_{transformed}$

$= 4000 - 1241.38 = 2758.62\,W$

Here given data

Primary Voltage $V_1 = 116\,V$

Secondary voltage $V_2 = 80\,V$

Transforma tion Ratio $a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{116}{80} = 1.45$

Input Power $P_{input} = 4kw = 4 \times 1000 = 4000\,w$

Transforme d power $P_{transformed} = ?$

Conducted Power $P_{conducted} = ?$

Abdur Rouf Sir

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

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

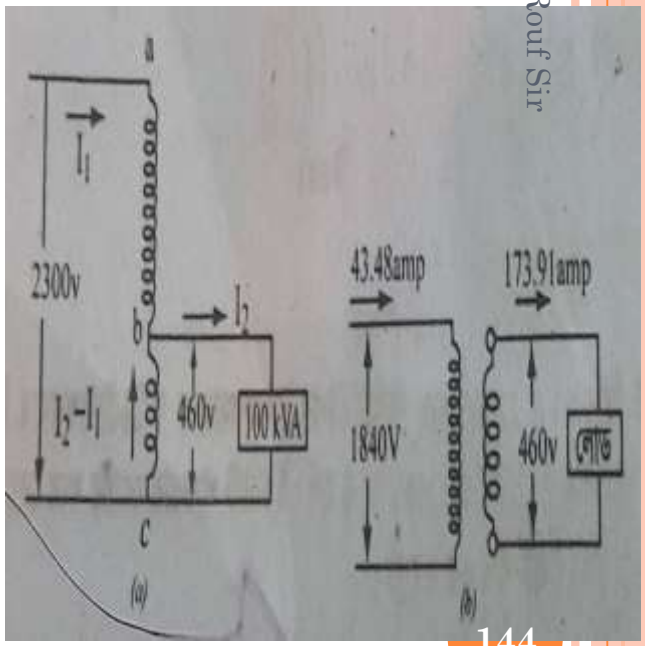
Solution

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

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

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

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



Abdur Rouf Sir

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

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

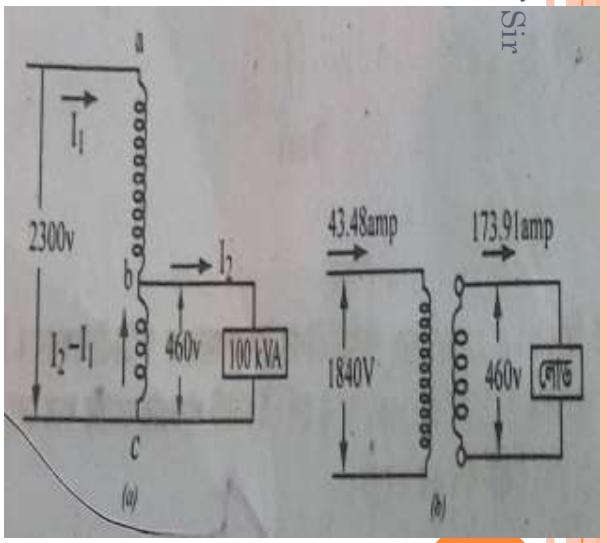
Solution

(b) When auto - Transforme r connected in Two winding transform er

output vol tage $V_2 = 460\,v$

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

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

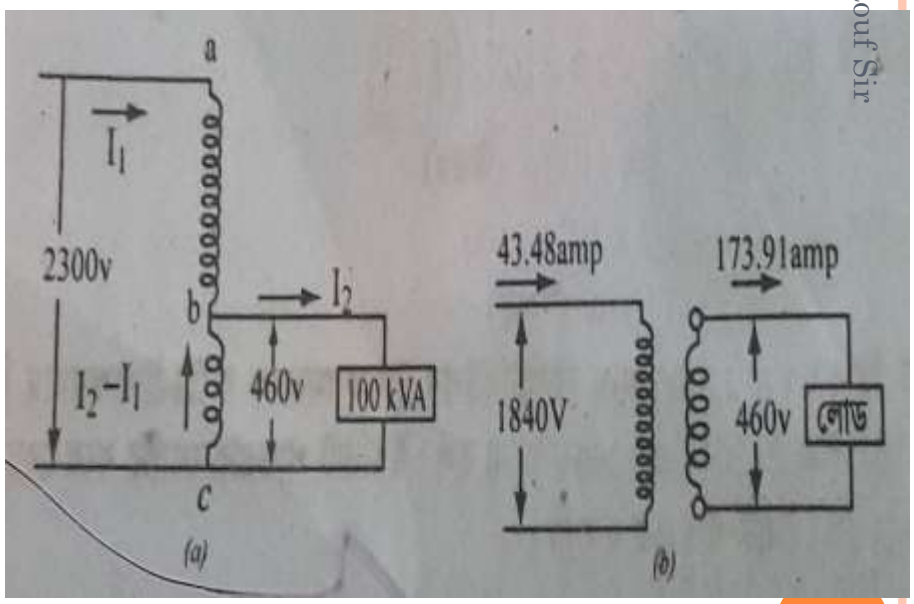


Abdur Rouf Sir

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

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

Solution



সুতারং দেখা যায়, সাধারন দুই ওয়ান্ডিং ট্রান্সফরমারের তুলনায় অটো-ট্রান্সফরমার 25% অতিরিক্ত kVA সরবরাহ দেয়। অটো-ট্রান্সফরমার সংযোগ হিসাবে সত্যিকার অর্থে 80 kVA ট্রান্সফরমার অ্যাকশন সরবরাহ হয়,

Abdur Rouf Sir

৮.৭ অটো-ট্রান্সফরমার ও কনভেনশনাল ট্রান্সফরমারের মধ্যে পার্থক্য(Compare between Auto-transformer and Conventional transformer)

অটো-ট্রান্সফরমার	কনভেনশনাল ট্রান্সফরমার
১। এতে একটি মাত্র ওয়ান্ডিংকে প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি হিসাবে ব্যবহৃত হয়।	১। দুইটি আলাদা ওয়াইন্ডিং থাকে, এদের একটিকে প্রাইমারি এবং অপরটি সেকেন্ডারি হিসাবে ব্যবহার করা হয়।
২। এতে প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি উভয়েই ইলেকঅট্রিক্যালি ও ম্যাগনেটিক্যালি সংযুক্ত করা যায়।	২।এতে প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি শুধু ম্যাগনেটিক্যালি সংযুক্ত করা যায়।
৩। খরচ কম।	৩। খরচ বেশি
৪।এতে ভোল্টেজ ড্রপ কম হয়। ফলে এর ভোল্টেজ রেগুলেশন	৪।এতে ভোল্টেজ ড্রপ বেশি হয়। ফলে এর ভোল্টেজ রেগুলেশন ভালো নয়।

Abdur Rauf Sir

টিকা

অটো-ট্রান্সফরমার ডিস্ট্রিবিউশন ট্রান্সফরমার হিসাবে ব্যবহার করা হয় না:

অটো-ট্রান্সফরমার ডিস্ট্রিবিউশন ট্রান্সফরমার হিসাবে ব্যবহার করা উচিত নয়, কারন এতে প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এর মধ্যে ইলেকট্রিক্যাল সংযোগ থাকে, যা গ্রাহক বা লোড সাইডে বিপদজনক পরিস্থিতির সৃষ্টি হতে পারে। এছাড়াও প্রয়োজনীয় টেপিং এর অভাব থাকে।

অটো-ট্রান্সফরমার কেবলমাত্র একটি কয়েল থাকে:

অটো-ট্রান্সফরমার এমন একটি ট্রান্সফরমার, যার মধ্যে কেবলমাত্র একটি কয়েল বা ওয়ান্ডিং 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 কন্ডাকটরের মাধ্যমে প্রবাহিত হয়ে সেকেন্ডারিতে যায়, ফলে প্রাইমারি পাওয়ার এবং সেকেন্ডারি পাওয়ার সমান থাকে। কাজেই দেখা যায়, অটো-ট্রান্সফরমারে একটিমাত্র কয়েল

Abdur Rouf Sir

বাড়ির কাজ

১। অটো-ট্রান্সফরমারের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ লিখ।
২। দেখাও যে, অটো-ট্রান্সফরমারের কপার সেভিং ট্রান্সফরমার রেশিও 'a' এর মানের উপর নির্ভরশীল।
৩। দেখাও যে, অটো-ট্রান্সফরমারের রেশিও দুই ওয়াইন্ডিং ট্রান্সফরমারের টার্ন রেশিওর চেয়ে বেশি।
৪। দুই ওয়াইন্ডিং বিশিষ্ট একটি সাধারণ ট্রান্সফরমারকে এডিটিভ এবং সাবট্রাকটিভ পোলারিটি হিসাবে অটো-ট্রান্সফরমারে রুপান্তর প্রক্রিয়া দেখাও।
৫। অটো-ট্রান্সফরমারের সুবিধা-অসুবিধা লিখ।
৬। অটো-ট্রান্সফরামারের ব্যবহারসমূহ লিখ।
৭। একটি অটো ট্রান্সফরমার 115V একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে 3kW লোডে বিদ্যুৎ সরবরাহ দেয়। যদি প্রাইমারি ভোল্টেজ 230V হয়, তবে বের করঃ

Abdur Rouf Sir

সবাইকে ধন্যবাদ

পাঠ পরিচিতিঃ

বিষয়ঃ এসি মেশিনস-১ (৬৬৭৬১)

৬ষ্ঠ পর্ব (ইলেকট্রিক্যাল)

৯ম অধ্যায়

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

Abdur Rouf Sir

এ অধ্যায়ের পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা জানতে পারবেঃ

৯.১। পোলারিটি টেস্টের উদ্দেশ্য।

৯.২। সাবট্রাকটিভ এবং অ্যাডিটিভ পোলারিটি ব্যাখ্যা করন।

৯.৩। ট্রান্সফরমারের পোলারিটি নির্নয়ের ক্ষেত্রে টেস্টের বর্ণনা করন।

৯.৪ । প্যারালাল অপারেশনের উদ্দেশ্য সমুহ বর্ণনা করন।

৯.৫। প্যারালাল অপারেশনের শর্ত সমুহ বর্ণনা করন।

৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরম্ারের প্যারালাল অপারেশন বর্ণনা করন।

