

平成 19 年 8 月 20 日 (月)

13 : 00 ~ 15 : 00

平成 20 年度大学院前期課程入学試験

回路理論

入試問題

【注意事項】

問題の数は 5 問である。解答は

問題 1 を 1 枚目 (白色) の解答用紙

問題 2 を 2 枚目 (赤色) の解答用紙

問題 3 を 3 枚目 (青色) の解答用紙

問題 4 を 4 枚目 (黄色) の解答用紙

問題 5 を 5 枚目 (水色) の解答用紙

に記入すること。

問 1 (20 点)

図 1 の回路において、 $t < 0$  でスイッチ  $SW$  は閉じており、定常状態にある。  $t = 0$  でスイッチ  $SW$  を開くものとする。ただし、 $R [\Omega]$ ,  $L [\text{H}]$ ,  $C [\text{F}]$ ,  $J [\text{A}]$  は、全て正の実数である。

- (1) スイッチ  $SW$  を開く直前での図示の電圧  $v(t)$  [V] の値  $v(0^-)$  と電流  $i(t)$  [A] の値  $i(0^-)$  を求めよ。
- (2) 図示の電流  $i(t)$  のラプラス変換  $I(s)$  を求めよ。
- (3)  $L = 1 \text{ H}$ ,  $C = 1 \text{ F}$  のとき、 $i(t)$  が振動的な解を持つための  $R$  の範囲を示せ。また、その振動の角周波数  $\omega$  を  $R$  の関数として表せ。

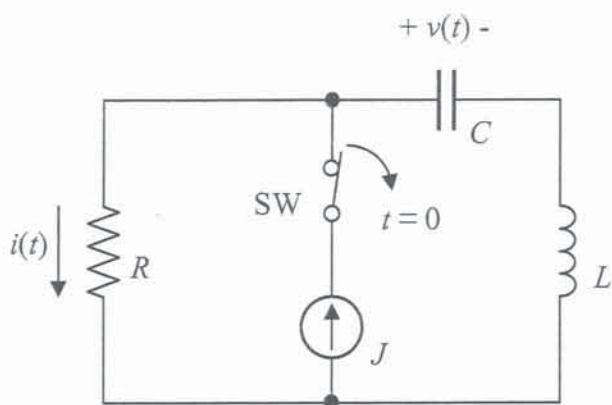


図 1

問 2 (20 点)

角周波数  $\omega$  の正弦波交流回路におけるインピーダンスについて以下の問いに答えよ.

- (1) 図 2 の AB 間のインピーダンスを求めよ.
- (2) 図 2 の AB 間のインピーダンスが周波数  $\omega$  に無関係に一定となるために必要な  $L[\text{H}]$ ,  $R[\Omega]$ ,  $C[\text{F}]$  が満たすべき関係式を求めよ.

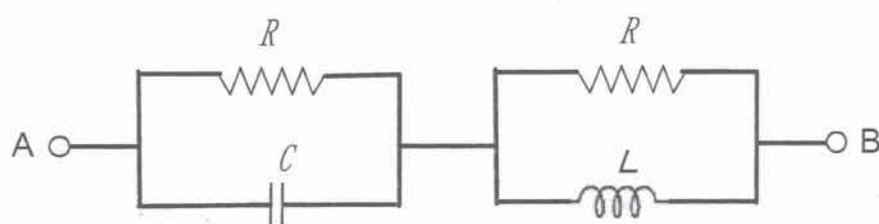


図 2

問 3 (20 点)

図 3a の交流回路に関して、以下の設問に答えよ。但し、 $\dot{I}_0$  は電流源の電流フェーザ (角周波数:  $\omega$ , 振幅:  $|\dot{I}_0|$  [A])、 $\dot{E}$  はポート 1-1' の開放電圧フェーザを示す。

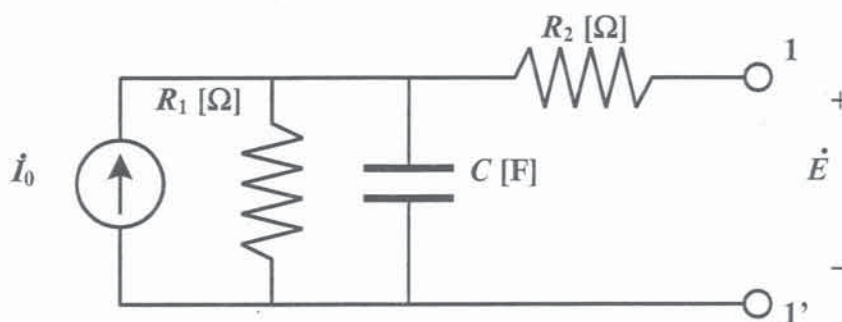


図 3a

- (1) ポート 1-1' の開放電圧フェーザ  $\dot{E}$  を求めよ。
- (2) 電流源  $\dot{I}_0$  を開放除去した時のポート 1-1' の駆動点インピーダンスを求めよ。
- (3) ポート 1-1' から見たテブナン等価回路を示せ。
- (4) 図 3a のポート 1-1' に抵抗  $R_L$  を接続した (図 3b)。 $R_1 = 1 \Omega$ ,  $R_2 = 0.5 \Omega$ ,  $R_L = 0.5 \Omega$ ,  $C = 1 \text{ F}$ ,  $|\dot{I}_0| = 1 \text{ A}$  の時に抵抗  $R_L$  の両端に発生する電圧フェーザ  $\dot{V}_0$  を求め、 $\dot{V}_0$  の振幅  $|\dot{V}_0|$  [V] の  $\omega$  依存性の概形を図示せよ。但し、 $\omega = 0$ ,  $\omega = \infty$  の時の  $|\dot{V}_0|$  の値を示すこと。

