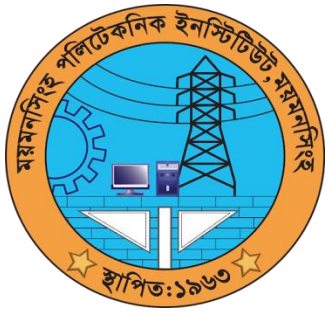


ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট

বিষয়ঃ ইলেকট্রিক্যাল সার্কিট-২

বিষয় কোডঃ ২৬৭৩১

পর্বঃ ৩য়

টেকনোলজিঃ ইলেকট্রিক্যাল, ইলেকট্রনিক্স ও ইলেকট্রোমেডিক্যাল

উপস্থাপনায়ঃ

মোঃ আব্দুর রউফ, জুনিয়র ইন্সট্রাক্টর (ইলেকট্রিক্যাল)

শেখ মোঃ সাজেদুল আনোয়ার, ইন্সট্রাক্টর (ইলেকট্রিক্যাল)

রিয়ানা আফরিন, খন্ডকালীন শিক্ষক (ইলেকট্রিক্যাল)

তাহমিলা রহমান, খন্ডকালীন শিক্ষক (ইলেকট্রিক্যাল)

R-L-C প্যারালাল সার্কিটে জটিল বীজগনিতের প্রয়োগ

সার্কিট প্যারামিটার ও এককসমূহ

এখানে ,

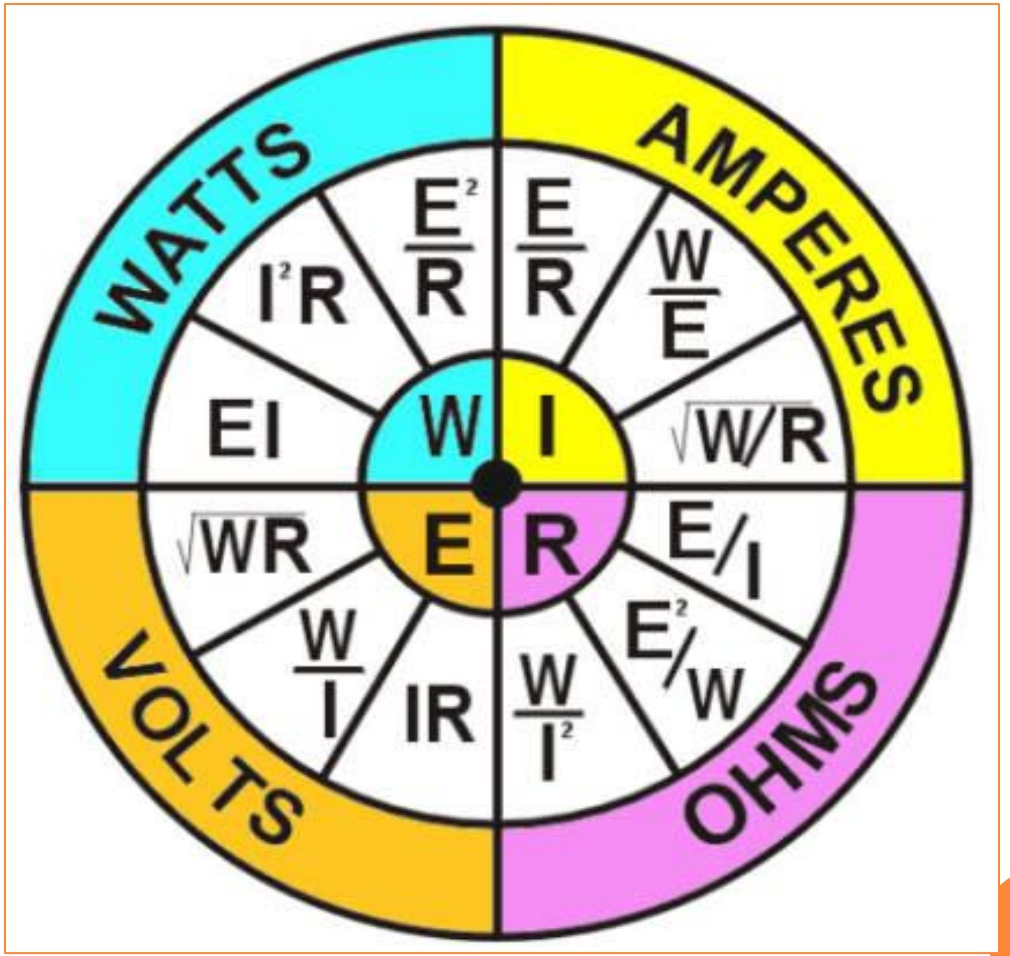
Powwer = P

Voltage = V

Current = I

Resistance = R

Ohms = **Ω**



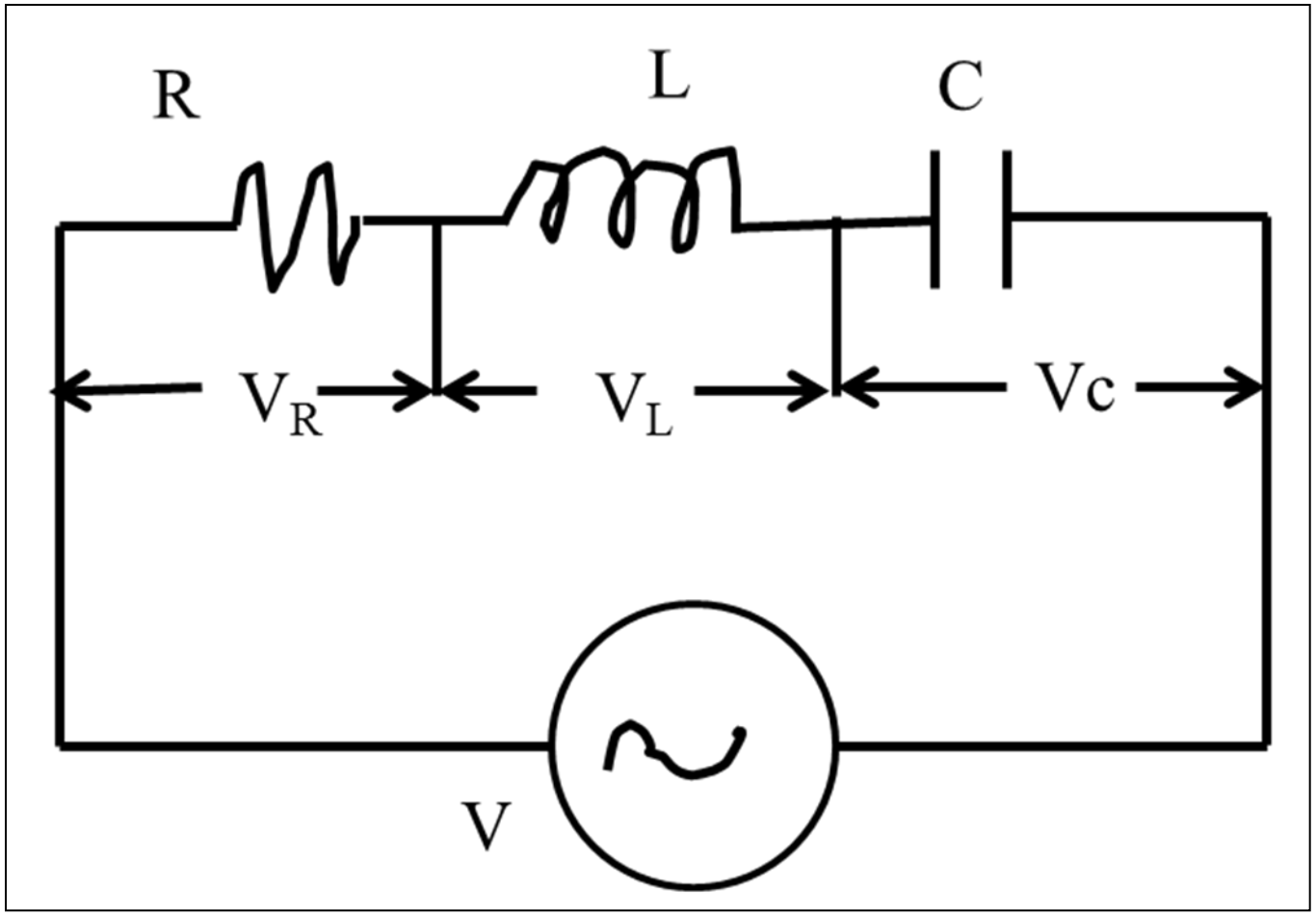
১.০: জটিল বীজগনিতের বর্ণনা:

যে রাশি সম্পূর্ণভাবে প্রকাশের জন্য মান ও দিক উভয়ের তাকে ভেক্টর বা ফেজর বলে। এসিতে এই ভেক্টর বা ফেজরকে সম্পূর্ণভাবে প্রকাশের জন্য চারটি পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

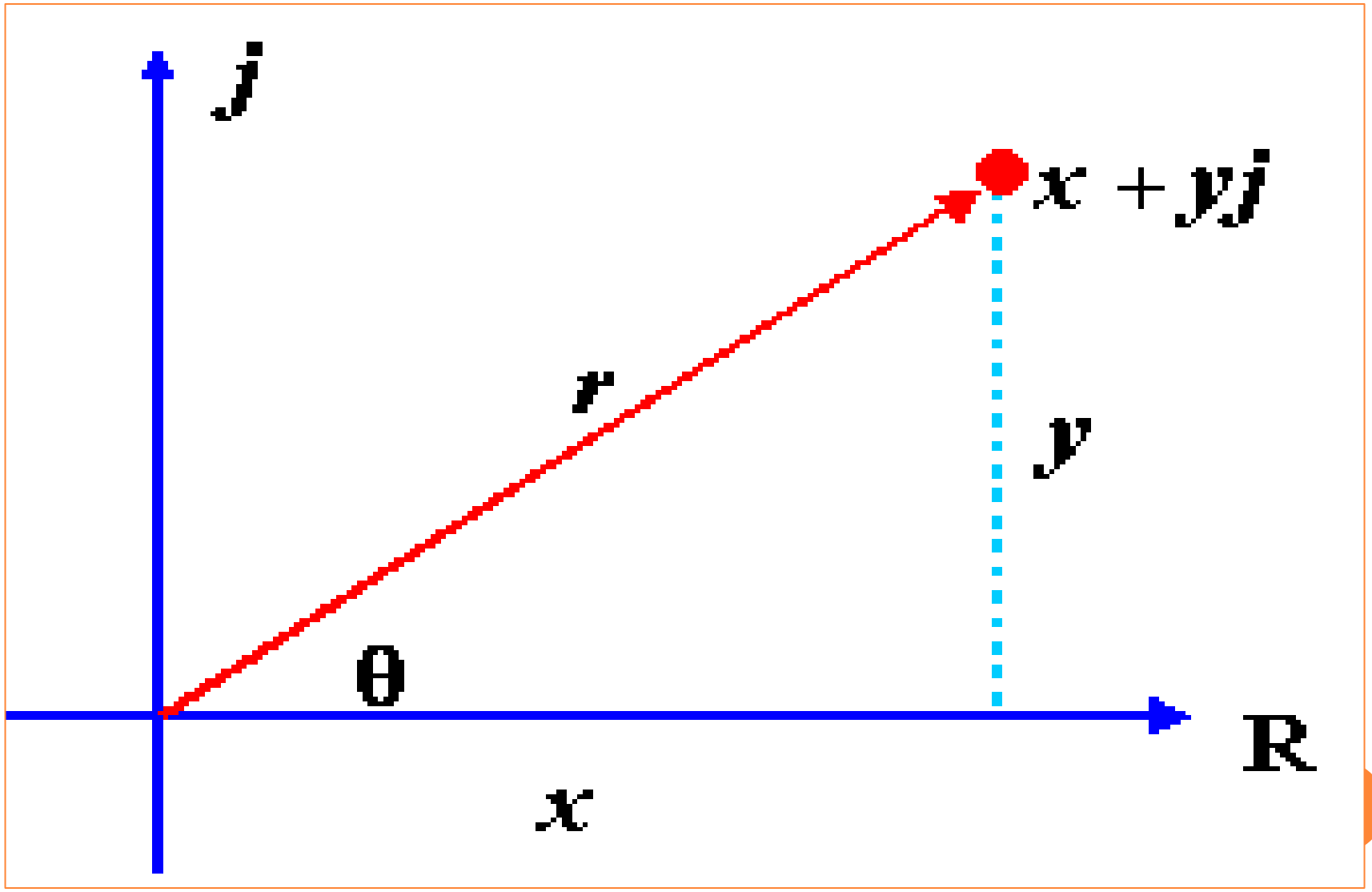
যথা:

১. রেকট্যাংগুলার ফরম।
২. পোলার ফরম।
৩. ত্রিকোনমিতিক ফরম।
৪. এক্সপোনেনশিয়াল ফরম।

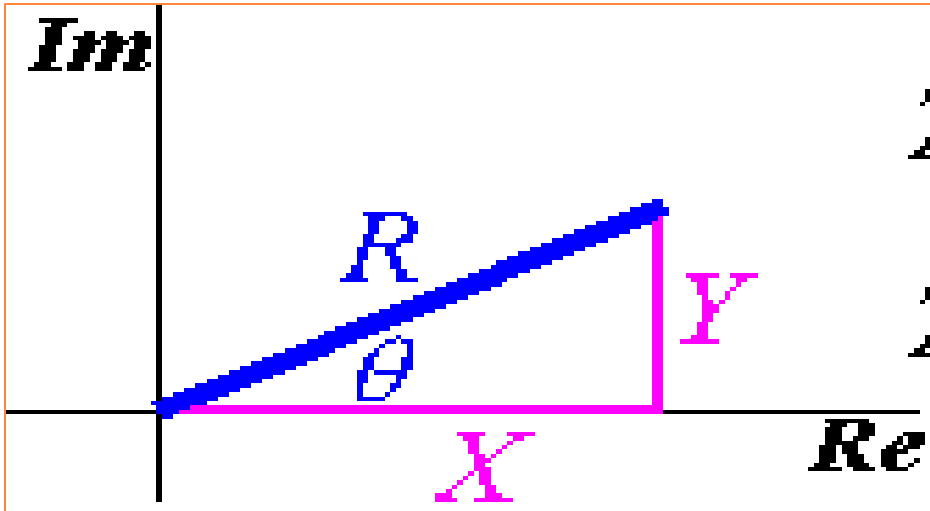
রেজিস্টর, ইন্ডাকটর ও ক্যাপাসিটর দ্বারা গঠিত সার্কিট



রেকটেংগুলার এবং পোলার ফরমের সম্পর্ক:



রেকটেংগুলার এবং পোলার ফরমের সম্পর্ক:



$$Z = X + jY$$

or

$$Z = R\angle\theta$$

given

X, Y

$$R = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$\tan\theta = Y/X$$

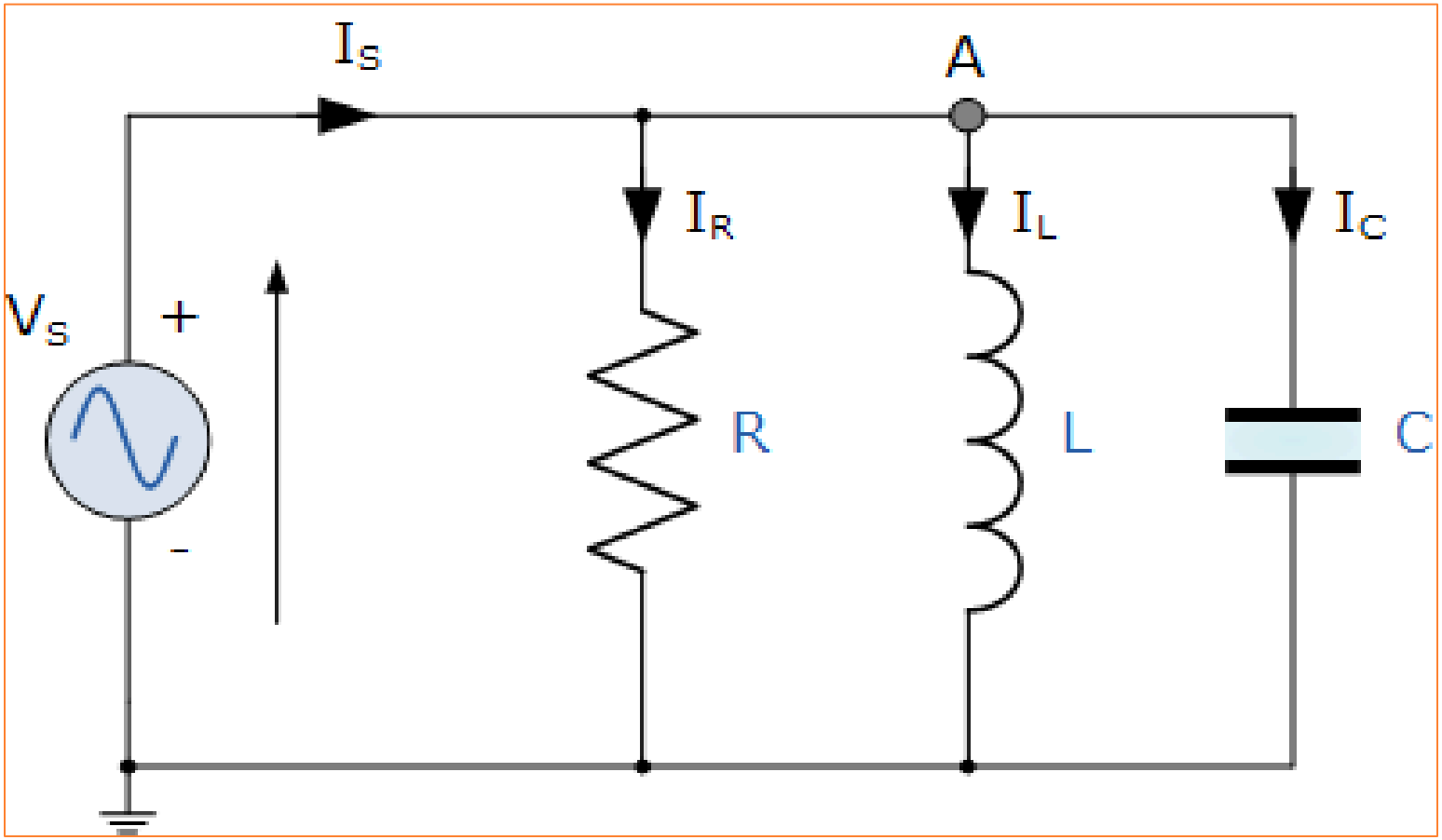
given

R, θ

$$X = R\cos\theta$$

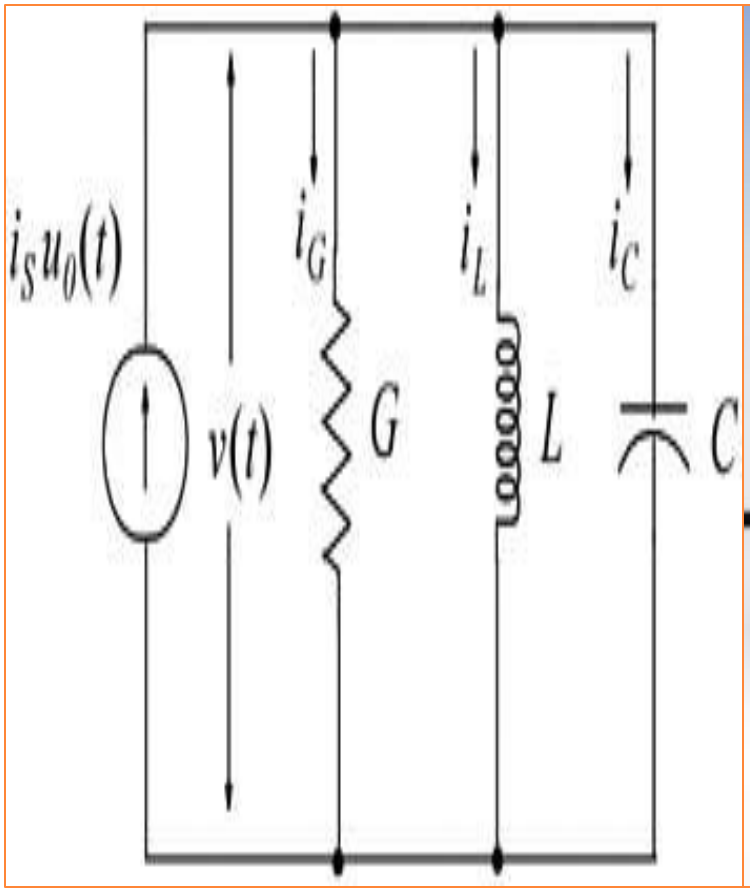
$$Y = R\sin\theta$$

১.১: R-L-C প্যারালাল সার্কিটের উপাদান।



চিত্র: R-L-C প্যারালাল সার্কিট।

১.১: R-L-C প্যারালাল সার্কিটের উপাদান।



উপরের সার্কিটে একটি প্যারালাল সার্কিটের দুটি শাখা দেখানো হয়েছে। একটি ইন্ডাকটিভশাখা, অপরটি ক্যাপাসিটিভ শাখা। ইন্ডাকটিভ শাখার রোধ এবং রিয়্যাকট্যান্স যথাক্রমে R_L এবং X_L এবং ক্যাপাসিটিভ শাখার রোধ এবং রিয়্যাকট্যান্স যথাক্রমে R_L এবং X_C ।ধরা যাক উক্ত সার্কিটে V ভোল্টেজ সরবরাহ দেওয়ায় I কারেন্ট প্রবাহিত হয়। তাহলে ইন্ডাকটিভ এবং ক্যাপাসিটিভ শাখার কারেন্ট যথাক্রমে, I_L এবং I_C । তাহলে

ইন্ডাকটিভ শাখার ইম্পিডেন্স $Z_L = R_L + J\ X_L$

ক্যাপাসিটিভ শাখার ইম্পিডেন্স $Z_C = R_L - J\ X_C$

প্যারালাল সার্কিটের প্রতিটি শাখার ভোল্টেজ সরবরাহ ভোল্টেজের সমান বিধায়

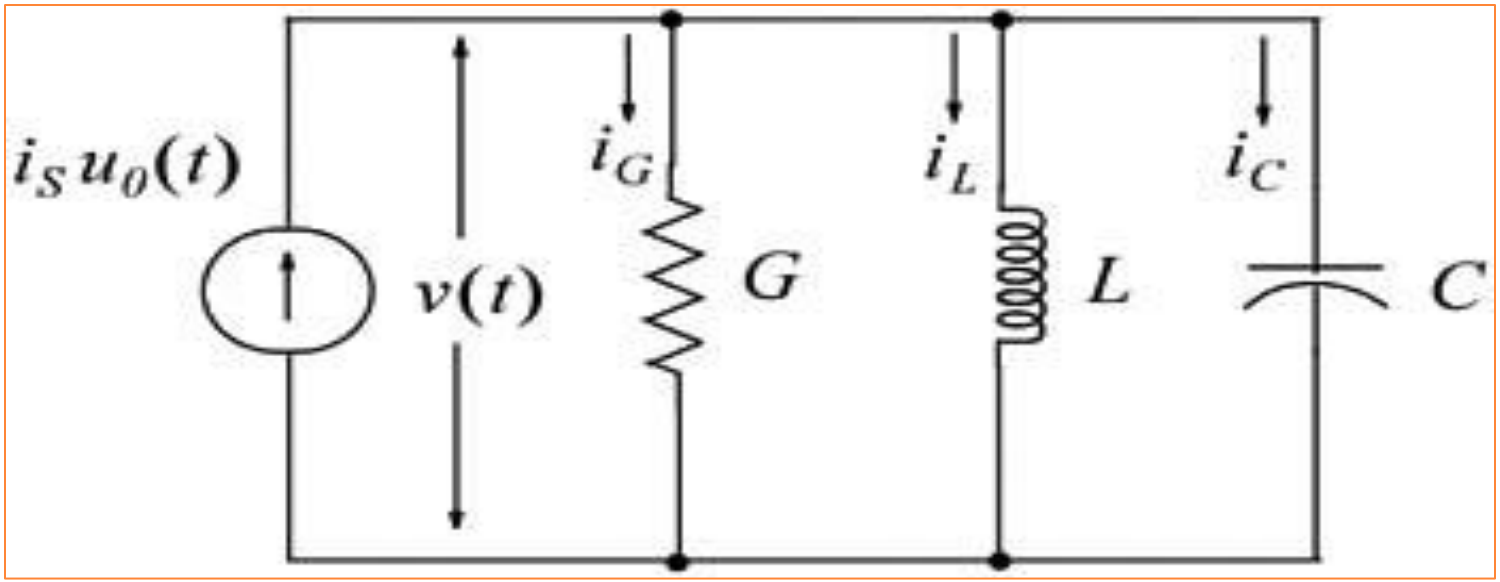
ইন্ডাকটিভশাখারকারেন্টIL = $\frac{V+J0}{RL+J\,XL}$ ।

ক্যাপাসিটিভশাখারকারেন্টIC= $\frac{V+J0}{RL-JXC}$

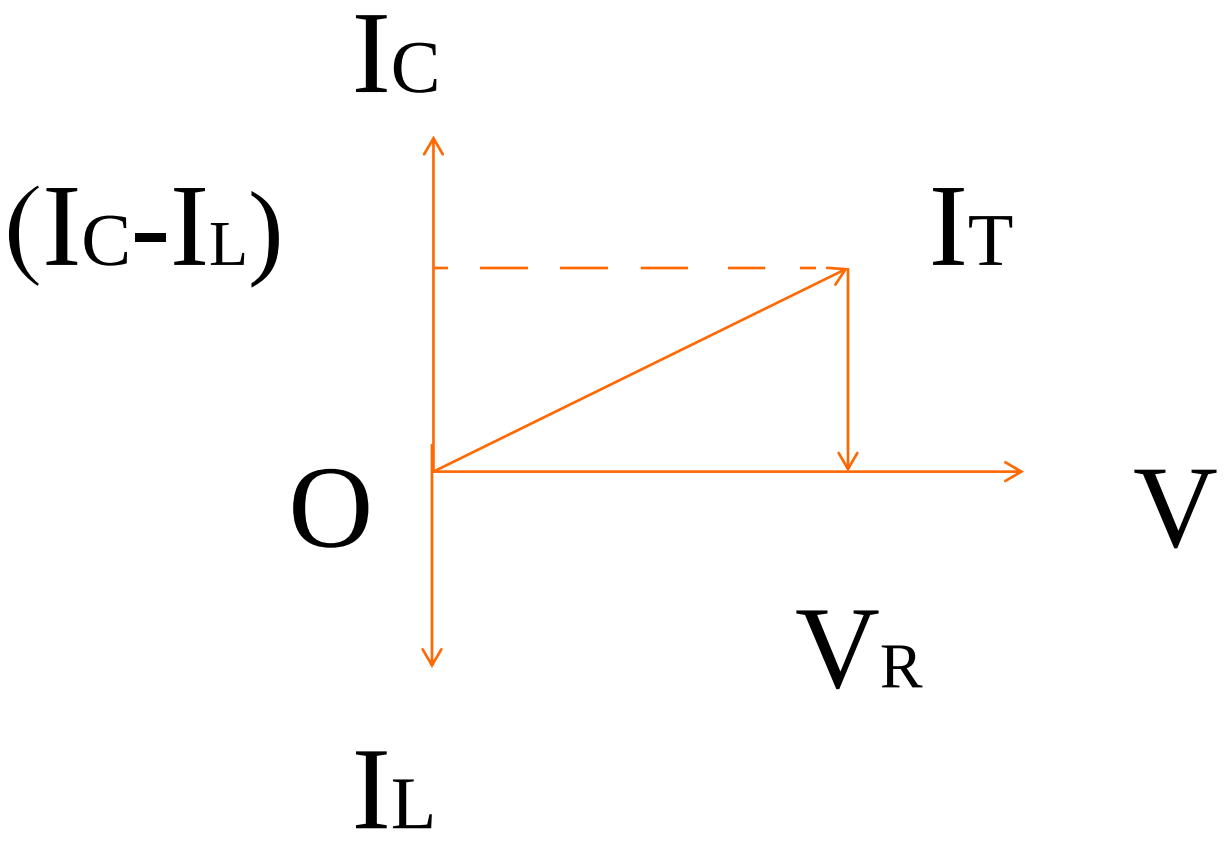
প্যারালালসার্কিটের মোটকারেন্টবালাইনকারেন্ট

I = IL+ IC

= $\frac{V+J0}{RL+J\,XL} + \frac{V+J0}{RL-JXC}$ ।

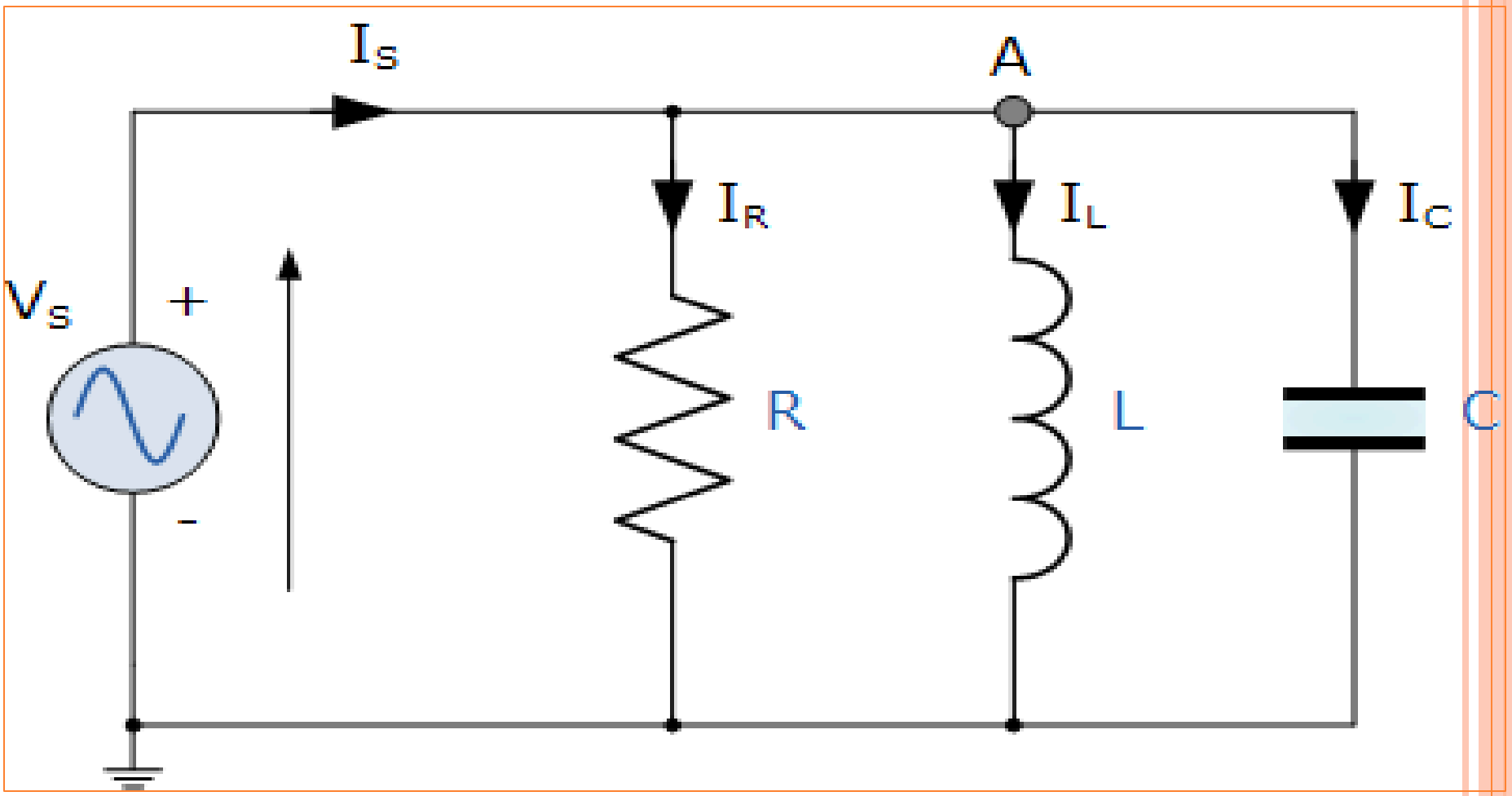


১.২: প্যারালাল সার্কিটের ভেক্টর ডায়াগ্রাম:



