令和８年度　専攻科　後期　学力選抜試験

受験番号		氏　名	模範解答

総得点

（問１）は必須、（問２）から（問４）は二問を選択すること。

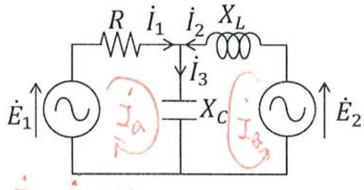
選択した問題２つを右に記載すること。選択した問題：________、________

問　１（得点）

電気回路（４の１）

（問１）図の回路において、次の問いに答えよ。但し、$\dot{E}_1 = 100\angle 0°\ [V]$、$\dot{E}_2 = 100\angle -90°\ [V]$、$R = 10\ [\Omega]$、$X_L = 10\ [\Omega]$、$X_C = 40\ [\Omega]$とする。

（１）電流$\dot{I}_1$、$\dot{I}_2$、$\dot{I}_3$のフェーザ表示を求めよ。（配点４０点）



図のように網目電流$\dot{I}_a$, $\dot{I}_b$とおくと

$\dot{I}_a$:　$\dot{E}_1 = (R - jX_C)\dot{I}_a - jX_C\dot{I}_b$

$\dot{I}_b$:　$\dot{E}_2 = -jX_C\dot{I}_a + j(X_L - X_C)\dot{I}_b$

これに値を代入すると

$100 = (10 - j40)\dot{I}_a - j40\dot{I}_b$ —①

$-j100 = -j40\dot{I}_a - j30\dot{I}_b$ —②

①×3−②×4

$300 + j400 = (30 - j120 + j160)\dot{I}_a$

$\dot{I}_a = \dfrac{300 + j400}{30 + j40}$

$= 10\ [A]$

$= 10\angle 0°\ [A]$

これを②に代入すると

$-j100 = -j400 - j30\dot{I}_b$

$\dot{I}_b = \dfrac{j300}{-j30}$

$= -10\ [A]$

$= 10\angle 180°\ [A]$

よって、電流$\dot{I}_1$, $\dot{I}_2$, $\dot{I}_3$は

$\dot{I}_1 = \dot{I}_a = 10\angle 0°\ [A]$

$\dot{I}_2 = \dot{I}_b = 10\angle 180°\ [A]$

$\dot{I}_3 = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = 10\angle 0° - 10\angle 180°$

$= 0\ [A]$

（２）回路で消費される全電力Pを求めよ。（配点１０点）

電力は抵抗でのみ消費されるので

$P = R|\dot{I}_1|^2 = 10 \cdot 10^2 = 1000\ [W]\ (= 1\ [kW])$

令和８年度　専攻科　後期　学力選抜試験

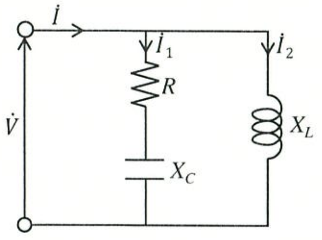
受験番号		氏　名	模範解答

電気回路（４の２）

問 ２（得点）

（問２）図の回路において、次の問いに答えよ。ただし、$R = 10\ [\Omega]$、$X_C = 30\ [\Omega]$とする。

（１）回路の合成アドミタンス$\dot{Y}$の複素数表示を求めよ。ただし、誘導リアクタンスX_Lはそのまま用いよ。（配点１０点）



$$\dot{Y} = \frac{1}{R - jX_C} - j\frac{1}{X_L}$$
$$= \frac{1}{10 - j30} - j\frac{1}{X_L}$$
$$= \frac{10 + j30}{10^2 + 30^2} - j\frac{1}{X_L}$$
$$= 0.01 + j\left(0.03 - \frac{1}{X_L}\right)\ [S]$$

（２）電流$\dot{I}$が電圧$\dot{V}$より45°進むためには、X_Lの値はいくらにすればよいか。（配点１０点）

$\dot{I} = \dot{Y}\dot{V}$より、$\dot{Y}$のアドミタンス角が45°になればよい。すなわち、$\dot{Y}$の実数部と虚数部が等しくなればよいので

$$0.01 = 0.03 - \frac{1}{X_L}$$
$$\frac{1}{X_L} = 0.02$$
$$X_L = 50\ [\Omega]$$

（３）（２）の条件において、回路に電流$\dot{I} = 10\angle 0°\ [A]$を流したとき、電圧$\dot{V}$、電流$\dot{I}_1$、$\dot{I}_2$のフェーザ表示を求めよ。（配点２０点）

