

## 問題 2

I. 図 1 に示す, 外部端子 A と A' を持つ回路について, 以下の間に答えよ. ここで, 回路中の 3 つの抵抗は, 等しい抵抗値  $R$  をもつ.  $C$  はキャパシタンス,  $L$  はインダクタンスである. 電圧を端子 A' に対して表す.

はじめスイッチ  $S$  は閉じられている. 回路中の 2 つの電圧源は, 振幅  $E_0$ , 角周波数  $\omega$ , 位相角  $\phi = 0$  の, 等しい交流電圧を生じている.  $\dot{V}_p$  と  $\dot{V}_q$  はそれぞれ節点  $p$  と  $q$  の複素電圧振幅(フェーザ)である.

- (1)  $\dot{V}_p$  と  $\dot{V}_q$  が満たす連立方程式を書け.
- (2)  $R = 1 \Omega$ ,  $L = 1 \text{ H}$ ,  $C = 1 \text{ F}$ ,  $E_0 = 1 \text{ V}$ ,  $\omega = 1 \text{ rad/s}$  と仮定して,  $\dot{V}_p$  と  $\dot{V}_q$  を求めよ.
- (3) 問(2)で用いられた条件において, 図 2 に示すように, 図 1 の等価回路を複素電圧振幅  $\dot{E}_1$  の交流電圧源とインピーダンス  $Z$  を用いて表現することができる.  $\dot{E}_1$  と  $Z$  を求めよ.

いま, 図 1 の 2 つの電圧源は等しい直流電圧  $1 \text{ V}$  を生じている. 回路定数を  $L = 1 \text{ H}$ ,  $R = 1 \Omega$  と仮定する. スイッチ  $S$  が十分に長い時間開かれ, その後にスイッチが閉じられる.  $V_p$  と  $V_q$  はそれぞれ節点  $p$  と  $q$  の電圧である.

- (4) スイッチを閉じた後に  $V_p$  と  $V_q$  が満たす連立微分方程式を書け.
- (5) スイッチを閉じた後, 回路の電圧は過渡的な変化を示す. 節点  $p$  の電圧に減衰振動を生じさせるための  $C$  の範囲を求めよ.

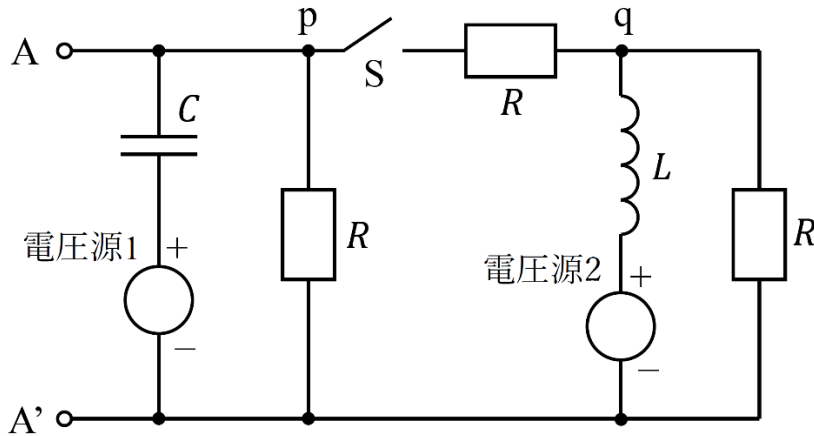


図 1

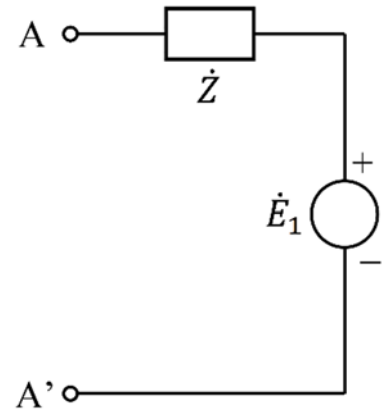


図 2

II. 図3に示す回路について以下の間に答えよ. n型MOSトランジスタ  $M_1$  と  $M_2$  は等しい特性を持ち, それぞれのトランジスタの小信号等価回路が図4で与えられる. ここで  $g_m$ ,  $r_o$ ,  $v$  はそれぞれMOSトランジスタの相互コンダクタンス, ドレイン抵抗, 入力電圧である.  $R_D$  と  $R_S$  は回路中の抵抗である.  $V_{DD}$  は正の一定の電圧である.  $v_1, v_2, v_3, v_4$  はそれぞれ  $V_1, V_2, V_3, V_4$  の小信号成分を表すものとする.

