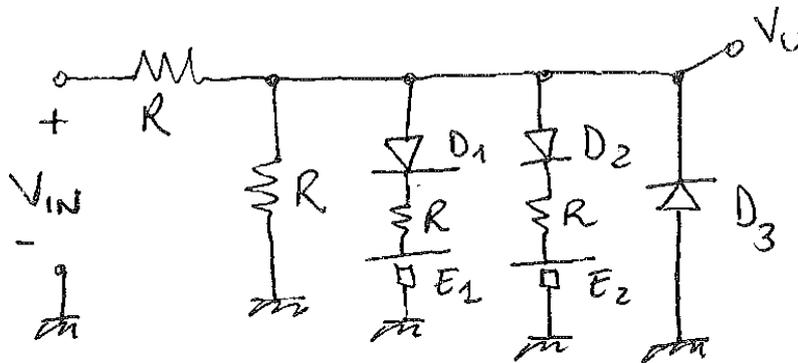


SCHEMA A13_05		Data: 2 luglio 2013
Cognome	Nome	Matricola

ESERCIZIO N°1

6 punti (4)

Con riferimento al circuito in figura, ricavare la caratteristica ingresso-uscita per ogni valore di V_{IN} . Si considerino i diodi ideali.

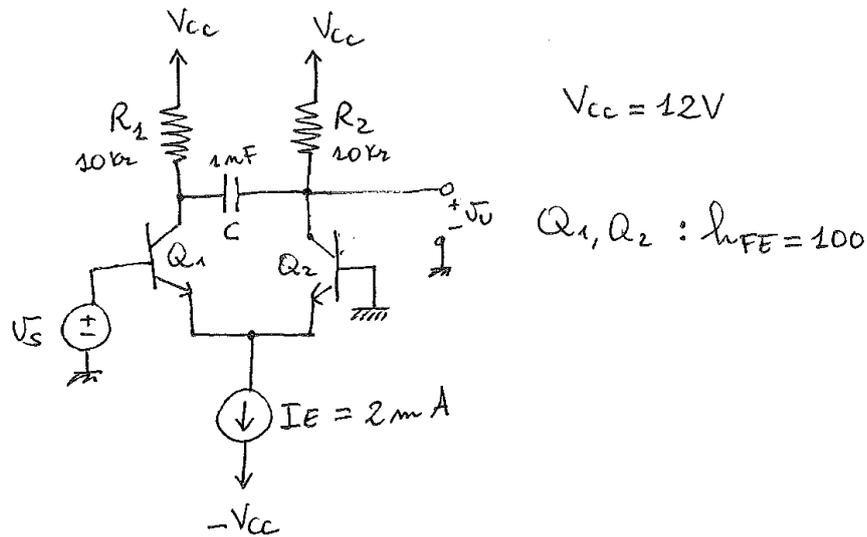


$E_1 = 1V$
 $E_2 = 2V$
 D_1, D_2, D_3 ideali
 con $V_f = 0V$

ESERCIZIO N°2

8 punti (4)

Con riferimento al circuito in figura, 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 quarta cifra significativa.**



ESERCIZIO N°3

8 punti (4)

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

ESERCIZIO N°4

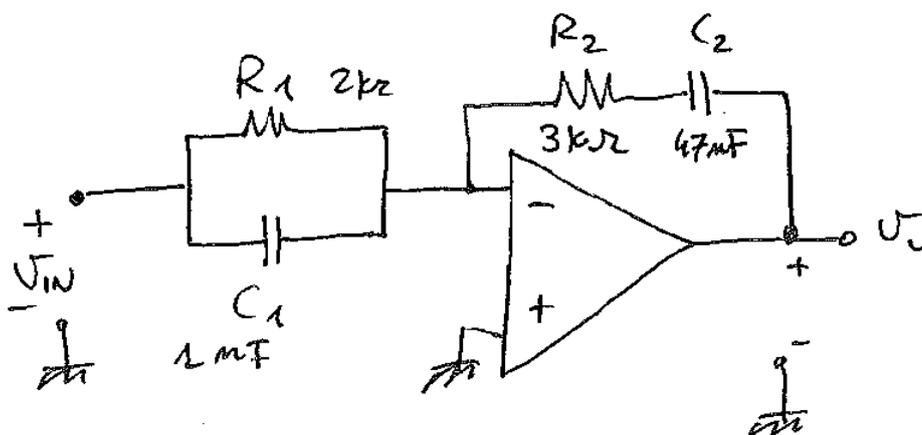
5 punti (4)

