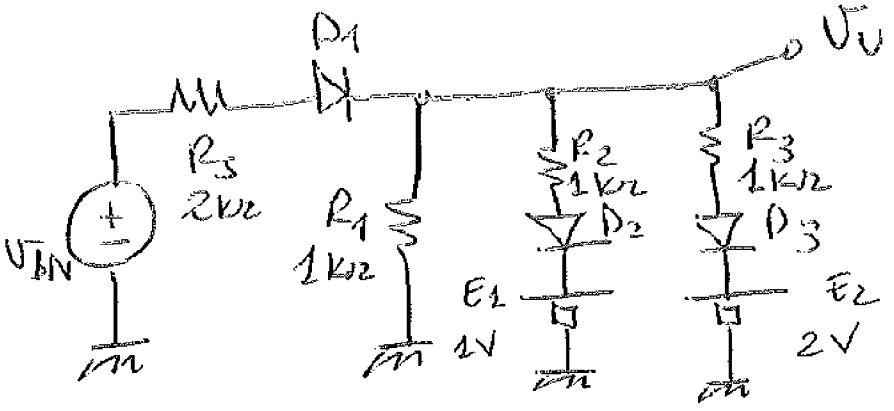
SCHEDA **A13_08** Data: **12 Settembre 2013**

Cognome Nome Matricola

ESERCIZIO N°1

6 punti (4)

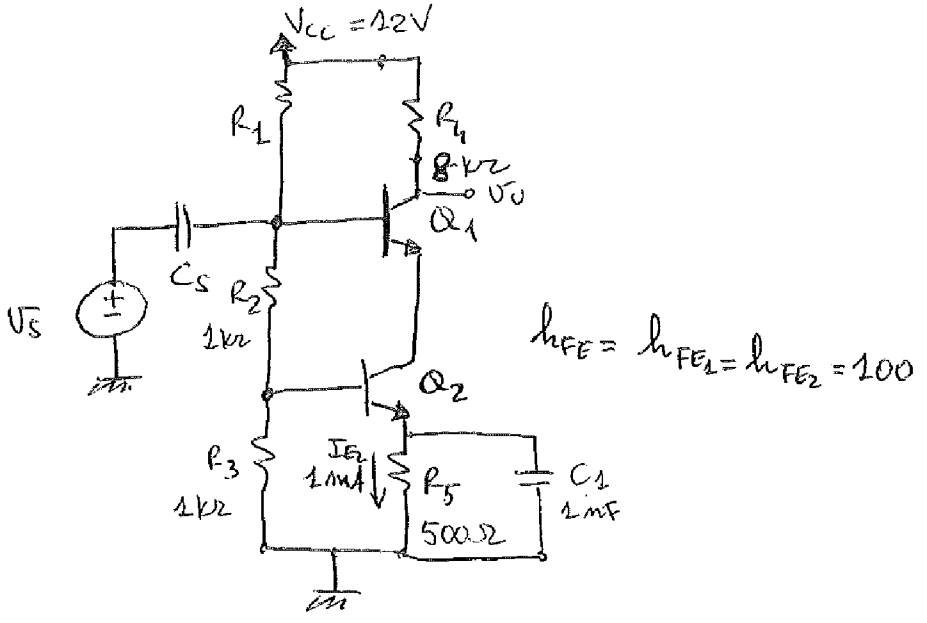
Ricavare l'espressione analitica della caratteristica ingresso-uscita nell'intervallo di V_{IN} [-20V; 20 V]. Si considerino per entrambi i diodi $V_\gamma = 0$ V.



ESERCIZIO N°2

8 punti (4)

Con riferimento al circuito in figura, determinare R_1 e il punto di riposo dei transistori Q_1 e Q_2, sapendo che I_{E2} = 1 mA. Per entrambi i transistori si considerino gli stessi parametri. **Si utilizzi una precisione numerica fino alla quarta cifra significativa**.



