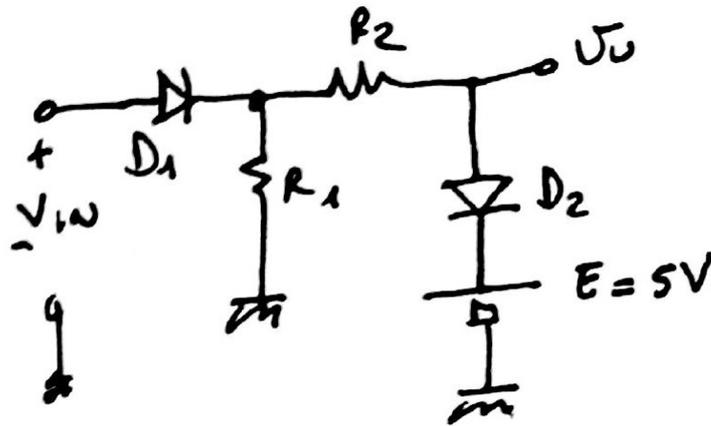


SCHEMA A15_06		Data: 2 Luglio 2015
Cognome	Nome	Matricola

ESERCIZIO N°1

5 punti (4)

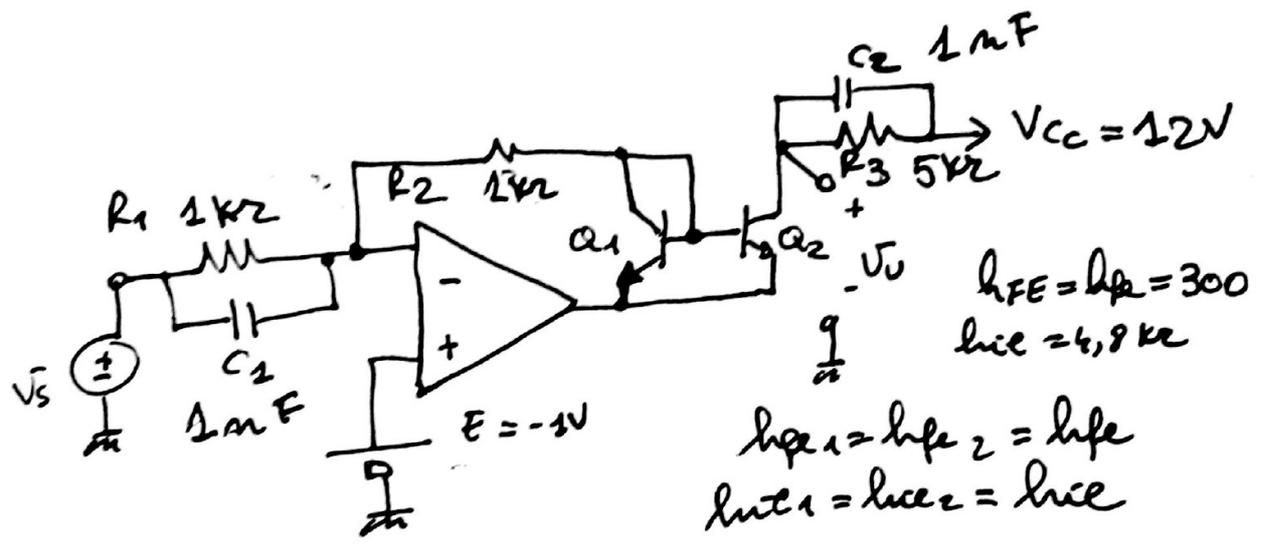
Ricavare l'espressione analitica della caratteristica ingresso-uscita del circuito mostrato in figura per un intervallo di tensioni di ingresso pari a $[-10V, 10V]$, discutendo il funzionamento dei diodi. Si considerino i diodi ideali.



ESERCIZIO N°2

8 punti (4)

Con riferimento al circuito in figura, determinare il punto di riposo dei transistori. Si consideri l'amplificatore operazionale ideale e i transistori BJT identici.



ESERCIZIO N°3

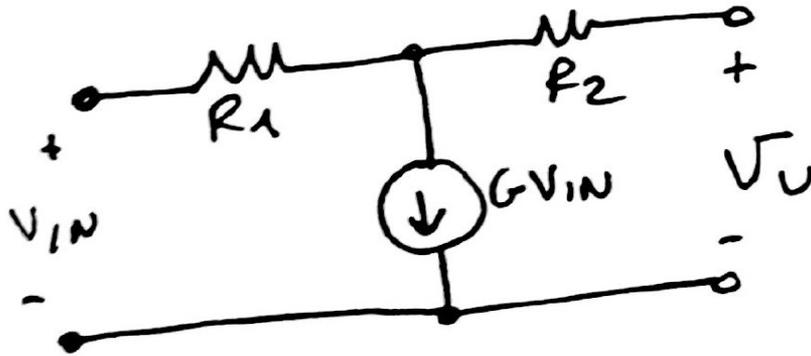
9 punti (4)

Nel circuito mostrato nell'esercizio precedente, si ricavi la funzione di trasferimento $A_f(s) = V_U/V_{IN}$ e si disegni il diagramma di Bode del modulo.

