नोट्स

whatsapp

8696608541

अपडेटेड नोट्स

OM PRAKASH SAINI

Chapter - 10
प्रत्यावर्ती धारा

वि॰ धारा -
आवेश प्रवाह कि दर को ही वि॰ धारा कहा जाता है।
अथवा
प्रति sec.
अभिलम्बवत् एकांक क्षेत्रफल से गुजरने वाली कुल आवेश की मात्रा को ही वि॰ धारा कहा जाता है।

$$\boxed{I = \frac{Q}{t}} \quad (1)$$

I की विमा
$I = [M^0 L^0 T^0 A^1]$

मात्रक
$I =$ Amp or $\frac{Cul.}{sec.}$

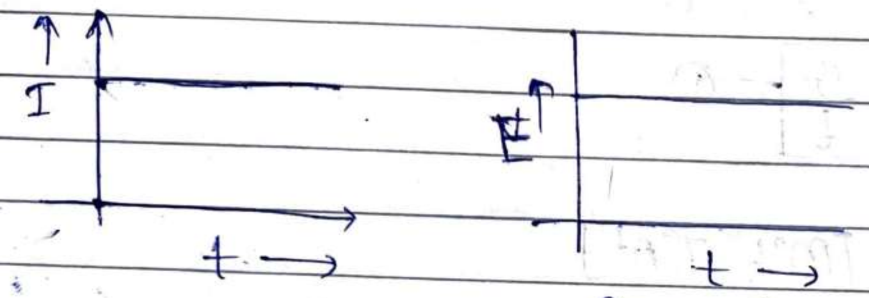
धारा के प्रकार -
धारा कि दिशा कि समय पर निर्भरता के आधार पर वि॰ धारा दो प्रकार कि होती है।
1. दिष्ट धारा (D.C. = Direct current)
2. प्रत्यावर्ती धारा (A.C. = Alternating Current)

1. दिष्ट धारा D.C. -
वह धारा जिसकी दिशा समय के सापेक्ष नियत रहती है। अर्थात अपरिवर्तित रहती है उसे दिष्ट धारा कहा जाता है।
यह भी दो प्रकार कि होती है। -
i) नियत या समान परिमाण कि दिष्ट धारा -
ii) असमान परिमाण कि दिष्ट धारा

i) नियत या समान परिमाण कि दिष्ट धारा -
वह दिष्ट धारा जिसका परिमाण समय के सापेक्ष

Date ______
Page ______

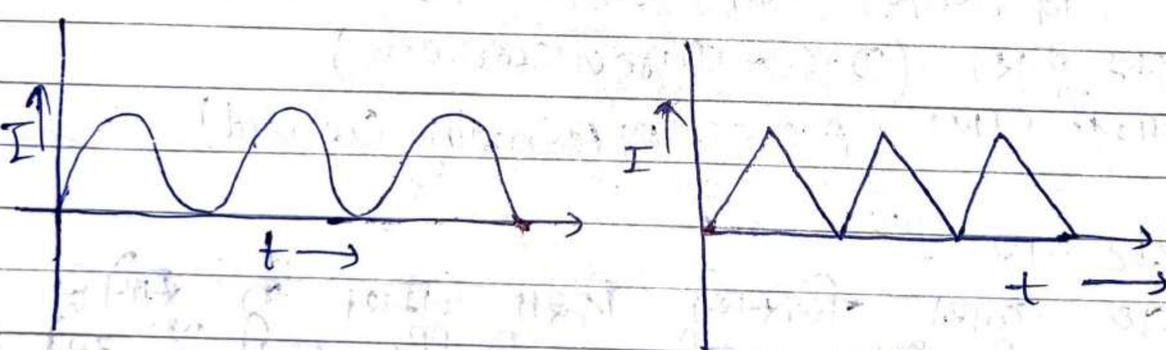
अपरिवर्तित रहता है अर्थात इसके परिमाण में समय के सापेक्ष कोई परिवर्तन नहीं होता तो इस प्रकार कि दिष्ट धारा को नियत या समान परिमाण कि दिष्ट धारा कहा जाता है।



नियत परिमाण की दिष्ट वोल्टता

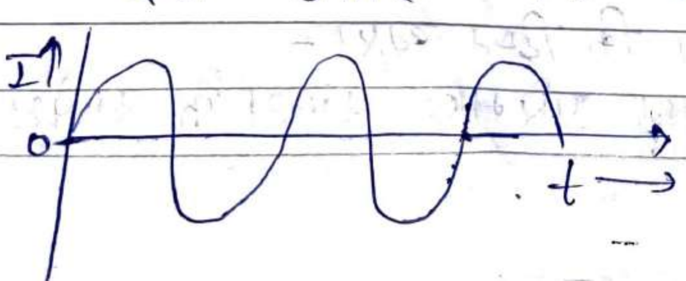
ii) असमान परिमाण कि दिष्ट धारा-

वह दिष्ट धारा जिसके मान में समय के सापेक्ष लगातार परिवर्तन होता है। उसे असमान परिमाण कि दिष्ट धारा कहा जाता है।

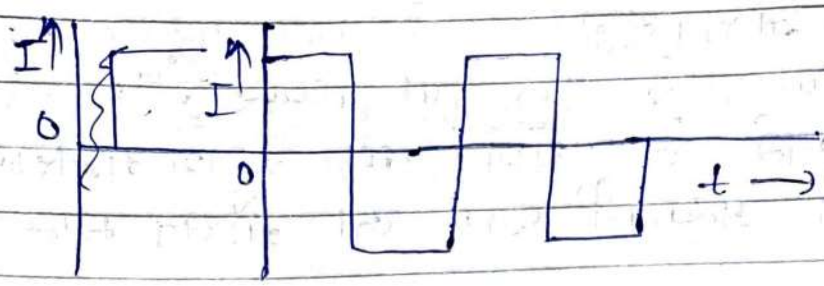


२. प्रत्यावर्ती धारा-

वह धारा जिसकी दिशा समय के सापेक्ष लगातार आवर्ती रूप से बदलती रहती है लेकिन आयाम (अधिकतम विस्थापन) का मान एक समान रहती है, तो इस प्रकार कि धारा को प्रत्यावर्ती धारा।



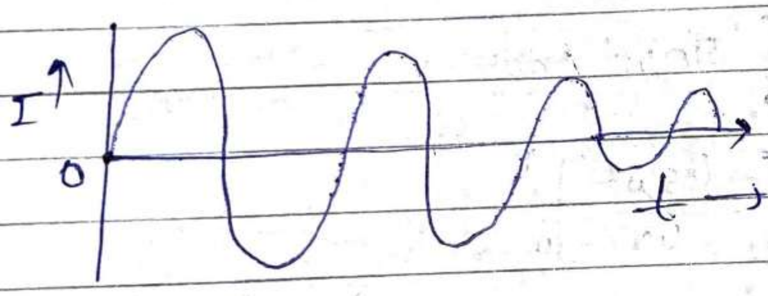
प्रत्यावर्तीय धारा



वर्गाकार धारा

त्रिभुजाकार धारा

NOTE: अवमंदित धारा का ग्राफ -



* प्रत्यावर्ती धारा तथा वोल्टता के तात्क्षणिक मान -

जब प्रत्यावर्ती धारा तथा वोल्टता के मानों को किसी निश्चित समय के लिए ज्ञात किया जाता है। तो प्रत्यावर्ती धारा तथा वोल्टता के इन मानों को ही तात्क्षणिक मान कहा जाता है।

वोल्टता का तात्क्षणिक मान	प्रत्यावर्ती धारा का तात्क्षणिक मान
$E = E_0 \sin \omega t$	$I = I_0 \sin \omega t$
or	or
$E = E_0 \cos \omega t$	$I = I_0 \cos \omega t$

जहाँ पर E_0 = वोल्टता का शिखर मान

I_0 = धारा का शिखर मान

Page

* प्रत्यावर्ती धारा का औसत मान –
प्रत्यावर्ती धारा के एक पूर्ण चक्कर में धारा के सभी मानों के योग तथा समय अन्तराल के अनुपात को ही प्रत्यावर्ती धारा का औसत मान कहा जाता है।

$$\bar{I}_T = \frac{\int_0^T I_0 \sin\omega t \cdot dt}{T} \quad \text{—— (1)}$$

$\because$ $I = I_0 \sin\omega t$ से –

$$\bar{I}_T = \frac{\int_0^T I_0 \sin\omega t \cdot dt}{T}$$

$$\bar{I}_T = \frac{I_0}{T}\int_0^T \sin\omega t \cdot dt$$

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

$$\bar{I}_T = \frac{-I_0}{\omega T}\left[\cos\omega T - \cos 0^\circ\right]$$

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

$$\bar{I}_T = \frac{-I_0}{\omega T}\left[\cos\frac{2\pi}{\cancel{T}} \times \cancel{T} - \cos 0^\circ\right]$$

$$\bar{I}_T = \frac{-I_0}{\omega T}\left[\cos 2\pi - \cos 0^\circ\right]$$

$$\bar{I}_T = \frac{-I_0}{\omega T}\left[1 - 1\right]$$

$$\boxed{\bar{I}_T = 0}$$

* प्रत्यावर्ती धारा के अर्द्धचक्र में धारा का औसत मान -

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

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

$\because I = I_0 \sin\omega t$ से

$$\bar{I}_{T/2} = \frac{2}{T}\int_0^{T/2} I_0 \sin\omega t \cdot dt$$

$$\bar{I}_{T/2} = \frac{2I_0}{T}\int_0^{T/2} \sin\omega t \cdot dt$$

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

$$\bar{I}_{T/2} = \frac{-2I_0}{\omega T}\left[\cos\frac{\omega T}{2} - \cos 0^\circ\right]$$

$\because \omega = \frac{2\pi}{T}$ से

$$\bar{I}_{T/2} = \frac{-\cancel{2}I_0}{\frac{\cancel{2}\pi}{\cancel{T}} \times \cancel{T}}\left[\cos\frac{\cancel{2}\pi}{\cancel{T}} \times \frac{\cancel{T}}{\cancel{2}} - \cos 0^\circ\right]$$

$$\bar{I}_{T/2} = \frac{-I_0}{\pi}\left[\cos\pi - \cos 0^\circ\right]$$

$$\bar{I}_{T/2} = \frac{-I_0}{\pi}\left[-1-1\right]$$

$$\bar{I}_{T/2} = \frac{-I_0}{\pi} \times -2$$

$$\boxed{\bar{I}_{T/2} = \frac{2I_0}{\pi} = 0.637 I_0}$$

Date
Page

* $\frac{T}{4}$ से $\frac{3T}{4}$ समयान्तराल में प्रत्यावर्ती धारा का औसत मान –

$$\bar{I}_{T/2} = \frac{\int_{T/4}^{3T/4} I \cdot dt}{T/2}$$

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

$$\bar{I}_{T/2} = \frac{2}{T}\int_{T/4}^{3T/4} I_0 \sin\omega t \cdot dt$$

$$\bar{I}_{T/2} = \frac{2I_0}{T}\int_{T/4}^{3T/4} \sin\omega t \cdot dt$$

$$\bar{I}_{T/2} = \frac{2I_0}{T}\left[\frac{-\cos\omega t}{\omega}\right]_{T/4}^{3T/4}$$

$$\bar{I}_{T/2} = \frac{-2I_0}{\omega t}\left[\cos\omega \times \frac{3T}{4} - \cos\omega \times \frac{T}{4}\right]$$

$\because \omega = \frac{2\pi}{T}$ से

$$\bar{I}_{T/2} = \frac{-\cancel{2}I_0}{\frac{\cancel{2}\pi}{\cancel{T}} \times \cancel{T}}\left[\cos\frac{\cancel{2}\pi}{\cancel{T}} \times \frac{3\cancel{T}}{\cancel{4}_2} - \cos\frac{\cancel{2}\pi}{\cancel{T}} \times \frac{\cancel{T}}{\cancel{4}_2}\right]$$

$$\bar{I}_{T/2} = \frac{-I_0}{\pi}\left[\cos\frac{3\pi}{2} - \cos\frac{\pi}{2}\right]$$

$$\bar{I}_{T/2} = \frac{-I_0}{\pi}[0 - 0]$$

$$\boxed{\bar{I}_{T/2} = 0}$$

Date
Page

* Notes:- प्रत्यावर्ती धारा के पूर्ण चक्कर में औसत मान शून्य प्राप्त होता है लेकिन अर्द्धचक्र में प्रत्यावर्ती धारा का औसत मान शून्य हो भी सकता है। अथवा नही भी।

* प्रत्यावर्ती धारा का वर्ग माध्य मूल मान - (RMS मान)
प्रत्यावर्ती धारा के एक पूर्ण चक्र में धारा के वर्ग मानो के औसत के वर्गमूल को ही प्रत्यावर्ती धारा का वर्ग माध्य मूल मान कहा जाता है।
इसका मान —

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

$\because$ $I = I_0 \sin\omega t$ से

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

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

$\because$ $\cos 2\theta = 1 - 2\sin^2\theta$

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

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{I_0^2}{T}\int_0^T \left(\frac{1-\cos 2\omega t}{2}\right) \cdot dt}$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{I_0^2}{T}\left[\cancel{\frac{I_0^2}{T}}\int_0^T \frac{1}{2} \cdot dt - \int_0^T \frac{\cos 2\omega t}{2} \cdot dt\right]}$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{I_0^2}{T}\left[\frac{1}{2}(t)_0^T - \frac{1}{2}\left(\frac{\sin 2\omega t}{2\omega}\right)_0^T\right]}$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{I_0^2}{T}\left[\frac{1}{2}(T-0) - \frac{1}{4\omega}(\sin 2\omega T - \sin 0^\circ)\right]}$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{I_0^2}{T}\left[\frac{T}{2} - \frac{1}{4\omega}\left(\sin 2\times\frac{2\pi}{\cancel{T}}\times\cancel{T} - \sin 0^\circ\right)\right]}$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{I_0^2}{T}\left[\frac{T}{2} - \frac{1}{4\omega}(\sin 4\pi - \sin 0^\circ)\right]}$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{I_0^2}{T}\left[\frac{T}{2} - \frac{1}{4\omega}(0-0)\right]}$$

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

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

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

Q. प्रत्यावर्ती धारा अमीटर धारा के कौनसे मान को प्रदर्शित करता है।

Ans. यह धारा के rms मान को प्रदर्शित करता है।

Q. यदि किसी प्रत्यावर्ती धारा अमीटर का पाठ्यांक $5\sqrt{2}$ Amp है। तो इसके शिखर मान कि गणना करो?

$$I_{rms} = 5\sqrt{2}\,A$$

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

Date
Page

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

$$I_0 = 5\sqrt{2} \times \sqrt{2}$$

$$I_0 = 10A$$

Q→ प्रत्यावर्ती वोल्टमीटर में प्राप्त पाठ्यांक का मान 3 ~~Amp~~ Volt है तो इसके rms व शिखर मान कि गणना करो ?

$$E_{rms} = 3 \text{ Volt}$$

$$E_0 = E_{rms} \times \sqrt{2} \text{ से}$$

$$E_0 = 3\sqrt{2} \text{ ~~Amp~~ Volt}$$

Q→ प्रत्यावर्ती धारा का मान $\frac{I_0}{\sqrt{2}}$ किस क्षण प्राप्त होगा ?

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

$$\frac{\cancel{I_0}}{\sqrt{2}} = \cancel{I_0} \sin\omega t$$

$$\sin\omega t = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\sin\omega t = \sin\frac{\pi}{4}$$

$$\omega t = \frac{\pi}{4}$$

$$t = \frac{\pi}{4\omega} = \frac{\cancel{\pi}}{4 \times 2\cancel{\pi}} \times T = \frac{T}{8} \text{ sec}$$

Q→ प्रत्यावर्ती धारा के निम्न मान किस क्षण प्राप्त होंगे -

i) I_0 ii) $\frac{I_0}{2}$ iii) $\frac{\sqrt{3} I_0}{2}$

Q→ क्या दिष्ट धारा अमीटर प्रत्यावर्ती धारा का मापन कर सकता है कारण सहित बताइए ।

Q→ यदि प्रत्यावर्ती धारा को किसी धारा मापी में से होकर गुजारा जाए तो इसमे लगी चु. सुई क्या विक्षेप दर्शायेगी ?

Ans. (i) $I = I_0 \sin\omega t$

$I_0 = I_0 \sin\omega t$

$\sin\omega t = 1$

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

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

$t = \frac{\pi}{2 \times 2\pi} \times T$

$t = \frac{T}{4}$ sec

(ii) $I = I_0 \sin\omega t$ में

$\frac{I_0}{2} = I_0 \sin\omega t$

$\sin\omega t = \frac{1}{2}$

$\sin\omega t = \sin\frac{\pi}{6}$

$\omega t = \frac{\pi}{6}$

$t = \frac{\pi}{6\omega} = \frac{\pi}{2 \times 2\pi} \times T$

$t = \frac{T}{12}$ sec

(iii)

Ans 2. दिष्ट धारा अमीटर प्रत्यावर्ती धारा का मापन नही कर सकता क्योकि प्रत्यावर्ती धारा धनात्मक व ऋणात्मक दोनो अर्द्धचक्रो मे पाई जाती है। जबकि दिष्ट धारा अमीटर दिशा पर निर्भर करने के कारण केवल एक ही चक्र मे धारा का मापन कर सकता है।

Date
Page

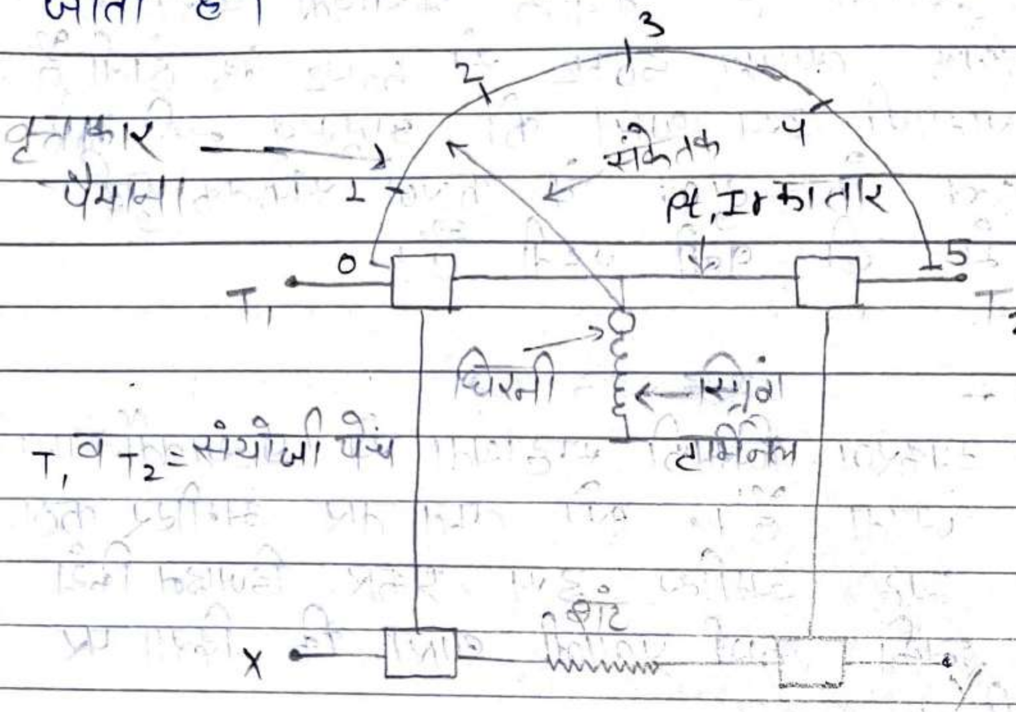
3. जब धारामापी में से प्रत्यावर्ती धारा को प्रवाहित किया जाता है तो इस स्थिती में धारामापी में लगी संकेतक सुई शून्य विक्षेप को ही दर्शाती है क्योंकि प्रत्यावर्ती धारा कि आवृत्ति बहुत अधिक लगभग 50Hz से 60Hz तक होती है जिसके कारण धारामापी इस धारा को अनुभव नही कर पाता तथा जड़त्व के गुण के कारण संकेतक सुई स्थिर अवस्था में ही बनी रहती है।

* तप्त तार अमीटर –
वह युक्ति या उपकरण जिसकी सहायता से प्रत्यावर्ती धारा का मापन किया जाता है। उसे तप्त तार अमीटर कहा जाता है। तथा यह अमीटर इस प्रकार डिजाइन किये जाते है कि इनकी कार्य प्रणाली धारा कि दिशा पर निर्भर नही करती।

सिद्धान्त –
ये अमीटर धारा के उष्मीय प्रभाव पर आधारित होते है।

बनावट –
इनमें एक Pt व Ir (इरीडियम) मिश्र धातु से बने एक तार को दो संयोजी पेंचो T_1 व T_2 के मध्य कस दिया जाता है तथा इस तार के मध्य बिंदु से एक रेशम के धागो से घिरनी को लटका दिया जाता है। तथा इस धागे का दुसरा सिरा स्प्रिंग से जुड़ा होता है। तथा इस घिरनी पर एक संकेतक लगा होता है जो वृत्ताकार पैमाने पर घूमता है तथा इसमें दो अन्य संयोजी पेंच x तथा y जुड़े होते है जिनसे इनका सम्बन्ध बाह्य विद्युत परिपथ से किया जाता है। तथा जब इसे अमीटर में बदलना होता है तो इसके समान्तर क्रम में एक अल्प प्रतिरोध

का तार (शन्ट) जोड़ दिया जाता हैं तथा वोल्टमीटर में बदलने के लिए श्रेणी क्रम में उच्च प्रतिरोध का तार जोड़ दिया जाता हैं।



