Sirajganj Polytechnic Institute, Sirajganj.

Presented by

Md. Mizanur Rahman

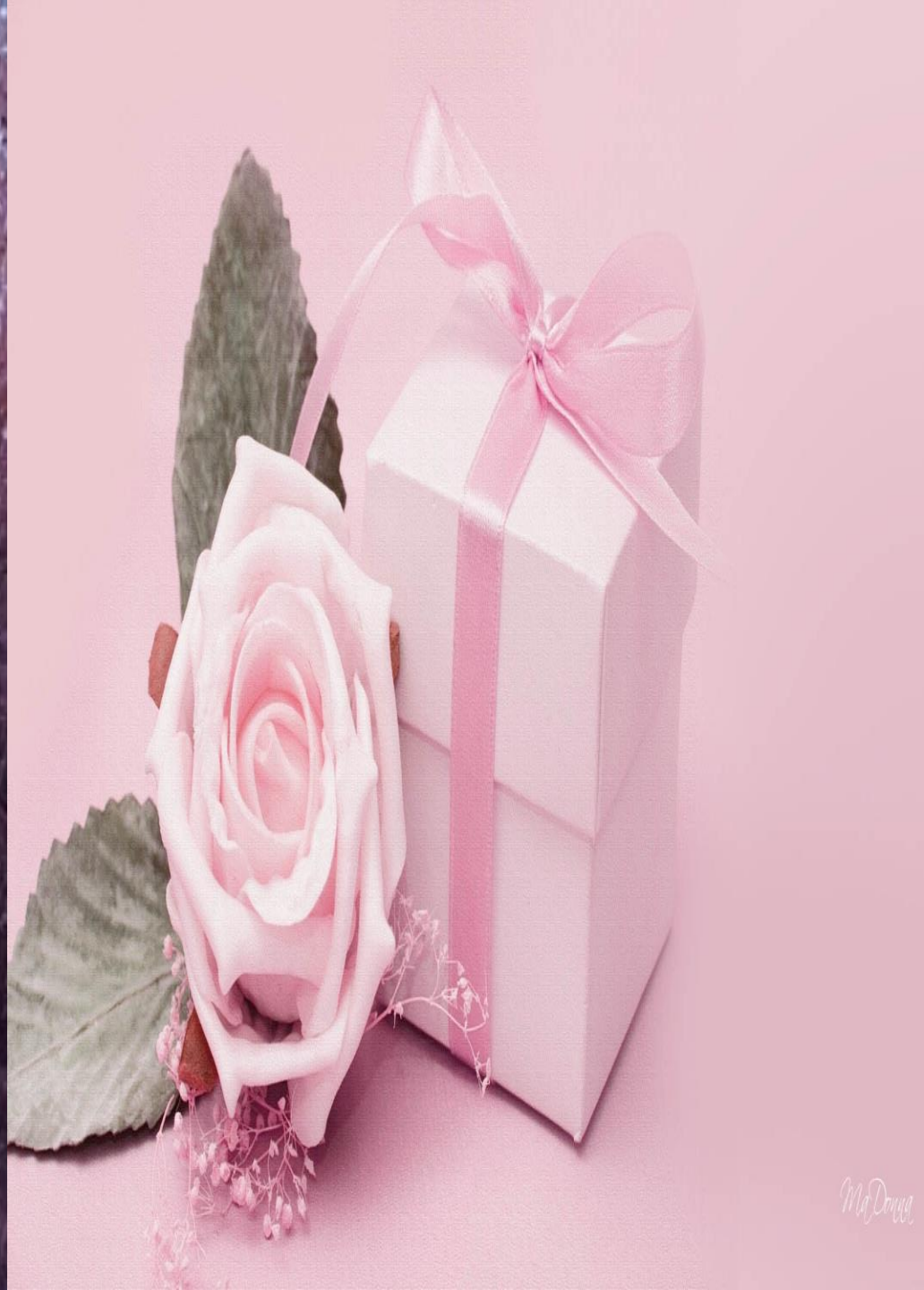
Chief Instructor(Electrical)

Subject Name :

Circuit - 1

Subject Code :

(26721)



১ম অধ্যায়

সার্কিট প্যারামিটারস

Circuit Parameters

সার্কিটের বিভিন্ন প্রকার সূত্র :

এখানে ,

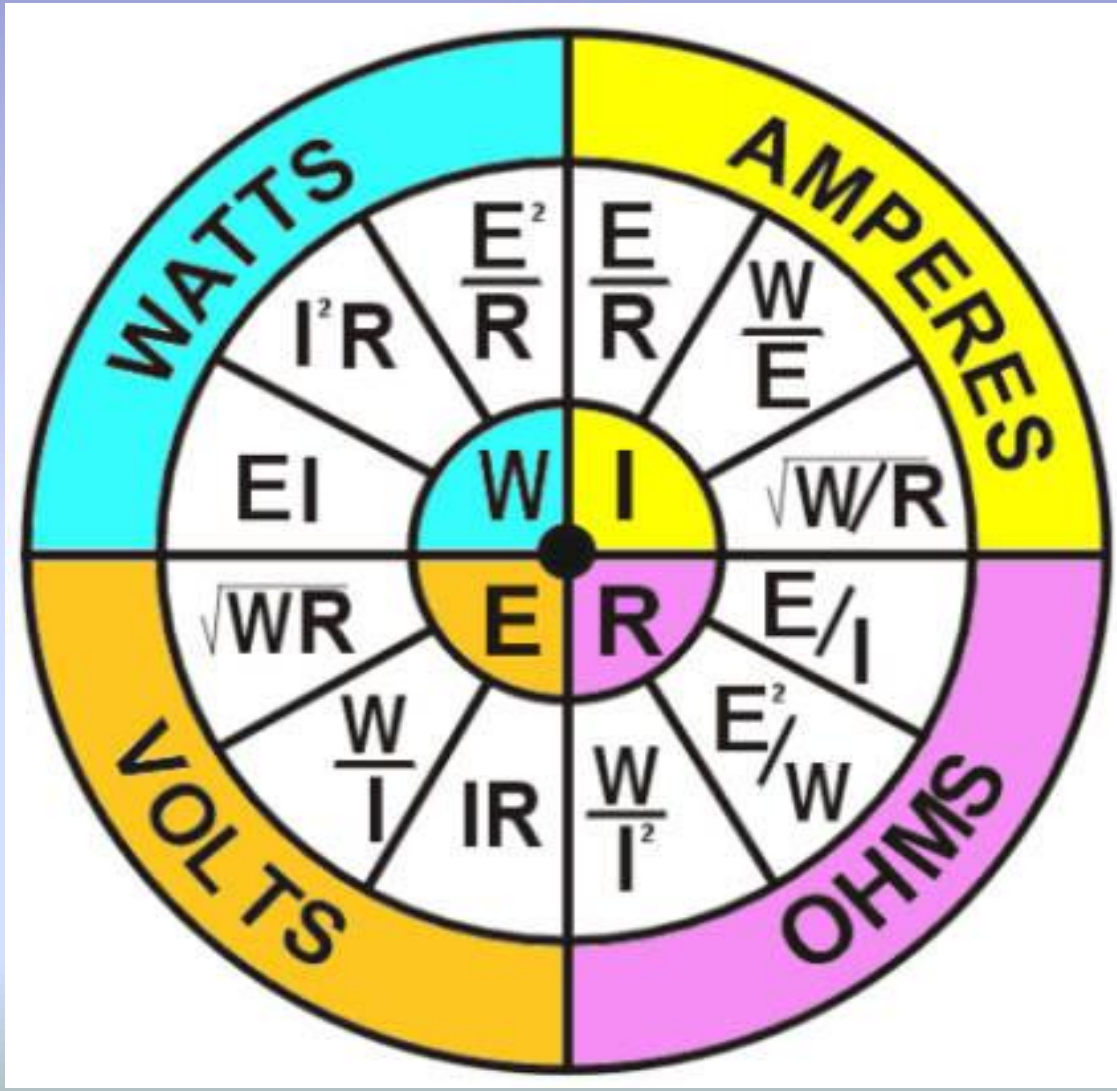
Powwer = P

Voltage = V

Current = I

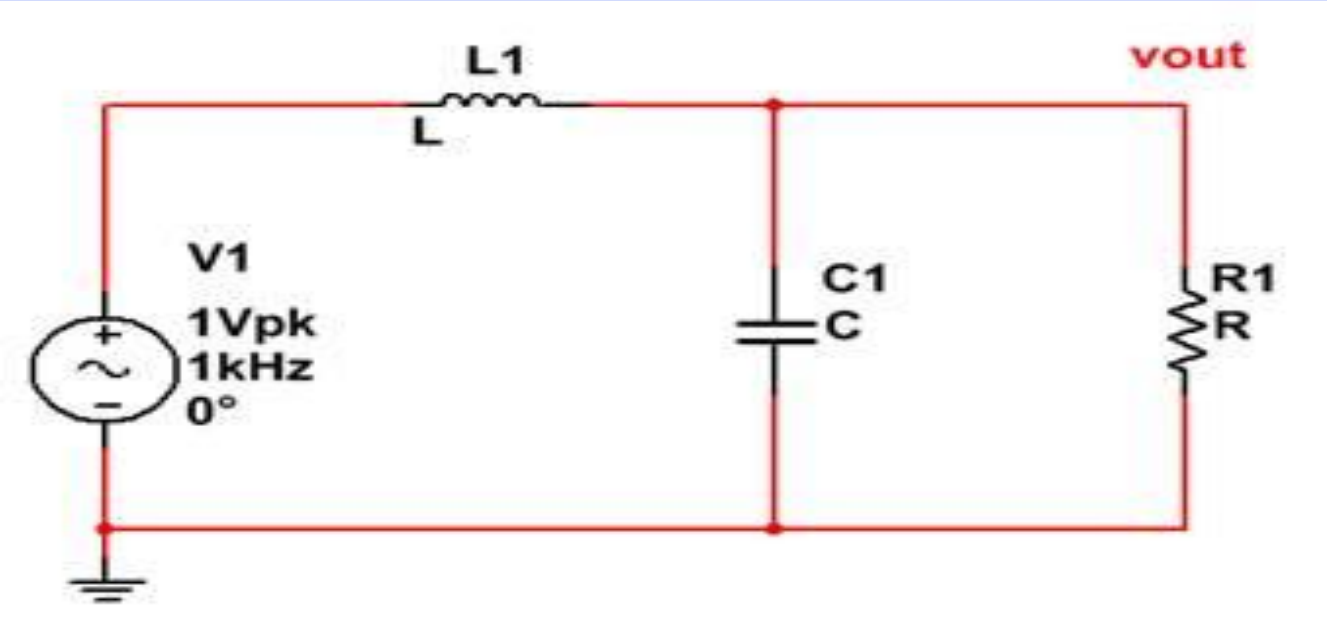
Resistance = R

Ohms = **Ω**



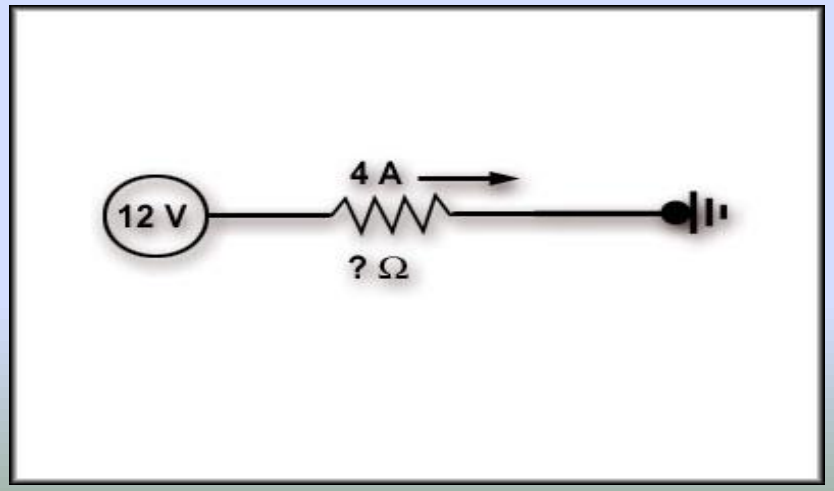
সার্কিট প্যারামিটারস এর সংজ্ঞা

- বৈদ্যুতিক সার্কিটে ব্যবহৃত বিভিন্ন উপাদানকে এর প্যারামিটারস বলে। যেমনঃ রেজিস্ট্যান্স, ইন্ডাকট্যান্স, ক্যাপাসিট্যান্স,ইম্পিডেন্স ইত্যাদি।



বিভিন্ন সার্কিট প্যারামিটারস এর বর্ণনা

- রেজিস্ট্যান্স ঃ কোন পরিবাহী পদার্থের মধ্যে দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার সময় পরিবাহী পদার্থের যে ধর্মের কারণে ইহা বাধা গ্রস্থ হয় ,উক্ত ধর্ম বা বৈশিষ্ট্যকে রেজিস্ট্যান্স বলে।
- এর প্রতীক R
- এর একেক Ω ।



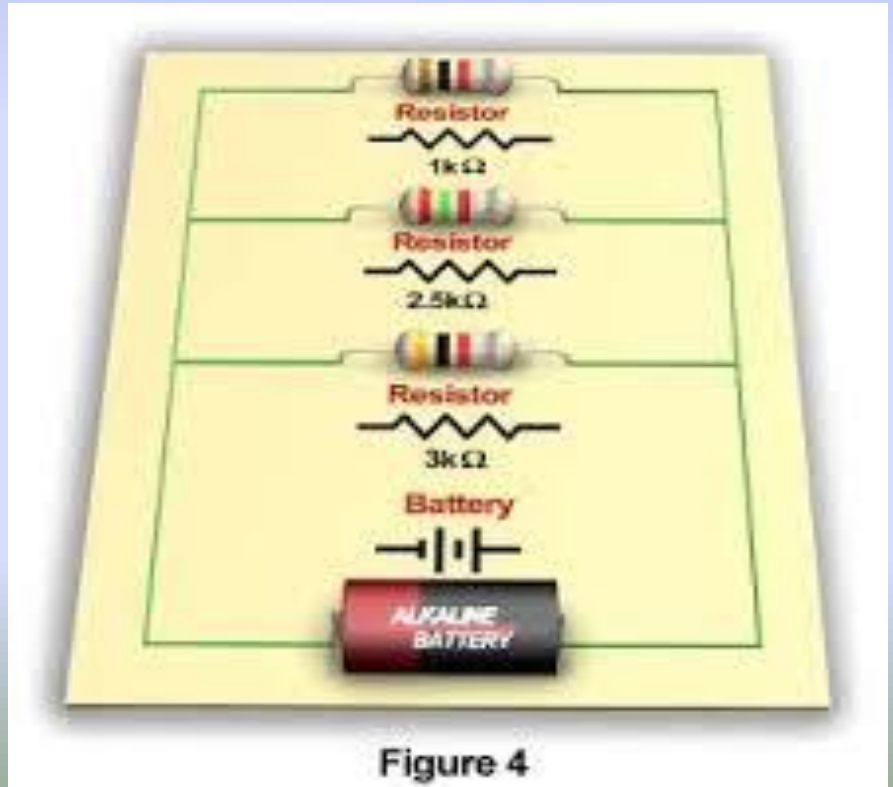
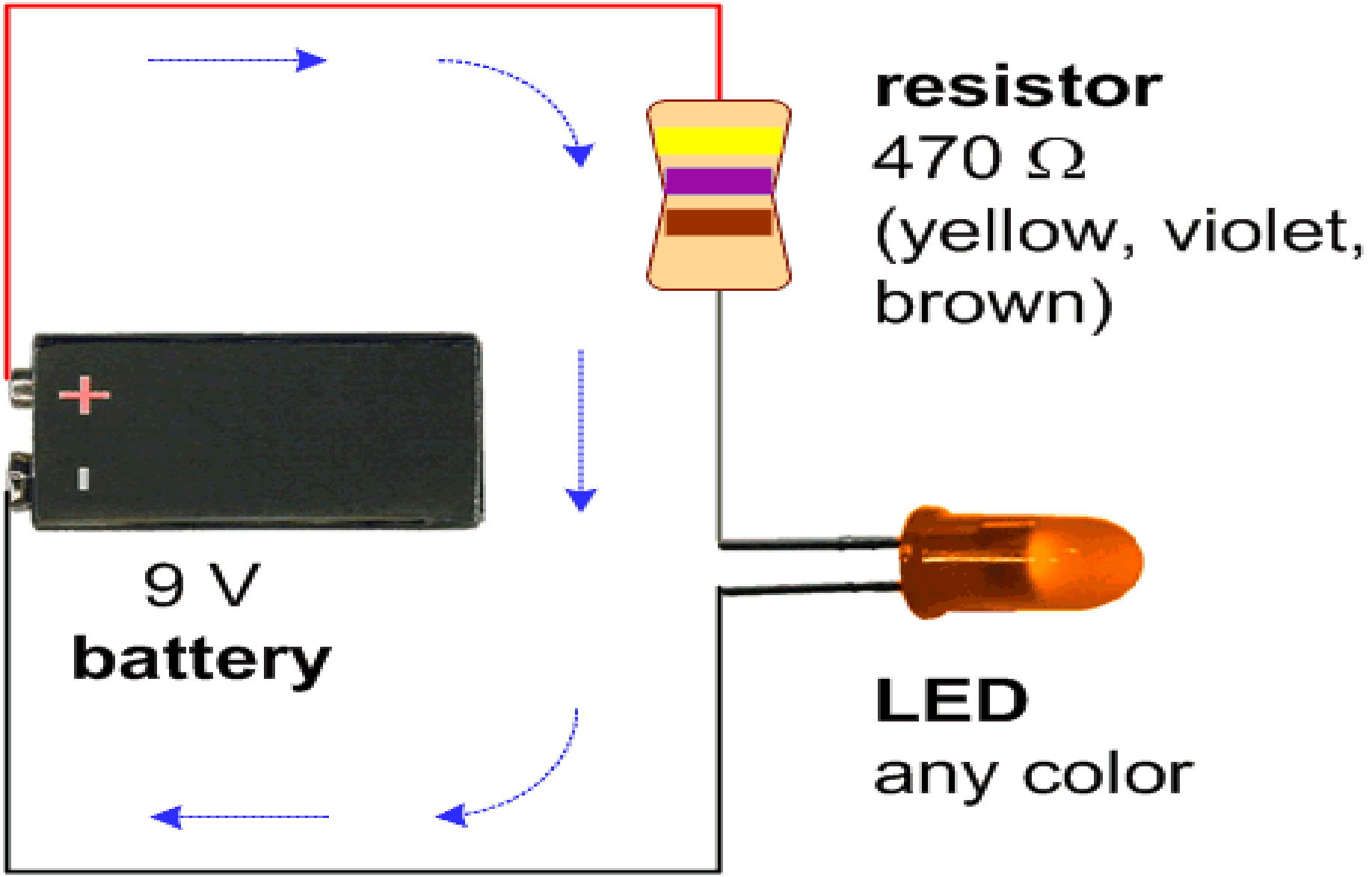
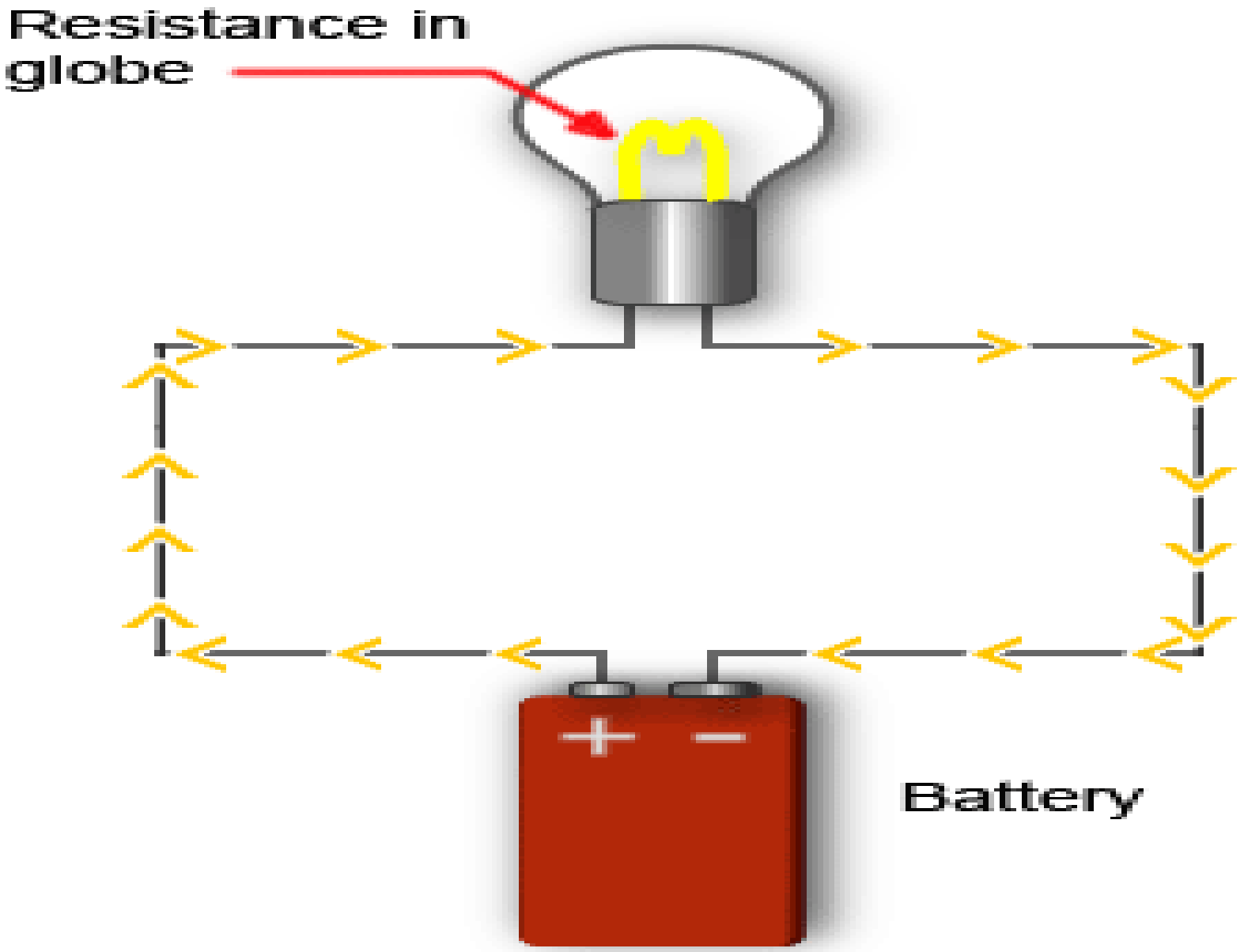


Figure 4

রেজিস্ট্যান্স দ্বারা গঠিত সার্কিট



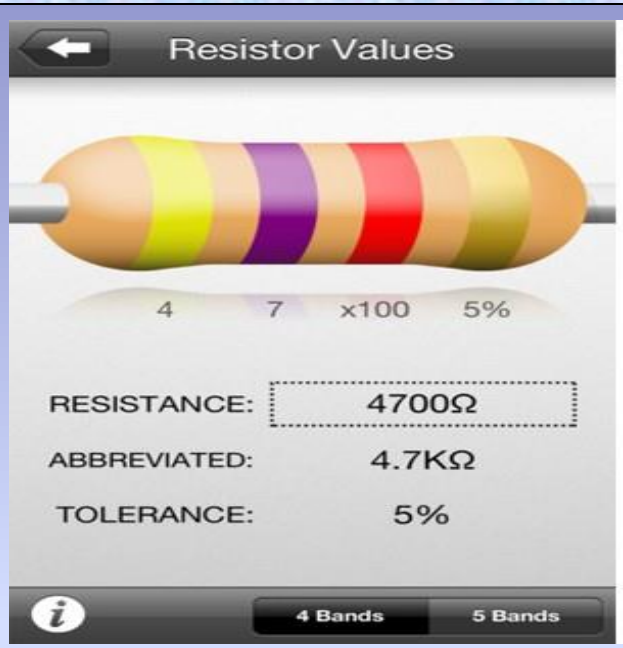
রেজিস্ট্যান্স দ্বারা গঠিত সার্কিট

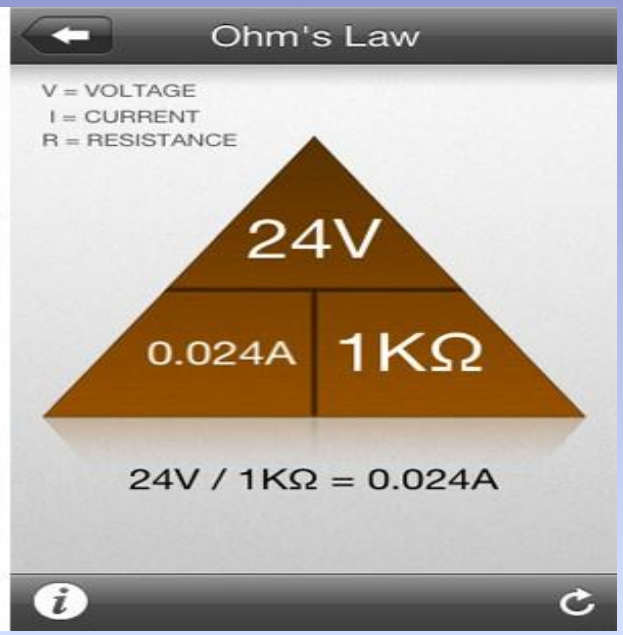


একটি রেজিস্ট্যান্স দ্বারা এর মান বাহির করণ

কাবালাকহসনীবেধুসা

কা - কালো - ০
বা - বাদামী - ১
লা - লাল - ২
ক - কমলা - ৩
হ - হলুদ - ৪
স - সোনালী - ৫
নী - নীল - ৬
বে - বেগুনী - ৭
ধু - ধুষর - ৮
সা - সাদা - ৯





সূত্র ঃ ১ম কালার ২য় কালার$\times 10^{?} \pm$ টলারেন্স

$= ৪৭ \times 10^{2} \pm ৫\%$

$$R_1 = ৪৭ \times ১০০ + \frac{5}{100} \times ৪৭০০$$

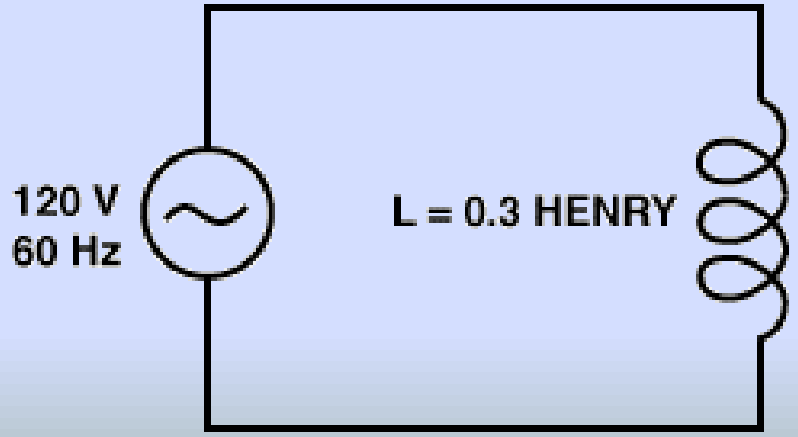
$$R_2 = ৪৭ \times ১০০ - \frac{5}{100} \times ৪৭০০$$

ইন্ডাকট্যান্স ঃ

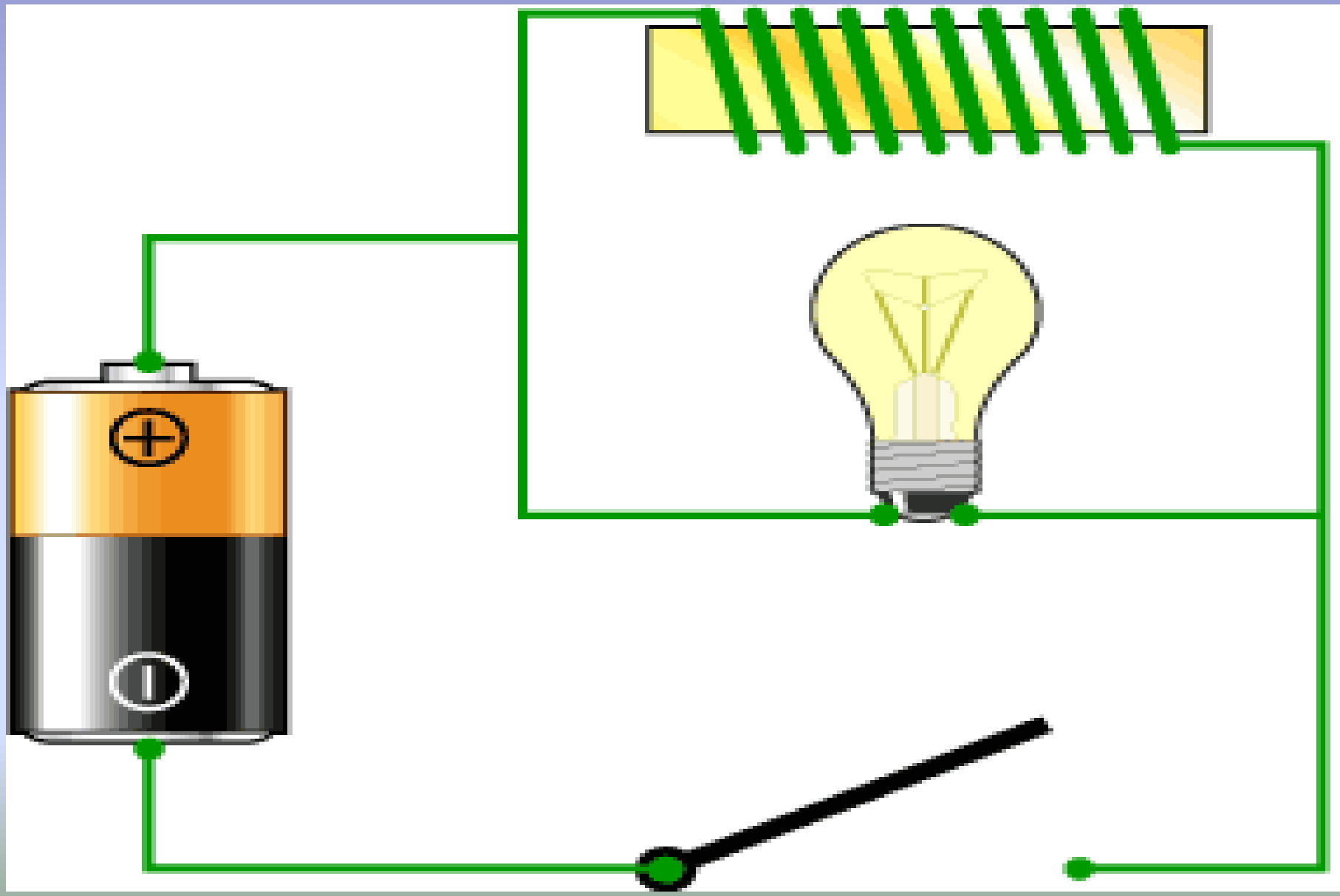
এটি কয়েলের এমন একটি বৈশিষ্ট্য বা ধর্ম যা কয়েলের চারদিকের ফ্লাক্সের হ্রাস বৃদ্ধিতে বাধা প্রদান করে।

এর প্রতীক L

এর একেক h



ইন্ডাকট্যান্স দ্বারা গঠিত সার্কিট



ইন্ডাকট্যান্স দ্বারা গঠিত সার্কিট

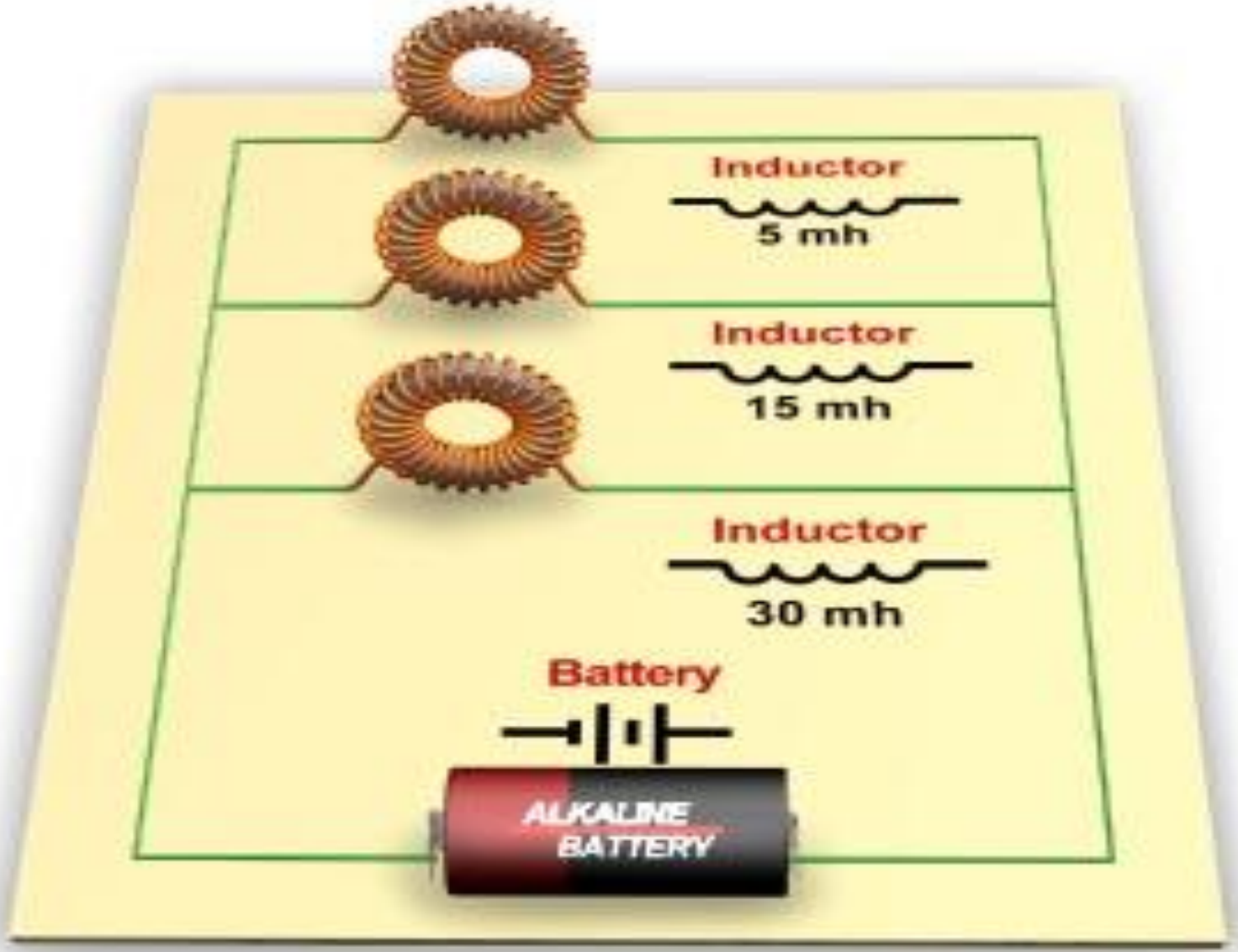


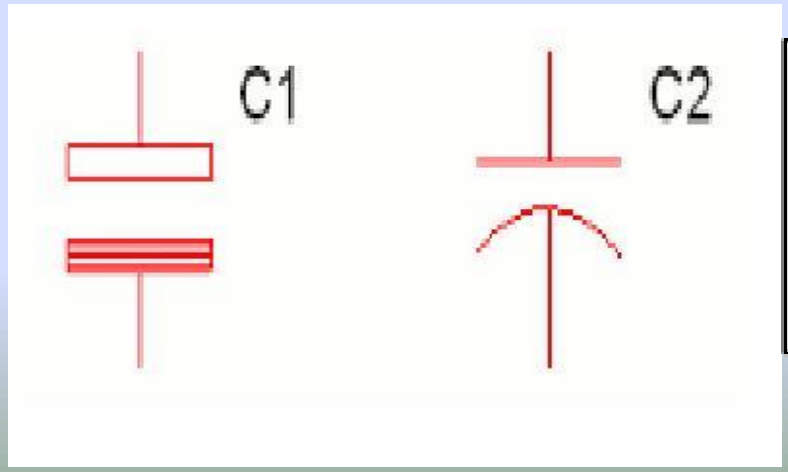
Figure 3

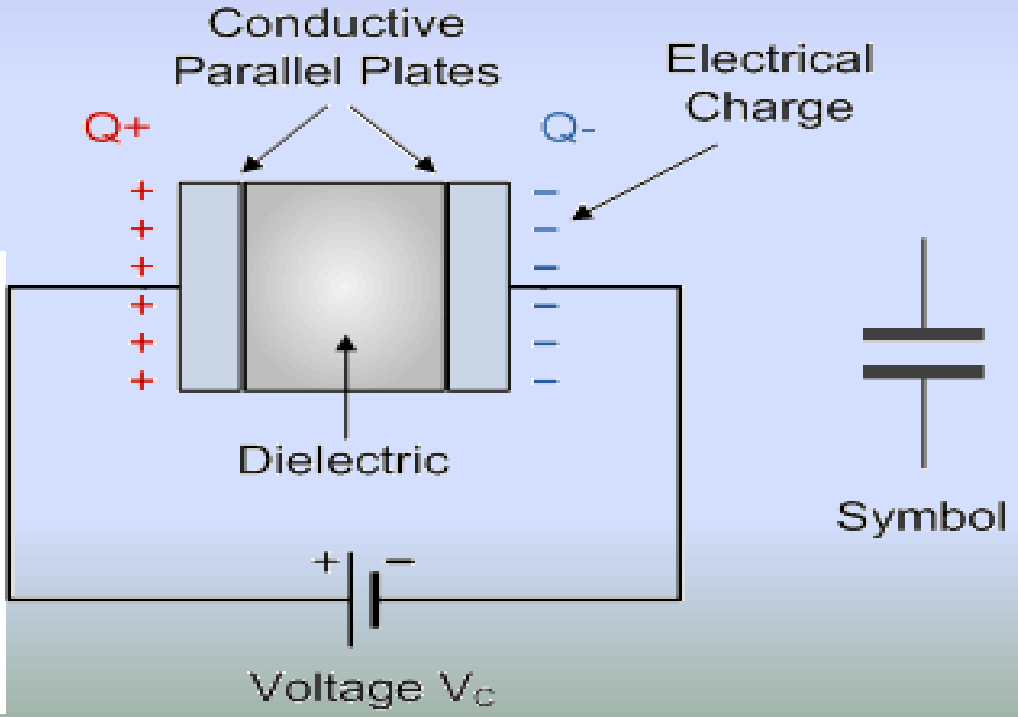
ক্যাপাসিট্যান্স ঃ

❑ক্যাপাসিটরের প্লেটগুলোর মধ্যে যখন পটেনশিয়াল পার্থক্য বিরাজমান থাকে ,তখন তাতে বৈদ্যুতিক শক্তি সঞ্চয় করে রাখা ক্যাপাসিটরের একটি বিশেষ ধর্ম এই ধর্ম বা বৈশিষ্টকেই ক্যাপাসিট্যান্স বলে।

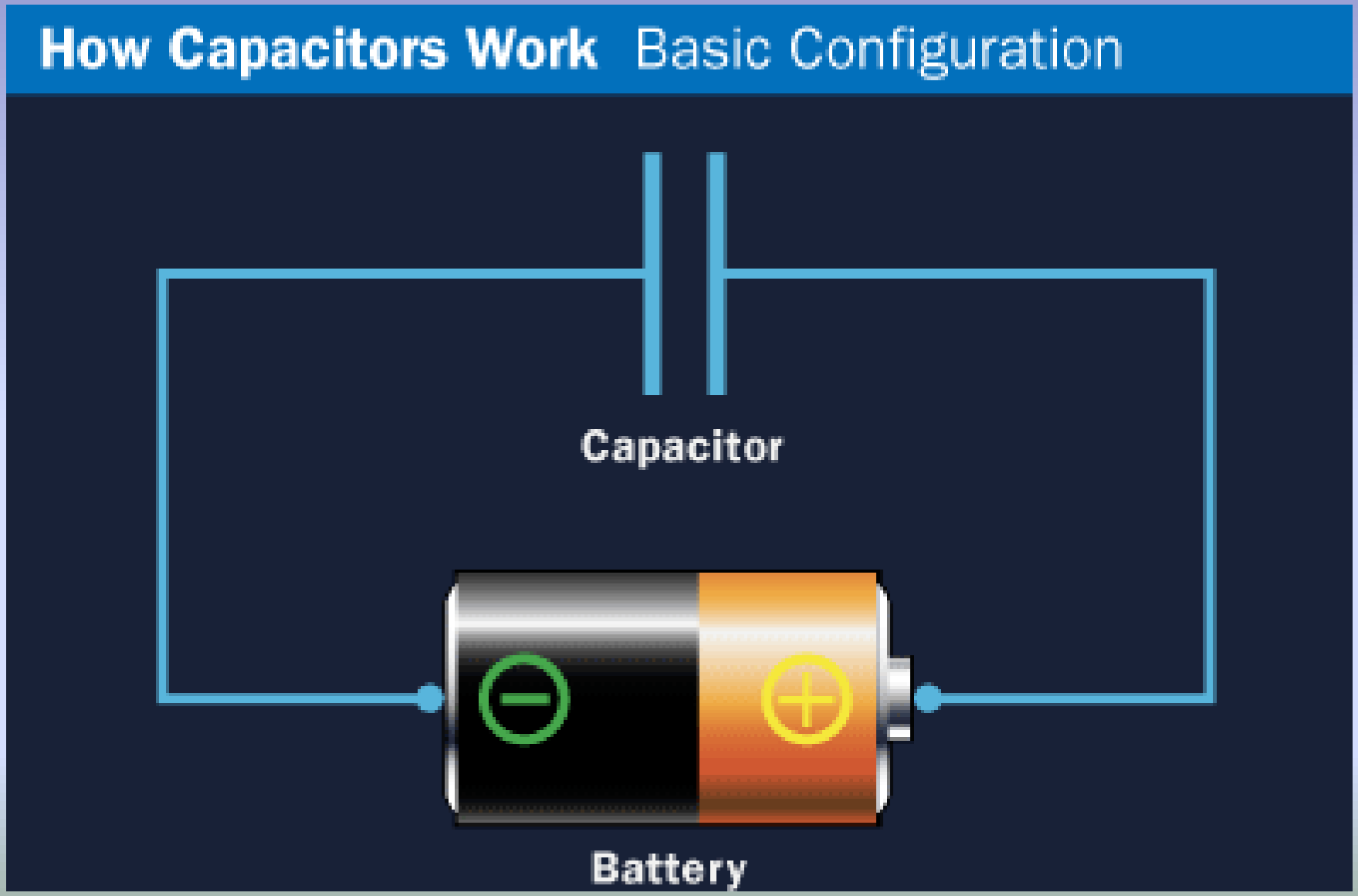
এর প্রতীক C

এর একেক f





ক্যাপাসিটেন্স দ্বারা গঠিত সার্কিট



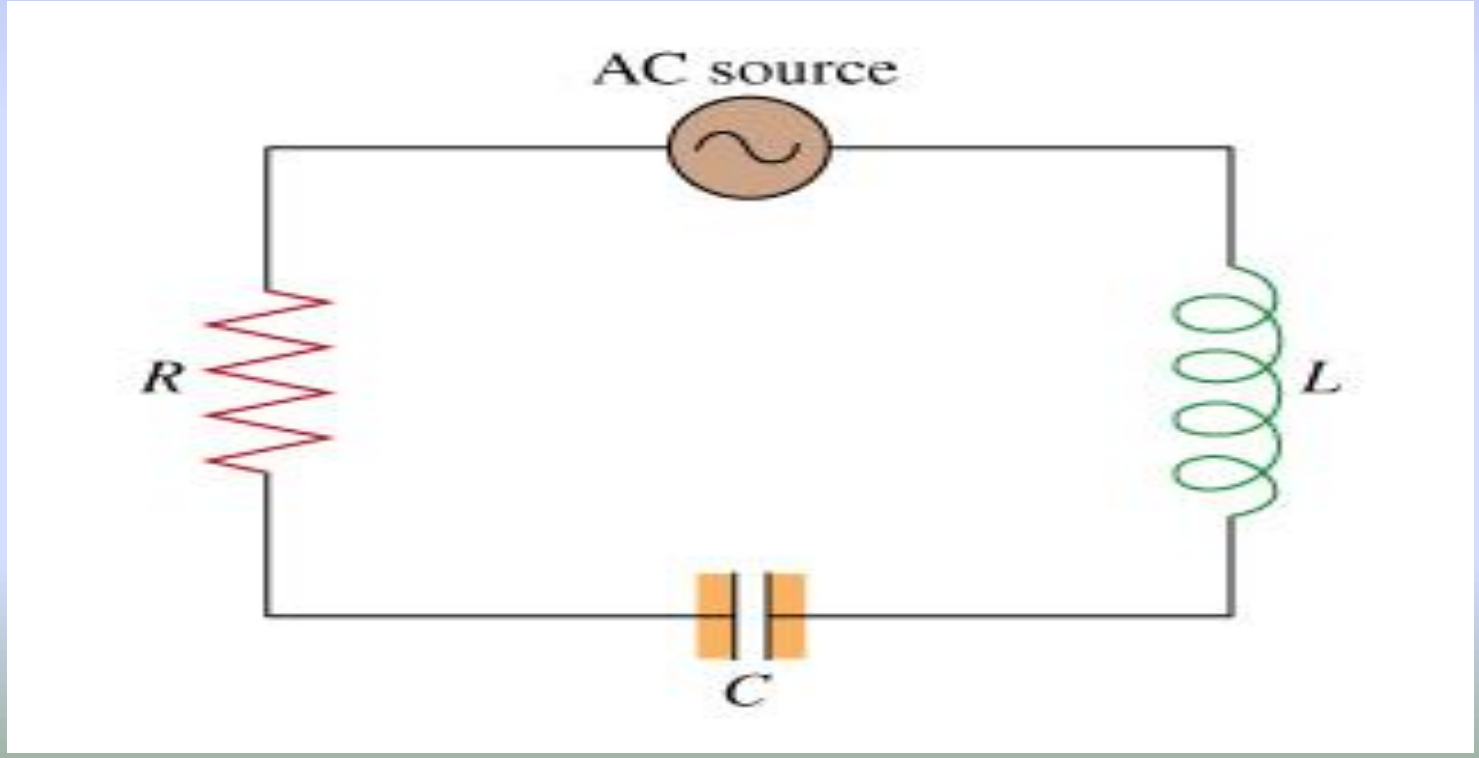
ক্যাপাসিটেন্স দ্বারা গঠিত সার্কিট

ইম্পীডেন্স ঃ

❑এ.সি. সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহে মোট বাধাকেই ইম্পিড্যান্স বলে।

এর প্রতীক Z

এর একেক Ω

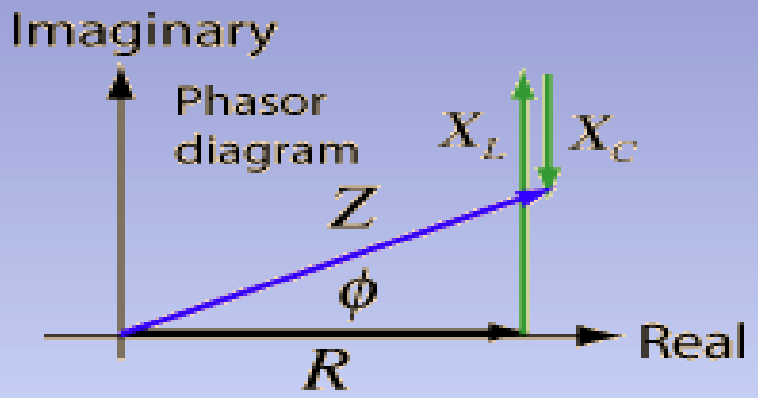


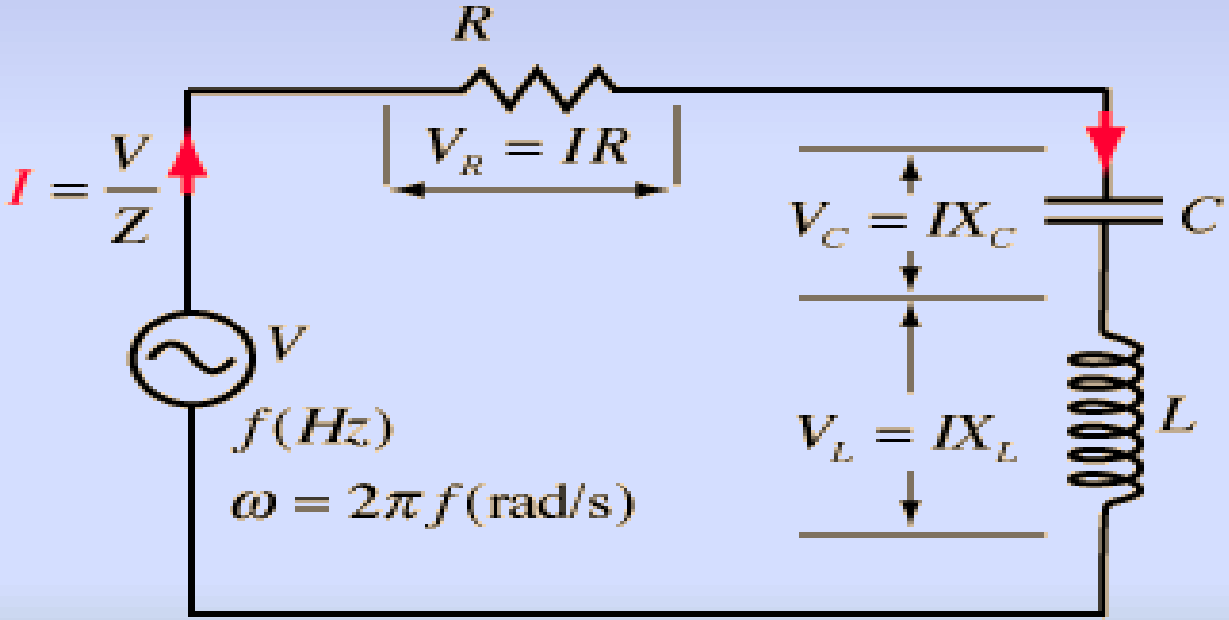
ইম্পীডেন্স ঃ

Series resonant condition:

$$Z = R \qquad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$X_C = X_L \qquad Phase = \phi = 0$$





$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$X_L = \omega L$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$Phase = \phi = \tan^{-1}\left[\frac{X_L - X_C}{R}\right]$$

সম্ভাব্য প্রশ্নসমুহ

১. রেজিস্ট্যান্স কি ? এর একক ও প্রতীক লেখ।
২. ইন্ডাকট্যান্স কি ? এর একক ও প্রতীক লেখ।
৩. ক্যাপাসিট্যান্স কি ? এর একক ও প্রতীক লেখ।
৪. ইম্পিডেন্স কি ? এর একক ও প্রতীক লেখ।
৫. সার্কিট প্যারামিটার কাকে বলে ?

