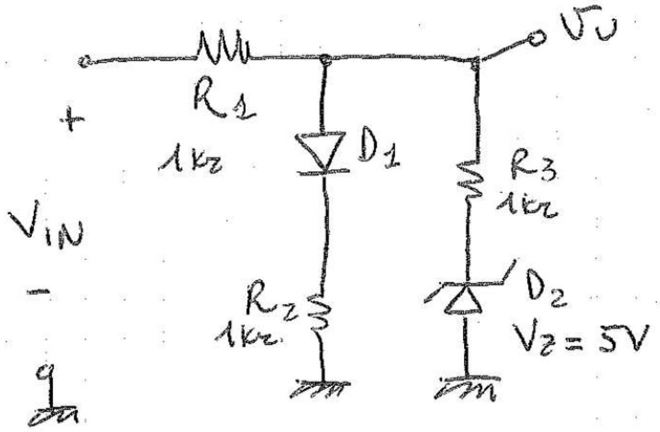
SCHEDA **A13_07**		Data: **22 luglio 2013**
Cognome	Nome	Matricola

ESERCIZIO N°1

6 punti (4)

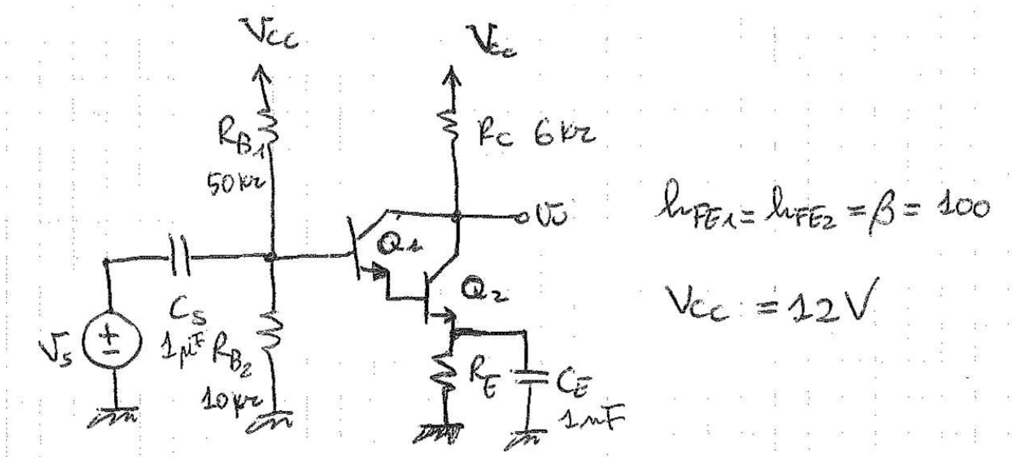
Con riferimento al circuito in figura, ricavare la caratteristica ingresso-uscita nell'intervallo di V_{IN} [-20 V; 20 V]. Si considerino per entrambi i diodi $V_\gamma = 0$ V.



ESERCIZIO N°2

8 punti (4)

Con riferimento al circuito in figura, determinare il valore di R_E per cui la corrente I_{E2} = 1 mA e determinare il punto di riposo dei transistori Q_1 e Q_2. Per entrambi i transistori si considerino li stessi parametri. **Si utilizzi una precisione numerica fino alla terza cifra significativa**.



ESERCIZIO N°3

9 punti (4)

Ricavare la funzione di trasferimento $Av(s)=V_U/V_S$ del circuito mostrato nell'esercizio precedente. Si consideri R_E=1 kΩ. Per entrambi i transistori si consideri h_{ie} = 4.8 kΩ , h_{fe}=300, h_{oe}=0 S. Disegnare il diagramma di Bode del modulo di $Av(s)$.