৯.৭। ট্রান্সফরমারের নেমপ্লেটের স্পেসিফিকেশন সম্পর্কে ধারনা।

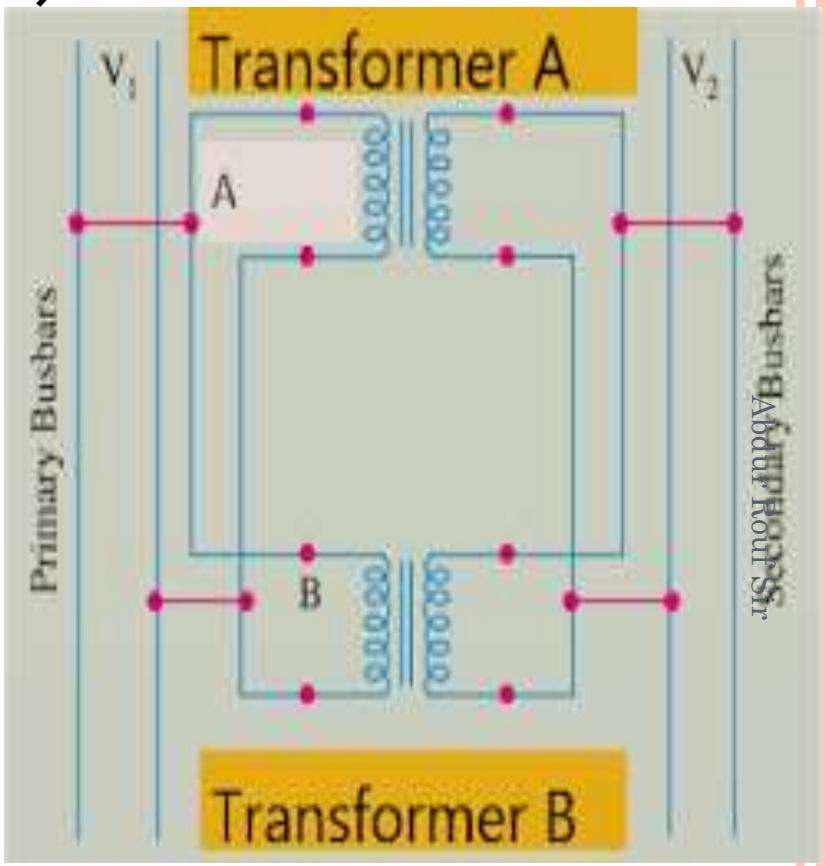
৯.৮। প্যারালাল অপারেশন সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান

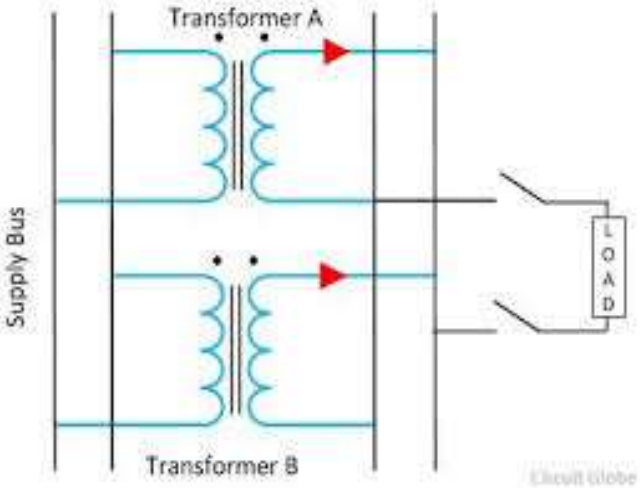
Abdur Rouf Sir

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 ট্রান্সফর
ট্রান্সফর
সাধারন
সমান্তার
ট্রান্সফর
অপারে

ট্রান্সফরমার প্যারালাল অপেরেশন।

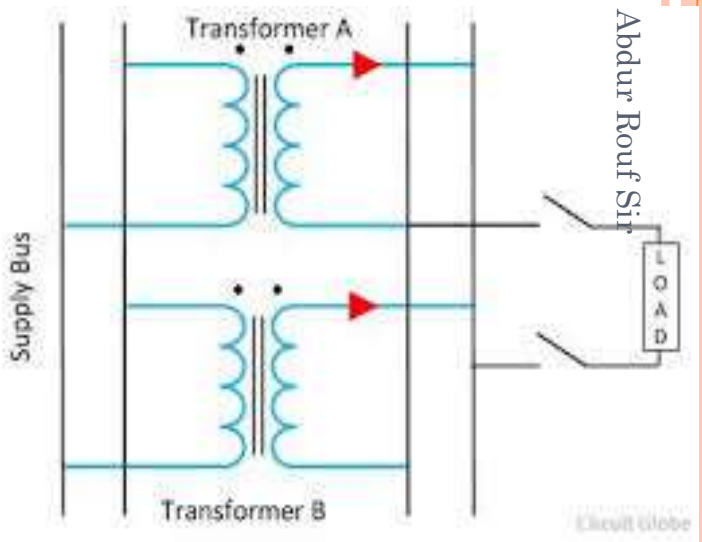




Abdur Rouf Sir

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-

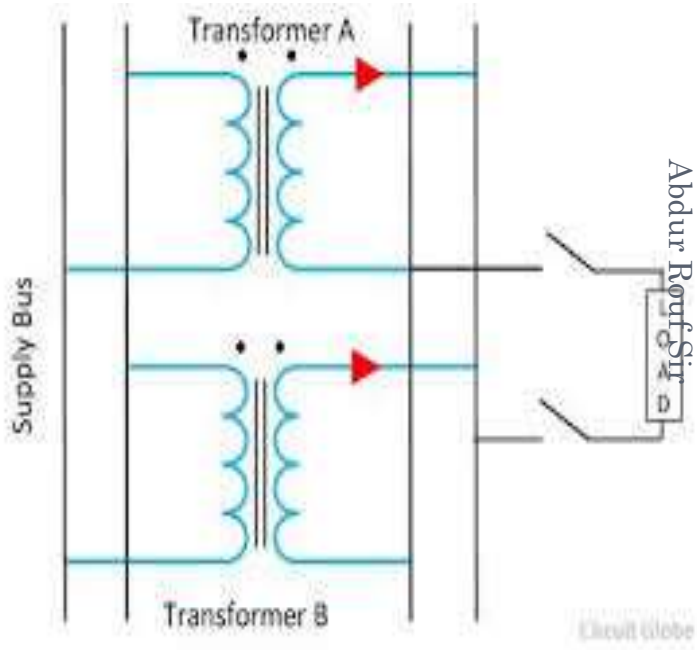


১। দুই বা ততোধিক ট্রান্সফরমার যখন প্যারালাল অপারেশন করা হয় তখন পোলারিটি দেখে সংযোগ দেয়া হয়।
২। যখন তিনটি এক ফেজ ট্রান্সফরমার দ্বারা ব্যাংকিং করে তিন ফেজ সাপ্লাই দায়া হয়, তখন পোলারিটি দেখে সংযোগ দেয়া হয়।
৩। পোলারিটি জেনে সংযোগ দিতে হয়

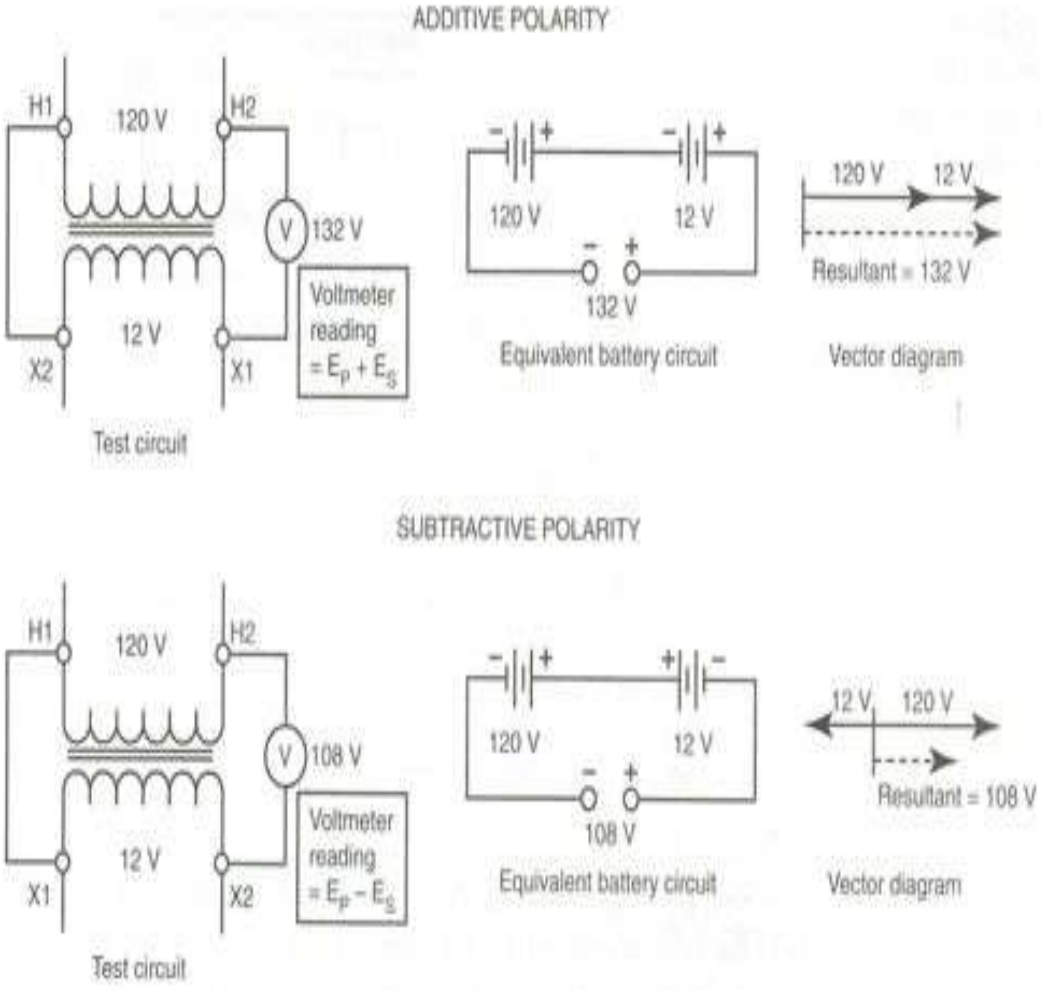
৯.১। পোলারিটি টেস্টের উদ্দেশ্য (Describe the purpose of polarity Test)

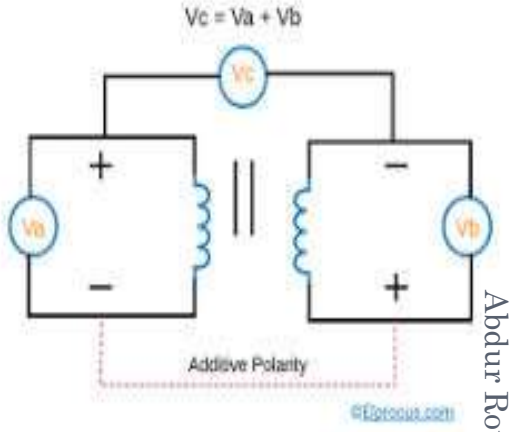
পোলারিটি না জেনে প্যারালাল অপারেশন করলে নিচের অসুবিধা দেখা দিবে:

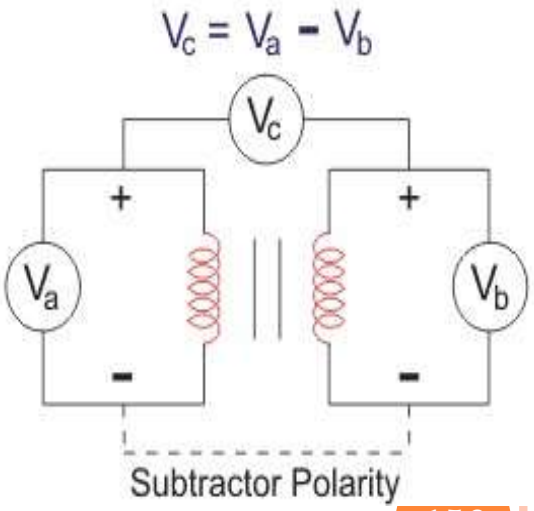
১। শর্টসার্কিট অবস্থা দেখা দিবে।
২। নিজেদের মধ্যে সার্কুলেটিং কারেন্ট প্রবাহিত হবে।
৩। বাহিরে কোনো লোড কারেন্ট সরবরাহ করবে না।
৪। যদি ট্রান্সফরমারের kVA সমান না থাকে তবে সার্কুলেটিং কারেন্ট প্রবাহের ফলে এটি নষ্ট হয়ে যেতে পারে।



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







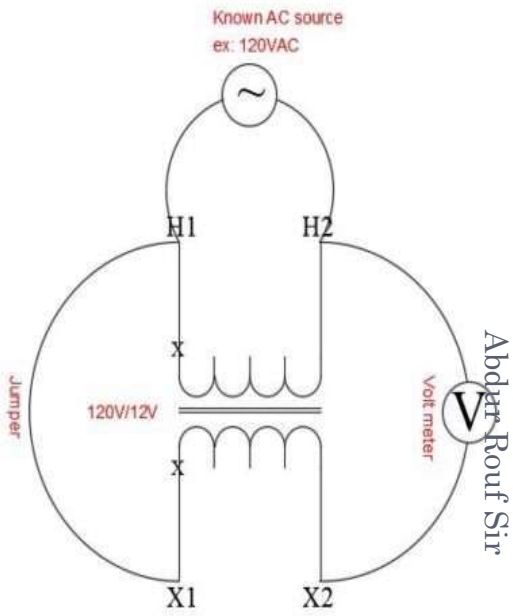
Abdur Rouf Sir

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

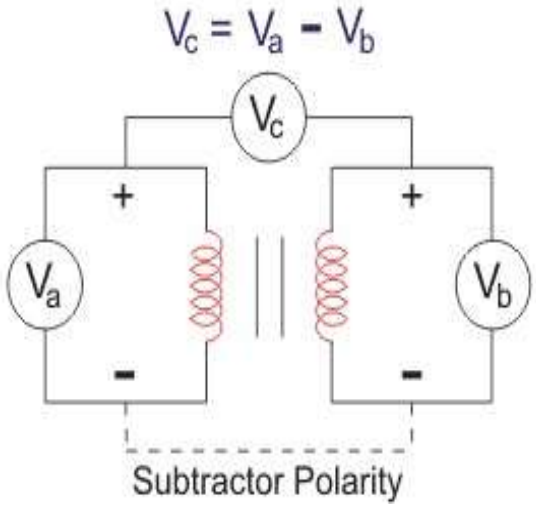
সাবট্রাকটিভ পোলারিটি (Subtractive polarity):

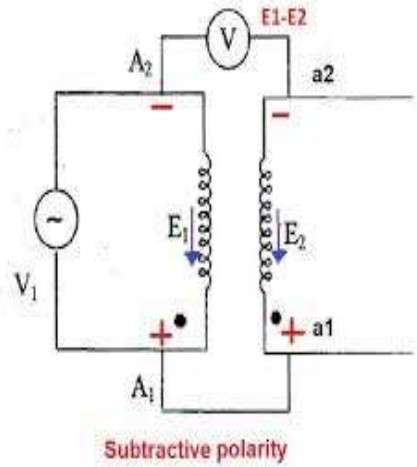
চিত্রঅনুযায়ীহাই-সাইডেরএকটিটার্মিনালতারবিপরী
সাইডেরটার্মিনালেরসাথেসংযুক্তকরারপরঅপরহাই-
সাইডেরটার্মিনালেরসাথেবাকিলো-
সাইডেরটার্মিনালেরসাথেভোল্টমিটারসংযুক্তকরাহ
যদিভোল্টমিটারপাঠআরোপিতভোল্টেজেরচেয়েক
বেসাবট্রাকটিভপোলারিটিহবে।

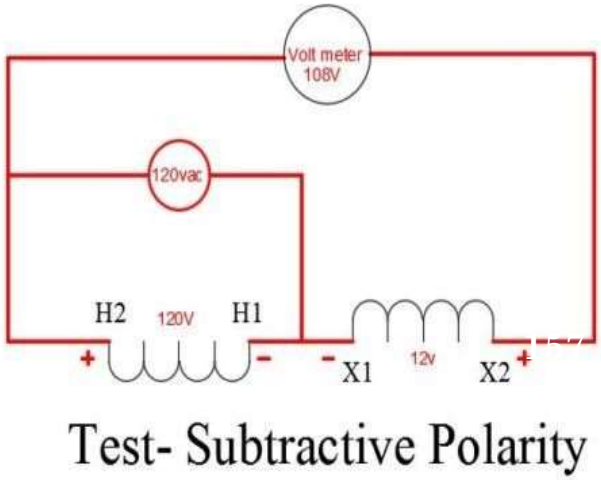
ডিউসডভোল্টেজেরঅভি



Abdur Rouf Sir







Test- Subtractive Polarity

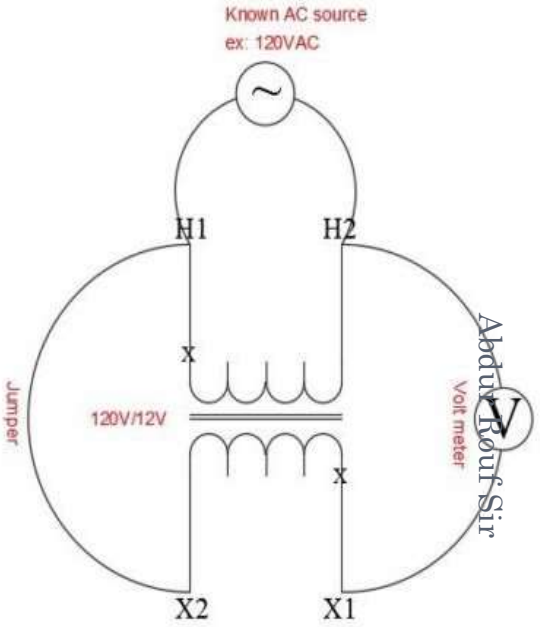
৯.২। সাবট্রাকটিভ এবং অ্যাডিটিভ পোলারিটি (Describe the subtractive and additive polarity):

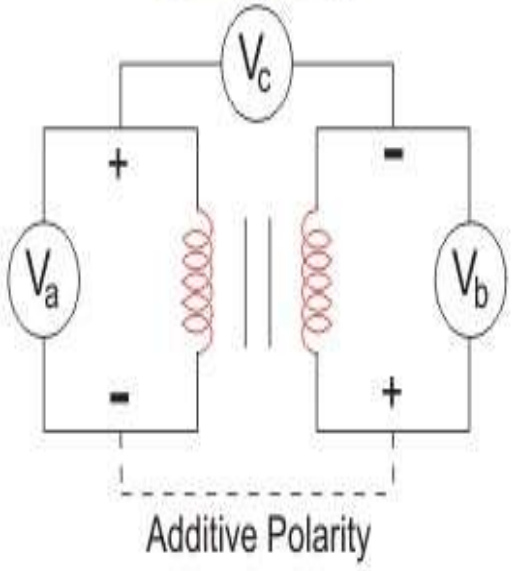
অ্যাডিটিভপোলারিটি (Additive polarity):

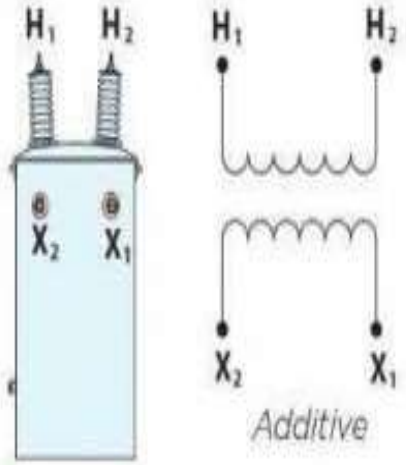
চিত্রঅনুযায়ীহাই-সাইডেরএকটিটার্মিনাল, এরবিপরী
সাইডেরটার্মিনালেরসাথেসংযুক্তকরারপরঅপরহাই-
সাইডেরটার্মিনালেরসাথেবাকিলো-
সাইডেরটার্মিনালেরসাথেভোল্টমিটারসংযুক্তকরাহলে
ভোল্টমিটারপাঠযদিআরোপিতভোল্টেজেরচেয়েবে
অ্যাডিটিভপোলারিটিহবে।

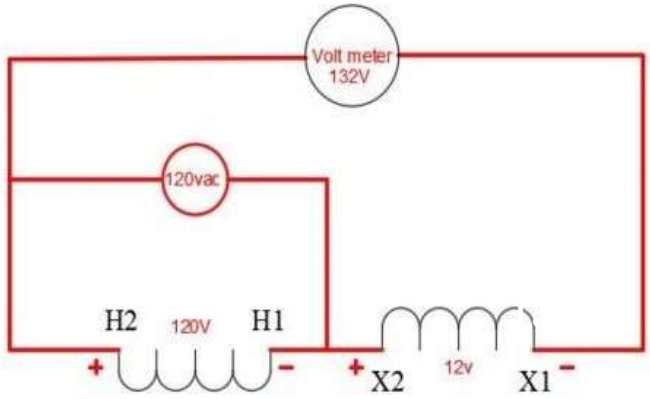
এক্ষেত্রেউভয়কয়েলেরইনডিউসডভোল্টেজেরঅভি
...ং$V_a + V_b$-
...রা ...য়বেশি

Test- Additive Polarity









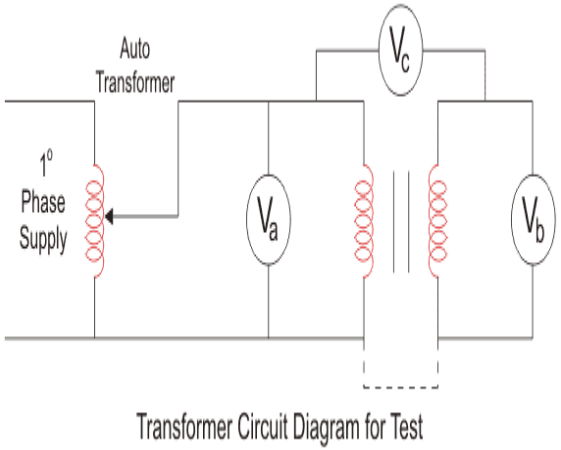
Abdur Rouf Sir

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

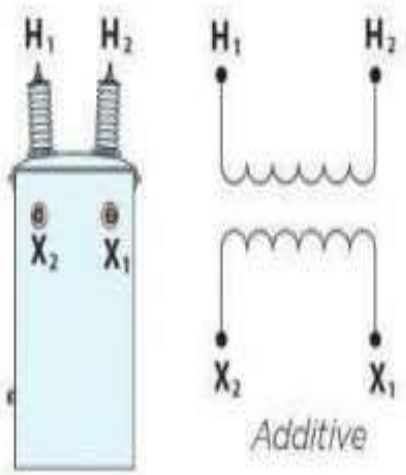
(ক) সাবট্রাকটিভ পোলারিটি
(Subtractive polarity):
(খ) অ্যাডিটিভ পোলারিটি
(Additive polarity):

