

Laboratorio di Fisica 3

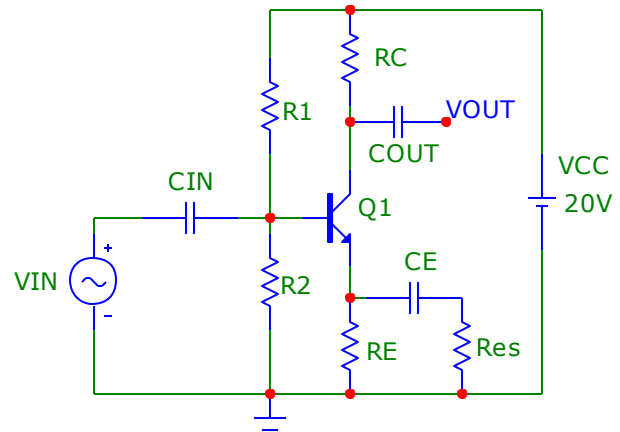
Prof. F. Forti

Esercitazione N. 4 Amplificatore a transistor.

0) **Scopo dell'esperienza:**

Realizzare e caratterizzare un amplificatore a transistor usando un transistor NPN 2N1711. Si può assumere che il guadagno del transistor sia circa 100 (vedere il datasheet per i dettagli). Le specifiche principali sono:

- Alimentazione tra 0 e 20V
- Corrente di quiescenza di collettore di circa 1 mA.
- Amplificazione in tensione per frequenze 1-10 kHz maggiore di 10



1) **Montaggio del circuito e verifica del punto di lavoro.**

Montare il circuito in figura con i seguenti valori dei componenti:

$R1=180\text{k}\Omega$; $R2=18\text{k}\Omega$; $RC=10\text{k}\Omega$; $RE=1\text{k}\Omega$; $CIN=220\text{nF}$; $COUT=100\text{nF}$; $CE=100\mu\text{F}$

Misurare i componenti (soprattutto le resistenze) con il tester prima del montaggio. Fare attenzione alla polarità dei condensatori elettrolitici utilizzati. **Non** montare Res.

- Misurare il punto di lavoro (V_{CE}^Q , I_C^Q) e confrontarlo con quanto calcolato dai valori dei componenti.
- Misurare le tensioni ai terminali del transistor, V_B , V_E , V_{BE} e V_C , e confrontarle con quanto atteso.
- Valutare la corrente di base e confrontarla con la corrente che scorre nel partitore $R1$ - $R2$. Si tratta di un partitore “stiff” ?

2) **Risposta a segnali sinusoidali di frequenza fissa.**

Per questo punto utilizzare un segnale a frequenza **fissa** scelta tra 1kHz e 10kHz.

NOTA: per i calcoli di questo punto considerare trascurabile l'impedenza dei condensatori.

- Misurare il guadagno in tensione $A_V = (V_{OUT}/V_{IN})$ in funzione dell'ampiezza del segnale di ingresso. In particolare verificare e discutere:
 - Inversione di fase del segnale in uscita
 - Valore del guadagno per piccoli segnali (atteso circa 10)
 - Linearità del circuito e suoi limiti (misurando l'uscita per varie ampiezze dell'ingresso)
 - Clipping (taglio dei segnali elevati): simmetria e collegamento alla posizione del punto di lavoro.
- Valutare quanto ci si aspetta per l'impedenza di ingresso del circuito. Misurare l'impedenza di ingresso inserendo in serie al generatore una resistenza R_S dello stesso ordine di R_{IN} attesa e misurando la tensione in uscita con o senza R_S .
Nota: detta V_1 la tensione V_{OUT} misurata senza R_S e V_2 la tensione misurata con R_S inserita, vale la formula del partitore: $R_S/R_{IN} = V_1/V_2 - 1$

- c. Valutare quanto ci si aspetta per l'impedenza di uscita R_{OUT} del circuito. Misurare l'impedenza di uscita del circuito inserendo tra l'uscita e la massa una resistenza di carico R_L dello stesso ordine di R_{OUT} e misurando la tensione di uscita con o senza resistenza.
Attenzione: la resistenza altera la retta di carico dinamica del circuito e quindi si dovrà regolare l'ampiezza del segnale in ingresso in modo da non avere clipping.
Nota: detta V_1 la tensione misurata senza R_L e V_2 la tensione misurata con R_L , vale la formula del partitore: $R_{OUT}/R_L = V_1/V_2 - 1$

3) Risposta in frequenza

- a. Misurare la risposta in frequenza del circuito Common Emitter tra circa 10Hz ed 1 MHz con una tensione di ingresso fissa di circa 1Vpp.
- b. Riportare i dati su un diagramma di Bode di A_v (espresso in dB) in funzione del logaritmo della frequenza.
- c. Determinare le frequenze di taglio inferiore e superiore e discutere la loro relazione con gli elementi circuitali.

4) Aumento del guadagno

- a. Inserire la resistenza $R_{es} = 100\Omega$ e misurare il nuovo guadagno del circuito a frequenza fissa.
- b. Confrontare il guadagno misurato con quanto atteso e discutere la relazione con i parametri circuitali ed i parametri del transistor. Spiegare perché la semplice formula $A_v = -R_C/R_{es} = 100$ non funziona.

Formule utili per il circuito del solo transistor (cioè esclusi i condensatori di ingresso ed uscita) per la configurazione utilizzata (Common Emitter):

$$A_v = -R_C / (Z_E + h_{ie} / h_{fe}) \sim -R_C / Z_E$$

$$R_{in} = (h_{ie} + h_{fe} R_E) // R_B \text{ con } R_B = R_1 // R_2$$

$$R_{out} = R_C$$