বৈদ্যুতিক নেটওয়ার্ক
Electric Network

সার্কিটের বিভিন্ন প্রকার সূত্র :

এখানে ,

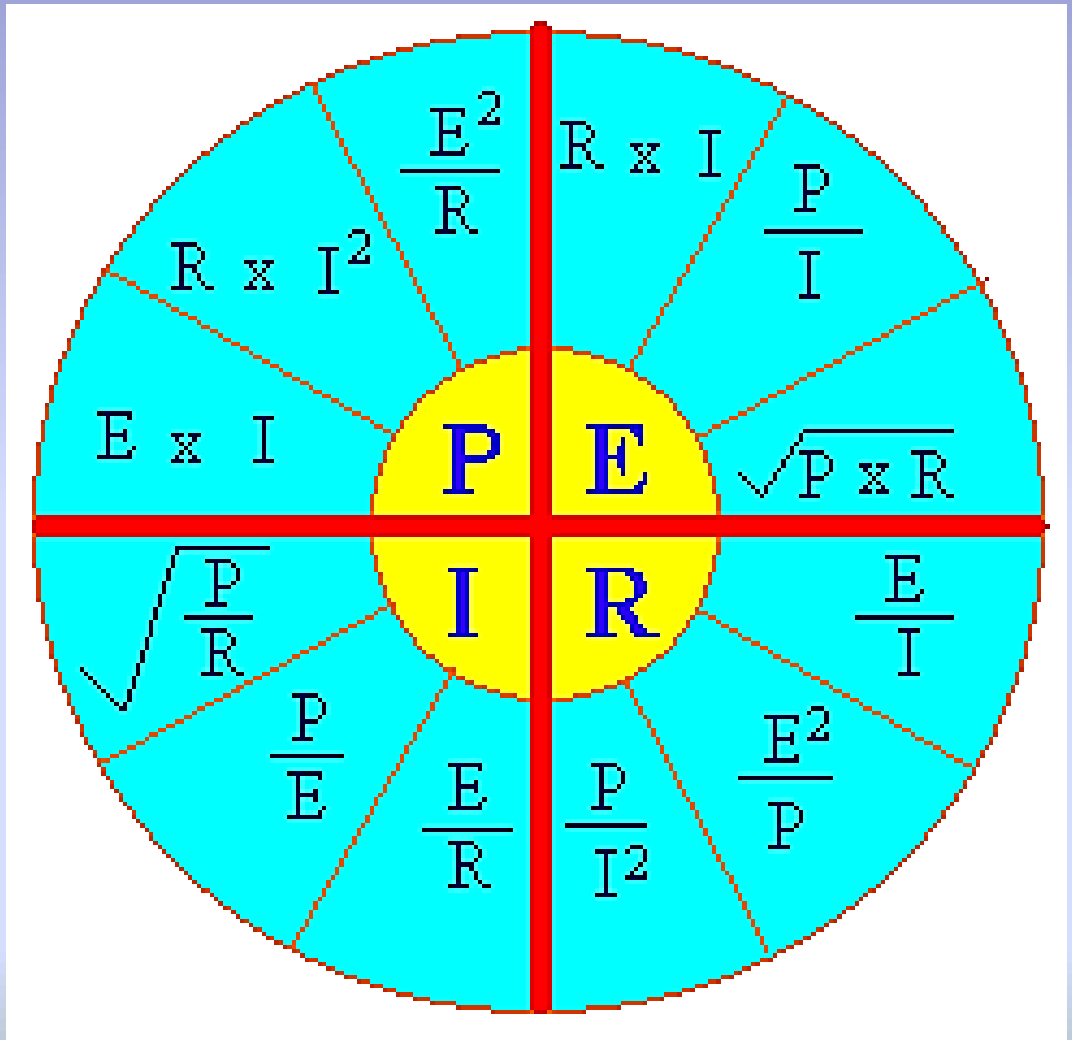
Powwer = P

Voltage = V

Current = I

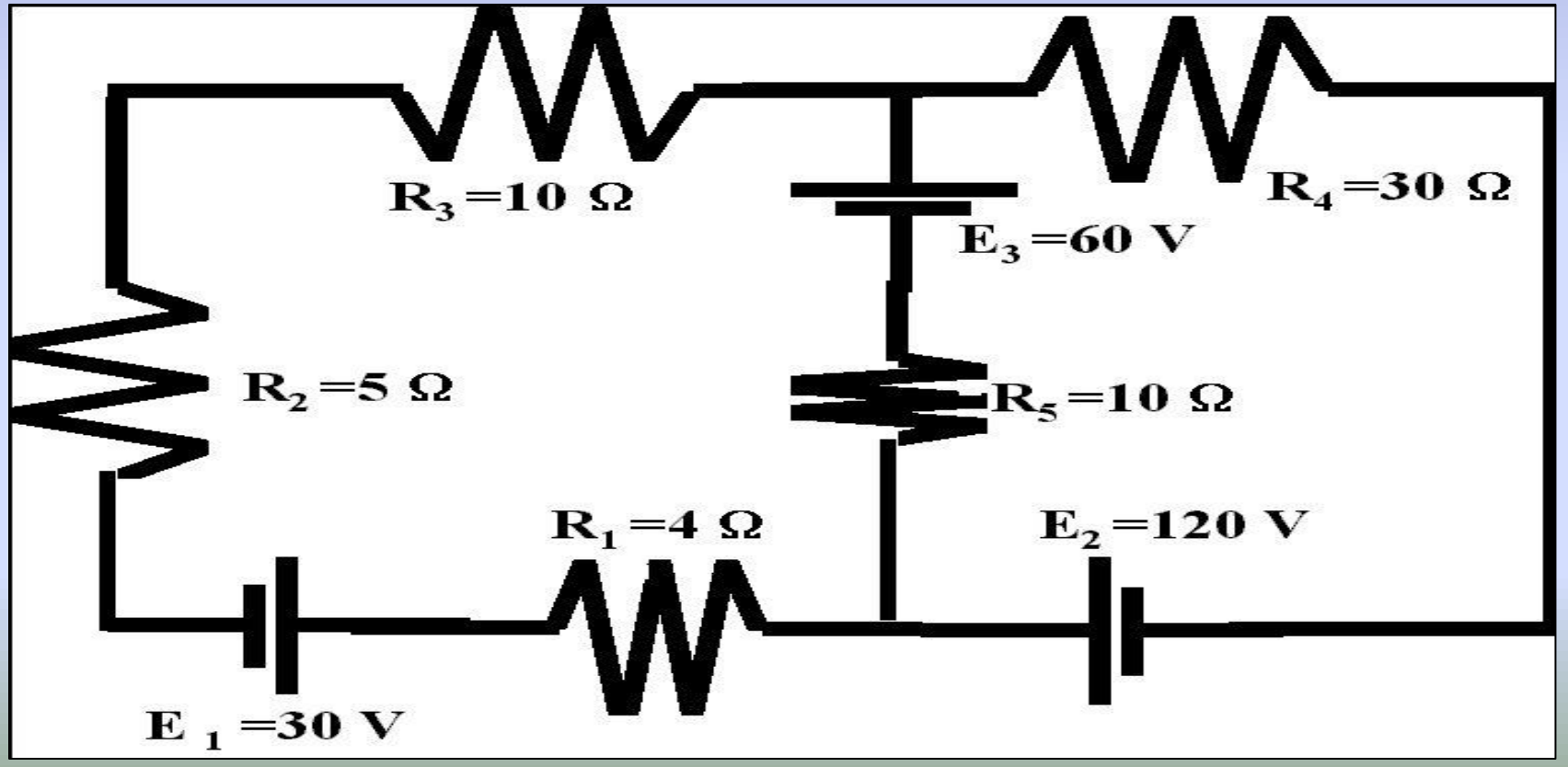
Resistance = R

Ohms = **Ω**



বৈদ্যুতিক নেটওয়ার্ক এর সংজ্ঞা

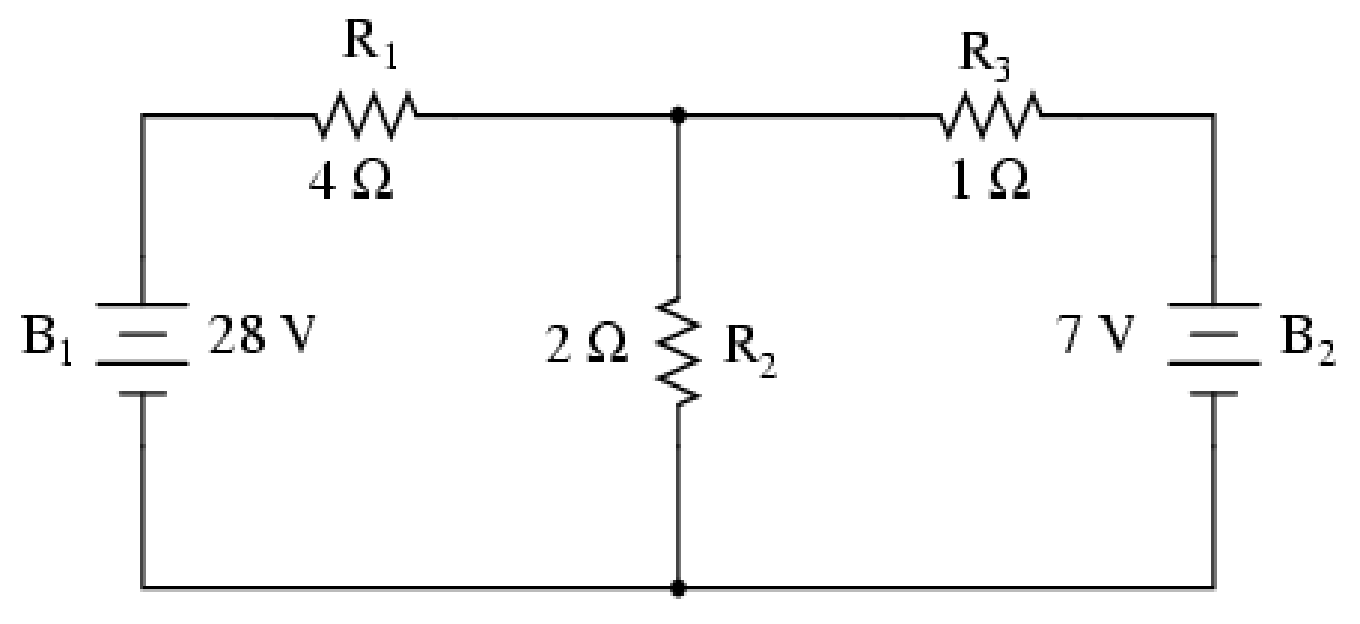
বৈদ্যুতিক শক্তির এক বা একাধিক উৎস এবং বিভিন্ন প্রকারের সার্কিট উপাদানের সমন্বিত যে কোন ব্যাবস্থাকে বৈদ্যুতিক নেটওয়ার্ক বলে।



বিভিন্ন প্রকার বৈদ্যুতিক নেটওয়ার্ক

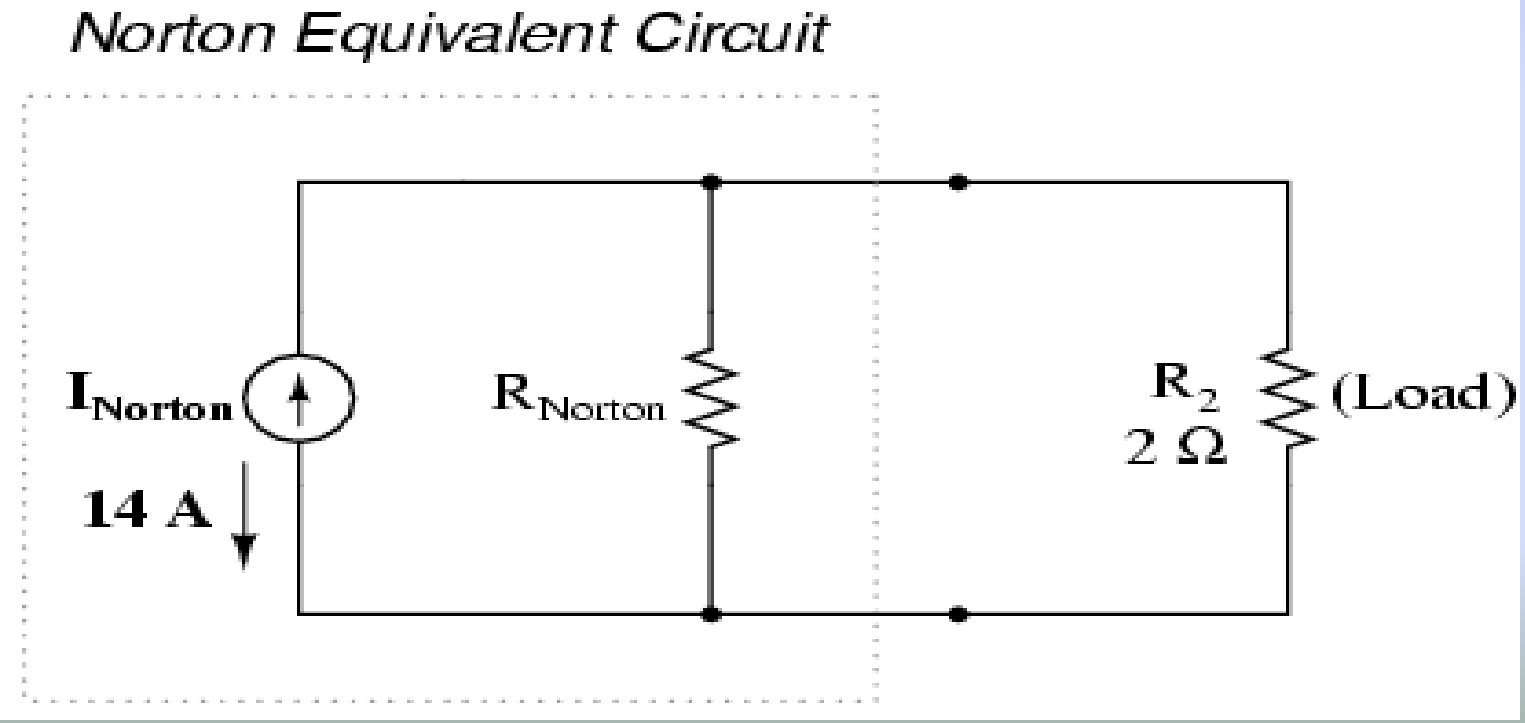
অ্যাকটিভ নেটওয়ার্ক ঃ

এটি এমন একটি সার্কিট বা নেটওয়ার্ক ,যাতে এক বা একাধিক ই.এম.এফ এর উৎস থাকে।



প্যাসিভ নেটওয়ার্ক ঃ

এটি এমন একটি সার্কিট বা নেটওয়ার্ক ,যাতে এক বা একাধিক ই.এম.এফ এর উৎস থাকে না।



লিনিয়ার নেটওয়ার্ক ঃ

এটি এমন একটি সার্কিট বা নেটওয়ার্ক ,যার প্যারামিটার সমুহ স্থির থাকে । অর্থাৎ কারেন্ট ও ভোল্টেজ স্থির থাকে।

নন্ - লিনিয়ার নেটওয়ার্ক

এটি এমন একটি সার্কিট বা নেটওয়ার্ক, যার প্যারামিটারসমূহ ভোল্টেজ বা কারেন্টের পরিবর্তনের সাথে পরিবর্তিত হয়।

ইউনি-লেটারেল নেটওয়ার্ক ঃ

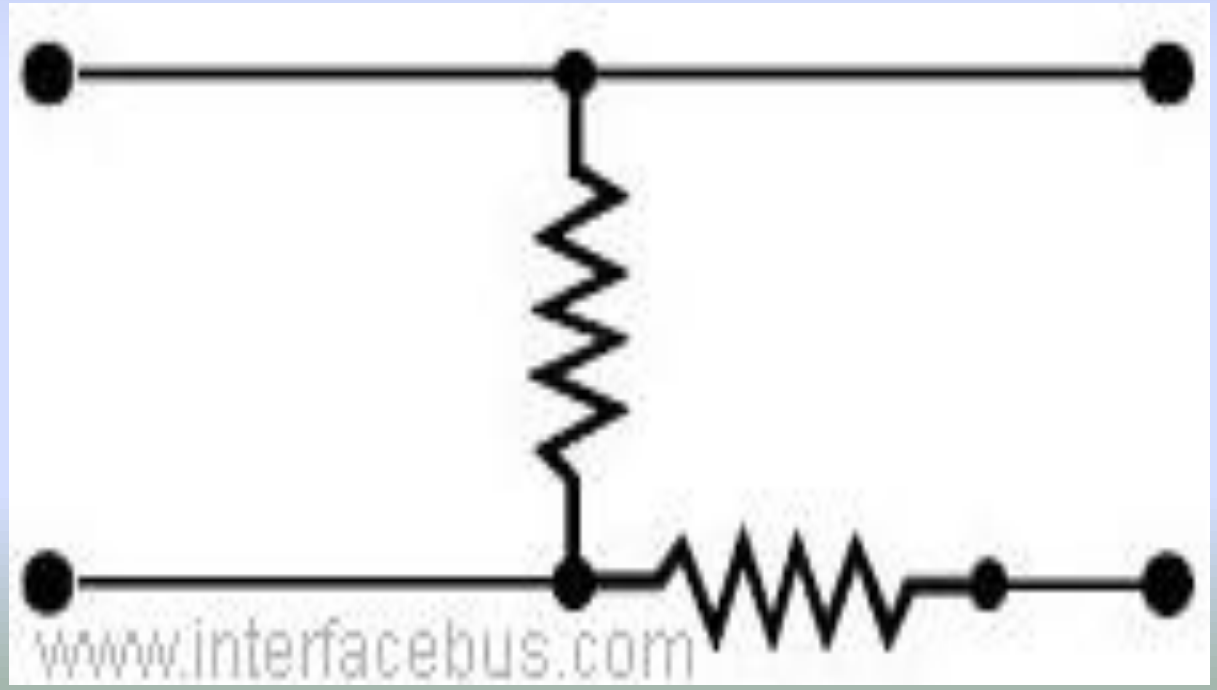
এটি এমন একটি সার্কিট বা নেটওয়ার্ক যে এর কার্যক্রম বা অপারেশনে দিক অনুযায়ী এর বৈশিষ্ট্য বা গুনাবলির কোন পরিবর্তন হয়।
যেমন ঃ ডায়ড যা উভয় দিকেই কাজ করে।

বাই- লেটারেল নেটওয়ার্ক ঃ

এটি এমন একটি সার্কিট বা নেটওয়ার্ক যে কোন দিকেই এর বৈশিষ্ট্য বা গুনাবলির কোন পরিবর্তন হয় না,অর্থাৎ একই থাকে ।
যেমন ঃ ট্রান্সমিশন লাইনকে একটি বাই-লেটারেল বলা হয়।

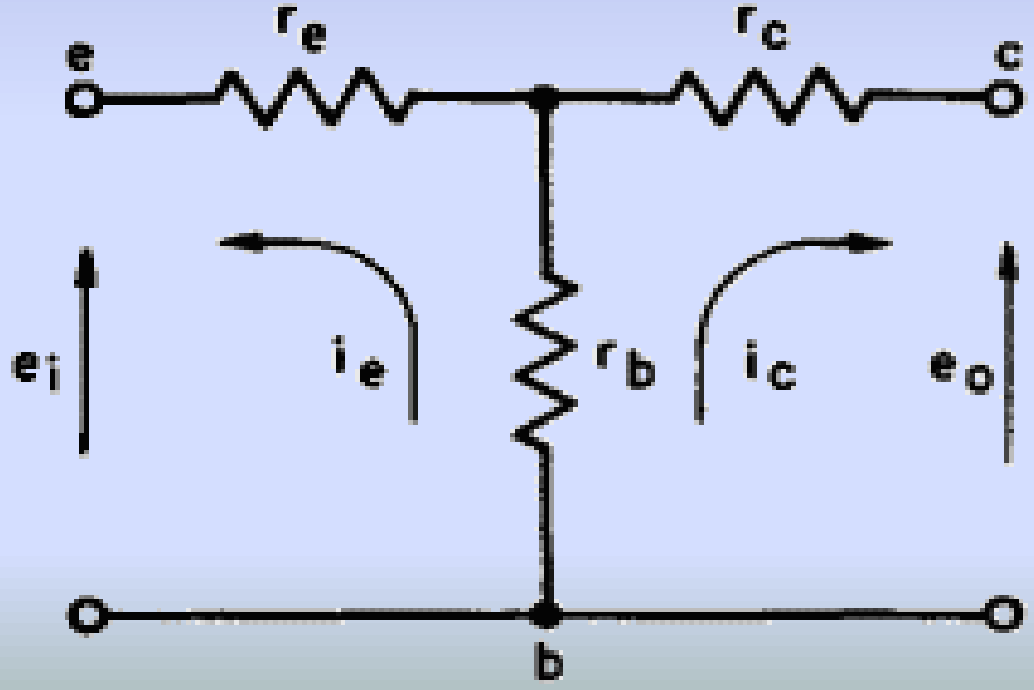
এল - নেটওয়ার্ক

এটি দুটি সিরিজ রেজিস্ট্যান্স দ্বারা গঠিত এমন একটি সার্কিট, যার মুক্ত প্রান্তদ্বয় সরবরাহ প্রান্তদ্বয়ের সাথে এবং রেজিস্ট্যান্সদ্বয়ের সংযোগ স্থল ও একটি মুক্ত প্রান্ত অন্য একটি সরবরাহের প্রান্তদ্বয়ের সাথে সংযুক্ত থাকে ।



টি - নেটওয়ার্ক

এটি তিনটি রেজিস্ট্যান্স স্টার সংযোগে গঠিত এমন একটি সার্কিট, যার প্রত্যেকটি প্রান্ত একটি সাধারণ বিন্দুতে সংযুক্ত থাকে এবং অবশিষ্ট প্রান্তগুলো একটি ইনপুট প্রান্তে, একটি আউটপুট প্রান্তে এবং অন্যটি ইনপুট ও আউটপুট প্রান্তের সাধারণ বিন্দুতে সংযুক্ত থাকে ।



$r_{11} = r_e + r_b$

$r_{21} = r_b$

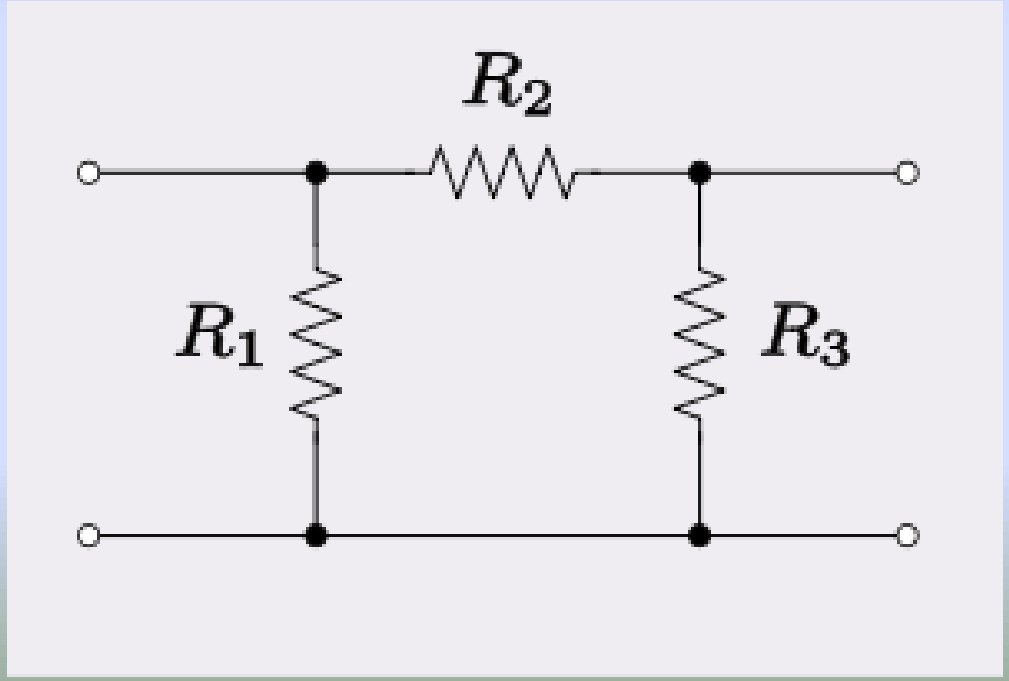
$r_{22} = r_c + r_b$

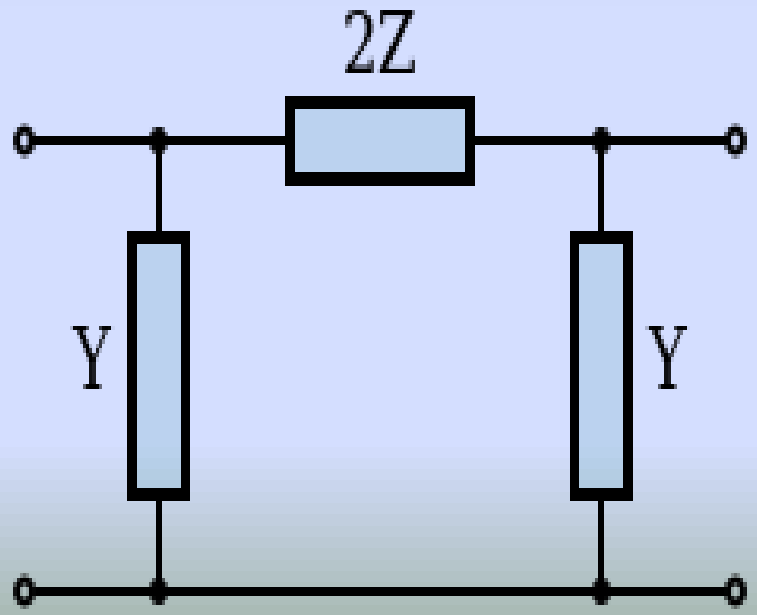
$r_{12} = r_b$

(B)

পাই - নেটওয়ার্ক

এটি তিনটি রেজিস্ট্যান্স ডেল্টা সংযোগে গঠিত এমন একটি সার্কিট, প্রটিতি রেজিস্ট্যান্স, পরস্পর সিরিজে সংযুক্ত হয়ে একটি বদ্ধ সার্কিট সৃষ্টি করে এবং প্রটিতি সংযোগ স্থলের একটি ইনপুট প্রান্ত, একটি আউটপুট প্রান্ত এবং একটি ইনপুট - আউটপুট প্রান্তের একটি সাধারণ বিন্দুতে সংযুক্ত করা হয় ।



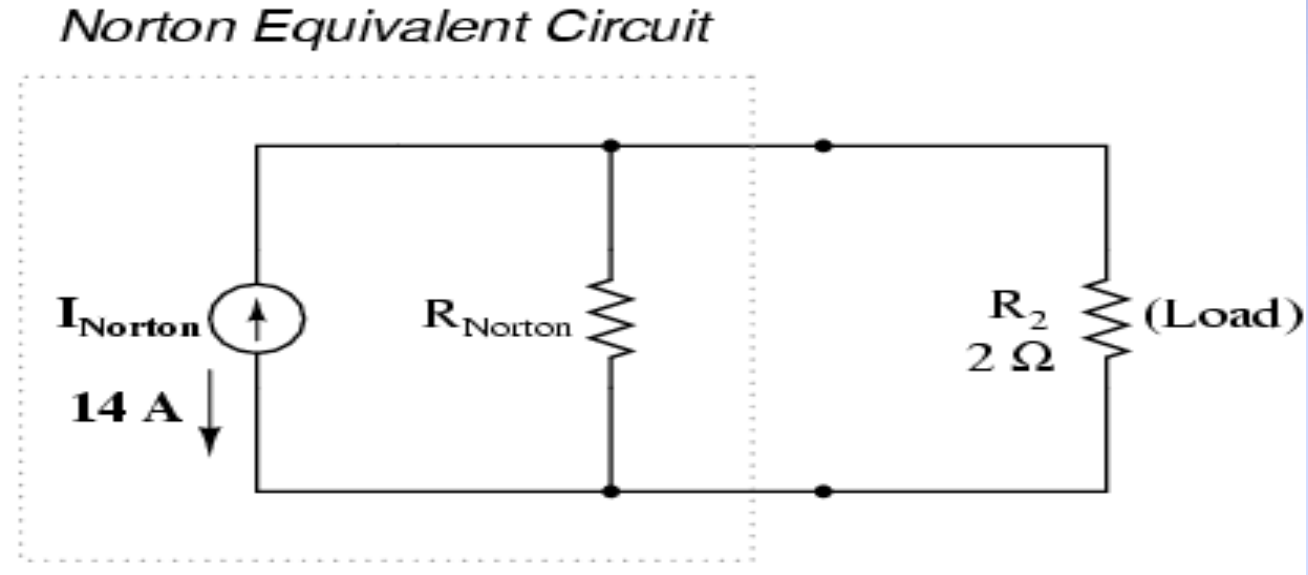


অ্যাকটিভ ও প্যাসিভ নেটওয়ার্কের তুলনা

অ্যাকটিভ	প্যাসিভ
• এতে কারেন্ট ও ভোল্টেজ সোর্স সহ সার্কিট প্যারামিটার থাকে। • এতে কারেন্ট ও ভোল্টেজ সোর্স সহ সার্কিট প্যারামিটার থাকে বলে কাজ পাওয়া যায়। • ইহা বদ্ধ সার্কিট • চিত্রঃ	• এতে শুধু সার্কিট প্যারামিটার থাকে। • এতে শুধু সার্কিট প্যারামিটার থাকে কিন্তু উৎস থাকে না তাই কাজ পাওয়া যায় না। • ইহা খোলা সার্কিট • চিত্রঃ

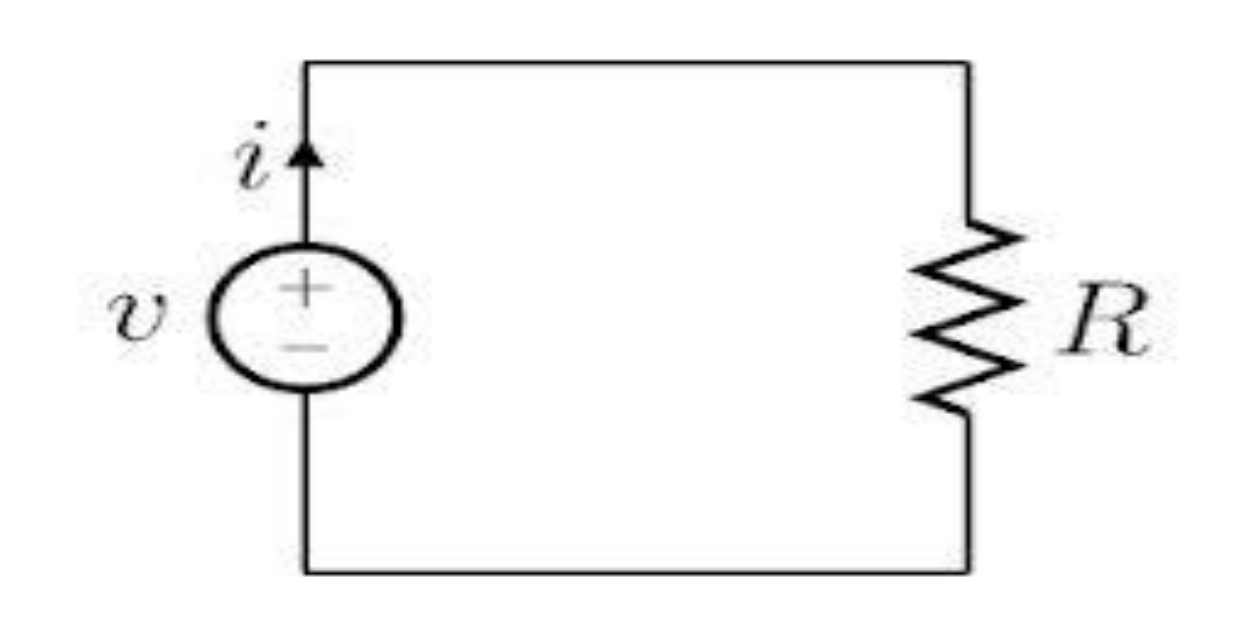
কারেন্ট সোর্স ও ভোল্টেজ সোর্স

কারেন্ট সোর্স ঃ এমন একটি উৎস যা লোড রেজিস্ট্যান্স যাই হোক না কেন , তার প্রান্ত দ্বয়ের মাধ্যমে নির্দিষ্ট পরিমান কারেন্ট বিতরন করে।



আদর্শ কারেন্ট সোর্স ঃ যখন সোর্স রেজিস্ট্যান্স অসীম হয়, তখন কারেন্ট সোর্সকে আদর্শ কারেন্ট সোর্স বলে।

ভোল্টেজ সোর্স ঃ এমন একটি উৎস যা লোড রেজিস্ট্যান্স এর পরিবর্তনের উপর নির্ভর না করেই তার প্রান্তদ্বয়ে নির্দিষ্ট পরিমান ভোল্টেজ পাওয়া যায়।



আদর্শ ভোল্টেজ সোর্স ঃ আদর্শ ভোল্টেজ সোস সেটাই যার সোস্ রেজিস্ট্যান্স শূন্য।

নোড,লুপ, মেশ, ব্রাঞ্চ

নোড ঃ ইহা সার্কিটের এমন একটি জাংশন বা সংযোগ স্থল; যেখানে দুই বা ততোধিক সার্কিট উপাদান বকেত্রে সংযোগ থাকে।

লুপ ঃ ইহা সার্কিটের এমন একটি বদ্ধ পথ যাতে কোন উপাদান একের অধিক বাধার সম্মুখীন হয় না।

মেশ ঃ এটা একটি লুপ , যার ভিতর অন্য কোন লুপথাকে না।

ব্রাঞ্চ ঃ ইহা সার্কিটের সেই অংশ যা দুটি সংযোগ স্থলের মধ্যবর্তী স্থানে অবস্থিত।

সম্ভাব্য প্রশ্নসমুহ

১। বৈদ্যুতিক নেটওয়ার্ক কী ?

২। বিভিন্ন প্রকার বৈদ্যুতিক নেটওয়ার্কের বর্ণনা দাও।

৩। কারেন্ট সোর্স ও ভোল্টেজ সোর্স কাকে বলে ?

৪। আদর্শ কারেন্ট সোর্স ও ভোল্টেজ সোর্স কাকে বলে ?

৫। নোড,লুপ, মেশ, ব্রাঞ্চ কি ?

সার্কিট থিওরেমস

Circuit theorems

সার্কিটের বিভিন্ন প্রকার সূত্র :

এখানে ,

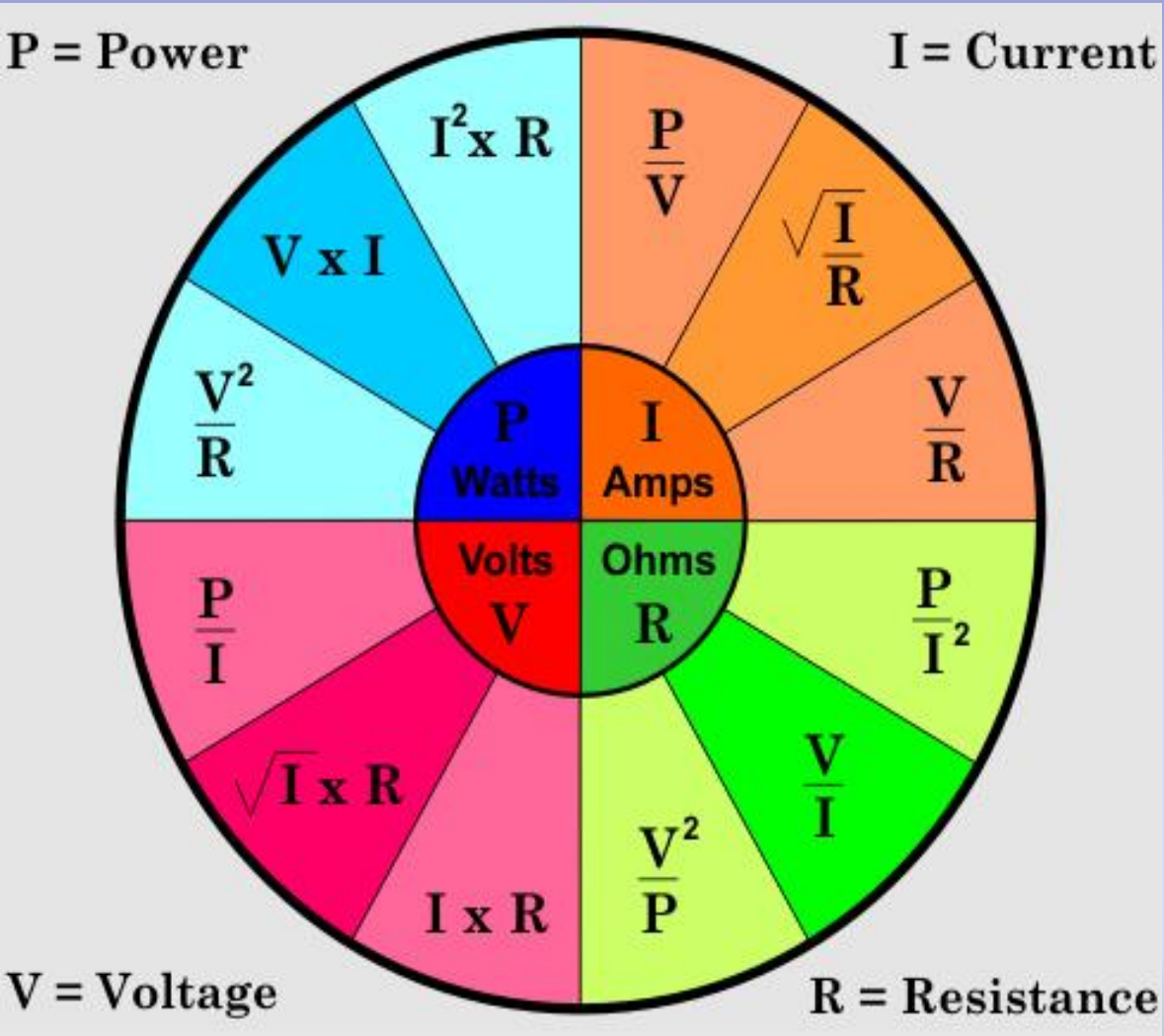
Powwer = P

Voltage = V

Current = I

Resistance = R

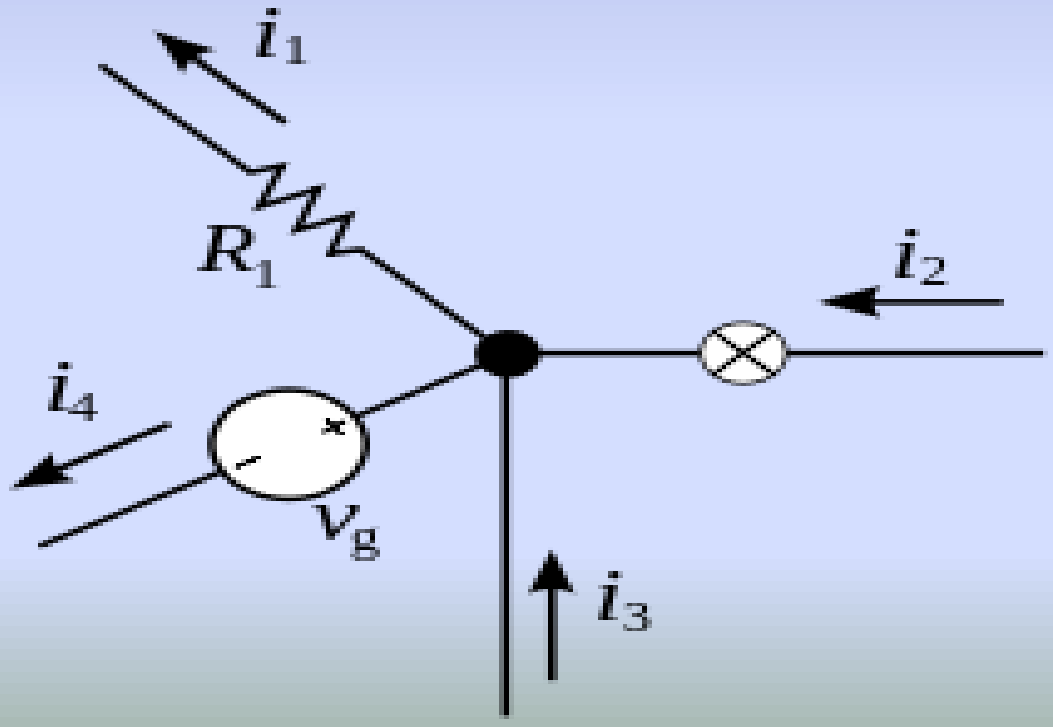
Ohms = **Ω**



কারশফের কারেন্ট এবং ভোল্টেজ সূত্র

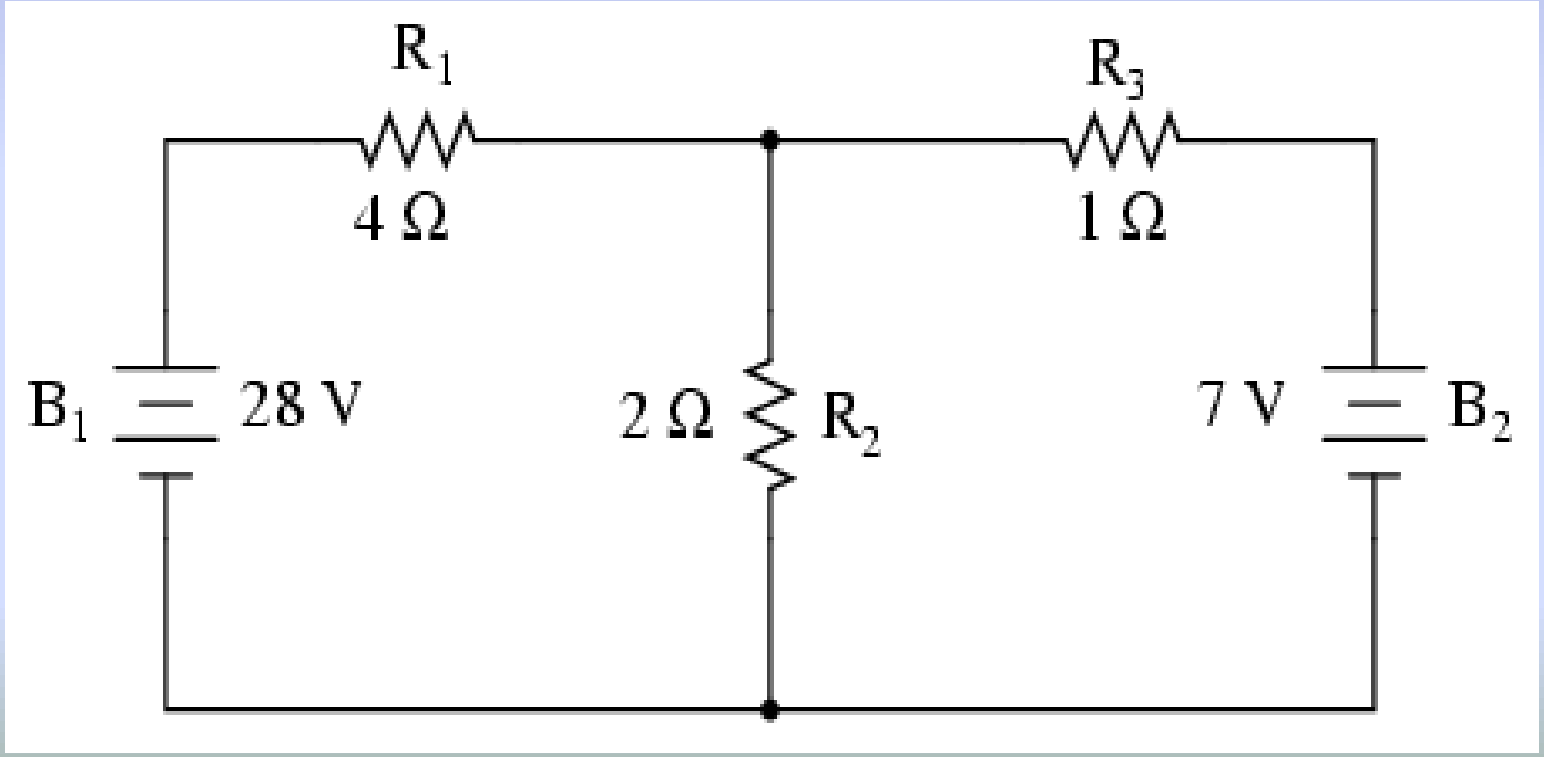
কারেন্ট সূত্র ঃ

কোন বৈদ্যুতিক সার্কিটের কোন বিন্দুতে বা সংযোগ স্থলে আগত কারেন্ট এবং নির্গত কারেন্টের বীজগাণিতিক যোগফল সমান।