कार्यविधि –
जब तप्त तार अमीटर में प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित कि जाती हैं तो ये धारा के उष्मीय प्रभाव पर आधारित होने के कारण इसमे लगे प्लेटीनम व इरिडियम के तार में रेखीय प्रसार होने लगता हैं। जिसके कारण तार के ढीले होने से रेशम के धागे से जुड़ी घिरनी घुर्णन गति करने लगती हैं। जिसके कारण इससे जुड़ा संकेतक भी वृत्ताकार पैमाने पर घुमने लगता हैं जिसके कारण इसमे विक्षेप प्राप्त होता हैं। इस स्थिती में प्राप्त विक्षेप तार में हुए रेखीय प्रसार के समानुपाती होता हैं जिसके कारण इसमे उत्पन्न हुई उष्मा धारा के वर्ग के समानुपाती होती हैं। और इस स्थिती मे उत्पन्न विक्षेप ही धारा के वर्ग के समानुपाती होता हैं अर्थात –

$\phi \propto \Delta l$

Date
Page

$H \propto I^2$

अतः

$\boxed{\phi \propto I^2}$

* प्रत्यावर्ती धारा के गुण एवं दोष-

गुण -

1. प्रत्यावर्ती धारा पर आधारित उपकरण जैसे T.V., फ्रिज, A.C. आदि दिष्ट धारा पर आधारित उपकरणों कि तुलना मे अधिक श्रेष्ट होते हैं।
2. प्रत्यावर्ती धारा को दिष्ट धारा में बदलना अधिक आसान होता हैं।
3. प्रत्यावर्ती धारा को एक स्थान से दूसरे स्थान तक लाना व ले जाना अधिक आसान होता हैं।
4. प्रत्यावर्ती धारा को ट्रांसफार्मरों की सहायता से नियंत्रित किया जा सकता हैं।

दोष -

1. प्रत्यावर्ती धारा का शिखर मान दिष्ट धारा कि तुलना मे $\sqrt{2}$ गुना अधिक होता हैं। जिसके कारण प्रत्यावर्ती धारा दिष्ट धारा कि तुलना में अधिक घातक होती हैं।
2. दिष्ट धारा तार के आयतन में से होकर प्रवाहित होती है जबकि प्रत्यावर्ती धारा तार कि सतह पर से होकर प्रवाहित होती हैं। प्रत्यावर्ती धारा के इस प्रभाव को नाम से जाना जाता है तथा त्वचिक प्रभाव (skin effect) के नाम से जाना जाता है तथा इस प्रभाव को कम करने के लिए संचरण लाइन के तारों को आपस में गूँथकर बनाया जाता हैं।
3. विद्युत अपघटन कि प्रक्रिया में प्रत्यावर्ती धारा का उपयोग नहीं किया जा सकता तथा वि० चुम्बक बनाने में भी

प्रत्यावर्ती धारा को कभी भी काम में नही लाया जाता।

Q. प्रत्यावर्ती धारा के rms मान को प्रभावी मान या आभासी मान के नाम से क्यों जाना जाता है।

Ans. प्रत्यावर्ती धारा के कारण होने वाली ऊष्मीय हानि Irms मान कि दिष्ट धारा के कारण होने वाली ऊष्मीय हानि के बराबर होती हैं इस कारण इसे प्रभावी मान कहा जाता हैं लेकिन वास्तविक रूप से दिष्ट धारा व प्रत्यावर्ती धारा कभी भी एक समान नही हो सकते हैं इस कारण इस मान को आभासी मान के नाम से भी जाना जाता है।

दिष्ट धारा के कारण ऊष्मीय हानि –

$$H_1 = I_{dc}^2 R \quad \text{—} (1)$$

एक पुर्ण चक्र में प्रत्यावर्ती धारा के कारण ऊष्मीय हानि –

$$H_2 = \int_0^T \frac{I^2 R}{T} \cdot dt$$

$\because I = I_0 \sin\omega t$ से

$$H_2 = \int_0^T \frac{I_0^2 R \sin^2\omega t}{T} \cdot dt$$

$$H_2 = \frac{I_0^2 R}{T} \int_0^T \sin^2\omega t \cdot dt$$

$$\because \int_0^T \sin^2\omega t \cdot dt = \frac{T}{2}$$

$$H_2 = \frac{I_0^2 R}{\cancel{T}} \times \frac{\cancel{T}}{2}$$

$$H_2 = \frac{I_0^2 R}{2}$$

$$H_2 = \left(\frac{I_0}{\sqrt{2}}\right)^2 R$$

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

$H_2 = I_{rms}^2 R$ —— ②

यदि $H_1 = H_2$ हो तो –

$I_{dc}^2 R = I_{rms}^2 R$

$$\boxed{I_{dc} = I_{rms}}$$

10. $I = I_1 \cos\omega t + I_2 \sin\omega t$

$I_{rms} = ?$

Solu. $I_{rms} = \sqrt{\frac{\int_0^T I^2 \cdot dt}{T}}$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T (I_1\cos\omega t + I_2\sin\omega t)^2 dt}$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T (I_1^2\cos^2\omega t + I_2^2\sin^2\omega t + 2I_1I_2\sin\omega t\cos\omega t) dt}$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T}\left[\int_0^T I_1^2\cos^2\omega t \cdot dt + \int_0^T I_2^2\sin^2\omega t \cdot dt + \int_0^T 2I_1I_2\sin\omega t\cos\omega t\, dt\right]}$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T}\left[I_1^2 \times \frac{T}{2} + I_2^2 \times \frac{T}{2} + 0\right]}$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{I_1^2}{2} + \frac{I_2^2}{2}} \text{ Amp}$$

10.2. $f = 50 Hz$

$E_{rms} = 200\sqrt{2}$ volt

$E = ?$

Solu. $E_0 = E_{rms} \times \sqrt{2}$ से

$E_0 = 200\sqrt{2} \times \sqrt{2}$

$E_0 = 400$ volt

$\because \omega = 2\pi f$ से

$\omega = 2 \times 3.14 \times 50$

$\omega = 3.14 \times 100 = 314$ rad/sec

$\because E = E_0 \sin \omega t$ से

$E = 400 \sin 314t$ volt

10.3. $V = 400 \sin 100\pi t$

$f = ?$

Solu. $V = V_0 \sin \omega t$ से

$\omega = 100\pi$

$\because \omega = 2\pi f$ से

$\cancel{2}\cancel{\pi} f = \frac{\cancel{100}\cancel{\pi}}{50}$

$f = 50 Hz$

10.4. $I_0 = 5A$

Case-I प्रत्यावर्ती धारा अमीटर जोड़ने पर —

$I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}} A$

CaseII. दिष्ट धारा अमीटर

$I = 0$

10.5. $E_{rms} = 220$ Volt

$E_0 = ?$

Solu. $E_{rms} = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$ से

$E_0 = E_{rms} \times \sqrt{2}$

$E_0 = 220\sqrt{2}$ Volt

10.6. $I = 3 \sin 2\pi t$ Amp.

$I_{rms} = ?$, $t = \frac{1}{2}$ sec पर तात्क्षणिक मान

Solu. $I = I_0 \sin \omega t$ से तुलना करने पर

$I_0 = 3A$

$I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{3}{\sqrt{2}} A$

$t = \frac{1}{2}$ sec पर धारा

$I = 3 \sin \cancel{2}\pi \times \frac{1}{\cancel{2}}$

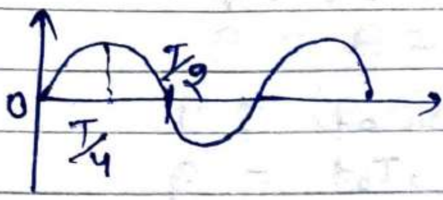
$I = 3 \sin \pi$

$\because \sin \pi = 0$

$I = 0\ Amp$

10.7. $f = 50\,Hz$

Sol''



$$t = \frac{T}{4}$$

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

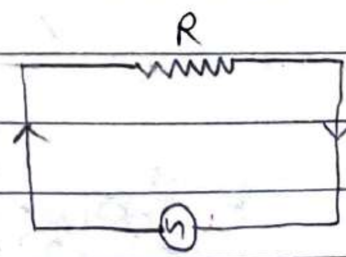
$$t = \frac{1}{4f}$$

$$t = \frac{1}{4 \times 50} = \frac{1}{200}$$

$$t = 0.005$$

* विभिन्न प्रकार के प्रत्यावर्ती परिपथ-

1. शुद्ध R प्रत्यावर्ती परिपथ -
वह प्रत्यावर्ती परिपथ जिसमे प्रत्यावर्ती स्त्रोत के श्रेणी क्रम मे केवल 1 प्रतिरोध्य जुड़ा हो उसे शुद्ध R प्रत्यावर्ती परिपथ कहा जाता है।



$E = E_0 \sin \omega t$

i) वोल्टता का मान -

$$E = E_0 \sin \omega t \quad \text{--- (1)}$$

ii) धारा का मान -
ओम के नियम से -

$$V = IR \text{ से}$$

$E = IR$

समी. (1) में

$IR = E_0 \sin \omega t$

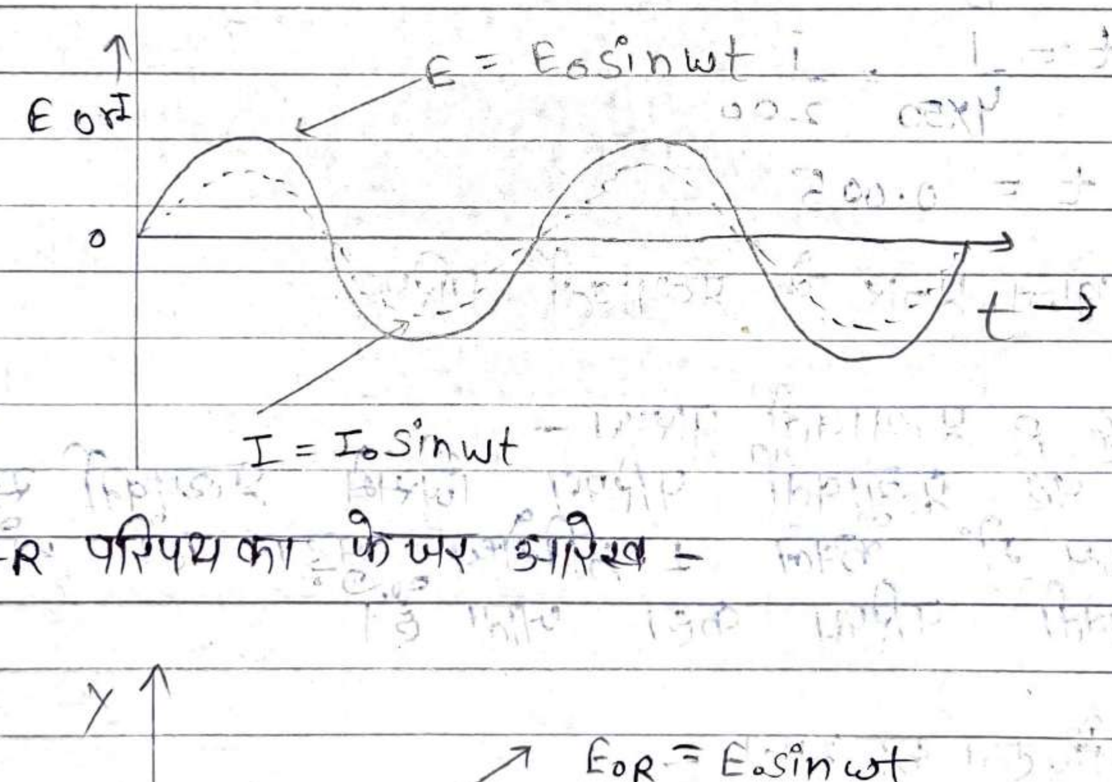
$I = \frac{E_0}{R} \sin \omega t$

जहाँ पर

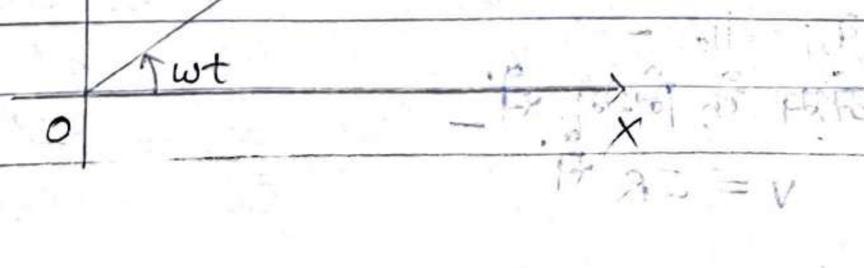
$\frac{E_0}{R} = I_0$

$\boxed{I = I_0 \sin \omega t}$ — (2)

iii) शुद्ध-R परिपथ का ज्यावक्रीय निरूपण —



iv) शुद्ध-R परिपथ का फेजर आरेख =



v. शुद्ध –R परिपथ की औसत शक्ति हानि:-

$$P_{av} = \frac{\int_0^T P\,dt}{T} \quad \text{—— ①}$$

$\because P = VI$ से

$$P = EI$$

$$P = (E_0 \sin\omega t)(I_0 \sin\omega t)$$

$$P = E_0 I_0 \sin^2\omega t$$

समी. ① से

$$P_{av} = \int_0^T \frac{E_0 I_0 \sin^2\omega t \cdot dt}{T}$$

$$P_{av} = \frac{E_0 I_0}{T}\int_0^T \sin^2\omega t \cdot dt$$

$$\because \int_0^T \sin^2\omega t \cdot dt = \frac{T}{2}$$

$$P_{av} = \frac{E_0 I_0}{\cancel{T}} \times \frac{\cancel{T}}{2}$$

$$P_{av} = \frac{E_0}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

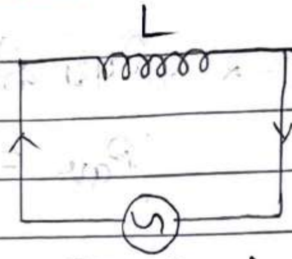
$$\boxed{P_{av} = E_{rms} \cdot I_{rms}}$$

$\because E_{rms} = I_{rms} R$ से

$$\boxed{P_{av} = I_{rms}^2 R}$$

2. शुद्ध –L प्रत्यावर्ती परिपथ- वे प्रत्यावर्ती परिपथ जिसमे प्रत्यावर्ती स्त्रोत के श्रेणी क्रम में एक प्रेरक कुण्डली जुड़ी हो, उसे शुद्ध –L प्रत्यावर्ती परिपथ कहा जाता है।

A.Q. 1,2.



$E = E_0 \sin wt$

i) वोल्टता का मान :-

$$E = E_0 \sin wt \quad \text{—(1)}$$

(ii) धारा का मान -

जब शुद्ध L परिपथ में प्रेरक कुण्डली में धारा प्रवाहित कि जाती है तो परिवर्तित मान कि धारा प्रवाहित करने के कारण कुण्डली के चु. फलक्स के मान में लगातार परिवर्तन होता हैं जिसके कारण प्रेरित emf उत्पन्न होता हैं यह प्रेरित emf कुण्डली मे प्रवाहित धारा का विरोध करता है जिसके कारण प्रत्यावर्ती स्त्रोत कि वोल्टता प्रेरित emf के विपरित कार्यरत होती है तो

$$E = -E_L \quad \text{—(2)}$$

∵ स्वप्रेरण गुणांक कि परिभाषा से -

$$E_L = \frac{-L \cdot dI}{dt} \text{ से}$$

$$E = -\left(-L \cdot \frac{dI}{dt}\right)$$

$$E = \frac{L \cdot dI}{dt} \quad \text{—(3)}$$

समी.(1) से -

$$\frac{L \cdot dI}{dt} = E_0 \sin wt$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{E_0}{L} \sin wt$$

$$dI = \frac{E_0}{L} \sin wt \cdot dt$$

अतः समाकलन करने पर

$$\int dI = \int \frac{E_0}{L} \sin\omega t \cdot dt$$

$$I = \frac{E_0}{L}\left(-\frac{\cos\omega t}{\omega}\right) + c$$

$$I = -\frac{E_0}{\omega L} \cos\omega t + c$$

जहाँ पर

$\omega L = X_L$ (प्रेरणिक प्रतिघात)

$$I = \frac{-E_0}{X_L} \cos\omega t + c \longrightarrow (4)$$

प्रत्यावर्ती धारा के एक पूर्ण चक्र में –

$\because \langle I \rangle = 0$

$\because \langle \cos\omega t \rangle = 0$

समी. (4) से

$c = 0$

समी. (4) में c का मान रखने पर

$$I = -\frac{E_0}{X_L} \cos\omega t$$

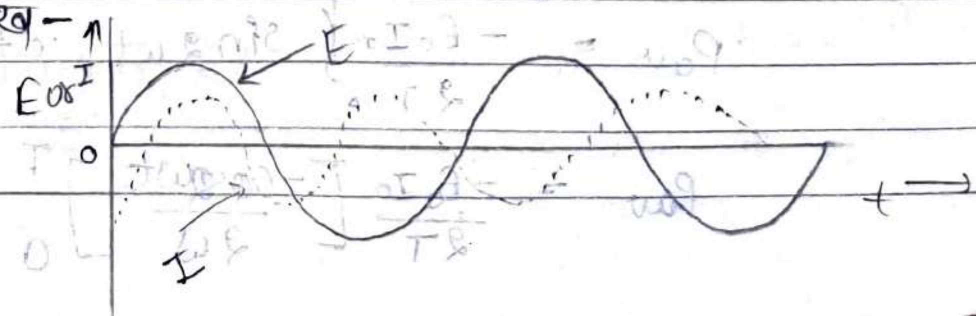
जहाँ पर $\frac{E_0}{X_L} = I_0$ (शिखर मान)

$$I = -I_0 \cos\omega t$$

$$I = -I_0 \sin\left(\frac{\pi}{2} - \omega t\right)$$

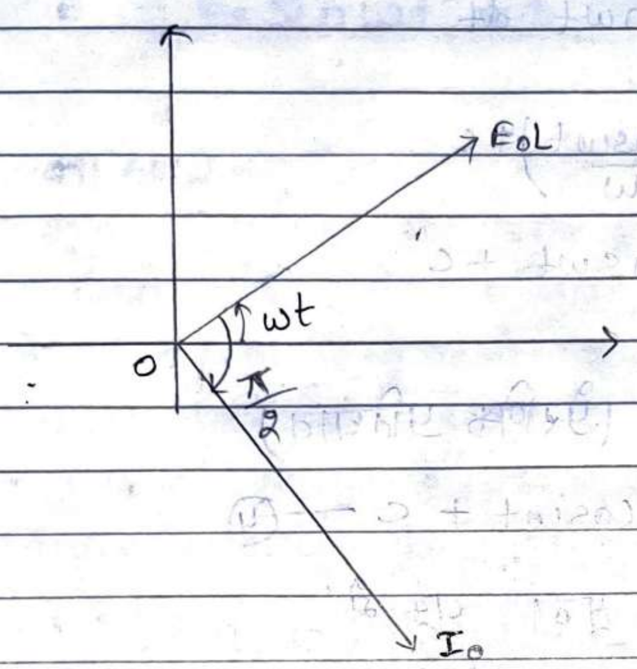
$$\boxed{I = I_0 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)} \longrightarrow (5)$$

iii) ज्यावक्रीय आरेख –



Date
Page

iv) फेजर आरेख –



* शुद्ध L परिपथ में औसत शक्ति हानि –

$$P_{av} = \frac{\int_0^T P\cdot dt}{T} \quad \text{—(1)}$$

$\because P = EI$ से

$$P = (E_0 \sin\omega t)\left[I_0 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)\right]$$

$$P = (E_0 \sin\omega t)\left[-I_0 \cos\omega t\right]$$

$$P = -E_0 I_0 \sin\omega t \cos\omega t$$

समी० (1) से –

$$P_{av} = -\int_0^T \frac{E_0 I_0 \sin\omega t \cos\omega t \cdot dt}{T}$$

$$P_{av} = -\frac{E_0 I_0}{T}\int_0^T \frac{2\sin\omega t \cos\omega t}{2}\cdot dt$$

$$P_{av} = -\frac{E_0 I_0}{2T}\int_0^T \sin 2\omega t \cdot dt$$

$$P_{av} = \frac{-E_0 I_0}{2T}\left[\frac{-\cos 2\omega t}{2\omega}\right]_0^T$$

$$P_{av} = \frac{+E_0 I_0}{4\omega T}\left[\cos 2\omega t - \cos 0^\circ\right]$$

$\because \omega = \frac{2\pi}{T}$ से –

~~So~~

$$P_{av} = \frac{E_0 I_0}{4\omega T}\left[\cos 2 \times \frac{2\pi}{\cancel{T}} \times \cancel{T} - \cos 0^\circ\right]$$

$$P_{av} = \frac{E_0 I_0}{4\omega T}\left[\cos 4\pi - \cos 0^\circ\right]$$

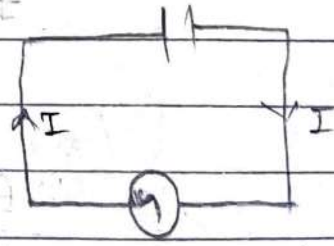
$$P_{av} = \frac{E_0 I_0}{4\omega T}\left[1 - 1\right]$$

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

Note:- शुद्ध L परिपथ में धारा वोल्टता से $\frac{\pi}{2}$ कला कोण से पीछे रहती है। जबकि वोल्टता धारा से $\frac{\pi}{2}$ कला कोण से आगे रहती है।

