

# B 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)

Ad un sistema con funzione di trasferimento pari a:

$$T(s) = \frac{18(s+3)}{(s+10)(s+1)}$$

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

- La risposta del sistema in funzione del tempo
- il valore della funzione per  $t = 0$
- il valore della funzione per  $t \rightarrow \infty$

$$f(t) = \underline{\hspace{2cm}}$$
$$f(0) = \underline{\hspace{2cm}}$$
$$f(\infty) = \underline{\hspace{2cm}}$$

## Esercizio 2. (8 punti)

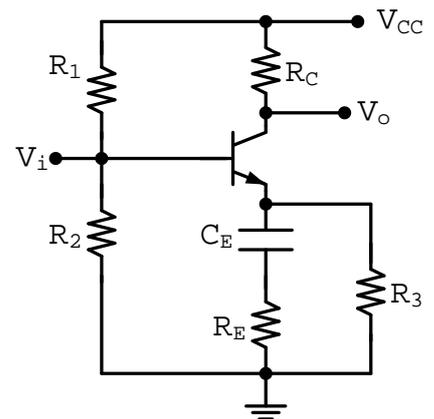
Si determini il punto di lavoro del transistor e l'amplificazione di tensione a frequenze intermedie del circuito riportato a fianco.

Dati numerici:

$$V_{cc} = 10 \text{ V}; R_1 = 40 \text{ k}\Omega; R_2 = 10 \text{ k}\Omega; R_C = 5.6 \text{ k}\Omega; R_E = 1 \text{ k}\Omega;$$
$$R_3 = 1.3 \text{ k}\Omega; C_E = 15 \text{ }\mu\text{F};$$

$$V_{CE} = \underline{\hspace{2cm}} \quad I_C = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$A_V = \underline{\hspace{2cm}}$$



## Esercizio 3. (8 punti)

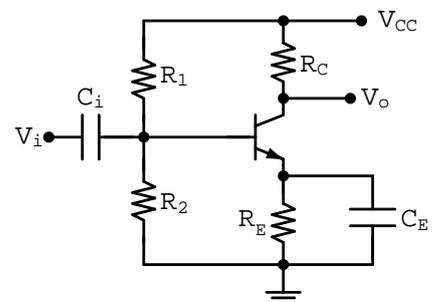
Regolando la tensione di alimentazione dell'amplificatore a emettitore comune riportato nella figura a fianco, si riesce ad ottenere un'amplificazione di tensione pari a -200. Assumendo che il transistor abbia  $h_{fe} = 80$ , si ricavi il parametro  $h_{ie}$  del transistor e si determini il valore della capacità del condensatore di ingresso affinché la frequenza di taglio inferiore sia di 300 Hz.

Valori numerici:

$$R_1 = 55 \text{ k}\Omega; R_2 = 15 \text{ k}\Omega; R_C = 5 \text{ k}\Omega;$$

Da notare che non viene dato il valore di  $R_E$  perché non è necessario; si assuma inoltre  $C_E$  molto grande.

$$h_{ie} = \underline{\hspace{2cm}} \quad C_i = \underline{\hspace{2cm}}$$



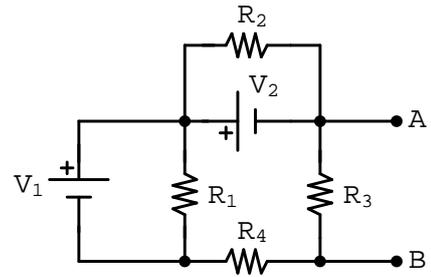
**N.B. il compito prosegue sull'altra facciata del foglio**

**Esercizio 4. (8 punti)**

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

Dati numerici:

$V_1 = 4 \text{ V}$ ,  $V_2 = 2 \text{ V}$ ;  $R_1 = 6 \text{ }\Omega$ ;  $R_2 = 2 \text{ }\Omega$ ;  $R_3 = 2 \text{ }\Omega$ ;  
 $R_4 = 6 \text{ }\Omega$ .



