D1 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.:**

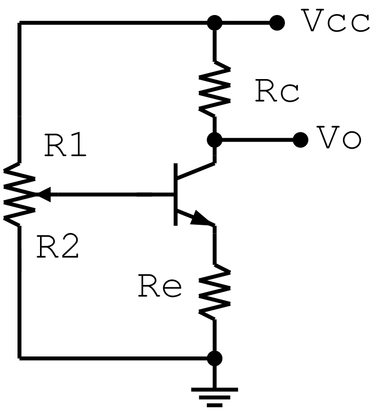
Riportate su questo foglio le risposte numeriche con la relativa unità di misura.

Esercizio 1. (4 punti)
Trovare la trasformata di Laplace della funzione seguente, spiegando il procedimento seguito:

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{se } 0 < t < 3 \\ (t-3)^2 & \text{se } 3 \le t \end{cases}$$

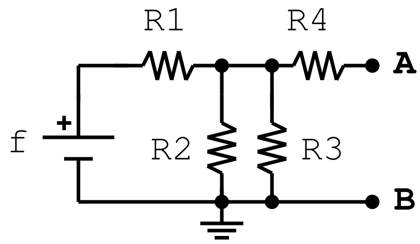
$F(s) =$ ________________

Esercizio 2. (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: $V_B = 1.7\ V$, $I_C = 1\ mA$ e $V_{BE} = 0.7\ V$.



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

Esercizio 3. (5 punti)
Si determini il valore della resistenza di carico R_L che deve essere connessa tra i terminali A e B affinché la tensione ai suoi capi sia la metà di quella del generatore f.
Dati numerici: $f = 80\ V$; $R_1 = 20\ k\Omega$; $R_2 = 120\ k\Omega$; $R_3 = 120\ k\Omega$; $R_4 = 5\ k\Omega$;



$R_L =$ ________________

Soluzioni Esonero di Lab S.S. del 6-11-2017 - D1

Soluzione Esercizio 1

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:

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

Soluzione Esercizio 2

Dalla richiesta sull'amplificazione discende che:

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

Possiamo ricavare R_E dalla relazione:
$R_E = \frac{V_E}{I_E} = \frac{V_B - V_{BE}}{I_E} = \frac{1.7-0.7}{10^{-3}} = 1\ k\Omega$
Quindi $R_C = 4 \times R_E = 4\ k\Omega$.
Dalla maglia d'uscita possiamo ricavare il valore di V_{CC}:

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

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

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C(4R_E + R_E) = 5 + 10^{-3} \times 5 \cdot 10^3 = 10\ V$$

Dai valori di V_{CC} e V_B si possono ricavare i valori del partitore:
$V_B = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_{CC}$ da cui $R_2 = \frac{R_1+R_2}{V_{CC}} V_B = 8.5\ k\Omega$.
A questo punto $R_1 = 50 - 8.5 = 41.5\ k\Omega$

Soluzione Esercizio 3

Per risolvere il problema occorre calcolare l'equivalente di Thevenin del circuito. Fatto questo avremo la R_L in serie alla R_{eq} e la la tensione ai suoi capi vale:

$$V_{AB} = \frac{f}{2} = \frac{R_L}{R_{eq} + R_L} V_{eq} \quad \Rightarrow \quad R_L = \frac{R_{eq}}{\frac{2V_{eq}}{f} - 1}$$

Calcoliamo la tensione equivalente di Thevenin, però semplifichiamo il circuito considerando che R_3 e R_4 sono in parallelo, chiamiamo questa resistenza $R_P = 60\ k\Omega$:

$$V_{eq} = f \times \frac{R_P}{R_1 + R_P} = 80 \times \frac{60}{80} = 60\ V$$

Calcoliamo la resistenza equivalente:

$$R_{eq} = R_4 + \frac{R_1 \times R_P}{R_1 + R_P} = 5 + \frac{20 \times 60}{20 + 80} = 20\ k\Omega$$

Quindi utilizzando la formula precedente:

$$R_L = \frac{20}{\frac{120}{80} - 1} = 40\ k\Omega$$

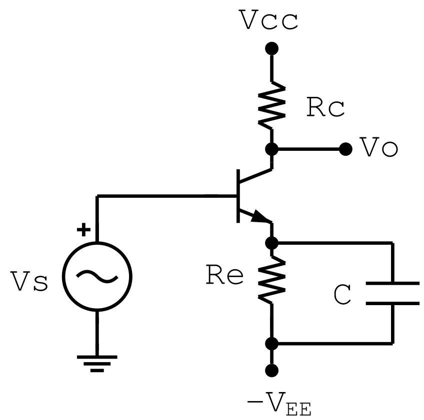
D2	**Laurea in Fisica - Anno Accademico 2017-2018**

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

Nome : **Cognome :**

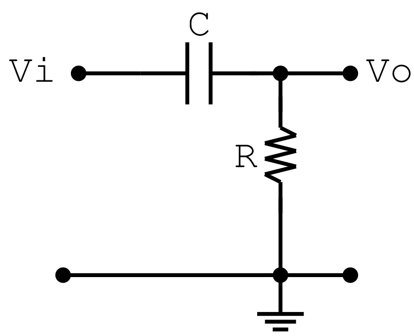
Matricola : **Canale/Prof :** **Gruppo Lab.:**

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



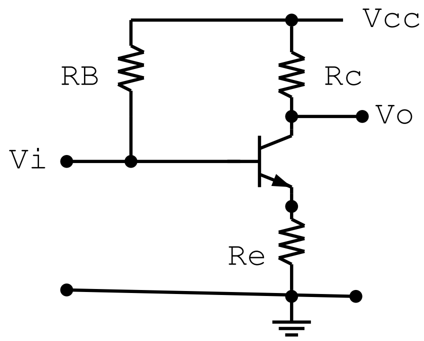
Esercizio 4. (7 punti)
Calcolare l'amplificazione a media frequenza del circuito in figura sapendo che $V_{CC} = V_{EE} = 10\ V$; $R_C = 4\ k\Omega$; $R_E = 9.3\ k\Omega$. Si assuma che il transistor si trovi a temperatura ambiente.

$A_V =$ ________________



Esercizio 5. (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 $f_T = 5\ kHz$.

$R=$ __________; $C=$ __________



Esercizio 6. (7 punti)
L'amplificatore illustrato in figura ha le seguenti resistenze: $R_B = 600\ k\Omega$ e $R_E = 1\ k\Omega$. Inoltre il BJT utilizzato ha $h_{ie} = 1.2\ \Omega$ e $h_{fe} = 80$. Determinare la resistenza d'ingresso dell'amplificatore..

$R_i =$ ________________

Soluzioni Esonero di Lab S.S. del 6-11-2017 - D2

Soluzione Esercizio 4

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:

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

quindi l'amplificazione vale:

$$A_V = -\frac{I_C R_C}{V_T} = -\frac{10^{-3} \times 4 \cdot 10^3}{25 \cdot 10^{-3}} = -160$$

Soluzione Esercizio 5

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:

$$C = \frac{1}{2\pi f R} = \frac{1}{2\pi \times 5 \cdot 10^3 \times 5 \cdot 10^4} = 640\ pF$$

Soluzione Esercizio 6

La resistenza d'ingresso è uguale al parallelo della R_B con la resistenza d'ingresso del transistor:

$$R_{i-trans} = h_{ie} + (h_{fe} + 1)R_E = 1.2 \cdot 10^3 + 81 \times 10^3 = 82.2\ k\Omega;$$

$$R_i = \frac{82.2 \times 600}{82.2 + 600} = 72.3\ k\Omega$$