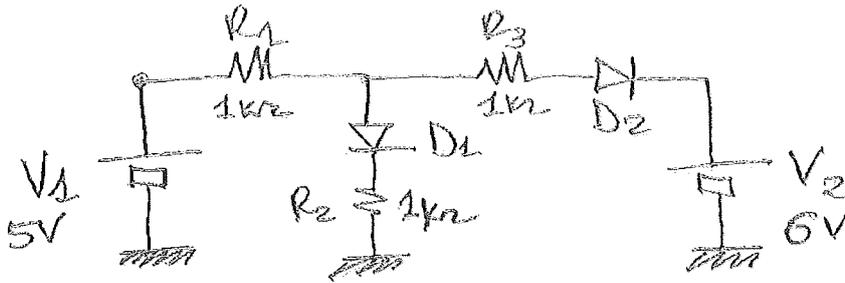


SCHEMA A12_08		Data: 13 settembre 2012
Cognome	Nome	Matricola

**ESERCIZIO N°1**

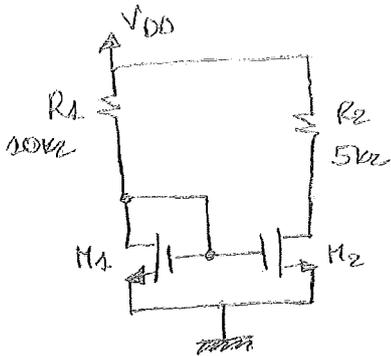
7 punti (4)

Con riferimento al circuito in figura, si determinino le correnti nelle tre resistenze, verificando la zona di funzionamento di ciascun diodo. Si considerino i diodi ideali.



**ESERCIZIO N°2**

6 punti (4)



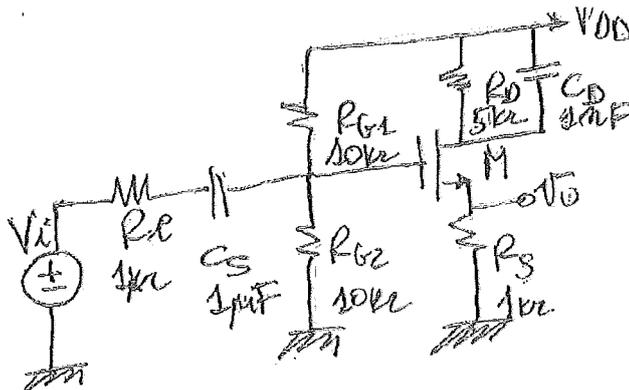
$V_{DD} = 12V$   
 $K = \frac{\mu_n C_{ox} W}{L} = 2 mA/V^2$   
 $V_T = 1V$

Con riferimento al circuito in figura, determinare il punto di riposo dei transistori M<sub>1</sub> e M<sub>2</sub>. Si considerino i parametri indicati per entrambi i transistori.

**ESERCIZIO N°3**

7 punti (4)

Ricavare il circuito per piccoli segnali dell'amplificatore mostrato nella figura di sotto, ricavare la funzione di trasferimento  $A_v(s) = V_u(s)/V_s(s)$  e disegnare il diagramma asintotico di Bode del modulo. Quotare opportunamente li assi verticali e orizzontali e riportare il valore numerico di eventuali plateau.



$g_m = 1 mA/V$   
 $g_o = 0 mA/V$

### ESERCIZIO N°4

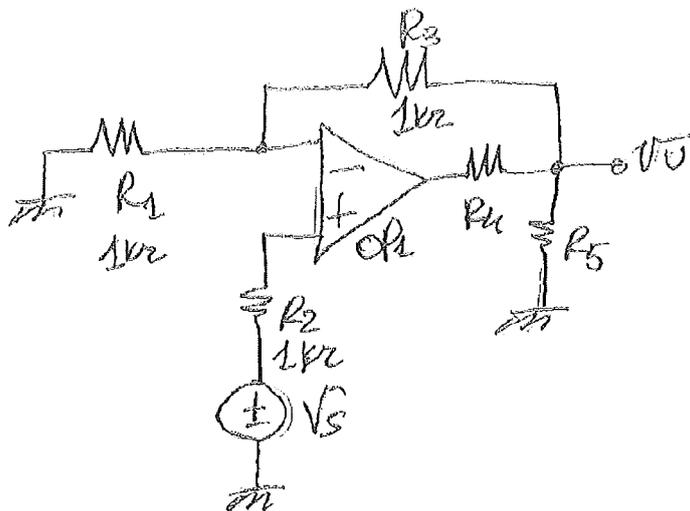
6 punti (4)

Ricavare la resistenza vista in uscita dal circuito mostrato nell'esercizio precedente.

