পাঠ পরিচিতিঃ

বিষয়ঃ এসি মেসিনস-১ (৬৬৭৬১)

৬ষ্ঠ পর্ব (ইলেকট্রিক্যাল)

১ম অধ্যায়

ট্রান্সফরমারের গঠন ও কার্যপ্রনালিঃ

(Working principles and construction of Transformer)

এ অধ্যায়ের পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা জানতে পারবেঃ

ট্রান্সফরমারের সংজ্ঞা।
ট্রান্সফরমারের কার্যপ্রণালির ব্যাখ্যা।
ট্রান্সফরমারের গঠনের বর্ণনাকরণ।
ট্রান্সফরমারের গঠনের জন্য ব্যবহৃত জিনিসপত্র সম্পর্কে ধারণা।
ট্রান্সফরমারের প্রকারভেদের ধারণা।
কোর টাইপ,শেল টাইপ এবং স্পাইরাল কোর টাইপ ট্রান্সফরমার সম্পর্কে ধার
কোর টাইপ ও শেল টাইপ ট্রান্সফরমারের তুলনা করতে পারবে।

সংজ্ঞা (Definition of Transformer):

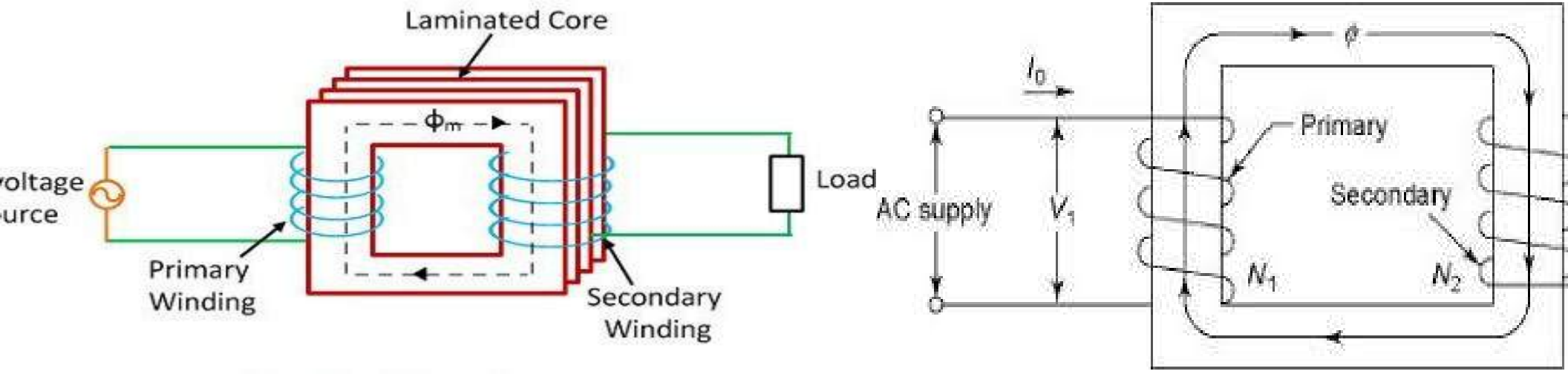
ট্রান্সফরমার এমন একটি ইলেকট্রোস্ট্যাটিক মেশিন,যা
ফ্রিকুয়েন্সি স্থির রেখে ভোল্টেজকে কমিয়ে বা বাড়িয়ে
ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন উপায়ে বৈদ্যুতিক
এনার্জি এক বর্তনী হতে অন্য বর্তনীতে স্থানান্তর করে।

১। ট্রান্সফরমারের সংজ্ঞা (Definition of Transformer):

ন্সফরমারের সাধারণত দুটি কয়েল থাকে। এর একটি কয়েলে এনার্জি প্লাই দেওয়া হয় এবং অপর কয়েলকে লোডে সংযোগ দেওয়া হয়।দুটি য়েলের মধ্যে যে কয়েলে এনার্জি সরবরাহ দেওয়া হয়, তাকে প্রাইমারি াইন্ডিং এবং অন্য কয়েলটি ,যা লোডের সাথে সংযুক্ত থাকে তাকে কেন্ডারি ওয়াইন্ডিং বলে। যে ওয়ান্ডিংয়ের প্যাঁচ সংখ্যা বেশি থাকে, তাকে ই ভোল্টেজ ওয়াইন্ডিং এবং যে ওয়াইন্ডিংয়ের প্যাঁচ সংখ্যা কম, তাকে লে াল্টেজ ওয়াইন্ডিং বলে। হাই সাইডের বুশিং এর সাইজ লো-সাইডের নায় বড় হয়ে থাকে।

। ট্রান্সফরমারের কার্যাপ্রণালির ব্যাখা (Explain the working inciple of transformer):

করমারে একই ম্যাগনেটিক ফ্লাক্সের অধীনে দুটি সার্কিট বা কয়েল মিউচুয়াল ইন্ডাকশনের মাধ্যমে ষ্ট হয়। চিত্র-১ এ দেখা যাচ্ছে যে, দুটি ইন্ডাক্টিভ কয়েলের উভয়ের মধ্যে বৈদ্যুতিক সংযোগ ছাড়া ট অভিন্ন ল্যামিনেটেড কোরের সাথে চুম্বকীয় ভাবে সংযুক্ত আছে। কয়েল গুলো লো-রিলাকট্যান্স চমানের মিউচুয়াল ইন্ডাকট্যান্স বিশিষ্ট হয়ে থাকে। কয়েল দুইটির মধ্যে এসি সোর্সের সাথে ক্ত কয়েলেকে প্রাইমারি কয়েল (Primari coil) এবং লোডের সাথে সংযুক্ত কয়েলকে সেকেন্ডারি ল (Secondary coil) বলা হয়।



চিত্র নং-১

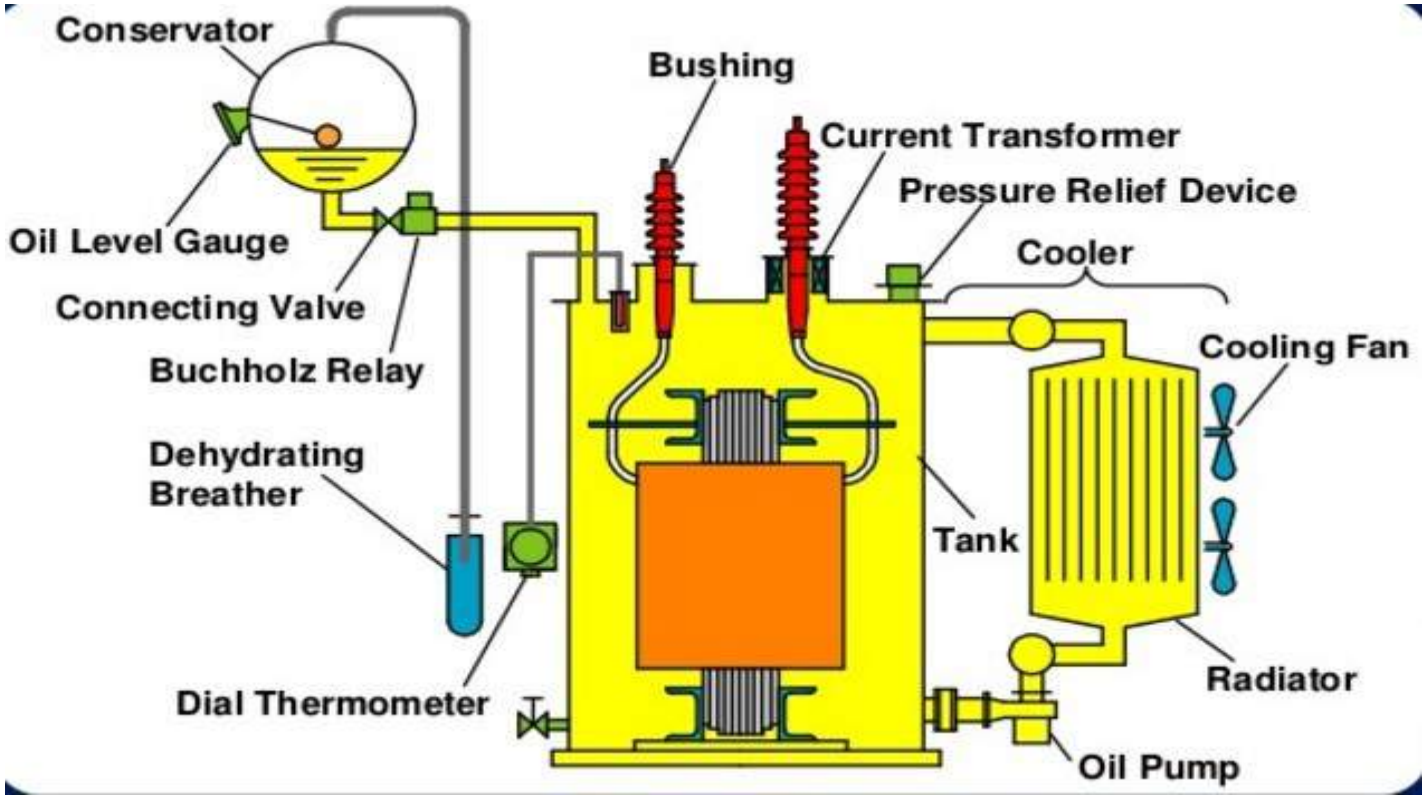
। ট্রান্সফরমারের কার্যাপ্রণালির ব্যাখা (Explain the working principle of nsformer):

ল দুটির যেকোনো একটি কয়েলে পরিবর্তনশীল ভোল্টেজ প্রয়োগ করারা সঙ্গে উক্ত কয়েলে পরিবর্তনশীল চুম্বকীয় বলরেখা সৃষ্টি করে যা কোরের মধ্যে দিয়ে হিত হয়ে পার্শ্ববর্তী কয়েলে সংশ্লিষ্ট হয়ে তাকে কর্তন করে। ফলে উক্ত কয়েলে াডের ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতি অনুযায় ভোল্টেজ আবিষ্ট হয়। এ ষ্ট ভোল্টেজই ট্রান্সফরমার ভোল্টেজ এবং এ ভোল্টেজ উৎপাদনের প্রক্রিয়াকে ফরমার অ্যাকশন বলা হয়। সেকেন্ডারি কয়েলে লোড সংযোগ করে বর্তনী ন্ন করলে তাতে কারেন্ট প্রবাহিত হবে। এভাবে বৈদ্যুতিক এনার্জি এক বর্তনী আরেক বর্তনীতে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন উপায়ে স্থানান্তর করা যায়।

ট্রান্সফরমারের কার্যাপ্রণালির ব্যাখা (Explain the working principle ansformer):

বলা যায়, ট্রান্সফরমার এমন একটি ডিভাইস, যা নিম্নবর্ণিত শর্ত পালন বা কাজ করে থাকেঃ
কয়েলের মধ্যে কোনোরুপ বৈদ্যুতিক সংযোগ ছাড়াই বৈদ্যুতিক এনার্জি এক বর্তনীর হতে আরেক স্থানান্তর করে থাকে।
জ করার সময় উভয় কয়েলের ফ্রিকুয়েন্সি সবসময় সমান থাকে।
কট্রোম্যাগনেটিক ইন্ডাকশন নীতিতে কাজ করে।
য়েলদ্বয়ের একটি অভিন্ন আয়রন কোর দ্বারা চুম্বকীয় ভাবে সংযুক্ত থাকে।
কয়েলের kVA পাওয়ার সবসময় সমান থাকে।
লদ্বয়ের ভোল্টেজ এবং কারেন্টের পরিমান এদের প্যাঁচ সংখ্যা এবং সাইজের উপর নির্ভর করে।
তিক বর্তনী দুটি একে অপরে মিউচুয়াল ইন্ডাকটিভ প্রভাবে থাকে।
ভোল্টেজ সাইডে কয়েলের প্যাঁচ সংখ্যা বেশি ও কারেন্ট কম থাকায় তার চিকন হয়।
ভোল্টেজ সাইডে প্যাঁচ সংখ্যা কম ও কারেন্ট বেশি থাকায় তার মোটা হয়।

ট্রান্সফরমার গঠনের বর্ণনা (Describe the construction of a transformer):



চিত্র নং-২: ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন অংশ।

একটি ট্রান্সফরমার যে সকল অংশের সমন্বয়ে গঠিত তা নিম্নে দেওয়া হলোঃ

১। হাই-ভোল্টেজ ওয়াইন্ডিং (High voltage winding)
২। লো-ভোল্টেজ ওয়াইন্ডিং (Low voltage winding)
৩। অয়েল লেভেল ইন্ডিকেটর (Oil level indicator)
৪। কনজারভেটর (Conservator)
৫। ব্রিদার (Breather)
৬। রেডিয়েটর (Radiator)
৭। কুলিং ফ্যান (Cooling fan)
৮। ট্রান্সফরমার অয়েল (Transformer oil)
৯। আর্থ পয়েন্ট (Earth point)
১০। এক্সপালশন ভেন্ট (Expulsion vent)
১১। টেম্পারেচার গেজ (Temperature gauge)
১২। বুখল্জ রিলে (Buchholz relay)
১৩। থার্মোমিটার (Thermometer)
১৪। ক্যারেজ (Carriage)
১৫। প্রেসার রিলিফ ভালভ (Pressure relief valve)
১৬। অয়েল পাম্প (Oil pump)
১৭। হাই-ভোল্টেজ বুশিং (High voltage bushing)
১৮। লো-হাই-ভোল্টেজ বুশিং (Low voltage bushing)
১৯। ট্যাংক (Tank)

নিম্নে ট্রান্সফরমারের প্রধান প্রধান অংশের সংক্ষিপ্ত বর্ননা দেওয়া হলোঃ

ক (Tank): ওয়ান্ডিংস ও ট্রান্সফরমার কোর
ট্যাংকের মধ্যে ডুবানো থাকে। ইস্পাতের চাদর
sheet) ওয়েল্ডিং করে ট্যাংকটি তৈরি ট্যাংকের
জলবায়ু নিরোধক গ্যাসকেট লাগিয়ে তার উপর
দিয়ে আটকানো হয়। কোরটি ট্রান্সফরমারের
র তলার সঙ্গে শক্ত থাকে।

Corrugated wall tanks

চিত্র নং-৩:
ট্রান্সফরমারের ট্যাংক

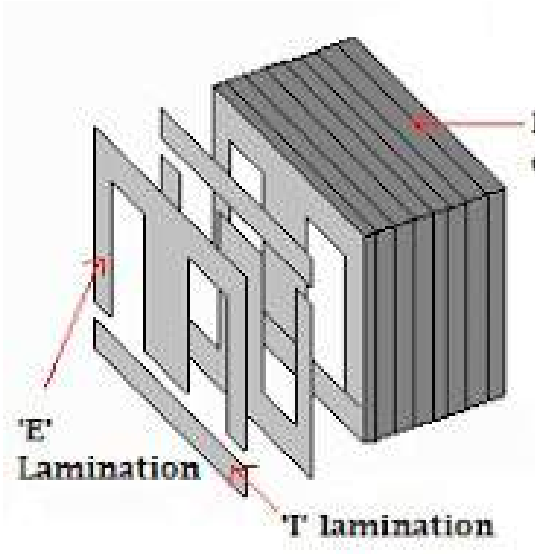
নিম্নে ট্রান্সফরমারের প্রধান প্রধান অংশের সংক্ষিপ্ত বর্ননা দেওয়া হলোঃ

তেল (Oil): ট্রান্সফরমারে ব্যবহৃত তেল সুলেশন হিসাবে এবং ওয়াইন্ডিং ঠান্ডা করার জন্য হার করা হয়। এ তেলের বাণিজ্যিক নাম ইরানল এবং সিলিকন (Pyranol and Silicon):

চিত্র নং-৪: ট্রান্সফরমার অয়েল

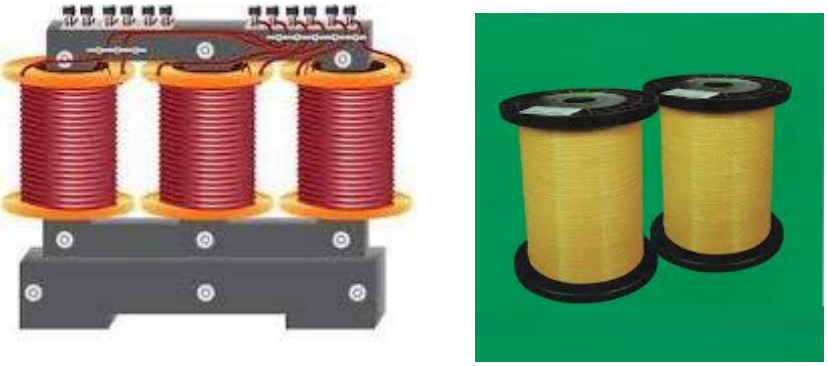
নিম্নে ট্রান্সফরমারের প্রধান প্রধান অংশের সংক্ষিপ্ত বর্ননা দেওয়া হলোঃ

Core): ওয়ান্ডিংগুলো যে ইস্পাতের ফ্রেমের উপর বসানো থাকে, ঐ ফ্রেমকে । ইস্পাতের কোর ব্যবহারের ফলে প্রাইমারিতে উৎপন্ন ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স সেকেন্ডারির সাথে সংশ্লিষ্ট হতে পারে। কোর ব্যবহারের ফলে কোর লস oss) সংঘটিত হয়, যার মধ্যে এডি কারেন্ট লস (Eddy current হিস্টেরিসিস লসও অন্তর্ভুক্ত থাকে। ইস্পাতের কোরকে উত্তমরুপে ইনসুলেশনের য় (Laminating) এডি কারেন্ট লস কমানো যায়। আমাদের দেশে বিভিন্ন কোরের পুরুত্ব 50 সাইকেল/সেকেন্ড ফ্রিকুয়েন্সির জন্য 0.22 mm, 0.23 27 mm , 0.3 mm, 0.35 mm পর্যন্ত এবং 25 সাইকেল/সেকেন্ড র জন্য 0.5 mm ব্যবহার করা হয়। ম্যাগনেটিক কোর হিসাবে উন্নত মানের (Cold Rolled Grain Oriented) সিলিকন শিট ব্যবহৃত হয়। র আয়রন কোর এবং উচ্চ ভেদ্যতাবিশিষ্ট সিলিকন স্টিল ব্যবহার করে ব্যবহার রিসিস লসও কমানো যায়।



চিত্র নং-৫: ট্রান্সফরমারের কোর

য়ান্ডিং (Winding): ট্রান্সফরমারের কারেন্ট প্রবাহের জন্য যে
ল ব্যবহার করা হয়, তাকে ওয়ান্ডিং বলে। ট্রান্সফরমারের ওয়াইন্ডিং-এ
া ততোধিক কয়েল থাকতে পারে। এ কয়েলসমূহ সাধারণত সুপার
মল কপার তার দিয়ে তৈরি করা হয়। নির্দিষ্ট আকৃতির ফরমায় তৈরি
লসমূহ একটি কোরের উপর বসানো হয়। এ কয়েলের প্যাঁচ সংখ্যা এবং
র সাইজ ভিন্ন হয়। কয়েলের প্যাঁচ সংখ্যা এবং তারের সাইজ কাঙ্ক্ষিত
টেজ এবং কারেন্টের পরিমাণের উপর নির্ভর করে।



চিত্র নং-৬ (ট্রান্সফরমার ওয়াইন্ডিং)

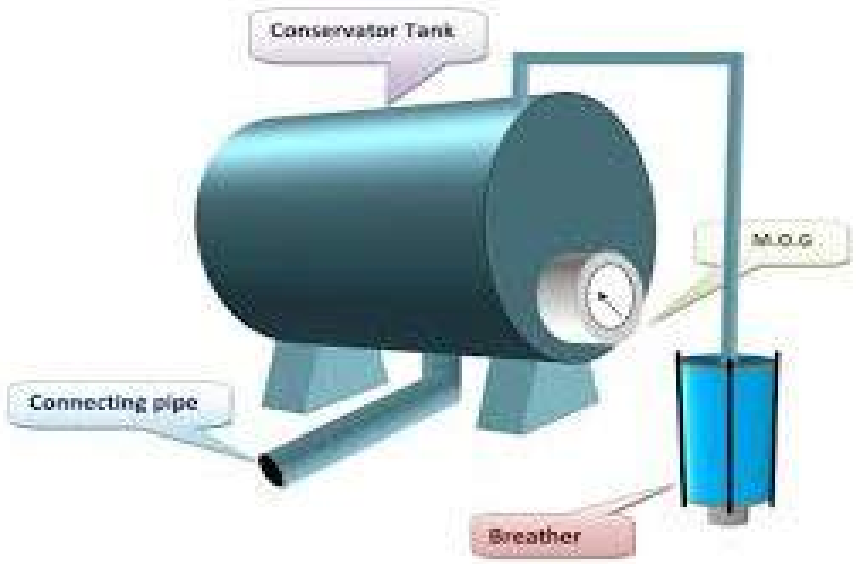
নিম্নে ট্রান্সফরমারের প্রধান প্রধান অংশের সংক্ষিপ্ত বর্ননা দেওয়া হলোঃ

নসুলেশন (Insulation): কয়েলে ব্যবহৃত পরিবাহীর উপর সুপার এনামেল ইনসুলেশ
প দেওয়া থাকে। তা ছাড়া কয়েল তৈরির সময় কিছু প্রলেপ দেয়া হয়। তদপুরি কয়ে
র সময় কিছু প্যাঁচ পর পর অ্যাম্পিয়ার ক্লথ, লেদার এবং পেপারও ব্যবহার করা হয়
কে কয়েল হতে ইনসুলেট করার জন্য কোরের উপর উত্তমরুপে ইনসুলেটিং পেপা
র করা হয়। এছাড়াও বড় বড় ট্রান্সফরমারের কোর এবং কয়েলকে ইনসুলেটিং তে
ডুবিয়ে ইনসুলেটিং শক্তি বৃদ্ধি করা হয়। কোরের উপর কয়েল প্যাঁচানোর পর কয়ে
ভার্নিশের প্রলেপ দিয়েও ইনসুলেট করা হয়। ইনসুলেশন হিসাবে লেদারয়েড পেপ
র ইনসুলেশন, অ্যাম্পিয়ার ক্লথ, প্রেস বোর্ড, ককশিট, মাইকা পেপার, ফাইবার পেপ
ক্সিরেজিন, বেকেলাইট, ক্রা পেপার, পলিস্টার ফিল্ম ইনসুলেশন
র, বার্নিশ ও ট্রান্সফরমার ত ত হয়।

চিত্র নং-৬ (ট্রান্সফরমার ইনসুলেশন পদার্থ)

নিম্নে ট্রান্সফরমারের প্রধান প্রধান অংশের সংক্ষিপ্ত বর্ননা দেওয়া হলোঃ

নজারভেটর (Conservator): ট্রান্সফরমারের তেল গরম হলে আয়তনে বৃদ্ধি পায় এবং ঠান্ড
আয়তনে কমে যায়। আয়তনে বৃদ্ধি পেলে তেল ট্যাংক হতে বাইরে বেরিয়ে আসতে চায়। তাই
কর সাথে পাইপ দ্বারা সংযুক্ত করে ট্যাঙ্কাকের উপরের দিকে একটি ড্রাম আকৃতির ছোট ট্যাংক
া হয়, একে কনজারভেটর বলে। তেলের আয়তন বৃদ্ধি পেলে তেল পাইপের মধ্য দিয়ে কনজারভে
জমা হয় আবার ঠান্ডা হয়ে তেলের আয়তন কমে গেলে কনজারভেটর হতে তেল ট্যাংকে ফিরে
।



চিত্র নং-৭: কনজারভেটর

নিম্নে ট্রান্সফরমারের প্রধান প্রধান অংশের সংক্ষিপ্ত বর্ননা দেওয়া হলোঃ

৭। ব্রিদার (Brether): তেলের সংকোচন ও প্রসারণের ফলে বাইরে থেকে বাতাস ট্রান্সফরমারের ট্যাংকে প্রবেশ করে এবং বাইরে বেরিয়ে যায়। ট্যাংকের ভিতর বাতাস প্রবেশ করার সময় জলীয়বাষ্প শোষণের মাধ্যমে শুষ্ক করা হয়। ট্রান্সফরমারের যে অংশের মাধ্যমে বাতাস ভিতরে আসে এবং বাইরে চলে যায় এবং প্রবেশের সময় জলীয়বাষ্প মুক্ত করে শুষ্ক করে, ঐ অংশকে ব্রিদার বলে। তেলের আয়তন হ্রাস-বৃদ্ধির সময় বাতাস আসা-যাওয়ার জন্য কনজারভেটরের উপরের দিকে একটি পাইপ লাগিয়ে তার মাথায় ব্রিদার লাগানো হয়। ব্রিদারের মধ্যে সিলিকাজেল নামক এক প্রকার রাসায়নিক দ্রব্য থাকে, যা ব্রিদারের মধ্য দিয়ে বাতাস যাওয়ার সময় জলীয়বাষ্প শুষে নেয়। এজন্য ব্রিদারকে ট্রান্সফরমারের শ য়।

চিত্র নং-৮: ব্রিদার

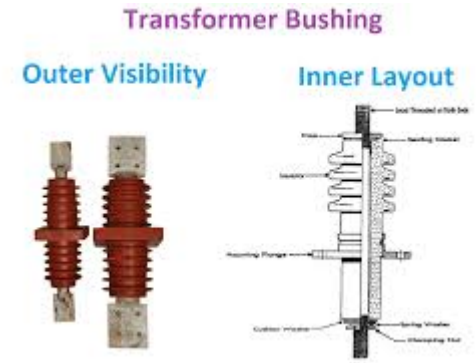
নিম্নে ট্রান্সফরমারের প্রধান প্রধান অংশের সংক্ষিপ্ত বর্ননা দেওয়া হলোঃ

জেল (Silica Gel): সিলিকা জেল ব্রিদারের মধ্যে একটি তারজালির উপর
া যা দানাদার একপ্রকার রাসায়নিক দ্রব্য। এটি বাতাসের জলীয় কণাকে শুষে
তাস শুষ্ক করে, ফলে ট্রান্সফরমারে ট্যাংকের ভিতর তেলের সাথে পানি মিশতে
এতে করে তেলে গাদ (Slag) জমে না এবং দীর্ঘদিন তেল ব্যবহার করা
লিকা জেল দীর্ঘদিন ব্যবহারের ফলে হালকা ধূসর বর্ণ ধারণ করে তখন এগুলো
ন করে নতুন সিলিকা জেল দেওয়া হয়।

চিত্র নং-৯: সিলিকা জেল

নিম্নে ট্রান্সফরমারের প্রধান প্রধান অংশের সংক্ষিপ্ত বর্ননা দেওয়া হলোঃ

ং (Bushing): ওয়াইন্ডিং-এর টার্মিনালগুলো বুশিং-এর
্যমে ট্রান্সফরমারের ট্যাংকের বাহিরে আনা হয়। এই
ংগুলো অতি উত্তম চীনামাটির তৈরী। বুশিংগুলোকে
স্কট দিয়ে ট্যাংকের ঢাকনার উপর লাগানো হয়। এই
ংয়ের মাধ্যমে সার্ভিস লাইন এবং ট্রান্সফরমার ওয়াইন্ডিংয়ের
নাল সংযুক্ত হয়। এদের সংখ্যা, আকার এবং সংযোগ
তি ভোল্টেজের পরিমাণের উপর নির্ভর করে । হাই



ড় এবং লো-ভোল্টেজ
আ কন হয়।

চিত্র নং-১০ (বুশিং)

নিম্নে ট্রান্সফরমারের প্রধান প্রধান অংশের সংক্ষিপ্ত বর্ননা দেওয়া হলোঃ

ভন্ট পাইপ (Vent pipe): ট্রান্সফরমারের উপরের দিকে ভেন্ট থাকে। অবশ্য অন্য স্থানেও এর অবস্থান হতে পারে। এ পাইপের াচ দিয়ে বন্ধ করা থাকে। কোনো কারনে ট্রান্সফরমারের ভিতরে ধিক গ্যাসের চাপ সৃষ্টি হলে ঐ কাচ ফেটে গ্যাস বের হয়ে যায় ট্রান্সফরমার বিপদমুক্ত হয়।

চিত্র নং-১১ (ভেন্ট পাইপ)

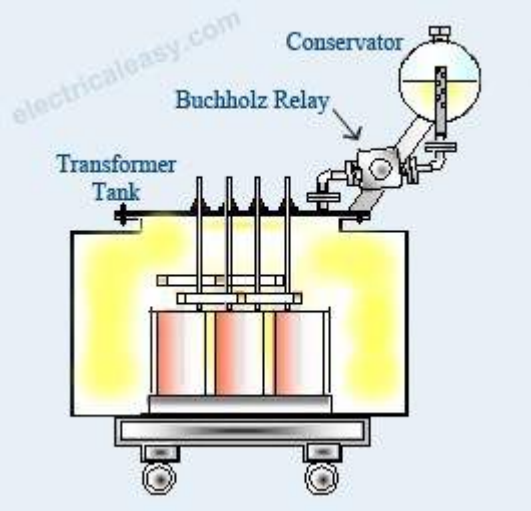
নিম্নে ট্রান্সফরমারের প্রধান প্রধান অংশের সংক্ষিপ্ত বর্ননা দেওয়া হলোঃ

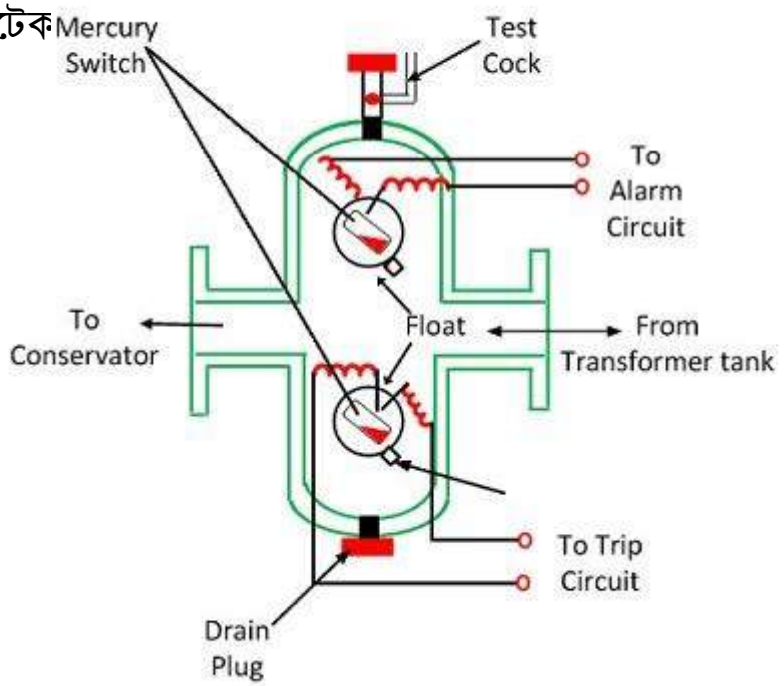
১১। আর্থ টার্মিনাল (Earth terminal): ট্রান্সফরমারের বডি আর্থ করার জন্য দুটি আর্থ টার্মিনাল থাকে। টার্মিনালে দুটিকে আর্থের সাথে উত্তমরুপে সংযোগ দিতে হয়। এভাবে বডি আর্থ করার মাধ্যমে নিরাপত্তা বিধান করা হয়।।

চিত্র নং-১২ (বুশিং)

নিম্নে ট্রান্সফরমারের প্রধান প্রধান অংশের সংক্ষিপ্ত বর্ননা দেওয়া হলোঃ

রিলে (Buchholz relay): হাই রেটিং ট্রান্সফরমার এর আরম্ভ ব্যবস্থাদির মধ্যে বুখল্জ
ম। বুখল্জ রিলে ট্রান্সফরমার ট্যাংক ও কনজারভেটরের সংযোগকারী পাইপের মধ্যে লাগানো
ফরমারে কোনো কারনে গ্যাস জমলে যাতে স্বয়ংক্রিয় ভাবে বন্ধ হয়ে যায় ঐ রিলেতে সেরকম
। আবার অনেক ট্রান্সফরমারে উপরের দিকে ভেন্ট পাইপ থাকে। এ পাইপের মুখ কাচ দিয়ে বন্ধ
ন অত্যাধিক চাপ সৃষ্টি হলে ঐ কাচ ফেটে গ্যাস বের হয়ে যায়।
া-রেটিং ডিস্ট্রিবিউওশন ট্রান্সফরমারে এইচআরসি ফিউজ, ড্রপ আউট ফিউজ, ছোট ধরণের সার্কিট
দি ব্যবহার করা হয়। 500 kVA এর উর্ধ্বে রেটিং বিশিষ্ট ট্রান্সফরমারে প্রটেকশনের জন্য বুখল্জ
কারেন্ট প্রটেকশন , ডিফারেনশিয়াল প্রটেকশন, মার্জ প্রাইস সিস্টেম প্রটেক
ত্যাদি ব্যবহৃত হয়ে থাকে।





Buchholz Relay

। ট্রান্সফরমারের গঠনের জন্য ব্যবহৃত জিনিসপত্র (The materials used for ransformer construction)

ন্সফরমার তৈরি করতে যে-সমস্ত জিনিসপত্রের প্রয়োজন তা নিম্নরুপঃ

সংকর ধাতুর স্টিলের শিট (0.22 mm – 0.35 mm পুরুত্ব এবং 4% সিলিকন মিশ্রিত)

ল্যামিনেটেড কোরঃ

(ক) কোল্ড রোল্ড কোর (Cold rolled core): CRGO (Cold Rolled Grain Oriented)

(খ) হট রোল্ড কোর (Hot rolled core): সিলিকন শিট

। ইনসুলেশনঃ (ক) বার্নিশ (খ) ফসফেটজি

ইনসুলেটিং পদার্থঃ লেদারওয়েট পেপার, কটন, সিল্ক, উড, পেপার, ফাইবার, রেজিন, মাইকা, অ্যাজবেস্টস, সিরামিক, বার্নিশ, পেপার ত্যাদি।

ইনসুলেটিং কপার ওয়্যার বা সুপার এনামেল ওয়্যার এবং কপার ফ্লাটবার।

অ্যাম্পিয়ার টিউব।

অ্যাম্পিয়ার ক্লথ।

এইচ.টি ও এল.টি টার্মিনাল হাউজিং।

(ক) হাই সাইড ও লো-সাইড বুশিং।

(খ) ট্যাপ চেঞ্জার।

(গ) কনজারভেটর।

(ঘ) ব্রিদার।

(ঙ) ট্রান্সফরমার ট্যাংক।

(চ) বুখল্জ রিলে।

(ছ) কুলিং ফ্যান।

(জ) ট্রান্সফরমার কয়েল

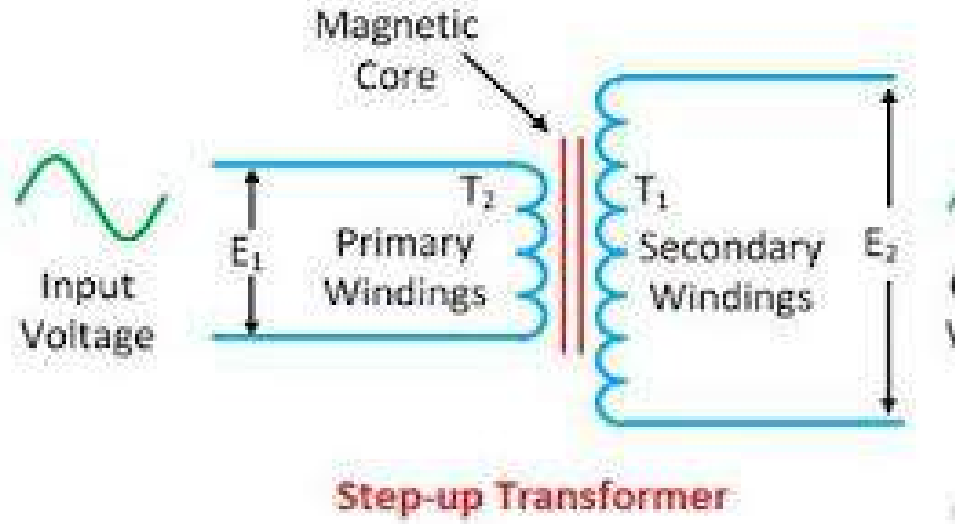
(ঝ) হাই সাইড ও লো-সাইড ওয়েইন্ডিং

ান্সফরমারের প্রকারভেদ (The types of transformer):

র, কয়েল, আকার-আকৃতি, ঠান্ডাকরণ এবং
হারের উপর ভিত্তি করে ট্রান্সফরমার বিভিন্ন প্রকারের
থাকে। এদের শ্রেণিবিভাগ নিম্নে প্রদান করা হলো-

কার্যপ্রণালি অনুযায় (According to the eration):

1.স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার (Step up transformer)
2.স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার (Step down nsformer)

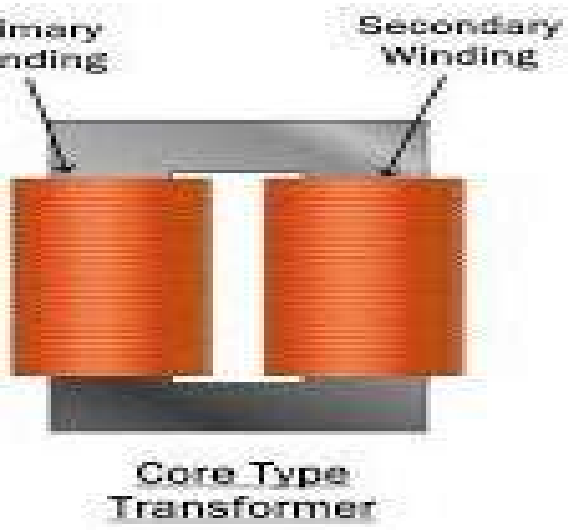


(খ) কোরের গঠন অনুসারে (According to the construction of core):

১। কোর টাইপ ট্রান্সফরমার (Core type transformer)

২। শেল টাইপ ট্রান্সফরমার (Shell type transformer)

৩। স্পাইরাল কোর টাইপ ট্রান্সফরমার (Spiral core type transformer)



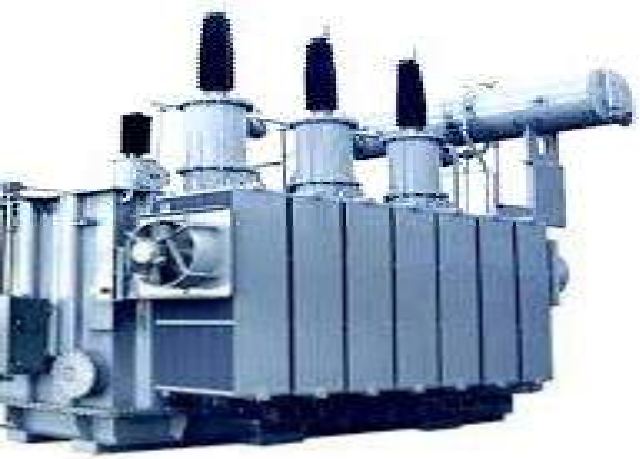
Core Type
Transformer

Shell Type
Transformer

Spiral Core Type Transforme

্যবহার বা প্রয়োগ অনুসারে (According to the use or cation):

- পাওয়ার ট্রান্সফরমার (Power transformer)
- ডিস্ট্রিবিউশন ট্রান্সফরমার (Distribution transformer)
- অটো-ট্রান্সফরমার (Auto-transformer)



Power transformer

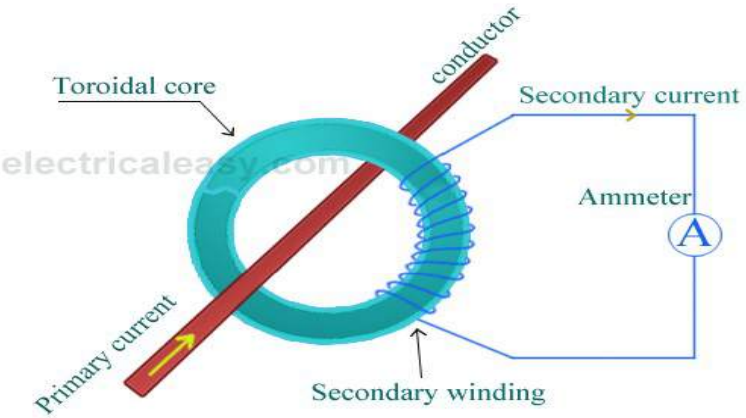
Distribution Transformer

Auto Transformer

4। ইনস্ট্রুমেন্ট ট্রান্সফরমার (Instrument transformer);
এটি আবার দুই প্রকারের হয়, যথা-

(ক) কারেন্ট ট্রান্সফরমার (Current transformer)

(খ) পটেনশিয়াল ট্রান্সফরমার (Potential transformer)



Current Transformer

Potential transformer

শীতলীকরণ পদ্ধতি অনুসারে (According to the cooling method):

। স্বাভাবিক বা ন্যাচারাল কুলিং ট্রান্সফরমার (Normal or natural cooling transfo
। উচ্চ চাপযুক্ত বাতাস দ্বারা কুলিং ট্রান্সফরমার (Forced air cool or Air blast type
sformer)
। তেলে নিমজ্জিত সেলফ কুলিং ট্রান্সফরমার (Oil-filled self cooled transforme
। তেলে নিমজ্জিত পানি দ্বারা কুলিং ট্রান্সফরমার (Oil-filled water cooled
sformer)
। তেলে নিমজ্জিত চাপযুক্ত বাতাস দ্বারা কুলিং ট্রান্সফরমার (Oil-filled forced air
ed transformer)
। তেলে নিমজ্জিত চাপযুক্ত ঠান্ডা তেল দ্বারা কুলিং ট্রান্সফরমার (Filled forced oil
ed transformer)।

স্থাপন প্রণালির উপর ভিত্তি করে (According to the set up):

I. ইনডোর টাইপ ট্রান্সফরমার (Indoor type transformer)

Indoor type transformer

স্থাপন প্রণালির উপর ভিত্তি করে (According to the set up):

আউটডোর টাইপ ট্রান্সফরমার (Outdoor type transformer)

Indoor type transformer

স্থাপন প্রণালির উপর ভিত্তি করে (According to the set up) :

পোল মাউন্টেড ট্রান্সফরমার (Pole mounted transformer)

Pole mounted transformer

স্থাপন প্রণালির উপর ভিত্তি করে (According to the set up):

আন্ডারগ্রাউন্ড ট্রান্সফরমার (Underground transformer)

Underground transformer

ফ্রিকুয়েন্সি অনুযায়ী (According to frequency):

- অডিও ফ্রিকুয়েন্সি ট্রান্সফরমার (Audio frequency transformer)
- রেডিও ফ্রিকুয়েন্সি ট্রান্সফরমার (Radio frequency transformer

Audio frequency Transformer

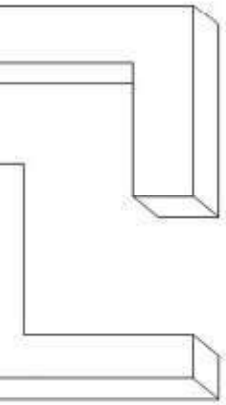
Radio frequency transformer

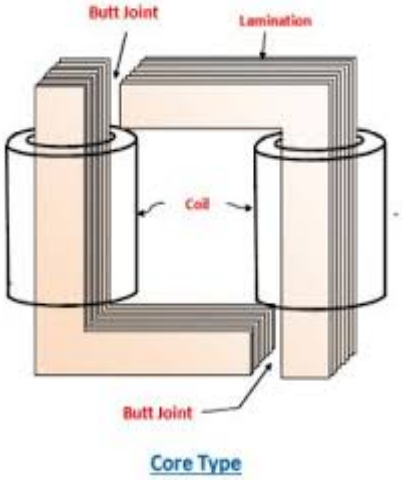
ফেজের সংখ্যার উপর ভিত্তি করে (According to the number of phase):
১. সিঙ্গেল ফেজ (Single phase)
২. পলি ফেজ (Polly phase)

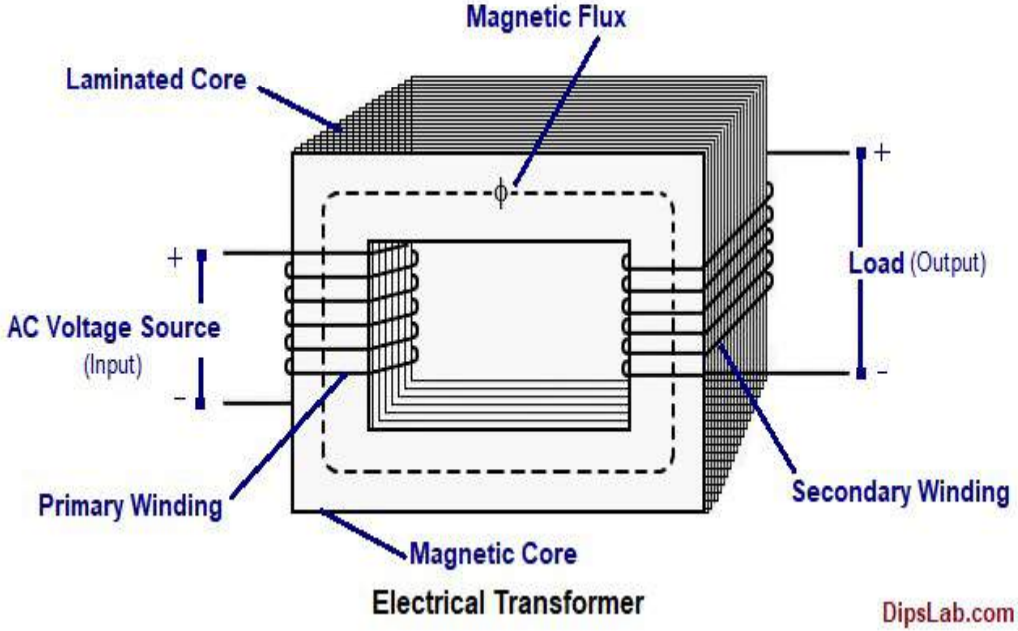
৬। কোর টাইপ, শেল টাইপ এবং স্পাইরাল কোর টাইপ ট্রান্সফরমার (Describe the core type, shell type and spiral core type transformer):

টাইপ ট্রান্সফরমারের গঠন (সিঙ্গেল ফেজ) (Construction of a core type transformer):

ট্রান্সফরমারের কোর গুলো কতগুলো আয়তাকার "এল" (L) আকৃতির ল্যামিনেটেড (Laminated) ইস্পাতের শিট দ্বারা তৈরি। এতে কয়েলগুলে
ধিকাংশ স্থান পরিবেষ্টিত করে থাকে। কোরের মধ্যে কেবলমাত্র একটি ম্যাগনেটিক সার্কিট তৈরি হয়। এরুপ কোরের দুই বিপরীত বাহুতে হাই ও
টেজ ওয়াইন্ডিং করা হয়। কয়েলগুলো কোরে বৃত্তাকারভাবে (Cylindrical type) অথবা স্যান্ডউইচভাবে (Sandwich type) বসানো হয়
াল টাইপে লো-ভোল্টেজ কয়েল কোরের নিকটে হাই-ভোল্টেজ কয়েল লো-

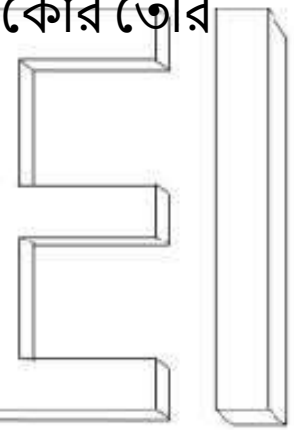


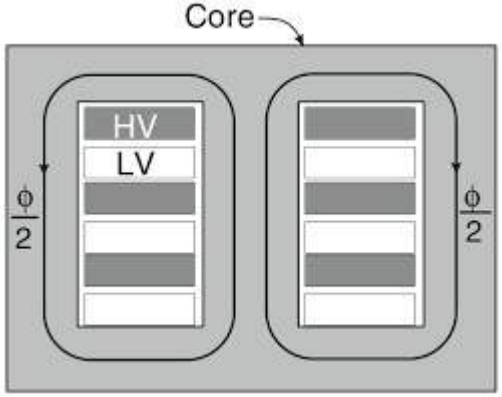


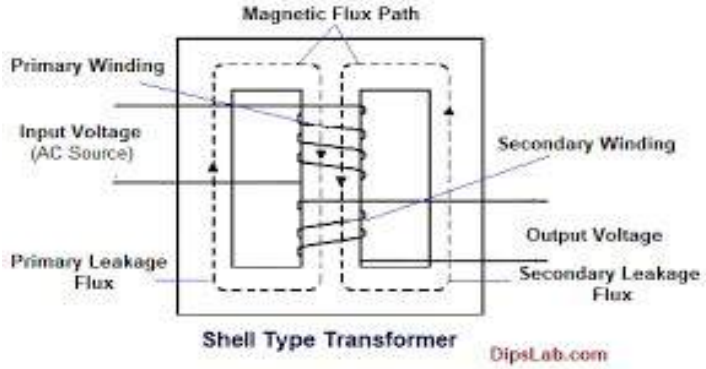


সিঙ্গেল ফেজ শেল টাইপ ট্রান্সফরমারের গঠন (Construction of a single phase shell type sformer):

নের ট্রান্সফরমারের কোরের গঠনও আয়তাকার হয়,তবে এতে তিনটি বাহু থাকে। এর দু'দিকের বাহু খালি এবং কেবলমাত্র মধ্যবর্তী বাহুতে উভয় ওয়াইন্ডিং করা হয়। এধরনের কোরকে শেল টাইপ বলা হয়, কারণ নেটিক সার্কিট ওয়াইন্ডিংয়ের অধিকাংশ স্থান পরিবেষ্টিত করে থাকে। মধ্যবর্তী বাহুতে উৎপন্ন ফ্লাক্স (ϕ) এটির কের বাহুতে উৎপন্ন ফ্লাক্সের যোগফলের সমান। যাতে এ ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স সমান দুই ভাগে ভাগ হয়ে সার্কিট ন্ন করতে পারে, সেজন্য মধ্যবর্তী বাহুর ক্ষেত্রফল এটির দু'দিকের বাহুর ক্ষেত্রফলের যোগফলের সমান রাখা সাধারণত, লো-ভোল্টেজ ওয়াইন্ডিং কোর সংলগ্ন এবং হাই-ভোল্টেজ ওয়াইন্ডিং লো-ভোল্টেজ ওয়াইন্ডিংয়ের র করা হয়। উভয় প্রকার ওয়াইন্ডিং-এর মাঝে ইনসুলেশন থাকে। কতকগুলো ইস্পাতের ল্যামিনেটেড শিট 'E' আকৃতির দারা একবার 'E' এর এক পাশে I এবং পরবর্তীতে বিপরীতক্রমে রেখে পর পর সাজিয়ে বাট জয়েন্ট কোর তৈরি য়। অবশ্য এভাবে কোর তৈরির সময় E- এর মধ্য বাহুতে ফর্মাসহ প্যাঁচানো ওয়াইন্ডিং প্রবেশ া হয়।





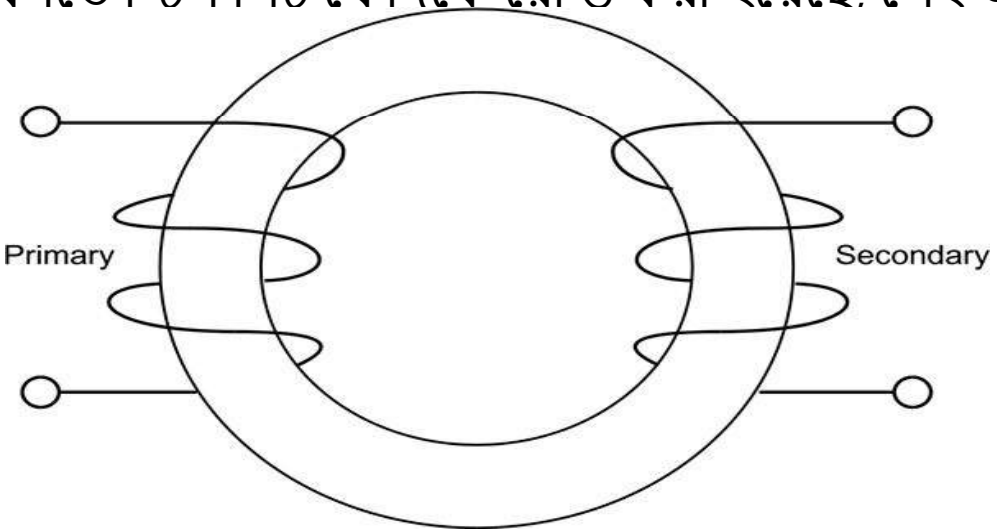


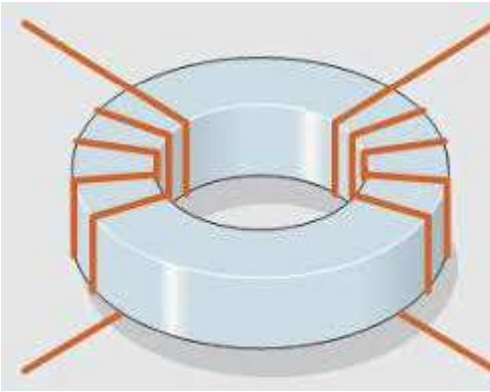
চিত্রঃ শেল টাইপ ট্রান্সফরমার

স্পাইরাল কোর ট্রান্সফরমার (Spiral core transformer):

রাল কোর ট্রান্সফরমার কোরের গঠন নতুন ধরনের বলা যায়। কতকগুলো স্টিলের ফিতা (Ribbon) বা পাতাকে
) বৃত্তাকারভাবে মাঝখানে প্রয়োজনীয় ফাঁকা জায়গা রেখে প্যাঁচানো হয়। এ কোরের একদিকে হাই-সাইড এবং
দিকে লো-সাইড ওয়াইন্ডিং করা হয় যা চিত্রে দেখানো হলো। এ জাতীয় গঠনে নিম্নোক্ত সুবিধাসমূহ পাওয়া যায়
। কোর অপেক্ষাকৃত মজবুত হয়।
। উচ্চ ফ্লাক্স ডেনসিটিতে আয়রন লস কম হয়।
। উৎপাদন খরচ কম হয়।

নের গঠনে চুম্বকীয় পথ সক্রিয় থাকে স্বল্পদৈর্ঘ্যের বৃহৎ ক্ষেত্রফলে একটিমাত্র সক্রিয় এয়ার গ্যাপের সৃষ্টি হয়।
কমে এবং কোরের ভেদ্যতা বৃদ্ধি পায়, কারণ কোর ফ্লাক্স এর গমন পথ গ্রেইন (Grain) এর দিকে থাকে। গ্রেইন
রকশন (Direction of grain) বলতে স্টিল শিট যে দিকে রোল্ড করা হয়েছে, সেই অভিমুখ বুঝায়।





৭। কোর টাইপ এবং শেল টাইপ ট্রান্সফরমারের তুলনা (Compare the core type and hell type transformer):

কার টাইপ এবং শেল টাইপ ট্রান্সফরমারের পার্থক্য বা তুলনাঃ

কোর টাইপ	শেল টাইপ
। এক্ষেত্রে কোরের ম্যাগনেটিক সার্কিটের উল্লেখযোগ্য অংশকে ওয়াইন্ডিং বা কয়েল বেষ্টিত করে।	১। এক্ষেত্রে ম্যাগনেটিক সার্কিট ওয়াইন্ডিং বা কয়েলে উল্লেখযোগ্য অংশকে বেষ্টিত করে থাকে।
। কোরের মধ্যে কেবলমাত্র একটি ম্যাগনেটিক সার্কিট তরি হয়।	২। কোরের ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স সমান দুই ভাগে ভাগ হয়ী দু'টি ম্যাগনেটিক সার্কিট সৃষ্টি করে
। গঠন সহজ।	৩। গঠন জটিল।
। মেরামত সহজে করা যায়।	৪। মেরামত সহজে করা যায় না।
। আকারে ছোট হয়।	৫। আকারে বড় হয়।
। এক্ বাহুতে প্রাইমারি ও অপর বাহুতে সেকেন্ডারি য়াইন্ডিং করা হলে লিকেজ ফ্লাক্স কমানোর লক্ষ্যে প্রতি াহুতে প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং করা থাকে ।	৬। মধ্য বাহুতে প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং থাকে, ফলে লিকেজ ফ্লাক্সের পরিমাণ অনেক কম হ
। ডিস্ট্রিবিউশন ট্রান্সফরমার (সিঙ্গেল ফেজ ও থ্রি ফেজ) হিসাবে এবং পাওয়ার ট্রান্সফরমার (থ্রি-ফেজ মাঝারি ও ড়) হিসাবে ব্যবহৃত হয়।	৭। ডিস্ট্রিবিউশন ট্রান্সফরমার (সিঙ্গেল ফেজ) হিসাবে এবং কিছু কিছু ক্ষেত্রে বৃহৎ পাওয়ার ট্রান্সফরমারে ব্যবহৃত হয়।

৭। কোর টাইপ এবং শেল টাইপ ট্রান্সফরমারের তুলনা (Compare the core type and hell type transformer):

কার টাইপ এবং শেল টাইপ ট্রান্সফরমারের পার্থক্য বা তুলনাঃ

কোর টাইপ	শেল টাইপ
৭। ওয়াইন্ডিংসমূহকে সহজেই ইনসুলেট এবং বিপেয়ার করা যায়।	৮। ওয়াইন্ডিংসমূহকে রিপেয়ার করা কঠিন কাজ
৮। কয়েলগুলো সিলিন্ড্রিক্যাল এবং ডিস্ক টাইপ য়ে থাকে।	৯। কয়েলগুলো সিলিন্ড্রিক্যাল এবং স্যান্ডউইচ টাইপ হয়ে থাকে।
০। সিঙ্গেল ফেজের জন্য কোরের বাহু দু'টি াকে এবং থ্রি-ফেজের জন্য বাহুর সংখ্যা তিনটি।	১০। সিঙ্গেল ফেজের জন্য কোরে বাহু তিনটি থ এবং থ্রি-ফেজের জন্য বাহুর সংখ্যা পাঁচটি।
১। কোর হিসাবে হট রোল্ড কোর (Hot rolled ore) ব্যবহৃত হয়।	১১। কোর হিসাবে কোল্ড রোল্ড কোর (Cold roll core) ব্যবহৃত হয়।

বাড়ির কাজ

১। ট্রান্সফরমারের কার্যপ্রণালি চিত্র সহকারে বর্ণনা কর।
২। একটি ট্রান্সফরমারের নিজ কার্যসম্পাদনের সময় কী কী শর্ত পালন করে
৩। চিত্রসহ কোর টাইপ ট্রান্সফরমারের গঠনপ্রণালি বর্ণনা কর।
৪। চিত্রসহ শেল টাইপ ট্রান্সফরমারের গঠনপ্রণালি বর্ণনা কর।
৫। কোর টাইপ এবং শেল টাইপ ট্রান্সফরমারের মধ্যে পার্থক্য কী কী?

