

平成 20 年 8 月 19 日(火)

10 : 00 ~ 12 : 00

平成 21 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 a 側に接続されており、定常状態にある。 $t = 0$ でスイッチ SW を b 側に切り替えるものとする。ただし、 R , r_1 , r_2 , C , E は、全て正の実数である。

- (1) スイッチ SW を切り替える直前 ($t = 0^-$) での図示の電圧 $v_C(t)$ の値 $v_C(0^-)$ を求めよ。
- (2) 図示の電圧 $v_C(t)$ ($t \geq 0$) のラプラス変換 $V_C(s)$ を求めよ。
- (3) 図示の電圧 $v_C(t)$ ($t \geq 0$) を求めよ。

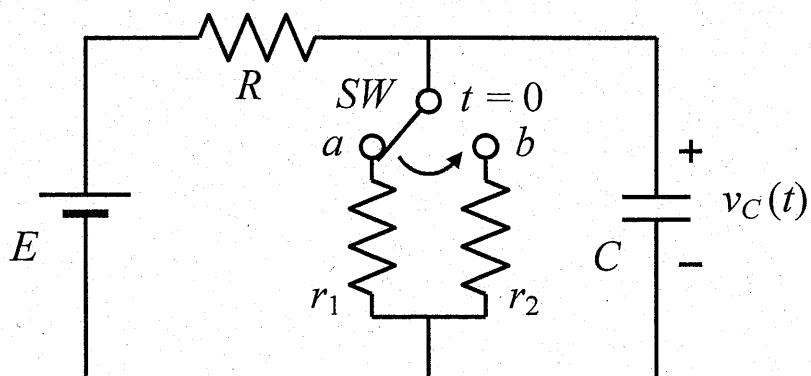


図 1

問 2 (20 点)

図 2 に示す回路について角周波数 ω である電圧 E を A B 間に加える．正弦波定常状態において，抵抗 R_1 を流れる電流 I_1 の位相が電圧 E の位相よりも $\pi/2$ 進むために必要な角周波数 ω の条件を求めよ．

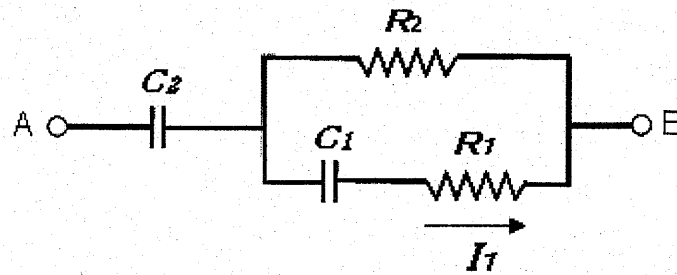


図 2

問 3 (20 点)

図 3a の角周波数 ω の正弦波定常状態にある交流回路に関して、以下の設問に答えよ。ただし、 \dot{V} は電圧源の電圧フェーザ (角周波数: ω , 振幅: $|\dot{V}|$)、 $g\dot{V}$ は電圧制御電流源の電流フェーザ (g はコンダクタンス)、 \dot{E}_0 はポート 1-1' の開放電圧フェーザを示す。

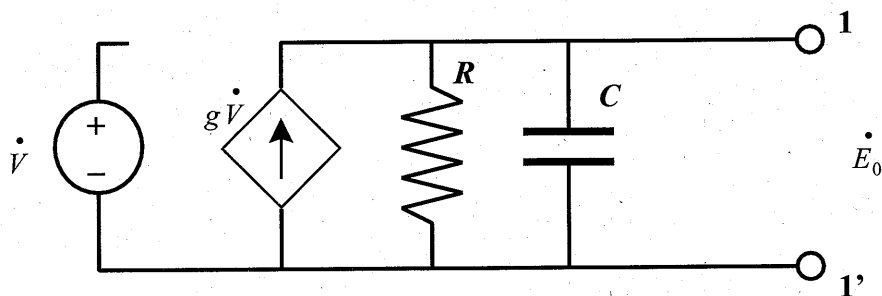


図 3a

- (1) ポート 1-1' の開放電圧フェーザ \dot{E}_0 を求めよ。
- (2) ポート 1-1' から見たノートン等価回路を示せ。
- (3) 図 3a のポート 1-1' にアドミッタンス $Y_l = 1/R_l + 1/(j\omega L)$ の負荷を接続した (図 3b)。
 - (a) 負荷 Y_l の両端に発生する電圧フェーザ \dot{V}_l を求めよ。
 - (b) L のみが可変である時に \dot{V}_l の振幅 $|\dot{V}_l|$ を最大にする L の条件を、本文中の記号 (ω , R , C など) を用いて示せ。また、その時の $|\dot{V}_l|$ を示せ。

