

A1 Laurea in Fisica - Anno Accademico 2017-2018

6 novembre 2017 – Primo esonero del Lab di Seg. e Sistemi

Nome :

Cognome :

Matricola :

Canale/Prof :

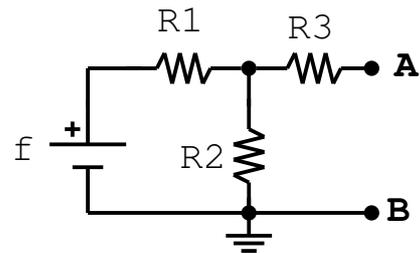
Gruppo Lab.:

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

Esercizio 1. (5 punti)

Si determini il valore della resistenza di carico R_L che deve essere connessa tra i terminali A e B affinché la corrente che la percorra sia di 5 mA .

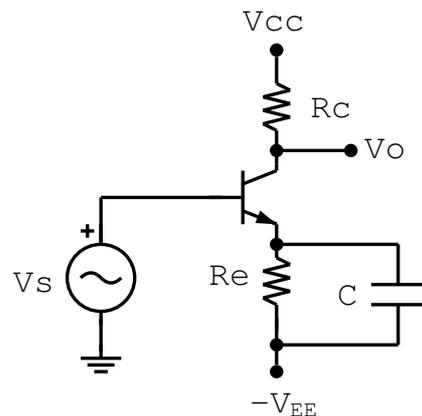
Dati numerici: $V = 100\text{ V}$; $R_1 = 5\text{ k}\Omega$; $R_2 = 20\text{ k}\Omega$; $R_3 = 6\text{ k}\Omega$



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

Esercizio 2. (7 punti)

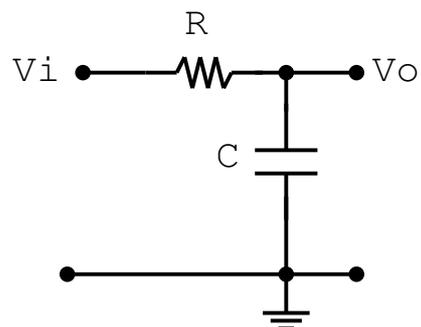
Calcolare l'amplificazione a media frequenza del circuito in figura sapendo che $V_{CC} = V_{EE} = 10\text{ V}$; $R_C = 5\text{ k}\Omega$; $R_E = 9.3\text{ k}\Omega$. Si assuma che il transistor si trovi a temperatura ambiente.



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

Esercizio 3. (4 punti)

Dimensionare un filtro passa-basso RC in modo tale che questo presenti alle alte frequenze un'impedenza di ingresso $Z_i = 10\text{ k}\Omega$ ed una frequenza di taglio $f_T = 20\text{ kHz}$.



$$R = \underline{\hspace{2cm}}; \quad C = \underline{\hspace{2cm}}$$

SOLUZIONI ESONERO DI LAB S.S. DEL 6-11-2017 - A1

Soluzione Esercizio 1

Per risolvere il problema occorre calcolare l'equivalente di Thevenin del circuito. Fatto questo avremo la R_L in serie alla R_{eq} e si potrà scrivere:

$$I_L = \frac{V_{eq}}{R_{eq} + R_L} \Rightarrow R_L = \frac{V_{eq}}{I_L} - R_{eq}$$

Calcoliamo la tensione equivalente di Thevenin:

$$V_{eq} = f \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 100 \times \frac{20}{25} = 80 \text{ V}$$

Calcoliamo la resistenza equivalente:

$$R_{eq} = R_3 + \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = 6 + \frac{5 \times 20}{5 + 20} = 10 \text{ k}\Omega$$

Ricaviamo R_L :

$$R_L = \frac{V_{eq}}{I_L} - R_{eq} = \frac{80}{5 \cdot 10^{-3}} - 10 \cdot 10^3 = 6 \text{ k}\Omega$$

Soluzione Esercizio 2

A media frequenza possiamo approssimare il condensatore C con un corto circuito, l'amplificazione pertanto è uguale a $A_V = -\frac{I_C R_C}{V_T}$.

Per calcolare I_C calcoliamo la corrente di emettitore:

$$I_C \simeq I_E = \frac{0 - V_{BE} - (-V_{EE})}{R_E} = \frac{9.3}{9.3 \cdot 10^3} = 1 \text{ mA};$$

quindi l'amplificazione vale:

$$A_V = -\frac{I_C R_C}{V_T} = -\frac{10^{-3} \times 5 \cdot 10^3}{25 \cdot 10^{-3}} = -200$$

Soluzione Esercizio 3

Ad alta frequenza il condensatore diventa un corto circuito, quindi l'impedenza d'ingresso coincide con la resistenza R, quindi $R = Z_i = 10 \text{ k}\Omega$.