ভোল্টেজ সূত্র ঃ

কোন বদ্ধ সার্কিটের সকল ই.এম.এফ এর যোগফল এবং ভোল্টেজ ড্রপের বীজগাণিতিক যোগ ফল শূন্য।



কারশফের ভোল্টেজ সূত্র প্রয়োগে করে তিনটি বদ্ধ লুপে তিনটি সমীকরণ পেতে পারি

1. ABCFA লুপ - এ

$$E_1 - I_1R_1 - I_3R_3 = 0$$

2. EDCFE লুপ - এ

$$E_2 - I_2R_2 - I_3R_3 = 0$$

3. ABCDEFA লুপ - এ

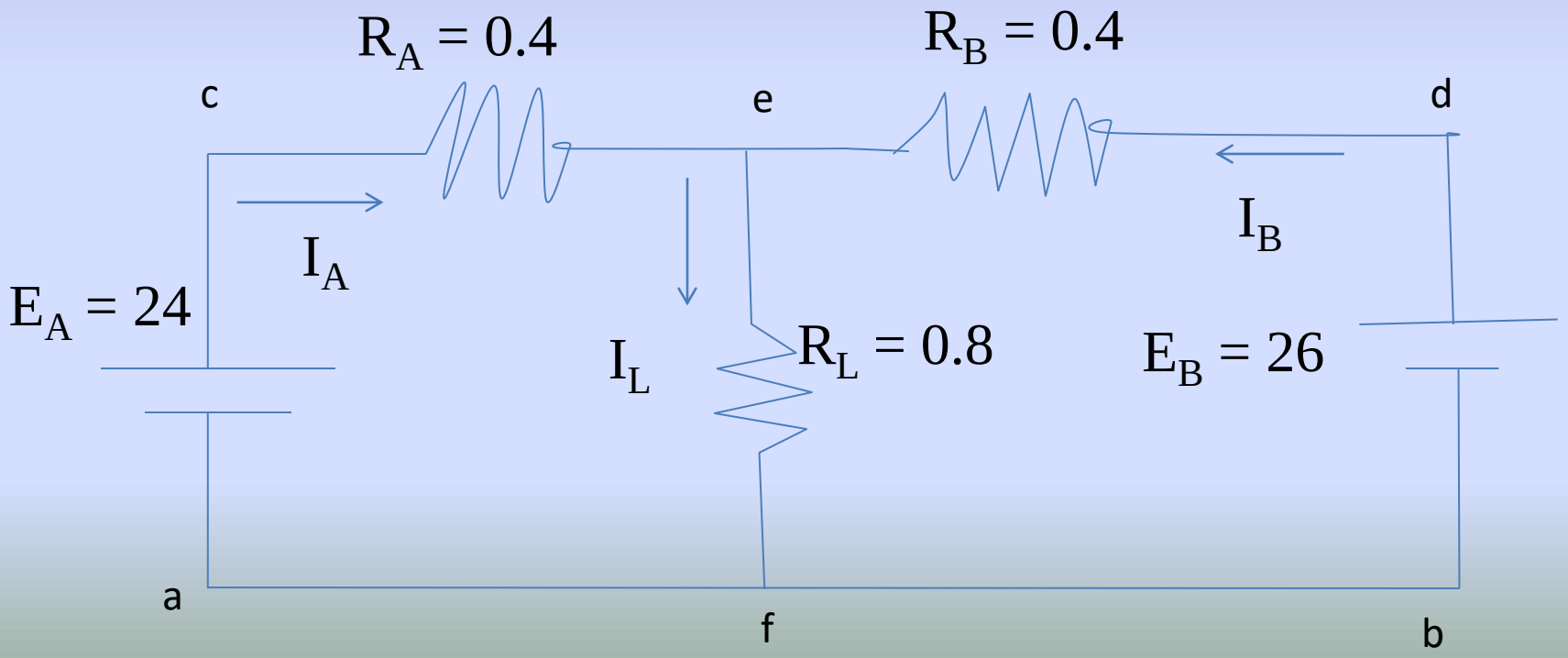
$$E_1 - I_1R_1 + I_2R_2 - E_2 = 0$$

সমস্যা সমাধান

এখানে,

$R_A = 0.4, \quad R_B = 0.4, R_L = 0.8,$

$E_A = 24, E_B = 26, I_A = ?, I_B = ?, I_L = ?$



We know,

কারশফেরKCL Low প্রয়োগ কর -

$$I_L = I_A + I_B$$

কারশফেরKVL Low প্রয়োগ কর -

লুপ - acedbfa- অংশে এ

$$E_A - I_A R_A + I_B R_B - E_B = 0$$

$$24 - 0.4\, I_A + 0.4\, I_B - 26 = 0$$

$$I_B = \frac{0.4 I_A + 2}{0.4}$$

$$= I_A + 5 \quad \text{---------- (i)}$$

লুপ - acefa- অংশেএ

$$E_A - I_A R_A - I_L R_L = 0$$

$$24 - 0.4\, I_A - 0.8\, I_L = 0$$

$24 - 0.4\ I_A - 0.8\ (I_A + I_B) = 0$

$24 - 0.4\ I_A - 0.8 I_A - 0.8\ I_B = 0$

$24 - 1.2\ I_A - 0.8\ I_B = 0$ ---------- (ii)

(i) Gi মান (ii) - এ বসাই

$24 - 1.2\ I_A - 0.8\ (I_A + 5) = 0$

$24 - 1.2\ I_A - 0.8 I_A - 4 = 0$

$2\ I_A = 20$

$I_A = \frac{20}{2}$

$= 10$ (Amp)

$I_B = I_A + 5$

$= 10 + 5$

$= 15$ (Amp)

$$I_L = I_A + I_B$$

$$= 10 + 15$$

$$= 25 \text{ (Amp)}$$

$$V_L = E_A - I_A R_A$$

$$= 24 - (0.4 \times 10)$$

$$= 24 - 4$$

$$= 20 \text{ (Volts)}$$

Or,

$$V_L = E_B - I_B R_B$$

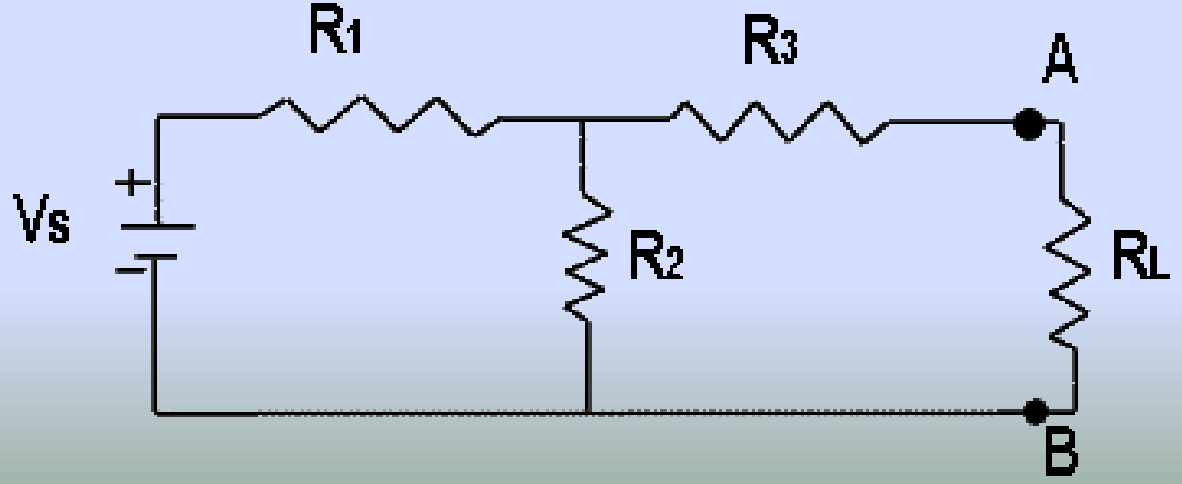
$$= 26 - (0.4 \times 15)$$

$$= 26 - 6$$

$$= 20 \text{ (Volts)}$$

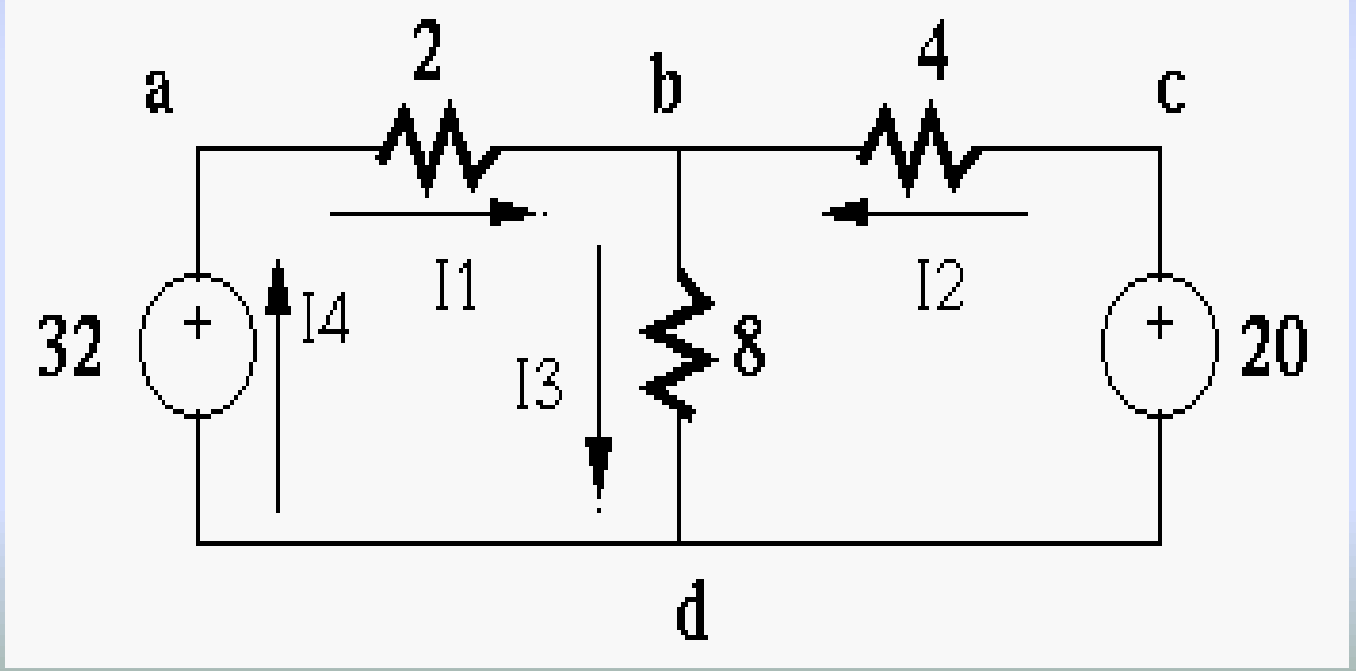
থেভনিন'স থিওরেম

ই.এম.এফ.এর একাধিক উৎস এবং রেজিস্ট্যান্স সমবায়ে গঠিত একটি জটিল নেটওয়ার্কের দু'টি বিন্দুতে সংযুক্ত একটি লোড রেজিস্টরে কারেন্ট একই হবে,যেন লোডটি ই.এম.এফ.এর একটি মাত্র স্থির উৎসের সাথে সংযুক্ত,যার ই.এম.এফ.লোডের আড়াআড়িতে ওপেন সার্কিট ভোল্টেজ এর সমান এবং যার অভ্যন্তরীন রেজিস্ট্যান্স দুটি প্রান্ত হতে পশ্চাৎ দিকের নেটওয়ার্কের রেজিস্ট্যান্সের সমান।ই.এম.এফ.এর উৎসগুলো এদের সমতুল্য অভ্যন্তরীণ রেজিস্ট্যান্স দ্বারা স্থলাভিষিক্ত হয়।



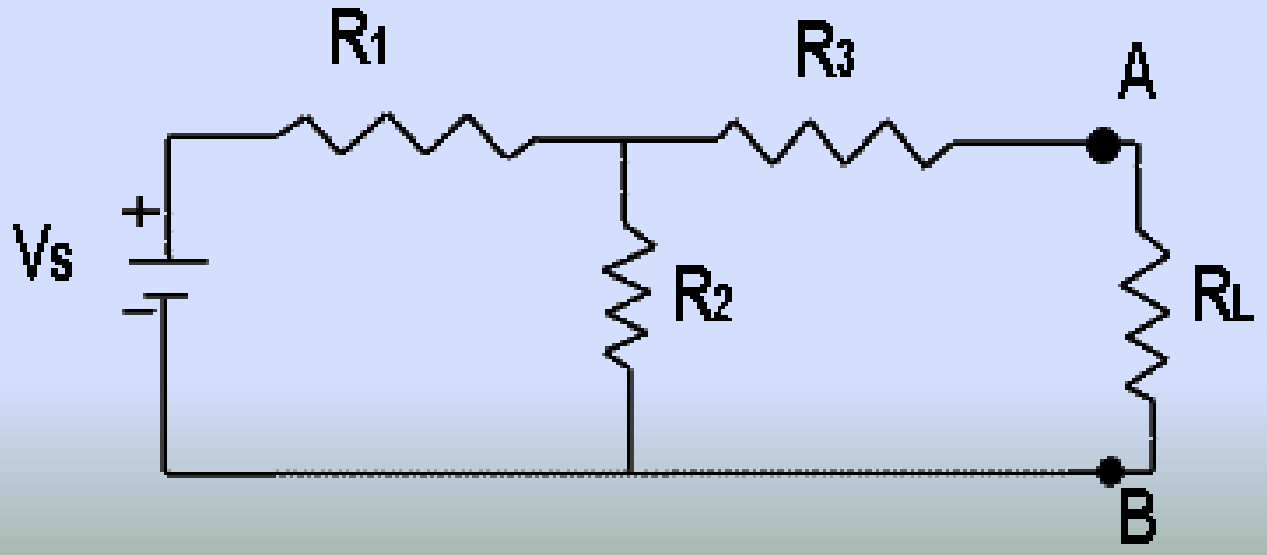
সুপারপজিশন'স থিওরেম

যদি কোন সার্কিটে একাধিক উৎস থাকে তবে তাদেরকে পৃথক ভাবে বিবেচনা করে সার্কিটের কারেন্ট ও ভোল্টেজ নির্ণয় করলে কোন নিদিষ্ট বিন্দুতে কারেন্ট ও ভোল্টেজ হবে ঐ সকল কারেন্ট ও ভোল্টেজের বীজগাণিতিক যোগফলের সমান।



নর্টন'স থিওরেম

স্বতন্ত্র ভোল্টেজ এবং কারেন্ট উৎস বিশিষ্ট লিনিয়ার নেটওয়ার্কের দু,প্রান্ত একটি জহ রেজিস্ট্যান্স এর সাথে প্যারালেলে একটি ওহ সমতুল্য কারেন্ট দ্বারা প্রতিস্থাপন করা য়েতে পারে; যেখানে ওহহল প্রান্ত দ্বয়ের শর্ট সার্কিট কারেন্ট এবং জহ হল প্রান্তদ্বয় হতে পিছন দিকে নেটওয়ার্কের সমতুল্য রেজিস্ট্যান্স ; কিন্তু শর্ত হল ভোল্টেজ উৎস গুলো শর্ট সার্কিট এবং কারেন্ট উৎস গুলো ওপেন সার্কিট থাকতে হবে।



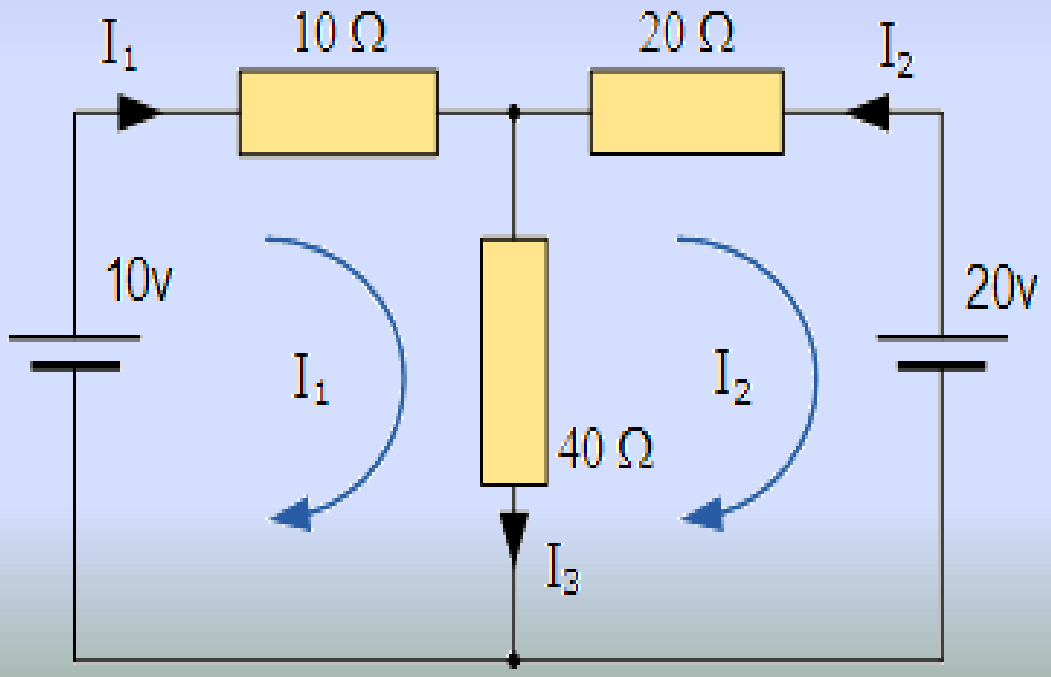
ম্যাক্সওয়েলের থিওরেম

এ পদ্ধতিতে একটি নেটওয়ার্কে কারশপের ভোল্টেজ সূত্র প্রয়োগের সময় মেশ বা লুপ সমীকরণ লেখার সময় শাখা কারেন্টের পরিবর্তে মেশ বা লুপ ব্যবহার করা হয় । প্রতিটি মেশে একটি পৃথক মেশ কারেন্ট ধরা হয় ।

$10 = 50I_1 - 40I_2$

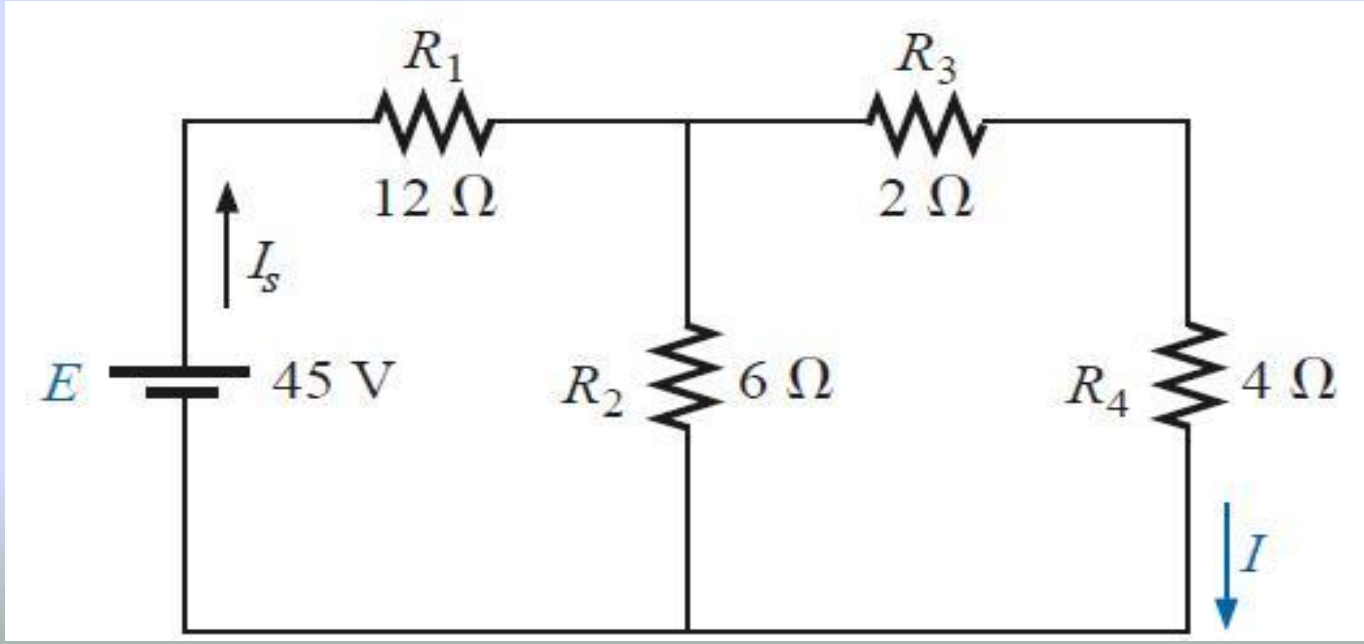
$-20 = -40I_1 + 60I_2$

or $[V] = [R][I]$



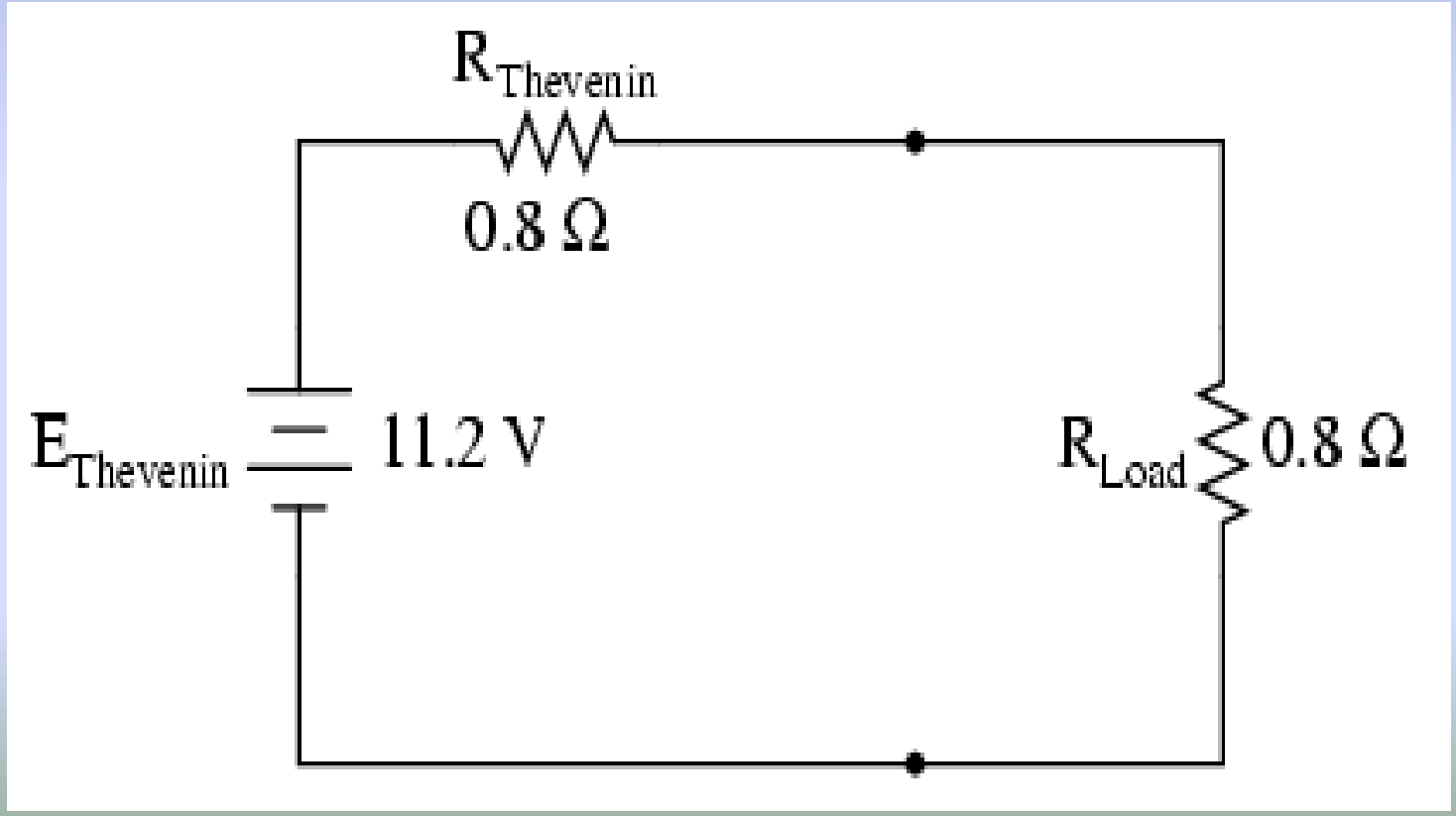
রিসিপ্রোসিটি থিওরেম

যে কোন লিনিয়ার বাইল্যাটারাল নেটওয়ার্কর একটি শাখায় কর্মরত একটি ই.এম.এফ উৎস E এর কারণে অপর শাখায় যদি I কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তবে অপর শাখায় স্থাপিত একই ই.এম.এফ উৎস E এর কারণে প্রথম শাখায় একই কারেন্ট I প্রবাহিত হবে ।



ম্যাক্সিমাম পাওয়ার ট্রান্সফার থিওরেম

একটি নেটওয়ার্ক হতে সর্বোচ্চ পাওয়ার আউটপুট পাওয়া যায় তখস, যখন লোড রেজিষ্ট্যান্স লোডের টার্মিনাল হতে লক্ষ্য করলে নেটওয়ার্কর লোড রেজিস্ট্যান্সের সমান হয় ।



থেভেনিনথিওরেমব্যবহারকরেযে কোননেটওয়ার্ককে একটিমাত্রভোল্টেজসোর্সে রুপান্তরকরাযায় । সর্বোচ্চ পাওয়ারট্রান্সফারথিওরেসেরউদ্দেশ্য হললোডরেজিস্ট্যান্সRLএমনভাবেনির্ণয়করাহয়যাতেRLএ সর্বোচ্চ পাওয়ারঅপচয়হয় ।

$$P = I^2 RL$$

$$P = \left[\frac{Eth}{Rth + RL}\right]^2 RL$$

পাওয়ার P কে-সর্বোচ্চ করতেহলে$\frac{dp}{dRL} = 0$

$$\frac{dp}{dRL} = \frac{Eth^2\{(Rth + RL)^2 - 2RL\ (Rth + RL)\}}{(Rth + RL)^4}$$

যখন RL = Rth

সর্বোচ্চ পাওয়ারট্রান্সফারজন্য লোডরেজিস্ট্যান্সসমন্বয়ের প্রক্রিয়াকেলোডম্যাচিংবলাহয় ।

সম্ভাব্য প্রশ্নসমুহ

কারশফের কারেন্ট এবং ভোল্টেজ সূত্র লিখ। এর সাহায্যে সমস্যার সমাধান কর।

থেভনিন ’স থিওরেম লিখ। এর সাহায্যে সমস্যার সমাধান কর।

সুপারপজিশন’স থিওরেম লিখ। এর সাহায্যে সমস্যার সমাধান কর।

নর্টন’স থিওরেম লিখ। এর সাহায্যে সমস্যার সমাধান কর।

অধ্যায় - ৪

স্টার/ডেল্টা রূপান্তর

সার্কিটের বিভিন্ন প্রকার সূত্র :

এখানে ,

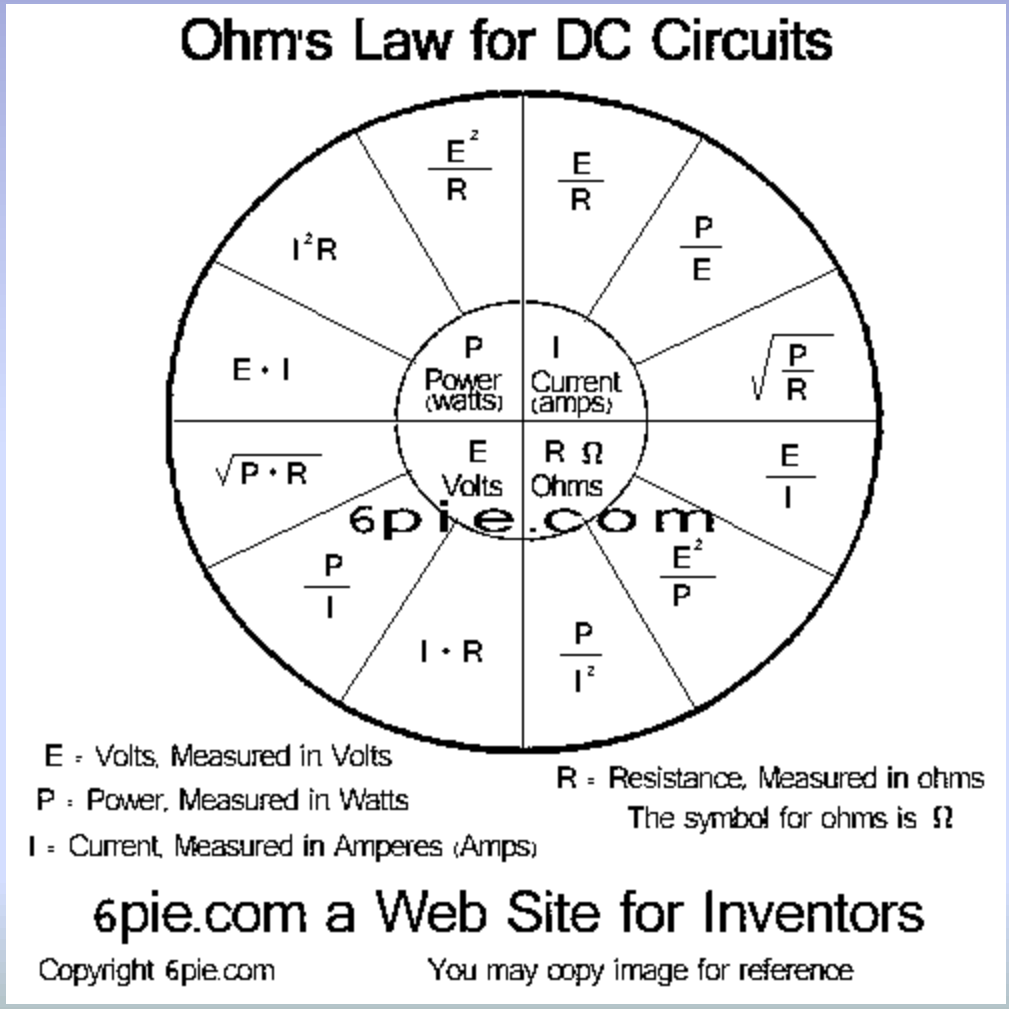
Powwer = P

Voltage = V

Current = I

Resistance = R

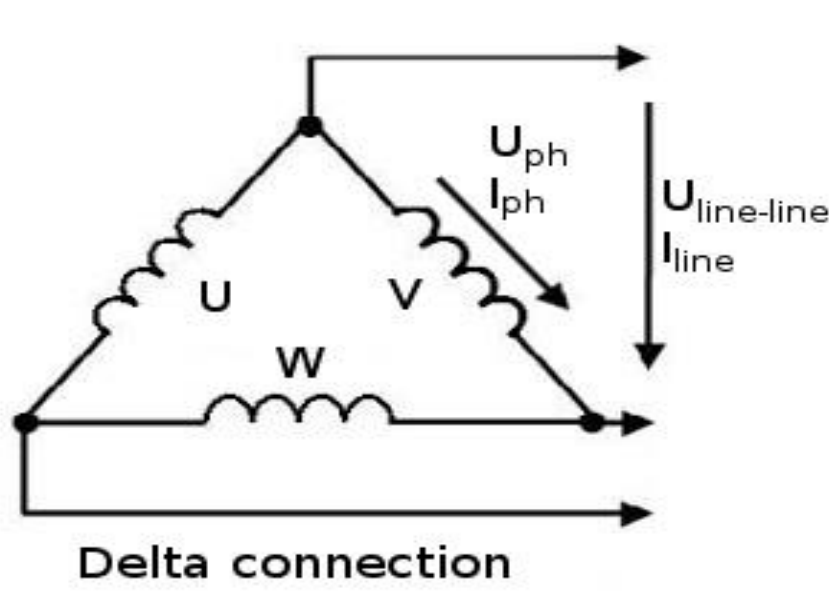
Ohms = **Ω**



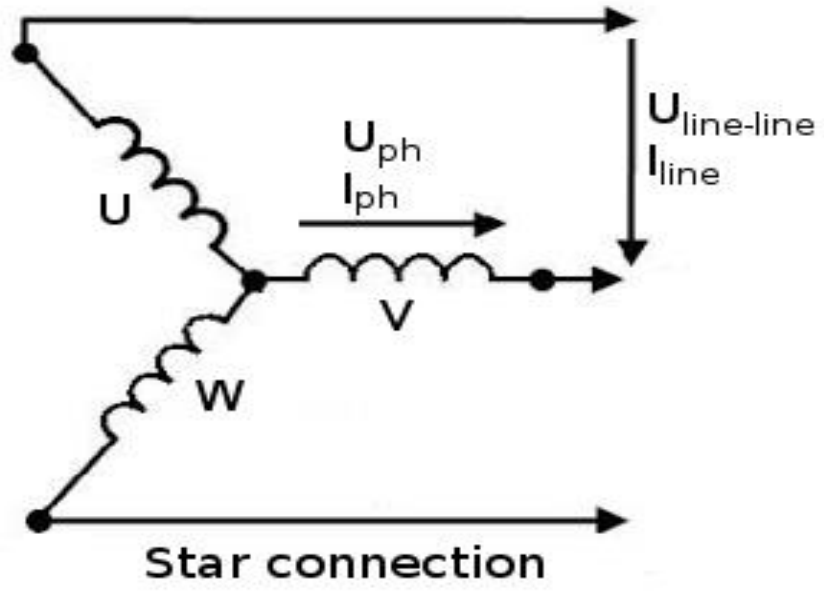
ডেল্টা হতে স্টারে রূপান্তর

কোন একটি নির্দিষ্ট প্রান্তের সংযুক্ত ডেল্টা রেজিষ্ট্যান্সদ্বয়ের গুণফলকে ডেল্টা রেজিস্ট্যান্সত্রয়ের যোগফল দ্বারা ভাগ করলে ভাগ ফল উক্ত প্রান্তে সংযুক্ত সমতুল্য স্টার রেজিষ্ট্যান্সের সমান হবে।

$$\text{স্টার সংযোগের যে কোন বাহু} = \frac{\text{ডেল্টার সংলগ্ন বাহুদ্বয়ের গুনফল}}{\text{ডেল্টার সংলগ্ন বাহুত্রয়ে যোগফল}}$$



Delta connection



Star connection

ডেল্টা হতে স্টারে রূপান্তর পদ্ধতি

We know ,

$$A + B = \frac{Z(X+Y)}{X+Y+Z}$$

$$= \frac{XZ+YZ}{X+Y+Z} \text{ ---------- (i)}$$

$$B + C = \frac{X(Y+Z)}{X+Y+Z}$$

$$= \frac{XY+XZ}{X+Y+Z} \text{ ---------- (ii)}$$

$$C + A = \frac{Y(X+Z)}{X+Y+Z}$$

$$= \frac{XY+YZ}{X+Y+Z} \text{ ---------- (iii)}$$

(ii) - (i)

$$B+C - A-B = \frac{XY+XZ}{X+Y+Z} - \frac{XZ-YY}{X+Y+Z}$$

$$C-A = \frac{XZ-YZ}{X+Y+Z} \text{ ---------- (iv)}$$

(iv) + (iii)

$$C-A + C+A = \frac{XZ-YZ}{X+Y+Z} + \frac{XY+YZ}{X+Y+Z}$$

$$2C = \frac{2XY}{X+Y+Z}$$

$$C = \frac{XY}{X+Y+Z}$$

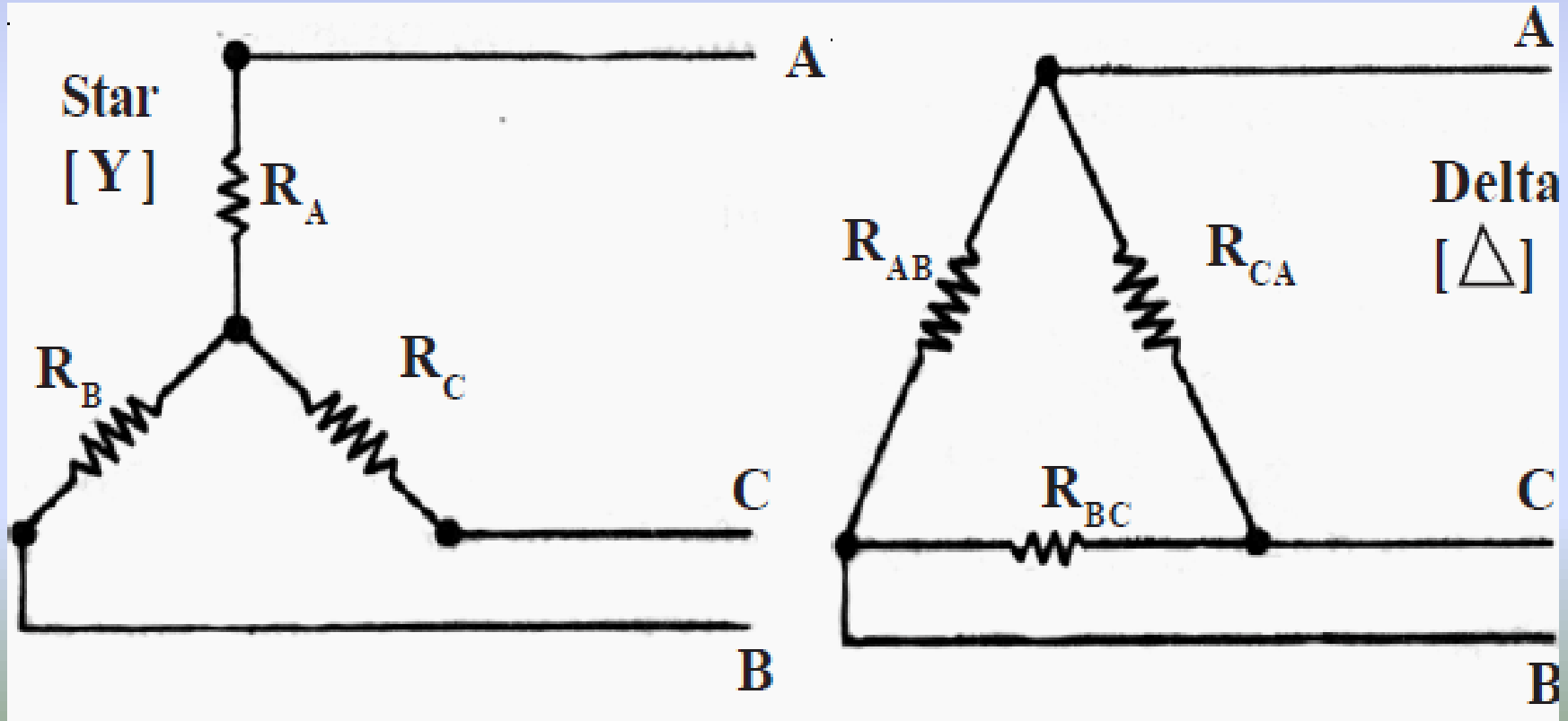
As same way ,

$$B = \frac{XZ}{X+Y+Z}$$

$$A = \frac{YZ}{X+Y+Z}$$

স্টার হতে ডেল্টাতে রূপান্তর

এক সঙ্গে দুটি করে নিয়ে স্টার সংযুক্ত রেজিস্ট্যান্সগুলোর গুনফলের যোগফলেকে বিপরীত বাহুর রেজিস্ট্যান্স দিয়ে ভাগ করলে ভাগফল,ডেল্ট সংযুক্ত প্রতিটি রেজিস্ট্যান্সের সমান হবে।



স্টার হতে ডেল্টাতে রূপান্তর

We know ,

$$A = \frac{YZ}{X+Y+Z} \text{---------- (i)}$$

$$B = \frac{XZ}{X+Y+Z} \text{---------- (ii)}$$

$$C = \frac{XY}{X+Y+Z} \text{---------- (iii)}$$

(iii) ÷ (ii)

$$\frac{C}{B} = \frac{XY}{X+Y+Z} \div \frac{XZ}{X+Y+Z}$$

$$= \frac{Y}{Z}$$

$$Z = \frac{YB}{C} \text{ ---------- (iv)}$$

(ii)÷ (iv)

$$\frac{B}{A} = \frac{XZ}{X+Y+Z} \div \frac{YZ}{X+Y+Z}$$

$$\frac{B}{A} = \frac{X}{Y}$$

$$X = \frac{YB}{A} \text{ ---------- (v)}$$

(iv) And (v) (i)

$$A = \frac{Y\frac{YB}{C}}{\frac{YB}{A} + Y + \frac{YB}{C}}$$

$$A = \frac{\frac{YB}{C}}{\frac{B}{A} + 1 + \frac{B}{C}}$$

$$= \frac{\frac{YB}{C}}{\frac{AB+BC+CA}{AC}}$$

$$Y = \frac{AB+BC+CA}{B}$$

As same way ,

$$Z = \frac{AB+BC+CA}{C}$$

$$X = \frac{AB+BC+CA}{A}$$

সম্ভাব্য প্রশ্নসমূহ

- ডেল্টা হতে স্টারে রূপান্তর সূত্রটি লেখ।
- স্টার হতে ডেল্টাতে রূপান্তর সূত্রটি লেখ।
- স্টার হতে ডেল্টাতে রূপান্তর করার সমস্যার সমাধান গুলো কর।

এ.সি.সার্কিটের ধারণা

সার্কিটের বিভিন্ন প্রকার সূত্র :

এখানে ,

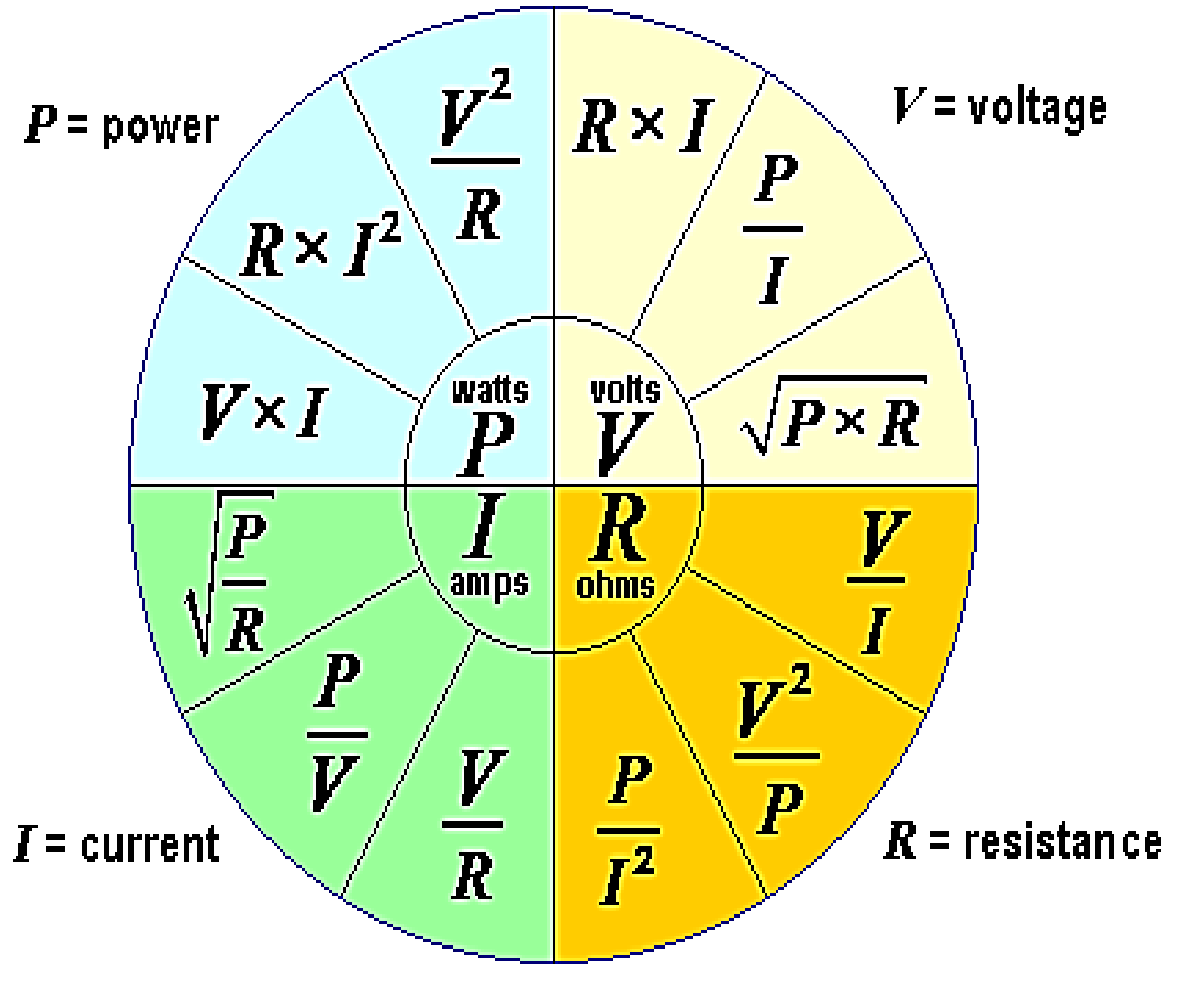
Powwer = P

Voltage = V

Current = I

Resistance = R

Ohms = **Ω**



এ.সি.সার্কিটের ধারণা

এ.সি.সার্কিটের ধারণা

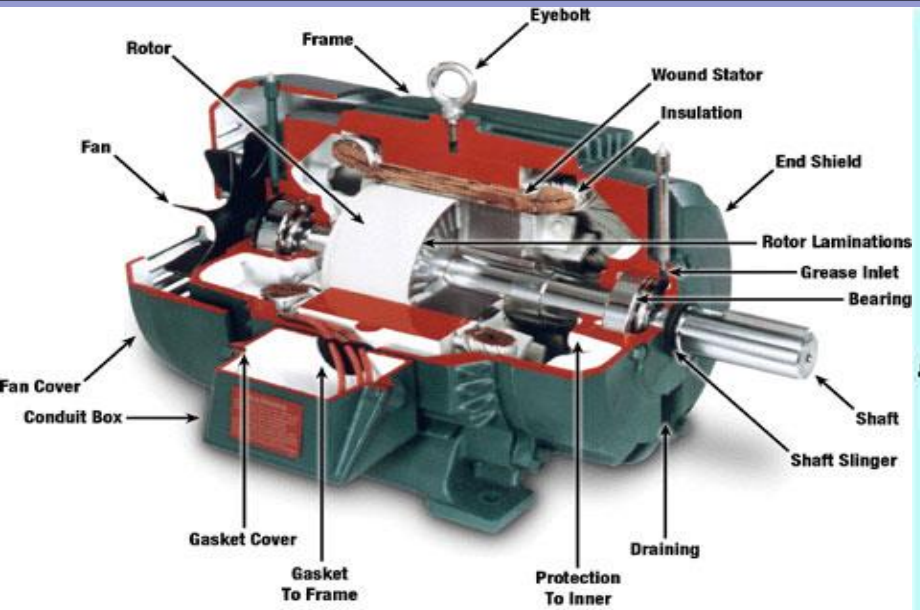
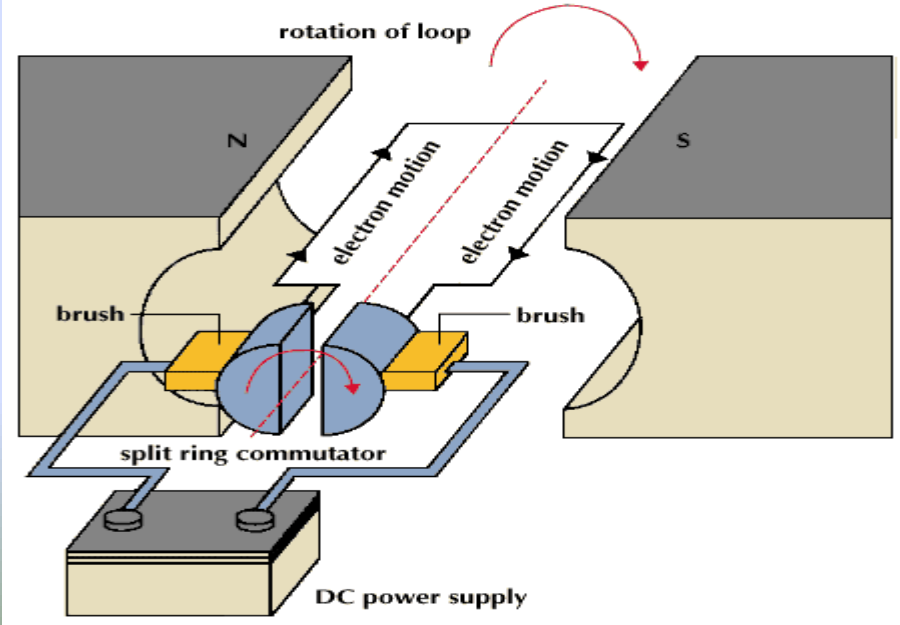
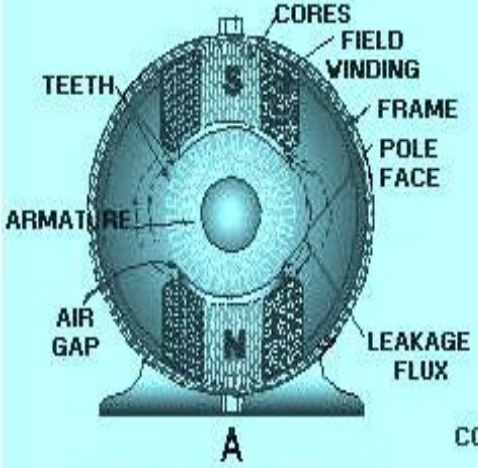