ESERCIZIO N°4

5 punti (4)

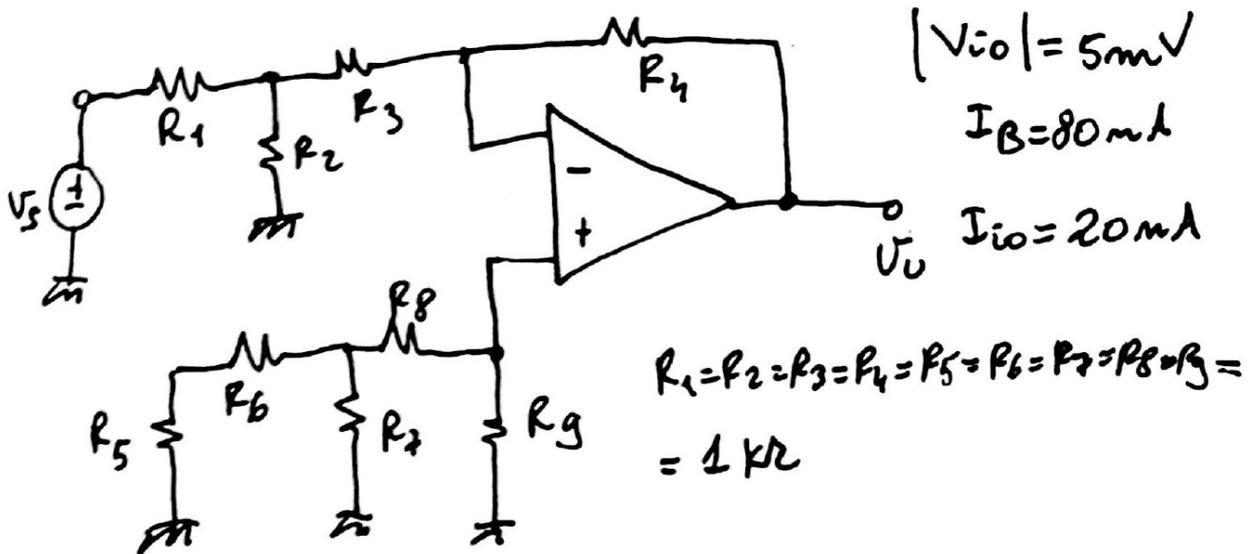
Si ricavino i parametri f del circuito mostrato in figura.



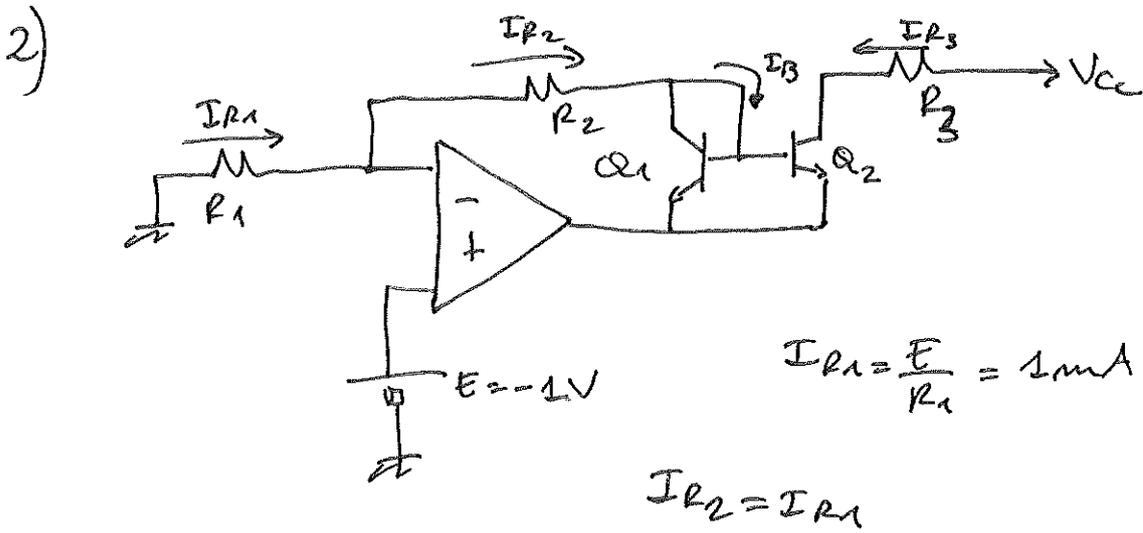
ESERCIZIO N°5

6 punti (4)

Nel circuito mostrato in figura, si ricavi la tensione di massimo sbilanciamento in uscita.



