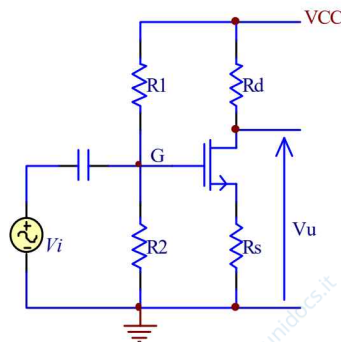


Esercitazione del 8/10/01

Esercizio 1)

Del seguente amplificatore a NMOS, calcolare la corrente di drain e la tensione di uscita V_u in polarizzazione e calcolare il guadagno di piccolo segnale sul drain.

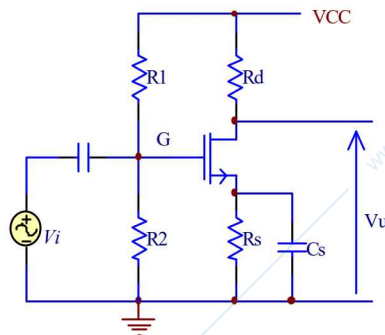


$$R1=130\text{k}\Omega \quad R2=22\text{k}\Omega \quad R_d=10\text{k}\Omega \quad R_s=1\text{k}\Omega$$

$$k \approx 30 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2} \quad V_T=1\text{V} \quad V_{CC}=12\text{V}$$

Esercizio 2)

Del seguente amplificatore a NMOS, calcolare la corrente di polarizzazione del transistore NMOS, il valore della tensione di uscita V_u in polarizzazione e il guadagno di piccolo segnale sul drain. Considerare la capacità C_s sufficientemente grande da essere considerata un cortocircuito sul segnale.



$$R1=130\text{k}\Omega \quad R2=22\text{k}\Omega \quad R_d=10\text{k}\Omega \quad R_s=1\text{k}\Omega$$

$$k \approx 30 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2} \quad V_T=1\text{V} \quad V_{CC}=12\text{V}$$

Esercizio 1) soluzione

Calcolo di I_D :

$$V_G \doteq \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} \doteq \frac{22k\Omega}{130k\Omega + 22k\Omega} \times 12V \doteq 1.737V$$

supponendo che il MOS sia in saturazione,

$$\begin{cases} I_D \doteq k(V_{GS} - V_T)^2 \doteq k V_{OD}^2 \\ V_{GS} \doteq V_G - R_S I_D \end{cases} \quad V_{OD} \doteq V_{GS} - V_T$$

$$V_{OD} - V_T \doteq V_G - R_S k V_{OD}^2 \quad \Rightarrow \quad V_{OD} \doteq \frac{V_G - V_T \pm \sqrt{(V_G - V_T)^2 - 4 R_S k V_T^2}}{2 R_S k}$$

$$V_{OD} \doteq \frac{V_G - V_T \pm \sqrt{(V_G - V_T)^2 - 4 R_S k V_T^2}}{2 R_S k} \doteq \frac{1.737V - 1V \pm \sqrt{(1.737V - 1V)^2 - 4 \times 30 \frac{mA}{V^2} \times 1k\Omega \times (1V)^2}}{2 \times 30 \frac{mA}{V^2} \times 1k\Omega} \doteq \begin{cases} 0.141V \\ 0.174V \text{ soluzione non fisica} \end{cases}$$

$$I_D \doteq \frac{V_G - V_{OD} - V_T}{R_S} \doteq \frac{1.732V - 0.141V - 1V}{1k\Omega} \doteq 0.591mA$$

$$V_U \doteq V_{CC} - R_D I_D \doteq 12V - 10k\Omega \times 0.591mA \doteq 6.09V$$

$$V_{DS} \doteq V_U - R_S I_S \doteq 6.09V - 1k\Omega \times 0.591mA \doteq 5.50V$$

$$V_{DS} \doteq V_{DS_{SAT}} \doteq V_{OD} \doteq 0.141V \quad \Rightarrow \quad \text{transistore in saturazione}$$

Calcolo del guadagno su piccolo segnale:

$$g_m \doteq 2 \frac{I_D}{V_{OD}} \doteq 2 \frac{0.591mA}{0.141V} \doteq 8.38mS$$

$$A_D \doteq \frac{R_D}{R_S + \frac{1}{g_m}} \doteq \frac{10k\Omega}{1k\Omega + \frac{1}{8.38mS}} \doteq 8.93$$

Esercizio 2) soluzione

Calcolo di I_D :

$$V_G \doteq \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} \doteq \frac{22k\Omega}{130k\Omega + 22k\Omega} \times 12V \doteq 1.737V$$

supponendo che il MOS sia in saturazione,

$$\begin{cases} I_D \doteq k(V_{GS} - V_T)^2 \doteq k V_{OD}^2 \\ V_{GS} \doteq V_G - R_S I_D \\ V_{OD} \doteq V_{GS} - V_T \end{cases}$$

$$V_{OD} - V_T \doteq V_G - R_S k V_{OD}^2 \quad \Rightarrow \quad V_{OD} \doteq \frac{1 \pm \sqrt{1 - 4 R_S k (V_G - V_T)^2}}{2 k R_S}$$

con $V_T = 1V$

$$V_{OD} \doteq \frac{1 \pm \sqrt{1 - 4 \times 30 \frac{mA}{V^2} \times 1k\Omega \times (1.737V - 1V)^2}}{2 \times 30 \frac{mA}{V^2} \times 1k\Omega} \doteq \begin{cases} 0.141V \\ 0.174V \text{ soluzione non fisica} \end{cases}$$

$$I_D \doteq \frac{V_G - V_{OD} - V_T}{R_S} \doteq \frac{1.737V - 0.141V - 1V}{1k\Omega} \doteq 0.596mA$$

$$V_U \doteq V_{CC} - R_D I_D \doteq 12V - 10k\Omega \times 0.596mA \doteq 6.04V$$

$$V_{DS} \doteq V_U - R_S I_S \doteq 6.04V - 1k\Omega \times 0.596mA \doteq 5.44V$$

$$V_{DS} \doteq V_{DS_{SAT}} \doteq V_{OD} \doteq 0.141V \quad \Rightarrow \quad \text{transistore in saturazione}$$

Calcolo del guadagno su piccolo segnale:

sul segnale, la capacità C_S cortocircuita la resistenza R_S .

Sul piccolo segnale, il preamplificatore si comporta come un amplificatore source a massa

$$g_m \doteq 2 \frac{I_D}{V_{OD}} \doteq 2 \frac{0.596mA}{0.141V} \doteq 8.46mS$$

$$A_D \doteq g_m R_D \doteq 8.46mS \times 10k\Omega \doteq 84.6$$