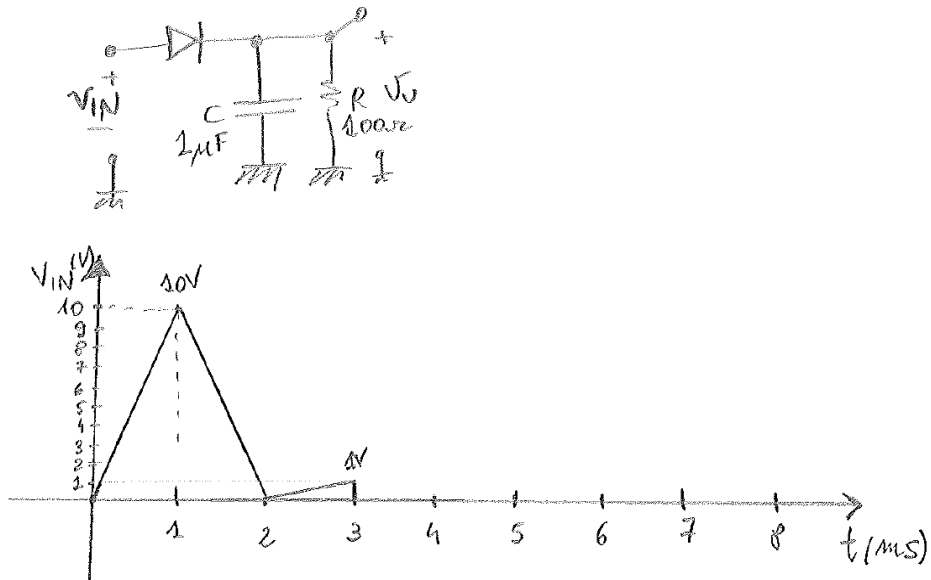


SCHEMA A13_01		Data: 10 gennaio 2013
Cognome	Nome	Matricola

### ESERCIZIO N°1

7 punti (4)

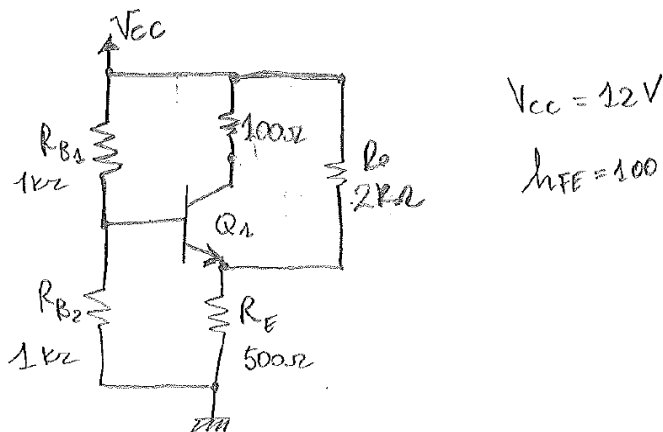
Con riferimento al circuito in figura, si determini l'andamento della tensione di uscita in funzione del tempo. Si consideri il diodo ideale.



### ESERCIZIO N°2

8 punti (4)

Con riferimento al circuito in figura, determinare il punto di riposo del transistor  $Q_1$ .

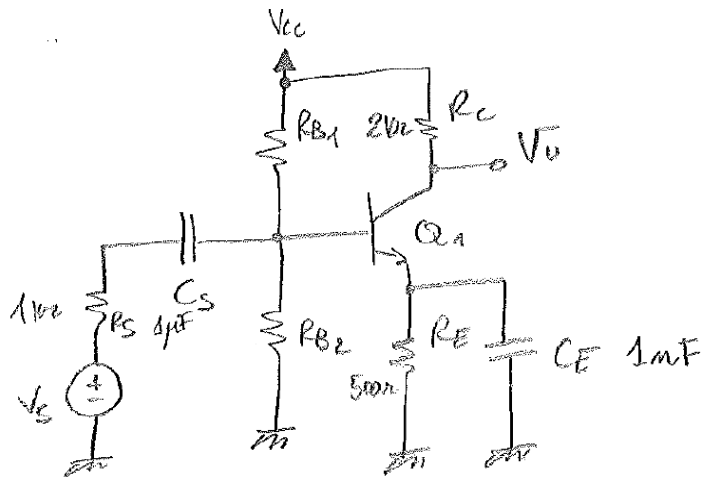


### ESERCIZIO N°3

8 punti (4)

