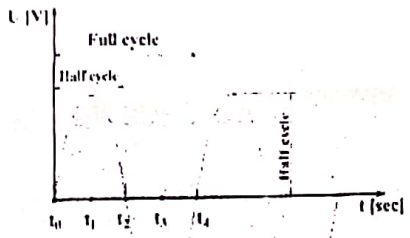
# 11 Alternating Current

| • Comparison between AC and DC • | |
|---|---|
| **Alternating Current (AC)** | **Direct Current (DC)** |
| **1. Definition:** যে সকল Current-এর মান এবং অভিমুখ উভয়-ই সময়ের সাথে সাথে পরিবর্তিত হয়,তাকে Alternating current বা AC বলে।<br>বর্তমান যুগে উৎপন্ন মোট শক্তির বেশির ভাগটাই (95%) AC. | **1. Definition:** যে সকল current-এর মান এবং অভিমুখ কোনোটাই সময়ের সাথে সাথে পরিবর্তিত হয় না,তাকে Direct current বা DC বলে।<br>বর্তমান যুগে মোট শক্তির খুব সামান্য পরিমানই আমরা DC থেকে পাই ; ইহা মূলত loading shedding- এর সময়ে AC supply এর backup হিসাবে ব্যবহৃত হয়। |
| **2. Characteristic:**<br>(a) ইহার symbol হল ~<br>(b) ইহার frequency (India-তে 50Hz) আছে।<br>(c) 33 KV পর্যন্ত AC source উৎপন্ন করা সম্ভব।<br>(d) AC supply- তে phase এবং neutral বর্তমান। | **2. Characteristic:**<br>(a) ইহার symbol হল –<br>(b) ইহার কোনো frequency (o) নেই।<br>(c) কেবলমাত্র 650 V পর্যন্ত DC source উৎপন্ন করা যায়।<br>(d) DC supply - তে (+) ve এবং (-)ve বর্তমান । |
| **3. Advantage:**<br>(a) AC কে খুব সহজেই DC-তে রূপান্তরিত করা যায়।<br>(b) Transformer দ্বারা AC voltage কে কম বা বেশি করা সম্ভব।<br>(c) AC তে ব্যবহৃত equipment গুলি তুলনামূলক সস্তা এবং সহজলভ্য।<br>(d) Loss কম হওয়ার AC supply - কে দূর দুরান্তে প্রেরণ করা সম্ভব। | **3. Advantage:**<br>(a) DC কে সহজে store করে রাখা যায়।<br>(b) DC supply - এর কোনো fluctuation নেই অর্থাৎ স্থির মানের হয়।<br>(c) DC supply দ্বারা পরিচালিত equipment গুলিকে সহজেই control করা সম্ভব।<br>(d) Emergency সময়ে DC source - কে ব্যবহার করতে পারি। |
| **4. Application :**<br>Domestic এবং industrial equipment যেমন fan, TV, motor, lift, fire pump ইত্যাদিতে ব্যবহৃত হয়। | **4. Application :**<br>Traction motor, arc welding, electroplating, electrolytic, battery charger ইত্যাদিতে DC supply ব্যবহৃত হয়। |

## -: Definition of Some Important Term :-

- **Cycle:** Alternating quantity-এর মান ও অভিমুখ -এর সম্পূর্ণ পরিবর্তন অথবা উহার (+)ve এবং (-) ve value-এর সম্পূর্ণ set-কে বলা হয় cycle .
  অর্থাৎ একটি (+)ve half cycle এবং একটি (-)ve half cycle নিয়ে গঠিত হয় একটি সম্পূর্ণ cycle.




Scanned with CamScanner

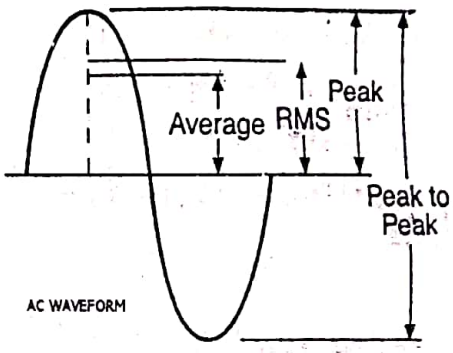
- **Frequency:** একক সময়ে যতগুলি cycle সম্পূর্ণ হয়, তাকে বলে Frequency যা কেবলমাত্র AC-এর ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য। ইহা 'f' দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং unit হল Hz বা cycles/second. India-তে এর মান 50 Hz.

