

問題

- 図1の回路について、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の直流電流-電圧特性は、それぞれ下記のように表される。また、n-ch MOSFETとp-ch MOSFETコンプリメンタリであり、 $\beta_n = \beta_p$ 、 $V_{Tn} = -V_{Tp}$ である。ドレイン電流 I_D は、ドレインに流れ込む方向を正とする。MOSFETの小信号等価回路は、図2のように表される。また、キャパシタ C_1 、 C_2 のインピーダンスは信号周波数において、十分に小さく無視することができる。

$$\text{n-ch MOSFET: } I_D = \frac{\beta_n}{2} (V_{GS} - V_{Tn})^2 \quad \text{p-ch MOSFET: } I_D = -\frac{\beta_p}{2} (V_{GS} - V_{Tp})^2$$

1. 図1の小信号等価回路を示しなさい。
2. 電圧利得 $G(\omega)$ を求めなさい。 g_m 、 r_{ds} 、 C_{gs} 、 C_{ds} のうち必要なものを用いて式で表すこと。
3. コーナ角周波数 ω_p を求めなさい。
4. 角周波数 $\omega \ll \omega_p$ における、電圧利得のデシベルと位相を求めなさい。
5. コーナ角周波数における、電圧利得のデシベルと位相を求めなさい。
6. 電圧利得のボーデ線図の概略を描きなさい。 $\omega \ll \omega_p$ 、 $\omega = \omega_p$ 、 $\omega \gg \omega_p$ における電圧利得 G_0 と位相、特性の傾きも記入すること。
7. ユニティゲイン周波数 f_u と利得帯域幅積GBWを求めなさい。
8. $\omega \ll \omega_p$ における|電圧利得|、コーナ周波数 f_c 、利得帯域幅積GBWのそれぞれについて、基準バイアス電流 I_0 に対する依存性を β_n 、 V_{Tn} 、 C_{gs} 、 C_{ds} のうち必要なものを用いて表しなさい。ただし、ドレイン-ソースコンダクタンス g_{ds} は、 $g_{ds} = \lambda |I_D|$ のドレイン電流依存性をもつ。

回路图

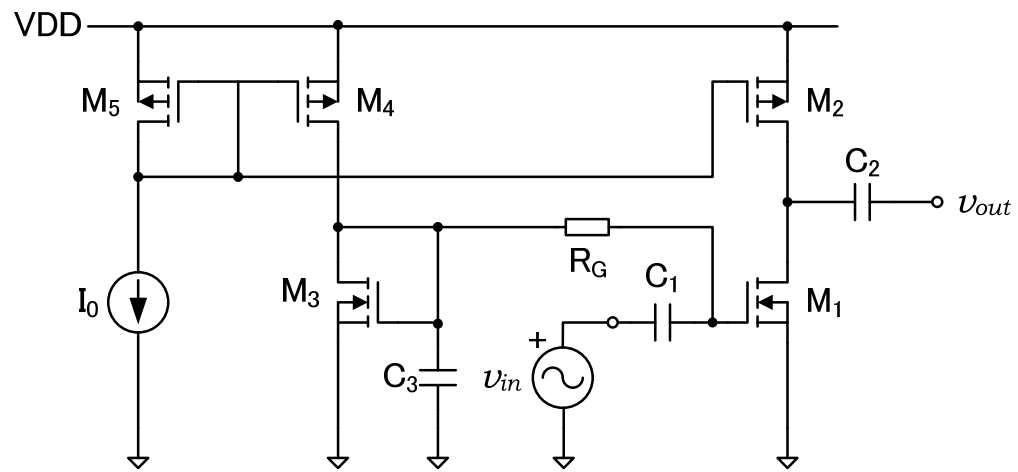


图1

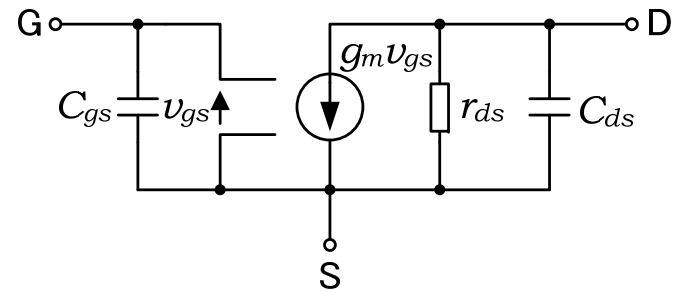


图2