

近畿大学大学院産業理工学研究科
電子情報工学コース

令和8年度(2月)一般入学試験

電気回路(60分)

【全3問・本文3頁】

※注意事項：余白を用いて解答に至る計算過程を書きなさい。

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問 1. 図 1 の回路について、次の問いに答えよ。

但し、電源の角周波数 $\omega = 2$ [rad/s]、電圧（実効値フェーザ） $\dot{E} = 6\angle 90^\circ$ 、虚数単位 j とし、それぞれの回路定数を $R = 1$ [Ω]、 $C = 0.5$ [F]、 $L = 0.25$ [H] とする。

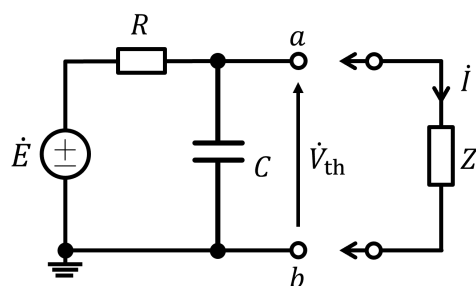


図 1 電圧源に接続された回路

- (1) 端子 a 、 b から見たテブナン等価の開放電圧 $\dot{V}_{th}$ と内部インピーダンス $\dot{Z}_{th}$ を求めよ。
- (2) 端子 a 、 b にインピーダンス $Z = R + j\omega L$ を接続したとき、 Z に流れる電流 $\dot{I}$ を求めよ。

— 解答欄 —

問 2. 図 2 の回路において、スイッチ SW を閉じて充分時間が経過した後、時刻 $t = 0$ でスイッチ SW を開いた。 $0 \leq t$ におけるキャパシタの電圧 $v(t)$ を求めよ。但し、虚数単位 j として、 $r = 1 [\Omega]$ 、 $R = 4 [\Omega]$ 、 $L = 2 [\text{H}]$ 、 $C = 0.5 [\text{F}]$ 、 $e(t) = 6\sqrt{2} \cos\left(t - \frac{\pi}{2}\right) [\text{V}]$ である。

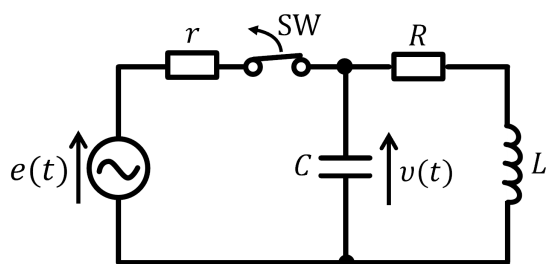


図 2 交流電圧源とスイッチを含む回路

— 解答欄 —

問 3. 図 3 の T 型二端子対回路について、次の問に答えよ。但し、電源角周波数 $\omega = 1[\text{rad/s}]$ 、 $R = 1[\Omega]$ 、 $L_1 = L_2 = 1[\text{H}]$ 、 $C = 1[\text{F}]$ とする。

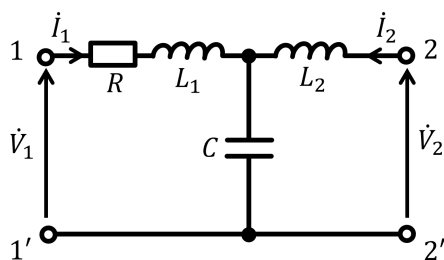


図 3 二端子対回路

- (1) この回路のアドミタンス行列 $\mathbf{Y}$ を求めよ。
- (2) 端子 2、2' にインピーダンス $Z = R + jX [\Omega]$ なる負荷を接続したとき、 $\angle \left(\frac{\dot{I}_2}{\dot{V}_1} \right) = \frac{\pi}{3}$ となるリアクタンス X の値を求めよ。但し、 $R = 1[\Omega]$ 、 j は虚数単位とする。

— 解答欄 —

※ 問題の出題意図

問 1 では、複素インピーダンスによる交流定常解析とテブナンの定理の理解を確認しており、問 2 では、交流定常状態からの初期値決定、スイッチ切替を伴う過渡解析、二階微分方程式ならびに RLC 自然応答等の理解を確認している。問 3 では、KCL/KVL から Y パラメータを導出できるか、複素数比の偏角条件を扱えるかを確認することを意図した問題である。

※ 簡略版の解答例

問 1.

- (1) 開放端子電圧 $\dot{V}_{th} = \frac{Z_C}{R + Z_C} \dot{E} = 3(1 + j) \text{ [V]}$ 、
内部インピーダンス $Z_{th} = R \parallel Z_C = \frac{RZ_C}{R + Z_C} = \frac{1 - j}{2} \text{ [\Omega]}$
- (2) 負荷 $Z = R + j\omega L$ に流れる電流 $\dot{I} = \frac{\dot{V}_{th}}{Z_{th} + Z} = 2 + 2j \text{ [A]}$

問 2.

- 1) $t < 0$ (交流定常状態) より初期値を求める：

電源フェーザ表示と並列インピーダンス $Z_p = Z_C \parallel Z_{RL}$ より、キャパシタ電圧 $\dot{V}$ は、

$$\dot{V} = \dot{E} \frac{Z_p}{r + Z_p} = (-6j) \frac{1 - 2j}{1 + (1 - 2j)} = -1.5 - 4.5j \text{ [V]}$$

フェーザと瞬時値の関係 $v(t) = \sqrt{2} \Re \dot{V} e^{j\omega t}$ より、キャパシタ電圧の初期値は、

$$v(0^-) = \sqrt{2} \Re \{ \dot{V} \} = \sqrt{2}(-1.5) = -\frac{3}{2} \sqrt{2} \text{ [V]}$$

- 2) $t \geq 0$ (SW 開) の微分方程式よりキャパシタ電圧を求める：

スイッチ開放直後に C と RL が直列接続され、 C の両端電圧を $v(t)$ とすると、

$$i_C = C \frac{dv}{dt}, \quad v = Ri_L + L \frac{di_L}{dt}, \quad i_C + i_L = 0$$

となるので、キャパシタ電圧は、

$$v(t) = -\frac{3}{2} \sqrt{2} e^{-t} \text{ [V]} \quad (t \geq 0)$$

問 3.

- (1) アドミタンス行列 $\mathbf{Y}$ は、 $\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} 0 & j \\ j & 1 \end{bmatrix}$

- (2) Z を接続したときの負荷電流を $\dot{I}_L = \dot{V}_2/Z$ とおくと、 $\dot{I}_2 + \dot{I}_L = 0 \Rightarrow \dot{I}_2 = -\dot{V}_2/Z$ となる。
一方、(1) より $\dot{I}_2 = j\dot{V}_1 + \dot{V}_2$ なので $\dot{I}_2 = j\dot{V}_1/(Z + 1)$ となり、

$$\frac{\dot{I}_2}{\dot{V}_1} = \frac{X + 2j}{4 + X^2} \Rightarrow \angle \left(\frac{\dot{I}_2}{\dot{V}_1} \right) = \angle(X + 2j) \Rightarrow \tan \frac{\pi}{3} = \frac{\Im(X + 2j)}{\Re(X + 2j)} = \frac{2}{X}$$

以上より、 $X = \frac{2}{\sqrt{3}}$