विद्युत धारा दो प्रकार के होते है

(1) प्रत्यावर्ती धारा (AC)

(2) दिष्ट धारा (DC)

(i) **दिष्ट धारा (DC) :-**

दिष्टधारा धारा वह धारा होती है जिसकी दिशा नियत होती है परिणाम बदले या न बदले।

दिष्ट धारा दो प्रकार का होता है

(1) **एकसमान दिष्ट धारा :-**

वह दिष्ट धारा जिसका परिमाण समय के साथ अपरिवर्तित रहता है एक समान दिष्टधारा कहलाती है।

(2) **असमान दिष्ट धारा :-**

वह दिष्टधारा जो जिसका परिमाण समय के साथ अपरिवर्तित रहता है एकसमान दिष्टधारा कहलाती है।

प्रत्यावर्ती धारा :-

प्रत्यावर्ती धारा उस धारा को कहते है जिसके परिमाण और दिशा के साथ निरंतर आवर्ती रूप से निरंतर बदलते रहते है।

प्रत्यावर्ती धारा (AC व दिष्ट धारा (DC) में अंतर -

प्रत्यावर्ती धारा (AC)	दिष्ट धारा (DC)
1. प्रत्यावर्ती धारा के परिमाण व दिशा दोनो आवर्ती से परिवर्तित होते है	दिष्ट धारा की दिशा नियत रहती है परिमाण बदले या न बदले।
2. यह रासायनिक व चुम्बकीय प्रभाव प्रदर्शित नही करती केवल ऊष्मीय प्रभाव प्रदर्शित करती है।	यह धारा रासायनिक चुम्बकीय तार ऊष्मीय प्रभाव को प्रदर्शित करती है।
3. इस धारा का मापक यंत्र धारा के ऊष्मीय प्रभाव पर आधारित है।	इस धारा का मापक यंत्र धारा के चुम्बकीय प्रभाव पर आधारित होता है।
4. विद्युत चुम्बक बनाने के लिए इस धारा का उपयोग नही किया जा सकता।	विद्युत चुम्बक बनाने के लिए इस धारा का प्रयोग होता है।
5. ट्रासफार्मर का प्रयोग कर इसकी वोल्टता को परिवर्तित किया जा सकता है	इसमे ट्रान्सफार्मर का उपयोग नही होता है।

Scanned with CamScanner

प्रत्यावर्ती विद्युत वाहक बल :-

यह वह बल है जिसके परिमाण व दिशा दोनो समय के साथ आवर्ती रूप से निरन्तर बदलते रहते है।

प्रत्यावर्ती विद्युत वाहक बल $V = V_0 \sin \omega t$

$$E = E_0 \sin \omega t$$

आयाम (शिखर मान) :-

प्रत्यावर्ती धारा के किसी भी दिशा के अधिकतम मान को उसका आयाम कहते है।

$I = I_0 \sin \omega t$ में I_0 ~~का~~ शिखर मान है

आवर्तकाल :-

प्रत्यावर्ती धारा अपने परिवर्तन के एक पूर्ण चक्र में लगे समय को उसका आवर्त काल कहते है।

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

आवृत्ति :-

प्रत्यावर्ती धारा एक सेकण्ड में जितने ~~चक~~ चक्कर पूर्ण करती है उसे उसकी आवृत्ति कहते है

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

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} \qquad \omega = 2\pi\nu$$

~~प्रत्यावर्तीधा~~.

Scanned with CamScanner

औसत मान (AC का) :-

एक पूर्ण चक्र में प्रत्यावर्ती धारा का औसत मान

$$= \frac{\text{0 से T समय तक बहने वाली कुल धारा}}{T}$$

$$= \frac{\int_0^T I_0 \sin \omega t \, dt}{T} \qquad \left[\omega = \frac{2\pi}{T}\right]$$

$$= \frac{I_0}{T} \int_0^T \sin \omega t \, dt$$

$$= \frac{I_0}{T} \left[- \frac{\cos \omega t}{\omega} \right]_0^T$$

$$= \frac{-I_0}{\omega t} \left[\cos \omega t \right]_0^T$$

$$= \frac{-I_0}{T\omega} \left[\cos \omega t - \cos \omega \times 0 \right]$$

$$= \frac{I_0}{\omega t} \left[\cos 2\pi - \cos 0^\circ \right]$$

$$I = \frac{I_0}{\omega t} [1 - 1]$$

$$I = \frac{I_0}{\omega t} \times 0 \qquad I = 0$$

एक पूर्ण चक्र का औसत मान $= 0$

अर्द्ध चक्र के लिए $\boxed{\frac{2 I_0}{\pi}}$

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

अर्द्ध चक्र के लिए प्रत्यावर्ती का औसत का मान :-

प्रत्यावर्ती धारा $I = I_0 \sin \omega t$

अर्द्धचक्र के लिए प्रत्यावर्ती धारा का औसत मान

$$= \frac{0 \text{ से } T/2 \text{ तक बहने वाली धारा}}{\text{समयान्तराल}}$$

$$= \int_0^{T/2} \frac{I_0 \sin \omega t}{T/2} \, dt$$

$$= \frac{2I_0}{T} \int_0^{T/2} \sin \omega t \, dt$$

$$= \frac{2I_0}{T} \left[- \frac{\cos \omega t}{\omega} \right]_0^{T/2}$$

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

$$= \frac{-2I}{\omega t} \left[\cos \omega T/_2 - \cos \omega \times 0 \right]$$

$$= \frac{-2I_0}{\omega t} \left[\cos \frac{2\pi}{2} - \cos 0^\circ \right]$$

$$= \frac{-2I_0}{\omega t} [-1-1]$$

$$= \frac{-2I_0}{\omega t} [-2]$$

$$\bar{I} = \frac{4I_0}{\omega t} \qquad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$I = \frac{4 I_0}{\frac{2\pi}{T} \cdot T}$$

$$I = \frac{2 I_0}{\pi}$$

अर्द्ध-चक्र में प्रत्यावर्ती धारा का औसत मान $\left[\frac{2 I_0}{\pi}\right]$ होता है

वर्ग - माध्य , मूल - माध्य :-

एक पूर्ण -चक्र में I^2 के माध्य के वर्गमूल को प्रत्यावर्ती धारा का वर्ग माध्य -मूल मान कहते है।

प्रत्यावर्ती धारा के वर्ग माध्य मूल और शिखर मान मे संबंध :-

प्रत्यावर्ती धारा का समीकरण

$$I = I_0 \sin \omega t$$

प्रत्यावर्ती धारा का वर्ग माध्य मूल मान हो तो

$$I^2_{rms} = \int_0^T \frac{I^2}{T} \, dt$$

$$= \int_0^T \frac{(I_0 \sin \omega t)^2}{T} \, dt$$

$$= \int_0^T I_0^2 \frac{\sin^2 \omega t}{T} \, dt$$

$$= I_0^2 \int_0^T \sin^2 \omega t \, dt$$

$$= \frac{I_0^2}{T} \int_0^T \frac{1 - \cos 2\omega t}{2} \, dt \qquad \frac{1-\cos 2\omega t}{2}$$

$$\sin^2 \omega t = \frac{1 - \cos 2\omega t}{2}$$

$$= \frac{I_0^2}{2T} \int_0^T 1 - \cos 2\omega t \, dt$$

$$= \frac{I_0^2}{2T} \int_0^T [1 - \cos 2\omega t) = \frac{I_0^2}{2T} \left[t - \frac{\sin 2\omega t}{2\omega} \right]_0^T$$

$$= \frac{I_0^2}{2T} \left[\left[T - \frac{\sin 2\omega T}{2\omega} \right] - \left[0 - \frac{\sin 2\omega \times 0}{\omega} \right] \right]$$

$$= \frac{I_0^2}{2T} \left[T - \frac{\sin 2\omega t}{2\omega} \right]$$

$$= \frac{I_0^2}{2 \times \frac{2\pi}{\omega}} \left[\frac{2\pi}{\omega} - \frac{\sin 2\omega \, 2\pi/\omega}{2\omega} \right]$$

$$= \frac{I_0^2 \omega}{4\pi} \left[\frac{2\pi}{\omega} - \frac{\sin 4\pi}{2\omega} \right]$$

$$= \frac{I_0^2 \omega}{4\pi} \left[\frac{2\pi}{\omega} - 0 \right]$$

$$= \frac{I_0^2 \omega}{4\pi} \frac{2\pi}{\omega}$$

$$I^2 rms = \frac{I_0^2}{2}$$

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{I_0 \times 1.414}{2}$$

$$I_{rms} = 0.707\, I_0$$

अत: धारा का वर्ग माध्य - मूल मान उसके ~~शिख~~ शिखर मान का $\frac{1}{\sqrt{2}}$ या 0.707 गुना होता है।

→ → → → → → →

वोल्टेज अग्रगामी है प्रत्यावर्ती धारा से

$I = I_0 \sin \omega t$ तब $V = V_0 \sin(\omega t + \theta)$

$I_0 = I_0 \sin(\omega t - \theta)$ तब $V = V_0 \sin \omega t$

प्रत्यावर्ती धारा वोल्टेज से अग्रगामी है

$I = I_0 \sin(\omega t + \theta)$ तब $I = I_0 \sin \omega t$

$I = I \sin(\omega t)$ तब $I = I_0 \sin(\omega t - \theta)$

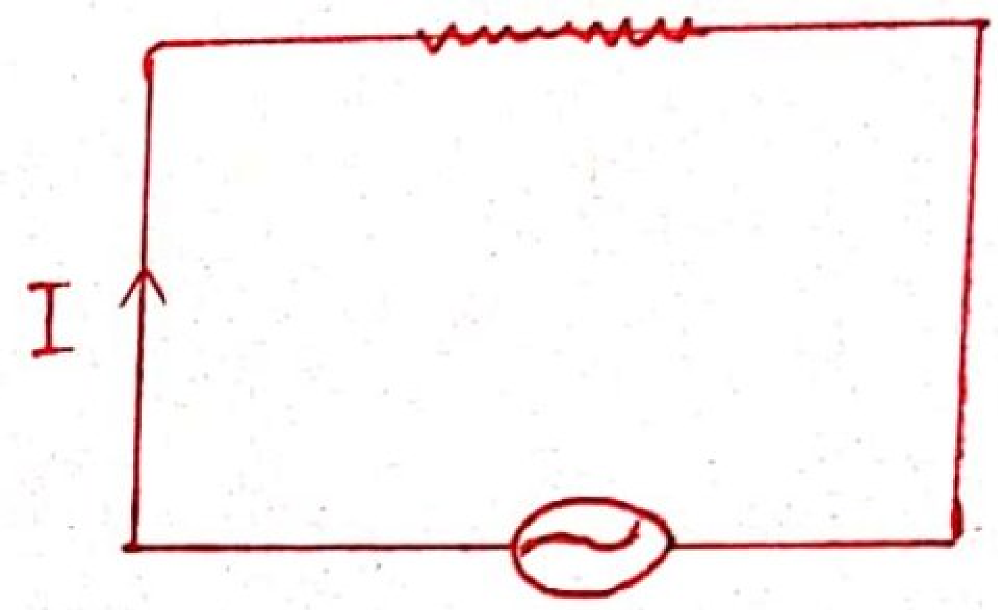
प्रतिरोध	प्रतिघात	प्रतिबाधा
1. दिष्ट धारा व प्रत्यावर्ती के मार्ग मे चालक द्वारा डाले गए अवरोध को प्रतिरोध कहते है।	प्रत्यावर्ती धारा के मार्ग मे प्रेरक कुंडली या सन्धारित्र द्वारा डाले अवरोध को प्रतिघात कहते है	प्रत्यावर्ती धारा के मार्ग में प्रतिरोधक प्रेरक कुडली और संधारित्र मे तीनो या किन्ही दो के द्वारा डाले गये अवरोध को प्रतिबाधा कहते है।
2. प्रतिरोध आवृति पर निर्भर नही करता।	प्रतिघात आवृति पर निर्भर करता है	प्रतिबाधा आवृति पर निर्भर करती है
3. इसे R से प्रदर्शित करते है।	इसे X से प्रदर्शित करते है	इसे Z से प्रदर्शित करते है।