- **Period:** একটি cycle -কে সম্পূর্ণ করতে যে সময় লাগে,তাকে বলে Period. ইহা 'T' দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং unit হল second.

$$T = \frac{1}{f}$$

- **Amplitude:** Alternating quantity-এর দ্বারা অর্জিত সর্বাধিক value-কে Amplitude বা Peak Value বা Maximum Value বলে।
- **Instantaneous value:** Alternating quantity দ্বারা অর্জিত তাৎক্ষনিক কোনো value-কে বলা হয় Instantaneous value.
- **Average value:** কোনো একটি half cycle-এ অবস্থিত instantaneous value-এর গড়কে বলে Average value. Sine wave এর ক্ষেত্রে,

$$I_{av} = 0.637 I_{max} \text{ এবং } E_{av} = 0.637 E_{max}$$




- **RMS value:** RMS value বা Root Mean Square value বলতে বোঝায় যে, কোনো নির্দিষ্ট circuit-এর মধ্যদিয়ে নির্দিষ্ট সময়ে AC supply flow করলে যে পরিমান heat সৃষ্টি হয়, সেই একই circuit-এর মধ্য দিয়ে ঐ সময়ে DC supply flow করালে সমপরিমান heat সৃষ্টি হবে। ইহাকে Virtual Value বা Effective Value-ও বলে।

  Sine wave-এর ক্ষেত্রে,

$$I_{rms} = 0.707\ I_{max} \text{ এবং } V_{rms} = 0.707\ V_{max}$$

- **Form Factor:** RMS value এবং Average value-এর অনুপাতকে বলা হয় Form Factor.

$$\text{Form Factor} = \frac{\text{RMS Value}}{\text{Average Value}} = \frac{0.707\ I_{max}}{0.637\ I_{max}} = 1.11$$

- **Peak Factor:** Maximum value এবং RMS value-এর অনুপাতকে Peak Factor বা Crest Factor বলে।

$$\text{Peak Factor} = \frac{\text{Maximum Value}}{RMS\ Value} = \frac{I_{max}}{0.707\ I_{max}} = 1.414$$

- **Wave Form:** Voltage কিংবা current-এর তাৎক্ষণিক value-কে time এর সঙ্গে plotting করলে যে shape বা curve অঙ্কিত হয়, তাকে বলা হয় Wave Form.

- **Sine Wave:** Alternating quantity-এর তাৎক্ষণিক value গুলি sine angle-এর সাথে সমানুপাতিক ভাবে গতিশীল হয়ে যে, curve বা wave সৃষ্টি করে, তাকে Sine Wave বলে।

Scanned with CamScanner

- **Phase:** দুই বা ততোধিক alternating quantity-এর মধ্যেকার angular displacement-কে বলা হয় phase বা phase difference বা phase displacement.

- **In Phase:** যদি দুই বা ততোধিক alternating quantity একই সময়ে একই দিকে maximum এবং minimum value-তে পৌঁছালে, তাকে In Phase বলে।
  ইহার electrical angle-এর মান হল '0'.

- **Out of Phase:** যদি দুই বা ততোধিক alternating quantity ভিন্ন সময়ে ভিন্ন দিকে maximum এবং minimum value-তে পৌঁছালে, তাকে Out of Phase বলে।
  ইহার electrical angle-এর নির্দিষ্ট মান থাকে।

- **Leading Current:** যদি কোনো AC circuit-এ voltage-এর পূর্বে current তার maximum এবং minimum value-তে পৌঁছালে তাকে বলে Leading Current, যা সাধারণত capacitive circuit-এর থেকে পাই।

- **Lagging current:** যদি কোনো AC circuit-এ voltage-এর পরে current তার maximum এবং minimum value-তে পৌঁছালে তাকে বলে Lagging Current, যা সাধারণত inductive circuit-এর থেকে পাই ।

- **Unity Current:** যদি কোনো AC circuit-এ voltage ও current একই সময়ে maximum এবং minimum value-তে পৌঁছায় অর্থাৎ উহাদের মধ্যে phase difference '0' হয়, তখন তাকে বলা হয় Unity Current, যা কেবলমাত্র resistive circuit-এর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য