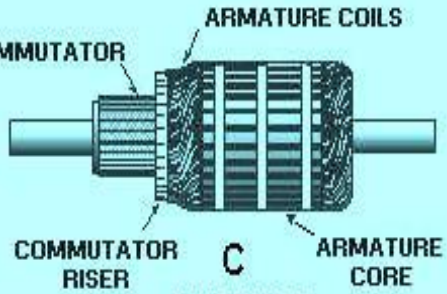
Figure 8 - Motor Construction





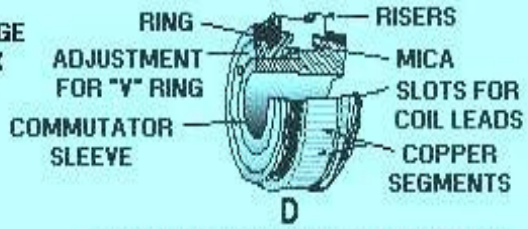
A

MAGNETIC CIRCUIT OF A 2-POLE GENERATOR



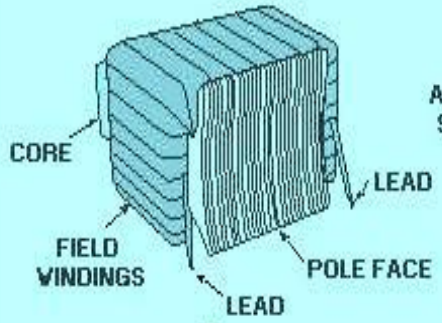
C

ARMATURE



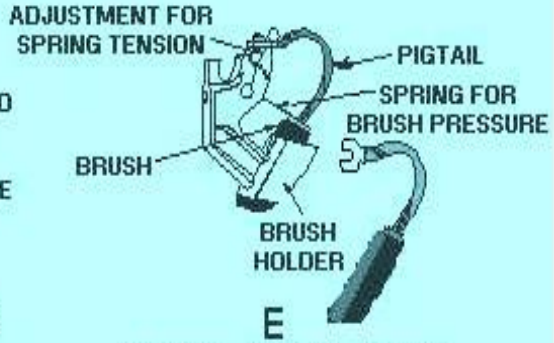
D

COMMUTATOR CONSTRUCTION



B

FIELD WINDINGS ON POLE PIECE

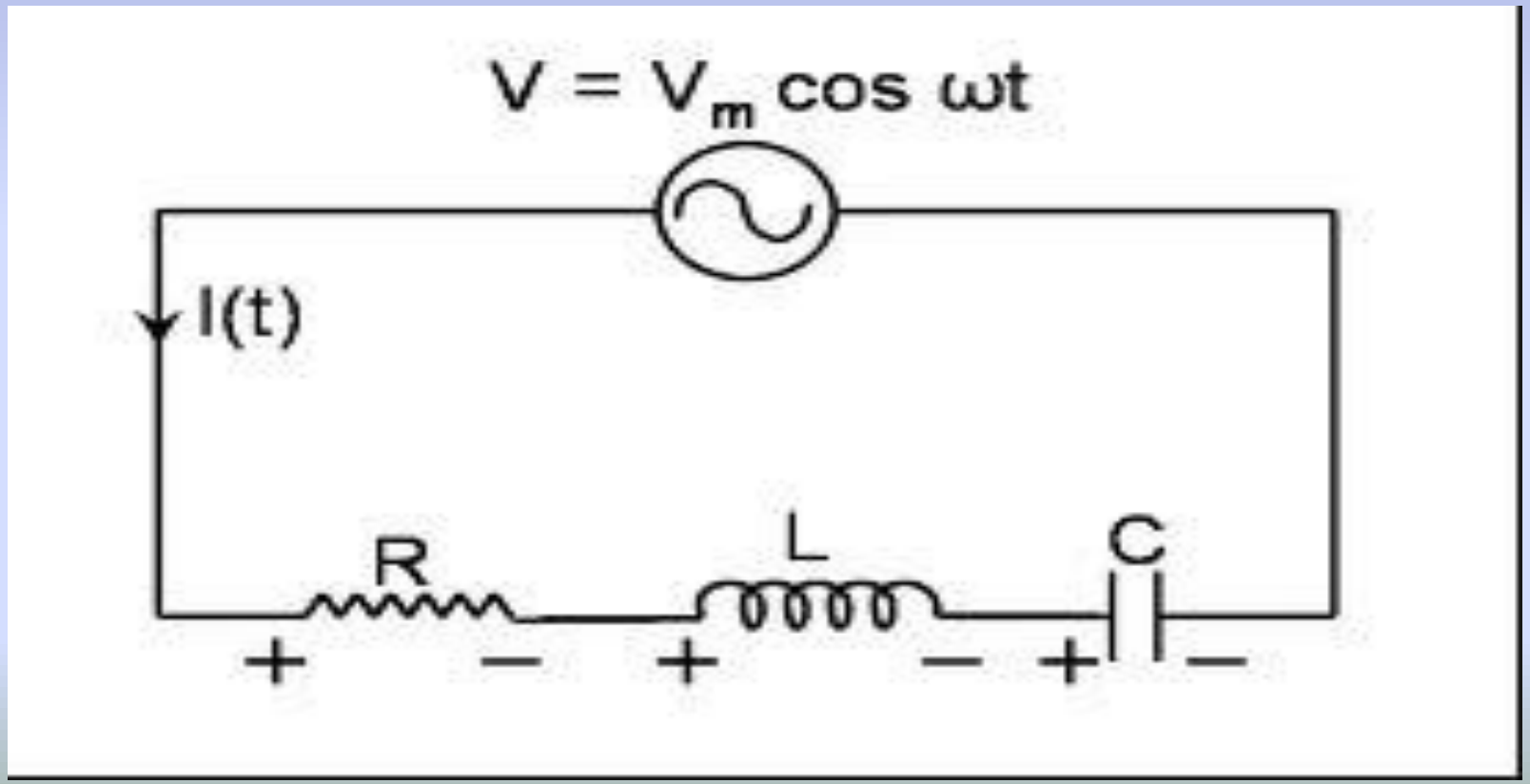


E

TYPICAL PIGTAIL BRUSH AND HOLDER

এ.সি সার্কিটের সংজ্ঞা

একটি সার্কিট যার সকল সার্কিট উপাদানের মধ্যে দিয়ে অল্টারনেটিং কারেন্ট প্রবাহিত হয়, সেই সার্কিটকে এসি সার্কিট বলে।



ডি.সি ও এ.সি সার্কিটের তুলনামুলক পার্থক্য

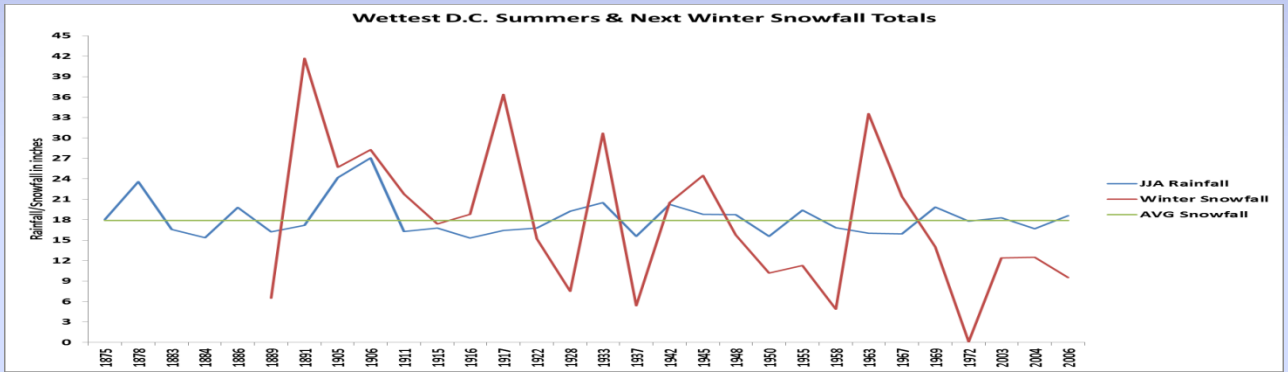
ডি.সি	এ.সি
• ইহা স্থির বা অপরিবর্তনশীল • উৎস ডি.সি জেনারেটর • শুধুমাত্র রেজিস্ট্যন্স এর ক্ষেত্রে ব্যবহার করা যায় • যোগ বিয়োগ কারেন্টের গাণিতিক নিয়মে হয়। • ফ্রিকুয়েন্সির কোন প্রভাব নেই ইত্যাদি।	• ইহা পরিবর্তনশীল বা অল্টারনেটিং। • উৎস এ.সি জেনারেটর • রেজিস্ট্যন্স,ইন্ডাক্ট্যন্স,ক্যাপাসিট্যান্স এর ক্ষেত্রে ব্যবহার করা যায় • যোগ বিয়োগ কারেন্টের বীজগাণিতিক নিয়মে হয়। • ফ্রিকুয়েন্সির প্রভাবে ইন্ডাক্ট্যান্স ও ক্যাপাসিট্যান্স এর মান কমে ও বাড়ে ইত্যাদি।

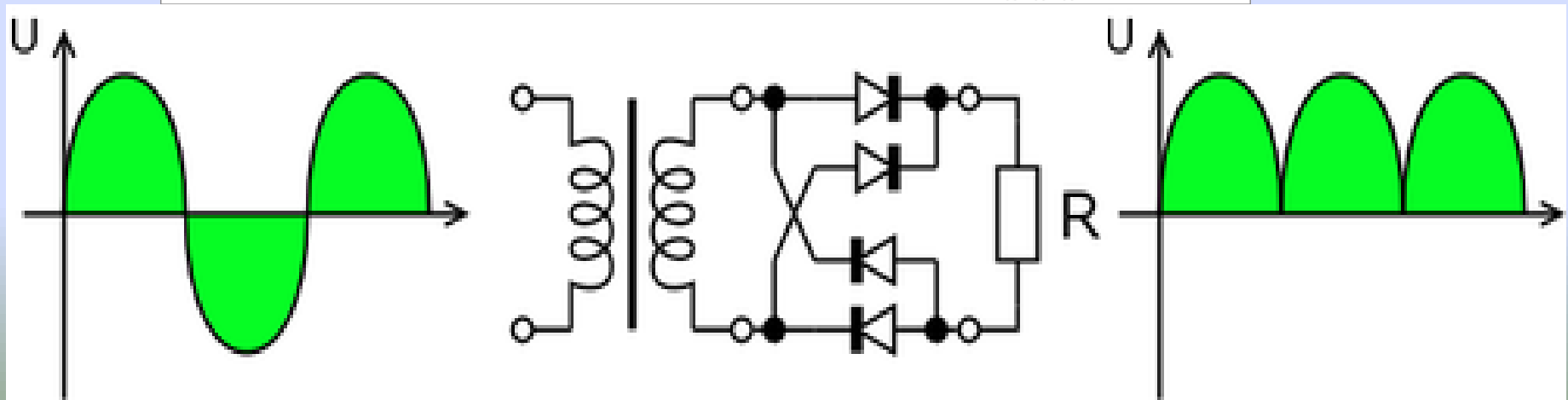
বৈদ্যুতিক প্রযুক্তির ক্ষেত্রে এ.সি সার্কিটের গুরত্ব

বিশ্বের অন্যান্য স্থানের ন্যায় বাংলাদেশেও বাণিজ্যিকভাবে বিদ্যুৎ এ.সিতে হয়ে থাকে।পাওয়ার হাউজ বা উৎপাদন কেন্দ্র হতে বিদ্যুৎ উৎপাদন হতে শুরু করে প্রেরণ, বিতরন এবং ব্যবহার সবই তার ও বিভিন্ন যন্ত্রপাতির সাহায্যে করা হয়ে থাকে।এ সব গুলোই সার্কিট ডায়াগ্রামের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়ে থাকে। **এ সব কিছুই প্রযুক্তির ক্ষেত্র হিসেবে ধরা হয়।** যেহেতু বিদ্যুৎ চলাচলের সম্পূর্ণ পথকেই সার্কিট বলে , সেহেতু বিদ্যুৎ উৎপত্তি স্থল হতে সম্পূর্ন পথ অর্থাৎ সার্কিট বা যন্ত্রপাতির মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হয়ে আবার উৎপত্তি স্থলে শেষ হয়। সুতারাং বিদ্যুৎ প্রযুক্তির ক্ষেত্রে এ.সি সার্কিটের প্রয়োজনিয়তা বা গুরুত্ব অপরিসীম

ফ্লাকচুয়েটিং ডি.সি

অল্টারনেটিং কারেন্টকে রেকটিফিকেশনের পর যে আউটপুট পাওয়া যায় তা খাঁটি ডি.সি নয় এতে কিছু এ.সি মিশানো থাকে । এরূপ আউটপুটকে ফ্লাকচুয়েটিং ডি.সি বলে ।রেকটিফিকেশনের পর ফিল্টারিং সার্কিট বসিয়ে ফিল্টারিং করলে খাঁটি ডি.সি পাওয়া যায়।





এ.সি সার্কিটের সুবিধা ও অসুবিধা

এ.সি সার্কিটের সুবিধা ঃ

১. উৎপাদনের ক্ষেত্রে ৯০% ভাগ এ.সি।
২. এ.সি সার্কিটে ট্রান্সফরমার ব্যবহার করে ভোল্টেজ বৃদ্ধি করে বহুদূরে প্রেরণ করা যায়।
৩. প্রয়োজনে এসিকে ডিসিতে রূপান্তর করে ব্যবহার করা যায়।
৪. গ্রহকের সুবিধানুযায়ী এক ও তিন ফেজ ব্যবহার করা যায়।
৫. এসি সার্কিটে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির দাম কম গঠন সহজ সরল।

এ.সি সার্কিটের অসুবিধা ঃ

১. এ.সি সার্কিটের সাহায্যে ব্যাটারি চার্জ করা যায় না।
২. স্কিন ইফেক্টের কারণে রেজিস্ট্যান্স এর মান বেড়ে যায়,ফলে কারেন্ট প্রবাহের মান কমে যায়।
৩. নয়েজ ও হারমোনিক্সের দরুণ স্থায়ীত্ব কম।
৪. ইলেকট্রোপ্লেটিং- এ এসি সার্কিট ব্যবহৃত হয় না।
৫. পরিবর্তনশীল গতির জন্য ছাপাখানা, উত্তলোন যন্ত্রে(লিফট, হয়েস্ট) ইত্যাদি সার্কিটে ব্যবহার করা যায় না।

সম্ভাব্য প্রশ্নসমূহ

১. এ.সি সার্কিটের সংজ্ঞা দাও।
২. এ.সি সার্কিটের সুবিধা ও অসুবিধা লেখ।
৩. ফ্লাকচুয়েটিং ডি.সি কি ?
৪. ডি.সি ও এ.সি সার্কিটের তুলনামুলক পার্থক্য দেখাও।
৫. বৈদ্যুতিক প্রযুক্তির ক্ষেত্রে এ.সি সার্কিটের গুরত্ব লেখ।

ষষ্ঠ-অধ্যায়

এ.সির প্রাথমিক ধারণা

সার্কিটের বিভিন্ন প্রকার সূত্র :

এখানে ,

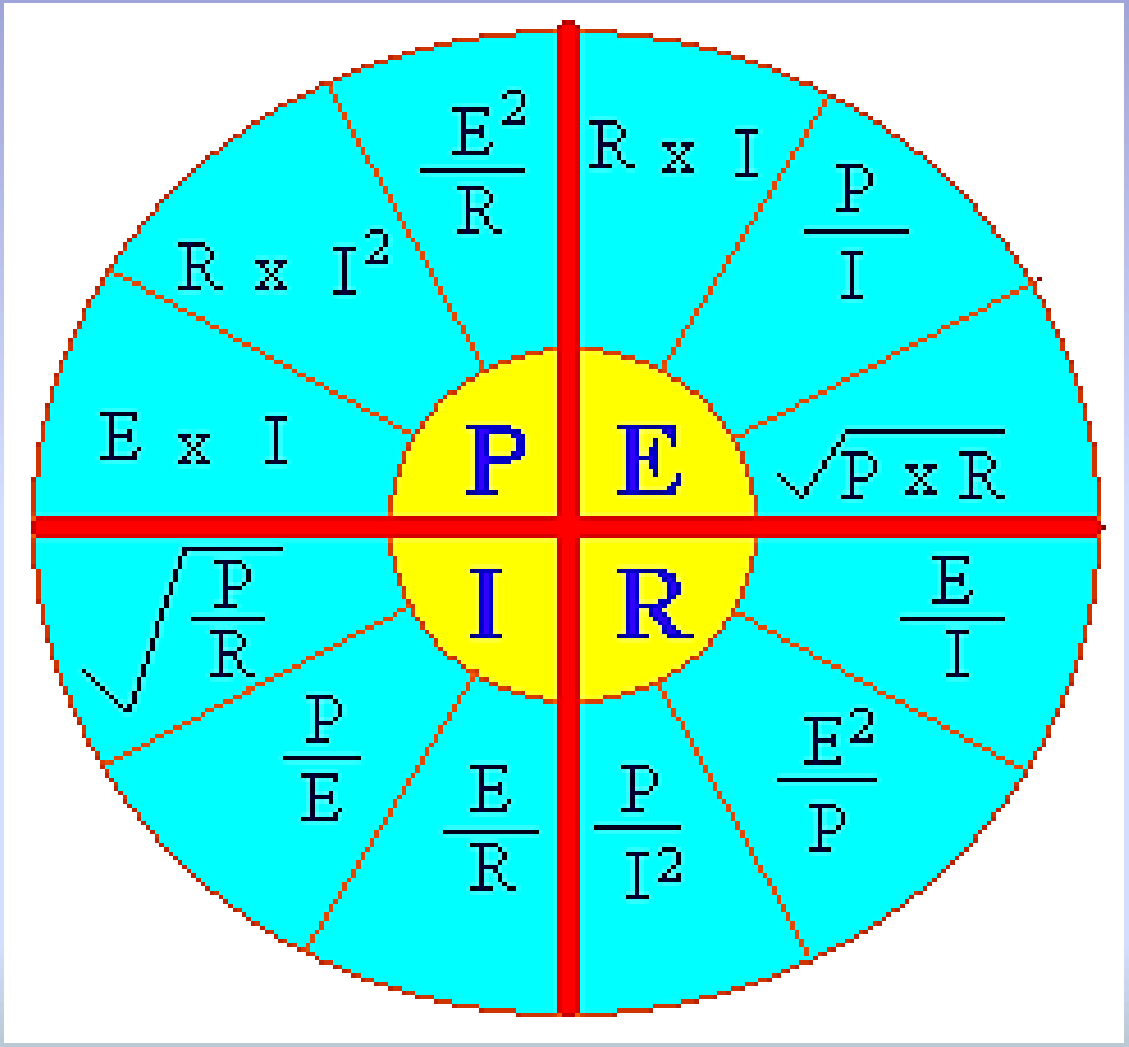
Powwer = P

Voltage = V

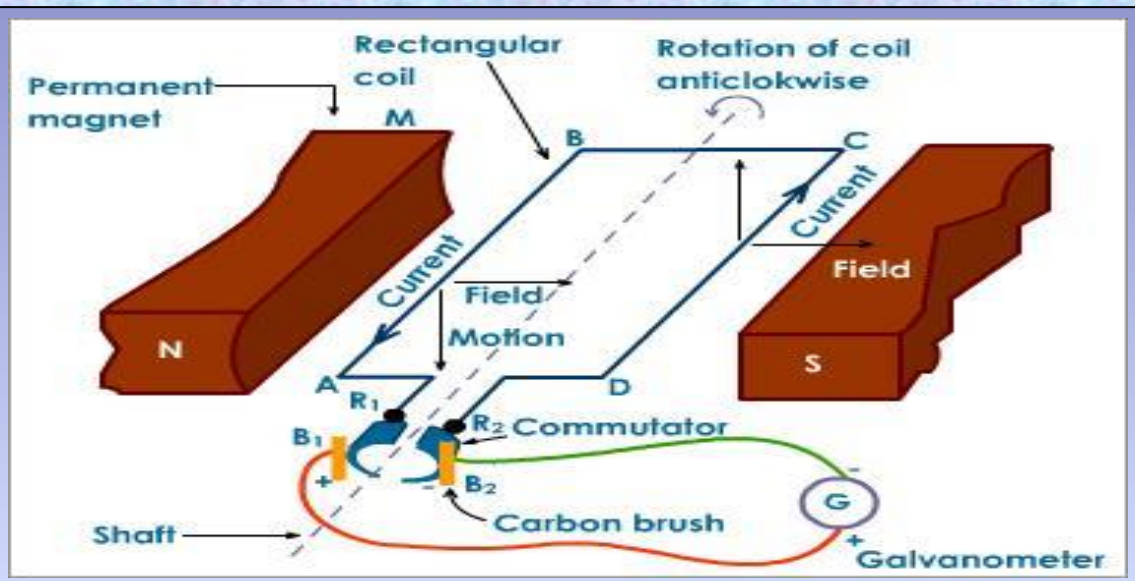
Current = I

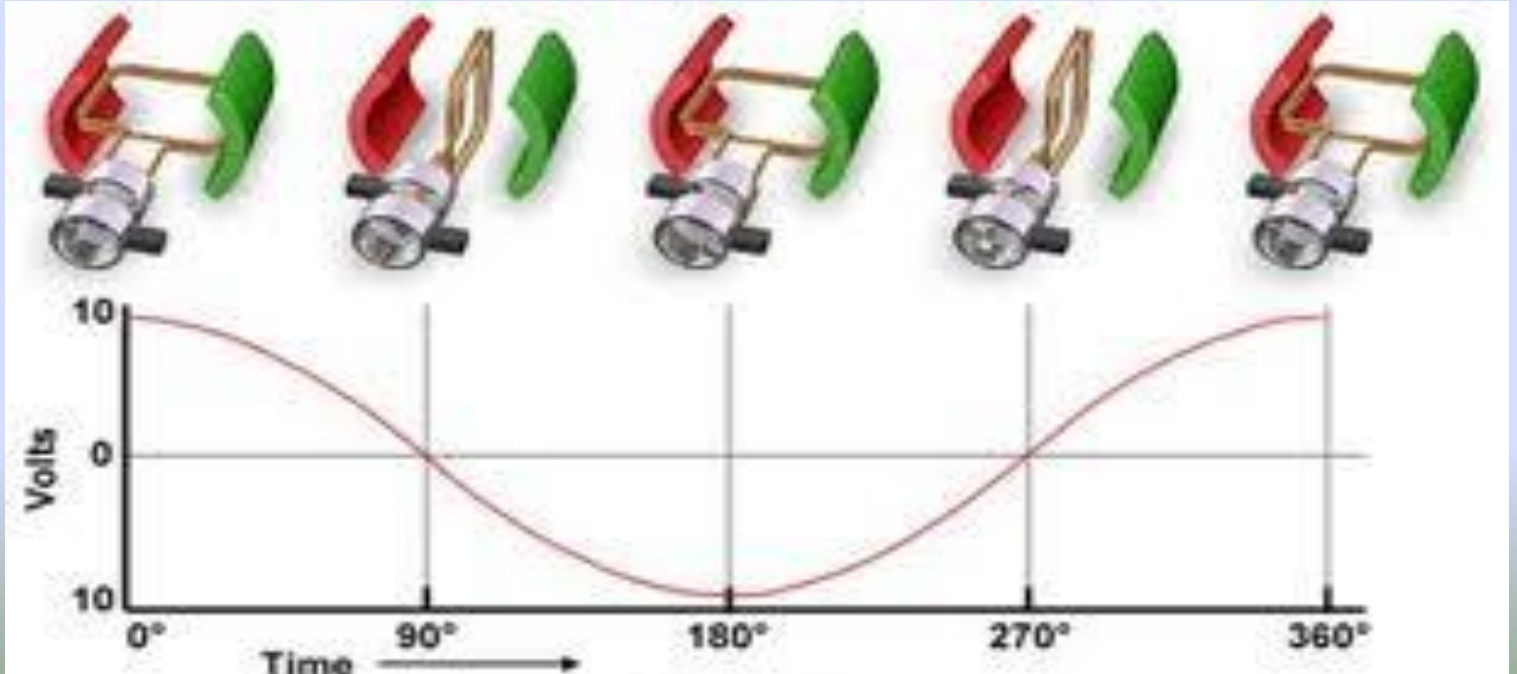
Resistance = R

Ohms = **Ω**

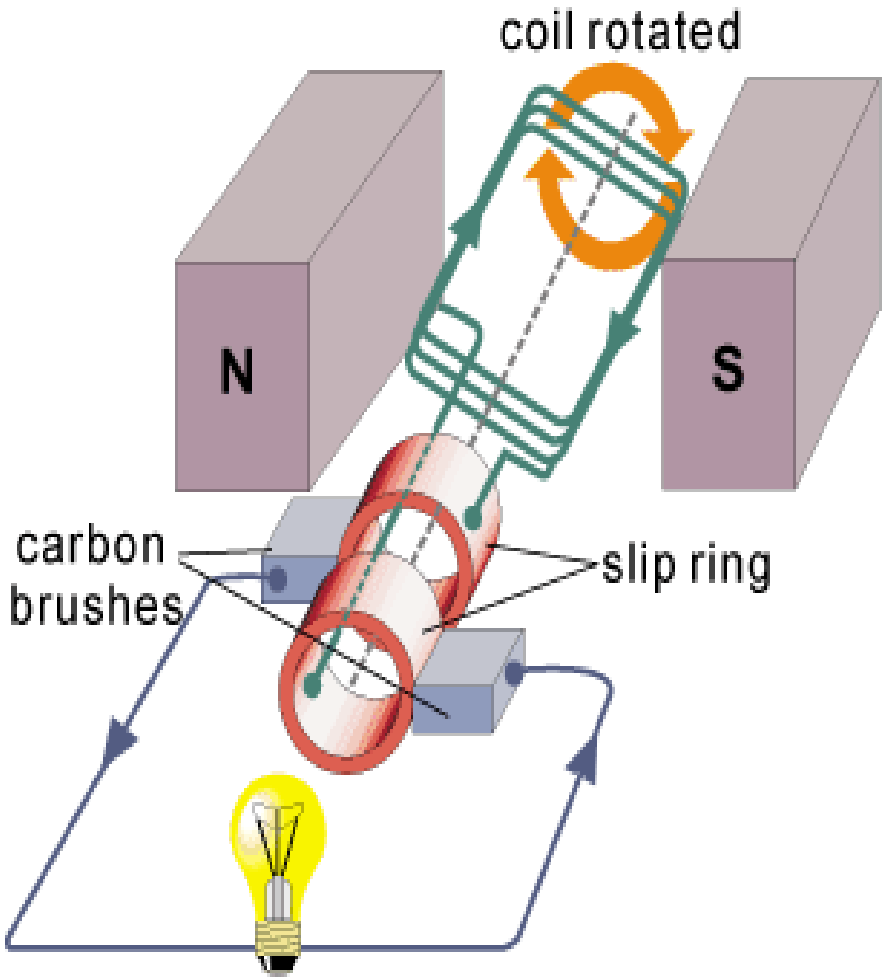


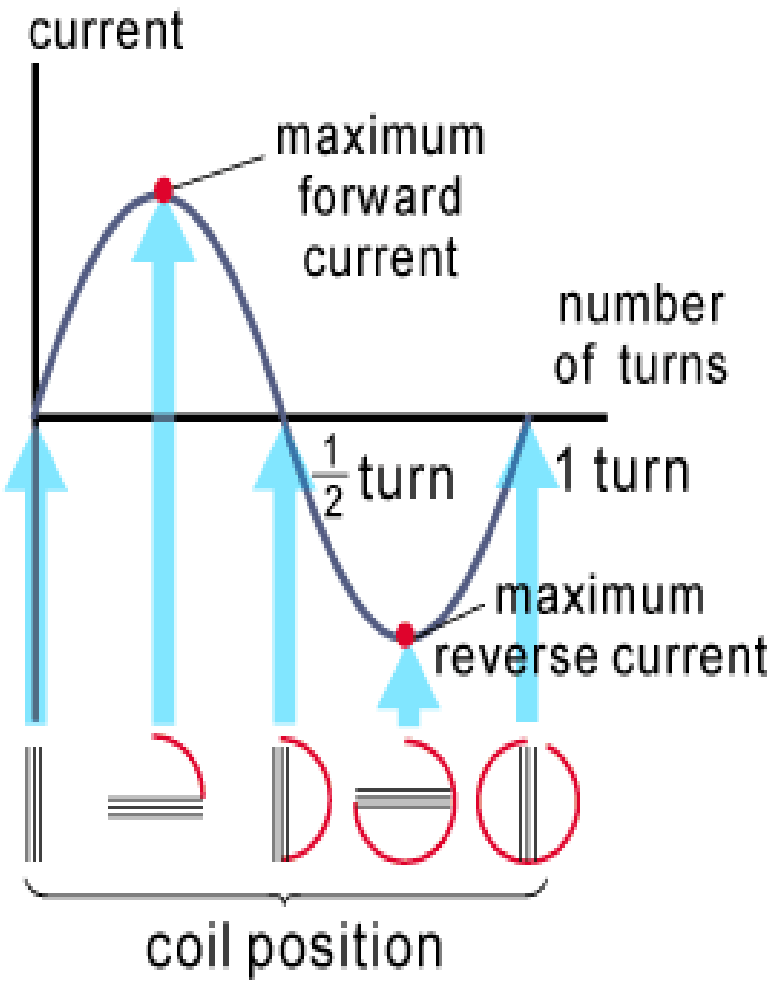
এসি ভোল্টেজ উৎপাদন





এসি ভোল্টেজ উৎপাদন

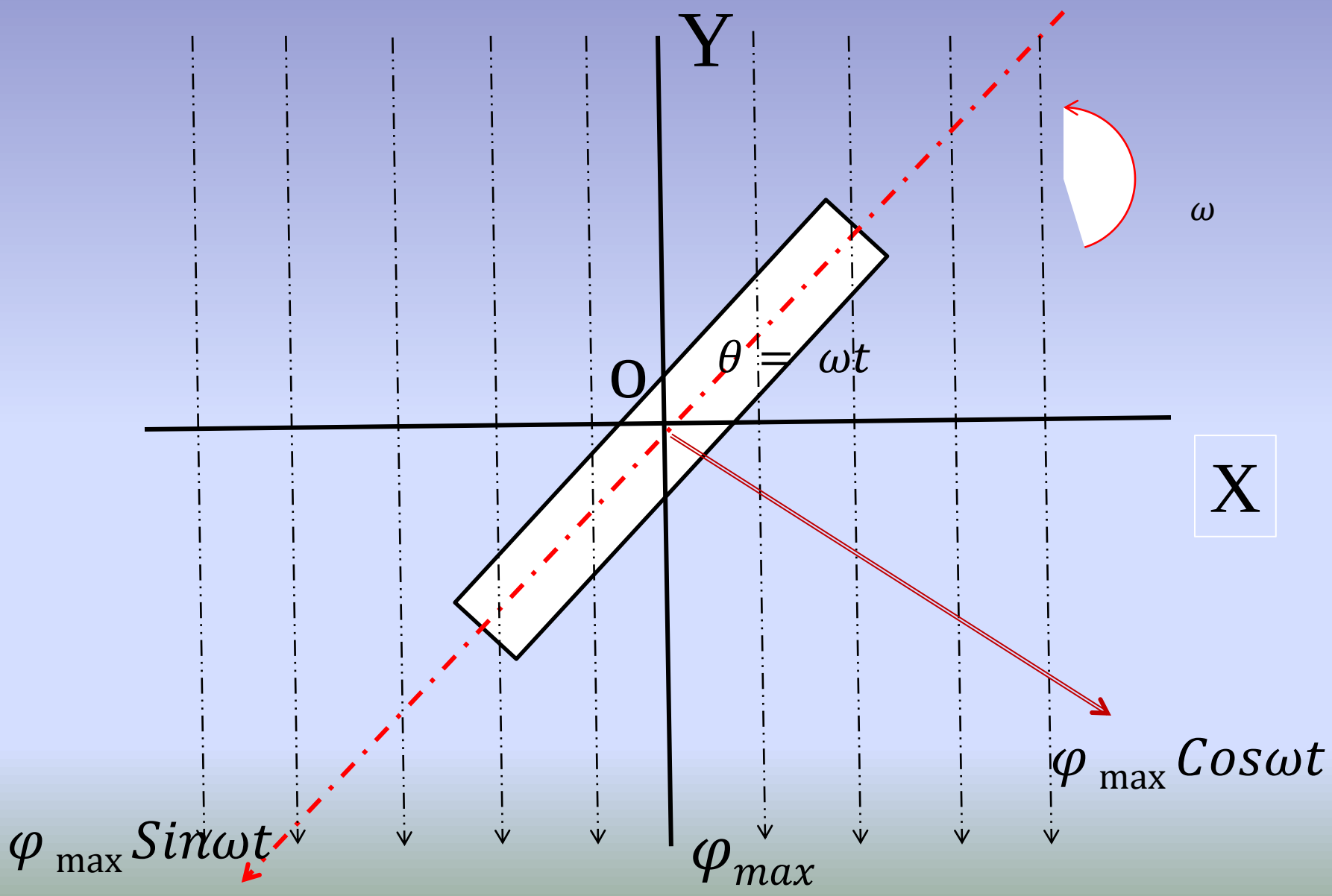




১ নং চিত্রে একটি একক প্যাঁচের কয়েল একটি চুম্বকের উত্তর ও দক্ষিণ মেরুর মাঝে আছে যা অনাআসে ঘুরতে পারে। কয়েলটি ABCD দ্বারা চিহ্নিত আছে। কয়েলের দু প্রান্তে দুটি তামার রিং এর R1,Y1 সাথে যুক্ত আছে এবং কার্বনের দুটি স্থির ব্রাশ রিং দুটির গা ঘেষে স্থাপন করা হয়েছে যা কয়েলে আবিষ্ট ভোল্টেজ বাহীরে প্রেরন করে।

যদি কয়েল টি চুম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে ঘুরে তবে এতে ২নং চিত্রানুযায়ী ভোল্টেজ আবিষ্ট হবে। এই আবিষ্ট ভোল্টেজ ফ্লেমিং এর দক্ষিণ হস্থ নিয়ম দ্বারা নির্ধারন করা হয়।

e = Emax Sinωt



পোলের সংখ্যা, আর.পি.এম এবং ফ্রিকুয়েন্সির মধ্যে সম্পর্ক

মনে করি,

পোলসংখ্যা $= P$

প্রতি সেকেন্ডেআবর্তনসংখ্যা $= n$

প্রতিমিনিটেআর্বতনসংখ্যা $= N$

প্রতিআর্বতনেসাইকেলসংখ্যা $= \frac{P}{2}$

ফ্রিকুয়েন্সি $= f$

তবেফ্রিকুয়েন্সি, $f = \frac{P}{2} \times n$

যদিপ্রতিমিনিটেআর্বতনসংখ্যাN হয়তাহলে$n = \frac{N}{60}$

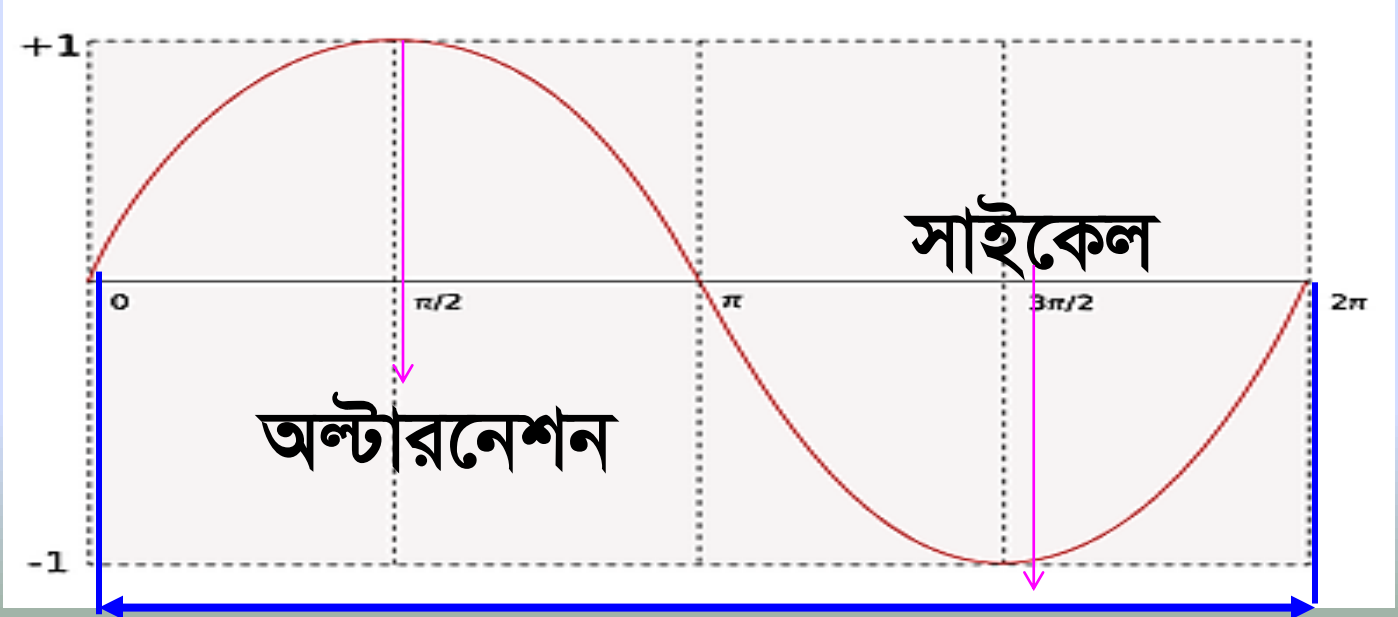
অতএব$f = \frac{P}{2} \times \frac{N}{60}$

$$f = \frac{PN}{120} c/s$$

(সাইকেল, অল্টারনেশন, ফ্রিকুয়েন্সি, পিরিয়ড)

সাইকেল ঃ একটি পরিবাহী একটি উত্তর ও দক্ষিণ মেরুর মাঝখানে বৃত্তাকারে একটি পথ অতিক্রম করে, তবে একটি ভোল্টেজ তরঙ্গের সৃষ্টি হয় ,এই তরঙ্গকেই সাইকেল বলে।

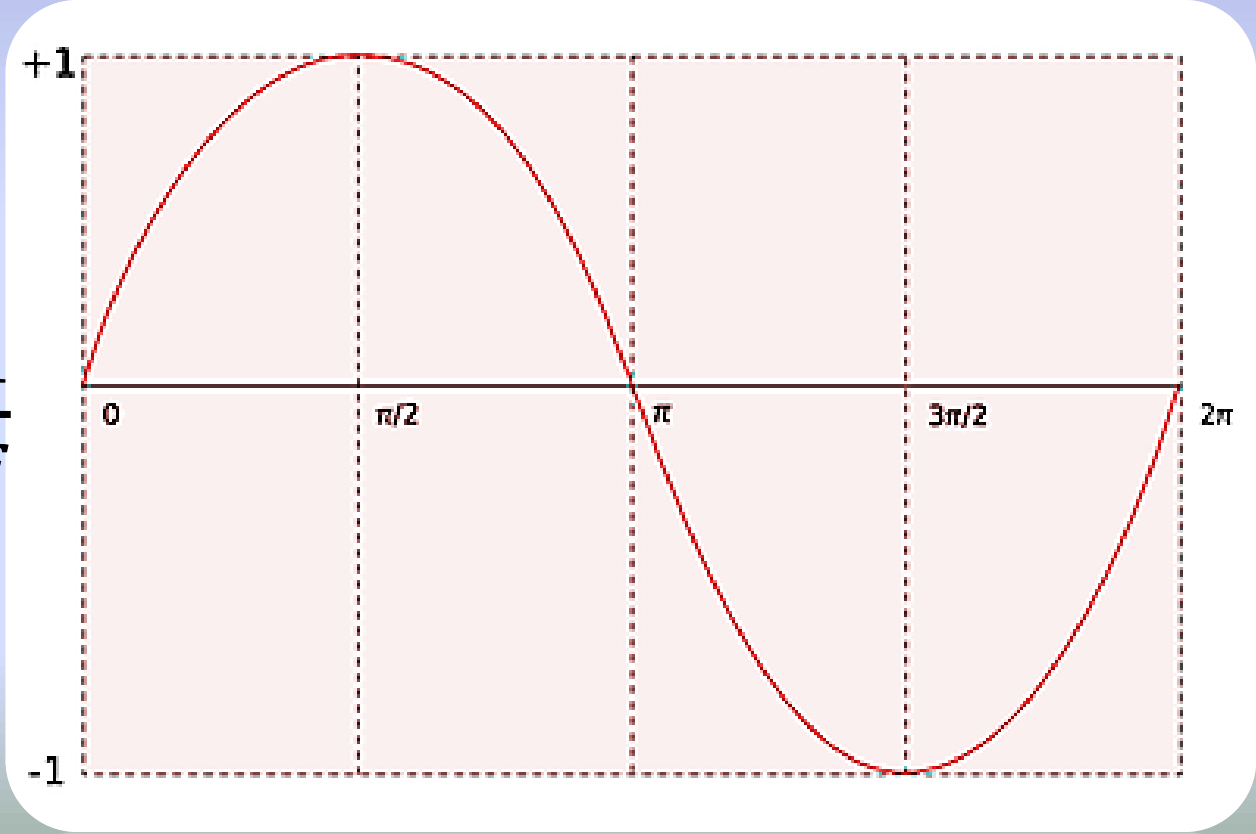
অল্টারনেশন ঃ ভোল্টেজ তরঙ্গেরের অর্ধাংশকেই অল্টারনেশন বলে।



ফ্রিকুয়েন্সি ঃ এক সেকেন্ড সময়ে যতগুলো সাইকেল সম্পন্ন হয়, তাকে ফ্রিকুয়েন্সি বলে।

পিরিয়ড ঃ এক সাইকেল সম্পন্ন হতে যে সময় লাগে , তাকে পিরিওড বলে।

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



পোল সংখ্যা ও আর.পি.এম. এবং ফ্রিকুয়েন্সির মধ্যে সম্পর্ক

একটি অল্টারনেটরেরআরমেচার-পরিবহী কর্তৃক দুটি পোলেরমধ্যখানেবৃত্তাকার পথ সম্পন্নকরারফলেসৃষ্ট তরঙ্গ কে সাইকেলবলে।