3. शुद्ध C प्रत्यावर्ती परिपथ –

वह प्रत्यावर्ती परिपथ जिसमे प्रत्यावर्ती स्त्रोत के श्रेणी क्रम में एक संधारित्र जुड़ा हो उसे शुद्ध C प्रत्यावर्ती परिपथ कहा जाता है।



$E = E_0 \sin \omega t$

i) वोल्टता का मान –

$E = E_0 \sin \omega t$ —— (1)

ii) धारा का मान –

धारिता कि परिभाषा से –

$C = \frac{q}{V}$ से

$V = \frac{q}{C}$ से

$E = \frac{q}{C}$ —— (2)

समी॰ (1) से

$\frac{q}{C} = E_0 \sin \omega t$

$q = CE_0 \sin \omega t$ —— (3)

समी॰ 3 का t के सापेक्ष अवकलन करने पर -

$\frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(CE_0 \sin \omega t)$

$\because \frac{dq}{dt} = I$

$I = CE_0 (\cos \omega t) \cdot \omega$

$I = \omega C E_0 \cos \omega t$

$I = \frac{E_0}{\frac{1}{\omega C}} \cos \omega t$

जहाँ पर $\frac{1}{\omega C} = X_C$ (धारितीय प्रतिघात)

$I = \frac{E_0}{X_C} \cos \omega t$

$\because \frac{E_0}{X_C} = I_0$

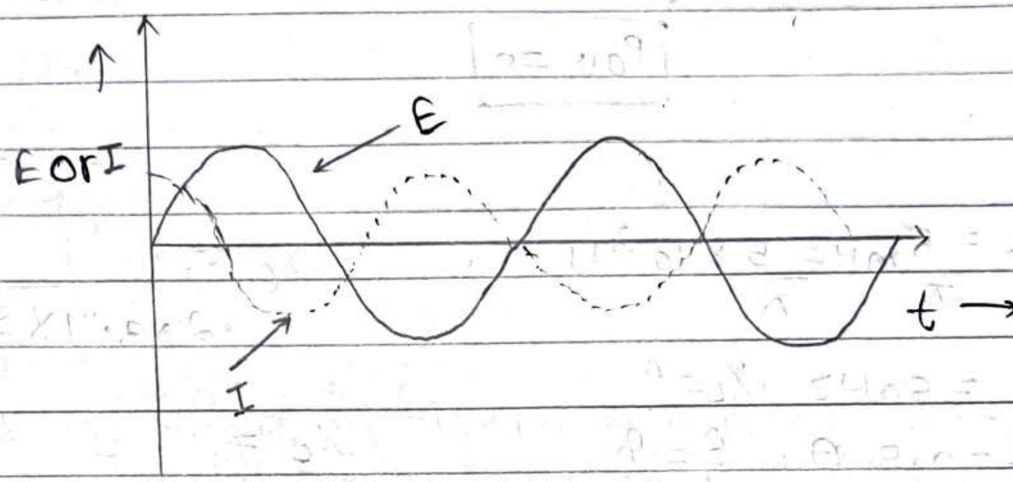
$I = I_0 \cos \omega t$

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

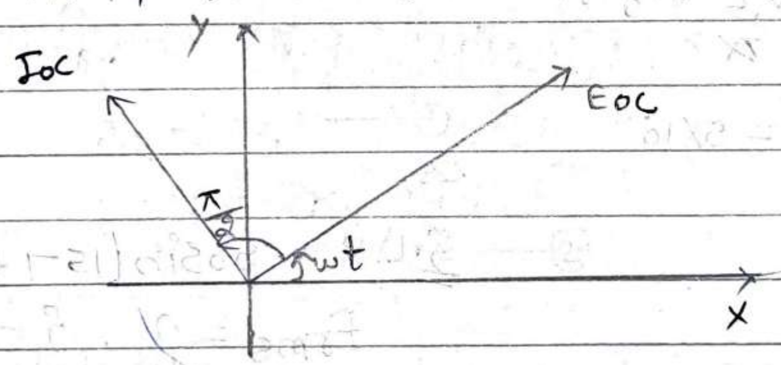
Eg 8.9

$$I = I_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \quad \text{—(4)}$$

iii) व्यावक्रीय ग्राफ -



iv) शुद्ध C परिपथ का फेजर आरेख -



औसत शक्ति हानि -

$$P_{av} = \int_0^T \frac{P \cdot dt}{T} \quad \text{—(1)}$$

$P = EI$ से

$$P = [E_0 \sin \omega t][I_0 \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})]$$

$$P = (E_0 \sin \omega t\ [I_0 \cdot \cos \omega t)$$

$$P = E_0 I_0 \sin \omega t \cos \omega t$$

समी॰ (1) में

$$P_{av} = \int_0^T \frac{E_0 I_0 \sin \omega t \cos \omega t}{T} \cdot dt$$

$$P_{av} = \frac{E_0 I_0}{T} \int_0^T \sin\omega t \cos\omega t \cdot dt$$

$$\because \int_0^T \sin\omega t \cos\omega t \cdot dt = 0$$

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

10.8.

$L = \frac{5}{\pi} mH = \frac{5}{\pi} \times 10^{-3} H$

$f = 50 HZ$, $X_L = ?$

$I = 0.5 A$, $E = ?$

Solu. $X_L = \omega L = 2\pi f L$ से

$X_L = 2 \times \cancel{\pi} \times 50 \times \frac{5}{\cancel{\pi}} \times 10^{-3}$

$X_L = 500 \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-1}$

$X_L = 0.5 \Omega$

$\because E = IR$ से

$E = IX_L$

$E = 0.5 \times 0.5$

$E = 0.25$ Volt

10.9. $C = 50 pF$

$C = 50 \times 10^{-12} F$

$f = 5 KHZ = 5 \times 10^3 HZ$

$X_C = ?$

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

$X_C = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 5 \times 10^3 \times 50 \times 10^{-12}}$

$X_C =$

Q.1. $V = 50 \sin(157t + \phi)$ Volt

$E_{rms} = ?$, $f = ?$

Solu. $E = E_0 \sin(\omega t + \phi)$ से तुलना करने पर

$E_0 = 50$ Volt

$\because E_{rms} = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$ से

$E_{rms} = \frac{50}{\sqrt{2}}$ Volt

$\because \omega = 157$

$\because \omega = 2\pi f$ से

Date
Page

$2\pi f = 157$

$f = \frac{157}{2\pi}$

$f = \frac{\cancel{157} \times \cancel{100}\,25}{\cancel{2} \times \cancel{3.14}\ 2}$

$\boxed{f = 25 Hz}$

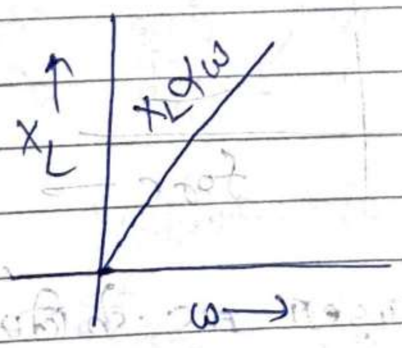
* प्रेरणिक प्रतिघात –
जब शुद्ध L परिपथ में धारा व वोल्टता के मध्य $\frac{\pi}{2}$ कलान्तर होता है तो इस स्थिती में धारा के मार्ग में उत्पन्न रुकावट या बाधा को ही प्रेरणिक प्रतिघात कहा जाता है, इसका मान –

$X_L = \omega L$ —— ①

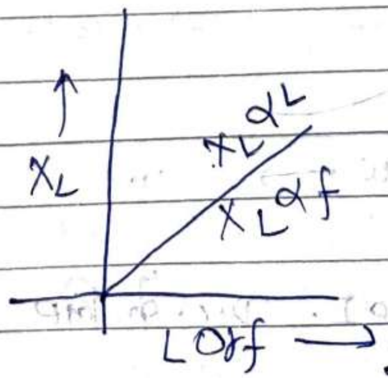
$\because \omega = 2\pi f$ से

$X_L = 2\pi f L$ —— ②

X_L व ω के मध्य ग्राफ



X_L व L or f के मध्य ग्राफ –



Note:- Case I - D.C. के लिए - $\because f = 0$

Case II. A.C. के लिए $\because f > 0$

समी॰ ② से

$\boxed{X_L = 0}$

समी॰ ② से

$\boxed{X_L > 0}$

अतः इससे स्पष्ट होता हैं कि शुद्ध L परिपथ D.C धारा को पथ प्रदान करता हैं लेकिन A.C. को नहीं।

धारतीय प्रतिघात –

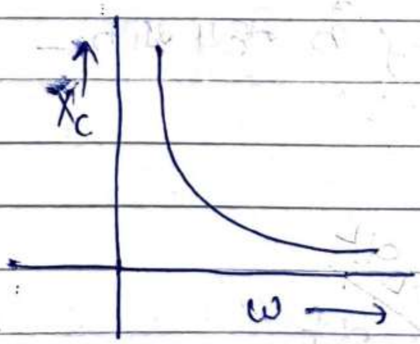
शुद्ध C परिपथ में जब धारा व वोल्टता के मध्य $\frac{\pi}{2}$ कलान्तर होता हैं तो धारा के मार्ग में उत्पन्न रुकावट या बाधा को ही धारतीय प्रतिघात कहा जाता है।

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad \text{—— ①}$$

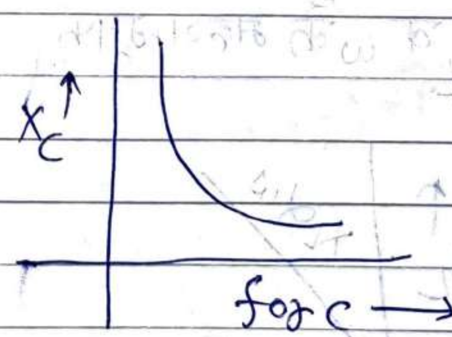
$\because \omega = 2\pi f$ से

$$\boxed{X_C = \frac{1}{2\pi f C}} \quad \text{—— ②}$$

X_C व ω के मध्य ग्राफ –



X_C व C or f के मध्यग्राफ –



Notes:– Case I. D.C. के लिए

$\because f = 0$

समी॰ ② से

$\boxed{X_C = \infty \text{ (अनन्त)}}$

Case II. A.C. के लिए

$\because f > 0$

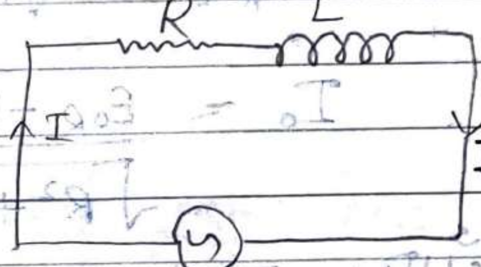
समी॰ ② में

$\boxed{X_C > 0}$

अतः इससे स्पष्ट होता है कि शुद्ध C परिपथ A.C. धारा को पथ प्रदान करता है लेकिन D.C. को नहीं ।

* R-L प्रत्यावर्ती परिपथ -

वह प्रत्यावर्ती परिपथ जिसमे प्रत्यावर्ती स्त्रोत के श्रेणी क्रम में एक प्रतिरोध तथा एक प्रेरक कुण्डली जुड़ी हो उसे R-L प्रत्यावर्ती परिपथ कहा जाता है।

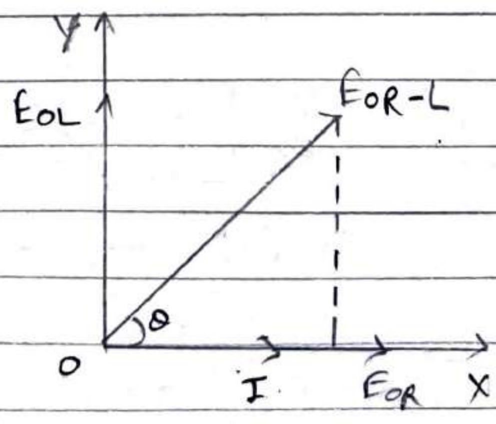


i) वोल्टता का मान -

$$E = E_0 \sin \omega t \quad \text{—— (1)}$$

ii) धारा का मान -

R-L परिपथ में धारा का मान ज्ञात करने के लिए सदिश निरूपण विधि का उपयोग किया जाता है इस विधि के अनुसार यदि धारा को धनात्मक x-अक्ष पर लिया जाए तो प्रतिरोध कि वोल्टता भी धनात्मक x- अक्ष के ~~बराबर~~ अनुदिश होगी क्योंकि शुद्ध R परिपथ में धारा व वोल्टता समान कला में होते हैं तथा L की वोल्टता $+\frac{\pi}{2}$ कला कोण से आगे होने के कारण +y- अक्ष के अनुदिश होती है तो -



पाइथागोरस प्रमेय से -

$$E_{0R-L}^2 = E_{0R}^2 + E_{0L}^2 \quad \text{—— (2)}$$

$\because E_{0R} = I_0 R$ से

$\because E_{0L} = I_0 X_L$ से

समी० ② से :-

$$E_{0R-L}^2 = I_0^2 R^2 + I_0^2 X_L^2$$

$$E_{0R-L}^2 = I_0^2 [R^2 + X_L^2]$$

वर्गमूल लेने पर -

$$\cancel{E_{0R-L}}$$

$$E_{0R-L} = I_0 \sqrt{R^2 - X_L^2}$$

$$I_0 = \frac{E_{0R-L}}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$$

जहाँ पर $\sqrt{R^2 + X_L^2} = Z$ (प्रतिबाधा)

$$I_0 = \cancel{E_0 R} \frac{E_{0R-L}}{Z} \quad \text{--- ③}$$

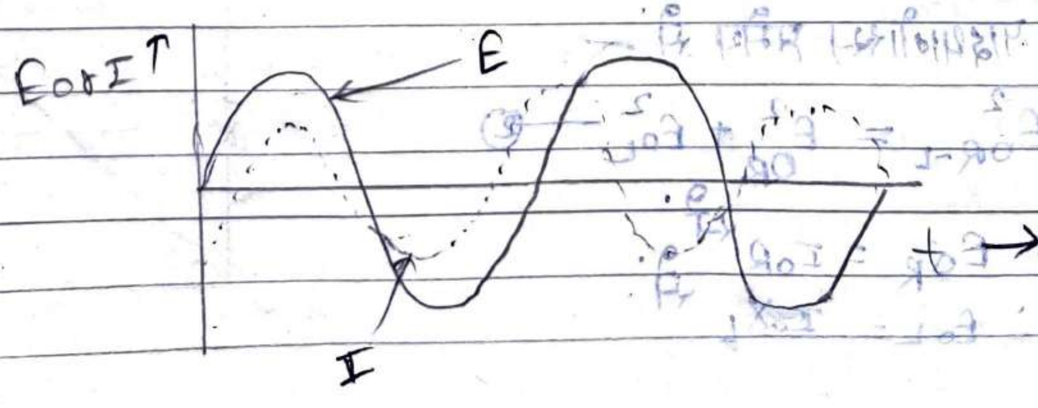
अतः धारा का मान -

$$I = I_0 \sin(\omega t - \theta) \quad \text{--- ④}$$

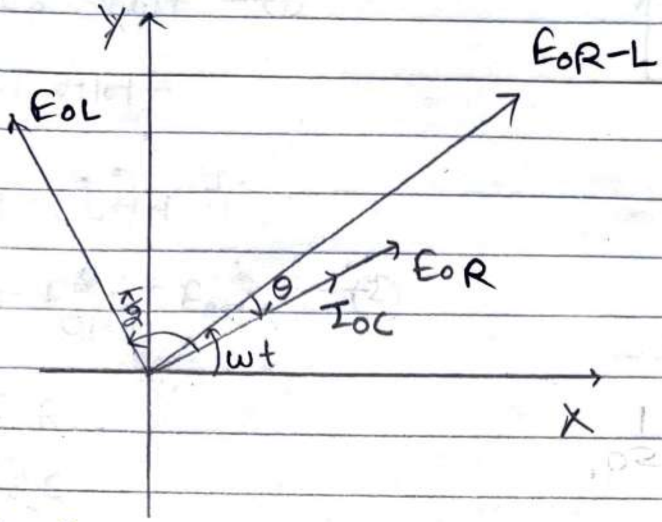
जहाँ पर

$$0^\circ < \theta < \frac{\pi}{2}$$

iii) व्यावक्रीय आरेख -



(iv) फेजर आरेख -



इस स्थिती में R-L परिपथ में प्रत्यावर्ती धारा वोल्टता से ~~θ कोणो~~ θ कला कोण से पीछे रहती है।

v) कला कोण का मान -

$$\tan\theta = \frac{L}{A} = \frac{E_{0L}}{E_{0R}}$$

$$\tan\theta = \frac{\cancel{I_0} X_L}{\cancel{I_0} R}$$

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

$$\boxed{\theta = \tan^{-1}\left(\frac{X_L}{R}\right)}$$

Q. किसी प्रत्यावर्ती स्रोत की आवृत्ति 50 Hz हैं तो धारा का मान शुन्य से न्यूनतम तक पँहुचने के लिए कितना समय लगेगा।

$f = 50 Hz$

$I = -I_0$

Solu" $I = I_0 \sin\omega t$ से -

$-\cancel{I_0} = \cancel{I_0} \sin\omega t$

$\sin\omega t = -1$

$\sin\omega t = \sin\frac{3\pi}{2}$

$\omega t = \frac{3\pi}{2}$

$t = \frac{3\pi}{2\omega} = \frac{3\cancel{\pi}}{2\times 2\cancel{\pi}}\times T$

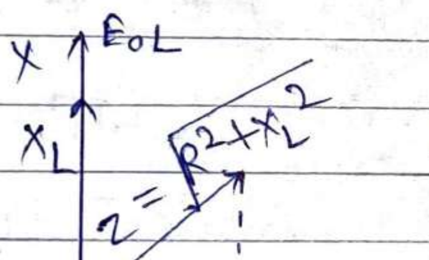
$t = \frac{3T}{4}$

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

$t = \frac{3}{4}\times\frac{1}{f} = \frac{3}{4}\times\frac{1}{50}$

$\boxed{t = \frac{3}{200}\ sec}$

R.L परिपथ के लिए प्रतिबाधा का आरेख -



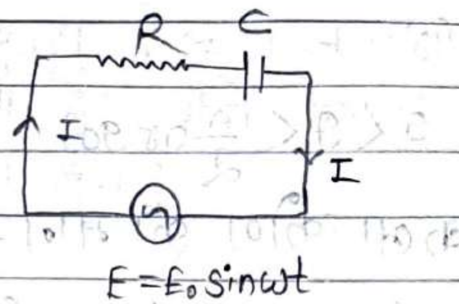
Note:- R.L प्रत्यावर्ती परिपथ में धारा वोल्टता से θ कला कोण से पीछे रहती है जहाँ पर θ का मान 0 से 90° के मध्य होता है।

R-C प्रत्यावर्ती परिपथ -

जब प्रत्यावर्ती स्रोत के श्रेणी क्रम में ⊥ प्रतिरोध तथा ⊥ संधारित्र जुड़ा हो तो इस प्रकार के प्रत्यावर्ती परिपथ को R.C प्रत्यावर्ती परिपथ कहा जाता है

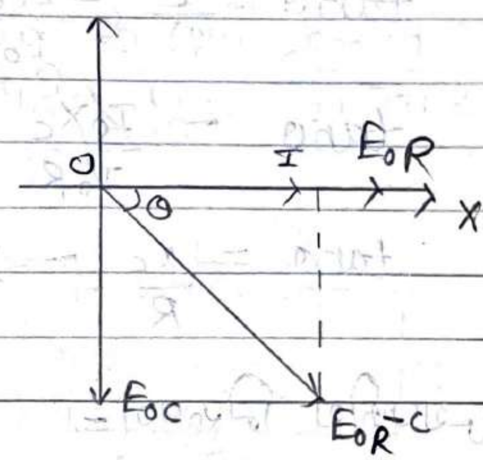
i) वोल्टता का मान-

$$E = E_0 \sin\omega t \quad \text{—(1)}$$



ii) धारा का मान-

पाइथागोरस प्रमेय से -



$$E_{0R-C}^2 = E_{0R}^2 + E_{0C}^2 \quad \text{—(2)}$$

$\because E_{0R} = I_0 R$

$\because E_{0C} = I_0 X_C$

समी. (2) से -

$$E_{0R-C}^2 = I_0^2 R^2 + I_0^2 X_L^2$$

$$E_{0R-C}^2 = I_0^2 (R^2 + X_C^2)$$

वर्गमूल लेने पर

$$E_{0R-C} = I_0 \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$I_0 = \frac{E_{0R-C}}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}$$

