

# A

Cognome e Nome
----------------

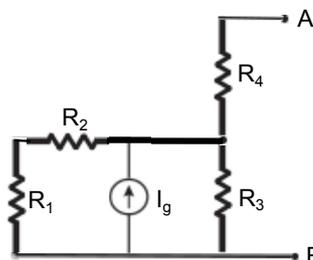
(Scrivere Cognome e Nome su questo foglio e consegnarlo insieme allo svolgimento del compito)

## Laboratorio di Segnali e Sistemi - a.a. 2013/2014 - Prova del 11/11/2013

### Esercizio 1 (10 punti)

Trovare il circuito equivalente di Thevenin (fra i terminali A e B) della rete riportata in figura.

Valori:  $I_g = 2mA$ ,  $R_1 = 500 \Omega$ ,  $R_2 = 500 \Omega$ ,  $R_3 = 1K$ ,  $R_4 = 2K$ .



### Esercizio 2 (10 punti)

Progettare un amplificatore ad emettitore comune con doppia alimentazione e capacit  di emettitore che abbia una amplificazione di tensione a vuoto (senza carico esterno)  $A_v = -200$ .

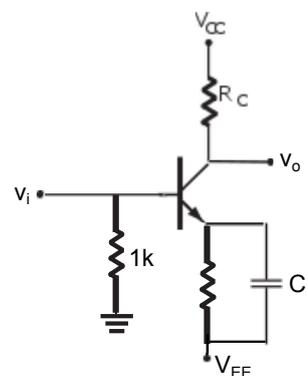
Determinare il valore di  $C_E$  in modo che la frequenza di taglio inferiore,  $f_L$ , sia di circa  $1KHz$ , ricordando che

$$f_L \simeq \frac{1}{2\pi r_e C_E}$$

Determinare la massima ampiezza di un segnale sinusoidale d'ingresso che tale amplificatore   in grado di amplificare senza distorsione.

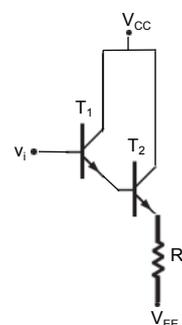
Si hanno a disposizione due alimentazioni fisse,  $V_{CC} = +10V$ ,  $V_{EE} = -10V$ .

Si assuma che il transistor sia a temperatura ambiente.



### Esercizio 3 (10 punti)

Determinare l'espressione della resistenza d'ingresso,  $R_i$ , del circuito in figura, in funzione dei parametri dei transistor e di  $R_E$ .



## Soluzioni

### Esercizio 1

$$V_{EQ} = 1 \text{ V}, R_{EQ} = 2.5 \text{ k}\Omega$$

### Esercizio 2

L'amplificazione e' data da

$$A_v = \frac{R_C I_C}{V_T}$$

Ipotizzando che il transistor sia a temperatura ambiente cio' significa che occorre avere  $R_C I_C = 5 \text{ V}$ . Possiamo quindi scegliere una corrente  $I_C = 1 \text{ mA}$ , da cui  $R_C = 5 \text{ k}\Omega$ . La base e' a tensione circa zero, quindi la tensione di emettitore e'  $V_E \simeq -0.7 \text{ V}$ ; per avere la corrente scelta di  $1 \text{ mA}$  si deve quindi porre  $R_E = 9.3 \text{ k}\Omega$ .

Con questi valori si ha il valore statico  $V_{CE} = 5.7 \text{ V}$ . Se non si vuole avere distorsione in uscita occorre che  $V_{CE}$  rimanga compresa tra  $\sim 0.2 \text{ V}$  e  $\sim 10.7 \text{ V}$ : quindi, approssimativamente, il segnale d'ingresso non deve superare  $25 \text{ mV}$ .

Infine, poiche'

$$r_e = \frac{V_T}{I_C} = 25 \Omega$$

si deve porre  $C_E \simeq 6.4 \mu\text{F}$  per avere la frequenza di taglio richiesta.

### Esercizio 3

Dobbiamo calcolare

$$R_i = \frac{v_i}{i_{b1}}$$

Utilizzando il modello  $h$  per piccoli segnali si trova facilmente

$$\begin{aligned} v_i &= h_{ie1} i_{b1} + h_{ie2} i_{b2} - R_E i_{e2} \\ i_{b2} &= -i_{e1} = (1 + h_{fe1}) i_{b1} \simeq h_{fe1} i_{b1} \\ i_{e2} &= (1 + h_{fe2}) i_{b2} = -(1 + h_{fe2})(1 + h_{fe1}) i_{b1} \simeq -h_{fe2} h_{fe1} i_{b1} \end{aligned}$$

Da cui si ricava

$$\begin{aligned} R_i &\simeq h_{ie1} + h_{ie2} h_{fe1} + h_{fe1} h_{fe2} R_E \\ &\simeq h_{fe1} h_{fe2} R_E \end{aligned}$$

Allo stesso risultato si arriva con qualunque altro modello.

