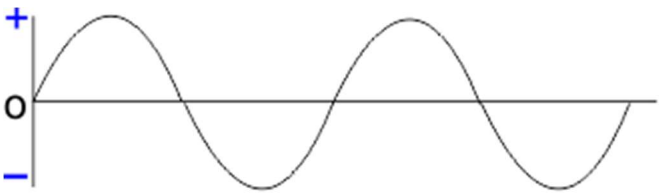
भौतिकी

अध्याय-7: प्रत्यावर्ती धारा

SHIVOM CLASSES
8696608541

प्रत्यावर्ती धारा

वह धारा जो किसी विद्युत परिपथ में समय के साथ अपनी दिशा को लगातार बदलती रहती है उसे प्रत्यावर्ती धारा कहते हैं



प्रत्यावर्ती धारा

DC (direct current) की दिशा में समय के साथ कोई परिवर्तन नहीं होता है यह एक सीधी सरल रेखा के रूप में चलती है।

भारत में 50 हर्ट्स आवृत्ति की प्रत्यावर्ती धारा घरों में प्रयोग की जाती है। अर्थात् एक सेकंड में प्रत्यावर्ती धारा की दिशा 50 बार बदलती है। जैसे चित्र द्वारा स्पष्ट किया गया है इसी कारण से प्रत्यावर्ती धारा को ~ चिन्ह द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

दिष्ट धारा

प्रत्यावर्ती धारा का आयाम

जब कोई कुंडली चुंबकीय क्षेत्र में घूमती है तो दो स्थितियां ऐसी आती हैं। जिसमें परिपथ में उत्पन्न प्रत्यवर्ती वोल्टता तथा प्रत्यावर्ती धारा का मान महत्तम होता है। प्रत्यावर्ती धारा तथा वोल्टता के इस अधिकतम मान को प्रत्यावर्ती धारा का आयाम (amplitude of alternating current) कहते हैं इसे प्रत्यावर्ती धारा का शिखर मान भी कहा जाता है।

प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति

प्रतिवर्ती धारा प्रत्येक सेकंड में जितने चक्कर पूरा करती है उसे धारा की आवृत्ति कहते हैं। अर्थात 1 सेकंड में प्रतिवर्ती धारा जितनी साइकिलें पूरी करती है उसे प्रतिवर्ती धारा की आवृत्ति कहते हैं। इसे f से प्रदर्शित करते हैं।

यदि प्रतिवर्ती धारा का आवर्तकाल T हो तो आवृत्ति

SHIVOM CLASSES 8696608541

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

इसके अनुसार आवृत्ति की परिभाषा: आवर्तकाल के व्युत्क्रम को प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति (frequency of alternating current) कहते हैं।
जबकि T = 2π/ω होता है तो आवृत्ति

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

जहां ω को कोणीय वेग कहते हैं आवृत्ति का मात्रक चक्कर/सेकंड यह हर्ट्स होता है। जिसे Hz द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

भारत में घरों में प्रयोग की जाने वाली प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति 50 हर्ट्स होती है।

प्रत्यावर्ती धारा का आवर्तकाल

प्रत्यावर्ती धारा को अपना एक चक्कर पूरा करने में इतना समय लगता है उसे प्रत्यावर्ती धारा का आवर्तकाल कहते हैं। (Periodic time of alternating current) इसे T द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। तो

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

आवर्तकाल का मात्रक सेकंड होता है क्योंकि यह समय को ही दर्शाता है। जहां ω कोणीय वेग है।

प्रत्यावर्ती धारा का कालांतर

प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में धारा तथा विभवांतर जब एक साथ अधिकतम और एक साथ न्यूनतम मान प्राप्त करते हैं तो इनके बीच कालांतर शून्य होता है।

इसके विपरीत जब धारा तथा विभवांतर अलग-अलग अधिकतम और न्यूनतम मान प्राप्त करते हैं तो प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में कालांतर का कुछ मान होता है। अर्थात् धारा और विभवांतर के बीच का कालांतर पाया जाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

प्रत्यावर्ती वोल्टेज

इस प्रकार का वोल्टेज जिसका मान व दिशा समय के साथ बदलता है और एक निश्चित समय के बाद उसी मान व दिशा में वापस लौट आता है। तो इस प्रकार के वोल्टेज को प्रत्यावर्ती वोल्टेज (alternating voltage) कहते हैं।

प्रत्यावर्ती धारा परिपथ

प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में वोल्टेज तथा धारा के बीच कलांतर का मान परिपथ की प्रकृति पर निर्भर करता है कि वोल्टेज तथा धारा एक साथ या अलग-अलग न्यूनतम व अधिकतम मान प्राप्त कर रही हैं।

प्रतिरोध पर प्रत्यावर्ती धारा

प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में केवल शुद्ध प्रतिरोध R होता है। तो वोल्टेज तथा धारा दोनों समान कला में होते हैं। अर्थात् प्रत्यावर्ती धारा तथा वोल्टेज एक साथ न्यूनतम तथा अधिकतम मान प्राप्त करते हैं।

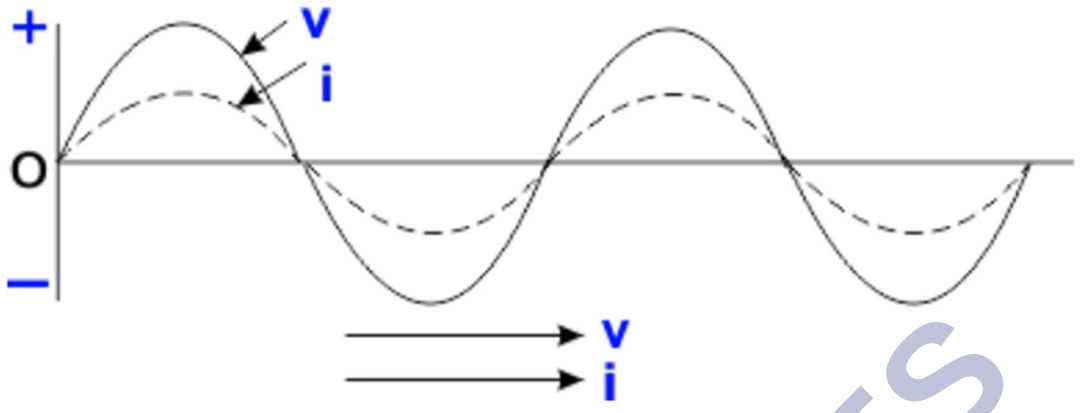
तब इनके धारा तथा वोल्टेज के समीकरण इस प्रकार लिखे जा सकते हैं।

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

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

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



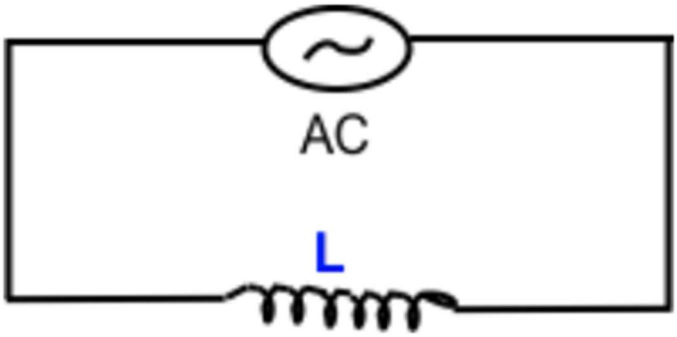
दोनों समीकरणों की आपस में भाग करने पर

$$\frac{V}{i} = \frac{V_0 sin\omega t}{i_0 sin\omega t}$$
$$\frac{V}{i} = \frac{V_0}{i_0}$$

समीकरण की ओम के नियम से तुलना करने पर हम पाते हैं कि अनुपात V/i अथवा V_0/i_0 परिपथ का प्रतिरोध R है। इसका मात्रक ओम होता है। प्रतिरोध का व्यवहार प्रत्यावर्ती धारा (AC) के लिए वैसा ही होता है जैसा कि दिष्ट धारा (DC) के लिए होता है। अर्थात प्रतिरोध AC और DC में समान रूप से काम करता है।

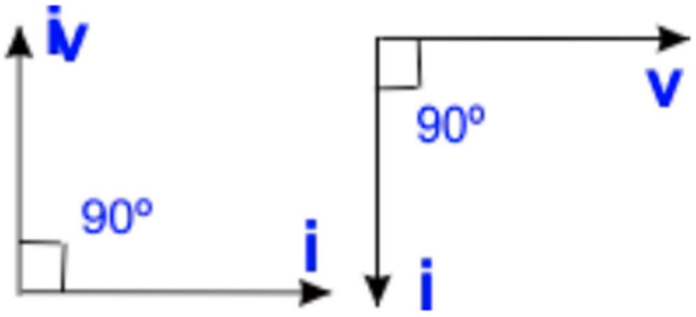
प्रेरकत्व पर प्रत्यावर्ती धारा

जब प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में केवल प्रेरकत्व L होता है। तो प्रत्यावर्ती वोल्टेज, धारा से 90° अग्रगामी अथवा धारा, वोल्टेज से 90° पशचगामी होती है।



SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



तब इनके धारा एवं वोल्टेज के समीकरण इस प्रकार लिख सकते हैं।

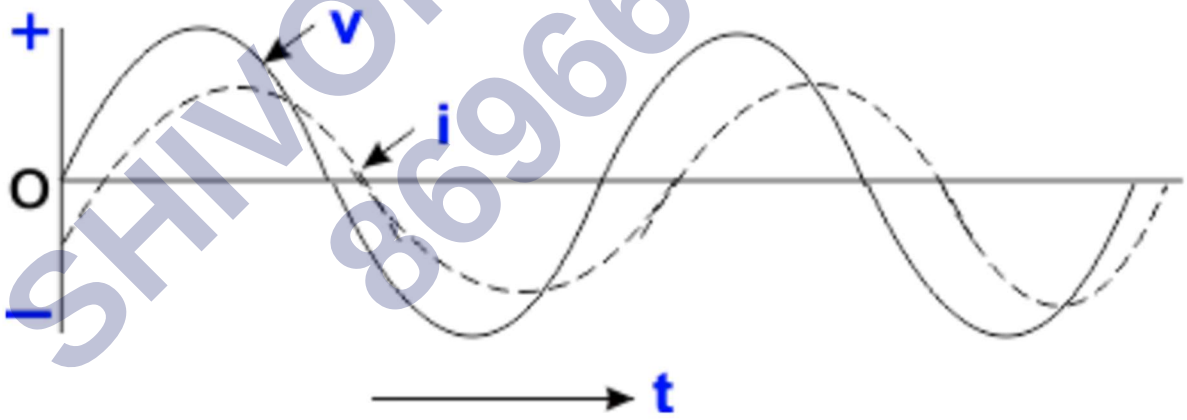
$V = V_0 \sin(\omega t + \pi/2)$

$i = i_0 \sin\omega t$

अथवा

$V = V_0 \sin\omega t$

$i = i_0 \sin(\omega t - \pi/2)$



उपरोक्त समीकरण की ओम के नियम से तुलना करने पर हम कह सकते हैं। कि अनुपात V/i अथवा V_0/i_0 परिपथ का प्रतिरोध R है। चूंकि यहां प्रतिरोध प्रेरकत्व के कारण है अतः इसे प्रतिरोध न कहकर प्रेरण प्रतिघात कहते हैं। इसे X_L से प्रदर्शित करते हैं इसका मान ωL के बराबर होता है। तो

$X_L = \omega L$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

जहां ω कोणीय वेग है इसका मान 2πf होता है तो

$X_L = 2\pi fL$ ओम

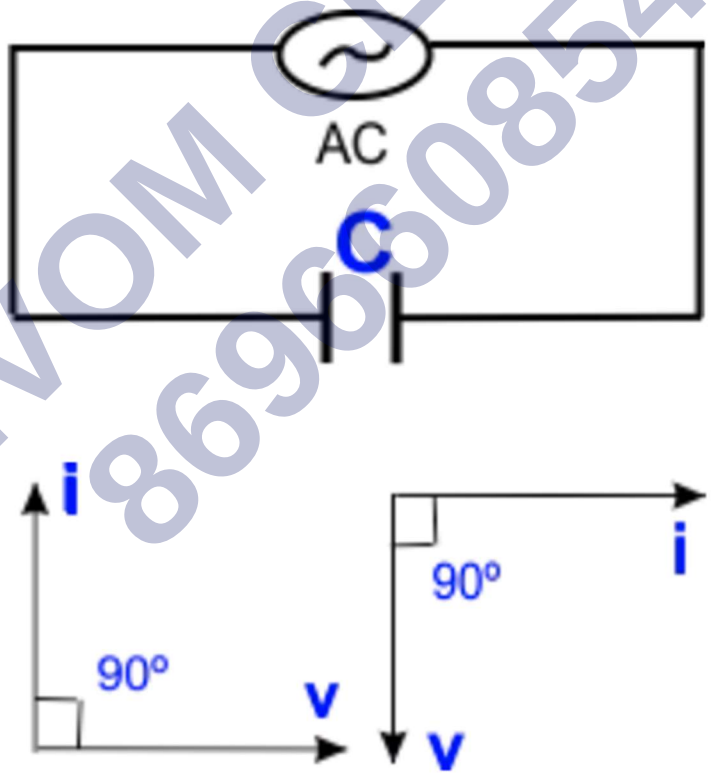
दिष्ट धारा DC के लिए आवृत्ति f = 0 तब

$X_L = 0$ ओम

अतः प्रेरकत्व का प्रयोग दिष्ट धारा में नहीं होता है क्योंकि दिष्ट धारा में प्रेरकत्व प्रयोग करने पर परिपथ में आवृत्ति का मान शून्य हो जाता है। जिस कारण धारा प्रवाहित नहीं होती है अतः प्रेरकत्व केवल प्रत्यावर्ती धारा में ही प्रयोग किया जाता है।

संधारित्र पर प्रत्यावर्ती धारा

जब प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में केवल संधारित्र C होता है। तो प्रत्यावर्ती वोल्टेज, धारा से 90° पशचगामी अथवा धारा, वोल्टेज से 90° अग्रगामी होती है।



तो वोल्टेज एवं धारा के समीकरण इस प्रकार लिख सकते हैं।

$V = V_0 \sin\omega t$

SHIVOM CLASSES 8696608541

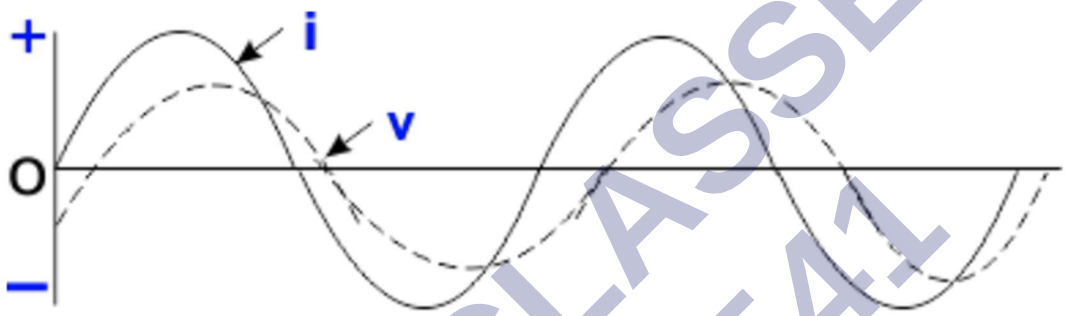
SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$i = i_0 \sin(\omega t + \pi/2)$

अथवा

$V = V_0 \sin(\omega t - \pi/2)$

$i = i_0 \sin\omega t$



ऊपर दिए गए समीकरण में अनुपात V/i अथवा V_0/i_0 परिपथ का प्रतिरोध R ही है। चूंकि यहां प्रतिरोध, संधारित्र के कारण है अतः इसे प्रतिरोध के स्थान पर प्रेरण प्रतिघात कहते हैं। इसे X_C से प्रदर्शित करते हैं इसका मान $1/\omega C$ के बराबर होता है। तो

$X_C = 1/\omega C$

जहां ω कोणीय वेग है इसका मान 2πf होता है तो

$$X_L = \frac{1}{2\pi f C}$$ ओम

दिष्ट धारा DC के लिए आवृत्ति f = 0 तब

$X_C = \infty$ ओम

अतः संधारित्र का प्रयोग दिष्ट धारा में नहीं होता है क्योंकि दिष्ट धारा में संधारित्र का प्रयोग करने पर परिपथ में आवृत्ति का मान अनन्त हो जाता है। जिस कारण परिपथ खराब हो सकता है।

अतः संधारित्र का प्रयोग केवल प्रत्यावर्ती धारा में ही होता है दिष्ट धारा में नहीं।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

शक्ति गुणांक

प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में विभवांतर V तथा धारा i के बीच का कालांतर की कोज्या (cosine) को परिपथ का शक्ति गुणांक कहते हैं।
यह प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में प्रतिरोध R तथा प्रतिबाधा Z के अनुपात के बराबर होती है। यदि विभवांतर V तथा धारा i के बीच का कालांतर ϕ हो तब

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

शक्ति गुणांक का मान सदैव 1 से कम होता है। यानि इसका मान 1-0 के बीच कुछ भी हो सकता है। लेकिन 1 से कम ही होगा।
शक्ति गुणांक का कोई मात्रक नहीं होता है। अर्थात् यह एक मात्रक हीन राशि है।

चूंकि R प्रतिरोध है। तथा प्रतिबाधा Z भी प्रतिरोध को ही निरूपित करता है। इन दोनों के मात्रक ओम होता हैं। इसलिए
शक्ति गुणांक का मात्रक = ओम/ओम = 0

शक्ति गुणांक का सूत्र

जब प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में प्रतिरोध और प्रेरकत्व L होता है। यदि धारा i एवं वोल्टेज V के बीच कालांतर ϕ हो तो इनके समीकारण निम्न प्रकार दिये जा सकते हैं।

$V = V_0 \sin\omega t$

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

परिपथ में शक्ति क्षय

P = V × I (शक्ति सूत्र से)

i तथा V के मान रखने पर शक्ति

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$P = V_0 \sin\omega t \times i_0 \sin(\omega t + \phi)$

$P = V_0 \sin\omega t \times i_0(\sin\omega t \cos\phi - \cos\omega t \sin\phi)$ (sin(A+B) से)

$P = V_0 i_0(\sin^2\omega t \cos\phi - \sin\omega t \cos\omega t \sin\phi)$

$P = V_0 i_0(\sin^2\omega t \cos\phi - 1/2 \sin 2\omega t \sin\phi)$

एक पूरे चक्कर के लिए प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में $\sin^2\omega t = 1/2$ तथा $\sin 2\omega t = 0$ होता है

अतः परिपथ का औसत शक्ति क्षय

$P = 1/2 V_0 i_0 \cos\phi - 1/2 \times 0 \sin\phi$

$P = V_0/\sqrt{2} \bullet i_0/\sqrt{2} \cos\phi$

सूत्र $i_rms = \frac{i_0}{\sqrt{2}}$ एवं $V_rms = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$ से

$P = V_r ms \times i_r ms \times \cos\Phi$

इस समीकरण में $\cos\phi$ को परिपथ का शक्ति गुणांक कहते हैं। उपरोक्त सूत्र शक्ति गुणांक का सूत्र है।

शक्ति गुणांक संबंधी सभी प्रशन इसी सूत्र द्वारा हल किए जाते हैं। यदि परिपथ का प्रतिरोध R तथा प्रतिबाधा Z हो तो शक्ति गुणांक का सूत्र ऐसे भी लिखा जा सकता है।

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

वाटहीन धारा

जब प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में केवल प्रेरकत्व तथा धारिता होती है (जबकि प्रतिरोध शून्य है) तो इस प्रकार के प्रत्यावर्ती धारा परिपथ से प्रवाहित होने वाली धारा में कोई शक्ति क्षय नहीं होता है। अर्थात् औसत शक्ति क्षय शून्य रहता है। तब परिपथ में प्रवाहित इस धारा को वाटहीन धारा कहते हैं। वाटहीन धारा का उदाहरण चोक कुंडली में प्रवाहित धारा है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

जब परिपथ में प्रेरकत्व L तथा धारिता C होती है तो धारा तथा विभवांतर के बीच कलांतर 90° होता है तब

$\phi = 90°$ या $\phi = \pi/2$

अब परिपथ में शक्ति क्षय

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

$P = V_{rms} \times i_{rms} \times \cos 90°$

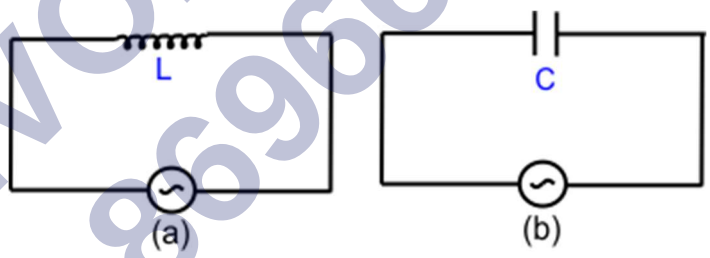
$P = V_{rms} \times i_{rms} \times 0 \qquad (\cos 90° = 0)$

या $P = 0$

अतः स्पष्ट है कि परिपथ में प्रकट और धारिता की उपस्थिति होने पर प्रवाहित धारा का कोई शक्ति क्षय नहीं होता है।

चोक कुंडली में प्रवाहित धारा को वाटहीन धारा क्यों कहते हैं

चोक कुंडली का शक्ति गुणांक नगण्य होता है या शून्य।
अतः जब चोक कुंडली में धारा प्रवाहित की जाती है तो कुंडली में औसत शक्ति क्षय शून्य होता है। शक्ति क्षय शून्य होने के कारण ही चोक कुंडली में प्रवाहित धारा को वाटहीन धारा कहते हैं।



वाटहीन धारा

ऊपर बनाए गए दोनों चित्र ही वाटहीन धारा को निरूपित करते हैं पहले चित्र (a) में प्रेरकत्व के साथ प्रत्यावर्ती धारा स्रोत को जोड़ा गया है तथा दूसरे चित्र (b) में धारिता के साथ प्रत्यावर्ती धारा स्रोत को जोड़ा गया है।

चोक कुंडली

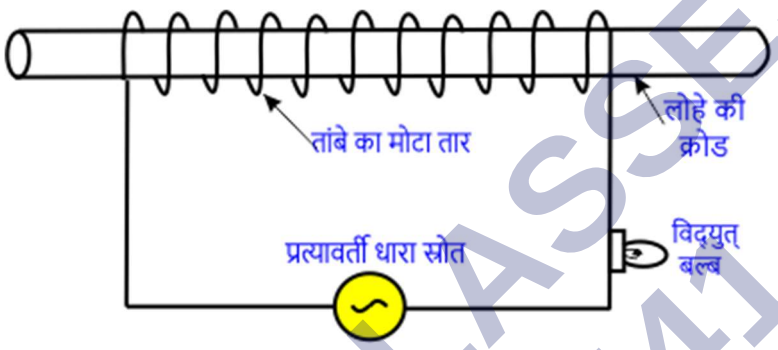
एक ऐसी युक्ति जो प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में बिना ऊर्जा का वास होने के परिपथ में धारा की प्रबलता को कम या धारा को नियंत्रित कर देती है। इस युक्ति को चोक कुंडली कहते हैं।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

चोक कुंडली की रचना

वह पतली लोहे की क्रोड जिसके ऊपर तांबे के मोटे विद्युत रोधी तार के अनेकों फेरों से लपेटकर एक कुंडली बनाई जाती है इस कुंडली को चौक कुंडली कहते हैं। जैसा चित्र में दिखाया गया है।
क्योंकि विद्युत रोधी तार तांबे का तथा मोटा होता है जिस कारण कुंडली का प्रतिरोध शून्य (नगण्य) हो जाता है। इसके विपरीत तार के फेरों की संख्या अधिक एवं लोहे की क्रोड होने के कारण इस कुंडली का प्रेरकत्व बहुत अधिक हो जाता है जैसा चित्र से स्पष्ट है।



चोक कुंडली

चोक कुंडली का सिद्धांत

चोक कुंडली द्वारा बिना ऊर्जा की हानि के परिपथ में धारा को नियंत्रित किया जा सकता है। यह इसी सिद्धांत पर कार्य करती है।

चूंकि कुंडली में केवल प्रतिरोध तथा प्रेरकत्व होता है तब इस कुंडली की प्रतिबाधा

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

क्योंकि कुंडली में प्रतिरोध का शून्य होता है। एवं प्रेरकत्व का मान बहुत अधिक होता है यह तो हम जानते ही हैं कि परिपथ में केवल प्रेरकत्व होने से उसमें ऊर्जा क्षय (हानि) बहुत ही कम या शून्य ही होती है इसी कारण यहां कुंडली में ऊर्जा का क्षय बहुत कम होता है तब LC परिपथ में औसत शक्ति क्षय

$P = V_{r\,ms} \times i_{r\,ms} \times \cos\phi$

जहां $\cos\phi$ कुंडली का शक्ति गुणांक है जिसका मान

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

चूंकि कुंडली का प्रतिरोध शून्य तथा प्रेरकत्व बहुत अधिक है तब शक्ति गुणांक

$\cos\phi = 0$

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

इस प्रकार चोक कुंडली में औसत शक्ति क्षय (हानि) लगभग ही शून्य होती है। चोक कुंडली का कार्य करने का सिद्धांत वाटहीन धारा के सिद्धांत पर आधारित है।
अतः चोक कुंडली इसी सिद्धांत पर कार्य करती है।

चोक कुंडली का उपयोग

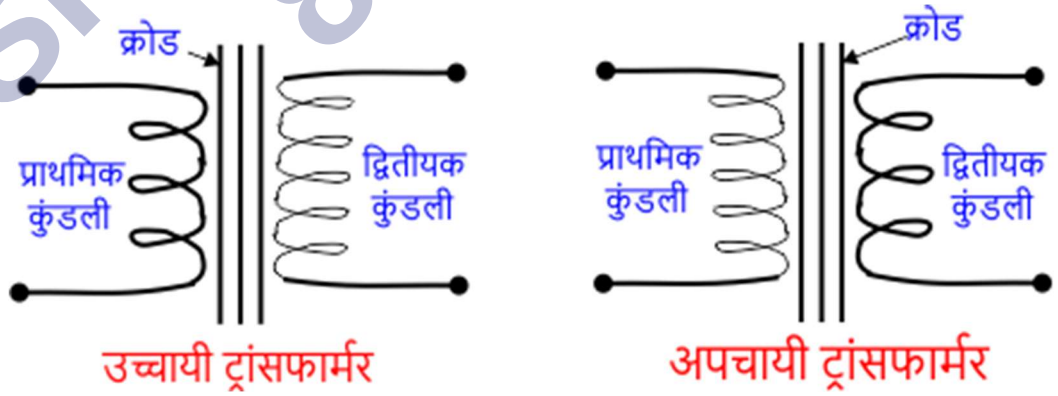
चोक कुंडली का उपयोग केवल प्रत्यावर्ती धारा AC में ही होता है दिष्ट धारा में इसका उपयोग नहीं किया जाता है। हम जानते हैं कि दिष्ट धारा के लिए कोणीय वेग शून्य होता है (ω =)। तब कुंडली में प्रेरण प्रतिघात $X_L = \omega L$ का मान भी शून्य हो जाएगा। इस कारण कुंडली में केवल प्रतिरोध ही बाकी रह रह जाता है। यह हम पढ़ चुके हैं कि जो कुंडली में प्रतिरोध का शून्य होता है। इसलिए इसका उपयोग केवल AC धारा में ही होता है।

ट्रांसफार्मर

यह अन्योन्य प्रेरण के सिद्धांत पर आधारित एक ऐसा उपकरण है जिसके द्वारा प्रत्यावर्ती धारा के विभव में परिवर्तन किया जाता है।
अतः यह प्रत्यावर्ती धारा के विभव को बिना किसी ऊर्जा हानि के कम या ज्यादा करता है क्योंकि यह अन्योन्य प्रेरण के सिद्धांत पर आधारित है इसलिए ही इस यह केवल प्रत्यावर्ती धारा में ही प्रयुक्त किए जाते हैं। दिष्ट धारा में इसका उपयोग नहीं होता है।

ट्रांसफार्मर की रचना

इसमें नर्म लोहे की आयताकार आकृति की पत्तियां होती हैं जो एक दूसरे के ऊपर रखकर पटलित क्रोड का रूप देती हैं। पटलित क्रोड अनेकों पत्तियों द्वारा ही बनाई जाती है। इससे क्रोड में भंवर धाराएं कम उत्पन्न होती हैं और विद्युत ऊर्जा की हानि में कमी आ जाती है।



ट्रांसफार्मर का कार्य सिद्धांत

अब इस प्रकार पतियों द्वारा दो कुंडली बनाई जाती हैं और इन कुंडलियों में से एक कुंडली में तांबे के मोटे तार के कुछ कम फेरे होते हैं। तथा दूसरी कुंडली में तांबे के तार के अधिक से

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

लपेटे जाते हैं। इन दोनों कुंडलियों में से एक कुंडली को प्राथमिक कुंडली तथा दूसरी को द्वितीयक कुंडली कहते हैं।

ट्रांसफार्मर का कार्य सिद्धांत

जब प्राथमिक कुंडली में प्रत्यावर्ती धारा स्रोत से धारा प्रवाहित की जाती है तब धारा के प्रत्येक चक्कर में नर्म लोहे की क्रोड एक बार एक दिशा में तथा दूसरी बार दूसरी दिशा में चुंबकित होती रहती है चूंकि द्वितीयक कुंडली भी इसी क्रोड से जुड़ी (लिपटी) हुई है अतः क्रोड के बार-बार एक दूसरी दिशा में चुंबकित होने के कारण चुंबकीय फ्लक्स में लगातार परिवर्तन होता रहता है। इस प्रकार विद्युत चुंबकीय प्रेरण के प्रभाव द्वारा द्वितीयक कुंडली में विद्युत वाहक बल उत्पन्न हो जाता है। एवं इसकी आवृत्ति वही है जो प्राथमिक कुंडली में होती है।

माना प्राथमिक कुंडली में फेरों की संख्या $V_{\text{प्राथमिक}}$ तथा द्वितीयक कुंडली में फेरों की संख्या $V_{\text{द्वितीयक}}$ है। एवं इससे बद्ध चुंबकीय फ्लक्स का मान ϕ_B है तो प्राथमिक कुंडली में फैराडे के विद्युत चुंबकीय प्रेरण के नियम से विद्युत वाहक बल

$$e_{\text{प्राथमिक}} = -N_{\text{प्राथमिक}} \frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$$

इसी प्रकार द्वितीयक कुंडली में

$$e_{\text{द्वितीयक}} = -N_{\text{द्वितीयक}} \frac{\Delta\phi_B}{\Delta t}$$

अब दोनों समीकरणों की तुलना करने पर

$$\frac{e_{\text{प्राथमिक}}}{e_{\text{द्वितीयक}}} = \frac{N_{\text{प्राथमिक}}}{N_{\text{द्वितीयक}}}$$

कहीं-कहीं इन्हें इस प्रकार भी लिखा जाता है

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

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

या $e_p \times N_s = N_p \times e_s$

जहां e_p व e_s क्रमशः प्राथमिक तथा द्वितीयक कुंडली के विद्युत वाहक बल हैं।

ट्रांसफार्मर में ऊर्जा की हानि

ट्रांसफार्मर में जब धारिता प्रवाहित की जाती है तो दोनों कुंडलियों के बीच चुंबकीय फ्लक्स उत्पन्न हो जाता है। जिससे ट्रांसफार्मर में ऊर्जा की हानि होने लगती है इसी हानि को कम करने के लिए ट्रांसफार्मर में पटलित लोहे की क्रोड का प्रयोग होता है। इससे चुंबकीय फ्लक्स का क्षय कम हो जाता है।

ट्रांसफार्मर का सूत्र

ट्रांसफार्मर संबंधी सभी आंकिक प्रश्न एक ही सूत्र द्वारा हल हो जाते हैं।

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

यही सूत्र ट्रांसफार्मर कर सूत्र कहलाता है इसके अतिरिक्त एक और सोच रहे जो इसी के जैसा ही है।

$$\frac{e_p}{e_p} = \frac{N_s}{N_s} = r$$

जहां r को परिणमन अनुपात कहते हैं

ट्रांसफार्मर के उपयोग

ट्रांसफार्मर का पहला सबसे महत्वपूर्ण उपयोग बिजली घरों में विद्युत ऊर्जा को शहरों व घरों तक आवश्यकतानुसार करके पहुंचाना है। प्रायः घरों में 220 वोल्ट की विद्युत ऊर्जा आती है

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

बिजली घरों में विद्युत ऊर्जा 220 वोल्ट से बहुत ऊंची आती है। अतः ट्रांसफार्मर से बिजली को गुजार कर 220 वोल्ट कर दिया जाता है।

प्रत्यावर्ती धारा जनित्र

विद्युत जनित्र या डायनेमो (alternating current generator or dynamo) एक इस प्रकार की मशीन है जो यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित कर देती है प्रत्यावर्ती धारा जनित्र का कार्य सिद्धांत फैराडे के विद्युत चुंबकीय प्रेरण के अनुसार है।

प्रत्यावर्ती धारा जनित्र का सिद्धांत

जब बंद कुंडली को किसी चुंबकीय क्षेत्र की उपस्थिति में तेजी से घुमाया जाता है। तो कुंडली में से होकर गुजरने वाली चुंबकीय फ्लक्स रेखाओं की संख्या में बदलाव (परिवर्तन) होता रहता है इस परिवर्तन के प्रभाव से कुंडली में एक विद्युत धारा प्रेरित हो जाती है। तब कुंडली को घुमाने में किया गया कार्य या व्यय यांत्रिक ऊर्जा कुंडली में विद्युत ऊर्जा के रूप में प्राप्त होती है। यह इसी सिद्धांत पर कार्य करता है।

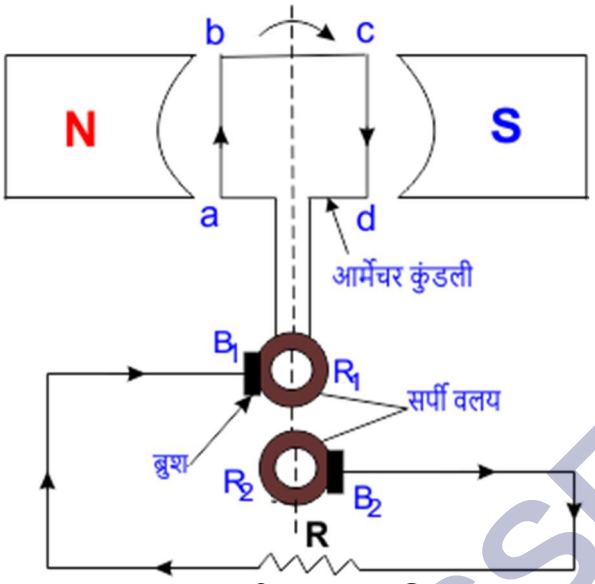
प्रत्यावर्ती धारा जनित्र की संरचना

वैसे तो इसके अनेक भाग होते हैं मगर हम यहां कुछ महत्वपूर्ण भागों के बारे में चर्चा करेंगे।

1. इसमें एक शक्तिशाली चुंबक होती है जिसे चित्र में NS द्वारा दर्शाया गया है। इस चुंबक द्वारा चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न किया जाता है कुंडली भी इसी में घूमती है।
2. इसमें एक आयताकार कुंडली होती है जो चित्र में abcd द्वारा दिखाई गई है। यह नर्म लोहे की क्रोड पर तांबे के अनेकों फेरों को लपेटकर बनाई जाती है इसे आर्मेचर कुंडली कहते हैं।
3. आर्मेचर कुंडली के सिरों पर जो तांबे के तार होते हैं। उसके सिरे, दो धातु के छल्लों से जुड़े होते हैं। जो चित्र में R_1 व R_1 द्वारा प्रदर्शित किए गए हैं इन छल्लो को सर्पी वलय कहते हैं।
4. सर्पी वलय तांबे की बनी दो प्लेटो से स्पर्श होते रहते हैं। इन प्लेटो का संबंध उस परिपथ से होता है। जहां विद्युत धारा पहुंचानी है इन्हें ब्रुश कहते हैं। चित्र में B_1 व B_1 ब्रुश को दर्शाते हैं।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



प्रत्यावर्ती धारा जनित्र

प्रत्यावर्ती धारा जनित्र की कार्यविधि

जब आर्मेचर कुंडली abcd को घुमाया जाता है तो इससे होकर गुजरने वाली चुंबकीय फ्लक्स रेखाओं में परिवर्तन होता रहता है। जिससे कुंडली में एक धारा प्रेरित हो जाती है कुंडली को दक्षिणावर्त दिशा में घुमाया जाता है। अर्थात जब भुजा ab ऊपर आती है तब कुंडली की भुजा cd नीचे की ओर जाती है। अतः परिपथ में विद्युत धारा उत्पन्न होने लगती है जो ब्रुश B_2 से B_1 की ओर वापस जाती है। इस धारा की दिशा प्रत्येक आधे चक्कर में बदल रही है इसलिए इसे प्रत्यावर्ती धारा कहते हैं।

प्रत्यावर्ती धारा कभी अधिकतम मान प्राप्त करती है तो कभी न्यूनतम मान। भारत के घरों में 50 हर्ट्स आवृत्ति की प्रत्यावर्ती धारा ac प्रयोग की जाती है।

इसका तात्पर्य है कि प्रत्येक सेकंड में प्रत्यावर्ती धारा बार जलती है तथा बार बुझती (या बंद) होती है। परंतु इतने कम समय में यह इतनी अधिक आवृत्ति से जलती-बंद होती है। इसलिए हमारी आंखें इसे देख नहीं पाती हैं।

दिष्ट धारा (direct current)

दिष्ट धारा (dc current) एक सीधी सरल रेखा में चलती है। इसीलिए इसकी आवृत्ति शून्य होती है अर्थात यह लगतार जलती ही रहती है। इसका मुख्य उदाहरण बैटरी हैं।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रत्यावर्ती धारा और दिष्ट धारा के बीच अंतर

इसके बीच के अंतर (difference between ac and dc current) को हमने कुछ बिंदुओं में बांटा है जो निम्न प्रकार से हैं।

1. प्रत्यावर्ती धारा को एक स्थान से दूसरे स्थान पर बहुत आसानी से पहुंचाया जा सकता है पावर हाउस (बिजली घर) से ac धारा को तारों के द्वारा ट्रांसफार्मर में तथा फिर यहां से घरों में पहुंचाया जाता है। इसमें कम खर्चा तथा ऊर्जा की हानि भी बिल्कुल न ही होती है। क्योंकि ट्रांसफार्मर का उपयोग केवल ac धारा में ही होता है। इसलिए दिष्ट धारा को एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाने में बहुत ज्यादा खर्चा तथा ऊर्जा की हानि भी अधिक होती है।
2. प्रत्यावर्ती धारा के प्रयोग से चलने वाले यंत्र जैसे विद्युत मोटर। दिष्ट धारा के प्रयोग से चलने वाले यंत्रों से अधिक सुदृढ़ व सुविधाजनक होते हैं।
3. कुछ स्थान ऐसे होते हैं जहां प्रत्यावर्ती धारा प्रयोग ही नहीं की जाती है वहां दिष्टकारी (rectifier) द्वारा प्रत्यावर्ती धारा को दिष्ट धारा में आसानी से परिवर्तित कर दिया जाता है। जैसे विद्युत चुंबक बनाने में तथा विद्युत अपघटन की क्रिया में आदि।
4. प्रत्यावर्ती धारा, दिष्ट धारा की तुलना में अधिक खतरनाक होती है। क्योंकि इसे अगर मनुष्य छू लेता है तो दिष्ट धारा की तुलना में मनुष्य को अधिक तेजी से झटका लगता है परंतु दिष्ट धारा में मनुष्य को इतनी तेजी से झटका नहीं लगता है।
5. प्रत्यावर्ती धारा जब तारों में बहती है तो उसका अधिकांश भाग तार के सिरों पर ही प्रवाहित होता है। इसलिए इसके तारों को मोटा बनाने की वजह पतले पतले तारों को मिलाकर एक मोटे तार में परिवर्तित कर दिया जाता है। परंतु दिष्ट धारा में ऐसा नहीं होता यह आसानी से किसी भी तार में बह जाती है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

NCERT SOLUTIONS

अभ्यास (पृष्ठ संख्या 266)

प्रश्न 1 एक 100 Ω का प्रतिरोधक 220 V, 50 Hz आपूर्ति से संयोजित है।

a. परिपथ में धारा का rms मान कितना है?
b. एक पूरे चक्र में कितनी नेट शक्ति व्यय होती है?

उत्तर- यहाँ R=100Ω

Vrms = 220 वोल्ट

f = 50Hz

a. $I_{rms} = \frac{V_{rms}}{R}$

$= \frac{220V}{100\Omega}$

= 2.2 ऐम्पियर

b. प्रतिरोधक में पुरे एक चक्र में व्यय औसत शक्ति

$\bar{P} = V_{rms} \times I_{rms}$

= 220 वोल्ट × 2.2 ऐम्पियर

= 484 वाट

प्रश्न 2

a. ac आपूर्ति का शिखर मान 300V है। rms वोल्टता कितनी है?
b. ac परिपथ में धारा का rms मान 10A है। शिखर धारा कितनी है?

उत्तर-

SHIVOM CLASSES 8696608541

a. यहाँ V_0 = 300 वोल्ट

$$\therefore V_{rms} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{300V}{\sqrt{2}}$$

$$= 150\sqrt{2} \text{ वोल्ट}$$

b. यहाँ V_{rms} = 10 ऐम्पियर

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

$$= 10\sqrt{2}A$$

$$= 10 \times 1.414A$$

$$= 14.14 \text{ ऐम्पियर}$$

प्रश्न 3 एक 44mH को प्रेरित्र 220V, 50Hz आपूर्ति से जोड़ा गया है। परिपथ में धारा के rms मान को ज्ञात कीजिए।

उत्तर- यहाँ

L = 44mH

= 44 × 10-3H

Vrms = 220 वोल्ट

f = 50Hz

∴ प्रेरक का प्रेरकीय प्रतिघात

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

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

$$= 2 \times 3.14 \times 50 \times 44 \times 10^{-3}\Omega$$

$$= 13.816 \text{ ओम}$$

$$\therefore \text{ धारा का } r_{rms} \text{ मान } (I_{rms}) = \left(\frac{220}{13.816}\right)\frac{V}{\Omega}$$

= 15.92 ऐम्पियर

प्रश्न 4 एक 60μF का संधारित्र 110V, 60Hz ac आपूर्ति से जोड़ा गया है। परिपथ में धारा के rms मान को ज्ञात कीजिए।

उत्तर- दिया है

$$C = 60\mu F$$

$$= 60 \times 10^{-6} F$$

vrms = 110V

f = 60Hz

धारितीय प्रतिघात,

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

$$= \frac{1}{2\pi fC}$$

धारा rms मान,

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{X_C}$$

$$= 2\pi f C\, V_{rms}$$

$$= 2 \times 3.14 \times 60 \times (60 \times 10^{-6}) \times 110A$$

$$= 2.49A$$

प्रश्न 5 प्रश्न 3 व 4 में एक पूरे चक्र की अवधि में प्रत्येक परिपथ में कितनी नेट शक्ति अवशोषित होती है? अपने उत्तर का विवरण दीजिए।

उत्तर- प्रश्न 3 व 4 दोनों में ही पूरे चक्र में नेट शून्य शक्ति व्यय होती है।
विवरण- शुद्ध प्रेरित्र तथा शुद्ध धारिता दोनों में धारा तथा विभवान्तर के बीच 90° का कलान्तर होता है।
शक्ति गुणांक cos φ = cos 90° = 0
प्रत्येक में नेट शक्ति व्यय P = V_{rms} x i_{rms} x cos φ = 0

प्रश्न 6 एक LCR परिपथ की, जिसमें L = 2.0H, C = 32μF तथा R = 10Ω अनुनाद आवृत्ति ωr परिकलित कीजिए। इस परिपथ के लिए Q का क्या मान है?

उत्तर- दिया है,

L = 2.0 हेनरी

C = 32 × 10-6 फैराडे

R = 10 ओम

अनुनादी आवृत्ति ωr=?

Q-गुणक = ?

अनुनादी आवृत्ति $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$= \frac{1}{\sqrt{2.0\times32\times10^{-6}}}$$

$$= \frac{10^3}{8} = 125 \text{ रेडियन/ सेकण्ड}$$

परिपथ का Q-गुणक $= \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$

$$= \frac{1}{10}\sqrt{\frac{2}{32\times10^{-6}}}$$

$$= 25$$

प्रश्न 7 30μF का एक आवेशित संधारित्र 27mH के प्रेरित्र से जोड़ा गया है। परिपथ के मुक्त दोलनों की कोणीय आवृत्ति कितनी है?

उत्तर- दिया है,

C = 30 μF

= 30 x 10^{-6} F,

L = 27 mH

= 27 x 10^{-3} H

प्रारम्भिक आवेश, q_0 = 6 mC = 6 x 10^{-3} C

मुक्त दोलनों की कोणीय आवृत्ति, $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$$= \frac{1}{\sqrt{27\times10^{-3}\times30\times60^{-6}}}$$

$$= \frac{10^4}{9}$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$= 1.1 \times 10^3 \text{ rad } s^{-1}$

प्रश्न 8 कल्पना कीजिए कि प्रश्न 7 में संधारित्र पर प्रारम्भिक आवेश 6mC है। प्रारम्भ में परिपथ में कुल कितनी ऊर्जा संचित होती है? बाद में कुल ऊर्जा कितनी होगी?

उत्तर- दिया है,

$C = 30 \times 10^{-6}F$,

$Q_0 = 6 \times 10^{-3}C$

प्रारम्भ में परिपथ में संचित ऊर्जा

E = संधारित्र की ऊर्जा + प्रेरित्र की ऊर्जा

$$= \frac{1}{2} \times \frac{Q_0^2}{C} + \frac{1}{2} L i_0^2$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{6\times10^{-3}\times6\times10^{-3}}{30\times10^{-6}} \quad [\because i_0 = 0]$$

$$= 0.6J$$

परिपथ में कोई प्रतिरोध नहीं जुड़ा है तथा शुद्ध धारिता तथा शुद्ध प्रेरक में ऊर्जा हानि नहीं होती है। अतः बाद में परिपथ में कुल 0.6J ऊर्जा ही बनी रहेगी।

प्रश्न 9 एक श्रेणीबद्ध LCR परिपथ को, जिसमें R = 20Ω, L = 1.5 H तथा C = 35μF, एक परिवर्ती आवृत्ति की 200V ac आपूर्ति से जोड़ा गया है। जब आपूर्ति की आवृत्ति परिपथ की मूल आवृत्ति के बराबर होती है तो एक पूरे चक्र में परिपथ को स्थानान्तरित की गई माध्य शक्ति कितनी होगी?

उत्तर- जब आपूर्ति की आवृत्ति = परिपथ की मूल आवृत्ति, तो परिपथ (L-C-R) अनुनादी परिपथ होगा जिसकी प्रतिबाधा Z = ओमीय प्रतिरोध R = 20 ओम

अतः शक्ति गुणांक

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$\cos\phi = \frac{R}{Z} = \frac{20\Omega}{20\Omega} = 1 \left(\because I_{rms} = \frac{V_{rms}}{Z} \right)$$

अतः परिपथ को स्थानान्तरित की गई माध्य शक्ति

$$\bar{P} = V_{rms} \times I_{rms} \times \cos\phi$$

अथवा

$$\bar{P} = V_{rms} \times \left(\frac{V_{rms}}{Z} \right) \cos\phi$$

$$= \left(\frac{(V_{rms})^2}{Z} \right) \cos\phi$$

$$\bar{P} = \left[\frac{(200V)}{20\Omega} \right] \times 1$$

= 2000 वाट

= 2 किलोवाट

प्रश्न 10 एक रेडियो को MW प्रसारण बैण्ड के एक खण्ड के आवृत्ति परास के एक ओर से दूसरी ओर (800 kHz से 1200 kHz) तक समस्वरित किया जा सकता है। यदि इसके LC परिपथ का प्रभावकारी प्रेरकत्व 200μH हो तो उसके परिवर्ती संधारित्र की परास कितनी होनी चाहिए?

[संकेत : समस्वरित करने के लिए मूल आवृत्ति अर्थात् LC परिपथ के मुक्त दोलनों की आवृत्ति रेडियो तरंग की आवृत्ति के समान होनी चाहिए]

उत्तर- दिया है,

f_1 = 800kHz

= 800×10^3Hz,

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

f_2 = 1200kHz

= 1200 × 10^3Hz,

L = 200μH

= 200 × 10^{-6}H

समस्वरित करने के लिए, परिपथ के दोलनों की मूल आवृत्ति $\left(=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}\right)$ रेडियो तरंग की आवृत्ति के बराबर चाहिये।

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

$$\Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L}$$

$f = f_1 = 800 \times 10^3 Hz$ के लिए

$$C_1 = \frac{1}{4\times(3.14)^2\times(800\times10^3)^2\times200\times10^{-6}}$$

$$= 197.8\times10^{-12}\,F \approx 198pF$$

$f = f_2 = 120 \times 10^3 Hz$ के लिए

$$C_2 = \frac{1}{4\times(3.14)^2\times(1200\times10^3\times200\times10^{-6})}$$

$$= 88\times10^{-12}F = 88pF$$

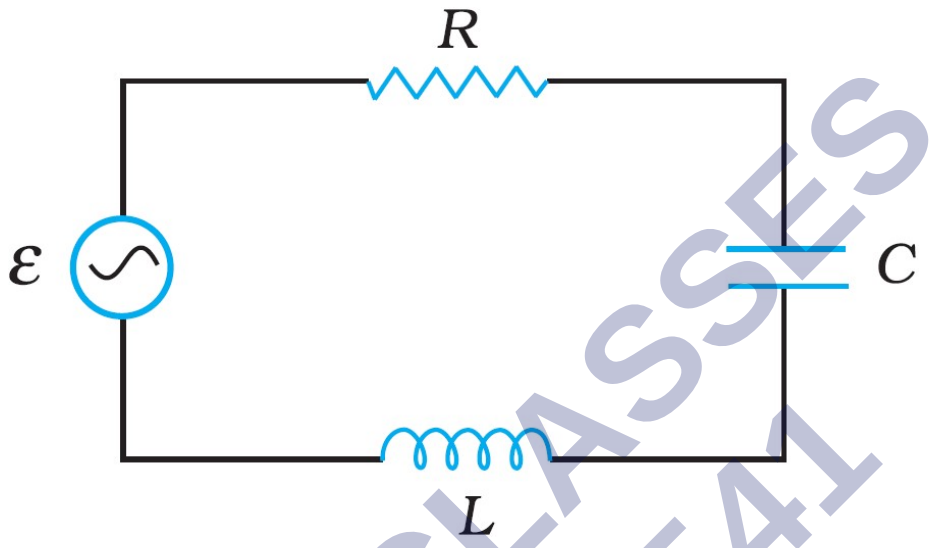
अर्थात परिवर्ती संधारित्र की धारिता परास 88pF से 198pF चाहिये।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 11 चित्र में एक श्रेणीबद्ध LCR परिपथ दिखलाया गया है जिसे परिवर्ती आवृत्ति के 230V के स्रोत से जोड़ा गया है।

L = 5.0H, C = 80μF, R = 40Ω .



a. स्रोत की आवृत्ति निकालिए जो परिपथ में अनुनाद उत्पन्न करे।
b. परिपथ की प्रतिबाधा तथा अनुनादी आवृत्ति पर धारा का आयाम निकालिए।
c. परिपथ के तीनों अवयवों के सिरों पर विभवपात के rms मानों को निकालिए। दिखलाइए कि अनुनादी आवृत्ति पर LC संयोग के सिरों पर विभवपात शून्य है।

उत्तर-

a. यहाँ L = 5.0H,

C = 80 × 10^{-6} F,

R = 40Ω

Vrms = 230 वोल्ट

अनुनाद पर स्त्रोत की कोणीय आवृत्ति

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

SHIVOM CLASSES 8696608541

$$= \frac{1}{\sqrt{\left(5.0 \times 80 \times 10^{-6}\right)}}$$

= 50 रेडियन/ सेकण्ड

= 50 सेकण्ड$^{-1}$

b. L-C-R श्रेणी अनुनादी परिपथ की अनुनाद पर प्रतिबाधा ।

Z = R = 40 ओम

$$\left[\therefore Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \text{ तथा } X_L = X_C\right]$$

धारा का आयाम

$$I_0 = \frac{V_0}{Z} = \frac{V_{rms}\sqrt{2}}{z}$$

$$= \left(\frac{230\sqrt{2}}{40}\right) \text{ ऐम्पियर}$$

$$= \left[\frac{(230 \times 1.414)}{40}\right] A$$

$$= 8.1A$$

c. अनुनाद पर, प्रेरकीय प्रतिघात XL = ωL

= (5 × 5.0)Ω

= 250Ω

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

तथा धारितीय प्रतिघात XC = प्रेरकीय प्रतिघात = 250Ω

धारा का rms मान अर्थात्

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

$$= \frac{230V}{40\Omega} = \left(\frac{23}{4}\right)A$$

∴ R के सिरों पर विभवान्तर

$$V_R = I_{rms} \times R$$

$$= \left(\frac{23}{4}\right) \times 40 \text{ वोल्ट}$$

$$= 230 \text{ वोल्ट}$$

C के सिरों पर विभवान्तर

$$V_C = I_{rms} \times X_C$$

$$= \left[\frac{23}{4} \times 250\right] \text{ वोल्ट}$$

$$= 1437.5 \text{ वोल्ट}$$

L के सिरों पर विभवान्तर

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$V_L = I_{rms} \times X_L$$

$$= \left[\frac{23}{4} \times 250\right] \text{ वोल्ट}$$

$$= 1437.5 \text{ वोल्ट}$$

∴ अनुनाद पर L-C संयोग के बीच विभवान्तर $V_{LC} = V_L - V_C = 0$

अतिरिक्त अभ्यास (पृष्ठ संख्या 267-268)

प्रश्न 12 किसी LC परिपथ में 20 mH का एक प्रेरक तथा 50 uF का एक संधारित्र है जिस पर प्रारम्भिक आवेश 10mC है। परिपथ का प्रतिरोध नगण्य है। मान लीजिए कि वह क्षण जिस पर परिपथ बन्द किया जाता है t = 0 है।

a. प्रारम्भ में कुल कितनी ऊर्जा संचित है? क्या यह LC दोलनों की अवधि में संरक्षित है?
b. परिपथ की मूल आवृत्ति क्या है?
c. किस समय पर संचित ऊर्जा ।
d. पूरी तरह से विद्युत है (अर्थात वह संधारित्र में संचित है)?
e. पूरी तरह से चुम्बकीय है (अर्थात प्रेरक में संचित है)?
f. किन समयों पर सम्पूर्ण ऊर्जा प्रेरक एवं संधारित्र के मध्य समान रूप से विभाजित है?
g. यदि एक प्रतिरोधक को परिपथ में लगाया जाए तो कितनी ऊर्जा अन्ततः ऊष्मा के रूप में क्षयित होगी?

उत्तर-

a. दिया है

$L = 20 \times 10^{-3}H$,

$C = 50 \times 10^{-6}F$,

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$Q_0 = 10 \times 10^{-3}C$,

प्रारम्भ कुल संचित ऊर्जा

$$E = \frac{1}{2} \times \frac{Q_0^2}{C} + \frac{1}{2}Li_0^2$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{(10\times10^{-3})^2}{50\times10^{-6}} \quad [\because i_0 = 0]$$

$$= 1.0J$$

∵ परिपथ में शुद्ध प्रतिरोध नहीं लगा है अतः परिपथ की कुल ऊर्जा सरंक्षित है।

b. दिया है

$L = 20 \times 10^{-3}H$,

$C = 50 \times 10^{-6}F$,

$Q_0 = 10 \times 10^{-3}C$,

परिपथ की मूल आवृत्ति

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

$$= \frac{1}{\sqrt{20\times10^{-3}\times50\times10^{-6}}}$$

$$= 1000 \text{rads s}^{-1}$$

$$\therefore v = \frac{\omega r}{2\pi}$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$= \frac{1000}{2\times3.14}$$

$$= 159\text{Hz}$$

c. दिया है

$L = 20 \times 10^{-3}H$,

$C = 50 \times 10^{-6}F$,

$Q_0 = 10 \times 10^{-3}C$,

संधारित्र के निरावेशन समीकरण $Q = Q_0 \cos\omega t$ से,

आवेश Q महत्तम अर्थात् $Q_{max} = \pm Q_0$ होगा।

जबकि $t = 0, \frac{T}{2}, T, \frac{3T}{2}, \ldots\ldots$ आदि $\left(\because \cos\omega t = \pm 1\right)$

इन क्षणों पर धारा i शून्य होगी।

इसके विपरीत आवेश Q शून्य होगा, यदि

$$\cos\omega t = 0$$

$$\Rightarrow t = \frac{T}{4}, \frac{3T}{4}, \frac{5T}{4}, \ldots.$$

इन क्षणों पर धारा i महत्तम होगी।

अत:

- क्षणों $t = 0, \frac{T}{2}, T, \frac{3T}{2}, \ldots.$ आदि पर कुल ऊर्जा विद्युतीय होगी अर्थात संधारित्र में संचित होगी।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

- क्षणों $t = \frac{T}{4}, \frac{3T}{4}, \frac{5T}{4}, \ldots$ आदि पर कुल ऊर्जा चुम्बकीय होगी अर्थात् प्रेरक में संचित होगी।

यहाँ $T = \frac{1}{q}$

$= \frac{1}{159}$

= 0.0063s

d. दिया है

$L = 20 \times 10^{-3}H$,

$C = 50 \times 10^{-6}F$,

$Q_0 = 10 \times 10^{-3}C$,

प्रारम्भ में परिपथ कुल ऊर्जा $E = \frac{Q_0^2}{2C}$

यदि किसी समय t पर संधारित पर आवेश है तथा कुल ऊर्जा संधारित व प्रेरक में आधी-आधी बँटी है, तब

इस क्षण संधारित की ऊर्जा $= \frac{1}{2}E$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}\left(\frac{Q_0^2}{2C}\right)$$

$$\Rightarrow Q^2 = \frac{1}{2}Q_0^2 \Rightarrow (Q_0 \cos \omega t)^2 = \frac{1}{2}Q_0^2$$

$$\Rightarrow \cos \omega t = \frac{1}{\sqrt{2}} = \cos \frac{\pi}{4} \text{ या } \omega t = \frac{\pi}{4}$$

$$\Rightarrow \frac{2\pi}{T}t = \frac{\pi}{4} \Rightarrow t = \frac{T}{8}$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

अतः व्यापक रूप में $t = \frac{T}{8}, \frac{3T}{8}, \frac{5T}{8}, \frac{7T}{8}$ ..... आदि समय पर कुल ऊर्जा संधारित व प्रेरक में बराबर-बराबर बँटी होगी।

e. यदि परिपथ में प्रतिरोध जोड़ दिया जाय तो धीरे-धीरे परिपथ की सम्पूर्ण ऊर्जा प्रतिरोधक में उष्मा के रूप में व्यय हो जाएगी।

प्रश्न 13 एक कुण्डली को जिसका प्रेरण 0.50H तथा प्रतिरोध 100Ω है, 240V व 50Hz की एक आपूर्ति से जोड़ा गया है।

a. कुण्डली में अधिकतम धारा कितनी है?
b. वोल्टेज शीर्ष व धारा शीर्ष के बीच समय-पश्चता (time lag) कितनी है?

उत्तर-

a. यहाँ

L = 0.50H,

R = 100Ω

V_{rms} = 240 वोल्ट

F = 50Hz

वोल्टता का अधिकतम मान

$$V_0 = V_{rms} \times \sqrt{2}$$

$$= 240\sqrt{2} \text{ वोल्ट}$$

परिपथ का प्रेरकीय प्रतिघात

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$X_L = 2\pi fL$$

$$= 2 \times 3.14 \times 50 \times 0.50\Omega$$

$$= 157 \text{ ओम}$$

∴ (L–R) परिपथ का प्रतिबाधा

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

$$= \left[\sqrt{(100)^2 + (157)^2}\right] \text{ ओम}$$

∴ अधिकतम धारा $I_0 = \frac{V_0}{Z}$

$$= \left[\frac{240\sqrt{2}}{186}\right] \text{ ऐम्पियर}$$

$$= 1.82 \text{ ऐम्पियर}$$

b. यहाँ

L = 0.50H,

R = 100Ω

V_{rms} = 240 वोल्ट

f = 50Hz

धारा तथा वोल्टता के बीच कलान्तर ϕ हो, तो-

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

कला पश्चता

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

$$= \tan^{-1}\left(\frac{157}{10}\right)$$

$$= \tan^{-1}(1.57) \approx 57.5^\circ$$

$$= \left(\frac{57.5^\circ}{180}\right)\pi \text{ रेडियन}$$

समय पश्चता

$$\Delta t = \left(\frac{T}{2\pi}\right)\phi \left[\because \phi = \left(\frac{2\pi}{T}\right) \times \Delta t\right]$$

$$= \left(\frac{\frac{1}{f}}{2\pi}\right)\phi = \frac{\phi}{2\pi f} = \frac{\left(\frac{57.5}{180}\right)\pi}{2\pi \times 50}$$

= 3.2×10^{-3} सेकण्ड

= 3.2 मिली सेकण्ड

प्रश्न 14 यदि परिपथ को उच्च आवृत्ति की आपूर्ति (240V, 10 kHz) से जोड़ा जाता है तो प्रश्न 13

a. कुण्डली में अधिकतम धारा कितनी है?
b. के उत्तर निकालिए। इससे इस कथन की व्याख्या कीजिए कि अति उच्च आवृत्ति पर किसी परिपथ में प्रेरक लगभग खुले परिपथ के तुल्य होता है। स्थिर अवस्था के पश्चात किसी dc परिपथ में प्रेरक किस प्रकार का व्यवहार करता है?

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उत्तर-

a. दिया है

V_{rms} = 240V

V = 10KHz = 10000Hz

L = 0.50H,

R = 100Ω

प्रेरक का प्रतिघात

XL = 2πvL

= 2 × 3.14 × 10000 × 0.5

= 31400Ω

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

$$\approx 31400\Omega \left[\because R,, X_L \right]$$

$$\therefore \text{परिपथ में महत्तम धारा } i_0 = \frac{V_{rms}\sqrt{2}}{Z}$$

$$= \frac{240\sqrt{2}}{31400} \approx 0.009A$$

b. दिया है

V_{rms} = 240V

V = 10KHz = 10000Hz

SHIVOM CLASSES 8696608541

L = 0.50H,

R = 100Ω

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

$$= \frac{31400}{100} = 314$$

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

$$= 89.8^\circ \approx 90^\circ$$

$$\therefore \text{समय पश्चता } t = \frac{\phi}{\omega} = \frac{\phi}{2\pi v}$$

$$= \frac{90^\circ}{2\times 180^\circ \times 1000}$$

$$\Rightarrow t = 2.5 \times 10^{-5} s$$

महत्तम धारा का मान अत्यन्त काम है इससे यह निष्कर्ष प्राप्त होता है की अति उच्च आवृत्ति की धाराओ के लिए प्रेरक खुले परिपथ की भाँति व्यहार करता है।

∵ दिष्ट धारा के लिए v = 0

अतः दिष्ट धारा परिपथ में $X_L = 2\pi vL = 0$

अतः दिष्ट धारा परिपथ में प्रेरक साधारण चालक की भाँति व्यहार करता है

प्रश्न 15 40Ω प्रतिरोध के श्रेणीक्रम में एक 100μF के संधारित्र को 110V, 60Hz की आपूर्ति से जोड़ा गया है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

a. परिपथ में अधिकतम धारा कितनी है?

b. धारा शीर्ष व वोल्टेज शीर्ष के बीच समय-पश्चता कितनी है?

उत्तर-

a. दिया है

R = 40Ω

C = 100 × 10^{-6}F,

V_{rms} = 110V,

v = 60Hz

धारितीय प्रतिघात $X_C = \frac{1}{2\pi vC}$

$$= \frac{1}{2\times 3.14\times 60\times 100\times 10^{-6}}$$

$$= 26.54\Omega$$

$$\therefore \text{प्रतिबाधा } Z = \sqrt{\left(R^2 + X_c^2\right)}$$

$$= \sqrt{\left[(40)^2 + (26.54)^2\right]}$$

∴ परिपथ में महत्तम धारा

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$i_0 = \frac{V_0}{Z}$$

$$= \frac{V_{rms}\sqrt{2}}{Z} = \frac{110\sqrt{2}}{48.0}$$

$$= 3.24A$$

b. दिया है

R = 40Ω

C = 100 × 10^{-6}F,

V_{rms} = 110V,

v = 60Hz

$$\tan\phi = -\frac{C_C}{R}$$

$$= -\frac{26.54}{40} = -0.6631$$

$$\therefore |\phi| = \tan^{-1}(0.6631) = 33.5^\circ$$

∴ समय पश्चात

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

$$\Rightarrow t = \frac{33.5}{2\times 180\times 60}$$

$$= 0.00155s = 1.55ms$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 16 यदि परिपथ को 110V, 12kHz आपूर्ति से जोड़ा जाए तो प्रश्न 15 (a) व (b) का उत्तर निकालिए। इससे इस कथन की व्याख्या कीजिए कि अति उच्च आवृत्तियों पर एक संधारित्र चालक होता है। इसकी तुलना उस व्यवहार से कीजिए जो किसी dc परिपथ में एक संधारित्र प्रदर्शित करता है।

उत्तर- दिया है,

R = 40Ω,

C = 100 × 10^{-6}F,

V_{rms} = 110v,

v = 12 × 103Hz

a. संधारित्र का प्रतिघात

$$X_C = \frac{1}{2\pi vC}$$

$$= \frac{1}{2\times 3.14\times 12\times 10^3\times 100\times 10^{-6}}$$

$$= 0.133\Omega$$

$$\therefore Z = \sqrt{\left[R^2 + X_C^2\right]}$$

$$= \sqrt{\left[(40)^2 + (0.133)^2\right]}$$

$$= 40.0002 \approx 40.0\Omega$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$\therefore \text{महत्तम धारा } i_0 = \frac{V_{rms}\sqrt{2}}{Z}$$

$$= \frac{0.133}{40} = -3.3 \times 10^{-3}$$

b. $\tan\phi = -\frac{X_C}{R}$

$$= \frac{0.133}{40} = -3.3 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow |\phi| = \tan^{-1}(0.0033) = 0.18^\circ$$

भाग (a) के उत्तर से हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि अति उच्च आवृत्ति की धारा के लिए संधारित्र का प्रतिघात नगण्य होता है अर्थात् यह एक शुद्ध चालक की भाँति व्यवहार करता है। स्थायी दिष्ट धारा हेतु v = 0; अतः

धारितीय प्रतिघात $X_C = \frac{1}{2\pi vC} = \infty.$

इस दिष्ट धारा के लिए संधारित्र खुले परिपथ की भाँति व्यवहार करता है।

प्रश्न 17 स्रोत की आवृत्ति को एक श्रेणीबद्ध LCR परिपथ की अनुनासी आवृत्ति के बराबर रखते हु तीन अवयवों L c तथा को समान्तर क्रम में लगाते हैहाल्ल्शाइए किसमान्तर LCR परिपथ में इस आवृत्ति पर कुल धारा न्यूनतम है। इस आवृति के लिए प्रश्न 11 में निर्दिष्ट स्रोत तथा अवयवों के लिए परिपथ की हर शाखा में धारा के rms मान को परिकलित। कीजिए।

उत्तर- समान्तर LCR परिपथ की प्रतिबाधा 2 निम्नलिखित सूत्र द्वारा प्राप्त होती है-

$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\left[\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2\right]}$$

अनुनादी आवृत्ति के लिए Xc = Xc

SHIVOM CLASSES 8696608541

अत: इस स्थिति में $\frac{1}{Z}$ न्यूनतम होगी; अतः प्रतिबाधा Z अधिकतम होगी।

∴ परिपथ में प्रवाहित कुल धारा न्यूनतम होगी।

प्रश्न 11 से V_{rms} = 230V, R = 40Ω, L = 5.0H

C = 80 × 10^{-6}F , ω = 50rad s^{-1} (अनुनादी आवृत्ति)

∵ L,C व R तीनों समान्तर क्रम में जुड़े हैं।

अत: तीनों के सिरों का विभवान्तर समान (प्रत्येक V_{rms} = 230V) होगा।

अतः प्रतिरोध में धारा $i_R = \frac{V_{rms}}{R}$

$= \frac{230}{40} = 5.75A$

प्रेरक में धारा $i_L = \frac{V_{rms}}{\omega L}$

$= \frac{230}{50\times5} = 0.92A$

संधारित्र में धारा $i_C = \frac{V_{rms}}{X_C} = \omega C \times V_{rms}$

$= 50 \times 80 \times 10^{-6} \times 230 = 0.92A$

प्रश्न 18 एक परिपथ को जिसमें 80mH का एक प्रेरक तथा 60μF का संधारित्र श्रेणीक्रम में है, 230V, 50Hz की आपूर्ति से जोड़ा गया है। परिपथ का प्रतिरोध नगण्य है।

a. धारा का आयाम तथा rms मानों को निकालिए।
b. हर अवयव के सिरों पर विभवपात के rms मानों को निकालिए।
c. प्रेरक में स्थानान्तरित माध्य शक्ति कितनी है?
d. संधारित्र में स्थानान्तरित माध्य शक्ति कितनी है?

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

e. परिपथ द्वारा अवशोषित कुल माध्य शक्ति कितनी है?

उत्तर-

a. दिया है,

L = 80 × 10-3H,

C = 60 × 10-6F,

Vrms = 230V,

v = 50Hz

प्रेरण प्रतिघात $X_L = 2\pi vL$

$= 2 \times 3.14 \times 50 \times 80 \times 10^{-3}$

$= 25.12\Omega$

धारितीय प्रतिघात $X_L = \frac{1}{2\pi vC}$

$$= \frac{1}{2\times3.14\times50\times60\times10^{-6}}$$

$$= 53.07\Omega$$

$\therefore$ परिपथ की प्रतिबाधा $Z = X_C \sim X_L$

$$= 27.95 \approx 28\Omega$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$\therefore \text{परिपथ में धारा } i_{rms} = \frac{V_{rms}}{Z}$$

$$= \frac{230}{28} = 8.21A$$

$$\text{धारा का शिखर मान } i_0 = i_{rms}\sqrt{2}$$

$$= 8.21 \times 1.414 = 11.60A$$

b. दिया है,

$L = 80 \times 10^{-3}H$,

$C = 60 \times 10^{-6}F$,

$V_{rms} = 230V$,

$v = 50Hz$

प्रेरक के सिरों पर विभवपात

$V_L = i_{rms} \times X_L$

$= 8.21 \times 25.12$

$= 206V$

संधारित्र के सिरों पर विभवपात

$V_C = i_{rms} \times X_C$

$= 8.21 \times 53.07$

$= 436V$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

c. दिया है,

$L = 80 \times 10^{-3}H$,

$C = 60 \times 10^{-6}F$,

$V_{rms} = 230V$,

$v = 50Hz$

∵ प्रेरक के लिए धारा तथा विभवान्तर के बीच कलान्तर $\phi = \frac{\pi}{2}$

∴ प्रेरक में माध्य शक्ति $P_L = V_{rms} \times i_{rms} \times \cos\frac{\pi}{2} = 0$

d. दिया है,

$L = 80 \times 10^{-3}H$,

$C = 60 \times 10^{-6}F$,

$V_{rms} = 230V$,

$v = 50Hz$

संधारित्र के लिए धारा तथा विभवान्तर के बीच कलान्तर $\phi = \frac{\pi}{2}$

∴ संधारित्र में माध्य शक्ति $P_C = V_{rms} \times i_{rms} \times cos\frac{\pi}{2} = 0$

e. दिया है,

$L = 80 \times 10^{-3}H$,

$C = 60 \times 10^{-6}F$,

$V_{rms} = 230V$,

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

v = 50Hz

परिपथ द्वारा अवशोषित माध्य शक्ति भी शून्य होगी।

प्रश्न 19 कल्पना कीजिए कि प्रश्न 18 में प्रतिरोध 15Ω है। परिपथ के हर अवयव को स्थानान्तरित माध्य शक्ति तथा सम्पूर्ण अवशोषित शक्ति को परिकलित कीजिए।

उत्तर- प्रश्न 18 से X_L = 25.12Ω

X_C = 53.07Ω

तथा

R = 15Ω

V_{rms} = 230V

$$\therefore Z = \sqrt{\left[R^2 + \left(X_L \sim X_C\right)^2\right]}$$

$$= \sqrt{\left[(15)^2 + (25.12 - 53.07)^2\right]}$$

$$= 31.7\Omega$$

∴ परिपथ में धारा

$$i_{rms} = \frac{V_{rms}}{Z}$$

$$= \frac{230}{31.7} = 7.26A$$

प्रेरक तथा संधारित दोनों को स्थानान्तरित माध्य शक्ति शून्य है।

प्रतिरोध को स्थानान्तरित माध्य शक्ति $P_R = (i_{rms})^2 \times R$

$= (7.26)^2 \times 15 = 791W$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

परिपथ द्वारा अवशोषित सम्पूर्ण माध्य शक्ति 791W

प्रश्न 20 एक श्रेणीबद्ध LCR परिपथ को जिसमें L = 0.12H, C = 480nF, R = 23Ω, 230V परिवर्ती आवृत्ति वाल स्रोत से जोड़ा गया है।

a. स्रोत की वह आवृत्ति कितनी है जिस पर धारा आयाम अधिकतम है? इस अधिकतम मान को निकालिए।
b. स्रोत की वह आवृत्ति कितनी है जिसके लिए परिपथ द्वारा अवशोषित माध्य शक्ति अधिकतम है?
c. स्रोत की किस आवृत्ति के लिए परिपथ को स्थानान्तरित शक्ति अनुनादी आवृत्ति की शक्ति की आधी है?
d. दिए गए परिपथ के लिए Q कारक कितना है?

उत्तर-

a. अधिकतम धारा के लिए $X_L = X_C$ (अनुनाद की स्थिति)

इस स्थिति में स्रोत की आवृत्ति

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

$$= \frac{1}{\sqrt{0.12 \times 480 \times 10^{-9}}} = 4167 \text{rad s}^{-1}$$

$$\because \nu_0 = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$= \frac{4167}{2 \times 3.14} = 663 \text{Hz}$$

इस आवृत्ति के लिए परिपथ की प्रतिबाधा Z = R = 23Ω

∴ धारा का आयाम $i_0 = \frac{V_0}{Z}$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$= \frac{V_{rms}\sqrt{2}}{R}$$

$$\Rightarrow i_0 = \frac{230\sqrt{2}}{23} = 14.14A$$

b. ∵ प्रेरक व संधारित्र द्वारा अवशोषित माध्य शक्तियाँ शून्य हैं।

∴ परिपथ द्वारा अवशोषित माध्य शक्ति $P = i_{rms}^2 \times R$

$\Rightarrow P \propto i_{rms}^2$

स्पष्ट है कि शक्ति P महत्तम होगी यदि प्रवाहित धारा महत्तम हो।

इसके लिए $X_L = X_C$

अतः स्रोत की आवृत्ति $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 4167Hz$

अथवा $v_0 = 663Hz$

इस स्थिति में माध्य शक्ति $p = i_{rms}^2 \times R = \left(\frac{i_0}{\sqrt{2}}\right)^2 \times R$

$= \frac{1}{2} \times (14.14)^2 \times 23$

$= 2300W$

$$\Delta\omega = \frac{R}{2L} = \frac{23}{2\times0.12}$$

$$= 95.8 rad\ s^{-1}$$

$$\therefore \Delta v = \frac{\Delta\omega}{2\pi} = \frac{95.8}{2\times3.14}$$

c. $= 15.2Hz$

अतः वे आवृत्तियाँ जिन पर परिपथ द्वारा अवशोषित शक्ति, महत्तम शक्ति की आधी होगी, निम्नलिखित है-

SHIVOM CLASSES 8696608541

$$v = v_0 \pm \Delta v = 663 \pm 15$$

$$\Rightarrow v = 678\text{Hz}$$

या

$$= 648\text{Hz}$$

d. परिपथ के लिए $Q = \frac{X_L}{R} = \frac{\omega_0 L}{R}$

$= \frac{4167 \times 0.12}{23} = 21.7$

प्रश्न 21 एक श्रेणीबद्ध LCR परिपथ के लिए जिसमें L = 3.0H,C = 27μF तथा R = 7.4Ω अनुनादी आवृत्ति तथा ९कारक निकालिए। परिपथ के अनुनाद की तीक्ष्णता को सुधारने की इच्छा से "अर्ध उच्चिष्ठ पर पूर्ण चौड़ाई" को 2 गुणक द्वारा घटा दिया जाता है। इसके लिए उचित उपाय सुझाइए।

उत्तर- अनुनादी आवृत्ति, $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$= \frac{1}{\sqrt{3.0 \times 27 \times 10^{-6}}} = 111\text{rad s}^{-1}$

तथा $Q = \frac{X_L}{R}$

$= \frac{\omega_r \times L}{R} = \frac{111 \times 3.0}{7.4} = 45$

अर्ध उच्चिष्ठ पर पूर्ण चौड़ाई को आधा करने अथवा समान आवृत्ति के लिए Q को दोगुना करने हेतु प्रतिरोध R का आधा कर देना चाहिए।

प्रश्न 22 निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए-

a. क्या किसी ac परिपथ में प्रयुक्त तात्क्षणिक वोल्टता परिपथ में श्रेणीक्रम में जोड़े गए अवयवों के सिरों पर तात्क्षणिक वोल्टताओं के बीजगणितीय योग के बराबर होता है? क्या यही बात rms वोल्टताओं में भी लागू होती है?
b. प्रेरण कुण्डली के प्राथमिक परिपथ में एक संधारित्र का उपयोग करते हैं।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

c. एक प्रयुक्त वोल्टता संकेत एक dc वोल्टता तथा उच्च आवृत्ति के एक ac वोल्टता के अध्यारोपण से निर्मित है। परिपथ एक श्रेणीबद्ध प्रेरक तथा संधारित्र से निर्मित है। दर्शाइए कि dc संकेत C तथा ac संकेत L के सिरे पर प्रकट होगा।

d. एक लैम्प से श्रेणीक्रम में जुड़ी चोक को एक dc लाइन से जोड़ा गया है। लैम्प तेजी से चमकता है। चोक में लोहे के क्रोड को प्रवेश कराने पर लैम्प की दीप्ति में कोई अन्तर नहीं पड़ता है। यदि एक ac लाइन से लैम्प का संयोजन किया जाए तो तदनुसार प्रेक्षणों की प्रागुक्ति कीजिए।

e. ac मेंस के साथ कार्य करने वाली फ्लोरोसेंट ट्यूब में प्रयुक्त चोक कुण्डली की आवश्यकता क्यों होती है? चोक कुण्डली के स्थान पर सामान्य प्रतिरोधक का उपयोग क्यों नहीं होता?

उत्तर-

a. हाँ, परन्तु यह तथ्य rms वोल्टताओं के लिए सत्य नहीं है क्योंकि विभिन्न अवयवों की rms वोल्टताएँ समान कला में नहीं होती।

b. संधारित्र को जोड़ने से, परिपथ को तोड़ते समय चिनगारी देने वाली धारा संधारित्र को आवेशित करती है; अतः चिनगारी नहीं निकल पाती।

c. संधारित्र dc सिग्नल को रोक देता है; अत: dc सिग्नल वोल्टता संधारित्र के सिरों पर प्रकट होगा जबकि ac सिग्नल प्रेरक के सिरों पर प्रकट होगा।

d. dc लाइन के लिए V = 0

अतः चोक की प्रतिबाधा $X_L = 2\pi\nu L = 0$

अतः चोक दिष्ट धारा के मार्ग में कोई रुकावट नहीं डालती, इससे लैम्प तेज चमकता है। ac लाइन में चोक उच्च प्रतिघात उत्पन्न करती है (L का मान अधिक होने के कारण); अतः लैम्प में धारा घट जाती है और उसकी चमक मद्धिम पड़ जाती है।

e. चोक कुण्डली एक प्रेरक का कार्य करती है और बिना शक्ति खर्च किए ही धारा को कम कर देती है। यदि चोक के स्थान पर प्रतिरोधक का प्रयोग करें तो वह धारा को कम तो कर देगा परन्तु इसमें विद्युत शक्ति ऊष्मा के रूप में व्यय होती रहेगी।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 23 एक शक्ति संप्रेषण लाइन अपचायी ट्रांसफॉर्मर में जिसकी प्राथमिक कुण्डली में 4000 फेरे हैं, 2300 वोल्ट पर शक्ति निवेशित करती है। 230V की निर्गत शक्ति प्राप्त करने के लिए द्वितीयक में कितने फेरे होने चाहिए?

उत्तर- दिया है

$N_P = 4000$,

$V_p = 2300V$,

$V_S = 230V$,

$N_S = ?$

सूत्र $\frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P}$ से

द्वितीयक कुंडली में फेरो की संख्या

$$N_S = \frac{V_S}{V_P} \times N_P$$
$$= \frac{230}{2300} \times 4000$$
$$= 400$$

प्रश्न 24 एक जल विद्युत शक्ति संयंत्र में जल दाब शीर्ष 300 m की ऊँचाई पर है तथा उपलब्ध जल प्रवाह $100m^3s^{-1}$ है। यदि टरबाइन जनित्र की दक्षता 60% हो तो संयंत्र से उपलब्ध विद्युत शक्ति का आकलन कीजिए, $g = 9.8m\ s^{-2}$

उत्तर- दिया है,

$h = 300m$, $g = 9.8m/\ s$,

जल का आयतन $V = 100m^3$,

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

समय t = 1s,

जनित्र की दक्षता = 60%

जल विद्युत शक्ति = जल-स्तम्भ का दाब × प्रति सेकण्ड प्रवाहित जल का आयतन

= hvg × V= 300 × 10 × 9.8 × 100

= 29.4 × 107 W

जनित्र द्वारा उत्पन्न विद्युत शक्ति = कुल शक्ति x दक्षता

$$= 29.4 \times 10^7 \times \frac{60}{100}$$

$$= 176.4 \times 10^6 \mathrm{W}$$

$$= 176.4 \mathrm{MW}$$

प्रश्न 25 440V पर शक्ति उत्पादन करने वाले किसी विद्युत संयंत्र से 15km दूर स्थित एक छोटे से कस्बे में 220V पर 800kW शक्ति की आवश्यकता है। विद्युत शक्ति ले जाने वाली दोनों तार की लाइनों का प्रतिरोध 0.5Ω प्रति किलोमीटर है। कस्बे को उप-स्टेशन में लगे 4000-220V अपचायी ट्रांसफॉर्मर से लाइन द्वारा शक्ति पहुँचती है।

a. ऊष्मा के रूप में लाइन से होने वाली शक्ति के क्षय का आकलन कीजिए।
b. संयंत्र से कितनी शक्ति की आपूर्ति की जानी चाहिए, यदि क्षरण द्वारा शक्ति का क्षय नगण्य है।
c. संयंत्र के उच्चायी ट्रांसफॉर्मर की विशेषता बताइए।

उत्तर-

a. तार की लाइनों का प्रतिरोध R = 30Km × 0.5ΩKm^{-1}

= 15Ω

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उप-स्टेशन पर लगे ट्रांसफॉर्मर के लिए Vp = 4000V,

V_s = 220v माना।

प्राथमिक परिपथ में धारा = i_p

द्वितीयक परिपथ में धारा = i_s

ट्रांसफॉर्मर द्वारा द्वितीयक परिपथ में दी गई शक्ति

$$V_s \times i_S = 800kW$$

$$= 800 \times 10^3 W$$

$$\therefore V_P \times i - P = V_S \times i_S \text{ से}$$

प्राथमिक परिपथ में धारा $i_p = \frac{V_S \times i_S}{V_P}$

$$= \frac{800 \times 10^3}{4000} = 200A$$

यह धारा सप्लाई लाइन से होकर गुजरती है।

लाइन में होने वाला शक्ति क्षय $P = i_p^2 \times R$

= $(200)^2$ × 15W

= 600kW

b. संयंत्र द्वारा आपूर्ति की जाने वाली शक्ति = 800 kW + 600 kW

= 1400 kW

सप्लाई लाइन पर विभवपात V = ip × R

= 200 × 15

SHIVOM CLASSES 8696608541

= 3000V

उप-स्टेशन पर लगा अपचायी ट्रांसफॉर्मर 4000V - 220V प्रकार का है;

अतः इस ट्रांसफॉर्मर की प्राथमिक कुण्डली पर विभवपात = 4000V

संयंत्र पर लगे उच्चायी ट्रांसफॉर्मर द्वारा प्रदान की जाने वाली वोल्टता = 3000 + 4000

= 7000V

अत: यह ट्रांसफॉर्मर 440V - 7000V प्रकार का होना चाहिए।

c. सप्लाई लाइन में प्रतिशत शक्ति क्षय

$$= \frac{600\text{KW}}{1400\text{kW}} \times 100$$
$$= 42.86\%$$

प्रश्न 26 को पुनः कीजिए। इसमें पहले के ट्रांसफॉर्मर के स्थान पर 40,000-220V का अपचायी ट्रांसफॉर्मर है। [पूर्व की भाँति क्षरण के कारण हानियों को नगण्य मानिए। यद्यपि अब यह सन्निकटन उचित नहीं है, क्योंकि इसमें उच्च वोल्टता पर संप्रेषण होता है] अतः समझाइए कि क्यों उच्च वोल्टता संप्रेषण अधिक वरीय है?

उत्तर-

a. पूर्व प्रश्न की भाँति $V_S \times i_S = 800 \times 10^3$

$$\therefore i_p = \frac{V_S \times i_S}{V_P}$$

$$\frac{800\times10^3}{40000} = 20\text{A} \left[\therefore \text{इस बार } V_P = 40000\text{V}\right]$$

∴ लाइन में होने वाला शक्ति व्यय

b. संयंत्र द्वारा प्रदान की जाने वाली शक्ति = 800 kW + 6 kW = 808 W

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

c. सप्लाई लाइन पर विभवपात $V = I_p \times R = 20 \times 15 = 300$ V

उपस्टेशन पर लगा ट्रांसफॉर्मर 40000 V – 220 V प्रकार का है; अतः इसकी।

प्राथमिक कुण्डली पर विभवपात = 40000 V

संयंत्र पर लगे उच्चायी ट्रांसफॉर्मर द्वारा प्रदान की जाने वाली वोल्टता

= 40000V + 300V

= 40300V

संयंत्र पर लगा ट्रांसफॉर्मर 440V - 40300V प्रकार का होना चाहिए।

सप्लाई लाइन में प्रतिशत शक्ति क्षय $= \frac{6}{806} \times 100 = 0.74\%$

प्रत्यावर्ती धारा 247 प्रश्न 25 व 26 के हलों से स्पष्ट है कि विद्युत शक्ति उच्च वोल्टता पर सम्प्रेषित करने से सप्लाई लाइन में होने वाला शक्ति क्षय बहुत घट जाता है। यही कारण है कि विद्युत उत्पादन संयंत्रों से विद्युत शक्ति का सम्प्रेषण उच्च वोल्टता पर किया जाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)