# বিষয় এ.সি মেশিন -২

## বিষয় কোড-৬৬৭৭১

Md. Ariful Islam
Junior Instructor
(Electrical)

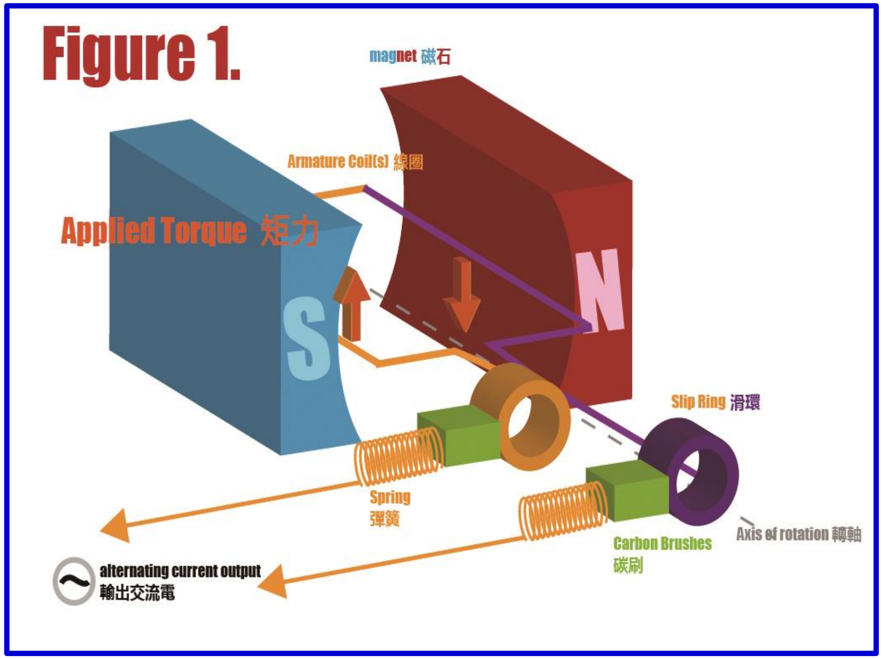
# অধ্যায়-১

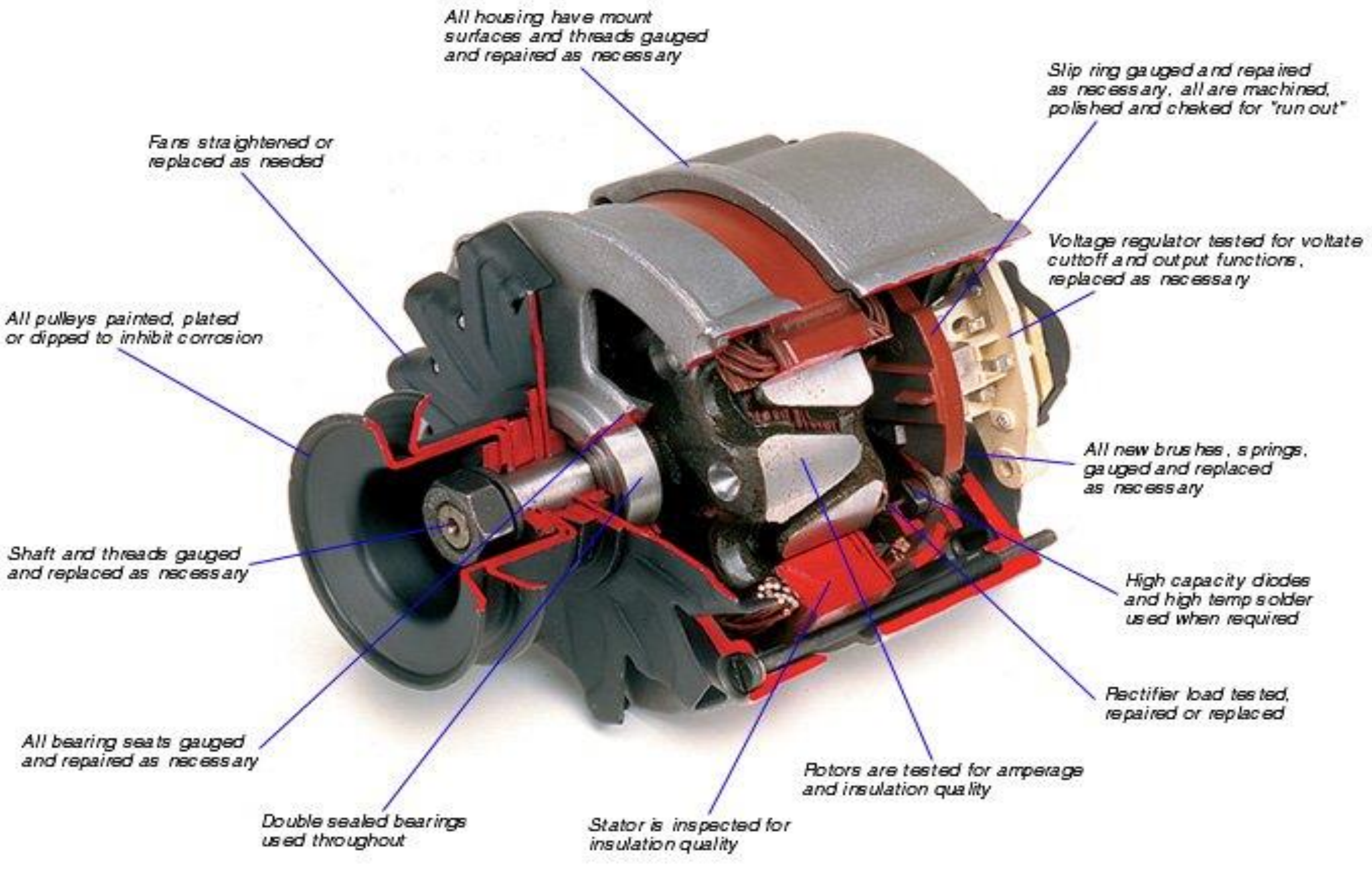
## অল্টারনেটরের মূলতত্ত্ব

চিত্র ঃ অল্টারনেটর

# এসি জেনারেটর ঃ

যে বৈদ্যুতিক যন্ত্রের সাহায্যে যান্ত্রিক শক্তিকে পরিবর্তী বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তর করা হয় ,তাকে অল্টারনেটিং কারেন্ট জেনারেটর সংক্ষেপে এসি জেনারেটর বলে ।






# Alternator parts with name

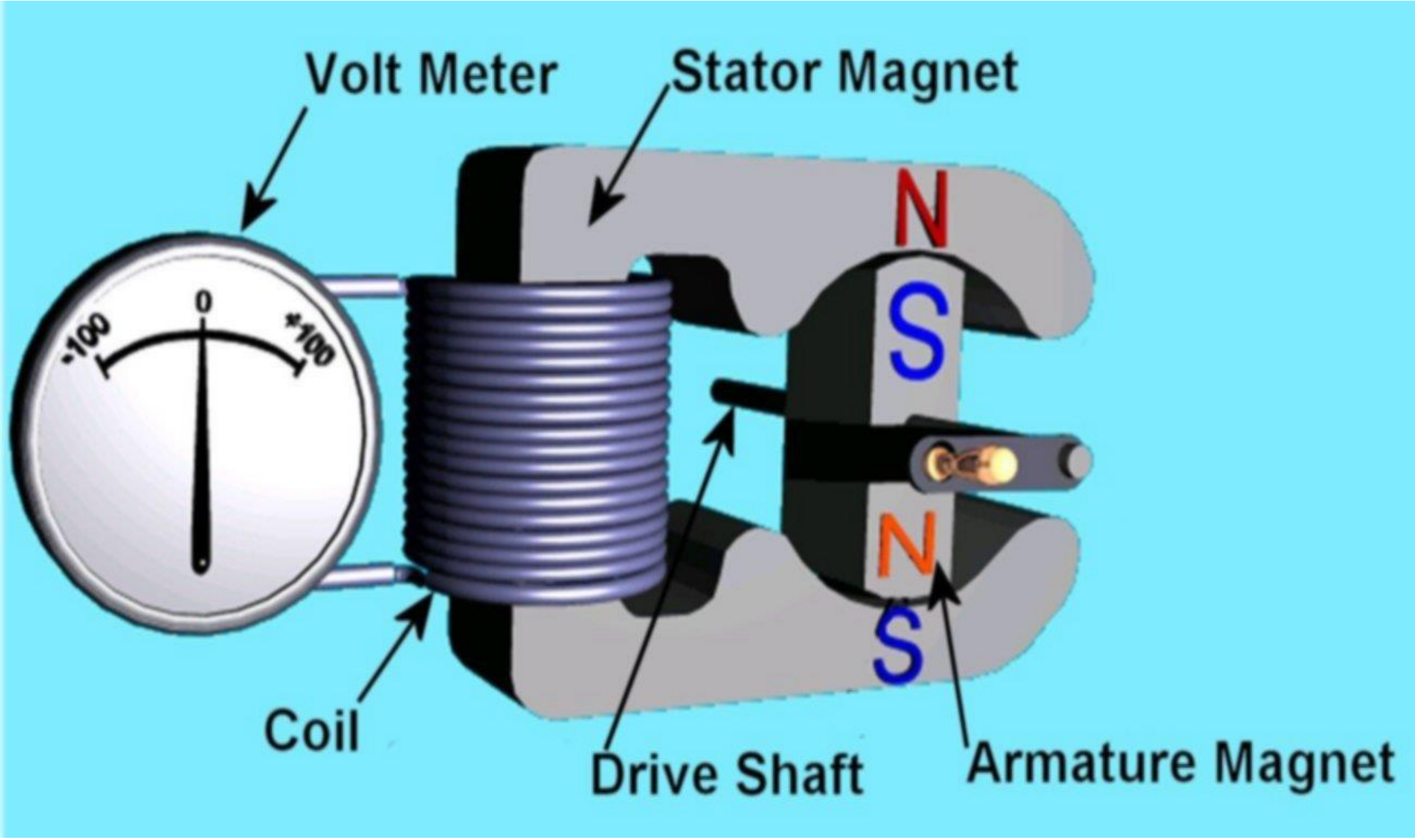
# Fig : Alternator

# অল্টারনেটরের কার্যনীতি ঃ

মূলত ডিসি জেনারেটর এবং অল্টানেটর একই নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত ।এসি জেনারেটর এ আর্মেচার এবং ফিল্ড থাকে। এ ক্ষেত্রে ফিল্ড ঘূরানো হয় এবং আর্মেচার স্থির রাখা হয়।

চিত্রে দেখা যায় আর্মেচার অর্থাৎ স্টেটর স্থির এবং রোটর অর্থাৎ ফিল্ড ওয়ান্ডিং ঘূর্ণনশীল। রোটর স্টেটরের ভিতরে থাকে। কোরের ভিতরে পরিধি বরাবর সুবিন্যাস্ত খাঁজের মধ্যে আর্মেচার ওয়ান্ডিং স্থাপন করা হয়।

অধিকাংশ ক্ষেত্রে ডি.সি সরবরাহের জন্য রোটর শ্যাফটের সাথে একটি ছোট শান্ট জেনারেটর সংযুক্ত করা হয়। একে এক্সাইটার বলে। এর মাধ্যমে কারেন্ট ,ব্রাশ এবং স্লিপ রিং এর মাধ্যমে ফিল্ড কয়েলে প্রবেশ করে।


Volt Meter
Stator Magnet
-100
0
+100
N
S
N
S
Coil
Drive Shaft
Armature Magnet

# Alternator

এই প্রাইমুভারের মাধ্যমে রোটরকে ঘুরানো হলে রোটর ফিল্ডে চৌম্বক বলরেখার সৃষ্টি হয় যা আর্মেচার কন্ডাক্টরকে কর্তন করে ফলে এতে ভোল্টেজ আবিষ্ট হয়।

এই আবিষ্ট ভোল্টেজ ফ্লেমিং এর দাক্ষণ হস্ত বিধি অনুযায়ী নির্ণয় করা যায়।

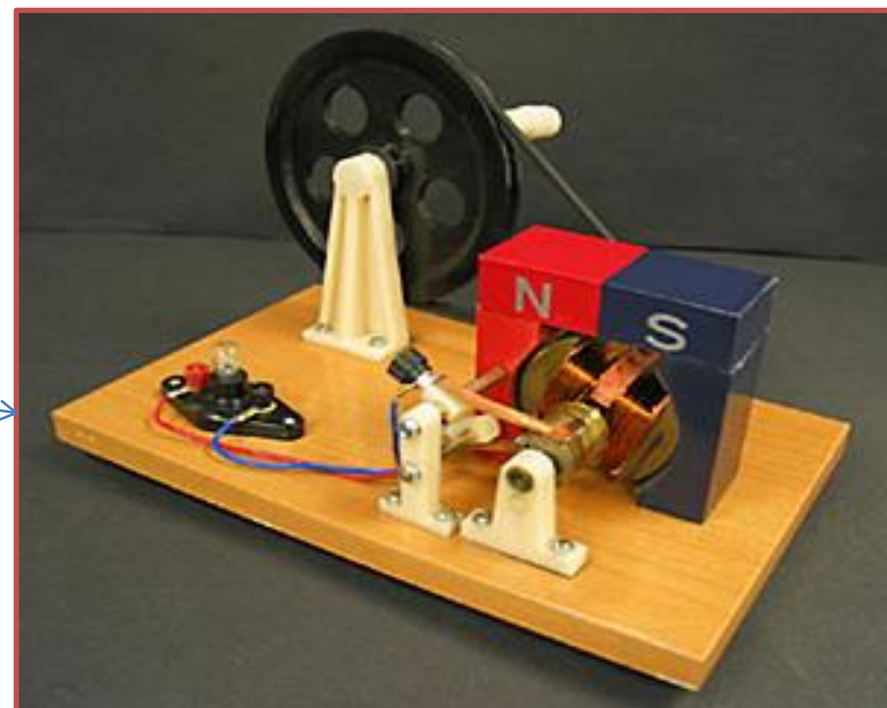



Fig: - Prim mover

# অল্টারনেটর এবং জেনারেটরের মধ্যে পার্থক্যঃ

(১) অল্টারনেটরে আর্মেচার এবং ফিল্ড ওয়াইন্ডিং উভয় স্থির বা ঘূরন্ত করা যায়। কিন্তু ডিসিতে যায় না।

(২) অল্টারনেটরের লস বেশি , ডিসিতে কম।

(৩) হারমোটনিক্স এর প্রভাবে ভোল্টেজ এর বিকৃতি ঘটার সম্ভাবনা থাকে। ডি সি তে এই ধরনের সমস্যা নেই।

(৪) অল্টারনেটরে এডি কারেন্ট লস বেশি ,ডিসিতে কম।

(৫) অল্টারনেটরে কোর লস বেশি ,ডিসিতে কোর লস কম।

(৬) অল্টারনেটরে এক্সাইটারের প্রয়োজন হয়; ডিসি তে প্রয়োজন নেই।

(৭) অল্টারনেটরে শ্লিপ রিং থাকে ডিসিতে কম্যুটেটর থাকে ।

# এক্সাইটার

- রোটর ফিল্ডকে তড়িৎ চুম্বকে পরিনত করতে একটি ছোট ডিসি শান্ট জেনারেটর ব্যবহার করা হয় একেই এক্সাইটর বলে।
- ইহার রেটিং (১২০-৫০০) ভোল্ট পর্যন্ত হতে পারে।

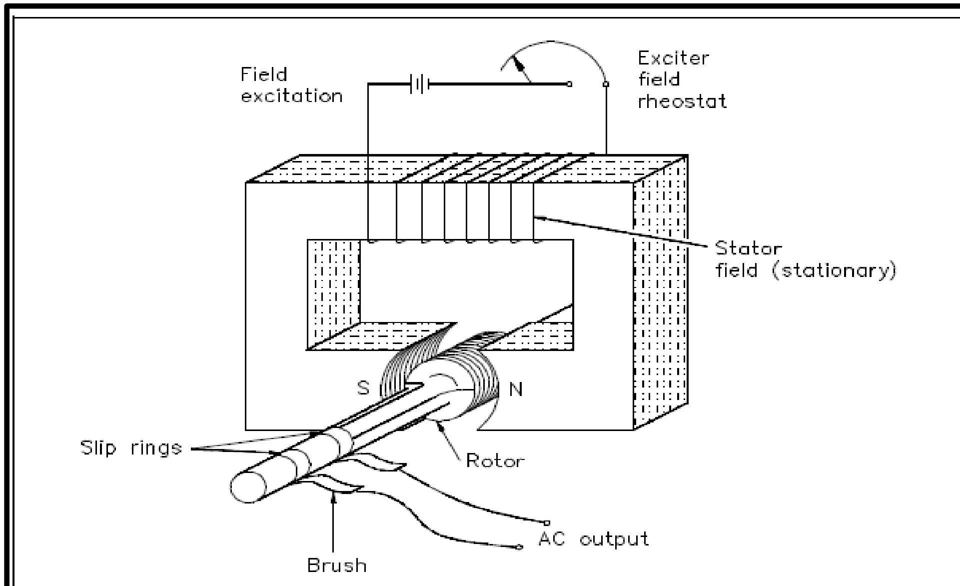
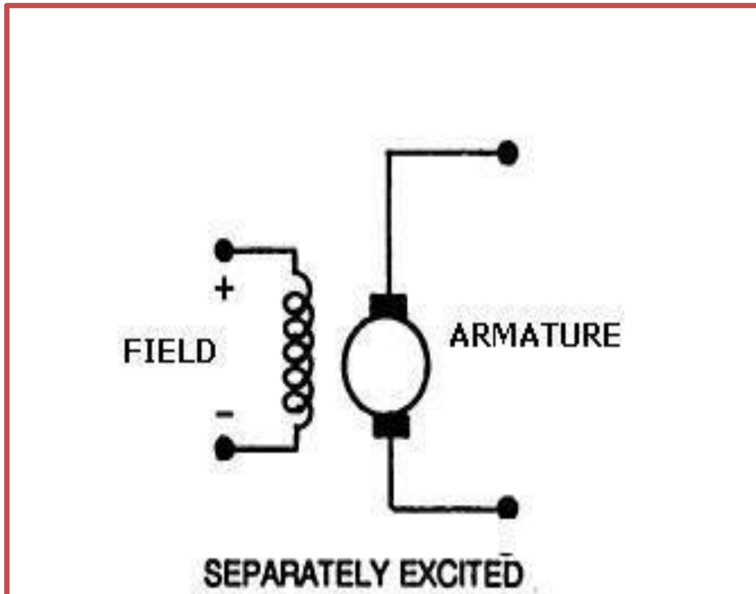
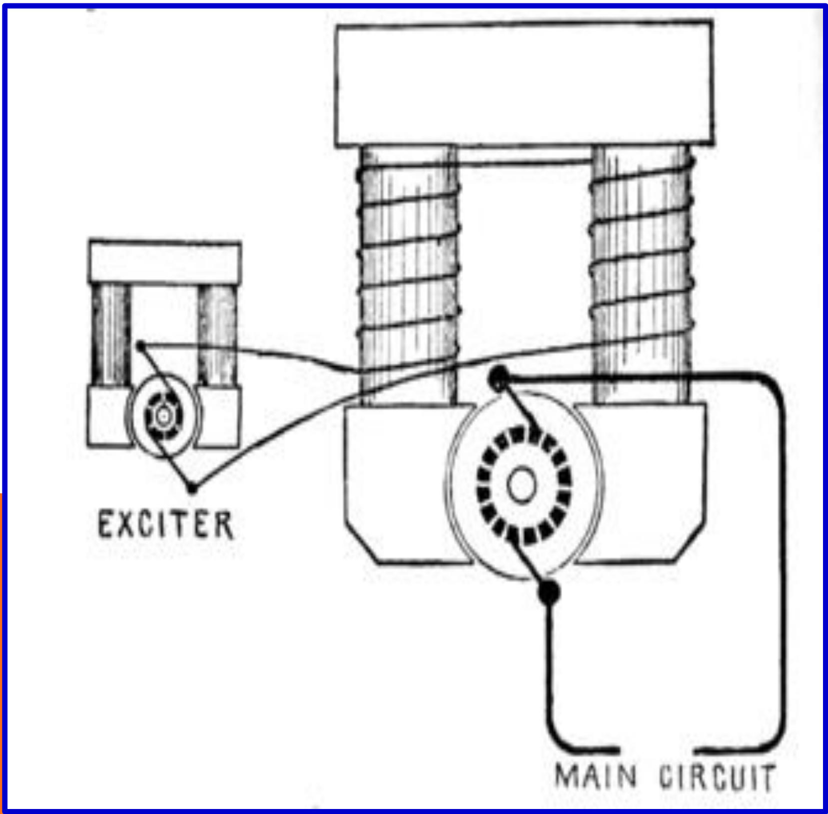



Figure 1 Basic AC Generator



# এক[illegible]শন চিত্র

**ব্রাশ এক্সাইটেশন ঃ** বড় বড় এক্সাইটারকে উত্তেজিত করতে ছোট এক্সাইটার ব্যবহার করা হয়। একে পাইলট এক্সাইটার বলে। এটি স্বয়ং উত্তেজিত ডি.সি শান্ট জেনারেটর যা মূল এক্সাইটর শ্যাফটের সাথে যুক্ত থাকে।



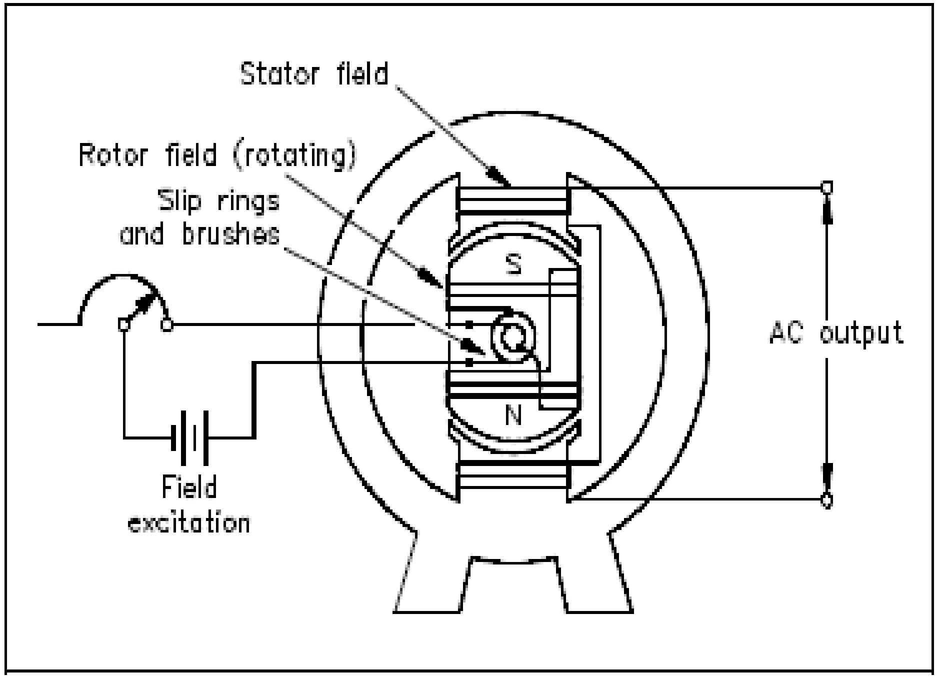




Figure 6 Simple AC Generator - Rotating Field, Stationary Armature

# ব্রাশ বিহীন এক[illegible]শন ঃ

এই ব্যবস্থায় বাইরে থেকে কো[illegible] ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয় না। ৩-ফেজ অল্টারনেটররের মতই এক্ষেত্রে রোটররে সৃষ্ট ই এম এফ দ্বারা এক্সাইটেশনের কাজ সম্পন্ন করা হয়। মোটর ওয়ান্ডিং এর টার্মিনাল গুলো রেকটিফায়ারসহ সংযোগ করে দেয়ার ফলে ওয়ান্ডিং এর মধ্যে অভ্যান্তরিন ভাবে কারেন্ট প্রবাহিত হয়ে তড়িৎ চম্বুক সৃষ্টি করে যা দ্বরা ফিল্ড এক্সাইটেশনের কাজ সম্পন্নহয়। ফলে এতে ব্রাশ এর প্রয়োজন হয় না।

# এক্সাইটারের কাজ ঃ

- এক্সাইটারের রোটর উত্তেজিত করা ছাড়াও নিম্নের কাজ করে।
- রোটর ফিল্ডকে উত্তেজিত করা।
- টার্মিনাল ভোল্টেজ নিয়ন্ত্রণ করা।
- এবং রিয়াক্টিভ পাওয়ার ফ্যাক্টর নিয়ন্ত্রণ করা।

# অল্টারনেটরকে সিনক্রোনাস জেনারেটর বলা হয় কেন ?

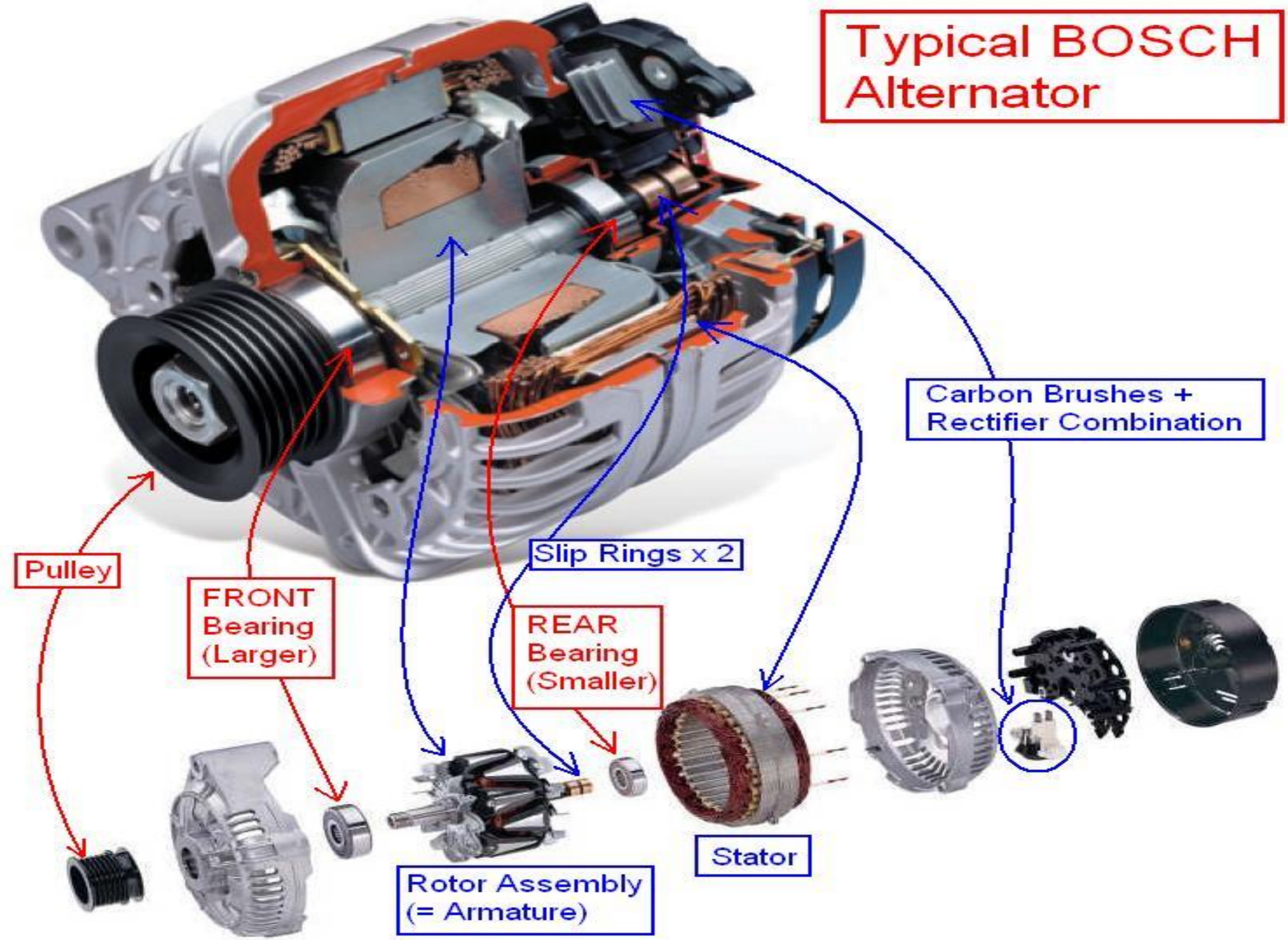
অল্টারনেটরে সার্বক্ষনিক সিনক্রোনাস গতিবেগে ঘুরে ভোল্টেজ উৎপন্ন করে বলে একে সিনক্রোনাস জেনারেটর বলা হয়।

# প্রশ্ন সমুহ

- অল্টারনেটরের রেটিং কিল ওয়াট এর পরিবর্তে কেভিএ তে প্রকাশ করা হয় কেন ?
- অল্টারনেটরের কার্যনীতি সংক্ষেপে লিখ ।
- অল্টারনেটরের এবং ডিসি জেনারেটরের মধ্যে পার্থক্য লিখ ।
- এক্সাইটেশন  কাকে বলে?
- পাইলট এক্সাইটার কোথায় ব্যবহার হয় ?

