

Amplificatori elettronici

Per amplificatore si intende un circuito in grado di elevare la potenza elettrica associata ad un segnale senza alterarne la forma. Si può elevare la tensione (in Volt) o la corrente (in Ampere) o entrambe le grandezze.

La maggior potenza disponibile nel segnale di uscita dell'amplificatore è prelevata da un alimentatore che fornisce una tensione costante in Volt in grado di polarizzare opportunamente i dispositivi attivi impiegati negli amplificatori.

I principali dispositivi attivi impiegati sono:

- 1) transistor a giunzione bipolare (BJT) NPN oppure PNP;
- 2) transistor ad effetto di campo a giunzione (JFET) a canale N o canale P;
- 3) amplificatori operazionali integrati;
- 4) amplificatori di potenza integrati.

Un amplificatore è un quadripolo (dispositivo a 4 terminali), come mostrato in fig.1.

I due terminali a sinistra sono i morsetti di ingresso a cui si applica il segnale elettrico di bassa intensità che si vuole amplificare, ad esempio la tensione di ingresso "vi".

I due terminali a destra sono i morsetti di uscita ai quali si applica un carico utilizzatore, qui indicato col simbolo di una resistenza (cassa acustica, monitor o semplicemente i morsetti di ingressi di un altro amplificatore).

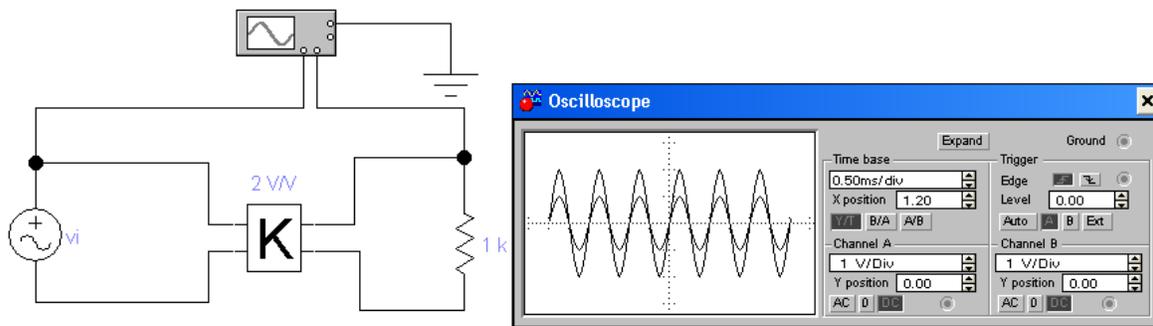


Fig.1 – Il blocco indicato con K rappresenta l'amplificatore con guadagno 2. L'oscilloscopio a destra mostra due forme d'onda sinusoidali: la più piccola è v_i con ampiezza 1V, l'altra è la tensione di uscita con ampiezza 2V (il doppio).

L'oscilloscopio è impostato con i canali A e B al valore di 1V/Divisione mentre sull'asse x il tempo è impostato a 0.50ms/Divisione. In tal modo, poiché la frequenza del segnale di ingresso v_i è di 1KHz (1000 Hertz) corrispondente al periodo $T=1/f=1/1000=1\text{ms}$, una oscillazione completa avviene in 2 divisioni orizzontali. Sul monitor si vedono 6 oscillogrammi completi.

Osserviamo, infine, che la frequenza del segnale di uscita è identica a quella del segnale di ingresso, cioè 1000Hz.

Amplificatore a transistor in configurazione "Emettitore comune"

In fig.2 si mostra lo schema elettrico di un amplificatore a transistor BJT di tipo NPN al silicio. Per funzionare ha bisogno di un alimentatore che fornisce una tensione costante di 15V. Il segnale da amplificare è v_i di ampiezza 10mV e frequenza $f=1\text{KHz}$. La resistenza R_L rappresenta il carico di uscita ai cui capi si ottiene il segnale amplificato. Le resistenze R_1 , R_2 ed R_c consentono la corretta polarizzazione del BJT. La resistenza R_E assicura la stabilizzazione termica. I condensatori sono scelti di valore sufficientemente alto da consentire completamente il passaggio del segnale variabile.

