

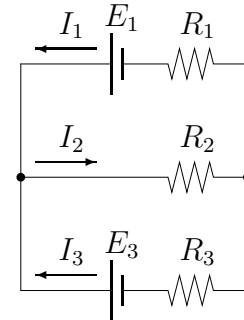
平成13年度 有明工業高等専門学校(編入学試験)
電気工学科(90分) 解答

1. キルヒホッフ第一法則より

$$I_1 + I_3 = I_2 \quad \cdots \textcircled{1}$$

キルヒホッフ第二法則

$$\begin{cases} E_1 = I_1 R_1 + I_2 R_2 \\ E_3 = I_3 R_3 + I_2 R_2 \end{cases}$$



に, $E_1 = 3[\text{V}]$, $E_3 = 1[\text{V}]$, $R_1 = 1[\Omega]$, $R_2 = 2[\Omega]$,
 $R_3 = 3[\Omega]$, を代入すると

$$\begin{cases} I_1 + 2I_2 = 3 & \cdots \textcircled{2} \\ 3I_3 + 2I_2 = 1 & \cdots \textcircled{3} \end{cases}$$

よって, ①, ②, ③より

$$I_1 = \frac{13}{11} \doteq 1.18 [\text{A}], \quad I_2 = \frac{10}{11} \doteq 0.91 [\text{A}], \quad I_3 = -\frac{3}{11} \doteq -0.27 [\text{A}].$$

ただし, I_3 の実際の電流の向きは, 矢印と逆向きである.

2. (1) 合成静電容量 C_{ab} は

$$\frac{1}{C_{ab}} = \frac{1}{C_{ac}} + \frac{1}{C_{bc}}$$

に $C_{ac} = 8 \times 10^{-6} [\text{F}]$, $C_{bc} = 4 \times 10^{-6} [\text{F}]$ を代入することにより

$$C_{ab} = \frac{8}{3} \times 10^{-6} \doteq 2.67 \times 10^{-6} [\text{F}] \text{ を得る.}$$

【答】 $2.67 [\mu\text{F}]$

(2) ab 間に蓄えられる電荷 Q は

$$\begin{aligned} Q &= CV \\ &= \frac{8}{3} \times 10^{-6} \times 36 = 96 [\text{C}] \end{aligned}$$

よって V_{ac} は

$$\begin{aligned} V_{ac} &= \frac{Q}{C_{ac}} \\ &= \frac{96 \times 10^{-6}}{8 \times 10^{-6}} = 12 [\text{V}] \end{aligned}$$

同様に V_{cb} は

$$\begin{aligned} V_{cb} &= \frac{Q}{C_{cb}} \\ &= \frac{96 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-6}} = 24 \text{ [V]} \end{aligned}$$

【答】 $V_{ac} = 12 \text{ [V]}, V_{cb} = 24 \text{ [V]}$

- (3) (2) より 36 [V] の電圧を加えるとそのうち 24 [V] は C_2 にかかる．よって C_2 にかかる電圧を耐電圧の 50 [V] がかかるようにすればよい．
すなわち

$$\begin{aligned} Q &= C_{cb} V_{cb} \\ &= 4 \times 10^{-6} \times 50 = 200 \times 10^{-6} \text{ [C]} \end{aligned}$$

さらに,

$$\begin{aligned} V_{ac} &= \frac{Q}{C_{ac}} \\ &= \frac{200 \times 10^{-6}}{8 \times 10^{-6}} = 25 \text{ [V]} \end{aligned}$$

したがって, ab 間に加えられる電圧は

$$V_{ac} + V_{cb} = 25 + 50 = 75 \text{ [V]}$$

【答】 75 [V]

3. 電圧計の内部抵抗を r とする．初期条件より電源電圧は V_1 [V] である．
既知抵抗 R を接続したとき, 回路に流れる電流 I は

$$I = \frac{V_1}{R + r} \quad \cdots \textcircled{1}$$

である．ところで,

$$V_1 - V_2 = IR \quad \cdots \textcircled{2}$$

であるので, ①を ②に代入して

$$\begin{aligned} V_1 - V_2 &= \frac{V_1}{R + r} \cdot R \\ (V_1 - V_2)(R + r) &= V_1 R \\ r(V_1 - V_2) &= V_2 R \\ r &= \frac{V_2}{V_1 - V_2} \cdot R \end{aligned}$$

4. (1) $R = 10 [\Omega]$, $X_L = 10 [\Omega]$, $V_R = 100 [\text{V}]$.
 R に流れる電流 I は,

$$I = \frac{V_R}{R} = \frac{100}{10} = 10 [\text{A}]$$

なので, リアクタンス両端の電圧 V_L は

$$V_L = I \cdot X_L = 10 \times 10 = 100 [\text{V}]$$

- (2) 電源電圧 V は

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2} = \sqrt{100^2 + 100^2} = 100\sqrt{2} = 141.4 [\text{V}]$$

