Chapter :- 7
प्रत्यावर्ती धारा

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

228

Q.1 :- निम्न को परिभाषित कीजिए :-
(i) प्रत्यावर्ती धारा (ii) दिष्ट धारा (iii) प्रत्यावर्ती धारा की आवृति (iv) प्रत्यावर्ती धारा का आवर्तकाल

(i) प्रत्यावर्ती धारा :- (Alternating Current) वह धारा जिसका परिमाण और दिशा समय के साथ लगातार आवृति के रूप में बदलता रहता है प्रत्यावर्ती धारा कहलाती है।
घरो एवं उद्योगो मे प्रत्यावर्ती धारा उपयोग में लायी जाती है।

(ii) दिष्ट धारा (Direct current) :- वह धारा जिसका मान बदले या न बदले लेकिन जिसकी दिशा सदैव स्थिर रहती है, दिष्ट धारा कहलाती है।
यह दो प्रकार की होती है.
(1) स्थिर दिष्ट धारा
(2) परिवर्ती दिष्ट धारा

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(iii) प्रत्यावर्ती धारा की आवृति :- प्रत्यावर्ती धारा के द्वारा एक सैकण्ड में पूर्ण किये दोलनो की संख्या को प्रत्यावर्ती धारा की आवृति कहते है।
भारत में घरो मे दी जाने वाली प्रत्यावर्ती धारा की आवृति 50 Hertz होती है जबकि विदेशो मे 60 Hz होती है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(iv) प्रत्यावर्ती धारा का आवर्तकाल :- प्रत्यावर्ती धारा को एक दोलन

पूर्ण करने मे लगे समय को आवर्तकाल कहते है। इसे T से प्रदर्शित करते है। 229

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

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

या

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

Q.2:- प्रत्यावर्ती धारा के तात्क्षणिक मान का समीकरण ज्ञात करो ?

उत्तर:- माना कि एक समान चुम्बकीय क्षेत्र B में एक कुण्डली AB स्थित है

माना कि कुण्डली का कोणीय वेग ω है तब

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

$$\theta = \omega t \quad \text{——— (1)}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

तब कुण्डली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स

$$\phi = BA\cos\theta$$

समी (1) से θ का मान रखने पर

$$\phi = BA\cos\omega t$$

यदि प्रेरित वि० वा० ब० E हो तो

$$E = -\frac{d\phi}{dt}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$E = -\frac{d}{dt}(BA\cos\omega t)$$

$$= -BA\frac{d}{dt}(\cos\omega t)$$

$E = -BA(-\omega \sin\omega t)$ $[\because \frac{d}{d\theta}\cos\theta = -\sin\theta]$

$E = BA\omega \sin\omega t$

230

$E = E_0 \sin\omega t$ [जहां $BA\omega = E_0$ एक नियतांक है। जिसे शिखर मान कहते हैं]

THE BOARD STUDY By : Deepak Sir Mo.No : 7509916286

यदि कुण्डली का प्रतिरोध R हो तब

तब प्रवाहित धारा $I = \frac{E}{R}$

$$I = \frac{E_0 \sin\omega t}{R}$$

या

$$I = \left(\frac{E_0}{R}\right) \sin\omega t$$

THE BOARD STUDY By : Deepak Sir Mo.No : 7509916286

$$\boxed{I = I_0 \sin\omega t}$$

जहां I_0 - धारा का शिखर मान

प्रत्यावर्ती धारा एंव समय के मध्य ग्राफ

THE BOARD STUDY By : Deepak Sir Mo.No : 7509916286

Q.3 :- प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) एंव दिष्ट धारा (D.C.) में अन्तर लिखिए।

उत्तर :-

प्रत्यावर्ती धारा (A.C.)	दिष्ट धारा (D.C.)
1. वह धारा जिसका परिमाण व दिशा समय के साथ लगातार आवृति के	वह धारा जिसका परिमाण बदले या न बदले लेकिन दिशा सदैव स्थिर रहती है

TBS by Deepak Sir

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

के रूप में बदलती रहती है प्रत्यावर्ती धारा कहलाती है	दिष्ट धारा कहलाती है
2. AC धारा अधिक खतरनाक होती है।	DC धारा कम खतरनाक होती है।
3. प्रत्यावर्ती धारा को मापने के उपकरण ऊष्मीय प्रभाव पर आधारित होते हैं।	DC धारा को मापने के उपकरण चुम्बकीय प्रभाव पर आधारित होते हैं।
4. प्रत्यावर्ती धारा मे संधारित्र व ट्रांसफार्मर का उपयोग किया जाता है	DC धारा में संधारित्र व ट्रांसफार्मर का उपयोग नहीं किया जाता है।
5. प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति 50 हर्ट्ज होती है।	DC की आवृत्ति शून्य होती है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.4:- क्या कारण है कि प्रत्यावर्ती धारा, रासायनिक प्रभाव नहीं दर्शाती है?

उत्तर:- जब AC को किसी सेल या वोल्टमीटर से प्रवाहित किया जाता है तो धारा की दिशा बदलने के कारण बार-बार इलेक्ट्रोडो की ध्रुवता बदलती रहती है अर्थात एक सेकण्ड मे 50 बार एनोड, कैथोड मे तथा कैथोड, एनोड मे बदलता रहता है। जिसके कारण विद्युत अपघट्य के आयनो की परिणामी गति शून्य हो जाती है अतः रासायनिक प्रभाव नहीं दर्शाती है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.5:- क्या कारण है कि A.C., चुम्बकीय प्रभाव नही दर्शाती है?

उत्तर:- जब किसी कुंडली या परिनालिका में AC प्रवाहित की जाती है, तो धारा की दिशा बार-बार बदलने के कारण उसमे उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा बदलती है फलस्वरूप कुल चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा बदलती है फलस्वरूप कुल चुम्बकीय क्षेत्र शून्य हो जाता है। अतः AC चुम्बकीय प्रभाव नही दर्शाती।

Q.6:- सिद्ध करो कि एक पूर्ण चक्र मे प्रत्यावर्ती धारा का औसत मान शून्य होता है।

उत्तर:- माना कि किसी क्षण t पर प्रत्यावर्ती धारा का तात्क्षणिक मान I है।

तब, धारा का तात्क्षणिक समीकरण

$$I = I_0 \sin\omega t \quad \text{——— (1)}$$

जहाँ I_0 - धारा का शिखर मान

$$I_{\text{औसत}} = \frac{\text{एक चक्र मे प्रवाहित धारा (0 से T समय में)}}{\text{कुल समय}}$$

$$I_{av} = \frac{\int_0^T I\,dt}{T}$$

समी. (1) से I का मान रखने पर

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

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$I_{av} = \frac{I_0}{T}\left[-\frac{\cos\omega t}{\omega}\right]_0^T$$ 233

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

$$= -\frac{I_0}{\omega T}(\cos\omega T - \cos 0)$$

[परन्तु $\omega = \frac{2\pi}{T}$] $\Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$

$$= -\frac{I_0}{\omega T}\left(\cos\omega\cdot\frac{2\pi}{\omega} - \cos 0\right)$$

$$= -\frac{I_0}{\omega T}(\cos 2\pi - \cos 0)$$

$$= -\frac{I_0}{\omega T}(1 - 1)$$ [∵ $\cos 2\pi = 1$, $\cos 0° = 1$]

$$= -\frac{I_0}{\omega T} \times 0$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$\boxed{I_{av} = 0}$$

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

Q.7:- सिद्ध करो कि एक चक्र में प्रत्यावर्ती वोल्टेज का औसत मान शून्य होता है?