# ২য় অধ্যায়

# অল্টারনেটরের গঠনপ্রণালি



Typical BOSCH Alternator
Carbon Brushes + Rectifier Combination
Slip Rings x 2
Pulley
FRONT Bearing (Larger)
REAR Bearing (Smaller)
Stator
Rotor Assembly (= Armature)

# অল্টারনেটরের বিভিন্ন অংশ ঃ

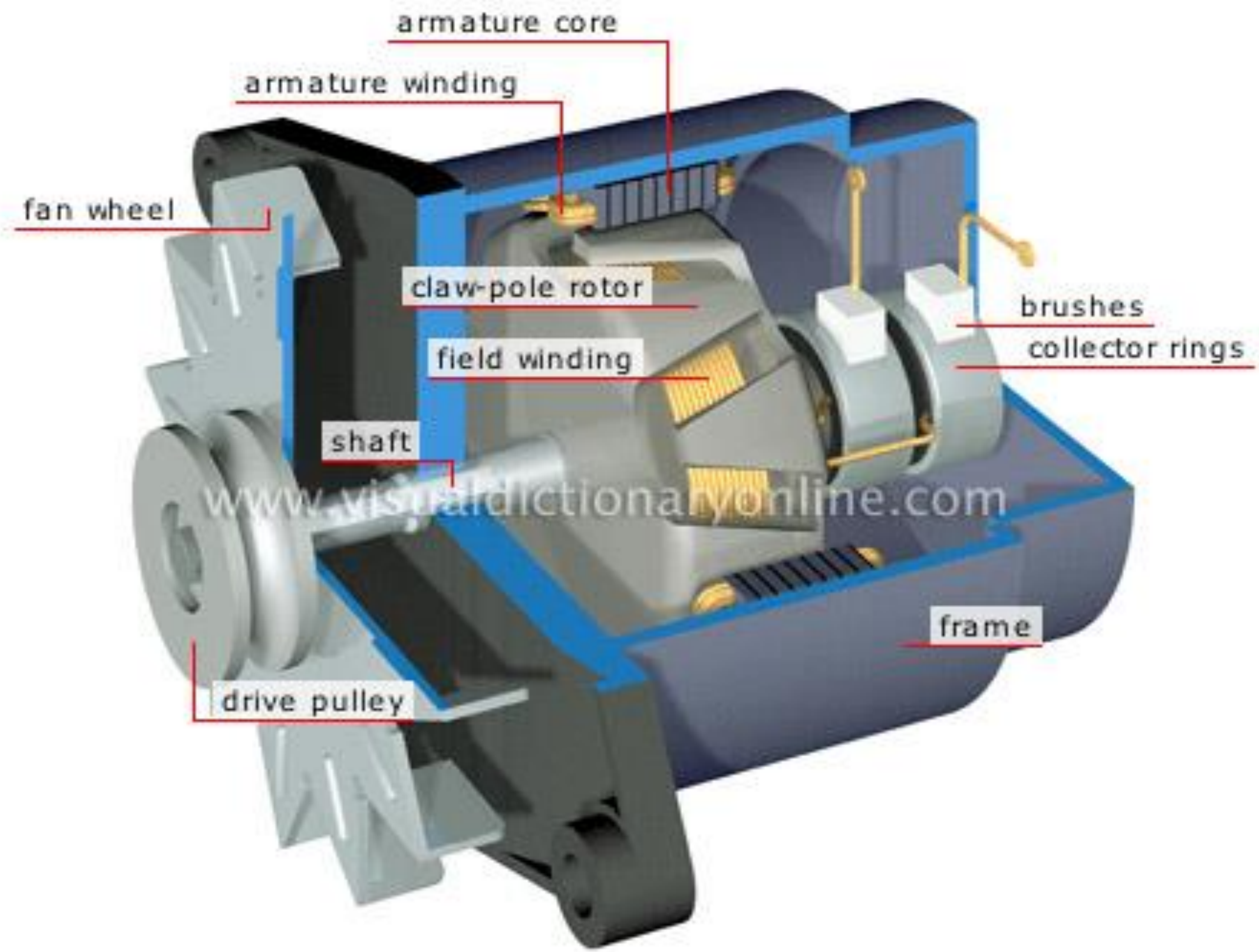
- স্টেটর বা আর্মেচার
- রোটর বা ফিল্ড
- এক্সাইটার
- স্টেটর ঃ

যে সমস্থ অংশ নিয়ে গঠিতইয়োক বা ফ্রেম, ল্যামিনেটেড কোর

- রোটর ঃ

যে সমস্থ অংশ নিয়ে গঠিত স্যালিয়েন্ট পোল রোটর এবং নন-স্যালিয়েন্ট পোল রোটর

# অল্টারনেটরের বিভিন্ন অংশ ঃ



# স্থির আর্মেচারের সুবিধা ঃ

- এ.সি জেনারেটরের আর্মেচার স্থির বা ঘুরন্ত ইভয় হতে পারে। তবে...
- ফিল্ড ওয়াইন্ডিং এর তুলনায় আর্মেচার ওয়াইন্ডিং এর জটিলতা অনেক।
- আর্মেচার ওয়াইন্ডিং যথেষ্ট ভারি ফলে ঘুর্ণন ব্যয় বেশি হবে।
- যথেষ্ট বড় আকারের স্টেটর বানানো যায় বলে প্রচুর বাতাস প্রবেশের ব্যবস্থা থাকে।
- মাত্র দুটি ব্রাশ ও স্লিপ রিং এর মাধ্যমে অল্প ভোল্টেজে অল্প মানের কারেন্ট প্রবাহিত হয় ফলে স্পার্কিং এর সম্ভাবনা কমে।
- ব্রাশ কন্টাক্ট ছাড়াই অতি সহজে স্থির আর্মেচার থেকে লোড সার্কিটে প্রচুর পরিমানে কারেন্ট পাঠানো যায়।

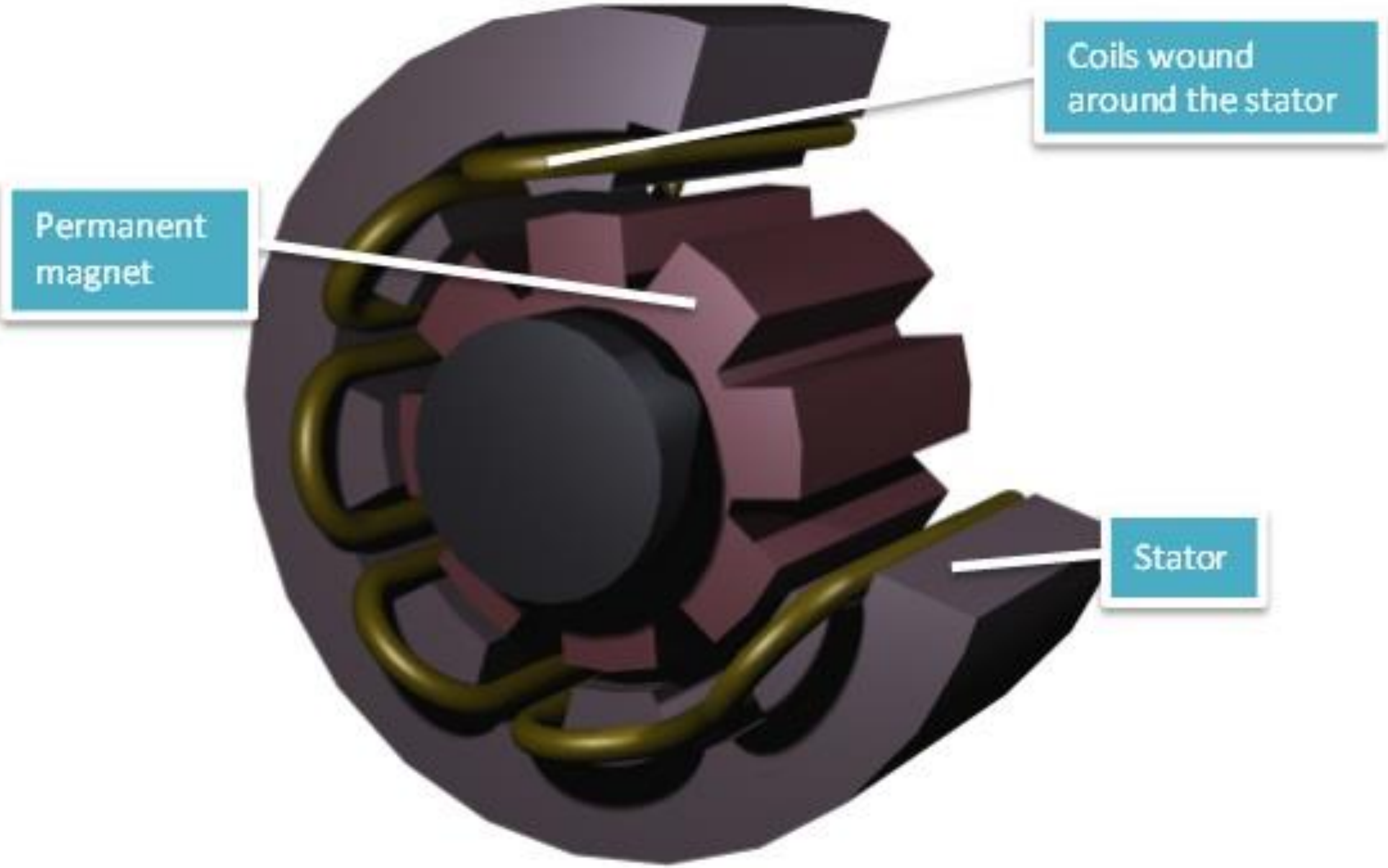



fig – stator

# স্টেটর বা আর্মেচার ঃ

- অল্টরনেটরের যে অংশ স্থির থাকে ,তাকে স্টেটর বা আর্মেচার বলে ।
- এর দুটি অংশ স্টেটর ফ্রেম, স্টেটর কোর

## • স্টেটর ফ্রেম ঃ

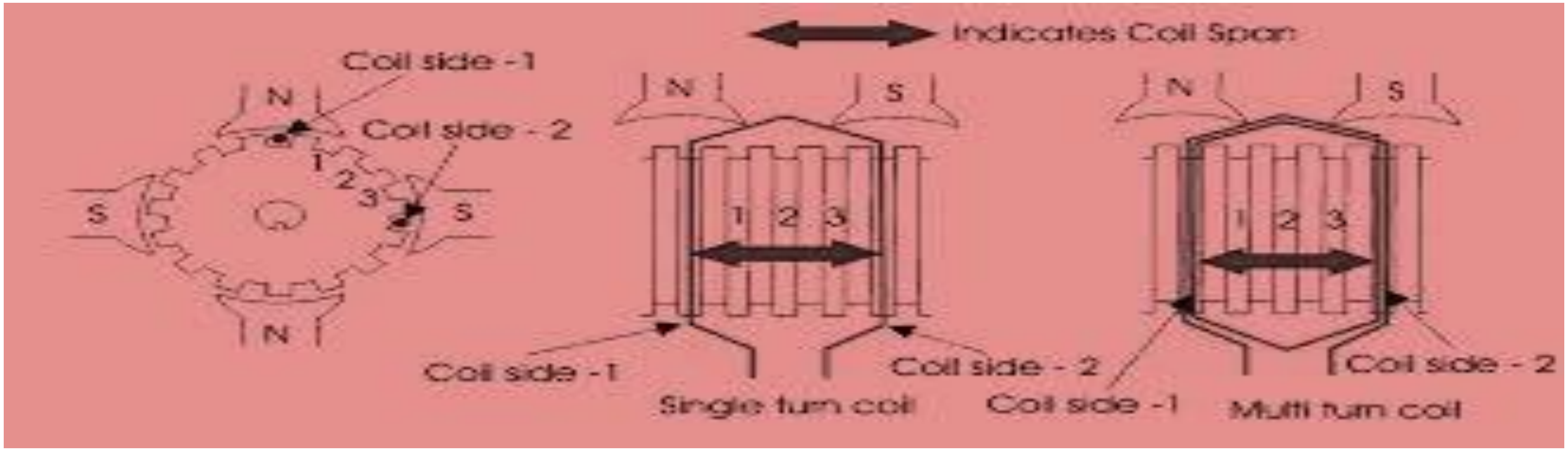
- ইহা ঢালাই লোহার বা নরম ইস্পাতের প্লেট ওয়েল্ডিং করে তৈরি করা হয় ।

# কয়েল পিচ ঃ

- একটি কয়েলের দুই কয়েল সাইডের মধ্যে যতগুলো আর্মেচার স্লট বা আর্মেচার কন্ডাক্টর থাকে ,তাকে কয়েল স্প্যান বা কয়েল পিচ বলে।

- **ফুল পিচ ঃ**

কয়েল স্প্যান পোল পিচের সমান হলে তাকে ফুল পিচ বলে।



## স্টেটর কোর ঃ

স্টেটর কোর তৈরি করার জন্য ইনসুলেশন যুক্ত ল্যামিনেটেড স্টীল প্লেটকে সাইজ মত কেটে নিয়ে তৈরি করা হয়।

## রোটর বা ফিল্ড ঃ

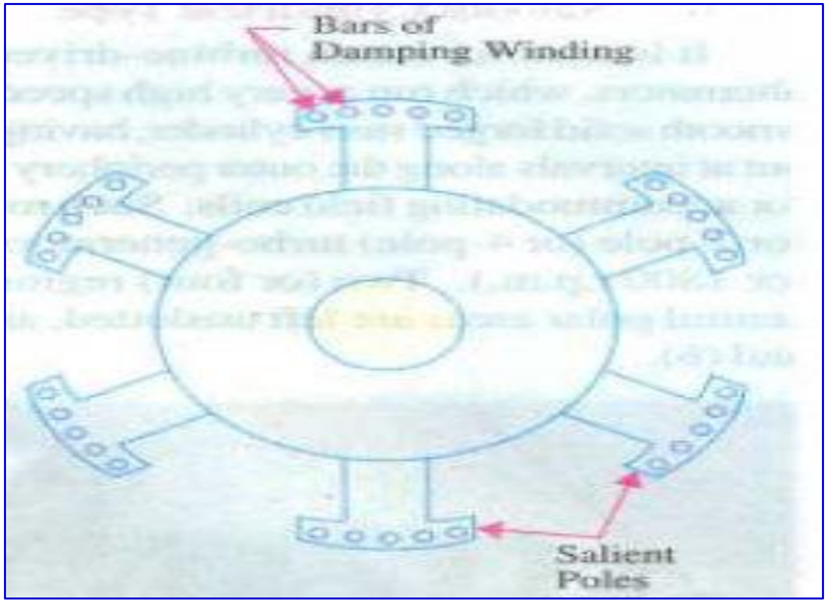
অল্টারনেটরের ঘুর্ণায়মান অংশকে রোটর বা ফিল্ড বলে।

ইহা দুই প্রকার যথা ঃ-

- স্যালিয়েন্ট পোল
- নন- স্যালিয়েন্ট পোল

# ডাম্পার ওয়ান্ডিং ঃ

স্যালিয়েন্ট পোল রোটরেরপোল-স্যু এর অগ্রভাগে কিছু সংখ্যক মোটা কপার বার  ঢুকিয়ে উভয় পার্শ্বে দুটো কপার রিং শর্ট সার্কিট করা হয়  । এটি দেখতে স্কুইরেল কেজ রোটরের এন্ড-কানেকশনের মোতই ,এ ওয়ান্ডিংকে ডাম্পার ওয়ান্ডিং বলে।

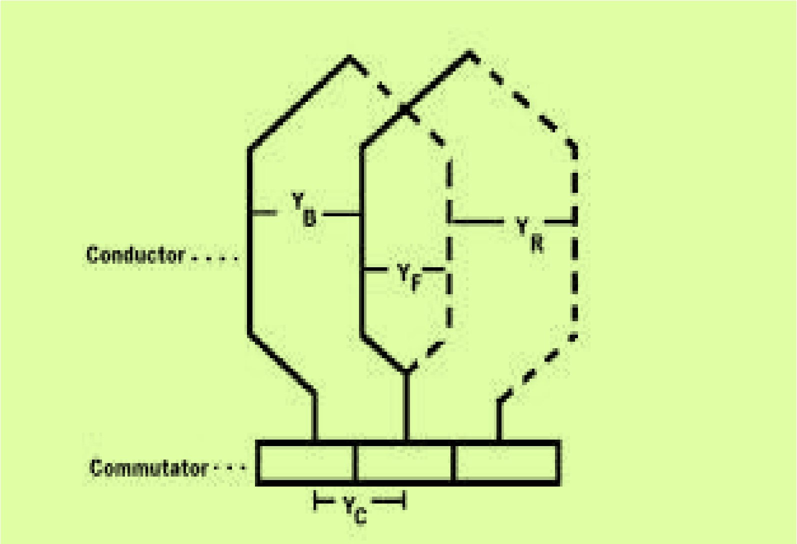


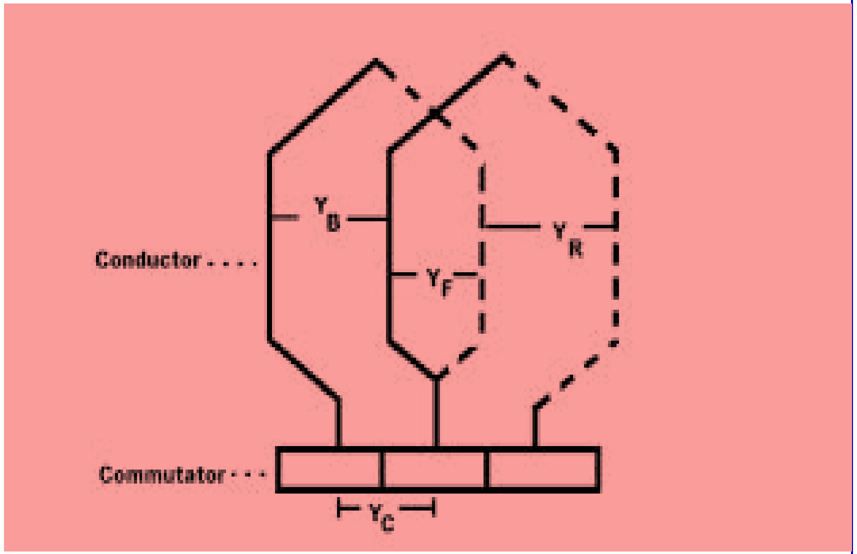
# Damper Winding এর কাজঃ

- ডাম্পার ওয়াইন্ডিং রোটরের হান্টিংকে প্রশমিত করে।
- ডাম্পার ওয়াইন্ডিং সিনক্রোনাস মোটরকে চালুকরতে প্রয়োজনীয় স্টার্টিং টর্ক প্রদান করে ।
- আনব্যালেন্সড লোড কন্ডিশনে ৩ -ফেজ ভোল্টেজকে ব্যালান্স করে।

# পোল পিচ ঃ

পাশাপাশি দুই পোলের কেন্দ্রীয় দূরত্বকে পোল পিচ বলে।




- **ফ্রাকশনাল পিচ ঃ**

কয়েল স্প্যান পোল পিচের সমান না হলে তাকে ফ্রাকশনাল পিচ বা শর্ট পিচ বলে।

# ফ্রাকশনাল পিচ ওয়ান্ডিং এর সুবিধা অসুবিধা সমুহ ঃ

১. কয়েল স্প্যান কমে যাবার দরুন তামার সাশ্রায় বেশি হয়।

২. কয়েল সাইডের পারষ্পারিক দুরত্ব কমে যায় বলে সেল্ফ ও মিউচুয়্যাল ইন্ডাকট্যান্সের পরিমান কমে যায়।

৩. এ ধরনের ওয়ান্ডিং এর উৎপন্ন ভোল্টেজের সাইন তরঙ্গ তুলনামূলকভাবে উন্নত।

৪. সৃষ্ট ভোল্টেজ ওয়েভের হারমোনিক্স এর বিকৃতি অনেকটা কমে যায়।

৫. এডি কারেন্ট ও হিসটেরেসিস লস কম হয় এবং অল্টারনেটরের দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

# অসুবিধা ঃ

যেহেতু দুই কয়েলের মধ্যে ফেজ পার্থক্য অল্প ,ফলে কয়েলে উৎপন্ন ভোল্টেজের প্রকৃত মান কম হয় ।

# এক স্তর ওয়ান্ডিং ঃ

এক স্তর ওয়ান্ডিং-এ কোরের প্রতি খাঁজে একটি করে কয়েল সাইড বসে অর্থাৎ প্রতি কয়েলের জন্য দুটি স্লট প্রয়োজন হয়।

এক স্তর ওয়ান্ডিং আবার দুই প্রকার যথা ঃ-

১. ওয়েভ ওয়ান্ডিং ২. চেইন ওয়ান্ডিং

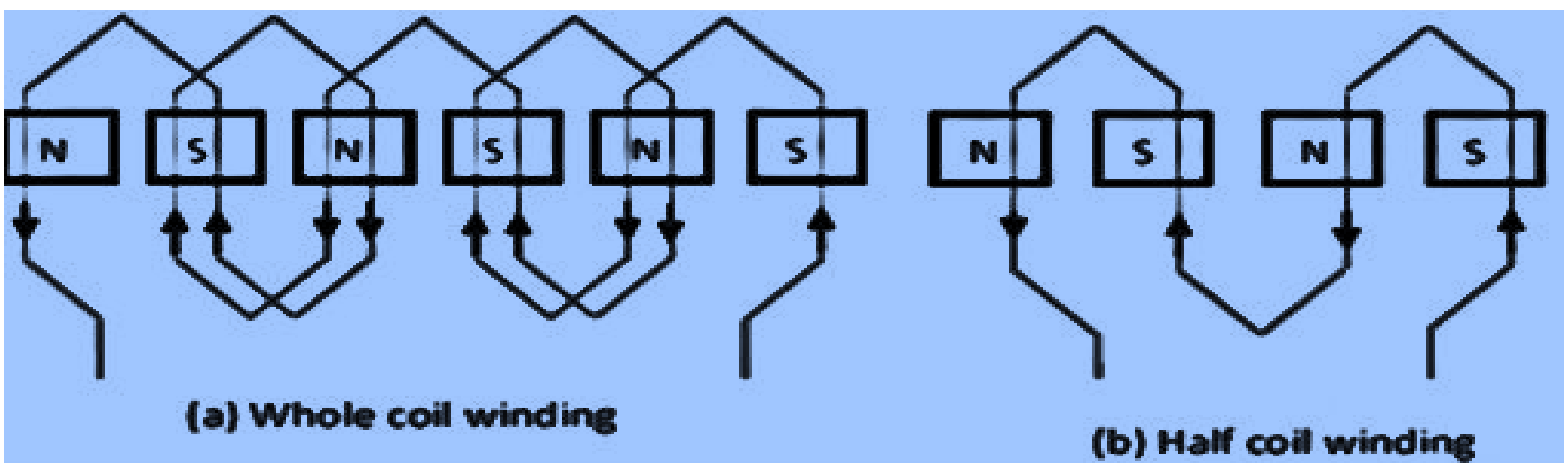
- **দ্বি স্তর ওয়ান্ডিং ঃ দ্বি স্তর ওয়ান্ডিং প্রধানত দুই প্রকার যথা ঃ-**

১. ওয়েভ ইন্ড টাইপ  ২. ল্যাপ ইন্ড টাইপ

২. ল্যাপ ইন্ড টাইপ ঃ উচ্চ গতিবেগ সম্পন্ন টারবো জেনারেটরের আর্মেচার ওয়ান্ডিং করার পক্ষে ল্যাপ ওয়ান্ডিং বিশেষ উপযোগী ।এই ওয়ান্ডিং খুব সহজেই করা যায় বলে প্রাই সকল মোটর ওয়ান্ডিং এ সমান ভাবে উপযোগী ।

## • হাফ কয়েল ওয়ান্ডিং ঃ

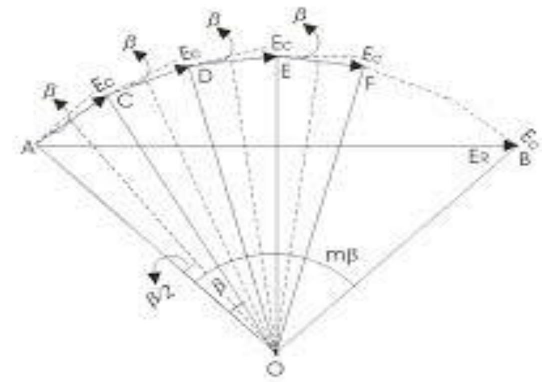
হাফ কয়েল ব্যবস্থায় আর্মেচার কয়েল সংখ্যা হোল কয়েল ব্যবস্থার অর্ধেক হবে। প্রতি ফেজে একই ভোল্টেজ পেতে হলে,হাফ কয়েল ব্যবস্থায় প্রতি কয়েলের তারের প্যাঁচ সংখ্যা, হোল কয়েল ব্যবস্থার দ্বিগুণ হতে হবে। প্রতি স্লটে একটি করে কয়েল সাইড বসিয়ে হাফ কয়েল্ড ওয়ান্ডিং করা হয়।



## • পিচ ফ্যাক্টর ঃ

ফ্র্যাকশনাল পিচ্‌ড কয়েলে উৎপন্ন ভোল্টেজ এবং ফুল পিচ কয়েলে উৎপন্ন ভোল্টেজের অনুপাতকে পিচ ফ্যাক্টর বলে।

একে Kc দ্বারা প্রাকাশ করা হয়।




## • ডিস্ট্রিবিউশন ফ্যাক্টর ঃ

একটি কয়েল গ্রুপে উৎপন্ন মোট ভোল্টেজকে যে ফ্যাক্টর দ্বরা গুণ করলে প্রকৃত ভোল্টেজ এর মান পাওয়া যায় ,উক্ত ফ্যাক্টর কে ডিস্ট্রিবিউশন ফ্যাক্টর বলে।

একে Kd দ্বারা প্রাকাশ করা হয়।

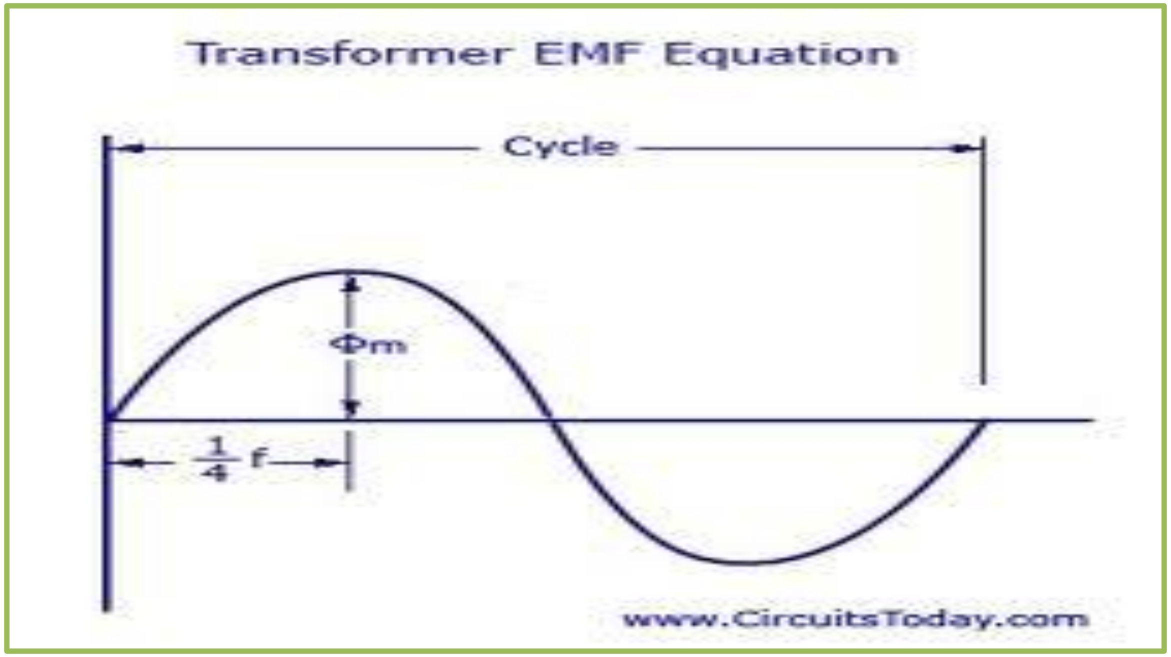
# প্রশ্ন সমুহ

- ডাম্পার ওয়াইন্ডিং কি ?
- ফুল পিচ,ফ্রাক্শনাল পিচ, কয়েল পিচ ,কি ?
- পিচ ফ্যাক্টর এবং ডিস্ট্রিবিউশন ফ্যাক্টর কি ? বর্ণনা কর ।
- অল্টারনেটরে আর্মেচার স্থির রেখে ফিল্ড ঘূরনো হয় কেন ?
- ফ্রাকশনাল পিচ ওয়াইন্ডিং এর সুবিধা সমুহ লিখ ।