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

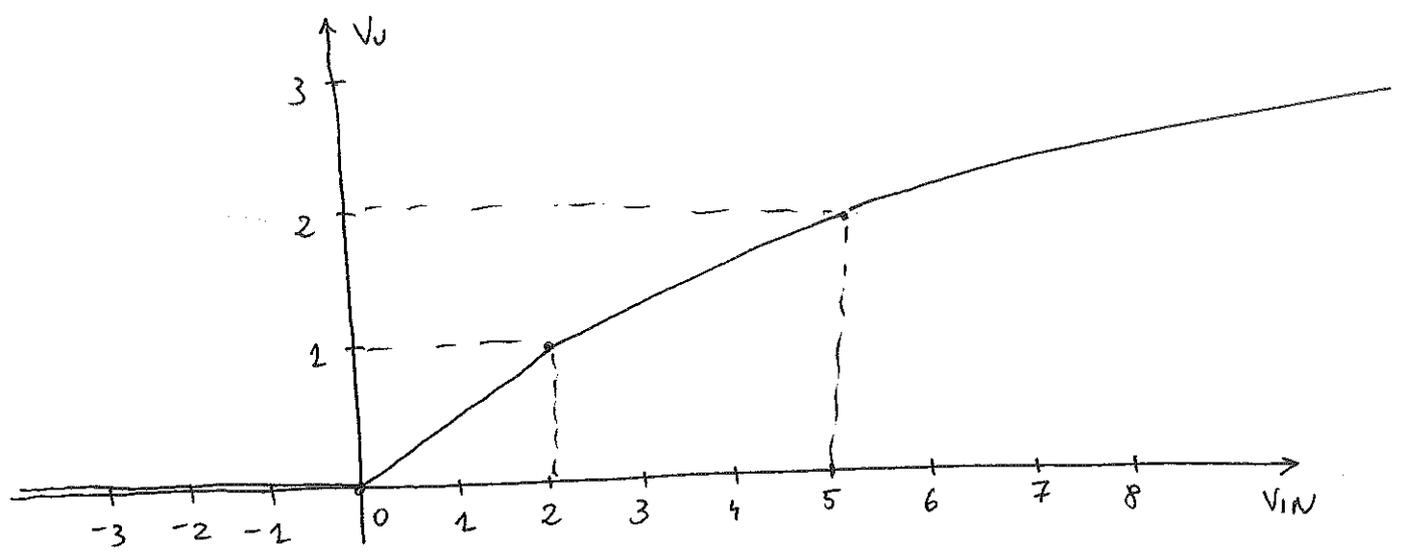
ESERCIZIO N°5

6 punti (4)

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



2)



Per $V_{IN} < 0V \Rightarrow D_3: ON; D_1: OFF; D_2: OFF \text{ e } V_U = 0V$

Per $V_{IN} > 0V \Rightarrow D_3: OFF$

Se $D_1 \wedge D_2 : OFF \Rightarrow V_U = \frac{R}{R+R} V_{IN}$

D_2 conduce se $\frac{R}{R+R} V_{IN} = E_2 \Rightarrow V_{IN} = \frac{2R}{R} E_2 = 2V = V_{IN}'$

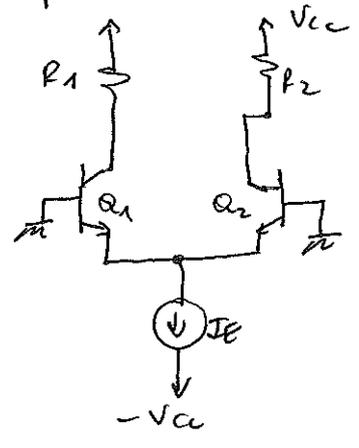
Per $V_{IN} \geq V_{IN}' \Rightarrow V_U = \frac{R \parallel R}{R \parallel R + R} (V_{IN} - V_{IN}') + E_2$

D_2 conduce se $\frac{R \parallel R}{R \parallel R + R} (V_{IN} - V_{IN}') + E_2 = E_2 \Rightarrow V_{IN} - V_{IN}' = (E_2 - E_1) \frac{(R \parallel R + R)}{R \parallel R}$

$V_{IN} = V_{IN}' + (E_2 - E_1) \frac{(R \parallel R + R)}{R \parallel R} = 5V = V_{IN}''$

Per $V_{IN} \geq V_{IN}'' \Rightarrow V_U = \frac{R \parallel R \parallel R}{R \parallel R \parallel R + R} (V_{IN} - V_{IN}'') + E_2$