ESERCIZIO N°3

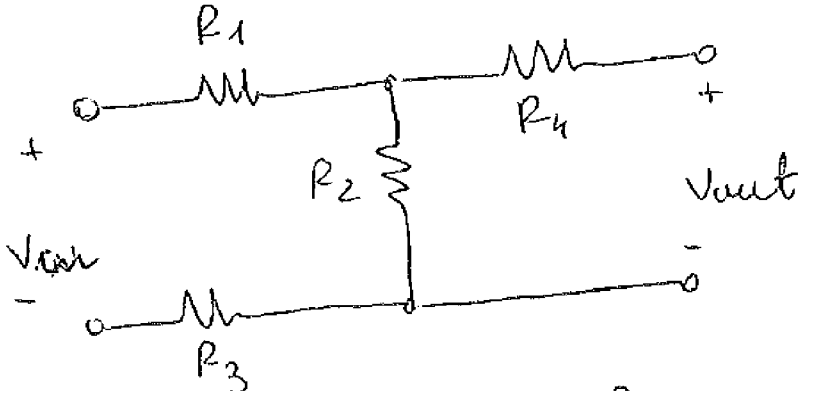
8 punti (4)

Nel circuito mostrato nell'esercizio precedente, si ricavi: 1) l'amplificazione per frequenze infinite 2) gli zeri della funzione di trasferimento $Av(s)=V_U/V_S$. Per entrambi i transistori si consideri h_{ie} = 4.8 kΩ , h_{fe}=300, h_{oe}=0 S.

ESERCIZIO N°4

6 punti (4)

Si ricavino i parametri *g* del circuito mostrato in figura.

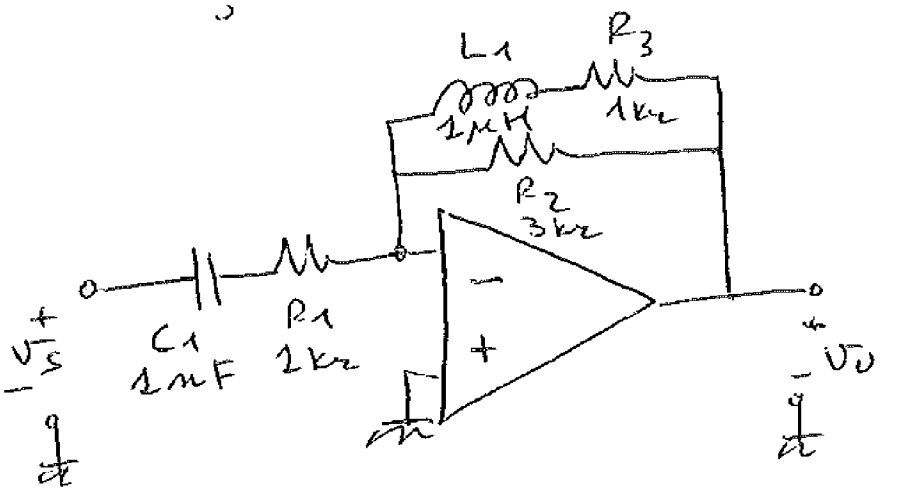


$R_1 = 1\,k\Omega$
$R_2 = 1\,k\Omega$
$R_3 = 1\,k\Omega$
$R_4 = 1\,k\Omega$

ESERCIZIO N°5

5 punti (4)

Ricavare la funzione di trasferimento $Av(s)=V_U/V_{IN}$ del circuito mostrato in figura. Si consideri l'amplificatore operazionale ideale.



1) Per $V_{IN} \leq 0V$, D_1 OFF, D_2 OFF, D_3 OFF

Quindi $V_U = 0V$

Per $0V < V_{IN} \leq 1V$, D_1 ON, D_2 OFF, D_3 OFF

$$V_U = \frac{R_1}{R_1+R_S} V_{IN} \qquad \text{con } \frac{R_1}{R_1+R_S} = 0{,}333$$

Per $1V < V_{IN} \leq 2V$, D_1 ON, D_2 ON, D_3 OFF

$$V_U = \frac{R_2 \| R_1}{R_2 \| R_1 + R_S} (V_{IN} - V_{IN}') + E_1$$

$$\text{Con } \frac{R_2 \| R_1}{R_2 \| R_1 + R_S} = 0{,}2$$

$$V_{IN}' = 3V$$

Per $V_{IN} > 2V$, D_1 ON, D_2 ON, D_3 ON

$$V_U = \frac{R_3 \| R_2 \| R_1}{R_3 \| R_2 \| R_1 + R_S} (V_{IN} - V_{IN}'') + E_2$$

$$\text{con } \frac{R_3 \| R_2 \| R_1}{R_3 \| R_2 \| R_1 + R_S} = 0{,}1429$$

$$V_{IN}'' = 8V$$

2) $V_{B2} = V_{BEON} + R_5 I_{E2} = 1,2\,V$

$I_{R3} = \frac{V_{B2}}{R_3} = 1,2\,mA$

$I_{R2} = I_{R3} + I_{B2}$ $\qquad I_{B2} = \frac{I_{E2}}{h_{FE}+1} = 9,901\,\mu A$

