I WILL STUDY

इंटरमीडिएट करना अब हुआ आसान !

PHYSICS

अध्याय – 07

प्रत्यावर्ती धारा

हाय दोस्तो,

अगर आपने मेरा दोनो चैनल सब्सक्राइब नही किया है तो कर ले एक चैनल पर मैं गणित पढ़ता हूं और दूसरी चैनल पर हम भौतिकी, रसायन, जीव विज्ञान और अन्य ट0पिक के महत्वपूर्ण प्रश्न बताया जाता है। अगर आप आपको इस नोट्स में कोई दिक्कत होता है तो आप हमसे संपर्क कर सकते है और मुझे इंस्टाग्राम पर फ0लो भी कर सकते है।

[प्रत्यावर्ती धारा]

प्रत्यावर्ती धारा :— प्रत्यावर्ती वोल्टेज V के कारण परिपथ मे जो धारा प्रवाहित होती है वह निरन्तर शून्य व महत्तम मानो के बीच बदलती है रहती है। तथा कुण्डली के पहले आधे चक्र मे एक दिशा मे तथा दूसरे आधे चक्र मे विपरित दिशा मे प्रवाहित होती है। इस प्रकार के धारा को प्रत्यावर्ती धारा कहते है।

अथवा

ऐसे धारा को जिसका परिमाण और दिशा समय के साथ बदले तथा एक निश्चित समय के साथ उसी दिशा मे उसी परिमाण के साथ उसकी पुनरावृत्ती हो, प्रत्यावर्ती धारा कहते है।

किसी क्षण प्रत्यावर्ती धारा,

$$\boxed{i = i_0 \sin \omega t}$$

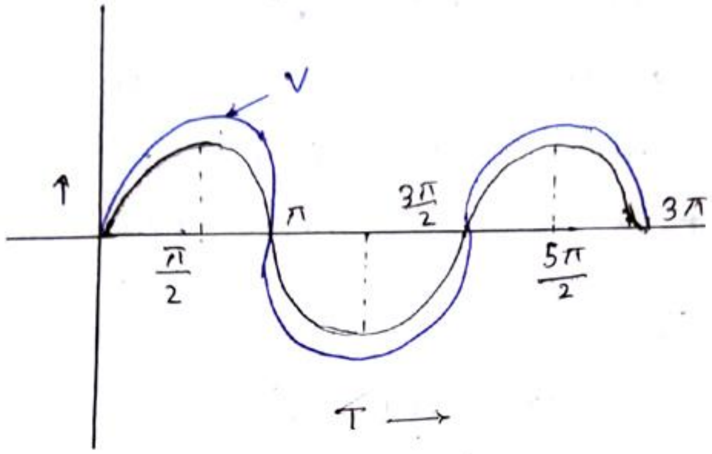
जहाँ i_0 धारा का महत्तम मान तथा ω कुण्डली का कोणीय चाल है।

प्रत्यावर्ती वोल्टेज :— ऐसे वोल्टेज जिसका परिमाण और दिशा समय के साथ बदले तथा एक निश्चित समय के पश्चात उसी दिशा मे उसी परिमाण के साथ उसकी पुनरावृत्ती हो, प्रत्यावर्ती वोल्टेज कहते है।

किसी क्षण प्रत्यावर्ती वोल्टेज,

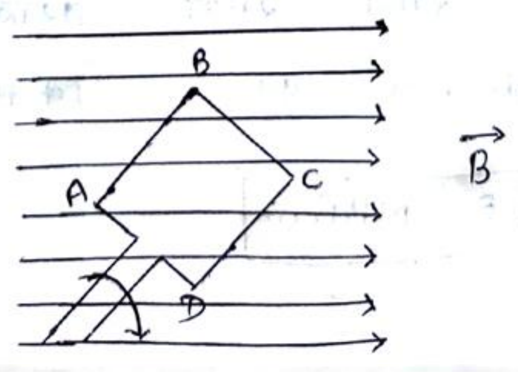
$$\boxed{V = V_0 \sin \omega t}$$

जहाँ V_0 धारा का महत्तम मान है।



चुम्बकीय क्षेत्र मे अक्ष के परित: घूमती कुण्डली के सिरो के बीच उत्पन्न विद्युतवाहक बल :-

जब किसी कुण्डली को एक शक्तिशाली चुम्बकीय क्षेत्र मे एक अक्ष के परित: तेजी से घुमाया जाता है तो कुण्डली मे से गुजरने वाली चुम्बकीय फ्लक्स रेखाओं की संख्या मे लगातार परिवर्तन होता रहता है। अत: कुण्डली मे एक विद्युत वाहक बल प्रेरित हो जाता है तथा वैद्युत धारा प्रवाहित होने लगती है। इस धारा की दिशा फ्लेमिंग के दाएँ हाथ के नियम के अनुसार होती है।