2) Circuito di polarizzazione



$$I_{E1} = I_{E2} = \frac{I_E}{2} = 1 \text{ mA} \text{ per simmetria}$$

$$I_{B1} = I_{B2} = \frac{I_E}{2(h_{FE} + 1)} = 9901 \mu\text{A}$$

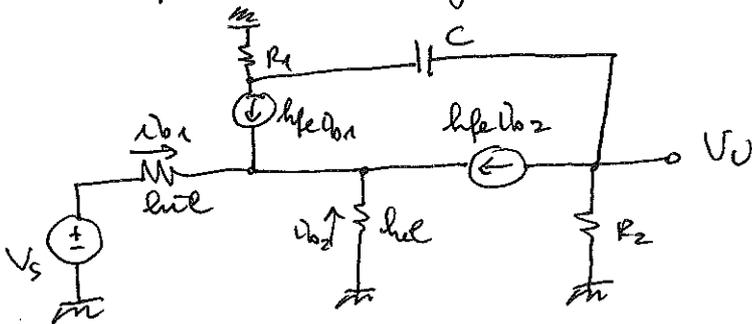
$$I_{C1} = I_{C2} = h_{FE} I_{B1} = 0,9901 \text{ mA}$$

$$V_{E1} = V_{E2} = V_{CC} - I_{C1} \cdot R_1 = 2,099 \text{ V}$$

$$V_{E1} = V_{E2} = -V_{BEON} = -0,7 \text{ V}$$

$V_{CE1} = V_{CE2} = V_{C1} - V_{E2} = 2,799 \text{ V}$, $V_{CE1 \text{ sat}}$ Quindi sia Q_1 che Q_2 sono in zona attiva diretta.

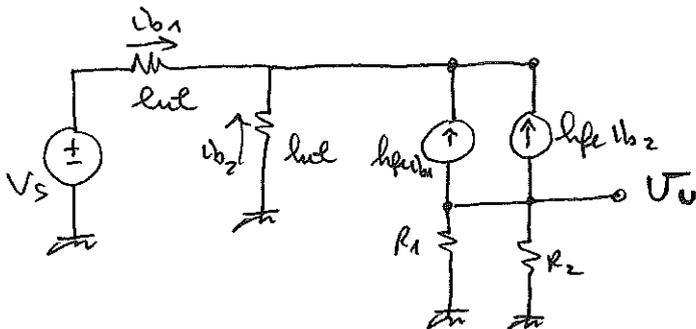
3) Circuito per piccoli segnali



C introduce un polo in $\omega_p = \frac{1}{R_1 C}$

$$R_1 = R_1 + R_2 = 20 \text{ k}\Omega \Rightarrow \omega_p = 50 \text{ krad/sec}$$

Per $\omega \rightarrow \infty$ il circuito è



$$V_U = -R_1 R_2 \cdot [h_{fe}] (i_{b1} + i_{b2})$$

$$i_{b1} + i_{b2} + h_{fe} (i_{b1} + i_{b2}) = 0$$

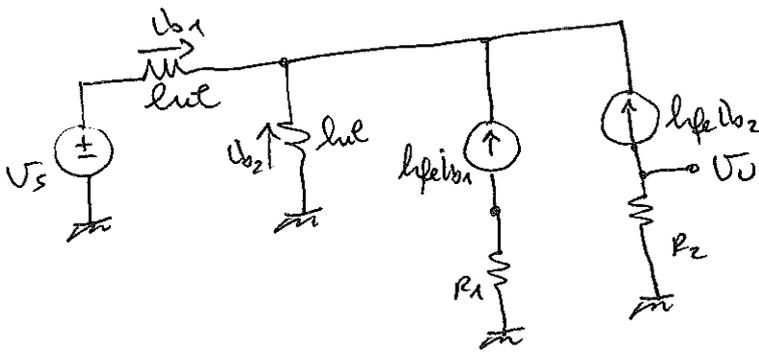
$$(h_{fe} + 1) i_{b1} = -(h_{fe} + 1) i_{b2} \Rightarrow i_{b1} = -i_{b2}$$

