

電気回路演習 第9回 (平成20年6月15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。なお、電源  $V_1$  と  $V_2$  の角周波数を  $\omega$  とする。

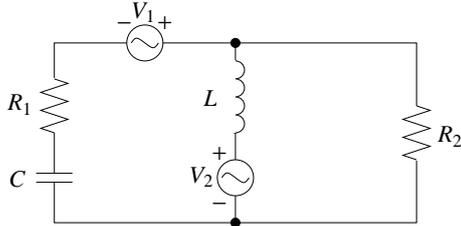


図1

- (a) 図中に閉路電流を記入しなさい。  
 (b) 閉路方程式を立て、行列の形で表しなさい。  
 (c)  $R_1 = 3 \Omega$ ,  $R_2 = 1 \Omega$ ,  $L = \frac{1}{100\pi} \text{ H}$ ,  $C = \frac{1}{100\pi} \text{ F}$ ,  $V_1 = 10 \text{ V}$ ,  $V_2 = 5 \text{ V}$ ,  $f = 50 \text{ Hz}$  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) で求めた閉路行列の行列式の値  $\Delta$  を求めなさい。  
 (e) 設問 (c) で求めた方程式を Cramer の公式を用いて解き、閉路電流を求めなさい。
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。

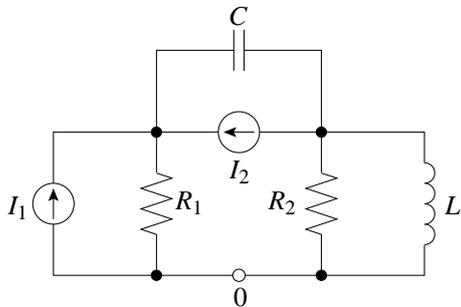


図 2-1

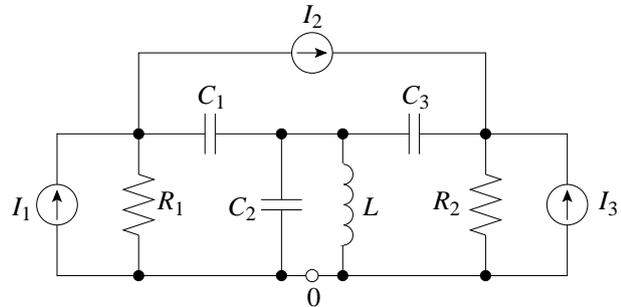
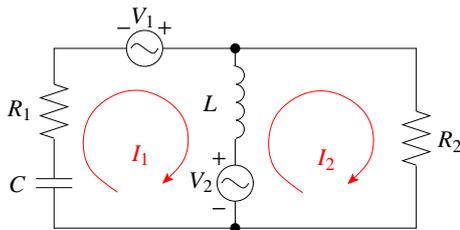


図 2-2

演習解答

1. (a)



- (b)

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

(c)

$$\begin{bmatrix} 5 \\ 5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & -j \\ -j & 1+j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

(d)

$$\Delta = 3(1+j) - (-j)^2 = 4 + j3$$

(e)

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 5 & -j \\ 5 & 1+j \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{5(1+j) - (-j5)}{4+j3} = \frac{5+j10}{4+j3} = \frac{50+j25}{25} = 2+j \text{ [A]}$$

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 3 & 5 \\ -j & 5 \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{15 - (-j5)}{4+j3} = \frac{15+j5}{4+j3} = \frac{75-j25}{25} = 3-j \text{ [A]}$$

2. (a)

