A Laurea in Fisica - Anno Accademico 2019-2020

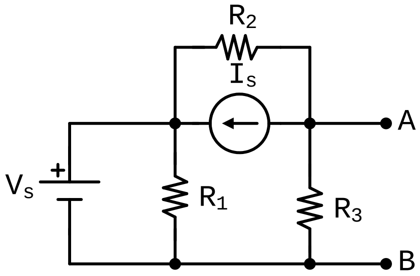
28 ottobre 2019 – Prima esonero del Lab di Seg. e Sistemi

Nome : **Cognome :**

Matricola : **Canale/Prof :** **Gruppo Lab.:**

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

Esercizio 1. (8 punti)
Applicare il teorema di Thevenin tra i punti A e B del circuito in figura.
Dati numerici:
$V_s = 3\ V$, $I_s = 1\ A$; $R_1 = 6\ \Omega$; $R_2 = 2\ \Omega$; $R_3 = 2\ \Omega$.



V_{eq}= __________ R_{eq}= __________

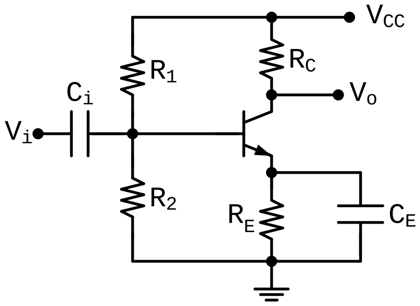
Esercizio 2. (8 punti)
Un circuito ha la funzione di trasferimento pari a:

$$T(s) = \frac{68}{(s+30)(s-4)}$$

Ad un certo punto viene inviato un impulso a forma di delta di Dirac. Determinare:

a) La risposta del circuito in funzione del tempo $V(t) =$ ________________
b) il valore della tensione per t = 0 $V(0) = =$ ________________
c) il valore della tensione per $t \to \infty$ $V(\infty) =$ ________________

Esercizio 3. (8 punti)
Regolando la tensione di alimentazione dell"ampilficatore a emettitore comune riportato nella figura a fianco, si riesce ad ottenere una corrente di collettore pari a 1 mA. Sapendo che sta funzionando a temperatura ambiente ed assumendo che il transistor abbia $h_{fe} = 100$, 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 200 Hz.
Valori numerici:
$R_1 = 40\ k\Omega$; $R_2 = 10\ k\Omega$.
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.

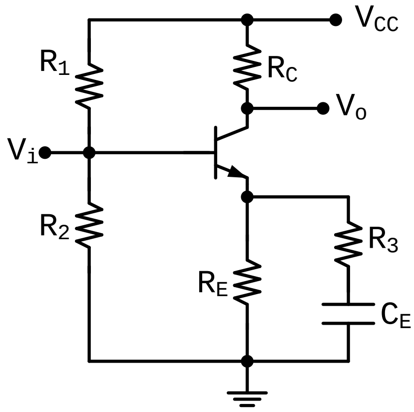


h_{ie}= __________ C_i= __________

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

Esercizio 4. (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:

$V_{cc} = 15\ V$; $R_1 = 78\ k\Omega$; $R_2 = 10\ k\Omega$; $R_C = 7.5\ k\Omega$; $R_E = 1\ k\Omega$; $R_3 = 1\ k\Omega$; $C_E = 68\ \mu F$;



V_{CE}= __________ I_C= __________

A_V = ________________

Soluzioni Esonero di Lab S.S. del 28-10-2019 - A

Soluzione Esercizio 1

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:
$V'_{AB} = V_s \cdot \frac{R_3}{R_2+R_3} = 1.5\ V$
Se invece cortocircuitiamo il generatore di tensione, il generatore di corrente vede le due resistenze R_2 e R_3 in parallelo, il cui valore è di 1 Ω. La tensione tra A e B vale $V''_{AB} = -1\ V$.
$V_{eq} = V'_{AB} + V''_{AB} = 1.5 - 1 = 0.5\ V$.
Per calcolare la resistenza equivalente dobbiamo aprire il generatore di corrente e cortocircuitare quello di tensione. La resistenza R_1 risulta cortocircuitata e le due resistenze R_2 e R_3 sono in parallelo, quindi la resistenza equivalente vale 1 Ω.
Da notare come la resistenza R_1 sia ininfluente ai fini dell'applicazione del teorema di Thevenin.

