অধ্যায়-৯ এসি সার্কিটের উপাদান সমূহ

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। ইন্ডাকটিভ রিয়্যাকট্যান্স (Inductance Reactance) কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০১৮

উত্তর ঃ ইন্ডাকট্যান্সের কারণে অল্টারনেটিং কারেন্টের প্রবাহে বাধাকে ইন্ডাকটিভ রিয়্যাকটান্স বলে।

অথবা, ইন্ডাকটিভ রিয়্যাকট্যান্স হলো একটি পরিবর্তনশীল তড়িৎ প্রবাহের বিরোধিতার নাম। এর একক ওহম (Ω) এবং একে X_L দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

**** ২। ক্যাপাসিটিভ রিয়্যাকট্যান্স (Capacitive Reactance) কী?** বাকাশিবো- ২০০৭, ২১

উত্তর ঃ এসি সার্কিটে কোনো ক্যাপাসিটরের ক্যাপাসিট্যান্স জনিত বাধাকে ক্যাপাসিটিভ রিয়্যাকট্যান্স বলে। একে X_C দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর একক ওহম (Ω).

***** ৩। পাওয়ার ফ্যাক্টর (Power Factor) কী?** বাকাশিবো- ২০১৩, ১৫, ১৮

উত্তর ঃ কারেন্ট ও ভোল্টেজের মধ্যবর্তী কোণের কোসাইন মানকে পাওয়ার ফ্যাক্টর বলে। এর কোনো একক নেই।

*** ৪। বিশুদ্ধ ইন্ডাকটিভ সার্কিটের ভোল্টেজ ও কারেন্টের সমীকরণ লেখ। বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৭, ০৮, ১২, ১৩

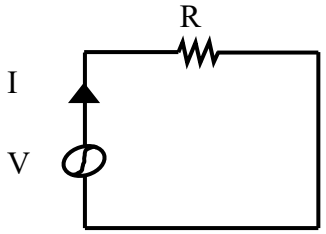
উত্তর ঃ

$$e = E_m \sin \omega t$$

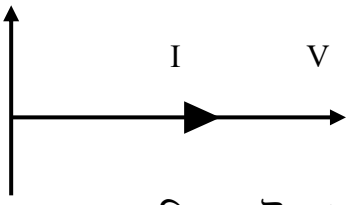
$$i = I_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

***৫। বিশুদ্ধ রেজিস্ট্যান্স দিয়ে গঠিত এসি সার্কিটের ওয়েভ চিত্র অংকন কর? বাকাশিবো-২০০৭, ০৭'রি, ১২'পরি, ১৩, ১৫

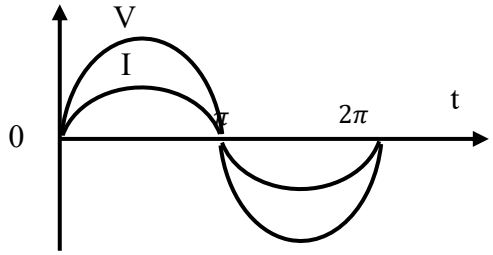
উত্তর ঃ



চিত্র ঃ সার্কিট ডায়াগ্রাম



চিত্র ঃ ভেক্টর ডায়াগ্রাম

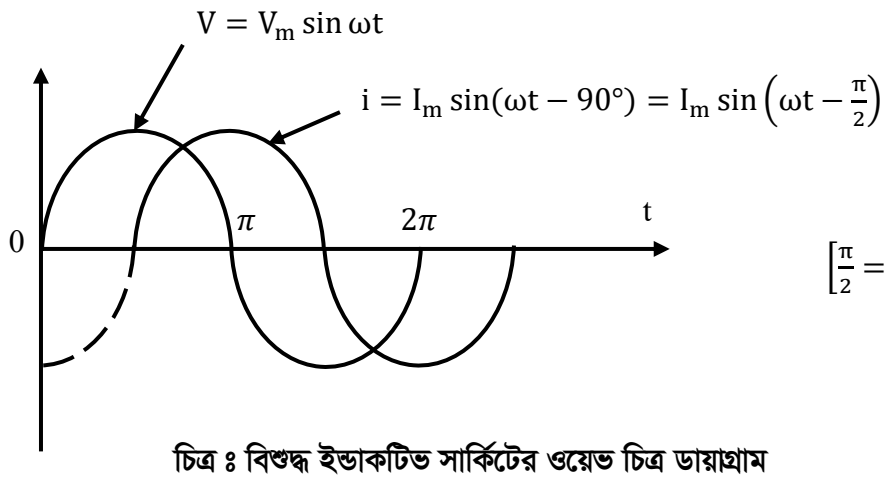


চিত্র ঃ ওয়েভ ডায়াগ্রাম

***** ৬। বিশুদ্ধ ইন্ডাকটিভ সার্কিটের কারেন্ট ও ভোল্টেজ এর ওয়েভ ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।** বাকাশিবো- ২০০২, ০৯, ১০, ১২, ১৭

অথবা, শুধুমাত্র ইন্ডাকট্যান্স দিয়ে গঠিত সার্কিটের সাইন ওয়েভ ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর।

উত্তর ঃ



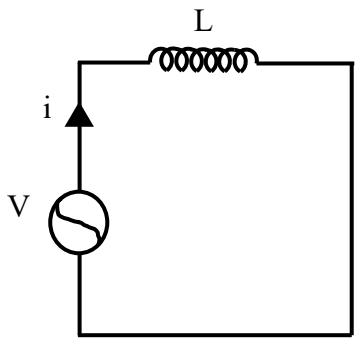
$\left[\frac{\pi}{2} = \frac{180°}{2} = 90°\right]$

চিত্র ঃ বিশুদ্ধ ইন্ডাকটিভ সার্কিটের ওয়েভ চিত্র ডায়াগ্রাম

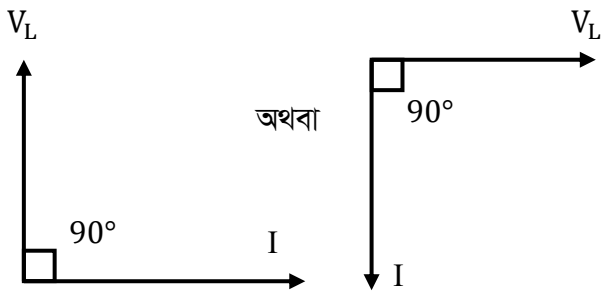
***** ৭। একটি বিশুদ্ধ ইন্ডাকটিভ সার্কিট অঙ্কনপূর্বক এর ভেক্টর ডায়াগ্রাম আঁক।** বাকাশিবো-২০০২, ০৭, ১২, ১৯

অথবা, একটি বিশুদ্ধ ইন্ডাকটিভ সার্কিট অঙ্কনপূর্বক চিহ্নিত কর। বাকাশিবো-২০২৫

উত্তর ঃ



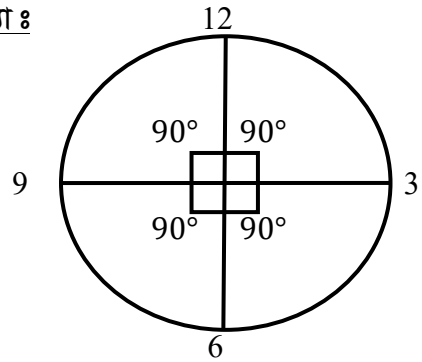
চিত্র ঃ সার্কিট ডায়াগ্রাম



চিত্র ঃ ভেক্টর ডায়াগ্রাম

নোট ঃ একটি বিশুদ্ধ ইন্ডাকটিভ সার্কিটে কারেন্ট ভোল্টেজের থেকে 90° ডিগ্রী পিছনে থাকে।

ব্যাখ্যা ঃ



[ঘড়ির কাঁটার সাথে তুলনা করলে সহজেই বুঝতে পারবেন]

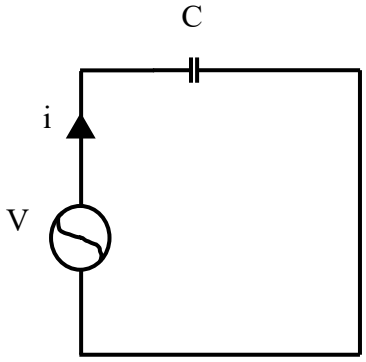
*এখানে 12 এর 90° ডিগ্রী পরে 3 অবস্থিত।

আবার, 3 এর 90° ডিগ্রী পরে 6 অবস্থিত।

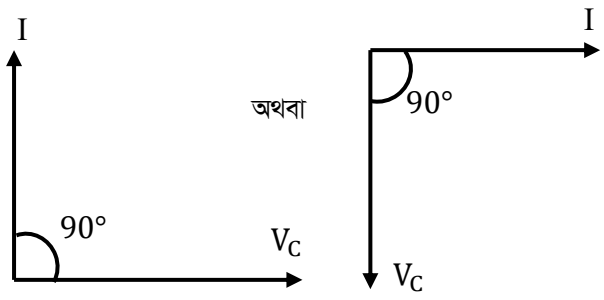
**৮। একটি বিশুদ্ধ ক্যাপাসিটিভ সার্কিট এর ভেক্টর চিত্র অঙ্কন কর।

APSCL- 2017, বাকাশিবো-২০১৩, ১৪, ১৫

উত্তর ঃ নিম্নে বিশুদ্ধ ক্যাপাসিটিভ সার্কিটের ভেক্টর চিত্র অঙ্কন করা হলো ঃ



চিত্র ঃ সার্কিট ডায়াগ্রাম

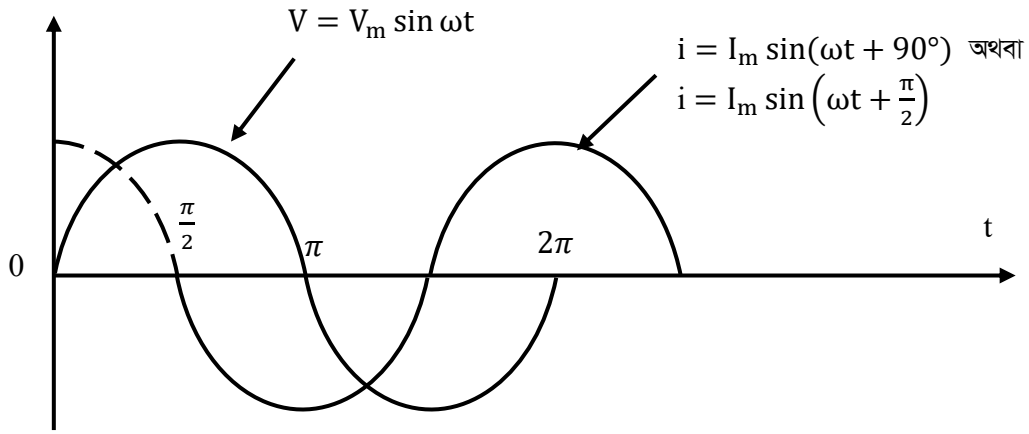


চিত্র ঃ ভেক্টর ডায়াগ্রাম

নোট ঃ বিশুদ্ধ ক্যাপাসিটিভ সার্কিটে কারেন্ট ভোল্টের 90° পূর্বে অবস্থান করে।

৯। একটি বিশুদ্ধ ক্যাপাসিটিভ সার্কিটের কারেন্ট ও ভোল্টেজ ওয়েভ চিত্র অঙ্কন কর। বাকাশিবো- ২০১৩, ১৪, ১৫

উত্তর ঃ নিম্নে বিশুদ্ধ ক্যাপাসিটিভ সার্কিটের কারেন্ট ও ভোল্টেজ ওয়েভ চিত্র অঙ্কন করা হলো ঃ



চিত্র ঃ ওয়েভ ডায়াগ্রাম

*****১০। ক্যাপাসিটিভ রিয়্যাকট্যান্স এর সূত্রটি লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৫

উত্তর ঃ ক্যাপাসিটিভ রিয়্যাকট্যান্স, $X_C = \frac{1}{2\pi fc}$

এখানে, $f =$ ফ্রিকুয়েন্সি

$c =$ ক্যাপাসিট্যান্স

*****১১। ইন্ডাকটিভ রিয়্যাকট্যান্সের সূত্রটি লেখ। এটি কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?** বাকাশিবো- ২০১৩

উত্তর ঃ ইন্ডাকটিভ রিয়্যাকট্যান্স, $X_L = 2\pi fL$

এখানে, $f =$ ফ্রিকুয়েন্সি, $L =$ ইন্ডাকট্যান্স

ইন্ডাকটিভ রিয়্যাকট্যান্স L ও f এর মানের উপর নির্ভর করে। অর্থাৎ L ও f এর মান বাড়লে X_L এর মান বাড়ে আর L ও f এর মান কমলে X_L এর মানও কমে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

*****১। একটি বিশুদ্ধ ইন্ডাকটিভ সার্কিটের পাওয়ার অপচয় কত?**

বাকাশিবো- ২০১৫, ১৬, ১৭, ১৮

অথবা, একটি বিশুদ্ধ ইন্ডাকট্যান্সে পাওয়ার অপচয় শূন্য হয় কেন?

উত্তর ঃ পাওয়ার ওয়েভের সাইকেলের দিকে লক্ষ করলে দেখা যাবে, পজিটিভ অর্ধ-সাইকেলে যে পরিমাণ এনার্জি বা শক্তি ইন্ডাক্টরের চারদিকে চৌম্বক ক্ষেত্রে সৃষ্টি করে, নেগেটিভ অর্ধ-সাইকেলের জন্য একই পরিমাণ চৌম্বক শক্তি উৎসে ফিরে আসে। যেহেতু এক সাইকেলের জন্য সরবরাহকৃত পাওয়ার এবং ফেরতকৃত পাওয়ার সমান হয়, সেহেতু ইন্ডাক্টর কর্তৃক ব্যয়িত প্রকৃত পাওয়ার শূন্য হয়।

$$\text{Active Power, } P = VI\cos\theta$$
$$= VI\cos 90^\circ$$
$$= VI \times 0$$
$$= 0$$

Note ঃ বিশুদ্ধ ইন্ডাকটিভ সার্কিটে ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মধ্যবর্তী কোণ 90° হয়। $[\cos 90^\circ = 0]$

**** ২। একটি বিশুদ্ধ ক্যাপাসিটিভ সার্কিটে পাওয়ার অপচয় শূন্য হয় কেন?**

বাকাশিবো- ২০১৩, ১৪, ২৩

উত্তর ঃ একটি ক্যাপাসিটরে এসি পাওয়ার দিলে, প্রথম অর্ধ-সাইকেলে ক্যাপাসিটর এর দুই বিপরীত প্লেটে যে পরিমাণ শক্তি সঞ্চয় করে দ্বিতীয় অর্ধ-সাইকেলে ঠিক একই পরিমাণ শক্তি সরবরাহ করে। ফলে যে পরিমাণ শক্তি সরবরাহ করে সেই পরিমাণ শক্তি ফিরিয়ে দেয়। তাই একটি বিশুদ্ধ ক্যাপাসিটিভ সার্কিটে পাওয়ার অপচয় শূন্য হয়।

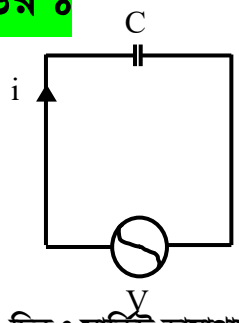
$$\text{Active Power, } P = VI\cos\theta$$
$$= VI\cos 90^\circ$$
$$= VI \times 0$$
$$= 0$$

Note ঃ বিশুদ্ধ ক্যাপাসিটিভ সার্কিটে ভোল্টেজ এবং কারেন্টের মধ্যবর্তী কোণ 90° হয়। $[\cos 90^\circ = 0]$

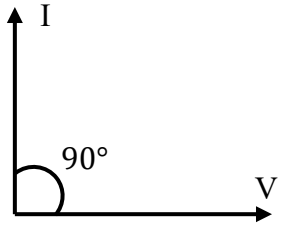
*** ৩। দেখাও যে, বিশুদ্ধ ক্যাপাসিটিভ সার্কিটের কারেন্ট, ভোল্টেজ থেকে $90°$ অগ্রগামী। বাকাশিবো- ২০১০, ১১, ১২, ১৩, ১৪

অথবা, দেখাও যে, $I = I_m \sin(\omega t + 90°)$ অথবা, $i = I_{max} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

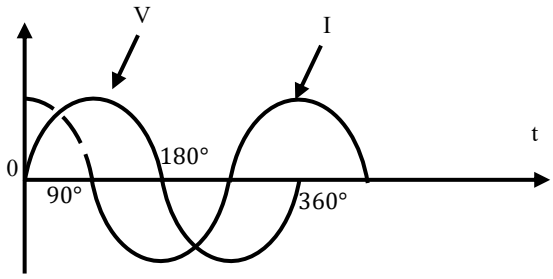
উত্তর ঃ



চিত্র ঃ সার্কিট ডায়াগ্রাম



চিত্র ঃ ভেক্টর ডায়াগ্রাম



চিত্র ঃ ওয়েভ ডায়াগ্রাম

আমরা জানি, ভোল্টেজের তাৎক্ষণিক মানের সমীকরণ, $V = V_{max} \sin \omega t$ – – – – – (1)

এই তাৎক্ষণিক ভোল্টেজের জন্য সার্কিটে তাৎক্ষণিক কারেন্ট প্রবাহিত হবে।

ধরি, তাৎক্ষণিক কারেন্টের মান $= i$, এবং প্লেটের উপরে চার্জ $= q$

ক্যাপাসিটরের চার্জ, $q = CV$

$$= CV_{max} \sin \omega t \qquad [V = V_{max} \sin \omega t]$$

$\therefore$ সার্কিটের কারেন্ট, $i = \frac{d}{dt}(q)$

$$= \frac{d}{dt} CV_{max} \sin \omega t \qquad [q = CV_{max} \sin \omega t]$$

$$= CV_{max} . \frac{d}{dt} . \sin \omega t \qquad \left[\frac{d}{dx} \sin x = \cos x\right]$$

$$= CV_{max} . \cos \omega t . \omega$$

$$= \omega\, CV_{max} \cos \omega t$$

অথবা, $i = \omega\, CV_{max} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) - - - - - - (2)$

[cos কে sin এ পরিবর্তন করার জন্য কোণের সাথে $\frac{\pi}{2}$ অথবা $90°$ ডিগ্রী যোগ করতে হবে]

i এর মান সর্বোচ্চ (I_{max}) হবে, যখন $\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = 1$ হবে

$$\therefore I_{max} = \omega\, CV_{max} \qquad \left[\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = 1\right]$$

(2) নং সমীকরণে I_{max} এর মান বসিয়ে পাই,

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

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

$$[\therefore\ I_{max} = \omega CV_{max}]$$

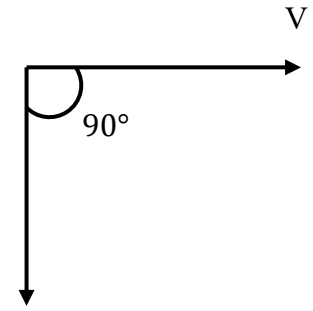
অথবা, $i = I_{max} \sin(\omega t + 90°) \qquad \left[\frac{\pi}{2} = 90°\right]$

(Showed)

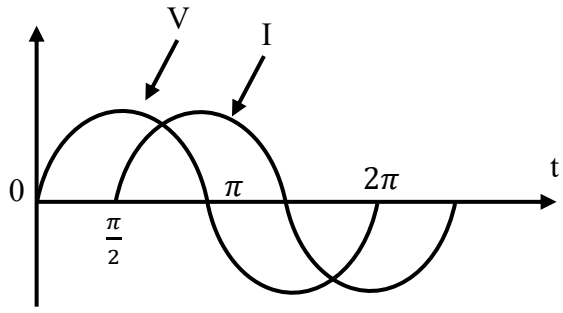
** ৪। বিশুদ্ধ ইন্ডাকটিভ সার্কিটের ক্ষেত্রে দেখাও যে, $\mathbf{i = I_{max}\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)}$

অথবা, $\mathbf{i = I_{max}\sin(\omega t - 90°)}$ বাকাশিবো- ২০১৩

উত্তর ঃ



চিত্র ঃ ভেক্টর ডায়াগ্রাম



চিত্র ঃ ওয়েভ ডায়াগ্রাম

ভোল্টেজের তাৎক্ষণিক মান, $V = V_{max}\sin\omega t$ – – – – – (1)

বা, $L\frac{di}{dt} = V_{max}\sin\omega t$ $\left[V = L\frac{di}{dt}\right]$

বা, $di = \frac{V_{max}.\ \sin\omega t.dt}{L}$

বা, $di = \frac{V_{max}}{L}.\sin\omega t.dt$

বা, $i = \frac{V_{max}}{L}\int\sin\omega t.dt$

[উভয়পক্ষকে ইন্টিগ্রেশন করে পাই]

বা, $i = \frac{V_{max}}{L}\left(-\frac{\cos\omega t}{\omega}\right)$ [সূত্র ঃ $\sin 2\theta = -\frac{\cos 2\theta}{2}$]

বা, $i = \frac{V_{max}}{\omega L}(-\cos\omega t)$

$$\text{বা}, i = \frac{V_{max}}{\omega L}\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) - - - - - - (2)$$

[$-\cos$ কে $\sin$ এ পরিবর্তন করার জন্য $90°$ বিয়োগ]

i এর মান সর্বোচ্চ (I_{max}) হবে, যখন $\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = 1$ হবে,

$$\therefore I_{max} = \frac{V_{max}}{\omega L} \qquad \left[\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = 1\right]$$

(2) নং সমীকরণে $I_{max} = \frac{V_{max}}{\omega L}$ বসিয়ে পাই,

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

$$\left[I_{max} = \frac{V_{max}}{\omega L}\right]$$

অথবা, $i = I_{max}\sin(\omega t - 90°)$ **(Showed)**

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

**** ১। 1μF এর ক্যাপাসিটরের মধ্যে দিয়ে 603 মিলি অ্যাম্পিয়ার, কারেন্ট প্রবাহিত হয়। ফ্রিকুয়েন্সি 800Hz হলে ক্যাপাসিটরটির আড়াআড়িতে পটেনশিয়াল পার্থক্য কত হবে?** বাকাশিবো- ২০১৩, ২৪

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

ক্যাপাসিট্যান্স, $C = 1\mu F$

$= 1 \times 10^{-6} F$

কারেন্ট, $I = 603\ mA$

$= 603 \times 10^{-3}\ A$

ফ্রিকুয়েন্সি, $f = 800\ Hz$

$V_C = ?$

আমরা জানি,

ক্যাপাসিটিভ রিয়্যাকট্যান্স, $X_c = \frac{1}{2\pi fc}$

$= \frac{1}{2\times3.1416\times800\times1\times10^{-6}}$

$= \frac{1}{5.026\times10^{-3}}$

$= 198.94\Omega$

আবার, ক্যাপাসিটরের আড়াআড়িতে ভোল্টেজ,

$V_c = IX_c = 603 \times 10^{-3} \times 198.94$

$= 119.96$ Volt (**Ans.**)

**** ২। 20Ω রেজিস্ট্যান্স এবং 0.06 হেনরি ইন্ডাক্ট্যান্স বিশিষ্ট একটি কয়েলকে সিরিজে যুক্ত করে 110Volt. 50Hz সরবরাহের সাথে সংযুক্ত করা হলে, বর্তনীতে প্রবাহিত কারেন্টের মান নির্ণয় কর।**

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

$R = 20\Omega$

$L = 0.06H$

$X_L = 2\pi \times 50 \times 0.06 = 18.85\Omega$

$V = 110V$

$f = 50Hz$

$I = ?$

আমরা জানি,

$$V = IZ$$

$$\text{বা}, I = \frac{V}{Z}$$

$$= \frac{110}{20+j18.85}$$

$$= 4\angle -43.30°A \textbf{ (Ans.)}$$