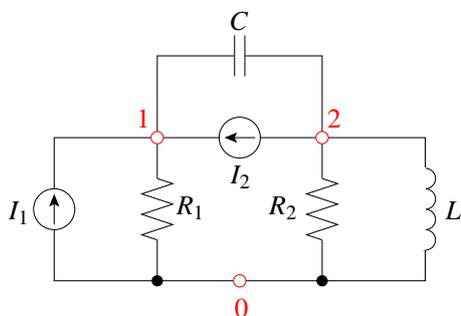


図 2-1

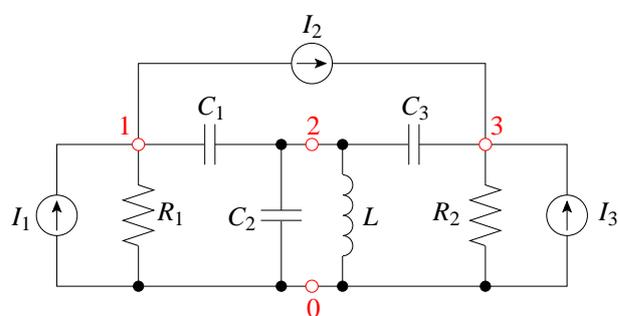


図 2-2

(b) 節点 1, 2, 3 の電位をそれぞれ  $V_1, V_2, V_3$  とすると, 図 2-1 に対する節点方程式は

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

図 2-2 に対する節点方程式は

$$\begin{bmatrix} I_1 - I_2 \\ 0 \\ I_2 + I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{R_1} + j\omega C_1 & -j\omega C_1 & 0 \\ -j\omega C_1 & \frac{1}{j\omega L} + j\omega(C_1 + C_2 + C_3) & -j\omega C_3 \\ 0 & -j\omega C_3 & \frac{1}{R_2} + j\omega C_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{bmatrix}$$

## 小テスト

1. 以下の設問 (a), (b), (c) に答えなさい。なお、電源  $V_1, V_2, V_3$  の角周波数を  $\omega$  とする。

- (a) 図 1-1 の回路図中に閉路電流を記入しなさい。また、閉路方程式を立て、行列の形で表しなさい。  
 (b) 図 1-2 の回路図中に閉路電流を記入しなさい。また、閉路方程式を立て、行列の形で表しなさい。  
 (c) 図 1-3 の回路図中に閉路電流を記入しなさい。また、閉路方程式を立て、行列の形で表しなさい。

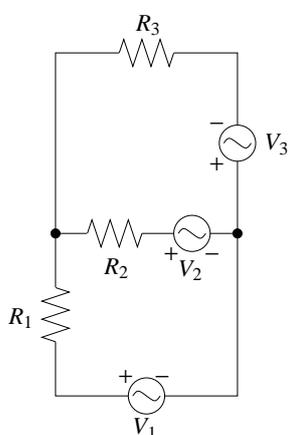


図 1-1

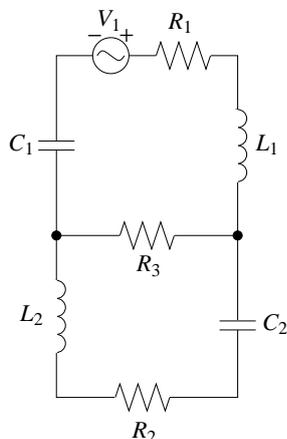


図 1-2

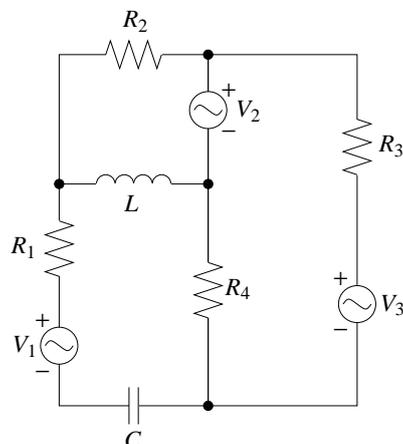


図 1-3

2. 図 2-1, 2-2 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  $\circ$  で示し、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 を除く)。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  $I_1$  の角周波数を  $\omega$  とする。