Ricavare il circuito per piccoli segnali dell'amplificatore mostrato nella figura di sotto, ricavare la funzione di trasferimento  $A_v(s) = V_u(s)/V_s(s)$  e disegnare il diagramma asintotico di Bode del modulo. Quotare opportunamente gli assi verticali e orizzontali e riportare il valore numerico di eventuali plateau.

$V_{CC} = 12\text{ V}$ ;  $R_{B1} = 55\text{ k}\Omega$ ;  $R_{B2} = 5.5\text{ k}\Omega$



$$h_{fe} = 300$$

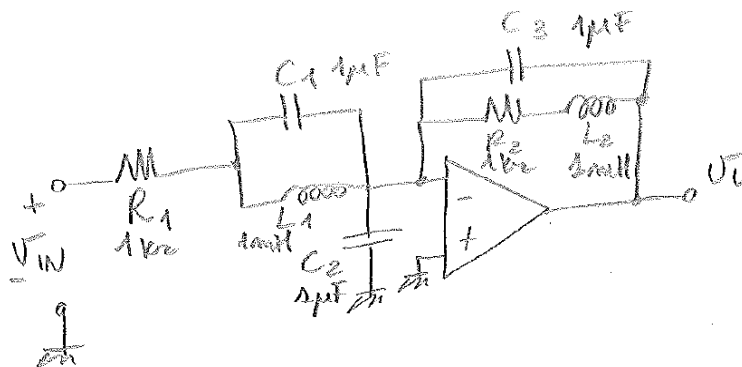
$$h_{ie} = 4,8k\Omega$$

$$h_{oe} = 0 \text{ S}$$

### ESERCIZIO N°4

5 punti (4)

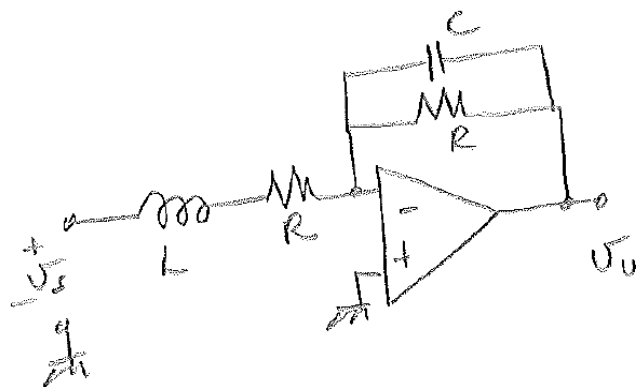
Ricavare l'impedenza vista in ingresso *per frequenze nulle* nel circuito mostrato nella figura seguente.

