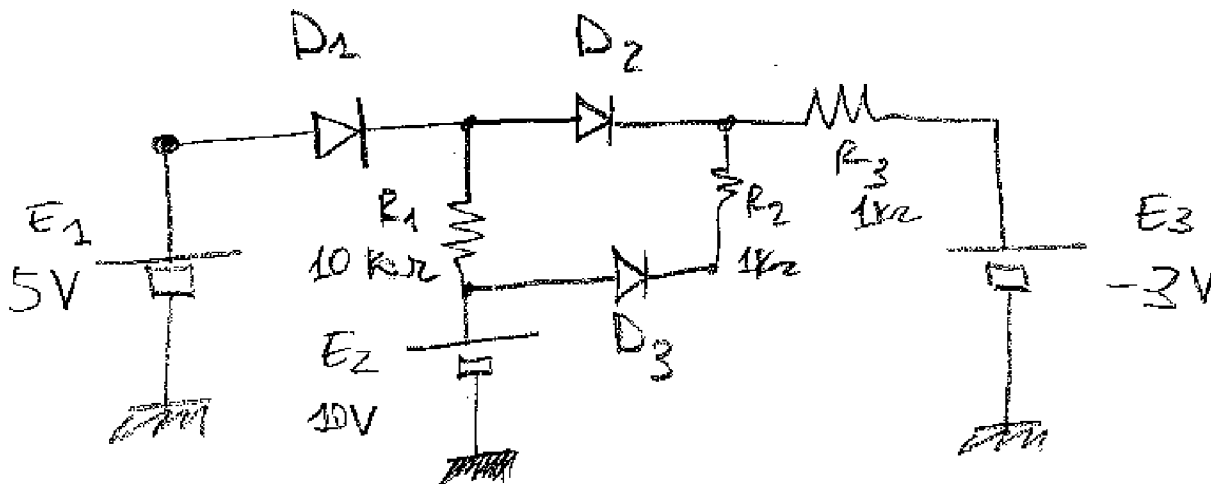


ESERCIZIO N°1

7 punti (4)

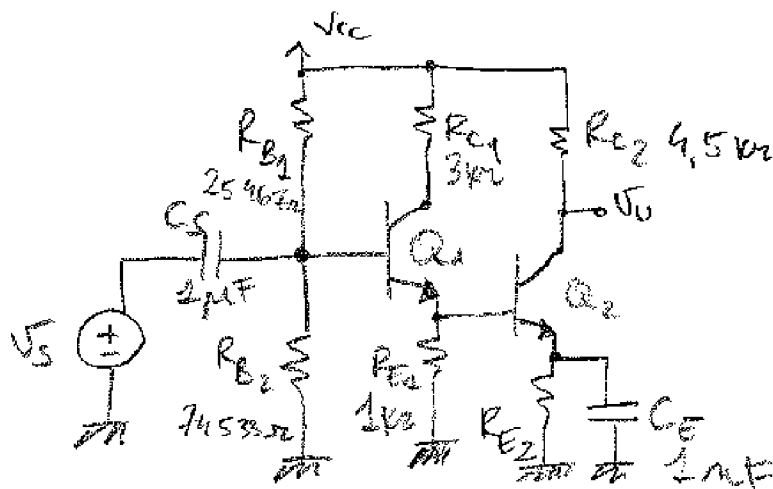
Con riferimento al circuito in figura, ricavare le tensioni e le correnti in tutti i nodi e rami. Si considerino i diodi ideali.