ESERCIZIO N°4

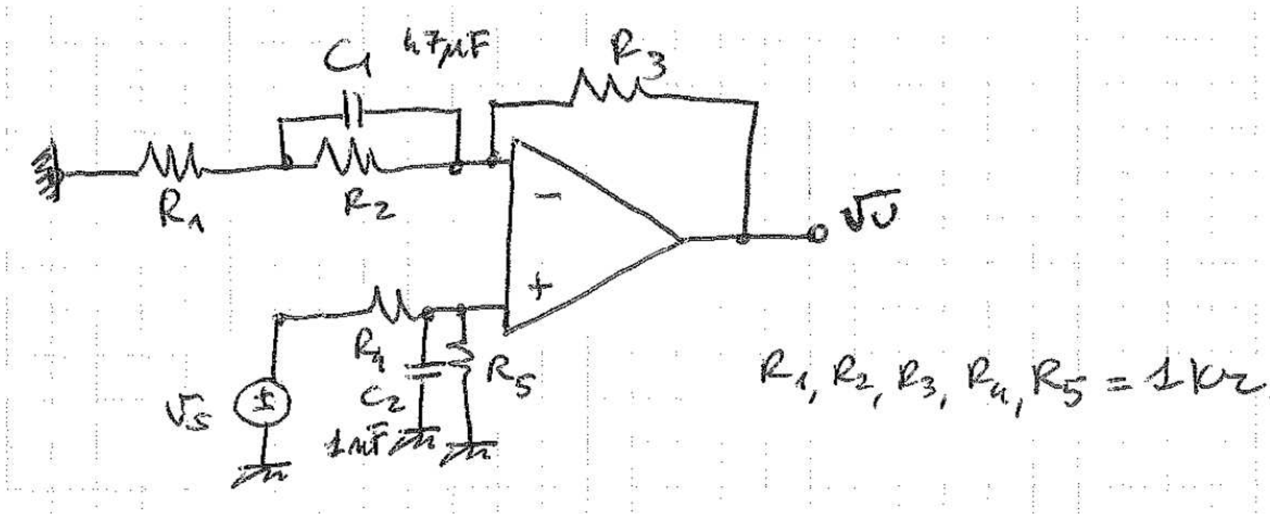
5 punti (4)

Si ricavi il parametro f_i dell'amplificatore di tensione composto da due amplificatori di tensione in cascata di cui si conoscano i parametri f_{i1}, f_{r1}, f_{o1}, f_{f1}, f_{i2}, f_{o2} e f_{f2}. Si consideri $f_{r2}=0$.

ESERCIZIO N°5

5 punti (4)

Ricavare i poli della funzione di trasferimento $Av(s)=V_U/V_{IN}$ del circuito mostrato in figura, **attraverso il metodo della resistenza vista**. Si consideri l'amplificatore operazionale ideale.