जहाँ

$$\sqrt{R^2 + X_C^2} = Z \text{ (प्रतिबाधा)}$$

$$\boxed{I_0 = \frac{E_{0R-C}}{Z}} \quad \text{—(3)}$$

अतः धारा का मान

$$\boxed{I = I_0 \sin(\omega t + \theta)} \quad \text{—(4)}$$

जहाँ पर -

$0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ or 90°

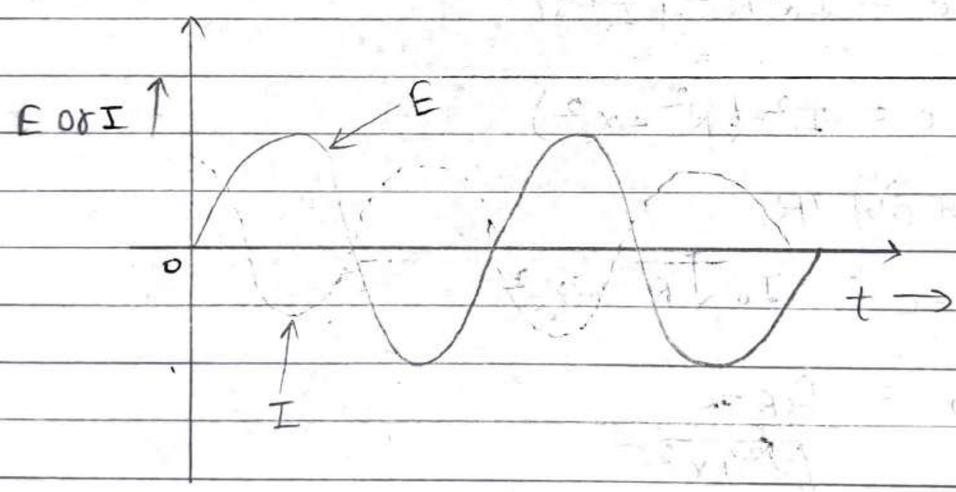
iii) कला कोण का मान -

$$\tan\theta = \frac{L}{A} = \frac{E_{oC}}{E_{oR}}$$

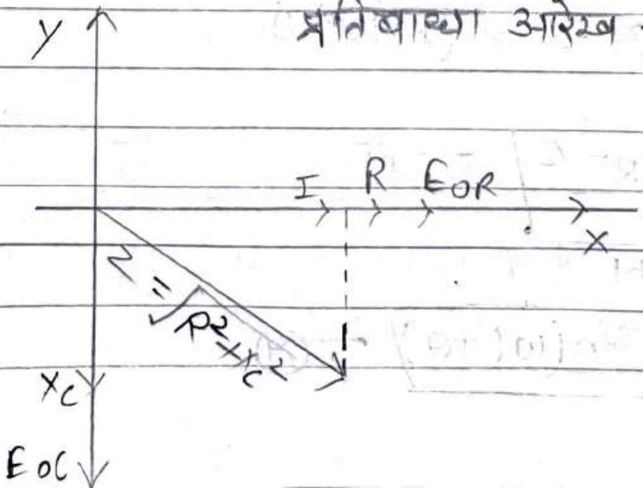
$$\tan\theta = \frac{\cancel{I_o} X_C}{\cancel{I_o} R}$$

$$\tan\theta = \frac{X_C}{R} \Longrightarrow \boxed{\theta = \tan^{-1}\left(\frac{X_C}{R}\right)} \quad \text{—} \; (5)$$

iv) ज्यावक्रीय निरूपण -

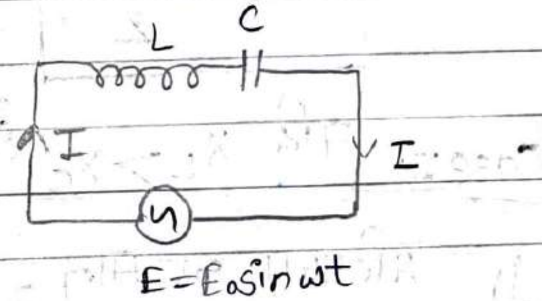


v) R.C प्रत्यावर्ती परिपथ का ~~फेजर आरेख~~ -
प्रतिबाधा आरेख -



Note:- R.C प्रत्यावर्ती परिपथ में धारा वोल्टता से θ कला कोण से आगे होती है जहाँ पर θ का मान 0–90° के मध्य होता है।

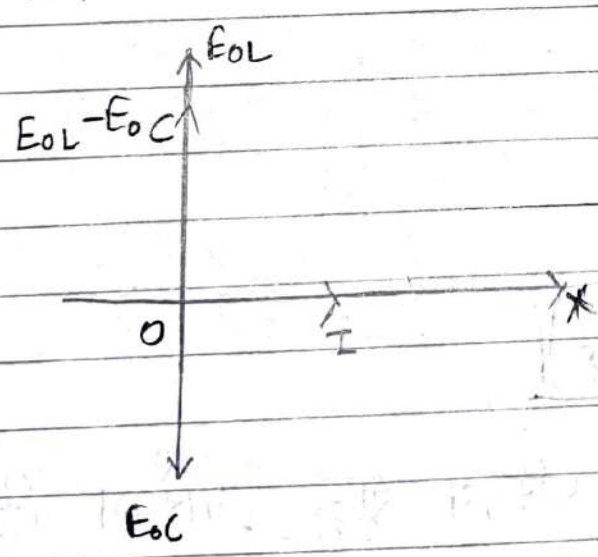
Extra.
L.C प्रत्यावर्ती परिपथ –
जब किसी प्रत्यावर्ती स्त्रोत के श्रेणी क्रम में एक प्रेरक कुण्डली तथा एक संधारित्र जुड़ा हो तो इसे L.C प्रत्यावर्ती परिपथ कहा जाता है।



i) वोल्टता का मान–

$E = E_0 \sin\omega t$ —— ①

ii) धारा का मान –



चित्र से –
$E_{0L-C} = E_{0L} - E_{0C}$ —— ②

$\because E_{0L} = I_0 X_L$

$E_{0C} = \cancel{I_0 X_C}\ I_0 X_C$

समी ② से

$E_{0L-C} = I_0 X_L - I_0 X_C$

$$E_{0L-C} = I_0(X_L - X_C)$$

$$I_0 = \frac{E_{0L-C}}{X_L - X_C}$$

जहाँ $X_L - X_C = Z$ (प्रतिबाधा)

$$\boxed{I_0 = \frac{E_{0L-C}}{Z}} \quad \text{—— (3)}$$

Case I. यदि $X_L > X_C$ हो तो:-

i) प्रतिबाधा का मान - है,

$$Z = X_L - X_C$$

$$\boxed{Z = (+)ive}$$

ii) धारा का मान-

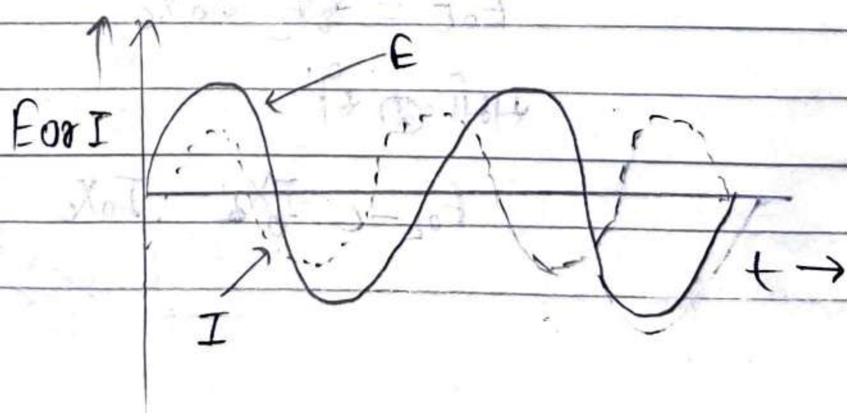
$$\boxed{I = I_0 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)}$$

इस स्थिती में शुद्ध L-C परिपथ शुद्ध L परिपथ कि भाँति व्यवहार करता है।

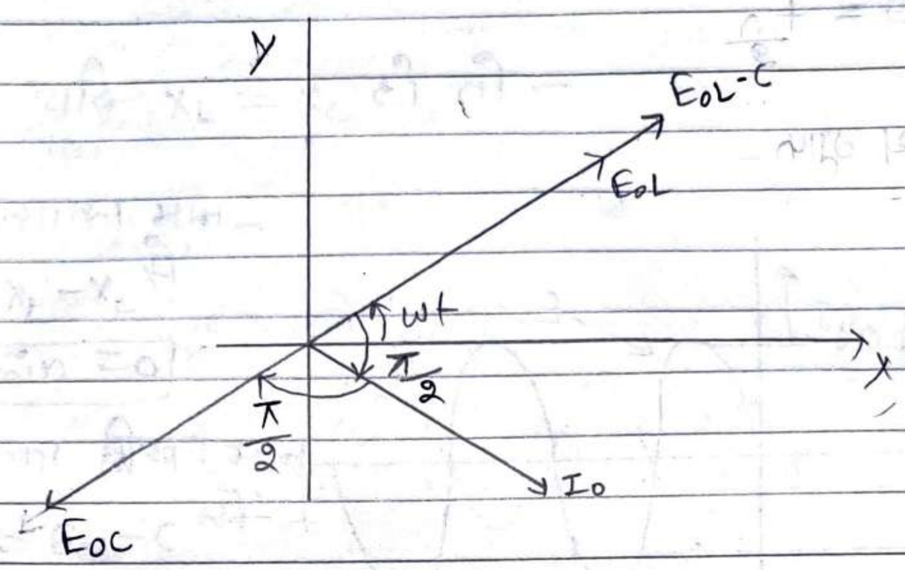
iii) कला कोण -

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

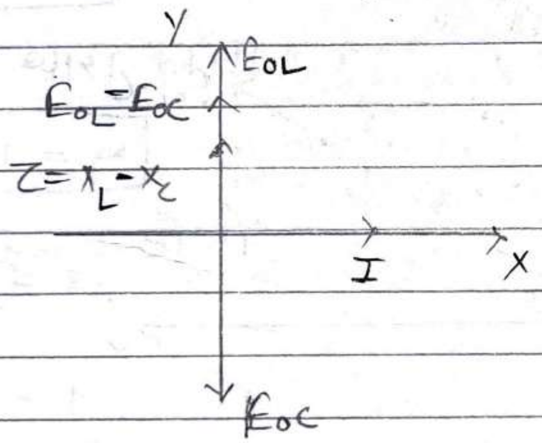
iv) आलेखीय निरूपण -



फेजर आरेख -



प्रतिबाधा का आरेख -



Case II. यदि $X_C - X_L$ हो तो

i) प्रतिबाधा का मान - से

$$Z = X_L - X_C$$

$$\boxed{Z = (-)ive}$$

ii) धारा का मान

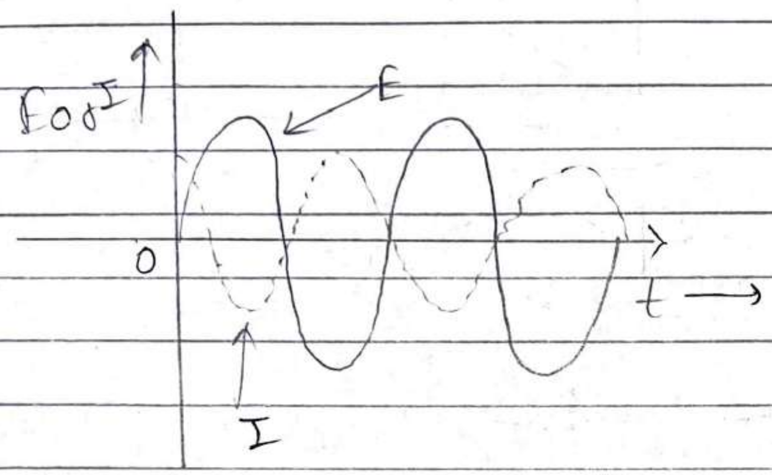
$$\boxed{I = I_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)}$$

Eg 10–16.
A.Q. 3, 4, 5, 6.

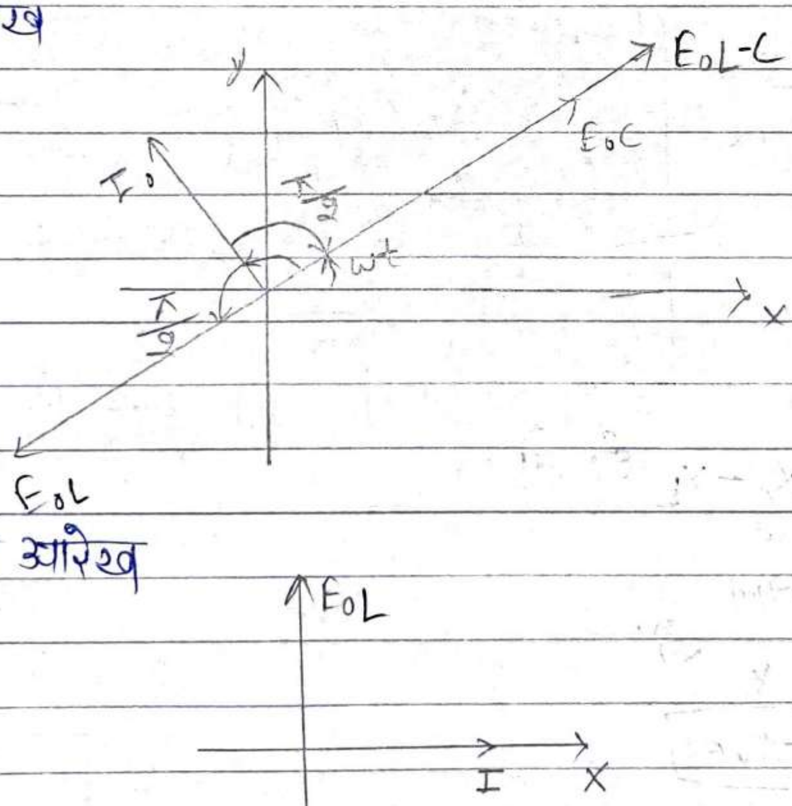
iii) कला कोण –

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

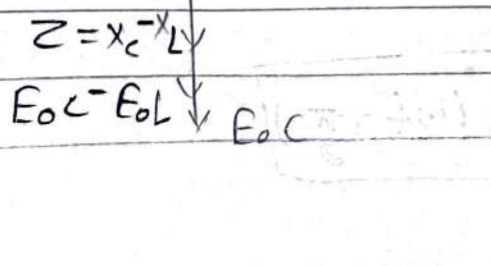
iv) ज्यावक्रीय ग्राफ –



v) फेजर आरेख



vi) प्रतिबाधा का आरेख



इस स्थिती में L.C. परिपथ शुद्ध C परिपथ कि भाँति व्यवहार करता है।

Case III यदि $X_L = X_C$ हो तो –

i) प्रतिबाधा का मान –

$Z = X_L - X_C$ से

$\boxed{Z_{min} = 0}$

ii) धारा का शिखर मान –

$I_0 = \frac{E_{0L-C}}{Z}$ से

$\boxed{I_0 = \infty}$ (अनन्त)

iii) अत: धारा का मान

$\boxed{I = \infty}$

Notes:- $X_L = X_C$ हो तो

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

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

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

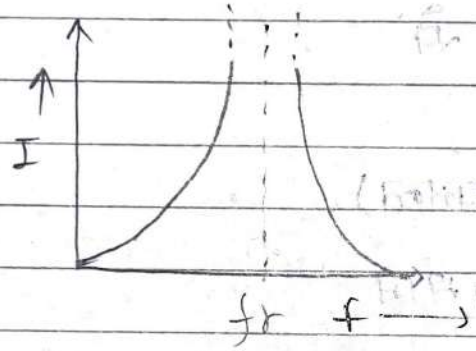
$\because \omega = 2\pi f$ से

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

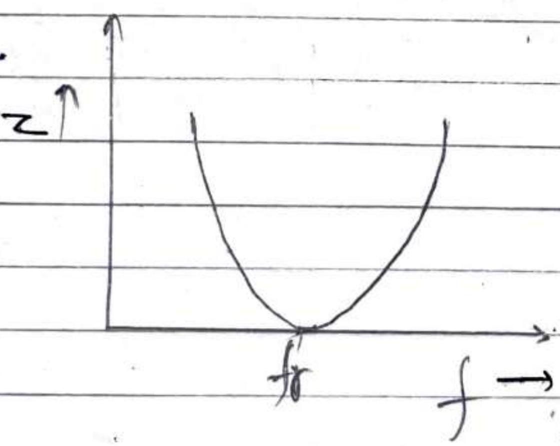
$\boxed{f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}}$ — अनुनादी आवृत्ति

इस स्थिती में L.C. परिपथ अनुनादी परिपथ (ग्राही परिपथ) कि भाँति व्यवहार करता है। क्योंकि इस स्थिती में L.C. परिपथ केवल उन्ही संकेतो को ग्रहण कर पाता हैं जिनकी आवृत्ति अनुनादी आवृत्ति के बराबर होती हैं क्योंकि इस स्थिती में धारा का मान अधिकतम प्राप्त होता है तथा इस स्थिती को अनुनाद कि स्थिती कहा जाता है।

L.C. परिपथ के लिए अनुनाद कि अवस्था में I व f के मध्य ग्राफ -



L.C. परिपथ के लिए अनुनाद कि स्थिती में Z व f के मध्य ग्राफ -



10.10. $C = 1\mu F$

$E = 200\sqrt{2} \sin 100t$ Volt

$I_{rms} = ?$

Sol 4. $E = E_0 \sin\omega t$ से तुलना करने पर

$E_0 = 200\sqrt{2}$ वोल्ट

$E_{rms} = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = \frac{200\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$

$E_{rms} = 200$ वोल्ट

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

$\because$ समी. से

$\omega = 100\ rad/sec$

$X_C = \frac{1}{100 \times 1 \times 10^{-6}}$

$X_C = 10^4 \Omega$

अतः $I_{rms} = \frac{E_{rms}}{X_C} = \frac{200}{10^4} = 200 \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-2} A$

10.11 $f = 50 Hz$

$L = ?$, $X_L = 100 \Omega$

Sol 4.

$X_L = \omega L = 2\pi f L$ से

$X_L = 2\pi f L$

$L = \frac{X_L}{2\pi f}$

$L = \frac{100}{2 \times 3.14 \times 50} = \frac{1}{\pi} H$

10.12 $L = 0.5 H$, $V = 100 Volt$

$I = 0.5 A$

$f = 50 Hz$, $E_{rms} = 100 Volt$

$I_{rms} = ?$

Sol" दिष्ट स्रोत का प्रतिरोध

$V = IR$ से

$R = \frac{V}{I} = \frac{100 \times 10^2}{0.5}$

$R = 200 \Omega$

R-L परिपथ के लिए

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

$Z = \sqrt{R^2 + (2\pi f L)^2}$

$Z = \sqrt{(200)^2 + (2 \times 3.14 \times 50 \times 0.5)^2}$

Z

अतः धारा

$I_{rms} = \frac{E_{rms}}{Z}$ से

$I_{rms} = \frac{100}{Z} =$

10.13 $V = 100\ Volt,\ I = 10A$

$E_{rms} = 200\ Volt,\ f = 50\ Hz$

$L = ?$

Sol^n बल्ब का प्रतिरोध

$R = \frac{V}{I} = \frac{100}{10} = 10\Omega$

R-L श्रेणीबद्ध परिपथ के लिए

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

$Z^2 = R^2 + X_L^2$

$X_L^2 = Z^2 - R^2$ —— (1)

$\because Z = \frac{E}{I} = \frac{200}{10}$

$\boxed{Z = 20\Omega}$

समी॰ (1) से

$X_L^2 = (20)^2 - (10)^2$

$X_L^2 = 400 - 100$

$X_L^2 = 300$

$X_L = \sqrt{300}$

$2\pi f L = \sqrt{300}$

$L = \frac{\sqrt{300}}{2\pi f}$

$L = \frac{10\sqrt{3}}{2 \times 3.14 \times 50}$

$L =$

10.14. $L = \frac{1}{\pi} H,\ R = 300\Omega$

$f = 200\ Hz,\ E = 200V$

$\theta = ?$

Sol^n $\tan\theta = \frac{X_L}{R}$ से–

$\tan\theta = \frac{2\pi f L}{R}$

$\tan\theta = \frac{2\pi \times 200 \times \frac{1}{\pi}}{300}$

$\tan\theta = \frac{400}{300}$

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right)$

$\theta = \tan^{-1}(1.33)$

10.15. $E = 220V$, $f = 50Hz$
$I = 2A$, $P = 200W$
$R = ?$, $L = ?$

$P = I^2R$ से

$R = \frac{P}{I^2} = \frac{\cancel{200}^{50}}{\cancel{4}}$

$R = 50\Omega$

$Z = \frac{E}{I}$ से

$Z = \frac{\cancel{220}^{110}}{\cancel{2}}$

∵ R-L परिपथ के लिए –

$Z^2 = R^2 + X_L^2$

$X_L^2 = Z^2 - R^2$

$X_L^2 = (110)^2 - (50)^2$

$X_L^2 = 12100 - 2500$

$X_L^2 =$

∵ $X_L = 2\pi f L$ से

$L = \frac{X_L}{2\pi f} =$

10.16. $R = 120\Omega$, $L = 0.4H$
$f = \frac{200}{\pi}Hz$, $E = 100V$

$Z = ?$, $\theta = ?$, $I = ?$

Sol.

$X_L = 2\pi f L$ से

$X_L = 2\cancel{\pi} \times \frac{200}{\cancel{\pi}} \times \frac{0.4}{10}$

$X_L = 160\Omega$

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

$Z = \sqrt{(120)^2 + (160)^2}$

Z

(ii) कलाकोण

$\tan\theta = \frac{X_L}{R} = \frac{160}{120}$

$\tan\theta = \frac{4}{3}$

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right)$

अतः धारा

$I_{rms} = \frac{E_{rms}}{Z}$ से

$I_{rms} = \frac{100}{\sqrt{(120)^2 + (160)^2}}$

A.Q. 3.