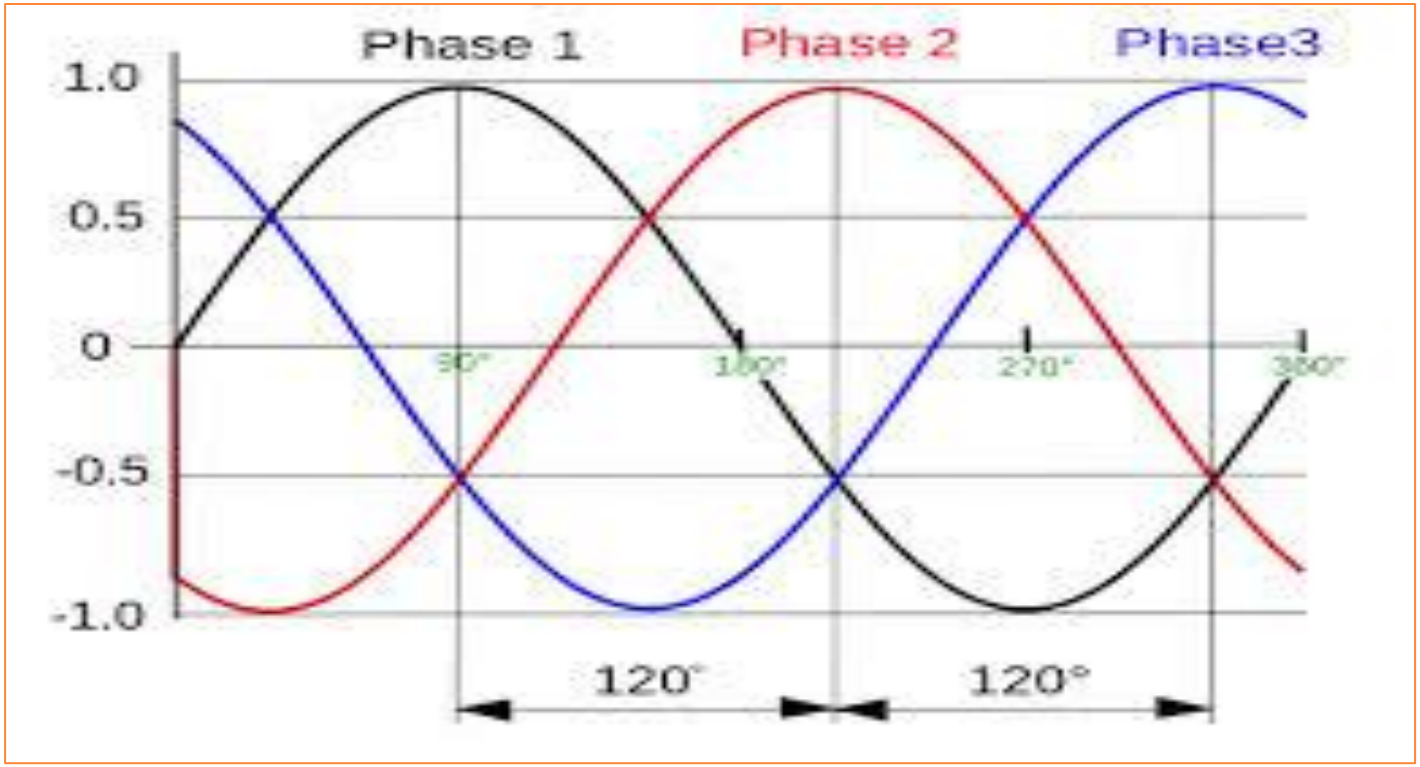
চিত্র: প্যারালাল সার্কিটের ভেক্টর ডায়াগ্রাম।

১.১: R-L-C প্যারালাল সার্কিটের উপাদান।



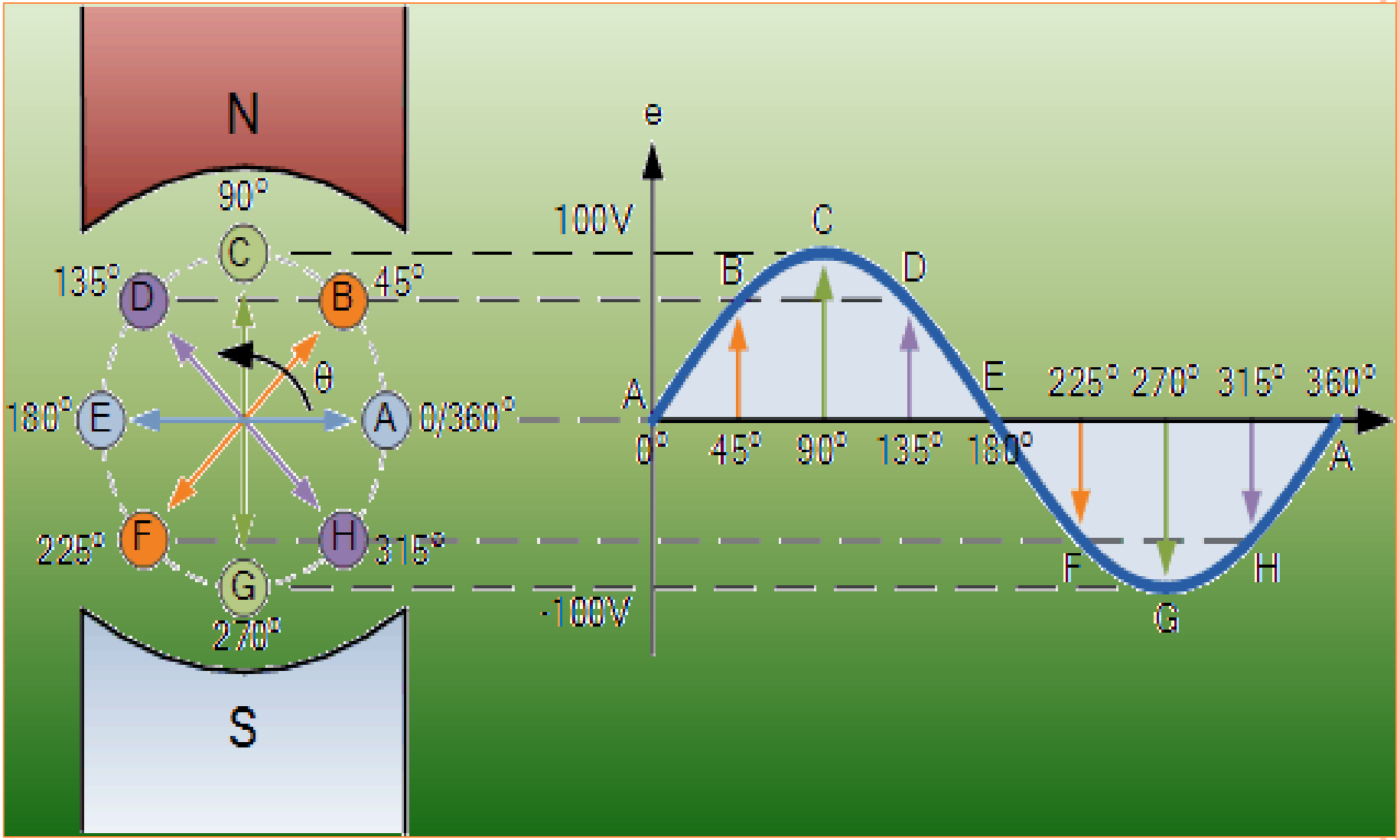
চিত্র: R-L-C প্যারালাল সার্কিট।

উক্ত সার্কিটে V ভোল্টেজ সরবরাহ দেওয়ায় ইন্ডাকটিভ এবং ক্যাপাসিটিভ শাখায় I_L এবং I_C কারেন্ট প্রবাহিত হয়। I_L সরবরাহ ভোল্টেজ থেকে φ_L কোনে ল্যাগ করবে। এবং I_C সরবরাহ ভোল্টেজ থেকে φ_C কোনে লীড করবে। প্যারালাল সার্কিটে ভোল্টেজ স্থির বলে ভোল্টেজকে রেফারেন্স ধরা হয়। চিত্রে I_L এবং I_C কে সামন্তরিক পদ্ধতিতে ভেক্টর যোগ করা হয়েছে।



চিত্রঃ R-L-C প্যারালাল সার্কিটের ওয়েভ ডায়াগ্রাম।

১.২ R-L-C প্যারালাল সার্কিট এর ওয়েভ ডায়াগ্রাম



সমস্যা:

১. একটিপ্যারালালসার্কিটেরপ্রথমশাখারইম্পিডেন্সZ_1= 43.7+j21.7এবং দ্বিতীয়শাখারইম্পিডেন্সZ_2=18+j6 হলেসার্কিটেরমোটইম্পিডেন্সকত?

উওর: ইম্পিডেন্সপদ্ধতি:

$$\text{মোটইম্পিডেন্স} Z = \frac{Z1Z2}{Z1+Z2}$$

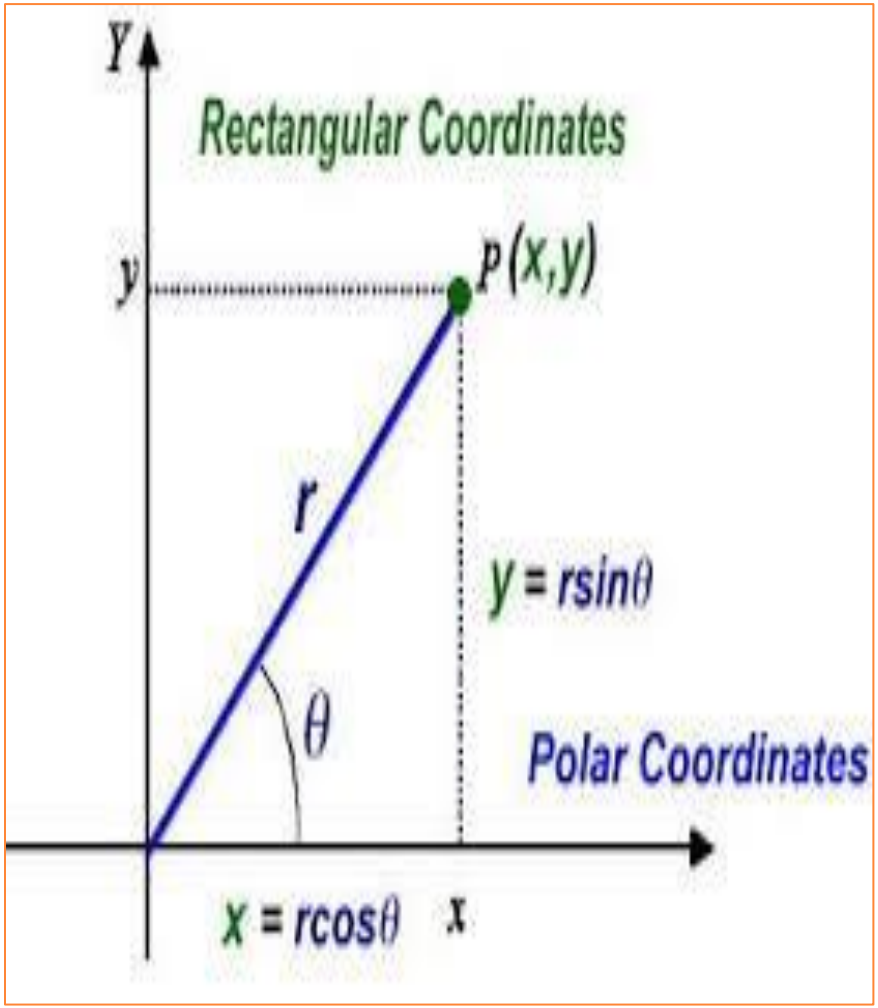
$$= \frac{48.8\angle 26.4 \times 18.973\angle 44.83}{43.7+j21.7+18+j6}$$

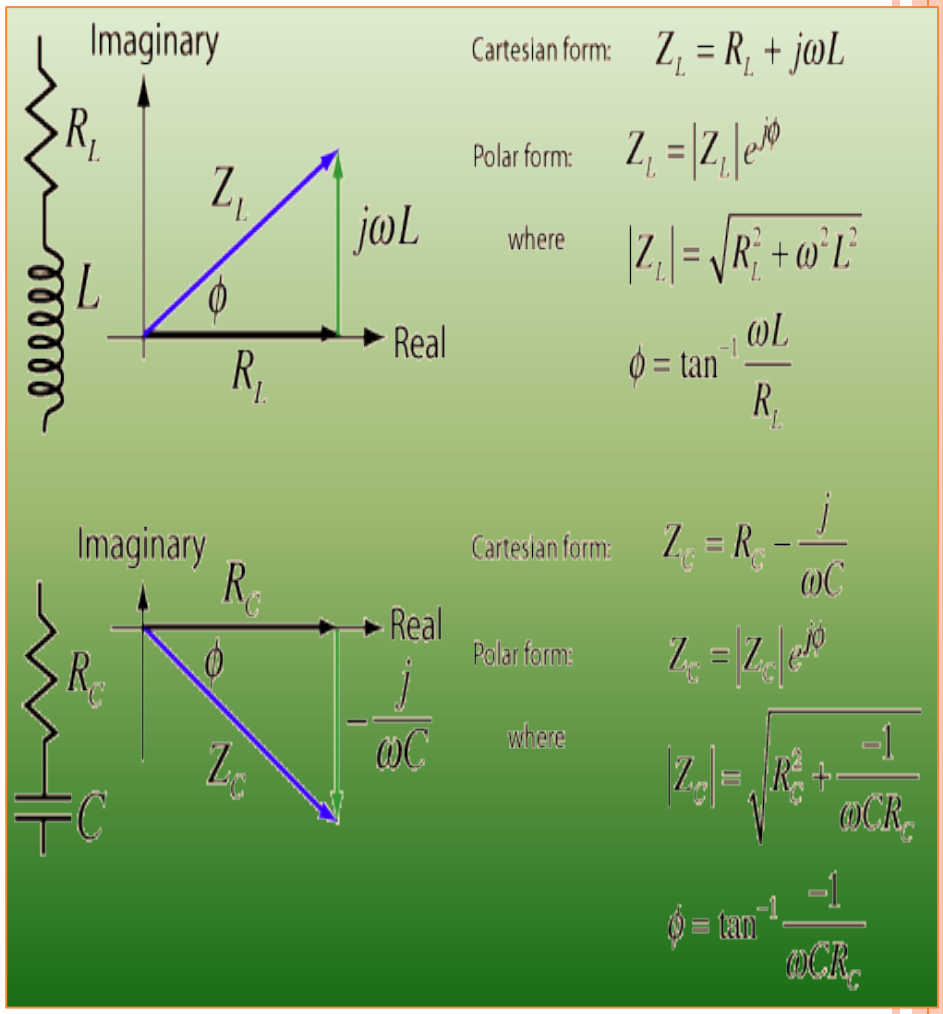
$$= \frac{925\angle 44.83}{61.7+j27.6}$$

$$= \frac{925\angle 44.83}{67.6\angle 24.1}$$

$$= 13.7\angle 20.73\ \Omega \quad \underline{\text{Ans:}}$$

সমস্যা এর সূত্র ঃ


Y
Rectangular Coordinates
y
P(x,y)
r
θ
y = rsinθ
Polar Coordinates
x = rcosθ
x


Imaginary
R_L
Z_L
$j\omega L$
ϕ
L
Real
R_L
Cartesian form: $Z_L = R_L + j\omega L$
Polar form: $Z_L = |Z_L| e^{j\phi}$
where $|Z_L| = \sqrt{R_L^2 + \omega^2 L^2}$
$\phi = \tan^{-1} \frac{\omega L}{R_L}$
Imaginary
R_C
Real
R_C
ϕ
$-\frac{j}{\omega C}$
Z_C
C
Cartesian form: $Z_C = R_C - \frac{j}{\omega C}$
Polar form: $Z_C = |Z_C| e^{j\phi}$
where $|Z_C| = \sqrt{R_C^2 + \frac{-1}{\omega C R_C}}$
$\phi = \tan^{-1} \frac{-1}{\omega C R_C}$

সমস্যা: একটিপ্যারালালসার্কিটেরতিনটিশাখায়ইম্পিডেন্সযথাক্রমে (3+J4), (6-J8), $10\angle 0$এবংহলে মোটইম্পিডেন্স কত ?

উরর: প্যারালালসার্কিটেরমোটঅ্যাডমিট্যান্স:

$$Y= \frac{1}{3+J4} + \frac{1}{6-J8} + \frac{1}{10\angle 0}$$

$$= \frac{3-J4}{(3+J4)(3-J4)} + \frac{6+J8}{(6-J8)(6+J8)} + \frac{1}{10\angle 0}$$

$$= \frac{3-J4}{(32+4^2)} + \frac{6+J8}{(62+8^2)} + o.1$$

$$= o.12\text{-}J0.16+0.06+J0.08+0.1$$

$$= (\ 0.28+j\ 0.08)$$

$$= 0.2912\angle 15.94$$

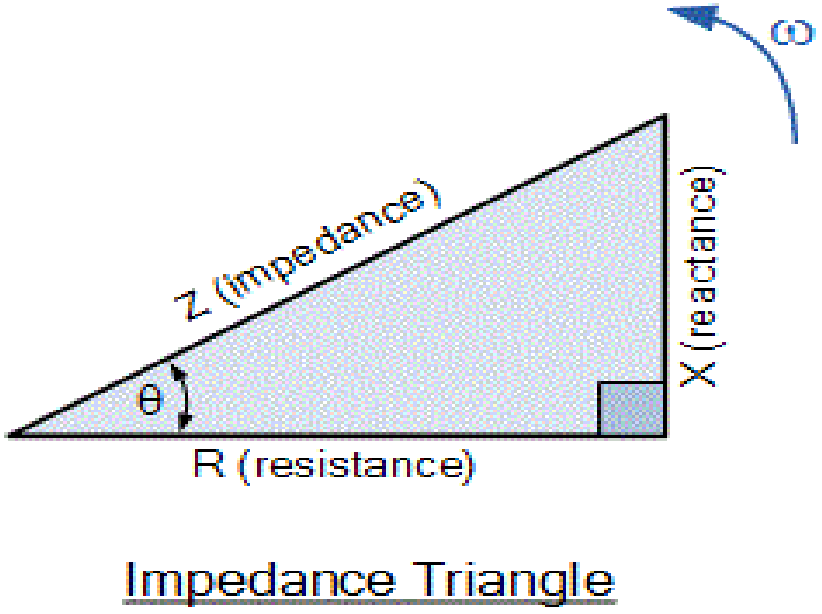
ইম্পিডেন্স $Z= \frac{1}{Y} = \frac{1}{O.2912\angle 15.94}$ মোহ

$Z= 3.43\angle\text{-}15.94$ ওহমউওর:

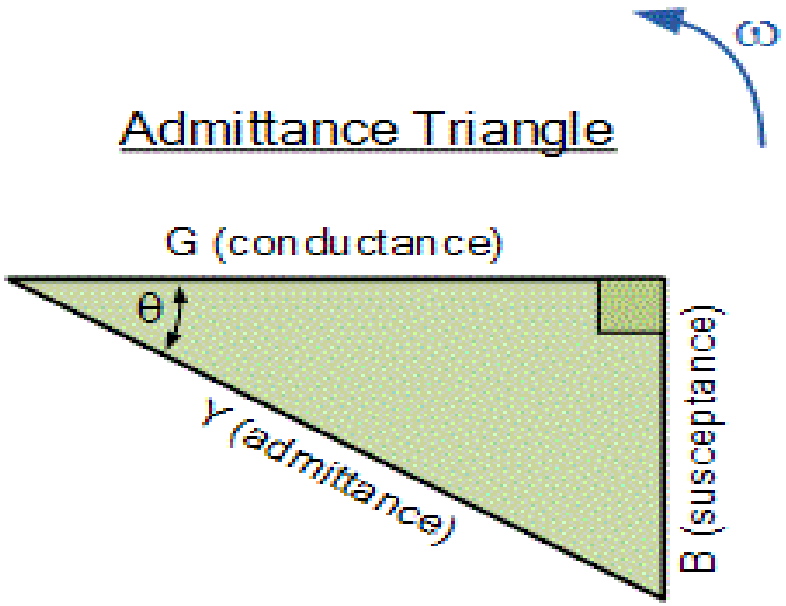
১.৫+১.৬: অ্যাডমিট্যান্স, সাসসেপট্যান্স, এবং কন্ডাকট্যান্স এ ধারনা:

অ্যাডমিট্যান্স:

এসি সার্কিটের প্রতি একক ভোল্টের কারেন্টকে অ্যাডমিট্যান্স বলে। একে Y দ্বারা প্রকাশ করা হয়। একক (মোহ)



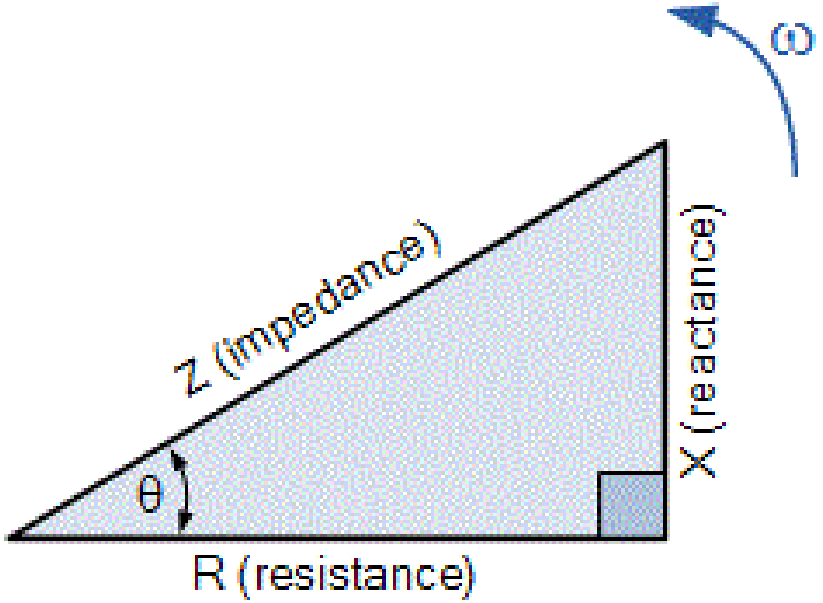
Impedance Triangle



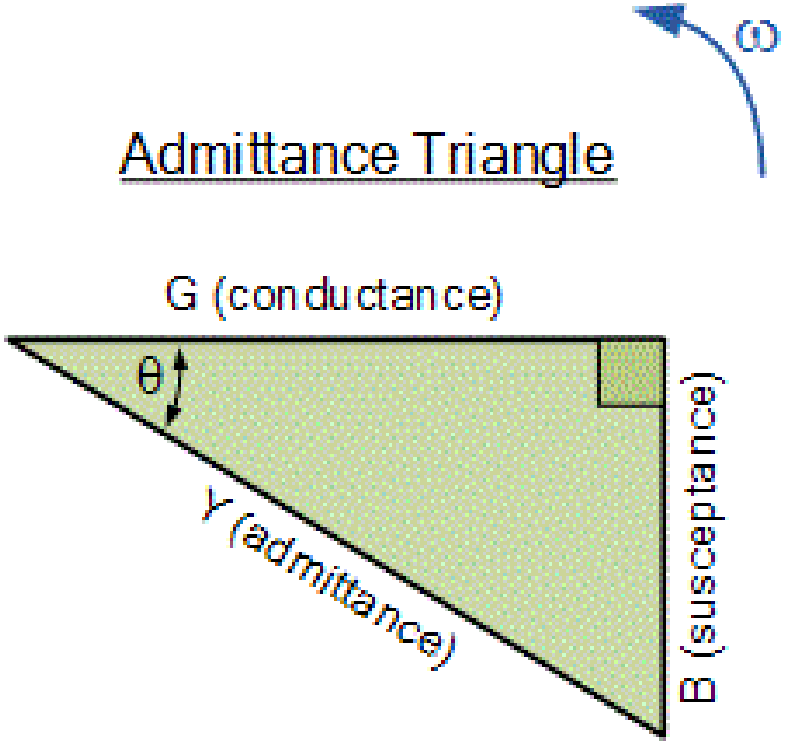
Admittance Triangle

সাসসেপট্যান্স:

এসি সার্কিটের প্রতি একক ভোল্টে কারেন্টের রিয়্যাকটিভ উপাংশকে সাসসেপট্যান্স বলে। একে B দ্বারা প্রকাশ করা হয়। একক (মোহ)



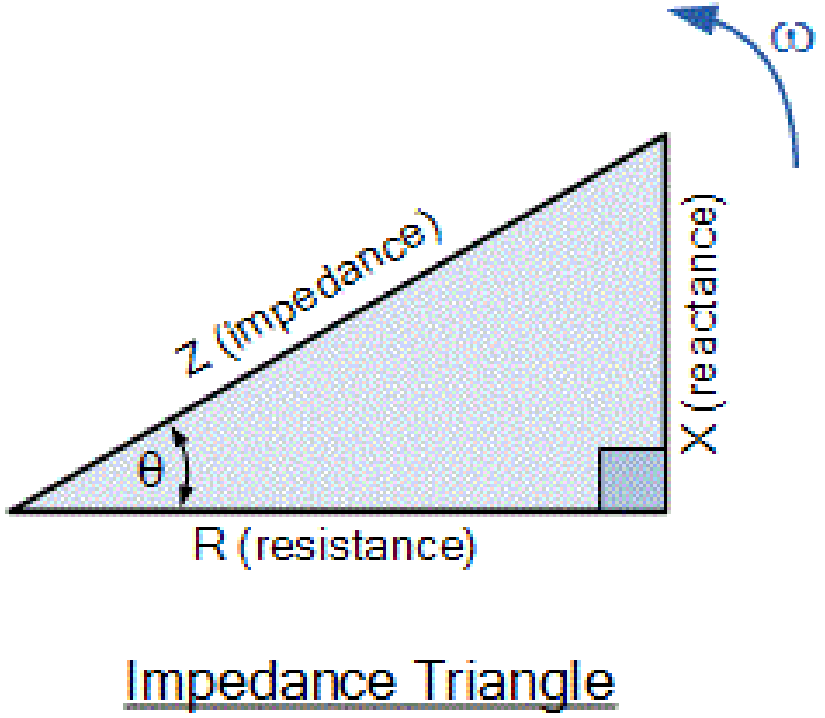
Impedance Triangle



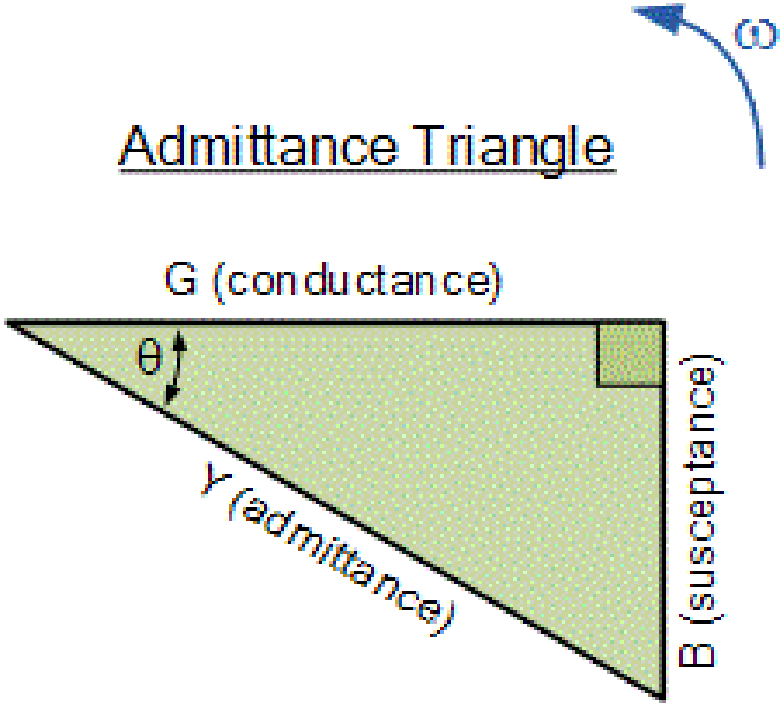
Admittance Triangle

কন্ডাকট্যান্স:

এসি সার্কিটের প্রতি একক ভোল্টে কারেন্টের ইনফেজ উপাংশকে কন্ডাকট্যান্স বলে। একে G দ্বারা প্রকাশ করা হয়। একক (মোহ)



Impedance Triangle



Admittance Triangle

সমস্যা: 40 Ωরেজিস্ট্যান্স ০.35mHইন্ডাকট্যান্সএবং100μF ক্যাপাসিট্যান্সসিরিজেসংযোগকরে230V, 50Hz উৎসেরআড়াআড়িতেসংযোগকরাহল। নির্ণয় কর: ক. মোটকারেন্ট খ. পাওয়ারফ্যাক্টর গ. পাওয়ারঅপচয়।

সমাধান:

আমরাজানি, $X_L = 2\pi fL$

$= 2\times3.1416\times50\times0.35\times10^{-3}$

$= 0.11\ \Omega$

$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$

$= \frac{1}{2\times3.1416\times50\times100\times10^{-6}}$

এখানে,

$R = 40\Omega$

$L = 0.35mH$

$= 0.35\times10^{-3}\ H$

$= 31.83\ \Omega$

$C = 100\mu F$

$=100\times10^{-6}\ F$

$V = 230Volt$

$f = 50Hz$

ইম্পিডেন্স $Z = R+J(X_L-X_C)$

$= 40+J(0.11-31.83)$

$= 40- J31.72$

$= 51.05\angle -38.41\Omega$

সার্কিটেরমোটকারেন্ট $I = \frac{V}{Z} = \frac{230\angle 0}{51.05\angle -38.41}$

$= 4.505\angle 38.41A$ Ans:

পাওয়ারফ্যাক্টর $Cos\theta = \frac{R}{Z} = \frac{40}{51.05} = 0.783$(Leading) Ans:

পাওয়ার $P = I^2R = (4.505)^2 \times 40$

$=811.801W$ Ans:

প্রশ্নাবলী:

১. সার্কিটের ইম্পিডেন্স ত্রিভুজ অঙ্কন কর।

২. অ্যাডমিট্যান্স, কন্ডাকট্যান্স, সাসসেপট্যান্স, বলতে কি বুঝ? প্রতিক ও একক লিখ।

৩. ভেক্টর রাশি প্রকাশের জন্য কি কি পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়?

৪. পাওয়ার ফ্যাক্টর কাকে বলে? সূত্রটি লিখ।

৫. সাসসেপট্যান্স এর আধুনিক সংগা কি?

৬. সমস্যাবলী:

দ্বিতীয় অধ্যায়

(এসি সার্কিটের পাওয়ার হিসাবের ধারনা)

২.১: কমপ্লেক্স ফরমে পাওয়ার হিসাব করন:

ডিসি সার্কিটের কারেন্ট ও ভোল্টেজের গুনফল হল পাওয়ার। অর্থাৎ, $P=VI$

এসি সার্কিটের কারেন্ট একটি ভেক্টর রাশি যার দুটি উপাংশ।

যথা: ১. ইনফেজ কারেন্ট যা ভোল্টেজের সাথে ইনফেজে থাকে।

২. রিয়্যাকটিভ উপাংশ বা কোয়াড্রেচার কারেন্ট যা ভোল্টেজের ৯০° তে ল্যাগ করে।

আপাত পাওয়ার:

এসি সার্কিটের কারেন্ট ও ভোল্টেজের গুনফলকে হল আপাত পাওয়ার বলে। প্রতিক (P_a), একক ভোল্ট অ্যাম্পিয়ার (VA)|অর্থাৎ, আপাত পাওয়ার $P_a=VI$

অ্যাকটিভপাওয়ার:

এসিসার্কিটেরভোল্টেজ ও ইনফেজকারেন্টেরগুনফলকে অ্যাকটিভপাওয়ারবলে। প্রতিক(P_e), একক ওয়াট(W) অর্থাৎঅ্যাকটিভপাওয়ার$P_e = VI\cos\theta$

রিয়্যাকটিভপাওয়ার:

এসিসার্কিটের ভোল্টেজওরিয়্যাকটিভউপাংশবাকোয়াড্রেচারকারেন্টের গুনফলকেরিয়্যাকটিভপাওয়ারবলে। প্রতিক(P_r), একক কিলোভোল্টঅ্যাম্পিয়াররিয়্যাকটিভ(KVAR) অর্থাৎরিয়্যাকটিভপাওয়ার$P_r = VI\sin\theta$

সমস্যা: একটিপ্যারালালসার্কিটের দুটিশাখারইম্পিডেন্সযথাক্রমে (8-j6) Ω এবং (12+j12)Ω হলে উক্ত সার্কিটে $200\angle 10$ ভোল্টসরবরাহদিলেসার্কিটে প্রকৃত রিয়্যাকটিভএবংআপাতপাওয়ারনির্ণয় কর।

সমাধান: সার্কিটেরপ্রথমশাখারকারেন্ট $I_1 = \frac{V}{Z_1} = \frac{200\angle 10}{10\angle -36.86}$

$= 20\angle 46.86$

$= (13.68+J14.6)A$

সার্কিটেরদ্বিতীয়শাখারকারেন্ট $I_2 = \frac{V}{Z_2} = \frac{200\angle 10}{16.97\angle 45} = 11.79\angle -35$

$=(9.654-J6.76)A$

সার্কিটের মোটকারেন্ট $I = I_1 + I_2 = 13.68 + J14.6 + 9.65 - J6.76$

$= (23.334 + J7.84)A$

$I = (24.61 \angle 18.57)A$

সার্কিটেরপাওয়ারফ্যাক্টর: $\cos\theta = \cos(18.57 - 10) = \cos(8.57)$

$= 0.988$

(Leading)

অ্যাকটিভপাওয়ার $P_e = VI\cos\theta = 200 \times 24.61 \times 0.988$

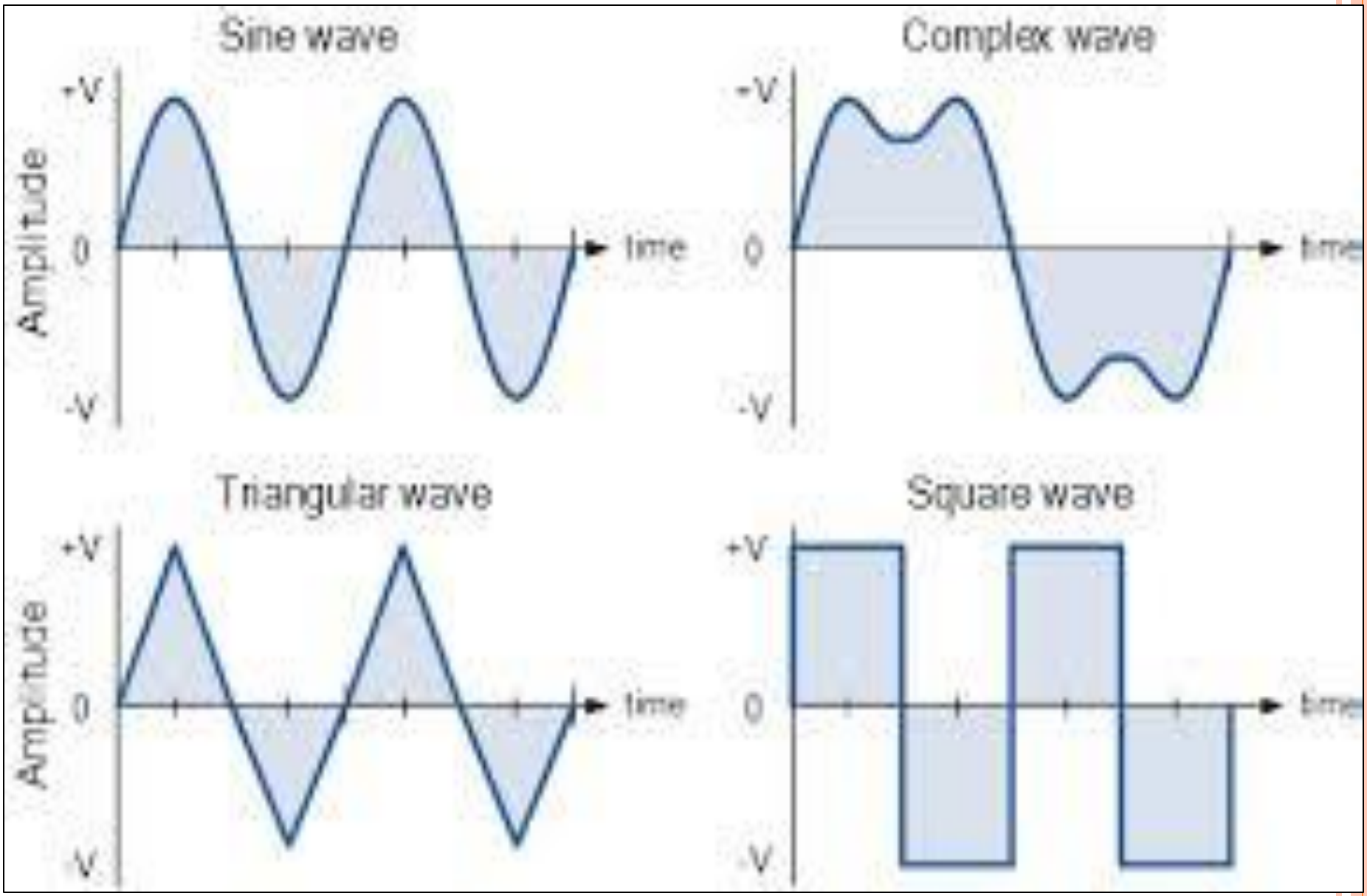
$= 4867.02$ W **Ans:**

রিয়্যাকটিভপাওয়ার $P_r = VI\sin\theta = 200 \times 24.61 \times \sin 8.57$

$= 733.46$ VAR **Ans:**

আপাতপাওয়ার $P_a = VI = 200 \times 24.61 = 4922$ **VA** **Ans:**

বিভিন্ন এসি সার্কিটের ওয়েভ ডায়াগ্রাম:



প্রশ্নাবলী:

১. পাওয়ার ফ্যাক্টর কাকে বলে?