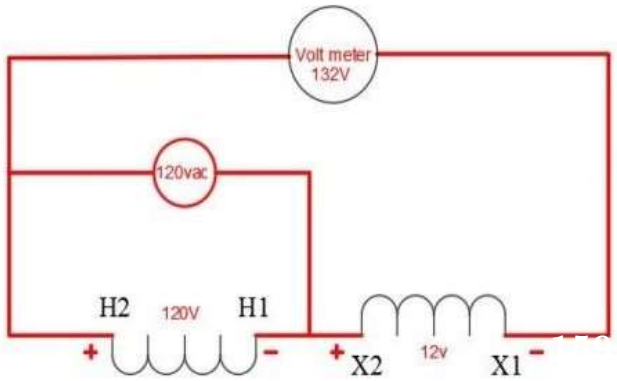
Abdur Rouf Sir

১। অ্যাভোমিটারেরসাহায্যেঅথবাডিসিসাপ্লাইএরসাহায্যেঅথবাসিরিজটেস্টল্যাম্পেরসাহায্যেপ্রথমেট্রান্সফরমারেরহাই-সাইড ও লো-সাইডচিহ্নিতকরতেহবে।
২। হাই-সাইডেরদুইটার্মিনাল$H_1\,H_2$অক্ষরদ্বারাচিহ্নিতকরতেহবে।
৩। এখনহাই- সাইডেরএকমাথালো-সাইডেরঅপরযে-কোনমাথারসাথেযুক্তকরতেহবেএবংহাই- সাইডেরঅপরমাথা, লো সাইডেরঅপরমাথারসাথেভোল্টমিটারদ্বারাশর্টকরেদিতেহবে।



Transformer Circuit Diagram for Test





Test- Additive Polarity

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

(ক) সাবট্রাকটিভ পোলারিটি (Subtractive polarity):

(খ) অ্যাডিটিভ পোলারিটি (Additive polarity):

৪। এখন হাই-সাইডেভোল্টমিটারসংযোগকরেলো-ভোল্টেজসাপ্লাইদিতেহবে।

৫। দুইকয়েলেরপ্রান্তদ্বয়েরসাথেসংযুক্তভোল্টমিটারযদিসাপ্লাইভোল্টেজেরবেশিদেখায়তবেঅ্যাডিটিভপোলারিটিহবেঅর্থাৎ $(H_1X_2), (H_2X_1)$হিসাবেচিহ্নিতকরতেহবে।

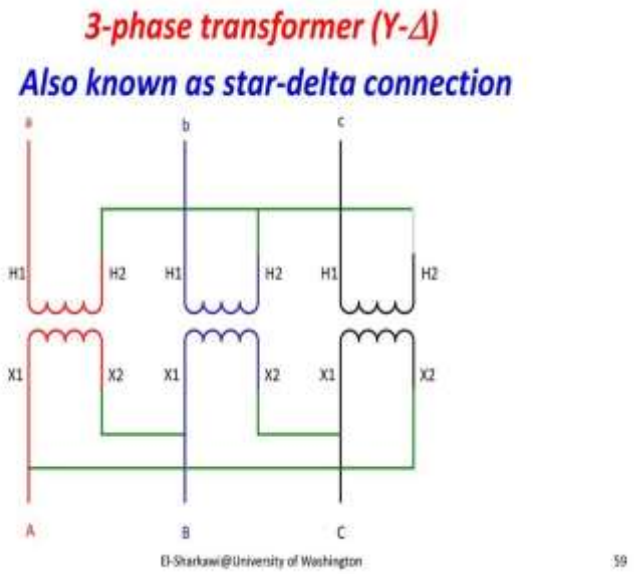
৬। দুই কয়েলেরপ্রান্তদ্বয়েরসাথেসংযুক্তভোল্টমিটারযদিসাপ্লাইভোল্টেজেরকমদেখায়তবেসাবট্রাকটিভপো $(H_1X_1), (H_2X_2)$হিসাবে চিহ্নিত

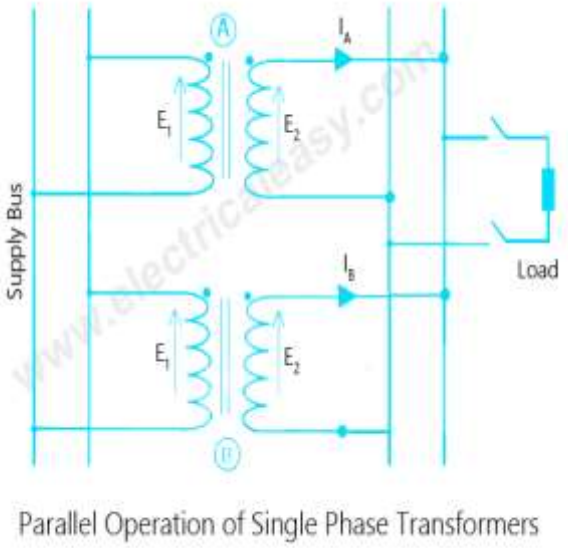
Abdur Rouf Sir

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





Abdur Rouf Sir

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

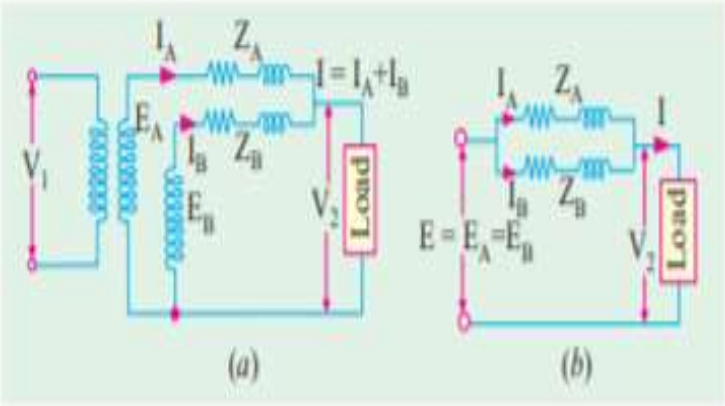
১। সবগুলোট্রান্সফরমারেরহাই-সাইডএবংলো-সাইডেরভোল্টেজরেটিং
এতেঅবশ্যইট্রান্সফরমেশনরেশিওএকইহবে।
২। ট্রান্সফরমারসমূহকেপোলারিটিঅনুযায়ীসংযোগদিতেহবে।
৩। প্রতিটিট্রান্সফরমারেরনিজস্বসমতুল্যরেজিস্ট্যান্সএবংরিয়্যাকট্যান্সএ
$R_e : X_e$ হবে।

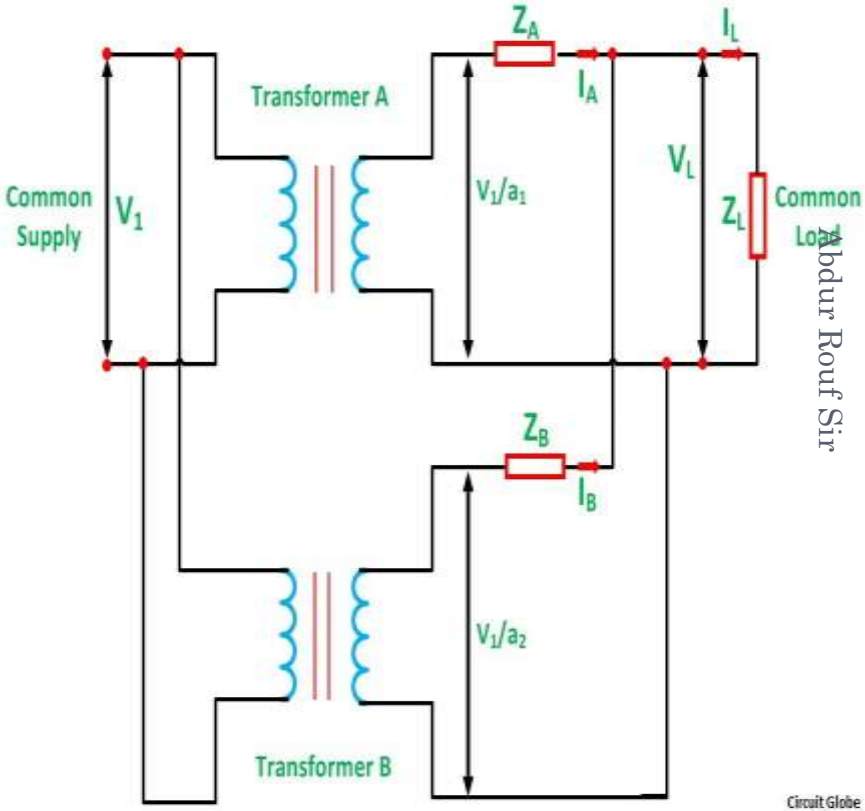
Abdur Rouf Sir

৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন

(ক) লোড অপারেশন (Load operation):

যখন দুইটি ট্রান্সফরমারের রেশিও একই থাকা অবস্থায় প্যারালাল অপারেশনের জন্য সংযোগ করা হয়, তখন মোট লোড কারেন্ট ট্রান্সফরমারের সমতূল্য ইম্পিড্যান্স এর উল্টানপাতে ভাগ হয়ে যায়।