माना तार के N फेरो वाली एक कुण्डली ABCD एक बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B}$ मे अक्ष के लम्बवत् क्षैतिज अक्ष के परित: दक्षिणावर्त दिशा मे कोणीय वेग ω से घुमाई जा रही है। माना t सेकण्ड मे कुण्डली θ कोण घूम जाती है। यदि कुण्डली के तल का क्षेत्रफल A हो तब इस क्षण कुण्डली से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स,

$$\phi_B = BA\cos\theta$$

$$\phi_B = BA\cos\omega t.$$

प्रेरित विद्युत वाहक बल $e = -\frac{N\,d\phi_B}{dt}$

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

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

$$e = -NBA(-\omega\sin\omega t)$$

$$\boxed{e = NBA\omega\sin\omega t}$$

कुण्डली मे प्रेरित विद्युत वाहक बल e का मान समय t के साथ-साथ बराबर बदलता रहता है। $\sin\omega t$ का आधीकतम मान 1 होता है अत:

$$\boxed{e = NBA\omega}$$

अत: $e_0 = NBA\omega$

तब $\boxed{e = e_0 \sin \omega t}$

महत्तम मान अथवा शिखर मान :- चुम्बकीय क्षेत्र मे घूमती हुई कुण्डली की दो स्थितियो मे परिपथ मे उत्पन्न प्रत्यावर्ती वोल्टता अथवा प्रत्यावर्ती धारा का मान अधिकतम होता है। प्रत्यावर्ती वोल्टता अथवा धारा के इस अधिकतम मान को शिखर मान कहते है।

वोल्टता का शिखर मान V_0 तथा प्रत्यावर्ती धारा का शिखर मान i_0 से प्रदर्शित किया गया है।

आवर्त काल :- प्रत्यावर्ती धारा को अपनी एक चक्कर पूरा करने मे जितना समय लगता है उसे आवर्त काल कहते है। प्रत्यावर्ती वोल्टता अथवा धारा का आवर्त काल,

$$\boxed{T = \frac{2\pi}{\omega}} \text{ sec.}$$

आवृत्ति :- प्रत्यावर्ती धारा एक सेकण्ड मे जितनी चक्करे पूरी करती है, उसे उसकी आवृत्ति कहते है।

आवृत्ति $\boxed{f = \frac{1}{T}}$ Hz.

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

कला :- प्रत्यावर्ती वोल्टता का समीकरण $v = v_0 \sin \omega t$ तथा प्रत्यावर्ती धारा का समीकरण

$i = i_0 \sin \omega t$ मे sin का कोणांक, ωt प्रत्यावर्ती धारा या प्रत्यावर्ती वोल्टता का समय t पर कला को प्रदर्शित करता है।

प्रत्यावर्ती धारा का माध्यमान :- प्रत्यावर्ती धारा का मान व दिशा दोनो ही आवर्त रूप से परिवर्तित होते रहते है। यह धारा के अर्द्ध साइकिल के लिए एक दिशा मे तथा दूसरी अर्द्ध साइकिल के दौरान विपरित दिशा मे प्रवाहित होती है। अंत: एक पूर्ण साइकिल के लिए प्रत्यावर्ती धारा का मध्यमान शून्य होता है।

परन्तु प्रत्यावर्ती धारा की अर्द्ध साइकिल के लिए धारा का माध्यमान एक परीमित राशी है। तथा इसी माध्यमान से को परिभाषित करते है।

प्रत्यावर्ती धारा का मान,

$$i_m = \frac{1}{T/2}\int_0^{T/2} i\,dt$$

$$i_m = \frac{\omega}{\pi}\int_0^{\pi/\omega} i_0 \sin \omega t\,dt$$

$$i_m = \frac{\omega}{\pi} i_0 \int_0^{\pi/\omega} \sin \omega t \cdot dt$$

$$i_m = \frac{\omega}{\pi} i_0 \left[-\frac{\cos \omega t}{\omega}\right]_0^{\pi/\omega}$$

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

$$i_m = -\frac{i_0}{\pi}\left[\cos\omega.\frac{\pi}{\omega} - \cos\omega\cdot 0\right]$$

$$i_m = -\frac{i_0}{\pi}\left[-1-1\right]$$

$$i_m = \frac{2}{\pi} i_0$$

$$\boxed{i_m = \frac{2}{\pi} i_0 = 0.637\, i_0}$$

इसी प्रकार दूसरी अर्द्धसाइकिल के लिए धारा का माध्यमान $-\frac{2}{\pi} i_0 = -0.637\, i_0$ होता है।