২. রিয়্যাকটিভ পাওয়ার কাকে বলে?

৩. পাওয়ার ত্রিভুজ অংকন কওে দেখাও।

৪. কমপ্লেক্স ফরমে পাওয়ারের সূত্রটি লিখ।

৫. কমপ্লেক্স ফরমে ইন্ডাকটিভ পাওয়ারের সূত্রটি লিখ।

৬. কমপ্লেক্স ফরমে ক্যাপাসিটিভ পাওয়ারের সূত্রটি লিখ।

৭. পাওয়ার অপচয় কোন ধরনের সার্কিটে হয় এবং কেন?

৮. দেখাও যে বিশুদ্ধ ইন্ডাকটিভ ও ক্যাপাসিটিভ সার্কিটের পাওয়ার অপচয় শুন্য।

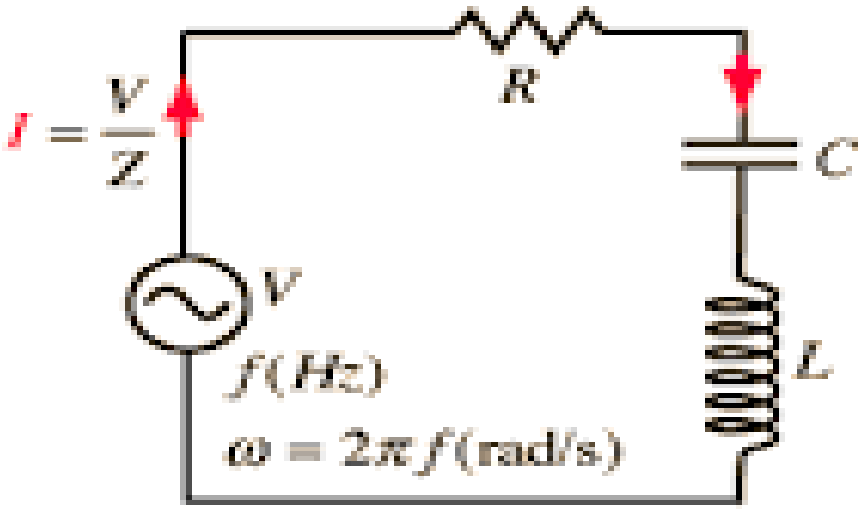
৯. সার্কিটের ওয়েভ ডায়াগ্রাম অংকন করে দেখাও।

১০. সমস্যাবলী:

তৃতীয় অধ্যায়

সিরিজ রেজোন্যান্স সার্কিটের মুলনীতি সম্পর্কে ধারনা।

সিরিজ রেজোন্যান্স সার্কিট



$$X_C = \frac{1}{\omega C} \qquad X_L = \omega L$$

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

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

At series resonance:

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

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

সিরিজ রেজোন্যান্স সার্কিট

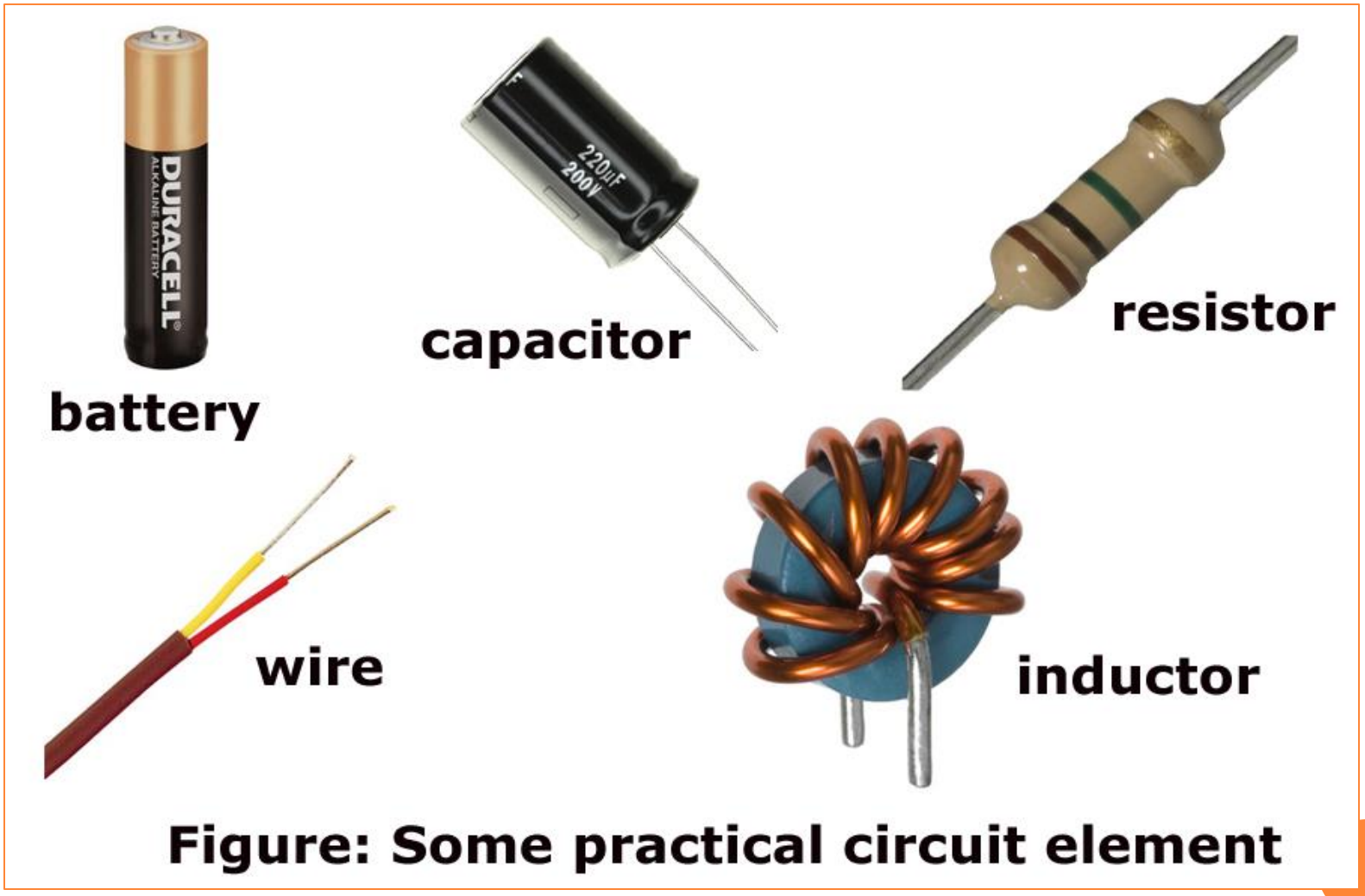


Figure: Some practical circuit element

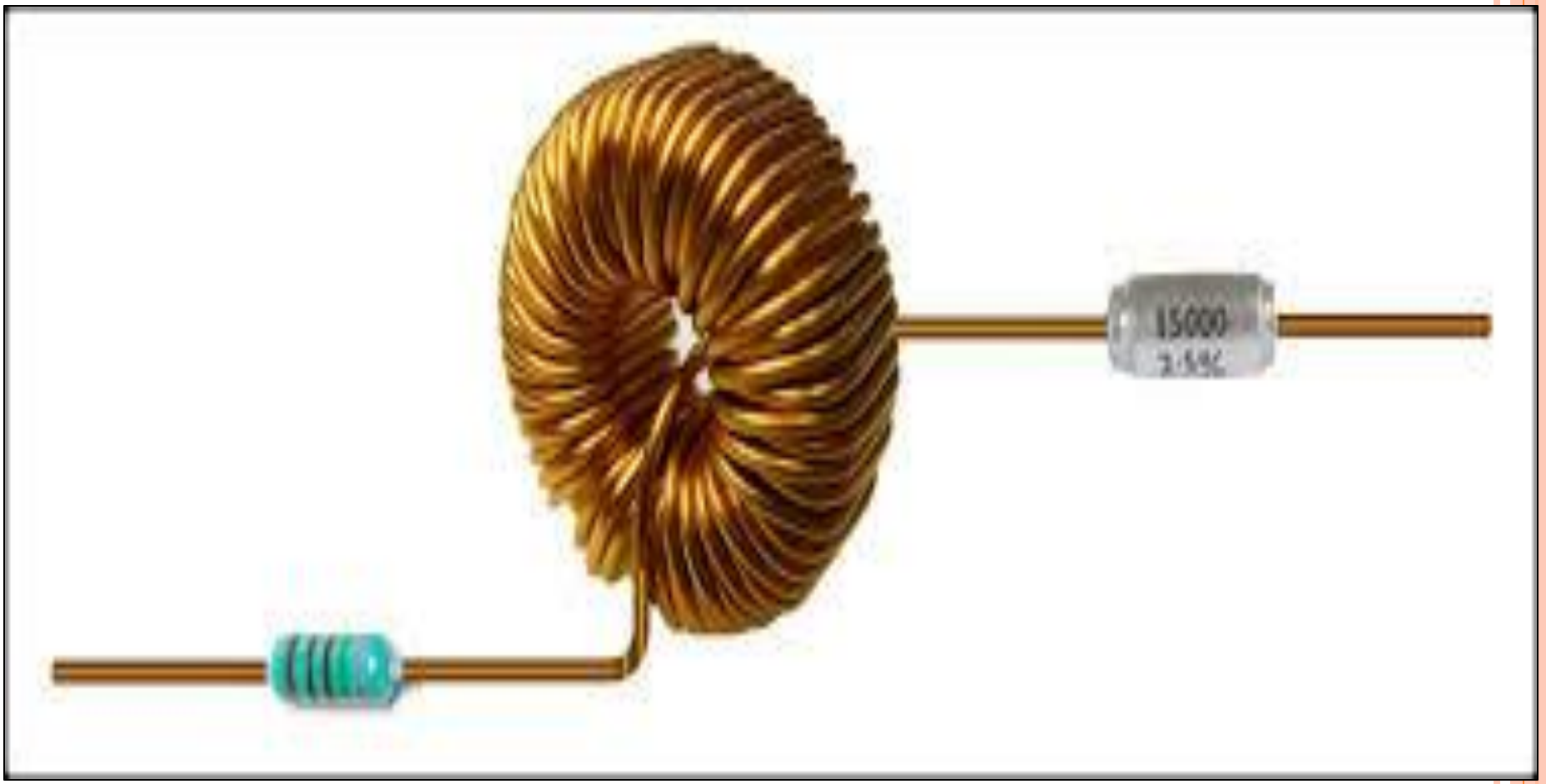
৩.১: রেজোন্যান্স:

কমপক্ষে একটি ইন্ডাকটর এবং একটি ক্যাপাসিটরের সমন্বয়ে গঠিত এসি সার্কিটের বিশেষ অবস্থাকে রেজোন্যান্স বলে। এই বিশেষ অবস্থায় কারেন্ট ও ভোল্টেজ ইনফেজে থাকে।

Figure: passive elements

৩.২: সিরিজ সার্কিটের রেজোন্যান্স:

R-L-C সিরিজ সার্কিটের যখন ইন্ডাকটিভ রিয়্যাকট্যান্স এবং ক্যাপাসিটিভ রিয়্যাকট্যান্স সমান হয় তখন সার্কিটের ঐ অবস্থাকে সিরিজ রেজোন্যান্স বলে। আর উক্ত সার্কিটকে সিরিজ রেজোন্যান্স সার্কিট বলে।



সিরিজসার্কিটেররেজোন্যান্সলাভকরারপদ্ধতি:

যথা: ১. সার্কিটেরইন্ডাকট্যান্সপরিবর্তনকরে।

২. সার্কিটেরক্যাপাসিট্যান্সপরিবর্তনকরে।

৩.৫: প্রমান কর যে, $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

রেজোন্যান্সেরশর্ত থেকে আমরাজানি, $X_L = X_C$

$$2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$f_o^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

প্রশ্নাবলী:

১. সিরিজরেজোন্যান্সকি?

২. রেজোন্যান্সকি?

৩. প্রমান কর যে, $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

৪. সিরিজ রেজোন্যান্সসার্কিটে ইম্পিডেন্সেরমানসর্বনিম্ন হয় কেন?

৫. সিরিজ রেজোন্যান্সসার্কিটথেকে কিকি তথ্য পাওয়াযায়?

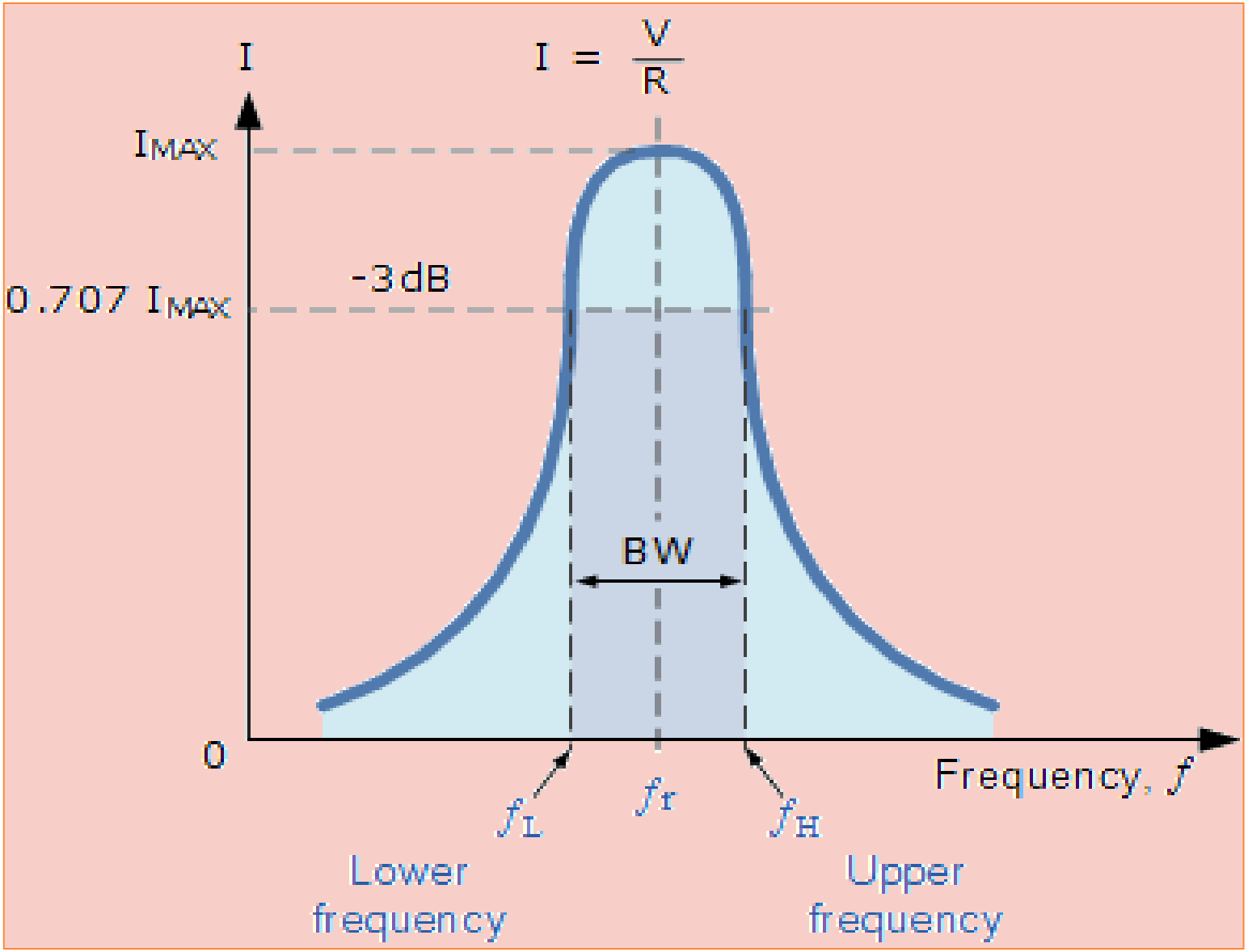
৬. রেজোন্যান্সফ্রিকোয়েন্সিকি?

চতুর্থ অধ্যায়

সিরিজ রেজোন্যান্স সার্কিটে ব্যান্ড-উইডথ এবং কোয়ালিটি ফ্যাক্টর এর প্রভাব

৪.১: সিরিজ রেজোন্যান্স কার্ভ এবং ব্যান্ড-উইডথ:

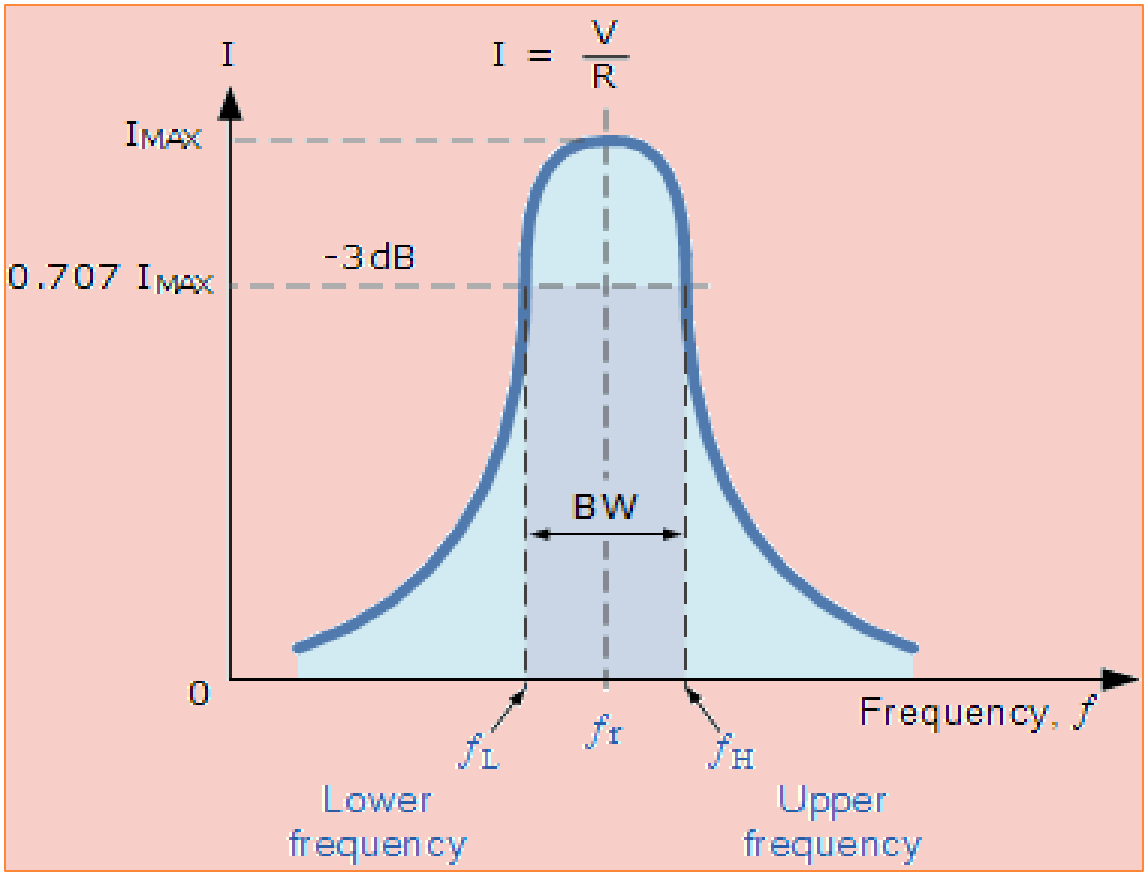
সিরিজ সার্কিটের ফ্রিকোয়েন্সি পরিবর্তনের সাথে কারেন্টের যে পরিবর্তন হয় তার গ্রাফচিত্রকে সিরিজ রেজোন্যান্স কার্ভ বলে। সার্কিটের ফ্রিকোয়েন্সি শুন্য থেকে ধীরে ধীরেবৃদ্ধি করলে সার্কিটের ইন্ডাকটিভ রিয়্যাকট্যান্স বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং ক্যাপাসিটিভ রিয়্যাকট্যান্স কমতে থাকে। ফলে $(XL - XC)$ এর মান এবং ইম্পিডেন্স কমতে থাকে।ফলে সার্কিটের কারেন্ট বৃদ্ধি পেতে থাকে।এভাবে এক সময় সার্কিটের XL এবং XC এর মান সমান হয়। এবং কারেন্ট সর্বোচ্চ মানে পৌছায়। এই অবস্থায় সার্কিটে রেজোন্যান্স সংঘটিত হয়। রেজোন্যান্স এর পরে ফ্রিকোয়েন্সি বৃদ্ধির সাথে সাথে সাথে কারেন্টের XL আরও বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং XC কমতে থাকে। সুতরাং ইম্পিডেন্স বৃদ্ধি পেয়ে কারেন্ট কমতে থাকে।



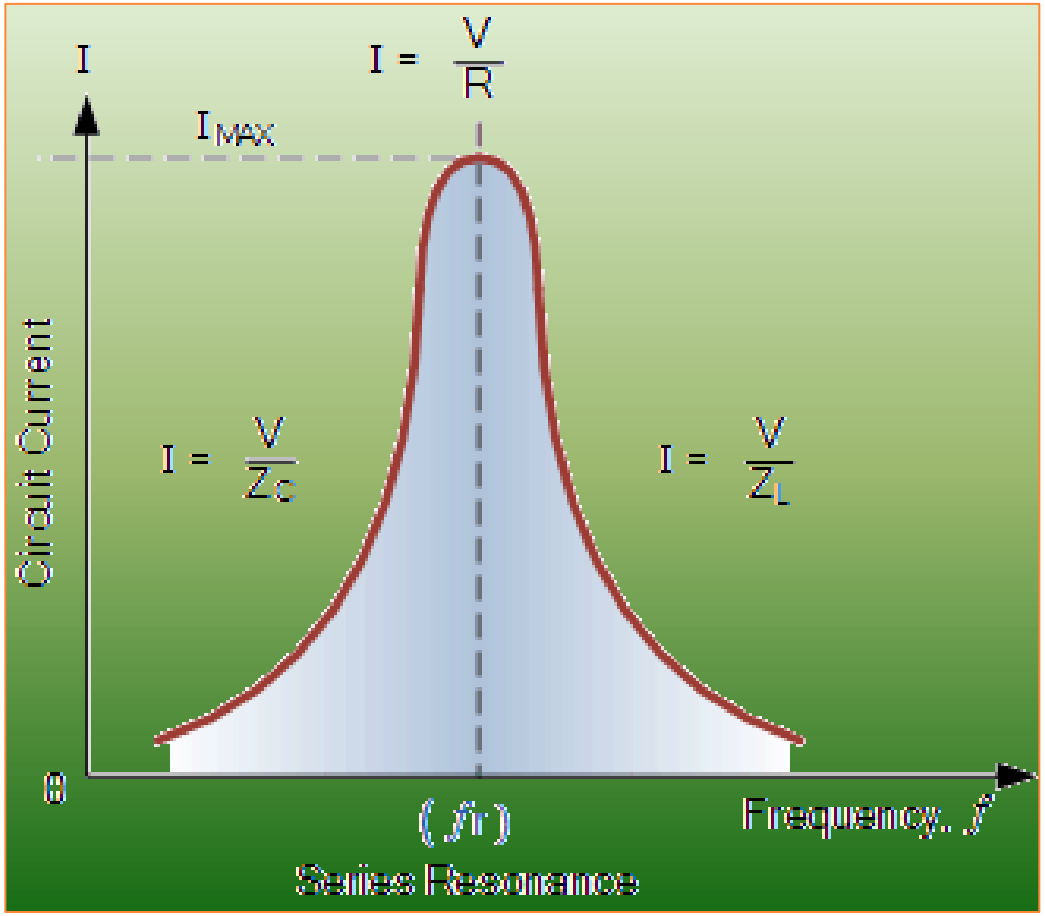
চিত্র: ব্যান্ড উইডথ কার্ভ।

ব্যান্ড উইডথ:

সিরিজ রেজোন্যান্স কার্ভের পূবে এবং পরে যে দুটি বিন্দুতে কারেন্ট রেজোন্যান্স কারেন্টের ৭০.৭% হয়। সে দুটি বিন্দুর ফ্রিকোয়েন্সির পার্থক্যকে ব্যান্ড-উইডথ বলে।



সিরিজ রেজোন্যান্স গ্রাফচিত্রঃ



চিত্রঃ সিরিজ রেজোন্যান্স গ্রাফচিত্র।

৪.৬: সিরিজ রেজোন্যান্সসার্কিটের কোয়ালিটিফ্যাক্টরের ব্যাখ্যা:

সিরিজ রেজোন্যান্সসার্কিটেরইন্ডাকট্যান্সএবংক্যাপাসিট্যান্সেররিয়্যাকটিভ পাওয়ারএবংসার্কিটের গড় পাওয়ারেরঅনুপাতকে কোয়ালিটিফ্যাক্টরবলে।

$$\text{কোয়ালিটিফ্যাক্টর} = \frac{\text{ইন্ডাকট্যান্স এবং ক্যাপাসিট্যান্সের রিয়্যাকটিভ পাওয়ার}}{\text{সার্কিটের গড় পাওয়ারের}}$$

ধরাযাক, ইন্ডাকট্যান্সেররিয়্যাকটিভপাওয়ার $= I^2X_L$

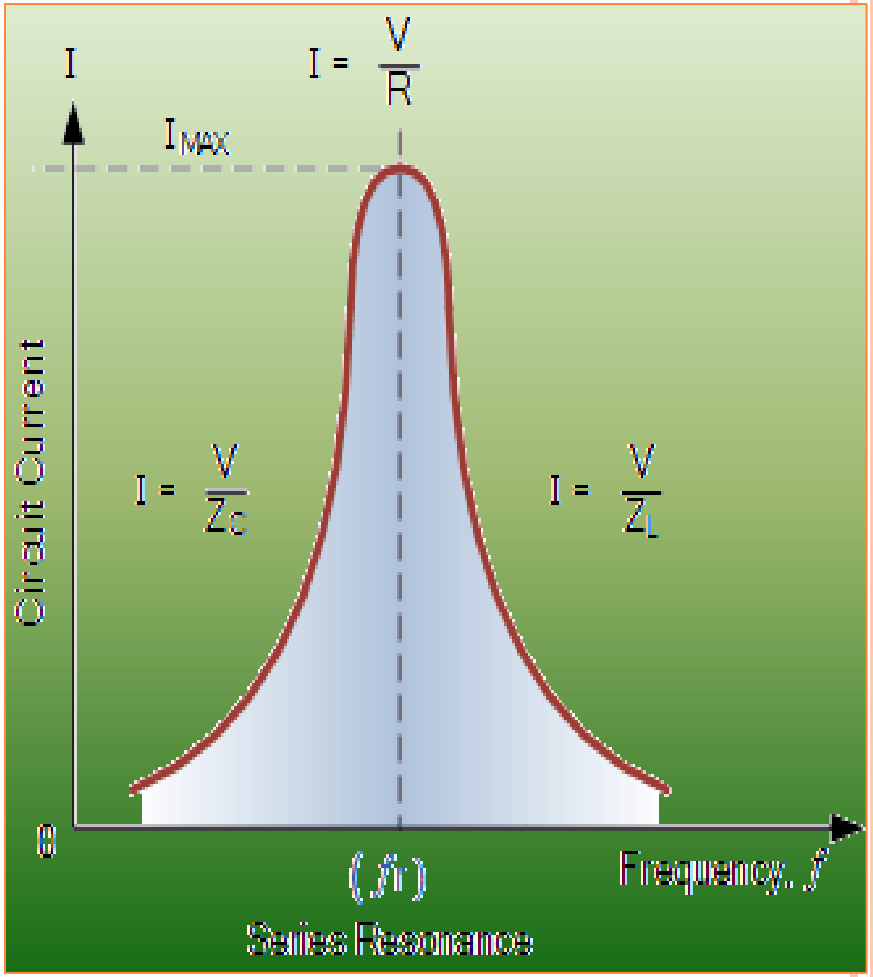
$= (\omega_0 L).I^2$

$= \omega_0 I^2 L$

সার্কিটের গড় পাওয়ার= I^2R

কোয়ালিটিফ্যাক্টর= $\frac{\omega_0 . I^2 L}{I^2 R}$

$= \frac{\omega_0 . L}{R}$



সমস্যা: 60μH এর সাথে কত মানেরক্যাপাসিট্যান্সসিরিজে সংযোগকরলে1000KC এ সার্কিটটিরেজোন্যান্সহবে?

