

令和5年度弁理士試験論文式筆記試験問題

〔回路理論〕

- 1 理想的な抵抗、キャパシタ、インダクタ、電圧源、検流計で構成された回路に関して以下の問いに答えよ。

【30点】

- (1) 点線で囲まれた部分が右側に無限に続く図1(a)の回路について、端子1-1'から見た合成抵抗を求めよ。また、端子1-1'に電圧5Vの直流電圧源を接続したときに消費する電力を求めよ。
- (2) 図1(b)は角周波数 ω の交流電圧源、抵抗値 R 、 $5R$ 、 $10R$ の抵抗、キャパシタンス C のキャパシタ、インダクタンス L のインダクタで構成されるブリッジ回路である。このとき、平衡状態が満たす式を ω 、 R 、 C 、 L を用いて求めよ。ここで、平衡状態とは検流計Gに電流が流れない状態のことである。

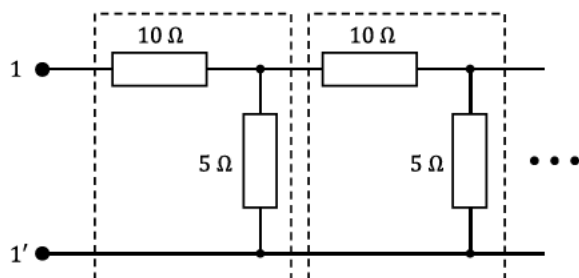


図1(a)

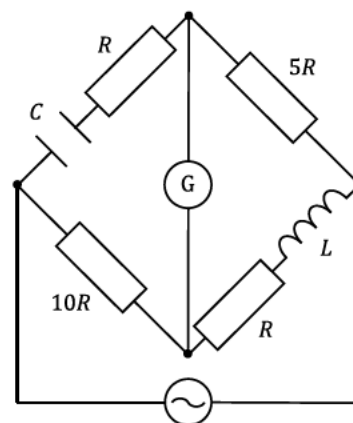


図1(b)

2 直流電圧源、スイッチ、抵抗値 R の抵抗、キャパシタンス C のキャパシタで構成される図2に示す直流回路を考える。初期状態でスイッチは開いており、時刻 $t=0$ でスイッチが閉じられる。また、スイッチを閉じる前にはキャパシタに電荷がたまっていないとする。このとき、以下の問いに答えよ。

【35点】

(1) 直流電圧源の電圧 $v(t)$ が次の(a)、(b)で与えられるとき、電圧 $v(t)$ のラプラス変換をそれぞれ求めよ。ただし、ラプラス変換は $V(s) = \int_0^{\infty} v(t)e^{-st} dt$ で定義されるとする。

(a) $v(t) = E_0$ ($E_0 > 0$)

(b) $v(t) = E_0 e^{-\alpha t}$ ($E_0 > 0$, $\alpha > 0$, $\alpha \neq 1/(RC)$)

(2) 回路を流れる電流 $i(t)$ と電圧 $v(t)$ が満たす方程式を示せ。また、 $i(t)$ 、 $v(t)$ のラプラス変換を $I(s)$ 、 $V(s)$ として、求めた方程式のラプラス変換を示せ。

(3) 電圧 $v(t)$ が(1)の(a)、(b)で与えられるとき、それぞれの場合で回路を流れる電流 $i(t)$ を求めよ。

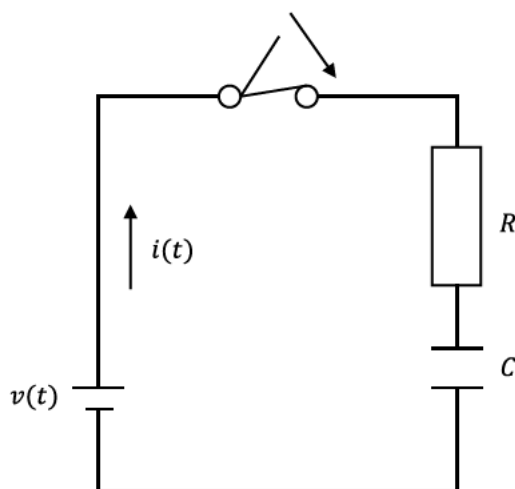


図2

- 3 図3(a)、(b)に線形素子によって構成される二端子対回路を示す。ここで、アドミタンス行列 \mathbf{Y} は入出力端子の電流 I_1 、 I_2 、電圧 V_1 、 V_2 を用いて次の関係式で定義される。

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} \\ y_{21} & y_{22} \end{bmatrix}}_{\mathbf{Y}} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$

また、交流電圧源の角周波数を ω とする。このとき、以下の問いに答えよ。

【35点】

- (1) インピーダンス Z_1 、 Z_2 の素子で構成される図3(a)の二端子対回路において、アドミタンス行列の各要素 y_{11} 、 y_{12} 、 y_{21} 、 y_{22} を Z_1 、 Z_2 を用いて求めよ。
- (2) 抵抗値 R 、 $R/2$ の抵抗と、キャパシタンス C 、 $2C$ のキャパシタで構成される図3(b)の二端子対回路において、アドミタンス行列の各要素 y_{11} 、 y_{12} 、 y_{21} 、 y_{22} を R 、 C 、 ω を用いて求めよ。
- (3) 図3(b)の二端子対回路において、端子対 $1-1'$ に電圧 E 、角周波数 ω の交流電圧源を接続し、端子対 $2-2'$ に終端抵抗 R_L を接続する。このとき、 E によらず $V_2 = 0$ となるような角周波数 ω を求めよ。

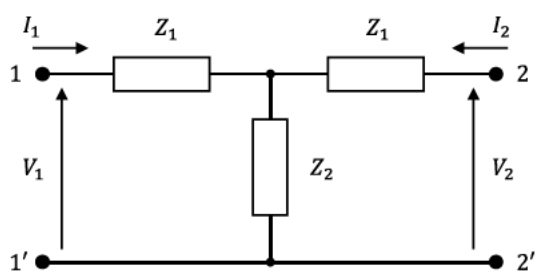


図3(a)

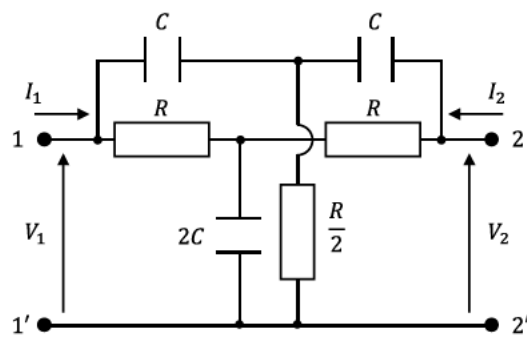


図3(b)