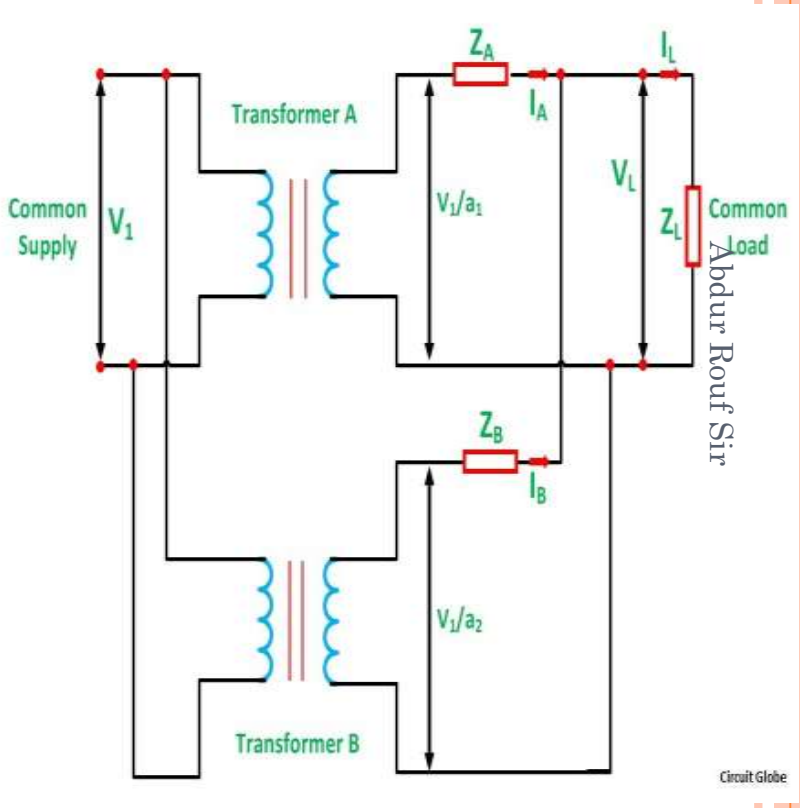




Abdur Rouf Sir

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

a_1 → is the turn ratio of the transformer A
a_2 → is the turn ratio of the transformer B
Z_A → is the equivalent impedance of the transformer A referred to secondary
Z_B → is the equivalent impedance of the transformer B referred to secondary
Z_L → is the load impedance across the secondary
I_A is the current supplied to the load by the secondary of the transformer A
I_B is the current supplied to the load by the secondary of the transformer B
V_L is the secondary load voltage
I_L is the load current



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

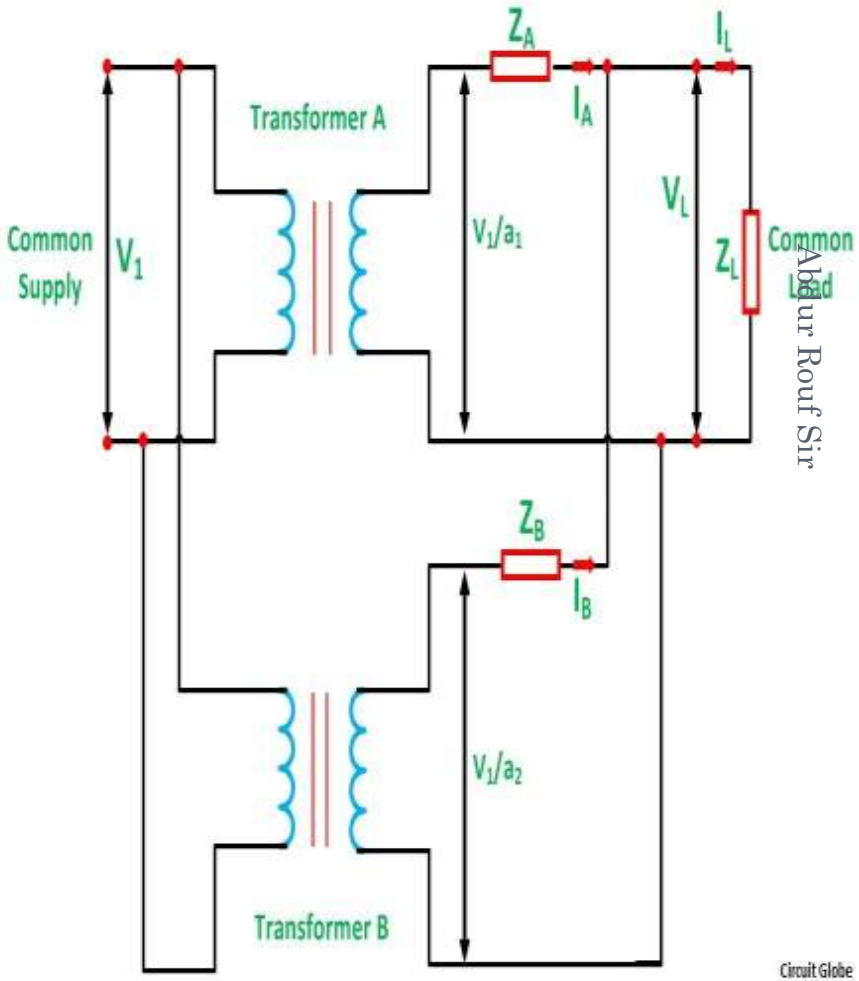
Applying Kirchhoff's Current Law

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

By Kirchhoff's Voltage Law

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

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



Abdur Rouf Sir

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

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

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

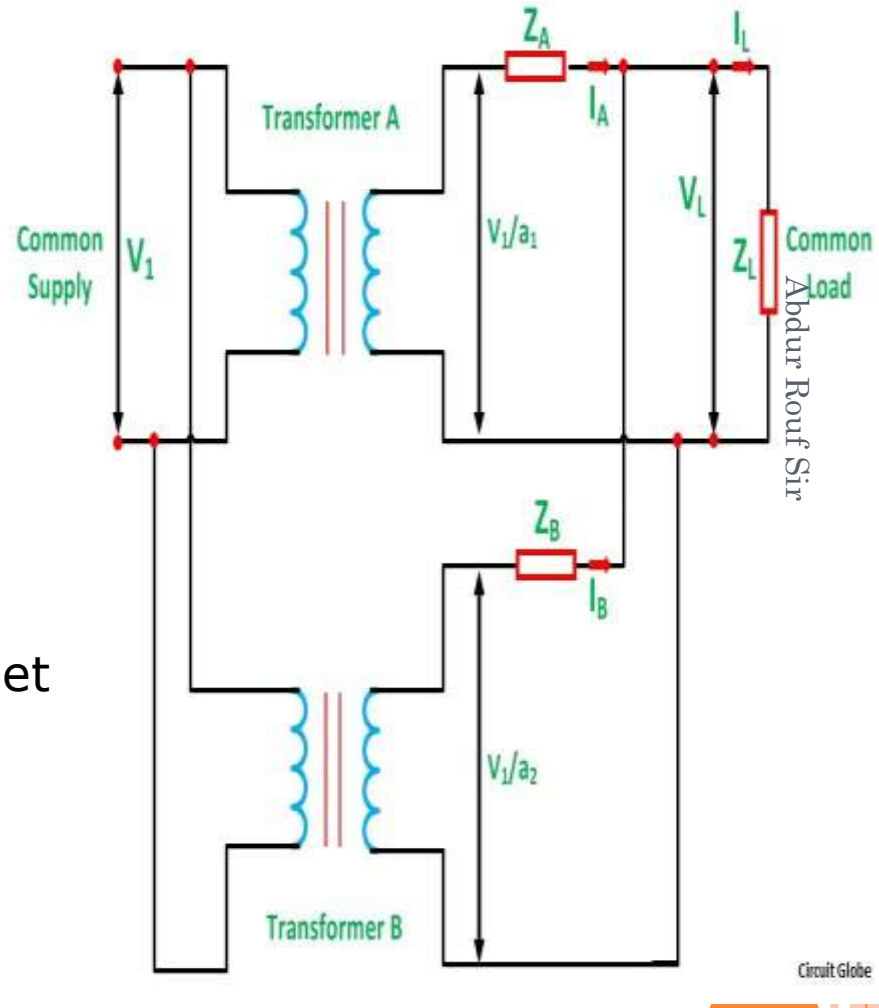
Now putting the value of I_B from the equation (1) in equation (3) we will get

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

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

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

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



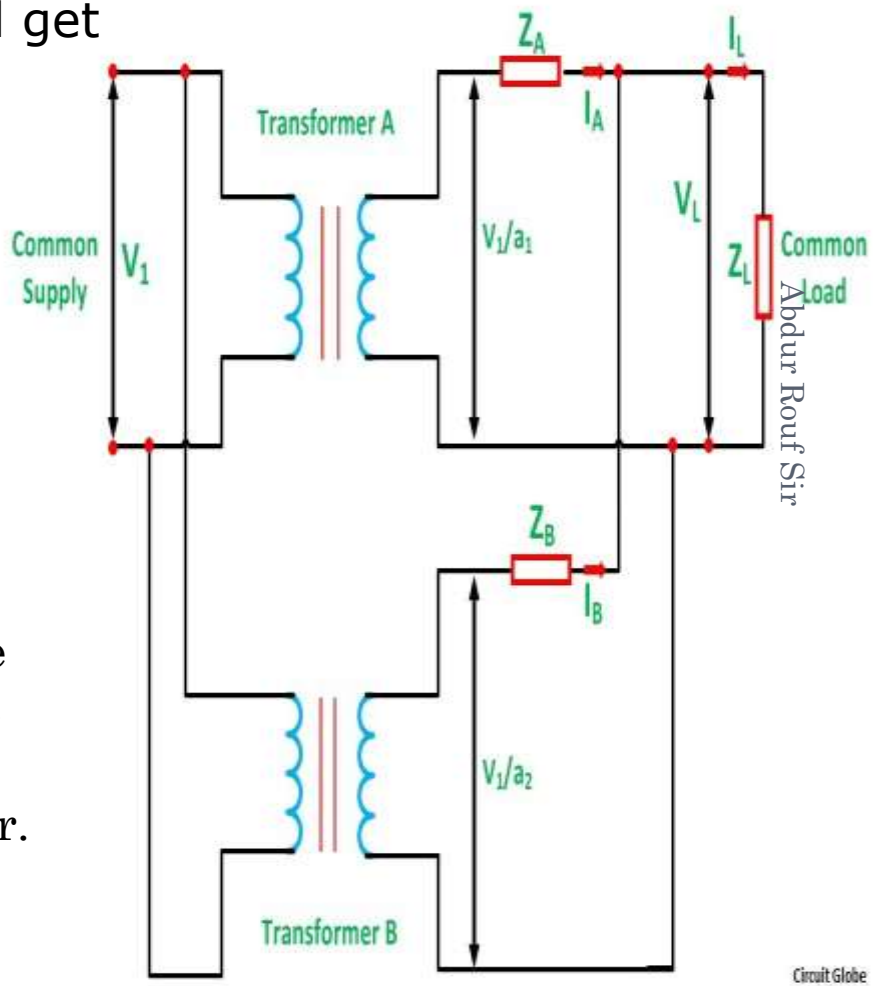
৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন (Describe the parallel operation of transformer with equal voltage ratio):

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

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

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

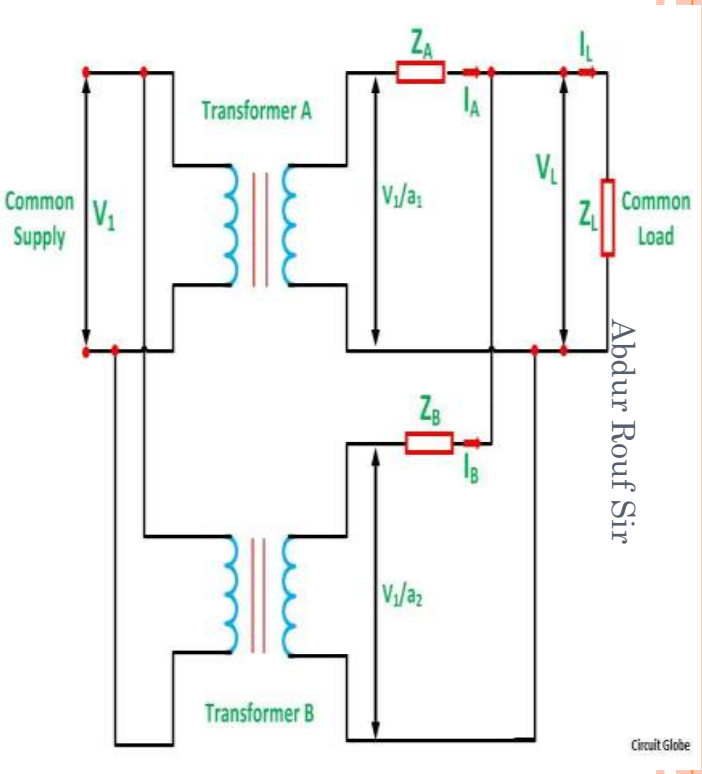
The current I_A and I_B has two components. The first component represents the transformers share of the load currents and the second component is a circulating current in the secondary windings of the single phase transformer.



