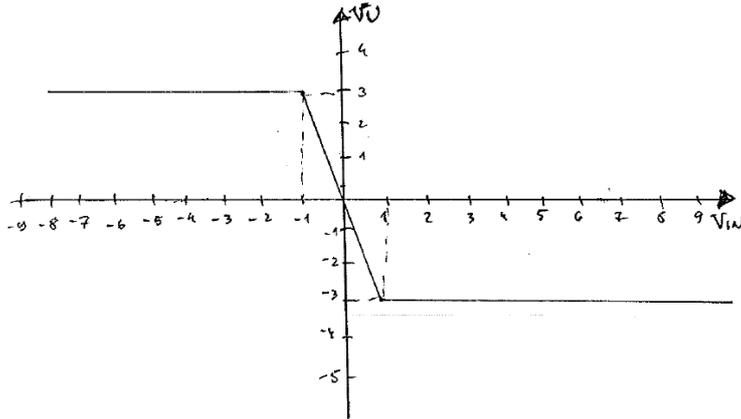


SCHEMA <b>A15_03</b>		Data: <b>18 Febbraio 2015</b>
Cognome	Nome	Matricola

### ESERCIZIO N°1

5 punti (4)

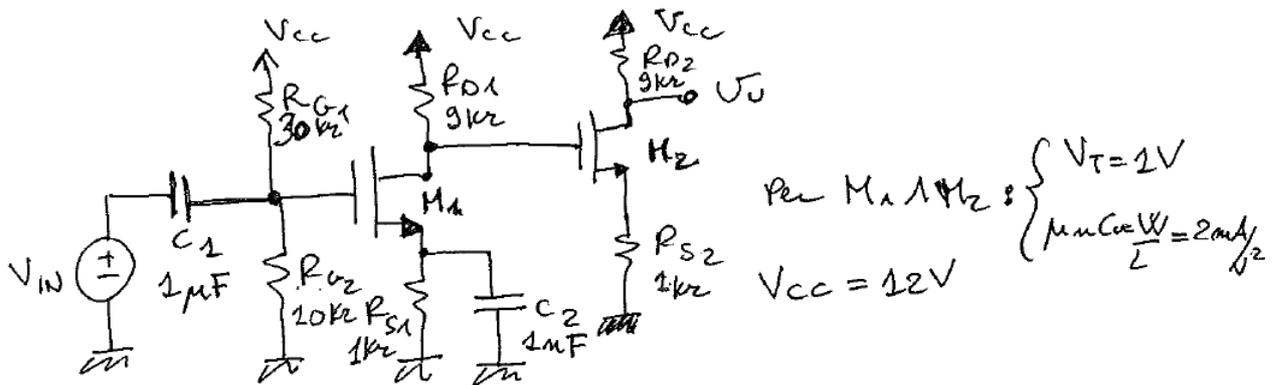
Si progetti e si dimensioni un circuito che possieda la caratteristica ingresso/uscita mostrata in figura. Tale caratteristica deve rimanere invariata indipendentemente dalla sorgente e dal carico che vengono applicati.



### ESERCIZIO N°2

8 punti (4)

Con riferimento al circuito in figura, determinare il punto di riposo dei transistori 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 i transistori MOSFET  $g_m = 2 \text{ mS}$ .

### ESERCIZIO N°4

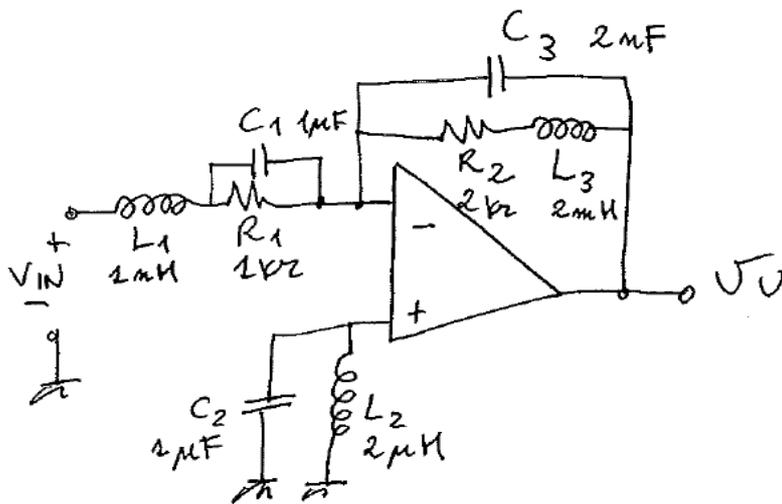
5 punti (4)

