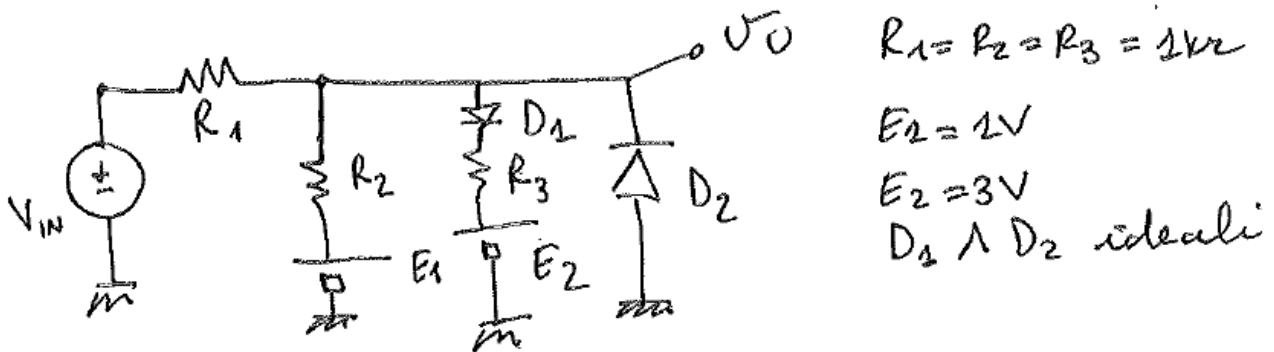


SCHEDA A15_04		Data: 13 Aprile 2015
Cognome	Nome	Matricola

ESERCIZIO N°1

5 punti (4)

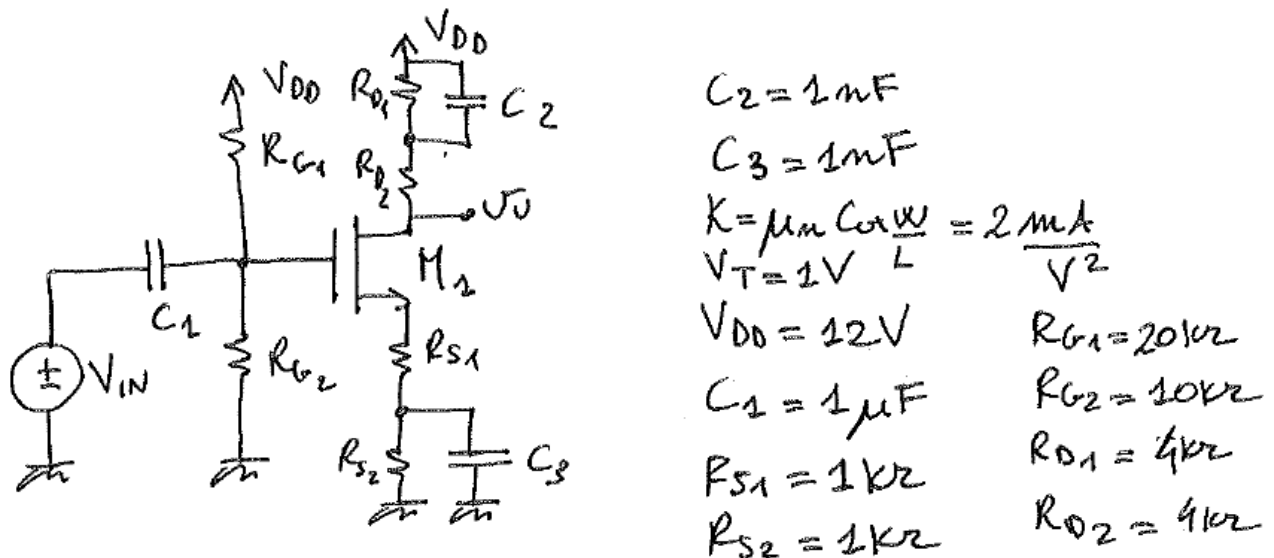
Disegnare la caratteristica ingresso-uscita del circuito mostrato in figura per un intervallo di tensioni di ingresso pari a $[-5V, 5V]$.