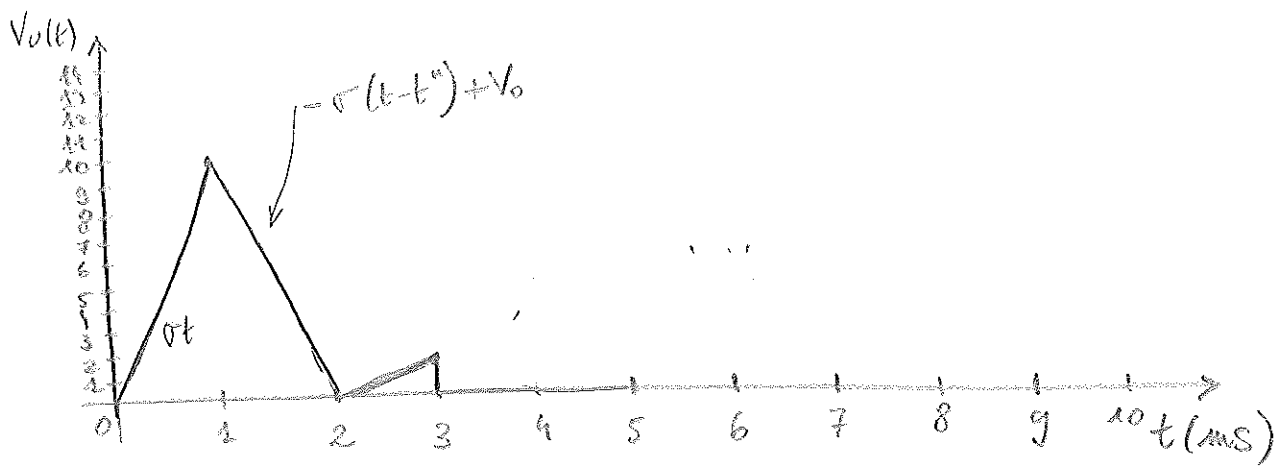


### ESERCIZIO N°5

5 punti (4)

Ricavare la funzione di trasferimento  $A_v(s) = V_u(s)/V_s(s)$  del circuito mostrato di sotto





Per  $t \leq 1 \text{ ms} \Rightarrow V_o(t) = V_{in}(t) = \sigma t$  con  $\sigma = 10 \text{ V/ms}$

Per  $t > 1 \text{ ms}$ : dobbiamo trovare l'istante in cui il diodo si interdice, ovvero  $i_D = C \frac{dV_{in}}{dt} + \frac{V_{in}}{R} < 0$  e quindi al caso limite sarà

$$- C \sigma \bar{t} + \frac{-\sigma(\bar{t}-t^*) + V_0}{R} = 0$$

con  $V_0 = 10 \text{ V}$   
e  $t^* = 1 \text{ ms}$

$$-\left[C + \frac{1}{R}\right] \sigma \bar{t} = -\frac{V_0}{R} - \frac{\sigma t^*}{R}$$

$$\bar{t} = \frac{\frac{V_0}{R} + \frac{\sigma t^*}{R}}{\left[C + \frac{1}{R}\right] \sigma} = \frac{V_0 + \sigma t^*}{(RC + 1)\sigma} \approx 2 \text{ s}$$

Quindi  $V_o(t) = V_{in}(t)$   
anche per  $\frac{1}{2} \leq t \leq 2 \text{ ms}$

Per  $2 \leq t \leq 3 \text{ ms}$   $V_o(t) = V_{in}(t)$ .

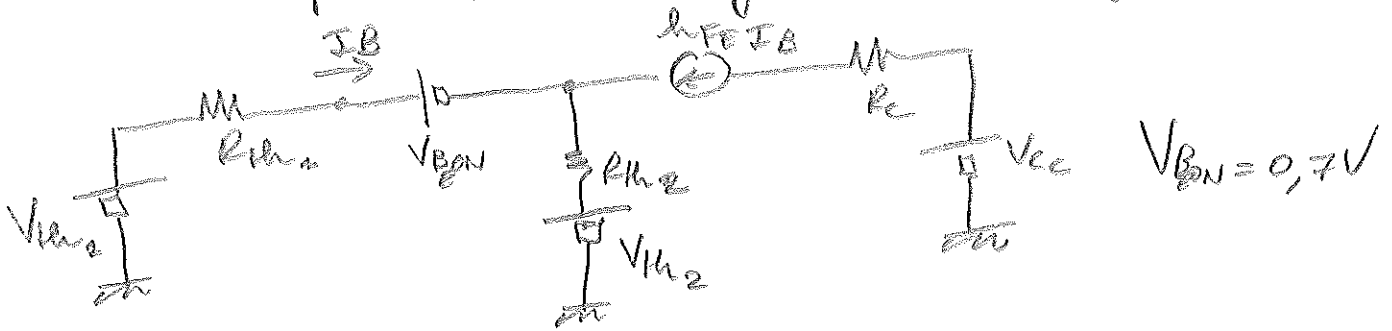
Per  $t > 3 \text{ ms} \Rightarrow V_o(t) = 0 \text{ V}$

