

C Laurea in Fisica - Anno Accademico 2019-2020

28 ottobre 2019 – Prima esonero del Lab di Seg. e Sistemi

Nome :

Cognome :

Matricola :

Canale/Prof :

Gruppo Lab.:

Riportate su questo foglio le risposte numeriche con la relativa unità di misura.

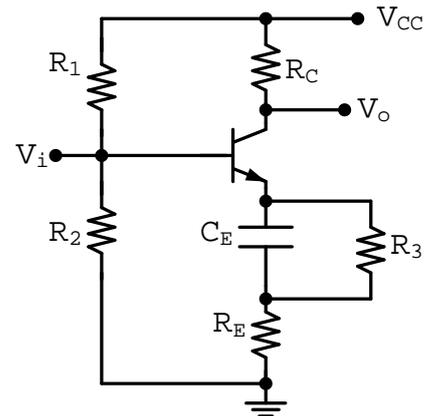
Esercizio 1. (8 punti) Si determini il punto di lavoro del transistor e l'amplificazione di tensione a frequenze intermedie del circuito riportato a fianco.

Dati numerici:

$V_{cc} = 12\text{ V}$; $R_1 = 40\text{ k}\Omega$; $R_2 = 10\text{ k}\Omega$; $R_C = 5.6\text{ k}\Omega$; $R_E = 0.7\text{ k}\Omega$; $R_3 = 1.0\text{ k}\Omega$; $C_E = 15\text{ }\mu\text{F}$;

$$V_{CE} = \text{_____}; \quad I_C = \text{_____}$$

$$A_V = \text{_____}$$



Esercizio 2. (8 punti)

L'amplificatore a emettitore comune riportato nella figura a fianco utilizza un transistor che ha $h_{fe} = 120$. Dalla misura della corrente di collettore si ricava il parametro $g_m = 0.05\text{ }\Omega^{-1}$.

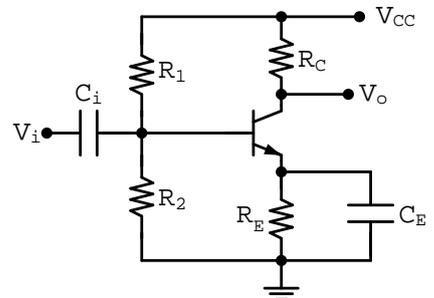
Si ricavi il parametro h_{ie} del transistor e si determini il valore della capacità del condensatore di ingresso affinché la frequenza di taglio inferiore sia di 250 Hz.

Valori numerici:

$R_1 = 78\text{ k}\Omega$; $R_2 = 10\text{ k}\Omega$.

Da notare che non vengono dati i valori di R_E e R_C perché non sono necessari; si assuma inoltre C_E molto grande.

$$h_{ie} = \text{_____}; \quad C_i = \text{_____}$$



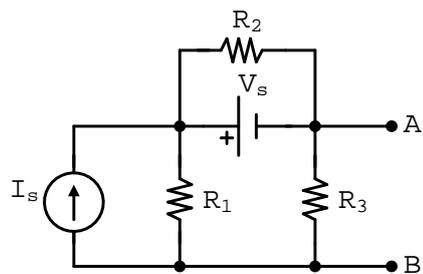
N.B. il compito prosegue sull'altra facciata del foglio

Esercizio 3. (8 punti)

Applicare il teorema di Thevenin tra i punti A e B del circuito in figura.

Dati numerici:

$$V_s = 2 \text{ V}, I_s = 1 \text{ A}; R_1 = 6 \text{ } \Omega; R_2 = 2 \text{ } \Omega; R_3 = 6 \text{ } \Omega.$$



$$V_{eq} = \text{_____}; \quad R_{eq} = \text{_____}$$

Esercizio 4. (8 punti)

Viene applicato un gradino di tensione di 2 V ad un sistema con funzione di trasferimento pari a:

$$T(s) = \frac{12000}{4s + 2400}$$

Determinare:

- a) La costante di tempo del circuito
- b) il valore della funzione per $t = 0$
- c) il valore della funzione per $t \rightarrow \infty$

$$\begin{aligned} \tau &= \text{_____} \\ f(0) &= \text{_____} \\ f(\infty) &= \text{_____} \end{aligned}$$

SOLUZIONI ESONERO DI LAB S.S. DEL 28-10-2019 - C

Soluzione Esercizio 1

Ai fini della polarizzazione la resistenza R_3 è in serie alla resistenza R_E .