- 1) Per $V_{IN} < 0V \Rightarrow V_U = 0V$
 Per $0 < V_{IN} \leq 5V \Rightarrow V_U = V_{IN}$
 Per $V_{IN} > 5V \Rightarrow V_U = 5V$



$$I_{R2} = I_{C1} + I_B \quad I_B = I_{B1} + I_{B2} = 2I_{B1}$$

$$I_{R2} = h_{FE} I_{B1} + 2I_{B1} = (h_{FE} + 2) I_{B1}$$

$$I_{B1} = \frac{I_{R2}}{h_{FE} + 2} = 3,311 \mu A = I_{B2}$$

$$I_{C2} = I_{R3} = h_{FE} I_{B1} = 0,9934 mA$$

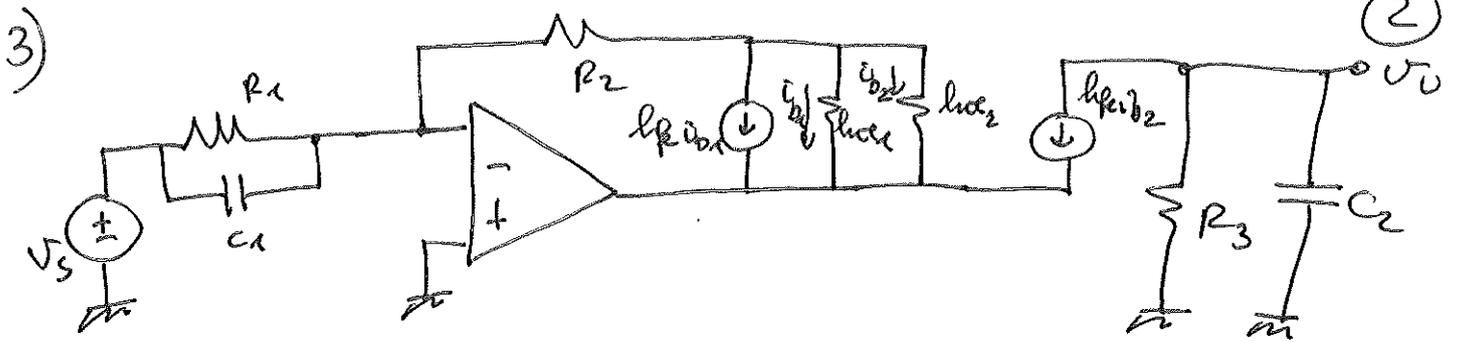
$V_{CE1} = 0,7V \Rightarrow Q_1$ è in zona attiva diretta.

$$V_{E2} = V^- - R_2 I_{R2} - V_{BEON} = -2,7V \text{ essendo}$$

$$V^+ \approx V^- = -1V$$

$$V_{C2} = V_{CC} - R_3 I_{R3} = 7,033V$$

Quindi $V_{CE2} = V_{C2} - V_{E2} = 9,73V$: Q_2 è in zona attiva diretta



La funzione di trasferimento è della forma:

$$H(s) = A_{vo} \cdot \frac{\left(\frac{s}{\omega_0} + 1\right)}{\left(\frac{s}{\omega_{p1}} + 1\right)}$$

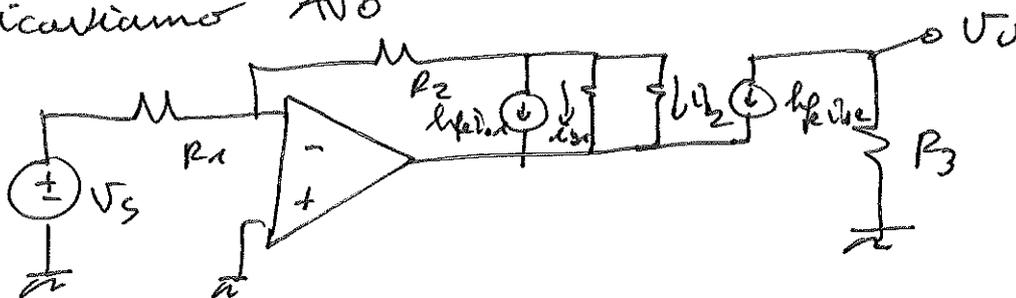
C_1 introduce uno zero finito e un polo all' ∞ -TO