ESERCIZIO N°2

8 punti (4)

Con riferimento al circuito in figura, determinare il punto di riposo del transistor MOSFET.



ESERCIZIO N°3

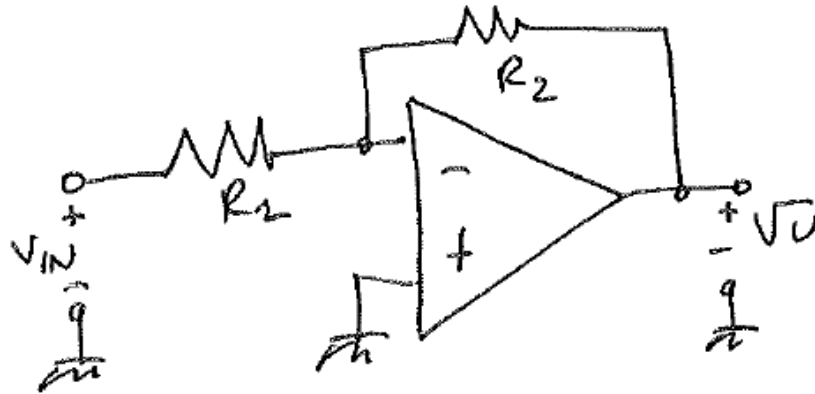
9 punti (4)

Nel circuito mostrato nell'esercizio precedente, si ricavi la funzione di trasferimento $A_f(s) = V_O/V_{IN}$ e si disegni il diagramma di Bode del modulo. Si consideri per il transistor MOSFET $g_m = 2mS$.

ESERCIZIO N°4

5 punti (4)

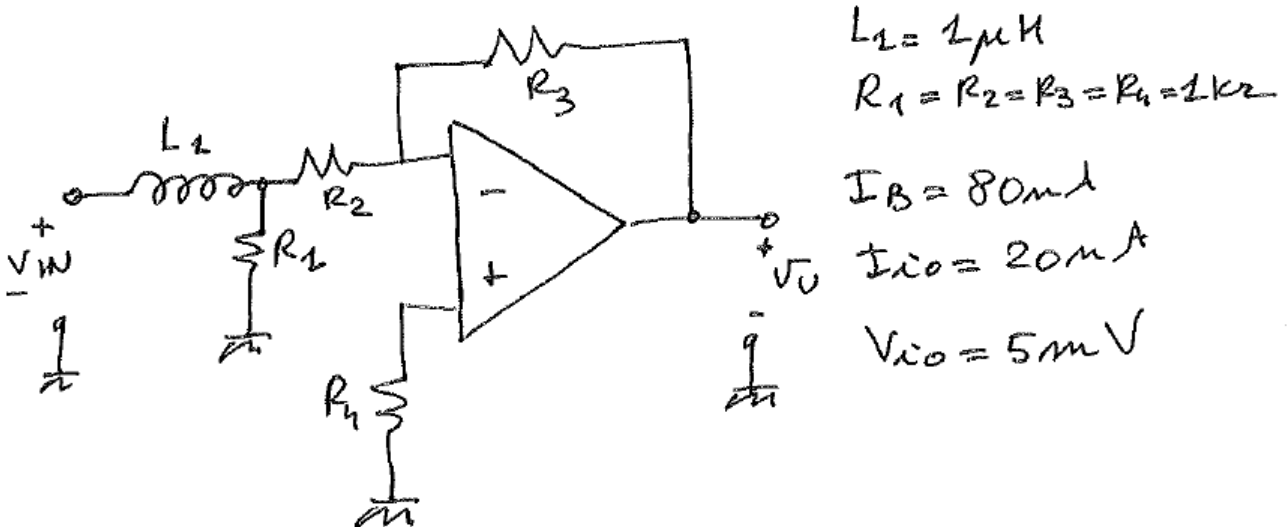
Si ricavino i parametri r dell'amplificatore transresistivo del circuito mostrato in figura.