उत्तर:- माना कि किसी क्षण t पर प्रत्यावर्ती वोल्टेज का तात्क्षणिक ~~~~ मान V है तो

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

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

जहाँ V_0 — वोल्टेज का शीर्ष मान

$$V_{औसत} = \frac{\text{एक चक्र में कुल वोल्टेज (0 से T समय में)}}{\text{कुल समय}}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$V_{av} = \int_0^T \frac{V\,dt}{T}$$

V का मान रखने पर समी. (1) से

$$V_{av} = \int_0^T \frac{V_0 \sin\omega t \, dt}{T}$$

$$= \frac{V_0}{T}\int_0^T \sin\omega t \, dt$$

$$= \frac{V_0}{T}\left[\frac{-\cos\omega t}{\omega}\right]_0^T$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$= \frac{-V_0}{\omega T}\left[\cos\omega t\right]_0^T$$

$$= \frac{-V_0}{\omega T}\left[\cos\omega T - \cos 0°\right]$$

परन्तु $T = \frac{2\pi}{\omega}$

$$= \frac{-V_0}{\omega T}\left[\cos \omega \times \frac{2\pi}{\omega} - \cos 0°\right]$$

$$= \frac{-V_0}{\omega T}\left[\cos 2\pi - \cos 0\right]$$

$$= \frac{-V_0}{\omega T}(1 - 1) \qquad \left[\because \cos 2\pi = 1,\ \cos 0 = 1\right]$$

$$= \frac{-V_0}{\omega T} \times 0$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$\boxed{V_{av} = 0}$$

स्पष्ट है कि एक पूर्ण चक्र में प्रत्यावर्ती वोल्टेज का औसत मान शून्य होता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.8 सिद्ध करो कि प्रत्यावर्ती धारा के एक अर्द्ध चक्र में धारा का औसत मान $\frac{2I_0}{\pi}$ या $0.636 I_0$ होता है।

उत्तर :- माना कि किसी क्षण t पर प्रत्यावर्ती धारा का तात्क्षणिक मान I है।

धारा का तात्क्षणिक समी०

$$I = I_0 \sin \omega t \quad \text{—— (1)}$$

जहाँ I_0 = धारा का शिखर मान

$$I_{T/2} = \frac{\text{अर्द्धचक्र में कुल धारा (0 से T/2 समय में)}}{\text{कुल समय}}$$

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

समी (1) से I का मान रखने पर

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

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

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

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

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

236

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

परन्तु $\omega = \frac{2\pi}{T}$

$$I_{T/2} = \frac{-2I_0}{\frac{2\pi}{T}T}\left[\cos\cdot\frac{2\pi}{T}\times\frac{T}{2} - \cos 0\right]$$

$$= -\frac{I_0}{\pi}\left[\cos\pi - \cos 0\right]$$

$$= -\frac{I_0}{\pi}(-1-1)$$ $\because \cos\pi = -1$, $\cos 0 = 1$

$$= -\frac{I_0}{\pi}(-2)$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

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

या $I_{av} = 0.636 I_0$

स्पष्ट है कि एक अर्द्धचक्र में धारा का औसत मान उसके शिखर मान का $2/\pi$ गुना होता है

Q.9:- सिद्ध करो कि प्रत्यावर्ती वोल्टेज के अर्द्धचक्र में औसत मान $\frac{2V_0}{\pi}$ या $0.636 V_0$ होता है

उत्तर :- माना कि किसी क्षण t पर प्रत्यावर्ती वोल्टेज का तात्क्षणिक मान V है तब

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

जहाँ V_0 - धारा का शिखर मान

$$V_{T/2} = \frac{\text{अर्द्धचक्र में कुल वोल्टेज (0 से T/2 समय में)}}{\text{कुल समय}}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$V_{T/2} = \int_0^{T/2} \frac{V}{T/2}\, dt$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

237

समी (4) से V का मान रखने पर

$$V_{T/2} = \int_0^{T/2} \frac{V_0 \sin\omega t}{T/2}\, dt$$

$$V_{T/2} = \frac{2V_0}{T}\int_0^{T/2} \sin\omega t\, dt$$

$$V_{T/2} = \frac{2V_0}{T}\left[\frac{-\cos\omega t}{\omega}\right]_0^{T/2}$$

$$V_{T/2} = \frac{-2V_0}{\omega T}\left[\cos\omega t\right]_0^{T/2}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$V_{T/2} = \frac{-2V_0}{\omega T}\left[\cos\omega\frac{T}{2} - \cos 0\right]$$

परन्तु $\omega = \frac{2\pi}{T}$

$$V_{T/2} = \frac{-2V_0}{\frac{2\pi}{T}\cdot T}\left[\cos\frac{2\pi}{T}\times\frac{T}{2} - \cos 0\right]$$

$$V_{T/2} = -\frac{V_0}{\pi}\left[\cos\pi - \cos 0\right]$$

$\because \cos\pi = -1$, $\cos 0 = 1$

$$V_{T/2} = -\frac{V_0}{\pi}(-1 - 1)$$

$$V_{T/2} = -\frac{V_0}{\pi}(-2)$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$V_{T/2} = \frac{2V_0}{\pi} \text{ या } 0.636\, V_0$$

अतः स्पष्ट है कि अर्द्ध चक्र में प्रत्यावर्ती वोल्टेज अपने शिखर मान का $2/\pi$ गुना होता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.10 सिद्ध करो कि प्रत्यावर्ती धारा का वर्ग माध्य मूल मान उसके शिखर मान का $1/\sqrt{2}$ या 0.707 गुना होता है।

अथवा

सिद्ध करो कि $I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$

उत्तर :- माना कि किसी क्षण t पर प्रत्यावर्ती धारा का तात्क्षणिक मान I है।

तब धारा का तात्क्षणिक समी०

$$I = I_0 \sin \omega t \quad \text{---} (1)$$

यदि प्रत्यावर्ती धारा का वर्ग माध्य मूल मान I_{rms} हो तो -

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

समी० (1) से I का मान रखने पर

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

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

$$= \frac{I_0^2}{T} \int_0^T \left(\frac{1 - \cos 2\omega t}{2} \right) dt \quad \because \sin^2\theta = \frac{1 - \cos 2\theta}{2}$$

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

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$I_{rms}^2 = \frac{I_0^2}{2T}\left[T - \frac{\sin 2\omega T}{2\omega} - \left(0 - \frac{\sin 0}{2\omega}\right)\right]$$

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

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

परन्तु $T = \frac{2\pi}{\omega}$

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

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

$$= \frac{I_0^2}{2T}(T - 0)$$

$$= \frac{I_0^2}{2T} \times T$$

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

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

$$I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \text{ या } 0.707 I_0$$

स्पष्ट है कि प्रत्यावर्ती धारा का वर्ग माध्य मूल मान उसके शिखर का $\frac{1}{\sqrt{2}}$ गुना होता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.11. सिद्ध कीजिए कि $V_{rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$.

या

$$V_{rms} = 0.707\, V_0$$

उत्तर:- माना कि किसी क्षण t पर प्रत्यावर्ती वोल्टेज का तात्क्षणिक मान V है तब वोल्टेज का तात्क्षणिक समी०

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

जहाँ V_0 – धारा का शिखर मान है।
यदि प्रत्यावर्ती धारा का वर्ग माध्य मूल मान V_{rms} हो तो,

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$V_{rms}^2 = \int_0^T \frac{V^2}{T}\, dt$$

V का मान रखने पर –

$$V_{rms}^2 = \int_0^T \frac{(V_0 \sin\omega t)^2}{T}\, dt$$

$$= \frac{V_0^2}{T}\int_0^T \sin^2\omega t\, dt$$

$$= \frac{V_0^2}{T}\int_0^T \left[\frac{1 - \cos 2\omega t}{2}\right] dt$$

$$= \frac{V_0^2}{2T}\int_0^T (1 - \cos 2\omega t)\, dt$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$= \frac{V_0^2}{2T}\left[t - \frac{\sin 2\omega t}{2\omega}\right]_0^T$$

$$= \frac{V_0^2}{2T}\left[\left(T - \frac{\sin 2\omega T}{2\omega}\right) - \left(0 - \frac{\sin 2\omega \times 0}{2\omega}\right)\right]$$

$$V_{rms}^2 = \frac{V_0^2}{2T}[T - 0]$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$V_{rms}^2 = \frac{V_0^2}{2T} \times T$$

$$= \frac{V_0^2}{2}$$

$$= \sqrt{\frac{V_0^2}{2}}$$

$$\boxed{V_{rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}}$$ या $0.707 V_0$

अतः स्पष्ट है कि एक पूर्ण चक्र में प्रत्यावर्ती वोल्टेज का वर्ग माध्य मूल मान उसके शिखर मान का $1/\sqrt{2}$ गुना होता है।

Q.12:- प्रतिरोध, प्रतिबाधा एवं प्रतिघात में अन्तर स्पष्ट कीजिए।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

