

電気回路演習 第9回 (平成22年6月14日(月))

演習

1. 図1に示す回路において以下の設問に答えなさい

- (a) 節点方程式を立てるために必要な節点を回路図中に示し、節点番号を付けなさい。ただし、図中にすでに示されている節点0は除く。
- (b) 節点方程式を立て、行列の形で表しなさい。ただし、角周波数を ω とする。
- (c) $R_1 = R_2 = 1 \Omega$, $C_1 = C_2 = \frac{1}{100\pi} \text{ F}$, $L_1 = \frac{1}{100\pi} \text{ H}$, $I_1 = I_2 = 1 \text{ A}$, 周波数 $f = 50 \text{ Hz}$ として、設問(b)で求めた式に数値を代入した式を示しなさい。
- (d) 設問(c)で求めた節点行列の行列式の値 Δ を求めなさい。
- (e) 設問(c)で求めた式をCramerの公式を用いて解き、節点0に対する各節点電位を求めなさい。

2. 図2-1, 2-2に示す回路において、以下の設問に答えなさい。

- (a) 回路図中に閉路電流を記入しなさい。
- (b) 設問(a)で設定した閉路電流を用いて、閉路方程式を立て、行列の形で表しなさい。

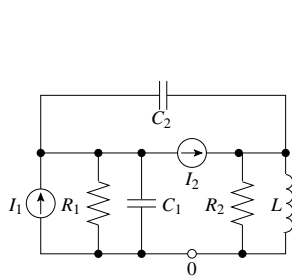


図1

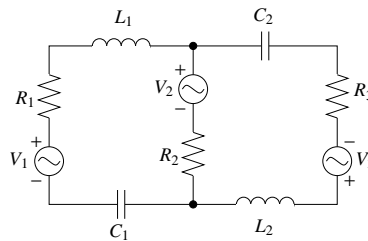


図2-1

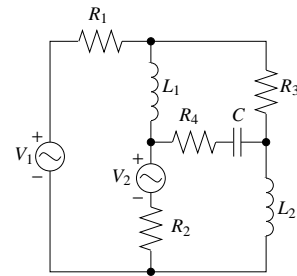
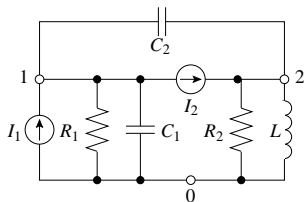


図2-2

演習解答

1. (a)



(b) 節点1, 2の電位をそれぞれ V_1, V_2 とすると

$$\begin{bmatrix} I_1 - I_2 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{R_1} + j\omega(C_1 + C_2) & -j\omega C_2 \\ -j\omega C_2 & \frac{1}{R_2} + \frac{1}{j\omega L} + j\omega C_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

(c)

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + j2 & -j \\ -j & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

(d)

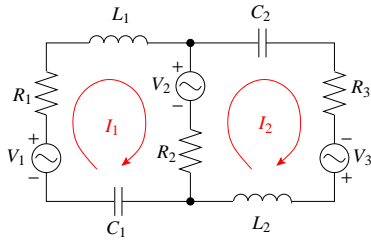
$$\Delta = (1 + j2) - (-j)^2 = 2 + j2 = 2(1 + j)$$

(e) Cramerの公式より

$$V_1 = \frac{\begin{vmatrix} 0 & -j \\ 1 & 1 \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{1}{2} \cdot \frac{j}{(1 + j)} = \frac{1}{2} \cdot \frac{j(1 - j)}{2} = \frac{1 + j}{4} \text{ V}$$

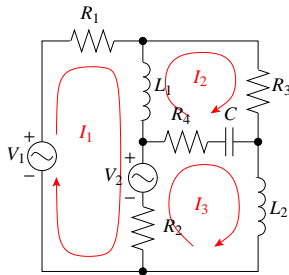
$$V_2 = \frac{\begin{vmatrix} 1+j2 & 0 \\ -j & 1 \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1+j2}{(1+j)} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(1+j2)(1-j)}{2} = \frac{3+j}{4} \text{ V}$$