- **Inductive Reactance:** Alternating current flow হওয়ার পথে Inductive coil যে বাঁধার সৃষ্টি করে, তাকে Inductive Reactance বলে।
  ইহা $X_L$ দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং unit হল Ohm (Ω)

$$X_L = 2\pi f L = \omega L\ \Omega\ [\because \omega = 2\pi f, \text{f = frequency}]$$

$$\therefore L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{X_L}{\omega}\ \text{Henry}$$

- **Capacitive Reactance:** Alternating current flow হওয়ার পথে capacitor যে বাঁধার সৃষ্টি করে, তাকে Capacitive Reactance বলা হয়।
  ইহা $X_c$ দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং unit হল Ohm (Ω)

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \omega C\ \Omega\ [\because \omega = 2\pi f, \text{f = frequency}]$$

$$\therefore C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{\omega C}\ \text{Farad}$$

- **Impedance:** Alternating current flow হওয়ার পথে resistance এবং reactance কর্তৃক প্রদত্ত বাঁধার সমষ্টিকে একত্রে Impedance বলা হয়।
  ইহা 'Z' দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং unit হল Ohm (Ω)

$$\therefore Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + (2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C})^2}\ [\text{when, } L > C]$$

Scanned with CamScanner

- **Conductance:** Resistance-এর বিপরীত ধর্ম হল Conductance অর্থাৎ যে ধর্মের জন্য conductor তার মধ্য দিয়ে current-কে flow হতে সাহায্য করে এবং conductance-এর ধর্মকে Conductivity বলে।
ইহা 'G' দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং unit হল Mho (℧)

$$\therefore \text{Conductance (G)} = Y\cos\theta = \frac{R}{Z^2}$$

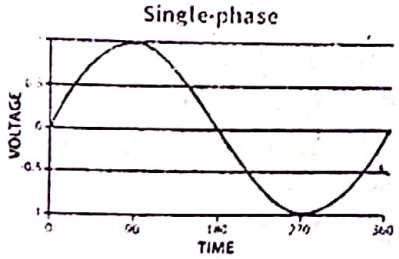
- **Susceptance:** Reactance-এর বিপরীত ধর্মকে বলে Suspectance এবং ইহার ধর্মকে বলে Susceptivity.
ইহা 'B' দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং unit হল Mho (℧).

$$\therefore \text{Susceptance (B)} = Y\sin\theta = \frac{X}{Z^2}$$

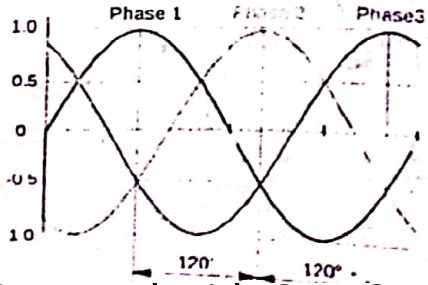
- **Admittance:** Impedance -এর বিপরীত ধর্মকে Admittance বলা হয়।
ইহা 'Y' দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং unit হল Mho (℧).

$$\therefore \text{Admittance (Y)} = \frac{1}{Z} = \sqrt{G^2 + B^2}$$

- **Phase Voltage($V_{Ph}$):** যে কোনো phase এবং neutral-এর মধ্যেকার voltage difference-কে Phase Voltage বলে।
- **Line Voltage ($V_L$):** যে কোনো দুটি phase এর মধ্যেকার voltage difference -কে বলে Line Voltage.
- **Balanced Load:** যদি $3\varphi$- এর প্রতিটি phase-এর মধ্য দিয়ে সমপরিমাণ current flow করে এবং প্রতিটি phase- এর power factor সমান হয়, তখন তাকে Balanced Load বলে।
- **Unbalanced Load:** যদি $3\varphi$ system-এর প্রতিটি phase-এর current এবং power factor বিভিন্ন হয়, তখন তাকে Unbalanced Load বলা হয়।
- **Single Phase System:** যদি কোনো electrical system-এ $1\varphi$ supply অর্থাৎ একটি phase ও একটি neutral থাকে এবং তাদের মধ্যে voltage difference 220 Volt বা তার আশপাশে হয়, তাকে Single Phase System বলে।
ইহা প্রধানত domestic purpose-এ বেশি ব্যবহৃত হয়।