সমাধান: $L = 60\mu H = 60\times10^{-6}H$

$f_o = 1000KC = 1000\times10^{3}C$

$C = ?$

আমরাজানি, $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$LC = \frac{1}{4\pi^2 f_o^2}$

$C = \frac{1}{4\pi^2 f_o^2 L}$

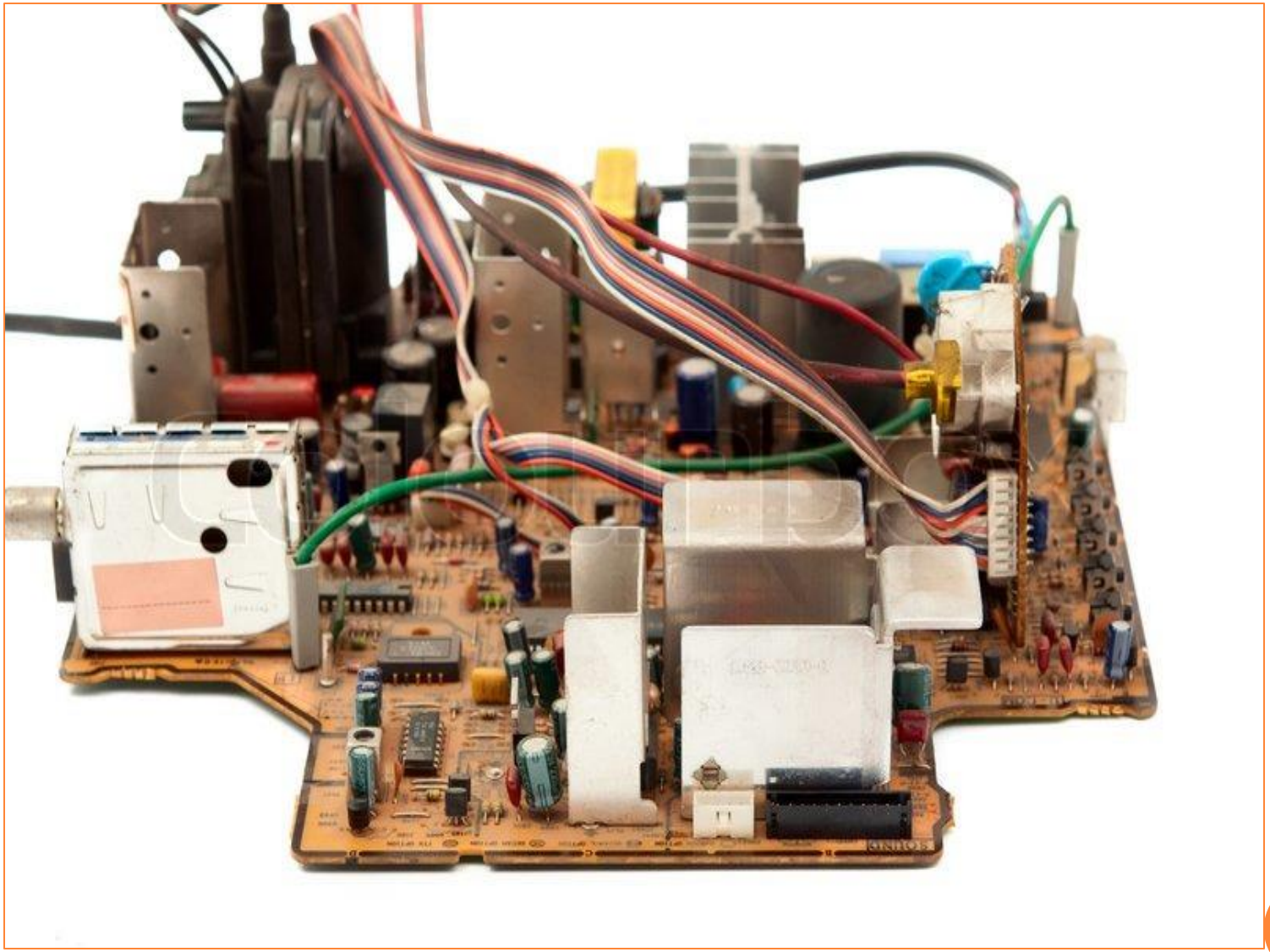
$= \frac{1}{4\pi^2\times60\times10^{-6}\times1000\times10^{3}}$

=

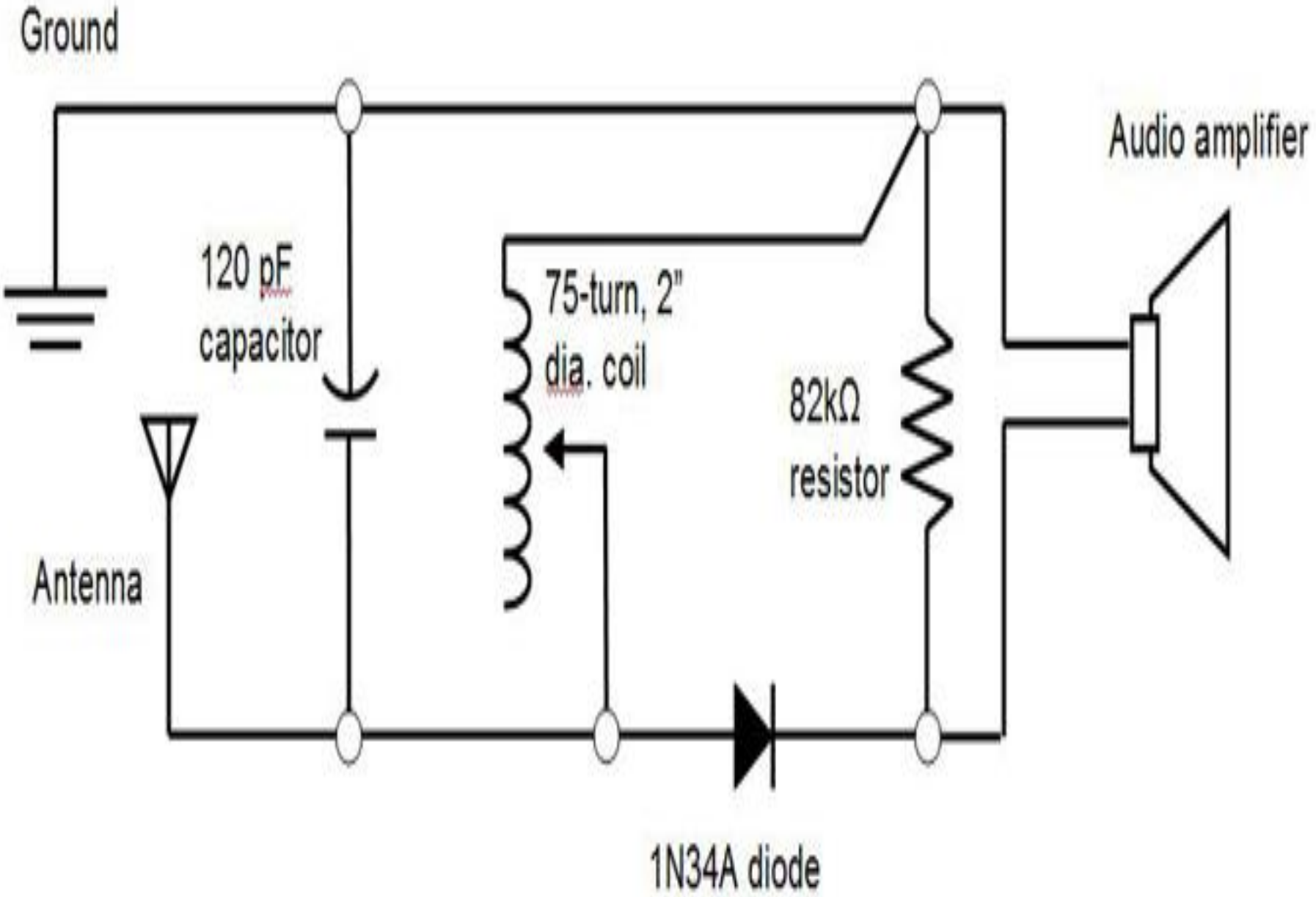
৪.৮: সিরিজ রেজোন্যান্সের প্রয়োগ:

১. টেলিভিশনে
২. রেডিওতে
৩. রাডারে
৪. সোনারে
৫. অন্যান্য ইলেকট্রনিক্স কমিউনিকেশন যন্ত্রপাতিতে।

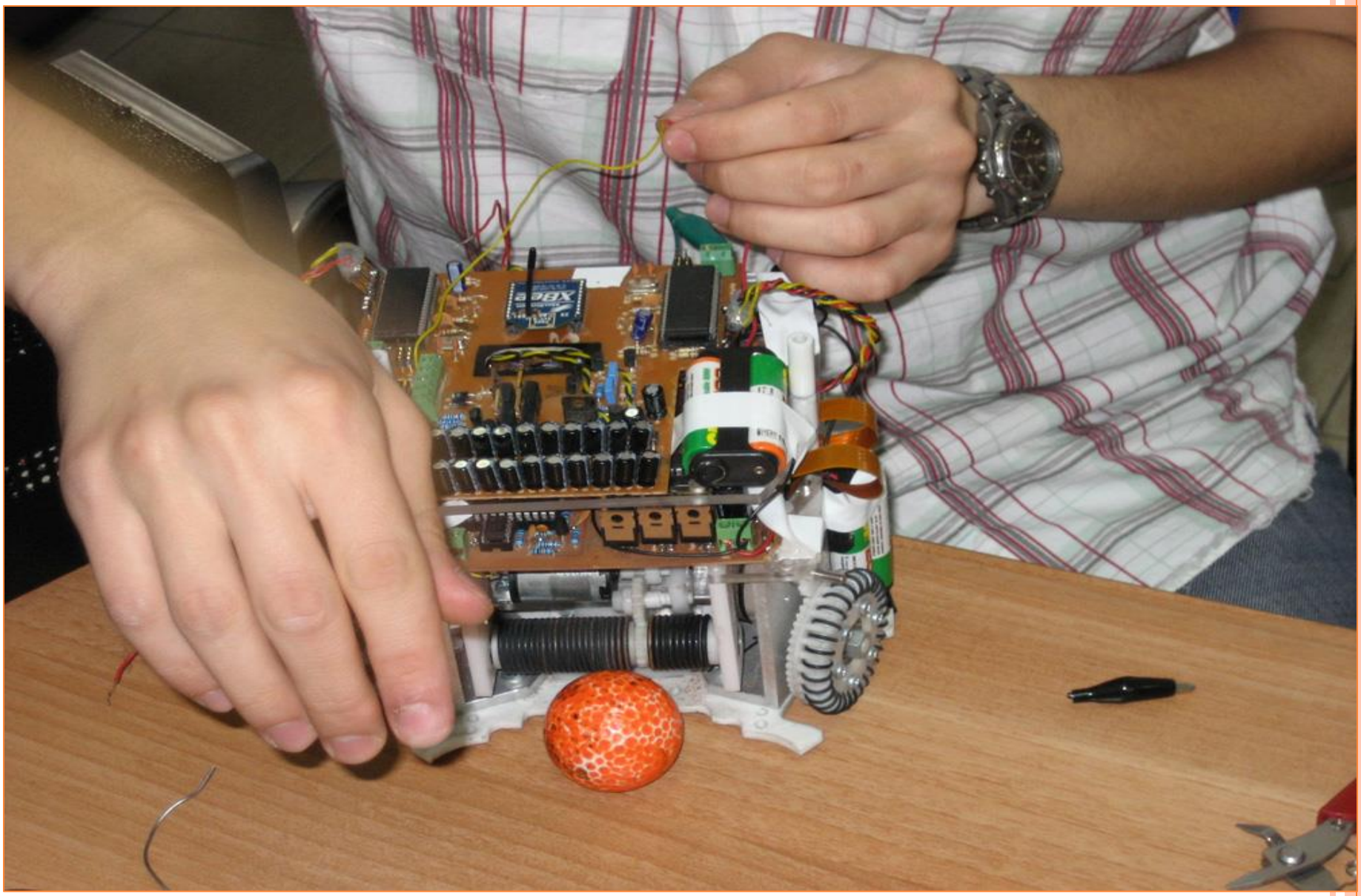
১. টেলিভিশনে

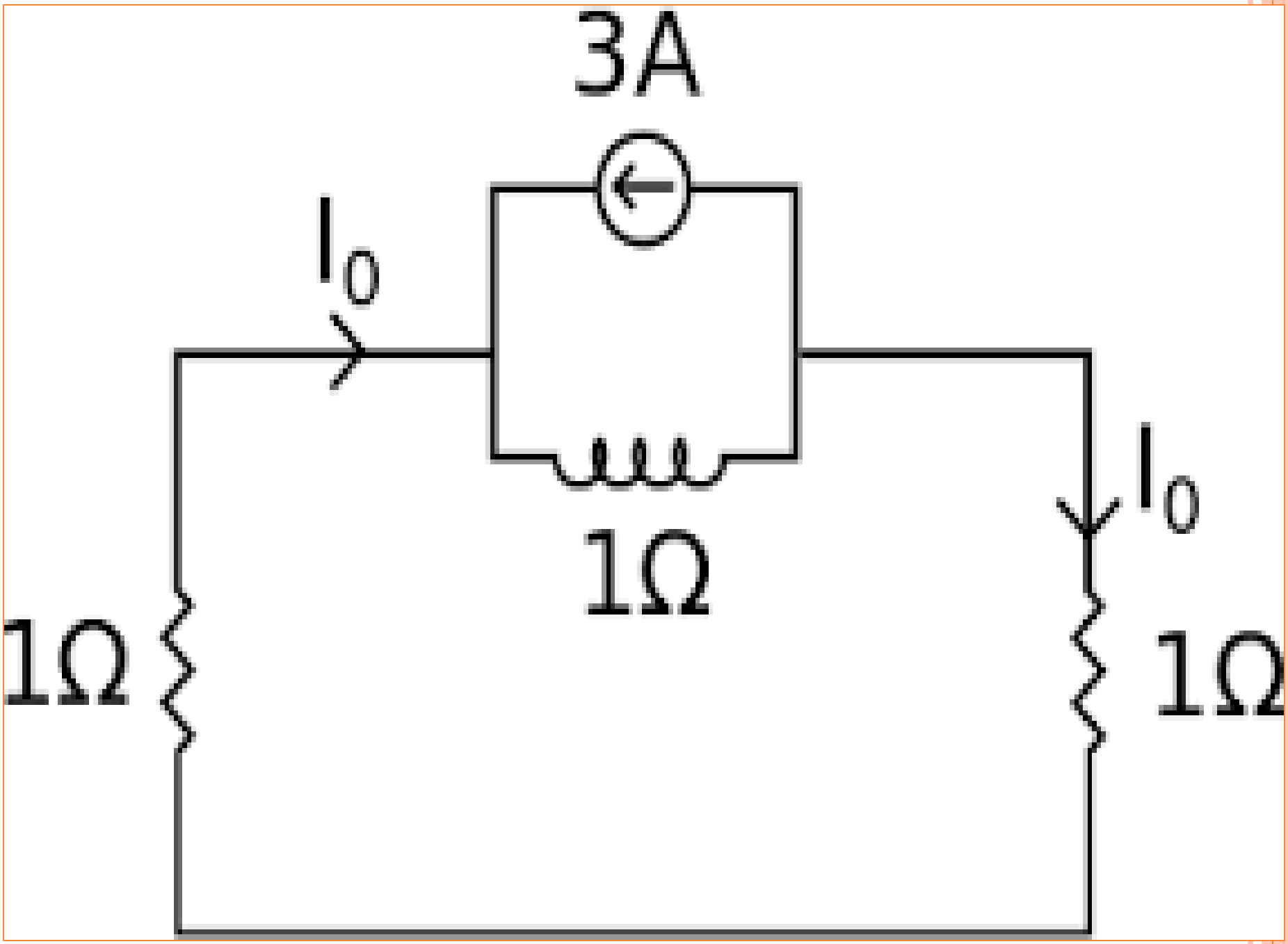


২. রেডিওতে

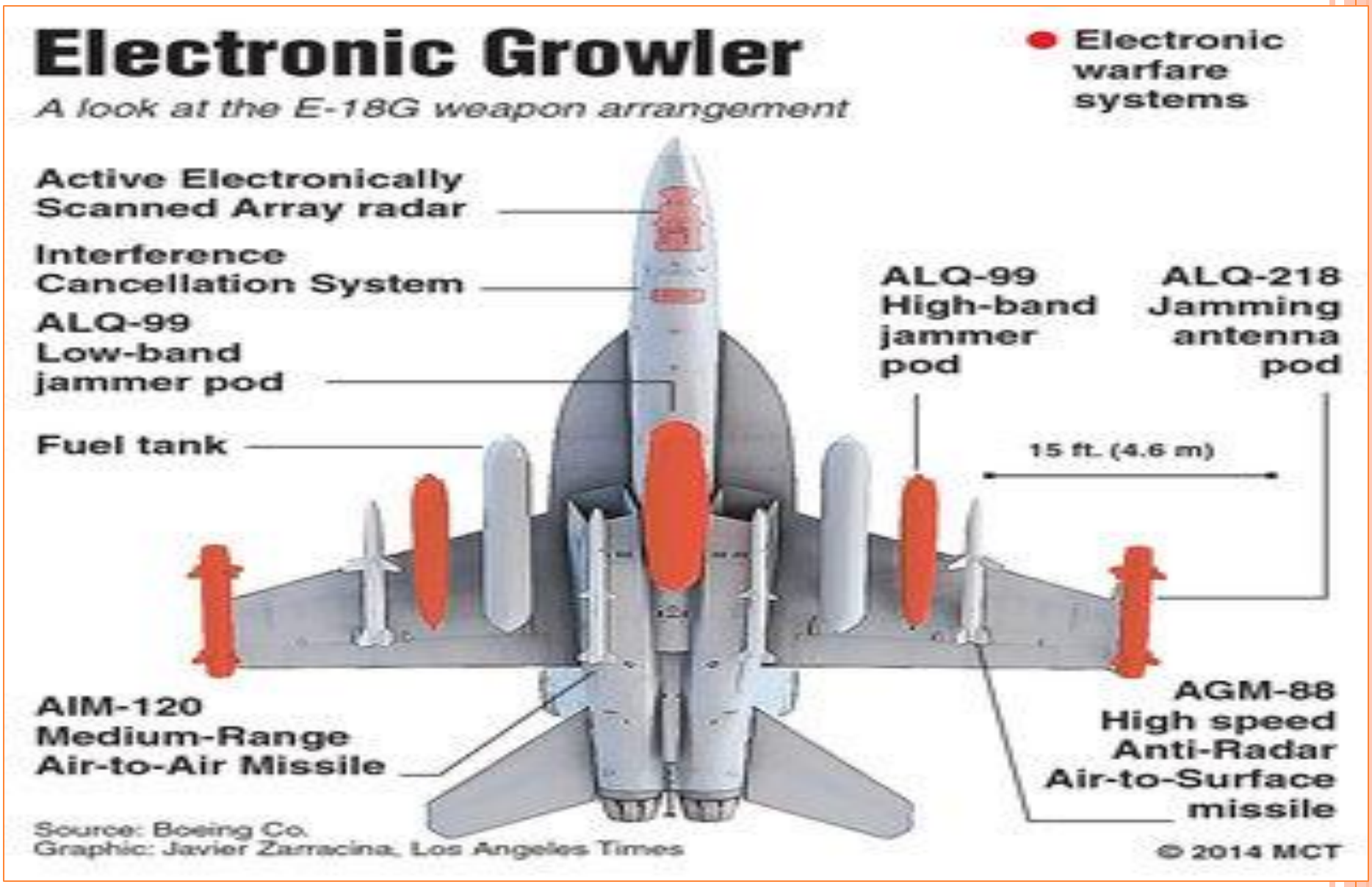

Ground
Audio amplifier
120 pF
capacitor
75-turn, 2"
dia. coil
82kΩ
resistor
Antenna
1N34A diode

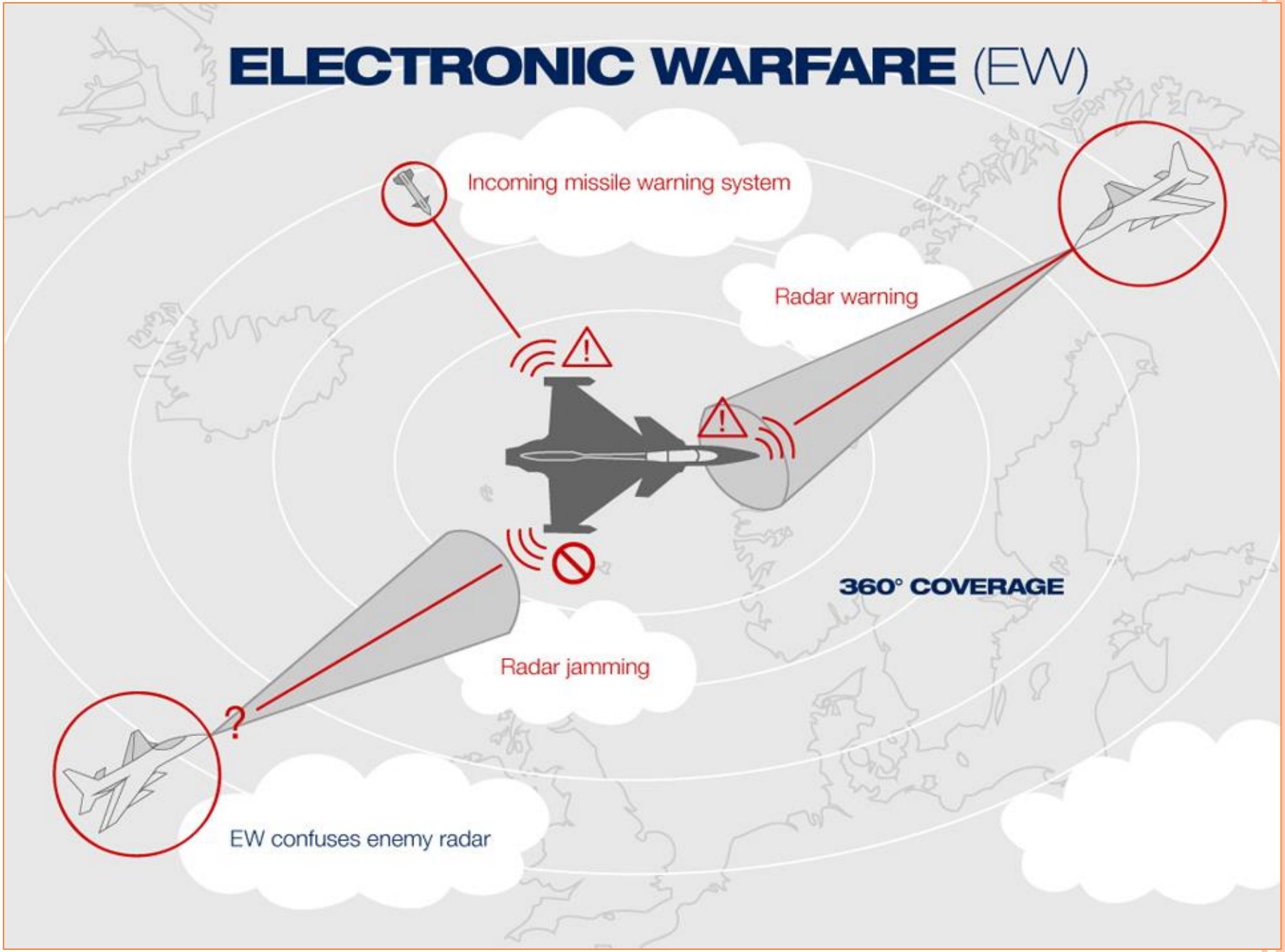
৪. সোনার




3A
I_0
1Ω
I_0
1Ω
1Ω

৩. রাডারে


Electronic Growler
A look at the E-18G weapon arrangement
Electronic warfare systems
Active Electronically Scanned Array radar
Interference Cancellation System
ALQ-99 Low-band jammer pod
Fuel tank
ALQ-99 High-band jammer pod
ALQ-218 Jamming antenna pod
15 ft. (4.6 m)
AIM-120 Medium-Range Air-to-Air Missile
AGM-88 High speed Anti-Radar Air-to-Surface missile
Source: Boeing Co.
Graphic: Javier Zarracina, Los Angeles Times
© 2014 MCT


ELECTRONIC WARFARE (EW)
Incoming missile warning system
Radar warning
360° COVERAGE
Radar jamming
EW confuses enemy radar

প্রশ্ন:

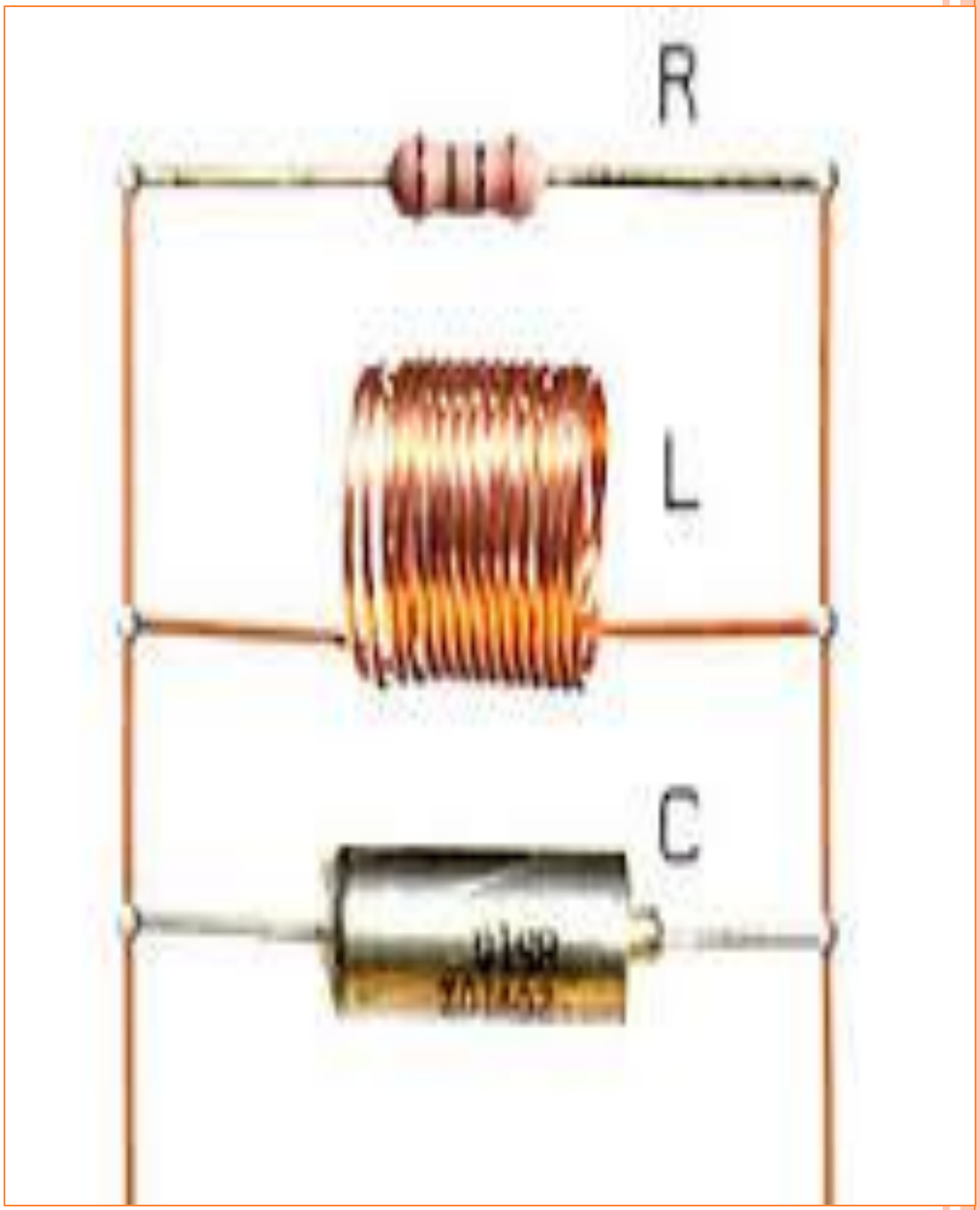
১. সিরিজ রেজোন্যান্স সার্কিটের কোয়ালিটি ফ্যাক্টরের সংজ্ঞা দাও।
২. সিরিজ রেজোন্যান্স সার্কিটের ব্যাবহার লিখ।
৩. কোয়ালিটি ফ্যাক্টর কাকে বলে? সূত্রটি লিখ।
৪. রেজোন্যান্স কার্ভ কি?
৫. ব্যান্ড-উইডথ কী?
৬. কোয়ালিটি ফ্যাক্টর সমীকরন নির্ণয় কর।
৭. কোয়ালিটি ফ্যাক্টর ব্যান্ড-উইডথ রেজোন্যান্স ফ্রিকোয়েন্সির সম্পর্ক নির্ণয় কর।
৮. ফ্রিকোয়েন্সি পরিবর্তনের সাথে সিরিজ সার্কিটের পাওয়ার ফ্যাক্টর কিভাবে পরিবর্তিত হয় ?
৯. সমস্যাবলী:

অধ্যায়: ৫

প্যারালাল সার্কিটে রেজোন্যান্সের মূলনীতি ।

৫.১: প্যারালাল রেজোন্যান্স:

দুই বা ততোধিক ইন্ডাকটিভ বা ক্যাপাসিটিভ শাখা বিশিষ্ট কোনপ্যারালাল সার্কিটের শাখা কারেন্ট সমূহের রিয়্যাকটিভ উপাংশগুলোর বীজগানিতিক যোগফল শুন্য হলে নার্কিটের সে অবস্থাকে প্যারালাল রেজোন্যান্স বলে।

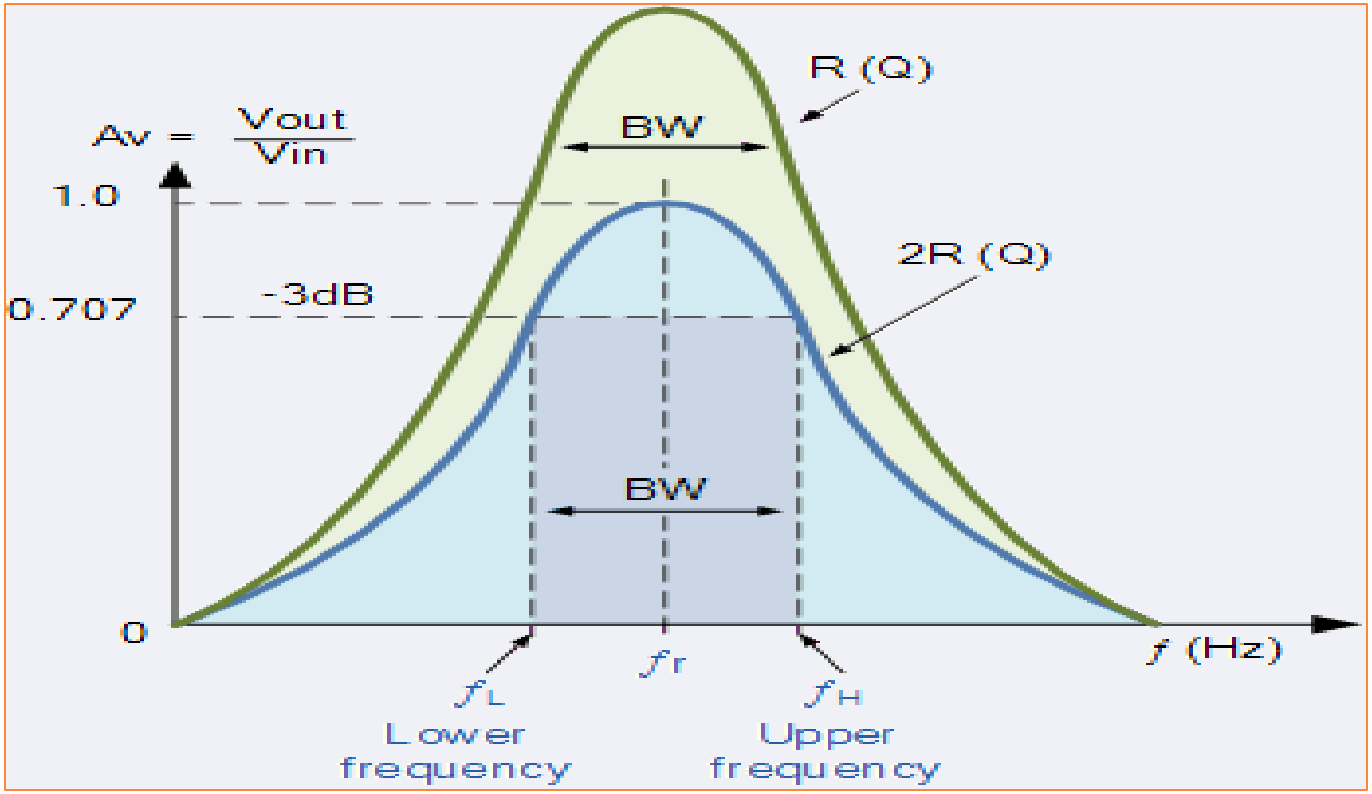


৫.২: প্যারালাল রেজোন্যান্স কার্ভ:

প্যারালাল সার্কিটে ফ্রিকোয়েন্সি পরিবর্তনের সাথে কারেন্টের যে পরিবর্তন হয় তার গ্রাফ চিত্রকে প্যারালাল রেজোন্যান্স কাভ বলে। এসি প্যারালাল সার্কিটে ফ্রিকোয়েন্সি ধীরে ধীরে বৃদ্ধি করলে ক্যাপাসিটিভশাখার ইম্পিডেন্স ধীরে ধীরে কমে যায়। এবং ইন্ডাকটিভ শাখার ইম্পিডেন্সধীরে ধীরে বৃদ্ধি পায়। সার্কিটে সমতুল্য ইম্পিডেন্স ধীরে ধীরে বৃদ্ধি পেতে থাকে। যেহেতু সার্কিটে ইম্পিডেন্স ধীরে ধীরে বৃদ্ধি পায় সেহেতু কারেন্ট ধীরে ধীরে কমতে থাকে। রেজোন্যান্স ফ্রিকোয়েন্সিতে সার্কিটে সমতুল্য সর্বোচ্চ হয় এবং কারেন্ট সর্বনিম্ন হয়। রেজোন্যান্স ফ্রিকোয়েন্সির পরে সার্কিটের ইন্ডাকটিভ শাখার ইম্পিডেন্স বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং ক্যাপাসিটিভ শাখার ইম্পিডেন্স কমতে থাকে কারেন্ট বৃদ্ধি পেতে থাকে।

প্যারালাল রেজোন্যান্সসার্কিটেরব্যান্ড-উইডথ:

প্যারালাল রেজোন্যান্সসার্কিটের যে দুটি বিন্দুতেসার্কিটেরইম্পিডেন্সসর্বোচ্চইম্পিডেন্সের $\frac{1}{\sqrt{২}}$ গুন হয়, সেই দুটি বিন্দুরফ্রিকোয়েন্সিরপার্থক্যকে প্যারালাল রেজোন্যান্সসার্কিটেরব্যান্ড-উইডথ বলে।



চিত্র: প্যারালাল রেজোন্যান্স সার্কিটের ব্যান্ড-উইডথ।

প্রশ্ন:

১. প্যারালাল রেজোন্যান্স সার্কিটে কারেন্ট সর্বনিম্ন হয় কেন ?

২. প্যারালাল রেজোন্যান্স এর শর্ত লিখ।

৩. R-C এবং R-L শাখা বিশিষ্ট এসি প্যারালাল সার্কিটের রেজোন্যান্স ফ্রিকোয়েন্সির সূত্র লিখ।

৫. লোয়ার এবং আপার কাট অফ ফ্রিকোয়েন্সি কাকে বলে ?