1) Consideriamo $V_{IN} > 0\,V$

D_1 entra subito in conduzione quindi

$$V_U = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_{IN}$$

Quando $V_U = V_Z = 5V \Rightarrow D_2$ entra in conduzione ZENER ed avremo

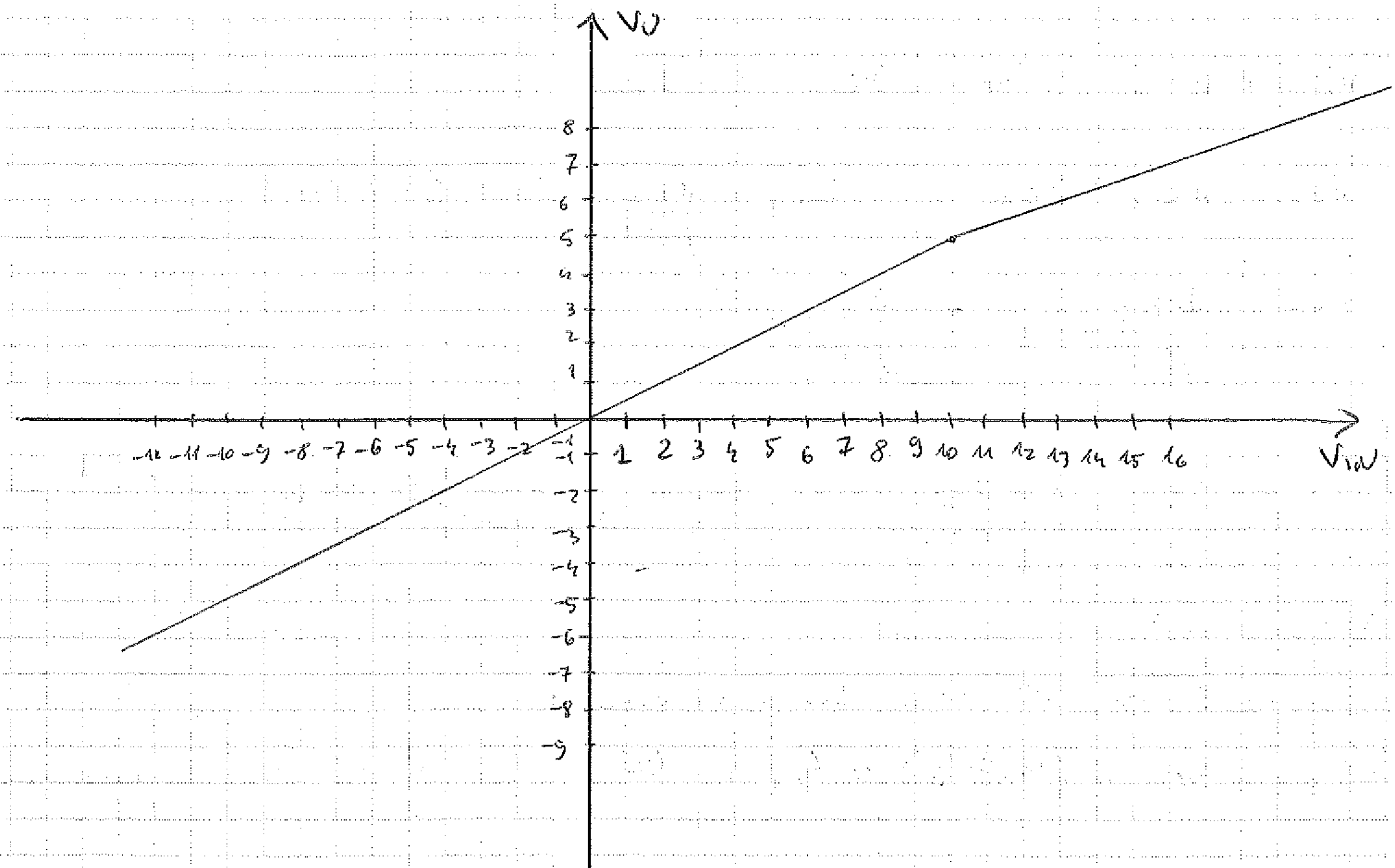
$$V_U = \frac{R_2 \| R_3}{R_2 \| R_3 + R_1}\left(V_{IN} - V_{IN}'\right) + \overline{V_U} \qquad \text{con} \quad \overline{V_U} = 5V$$

e $V_{IN}' \Rightarrow \quad \overline{V_U} = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_{IN}' \Rightarrow \quad V_{IN}' = 10V$

Per $V_{IN} < 0$ D_1 è spento, ma D_2 è in conduzione diretta, quindi

$$V_U = \frac{R_3}{R_1+R_3} V_{IN}$$

La caratteristica $V_{IN} - V_U$ sarà:

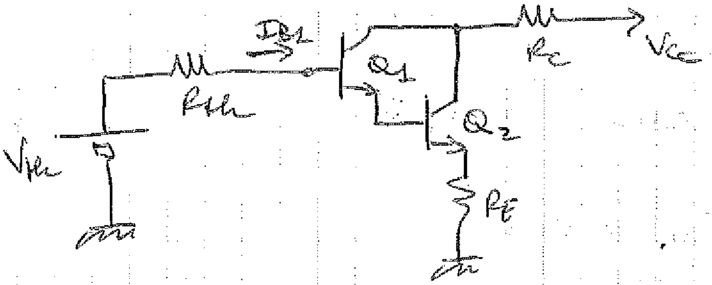


$I_{E_2} = 1\,mA$

$$I_{B_2} = \frac{I_{E_2}}{\beta+1} = 9,901\,\mu A$$

$$I_{B_1} = \frac{I_{B_2}}{\beta+1} = 9,803 \cdot 10^{-8}\,A$$

Utilizzo Thevenin sulla base



$V_{th} - R_{th} I_{B_1} = V_B$

$V_{th} = 2V$

$R_{th} = R_{B1} \| R_{B2} = 8333\,\Omega$

$V_B \simeq 2V = V_{th}$

$$V_{E_2} = V_B - 2V_\gamma = R_E I_E \Rightarrow R_E = \frac{V_B - 2V_\gamma}{I_E} = 600\,\Omega$$