प्रत्यावर्ती परिपथ में ओमीय प्रतिरोध के लिए व्यंजक :-

माना ओमीय प्रतिरोध R के सिरो के मध्य एक प्रत्यावर्ती वोल्टेज का समी. (किसी क्षण)

$$V = V_0 \sin \omega t \quad \text{——— (I)}$$

यदि उसी क्षण प्रतिरोध R मे बहने वाला धारा I हो तो



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

$$I = \frac{V_0 \sin \omega t}{R}$$

$$I = \frac{V_0}{R} \sin \omega t$$

$$\boxed{I = I_0 \sin \omega t} \quad \text{——— (II)}$$

$I_0 = \frac{V_0}{R}$ धारा का शिखर मान

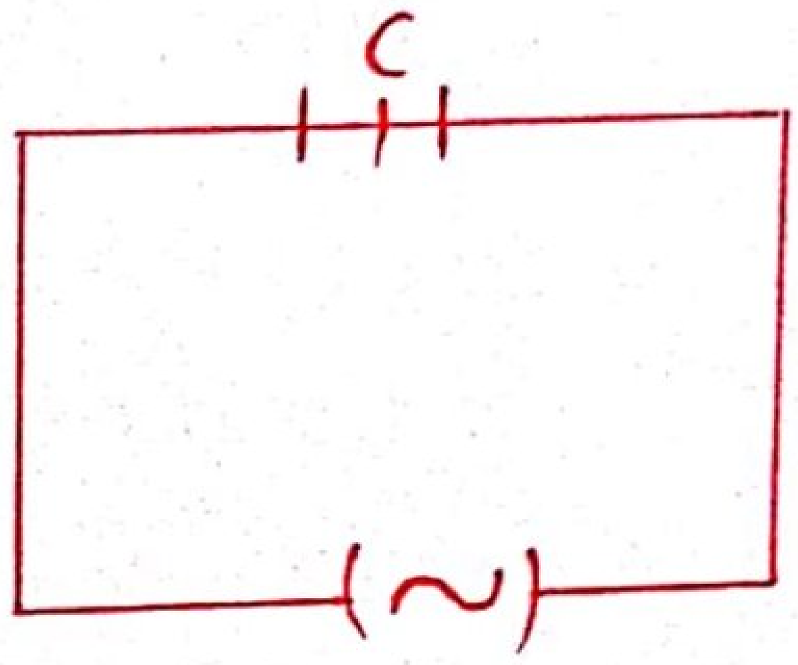
समी (I) व (II) से स्पष्ट है कि अ

ओमीय प्रतिरोध वाले परिपथ में प्रत्यावर्ती वोल्टेज और प्रत्यावर्ती धारा समान कला मे होता है।

प्रत्यावर्ती परिपथ में जुड़े संधारित्र के लिए व्यंजक :-

माना धारिता C के एक संधारित्र को प्रत्यावर्ती धारा स्रोत से जोड़ा गया है किसी क्षण संधारित्र पर आरोपित प्रत्यावर्ती वोल्टेज को निम्न समीकरण से व्यक्त किया जाता है।

$$V = V_0 \sin \omega t \quad \text{—— (1)}$$



यदि उस क्षण संधारित्र को प्राप्त उष्मा Q हो तो

$$Q = CV$$

समी (1) से मान रखने पर

$$Q = CV_0 \sin \omega t \quad \text{—— (ii)} \quad (V = V_0 \sin \omega t)$$

अतः क्षण t पर परिपथ मे बहने वाली धारा

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

$$I = \frac{d}{dt}\left[CV_0 \sin \omega t\right]$$

$$I = CV_0 \omega \cos \omega t$$

$$I = CV_0 \omega \sin\left[\frac{\pi}{2} + \omega t\right] \quad \left[\sin\left(\frac{\pi}{2} + \omega t\right) = \cos \omega t\right)$$

$$I = CV_0 \omega \sin\left(\frac{\pi}{2} + \omega t\right) \quad \text{—— (iii)}$$

$$I = I_0 \sin\left(\frac{\pi}{2} + \omega t\right) \quad \text{———(iv)}$$

जहाँ $I_0 = (V_0 \omega$ = शिखर मान)