৬. প্যারালাল রেজোন্যান্স এর বৈশিষ্ট লিখ।

৭. প্যারালাল রেজোন্যান্স কি ?

৮. এসি প্যারালাল সার্কিটের রেজোন্যান্স ফ্রিকোয়েন্সি কি কি বিষয়ের উপর নির্ভর করে ?

৯. এসি প্যারালাল সার্কিটের রেজোন্যান্স ফ্রিকোয়েন্সির চেয়ে বেশি ফ্রিকোয়েন্সিতে ইম্পিডেন্সের মান বৃদ্ধি পায় কেন ?

ষষ্ঠ অধ্যায়

প্যারালাল রেজোন্যান্স সার্কিটে ব্যান্ড উইডথ এবং কোয়ালিটি ফ্যাক্টরের প্রভাব।

৬.১: ডায়নামিক ইম্পিডেন্স:

এসি প্যারালাল সার্কিটের রেজোন্যান্স ফ্রিকোয়েন্সিতে ইম্পিডেন্স সর্বোচ্চ হয়। প্যারালাল সার্কিটের এ রেজোন্যান্স ইম্পিডেন্সকে ডায়নামিক ইম্পিডেন্স বলে।

কারেন্ট বিবর্ধন:

প্যারালাল সার্কিটের রেজোন্যান্স অবস্থায় শাখা কারেন্ট এবং ইনপুট কারেন্ট এর অনুপাতকে কারেন্ট বিবর্ধন বলে। প্যারালাল সার্কিটের কারেন্ট বিবর্ধন কোয়ালিটি ফ্যাক্টরের সমান।

৬.৩: প্যারালাল রেজোন্যান্স এর প্রয়োগ:

১. প্যারালাল রেজোন্যান্স সার্কিট যখন সোর্সের সাথে সংযোগ করা হয়। তখন এটা ফিল্টার হিসাবে খুব ভালো কাজ করে।

২. প্যারালাল রেজোন্যান্স সার্কিট যখন সোর্সে সাথে প্যারালাল সংযোগ করা হয়। তখন এটা ব্যান্ড-পাস ফিল্টার হিসাবে খুব ভালো কাজ করে

৩. অসিলেটর সার্কিটে প্যারালাল রেজোন্যান্স ব্যবহার হয়।

৪. ওয়েভ ট্রাপ অসিলেটর সার্কিটে প্যারালাল রেজোন্যান্স ব্যবহার হয়।

সিরিজ রেজোন্যান্স	প্যারালাল রেজোন্যান্স
১. সিরিজ রেজোন্যান্স সার্কিটের রিয়্যাকটিভ ভোল্টেজের বীজগানিতিক যোগফল শুন্য।	১.প্যারালাল রেজোন্যান্স সার্কিটের শাখা কারেন্ট সমুহের রিয়্যাকটিভ উপাংশের বীজগানিতিক যোগফল শুন্য।
২. নির্দিষ্ট রোধের জন্য সার্কিটের কারেন্ট সর্বোচ্চ হয়।	২. নির্দিষ্ট কন্ডাক্ট্যান্সের জন্য সার্কিটের ভোল্টেজ সর্বোচ্চ হয়।
৩. সার্কিটের ইম্পিডেন্স সর্বনিম্ন হয়।	৩. সার্কিটের ইম্পিডেন্স সর্বোচ্চ হয়।
৪. ইন্ডাকটিভ এবং ক্যাপাসিটেন্স রিয়্যাকট্যান্স সমান হয়।	৪. ইন্ডাকটিভ এবং ক্যাপাসিটেন্স সাসসেপট্যান্স সমান হয়।
৫. ভোল্টেজ সোর্স সর্বোচ্চ মানে স্থির থাকে।	৫. কারেন্ট সোর্স সর্বোচ্চ মানে স্থির থাকে।
৬. ভোল্টেজ বিবর্ধন হয়।	৬. কারেন্ট বিবধন হয়।

প্রশ্ন:

১. ডায়নামিক ইম্পিডেন্স কি ?

২. রেজোন্যান্স কার্ভ বলতে কি বুঝ ?

৩. এসি প্যারালাল সার্কিটের রেজোন্যান্স পাওয়ার ফ্যাক্টর ইউনিটি হয় কেন ?

৪. এসি প্যারালাল সার্কিটের কোয়ালিটি ফ্যাক্টর কি ?

৫. এসি প্যারালাল সার্কিটের কখন ইন্ডাকটিভ সার্কিটের ন্যায় কাজ করে ?

৬. সিরিজ রেজোন্যান্স ও প্যারালাল রেজোন্যান্স এর তুলনা কর।

৭. প্যারালাল রেজোন্যান্স সার্কিটের প্রয়োগ ক্ষেত্র উল্লেখ কর।

৮. প্যারালাল রেজোন্যান্সকে কারেন্ট রেজোন্যান্স বলা হয় কেন ?

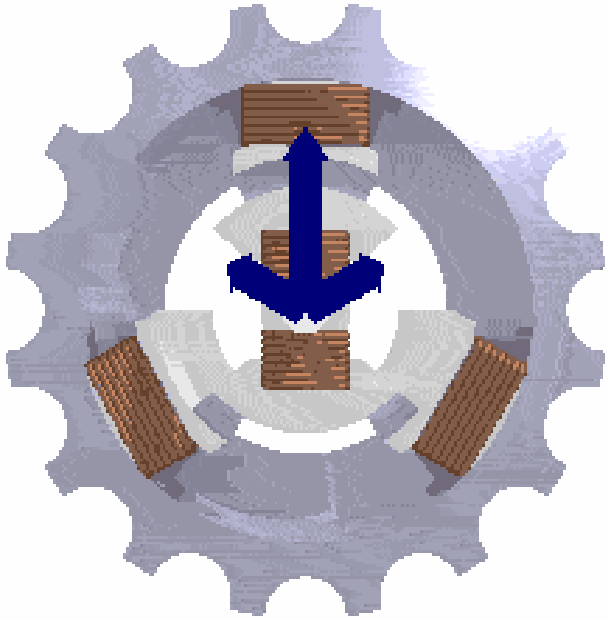
৯. সমস্যাবলী:

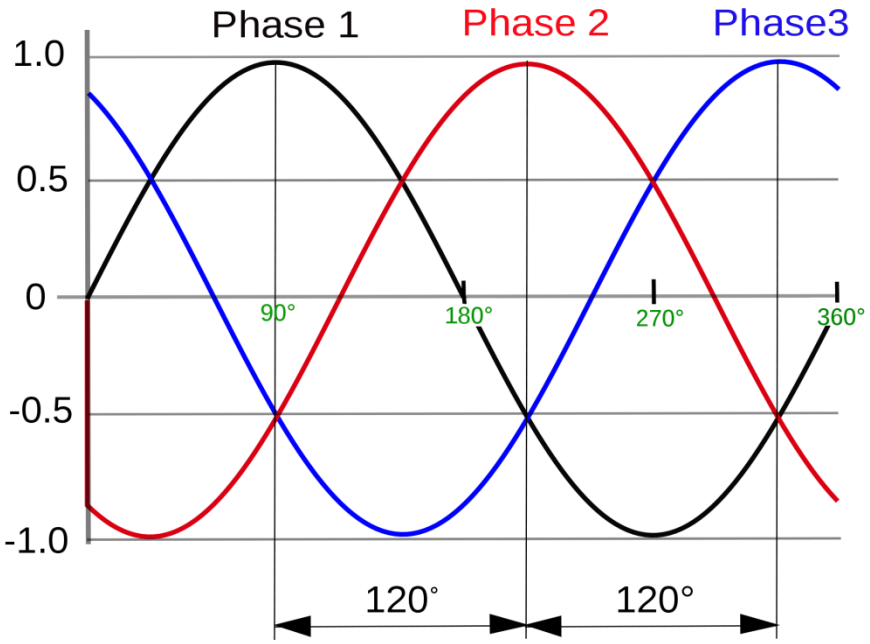
সপ্তম অধ্যায়

পলিফেজ পাওয়ার সিস্টেম সম্পর্কে ধারনা:

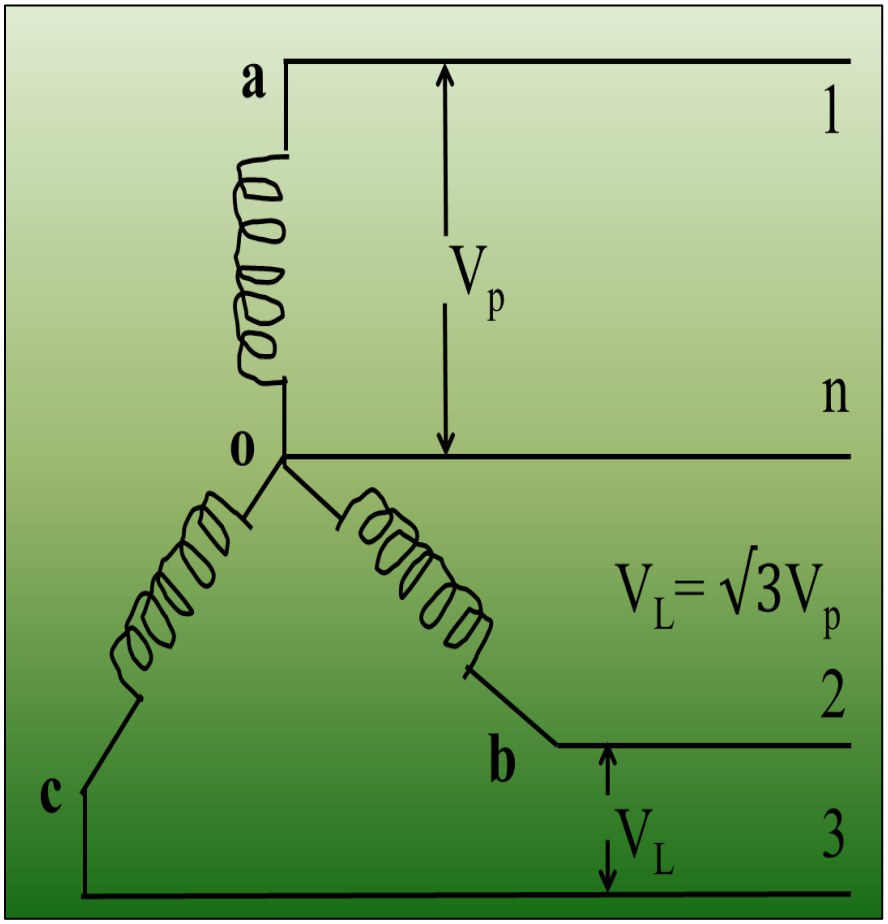
পলিফেজ এসি সিস্টেম: যে পাওয়ার সিস্টেম দুই বা ততোধিক একই প্রকার ফেজের সমন্বয়ে গঠিত তাকে পলিফেজ সিস্টেম বলে।

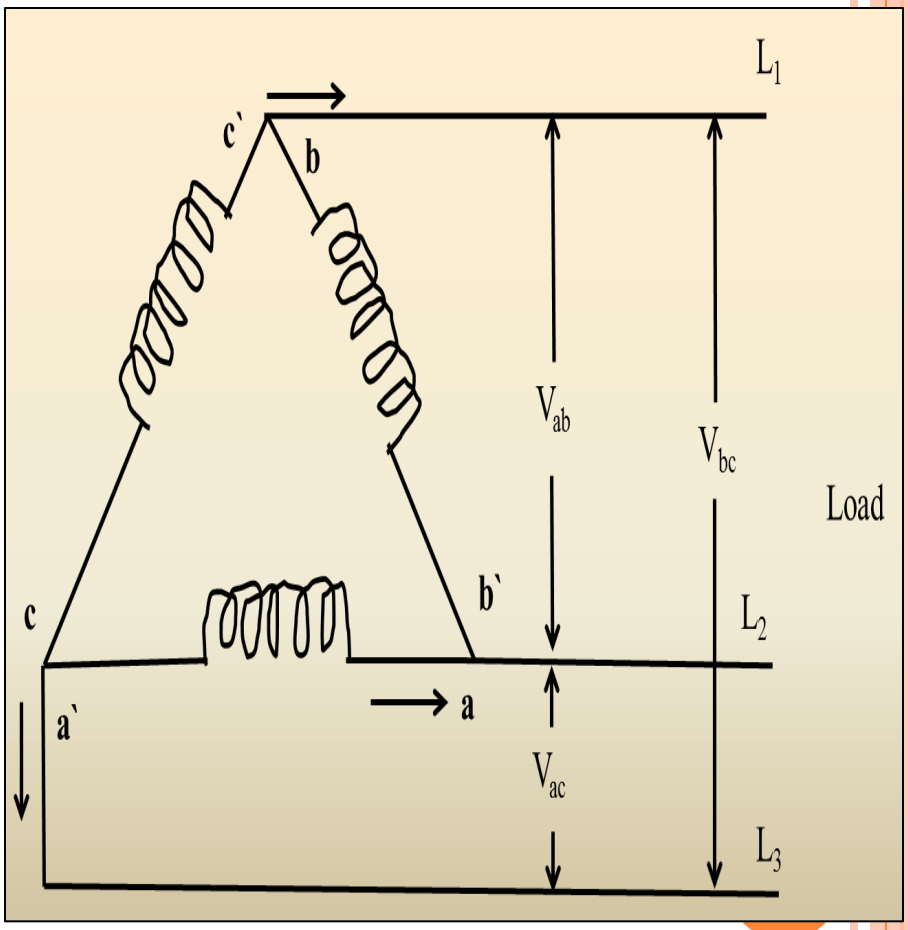
পলিফেজ এসি সিস্টেম ভোল্টেজগুলোর পরস্পরের মধ্যে ১২০° ফেজ পার্থক্য থাকে। তবে দুইফেজ পদ্ধতির ভোল্টেজগুলোর পরস্পরের মধ্যে ৯০° ফেজ পার্থক্য থাকে।



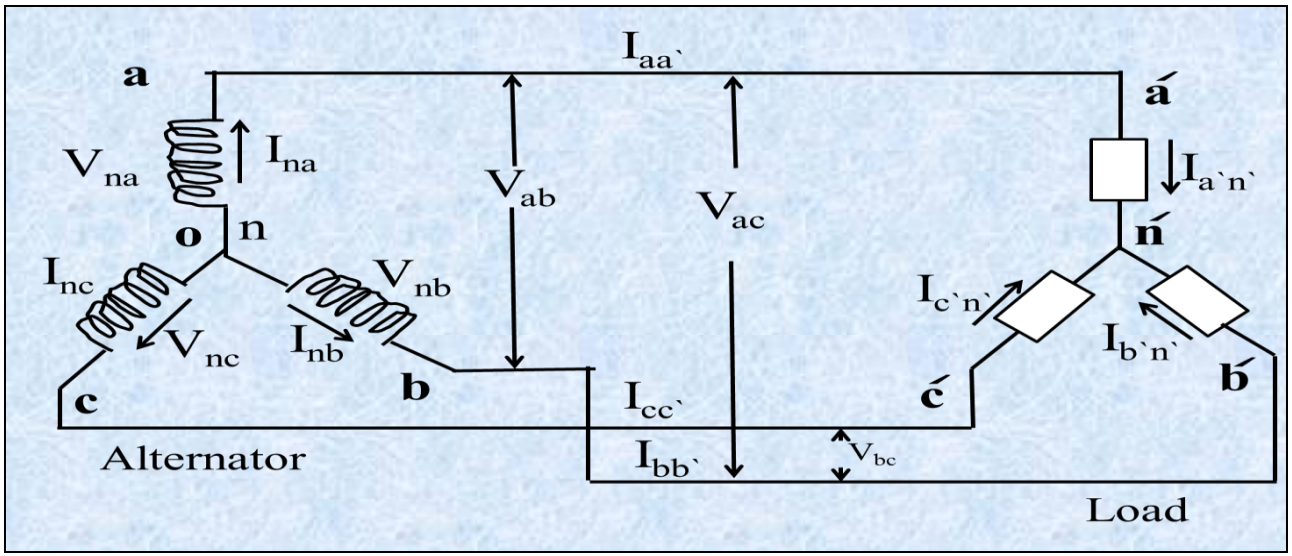


পলিফেজ এসি সিস্টেম

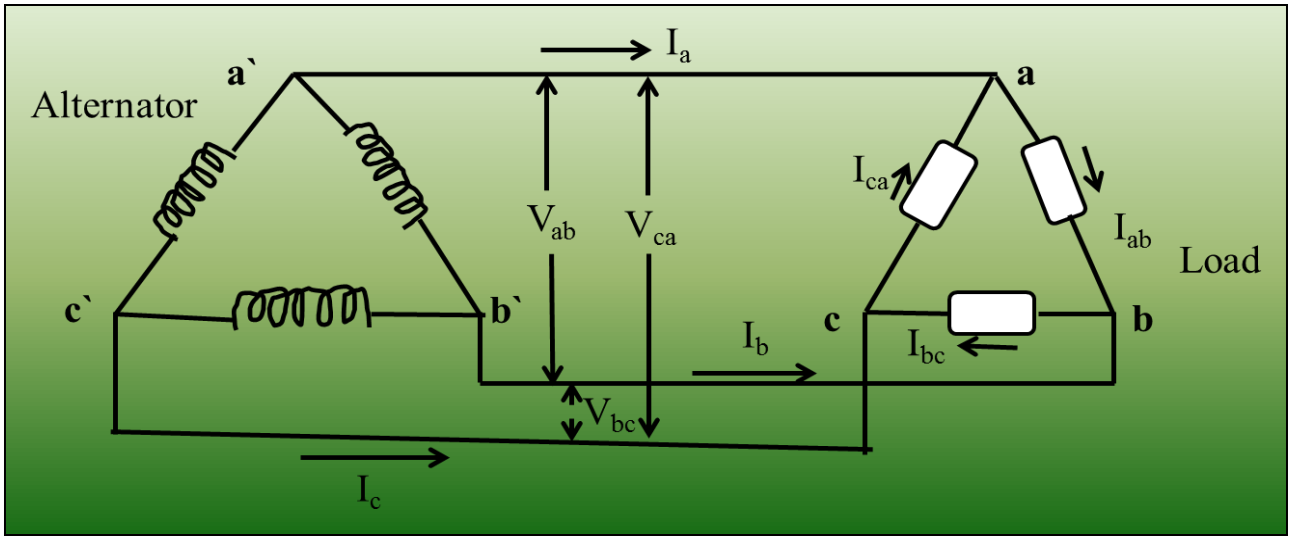




স্টার টু ডেল্টা



ডেল্টা টু স্টার



সিঙ্গেল ফেজের তুলনায় তিন ফেজ পাওয়ার সিস্টেমের সুবিধা।

১. একই পাওয়ার আউটপুটের জন্য এক ফেজের তুলনায় তিন ফেজ মেশিনের দক্ষতা বেশি।

২. একই পাওয়ার পরিবহনের জন্য এক ফেজের তুলনায় তিন ফেজে তামার পরিমান কম লাগে।

৩. এক ফেজের তুলনায় তিন ফেজের রেগুলেশন ভালো হয়।

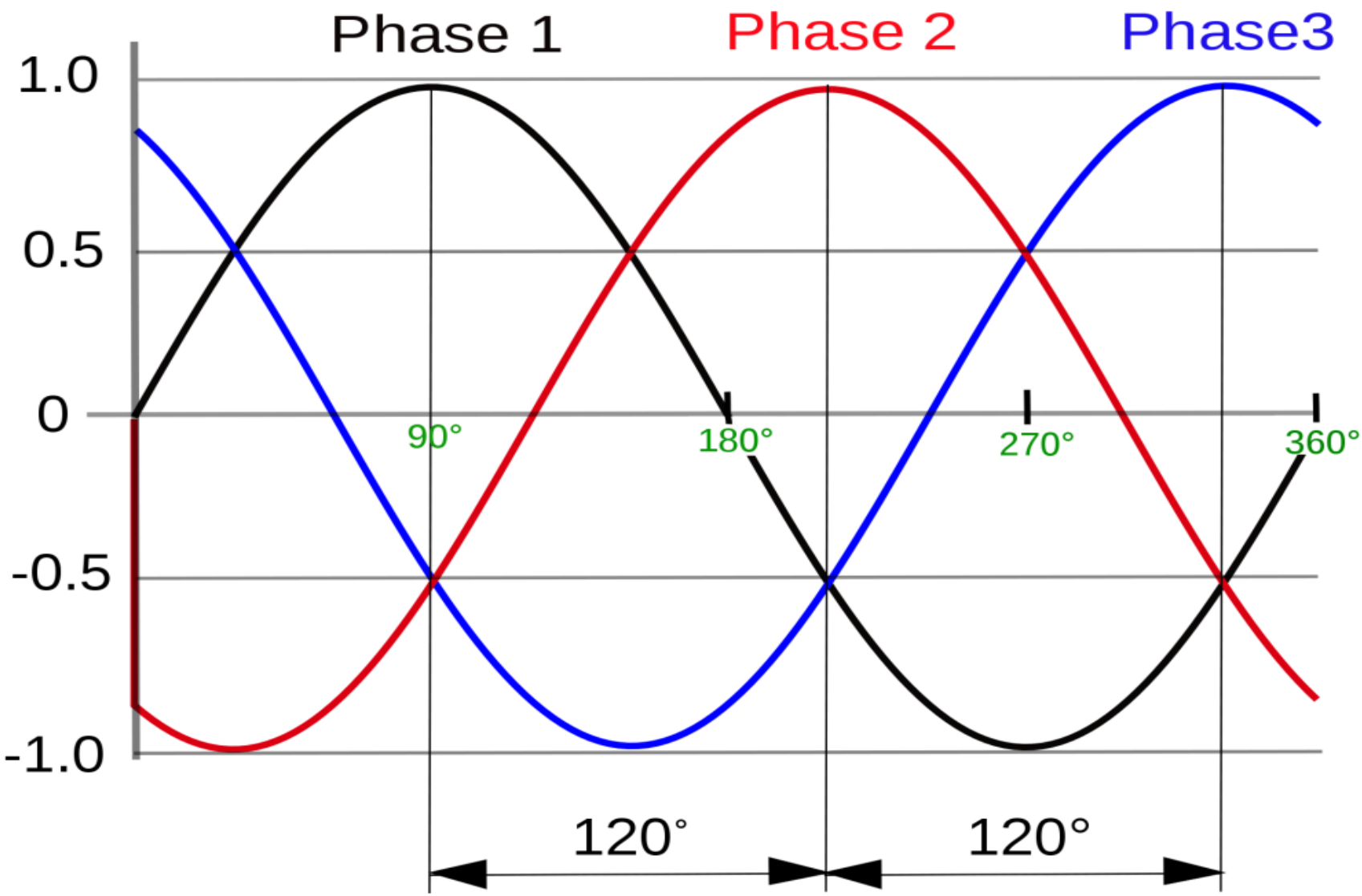
৪. সিঙ্গেল ফেজ মোটর নিজে নিজে স্টার্ট নিতে পারে না কিন্তু তিন ফেজ মোটর নিজে নিজে স্টার্ট নিতে পারে।

৫. সিঙ্গেল ফেজ মোটর তুলনায় তিন ফেজ মোটর মসৃনভাবে চলে।

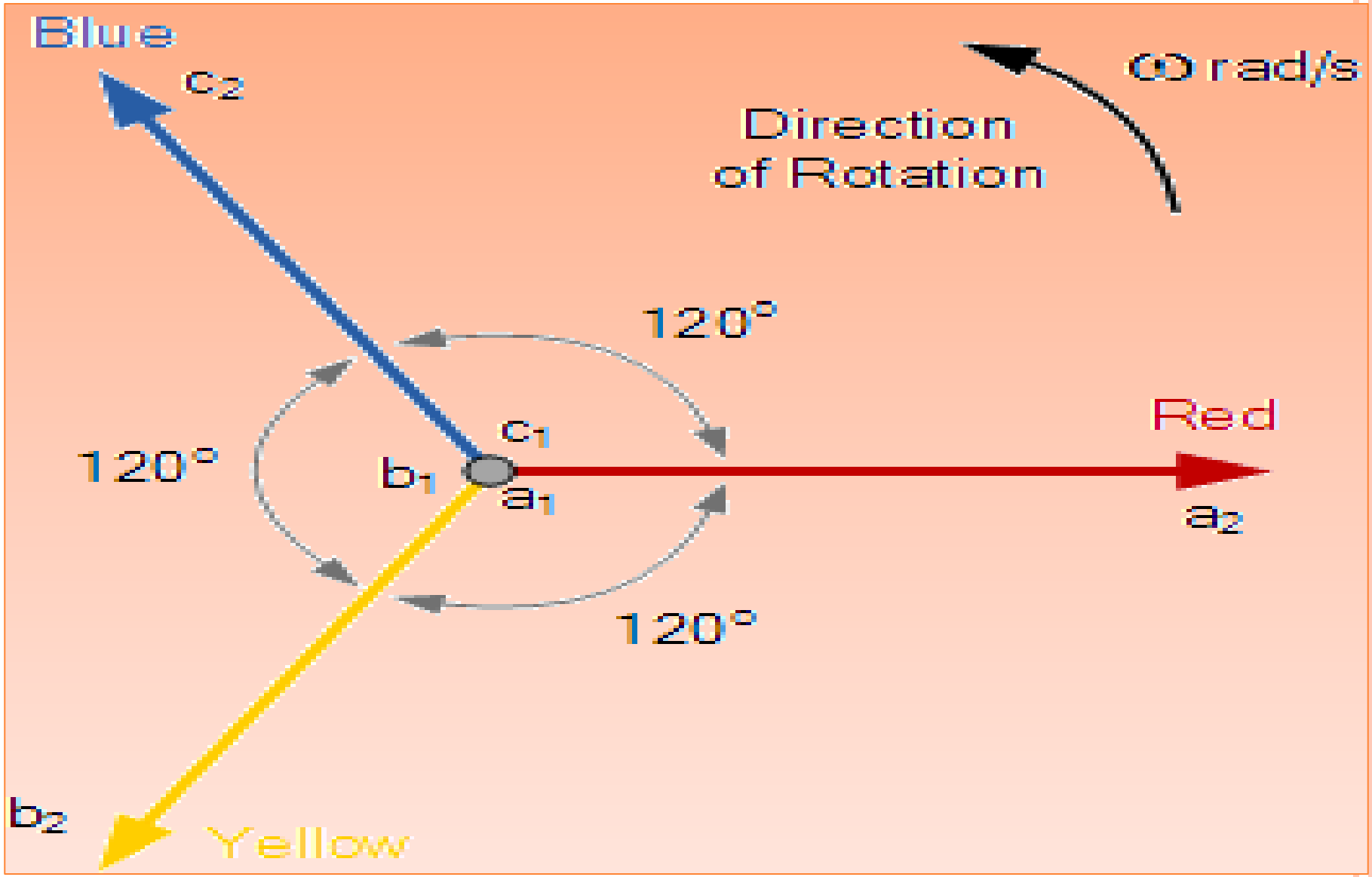
৬. এক ফেজের তুলনায় তিন ফেজের অল্টারনেটরের সিনক্রোনাইজিং করা সহজ।

৭. তিন ফেজ থেকে এক ফেজ সংযোগ দেয়া যায়। কিন্তু এক ফেজ থেকে তিন ফেজ সংযোগ দেয়া যায় না।

৭.৪: পলিফেজ পাওয়ার সিস্টেম এর ওয়েভ ডায়াগ্রাম।



৭.৫: পলিফেজ এসি সিস্টেম এর ভেক্টর ডায়াগ্রাম।



প্রশ্নাবলী:

১. ফেজ ও ফেজ ডিফারেন্স কি ?

২. পলিফেজ সিস্টেম কাকে বলে ?

৩. পলিফেজ এসি সিস্টেম এর ওয়েভ ডায়াগ্রাম অংকন কর।

৪. পলিফেজ সিস্টেমের ভোল্টেজ বা কারেন্টগুলোর ফেজ পার্থক্য কত?

৫. স্গেল ফেজের তুলনায় তিন ফেজ পাওয়ার সিস্টেমের সুবিধা লিখ।

৬. তিন ফেজ পদ্ধতির ওয়েভ ডায়াগ্রাম অংকন কর।

৭. পাওয়ার সিস্টেম কি ?

৮. তিন ফেজ পদ্ধতির ওয়েভ ভেক্টর ডায়াগ্রাম অংকন কর।

৯. তিন ফেজ পদ্ধতির ভোল্টেজের সমীকরনগুলো লিখ।

অষ্টম অধ্যায়

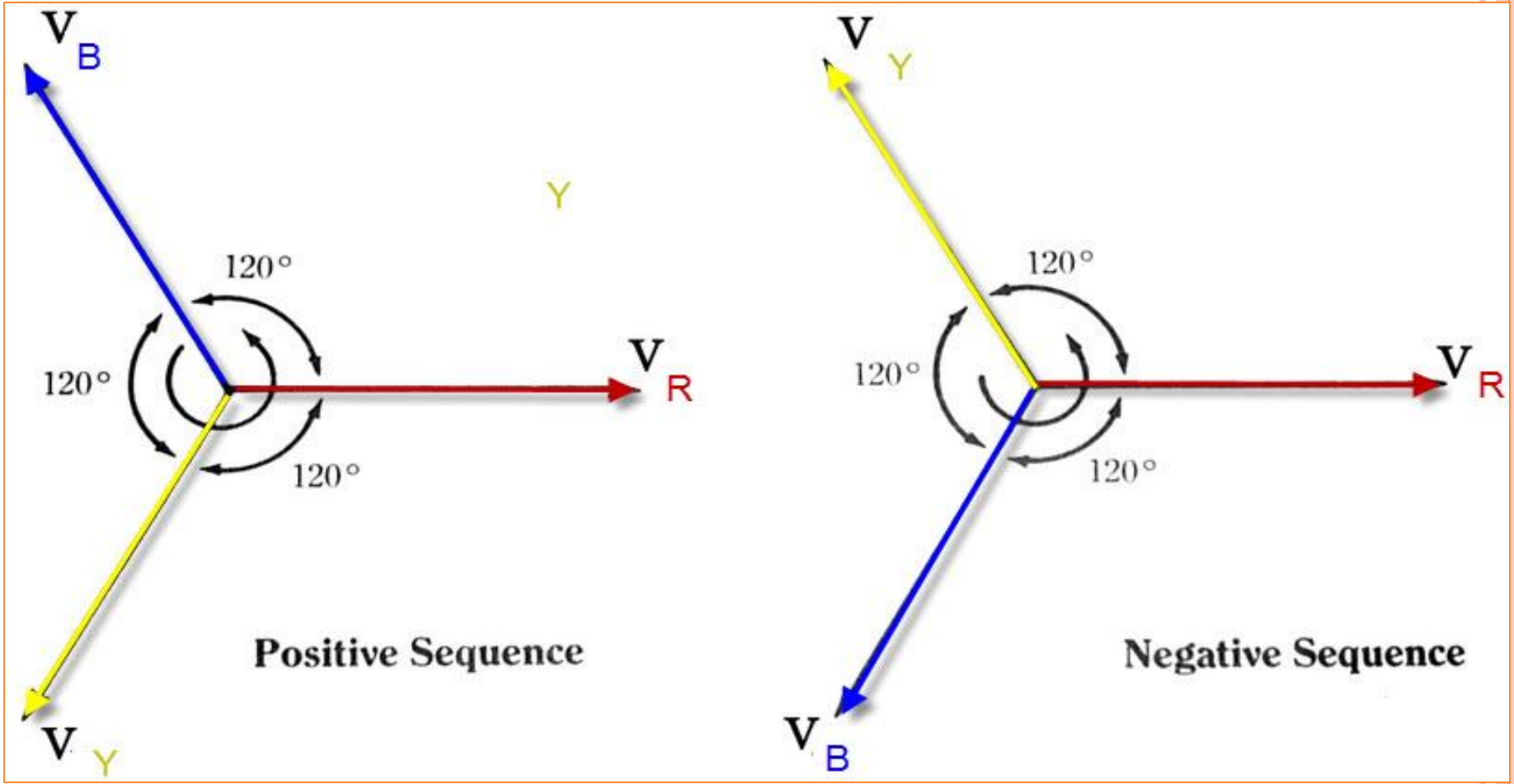
পলিফেজ পাওয়ার সিস্টেমের ধারনা।

৮.১: ডাবল সাবস্ক্রিট নোটেশন।

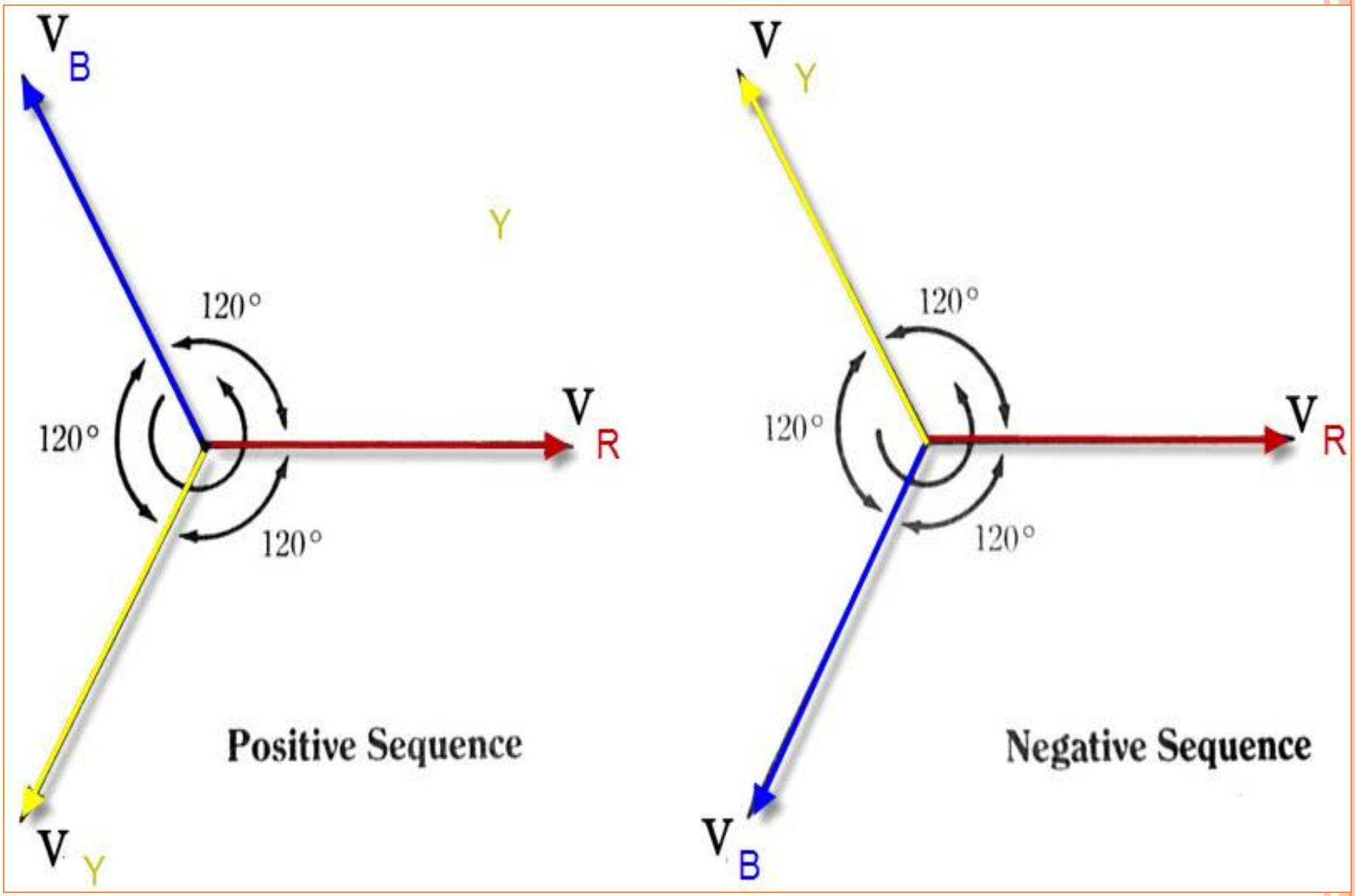
যে পদ্ধতিতে এসি সার্কিটে ভোল্টেজ বা কারেন্টের দিক নির্দেশনার জন্য ভোল্টেজ বা কারেন্টের প্রতিকের সাবস্ক্রিট হিসাবে দুটি অক্ষর ব্যবহার করা হয় সেই পদ্ধতিকে ডাবল সাবস্ক্রিট নোটেশন বলে।