उत्तर:-

प्रतिरोध	प्रतिघात	प्रतिबाधा
1. चालक का वह गुण जो विद्युत धारा के बहने के मार्ग में रुकावट उत्पन्न करता है प्रतिरोध कहलाता है	प्रत्यावर्ती धारा के मार्ग में केवल संधारित्र या केवल प्रेरकत्व के द्वारा उत्पन्न प्रतिरोध को प्रतिघात कहते हैं	प्रत्यावर्ती धारा के मार्ग में प्रतिरोध, संधारित्र एवं प्रेरकत्व या इनमें से किसी दो के द्वारा उत्पन्न अवरोध को प्रतिघात कहते हैं।
2. इसे R से प्रदर्शित करते हैं	इसे X से करते हैं	इसे Z से करते हैं
3. इसका मान धारा की आवृत्ति पर निर्भर नहीं करता है	इसका मान धारा की आवृत्ति पर निर्भर करता है	इसका मान भी धारा की आवृत्ति पर निर्भर करता है।

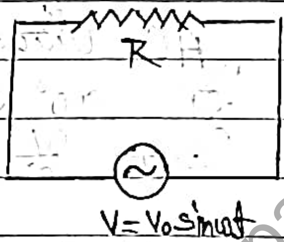
THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.13:- सिद्ध करो कि केवल प्रतिरोध वाले परिपथ में प्रत्यावर्ती धारा और वोल्टेज दोनों समान कला में होते हैं।

उत्तर :- प्रत्यावर्ती धारा परिपथ. केवल प्रतिरोध युक्त :-

चित्रानुसार एक प्रतिरोध R को प्रत्यावर्ती वोल्टेज स्रोत के साथ श्रेणीक्रम में जोड़ा गया है माना कि किसी क्षण t पर प्रत्यावर्ती वोल्टेज का तात्क्षणिक मान V हो तो



वोल्टेज का समीकरण

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

जहाँ V_0 - वोल्टेज का शिखर मान

माना कि उसी क्षण बहने वाली धारा I हो तब

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

समी (1) से V का मान रखने पर

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

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

ओम के नियम से $\because \frac{V_0}{R} = I_0$

$$I = I_0 \sin\omega t \quad \text{---} (2)$$

जहाँ I_0 - प्रत्यावर्ती धारा का शिखर मान

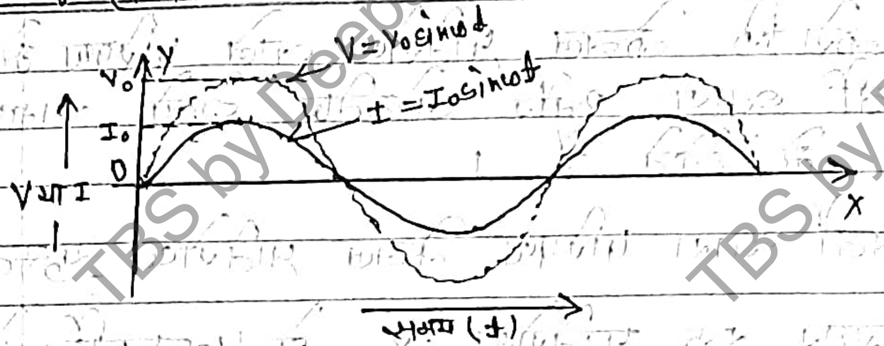
THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

समी. (1) व (2) से स्पष्ट है कि केवल प्रतिरोध वाले AC परिपथ में धारा एवं वोल्टेज समान कला में होते हैं।

★ AC-परिपथ → प्रत्यावर्ती धारा परिपथ

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

V तथा I के मध्य ग्राफ :-

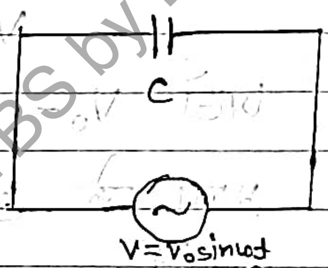


Q.14 सिद्ध करो कि केवल संधारित्र वाले AC-परिपथ में प्रत्यावर्ती धारा, प्रत्यावर्ती वोल्टेज से 90° या π/2 के भिन्न कोण से अग्रगामी होती है ?

उत्तर :- केवल संधारित्र युक्त AC-परिपथ :-

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

चित्रानुसार एक संधारित्र जिसकी धारिता C है को प्रत्यावर्ती वोल्टेज स्रोत के साथ श्रेणीक्रम में जोड़ा गया है।



माना कि किसी क्षण t पर प्रत्यावर्ती वोल्टेज V है।

तब, $V = V_0 \sin\omega t$ —— (1)

जहाँ V_0 – वोल्टेज का शिखर मान

माना कि संधारित्र की प्लेटो में संचित आवेश Q है तब

$$Q = CV$$

समी (1) से V का मान रखने पर

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$Q = C V_0 \sin\omega t$$

यदि प्रवाहित धारा I हो तो

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q का मान रखने पर :

$$I = \frac{d}{dt}(CV_0 \sin \omega t)$$

$$= CV_0 \frac{d}{dt}(\sin \omega t)$$

$$= CV_0(\omega \cos \omega t)$$

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

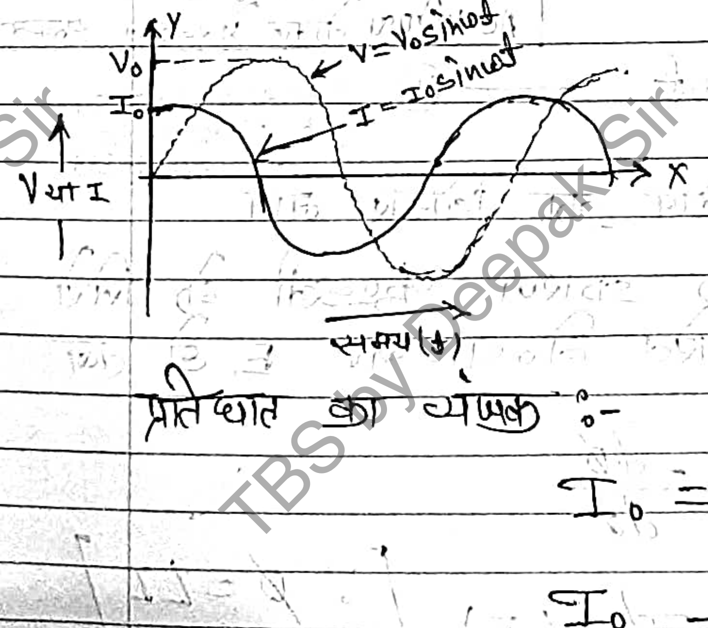
$$I = I_0 \sin(\omega t + \pi/2) \quad \text{—— (2)}$$

जहाँ – I_0 – धारा का शिखर मान

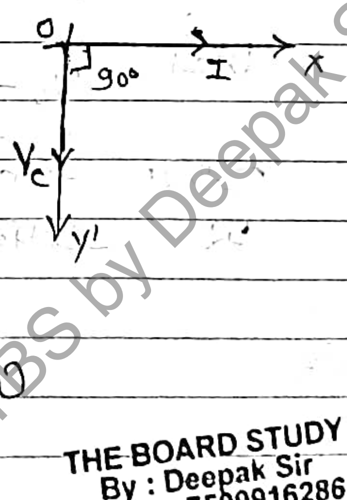
THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916288

समी. (1) एवं (2) से स्पष्ट है कि केवल संधारित्र वाले परिपथ में धारा, वोल्टेज से 90° अग्रगामी होती है।

V तथा I के मध्य ग्राफ :-



फेजर आरेख :-



प्रतिघात का व्यंजक :-

$$I_0 = CV_0\omega$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

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

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

TBS by Deepak Sir

$$\left[\because \quad \frac{V_0}{I_0} = X_C \text{ (Resistance)}\right]$$

245

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

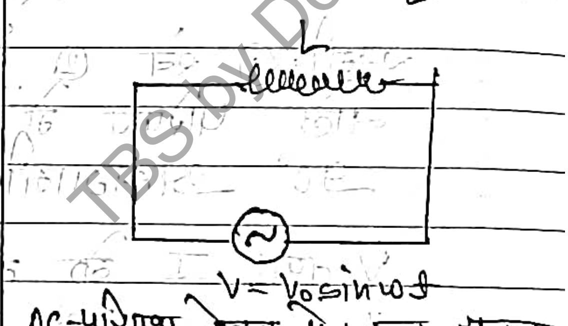
$$\frac{1}{\omega C} = X_C$$

या
$$\boxed{X_C = \frac{1}{\omega C}} \text{ ohm}$$

यही संधारित्रीय प्रतिघात का व्यंजक है।

Q.15:- सिद्ध करो केवल प्रेरकत्व वाले परिपथ में प्रत्यावर्ती धारा, प्रत्यावर्ती वोल्टेज से 90° या $\pi/2$ रेडियन कोण से पश्चगामी होती है [2017]