সবাইকে ধন্যবাদ

- পাঠ পরিচিতি

- বিষয়ঃ এসি মেসিনস-১ (৬৬৭৬১)
- ৬ষ্ঠ পর্ব (ইলেকট্রিক্যাল)
- ২য় অধ্যায়
- ট্রান্সফরমারের ই,এম,এফ,সমীকরণ, ট্রান্সফরমেশন রেশিও এবং বিভিন্ন প্রকার অপচয়।(E.M.F Equation, Transformation Ratio &Different losses of Transformer)

এ অধ্যায়ের পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা জানতে পারবেঃ

১. ট্রান্সফরমারের ই,এম,এফ সমীকরণের সংজ্ঞা।

২. ট্রান্সফরমারের ই,এম,এফ সমীকরণ নির্ণয়করণ।

৩. ট্রান্সফরমারের ভোল্টেজ রেশিও,কারেন্ট রেশিও এবং ট্রান্সফরমেশন রেশিও নির্ণয়করণ

৪. ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন লসের সম্পর্কে ধারনা।

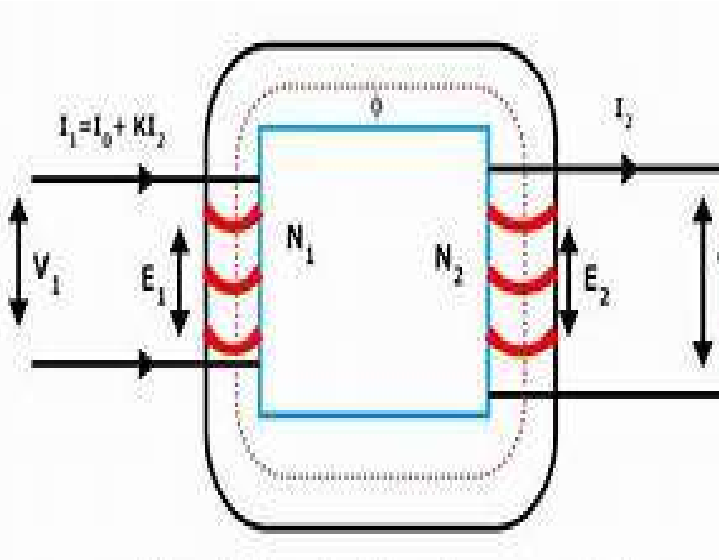
৫. হিসটেরেসিস লস্, এডি কারেন্ট লস, কোর লস এবং কপার লসের ব্যাখ্যা করন।

৬. ট্রান্সফরমারের ই,এম,এফ সমীকরনের সমস্যার সমাধান করতে পারবে।

২.১। ট্রান্সফরমারের ই,এম,এফ সমীকরণের সংজ্ঞাঃ(Define E.M.F equation)

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

সাধারণত ই,এম,এফ সমীকরণ হলো $E=4.44\ \Phi m\ f\ N$ Volt



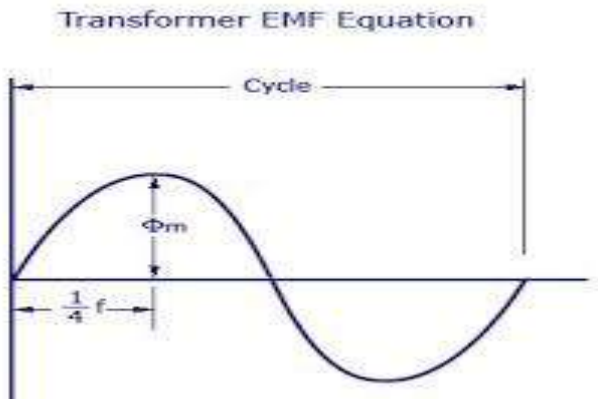
এখানে, Φm =Flux in Weber

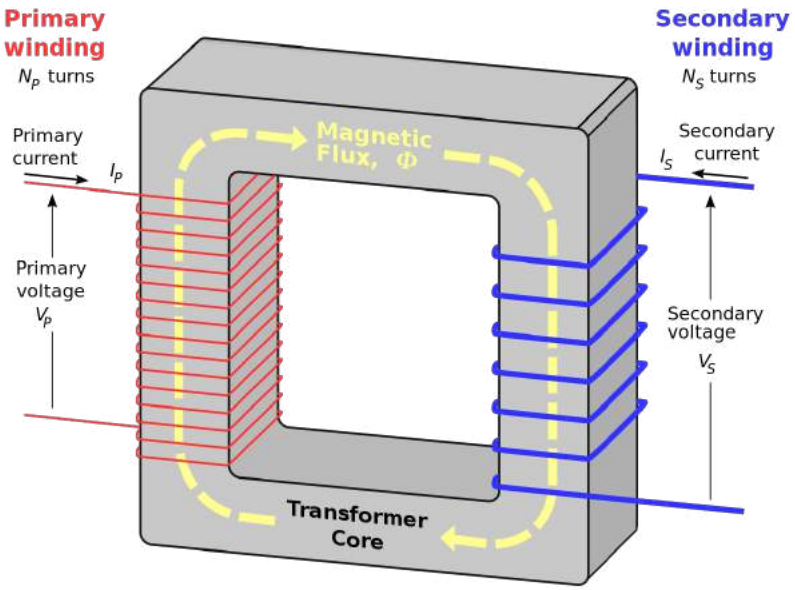
f=frequency

N=Number of Turns

২.২। ই,এম,এফ সমীকরণ নির্ণয় (Derive E.M.F equation)

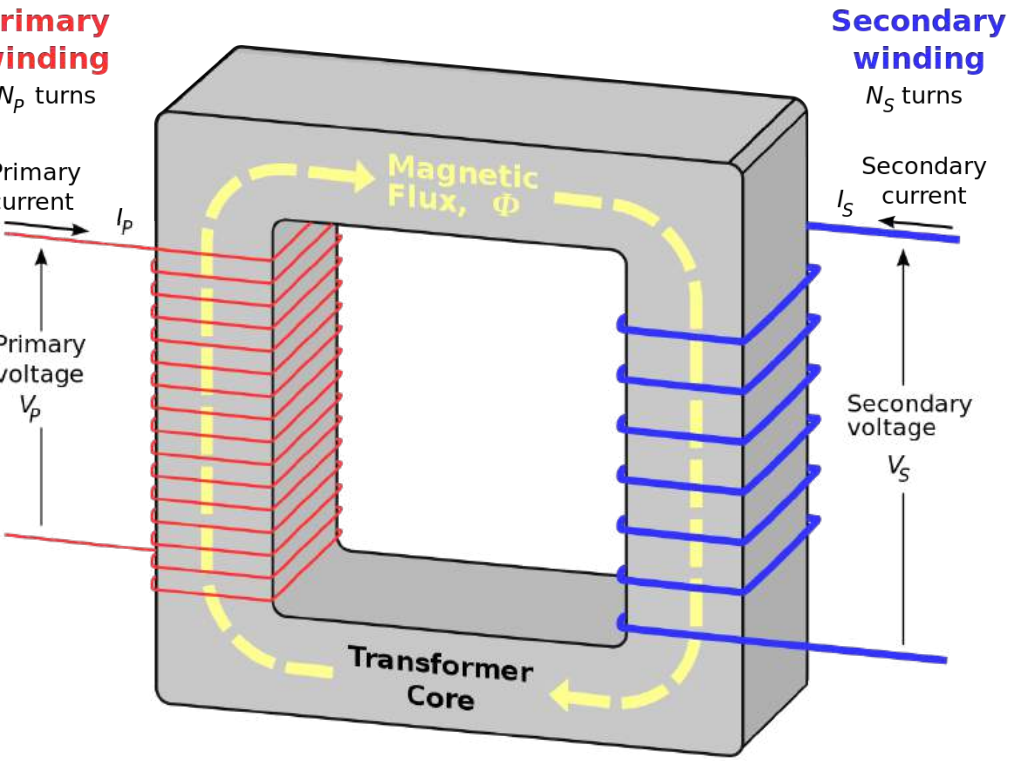
এখানে আরোপিত ভোল্টেজ Vp কে সাইন ওয়েভ ধরা হয়েছে। মিউচুয়াল ফ্লাক্সও সাইনুসয়ডাল (Sinusoidally) অনুযায়ী পরিবর্তন হবে।এআ অবস্থায় আবিষ্ট (Induced) ভোল্টেজ Ep এবং Es সাইন ফাংশন অনুযায়ী পরিবর্তন হয়।কয়েলে আবিষ্ট ভোল্টেজ ফ্যারাডের সুত্র অনুযায়ী এবং আবিষ্ট ভোল্টেজের অভিমুখ লেন্‌জের নিয়ম অনুযায়ী হবে।



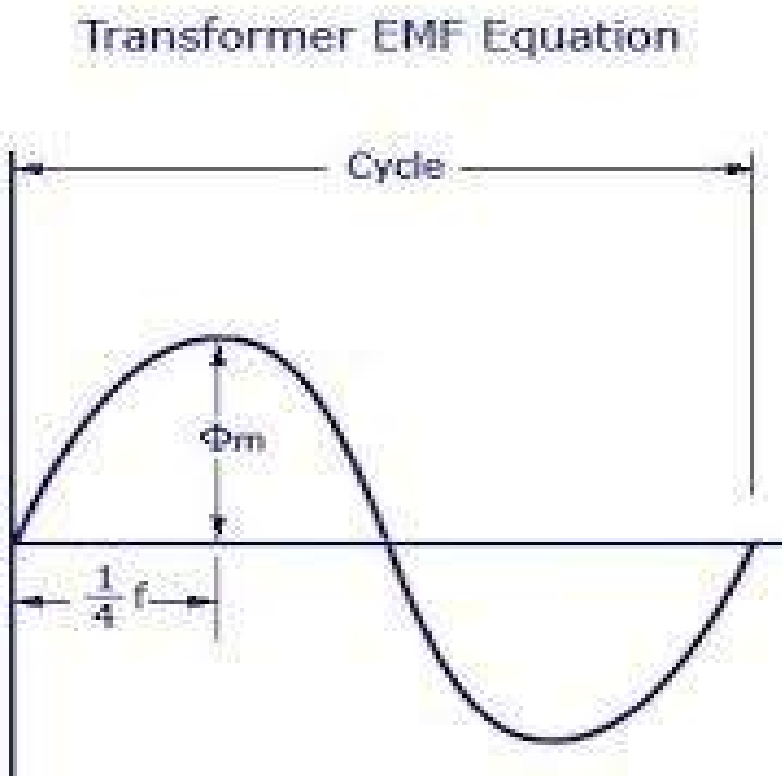


২.২। ই,এম,এফ সমীকরণ নির্ণয় (Derive E.M.F equation)

ফ্লাক্স/সাইন ওয়েভ



চিত্র নং- ১



চিত্র নং- ২

২.২। ই,এম,এফ সমীকরণ নির্ণয় (Derive E.M.F equation)

এখানে,

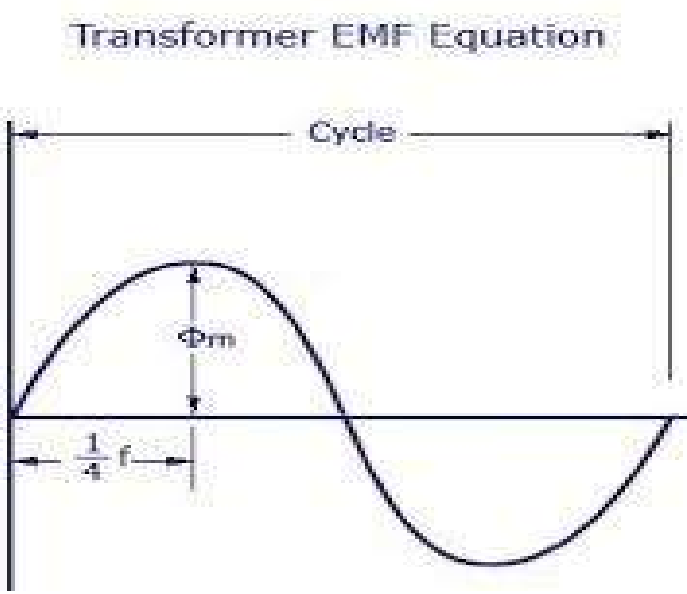
Np= প্রাইমারি কয়েলের টার্ন সংখ্যা

Ns= সেকেন্ডারি কয়েলের টার্ন সংখ্যা

Φm = কোরের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত সর্বোচ্চ ফ্লাক্স

$= Bm \times A$

f=ফ্রিকুয়েন্সি



চিত্র নং-২

চিত্র- ২ হতে দেখা যায় যে,টাইম পিরিয়ডের চার ভাগের এক ভাগ সময়ে (অর্থাৎ (1 / 4f সেকেন্ডে) ফ্লাক্স এর মান শূন্য হতে সর্বোচ্চ মান Φm পৌছায়।

অতএব,ফ্লাক্স পরিবর্তনের গড় হার= $\Phi m /(1 / 4f)$

$= 4f\ \Phi m$ ওয়েবার/সেকেন্ড বা ভোল্ট

এখন প্রতি টার্নে ফ্লাক্স পরিবর্তনের জন্য প্রতি টার্নে ই,এম,এফ ইনডিউসড হবে।

গড় ই,এম,এফ/টার্ন = $4f\,\Phi m$ ভোল্ট

যদি ফ্লাক্স সাইনুসয়ডালি পরিবর্তন হয়,তবে গড় ই,এম,এফ-কে ফরম ফ্যাক্টর দ্বারা গুণ করলে RMS মান পাওয়া যায়।

আমরা জানি,ফরম ফ্যাক্টর=RMS মান/গড় মান =1.11

অতএব,প্রতি টার্নে ইনডিউসড ই,এম,এফ এর RMS মান = $1.11\times4f\,\Phi m$

$= 4.44f\,\Phi m$ ভোল্ট

তাহলে, সমগ্র কয়েলে উৎপন্ন ই,এম,এফ, $E= 4.44fN\,\Phi m$ ভোল্ট

যদি প্রাইমারি কয়েলে ইনডিউসড ই,এম,এফ Ep এবং টার্ন সংখ্যা Np হয় তবে প্রাইমারি

কয়েলে ইনডিউসড ভোল্টেজ হবে

$Ep=4.44fNp\,\Phi m$ ভোল্ট--------(1)

আবার যদি সেকেন্ডারি কয়েলের ইনডিউসড ই,এম,এফ Es এবং টার্ন সংখ্যা Ns হয় তবে

সেকেন্ডারি কয়েলের ইনডিউসড ভোল্টেজ হবে

$Es= 4.44fNs\,\Phi m$ ভোল্ট----------(2

২.৩। ভোল্টেজ রেশিও, কারেন্ট রেশিও, ট্রান্সফরমেশন রেশিও (VoltageRatio,Current Ratio and Transformation Ratio)

ভোল্টেজ রেশিও(Voltage Ratio):

ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি

আবিষ্ট ভোলেটজের অনুপাতকে **ভোল্টেজ রেশিও বলে।**

আমরা জানি

প্রাইমারি আবিষ্ট ভোল্টেজ $Ep= 4.44fNp\ \Phi m$ ভোল্ট--------(1)

সেকেন্ডারি আবিষ্ট ভোল্টেজ $Es= 4.44fNs\ \Phi m$ ভোল্ট----------(2)

(1)/(2)

$$Ep/Es = (4.44fNp\ \Phi m)\ /(\ 4.44fNs\ \Phi m)$$

$$=Np/Ns \text{ ----------(3)}$$

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

এখানে a=ট্রান্সফরমেশন রেশিও

কারেন্ট রেশিও (Current Ratio)

ট্রান্সফরমারের উভয় ওয়াইন্ডিং-এ কারেন্টের অনুপাত এর

ওয়াইন্ডিংদ্বয়ের প্যাঁচ ও ভোল্টেজ রেশিওর উল্টানুপাতের সমান হয়ে

থাকে। একে কারেন্ট রেশিও বলে।

আমরা জানি,ট্রান্সফরমারের ইনপুট পাওয়ার এবং আউটপুট পাওয়ার

সমান। অর্থাৎ $E_p I_p = E_s I_s$

$$\therefore \frac{I_s}{I_p} = \frac{E_p}{E_s} = a$$

অনুরুপভাবে, আমরা জানি, ট্রান্সফরমারের উভয় দিকের অ্যাম্পিয়ার টার্ন সমান। অর্থাৎ,

$$N_p I_p = N_s I_s$$

$$\therefore \frac{I_s}{I_p} = \frac{N_p}{N_s} = a$$

টার্ন রেশিও বা ট্রান্সফরমেশন রেশিও (Turns ratio or Transformation ratio):

ট্রান্সফরমারের উভয় দিকের ইনডিউসড ভোল্টেজ এবং কারেন্ট ও কয়েলের প্যাঁচের সংখ্যার সাথে একটী নির্দিষ্ট অনুপাত মেনে চলে। এটা টার্ন রেশিও বা ট্রান্সফরমেশন রেশিও নামে পরিচিত।এ রেশিওকে "a" দ্বারা (অনেক ক্ষেত্রে k দ্বারা) সূচিত করা হয়।

অর্থাৎ, $\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} = a$ এখানে a=ট্রান্সফরমেশন রেশিও

ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারির প্যাচেঁর সংখ্যার অনুপাত তাদের মধ্যে আবিষ্ট ভোল্টেজের অনুপাতের সমান।

অর্থাৎ, $a = \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$

একটি সিঙ্গেল ফেজ ট্রান্সফরমারের ক্ষেত্রে ভোল্টেজ এবং টার্ন রেশিও সমান থাকে কিন্তু থ্রি ফেজ এর
ট্রান্সফরমারের সংযোগের উপর নির্ভর করে।

স্টার-ডেলটা সংযোগের জন্য-

$$\frac{V_p}{N_p} = \frac{V_s}{\sqrt{3}N_s}$$

$$or, \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{\sqrt{3}N_s}$$

এবং ডেল্টা-স্টার সংযোগের ক্ষেত্রে-

$$\frac{V_p}{\sqrt{3}N_p} = \frac{V_s}{V_p}$$

$$or \quad \frac{V_p}{V_s} = \sqrt{3}\frac{N_p}{N_s}$$

কারন স্টার-সংযোগে ফেজ ভোল্টেজ $V_p = \frac{1}{\sqrt{3}} V_L$ এবং ডেল্টা- সংযোগে $V_p = V_L$ ফেজ ভোল্টেজ
ভোল্টেজ।

কিন্তু ট্রান্সফরমার 3-ϕ হলেও যদি উভয় পাশে একই ধরনের সংযোগ হয় অর্থাৎ স্টার-স্টার কিংবা ডেল্টা- ডেল্টা , তবে সেক্ষেত্রে ভো
টার্ন

রেশিও-এর মান একই থাকবে। (1-ϕ এর মতে হবে।

ট্রান্সফরমেশন রেশিওর সমস্যার সমাধান (Solve problems on transformation ratio):

প্রশ্নঃ-১। একটি 25kVA,1920/240 V, 50 Hz সিঙ্গেল ফেজ ট্রান্সফরমারের স্টেপ ডাউন হিসাবে ব্যবহার করা হচ্ছে। বের কর-

(ক)টার্ন রেশিও

(খ) হাই ভোল্টেজ ও লো ভোল্টেজ সাইডে কারেন্টের পরিমাণ।

সমাধানঃ এখানে, Ep=1920 volt, Es=240 volt

(ক)আমরা জানি,টার্ন রেশিও,$a = Ep/ES = Np/Ns = 1920/240 = 8$

(খ)লো ভোল্টেজ সাইডে কারেন্ট,$Is = (25\times1000)/240 = 104$ Amps

হাই ভোল্টেজ সাইডে কারেন্ট,$Ip = (25\times1000)/1920 = 13.02$ Amps

ট্রান্সফরমেশন রেশিওর সমস্যার সমাধান (Solve problems on transformation ratio):

প্রশ্নঃ-২। একটি ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং এর টার্ন সংখ্যা 150 এবং সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এর টার্ন সংখ্যা 900। এর ইনপুট প্রাইমারি ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মান যথাক্রমে 300V ও 3A হলে আউটপুট সেকেন্ডারি ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মান কত বের কর।

সমাধানঃ

দেয়া আছে,

প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং এর টার্ন সংখ্যা, $N_p = 150$

সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এর টার্ন সংখ্যা, $N_s = 900$

ইনপুট প্রাইমারি ভোল্টেজ, $V_p = 300V$

ইনপুট প্রাইমারি কারেন্ট, $I_p = 3A$

সেকেন্ডারি ভোল্টেজ, $V_s = ?$

সেকেন্ডারি কারেন্ট, $I_s = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p} = a$$

এখানে, ট্রান্সফরমার রেশিও, $a = \frac{N_p}{N_s} = \frac{150}{900} = \frac{1}{6}$

সেকেন্ডারি ভোল্টেজ, $V_s = \frac{V_p}{a} = 300 \times 6 = 1800V$

এবং সেকেন্ডারি কারেন্ট, $I_s = aI_p = \frac{1}{6} \times 3 = 0.5A$

২.৪। ট্রান্সফরমারের অপচয়ের তালিকা (List the losses in Transformer)

ট্রান্সফরমার একটি স্থির ধরনের ডিভাইস। এজন্য এতে কোনো ঘর্ষন বা বাতাসের বাঁধাজনিত অপচয় নেই। ট্রান্সফরমার লস বলতে নো
লোড ও ফুল-লোড অবস্থায় যে-সকল লস্ দেখা যায়, তাকে বুঝায়। সাধারণ ট্রান্সফরমারে দুই ধরণের লস্ হয়ে থাকে, যথা-

১। কোর লস্ বা আয়রন লস (Core loss or iron loss):
(ক) এডি কারেন্ট লস (Eddy current loss)
(খ) হিস্টেরেসিস লস্ (Hysteresis loss)

এই কোর লসের পরিমাণ ট্রান্সফরমারের যে-কোনো লোডে একই থাকে। তবে প্রাইমারিতে আরোপিত ভোল্টেজের হ্রাস-বৃদ্ধির উপর এ
লস যথাক্রমে কম ও বেশি হয়।

২। কপার লস বা I^2R লস (Copper loss or I^2R loss): এটা লোডের উপর নির্ভর করে।

২.৫। হিসটেরেসিস লস্, এডি কারেন্ট লস, কোর লস এবং কপার লসের ব্যাখ্যা (Explain hysteresis loss, eddy current loss, core loss and copper loss):

(ক) হিসটেরেসিস লস্ (Hysteresis loss) :

অল্টারনেটিং কারেন্ট প্রতি অর্ধ-সাইকেল অন্তর অন্তর দিক পরিবর্তন করে। ফলে চুম্বকীয় ফ্লাক্স একবার সর্বোচ্চ পজিটিভ মানে আরেকবার সর্বোচ্চ নেগেটিভ মানে পর্যায়ক্রমে পরিবর্তিত হয়। কোরে চুম্বক ক্ষেত্রের মেরুর দিক পরিবর্তন হয়। এ পর্যায়ক্রমিক চুম্বকীকরণ ও বিচুম্বকীকরণের ফলে কোরে অণুচুম্বকগুলো খুবই দ্রুত স্ব স্ব স্থানে নড়াচড়া করতে থাকে ও বার বার দিক বদলাতে থাকে এবং তাদের মধ্যে সংঘর্ষণের ফলে পাওয়ার ব্যায়িত হয়। এই পাওয়ার ঘাটতিকেই হিসটেরেসিস লস্ বলে। ড.স্টেইনমেটজ এর ইমপেরিক্যাল ফর্মুলা হতে দেখা যায় যে, কোনো একটি চুম্বক পদার্থের হিসটেরেসিস লস্ উক্ত পদার্থের প্রতিষ্ঠিত সর্বোচ্চ ফ্লাক্স ডেনসিটির 1.6 তম পাওয়ারের সাথে সরাসরি সমানুপাতিক।

অর্থাৎ, হিসটেরেসিস লস্,

$$P_h = K_h f B_m^{1.6} \quad W/m^3$$

এখানে, $K_h =$ ধ্রুব সংখ্যা; এটি ব্যবহৃত কোরের আয়তন এবং গুনাগুনের উপর নির্ভর করে।

$B_m =$ কোরের সর্বোচ্চ ফ্লাক্স ডেনসিটি

$f =$ ফ্রিকুয়েন্সি

২.৫। হিসটেরেসিস লস্, এডি কারেন্ট লস, কোর লস এবং কপার লসের ব্যাখ্যা (Explain hysteresis loss, eddy current loss, core loss and copper loss):

হিসটেরেসিস লসের কারণঃ

১। কোরে তাপীয় বা তাপ হিসেবে শক্তি ব্যয়।
২। কোর বা মজ্জার ধারণক্ষমতা।
৩। এসি সার্কিটে যখন চৌম্বকীকরণ কারেন্ট দিক পরিবর্তন করে।

হিসটেরেসিস লসের প্রভাবঃ

হিসটেরেসিস লস যত বেশি হবে তাপ উৎপন্ন তত বেশি হবে।ফলে পাওয়ার লস বৃদ্ধি পাবে ও ইনসুলেশন তত ক্ষতিগ্রস্ত হবে।

হিসটেরেসিস লস কমানোর উপায়ঃ

হিসটেরেসিস লস্ কমানোর জন্য উচ্চ গুনসম্পন্ন ম্যাগনেটিক শিটের কোর,যেমন-ম্যাংগানিজ স্টিল বা সিলিকন স্টিল ব্যাবহার করা হয়।

২.৫। হিসটেরেসিস লস্, এডি কারেন্ট লস, কোর লস এবং কপার লসের ব্যাখ্যা (Explain hysteresis loss, eddy current loss, core loss and copper loss):

(খ) এডি কারেন্ট লস (Eddy Current Loss):

যখন একটি বৈদ্যুতিক চুম্বকের কয়েলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত কারেন্ট পরিব
থাকে তখন

এর চতুষ্পার্শ্বস্থ চৌম্বকক্ষেত্রও পরিবর্তিত হয় ও কোর পদার্থকে কর্তন করে
কোরে

ভোল্টেজের সৃষ্টি হয় এবং এ ভোল্টেজের কারণে কোরে একটি কারেন্ট অ
হতে থাকে।

এ আবর্তিত কারেন্টকেই এডি কারেন্ট (Eddy current) বলে।

এডি কারেন্ট কোরের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার সময় কোর রেজিস্ট্যান্স
বাধাগ্রস্ত হয়ে

যে [redacted] সৃষ্টি [redacted] কারেন্ট [redacted]

২.৫। হিসটেরেসিস লস্, এডি কারেন্ট লস, কোর লস এবং কপার লসের ব্যাখ্যা (Explain hysteresis loss, eddy current loss, core loss and copper loss):

(খ) এডি কারেন্ট লস (Eddy Current Loss):

ড. স্টেইনমেটজ এর ফর্মুলা থেকে দেখা যায় যে, কোন একটি চৌম্বক পদার্থের এডি কারেন্ট লস উক্ত প্রতিষ্ঠিত সর্বোচ্চ ফ্লাক্স ডেনসিটি এবং ফ্রিকুয়েন্সির বর্গের সাথে সরাসরি সমানুপাতিক। অর্থাৎ এডি ক লস-

$$P_e = K_e f^2 B_m^2 t^2$$

এখানে, $K_e =$ ধ্রুব সংখ্যা। এটি ব্যবহৃত কোরের আয়তন ,ল্যামিনেশন পুরুত্ব এবং স্টিলের (কোর) রেজিস্টিভিটির উপর নির্ভর করে।

$t =$ ফ্রিকুয়েন্সি

ল্যামিনেশনের পুরুত্ব,মিটারে

এডি কারেন্ট লস কমানোর উপায়ঃ

উচ্চমানের সিলিকন স্টিলের খুব পাতলা পাতলা শিটের উভয় দিকে ইনসুলেশন বার্নিশ দিয়ে

তৈরি করে এডি কারেন্ট লস্ কমানো যায়।

২.৫। হিসটেরেসিস লস্, এডি কারেন্ট লস, কোর লস এবং কপার লসের ব্যাখ্যা (Explain hysteresis loss, eddy current loss, core loss and copper loss):

(গ) কোর লস (Core loss):

কোর লস বা আয়রন লস হলো এডি কারেন্ট লস এবং হিসটেরেসিস লসের সমষ্টি। অর্থাৎ কোর লস $P_c = P_h + P_e$

এ কোর লস কোনো ট্রান্সফরমারের জন্য নির্দিষ্ট থাকে অর্থাৎ ট্রান্সফরমারের নো-লোড থেকে ফুল লোডের যেকোনো অবস্থায় থাকে। কারণ ট্রান্সফরমারের জন্য কোর লস মিউচুয়াল ফ্লাক্সের বর্গের সমানুপাতিক হয়। অর্থাৎ $P_c \propto \phi_m^{\,2}$

এ মিউচুয়াল ফ্লাক্স কোরে প্রতিষ্ঠিত হয় এবং এর মান লোডের সাথে সম্পর্কযুক্ত নয়। মিউচুয়াল ফ্লাক্স প্রাইমারিতে আরোপিত ভোল্টেজের পরিমাণের উপর নির্ভর করে। অর্থাৎ আরোপিত ভোল্টেজের হ্রাস ও বৃদ্ধি হলে মিউচুয়াল ফ্লাক্সেরও হ্রাস-বৃদ্ধি ঘ আরোপিত ভোল্টেজ কোনো পরিবর্তন না করলে মিউচুয়াল ফ্লাক্সেরও কোনো পরিবর্তন হয়না। ফলে কোর লস একই থাকে লোডের হ্রাস-বৃদ্ধির উপর নির্ভর করেনা। পক্ষান্তরে, লোড হ্রাস-বৃদ্ধি হলে লোড কারেন্ট কম ও বেশি হয় এবং সে অনুযায়ী ক কম বা বেশি হয়।

কোর লস কমানোর উপায়ঃ

হাই সিলিকনযুক্ত পাতলা ল্যামিনেটেড শিট দ্বারা কোর তৈরি করে এই লস কমানো যায়। ট্রান্সফরমারের ওপেন সার্কিট টেস্ট দ্বারা এই লস

(ঘ) কপার লস (Copper loss):

ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এর যে ওহমিক রেজিস্ট্যান্স থাকে তার জন্য যে লস হয়,তাকে কপার লস বলে।কপার লস লোডের সাথে সম্পর্কযুক্ত। লোড বাড়ার সাথে সাথে এ অলস বাড়তে থাকে। এ লস I^2 R দ্বারা নির্ণয় করা হয়। কপার লস কারেন্টের বর্গের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ ,কপার লস, $P_C \infty I^2$

অথবা, $P_C \infty (kVA)^2$

এ কপার লসের প্রিমাণ শর্ট সার্কিট টেস্ট থেকে পাওয়া যায়। ট্রান্সফরমারের ক্ষেত্রে উভয় ওয়াইন্ডিং-এ

কপার লস হয়। কাজেই সেক্ষেত্রে মোট কপার লস = $I_p^2 R_p + I_s^2 R_s$,ট্রান্সফরমারের রেটেড kVA-এর

চেয়ে লোড কম বা বেশি হলে কপার লসও সে অনুপাতে না হয়ে খুব দ্রুত কমে বা বৃদ্ধি পায়। উদাহরণস্বরুপ, কোনো ট্রান্সফরমারের রেটেড kV
100W কপার লস হলে 1/2 লোডে, 3/4 লোডে ও দ্বিগুণ লোডে কপার লস হবে যথাক্রমে,

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

২। $(\frac{3}{4})^2 \times 100 = 56\ .25\ W$

৩। $(2)^2 \times 100 = 400\ W$

২.৬। ই.এম.এফ সমীকরণের সমস্যার সমাধান (Solve problems on E.M.F equation):

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলিঃ

$$(1) E_p = V_p = 4.44\phi_m f N_p \times 10^{-8} Volt$$

$$(2) E_s = V_s = 4.44\phi_m f N_s \times 10^{-8} Volt$$

$$(3) \phi_m = B_m \times A$$

$$(4) a = \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

$$(5) I_p = \frac{kVA \times 1000}{V_p}$$

$$(6) I_s = \frac{kVA \times 1000}{V_s}$$

ϕ_m মান ম্যাক্সওয়েলে দেওয়া থাকলে সমীকরণকে 10^{-8} দ্বারা করতে হবে আর ϕ_m মান ওয়েবারে দেওয়া থাকলে 10^{-8} দ্বারা করতে হবেনা।

২.৬। ই.এম.এফ সমীকরণের সমস্যার সমাধান (Solve problems on E.M.F equation):

প্রশ্ন -১। একটি 1000 kVA, 11kV/440V, 50 c/s ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারি টার্নসংখ্যা 200, কোরের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 150 বর্গসেন্টিমিটার। নির্ণয় করঃ (ক) সর্বোচ্চ ফ্লাক্স ডেনসিটি (খ) প্রাইমারি সাইডের টার্নসংখ্যা।

সমাধানঃ

দেওয়া আছে

$$E_p = 11\ kV = 11 \times 10^3 V = 11000\ V$$

$$E_s = 440\ V$$

$$f = 50\ c/s$$

$$N_S = 200$$

$$A = 150\ cm^2 = 150 \times 10^{-4} m^2$$

(ক) $B_m = \phi_m \times A = ?$

(খ) $N_p = ?$

(ক)

আমরা জানি,

সেকেন্ডারিতে উৎপন্ন ভোল্টেজ, $E_s = 4.44 \phi_m f N_s$

$$\Rightarrow 440 = 4.44 \times \phi_m \times 200 \times 50$$

$$\Rightarrow \phi_m = \frac{440}{(4.44 \times 200 \times 50)} = 9.9 \times 10^{-3} Wb$$

২.৬। ই.এম.এফ সমীকরণের সমস্যার সমাধান (Solve problems on E.M.F equation):

প্রশ্ন ৩। একটি 1000 kVA, 11kV/440V, 50 c/s ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারি টার্নসংখ্যা 200, কোরের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 1 বর্গসেন্টিমিটার। নির্ণয় করঃ (ক) সর্বোচ্চ ফ্লাক্স ডেনসিটি (খ) প্রাইমারি সাইডের টার্নসংখ্যা।

সমাধানঃ

$$\therefore B_m = \frac{\phi_m}{A} = \frac{9.9\times10^{-3}}{(150\times10^{-4})} = 0.66 Wb/m^2$$ **(উত্তর)**

(খ)

আমরা জানি,

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

$$\Rightarrow \frac{11000}{440} = \frac{N_p}{200}$$

$$\Rightarrow N_p = \frac{11000\times200}{440} = 5000$$ টার্নস **(উত্তর)**

২.৬। ই.এম.এফ সমীকরণের সমস্যার সমাধান (Solve problems on E.M.F equation):

প্রশ্ন ৪। একটি 60 c/s ট্রান্সফরমারের প্রাইমারিতে 1320 টার্ন ও সেকেন্ডারিতে 46 টার্ন আছে। কোরের সর্বোচ্চ ফ্লাক্স হলে প্রাইমারি ও সেকন্ডারিতে আবেশিত ভোল্টেজের পরিমান বের কর।

সমাধানঃ

এখানে দেওয়া আছে,

ফ্রিকুয়েন্সি $f = 60\,c/s$

প্রাইমারি টার্ন সংখ্যা $N_p = 1320$

সেকন্ডারি টার্ন সংখ্যা $N_s = 46$

সর্বোচ্চ ফ্লাক্স $\phi_m = 3.76 \times 10^6$ Maxwel

প্রাইমারি আবেশিত ভোল্টেজ $E_p = ?$

সেকেন্ডারি আবেশিত ভোল্টেজ $E_s = ?$

আমরা জানি, $E_p = 4.44 f N_p \phi_m \times 10^{-8} V$

$\Rightarrow E_p = 4.44 \times 60 \times 1320 \times 3.76 \times 10^6 \times 10^{-8} V$

$\Rightarrow E_p = 13222 Volt$

$E_s = 4.44 f N_s \phi_m \times 10^{-8} V$

$\Rightarrow E_s = 4.44 \times 60 \times 46 \times 3.76 \times 10^6 \times 10^{-8} V$

$\Rightarrow E_s = 4607.7 Volt$

মূল্যায়ন

১ ট্রান্সফরমারের ই,এম,এফ সমীকরণের সংজ্ঞা দাও?

উত্তরঃ ট্রান্সফরমারের প্রথমায় এসি ভোল্টেজ প্রয়োগে উৎপন্ন মিউচুয়াল ফ্লাক্স যখন উভয় ওয়াইন্ডিং-এ সংশ্লিষ্ট হয়ে কয়েল দুটিতে ইনডিউস্ড ই,এম,এফ এর সৃষ্টি করে এবং একে যখন সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হয় তখন তাকে ই,এম,এফ সমীকরণ বলে।

২ ট্রান্সফরমারের ভোল্টেজ রেশিও বলতে কি বুঝায়?

উত্তরঃ ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ভোল্টেজ এবং সেকেন্ডারি ভোল্টেজের অনুপাতকে ভোল্টেজ রেশিও বলে।

বাড়ি কাজঃ

১।একটি $60\ Hz$ বিশিষ্ট ট্রান্সফরমারের প্রাইমারিতে 1320 টার্নস এবং সেকেন্ডারিতে 92 টার্নস আছে। কোরে সর্বোচ্চ ফ্লাক্স 3.76 ওয়েবার হলে প্রাইমারি ও সেকেন্ডারিতে আবেশিত ভোল্টেজের পরিমাণ কত?

২।একটি ট্রান্সপফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারিতে যথাক্রমে 1200 এবং 120 প্যাঁচ আছে,যদি সর্বোচ্চ ফ্লাক্স 7.2×10^5 ম্যাক্সওয়েল হয়,তবে সেকেন্ডারি ভোল্টেজ কত?

৩। ট্রান্সফরমারের ই.এম.এফ $(E.M.F)$ সমীকরণ প্রতিপাদন করো।

৪। ট্রান্সফরমারের লসসমূহের বর্ণনা দাও।

৫। লোড-হ্রাস বৃদ্ধির সঙ্গে ট্রান্সফরমারের কপার হ্রাস -বৃদ্ধির লসের কারণ কী?

৬। এডি কারেন্ট লসের সমীকরণ বর্ণনা করে দেখাও যে-প্রদত্ত আরোপিত ভোল্টেজে এডি কারেন্ট লস ভোল্টেজের বর্গের সমানুপাতিক

এই ভিডিওটি পুণরায় দেখতে জাতীয় দক্ষতা বাতায়নে কারিগরি শিক্ষা অধিদপ্তরের পেইজ www.skills.gov.bd/dte ভিজিট করুন।

সরাসরি ক্লাস দেখার লিঙ্কঃ www.facebook.com/skills.gov.bd

আগামি মঙ্গল বার Chapter Three পড়ানো হবে।

সবাইকে ধন্যবাদ

পাঠ পরিচিতিঃ

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

৩য় অধ্যায়

ট্রান্সফরমারের লোডবিহীন এবং লোডযুক্ত অবস্থায় কার্যপ্রণালিঃ
(Operation of Transformer on No-load & Load Condition)

এ অধ্যায়ের পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা জানতে পারবেঃ

৩.১। ট্রান্সফরমারের নো-লোড অপারেশনের ধারণা।

৩.২। ট্রান্সফরমারের নো-লোড ভোল্টেজ,কারেন্ট, মিউচুয়াল ফ্লাক্স এবং নো লোড পাওয়ার ফ্যাক্টর সম্পর্কে ধারণা।
৩.৩। ট্রান্সফরমারের নো-লোড অবস্থার ভেক্টর চিত্র অংকনকরণ।

৩.4। ট্রান্সফরমারের নো-লোড টেস্টের সমস্যার সমাধান করন।

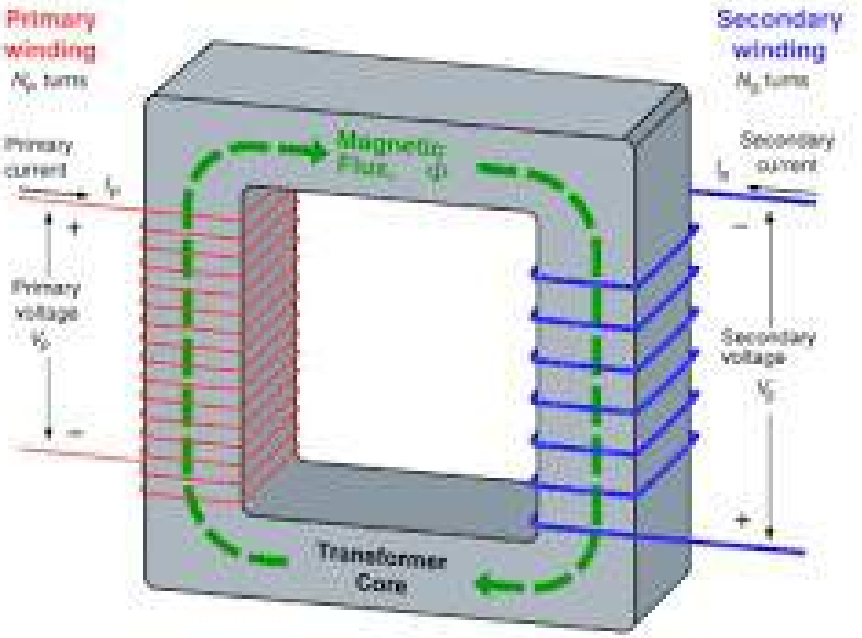
৩.৫। ট্রান্সফরমারের লোডযুক্ত অবস্থায় কার্যবলির ধারণা।

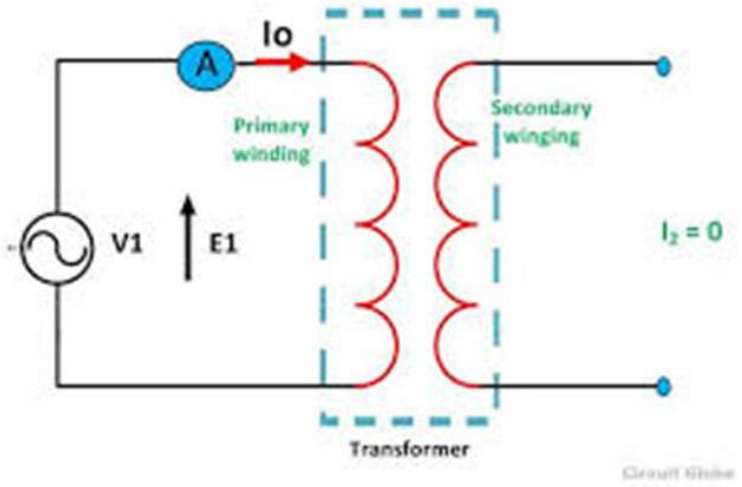
৩.৬।ল্যাগিং,লিডিং ও ইউনিটি লোডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফরমারের ভেক্টর ডায়াগ্রাম অংকনকরণ।

৩.৭। লোডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফরমারের সমস্যাবলির সমাধান করন।

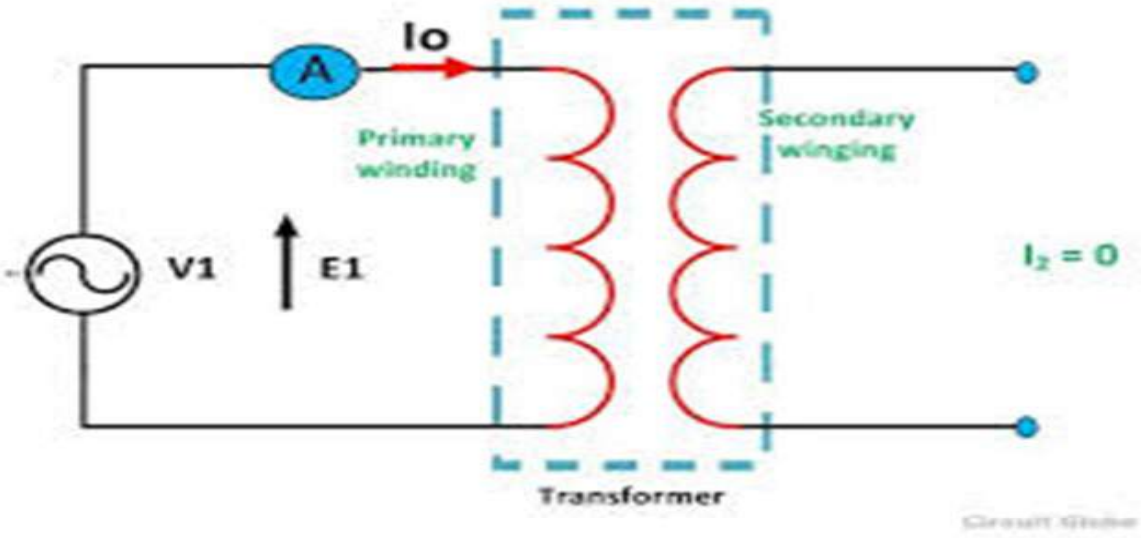
৩.১ ট্রান্সফরমারের নো-লোড অপারেশন (No-load Operation of Transformer)

ট্রান্সফরমারের একদিকে এর রেটেড পূর্ণ ভোল্টেজ প্রয়োগ করে অন্য সাইড খোলা রেখে দিলে ট্রান্সফরমারের যে অবস্থার সৃষ্টি হয়,তাকে নো-লোড কন্ডিশন (condition) বলে। এ অবস্থায় অর্থাৎ লোডবিহীন অবস্থায় কার্যক্রমই হলো নো-





৩.১ ট্রান্সফরমারের নো-লোড অপারেশন (No-load Operation of Transformer)



চিত্র নং-২

স্থায় ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারিতে কোনো লোড থাকেনা। সেকেন্ডারি বর্তনী খোলা থাকে (চিত্র নং-২)। প্রাইমারিতে

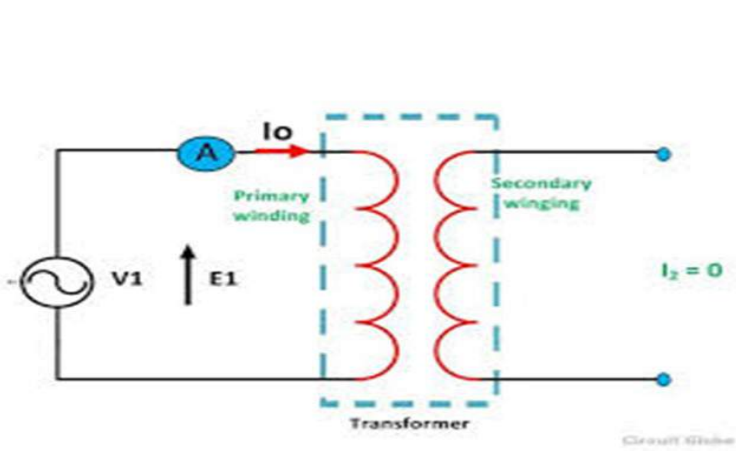
নের ইম্পিড্যান্স থাকে বিধায় আরোপিত প্রাইমারি ভোল্টেজ $(V1)$ কারণে প্রাইমারিতে সামান্য কারেন্ট প্রবাহিত হয়,যা

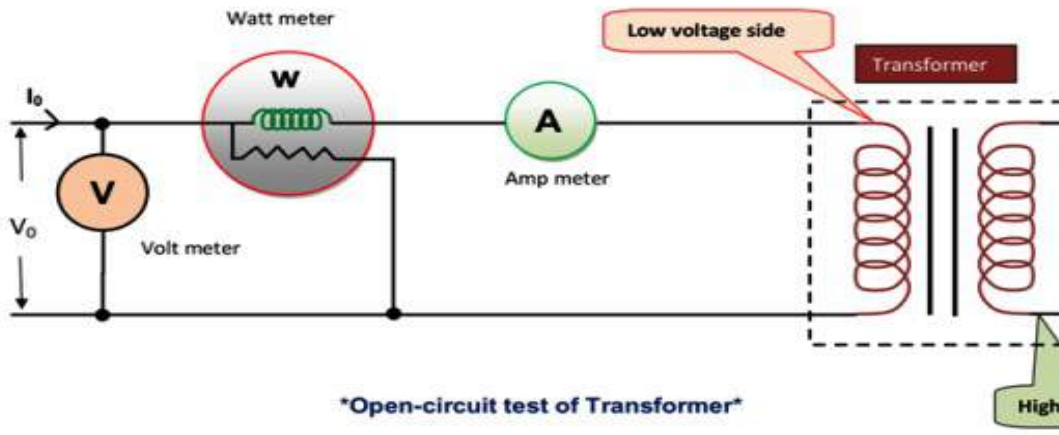
লোড কারেন্টের 2% - 5% হয়ে থাকে। প্রাইমারিতে প্রবাহিত এ সামান্য কারেন্টকেই নো-লোড কারেন্ট বলে। ইহাকে I_0

দ্বারা প্রকাশ করা হয়। সেকেন্ডারি বর্তনী খোলা থাকে বিধায় কোনো এনার্জী ট্রান্সফার হয় না।

৩.২ নো-লোড ভোল্টেজ,কারেন্ট,মিউচুয়াল ফ্লাক্স এবং নো-লোড পাওয়ার ফ্যাক্টর (No-load voltage,cuurent,mutual flux and no-load power factor):

(ক) নো-লোড ভোল্টেজ (No-load Voltage): ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারি সার্কিট লোড-বিহীন অবস্থায় খোলা প্রাইমারিতে যে রেটেড ভোল্টেজ (V_1) প্রয়োগ করা হয় সে পরিমান ভোল্টেজকেই নো-লোড ভোল্টেজ বলে।অর্থাৎ সে অবস্থায় আরোপিত ভোল্টেজ (V_1)-ই নো-লোড ভোল্টেজ ।



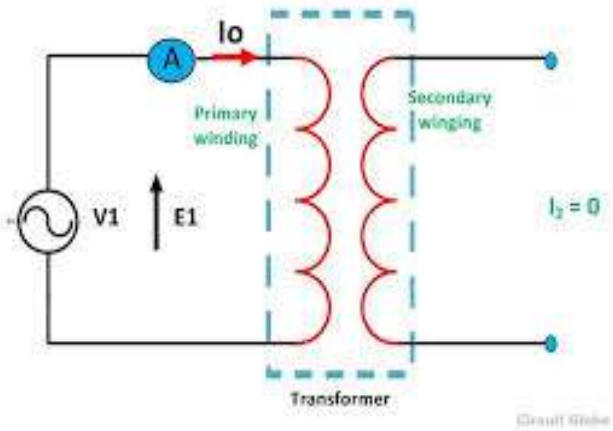


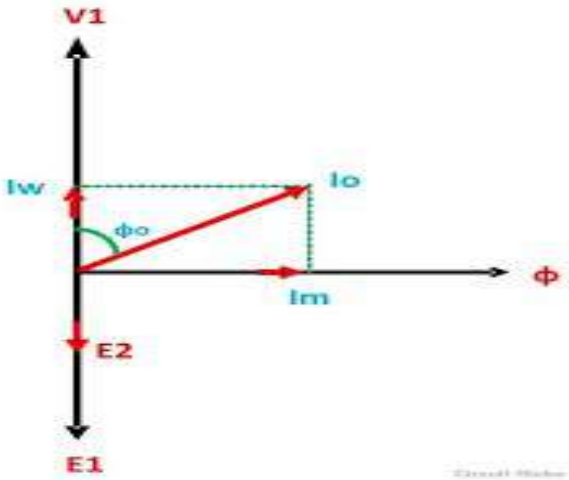
চিত্র নং-৩

(খ) নো- লোড কারেন্ট (No-load current):