Quindi $I_{R2} = 1,211\,mA$

$I_{C2} = h_{FE} I_{B2} = 0,9901\,mA = I_{E1}$

$I_{B1} = \frac{I_{E1}}{h_{FE}+1} = 9,803\,\mu A$

$V_{B1} = R_2 I_{R2} + V_{B1} = 2,41\,V$

$I_{R1} = I_{R2} + I_{B1} = 1,22\,mA$

$I_{C1} = I_{B1} \cdot h_{FE} = 0,9803\,mA$

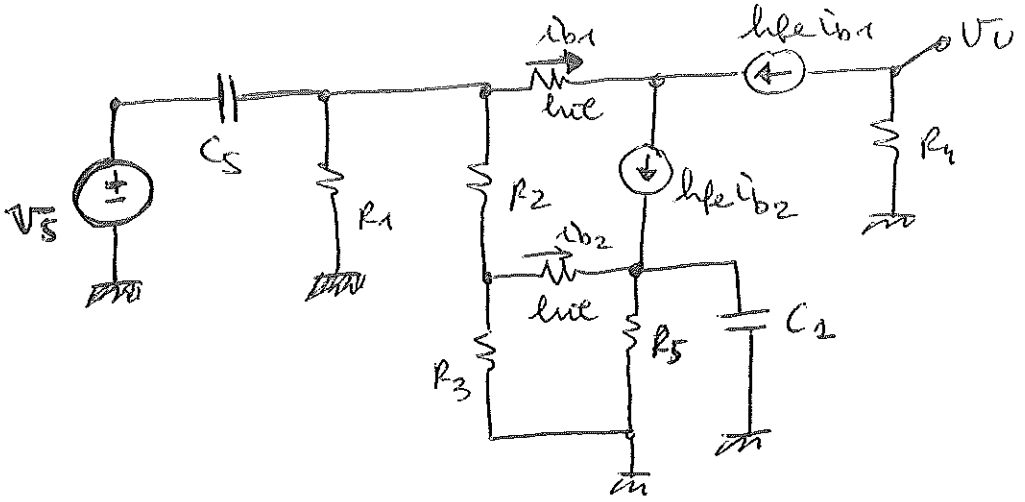
$V_{C1} = V_{CC} - R_4 I_{C1} = 4,158\,V$

$V_{CE1} = V_{C1} - V_{E1} = V_{C1} - V_{B1} + V_{BEON} = 2,448\,V$ $\qquad$ Q_1 in zona attiva diretta

$V_{CE2} = V_{C2} - V_{E2} = V_{B1} - V_{BEON} - V_{E2} = V_{B1} - V_{BEON} - R_5 I_{E2} =$

$= 1,21\,V$ $\qquad$ Q_2 in zona attiva diretta

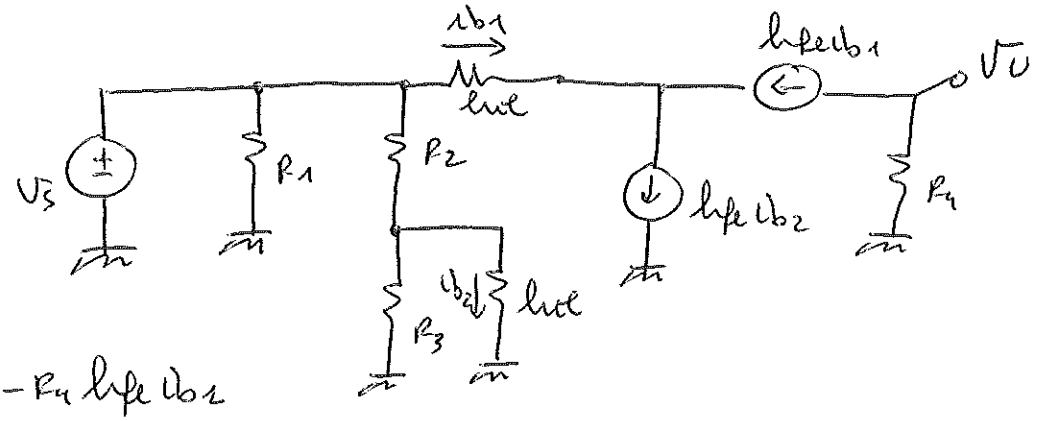
3)



$A_V(s)$ avrà la seguente forma

$$A_V(s) = \frac{A_{V\infty} \cdot s\,(s+\omega_0)}{(s+\omega_{p1})(s+\omega_{p2})}$$

