RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

12th PHYSICS

ई- पाठशाला

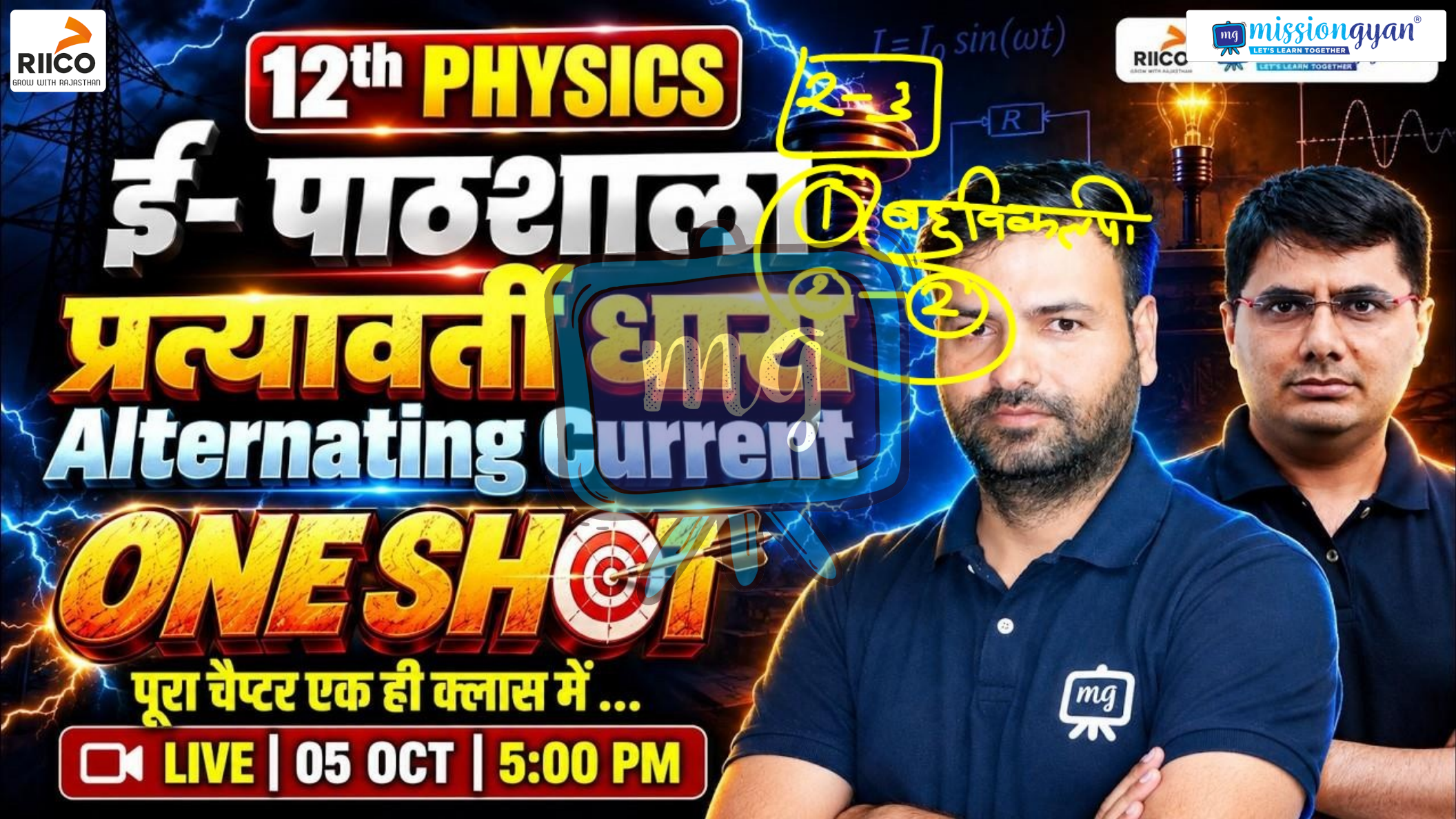
प्रत्यावर्ती धारा

Alternating Current

ONE SHOT

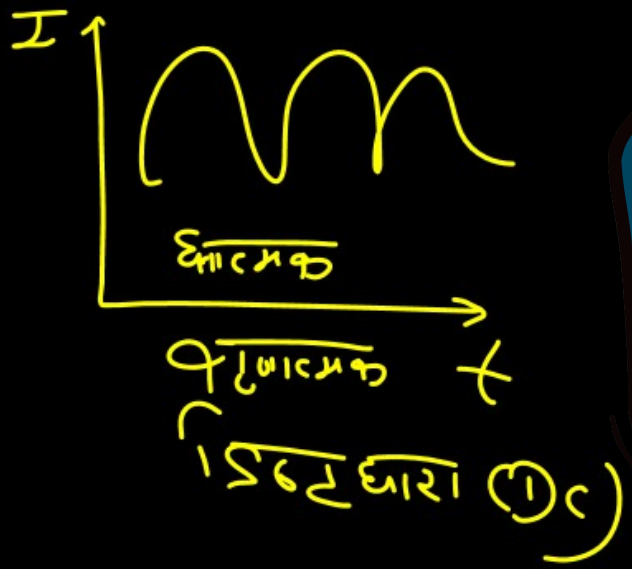
पूरा चैप्टर एक ही क्लास में ...

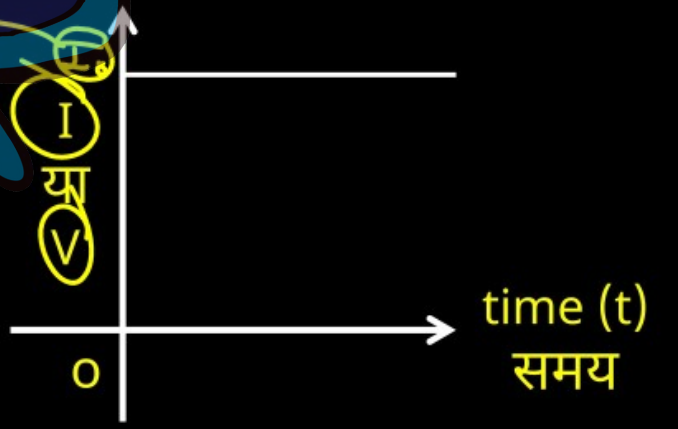
LIVE | 05 OCT | 5:00 PM



प्रस्तावना

दिष्ट धारा : वह धारा जिसमें समय के सापेक्ष धारा का परिमाण नहीं बदलता है तथा प्रवाह की दिशा नियत रहती है, दिष्ट धारा कहलाती है।

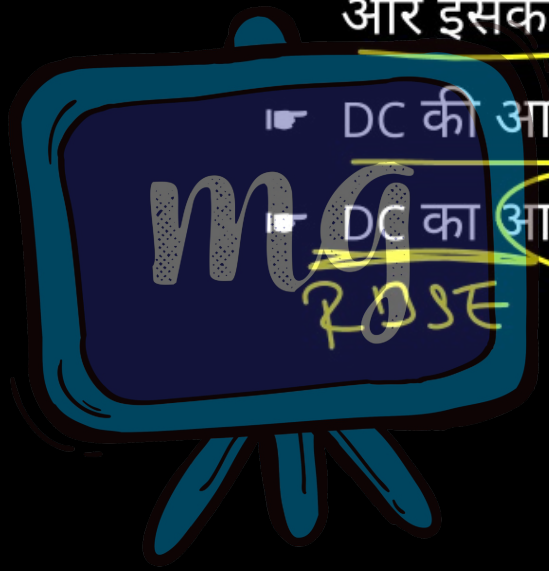




RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

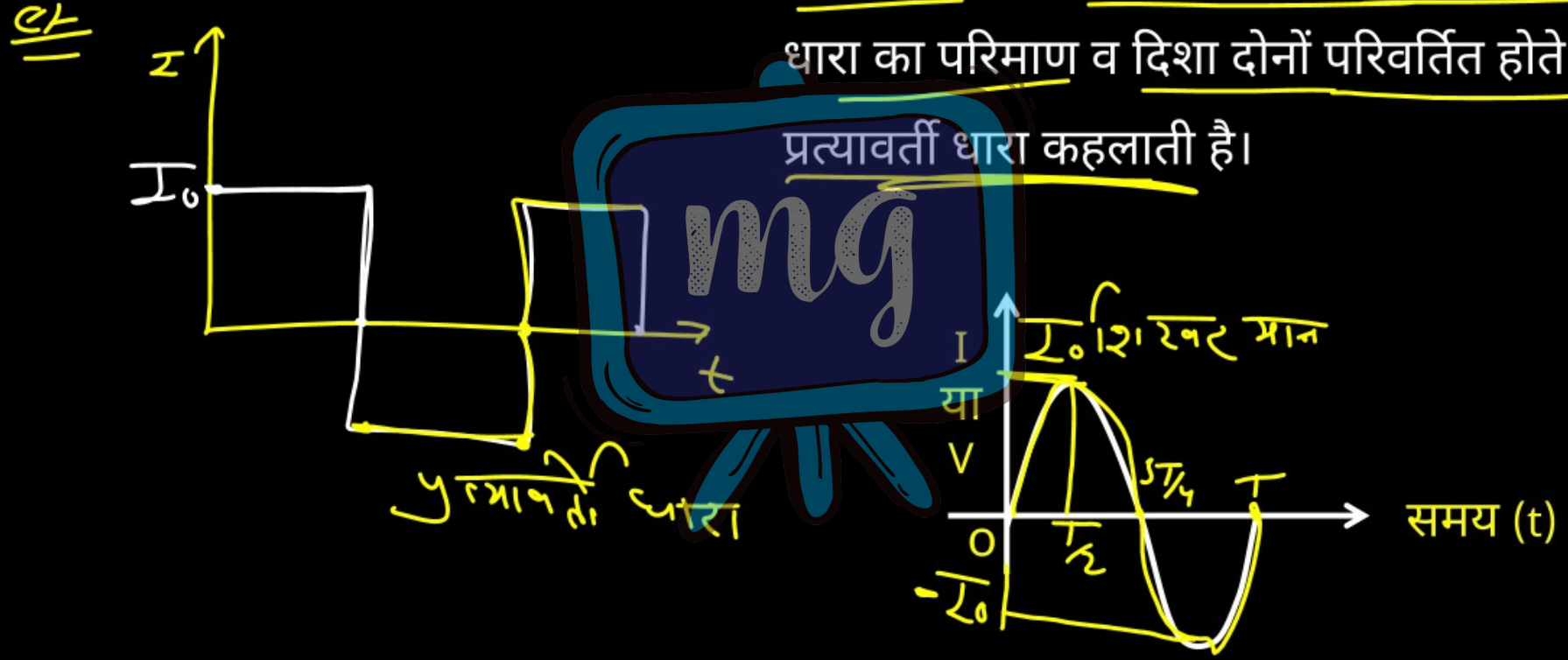
- सैल या बैटरी से DC धारा प्राप्त की जाती है और इसका परिमाण अमीटर से मापा जाता है।
- DC की आवृत्ति शून्य है।
- DC का आवर्तकाल अनन्त होता है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

प्रत्यावर्ती धारा : वह धारा जिसमें समय के सापेक्ष धारा का परिमाण व दिशा दोनों परिवर्तित होते हैं, प्रत्यावर्ती धारा कहलाती है।

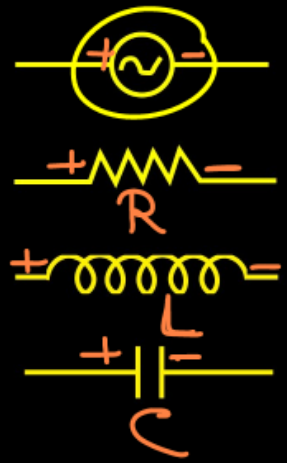


RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

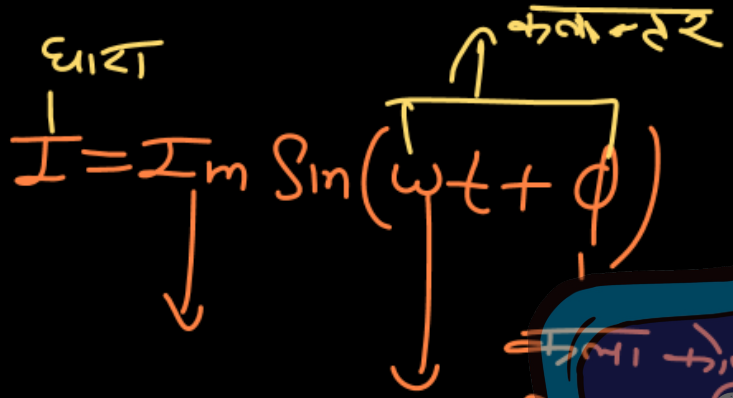
कुछ महत्वपूर्ण प्रतीक चिन्ह :

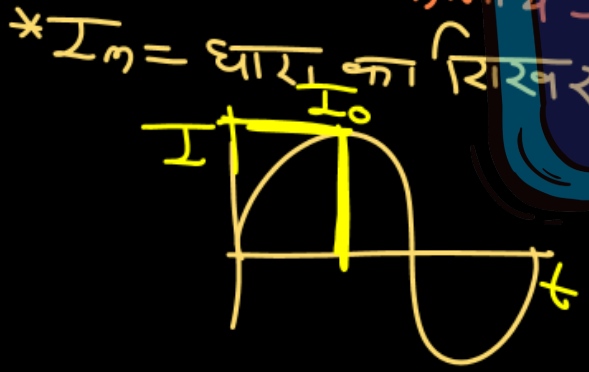
- प्रत्यावर्ती धारा स्त्रोत
- प्रतिरोध
- प्रेरकत्त्व
- संधारित्र



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

mg missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER





कुछ महत्वपूर्ण परिभाषा व सूत्र :

- **तात्क्षणिक मान :** किसी निश्चित समय t पर प्रत्यावर्ती धारा या वोल्टता का मान तात्क्षणिक मान कहलाता है।

$$I = I_m \sin(\omega t + \phi)$$

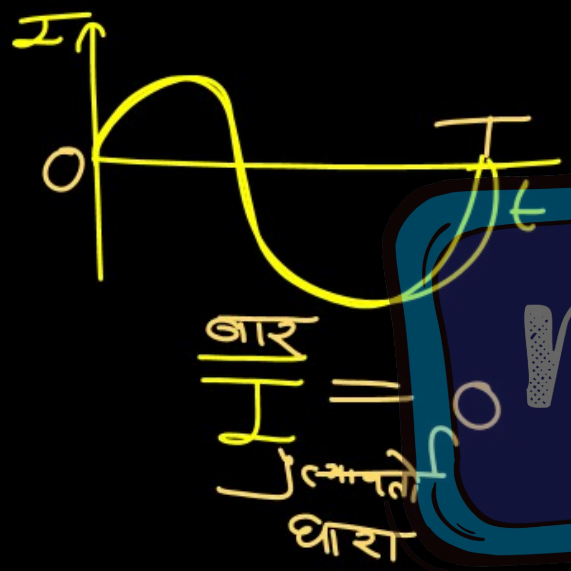
जहाँ ϕ कलान्तर है।

$$V = V_m \sin\omega t$$

- **शिखर मान :** प्रत्यावर्ती धारा या वोल्टता का अधिकतम मान शिखर मान कहलाता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



☛ **एक पूर्ण चक्र के लिए AC का औसत मान :**

एक पूर्ण चक्र के लिए AC का तात्क्षणिक मान AC का माध्य का औसत मान कहलाता है।

तात्क्षणिक धारा का समीकरण $I = I_m \sin\omega t$ ... (1)