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

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

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



Abdur Rouf Sir

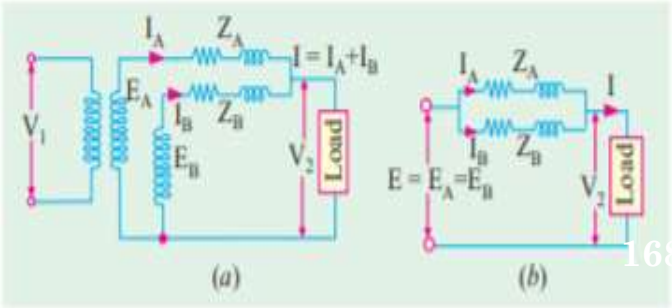
Equal Voltage Ratio

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

Under

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

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



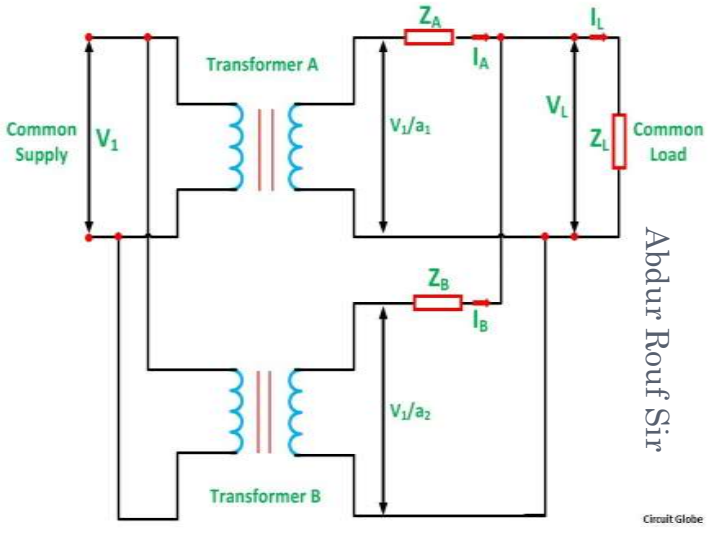
৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন (Describe the parallel operation of transformer with equal voltage ratio):

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

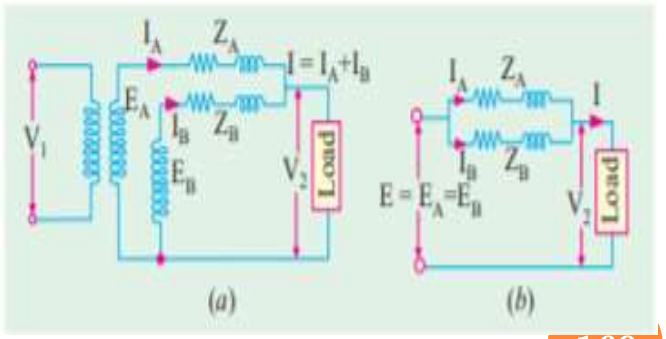
$$I_B = \frac{Z_A I_L}{Z_A + Z_B} \quad \ldots\ldots\ldots (8)$$

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

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

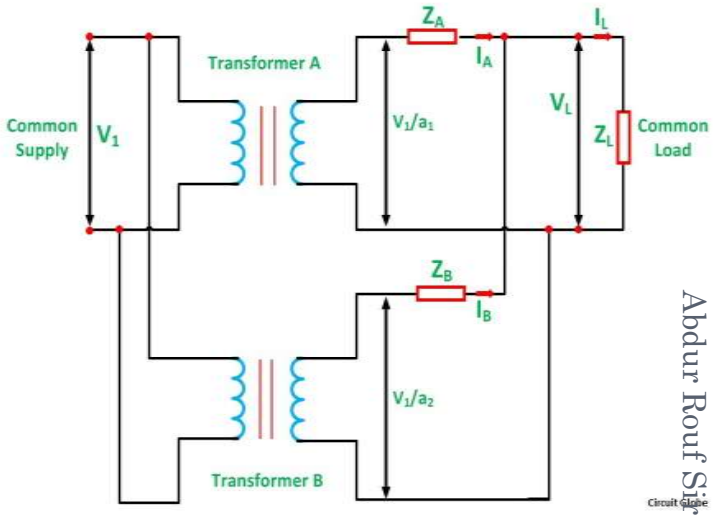


From the above equation (9), it is clear that the transformer currents are inversely proportional to the transformer impedance.



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

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



Equation (9) can also be written as

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

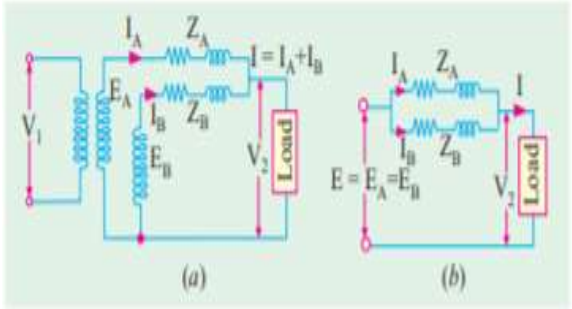
The current in the equations (7) and (8) is changed into volt-amperes by multiplying the two equations by the common load voltage V_L

Therefore, we know that

The total load in volt-ampere (VA) is

$$S_L = V_L I_L$$

Abdur Rouf Sir



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

$$S_A = V_L I_A$$

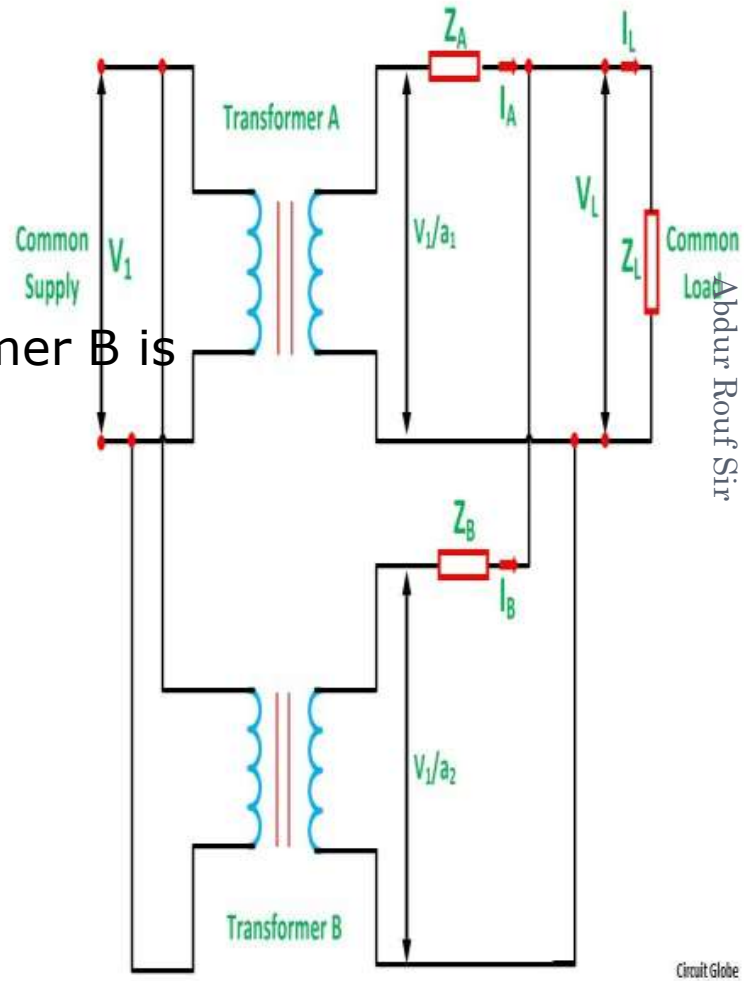
Similarly, the volt-ampere of transformer B is

$$S_B = V_L I_B$$

Hence, the various equations will be written as shown below

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

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

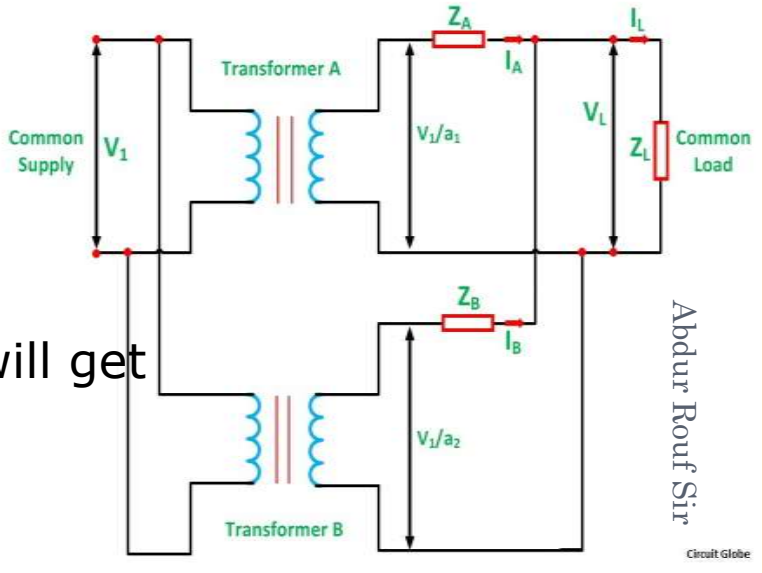


Abdur Rouf Sir

৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন (Describe the parallel operation of tage ratio):

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

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

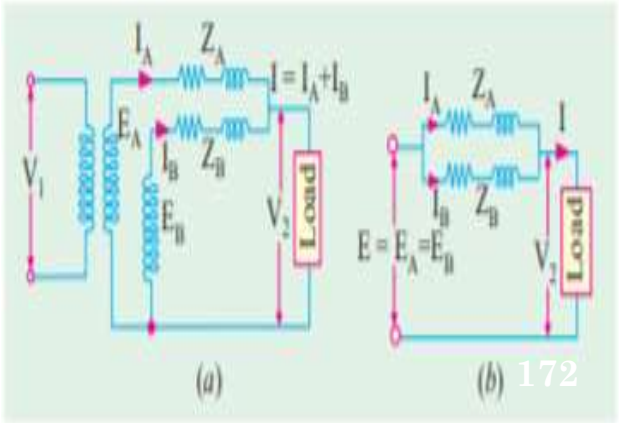


Equating the equation (11) and (12) we will get

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

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.