মনেকরি, P = পোলসংখ্যা,

প্রতিআবর্তনে সাইকেলসংখ্যা$N=\frac{p}{2}$

এবং n = প্রতিসেকেন্ডেআবর্তনে সংখ্যা

তবেফ্রিকুয়েন্সি, $f=\frac{p}{2}\times n$

যদি প্রতিমিনিটেআবর্তনসংখ্যাNহয়; তবে$n=\frac{N}{60}$

$\therefore f=\frac{N\times P}{60\times 2}=\frac{NP}{120}$সাইকেল/সেকেন্ড।

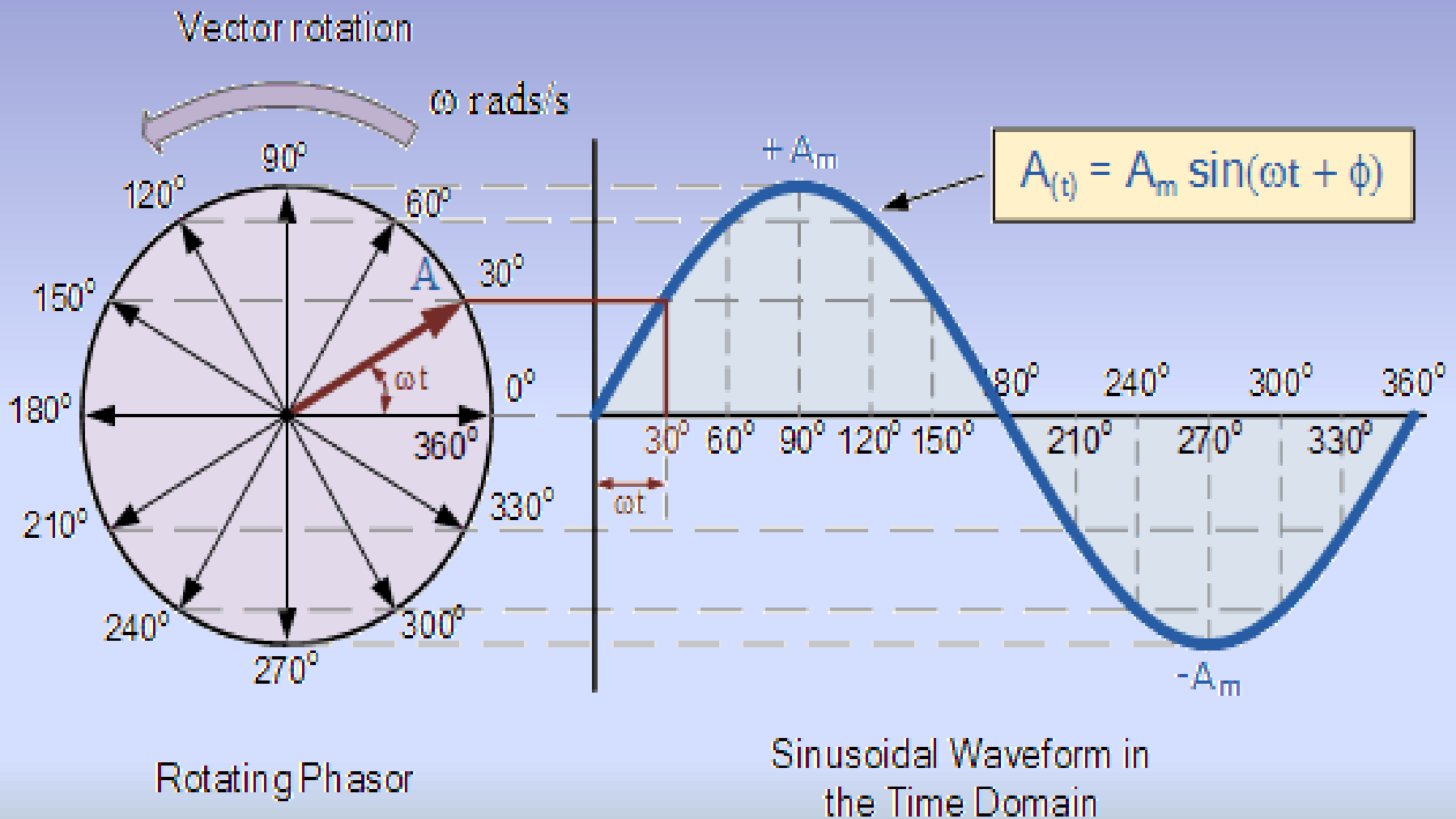
বিভিন্ন দেশের বাণিজ্যিক ফ্রিকুয়েন্সি

বিদ্যুৎ-উৎপাদক সংস্থা কতিপয় সুবিধা আসুবিধা বিবেচনা করে তাদের উৎপাদিত ফ্রিকুয়েন্সি নির্ধারণ করে একেই বাণিজিক ফ্রিকুয়েন্সি বলে। বাংলাদেশের বাণিজ্যিক ফ্রিকুয়েন্সি ৫০ সাইকেল/সেকেন্ড কিন্তু পশ্চাত্যের কোন কোন দেশে যেমন: কানাডা,যুক্তরাষ্ট্র, যুক্তরাজ্য জার্মান,) দু ধরনের বাণিজ্যিক ফ্রিকুয়েন্সি ব্যবহার হয়।

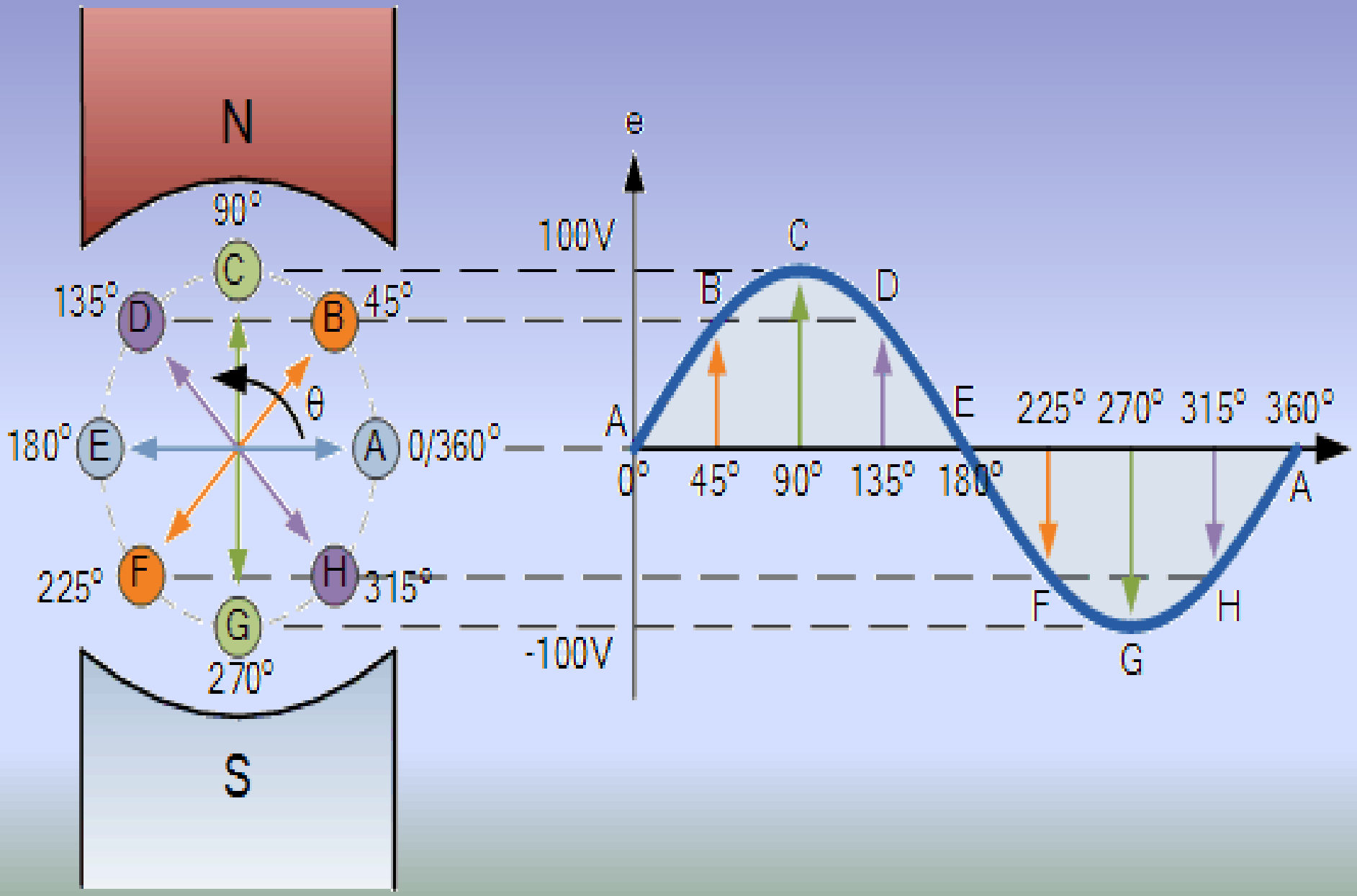
২৫ সাইকেল/সেকেন্ড,৬০সাইকেল/সেকেন্ড

Band	Frequency range	Wavelength range
Extremely low frequency (ELF)	< 3 kHz	>100 km
Very low frequency (VLF)	3 - 30 Hz	10 - 100 krn
Low frequency(LF)	30 - 300 kHz	1 - 10 km
Medium frequency (MF)	300 kHz - 3 MHz	100m - 1km
High frequency (HF)	3 - 30 MHz	10 - 100m
Very high frequency (VHF)	30 - 300 MHz	1 - 10m
Ultra high frequency (UHF)	300 MHz - 3 GHz	10cm - 1m
Super high frequency (SHF)	3 - 30 GHz	1 - 10cm
Extremely high frequency (EHF)	30 - 300 GHz	1mm - 1cm

সমীকরণ E=Emsx Sin (wt), I=Imax Sin (wt)



সমীকরণ E=Emsx Sin (wt), I=Imax Sin (wt)



সমীকরণ E=Emsx Sin (wt), I=Imax Sin (wt)

চিত্র

হতেমনেকরিabcএকটিত্রিভূজ ,

এখানে, ab= সর্বোচ্চ

Δabc হতেপাই,

Sin < abc $= \frac{ac}{ab}$

Ac = abSin<abc

Ac = ab sin30°

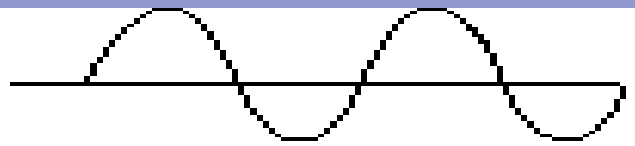
Ac = Emax Sinθ

E = Emax Sinθ

Ac = তাৎক্ষণিক ভোল্টেজ

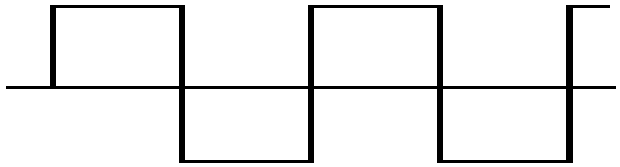
Ab = সর্বোচ্চ তাৎক্ষণিক ভোল্টেজ

বিভিন্ন প্রকার ওয়েভ - ফরমের চিত্র ঃ

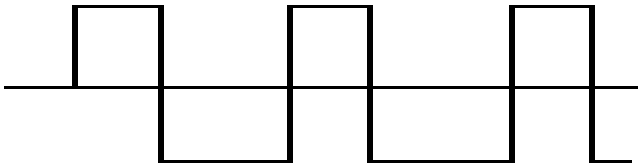


Sine Wave

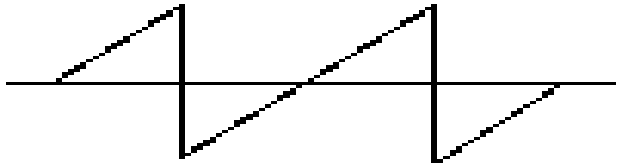
Damped Sine Wave



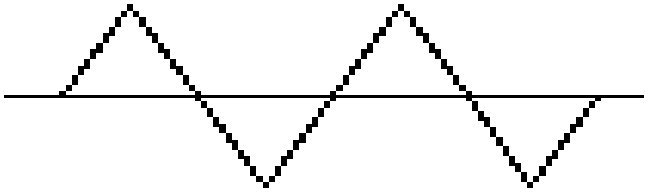
Square Wave



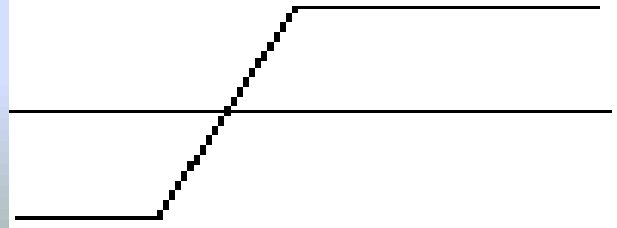
Rectangular Wave



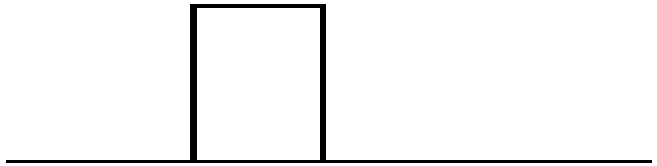
Sawtooth Wave



Triangle Wave

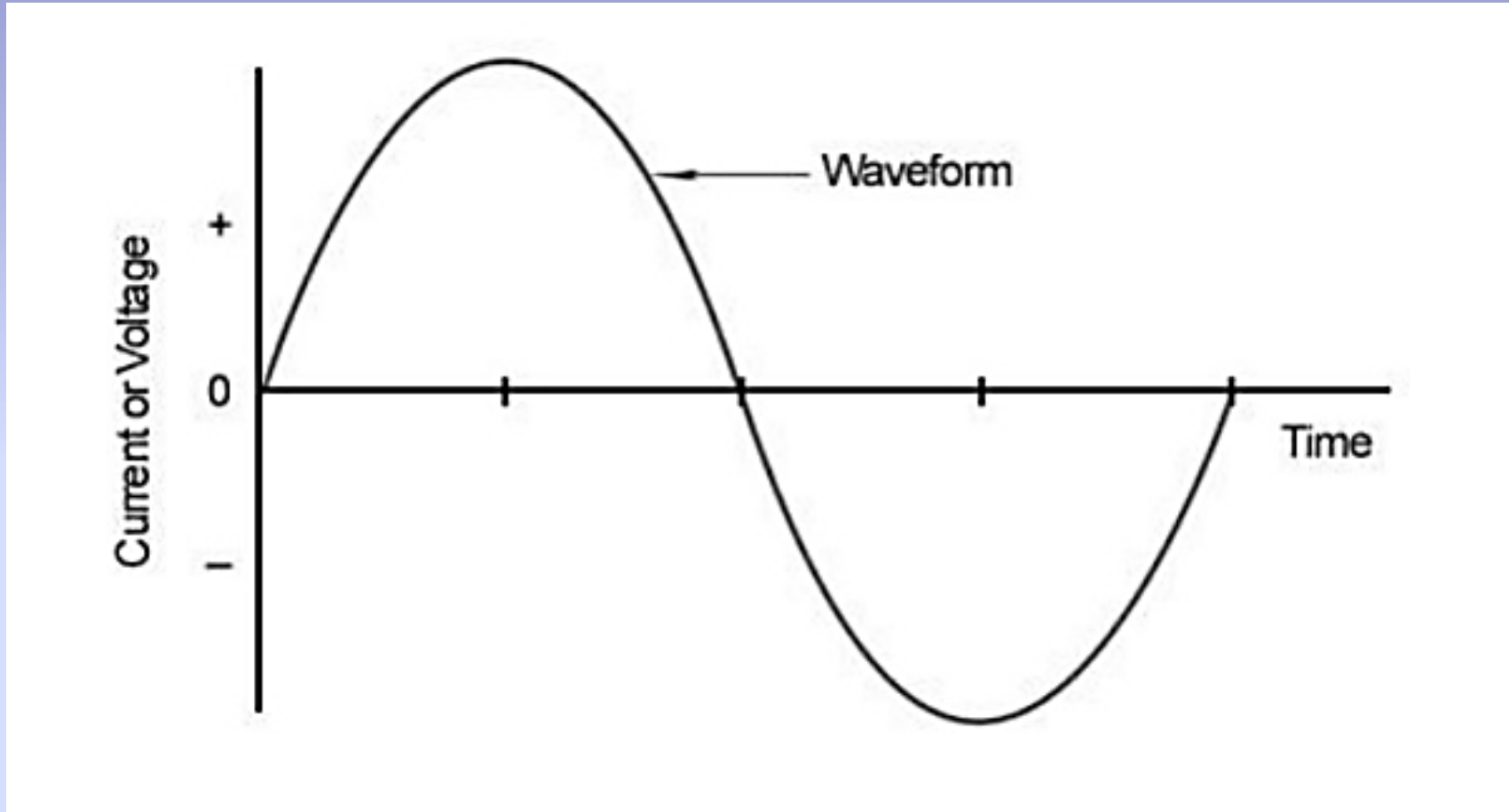


Step

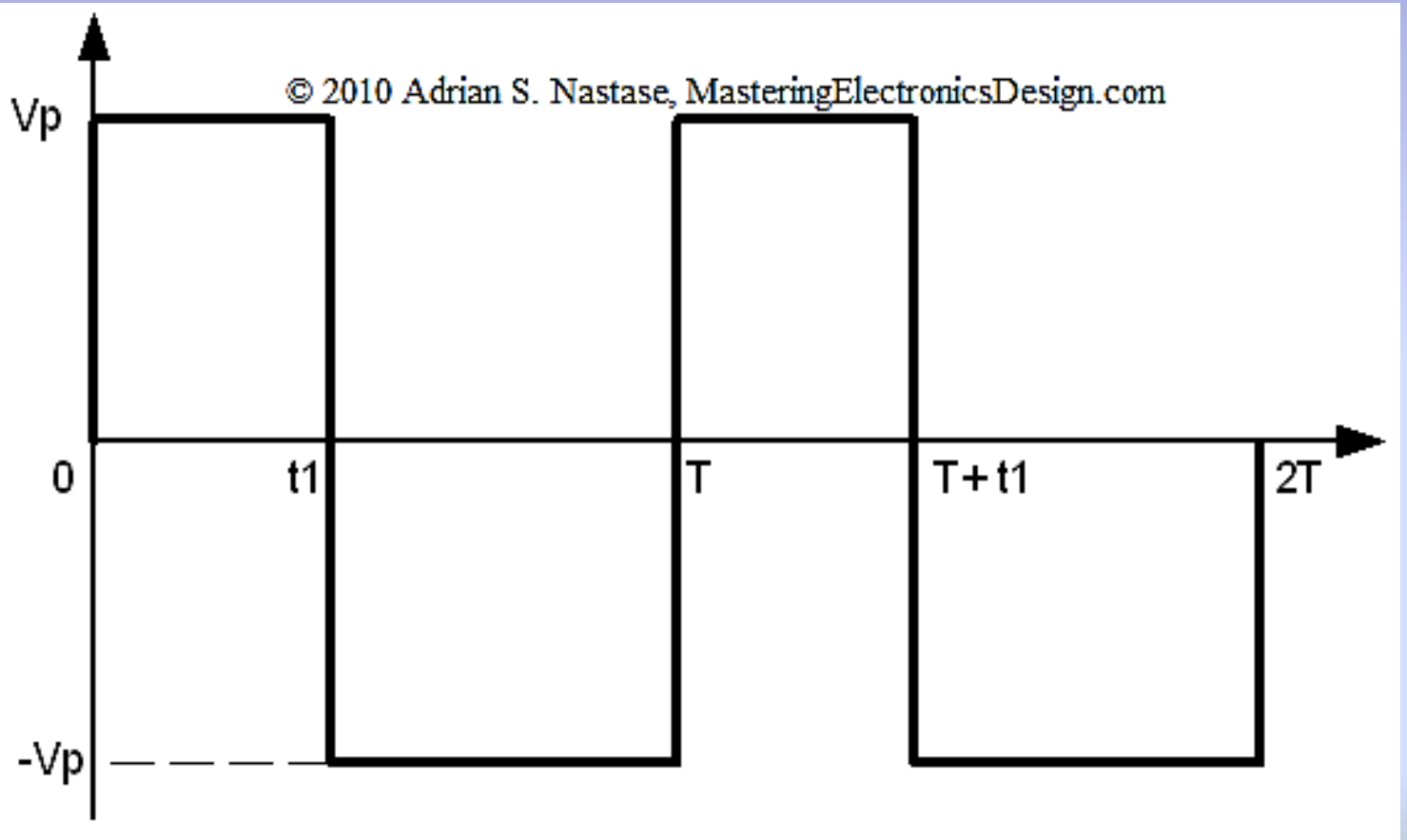


Pulse

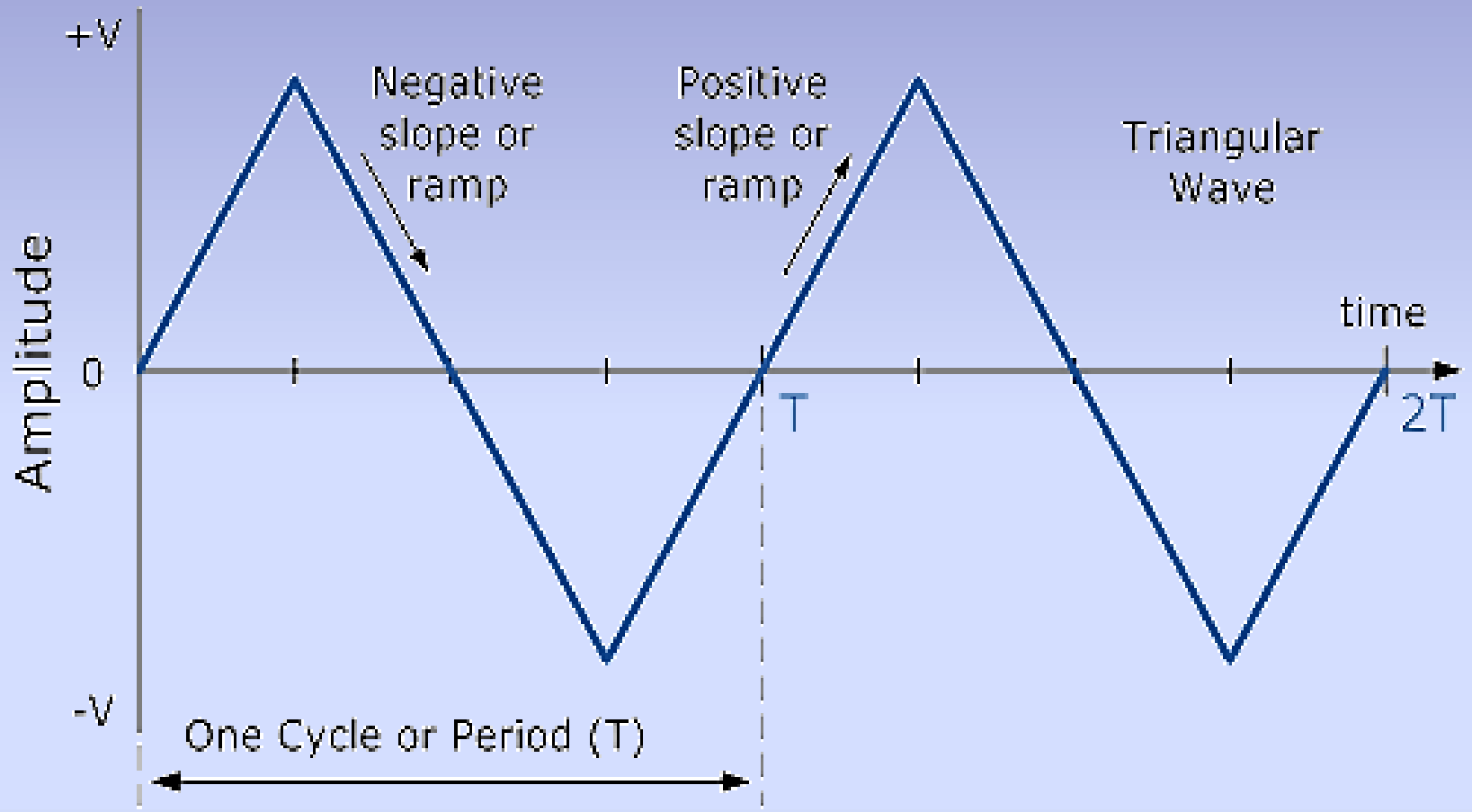
সাইন ওয়েভ (Sin-wave)



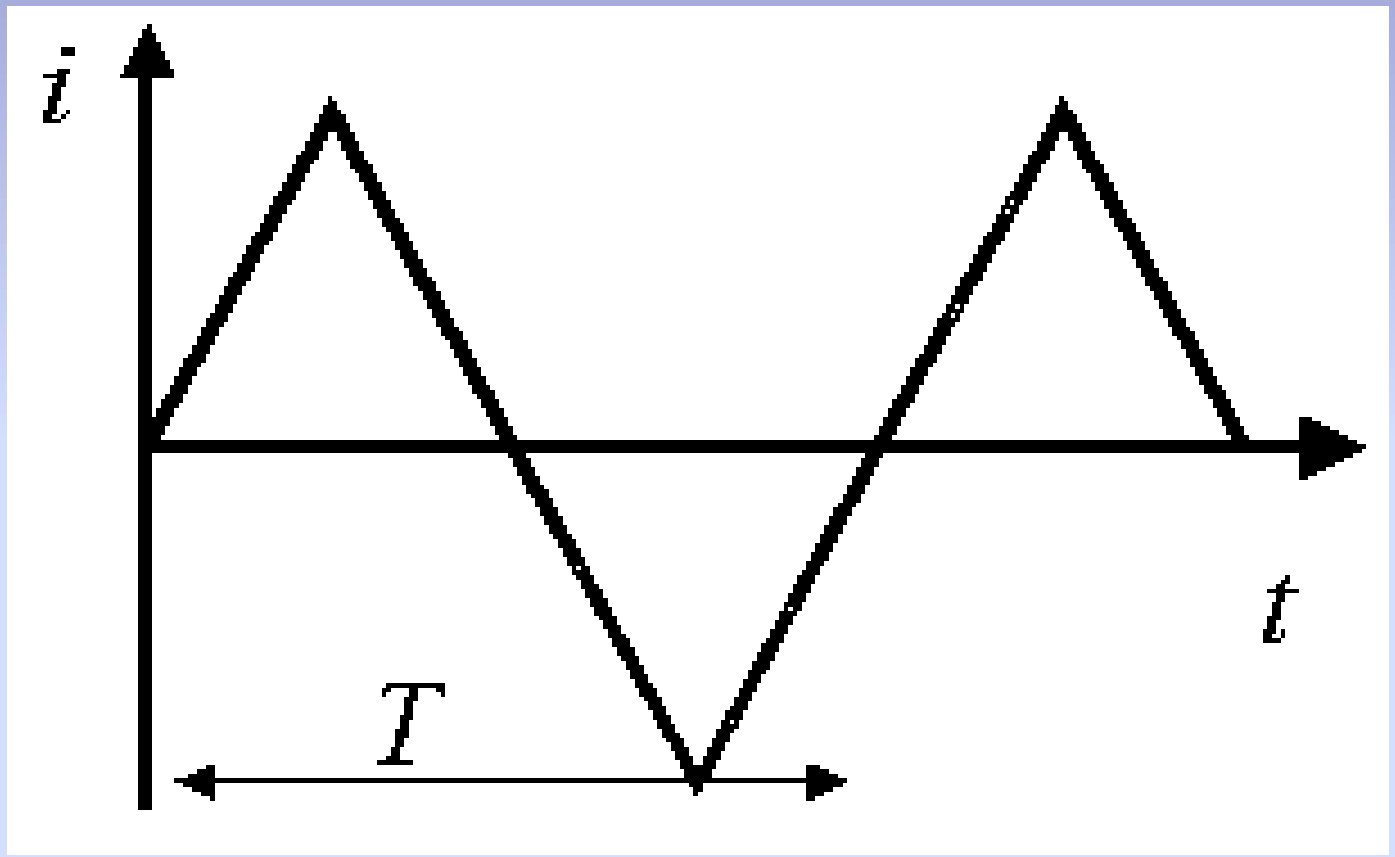
স্কায়ার বা রেকট্যাঙ্গুলার ওয়েভ
(Squer or Rectangular wave)



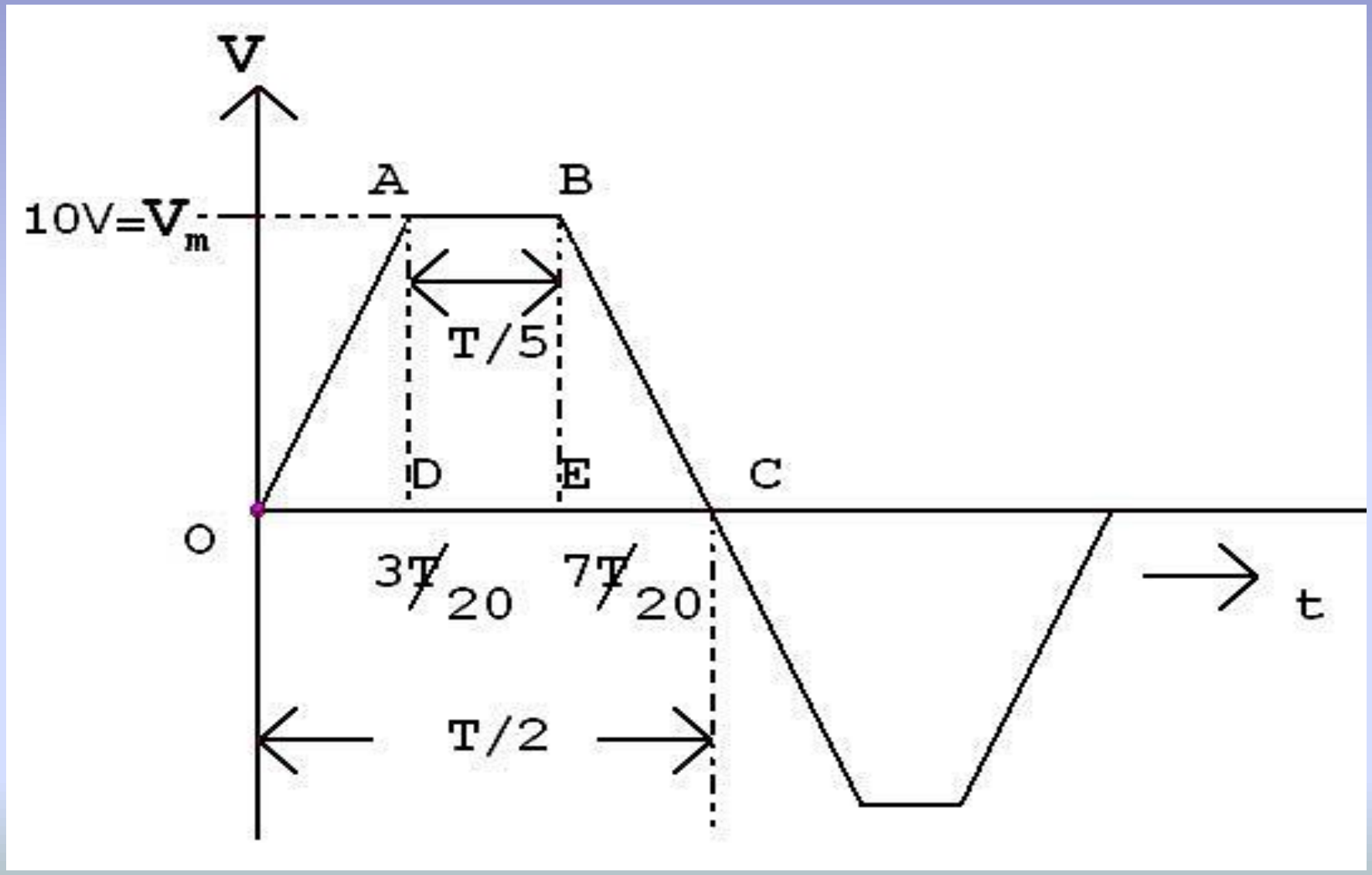
ট্রাঙ্গুলার ওয়েভ (Triangular wave)



স,টুথ ওয়েভ (Saw wave)



ট্র্যাপিজয়েড ওয়েভ (Traoezoid wave)



সমস্যার সমাধান

যদি ৬০° তে ভোল্টেজএরএকটিসাইনওয়েভেরতাৎক্ষনিকমান ৮৭ ভোল্টহয়।

৩০° তে এরতাৎক্ষনিকমান কত ? ,৩৩০°তে এরতাৎক্ষনিকমান কত ?

আমরা জানি, $e_1 = E_{max}\sin\theta$

$$\therefore E_{max} = \frac{e_1}{\sin\theta}$$

$$= \frac{87}{\sin 60} = 100.46 \text{ V}$$

$$e_2 = 100.46 \times \sin 30$$

$$= 50.23 \text{ v}$$

$$e_3 = 100.46 \times \sin 330$$

$$= -50.23 \text{ V}$$

সম্ভাব্য প্রশ্নসমুহ

১. এসি ভোল্টেজ উৎপাদন বর্ণনা কর।
২. বিভিন্ন সংজ্ঞা যেমন:সাইকেল ,অল্টারনেশন,ফ্রিকুয়েন্সি,পিরিয়ড) লেখ।
৩. পোল সংখ্যা ও আর.পি.এম. এবং ফ্রিকুয়েন্সির মধ্যে সম্পর্ক লেখ।
৪. বিভিন্ন দেশের বাণিজ্যিক ফ্রিকুয়েন্সি কত ?
৫. সমীকরণ $E=Emsx \sin(wt)$

$I=Imax \sin(wt)$

অধ্যায়- ৭

পরিবর্তনশীল রাশি এবং কার্যকারী মান

সার্কিটের বিভিন্ন প্রকার সূত্র :

এখানে ,

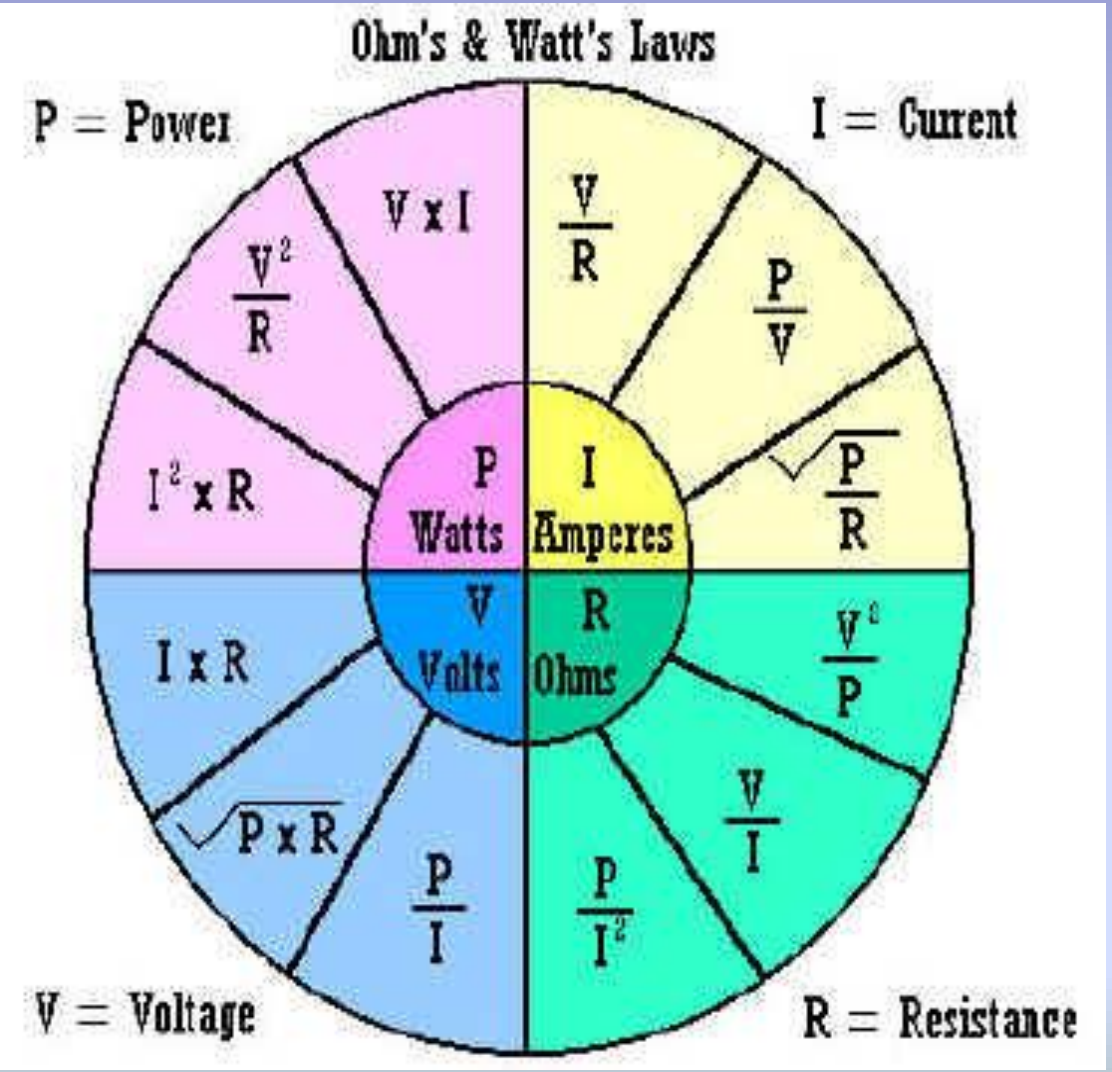
Powwer = P

Voltage = V

Current = I

Resistance = R

Ohms = **Ω**



গড়মান মান (Average value)

We know,

$$i = I_{max} \, Sin\theta$$

Mathematic tram ,

$$I_{ave} = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} i d\theta$$

$$= \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} I_{max} \, Sin\theta \, d\theta$$

$$= \frac{I_{max}}{\pi}\left[-Cos\theta\right]_o^{\pi}$$

$$= \frac{I_{max}}{\pi} \times 2$$

$$= \frac{2}{3.14} I_{max}$$

$$I_{ave} = 0.636 \, I_{max}$$

As same way ,

$$E_{ave} = 0.636 \, E_{max}$$

আর.এম.এস মান (R.M.S Value)

ডি.সি অ্যাম্পিয়ার ঃ

সিলভার নাইট্রেট এবং পানি মিশ্রিত দ্রবণে যে পরিমান ডাইরেক্ট কারেন্ট প্রবাহিত করালে যদি প্রতি সেকেন্ডে ০.০০১১১৮ গ্রাম সিলভার তলানি হিসাবে জমা হয়, তবে সে পরিমান কারেন্টকে এক অ্যাম্পয়ার বলে ।

অল্টারনেটিং কারেন্ট অ্যাম্পয়ার ঃ

কোন রেজিস্ট্যান্সের মধ্যে দিয়ে এক অ্যাম্পিয়ার ডাইরেক্ট কারেন্ট প্রবাহিত করালে যে পরিমান তাপের সৃষ্টি হয়, উক্ত রেজিস্ট্যোন্সের মধ্যে দিয়ে যে পরিমান অল্টারনেটিং কারেন্ট পাঠালে একই সময়ে একই পরিমান তাপের সৃষ্টি হয়, সেই পরিমান অল্টারনেটিং কারেন্টকে এক অ্যাম্পিয়ার বলে । অল্টারনেটিং কারন্টের এ মানকেই কার্যকরী মান বলে । এ র্কাযকারী মানকে আর.এম.এস মানও বলে ।

সর্বোচ্চ মানের সাথে কার্যকারী মানের সম্পর্ক

We know,

$$i = I_{max} \, Sin\theta$$

$d\theta$কোণেরমধ্যেবর্তী ক্ষুদ্র সময়েসৃষ্টতাপ

$$= i^2 R d\theta$$

$$= (I_{max} \, Sin\theta) \, R d\theta$$

$$= I_{max}{}^2 Sin^2\theta R d\theta$$

অর্ধ-সাইকেলসময়েসৃষ্টমোটতাপ

$$= I_{max}{}^2 \, R \int_0^{\pi} Sin^2\theta d\theta$$

$$= I_{max}{}^2 \, R \int_0^{\pi} \frac{1-Cos2\theta}{2} d\theta$$

$$= \frac{I_{max}{}^2 \, R}{2} [\theta - \frac{Sin2\theta}{2}]_0^{\pi}$$

$$= \frac{I_{max}^{\,2}\, R}{2} \left[\theta - \frac{Sin2\theta}{2}\right]_0^{\pi}$$

$$= \frac{\pi}{2}\, I_{max}^{\,2}\, R$$

অর্ধ-সাইকেলেরসময়েসৃষ্টতাপ

$$= \frac{\pi}{2\times\pi}\, I_{max}^{\,2}\, R$$

$$= \frac{I_{max}^{\,2} R}{2}$$

কার্যকারীকারেন্টদ্বারাসৃষ্টতাপঅবশ্যইগড়-তাপেরসমানহবে

$$I_{eff}^{\,2} R = \sqrt{\frac{I_{max}^{\,2} R}{2}}$$

$$= \frac{I_{max}}{2}$$

$I_{eff} = 0.707\ I_{max}$

অনুরূপভাবে,

$E_{eff} = 0.707\ E_{max}$

তাৎক্ষনিক মান ও গড়মান

তাৎক্ষনিক মান ঃ

একটি পরিবর্তনশীল রাশির যেকোন মুহূর্তের মানকে তাৎক্ষনিক মান বলে ।অল্টারনেটিং ভোল্টেজ ও কারেন্টের তাৎক্ষনিক মানের প্রতীক e,I .

গড়মান মান ঃ

একটি সাইকেলের বা এক অল্টারনেশ ব্যাপি বিভিন্ন ক্ষণে অল্টারনেটিং ভোল্টেজ ও কারেন্টের তাৎক্ষনিক মানসমুহের গড়কে গড়মান বলে ।

সর্বোচ্চ মান ঃ

একটিপরিবর্তনশীলরাশি ০°হতে প্রতিমুহূর্তে বাড়তে থাকেএবং ৯০° তে সর্বোচ্চমানেপৌছে। এ মানকেইসর্বোচ্চমানবলে।

কার্যকরীমান ঃ

একটিসার্কিটে একক সময়ে কোননির্দিষ্ঠ পরিমানকারেন্টপাঠালে যে আউটপুটপাওয়াযায়তাকেই ঐ কারেন্টেরকার্যকরীমানবলে।

ফরম ফ্যাক্টর ও পিক ফ্যাক্টর

ফরম ফ্যাক্টর ঃ

একটিতরঙ্গের কার্যকরীমানএবংগড়মানেরঅনুপাতকে ফরম ফ্যাক্টরবলে।

$$\mathbf{Kf=}\ \frac{\text{কার্যকরী মান}}{\text{গড়মান}} = \frac{0.707}{0.636} = 1.11$$

পিকফ্যাক্টর ঃ

একটিতরঙ্গের সর্বোচ্চমানএবংকার্যকরীমানঅনুপাতকেপিকফ্যাক্টরবলে।

$$\mathbf{Ka=}\ \frac{\text{সর্বোচ্চ মান}}{\text{কার্যকরী মান}} = \frac{Imax}{0.707} = 1.414$$

ওহমিক রেজিস্ট্যান্স ঃ

একটি রেজিস্ট্যান্স কর্তৃক ডাইরেক্ট কারেন্ট প্রদত্ত বাধাকেই ওহমিক রেজিস্ট্যান্স বলে।

ইফেকটিভ রেজিস্ট্যান্স ঃ

একটি সার্কিটে অল্টারনেটিং কারেন্ট কর্তৃক প্রদত্ত (ওহমিক রেজিস্ট্যান্স, স্কিন ইফেক্ট, এডি-কারেন্ট, হিসটেরেসিস ইত্যাদি)সম্মিলিত বাধাকেই ইফেক্টিভ রেজিস্ট্যান্স বলে।

স্কিন ইফেক্ট ঃ

অল্টারনেটিং কারেন্টের প্রবনতা এই যে ইহা পরিবাহীর সমস্ত প্রস্থছেদ দিয়ে প্রবাহীত না হয়ে বরং উপরি ভাগ দিয়ে প্রবাহিত হয়। উপরি ভাগ দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার এই ধর্মকে স্কিন ইফেক্ট বলে।

ওহমিক রেজিস্ট্যান্স ,ইফেকটিভ রেজিস্ট্যান্সের তুলনা

ওহমিক রেজিস্ট্যান্স

- কন্ডাক্টরের প্রকৃত রেজিস্ট্যান্স যা ডাইরেক্ট কারেন্টকে বাধা দেয়।
- এর মান ওহমিক রেজিস্ট্যান্স,স্কিন ইফেক্ট,এডি-কারেন্ট, হিসটেরেসিস ইত্যাদি জনিত বাধা পায় না।
- এর মান পদার্থের প্রকৃতির উপরেই নির্ভর করে।

ইফেকটিভ রেজিস্ট্যান্স

- কন্ডাক্টরের মোট রেজিস্ট্যান্স যা অল্টারনেটিং কারেন্টকে বাধা দেয়।
- এর মান ওহমিক রেজিস্ট্যান্স,স্কিন ইফেক্ট,এডি-কারেন্ট, হিসটেরেসিস ইত্যাদি জনিত বাধা পায়।
- এর মান পদার্থের প্রকৃতির উপরেই নির্ভর করে না বরং অন্যান্ন ফ্যাক্টর এর উপর নির্ভর করে।

সম্ভাব্য প্রশ্নসমুহ

১। তাৎক্ষনিক মান, গড়মান কি ? প্রমান কর।

২। কার্যকরী মান কি ? প্রমান কর।

৩। সর্বোচ্চ মান কি?

৪।ফরম ফ্যাক্টর,পিক ফ্যাক্টর কি ?

৫। ওহমিক রেজিস্ট্যান্স ,ইফেকটিভ রেজিস্ট্যান্সের তুলনা কর।

৬। সর্বোচ্চ মানের সাথে কার্যকারী মানের সম্পর্ক লিখ ?

৭। আর.এম.এস মান (R.M.S Value) কাকে বলে ?