उत्तर: चित्रानुसार प्रेरकत्व L को प्रत्यावर्ती वोल्टेज स्त्रोत से जोड़ा गया है



माना कि किसी क्षण t पर प्रत्यावर्ती वोल्टेज V है तब

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

जहाँ V_0 – वोल्टेज का शिखर मान

इस वोल्टेज के कारण कुण्डली के सिरे पर उत्पन्न प्रेरित वि० वा० बल E है तब

$$E = -\frac{d\phi}{dt}$$

$$E = -\frac{d}{dt}(LI) \qquad [\because \phi = LI]$$

$$E = -L\frac{dI}{dt} \quad \text{——— (2)}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

TBS by Deepak Sir

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

बन्द परिपथ में किरचॉफ के दूसरे नियम से 246

$$E + V = 0$$

समी. ① व समी. ② से मान रखने पर

$$-L\frac{dI}{dt} + V_0 \sin\omega t = 0$$

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

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

दोनो पक्षो का समाकलन करने पर

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

THE BOARD STUDY
By :-Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

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

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

$$I = -\frac{V_0}{\omega L}\cos\omega t$$

$$I = -I_0 \cos\omega t \quad \left[\because \cos\theta = \sin(\pi/2 - \theta)\right]$$

[जहाँ $\frac{V_0}{\omega L} = I_0$ (धारा का शिखर मान)]

$$I = -I_0 \sin(\pi/2 - \omega t)$$

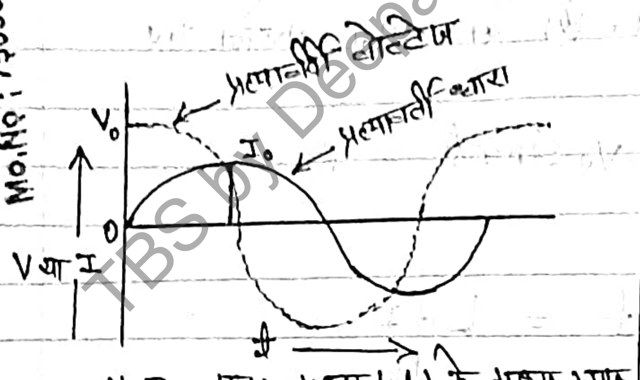
$$I = I_0 \sin(\omega t - \pi/2) \quad \text{—— ③}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

समी ① एंव ③ से स्पष्ट है कि केवल प्रेरकत्व वाले परिपथ मे धारा वोल्टेज से $\pi/2$ या $90°$ से पश्चगामी होती है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

V एवं I के मध्य ग्राफ



V_0, I_0 तथा समय (t) के मध्य ग्राफ

फेजर आरेख

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

प्रतिघात का व्यंजक :-

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

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

$$\left[\because \frac{V_0}{I_0} = X_L \text{ (प्रतिरोध)}\right]$$

$$\Rightarrow \boxed{X_L = \omega L} \text{ Ohm}$$

यही प्रेरकीय प्रतिघात का व्यंजक है।

Q. 26 प्रत्यावर्ती धारा परिपथ जिसमें प्रेरकत्व (L) और प्रतिरोध (R) दोनों को श्रेणीक्रम में जोड़ा गया है के लिये परिणामी वोल्टेज, प्रतिबाधा और कलांतर का व्यंजक ज्ञात करो।

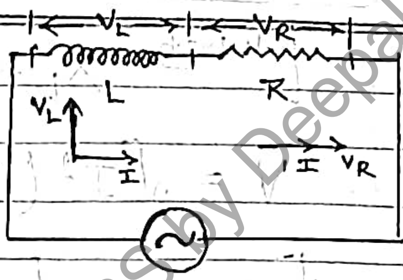
अथवा

L-R परिपथ में धारा, कलांतर और प्रतिबाधा का व्यंजक ज्ञात करो ?

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

उत्तर :# L - R परिपथ



चित्रानुसार, प्रेरकत्व L तथा प्रतिरोध R को श्रेणीक्रम में जोड़ा गया है इनके साथ एक प्रत्यावर्ती वोल्टेज $V = V_0 \sin \omega t$ स्रोत जोड़ा गया है।

माना कि किसी क्षण t पर प्रेरकत्व और प्रतिरोधो के सिरो पर वोल्टेज क्रमशः V_L तथा V_R है।

तब, प्रेरकत्व के सिरो पर वोल्टेज

$$V_L = I X_L \quad \text{—— (1)}$$

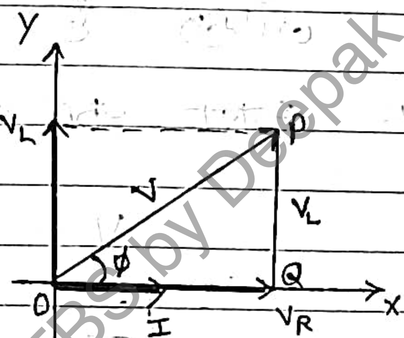
तथा प्रतिरोध के सिरो पर वोल्टेज

$$V_R = I R \quad \text{—— (2)}$$

हम जानते है कि प्रेरकत्व (L) में धारा एवं वोल्टेज मे धारा, वोल्टेज से 90° पश्चगामी होती है एवं प्रतिरोध (R) मे धारा एवं वोल्टेज मे दोनो समान कला मे होते हैं।

परिणामी वोल्टेज :-

माना कि परिपथ का परिणामी वोल्टेज V है तब समकोण ΔPQO में पाइथागोरस प्रमेय से



$$(OP)^2 = (PQ)^2 + (OQ)^2$$

$$V^2 = V_L^2 + V_R^2$$

$$V = \sqrt{V_L^2 + V_R^2} \quad \text{—— (3)}$$

समी (1) एवं (2) से V_L तथा V_R के मान रखने पर :-

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

TBS by Deepak Sir

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

[परन्तु $X_L = \omega L$]

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

$$\boxed{V = I\sqrt{\omega^2 L^2 + R^2}} \text{ Volt} \quad (4)$$

यही परिणामी वोल्टता का व्यंजक है

प्रतिबाधा का व्यंजक :-

समी० (4) से

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$\frac{V}{I} = \sqrt{\omega^2 L^2 + R^2} \quad \left| \because Z = \frac{V}{I} \right.$$

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

यही L-R परिपथ के प्रतिबाधा के लिये आवश्यक व्यंजक है

धारा का व्यंजक :- समी० (4) से

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

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

या $\boxed{I = I_0 \sin(\omega t - \phi)}$

कलांतर का व्यंजक :- माना कि परिणामी वोल्टेज और धारा के मध्य कलांतर ϕ है। तब समकोण ΔPQO में

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$\tan\phi = \frac{PQ}{OQ} \left(\frac{\text{लम्ब}}{\text{आधार}}\right)$$

$$= \frac{V_L}{V_R}$$

समी ① व ② से मान रखने पर

$$\tan\phi = \frac{I X_L}{I R}$$

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{X_L}{R}\right) \quad \left[\because X_L = \omega L\right]$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

या

$$\boxed{\phi = \tan^{-1}\left(\frac{\omega L}{R}\right)}$$

यही कलांतर के लिये आवश्यक व्यंजक है।

Q.17:- L-C परिपथ में निम्नलिखित के व्यंजक ज्ञात करो।
(i) प्रतिबाधा (ii) धारा (iii) अनुनादी आवृत्ति

अथवा

प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में प्रेरकत्व और संधारित्र दोनो को श्रेणीक्रम में जोड़ा गया है। इस परिपथ के लिये प्रतिबाधा, परिणामी वोल्टेज एवं अनुनादी आवृत्ति का व्यंजक ज्ञात करो।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

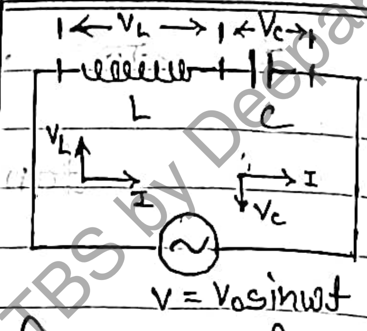
उत्तर :- चित्रानुसार प्रेरकत्व L और संधारित्र C को श्रेणीक्रम में जोड़ा गया है माना कि किसी क्षण t पर उनके वोल्टेज क्रमशः V_L तथा V_C है तब,