समी (i) व (iv) प्रत्यावर्ती वोल्टेज व प्रत्यावर्ती धारा में कला का अन्तर

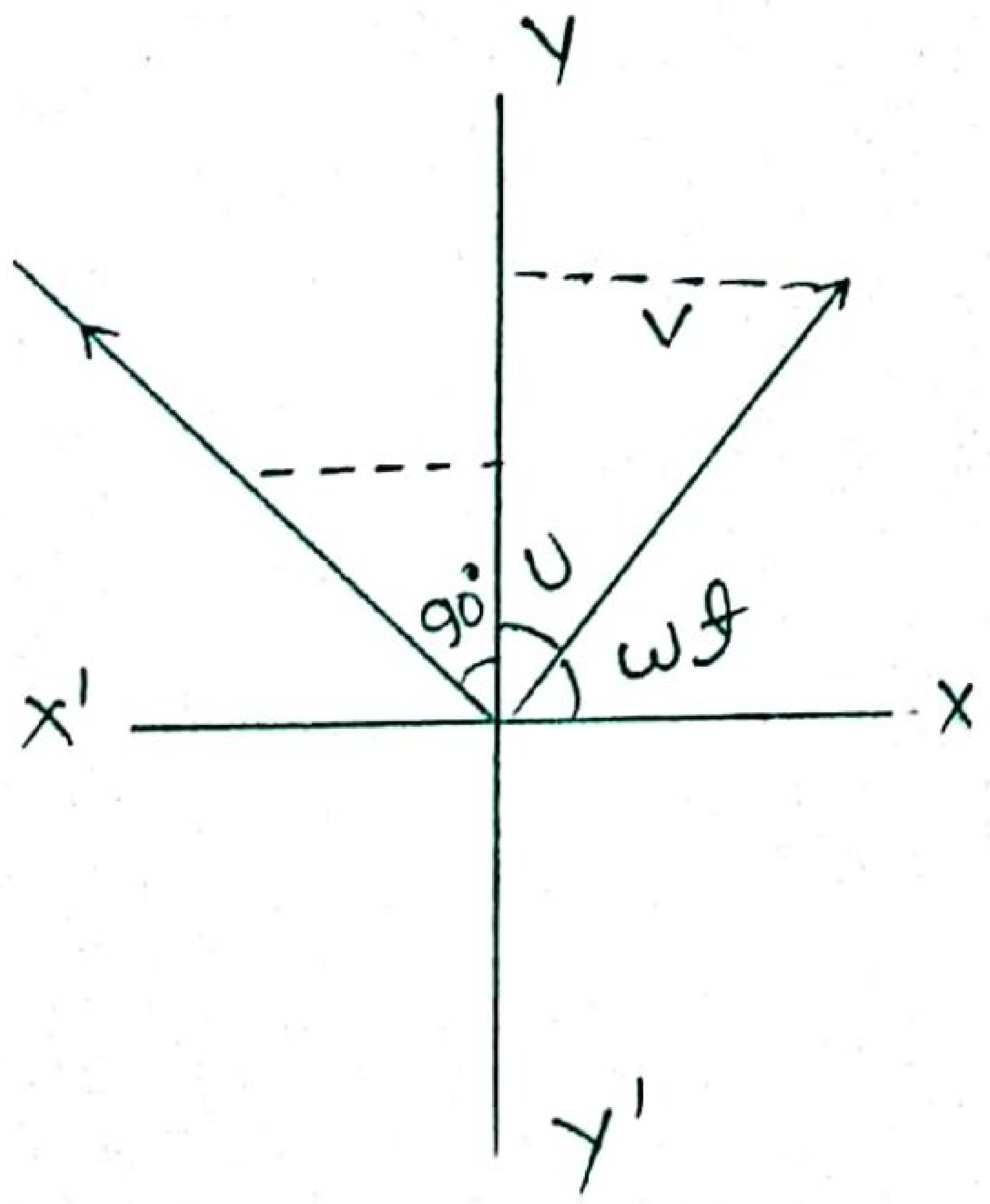
$$= \frac{\pi}{2} \omega t - \omega t$$

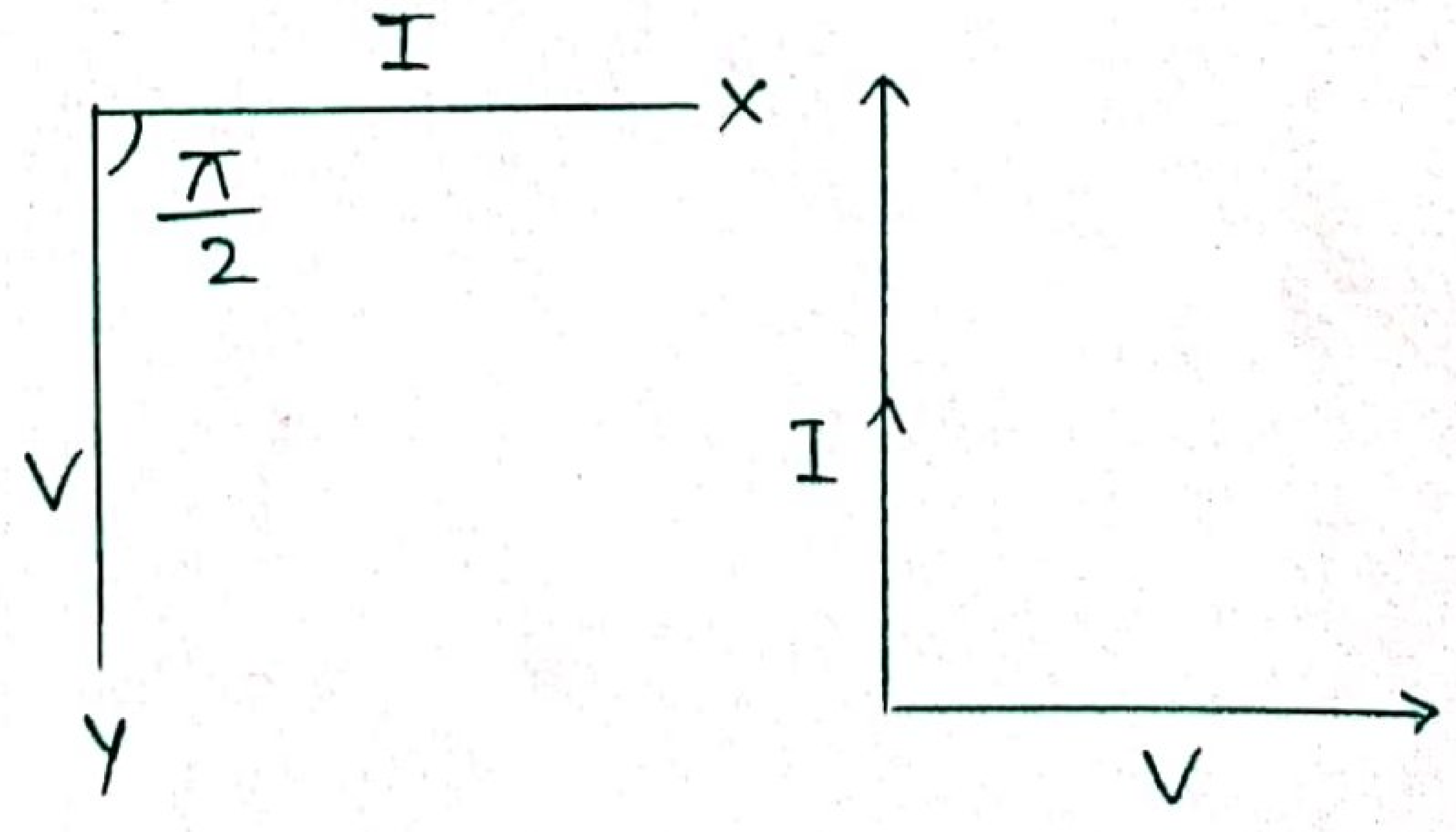
$$= \frac{\pi}{2}$$

अत: धारा $\frac{\pi}{2} = 90^\circ$ अग्रगामी है।

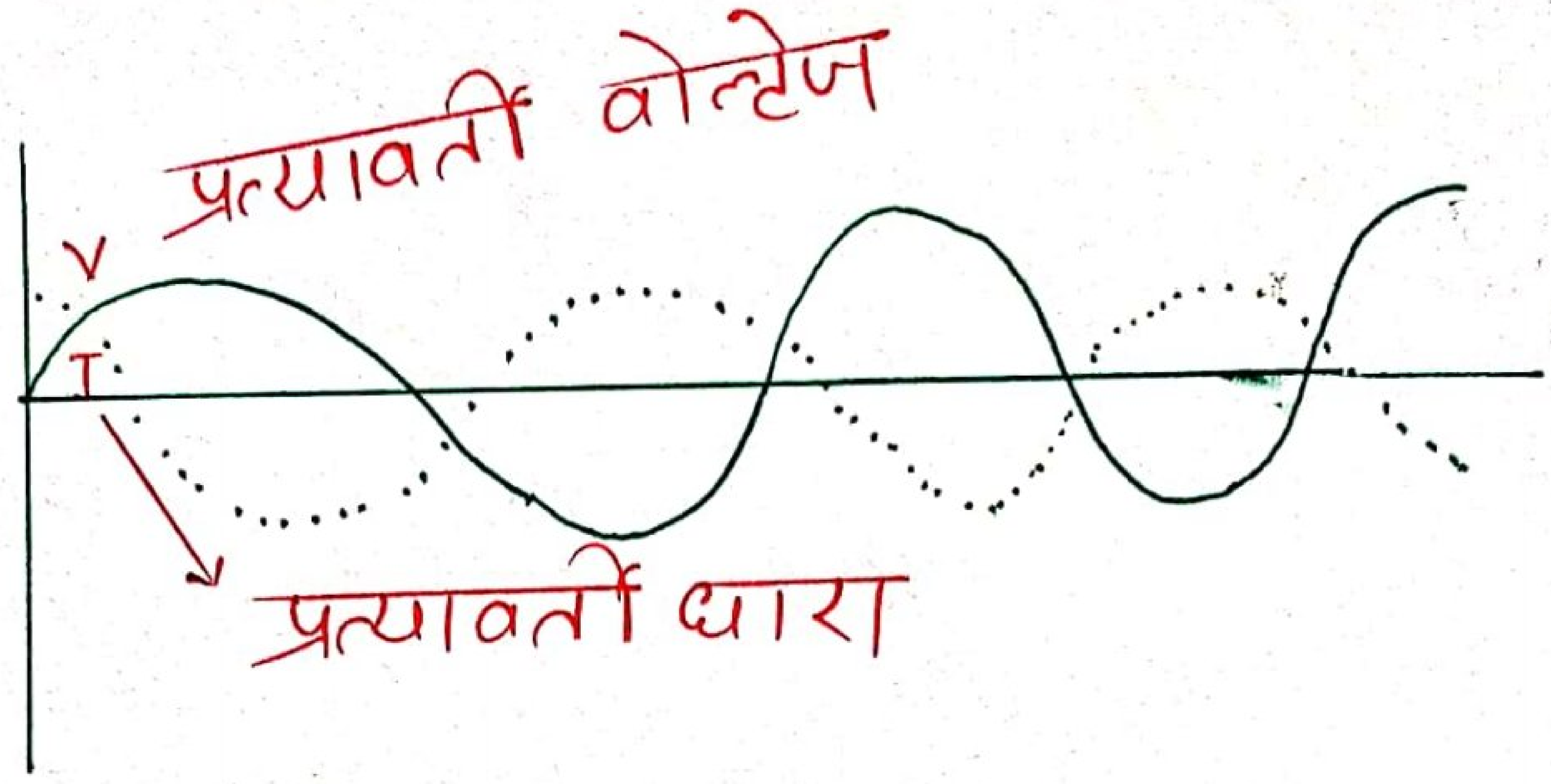
अत: शुद्ध संधारित्र युक्त प्रत्यावर्ती धारा परिपथ मे धारा I वोल्टता V से कला में $\frac{\pi}{2}$ रेडियन कोण से अग्रगामी होता है

V और I के बीच कला का प्रदर्शन





समय के साथ I व V में परिवर्तन



प्रतिघात $I_0 = C V_0 \omega$

$$\frac{I_0}{V_0} = C\omega$$

$$\frac{V_0}{I_0} = \frac{1}{C\omega}$$

ओम के नियम से $\frac{V}{I} = R$ किन्तु परिपथ संधारित्र जुड़ा है

$\therefore$ प्रतिघात X_C होगा

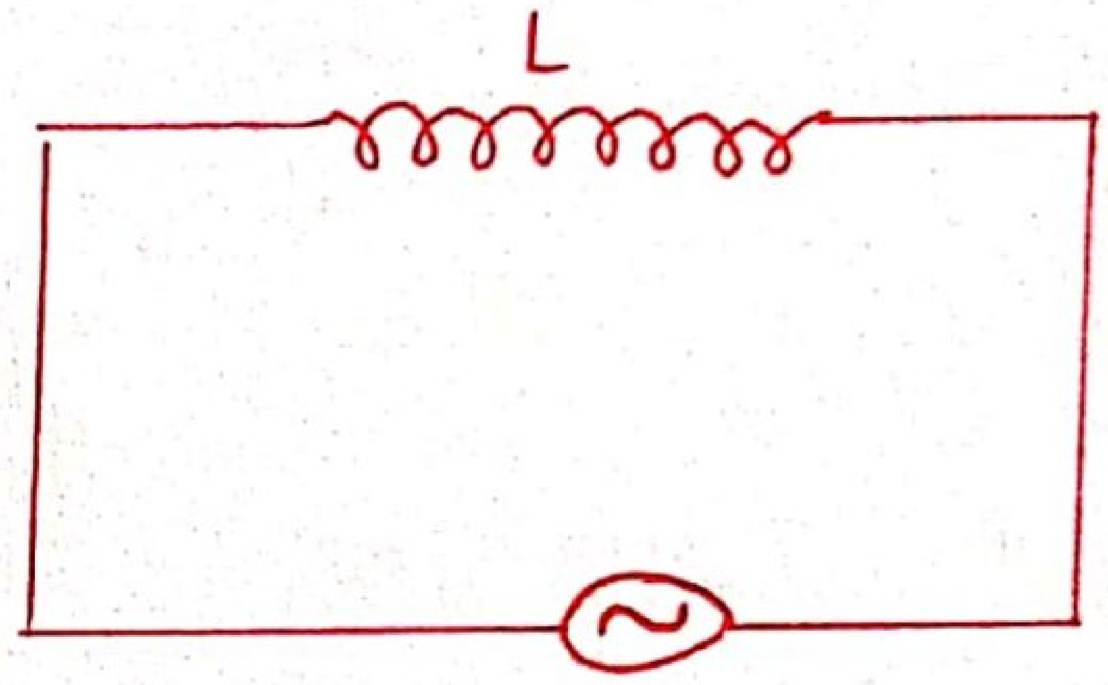
$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

प्रत्यावर्ती धारा परिपथ मे जुडे प्रेरकत्व व प्रेरक कुंडली के लिए प्रतिघात का व्यंजक :-

माना प्रेरकत्व L की एक कुंडली को प्रत्यावर्ती धारा स्रोत के साथ जोड़ा गया है माना किसी क्षण प्रेरक कुंडली पर आरोपित प्रत्यावर्ती वोल्टेज

$$V = V_0 \sin \omega t \quad \text{------} (1)$$

जब प्रेरक कुंडली में प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित होती है तब प्रेरित विद्युत वाहक बल फैराडे के द्वितीय नियम से



$$E = \frac{-L\,dI}{dt}$$

किरचाफ के नियम से

$$V - \frac{L\,dI}{dt} = 0$$

$$V = \frac{L\,dI}{dt}$$

समी (1) में मान रखने पर

$$V_0 \sin \omega t = \frac{L\,dI}{dt}$$

$$\frac{V_0}{L} \sin \omega t = \frac{dI}{t}$$

Scanned with CamScanner

$$\frac{dI}{dt} = \frac{V_0}{L} \sin \omega t$$

$$dI = \frac{V_0}{L} \sin \omega t \, dt$$

दोनो पक्षो में समाकलन करने पर

$$\int dI = \frac{V_0}{L} \int \sin \omega t \, dt$$

$$I = -\frac{V_0}{L} \left[\frac{\cos \omega t}{\omega} \right]$$

$$I = \frac{-V_0}{L\omega} \left[\cos \omega t \right]$$

$$I = \frac{-V_0}{\omega L} \left[\sin\left[\frac{\pi}{2} - \omega t \right] \right]$$