Soluzione Esercizio 2

La trasformata di Laplace della delta di Dirac vale 1, quindi il segnale di uscita vale:
$V_o(s) = T(s) \cdot V_i(s) = \frac{68}{(s+30)(s-4)} \cdot 1$
La funzione presenta due poli: s=-30 e s=4 e può essere scritta come:
$V_o(s) = \frac{A}{s+30} + \frac{B}{s-4}$. A e B si determinano con il metodo dei residui.

$$A = \lim_{s\to -30} ((s+30) \cdot \frac{68}{(s+30)(s-4)s}) = -2$$

$$B = \lim_{s\to 4} ((s-4) \cdot \frac{68}{(s+30)(s-4)s}) = 2$$

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

$$f(t) = -2e^{-30t} + 2e^{4t}$$

b) Per t = 0 abbiamo $f(0) = -2 + 2 = 0$
c) per t che tende a infinito, la funzione tende a infinito

Soluzione Esercizio 3

La capacità C_E è molto grande, quindi si può assumere che sia un corto circuito.
La relazione tra h_{ie}, h_{fe} e g_m è la seguente:
$h_{ie} = \frac{h_{fe}}{gm} = h_{fe} \cdot \frac{V_T}{I_C}$
Conoscendo il valore di I_C e la temperatura, si ricava:
$h_{ie} = h_{fe} \cdot \frac{V_T}{I_C} = 100 \times \frac{25\cdot 10^{-3}}{10^{-3}} = 2.5\ k\Omega$
La resistenza d'ingresso dell'amplificatore è pari al parallelo tra R_B e h_{ie}, quindi:
$R_B = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1+R_2} = \frac{40\times 10}{40+10} = 8\ k\Omega$.
$R_i = \frac{h_{ie}\cdot R_B}{h_{ie}+R_B} = \frac{2.5\times 8}{2.5+8} = 1.9\ k\Omega$.
A questo punto possiamo ricavare il valore della capacità del condensatore d'ingresso:
$C_i = \frac{1}{2\pi f_T \cdot R_i} = \frac{1}{2\pi \times 200 \times 1.9 \cdot 10^3} = 419\ nF$

Soluzione Esercizio 4

Ai fini della polarizzazione la resistenza R_3 non interviene per via del condensatore C_E.
Il potenziale della base si ricava dal partitore di base:
$V_B = V_{cc} \cdot \frac{R_2}{R_1+R_2} = 15 \times \frac{10}{78+10} = 1.70\ V$
Di conseguenza, nella regione attiva, il potenziale dell'emettitore vale:
$V_E = V_B - V_{BE} = 1.7 - 0.7 = 1.0\ V$.
La corrente di emettitore, che approssimiamo uguale a quella di collettore, vale:
$I_C = \frac{V_E}{R_E} = \frac{1}{1 \cdot 10^3} = 1\ mA$
Di conseguenza: $V_{CE} = V_{CC} - (R_C + R_E) \cdot I_C = 15 - (7.5 + 1) \cdot 10^3 \times 1 \cdot 10^{-3} = 6.5\ V$
A frequenze intermedie il condensatore è un corto circuito, quindi la resistenza R_3 è in parallelo alla R_E; il parallelo vale: $R_P = 0.5\ k\Omega$.
L'amplificazione del circuito è data da: $A_V = -\frac{R_C}{R_P} = -\frac{7.5}{0.5} = -15$