$$\dot{Y} = 0.01 + j0.01$$
$$= 0.01\sqrt{2}\angle 45°\ [S]$$

より、電圧$\dot{V}$は

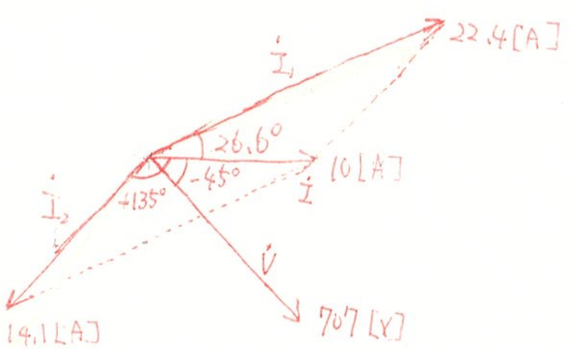
$$\dot{V} = \frac{\dot{I}}{\dot{Y}} = \frac{10\angle 0°}{0.01\sqrt{2}\angle 45°}$$
$$= 500\sqrt{2}\angle -45°$$
$$= 707.1\angle -45°\ [V]$$

電流$\dot{I}_1$, $\dot{I}_2$は

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{V}}{R - jX_C} = \frac{500\sqrt{2}\angle -45°}{10 - j30} = \frac{500\sqrt{2}\angle -45°}{10\sqrt{10}\angle -71.57°}$$
$$= 10\sqrt{5}\angle 26.57° = 22.36\angle 26.57°\ [A]$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{V}}{jX_L} = \frac{500\sqrt{2}\angle -45°}{j50} = 10\sqrt{2}\angle -135°$$
$$= 14.14\angle -135°\ [A]$$

（４）（３）のときの電圧$\dot{V}$、電流$\dot{I}$、$\dot{I}_1$、$\dot{I}_2$のフェーザ図を描け。（配点１０点）



令和８年度　専攻科　後期　学力選抜試験

受験番号		氏　名	模範解答

電気回路（４の３）

（問３）RC並列回路において、次の問いに答えよ。ただし、回路を流れる全電流$\dot{I}$を基準とし、その大きさは一定とする。

問３（得点）

（１）角周波数ωを可変した時、抵抗Rに流れる電流$\dot{I}_R$の軌跡を求めよ。（配点２０点）

$$\dot{I}_R = \frac{-j\frac{1}{\omega C}}{R - j\frac{1}{\omega C}} \dot{I}$$

$$= \frac{\left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} I - j \frac{\frac{R}{\omega C}}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} I$$

ここで

$$I_{RX} = \frac{\left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} I \quad \text{―①}, \quad I_{RY} = -\frac{\frac{R}{\omega C}}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} I \quad \text{―②}$$

とおくと

$$I_{RX}^2 + I_{RY}^2 = \frac{\left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} I^2$$

これに①を代入すると

$$I_{RX}^2 + I_{RY}^2 = I I_{RX}$$

$$\left(I_{RX} - \frac{I}{2}\right)^2 + I_{RY}^2 = \left(\frac{I}{2}\right)^2$$

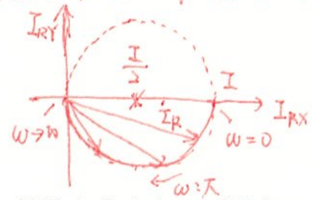
ここで ①、②より

(1) $\omega = 0$ のとき　$I_{RX} = I$、$I_{RY} = 0$

$\omega \to \infty$ のとき　$I_{RX} = 0$、$I_{RY} = 0$

(2) I_{RY}は常に負

となるので、$\dot{I}_R$の軌跡は次のようになる。



（２）角周波数ωを可変した時、キャパシターCに流れる電流$\dot{I}_C$の軌跡を求めよ。（配点２０点）

$$\dot{I}_C = \frac{R}{R - j\frac{1}{\omega C}} \dot{I}$$

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

ここで

$$I_{CX} = \frac{R^2}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} I \quad \text{―①}, \quad I_{CY} = \frac{\frac{R}{\omega C}}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} I \quad \text{―②}$$

とおくと

$$I_{CX}^2 + I_{CY}^2 = \frac{R^2}{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} I^2$$

これに①を代入すると

$$I_{CX}^2 + I_{CY}^2 = I I_{CX}$$

$$\left(I_{CX} - \frac{I}{2}\right)^2 + I_{CY}^2 = \left(\frac{I}{2}\right)^2$$

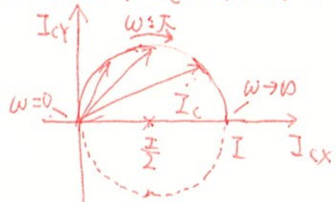
ここで、①、②より

(1) $\omega = 0$ のとき　$I_{CX} = 0$、$I_{CY} = 0$

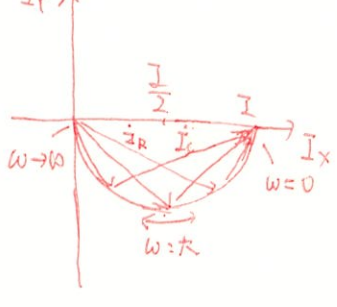
$\omega \to \infty$ のとき　$I_{CX} = I$、$I_{CY} = 0$