৮। প্রমান কর $I_{eff} = 0.707\ I_{max}$

অষ্টম অধ্যায়

ভেক্টর এবং ভেক্টর রাশি

সার্কিটের বিভিন্ন প্রকার সূত্র :

এখানে ,

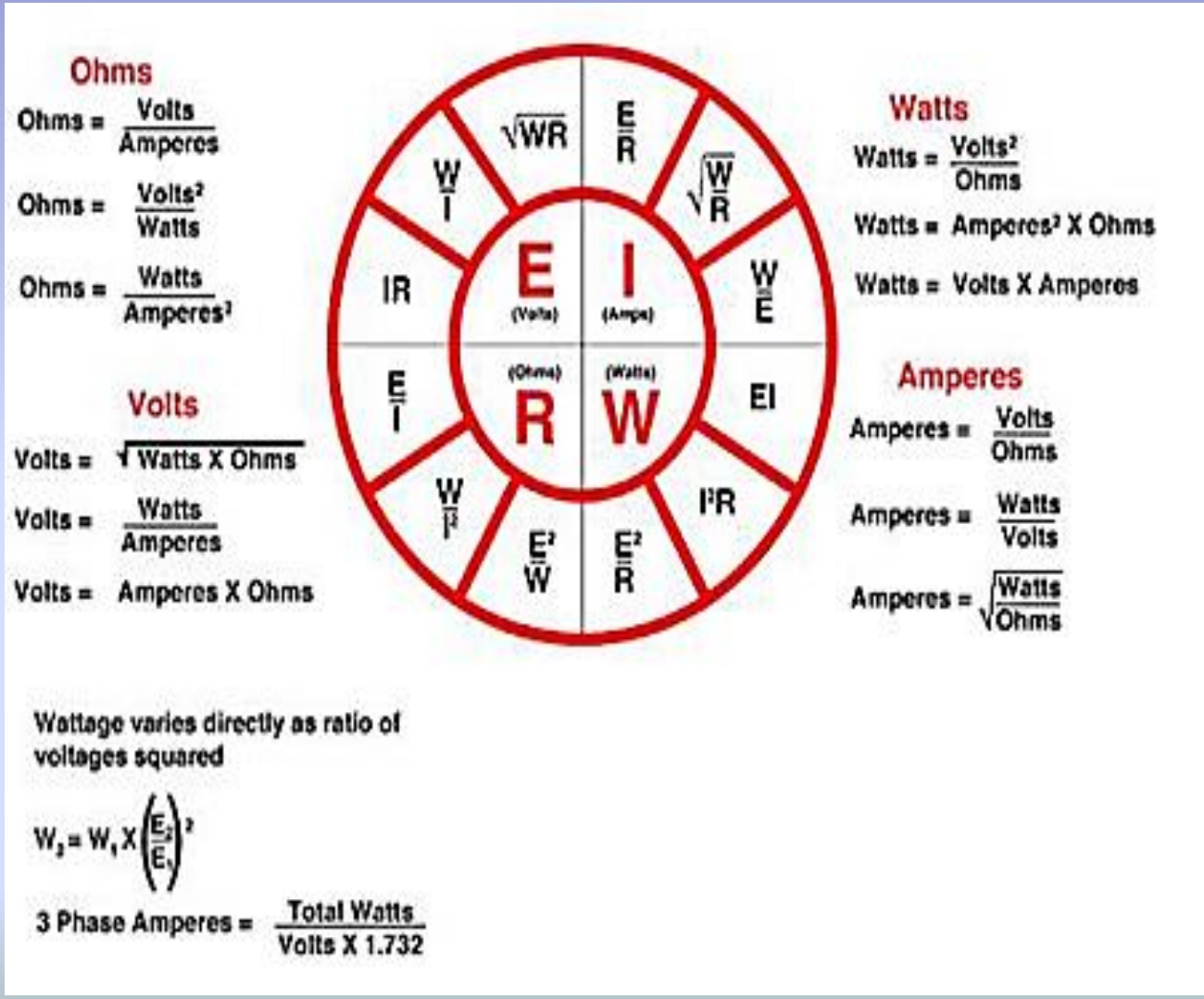
Powwer = P

Voltage = V

Current = I

Resistance = R

Ohms = **Ω**



ভেক্টর রাশি ও স্কেলার রাশি

ভেক্টর ঃ

এটি স্কেল অনুযায়ী আঁকা একটি সরল রেখা, যার এক প্রান্তে একটি তীর চিহ্ন দিক-নির্দেশনার জন্যে স্থাপন করা হয় ।

ভেক্টর রাশি ঃ

যে রাশির মান ও দিক উভয় আছে তাকে ভেক্টর রাশি বলে।

যেমন ঃ কারন্ট, ভোল্টেজ ,গতি, বল ইত্যাদি।

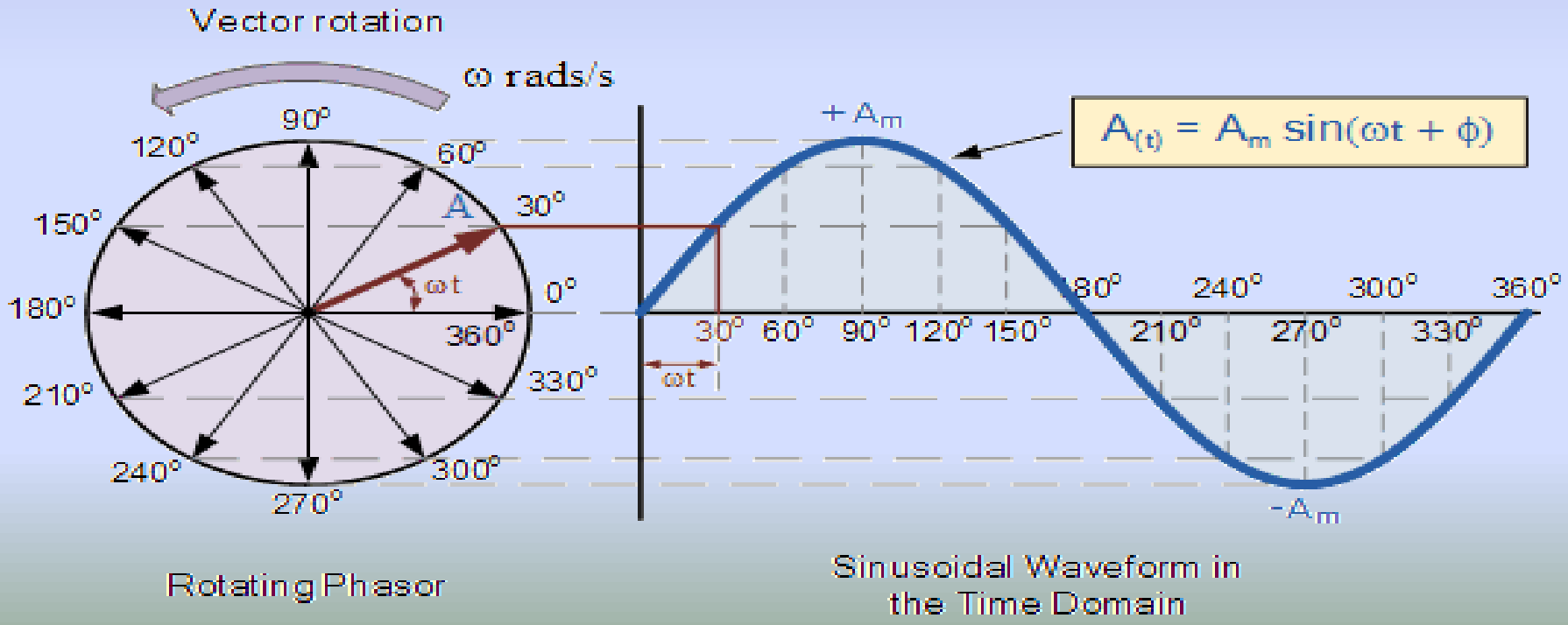
স্কেলার রাশি ঃ

যে রাশির মান আছে,কিন্তু দিক নেই তাকে স্কেলার রাশি বলে।

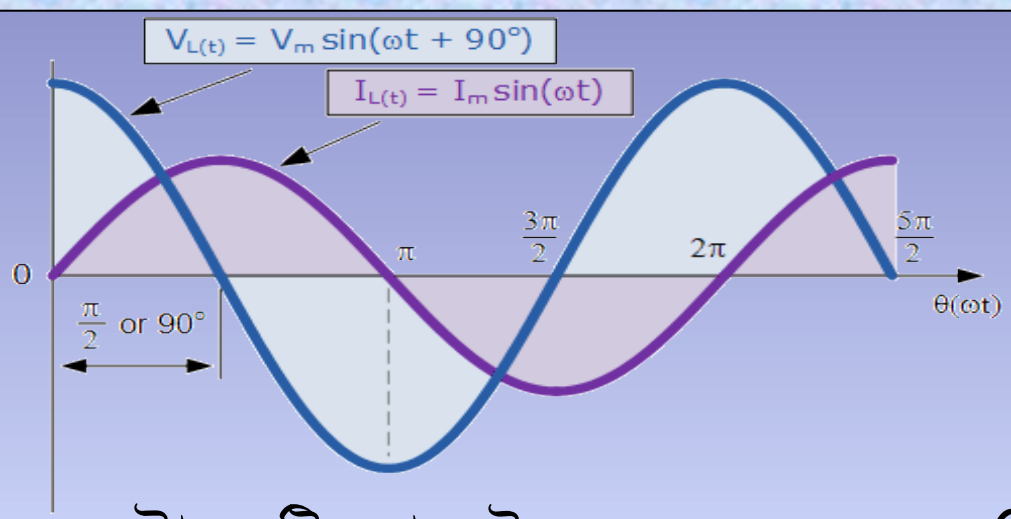
যেমন ঃ ক্ষেত্রফল, তাপমাত্রা ,দ্রুতি,ইত্যাাদি।

অল্টারনেটিং কারেন্ট ও ভোল্টজকে ভেক্টর চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা

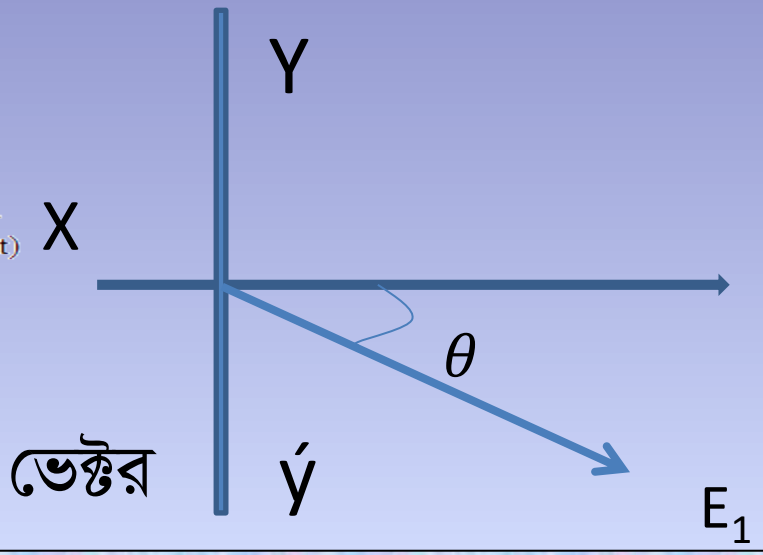
চিত্রে অল্টারনেটিংকারেন্ট ও ভোল্টজের ভেক্টর ও সাইনওয়েভ দেখানোহল,এখানেকারেন্ট ভোল্টেজএরচাইতেপিছনেআছেযা ভেক্টর ও সাইনচিত্রে দেখাযায় ।বামাবর্তে ঘূর্ণনকেপজেটিভএবং দক্ষিনাবর্তে ঘূর্ণনকে নেগেটিভধরাহয়। ভেক্টরচিত্রে দেখাযায়কারন্ট ভোল্টেজ থেকে $\theta°$পেছনেআছে ।



অল্টারনেটিং কারেন্ট ও ভোল্টজকে ভেক্টর চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা



অল্টারনেটিং কারেন্ট

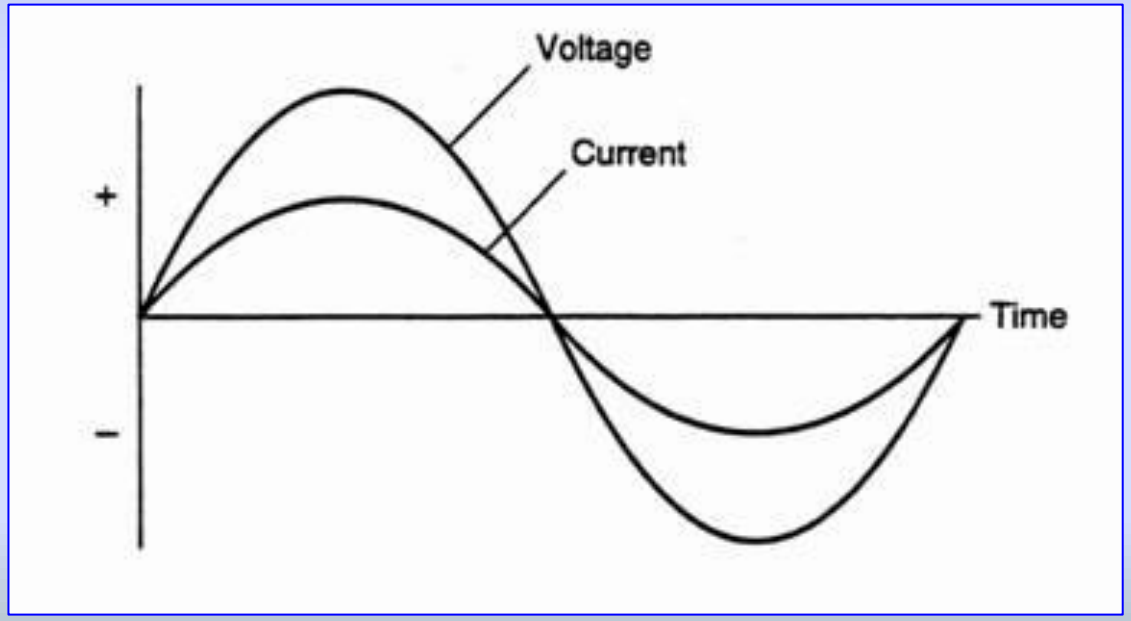


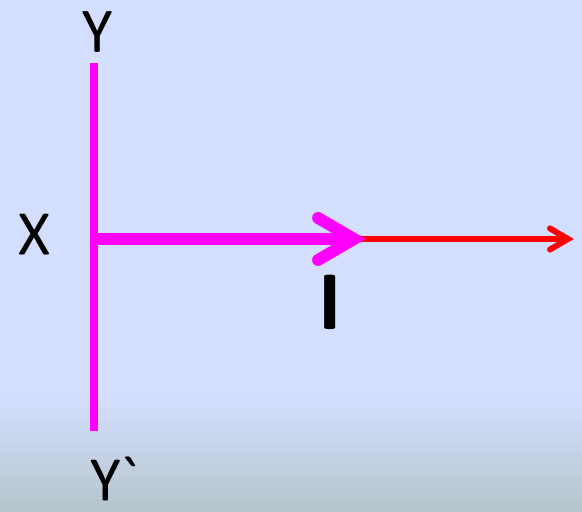
ভেক্টর

ভোল্টজকে ভেক্টর চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা

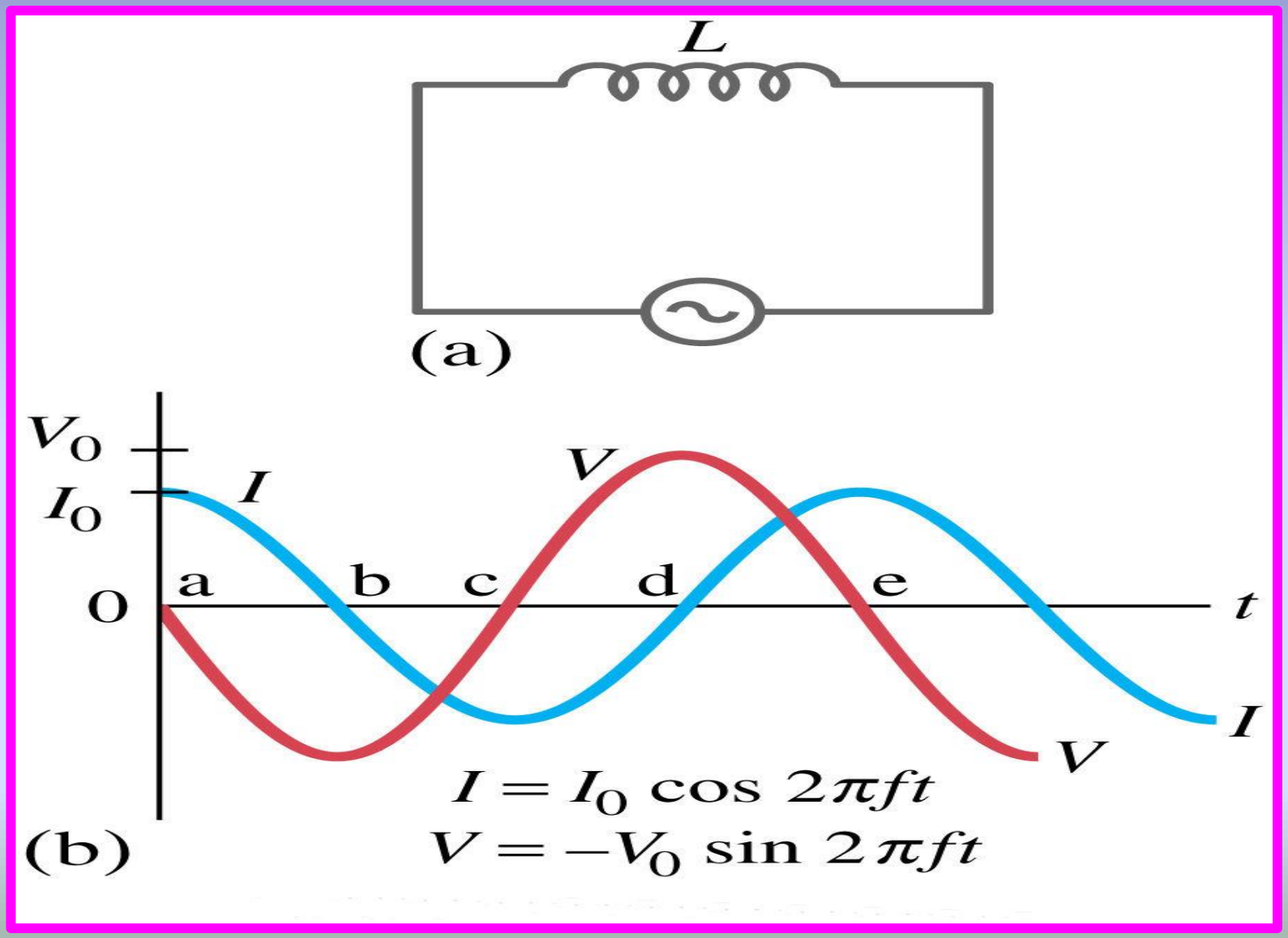
শুধুমাত্র রেজিস্ট্যান্স দ্বারা গঠিত সার্কিট

শুধুমাত্র রেজিস্ট্যান্স দ্বারা গঠিত অল্টারনেটিং সার্কিটে কারেন্ট ও ভোল্টেজ ইনফেজে থাকে যাহা চিত্রে ভেক্টর ওসাইন ওয়েভে দেখানো হইয়াছে।

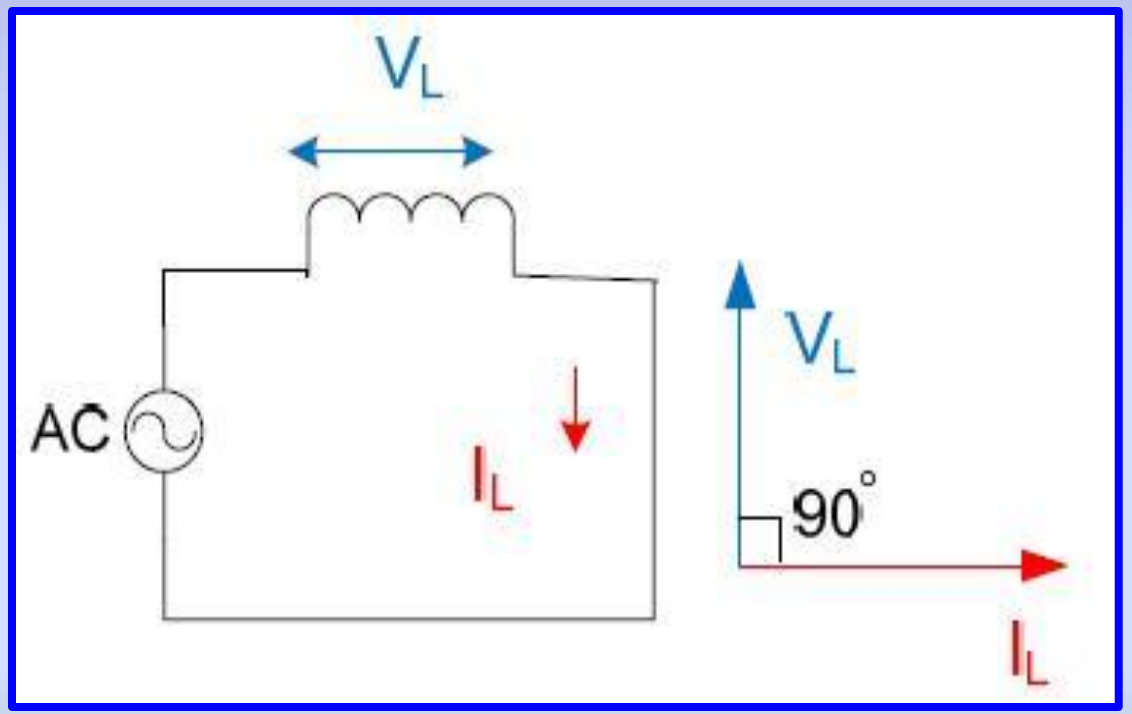




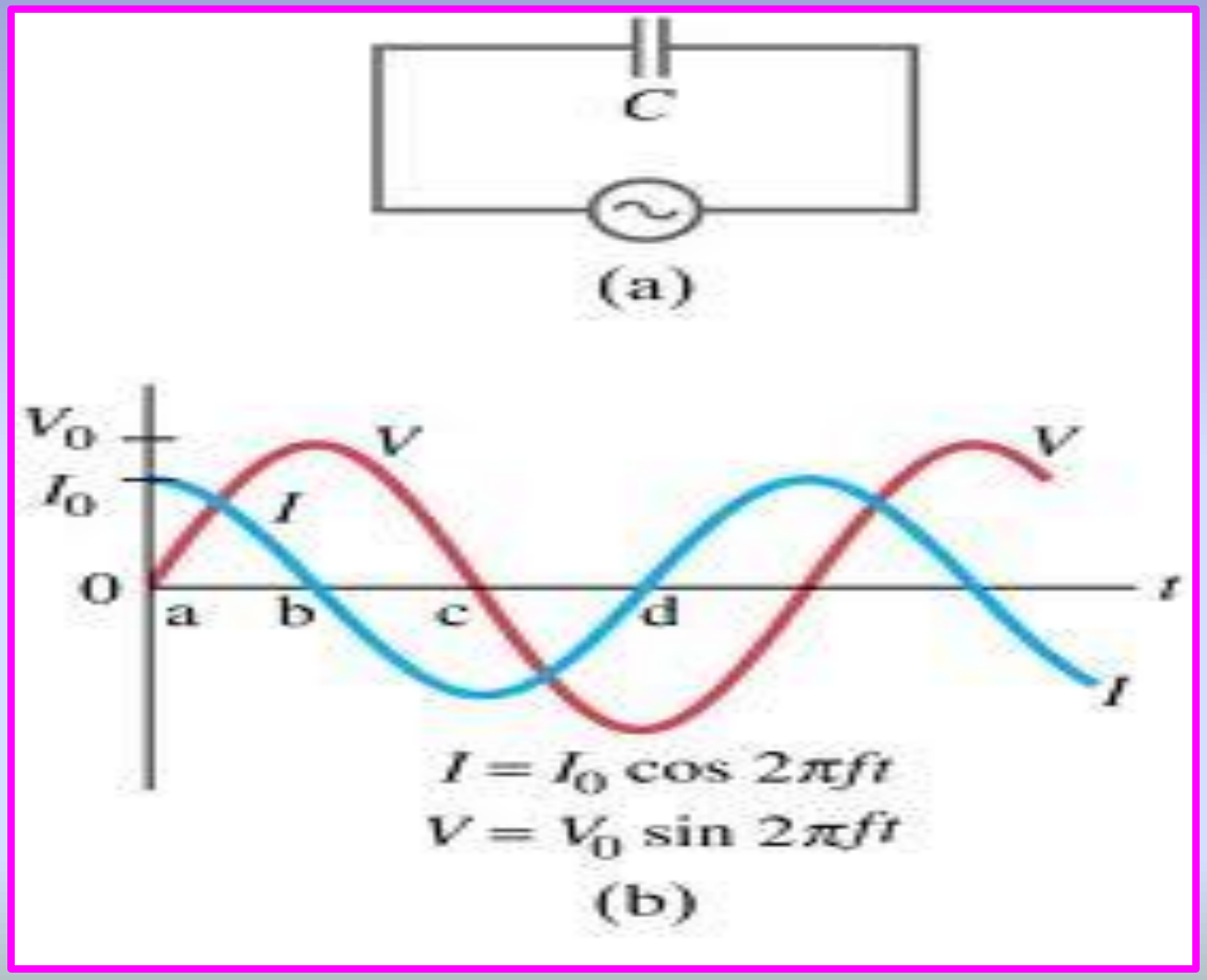
শুধুমাত্র ইন্ডাক্ট্যান্স দ্বারা গঠিত সার্কিট



শুধুমাত্র ইন্ডাক্ট্যান্সদ্বারাগঠিতঅল্টারনেটিংসার্কিটে ভোল্টেজ, কারেন্ট থেকে ৯০°আগে থাকে। চিত্রে ভেক্টর ও সাইনওয়েভেতা দেখানোহল। যখনরেফারেন্সএক্সিসহিসেবেকারেন্ট থাকে।



শুধুমাত্র ক্যাপাসিট্যান্স দ্বারা গঠিত সার্কিট



শুধুমাত্র ক্যাপাসিট্যান্সদ্বারাগঠিতঅল্টারনেটিংসার্কিটে কারেন্টও ভোল্টেজ থেকে ৯০° আগে থাকে যাহাচিত্রে ভেক্টর ও সাইনওয়েভেদেখানোহইয়াছে। যখনরেফারেন্সহিসেবে ভোল্টেজ থাকে।

পোলার ও রেক্ট্যাংগুলার ভেক্টর

পোলার ঃ

স্থানাঙ্ক-তলে অবস্থিত ভেক্টর, যাতারপরিমাণএবং রেফারেন্সঅ্যাক্সিসএর সাথে সৃষ্ট কোণদ্বারানিরূপণকরাহয়, তাকে পোলার ভেক্টরবলে ।পোলার ভেক্টরের পরিমানকে**মডুলাস**এবংনির্দেশক কোণকে**আরগুমেন্ট**বলে । **এরসাহায্যে যোগ ও বিয়োগকরাযায়না , কিন্তু গুণ ভাগকরাযায় ।**

$\mathbf{P=A_L\theta}$

রেক্ট্যাংগুলার ভেক্টর ঃ

একটি ভেক্টর,যা উহার **আনুভূমিক এবং উলম্ব** উপাদানের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়,উহাকে রেক্ট্যাংগুলার ভেক্টর বলে।

$\mathbf{E} = Eh + JEv$

$\mathbf{E} = Eh - JEv$

J অপারেটর

যে মানেরকারণেএকটি ভেক্টর ৯০°বামাবর্তে ঘুরেযায়তাকেঅপারেটরবলে। এই অপারেটরকেJদ্বারাপ্রকাশকরাহয়।

J এরমান $=\sqrt{-1}$

পোলার ও রেক্ট্যাংগুলার ভেক্টরের মধ্যে সম্পর্ক

একটি পোলার ভেক্টরকে রেকট্যাংগুলারএবং রেকট্যাংগুলার ভেক্টরকে পোলার ভেক্টরে রূপান্তরকরাযায়।

রূপান্তরকরারসূত্রগুলোনিম্নরূপ।

পোলার থেকে রেকট্যাংগুলার ঃ $\mathrm{I}< \theta = Icos\theta + jIsin\theta$

রেকট্যাংগুলার থেকে পোলার ঃ

$\mathrm{Ih+jIv=}\sqrt{Ih^2 + Iv^2}\mathrm{tan\text{^}\text{-}1}(\frac{Iv}{Ih})$

সমস্যার সমাধান

136 <128°হতে64 <18° বিয়োগ কর এবংবিয়োগফল পোলারফরমেপ্রকাশকর ?

প্রথমেই পোলার ভেক্টরকে রেকট্যাংগুলার ভেক্টরে রূপান্তরকরতেহবে।

$136 <128° = 136(\cos 128° + j\sin 128°)$

$= -83.73 + j107.17$

$64 <-18 = 64(\cos 18° + j\sin 18°)$

$= 60.87 - j0.30902$

বিয়োগ ঃ $-83.73 + j107.17$

$-60.87 - j0.30902$

$-144.6 + j126.95$

সম্ভাব্য প্রশ্নসমুহ

ভেক্টর রাশি ও স্কেলার রাশি কি ?

অল্টারনেটিং কারেন্ট ও ভোল্টজকে ভেক্টর চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর।

পোলার ও রেক্ট্যাংগুলার ভেক্টর কি ?

J অপারেটর কি ?

পোলার ও রেক্ট্যাংগুলার ভেক্টরের মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর।

নবম অধ্যায়

AC Circuit Idea

সার্কিটের বিভিন্ন প্রকার সূত্র :

এখানে ,

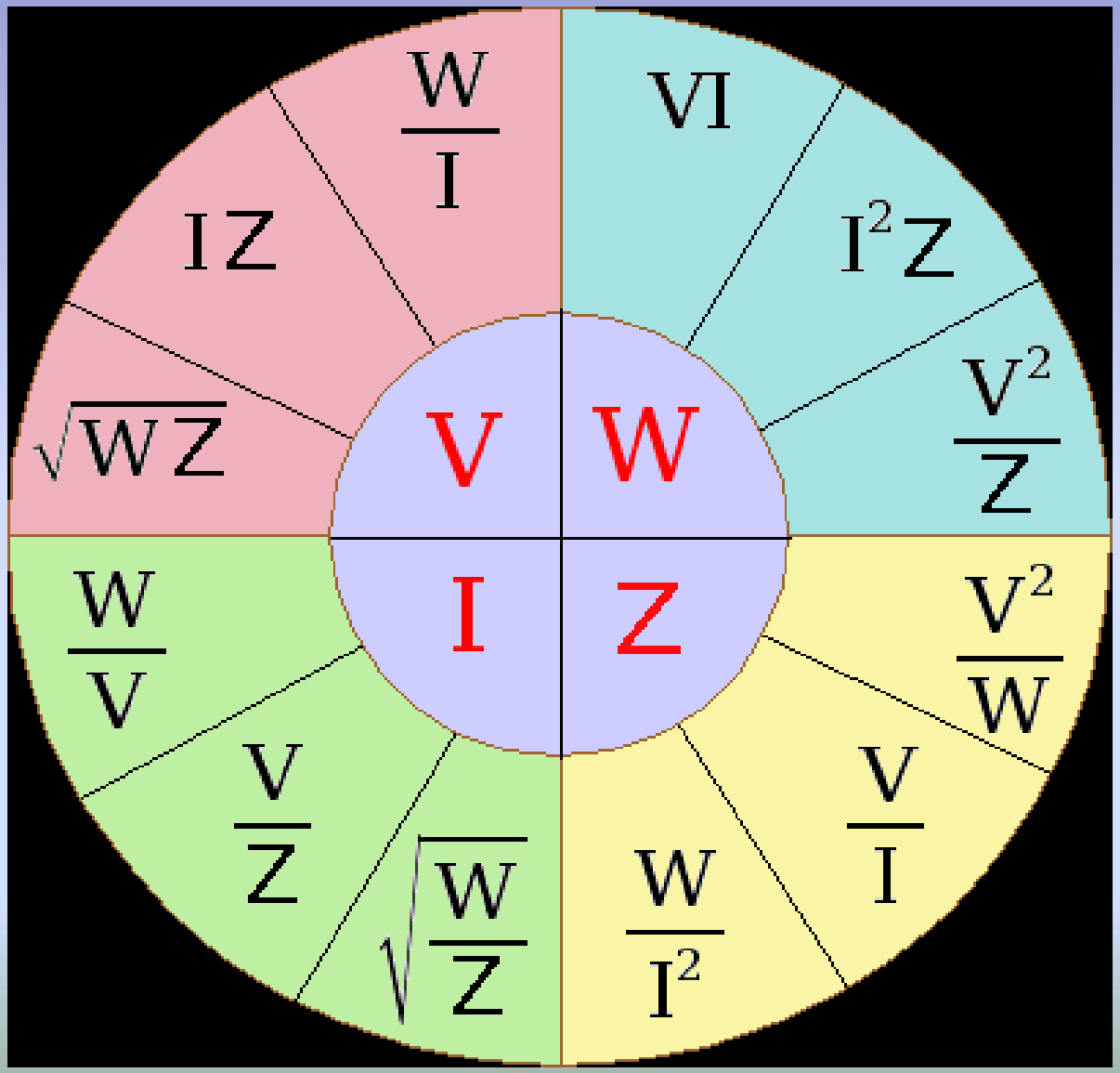
Powwer = P

Voltage = V

Current = I

Resistance = R

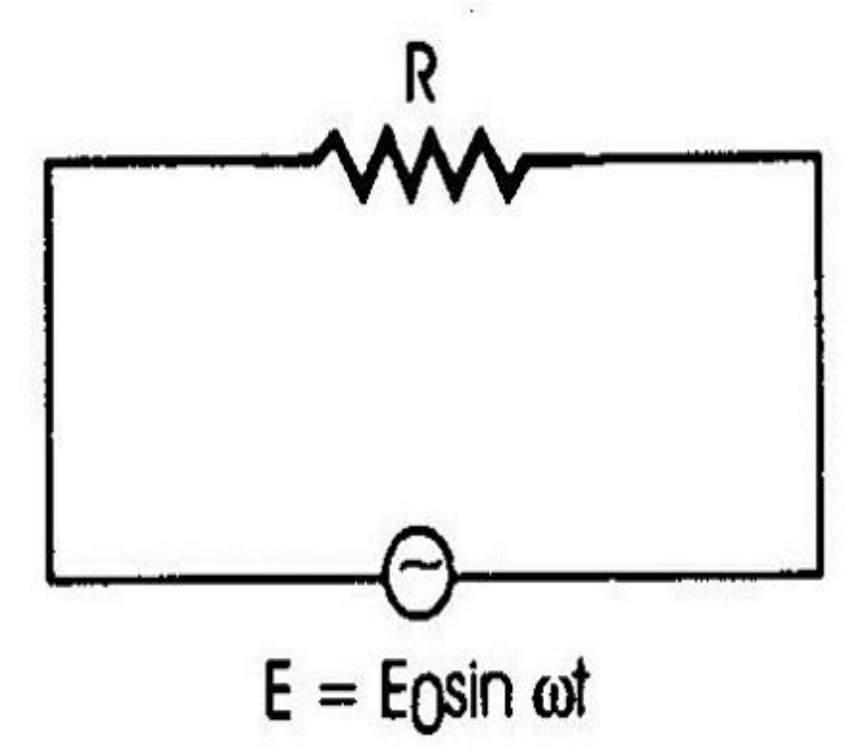
Ohms = **Ω**

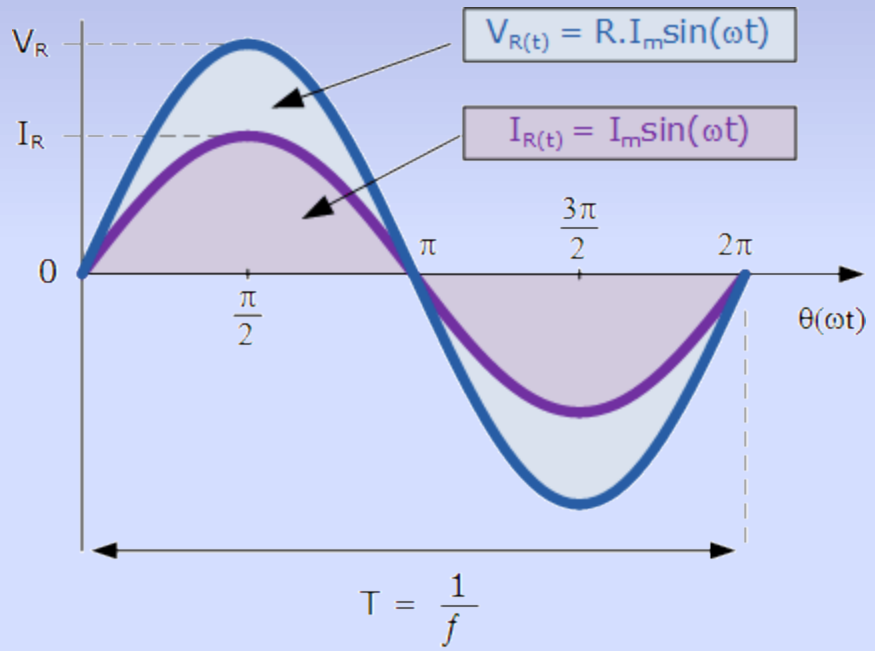


বিশুদ্ধ রেজিস্ট্যান্স দ্বারা গঠিত সার্কিট

এখানে প্রযুক্ত ভোল্টেজ, v = Vmax Sin ωt

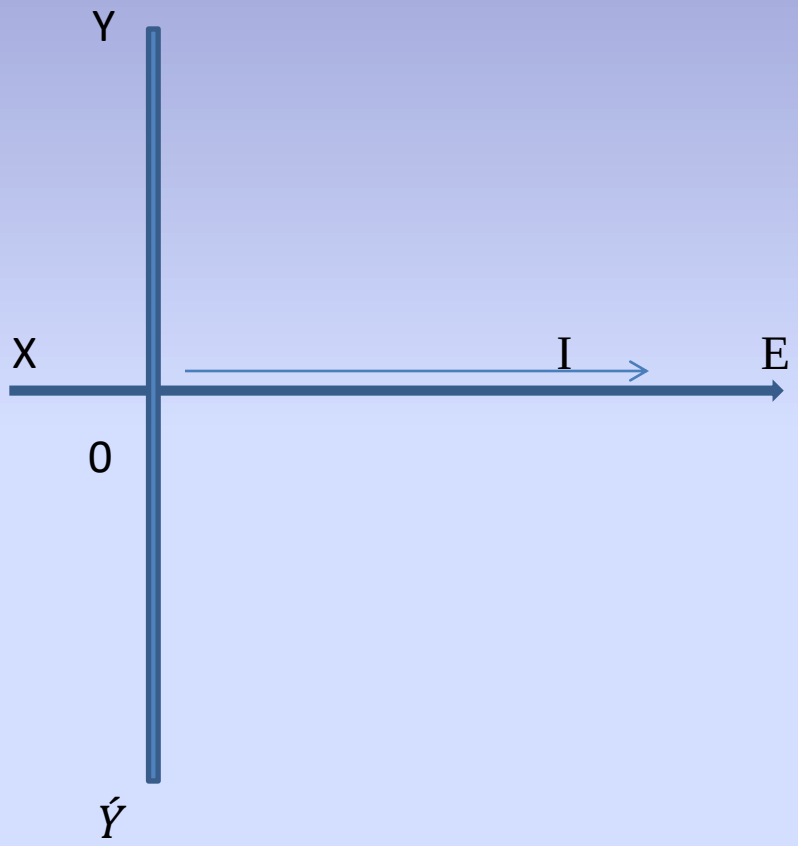
i= Vmax Sin ωt



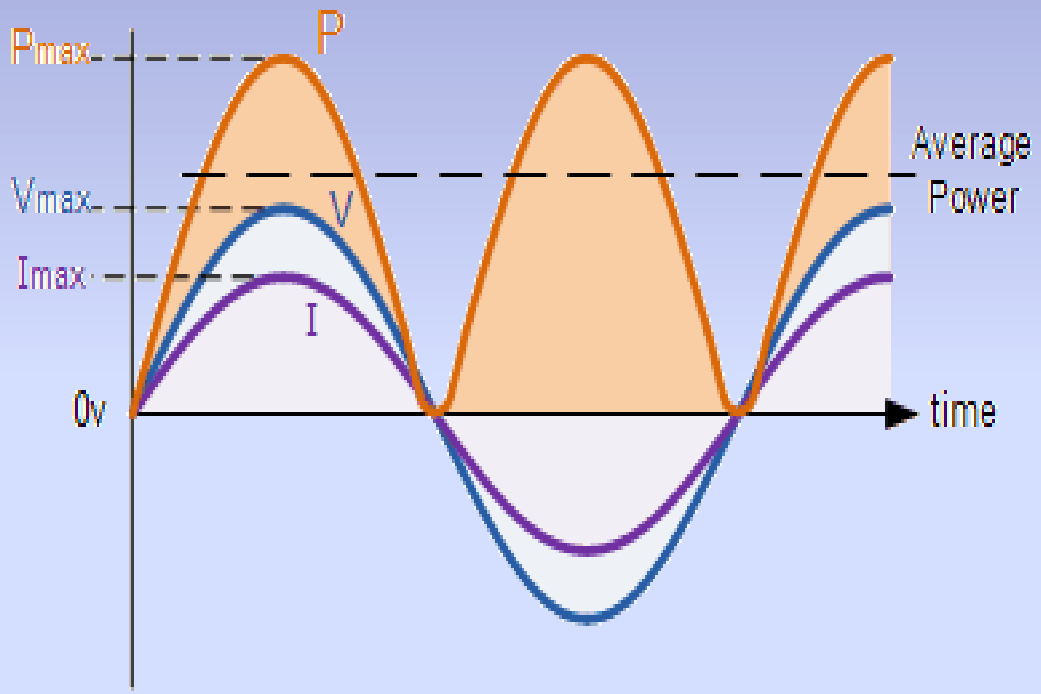


সাইন - ওয়েভ

বিশুদ্ধ রেজিস্ট্যান্স দ্বারা গঠিত সার্কিট



ভেক্টর ডায়া গ্রাম



পাওয়ার - ওয়েভ

বিশুদ্ধ রেজিস্টভ সার্কিটের পাওয়ার

We Know ,

$P = v \times i$

$v = V_{max} \sin\omega t$

$i = I_{max} \sin \omega t$

$= V_{max} \sin\omega t \times I_{max} \sin \omega t$

$= V_{max} I_{max} Sin^2 \omega t$

$= V_{max} I_{max} \frac{(1 - Cos2\omega t)}{2}$

$= \frac{Vmax\ Imax}{2} - \frac{Vmax\ Imax}{2} Cos2\omega t$

পাওয়ারঅপচয় ,

$$P = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{Vmax\ Imax}{2} - \frac{Vmax\ Imax}{2} Cos2\omega t \, d(\omega t)$$

$$P = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{Vmax\ Imax}{2} d(\omega t) +$$

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{Vmax\ Imax}{2} Cos2\omega t\, d(\omega t)$$

$$d(\omega t) + \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{Vmax\ Imax}{2} Cos2\omega t\, d(\omega t)$$

$$P = \frac{Vmax\ Imax}{2} + 0$$

এখানে ,

$$= \frac{Vmax}{\sqrt{2}} \times \frac{Imax}{\sqrt{2}} V = \frac{Vmax}{\sqrt{2}}$$

$$= V \times I \qquad I = \frac{Imax}{\sqrt{2}}$$

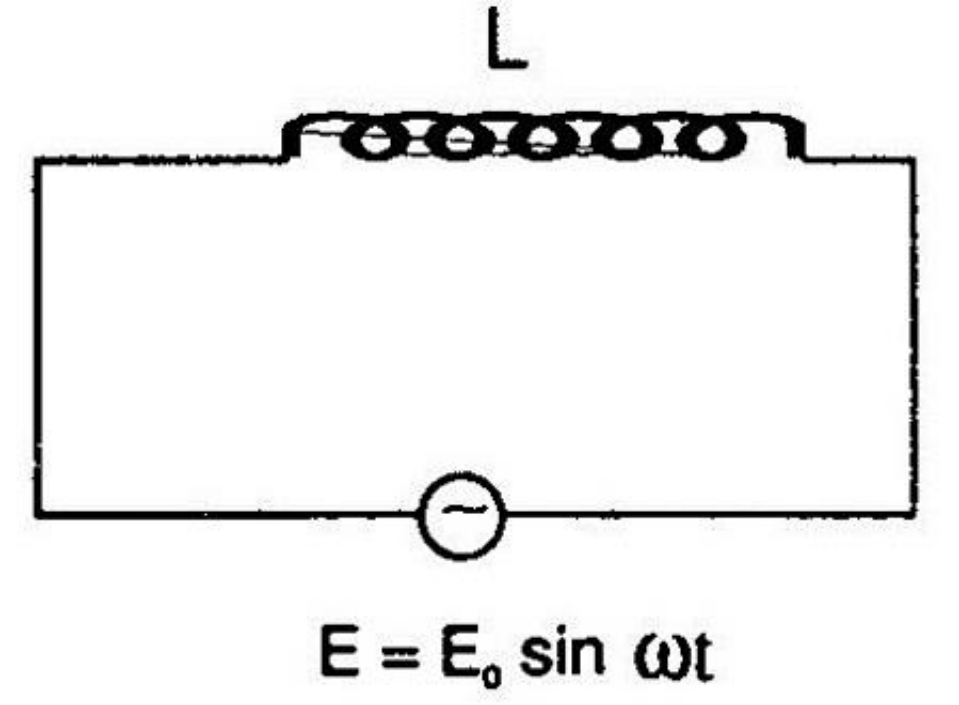
V = প্রয়োগকৃত ভোল্টেজ

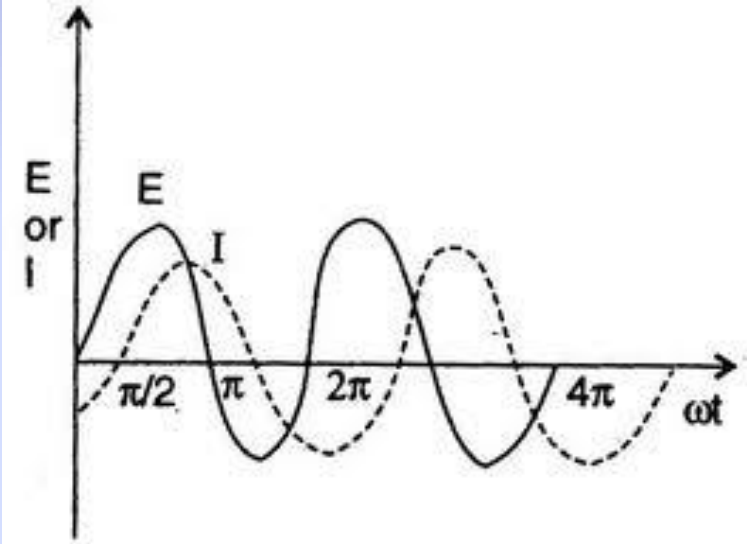
I = সার্কিটেরকারেন্ট

বিশুদ্ধ ইন্ডাকট্যান্স দ্বারা গঠিত সার্কিট

এখানে প্রযুক্ত ভোল্টেজ , $v = V_{max} \sin \omega t$

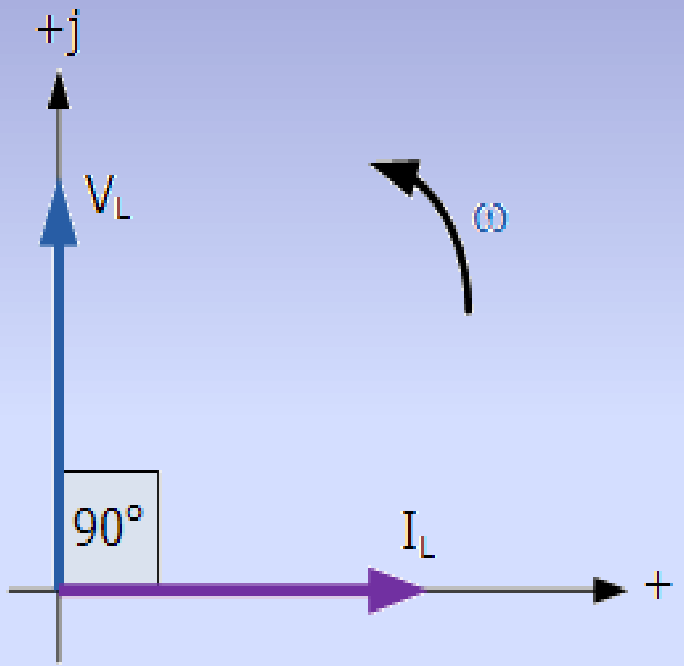
$$i = V_{max} \sin (\omega t - 90^0)$$



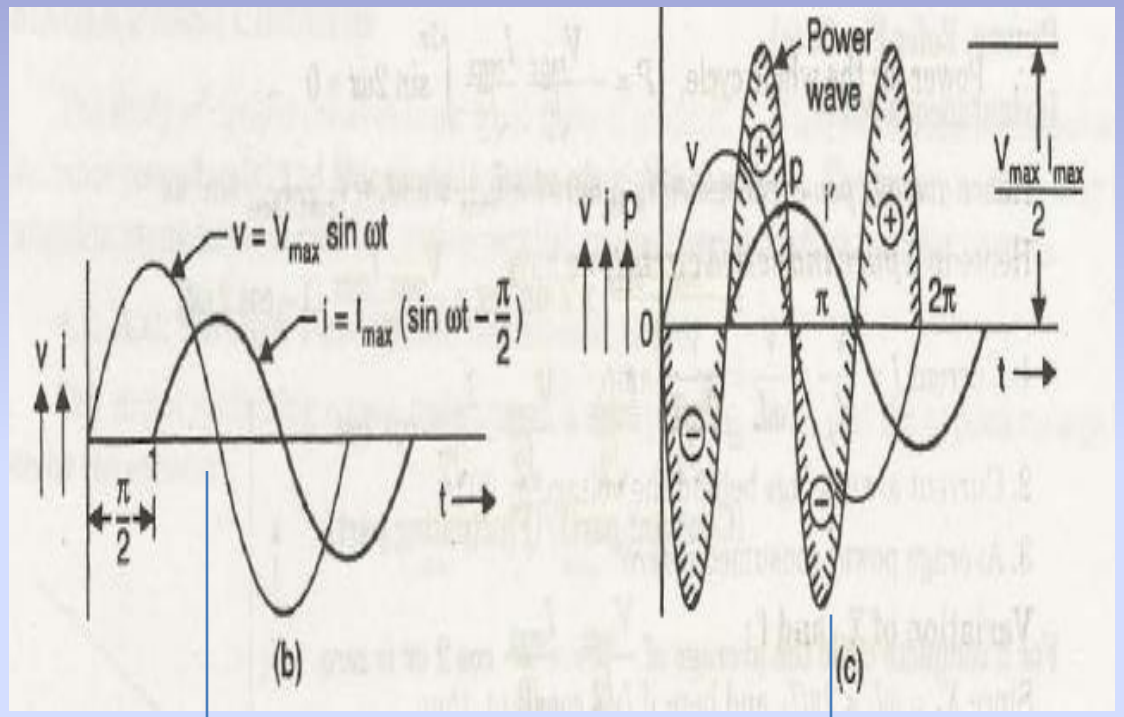


সাইন - ওয়েভ

বিশুদ্ধ ইন্ডাকট্যান্স দ্বারা গঠিত সার্কিট



ভেক্টর ডায়া গ্রাম



সাইন - ওয়েভ

পাওয়ার - ওয়েভ

বিশুদ্ধ ইন্ডাকটিভ সার্কিটের পাওয়ার

তাৎক্ষণিক পাওয়ার ,

$$P = v \times i$$

$$= V_{max} \sin \omega t \times I_{max} \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= V_{max} \sin \omega t \times I_{max} \cos \omega t$$

$$= V_{max} I_{max} \sin \omega t \cos \omega t$$

$$= \frac{-V_{max} I_{max}}{2} \sin 2\omega t$$

$v = V_{max} \sin \omega t$

$i = I_{max} \sin (\omega t - 90)$

গড় পাওয়ার ,

$$P = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{-V_{max} I_{max}}{2} \sin 2\omega t \, d(\omega t)$$

$$= 0$$

বিশুদ্ধ ইন্ডাকটিভ সার্কিটে কারেন্ট, ভোল্টেজ এবং ইন্ডাকটিভ রিয়্যাকট্যান্স সম্পর্ক