②

$$I_C = h_{FE} I_B$$

$$h_{FE} = 100$$

Il circuito può essere disegnato come segue:



$$V_{th1} = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} V_{CC} = 6V \quad R_{th1} = R_{B1} \parallel R_{B2} = 500\Omega$$

$$V_{th2} = \frac{R_{E2}}{R_{E1} + R_{E2}} V_{CC} = 2,4V \quad R_{th2} = R_{E1} \parallel R_{E2} = 400\Omega$$

$$V_{th1} = R_{th1} I_B + V_{BEON} + R_{th2} (h_{FE} + 1) I_B + V_{th2}$$

$$\frac{V_{th1} - V_{th2} - V_{BEON}}{R_{th1} + R_{th2}(h_{FE} + 1)} = I_B = 70,9 \mu A$$

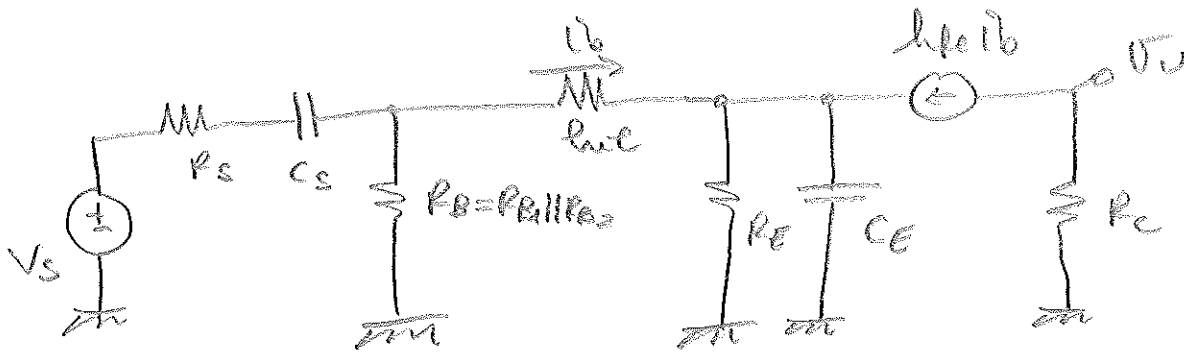
$$I_C = 7,09 \text{ mA} \quad V_C = V_{CC} - R_C I_C = 11,29 \text{ V}$$

$$V_E = V_{th2} + R_{th2} (h_{FE} + 1) I_B = 5,264 \text{ V}$$

$$V_{CE} = V_C - V_E = 6,027 \text{ V} \Rightarrow \text{Dolna Zona Attiva Diretta verificata}$$

Il circuito equivalente è il seguente:

(3)



$A_f = \frac{V_o}{V_S}$  avrà la seguente forma

$$A_f = \frac{K \left( \frac{s}{\omega_0} + 1 \right) s}{\left( \frac{s}{\omega_{p1}} + 1 \right) \left( \frac{s}{\omega_{p2}} + 1 \right)}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{R_E C_E} = 2 \text{ Krad/sec}$$

Nota che i condensatori sono accoppiati:

Facciamo l'ipotesi che le singolarità introdotte siano molto distanti tra loro  $\omega_{p1} \ll \omega_{p2}$

$$\omega_{p2} = \frac{1}{R_{V_{C_S}} C_S} \quad \begin{array}{l} \text{con } R_{V_{C_S}} \text{ resistenza vista da } C_S \\ \text{con } C_E \text{ aperto} \end{array}$$

$$R_{V_{C_S}} = R_S + R_B \parallel [h_{fe} I_b + R_E (h_{fe} + 1)] = 5844 \Omega$$

$$\omega_{p2} = 171,11 \text{ rad/sec}$$

(4)

