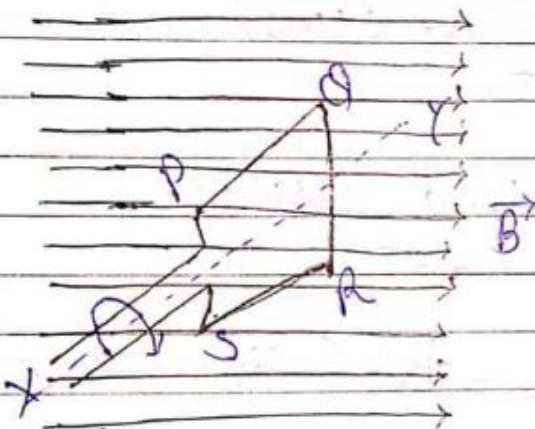


CHAPTER :- 12
CHAPTER Name :- प्रत्यावर्ती धारा

प्रत्यावर्ती धारा :- एक ऐसी धारा जो परिमाण व दिशा में समय के साथ आवृत्ति रूप से बदलती रहती है तथा एक निश्चित समय के बाद उसी दिशा में उसी परिमाण के साथ उसकी पुनरावृत्ति करती है, प्रत्यावर्ती धारा कहलाती है।

चित्र सं. 12.1

पेज नं० - 594



प्रत्यावर्ती विद्युत वाहक बल :- जब किसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में क्षेत्र की दिशा के लम्बवत् घुमाया जाता है तो चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन हो जाता है जिससे कुण्डली में एक प्रेरित विद्युत वाहक बल उत्पन्न हो जाता है जिसका मान समय के साथ बदलता रहता है उसी को प्रत्यावर्ती विद्युत वाहक बल कहते हैं।

माना कुण्डली का क्षेत्रफल A लूप
 उसी एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र B में ω व
 घुमाया जाये तब

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

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

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

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

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

$$e = -BA (-\sin \omega t \times \omega)$$

$$e = BA \omega \sin \omega t$$

माना कुण्डली में फेरों की संख्या N होवे

$$e = NBA \omega \sin \omega t \quad \text{--- (1)}$$

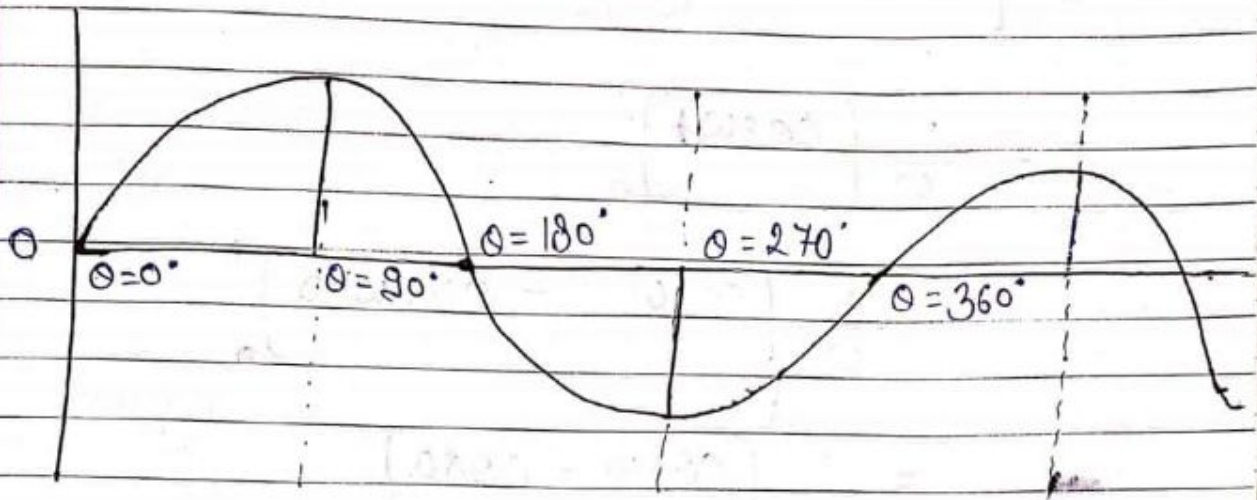
अधिकतम मान के लिए

$$e = NBA \omega \quad \text{--- (2)}$$

समी० (1) व समी० (2) से

$$e = e_0 \sin \omega t$$

Note- अतः किसी कण्डली का ज्या वक्र प्रति विद्युत वाहक बल ज्या वक्र (Sin Curve) के अनुसार बदलता है।



$\theta = \omega t$	0°	90°	180°	270°	360°
e	0	e_0	0	$-e_0$	0

Example - $\int_0^2 \sin 2x dx$ समाकलन के लिए -

$$= \left[-\cos 2x \times \frac{1}{2} \right]_0^2$$

$$= -\frac{1}{2} [\cos 2x]_0^2$$

$$= -\frac{1}{2} [\cos 2 \times 2 - \cos 2 \times 0]$$

$$= -\frac{1}{2} [\cos 4 - \cos 0]$$

Example - $\int \sin \omega t dt$

$$= \left[-\cos \omega t + \frac{1}{\omega} \right]_0^1$$

$$= -\frac{1}{\omega} \left[\cos \omega t \right]_0^1$$

$$= -\frac{1}{\omega} \left[\cos \omega \times 1 - \cos \omega \times 0 \right]$$

$$= -\frac{1}{\omega} \left[\cos \omega - \cos 0 \right]$$

Example - $\int_1^2 2x^2 dx$

$$2 \int_1^2 x^2 dx$$

$$= 2 \left[\frac{x^{2+1}}{2+1} \right]_1^2$$

$$= 2 \left[\frac{x^3}{3} \right]_1^2$$

$$= \frac{2}{3} \left[x^3 \right]_1^2$$

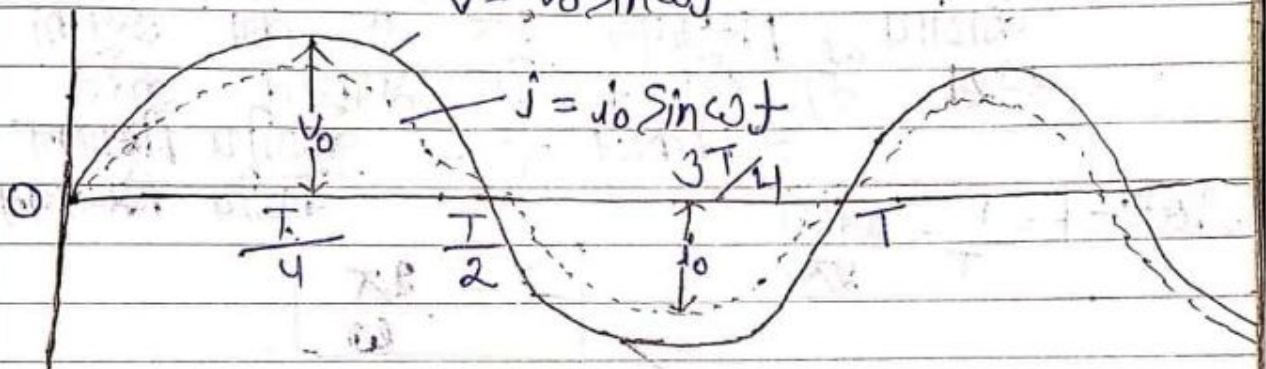
$$= \frac{2}{3} \left[2^3 - 1^3 \right]$$

$$= \frac{2}{3} [8 - 1] = \frac{2 \times 7}{3} = \frac{14}{3}$$

प्रत्यावर्ती वोल्टता :- एक ऐसी वोल्टता जो परिमाण व दिशा में समय के साथ आवृत्ति रूप से बदलती रहती है तथा एक निश्चित समय के बाद उसी मान की पुनरावृत्ति करती है, प्रत्यावर्ती वोल्टता कहलाती है।

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

प्रत्यावर्ती धारा तथा प्रत्यावर्ती वोल्टता का ग्राफ :- $V = V_0 \sin \omega t$



प्रत्यावर्ती धारा तथा प्रत्यावर्ती वोल्टता से सम्बन्धित कुछ परिभाषाएँ :-

1. शिखर मान अथवा आयाम :- प्रत्यावर्ती धारा अथवा वोल्टता के अधिकतम मान को प्रत्यावर्ती धारा तथा वोल्टता का शिखर मान अथवा महत्तम मान अथवा आयाम कहते हैं। इसे V_0 तथा I_0 से प्रदर्शित करते हैं।
2. एक चक्र तथा एक साइकिल :- प्रत्यावर्ती धारा पर एक दिशा में शून्य से अधिकतम व

अधिकतम से शून्य होती है तथा फिर विपरीत दिशा में शून्य से अधिकतम अधिकतम से शून्य होती है। इसे प्रत्यावर्ती धारा तथा वोल्टता की एक साई तथा एक चक्र कहते हैं।

3. आवर्तकाल —:— प्रत्यावर्ती धारा अथवा वोल्टता एक चक्र पूर्ण करने में जितना समय लेती है वही आवर्तकाल कहलाता है। इसे T से प्रदर्शित करते हैं। माना चुम्बकीय क्षेत्र में धूमती हुई किसी कुण्डली का कोणीय वेग ω तथा कोणीय विस्थापन 2π हो तब इसका ω भातक हरेख है। इसे T से प्रदर्शित करते हैं।

Note- $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$

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

4. आवर्ती —:— प्रत्यावर्ती धारा तथा वोल्टता एक सेकंड में जितने चक्र पूर्ण करती है प्रत्यावर्ती धारा तथा वोल्टता की आवृत्ति कहलाती है।

5. तात्क्षणिक मान —:— प्रत्यावर्ती धारा तथा वोल्टता के मान प्रत्येक क्षण बदलते रहते हैं किसी विशेष क्षण $(t \rightarrow 0)$ पर प्रत्यावर्ती धारा एवं वोल्टता का मान तात्क्षणिक मान कहलाता है।

11. प्रत्यावर्ती धारा अथवा वोल्टता का माध्य तथा औसत मान —:—

दोनों ही प्रत्यावर्ती धारा का मान वृद्धि दिशा में ही आवृत्ति रूप से बढ़ते रहते हैं। यह धारा एक अर्धचक्र में एक दिशा में तथा दूसरे अर्धचक्र में विपरीत दिशा में प्रवाहित होती है।

अर्थात् एक पूर्ण चक्र के लिए प्रत्यावर्ती धारा का माध्य मान शून्य होता है।

Note - यही कारण है कि चलकुंडली धारामापी में प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित करने पर धारामापी में कोई विक्षेप उत्पन्न नहीं होता है। माना प्रत्यावर्ती धारा की अर्ध साइकिल का औसत मान i_m हो तब

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

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

$$= \frac{2}{T} \int_0^{T/2} i_0 \sin \omega t dt$$

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

$$= \frac{2}{\frac{2\pi}{\omega}} \int_0^{\frac{\pi}{\omega}} i_0 \sin \omega t dt$$

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

$$= \frac{\omega j_0}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{\omega}} \sin \omega t \, dt$$

$$= \frac{\omega j_0}{\pi} \left[-\cos \omega t \times \frac{1}{\omega} \right]_0^{\frac{\pi}{\omega}}$$

$$= -\frac{\omega j_0}{\pi \omega} \left[\cos \omega t \right]_0^{\frac{\pi}{\omega}}$$

$$= -\frac{j_0}{\pi} \left[\cos \omega \times \frac{\pi}{\omega} - \cos \omega \times 0 \right]$$

$$= -\frac{j_0}{\pi} \left[\cos \pi - \cos 0 \right]$$

$$= -\frac{j_0}{\pi} \left[-1 - 1 \right]$$

$$= \frac{2j_0}{\pi}$$

$$= \frac{2j_0}{\frac{22}{7}}$$

$$= \frac{7 \times 14 j_0}{22}$$

$$= \frac{7 j_0}{11}$$

$$j_m = 0.637 j_0$$

इसी प्रकार दूसरी अर्ध साइकिल के लिए प्रत्यावर्ती धारा का मान $= -0.637$

अतः पूर्ण साइकिल के लिए प्रत्यावर्ती धारा का मान $= 0$

प्रत्यावर्ती धारा का वर्ग माध्य मूल मान :-
 प्रत्यावर्ती धारा के वर्ग माध्य मूल मान के वर्ग माध्य मूल मान को वर्ग माध्य मूल मान कहते हैं इसे 'RMS' से प्रदर्शित करते हैं।

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

$$i^2 = i_0^2 \sin^2 \omega t$$

प्रत्यावर्ती धारा के वर्ग का एक पूर्ण चक्र के लिए औसत मान

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

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

$$= \frac{1}{T} \int_0^T i_0^2 \sin^2 \omega t dt$$

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

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

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

$$= \sqrt{\frac{i_0^2}{2}} = \frac{i_0 \sqrt{2}}{\sqrt{2} \sqrt{2}}$$

$$= \frac{i_0 \times 1.414}{2} = 0.707 i_0$$

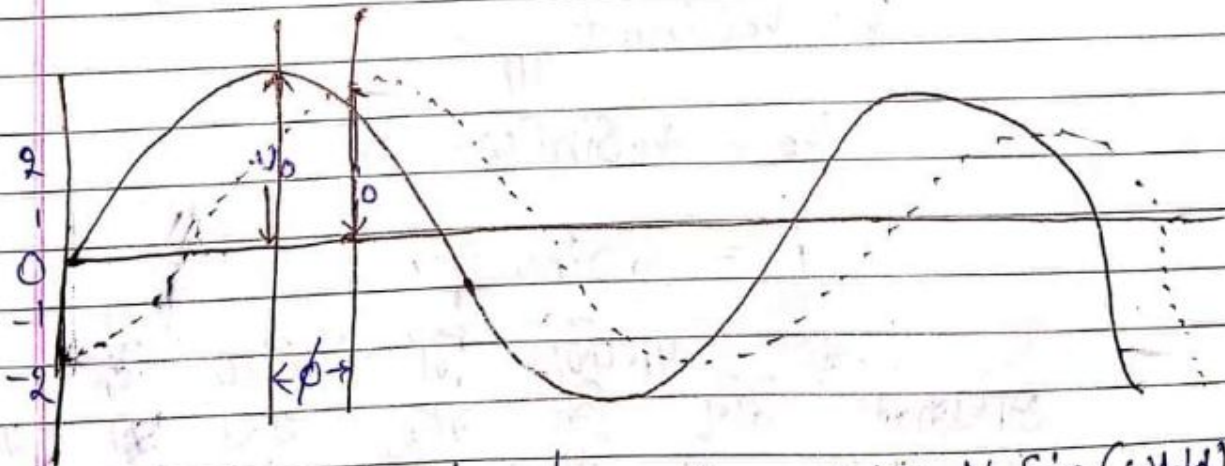
$$i_{rms} = 0.707 i_0$$

यही प्रत्यावर्ती धारा के वर्ग माध्य लक्ष्य मूल मान तथा शिखर मान में सम्बन्ध है।

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

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

प्रत्यावर्ती धारा तथा वोल्टता के बीच कालान्तर —



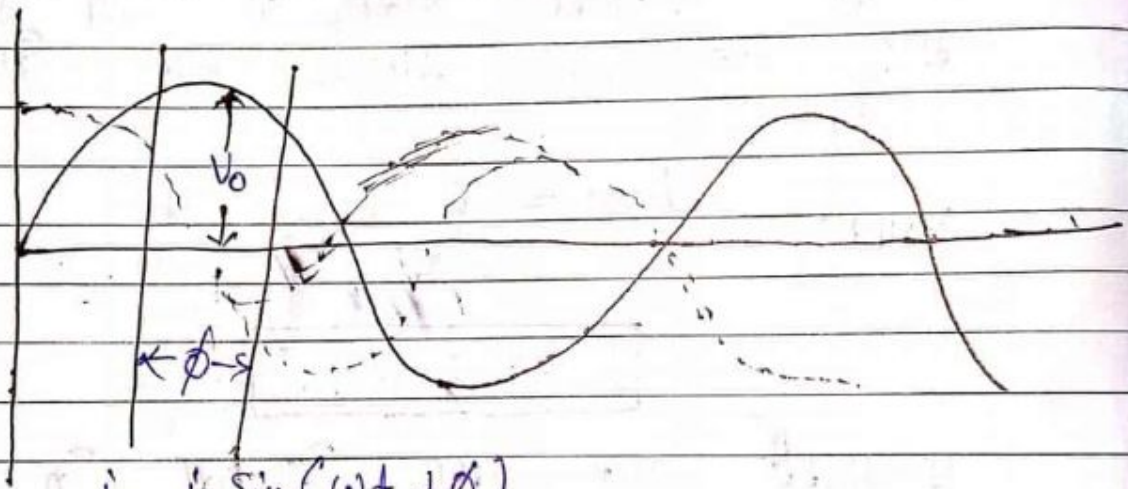
$$V = V_0 \sin \omega t$$

$$V = V_0 \sin(\omega t + \phi)$$

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

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

प्रत्यावर्ती धारा तथा वोल्टता के शिखर मान में जो अन्तर होता है उसे प्रत्यावर्ती धारा तथा वोल्टता के बीच कालान्तर कहलाता है। यदि कुछ परिपथों में वोल्टेज के अधिकतम होने से पहले ही धारा का मान अधिकतम हो जाता है तब कहा जाता है कि धारा वोल्टेज से काला में अग्रगामी है।



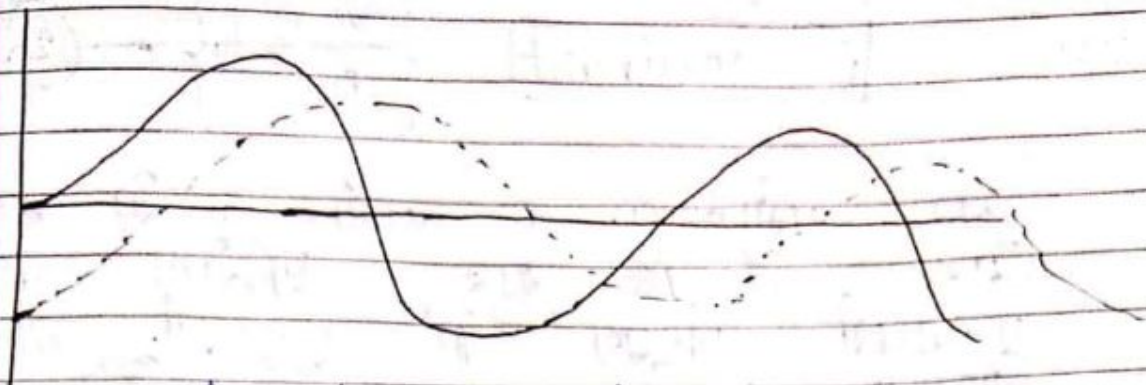
$$i = i_0 \sin(\omega t + \phi)$$

$$V = V_0 \sin \omega t \quad \text{या}$$

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

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

कुछ परिपथों में वोल्टेज के अधिकतम होने के बाद धारा का मान अधिकतम हो जाता है तब कहा जाता है धारा वोल्टेज से काला में पश्चगामी है।



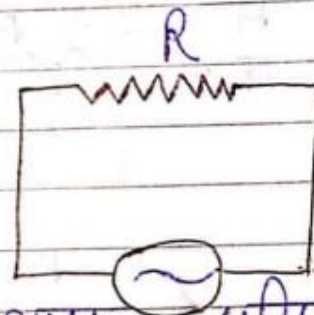
$$V = V_0 \sin(\omega t + \phi)$$

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

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

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

प्रत्यावर्ती धारा के विभिन्न प्रकार के परिपथ —: जब परिपथ में केवल शुद्ध ओमीय प्रतिरोध R हो



केवल शुद्ध ओमीय प्रतिरोध लगा होता है तो प्रत्यावर्ती वोल्टता तथा प्रत्यावर्ती धारा सदैव समान कला में होती है

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

$$\text{but } V = iR$$

$$iR = V_0 \sin \omega t$$

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

$$i = i_0 \sin \omega t \quad \left\{ \frac{V_0}{R} = i_0 \right\} \quad (2)$$

अतः समी० (1) व समी० (2) से स्पष्ट होता है कि शुद्ध प्रतिरोध वाले प्रत्यावर्ती परिपथ में प्रत्यावर्ती धारा तथा वोल्टता समान कला में होते हैं।

2. प्रेरिकत्व :- जब परिपथ में केवल शुद्ध प्रेरिकत्व L हो।



शुद्ध प्रेरिकत्व L लगा होता है तो परिपथ में प्रत्यावर्ती वोल्टता प्रत्यावर्ती धारा से 90° अग्रगामी हो सकती है।

$$V = V_0 \sin \omega t \quad (1)$$

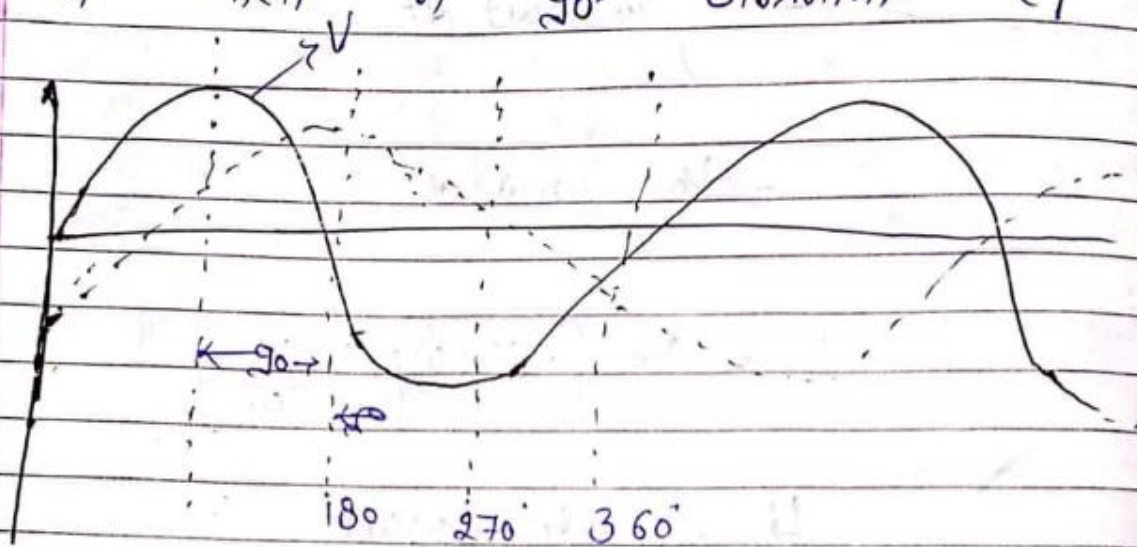
माना किसी क्षण t पर प्रेरित विभवान्तर $V = L \frac{di}{dt}$

$$V dt = L di$$

दोनों पक्षों का समाकलन करने पर

$$\int L di = \int V dt$$

है कि समी. ① व समी. ② से स्पष्ट हो कि प्रत्यावर्ती वोल्टेज प्रत्यावर्ती धारा से कला में 90° अग्रगामी है।



Note-

$$i_0 = \frac{V_0}{\omega L}$$

$$\omega L i_0 = V_0$$

$$\omega L = \frac{V_0}{i_0}$$

$$\frac{V_0}{i_0} = \omega L$$

$$R = \omega L$$

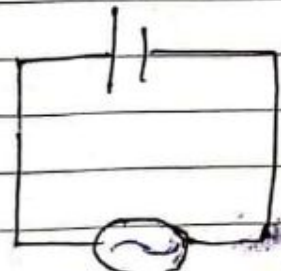
प्रत्यावर्ती धारा के मार्ग में प्रेरिकत्व द्वारा लगाया गया अवरोध प्रेरण प्रतिघात कहलाता है इसे X_L से प्रदर्शित करते हैं।

प्रेरण प्रतिघात (पेरिकत्व प्रतिरोध) $X_L = \omega L$

$$X_L = 2\pi f L$$

जहाँ f प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति है।

जब परिपथ में केवल संधारित्र हो :-
जिसकी धारिता C होती है



जब प्रत्यावर्ती परिपथ में C धारिता का संधारित्र लगा होता है तो प्रत्यावर्ती वोल्टेज द्वारा से कला में 90° पश्चात् होती है $\left(\frac{\pi}{2}\right)$

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

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

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

then

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

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

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

$$i = \frac{d}{dt} (C V_0 \sin \omega t)$$

अवकलन करने पर

$$i = C V_0 \frac{d}{dt} \sin \omega t$$

$$i = C V_0 \cos \omega t \times \omega$$

$$i = \omega C V_0 \cos \omega t$$

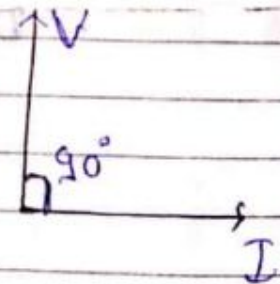
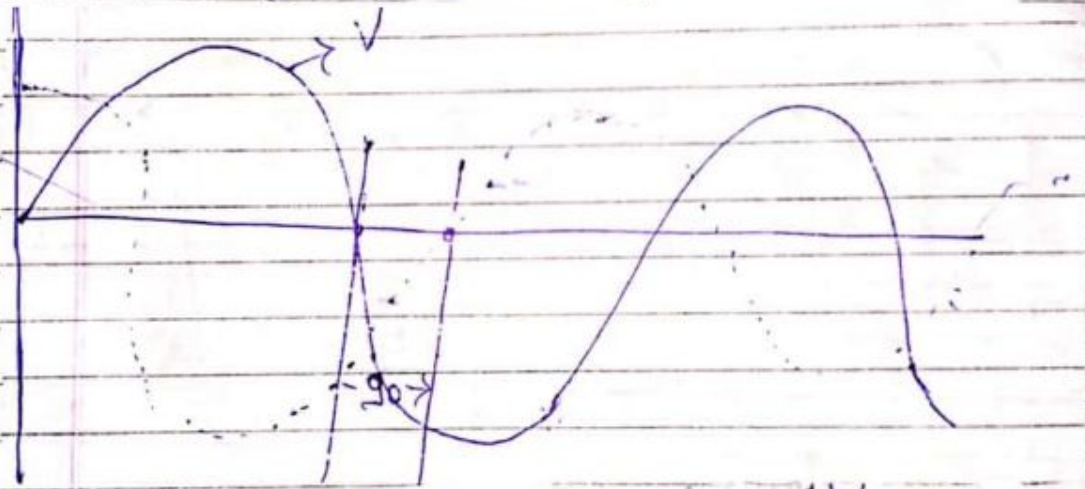
$$i = \omega C V_0 \sin(90^\circ + \omega t)$$

माना $\omega C V_0 = i_0$

then $i = i_0 \sin(\omega t + 90^\circ)$ — (2)

होगा है, कि धारा i वोल्टता V से स्पष्ट है।
कला में 90° अवग्रामी है।

Note-



Note-

$$\omega C V_0 = i_0$$

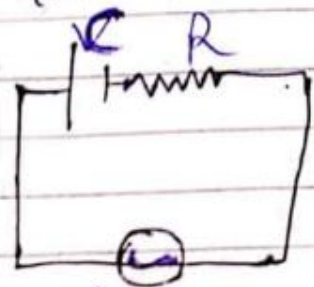
$$V_0 = \frac{i_0}{\omega C}$$

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

अर्थात् किसी प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में संघारित्र द्वारा धारा के माग में डाली गई रूकावट धारितीय प्रतिघात कहलाता है उसे X_C से प्रदर्शित करते हैं।

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

जब परिपथ में धारिता व प्रतिरोध हो :-



जब प्रत्यावर्ती धारा में धारिता C का संघारित्र तथा प्रतिरोध R लगा होता है तो धारा i विभवान्तर V से कला में अग्रगामी होती है।

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

$$V_C = iX_C$$

$$V_R = iR$$

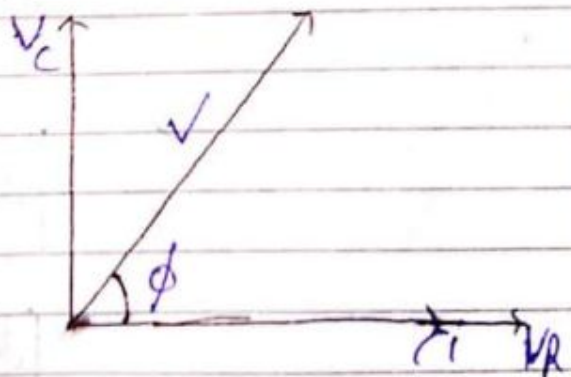
$$V = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$$

$$V = \sqrt{(iR)^2 + (iX_C)^2}$$

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

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

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



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

C-R परिपथ में प्रत्यावर्ती धारा के माप में लगाया गया अकरोध प्रतिबाधा कहलाता है।
जैसे Z से प्रदर्शित करते हैं।

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2} \quad \left\{ Z = \frac{V}{i} \right\}$$

but $X_c = \frac{1}{\omega C}$

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

$$\tan \phi = \frac{V_c}{V_R} = \frac{i X_c}{i R}$$

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

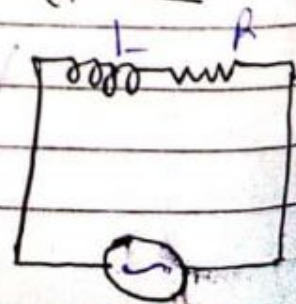
$$\tan \phi = \frac{1}{\omega C R}$$

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

या

$$\tan \phi = \frac{1}{2\pi f C R}$$

L-R का परिपथ में L-R हो —



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

$$V = \sqrt{(i\omega L)^2 + (iR)^2}$$

$$V = \sqrt{(i\omega L)^2 + (iR)^2}$$

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

$$V = \sqrt{i^2 [\omega^2 L^2 + R^2]}$$

$$V = i \sqrt{[\omega^2 L^2 + R^2]}$$

$$\frac{V}{i} = \sqrt{[\omega^2 L^2 + R^2]}$$

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

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

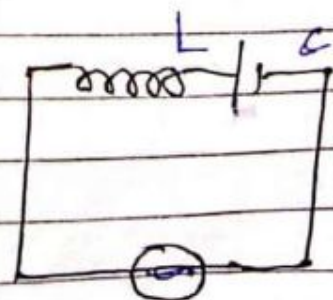
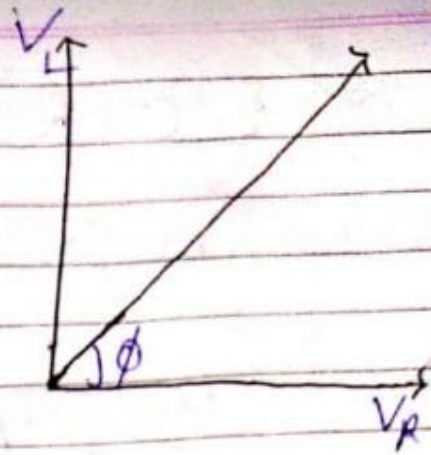
$$\tan \phi = \frac{iX_L}{iR}$$

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

L-C परिपथ :-

$$V = V_L - V_C$$

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



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

$$Li = \int V_0 \sin \omega t dt$$

$$= V_0 \int \sin \omega t dt$$

$$= V_0 \left[-\cos \omega t \times \frac{1}{\omega} \right]$$

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

$$i = -\frac{V_0}{\omega L} \sin(90^\circ - \omega t)$$

$$i = -\frac{V_0}{\omega L} \sin[-(-90^\circ + \omega t)]$$

$$i = -\frac{V_0}{\omega L} \sin[-(\omega t - 90^\circ)]$$

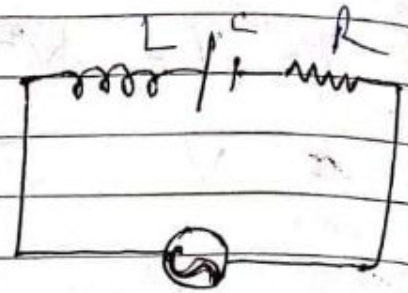
$$i = -\frac{V_0}{\omega L} \left[-\sin(\omega t - 90^\circ) \right]$$

$$i = \frac{V_0}{\omega L} \sin(\omega t - 90^\circ)$$

$$= \text{माना } \frac{V_0}{\omega L} = i_0 \text{ (P.V.)}$$

$$i = i_0 \sin(\omega t - 90^\circ) \quad \text{--- (2)}$$

L-C-R circuit :-



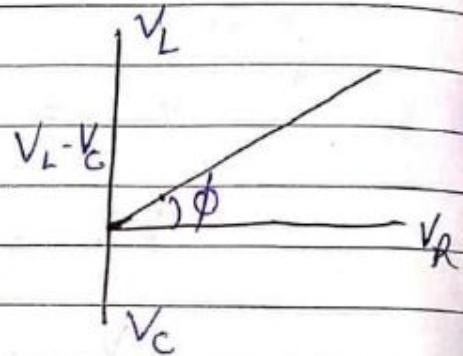
$$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$$

$$V = \sqrt{i^2 R^2 + (iX_L - iX_C)^2}$$

$$V = \sqrt{i^2 \left[R^2 + (X_L - X_C)^2 \right]}$$

$$V = i \sqrt{R^2 + \left[\omega L - \frac{1}{\omega C} \right]^2}$$

$$\frac{V}{i} = \sqrt{R^2 + \left[\omega L - \frac{1}{\omega C} \right]^2}$$



$$Z = \sqrt{R^2 + \left[\omega L - \frac{1}{\omega C} \right]^2}$$

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

$$= \frac{iX_L - iX_C}{iR}$$

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

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

प्रत्यावर्ती द्वारा परिपथ में शक्ति : अथवा सामर्थ्य :- किसी वैद्युत परिपथ में उसके विभिन्न अवयवों $[L, C, R]$ ऊपर व्याप होने की दर उस परिपथ की शक्ति अथवा सामर्थ्य कहलाती है। इसे P से प्रदर्शित करते हैं।

माना किसी परिपथ में प्रत्यावर्ती वोल्टता V_{rms} तथा प्रत्यावर्ती धारा i_{rms} हो तब

$$P = V_{rms} i_{rms} \cos \phi$$

जहाँ ϕ V तथा i के बीच कलांतर है तथा $\cos \phi$ परिपथ का शक्ति गुणांक है। शक्ति गुणांक का मान परिपथ में उपस्थित L, C, R (अवयवों) पर निर्भर करता है।

Note-

शक्ति गुणांक :- प्रत्यावर्ती द्वारा परिपथ में औष्णिक प्रतिरोध तथा परिपथ की प्रतिबाधा का अनुपात परिपथ का शक्ति गुणांक कहलाता है।

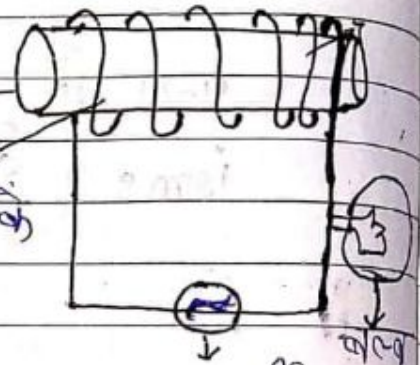
$$\text{शक्ति गुणांक } \cos \phi = \frac{R}{Z}$$

$$\cos \phi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + [X_L - X_C]^2}}$$

वाटहीन धारा :- जब किसी प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में प्रत्यावर्ती शुद्ध प्रेरिकत्व तथा शुद्ध संधारित्र लगा हो तो परिपथ में ऊर्जा हानि शून्य होती है जब इस परिपथ में बहने वाली धारा वाटहीन धारा कहलाती है।

चौक कुण्डली :-

लौहे की क्रोड लौहे के मोटे विद्युत्प्ररोधी तार के फेरे



प्रत्यावर्ती धारा एक ऐसी युक्ति जिसके द्वारा प्रत्यावर्ती धारा की प्रबलता को कम किया जा सकता है। चौक कुण्डली कहलाती है। चौक कुण्डली में विद्युत ऊर्जा हानि नगण्य होती है।

रचना :- इसमें यह एक नगण्य प्रतिरोध तथा उच्च प्रेरिकत्व की कुण्डली होती है जिसमें लौहे के मोटे विद्युत्प्ररोधी तार के अनेक फेरे होते हैं जो कि परस्पर लौहे की क्रोड के ऊपर लपेटे जाते हैं।

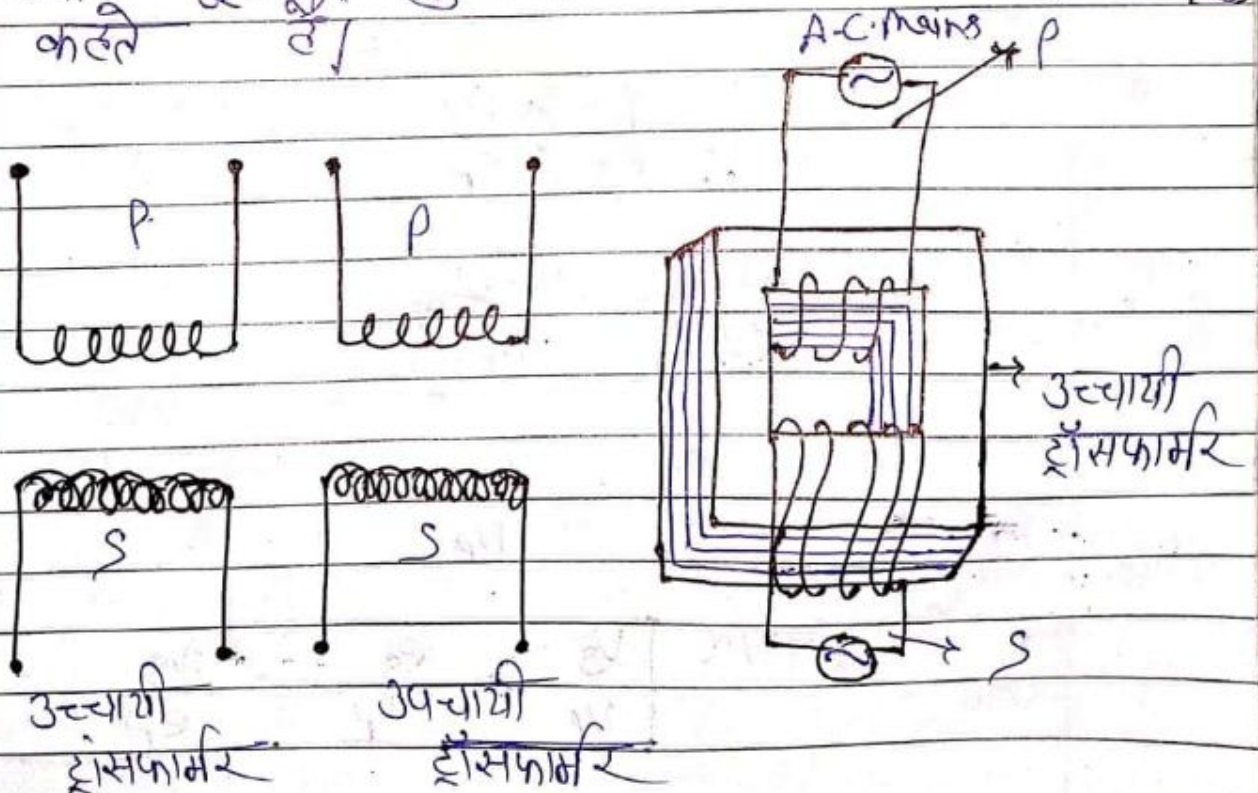
तार लौहे का व मोटा होने के कारण इस कुण्डली का प्रतिरोध लगभग शून्य होता है परन्तु फेरों की संख्या अधिक होने के कारण इसका प्रेरिकत्व उंचा होता है। अतः प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में इस कुण्डली के द्वारा धारा

के मान को घटा बढ़ा सकते हैं।

ट्रांसफॉर्मर :- ट्रांसफॉर्मर अनप्योन्य प्रेरण के सिद्धान्त पर कार्य करने वाला एक ऐसा साधन है जो प्रत्यावर्ती धारा के विभव को परिवर्तित करने के काम में लाया जाता है।
ट्रांसफॉर्मर दो प्रकार के होते हैं :-

- (i) अपचायी ट्रांसफॉर्मर [Step down Transformer] [S.D.F.]
- (ii) उच्चायी ट्रांसफॉर्मर [Step up Transformer] [S.U.F.]

रचना :- इसमें नरम लोहे की पत्तियों को एक के ऊपर एक रखकर एक परलिन कोड बनाया जाता है। इसके ऊपर ताँबे के तारों की अलग-अलग दो कुण्डलियाँ लपेट दी जाती हैं। इनमें से एक को प्राथमिक कुण्डली (N_p) तथा दूसरी कुण्डली को द्वितीयक कुण्डली (N_s) कहते हैं।



क्रियाविधि :-— हांसफार्मिड की प्राथमिक कुण्डली को सदैव स्रोत से जोड़ते हैं। जब प्राथमिक कुण्डली में प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित होती है तो अन्योन्य प्रेरण द्वारा द्वितीयक कुण्डली में उसी आवृत्ति का प्रत्या प्रत्यावर्ती विद्युत वाहक बल उत्पन्न हो जाता है। इसका मान दोनों कुण्डलियों के तारों के फेरों की संख्या के अनुपात पर निर्भर करता है।

माना प्राथमिक कुण्डली में फेरों की संख्या N_p तथा प्र विद्युत वाहक बल e_p हो तो

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

माना द्वितीयक कुण्डली में फेरों की संख्या N_s तथा विद्युत वाहक बल e_s हो तो

$$e_s = -N_s \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

$$\therefore N_s \gg N_p$$

$$\therefore e_s \gg e_p$$

$$\frac{e_s}{e_p} = \frac{N_s \cancel{\Delta i} / \cancel{\Delta t}}{N_p \cancel{\Delta i} / \cancel{\Delta t}}$$

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

अर्थात्

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

~~ट्रांसफार्मर~~ ट्रांसफार्मर की दक्षता :- जब प्राथमिक
 वैद्युत धारा प्रवाह की जाती है तो
 द्वितीयक कुण्डली में प्रेरित वैद्युत धारा
 उत्पन्न हो जाती है जब द्वितीयक
 कुण्डली से प्राप्त ऊर्जा तथा प्राथमिक
 कुण्डली को दी गई ऊर्जा का
 अनुपात ट्रांसफार्मर की दक्षता कहलाती है।
 अर्थात्

$$\eta = \frac{\text{द्वितीयक कुण्डली से प्राप्त ऊर्जा}}{\text{प्राथमिक कुण्डली को दी गई ऊर्जा}}$$

$$\eta = \frac{\text{निरगम शक्ति [Output Power]}}{\text{निवेशी शक्ति [Input Power]}}$$

- ie- एक आदर्श ट्रांसफार्मर के लिए दक्षता
 100% होती है लेकिन व्यवहारिक रूप
 में ट्रांसफार्मर की दक्षता सदैव 100%
 से कम होती है।
 0- ऊर्जा हानि को कम करने के बाद
 ट्रांसफार्मर की दक्षता को 90% तक
 किया जा सकता है।

दिष्ट द्वारा (Direct Current) :- दिष्ट धारा
 प्रत्यावर्ती द्वारा के दोष तथा लाभ :-
 लाभ :-

प्रत्यावर्ती द्वारा को ट्रांसफार्मर द्वारा
 एक स्थान से दूसरे स्थान पर भेजने
 में ऊर्जा हानि कम होती है तथा
 लागत भी कम आती है जबकि दिष्ट

द्वारा को एक स्थान से दूसरे स्थान पर भेजने पर ऊर्जा तानि अधिक होती है तथा लागत भी अधिक आती है।

2. प्रत्यावर्ती द्वारा वाले पन्त दिष्ट द्वारा वाले पन्तों की तुलना में अधिक मजबूत व अधिक सुविधाजनक होते हैं।

3. जब दिष्ट द्वारा की आवश्यकता होती है तो प्रत्यावर्ती द्वारा को दिष्टकारी द्वारा दिष्ट द्वारा में बदल लिया जाता है। परन्तु दिष्ट द्वारा को प्रत्यावर्ती द्वारा में नहीं बदला जा सकता है।

4. प्रत्यावर्ती द्वारा को ट्रांसफार्मर द्वारा उच्च वोल्टेज की द्वारा में बदला जा सकता है। परन्तु दिष्ट द्वारा को उच्च वोल्टेज में बदल पाना संभव नहीं है।

दोष —

1. प्रत्यावर्ती द्वारा दिष्ट द्वारा की तुलना में अधिक खतरनाक है।

2. बहुत अपघटन, बहुत धुंभक आदि के बनाने में कुशल दिष्ट द्वारा का प्रयोग होता है, प्रत्यावर्ती द्वारा का नहीं।

3. प्रत्यावर्ती द्वारा चालक तार में तार की तरह पर बहती है।

प्रश्न 3. प्रत्यावर्ती धारा जनित्र का सिद्धान्त तथा कार्य-प्रणाली चित्र द्वारा समझाइए। [2014]

अथवा कुण्डली में उत्पन्न वैद्युत वाहक बल का व्यंजक कोणीय चाल के पदों में लिखिए। [2018]

उत्तर : प्रत्यावर्ती धारा जनित्र अथवा डायनमो—वैद्युत जनित्र (डायनमो) एक ऐसी वैद्युत चुम्बकीय मशीन है जो यान्त्रिक ऊर्जा को वैद्युत ऊर्जा में बदलती है। इसका कार्य फैराडे के वैद्युतचुम्बकीय प्रेरण के सिद्धान्त पर निर्भर है।

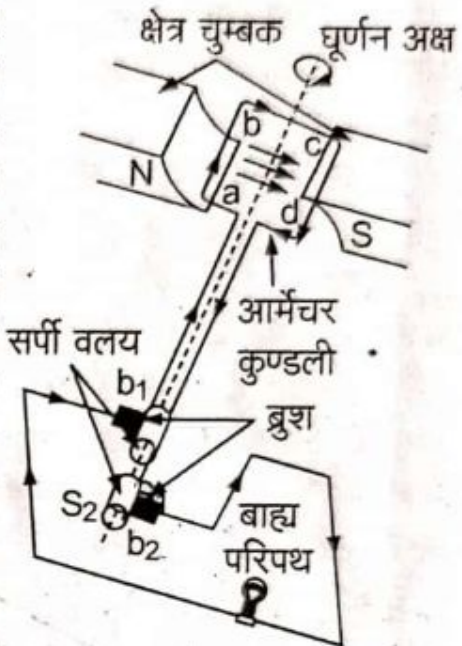
सिद्धान्त—जब किसी बन्द कुण्डली को किसी शक्तिशाली चुम्बकीय क्षेत्र में तेजी से घुमाया जाता है तो उसमें से होकर गुजरने वाली चुम्बकीय फ्लक्स रेखाओं की संख्या में लगातार परिवर्तन होता रहता है, जिसके कारण

कुण्डली में एक वैद्युत वाहक बल तथा वैद्युत धारा प्रेरित हो जाती है। कुण्डली को घुमाने में किया गया कार्य अथवा व्यय यान्त्रिक ऊर्जा, कुण्डली में वैद्युत ऊर्जा के रूप में परिणत हो जाती है।

संरचना—इसके निम्नलिखित चार भाग होते हैं—

(1) **क्षेत्र चुम्बक**—यह एक शक्तिशाली चुम्बक (N-S) होता है। इसका कार्य शक्तिशाली चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करना है जिसमें कुण्डली घूमती है। इसके द्वारा उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र की बल-रेखाएँ ध्रुव N से S की ओर होती हैं।

(2) **आर्मेचर**—यह एक आयताकार कुण्डली $a b c d$ होती है, जो कच्चे लोहे के क्रोड पर पृथक्कृत ताँबे के तार के बहुत-से फेरों को लपेटकर बनाई जाती है। इसे **आर्मेचर कुण्डली** भी कहते हैं। इसमें ताँबे के फेरों की संख्या अधिक होती है। इस कुण्डली को क्षेत्र चुम्बक के ध्रुव खण्डों N-S के बीच बाह्य शक्ति जैसे स्टीम टरबाइन, वाटर टरबाइन, पेट्रोल इंजन आदि द्वारा तेजी से घुमाया जाता है।



(3) **सर्पी वलय**—कुण्डली पर लिपटे ताँबे के तार के दोनों सिरे धातु के दो छल्लों S_1 व S_2 से जुड़े रहते हैं तथा आर्मेचर कुण्डली के साथ-साथ उसी अक्ष पर घूमते हैं। इनको **सर्पी वलय** कहते हैं। ये छल्ले परस्पर तथा धुरा दण्ड से पृथक्कृत रहते हैं।

(4) **ब्रुश**—सर्पी वलय S_1, S_2 सदैव ताँबे की बनी दो पत्तियों b_1 व b_2 को स्पर्श करते रहते हैं जिन्हें **ब्रुश** कहते हैं। ये ब्रुश स्थिर रहते हैं तथा इनका सम्बन्ध उस बाह्य परिपथ से कर देते हैं जिसमें वैद्युत धारा भेजनी होती है।

कार्यविधि—माना आर्मेचर कुण्डली $a b c d$ दक्षिणावर्त दिशा में घूम रही है किसी क्षण कुण्डली की भुजा $c d$ नीचे जा रही है तथा भुजा $a b$ ऊपर की ओर आ रही है। फ्लेमिंग के दाएँ हाथ के नियमानुसार, इन भुजाओं में प्रेरित धारा की दिशा के अनुसार होगी। अतः बाह्य परिपथ में वैद्युत धारा ब्रुश S_2 से जाएगी तथा ब्रुश S_1 से वापस आएगी। जब कुण्डली अपनी ऊर्ध्वाधर स्थिति से गुजरेगी, तब भुजा $a b$ नीचे की ओर जाना प्रारम्भ करेगी तथा $c d$ ऊपर की ओर जाने लगेगी। अब वैद्युत धारा ब्रुश S_1 से बाहर जाएगी तथा ब्रुश S_2 से वापस आएगी। इस प्रकार की धारा को **प्रत्यावर्ती धारा** कहते हैं क्योंकि प्रत्येक आधे चक्कर के बाद बाह्य परिपथ में धारा की दिशा बदल जाती है।