### ESERCIZIO N°5

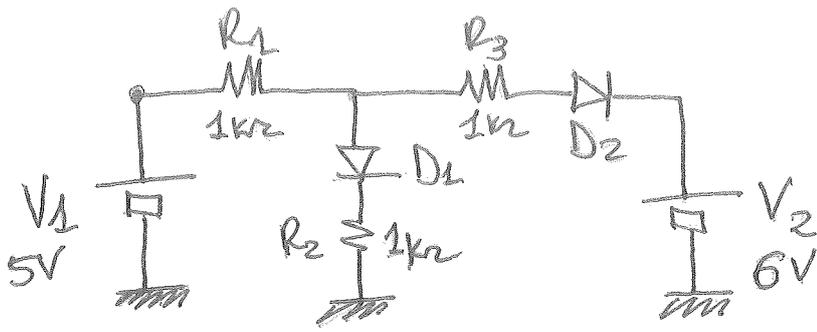
7 punti (4)

Ricavare il massimo sbilanciamento in uscita del circuito mostrato in figura.

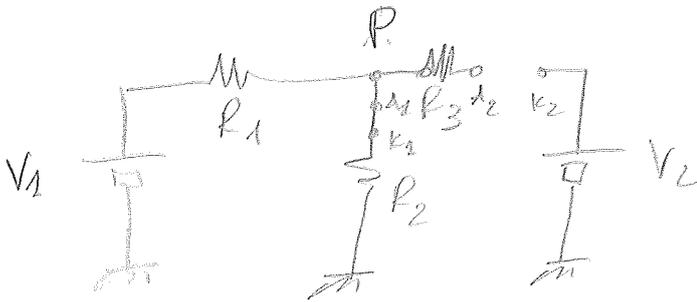


$O_{P2}$  ideale  
 $|V_{io}| = 5mV$   
 $I_B = 80nA$   
 $|I_o| = 20mA$

1



Supponiamo \$D\_2\$ interdetto e \$D\_1\$ in conduzione



$$V_P = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_2 = 2,5V$$

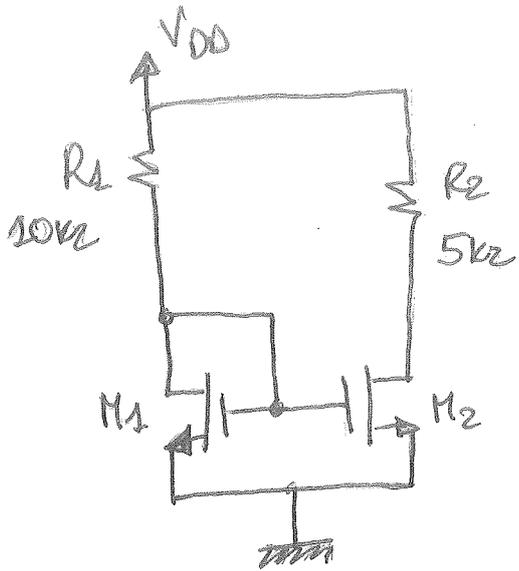
$$V_{A2} = V_P \quad V_{K2} = V_2 \Rightarrow V_{AK2} = V_P - V_2 = -3,5V$$

Quindi \$D\_2\$ è effettivamente polarizzato in inverso.

$I_{D1} = I_{R2} = \frac{V_P}{R_2} = 2,5mA > 0$  e quindi \$D\_1\$ è effettivamente polarizzato in diretta.