Si ricavi il parametro  $h_f$  di un sistema composto da due amplificatori di corrente in parallelo (si intende in parallelo sia per gli ingressi che per le uscite). Si supponga di conoscere i parametri dei due amplificatori  $h_{i1}$ ,  $h_{i2}$ ,  $h_{r1}$ ,  $h_{r2}$ ,  $h_{o1}$ ,  $h_{o2}$ ,  $h_{f1}$  e  $h_{f2}$ .

### ESERCIZIO N°5

6 punti (4)

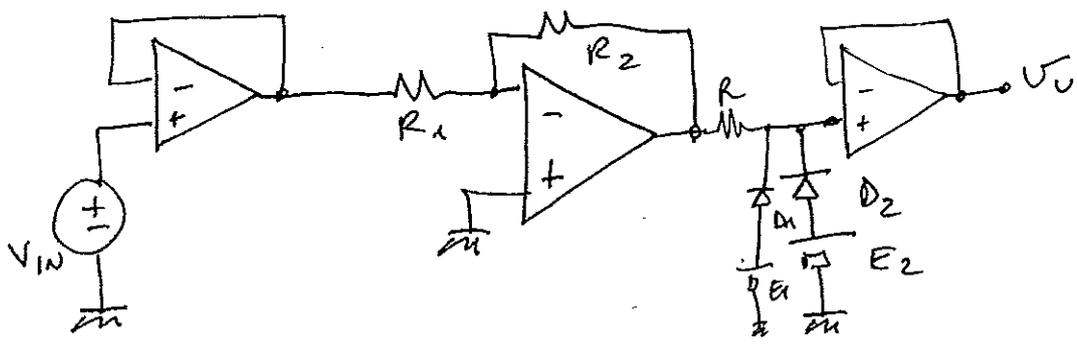
Ricavare il massimo sbilanciamento in uscita del circuito mostrato in figura. Si consideri l'amplificatore operazionale ideale.



$$I_B = 80 \mu A$$
$$I_{io} = 20 \mu A$$
$$V_{io} = 5 mV$$

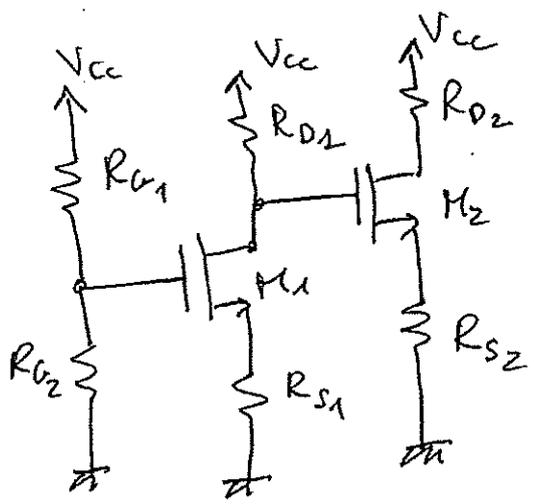
2) Una possibile soluzione è la seguente

2



$D_1$  e  $D_2$  ideali  
 $E_1 = 3V$   
 $E_2 = -3V$   
 $R_1 = 1k\Omega$   
 $R_2 = 3k\Omega$