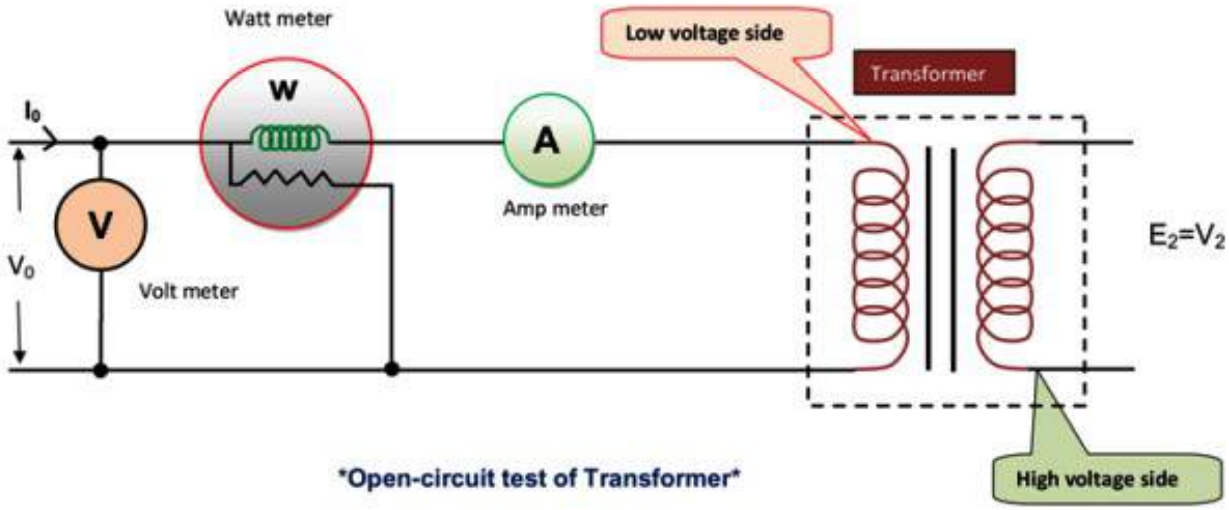
ট্রান্সফরমারের নো-লোড অবস্থায় প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং-এ যে সামান্য পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হয়,তাকেই নো-লোড কারেন্ট বলে। ফুল-লোড অবস্থায় ট্রান্সফরমারের প্রাইমারিতে যে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, নো-লোড অবস্থায় তার প্রায় 2% - 5% কারেন্ট প্রবাহিত হয়। এই কারেন্টকে I_0বা I_n দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

এ কারেন্টের দুটি কম্পোনেন্ট বা উপাংশ থাকে।একটি কম্পোনেন্টকে ম্যাগনেটাইজিং কম্পোনে (I_μ or I_m) বলে,যা সাপ্লাই ভোল্টেজের 90° পেছনে থাকে কোরে মিউচুয়াল ফ্লাক্সকে প্রতিষ্ঠি করে। এই ম্যাগনেটাইজিং কম্পোনেন্টকে ওয়াটলেস (Wattless) কম্পোনেন্ট বলে। কারন (I_μ or I_m)এবং ϕ_m or ϕ একই ফেইজে অবস্থান করলেও সরবরাহ হতে কোনো পাওয়া গ্রহন করেনা।





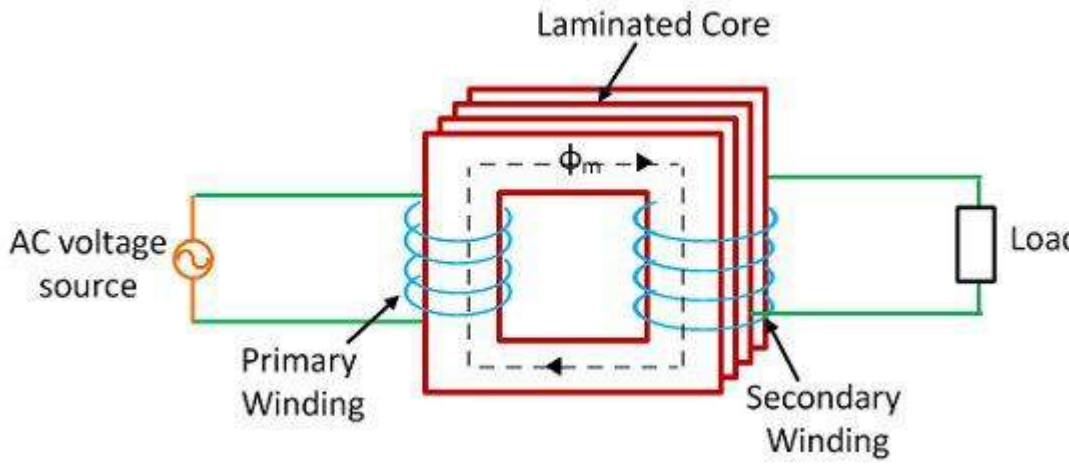
দ্বিতীয় কম্পোনেন্টকে ওয়ার্কিং কম্পোনেন্ট (I_w) বলে,যা সাপ্লাই ভোল্টেজ (V_1)-এর সাথে একই ফেজে অবস্থান করে কোর লস করে থাকে। I_w সরবরাহ হতে পাওয়ার গ্রহন করে বিধায় এটিকে অ্যাকটিভ কম্পোনেন্টও বলে।



চিত্র নং - ৪

(গ) মিউচুয়াল ফ্লাক্স (Mutual flux):

একটি চুম্বকের বা উদ্যমশীল তারের চতুর্দিকের চুম্বকীয় বলরেখার মোট পরিমাণকে ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স বলে। ট্রান্সফরমারের প্রথমায় এসি প্রবাহের ফলে প্রথমায় যে চৌম্বক বলরেখা উৎপন্ন হয় তা কোরের মাধ্যমে দ্বিতীয়ায় যায়। এজন্য এ প্রক্রিয়ায় ওয়াইন্ডিং-এ সংশ্লিষ্ট ফ্লাক্সকেই মিউচুয়াল ফ্লাক্স বলা হয়। ট্রান্সফরমারের নো-লোড কারেন্টের ম্যাগনেটাইজিং কম্পোনেন্ট-এ মিউচুয়াল ফ্লাক্স ϕ_m সৃষ্টি করে। এ মিউচুয়াল ফ্লাক্স উভয় ওয়াইন্ডিং-এ ইনিডিউস্ড ই,এম,এফ সৃষ্টি করে থাকে।

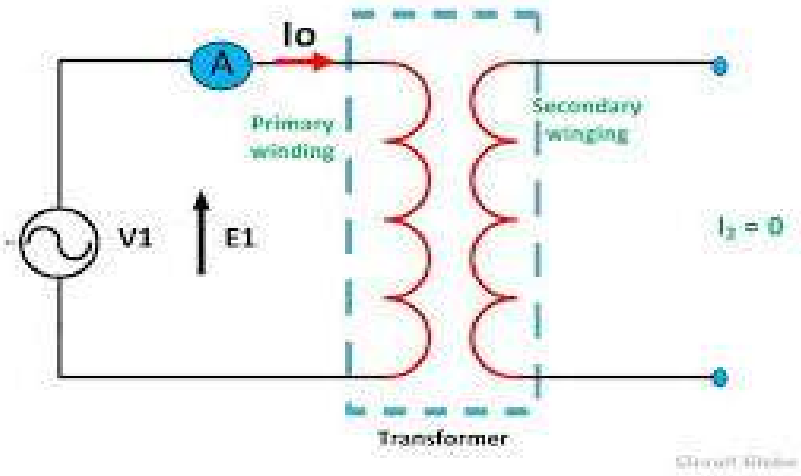


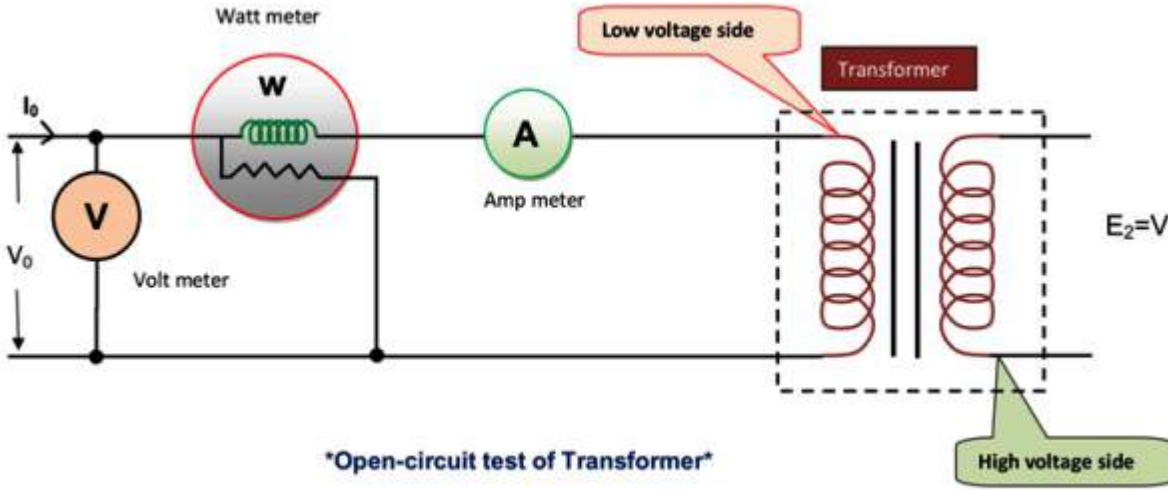
(ঘ) নো-লোড পাওয়ার ফ্যাক্টর (No-load Power factor):

আমরা জানি, ট্রান্সফরমারের ইনপুট পাওয়ার, $Wo = (V_1)\ I_0\ \cos\phi_0$

যেখানে, Wo= নো-লোড ইনপুট পাওয়ার
(V_1)= নো-লোড ভোল্টেজ
I_0= নো-লোড কারেন্ট
$\cos\phi_0$ = নো-লোড পাওয়ার ফ্যাক্টর

কাজেই নো-লোড পাওয়ার ফ্যাক্টর , $\cos\phi_0 = Wo/(V_1)\ I_0)$ ল্যাগিং এখানে ϕ_0 হলো নো-লোড পাওয়ার ফ্যাক্টর এ্যাঙ্গেল। এটি (V_1) এবং
এর মধ্যবর্তী কোন এবং এর মান 90° এর চেয়ে ছোট।





নো- লোড ট্রান্সফরমারের ভেক্টর চিত্র (Vector Diagram of ansform on no-load):

রমারের নো-লোড অবস্থায় প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং-এ যে সামান্য পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হয়,তাকেই নো-লোড ন্ট বলে। এই কারেন্টকে I_0বা I_n দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

রেন্টের দুটি কম্পোনেন্ট বা উপাংশ থাকে।একটি কম্পোনেন্টকে ম্যাগনেটাইজিং কম্পোনেন্ট (I_μ or I_m) যা সাপ্লাই ভোল্টেজের 90°পেছনে থাকে কোরে মিউচুয়াল ফ্লাক্সকে প্রতিষ্ঠিত করে।

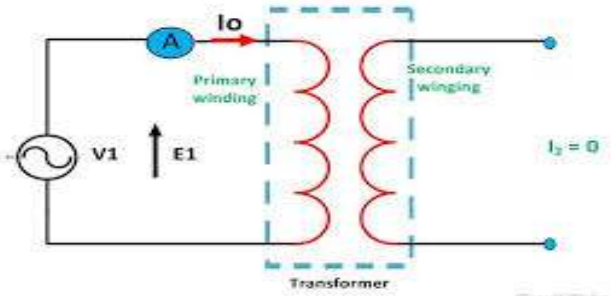
or I_m) $= I_0 \sin\phi_0$ ।

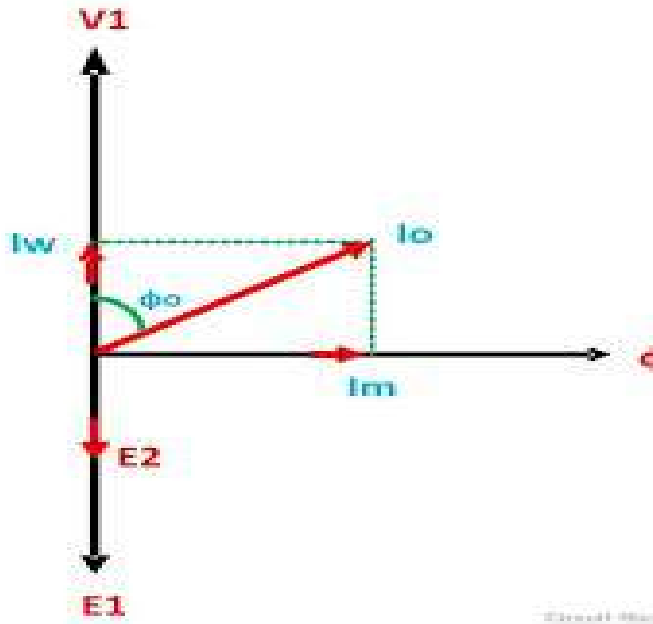
য় কম্পোনেন্টকে ওয়ার্কিং কম্পোনেন্ট (I_w) বলে,যা সাপ্লাই ভোল্টেজ

)-এর সাথে একই ফেজে অবস্থান করে কোর লস করে থাকে। I_w সরবরাহ হতে পাওয়ার গ্রহন করে বিধায় ক্ষ অ্যাকটিভ কম্পোনেন্টও বলে।

$=I_0 \cos\phi_0$

ং I_μ এবং I_w ভেক্টর যোগ হ $I_0 = \sqrt{{I_w}^2 + {I_\mu}^2}$





.৪ ট্রান্সফরমারের নো-লোড টেস্টের সমস্যার সমাধান (Solve problems related t ransformer on no-load):

সূত্রসমূহঃ

$$W_o = (V_1)\ I_0\ \cos\phi_0$$

$$I_w = I_0 \cos \varphi_0$$

$$I_\mu = I_0 \sin \varphi_0$$

$$I_0 = \sqrt{{I_w}^2 + {I_\mu}^2}$$

$$\cos \varphi_0 = \frac{I_w}{I_\mu}$$

No load resistance $R_0 = \dfrac{V_1}{I_w}$

No load reactance $X_0 = \dfrac{V_1}{I_\mu}$

৩.৪ ট্রান্সফরমারের নো-লোড টেস্টের সমস্যার সমাধান (Solve problems related to transformer on no-load):

প্রশ্নঃ-১ একটি এক ফেজ 10 কেভিএ 500/250 ভোল্ট 50 Hz ট্রান্সফরমারের নো-লোড পাওয়ার 200 ওয়
নো-লোড ভোল্টেজ 250 ভোল্ট, নো লোড কারেন্ট 1.2 A হলে I_μ এবং I_w এর মান নির্ণয় করো।

সমাধানঃ দেওয়া আছে,
Wo=200 Watt, V_1=250 V, I_0=1.2 A
আমরা জানি, Wo= (V_1) I_0 $\cos\phi_0$
অতএব, $\cos\phi_0$= Wo/(V_1) I_0 = 200/(250×1.2) = 0.67

$$\theta_0 = \cos^{-1}(0.67) = 47.93^\circ$$

$$\sin\theta_0 = \sin(47.93^\circ) = 0.75$$

$I_\mu = I_0 \sin\phi_0 = 1.2\times0.75 = 0.9$ A (উত্তর)

$I_w = I_0 \cos\phi_0 = 1.2\times0.67 = 0.804$ A (উত্তর)

৩.৪ ট্রান্সফরমারের নো-লোড টেস্টের সমস্যার সমাধান (Solve problems related to transformer on no-load):

একটি 3300/240V এক ফেজ ট্রান্সফরমারের 240V লো- ভোল্টেজ সাইডে সাপ্লাই দিয়ে হাই -সাইড খোলা
অবস্থায় নো লোড কারেন্ট 2 A এবং পাওয়ার 60W গ্রহন করে। লো- ভোল্টেজ সাইডের ওয়াইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স 0
নির্ণয় কর। (ক) নো- লোড পাওয়ার ফ্যাক্টর (খ) লো- ভোল্টেজ সাইডের ওয়াইন্ডিং এর কপার লস।

Here given

$V_1 = 240$ V

No load current $I_0 = 2A$

No load power $W_0 = 60\,W$

winding resistance $R = 0.8\,\Omega$

no load power factor $\cos\theta_0 = ?$

copper loss of low voltage winding =

) $I_0 \cos\phi_0$

$\cos\phi_0 = Wo/(V_1)\ I_0 = 60/(240\times2)$

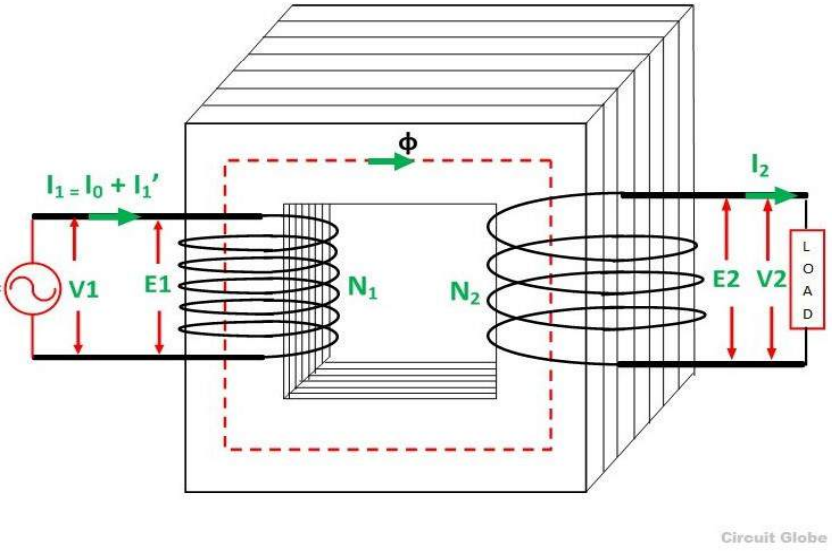
$= 0.125$ lagging

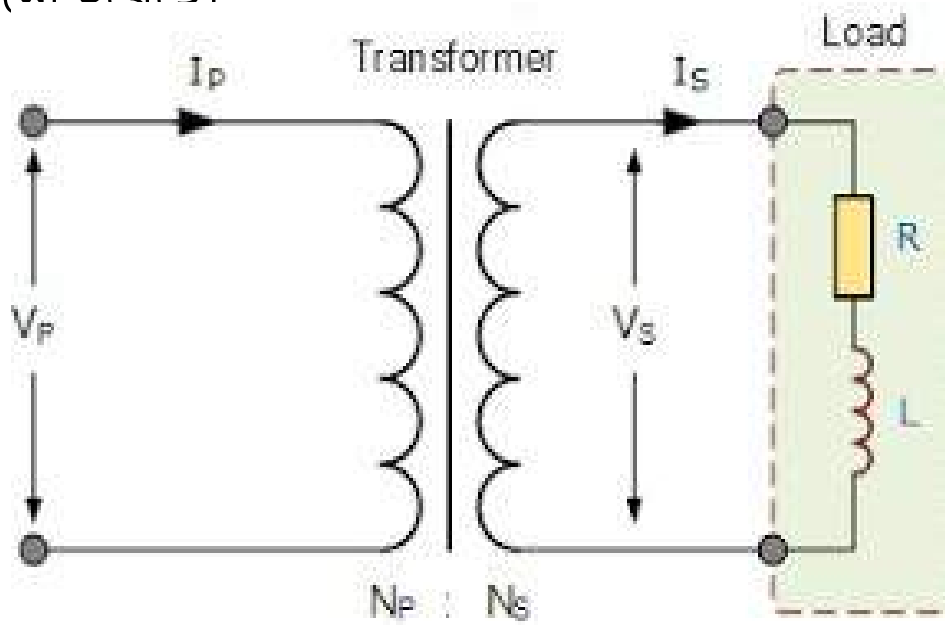
r loss of low voltage winding

$$I_0^2 R = (2)^2 \times 0.8 = 3.2\,W$$

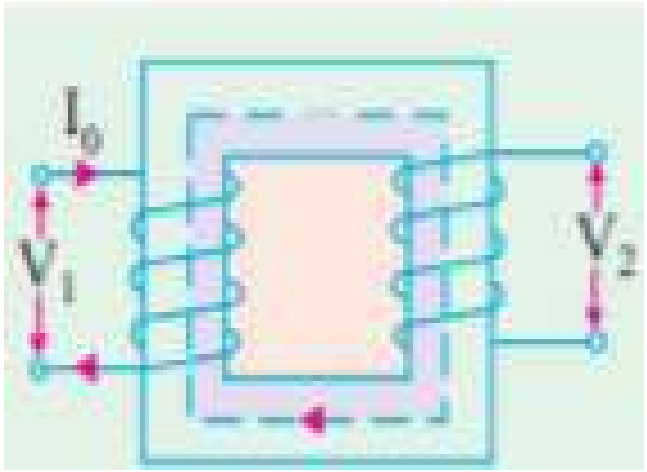
৩.৫ লোডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফরমারের কার্যাবলি (Operation of transformer on load condition)

ট্রান্সফরমারের একদিকে লোড সংযোগ করে অন্যদিকে পূর্ণ ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে যে অবস্থার উদ্ভব হয়, তাকে ট্রান্সফরমারের লোডযুক্ত বা লোডেড অবস্থা বলা হয়। সেকেন্ডারিতে লোড দিলে প্রাইমারিতে কারেন্ট সৃষ্টি এবং ঐ লোড ক্রমান্বয়ে বর্ধিত করলে আনুপাতিক হারে প্রাইমারিতে কীভাবে কারেন্ট বৃদ্ধি পায় তা পর পর চারটি চিত্র দ্বারা বুঝানো হয়েছে।





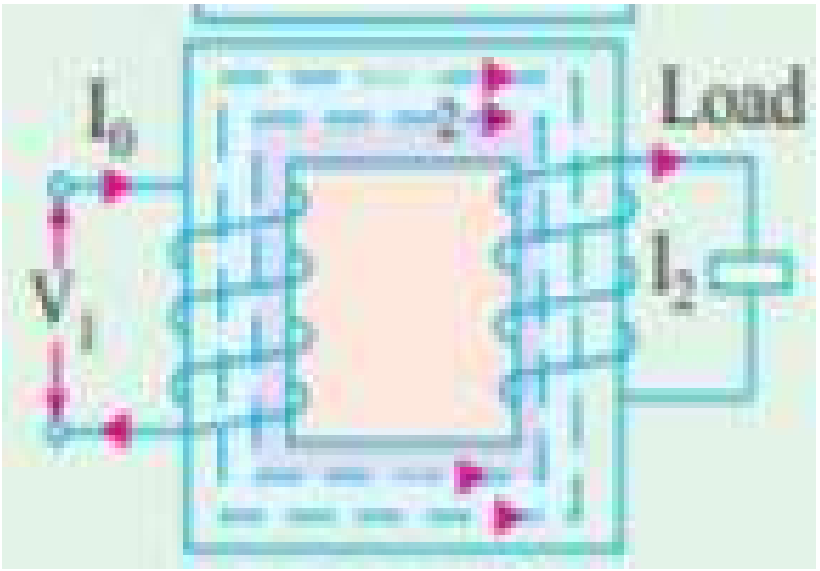
চিত্রঃ ট্রান্সফরমার

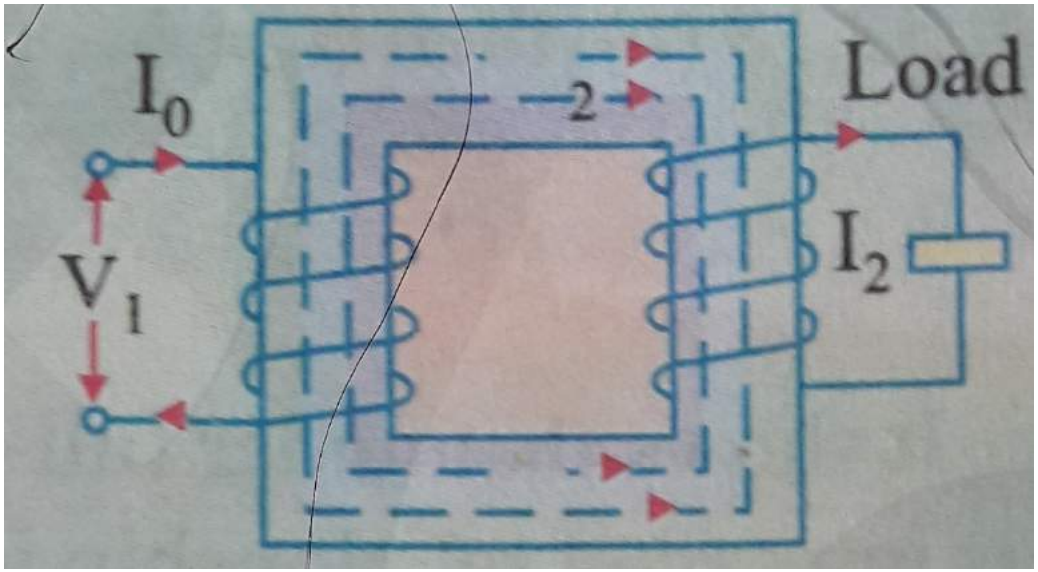


চিত্র নং-১

চিত্রে লোডের সংযোগ নাই। এ অবস্থায় নো-লোড কারেন্ট I_0 প্রাইমারিতে প্রবাহিত হয়। কোরে সৃষ্ট ফ্লাক্স হলো । এ অবস্থায় আবিষ্ট কাউন্টার ই,এম,এফ E_1 আরোপিত প্রাথমিক ভোল্টেজ V_1 এর চেয়ে কম হবে।

৩.৫ লোডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফরমারের কার্যাবলি (Operation of transformer on load condition)

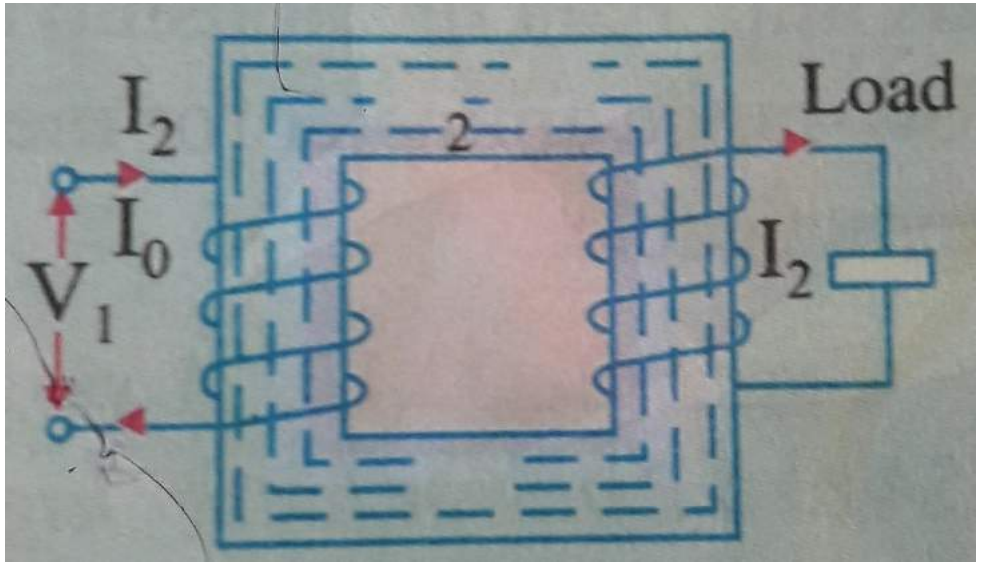




চিত্র নং-২

২ নং চিত্রে লোডের সংযোগ দেওয়া হয়েছে। ফলে লোডে একটি কারেন্ট I_2 কারেন্ট প্রবাহিত হয়েছে। এর দ্বারা কোরে আরো একটি ফ্লাক্স ϕ_s সৃষ্টি হয়েছে। কিন্তু এই ফ্লাক্স এর অভিমুখ ϕ_m-এর 180° বিপরীতে আছে। সুতরাং ফ্লাক্স ϕ_s , ফ্লাক্স ϕ_m কে দুর্বল করে। ϕ_s এর পরিমাণ অবশ্যই সেকেন্ডারি অ্যাম্পিয়ার টার্ন ($I_2\ N_2$) এর সমান।

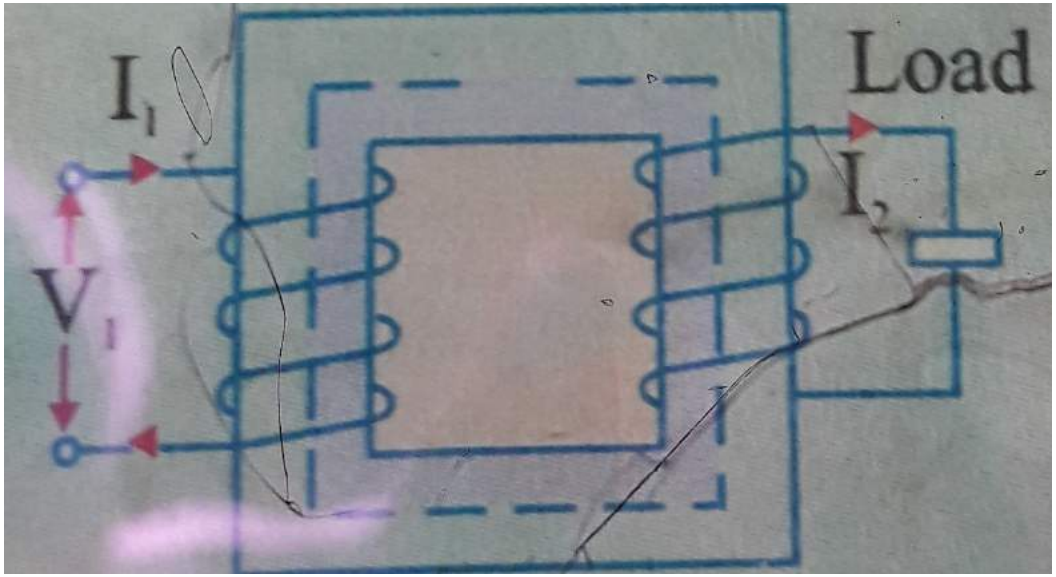
৩.৫ লোডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফরমারের কার্যাবলি (Operation of transformer on load condition)



চিত্র নং ৩

৩ নং চিত্রে কোরে তিনটি ফ্লাক্স দেখানো হয়েছে। এখানে লক্ষণীয় যে, ϕ_s এর কারনে ϕ_m দুর্বল হয়ে যায়, তখন প্রাইমারিতে আবিষ্ট কাউন্টার ইএমএফ E_1 এর মানও কিছুটা কমে যায়। E_1 এর মান কমার সাথে সাথে প্রাইমারি কয়েলে আরো কিছু অতিরিক্ত কারেন্ট I_1' প্রবাহিত হয়। এই অতিরিক্ত কারেন্ট I_1'কে প্রাইমারি কারেন্টের লোড কম্পোনেন্ট বলে। এই I_1' কোরে আর একটি নতুন ফ্লাক্স ϕ_s' সৃষ্টি করে। ফ্লাক্স ϕ_s' এর কাজ হলো ϕ_s এর 180° বিপরীতে থেকে একে অপরকে নিস্ক্রিয় করা। এখানে প্রাইমারিতে অতিরিক্ত বৃদ্ধিপ্রাপ্ত কারেন্ট I_1' আগত প্রাথমিক কারেন্ট I_0 এর সাথে মিলিত হয়ে মোট I_1 হবে।

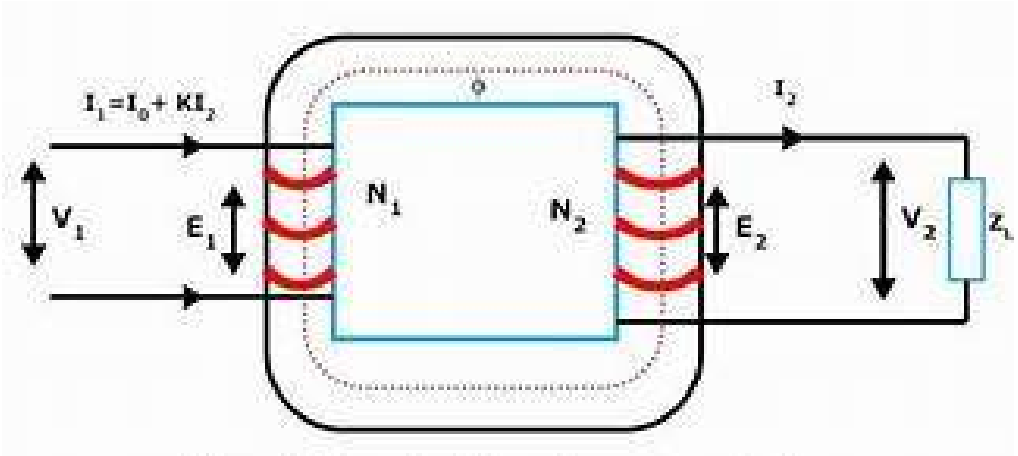
৩.৫ লোডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফরমারের কার্যাবলি (Operation of transformer on load condition)



চিত্র নং-৪

ং চিত্রে ফ্লাক্স কোরে শুধু আগের মিউচুয়াল ফ্লাক্স Φ_m পূর্বাবস্থায় ফিরে আসে। এভাবে যদি সেকেন্ডারিতে ক্রমান্বয়ে
ড বাড়ানো হয় তবে প্রাইমারিতে আনুপাতিক হারে কারেন্ট বেড়ে যায়।

৩.৬ ল্যাগিং,লিডিং ও ইউনিটি লোডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফরমারের ভেক্টর ডায়াগ্রাম (Vector diagram of transformer on lagging,leading and unity load condition):



চিত্র নং-৫

ট্রান্সফরমারের ক্ষেত্রে দুটি অবস্থা বিবেচনা করা হয়ঃ

াইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স এবং লিকেজ ফ্লাক্স বিহীন ট্রান্সফরমার।

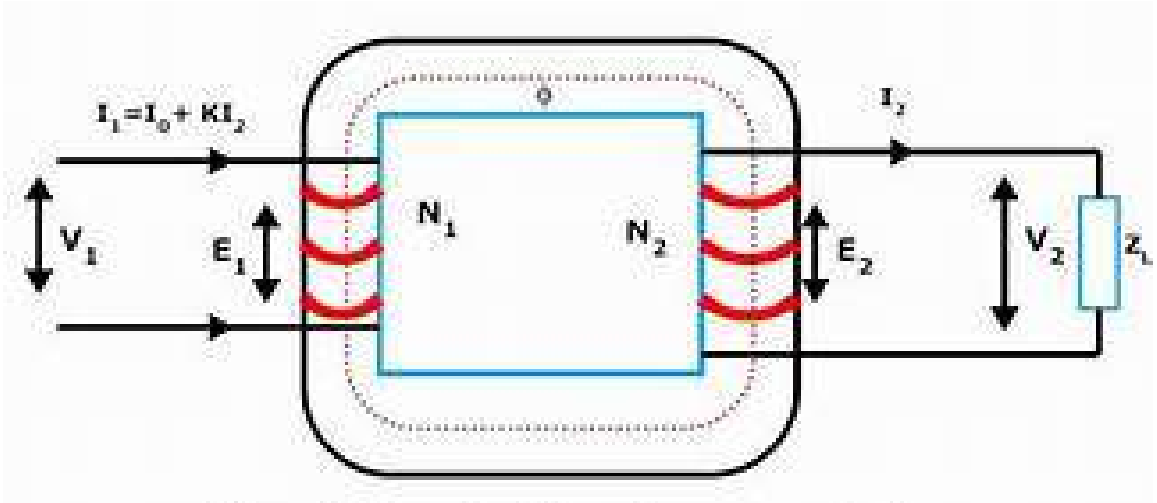
াইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স এবং লিকেজ ফ্লাক্সসহ ট্রান্সফরমার।

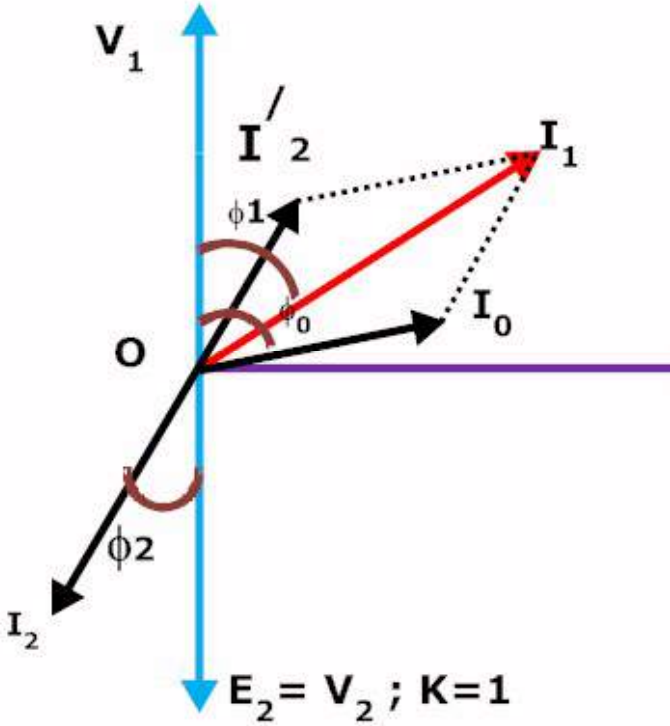
৩.৬ ল্যাগিং,লিডিং ও ইউনিটি লোডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফরমারের ভেক্টর ডায়াগ্রাম (Vector diagram of transformer on lagging,leading and unity load condition):

াইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স এবং লিকেজ ফ্লাক্সবিহীন ট্রান্সফরমারের ভেক্টর ডায়াগ্রাম দেখানো হলোঃ

গিং পাওয়ার ফ্যাক্টর বিশিষ্ট লোডের ক্ষেত্রেঃ

মারের ওয়াইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স এবং লিকেজ ফ্লাক্স শূন্য হওয়ায় ভেক্টর ডায়াগ্রামে ড ই,এম,এফ এবং সাপ্লাই ভোল্টেজ ইনফেজে দেখানো হয়েছে। যেহেতু রি সাইডে ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টর বিশিষ্ট লোড সংযুক্ত আছে, সেহেতু রি সাইডের কারেন্ট I_2 ,ভোল্টেজ V_2 এর পেছনে থাকবে। উক্ত কারেন্টকে সাইডে ট্রান্সফার করতে হলে ট্রান্সমিশন রেশিও দ্বারা ভাগ করতে হবে, যা ভেক্টর ম I_2' দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে। এখানে I_0 এবং I_2' এর ভেক্টর যোগের মাধ্যমে কারেন্ট I_1 পাওয়া যায় ।





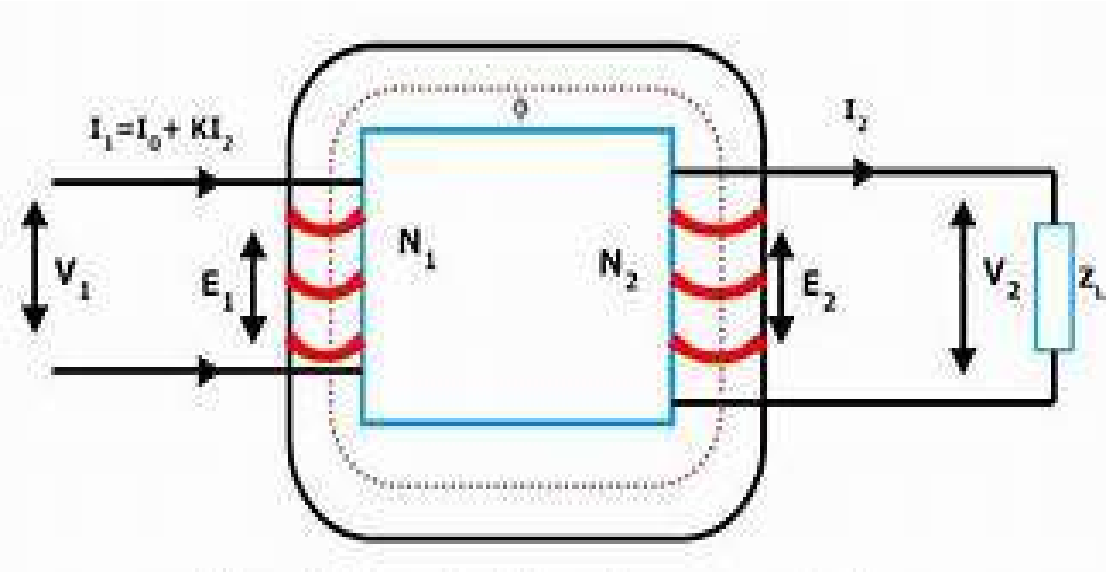
চিত্র নং-৬: ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরের ভেক্টর ডায়াগ্রাম

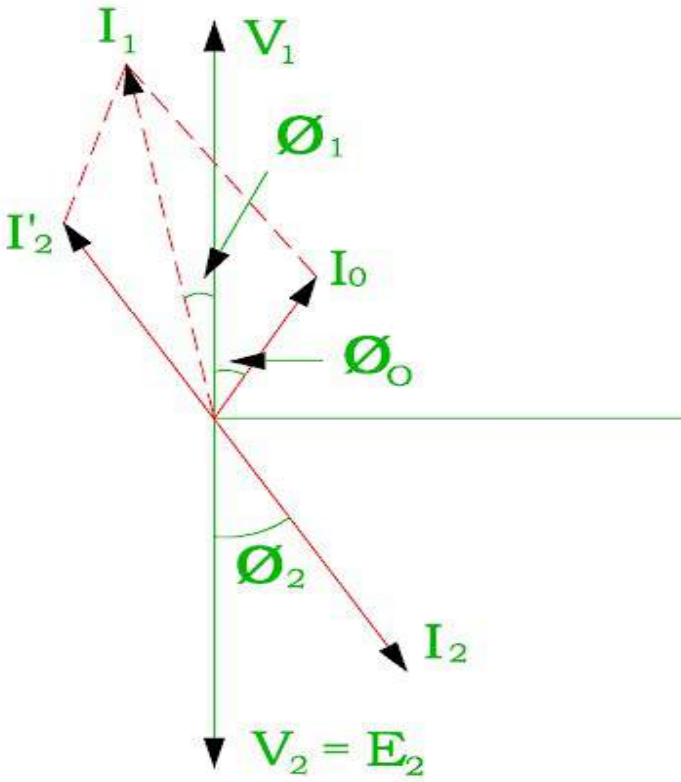
৩.৬ ল্যাগিং,লিডিং ও ইউনিটি লোডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফরমারের ভেক্টর ডায়াগ্রাম (Vector diagram of transformer on lagging,leading and unity load condition):

নিম্নে ওয়াইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স এবং লিকেজ ফ্লাক্সবিহীন ট্রান্সফরমারের ভেক্টর ডায়াগ্রাম দেখানো হলোঃ

(খ) লিডিং পাওয়ার ফ্যাক্টর বিশিষ্ট লোডের ক্ষেত্রেঃ

চিত্র নং-৭ এ সেকেন্ডারি কারেন্ট I_2 কে ভোল্টেজ V_2 এর লিডিং-এ দেখানো হয়েছে। তার সাপেক্ষে প্রাইমারি সাইডের কারেন্ট I_1 অংকন করা হয়েছে,





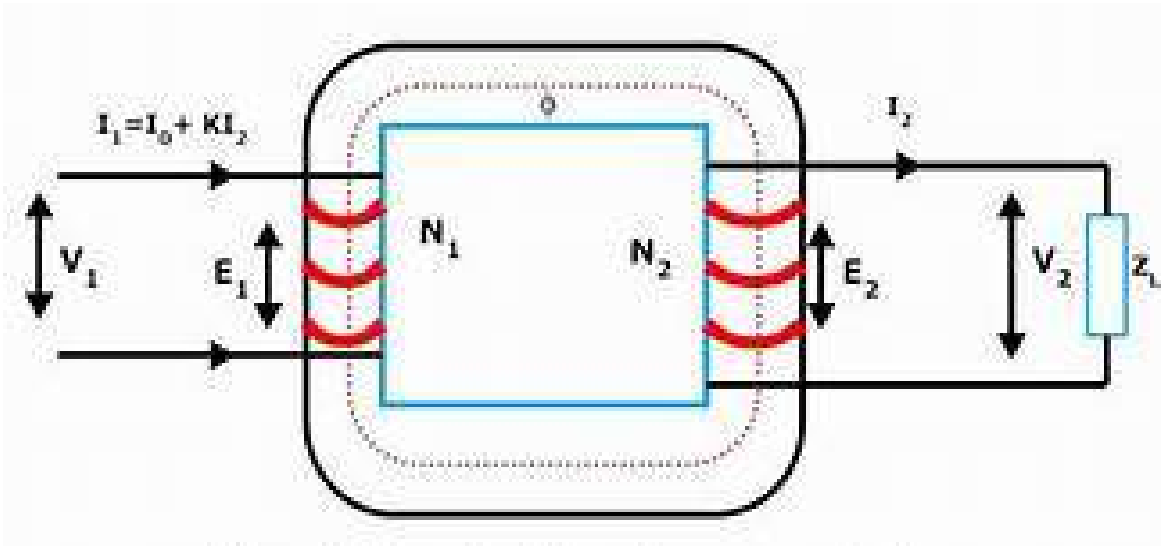
চিত্র নং-৭: লিডিং পাওয়ার ফ্যাক্টরের ভেক্টর ডায়াগ্রাম।

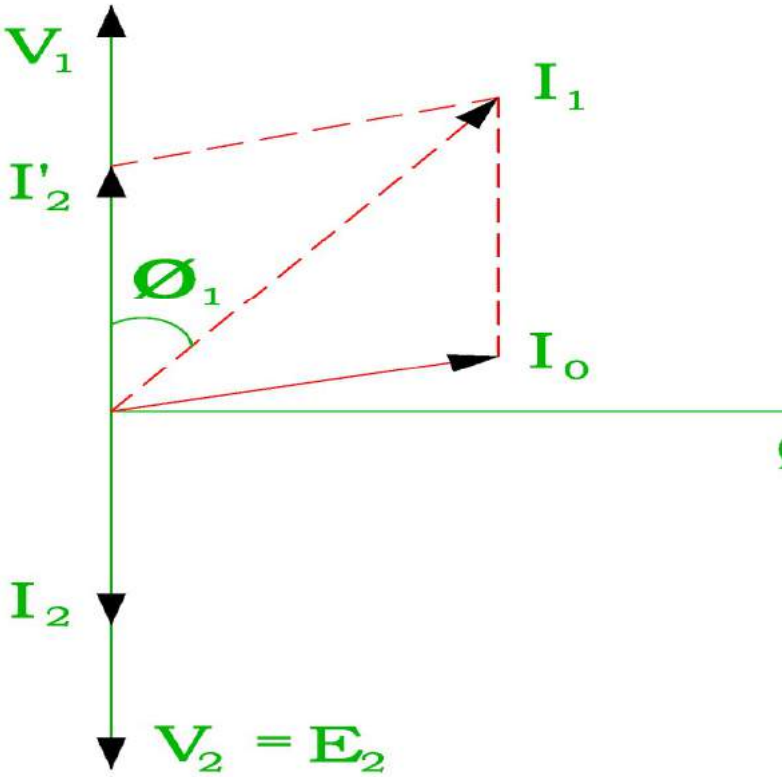
৩.৬ ল্যাগিং,লিডিং ও ইউনিটি লোডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফরমারের ভেক্টর ডায়াগ্রাম (Vector diagram of transformer on lagging,leading and unity load condition):

নিম্নে ওয়াইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স এবং লিকেজ ফ্লাক্সবিহীন ট্রান্সফরমারের ভেক্টর ডায়াগ্রাম দেখানো হলোঃ

ইউনিটি পাওয়ার ফ্যাক্টর বিশিষ্ট লোডের ক্ষেত্রেঃ

ইউনিটি পাওয়ার ফ্যাক্টর বিশিষ্ট লোডের ক্ষেত্রে সেকেন্ডারি ভোল্টেজ এবং কারেন্ট I_2 ইনফেজে থাকে।





চিত্র নং-৮: ইউনিটি পাওয়ার ফ্যাক্টর বিশিষ্ট ভেক্টর ডায়াগ্রাম

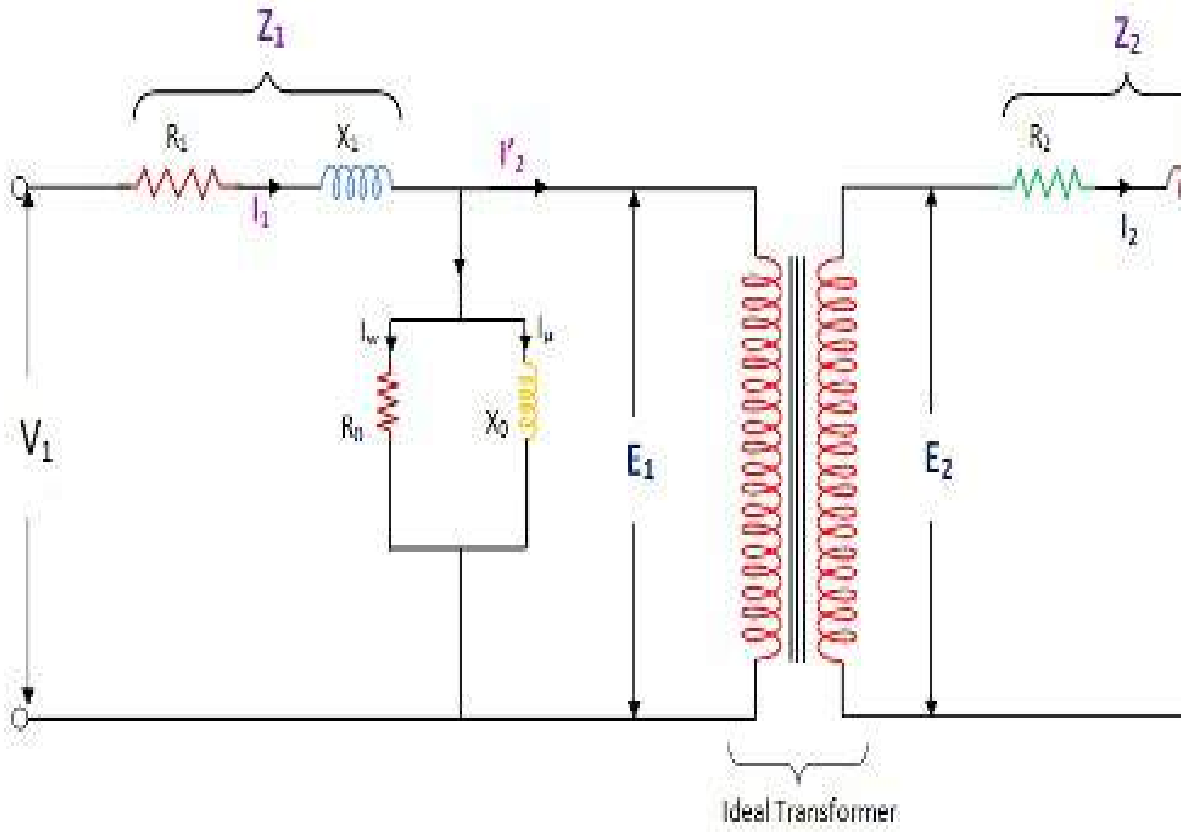
৩.৬ ল্যাগিং,লিডিং ও ইউনিটি লোডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফরমারের ভেক্টর ডায়াগ্রাম (Vector diagram of transformer on lagging,leading and unity load condition):

নিম্নে ওয়াইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স এবং লিকেজ ফ্লাক্সসহ ট্রান্সফরমারের ভেক্টর ডায়াগ্রাম দেখানো হলোঃ

presence of resistance and leakage
some voltage drop will occur in the primary

lied primary voltage,
y induced voltage,
can write , that
(R_1+jX_1)
Z_1,
The voltage drop will occur in secondary

ondary terminal voltage,
condary induced voltage,
can write, that
$R_2+jX_2)$
2



Equivalent Circuit diagram of Transformer

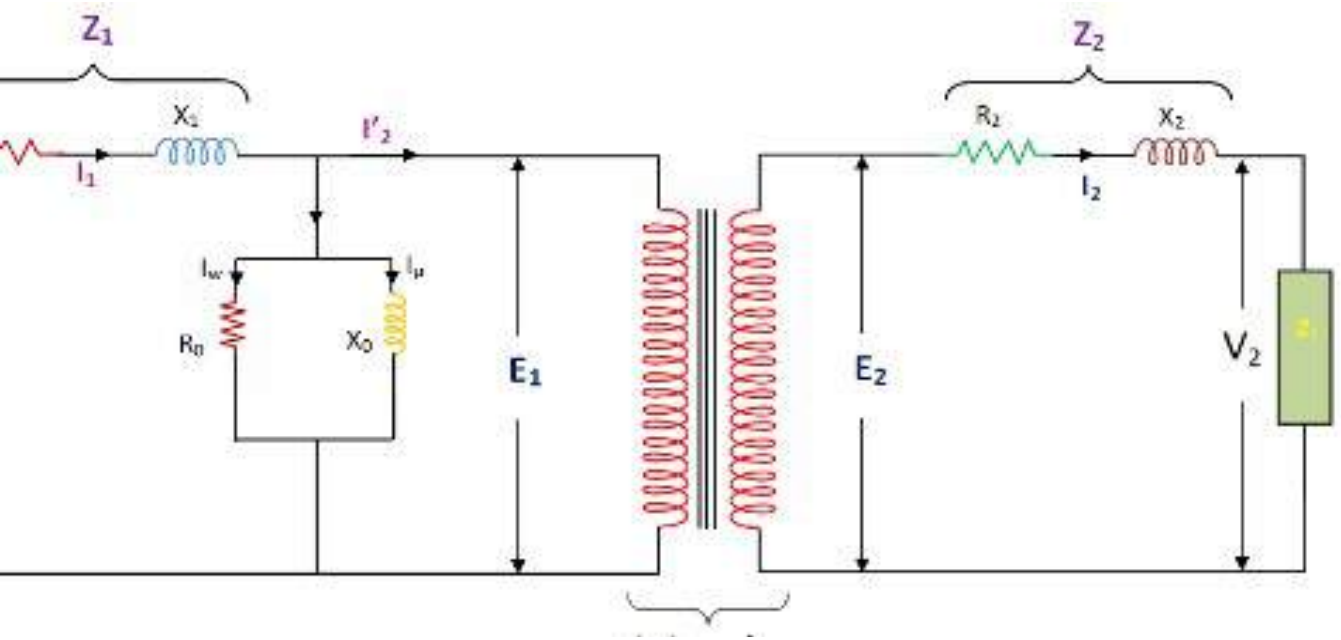
৩.৬ ল্যাগিং,লিডিং ও ইউনিটি লোডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফরমারের ভেক্টর ডায়াগ্রাম (Vector diagram of transformer on lagging,leading and unity load condition):

নিম্নে ওয়াইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স এবং লিকেজ ফ্লাক্সসহ ট্রান্সফরমারের ভেক্টর ডায়াগ্রাম দেখানো হলোঃ