ESERCIZIO N°2

8 punti (4)

Con riferimento al circuito in figura, determinare il punto di riposo dei transistori Q_1 e Q_2 e il valore della resistenza R_{E2} per cui la corrente di emettitore in entrambi i BJT e' pari a 2 mA. Per entrambi i transistori si considerino li stessi parametri. **Si utilizzi una precisione numerica fino alla quarta cifra significativa.**



$V_{cc} = 12V$
 $h_{FE1} = h_{FE2} = h_{FE} = 100$
 $I_{E1} = I_{E2} = 2mA$

ESERCIZIO N°3

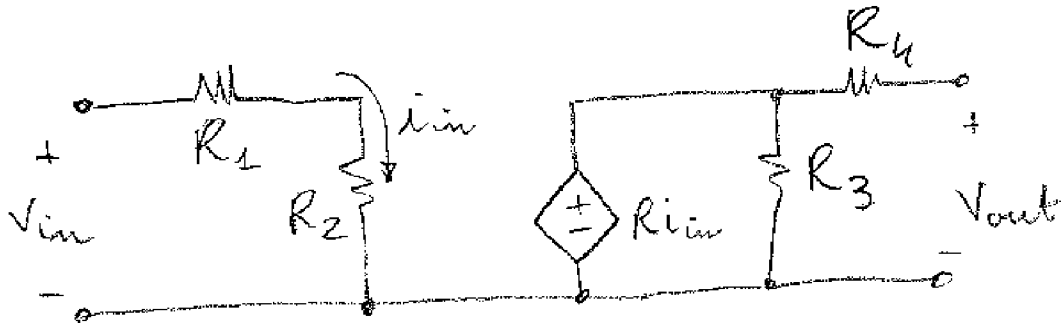
8 punti (4)

Ricavare il circuito per piccoli segnali dell'amplificatore mostrato nella figura dell'esercizio precedente (considerando $h_{ie1}=h_{ie2}=4.8 \text{ k}\Omega$, $h_{fe1}=h_{fe2}=300$, $h_{oe1}=h_{oe2}=0 \text{ S}$ e $R_{E2}=600 \text{ }\Omega$) e calcolare la funzione di trasferimento $A_v(s)=V_u(s)/V_s(s)$. Disegnare il diagramma asintotico di Bode del modulo. Quotare opportunamente li assi verticali e orizzontali e riportare il valore numerico di eventuali plateau. Si utilizzi una precisione numerica fino alla quarta cifra significativa.

ESERCIZIO N°4

5 punti (4)

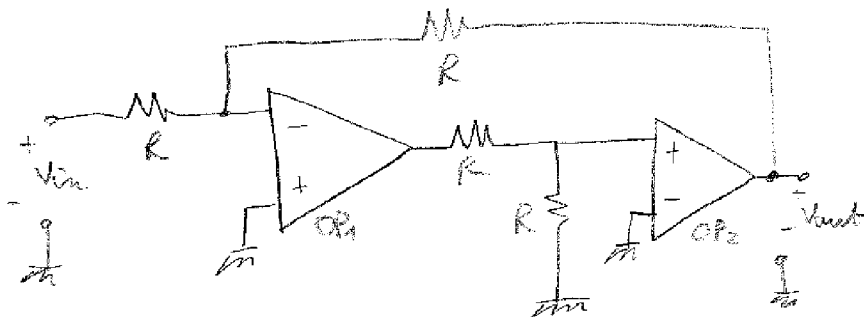
Si ricavino i parametri g del circuito mostrato in figura.



ESERCIZIO N°5

5 punti (4)

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



$$I_{Bias} = 80 \mu\text{A} = \frac{I_1 + I_2}{2}$$

$$I_{cc} = 20 \mu\text{A} = |I_1 - I_2|$$

$$V_{AO} = 5 \text{ mV}$$

$$R = 1 \text{ k}\Omega$$

$$\text{OP1: } A_{vol} = 100$$

$$R_{in} \rightarrow +\infty$$

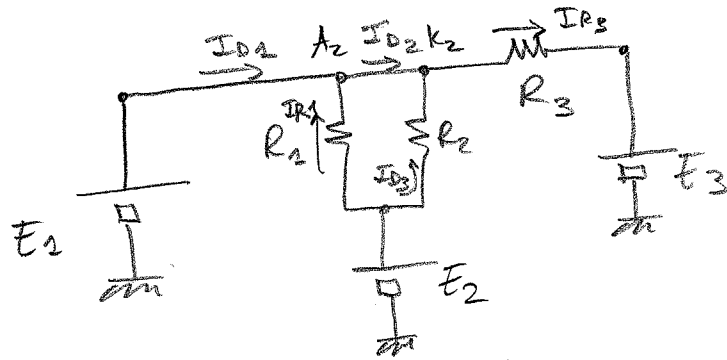
$$R_{out} = 0$$

$$\text{OP2: } A_{vol} \rightarrow +\infty$$

$$R_{in} \rightarrow +\infty$$

$$R_{out} = 0$$

1) Suppongo D_1, D_2, D_3 ON. Poi verifico.