# Chapter-3

## অল্টারনেটরের ই.এম.এফ সমীকরণ

# ই.এম.এফ সমীকরণ নির্ণয়




জেনারেটররের মূলনীতি হচ্ছে ,যদি এক প্যাঁচ বিশিষ্ট তারের কয়েল প্রতি সেকেন্ডে $10^8$ maxwell ফ্লাক্স কর্তন করে, তাহলে 1 ভোল্ট ই.এম .এফ উৎপন্ন করবে।

আমরা জানি,গড় আবিষ্ট ভোল্টেজ

$$Eave=N\times \frac{Øm\times10^{-8}}{t} \text{ Volt}$$

Eave=কয়েলেআবিষ্ট গড় ভোল্টেজ

N=কয়েলেতারেরপ্যাঁচসংখ্যা

t= মিউচুয়্যালফ্লাক্স পরিবর্তনের সময়

Øm= কোরেরসর্বোচ্চমিউচুয়্যালফ্লাক্স

$$Eave=N\times \frac{Øm\times10^{-8}}{\frac{1}{4f}} \text{Volt}$$

$$Eave=4NfØm \times 10^{-8} \text{ Volt}$$

এভারেজ মানকেইফেকটিভমানে নেয়ারজন্য ফরমফ্যাকটরদ্বারা গুণ করতেহয়।

$$Eeff=1.11\times 4Nf\emptyset m \times 10^{-8}Volt$$

**E=4.44$\emptyset$mfN Volt web**

**E=4.44$\emptyset$mfNp Volt web**

**E=4.44 f Ns $\emptyset$m Volt web**

আবারঅল্টারনেটরেরআর্মেচারেফ্রাকশনাল ও ডিস্ট্রিবিউটেড ওয়ান্ডিংএরকারণেউৎপন্নভোল্টেজেরপ্রকৃত মানসর্বদাকিছু কম হয় সেক্ষেত্রে ,আর্মেচারওয়ান্ডিংএরপ্রতিফেজেউৎপন্নকার্যকরীভোল্টেজ ঃ-

**E=4.44f Ns Kd KpØm Volt web**

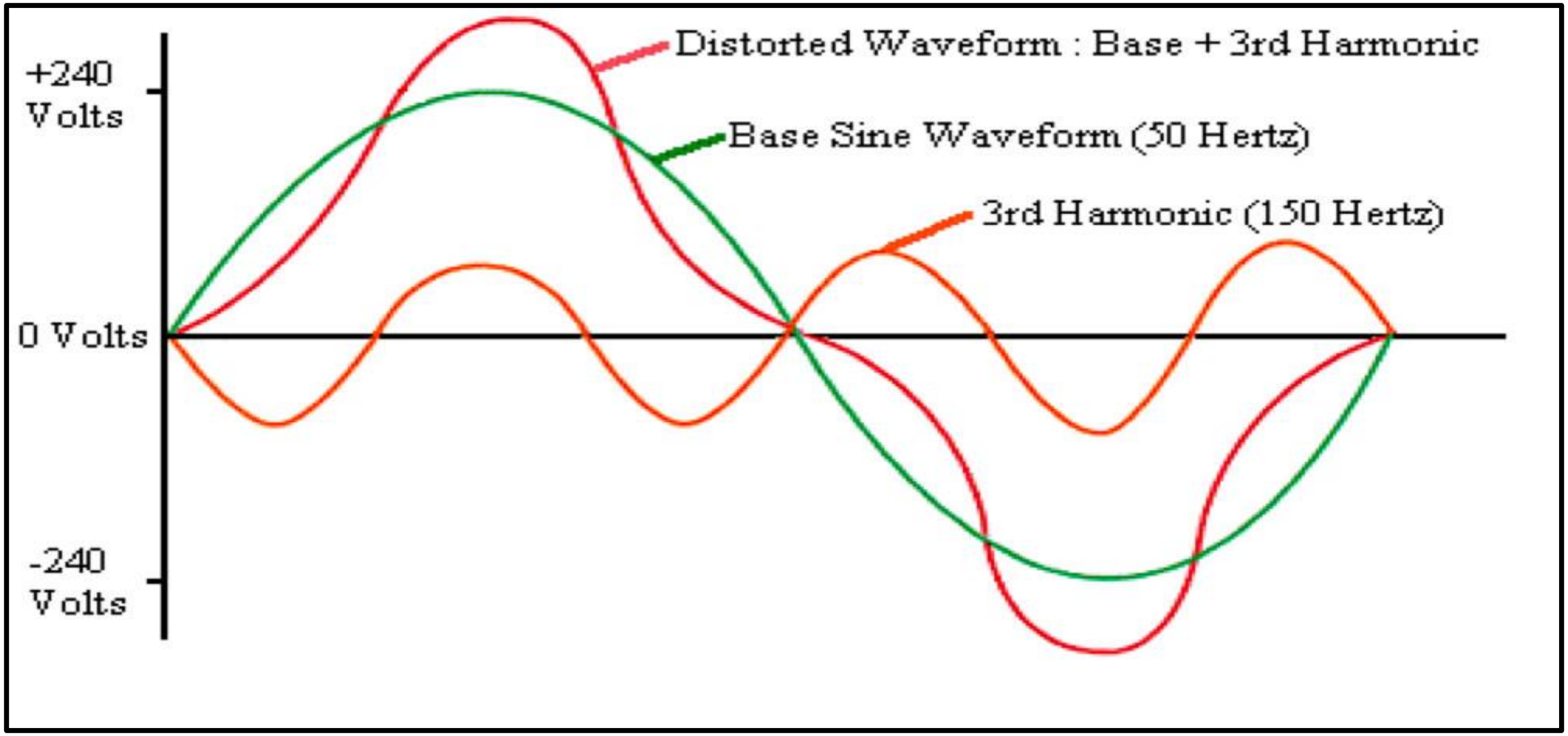
এখানে ,

পিচফ্যাক্টর = **Kp**

ডিস্ট্রিবিউশনফ্যাক্টর =**Kd**

- ## হারমোনিক্স কি ?

ফান্ডামেন্টাল ওয়েভ ও কমপ্লেক্স ওয়েভের মিলিত ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়ার কারণে হারমোনিক্স এর উদ্ভব হয়।



# সমস্যাঃ

একটি অল্টরনেটররে নিম্ন লিখিত তথ্যগুলো দেওয়া আছে ঃ খাজের সংখ্যা = 96,পোল সংখ্যা = 4,আর পি এম সংখ্যা =1500, প্রতি কয়েলের প্যাচ সংখ্যা = 6,ফ্লাক্স =0.0258 ওয়েবার , কয়েল স্প্যান =১-২০ হোল্ড কয়েল ল্যাপ ওয়ান্ডিং। ফেজ ভোল্টেজ ও লাইন ভোল্টেজ নির্ণয় কর।

# প্রশ্ন সমুহ

- অল্টারনেটরে উৎপাদিত ভোল্টেজের সমীকরণ লিখ ও বর্ণনা কর।
- হারমোনিক্স কি ?
- পিচ ফ্যাক্টর ও ডিস্ট্রিবিউশন ফ্যাক্টর এর উপর হারমোনিক্স এর প্রভাব আলোচনা কর।
- অল্টারনেটরে উৎপাদিত ভোল্টেজের মান কি কি বিষয়ের উপর নির্ভর করে।

# Chapter-4

## অল্টারনেটরের উপর লোডের প্রভাব

# অল্টারনেটরে লোড শূন্য অবস্থা ঃ-

অল্টারনেটরকে যদি কোন লোডের সাথে যুক্ত না করেই সিনক্রোনাস গতিবেগে চালানো হয় তবে অল্টারনেটরটি লোড শুণ্য অবস্থা বলা হয়। এঅবস্থায় উভয় পার্শ্বর ভোল্টেজ সমান থাকে। কিন্তু লোড সংযোগ করার সাথে সাথে ভোল্টেজ এর পরিবর্তন হয়। লোড শুন্য অবস্থায় অল্টারনেটরে তিন ধরনের লস হয় যথা ঃ-

- ঘর্ষণ জনিত লস
- এডি কারেন্ট জনিত লস
- হিস্টেরিসিস জনিত লস

- কার্যকরী  রেজিস্ট্যান্স

ম্যাগনেটিক,হিস্টেরিসিস,এবং স্কিন ইফেক্ট জনিত সামগ্রীক পাওয়ার লস কে ইফেক্টিভ কারেন্টের বর্গ দ্বরা ভাগ করলে যে মান পাওয়া যায় ,তাকে আর্মচারের কার্যকরী বা ইফেক্টিভ **রেজিস্ট্যান্স** বলে ।

# লিকেজ রিয়াক্টেন্স ঃ-

যখন আর্মেচার দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয় তখন সে কারেন্টের প্রবাহে প্রচুর স্থানীয় চুম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়। এ সব চুম্বক বলরেখা আর্মচার কয়েলের সাথে সংশ্লিষ্ট হলেও ফিল্ড কয়েলের সাথে হয় না। একেই লিকেজ ফ্লাক্স বলে। এই লিকেজ ফ্লাক্স এর কারণে লিকেজ রিয়্যাক্ট্যান্স এর উৎপন্ন হয় যা কারেন্ট প্রবাহে বাধা প্রদান করে। ফলে লিকৈজ রিয়্যাক্ট্যান্স ড্রপ হয়।

# অল্টারনেটরের উপর আর্মেচার রিয়্যাকশনের প্রভাব ঃ

অল্টারনেটরের মেইন ফিল্ড ফ্লাক্স এর উপর আর্মচার বা স্টেটর কারেন্ট এর দ্বারা সৃষ্ট ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স এর যে প্রতিক্রিয়া,তাকে আর্মেচার রির্য়্যাকশন বলে।

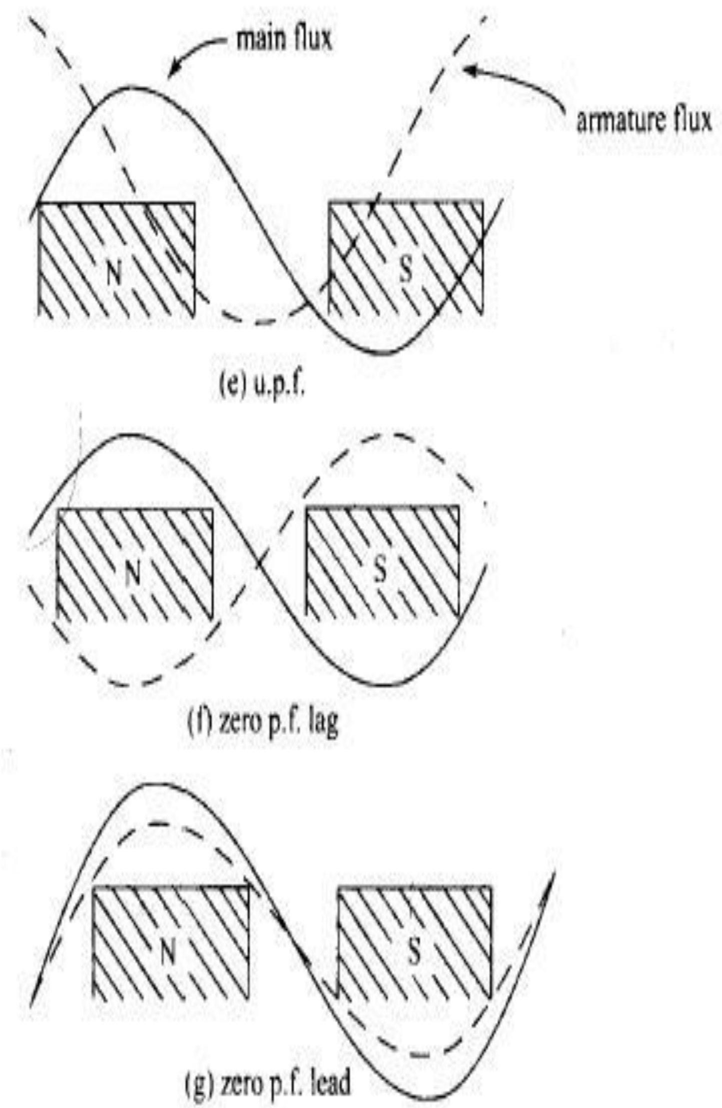
অল্টারনেটরে আর্মচার রিয়্যাকশনের প্রভাব কতটুকু তা নির্ভর করে লোড কারেন্ট এবং লোড পাওয়ার ফ্যাকন্টর এর উপর

# আর্মেচার রিয়্যাকশনের প্রভাব সংক্ষেপে বর্ণনা ঃ-

**জিরো পাওয়ার ফ্যাক্টরে ঃ-** এক্ষেত্রে আর্মেচার ফ্লাক্স ও মেইন ফ্লাক্স পরস্পর বিপরীত অভিমুখে ক্রিয়া করে। ফলে আর্মেচার রিয়্যাকশন মেইন ফিল্ডকে বাধা প্রদান করে এবং মেইন ফ্লাক্স দূর্বল হয়ে পড়ে।

**জিরো পাওয়ার ফ্যাক্টর লিডিং ঃ-** এক্ষেত্রে আর্মেচার ফ্লাক্স এবং মেইন ফ্লাক্স উভয় একই অভিমুখে অবস্থান করে বলে মেইন ফিল্ড ফ্লাক্স এর শক্তি বেড়ে যায় ।ফলে অল্টারনেটরে উৎপন্ন ই এম এফ বৃদ্ধি পায়।

**একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে ঃ-** এক্ষেত্রে ক্রশ-ম্যানেটাইজিং প্রকৃতির। পোলের অগ্রভাগে হ্রাস পায় এবং পশ্চাৎ ভাগে ফ্লাক্স বৃদ্ধি পায়। এর ফলে আর্মেচার রিয়্যাকশনে সামান্য কিছু বিকৃতি ঘটে।



(e) u.p.f.

(f) zero p.f. lag

(g) zero p.f. lead

# সিনক্রোনাস রিয়াক্ট্যান্স ও সিনক্রোনাস ইম্পিডেন্স

## সিনক্রোনাস রিয়াক্ট্যান্স ঃ-

অল্টারনেটর পূর্ন লোড নিয়ে সিনক্রোনাস গতিবেগে চলার সময় আর্মেচার লিকেজ রিয়্যাক্ট্যান্স এবং আর্মেচার রিয়্যাকশন সমবেত ভাবে কারেন্ট এর প্রবাহ পথে যে বাধা প্রদান করে,তাকে সিনক্রোনাস রিয়্যাক্ট্যান্স বলে।

- ## সিনক্রোনাস ইম্পিডেন্স ঃ-

আর্মেচারের কার্যকরী রোধ এবং সিনক্রোনাস রিয়্যাক্ট্যান্স এর সম্মিলিত বাধাকে একত্রে সিনক্রোনাস ইম্পিডেন্স বলে।

# অল্টারনেটরের রেজিস্ট্যান্স টেস্ট (ওপেন সার্কিট টেস্ট ও শর্ট সার্কিট টেস্ট)

- **অল্টারনেটরের নো-লোড টেস্ট ঃ-**

এ অবস্থায় সার্কিট খোলা রাখা হয়। যে কোন দুই ফেজের মধ্যে একটি এসি ভোল্ট মিটার সংযোগ করে মেশিনকে প্রাইমুভারের সাহায্যে সিনক্রোনাস গতিবেগে ঘুরানা হয় ।ফিল্ড সার্কিটে ডিসি ভোল্টজ প্রয়োগ করে রিওস্ট্যাটের মাধ্যমে ফিল্ড কারেন্টকে শূন্য থেকে ধীরে ধীরে বাড়ানো হয়,যতক্ষণ না মেশিন পূর্ণ ভোল্টেজ পায়। ভোল্ট মিটার পাঠ থেকে এ পাঠ পাওয়া যায়।

# অল্টারনেটরের শর্ট সার্কিট টেস্ট ঃ-

এ টেস্টের জন্য অল্টানেটর আর্মেচারের তিনটি লাইন এর সাথে তিনটি হাই রেঞ্জ এ্যমিটার সংযোগ পূর্বক লইন শর্ট করে প্রাইমুভারের সাহায্যে মেশিনকে সিনক্রোনাস গতিতে ঘুরানো হয়। ফিল্ড সার্কিট রিওস্ট্যাটের সাহায্যে কারেন্টকে নিয়ন্ত্রন করা হয় এবং ধীরে ধীরে বাড়ানো হয়, যতক্ষণ রেটেড ফুল লোড কারেন্ট প্রবাহিত হয়। প্রাপ্ত ফিল্ড কারেন্ট এবং স্টেটর কারেন্ট এর মান নিয়ে যে কার্ভ অংকন করা হয় তাকে শর্ট সার্কিট বৈশিষ্ট রেখা বলে।শর্ট সার্কিট অবস্থায় মেশিন যে কারেন্ট গ্রহণ করে তার বেশির ভাগই আর্মেচার রেজিস্ট্র্যান্স জনিত লস । এই লসকে আর্মেচার কপার লস বলে।

- একটি ২০০ কেভিএ ২৩০০ ভোল্ট, ৩ ফেজ অল্টারনেটরের প্রতি দুই লাইনের ডিসি রেজিস্ট্যান্স ০.৮ ওহম । এর পাওয়ার ফ্যাক্টর ০.৮ ল্যাগিং এবং শর্ট সার্কিট কারেন্ট ২০৪ অ্যাম্পিয়ার । এ সি রেজিস্ট্যান্স ডিসি রেজিস্ট্যান্স ১.৫ গুণ হলে সিনক্রোনাস ইম্পিডেন্স এবং সিনক্রোনাস রিয়্যাক্ট্যান্স বের কর।
- সমাধান,

এখানে, তিন ফেজ অল্টারনেটরের রেটেড কেভিএ পাওয়ার = ২০০ কেভিএ

রেটেড ভোল্টেজ = ২৩০০ পাওয়ার ফ্যাক্টর =০.৮ ল্যাগিং

শর্ট সার্কিট কারেন্ট = ২০৪ , ডিসি রেজিস্ট্যান্স = ০.৮ , ডিসি রেজিস্ট্যান্স (সিঙ্গেল)= ০.৪ ,

- ওপেন সার্কিটভোল্টেজ $V_{oc/ph} = \frac{2300}{\sqrt{3}} = 1327.9\ V$
- সিনক্রোনাস ইম্পেডেন্স $Z_{s/ph} = \frac{1327.9}{204} = 6.51\Omega$
- কার্যকরীরোধ $R_{e/ph} = 1.5 \times 0.4 = 0.6\Omega$
- সিনক্রেনাসরিয়্যাক্ট্যান্স $Xs/ph = \sqrt{6.51^2 - 0.6^2} = 6.48\ \Omega$ **ans.**

# প্রশ্ন সমুহ

- অল্টারনেটর নো-লোড বলতে কি বুঝ ?
- অল্টারনেটরে কার্যকরী রোধ কাকে বলে?
- কি কারণে অল্টারনেটরে ভোল্টেজ ড্রপ হয়?
- অল্টারনেটরের নো-লোড ও শর্ট সার্কিট টেস্ট বর্ণনা কর।
- অল্টারনেটরের ও সি সি এবং এস সি সি বলতে কি বুঝ ?
- অল্টারনেটরের আর্মচা রিয়্যাকশন কেন হয় ?
- জিরো পাওয়অর ফ্যাক্টর ল্যাগিং এবং লিডিং বলতে কি বুঝ ?

# Chapter-5

# অল্টারনেটরের ভোল্টেজ রেগুলেশন ও দক্ষতা

# অল্টারনেটরের ভোল্টেজ রেগুলেশন

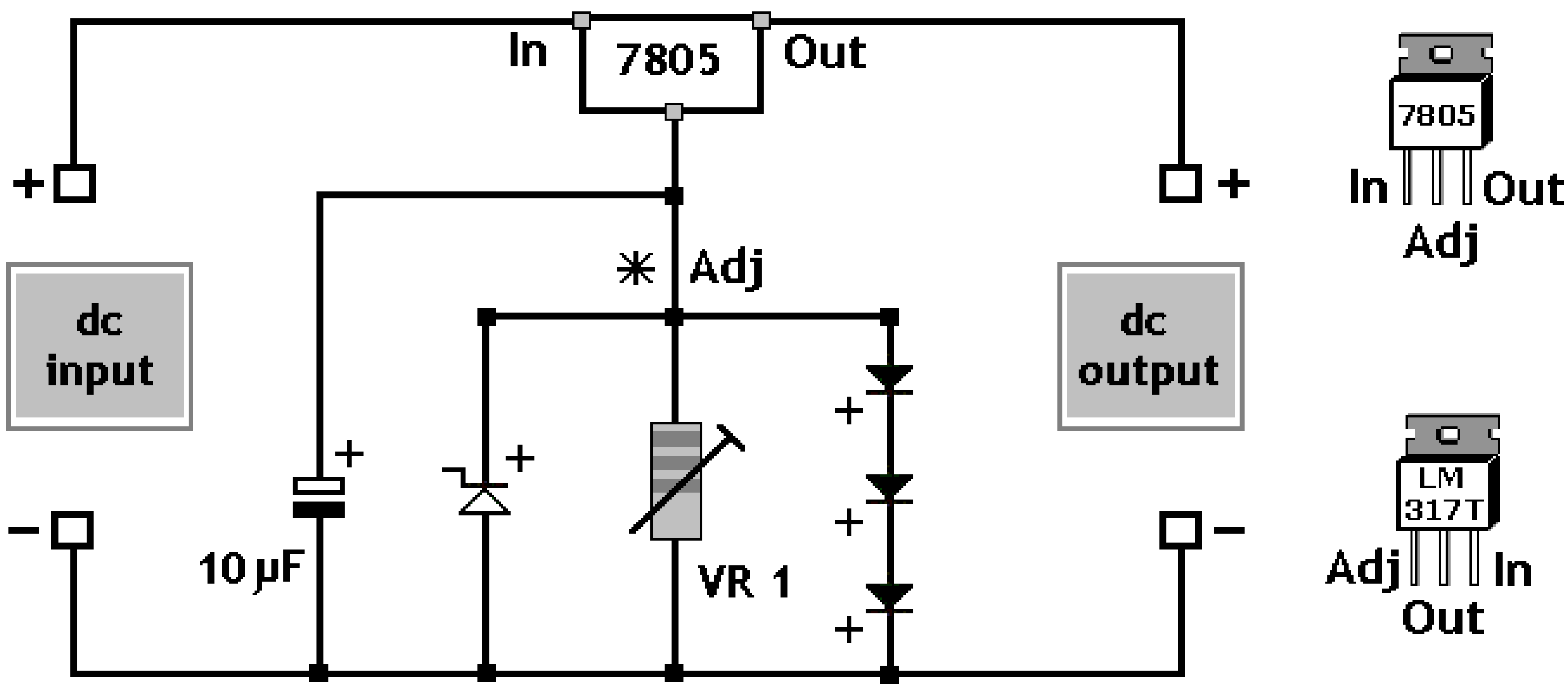
- অল্টারনেটরেরনো-লোড ও ফুললোড ভোল্টেজেরপার্থক্য এবংফুল লোডভোল্টেজেরঅনুপাতকেভোল্টেজ রেগুলেশনবলে।
- ভোলেটজরেগুলেশনযত কম হয় ততই ভালবলেবিবেচিত।
- একে শতকরাহারেপ্রকাশকরাহয়।
- ঠ.জ $= \frac{Vnl-Vfl}{Vfl} \times 100$
- ভোল্টেজ রেগুলেশনেরমানরেজিস্ট্রিভ ও ইন্ডাকটিভলোডেধনাত্নকহয়এবংক্যাপাসিটিভলোডেনেগেটিভহয়।

# Voltage Regulation Instrument

AC. AUTOMATIC VOLTAGE REGULATOR
WORKING
NORMAL
216 0.0 223
FUNCTION DISPLAY
INPUT 140-260V~
OUTPUT 220V~
ON
OFF
SAR-2000VA
DELAY
PRECISION
E-STORE

# Voltage Regulator circuit

## Variable Voltage from a 7805 Regulator




✳ Three <u>different</u> ways to change the output voltage of a 78 series regulator

# অল্টারনেটরের ভোল্টেজ রেগুলেশনের সমীকরণ

- অল্টারনেটরের ভোল্টেজ রেগুলেশন V.Rএর নো-লোড ভোল্টেজ সাধারনত তিনটি বিষয় এর উপর নির্ভর করে :-
- ইউনিট পাওয়ার ফ্যাকটর(Unite power factor)
- ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাকটর (Lagging power factor)
- লিডিং পাওয়ার ফ্যাকটর (Leading power factor)

- অল্টারনেটরে লোড সংযোগ করলে আর্মেচার ওয়ান্ডিং এর মধ্যে কারেন্ট প্রবাহিত হয় এর ফলে নিম্ন লিখিত ভোল্টেজ ড্রপ সমুহ হয়।
- আর্মেচার রেজিস্ট্যান্স ড্রপ = $I_aR_a$
- আর্মেচার রিয়্যাকশন ড্রপ = $I_aX_a$
- আর্মেচার লিকেজ রিয়্যাক্ট্যান্স ড্রপ = $I_aX_L$

# ইউনিট পাওয়ার ফ্যাকটর(Unite power factor)

- রেজিস্টিভলোডেরক্ষেত্রেইহাহয়ে থাকে ।
- রেজিস্টিভড্রপ=IsRe
- রিয়্যাক্টিভড্রপ=IsXe
- ইম্পিডেন্সড্রপ=IsZe

এ ড্রপগুলিনো-লোডঅবস্থায়সেকেন্ডারীতেধরাহয়েছে।

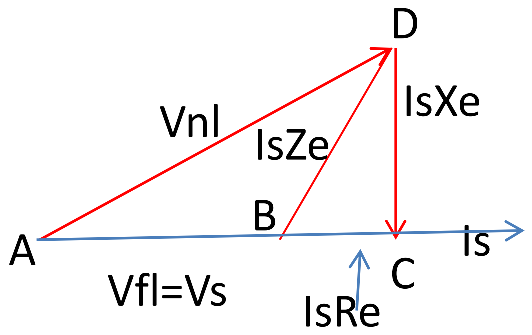
ত্রিভূজACD

$$AD^2=AC^2+CD^2=(AB+BC)^2+CD^2$$

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

$$Vnl=\sqrt{(Vfl+IsRe)^2+(IsXe)^2}$$

$$\%V.R=\frac{Vnl-Vfl}{Vfl}\times 100$$

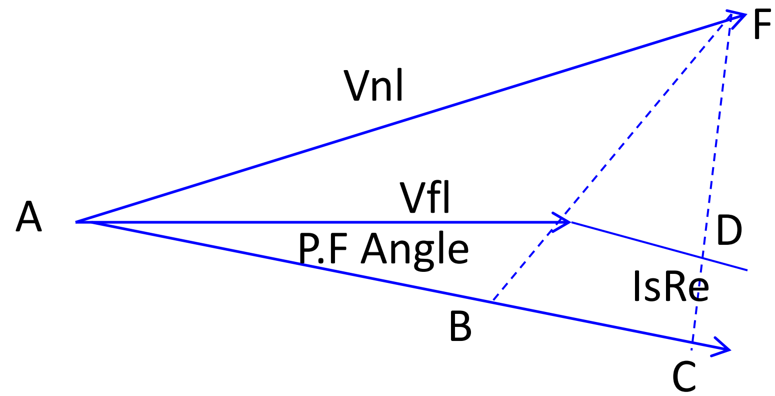



চিত্র: ইউনিট পাওয়ার ফ্যাক্টর

# ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাকটর (Lagging power factor)

- রেজিস্টিভড্রপ=IsRe
- রিয়্যাক্টিভড্রপ=IsXeIsXe

ত্রিভূজACF থেকে পাই,




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

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

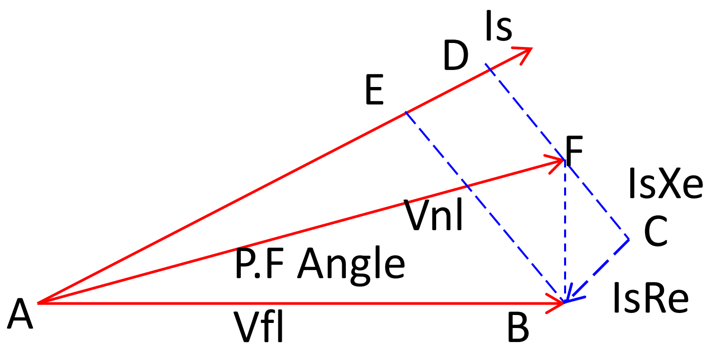
$$\text{Vnl}=\sqrt{(Vfl\csc\theta+IsRe)^2+(Vfl\sin\theta+IsXe)^2}$$

