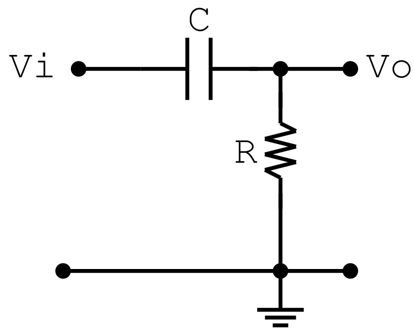
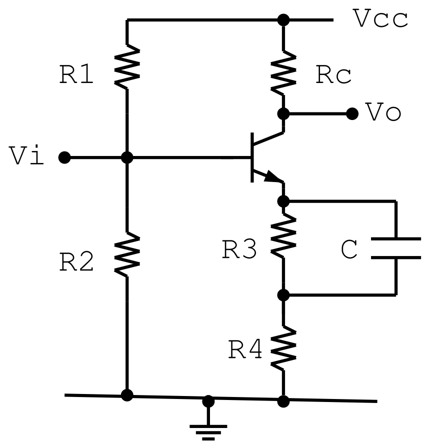
C1 Laurea in Fisica - Anno Accademico 2017-2018
6 novembre 2017 – Primo esonero del Lab di Seg. e Sistemi
Nome : **Cognome :**
Matricola : **Canale/Prof :** **Gruppo Lab.:**
Riportate su questo foglio le risposte numeriche con la relativa unità di misura.



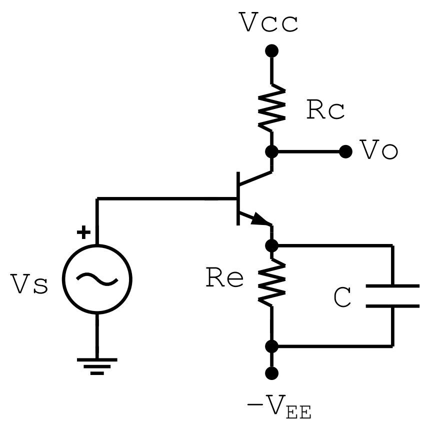
Esercizio 1. (4 punti)
Dimensionare un filtro passa-alto RC in modo tale che questo presenti alle alte frequenze un'impedenza di ingresso $Z_i = 50\ k\Omega$ ed una frequenza di taglio $f_T = 2\ kHz$.

R= __________; C= __________



Esercizio 2. (7 punti)
L'amplificatore illustrato in figura ha le seguenti resistenze: $R_1 = 34\ k\Omega$; $R_2 = 5.9\ k\Omega$; $R_3 = 1\ k\Omega$; $R_4 = 0.5\ k\Omega$. 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 = ________________



Esercizio 3. (7 punti)
Calcolare l'amplificazione a media frequenza del circuito in figura sapendo che $V_{CC} = V_{EE} = 10\ V$; $R_C = 3\ k\Omega$; $R_E = 6.2\ k\Omega$. Si assuma che il transistor si trovi a temperatura ambiente.

A_V = ________________

Soluzioni Esonero di Lab S.S. del 6-11-2017 - C1

Soluzione Esercizio 1

Ad alta frequenza il condensatore diventa un corto circuito, quindi l'impedenza d'ingresso coincide con la resistenza R, quindi $R = Z_i = 50\ k\Omega$.
Per trovare C usiamo la formula:

$$C = \frac{1}{2\pi f R} = \frac{1}{2\pi \times 2 \cdot 10^3 \times 5 \cdot 10^4} = 1.59\ nF$$

Soluzione Esercizio 2

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:

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

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

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

Soluzione Esercizio 3

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:

$$I_C \simeq I_E = \frac{0 - V_{BE} - (-V_{EE})}{R_E} = \frac{9.3}{6.2 \cdot 10^3} = 1.5\ mA;$$

quindi l'amplificazione vale:

$$A_V = -\frac{I_C R_C}{V_T} = -\frac{1.5 \cdot 10^{-3} \times 3 \cdot 10^3}{25 \cdot 10^{-3}} = -180$$