$$V_{A_2} = 5V$$

$$I_{D_3} = \frac{E_2 - E_1}{R_2} = 5mA$$

D_3 ON verificato

$$I_{R_3} = \frac{E_1 - E_3}{R_3} = 8mA$$

$$I_{D_2} = I_{R_3} - I_{D_3} = 3mA$$

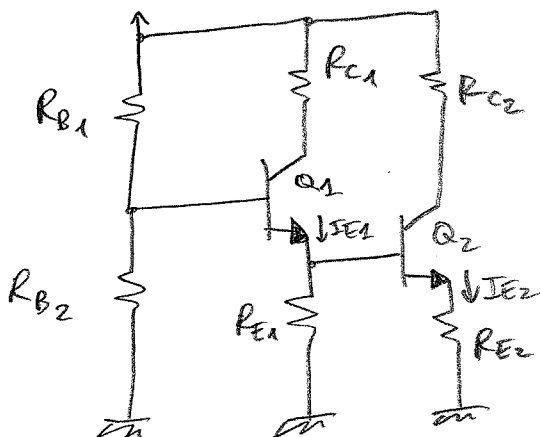
D_2 ON verificato

$$I_{R_1} = \frac{E_2 - E_1}{R_1} = 0,5mA$$

$$I_{D_1} = I_{D_2} - I_{R_1} = 2,5mA$$

D_1 ON verificato

2) Il circuito da risolvere è il seguente



Sappiamo che $I_{E1} = I_{E2} = 2mA$

$$I_{B2} = \frac{I_{E2}}{\beta_{FE} + 1} = 1,98 \cdot 10^{-5}A$$

$$I_{RE2} = I_{E2} - I_{B2} = 1,98mA$$

$$V_{E2} = I_{RE2} R_{E2} = 1,98V$$

②

$$V_{E2} = V_{BE2} + R_{E2} I_{E2} \Rightarrow R_{E2} = \frac{V_{E1} - V_{BE2}}{I_{E2}} = 640 \Omega$$

$$V_{B1} = V_{E1} + V_{BE2} = 2,68 \text{ V}$$

$$I_{C1} = I_{E1} \frac{h_{FE}}{h_{FE} + 1} = 1,98 \text{ mA} = I_{C2}$$

$$V_{C1} = V_{CC} - R_{C1} I_{C1} = 6,059 \text{ V}$$

$$V_{CE2} = V_{C1} - V_{E2} = 4,079 \text{ V}$$

Saturazione Q1 OK

$$V_{C2} = V_{CC} - R_{C2} I_{C2} = 3,09 \text{ V}$$

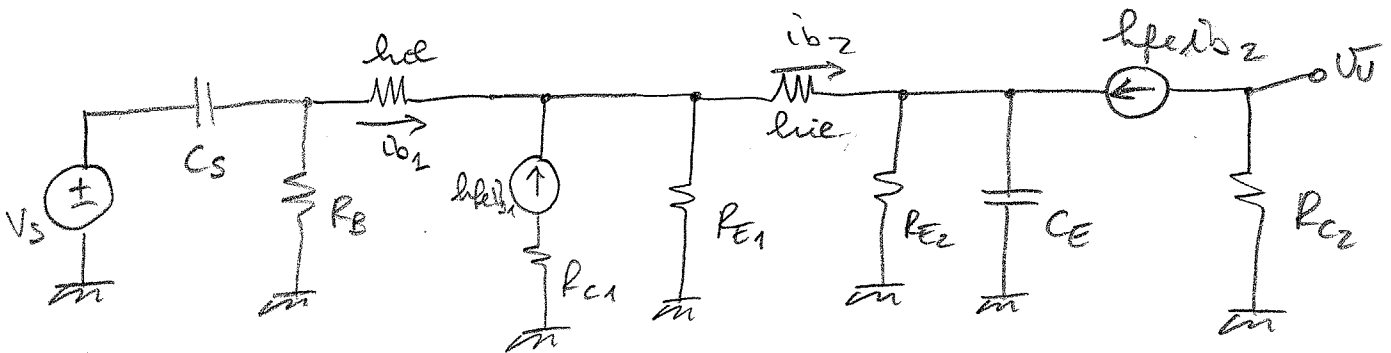
$$V_{CE2} = V_{C2} - V_{E2} = 1,81 \text{ V}$$