%ভোল্টেজ রেগুলেশন, $\text{V.R}=\frac{Vnl-Vfl}{\mathbf{V}fl}\times100$

ইউনিট পাওয়ার ফ্যাকটর বর্ণনা কর।

# লিডিং পাওয়ার ফ্যাক্টর (Leading power factor)

- রেজিস্টিভড্রপ=IsRe
- রিয়্যাক্টিভড্রপ=IsXe




- ত্রিভূজADF হতেপাই,

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

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

$$\text{Vnl} = \sqrt{(Vfl \csc\theta + IsRe)^2 + (Vfl \sin\theta - IsXe)^2}$$

%ভোল্টেজ রেগুলেশন, $V.R = \frac{Vnl - Vfl}{Vfl} \times 100$

**প্রশ্নঃ ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টর কি বর্ণনা কর ?**

# অল্টারনেটরের লস সমুহের তালিকা

- অল্টারনেটরের বিভিন্ন লস এর তালিকা নিম্নে দেওয়া হল ঃ-
- রোটেশনাল লস সমুহ ঃ

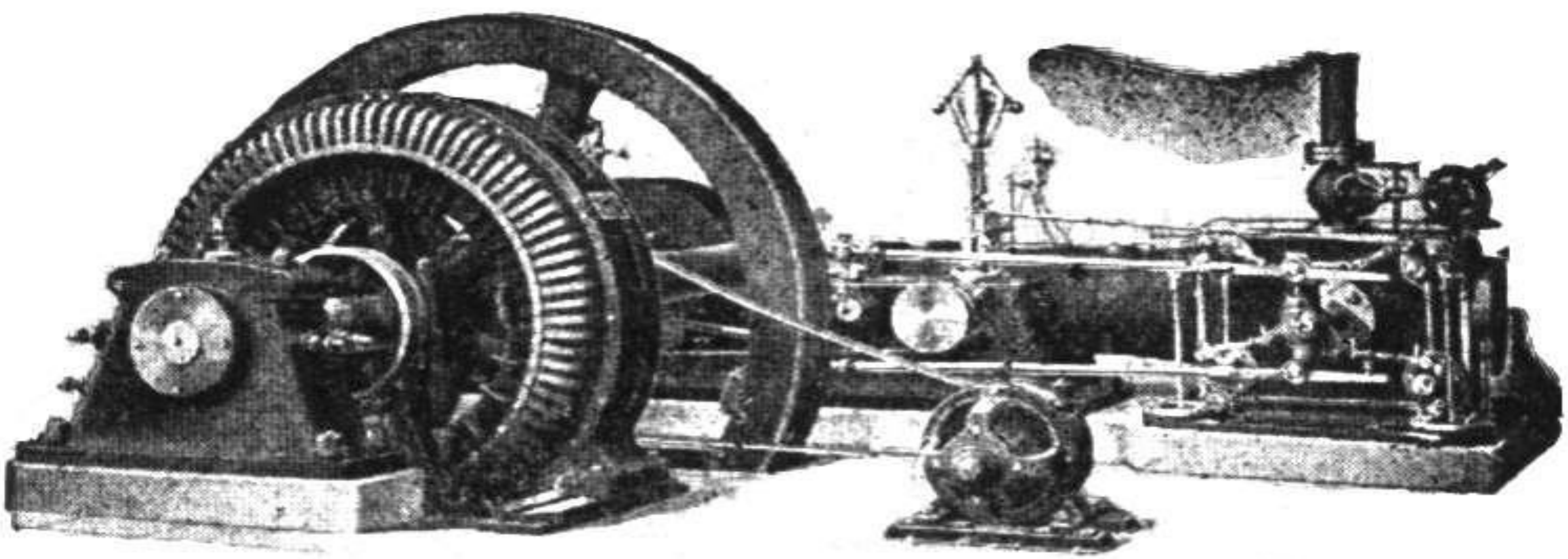
১. ফ্রিকশনাল লস ।
২. ব্রাশ ফ্রিকশন লস ।
৩. মেশিন ঠন্ডা করণ জনিত লস।
৪. স্টেটরের হিসটেরিসিস ও এডি কারেন্ট লস বা কোর লস।

- ইলেট্রিক্যাল লস সমুহ

১. ফিল্ড ওয়াইন্ডিং কপার লস

২. আর্মচার ওয়াইন্ডিং কপার লস

- ফিল্ড এক্সাইটর সার্কিটের লস
- স্ট্রে-লোড লস



# অল্টারনেটরের দক্ষতা

- একটি অল্টারনেটরেরকিলওয়াটইনপুটএবংকিলওয়াটআউটপুটএরঅনুপাতকে ঐ মেশিনের দক্ষতাবলে।
- গাণিতিকভাবে
- দক্ষতা ঃ $\eta = \frac{KW\ output}{KW\ input}$

# ভোল্টেজ রেগুলেশনের সমস্যাবলীর সমাধান

- একটি 10KVA, 450/120,50Hz ট্রান্সফরমারেরটেস্ট করেনিম্নেরফলাফলপাওয়া গেল ।
- শর্ট সার্কিটথেকে :
- Esc=9.65V,Isc=22.22A, Psc=120 W
- উপরেরডাটাথেকে ভোল্টেজরেগুলেশন বের কর।
- বর্তমানক্ষেত্রে, $Ze=\frac{Vsc}{Isc}=\frac{9.65}{22.22}=0.434\ \Omega$
- $Re=\frac{120}{22.22^2}=0.243\ \Omega$

লিডিং পাওয়ার ফ্যাকটর কি ? বর্ণনা কর।

- Xe=$\sqrt{Ze^2 - Re^2}$=$\sqrt{0.434^2 - 0.243^2}$ =0.359 Ω
- Vnl

  =

  $\sqrt{(Vfl\, csc\,\theta + IpRe)^2 + (Vfl\ sin\,\theta + IpXe)^2}$

$\sqrt{(450 * 0.8 + 22.22 * 0.243)^2 - (450 * 0.6 + 22.22 * 0.349)^2}$

=459.165 Volt

%V.R=$\frac{Vnl - Vfl}{VFl} \times 100$ =$\frac{459.156 - 450}{450} \times 100$

=2.02% Ans.

# প্রশ্ন সমুহ

- অল্টারনেটরের ভোল্টেজ রেগুলেশন কাকে বলে ?
- কখন অল্টানেটরের ভোল্টেজ রেগুলেশন নেগেটিভ হয় ?
- রেগুলেশন দ্বারা অল্টারনেটরের কি প্রকাশ পায় ? এর মান কিশের উপর নির্ভর করে ?
- ভেক্টর ডায়াগ্রাম অংকন করে রেজিস্ট্রিভ,ইন্ডাক্টিভ,ক্যাপাসিটিভ লোডের নো-লোড ভোল্টেজ সমীকরণ নির্ণয় কর ।
- সকল সমস্যার সমাধান করতে হবে।

# ষষ্ঠ অধ্যায়

অল্টানেটরের প্যারালেল অপারেশন ও এর চালুকরণ প্রক্রিয়া

# সিনক্রোনাইজিং

দুই বা ততোধিক অল্টানেটরকে নির্দিষ্ট শর্ত সাপেক্ষে প্যারালেলে অপারেশন করবার পদ্ধতিকেই সিনক্রোনাইজিং বলে।

## অল্টানেটর সিনক্রোনাইজিং এর উদ্দেশ্যঃ

১। সর্বোচ্চ দক্ষতা পাওয়া

২। সর্বক্ষণিক চালু রাখা

৩। মেরামত ও ওভার হোলিং

৪। ভবিষ্যতের বর্ধিত লোড বহন ইত্যাদি

# সিনক্রোনাইজিং এর শর্তসমূহঃ

১। এদের টার্মিনাল ভোল্টেজ সমান হতে হবে ।

২। এদের ফ্রিকোয়েন্সি সমান হবে ।

৩। এদের ভোল্টেজ গুলো একই ফেজে থাকবে ।

৪। এদের ফেজ সিকোয়েন্স একই হতে হবে।

# সিনক্রোসকোপের সাহয্যে অল্টানেটরকে প্যারালেলে পরিচালনা পদ্ধতি

বাতির সাহায্যে সিনক্রোনাইজিং এর সঠিক মুহূর্ত নির্ধারণ করা খুব দূরহ ব্যাপার।কারন প্ল্যান্টে কর্মরত অপারেটরদের ব্যাক্তিগত বিচার্য্য বিষয় । তাদের দৃষ্টি ভ্রমের কারনে ভুল ভ্রান্তি বিচিত্র নয় ।

সম্ভাষ্য্য এ ভুল ভ্রান্তি এড়িয়ে সঠিক সময়ে সিনক্রোনাইজিং করার জন্য অধিকাংশ সিনক্রোনাইজিং প্যানেলে বাতির সাথে একটি করে অধিক সংবেদনশীল যন্ত্র ব্যবহার করা হয় । যন্ত্রটির নাম সিনক্রোসকোপ । সিনক্রোসকোপের মধ্যে তিনটি স্থির কয়েল ও একটি ঘুরন্ত (Spindle) থাকে ।

# সিনক্রোনাইজিং পাওয়ারঃ

প্যারালেলে চালিত দুটো অল্টানেটরের সিনক্রোনিজমের বিচ্যুতি ঘটলে সৃষ্ট সিনক্রোনাইজিং কারেন্ট প্রবাহের দরুন হরঃ-১ থেকে কিছু পাওয়ার unit-2 গ্রহন করে । ফলে unit -2 এর গতিবেগ বেড়ে যায় ।

অন্যদিকে unit-1 এর গতিবেগ আনুপাতিকভাবে কমে যায় ।সুতারাং এ প্রক্রিয়ার ফলে মেশিন দুটির তড়িৎ চাপ পুনুরায় পরস্পরের বিপরীতমুখী হয়ে সিনক্রোনিজমের পূর্বাবস্থায় ফিরে আসে ।

এক্ষেত্রে unit-2 যে বৈদ্যুতিক পাওয়ার unit-1 থেকে গ্রহন করে , তাকে সিনক্রোনাইজিং পাওয়ার বলে ।

# সিনক্রোনাইজিং কারেন্টঃ

প্যারালেলে চালিত দুটো অল্টানেটরের মধ্যে যে কোণ কারণে unit-2 এর গতিবেগ কিছুটা কমে গেলে সঙ্গে সঙ্গে এর তড়িৎ চাপ unit-1 এর তড়িৎ চাপের সঙ্গে ঠিক বিপরীতমুখী না থেকে পরস্পরের সঙ্গে একটি কৌণিক ব্যাবধানে অবস্থান করে ।

ফলে একটি সংহত তড়িৎ চাপ সৃষ্টি হয় । এ সংহত তড়িৎ চাপের প্রভাবে unit-1 লোড কারেন্ট পাঠানো ছাড়াও অতিরক্ত কিছু কারেন্ট লোকাল বাসের মাধ্যমে আর্মেচারে পাঠায় । অতিরিক্ত এ কারেন্টকে সিনক্রোনাইজিং কারেন্ট বলে ।

# অল্টানেটর চালু করার ধাপ সমূহঃ

১।  জেনারেটর সার্কিট ব্রেকার খোলা আছে কি না , তা নিশ্চিত হতে হবে ।

২।  আইসোলেটরকে বন্ধ করতে হবে ।

৩।  ভোল্টেজ রেগুলেটরকে Automatic পজিশন দিতে হবে ।

৪।  প্রাইম মুভার চালু করে রেটেড স্পিডে নিতে হবে ।

৫।  গভর্নর control সুইচ ব্যাবহার করে ফ্রিকোয়েন্সিকে রেটেড nameplateফ্রিকোয়েন্সিতে নিতে হবে ।

৬।  automatic voltage রেগুলেটরকে এমন ভাবে নিয়ন্ত্রণ করতে হবে , যাতে রেটেড ভোল্টেজ পাওয়া যায় ।

৭।  circuit breaker সাধারণ নিয়মে close করতে হবে ।

# জেনারেটরের হান্টিং

প্রাইম মুভারের গতিবেগ কম বেশি হওয়ার কারণে জেনারেটর রোটর তার স্বাভাবিক অবস্থা থেকে কিছুটা সামনে বা পিছনে যেতে চায় । ফলে জেনারেটর থেকে এক ধরণের ঘো ঘো শব্দ বেরিয়ে আসে , **একে** hunting বলে ।

# জেনারেটরের হান্টিং এর কারণ

১। প্রাইম মুভারের গতিবেগ পরিবর্তন ,
২। জেনারেটর লোডের আকস্মিক পরিবর্তন ,
৩। নতুন ফিল্ড আক্সাইটেশনের পরিবর্তন ,
৪। প্রাইম মুভারের জ্বালানী সরবরাহে তারতম্য ইত্যাদি

# প্রতিরোধের উপাই

১। ভারী ফ্লাই হুইল ব্যবহার করে ,

২। চুম্বকীয় ড্যাম্পিং ব্যবহার করে ,

৩। ফিল্ড পোলের চারিদিকে মোটা কপার রিং ব্যবহার করে ।

# সপ্তম অধ্যায়

## সিনক্রোনাস মোটরের কার্যনীতি

# আলোচ্য বিষয়

- সিনক্রোনাস মোটরের মূলনীতি
- সিনক্রোনাস মোটরের গঠনপ্রণালী
- সিনক্রোনাস মোটর চালু করণ পদ্ধতি
- সিনক্রোনাস মোটরের স্টার্টিং পদ্ধতির ব্যাখ্যা
- সিনক্রোনাস মোটরের বৈশিষ্ট্য
- সিনক্রোনাস মোটরের প্রয়োগ ক্ষেত্র বা ব্যবহার
- সিনক্রোনাস মোটর ইন্ডাকশন মোটরের পার্থক্য ।

# সিনক্রোনাস মোটরঃ

**যে এসি মোটরের স্টেটর ও রোটর একই স্পীডে ঘোরে, তাকে সিনক্রোনাস মোটর বলে ।**

## সিনক্রোনাস মোটরের প্রধান প্রধান অংশগুলো হলঃ

1. **Slip Ring**
2. **Stator**
3. **Rotor**
4. **Carbon Brush**
5. **Damper Winding etc**

# “সিনক্রোনাস মোটর নিজে নিজে স্টার্ট নেয় না” কারণঃ

সিনক্রোনাস মোটরের স্টেটর টার্মিনালে 3-$\varphi$ সাপ্লাই প্রয়োগ করা হলে স্টেটরে একটি ঘুরন্ত চুম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি হয় । ফলে রোটর পোল , স্টেটর পোল কর্তৃক পর্যায়ক্রমিক ভাবে আকর্ষিত ও বিকর্ষিত হয় । সুতরাং , রোটরে একটি pulsating torque উদ্ভব হয় ও কার্যকরী নেট টর্ক শূন্য হয়।

এ কারণে সিনক্রোনাস মোটর নিজে নিজে চালু হতে পারে না ।একে চালু করার জন্য বাহির হতে DC voltage সিনক্রোনাস মোটরের সান্টে প্রয়োগ করে ফিল্ড কয়েলকে উত্তেজিত করা হয় ।এর ফলে মোটরে টর্কের উৎপত্তি হয় এবং মোটর চালু হয় ।

# সিনক্রোনাস মোটরের লোড বৃদ্ধির প্রভাবঃ

সিনক্রোনাস মোটর যখন লোড শূন্য অবস্থায় চলে ,তখন টর্ক অ্যাঁঙ্গেল নূনতম (∝=□º)এবং কাউন্টার E.M.F (Ec) প্রয়োগকৃত ভোল্টেজ (V) এর প্রায় সামান ও বিপরীতমুখী হয় ।

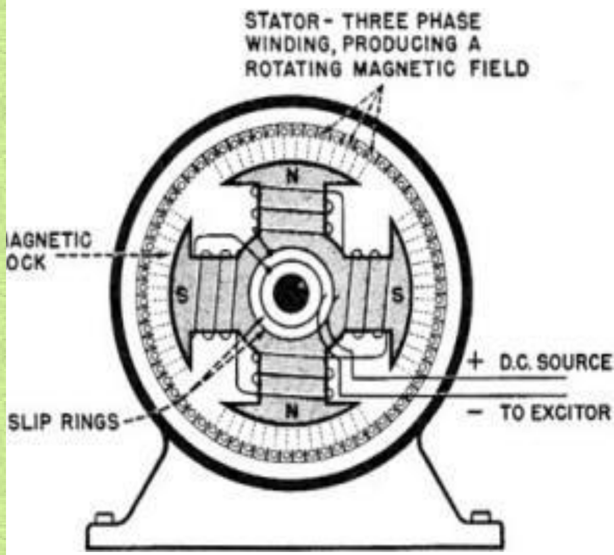
কিন্তু মোটরে যান্ত্রিক লোড সংযোগ করা হলে ∝বৃদ্ধি পাওয়ায় Ecও মূল অবস্থান থেকে সমান পরিমান ∝পিছিয়ে পরে ।

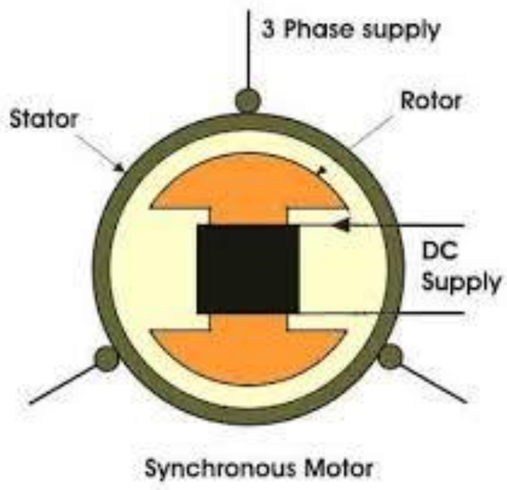
একইভাবে লোড আরও বাড়ানো হলে টর্ক অ্যাঙ্গেল ∝ সাথে সাথে Er এবং । বাড়তে থাকে । কাজেই দেখা যাচ্ছে সিনক্রোনাস মোটর তার গতিবেগ পরিবর্তন ছাড়াই ঘূনায়মান স্টেটর ফ্লাক্স ও রোটরের আপেক্ষিক অবস্থান পরিবরতনের মার্ধ্যমে বর্ধিত যান্ত্রিক লোড বহন করতে সক্ষম ।

উল্লেখ্য , যান্ত্রিক লোড যদি খুব বেশি হয় ,তা হলে রোটরে উৎপন্ন টর্ক (pull out torque) কে ছাড়িয়ে যায় ।

# সিনক্রোনাস মোটরের মূলনীতি

প্রাথমিক অবস্থায় রোটর স্থির থাকা অবস্থায় স্টেটরে বাহির হতে থ্রি ফেজ সাপ্লাই দিলে তাতে কারেন্টর একটি পরওয়ার্ড ট্রাভেলিং ওয়েভের সৃষ্টি হয়। এটা সিনক্রোনাস স্পীডে চলে এবং এর ফলে সৃষ্ট টর্কের অভিমুখ কারেন্ট ওয়েভের পোলারিটি অনুযায়ী পরিবর্তনশীল হয়। এ টর্কের গড় মান শুন্য যার জন্য সিনক্রোনাস মোটর সেল্ফ স্টার্টিং হতে পারে না।



এখন যদি এ মোটরকে অন্য একটি মোটরের সাহায্যে ঘুরিয়ে গতিবেগ শূন্য থেকে সিনক্রোনাস গতিবেগের সামান্য কম মানে আনা হয় , তবে স্পীড বা ফ্রিকুয়েন্সির পার্থক্য খুব কম থাকবে। এ অবস্থায় স্টেটর ফ্লাক্সের নর্থ বা সাউথ পোল স্যালিনয়েন্ট টাইপ রোটর পোলের সাথে আকৃষ্ট হওয়ার চেষ্টা করবে। এভাবে যখন রোটর সিনক্রোনিজমে পৌছাবে তখনই মোটর সিনক্রোনাস স্পীডে চলবে।

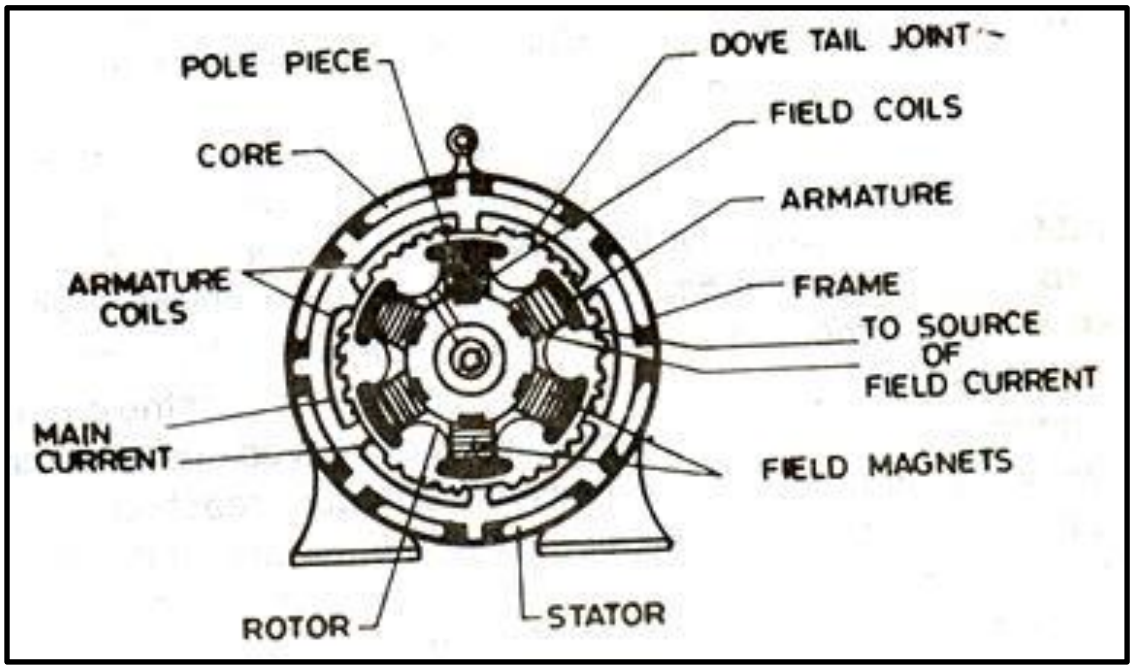
# সিনক্রোনাস মোটরের গঠনপ্রণালী

- **বিভিন্ন প্রকারের সিনক্রোনাস মোটর আছে এর মধ্যে স্যালিয়েন্ট বা প্রজেকটেড পোল রোটরের গঠনপ্রণালী বর্ণনা করা হল ঃ**

এরূপ রোটর সাধারণত কম বা মাঝারি গতিসম্পন্ন অল্টারনেটরে ব্যবহৃত হয়। যেমন হাইড্রো-ইলেকট্রিক পাওয়ার প্লান্টের অল্টারনেটর লম্বার চেয়ে পার্শ্বে খুব বর হয়। এর ওজন কম রাখার জন্য সলিড রোটর তৈরী না করে স্লাইডার তৈরী করা হয় এবং এ স্লাইডারের বাইরের দিকে প্রয়োজনীয় সংখ্যক বৈদ্যুতিক চুম্বক, ফিল্ড নাট, বোল্ট সংযোঘ করা হয়। এর ফিল্ড উত্তমরূপে ল্যামিনেশন করা থাকে, যাতে এডি কারেন্টজনিত লস বেশি না হয়।

স্যালিনয়েট পোল সিনক্রোনাস মোটর

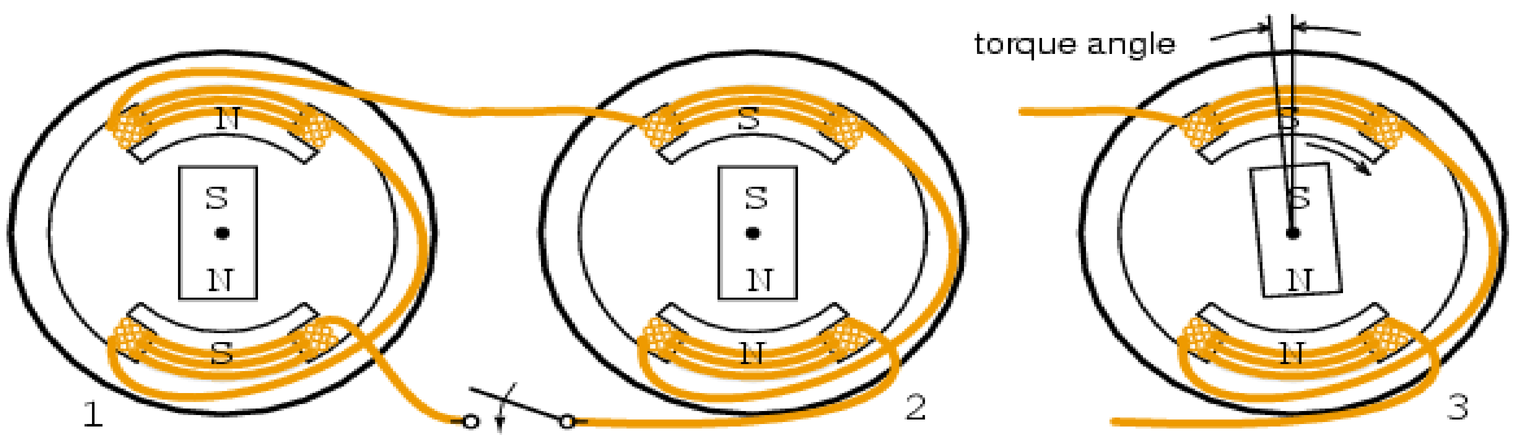
এর ওয়াইন্ডিং এমন ভাবে বসানো হয় যাতে বাহির ডিসি সাপ্লাই দিলে নর্থ ও সাউথ পোল তৈরি হয়। এই সাপ্লাই দেয়াকে এক্সাইটেশন বলে এবং এটি স্লিপ রিং ও কার্বন ব্রাশ দ্বারা সম্পন্ন করা হয়। এরূপ মোটর সাধারণত কম গতিসম্পন্ন অল্টারনেটরে ব্যবহৃত হয়।




**স্যালিয়েন্ট বা প্রজেকটেড পোল রোটরের চিত্র**

# সিনক্রোনাস মোটর চালু করণ পদ্ধতি

এখানে স্টেটর ওয়ান্ডিং দ্বারা সৃষ্ট ঘুরন্ত পোলকে $N_s$ এবং $S_s$দ্বারা এবং রোটরে ডিসি সাপ্লাই দ্বরা সৃষ্ট পোলকে $N_r$ ও $S_r$ দ্বারা বুঝানো হয়েছে। চিত্রানুযায়ী দেখা যায় যে পোল ঘুরার ফলে এর মধ্যে একটি ঘুর্ণনের টর্ক সৃষ্টি হয়। যার ফলে স্টেটর পোলে এসি সাপ্লাই এর কারণে নর্থ পোল সাউথ পোলে এবং নাউথ পোল নর্থ পোলে রূপান্তরিত হয় এবং চুম্বকক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়।



- ফলে রোটর পোল স্টেটর পোল দ্বারা আকৃষ্ট হয় এবং কাছ আসার টান অনুভব করে কিন্তু পরিবর্তনশীল বলের কারণে আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বলের সৃষ্টি হয় যা রোটরে ক্রিয়াশীল হয় ফলে রোটর কোণদিকেই ঘুরে না। এর স্টারটিং টর্ক শুন্য হয়।
- যদি কোন উপায়ে রোটরে গতি সঞ্চার করা যায় এবং স্টেটরের গতির নিকটতম গতিতে আনা যায় ,তখন রোটরের মেরু স্টেটরের মেরুর সমান হয় ফলে মোটর সিনক্রোনাস স্পীডে চলতে থাকে। উদাহরণ ট্রেনে উঠার মতই।