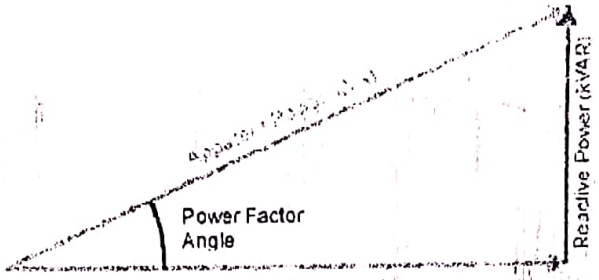



- **Three Phase System:** যদি কোনো electrical system-এ $3\varphi$ supply অর্থাৎ R,Y,B নামক তিনটি phase পরস্পরের সাথে $120^0$ phase difference-এ অবস্থান করে এবং যে কোনো দুটি phase-এর মধ্যে voltage difference 440 Volt বা তার আশপাশে হলে, তাকে Three Phase System বলা হয়।
Industrial sector -এ সাধারণত $3\varphi$ system বেশি ব্যবহৃত হয়।




Scanned with CamScanner

- **Power Triangle:** Active power, reactive power এবং apparent power-এর মধ্যে যে সম্পর্ক তাকে Power Triangle বলে।




$$\text{Power Factor} = \frac{\text{Real Power (kW)}}{\text{Apparent Power (kVA)}}$$

$$= \frac{\text{kW}}{\sqrt{\text{kW}^2 + \text{kVAR}^2}}$$

- **Power Factor:** Active power এবং apparent power কিংবা resistance ও impedance-এর অনুপাতকে বলা হয়, Power Factor, যা কেবলমাত্র AC circuit-এর ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য।

ইহা $\cos\varphi$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\therefore \text{Power Factor (PF)} = \frac{\text{Active Power}}{\text{Apparent Power}} = \frac{VI\cos\varphi}{VI} = \cos\varphi \quad \text{or, PF} = \frac{\text{Resistance}}{\text{Impedance}} = \frac{R}{Z}$$

where, $\varphi$ = phase angle, V = voltage, I = current, R = resistance, Z = impedance

**Effect of Power Factor on Load:**

1. Resistance load-এর ক্ষেত্রে unity [যেমন- heater, resistance, soldering iron etc]
2. Inductive load-এর ক্ষেত্রে lagging [যেমন- tube choke, motor ,fan, transformer etc]
3. Capacitive load-এর ক্ষেত্রে leading [যেমন- capacitor bank, synchronous motor, phase advancer etc]

অর্থাৎ AC circuit-এর ক্ষেত্রে power factor নির্ভর করে load এর প্রকৃতির উপর।

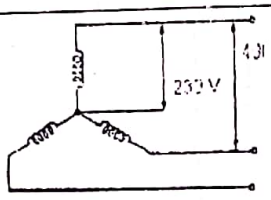
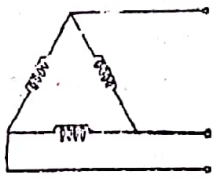
**Effect of Low Power Factor:**

1. Voltage drop, line loss ($I^2R$) এবং power consumption বৃদ্ধি পায়।
2. Efficiency ও frequency হ্রাস পায়।
3. স্থিতিশীল voltage পাওয়া যায় না।

**Method of Improving the Power Factor:**

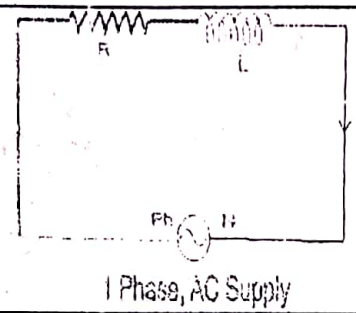
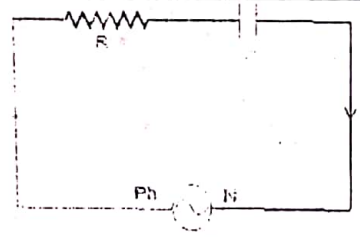
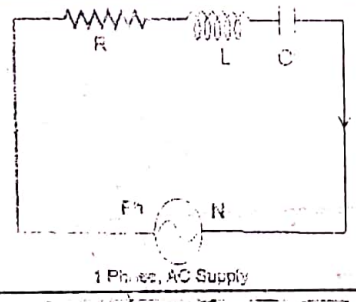
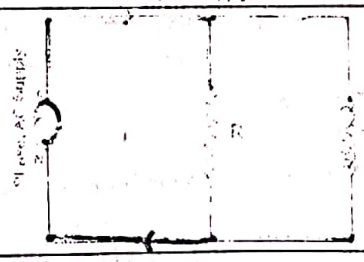
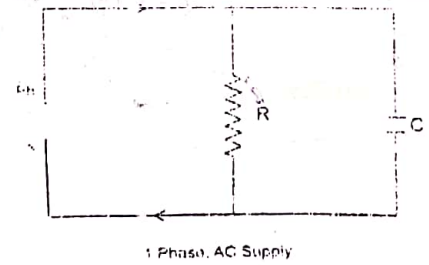
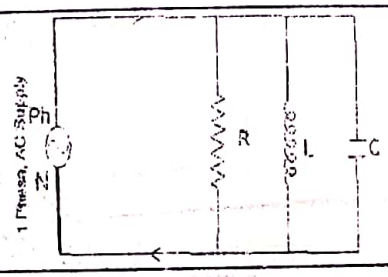
1. Static capacitor বা capacitor bank-কে load circuit-এর সাথে parallel-ই সংযুক্ত করতে হবে।
2. Lagging circuit-এর সঙ্গে synchronous motor-কে run করাতে হবে।
3. Phase advancer ব্যবহার করলে ও power factor-এর improvement ঘটে।