धारा का वर्ग-माध्य-मूल मान :- $[i_{rms}]$:-

Root-Mean-Square value of current :-

प्रत्यावर्ती धारा की एक पूर्ण साइकिल के लिए धारा का वर्ग i^2 के औसत मान के वर्गमूल को धारा का वर्ग-माध्य-मूल मान कहते हैं। इसे i_{rms} से प्रदर्शित करते हैं।

$$i = i_0 \sin\omega t$$

एक पूर्ण साइकिल के लिए $i^2 = i_0^2 \sin^2\omega t$

एक पूर्ण साइकिल के लिए i^2 का माध्यमान,

$$\overline{i^2} = \frac{1}{T}\int_0^T i^2\, dt$$

$$\overline{i^2} = \frac{\omega}{2\pi}\int_0^{2\pi/\omega} i_0^2 \sin^2\omega t \cdot dt$$

$$\overline{i^2} = \frac{\omega}{2\pi} i_0^2 \int_0^{2\pi/\omega} \sin^2\omega t \cdot dt$$

$$\left[\begin{array}{l} \sin^2 x \cdot dx \\ \cos 2x = 1 - 2\sin^2 x \\ 2\sin^2 x = 1 - \cos 2x \\ \sin^2 x = \frac{1-\cos 2x}{2} \end{array}\right.$$

$$\overline{i^2} = \frac{\omega}{2\pi} i_0^2 \int_0^{2\pi/\omega} \left(\frac{1-\cos 2\omega t}{2}\right) dt$$

$$\overline{i^2} = \frac{\omega}{2\pi} \frac{i_0^2}{2} \left[t - \frac{\sin 2\omega t}{2\omega} \right]_0^{2\pi/\omega}$$

$$\overline{i^2} = \frac{\omega i_0^2}{4\pi} \left[\frac{2\pi}{\omega} - \frac{\sin 2\omega \cdot \frac{2\pi}{\omega}}{2\omega} - 0 + \frac{\sin 2\omega \cdot 0}{2\omega} \right]$$

$$\overline{i^2} = \frac{\omega i_0^2}{4\pi} \left[\frac{2\pi}{\omega} - 0 - 0 + 0 \right]$$

$$\overline{i^2} = \frac{i_0^2}{2}$$

धारा का वर्ग - माध्य - मूल मान,

$$i_{rms} = \sqrt{\overline{i^2}} = \sqrt{\frac{i_0^2}{2}}$$

$$i_{rms} = \frac{i_0}{\sqrt{2}}$$

$$\boxed{i_{rms} = \frac{i_0}{\sqrt{2}} = 0.707\, i_0}$$

इसी प्रकार प्रत्यावर्ती वोल्टेज का वर्ग - माध्य - मूल मान

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

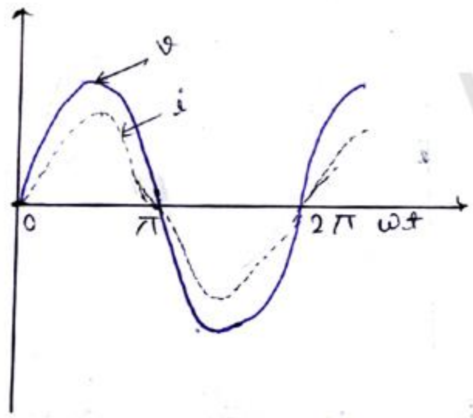
SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

कला समंजक :- प्रत्यावर्ती धारा परिपथ मे यद्यपि प्रत्यावर्ती वोल्टेज तथा प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति समान होती है परन्तु यह आवश्यक नही है कि प्रत्यावर्ती धारा व प्रत्यावर्ती वोल्टेज एक ही कला मे हो। कुछ परिपथो मे वोल्टेज व धारा मे कलान्तर होता है।

1. यदि प्रत्यावर्ती वोल्टेज तथा प्रत्यावर्ती धारा एक ही कला मे है तब समीकरण निम्न है -

$$V = V_0 \sin \omega t$$

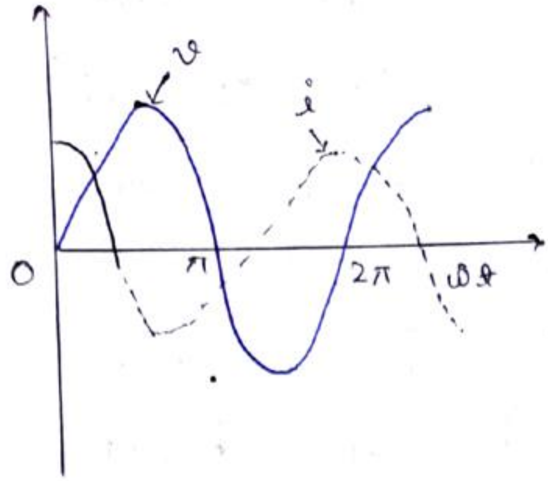
$$i = i_0 \sin \omega t$$



2. यदि प्रत्यावर्ती धारा परिपथ मे धारा i, वोल्टेज V से ϕ कलान्तर अग्रगामी है तब समीकरण निम्न है -