৮.২: পলিফেজ সিস্টেমের ফেজ সিকুয়েন্স চিহ্নিতকরন:

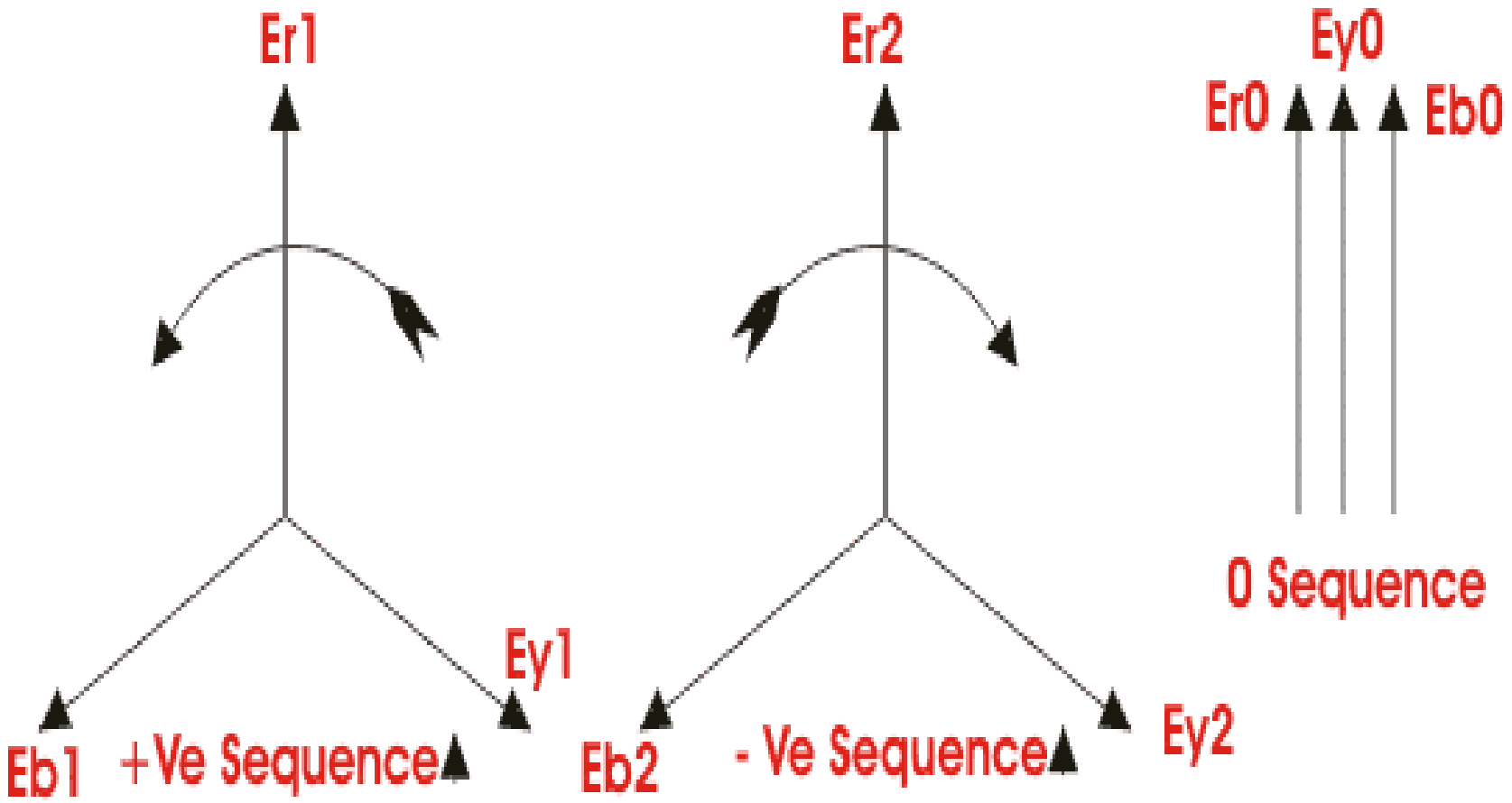
যে ক্রমানুসারে পলিফেজ পদ্ধতির ফেজ ভোল্টেজগুলো এদের পজেটিভ সর্বোচ্চ মান এবং অন্যান্য অনুরুপ তাৎক্ষনিক মান অতিক্রম করে তাকে পলিফেজ পদ্ধতির ফেজ সিকুয়েন্স বলে।



৮.২: পলিফেজ সিস্টেমের ফেজ সিকুয়েন্স চিহ্নিতকরন:



৮.২: পলিফেজ সিস্টেমের ফেজ সিকুয়েন্স চিহ্নিতকরন:



৮.৩: রিভার্স ফেজ সিকুয়েন্স:

ধরা যাক, একটি তিন ফেজ মোটর নির্দিষ্ট দিকে ঘুরছে। এখন মোটরের যে কোন দুটি ফেজের মধ্যে পারস্পরিক পরিবর্তন করলে মোটরের ফেজ ভোল্টেজগুলোর ফেজ সিকুয়েন্স পরিবর্তন হয়ে থাকে ফলে মোটর উল্টা দিকে ঘুরবে।

৮.৪: ফেজ সিকুয়েন্স পরীক্ষ পদ্ধতি:

যে কোন অলটারনেটর মোটর ট্রান্সফরমার লোড ইত্যাদি সঠিক ফেজ সিকুয়েন্স অনুসারে সংযোগ না দিলে বিভিন্ন রকমের সমস্যা সৃষ্টি হয়। ফেজ সিকুয়েন্স টেষ্টের জন্য দুটি পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

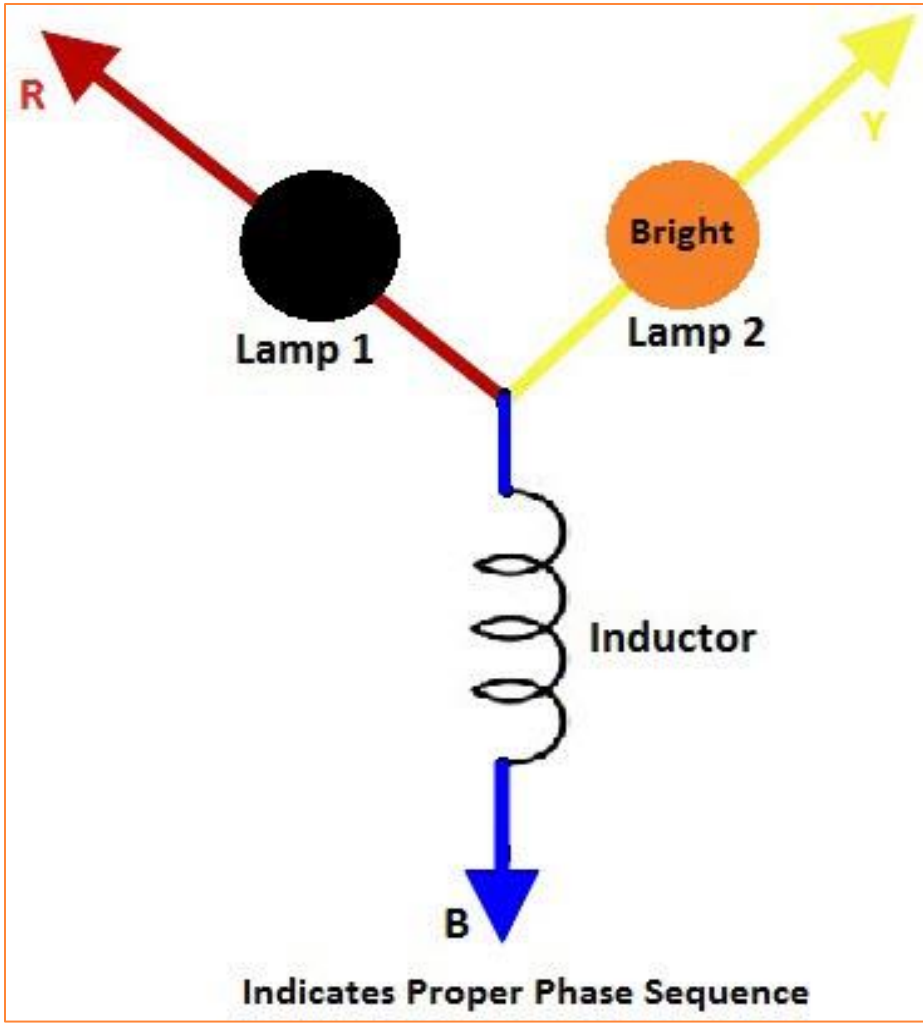
যথা: ১. দুই বাতি এবং একটি ক্যাপাসিটর পদ্ধতি।

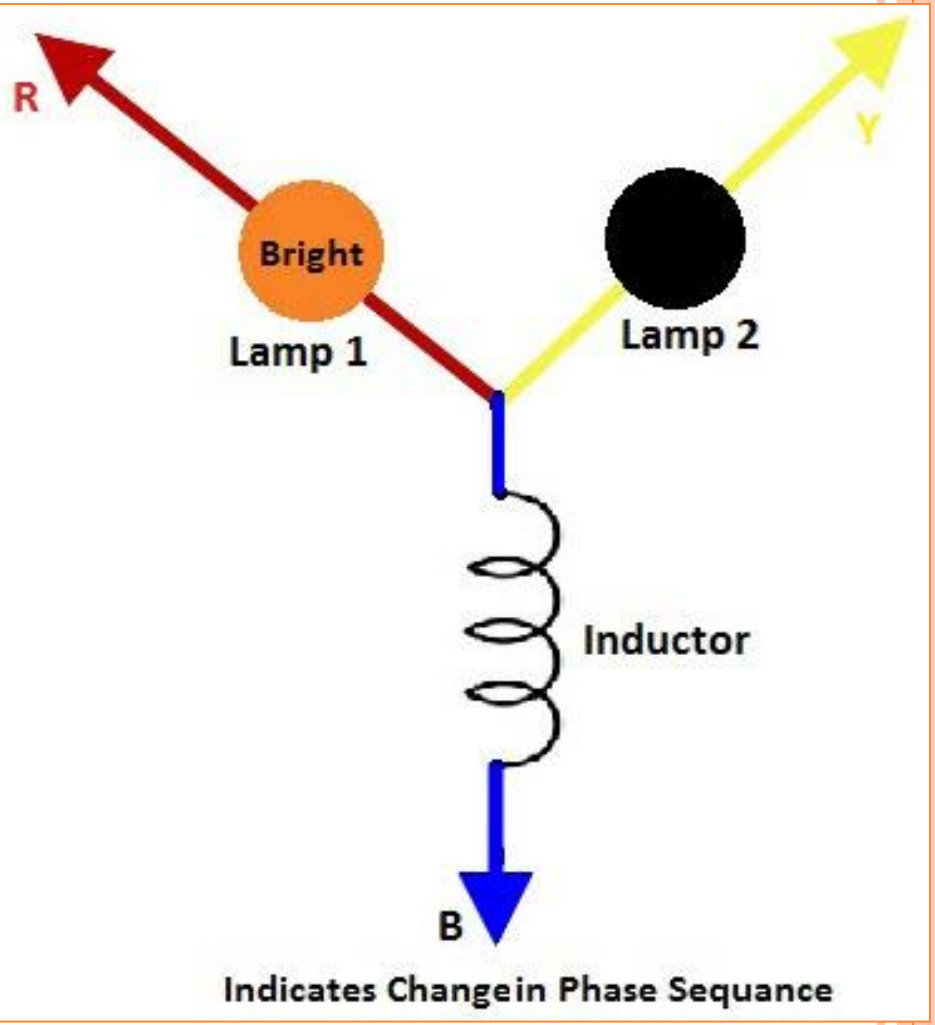
২. তিন ফেজ মোটর পদ্ধতি ।

- কী কী পদ্ধতিতে ফেজ-সিকুয়েন্স চেকিং করা যায় ?

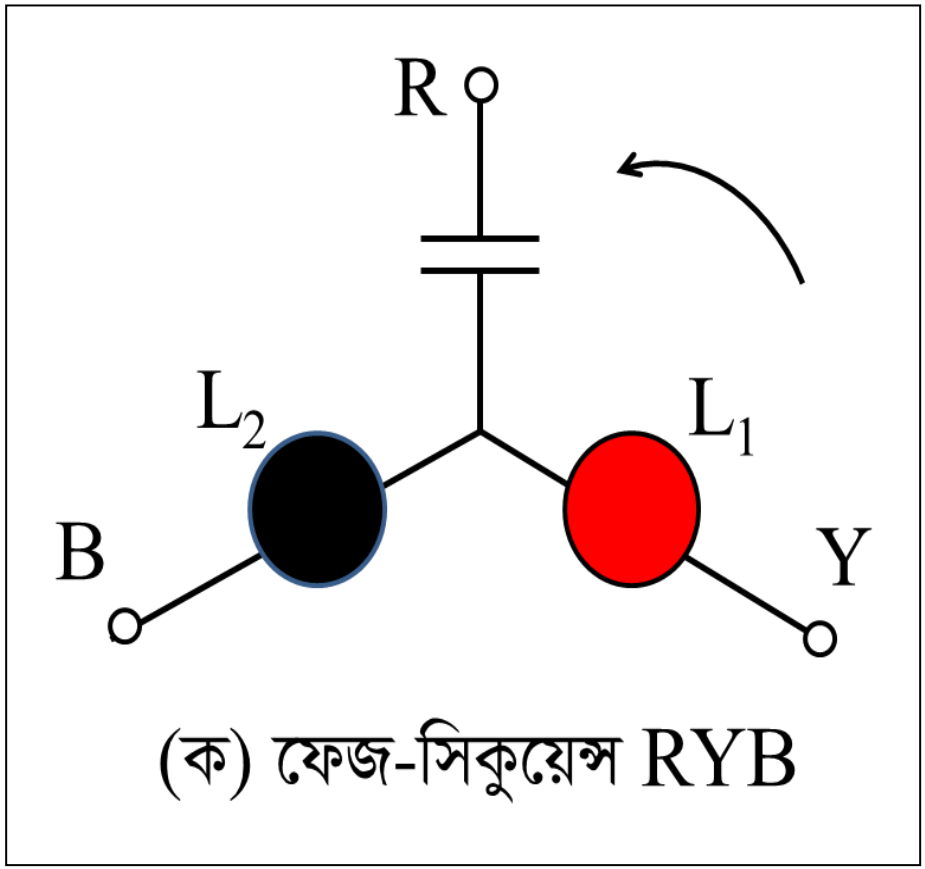
১। বাতি ও ক্যাপাসিটর পদ্ধতি।

২। ফেজ-সিকুয়েন্স ইন্ডিকেটর পদ্ধতি।

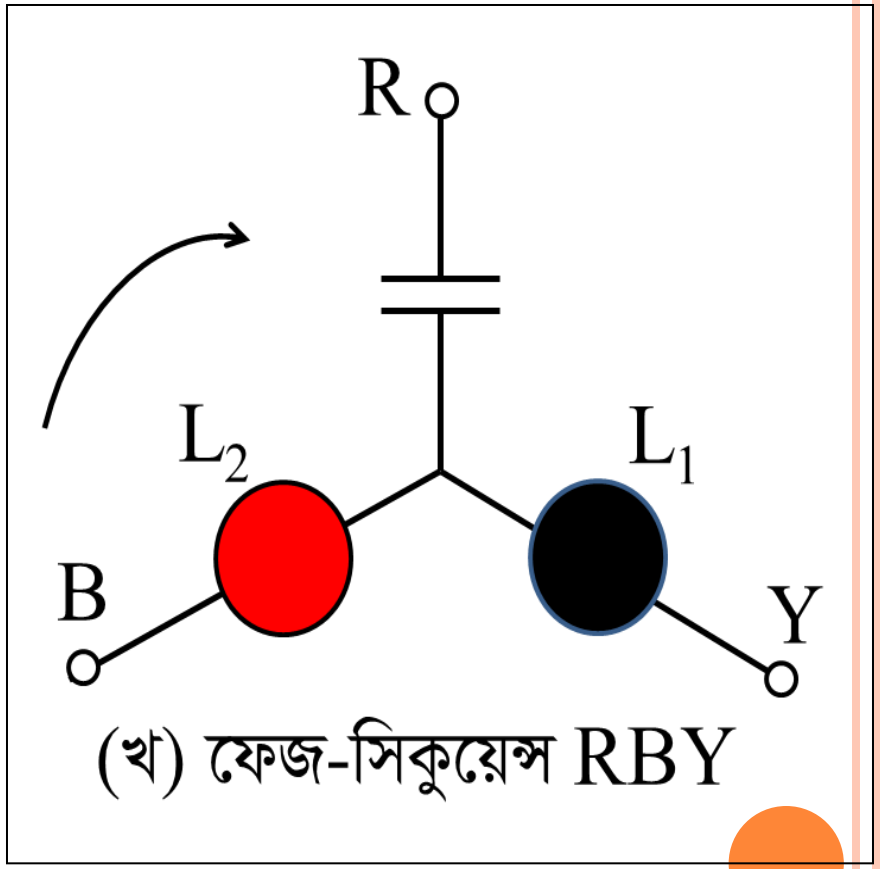




১। বাতি ও ক্যাপাসিটর পদ্ধতি।

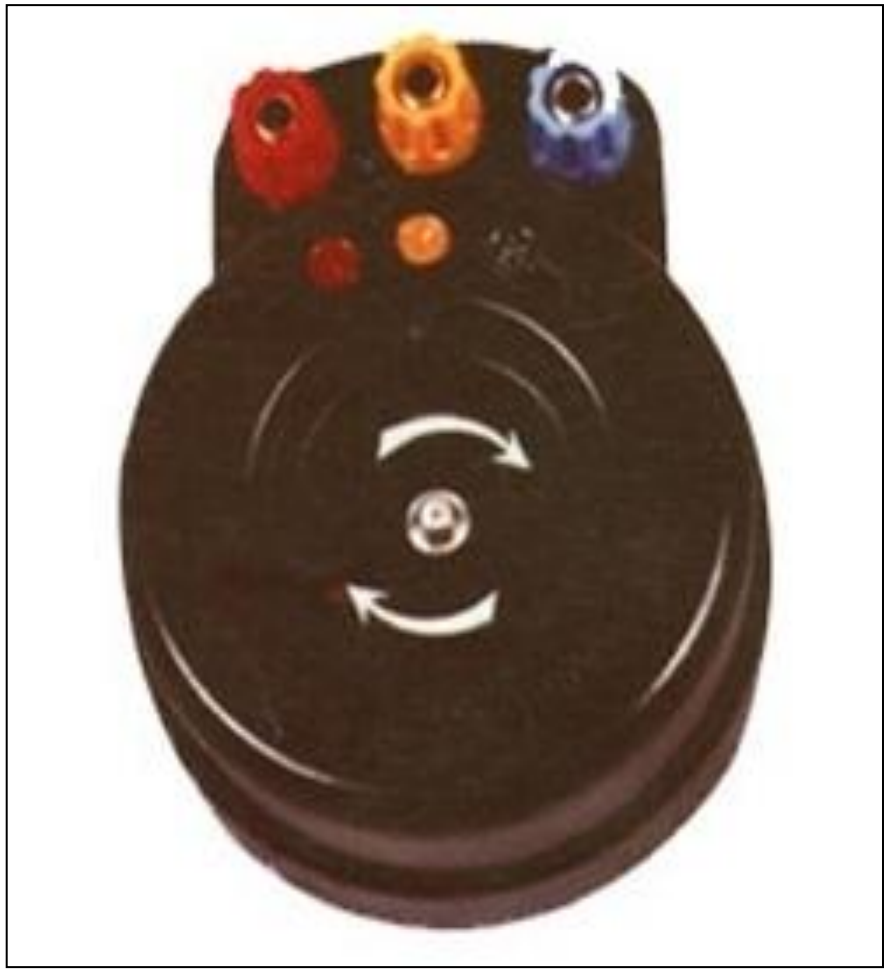


(ক) ফেজ-সিকুয়েন্স RYB



(খ) ফেজ-সিকুয়েন্স RBY

২। ফেজ-সিকুয়েন্স ইন্ডিকেটর পদ্ধতি।



রিভার্স ফেজ সিকুয়েন্সের অসুবিধা:

১. রিভার্স ফেজ সিকুয়েন্সের জন্য তিন ফেজ মোটর উল্টা ঘুরে।

২. তিন ফেজ ট্রান্সফরমারের বিভিন্ন ওয়াইন্ডিং এর মধ্য দিয়ে সার্কুলেটিং কারেন্ট প্রবাহিত হয়। ফলে অতিরিক্ত গরম হয়ে পুরে যেতে পারে।

৩. অলটারনেটরগুলো আনসিনক্রোনাইজড হয়ে পরে।

৪. রিভার্স ফেজ সিকুয়েন্সের জন্য পাওয়ার সিস্টেম আনব্যালান্সড হয়।

৫. রিভার্স ফেজ সিকুয়েন্সের জন্য অতিরিক্ত ভোল্টেজ সৃষ্টি হয়ে পাওয়ার সিস্টেমের ইনস্ট্রুমেন্ট ক্ষতিগ্রস্থ হয়।

প্রশ্নাবলী:

১. ফেজ সিকুয়েন্স বলতে কি বুঝ ?
২. ডাবল সাবস্ক্রিট নোটেশন কি ?
৩. কিভাবে ফেজ সিকুয়েন্স নির্ণয় করা হয় ?
৪. কিভাবে এসি সার্কিটের ভোল্টেজ বা কারেন্টের দিক নির্দেশ করে ?
৫. রিভার্স ফেজ সিকুয়েন্স কাকে বলে ?
৬. রিভার্স ফেজ সিকুয়েন্সের অসুবিধা কি ?

নবম অধ্যায়

পলিফেজ সিস্টেমের আন্ত:সংযোগ।

৯.১: তিন ফেজ পাওয়ার সিস্টেমের আন্ত:সংযোগের সম্ভাব্য উপায়:

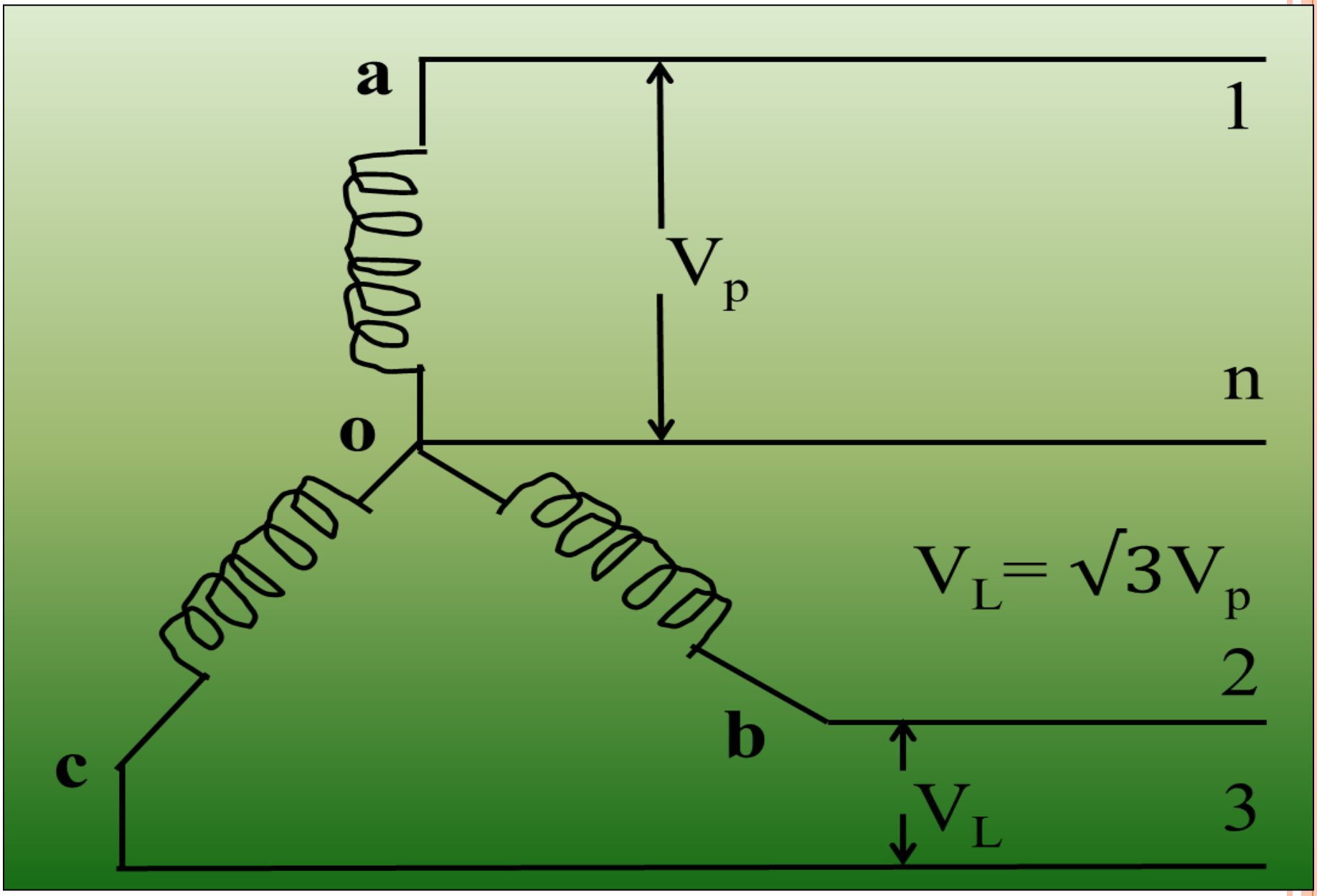
তিন ফেজ অলটারনেটরের তিনটি ওয়াইন্ডিং বা ফেজ থাকে। প্রতিটি কয়েলের দুটি করে টার্মিনাল থাকে। যাদের একটি শুরু প্রান্ত অন্যটি শেষ প্রান্ত। প্রতিটি কয়েলের সাথে একটি করে কয়েল সংযোগ করা হয়েছে। পলিফেজ সিস্টেমের আন্ত:সংযোগ দুই প্রকার।

যথা:

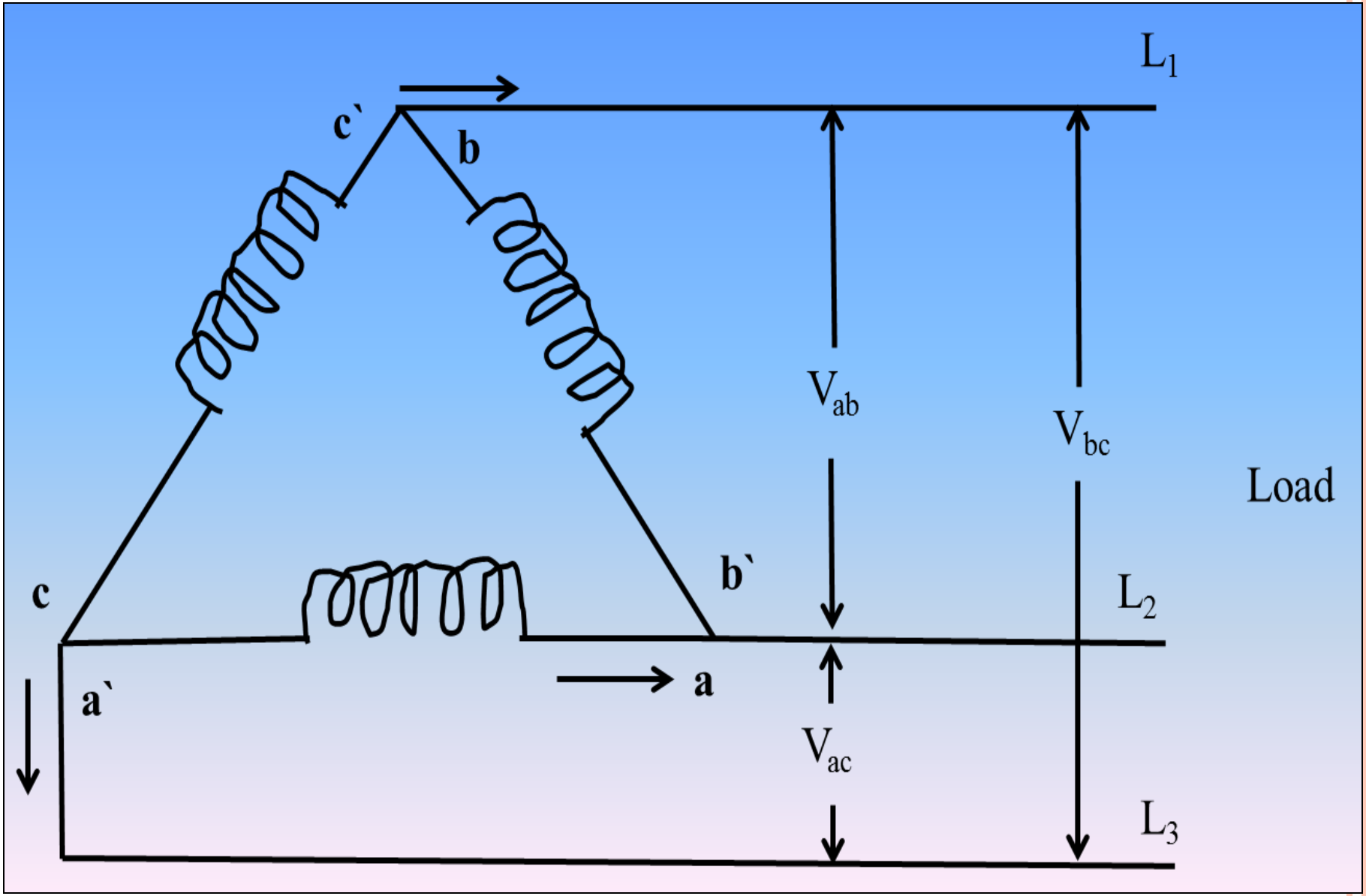
১. স্টার বা ওয়াই সংযোগ।

২. ডেল্টা বা মেস সংযোগ।

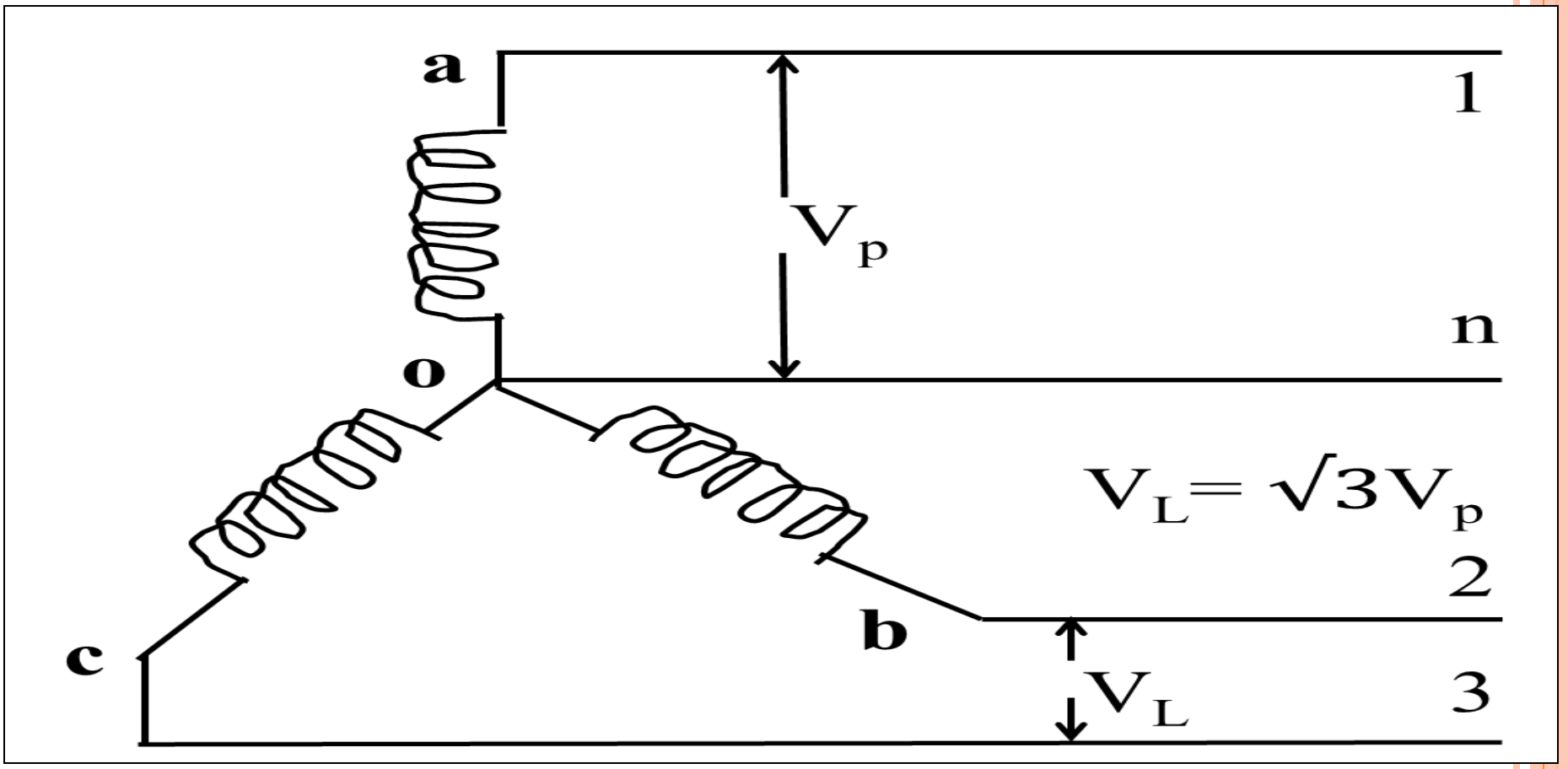
১. স্টার বা ওয়াই সংযোগ



২. ডেল্টা বা মেস সংযোগ



৯.২: তিন ফেজ তিন চার তার স্টার সংযুক্ত সিস্টেমের সার্কিট ডায়াগ্রাম:



তিন ফেজ অলটারনেটরের কয়েলের বা লোডের স্টার্ট প্রান্ত তিনটি একত্রে সংযোগ করে শেষ প্রান্তগুলো হতে তিনটি লাইন বের করে বহি:স্থ সার্কিটের সাথে সংযোগ করার এই ব্যবস্থাকে স্টার সংযোগ বলে।

৯.৩: তিন ফেজ তিন তার স্টার সংযোগ পদ্ধতির প্রয়োগ তালিকা

১. তিন ফেজ অলটারনেটর স্টার সংযোগ করলে ফেজ ভোল্টেজের তুলনায় লাইন ভোল্টেজ তিন গুন হয়। ফলে মেশিনের আকার আকৃতি ছোট হয় এবং খরচ কম হয়।

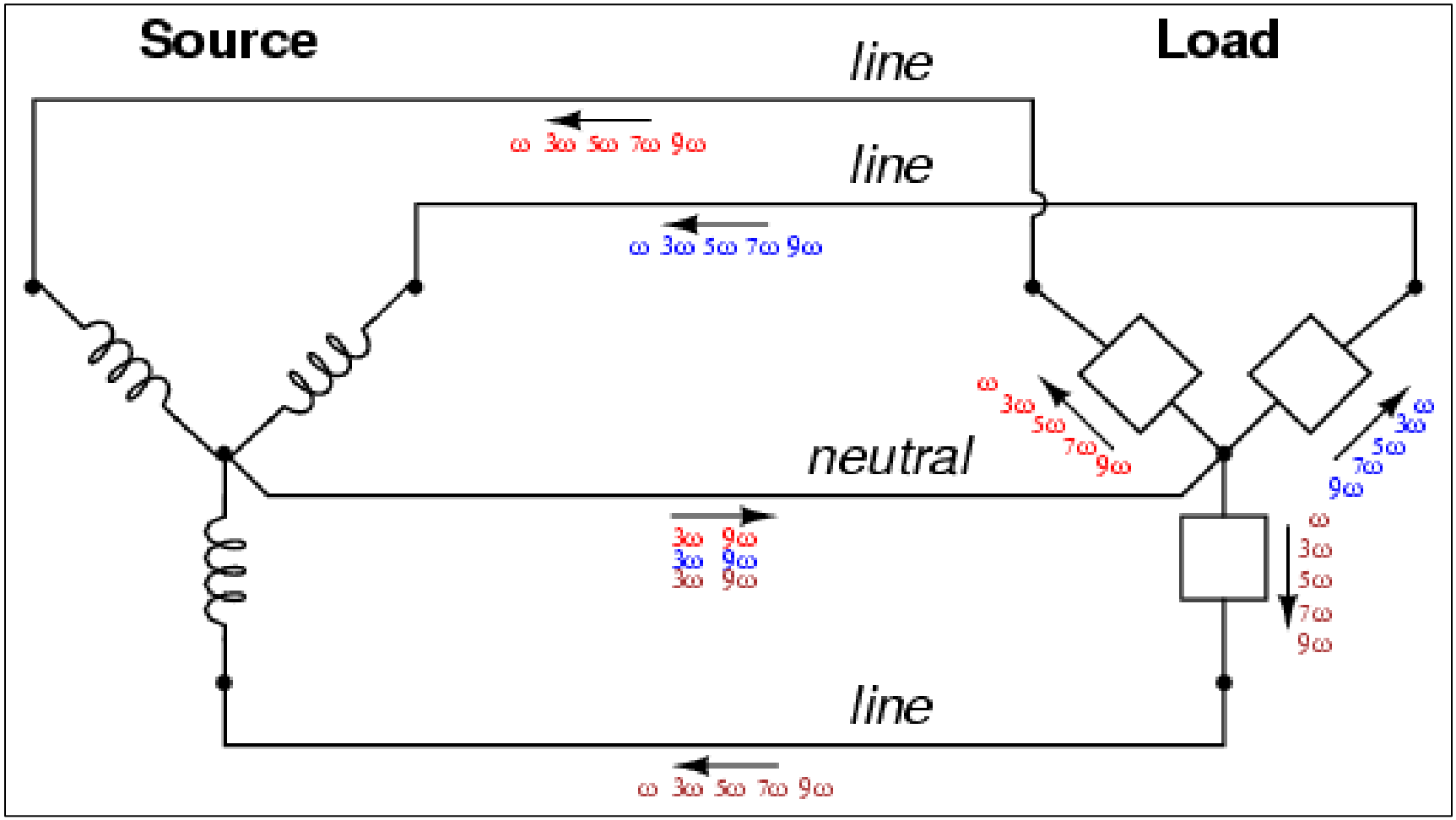
২. তিন ফেজ ইন্ডাকশন মোটরকে স্টার্টিং সময়ে অতিরিক্ত কারেন্টের হাত থেকে রক্ষা করার জন্য স্টার সংযোগ ব্যবহার করা হয়।

৩. ট্রান্সমিশন লাইনের প্রারম্ভে ব্যবহার করা ট্রান্সফরমারের প্রাইমারীতে স্টার সংযোগ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

৪. ডিস্ট্রিবিউশন সেকেন্ডারীতে তিন ফেজ তিন তার স্টার সংযোগ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

৫. অটোট্রান্সফরমার তিন ফেজ স্টার্টারের প্রাইমারীতে তিন ফেজ তিন তার স্টার সংযোগপদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

৯.২: তিন ফেজ চার তার স্টার সংযুক্ত সিস্টেমের সার্কিট ডায়াগ্রাম অংকন।



চিত্র: তিন ফেজ চার তার স্টার সংযোগ।

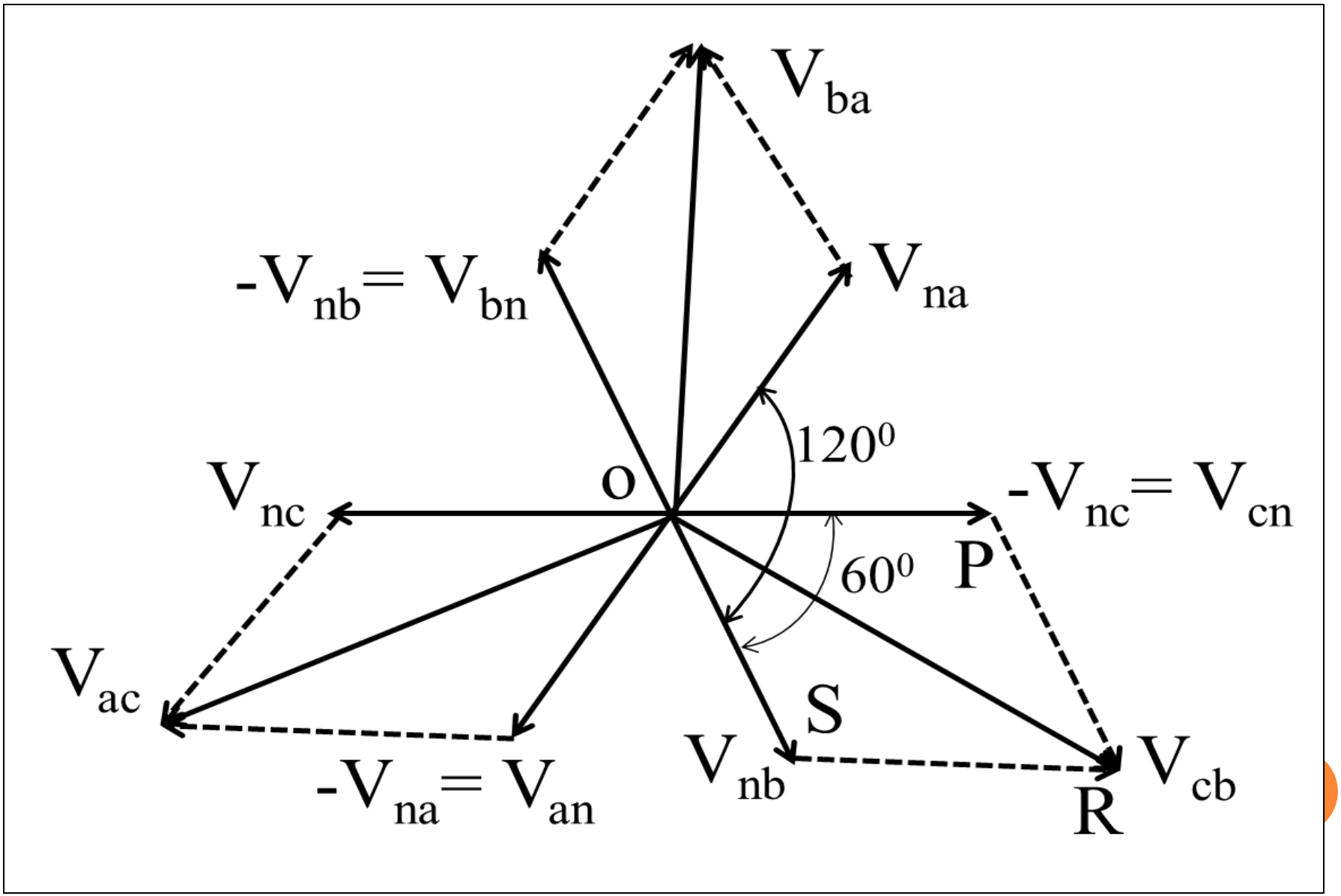
৯.৫: তিন ফেজ চার তার স্টার সংযোগ পদ্ধতির প্রয়োগ তালিকা

১. ডিষ্ট্রিবিউশন ট্রান্সফরমারের সেকেন্ডারীতে তিন ফেজ চার তার স্টার সংযোগ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

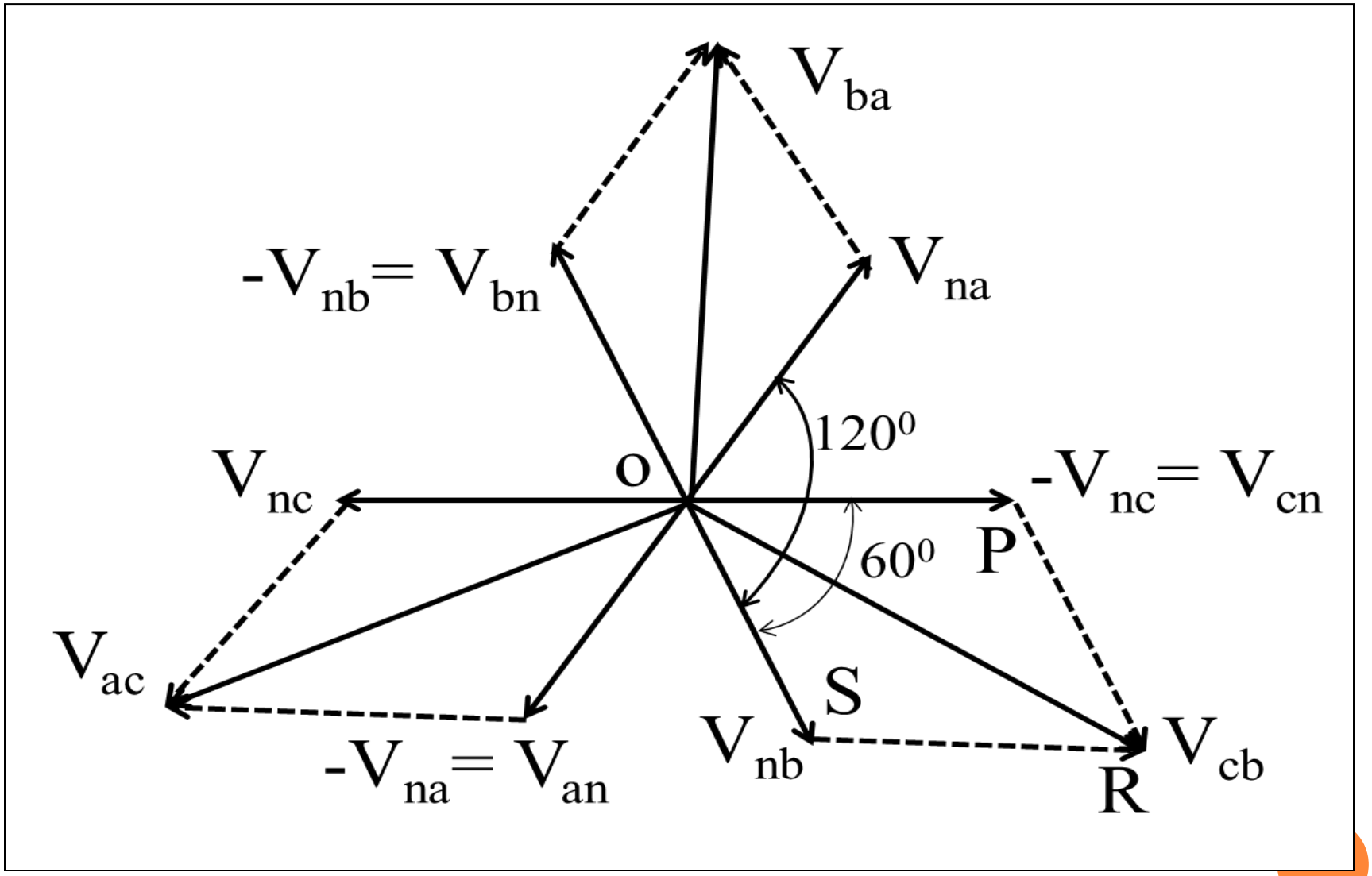
২. লাইটিং লোড সিঙ্গেল ফেজ মোটর ইত্যাদি চালনার জন্য তিন ফেজ তিন তার স্টার সংযোগ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

৩. পানি তোলার পাম্পে তিন ফেজ চার তার স্টার সংযোগ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

৯.৬: তিন ফেজ চার তার পদ্ধতির ভেক্টর ডায়াগ্রাম।

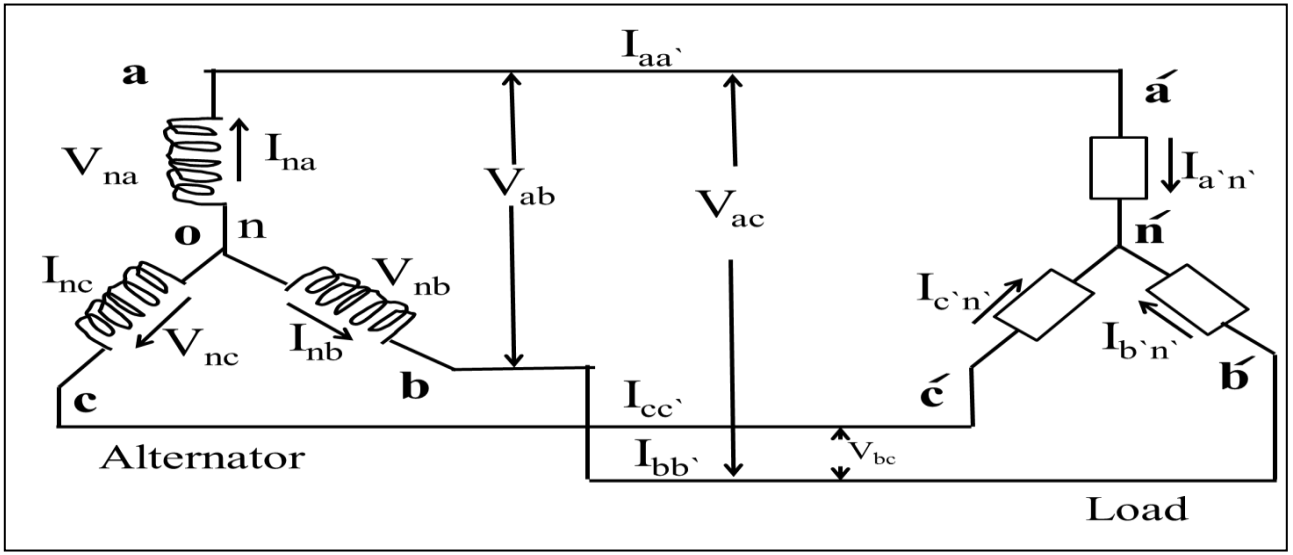


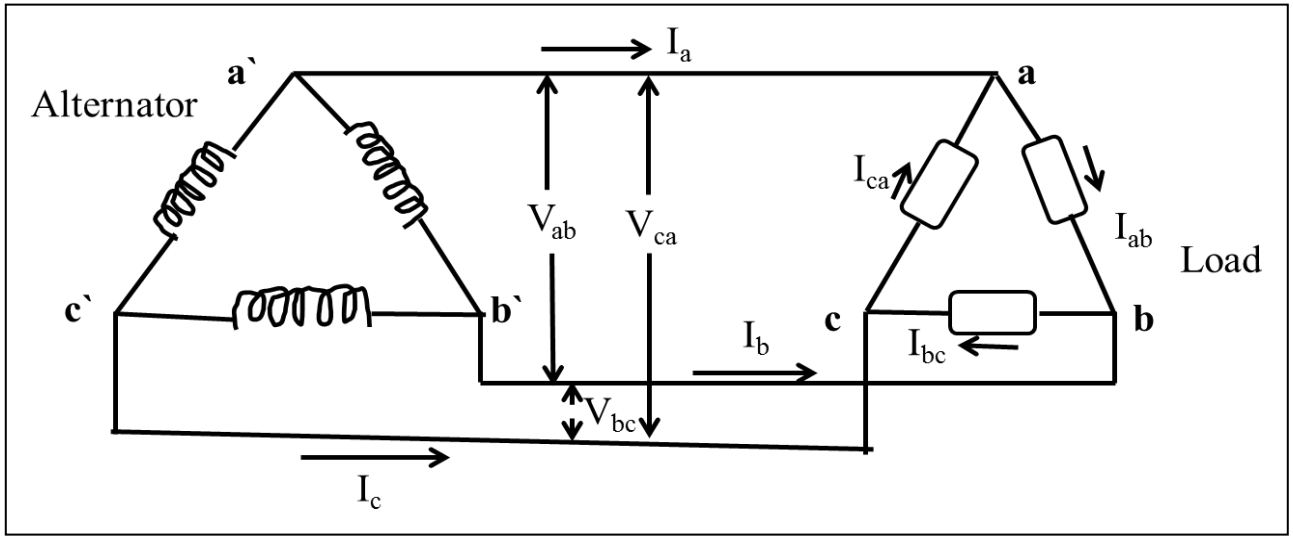
৯.৬: তিন ফেজ চার তার পদ্ধতির ভেক্টর ডায়াগ্রাম।



চিত্র: তিন ফেজ চার তার পদ্ধতির ভেক্টর ডায়াগ্রাম।

৯.৭: তিন ফেজ তিন তার স্টার সংযোগের সার্কিট ডায়াগ্রাম।





চিত্র: তিন ফেজ তিন তার স্টার সংযোগর চিত্র।

প্রশ্নাবলী:

১. তিন ফেজ স্টার সংযোগ সুবিধা লিখ।

২. ব্যালান্স ও আনব্যালান্স সিস্টেম কাকে বলে ?

৩. তিন ফেজ তিন তার স্টার সংযোগ পদ্ধতির প্রয়োগ ক্ষেত্র লিখ।

৪. নিউট্রাল তার কি ?

৫. কি কি পদ্ধতিতে পাওয়ার সিস্টেম সংযোগ করা হয় ?

৬. ফেজ ভোল্টেজ কি ?

৭. লাইন ভোল্টেজ কি ?

৮. তিন ফেজ চার তার স্টার সংযোগ পদ্ধতির প্রয়োগ লিখ।

৯. তিন ফেজ চার তার স্টার সংযোগ পদ্ধতির ভেক্টর ডায়াগ্রাম দেখাও।

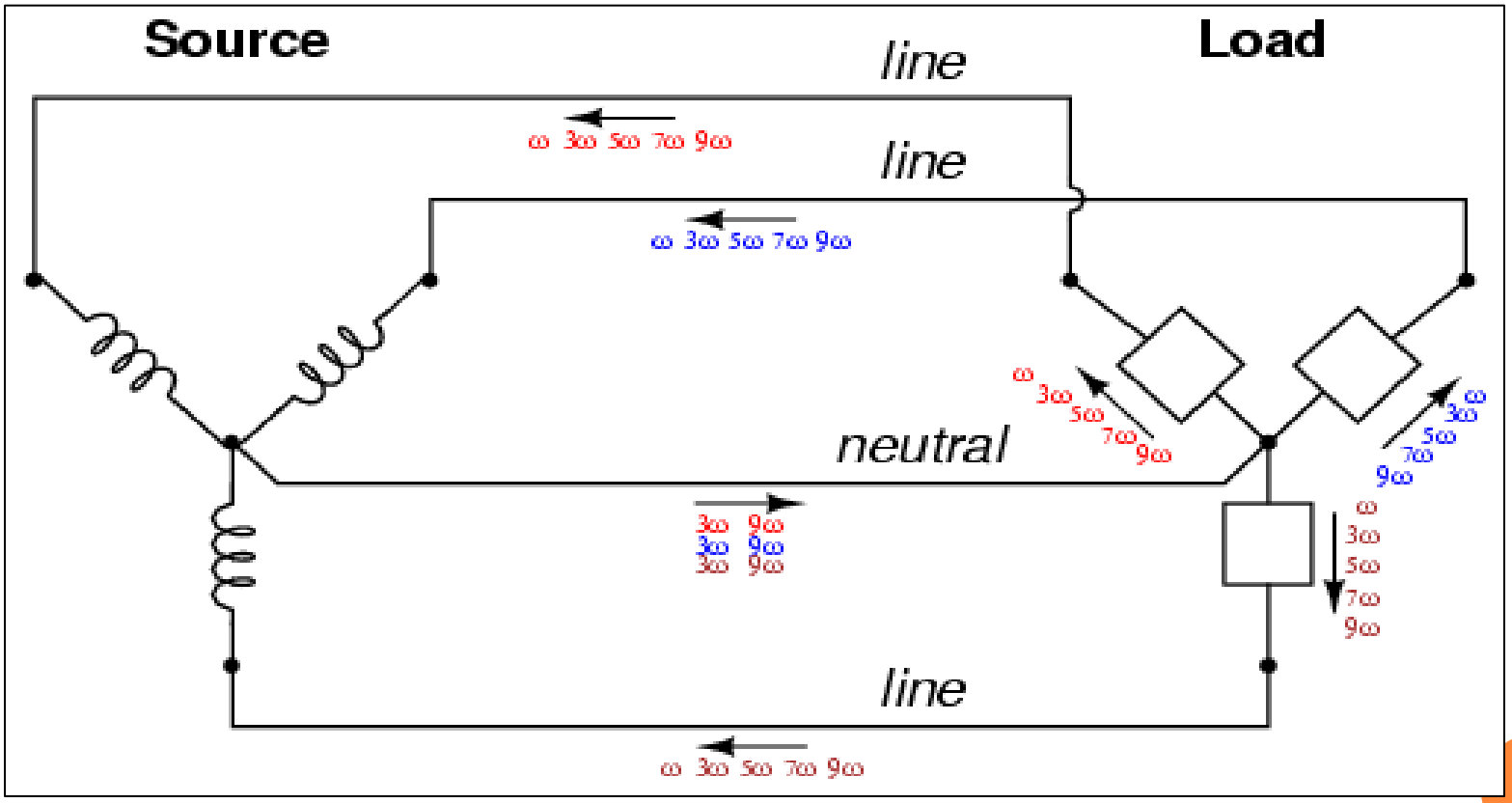
১০. তিন ফেজ তিন তার স্টার সংযোগ পদ্ধতির ভেক্টর ডায়াগ্রাম দেখাও।

দশম অধ্যায়

তিন ফেজ স্টার সংযুক্ত সিস্টেমের নিউট্রাল তার চিহ্নিতকরন:

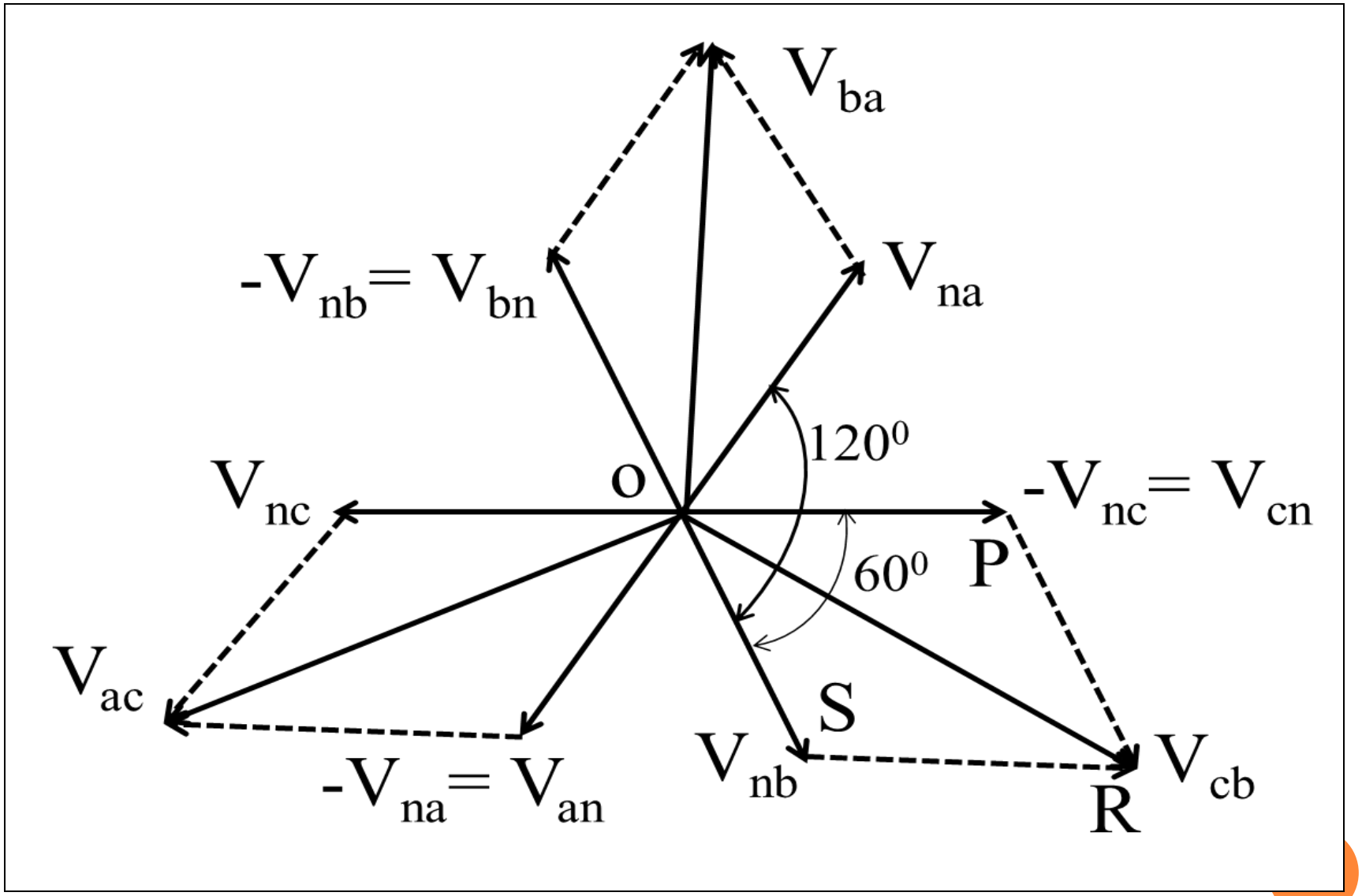
১০.১: তিন ফেজ স্টার সংযুক্ত সিস্টেমের নিউট্রাল তার চিহ্নিতকরন:

তিন ফেজ স্টার সংযুক্ত অলটারনেটরের লোডের নিউট্রাল পয়েন্ট থেকে যে কন্ডাকটর বা লাইন বের করে বহি:স্থ সার্কিট বা লোডের সাথে সংযোগ করার জন্য নিয়ে যাওয়া হয় তাকে নিউট্রাল তার বলে।



চিত্র: তিন ফেজ স্টার সংযুক্ত সিস্টেমের

১০.৩: তিন ফেজ চার তার পদ্ধতির ভেক্টর ডায়াগ্রাম।



চিত্র: তিন ফেজ চার তার পদ্ধতির ভেক্টর ডায়াগ্রাম।

প্রশ্নাবলী:

১. তিন ফেজ স্টার সংযোগপদ্ধতিরফেজ ভোল্টেজলাইনভোল্টেজএবং ফেজ ও লাইনকারেন্টেরসম্পর্ক দেখাও।

২. তিন ফেজ স্টার সংযোগপদ্ধতিরনিউট্রালকারেন্টকখনশুন্য হয় ?

৩. পলিফেজসিস্টেমে কোনধরনেরসংযোগে দুইধরনেরভোল্টেজপাওয়া যায় ?

৪. নিউট্রালতারকি?

৫. তিন ফেজঅলটারনেটরেস্টার সংযোগব্যবহারকরাহয়কেন ?