- We know,

$v = V_{max} \sin \omega t$ --------- (i)

$V_{max} \sin \omega t = L \frac{di}{dt}$

$di = \frac{V_{max}}{L} \sin \omega t \, dt$

$\int di = \int \frac{V_{max}}{L} \sin \omega t \, dt$

$i = \frac{V_{max}}{L} \int \sin \omega t \, dt$

$i = \frac{V_{max}}{\omega L} (-\cos \omega t)$

$i = \frac{V_{max}}{\omega L} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$ --------- (ii)

i – এরমানসর্বোচ্চ (অথাৎImax) হবেতখন,

যখনSin($\omega t - \frac{\pi}{2}$) = 1 হবে

$$Imax = \frac{Vmax}{\omega L} \times 1$$

$$Imax = \frac{Vmax}{\omega L} \text{---------- (iii)}$$

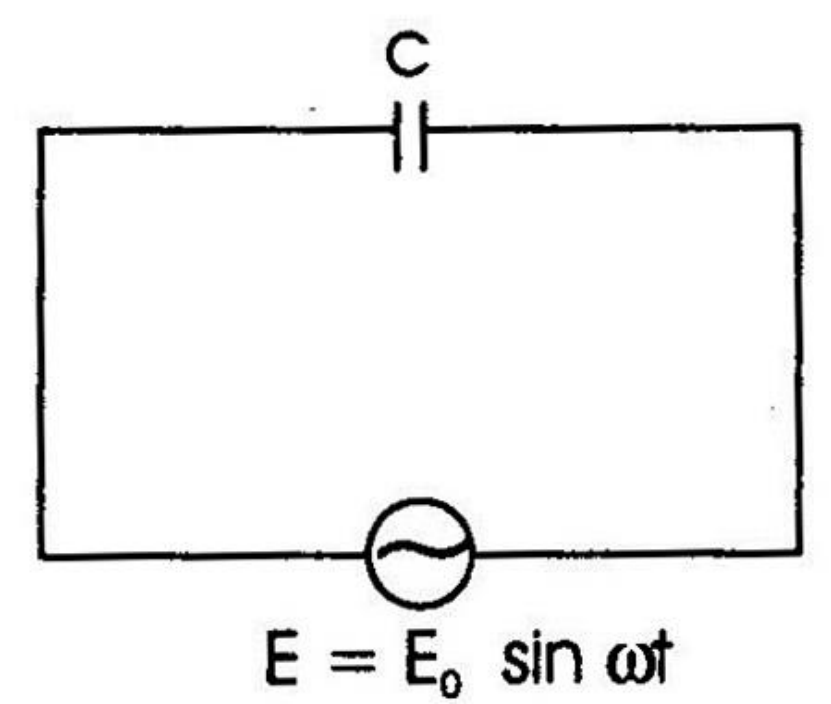
(iii) - এরমান(ii) বসাই

$$i = Imax \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \quad \text{(Proved)}$$

বিশুদ্ধ ক্যাপাসিট্যান্স দ্বারা গঠিত সার্কিট

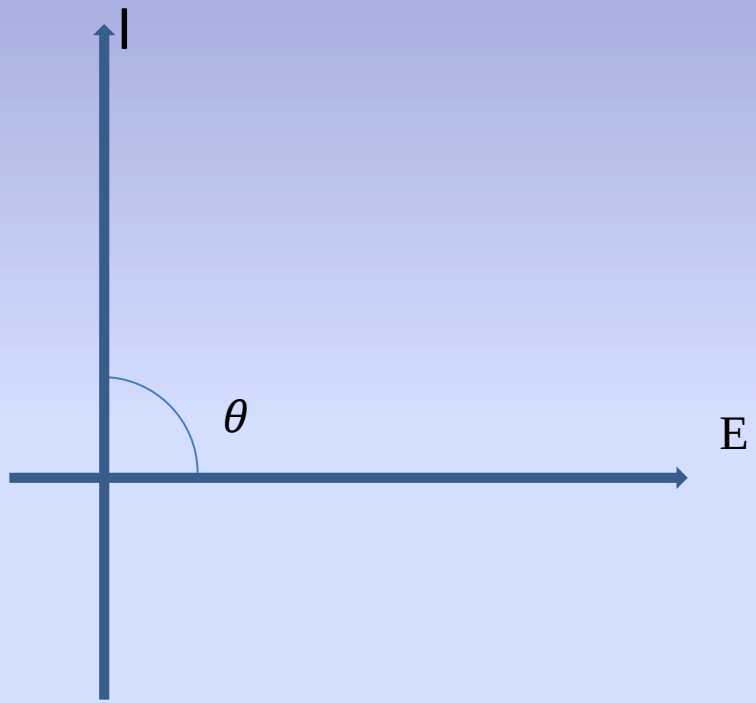
এখানে প্রযুক্ত ভোল্টেজ , $v = V_{max} \sin \omega t$

$$i = V_{max} \sin (\omega t + 90^0)$$

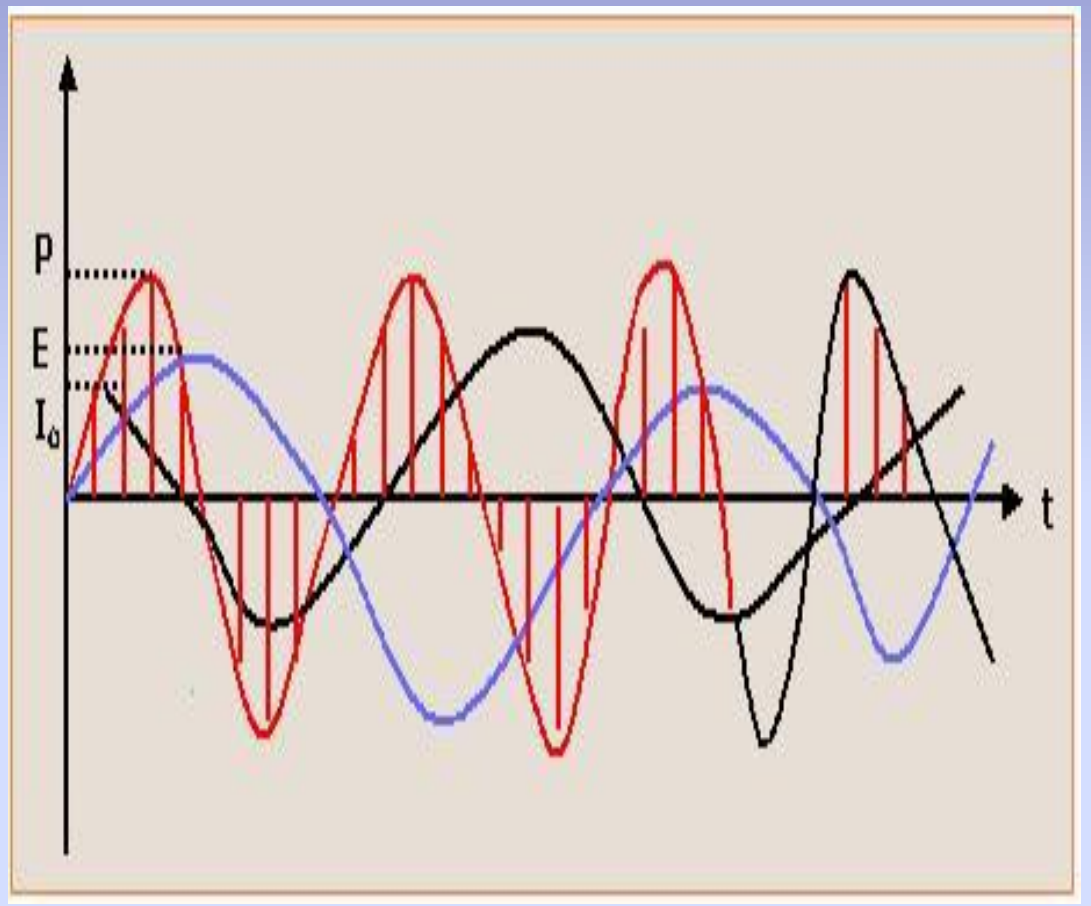


সাইন - ওয়েভ

বিশুদ্ধ ক্যাপাসিট্যান্স দ্বারা গঠিত সার্কিট

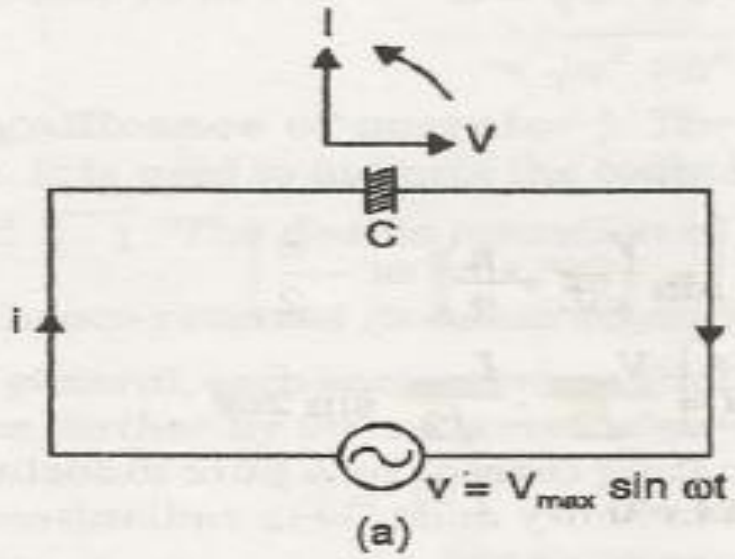


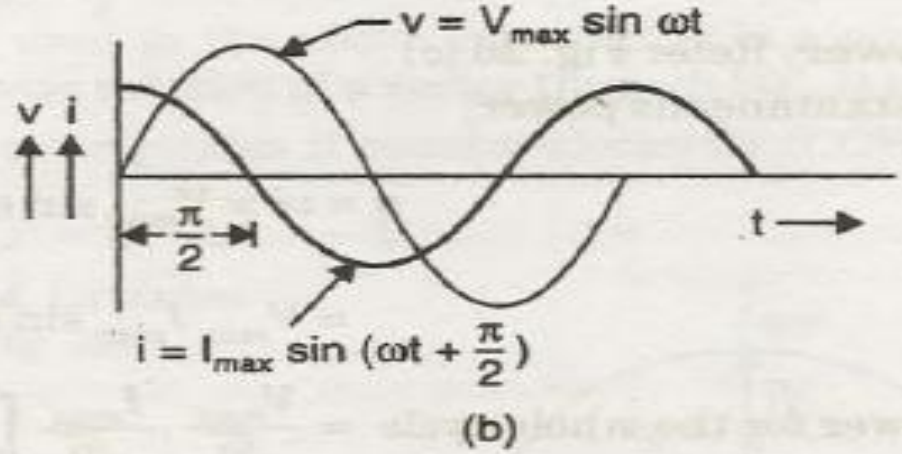
ভেক্টর ডায়া গ্রাম



পাওয়ার - ওয়েভ

বিশুদ্ধ ক্যাপাসিট্যান্স দ্বারা গঠিত সার্কিট





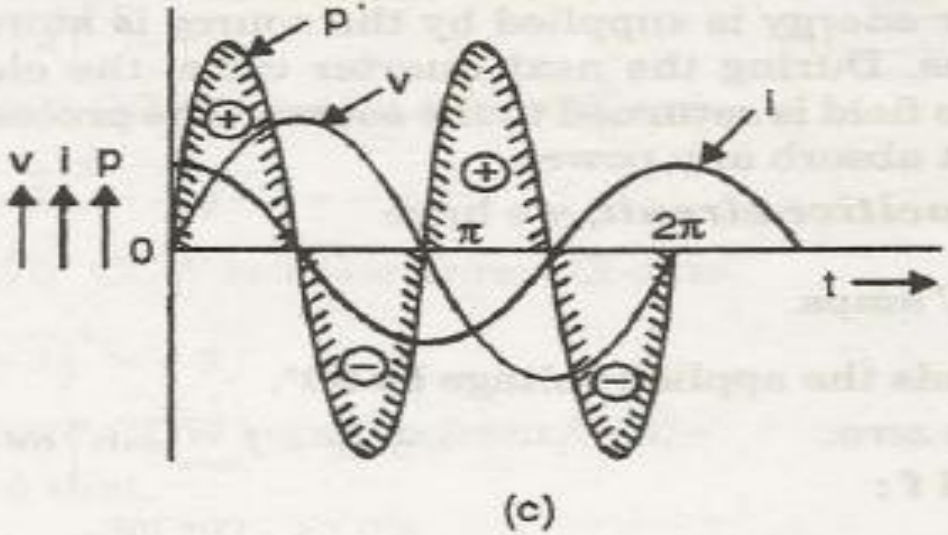


Fig. 26. A.C. through pure capacitance alone. Resultant power is zero.

বিশুদ্ধ ক্যাপাসিটিভ সার্কিটের ভোল্টেজ এবং কারেন্ট সম্পর্ক

WE know ,

$$v = V_{max} \sin \omega t \text{ ---------- (i)}$$

$$q = cv$$

$$= CV_{max} \sin \omega t$$

সার্কিটেরকারেন্ট $i = \frac{d}{dt}(q)$

$$= \frac{d}{dt}(CV_{max} \sin \omega t)$$

$$= \omega CV_{max} \sin \omega t$$

$$= \omega CV_{max} \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ ---------- (i)}$$

i – এরমানসর্বোচ্চ (অথাৎImax) হবেতখন,

যখন$\mathrm{Sin}(\omega t + \frac{\pi}{2}) = 1$ হবে.

$$\mathrm{Imax} = \omega C V_{max} \mathrm{Sin}(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

$$= \omega C V_{max} \times 1$$

$$= \omega C V_{max} \text{ ---------- (iii)}$$

(iii) - এরমান(ii) বসাই

$$i = \mathrm{Imax} \mathrm{Sin}(\omega t + \frac{\pi}{2}) \quad \text{(Proved)}$$

বিশুদ্ধ ক্যাপাসিটিভ সার্কিটের পাওয়ার

তাৎক্ষণিক পাওয়ার ,

$$P = v \times i$$

$$= V_{max} \sin \omega t \times I_{max} \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= V_{max} \sin \omega t \times I_{max} \cos \omega t$$

$$= V_{max} I_{max} \sin \omega t \cos \omega t$$

$$= \frac{V_{max} I_{max}}{2} \sin 2\omega t$$

গড় পাওয়ার ,

$$P = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{V_{max} I_{max}}{2} \sin 2\omega t \, d(\omega t)$$

$$= 0$$

সম্ভাব্য প্রশ্নসমূহ

- এ.সিসার্কিটেরকোনপ্যারামিটারেকারেন্টভোল্টেজের ৯০° পিছনে থাকে ?
- এ.সিসার্কিটের কোনপ্যারামিটারেকারেন্ট ভোল্টেজের ৯০° অগ্রবতী থাকে?
- একটিবিশুদ্ধ রেজিস্ট্যান্সদ্বারাগঠিতসার্কিটেরপাওয়ারসমীকরণলেখ ?
- একটিবিশুদ্ধ ইন্ডাকট্যান্সদ্বারাগঠিতসার্কিটেরকারেন্ট ও ওয়েভআঁক ?
- প্রমান কর $i = Imax\ Sin\ (\omega t + \frac{\pi}{2})$
- প্রমান কর $i = Imax\ Sin\ (\omega t - \frac{\pi}{2})$
- দেখাওযে একটিবিশুদ্ধ ইন্ডাকটিভসার্কিটেরপাওয়ারঅপচয়শূন্য ?
- দেখাও যে একটিবিশুদ্ধ ক্যাপাসিটিভসার্কিটেরপাওয়ারঅপচয়শূন্য ?

অধ্যায় - ১০

এ.সি সিরিজ সার্কিট

(A.C Series circuit)

সার্কিটের বিভিন্ন প্রকার সূত্র :

এখানে ,

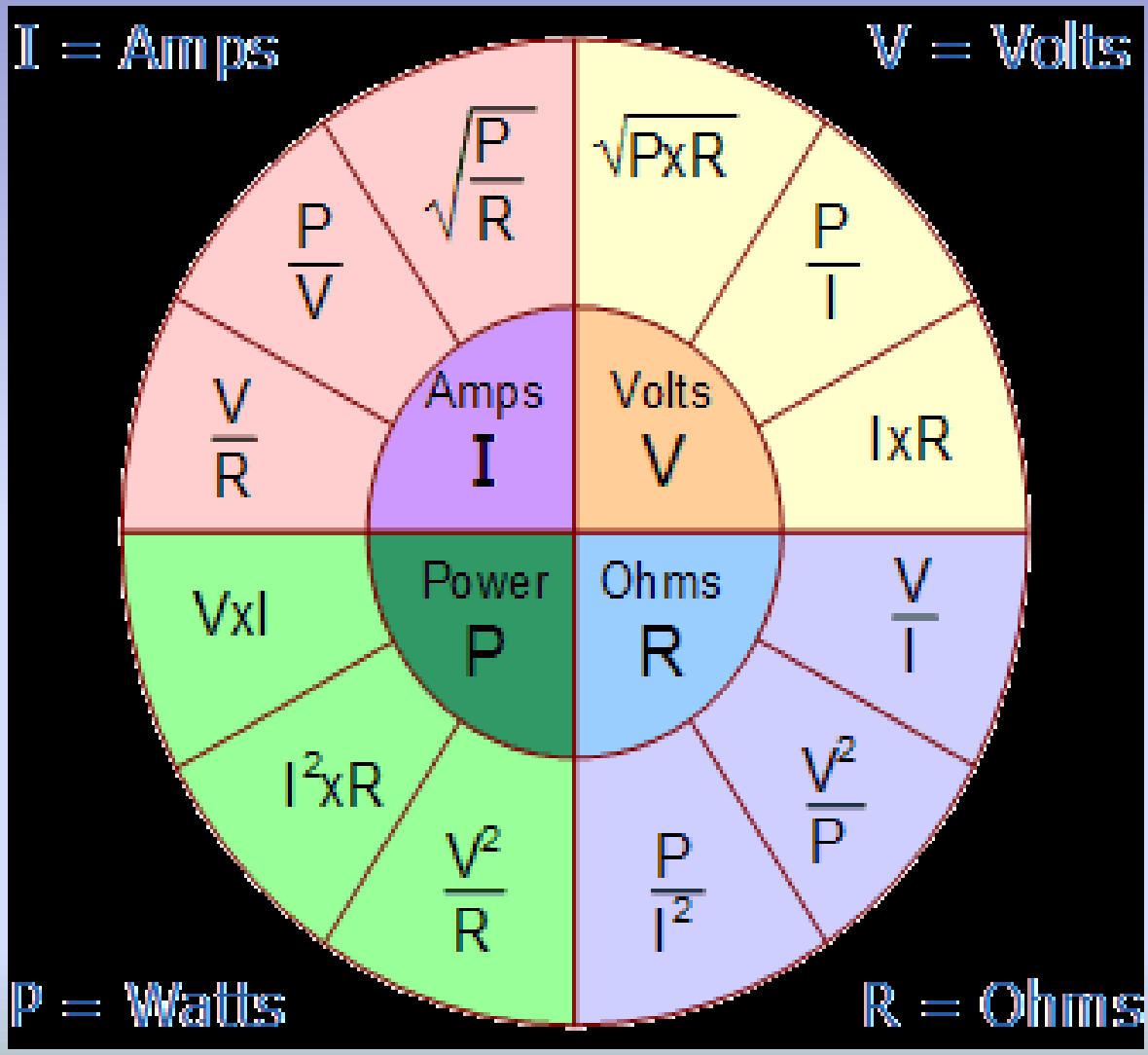
Powwer = P

Voltage = V

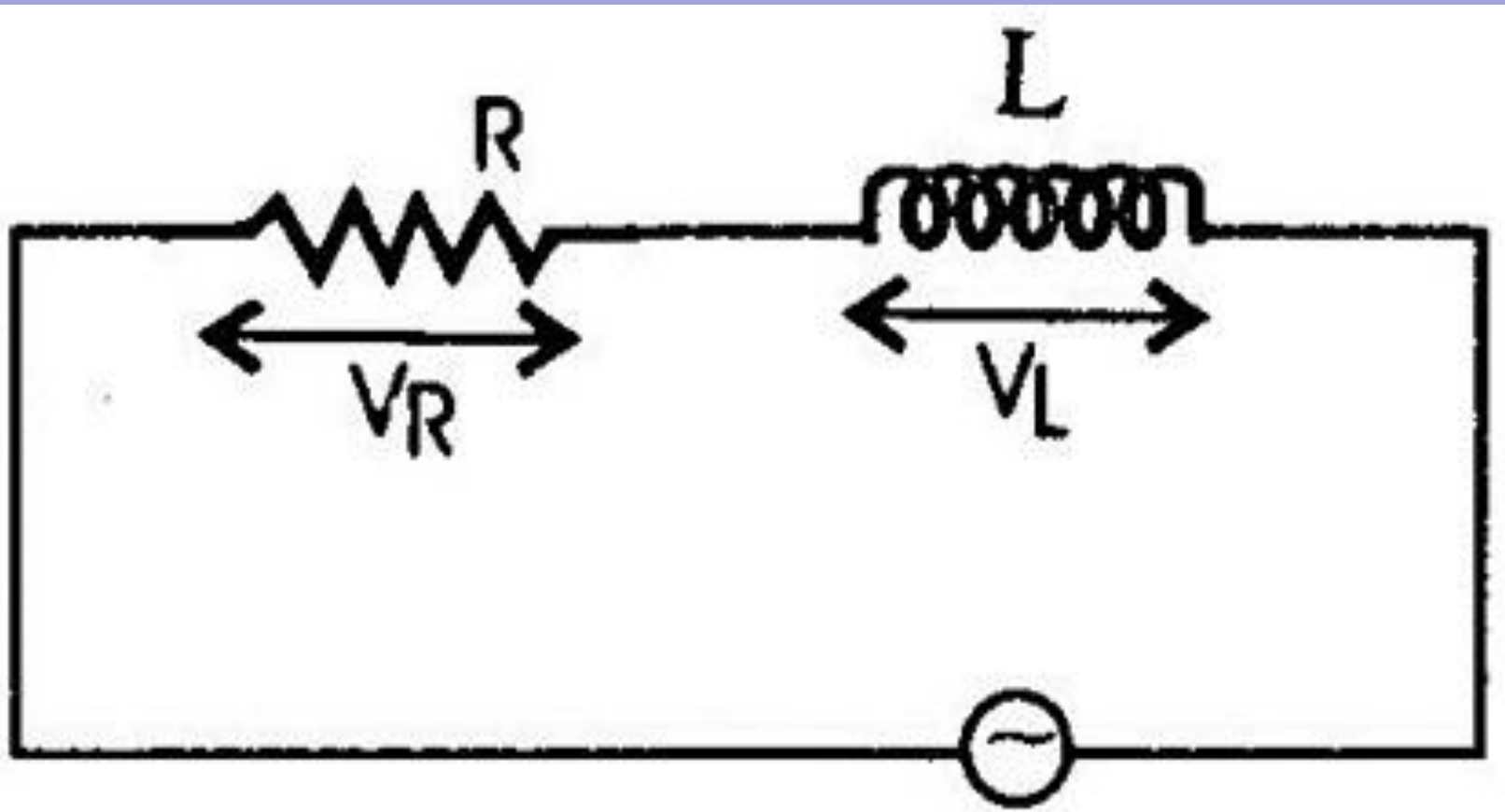
Current = I

Resistance = R

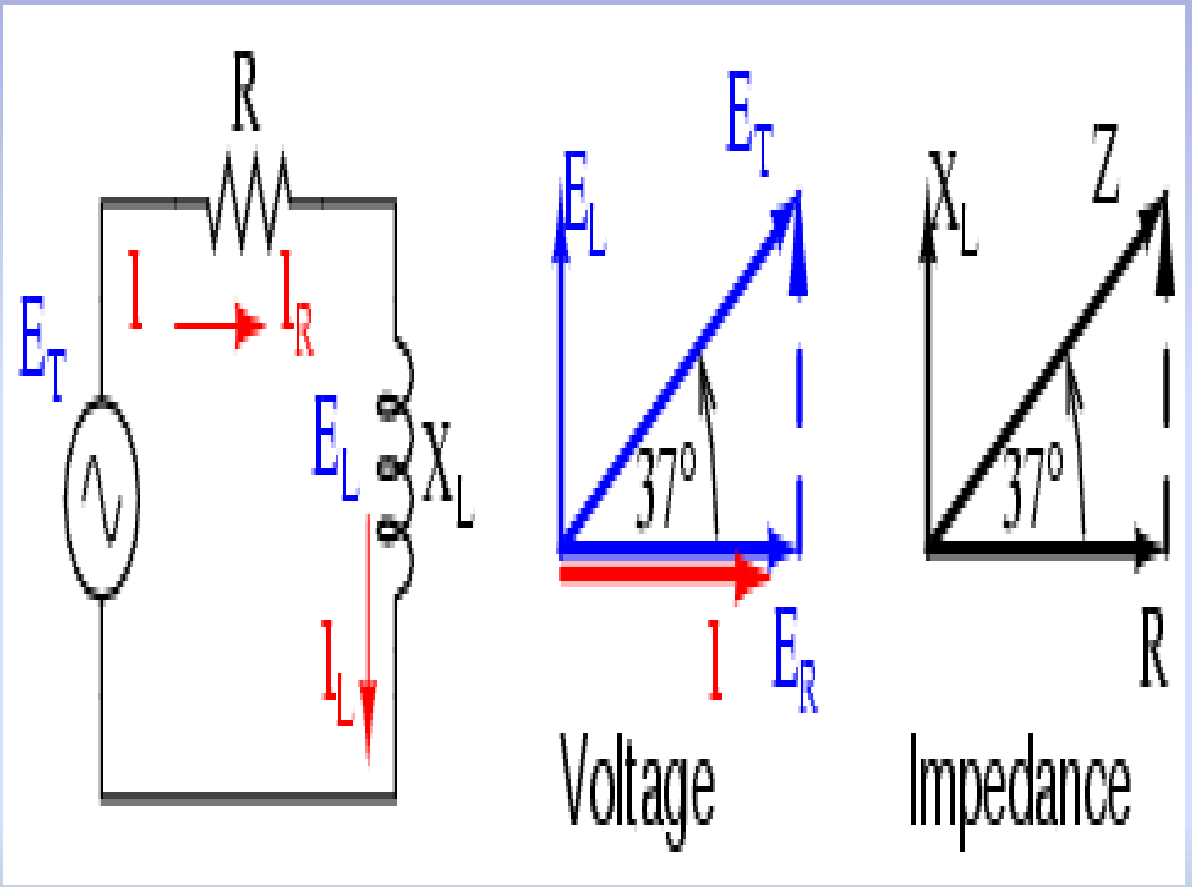
Ohms = **Ω**

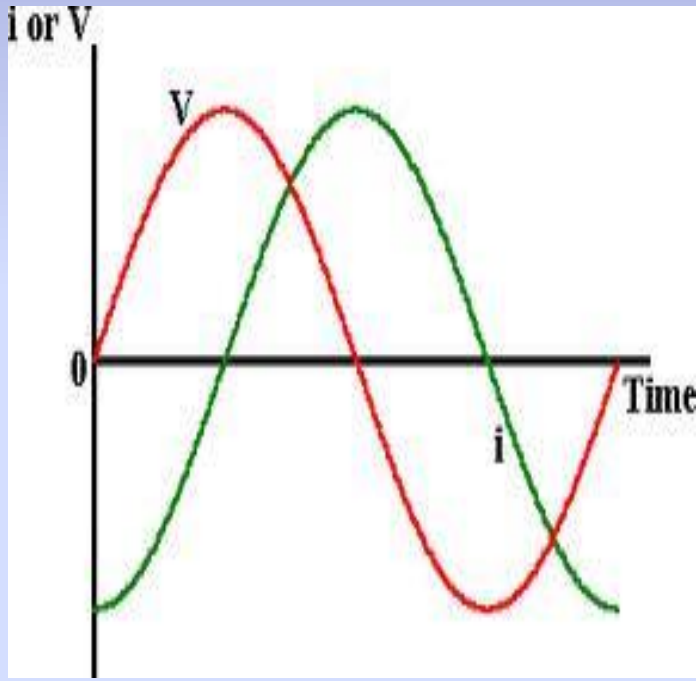


রেজিস্ট্যান্স এবং ইন্ডাকট্যান্স সিরিজে

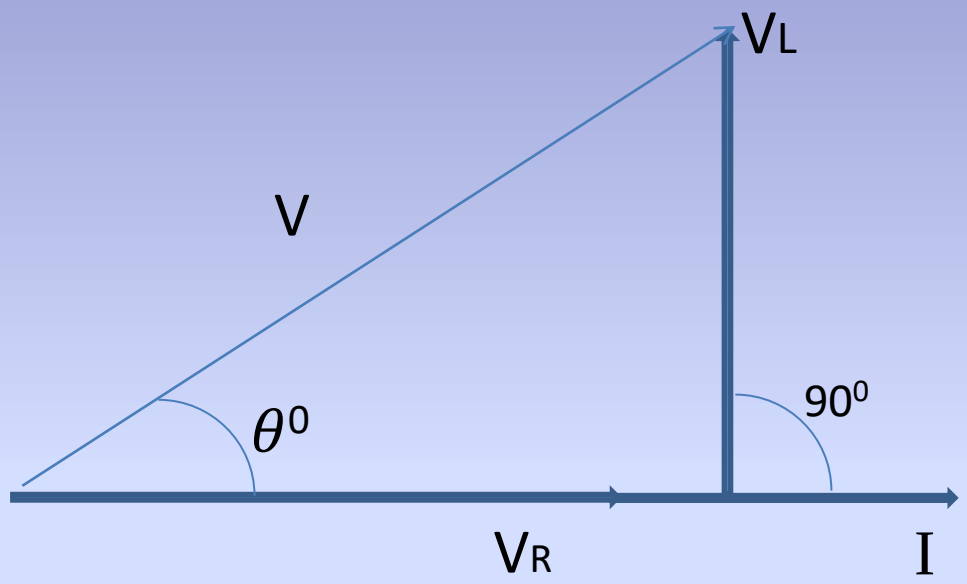


R-L সিরিজ সার্কিটের ভেক্টর বা ওয়েব চিত্র





R-L সিরিজ সাকিটের ইম্পিড্যান্স, কারেন্ট এবং ভোল্টেজ ড্রপ



এখানে

$$V = I\,Z$$

$$V_L = I\,X_L$$

$$V_R = I\,R$$

$$V^2 = VR^2 + VL^2$$

$$V = \sqrt{VR^2 + VL^2}$$

$$= \sqrt{(IR)^2 + (IXL)^2}$$

$$= \sqrt{I^2(R^2 + XL^2)}$$

$$= I\sqrt{(R^2 + XL^2)}$$

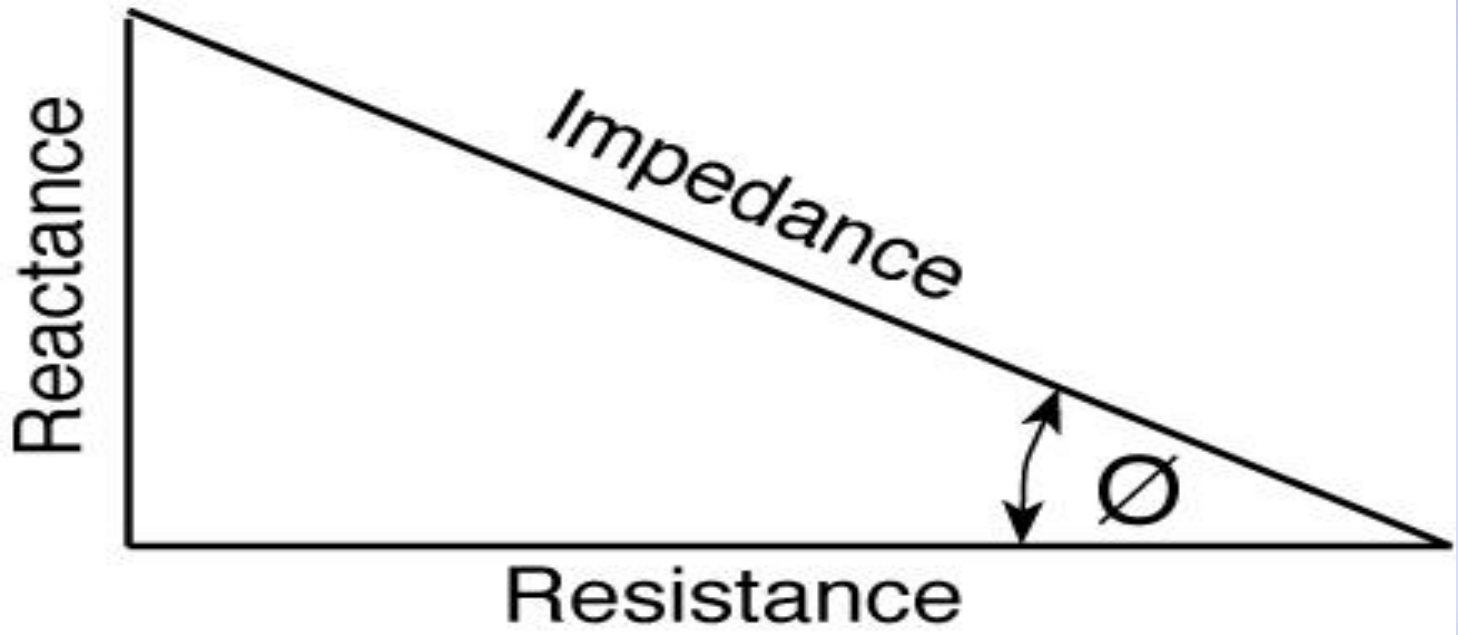
$$I = \frac{V}{\sqrt{(R^2 + XL^2)}}$$

$$I = \frac{V}{Z}$$

$$Z = \sqrt{(R^2 + XL^2)}$$

R-L সিরিজ সার্কিটের ইম্পিড্যান্স ত্রিভুজ

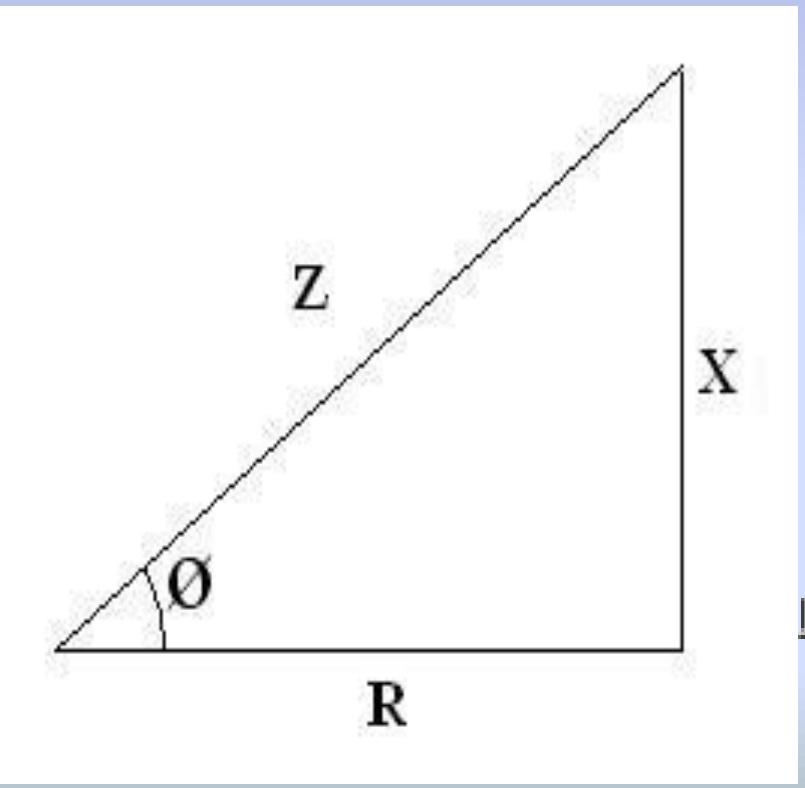
- ইম্পিড্যান্স ঃ একটি সার্কিটের সকল উপাদান যেমন, রেজিস্ট্যান্স, ক্যাপাসিট্যান্স, ইম্পিড্যান্স - এর সমগ্রহ কারেন্ট প্রবাহের বাধাকে ইম্পিড্যান্স বলে ।

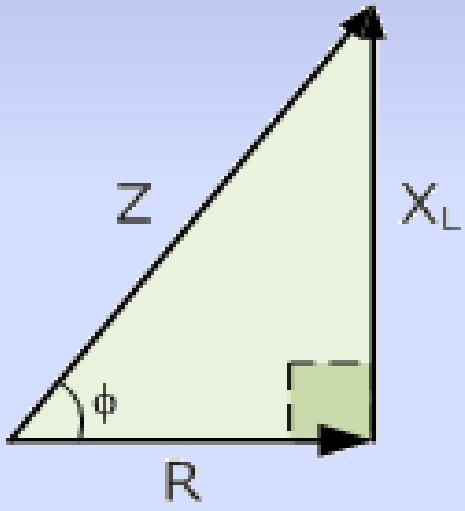


impedance triangle

ইম্পিড্যান্স ত্রিভুজ

- একটি এক ফেজ সিরিজ সার্কিটের রেজিস্ট্যান্স, রিয়্যাকট্যান্স এবং ইম্পিড্যান্স সমবায়ে গঠিত ত্রিভুজকে ইম্পিড্যান্স ত্রিভুজ বলে ।





Impeadance Triangle

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$\tan \Phi = \frac{X_L}{R}$$

$$\sin \Phi = \frac{X_L}{Z}$$

$$\cos \Phi = \frac{R}{Z}$$

(রেকট্যাংগুলার ফরম)

- $IZ = IR + jIXL$ --------- (i)

(পোলারফরমে)

- $IZ \angle\theta = \sqrt{(IR)^2 + (IXL)^2} \tan^{-1}\left(\frac{IXL}{IR}\right)$

(I) দ্বারা (i) নংকে ভাগকরে ।

- $Z = R + jX_L$
- $Z \angle\theta = \sqrt{R^2 + XL^2} \tan^{-1}\left(\frac{XL}{R}\right)$

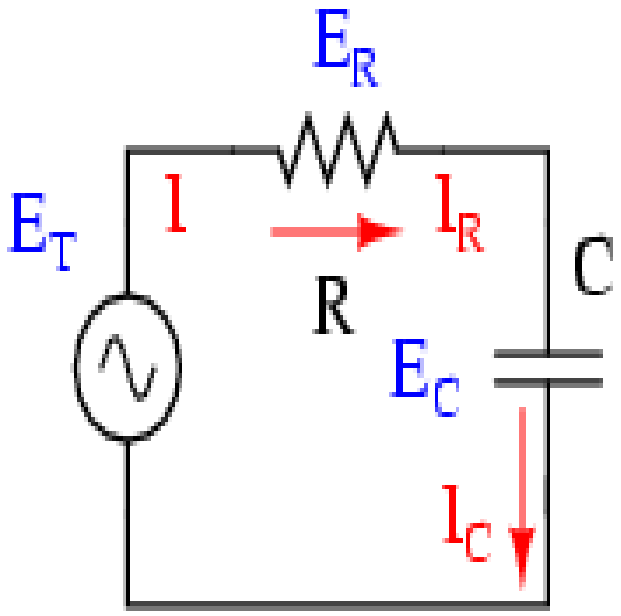
(রেকট্যাংগুলার ফরম)

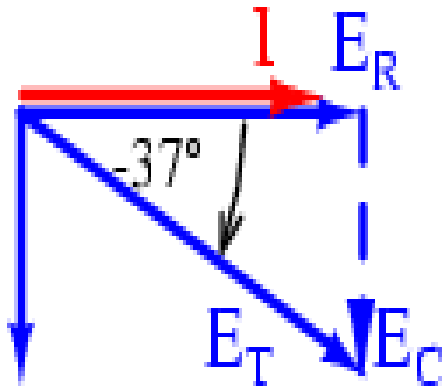
- $I = I(\cos\theta - j\sin\theta)$

(পোলারফরমে)

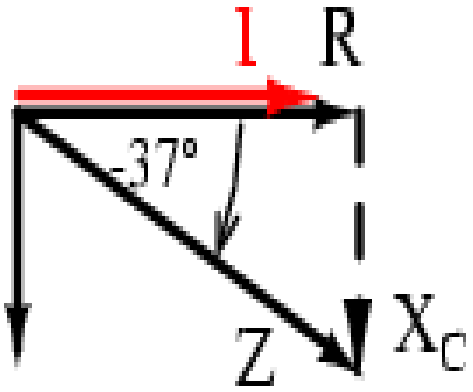
- $I = \sqrt{(I\cos\theta)^2 + (I\sin\theta)^2} \tan^{-1} I\sin\theta / I\cos\theta$