प्रेरकत्व का वोल्टेज

$$V_L = IX_L \quad \text{——— (1)}$$

संधारित्र का वोल्टेज

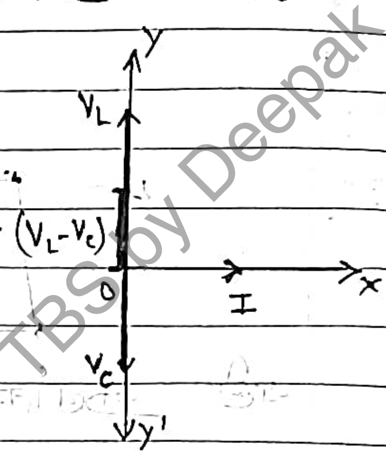
$$V_C = IX_C \quad \text{——— (2)}$$



चित्र :- L-C परिपथ

हम जानते है कि AC परिपथ में प्रेरकत्व हो तो धारा, वोल्टेज से 90° पश्चगामी होती है एवं अगर संधारित्र हो तो धारा, वोल्टेज से 90° अग्रगामी होती है अतः फेजर आरेख से स्पष्ट है कि

परिणामी वोल्टेज :



$$V = V_L - V_C$$

समी० (1) व (2) से मान रखने पर

$$V = IX_L - IX_C$$

$$V = I(X_L - X_C)$$

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

तब

$$\boxed{V = I\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)} \text{ Volt} \quad \text{——— (3)}$$

यही परिणामी वोल्टेज का सूत्र है

प्रतिबाधा (Z) का व्यंजक :- समी० (3) से

$$V = I\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$\frac{V}{I} = \omega L - \frac{1}{\omega C} \qquad \because Z = \frac{V}{I}$$

$$\boxed{Z = \omega L - \frac{1}{\omega C}} \text{ ohm}$$

यही L-C परिपथ का प्रतिबाधा का सूत्र है।

धारा का व्यंजक :- समी. ③ से

$$V = I\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$

$$\boxed{I = \frac{V}{\omega L - 1/\omega C}}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

कलांतर :- L-C परिपथ में परिणामी वोल्टेज एवं धारा के मध्य कलांतर $\phi = 90°$ होता है।

अनुनादी आवृत्ति :- अनुनाद की स्थिति में

$$X_L = X_C \qquad \because X_L = \omega L,\; X_C = 1/\omega C$$

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

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

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

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

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

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

यही अनुनादी आवृत्ति का मान है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

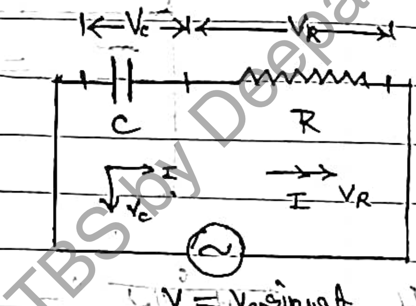
Q.18 प्रत्यावर्ती धारा परिपथ जिसमें केवल संधारित्र (C) और प्रतिरोध (R) दोनो को श्रेणीक्रम में जोड़ा गया है। इस परिपथ के लिये परिणामी वोल्टेज, धारा, प्रतिबाधा और कलांतर का व्यंजक ज्ञात कीजिए।

अथवा

C-R परिपथ के लिये निम्नलिखित को ज्ञात कीजिए (i) परिणामी वोल्टेज, (ii) धारा, (iii) प्रतिबाधा (iv) कलांतर

उत्तर :- C-R परिपथ :-

चित्रानुसार संधारित्र C और प्रतिरोध R को प्रत्यावर्ती वोल्टेज स्रोत के साथ जोड़ा गया है। माना कि किसी क्षण इनके वोल्टेज V_C और V_R है तब



चित्र :- C-R परिपथ

संधारित्र का वोल्टेज

$$V_C = IX_C \quad \text{---} (1)$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

प्रतिरोध का वोल्टेज

$$V_R = IR \quad \text{---} (2)$$

हम जानते है कि संधारित्र युक्त AC परिपथ मे धारा, वोल्टेज से 90° अग्रगामी होती है एवं प्रतिरोध मे धारा एवं वोल्टेज समान कलाओ मे होते है अत: फेजर आरेख से

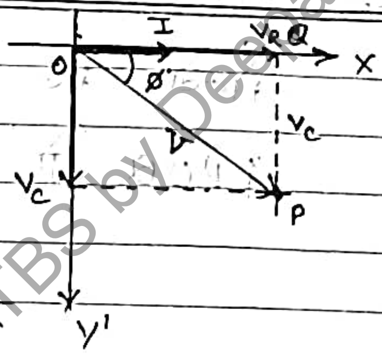
THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

254

परिणामी वोल्टेज :-

समकोण ΔPOQ मे



$$(OP)^2 = (PQ)^2 + (OQ)^2$$

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

$$V = \sqrt{V_C^2 + V_R^2}$$

समी. ① व ② से मान रखने पर

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

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

या $$\boxed{V = I\sqrt{\left(\frac{1}{\omega C}\right)^2 + R^2}} \quad \because X_C = \frac{1}{\omega C} \quad ③$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

प्रतिबाधा का व्यंजक :- समी. ③ से

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

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

$$\boxed{Z = \sqrt{\frac{1}{\omega^2 C^2} + R^2}} \text{ ohm} \quad \because Z = \frac{V}{I}$$

धारा का व्यंजक :- माना कि परिपथ मे I धारा बह रही है तब,

समी. ③ से

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

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

कलांतर का व्यंजक (ϕ) :-

माना कि परिणामी वोल्टेज एवं धारा के मध्य कलांतर ϕ है तब

ΔPOQ में

$$\tan\phi = \frac{PQ}{OQ} \left(\frac{\text{लम्ब}}{\text{आधार}}\right)$$

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

समी. (1) व (2) से मान रखने पर

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

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

$$\tan\phi = \frac{1}{\omega C R} \quad \left| \because X_C = \frac{1}{\omega C} \right.$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

या

$$\boxed{\phi = \tan^{-1}\left(\frac{1}{\omega C R}\right)}$$

Q.19. प्रत्यावर्ती धारा परिपथ जिसमें प्रेरकत्व (L) संधारित्र (C) और प्रतिरोध (R) को श्रेणीक्रम में जोड़ा गया है के लिये प्रतिबाधा एवं कलांतर का व्यंजक ज्ञात करो ?

अथवा

L-C-R परिपथ के लिये निम्नलिखित के व्यंजक ज्ञात करो

(i) परिणामी वोल्टेज
(ii) प्रतिबाधा
(iii) धारा
(iv) कलांतर
(v) अनुनादी आवृत्ति

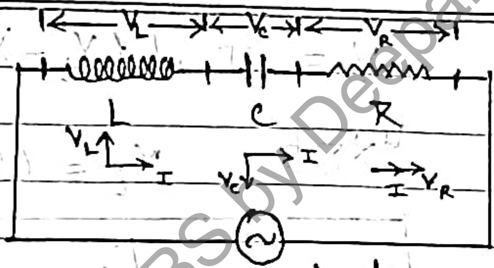
THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

256

उत्तर :- L-C-R परिपथ

चित्रानुसार, प्रेरकत्व L, संधारित्र C और प्रतिरोध R को प्रत्यावर्ती वोल्टेज स्रोत के साथ श्रेणीक्रम में जोड़ा गया है।



चित्र :- L-C-R परिपथ

माना कि किसी क्षण इनके सिरो के मध्य वोल्टेज क्रमशः V_L, V_C एवं V_R है तब,

प्रेरकत्व का वोल्टेज

$$V_L = IX_L \quad \text{---} (1)$$

संधारित्र का वोल्टेज

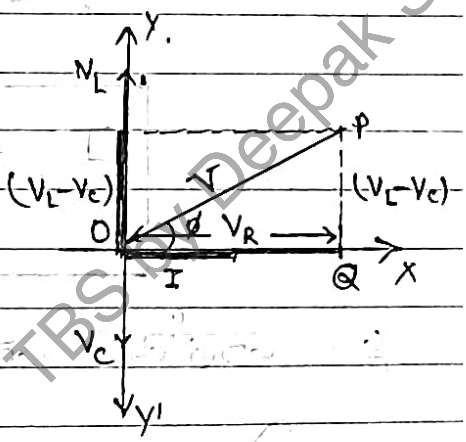
$$V_C = IX_C \quad \text{---} (2)$$

प्रतिरोध का वोल्टेज

$$V_R = IR \quad \text{---} (3)$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

हम जानते है कि प्रेरकत्व में धारा, वोल्टेज से 90° पश्चगामी, संधारित्र मे 90° अग्रगामी एवं प्रतिरोध मे दोनों समान कला मे होते है तब फेजर आरेख