$$V = V_0 \sin \omega t$$

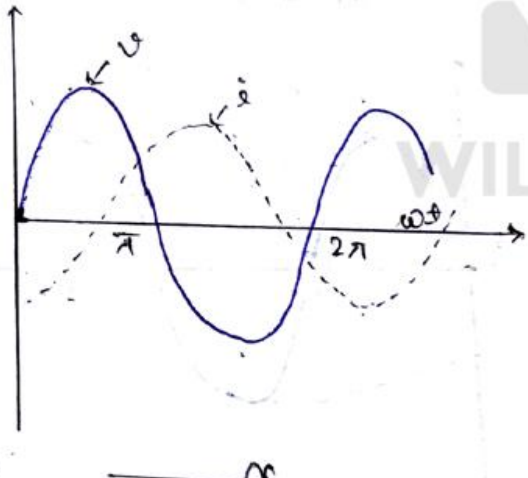
$$i = i_0 \sin(\omega t + \phi)$$



यदि प्रत्यावर्ती धारा परिपथ मे धारा i, वोल्टेज V से ϕ कलान्तर पश्चगामी है तब समीकरण निम्न है -

$$V = V_0 \sin \omega t$$

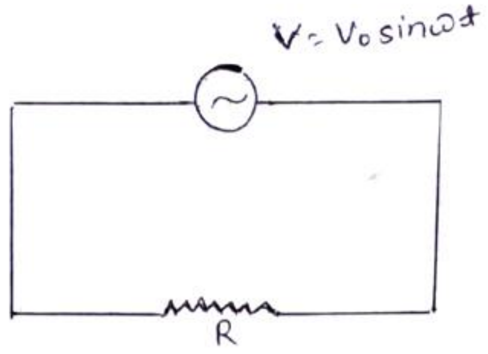
$$i = i_0 \sin(\omega t - \phi)$$



विभिन्न प्रकार के प्रत्यावर्ती धारा परिपथ :-

(i) जब परिपथ मे केवल शुद्ध प्रतिरोध R है :-

यदि हम एक तार के सिरो को जिसका प्रतिरोध R है किसी प्रत्यावर्ती धारा स्त्रोत से जोड़ दे तो तार के सिरो के बीच प्रत्यावर्ती वोल्टेज स्थापित हो जाता है तथा तार मे प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित होने लगती है।



यदि किसी क्षण तार के सिरो के बीच तत्कालिक प्रत्यावर्ती वोल्टेज V है तब,

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

माना परिपथ मे तत्कालिक धारा i है तब,
ओम के नियम से किसी क्षण वोल्टेज V, iR के बराबर होगा उस क्षण प्रतिरोध के सिरो के बीच वोल्टेज,

$$V = i \cdot R \quad \text{——— (2)}$$

समी० (1) व समी० (2) से,

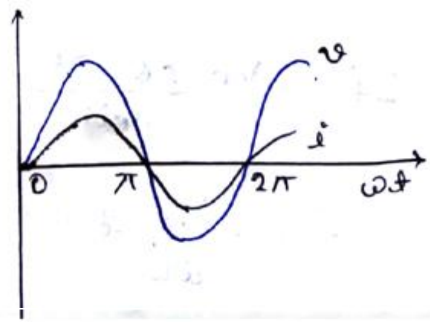
$$V_0 \sin \omega t = i \cdot R$$

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

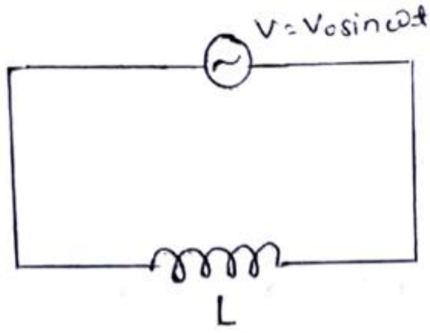
परन्तु $\frac{V_0}{R} = i_0$ प्रत्यावर्ती धारा का शिखर मान है।
अत: धारा का तात्कालिक मान,

$$i = i_0 \sin \omega t \quad \text{——— (3)}$$

समी० (1) व समी० (3) से,
शुद्ध प्रतिरोध वाले प्रत्यावर्ती परिपथ मे वोल्टेज V तथा धारा i समान कला मे होते है।



(ii) जब परिपथ मे केवल स्वप्रेरकत्व L है:-



माना L स्वप्रेरकत्व की एक कुण्डली जिसका ओमीय प्रतिरोध नगण्य है, के सिरे के बीच प्रत्यावर्ती वोल्टेज $V = V_0 \sin \omega t$. जब कुण्डली मे प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित करते है तो कुण्डली के सिरो के बीच एक विरोधी विभवान्तर प्रेरित होता है जिसका परिमाण $L\frac{di}{dt}$ होता है।

इस प्रकार नेट तत्कालिक विभवान्तर $V_0 \sin \omega t - L\frac{di}{dt}$ होगा। क्योंकि परिपथ का प्रतिरोध शून्य है। अत: $V_0 \sin \omega t - L\frac{di}{dt} = 0$.