ক) ইউনিটি পাওয়ার ফ্যাক্টর বিশিষ্ট লোডের ক্ষেত্রেঃ

$V_1 = E_1 + I_1(R_1+jX_1)$
$V_1 = E_1 + I_1Z_1$,

$E_2=V_2 + I_2(R_2+jX_2)$
$E_2 =V_2 +I_2Z_2$



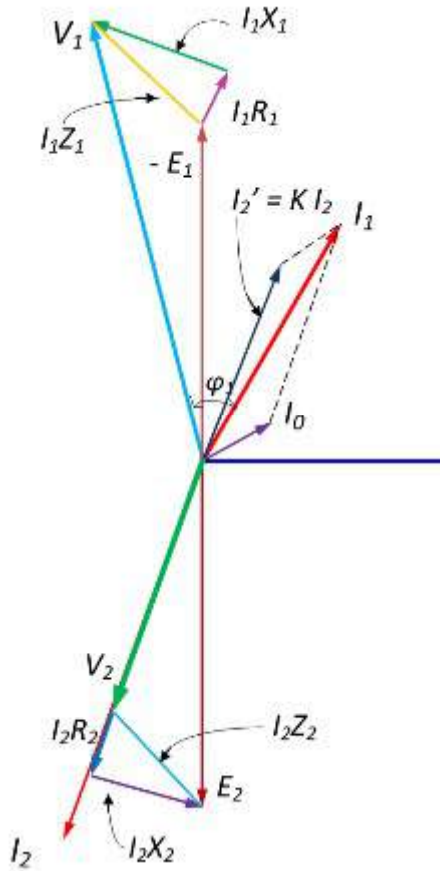


Fig-2 (When Load is Non-In

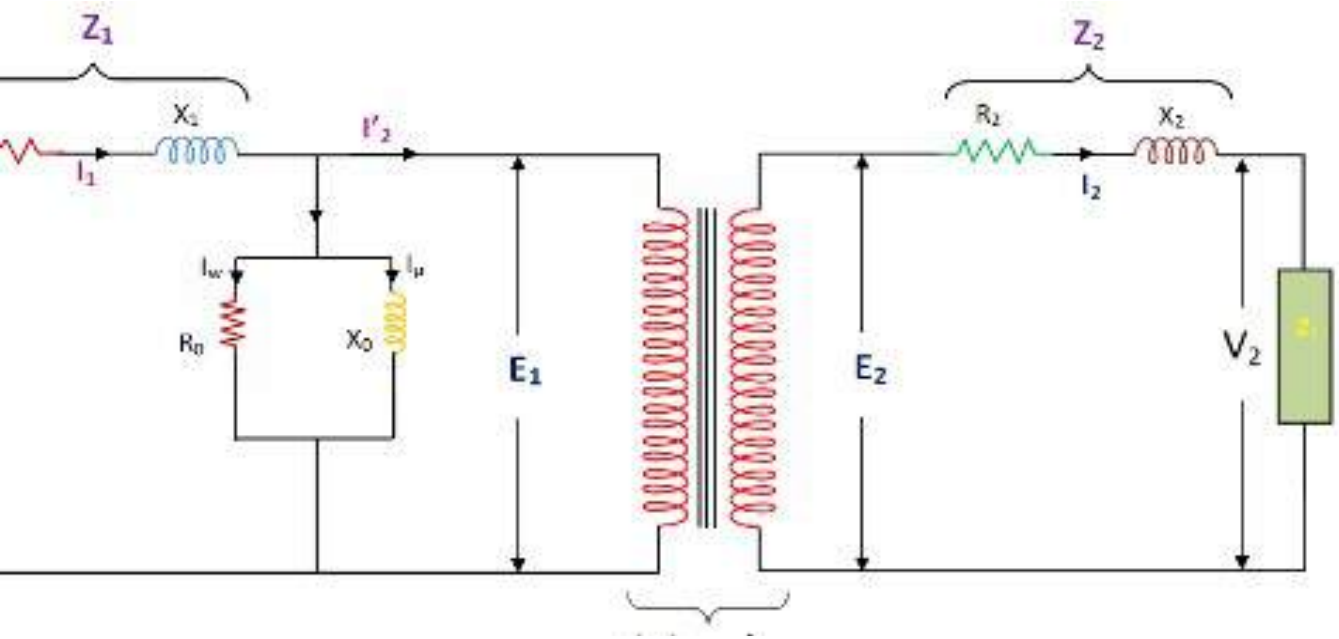
৬ ল্যাগিং,লিডিং ও ইউনিটি লোডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফরমারের ভেক্টর ডায়াগ্রাম (Vector diagram of ansformer on lagging,leading and unity load condition):

ল্ডিং রেজিস্ট্যান্স এবং লিকেজ ফ্লাক্সসহ ট্রান্সফরমারের ভেক্টর ডায়াগ্রাম লাঃ

পাওয়ার ফ্যাক্টর বিশিষ্ট লোডের ক্ষেত্রেঃ

$I_1(R_1+jX_1)$
I_1Z_1,

$E_2=V_2 + I_2(R_2+jX_2)$
$E_2 =V_2 +I_2Z_2$



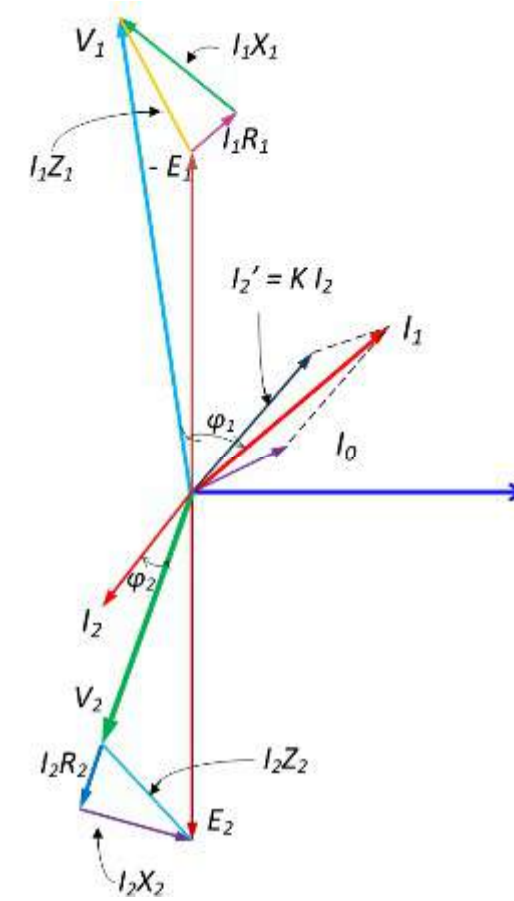


Fig-3 (When Load is Inductiv

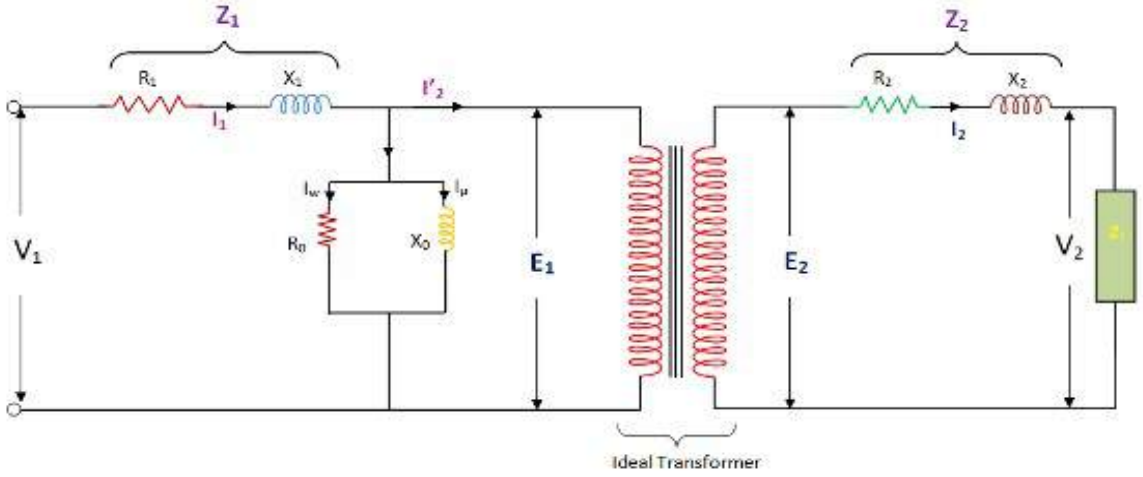
ল্যাগিং,লিডিং ও ইউনিটি লোডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফরমারের ভেক্টর ডায়াগ্রাম (Vector diagram of nsformer on lagging,leading and unity load condition):

নিম্নে ওয়াইন্ডিং রেজিস্ট্যান্স এবং লিকেজ ফ্লাক্সসহ ট্রান্সফরমারের ভেক্টর ডায়াগ্রাম দেখানো হলোঃ

া) লিডিং পাওয়ার ফ্যাক্টর বিশিষ্ট লোডের ক্ষেত্রেঃ

$V_1 = E_1 + I_1(R_1+jX_1)$
$V_1 = E_1 + I_1Z_1$

$E_2=V_2 + I_2(R_2+jX_2)$
$E_2 =V_2 +I_2Z_2$



Equivalent Circuit diagram of Transformer

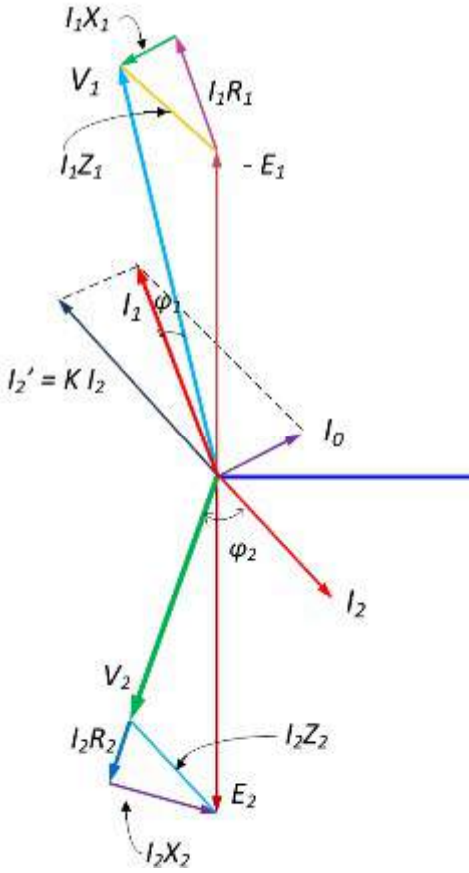


Fig-4 (When Load is Capa

লাডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফরমারের সমস্যার সমাধান (Solve problems related to nsformeron load condition):

জনীয় সুত্রাবলিঃ

1. $I_p{}^2 = I_0{}^2 + (I_s{}')^2$

2. $\mathrm{I_s}' = \frac{I_s}{a}$

3. $\mathrm{I_s} = aI_p$

4. $\mathrm{I_p} = \sqrt{(I_0)^2 + (I_s{}')^2 + 2I_0 I_s{}' \cos\theta}$

5. $\mathrm{I_p} \angle -\theta_p = I_0 \angle -\theta_0 + I_s{}' \angle -\theta_s$

. লোডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফরমারের সমস্যার সমাধান (Solve problems related to transformeron ad condition):

একটি ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং এর প্যাচ সংখ্যা যথাক্রমে 800 ও 200। যখন 0.8 ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরে ডারি লোড কারেন্ট 80 A হয়, তখন 0.707 ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরে প্রাইমারি কারেন্ট 25 A দেখয়। বের কর- (ক) নো-লোড কারেন্ট -লোড পাওয়ার ফ্যাক্টর

given data,

800

200

$\frac{N_p}{N_s} = \frac{800}{200} = 4$

dary load current $I_s = 80\ A$

ry load Component Current $I_s' = \frac{I_s}{a} = \frac{80}{4} = 20$

dary Power factor, Cos $\theta_s = 0.8$ lagging

$\Rightarrow \quad \theta_s = Cos^{-1}(0.8) = 36.87°$

$\Rightarrow \quad \text{Sin}\ \theta_s = Sin(36.87°) = 0.6$

y Current $I_p = 25\ A$

ry Power factor Cos $\theta_p = 0.707$ lagging

$\Rightarrow \quad \theta_p = \text{Cos}^{-1}(0.707) = 45°$

$\text{Sin}\ \theta_p = \text{Sin}(45°) = 0.707$

ad Current $I_0 = ?$

oad Power Factor Cos $\theta_0 = ?$

We Know That

$$I_p \angle -\theta_p = I_0 \angle -\theta_0 + I_s' \angle -\theta_s$$

$$I_0 \angle -\theta_0 = I_p \angle -\theta_p - I_s' \angle -\theta_s$$

$$= I_p(\cos\theta_p - j\sin\theta_p) - I_s'(\cos\theta_s - j\s$$

$$= 25(0.8 - j0.6) - 20(0.707 - j0.707)$$

$$= 20 - j15 - 14.14 + j14.14$$

$$= 5.86 - j0.86$$

$$= 5.92\angle -8.35°$$

No load current $I_0 = 5.92$ A

No load power factor $\cos\theta_0 = \cos(-8.35°) = 0.9$

. লোডযুক্ত অবস্থায় ট্রান্সফরমারের সমস্যার সমাধান (Solve problems related to transformeron ad condition):

একটি 400/200 V সিঙ্গেল ফেজ ট্রান্সফরমার 0.8 ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরে সেকেন্ডারি লোড কারেন্ট 50 A সরবরাহ করে। নো-লোড ট ও নো-লোড পাওয়ার ফ্যাক্টর যথাক্রমে 2 A ও 0.2 ল্যাগিং হলে প্রাইমারি কারেন্ট ও প্রাইমারি পাওয়ার ফ্যাক্টর নির্ণয় কর।

data,

$\frac{400}{200} = 2$

load current $I_s = 50\ A$

oad Component Current $I_s' = \frac{I_s}{a} = \frac{50}{2} = 25\ A$

Power factor, $\text{Cos}\ \theta_s = 0.8$ lagging

$\Rightarrow \quad \theta_s = Cos^{-1}(0.8) = 36.87°$

$\Rightarrow \quad \text{Sin}\ \theta_s = Sin(36.87°) = 0.6$

urrent $I_0 = 2\ A$

ower factor $\text{Cos}\ \theta_0 = 0.2$ lagging

$\Rightarrow \quad \theta_0 = \text{Cos}^{-1}(0.2) = 78.46°$

$\text{Sin}\ \theta_0 = \text{Sin}(78.46°) = 0.98$

urrent $I_p = ?$

wer Factor $\text{Cos}\ \theta_p = ?$

We Know That

$$I_p \angle -\theta_p = I_0 \angle -\theta_0 + I_s' \angle -\theta_s$$

$$= I_0(\cos\theta_0 - j\sin\theta_0) + I_s'(\cos\theta_s -$$

$$= 2(0.2 - j0.98) + 25(0.8 - j0.6)$$

$$= 0.4 - j1.96 + 20 - j15$$

$$= 20.4 - j16.96$$

$$= 26.53 \angle -39.74°$$

$\therefore$ Primary current $I_p = 26.53$ A

$\therefore$ Primary power factor $\cos\theta_p = \cos(-39.$

$= 0.768$ lagg

পাঠ মূল্যায়ন

প্রশ্নঃ-১ ট্রান্সফরমারের নো-লোড অপারেশন কী?

উত্তরঃ ট্রান্সফরমারের একদিকে এর রেটেড পূর্ণ ভোল্টেজ প্রয়োগ করে অন্য সাইড খোলা রেখে দিলে ট্রান্সফরমারের যে অবস্থার সৃষ্টি হয়,তাকে নো-লোড কন্ডিশন (condition) বলে। এ অবস্থায় অর্থাৎ লোডবিহীন অবস্থায় কার্যক্রমই হলো নো-লোড অপারেশন।

প্রশ্নঃ-২ ট্রান্সফরমারের মিউচুয়াল ফ্লাক্স কী?

উত্তরঃ

একটি চুম্বকের বা উদ্যমশীল তারের চতুর্দিকের চুম্বকীয় বলরেখার মোট পরিমাণকে ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স বলে। ট্রান্সফরমারের প্রথমায় এসি প্রবাহের ফলে প্রথমায় যে চৌম্বক বলরেখা উৎপন্ন হয় তা কোরের মাধ্যমে

দ্বিতীয়ায় যায়। এজন্য এ প্রক্রিয়ায় ওয়াইন্ডিং-এ সংশ্লিষ্ট ফ্লাক্সকেই মিউচুয়াল ফ্লাক্স বলা হয়।

ট্রান্সফরমারের নো-লোড কারেন্টের ম্যাগনেটাইজিং কম্পোনেন্ট-এ মিউচুয়াল ফ্লাক্স ϕ_m সৃষ্টি করে। এ মিউচুয়াল ফ্লাক্স উভয় ওয়াইন্ডিং-এ ইনিডিউস্‌ড ই,এম,এফ সৃষ্টি করে থাকে।

বাড়ির কাজ

১। একটি ট্রান্সফরমারের লোডযুক্ত অবস্থা চিত্রসহ বর্ণনা কর।

২। ট্রান্সফরমারের ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টর লোডের ভেক্টর চিত্র অঙ্কন পদ্ধতি বর্ণনা কর।

৩। ট্রান্সফরমারের ইউনিটি পাওয়ার ফ্যাক্টর লোডের ভেক্টর চিত্র অঙ্কন করে ব্যবহৃত বিভিন্ন চিহ্নের পূর্ণনাম লেখ।

৪। ট্রান্সফরমারের লিডিং পাওয়ার ফ্যাক্টর লোডের ভেক্টর চিত্র অঙ্কন করে এতে ব্যবহৃত বিভিন্ন সাংকেতিক চিহ্নের পূর্ণনাম লেখ।

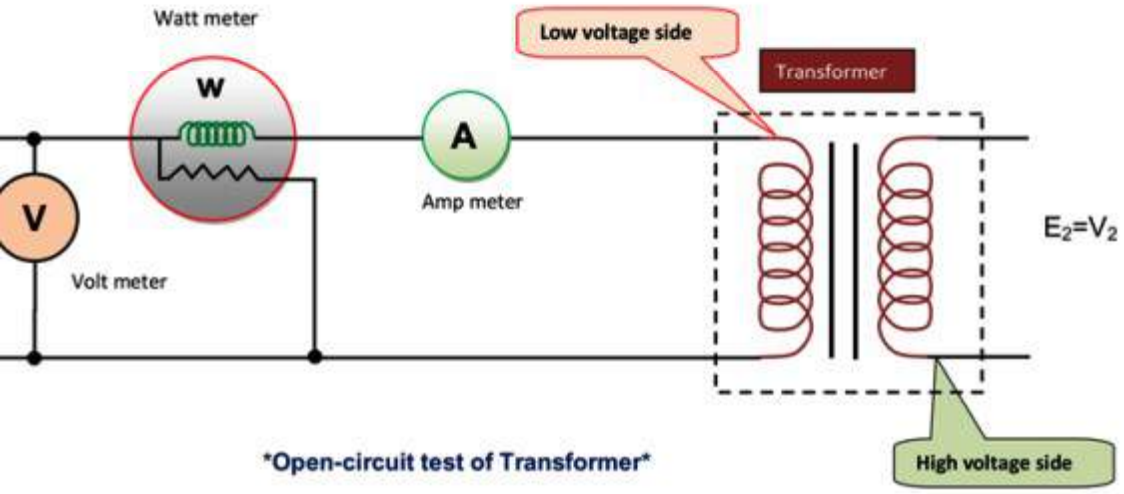
৫। একটি 400/200 v, সিঙ্গেল-ফেজ ট্রান্সফরমার o.866 ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টর লোডে 50 অ্যাম্পিয়ার সরবরাহ করে। নো-লোড কারেন্ট ও পাওয়ার ফ্যাক্টর যথাক্রমে 2 অ্যাম্পিয়ার ও 0.208 ল্যাগিং হলে প্রাইমারি কারেন্ট ও পাওয়ার ফ্যাক্টর নির্নয় কর।

এই ভিডিওটি পুণরায় দেখতে জাতীয় দক্ষতা বাতায়নে কারিগরি শিক্ষা অধিদপ্তরের পেইজ www.skills.gov.bd/dte ভিজিট করুন।

সরাসরি ক্লাস দেখার লিঙ্কঃ www.facebook.com/skills.gov.bd

আগামি মঙ্গল বার অধ্যায়-৪ পড়ানো হবে।

সবাইকে ধন্যবাদ


Watt meter
W
A
Amp meter
V
Volt meter
Low voltage side
Transformer
$E_2=V_2$
High voltage side
Open-circuit test of Transformer

পাঠ পরিচিতিঃ

বিষয়ঃ এসি মেশিনস-১ (৬৬৭৬১)

৬ষ্ঠ পর্ব (ইলেকট্রিক্যাল

4র্থ অধ্যায়

ট্রান্সফরমারের সমতুল্য সার্কিট,ম্যাগনেটিক লিকেজ এবংলিকেজ রিয়্যাক্ট্যান্স (Equivalent Circuit of Transforme Magnetic Leakage and Leakage Reactance of Transformer)

এ অধ্যায়ের পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা জানতে পারবেঃ

৪.১। ট্রান্সফরমারের সমতুল্য সার্কিট এবং ভেক্টর ডায়াগ্রাম সম্পর্কে ধারনা।

৪.২। ট্রান্সফরমারের সমতুল্য সার্কিট এর ব্যাখ্যা করন।

৪.৩। প্রাইমারির দিকে স্থানান্তরিত ট্রান্সফরমারের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স নির্নয় করণ

৪.৪ ।সেকেন্ডারির দিকে স্থানান্তরিত ট্রান্সফরমারের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স নির্নয় করণ

৪.৫। ট্রান্সফরমারের ম্যাগনেটিক লিকেজ সম্পর্কে ধারনা।

৪.৬। ট্রান্সফরমারের ম্যাগনেটিক লিকেজের অসুবিধা সম্পর্কে ধারনা।

৪.৭। ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি সাইডে সমতুল্য লিকেজ রিয়্যাকট্যান্স নি
করন।

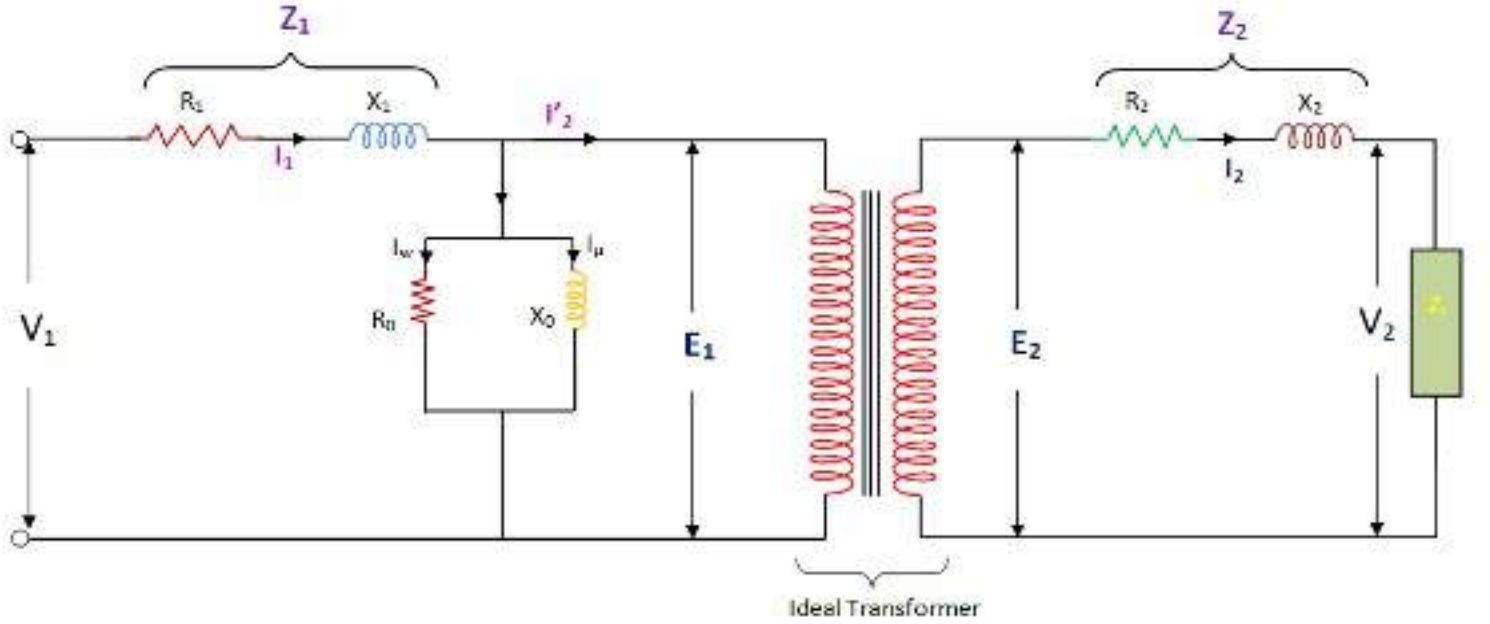
৪.৪। ট্রান্সফরমারের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স, লিকেজ রিয়্যাকট্যান্স এবং ইম্পিড্যান্স-এর সমস্যার সমাধান নির্নয় ক

৪.৯। শতকরা রেজিস্ট্যান্স, রিয়াকট্যান্স এবং ইম্পিড্যান্সের সংজ্ঞা ।

৪.১০। শতকরা রেজিস্ট্যান্স, রিয়াকট্যান্স এবং ইম্পিড্যান্সের সমীকরন নির্ণয় করন।

১ ।ট্রান্সফরমারের সমতুল্য সার্কিট এবং ভেক্টর ডায়াগ্রাম (The Equivalent Circuit and Vector Diagram Of Transformer):

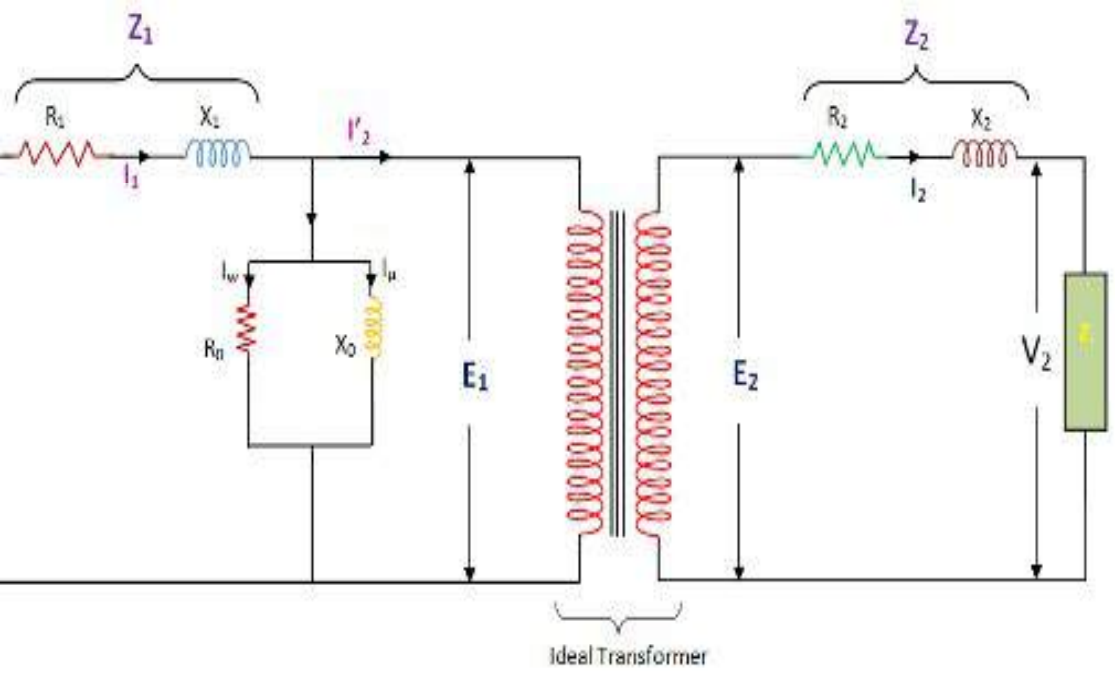
ট্রান্সফরমারের সমতুল্য সার্কিট (Equivalent Circuit of transformer):
ট্রান্সফরমারের উপর যাবতীয় পরীক্ষা-নিরীক্ষার ফলাফল ও বিভিন্ন প্রকার ক্যালকুলেশন (Calculation) সহজভাবে এবং তাড়াতাড়ি করার জন্য ট্রান্সফরমারের সমতুল্য সার্কিট দরকার। সমতুল্য সার্কিট প্রাইমারি অথবা সেকন্ডারি উভয় টার্মে হতে পারে।এই সার্কিটের বিকাশ (Development)পর্যাক্রমে নিচে দেখানো হয়েছে।



Equivalent Circuit diagram of Transformer

৪.১ ।ট্রান্সফরমারের সমতুল্য সার্কিট এবং ভেক্টর ডায়াগ্রাম (The Equivalent Circuit and Vector Diagram Of Transformer):

র (ক) নং চিত্রে ট্রান্সফরমারের উভয় কয়েলের রেজিস্ট্যান্স ও ইন্ডাকট্যান্স বুঝার সুবিধার্থে কোরের বাইরে দেখানো হয়েছে। উপরের (খ) নং চিত্রে প্রাই
ন্ডারির সমতুল্য কম্পোনেন্টসমূহ দেখানো হয়েছে। নো-লোড কারেন্টের পরিমাণ রেটেড কারেন্টের তুলনায় খুবই কম বিধায় নো-লোড কম্পোনেন্টসবে
ং চিত্রে প্রাইমারি টার্মে সমতুল্য সার্কিট দেখানো হয়েছে। অনুরুপভাবে, এই সার্কিট সেকেন্ডারি টার্মেও দেখানো যায়।



Equivalent Circuit diagram of Transformer

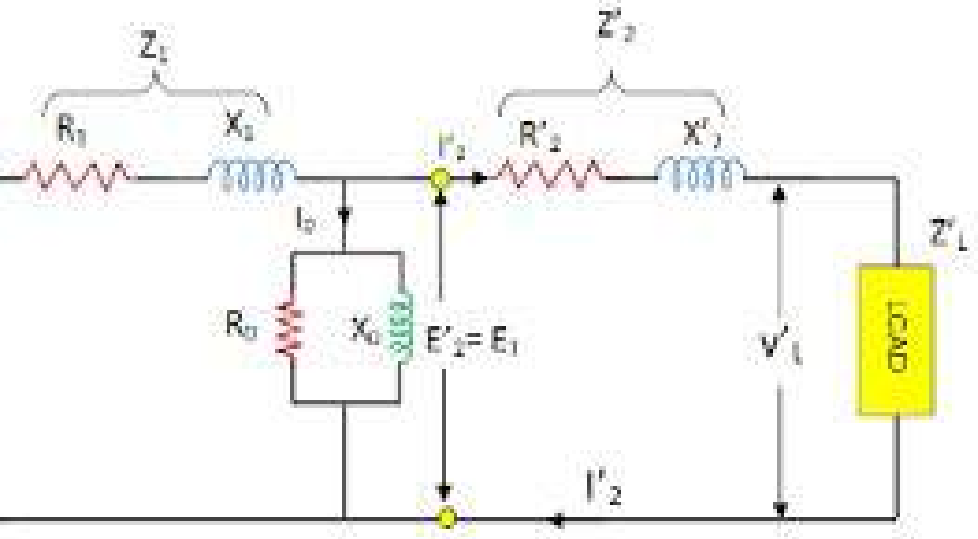
(ক)

Where,
R_1 = Primary Winding Resistance.
R_2= Secondary winding Resistance.
I_0= No-load current.
I_μ = Magnetizing Component,
I_w = Working Component,
This I_μ & I_w are connected in parallel ac
primary circuit. The value of E_1 (Primar
obtained by subtracting vectorially $I_1 Z_1$
The value of $X_0 = E_1 / I_0$ and $R_0 = E_1 / I_w$.
that the relation of E_1 and E_2 is E_1 / E_2 =
(transformation Ratio)

$$V_1 - (I_1 R_1 + j I_1 X_1) = E_1$$

$E_2 = V_2 + I_2 (R_2 + jX_2)$
$E_2 = V_2 + I_2 Z_2$

৪.১ ।ট্রান্সফরমারের সমতুল্য সার্কিট এবং ভেক্টর ডায়াগ্রাম (The Equivalent Circuit and Vector Diagram Of Transformer):



যেখানে, $E_1 / E_2 = N_1 / N_2 = a$ (transformation Ratio)

$$V_2' = aV_2$$

$$R_2' = a^2 R_2$$

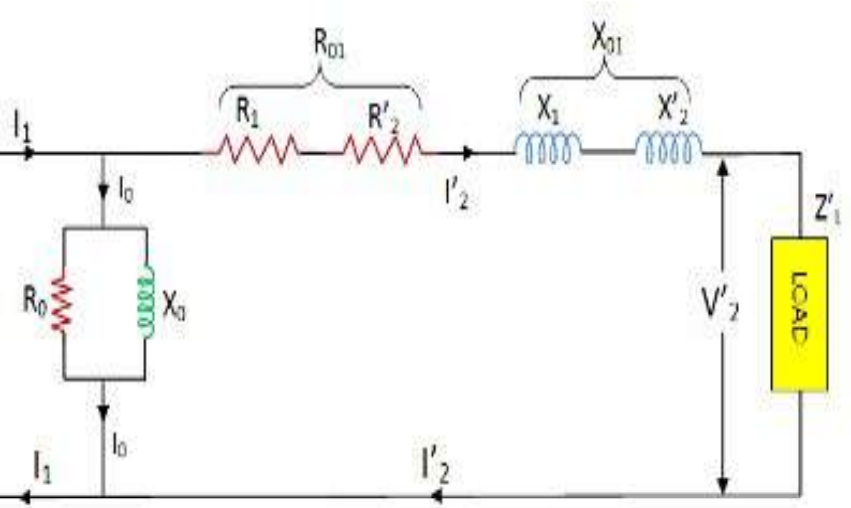
$$X_2' = a^2 X_2$$

$$I_2' = \frac{I_2}{a}$$

$$Z_L' = a^2 Z_L$$

চিত্র-(খ) Equivalent circuit of transformer referred to Primary

৪.১ ।ট্রান্সফরমারের সমতুল্য সার্কিট এবং ভেক্টর ডায়াগ্রাম (The Equivalent Circuit and Vector Diagram Of Transformer):

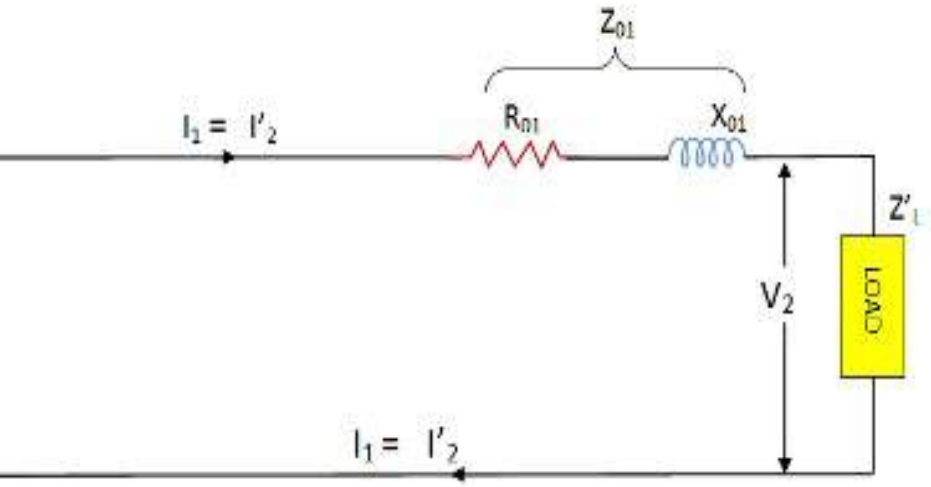


$$X_{01}=X_{eq}=X_e^{'}=X_1+X_2^{'}=X_1+a^2X_2=X$$

$$R_{01}=R_{eq}=R_e^{'}=R_1+R_2^{'}=R_1+a^2R_2=R_p+$$

চিত্র নং-(গ): Equivalent Circuit of Transformer in terms of Primary Side.

৪.১ ।ট্রান্সফরমারের সমতুল্য সার্কিট এবং ভেক্টর ডায়াগ্রাম (The Equivalent Circuit and Vector Diagram Of Transformer):



$$X_{01} = X_{eq} = X_e^{'} = X_1 + X_2^{'} = X_1 + a^2 X_2 = X_p$$

$$R_{01} = R_{eq} = R_e^{'} = R_1 + R_2^{'} = R_1 + a^2 R_2 = R_p + a$$

$$Z_{01} = \sqrt{(R_{01})^2 + (X_{01})^2} = Z_e^{'} = Z_{eq}$$

চিত্র নং-(ঘ): Equivalent Circuit of Transformer in terms of Primary Side.

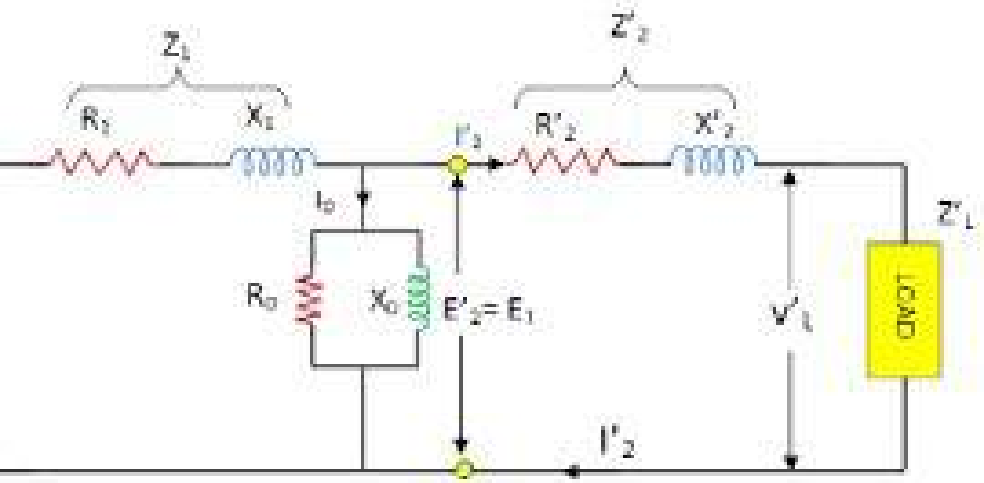
Equivalent resistance in terms of primary, $= R_e^{'}$

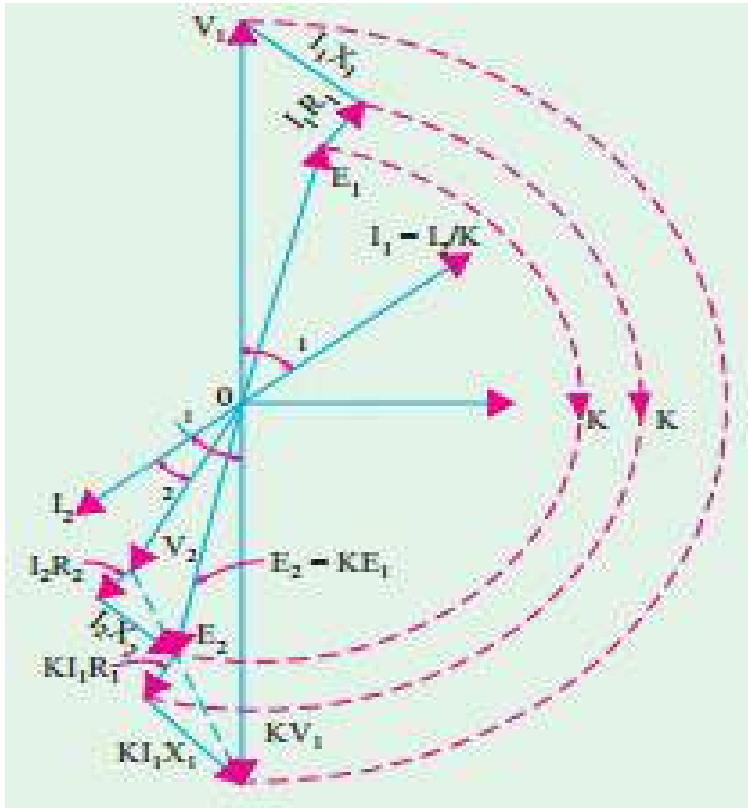
Equivalent Reactance in terms of primary, $= X_e^{'}$

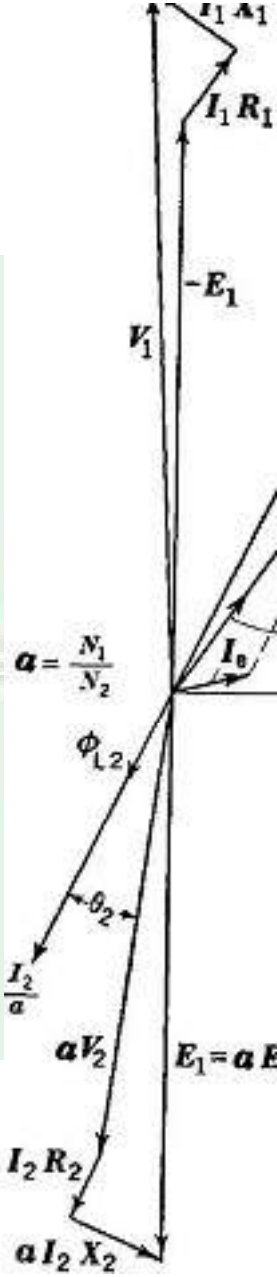
Equivalent impedance in terms of primary, $= Z_e^{'}$

ট্রান্সফরমারের ভেক্টর ডায়াগ্রামঃ

সমতুল্য সার্কিটের ভেক্টর ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে ভেক্টর ডায়াগ্রাম বর্ণনা করা হলোঃ







চিত্র নং-(ঘ)

র চিত্র থেকে দেখা যায় $I_2 R_2$, $I_2 X_2$ ভেক্টরদ্বয়ের সাথে V_2 কে যোগ করলে E_2 পাওয়া যায় অনুরুপভাবে $I_1 R_1$,
ভেক্টরদ্বয়ের সাথে E_1 কে যোগ করলে V_1 পাওয়া যায়। সমতুল্য সার্কিট ভোল্টেজ, স্ট্যান্স, রিয়্যাকট্যান্সকে প্রাইমারি হতে সেকেন্ডারিতে এবং সেকেন্ডারি হতে ারিতে ট্রান্সফরমেশন রেশিও 'a' ব্যবহার করে স্থানান্তরিত করা হয়।

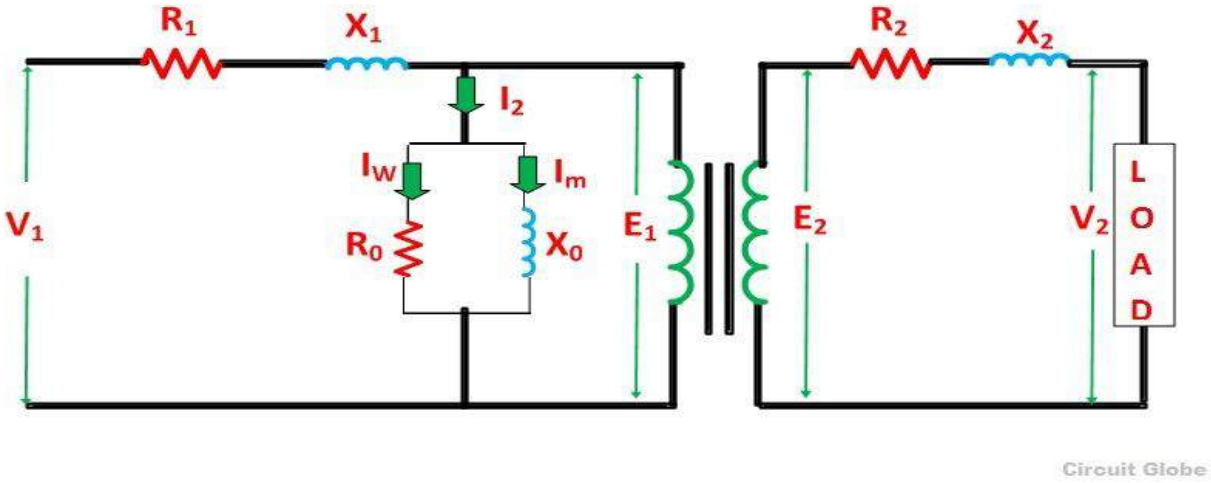
.২। ট্রান্সফরমারের সমতুল্য সার্কিট-এর ব্যাখ্যা (Explain the quivalent circuit of a transformer):

ট্রান্সফরমারের সমতুল্য সার্কিট দুই ধরণের, যেমনঃ

১। সঠিক সমতুল্য সার্কিট (Exact equivalent circuit)

২। কাছাকছি সমতুল্য সার্কিট (Approximate equivalent circuit)

(১) সঠিক সমতুল্য সার্কিট (Exact equivalent circuit):

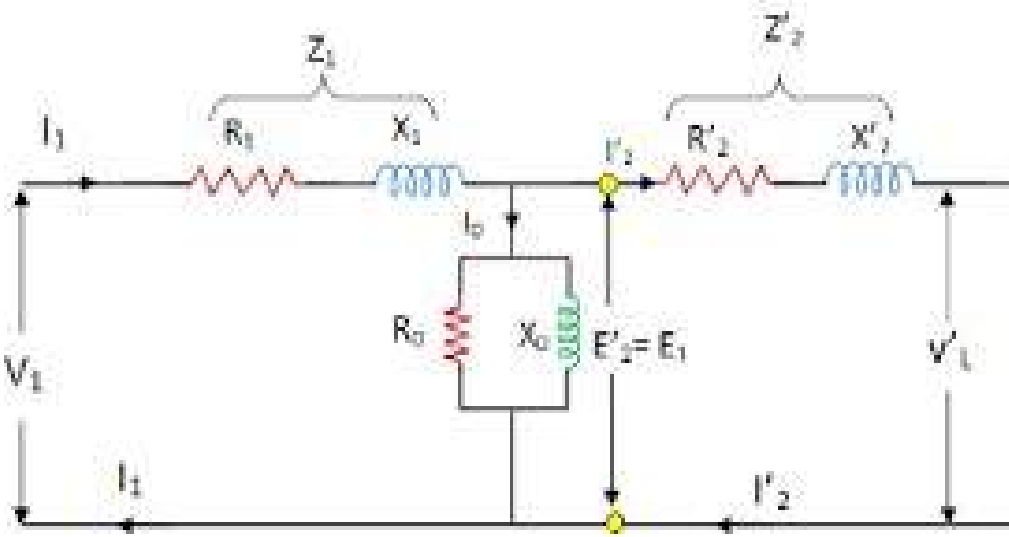


চিত্র নং-৫: দুই ওয়াইন্ডিং বিশিষ্ট ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি সার্কিট

র নো-লোড কারেন্টের দুটি উপাংশ এর একটি I_μ বিশুদ্ধ ইন্ডাক্ট্যান্স X_0 ও আর উপাংশ I_w নন-ইন্ডাকটিভ জিস্ট্যান্স R_o কে অনুসরণ করে,ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি সার্কিটে এই উপাংশদ্বয় প্যারালাল অবস্থায় থাকে। রাপিত ভোল্টেজ V_1 থেকে I_1Z_1 বিয়োগ করলে E_1 এর মান পাওয়া যায়। এখানে-

$= \frac{E_1}{I_\mu}$ এবং $X_0 = \frac{E_1}{I_\mu}$

ন, $E_1 / E_2 = N_1 / N_2 = a$ (transformation Ratio)



খা যায়

াতে সমতুল্য সেকেন্ডারি ইনডিউস্‌ড ভোল্টেজ =

াতে সমতুল্য সেকেন্ডারি টার্মিনাল ভোল্টেজ = aV_2

াতে সমতুল্য সেকেন্ডারি কারেন্ট = $\frac{I_2}{a}$

$\frac{I_1}{a}$

$Z_2' = a^2 Z_2$

াতে সমতুল্য সেকেন্ডারি রেজিস্ট্যান্স, $X_2' = a^2 X_2$

াতে সমতুল্য সেকেন্ডারি রেজিস্ট্যান্স, $Z_2' = a^2 Z_2$

াতে সমতুল্য সেকেন্ডারি ইম্পিড্যান্স, $Z_L' = a^2 Z_L$

াতে সমতুল্য লোড ইম্পিড্যান্স,

$R_2' = a^2 R_2$

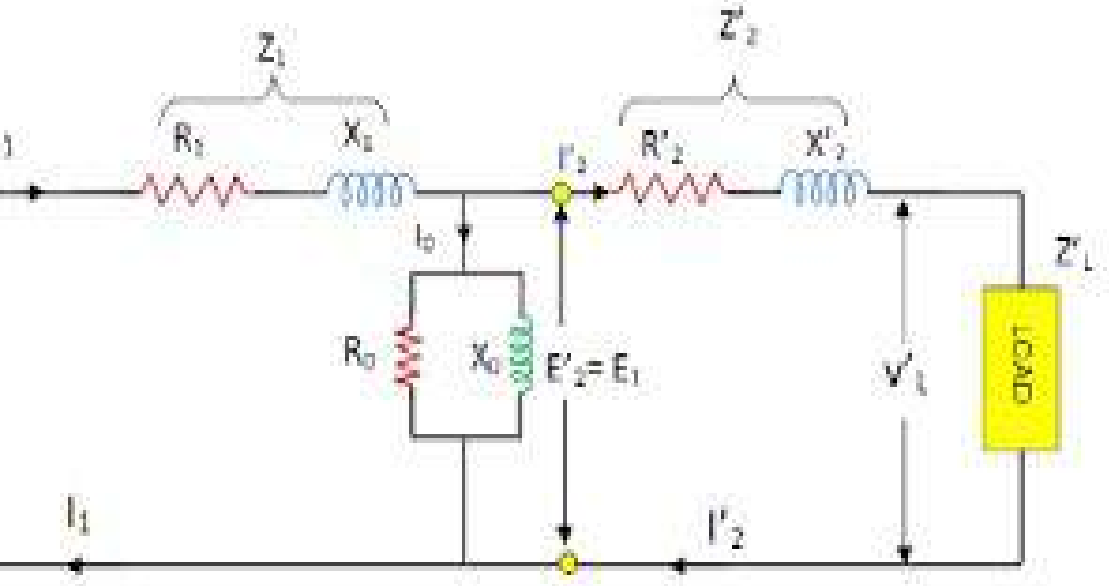
$X_2' = a^2 X_2$

$I_2' = \frac{I_2}{a}$

$Z_L' = a^2 Z_L$

াছাকাছি সমতুল্য সার্কিট (Approximate equivalent circuit):

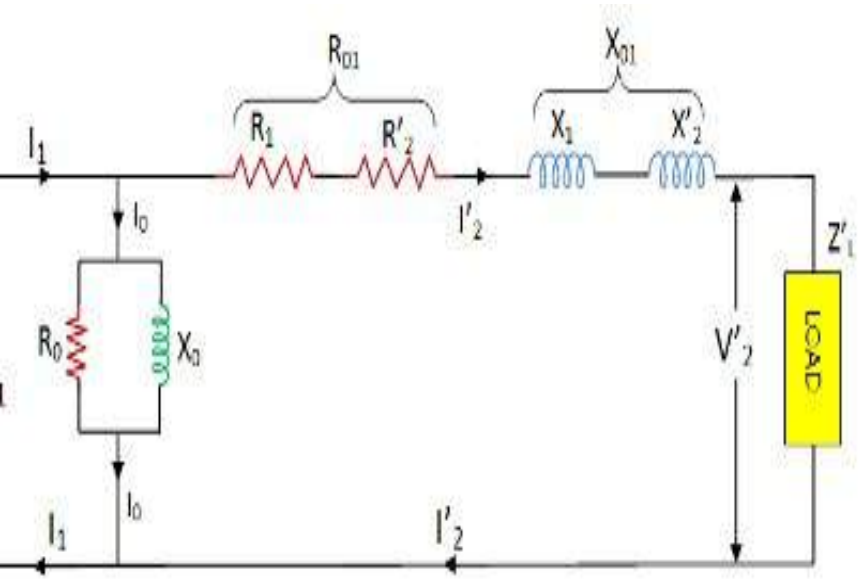
ল্য সার্কিট নিম্নরুপঃ

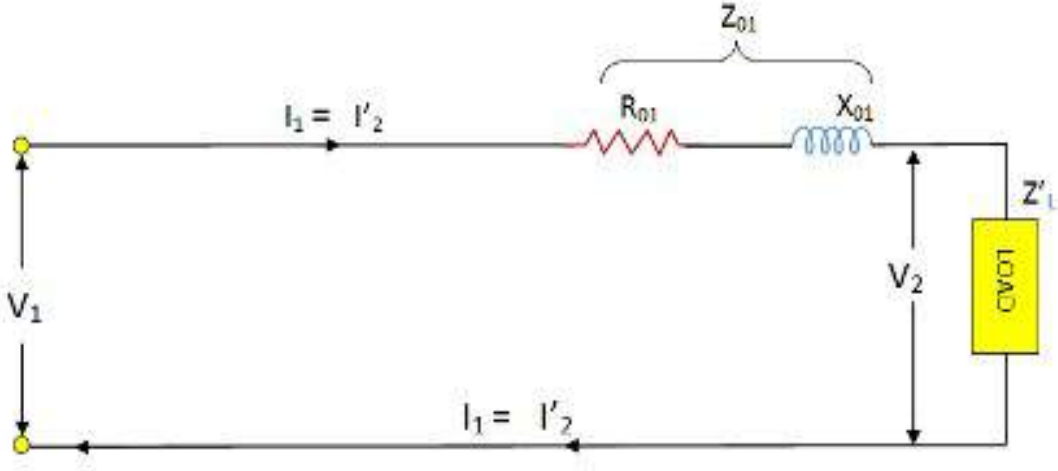


চিত্রে কাছাকাছি সমতুল্য সার্কিটে নো-লোড কম্পোনেন্ট বাহিরের দিকে দেখিয়ে সেকেন্ডারি রেজিস্ট্যান্স এবং ইনডাকট্যান্সকে প্রাইমারি টার্মে করা হয়েছে। সমতুল্য বর্তনীতে ব্যবহার সার্কিট প্যারামিটারেরে নাম আগের সঠিক সমতুল্য সার্কিটের মতোই হবে।

ক্ষেত্রে $R_0 = \frac{V_1}{I_w}$ এবং $X_0 = \frac{V_1}{I_\mu}$ হবে।

ড কারেন্ট অপেক্ষা নো-লোড কারেন্টের মান অনেক ক্ষুদ্র হয় সেহেতু নো-লোড কম্পোনেন্ট উপেক্ষা করে নিম্নোক্তভাবে সার্কিটকে সরলীকরণ করে অ



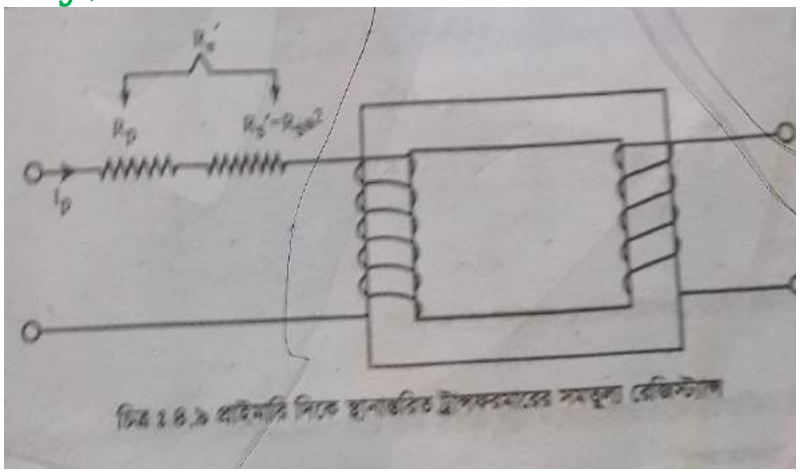


$$X_{eq} = X_e^{'} = X_{01} = X_1 + X_2^{'} = X_1 + a^2 X_2 = X_p + a^2 X_s$$

$$R_{eq} = R_e^{'} = R_{01} = R_1 + R_2^{'} = R_1 + a^2 R_2 = R_p + a^2 R_s$$

$$Z_{eq} = Z_e^{'} = Z_{01} = R_e^{'} + jX_e^{'} = R_{01} + jX_{01}$$

৪.৩। প্রাইমারির দিকে স্থানান্তরিত ট্রান্সফরমারের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স (The equivalent resistance of transformer as referred to primary):



চিত্র ঃ ৪.৯ প্রাইমারি দিকে স্থানান্তরিত ট্রান্সফরমারের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স