AC का औसत मान $\bar{I} = \int_0^T \frac{I dt}{T}$ ... (2)

$$= \frac{1}{T}\int_0^T I_m \sin\omega t \, dt$$

$$= \frac{I_m}{T}\int_0^T \sin\omega t \, dt$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$$\frac{I_m}{T}\int_0^T \sin(\omega t)\,dt = \frac{I_m}{T}\left[\frac{-\cos\omega t}{\omega}\right]_0^T = \frac{I_m}{T}\left(\frac{-\cos\omega t}{\omega}\right)_0^T$$

$$= \frac{I_m}{T}\left[\frac{-\cos 2\pi(t)}{\omega}\right]_0^T$$

$$= \frac{-I_m}{\omega T}\left[\cos 2\pi(t)\right]_0^T$$

$$= \frac{-I_m}{\omega T}\left[\cos 2\pi - \cos 0^\circ\right]$$

$$= \frac{-I_m}{\omega T}\left[1-1\right]$$

$$\bar{I} = 0$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

अत: एक पूर्ण चक्र में प्रत्यावर्ती धारा का औसत मान शून्य होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

mg missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ अर्द्धचक्र के लिए AC का औसत मान :



$$\bar{I} = \frac{\int_0^{T/2} I\,dt}{T/2}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

$$\bar{I} = \left(\frac{2}{T}\right)\int_0^{T/2} I_m \sin\omega t\,dt$$

$$\bar{I} = \frac{2I_m}{T}\left[\frac{-\cos\omega t}{\omega}\right]_0^{\frac{T}{2}}$$

$$\bar{I} = \frac{-2I_m}{\omega T}\left[\cos\frac{2\pi}{T}\times\frac{T}{2} - \cos\frac{2\pi}{T}(0)\right]$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$$\bar{I} = \frac{-2I_m}{\omega T}\left[\cos\pi - \cos 0°\right]$$

$$\bar{I} = \frac{-2I_m}{\omega T}\left[-1-1\right]$$

$$\bar{I} = \frac{-2I_m}{\frac{2\pi}{T} \times T}\left[-2\right]$$

$$\bar{I} = \frac{2I_m}{\pi}$$

याद करना है।

$$\bar{I} = 0.637\, I_m$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

rms का

Root mean Square

वर्ग माध्य मूल मान

अगले अर्द्धचक्र के लिए : $\bar{I} = \frac{-2I_m}{\pi}$

$\bar{I} = -0.637\, I_m$

☛ AC का rms मान : (वर्ग माध्य मूल मान)

तात्क्षणिक धारा के वर्ग के औसत मान का वर्गमूल AC का rms मान कहलाता है।

$\bar{I^2} = \frac{\text{एक आवर्तकाल में } I^2 \text{ का योग}}{\text{आवर्तकाल}}$

$\because I = I_m \sin\omega t$

वर्ग करने पर $I^2 = I_m^2 \sin^2\omega t$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$$\overline{I^2} = \int_0^T \frac{I^2 dt}{T}$$

$$\overline{I^2} = \frac{1}{T}\int_0^T I_m^2 \sin^2 \omega t \, dt$$

$$\overline{I^2} = \frac{I_m^2}{T}\int_0^T \sin^2 \omega t \, dt$$

$\theta = \omega t$

$$\overline{I^2} = \frac{I_m^2}{T}\int_0^T \frac{1-\cos(2\omega t)}{2} dt$$

$$\because \sin^2\theta = \frac{1-\cos 2\theta}{2}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$$\overline{I^2} = \frac{I_m^2}{2T}\int_0^T (1-\cos 2\omega t)\, dt$$

$$\overline{I^2} = \frac{I_m^2}{2T}\left[\int_0^T 1\,dt - \int_0^T \cos 2\omega t\, dt\right]$$

$$\overline{I^2} = \frac{I_m^2}{2T}\left[\{t\}_0^T - \left\{\frac{\sin 2\omega t}{2\omega}\right\}_0^T\right]$$

$$\overline{I^2} = \frac{I_m^2}{2T}\left[(T-0) - \frac{1}{2\omega}\left\{\sin\frac{2\times 2\pi}{T}(T) - \sin\frac{2\times 2\pi}{T}(0)\right\}\right]$$

$$\overline{I^2} = \frac{I_m^2}{2T}\left[T - \frac{1}{2\omega}(\sin 4\pi - \sin 0°)\right]$$

$\int \cos 2\omega t\, dt$

$\frac{\sin 2\omega t}{2\omega}$

$$I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

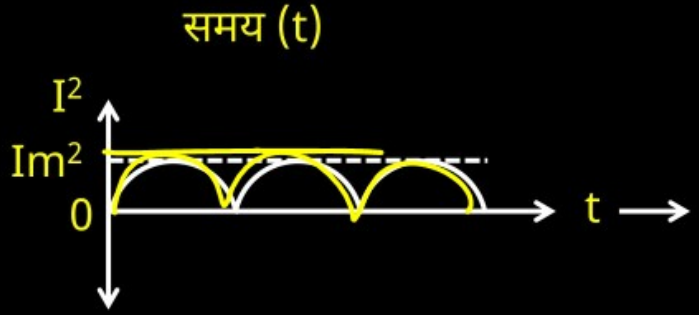
$$\overline{I^2} = \frac{I_m^2}{2T}(T - 0)$$

$$\overline{I^2} = \frac{I_m^2}{2}$$

दोनों पक्षों का वर्गमूल लेने पर,

$$\sqrt{\overline{I^2}} = \sqrt{\frac{I_m^2}{2}}$$

$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$



पाठ करना है।

$$I_{rms} = 0.707\, I_m$$

I_{rms} = 70.7% का I_m

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

वोल्टता का वर्ग माध्य मूल मान

$V_{rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$

इसी प्रकार,

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

☛ I_{rms} उस DC धारा के बराबर है जो AC द्वारा दी गई ऊष्मा के समान, ऊष्मा उत्पन्न कर सकती है, इसलिए I_{rms} को धारा का प्रभावी मान या आभासी मान कहते हैं।

☛ $\bar{I} = 0$, इसलिए AC को सामान्य अमीटर या वोल्टमीटर से मापा नहीं जा सकता है।

वोल्टता

DC 220V

☛ एक समान 220 वोल्ट की AC, DC से बहुत अधिक खतरनाक है।

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$V_m = \sqrt{2}.V_{rms}$$

हमारे घरों में 220 वोल्ट पर विद्युत आपूर्ति होती है।

$$V_m = \sqrt{2} \times 220$$

$$V_m = 311.08 \text{ volt}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

- एक चक्र में अधिकतम AC, 622.16 वोल्ट होती है। इसलिए 220 V की AC, DC से खतरनाक है।
- सामान्यतः AC परिपथ के लिए दिये गये धारा और वोल्टेज के मान, rms के मान होते हैं।
- उच्च वोल्टेज पर AC का स्थानान्तरण करने से ऊर्जा हानि कम होती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

AC वोल्टता से प्रतिरोध

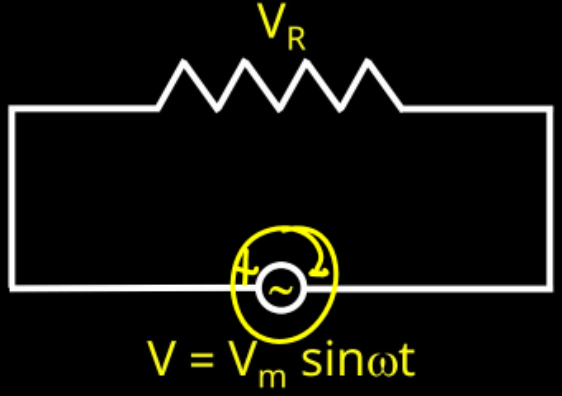
माना AC वोल्टेज स्त्रोत से प्रतिरोध R को श्रेणीक्रम में जोड़ा गया है।

KVL से, $V_R = V$

$I R = V_m \sin\omega t$

$I = \frac{V_m}{R} \sin\omega t$

$I = I_m \sin\omega t$

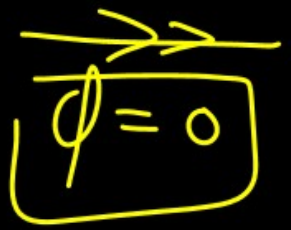


तुलना करने पर,

$I_m = \frac{V_m}{R}$ = धारा का शिखर मान

कलान्तर = वोल्टेज की कला – धारा की कला

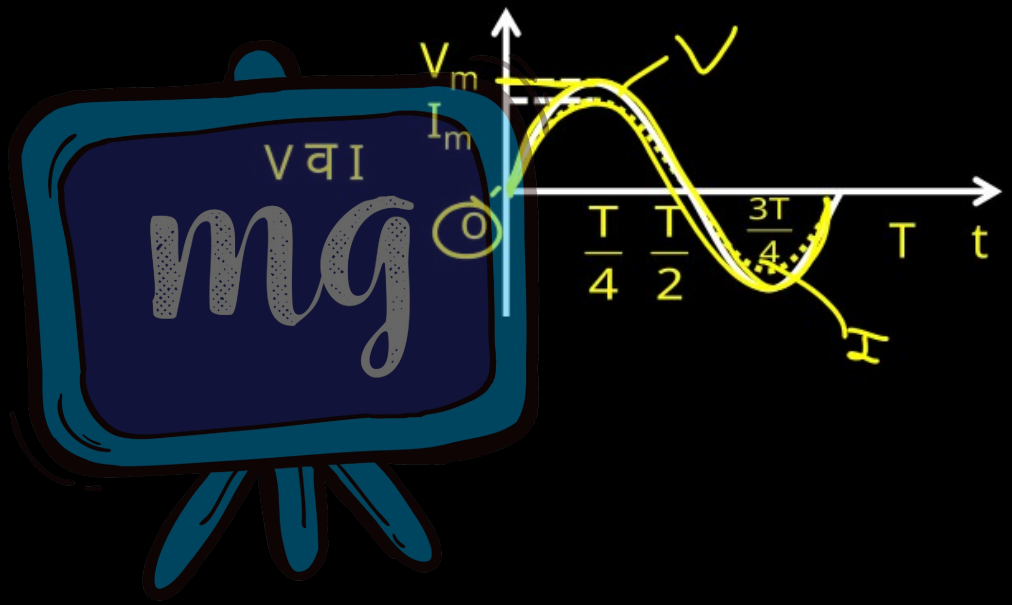
$\phi = \omega t - \omega t = 0$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

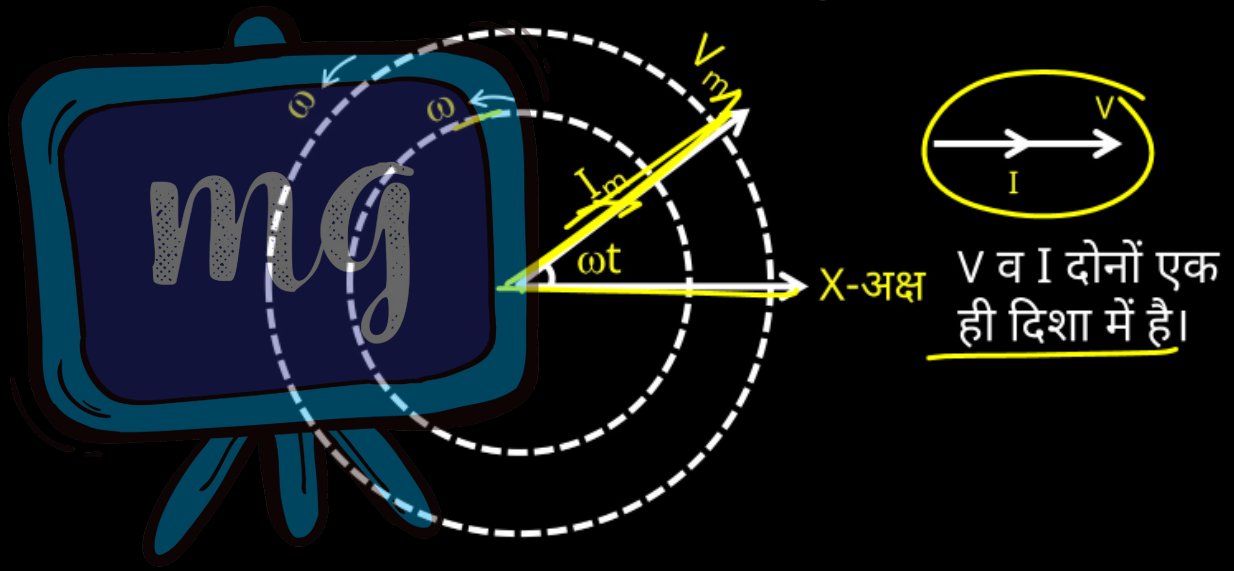
V – t व I – t ग्राफ



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

फेजर्स आरेख : (प्रतिरोध)

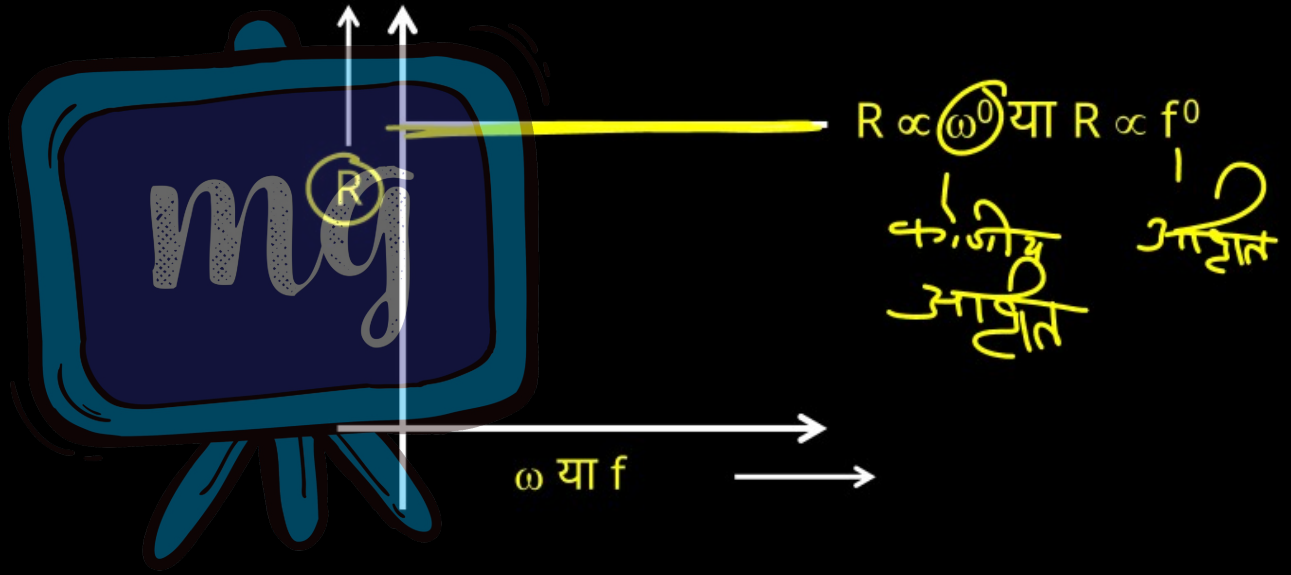


V व I दोनों एक ही दिशा में है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

कोणीय आवृत्ति पर निर्भरता :