C2 Laurea in Fisica - Anno Accademico 2017-2018

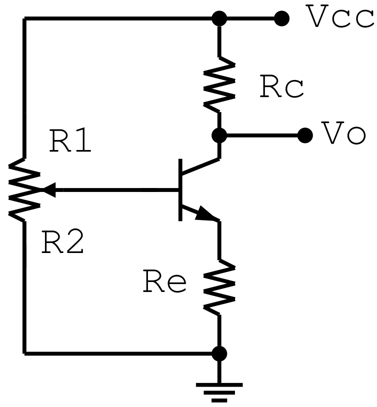
6 novembre 2017 – Primo esonero del Lab di Seg. e Sistemi

Nome : **Cognome :**

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

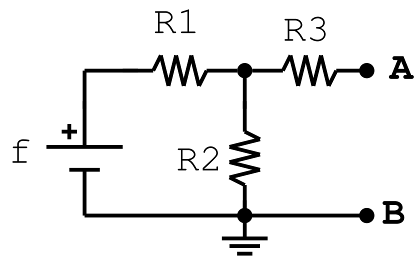
Riportate su questo foglio le risposte numeriche con la relativa unità di misura.

Esercizio 4. (8 punti)
Nel circuito di polarizzazione del transistor in figura il partitore di base è costituito da un potenziometro da 50 $k\Omega$, in modo tale che la somma $(R_1 + R_2) = 50\ k\Omega$. In questo modo si può variare il punto di lavoro del transistor spostando il cursore del potenziomentro. Si stabiliscano i valori di R_1, R_2, R_C e R_E che permettono di ottenere un valore di $V_{CE} = 5\ V$ e $A_V = -4$.
Si usino i seguenti valori: corrente di partitore $I_P = 0.24\ mA$ (la corrente che entra nella base può essere trascurata), $I_E = 1\ mA$ e $V_{BE} = 0.7\ V$.



R_1= __________; R_2= __________
R_C= __________; R_E= __________

Esercizio 5. (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 4 mA.
Dati numerici: $f = 100\ V$; $R_1 = 5\ k\Omega$; $R_2 = 20\ k\Omega$; $R_3 = 6\ k\Omega$



R_L = ________________

Esercizio 6. (4 punti)
Trovare la trasformata di Laplace della funzione seguente, spiegando il procedimento seguito:

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{se } 0 < t < 1 \\ (t-1)^3 & \text{se } 1 \le t \end{cases}$$

$F(s)$ = ________________

Soluzioni Esonero di Lab S.S. del 6-11-2017 - C2

Soluzione Esercizio 4

Dalla maglia d'ingresso possiamo ricavare che
$V_{CC} = I_P \times (R_1 + R_2) = 0.24 \cdot 10^{-3} \times 50 \cdot 10^3 = 12\ V$
Dalla richiesta sull'amplificazione discende che:

$$A_V = -\frac{R_C}{R_E} = -4 \quad \Rightarrow \quad R_C = 4 \times R_E$$

Dalla maglia d'uscita possiamo ricavare la segunte equazione:

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

Ricordando che $I_C \simeq I_E$ e usando la relazione $R_C = 4R_E$:

$$V_{CC} - V_{CE} = I_C(4R_E + R_E) \quad \Rightarrow \quad R_E = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{5I_C} = \frac{12 - 5}{5 \times 10^{-3}} = 1.4\ k\Omega$$

Quindi $R_C = 5.6\ k\Omega$.
Dato che $R_E = 1.4\ k\Omega$ allora $V_E = 1.4\ V$ e $V_B = V_E + V_{BE} = 2.1\ V$. 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
$V_B = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_{CC}$ da cui $R_2 = \frac{R_1+R_2}{V_{CC}} V_B = 8.75\ k\Omega$.
A questo punto $R_1 = 50 - 8.75 = 41.25\ k\Omega$

Soluzione Esercizio 5

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:

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

Calcoliamo la tensione equivalente di Thevenin:

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

Calcoliamo la resistenza equivalente:

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

Ricaviamo R_L:

$$R_L = \frac{V_{eq}}{I_L} - R_{eq} = \frac{80}{4 \cdot 10^{-3}} - 10 \cdot 10^3 = 10\ k\Omega$$

Soluzione Esercizio 6

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:

$$F(s) = \frac{6e^{-s}}{s^4}$$