$R = 10\,\Omega,\ L = 100\,mH$

$V = 100\cos\omega t \quad \theta = ?$

Soln. $\tan\theta = \frac{X_L}{R}$ से

$\tan\theta = \frac{\omega L}{R}$

$\tan\theta = \frac{\omega \times 10\cancel{0} \times 10^{-3}}{1\cancel{0}}$

$\tan\theta = \omega \times 10^{-2}$

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\omega}{100}\right)$

A.Q. 4. $f = 1\,KHz = 1 \times 10^{3}\,Hz$

$L = 100\,mH = 100 \times 10^{-3}\,H$

$X_L = ? \quad E_{rms} = 6.28\,Volt$

$I_{rms} = ?$

$X_L = \omega L = 2\pi f L$ से

$X_L = \frac{2 \times 3.14 \times \cancel{10^3} \times \cancel{100} \times \cancel{10^{-3}}}{\cancel{100}}$

$X_L = 628\,\Omega$

$I_{rms} = \frac{E_{rms}}{X_L}$ से

$I_{rms} = \frac{6.28}{628 \times 100}$

$I_{rms} = 10^{-2}\,A$

A.Q. 5 $L = 1\,H,\ X_L = 3140\,\Omega$

$f = ?$

Soln. $X_L = 2\pi f L$ से

$f = \frac{X_L}{2\pi L} = \frac{\cancel{3140} \times 100}{2 \times 3.14 \times 1}$ $\quad 10^5$

$f = 500\,Hz$

प्रश्नानुसार

$X_C = 3140\,\Omega$

$f = 5000\,Hz$

$c = ?$

$X_C = \frac{1}{2\pi f c}$ से

$c = \frac{1}{2\pi f X_c}$

$c = \frac{1}{\frac{2 \times 3.14 \times 5\cancel{00} \times 3140}{1\cancel{00}}}$

$c = \frac{1}{3140 \times 3140}\,F$

A.
Q.6 $C = 120\mu F$, $f = 50Hz$
$X_C = ?$, $f' = 5MHz$
$f' = 5\times10^6 Hz$
$X_C' = ?$

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

$$X_C = \frac{1}{\cancel{2}\times \frac{314}{1\cancel{0}\cancel{0}} \times \cancel{50}\times 120\times 10^{-6}}$$

$$= \frac{1}{314\times12\times10^{-5}}$$

$$= \frac{10^5}{314\times12}$$

प्रश्नानुसार

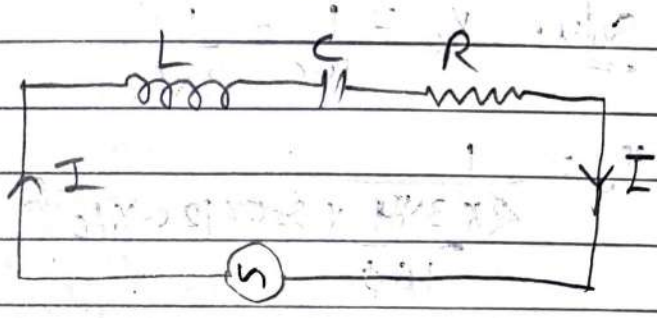
$$X_C' = \frac{1}{2\pi f' C}$$

$$= \frac{1}{\cancel{2}\times\frac{314}{\cancel{100}}\times \cancel{5}\times \cancel{10^6}\times 12\cancel{0}\times \cancel{10^{-6}}}$$

$$X_C' = \frac{1}{314\times12} =$$

L.C.R. प्रत्यावर्ती परिपथ -

वह प्रत्यावर्ती परिपथ जिसमे प्रत्यावर्ती स्रोत के श्रेणी क्रम में एक प्रेरक कुण्डली एक संधारित्र तथा एक प्रतिरोध जुड़ा हो उसे L.C.R. प्रत्यावर्ती परिपथ कहा जाता है।



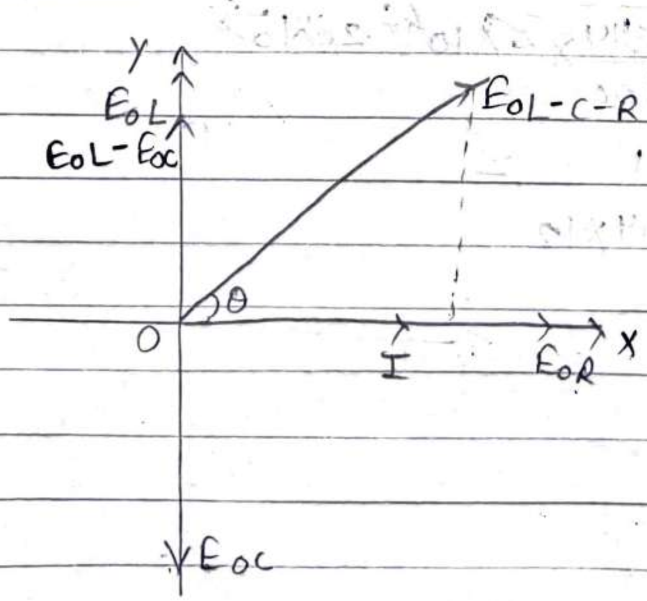
i) वोल्टता का मान -

$E = E_0 \sin \omega t$ —— (1)

ii) धारा का मान

$E = E_0 \sin \omega t$

LCR परिपथ में धारा का मान ज्ञात करने के लिए सदिश निरूपण विधि का उपयोग किया जाता है, इस विधि के अनुसार यदि धारा को धनात्मक x-अक्ष पर लिया जाए तो प्रतिरोध कि वोल्टता भी समान कला में होने के कारण धनात्मक x-अक्ष के अनुसार ही होती है। लेकिन L कि वोल्टता $\frac{\pi}{2}$ कलाकोण से आगे होने के कारण धनात्मक y-अक्ष के अनुदिश होती है लेकिन C कि वोल्टता $\frac{\pi}{2}$ कला कोण से पीछे होने के कारण -y अक्ष के अनुदिश होती है तो इस स्थिती में -



पाइथागोरस प्रमेय से

$$E^2_{0L-C-R} = E^2_{0R} + [E_{0L} - E_{0C})^2 \quad \text{—(2)}$$

$\because E_0 R = I_0 R$ से

$\because E_0 L = I_0 X_L$ से

$\because E_0 C = I_0 X_C$ से

समी० 2 से

$$E^2_{0L-C-R} = I_0^2 R^2 + (I_0 X_L - I_0 X_C)^2$$

$$= I_0^2 R^2 + I_0^2 (X_L - X_C)^2$$

$$= I_0^2 [R^2 + (X_L - X_C)^2]$$

वर्गमुल लेने पर -

$$E_{0LCR} = I_0 \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$I_0 = \frac{E_{0L-C-R}}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} \quad \text{—(3)}$$

जहाँ पर -

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

समी० 3 से

$$\boxed{I_0 = \frac{E_{0L-C-R}}{Z}} \quad \text{—(4)}$$

iii) कला कोण का मान -

$$\tan\theta = \frac{L}{A} = \frac{E_{0L} - E_{0C}}{E_{0R}}$$

$$= \frac{I_0X_L - \cancel{I_0X_C}}{I_0R}$$

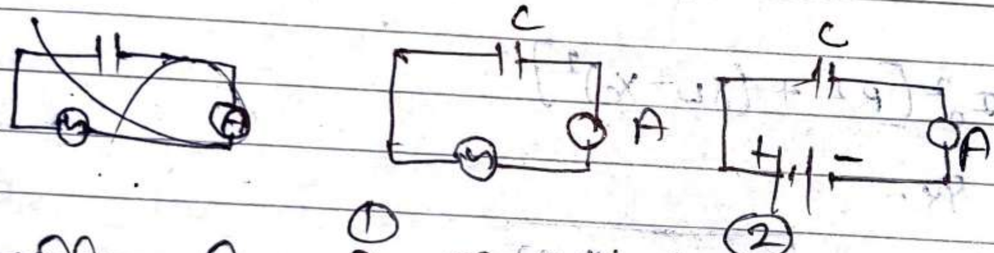
$$= \frac{\cancel{I_0}(X_L - X_C)}{\cancel{I_0}R}$$

$$\boxed{\tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R}} \longleftarrow (5)$$

or

$$\boxed{\theta = \tan^{-1}\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right)}$$

Q.



प्रदर्शित चित्र में कौनसे अमीटर मे विक्षेप प्राप्त होगा।

Q. एक संधारित्र जिसकी धारिता का मान $1\mu F$ हैं इसे एक प्रत्यावर्ती स्त्रोत से जोड़ा गया है जिसकी वोल्टता का समीकरण $E = 250 \sin 100\pi t$ volt हैं तो इसके लिए धारा का तात्क्षणिक समी० ज्ञात करो? तथा इस परिपथ मे प्रत्यावर्ती अमीटर क्या पाठ्यांक दिखाएगा ?

Q. एक प्रेरकत्व L तथा प्रतिरोध R को 50Hz तथा वास्म 12 volt के प्रत्यावर्ती स्त्रोत के श्रेणी क्रम मे जोड़ा गया है तथा इस प्रत्यपरिपथ मे प्रवाहित धारा का मान 0.5A हैं व धारा तथा वोल्टता के मध्य $\frac{\pi}{3}$ का कालान्तर हैं, तो प्रतिरोध

R का मान ज्ञात करो।

1. इस स्थिती में चित्र एक में अमीटर में विक्षेप प्राप्त होगा क्योंकि C परिपथ दिष्ट धारा को कोई पथ प्रदान नही करता जिसके कारण चित्र दो में कोई विक्षेप प्राप्त नही होता।

2. $C = 1\mu F = 1\times10^{-6}F$

$E = 250\sin 100\pi t$ Volt

Sol $E = E_0\sin \omega t$ से तुलना करने पर -

$E_0 = 250$ Volt, $\omega = 100\pi$

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

$X_C = \frac{1}{100\pi\times1\times10^{-6}}$

$X_C = \frac{10^6}{100\pi} = \frac{10^4}{\pi}\Omega$

$\because E_{rms} = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = \frac{250}{\sqrt{2}}$ Volt

$\because I_{rms} = \frac{E_{rms}}{X_C} = \frac{25\cancel{0}}{\sqrt{2}}\times\frac{\pi}{10^{\cancel{4}}}$

$I_{rms} = \frac{25\pi\times10^{-3}}{\sqrt{2}}A$

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

$I_0 = \frac{25\pi}{\cancel{\sqrt{2}}}\times10^{-3}\times\cancel{\sqrt{2}}$

$I_0 = 25\pi\times10^{-3}A$

$\because$ तात्क्षणिक धारा का समी॰

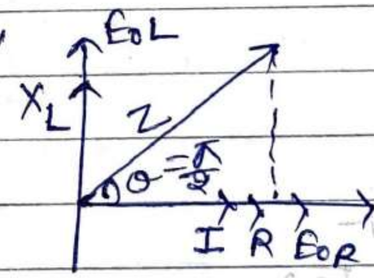
$I = I_0\sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$

$I = 25\pi\times10^{-3}\sin(100\pi t + \frac{\pi}{2})$ Am

Q.3 $f = 50Hz$, $E_{rms} = 12V$

$I = 0.5A$, $\theta = \frac{\pi}{3}$

Sol



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

$R = Z\cos\theta$

$R = 24\cos60^\circ$

$R = \cancel{24}\times\frac{1}{\cancel{2}}$

$R = 12\Omega$

$Z = \frac{E_{rms}}{I_{rms}}$

Date
Page

$Z = \frac{12 \times 10^{2}}{0.8}$

$\boxed{Z = 24\,\Omega}$

$I_{rms} =$

इसलिए

10.17. $C = 100\,\mu F$, $E_{rms} = 110$ Volt
$R = 40\,\Omega$, $f = 60\,Hz$
$I_0 = ?$

Sol'' $X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$ से -

$X_C = \frac{1}{2\pi \times 60 \times 100 \times 10^{-6}}$

$X_C = \frac{1}{12\pi \times 10^{-3}}\,\Omega$

$X_C =$

$I_0 = I_{rms} \times \sqrt{2}$ से

$I_0 =$

प्रतिबाधा -

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

$Z = \sqrt{(40)^2 + \left(\frac{10^3}{12\pi}\right)^2}$

अतः $Z =$

$I_{rms} = \frac{E_{rms}}{Z} = \frac{110}{\sqrt{(40)^2 + \left(\frac{10^3}{12\pi}\right)^2}}$

Date
Page

Case I. जब $X_L > X_C$ हो -

i) प्रतिबाधा का मान -

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$ से

$$\boxed{Z = (+)ive}$$

ii) कला कोण का मान - से

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

$$\boxed{\tan\theta = (+)ive}$$

iii) धारा का शिखर मान - से

$$I_0 = \frac{E_0 L\text{-}C\text{-}R}{Z}$$

$$\boxed{I_0 = (+)ive}$$

अतः धारा का मान -

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

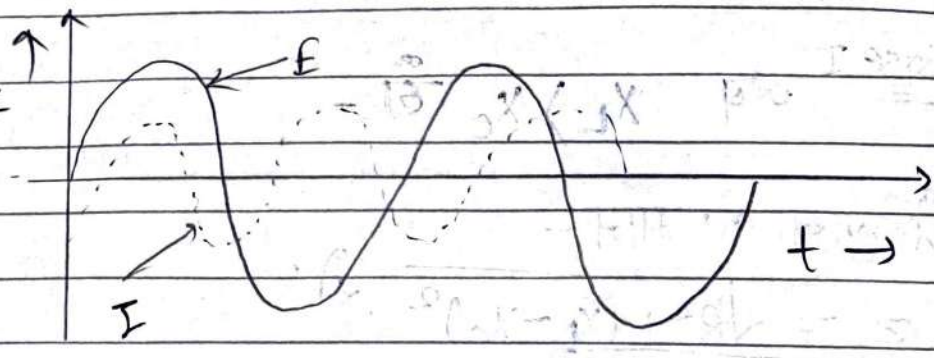
जहाँ पर

$$0 < \theta < \frac{\pi}{2}$$

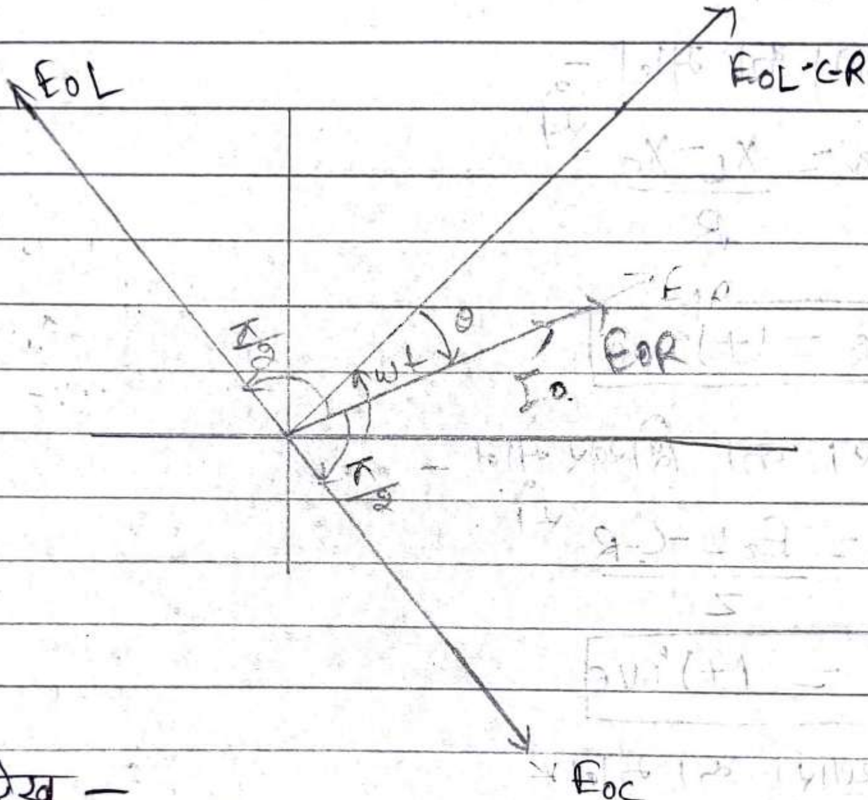
इस स्थिती में R.L.C परिपथ R.L. परिपथ कि भाँति व्यवहार करता है।

Date
Page

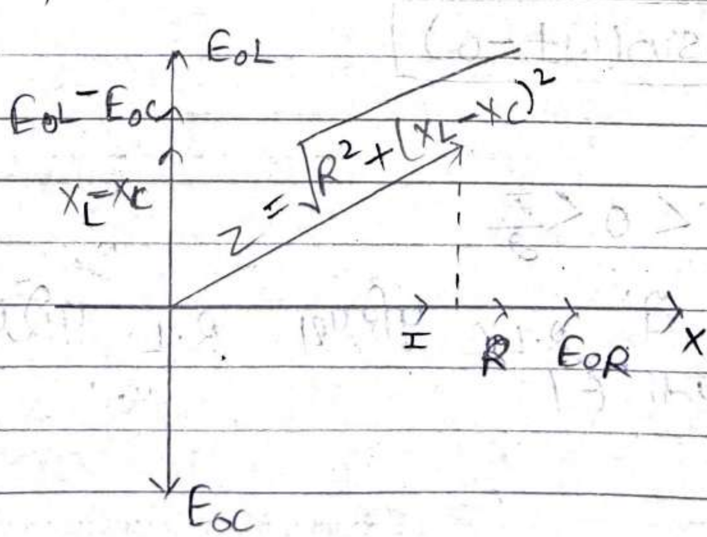
iv) ज्यावक्रीय आरेख



v) फेजर आरेख



vi) प्रतिबाधा का आरेख —



Case III : $X_C > X_L$ होतो -

i) प्रतिबाधा का मान

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

$$\boxed{Z = (+)ive}$$

ii) कला कोण का मान -

$$\tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R} \text{ से}$$

$$\boxed{\tan\theta = (-)ive}$$

iii) धारा का शिखर मान

$$I_0 = \frac{E_{0L-C-R}}{Z}$$

$$\boxed{I_0 = (+)ive}$$

अतः धारा का मान -

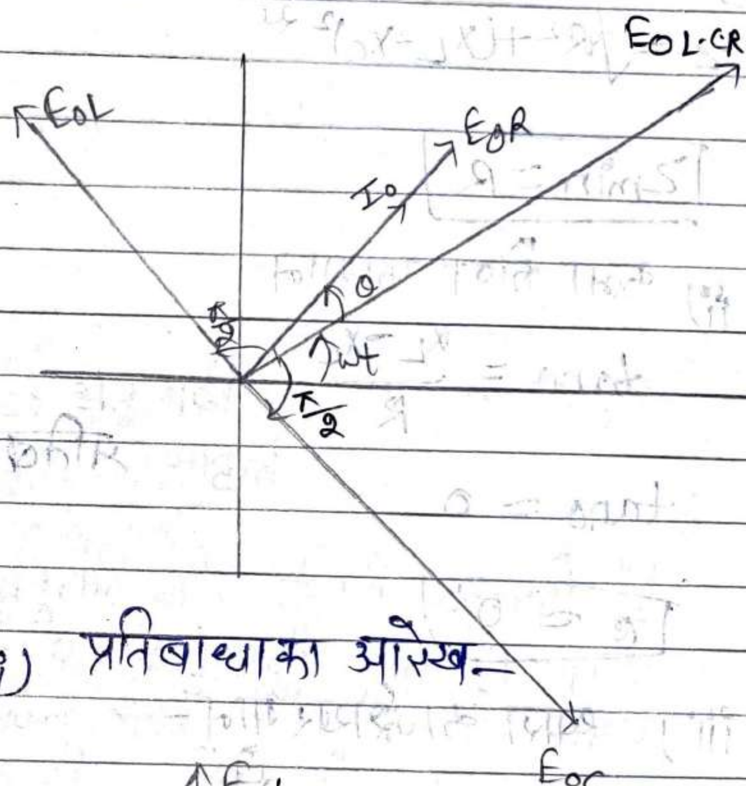
$$I = I_0 \sin(\omega t + \theta)$$

जहाँ पर

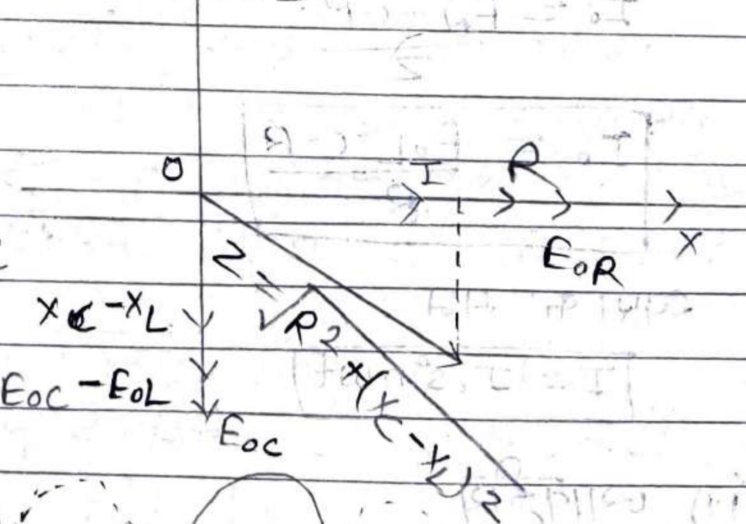
$$0° < \theta < \frac{\pi}{2}$$

इस स्थिती L.C.R परिपथ RC परिपथ कि भाँति व्यवहार करता है।

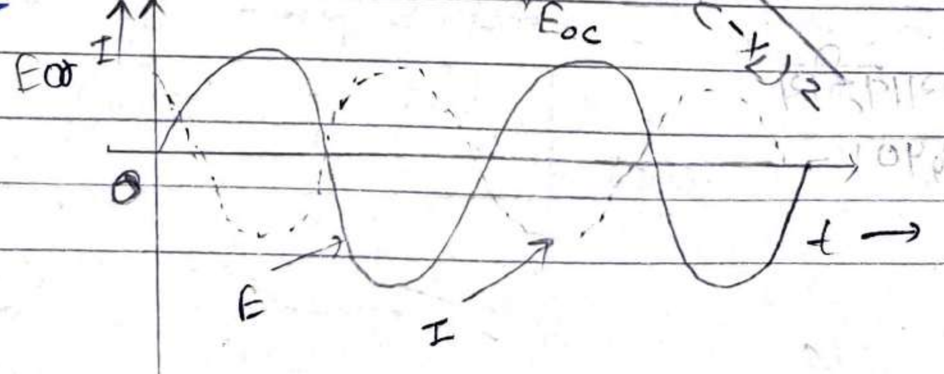
v) फेजर आरेख -



vi) प्रतिबाधा का आरेख -



iv) व्यवक्रीय आरेख -

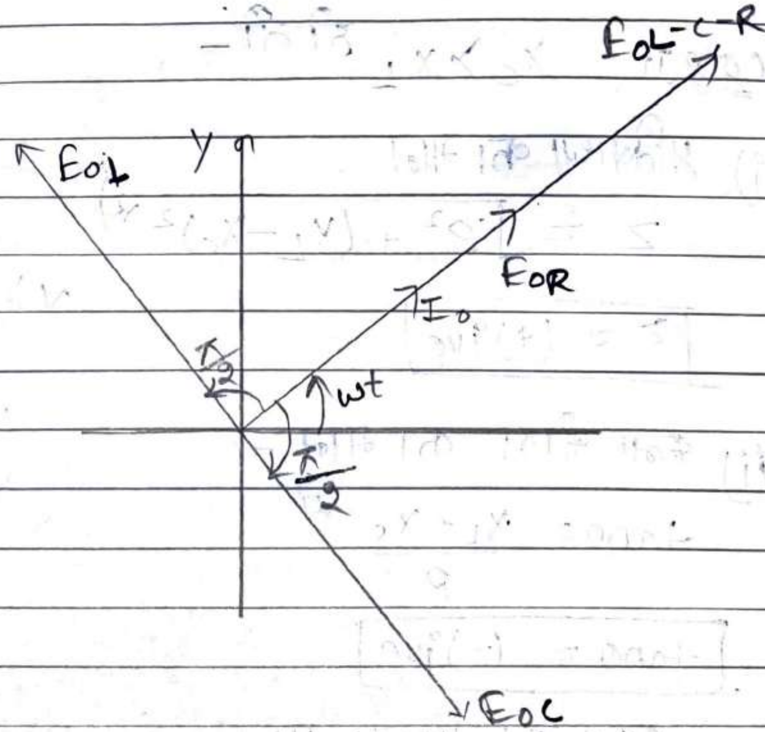


Date
Page

v) फेजर आरेख

Case III.

