

アナログ回路工学 演習問題 (03) (担当：坪根)

出題日：2020 年 5 月 21 日，提出期限：2020 年 5 月 25 日 23 時 59 分

問 1

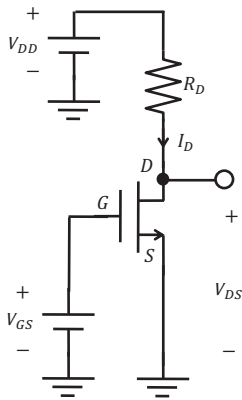


図 1，ソース接地増幅回路

図 1 の MOSFET を含む回路について $V_{GS} = 1.2[\text{V}]$ ， $V_{th} = 0.4[\text{V}]$ とする．チャネル長変調効果は無視できるとして，非飽和 (線形) 領域と飽和領域におけるドレイン電流はそれぞれ，

$$\text{非飽和 (線形) 領域：} I_D = \mu C_{ox} \frac{W}{L} \left\{ (V_{GS} - V_{th}) V_{DS} - \frac{1}{2} V_{DS}^2 \right\}$$

$$\text{飽和領域：} I_D = \frac{1}{2} \mu C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{th})^2$$

と与えられるとする．ただし， $\mu C_{ox} \frac{W}{L} = 200 \times 10^{-6} [\text{A}/\text{V}^2]$ とする．

1) $g_m = \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}}$ のグラフを V_{DS} の関数として図示せよ．飽和領域と非飽和 (線形) 領域も明記せよ．

2) $R_D = 50[\text{k}\Omega]$ としたとき，飽和領域で駆動させるために最低でも必要な V_{DD} を求めよ．

問1

$$1) \quad g_m = \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}}$$

○ 線形領域

$$I_D = \mu C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} V_{DS} - V_{th} V_{DS} - \frac{1}{2} V_{DS}^2)$$

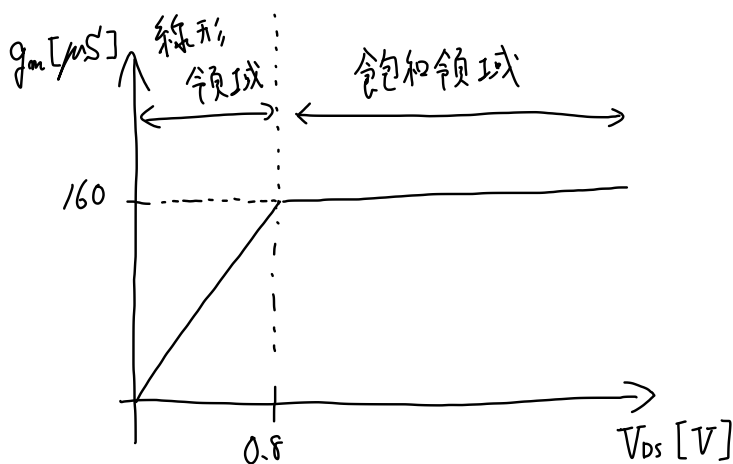
$$g_m = \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} = \mu C_{ox} \frac{W}{L} V_{DS} = 200 \mu \cdot V_{DS}$$

○ 飽和領域

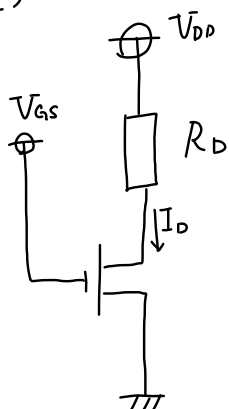
$$I_D = \frac{1}{2} \mu C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS}^2 - 2 V_{GS} V_{th} - V_{th}^2)$$

$$g_m = \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} = \frac{1}{2} \mu C_{ox} \frac{W}{L} (2 V_{GS} - 2 V_{th}) = \mu C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{th}) = 200 \mu (1.2 - 0.4) = 160 \mu$$

$$200 \mu \cdot V_{DS} = 160 \mu \rightarrow V_{DS} = \frac{160}{200} = 0.8 [V]$$



2)



飽和領域で動作させる最小

→ 1) のグラフより, $V_{DS} = 0.8$

このときの I_D は

$$I_D = \frac{1}{2} \mu C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{th})^2 = \frac{1}{2} \cdot 200 \mu (0.8)^2 = 64 [\mu A]$$

$$V_{DD} - V_{DS} = R_D I_D \text{ より}$$

$$V_{DD} = R_D I_D + V_{DS}$$

$$= 50k \cdot 64 \mu + 0.8$$

$$= 4 [V]$$