জানি,

া কয়েলের রেজিস্টিভ ড্রপ (Primary resistive drop)= $I_p R_p$

রি কয়েলের রেজিস্টিভ ড্রপ (Secondary resistive drop)= $I_s R_s$

ndary resistive drop in terms of primary= $aI_s R_s$ যেখানে, a=Transformation Ratio

resistive drop in terms of primary =

$$I_p R_p + aI_s R_s$$

যেখানে, $\frac{I_s}{I_p} = a$

$$= I_p R_p + a.aI_p R_s$$

$$= I_p R_p + a^2 I_p R_s$$

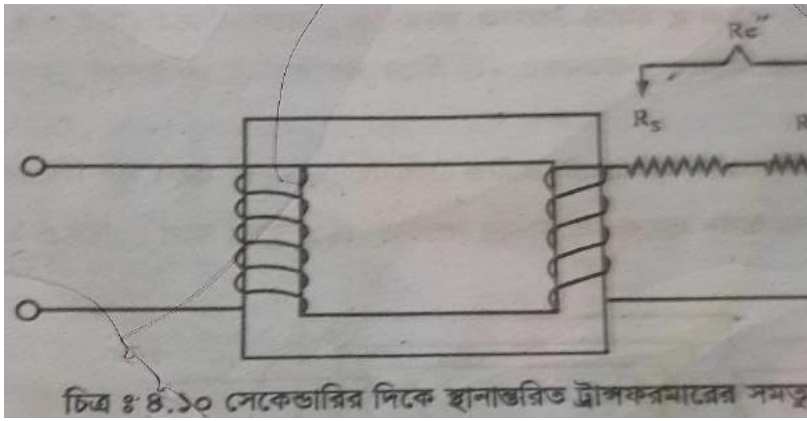
$$= I_p (R_p + a^2 R_s)$$

$$= I_p R_e'$$

$[R_e' = R_p + R_s a^2]$

= Equivalent resistance in terms of primary

ন্ডারির দিকে স্থানান্তরিত ট্রান্সফরমারের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স (The lent resistance of transformer as referred to lary):



চিত্র ঃ ৪.১০ সেকেন্ডারির দিকে স্থানান্তরিত ট্রান্সফরমারের সমতু

জানি,

রি কয়েলের রেজিস্টিভ ড্রপ (Secondary resistive drop)= $I_s R_s$

া কয়েলের রেজিস্টিভ ড্রপ (Primary resistive drop)= $I_p R_p$

ary resistive drop in terms of secondary = $\frac{I_p R_p}{a}$ যেখানে, a=Transformation Ratio

resistive drop in terms of secondary =

$$I_s R_s + \frac{I_p R_p}{a}$$

$$= I_s R_s + \frac{I_s R_p}{a.a}$$

$$= I_s R_s + \frac{I_s R_p}{a^2}$$

$$= I_s \left(R_s + \frac{R_p}{a^2} \right)$$

$$= I_s R_e''$$

= Equivalent resistance in terms of secondary

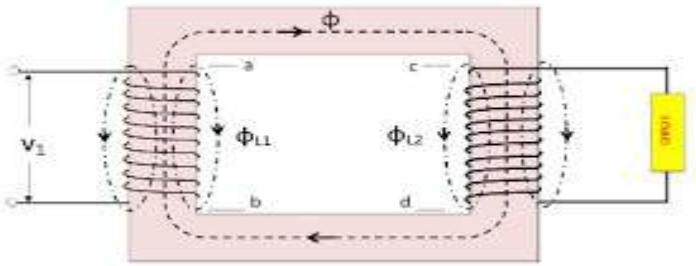
যেখানে, $\frac{I_s}{I_p} = a$

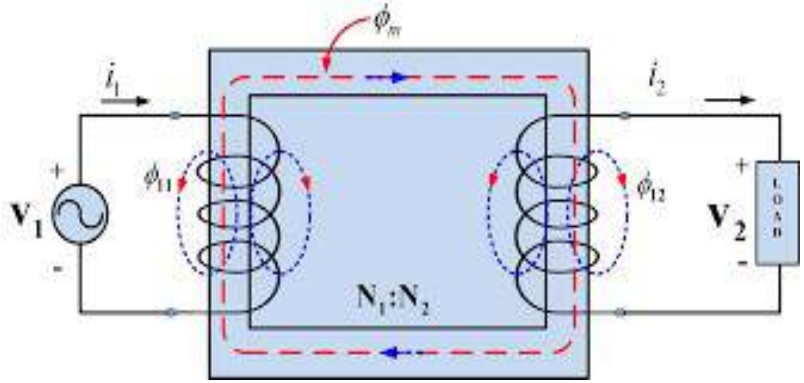
$$\left[R_e'' = R_s + \frac{R_p}{a^2} \right]$$

৪.৫। ট্রান্সফরমারের ম্যাগনেটিক লিকেজ (Magnetic leakage of transformer):

রের প্রাইমারি ওয়াইন্ডিংকে এসি সরবরাহের সাথে যুক্ত করলে যে ফ্লাক্স এর সৃষ্টি হয় তার সম্পূর্ণটি কোরের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত হয়ে সেকেন্ডারির সাথে
ং কিছু ফ্লাক্স বাতাসের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয় এবং ম্যাগনেটিক সার্কিট সম্পূর্ণ করে। এ ধরনের ফ্লাক্সকেই লিকেজ ফ্লাক্স বলে।
অ্যাম্পিয়ার টার্ন এর কারণে ম্যাগনেটোমোটিভ ফোর্সের (m.m.f) ফলে সৃষ্ট লিকেজ ফ্লাক্স যখন প্রাইমারি ওয়াইন্ডিং থেকে লিকেজ পথ উৎপন্ন করে নে
মারি লিকেজ ফ্লাক্স (ϕ_{Lp}) বলে।
কেন্ডারি অ্যাম্পিয়ার টার্নের কারণে ম্যগনেটোমোটিভ ফোর্সের ফলে সৃষ্ট লিকেজ ফ্লাক্স যখন সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিং থেকে লিকেজ পথ উৎপন্ন করে নেয়
লিকেজ ফ্লাক্স (ϕ_{Ls}) বলে।
জ ফ্লাক্স সমূহ স্ব স্ব ওয়াইন্ডিং-এ স্বয়ং আবেশিত ই.এম.এফ সৃষ্টি করে যার মান যথাক্রমে (e_{Lp}) ও (e_{Ls}) । ট্রান্সফরমারের এই বৈশিষ্ট বা ঘটনা
ক লিকেজ বলা হয়।

ও সেকেন্ডারি কয়েলের লিকেজ রিয়্যাকট্যান্স যথাক্রমেঃ $X_p = \frac{e_{Lp}}{I_p}$ এবং $X_s = \frac{e_{Ls}}{I_s}$





ম্যাগনেটিক লিকেজের অসুবিধা (The disadvantages of magnetic kage):

জ ফ্লাক্সের অসুবিধা (Disadvantages of leakage flux):

বেশি লিকেজ ফ্লাক্স হবে তত রিসিভারে পাওয়ার গ্রহন কমে যাবে।
কেজ ফ্লাক্সের কারণে এডি কারেন্ট এবং হিসটেরেসিস লসের পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে।
কেজ ফ্লাক্সের ফলে মোট লসের পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে ও সঙ্গে সঙ্গে ট্রান্সফরমারে দক্ষতা ও কার্যকারিতা কমে যাবে

জ ফ্লাক্সের সুবিধা (The advantage of leakage flux):

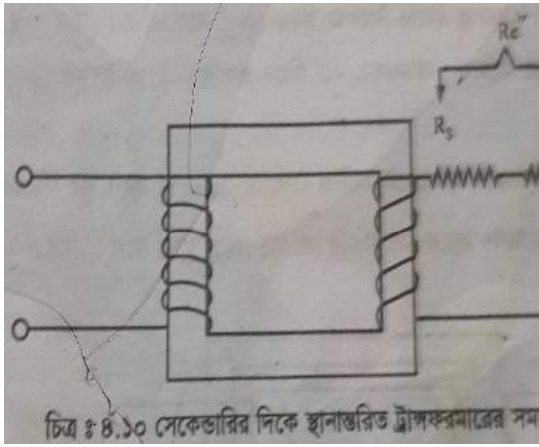
রমারের লীকেজ ফ্লাক্স শর্ট-সার্কিট কারেন্টকে সীমিত রাখতে সাহায্য করে থাকে।

জ ফ্লাক্স কমানোর উপায়ঃ

তমানের গুণাগুনবিশিষ্ট সিলিকন স্টিলের কোর ব্যবহার করা হয়।
ইমারি ও সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিংকে নিয়ম অনুযায়ী সেকশনালাইজিং ও ইন্টারলিভিং (Sectionalizing an rleaving)

.৭। ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি সাইডের সমতুল্য লিকেজ রিয়্যাকট্যান্স (Equivalent eakage reactance of transformer in terms of primary and in terms of secondary):

) প্রাইমারি দিকে স্থানান্তরিত ট্রান্সফরমারের সমতুল্য লিকেজ রিয়্যাকট্যান্স (The equivalent leakage reactance of ansformer as refered to primary):



চিত্র ঃ ৪.১০ সেকেন্ডারির দিকে স্থানান্তরিত ট্রান্সফরমারের সম

মরা জানি,

ইমারি রিয়্যাকটিভ ড্রপ (Primary reactive drop) $= I_p X_p$

কেন্ডারি রিয়্যাকটিভ ড্রপ (Secondary reactive drop) $= I_s X_s$

ইমারির প্রেক্ষিতে সেকেন্ডারি রিয়্যাকটিভ ড্রপ (Secondary reactive drop) $= a.I_s X_s$

তএব, প্রাইমারির দিকে কয়েলের মোট রিয়্যাকটিভ ড্রপ

$$= I_p X_p + a.I_s X_s$$

$$= I_p X_p + a.a.I_p.X_s \qquad [\frac{I_s}{I_p} = a]$$

$$= I_p (X_p + a^2.X_s)$$

Equivalent leakage reactance in terms of primary

$$= I_p X_e' \qquad [X_e' = X_p + a^2 X_s]$$

ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি সাইডের সমতুল্য লিকেজ রিয়্যাকট্যান্স (Equivalent leakage reactance of transform
ms of primary and in terms of secondary):

রমারের প্রাইমারির দিকে সমতুল্য ইম্পিড্যান্স (**The equivalent impedance in terms of primary**):
নি,

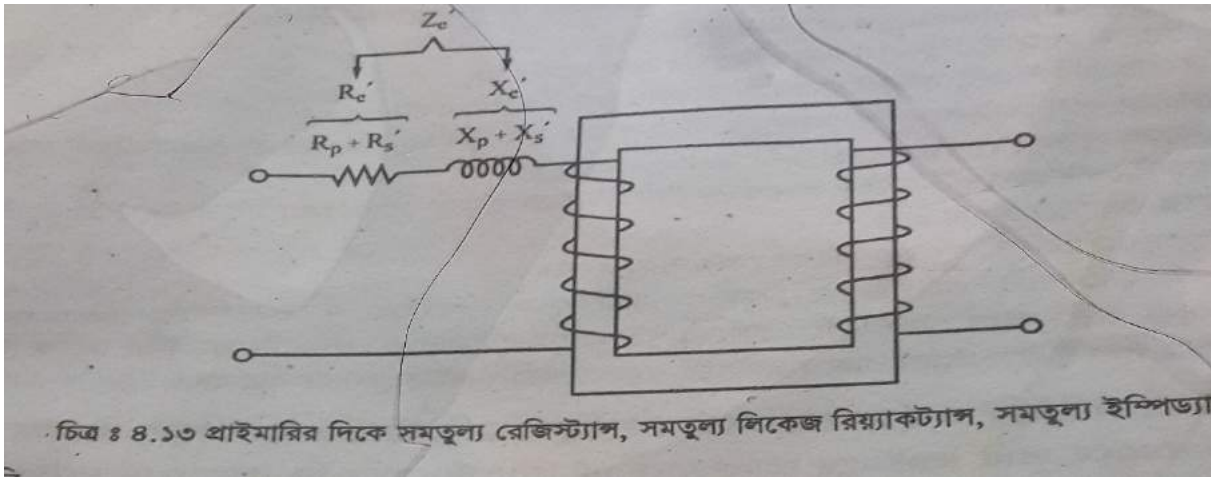
equivalent resistance of transformer in terms of primary, $R_e' = R_p + R_s' = R_p + a^2 R_s$

equivalent reactance of transformer in terms of primary, $X_e' = X_p + X_s' = X_p + a^2 X_s$

tal equivalent impedance drop in terms of primary, $I_p Z_e' = \sqrt{(I_p R_e')^2 + (I_p X_e')^2} = I_p \sqrt{(R_e')^2 + (X_e$

$\therefore Z_e' = \sqrt{(R_e')^2 + (X_e')^2}$

Equivalent impedance of transformer in terms of primary



চিত্র ঃ ৪.১৩ প্রাইমারির দিকে সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স, সমতুল্য লিকেজ রিয়্যাকট্যান্স, সমতুল্য ইম্পিড্যা

৪.৭। ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি সাইডের সমতুল্য লিকেজ রিয়্যাকট্যান্স (Equivalent leakage reactance of transformer in terms of primary and in terms of secondary):

রমারের সেকেন্ডারির দিকে স্থানান্তরিত সমতুল্য লিকেজ রিয়্যাকট্যান্স (The equivalent leakage reactance of transform ed to secondary):

ানি,

রি রিয়্যাকটিভ ড্রপ (Secondary reactive drop) $= I_s X_s$

রিয়্যাকটিভ ড্রপ (Primary reactive drop) $= I_p X_p$

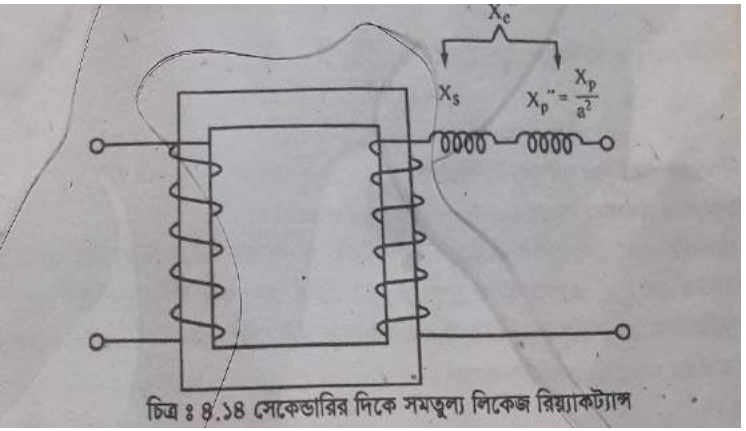
রির প্রেক্ষিতে প্রাইমারির রিয়্যাকটিভ ড্রপ (Primary reactive drop in terms of secondary) $= \frac{I_p X_p}{a}$

সেকেন্ডারির দিকে উভয় কয়েলের মোট রিয়্যাকটিভ ড্রপ $= I_s X_s + \frac{I_p X_p}{a}$

$= I_s X_s + (\frac{I_s X_p}{a.a}) \qquad [\frac{I_s}{I_p} = a]$

$= I_s (X_s + \frac{X_p}{a^2})$ $\qquad [X_e'' = X_s + \frac{X_p}{a^2}]$ =Total equivalent reacta in terms of secondary

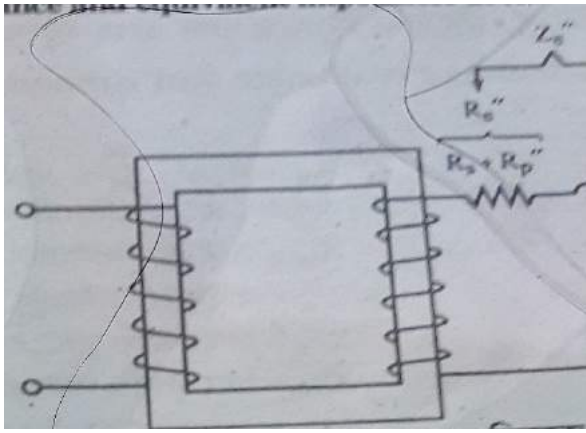
$= I_s X_e''$



চিত্র ঃ ৪.১৪ সেকেন্ডারির দিকে সমতুল্য লিকেজ রিয়্যাকট্যান্স

৪.৭। ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি সাইডের সমতুল্য লিকেজ রিয়্যাকট্যান্স (Equivalent leakage reactance of transformer in terms of primary and in terms of secondary):

রমারের সেকেন্ডারির দিকে সমতুল্য ইম্পিড্যান্স (The equivalent impedance of transformer in terms of dary):



নি,

া দিকে মোট সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স , $R_e'' = R_s + R_p'' = R_s + \frac{R_p}{a^2}$

া দিকে মোট সমতুল্য লিকেজ রিয়্যাকট্যান্স, $X_e'' = X_s + X_p'' = X_s + \frac{X_p}{a^2}$

া দিকে সমতুল্য ইম্পিড্যান্স ড্রপ , $I_s Z_e'' = \sqrt{(I_s R_e'')^2 + (I_s X_e'')^2} = I_s \sqrt{(R_e'')^2 + (X_e'')^2}$

$$\therefore Z_e'' = \sqrt{(R_e'')^2 + (X_e'')^2}$$

$\sqrt{(R_e'')^2 + (X_e'')^2}$ = Equivalent impedance of transformer in terms of secondary

ান্সফরমারের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স, লিকেজ রিয়্যাকট্যান্স এবং ইম্পিড্যান্স-এর সমস্যার সমাধান (Solve blems on equivalent resistance, leakage reactance and Empedance)

য় সূত্রাবলীঃ

equivalent resistance of transformer in terms of primary, $R_e' = R_p + R_s' = R_p + a^2 R_s = a^2 R_e''$

equivalent reactance of transformer in terms of primary, $X_e' = X_p + X_s' = X_p + a^2 X_s = a^2 X_e''$

equivalent impedance drop in terms of primary, $Z_e' = \sqrt{(R_e')^2 + (X_e')^2} = a^2 Z_e''$

equivalent resistance of transformer in terms of secondary, $R_e'' = R_s + R_p' = R_s + \frac{R_p}{a^2} = \frac{R_e}{a}$

equivalent reactance of transformer in terms of secondary, $X_e'' = X_s + X_p' = X_s + \frac{X_p}{a^2} = \frac{X_e}{a^2}$

equivalent impedance drop in terms of secondary, $Z_e'' = \sqrt{(R_e'')^2 + (X_e'')^2} = \frac{Z_e'}{a^2}$

Copper loss, $P_{cu} = I_p^2 R_e' = I_s^2 R_e'' = I_p^2 R_p + I_s^2 R_s$

ট্রান্সফরমারের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স, লিকেজ রিয়্যাকট্যান্স এবং ইম্পিড্যান্স-এর সমস্যার সমাধান (Solve problems on equivalent resistance, leakage reactance and Empedance)

কটি 100KVA, 2400/240 volts, 60Hz (1-ϕ) ফেজ ট্রান্সফরমারের

$= 0.42\,\Omega,\ X_p = 0.72\,\Omega\ R_s = 0.0038\Omega\ X_s = 0.0068\Omega$ । প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি টার্মে নির্ণয় কর।

(খ) X_e (গ) Z_e

নঃ

enData

g=100kva

00 V

V

$= \frac{2400}{240} = 10$

$2\Omega,\ X_p = 0.72\Omega, R_s = 0.0038\Omega\ X_s = 0.0068\Omega$

ent resistane, Reactance and Impedance in terms of primary $R_e'\ X_e'\ Z_e' = ?$

ent resistance, Reactance and Impedance in terms of secondary $R_e'',\ X_e'',\ Z_e'' = ?$

Equivalent resistance, reactance and impedance in terms o

$$R_e' = R_P + a^2 R_s = 0.42 + (10)^2 \times 0.0038 = 0.42 + 0.38 = 0$$

$$X_e' = X_p + a^2 X_s = 0.72 + (10)^2 \times 0.0068 = 0.72 + 0.68 = 1$$

$$Z_e' = \sqrt{(R_e')^2 + (X_e')^2} = \sqrt{(0.80)^2 + (1.40)^2} = 1.61\,\Omega$$

ফরমারের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স, লিকেজ রিয়্যাকট্যান্স এবং ইম্পিড্যান্স-এর সমস্যার সমাধান (Solve problems on equivalent ance, leakage reactance and Empedance):

কটি 100KVA, 2400/240 volts, 60Hz (1-ϕ) ফেজ ট্রান্সফরমারের

$, = 0.42\,\Omega,\ X_p = 0.72\,\Omega\ R_s = 0.0038\Omega\ X_s = 0.0068\Omega$ । প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি টার্মে নির্ণয় কর।

(খ) X_e (গ) Z_e

নঃ

enData

g=100kva

00 V

V

$= \frac{2400}{240} = 10$

$2\Omega,\ X_p = 0.72\Omega, R_s = 0.0038\Omega\ X_s = 0.0068\Omega$

ent resistane, Reactance and Impedance in terms of primary $R_e'\ X_e'\ Z_e' = ?$

ent resistance, Reactance and Impedance in terms of secondary $R_e'', X_e'', Z_e'' = ?$

Equivalent resistance, reactance and impedance in terms of Sec

$$R_e'' = R_s + \frac{R_p}{a^2} = 0.0038 + \frac{0.42}{(10)^2} = 0.0038 + 0.0042 = 0.0080\ \Omega$$

$$X_e'' = X_s + \frac{X_p}{a^2} = 0.0068 + \frac{0.72}{(10)^2} = 0.0068 + 0.0072 = 0.0140$$

$$Z_e'' = \sqrt{(R_e'')^2 + (X_e'')^2} = \sqrt{(0.0080)^2 + (0.0140)^2} = 0.0161\ \Omega$$

৪.৯। শতকরা রেজিস্ট্যান্স, রিয়্যাকট্যান্স ও ইম্পিড্যান্স এর সংজ্ঞা (Define percentage resistance, reactance and impedance):

শতকরা রেজিস্ট্যান্স (Percentage resistance): শতকরা রেজিস্ট্যান্স বলতে স্বাভাবিক কারেন্ট ও য়েন্সিতে রেজিস্টিভ ড্রপকে শতকরা হিসাবে রেটেড ভোল্টেজের সাপেক্ষে প্রকাশ করাকে বুঝায়। অর্থাৎ, শতকরা স্ট্যান্স, $\%R = \frac{IR}{V} \times 100$

তকরা রিয়্যাকট্যান্স (Percantage reactance): শতকরা রিয়্যাকট্যান্স বলতে স্বাভাবিক কারেন্ট এব য়েন্সিতে রিয়্যাকট্যান্স ড্রপকে শতকরা হিসাবে রেটেড ভোল্টেজের সাপেক্ষে প্রকাশ করাকে বুঝায়। অর্থাৎ, শতকরা কট্যান্স $\%X = \frac{IX}{V} \times 100$

তকরা ইম্পিড্যান্স (Percentage impedance): শতকরা ইম্পিড্যান্স বলতে স্বাভাবিক কারেন্ট এবং য়েন্সিতে ইম্পিড্যান্স ড্রপকে শতকরা হিসাবে রেটেড ভোল্টেজের সাপেক্ষে প্রকাশ করাকে বুঝায়। অর্থাৎ শতকরা ড্যান্স, $\%Z = \frac{IZ}{V} \times 100$

৪.১০। শতকরা রেজিস্ট্যান্স, রিয়্যাকট্যান্স ও ইম্পিড্যান্স এর সমীকরন(The Equation for percentage resistance, reactance and impedance):

$$\text{Percentage resistance in primary side } \%R = \frac{I_p R_e'}{V_p} \times 100 = \frac{I_p^2 R_e'}{V_p I_p} \times 100$$

$$\text{Percentage resistance in secondary side } \%R = \frac{I_s R_e''}{V_s} \times 100 = \frac{I_s^2 R_e''}{V_s I_s} \times 100$$

Here I_p = Primary full load current

R_e' = Equivalent resistance in terms of primary

V_p = Primary Voltage

I_s = Full load secondary current

R_e'' = Equivalent resistance in terms of Secondary

V_s = *Secondary* voltage

৪.১০। শতকরা রেজিস্ট্যান্স, রিয়্যাকট্যান্স ও ইম্পিড্যান্স এর সমীকরন(The Equation for percentage resistance, reactance and impedance):

2. Percentage reactance in primary side $\%X = \frac{I_p X_e'}{V_p} \times 100$

or Percentage reactance in secondary side $\%X = \frac{I_s X_e''}{V_s} \times 100$

where I_p = Primary full load current

X_e' = Equivalent reactance in terms of primary

V_p = Primary Voltage

I_s = Full load secondary current

X_e'' = Equivalent reactance in terms of Secondary

V_s = *Secondary* voltage

৪.১০। শতকরা রেজিস্ট্যান্স, রিয়্যাকট্যান্স ও ইম্পিড্যান্স এর সমীকরন(The Equation for percentage resistance, reactance and impedance):

3. Percentage impedance in primary side $\%Z = \frac{I_p Z_e'}{V_p} \times 100$

or Percentage impedance in secondary side $\%Z = \frac{I_s Z_e''}{V_s} \times 100$

Again $\%Z = \sqrt{(\%R)^2 + (\%X)^2}$

where I_p = Primary full load current

Z_e' = Equivalent impedance in terms of primary

V_p = Primary Voltage

I_s = Full load secondary current

Z_e'' = Equivalent impedance in terms of Secondary

V_s = *Secondary* voltage

মূল্যায়ন

প্রশ্ন-১: ট্রান্সফরমারের লিকেজ ফ্লাক্সের মান কী উপায়ে কমানো যায়?

উত্তরঃ

১। উন্নতমানের সিলিকন স্টিলের কোর ব্যবহার করে।

২। প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি ওয়াইন্ডিংকে নিয়ম অনুযায়ী সেকশনালাইজিং ও ইন্টারলিভিং করে।

প্রশ্ন-২: শতকরা রিয়্যাকট্যান্স বলতে কী বুঝায়?

উত্তরঃ স্বাভাবিক কারেন্ট এবং ফ্রিকুয়েন্সিতে রেজিস্টিভ ড্রপকে শতকরা হিসাবে রেটেড ভোল্টেজের সাপেক্ষে প্রকাশ করাকে বুঝায়। অর্থাৎ, , $\%R = \frac{IR}{V} \times 100$

প্রশ্ন-৩: ট্রান্সফরমারের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্সের হিসাব করা হয় কেন?

উত্তরঃ ট্রান্সফরমারের উভয় কয়েলেই রেজিস্ট্যান্স থাকে। এ কয়েলদ্বয়ের মধ্যে কোনো বৈদ্যুতিক সংযোগ নেই। তাত্ত্বিকভাবে এক বর্তনীর রেজিস্ট্যান্স আরেক বর্তনীতে সমতুল্যভেবে স্থানান্তর করা হয়। এর ফলে খুব সহজে ও সাধারণ উপায়ে যাবতীয় হিসাবনিকাশ করা যায়। কারণ এক্ষেত্রে শুধু এক বর্তনীতে হিসাব করতে হয়। উভয় বর্তনীতে বেশি সময় ধরে ও জটিল প্রক্রিয়ায় হিসাবনিকাশ করতে হয় না। এ কারণেই যে-কোনো এক বর্তনীর রেজিস্ট্যান্স আরেক বর্তনীত্র সমতুল্যভাবে স্থানান্তর করা হয়।

বাড়ির কাজ

১। দুই ওয়াইন্ডিং বিশিষ্ট ট্রান্সফরমারের সমতুল্য সার্কিটের ভেক্টর ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে বর্ননা কর।

২। ট্রান্সফরমারের সমতুল্য সার্কিট অঙ্কন করে বর্ননা কর।

৩। একটি ট্রান্সফরমারে প্রাইমারি ও সেকেন্ডারির দিকে সমতুল্যভাবে রেজিস্ট্যান্সের মান স্থানান্তর প্রক্রিয়া চিত্রস
সূত্রাকারে দেখাও।

৪। ট্রান্সফরমারে প্রাইমারির দিকে স্থানান্তরিত সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স, লিকেজ রিয়্যাকট্যান্স এবং ইম্পিড্যান্সের ম
সূত্রাকারে বর্ণনা কর।

৫। শতকরা রেজিস্ট্যান্স, রিয়্যাকট্যান্স এবং ইম্পিড্যান্স কী? এদের সমীকরণ নির্ণয় কর।

৬। একটি 25KVA, 2300/230 volts, 60Hz (1-ϕ) ফেজ ট্রান্সফরমারের নিম্নলিখিত তথ্যগুলো
যেমন- $R_p = 0.8\,\Omega,\ X_p = 3.2\,\Omega\ \ R_s = 0.009\ \Omega\ \ X_s = 0.03\ \Omega$

তা হলে বের করঃ

(ক) প্রাইমারি টার্মে সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স, সমতুল্য রিয়াকট্যান্স, সমতুল্য ইম্পিড্যান্স।

(খ) সেকেন্ডারি টার্মে সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স, সমতুল্য রিয়াকট্যান্স, সমতুল্য ইম্পিড্যান্স।

(গ) প্রাইমারি ও সেকেন্ডারির দিকে ভোল্টেজ ড্রপ সমূহ।

(ঘ) কপার লস।

এই ভিডিওটি পুণরায় দেখতে জাতীয় দক্ষতা বাতায়নে কারিগরি শিক্ষা অধিদপ্তরের পেইজ www.skills.gov.bd/dte ভিজিট করুন।

সরাসরি ক্লাস দেখার লিঙ্কঃ www.facebook.com/skills.gov.bd

আগামি মঙ্গল বার অধ্যায়-৫ পড়ানো হবে।

সবাইকে ধন্যবাদ

পাঠ পরিচিতিঃ

বিষয়ঃ এসি মেসিনস-১ (৬৬৭৬১)

৬ষ্ঠ পর্ব (ইলেকট্রিক্যাল)

5ম অধ্যায়

ট্রান্সফরমারের ওপেন সার্কিট টেস্ট, শর্ট সার্কিট টেস্ট এবং ভোল্টেজ রেগুলেশন (Open Circuit Test, Short Circuit Test and voltage Regulation of Transformer)

এ অধ্যায়ের পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা জানতে পারবেঃ

১। ট্রান্সফরমারের ওপেন সার্কিট টেস্ট বা নো-লোড টেস্টের ধারনা

২। ট্রান্সফরমারের শর্ট সার্কিট টেস্ট বা ইম্পিড্যান্স টেস্টের ধারনা

৩। ভেক্টর ডায়াগ্রাম অংকন করন।

৪। ওপেন সার্কিট টেস্ট ও শর্ট সার্কিট টেস্ট সম্পর্কিত সমস্যার সমাধানের ধারনা

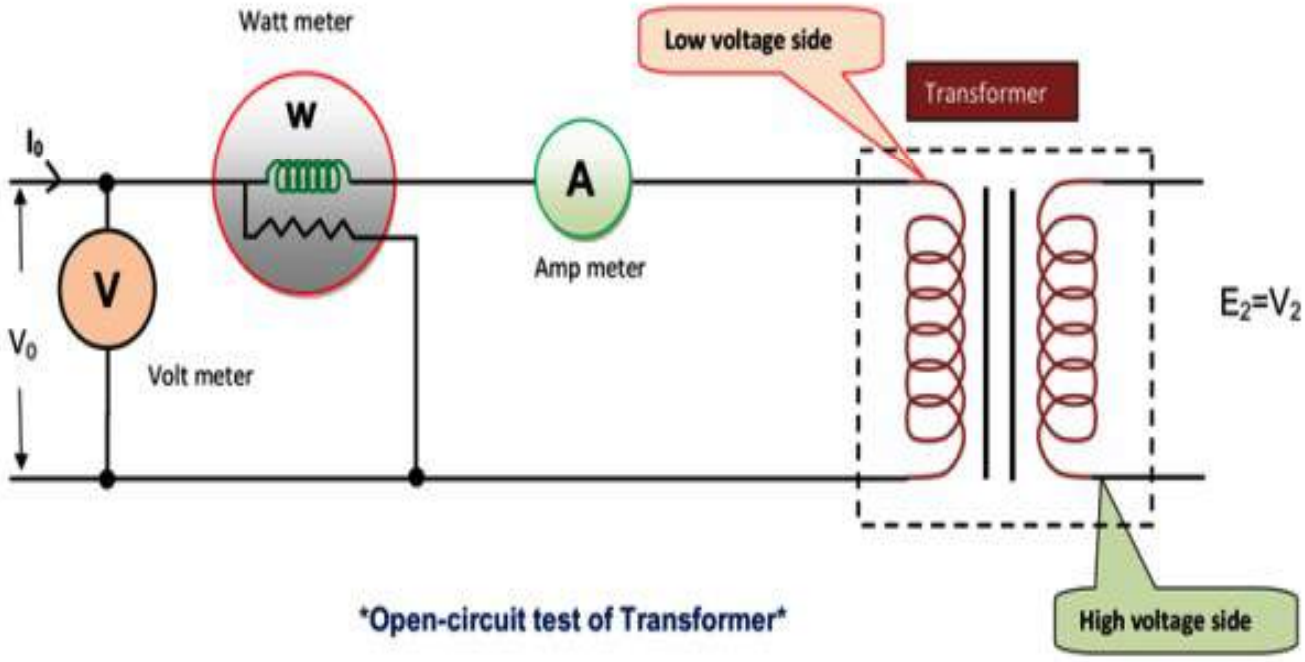
৫।ভোল্টেজ রেগুলেশনের সংজ্ঞা

৬। ভোল্টেজ রেগুলেশনের ইউনিটি, ল্যাগিং এবং লিডিং পাওয়ার ফ্যাক্টরের সমীকরনের বর্ননা

৭। ভোল্টেজ রেগুলেশনের সাথে সম্পর্কযুক্ত সমস্যার সমাধানের ধারনা

১ ট্রান্সফরমারের ওপেন সার্কিট টেস্ট বা নো-লোড টেস্ট (Open Circuit Test or No load Test of anasformer):

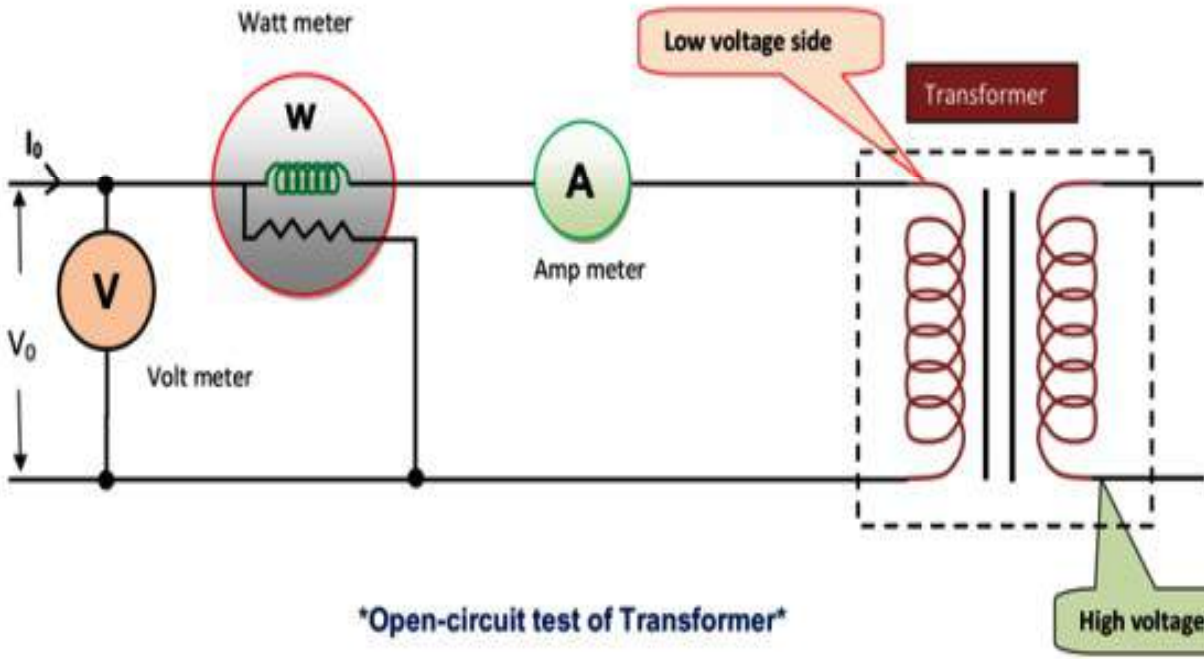
ট্রান্সফরমারের হাই- ভোল্টেজ সাইট খোলা রেখে এবং লো-ভোল্টেজ সাইডে প্রয়োজনীয় সংখ্যক পরিমাপক যন্ত্রপাতি সংযোগ করে ট্রান্সফরমারের রেটেড ভোল্টেজ সাপ্লাই দিয়ে যে টেস্ট করা হয় তাকে ট্রান্সফরমারের ওপেন সার্কিট টেস্ট বা নো-লোড টেস্ট বলে।



১ ট্রান্সফরমারের ওপেন সার্কিট টেস্ট বা নো-লোড টেস্ট (Open Circuit Test or No load Test of anasformer):

1. The Wattmeter measures the iron loss (consisting of the hysteresis loss and the eddy current loss) of transformer because the cu- loss is negligibly small in low voltage winding and nil in the high voltage wi under no load condition.

2. The Ammeter measures the no load current I_0 which is very small (2 to 10 % of rated load current).



Open-circuit test of Transformer

১ ট্রান্সফরমারের ওপেন সার্কিট টেস্ট বা নো-লোড টেস্ট (Open Circuit Test or No load Test of ransformer):

3. The voltmeter measures the normal voltage which is applied in the low voltage winding.

t W is the wattmeter reading and the applied voltage and I_0 is the eter reading ,Then

$V_1 I_0 \cos \Phi_0$

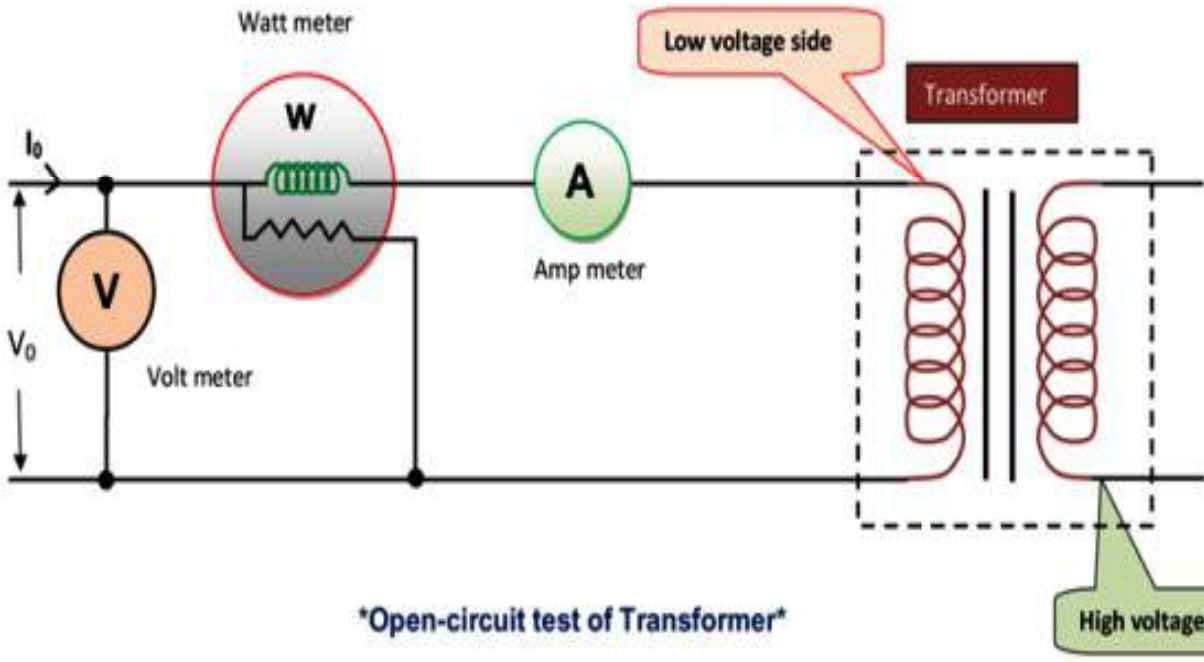
$\Phi_0 = W/V_1 I_0$

μ = is the magnetizing component load current, Iw is the core loss onent of no load current, from the r diagram of no-load transformer.

$_0 \sin \Phi_0$ $I_w = I_0 \cos\Phi_0$,

$V_1/I\mu$ and $R_0 = V_1 / I_w$

$_0 + j X_0$)



৫.১ ট্রান্সফরমারের ওপেন সার্কিট টেস্ট বা নো-লোড টেস্ট (Open Circuit Test or No load Test of tranasformer

ওপেন সার্কিট টেস্ট থেকে প্রাপ্ত তথ্যসমুহঃ

ই টেস্ট থেকে নিম্নলিখিত তথ্য পাওয়া যায়ঃ

কোর লোস $W_c = W_i = V_1 I_o \cos\theta_0$

নো-লোড কারেন্ট (I_0)

ম্যাগনেটাইজিং কারেন্ট $(I_\mu) = I_0 \sin\theta_0$

ওয়ার্কিং কারেন্ট $(I_W) = I_0 \cos\theta_0$

কোর লস রেজিস্ট্যান্স $(R_0) = \frac{V_1}{I_W}$

কোর লস রিয়্যাকট্যান্স $(X_0) = \frac{V_1}{I_\mu}$

নো-লোড পাওয়ার ফ্যাক্টর $\cos\theta_0 = \frac{W_c}{V_1 I_0}$

৫.১ ট্রান্সফরমারের ওপেন সার্কিট টেস্ট বা নো-লোড টেস্ট (Open Circuit Test or No load Test of tranasformer):

ওপেন সার্কিট টেস্ট থেকে ওয়াটমিটার শুধু কোর লস নির্দেশ করেঃ

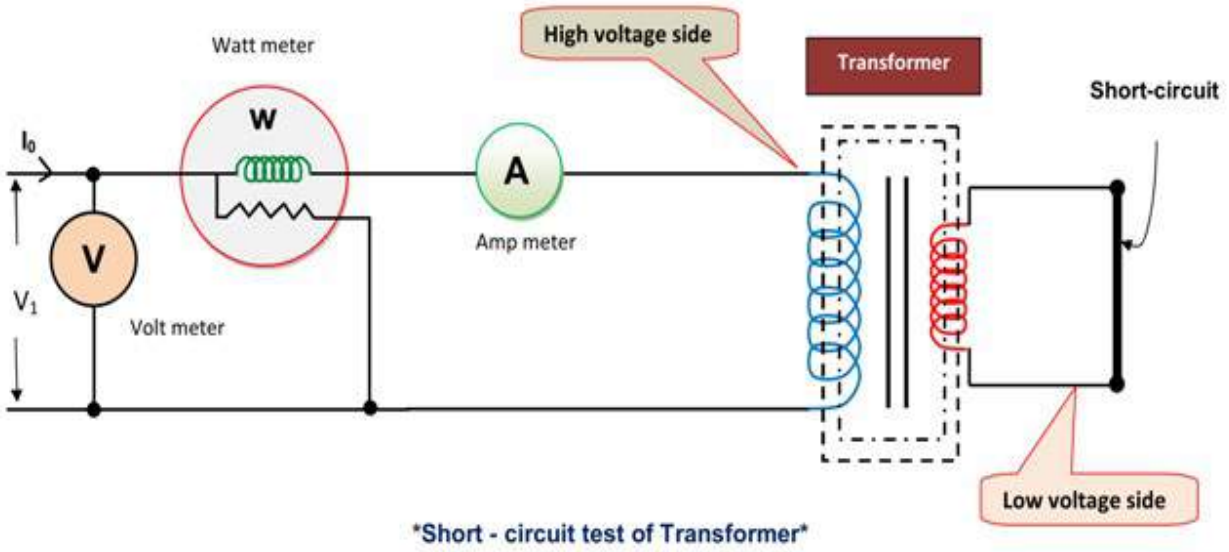
ওপেন সার্কিট টেস্টের সময় হাই-ভোল্টেজ সাইড অপেন থাকে। তা ছাড়া ট্রান্সফরমার কয়েলগুলো ইন্ডাকটিভ এবং প্রাইমারি উচ্চমানের ইম্পিড্যান্সের কারণে নো-লোড কারেন্টের পরিমাণ খুবই কম হয়, রেটেড কারেন্টের 3% থেকে 5%। এর ফলে

$I_0^2 R_p$ লসের পরিমাণ কোর লসের পরিমাণ কোড় লসের তুলনায় খুবই কম এবং উপেক্ষা করা চলে। কোরে রেটেড সাপ্লাই ভোল্টেজের জন্য স্বাভাবিক মিউচুয়াল ফ্লাক্স (ϕm) প্রতিষ্ঠা হয়। কোর লসের আবার মোটামুটিভাবে মিউচুয়াল ফ্লাক্সের বর্গের সমানুপাতিক। সুতরাং ওয়াটমিটার শুধু কোর লস নির্দেশ করে।

৫.২ ট্রান্সফরমারের সুর্ট সার্কিট টেস্ট বা ইম্পিড্যান্স টেস্ট (Short Circuit Test or ImpedanceTest of tranasformer):

ট্রান্সফরমারের একদিকে (সাধারণত লো-সাইড) শর্ট করে অন্য সাইডে ভেরিয়্যাকের সাহায্যে রেটেড ভোল্টেজের খুব কম ভোল্টেজ (রেটেড ভোল্টেজের 5% থেকে 10%) সাপ্লাই দিয়ে যে টেস্ট করা হয়, তাকে শর্ট সার্কিট টেস্ট বলা হয়।

এক্ষেত্রে লো-ভোল্টেজ সাইড মোটা কপার তার বা অ্যামিটার দ্বারা শর্ট করে রেখা হয়। হাই-ভোল্টেজ সাইডে ওয়াটমিটার, অ্যামিটার, ভোল্টমিটার যথারীতি সংযোজন করে একটি ভেরিয়্যাক বা ভোল্টেজ রেগুলেটরের সাহায্যে খুব ধীরে ধীরে শূন্যমান হতে ভোল্টেজ বৃদ্ধি করা হয়। ট্রান্সফরমারের জানা রেটেড কারেন্ট অ্যামিটারে প্রবাহিত হলে আর ভোল্টেজ বৃদ্ধি করা হয়না। ঐ অবস্থায় ওয়াটমিটার রিডিং সম্পূর্ণটাই কপার লস হিসাবে ধরা হয়। যদিও এর মধ্যে সামান্য কিছু পরিমাণ কোর লস, স্ট্রে লস থাকে, তবুও তা উপেক্ষা করা হয়।



৫.২ ট্রান্সফরমারের সুর্ট সার্কিট টেস্ট বা ইম্পিড্যান্স টেস্ট (Short Circuit Test or ImpedanceTest of tranasformer):

টার রিডিং থেকে কপার লস W_{sc} বা $P_{sc} = I_{sc}^{2} R_e^{'}$ Watt

$$= Z_{01} = \frac{V_{sc}}{I_{sc}} = \frac{E_{sc}}{I_{sc}}$$

$$= R_{01} = \frac{W_{sc}}{(I_{sc})^2}$$

$$= X_{01} = \sqrt{(Z_e^{'})^2 - (R_e^{'})^2}$$

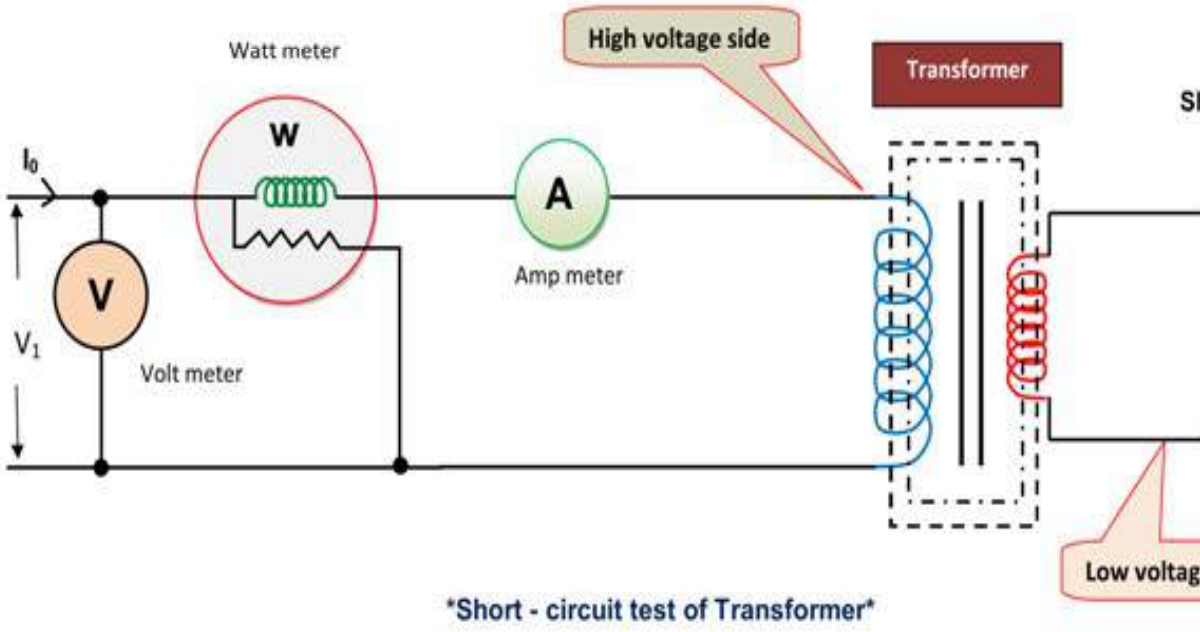
$_c$ = শর্টসার্কিট পাওয়ার, কপার লস ওয়াটে

র্ট সার্কিট, অ্যাম্পিয়ারে

= সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স, ওহমে

$_1$ =সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স, ওহমে

= সমতুল্য ইম্পিড্যান্স, ওহমে



"Short - circuit test of Transformer"

৩ ভেক্টর ডায়াগ্রাম অঙ্কন(Draw the vector diagram):

নো-লোড কারেন্টের ভেক্টর ডায়াগ্রামঃ

ক্টর চিত্রে নো-লোড কারেন্ট I_0 দ্বরা সূচিত করা হয়েছে। এর দু'টি কম্পনেন্ট বা বিশিষ্টাংশ থাকে। প্রথম অংশ
ইজিং কম্পোনেন্ট(I_m) যা সাপ্লাই ভোল্টেজের 90° পিছনে থেকে কোরে মিউচুয়াল ফ্লাক্স (ϕ_m) তৈরি করে
একই ফেজে অবস্থান করে। কিন্তু সরবরাহ হতে কোনো পাওয়ার গ্রহণ করে না বিধায় (I_m) কে ওয়াটলেস
less) বা রিয়্যাকটিভ কম্পোনেন্ট বলে। দ্বিতীয় অংশ ওয়ার্কিং কম্পোনেন্ট I_w সাপ্লাই ভোল্টেজ V_1 এর
জে অবস্থান করে কোর লস (হিস্টেরেসিস লস এবং এডি কারেন্ট লস) করে থাকে (I_w) সরবরাহ হতে পাওয়ার গ্র
য় একে অ্যাকটিভ কম্পনেন্ট বলা হয়।

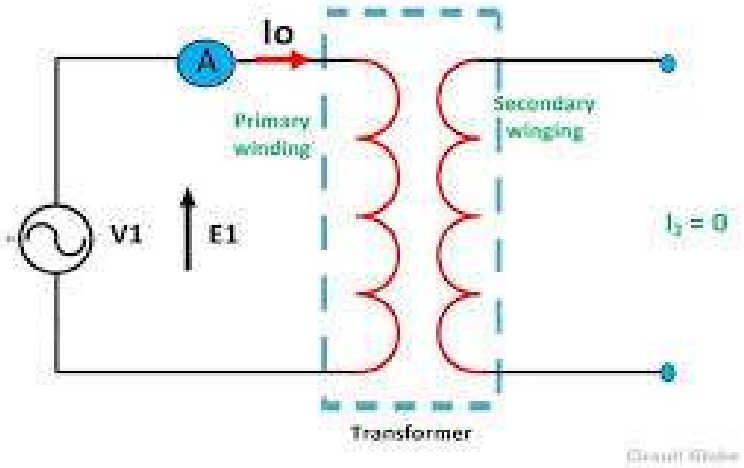
omponent $I_w = I_0 \text{Cos}\varphi_0$

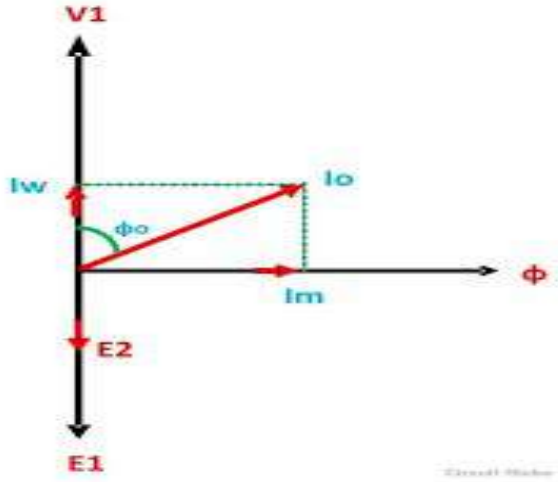
rrent $I_0 = \sqrt{I_w^2 + I_m^2}$

ng component $I_m = I_0 \text{Sin}\varphi_0$

tor $\text{Cos}\ \varphi_0 = \frac{I_w}{I_0}$

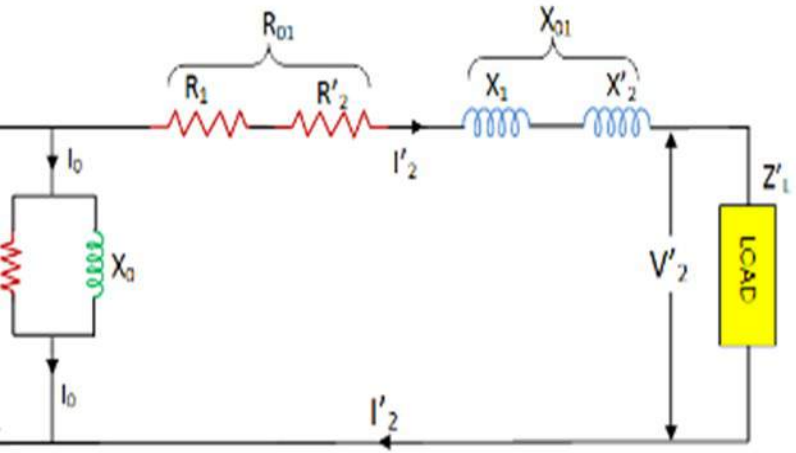
ower input $P_0 = V_1 I_0 \text{Cos}\varphi_0$





৩ ভেক্টর ডায়াগ্রাম অঙ্কন(Draw the vector diagram):

র্ট-সার্কিট টেস্টের ভেক্টর ডায়াগ্রামঃ



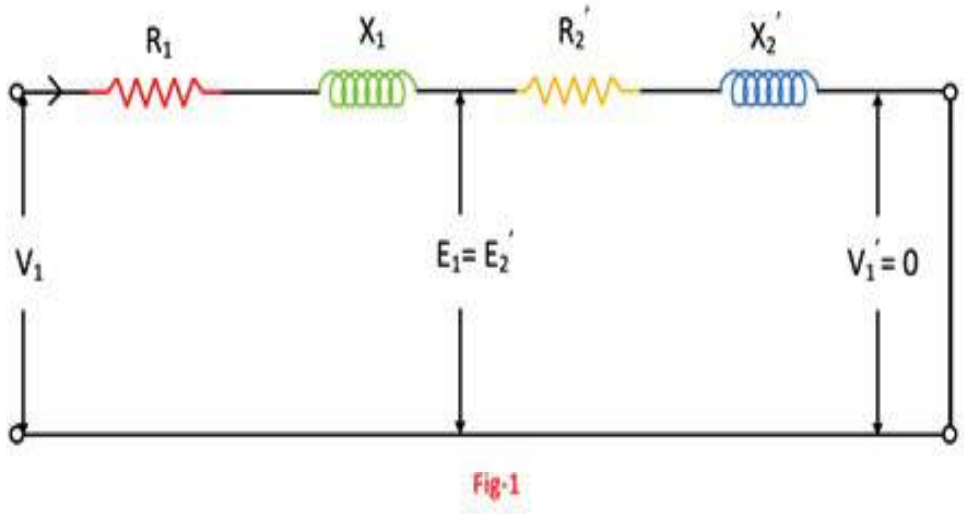
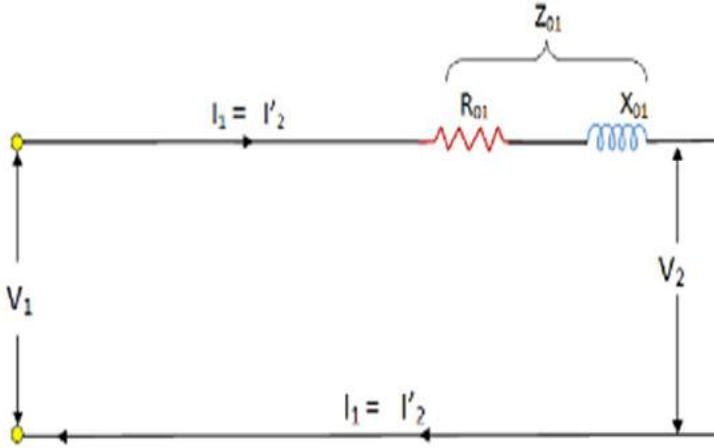