$V_{eq} = \underline{\hspace{2cm}}$        $R_{eq} = \underline{\hspace{2cm}}$

# SOLUZIONI ESONERO DI LAB S.S. DEL 28-10-2019 - B

## Soluzione Esercizio 1

La trasformata di Laplace della delta è uguale a 1, quindi la risposta del sistema vale:

$$V_o(s) = T(s) \cdot V_i(s) = \frac{18(s+3)}{(s+10)(s+1)} \cdot 1$$

La funzione presenta 2 poli:  $s=-10$  e  $s=-1$  e può essere scritta come:

$$V_o(s) = \frac{A}{s+10} + \frac{B}{s+1}. \text{ A e B si determinano con il metodo dei residui.}$$

$$A = \lim_{s \rightarrow -10} ((s+10) \cdot \frac{18(s+3)}{(s+10)(s+1)}) = 14$$

$$B = \lim_{s \rightarrow -1} ((s+1) \cdot \frac{18(s+3)}{(s+10)(s+1)}) = 4$$

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

$$f(t) = 14e^{-10t} + 4e^{-t}$$

b) Per  $t = 0$  abbiamo  $f(0) = 14 + 4 = 18$

c) per  $t$  che tende a infinito, la funzione si annulla.

## Soluzione Esercizio 2

Ai fini della polarizzazione la resistenza  $R_E$  non interviene per via del condensatore  $C_E$ .

Il potenziale della base si ricava dal partitore di base:

$$V_B = V_{cc} \cdot \frac{R_2}{R_1+R_2} = 10 \times \frac{10}{40+10} = 2.0 \text{ V}$$

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

$$V_E = V_B - V_{BE} = 2.0 - 0.7 = 1.3 \text{ V.}$$

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

$$I_C = \frac{V_E}{R_3} = \frac{1.3}{1.3 \cdot 10^3} = 1 \text{ mA}$$

Di conseguenza:  $V_{CE} = V_{CC} - (R_C + R_E) \cdot I_C = 10 - (5.6 + 1.3) \cdot 10^3 \times 1 \cdot 10^{-3} = 3.1 \text{ V}$

A frequenze intermedie il condensatore è un corto circuito, quindi la resistenza  $R_3$  è in parallelo alla  $R_E$ ; il parallelo vale:  $R_P = \frac{R_E \cdot R_3}{R_E + R_3} = \frac{1.0 \times 1.3}{1.0 + 1.3} = 0.56 \text{ k}\Omega$ .

L'amplificazione del circuito è data da:  $A_V = -\frac{R_C}{R_P} = -\frac{5.6}{0.56} = -10$

## Soluzione Esercizio 3

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

In un amplificatore ad emettitore comune con capacità sull'emettitore, si ha la seguente relazione:

$$A_V = -\frac{h_{fe} \cdot R_C}{h_{ie}} \Rightarrow h_{ie} = -\frac{h_{fe} \cdot R_C}{A_V} = -\frac{80 \times 5 \cdot 10^3}{-200} = 2 \text{ k}\Omega$$

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

$$R_B = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{55 \times 15}{55 + 15} = 11.8 \text{ k}\Omega.$$

$$R_i = \frac{h_{ie} \cdot R_B}{h_{ie} + R_B} = \frac{2.0 \times 11.8}{2.0 + 11.8} = 1.7 \text{ k}\Omega.$$

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

$$C_i = \frac{1}{2\pi f_T \cdot R_i} = \frac{1}{2\pi \times 300 \times 1.7 \cdot 10^3} = 312 \text{ nF}$$

## Soluzione Esercizio 4

Possiamo applicare il principio di sovrapposizione degli effetti per determinare la tensione tra i punti A e B. Se cortocircuitiamo il generatore di tensione 2, la tensione tra A e B è uguale a:

$$V'_{AB} = V_1 \cdot \frac{R_3}{R_3+R_4} = \frac{4 \times 2}{6+2} = 1 \text{ V}$$

Se invece cortocircuitiamo il generatore di tensione 1, il generatore 2 vede le due resistenze  $R_4$  e  $R_3$  in serie, però la corrente circola in verso opposto al caso precedente, quindi la tensione tra A e B vale  $V''_{AB} = V_2 \cdot \frac{R_3}{R_3+R_4} = \frac{-2 \times 2}{6+2} = -0.5 \text{ V}$ .

$$V_{eq} = V'_{AB} + V''_{AB} = 1 - 0.5 = 0.5 \text{ V}.$$

Per calcolare la resistenza equivalente dobbiamo cortocircuitare i due generatori di tensione. Le resistenze  $R_1$  e  $R_2$  risulta cortocircuitate e le due resistenze  $R_4$  e  $R_3$  sono in parallelo, quindi la resistenza equivalente vale  $1.5 \Omega$ .

Da notare che le due resistenze  $R_1$  e  $R_2$  non giocano alcun ruolo in questi calcoli.