Quindi abbiamo

$I_{R1} = I_{R2} = 2,5mA$ $I_{R3} = 0$
--



$V_{DD} = 12V$   
 $K = \frac{\mu_n C_{ox} W}{L} = 2 mA/V^2$   
 $V_T = 1V$

Supponiamo  $M_1$  e  $M_2$  in saturazione

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

$$V_{DD} - R_1 I_{DS1} = V_{GS1} \Rightarrow$$

$$V_{DD} = \frac{R_1 K}{2} (V_{GS1} - V_T)^2 + V_{GS1}$$

$$\frac{R_1 K}{2} V_{GS1}^2 - R_1 K V_{GS1} V_T + \frac{R_1 K}{2} V_T^2 + V_{GS1} = V_{DD}$$

$$\frac{R_1 K}{2} V_{GS1}^2 + (1 - R_1 K V_T) V_{GS1} + \frac{R_1 K}{2} V_T^2 - V_{DD} = 0$$

$$10^2 V_{GS1}^2 - 2 \cdot 10^2 V_{GS1} - 12 = 0$$

$$V_{GS1} = \begin{cases} -0.1V & \text{NO } V_{GS} < V_T \\ 2V & \text{OK } V_{GS} \geq V_T \end{cases}$$

se  $V_{GS1} = 2V \Rightarrow I_{DS1} = 2mA$

Ma  $V_{GS1} = V_{GS2} \Rightarrow I_{DS1} = I_{DS2} = 2mA$

3

$$V_{D1} = V_{DD} - R_1 I_{DS1} = V_{GS1} = 2V$$

$$V_{D2} = V_{DD} - R_2 I_{DS2} = 7V$$

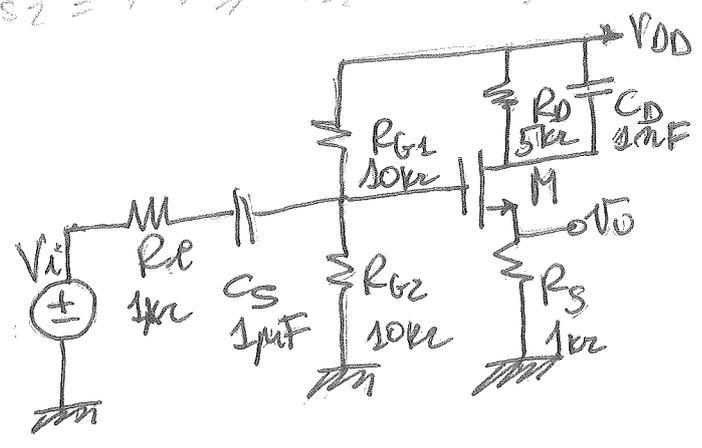
$$V_{DS1} = 2V \geq V_{GS1} - V_T = 1V$$

Saturazione M1 verificata

$$V_{DS2} = 7V \geq V_{GS2} - V_T = 9V$$

Saturazione M2 verificata

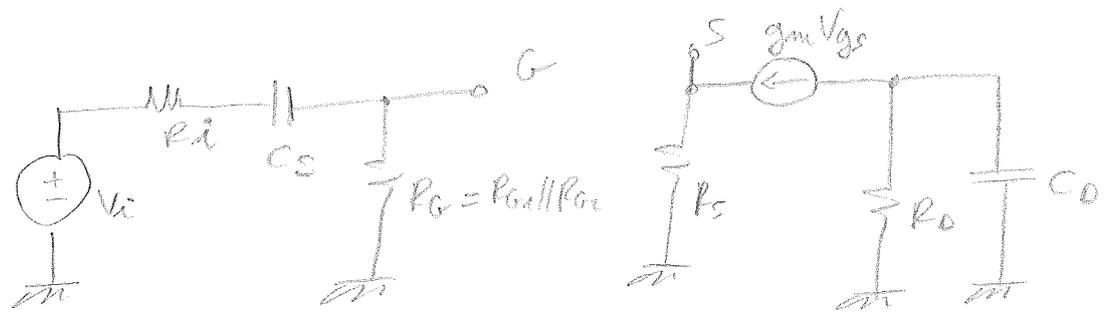
3)



$$g_m = 1 \text{ mA/V}$$

$$g_o = 0 \text{ mA/V}$$

Il circuito equivalente è il seguente:



Essendo  $g_o = 0 \Rightarrow C_D$  non introduce singolarità.

Mi aspetto una funzione di trasferimento

$$A(s) = \frac{V_O}{V_i} = \frac{Ks}{\left(\frac{s}{\omega_p} + 1\right)}$$

$C_s$  infatti, essendo in serie al segnale, introduce uno zero nell'origine e un polo.