Per trovare C usiamo la formula:

$$C = \frac{1}{2\pi f R} = \frac{1}{2\pi \times 2 \cdot 10^4 \times 10^4} = 0.79 \text{ nF}$$

A2 Laurea in Fisica - Anno Accademico 2017-2018

6 novembre 2017 – Primo 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 4. (4 punti)

Trovare la trasformata di Laplace della funzione seguente, spiegando il procedimento seguito:

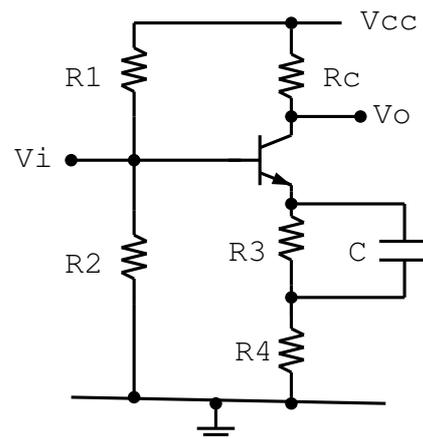
$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{se } 0 < t < 1 \\ (t-1)^2 & \text{se } 1 \leq t \end{cases}$$

$$F(s) = \underline{\hspace{2cm}}$$

Esercizio 5. (7 punti)

L'amplificatore illustrato in figura ha le seguenti resistenze: $R_1 = 34 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 5.9 \text{ k}\Omega$; $R_3 = 1 \text{ k}\Omega$; $R_4 = 0.5 \text{ k}\Omega$. Inoltre il BJT utilizzato ha $h_{ie} = 800 \Omega$ e $h_{fe} = 50$. Determinare la resistenza d'ingresso dell'amplificatore a centro banda.

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



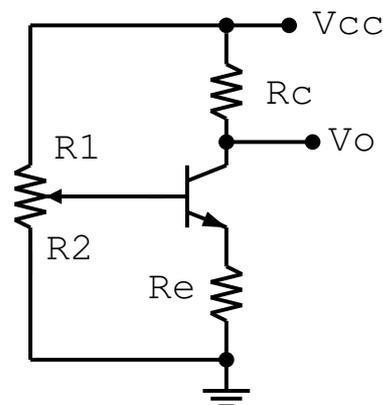
Esercizio 6. (8 punti)

Nel circuito di polarizzazione del transistor in figura il partitore di base è costituito da un potenziometro da $50 \text{ k}\Omega$, in modo tale che la somma $(R_1 + R_2) = 50 \text{ k}\Omega$. In questo modo si può variare il punto di lavoro del transistor spostando il cursore del potenziometro. Si stabiliscano i valori di R_1 , R_2 , R_C e R_E che permettono di ottenere un valore di $V_{CE} = 6 \text{ V}$ e $A_V = -5$.

Si usino i seguenti valori: $V_{CC} = 12 \text{ V}$, $I_C = 1 \text{ mA}$ e $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$.

$$R_1 = \underline{\hspace{2cm}}; \quad R_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$R_C = \underline{\hspace{2cm}}; \quad R_E = \underline{\hspace{2cm}}$$



SOLUZIONI ESONERO DI LAB S.S. DEL 6-11-2017 - A2

Soluzione Esercizio 4

Per trovare la trasformata utilizziamo la proprietà di traslazione temporale: $f(t - t_1) \rightarrow e^{-t_1 s} \cdot F(s)$ e la formula della trasformata dei polinomi: $kt^n \rightarrow \frac{kn!}{s^{n+1}}$. Quindi la soluzione è:

$$F(s) = \frac{2e^{-s}}{s^3}$$

Soluzione Esercizio 5

A frequenze intermedie la resistenza R_3 è cortocircuitata dal condensatore, quindi la resistenza d'ingresso è uguale al parallelo della R_B con la resistenza d'ingresso del transistor:

$$R_{i-trans} = h_{ie} + (h_{fe} + 1)R_4 = 800 + 51 \times 500 = 26.3 \text{ k}\Omega;$$

$$R_B = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{34 \times 5.9}{34 + 5.9} = 5.0 \text{ k}\Omega$$

$$R_i = \frac{26.3 \times 5}{26.3 + 5} = 4.2 \text{ k}\Omega$$

Soluzione Esercizio 6

Dalla richiesta sull'amplificazione discende che:

$$A_V = -\frac{R_C}{R_E} = -5 \Rightarrow R_C = 5 \times R_E$$

Dalla maglia d'uscita possiamo ricavare la seguente equazione:

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + I_E R_E$$

Ricordando che $I_C \simeq I_E$ e usando la relazione $R_C = 5R_E$:

$$V_{CC} - V_{CE} = I_C(5R_E + R_E) \Rightarrow R_E = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{6I_C} = \frac{12 - 6}{6 \times 10^{-3}} = 1 \text{ k}\Omega$$

Quindi $R_C = 5 \text{ k}\Omega$.

Dato che $R_E = 1 \text{ k}\Omega$ allora $V_E = 1 \text{ V}$ e $V_B = V_E + V_{BE} = 1.7 \text{ V}$. Il valore di V_B determina il rapporto di partizione tra R_1 e R_2 , infatti, trascurando la corrente I_B rispetto a quella che scorre nel partitore, possiamo dire che

$$V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} \text{ da cui } R_2 = \frac{R_1 + R_2}{V_{CC}} V_B = 7.1 \text{ k}\Omega.$$

A questo punto $R_1 = 50 - 7.1 = 42.9 \text{ k}\Omega$