$X_L = X_c$ होतो



i) प्रतिबाधा का मान

$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ से

$\boxed{Z_{min} = R}$

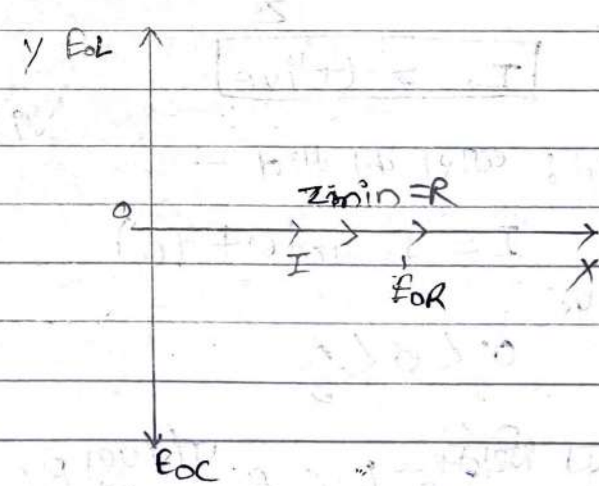
ii) कला कोण का मान

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

$\tan\theta = 0$

$\boxed{\theta = 0^\circ}$

प्रतिबाधा आरेख -



iii) धारा का शिखर मान -

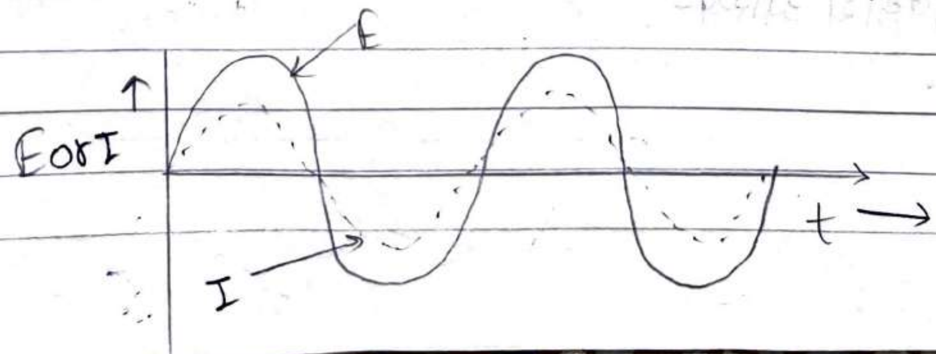
$I_0 = \frac{E_{0L-C-R}}{Z}$ से

$\boxed{I_0 = \frac{E_{0L-C-R}}{R}}$

धारा का मान

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

iv) ज्यावक्रीय निरूपण -



Note:- यदि $X_L = X_C$ हो तो

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

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

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

$\because \omega = 2\pi f$ से

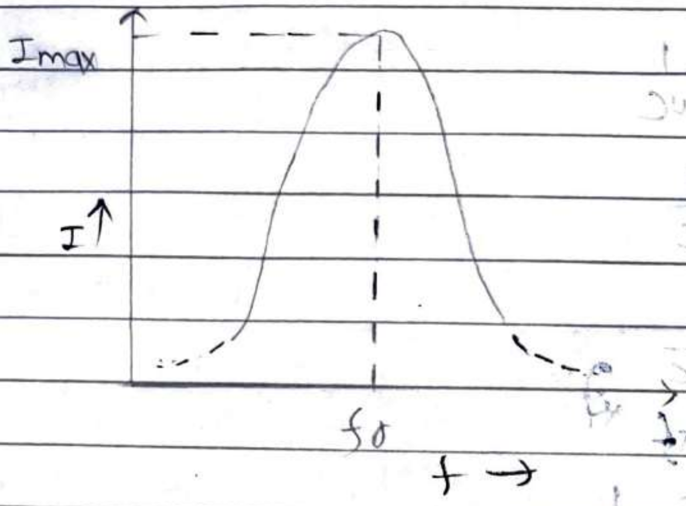
$$2\pi f_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \longrightarrow \text{अनुनादी आवृत्ति}$$

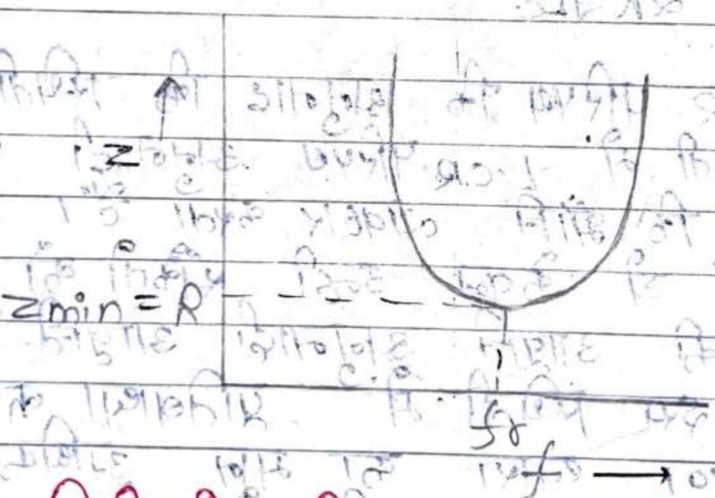
यह स्थिती L.C.R परिपथ कि अनुनाद कि स्थिती कहलाती है तथा इस स्थिती में L.CR परिपथ अनुनादी परिपथ या ग्राही परिपथ कि भाँति व्यवहार करता है। जिसके कारण इस स्थिती में ये केवल उन्ही संकेतो को ग्रहण कर पाता है जिनकी आवृत्ति अनुनादी आवृत्ति के बराबर होती है तथा इस स्थिती मे प्रतिबाधा का मान न्यूनतम होने के कारण धारा का मान अधिक होता है जिसके कारण केवल अनुनादी आवृति वाले संकेत ही ग्रहण किए जाते है।

Notes- अनुनाद कि स्थिती के लिए प्रत्यावर्ती परिपथ मे L व C का होना आवश्यक है R का नहीं।

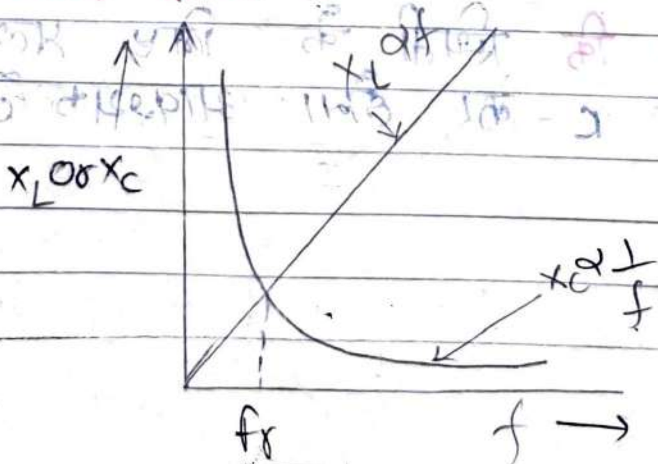
* अनुनाद कि स्थिती में L·C·R· परिपथ के लिए I व f के मध्य ग्राफ –



* अनुनाद कि स्थिती में L·C·R· परिपथ के लिए Z व f के मध्य आरेख –



* अनुनाद की स्थिती के लिए L-C-R- परिपथ मे X_L या X_C तथा f के मध्य ग्राफ –



* L·C तथा L·C·R परिपथ कि तुलना :-

L·C	L·C·R
1. इसमे प्रतिबाधा का न्युनतम मान शून्य होता है।	इसमे प्रतिबाधा का न्यूनतम मान शून्य न होकर R होता है।
2. इस परिपथ मे धारा का अधिकतम मान अनन्त होता है	इस परिपथ मे धारा का अधिकतम मान अनन्त नही होता।

* L·C·R परिपथ का गणितीय हल या विश्लेषणात्मक हल -

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

$$L \cdot \frac{dI}{dt} + \frac{q}{C} + IR = E_0 \sin \omega t \quad \text{---} (1)$$

$\because I = \frac{dq}{dt}$ से

$$L \cdot \frac{d}{dt}\left(\frac{dq}{dt}\right) + \frac{q}{C} + \left(\frac{dq}{dt}\right) \cdot R = E_0 \sin \omega t$$

$$L \cdot \frac{d^2 q}{dt^2} + R \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = E_0 \sin \omega t \quad \text{---} (2)$$

समी. (2) अवमंदक दोलक के समी. को प्रदर्शित करता है जिसका हल -

$$q = q_0 \sin(\omega t + \theta) \quad \text{---} (3)$$

समी. (3) का t के सापेक्ष अवकलन करने पर

$$\frac{dq}{dt} = q_0 \cos(\omega t + \theta) \cdot \omega$$

$$\frac{dq}{dt} = q_0 \omega \cos(\omega t + \theta) \quad \text{---} (4)$$

समी. ④ का पुनः अवकलन करने पर

$$\frac{d^2q}{dt^2} = -q_0 \omega \sin(\omega t + \theta) \cdot \omega$$

$$\frac{d^2q}{dt^2} = -q_0 \omega^2 \sin(\omega t + \theta) \quad \text{—⑤}$$

समी. ② से

$$L\left[-q_0\omega^2 \sin(\omega t+\theta)\right] + R\left[q_0\omega \cos(\omega t+\theta)\right] + \frac{q_0 \sin(\omega t+\theta)}{C} = E_0 \sin\omega t$$

$$-q_0 \omega^2 L \sin(\omega t+\theta) + q_0\omega R\cos(\omega t+\theta) + \frac{q_0}{C}\sin(\omega t+\theta) = E_0 \sin\omega t$$

$$q_0\omega\left[-\omega L \sin(\omega t+\theta) + R\cos(\omega t+\theta) + \frac{1}{\omega C}\sin(\omega t+\theta)\right] = E_0 \sin\omega t$$

समी. मे z से गुणा व भागा करने पर—

$$q_0\omega z\left[\frac{-\omega L}{z}\sin(\omega t+\theta) + \frac{R}{z}\cos(\omega t+\theta) + \frac{1}{\omega C z}\sin(\omega t+\theta)\right] = E_0 \sin\omega t$$

$$\because \omega L = X_L, \quad \frac{1}{\omega C} = X_C$$

$$q_0\omega z\left[\frac{-X_L}{z}\sin(\omega t+\theta) + \frac{R}{z}\cos(\omega t+\theta) + \frac{X_C}{z}\sin(\omega t+\theta)\right] = E_0 \sin\omega t$$

$$q_0\omega z\left[\sin(\omega t+\theta)\left(\frac{X_C - X_L}{z}\right) + \frac{R}{z}\cos(\omega t+\theta)\right] = E_0 \sin\omega t$$

चित्र से :— $\frac{X_C - X_L}{z} = \sin\phi, \quad \frac{R}{z} = \cos\phi$

अध्या. L40

$q_0 \omega z[\sin(\omega t+\theta)\sin\phi + \cos\phi\cos(\omega t+\theta)] = E_0 \sin\omega t$

$q_0 \omega z[\cos(\omega t+\theta-\phi)] = E_0 \sin\omega t$

तुलना करने पर -

$E_0 = q_0 \omega z$

$\because E = IR$ से

$I_0 \cancel{z} = q_0 \omega \cancel{z}$

$\boxed{I_0 = q_0 \omega}$ —— (6)

sim. $\sin\omega t = \cos(\omega t+\theta-\phi)$

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

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

तुलना करने पर -

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

$\boxed{\theta = \phi - \frac{\pi}{2}}$ —— (7)

$\sin\phi$ व $\cos\phi$ के पदों को वर्ग करके जोड़ने पर

$\sin^2\phi + \cos^2\phi = \frac{(X_C-X_L)^2}{z^2} + \frac{R^2}{z^2}$

$1 = \frac{(X_C-X_L)^2 + R^2}{z^2}$

Date
Page

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

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

10.18. L कि वोल्टता $= 40V = E_{oL}$
C की वोल्टता $= 80V = E_{oC}$
e की वोल्टता $= 40V = E_{oR}$

Sol^n L-C-R परिपथ कि वोल्टता -

$$E_{oL-C-R} = \sqrt{E_{oR}^2 + (E_{oL} - E_{oC})^2}$$

$$E_{oL-C-R} = \sqrt{(40)^2 + (40)^2}$$

$$E_{oL-C-R} = 40\sqrt{2} \text{ Volt}$$

$$\tan\theta = \frac{5}{12}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{5}{12}\right)$$

10.19. $R = 12\Omega$, $X_L = 18\Omega$
$X_C = 23\Omega$

Sol^n L-C-R मे प्रतिबाधा -

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

$$= \sqrt{(12)^2 + (18-23)^2}$$

$$= \sqrt{(12)^2 + (5)^2} = 13\Omega$$

कलान्तर का मान :- से

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

10.20 $E_{rms} = 110V$, $f = 50Hz$
$R = 10\Omega$, $L = \frac{2}{\pi}H$, $C = \frac{1}{\pi}\mu F$
$\theta = ?$

Sol^n $\tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R}$

$$\tan\theta = \frac{2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C}}{R}$$

$$= \frac{2\pi \times 50 \times \frac{2}{\pi} - \frac{1}{2\pi \times 50 \times \frac{1}{\pi} \times 10^{-6}}}{10}$$

$$= \frac{200 - 10^4}{10} = \frac{200 - 10,000}{10}$$

10.21 $V = 300 \sin 100t$ वोल्ट
$I = 6 \sin(100t - \phi)$
$R = 40\Omega$, $Z = ?$

Sol'' समी. की

$E = E_0 \sin \omega t$
$I = I_0 \sin(\omega t - \theta)$ से तुलना करने पर

$E_0 = 300V$, $I_0 = 6A$
$\omega = 100 rad/sec$

$E_{rms} = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = \frac{300}{\sqrt{2}}$ Volt

$I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{6}{\sqrt{2}}$ A

$\because Z = \frac{E_{rms}}{I_{rms}} = \frac{\overset{50}{\cancel{300}}}{\cancel{\sqrt{2}}} \times \frac{\cancel{\sqrt{2}}}{\cancel{6}}$

$Z = 50\Omega$

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

$= (50)^2 - (40)^2$

$(X_L - X_C)^2 = 2500 - 1600 = 900$
$X_L - X_C = 30\Omega$

कलान्तर

$\tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{3\cancel{0}}{4\cancel{0}}$

$\tan\theta = \frac{3}{4}$

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)$

A.Q.B. $V = 60V$, $P = 10W$
$E = 100$ Volt, $L = ?$
$f = 60Hz$

Sol'' $P = VI$ से

$I = \frac{P}{V} = \frac{1\cancel{0}}{6\cancel{0}}$

$I = \frac{1}{6}$ A

बल्ब का प्रतिरोध,

$P = I^2 R$ से

$R = \frac{P}{I^2} = \frac{10}{\left(\frac{1}{6}\right)^2}$

$R = \frac{10}{\frac{1}{36}} = \Omega$

R-L परिपथ के लिए

$Z = \frac{E_{rms}}{I_{rms}} = \frac{100}{\frac{1}{6}}$

$Z = \frac{100}{0.16} = \Omega$

Date
Page

$\because Z^2 = R^2 + X_L^2$ से

$\therefore X_L^2 = Z^2 - R^2$

$\because X_L = 2\pi f L$

$2\pi f L = \sqrt{Z^2 - R^2}$

$L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{2\pi f}$

$L =$

* अर्द्ध शक्ति बिंदु –

जब L-C-R परिपथ में अनुनाद कि अवस्था में I व f के मध्य ग्राफ खिंचा जाता है तो इस ग्राफ में स्थित वह बिंदु जिनपर शक्ति का मान अपने अधिकतम मान का आधा या धारा का मान अपने अधिकतम मान का $\frac{1}{\sqrt{2}}$ गुना होता है। इन बिंदुओं को ही अर्द्ध शक्ति बिंदु कहा जाता है।

अर्द्ध शक्ति बिंदुओं के लिए –

$$P = \frac{P_{max}}{2}$$

or

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

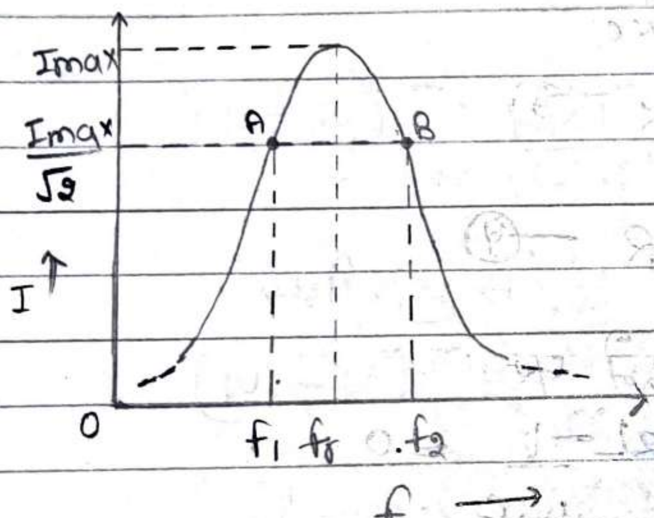
Date
Page

* बैंड चौड़ाई –

अर्द्ध शक्ति बिंदुओ के संगत आवृत्तियो के अंतर को ही बैंड चौड़ाई कहा जाता है। इसका मान –

$$f_2 - f_1 = \frac{R}{2\pi L}$$

* बैंड चौड़ाई के सुत्र कि व्युत्पत्ति –



अर्द्धशक्ति बिंदुओ के लिए –

$$P = \frac{P_{max}}{2}$$

or

$$I = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} \quad \text{---(1)}$$

समी. (1) में प्रतिबाधा का गुणा व भाग करने पर

$$\frac{IZ}{Z} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} \times \frac{R}{R}$$

$\because V = IR$ से

$$\frac{E_0 L - C \div R}{Z} = \frac{E_0 L - C - R}{\sqrt{2}\, R}$$

तुलना करने पर

$$Z = \sqrt{2}\, R \quad \text{---(2)}$$

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

समी० (2) से

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

वर्ग करने पर

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

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

वर्ग मूल लेने पर

$$X_L - X_C = \pm R$$ से

$$\because X_L = \omega L, \quad X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$\omega_1 L - \frac{1}{\omega_1 C} = -R \quad \text{—— (3)}$$

$$\omega_2 L - \frac{1}{\omega_2 C} = +R \quad \text{—— (4)}$$

~~समी.~~ (3) व (4) को जोड़ने पर

$$\omega_1 L - \frac{1}{\omega_1 C} + \omega_2 L - \frac{1}{\omega_2 C} = 0$$

$$L(\omega_1 + \omega_2) - \frac{1}{C}\left(\frac{1}{\omega_1} + \frac{1}{\omega_2}\right) = 0$$

$$L(\omega_1 + \omega_2) - \frac{1}{C}\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{\omega_1 \omega_2}\right) = 0$$

$$(\omega_1 + \omega_2)\left[L - \frac{1}{C}\left(\frac{1}{\omega_1 \omega_2}\right)\right] = 0$$

$$L - \frac{1}{C}\left(\frac{1}{\omega_1 \omega_2}\right) = 0$$

$$L = \frac{1}{C}\left(\frac{1}{\omega_1 \omega_2}\right)$$

$$\frac{1}{\omega_1 \omega_2} = LC \quad \text{—— (5)}$$

Date
Page

समी० (4) में से (3) को ~~जोड़ने~~ घटाने पर -

$$\omega_2 L - \frac{1}{\omega_2 C} - \omega_1 L + \frac{1}{\omega_1 C} = 2R$$

$$L(\omega_2 - \omega_1) + \frac{1}{C}\left(\frac{1}{\omega_1} - \frac{1}{\omega_2}\right) = 2R$$

$$L(\omega_2 - \omega_1) + \frac{1}{C}\left(\frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_1 \omega_2}\right) = 2R$$

$$(\omega_2 - \omega_1)\left[L + \frac{1}{C}\left(\frac{1}{\omega_1 \omega_2}\right)\right] = 2R$$

समी० (5) से

$$(\omega_2 - \omega_1)\left[L + \frac{1}{\cancel{C}} \times L\cancel{C}\right] = 2R$$

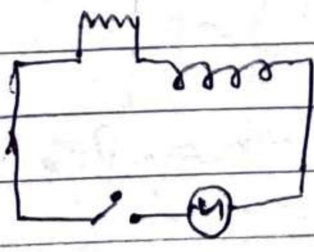
$$(\omega_2 - \omega_1) \times \cancel{2}L = \cancel{2}R$$

$\because \omega = 2\pi f$ से

$$(2\pi f_2 - 2\pi f_1)L = R$$

$$(f_2 - f_1) \times 2\pi L = R$$

$$\boxed{f_2 - f_1 = \frac{R}{2\pi L}}$$

Q. 