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

$R_{VCE}$  = Resistenza vista da  $C_E$   
con  $C_S$  chiuso

$$R_{VCE} = R_E \parallel \left[ \frac{h_{ie} + R_B \parallel R_S}{h_{\beta} + 1} \right] = 18,04 \Omega$$

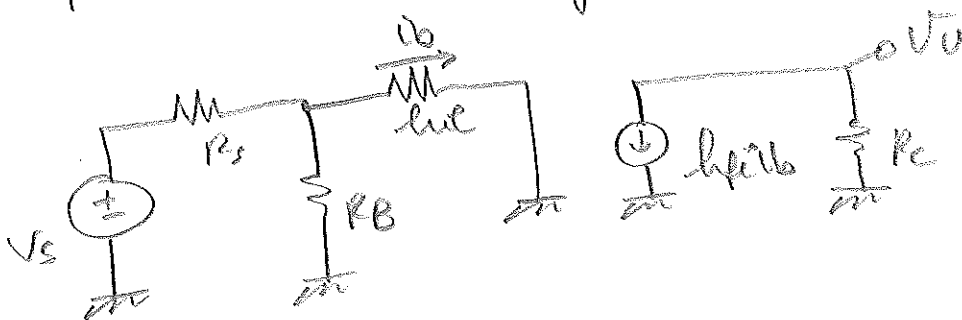
$$\omega_{p2} = 55,432 \text{ Mrad/sec}$$

Quindi  $\omega_{p1} \ll \omega_{p2}$  OK

K lo si ricava notando che

$$A_f(s \rightarrow \infty) = A_{f0} = \frac{K \omega_{p1} \omega_{p2}}{\omega_0}$$

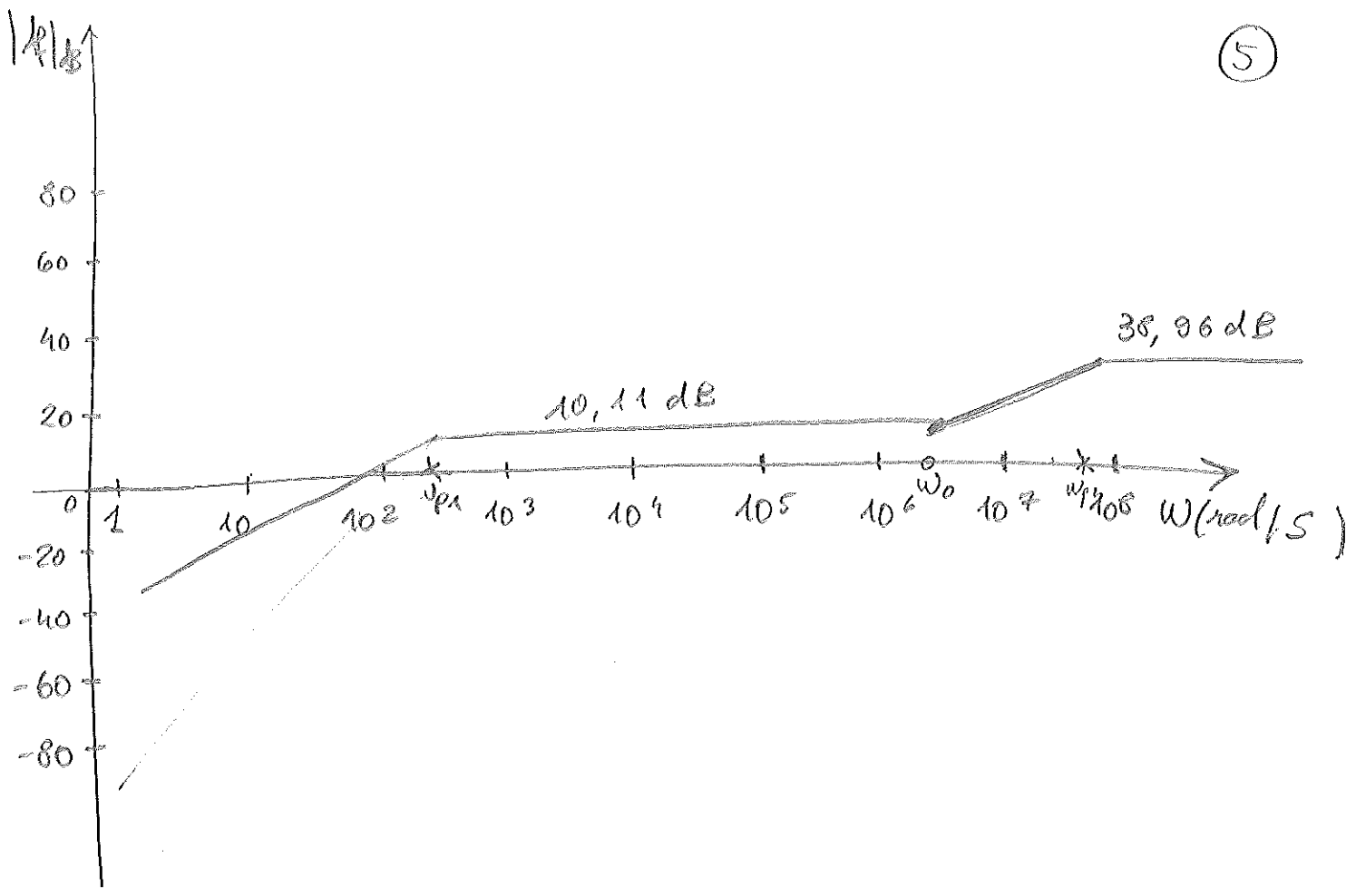
$A_{f0}$  si ricava dal seguente circuito