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

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

$$\int L\,di = \int V_0 \sin \omega t\,dt$$

$$L\int di = V_0 \int \sin \omega t\,dt$$

$$Li = -V_0 \frac{\cos \omega t}{\omega}$$

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

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

$$i = -\frac{V_0}{\omega L} \sin\left(\frac{\pi}{2} - \omega t\right)$$

$$i = \frac{V_0}{\omega L} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

माना $\frac{V_0}{\omega L} = i_0$

$$i = i_0 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

अत: शुद्ध प्रेरकत्व वाले प्रत्यावर्ती धारा परिपथ मे धारा i, वोल्टेज V से $\frac{\pi}{2}$ अर्थात 90° पश्चगामी है। fig. 7.6 (b).

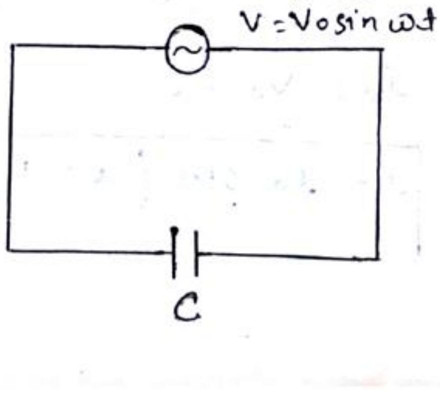
प्रेरण प्रतिघात :- कुण्डली मे धारा का शिखर मान $i_0 = \frac{V_0}{\omega L}$

ओम का नियम लगाने पर हम पाते है कि ωL परिपथ का प्रतिरोध है। चुंकि यह प्रतिरोध केवल प्रेरकत्व L के कारण है। अत: इसे प्रतिरोध न कहकर प्रेरण प्रतिघात कहते है। इसे X_L से प्रदर्शित करते है।

$$\boxed{X_L = \omega L \cdot 2\pi f \cdot L}$$

जहाँ f आवृत्ति है।

(iii) जब परिपथ मे केवल धारिता C है :-



SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

माना C धारिता का एक संधारित्र जिसका ओमीय प्रतिरोध नगण्य है, की प्लेटो के बीच लगाया गया प्रत्यावर्ती वोल्टेज $V = V_0 \sin \omega t$. चूँकि प्रत्यावर्ती वोल्टेज परिमाण व दिशा मे एक निश्चित आवृत्ति से लगातार बदलता रहता है। अत: परिपथ मे संधारित्र की प्लेटे लगातार आवेशित, विसर्जित एवं खिप होती रहती है।

माना किसी क्षण संधारित्र पर आवेश q तथा परिपथ मे धारा i है तो संधारित्र की प्लेटो के बीच विभवान्तर

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

अत:

$$\frac{q}{C} = V_0 \sin \omega t$$

$$q = CV_0 \sin \omega t$$

$$i = \frac{dq}{dt}$$

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

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

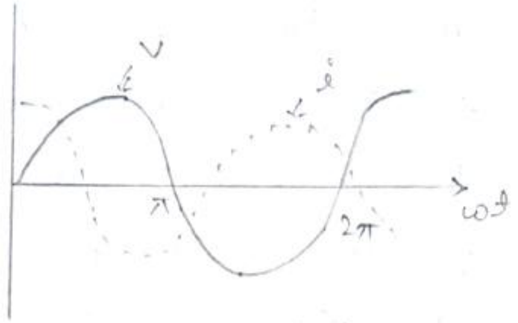
$$i = CV_0 \cdot \omega \cos \omega t$$

$$i = V_0 \omega C \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

माना $i_0 = V_0 \omega C$

$$\boxed{i = i_0 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)}$$

अत: शुद्ध धारिता वाले प्रत्यावर्ती धारा परिपथ मे धारा i, वोल्टेज V से $\frac{\pi}{2}$ अर्थात् 90° अग्रगामी है।



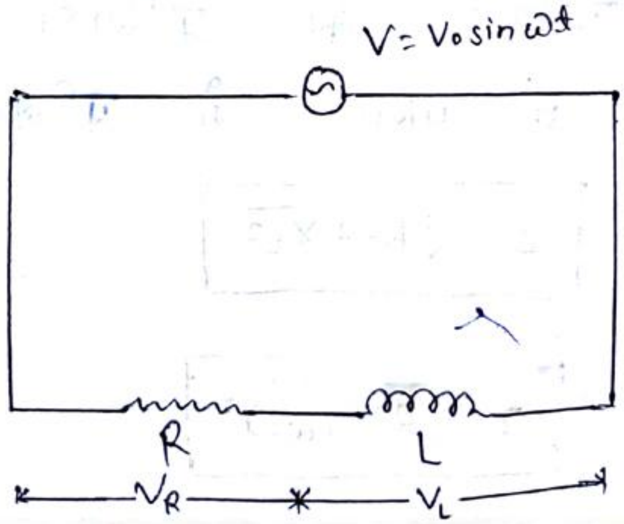
धारितीय प्रतिघात :- संधारित्र परिपथ मे धारा का शिखर मान $i_0 = V_0 \omega \cdot C$

$$i_0 = \frac{V_0}{1/\omega \cdot C}$$

ओम के नियम से हम देखते है कि $\frac{1}{\omega C}$ परिपथ का प्रतिरोध है। यह प्रतिरोध केवल धारिता C के कारण है। अत: इसे प्रतिरोध न कहकर धारितीय प्रतिघात कहते है। इसे X_C से प्रदर्शित करते है।