Fig-1

V = Full-load copper loss, V_1 = Applied voltage, I_1 = Rated urrent, R_{01} = Resistance as viewed from the primary, Z_{01} = Total mpedance as viewed from the primary, X_{01} = Reactance as iewed from the primary



$$W = I_1^2 R_{01}$$

$$\therefore R_{01} = W / I_1^2$$

$$Z_{01} = V_1 / I_1$$

$$X_{01} = \sqrt{(Z_{01}^2 - R_{01}^2)}$$

ভেক্টর ডায়াগ্রাম অঙ্কন(Draw the vector diagram):

র্ট-সার্কিট টেস্টের ভেক্টর ডায়াগ্রামঃ

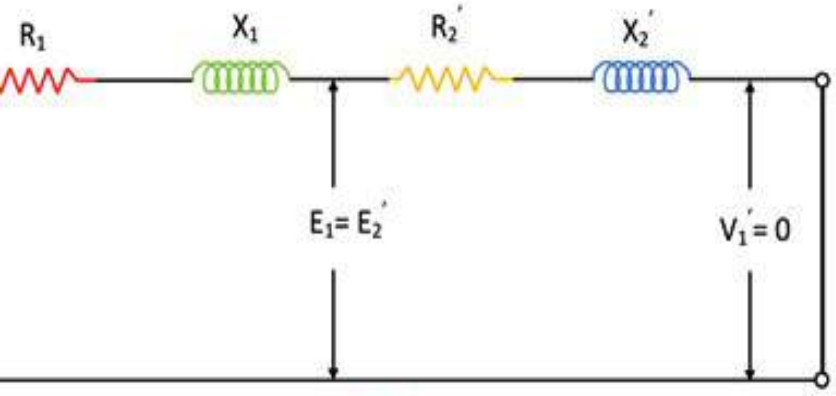


Fig-1

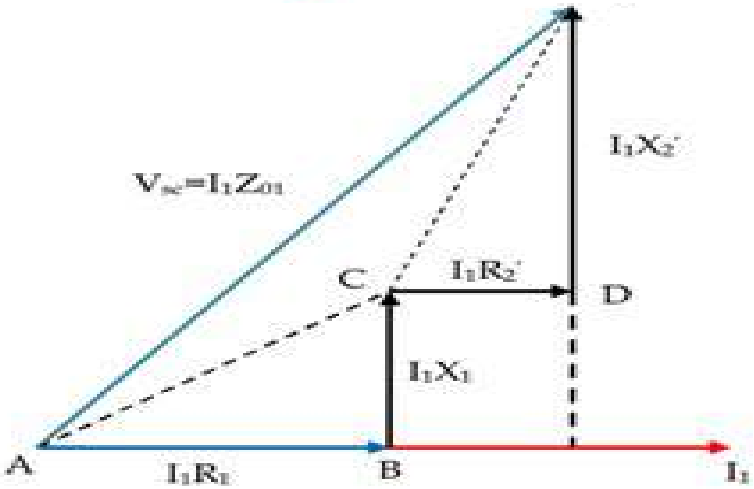


Fig-3

Voltage drop Vector

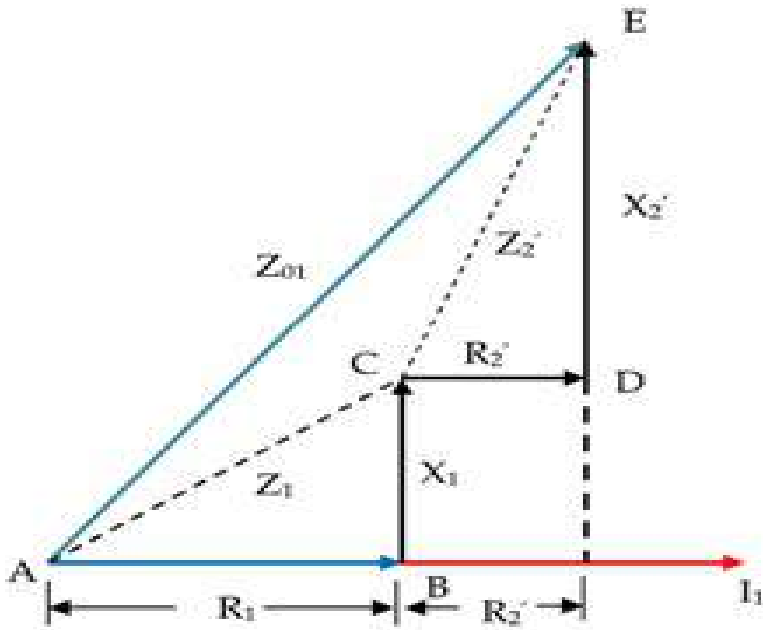


Fig- 4

Impedance Vector

৪ শর্টসার্কিট ও ওপেন সার্কিট টেস্টে সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান (Solve problems related to short circuit and open circuit test):

জনীয় সুত্রবলিঃ

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

$$R_e{}' = R_{01} = R_p + R_s a^2$$

$$R_e{}' = R_{01} = \frac{P_{sc}}{I_{sc}{}^2}$$

$$Z_e{}' = Z_{01} = \frac{V_{sc}}{I_{sc}}$$

$$X_e{}' = \sqrt{(Z_e{}')^2 - (X_e{}')^2}$$

$$I_{FL} or I_p = \frac{KVA \times 1000}{V_p}$$

Working component $I_w = I_0 \text{Cos}\varphi_0$

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

Magnetizing component $I_m = I_0 \text{ Sin}\varphi_0$

Power factor $\text{Cos } \varphi_0 = \frac{I_w}{I_0}$

No load power input $P_0 = V_1 I_0 \text{Cos}\varphi_0$

র্টসার্কিট ও ওপেন সার্কিট টেস্টে সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান (Solve problems related to short circuit and n circuit test):

. একটি সিঙ্গেল ফেজ 10KVA, 500/250 V, 50 Hz ট্রান্সফরমারের নিম্নলিখিত ধ্রুবক আছে যথা – প্রাইমারি রেজিস্ট্যান্স 0 ডারি রেজিস্ট্যান্স 0.5Ω, প্রাইমারি রিয়্যাকট্যান্স 0.4Ω, সেকেন্ডারি রিয়্যাকট্যান্স 0.1Ω, তাহলে শর্ট সার্কিট আবস্থায় পরিমাপক যন্ত্র ঠ দিবে বের কর।

Here ,

$R_p = 0.2$

$X_p = 0.4$

$R_s = 0.5$

$X_s = 0.1$

$V_p = 500$

$V_s = 250$

$\therefore a = \frac{50}{25}$

$f = 50\ H$

$V_{sc} = ?$

$P_{sc} = ?$

$I_{sc} = ?$

ানে মনে করি, লো-ভোল্টেজ সাইড় শর্ট করা হয়েছে। অর্থাৎ সকল যন্ত্রপাতি প্রাইমারি সাইডে সুংযুক্ত করা হয়েছে

$$\therefore R_e' = R_p + a^2 R_s = 0.2 + 2^2 \times 0.5 = 2.2\Omega$$

$$X_e' = X_p + a^2 X_s = 0.4 + 2^2 \times 0.1 = 0.8\Omega$$

$$\therefore Z_e' = \sqrt{(R_e')^2 + (X_e')^2} = \sqrt{(2.2)^2 + (0.8)^2} = 2.34\Omega$$

প্রাইমারি কারেন্ট,

$$I_p = I_{sc} = \frac{10 \times 1000}{500} = 20\,Amp$$

$$\therefore V_{sc} = I_p Z_e' = 20 \times 2.34 = 46.8V$$

পাওয়ার গ্রহন,

$$P_{sc} = I_p^2 R_e' = (20)^2 \times 2.22 = 880\,watt$$

র্টসার্কিট ও ওপেন সার্কিট টেস্টে সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান (Solve problems related to rt circuit and open circuit test):

২। একটি সিঙ্গেল ফেজ 100KVA, 1000/100 V, 50 Hz ট্রান্সফরমারের টেস্টে নিম্নলিখিত তথ্য পাওয়া গেলো।
র্কিট টেস্টঃ $E_{sc}=22V, P_{sc}=1050W$ ফলাফল হাই সাইডে প্রাপ্ত । বের করঃ সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স, রিয়্যাক্ট্যান্স এবং ইম্পিড্যান্স।

নঃ সকল যন্ত্রপাতি প্রাইমারি **সাইডে সুংযুক্ত করা** হয়েছে

রিতে প্রবাহিত কারেন্ট, $I_p = I_{sc} = \frac{100\times1000}{1000} = 100Amp$

$$R_e' = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^{\ 2}} = \frac{1050}{(100)^2} = 0.105\Omega$$

$$Z_e' = \frac{E_{sc}}{I_{sc}} = \frac{22}{100} = 0.22\Omega$$

$$X_e' = \sqrt{(Z_e')^2 - (R_e')^2} = \sqrt{(0.22)^2 - (0.105)^2} = 0.193\Omega$$

Here,

$\text{KVA rating} = 100\,\text{kva}$

$V_p = 1000V$

$V_s = 100V$

$\therefore\ a = \frac{V_p}{V_s} = \frac{1000}{100} = 10$

$f = 50Hz$

$E_{sc} = 22V$

$P_{sc} = 1050W$

$R_e' = ?$

$X_e' = ?$

$Z_e' = ?$

ভাল্টেজ রেগুলেশনের সংজ্ঞা (Define voltage regulation):

কোন ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি ভোল্টেজ স্থির রেখে , সেকেন্ডারিতে লোড বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে কমবেশি সেকেন্ডারি
র্মিনাল ভোল্টেজ কমতে থাকে। ট্রান্সফরমার কয়েলে রেজিস্ট্যান্স এর জন্য এ ভোল্টেজ ড্রপ হয়ে থাকে। নো-লোড
ত ফুল লোড পর্যন্ত মোট ভোল্টেজ ড্রপকে ফুল লোড ভোল্টেজ দ্বারা ভাগ করলে ভোল্টেজ রেগুলেশন পাওয়া যায়।
ই রেগুলেশন সাধারণত শতকরা হিসেবে প্রকাশ করা হয়।

$$\therefore \quad \% \; VR = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$$

$Here$,

$VR = Voltage \quad regulation$

$V_{NL} = No - load \quad voltage$

$V_{FL} = Full - load \quad voltage$

গুলেশন অবশ্য তিন ধরনের লোডের উপর নির্ভর করে।

লোডঃ হিটার, ইলেকট্রিক আয়রন, ইনক্যানডিসেন্ট ল্যাম্প ইত্যাদি। এধরনের লোডের পাওয়ার ফ্যাক্টর সর্বদা ইউনিটি হয়।

লোডঃ চোক কয়েল, ইন্ডাকশন মোটর, ট্রান্সফরমার। এছাড়া বেশির ভাগ লোডই ইন্ডাকটিভ লোডের অন্তর্গত। এ ধরনের লোডে পাওয়ার ফ্যাক্টর ল্যাগিং

ভ লোডঃ ক্যাপাসিটর, সিনক্রোনাস কন্ডেন্সার ইত্যাদি। এতে পাওয়ার ফ্যাক্টর লিডিং হয়।

৬। ভোল্টেজ রেগুলেশনের ইউনিটি, ল্যাগিং এবং লিডিং পাওয়ার ফ্যাক্টরের সমীকরণ (The equation fo oltage regulation at unity, lagging and leading power factor):

) ইউনিটি পাওয়ার ফ্যাক্টর (Unity power factor): রেজিস্টিভ লোডের ক্ষেত্রে এটি হয়ে থাকে। চিত্রে ইউনিটি পাওয়ার ফ্যাক্টরের চিত্র দেখা
ত্র থেকে পাই,

জিস্টিভ ড্রপ (Resistive drop)= $I_s R_e''$

য়্যাকটিভ ড্রপ (Reactive drop)= $I_s X_e''$

পিড্যান্স ড্রপ (Impedance drop)= $I_s Z_e''$

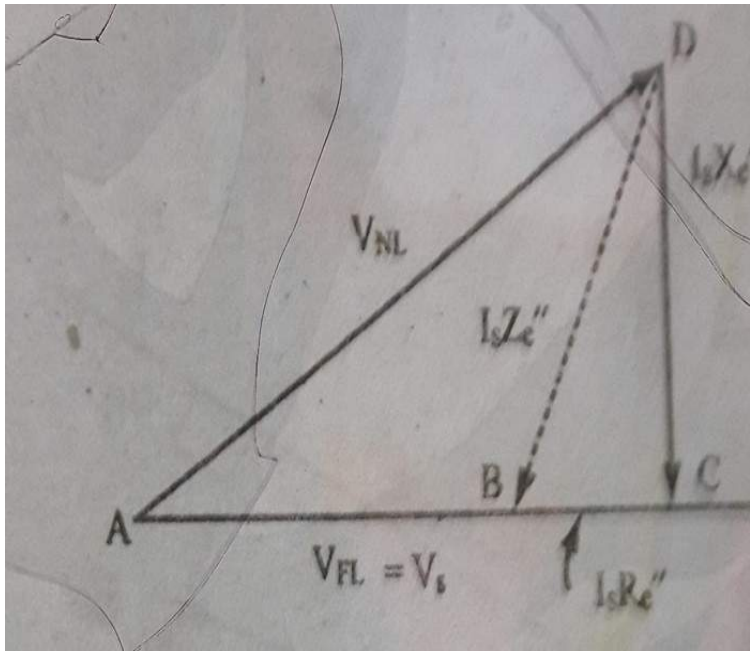
ভুজ ACD থেকে পাই,

$$\mathrm{AD}^2 = AC^2 + CD^2 = (AB + BC)^2 + CD^2$$

$$\therefore AD = \sqrt{(AB + BC)^2 + CD^2}$$

$$V_{NL} = \sqrt{(V_{FL} + I_s R_e'')^2 + (I_s X_e'')^2}$$

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



চিত্র নং- ইউনিটি পাওয়ার ফ্যাক্টর

৬। ভোল্টেজ রেগুলেশনের ইউনিটি, ল্যাগিং এবং লিডিং পাওয়ার ফ্যাক্টরের সমীকরণ (The equation fo oltage regulation at unity, lagging and leading power factor):

) ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টর (Lagging power factor):): ইন্ডাকটিভ লোডের ক্ষেত্রে এটি হয়ে থাকে। চিত্রে ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরের ভেক্টর খানো হয়েছে।

ত্র থেকে পাই,

জস্টিভ ড্রপ (Resistive drop)= $I_s R_e''$

াকটিভ ড্রপ (Reactive drop)= $I_s X_e''$

জ ACF হতে পাই,

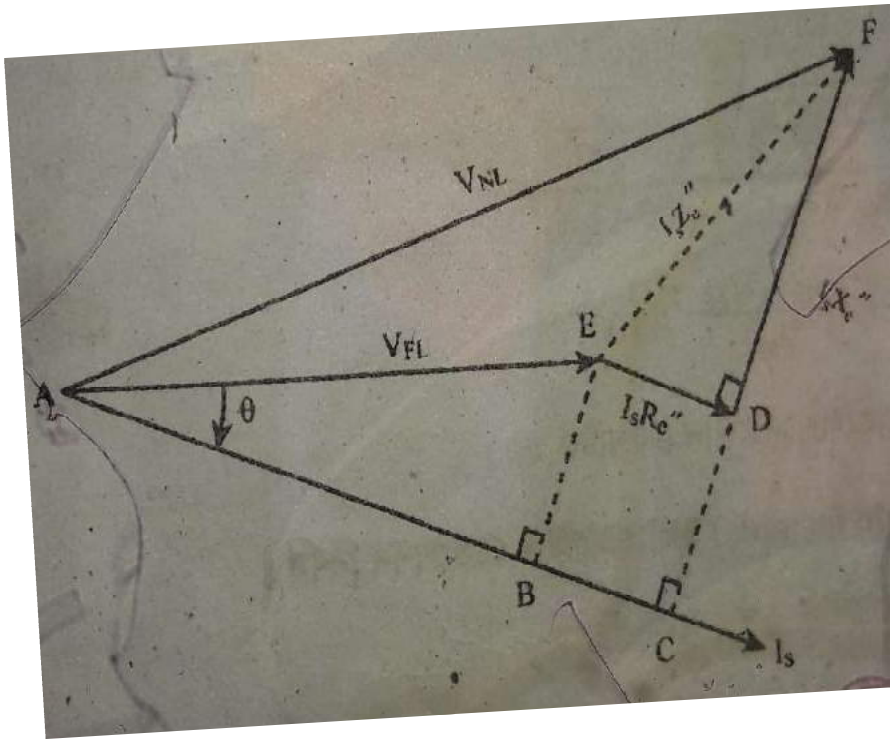
$$AF^2 = AC^2 + CF^2$$

$$AF^2 = (AB + BC)^2 + (CD + DF)^2$$

$$AF = \sqrt{(AB + BC)^2 + (CD + DF)^2}$$

$$V_{NL} = \sqrt{(V_{FL}\cos\theta + I_s R_e'')^2 + (V_{FL}\sin\theta + I_s X_e'')^2}$$

$$\text{Voltage regulation } \%\text{V.R} = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$$



চিত্র নং -ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টর

৬। ভোল্টেজ রেগুলেশনের ইউনিটি, ল্যাগিং এবং লিডিং পাওয়ার ফ্যাক্টরের সমীকরণ (The equation fo oltage regulation at unity, lagging and leading power factor):

) লিডিং পাওয়ার ফ্যাক্টর (Leading power factor): ক্যাপাসিটিভ লোডের ক্ষেত্রে এটি হয়ে থাকে। চিত্রে লিডিং পাওয়ার ফ্যাক্টরের ভেক্টর খানো হয়েছে। চিত্র থেকে পাই,

জিস্টিভ ড্রপ (Resistive drop)= $I_s R_e''$

য়্যাকটিভ ড্রপ (Reactive drop)=$I_s X_e''$

কোনী ত্রিভুজ ABE হতে পাই, $AB = AE\cos\theta = V_{FL}\cos\theta$

$BE = AE\sin\theta = V_{FL}\sin\theta$

ন ত্রিভুজ AFD হতে পাই $CD = BE = V_{FL}\sin\theta$

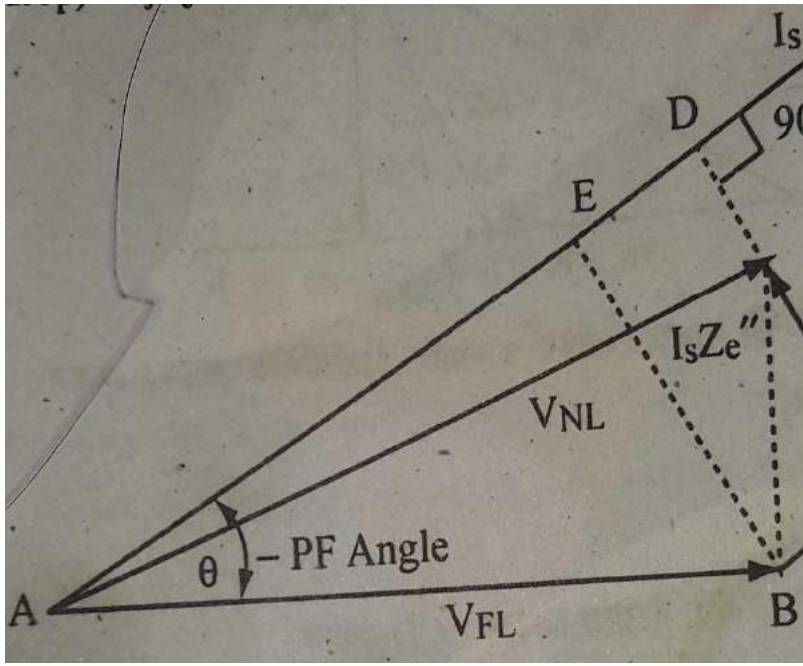
$$AF^2 = AD^2 + DF^2$$

$$AF^2 = (AE + DE)^2 + (CD - CF)^2$$

$$AF = \sqrt{(AE + DE)^2 + (CD - CF)^2}$$

$$V_{NL} = \sqrt{V_{FL}\cos\theta + I_s R_e'')^2 + (V_{FL}\sin\theta - I_s X_e'')^2}$$

$$Voltage\ \text{regulation}\ \%\text{V.R} = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$$



চিত্র নং- লিডিং পাওয়ার ফ্যাক্টর

৬। ভোল্টেজ রেগুলেশনের ইউনিটি, ল্যাগিং এবং লিডিং পাওয়ার ফ্যাক্টরের সমীকরণ (The equation fo oltage regulation at unity, lagging and leading power factor):

ছি ফরমুলা (Approximate Formula)দ্বারা ভোল্টেজ রেগুলেশন (V.R) নির্নয়ঃ

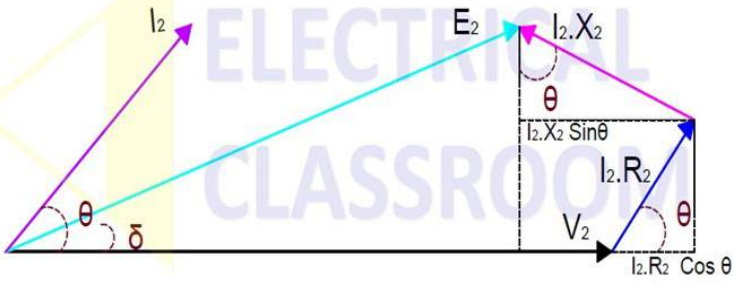
রের মোট কাছাকাছি ভোল্টেজ ড্রপ সেকেন্ডারি $= I_s(R_e'' \cos\theta \pm X_e'' \sin\theta)$

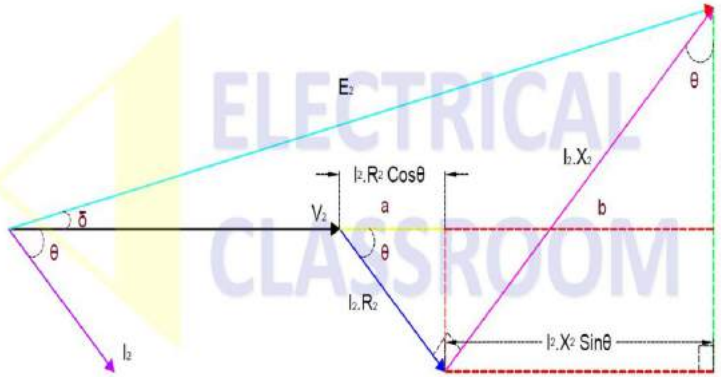
$$V_{NL} - V_{FL} = I_s(R_e'' \cos\theta \pm X_e'' \sin\theta)$$

খা যায়,

$$\therefore \%\text{V.R} = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100 = \frac{I_s(R_e'' \cos\theta \pm X_e'' \sin\theta)}{V_{FL}} \times 10$$

লোডের ক্ষেত্রে (+) চিহ্ন এবং ক্যাপাসিটিভ লোডের ক্ষেত্রে (-) চিহ্ন ব্যবহার করা হয়।
রেগুলেশনের মান যত কম হয় ততই উক্ত ডিভাইসটি উত্তম বলে বিবেচিত হয়।





৫.৭। ভোল্টেজ রেগুলেশনের সাথে সম্পর্কযুক্ত সমস্যার সমাধান (Solve problems related to voltage regulation):

গুরুত্বপূর্ন সূত্রাবলিঃ

$$\text{When power factor is unity, } V_{NL} = \sqrt{(V_{FL} + I_p R_e')^2 + (I_p X_e')^2}$$

$$\text{When power factor is lagging, } V_{NL} = \sqrt{(V_{FL}\cos\theta + I_p R_e')^2 + (V_{FL}\sin\theta + I_p X_e')^2}$$

$$\text{When power factor is leading, } V_{NL} = \sqrt{(V_{FL}\cos\theta + I_p R_e')^2 + (V_{FL}\sin\theta - I_p X_e')^2}$$

$$\text{Again No load voltage } V_{NL} = V_{FL} + I_p(R_e'\cos\theta \pm X_e'\sin\theta)$$

$$\text{Voltage regulation, } \%VR = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$$

৫.৭। ভোল্টেজ রেগুলেশনের সাথে সম্পর্কযুক্ত সমস্যার সমাধান (Solve problems related to voltage regulation):

কটি 25kVA, 2400/240V, 50 c/s এক ফেজ ট্রান্সফরমারকে শর্ট সার্কিট টেস্ট করে নিম্নে উল্লিখিত তথ্য পাওয়া গেলোঃ

$$2V, P_{sc} = 380W, I_{sc} = 10.4A$$

গিং পাওয়ার ফ্যাক্টরে শতকরা রেগুলেশন নির্ণয় কর।

$$R_e' = \frac{P_{sc}}{I_{sc}^2} = \frac{380}{(10.4)^2} = 3.513\,\Omega$$

$$Z_e' = \frac{E_{sc}}{I_{sc}} = \frac{72}{10.4} = 6.923\,\Omega$$

$$X_e' = \sqrt{(Z_e')^2 - (R_e')^2} = \sqrt{(6.923)^2 - (3.513)^2} = 5.965\,\Omega$$

Power Factor, $\cos\theta = 0.86$ lagging

$$\Rightarrow \theta = \cos^{-1}(0.86) = 30.68$$

$$\therefore \sin(30.68) = 0.51$$

Primary current, $I_p = \frac{25 \times 10^3}{2400} = 10.42\,A$

No - load voltage according to primary,

$$\therefore V_{NL} = V_{FL} + I_P(R_e' \cos\theta + X_e' \sin\theta)$$

$$= 2400 + 10.42(3.51\ \ 3 \times 0.86 + 5.965 \times 0.51) = 2463.18V$$

$$\therefore \%\,Reg = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100 = \frac{2463.18 - 2400}{2400} \times 100 = \frac{63.18}{2400} \times 100 = 2.63\,\%$$

Here,

$V_p = 2400\ V$

$V_s = 240\ V$

$a = \frac{V_p}{V_s} = \frac{2400}{240} =$

$Rating = 25\ kVA$

$E_{sc} = 72\ V$

$P_{sc} = 380\ W$

$I_{sc} = 10.40\ A$

$\%\ VR = ?$

৫.৭। ভোল্টেজ রেগুলেশনের সাথে সম্পর্কযুক্ত সমস্যার সমাধান (Solve problems related to voltage regulation):

কটি 25kVA, 2300/230V, 50 c/s এক ফেজ ট্রান্সফরমারের ডাটাসমূহ নিম্নরুপঃ

$8\Omega, X_p = 3.2\Omega, R_s = 0.0090\Omega, X_s = 0.03\Omega$

গুলেশন বের করো,যখন

র ফ্যাক্টর ইউনিটি হয়।

র ফ্যাক্টর 0.866 লিডিং হয়।

Here,

$V_p = 2300V$

$V_s = 230V$

$a = \frac{V_p}{V_s} = \frac{230}{23}$

$Rating = 25k$

$R_p = 0.8\Omega$

$X_p = 3.2\Omega$

$R_s = 0.0090\Omega$

$X_s = 0.03\Omega$

$\%VR = ?$

Equivalent resistance in terms of primary, $R_e' = R_p + a^2 R_s = 0.8 + (10)^2 \times 0.0090 = 1.7\Omega$

Equivalent reactance in terms of primary, $X_e' = X_p + a^2 X_s = 3.2 + (10)^2 \times 0.03 = 6.2\Omega$

Primary current, $I_p = \frac{25 \times 10^3}{2300} = 10.87\,A$

Power Factor, $\cos\theta = 1$

$$\Rightarrow \theta = \cos^{-1}(1) = 0^\circ$$

$\therefore \sin\theta = \sin(0^\circ) = 0$

No - load voltage in terms of primary,

$$\therefore V_{NL} = \sqrt{(V_{FL}\cos\theta + I_p R_e')^2 + (V_{FL}\sin\theta + I_p X_e')^2}$$

$$= \sqrt{(2300 \times 1 + 10.87 \times 1.7)^2 + (2300 \times 0 + 10.87 \times 6.2)^2} = 2319.45V$$

$$\therefore \%\ VR = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100 = \frac{2319.45 - 2300}{2300} \times 100 = 0.845\%$$

৫.৭। ভোল্টেজ রেগুলেশনের সাথে সম্পর্কযুক্ত সমস্যার সমাধান (Solve problems related to voltage regulation):

কটি 25kVA, 2300/230V, 50 c/s এক ফেজ ট্রান্সফরমারের ডাটাসমূহ নিম্নরুপঃ

$8\Omega, X_p = 3.2\Omega, R_s = 0.0090\Omega, X_s = 0.03\Omega$

গুলেশন বের করো,যখন

র ফ্যাক্টর ইউনিটি হয়।

র ফ্যাক্টর 0.866 লিডিং হয়।

Equivalent resistance in terms of primary, $R_e' = R_p + a^2 R_s = 0.8 + (10)^2 \times 0.0090 = 1.7\Omega$

Equivalent reactance in terms of primary, $X_e' = X_p + a^2 X_s = 3.2 + (10)^2 \times 0.03 = 6.2\Omega$

Primary current, $I_p = \frac{25 \times 10^3}{2300} = 10.87\,A$

Power Factor, $\cos\theta = 0.866$ leading

$$\Rightarrow \theta = \cos^{-1}(0.866) = 30^\circ$$

$\therefore \sin\theta = \sin(30^\circ) = 0.5$

No - load voltage in terms of primary,

$$\therefore V_{NL} = \sqrt{(V_{FL}\cos\theta + I_p R_e')^2 + (V_{FL}\sin\theta - I_p X_e')^2}$$

$$= \sqrt{(2300 \times 0.866 + 10.87 \times 1.7)^2 + (2300 \times 0.5 - 10.87 \times 6.2)^2} = 2283.25V$$

$$\therefore \%\,VR = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100 = \frac{2283.25 - 2300}{2300} \times 100 = -0.73\%$$

Here,

$V_p = 2300V$

$V_s = 230V$

$a = \frac{V_p}{V_s} = \frac{23}{2}$

$Rating = 25$

$R_p = 0.8\Omega$

$X_p = 3.2\Omega$

$R_s = 0.0090$

$X_s = 0.03\Omega$

$\%VR = ?$

মূল্যায়ন

প্রশ্নঃ-১ ট্রান্সফরমেরের শর্টসার্কিট টেস্ট কেন করা হয়।

উত্তরঃ-এখানে,

সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স, ওহমে (R_e)

সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স, ওহমে (X_e)

সমতুল্য ইম্পিড্যান্স, ওহমে (Z_e)

$$Copper \text{ loss, } W_{sc} = P_{sc} = I_p{}^2 R_e{}' = I_{sc}$$

Efficiency and Regulation

প্রশ্নঃ-২ ট্রান্সফরমারের ওপেন সার্কিট টেস্টের সময় ওয়াটমিটার শুধু কর লস নির্দেশ করে কারন কি?

ওপেন সার্কিট টেস্টের সময় হাই-ভোল্টেজ সাইড ওপেন থাকে। তা ছাড়া ট্রান্সফরমার কয়েলগুলো ইন্ডাকটিভ এবং প্রাইমারি উচ্চমানের ইম্পিড্যান্সের কারনে নো-লোড কারেন্টের পরিমান খুবই কম হয়, রেটেড কারেন্টের 3% থেকে 5%। এর ফলে $I_o{}^2 R_p$ লসের পরিমাণ কোর লসের তুলনায় খুবই কম এবং উপেক্ষা করা চলে। কোরে রেটেড সাপ্লাই ভোল্টেজের জন্য স্বাভাবিক মিউচুয়াল ফ্লাক্স (ϕ_m) প্রতিষ্ঠা হয়। কোর লস আবার মোটামুটিভাবে মিউচুয়াল ফ্লাক্সের বর্গের সমানুপাতিক। সুতরাং ওয়াটমিটার শুধু কোর লস নির্দেশ করে।

বাড়ির কাজ

র্কিট ডায়াগ্রামসহ ট্রান্সফরমারের নো-লোড টেস্টের বর্ণনা করো।

ফরমারের শর্ট সার্কিট টেস্ট কিভাবে করা হয় চিত্রসহ বর্ণনা কর।

ক্টর চিত্রের মাধ্যমে ট্রান্সফরমারের রেজিস্টিভ লোডের ভোল্টেজ রেগুলেশন নির্ণয় পদ্ধতি বর্ণনা কর

র চিত্রের মাধ্যমে ট্রান্সফরমারের ইন্ডাকটিভ লোডের ভোল্টেজ রেগুলেশন নির্ণয় পদ্ধতি বর্ণনা করে

ক্টর চিত্রের মাধ্যমে ট্রান্সফরমারের ক্যাপাসিটিভ লোডের ভোল্টেজ রেগুলেশন নির্ণয় পদ্ধতি বর্ণনা

টি 10 kVA, 2300/230 V ট্রান্সফরমারের শর্ট সার্কিট টেস্টের ডাটা নিচে দেওয়া হলোঃ

137V, $P_{sc} = 192W$, $I_{sc} = 4.34A$। নির্ণয় করোঃ

8 ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরে ভোল্টেজ রেগুলেশন

)% লিডিং পাওয়ার ফ্যাক্টরে ভোল্টেজ রেগুলেশন।

নিটি পাওয়ার ফ্যাক্টরে ভোল্টেজ রেগুলেশন।

এই ভিডিওটি পুণরায় দেখতে জাতীয় দক্ষতা বাতায়নে কারিগরি শিক্ষা অধিদপ্তরের পেইজ www.skills.gov.bd/dte ভিজিট করুন।

সরাসরি ক্লাস দেখার লিঙ্কঃ www.facebook.com/skills.gov.bd

আগামি মঙ্গল বার অধ্যায়-৬ পড়ানো হবে।

সবাইকে ধন্যবাদ

পাঠ পরিচিতিঃ

বিষয়ঃ এসি মেসিনস-১ (৬৬৭৬১)

৬ষ্ঠ পর্ব (ইলেকট্রিক্যাল)

৬ষ্ঠ **অধ্যায়**

ট্রান্সফরমারের দক্ষতা ও শীতলীকরন পদ্ধতি

(Efficiency and cooling system of Transformer)

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। ট্রান্সফরমারের শীতলীকরন পদ্ধতির বর্ননা করন।

৬.৯। ট্রান্সফরমারের তৈল এবং এর গুনাবলি বর্ণনা করন।

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

প্রতিক্ষেত্রে মেশিনে ইনপুট হিসাবে যে শক্তি দেওয়া হয় আউটপুট হিসাবে সে শক্তি পাওয়া যায় না। ইনপুটের তুলনায় আউটপুটে যতটুকু শক্তি কম পাওয়া যায়, তা-ই পাওয়ার লস। এ আউটপুট এবং ইনপুট পাওয়ারের অনুপাতকেই দক্ষতা (Efficiency) বলে। অন্যান্য মেশিনের চেয়ে ট্রান্সফরমারের দক্ষতা অনেকটা বেশি; এর 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।

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

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

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

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

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= $W_0 = V_0 I_0 \cos\theta_0$

$\therefore W_0 \propto \cos\theta_0$

(খ) ভোল্টজ (Voltage): ভোল্টেজ পরিবর্তন করলে কোর লস পরিবর্তিত হয়। যেমন - Core loss $\propto$ V 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।

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

(খ) ভোল্টজ (Voltage): ভোল্টেজ পরিবর্তন করলে কপার লস পরিবর্তিত হয়। যেমন - Copper loss অর্থাৎconstant KVAপাওয়ার 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):

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

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

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

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

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

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

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

র্বোচ্চ কর্মদক্ষতার শর্ত(Condition for Maximum efficiency):

rentiating both sides with reference to $I_{p,}$

$$= 0 - \frac{R_e^{'}}{V_p \cos\theta_p} + \frac{W_{core}}{V_p I_p^{\,2} \cos\theta_p}$$

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

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

$$- \frac{R_e^{'}}{\cos\theta_p} + \frac{W_{core}}{V_p I_p^{\,2} \cos\theta_p} = 0$$

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

$$= \frac{W_{core}}{I_p^{\,2}}$$

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

maximum efficiency, Copper loss = Core loss

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

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

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

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

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

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

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

সর্বোচ্চ কর্মদক্ষতার KVA Load(K load at maximum efficien

We know that for maximum effi of transformer , copper loss is e core loss

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

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

I_p i s current in maximum effi

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

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

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

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

Wher e

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

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

াওয়ার ফ্যাক্টরের সাথে দক্ষতার পরিবর্তন (The variation of efficiency with power or):

একটি ট্রান্সফরমারের শতকরা দক্ষতা η

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

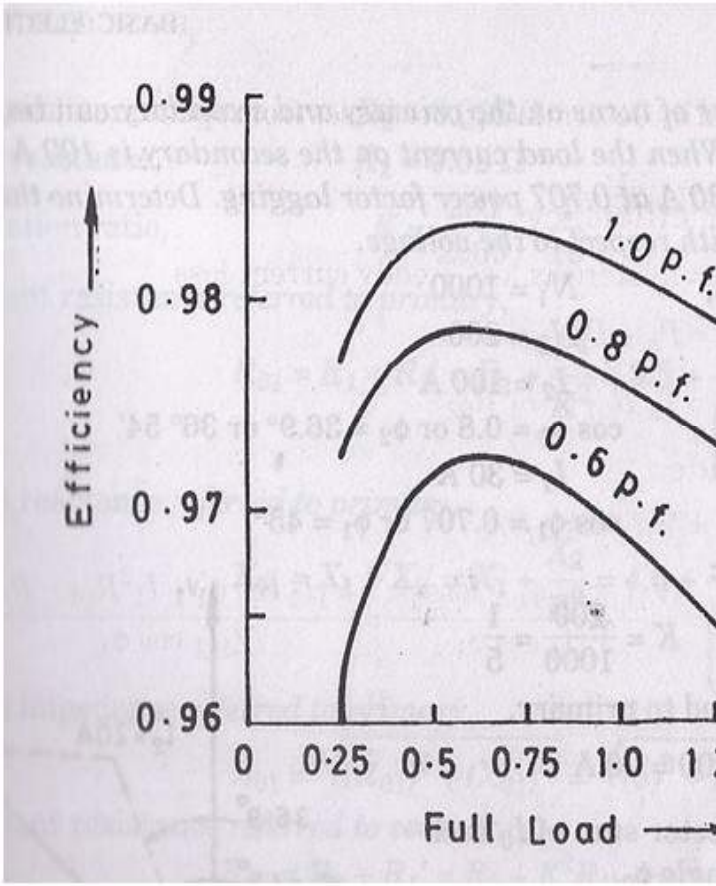
$$\eta = (1 - \frac{Losses}{V_s I_s \cos \theta + Losses})$$

η

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

$$\text{t} \quad X = \frac{\text{Losses}}{V_s I_s}$$

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



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।

৫। সারা দিনের দক্ষতা ও সারা দিনের দক্ষতার ফর্মুলা উল্লেখকরন (All day efficiency and mention the formu
l day efficiency):

ান্সফরমার হতে সারা দিন (24 ঘন্টার) গ্রাহকদের গৃহিত এনার্জির সাথে সারা দিনের ট্রান্সফরমারের ইনপুট এনা
তকে সারা দিনের দক্ষতা বলে।
বিউশন ট্রান্সফরমারের প্রাইমারি সাইড সরবরাহ লাইনের সাথে সর্বদা সংযুক্ত থাকে। এ সাইডে ২৪ ঘন্টা পুর্ণ ভোল্টে
মারটি এনারজাইজড থাকে। ফলে এর কোর লস সর্বদাই সমান থাকে। শুধুমাত্র কোনো কোনো সময় এই লাইনের
জ হ্রাস-বৃদ্ধি হলে তখনই কোর লস কম-বেশি হতে পারে। তবে, এই ধরনের হ্রা-বৃদ্ধি খুব কমই ঘটে। এজন্য কোর
সমান ধরা হয়। কিন্তু সেকেন্ডারি সরাসরি গ্রাহকের লোডের সাথে সংযুক্ত থাকায় এর কপার লস (I^2R) গ্রাহকের
পরিমানের সাথে কম-বেশি হয়। যেহেতু লোড ২৪ ঘন্টায় সমান থাকেনা, সেহেতু এর কপার লসও সমান থাকেন
এরুপ ট্রান্সফরমারের ফুল লোড কপার লস ধরে কর্মদক্ষতা নির্ণয় করা ভুল হয়। এর প্রকৃত দক্ষতা বের করতে হ
নে দক্ষতা বের করাই শ্রেয়। এটি সারাদিনে (২৪ ঘন্টায়) গ্রাহকের গৃহীত এনার্জির সাথে সারা দিনের ট্রান্সফরমারে
হতে গহীত এনার্জির অনপাত।

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

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

সুত্রসমূহঃ

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

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

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

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

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

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

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

$$\therefore \text{For maximum efficiency, Copper loss} = \text{Core loss}$$

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

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

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

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

করঃ

) রেটেড KVA, 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে কর্মদক্ষতা

সর্বোচ্চ কর্মদক্ষতার জন্য KVA

0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে সর্বোচ্চ দক্ষতা

াধানঃ

) রেটেড KVA, 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে ট্রান্সফরমারের আউটপুট, $P_{out} = 50 \times 0.8 = 40kw$

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

নফরমারের ফুল লোড কপার লস, $\text{P}_{\text{sc}} = 615\ \text{W}$

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

ট লস=285+615=900w=0.9kw

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

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

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

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

পন সার্কিট টেস্টঃ

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

সার্কিট টেস্টঃ

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

করঃ

) রেটেড KVA, 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে কর্মদক্ষতা

সর্বোচ্চ কর্মদক্ষতার জন্য KVA

0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে সর্বোচ্চ দক্ষতা

াধানঃ

সর্বোচ্চ দক্ষতায়, $KVA_{Max} = KVA_{rated} \times \sqrt{\dfrac{W_{\text{core}}}{\text{Full load cu loss}}}$

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

সর্বোচ্চ দক্ষতায় 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে ট্রান্সফরমারের আউটপুট, $P_{out} = 34.04 \times 0.8 = 27.23kw$

ার সর্বোচ্চ দক্ষতায় কোর লস =কপার লস

ট লস=285+285=570W=0.57KW

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

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

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

-২: একটি 5KVA, 2300/230V ট্রান্সফরমারের কোর লস 40W এবং ফুল লোড কপার লস 112W। এটি 24 ঘন্টা নিম্নলিখিত
ড বহন করেঃ
1.5 গুন লোডে 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 1 ঘন্টা
1.25 গুন লোডে 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 2 ঘন্টা
রেটেট লোডে 0.90 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 3 ঘন্টা
অর্ধ লোডে একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে 6 ঘন্টা
$\frac{1}{4}$-লোডে একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে 8 ঘন্টা
নো-লোডে 4 ঘন্টা
ফরমারটির সারা দিনের দক্ষতা নির্ণয় কর।

ধানঃ

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

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

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

-২:প্রশ্ন-৬। একটি 5KVA, 2300/230V ট্রান্সফরমারের কোর লস 40W এবং ফুল লোড কপার লস 112W। এটি 24 ঘন্টা নিম্নলিখিত
রঃ
1.5 গুন লোডে 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 1 ঘন্টা
1.25 গুন লোডে 0.8 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 2 ঘন্টা
রেটেট লোডে 0.90 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 3 ঘন্টা
অর্ধ লোডে একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে 6 ঘন্টা
$\frac{1}{4}$-লোডে একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে 8 ঘন্টা
নো-লোডে 4 ঘন্টা
ন্সফরমারটির সারা দিনের দক্ষতা নির্ণয় কর।

াধানঃ

$$\text{Copper loss for 24 hrs.} = \left((1.5)^2 \times 0.112 \times 1\right) + \left((1.25)^2 \times 0.112 \times 2\right) + \left((1)^2 \times 0.112 \times 3\right) + \left((0.5)^2 \times 0.112 \times 6\right) + \left((0.25)^2 \times$$

$$= 0.252 + 0.350 + 0.336 + 0.168 + 0.056$$

$$= 1.162 \text{ kwh}$$

put energy for 24 hrs.=Output energy for 24 hrs.+losses for 24 hrs=54.5+0,96+1.162=56.6

l day Efficiency

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

ান্সফরমারের শীতলীকরণ বা কুলিং-এর প্রয়োজনীয়তা (Explain the necessity of cooling sy ansformer):

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

ান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the methods of cooling system of sformer):

ফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতিসমূহের বর্ণনা দেয়া হলোঃ

বিক বা ন্যাচারাল কুলিং (Natural cooling):

ট ট্রান্সফরমার এবং ইন্সট্রুমেন্ট ট্রান্সফরমারের মধ্যে সৃষ্ট উত্তাপ পরিবহন
ত সর্বত্র ছড়িইয়ে পড়ে এবং বিকিরণ পদ্ধতিতে স্বাভাবিকভাবে ঠান্ডা হয়ে
পদ্ধতি সাধারণত কম kVA রেটিং-এর ট্রান্সফরমার ঠান্ডা করার জন্য
করা হয়।। যে উত্তাপ ট্রান্সফরমারের বডিতে আসে, তা পরবর্তীতে
া সংস্পর্শে এসে ঠান্ডা হয়।

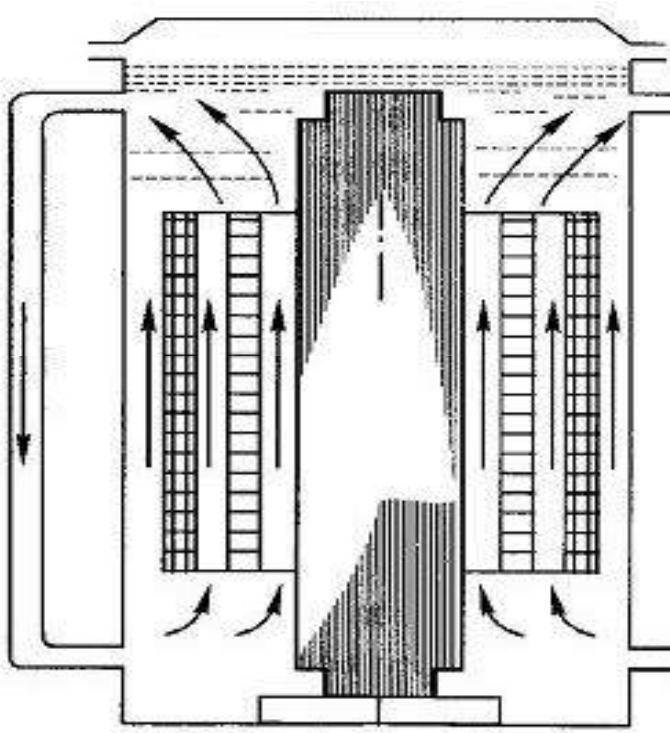


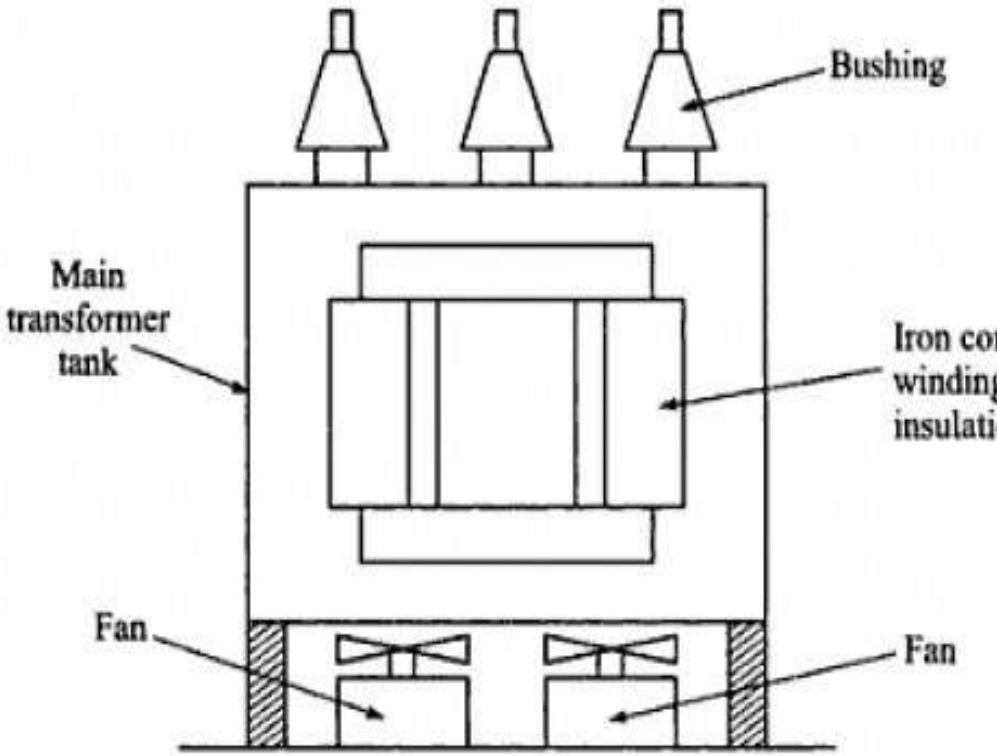
Fig. 3.3 *Natural cooling in transfor*

ান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the methods of cooling system of sformer):

রমারের শীতলীকরণ পদ্ধতিসমূহের বর্ণনা দেয়া হলোঃ

াপযুক্ত বাতাস দ্বারা কুলিং (Forced air ng):

তে ট্রান্সফরমারের নিচের দিক দিয়ে ফিল্টার করা তাস ব্লোয়ার দ্বারা প্রবেশ করানো হয়। ফলে এ ঠান্ডা কার এবং কয়েলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে উপরের য় বের হয়ে যায় এবং যাওয়ার সময় কোর এবং উত্তাপ বহন করে ট্রান্সফরমারকে ঠান্ডা করে থাকে। পূর্ণ এলাকায় যেখানে তৈল ব্যবহারে বিস্ফোরণ ঘটে সম্ভাবনা থাকে সেখানে এ ব্যবস্থা গ্রহণ করা হয়। এই য়বহুল এবং জটিল বলে সাধারণত ব্যবহৃত হয়না।

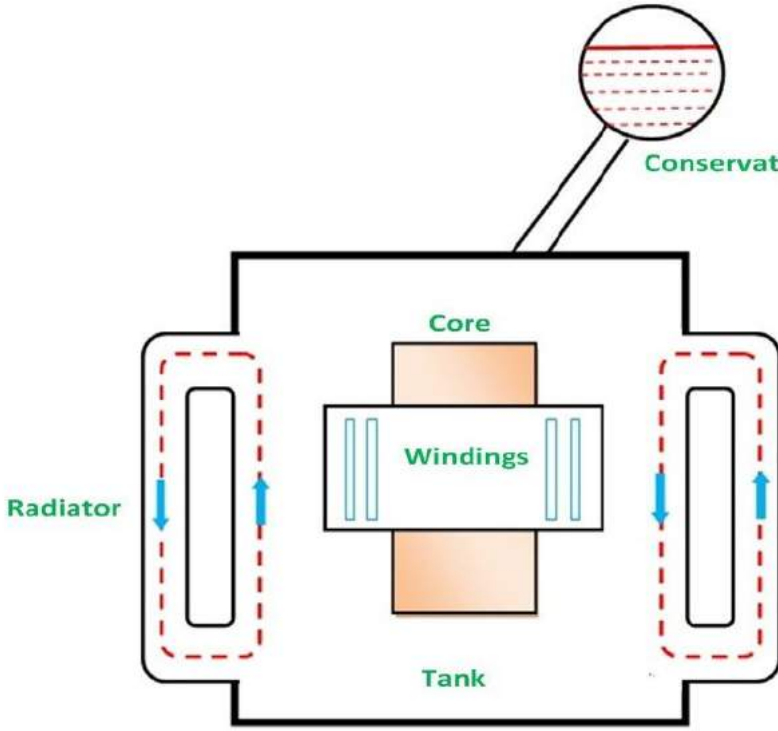


ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the methods of cooling system o
nsformer):

ফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতিসমূহের বর্ণনা দেয়া হলোঃ

নিমজ্জিত সেলফ কুলিং (Oil immersed self cooling):

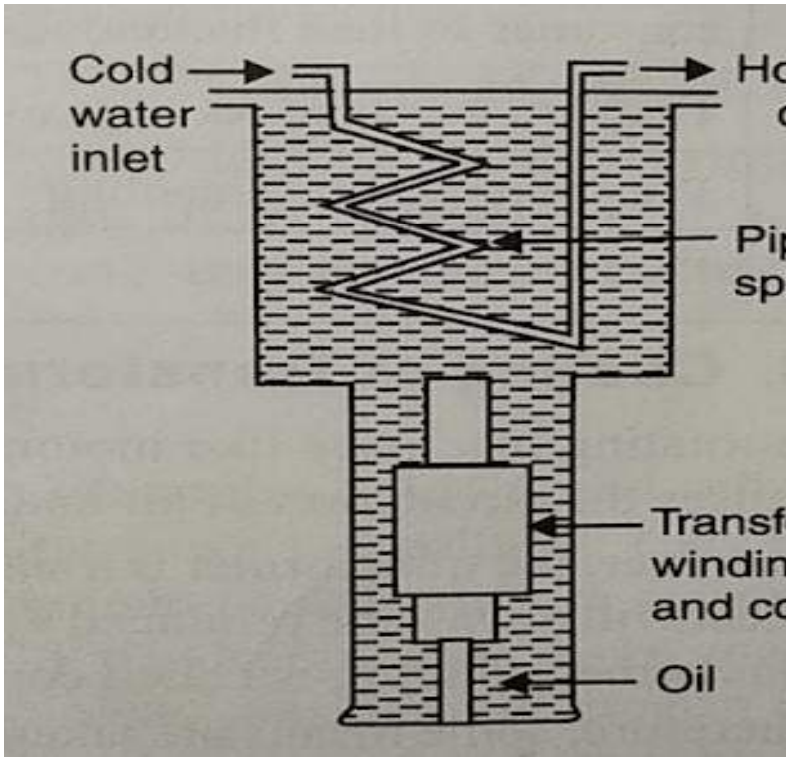
ত ট্রান্সফরমারের কোর এবং কয়েল সম্পূর্ণটাই ইনসুলেটিং অয়েল-এ নিমজ্জিত
প ট্রান্সফরমারের ট্যাংকের বাইরের দিক দিয়ে কতকগুলো লোহার টিউব বা পাইপ
াকে। এ পাইপগুলো সবসময় ট্রান্সফরমার অয়েল দ্বারা পরিপূর্ণ থাকে। পূর্ণ লোডে
র কোর এবং কয়েল যখন গরম হয় তখন তৈল গরম হয়ে হালকা হয় এবং উপরে
রম হালকা তৈল পাইপের ভিতরে ঢুকে এবং পাইপের ঠান্ডা ভারী তৈল
রের ট্যাংকে প্রবেশ করে। এরপর পাইপের গরম তৈল বাতাসের সংস্পর্শে ঠান্ডা হয়ে
ক যায়। যার ফলে ট্রান্সফরমার নিজে নিজেই তৈলের সাহায্যে ঠান্ডা হয়। এই পদ্ধতি
ফন (Thermo-siphon) বলে।



ান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the methods of cooling system of sformer):

ট্রান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতিসমূহের বর্ণনা দেয়া হলোঃ

মজ্জিত চাপযুক্ত ওয়াটার কুলিং (Oil immersed forced ooling):



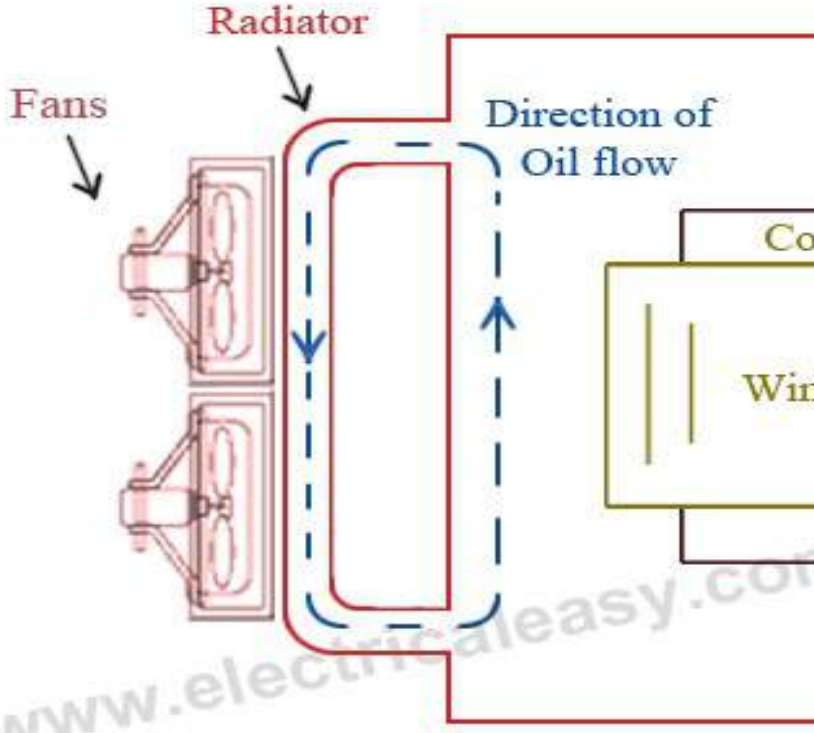
কোর এবং কয়েলে তৈলে নিমজ্জিত থাকে এবং ট্রান্সফরমারের ম তৈলের মধ্যে একটি তামার নলের (Copper tube) ানো থাকে। বাহির হতে এ নলের মধ্য দিয়ে ঠান্ডা পানি বাহিত করানো হয়। যখন ঠান্ডা পানি নলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত ল ঠান্ডা হয়। ফলে এ নলের চারদিকের গরম তৈল ঠান্ডা হয়ে এবং নিচের গরম তৈল উপরে উঠে আসে। ফলে ট্রান্সফরমার যায়। এর সবচেয়ে বড় অসুবিধা হলো কোনোপ্রকার যদি তামার য়ে যায় তবে ট্রান্সফরমারের সম্পূর্ণ তৈল দূষিত হয়ে যাওয়ার বনা থাকে।

ান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the methods of cooling system of sformer):

ফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতিসমূহের বর্ণনা দেয়া হলোঃ

নিমজ্জিত চাপযুক্ত বাতাস দ্বারা কুলিং (Oil immersed forced oling):

সফরমারের বডিতে ফিনস (Fins) ব্যবহার করে সারফেস র্ধিত করা হয়। এ ফিনসসমূহ গরম তৈলে ভর্তি থাকে এবং তে অতি উচ্চচাপে ঠান্ডা বাতাস এই ফিনস টিউব অথবা রের (Fins tubes or radiator) উপরে দেওয়া কাজের জন্য সাধারণত বাইরে ট্রান্সফরমারের চারদিকে বহু ক ফ্যান ব্যবহার করা হয়। এ ব্যবস্থা সাধারণত বড় বড় ারের ক্ষেত্রে গ্রহণ করা হয়।



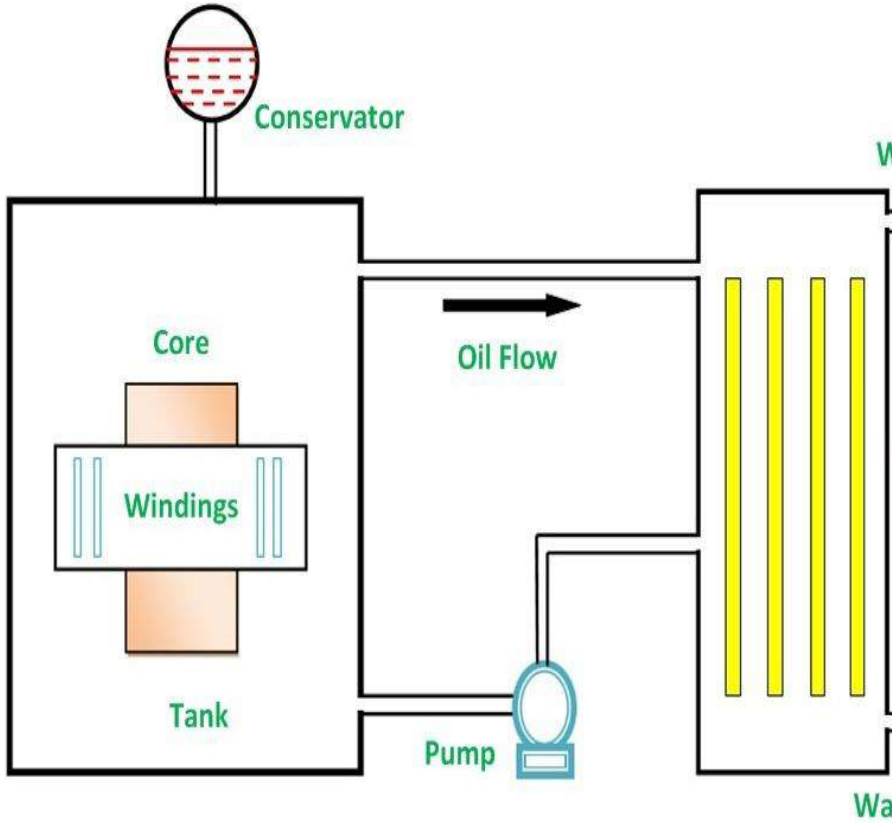
Oil Natural Air Forced (ONAF)
Cooling of Transformer

ান্সফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতির বর্ণনা (Describe the methods of cooling system of sformer):

ফরমারের শীতলীকরণ পদ্ধতিসমূহের বর্ণনা দেয়া হলোঃ

া ফোর্সড ওয়াটার ফোর্সড পদ্ধতি (Oil forced water forced WF):

তে ট্রান্সফরমারে পাম্পের মাধ্যমে তেলকে সার্কুলেশন করা হয় এবং ারের গাত্রে কিছু কুলিং পাইপ থাকে, যেখানে এই তেল প্রবেশ করে এবং কে পানির প্রবাহ করে পাইপের ভিতরে প্রবাহিত গরম তেলকে ঠান্ডা করে ান্সফরমার ট্যাংকে প্রবেশ করানো হয়।



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

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

ান্সফরমার তৈলের নিম্নলিখিত ধর্ম বা গুনাগুন থাকা প্রয়োজনঃ

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

মূল্যায়ন (Evaluation):

ন-১: ট্রান্সফরমার তৈলের কাজ কী?