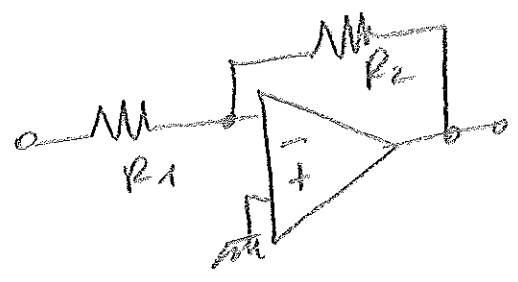
$$A_{f0} = - \frac{R_c h_{\beta}}{R_s + R_B \parallel h_{ie}} \cdot \frac{R_B}{R_B + h_{ie}} = -88,76 \quad (38,96 \text{ dB})$$

Quindi 
$$K = \frac{A_{f0} \omega_0}{\omega_{p1} \omega_{p2}} = -1,872 \cdot 10^{-2}$$

(5)



4) Il circuito per  $f=0$  è il seguente

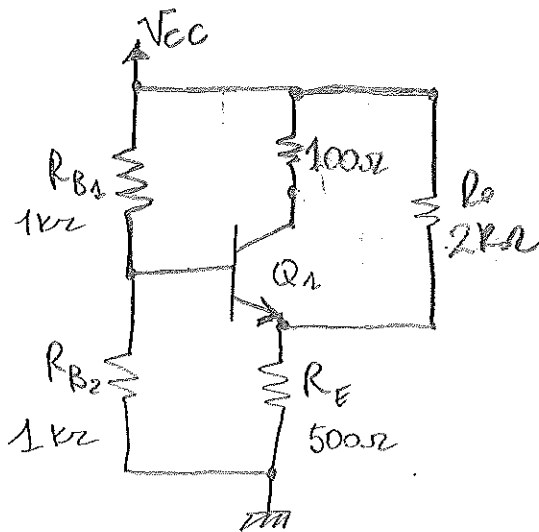
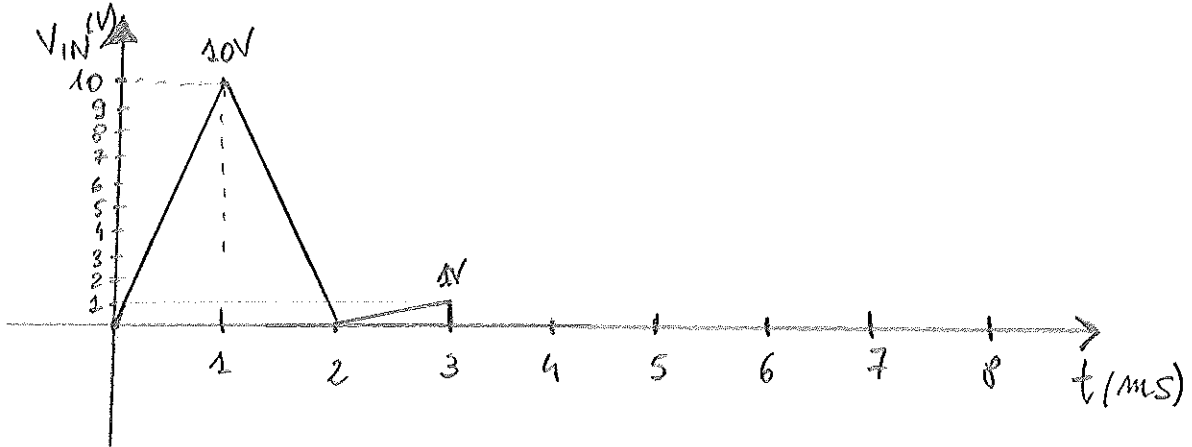