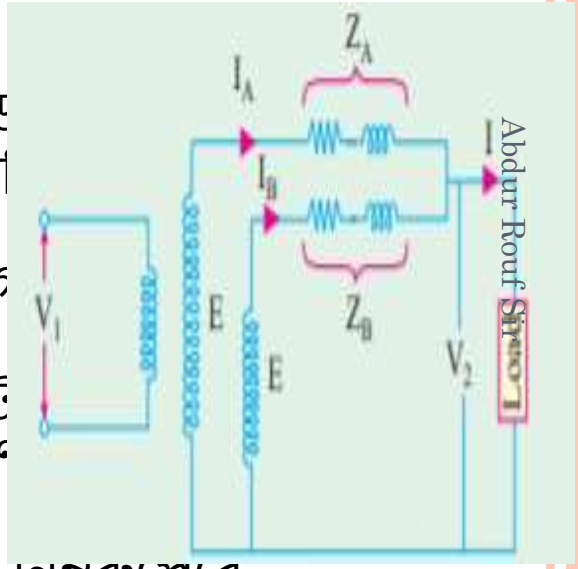


৯.৬। সমান ভোল্টেজ রেশিওতে ট্রান্সফরমারের প্যারালাল অপারেশন (Describe the parallel operation of transformer with equal voltage ratio):

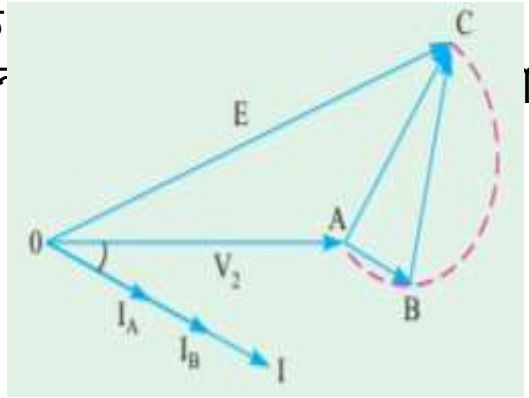
(খ) ট্রান্সফরমারের আদর্শ অবস্থায় সমান ভোল্টেজ রেশিওতে প্যারালাল অপারেশন (The parallel operation of transformer with equal voltage ratio in ideal condition):

আদর্শ অবস্থা (Ideal Condition):

সমানভোল্টেজরেশিওএবংসাদৃশ্যআকার ও আকৃতিরইম্পিড
ভোল্টেজত্রিভুজবিশিষ্টএকাধিকট্রান্সফরমারেরপ্যারালালেপ
আইডিয়ালকেইস (Ideal case) হিসাবেবিবেচনাকরাহয়।
চিত্রেঅনুরুপদুটিট্রান্সফরমার A এবং B এরপ্যারালালসংযো
সমতুল্যবর্তনীএবংভেক্টরডায়াগ্রামদেখানোহয়েছে।
এদেরইনডিউসডভোল্টেজ E টার্মিনালভোল্টেজV_2এবংমোট
নিজস্বকারেন্টI_A এবং I_Bএকইফেজেআছেএবংএদেরপরিমাণ
kVA এরসাথেসমানুপাতিক
ট্রান্সফরমারদু'টিপ্যারালালে ান্সZ_{AB}।নিম্নরুপেবে
রকরাযায়।



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):

$$I = I_A + I_B$$

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

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

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

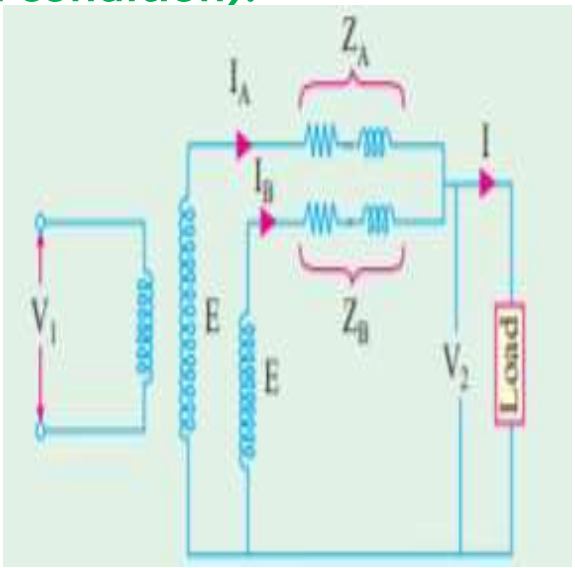
$$\therefore I_A = I \frac{Z_{AB}}{Z_A} --------(2)$$

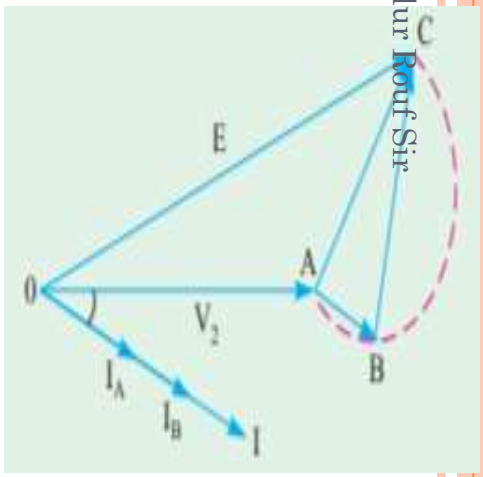
$$I_B = I \frac{Z_{AB}}{Z_B} --------(3)$$

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

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

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





Vector Diagram of parallel operation of two transformer.

Abdur Rouf Sir

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):

পাওয়ার ভাগাভাগি (Sharing of Power):

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

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

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

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

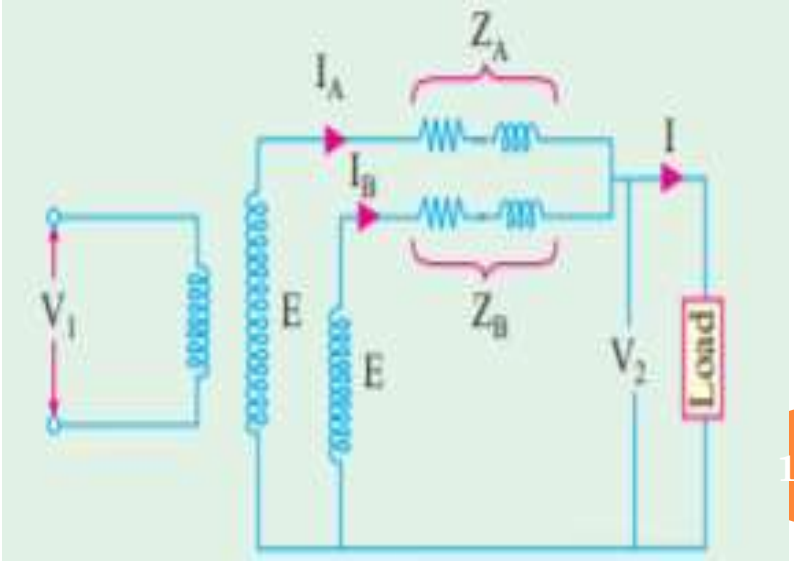
Where $Q = Total\ power$

Similarly

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

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

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



Abdur Rouf Sir

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°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

Abdur Rouf Sir

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

ট্রান্সফরমার ডিজাইনেরসময়স্পেসিফিকেশনঅনুযায়ীনির্মানকরাএকটি একটিট্রান্সফরমারেরনেমপ্লেটেরস্পেসিফিকেশনেযে-সকলতথ্যথাকতেপারেতানিম্নেপ্রদত্তহলোঃ

১০। রেটেডভোল্টেজেমোটলসেরডাটা,
১১। নো-লোডলস,
১২। রেটেডকারেন্টেলোডলস,
১৩। রেটেডকারেন্টেইম্পিড্যান্সভোল্টেজ,
১৪। শতকরারেজিস্ট্যান্স,
১৫। নো-লোডকারেন্ট,
১৬। বিভিন্নপর্যায়েইফিসিয়েন্সি (যখন 75°C এককপাওয়ারফ্যাক্টরে, ফুল $\frac{1}{2}$ লোডে),
১৭। রেগুলেশনডাটা।

Abdur Rouf Sir

৯.৭। ট্রান্সফরমারের নেমপ্লেটর 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:

Abdur Rouf Sir

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

প্রয়োজনীয় সুত্রসমুহঃ

- $Z_A = Z_B = \frac{KVA_{(base)}}{KVA_{(given)}} \times Z_{(given)}$
- $Z_{AB} = \frac{Z_A Z_B}{Z_A + Z_B}$
- $I_A = I \times \frac{Z_B}{Z_A + Z_B}$
- $I_B = I \times \frac{Z_A}{Z_A + Z_B}$
- $Q_A(KVA) = Q \times \frac{Z_B}{Z_A + Z_B}$
- $Q_B(KVA) = Q \times \frac{Z_A}{Z_A + Z_B}$
- $I_A = \frac{Q_A}{Busber\ voltage}$
- $I_B = \frac{Q_B}{Busber\ voltage}$
- $I_A = \frac{I_A Z_A}{Z_{AB}}$
- $I_B = \frac{I_B Z_B}{Z_{AB}}$

Abdur Rouf Sir

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 ট্রান্সফমার কতো লোড বহন করবে?

$$Z_A = (0.009 + j0.1)\Omega$$

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

$$\Rightarrow Z_B = (0.02 + j0.1)\Omega$$

$$Z_A + Z_B = (0.009 + j0.1) + (0.02 + j0.1)$$

$$= 0.029 + j0.2 = 0.202\angle 81.75^\circ\,\Omega$$

Here given Data

power factor $\text{Cos}\theta = 0.8$ lagging

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

Total KVA Rating $Q = 125\angle -36.87^\circ$

Let $\text{KVA}_{\text{base}} = 100\ KVA$

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

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

Kva Load of transform er A, $Q_A = ?$

Kva Load of transform er B, $Q_B = ?$

Abdus Souf Sir

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% রে্জিস্ট্যান্স এবং 10%রিয়্যাকট্যান্স B: 50KVA, 1% রে্জিস্ট্যান্স, 5%রিয়্যাকট্যান্স হলে উভয় ট্রান্সফমার কতো লোড বহন করবে?