2)



$$V_G = \frac{R_{D2}}{R_{G1} + R_{D2}} V_{CC} = 3V$$

$$V_{GS2} = V_G - R_{S1} I_{DS1} = V_G - R_{S1} \frac{k}{2} (V_{GS1} - V_T)^2$$

$$\frac{R_{S1} k}{2} V_{GS1}^2 - \left( R_{S1} \frac{k}{2} V_T - 1 \right) V_{GS1} - V_G + R_{S1} \frac{k}{2} V_T^2 = 0$$

$$V_{GS1}^2 - V_{GS1} - 2 = 0$$

$$V_{GS1} = \begin{cases} 2V \\ -1V \end{cases} \quad \underline{\underline{OK}} \quad V_{GS1} > V_T$$

$$I_{DS1} = 2 \text{ mA}$$

$$V_{D1} = V_{CC} - R_{D1} I_{D1} = 3V$$

(2)

$$V_{D_{S1}} = V_{D1} - V_{S1} = 2V \geq V_{GS1} - V_T = 1V \quad \text{OK saturazione per } M_1$$

$$\underline{V_{D1} = V_{G2} = 3V}$$

$$V_{G1} = V_{G2}$$

$$R_{S1} = R_{S2}$$

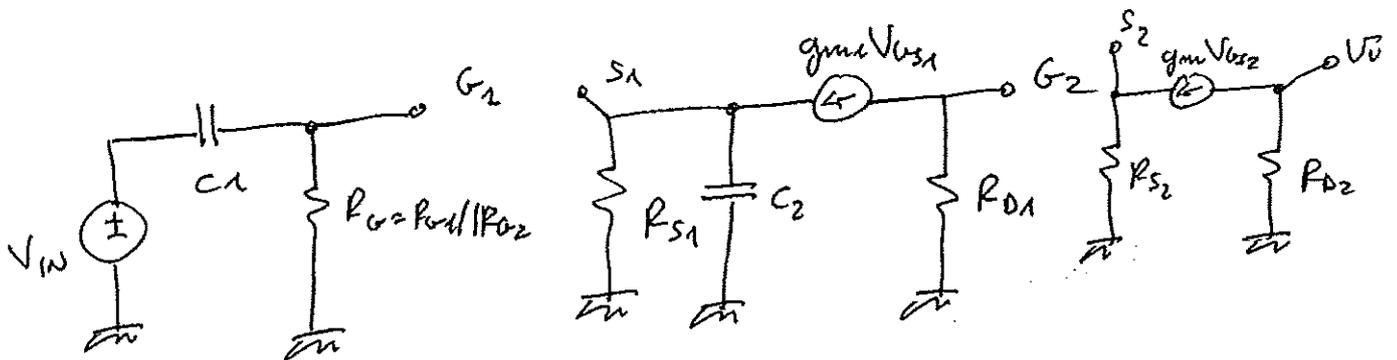
$M_1$  e  $M_2$  hanno  
gli stessi parametri ( $k$  e  $V_T$ )

$$\Rightarrow \begin{cases} I_{D_{S1}} = I_{D_{S2}} = 1 \text{ mA} \\ V_{GS2} = 2V \end{cases}$$

$$V_{D_{S2}} = V_{D2} - V_{S2} = V_{CC} - R_{D2} I_{D_{S2}} - R_{S2} I_{D_{S2}} = 3V \geq V_{GS2} - V_T = 1V$$

Quindi OK saturazione  $M_2$

3)



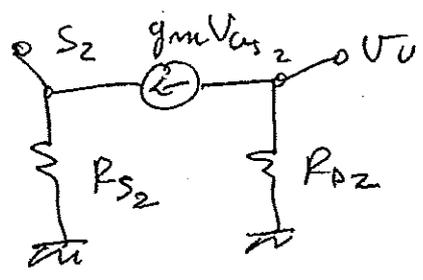
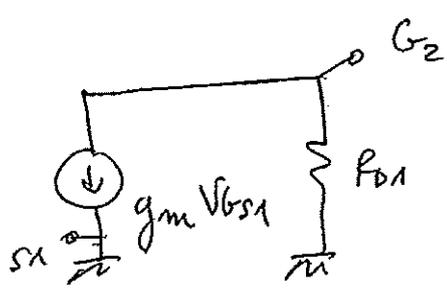
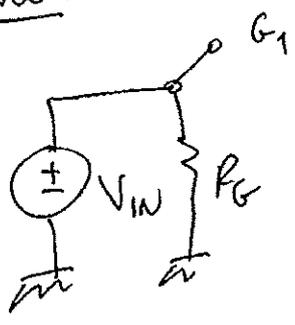
$$g_{m1} = g_{m2} = g_m = 2 \text{ mS}$$

$$A_V(s) = \frac{A_{V00} s(s + \omega_0)}{(s + \omega_{p1})(s + \omega_{p2})}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{R_{S1} C_2} = 2 \text{ Mrad/s} ; \quad \omega_{p2} = \frac{1}{C_1 R_{G1} \parallel R_{D2}} = 133,3 \text{ rad/s}$$