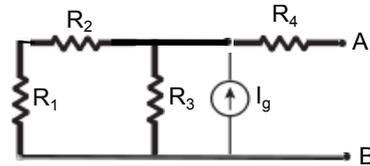
(Scrivere Cognome e Nome su questo foglio e consegnarlo insieme allo svolgimento del compito)

## Laboratorio di Segnali e Sistemi - a.a. 2013/2014 - Prova del 11/11/2013

### Esercizio 1 (10 punti)

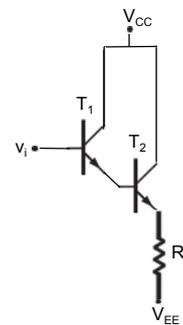
Trovare il circuito equivalente di Thevenin (fra i terminali A e B) della rete riportata in figura.

Valori:  $I_g = 2mA$ ,  $R_1 = 500 \Omega$ ,  $R_2 = 500 \Omega$ ,  $R_3 = 1K$ ,  $R_4 = 2K$ .



### Esercizio 2 (10 punti)

Determinare l'espressione della resistenza d'ingresso,  $R_i$ , del circuito in figura, in funzione dei parametri dei transistor e di  $R_E$ .



### Esercizio 3 (10 punti)

Progettare un amplificatore ad emettitore comune con doppia alimentazione e capacita' di emettitore che abbia una amplificazione di tensione a vuoto (senza carico esterno)  $A_v = -120$ .

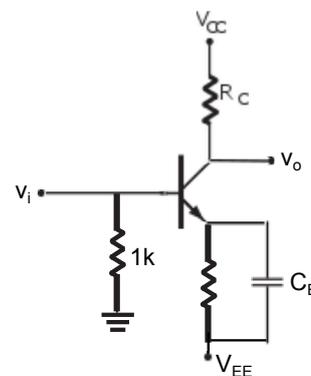
Determinare il valore di  $C_E$  in modo che la frequenza di taglio inferiore,  $f_L$ , sia di circa  $2KHz$ , ricordando che

$$f_L \simeq \frac{1}{2\pi r_e C_E}$$

Determinare la massima ampiezza di un segnale sinusoidale d'ingresso che tale amplificatore e' in grado di amplificare senza distorsione.

Si hanno a disposizione due alimentazioni fisse,  $V_{CC} = +10V$ ,  $V_{EE} = -10V$ .

Si assuma che il transistor sia a temperatura ambiente.



## Soluzioni

### Esercizio 1

$$V_{EQ} = 1 \text{ V}, R_{EQ} = 2.5 \text{ k}\Omega$$

### Esercizio 2

Dobbiamo calcolare

$$R_i = \frac{v_i}{i_{b1}}$$

Utilizzando il modello  $h$  per piccoli segnali si trova facilmente

$$\begin{aligned} v_i &= h_{ie1}i_{b1} + h_{ie2}i_{b2} - R_E i_{e2} \\ i_{b2} &= -i_{e1} = (1 + h_{fe1})i_{b1} \simeq h_{fe1}i_{b1} \\ i_{e2} &= (1 + h_{fe2})i_{b2} = -(1 + h_{fe2})(1 + h_{fe1})i_{b1} \simeq -h_{fe2}h_{fe1}i_{b1} \end{aligned}$$

Da cui si ricava

$$\begin{aligned} R_i &\simeq h_{ie1} + h_{ie2}h_{fe1} + h_{fe1}h_{fe2}R_E \\ &\simeq h_{fe1}h_{fe2}R_E \end{aligned}$$

Allo stesso risultato si arriva con qualunque altro modello

### Esercizio 3

L'amplificazione  $e'$  data da

$$A_v = \frac{R_C I_C}{V_T}$$

Ipotizzando che il transistor sia a temperatura ambiente cio' significa che occorre avere  $R_C I_C = 3 \text{ V}$ . Possiamo quindi scegliere una corrente  $I_C = 1 \text{ mA}$ , da cui  $R_C = 3 \text{ k}\Omega$ . La base  $e'$  a tensione circa zero, quindi la tensione di emettitore  $e'$   $V_E \simeq -0.7 \text{ V}$ ; per avere la corrente scelta di  $1 \text{ mA}$  si deve quindi porre  $R_E = 9.3 \text{ k}\Omega$ .

Con questi valori si ha il valore statico  $V_{CE} = 7.7 \text{ V}$ . Se non si vuole avere distorsione in uscita occorre che  $V_{CE}$  rimanga compresa tra  $\sim 0.2 \text{ V}$  e  $\sim 10.7 \text{ V}$ : quindi, approssimativamente, il segnale d'ingresso non deve superare  $25 \text{ mV}$  (si noti che la semionda positiva  $e'$   $\mu$  piu' limitata rispetto a quella negativa). Infine, poiche'

$$r_e = \frac{V_T}{I_C} = 25 \Omega$$

si deve porre  $C_E \simeq 3.2 \mu\text{F}$  per avere la frequenza di taglio richiesta.