

問1. インダクタンスが $100[mH]$ のコイルに、周波数 $1000[Hz]$ 、最大電圧 $6.28[V]$ の交流電圧を加えた。次の設問に答えなさい。

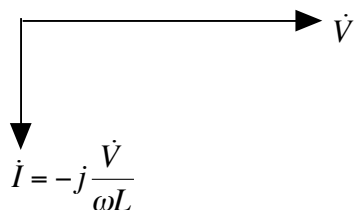
a) コイルのリアクタンスを求めなさい。

$$X_L = \omega L = 2\pi f L = 2\pi \times 10^3 \times 100 \times 10^{-3} = 200\pi = 628.319 [\Omega]$$

b) コイルを流れる電流を求めなさい。

$$I = \frac{V}{X_L} = \frac{6.28}{628.319} = 0.00999 \approx 0.01 [A] = 10 [mA] \quad \text{ただし、最大値}$$

c) 加えた電圧とコイルに流れる電流をベクトルで示しなさい。



d) 電圧と電流の瞬時値を求めなさい。

$$V(t) = 6.28 e^{j\omega t} = 6.28 (\cos \omega t + j \sin \omega t)$$

$\therefore$

$$V(t) = 6.28 \cos \omega t [V]$$

$$I(t) = -j \frac{6.28}{\omega L} e^{j\omega t} = -j \frac{6.28}{\omega L} (\cos \omega t + j \sin \omega t) = \frac{6.28}{\omega L} \sin \omega t - j \frac{6.28}{\omega L} \cos \omega t$$

$\therefore$

$$I(t) = \frac{6.28}{\omega L} \sin \omega t = 0.01 \sin \omega t [A]$$

問2. インダクタンスが $40[mH]$ のコイルを最大電圧 $12[V]$ の交流電源に接続したとき、コイルには $1.91[mA]$ の電流が流れた。電源の周波数を求めなさい。この電源にコイルの代わりにコンデンサを接続したとき、コイルのときと同じ電流が流れた。このコンデンサの静電容量を求めなさい。

$$X_L = \frac{V}{I} = \frac{12}{1.91 \times 10^{-3}} = 2\pi f \times 40 \times 10^{-3}$$

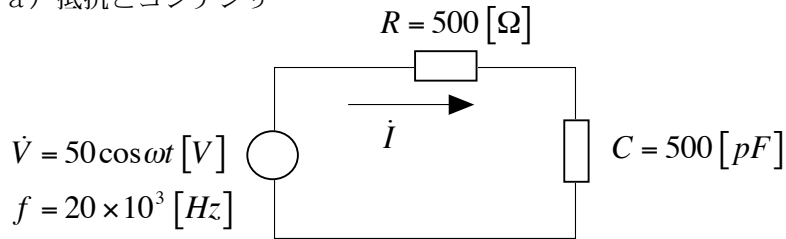
$$f = \frac{12}{1.91 \times 10^{-3} \times 2\pi \times 40 \times 10^{-3}} = 0.250 \times 10^5 [Hz] = 25 [kHz]$$

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

$$C = \frac{1}{\omega X_L} = \frac{1}{2\pi \times 25 \times 10^3 \times \frac{12}{1.91 \times 10^{-3}}} = \frac{1.91 \times 10^{-3}}{6\pi \times 10^5} = 0.101 \times 10^{-8} [F]$$

問3. 次に示す回路の合成インピーダンスおよび電流を求めなさい。また、共振回路は共振周波数も求める。電流電圧のベクトル図を示すこと。

a) 抵抗とコンデンサ

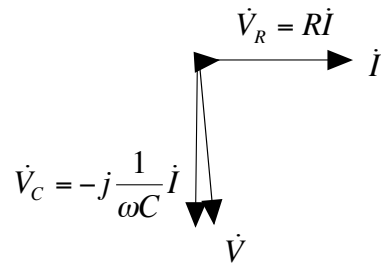


$$\dot{Z} = R - j \frac{1}{\omega C} = 500 - j \frac{1}{2\pi \times 20 \times 10^3 \times 500 \times 10^{-12}} = 500 - j \frac{1}{2\pi \times 10^{-5}} = 500 - j0.159 \times 10^5$$

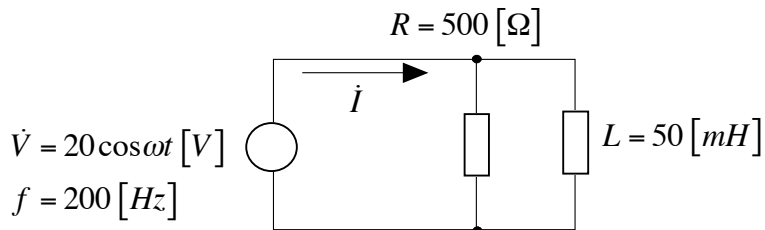
$$Z = \sqrt{500^2 + (0.159 \times 10^5)^2} = \sqrt{25 \times 10^4 + 0.253 \times 10^9} = \sqrt{0.0253 \times 10^{10}} = 0.159 \times 10^5 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{V}}{\dot{Z}} = \frac{50}{500 - j0.159 \times 10^5} = \frac{50(500 + j0.159 \times 10^5)}{0.253 \times 10^9}$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{50}{0.159 \times 10^5} = 3.142 \times 10^{-3} \text{ [A]}$$