$A_{V\infty}$



$$V_U = -R_4 h_{fe} i_{b2}$$

$$h_{fe} i_{b2} = (h_{fe}+1) i_{b1} \Rightarrow i_{b2} = \left[\frac{h_{fe}+1}{h_{fe}}\right] i_{b1}$$

$$V_S = h_{ie} i_{b2} + R_2 \left[i_{b2} + \frac{h_{ie} i_{b2}}{R_3} \right]$$

$$V_S = \left[h_{ie} + R_2 + \frac{R_2 h_{ie}}{R_3} \right] i_{b2}$$

Quindi $V_U = -R_4 h_{fe} \frac{h_{fe}}{h_{fe}+1} \frac{V_S}{h_{ie} + R_2 \frac{R_2 h_{ie}}{R_3}}$

$$A_{V\infty} = -\frac{h_{fe}^2 \cdot R_4}{(h_{fe}+1)\left(h_{ie} + R_2 \frac{R_2 h_{ie}}{R_3}\right)} = -225{,}7$$

Se $R_5 // \frac{1}{C_1 s} \to +\infty \Rightarrow i_{b2} = 0$

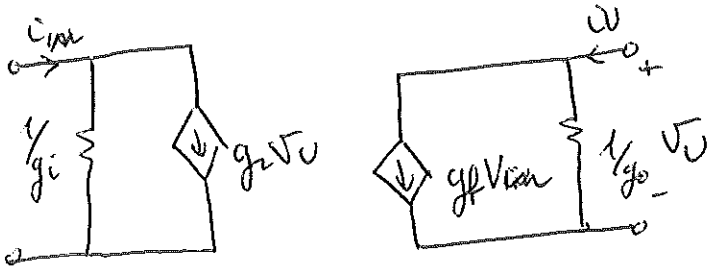
Ma allora anche $i_{b1} = 0 \Rightarrow V_U = 0$

Quindi gli zeri sono in

$$S_{z1} = 0 \text{ rad/sec}$$

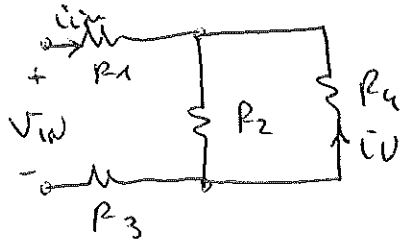
$$S_{z2} = \frac{1}{R_5 C_1} = 2 \text{ Mrad/sec}$$

4)



$$\begin{cases} i_U = g_f V_{in} + g_o V_U \\ i_{in} = g_i V_{in} + g_r V_U \end{cases}$$

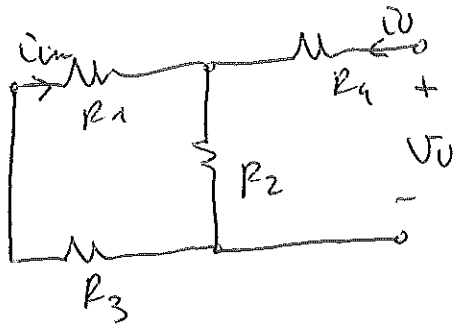
$$g_f = \left.\frac{i_U}{V_{in}}\right|_{V_U = 0}$$



$$i_{in} = \frac{V_{in}}{R_1 + R_3 + R_2 // R_4}$$

$$i_U = -\frac{R_2}{R_4 + R_2} i_{in} \Rightarrow g_f = -\frac{R_2}{R_4 + R_2} \cdot \frac{1}{R_1 + R_3 + R_2 // R_4} = -2 \cdot 10^{-4} \, S$$

$$g_o = \left.\frac{i_U}{V_U}\right|_{V_{IN}=0}$$



$$g_o^{-1} = R_4 + R_2 \,||\, (R_1 + R_3) =$$

$$= 1{,}667\ k\Omega$$

$$g_o = 6 \cdot 10^{-4}\ S$$

$$g_m = \left.\frac{i_{in}}{V_U}\right|_{V_{IN}=0} \qquad i_{in} = \frac{-i_U R_2}{R_2 + R_3 + R_1}$$

$$i_U = g_o V_U$$

$$g_m = -\frac{R_2}{R_3 + R_2 + R_1} \cdot g_o = -2 \cdot 10^{-4}\ S$$

$$g_i = \left.\frac{i_{in}}{V_{IN}}\right|_{V_U=0} \qquad g_i = \left[R_1 + R_2 \,||\, R_4 + R_3\right]^{-1} =$$

$$= 4 \cdot 10^{-4}\ S$$