

平成 1 1 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)

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-6}}{0.6^2} = 150 \text{ [KV/m]}$$

(2)

$$H = \frac{NI}{2r} = \frac{10 \times 0.2}{2 \times 0.5} = 2 \text{ [A/m]}$$

(3) $e = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ より

$$L = e \frac{\Delta t}{\Delta I} = 2 \times \frac{1 \times 10^{-3}}{0.5} = 4 \times 10^{-3} \text{ [H]} = 4 \text{ [mH]}$$

2. $e(t)$ の半周期ごとについて, 各部の電圧は図 1, 図 2 のとおりである.

なお, 図 1 では, $v_{GH} = v_{EF}$ より $v_{EF} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V$ である. 図 2 では, $I = 0$,
 $v_{EF} = V$, $v_{GH} = 0$

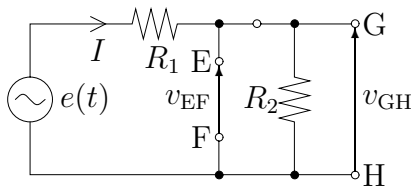


図 1: $(0 \leq \omega t \leq \pi)$

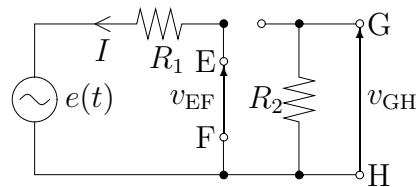


図 2: $(\pi \leq \omega t \leq 2\pi)$

可動コイル計器であるので, 平均値表示は

$$v_{GH} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{\pi} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \sqrt{2} V = \frac{\sqrt{2}}{\pi} \frac{R_2}{R_1 + R_2} V$$

v_{GH} の波形は図??のようになる. 可動コイル計器であるので, 平均値表示は

$$\begin{aligned} v_{EF} &= \frac{1}{2} \times \frac{2}{\pi} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times \sqrt{2} V - \frac{1}{2} \times \frac{2}{\pi} \times \sqrt{2} V \\ &= \frac{\sqrt{2}}{\pi} \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - 1 \right) V \\ &= \frac{\sqrt{2}}{\pi} \frac{R_1}{R_1 + R_2} V \end{aligned}$$

3. (1) (a) 実効値… 電圧 V [V] , 電流 I [A] ,
 最大値… 電圧 $\sqrt{2}V$ [V] , 電流 $\sqrt{2}I$ [A]
 (b) 電圧なし , 電流 θ [rad] 進み .
 (c) $\dot{v} = \sqrt{2}V\varepsilon^{j\omega t}$, $\dot{i} = \sqrt{2}I\varepsilon^{j(\omega t+\theta)}$.
 (d) $\dot{Z} = \frac{\dot{v}}{\dot{i}} = \frac{\sqrt{2}V\varepsilon^{j\omega t}}{\sqrt{2}I\varepsilon^{j(\omega t+\theta)}} = \frac{V}{I} \cdot \varepsilon^{j(-\theta)}$
 (e) $P = VI \cos \theta$
 (f) θ が正の場合 , 容量性インピーダンス .
 θ が負の場合 , 誘導性インピーダンス .

- (2) (a) $\dot{I}_R = \frac{V}{R}$ [A]
 $\dot{I}_L = -j \frac{V}{2\pi f L}$ [A]
 $\dot{I}_C = j 2\pi f C V$ [A]
 $\dot{I}_0 = \dot{I}_R + \dot{I}_L + \dot{I}_C = V \left\{ \frac{1}{R} + j \left(2\pi f C - \frac{1}{2\pi f L} \right) \right\}$ [A]
 (b) 電流の大きさが最小となるとき周波数 f は

$$2\pi f C = \frac{1}{2\pi f L}$$

のときであるので , 上式より

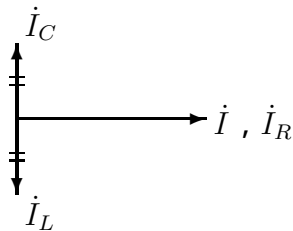
$$f^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

である . したがって ,

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} .$$

- (c) 共振周波数

- (d)



(3) (a) 合成インピーダンスは

$$Z_0 = (r + jx) + (R + jX) = R + r + j(X + x) \text{ } [\Omega]$$

よって

$$I = \frac{V}{Z_0} = \frac{V}{R + r + j(X + x)} \text{ } [A]$$

(b) 同相となる条件は虚数部が 0 のときであるから

$$X + x = 0$$

(c) 力率は 100% であるから

$$\begin{aligned} P &= I^2 R \\ &= \left(\frac{V}{R + r} \right)^2 R \text{ } [W] \end{aligned}$$

(d) (c) の結果より

$$\begin{aligned} P &= \left(\frac{V}{R + r} \right)^2 R \\ &= \frac{V^2 R}{R^2 + 2Rr + r^2} \\ &= \frac{V^2}{R + 2r + \frac{r^2}{R}} \\ &= \frac{V^2}{4r + \left(\sqrt{R} - \frac{r}{\sqrt{R}} \right)^2} \end{aligned}$$

上式より，消費電力が最大となるときの R の条件は

$$\sqrt{R} = \frac{r}{\sqrt{R}}$$

であるので，すなわち $R = r$ のとき最大となる．