$V_{E_2} = 0,6V$ $\quad V_{C2} = V_{CC} - R_C I_{RC}$

$I_{RC} = I_{C2} + I_{C1}$ $\quad I_{C2} = \frac{I_{E2}}{\beta+1} \cdot \beta = 0,9901\,mA$

$$I_{C1} = \frac{I_{B2}}{\beta+1} \cdot \beta = \frac{I_{E2}}{(\beta+1)^2}\beta$$

$$I_{RC} = \frac{I_{E2}}{\beta+1}\beta + \frac{I_{E2}}{(\beta+1)^2}\beta = \frac{I_{E2}\beta}{\beta+1}\left(1+\frac{1}{\beta+1}\right) \simeq I_{E_2} = 1\,mA$$

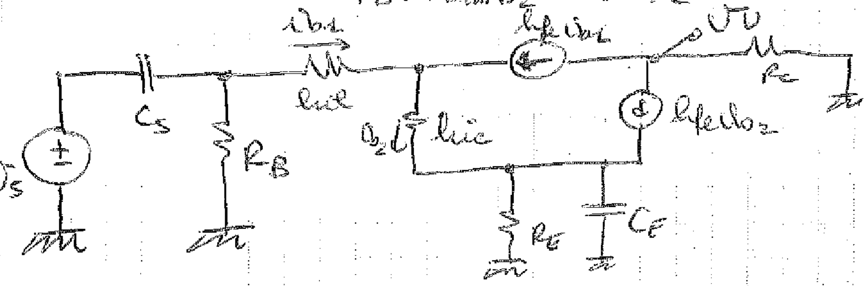
$V_{C_2} = 6V$

$V_{CE_2} = 5,4V \Rightarrow Q_2$ in saturazione

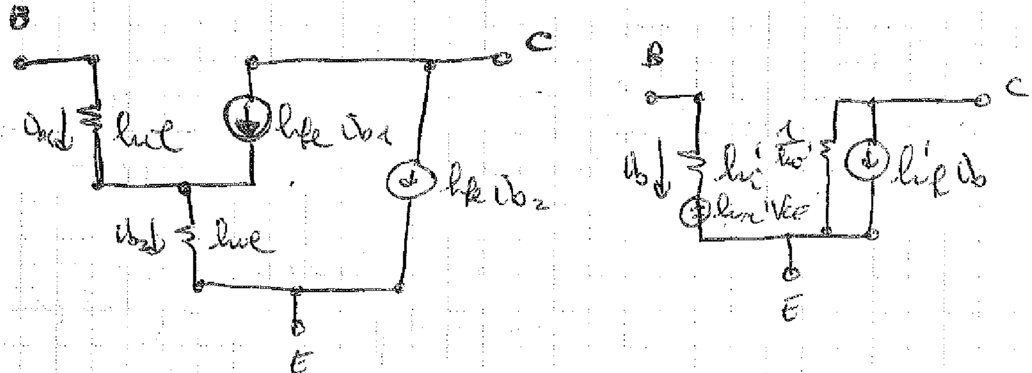
$V_{CE_1} = V_{C2} - (V_{E_2} + V_\gamma) = 4,7\,V$ Quindi Q_1 in saturazione

3)

$R_B = R_{B1} \| R_{B2} = 8333\,\Omega$

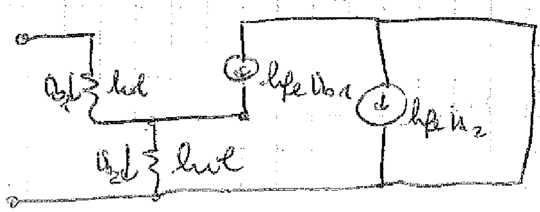


Conviene calcolare il circuito equivalente del seguente circuito



$$h_r' = \left.\frac{V_{BE}}{V_{CE}}\right|_{i_b=0} = 0$$

$$h_i' = \left.\frac{V_{BE}}{i_b}\right|_{V_{CE}=0} \Rightarrow$$



$V_{BE} = h_{ie} i_{b1} + h_{ie} i_{b2}$ $\quad i_{b2} = (h_{fe}+1) i_{b1} \Rightarrow h_i' = h_{ie} + h_{ie}(h_{fe}+1) =$
$= 1{,}45\,M\Omega$