C_2 introduce un polo finito e uno zero all' ∞ -TO

$$\omega_0 = \frac{1}{R_1 C_1} = 1 \text{ Mrad/s}$$

$$\omega_{p1} = \frac{1}{R_3 C_2} = 200 \text{ Krad/s}$$

Ricaviamo A_{vo}



$$V_o = -R_3 h_{fe} i_{b2}$$

$$i_{b1} = i_{b2} \text{ essendo } h_{re1} = h_{re2}$$

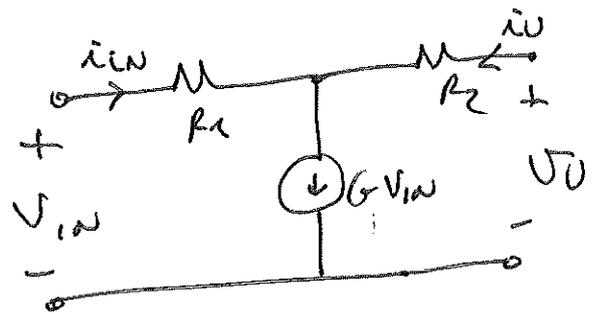
$$I_{R1} = \frac{V_S}{R_1} = I_{R2} = (h_{fe} + 2) i_{b2}$$

(3)

$$i_{b2} = \frac{V_S}{(h_{fe} + 2) R_2}$$

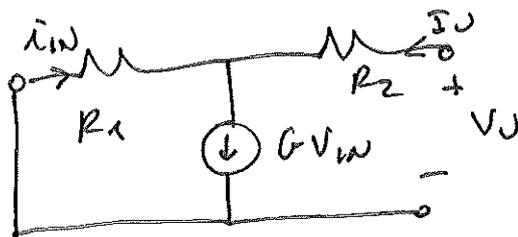
Quindi
$$V_O = \underbrace{-R_3 h_{fe}}_{A_0 = -4,97} \frac{V_S}{(h_{fe} + 2) R_1}$$

4)
$$\begin{cases} V_O = f_f V_{IN} + f_o i_U \\ i_{IN} = f_i V_O + f_r i_U \end{cases}$$



$$f_f = \frac{V_O}{V_{IN}} \Big|_{i_U=0} = \frac{V_{IN} - R_1 G V_{IN}}{V_{IN}} = 1 - R_1 G$$

$$f_i = \frac{i_{IN}}{V_{IN}} \Big|_{i_U=0} = G$$

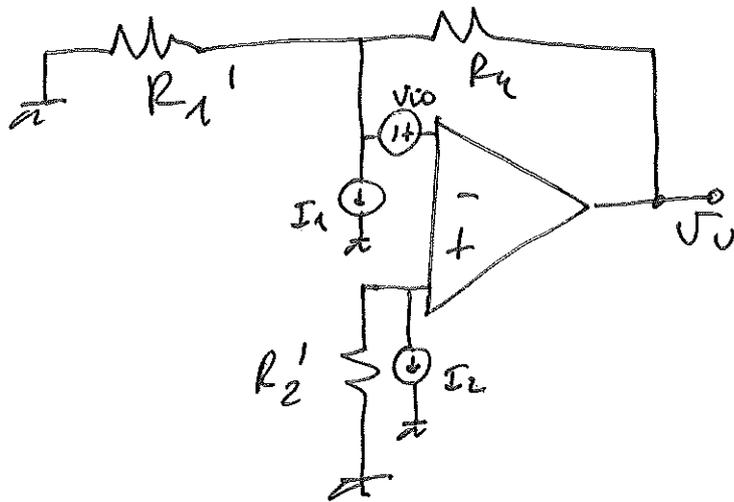


$$f_o = \frac{V_O}{i_U} \Big|_{V_{IN}=0} = R_1 + R_2$$

$$f_r = \frac{i_{IN}}{V_O} \Big|_{V_{IN}=0} = -1$$

5) Semplichiamo il circuito

④



$$R_1' = R_1 \parallel R_2 + R_3 = 1,5 \text{ k}\Omega$$

$$R_2' = [(R_5 + R_6) \parallel R_7 + R_8] \parallel R_9 = 0,625 \text{ k}\Omega$$

$$V_U = -R_2' \left(1 + \frac{R_4}{R_1'}\right) I_2 + R_4 I_1 - V_{co} \left(1 + \frac{R_4}{R_1'}\right)$$

$$I_1 = \begin{cases} 90 \mu\text{A} \\ 70 \mu\text{A} \end{cases} ; I_2 = \begin{cases} 70 \mu\text{A} \\ 90 \mu\text{A} \end{cases} \quad |V_{co}| = 5 \text{ mV}$$

Quindi $I_2 = 90 \mu\text{A}$; $I_1 = 70 \mu\text{A}$; $V_{co} = 5 \text{ mV}$

$$V_U = -10,0425 \text{ mV}$$