Quindi $V_U = 0$ per $\omega \rightarrow +\infty$. Quindi

$$A_V(s) = \frac{A_0}{\left(\frac{s}{\omega_p} + 1\right)}$$

Resta da ricavare A_0

Calcolo A_0



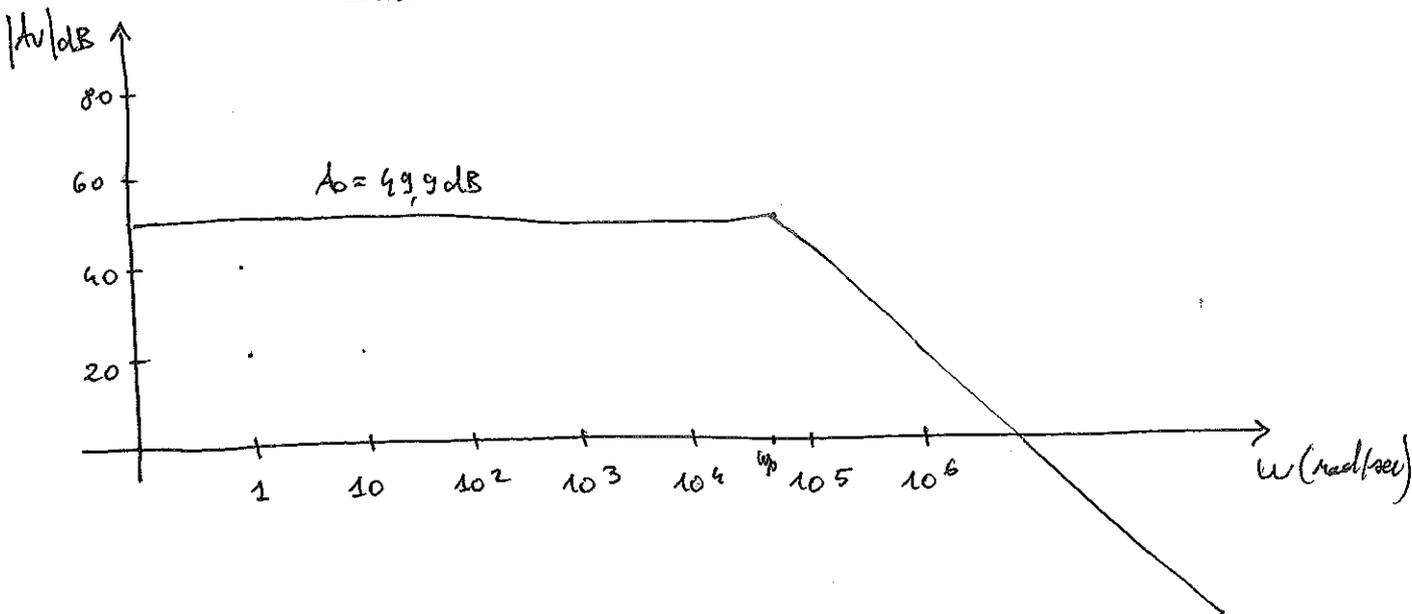
$$V_U = -R_2 h_{fe} i_{b2}$$

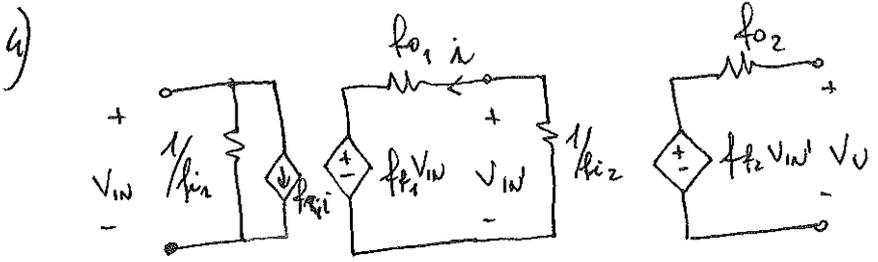
Come prima

$$i_{b1} = -i_{b2}$$

$$V_S = h_{fe} i_{b1} - h_{fe} i_{b2} = 2 h_{fe} i_{b1} \Rightarrow i_{b1} = \frac{V_S}{2 h_{fe}}$$

$$\text{Quindi } V_U = -\frac{R_2 h_{fe}}{2 h_{fe}} V_S \Rightarrow A_0 = -\frac{R_2 h_{fe}}{2 h_{fe}} = -312,5 \text{ (49,9 dB)}$$





$$f_f = \frac{V_U}{V_{IN}} \Big|_{I_U=0}$$

$$V_U = f_{f2} V_{IN}'$$

$$V_{IN}' = \frac{1}{f_{i2}} \cdot f_{f1} V_{IN}$$

$$\frac{1}{f_{i2} + f_{o2}}$$

$$V_U = \frac{f_{f2} f_{f1}}{1 + f_{i2} f_{o2}} V_{IN} \Rightarrow f_f = \frac{f_{f1} f_{f2}}{1 + f_{i2} f_{o2}}$$

5)

$$A_U = -\frac{Z_2}{Z_1}$$

$$Z_2 = R_2 + \frac{1}{C_2 S} = \frac{R_2 C_2 S + 1}{C_2 S}$$

$$Z_1 = R_1 \parallel \frac{1}{C_1 S} = \frac{\frac{R_1}{C_1 S}}{R_1 + \frac{1}{C_1 S}} = \frac{R_1}{R_1 C_1 S + 1}$$

$$A_U = -\frac{(R_2 C_2 S + 1)(R_1 C_1 S + 1)}{C_2 S \cdot R_1}$$