$$I = \frac{V_0}{\omega l} \sin \omega t - \frac{\pi}{2}$$

$$I = I_0 \sin \left[\omega t - \frac{\pi}{2} \right] \quad \text{———} (II)$$

शिखर मान $\left[\text{जहाँ } I_0 = \frac{V_0}{\omega L} \right]$

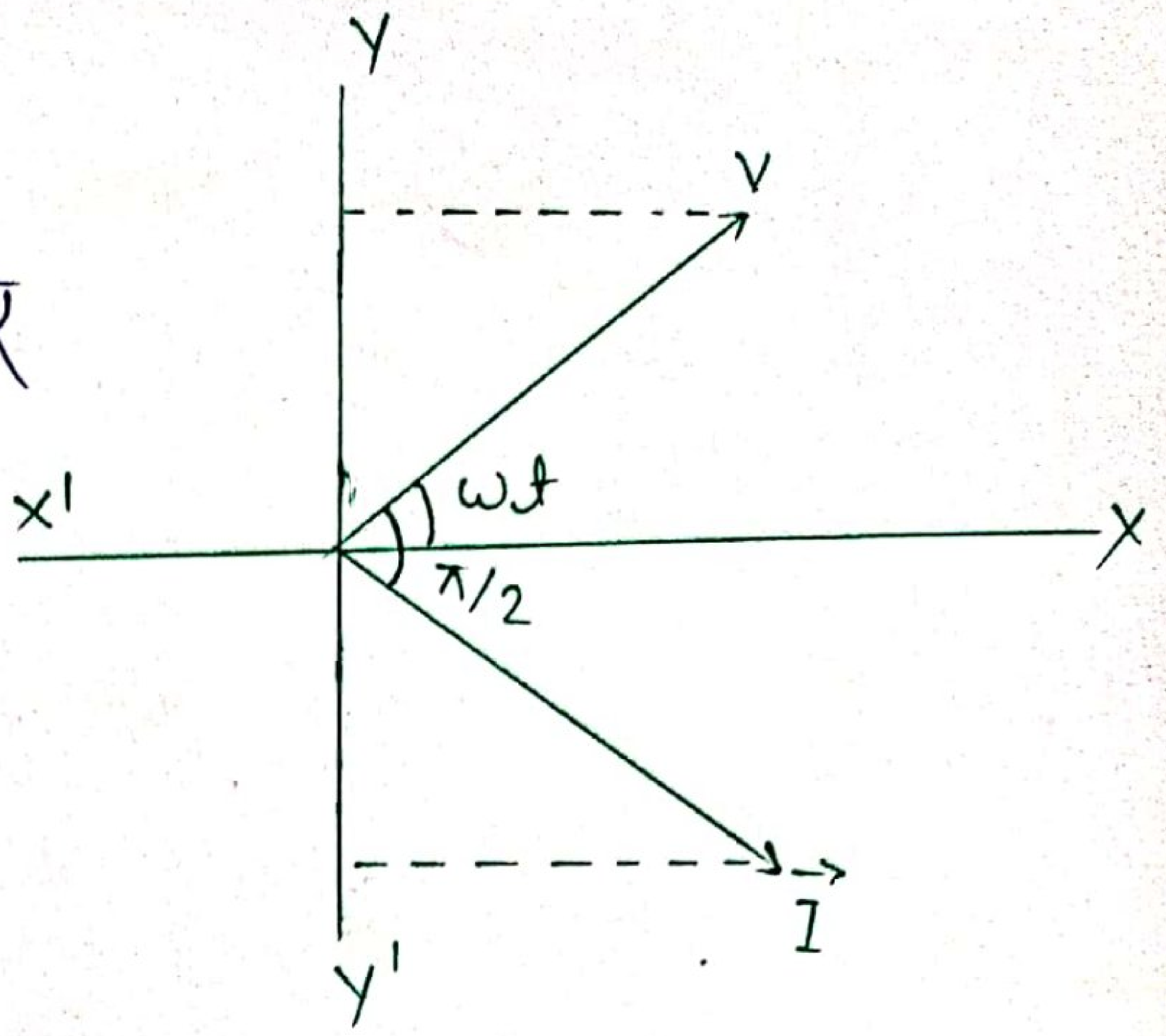
समी (I) व (II) से प्रत्यावर्ती धारा व वोल्टेज में कलाओ का अन्तर $= \omega t - \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$

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

अत: शुद्ध प्रेरक वाले प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में धारा I वोल्टेज V_1 से कला में $\frac{\pi}{2}$ पश्चगामी है।

फ्रेजर आरेख :-

V_1 और I के बीच कलान्तर

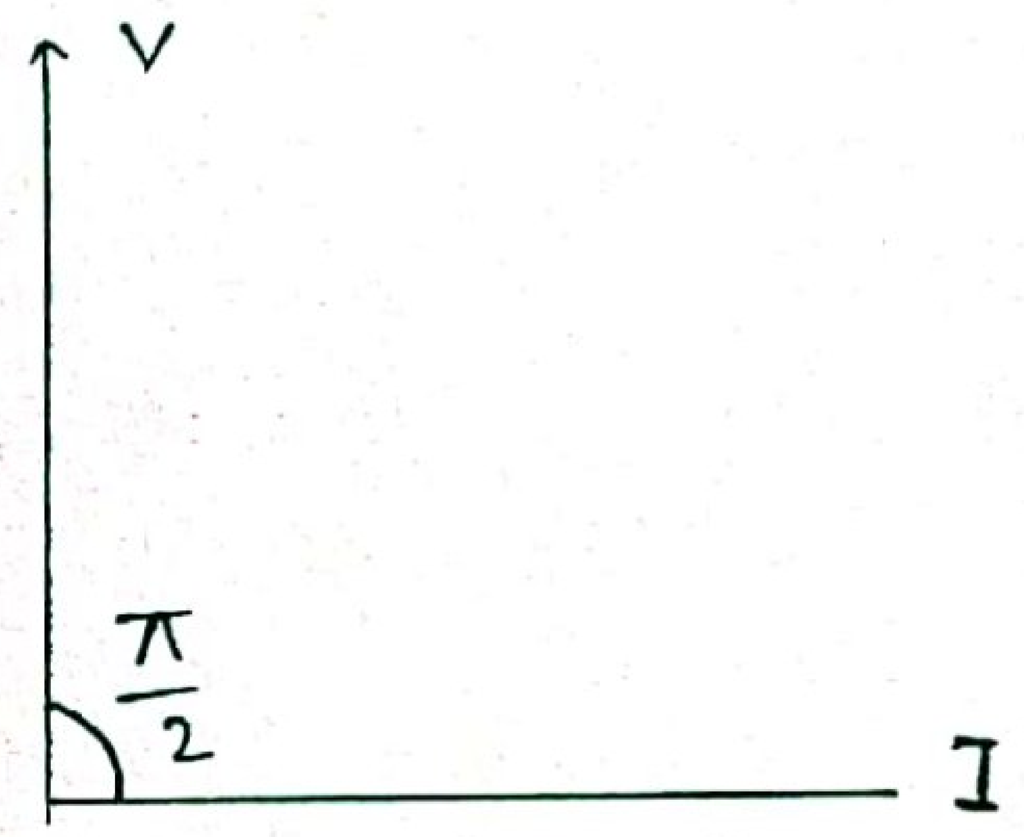


प्रतिघात के लिए

$$I_0 = \frac{V_0}{\omega L}$$

$$\frac{I_0}{V_0} = \frac{1}{\omega L}$$

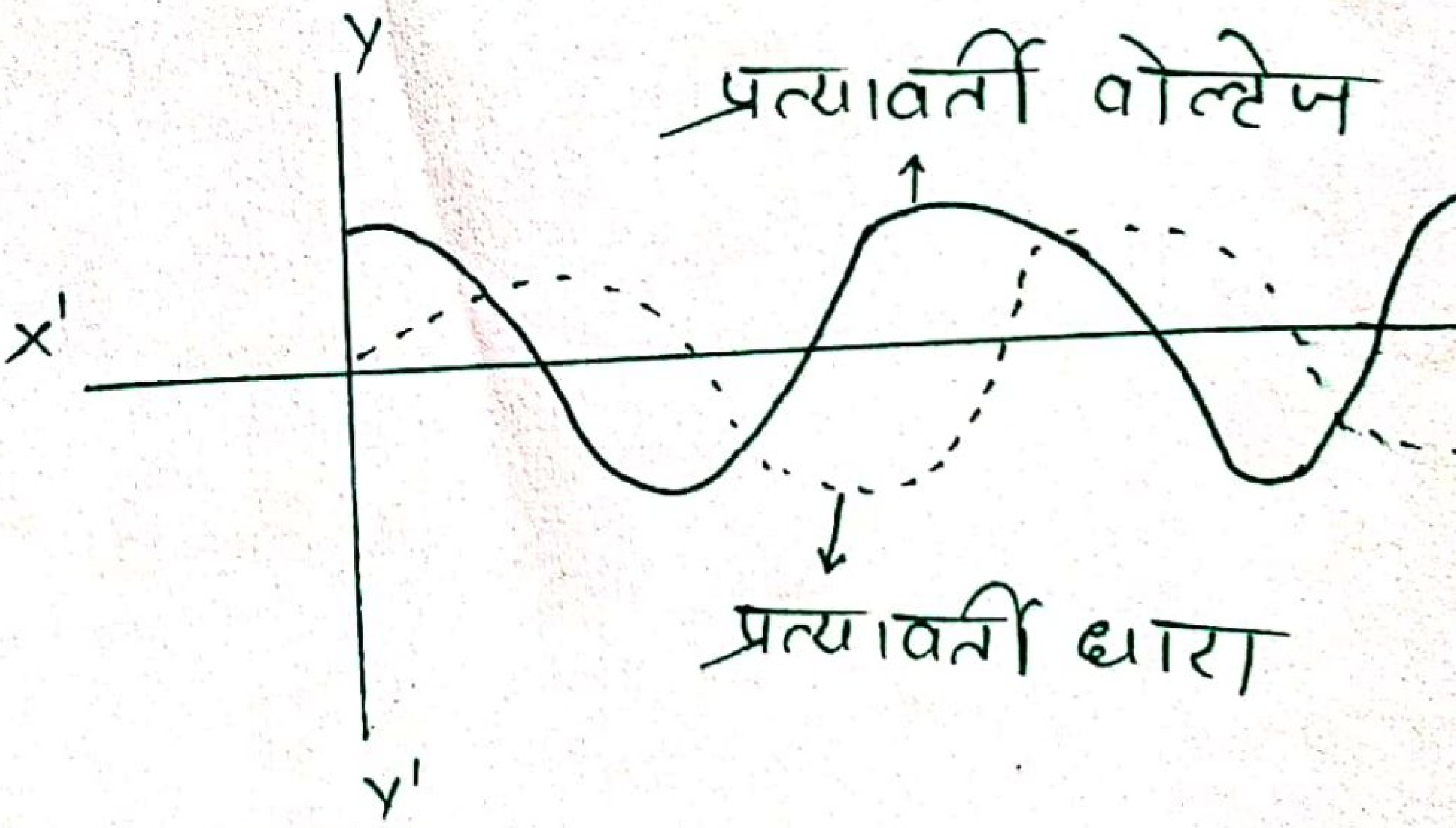
$$\frac{V_0}{I_0} = \omega L$$



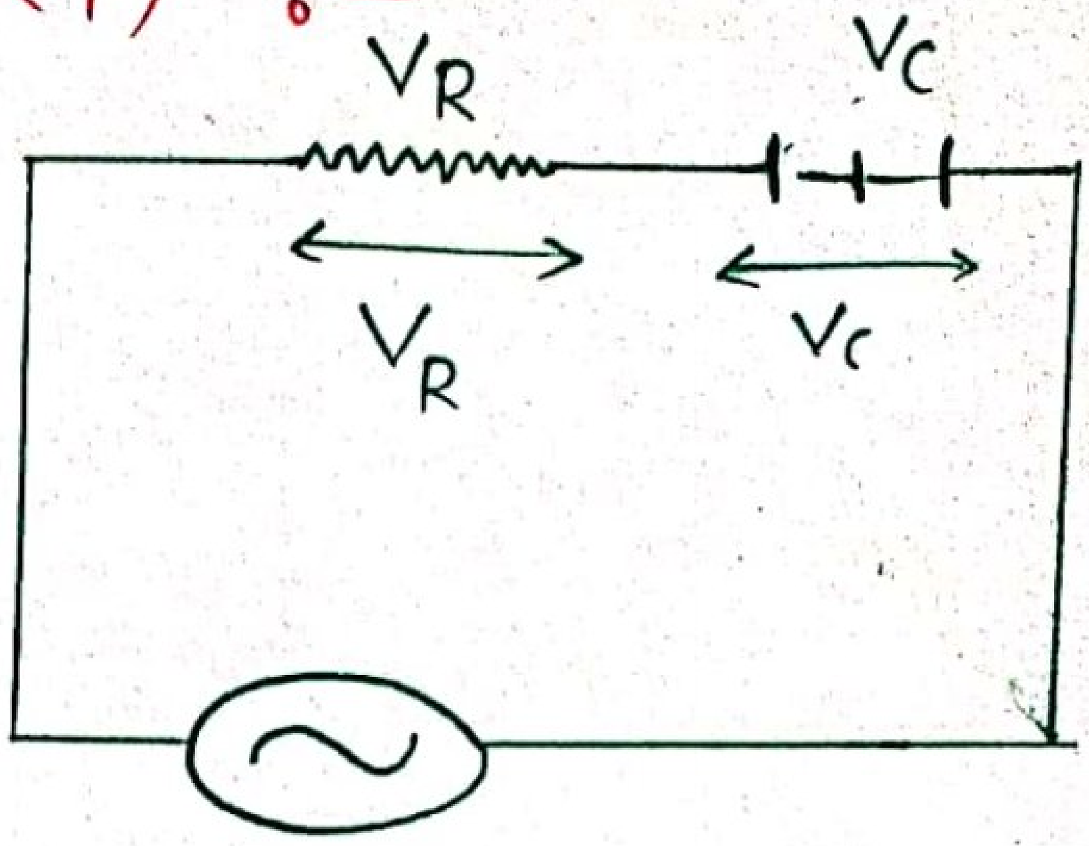
ओम के नियम से

$$X_2 = \omega L$$

जहाँ X_1 प्रेरकत्व के लिए प्रतिघात



जब प्रत्यावर्ती परिपथ में प्रतिरोधक व संधारित्र दोनो जुड़े हो तब तुल्य प्रतिरोध (प्रतिधारा) :–