यदि प्रदर्शित चित्र में कुंजी को दबा दिया जाए तो कुछ समय पश्चात् लोहे कि छड़ को कुण्डली के समीप लाने पर बल्ब की चमक पर क्या प्रभाव पड़ता है।

Ans. इस स्थिती में लौहे कि छड़ को कुण्डली के समीप लाने पर स्वप्रेरण गुणांक का मान बढ़ने से X_L का मान भी बढ़ जाता है। जिसके कारण परिपथ में प्रतिघात का मान बढ़ने से धारा के मान में ~~कमी~~ कमी होने लगती है, और बल्ब कि चमक घट जाता है।

$$L = \mu_0 n^2 A l$$

लौहे कि छड़ लाने पर

$$L = \mu n^2 A l$$

$$L = \mu_r \mu_0 n^2 A l \quad (L \propto \mu_r)$$

$$X_L = 2\pi f l \text{ से } (X_L \propto L)$$

* विशेषता गुणांक / गुणवत्ता कारक -

अनुनादी आवृत्ति तथा बैण्ड चौड़ाई के अनुपात को ही विशेषता गुणांक कहा जाता है। तथा विशेषता गुणांक अनुनाद कि तीक्ष्णता का मापक होता है। अनुनाद जितना अधिक तीक्ष्ण होता है विशेषता गुणांक का मान भी उतना ही अधिकप्राप्त होता है।

$$Q = \frac{f_r}{f_2 - f_1} \quad \text{--- (1)}$$

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

$$\because f_2 - f_1 = \frac{R}{2\pi L}$$

समी॰ (1) से

$$Q = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \times \frac{2\pi L}{R}$$

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

$$\boxed{Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}} \longrightarrow (2)$$

Notes:- $Q = \frac{f_r}{f_2 - f_1}$ से

$$\because f_2 - f_1 = \frac{R}{2\pi L}$$

$$Q = \frac{f_r}{R} \times 2\pi L$$

$$Q = \frac{2\pi f_r L}{R}$$

$$\because 2\pi f_r = \omega$$

$$Q = \frac{\omega L}{R}$$

$$\because \omega L = X_L$$

$$Q = \frac{X_L}{R}$$

अनुनाद की स्थिति में

$$\because X_L = X_C$$

$$\boxed{Q = \frac{X_L}{R} = \frac{X_C}{R}} \longrightarrow (3)$$

समी. (3) को I_0 से गुणा व भाग करने पर

$$Q = \frac{I_0 X_L}{I_0 R} = \frac{I_0 X_C}{I_0 R}$$

$$\boxed{Q = \frac{E_{0L}}{E_{0R}} = \frac{E_{0C}}{E_{0R}}} \longrightarrow (4)$$

Date ____
Page ____

यदि E_{0L} Or $E_{0C} > E_{0R}$

$\boxed{Q > 1}$

इस स्थिती में विशेषता गुणांक का उपयोग वोल्टता प्रवर्धन में भी किया जाता है।

* ट्युनिंग -
विभिन्न आवृत्ति के संकेतो मे से इच्छित आवृत्ति के संकेतो को प्राप्त करने कि प्रक्रिया को ही ट्युनिंग कहा जाता है।
ट्युनिंग का उपयोग विभिन्न प्रकार के संचार के साधनो जैसे - रेडियो, T.V., आदि में किया जाता है।

रेडियो मे एक L-C परिपथ जुड़ा होता है तथा इस पर एक एंटीना लगा होता है ये एंटीना वायुमण्डल में विकिरित विभिन्न आवृत्ति के संकेतो को ग्रहण करके L-C परिपथ तक पहुंचाता है तथा L-C परिपथ इस स्थिती में अनुनादी परिपथ कि भाँति व्यवहार करता है। जिसके कारण ये केवल उन्ही संकेतो को ग्रहण कर पाता है जिनकी आवृत्ति अनुनादी आवृत्ति के बराबर होती है क्योंकि इस स्थिती में प्रतिबाधा का मान न्यूनतम होने के कारण धारा का मान अधिकतम होता है जिसके कारण केवल वोयही संकेत सुनाई देते है शेष नही।

* विभिन्न A.C. परिपथो में औसत शक्ति क्षय -

$$P_{av} = \frac{\int_0^T P \cdot dt}{T} \quad \text{--- (1)}$$

विभिन्न A.C. परिपथो मे –

$$P = EI$$

$$P = (E_0 \sin\omega t)[I_0 \sin(\omega t \pm \theta)]$$

$$P = (E_0 \sin\omega t)[I_0(\sin\omega t \cos\theta \pm \cos\omega t \sin\theta)]$$

$$P = (E_0 \sin\omega t)[I_0 \sin\omega t \cos\theta \pm I_0 \cos\omega t \sin\theta]$$

$$P = E_0 I_0 \sin^2\omega t \cos\theta \pm E_0 I_0 \sin\omega t \cos\omega t \sin\theta$$

समी. ① से

$$P_{av} = \frac{\int_0^T E_0 I_0 \sin^2\omega t \cos\theta \pm E_0 I_0 \sin\omega t \cos\omega t \sin\theta \cdot dt}{T}$$

$$P_{av} = \int_0^T \frac{E_0 I_0 \sin^2\omega t \cos\theta \cdot dt}{T} \pm \int_0^T \frac{E_0 I_0 \sin\omega t \cos\omega t \sin\theta \cdot dt}{T}$$

$$P_{av} = \frac{E_0 I_0 \cos\theta}{T}\int_0^T \sin^2\omega t \cdot dt \pm \frac{E_0 I_0 \sin\theta}{T}\int_0^T \frac{2\sin\omega t \cos\omega t}{2} \cdot dt$$

$$P_{av} = \frac{E_0 I_0 \cos\theta}{T}\int_0^T \sin^2\omega t \cdot dt \pm \frac{E_0 I_0 \sin\theta}{2T}\int_0^T \sin 2\omega t \, dt$$

$$\because \int_0^T \sin^2\omega t \cdot dt = \frac{T}{2}$$

$$\because \int_0^T \sin 2\omega t \cdot dt = 0$$

कार्यकारी धारा   कार्यहीन धारा

$$P_{av} = \frac{E_0 I_0 \cos\theta}{\cancel{T}} \times \frac{\cancel{T}}{2} + \frac{E_0 I_0 \sin\theta}{2T} \times 0$$

$$P_{av} = \frac{E_0 I_0 \cos\theta}{2}$$

$$P_{av} = \frac{E_0}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_0}{\sqrt{2}} \cos\theta$$

$$\because \frac{E_0}{\sqrt{2}} = E_{rms}, \quad \frac{I_0}{\sqrt{2}} = I_{rms}$$

Date ______
Page ______

$$\boxed{P_{av} = E_{rms} \cdot I_{rms} \cos\theta}$$

$\because E_{rms} I_{rms} = P_{rms}$

$$\boxed{P_{av} = P_{rms} \cos\theta}$$

$$\boxed{\cos\theta = \frac{P_{av}}{P_{rms}} = \frac{P_{\text{औसत}}}{P_{\text{आभासी}}}}$$

शक्ति गुणांक

* शक्ति गुणांक –
औसत शक्ति तथा आभासी शक्ति के अनुपात को ही शक्ति गुणांक कहा जाता है तथा इसका मान –

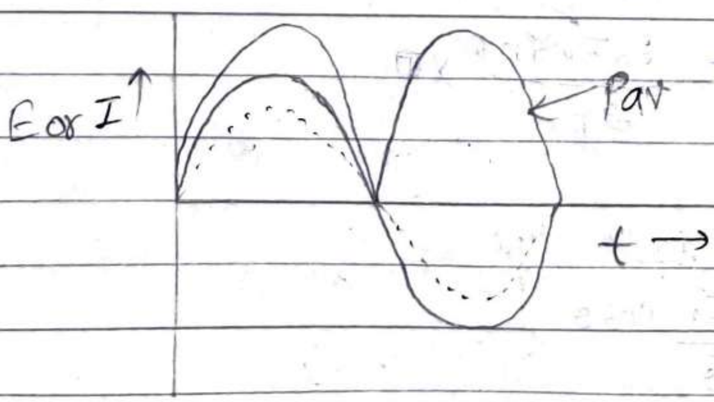
$$\cos\theta = \frac{P_{av}}{P_{\text{आभासी}}}$$

* विभिन्न A.C. परिपथों में शक्ति गुणांक तथा औसत शक्ति क्षय आरेख –

1. शुद्ध R परिपथ में –

$\because \theta = 0^\circ$

$$\boxed{\cos 0^\circ = 1}$$



$$\boxed{P_{av} = I^2_{rms} R}$$

शुद्ध R परिपथ में धारा व वोल्टता समान कला में होती है जिसके कारण शक्ति गुणांक का मान अधिकतम तथा औसत शक्ति क्षय भी अधिकतम प्राप्त होती है।

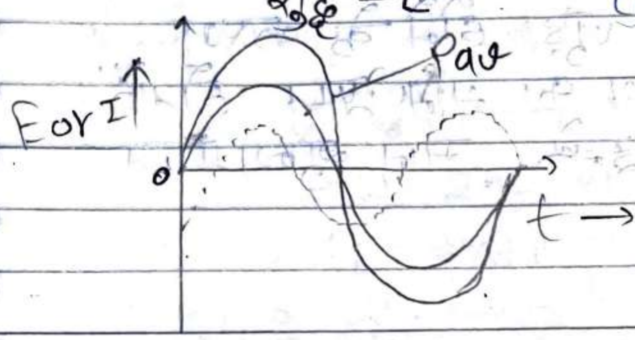
2. शुद्ध L तथा शुद्ध C परिपथ के लिए -

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

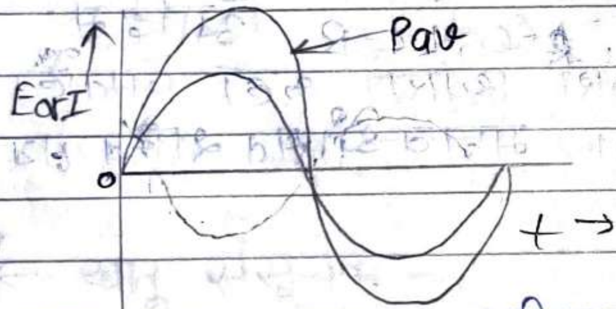
शुद्ध - L

$\cos(\pm \frac{\pi}{2}) = 0$

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



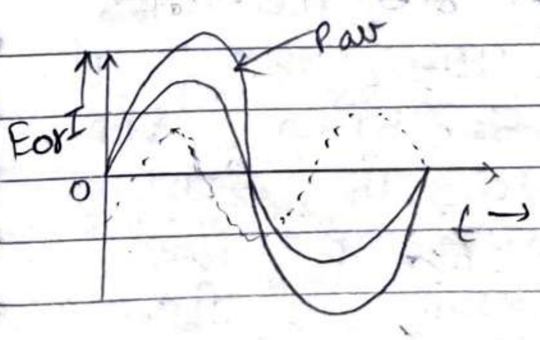
शुद्ध - C

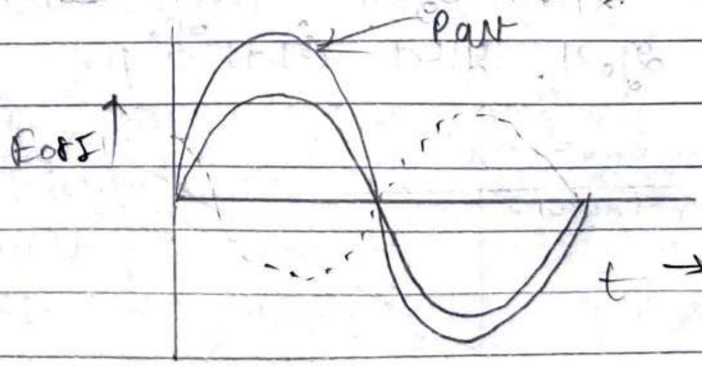


$\boxed{P_{av} = 0}$

शुद्ध-L तथा शुद्ध-C परिपथ में धारा व वोल्टता के मध्य $\frac{\pi}{2}$ कलान्तर होता है जिसके कारण शक्ति गुणांक तथा औसत शक्ति क्षय का मान शून्य होता है।

3. R-L, R-C प्रत्यावर्ती परिपथों के लिए -





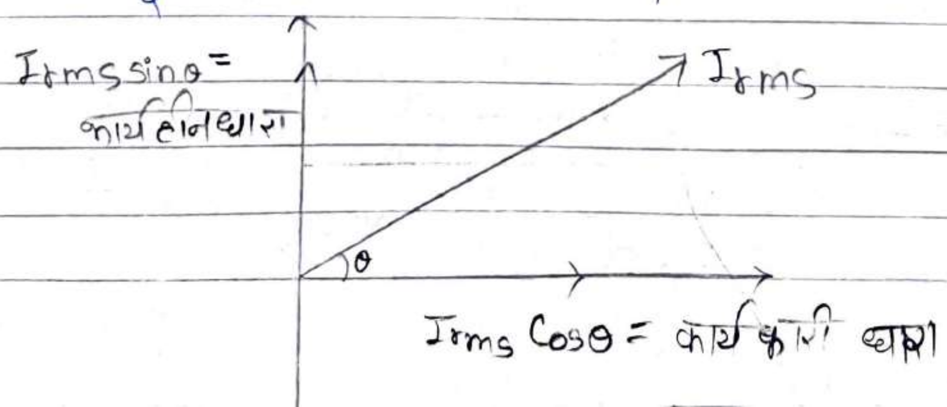
Date
Page

इन प्रत्यावर्ती परिपथों में R के जुड़ा होने के कारण शक्ति गुणांक तथा औसत शक्ति क्षय का मान प्राप्त होता है लेकिन L व C का मान इनके कारण शुन्य प्राप्त होता है।

4. L·C·R परिपथ के लिए –
L-C-R परिपथ मे R के जुड़ा होने के कारण शक्ति गुणांक तथा औसत शक्ति क्षय का मान प्राप्त होता हैं। लेकिन L व C के कारण इनके मान शुन्य प्राप्त होते हैं।

* कार्यकारी धारा –
वे प्रत्यावर्ती परिपथ जिनमे प्रतिरोध R जुड़ा होता है जैसे – शुद्ध R, R-L, R-C, L-C-R आदि में प्रवाहित धारा को ही कार्यकारी धारा कहा जाता है। तथा इनमे शक्ति गुणांक का मान व औसत शक्ति क्षय का मान प्राप्त होता हैं।

* कार्यहीन धारा – (वाटहीन धारा) –
वे प्रत्यावर्ती परिपथ जिनमे प्रतिरोध R नही जुड़ा होता है। जैसे शुद्ध L, शुद्ध C, L-C आदि मे प्रवाहित धारा को ही कार्यहीन धारा कहा जाता है। क्योंकि इन प्रत्यावर्ती परिपथों मे शक्ति गुणांक तथा औसत शक्ति क्षय का मान शून्य प्राप्त होता हैं।



* चौक कुण्डली -

वह कुण्डली जिसका प्रेरकत्व उच्च तथा प्रतिरोध निम्न होता है। उसे चौक कुण्डली कहा जाता है तथा इस कुण्डली का उपयोग प्रत्यावर्ती धारा को नियंत्रित करने में किया जाता है। तथा इसे विभिन्न प्रकार के वि० उपकरणों जैसे - रेडियो, T.V., फ्रिज तथा मोटर वाहनों में काम में लिया जाता है।

$X_L = \omega L$ — (1)

$\because \omega = 2\pi f$ से

$X_L = 2\pi f L$ — (2)

A.C. के लिए	D.C. के लिए
$\because f > 0$	$\because f = 0$
समी० (2) से	समी० (2) से
$\boxed{X_L > 0}$	$\boxed{X_L = 0}$

* धातु संसूचक -

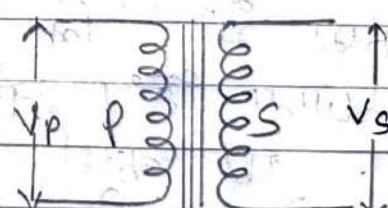
वह युक्ति या उपकरण जो धातुओं का पता लगाने में काम में लि जाती है उसे धातु संसूचक कहा जाता है। तथा धातु संसूचक अनुनाद के सिद्धान्त पर कार्य करता है अर्थात ये अनुनादी परिपथ के भांति व्यवहार करता है जिसके कारण इस स्थिती में प्रतिबांधा का मान न्यूनतम होने के कारण धारा का मान अधिकतम होता है जब कोई व्यक्ति इसमें से धातु का टुकड़ा लेकर गुजरता है तो इसकी प्रतिबाधा के मान में वृद्धि होने के कारण धारा के मान में कमी हो जाती है जिसके कारण ये आवाज करना प्रारम्भ कर देता है।

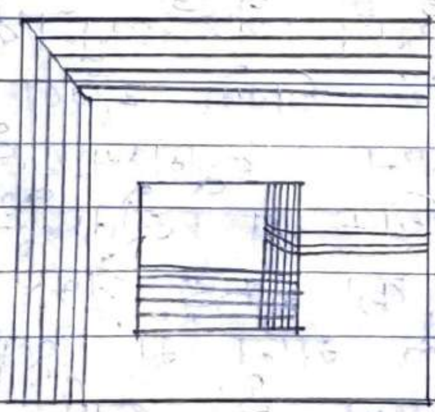
* ट्रांसफॉर्मर –
वह युक्ति या उपकरण जो वि॰ परिपथ में प्रत्यावर्ती वोल्टता तथा धारा को नियंत्रित करने के काम में लि जाती हैं इसी ट्रांसफार्मर कहा जाता हैं।

* सिद्धान्त –
यह अन्योन्य प्रेरण के सिद्धान्त पर आधारित होता हैं

* बनावट –
ट्रांसफॉर्मर में एक आयताकार नर्म लौहे कि क्रोड पर दो ताँबे की कुण्डलीयो को दो प्रकर से लपेटा जाता हैं।
पहले प्रकार में क्रोड कि दोनो अलग-2 भुजाओं पर दो ताँबे कि कुण्डलीयों को लपेट दिया जाता हैं जबकि दूसरे प्रकार में क्रोड कि एक ही भुजा पर दोनों ताँबे की कुण्डलीयों को एक के ऊपर एक लपेट दिया जाता है।

P.No. 241
10.42





(प्रत्यावर्तीधारा)

Note:- 1. ट्रांसफार्मर में जिस कुण्डली में परिवर्तित मान कि धारा प्रवाहित कि जाती है उसे प्राथमिक कुण्डली कहा जाता है तथा जिस कुण्डली में प्रेरित emf उत्पन्न होता है उसे द्वितीयक कुण्डली कहा जाता है।

कार्यविधि ⇒

जब ट्रांसफार्मर की प्राथमिक कुण्डली मे धारा प्रवाहित की जाती है तो द्वितीयक कुण्डली से सम्बधित फ्लक्स के मान मे परिवर्तन होता है जिसके कारण प्रेरित emf उत्पन्न होता है जो कुण्डली मे फेरो की संख्या पर निर्भर करता है यदि प्राथमिक कुण्डली मे फेरो की संख्या N_p व emf e_p है तथा द्वितीय कुण्डली मे यह मान क्रमश N_s व emf, e_s हो तो तथा ट्रांसफॉर्मर मे कोई बाधा ऊर्जा स्रोत न जुड़ा होतो