2. (a)



$$\begin{bmatrix} V_1 - V_2 \\ V_2 + V_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 + R_2 + j\omega L_1 + \frac{1}{j\omega C_1} & -R_2 \\ -R_2 & R_2 + R_3 + j\omega L_2 + \frac{1}{j\omega C_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

(b)



$$\begin{bmatrix} V_1 - V_2 \\ 0 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 + R_2 + j\omega L_1 & -j\omega L_1 & -R_2 \\ -j\omega L_1 & R_3 + R_4 + j\omega L_1 + \frac{1}{j\omega C} & -R_4 - \frac{1}{j\omega C} \\ -R_2 & -R_4 - \frac{1}{j\omega C} & R_2 + R_4 + j\omega L_2 + \frac{1}{j\omega C} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix}$$

小テスト

1. 図 1(a), (b), (c) のいずれの回路に対しても、節点方程式を立てるために必要な節点を回路図中に示し、節点番号を付けなさい。(ただし、図中にすでに示されている節点 0 は除く) また、節点 0 を基準とした節点方程式を立て、行列の形で表しなさい。なお、電流源 I_1, I_2, I_3 の角周波数を ω とする。

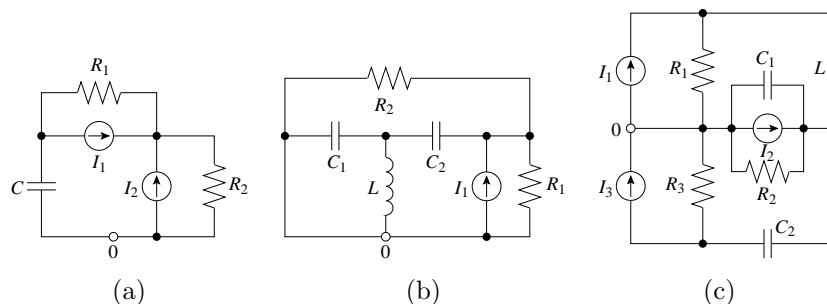


図 1

2. 図 2(a), (b), (c) のいずれの回路に対しても、閉路方程式を立てるために必要な閉路電流を回路図中に示しなさい。また、閉路方程式を立て、行列の形で表しなさい。なお、電圧源 V_1, V_2, V_3, V_4 の角周波数を ω とする。

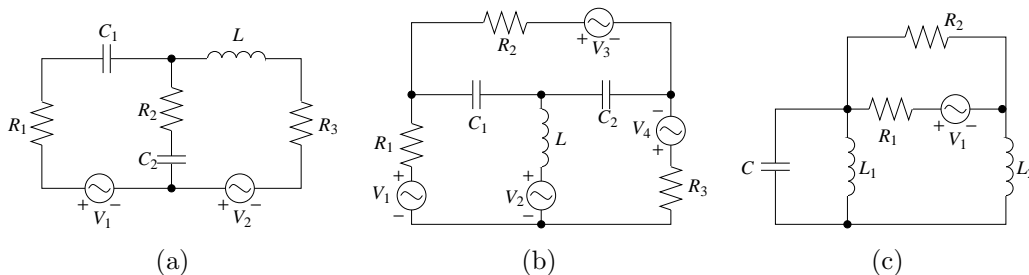
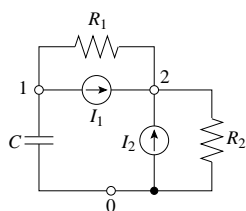


図 2

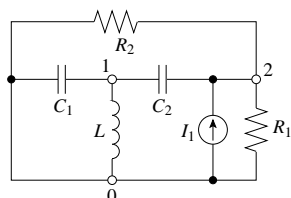
小テスト解答

1. (a)



$$\begin{bmatrix} -I_1 \\ I_1 + I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{R_1} + j\omega C & -\frac{1}{R_1} \\ -\frac{1}{R_1} & \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

- (b)



$$\begin{bmatrix} 0 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{j\omega L} + j\omega(C_1 + C_2) & -j\omega C_2 \\ -j\omega C_2 & \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + j\omega C_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

- (c)