माना R प्रतिरोध का एक प्रतिरोधक तथा C धारिता का एक संधारित्र एक प्रत्यावर्ती धारा स्रोत के साथ श्रेणी क्रम में जुड़े हुए है किसी क्षण प्रत्यावर्ती वोल्टेज को निम्न समीकरण द्वारा व्यक्त किया जाता है

AC जहाँ ($V = V_0 \sin \omega t$)

$$V = V_0 \sin \omega t \quad \text{——— (1)}$$

परिणामी वोल्टेज –

माना किसी क्षण परिपथ मे प्रवाहित धारा I है तब प्रतिरोध R के सिरो के बीच विभवान्तर

$$V_R = IR \quad \text{——— (11)}$$

तथा संधारित्र के सिरो के बीच विभवान्तर

$$V_C = I \times C$$

V_R और I समान कला मे है जबकि I वोल्टता V_C से अग्रगामी कला में $\left[\frac{\pi}{2} = 90\right]$ अग्रगामी होगी।

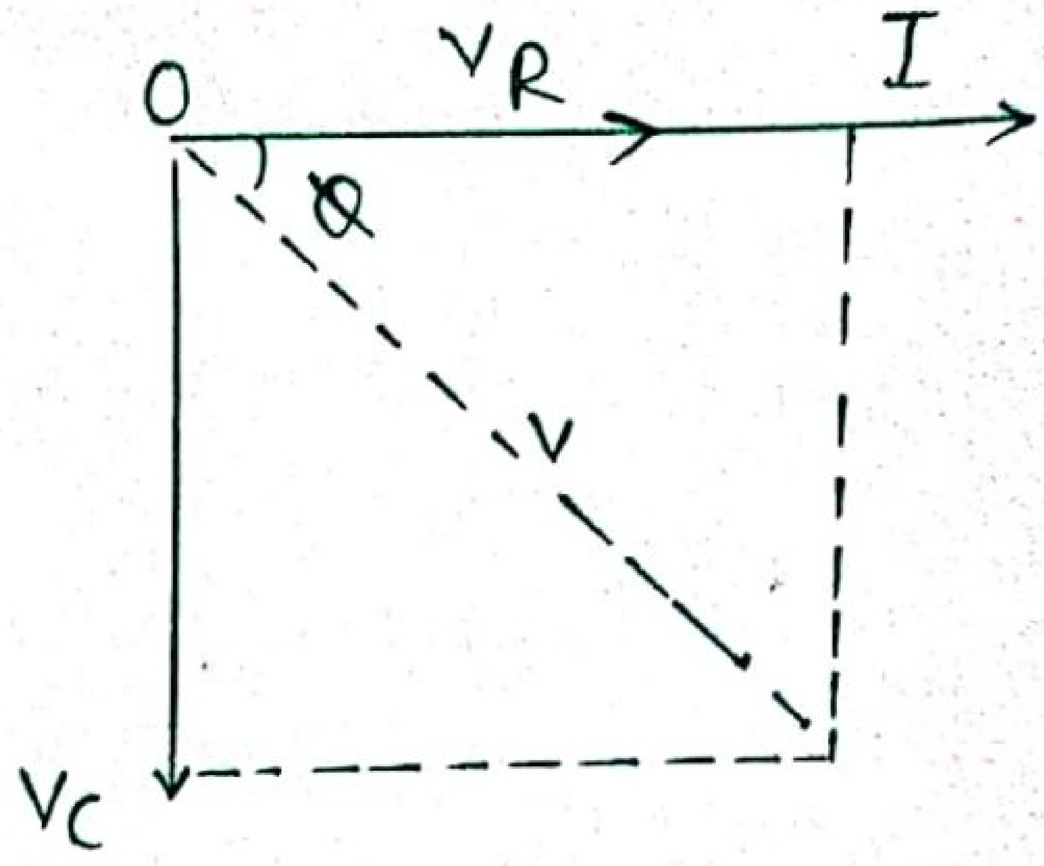
अत: V_R व V_C का $90°$ मे कलान्तर होगा।

Scanned with CamScanner

चित्र मे पाइथागोरस प्रमेय

$$V^2 = V_R^2 + V_C^2$$

$$V^2 = (IR)^2 + (IX_C)^2$$



[V_R व V_C के बीच कलान्तर]

$$V^2 = I^2R^2 + I^2X_C^2$$

[समी (iv) व (1) से]

$$V^2 = I^2[R^2 + X_C^2]$$

$$V = \sqrt{I^2[R^2 + X_C^2]}$$

$$V = I\sqrt{R^2 + X_C^2} \quad \text{———} \quad (iv)$$

$$V = I\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

<u>प्रतिबाधा</u> -

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

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

ओम के नियम से

$$R = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

यदि R व C या L अलग-अलग ~~जुड़ा~~ जुड़े हो तो उसे प्रतिघात X_C व X_L X_R से प्रदर्शित करते है यदि कोई दो जैसे R व C परिपथ मे साथ में हो तो Z से प्रदर्शित करते है।

यदि परिपथ में प्रतिरोध व संधारित्र जुड़ा है $\frac{V}{I} = Z$

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

कलान्तर के लिए

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

$$\tan\phi = \frac{I \times C}{IR}$$

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

$$\tan\phi = \frac{1/\omega C}{R} = \frac{1}{\omega C R}$$

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

धारा – CR परिपथ के लिए प्रत्यावर्ती को निम्न समी द्वारा व्यक्त किया जा सकता है

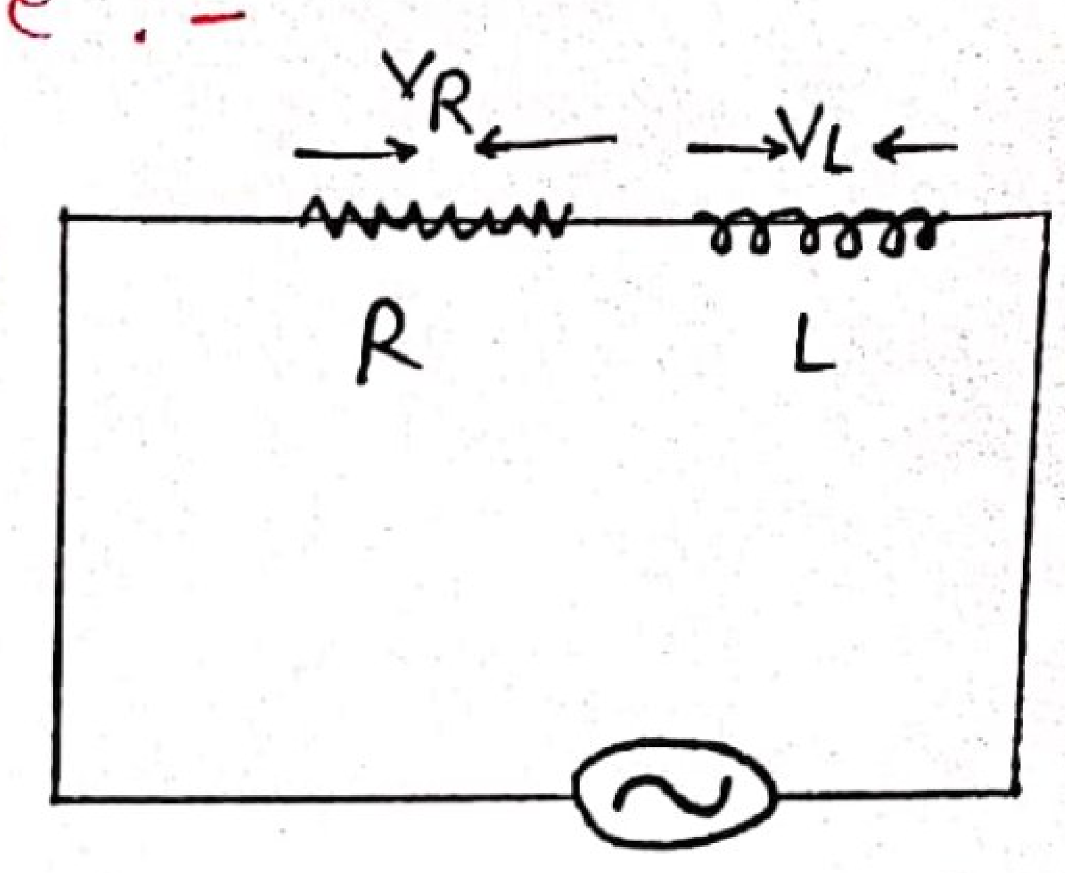
$$I = I_0 \sin(\omega t + \phi)$$

जहाँ $\phi = \tan^{-1}\left[\frac{1}{\omega C R}\right]$

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

$$\boxed{I_0 = \frac{V_0}{2} = \frac{V_0}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}}}$$

जब प्रत्यावर्ती परिपथ मे प्रत्येक व प्रतिरोधक दोनो जुड़े हो तब इसकी प्रतिबाधा ज्ञात करनी है :-



माना प्रत्यावर्ती परिपथ में प्रतिरोधक R व प्रेरक L श्रेणी क्रम मे जुड़े है।

किसी क्षण t पर परिपथ में आरोपित प्रत्यावर्ती वोल्टेज को निम्न समीकरण द्वारा व्यक्त किया जा सकता है। $V = V_0 \sin \omega t$

$$V = V_0 \sin \omega t \text{ ——— (i)}$$

परिणामी वोल्टेज :-

माना परिपथ मे प्रवाहित धारा I है यदि V प्रतिरोधक के सिरो के मध्य विभवान्तर (वोल्टता) V_R व प्रेरक के सिरो के मध्य विभवान्तर या वोल्टता V_L हो तो