Fig: - 1

Fig: - 2

# চিত্র ঃ সিনক্রোনাস মোটর

# সিনক্রোনাস মোটরের বৈশিষ্ট্য

- এটা এমন একটি মোটর যা নো-লোড এবং ফুল লোড অবস্থায় সব সময় সিনক্রোনাস স্পীডে ঘুরে।
- এ মোটর নিজে স্টার্ট নিতে পারে না।
- এ মোটরের গতি ফ্রিকুয়েন্সি পরিবর্তনের গতির উপর নির্ভরশীল কিন্তু তা সম্ভব নয়।
- এর মধ্যে কোন প্রকার স্লিপ নেই।
- এটর গঠন প্রণালী অল্টারনেটরের অনুরূপ।
- এ মোটরে দুই প্রকারের সাপ্লাই দেয়া হয়। স্টেটরে এসি এবং রোটরে ডিসি।
- স্টেটরের পোল এবং রেটরের পোল সব সময় সমান হয়।
- সিনক্রোনাস মোটর যখন পাওয়ার ফ্যাক্টর উন্নিত করার জন্য ব্যবহার করা হয় তখন তাকে সিনক্রোনাস কন্ডেন্সার বলা হয়।

# সিনক্রোনাস মোটরের প্রয়োগ ক্ষেত্র বা ব্যবহার

- পাওয়ার ফ্যাক্টর উন্নিত করার জন্য সিনক্রোনাস কন্ডেন্সার হিসেবে সিনক্রোনাস মোটর ব্যবহার করা হয়।
- মোটর জেনারেট্ হিসেবে ।
- ফ্রিকুয়েন্সি চেঞ্জার হিসেবে।
- কমপ্রেসার হিসেবে।
- পাম্প হিসেবে।
- কারখানার লাইন শ্যাফট প্রভৃতির পরিচালনায় বিশেষ উল্লেখযোগ্য

# সিনক্রোনাস মোটর ইন্ডাকশন মোটরের পার্থক্য।

| সিনক্রোনাস মোটর | ইন্ডাকশন মোটর |
|---|---|
| যে মোটরের গতি বেগ সব সময় একই থাকে তাকে সিনক্রোনাস মোটর বলে। | যে মোটরের ইন্ডাকশনে স্টেটর হতে ইন্ডাকশন পদ্ধতিতে এসি সাপ্লাই নিয়ে কাজ করে তাকে ইন্‌পাকশন মোটর বলে। |
| এ মোটর নিজে চালু হতে পারে না । | এ মোটর নিজে চালু হতে পারে । |
| এ মোটর সব সময় সিনক্রোনাস স্পীডে চলে। | এ মোটরের গতিবেগ সব সময় সিনক্রোনাস স্পীডের চয়ে কম থাকে। |
| এ মোটর চালাতে এসি ও ডিসি প্রয়োজন হয়। | এ মোটর চালাতে এসির প্রয়োজন হয়। |
| এ মোটর কোন স্লিপ নেই এবং স্পীড রেগুলেশন শুন্য । | এ মোটর কোন স্লিপ আছে এবং স্পীড রেগুলেশন কম ও শূন্য হয় না। |

# প্রশ্ন সমুহ

- সিনক্রোনাস মোটরের মূলনীতি লিখ।
- সিনক্রোনাস মোটরের গঠনপ্রণালী বর্ণনা কর।
- সিনক্রোনাস মোটর চালু করণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।
- সিনক্রোনাস মোটরের স্টার্টিং পদ্ধতির ব্যাখ্যা কর।
- সিনক্রোনাস মোটরের বৈশিষ্ট্য লিখ।
- সিনক্রোনাস মোটরের প্রয়োগ ক্ষেত্র বা ব্যবহার লিখ।
- সিনক্রোনাস মোটর ইন্ডাকশন মোটরের পার্থক্য লিখ।

# অষ্টম অধ্যায়

## সিনক্রোনাস মোটরের টর্ক ও এক্সাইটেশন

# টর্ক:

টর্ক বলতে ঘূর্ণন মোমেন্টকে বুঝায় , যা ব্যতিরেকে মোটর ঘুরতে পারে না । কাজেই AC ও DC যে কোন মোটরেই হোক চালু করতে স্টার্টিং টর্ক অপরিহার্য । মোটরের লোড কম হলে যে পরিমান স্টার্টিং টর্ক প্রয়োজন ,লোড বেশি হলি নিশ্চিত তার চেয়ে বেশি স্টার্টিং টর্ক প্রয়োজন ।

ইন্ডাকশন মোটরের ন্যায় সিনক্রোনাস মোটরেও বিভিন্ন ধরণের টর্ক উৎপন্ন হয়ে ভিন্ন ভিন্ন কাজ সম্পাদনা করে ।

# সিনক্রোনাস মোটরের বিভিন্ন টর্কঃ

১। স্টার্টিং টর্ক

২। রানিং টর্ক

৩। পুল ইন টর্ক

৪। পুল আউট টর্ক

## ১।স্টার্টিং টর্কঃ

মোটরের স্টেটর বা আর্মেচার ওয়াইন্ডিং এ ভোল্টজ প্রয়োগ করলে মোটর কর্তৃক যে টর্ক উৎপন্ন হয় , তাকে স্টার্টিং টর্ক বলে।

## ২। রানিং টর্কঃ

চালু অবস্থায় মোটরে যে টর্ক উৎপন্ন হয় , তাকে রানিং টর্ক বলে ।

## ৩।পুল ইন টর্কঃ

ইন্ডাকশন মোড থেকে পরিবর্তন করে সিনক্রোনাস মোডে নিয়ে আসতে যে টর্কের প্রয়োজন , তাকে সিনক্রোনাস মোটরের পুল ইন টর্ক বলে

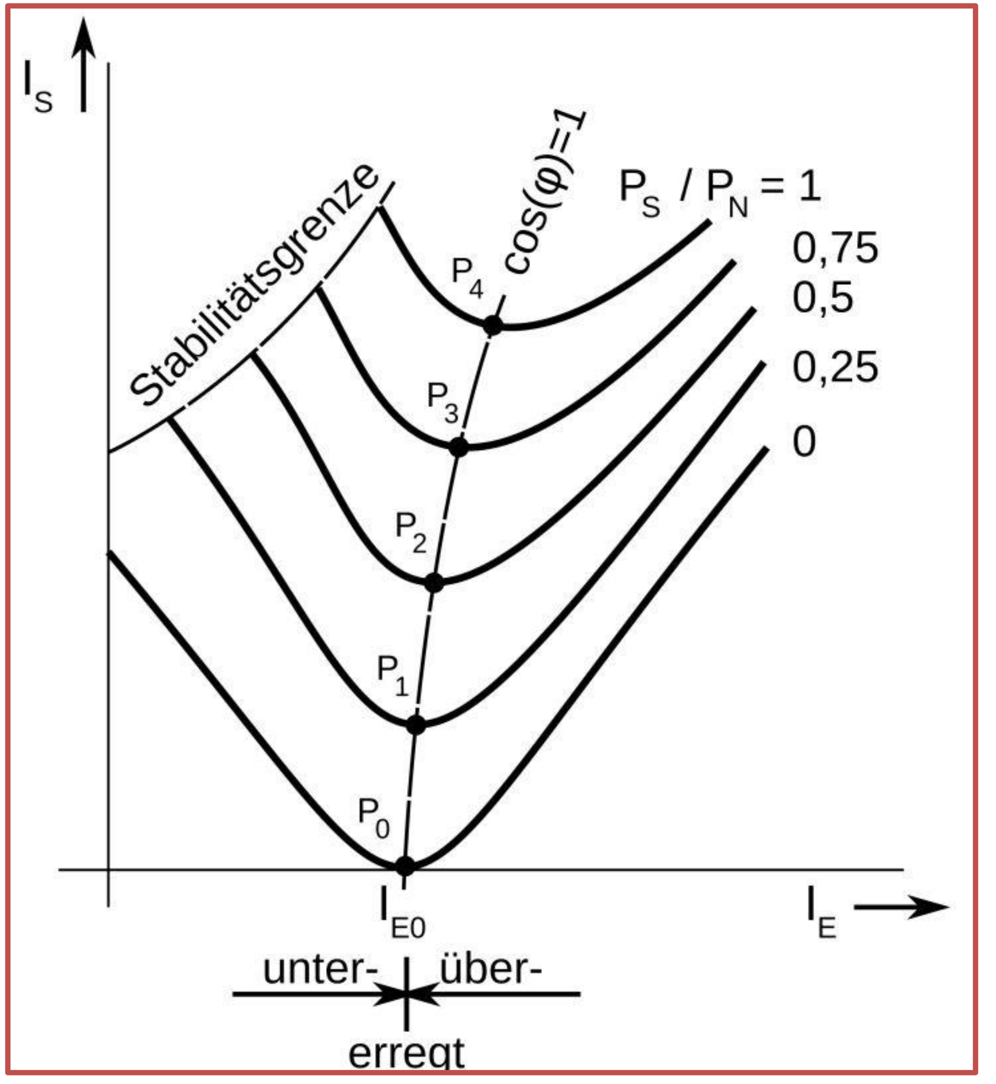
## ৪। পুল আউট টর্কঃ

সিনক্রোনাস স্পিড বজায় রেখে মোটোরে উৎপন্ন সর্বোচ্চ টর্ক কে পুল আউট টর্ক বলে।

# ভি – কার্ভের ব্যাখাঃ

ভি – কার্ভ ব্যাখ্যা করার জন্য ইনপুট পাওয়ার সমীকরণ বিবেচনা করা যেতে পারে ।যদি V=প্রতি ফেজের ভোল্টেজ ।= লাইন কারেন্ট এবং $cos\varphi$ =পাওয়ার ফ্যাক্টর হয় , তাহলে মোট তিন ফেজ ইনপুট পাওয়ার ,P=3$VI\ cos\varphi$

যদি P এবং V অপরিবর্তিত থাকে, তাহলে এর পরিবর্তনের সাথে $cos\varphi$ – ও পরিবর্তিত হয় কারন সেক্ষেত্রে , $I = \frac{1}{cos\varphi}$.



# নবম অধ্যায়

## সিনক্রোনাস মোটরের হান্টিং বা ফেজ সুইংইং

# হান্টিং

প্রাইম মুভারের গতিবেগ কম বেশি হওয়ার কারণে জেনারেটর রোটর তার স্বাভাবিক অবস্থা থেকে কিছুটা সামনে বা পিছনে যেতে চায়। ফলে জেনারেটর থেকে এক ধরণের ঘো ঘো শব্দ বেরিয়ে আসে। একে hunting বা সার্জিং বলে।

## হান্টিং – এর প্রতিকারঃ

১। অধিক শক্তিশালী রোটর ফিল্ড ব্যবহার করে ,এবং

২। ড্যাম্পার ওয়াইন্ডিং ব্যবহার করে।

# হান্টিং এর অসুবিধাসমূহঃ

১। বিরক্তিকর ও একঘিয়েমী সব্দ দূষণ সৃষ্টি হয় ।

২। যান্ত্রিক ক্ষয় ক্ষতি সাধিত হয় ।

৩। মোটর কর্তিক গৃহীত পাওয়ার এর পরিমান বেশি হওয়ায় ওয়াইন্ডিং অত্তাধিক গরম হয়ে পুরে যেতে পারে ।

৪। ফলে যান্ত্রিক দুর্ঘটনা ঘটিয়ে মোটর থেমে যেতে পারে ।

# দশম অধ্যায়

## সিনক্রোনাস মোটর চালুকরণ ও তার ব্যবহার

# সিনক্রোনাস মোটর চালুকরণ ও তার ব্যবহার

সিনক্রোনাস মোটরের পরিচালনা পদ্ধতিতে লক্ষণীয় বিষয় হচ্ছে starting torque শূন্য বিধায় মোটরটি নিজে থেকে চলতে পারে না । এ কারণে মোটর শ্যাফটের পৃথক একটি প্রাইম মুভার ব্যবহিত হয় , যা থেকে প্রয়োজনীয় starting torque সংগ্রহ করে মোটর চলতে সমর্থ হয় ।

তা ছাড়া অতিরিক্ত কারেন্ট গিয়ে যাতে stator কে না পুড়িয়ে ফেলে , সে জন্য starting এর সময় starter এর মাধ্যমে লাইন ভোল্টেজ কমিয়ে stator এ প্রয়োগ করা হয় ।

# সিনক্রোনাস মোটরের বিভিন্ন starting পদ্ধতিঃ

১।  DC মোটরের সাহায্যে,

২।  DC এক্সাইটারের সাহায্যে ,

৩।  পোনি মোটরের সাহায্যে,

৪।  স্বয়ং চালিত সিনক্রোনাস মোটর এর  সাহায্যে,

৫।  সিনক্রোনাস ইন্ডাকশন মোটর হিসাবে ।

# সিনক্রোনাস মোটর চালু করণ প্রক্রিয়াঃ

১। সর্বপ্রথম রোটর ফিল্ডের টার্মিনাল সমূহ শর্ট করে ,স্কুইরেল কেজ রোটরের মত করা হয় ।

২। এরপর অটো স্টার্টার এর সাহায্যে stator এ কম voltage প্রয়োগ করতে হয় ।

৩। যখন মোটর ইন্ডাকশন মোটর হিসেবে স্বাভাবিক গতিতে ঘুরতে আরম্ভ করে , তখন রোটরে আস্তে আস্তে DC এক্সাইটেশন দিতে হয় ।

এক্সাইটেশন দেয়ার কিছুক্ষণ পরে সিনক্রোনিজমে এসে মোটর পূর্ণ গতিতে চলতে শুরু করে।

৪। অতঃপর স্টেটরে পূর্ণ সরবরাহ দেওয়া হয় ।

৫। তখন রোটরকে ইচ্ছামত Under , normal এক্সাইটেশনে পরিচালনা করা হয় ।

# শিল্পক্ষেত্রে সিনক্রোনাস মোটরের ব্যবহারঃ

১। Synchronous condenser হিসাবে ,

২। Synchronous reactor হিসাবে ,

৩। Constant speed motor হিসাবে ,

৪। Bi-directional motor হিসাবে ,

৫। দৈত কাজে,

৬। Cyclo-converter হিসাবে

# এগার অধ্যায়

## পাওয়ার ফ্যাক্টর উন্নয়ন

# ভূমিকাঃ

অধিকাংশ ইন্ডাস্ট্রিয়াল লোড যেমন Transformer , Generator , Heating ফারনেস ,ark lamp ইত্যাদি lagging current এ চলে । এজন্য পাওয়ার ফ্যাক্টর অত্যন্ত নিম্ন মানে পৌঁছায় । এতে একদিকে যেমন line loss , voltage drop ইত্যাদি বৃদ্ধি পায় ।

অন্যদিকে তেমনি মেশিনের দক্ষতা হ্রাস পায় এবং voltage regulation এর অবনতি ঘটে । পাশাপাশি পরিবর্তনশীল এবং অ পরিবর্তনশীলখরচও আনুপাতিকভাবে বেড়ে যায় ।

# পাওয়ার ফ্যাক্টর সংশোধনের পদ্ধতিসমূহঃ

১। সিনক্রোনাস মোটরের সাহায্যে

২। সিনক্রোনাস কনডেনসারের সাহায্যে

৩। স্ট্যাটিক ক্যাপাসিটরের সাহায্যে

৪। ফেজ – এডভান্সারের সাহায্যে

# সিনক্রোনাস মোটরের ব্যবহারঃ

সিনক্রোনাস মোটরকে একই সঙ্গে mechanical power delivery এবং সিস্টেম p.f. উন্নয়নের কাজে ব্যবহার করা হয়

# সিনক্রোনাস কনডেনসারের সাহায্যেঃ

একটি over excited synchronous motor কে লোড বিহীন অবস্থায় চালনা মোটরটি ক্যাপাসিটরের ন্যায় লাইন থেকে leading current নেয় । এ অবস্থায় উক্ত মোটরকেsynchronous condenser বলে ।

Low lagging  plant load কিম্বা ট্রান্সমিশন লাইনের পাওয়ার ফ্যাক্টর উন্নয়নের প্রয়োজনে সিনক্রোনাস condenser কে লাইনের শেষে , রিসিভিং স্টেশনে লাইনে সাথে প্যারালেলে সংযোগ করতে হয় । এর ফলে power factor উন্নত হয় ।

# সুবিধাঃ

১। field excitation বাড়িয়ে কমিয়ে p.f. এর মান কম বেশি করা যায় ।

২। short circuit কারেন্টকে প্রতিহত করার মত মোটরের normal stability যথেষ্ট ।

৩। সহজেই ফল্ট দূর করা যায় ।

৪। লাইনে voltage ঘাটতির পরিমান কম ।

# অসুবিধাঃ

১।  মোটরের লস তুলনামূলক বেশি ।

২।  রক্ষণা বেক্ষন খরচ বেশি ।

৩।  শব্দ দূশনে পরিবেশ আক্রান্ত হয় ।

৪।  ৫০০ কে,ভি,এ –র ঊর্ধ্বে মোটরের তৈরী খরচ অপেক্ষাকৃত বেশি ।

# স্ট্যাটিক ক্যাপাসিটরের সাহায্যেঃ

3-$\varphi$লোডের জন্য একই মানের ৩টি ক্যাপাসিটর ব্যাংক তৈরি করা হয়।তবে স্টার সংযোগ করলে প্রতি ফেজে ক্যাপাসিটরের মান ৩ গুন বেশি হতে হয় বলে delta capacitor bank-ই সর্বত্র প্রচালিত ।

সংযোজিত ক্যাপাসিটর কর্তিক গৃহীত leading current load কারেন্টের lagging reactive কম্পোনেন্টকে আংশিক বা সম্পূর্ণরুপে নিরপেক্ষ করায় লোডের p.f. যথেষ্ট উন্নত হয় ।

# #সুবিধাঃ

১। পাওয়ার লস কম হয় ।
২। রক্ষণাবেক্ষনের ঝামেলা কম ।
৩। ওজনে হালকা ও ছোট আকৃতি বিশিষ্ট ।
৪। স্বাভাবিক আবহাওয়ায় কাজ করতে সক্ষম ।

# #অসুবিধাঃ

১। আয়ুস্কাল কম ।
২। সিস্টেম voltage rated মান অতিক্রম করা মাত্র এগুলি নষ্ট হয়ে যায় ।
৩। একবার নষ্ট হয়ে গেলে তা মেরামোত করা কষ্টসাধ্য ।

# ফেজ – এডভান্সারের সাহায্যেঃ

বড় বড় ইন্ডাকশন মোটরের পাওয়ার ফ্যাক্টর ফেজ আডভান্সারের সাহায্যে উন্নত করা হয় । নির্দিষ্ট গতিবেগে ঘোরে , এমন ইন্ডাকশন মোটরের রোটরের সাথে ফেজ এডভান্সার সংযোগ করা হয় ।

ব্রাশের অবস্থান পরিবর্তন সাপেক্ষে স্টেটরে প্রযুক্ত voltage এর মান এমনভাবে পরিবর্তন করা হয় , যাতে ফেজ এডভান্সার কতৃক গৃহীত লিডিং রিয়্যাক্টিভ (leading $I\sin\varphi$) লাইনের অধিকাংশ ল্যাগিং রিয়্যাক্টিভ (lagging $I\sin\varphi$) কে প্রতিহত করে ।

ফলে মোটর লাইন থেকে শুধু কার্যকরী কারেন্ট $I\cos\varphi$গ্রহন করে এবং অর্ধ –লোড থেকে পূর্ণ লোড পর্যন্ত একক পাওয়ার ফ্যাক্টরে কাজ করতে সক্ষম হয়।

# দ্বাদশ অধ্যায়

## সিঙ্গেল ফেজ মোটরের কার্যনীতি

# আলোচ্য বিষয়

- সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটর সেল্ফ স্টার্টিং নয়-তার ব্যাখ্যা
- সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটর সেল্ফ স্টার্টিং করার পদ্ধতি সমূহ
- স্টান্ডার্ড স্প্লিট ফেজ মোটর
- ক্যাপাসিটর মোটর
- শেডেড পোল মোটর এবং রিপালশন মোটর
- ইউনিভার্সাল মোটর,রিলাক্ট্যান্স মোটর
- সিঙ্গেল ফেজ মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণের পদ্ধতির তালিকা

# সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটর সেল্ফ স্টার্টিং নয়-তার ব্যাখ্যা

যখন সিঙ্গেল ফেজ সাপ্লাই মোটর ওয়ান্ডিং এ দেওয়া হয়,তখন মোটর কারেন্ট চুম্বকক্ষেত্রের সৃস্টি করে। প্রথম অর্ধ-সাইকেলের জন্য স্টেটর কারেন্টের যে অভিমূখে হয় তার জন্য স্টেটর সারফেসে a বিন্দুতে দক্ষিণ মেরু এবং c বিন্দুতে উত্তর মেরু সৃষ্টি হয় ।পরবর্তি অর্ধ- সাইকেলে এ পোল গুলো বিপরীত হবে। এ অবস্থায় ফিল্ড ঘূর্ণায়মান না হয়ে পালসেটিং ফিল্ড এর সৃষ্টি করবে।

এর ফলে রোটর কন্ডাক্টর ট্রান্সফরমার অ্যাকশনে ভোল্টেজ এর সৃষ্টি হয়, যার ফলে এর ফ্লাক্স স্টেটরের ফ্লাক্সের একই অক্ষে থেকে এক অন্যকে প্রতিহত করে। ফলে রোটর কোন দিকেই টর্ক সৃষ্টি হয় না । এজন্যই বলা হয় সিঙ্গেল ফেজ মোটর সেল্ফ স্টার্টিং নয়। কিন্তু একবার ঘুরিয়ে দিলে ঘুরতে থাকে।

# সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটর সেল্ফ স্টার্টিং করার পদ্ধতি সমূহ ঃ-

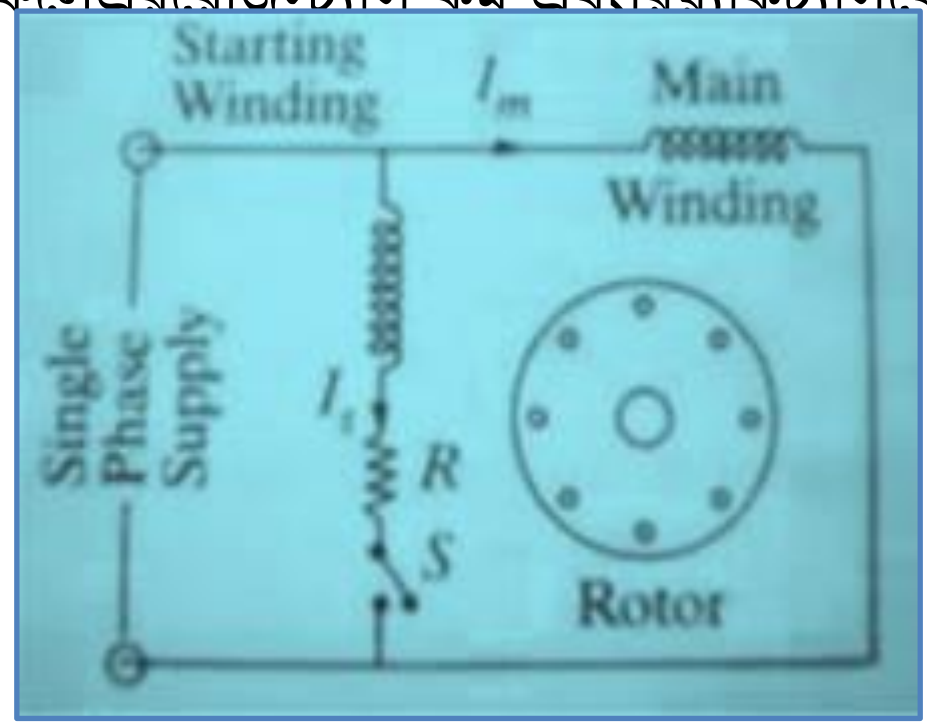
গঠন প্রনালীল উপর ভিত্তি করে সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটর সেল্ফ স্টার্টিং করার পদ্ধতি সমূহ ঃ-

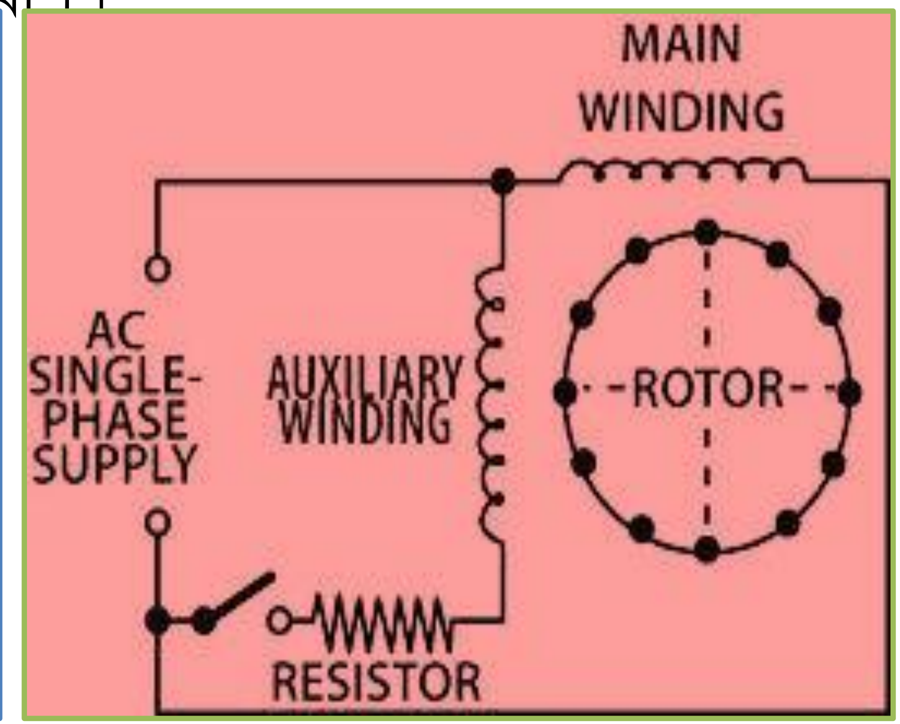
- স্ট্যান্ডার্ড স্প্লিট ফেজ মোটর
- ক্যাপাসিটর স্টার্ট মোটর
- ক্যাপাসিটর স্টার্ট ও ক্যাপাসিটর রান মোটর

- শেডেড পোল মোটর
- রিল্যাকট্যান্স মোটর
- রিপালশন মোটর
- ইউনিভার্সাল মোটর
- হিসটেরেসিস মেটর ইত্যাদি

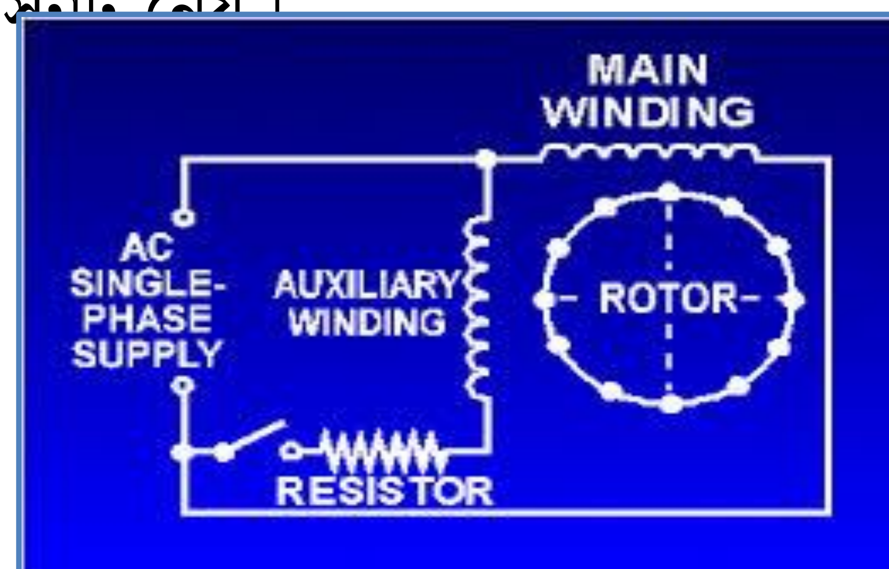
# স্টান্ডার্ড স্প্লিট ফেজ মোটর

এ মোটরেরস্টেটরে দুইটিওয়াইন্ডিংকরাহয়েছেযারাপরষ্পর90°আউটঅবস্পেসএবংআউটঅবফেজেআছে ।একটি স্টার্টিংকয়েল, যাচিকনতারেরঅধিকসংখকপ্যাঁচদিয়ে তৈরি । ফলেএররেজিস্ট্যান্সবেশিএবংরিয়্যাক্ট্যান্স কম । অন্যটিরানিংকয়েলযামোটাতারেরতৈরিএবং এতে কমসংখকপ্যাঁচ থাকে । ফলেএররেজিস্ট্যান্স কম এবংরিয়্যাকট্যান্সবেশি ।