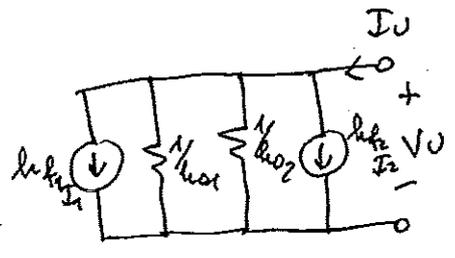
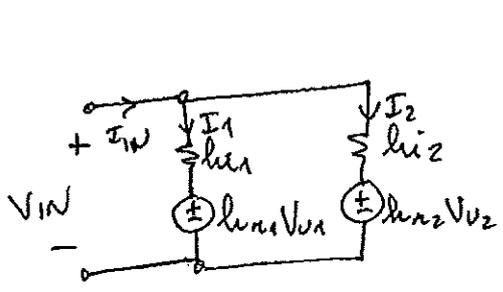
$$\omega_{p1} = \frac{1}{(R_{S1} \parallel \frac{1}{g_m}) C_2} = 3 \text{ Mrad/s}$$

$A_{voo}$ :



$$A_{voo} = \frac{g_m R_{D2}}{1 + g_m R_{S2}} \cdot g_m R_{D1} = 108 \text{ (40, 67 dB)}$$

4)



$$h_f = \frac{I_U}{I_{IN}} \Big|_{V_U=0V}$$

Assumi  $V_{b1} = V_{b2} = V_U = 0V$

$$I_U = h_{f1} I_1 + h_{f2} I_2$$

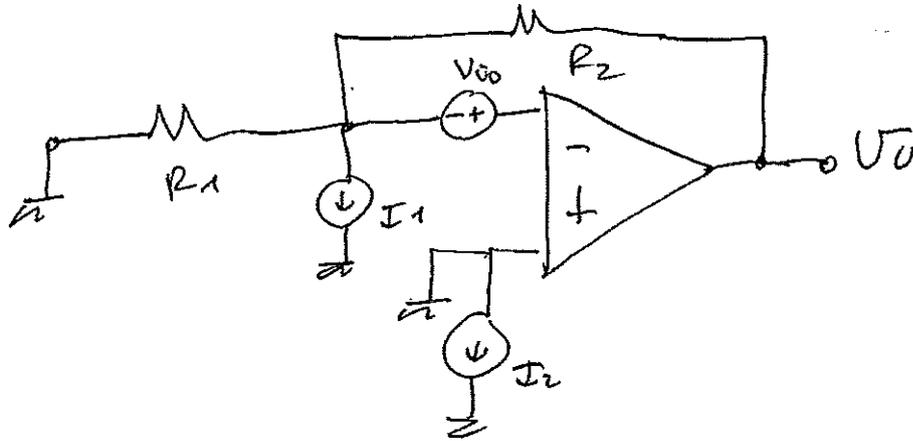
$$I_1 = \frac{h_{i2}}{h_{i1} + h_{i2}} I_{IN}$$

$$I_2 = \frac{h_{i1}}{h_{i1} + h_{i2}} I_{IN}$$

$$h_f = \frac{h_{f1} h_{i2} + h_{f2} h_{i1}}{h_{i1} + h_{i2}}$$

4

5) Il circuito per  $f \rightarrow 0$  risulta essere



$$V_{O_{MAX}} = R_2 I_1 - V_{io} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

Per  $I_1 = 90 \mu A$  e  $V_{io} = -5 mV$

$$V_{O_{MAX}} = 15,180 mV$$