Saturazione Q2 OK

3) $h_{ie} = 4,8 \text{ k}\Omega$
 $h_{fe} = 300$

$$R_E = 600 \Omega$$

$$R_B = R_{B1} \parallel R_{B2} = 18981 \Omega$$



$$A_v(s) = \frac{A_{v0} s (s + \omega_0)}{(s + \omega_{p1})(s + \omega_{p2})}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{R_{E2} C_E} = 1,667 \text{ Mrad/sec}$$

ω_{p1} e ω_{p2} li considero molto separati in frequenza (3)
(ipotesi che poi devo verificare)

$$\omega_{p1} = \frac{1}{C_s R_{vcs}^0}$$

R_{vcs}^0 = Resistenza vista da C_s , quando C_E è aperto)

$$R_{vcs}^0 = R_B \parallel \left\{ h_{ie} + \left[R_{E2} \parallel \left(h_{ie} + R_{E2} (h_{fe} + 1) \right) \right] (h_{fe} + 1) \right\} =$$
$$= 17,866 \text{ k}\Omega$$

$$\omega_{p1} = 55,97 \text{ rad/sec}$$

$$\omega_{p2} = \frac{1}{C_E R_{vce}}$$

R_{vce} = Resistenza vista da C_E , quando C_s è cortocircuitato.

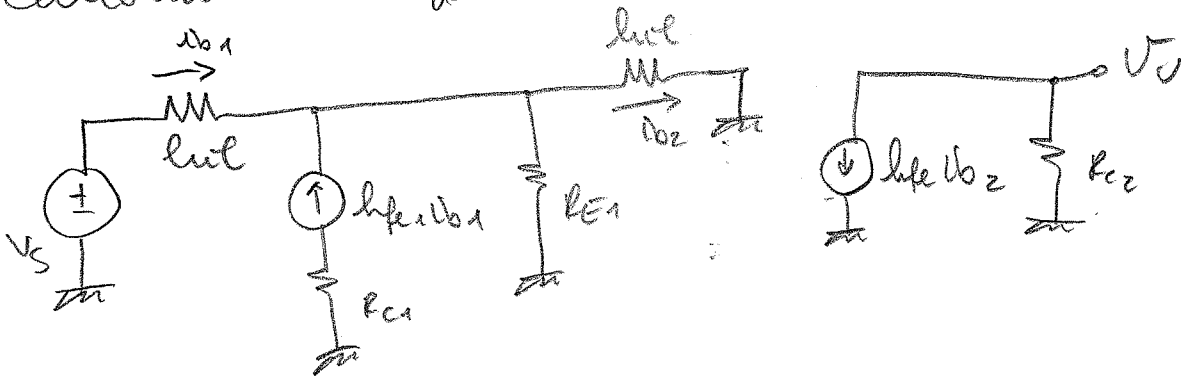
$$R_{vce} = R_{E2} \parallel \left[\frac{h_{ie} + R_{E2} \parallel \frac{h_{ie}}{h_{fe} + 1}}{h_{fe} + 1} \right] = 15,58 \text{ k}\Omega$$