Il potenziale della base si ricava dal partitore di base:

$$V_B = V_{cc} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 12 \times \frac{10}{40 + 10} = 2.4 \text{ V}$$

Di conseguenza, nella regione attiva, il potenziale dell'emettitore vale:

$$V_E = V_B - V_{BE} = 2.4 - 0.7 = 1.7 \text{ V}.$$

La corrente di emettitore, che approssimiamo uguale a quella di collettore, vale:

$$I_C = \frac{V_E}{R_3 + R_E} = \frac{1.7}{1.0 + 0.7 \cdot 10^3} = 1 \text{ mA}$$

Di conseguenza: $V_{CE} = V_{CC} - (R_C + R_3 + R_E) \cdot I_C = 12 - (5.6 + 1.0 + 0.7) \cdot 10^3 \times 1 \cdot 10^{-3} = 4.7 \text{ V}$

A frequenze intermedie il condensatore è un corto circuito, quindi la resistenza R_3 è cortocircuitata.

L'amplificazione del circuito è data da: $A_V = -\frac{R_C}{R_E} = -\frac{5.6}{0.7} = -8$

Soluzione Esercizio 2

La capacità C_E è molto grande, quindi si può assumere che sia un corto circuito.

La relazione tra g_m , h_{fe} e h_{ie} è la seguente:

$$g_m = \frac{h_{fe}}{h_{ie}} \Rightarrow h_{ie} = \frac{h_{fe}}{g_m} = \frac{120}{0.05} = 2.4 \text{ k}\Omega$$

La resistenza d'ingresso dell'amplificatore è pari al parallelo tra R_B e h_{ie} , quindi:

$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{78 \times 10}{78 + 10} = 8.9 \text{ k}\Omega.$$

$$R_i = \frac{h_{ie} \cdot R_B}{h_{ie} + R_B} = \frac{2.4 \times 8.9}{2.4 + 8.9} = 1.9 \text{ k}\Omega.$$

A questo punto possiamo ricavare il valore della capacità del condensatore d'ingresso:

$$C_i = \frac{1}{2\pi f_T \cdot R_i} = \frac{1}{2\pi \times 250 \times 1.9 \cdot 10^3} = 335 \text{ nF}$$

Soluzione Esercizio 3

Possiamo applicare il principio di sovrapposizione degli effetti per determinare la tensione tra i punti A e B. Se apriamo il generatore di corrente, la tensione tra A e B è uguale a:

$$V'_{AB} = V_s \cdot \frac{R_3}{R_1 + R_3} = \frac{-2 \times 6}{6 + 6} = -1 \text{ V}$$

Se invece cortocircuitiamo il generatore di tensione, il generatore di corrente vede le due resistenze R_1 e R_3 in parallelo, il cui valore è di 3Ω . La tensione tra A e B vale $V''_{AB} = I_s \times R_p = 3 \text{ V}$.

$$V_{eq} = V'_{AB} + V''_{AB} = -1 + 3 = 2 \text{ V}.$$

Per calcolare la resistenza equivalente dobbiamo aprire il generatore di corrente e cortocircuitare quello di tensione. La resistenza R_2 risulta cortocircuitata e le due resistenze R_1 e R_3 sono in parallelo, quindi la resistenza equivalente vale 3Ω .

Da notare come la resistenza R_2 sia ininfluente ai fini dell'applicazione del teorema di Thevenin.

Soluzione Esercizio 4

La trasformata di Laplace della tensione di ingresso vale $2/s$, quindi la risposta del sistema vale:

$$V_o(s) = T(s) \cdot V_i(s) = \frac{12000}{4s+2400} \cdot \frac{2}{s} = \frac{6000}{s(s+600)}$$

La funzione presenta 2 poli: $s=0$ e $s=-600$ e può essere scritta come:

$$V_o(s) = \frac{A}{s} + \frac{B}{s+600}. \text{ A e B si determinano con il metodo dei residui.}$$

$$A = \lim_{s \rightarrow 0} \left(s \cdot \frac{6000}{s(s+600)} \right) = 10$$

$$B = \lim_{s \rightarrow -600} \left((s+600) \cdot \frac{6000}{s(s+600)} \right) = -10$$

Ricordando la trasformata di Laplace di una costante e di una funzione esponenziale, otteniamo:

$$f(t) = 10(1 - e^{-600t})$$

- a) La costante di tempo del circuito è $\tau = 1/600 = 1.67 \text{ ms}$
- b) Per $t = 0$ abbiamo $f(0) = 0$
- c) per t che tende a infinito, la funzione tende a 10.