৬. দেখাওযে, স্টার সংযোগেরক্ষেত্রে$V_L=\sqrt{3}V_P$

৭. প্রমান কর যে, তিন ফেজচারতারস্টার সংযোগসুষমলোডেরনিউট্রাল কারেন্টেরমানশুন্য।

৮. তিন ফেজচারতারঅষমস্টার সংযোগপদ্ধতিরনিউট্রালকারেন্টনির্ণয় কর

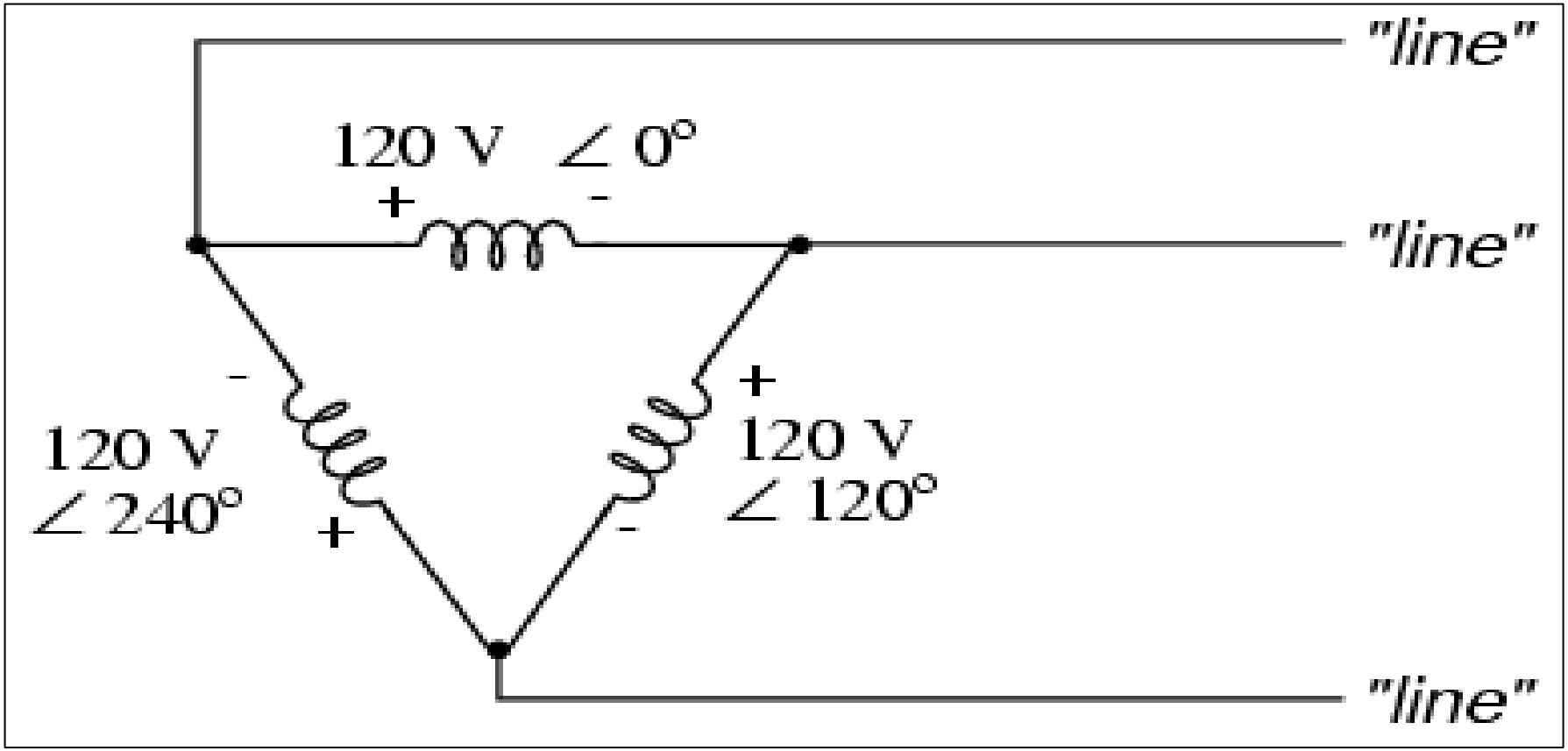
৯. প্রমান কর যে, স্টার বাডেল্টাউভয়সংযোগেইগৃহীততিনফেজপাওয়ার $P=\sqrt{3}V_LI_L\cos\theta$

একাদশ অধ্যায়

ডেল্টা সংযুক্ত পাওয়ার সিস্টেমের ধারনা

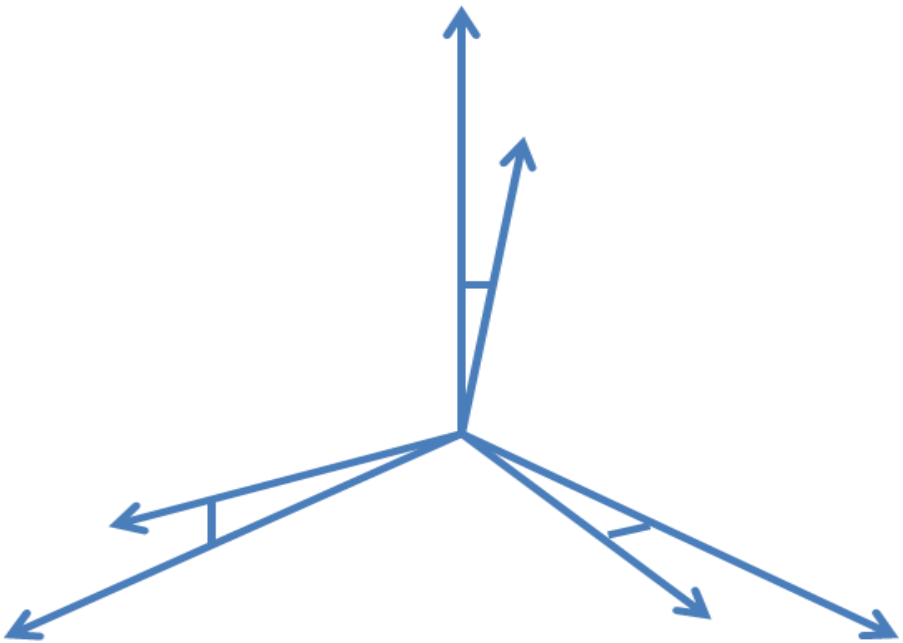
১১.১: ডেল্টা সংযুক্ত পাওয়ার সিস্টেমের সার্কিট ডায়াগ্রাম।

যখন তিন ফেজ পদ্ধতির তিন ফেজ অলটানেটরের তিনটি কয়েল এমন ভাবে সংযুক্ত করা থাকে যে, একটি কয়েলের প্রথম প্রান্ত অন্য একটি কয়েলের দ্বিতীয় প্রান্ত ক্রমান্বয়ে সংযুক্ত থেকে একটি বদ্ধ লুপ তৈরি করে তখন তাকে ডেল্টা সংযোগ বলে।



১১.৫: তিন ফেজ ডেল্টা সংযুক্ত পাওয়ার সিস্টেমের ভোল্ট–অ্যাম্পিয়ার, পাওয়ার,পাওয়ার ফ্যাক্টর, হিসাবকরন।

চিত্র: ফেজ ভোল্টেজ এবং ফেজ কারেন্টের ডায়াগ্রাম। ধরা যাক, একটি তিন ফেজ সুষম ডেল্টায় সংযুক্ত পাওয়ার সিস্টেমের লাইন ও ফেজ ভোল্টেজ যথাক্রমে V_L এবং V_P এবং লাইন ও ফেজ কারেন্ট যথাক্রমে I_Lএবং I_P ল্যাগিং পাওয়ার ফ্যাক্টরের ক্ষেত্রে ফেজ ভোল্টেজ এবং ফেজ কারেন্টের ডায়াগ্রাম দেখানো হল।



সিঙ্গেল ফেজসার্কিটেরক্ষেত্রেআপাতপাওয়ারেরসূত্রানুসারেপ্রতিফেজে

আপাতপাওয়ার$S_p = V_pI_p$.....(1)

যেহেতুডেল্টাসংযোগে$V_p = V_L$এবং$I_L = \sqrt{3}I_P$.....(2)

সুতরাংপ্রতিফেজেআপাতপাওয়ার$S_p = V_pI_p = V_L \times \frac{I_L}{\sqrt{3}}$

$$= \frac{V_LI_L}{\sqrt{3}}$$.....(৩)

সুষমডেল্টাসংযোগেতিন ফেজেরআপাতপাওয়ার$S_p = V_pI_p$

$$=3\frac{V_LI_L}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}V_LI_L$$.....(4)

আবারতিনফেজডেল্টায় সংযুক্ত প্রতিফেজেরপ্রকৃত পাওয়ার

$P_p = \sqrt{3}V_pI_p\cos\theta$

আবারসুষমডেল্টাসংযোগেতিন ফেজেরপ্রকৃত পাওয়ার $P = 3P_p$

$$= 3V_pI_p\cos\theta \ldots\ldots\ldots\ldots(5)$$

(২) এবং (৫) সমীকরনথেকে পাই$P = 3V_pI_p\cos\theta$

$$= 3V_L \times \frac{I_L}{\sqrt{3}}\cos\theta$$

$$= \sqrt{3}V_LI_L\cos\theta \ldots\ldots\ldots\ldots(6)$$

(6)সমীকরন থেকে পাওয়ারফ্যাক্টরনির্ণয়করাযায়।

$$\cos\theta = \frac{P}{3V_pI_p}$$

$$= \frac{P}{\sqrt{3}V_LI_L} \ldots\ldots\ldots(7)$$

স্টারসংযোগ	ডেল্টাসংযোগ
১. এইসংযোগেলাইন ভোল্টেজ ফেজ ভোল্টেজের$\sqrt{3}$গুন।	১. এই সংযোগেলাইন ভোল্টেজ ফেজ ভোল্টেজসমান।
২. এই সংযোগেতামারপরিমান কম লাগে।	২. এই সংযোগেতামারপরিমান বেশি লাগে।
৩. এই সংযোগেতামারইনসুলেশনের পরিমান কম লাগে।	৩. এই সংযোগেতামারইনসুলেশনের পরিমান বেশিলাগে।
৪. এই সংযোগ থেকে সিঙেল ফেজ সাপ্লাই দেওয়াযায়।	৪. এই সংযোগ থেকে সিঙেল ফেজ সাপ্লাই দেওয়াযায়না।
৫. এই সংযোগেঅলটারনেটরের নিউট্রালকে আর্থ করাযায়।	৫. এই সংযোগেঅলটারনেটরের নিউট্রালকে আর্থ করাযায়না।

প্রশ্নাবলী:

১. তিন ফেজ স্টার সংযোগপদ্ধতিরবৈশিষ্টগুলোলিখ।

২. তিন ফেজডেল্টাসংযোগপদ্ধতির ফেজ ভোল্টেজলাইন ভোল্টেজএবং ফেজ ও লাইনকারেন্টেরসম্পর্ক দেখাও।

৩. ডেল্টাসংযোগতুলনায় স্টার সংযোগপদ্ধতিরসুবিধাগুলোলিখ।

৪. ডেল্টাও স্টার সংযোগপদ্ধতিরপার্থক্য লিখ।

৫. ডেল্টা সংযুক্ত পাওয়ারসিস্টেমের ক্ষেত্রে দেখাও যে, $I_L=\sqrt{3}\ I_P$

৬. গানিতিকসমস্যাবলী:

দ্বাদশ অধ্যায়

অসম পাওয়ার সিস্টেম সম্পর্কে ধারনা

১২.১: আনব্যালান্স পাওয়ার সিস্টেম:

যখন কোন পলিফেজ সিস্টেমের বিভিন্ন লাইন তারের কারেন্টের পরিমান সমান থাকে না এবং একটি অপরটি থেকে ১২০° ইলেকট্রিক্যাল ডিগ্রী দুরত্বে থাকে না তাকে আনব্যালান্স পাওয়ার সিস্টেম বলে।

কোন পলিফেজ সিস্টেম আনব্যালান্স হওয়ার প্রধান কারনসমুহ:

১. প্রতিফেজে সাপ্লাই ভোল্টেজ একই না হলে।
২. লোডের প্রতিফেজে ইম্পিডেন্সের মান একই না হলে।
৩. লোডের বিভিন্ন ফেজের পাওয়ার ফ্যাক্টরের মান কম বেশি হলে।
৪. ভিন্ন ভিন্ন ফেজে ভিন্ন ভিন্ন প্যারামিটার সংযোগ করলে।

ফোরটেসকিউ থিওরেমের ব্যাখ্যা:

অসম পলিফেজ সিস্টেমের ফেজর বা ভেক্টর গুলোকে ভেক্টর বিশিষ্ট সুষম ভেক্টরে প্রকাশ করা যায়। উক্ত সুষম ভেক্টর গুলোকে অসম ভেক্টর গুলোর সিমেট্রিক্যাল কম্পোনেন্ট বলে। এখানে উল্লেখ্য যে,প্রত্যেকটি সেটের সিমেট্রিক্যাল কম্পোনেন্টের মান সমান ও যেকোন দুটির মধ্যকার ফেজ কোনগুলো সমান। সুতরাং ফোরটেসকিউ থিওরেম অনুযায়ী, একটি আনব্যালান্স তিন ফেজ পদ্ধতির তিনটি অসম ভেক্টরকে ব্যালান্স সিস্টেমের তিনটি ভেক্টর হিসাবে বিশ্লেষন করা যায়।ধরা যাক, অসম তিন ফেজ পদ্ধতির তিনটি ভোল্টেজ Va Vb এবং Vc। ফোরটেসকিউ থিওরেম অনুযায়ী এদের সিমেট্রিক্যাল কম্পোনেন্ট নিম্নরুপ,

১. পজেটিভ ফেজ সিকুয়েন্স, অর্থাৎ abc ফেজ সিকুয়েন্স অনুসারে Va Vb এবং Vc এর সিমেট্রিক্যাল কম্পোনেন্টগুলো যথাক্রমে Va1 Vb1 এবং Vc1। যাদের প্রত্যেকটি মান সমান ও পরস্পর ১২০° কৌনিক ব্যবধানে অবস্থিত।

২. নেগেটিভ ফেজ সিকুয়েন্স, অর্থাৎ abc ফেজ সিকুয়েন্স অনুসারে Va Vb এবং Vc এর সিমেট্রিক্যাল কম্পোনেন্টগুলো যথাক্রমে Va2 Vb2 এবং Vc2। যাদের প্রত্যেকটি মান সমান ও পরস্পর ১২০° কৌনিক ব্যবধানে অবস্থিত।

৩. জিরো ফেজ সিকুয়েন্স অনুসারে, Va Vb এবং Vc
এর সিমেট্রিক্যাল কম্পোনেন্টগুলো যথাক্রমে Va0 Vb0 এবং Vc0 যাদের প্রত্যেকটি মান সমান। কিন্তু ফেজ ডিফারেন্স শুন্য।
সুতরাং Va Vb এবং Vc কে নিম্নলিখিত অনুসারে লিখা যায়।

$$Va = Va1 + Va2 + Va0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$Vb = Vb1 + Vb2 + Vb0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$Vc = Vc1 + Vc2 + Vc0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

a অপারেটর ঃ

a এমন একটি অপারেটর যার মান ১ এবং যা কোন ভেক্টরের সাথে মাল্টিপ্লায়ার হিসাবে বসে ভেক্টরকে ১২০° ঘরির কাটার বিপরিত দিকে ঘুরায় তাকে a অপারেটর বলে।

পজেটিভ সিকুয়েন্স পাওয়ার সিস্টেমের ব্যাখ্যা: যদি কোন আনব্যালান্স তিন ফেজ পাওয়ার সিস্টেমের ফেজ সিকুয়েন্স abc হয় এবং এদেও ভোল্টেজ V_a V_b এবং V_c তাহলে ফোরটেসকিউ থিওরেমের অনুযায়ী, এদের V_{a1} V_{b1} এবং V_{c1} তিনটি ব্যালান্সসিস্টেমের ভোল্টেজ হিসাবে বিশ্লেষন করা যায়। যাদেও পারস্পরিক ব্যবধান ১২০°। উক্ত V_{a1} V_{b1} এবং V_{c1} কে পজেটিভ সিকুয়েন্স কম্পোনেন্ট বলে। a অপারেটর এর মাধ্যমে পজেটিভ সিকুয়েন্স কম্পোনেন্টগুলোর পারস্পরিক সম্পর্ক বিদ্যমান।

এখানে, $V_{c1} = a.V_{a1}$

$V_{b1} = a^2.V_{a1}$

প্রশ্নাবলী:

১. সিমেট্রিক্যাল কম্পোনেন্ট কি ?

২. a অপারেটর কি ?

৩. ফোরটেসকিউ থিওরেমের কি ?

৪. আনব্যালান্স পাওয়ার সিস্টেম কি ?

৫. ফোরটেসকিউ থিওরেমের এর উপপাদ্যটি কি এবং এটি কোথায় ব্যবহার করা হয় ?

৬. পজেটিভ সিকুয়েন্স পাওয়ার সিস্টেমের ব্যাখ্যা দাও।

৭. কোন পলিফেজ সিস্টেম আনব্যালান্স হওয়ার প্রধান কারনসমুহ লেখ।

৮. ভাসমান নিউট্রাল কি ?

ত্রয়োদশ অধ্যায়

নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের মূলনীতি

১৩.১: ইন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভ:

যে ভোল্টেজ বা কারেন্টের মান এবং দিকের কোনটি সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয় না তাকে ডিসি ভোল্টেজ বা কারেন্ট বলে।
আর যে ভোল্টেজ বা কারেন্টের মান এবং দিক উভয়টি বা যে কোন একটি সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয় তাকে এসি ভোল্টেজ বা কারেন্ট বলে। আর এসি ইলেকট্রিক্যাল রাশি সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয় বলে এটি দেখতে অনেকটা ঢেউ আকৃতির। এদের মধ্যে সাইন ওয়েভ বা সাইনুসয়ডাল ওয়েভ সবচেয়ে বেশি ব্যবহার হয়।

একটি ওয়েভ যার কোন নির্দিষ্ট সময় পর পর একইরুপ পুনরাবৃক্তি ঘটে তাকে পিরিয়ডিক ওয়েভ বলে।

একই মান বিশিষ্ট যেকোন পিরিয়ডিক ফাংশনকে কতগুলো ভিন্ন ভিন্ন ফ্রিকোয়েন্সি এবং অ্যামপ্লিচুড বিশিষ্ট সাইন এবং কোসাইন ওয়েভের যোগফল হিসাবে প্রকাশ করা যায়, এটিই ফুরিয়ার সিরিজ নামে পরিচিত।

হারমোনিক্স: এসি সিস্টেমের মূল ফ্রিকোয়েন্সির গুণক যে কোন ফ্রিকোয়েন্সি বিশিষ্ট ভোল্টেজ বা কারেন্টকে হারমোনিক্স বলে। এসি সিস্টেমের মুল ফ্রিকোয়েন্সিকে ফান্ডামেন্টাল ফ্রিকোয়েন্সি বলে

প্রশ্নাবলী:

১. নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের বলতে কি বুঝ ?

২. স্টার সংযোগে হারমোনিক্স এর জন্য লাইন ভোল্টেজের সুত্রটি লিখ।

৩. হারমোনিক্স কি ?

৪. তিন ফেজ চার তার পদ্ধতির লাইন টু নিউট্রাল ভোল্টেজের তৃতীয় হারমোনিক্স বিদ্যমান কেন ?

৫. ফুরিয়ার সিরিজ কি ?

৬. ফুরিয়ার সিরিজ এর A_0 নির্ণয় কর।

৭. দেখাও যে তিন ফেজ সিস্টেমের জোর হারমোনিক্সগুলোর যোগফল শুন্য।

চতুর্দশ অধ্যায়

নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের পাওয়ার

১৪.১: নন-সাইনুসয়ডালওয়েভেরইফেকটিভমান:

এসি ভোল্টেজবাকারেন্টেরকার্যকরীমানহলোএকটিপূর্ণ সাইকেলের ভোল্টেজবাকারেন্টেরতাৎক্ষনিকমানেরবর্গেরগড়মানেরবর্গমূল ।

অর্থাৎযে কোনওয়েভেরকার্যকরীমানহলো $\sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T [f(t)]^2.dt}$

১৪.৩: নন-সাইনুসয়ডাল ভোল্টেজ এবং কারেন্ট ওয়েভের ভোল্ট অ্যাম্পিয়ার:

ভোল্ট অ্যাম্পিয়ার হল এসি সার্কিটের আপাত পাওয়ারের একক। আর আপাত পাওয়ারের হল এসি সার্কিটের আর এম এস ভোল্টেজ এবং কারেন্টের গুনফল। সুতরাং সাইনুসয়ডাল নন-সাইনুসয়ডাল ভোল্টেজ এবং কারেন্ট ওয়েভের জন্য ভোল্ট অ্যাম্পিয়ার = EI.....(1)

প্রশ্নাবলী:

১. নন-সাইনুসয়ডাল ভোল্টেজের কার্যকরীমানের সূত্রটি লিখ।

২. নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের ভোল্ট অ্যাম্পিয়ারের সূত্রটি লিখ।

৩. নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভ কি ?

৪. সাইনুসয়ডাল ওয়েভ ব্যবহারের সুবিধা কি ?

৫. নন-সাইনুসয়ডাল ভোল্টেজ এবং কারেন্টের পাওয়ার নির্ণয় কর।

অধ্যায় : ১৫

নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের পাওয়ার ফ্যাক্টর সম্পর্কে ধারনা।

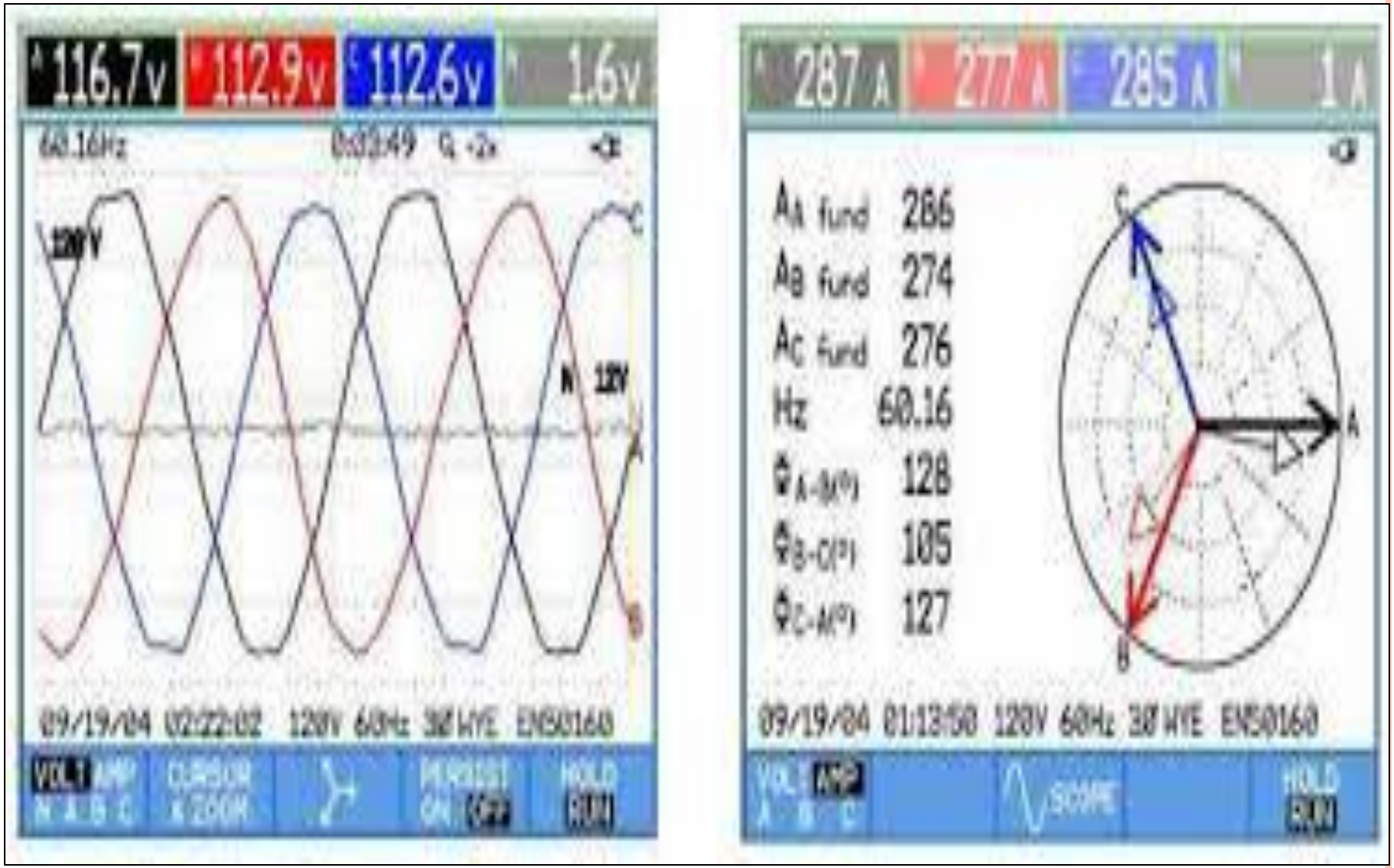
১৫.১: নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের পাওয়ার ফ্যাক্টর:

এসি সার্কিটের প্রকৃত পাওয়ার ও আপাত পাওয়ারের অনুপাততে পাওয়ার ফ্যাক্টর বলে ।সুতরাং নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের গড় পাওয়ার এবং ভোল্ট অ্যাম্পিয়ারের অনুপাততে পাওয়ার ফ্যাক্টর বলে ।

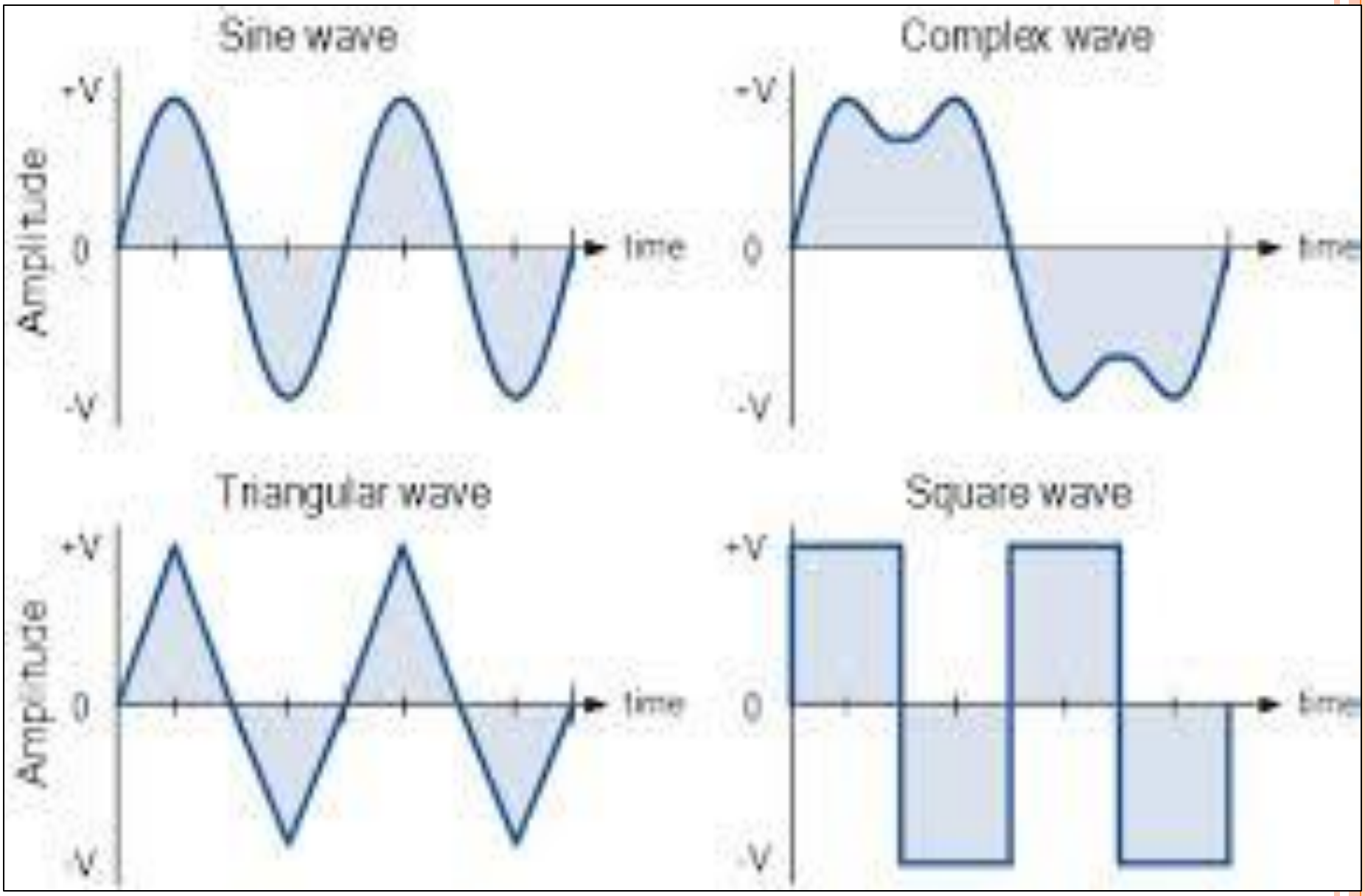
১৫.২: নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের সমতুল্য সাইন ওয়েভ:

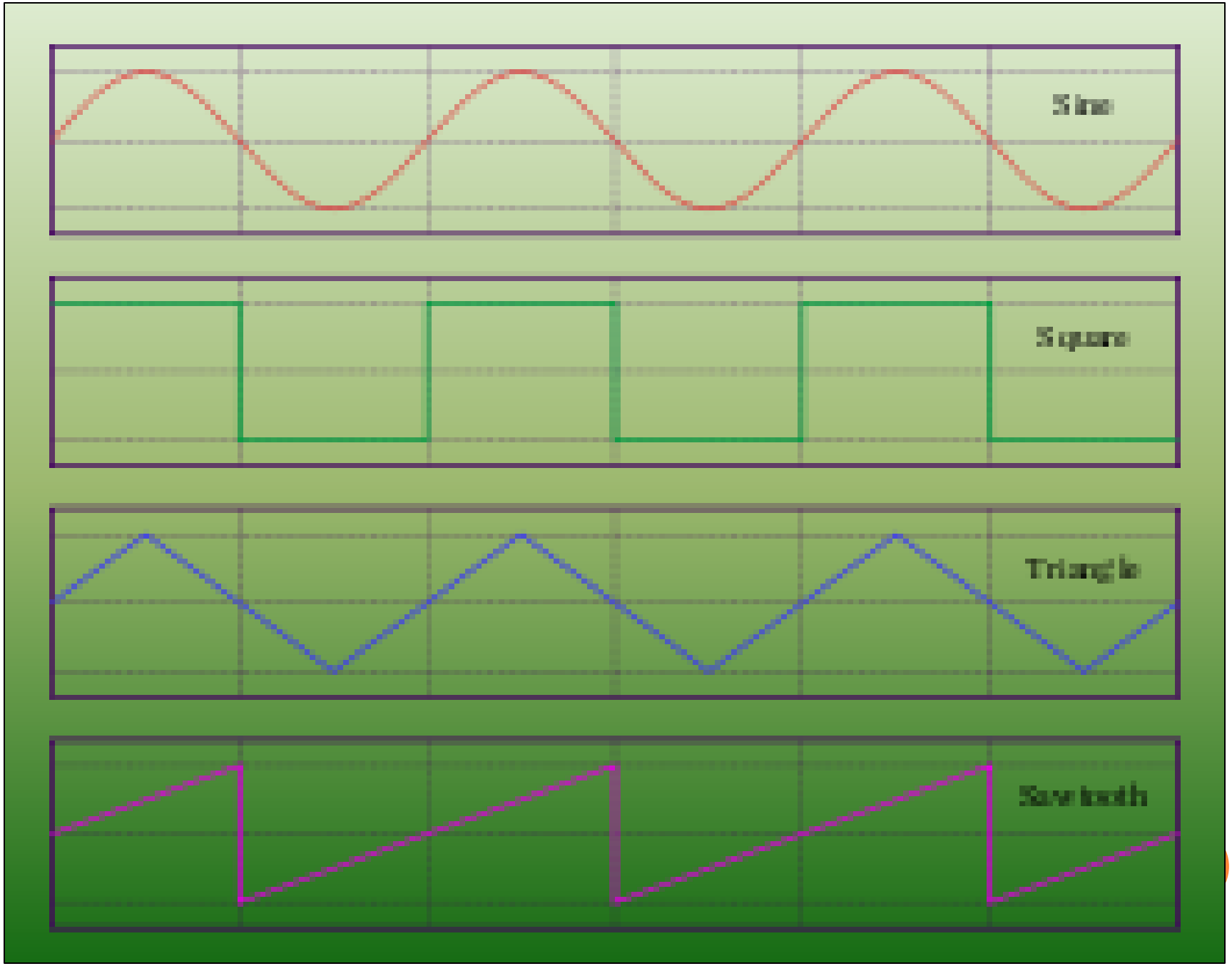
যেকোন নন-সাইনুসয়ডাল ভোল্টেজ বা কারেন্ট ওয়েভ থেকে সাইন ওয়েভ নির্ণয় করা যায় । সমতুল্য সাইন ওয়েভের ইফেকটিভ মান নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের এর ইফেকটিভ মানের সমান । এবং সমতুল্য ভোল্টেজ এবং কারেন্ট ওয়েভের ফেজ কোন নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের গড় পাওয়ার এবং ভোল্ট অ্যাম্পিয়ার থেকে নির্ণয় করা যায় ।

নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের পাওয়ার ফ্যাক্টর সম্পর্কে ধারনা



নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের পাওয়ার ফ্যাক্টর সম্পর্কে ধারনা




Sine
Square
Triangle
Sawtooth

১৫.৩: নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভ সমুহের যোগ বিয়োগ:

দুই বা ততোধিক একই জাতীয় নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভ সমুহের যোগ ভেক্টর বীজগনিতের সাহায্যে করা হয়। এক্ষেত্রে একই ফ্রিকোয়েন্সির টার্মগুলো সর্বোচ্চ মান পৃথক পৃথক ভাবে যোগ করা হয়। আর নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের বিয়োগের সময়, যে রাশিটি বিয়োগ করতে হবে তার বিপরিত চিহ্ন দিয়ে যোগ করতে হয়।

প্রশ্নাবলী:

১. নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের পাওয়ার ফ্যাক্টরের সূত্র লিখ।

২. নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের কারেন্টের কার্যকরী মানের সূত্রটি লিখ।

৩. পাওয়ার ফ্যাক্টর কি ?

৪. নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের সমতুল্য সাইন ওয়েভের সমতুল্য সাইন ওয়েভ কি ?

৫. নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের সমতুল্য সাইন ওয়েভের ফেজ কোন কত ?

৬. সাইনুসয়ডাল ওয়েভ ব্যবহারের সুবিধা লিখ।

৭. নন-সাইনুসয়ডাল ওয়েভের পাওয়ার ফ্যাক্টর নির্ণয় কর।