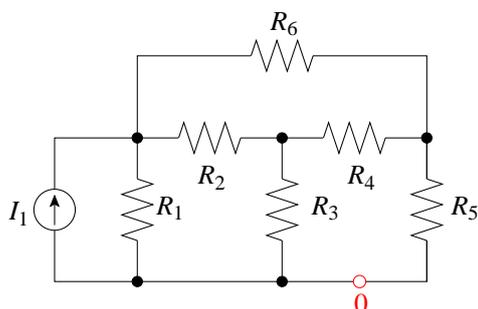


図 2-1

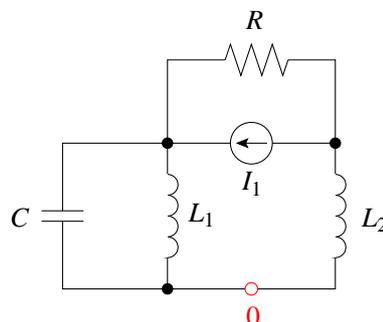
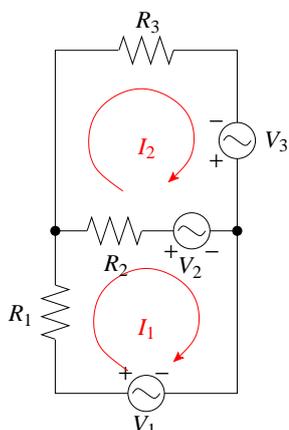


図 2-2

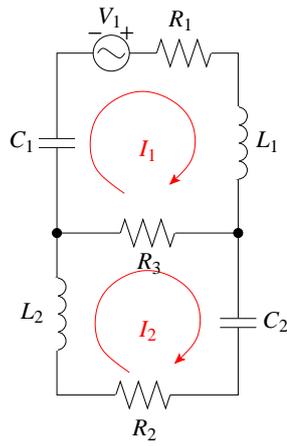
## 小テスト解答

1. (a)



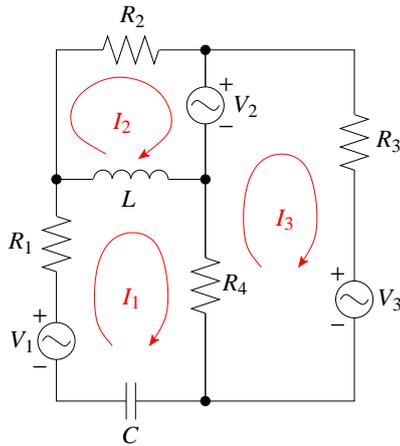
$$\begin{bmatrix} V_1 - V_2 \\ V_2 + V_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 + R_2 & -R_2 \\ -R_2 & R_2 + R_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

(b)



$$\begin{bmatrix} V_1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 + R_3 + j\left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1}\right) & -R_3 \\ -R_3 & R_2 + R_3 + j\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

(c)



$$\begin{bmatrix} V_1 \\ -V_2 \\ V_2 - V_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 + R_4 + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) & -j\omega L & -R_4 \\ -j\omega L & R_2 + j\omega L & 0 \\ -R_4 & 0 & R_3 + R_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix}$$

2.

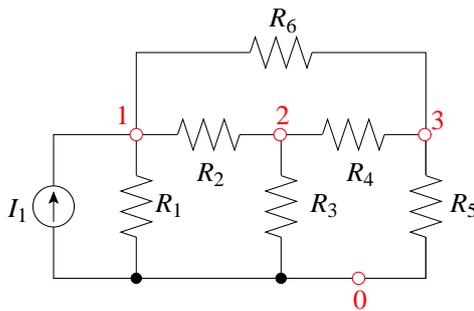


図 2-1

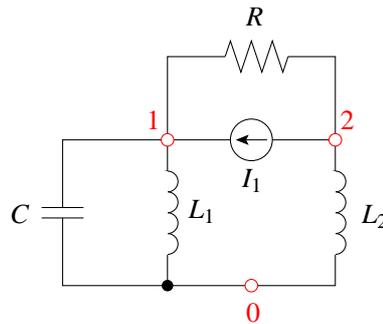


図 2-2

図 2-1 において節点 1, 2, 3 の電位をそれぞれ  $V_1, V_2, V_3$  とすると

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_6} & -\frac{1}{R_2} & -\frac{1}{R_6} \\ -\frac{1}{R_2} & \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} & -\frac{1}{R_4} \\ -\frac{1}{R_6} & -\frac{1}{R_4} & \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{bmatrix}$$

図 2-2 において節点 1, 2 の電位をそれぞれ  $V_1, V_2$  とすると

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ -I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{R} + \frac{1}{j\omega L_1} + j\omega C & -\frac{1}{R} \\ -\frac{1}{R} & \frac{1}{R} + \frac{1}{j\omega L_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$