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

(iv) जब परिपथ मे प्रेरकत्व L तथा प्रतिरोध R दोनो श्रेणीक्रम मे है :-



इस परिपथ मे प्रेरकत्व L तथा प्रतिरोध R दोनो मे एक ही धारा i प्रवाहित होगी। प्रतिरोध R के सिरे के बीच विभवान्तर तथा धारा i समान कला मे होगी। परन्तु प्रेरकत्व L के सिरो के बीच विभवान्तर ~~V_L, V_R तथा~~ V_L के धारा i से कला मे 90° अग्र गामी होगा। अर्थात् V_R, V_L के बीच 90° का कलान्तर है।

यदि V_R तथा V_L का परिणामी विभवान्तर V है, तब,

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

$$V^2 = (iR)^2 + (iX_L)^2$$

$$V^2 = i^2R^2 + i^2X_L^2$$

$$V^2 = i^2(R^2 + X_L^2)$$

$$\frac{V^2}{i^2} = R^2 + X_L^2$$

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

$\frac{V}{i}$ पूरे परिपथ का प्रतिरोध है। इस प्रकार L-R प्र परिपथ मे प्रतिबाधा (प्रतिरोध)

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

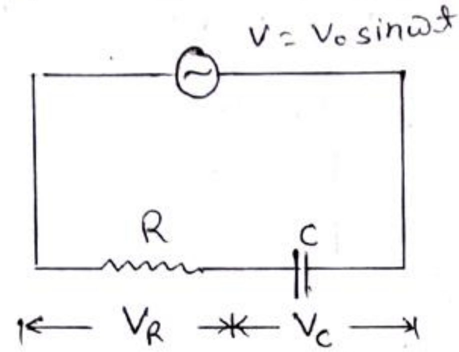
या

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

LR परिपथ मे धारा i विभवान्तर V से पश्चगामी है। यदि इनके बीच कलान्तर ϕ है तब

$$\boxed{\tan\phi = \frac{\omega L}{R}}$$

(v) जब परिपथ मे प्रतिरोध R तथा धारिता C श्रेणीक्रम मे है :-



इस परिपथ मे संधारित्र की धारिता C, प्रतिरोध R श्रेणीक्रम मे जोड़ा गया है। प्रतिरोध R के सिरो के बीच विभवान्तर V_R तथा धारा i समान कला मे होगी। परन्तु धारिता C के सिरो के बीच विभवान्तर V_C धारा i से कला मे 90° पश्चगामी होगा अर्थात् V_R, V_C के बीच 90° का कलान्तर होगा।

यदि V_R तथा V_C का परिणामी विभवान्तर V है तब

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

$$V^2 = (iR)^2 + (iX_C)^2$$

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

$$V^2 = i^2 (R^2 + X_C^2)$$

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

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

$\frac{V}{i}$ पूरे परिपथ का प्रतिरोध है। इसप्रकार C-R परिपथ मे प्रतिबाधा (प्रतिरोध) ~~CR परिपथ मे धारा i विभवान्तर V से अग्रगामी~~

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

या

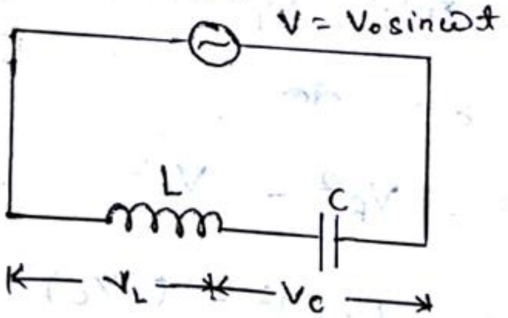
$$\boxed{Z = \sqrt{R^2 + (\omega C)^2}}$$

C-R परिपथ में धारा i विभवान्तर V से अग्रगामी है। यदि इनके बीच कलान्तर ϕ है।

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

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

(vi) जब परिपथ मे प्रेरकत्व L तथा धारिता C श्रेणीक्रम मे है:-



इस परिपथ मे प्रेरकत्व L धारिता C का संधारित्र श्रेणीक्रम मे जोड़कर प्रत्यावर्ती धारा