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

AC वोल्टेज से प्रेरकत्व

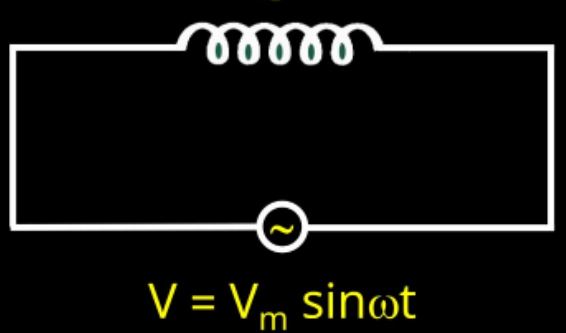
माना AC वोल्टेज से प्रेरकत्व को श्रेणीक्रम में जोड़ा गया है।

KVL से, — किरचॉफ के द्वितीय नियम से

$V_L = V$

$L\frac{dI}{dt} = V_m \sin\omega t$

$dI = \frac{V_m}{L}\sin\omega t\,dt$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$$I = \int dI = \int \frac{V_m}{L} \sin\omega t \, dt$$

$$I = \frac{V_m}{L} \int \sin\omega t \, dt$$

$$I = \frac{V_m}{L} \left[\frac{-\cos\omega t}{\omega} \right]$$

$\theta = \omega t$

$$I = \frac{-V_m}{\omega L} \sin\left(\frac{\pi}{2} - \omega t \right)$$

$$I = \frac{V_m}{\omega L}\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \quad .....(i)$$

धारा का मान

$$I = I_m \sin(\omega t \pm \phi) \quad .....(ii)$$

समीकरण (i) व (ii) की तुलना करने पर

$$I_m = \frac{V_0}{\omega L}$$ (धारा का शिखर मान)

यहाँ $X_L = \omega L$ प्रेरणिक प्रतिघात कहलाता है।

$X_L = \omega L$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

कलान्तर = वोल्टता की कला – धारा की कला

$$\phi = \omega t - \left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

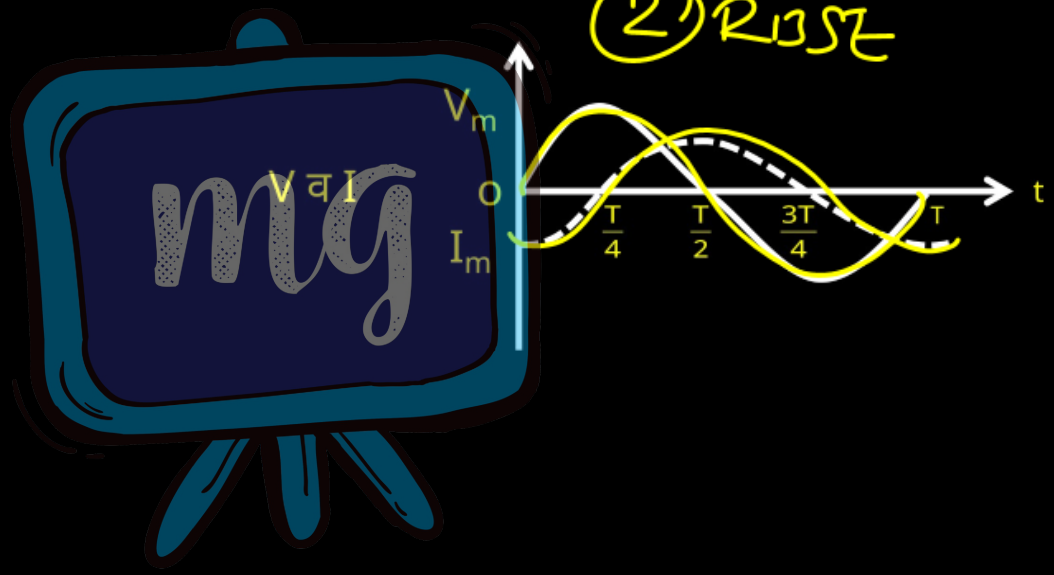
$$\phi = \omega t - \omega t + \frac{\pi}{2}$$

$$\phi = +\frac{\pi}{2}$$

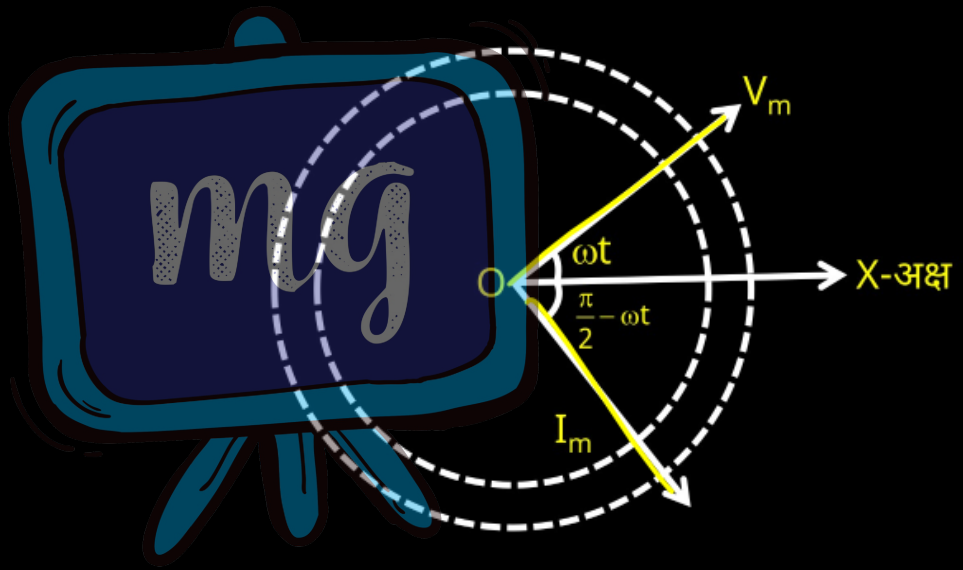
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

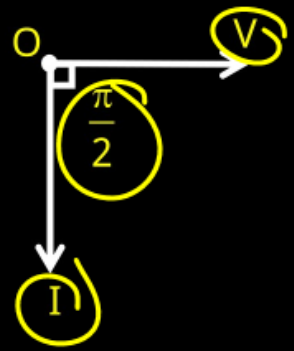
mg missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

V – t व I – t ग्राफ



फेजर्स आरेख





RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

कोणीय आवृत्ति पर निर्भरता

प्रेरणिक प्रतिघात

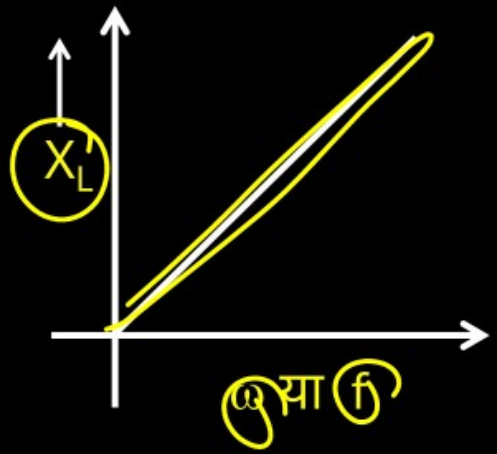
$X_L = \omega L$

L = नियत

$X_L = 2\pi fL$

$X_L \propto \omega$

$X_L \propto f$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

AC वोल्टेज से संधारित्र

माना AC वोल्टेज से संधारित्र को श्रेणी क्रम में जोड़ा गया है।

$Q = CV$

$Q = CV$

$Q = CV$

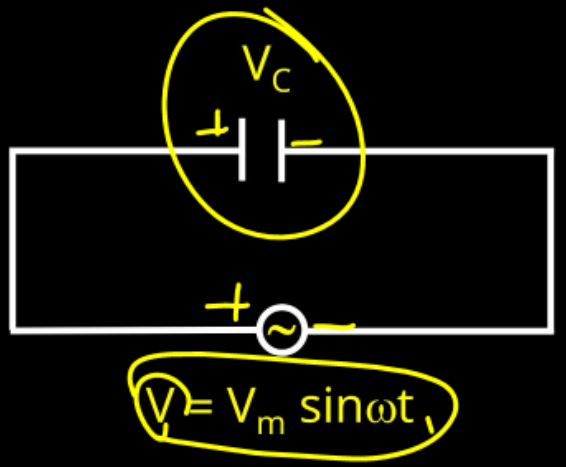
$V = \frac{Q}{C}$

KVL से, $V_C = V$

$\frac{Q}{C} = V_m \sin\omega t$

$\frac{dQ}{dt} = \frac{d}{dt} CV_m \sin\omega t$

$I = CV_m \frac{d}{dt} \sin\omega t$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

$I = \omega C V_m \cos\omega t$

$\frac{d}{dt}\sin\omega t = \cos\omega t \cdot \omega$

$I = \frac{V_m}{\frac{1}{\omega C}} \sin\left(\frac{\pi}{2} + \omega t\right)$ .....(i)

$I = I_m \sin(\omega t \pm \phi)$ .....(ii)

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

संधारित्र

प्रतिघात

धारितीय

तुलना करने पर, $I_m = \frac{V_m}{X_C}$ (धारा का शिखर मान)

यहाँ $X_C = \frac{1}{\omega C}$ धारितीय प्रतिघात कहलाता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

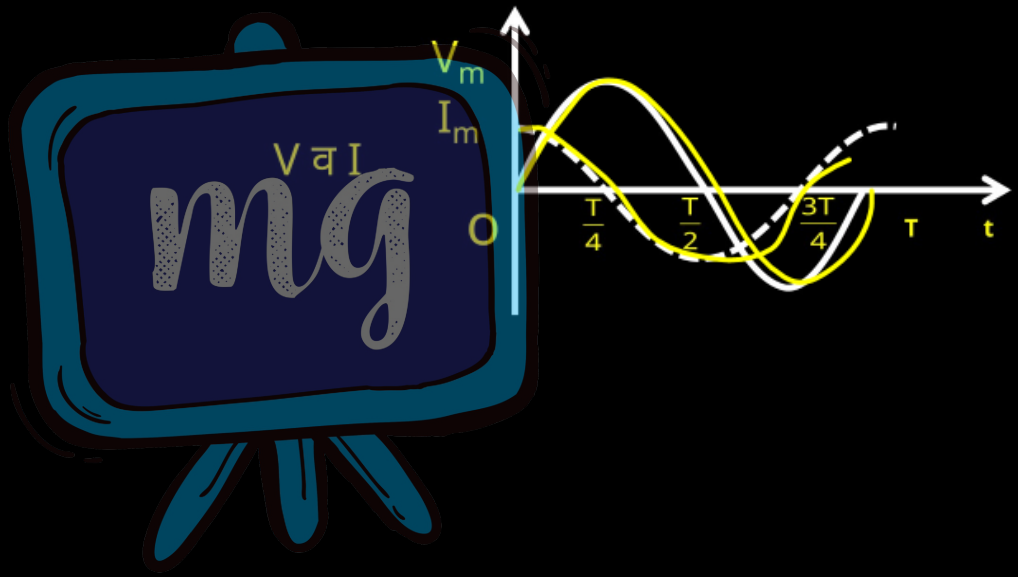
कलान्तर = वोल्टता की कला – धारा की कला

$$\phi = \omega t - \left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

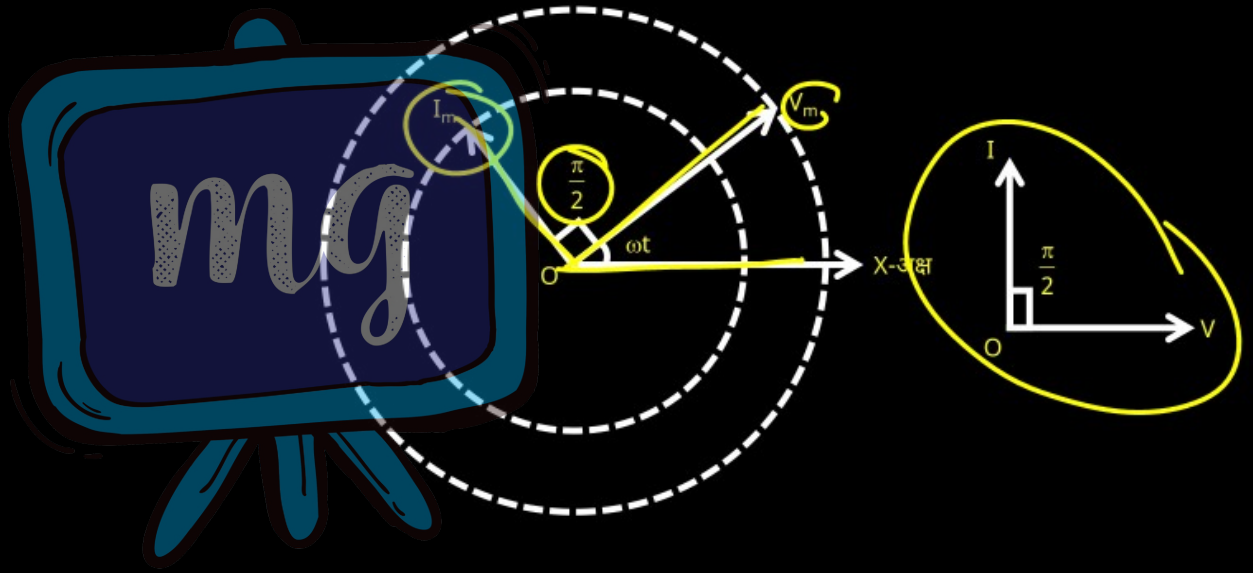
$$\phi = \omega t - \omega t - \frac{\pi}{2}$$

$$\phi = -\frac{\pi}{2}$$

V – t व I – t ग्राफ



फेजर्स आरेख



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

आवृत्ति पर निर्भरता

① प्रावस्था = 0°

② प्रेरकत्व = $\pi/2$

③ धारिता = $-\pi/2$

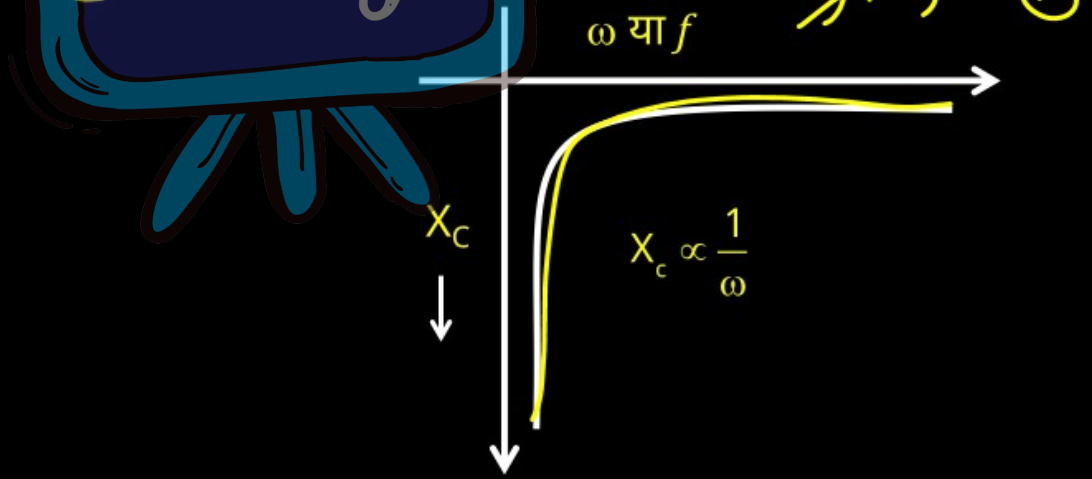
$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

$$X_C \propto \frac{1}{\omega}$$

$$X_C \propto \frac{1}{f}$$

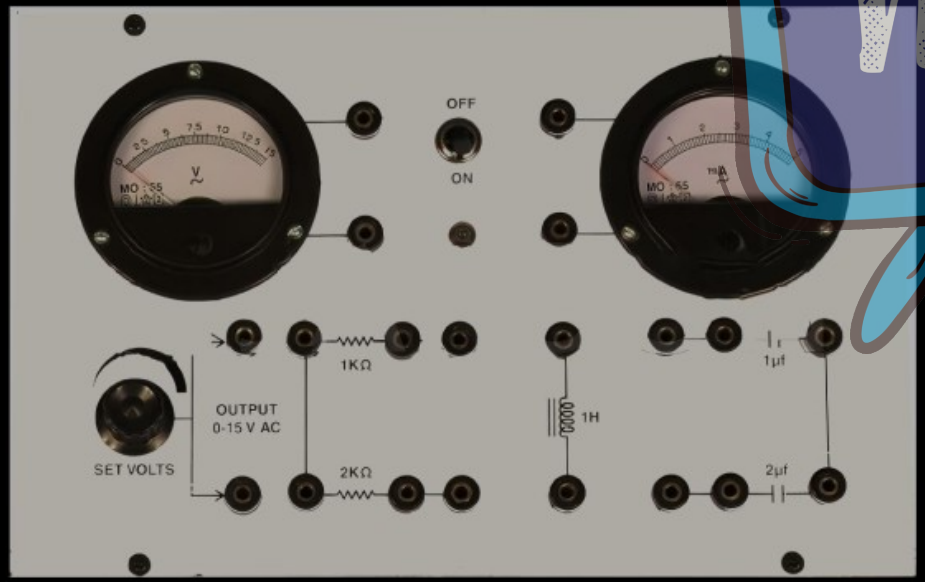
ग्राफ ①

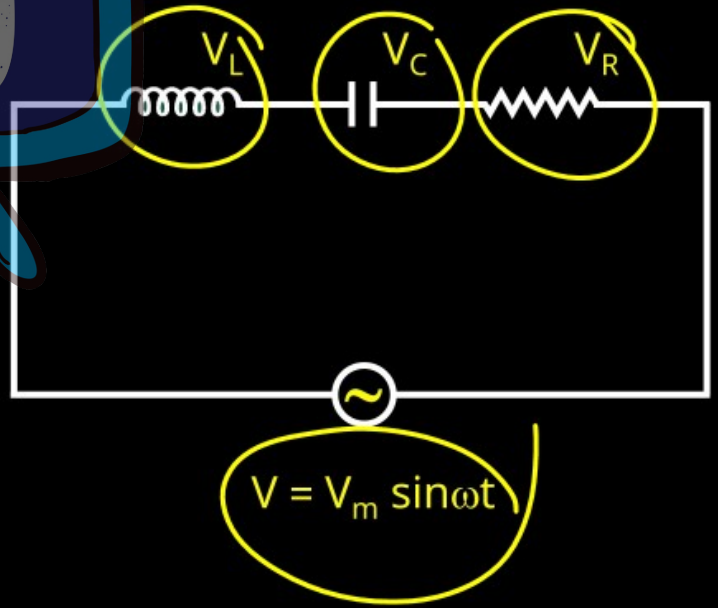


महत्वपूर्ण

AC वोल्टता से श्रेणीक्रम LCR परिपथ

माना AC वोल्टता को श्रेणीक्रम में प्रेरकत्व, संधारित्र व प्रतिरोध से जोड़ा गया है।

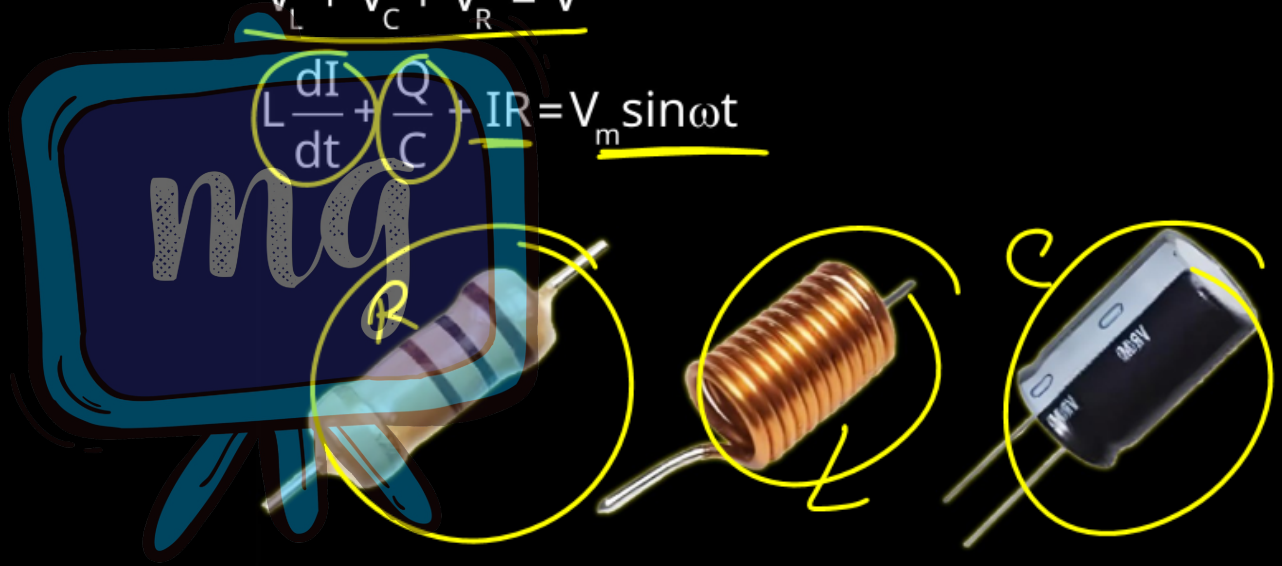




KVL से,

$$V_L + V_C + V_R = V$$

$$L\frac{dI}{dt} + \frac{Q}{C} + IR = V_m \sin\omega t$$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

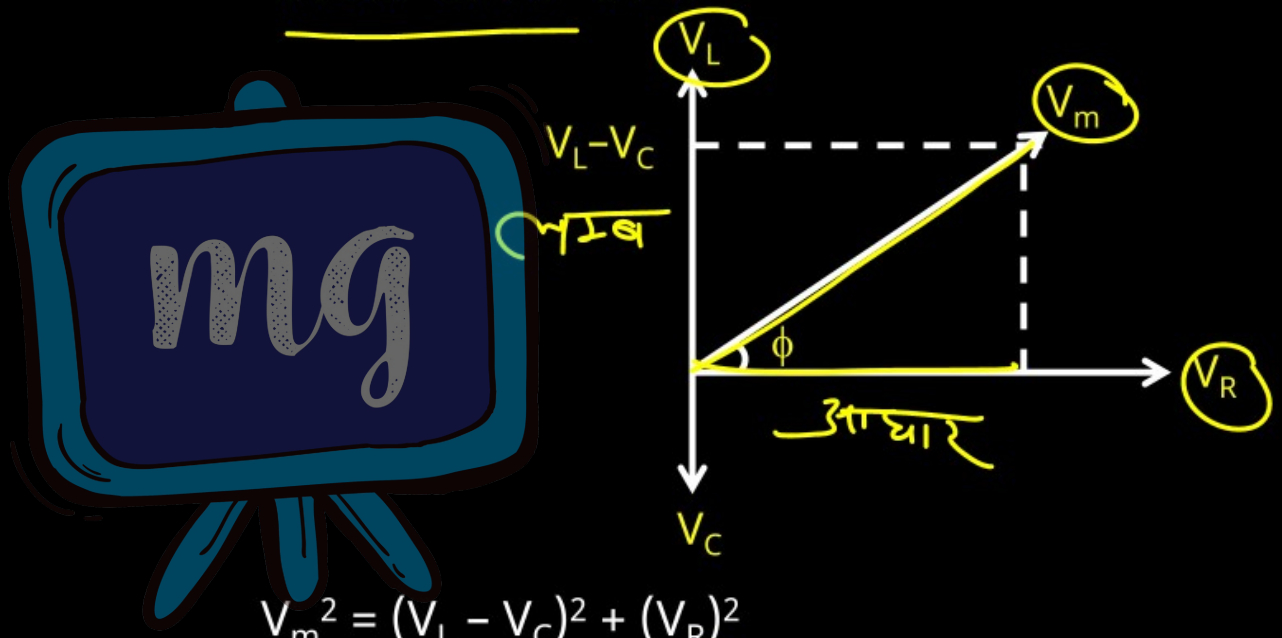
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

स्थिति - I

$$V_L > V_C \text{ या } X_L > X_C \text{ या } \omega L > \frac{1}{\omega C}$$



वोल्टता सदिश आरेख -



$$V_m^2 = (V_L - V_C)^2 + (V_R)^2$$

माना प्रतिरोध R, प्रेरणिक प्रतिघात X_L, धारितीय प्रतिघात X_C व परिपथ की प्रतिबाधा Z है।


mg

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

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

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

2 से sq ले

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

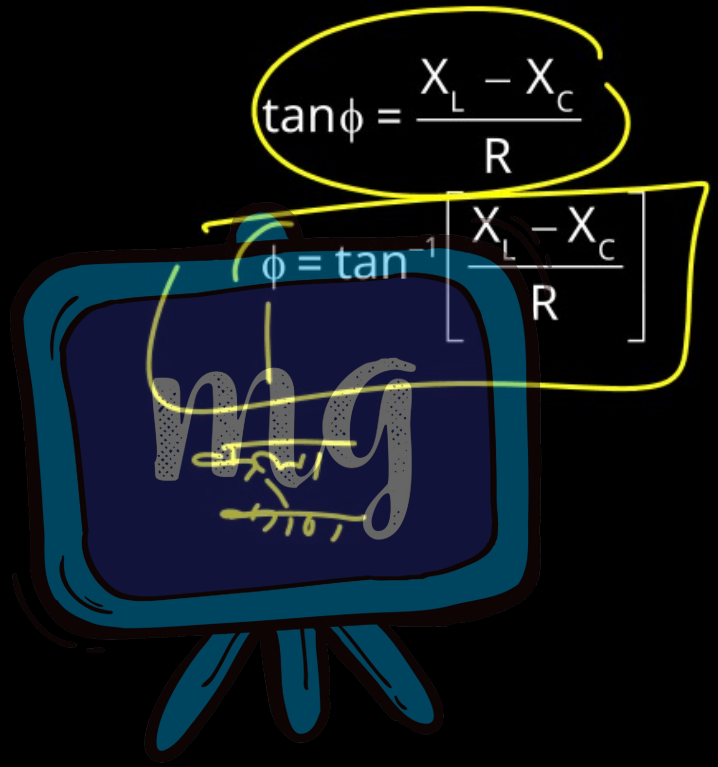
यह परिपथ की प्रतिबाधा कहलाती है।

$$\tan\phi = \frac{V_L - V_C}{V_R}$$

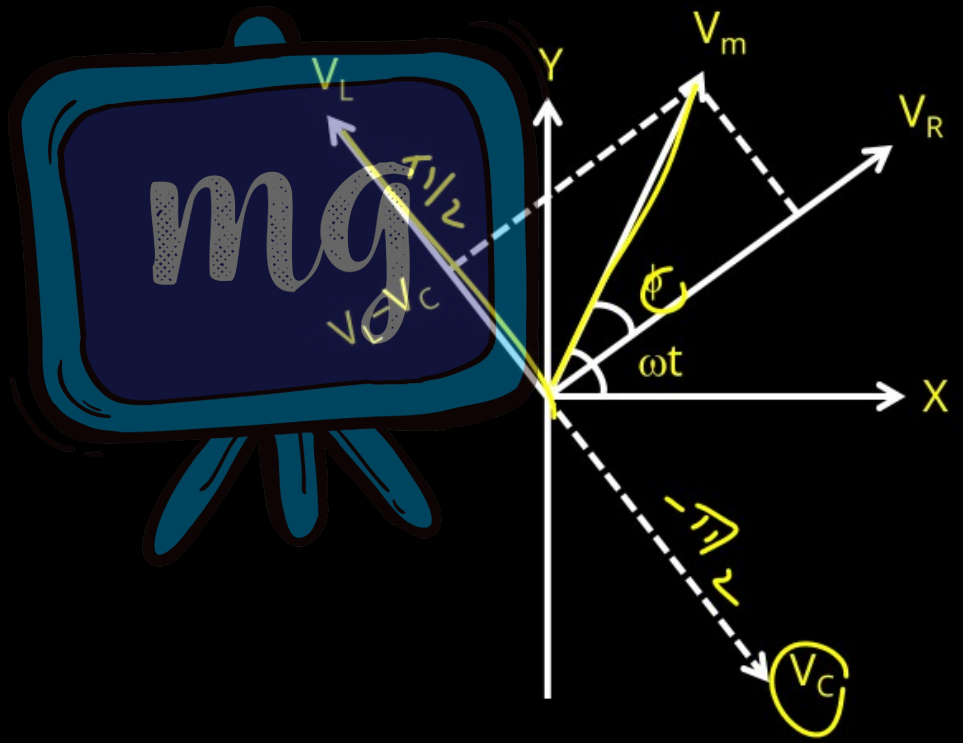
$$\tan\phi = \frac{I_m X_L - I_m X_C}{I_m R}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