$$\omega_{p2} = 64,17 \text{ Mrad/sec}$$

Quindi l'ipotesi $\omega_{p1} \gg \omega_{p2}$ è verificata

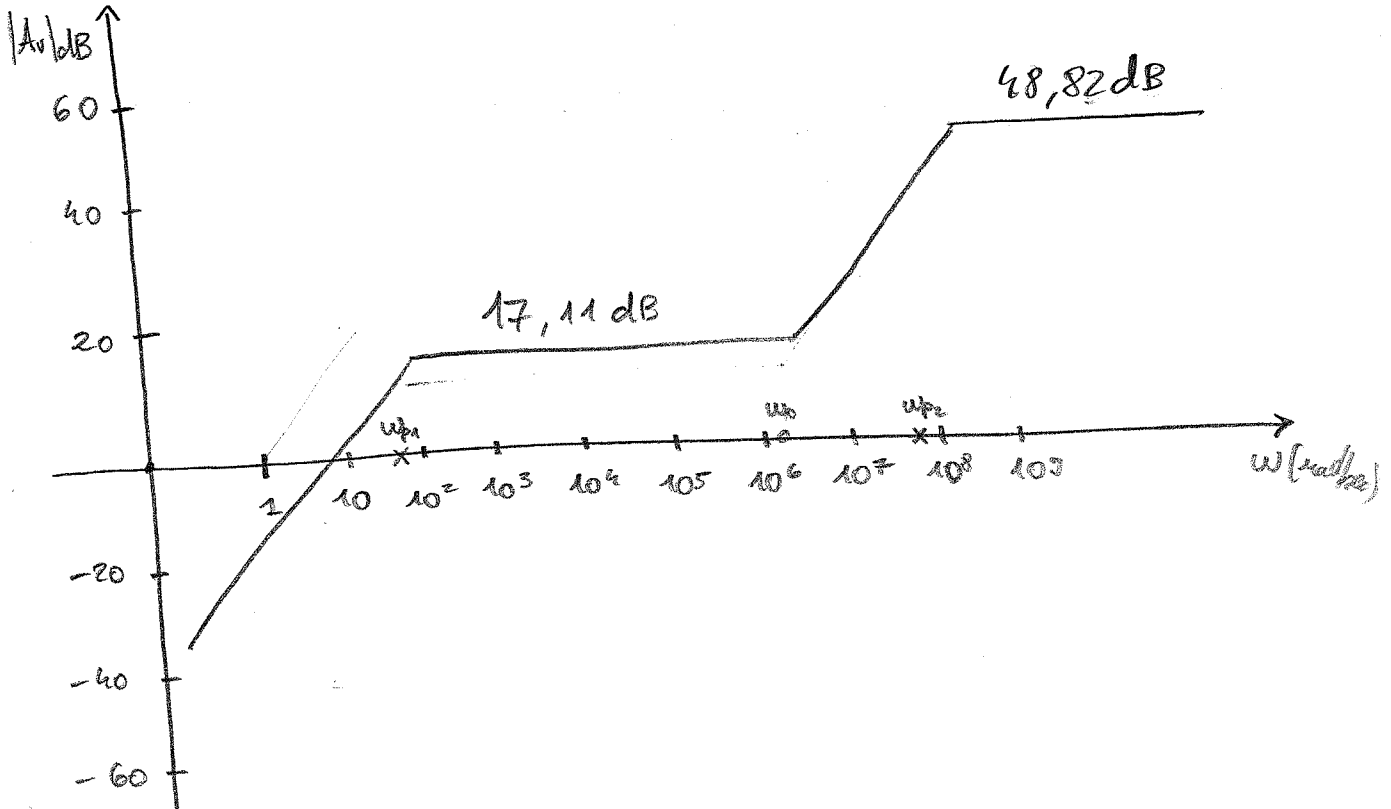
Calcoliamoci $A_{V\infty}$

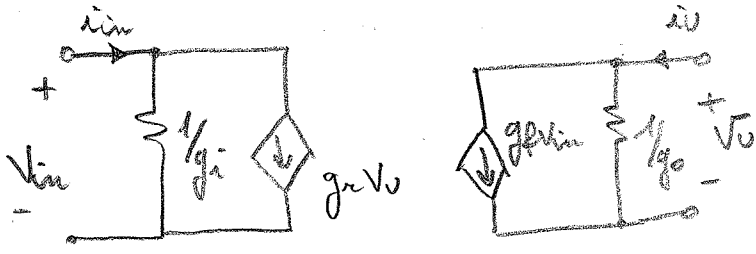
(9)



$$A_{V\infty} = - R_{C2} h_{fe} \frac{(h_{fe} + 1) R_{E1}}{R_{E1} + h_{le}} \frac{1}{h_{le} + (R_{E1} \parallel h_{le})(h_{fe} + 1)}$$