ओम के नियम से $V = IR$

$$V_R = IR \text{ ——— (ii)}$$

$$V_L = IX_L \text{ ——— (iii)}$$

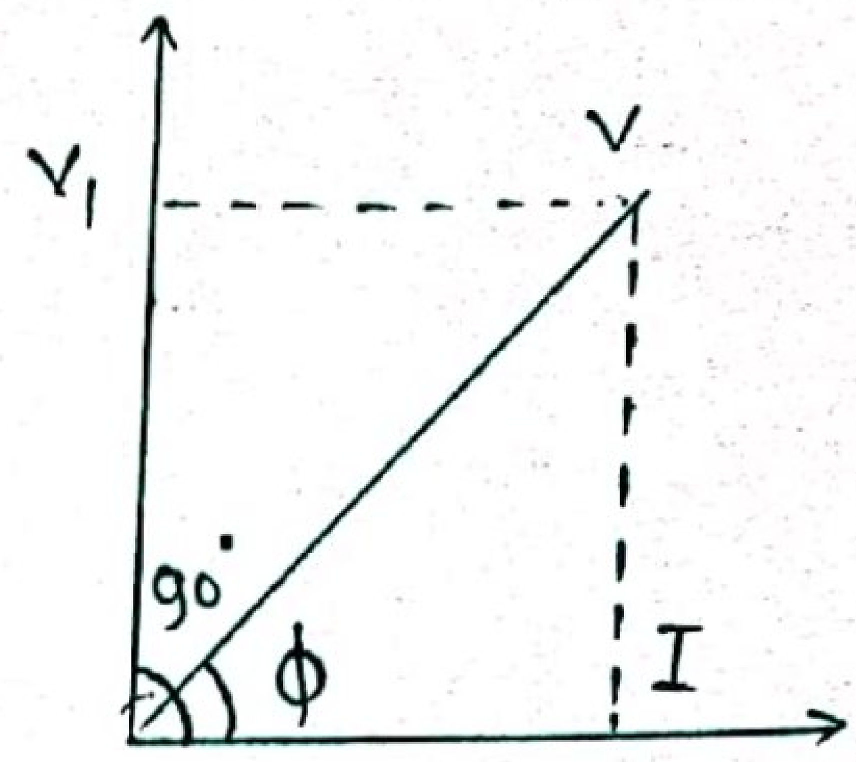
V_R और I समान कला मे होते है किन्तु धारा I वोल्टता V_L से 90° पश्चगामी है।

यदि V_R व V_L का परिणामी वोल्टता V हो

$$V^2 = \cancel{V}_R + V_C^2$$

$$V^2 = (IR)^2 + I^2 \times L^2$$

$$V = I\sqrt{R^2 + X_L^2} \quad \text{———— (iv)}$$



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

$$[X_L = \omega R]$$

प्रतिबाधा - समी (iv) से

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

ओम के नियमानुसार $\frac{V}{I} = R$ किन्तु परिपथ प्रतिरोधक व प्रेरक जुड़ा है तब प्रतिबाधा Z होगा

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

$$Z = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$$

$$[\because X_L = \omega L]$$

कलान्तर - धारा I वोल्टेज V से पश्चगामी है

$$\tan\phi = \frac{V_L}{XR} = \frac{IX_L}{VR} = \frac{IX_L}{IR} = \frac{X_L}{R}$$

$$\phi = \tan^{-1}\left[\frac{\omega L}{R}\right]$$ Ans

LR परिपथ मे बहने वाली धारा को निम्न समीकरण से व्यक्त किया जा सकता है।

LR परिपथ में

$$I = I_0 \sin(\omega t - \phi)$$

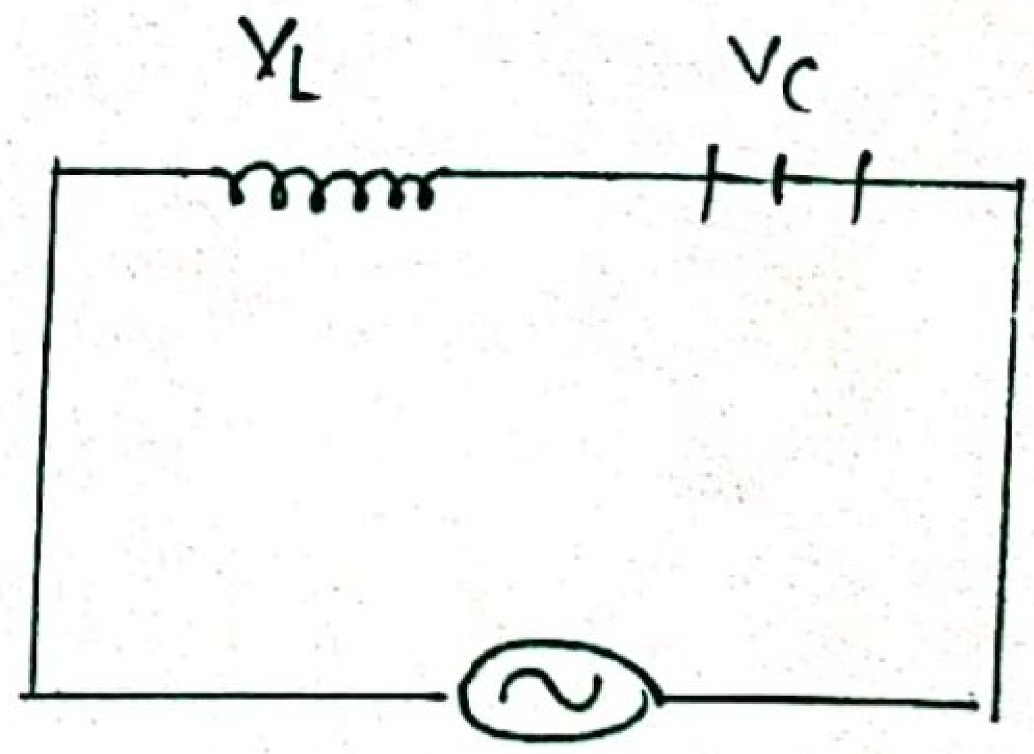
जहाँ $\phi = \tan^{-1}\left[\frac{\omega L}{R}\right]$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} = \frac{V}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

$$I_0 = \frac{V_0}{Z} = \frac{V_0}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} = \frac{V_0}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

ac परिपथ मे जब प्रेरक व संधारित्र दोनो जुडे है :-

माना प्रत्यावती परिपथ मे प्रेरक L तथा C श्रेणी क्रम में जुडे हुए है।



$V = V_0 \sin \omega t$

माना किसी क्षण t पर आरोपित प्रत्यावर्ती वाल्टेज को निम्न समीकरण द्वारा लिखा जा सकता है

$$V = V_0 \sin \omega t \quad \text{———} (1)$$

होगा

परिणामी वोल्टता :-

माना किसी क्षण परिपथ में प्रवाहित धारा I है यदि L के सिरो के बीच वोल्टता V_L तथा C के सिरो ~~के~~ के बीच वोल्टता V_C हो तो -

$$V_L = IX_L \quad \text{—— (I)}$$

$$V_C = IX_C \quad \text{—— (II)}$$

जहाँ X_L व X_C प्रेरक व संधारित्र का प्रतिघात है

वोल्टता V_L धारा I से कला $\frac{\pi}{2}$ (90°) अग्रगामी होता है तथा वोल्टता V_C धारा I से $\frac{\pi}{2} = 90^\circ$ पश्चगामी होता है।

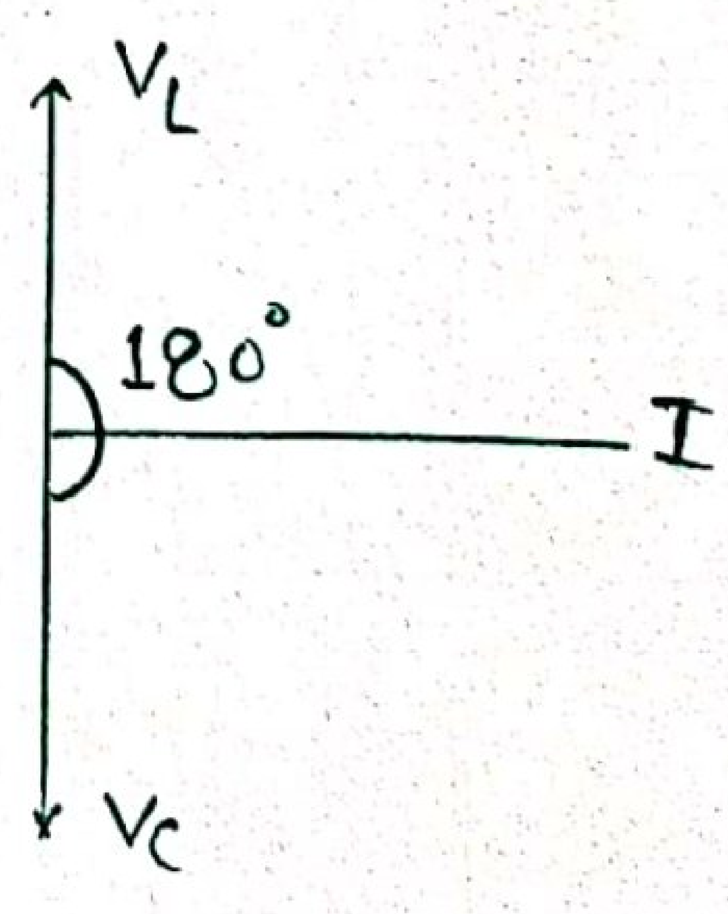
अत: V_L और V_C के बीच कलान्तर 180° होगा।

यदि परिपथ में आरोपित परिणामी वोल्टेज V हो तो

$$V = V_L - V_C$$

$$V = IX_L - IX_C$$

$$V = I\left[\omega L - \frac{1}{\omega C}\right]$$



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

$$\frac{V}{I} = \left[\omega L - \frac{1}{\omega C}\right] \quad \frac{V}{I} = \left[V_L - V_C\right]$$

ओम के नियम से $\frac{V}{I} = R$ जहाँ परिपथ में L, C जुड़ा है प्रतिबाधा

$$Z = \left[\omega L - \frac{1}{\omega C}\right]$$

$$\boxed{Z = \left[V_L - V_C\right]}$$

धारा :-

LC परिपथ में बहने वाली धारा को निम्न समीकरण द्वारा लिख सकते है :-

$$I = I_0 \sin\left[\omega t \pm \frac{\pi}{2}\right]$$

जहाँ $I_0 = \frac{V_0}{Z} = \frac{V_0}{\omega L - \frac{1}{\omega L}}$

जहाँ कलान्तर $= \pm \frac{\pi}{2}$

अनुनाद की आवृत्ति के लिए

अनुनाद की स्थिति

अनुनाद की स्थिति मे $X_L = X_C$

X_L ~~व X_C~~ का मान $\omega L = \frac{1}{\omega C}$

X के बराबर हो जाता है

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

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

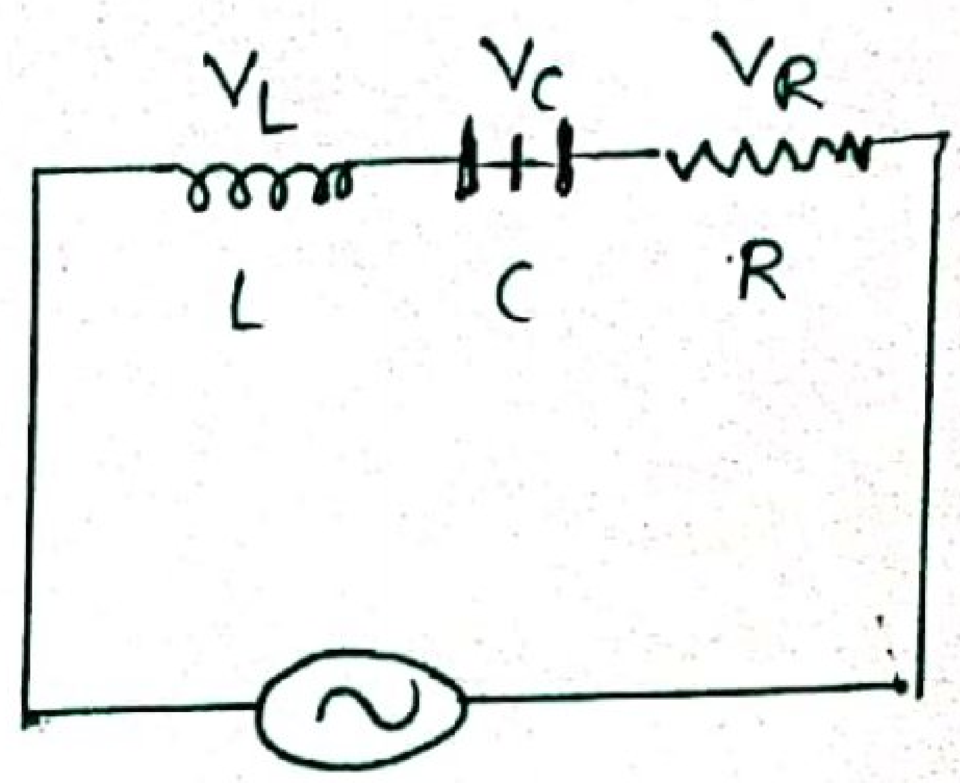
$$\because \omega = 2\pi \nu \text{ (न्यू)}$$