→ फैराडे के द्वितीय नियम से

$$e = -N \cdot \frac{d\phi}{dt}$$ से,

(i) प्राथमिक कुण्डली के लिए

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

यदि ट्रांसफार्मर ~~आदर्श~~ आदर्श हो तो

$$E_p \cong V_p$$

समी 01 से

$$V_p = -N_p \cdot \frac{d\phi}{dt} \quad \text{---} (2)$$

(ii) द्वितीयक कुण्डली के लिए—

$$E_s = -N_s \cdot \frac{d\phi}{dt} \quad \text{---} (3)$$

Date ______
Page ______

यदि ट्रांसफॉर्मर ~~आदिश~~ आदर्श हो। तो

$$E_s \cong V_s$$

समी० ③ से

$$V_s = -N_s \cdot \frac{d\phi}{dt} \quad \text{—— (4)}$$

समी० ② ÷ ④ से

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{-N_p \cdot d\phi/dt}{-N_s \cdot d\phi/dt}$$

$$\boxed{\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}} \quad \text{—— (5)}$$

→ यदि ट्रांसफॉर्मर ~~आदिश~~ आदर्श हो। तो

निवेशी शक्ति = निर्गत शक्ति

$$P_i = P_o$$

$$\because P = VI$$

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$\boxed{\frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p}} \quad \text{—— (6)}$$

समी० ⑤ व ⑥ से

$$\boxed{\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}}$$

Cas-I यदि $N_p > N_s$ हो। तो

$$V_p > V_s$$

$$I_p < I_s$$

अतः इससे स्पष्ट होता है कि यदि प्राथमिक कुण्डली मे फेरो की संख्या अधिक होती है तो प्राथमिक कुण्डली की वोल्टता भी अधिक होती है अर्थात निवेशी वोल्टता अधिक व निर्गत वोल्टता कम होती है इस प्रकार के ट्रांसफॉर्मर को ~~अपचायी~~ अपचायी ट्रांसफॉर्मर कहते हैं।

Case-II यदि $N_s > N_P$ हो। तो

$V_s > V_P$

$I_P > I_s$

अतः इससे स्पष्ट होता है कि यदि द्वितीय कुण्डली मे फेरो की संख्या अधिक होती है तो द्वितीय कुण्डली की वोल्टता का मान भी अधिक होता है। अर्थात निर्गत वोल्टता, निवेशी वोल्टता की तुलना मे अधिक होती है इस कारण इस प्रकार के ट्रांसफार्मर को उच्चायी ट्रांसफॉर्मर कहते है

⇒ **ट्रांसफॉर्मर की दक्षता :-** निर्गत शक्ति तथा निवेशी शक्ति के अनुपात को ही ट्रांसफॉर्मर की दक्षता कहा जाता है इसका मान—

$$\boxed{\eta = \frac{P_o}{P_i} \times 100\%}$$

⇒ **ट्रांसफॉर्मर मे होने वाली ऊर्जा हानि के कारण व निवारण :-**

(I) **फ्लक्स क्षरण के द्वारा होने वाली ऊर्जा हानि :-** यदि ट्रांसफॉर्मर की ~~क्रोड~~ क्रोड की डिजाइनिंग को सही नही बनाया गया हो तो या ट्रांसफॉर्मर की क्रोड मे वायु माध्यम उपस्थित हो जाए तो इस प्रकार की ऊर्जा हानि उत्पन्न हो जाती है।

→ निवारण :- इस ऊर्जा हानि को कम करने के लिए ट्रांसफॉर्मर की क्रोड की डिजाइनिंग को सही बनाना चाहिए तथा वायु माध्यम अधिक न हो इसके लिए दोनों कुण्डलीयों को एक के ऊपर एक लपेटना चाहिए।

(II) प्रतिरोध के द्वारा होने वाली ऊर्जा हानि या ताम्र हानि :
ताँबे की कुण्डली के प्रतिरोध के कारण यह ऊर्जा हानि उत्पन्न होती है तथा इस ऊर्जा हानि का मान $P = I^2R$ होता है।

→ निवारण → इस ऊर्जा हानि को कम करने के लिए ताँबे के तार को थोड़ा मोटा लिया जाता है जिसके कारण $R \propto \frac{1}{A}$ होने से प्रतिरोध का मान घट जाता है जिससे ऊर्जा हानि कम हो जाती है।

(III) भँवर धारा के कारण होने वाली ऊर्जा हानि →
जब ट्रांसफॉर्मर की प्रारम्भिक कुण्डली में प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित की जाती है तो द्वितीय से सम्बधित चुम्बकीय फ्लक्स के मान में परिवर्तन से भँवर धारा उत्पन्न होती है तथा इन धारा के कारण ही ट्रांसफॉर्मर में ऊर्जा हानि प्रेरित होती है।

निवारण :- इस ऊर्जा हानि को कम करने के लिए ट्रांसफॉर्मर की क्रोड को पटलित बनाया जाता है जिसके कारण A कम होने से प्रतिरोध का मान बढ़ जाता है और भँवर धारा की उत्पत्ति घट जाती है जिससे ऊर्जा हानि कम हो जाती है।

(IV) शैथिल्य ऊर्जा हानि :- प्रत्यावर्ती धारा अपने एक पूर्ण चक्कर में 2 बार अधिकतम व 2 बार न्यूनतम होती है अर्थात् चुम्बकन, वि चुम्बकन की प्रक्रिया होती है इस स्थिति में होने वाली ऊर्जा हानि को ही शैथिल्य ऊर्जा हानि कहा जाता है।

Date
Page

निवारण :- इस ऊर्जा हानि को कम करने के लिए ट्रांसफार्मर की क्रोड को कच्चे लोहे या नर्म लोहे से बनाते है क्योंकि कच्चे लोहे के शैथिल्य वक्र का क्षे० इस्पात की तुलना में कम होती है जिसके कारण इसकी शैथिल्य हानि कम होती है

⇒ प्रतिबाधा :- प्रत्यावर्ती परिपथ में धारा के मार्ग में उत्पन्न रुकावट या बाधा को ही प्रतिबाधा कहते है।

⇒ प्रतिरोध :- जब प्रत्यावर्ती परिपथ में धारा व वोल्टता समान कला में होती है तो धारा के मान में उत्पन्न रूकावट या बाधा को प्रतिरोध कहते है।

⇒ अधिकल्पित प्रवेश्यता ⇒ प्रत्यावर्ती परिपथ में प्रतिघात के व्युत्क्रम को ही आधिकल्पित प्रवेश्यता कहते हैं

अधिकल्पित प्रवेश्यता - $\frac{1}{X}$

→ मात्रक = Ω^{-1} , म्हो।

⇒ प्रवेश्यता ⇒ प्रतिबाधा के व्युत्क्रम को ही प्रवेश्यता कहते है

प्रवेश्यता = $\frac{1}{Z}$

→ मात्रक = Ω^{-1} or म्हो

Ex→10.22 $L = 0.5\,cm$, $C = 8\,\mu F$

Sol. आधिकतम धारा के लिए

$$X_L = X_C$$

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

Date
Page

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{0.5 \times 8 \times 10^{-6}}}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{4 \times 10^{-6}}} = 500 \text{ rad/sec}$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{500}{2\pi} \text{ Hz}$$

Ex→ 10.23 $L = 0.1 m,\ C = 200 \mu F$
$R = 20 \Omega$

Sol. अनुनाद अवस्था में

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

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{\frac{0.1}{10} \times 200 \times 10^{-6}}}$$

$$\omega = \frac{10^3}{\sqrt{20}} \text{ rad/sec}$$

प्रश्नानुसार

$L = 100 mH,\ C = ?$

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

$$\frac{10^3}{\sqrt{20}} = \frac{1}{\sqrt{100 \times C'}}$$

$$\frac{10^3}{\sqrt{20}} = \frac{1}{10\sqrt{C'}}$$ (वर्ग करने पर)

$$C' = \frac{\sqrt{20}}{10^3} = 0.2 \times 10^{-6} F$$

Date
Page

Ex→ 10.24 $d = 300\,m$, $c = 3.4\,\mu F$, $L = ?$

Sol $v = nd$

$$c' = \frac{v}{n}$$

$$n = \frac{v}{d} = \frac{1}{2\pi\sqrt{Lc}}$$

वर्ग करने पर

$$\frac{v^2}{d^2} = \frac{1}{4\pi^2 Lc}$$

$$L = \frac{1}{4\pi^2 c} \times \frac{c'^2}{v^2} =$$

Ex→10.26 $R = 100\,\Omega$, $L = 1\,mH$
$C = 1000\,\mu F$

अनुनादी आवृत्ति

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

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{10^{-3} \times 1000 \times 10^{-6}}}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi \times 10^{-3}} = \frac{10^3}{2\pi}\,Hz$$

बैंड चौ०

$$f_2 - f_1 = \frac{R}{2\pi L}$$

$$F_2 - F_1 = \frac{100}{2\pi \times 1 \times 10^{-3}} = \frac{10^5}{2\pi}\,Hz$$

Ex→10.28 $f_r = 600\,Hz$
$f_1 = 570\,Hz$, $F_2 = 620\,Hz$, $R = 3\,\Omega$

Sol. $f_2 - f_1 = 620 - 570$
$= 50\,Hz$

$$\because Q = \frac{f_r}{f_2 - f_1}$$

$$Q = \frac{600}{50} = 12$$

$$\because f_2 - f_1 = \frac{R}{2\pi L}$$

$$L = \frac{R}{2\pi(f_2 - f_1)} = \frac{3}{2\pi \times 50} = \frac{3}{100\pi}$$

$$L = \frac{3}{100\pi}\,H$$

Date
Page

10.30. $V = 100 \sin \omega t$ वोल्ट

$I = \sin(\omega t + \frac{\pi}{3})$ A

Sol" समी॰ की –

$E = E_0 \sin \omega t$

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

$E_0 = 100$ Volt, $I_0 = 1A$

$\phi = \frac{\pi}{3}$

i) शक्ति गुणांक –

$\cos\phi = \cos\frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}$

ii) औसत शक्ति –

$P_{av} = P_{rms} \cdot \cos\phi$ से

$P_{av} = E_{rms} I_{rms} \cos\phi$

$P_{av} = \frac{E_0}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_0}{\sqrt{2}} \cos\phi$

$P_{av} = \frac{100}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{2}$

$P_{av} = \frac{100}{4} = 25$ Watt

वाटहीन धारा =

$= I_{rms} \sin\phi$

$= \frac{I_0}{\sqrt{2}} \sin\frac{\pi}{3}$

$= \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}$ A.

10.31 $I_p = 1A$, $P_i = 4$ kW

$V_s = 400$ Volt, $N_p = 100$

$N_s = ?$

Sol" $P_i = 4$ kW

$V_p I_p = 4 \times 10^3$

$V_p = \frac{4 \times 10^3}{1}$

$V_p = 4000$ Volt

$\because \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$ से

$\frac{\cancel{4000}^{10}}{\cancel{400}} = \frac{100}{N_s}$

$N_s = \frac{10\cancel{0}}{1\cancel{0}} = 10$

10.32. $R = 20\Omega$, $P = 6.6$ kW

$V_1 = 22000$ Volt, $V_2 = 220$ V

Sol" case-I के लिए –

$V_1 = 22000$ Volt

$\because P = VI$ से

$I = \frac{P}{V} = \frac{6.6 \times 10^3}{22000}$

$I = \frac{66}{220} = 0.3$ A

अतः शक्ति हानि –

$P = I^2 R$ से

$P = (0.3)^2 \times 20 =$

वोल्टता पतन -

$V = IR$ से

$V = 0.3 \times 20 =$

case II. के लिए

$P = VI$ से

$I = \frac{P}{V} = \frac{\cancel{6.6} \times 10^3}{\cancel{220}}$

$A = 30\,A$

शक्तिहानि :-

$P = I^2 R$ से -

$P = (30)^2 \times 20 =$

वोल्टता पतन

$V = IR$

$V = 30 \times 20$

$V =$

objective.

12. $C = 1\mu F$ व $L = 1\mu H$

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

obj

$f = \frac{1}{2\pi \times \sqrt{1 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}}$

$f = \frac{10^6}{2\pi}$ Hz

अति. 1. $E = 200\sqrt{2} \sin 100\pi t$

Sol^n $E_0 = 200\sqrt{2}$ Volt, $\omega = 100\pi$

$E_{rms} = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = \frac{200\cancel{\sqrt{2}}}{\cancel{\sqrt{2}}} = 200$ Volt

$\because \omega = 2\pi f$

$\cancel{100}\cancel{\pi} = \cancel{2}\cancel{\pi} f$

50

$f = 50\,Hz$

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

$E = E_0 \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$

4. $E = 20 \sin 314 t$

तुलना करने पर

$\omega = 314$

$2\pi f = 314$

$f = \frac{\cancel{314}}{\cancel{2 \times 3.14}} \times \cancel{100}^{50}$

$f = 50\,Hz$

6. $L = 0.1H$, $f = 50Hz$

$X_L = 2\pi f L$ से

$X_L = 2 \times 3.14 \times 50 \times 0.1$

$X_L =$

$X_L = X_C$

Date ____
Page ____

अदृ.

$2\pi f L = \frac{1}{2\pi f_C}$

अयुo. Q.5. $R = 6\Omega, Z = 10\Omega$

$\because Z^2 = R^2 + X_L^2$

$X_L^2 = Z^2 - R^2$

$X_L^2 = 100 - 36 = 64$

$X_L = 8\Omega$

$Z = \sqrt{100 + \left(2\cancel{\pi} \times \frac{3\cancel{0}}{\cancel{\pi}} \times \frac{0.4}{1\cancel{0}}\right)^2}$

$Z = \sqrt{100 + 576}$

$= \sqrt{676}$

$= 26\Omega$

$I_{rms} = \frac{E_{rms}}{Z}$

$I_{rms} = \frac{\cancel{6.5}}{\cancel{26}} \times \frac{\cancel{1}}{\cancel{10}}$

$I_{rms} = \frac{1}{4} A$

$P_{av} = P_{rms} \cos\theta$

$P_{av} = E_{rms} I_{rms} \cos\theta$

$P_{av} = E_{rms} \cdot I_{rms} \cdot \frac{R}{Z}$

9. $\cos\theta = \frac{R}{Z} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$

$\cos\theta = \frac{R}{\sqrt{R^2 + R^2}} = \frac{\cancel{R}}{\cancel{R}\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

आंकिक Q.

7. $R = 100\Omega, L = 0.4H, E_{rms} = 6.5V$

$f = \frac{30}{\pi} Hz$

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

$Z = \sqrt{R^2 + (2\pi f L)^2}$

$Z = \sqrt{R^2 + (2\pi f L)^2}$

Q. 9. $E_{rms} = 120V, f = 60Hz$

$L = 200mH, C = 40\mu F, R = 20\Omega$

Sol'' X_L or $X_C = ?$, $Z = ?$

$\cos\theta = ?$, $P_{av} = ?$

$X_L = 2\pi f L$ से

$X_L = 2 \times 3.14 \times 60 \times \cancel{200} \times 10^{-3}$

$X_L = 2 \times 3.14 \times 12 =$

धारितीय प्रतिघात -

$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$ से

$X_C = \frac{\cancel{10^4}\ 1}{2 \times 3.14 \times 60 \times 40 \times 10^{-6}}$

$X_C = \frac{10^4}{2 \times 3.14 \times 24} =$

प्रतिबाधा

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

$Z =$

शक्ति गुणांक

$\cos\theta = \frac{R}{Z}$ से

$\cos\theta =$

$P_{av} = P_{rms} \cos\theta$

$P_{av} = E_{rms} I_{rms} \cos\theta$

$P_{av} = E_{rms} \left(\frac{E_{rms}}{Z}\right) \cos\theta$

$P_{av} =$

Q. 10. $L = 0.1H$, $C = 20\mu F$

$R = 10\Omega$

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

$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{0.1}{10} \times \cancel{20} \times 10^{-6}}}$

$f_r = \frac{1}{2\pi \times 10^{-3} \times \sqrt{2}}$

$f_r = \frac{10^3}{2\sqrt{2}\pi}$ Hz

Page

A. Q. 11 $L = 10\,mH$, $R = 3\,\Omega$

$C = 1\,\mu F$, $E = 15\cos\omega t$ Volt

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

$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{1\times10^{-6}\times10\times10^{-3}}}$

$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{10^{-8}}} = \frac{10^4}{2\pi}\,Hz$

f_r का 10%

$= \frac{10^4}{2\pi}\times\frac{10}{100}\,Hz$

$= \frac{10^3}{2\pi}\,Hz$

$f = \frac{10^4}{2\pi} - \frac{10^3}{2\pi}$

$= \frac{10^3}{2\pi}(10-1)$

$= \frac{9\times10^3}{2\pi}\,Hz$

$\because X_L = 2\pi f L$ से

$X_L = \cancel{2\pi}\times\frac{9000}{\cancel{2\pi}}\times10\times10^{-3}$

$X_L = 90\,\Omega$

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

$X_C = \frac{1}{\cancel{2\pi}\times\frac{9000}{\cancel{2\pi}}\times1\times10^{-6}}$

$X_C = \frac{10^3}{9}\,\Omega$

अतः प्रतिबाधा है।

$Z = \sqrt{R^2+(X_L-X_C)^2}$ से

$Z =$

$\because I_0$ का E_0 L-C-R

$I_0 = \frac{15}{Z} =$

Q. 12

$L = 200\,mH$, $C = 500\,\mu F$

$R = 100\,\Omega$, $E_{rms} = 100\,V$

Sol" शक्ति गुणांक 1 होने पर

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

$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{2000\times10^{-3}\times500\times10^{-6}}}$

$f_r =$

(iii) $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$ से

$Q = \frac{1}{100}\sqrt{\frac{200\times10^{-3}}{500\times10^{-6}}}$

$Q = \frac{1}{100}\sqrt{\frac{2000}{5}}$

$Q = \frac{1}{100}\times20 = \frac{1}{5}$

A.Q.
13 $f_1 = 60 Hz, \cos\theta_1 = 0.707 = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$f_2 = 120 Hz, \cos\theta_2 = ?$

Sol^n $\cos\theta = \frac{R}{Z}$

$\cos\theta = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}$

वर्ग करने पर

$\cos^2\theta_1 = \frac{R^2}{R^2+X_L^2}$

$\frac{1}{2} = \frac{R^2}{R^2+X_L^2}$

$R^2 + X_L^2 = 2R^2$

$X_L^2 = R^2$

$X_L = R \Rightarrow 2\pi f_1 L = R$

प्रश्नानुसार

$\cos\theta_2 = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_L'^2}}$

$\cos\theta_2 = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (2\pi f_2 L)^2}}$

$\cos\theta_2 = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (2\pi \times 2 f_1 L)^2}}$

$\cos\theta_2 = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (2R)^2}}$

$\cos\theta_2 = \frac{R}{\sqrt{R^2 + 4R^2}}$

$\cos\theta_2 = \frac{\cancel{R}}{\cancel{R}\sqrt{5}}$

$\therefore \cos\theta_2 = \frac{1}{\sqrt{5}}$

A.Q.14.

$E_{rms} = 230V, R = 40\Omega$

$L = 5H, C = 80\mu f$

Sol^n $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ से

$f_r =$

ii) परिपथ का प्रतिबाधा

$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ से

$\because Z = R = 40\Omega$

$\therefore$ शिखर मान

$I_0 = \frac{E_0}{Z}$ से

$I_0 = \frac{23\cancel{0}\sqrt{2}}{4\cancel{0}}$

$I_0 = \frac{23\sqrt{2}}{4}$ A.

Date
Page

(iii) वोल्टता का वर्ग माध्य मूल मान -
प्रतिरोध के सिरों पर
$V = IR$ से

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

L के लिए

$$E_L = I_{rms} X_L = \frac{I_0}{\sqrt{2}} X_L = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \times 2\pi f L$$

$E_L =$

C के सिरों पर

A.Q.
T50

$V_p = 2200$ volt, $V_s = 220V$
$N_p = 5000$, $\eta = 80\%$
$P_0 = 8$ KW $= 8 \times 10^3$ W

sol^n. $\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_p}{N_s}$ से

$N_s = N_p \times \frac{V_s}{V_p}$

$N_s = 500\cancel{0} \times \frac{22\cancel{0}}{220\cancel{0}}$

$N_s = 500$

$\because \eta = \frac{P_0}{P_i}$

$\frac{80}{100} = \frac{8 \times 10^3}{P_i}$

$P_i = \frac{\cancel{8} \times 10^3 \times 10\cancel{0}}{\cancel{8}\cancel{0}} = 10^4 W$

$\because P_i = V_p I_p$ से

$I_0 = \frac{P_i}{V_p} = \frac{10^4}{2200} = \frac{1}{22} \times 10^2$

$= \frac{100}{22}$ A

Date ______
Page ______

Q. 40 Ω प्रतिरोध के श्रेणीक्रम में एक 100 μF के संधारित्र को 110 V तथा 60 HZ आवृत्ति के प्रत्यावर्ती स्रोत से जोड़ा है तो परिपथ में अधिकतम धारा तथा शिखर धारा व शिखर वोल्टता के मध्य समय पश्चता का मान ज्ञात करो ?

Q. प्रेरक कुण्डली के प्राथमिक परिपथ में एक संधारित्र का उपयोग करते हैं क्यों ?

Q. A.C. मेन्स के साथ कार्य करने वाली ट्यूबलाइट में प्रयुक्त चोक कुण्डली की आवश्यकता क्यों होती है इसके स्थान पर सामान्य प्रतिरोध को क्यों काम में नही लिया जा सकता ?

Q. यदि एक परिपथ जिसमे 80 mH का प्रेरकत्व तथा 60 μF का एक संधारित्र श्रेणी क्रम में जुड़ा हैं जिसे 230 Volt तथा 50 Hz आवृत्ति के प्रत्यावर्ती स्रोत से जोड़ा गया है यदि परिपथ का प्रतिरोध नगण्य हैं तो

1. धारा का आयाम व rms मान निकालो
2. हर अवयव के सिरो पर विभव पतन के rms मान कि गणना करो ?