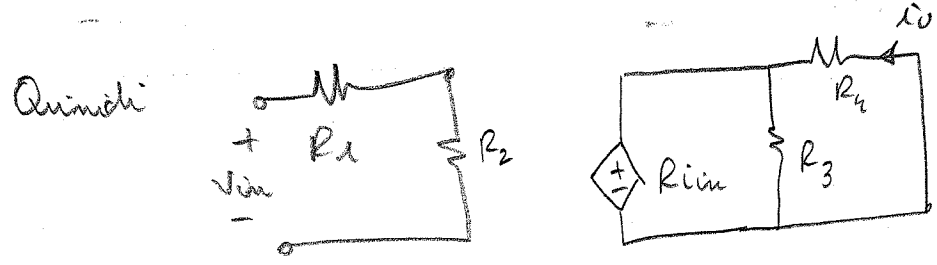
$$= - 275,9 \quad (48,82 \text{ dB})$$





$$\begin{cases} i_o = g_f V_{in} + g_o V_o \\ i_{in} = g_i V_{in} + g_r V_o \end{cases} \quad g_r = 0$$

$$g_f = \left. \frac{i_o}{V_{in}} \right|_{V_o=0}$$



$$i_o = -\frac{R_{i_{in}}}{R_4} \quad i_{in} = \frac{V_{in}}{R_1 + R_2}$$

Quindi

$$g_f = -\frac{R}{R_4} \cdot \frac{1}{R_1 + R_2}$$

$$g_o = \left. \frac{i_o}{V_o} \right|_{V_{in}=0} \quad \text{Se } V_{in}=0 \Rightarrow i_{in}=0$$

Quindi

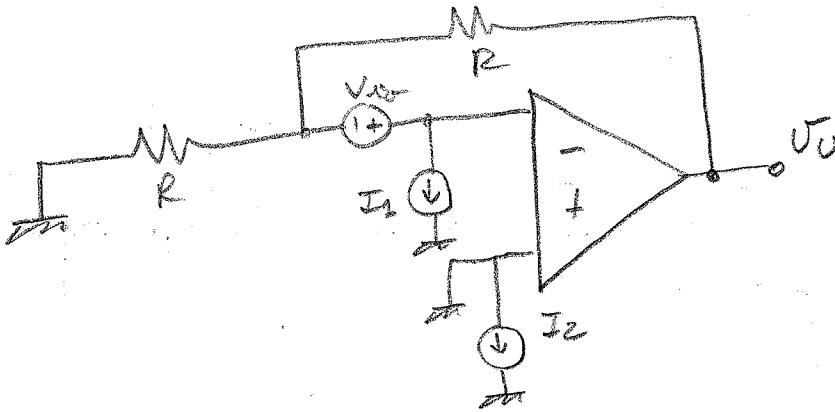
$$g_o = \frac{1}{R_4}$$

Resta

$$g_i = \left. \frac{i_{in}}{V_{in}} \right|_{V_o=0} = \frac{1}{R_1 + R_2}$$

6

6) Essendo A_{od} di $OP_2 \rightarrow +\infty$, in ingresso a OP_2 è sempre verificato il corto circuito virtuale, quindi il circuito da risolvere è il seguente



$$V_{U_{\text{max}}} = RI_2 - V_{io} \left(1 + \frac{R}{R}\right)$$

Scego $V_{io} = -5 \text{ mV}$ e $I_2 = I_{\text{Bias}} + \frac{I_{io}}{2} = 90 \mu\text{A}$

Quindi $V_{U_{\text{max}}} = 5,00 \text{ mV}$