b) 抵抗とコイル



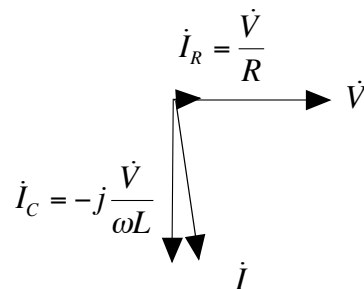
$$\dot{Z} = \frac{1}{\frac{1}{R} - j \frac{1}{\omega L}} = \frac{1}{\frac{1}{500} - j \frac{1}{2\pi \times 200 \times 50 \times 10^{-3}}} = \frac{1}{2 \times 10^{-3} - j \frac{1}{20\pi}} = \frac{1}{2 \times 10^{-3} - j0.0159}$$

$$= \frac{2 \times 10^{-3} + j0.0159}{0.257 \times 10^{-3}}$$

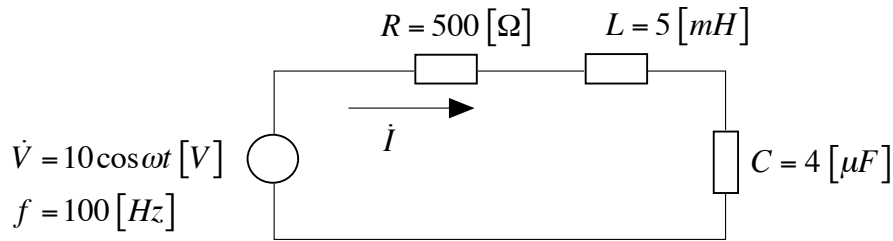
$$Z = \frac{1}{\sqrt{4 \times 10^{-6} + 0.253 \times 10^{-3}}} = \frac{1}{\sqrt{0.257 \times 10^{-3}}} = \frac{1}{0.160 \times 10^{-1}} = 62.378 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{V}}{\dot{Z}} = \frac{20}{\frac{1}{2 \times 10^{-3} - j0.0159}} = 4 \times 10^{-2} - j0.318$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{20}{62.378} = 0.321 \text{ [A]}$$



c) 直列共振回路



$$\dot{Z} = R + j\omega L - j\frac{1}{\omega C} = 500 + j2\pi \times 100 \times 5 \times 10^{-3} - j\frac{1}{2\pi \times 100 \times 4 \times 10^{-6}} = 500 + j\left(\pi - \frac{1}{8\pi \times 10^{-4}}\right)$$

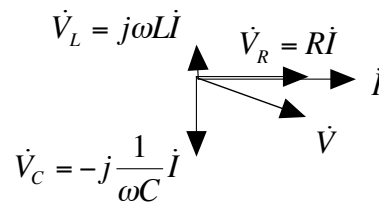
$$= 500 - j394.746$$

$$Z = \sqrt{5^2 \times 10^4 + (3.947)^2 \times 10^4} = \sqrt{25 \times 10^4 + 15.582 \times 10^4} = \sqrt{40.582 \times 10^4} = 637.04 \text{ } [\Omega]$$

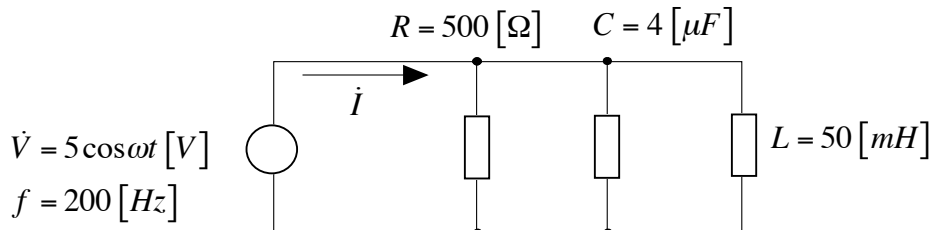
$$\dot{I} = \frac{\dot{V}}{\dot{Z}} = \frac{10}{500 - j394.746} = \frac{5000 + j3947.46}{405824.404}$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{10}{637.04} = 0.0157 \text{ } [A]$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{5 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-6}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{2 \times 10^{-8}}} = 0.1125 \times 10^4 = 1125 \text{ } [Hz]$$



d) 並列共振回路



$$\dot{Z} = \frac{1}{\frac{1}{R} + j\omega C - j\frac{1}{\omega L}} = \frac{1}{\frac{1}{500} + j2\pi \times 200 \times 4 \times 10^{-6} - j\frac{1}{2\pi \times 200 \times 50 \times 10^{-3}}}$$

$$= \frac{1}{0.002 + j16\pi \times 10^{-4} - j\frac{1}{20\pi}} = \frac{1}{0.002 + j\left(16\pi \times 10^{-4} - \frac{1}{20\pi}\right)} = \frac{1}{0.002 + j\left(16\pi \times 10^{-4} - \frac{1}{20\pi}\right)}$$

$$= \frac{1}{0.002 - j0.011}$$

$$Z = \frac{1}{\sqrt{0.002^2 + 0.011^2}} = \frac{1}{\sqrt{4 \times 10^{-6} + 121 \times 10^{-6}}} = \frac{1}{11.180 \times 10^{-3}} = 89.443 \text{ } [\Omega]$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{V}}{\dot{Z}} = \frac{5}{\frac{1}{0.002 - j0.011}} = 0.01 - j0.055$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{5}{89.443} = 0.0559 \text{ [A]}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{50 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-6}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{20 \times 10^{-8}}} = 0.0356 \times 10^{-4} = 356 \text{ [Hz]}$$