R-C সিরিজ সার্কিটের ভেক্টর বা ওয়েব চিত্র



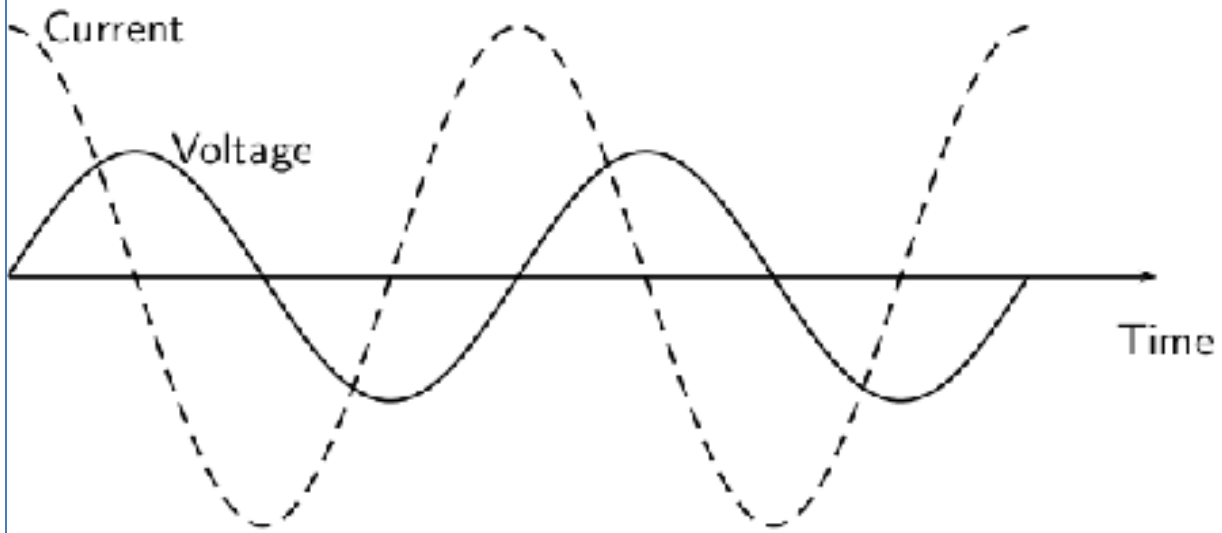


Voltage

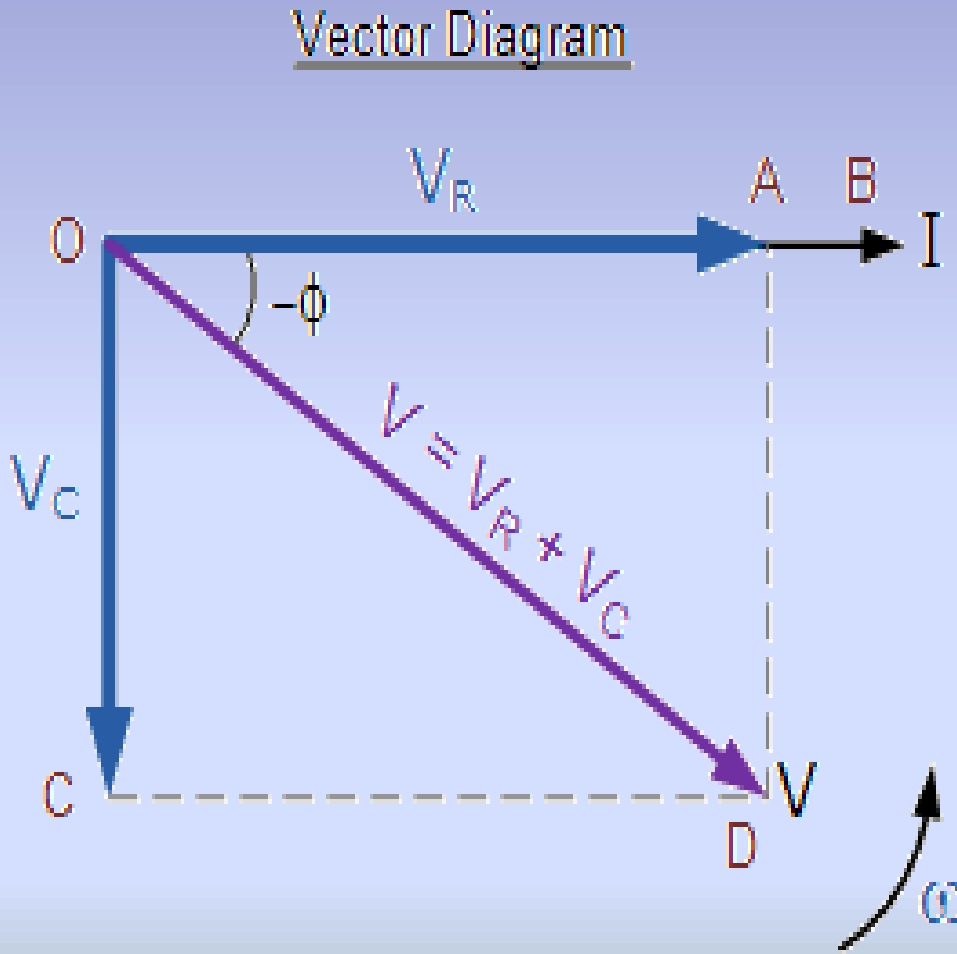


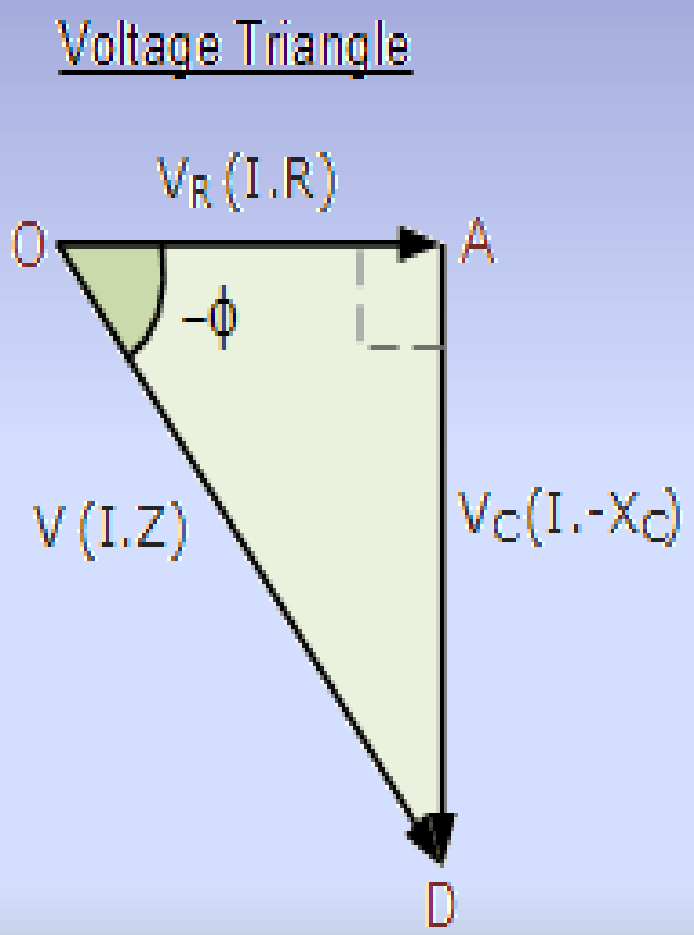
Impedance

Sin-wave

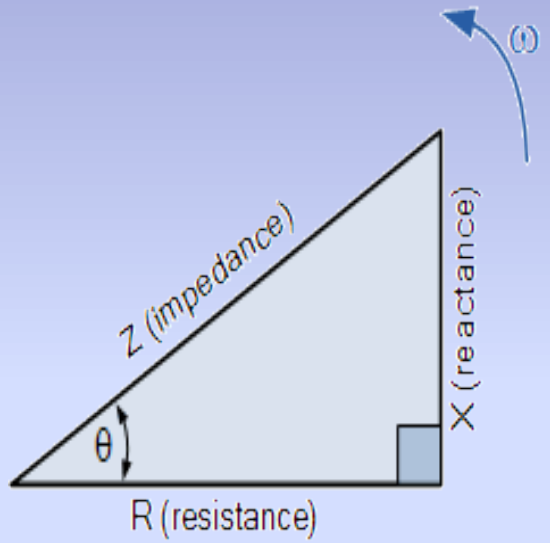


ভেক্টর বা ওয়েব চিত্র

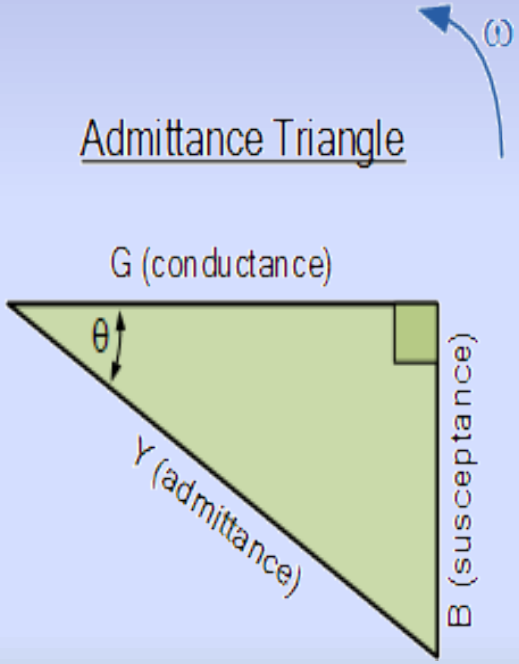


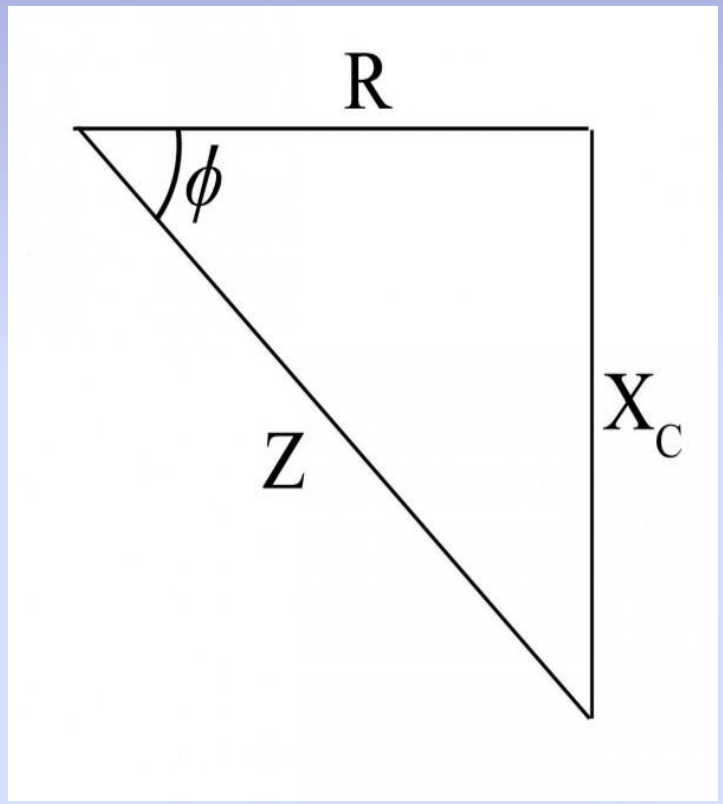


R-C সিরিজ সার্কিটের ইম্পিড্যান্স ত্রিভুজ



Impedance Triangle





(রেকট্যাংগুলার ফরম)

- $IZ = IR - jIXc$ --------- (i)

(পোলারফরমে)

- $IZ \angle\theta = \sqrt{(IR)^2 + (IXc)^2} \tan^{-1}\left(\frac{IXc}{IR}\right)$

(I) দ্বারা (i) নংকে ভাগকরে ।

- $Z = R - jXc$
- $Z \angle\theta = \sqrt{R^2 + Xc^2} \tan^{-1}\left(\frac{Xc}{R}\right)$

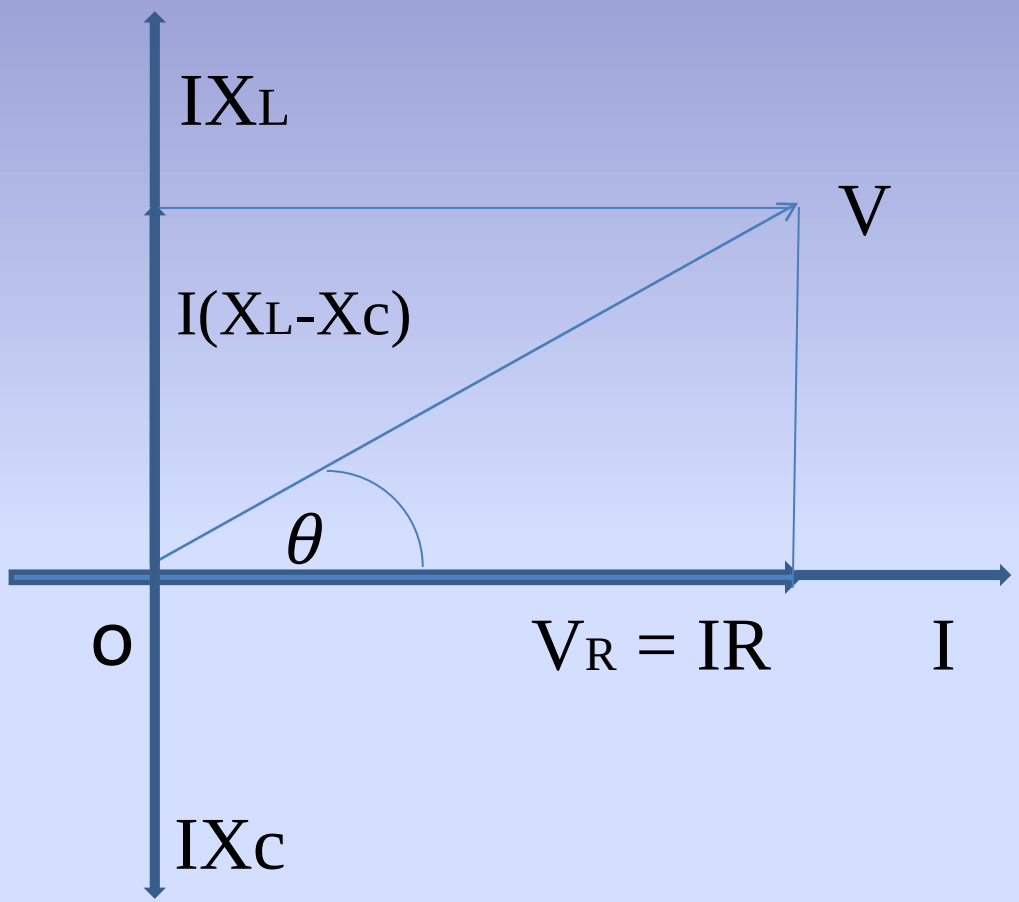
(রেকট্যাংগুলার ফরম)

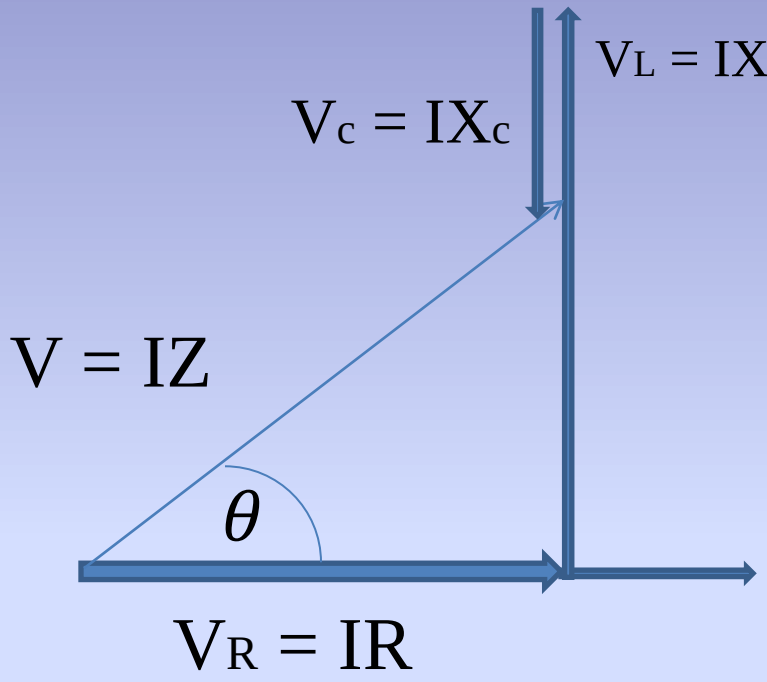
- $I = I(\cos\theta + j\sin\theta)$

(পোলারফরমে)

- $I = \sqrt{(I\cos\theta)^2 + (I\sin\theta)^2} \tan^{-1} I\sin\theta / I\cos\theta$

R-L-C সিরিজ সার্কিট



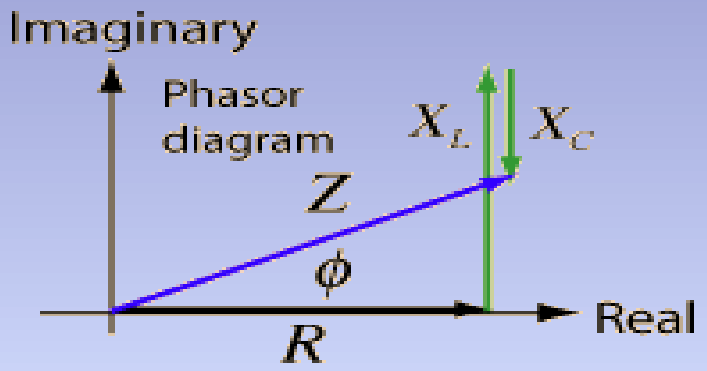


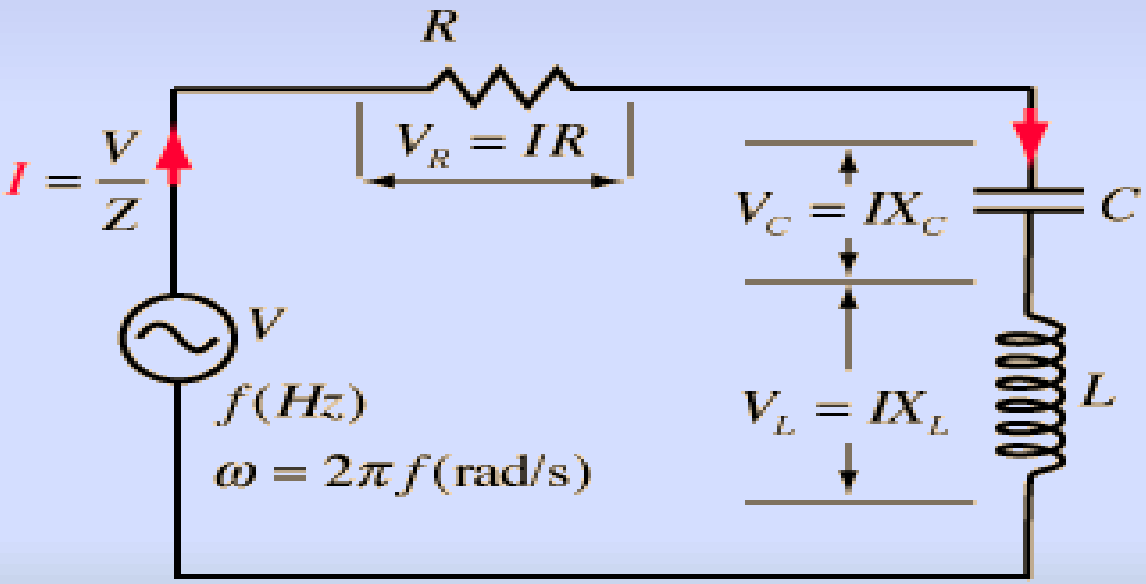
R-L-C সিরিজ সার্কিট

Series resonant condition:

$$Z = R \qquad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$X_C = X_L \qquad Phase = \phi = 0$$





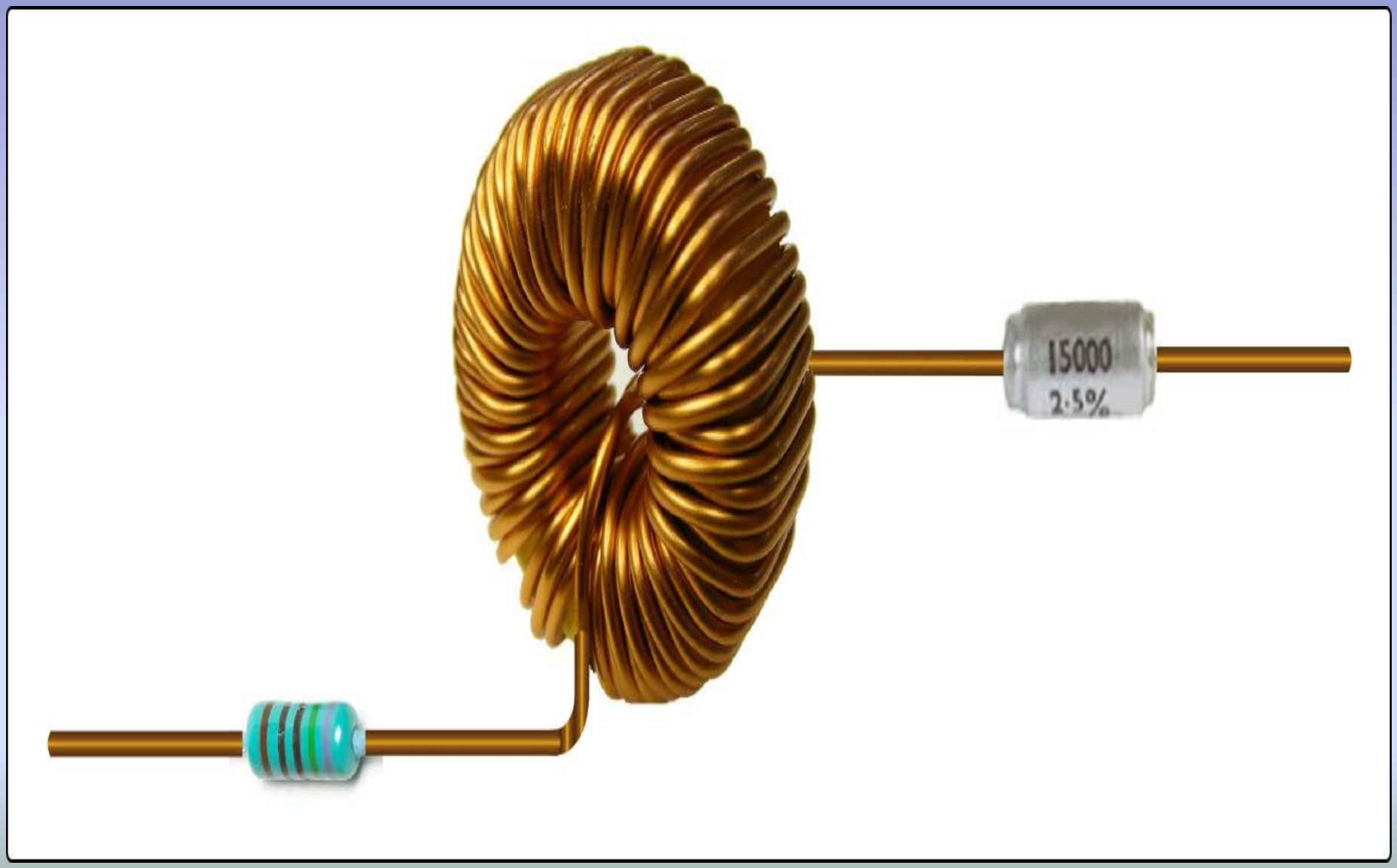
$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$X_L = \omega L$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

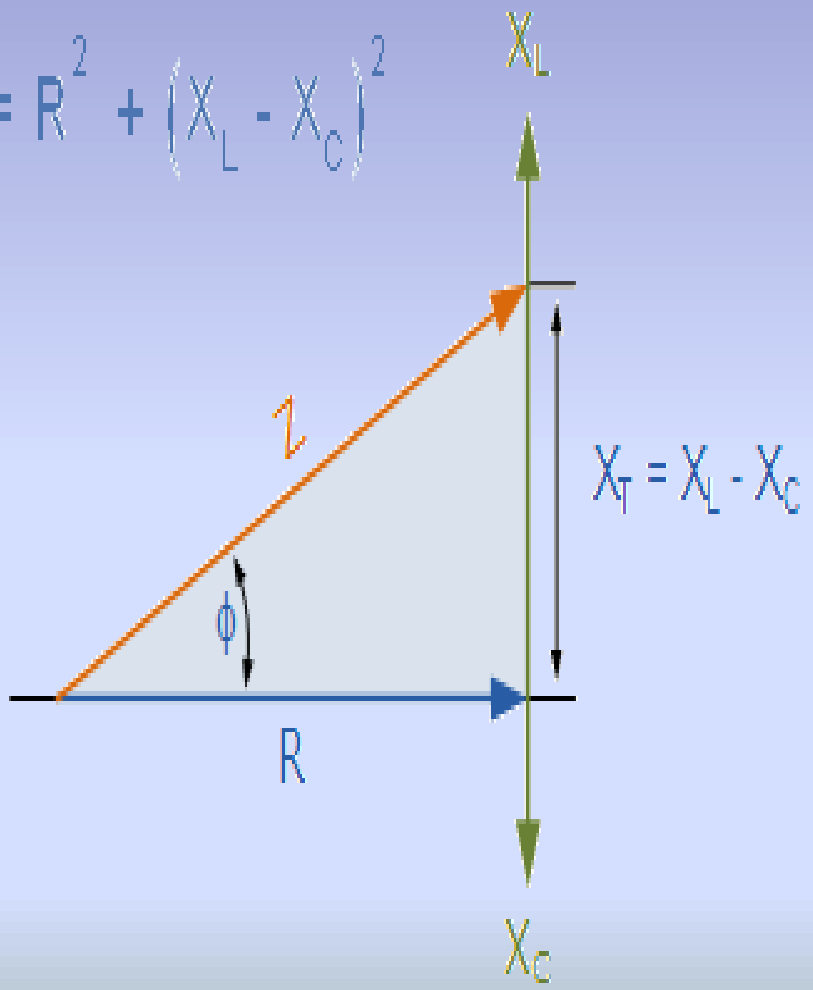
$$Phase = \phi = \tan^{-1}\left[\frac{X_L - X_C}{R}\right]$$

R-L-C সিরিজ সার্কিট



R-L-C সিরিজ সার্কিটের ইম্পিড্যান্স ত্রিভুজ

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$$



$$V_R = I.R \quad V_L = I.X_L \quad V_C = I.X_C$$

$$V_S = \sqrt{(I.R)^2 + (I.X_L - I.X_C)^2}$$

$$V_S = I.\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\therefore V_S = I \times Z \quad \text{where: } Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

R-L-C সিরিজ সার্কিটের ইম্পিড্যান্স, ভোল্টেজ, কারেন্ট

$$V = \sqrt{(IR)^2 + (IXL - IXc)^2}$$

$$V = \sqrt{(IR)^2 + I^2(XL - Xc)^2}$$

$$V = \sqrt{(IR)^2 + (IX)^2}$$

$$V = I\sqrt{R^2 + X^2}$$

$$V = IZ$$

$$IZ = IR - j(IX_L - IXc)$$

$$IZ = \sqrt{(IR)^2 + (IXL - IXc)^2} \quad \tan^{-1}\frac{(IXL - Xc)}{IR}$$

$$Z = R + j(X_L - Xc)$$

$$Z = R + jX$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad \tan^{-1}\left(\frac{X}{R}\right)$$

এখানে ,

$= X_L - Xc$, $X_L > Xc$

$= Xc - X_L$, $Xc > X_L$

সম্ভাব্য প্রশ্নসমূহ

- ইম্পিড্যান্স ত্রিভুজ কি ?
- R-L সিরিজ সার্কিটের ইম্পিড্যান্স কীভাবে নির্ণয় করা যায় ভেক্টর চিত্রের সাহায্য বণর্না কর ?
- R-L-C সিরিজ সাকিটের ইম্পিড্যান্স ত্রিভুজ আঁক ?
- R-L সিরিজ সাকিটের ইম্পিড্যান্স ত্রিভুজ আঁক ?
- R-C সিরিজ সাকিটের ইম্পিড্যান্স ত্রিভুজ আঁক ?

অধ্যায় - ১১

এ.সি সার্কিটের পাওয়ার ও পাওয়ার ফ্যাক্টর

সার্কিটের বিভিন্ন প্রকার সূত্র :

এখানে ,

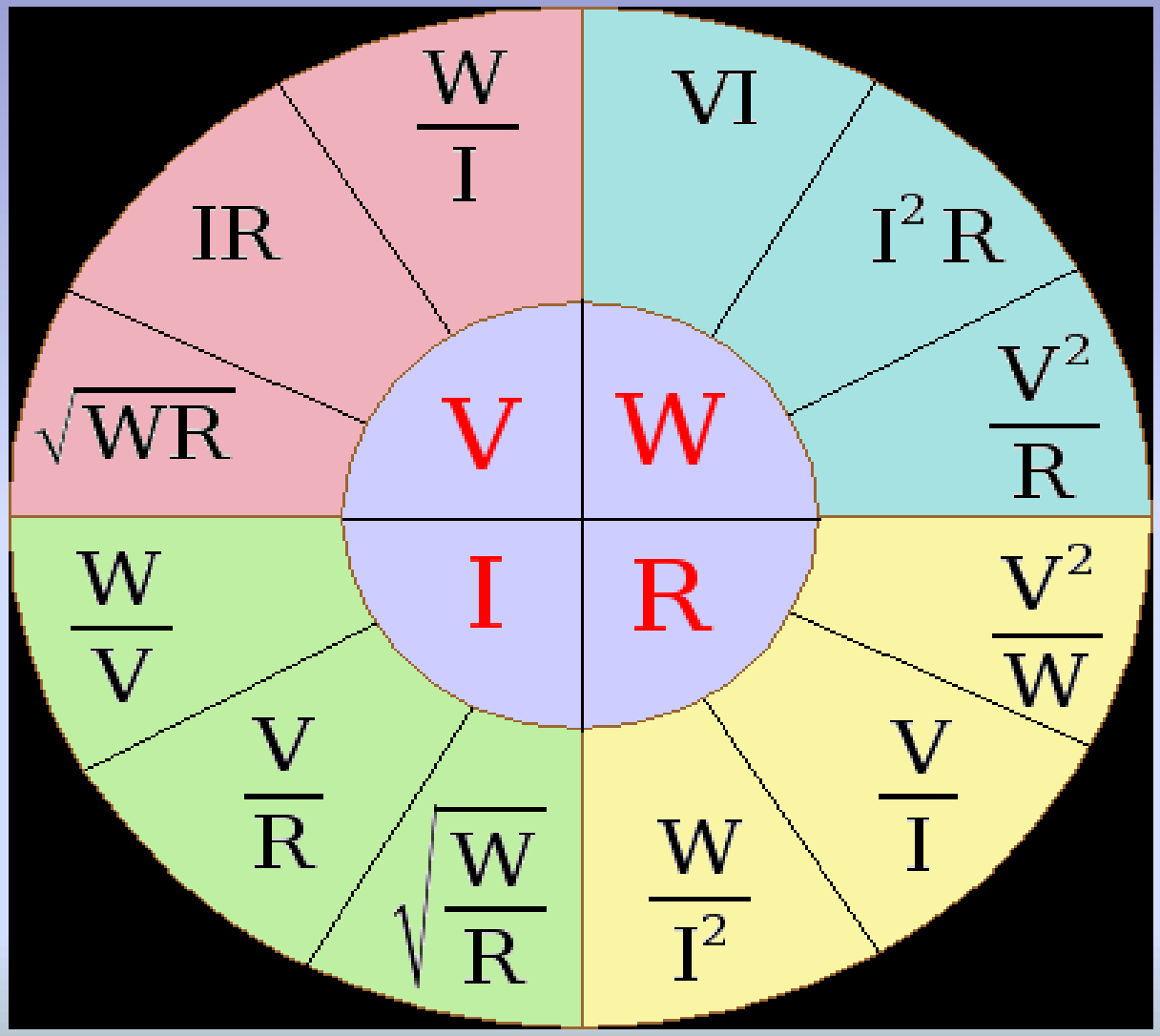
Powwer = P

Voltage = V

Current = I

Resistance = R

Ohms = **Ω**



পাওয়ার, পাওয়ার ফ্যাক্টর, অ্যাক্টিভ এবং রিয়্যাকটিভ পাওয়ার

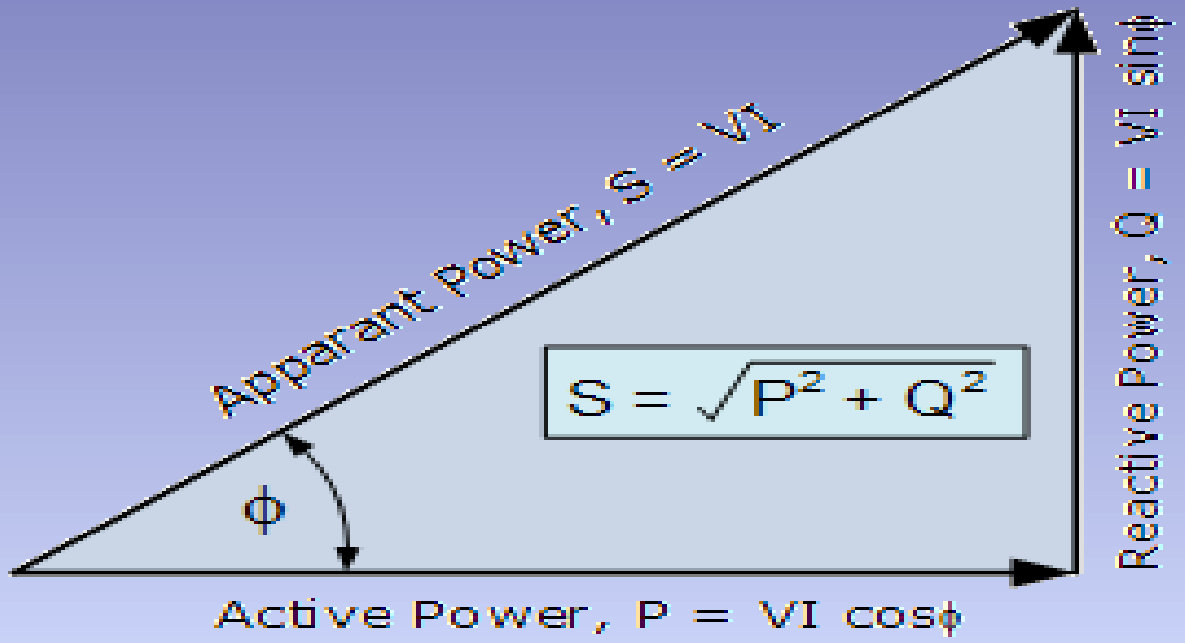
- **পাওয়ার(Power) ঃ**

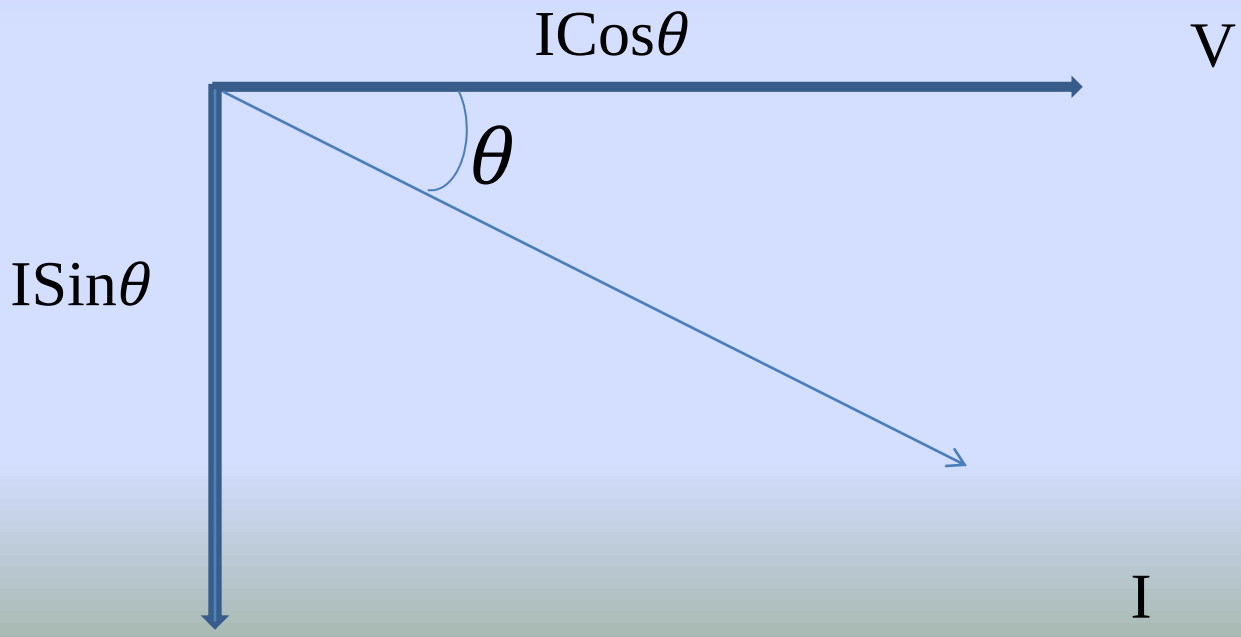
এ.সিসার্কিটেরভোল্টেজ, কারেন্টএবংএদেরমধ্যবর্তীফেজকোণেরকো-সাইনের গুনফলকেপাওয়ারবলে । এর একক ওয়াট (W)।

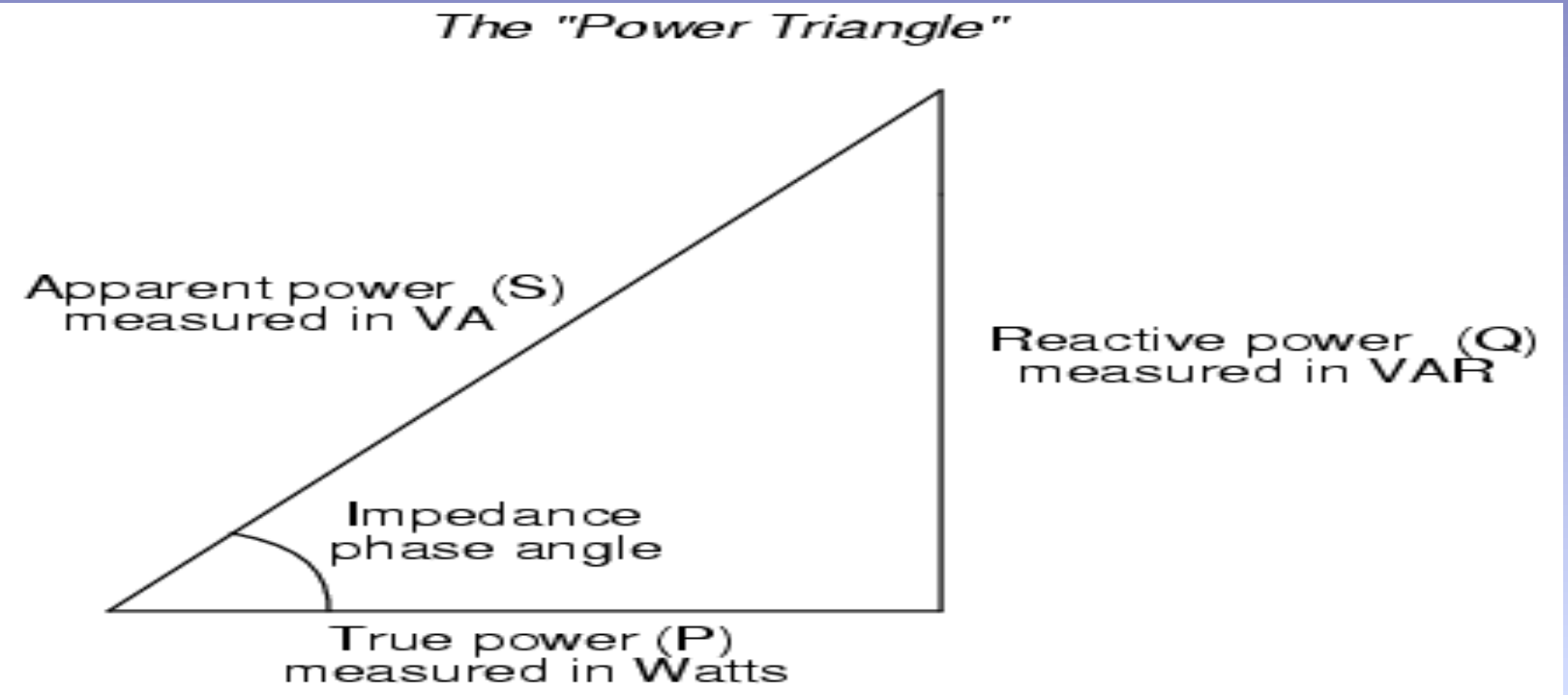
অথাৎ ঃ $P = VI \cos\theta$ W

- **পাওয়ারফ্যাক্টর(Power Factor)ঃ**

এসিসার্কিটেরভোল্টেজ ও কারেন্টেরমধ্যবর্তীকো-সাইনমানকেপাওয়ারফ্যাক্টরবলে । পাওয়ারফ্যাক্টরহল$\cos\theta$.


Apparant Power, S = VI
Reactive Power, Q = VI sinϕ
$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$
ϕ
Active Power, P = VI cosϕ


ICosθ
V
θ
ISinθ
I



- প্রকৃত পাওয়ার(Active Power) ঃ

এ.সিসার্কিটের ভোল্টেজএবংকারেন্টেরআনুভূমিক-উপাংশের গুণফলকেপ্রকৃত পাওয়ারবলে । এর একক ওয়াট (W) বাকিলো-ওয়াট (WK)।

অথাৎ ঃ $P = VI \cos\theta$

- আপতপাওয়ার(Apparent Power) ঃ

এ.সিসার্কিটেরভোল্টেজ ও কারেন্টের গুণ ফলকেআপাতপাওয়ারবলে । এর একক ভোল্ট-অ্যামিস্পয়ার (VA) বাকিলো-ভোল্টঅ্যাম্পিয়ার(KVA) ।

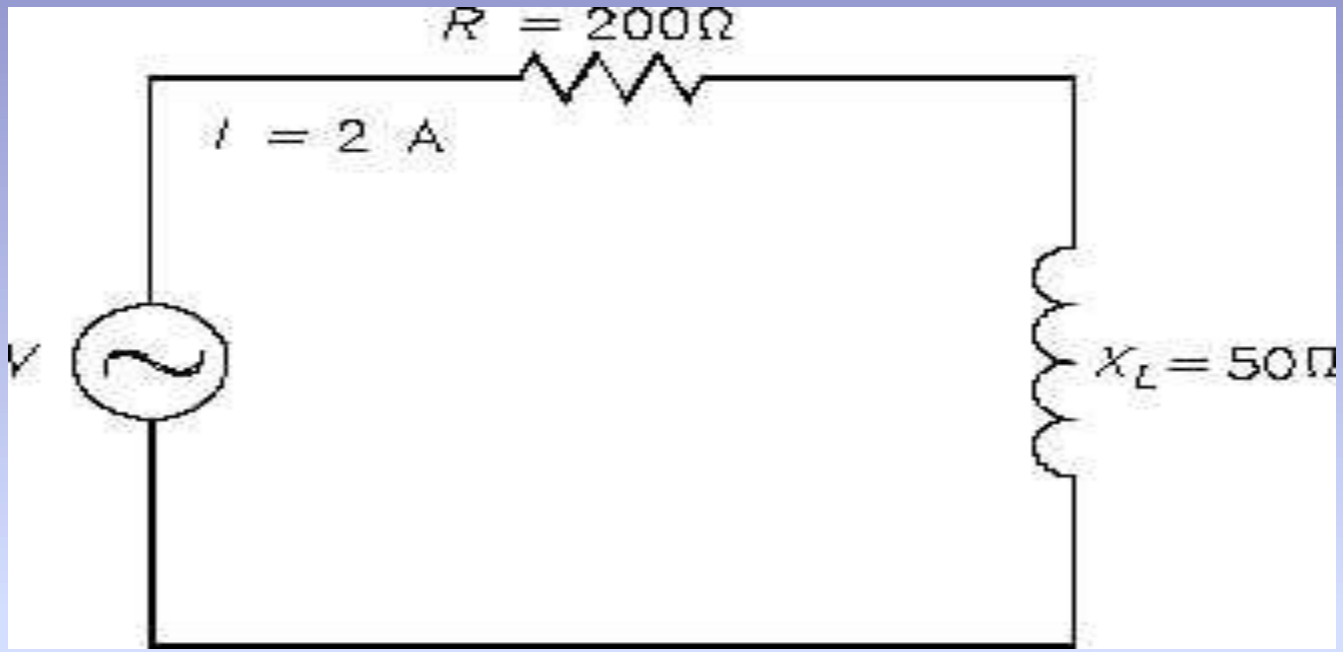
অথাৎ ঃ $P = VI$

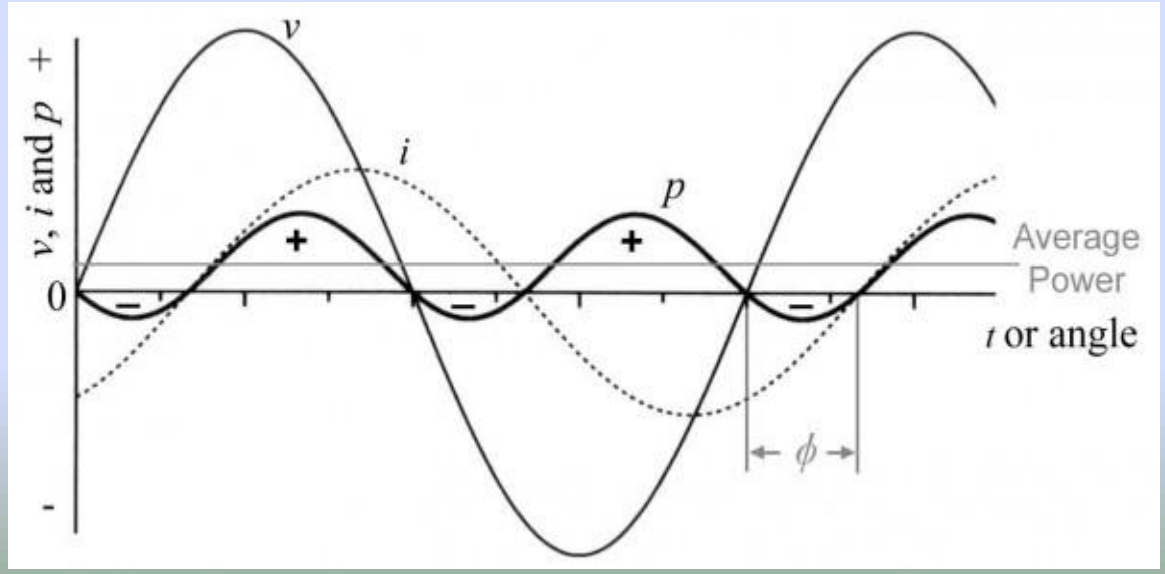
- সক্রিয়পাওয়ার(Reactive Power)ঃ

এ.সিসার্কিটের ভোল্টেজএবংকারেন্টেরউলম্ব-উপাংশের গুণফলকেসক্রিয়পাওয়ারবলে । এর একক ভোল্টঅ্যাম্পিয়াররিয়্যাকটিভবাকিলো-ভোল্টঅ্যাম্পিয়াররিয়্যাকটিভ (KVAR) ।

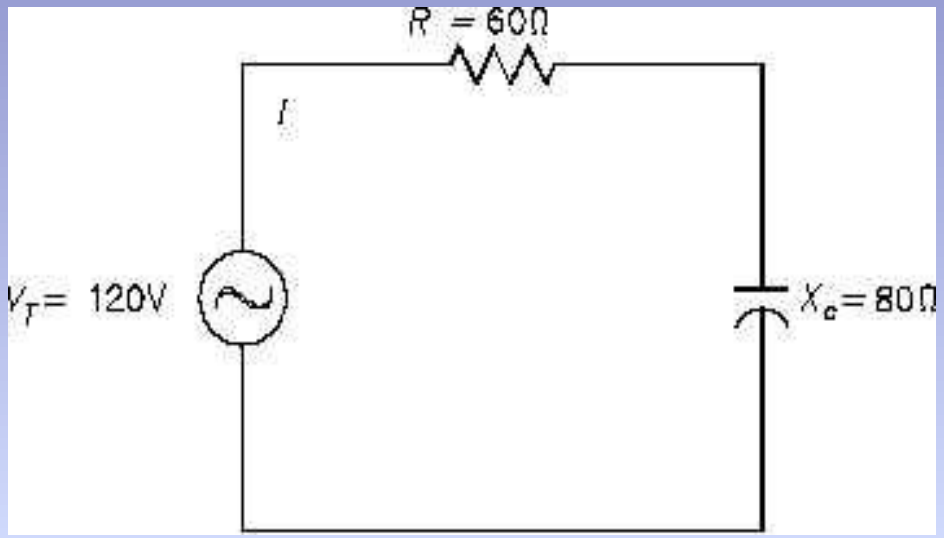
অথাৎ ঃ $P = VI \sin\theta$

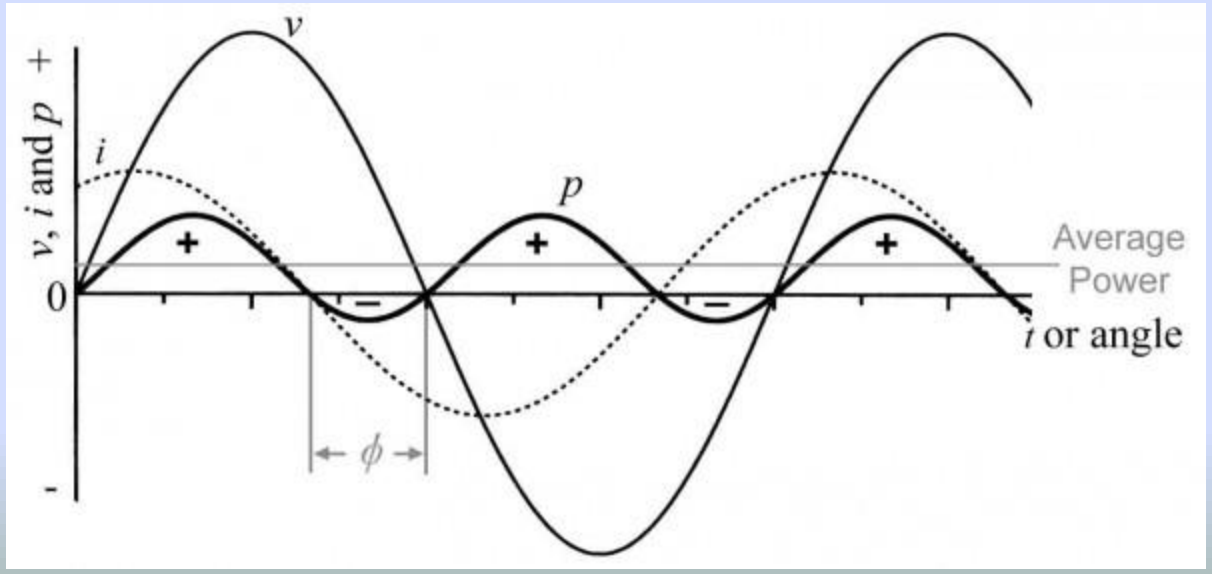
R-L সিরিজ সার্কিটের পাওয়ার ও পাওয়ার ফ্যাক্টর





R-C সিরিজ সার্কিটের পাওয়ার ও পাওয়ার ফ্যাক্টর





R-L-C সিরিজ সার্কিটের পাওয়ার ও পাওয়ার ফ্যাক্টর

- We know,

$v = V_{max} \sin \omega t$

$i = I_{max} \sin (\omega t \pm 90^0)$

$P = v \times i$

$= V_{max} \sin \omega t \times I_{max} \sin (\omega t \pm 90^0)$

$= VI \cos\theta$

$= (IZ)\, I \times \frac{R}{Z}$

$= I^2 R$

সম্ভাব্য প্রশ্নসমূহ

- পাওয়ার ফ্যাক্টরকী ?
- প্রকৃতপাওয়ারকি ? এরপ্রতিকও একক লেখ ?
- এক ফেজসার্কিটেরপাওয়ারফ্যাক্টরকখনল্যাগিংহয় ?
- একটিইন্ডাকটিভসার্কিটেরপাওয়ারঅপচয়শূন্য হয়কেন ?
- R-L সিরিজসাকিটেরপাওয়ারফ্যাক্টরকেমনহয় ?
- R-L-C সিরিজসাকিটেরপাওয়ারকখন একক হয় ?
- একটিবিশুদ্ধ রেজিস্টিভসার্কিটেরপাওয়ার ও পাওয়ারফ্যাক্টরকীহবে ? নির্ণয় কর ।
- R-L-C সিরিজসাকিটেরক্ষেত্রেপ্রমান কর $P = VI \cos\theta$

Thank you