स्त्रोत $V = V_0 \sin \omega t$ से जोड़ देते है। इस दशा मे प्रेरकत्व L के सिरो के बीच विभवान्तर V_L धारा i से कला मे 90° अग्रगामी होगा जबकि धारिता C के सिरो के बीच विभवान्तर V_C धारा i से कला मे 90° पश्चगामी होगा। इसप्रकार V_L तथा V_C के बीच कलान्तर 180° होगा। अर्थात् ये दोनो परस्पर विपरित कला मे है। अत: L-C परिपथ मे परिणामी विभवान्तर

$$V = V_L \sim V_C$$

$$V = iX_L \sim iX_C$$

$$\frac{V}{i} = X_L \sim X_C$$

$$\boxed{Z = X_L \sim X_C}$$

यदि परिपथ मे $X_L = X_C$ तो प्रतिबाधा $Z = 0$ । यह अनुनाद की दशा होगी। इसप्रकार वैद्युत अनुनाद की दशा मे,

$$X_L = X_C$$

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

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

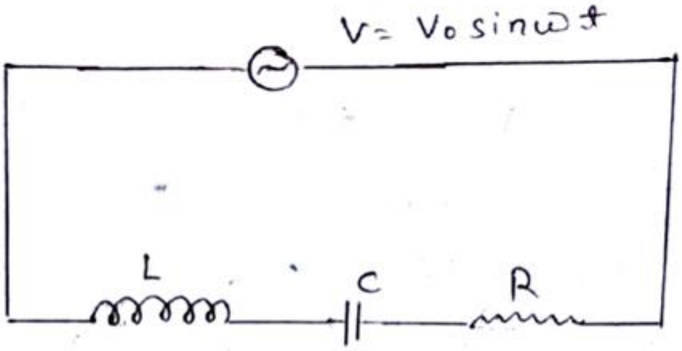
$$\boxed{\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}}$$

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

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

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

vii) जब परिपथ मे L-C-R श्रेणीक्रम मे है :-



इस परिपथ मे प्रेरकत्व L, धारिता C का संधारित्र, प्रतिरोध R श्रेणीक्रम मे जोड़कर प्रत्यावर्ती धारा स्त्रोत $V = V_0 \sin \omega t$ से जोड़ देते है। इस दशा मे प्रतिरोध R के सिरो के बीच विभवान्तर V_R तथा धारा i समान कला मे होंगे जबकि विभवान्तर V_L i से कला मे 90° अग्रगामी तथा विभवान्तर V_C धारा i के साथ 90° पश्चगामी होगा। अत: V_L तथा V_C का परिणामी विभवान्तर $V_L - V_C$ होगा। यदि L-C-R परिपथ मे परिणामी विभवान्तर V है तब,

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

$$V^2 = (iR^2) + (iX_L - iX_C)^2$$

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

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

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

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

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

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

विभवान्तर V तथा धारा i के बीच कलान्तर ϕ है तब,

$$\boxed{\tan\phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}}$$

विशेष स्थिति :- (i) यदि R-L परिपथ है अर्थात् $C = 0$.

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

तथा $\boxed{\tan\phi = \frac{X_L}{R}}$

(ii) यदि R-C परिपथ है अर्थात् $L = 0$

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

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

(iii) यदि L-C परिपथ है तब $R = 0$

प्रतिबाधा $Z = \sqrt{(X_L - X_C)^2}$

$$\boxed{Z = X_L - X_C}$$

$$\tan\phi = \frac{X_L - X_C}{0} = \infty$$

$$\boxed{\phi = \tan^{-1} \infty}$$

प्रत्यावर्ती धारा परिपथ मे शक्ति :- वैद्युत परिपथ मे ऊर्जा व्यय की दर को शक्ति अथवा सामर्थ्य कहते है। यह धारा तथा वोल्टेज के गुणनफल के बराबर होता है। यदि धारा एम्पियर मे तथा वोल्टेज वोल्ट मे हो, तो शक्ति वाट मे होगी। किसी प्रत्यावर्ती परिपथ की शक्ति इस बात पर निर्भर करती है कि धारा तथा वोल्टेज के बीच कितना कलान्तर है।

अत: प्रत्यावर्ती धारा परिपथ मे

शक्ति $\boxed{\bar{P} = V_{rms} \times i_{rms} \cos\phi}$ वाट

जहाँ ϕ धारा i तथा विभवान्तर V के बीच कलान्तर है।

$\cos\phi$ परिपथ का शक्ति गुणांक है।

$$\cos\phi = \frac{R}{\sqrt{R^2+(\omega L)^2}}$$

श्रेणी अनुनादी परिपथ :- जब किसी प्रत्यावर्ती L-C-R परिपथ मे मुख्य धारा आरोपित वोल्टेज की कला मे अर्थात् प्रेरण प्रतिघात X_L, धारितीय प्रतिघात X_C के बराबर होता है तो उस परिपथ को अनुनादी परिपथ कहते है। श्रेणी अनुनादी परिपथ वह परिपथ है जिसमे आरोपित