ESERCIZIO N°5

6 punti (4)

Ricavare il massimo sbilanciamento in uscita del circuito mostrato in figura. Si consideri l'amplificatore operazionale ideale.



1) Se D_1 e D_2 sono OFF $\Rightarrow$

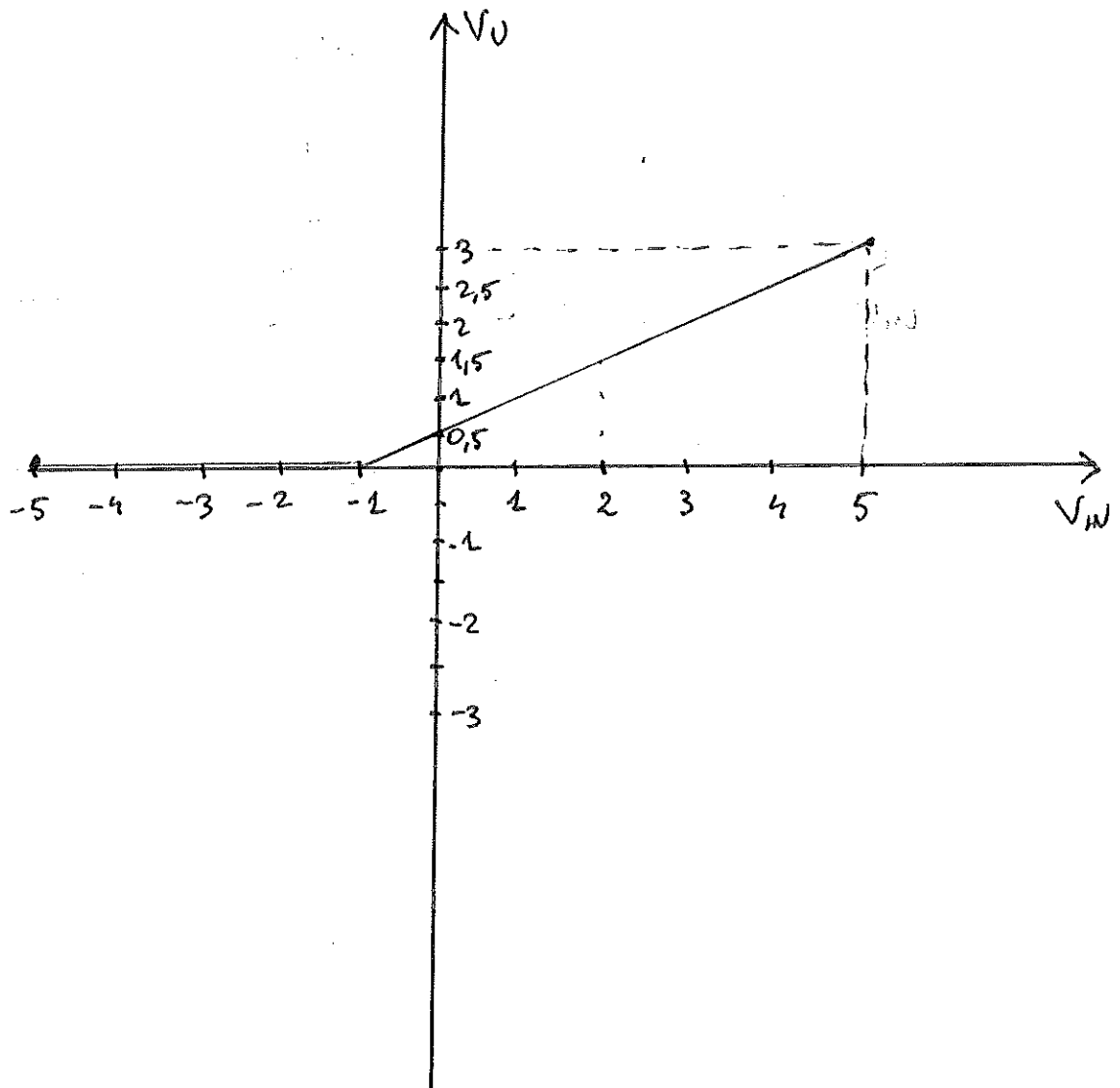
$$V_O = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{IN} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} E_2 = \frac{V_{IN}}{2} + \frac{E_2}{2}$$