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

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

LCR परिपथ :-

माना प्रत्यावर्ती परिपथ मे प्रेरक L संधारित्र तथा प्रतिरोधक R जुड़ा है जो कि श्रेणी क्रम मे है।



किसी क्षण प्रत्यावर्ती परिपथ में प्रत्यावर्ती वोल्टेज को निम्न समीकरण द्वारा व्यक्त किया जा सकता है

$$V = V_0 \sin \omega t \quad \text{——— (i)}$$

परिणामी वोल्टता :-

माना किसी क्षण t पर परिपथ में प्रवाहित धारा I है यदि प्रेरक संधारित्र व प्रतिरोधक के सिरो के बीच वोल्टता क्रमशः $V_L \cdot V_C$ व V_R हो तो

$$V_L = I X_L \quad \text{——— (ii)}$$

$$V_C = I X_C \quad \text{——— (iii)}$$

$$V_R = I R \quad \text{——— (iv)}$$

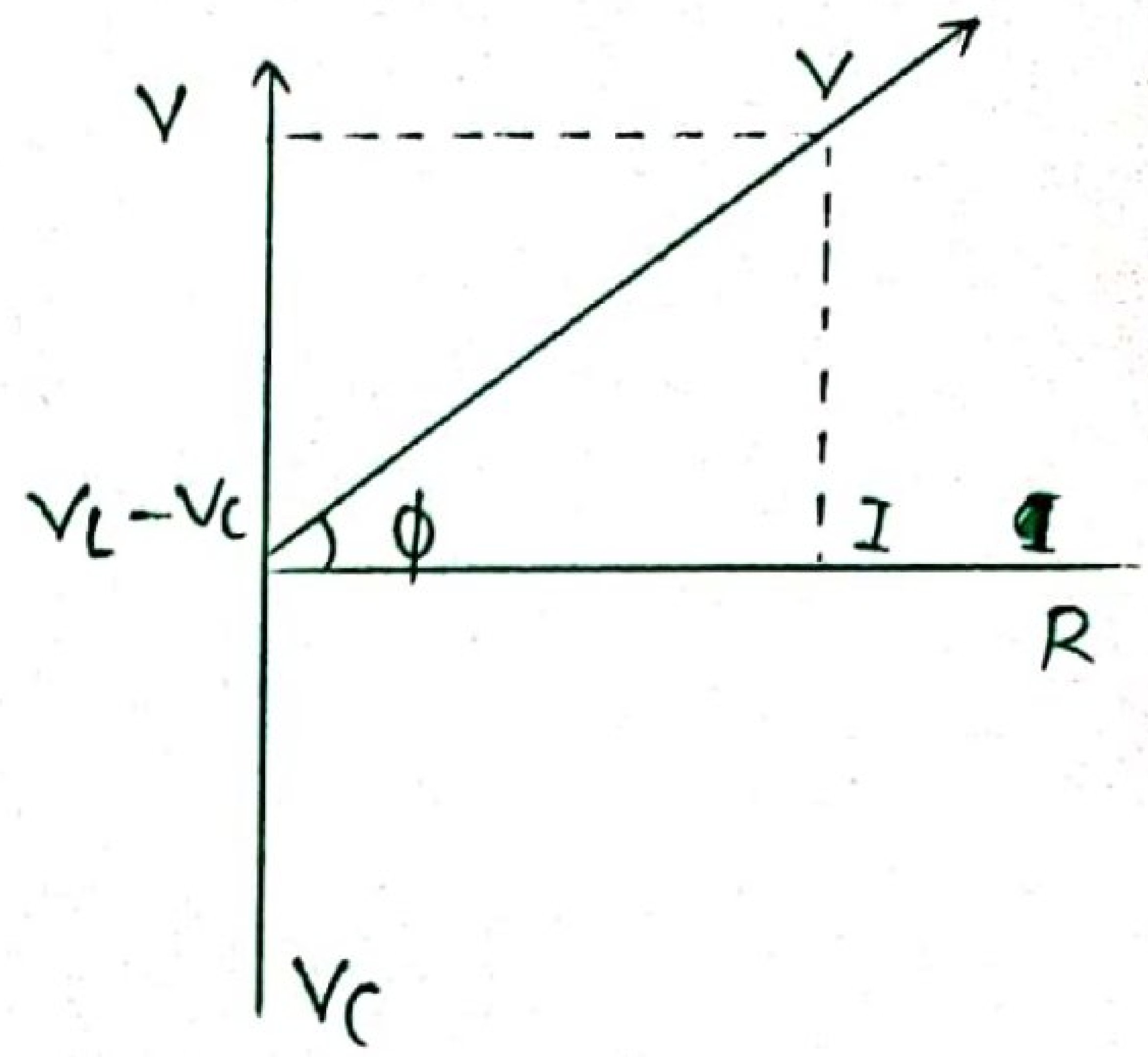
परिपथ में V_R और I दोनो समान कला मे है V_L धारा I से $\frac{\pi}{2}$ अग्रगामी तथा V_C धारा I से $\pi/2$ पश्चगामी है।

अतः V_L और V_C के बीच π (180°) का कलान्तर होगा

V_L व V_C का परिणामी $V_L - V_C$ है

व R व V_L का परिणामी V है।

पाइथागोरस प्रमेय से



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

$$V^2 = (IR)^2 + (IX_L - IX_C)^2$$

$$V^2 = I^2R^2 + I^2(X_L - X_C)^2$$

$$V^2 = I^2[R^2 + (X_L - X_C)]$$

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

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

$$V = I\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2} \quad \text{———— (v)}$$

$$V = I\sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2} \quad \text{———— (vi)}$$

प्रतिबाधा :-

समी (v) से

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

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

ओम के नियम से $\frac{V}{I} = R$ किन्तु परिपथ में प्रेरक संधारित्र व प्रतिरोधक I जुड़ा है।

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

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

कलान्तर :-

यदि I व V के बीच कलान्तर ϕ हो तो

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

$$\phi = \tan^{-1}\left[\frac{IX_L - IX_C}{IR}\right]$$

$$\phi = \tan^{-1}\left[\frac{I(X_L - X_C)}{IR}\right]$$

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

या $\phi = \tan^{-1}\left[\omega L - \frac{1}{\omega C}\right]$

LCR परिपथ के लिए अनुनाद :-

LCR परिपथ के लिए अनुनादी आवृत्ति :-

LCR परिपथ में AC स्रोत के विशिष्ट आवृत्ति के लिए परिपथ मे बहने वाली धारा का मान अधिकतम होता है तो इस स्थिति में अनुनाद की स्थिति कहते है तथा इस विशिष्ट आवृत्ति को अनुनादी आवृत्ति कहते है।

LCR परिपथ में बहने वाली धारा की अधिकतम आयाम $I_0 = \frac{V_0}{Z}$

$$I_0 = \frac{V_0}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

$$I_0 = \frac{V_0}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

समी (1) से स्पष्ट है

$$\omega L - \frac{1}{\omega C} = 0$$

$$Z = \sqrt{R^2 + 0^2}$$

समी (1) से $= R$ - न्यूनतम

$$I_0 = \frac{V_0}{R}$$

माना LCR परिपथ का अनुनादी कोणीय आवृत्ति :-
ω_0 है प्रेरकीय प्रतिघात = संधारित्र प्रतिघात

$$X_L = X_C$$

$$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$$

$$\omega_0^2 L = \frac{1}{C}$$

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

यही अनुनादी कोणीय आवृत्ति का व्यंजक है

यदि अनुनादी आवृत्ति ν_0 हो तो

$$\omega_0 = 2\pi\nu$$

$$\frac{\omega_0}{2\pi} = \nu$$

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

$$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$ Ans

Q गुणांक :-

LCR परिपथ की अनुनादी आवृत्ति और बैंड चौड़ाई के अनुपात को उस परिपथ का Q गुणांक कहते है

$$Q = \text{गुणांक} = \frac{\text{अनुनादी आवृत्ति}}{\text{बैंड चौड़ाई}}$$

शक्ति गुणांक :-

प्रत्यावर्ती परिपथ में तात्क्षणिक वोल्टता और तात्क्षणिक धारा के गुणनफल को उस परिपथ की ~~माद~~ तात्क्षणिक शक्ति कहते है।

तात्क्षणिक शक्ति = तात्क्षणिक वोल्टता x तात्क्षणिक धारा

माना किसी क्षण t पर प्रत्यावर्ती वोल्टेज और प्रत्यावर्ती धारा को निम्न समीकरण द्वारा प्रदर्शित किया जा सकता है।

$$V = V_0 \sin \omega t \text{ ——— (1)}$$

$$I = I_0 \sin(\omega t - \phi) \text{ ——— (11)}$$

जहाँ ϕ V और I के बीच कलांतर

तात्क्षणिक शक्ति $P = VI$

$$= V_0 \sin \omega t \cdot I_0 \sin(\omega t - \phi$$

$$= V_0 I_0 (\sin \omega t)(\sin \omega t - \phi)$$

$$= \frac{V_0 I_0}{2} \, 2\sin \omega t \, (\sin \omega t - \phi)$$

$$\frac{V_0 I_0}{2} [\cos \phi - \cos(2\omega t - \phi]$$

$$[2\sin A \sin B = \cos(A-B) - \cos(A+B)$$

$$P = \frac{1}{2}(V_0 I_0 \cos \phi - \frac{1}{2} V_0 I_0 \cos(2\omega t - \phi)$$

$$P = \frac{V_0}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_0}{\sqrt{2}} \cos \phi - \cos(2\omega t - \phi) \text{ ——— (iii)}$$