परिणामी वोल्टेज :- समकोण ΔPOQ मे

$$OP^2 = PQ^2 + OQ^2$$

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

$$V = \sqrt{(V_L - V_C)^2 + V_R^2}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

समी (1), (2) एवं (3) से मान रखने पर

$$V = \sqrt{(IX_L - IX_c)^2 + (IR)^2}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

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

परन्तु $X_L = \omega L$ एवं $X_c = \frac{1}{\omega C}$

$$\boxed{V = I\sqrt{\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2 + R^2}} \text{ Volt} \quad (4)$$

प्रतिबाधा का व्यंजक :- समी॰ (4) से

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

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

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

धारा का व्यंजक :- समी॰ (4) से

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

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

कलांतर का व्यंजक :- माना कि परिणामी (वोल्टेज और धारा के मध्य कलांतर ϕ है

तब समकोण ΔPOQ मे

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$\tan\phi = \frac{PQ}{OQ}$ (लम्ब / आधार)

258

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

समी ①, ② व ③ से मान रखने पर

$\tan\phi = \frac{IX_L - IX_C}{IR}$

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

$\because X_L = \omega L$

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

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{\omega L - 1/\omega C}{R}\right)$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

अनुनादी आवृति :- अनुनाद की स्थिति में

$\Rightarrow X_L = X_C$

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

$\Rightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC}$

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

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.20:- प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में सिद्ध करो कि

$$P_{av} = V_{rms} \cdot I_{rms} \cos\phi$$

उत्तर:- शक्ति:- किसी परिपथ में ऊर्जा खर्च होने की दर को शक्ति कहते हैं।

$$\text{शक्ति} = \frac{\text{कार्य}}{\text{समय}}$$

$$P = \frac{W}{t} \qquad \because V = W/q, \quad W = q.V$$

$$P = \frac{qV}{t} \qquad \because I = \frac{q}{t}$$

$$P = IV$$

या $P = V.I$ ——— (1)

माना किसी क्षण t पर धारा और वोल्टेज के तात्क्षणिक मान इस प्रकार है।

$$V = V_0 \sin \omega t \quad ——— (2)$$

और

$$I = I_0 \sin(\omega t + \phi) ——— (3)$$

जहाँ ϕ = धारा और वोल्टेज के मध्य कलांतर है

समी (1) में समी. (2) व (3) से मान रखने पर

$$P = V_0 \sin \omega t \cdot I_0 \sin(\omega t + \phi)$$

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

[∵ 2 का गुणा, एवं भाग करने पर]

TBS by Deepak Sir

$$\left[\because 2\sin A \sin B = \cos(A-B) - \cos(A+B)\right]$$

$$P = \frac{I_0 V_0}{2}\left[\cos(\omega t + \phi - \omega t) - \cos(\omega t + \phi + \omega t)\right]$$

$$P = \frac{I_0 V_0}{2}\left[\cos\phi - \cos(2\omega t + \phi)\right]$$

परन्तु प्रत्यावर्ती धारा के एक पूर्ण चक्र मे $\cos(2\omega t + \phi)$ का मान शून्य होता है।

अतः

$$P_{av} = \frac{I_0 V_0}{2}(\cos\phi - 0)$$

$$P_{av} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \times \frac{V_0}{\sqrt{2}} \cos\phi$$

$$P_{av} = I_{rms} \cdot V_{rms} \cos\phi \qquad \left|\; \because I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}},\; V_{rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}\right.$$

या

$$\boxed{P_{av} = V_{rms} \times I_{rms} \cos\phi}$$

Q.21. Q-गुणांक किसे कहते है, इसके अधिकतम होने की शर्त लिखिए।

उत्तर :- Q-गुणांक :- किसी परिपथ मे प्रेरकत्व के प्रतिघात (X_L) और प्रतिरोध (R) के अनुपात को Q-गुणांक कहते है।

$$Q\text{-गुणांक} = \frac{X_L}{R} \qquad \left|\; \because X_L = \omega L\right.$$

$$= \frac{\omega L}{R} \qquad \left|\; \because \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}\right.$$

$$= \frac{L}{R\sqrt{LC}}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

261

$$Q\text{-गुणांक} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}} \quad \text{---(1)}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q-गुणांक के अधिक होने की शर्त :-

समी (1) से स्पष्ट है कि प्रतिरोध (R) का मान कम एवं $\sqrt{\frac{L}{C}}$ का मान अधिक होना चाहिए।

औसत शक्ति = आभासी शक्ति × शक्ति गुणांक

स्पष्ट है कि औसत शक्ति का मान आभासी शक्ति और शक्ति गुणांक के गुणनफल के बराबर होता है।

Q.22: ट्रांसफार्मर की परिभाषा लिखते हुए ? उसके प्रकार समझाइये।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

उत्तर :- ट्रांसफार्मर :- यह एक ऐसी विद्युत उपकरण है जो प्रत्यावर्ती वोल्टेज के मान को घटा या बढ़ा देता है। ट्रांसफार्मर कहलाता है। यह उपकरण अन्योन्य प्रेरण के सिद्धांत पर कार्य करता है।

यह दो प्रकार का होता है।

1. उच्चायी ट्रांसफार्मर (Step up transformer)
2. अपचायी ट्रांसफार्मर (Step down transformer)

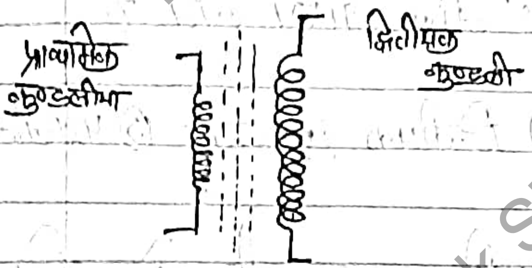
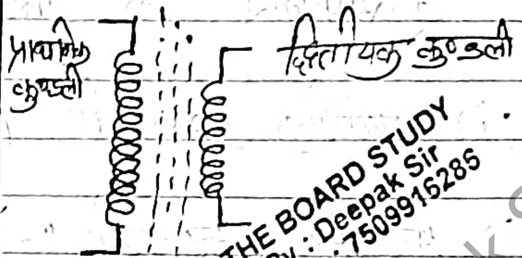
Q.23: उच्चायी तथा अपचायी ट्रांसफार्मर मे अन्तर लिखिए

अथवा

उच्चायी ट्रांसफार्मर एवं अपचायी ट्रांसफार्मर को विस्तार से समझाइये।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

	उच्चायी ट्रांसफार्मर	अपचायी ट्रांसफार्मर
1.	यह ट्रांसफार्मर जो प्रत्यावर्ती वोल्टेज को बढ़ा देता है उच्चायी ट्रांसफार्मर कहलाते है	यह ट्रांसफार्मर जो प्रत्यावर्ती वोल्टेज को घटा देता है अपचायी ट्रांसफार्मर कहलाता है।
2.	इसका संकेत :- 	इसका संकेत :- 
3.	इसकी प्राथमिक कुण्डली मे फेरो की संख्या कम एवं द्वितीयक कुण्डली मे फेरो की संख्या अधिक होती है	इसकी प्राथमिक कुण्डली मे फेरो की संख्या अधिक तथा द्वितीयक कुण्डली मे फेरो की संख्या कम होती है।
4.	इसका परिणमन अनुपात 1 से अधिक होता है	इसका परिणमन अनुपात 1 से कम होता है।
5.	उच्चायी ट्रांसफार्मर धारा को प्रबलता को कम कर देता है	अपचायी ट्रांसफार्मर धारा की प्रबलता को बढ़ा देता है।
6.	इसकी प्राथमिक कुण्डली मोटे तारो की बनाई जाती है एवं द्वितीयक कुण्डली पतले तारो से बनाई जाती है	इसकी प्राथमिक कुण्डली पतले तारो की बनाई जाती है एवं द्वितीयक कुण्डली मोटे तारो की बनाई जाती है

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.24 ट्रांसफार्मर की परिभाषा लिखते हुए इसके विभिन्न भागो का वर्णन किजिए।

उत्तर :- ★ परिभाषा प्र०क्र० 22 के उत्तर के अनुसार

ट्रांसफार्मर के मुख्यत: तीन भाग होते है.