Se $V_{IN} \leq -1 \Rightarrow V_O \leq 0$ e D_2 comincia a condurre, quindi V_O viene fissata a 0V.

Se $V_O \geq 3V = E_2 \Rightarrow D_1$ comincia a condurre

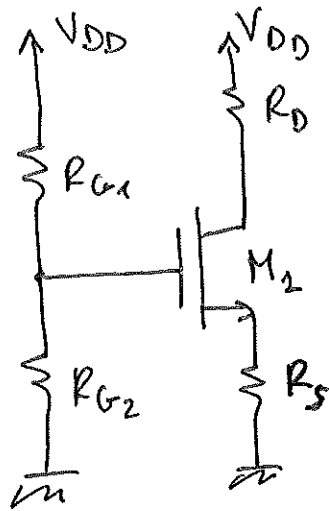
$$E_2 = \frac{V_{IN}}{2} + \frac{E_1}{2} \Rightarrow 2\left(E_2 - \frac{E_1}{2}\right) = V_{IN} = 5V$$

Quindi D_2 comincia a condurre al limite dell'intervallo



(2)

2)



$$R_D = R_{D1} + R_{D2} = 8 \text{ k}\Omega$$

$$R_S = R_{S1} + R_{S2} = 2 \text{ k}\Omega$$

$$I_{DS} = \frac{k}{2} (V_{GS} - V_T)^2$$

$$V_G = \frac{R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} V_{DD} = 4 \text{ V}$$

$$V_{GS} = V_G - R_S I_{DS} \Rightarrow \frac{R_S k}{2} (V_{GS} - V_T)^2 + V_{GS} - V_G = 0$$

$$\frac{R_S k}{2} V_{GS}^2 + (1 - R_S k V_T) V_{GS} + \frac{R_S k}{2} V_T^2 - V_G = 0$$

$$2 V_{GS}^2 - 3 V_{GS} - 2 = 0$$

$$V_{GS} = \begin{cases} 2 \text{ V} \\ -0,5 \text{ V} \end{cases}$$

O.K. perché $V_{GS} \geq V_T$

$$I_{DS} = 1 \text{ mA}$$

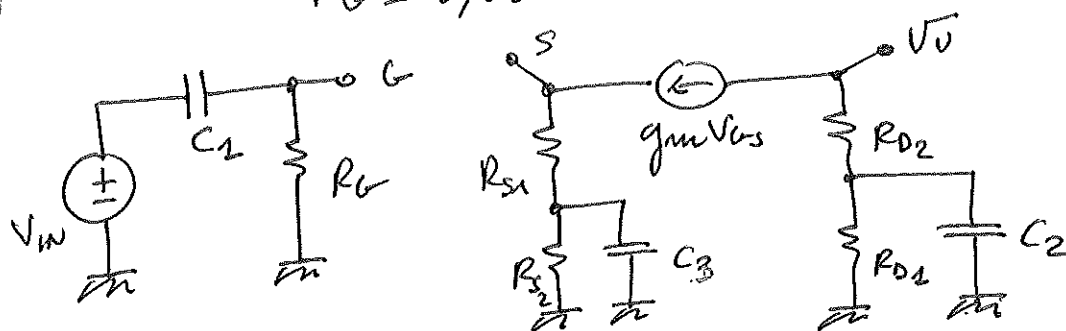
$$V_S = 2 \text{ V} \quad V_O = V_{DD} - R_D I_{DS} = 4 \text{ V}$$

