

電気回路演習 II 第 4 回 (平成 18 年 10 月 27 日 (金))

演習

- (1) 図 1 の回路に対して, 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. また, $f = 50 \text{ Hz}$, $R_1 = R_2 = 1 \Omega$, $C_1 = C_2 = \frac{1}{100\pi} \text{ F}$, $L = \frac{1}{200\pi} \text{ H}$, $I_1 = I_2 = 1 \text{ A}$ とするとき, 節点 0 に対する節点 1, 2 の電位 V_1, V_2 を求めなさい.

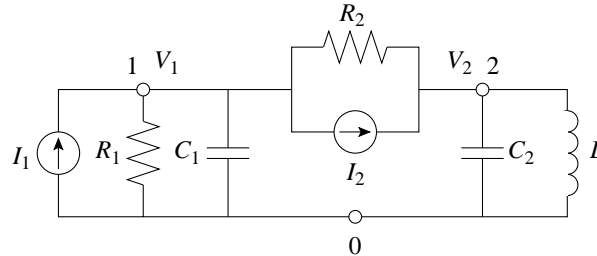


図 1

- (2) 図 2, 3 の回路において, 節点方程式を立てるために必要な節点を回路図中に○で示し, 節点番号を付けなさい. (ただし, すでに図中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.

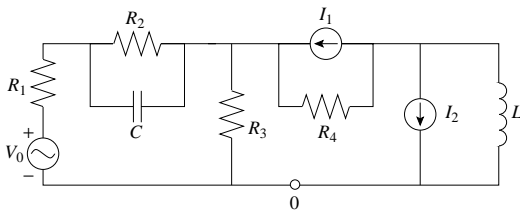


図 2

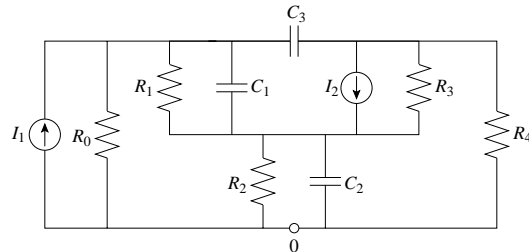


図 3

解答

- (1) 節点方程式は

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

節点方程式に, 与えられた数値を代入すると

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 + j & -1 \\ -1 & 1 - j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

行列式 Δ の値は

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

Cramer の公式を用いて

$$V_1 = \frac{\begin{vmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 1 - j \end{vmatrix}}{2 - j} = \frac{1}{2 - j} = \frac{2 + j}{5} \text{ V}$$

$$V_2 = \frac{\begin{vmatrix} 2 + j & 0 \\ -1 & 1 \end{vmatrix}}{2 - j} = \frac{2 + j}{2 - j} = \frac{3 + j4}{5} \text{ V}$$

(2)

ノルトンの定理を用いて電圧源を電流源に置き換え，図 2' のように節点 1, 2, 3 を配置すると，節点方程式は

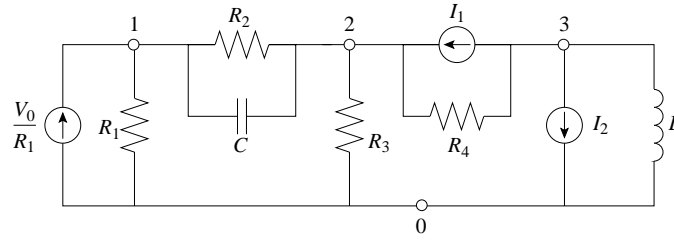


図 2'

$$\begin{bmatrix} \frac{V_0}{R_1} \\ I_1 \\ -I_1 - I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + j\omega C & -\frac{1}{R_2} - j\omega C & 0 \\ -\frac{1}{R_2} - j\omega C & \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + j\omega C & -\frac{1}{R_4} \\ 0 & -\frac{1}{R_4} & \frac{1}{R_4} + \frac{1}{j\omega L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{bmatrix}$$

図 3' のように節点 1, 2, 3 を配置すると，節点方程式は

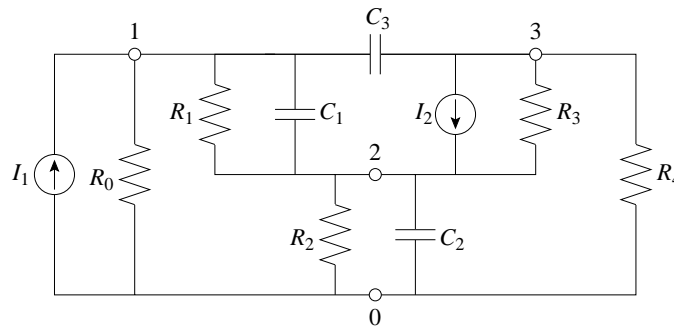


図 2'

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ -I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_1} + j\omega(C_1 + C_3) & -\frac{1}{R_1} - j\omega C_1 & -j\omega C_3 \\ -\frac{1}{R_1} - j\omega C_1 & \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + j\omega(C_1 + C_2) & -\frac{1}{R_3} \\ -j\omega C_3 & -\frac{1}{R_3} & \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + j\omega C_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{bmatrix}$$