(i) प्राथमिक कुण्डली (ii) द्वितीयक कुण्डली ③ पटलीत क्रोड

(i) प्राथमिक कुण्डली :- प्राथमिक कुण्डली को तांबे के विद्युतरोधी तारो को प्लास्टिक के फ्रेम पर लपेट कर बनाया जाता है। उच्चायी ट्रांसफार्मर मे प्राथमिक कुण्डली मोटे तार की तथा द्वितीयक कुण्डली पतले तार की बनाई जाती है जबकी अपचायी ट्रांसफार्मर मे इसका उल्टा होता है प्राथमिक कुण्डली को सदैव द्वितीयक कुण्डली के नीचे रखा जाता है।

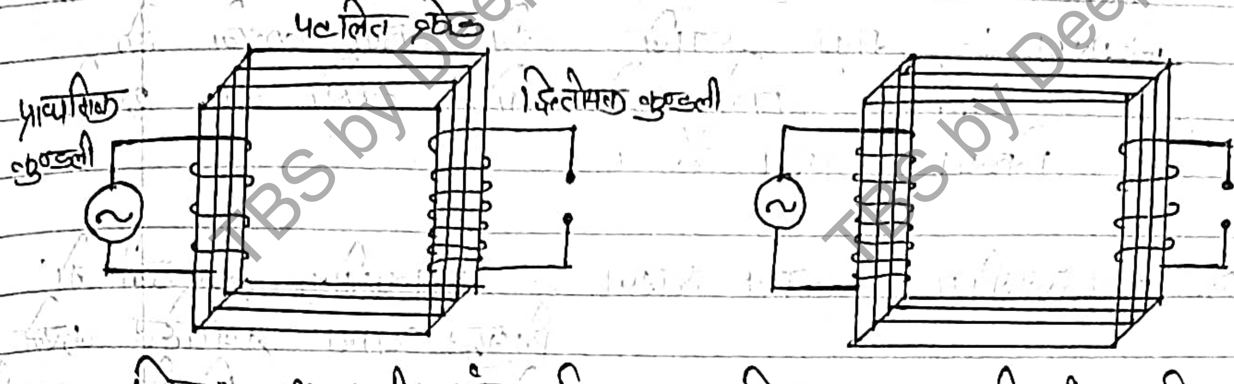
THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916288

(ii) द्वितीयक कुण्डली :- द्वितीयक कुण्डली को तांबे के विद्युतरोधी तारो को प्राथमिक कुण्डली के ऊपर लपेटकर बनाया जाता है।

(iii) नर्म लोहे का क्रोड :- ट्रांसफार्मर मे भंवर धाराओ को कम करने के लिये क्रोड को पटलित प्रकार का बनाया जाता है। इसमे पतली-पतली पत्तियो को एक दूसरे के ऊपर रखकर आवश्यक मोटाई का बना लिया जाता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286



चित्र :- उच्चायी ट्रांसफार्मर चित्र :- अपचायी ट्रांसफार्मर

Q.25 :- ट्रांसफार्मर में होने वाली ऊर्जा हानियों को कारण और निवारण सहित समझाइये (2019)

उत्तर :- ट्रांसफार्मर में होने वाली ऊर्जा हानियां निम्नलिखित है :-

(1) लौह हानि :- ट्रांसफार्मर के क्रोड में भंवर धाराओं के उत्पन्न होने के कारण होने वाली ऊर्जा हानि को लौह हानि कहते है

कारण :- भंवर धाराओं के उत्पन्न होने के कारण लौह हानि होती है

निवारण :- भंवर धाराओं को कम करने के लिए ट्रांसफार्मर के क्रोड को पटलित प्रकार का बनाया जाता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(2) ताम्र हानि :- ट्रांसफार्मर में प्राथमिक एवं द्वितीयक कुण्डलियां तांबे की बनी होती है जब इसमें विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है तो प्रतिरोध के कारण विद्युत ऊर्जा का कुछ भाग ऊष्मीय ऊर्जा में परिवर्तित हो जाता है। ऊष्मा के रूप में होने वाली इस हानि को ताम्र हानि कहते है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

कारण :- ताँबे की कुण्डलियों के प्रतिरोध के कारण।
निवारण :- ताम्र हानि को कम करने के लिये ताँबे के मोटे तारो का उपयोग किया जाता है।

(3) चुम्बकीय फ्लक्स क्षरण :- प्राथमिक कुण्डली में विद्युत धारा प्रवाहित करने पर उत्पन्न कुल चुम्बकीय फ्लक्स द्वितीय कुण्डली से नहीं गुजर पाता है। अर्थात् फ्लक्स की कुछ मात्रा व्यर्थ चली जाती है जिसके फलस्वरूप ऊर्जा की हानि को चुम्बकीय फ्लक्स क्षरण कहते है।
कारण :- फ्लक्स का क्षरण होना
निवारण :- इस दोष को दूर करने के लिये द्वितीयक कुण्डली को प्राथमिक कुण्डली के ऊपर ही लपेट दिया जाता है

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(4) शैथिल्य हानि :- प्राथमिक कुण्डली में प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित करने पर क्रोड बार-बार चुम्बकित एवं विचुम्बकित होता है इस प्रकार व्यर्थ ऊर्जा की हानि को शैथिल्य हानि कहते है
कारण :- क्रोड का चुम्बकित एवं विचुम्बकित होना
निवारण :- शैथिल्य हानि को कम करने के लिये क्रोड को नर्म लोहे का बनाना चाहिए।

Q.26 :- ट्रांसफार्मर का सिद्धांत लिखते हुए। परिणमन अनुपात की परिभाषा लिखिए।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

अथवा

सिद्ध करो कि $\frac{N_s}{N_p} = \frac{V_s}{V_p} = \frac{E_s}{E_p} = \frac{I_p}{I_s}$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

उत्तर:- ट्रांसफार्मर का सिद्धांत :- ट्रांसफार्मर अन्योन्य प्रेरण के सिद्धान्त पर आधारित है जब प्राथमिक कुण्डली पर प्रत्यावर्ती वोल्टेज आरोपित किया जाता है तो उसके कारण परिवर्तनशील चुम्बकीय फ्लक्स उत्पन्न होता है जो कि द्वितीयक कुण्डली से गुजरता है फलस्वरूप द्वितीयक कुण्डली में उसी आवृत्ति का प्रे० वि० वा० ब० उत्पन्न हो जाता है

गणितीय व्याख्या :- माना कि और द्वितीयक कुण्डली में फेरो की संख्या N_p और N_s है। तब प्राथमिक कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित वि० वा० ब०

$$E_p = -N_p \frac{d\phi}{dt} \quad \text{---} \quad (1)$$

यदि फ्लक्स की हानि न हो तो द्वितीयक कुण्डली में उत्पन्न प्रेरित वि० वा० ब०

$$E_s = -N_s \frac{d\phi}{dt} \quad \text{---} \quad (2)$$

समी. (2) मे (1) से भाग देने पर

$$\frac{E_s}{E_p} = \frac{-N_s\, d\phi/dt}{-N_p\, d\phi/dt}$$

$$\frac{E_s}{E_p} = \frac{N_s}{N_p} \quad \text{---} \quad (3)$$

स्पष्ट है कि जिस कुण्डली मे फेरो की संख्या अधिक होगी उसमे प्रेरित वि० वा० ब० भी अधिक होगा।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

यदि कुण्डलियों का प्रतिरोध नगण्य हो तब

$$E_p = V_p$$

और $E_s = V_s$

समी. ③ से

$$\frac{E_s}{E_p} = \frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} \quad \text{---} (4)$$

यदि किसी प्रकार भी ऊर्जा हानि न हो तो

प्राथमिक कुण्डली पर आरोपित शक्ति = द्वितीयक कुण्डली पर प्राप्त शक्ति

$$V_p I_p = V_s I_s$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$\frac{I_p}{I_s} = \frac{V_s}{V_p} \quad \text{---} (5)$$

समी (4) व (5) से

$$\frac{E_s}{E_p} = \frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s} = K$$

जहाँ K - परिणमन अनुपात है

परिणमन अनुपात :- द्वितीयक कुण्डली में फेरो की संख्या और प्राथमिक कुण्डली में फेरो की संख्या के अनुपात को परिणमन अनुपात कहते हैं इसे परिणामित्र गुणांक या ट्रांसफार्मर रेशियो भी कहते हैं।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.27:- वाटहीन धारा की परिभाषा लिखते हुए समझाइए?
अथवा
शक्तिहीन धारा क्या है ?