**• Comparison between Star & Delta Connection in 3ϕ System •**

| Star Connection | Delta Connection |
|---|---|
|  Star Connection |  Delta Connection |
| 1. ইহার symbol হল 'Y' | 1. ইহার symbol হল 'Δ' |
| 2. Neutral আছে | 2. Neutral নেই |
| 3. $I_L = I_{Ph}$ | 3. $I_L = \sqrt{3}\, I_{Ph}$ |
| 4. $V_L = \sqrt{3}\, V_{Ph}$ | 4. $V_L = V_{Ph}$ |

Scanned with CamScanner

## Different Types of AC Circuit

| Sl. No. | Name | Circuit Connection | Impedance (Z) Ω |
|---|---|---|---|
| 1. | RL Series circuit |   | $\sqrt{R^2 + X_L{}^2}$ |
| 2. | RC Series Circuit |   | $\sqrt{R^2 + X_C{}^2}$ |
| 3. | RLC Series Circuit |   | $\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ |
| 4. | RL Parallel Circuit |   | $\frac{RX_L}{\sqrt{R^2 + X_L{}^2}}$ |
| 5. | RC Parallel Circuit |   | $\frac{RX_C}{\sqrt{R^2 + X_C{}^2}}$ |
| 6. | RLC Parallel Circuit |   | $\frac{1}{\sqrt{(\frac{1}{R})^2 + (\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L})^2}}$ |

Scanned with CamScanner

## Different Types of Quantity

| SL. No | Quantity | Formula | Unit |
|---|---|---|---|
| 1. | Resistance | $R = \frac{V}{I} = \frac{W}{I^2} = \frac{V^2}{W}$ | Ohm (Ω) |
| 2. | Inductance | $L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{X_L}{\omega}$ | Henry (H) |
| 3. | Capacitance | $C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{\omega C} = \frac{Q}{V}$ | Farad (F) |
| 4. | Inductive reactance | $X_L = 2\pi f L = \omega L$ | Ohm (Ω) |
| 5. | Capacitive reactance | $X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \omega C$ | Ohm (Ω) |
| 6. | Impedance | $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ $= \sqrt{R^2 + (2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C})^2}$ | Ohm (Ω) |
| 7. | Conductance | $G = Y\cos\theta = \frac{R}{Z^2} = \frac{1}{R}$ | Mho (℧) |
| 8. | Susceptance | $B = Y\text{Sine}\theta = \frac{X}{Z^2} = \frac{1}{X}$ | Mho (℧) |
| 9. | Admittance | $Y = \frac{1}{Z} = \sqrt{G^2 + B^2} = \frac{1}{Z}$ | Mho (℧) |
| 10. | Active power | $VI\cos\varphi$ $\sqrt{3} V_L I_L \cos\varphi$ | KW |
| 11. | Reactive power | $VI\sin\varphi$ $\sqrt{3} V_L I_L \sin\varphi$ | KVAR |
| 12. | Apparent power | $VI$ / $\sqrt{3} V_L I_L$ | KVA |
| 13. | Power factor | $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$ | |
| 14. | Series resonance frequency | $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ | Hz or Cycle/s |
| 15. | Parallel resonance frequency | $\frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}}}$ | Hz or Cycle/s |

Scanned with CamScanner