

平成12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. (1) $E = 9 \times 10^9 \cdot \frac{Q}{r^2}$ より

$$\begin{aligned} Q &= \frac{E \cdot r^2}{9 \times 10^9} \\ &= \frac{100 \times 10^2}{9 \times 10^9} = 1.1 \times 10^{-6} \text{ [C]} \end{aligned}$$

(2) 元の並行板コンデンサの静電容量 C は, その面積, 電極板の間隔をそれぞれ A, ℓ とすると,

$$C = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{\ell}$$

である. このときその面積を 4 倍, 電極板の間隔を 2 倍にしたときの静電容量 C' は

$$C' = \epsilon_0 \cdot \frac{4A}{2\ell} = 2\epsilon_0 \cdot \frac{A}{\ell}$$

となるので, 上の 2 式より $C' = 2C$ となる. したがって, 静電容量は 2 倍になる.

(3)

$$\begin{aligned} F &= BIl \sin \theta \\ &= 0.2 \times 20 \times 0.2 \times \sin 90^\circ = 0.8 \text{ [N]} \end{aligned}$$

2. 可動コイル形計器では平均値が示されるので, 電流計の指示は $\frac{2}{3}I_m$ である.
同様に

$$V_a = \frac{2}{3}V_m$$

有効電力 P は $P = p = e \cdot i$ の 1 周期間の平均である. 但し e と i は瞬時値.

$$\begin{aligned} P &= \frac{2}{3}e \cdot i = \frac{2}{3}V_m \cdot I_m \\ &= \frac{2}{3} \times \frac{3}{2}V_a \times \frac{3}{2}I_a \\ &= \frac{3}{2}V_a I_a \end{aligned}$$

3. (1) $e = \sqrt{2}E \sin(\omega t + \theta)$ [V]

最大値 $\dots \sqrt{2}E$ [V] で表される波の高さ.

実効値 $\dots E$ [V] で交流と同じ熱量を発生する直流の値.

角周波数 $\dots \omega$ で表し, 1 秒間にコイルが回転する角度, 単位は rad.

周波数 $\dots f = \frac{\omega}{2\pi}$ で求められ, 1 秒間に繰り返すサイクル数. 単位は Hz

初期位相 $\dots$ 2つ以上の波形の変化における時間的なずれ. 式では θ で表し, $+\theta$ では進み位相. $-\theta$ では遅れ位相となる.

(2) (a) $X_C = \frac{1}{2\pi f C}$ より

$$C = \frac{1}{2\pi f \cdot X_C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 6} = \frac{1}{600\pi} = 531 \text{ } [\mu\text{F}]$$

$X_L = 2\pi f L$ より

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{5}{2\pi \times 50} = \frac{1}{20\pi} = 15.9 \text{ } [\text{mH}]$$

(b)

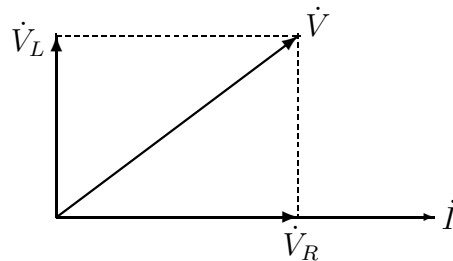
$$X_L = 2\pi f L = 2\pi \times 60 \times \frac{1}{20\pi} = 6 \text{ } [\Omega]$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \text{ } [\Omega]$$

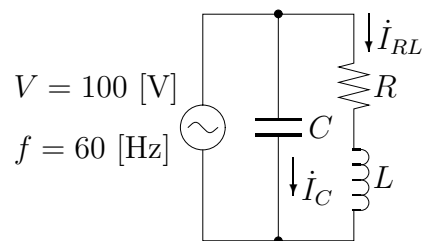
$$I = \frac{V}{Z} = \frac{100}{10} = 10 \text{ } [\text{A}]$$

$$V_R = IR = 10 \times 8 = 80 \text{ } [\text{V}]$$

$$V_L = I \cdot X_L = 10 \times 6 = 60 \text{ } [\text{V}]$$



(c)



$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times 60 \times \frac{1}{600\pi}} = 5 \text{ } [\Omega]$$

$$\dot{I}_{RL} = \frac{100}{8 + j6} = 8 - j6 \text{ [A]}$$

$$\dot{I}_C = \frac{100}{-j5} = j20 \text{ [A]}$$

$$\dot{I} = \dot{I}_{RL} + \dot{I}_C = (8 - j6) + j20 = 8 + j14$$

$$I = \sqrt{8^2 + 14^2} = 2\sqrt{65} = 16.1 \text{ [A]}$$

(3)

$$P = \sqrt{3}V_\ell I_\ell \cos \theta = \sqrt{3} \times 200 \times 20 \times 0.8 = 5542.4 \text{ [W]}$$

【答】 5.5 [KW]

$$Q = \sqrt{3}V_\ell I_\ell \sin \theta = \sqrt{3} \times 200 \times 20 \times 0.6 = 4156.8 \text{ [Var]}$$

【答】 4.2 [KVar]

全問より1相あたりのインピーダンスを求める。
線電流が20 [A]であるので,

$$I_P = \frac{20}{\sqrt{3}} = \frac{20\sqrt{3}}{3} \text{ [A]}$$

$$Z = \frac{V_P}{I_P} = \frac{200}{\frac{20}{\sqrt{3}}} = 10\sqrt{3} \text{ } [\Omega]$$

線間電圧が 200 [V] であるから，相電圧は $\frac{200}{\sqrt{3}}$ [V] となる．

$$I_\ell = I_P = \frac{V_P}{Z} = \frac{\frac{200}{\sqrt{3}}}{10\sqrt{3}} = \frac{20}{3} \text{ [A]}$$

$$P = \sqrt{3}V_\ell I_\ell \cos \theta = \sqrt{3} \times 200 \times \frac{20}{3} \times 0.8 \doteq 1847.5 \text{ [W]}$$

$$P = \sqrt{3}V_\ell I_\ell \sin \theta = \sqrt{3} \times 200 \times \frac{20}{3} \times 0.6 \doteq 1385.6 \text{ [W]}$$

【答】 線電圧 6.67 [A]，有効電力 1847.5 [W]，無効電力 1385.6 [Var].