(2) I_{CY}は常に正

となるので、$\dot{I}_C$の軌跡は次のようになる。



（３）角周波数ωを可変した時の電流$\dot{I}_R$および$\dot{I}_C$の軌跡の概略を同一平面上に示せ。（配点１０点）



令和８年度　専攻科　後期　学力選抜試験

受験番号		氏　名	模範解答

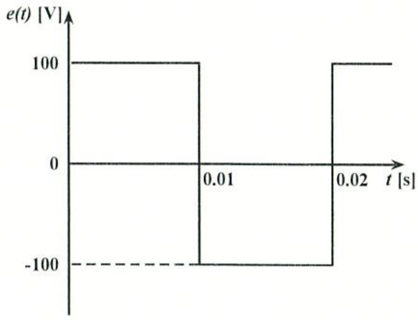
電気回路（４の４）

（問４）図に示す矩形波 $e(t)$について、次の問いに答えよ。

問 ４（得点）

（１）この矩形波 $e(t)$の関数を示せ。（配点１０点）

$$e(t) = \begin{cases} 100 & (0 \le t \le 0.01) \\ -100 & (0.01 \le t \le 0.02) \end{cases}, \quad e(t+0.02) = e(t)$$



（２）波形の周波数fと電圧の瞬時値 $e(t)$を求めよ。（配点２５点）

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.02} = 50\ [Hz]$$

$e(t)$をフーリエ級数展開すると、$e(t)$は奇関数なので

$$a_0 = a_n = 0$$

となりb_nは、積分範囲 $0 \le t \le 0.01$ を2倍にすればよいので

$$b_n = \frac{2}{T}\int_0^T E_m \sin n\omega t\, dt$$

$$= \frac{4}{0.02}\int_0^{0.01} 100 \sin 100\pi t\, dt$$

$$= 20000\left[-\frac{1}{100n\pi}\cos 100n\pi t\right]_0^{0.01}$$

$$= \frac{200}{n\pi}(1-\cos n\pi)$$

となる。よってフーリエ級数展開は

$$e(t) = \sum_{n=1}^{\infty}\frac{200}{n\pi}(1-\cos n\pi)\sin 100n\pi t$$

$$= \sum_{n=1}^{\infty}\frac{200}{n\pi}\{1-(-1)^n\}\sin 100n\pi t$$

$$= \frac{400}{\pi}\left(\sin 100\pi t + \frac{1}{3}\sin 300\pi t + \cdots\right)\ [V]$$

（３）この電圧の第３調波までの実効値を求めよ。（配点５点）

$$E = \frac{400}{\sqrt{2}\pi}\sqrt{1^2+\left(\frac{1}{3}\right)^2} = \frac{200\sqrt{2}}{\pi}\frac{\sqrt{10}}{3} = \frac{400\sqrt{5}}{3\pi}$$

$$= 94.90\ [V]$$

（４）RL直列回路にこの電圧を印加したときに流れる電流の第３調波までの実効値を求めよ。ただし$R = 10\,[\Omega]$、$L = 20\,[mH]$とする。（配点１０点）

基本波，第３調波に対する回路のインピーダンスの大きさ $|\dot{Z}_1|, |\dot{Z}_3|$ は．

$$|\dot{Z}_1| = \sqrt{R^2+(\omega L)^2} = \sqrt{10^2+(100\pi\cdot 20\times 10^{-3})^2} = \sqrt{100+(2\pi)^2} = 11.81\ [\Omega]$$

$$|\dot{Z}_3| = \sqrt{R^2+(3\omega L)^2} = \sqrt{100+18\pi^2} = 16.66\ [\Omega]$$

となるので

$$I = \frac{200\sqrt{2}}{\pi}\sqrt{\left(\frac{1}{11.81}\right)^2+\left(\frac{1}{3\cdot 16.66}\right)^2} = 7.833\ [A]$$

$$\dot{I}_1 = \frac{jX_L}{R - jX_C + jX_L}\dot{I} = \frac{j50}{10 - j30 + j50}\overset{10\angle 0^\circ}{\checkmark} = \frac{j50 \cdot 10}{10 + j20} = \frac{50\angle 90^\circ}{\sqrt{5}\angle}$$

$$\dot{I}_2 = \frac{10 - j30}{10 + j20} 10\angle 0^\circ = \frac{10\sqrt{10}\angle}{\sqrt{5}\angle \_\_} = 10\sqrt{2}\angle \_\_ .$$