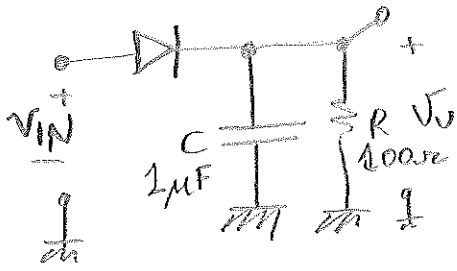


Quindi  $R_V = R_2$

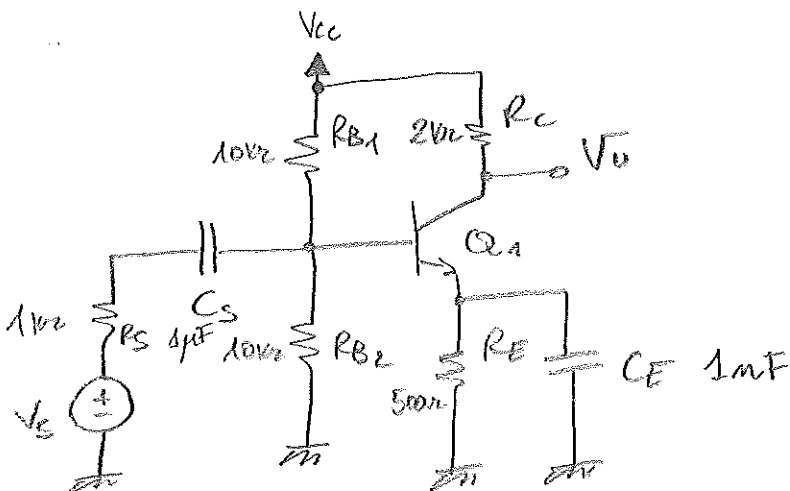
$$5) A_V = -\frac{Z_2}{Z_1} \quad \text{con} \quad Z_2 = \frac{R}{Cs} = \frac{R}{1+RCs}$$

$$Z_1 = R + Ls$$

$$A_V = -\frac{R}{(1+RCs)(R+Ls)}$$



$V_{CC} = 12V$   
 $\beta_{FE} = 100$



$\beta_{FE} = 300$   
 $R_{in} = 4.8 k\Omega$   
 $R_{out} = 0 \Omega$