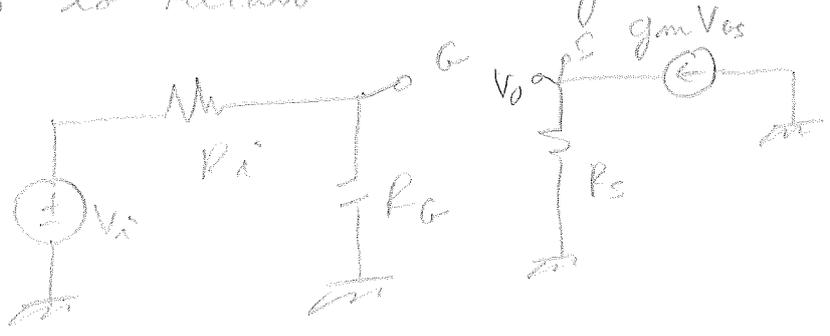
4

$$\omega_p = \frac{1}{C_s (R_i + R_o)} = 166,67 \text{ rad/sec}$$

$$\text{con } R_o = R_{o1} \parallel R_{o2} = 5 \text{ k}\Omega$$

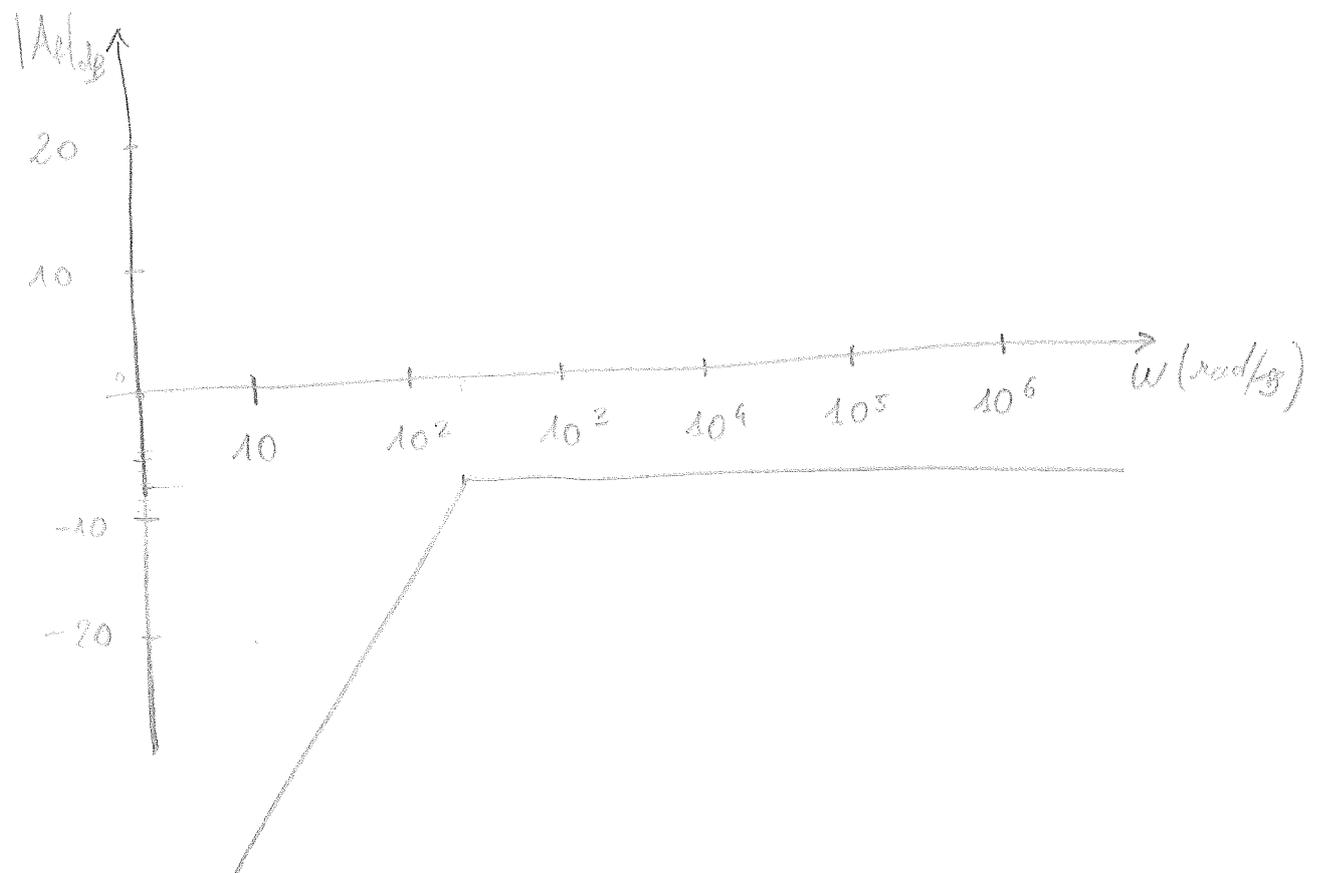
$$A_o = k \omega_p \Rightarrow k = \frac{A_o}{\omega_p}$$