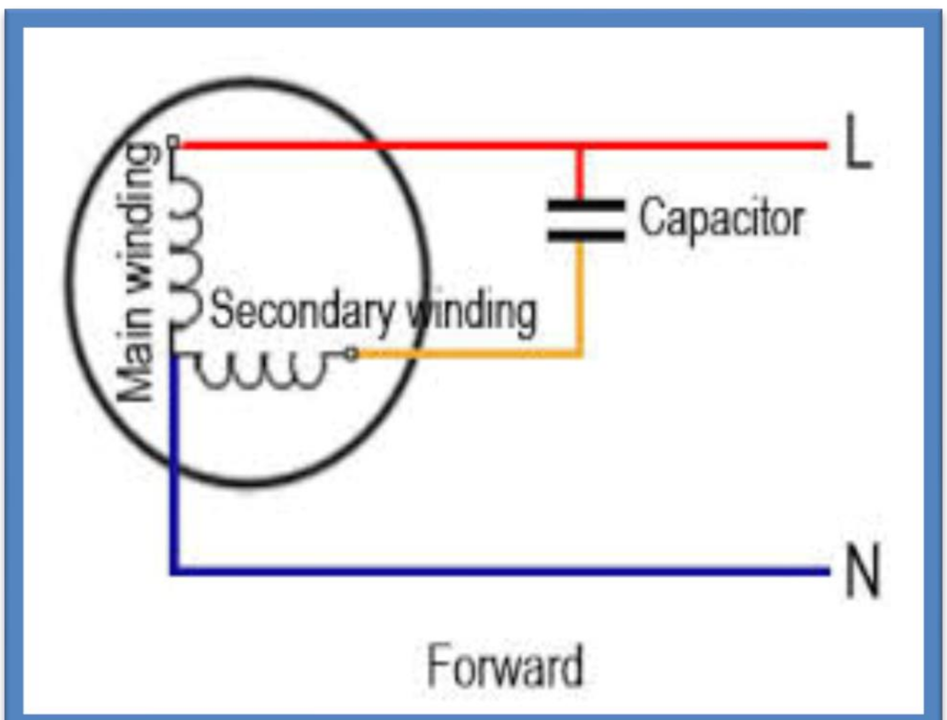



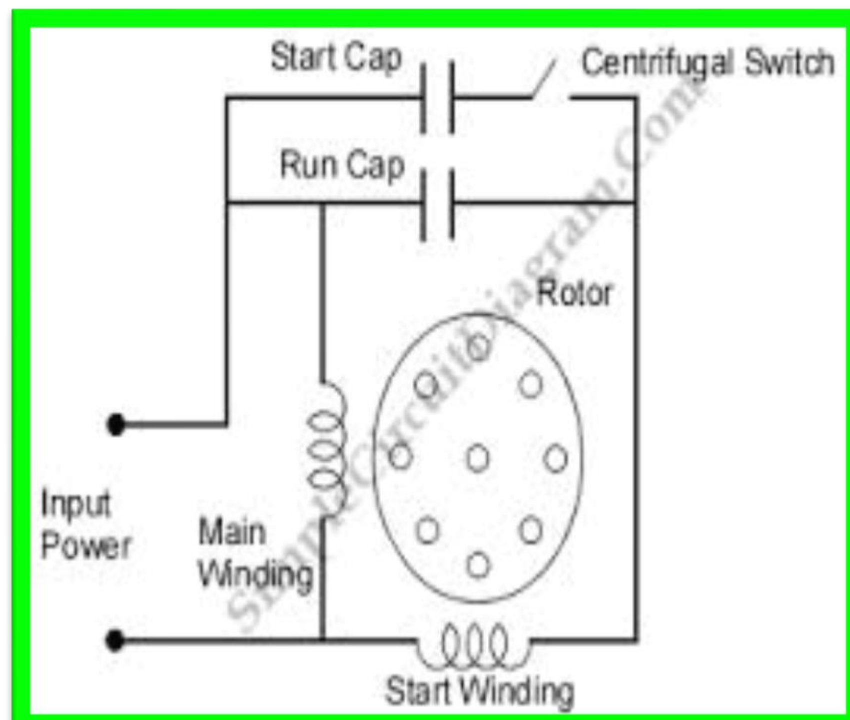
- এ কয়েলদ্বয়প্যারালালে সংযুক্ত থাকেবিধায় দুইকয়েলে দুইকারেন্টপ্রবাহিতহয়,এবং৫ ° কোণেঅবস্থানকরে। স্টার্টিংকয়েল রেজিস্ট্রিভ থাকায়এরকারেন্ট ভোল্টেজএরকাছাকাছি থাকেএবংরানিংকয়েলরিয়্যাকটিভবিধায়এরকারেন্ট, ভোল্টেজএরঅনেকপিছনে থাকে।
- এদেরদ্বারাসৃষ্টফ্লাক্স দুই ফেজেরন্যায়আচরণকরেএবংআংশিকরিভলভিংম্যাগনেটিকফিল্ড তৈরিকরে , যারফলে মোটর স্টার্ট নেয়।



# ক্যাপাসিটর মোটর

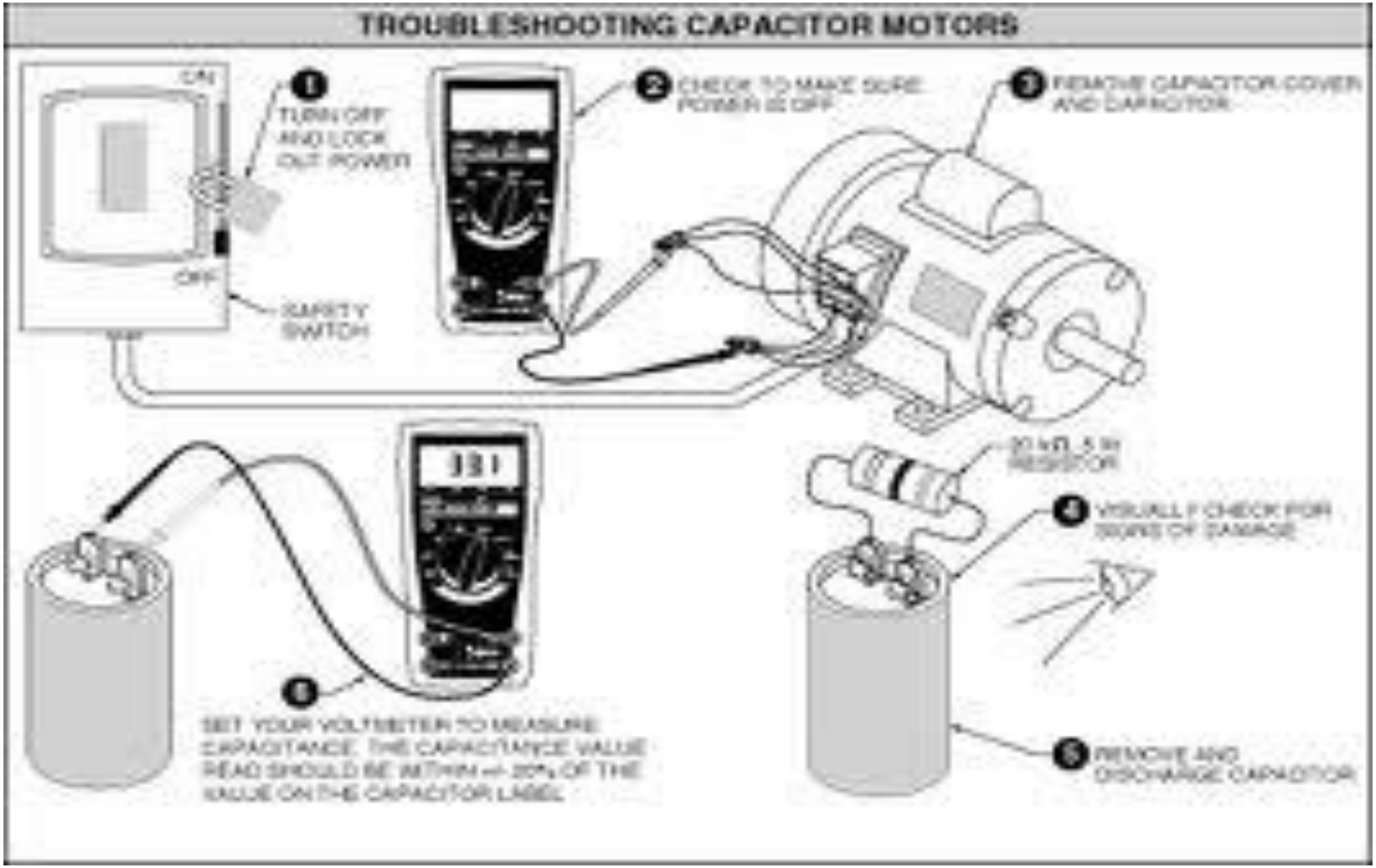
কিছু মোটরের ক্যাপাসিটর মোটরের ওয়ান্ডিং এর সাথে সিরিজে সংযুক্ত থাকে এমনকি মোটর স্টার্ট থেকে রানিং পর্যন্ত সব সময় এ ক্যাপাসিটর সংযুক্ত থাকে এ ধরনের মোটর কে ক্যাপাসিটর রান বা ক্যাপাসিটর মোটর বলে।



এ মোটরের টর্ক বৃদ্ধি করার জন্য ক্যাপাসিটর সংযুক্ত করা হয়। ফলে,এ মোটরের স্টার্টিং কয়েলের কারেন্ট ভোল্টেজ এর আগে যায় এবং রানিং কয়েলের কারেন্ট ভোল্টেজ এর পিছনে থাকে।

ফলে এদুটি কারেন্টের মধ্যে ফেজ অ্যাঙ্গেলের পরিমান বৃদ্ধি পেয়ে প্রায় ৯০ ডিগ্রীর কাছাকাছি আসে এবং ইহা দুই ফেজ সাপ্লাই এর ন্যায় কাজ করে। ফলে টর্কের পরিমান ও বৃদ্ধি পায়।

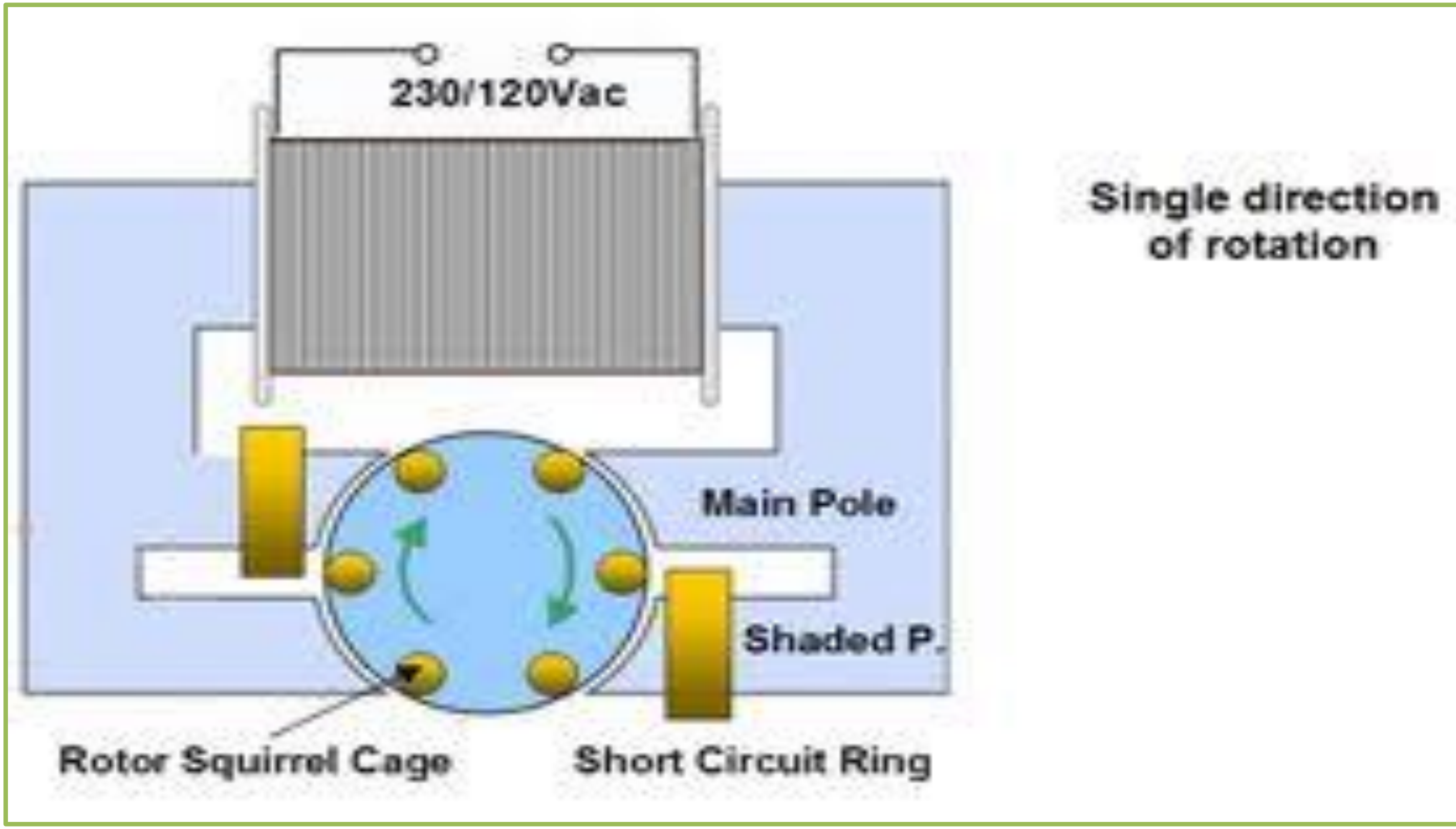



চিত্র ঃ ক্যাপাসিটর ও ক্যাপাসিটর মোটর

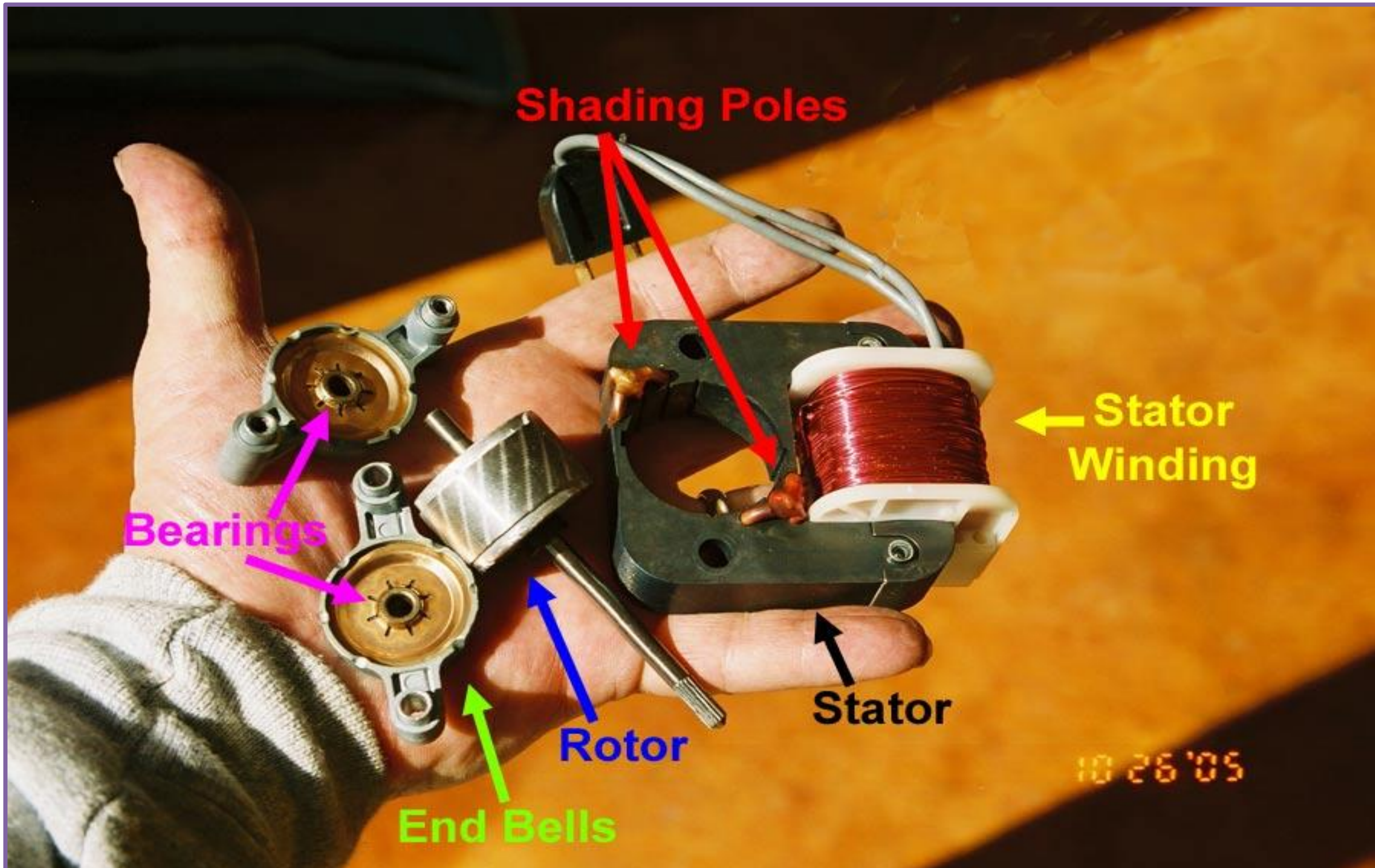
চিত্র ঃ ক্যাপাসিটর ও ক্যাপাসিটর মোটর

# শেডেড পোল মোটর এবং রিপালশন মোটর

- মোটরের একাংশ স্লট কেটে শেডিং কয়েল পরানো হয় এবং তার সাহায্যে আংশিক রোটেটিং ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হয়, তাকেই শেডেড পোল মোটর বলে।
- ইহা আর এক প্রকার ইন্ডাকশন মোটর কারণ এর রোটর স্টেটর হতে ইন্ডাকশন পদ্ধতিতে পাওয়ার গ্রহন করে। এ মোটর গঠন খুবই সহজ এবং সরল এবং দামে সস্তা হয়। ইহা স্যালিনয়েট বা প্রজেকটেড পোল টাইপ এর হয়।




শেডেড পোল মোটরের অভ্যন্তরীন চিত্র




শেডেড পোল মোটরের বিভিন্ন অংশ

# শেডেড পোল মোটর

# ইউনিভার্সাল মোটর,রিলাক্ট্যান্স মোটর

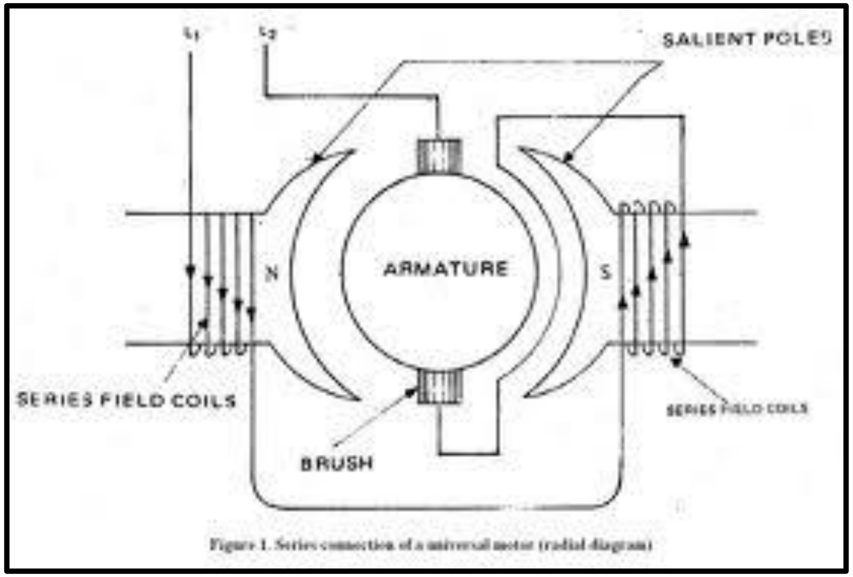
ইউনিভার্সাল মোটর এমন এক ধরনের মোটর যা ডি.সি আথবা এ.সি যে কোন সাপ্লাইয়ে কাজ করে এবং উভয় ক্ষেত্রে গতি ও আউট পুট ভালো পাওয়া যায়।

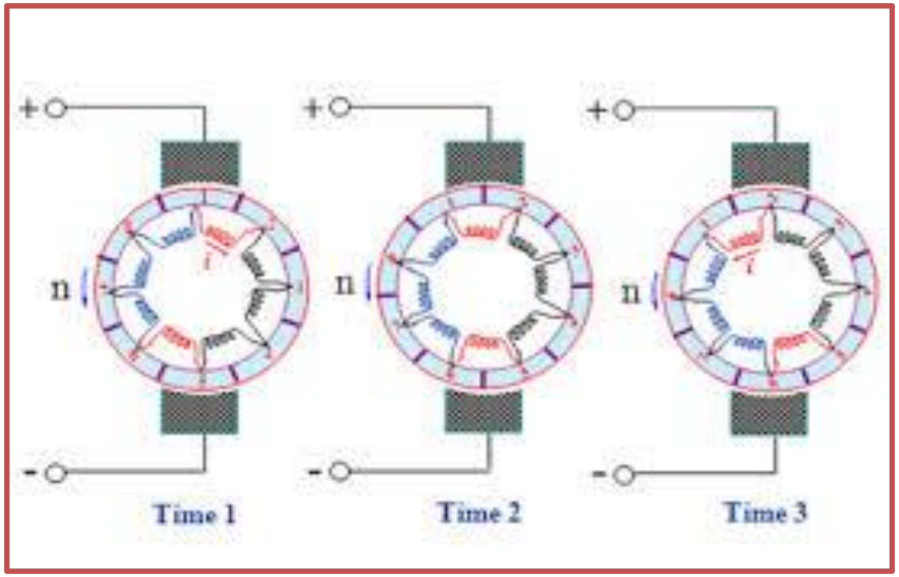
- **ইহা দুই প্রকার যথা ঃ**

১. কনসেনট্রেড পোল বা ননকমপেনসেটডে টাইপ

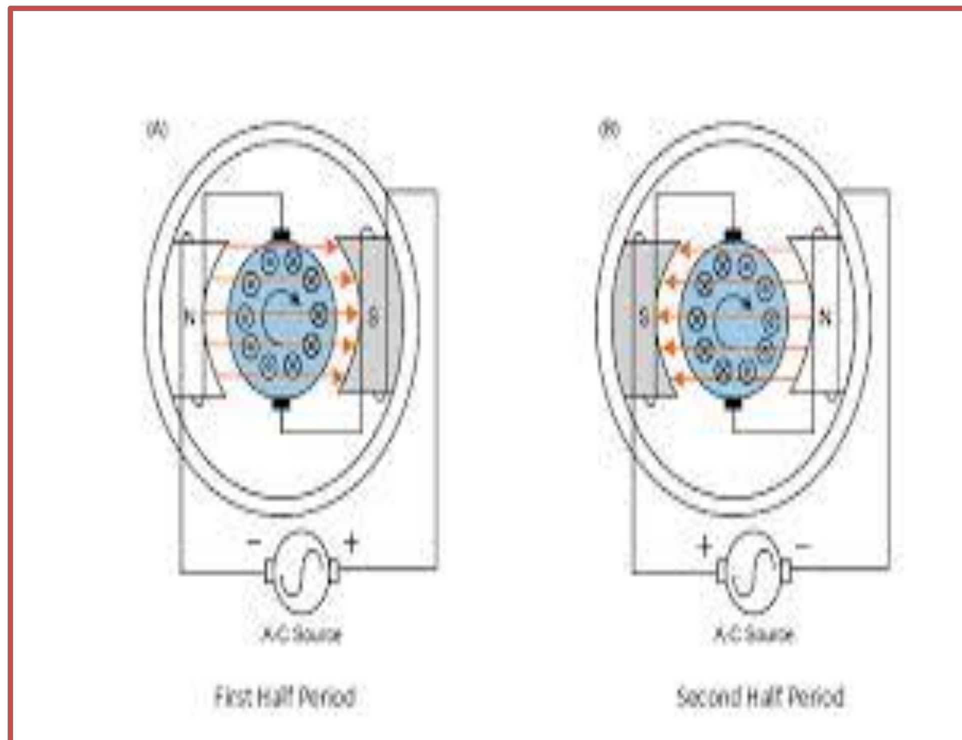
২. ডিস্ট্রিবিউটেড ফিল্ড কমপেনসেটেড টাইপ

- এ মোটর আসলে একটি ডিসি সিরিজ মোটর এর অনুরূপ। ডিসি সিরিজ মোটর দেখা গেছে যে ,এর দিক পরিবর্তন করলেও এর ঘূর্ণনের দিকের কোন পরিবর্তন হয় না। কারণ আর্মেচার ও ফিল্ডের কারেন্ট প্রবাহের দিক একই সময়ে পরিবর্তন হয়।
- এই নীতির উপর ভিত্তি করেই ডিসির পরিবর্তে সমপরিমান এসি সাপ্লাই দেয়া হয়। প্রতি সাইকেলে টার্মিনালে দুই বার পোলারিটি পরিবর্তন হইলেও মোটরের ঘুর্ণনের কোন পরিবর্তন হয় না।



- এ অবস্থায় আর্মেচার ফ্লেমিং এর বামহাতের সূত্র অনুযায়ী ঘড়ির কাটার উল্টা দিকে ঘুরে। কাজেই দেখা যায় এধরনের মোটরের পোলারিটি পরিবর্তন করলেও এর মোটরের রোটরের ঘূর্ণনের দিকের কোন পরিবর্তন হয় না।



চিত্র ঃ সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটর

# সিঙ্গেল ফেজ মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণের পদ্ধতির তালিকা

- মোটরের গতিবেগ নিয়ন্ত্রন করতে হলে কতকগুলো মূলনীতি প্রয়োগ করা হয়।

- ❑ মোটরে আরপিত ভোল্টেজ পরিবর্তন করে।
- ❑ রোটর কারেন্ট পরিবর্তন করে
- ❑ ফিল্ড ফ্লাক্স বা চৌম্বক বলরেখা পরিবর্তন করে।
- ❑ মোটরের পোল পরিবর্তন করে।

- সিঙ্গেল ফেজ মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণ এর পদ্ধতি সমুহ

- ❑ পরিবর্তনশীল সিরিজ রেজিস্ট্যান্স পদ্ধতি
- ❑ ফ্লাক্স নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি
- ❑ মাল্টিস্পীড কন্ট্রোল
- ❑ ব্রাশ শিফটিং কন্ট্রোল
- ❑ সেন্ট্রিফিউগাল মেকানিজম
- ❑ গিয়ার কন্ট্রোল মেকানিজম
- ❑ ইলেকট্রনিক কন্ট্রোল ইত্যাদি।

# সম্ভাব্য প্রশ্ন সমুহ

- সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটর সেল্ফ স্টার্টিং নয়-তার ব্যাখ্যা
- সিঙ্গেল ফেজ ইন্ডাকশন মোটর সেল্ফ স্টার্টিং করার পদ্ধতি সমূহ
- স্টান্ডার্ড স্প্লিট ফেজ মোটর
- ক্যাপাসিটর স্টার্ট এবং রান মোটরের বর্ণনা কর।
- শেডেড পোল মোটরের বর্ণনা কর।
- ইউনিভার্সাল মোটরের বর্ণনা কর।
- সিঙ্গেল ফেজ মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণের পদ্ধতির তালিকা লিখ।
- ক্যাপাসিটর স্টার্ট এবং রান টাইপ মোটরে ক্যাপাসিটরের কাজ কি ?