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

শ্ন-২: ট্রান্সফরমারের তেলের স্লাজিং কী?

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

শ্ন-৩: ট্রান্সফরমারের সারাদিনের দক্ষতা বলতে কী বুঝায়?

ত্তরঃকোন ট্রান্সফরমার হতে সারা দিন (24 ঘন্টার) গ্রাহকদের গৃহিত এনার্জির সাথে
ারা দিনের ট্রান্সফরমারের ইনপুট এনার্জির অনুপাতকে সারা দিনের দক্ষতা বলে।

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

বাড়ির কাজ (Home Work):

ী-১। দেখাও যে, সর্বোচ্চ দক্ষতায় ট্রান্সফরমারের কোরলস ও কপারলস সমান হবে।
-২। ট্রান্সফরমারে, তৈলে নিমজ্জিত সেলফ কুলিং (ONAN) পদ্ধতির বর্ণনা দাও।
-৩। ট্রান্সফরমারে, তৈলে নিমজ্জিত চাপযুক্ত ওয়াটার কুলিং (ONFW) পদ্ধতির বর্ণনা দাও।
-৪। ট্রান্সফরমার তৈলের কাজ ও গুনাবলিসমুহ লিখ।
-৫। একটি 20KVA, 2200/220 V, 50Hz ট্রান্সফরমার টেস্ট করে নিম্নলিখিত তথ্যগুলো পাওয়া গেলঃ

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

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

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

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

7.5 KVA লোডে 0.85 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 2 ঘন্টা
রেটেট লোডে 0.90 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 5 ঘন্টা
4 KVA লোডে 0.95 পাওয়ার ফ্যাক্টরে 6 ঘন্টা
2.5 KVA লোডে একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে 7 ঘন্টা
নো-লোডে 4 ঘন্টা

ফরমারটির সারা দিনের দক্ষতা নির্ণয় কর।

এই ভিডিওটি পুণরায় দেখতে জাতীয় দক্ষতা বাতায়নে কারিগরি শিক্ষা অধিদপ্তরের পেইজ www.skills.gov.bd/dte ভিজিট করুন।

সরাসরি ক্লাস দেখার লিঙ্কঃ www.facebook.com/skills.gov.bd

আগামি মঙ্গল বার অধ্যায়-৭ পড়ানো হবে।

সবাইকে ধন্যবাদ

পাঠের বিষয়ঃ এসি মেশিনস - ১

বিষয় কোডঃ ৬৬৭৬১

পর্বঃ ৬ষ্ঠ

টেকনোলজিঃ ইলেকট্রিক্যাল

কোর্সঃ ডিপ্লোমা ইন ইঞ্জিনিয়ারিং

আজকের আলোচনাঃ

অধ্যায়ঃ ০৭

তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন ও পরিচালনার মূলনীতি

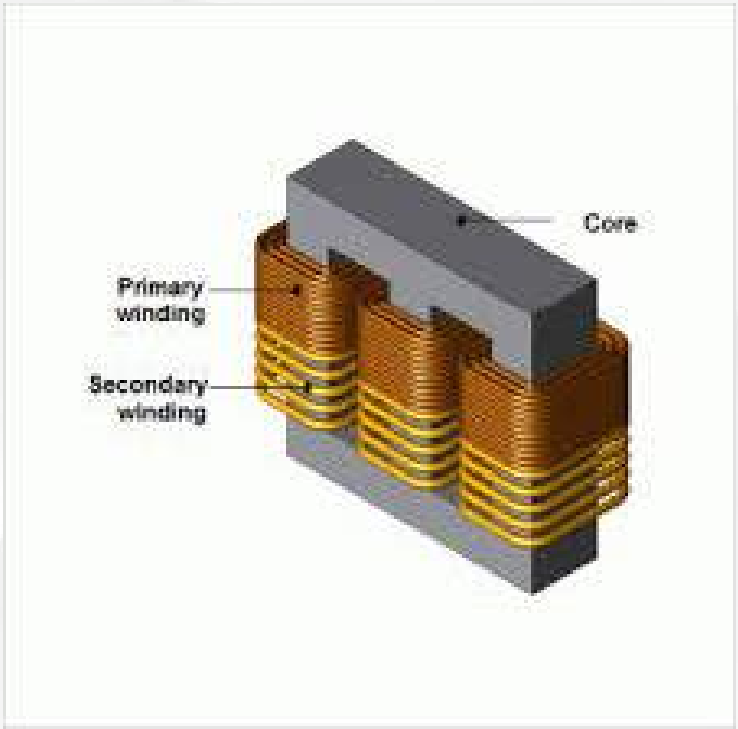
শিখন ফলঃ

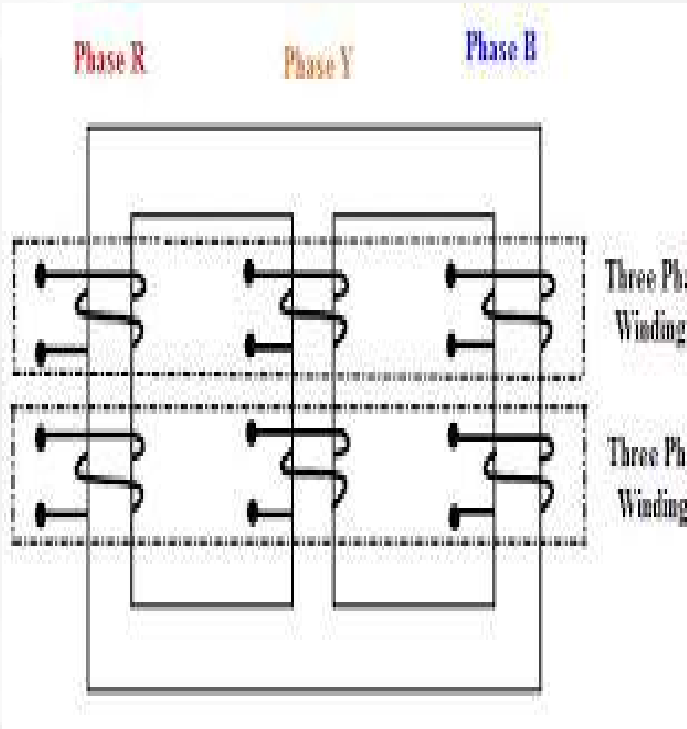
- তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন সম্পর্কে জানতে পারবে
- তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন অংশ সম্পর্কে অবহিত হতে পারবে
- বিভিন্ন প্রকার সংযোগ পদ্ধতি সম্পর্কে জানতে পারবে

তিন ফেজ ট্রান্সফরমার

তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন মূলত দুভাবে করা যায়। প্রথমত, নিয়ম অনুযায়ী থ্রি-ফেজ ওয়াইন্ডিং এর মাধ্যমে গঠন করা হয়। দ্বিতীয়ত, আলাদা তিনটি সিঙ্গেল ফেজ ট্রান্সফরমার একত্র করে তিন ফেজ ট্রান্সফরমার গঠন করা হয়।

তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন চিত্রঃ





তিন ফেজ ওয়াইন্ডিং এর মাধ্যমে গঠিত তিন ফেজ ট্রান্সফরমার

তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন

চিত্রঃ

তিনটি সিঙ্গেল ফেজ
ট্রান্সফরমার দ্বার
তিন ফেজ ট্রান্স

তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন অংশের বর্ণনাঃ

(ক) কোরঃ

ওয়াইন্ডিংগুলো যে ইস্পাতের ফ্রেমের উপর স্থাপন করা হয় তাকে কোর বলে। কোর সাধারণত সিলিকন ষ্টিলের তৈরি হয়। প্রাইমারি ওয়াইন্ডিংয়ে উৎপন্ন ফ্লাক্স কোরের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে সেকেন্ডারিকে সংশ্লিষ্ট করে।

তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন অংশের বর্ণনাঃ

(খ) লো এবং হাই ভোল্টেজ ওয়াইন্ডিংঃ

ট্রান্সফরমারের ওয়াইন্ডিং এ দুই বা ততোধিক কয়েল থাকে। সুপার এনামেল তার দ্বারা তৈরি কয়েলসমূহ কোরের উপর বসানো থাকে। কয়েলের প্যাঁচসংখ্যা ও তারের সাইজ যথাক্রমে ভোল্টেজ ও কারেন্টের উপর নির্ভর

তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন অংশের বর্ণনাঃ

(গ) ইনসুলেশন ঃ

একটি কয়েল থেকে অপর কয়েলকে বৈদ্যুতিকভাবে পৃথক করার জন্য কয়েলদ্বয়ের মধ্যে ইনসুলেশন ব্যবহার করা হয়। এ কাজে সাধারণত লেদারয়েড (Learoid) পেপার ব্যবহার করা হয়।

তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন অংশের বর্ণনাঃ

(ঘ) অয়েল ট্যাংক ঃ ওয়াইন্ডিং সহ ট্রান্সফরমারের কোরকে শীতলীকরনের লক্ষে ট্যাংকে রক্ষিত তেলের মধ্যে স্থাপন করা হয়।

(ঙ) কনজারভেটর ঃ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে তেলের আয়তন বৃদ্ধি পায়, তখন ট্যাংকের অতিরিক্ত তেল পাইপের মাধ্যমে কনজারভেটরে চলে আসে। আবার তাপমাত্রা হ্রাস পেলে কনজারভেটর থেকে তেল ট্যাংকে চলে

তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন অংশের বর্ণনাঃ

(চ) ব্রিদার ঃ

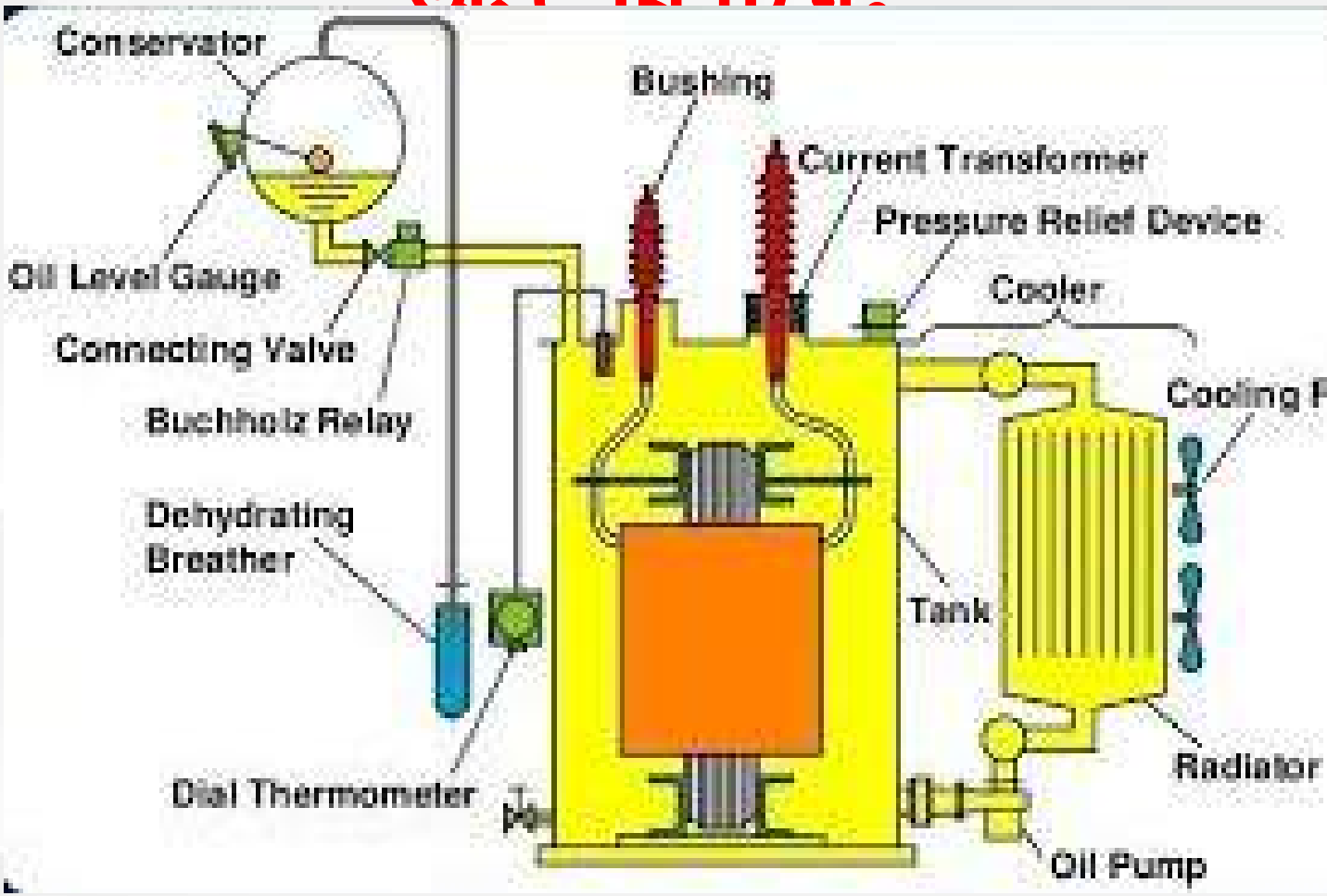
তাপমাত্রা হ্রাস-বৃদ্ধিতে কনজারভেটরে রক্ষিত তেলের আয়তনেরও হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটে। ফলে কনজারভেটরে বাইরে থেকে বাতাস প্রবেশ ও বের হওয়ার পথ থাকতে হয়। যার মাধ্যমে বাতাস প্রবেশ ও বের হয় তাকে ব্রিদার বলা হয়। ব্রিদারে বাতাসের জলীয় বাষ্প শোষনের জন্য সিলিকা জেল ব্যবহার করা হয়।

তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন অংশের বর্ণনাঃ

(ছ) বুশিং ঃ

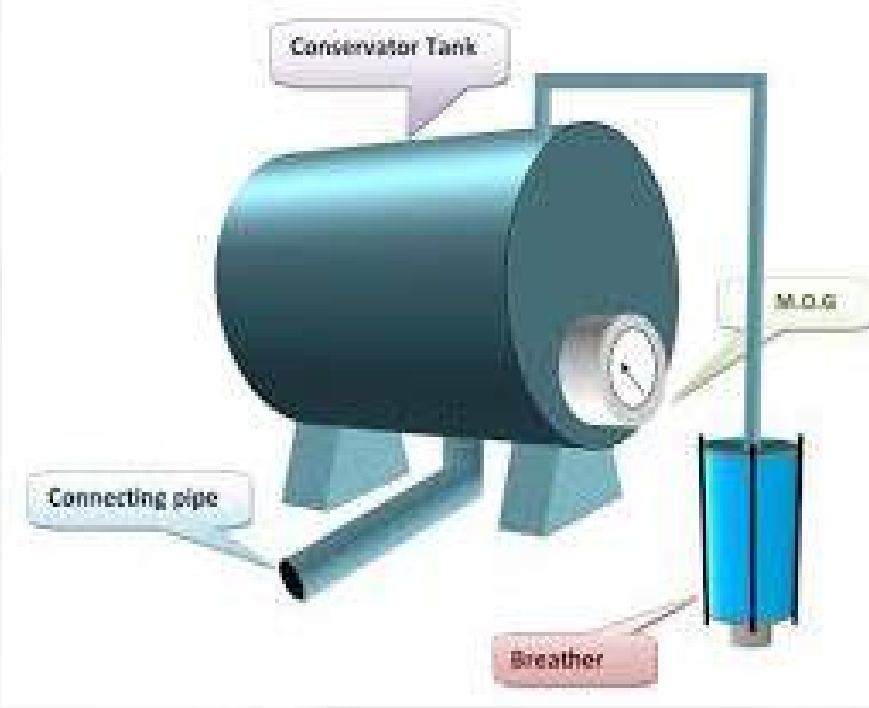
যার মাধ্যমে ট্রান্সফরমারের ওয়াইন্ডিংয়ের প্রান্তগুলো অয়েল ট্যাংকের বাইরে আনা হয় তাকে বুশিং বলা হয়। বুশিংগুলো পোর্সেলিন বা চিনামাটির তৈরি হয়।

তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন অংশের চিত্রঃ



তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন অংশের চিত্রঃ

ব্রিদার



কনজারভেটর

তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের সংযোগ পদ্ধতিঃ

(ক) স্টার-স্টার সংযোগ (Y-Y Connection)

(খ) ডেল্টা-ডেল্টা সংযোগ (Δ-Δ Connection)

(গ) স্টার-ডেল্টা সংযোগ (Y- Δ Connection)

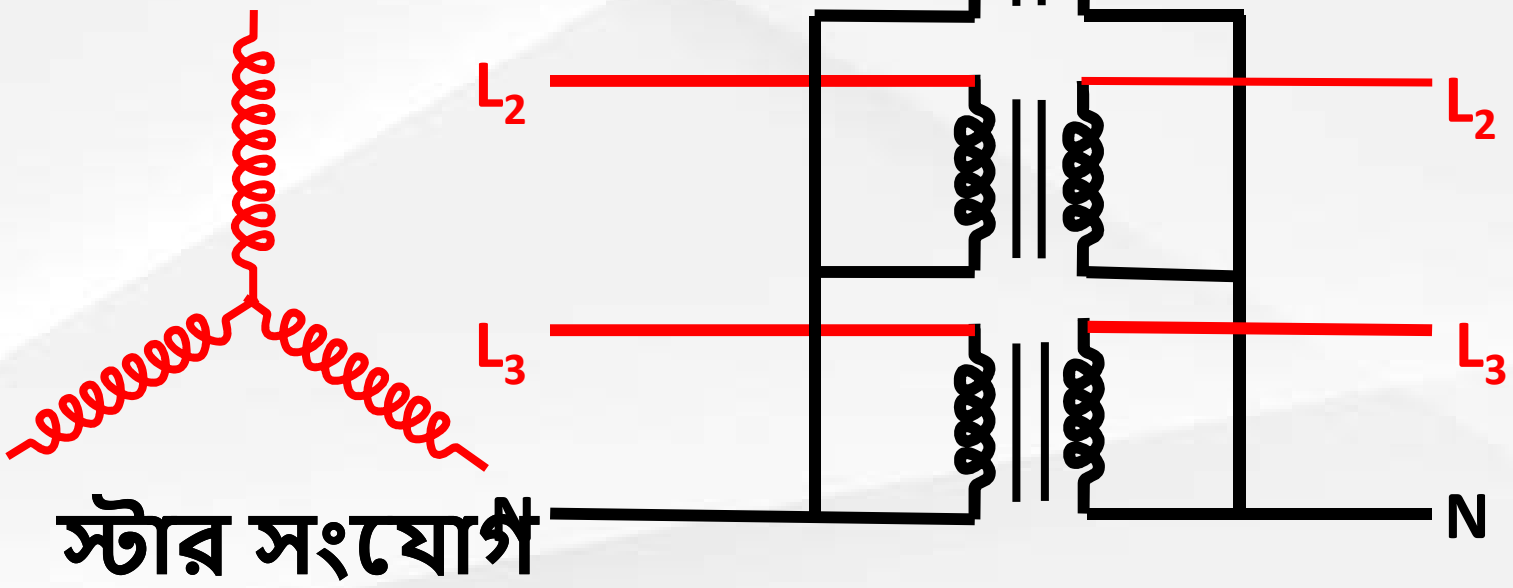
(ঘ) ডেল্টা-স্টার সংযোগ (Δ- Y Connection

(ঙ) ওপেন ডেল্টা বা ভি ভি সংযোগ (Op delta 0r V-V Connection)

(চ) স্কট বা টি-টি সংযোগ (Scott or T Connection)

তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের সংযোগ চিত্রঃ

(ক) স্টার-স্টার সংযোগ (Y-Y Connection)

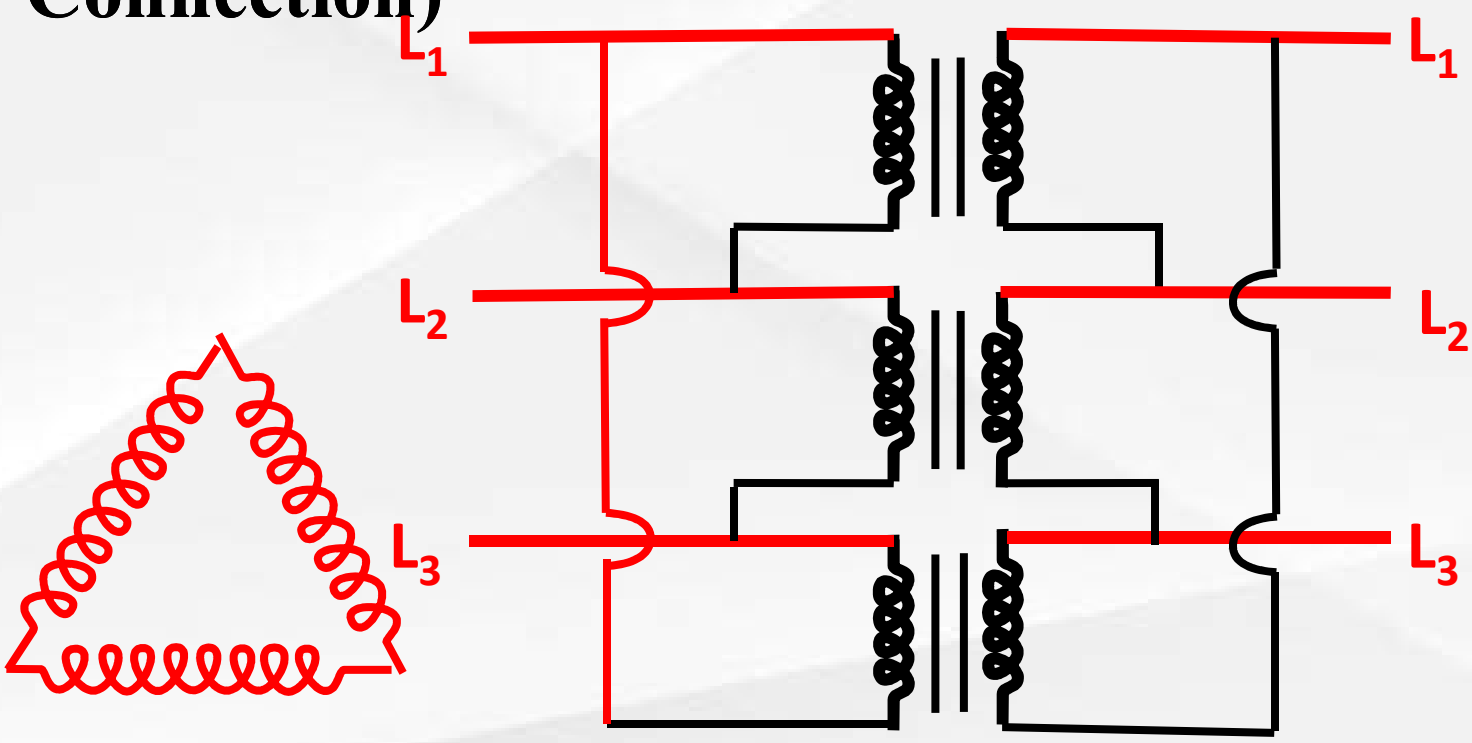


স্টার সংযোগ

তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের সংযোগ

(খ) ডেল্টা-ডেল্টা সংযোগ (Δ-Connection)

চিত্রঃ

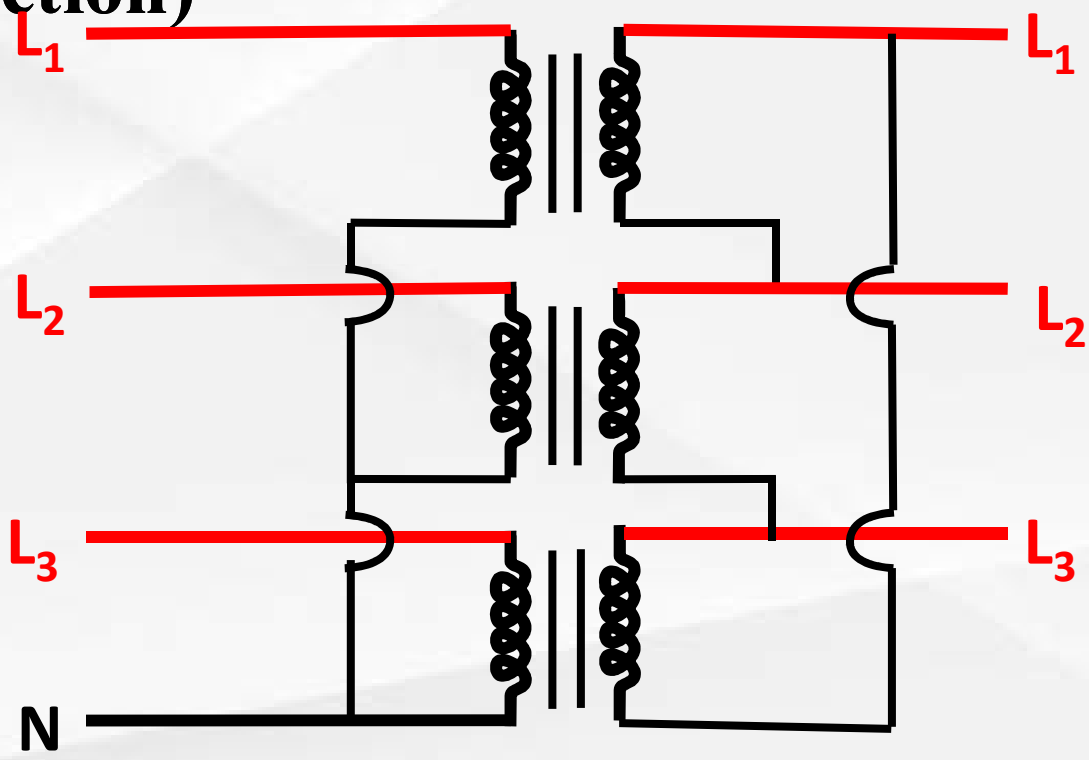


ডেল্টা সংযোগ

তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের সংযোগ

(গ) স্টার-ডেল্টা সংযোগ (Y-Connection)

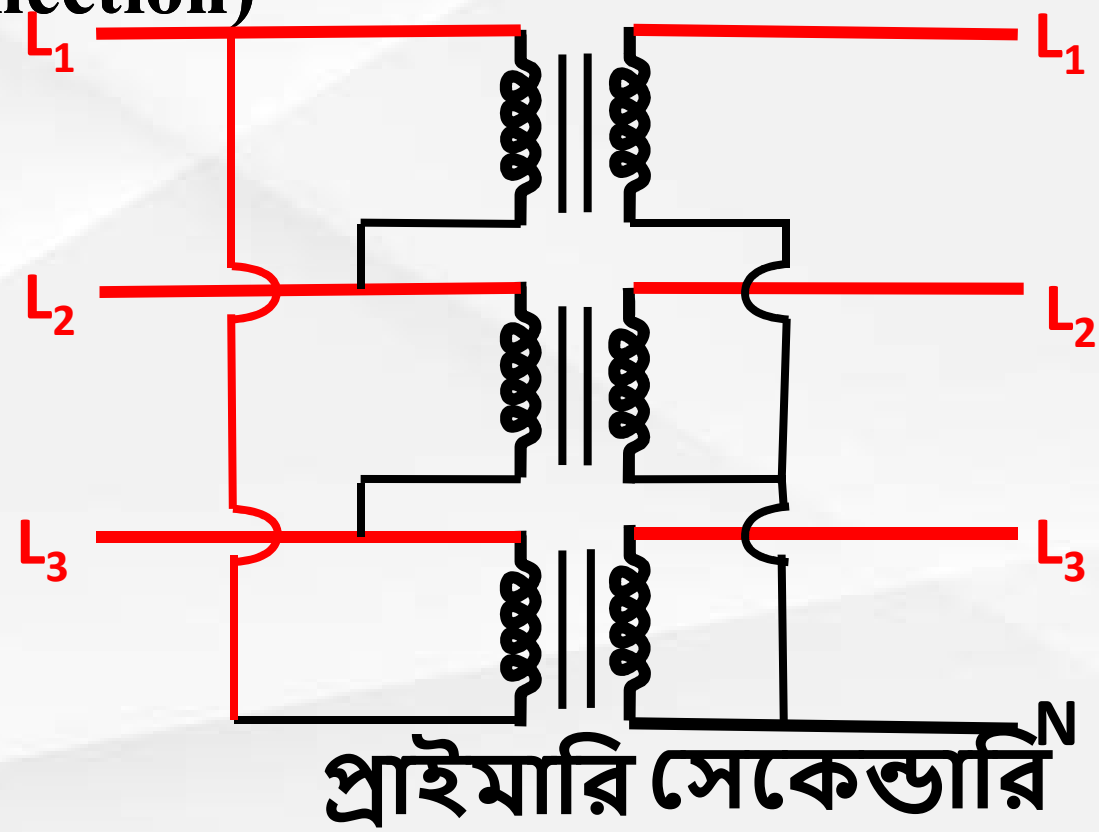
চিত্রঃ



তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের সংযোগ

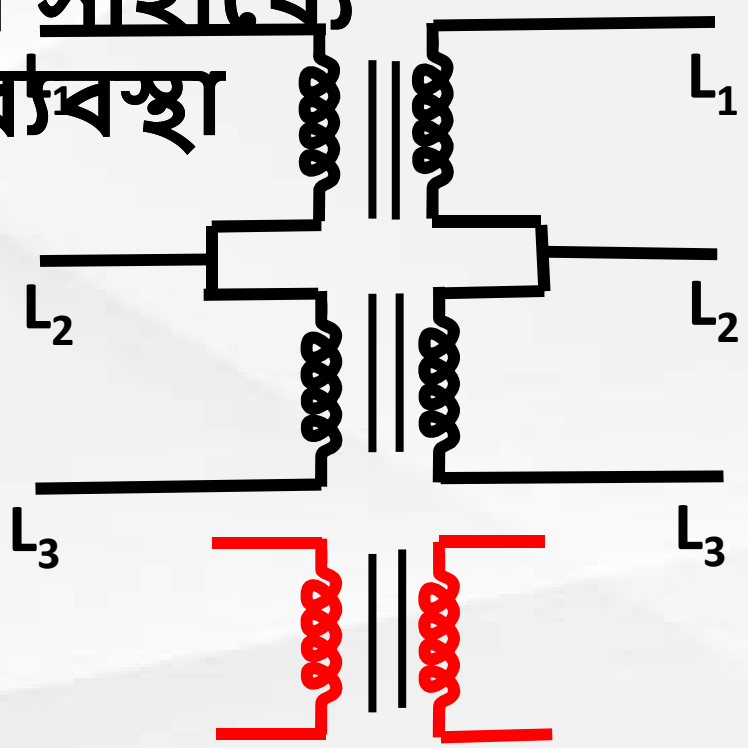
(ঘ) ডেল্টা-স্টার সংযোগ (Δ-Connection)

চিত্রঃ



ওপেন ডেল্টা বা ভি ভি সংযোগ (Open delta 0r V-V Connection):

এ পদ্ধতিতে দুটি সিঙ্গেল ফেজ ট্রান্সফরমারের সাহায্যে তিন ফেজ সরবরাহ ব্যবস্থা বজায় রাখা যায়।

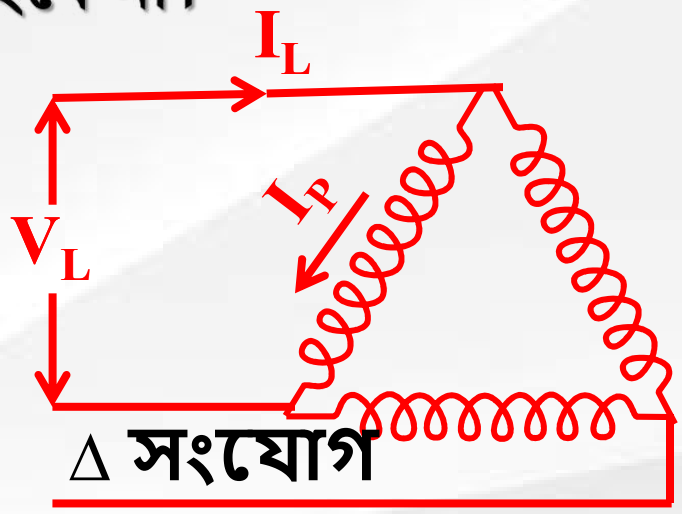


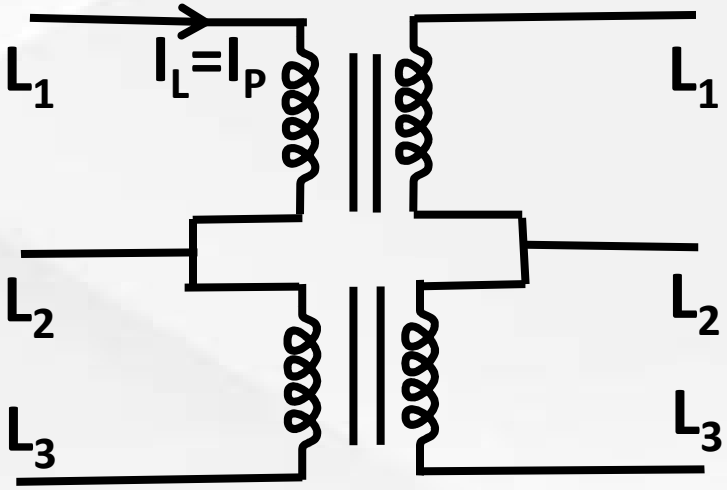
প্রাইমারিসকেন্ডারি

ওপেন ডেল্টা (V-V) পদ্ধতিতে পাওয়ার রেটিং:

Δ-Δ সংযোগে তিন ফেজ পাওয়ার $= \sqrt{3} V_L I_L$

V-V তে প্রবাহিত ফেজ কারেন্ট Δ-Δ সংযোগের ফেজ কারেন্টের সমান হবে, কোনক্রমেই বেশী হবে না।





অর্থাৎ $I_P(V\text{-}V) = I_P(\Delta)$

বা, $I_P(V\text{-}V) = \frac{I_L(\Delta)}{\sqrt{3}}$

ওপেন ডেল্টা (V-V) পদ্ধতিতে পাওয়ার রেটিংঃ

ফেজ কারেন্ট , $I_P(V\text{-}V) = \frac{I_L(\Delta)}{\sqrt{3}}$ [পূর্বে প্রাপ্ত]

V-V তে তিন ফেজ পাওয়ার= $\sqrt{3}$ ×লাইন ভোল্টেজ× লাইন কারে

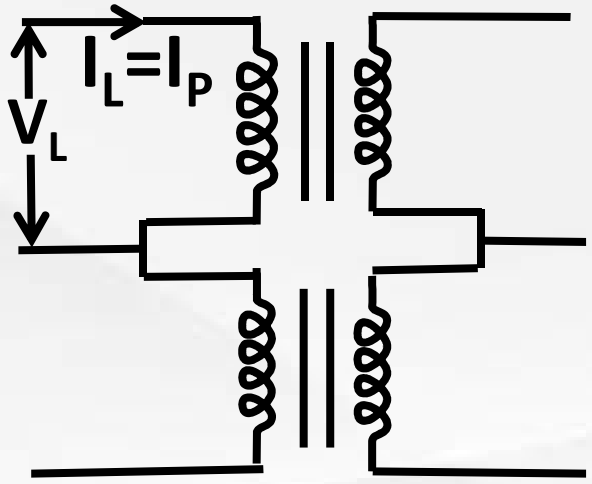
$= \sqrt{3} \times V_L \times$ লাইন কারেন্ট

$= \sqrt{3} \times V_L \times$ ফেজ কারেন্ট

$\because I_L = I_P$ [চিত্র হতে]

$= \sqrt{3} \times V_L \times \frac{I_L(\Delta)}{\sqrt{3}}$

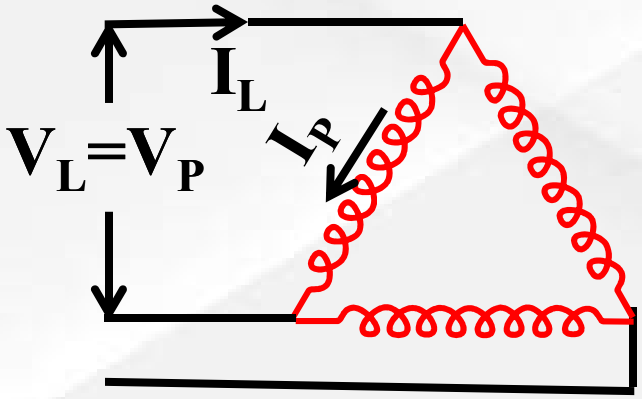
$= V_L \times I_L(\Delta)$



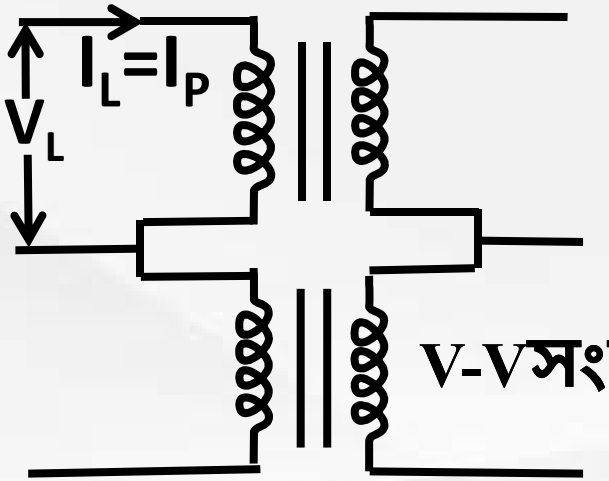
ওপেন ডেল্টা (V-V) পদ্ধতিতে পাওয়ার রেটিংঃ

V-V তে তিন ফেজ পাওয়ার = $V_L \times I_L(\Delta)$ [পূর্বে প্রাপ্ত]

আবার, Δ-Δ তে তিন ফেজ পাওয়ার = $\sqrt{3} \times V_L \times I_L(\Delta)$



Δ সংযোগ



V-Vসংযে

$$\therefore \frac{\text{V–V পাওয়ার}}{\Delta-\Delta \text{ পাওয়ার}} = \frac{V_L \times I_L(\Delta)}{\sqrt{3} \times V_L \times I_L(\Delta)} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.577 = 57.7\%$$

ওপেন ডেল্টা (V-V)সংযোগের প্রয়োগঃ

১। যখন তিন ফেজ পাওয়ারের চাহিদা খু
কম থাকে।

২। যখন তিনটি ট্রান্সফরমারের একটি
বিকল হয়।

৩। যখন প্রাথমিক অবস্থায় লোড ক
থাকে কিন্তু ভবিষ্যতে বৃদ্ধি
পাওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

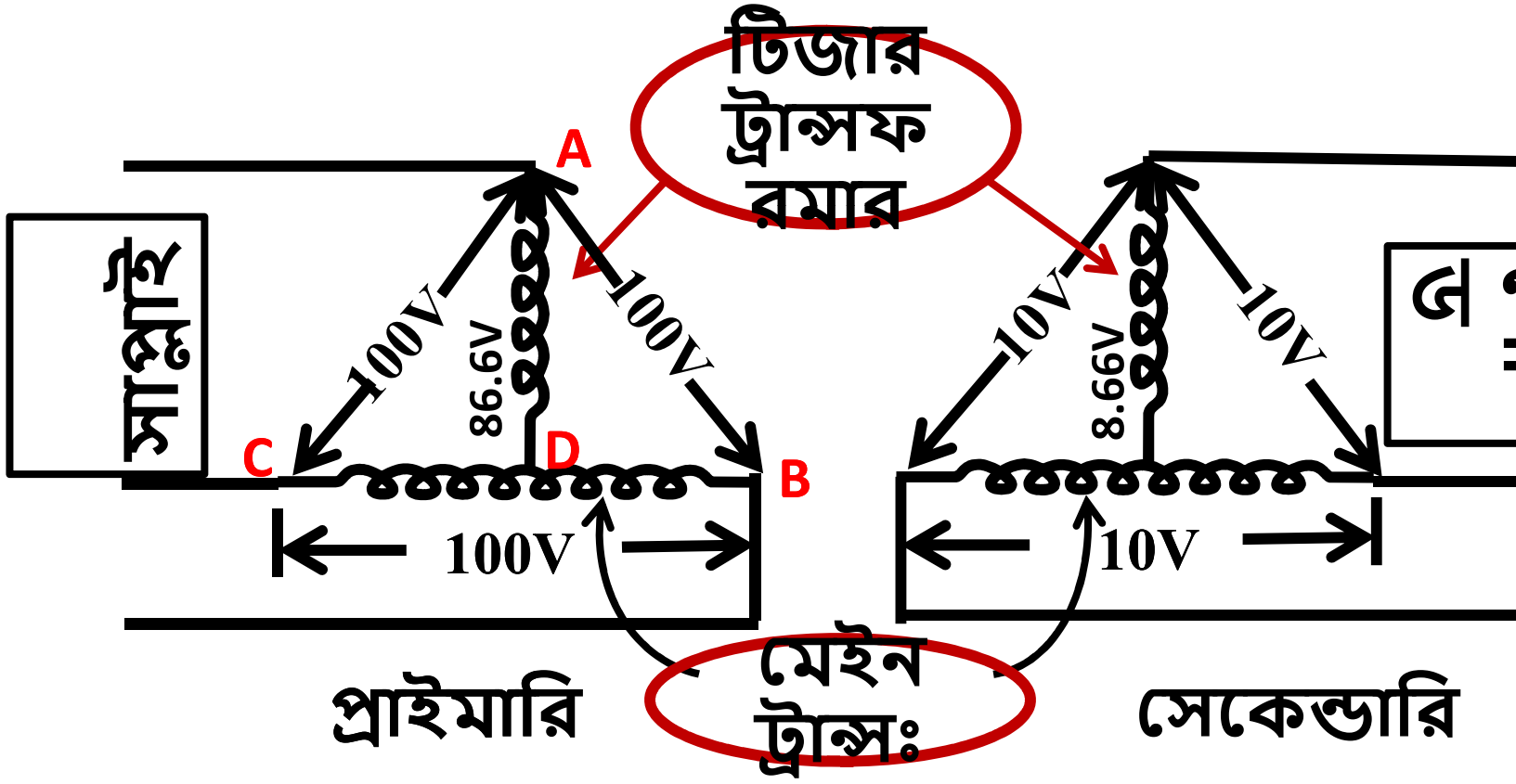
স্কট বা টি-টি সংযোগ (Scott or T-T Connection)

এ পদ্ধতিতে দুটি এক ফেজ ট্রান্সফরমারের সাহায্যে তিন ফেজ পাওয়ার সরবরাহ করা যায়। দুটি ট্রান্সফরমারের একটিকে মেইন ট্রান্সফরমার এবং অপরটিকে টিজার ট্রান্সফরমার বলা হয়। টিজার ট্রান্সফরমারের ওয়াইন্ডিংয়ের

স্কট বা টি-টি সংযোগ (Scott or T-T Connection)

চিত্রে ADC সমকোণী ত্রিভূজ হতে, AD = AC Sin 60

= 100× Sin 60^0 = 86.6 V



স্কট বা টিটি (T-T)সংযোগের প্রয়োগঃ

১। দুটি এক ফেজ ট্রান্সফরমার দিয়ে তি
ফেজ সরবরাহ দেয়ার
জন্য।

২। তিন ফেজ হতে দুই ফেজ অথবা দু
ফেজ হতে তিন ফেজ
সরবরাহ দেয়ার জন্য।

পর্যালোচনা:

- তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের গঠন বর্ণনা
- তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন অংশের বর্ণনা
- তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের সংযোগ পদ্ধতির ডায়াগ্রাম
- Y-Y, Δ-Δ, Y-Δ সংযোগের প্রয়োগ

বাড়ির কাজ

১. ট্রান্সফরমারে ব্রিদারের কাজ কী?

২. ওপেন ডেল্টা সংযোগ পদ্ধতি কখন ব্যবহার করা হয়?