$A_o$  lo ricaviamo dal seguente circuito



$$V_o = \frac{g_m R_s}{1 + g_m R_s} \cdot \frac{R_o}{R_i + R_o} = 0,4167 \quad (-7,6 \text{ dB})$$

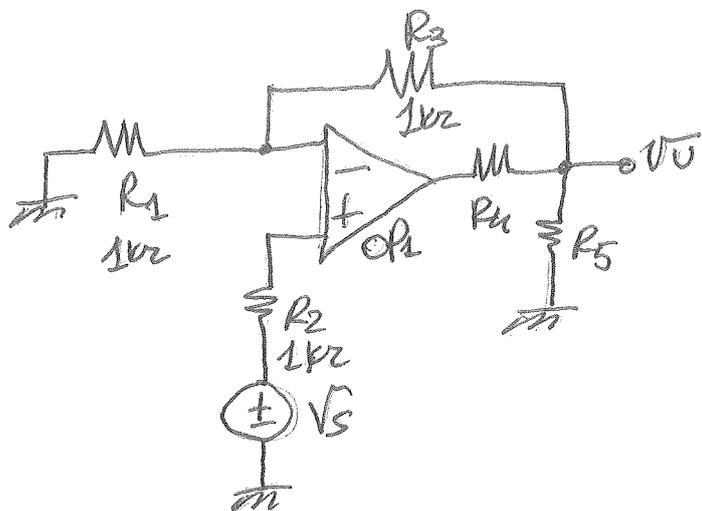
$$k = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ S/rad}$$



4)  $R_{V_0}$  è semplicemente pari a:

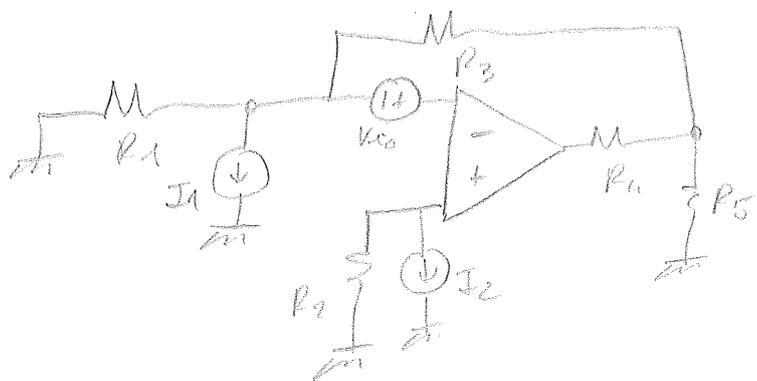
$$R_{V_0} = R_5 // \frac{1}{g_m} = 500 \Omega$$

5)



OpA ideale  
 $|V_{io}| = 5 \text{ mV}$   
 $I_B = 80 \text{ nA}$   
 $|I_o| = 20 \text{ nA}$

Essendo il guadagno di OpA  $\rightarrow \infty$   $R_4$  e  $R_5$  non intervengono nel calcolo dello sbilanciamento



$$\begin{cases} |I_1 - I_2| = 20 \text{ nA} \\ \frac{I_1 + I_2}{2} = 80 \text{ nA} \end{cases}$$

$$I_1 \begin{cases} 90 \text{ nA} \\ 70 \text{ nA} \end{cases}$$

$$I_2 \begin{cases} 70 \text{ nA} \\ 90 \text{ nA} \end{cases}$$

$$V_{O_{I_2}} = R_3 I_2$$

$$V_{O_{V_{io}}} = -V_{io} \left( 1 + \frac{R_3}{R_1} \right)$$