# ৩তের অধ্যায়

## এসি কম্যুটেটর মোটরের কার্যনীতি

# ভূমিকাঃ

এসি কম্যুটেটর মোটর নানা রকমের দেখতে পাওয়া যায় । এ সকল মোটরের গঠনশৈলী , বিশিষ্টতা ও ব্যাবহারিক ক্ষেত্র আলাদা । কলকারখানা বা গৃহস্থালি কাজে সাধারনতঃ যে সকল কম্যুটেটর মোটর ব্যবহিত হয় , সেগুলো হচ্ছে

১। কম্পেনসেন্টে ইন্ডাকশন মোটর
২। শ্রেজ মোটর
৩। স্টেটর-ফেড কম্যুটেটর মোটর
৪।$3-\varphi$সিরিজ মোটর
৫। 1-$\varphi$ সিরিজ মোটর
৬। রিপালশন মোটর ইত্যাদি

# A.C. Commutator মোটরের গঠনঃ

এদের মধ্যে শ্রেজ সিরিজ মোটর সবচেয়ে বেশি কার্যপযোগী । শ্রেজ মোটরে মূল ৩টি ওয়াইন্ডিং থাকে ,

১। primary winding
২। regulating winding
৩। secondary winding

## এছাড়াও অন্যান্য অপরিহার্য অংশগুলি হল:

১। ল্যামিনেটেড স্টেটর ও রোটর কোর
২। স্লিপ রিং ইউনিট
৩। কম্যুটেটর
৪। ব্রাশ ও ব্রাশ হোল্ডার
৫। ব্রাশ রকার ইত্যাদি

# কম্যুটেটর মোটরের সুবিধাঃ

১।   ব্রাশ পজিশন পরিবর্তন করে ,

(ক)  সহজেই মোটরের গতিবেগ নিয়ন্ত্রন করা যায় ,
(খ)  একই মোটরকে  DC shunt মোটর , induction motorএবং synchronous motor হিসাবে

২।  Starting torque খুব বেশি বিধায় ভারী লোড পরিচালনায় এ মোটর বিশেষ ভাবে উপযোগী ।

৩।  স্লিপ রিং মোটরের তুলনায় এর কর্ম ক্ষমতা বেশি ।

৪।   High speed setting এ পাওয়ার ফ্যাক্টর ও দক্ষতা উচ্চ মানের হয় ।

# কম্যুটেটর মোটরের অসুবিধাঃ

১। লো স্পীড সেটিং এ power factor ও দক্ষতা নিম্ন মানের হয়।
২। মোটর অত্যন্ত ব্যয়বহুল
৩। কম্যুটেশন সাধারণত নিম্ন মানের হয়
৪। অপারেটিং ভোল্টেজ ৭০০ ভোল্ট এর মধ্যে সীমিত রাখা হয়।

# এ.সি. কম্যুটেটর মোটরের ব্যবহার

১। পেপার মিল
২। স্টীল মিল
৩। লিফট
৪। ক্রেন
৫। বিদ্যুৎচালিত ট্রেন ও ট্রামগাড়ী

৬।  রোলিং মিল

৭।  মেশিন টুলস

৮।  বেল্ট কনভেয়ার

৯।  টেক্সটাইল মেশিনারী

১০।  প্রিন্টিং মেশিনারী

১১।  কয়লা উত্তোলক যন্ত্র ইত্যাদি

# অধ্যায় - ১৪

## সিঙ্গেল ফেজ মোটরের গতিবেগনিয়ন্ত্রন

# ভূমিকা :

যে কোন মোটরের স্পীড কন্ট্রোল বলতে নির্দিষ্ট কার্য সম্পাদনের অভিপ্রায়ে উদ্দেশমূলক ভাবে উক্ত মোটরের গতিবেগ পরিবর্তন করা বুঝায়। মোটর শ্যাফট বা রোটরের সাথে যুক্ত লোড পরিবর্তনের ফলে স্বভাবত:ই মোটর স্পীডে কিছু পরিবর্তন আসে।

এরুপ প্রযুক্ত লোড কম বেশি করে মোটর স্পীডের পরিবর্তন কোন অর্থেই যুক্তগ্রাহ্য হতে পারে না। বরং লোডযুক্ত মোটরের গতিবেগ প্রয়োজন মাফিক পরিবর্তন তথা নিয়ন্ত্রনের বিবেচ্য বিষয় হওয়া সঙ্গত।

# সিঙ্গেল ফেজ মোটরের গতিবেগ নিয়ন্ত্রনের পদ্ধতিসমূহ :

লোডের বৈশিষ্ট্য ও চাহিদা অনুযায়ী ডোমেস্টিক ও ইন্ডাস্ট্রিয়াল সেক্টওে নানা ধরনের সিঙ্গেল ফেজ মোটর ব্যবহার হতে দেখা যায়। যেমন

১. কনস্ট্যান্ট স্পীড মোটর

২. ভেরিয়েবল স্পীড মোটর

৩. অ্যাডজাস্টেবল স্পীড মোটর

৪. অ্যাডজাস্টেবল- ভেরিয়েবল স্পীড মোটর

৫. মাল্টি স্পীড মোটর

# সিঙ্গেল ফেজ মোটরের গতিবেগ নিয়ন্ত্রনের সুনির্দিষ্ট কয়েকটি পদ্ধতি রয়েছে –

- পরিবর্তনশীল সিরিজ রেজিস্ট্যান্স বা ট্যাপ্‌ড রিয়্যাকটেন্স পদ্ধতি।
- ফ্লাক্স কন্ট্রোল পদ্ধতি-

  ট্যাপ্‌ড ফিল্ড কন্ট্রোল পদ্ধতি।

  আমেচার/ফিল্ড ডাইভার্টার।
- মাল্টি-স্পীড কন্ট্রোল পদ্ধতি।
- ব্রাশ শিফ্‌টিং কন্ট্রোল পদ্ধতি।
- সেন্ট্রিফিউগাল মেকানিজম।
- গিয়ার কন্ট্রোল মেকানিজম।
- ইলেক্ট্রনিক কন্ট্রোল।

## ১৪.২ সিঙ্গেল ফেজ মোটরের গতিবেগ নিয়ন্ত্রনের পদ্ধতি বর্ণনাঃ

নিচে উল্লেখযোগ্য কয়েকটি সিঙ্গেল ফেজ মোটরের গতিবেগ নিয়ন্ত্রনের পদ্ধতি আলোচনা করা হল।

### ১। স্প্লিট ফেজ বা ক্যাপাসিটর স্টার্ট মোটরের গতিবেগ নিয়ন্ত্রনঃ

এ পদ্ধতিতে পোল বিভাজন প্রক্রিয়ায় অর্থাৎ ফ্লাক্স কন্ট্রোল পদ্ধতিতে স্প্লিট ফেজ বা ক্যাপাসিটর স্টার্ট মোটরের মাল্টি স্পীড মোটর হিসাবে চালানো যায়।

### ২। ক্যাপাসিটর স্টার্ট ও রান মোটরের গতিবেগ নিয়ন্ত্রনঃ

একই প্রক্রিয়ায় ক্যাপাসিটর স্টার্ট ও রান মোটরের গতিবেগ নিয়ন্ত্রন করা যায়। তবে এ ক্ষেত্রে স্থায়ীভাবে ক্যাপাসিটর সংযোগ থাকে বিধায় কোন সেন্ট্রিফিউগাল সুইচ প্রয়োজন হয় না।

## ক্যাপাসিটর মোটরের গতিবেগ নিয়ন্ত্রনঃ

প্রচলিত পদ্ধতিগুলোর মধ্যে উল্লেখযোগ্য কয়েকটি হচ্ছে –

- ফ্লাক্স কন্ট্রোল মেথড।
- অটো ট্রান্সফরমার মেথড।
- ভেরিয়েবল সিরিজ রেজিস্ট্যান্স মেথড।

## শেডেড পোল মোটরের গতিবেগ নিয়ন্ত্রনঃ

১। অটো ট্র্যান্সফরমার মেথড

২। র্যিয়াক্টেন্স কয়েল মেথড

৩। ট্যাপ্‌ড ওয়াইডিং মেথডে

# ফ্লাক্স কন্ট্রোল মেথড

এ পদ্ধতিতে ফ্র্যাকশনাল হর্স পাওয়ার রেটিং এর ক্যাপাসিটর মোটরকে ভেরিয়েবল স্পীড হিসাবে চালানো যায়।

এ ব্যবস্থায় মেইন ওয়াইন্ডিংকে দু ভাগে বিভক্ত করে একবার প্যারালেল সংযোগ করলে মোটর স্বাভাবিক গতিতে রান করে। কিন্তু ওয়াইন্ডিংদ্বয় সিরিজে সংযোগ করলে রানিং টর্ক কমে যাওয়ার কারনে মোটর ৬০-৭০% স্পীডে রান করে।

অর্থাৎ মোটর স্পীড পূর্বাপেক্ষা ৩০-৪০% কমে যায়।

## Auto transformer method:

ক্যাপাসিটর মোটরকে অনেক সময় ট্রান্সফরমারের সাহায্যে নিয়ন্ত্রন করা হয়। এ ক্ষেত্রে ট্রন্সফরমারের বিভিন্ন ট্যাপিং পয়েন্ট থেকে বিভিন্ন মানের ভোল্টেজ মোটরে প্রয়োগ করা হয়। আরোপিত ভোল্টেজের মান অনুযায়ী মোটর স্পীডও পরিবর্তন হয়।

## ভেরিয়েবল সিরিজ রেজিস্ট্যান্স মেথডঃ

ক্যাপাসিটর মোটর স্পীড নিয়ন্ত্রনের জন্য এক্ষেত্রে অর্ডিনারি কিংবা ইলেক্ট্রনিক রেগুলেটরের সাহায্যে মোটর সার্কিটে অতিরিক্ত রেজিস্ট্যান্স প্রদান করা হয়।

## অর্ডিনারি রেগুলেটরঃ

এটি খুব সাধারন পদ্ধতি। যথারীতি রেগুলেটরে নব ঘুরিয়ে সার্কিটের সিরিজ রেজিস্ট্যান্স পরিবর্তন করা হয়। ফলে রেজিস্টিভ ড্রপ হওয়ায় মোটর টার্মিনাল অপেক্ষাকৃত কম ভোল্টেজ পায়। এবং যে অনুযায়ী মোটরে স্পীডে নির্ধারিত হয়।

## ইলেক্ট্রনিক রেগুলেটরঃ

ট্রায়াক-ডায়াক ও রেজিস্টর-ক্যাপাসিটর সমৃদ্ধ ইলেক্ট্রনিক রেগুলেটর সিলিং ফ্যান মোটর নিয়ন্ত্রনের জন্য অত্যন্ত কার্যকর। এক্ষেত্রে R-C টাইম কনস্ট্যান্ট অনুয়াযী ট্রায়াক ট্রিগারিং হয় এবং ভেরিয়েবল রেজিস্টরকে প্রয়োজন মত কম বেশী করে মোটরে আরোপিত ভোল্টেজ তথা মোটর স্পীড কন্ট্রোল করা

# ইউনিভার্সাল মোটরের গতিবেগ নিয়ন্ত্রনঃ

এ.সি. সিরিজ মোটর বা ইউনিভার্সাল মোটর স্পীড কন্ট্রোলিং এর জন্য সাধারণতঃ

- রেজিস্ট্যান্স মেথড।
- ট্যাপিং-ফিল্ড মেথড।
- সেন্ট্রিফিউগাল মেকানিজম প্রয়োগ করা হয়।

# রিলে ও টাইমার ব্যবহার করে এক ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের ঘূর্ণন অভিমুখ উল্টো করণঃ

এক ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের স্টেটরে দুইটি ওয়াইডিং থাকে। একটি মেইন, অন্যটি সাহায্যকারী ওয়াইডিং।

মোটরটি রিভার্সিবল ক্যাপাসিটর টাইপ হলে ওয়াইডিং দুটি পুরোপুরি একই রকম হওয়া দরকার,যেখানে ক্যাপাসিটরের সাথে যুক্ত ওয়াইডিংটি সাহায্যকারী ওয়াইডিং হিসাবে বিবেচিত হয়।

# অধ্যায়-১৫

## তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের লোড নিয়ন্ত্রন পদ্ধতি

# আলোচ্য বিষয়

- তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের গঠন
- স্কুইরেল কেজ টাইপ ইন্ডাকশন মোটরের গঠন
- উন্ড রোটর ইন্ডাকশন মোটরের গঠন
- তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের ঘুরন্ত চৌম্বকক্ষেত্র তৈরীকরণ
- ডাবল স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটরের গঠন
- তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটর চালুকরণ
- তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরে গতি নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি

## রিলে ও টাইমার ব্যবহার করে তিন ফেজ মোটরের ঘূর্ণন অভিমুখ উল্টোকরনঃ

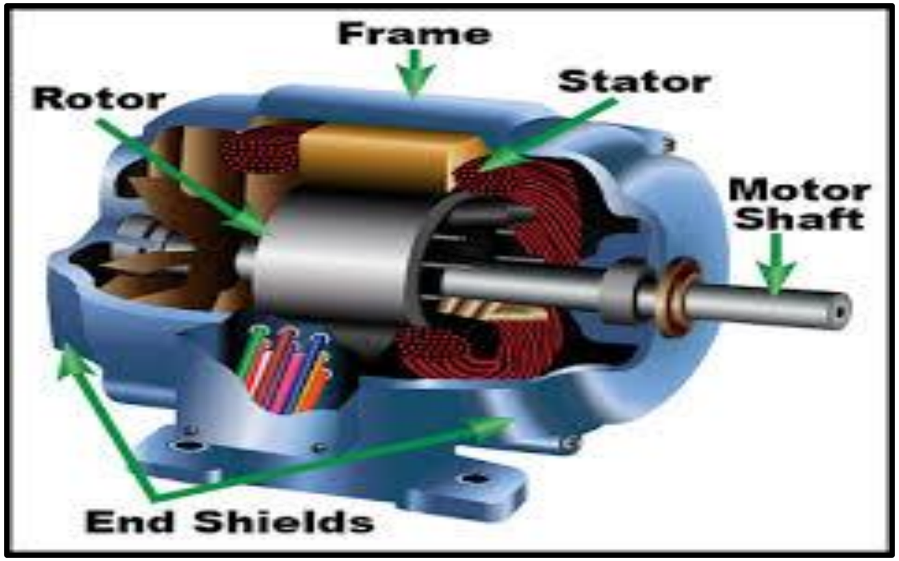
তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটর টার্মিনালের যে কোন জোড়া ওয়াইন্ডিং এর পারস্পারিক সংযোগ বদলে দিলে পারস্পারিক সংযোগ বদলে দিলে পরিবর্তিত ফেজ সিকোয়েন্স গুলো R-B-Y অথবা Y-R-B হয়।

ফেজ সিকোয়েন্স এ পরিবর্তিত বিন্যাসই মূলতঃ ঘূর্ণায়মান চুম্বক ক্ষেত্রের অভিমুখ উল্টে দেয়। স্বভাবতই ইন্ডাকশন মোটর প্রিনসিপ্ল অনুযাযী রোটরের ঘূর্ণন পরিবর্তন হয়ে যায়।

# তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের গঠন

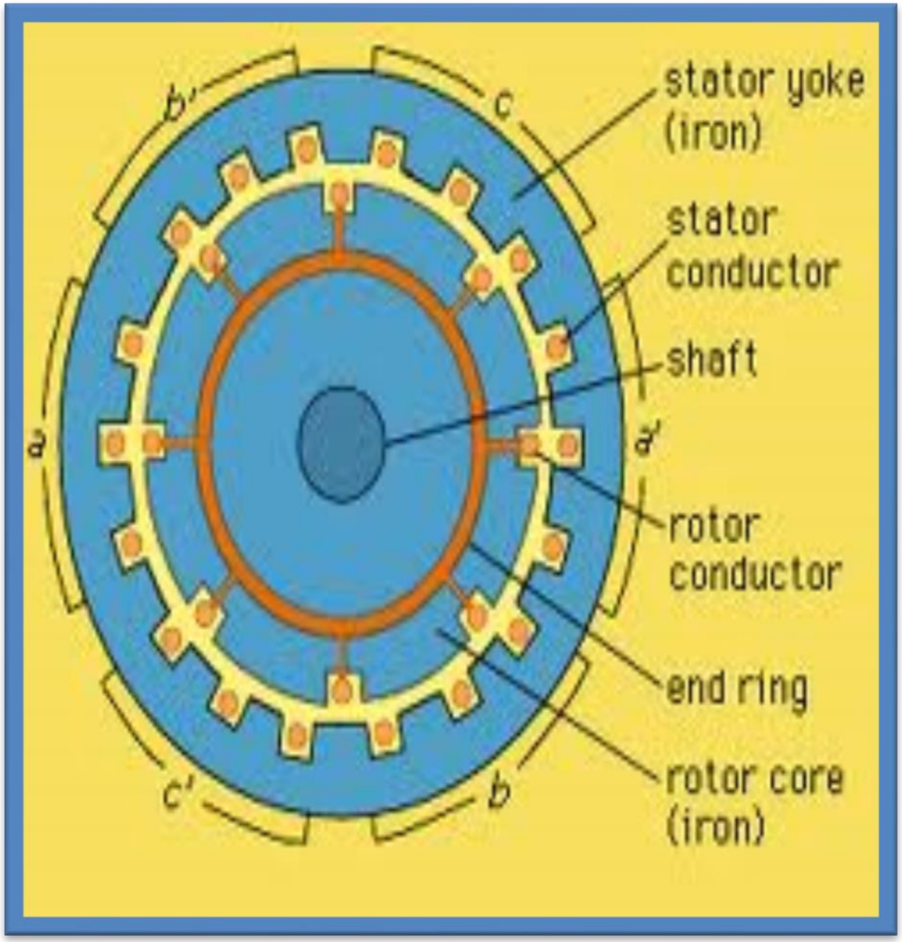
তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটর দুটি প্রধান অংশ নিয়ে গঠিত

- স্টেটর বা স্থির অংশ
- রোটর বা ঘূর্ণায়মান অংশ



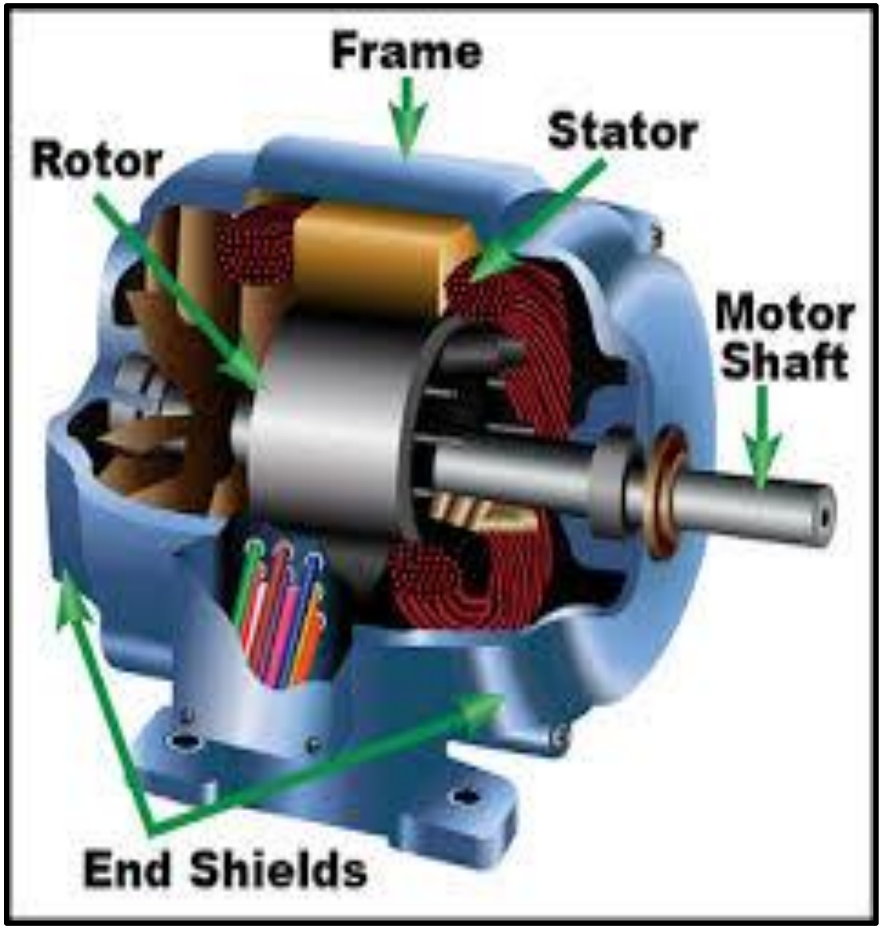
এছাড়াও নিম্নের অংশ সমুহ থাকে

১. ফ্রেম
২. স্টেটর ও রোটর ওয়াইন্ডিং
৩. শ্যাফট এবং বিয়ারিং
৪. কুলিং ফ্যান
৫. এয়ার গ্যাপ
৬. স্লিপ রিং এবং স্লিপ ধারক
৭. ব্রাশ ইত্যাদি



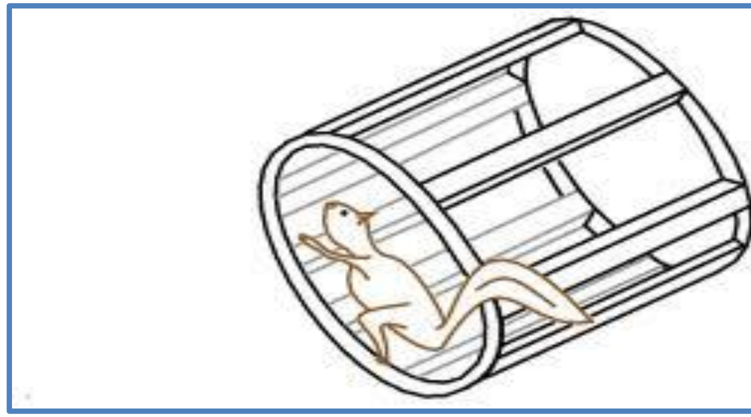
# স্কুইরেল কেজ টাইপ ইন্ডাকশন মোটরের গঠন

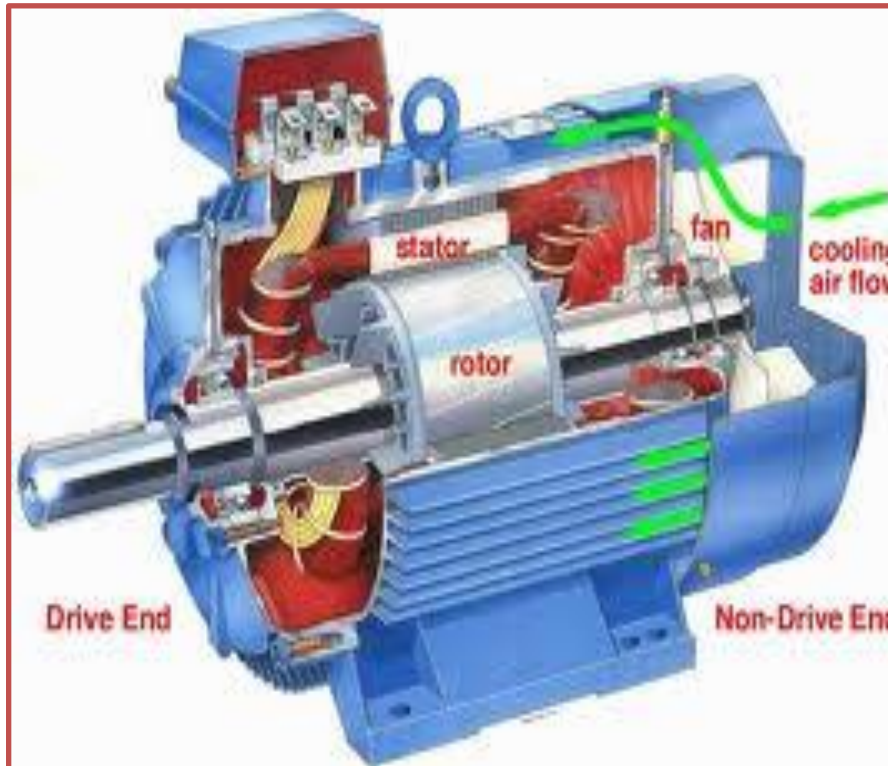
এ মোটর উন্নতমানের ল্যামিনেটেড ইস্পাত কোরের তৈরী। এর কোর শ্যাফটের সমান্তরালে লম্বালম্বি ভাবে খাঁজ কাটা থাকে।



....কপার বার বসানো হয়

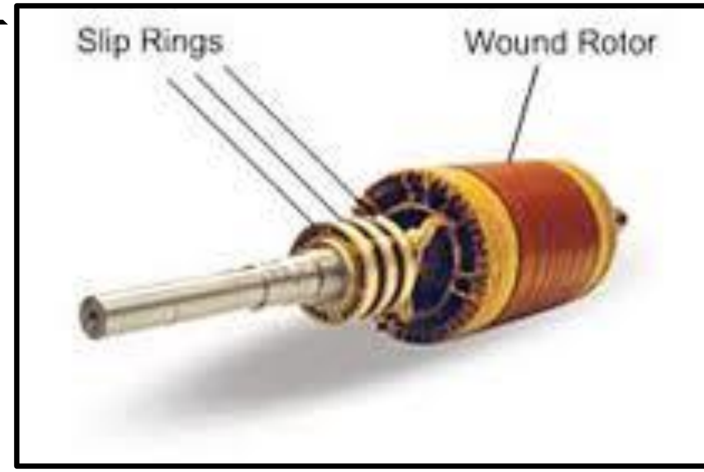
এবং বারসমুহের উভয় প্রান্ত কপার রিং দ্বারা সর্ট করা থাকে। তখন ইহা দেখতেকাঠ বিড়ালির খাঁচার মতদেখায় বলে একে স্কুইরেলকেজ মোটর বলে।

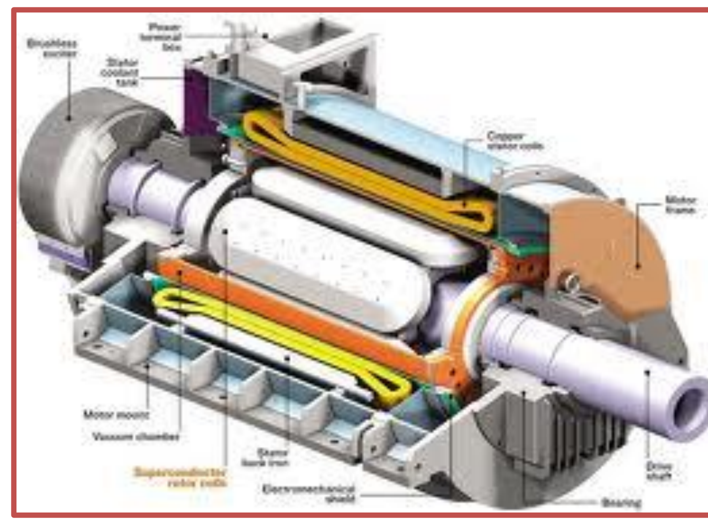




# উন্ড রোটর ইন্ডাকশন মোটরের গঠন

স্কুইরেল কেজ রোটরের ইন্ডাকটেন্স খুব বেশি এবং রেজিস্ট্যান্স কম থাকায় স্টার্টিং টর্ক কম। এ স্টার্টিং টর্ক বেশি করার জন্য ফেজ উন্ড রোটর ব্যবহার করা হয় ।এর রেজিস্ট্যান্স বৃদ্ধি করার জন্য তিন ফেজ ওয়ান্ডিং সুপার এনামেল কপার ওয়ার দ্বারা করানো হয়। রোটরের তিন ফেজ ওয়ান্ডিং স্টার কনেকশনে থাকে। স্টেটরের সমান সংখ্যক পোল রোটরে থাকে।