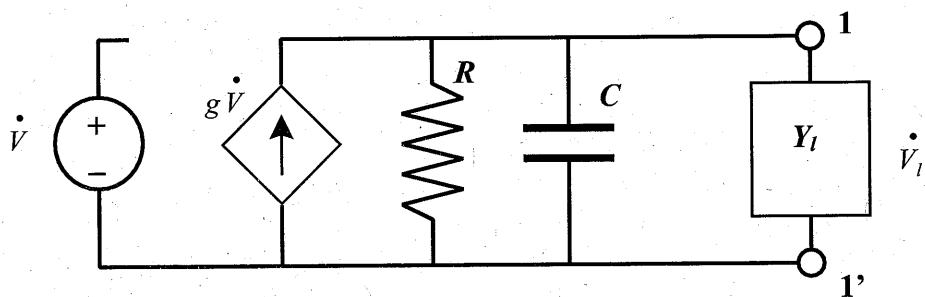


図 3b

問 4 (20 点)

図の回路は MOSFET 多段増幅回路の信号成分に関する等価回路である。信号成分が正弦波定常状態にあるとすると、以下の各問いに答えよ。

- (1) ポート①-①' , ②-②' で挟まれた部分回路を 2 ポート回路として、その伝送行列 $F_1(j\omega)$

$$(F_1(j\omega) = \begin{pmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{pmatrix} \text{は} \begin{pmatrix} \dot{V}_1 \\ \dot{I}_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dot{V}_2 \\ \dot{I}_2 \end{pmatrix} \text{を満たす行列}) \text{を求めよ。}$$

- (2) ポート②-②' , ③-③' で挟まれた部分回路を 2 ポート回路として、その伝送行列 $F_2(j\omega)$ を求めよ。

- (3) ポート①-①' , ④-④' で挟まれた部分回路を 2 ポート回路として、その伝送行列 $F(j\omega)$ を求めよ。

- (4) 電圧増幅度 $A = \frac{V_4}{V_1}$ の周波数特性を求め、ボード線図に図示せよ。

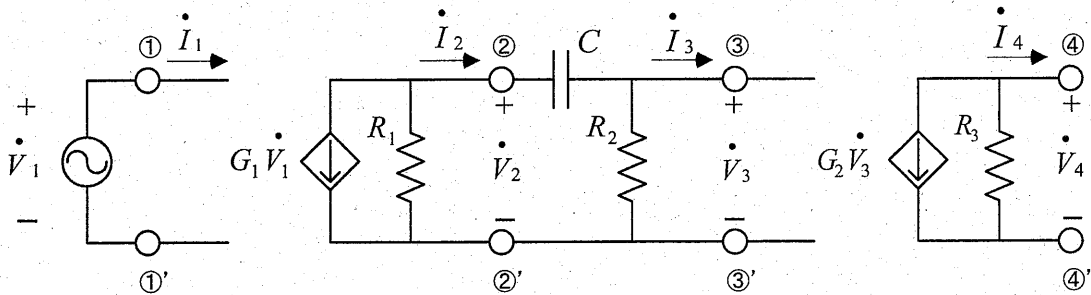


図 4

問 5 (20 点)

図 5 に示す演算増幅器を用いた回路について、下記の問いに答えよ。ただし、演算増幅器 (operational amplifier) 単体の入力インピーダンスは十分に高く、出力インピーダンスは十分低いものとする。ここで、 A 及び R_i , R_f はすべて正の実数である。

- (1) この回路の電圧利得 $G_V = V_{out} / V_{in}$ を演算増幅器単体の電圧利得 A 及び R_i , R_f を用いて表せ。
- (2) 演算増幅器単体の電圧利得 A が十分大きい ($A = \infty$) として、回路の電圧利得 $G_{V,ideal}$ を求めよ。
- (3) G_V を $G_{V,ideal}$ に対して 1% 以下の誤差となる ($|(G_V - G_{V,ideal}) / G_{V,ideal}| \leq 1/100$) ようにするための演算増幅器単体の電圧利得 A の下限を求めよ。

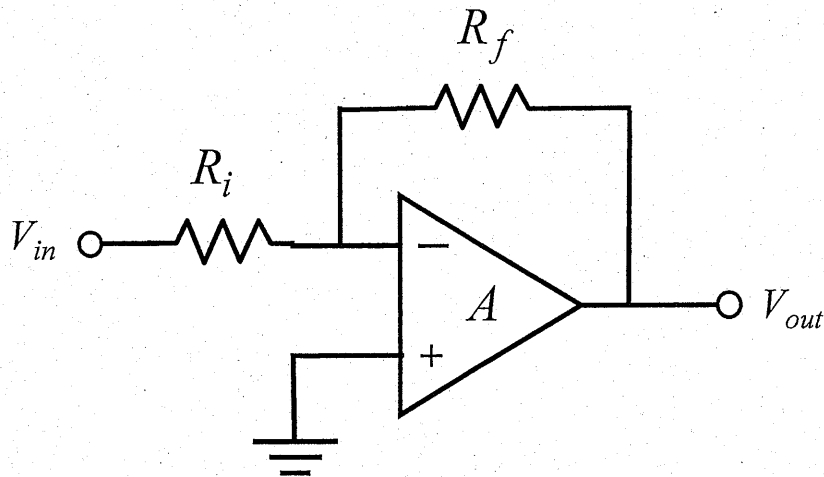


図 5