

問題

- 図1に示す回路について以下の問に答えなさい。全てのMOSFETは、飽和領域で動作している。n-ch MOSFETとp-ch MOSFETは、コンプリメンタリな特性をもち、小信号等価回路が図2のように表される。 V_{DD} 、 V_{BIAS1} 、 V_{BIAS2} は直流電圧、 v_{in} 、 v_2 、 v_{out} は小信号交流電圧、 i_{in} 、 i_2 、 i_{out} は小信号交流電流とする。結合キャパシタ $C1$ 、 $C2$ のインピーダンスは、信号周波数に対して十分に小さく、無視することができる。

1. 図1の回路の小信号等価回路を示しなさい。
2. 回路をノードN2で分割し、それぞれの小信号等価回路のF行列 F_1 と F_2 を下記のように定義する。 F_1 と F_2 の要素をそれぞれ求めなさい。

$$\begin{bmatrix} v_{in} \\ i_{in} \end{bmatrix} = F_1 \begin{bmatrix} v_2 \\ i_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_2 \\ i_2 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} v_2 \\ i_2 \end{bmatrix} = F_2 \begin{bmatrix} v_{out} \\ i_{out} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 & B_2 \\ C_2 & D_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{out} \\ i_{out} \end{bmatrix}$$

3. 出力端子 (OUT) を開放にした場合と、抵抗 R_L を接続した場合のそれぞれについて、電圧利得 $G = v_{out}/v_{in}$ をF行列 F_1 、 F_2 の要素のうち必要なものを用いて表しなさい。
4. 出力端子 (OUT) を開放にした場合について、電圧利得 G をトランスコンダクタンス g_m とドレイン-ソースコンダクタンス g_{ds} を用いて表しなさい。
5. 入力インピーダンス Z_{in} と出力インピーダンス Z_{out} を g_m と g_{ds} で表しなさい。

回路图

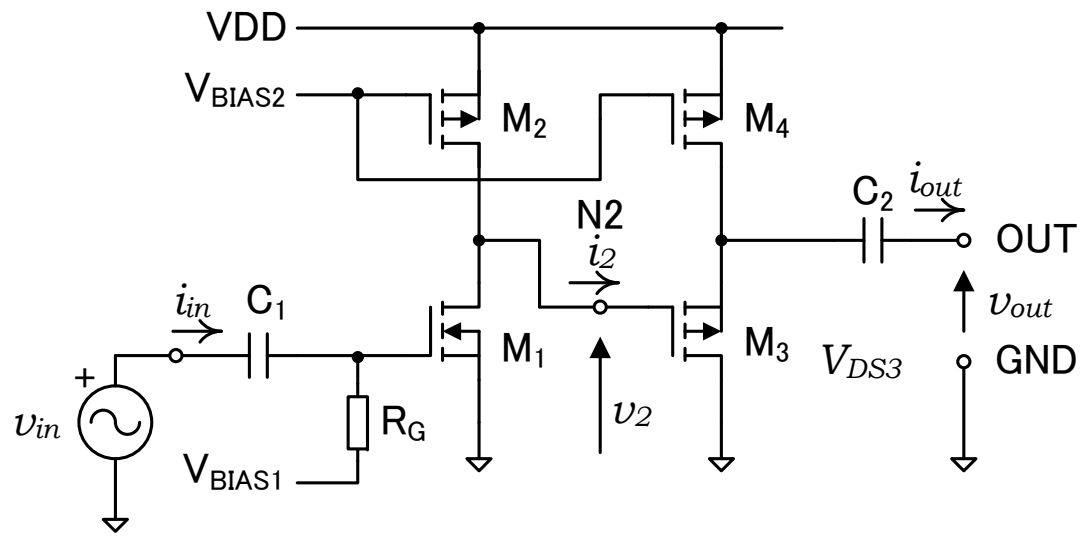


图 1

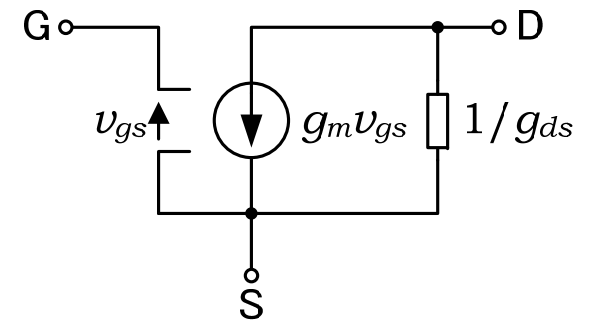


图 2