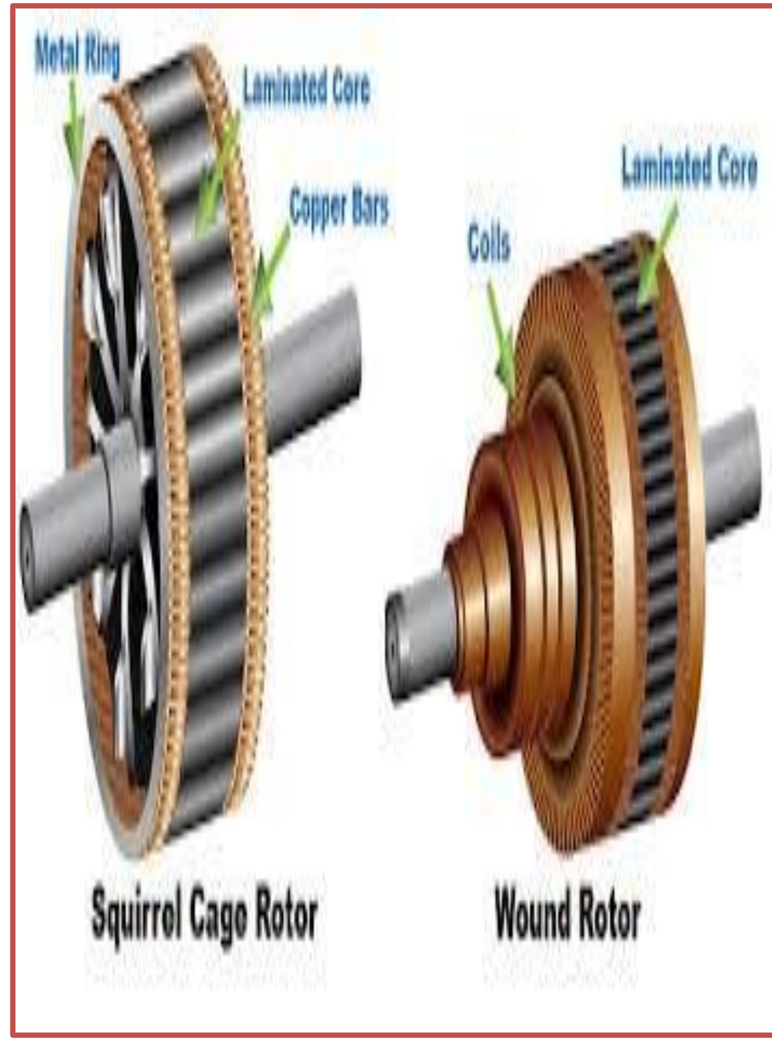


স্লিপ রিং এর সাথে বাহির হতে তিনটি রেজিস্ট্যান্স কার্বন ব্রাশের সাহায্যে সংযুক্ত করার ব্যবস্থা থাকে।

এই রেজিস্ট্যান্সের মান কম বেশি করে মোটরের স্টার্টিং টর্ক কম বেশি করা যায় এবং গতিও কম বেশি করা হয়।

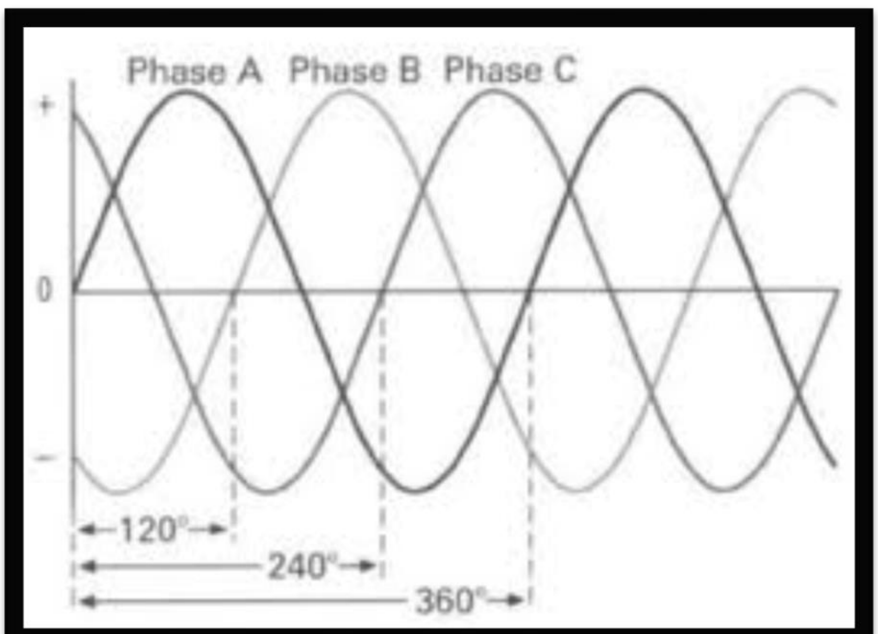
এর কপার লস্ বেশি বলে এর কর্ম দক্ষতা কম। আবার ইহা দামেও বেশি বলে এর ব্যবহার কম।

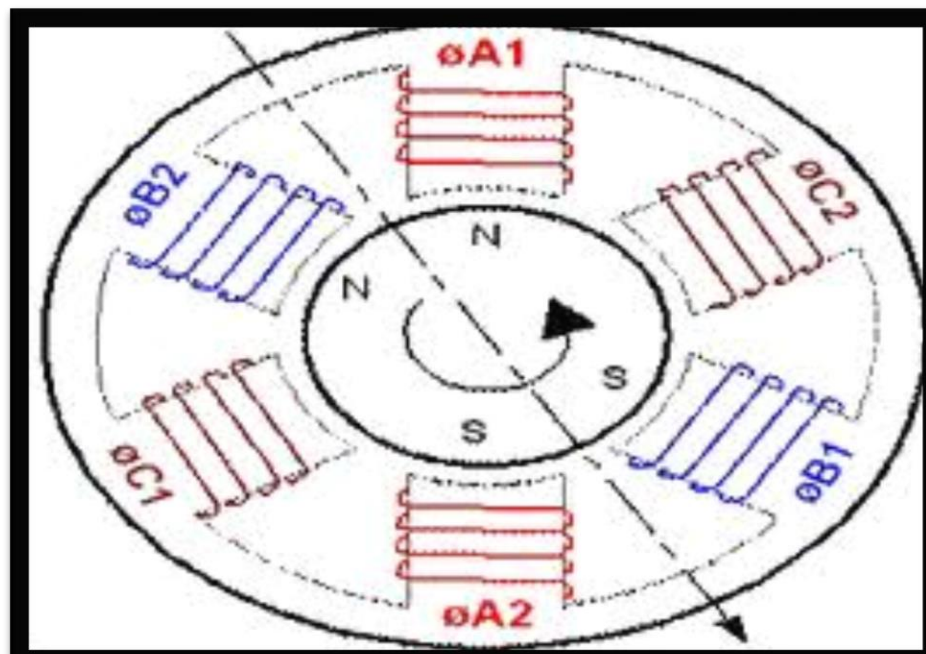



চিত্রে ফেজ উন্ড রোটর দেখানো হয়েছে।

# তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের ঘুরন্ত চৌম্বকক্ষেত্র তৈরীকরণ

চিত্রে তিন ফেজ দুই পোল ইন্ডাকশন মোটর দেখানো হয়েছে। সাধারনত সুষম ফিল্ড বন্টনের জন্য প্রতি পোল,প্রতি ফেজে সুবিধাজনক সংখ্যার ডিস্ট্রিবিউটেড ওয়াইন্ডিং করা থাকে।



কয়েলaa bb এবংcc পর পরের সাথে 120° কোণে থাকে।

এ তিনকয়েলেতিন-ফেজকারেন্টসাপ্লাই দেয়া হয়। Ib কারেন্টIcকারেন্ট থেকে 120°পিছিয়ে থাকে। চিত্রে দেখা যায়$t_1$সময়েIaএরমানসর্বোচ্চএবংIbও Icএরমান অর্ধেক।

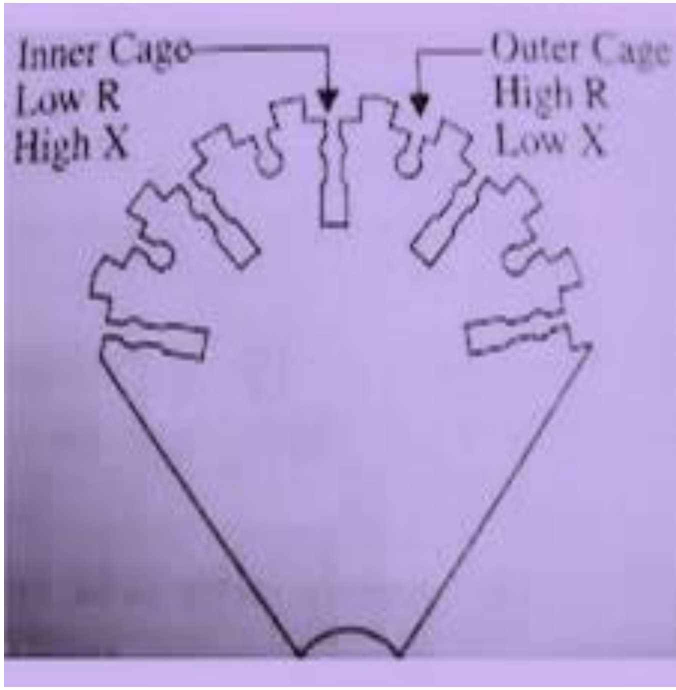
কাজেইযখনকন্ডাক্টর গুলোকারে্টবহনকরেতখন করেন্টএরমানঅনুযায়ীm.m.fএরসৃষ্টিহয়যারমানধ্রুব এবংসিনক্রোনাস স্পীড এ ঘুরতে থাকে।

$$Ns=\frac{120f}{P}$$

# ডাবল স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটরের গঠন

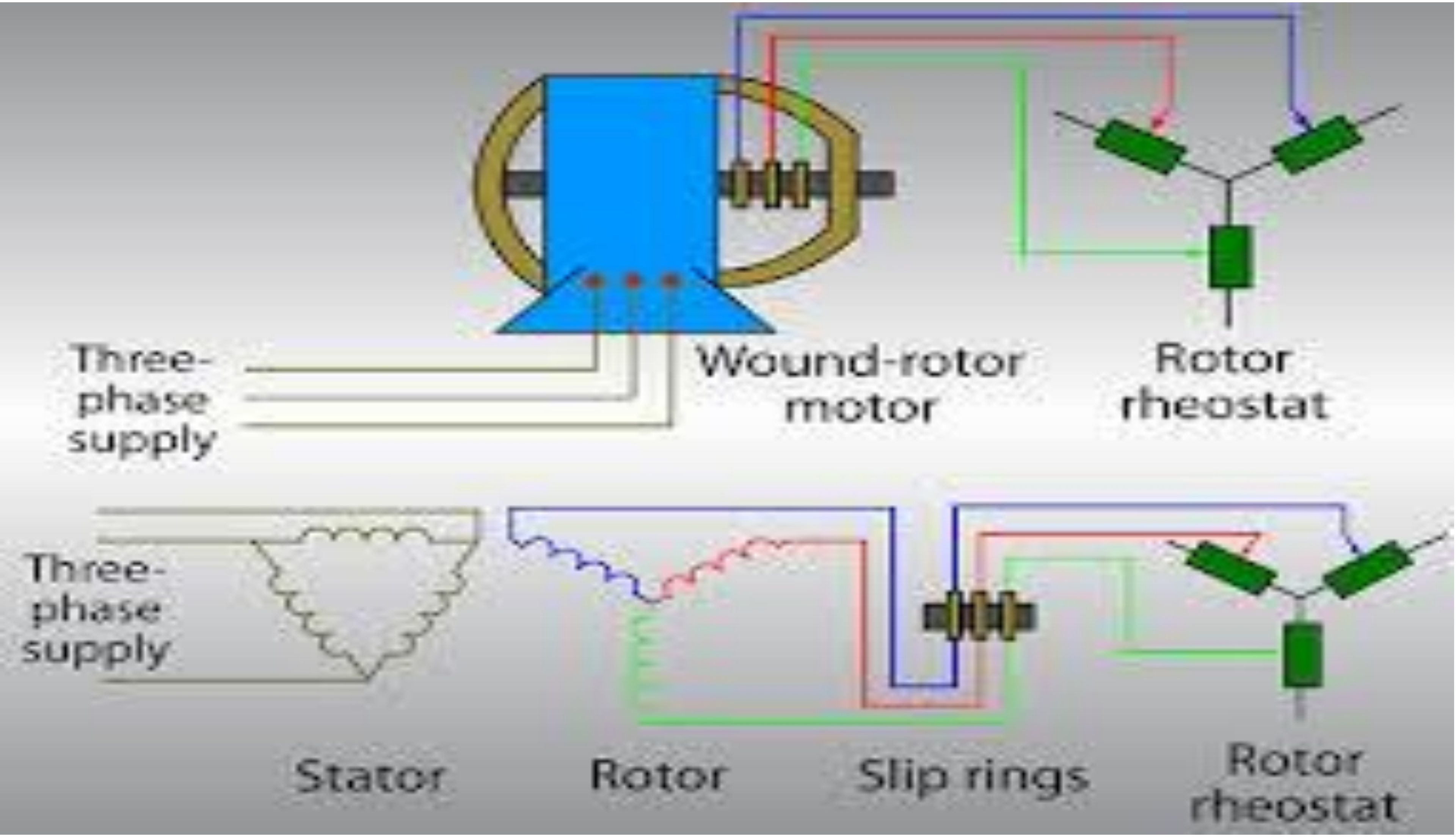
**এ মোটরের রোটরে দুইটি ওয়ান্ডিং থাকে**

একটি চিকন তারের বাইরের দিকে যার রেজিস্ট্যান্স বেশি ইন্ডাক্ট্যান্স কম, অন্যটি রোটরের ভিতরের দিকে, মোটা তারের ওয়ান্ডিং থাকে, যার রেজিস্ট্যান্স কম কিন্তু ইন্ডাক্ট্যান্স বেশি। উভয় ওয়ান্ডিং এর প্রান্ত সমুহ কপার রিং দ্বারা শর্ট করা থাকে। ঠিক স্টার্টিং এর সময় রোটর ফ্রিকুয়েন্সি সাপ্লাই ফ্রিকুয়েন্সির সমান থাকে। ফলে রোটরের ভিতরে ওয়ান্ডিং- এর



ইন্ডাক্টিভ রিয়্যাকট্যান্স খুব বেশি থাকে। ফলে, ইম্পিডড্যান্স বেশি হয় এবং কারেন্ট প্রবাহিত হয় না বললেই চলে। অন্যদিকে বাইরের ওয়ান্ডিং এর ইম্পিডড্যান্স কম থাকে ,বিধায় রেজিস্ট্রিভ কয়েলে কারেন্ট প্রবাহিত হয় এবং স্টার্টিং টর্ক বেশি হয়। মোটর কিছুক্ষণ চলার পর রোটর ফ্রিকুয়েন্সি কমে যায় এর ফলে ভিতরের ওয়ান্ডিং এর ইম্পিডড্যান্স কমে। কজেইে তখন সম্পূর্ণ কারেন্ট বাইরের রেজিস্ট্রিভ কয়েল দিয়ে প্রবাহিত না হয়ে ভিতরের কয়েল দিয়ে প্রবাহিত হয়। এ অবস্থায় রানিং পারফরমেন্স ভাল পাওয়া যায়।

# তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটর চালুকরণ



১. ডাইরেক্ট অন স্টার্টার

২. প্রাইমারী রেজিষ্টর বা রিওস্ট্যাট বা রিয়্যাকটর স্টার্টার ।

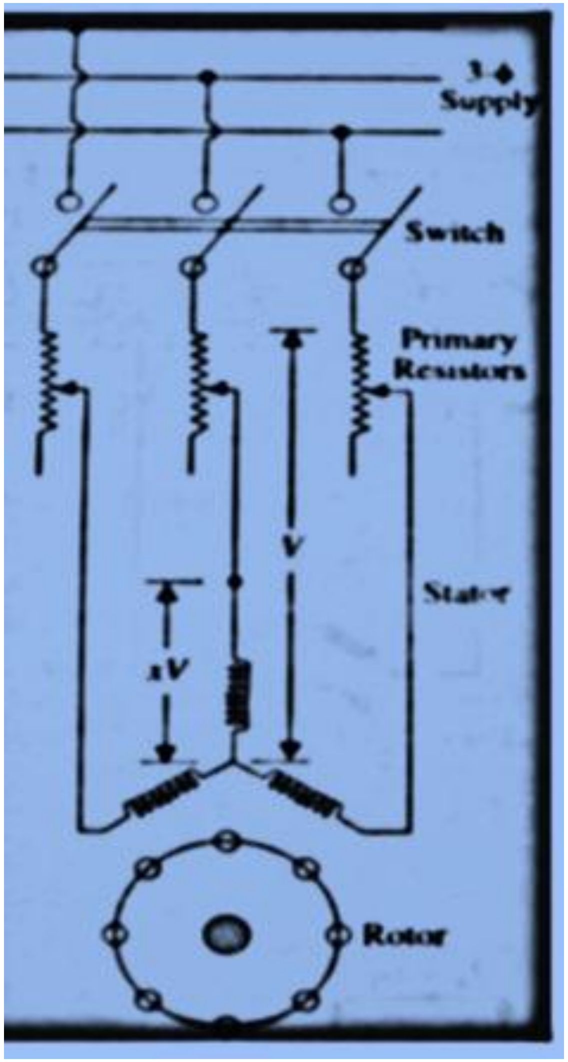
৩. স্টার-ডেলটা স্টার্টার

৪. অটো-ট্রান্সফরমার স্টার্টার

৫. রোটর রেজিস্ট্যান্স স্টার্টার

এদের মধ্যে প্রথম ৪টি স্কুইরেল কেজ মোটর চালানোর জন্য এবং শেষেরটি স্লিপ রিং মোটর চালু করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

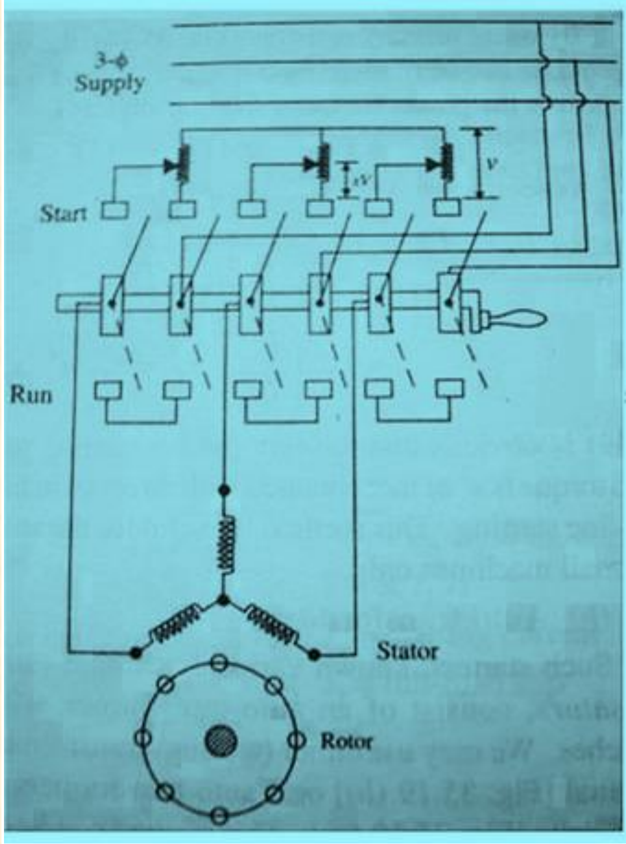
# প্রইমারি রেজিষ্টর বা রিওষ্ট্যাট স্টারর্টার



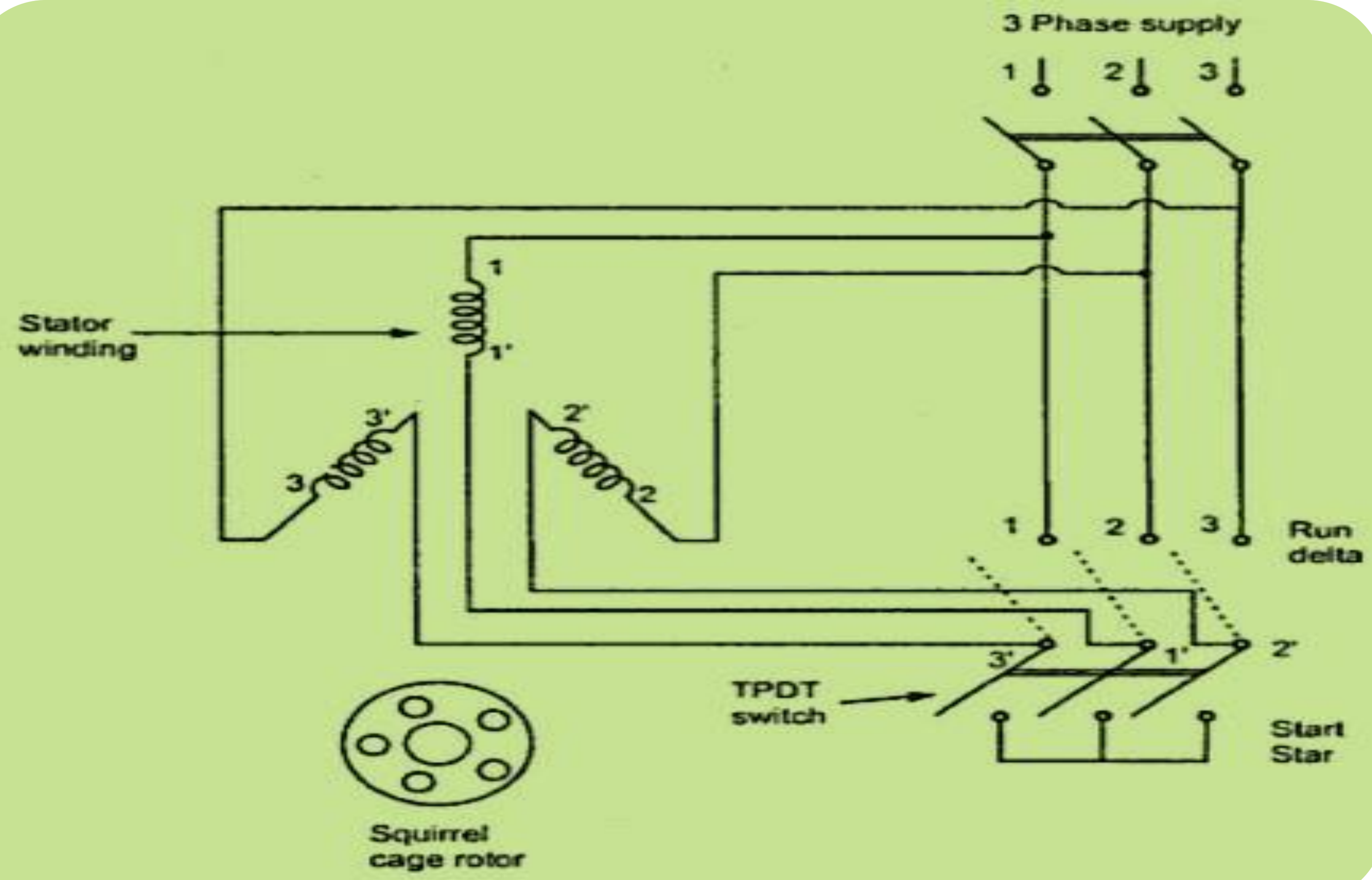

এ পদ্ধতিতে লাইন এবং মোটরের টার্মিনালের মধ্যে রিওস্ট্যাট ব্যাবহৃত হয়ে থাকে এবং এদের সাহায্যেস্টার্টিং এর সময় মোটরের সীমিতভোল্টেজ সাপ্লাই দেয়া হয়। মেটর একবার চালু হবার পর যখন এর স্টেটর ওয়ান্ডিং এর কাউন্টার ই.এম .এফ. বা ব্যাক ই এম এফ তৈরী হয় তখন আস্তে আস্তে রিওস্ট্যাট লাইন হতে সরিয়ে নেয়া হয় এবং মোটর পূর্ণ ভোল্টেজ সাপ্লাই পাই। এ পদ্ধতি সাধারনত কম পাওয়ারের মোটরে ভাল কাজ করে।

# অটো-ট্রান্সফরমার স্টার্টার

উচ্চ ক্ষমতা সম্পন্ন স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটর চালু করার জন্য এ স্টার্টার ব্যবহার করা হয়। এ স্টার্টারের মধ্যে তিনটি অটো ট্রান্সফরমার স্টারে সংযোগ করা থাকে। স্টার্টিংয়ের সময়ে অটো ট্রান্সফরমারের প্রইমারি দিক সাপ্লাই লাইনের সঙ্গে এবং সেকেন্ডারি দিক মোটরের স্টেটর টার্মিনালের সঙ্গে সংযোগ করা হয়। অটো-ট্রান্সফরমারের প্রত্যেকটিতে বিভিন্ন রকম ট্যাপিং থাকে, যার দ্বারা সাভাবিক ভোল্টেজের নিচে প্রয়োজন মত এর ৫০%,৬০%, ৭৫%,৮০% ভোল্টেজে মোটর হতে নিয়ে আরোপ করা যায়।



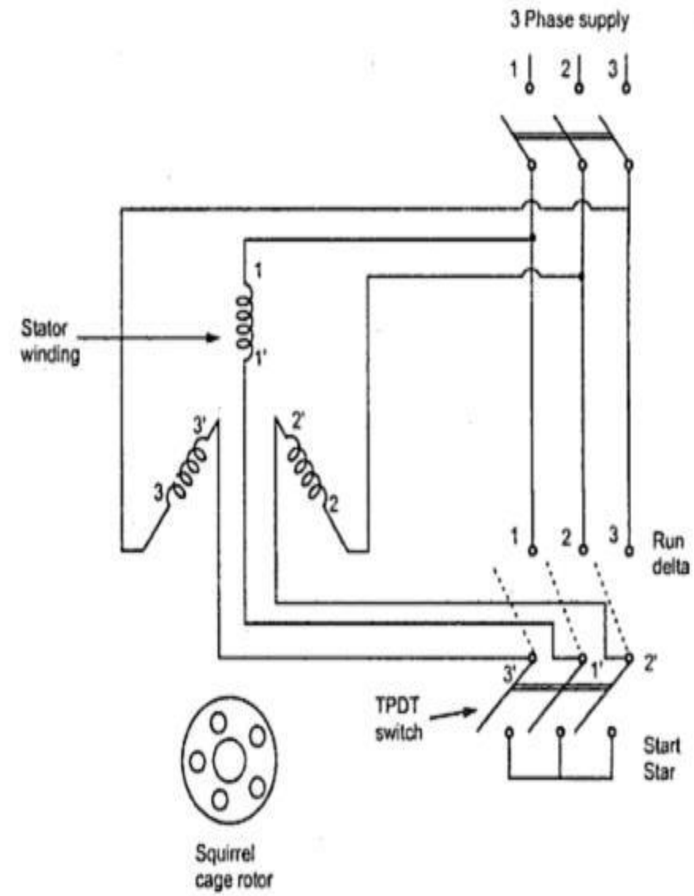
# স্টার-ডেল্টা স্টার্টার




চিত্র ঃ স্টার-ডেল্টা স্টার্টার

এ স্টারটারে দুই সেট কন্টাক্ট থাকে। এর একটি কে বলে রানিং সাইড অন্যটি স্টার্টিং সাইড।

এতে একটি হাতল থাকে যা দ্বারা প্রথমে রোটর রেজিস্ট্যান্স স্টারে এবং পরে উপরে ডেল্টাতে সংযোগ করা হয়।



- কাজেই স্টার্টার মোটর ব্যবহার করে প্রথমে কম ভোল্টেজ সাপ্লাই দেয়া হয় এবং মোটর স্টার্ট নেওয়ার পর স্টার্টারের অবস্থান পরিবর্তন করে পূর্ণ ভোল্টেজে সাপ্লাই দেয়া হয়।
- মোটরের গতি বেগ সর্বোচ্চ কিনা তা মোটরের গতির শব্দ থেকে বুঝা যায়। যখন এ অবস্থায় আসে , তখন তাকে উপরের উঠিয়ে দিকে দিলে মোটর ফুল স্পীডে ঘুরে।

# তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের গতি নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি

ইন্ডাকশন মোটরের স্পীড কন্ট্রোল নিম্নলিখিত ইপায়ে করা হয় ঃ

- স্টেটরের দিক হতে
- সরবরাহ ভোল্টেজের মান কম বেশি করে।
- ফ্রিকুয়েন্সির মান পরিবর্তন করে।
- পোলের সংখ্যা পরিবর্তন করে।
- রোটরের দিক হতে
- রোটরের রিওস্ট্যাট কন্ট্রোল করে।
- বাহির হতে রোটর ওয়ান্ডিং-এ ভোল্টেজ প্রয়োগ করে।

# প্রশ্ন সমুহ

- তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের গঠন বর্ণনা কর।
- স্কুইরেল কেজ টাইপ ইন্ডাকশন মোটরের গঠন বর্ণনা কর।
- উন্ড রোটর ইন্ডাকশন মোটরের গঠন বর্ণনা কর।
- তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরের ঘুরন্ত চৌম্বকক্ষেত্র তৈরীকরণ বর্ণনা কর।
- ডাবল স্কুইরেল কেজ ইন্ডাকশন মোটরের গঠন বর্ণনা কর।
- তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটর চালুকরণ বর্ণনা কর।
- তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরে গতি নিয়ন্ত্রণ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

# End

Thanks to all