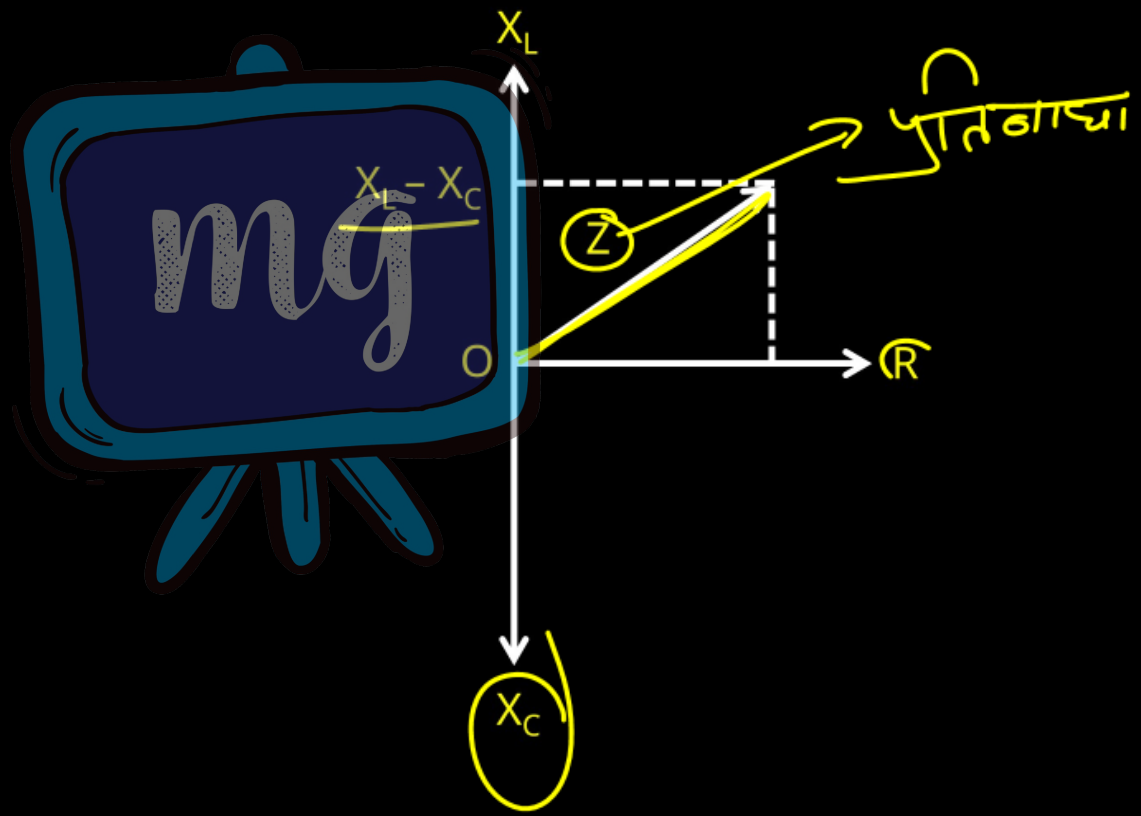
फेजर्स आरेख



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

प्रतिबाधा सदिश आरेख



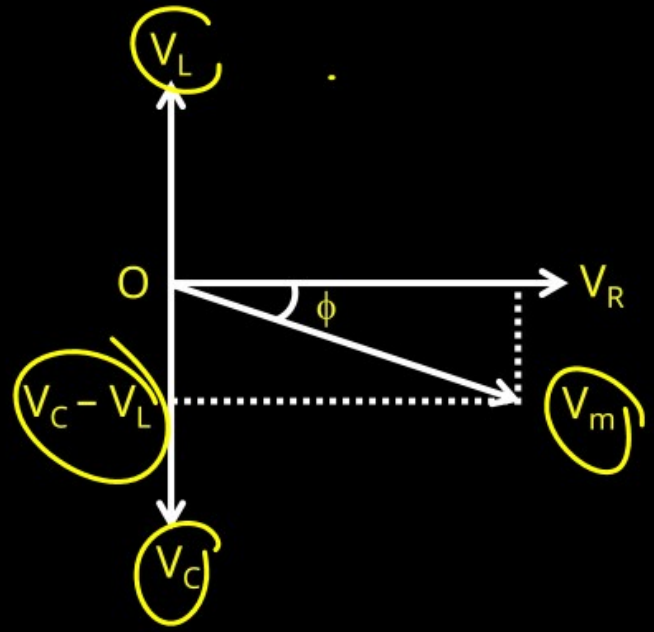
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

स्थिति - II

$V_L < V_C$ या $X_L < X_C$ या $\omega L < \frac{1}{\omega C}$

वोल्टता सदिश आरेख



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$$V_m^2 = (V_C - V_L)^2 + (V_R)^2$$

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

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

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

$$\tan\phi = \frac{V_C - V_L}{V_R}$$

$$\tan\phi = \frac{I_m X_C - I_m X_L}{I_m R}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$$\tan\phi = \frac{X_C - X_L}{R}$$

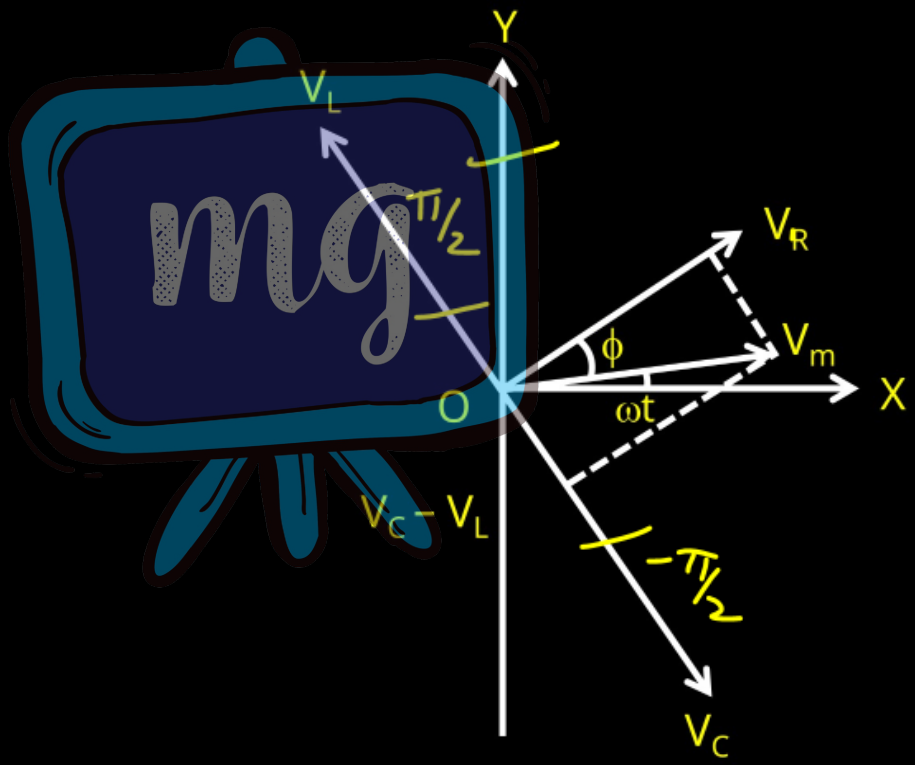
$$\phi = \tan^{-1}\left[\frac{X_C - X_L}{R}\right]$$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

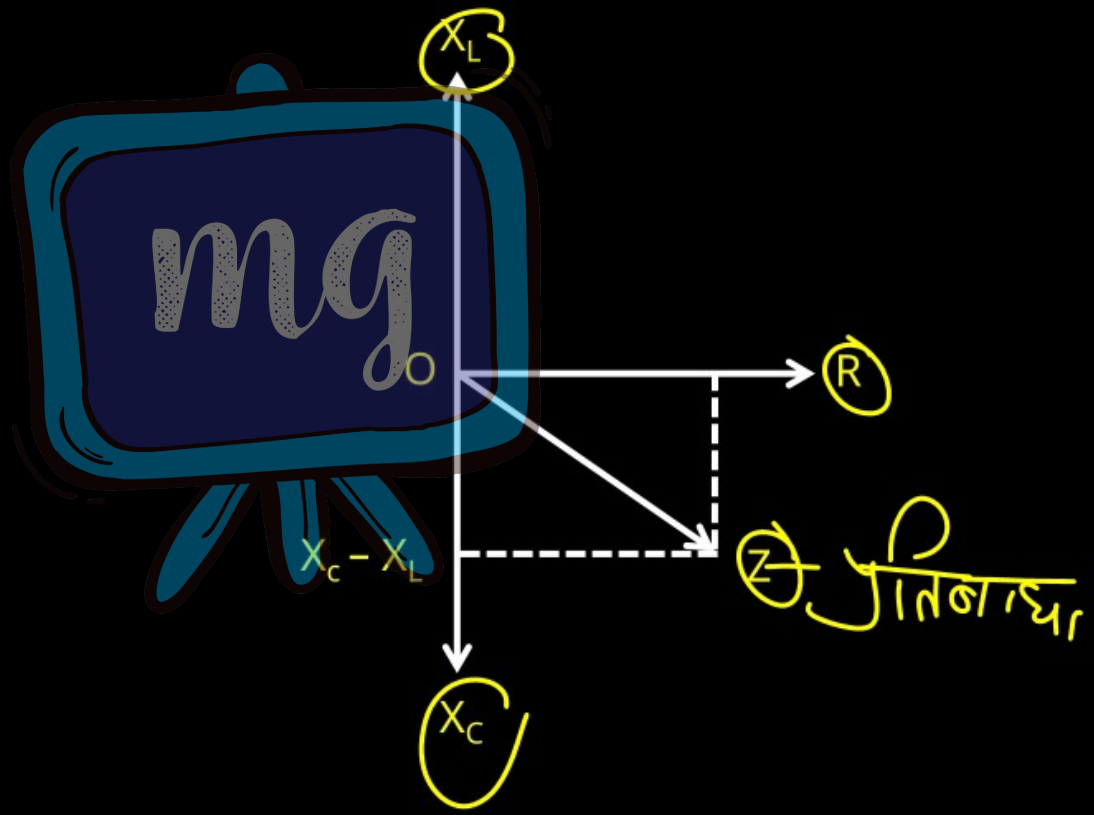
फेजर्स आरेख



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

प्रतिबाधा सदिश आरेख



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

स्थिति - III

$V_L = V_C$ या $X_L = X_C$ या $\omega L = \frac{1}{\omega C}$

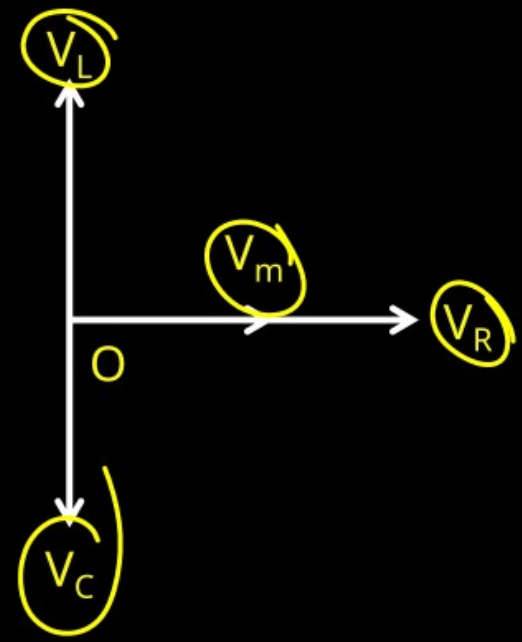
वोल्टता सदिश आरेख

$V_m = V_R$

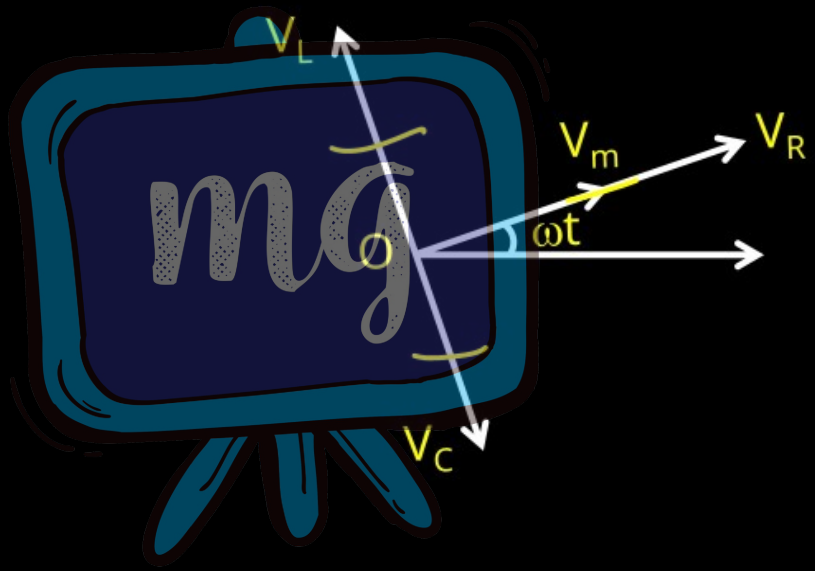
$I_m Z = I_m R$

$Z = R$

$\tan\phi = 0$



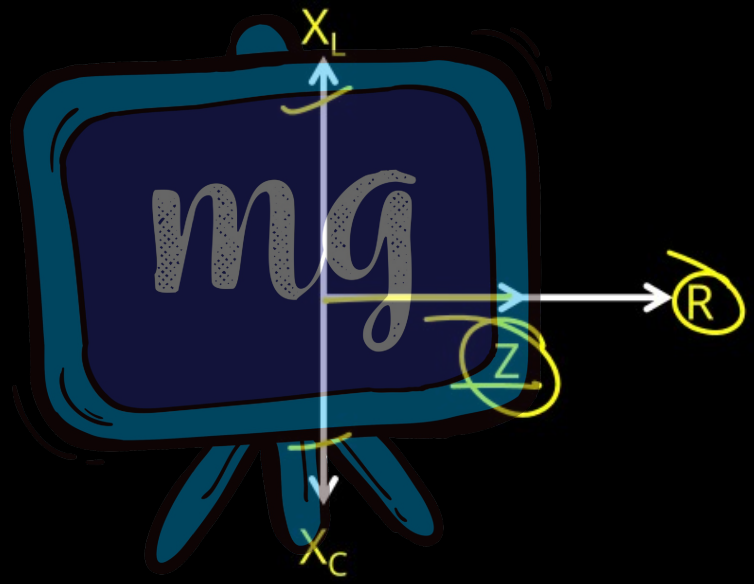
फेजर्स आरेख



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

प्रतिबाधा सदिश आरेख



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

श्रेणी LCR अनुनादी परिपथ :-

अनुनाद की स्थिति $X_L = X_C$

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

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

$X_L = X_C$

$Z = R$

$Z_{min} = R$

$$I_m = \frac{V_m}{Z_{min}}$$

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

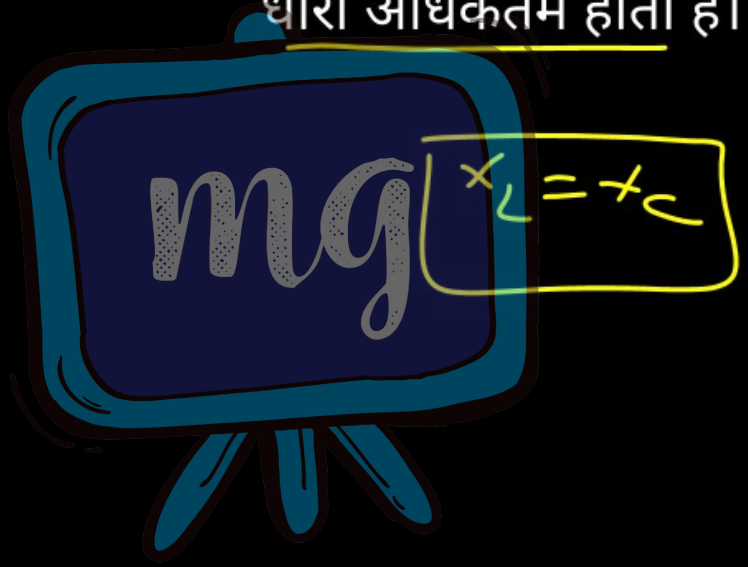
$$I_m = \frac{V_m}{Z_{min}}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

नोट

श्रेणी अनुनाद में परिपथ की प्रतिबाधा न्यूनतम और धारा अधिकतम होती है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

अनुनादी आवृत्ति

$X_L = X_C$

$\omega_r L = \frac{1}{\omega_r C}$ जहाँ ω_r = अनुनादी कोणीय आवृति

$\omega_r^2 = \frac{1}{LC}$

$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

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

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

f_r = अनुनादी आवृत्ति

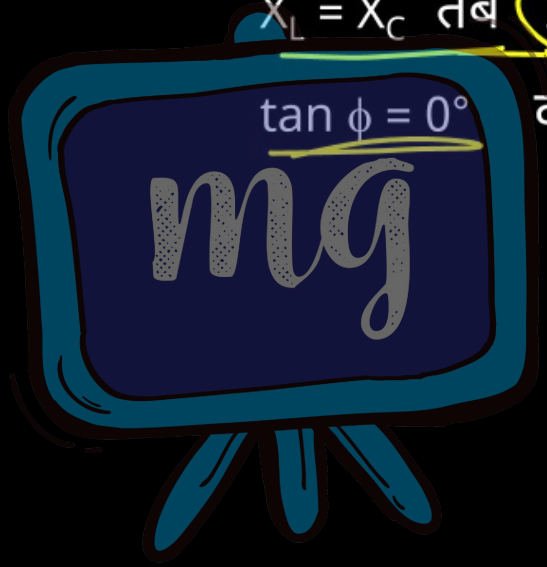
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

कुल प्रतिघात $X = X_L - X_C \neq 0$

$X_L = X_C$ तब $Z_{min} = R$

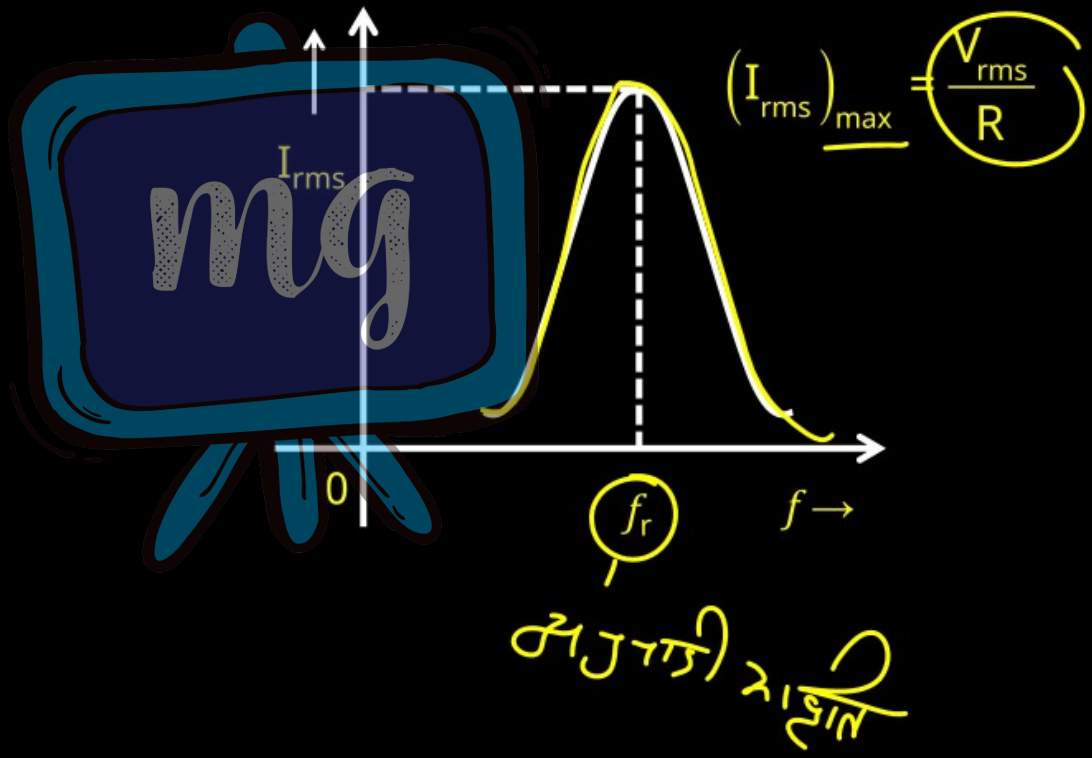
$\tan \phi = 0°$ कलान्तर $= 0°$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

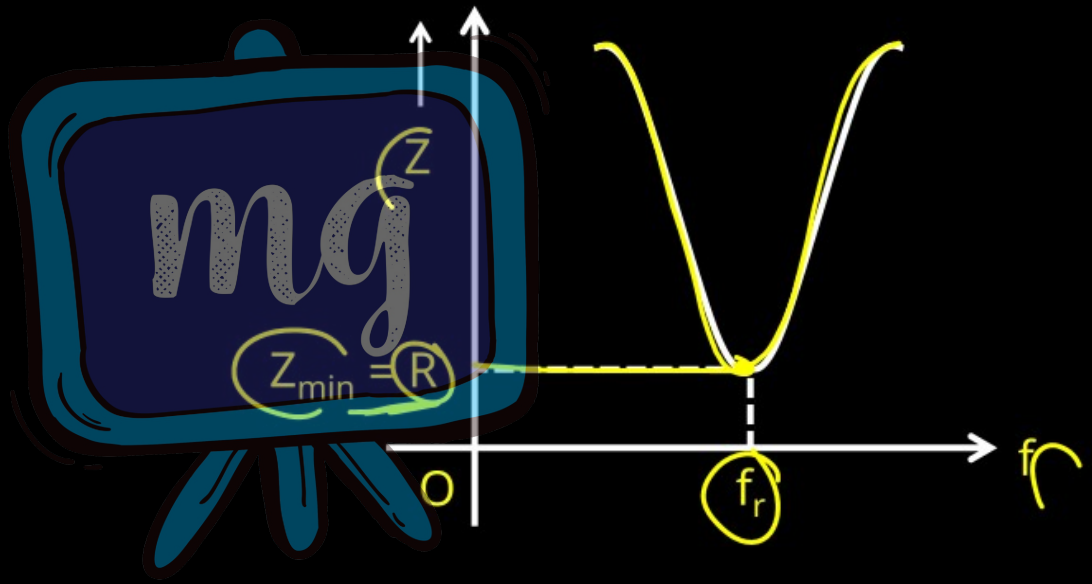
धारा आवृत्ति ग्राफ



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

प्रतिबाधा आवृत्ति ग्राफ



AC परिपथ में शक्ति : शक्ति गुणांक

$\because P = VI$

$V = V_m \sin\omega t$

$I = I_m \sin(\omega t - \phi)$

तात्क्षणिक शक्ति $P_t = VI$

$P_t = V_m \sin\omega t \, I_m \sin(\omega t - \phi)$

$P = \frac{W}{t}$

$V = \frac{W}{Q}$

$W = VQ$

$P = \frac{VQ}{t}$

$P = VI$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

$$P_t = V_m \sin\omega t \, I_m [\sin\omega t.\cos\phi - \cos\omega t.\sin\phi]$$

$$P_t = V_m I_m [\sin^2\omega t.\cos\phi - \sin\omega t \cos\omega t \sin\phi]$$

$$P_t = V_m I_m [\sin^2\omega t.\cos\phi - \frac{2}{2}\sin\omega t \cos\omega t \sin\phi]$$

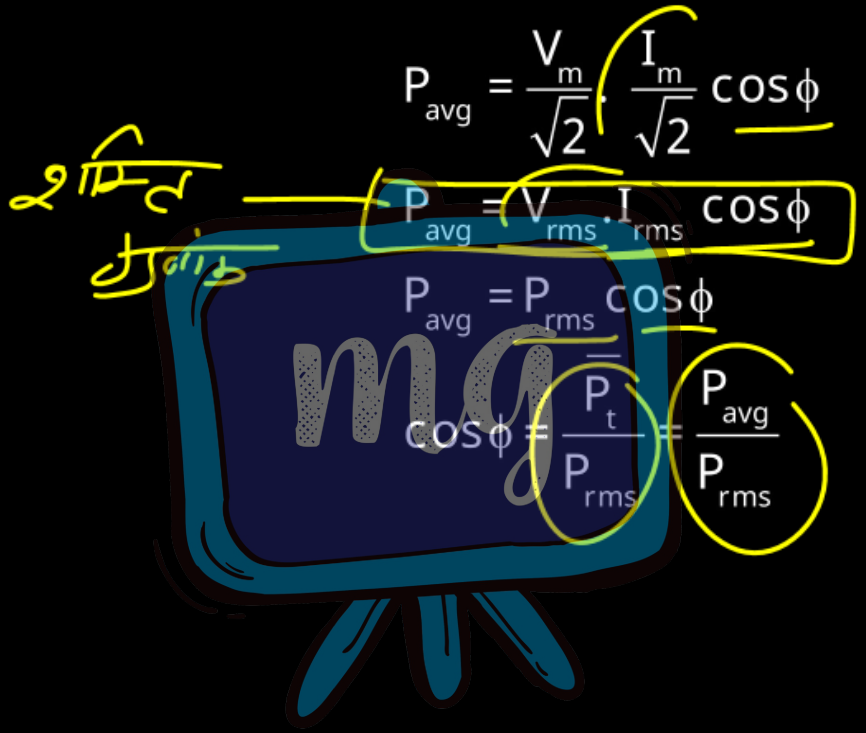
$$P_t = V_m I_m [\sin^2\omega t.\cos\phi - \frac{1}{2}\sin 2\omega t.\sin\phi]$$

$$\overline{\sin^2\omega t} = \frac{1}{2} \qquad \overline{\sin 2\omega t} = 0$$

$$P_{avg} = \overline{P_t} = \frac{V_m I_m \cos\phi}{2}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

शक्ति गुणांक

$\cos\phi$ = प्रतिरोध तथा प्रतिबाधा के अनुपात को ही शक्ति गुणांक कहते है।

नोट

$$\cos\phi = \frac{V_R}{V_m}$$

$$\cos\phi = \frac{I_m R}{I_m Z}$$

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

शक्ति गुणांक प्रतिरोध व प्रतिबाधा का अनुपात होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

विशेष स्थिति :

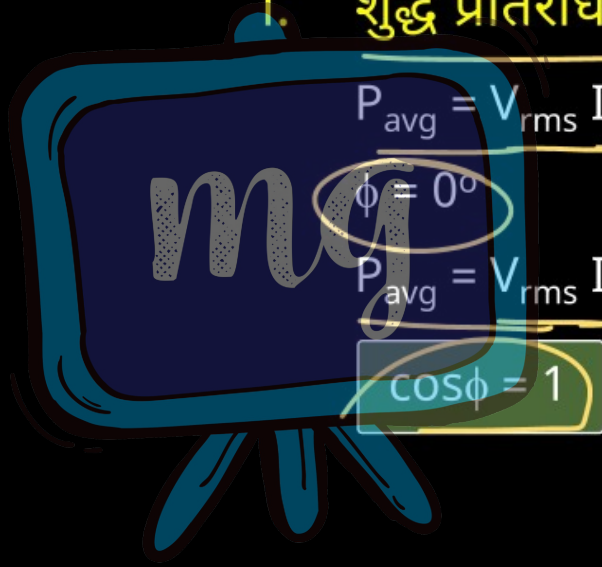
i. शुद्ध प्रतिरोध परिपथ

$P_{avg} = V_{rms}\, I_{rms} \cos\phi$

$\phi = 0^{o}$

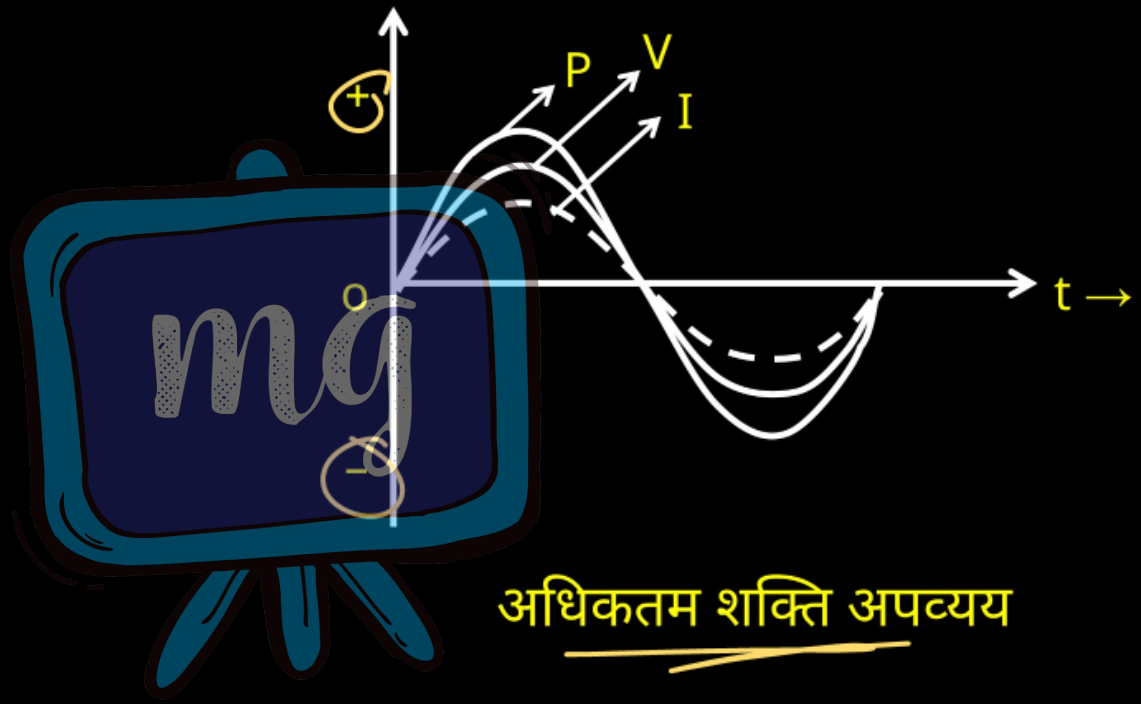
$P_{avg} = V_{rms}\, I_{rms}$ $\quad P_{avg} = P_{rms}$

$\cos\phi = 1$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



अधिकतम शक्ति अपव्यय

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

ii. शुद्ध प्रेरकीय परिपथ

$P_{avg} = 0$ $\phi = \frac{\pi}{2}$

- शक्ति अपव्यय = 0
- वाटहीन धारा



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

iii. शुद्ध संधारित्र परिपथ

$P_{avg} = 0$

$\phi = -\frac{\pi}{2}$



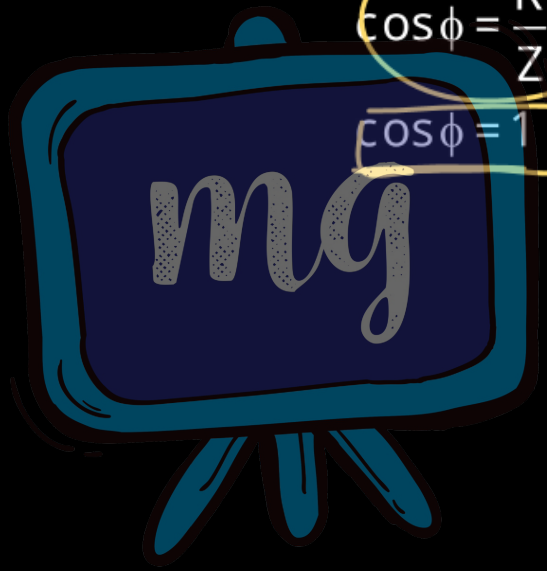
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

iv. LCR परिपथ

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

$$\cos\phi = 1$$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



ट्रांसफॉर्मर

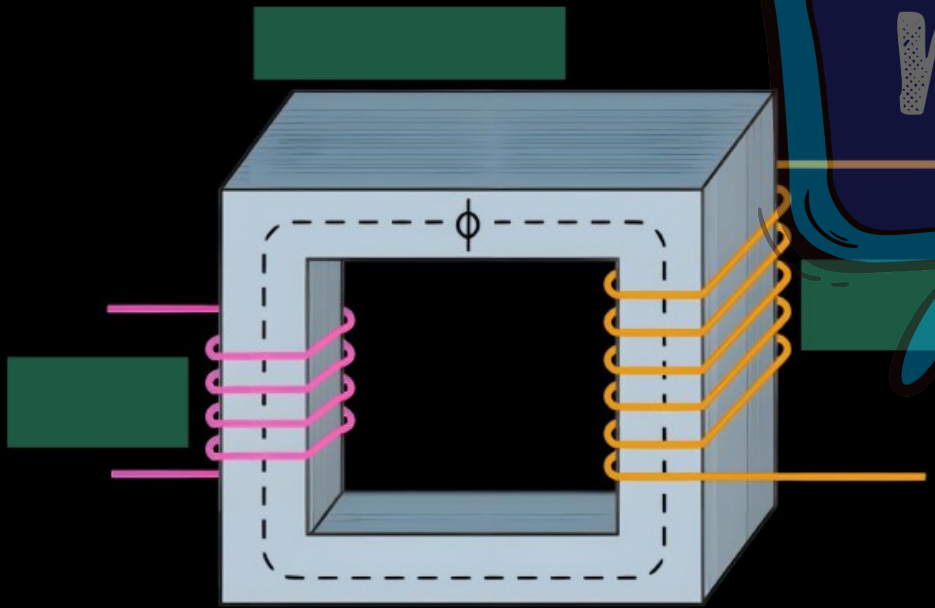
ट्रांसफॉर्मर :

- वह उपकरण जिसकी सहायता से प्रत्यावर्ती धारा को आवश्यकतानुसार परिवर्तित किया जा सकता है, ट्रांसफॉर्मर कहलाता है।
- यह **अन्योन्य प्रेरण** के सिद्धान्त पर कार्य करती है।

विद्युत चुम्बकीय प्रेरण

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

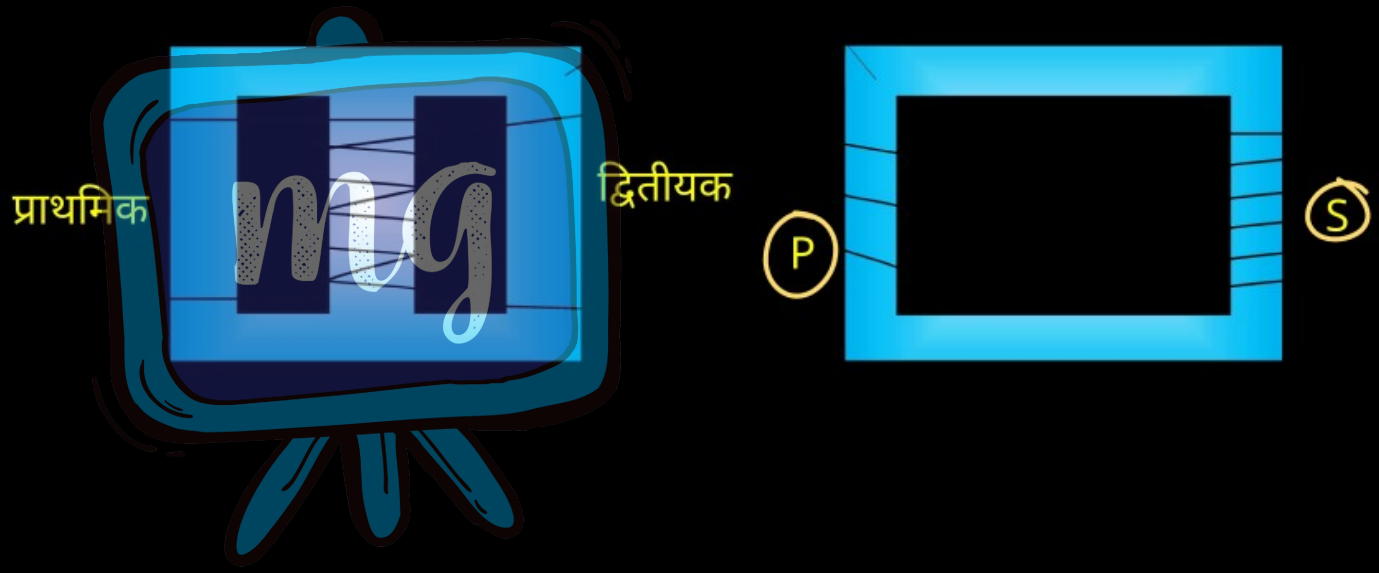


- ट्रांसफॉर्मर में दो कुण्डलियाँ होती हैं जो परस्पर विद्युतरोधी तार लपेट कर बनायी जाती है जो लोहे के क्रोड से बनी होती है।
- इसमें एक प्राथमिक कुण्डली व दूसरी को द्वितीयक कुण्डली कहते हैं।
- ट्रांसफॉर्मर की आन्तरिक कुण्डली प्राथमिक व बाहरी कुण्डली को द्वितीयक कुण्डली कहते हैं।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

mg missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

नरम लोहे का क्रोड



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

क्रियाविधि :

हम जानते हैं कि AC वह धारा जिसमें धारा का परिमाण व दिशा दोनों निरन्तर परिवर्तित होते हैं, जब इस प्रकार के स्त्रोत को प्राथमिक कुण्डली से जोड़ा जाता है तब प्राथमिक कुण्डली में धारा प्रवाहित होने पर द्वितीयक कुण्डली से सम्बद्ध चुम्बकीय फलक्स में परिवर्तन होता है।

लेंज फैराडे नियम से,

फेरो की संख्या

$$\varepsilon_s = -N_s \frac{d\phi_B}{dt}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

mg missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

प्राथमिक कुण्डली के लिए $\varepsilon_P = -N_P \frac{d\phi}{dt}$

$$\frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_P} = \frac{N_s}{N_P}$$

यहाँ N_s = द्वितीयक कुण्डली में फेरों की संख्या

N_P = प्राथमिक कुण्डली में फेरों की संख्या

$\varepsilon_s \approx V_s \quad \varepsilon_P \approx V_P$

$$\frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_P} = \frac{V_s}{V_P} = \frac{N_s}{N_P}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

यदि ऊर्जा हानि नगण्य हो तब,

द्वितीयक कुण्डली में शक्ति = प्राथमिक कुण्डली में शक्ति

$$V_s I_s = V_P I_P$$

$$\frac{V_s}{V_P} = \frac{I_P}{I_s}$$

इसलिए,

$$\frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_P} = \frac{V_s}{V_P} = \frac{N_s}{N_P} = \frac{I_P}{I_s}$$

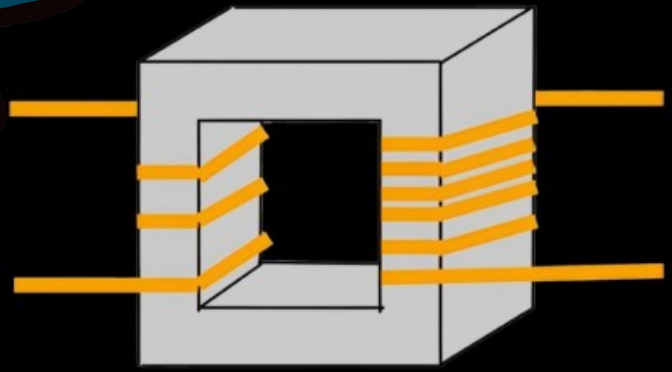
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

ट्रांसफॉर्मर के प्रकार

1. **उच्चायी ट्रांसफॉर्मर :** वह ट्रांसफॉर्मर जो निम्न वोल्टता को उच्च वोल्टता में परिवर्तित करता है, उच्चायी ट्रांसफॉर्मर कहलाता है।

$V_S > V_P$ $N_S > N_P$ $I_S < I_P$

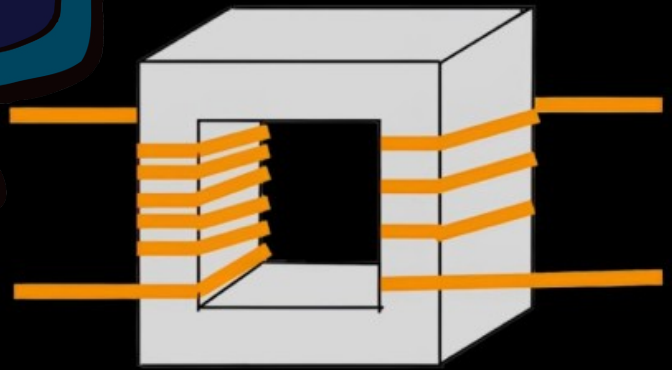


RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

2. अपचायी ट्रांसफॉर्मर : वह ट्रांसफॉर्मर जो उच्च वोल्टता को निम्न वोल्टता में परिवर्तित करता है, अपचायी ट्रांसफॉर्मर कहलाता है।

$V_s < V_P$ $N_s < N_P$ $I_S > I_P$



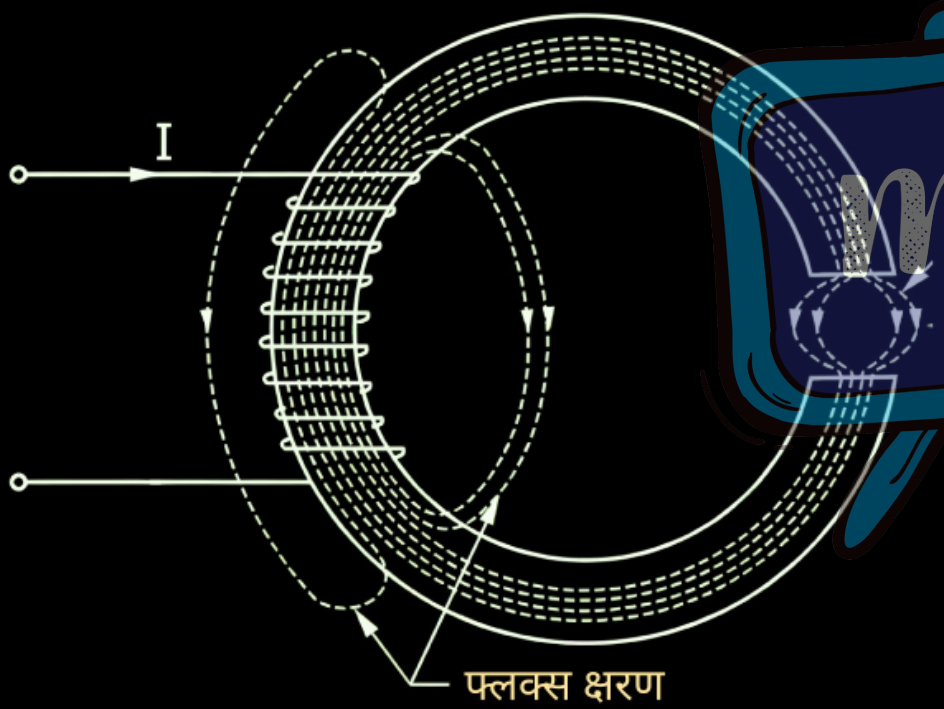
ट्रांसफॉर्मर की दक्षता



$$\eta = \frac{\text{द्वितीयक कुण्डली में निर्गत शक्ति}}{\text{प्राथमिक कुण्डली में निवेशी शक्ति}} \times 100$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



ऊर्जा हानियाँ :

i. **फ्लक्स के कारण :** ट्रांसफॉर्मर को इस प्रकार बनाया जाता है कि सम्पूर्ण फ्लक्स द्वितीयक कुण्डली में गुजरे लेकिन फिर भी सम्पूर्ण फ्लक्स द्वितीयक कुण्डली से नहीं गुजरता है जिससे फ्लक्स का क्षरण हो जाता है।

निवारण : द्वितीयक व प्राथमिक कुण्डली को एक दूसरे पर रखकर बनाया जाता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



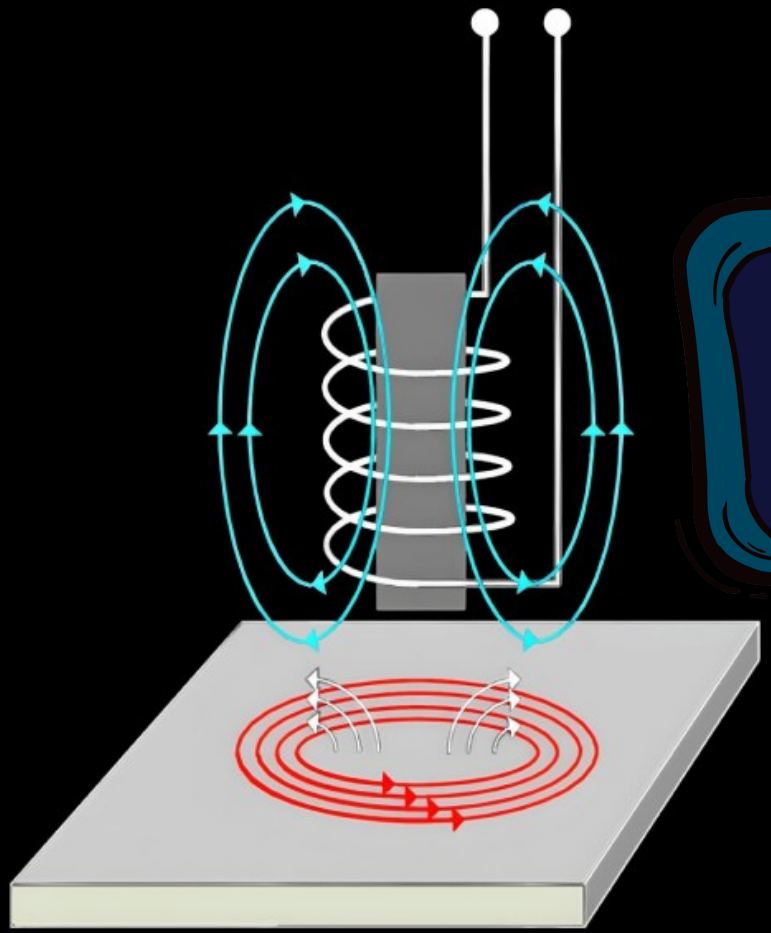
ii. **प्रतिरोध के कारण :** कुण्डली ताँबे के तार पर लपेट कर बनायी जाती है तथा प्रत्येक तार का प्रतिरोध अवश्य होता है। इसलिए ऊष्मा के रूप में I^2R ऊर्जा हानि होती है।

निवारण : ताँबे के मोटे तार उपयोग में लिए जाने चाहिए।

$$\left(R \propto \frac{1}{A}\right)$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

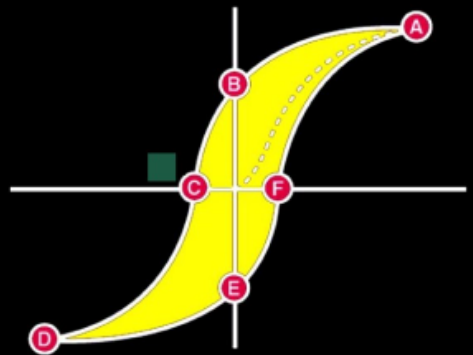


iii. **भँवर धाराओं के कारण :** भँवर धाराओं के कारण ऊर्जा हानि होती है। प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित करने पर बन्द चालक में ऊष्मा के रूप में ऊर्जा हानि होती है।

निवारण : आयताकार पटलित क्रोड का उपयोग करके ऊर्जा की इस हानि को कम किया जा सकता है।

iv. **शैथिल्य हानि :** किसी कोर के चुम्बकन व विचुम्बकन के प्रत्येक चक्र में ऊर्जा हानि होती है।

निवारण : इस ऊर्जा हानि को दूर करने के लिए नरम लोहे का क्रोड उपयोग में लिया जाता है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

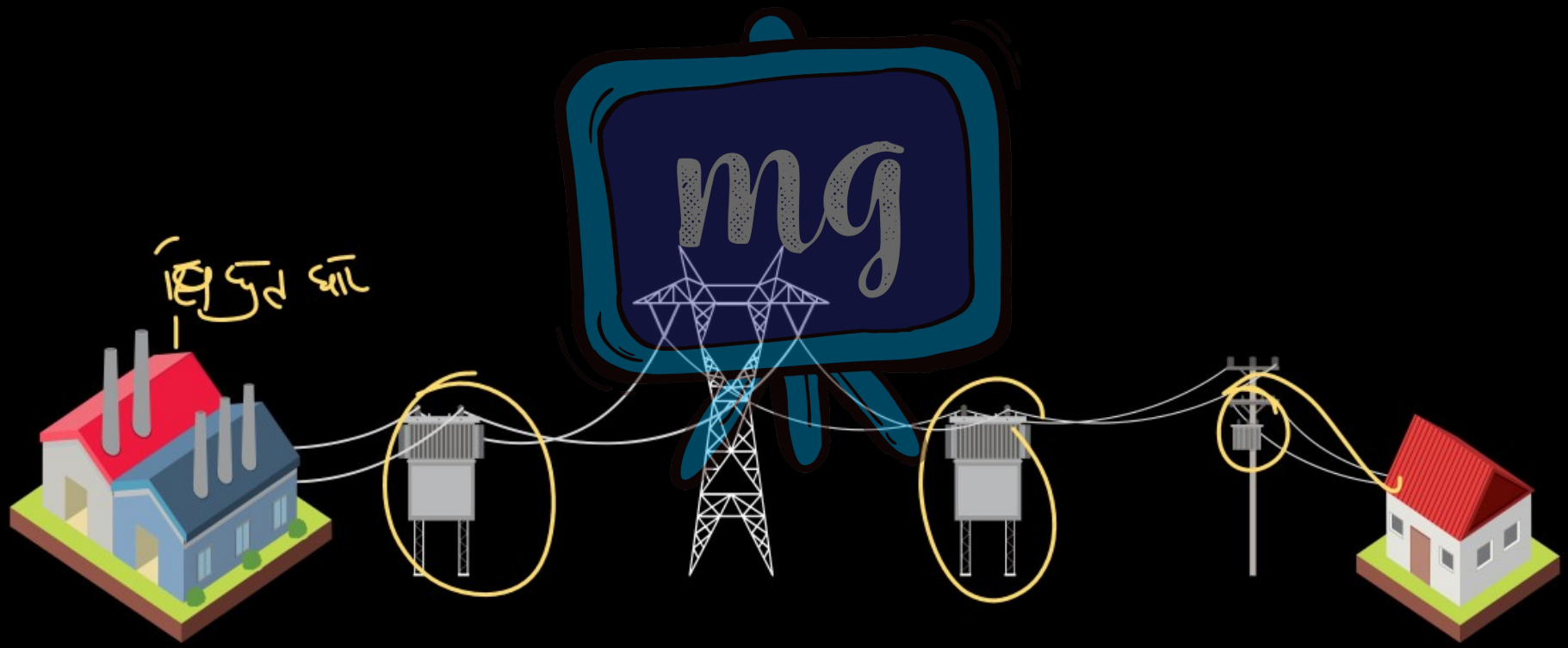
विद्युत शक्ति संचरण में ट्रांसफॉर्मर का उपयोग :



- वृहद् दूरियों के धारा संचरण हेतु ट्रांसफॉर्मर का उपयोग किया जाता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

- वोल्टेज संचरण के लिए उच्चायी ट्रांसफॉर्मर का उपयोग किया जाता है। (कम धारा के लिए ऊर्जा हानि कम होती है।)
- फिर इसे लम्बी दूरी पर उपभोक्ता के पास के उप-स्टेशन तक प्रेषित किया जाता है जहाँ अपचायी ट्रांसफॉर्मर होता है जो धारा का वितरण sub-station से होते हुए हमारे घरों तक 220 वोल्ट की विद्युत आपूर्ति करता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

स्मरणीय तथ्य :

i. धारा आवृत्ति ग्राफ में वे बिन्दु जहाँ धारा का मान अधिकतम धारा का $\frac{1}{\sqrt{2}}$ गुना होती है, अर्द्धशक्ति बिन्दु कहलाते हैं।

ii. गुणवत्ता गुणांक : Q-factor = $\frac{\text{अनुनादी आवृत्ति}}{\text{बैण्ड चौड़ाई}}$

जहाँ $\omega_2 - \omega_1$ को बैण्ड चौड़ाई कहते हैं।

अभ्यास प्रश्न

1. एक 100Ω का प्रतिरोधक 200 V, 50 Hz आपूर्ति से संयोजित है।

   (a) परिपथ में धारा का rms मान कितना है?

अभ्यास प्रश्न

1. एक 100Ω का प्रतिरोधक 200 V, 50 Hz आपूर्ति से संयोजित है।

(a) परिपथ में धारा का rms मान कितना है?

उत्तर :

$R = 100\Omega$, $V = 200$ Volt, $f = 50$ Hz

(a) $I_{rms} = \frac{V_{rms}}{R} = \frac{200}{100} = 2\text{Amp}$

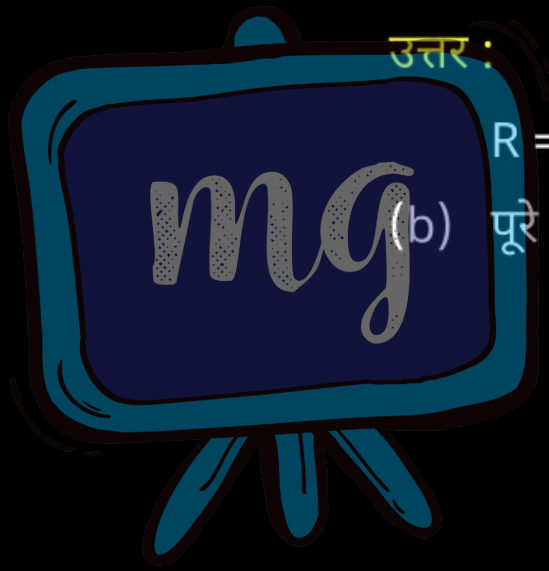
अभ्यास प्रश्न

(b) एक पूरे चक्र में कितनी नेट शक्ति व्यय होती है।



(b) एक पूरे चक्र में कितनी नेट शक्ति व्यय होती है।

उत्तर :



$R = 100\Omega$, $V = 200$ Volt, $f = 50$ Hz

(b) पूरे चक्र में कुल शक्ति व्यय $= I_{rms}^2 R$

$= (2)^2 \times 100$

$= 4 \times 100$

$= 400W$

अभ्यास प्रश्न

2. (a) ac आपूर्ति का शिखर मान 300 V है। rms वोल्टता कितनी है?

(b) ac परिपथ में धारा का rms मान 10A है। शिखर धारा कितनी है?

2. (a) ac आपूर्ति का शिखर मान 300 V है। rms वोल्टता कितनी है?

(b) ac परिपथ में धारा का rms मान 10A है। शिखर धारा कितनी है?

उत्तर :

(a) $V_m = 300$ Volt

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{300}{\sqrt{2}} = 212.1 \text{Volt}$$

(b) $I_{rms} = 10$ A

$$I_m = \sqrt{2}.I_{rms} = 1.414 \times 10 = 14.14 \text{A}$$

अभ्यास प्रश्न

3. एक 44 mH का प्रेरित्र 220 V, 50 Hz आपूर्ति से जोड़ा गया है। परिपथ में धारा के rms मान को ज्ञात कीजिए।

3. एक 44 mH का प्रेरित्र 220 V, 50 Hz आपूर्ति से जोड़ा गया है। परिपथ में धारा के rms मान को ज्ञात कीजिए।

उत्तर :

$L = 44\ mH = 44 \times 10^{-3}\ H$

$V_{rms} = 220\ Volt,\ f = 50\ Hz$

$X_L = \omega L = 2\pi fL$

$= 2 \times 3.14 \times 50 \times 44 \times 10^{-3}$

$= 13.83\Omega$

परिपथ में धारा का rms मान

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{X_L} = \frac{220}{13.83} = 15.9A$$

अभ्यास प्रश्न

4. एक 60 μF का संधारित्र 110 V, 60 Hz ac आपूर्ति से जोड़ा गया है। परिपथ में धारा के rms मान को ज्ञात कीजिए।

4. एक 60 μF का संधारित्र 110 V, 60 Hz ac आपूर्ति से जोड़ा गया है। परिपथ में धारा के rms मान को ज्ञात कीजिए।

उत्तर :

$C = 60\ \mu F = 60 \times 10^{-6} F$

$V_{rms} = 110$ Volt

$f = 60 Hz$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fc} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 60 \times 60 \times 10^{-6}}$$

$$= 44.23\Omega$$

अभ्यास प्रश्न

परिपथ में धारा का वर्ग माध्य मूल मान



$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{X_c}$$

$$= \frac{110}{44.23} = 2.49A$$

अभ्यास प्रश्न

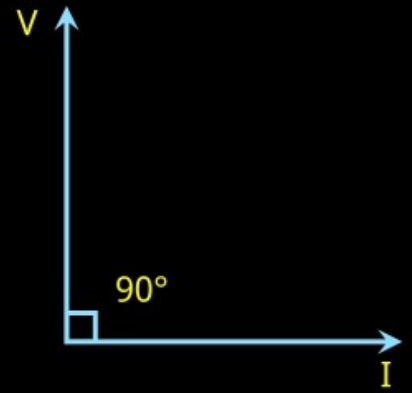
5. अभ्यास 3 व 4 में एक पूरे चक्र की अवधि में प्रत्येक परिपथ में कितनी नेट शक्ति अवशोषित होती है? अपने उत्तर का विवरण दीजिए।

अभ्यास प्रश्न

5. अभ्यास 3 व 4 में एक पूरे चक्र की अवधि में प्रत्येक परिपथ में कितनी नेट शक्ति अवशोषित होती है? अपने उत्तर का विवरण दीजिए।

उत्तर :

अभ्यास 3 के अनुसार,



अभ्यास प्रश्न

औसत शक्ति $P_{avg} = V_{rms} \cdot I_{rms} \cos\phi$

$\phi = \frac{\pi}{2}$

$P_{avg} = V_{rms} \cdot I_{rms} \cdot \cos\frac{\pi}{2}$

$P_{avg} = 0$

अभ्यास 4 के अनुसार,

$P_{avg} = V_{rms} \cdot I_{rms} \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right)$

$P_{avg} = 0$

अभ्यास प्रश्न

6. 30 μF का एक आवेशित संधारित्र 27 mH के प्रेरित्र से जोड़ा गया है। परिपथ के मुक्त दोलनों की कोणीय आवृत्ति कितनी है?

6. 30 μF का एक आवेशित संधारित्र 27 mH के प्रेरित्र से जोड़ा गया है। परिपथ के मुक्त दोलनों की कोणीय आवृत्ति कितनी है?

उत्तर :

$$C = 30\mu F = 30 \times 10^{-6} F$$

$$L = 27\ mH = 27 \times 10^{-3} H$$

$$W_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} \frac{1}{\sqrt{30 \times 27 \times 10^{-6} \times 10^{-3}}}$$

$$= \frac{1}{9 \times 10^{-4}} = \frac{10000}{9}$$

$$W_r = 1.11 \times 10^3\ Rad/sec$$

अभ्यास प्रश्न

7. एक श्रेणीबद्ध LCR परिपथ को, जिसमें R = 20Ω, L = 1.5H तथा C = 35 μF, एक परिवर्ती आवृत्ति की 200 V ac आपूर्ति से जोड़ा गया है। जब आपूर्ति की आवृत्ति परिपथ की मूल आवृत्ति के बराबर होती है तो एक पूरे चक्र में परिपथ को स्थानांतरित की गई माध्य शक्ति कितनी होगी?

उत्तर :

$R = 20\Omega$ $L = 1.5H$

$C = 35$ $\mu F = 35 \times 10^{-6} F$

$V = 200$ Volt

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega c}\right)^2}$$

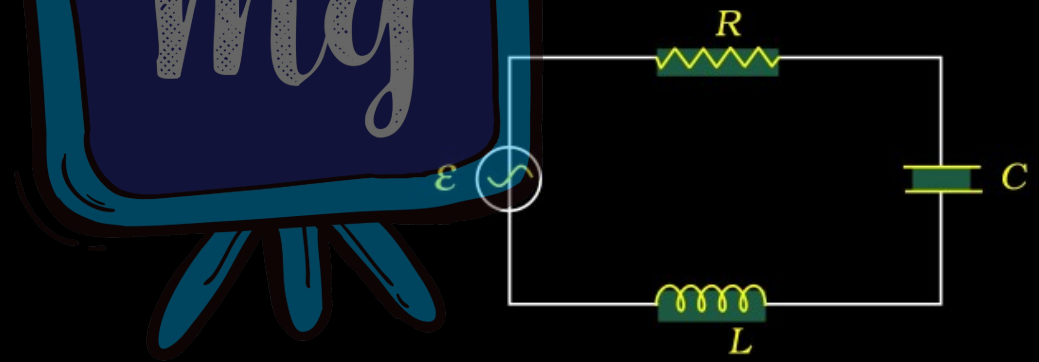
अनुनाद में, $Z = R$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{200}{20} = 10A$$

$P = VI = 200 \times 10 = 2000$ W

8. चित्र में एक श्रेणीबद्ध LCR परिपथ दिखलाया गया है जिसे परिवर्ती आवृत्ति के 230 V के स्रोत से जोड़ा गया है।

$L = 5\ H,\ C = 80\ \mu F,\ R = 40\Omega$



(a) स्त्रोत की आवृत्ति निकालिए जो परिपथ में अनुनाद उत्पन्न करे।

अभ्यास प्रश्न

उत्तर :

$L = 5.0\ H, \quad C = 80\ \mu F = 80 \times 10^{-6} F$

$R = 40\Omega$

$V = 230\ Volt$

(a) $W_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{5 \times 80 \times 10^{-6}}} = \frac{10^3}{20}$

$= \frac{10^3}{20} = 50 rad/sec$

अभ्यास प्रश्न

(b) परिपथ की प्रतिबाधा तथा अनुनादी आवृत्ति पर धारा का आयाम निकालिए।



(b) परिपथ की प्रतिबाधा तथा अनुनादी आवृत्ति पर धारा का आयाम निकालिए।

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

$Z = R$

$Z = 40\Omega$

$$I_m = \frac{V_m}{Z}$$

$$I_m = \frac{\sqrt{2}.V_{rms}}{Z}$$

$$I_m = \frac{\sqrt{2} \times 230}{40} = 8.13A$$

अभ्यास प्रश्न

(c) परिपथ के तीनों अवयवों के सिरों पर विभवपात के rms मानों को निकालिए। दिखलाइए कि अनुनादी आवृत्ति पर LC संयोग के सिरों पर विभवपात शून्य है।

(c) परिपथ के तीनों अवयवों के सिरों पर विभवपात के rms मानों को निकालिए। दिखलाइए कि अनुनादी आवृत्ति पर LC संयोग के सिरों पर विभवपात शून्य है।

उत्तर :

$$(V_L)_{rms} = I\,(W_r L)$$

$$I_{rms} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}V}{\sqrt{2}Z} = \frac{230}{40}\,A$$

$$(V_L)_{rms} = \frac{230}{40} \times 50 \times 5 = 1437.5\ \text{Volt}$$

$$(V_C)_{rms} = I.\frac{1}{W_r C}$$

अभ्यास प्रश्न

$$= \frac{230}{40} \times \frac{1}{50 \times 80 \times 10^{-6}} = 1437.5\ \text{V}$$

$$(V_R)_{rms} = IR$$

$$= \frac{230}{40} \times 40 = 230\text{V}$$

$$V_{LC} = I(X_L - X_C)$$

$$X_L = X_C$$

$$V_{LC} = 0$$