電源電圧の最大値 V_{MAX} は

$$V_{MAX} = 100\sqrt{2} \times \sqrt{2} = 200 [\text{V}]$$

- (3) 位相差 φ は

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{X_L}{R} = \tan^{-1} \frac{10}{10} = \tan^{-1} 1 = 45^\circ$$

5. 鳳・テブennンの定理を用いて解く. 図の回路において, 次式が成り立つ.

$$I_L = \frac{V_{ab}}{|Z_0 + Z|}$$

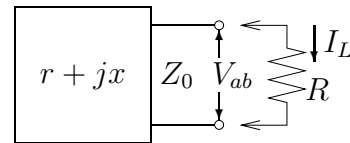
したがって

$$\begin{aligned} |Z_0 + Z| &= \frac{V_{ab}}{I_L} \\ \sqrt{(r + R)^2 + x^2} &= \frac{V_{ab}}{I_L} \end{aligned}$$

これに数値を代入して

$$\begin{cases} \sqrt{(r + 3)^2 + x^2} = \frac{100}{10} = 10 & \dots \textcircled{1} \\ \sqrt{(r + 6)^2 + x^2} = \frac{100}{8.33} = 12 & \dots \textcircled{2} \end{cases}$$

①, ②より $r \doteq 2.83$, $x \doteq 8.12$ を得る. 【答】 $2.83 + j8.12$



6. 条件より, $\dot{Z} = 8 + j6 \text{ } [\Omega]$, $V_\ell = 200 \text{ } [\text{V}]$.

(1)

$$\begin{aligned}\dot{I}_P &= \frac{200}{8 + j6} \\ &= \frac{200(8 - j6)}{(8 + j6)(8 - j6)} \\ &= \frac{200(8 - j6)}{64 + 36} \\ &= 2(8 - j6) \\ &= 16 - j12 \text{ } [\text{A}] \quad |\dot{I}_P| = \sqrt{16^2 + 12^2} = 20 \text{ } [\text{A}]\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{I}_\ell &= (16 - j12) \times \sqrt{3} \\ &= 16\sqrt{3} - j12\sqrt{3} \text{ } [\text{A}] \quad |\dot{I}_\ell| = 20\sqrt{3} \text{ } [\text{A}]\end{aligned}$$

(2) $Z = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10$.

$$\text{したがって, } \cos \theta = \frac{R}{Z} = \frac{8}{10} = 0.8$$

(3)

$$\begin{aligned}P &= \sqrt{3}V_\ell I_\ell \cos \theta \\ &= \sqrt{3} \times 200 \times 20\sqrt{3} \cdot 0.8 \\ &= 9600\end{aligned}$$

【答】 9.6 [KW]

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{3}V_\ell I_\ell \sin \theta \\ &= \sqrt{3} \times 200 \times 20\sqrt{3} \times \frac{6}{10} \\ &= 7200\end{aligned}$$

【答】 7.2 [KVar]

(4) 相電流及び線電流は, $V_P = \frac{200}{\sqrt{3}}$ より

$$\begin{aligned}
 I_\ell = I_P &= \frac{V_P}{Z} \\
 &= \frac{200}{\sqrt{3}(8+j6)} \\
 &= \frac{100}{\sqrt{3}(4+j3)} \\
 &= \frac{100(4-j3)}{\sqrt{3}(4+j3)(4-j3)} \\
 &= \frac{100(4-j3)}{\sqrt{3} \times 25} \\
 &= \frac{4(4-j3)}{\sqrt{3}} = 9-j7 \text{ [A]}
 \end{aligned}$$

$$|I_\ell| = |I_P| = \frac{4}{\sqrt{3}} \times \sqrt{4^2 + (-3)^2} = \frac{20}{\sqrt{3}} = 11.5 \text{ [A]}$$

負荷力率は

$$\cos \theta = \frac{R}{Z} = \frac{8}{10} = 0.8$$

有効電力, 無効電力は

$$\begin{aligned}
 P &= \sqrt{3}V_\ell I_\ell \cos \theta \\
 &= \sqrt{3} \times 200 \times \frac{200}{\sqrt{3}(8+j6)} \times 0.8 \\
 &= \frac{16000}{4+j3} \\
 &= \frac{1600(4-j3)}{(4+j3)(4-j3)} = 640(4-j3) = 2560 - j1920 \text{ [W]}
 \end{aligned}$$

$$|P| = 640\sqrt{4^2 + (-3)^2} = 3200 \text{ [W]}$$

$$\begin{aligned}
 S &= \sqrt{3}V_\ell I_\ell \sin \theta \\
 &= \sqrt{3} \times 200 \times \frac{200}{\sqrt{3}(8+j6)} \times 0.6 \\
 &= \frac{12000}{4+j3} \\
 &= \frac{12000(4-j3)}{(4+j3)(4-j3)} = 480(4-j3) = 1920 - j1440 \text{ [W]}
 \end{aligned}$$

$$|S| = 480\sqrt{4^2 + (-3)^2} = 2400 \text{ [Var]}$$