$$Z_A = (0.009 + j0.1) = 0.1004\angle 84.86^\circ$$

$$Z_B = (0.02 + j0.1)\Omega = 0.102\angle 78.70^\circ\Omega$$

$$Z_A + Z_B = (0.009 + j0.1) + (0.02 + j0.1)$$

$$= 0.029 + j0.2 = 0.202\angle 81.75^\circ\Omega$$

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

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

$$= 0.497\angle 3.11^\circ\Omega$$

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

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

$$= 0.505\angle -3.05^\circ\ \Omega$$

$$\text{Load sharing transformer A, } Q_A = Q \times \frac{Z_B}{Z_A + Z_B}$$

$$= 125\angle -37.87^\circ \times 0.505\angle -3.05^\circ$$

$$= 63.125\angle -39.92^\circ\ KVA$$

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

$$= 62.125\angle -33.76^\circ\ KVA$$

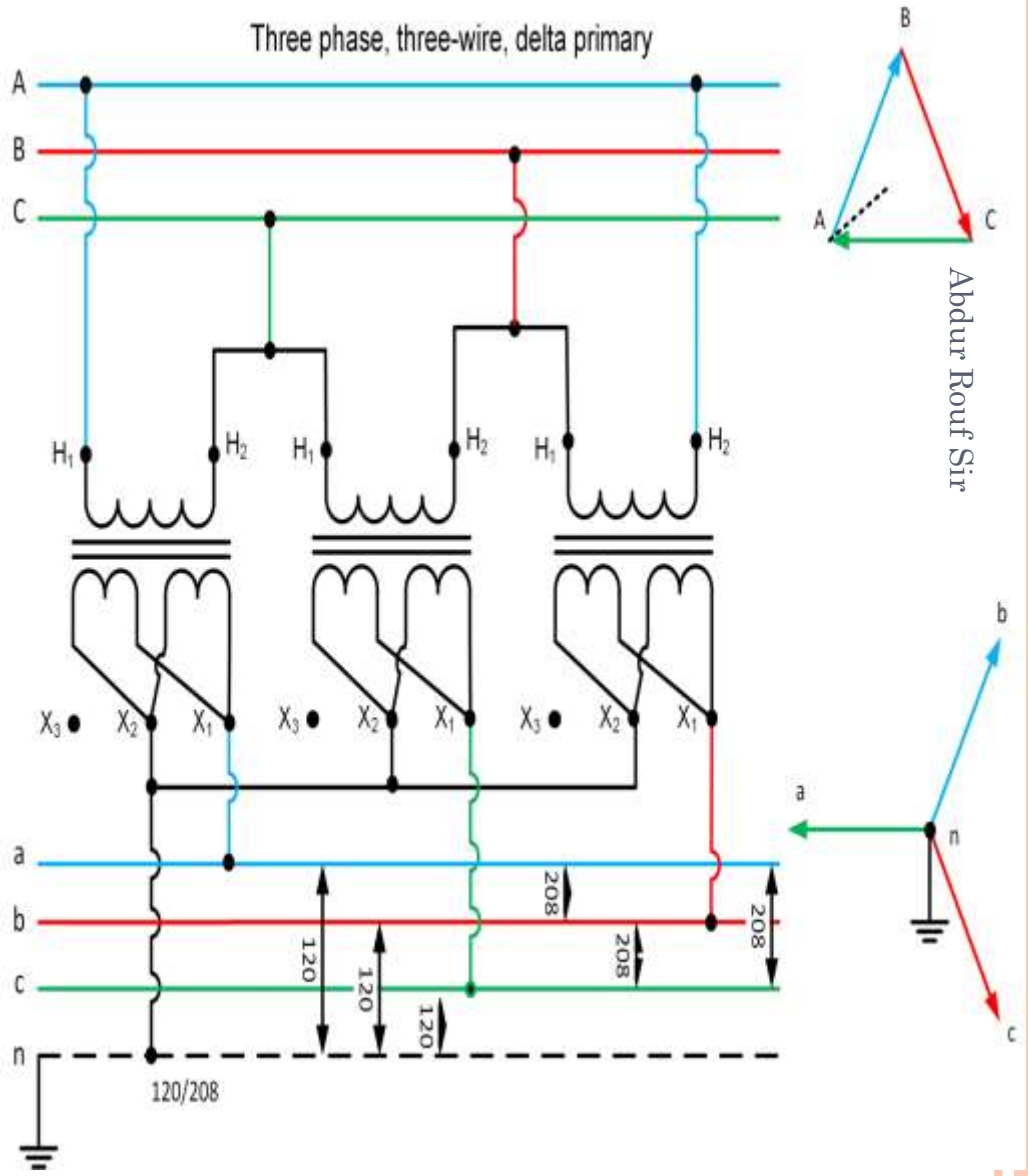
$\Rightarrow$

Abdur Rouf Sir

৯.৯। তিন ফ্রজ 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

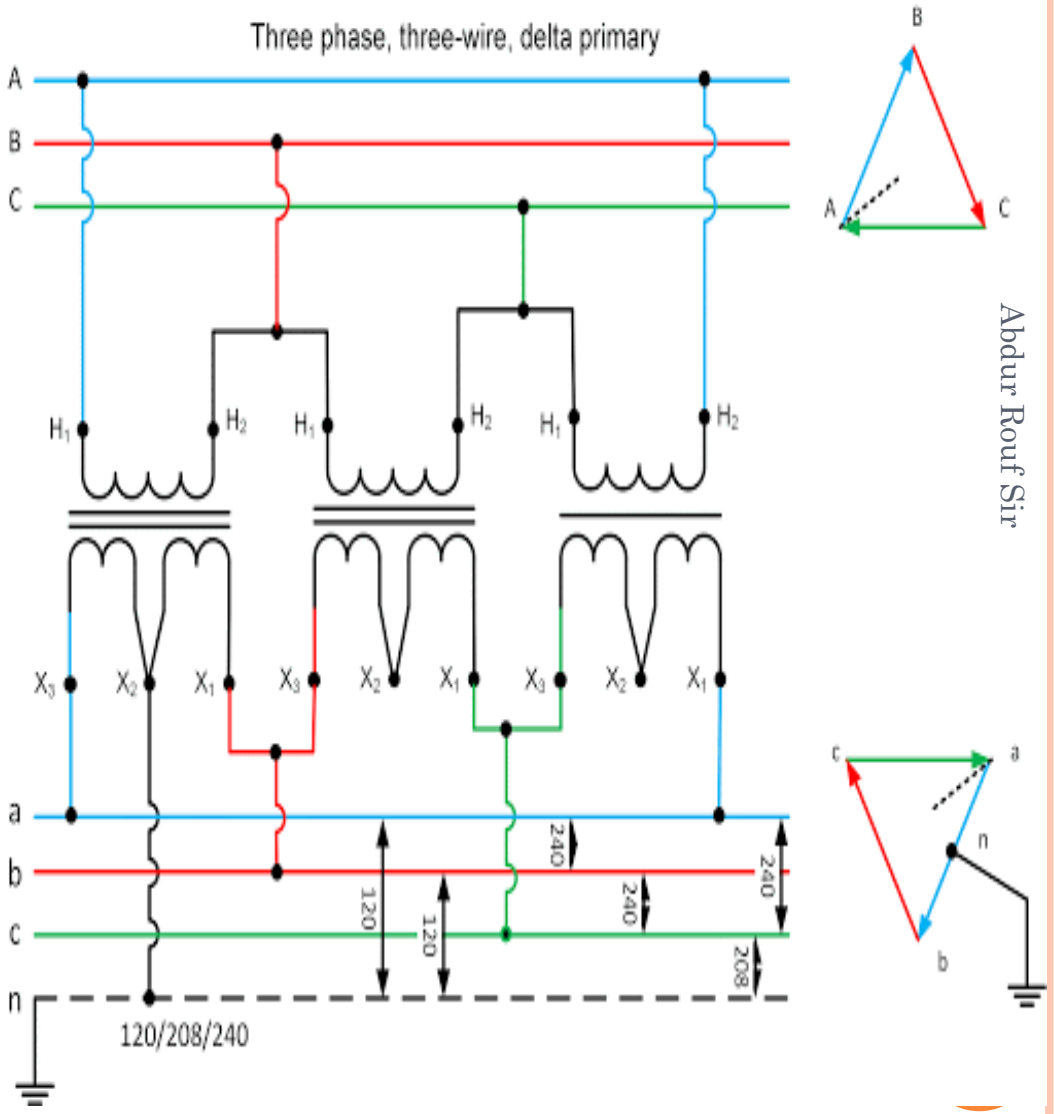
১। সবগুলো ট্রান্সফরমারের হাই-সাইড এবং লো-সাইডের ভোল্টেজ রেটিং একই হতে হবে। এতে অবশ্যই ট্রান্সফরমেশন রেশিও একই হবে।
২। ট্রান্সফরমারসমূহকে সঠিক পোলারিটি অনুযায়ী অবশ্যই সংযোগ দিতে হবে।
৩। প্রতিটি ট্রান্সফরমারের নিজস্ব সমতুল্য রিয়্যাকট্যান্স এবং রেজিস্ট্যান্সের অনুপাত একই হতে হবে।
৪। প্রতিটি ট্রান্সফরমারের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



৯.৯। তিন ফ্রজ 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 ডিসপ্লেসমেন্ট একই হতে হবে।
৬। প্রতিটির ফেজ সিকুয়েন্স অবশ্যই একই হতে হবে।
৭। তিন-ফেজ



Abdur Rouf Sir

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 প্রভৃতি 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

Abdur Rouf Sir

বাড়ির কাজ

১। ট্রান্সফরমারেরপ্যারালালঅপারেশনবলতেকীবুঝ? এরশর্ত ও উদ্দেশ্যস
২। সমানভোল্টেজরেশিওতেট্রান্সফরমারেরপ্যারালালঅপারেশনবর্ণনাক
৩। ট্রান্সফরমারেআদর্শঅবস্থায়সমানভোল্টেজরেশিওতেপ্যারালালঅপা
অবস্থায়পাওয়ারেরভাগাভাগিকীভাবেহয়?
৪। ট্রান্সফরমারেরপোলারিটিটেস্টেরবর্ণনাদাও।
৫। ট্রান্সফরমারেরপোলারিটিনির্ণয়েরজন্যচিত্রসহপ্রয়োজনীয়টেস্টেরবর্ণ
৬। তিনফেজট্রান্সফরমারেরপ্যারালালঅপারেশনপদ্ধতিবর্ণনাকরো।
৭। একটিট্রান্সফরমারেরনমুনাহিসাবেনেমপ্লেটেরস্পেসিফিকেশনদাও।
৮। প্যারালালেপরিচালিত 300 kVA লোডেসরবরাহঅবস্থায়নিম্নলিখিততথ্যাবলিপাওয়াগে

ট্রান্সফরমার-১
রেটিং-150 kVA
6900/230 V
Z_A=9.4™

ট্রান্সফরমার-২
রেটিং-250 kVA
6900/230 V
Z_B=5.8™

তাহলেবেরকরঃ
(ক) প্রতিটিট্রান্সফরমারেরকারেন্ট।
(খ) প্রতিটিট্রান্সফরমারকতৃক kVA লোডসরবরাহেরপরিমাণ।

Abdul Kuddus Sir

সবাইকে ধন্যবাদ