- (1) 小信号成分  $v_{in}$  と  $v_{out}$  はそれぞれ2つの入力信号の差  $v_1 - v_2$  と2つの出力信号の差  $v_3 - v_4$  を表す. 電圧増幅率  $A = v_{out}/v_{in}$  を求めよ.
- (2) 小信号成分  $v'_{in}$  と  $v'_{out}$  はそれぞれ2つの入力信号の和  $v_1 + v_2$  と2つの出力信号の和  $v_3 + v_4$  を表す. 電圧増幅率  $A' = v'_{out}/v'_{in}$  を求めよ.
- (3) 図3の回路の機能を, 問(1)と(2)の結果をもとに数行で述べよ.  $r_o \rightarrow \infty$  および  $R_S \gg g_m^{-1}$  を仮定してよい.

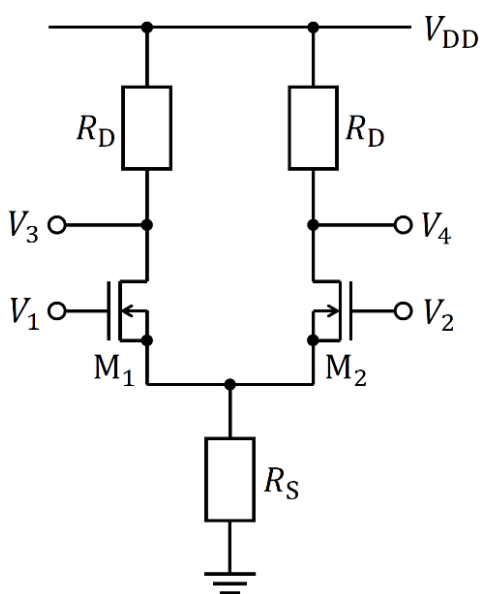


図3

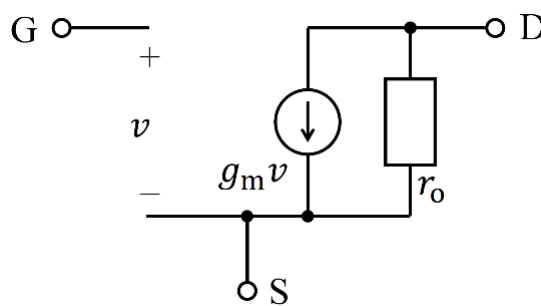
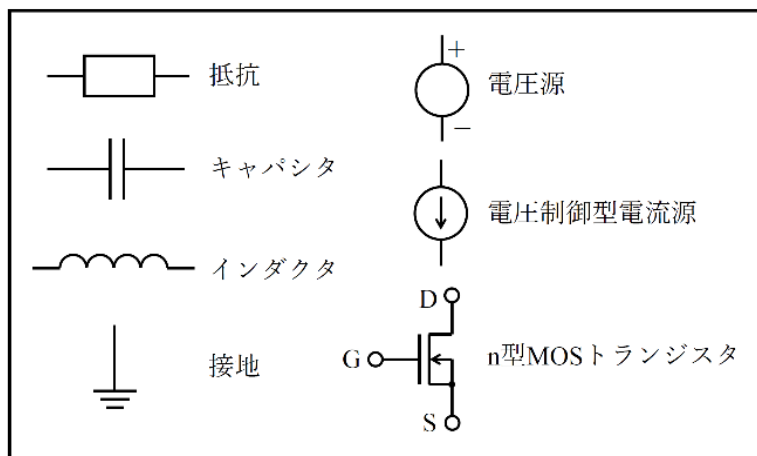


図4



凡例