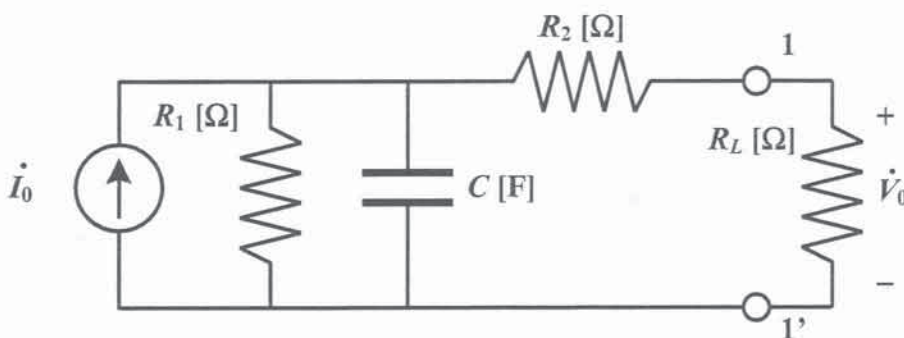


図 3b

問 4 (20 点)

以下の問いに答えよ。ただし、 $g[S]$  はコンダクタンスをあらわし、抵抗は全て  $1\Omega$  とする。

(1) 図 4a に示す 2 ポート回路の伝送行列  $F$  を求めよ。

(2) 図 4b に示す 2 ポート回路のアドミタンス行列  $Y$  を求めよ。ただし、必要ならば以下の変換式を用いてよい。

一般に 2 ポート回路の伝送行列を  $F = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}$  とすると、その回路のアドミタンス行列

は  $Y = \frac{\begin{pmatrix} D & -\det F \\ -1 & A \end{pmatrix}}{B}$  により求まる。

(3) 図 4b でポート 2-2' を短絡した場合に、 $I_1 = -\frac{3}{2}I_2$  となるための  $g$  を求めよ。

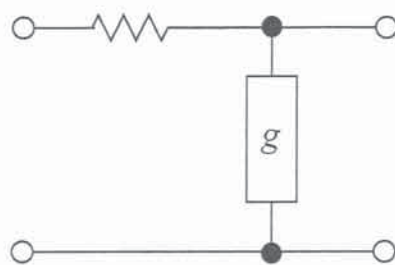


図 4a

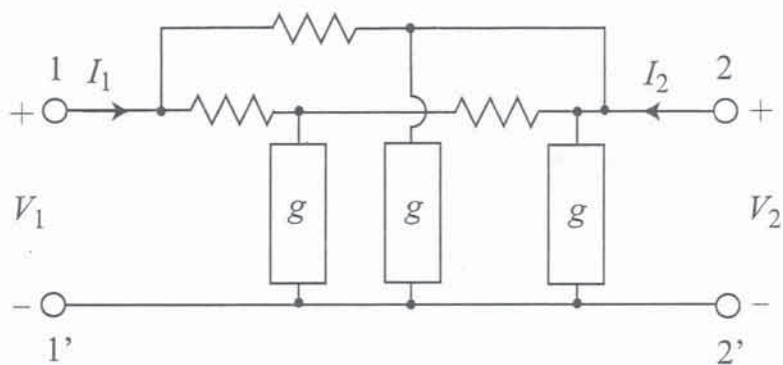


図 4b

問 5 (20 点)

図 5a に示す LC 型発振回路について以下の問に答えよ。ただし、インピーダンス  $Z_1, Z_2, Z_3$  は、純リアクタンス素子であり、 $Z_1 = jX_1, Z_2 = jX_2, Z_3 = jX_3$  とする。また、 $\dot{I}_b, \dot{I}_c, \dot{I}$  は電流フェーザである。

- (1) 図 5b に示すトランジスタの近似的等価回路を図 5a に適用して、LC 型発振回路の発振条件を導出し、 $X_1, X_2, X_3$  を用いて表せ。ただし、 $\beta$  はエミッタ接地電流増幅率である。
- (2) インピーダンス  $Z_1, Z_2, Z_3$  のリアクタンス素子にコイルやコンデンサを用いるとき、発振条件を満たす回路図について二種類を示し、そのような構成とした理由を述べよ。
- (3) (2) で求めた二種類の発振回路について、それぞれの発振周波数を導出せよ。

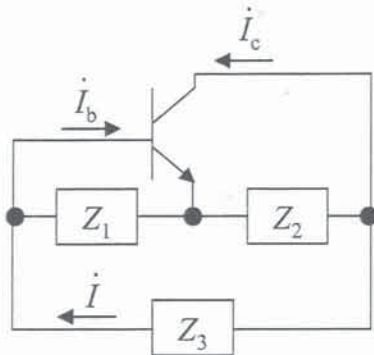


図 5a

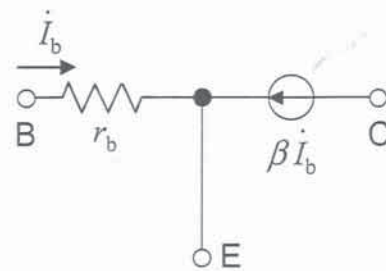


図 5b