वोल्टेज की आवृत्ति परिपथ की स्वभाविक आवृत्ति के बराबर होती है।

अत: अनुनाद के लिए -

$$X_L = X_C$$

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

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

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

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

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

ट्रांसफार्मर :- ट्रांसफार्मर अन्योन्य प्रेरण के सिद्धान्त पर कार्य करने वाला एक ऐसा साधन है जो प्रत्यावर्ती धारा के विभव को परिवर्तित करने के काम आता है। यह ऊँचे विभव वाली निर्बल प्रत्यावर्ती धारा को नीचे विभव वाली प्रबल वैद्युत धारा मे, अथवा नीचे विभव वाली प्रबल प्रत्यावर्ती धारा को ऊँचे विभव वाली निर्बल प्रत्यावर्ती धारा मे बदलने के काम आता है। इसी के अनुसार ट्रांसफार्मर दो प्रकार के होते है। पहले प्रकार का परिवर्तन करने वाले को अपचायी ट्रांसफार्मर तथा दूसरे प्रकार का परिवर्तन करने वाले को ऊँचचाई ट्रांसफार्मर कहते है।

ट्रांसफार्मर केवल प्रत्यावर्ती धारा के साथ ही काम मे आता है।

रचना :- इसमे नर्म लोहे की पत्तियो को एक के ऊपर एक रखकर बनाया गया एक आयताकार अथवा गोलाकार पटलित क्रोड होता है। ये पत्तियाँ एक-दूसरे से पृथक्कृत रखी जाती है। इस क्रोड पर ताँबे के तार की अलग-अलग दो कुण्डलियाँ लपेटी जाती है। ये कुण्डलियाँ एक-दूसरे से लोहे की क्रोड से पृथक्कृत रखी जाती है। इन कुण्डलियो मे से एक मे ताँबे के मोटे तार के कम फेरे होते है तथा दूसरी मे ताँबे के पतले तार के अधिक फेरे होते है।

ऊँच्चाई ट्रांसफार्मर मे मोटे तार की कम फेरो वाली कुण्डली प्राथमिक होती है तथा पतले तार की अधिक फेरो वाली कुण्डली द्वितीयक होती है। जबकि अपचायी ट्रांसफार्मर मे पतले तार की अधिक फेरो वाली कुण्डली प्राथमिक होती है तथा मोटे तार की कम फेरो वाली कुण्डली द्वितीयक होती है।

कार्यविधि :- दिए गए विद्युत वाहक बल के स्त्रोत को सदैव प्राथमिक कुण्डली मे जोड़ते है। तो प्राथमिक कुण्डली मे प्रत्यावर्ती वैद्युत धारा बहती है। तो धारा के प्रत्येक चक्र मे क्रोड एक बार एक दिशा मे तथा दूसरी बार दूसरी दिशा मे चुम्बकीत होती है। अत: क्रोड मे परिवर्ती चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है, जिससे कुण्डली से गुजरने वाले चुम्बकीय फ्लक्स मे लगातार परिवर्तन होता रहता है अत: विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के कारण द्वितीयक कुण्डली मे उसी आवृत्ति का प्रत्यावर्ती विद्युत वाहक बल उत्पन्न हो जाता है।

माना प्राथमिक कुण्डली मे तार के फेरो की संख्या N_p, द्वितीयक कुण्डली मे N_s है। प्रत्येक फेरे से बद्ध चुम्बकीय फ्लक्स ϕ_B है व फैराडे के विद्युत चुम्बकीय प्रेरण के नियम से,

$$e = -N \frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$$

प्राथमिक कुण्डली मे उत्पन्न विद्युत वाहक बल,

$$e_p = -N_p \frac{\Delta\phi_B}{\Delta t} \quad \text{——} (1)$$

इसी प्रकार द्वितीयक कुण्डली मे उत्पन्न विद्युत वाहक बल

$$e_s = -N_s \frac{\Delta\phi_B}{\Delta t} \quad \text{——} (2)$$

समी० (1) ÷ समी० (2)

$$\boxed{\frac{e_s}{e_p} = \frac{N_s}{N_p}}$$

यदि प्राथमिक कुण्डली का प्रतिरोध उपेक्षणीय है तब e_p का मान V_p के लगभग बराबर होगा। अत:

$$\boxed{\frac{V_s}{V_p} = \frac{e_s}{e_p} = \frac{N_s}{N_p} = r}$$

जहाँ r को परिणमन अनुपात कहते है। ऊँच्चाई ट्रांसफार्मर मे r का मान ~~....~~ 1 से अधिक तथा अपचायी ट्रांसफार्मर मे 1 से कम होता है।

यदि i_p और i_s क्रमश: प्राथमिक और द्वितीयक मे किसी क्षण वैद्युत धाराएँ हो और शक्ति का ह्रास न हो, तो

द्वितीयक मे शक्ति = प्राथमिक मे शक्ति

$$V_s \cdot i_s = V_p \cdot i_p$$

$$\boxed{\frac{i_p}{i_s} = \frac{V_s}{V_p} = \frac{e_s}{e_p} = \frac{N_s}{N_p} = r}$$

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL