

電験どうでしょう管理人
KWG presents

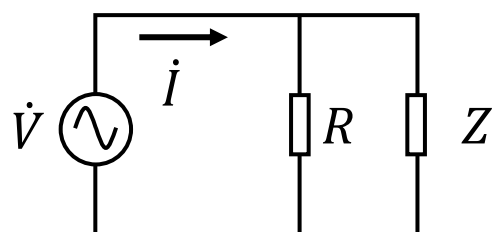
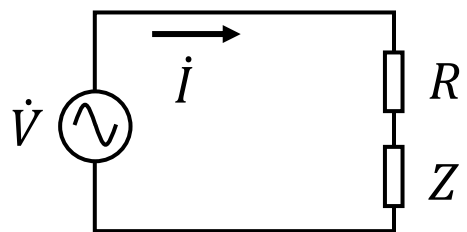
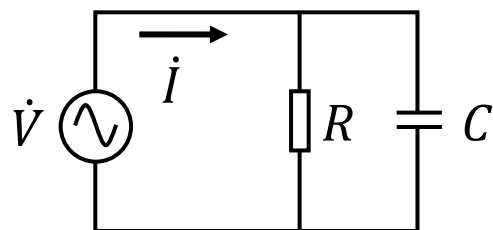
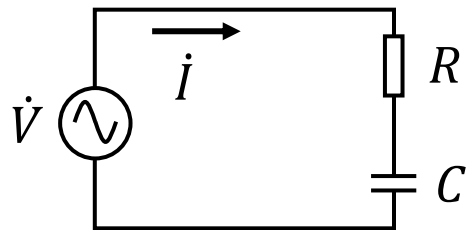
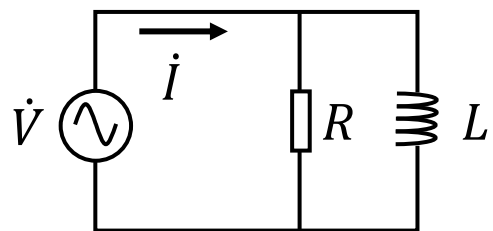
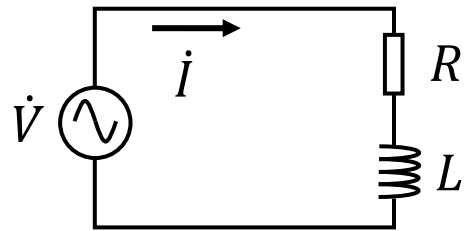
電験オンライン塾

第3回 交流回路

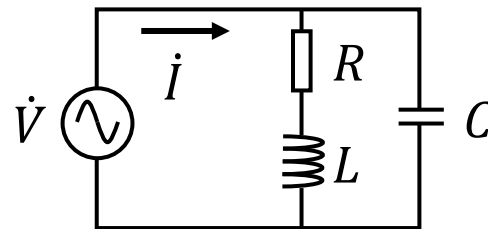
~複素数で解く交流回路(1)~

2021.11.06 Sat

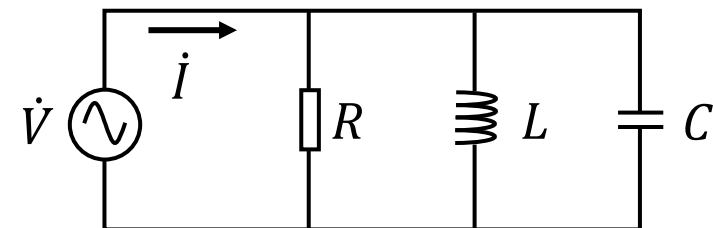
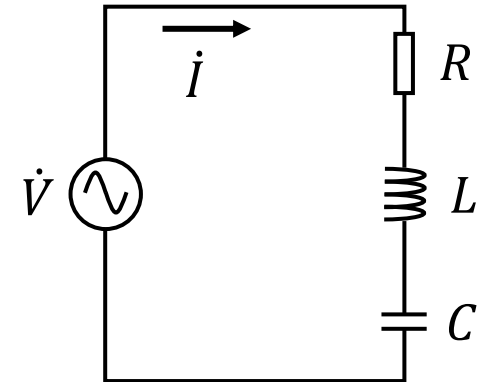
電験三種で出題される交流回路



素子が2種類
→ベクトルで解く



Cによる力率改善
→複素数で解く

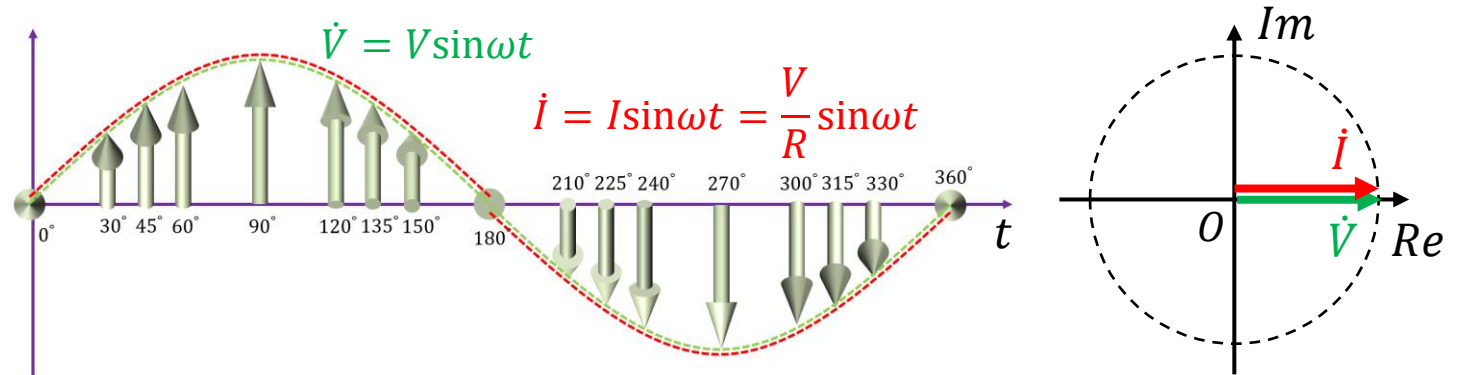
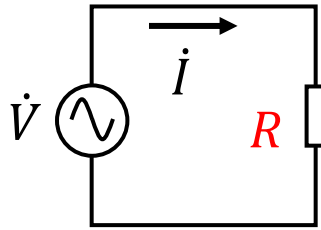


RLC直列/並列
→共振条件で解く

各素子の電圧と電流の関係

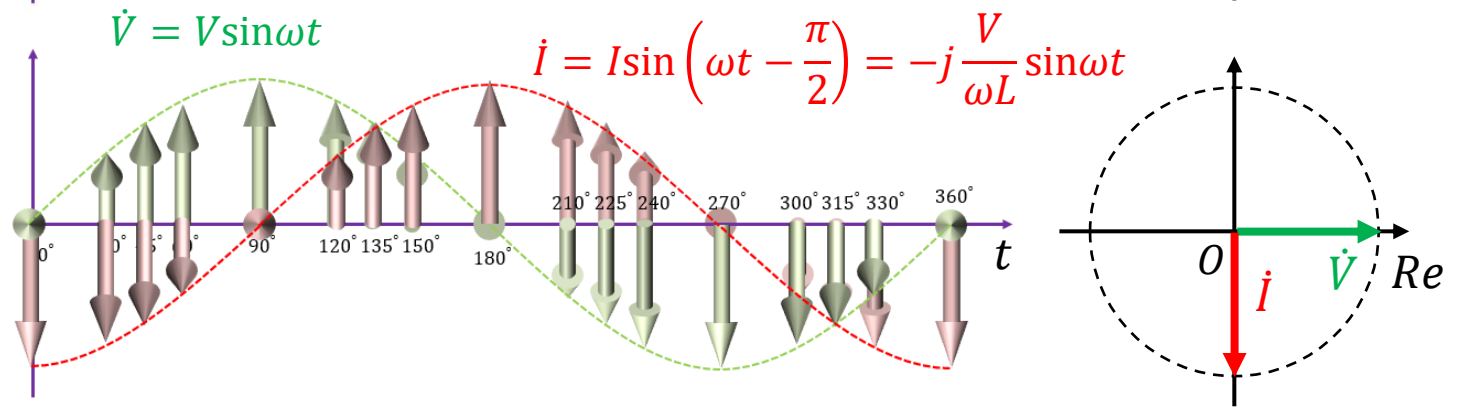
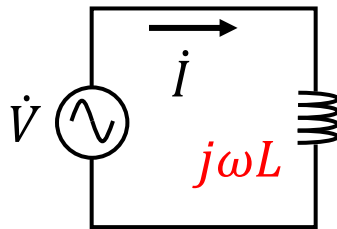
抵抗 R

電圧と電流は同相



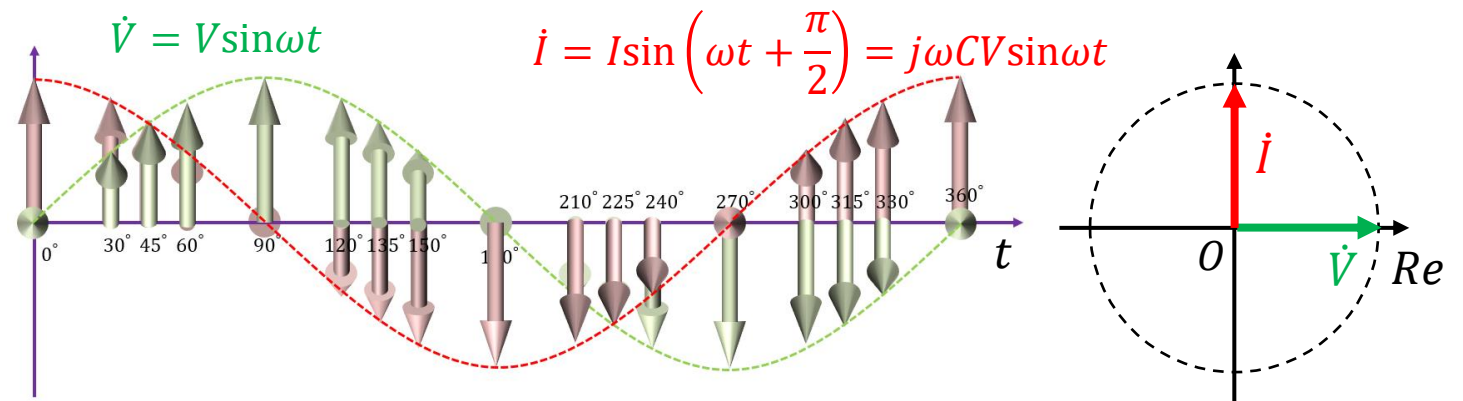
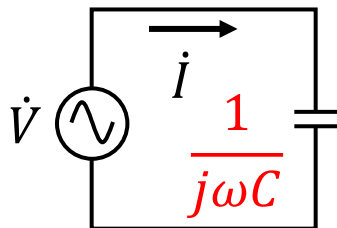
コイル L (誘導性リアクトル)

電圧は電流より進む
電流は電圧より遅れる



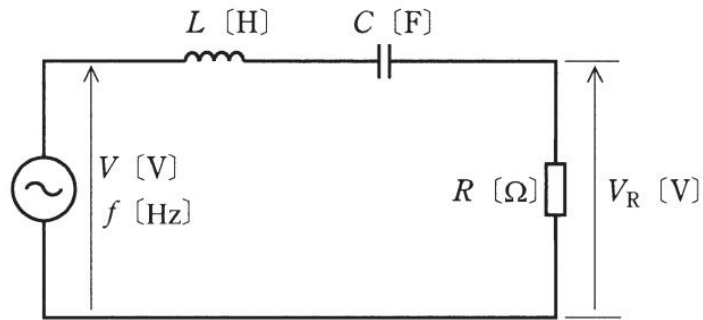
コンデンサ C (容量性リアクトル)

電圧は電流より遅れる
電流は電圧より進む



H25 問10

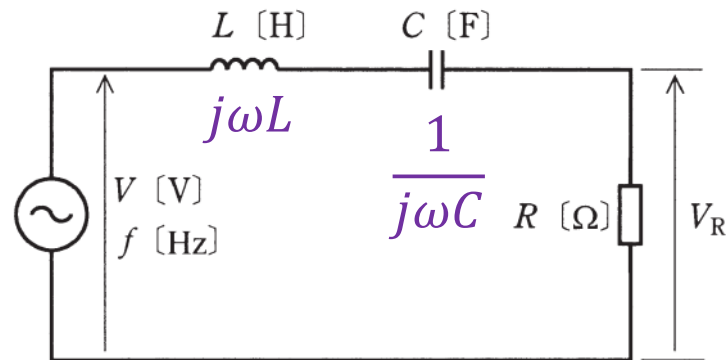
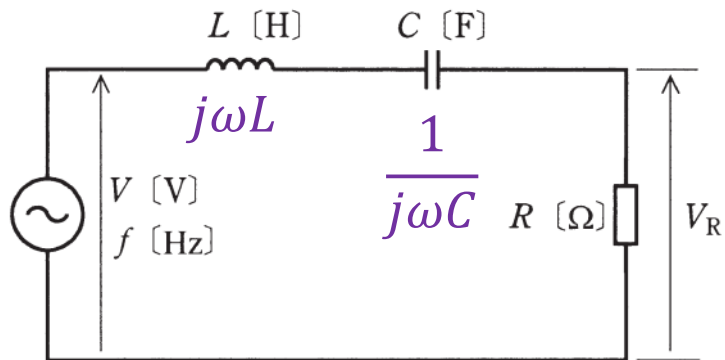
問10 図は、インダクタンス L [H] のコイルと静電容量 C [F] のコンデンサ、並びに R [Ω] の抵抗の直列回路に、周波数が f [Hz] で実効値が $V (\neq 0)$ [V] である電源電圧を与えた回路を示している。この回路において、抵抗の端子間電圧の実効値 V_R [V] が零となる周波数 f [Hz] の条件を全て列挙したものと、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



- (1) 題意を満たす周波数はない
- (2) $f = 0$
- (3) $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
- (4) $f = 0, f \rightarrow \infty$
- (5) $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}, f \rightarrow \infty$

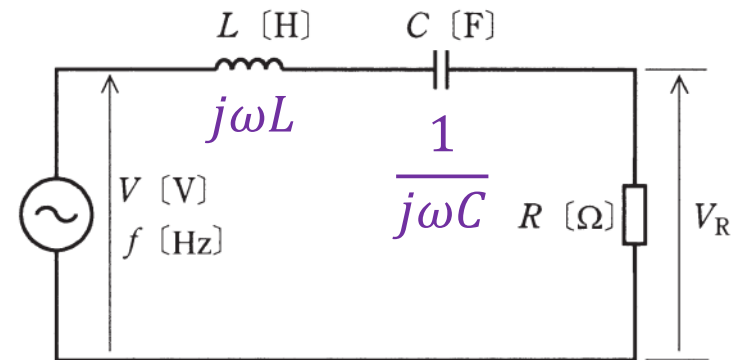
導出のポイント

$\omega = \infty$



$j\omega L \rightarrow \infty$ $\frac{1}{j\omega C} \rightarrow 0$

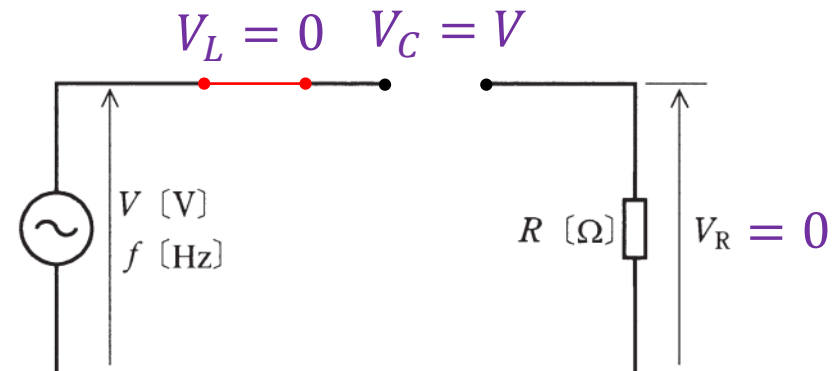
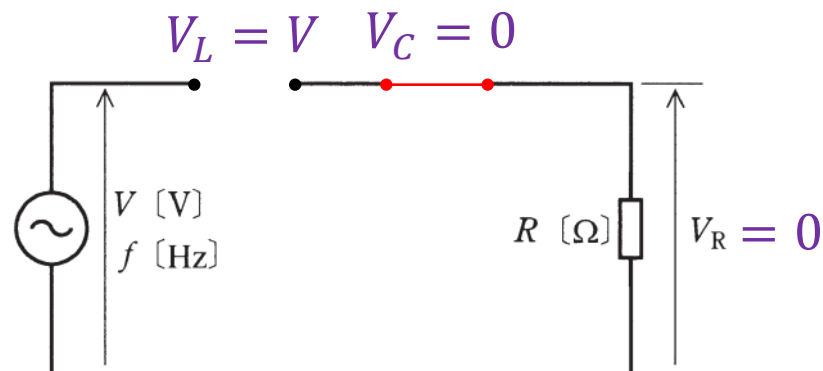
$\omega = 0$



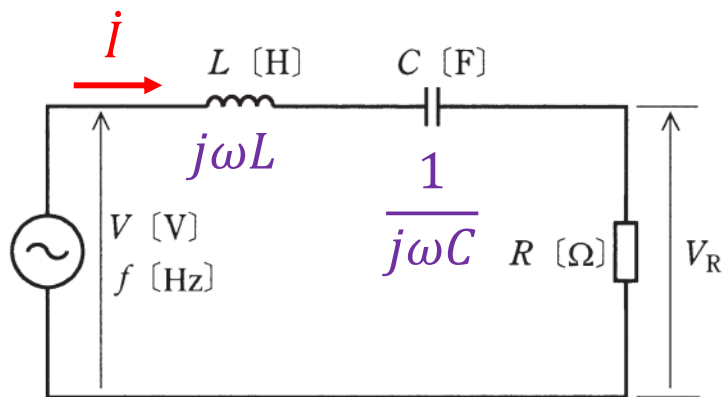
$j\omega L \rightarrow 0$ $\frac{1}{j\omega C} \rightarrow \infty$

コイル
周波数 (小) → インピーダンス (小)
周波数 (大) → インピーダンス (大)

コンデンサ
周波数 (小) → インピーダンス (大)
周波数 (大) → インピーダンス (小)



導出のポイント



$$I = \frac{1}{Z} V = \frac{1}{R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}} V$$

$$V_R = RI = \frac{R}{R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}} V = \frac{R}{R + j\omega L - j\frac{1}{\omega C}} V = \frac{R}{R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)} V$$

共振周波数

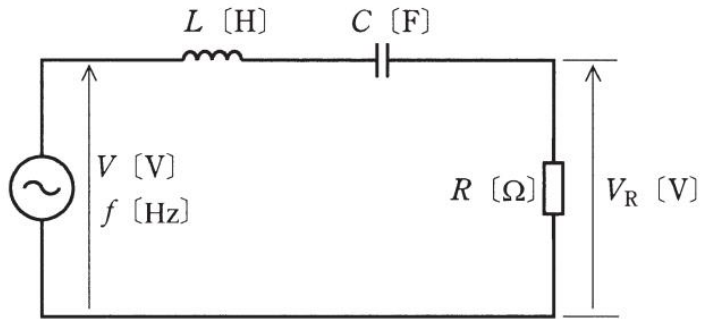
$$\omega L - \frac{1}{\omega C} = 0 \rightarrow \omega^2 = \frac{1}{LC} \rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \rightarrow 2\pi f = \frac{1}{\sqrt{LC}} \rightarrow f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

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

$$V_R = \frac{R}{R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)} V = \frac{R}{R + j0} V = \frac{R}{R} V = V$$

H25 問10

問10 図は、インダクタンス L [H] のコイルと静電容量 C [F] のコンデンサ、並びに R [Ω] の抵抗の直列回路に、周波数が f [Hz] で実効値が V ($\neq 0$) [V] である電源電圧を与えた回路を示している。この回路において、抵抗の端子間電圧の実効値 V_R [V] が零となる周波数 f [Hz] の条件を全て列挙したものと、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1) 題意を満たす周波数はない

(2) $f = 0$

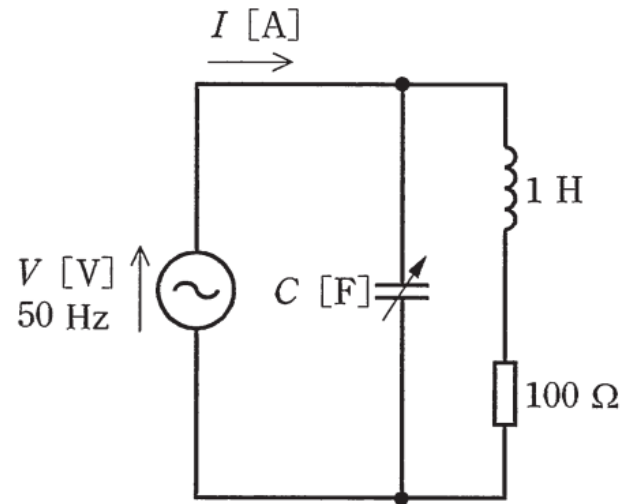
(3) $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

(4) $f = 0, f \rightarrow \infty$

(5) $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}, f \rightarrow \infty$

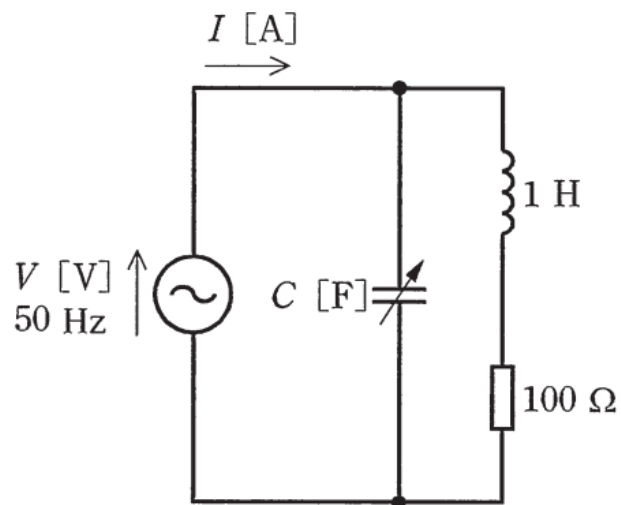
H26 問8

問8 図の交流回路において、電源を流れる電流 I [A] の大きさが最小となるように静電容量 C [F] の値を調整した。このときの回路の力率の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



- (1) 0.11 (2) 0.50 (3) 0.71 (4) 0.87 (5) 1

導出のポイント

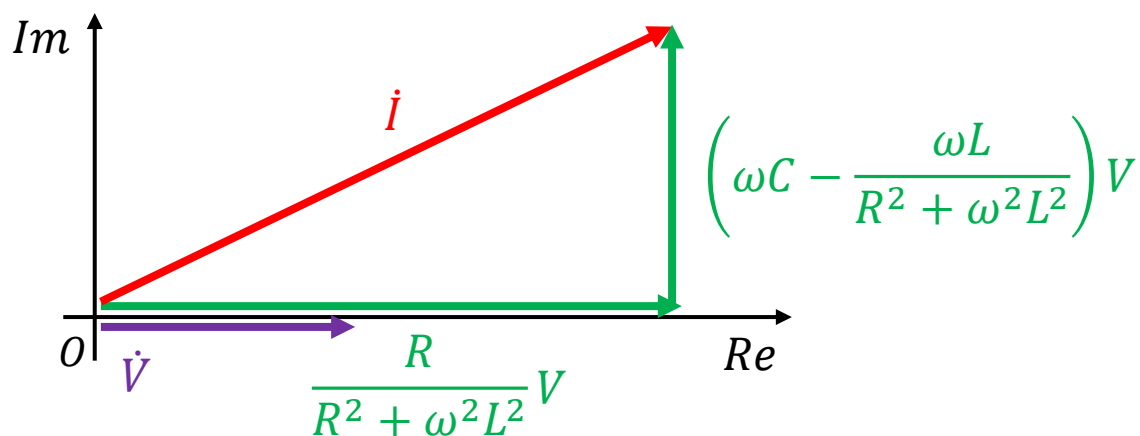


$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{1/j\omega C} + \frac{1}{R + j\omega L} = j\omega C + \frac{1}{R + j\omega L}$$

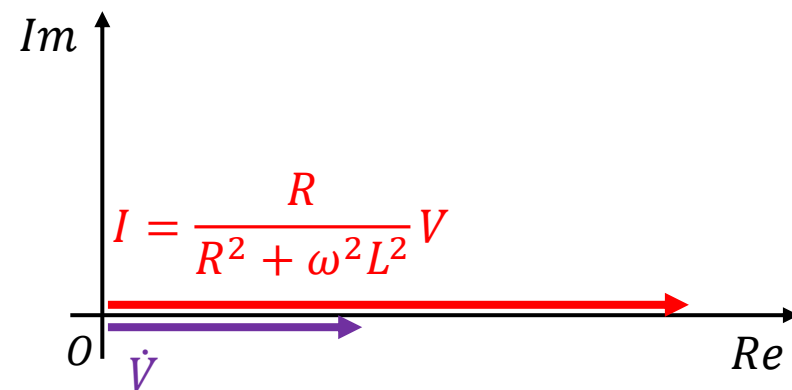
$$I = \frac{1}{Z} V = \left(j\omega C + \frac{1}{R + j\omega L} \right) V = \left(j\omega C + \frac{1}{R + j\omega L} \cdot \frac{R - j\omega L}{R - j\omega L} \right) V$$

$$= \left(j\omega C + \frac{R - j\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} \right) V = \left[\frac{R}{R^2 + \omega^2 L^2} + j \left(\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} \right) \right] V$$

虚数成分が0になるとき、
Iが最小となる



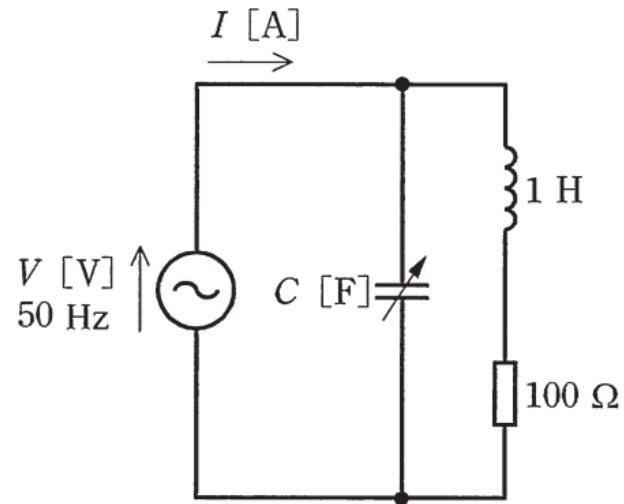
$$C = \frac{L}{R^2 + \omega^2 L^2}$$



電流と電圧の位相差 $\theta = 0$ となり、
力率は $\cos\theta = 1$ となる

H26 問8

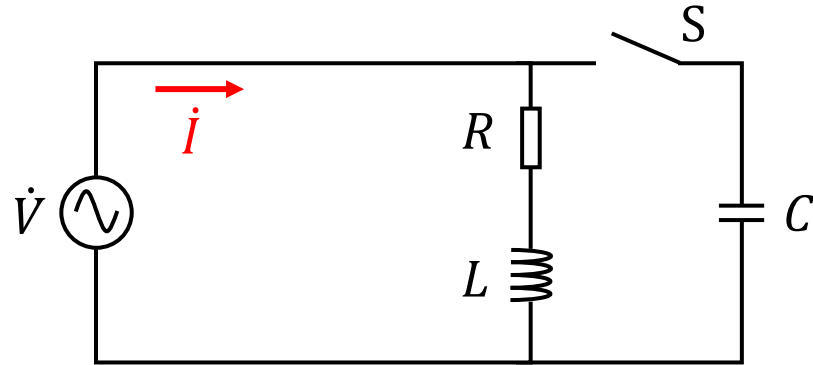
問8 図の交流回路において、電源を流れる電流 I [A] の大きさが最小となるように静電容量 C [F] の値を調整した。このときの回路の力率の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



- (1) 0.11 (2) 0.50 (3) 0.71 (4) 0.87 (5) 1

H29 問16(改)

図のように、電源電圧 V 、周波数 f の交流電源に、 R の抵抗とインダクタンス L のコイルからなる負荷を接続した交流回路がある。この回路には、スイッチ S を介して、負荷に静電容量 C のコンデンサを接続することができる。次の(a)及び(b)の問に答えよ。

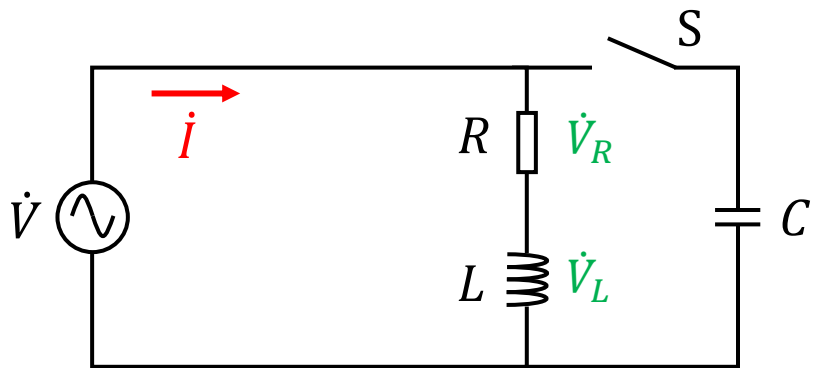


(a) スイッチ S を開いた状態において、 $V = 100 \text{ V}$ 、 $f = 50 \text{ Hz}$ 、 $R = 5 \Omega$ 、 $L = 5 \text{ mH}$ のとき、負荷全体の有効電力の値と力率をそれぞれ求めよ。

(b) スイッチ S を閉じてコンデンサを接続したとき、電源から見た負荷側の力率が1になった。このとき、静電容量 C の値を示す式を示せ。ただし、角周波数を ω とする。

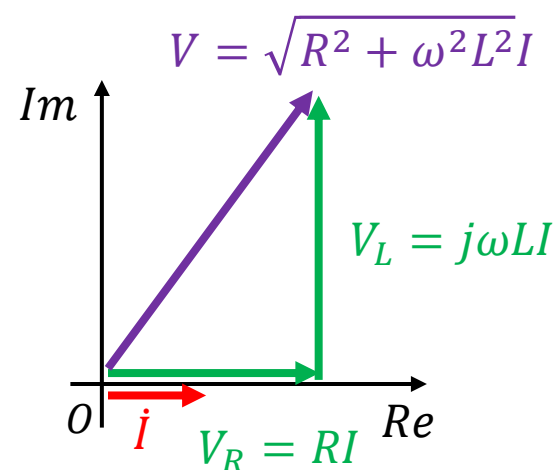
導出のポイント

(a) スイッチSを開いた状態において、 $V = 100 \text{ V}$ 、 $f = 50 \text{ Hz}$ 、 $R = 5 \Omega$ 、 $L = 5 \text{ mH}$ のとき、負荷全体の有効電力の値と力率をそれぞれ求めよ。

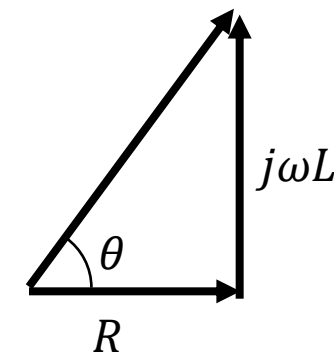


抵抗の電圧
→電圧と電流は同相

コイルの電圧
→電圧は電流より進む



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



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

$$I = \frac{1}{Z} V = \frac{1}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} V$$

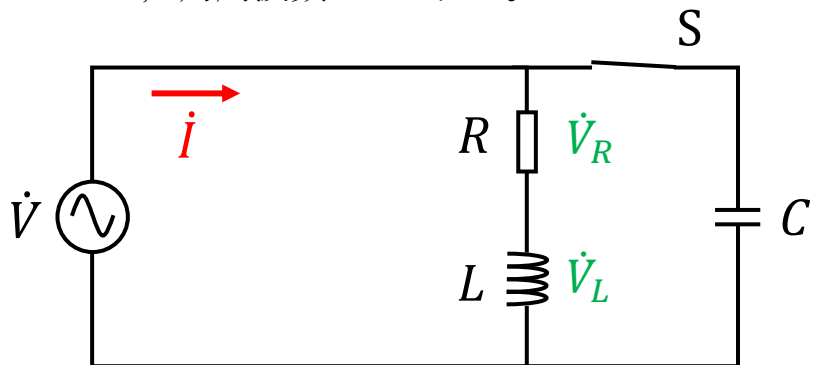
$$P = VI\cos\theta = V \cdot \frac{1}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} V \cdot \frac{R}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} = \frac{RV^2}{R^2 + \omega^2 L^2} = \frac{5 \times 100^2}{5^2 + (2\pi \times 50 \times 5 \times 10^{-3})^2}$$

$$P = 1821 \text{ W}$$

$$\cos\theta = \frac{5}{\sqrt{5^2 + (2\pi \times 50 \times 5 \times 10^{-3})^2}} = 0.954$$

導出のポイント

(b) スイッチSを閉じてコンデンサを接続したとき、電源から見た負荷側の力率が1になった。このとき、静電容量Cの値を示す式を示せ。ただし、角周波数を ω とする。



$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{1/j\omega C} + \frac{1}{R + j\omega L} = j\omega C + \frac{1}{R + j\omega L}$$

$$I = \frac{1}{Z} V = \left(j\omega C + \frac{1}{R + j\omega L} \right) V = \left(j\omega C + \frac{1}{R + j\omega L} \cdot \frac{R - j\omega L}{R - j\omega L} \right) V$$

$$= \left(j\omega C + \frac{R - j\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} \right) V = \left[\frac{R}{R^2 + \omega^2 L^2} + j \left(\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} \right) \right] V$$

虚数成分が0になるとき、
力率が1となる

$$\omega C - \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} = 0 \rightarrow \omega C = \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2} \rightarrow C = \frac{L}{R^2 + \omega^2 L^2}$$

ご聴講ありがとうございました
ございました!!