एक पूर्ण चक्र में $\cos(\omega t + \phi)$ का औसत मान शून्य होता

$$\therefore P_{avg} = \frac{1}{2} V_0 I_0 \cos \phi = \frac{1}{2} V_0 I_0 \, 1/0$$

$$P_{avg} = \frac{1}{2} V_0 I_0 \cos \phi$$

$$P_{avg} = \frac{V}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_0}{\sqrt{2}} \cos \phi$$

$$P_{avg} = V_{rms} \cdot I_{rms} \cdot \cos \phi \text{ ——— (iv)}$$

$\because V_{rms} \times I_{rms}$ = आभासी शक्ति

औसत शक्ति = आभासी शक्ति × शक्ति गुणांक

Scanned with CamScanner

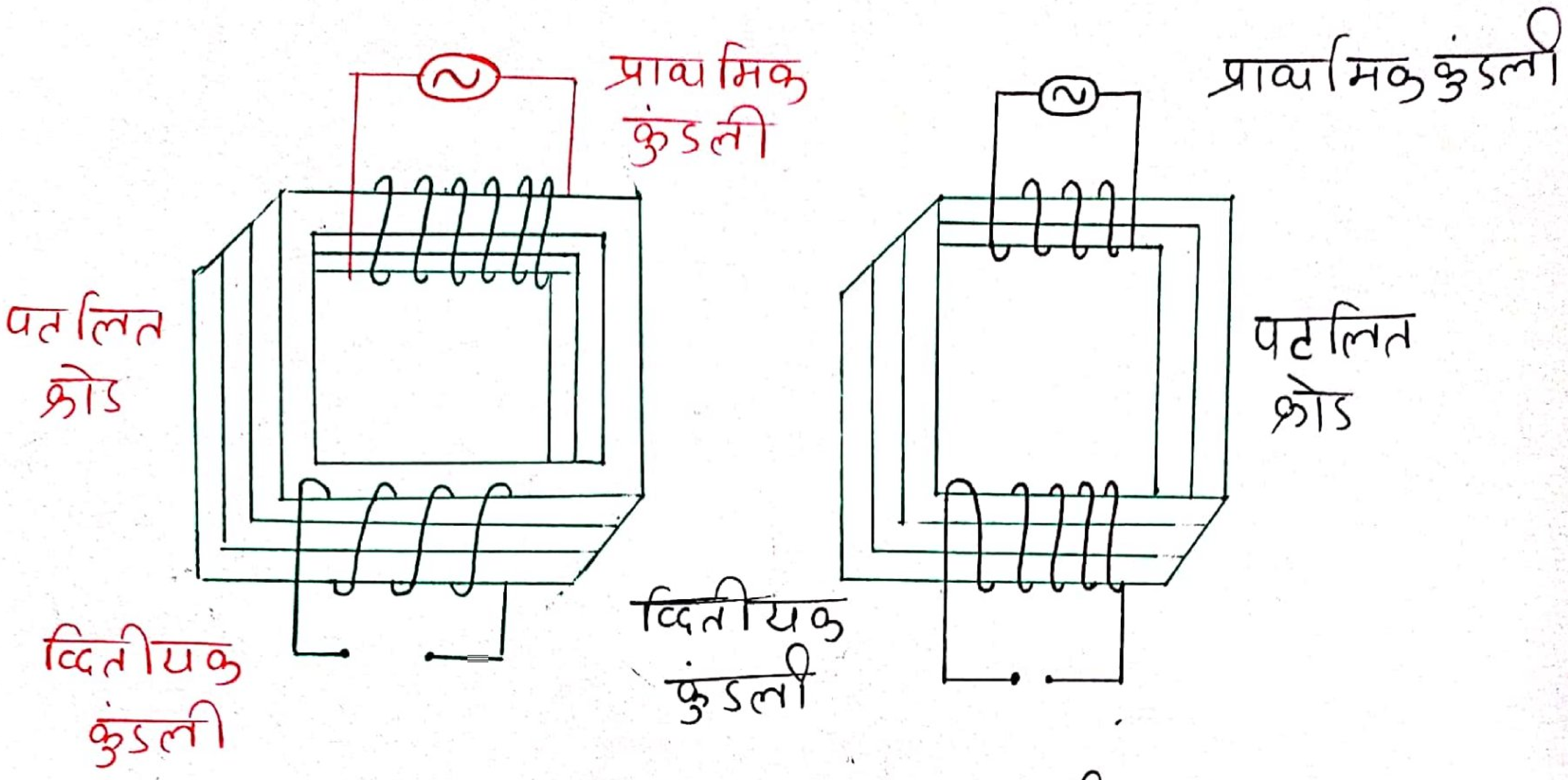
परिणामित्र :- (Transformer)

ट्रान्सफार्मर एक ऐसी युक्ति है जो प्रत्यावर्ती वोल्टता को घटा या बढ़ा देती है यह अन्योन्य प्रेरण के सिद्धांत पर आधारित है।

अपचायी व उपचायी मे अंतर -

अपचायी	उपचायी
1. ये प्रत्यावर्ती वोल्टता को घटा देता है।	यह प्रत्यावर्ती वोल्टता को बढ़ा देता है।
2. इनकी द्वितीयक कुंडली में फेरो की संख्या प्राथमिक कुंडली मे फेरो की संख्या से कम होती है।	इसमें द्वितीयक कुंडली में फेरो की संख्या प्राथमिक कुंडली मे फेरो की संख्या से कम होता है।
3. यह धारा की प्रबलता को बढ़ा देता है।	यह घटा देती है।
4. इसका परिणमन अनुपात एक से कम होता है।	इसका परिणमन अनुपात एक से अधिक होता है।

Scanned with CamScanner



(a) अपचायी ट्रान्सफार्मर (b) उच्चायी ट्रांसफार्मर

ट्रांसफार्मर के मुख्यत: तीन भाग होते है।

(1) पटलित क्रोड

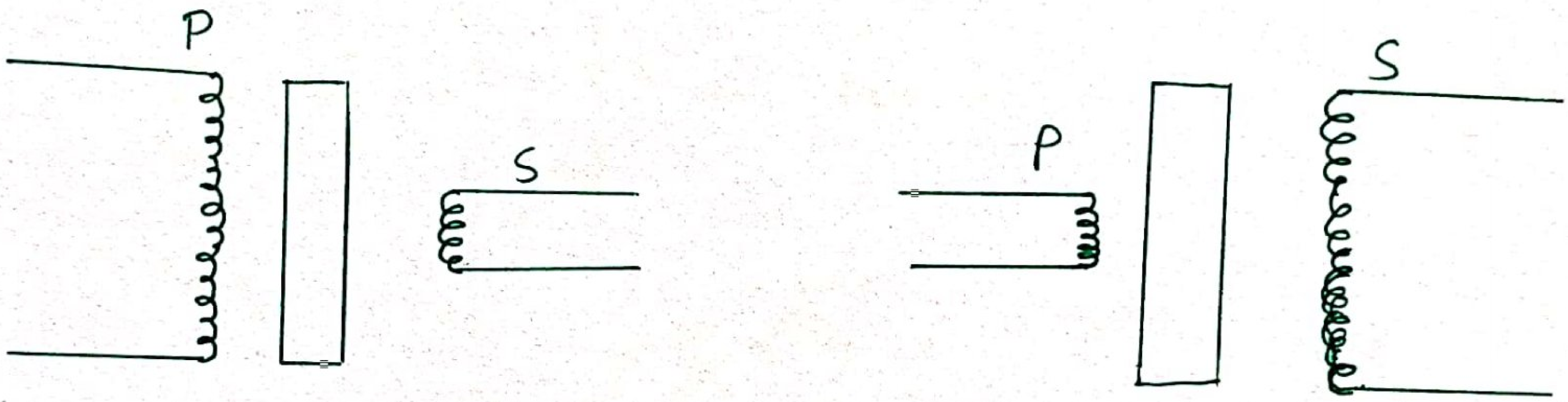
(2) प्राथमिक कुंडली

(3) द्वितीयक कुंडली

पटलित कुडली नर्म लोहे की बनी होती है इसको बनाने के लिए नर्म लोहे की कई आयताकार ~~पहि~~ पट्टियाँ लेते है इनके बीच का आयताकार भाग काटकर अलग कर दिया जाता है इन पट्टियो को विद्युत रोधी पदार्थ की तह देकर तथा इन्हे जोड़कर आवश्यक मोटाई की बना लेते है यह क्रोड के पटलित होने से भँवर धाराओ का मान कम हो जाता है क्रोड के दो सम्मुख भुजाओ पर ताँबे की विद्युत रोधी तार की दो कुंडिली लिपटी होता है।

कार्य विधि :-(सिद्धांत)

जब प्राथमिक कुंडली के सिरो के बीच प्रत्यावर्ती वोल्टेज लगाया जाता है तो उसमें प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित होने लगती है इस धारा के प्रभाव से द्वितीयक कुंडली मे बन्द चुम्बकीय फ्लक्स मे परिवर्तन होने लगता है जिससे प्रत्यावर्ती वोल्टेज उत्पन्न हो जाता है।



अपचायी ट्रांसफार्मर

उच्चायी ट्रांसफार्मर

[ट्रांसफार्मर के सांकेतिक रूप]

माना प्राथमिक एवं द्वितीयक कुंडली में फेरो की संख्या क्रमशः N_P व N_S है

यदि किसी क्षण कुंडली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स ϕ हो तो प्रेरित विद्युत वाहक बल

$$E_P = -N_P \frac{d\phi}{dt} \quad \text{———(i)}$$

यदि चुम्बकीय फ्लक्स का क्षरण न हो रहा हो तो द्वितीयक कुंडली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स का मान भी ϕ होगा।

अतः द्वितीयक कुंडली में प्रेरित विद्युत वाहक बल

$$E_S = -N_S \frac{d\phi}{dt} \text{ ——— (II)}$$

समी (II) में (I) का भाग देने पर

$$\frac{E_S}{E_P} = -N_S \frac{d\phi}{dt} \Big/ -N_P \frac{d\phi}{dt}$$

$$\frac{E_S}{E_P} = \frac{N_S}{N_P} \text{ ——— (iii)}$$

यदि प्राथमिक एवं द्वितीयक कुंडली में बहने वाली धाराएँ क्रमशः I_P व I_S हो तो

प्राथमिक कुंडली की शक्ति = द्वितीयक कुंडली की शक्ति

$$E_P \times I_P = E_S \times I_S$$

$$\frac{E_S}{E_P} = \frac{I_P}{I_S} \text{ ——— (iv)}$$

परिणमन अनुपात $= \frac{N_S}{N_P}$

समी (II) व (iv) से

$$\frac{E_S}{E_P} = \frac{N_S}{N_P} = \frac{I_P}{I_S} \text{ ——— (v)}$$

समी (V) से यदि $E_s < E_p$ तो $N_s < N_p$ तथा $I_p < I_s$ से अर्थात अपचायी ट्रान्सफार्मर की द्वितीयक कुंडली में फेरो की संख्या प्राथमिक कुडली में फेरो की संख्या से कम होती है यह धारा के प्रबलता को बढ़ा देता है

पुन: यदि $E_s > E_p$ तो $N_s > N_p$ तथा $P_p > I_s$ से

अत: उच्चायी ट्रासफार्मर की द्वितीयक कुडली में फेरो की संख्या प्राथमिक कुडली में फेरो की संख्या से अधिक होती है यह धारा के प्रबलता को घटा देता है।

ट्रान्सफार्मर में उर्जा क्षय :-

(1) ताम्र क्षय :-

ट्रांसफार्मर की कुंडली ताँबे की तार की बनी होती है इसका कुछ न कुछ प्रतिरोध आवश्य होता है अत: इसमें धारा प्रवाहित होने पर जल प्रवाध के कारण उष्मा उत्पन्न होती है जिससे विद्युत ऊर्जा का कुछ भाग उष्मीय ऊर्जा के रूप में नष्ट हो जाता है ताम्र हास्य कहते है।

(2) चुम्बकीय फ्लक्स क्षय :-

प्राथमिक कुंडली से बद्ध समस्त फ्लक्स द्वितीयक कुंडली से बद्ध नही होता जिससे कुछ फ्लक्स का क्षरण वायु में होता रहता है इसे चुम्बकीय फ्लक्स क्षय कहते है।