उत्तर:- वाटहीन धारा :- केवल प्रेरकत्व या केवल संधारित्र वाले परिपथ में धारा और वोल्टेज के मध्य कलांतर 90° होता है। फलस्वरूप इन परिपथ में धारा तो प्रवाहित होती है किन्तु औसत शक्ति खर्च शून्य होता है।
इस प्रकार की धारा को वाटहीन धारा कहते हैं।

हम जानते हैं कि :

$$P_{av} = V_{rms} \times I_{rms} \cos\phi$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$P_{av} = V_{rms} \times I_{rms} \cos 90^\circ \quad \because \phi = 90^\circ$$

$$P_{av} = V_{rms} \times I_{rms} \times 0$$

$$\boxed{P_{av} = 0}$$

स्पष्ट है कि औसत शक्ति खर्च शून्य होता है

Q.28 चोक कुण्डली क्या है ? इसके बनावट सिद्धांत और उपयोग को समझाइए ? [2018]

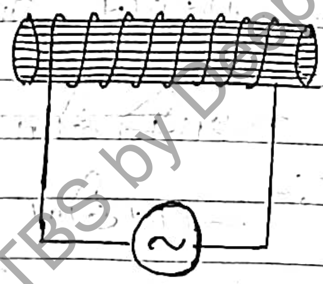
उत्तर:- चोक कुण्डली :- यह उच्च प्रेरकत्व एवं कम प्रतिरोध की एक ऐसी कुण्डली है जो प्रत्यावर्ती धारा को नियंत्रित करती है। चोक कुण्डली कहलाती है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

बनावट :- यह ताँबे के विद्युतरोधी तारों को नर्म लोहे के क्रोड पर लपेट कर बनाई जाती है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

सिद्धान्त :- यह वाटहीन धारा के सिद्धान्त पर आधारित है प्रेरकत्व वाले परिपथ में धारा और वोल्टेज के मध्य कलान्तर 90° होता है अत:



चित्र :- चोक कुण्डली

$P_{av} = V_{rms} \times I_{rms} \cos\phi$

$[\phi = 90^\circ \Rightarrow \cos 90 = 0]$

$P_{av} = 0$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

चोक कुण्डली के उपयोग :-

(i) इसका प्रयोग प्रत्यावर्ती धारा को नियंत्रित करने के लिये किया जाता है।

(ii) इसका प्रयोग मरकरी लैम्प (ट्यूबलाइट) में धारा को नियंत्रित करने के लिये किया जाता है।

Q.29: जनरेटर (जनित्र या डायनेमो) किसे कहते हैं। यह कितने प्रकार के होते हैं निम्न लिखित बिन्दुओं के आधार पर प्रत्यावर्ती धारा जनित्र को समझाइये
(i) सिद्धांत (ii) बनावट (iii) उपकरण के भाग (iv) चित्र

उत्तर :- जनित्र (डायनेमो) :- यह एक ऐसा उपकरण है जिसकी सहायता से यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित किया जा सकता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

यह दो प्रकार का होता है :-

(i) प्रत्यावर्ती धारा जनित्र (AC - डायनेमो)
(ii) दिष्ट धारा डायनेमो (DC - जनित्र)

प्रत्यावर्ती धारा जनित्र [AC - डायनेमो]

यह एक ऐसा उपकरण है जो यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित कर देता है। प्रत्यावर्ती धारा डायनेमो कहलाता है।

सिद्धांत :- जब किसी कुण्डली को परिवर्तनशील चुम्बकीय क्षेत्र में घुमाया जाता है तो कुण्डली में प्रेरित धारा उत्पन्न हो जाती है जब कुण्डली का तल बलरेखाओं के लम्बवत होता है तो प्रेरित धारा का मान शून्य होता है और जब कुण्डली का तल बल रेखाओं के समांतर होता है तब प्रेरित धारा का मान अधिकतम होता है इस प्रकार प्रथम अर्द्धचक्र में धारा का मान शून्य से बढ़कर अधिकतम और फिर से शून्य हो जाता है तत्पश्चात धारा की दिशा बदल जाती है तथा द्वितीय अर्द्धचक्र में इसका मान अधिकतम और फिर शून्य हो जाता है।

यही AC डायनेमो का सिद्धांत है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

बनावट :- प्रत्यावर्ती धारा डायनेमो के निम्नलिखित चार भाग है।

(i) क्षेत्र चुम्बक (ii) आर्मेचर (iii) सर्पीवलय (iv) कार्बनब्रुश

(i) क्षेत्र - चुम्बक :- सामान्यत: छोटे जनरेटर में स्थायी नाल चुम्बक का उपयोग किया जाता है और बड़े जनरेटर में विद्युत चुम्बक का उपयोग किया जाता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

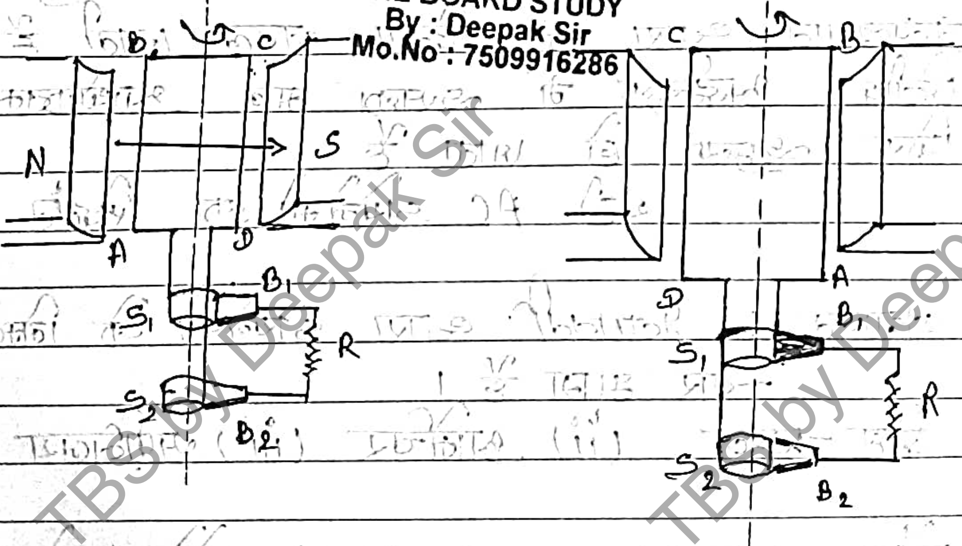
THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(ii) आर्मेचर :- यह कुण्डलियों का समूह होता है जिसे नर्म लोहे के क्रोड पर ताँबे के विद्युतरोधी तार पर लपेटकर बनाया जाता है। इसे क्षेत्र चुम्बक के मध्य किसी बाहरी साधन की मदद से घुमाया जाता है।

(iii) सर्पी वलय :- आर्मेचर की कुण्डली का प्रत्येक भाग एक-एक वलय रिंग से जुड़ा रहता है तथा इसकी धुरी के साथ-साथ सर्पी वलय घूमते रहते हैं किन्तु वलय, धुरी से विद्युत रुद्ध रहते हैं।

(iv) कार्बन ब्रुश :- यह कार्बन के बने होते हैं तथा सर्पी वलय को छूते रहते हैं तथा स्वयं स्थिर रहते हैं। बाहरी परिपथ के तार इन्हीं ब्रुशों से जोड़ दिया जाता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286



चित्र :- प्रत्यावर्ती धारा परिपथ

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

0272

कार्य विधि :- जब आर्मेचर ABCD को चौम्बकत्व के मध्य दक्षिणावर्ती दिशा में घुमाया जाता है तो कुण्डली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स के मान में परिवर्तन होता है। अत: कुण्डली में प्रेरित धारा उत्पन्न हो जाती है इसकी दिशा ABCD होती है अत: बाहरी प्रतिरोध R में विद्युत धारा ब्रुश B_1 से B_2 की ओर प्रवाहित होती है।

द्वितीय अर्द्धचक्र में धारा की दिशा DCBA होती है अत: बाह्य प्रतिरोध R में विद्युत धारा ब्रुश B_2 से B_1 की ओर प्रवाहित होती है इस प्रकार यह प्रक्रिया चलती रहती है एवं जनित्र से प्रत्यावर्ती धारा प्राप्त होती रहती है।

उपयोग :- घरो में, ऑफिसो में, शादियों में एवं औद्योगिक स्तर पर विद्युत उत्पादन करने एवं विद्युत उपकरणो को चलाने में AC जनित्र का उपयोग किया जाता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

The Board Study by Deepak Sir
Online classes for 11th & 12th
sub :- Physics & Maths
Contact :- 7509916286