$$V_{GS} = 2 \text{ V} \geq V_{GS} - V_T = 1 \text{ V}$$

Quindi M_2 in saturazione

3)

$$R_G = 6,667 \text{ k}\Omega$$



3

La funzione di trasferimento sarà della forma:

$$A_v(s) = \frac{A_{voo} s (s + \omega_{o1}) (s + \omega_{o2})}{(s + \omega_{p1}) (s + \omega_{p2}) (s + \omega_{p3})}$$

$$\omega_{o1} = \frac{1}{R_{S2} C_3} = 1 \text{ Mrad/s}$$

$$\omega_{o2} = \frac{1}{C_2 R_{D2} \parallel R_{D1}} = 500 \text{ krad/sec}$$

$$\omega_{p1} = \frac{1}{C_1 R_G} = 150 \text{ rad/sec}$$

$$\omega_{p2} = \frac{1}{C_3 \left[R_{S2} \parallel \left(R_{S1} + \frac{1}{g_m} \right) \right]} = 900 \text{ krad/sec}$$

$\underbrace{R_{S2} \parallel \left(R_{S1} + \frac{1}{g_m} \right)}_{2,11 \text{ k}\Omega}$

$$\omega_{p3} = \frac{1}{C_2 R_{D1}} = 250 \text{ krad/sec}$$

$$A_{voo} = - \frac{g_m R_{D2}}{1 + g_m R_{S1}} = -2,667$$

(4)

$$4) \quad \begin{cases} V_O = R_f i_{in} + R_o v_O \\ V_{in} = R_i i_{in} + R_n v_O \end{cases}$$

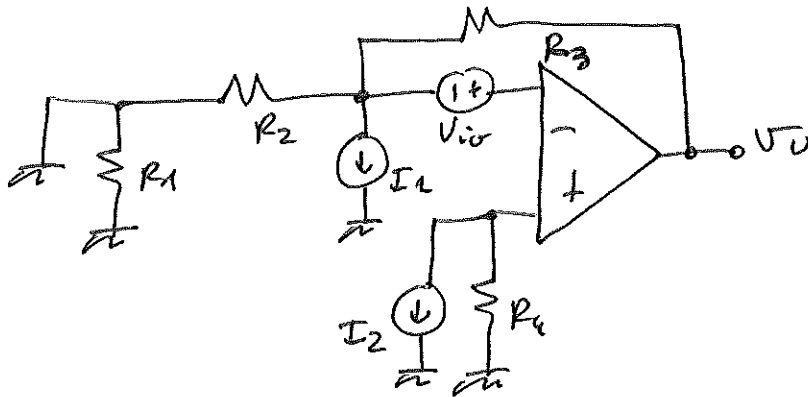
$$R_f = \left. \frac{V_O}{i_{in}} \right|_{v_O=0} = -R_2$$

$$R_n = \left. \frac{V_{in}}{v_O} \right|_{i_{in}=0} = 0$$

$$R_o = \left. \frac{V_O}{v_O} \right|_{i_{in}=0} = 0$$

$$R_i = \left. \frac{V_{in}}{i_{in}} \right|_{v_O=0} = R_1$$

$$5) \quad I_1 = I_B \pm \frac{I_{x0}}{2} = \begin{cases} 90 \mu A \\ 70 \mu A \end{cases}; \quad I_2 = I_B \mp \frac{I_{x0}}{2} = \begin{cases} 70 \mu A \\ 90 \mu A \end{cases}$$



$$V_O = -V_{io} \left(1 + \frac{R_3}{R_2} \right) + R_3 I_1 - R_4 I_2 \left(1 + \frac{R_3}{R_2} \right)$$

$$V_{O_{max}} : V_{io} = 5 \text{ mV}; \quad I_1 = 70 \mu A; \quad I_2 = 90 \mu A$$

$$V_{O_{max}} = -10 \text{ mV} + 70 \mu V - 180 \mu V = -10,110 \text{ mV}$$