$$h_o' = \left.\frac{i_c}{V_{CE}}\right|_{i_b=0} = 0$$

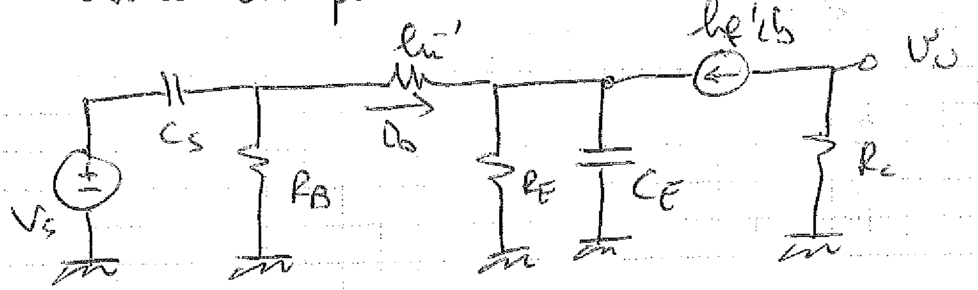
$$h_f' = \left.\frac{i_c}{i_b}\right|_{V_{CE}=0} \Rightarrow i_c = h_{fe} i_{b1} + h_{fe} i_{b2}$$

$$i_{b2} = (h_{fe}+1) i_{b1}$$

$$i_c = [h_{fe} + h_{fe}(h_{fe}+1)] i_{b1} \Rightarrow h_f' = h_{fe} + h_{fe}(h_{fe}+1)$$

$h_f' = 90'600$

Possiamo quindi sostituire il tutto come:



Ci troviamo quindi di fronte alla A_V di un emettitore comune. Supponendo i poli molto distanti tra di loro avremo:

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

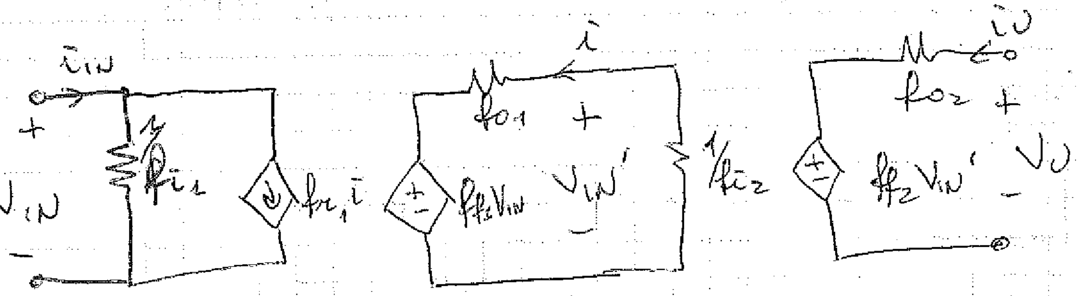
$$\omega_0 = \frac{1}{R_E C_E} = 1\ \text{Mrad/sec}$$

$$\omega_{p1} = \frac{1}{C_S\left(R_B \parallel (h_i' + R_E(h_f'+1)\right)} = 120\ \text{rad/sec}$$

$$\omega_{p2} = \frac{1}{C_E\left[R_E \parallel \frac{h_i'}{h_f'+1}\right]} = 63{,}48\ \text{Mrad/sec}$$

$$A_{V\infty} = -\frac{R_C h_f'}{h_i'} = -375 \quad (51{,}48\ \text{dB})$$

4)



$$f_{i1} = \left.\frac{i_{IN}}{V_{IN}}\right|_{i_U=0}$$

$$i_{IN} = V_{IN} f_{i1} + f_{r1} i$$

$$i = -\frac{f_{f1} V_{IN}}{1/f_{i2} + f_{o1}} = -\frac{f_{f1} V_{IN} f_{i2}}{1 + f_{o1} f_{i2}}$$

$$i_{IN} = V_{IN} f_{i1} - \frac{f_{r1} f_{f1} V_{IN} f_{i2}}{1 + f_{o1} f_{i2}}$$

$$f_i = \frac{i_{IN}}{V_{IN}} = f_{i1} - \frac{f_{r1} f_{f1} f_{i2}}{1 + f_{o1} f_{i2}}$$

5) $$\omega_{p1} = \frac{1}{C_2 (R_4 \| R_5)} = 42{,}55 \text{ Krad/sec}$$

$$\omega_{p2} = \frac{1}{C_1 (R_2 \| R_1)} = 2 \text{ Krad/sec}$$