পাঠ পরিচিতিঃ

বিষয়ঃ এসি মেশিনস-১ (৬৬৭৬১)

৬ষ্ঠ পর্ব (ইলেকট্রিক্যাল)

৮ম অধ্যায়

অটো-ট্রান্সফরমারের মুলণীতি (Priciple of Auto-Transform

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।

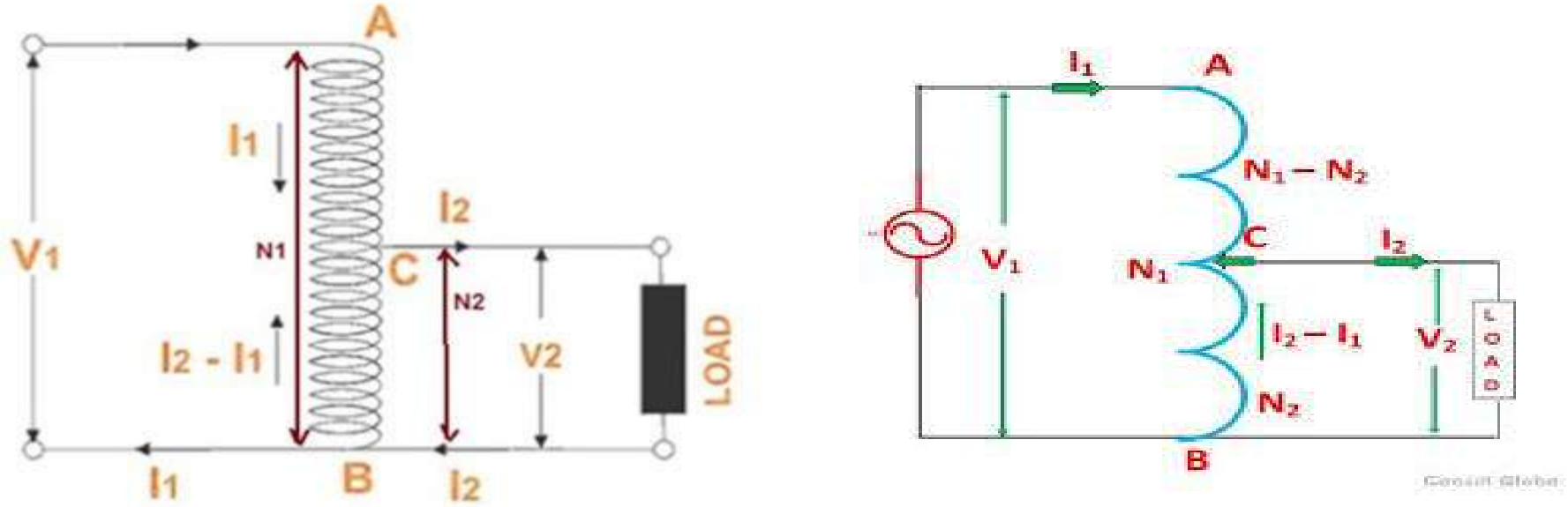
৮.৫। অটো- ট্রান্সফরমারের ব্যবহারের ধারনা।

৮.৬। অটো- ট্রান্সফরমার সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান নির্নয় করণ।

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

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। এর কার্যপ্রনালী দুই ওয়াইন্ডিং ট্রান্সফরমারের মতো।



চিত্র নং-১ অটো-ট্রান্সফরমার

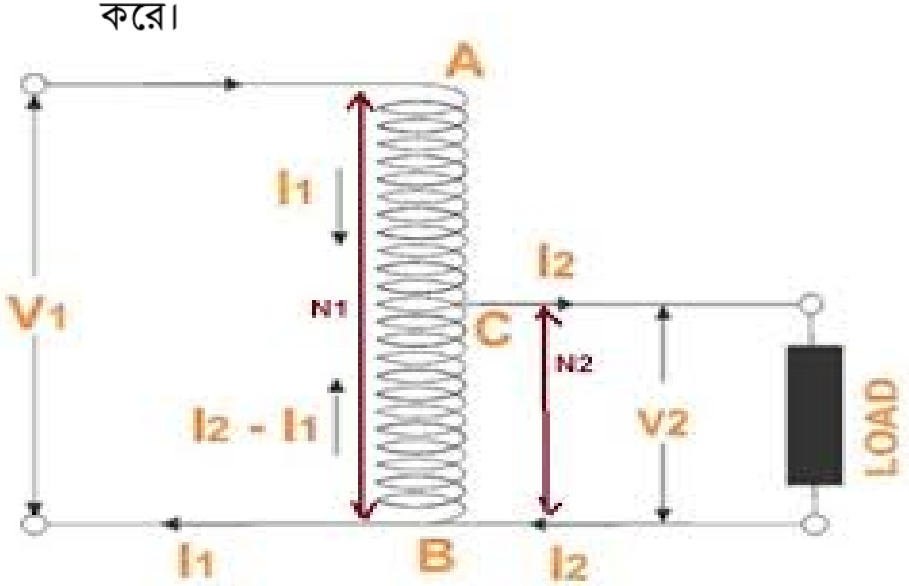
১। অটো- ট্রান্সফরমারের বর্ণনা (Describe the Auto-transformer):

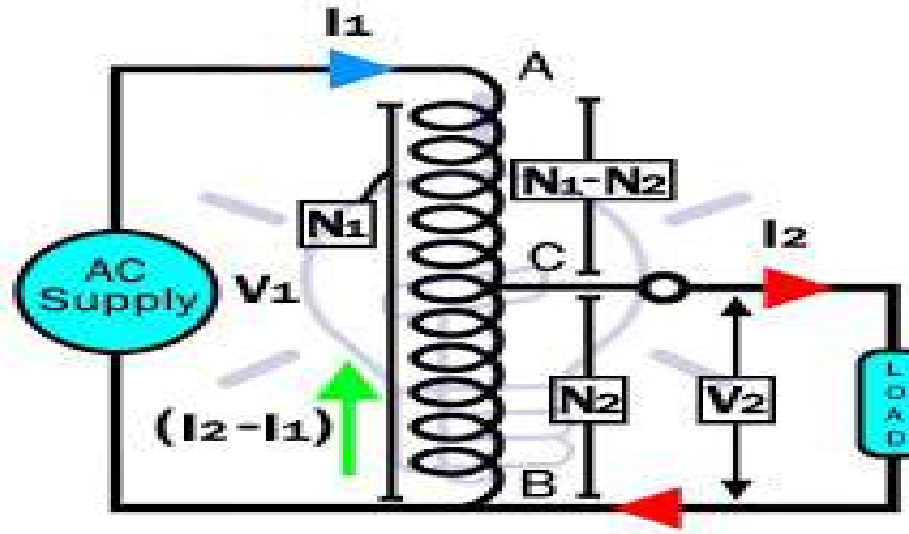
চিত্রে (চিত্র নং-২) ইনপুট ভোল্টেজ V_1 সম্পুর্ন ওয়াইন্ডিং AB তে আরোপিত হয়েছে, লোড BC অংশে সংযুক্ত আছে। সেকেন্ডারি ভোল্টেজ V_2 নিম্নলিখিত ফর্মুলা থেকে পাওয়া যায়-

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

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

চিত্রে I_1 কারেন্ট ওয়াইন্ডিং এর AC অংশে প্রবাহিত হচ্ছে এবং $(I_2 - I_1)$ কারেন্ট BC অংশে প্রবাহিত হচ্ছে। এ অবস্থায় অটো-ট্রান্সফরমার দুই ওয়াইন্ডিং বিশিষ্ট ট্রান্সফরমারের মতোই কাজ করছে। AC অংশ প্রাইমারি এবং BC অংশ সেকেন্ডারি হিসেবে কাজ করে।





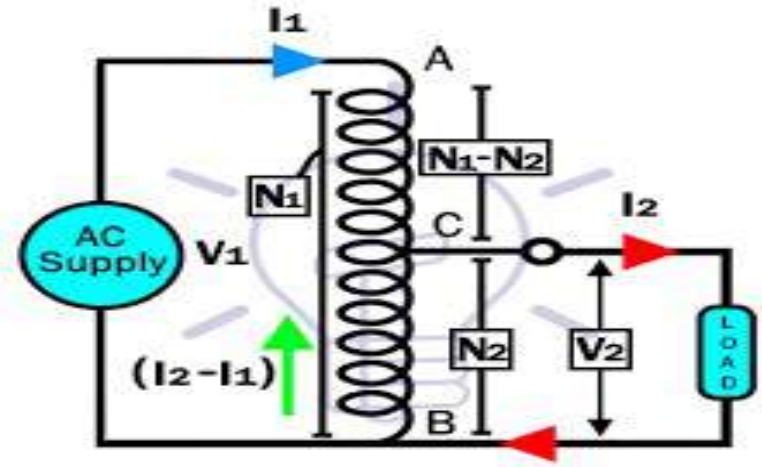
চিত্র নং-২ অটো-ট্রান্সফরমার

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

অটো-ট্রান্সফরমারের আউটপূট টার্মিনালে লোড সংযুক্ত করা হয় তখন আউটপুট কারেন্ট I_2 প্রবাহিত হয়। এই
ন্ট সরবরাহ করার জন্য উভয় ওয়াইন্ডিং-এ লোড কারেন্টের অংশের উপস্থিতি থাকতে হয়। একটি অংশ পজিটিভ
রকশনে A থেকে C তে যায়। অন্য ওয়াইন্ডিং-এ লোড কারেন্টের অপর অংশ পজিটিভ ডাইরেকশনে B থেকে C
য়। লোড কারেন্টের উভয় অংশ তাদের নিজস্ব পজিটিভ ডাইরেকশনে ফেজ অভিমুখে থাকে। তাদের মান এমনভ
াতে BC অংশের অ্যাম্পিয়ার টার্ন AC অংশের অ্যাম্পিয়ার টার্ন দ্বারা সমতা রক্ষা করে।

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

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



চিত্র নং-৩ অটো-ট্রান্সফরমার

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

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

ড অবস্থায় আরোপিত ভোল্টেজ ওয়াইন্ডিং দুইটির টার্ন সংখ্যার অনুপাতে ভোল্টেজ ভাগ হয়ে যায়,

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

নো-লোড অবস্থায় V_{AC} এবং V_{BC} একই ফেজ অভিমুখে থাকে বিধায় ,

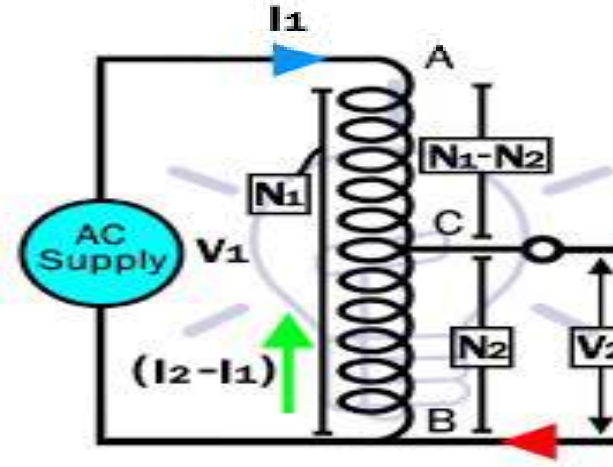
$$V_{AB} = V_{AC} + V_{BC}$$

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

V_{AB} ইনপুট ভোল্টেজ এবং V_{BC} আউটপুট ভোল্টেজ সুতারং তাদের অনুপাত ট্রান্সফরমেশন 'a' হবে। কাজেই

$$\frac{V_{AB}}{V_{BC}} = 1 + \frac{N_{AC}}{N_{BC}} = a \text{ -------(3)}$$

ন (3) হতে দেখা যায় যে, অটো-ট্রান্সফরমারের ট্রান্সফরমিশন রেশিও দুই ওয়াইন্ডিং এর টার্নস র চেয়ে বেশি।



চিত্র নং-৪ অটো-ট্রান্সফরমার

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

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

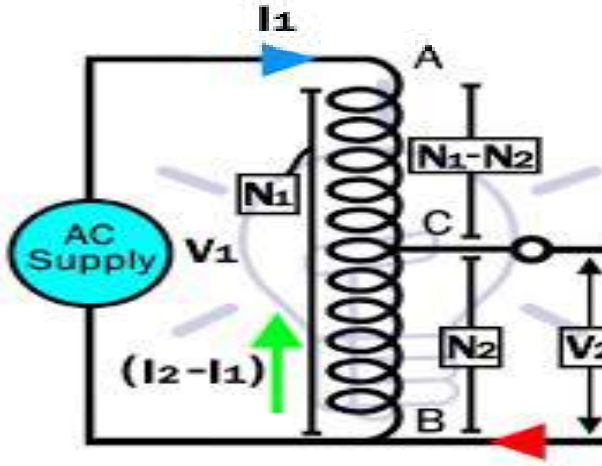
ow that

nt of copper of any winding depends upon its length and cross-
nal area. Again length of conductor in winding is proportional to its
er of turns and cross-sectional area varies with rated current.
ight of copper in winding is directly proportional to product of number
ns 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, $N_2 (I_2 - I_1)$



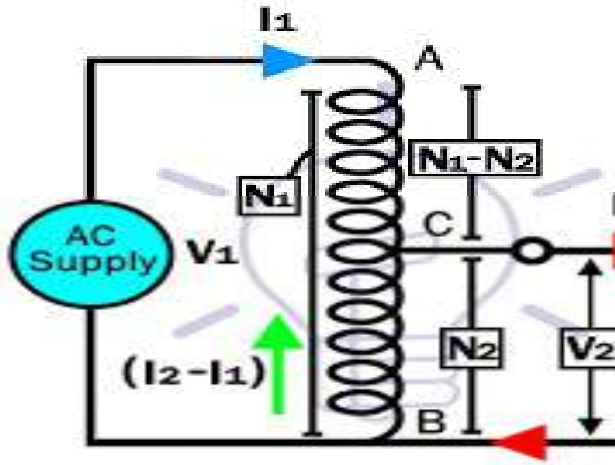
চিত্র নং-৫ অটো-ট্রান্সফরমার

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

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

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

l similarly, weight of copper in the section BC proportional to, $N_2(I_2 - I_1)$



চিত্র নং-৬ অটো-ট্রান্সফরমার

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

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

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

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

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

om equation (4) and (5) we have

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

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

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

Similarly weight of copper in two winding conventional tranasformer is

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

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

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

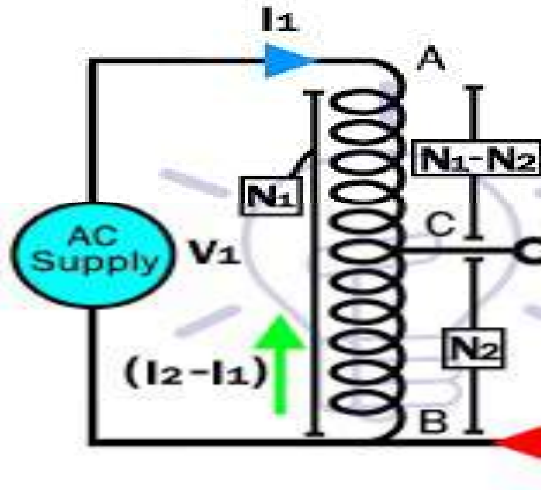
$$\Rightarrow W_a = (1 - \frac{1}{a}) \times W_{tw} \text{ -------(8)}$$

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

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

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

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



চিত্র নং-৭ অটো-ট্রান্সফরমার

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

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

ut Apparent power=V_2I_2

rent power transfer by induction=$V_2(I_2 - I_1) = V_2 (I_2 - I_{2/a})$

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

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

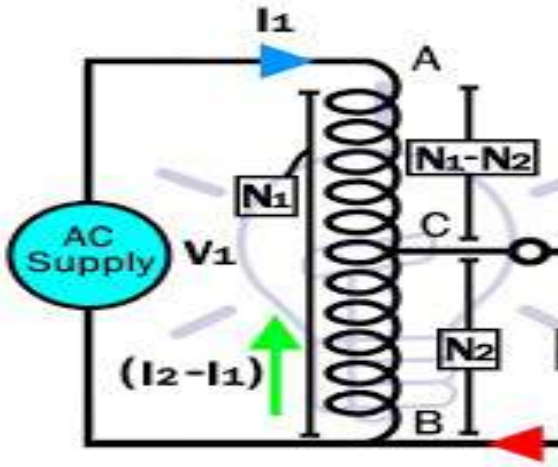
r transfer Conductively $P_{conducted} = P_{input} - P_{transformed}$

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

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

=Input power x 1/a

Again we know transformation ratio



চিত্র নং-৮ অটো-ট্রান্সফরমার

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

ধাসমুহ (Advantages):

এতে তুলনামুলকভাবে ওয়াইন্ডিং এর জন্য কপার তার কম লাগে।

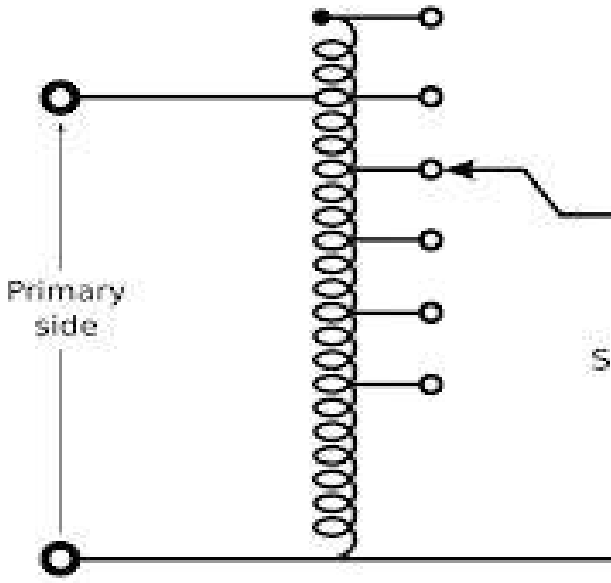
ওয়াইন্ডিং এর জন্য কপার তার কম লাগে বলে এটি দামে সস্তা।

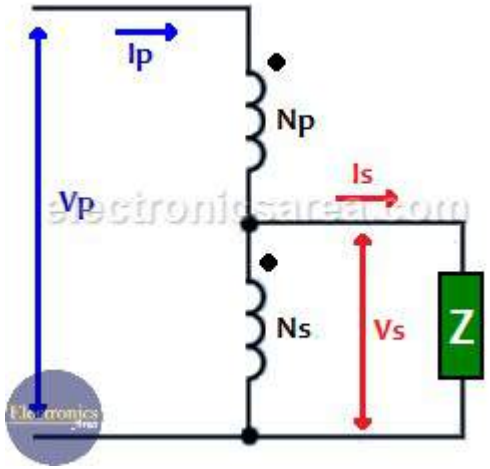
এর কর্মদক্ষতা অপেক্ষাকৃত বেশি এবং ভোল্টেজ রেগুলেশন কম অর্থাৎ ভালে
এটি আকারে ছোট, ফলে কম জায়গা লাগে।

ওয়াইন্ডিংয়ে অনেকগুলো ট্যাপিং থাকার কারনে ট্যাপ পরিবর্তন করে
াজনীয় ভোল্টেজ পাওয়া যায়।

লো-ভোল্টেজে এটি ব্যবহার করা সুবিধাজনক।

এতে কয়েলদ্বয় ইলেকট্রিক্যালি এবং ম্যাগনেটিক্যালি সংযুক্ত থাকায় এদেরকে
াদা রাখার জন্য কোন ইনসুলেশনের প্রয়োজন হয় না।



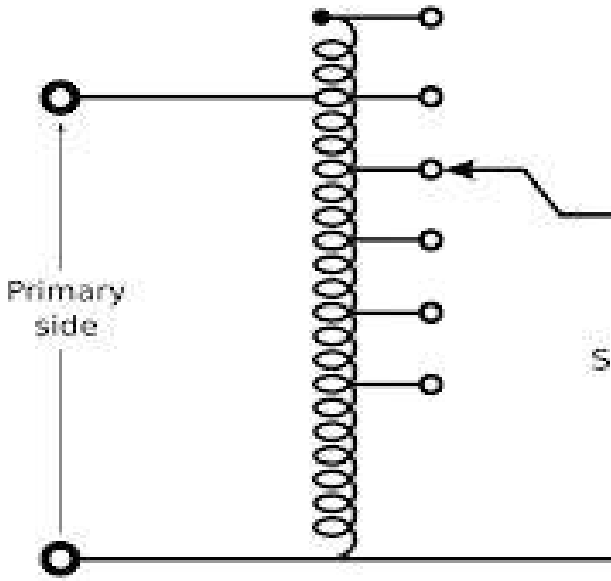


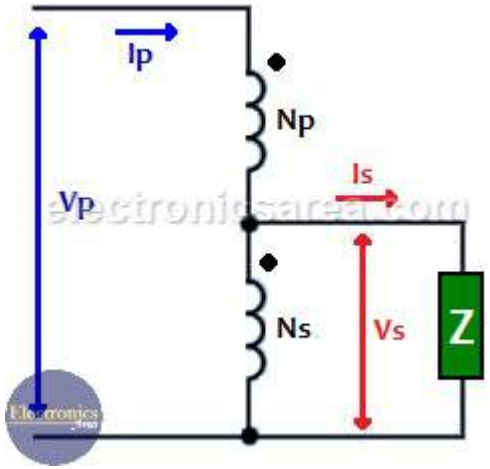
চিত্র নং-৯ অটো-ট্রান্সফরমার

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

সমুহ (Disadvantages):

ট স্টেপ –ডাউন হিসাবে ব্যবহৃত হয় এবং অতি উচ্চমানের ভোল্টেজের জন্য
 করা যায় না।
 দ্বারা খুব হাই- রেশিওতে কাজ করা যায় না।
র প্রাইমারিতে হাই- ভোল্টেজ থাকে বিধায় অপারেশন যথেষ্ট নিরাপদ নয়।
ত কয়েলদ্বয় ইলেকট্রিক্যালি এবং ম্যাগনেটিক্যালি সংযুক্ত থাকায় সবসময়
বিপদের আশঙ্কা থাকে । কারন ট্যাপিং খুলে গেলে কয়েল জ্বলে যাবে।

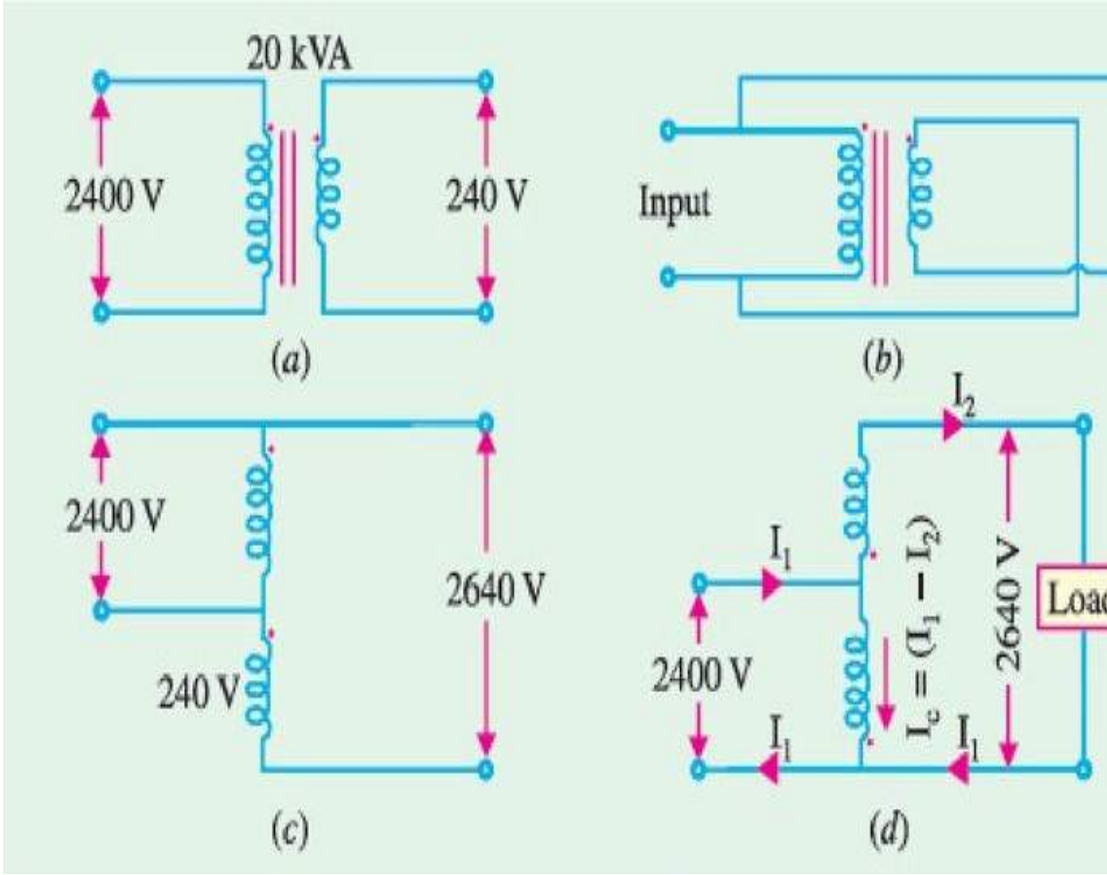




চিত্র নং-১০ অটো-ট্রান্সফরমার।

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

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



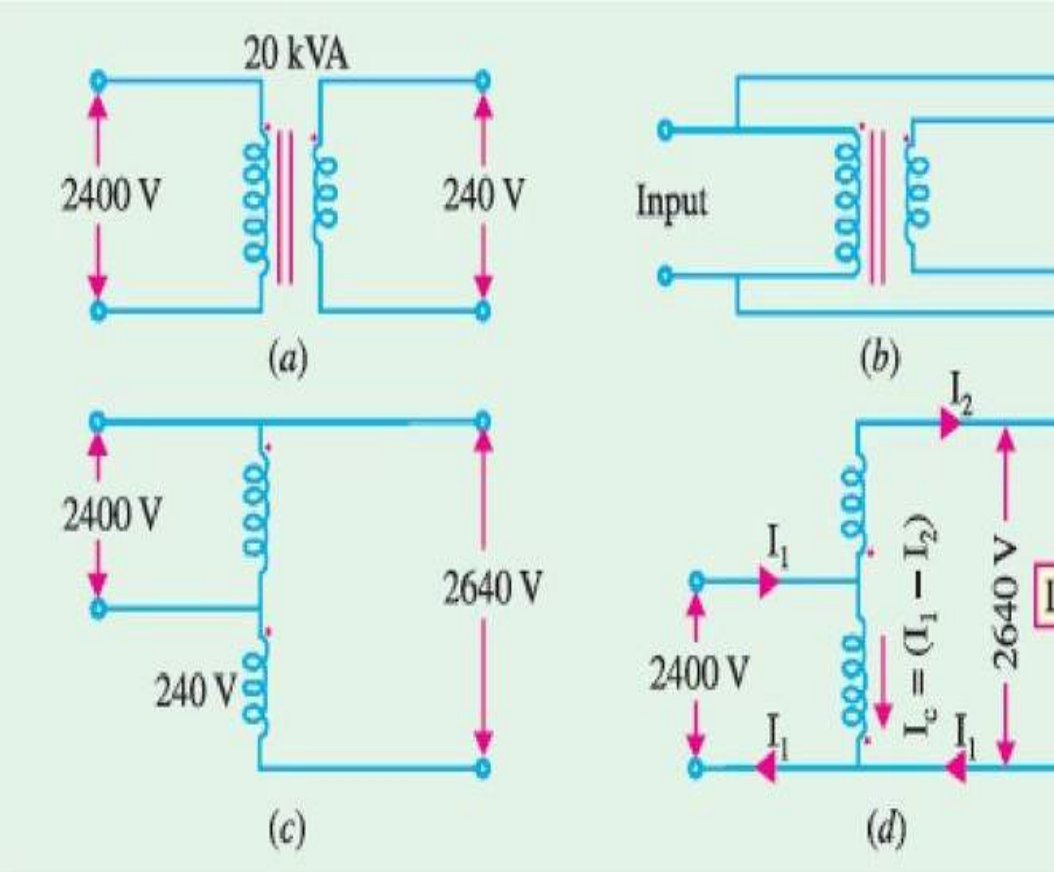
চিত্র -১১ (a) পোলারিটি চিহ্নিত একটি দুই ওয়াইন্ডিং বিশিষ্ট ট্রান্সফরমার (b) দুই ওয়াইন্ডিং বিশিষ্ট ট্রান্সফরমার অটো-ট্রান্সফরমারে রুপান্তর (c) এডিটিভ পোলারিটির সংযোগ (d) একটি স্টেপ –আপ অটো-ট্রান্সফরমার।

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

এডিটিভ পোলারিটি (Additive arity):

টিভ পোলারিটির সংযোগ চিত্র ১১(c) নং চিত্রে নো হলো। উক্ত সংযোগে কমন টার্মিনালদ্বয় মে উপর দিকে ও নিচের দিকে রেখে পুণরায় া করা হলো। এডিটিভ পোলারিটির ফলে $V_s =$ $0 + 240 = 2640\ V$ এবং $V_p =$ $0\ V$।

) নং চিত্রে সাধারণ (Common) টার্মিনালের কমন ওয়াইন্ডিংয়ে কারেন্ট I_C প্রবাহিত হচ্ছে নো হয়েছে। অতএব, ট্রান্সফরমারটি একটি স্টেপ-অটো-ট্রান্সফরমারে পরিণত হয়েছে। এ অবস্থায় ত হয়েছে। এ অবস্থায় অটো-ট্রান্সফরমারের A রেটিং উল্লেখযোগ্য পরিমানে বৃদ্ধি পায়।



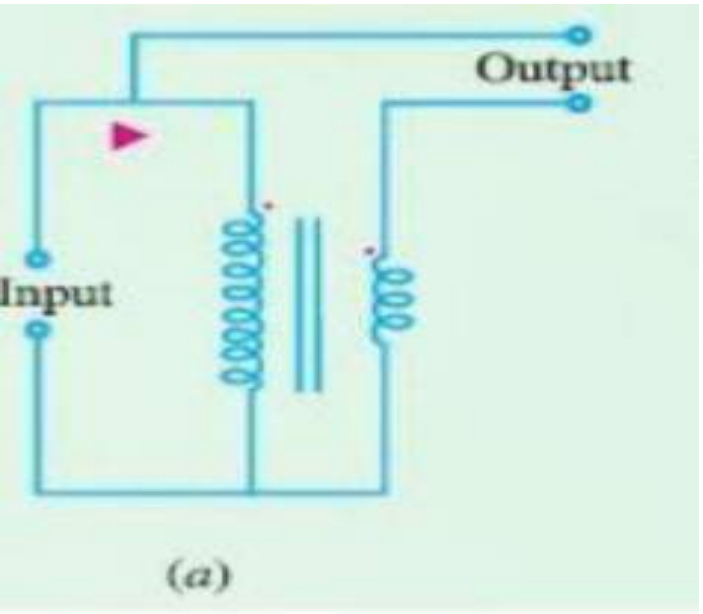
চিত্র-১১ (a) পোলারিটি চিহ্নিত একটি দুই ওয়াইন্ডিং বিশিষ্ট ট্রান্সফরমার (b) দু বিশিষ্ট ট্রান্সফরমার অটো-ট্রান্সফরমারে রুপান্তর (c) এডিটিভ পোলারিটির সংযো স্টেপ –আপ অটো-ট্রান্সফরমার

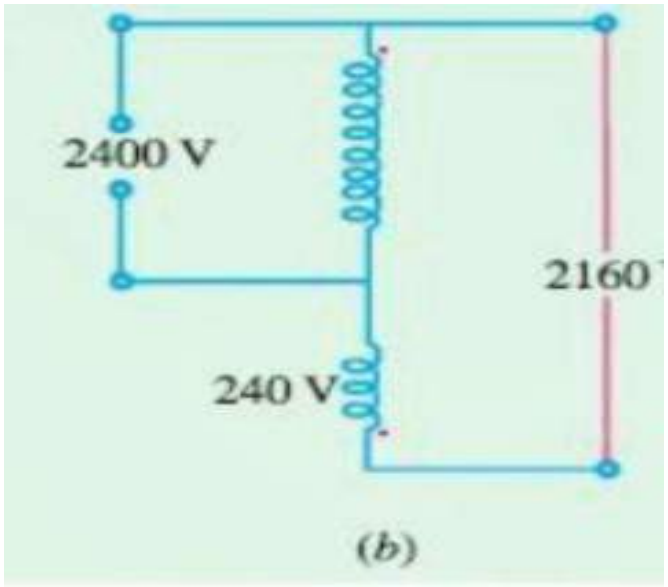
৮.৪ দুই ওয়াইন্ডিং বিশিস্ট ট্রান্সফরমারকে অটো- ট্রান্সফরমারে রুপান্তর (Convert the two winding transformer into the auto-transfer):

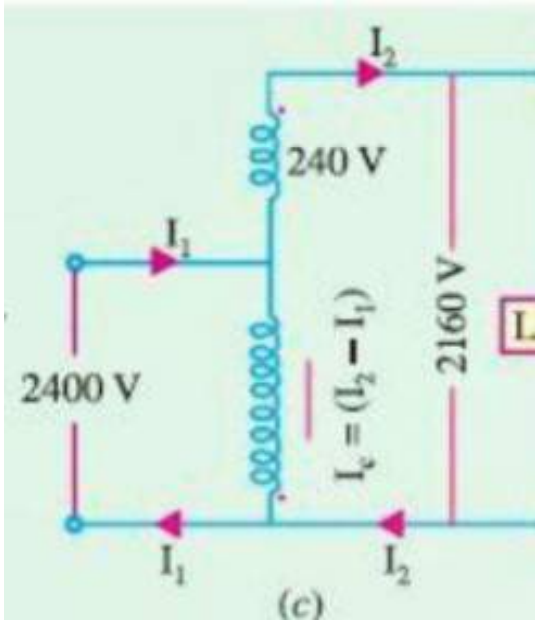
(খ) সাবট্রাকটিভ পোলারিটি (Subtractive polarity):

১২ (a) নং চিত্রে সাবট্রাকটিভ পোলারিটির জন্যে সংযোগ দেখানো হয়েছে। (b) ও (c) চিত্রদ্বয়ে কমন টার্মিনালদ্বয় যথাক্রমে উপর দিকে ও নিচের দিকে রেখে পুণরায় সংযোগ চিত্র অঙ্কন করা হয়েছে।

এক্ষেত্রে কমন ওয়াইন্ডিং এর কারেন্ট কমন টার্মিনালের বিপরীত দিকে প্রবাহিত হচ্ছে। এটি একটি স্টেপ-ডাউন অটো-ট্রান্সফরমার। এ ট্রান্সফরমারে kVA রেটিং প্রচুর পরিমাণে বৃদ্ধি পায়। এখন $V_s = 2400 - 240 = 2160\ V$ হবে।







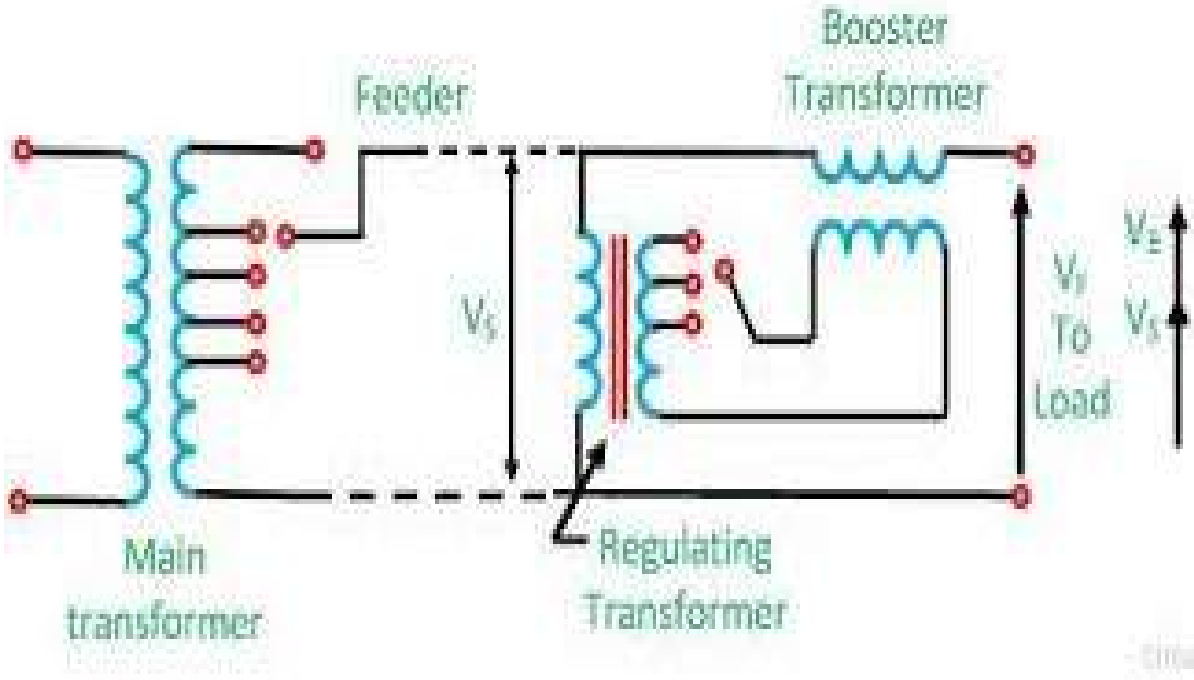
চিত্র -১২ (a) সাবট্রাকটিভ পোলারিটি সংযোগের জন্য দুই ওয়াইন্ডিং ট্রান্সফরমার (b)কমন টার্মিনাল উপর দিকে রেখে সংযোগ (c) কমন টার্মিনাল নিচের দিকে রেখে সংযোগ।

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 ভোল্টেজ ঘাটতি হলে পূরনের জন্য ব্যবহৃত হয়।

চিত্রঃ আর্ক ফারনেস ট্রান্সফরমার

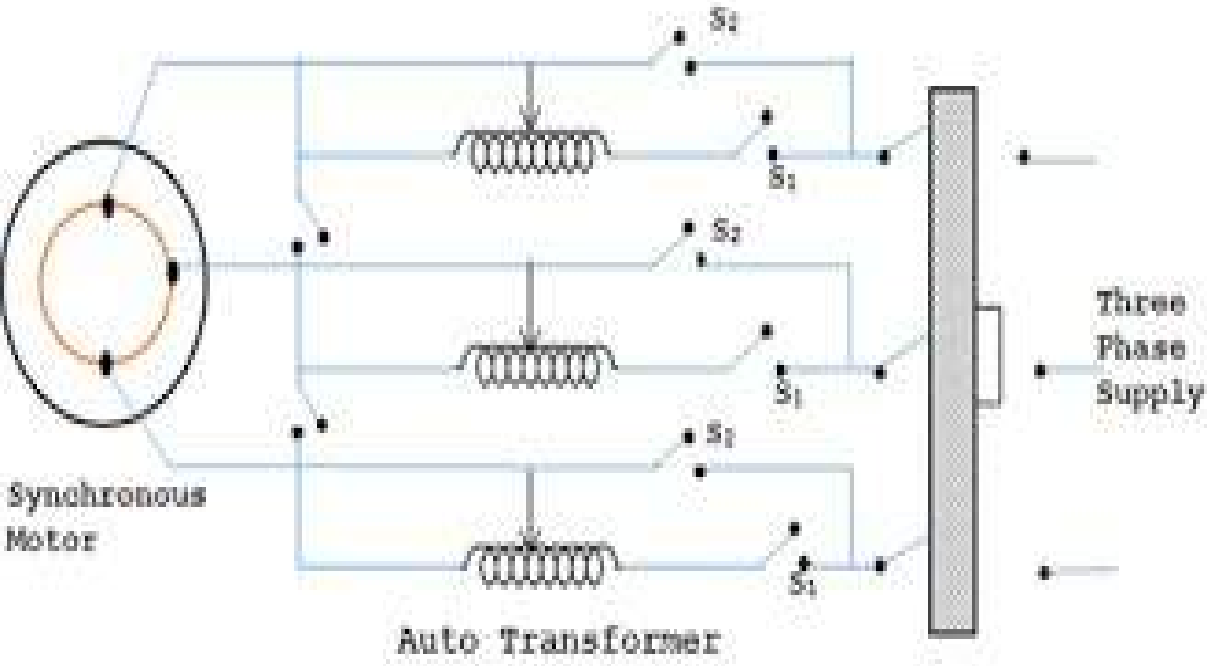


চিত্রঃঅটো-ট্রান্সফরমার ভোল্টেজ ঘাটতি পূরন।

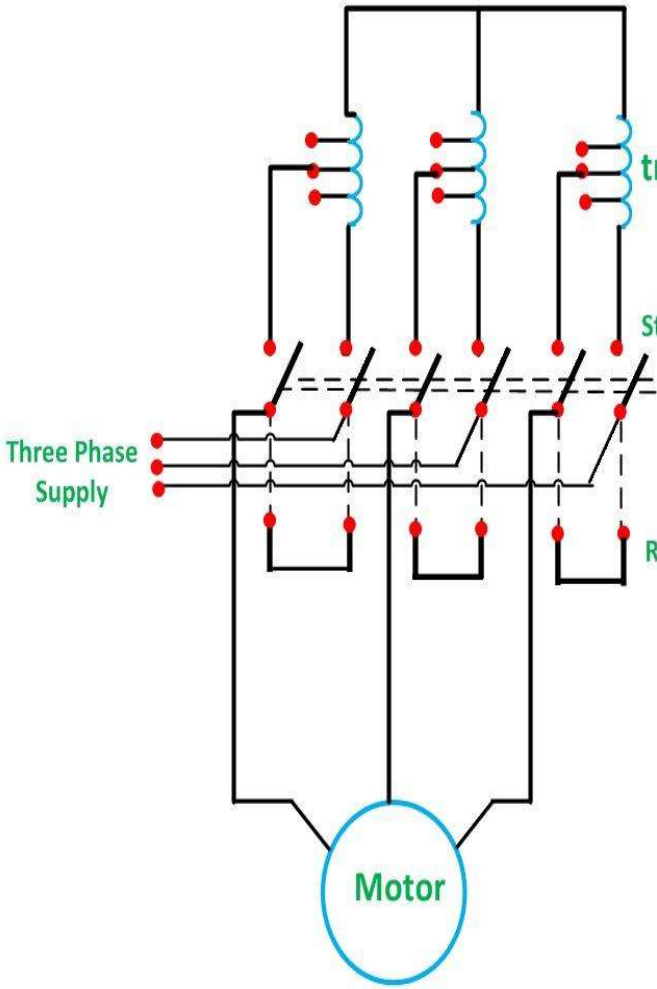
৮.৫ অটো- ট্রান্সফরমারের ব্যবহার (Uses of Auto-Transformer):

এটি নিম্নলিখিত কাজে ব্যবহৃত হয়, যথা-

বড় তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটর এবং সিনক্রোনাস মোটর স্টার্ট দেওয়ার বহৃত হয়।একে কমপেনসেটর অথবা অটো- স্টার্টার বলে।



চিত্রঃ সিনক্রোনাস মোটর স্টার্টিং পদ্ধিতি

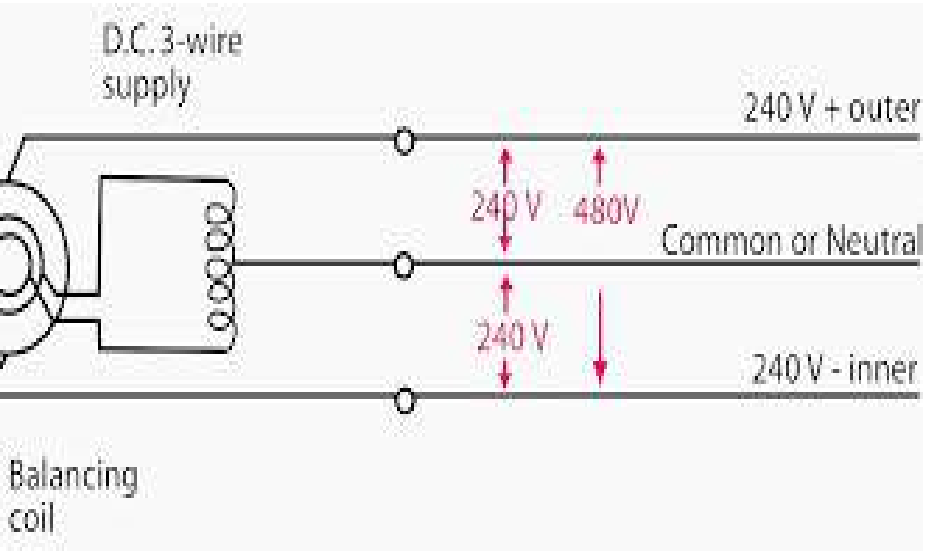


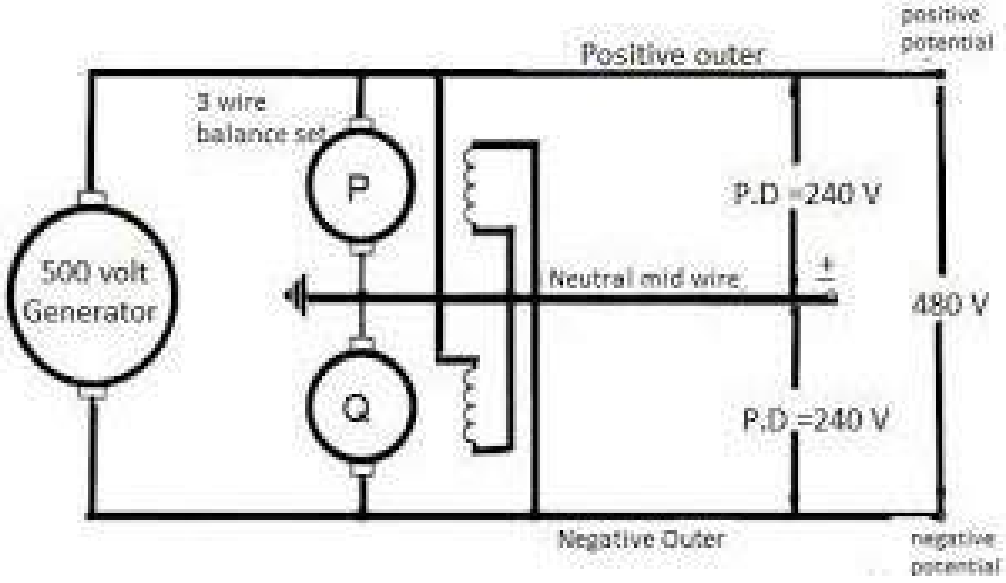
চিত্রঃ অটো-ট্রান্সফরমার সাহায্য তিন ফেজ ইন
স্টার্টার

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

এটি নিম্নলিখিত কাজে ব্যবহৃত হয়, যথা-

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





চিত্রঃ তিন তার ডিসি ব্যালেন্সার

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

এটি নিম্নলিখিত কাজে ব্যবহৃত হয়, যথা-

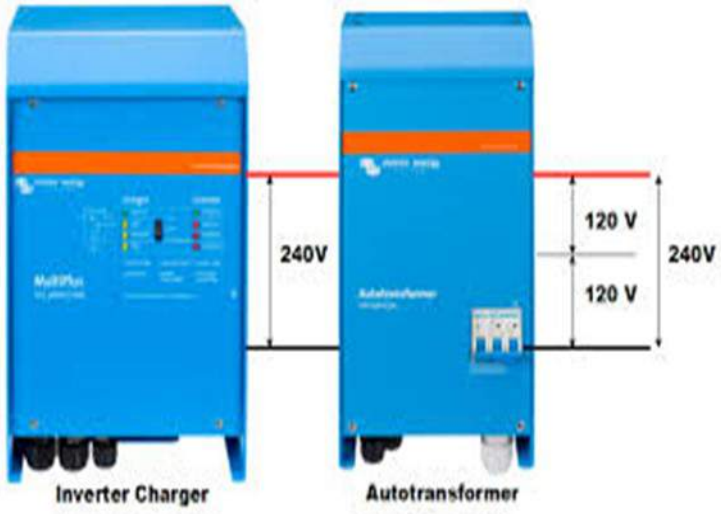
রিয়্যাক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

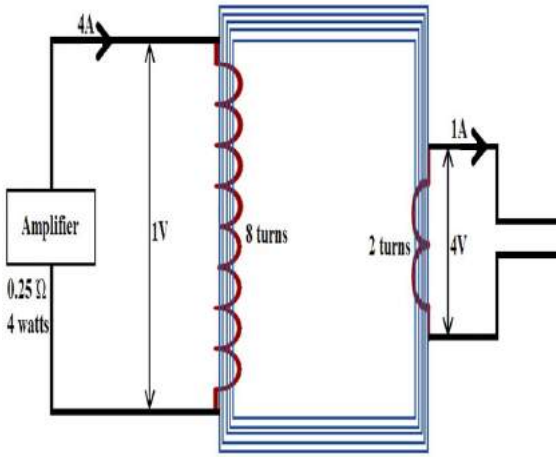
চিত্রঃ ভেরিয়্যাক

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

এটি নিম্নলিখিত কাজে ব্যবহৃত হয়, যথা-

ডিও ইলেকট্রনিক্সে এটি ব্যবহার করা হয়।





চিত্রঃ রেডিও ইলেকট্রনিক্স

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

প্রয়োজনীয় সুত্রাবলিঃ

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

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

$$\text{ating} = \frac{V_2 I_2}{1000}$$

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

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

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

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।

n

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

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

nducted 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 $a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{116}{80}$ =

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

Transforme d power $P_{transforme\,d} = ?$

Conducted Power $P_{conducted} = ?$

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

প্র-২: একটি অটো- ট্রান্সফরমারের মাধ্যমে 2300V সাপ্লাই হতে 460V এ রুপান্তর করতে 100KVA লোডে সরবরাহ করা লো। তা হলে বের কর।

) দুই ওয়ান্ডিং এর প্রতিটির কারেন্ট এবং ভোল্টেজ রেটিং

) KVA রেটিং যখন সাধারন ট্রান্সফরমার হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

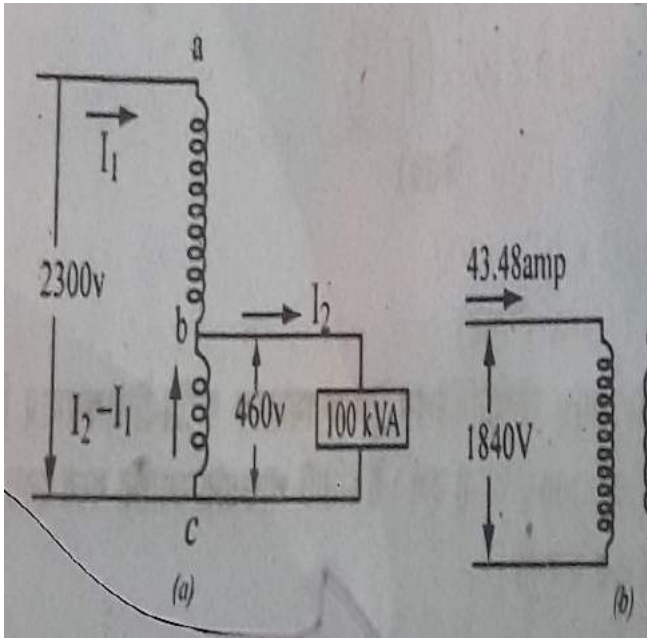
n

$$\text{age in portion } V_{ab} = V_1 - V_2 = 2300 - 460 = 1840\,V$$

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

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

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

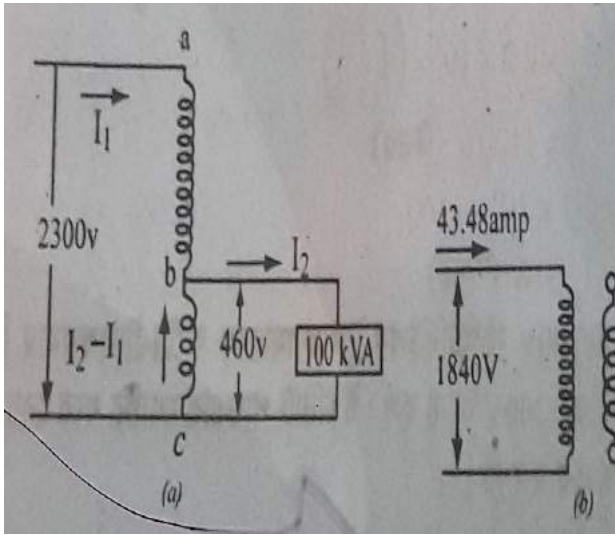


৮.৬ অটো- ট্রান্সফরমার সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান (Solved problems related to Auto-Transformer):

প্র-২: একটি অটো- ট্রান্সফরমারের মাধ্যমে 2300V সাপ্লাই হতে 460V এ রুপান্তর করতে 100KVA লোডে সরবরাহ করা লো। তা হলে বের কর।

) দুই ওয়ান্ডিং এর প্রতিটির কারেন্ট এবং ভোল্টেজ রেটিং

) KVA রেটিং যখন সাধারন ট্রান্সফরমার হিসাবে ব্যবহৃত হয়।a



n auto - Transformer connected in Two winding transformer

oltage $V_2 = 460$ v

urrent $I_{bc} = 173.91$ Amp

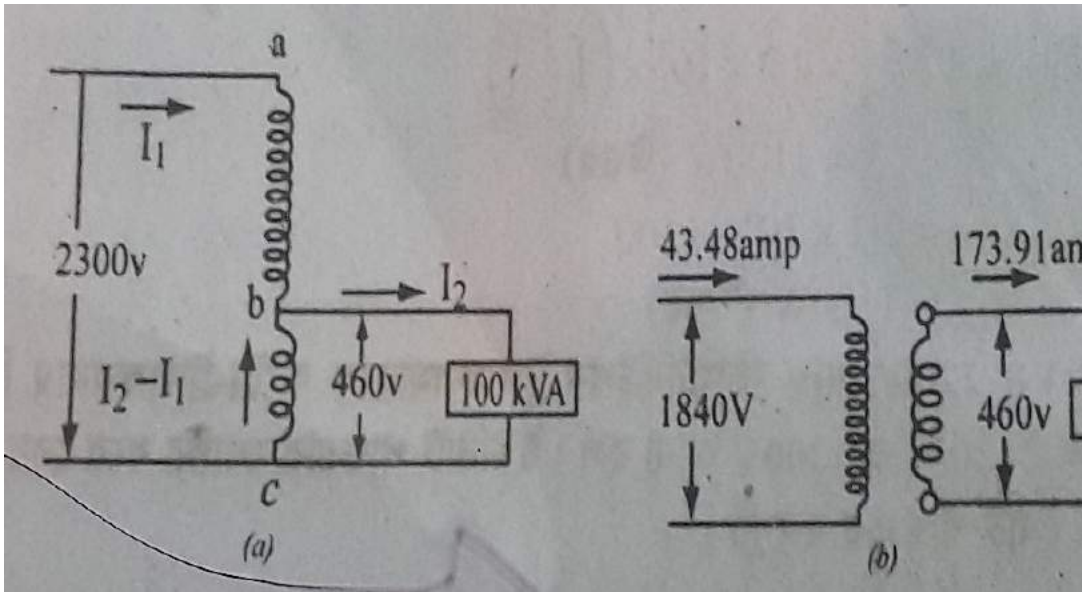
ing in two winding transformer $= \frac{V_2 \times I_{bc}}{1000} = \frac{460 \times 173.91}{1000} = 80\ KVA$

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

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

Solution

ং দেখা যায়, সাধারন দুই ওয়ান্ডিং
রমারের তুলনায় অটো-ট্রান্সফরমার 25%
রিক্ত kVA সরবরাহ দেয়। অটো-
রমার সংযোগ হিসাবে সত্যিকার অর্থে
kVA ট্রান্সফরমার অ্যাকশন সরবরাহ হয়,
20 kVA কন্ডাকশন উপায়ে আউটপুট
ালে আসে।



.৭ অটো-ট্রান্সফরমার ও কনভেনশনাল ট্রান্সফরমারের মধ্যে পার্থক্য(Compare between Auto-transformer nd Conventional transformer)

টো-ট্রান্সফরমার

এতে একটি মাত্র ওয়ান্ডিংকে প্রাইমারি ও সেকেন্ডারি াবে ব্যবহৃত হয়।

এতে প্রাইমারি এবং সেকেন্ডারি উভয়েই লকঅট্রিক্যালি ও ম্যাগনেটিক্যালি সংযুক্ত করা যায়।

খরচ কম।

এতে ভোল্টেজ ড্রপ কম হয়। ফলে এর ভোল্টেজ গুলেশন ভালো।

এর দক্ষতা বেশি।

এতে কপারের পরিমান কম লাগে।

কনভেনশনাল ট্রান্সফরমার

১। দুইটি আলাদা ওয়াইন্ডিং থাকে, এদের একটিকে প্রাইমারি এবং অপরটি সেকেন্ডারি হিসাবে ব্যবহার কর হয়।

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

৩। খরচ বেশি

৪।এতে ভোল্টেজ ড্রপ বেশি হয়। ফলে এর ভোল্টেজ রেগুলেশন ভালো নয়।

৫। এর দক্ষতা তুলনামূলক কম।

৬। এতে কপারের পরিমান তুলনামূলক বেশি।

টিকা

অটো-ট্রান্সফরমার ডিস্ট্রিবিউশন ট্রান্সফরমার হিসাবে ব্যবহার করা হয় নাঃ

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। এ ছাড়াও প্রয়োজনীয় টেপিং এর ব্যবহার এতে সম্ভব হয় না

অটো-ট্রান্সফরমার কেবলমাত্র একটি কয়েল থাকেঃ

অটো-ট্রান্সফরমার এমন একটি ট্রান্সফরমার, যার মধ্যে কেবলমাত্র একটি কয়েল বা ওয়ান্ডিং থাকে এবং এর এক 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 ভোল্ 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 ব্যবহার করেই সাধারণ ট্রান্সফরমারের সমস্ত গুণ বজায় রাখতে সক্ষম হয়। এজন্য অটো-ট্রান্সফরমারে একটিমাত্র কয়েল ব্যবহৃত হয়।

বাড়ির কাজ

টো-ট্রান্সফরমারের কার্যপ্রণালি চিত্রসহ লিখ।

খাও যে, অটো-ট্রান্সফরমারের কপার সেভিং ট্রান্সফরমার রেশিও ‘a’ এর মানের উপর নির্ভরশীল

খাও যে, অটো-ট্রান্সফরমারের রেশিও দুই ওয়াইন্ডিং ট্রান্সফরমারের টার্ন রেশিওর চেয়ে বেশি।

ওয়াইন্ডিং বিশিষ্ট একটি সাধারণ ট্রান্সফরমারকে এডিটিভ এবং সাবট্রাকটিভ পোলারিটি হিসাবে

ট্রান্সফরমারে রুপান্তর প্রক্রিয়া দেখাও।

টো-ট্রান্সফরমারের সুবিধা-অসুবিধা লিখ।

টো-ট্রান্সফরামারের ব্যবহারসমূহ লিখ।

কটি অটো ট্রান্সফরমার $115V$ একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে $3kW$ লোডে বিদ্যুৎ সরবরাহ দেয়। যদি

রি ভোল্টেজ $230V$ হয়, তবে বের করঃ

ট্রান্সফরমার অ্যাকশনে স্থানান্তরিত পাওয়ার।

কন্ডাক্টরের মাধ্যমে স্থানান্তরিত পাওয়ার।

এই ভিডিওটি পুণরায় দেখতে জাতীয় দক্ষতা বাতায়নে কারিগরি শিক্ষা অধিদপ্তরের পেইজ www.skills.gov.bd/dte ভিজিট করুন।

সরাসরি ক্লাস দেখার লিঙ্কঃ www.facebook.com/skills.gov.bd

আগামি মঙ্গল বার অধ্যায়-৯ পড়ানো হবে।

সবাইকে ধন্যবাদ