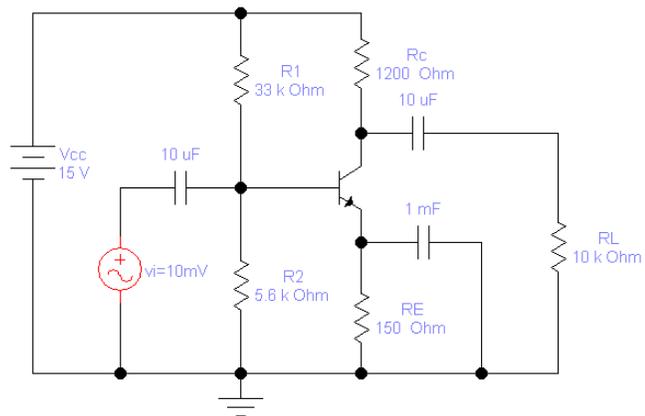


Fig.2 - Schema elettrico di un amplificatore a BJT.

Analisi statica (o analisi in continua)

Nello schema di fig.3 si mostra il precedente BJT con i soli componenti necessari per la polarizzazione del transistor. Sono stati tolti v_i , R_L ed i condensatori.

Sono stati inseriti due amperometri per misurare la corrente di base I_B e la corrente di collettore I_C e tre voltmetri per la misura della tensione V_{RC} presente sulla resistenza R_C , per la misura della tensione tra collettore ed emettitore V_{CE} e per la misura della tensione V_E ai capi della resistenza R_E .

Scrivere nella figura i valori indicati dagli strumenti dopo aver messo in funzione il circuito con Electronics Workbench. In particolare verificare che I_C è di alcuni mA e la V_{CE} è di circa 6V.

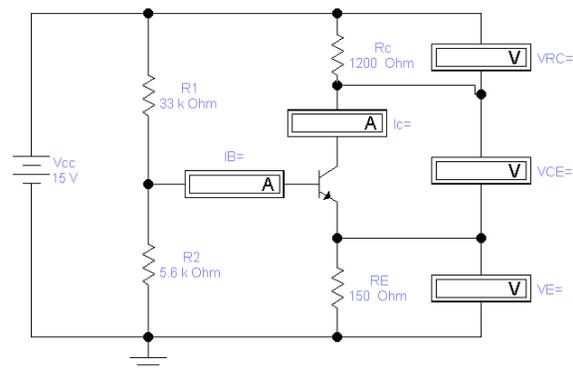


Fig.3 - Circuito per l'analisi in continua. Effettuare le misure di corrente e tensione.

Analisi dinamica (o analisi in alternata)

In fig.4 si mostra l'amplificatore di fig.2 con l'aggiunta di un oscilloscopio che consente di rilevare le forme d'onda del segnale di ingresso v_i e di uscita v_o ai capi della resistenza R_L .

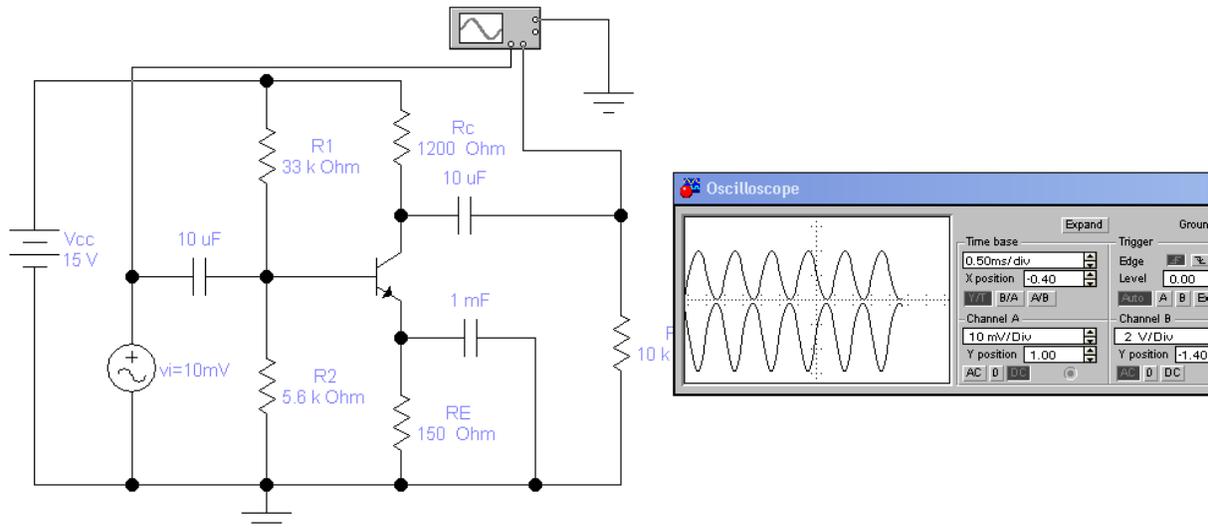


Fig.4 – Amplificatore ad emettitore comune a BJT. A destra gli oscillogrammi della tensione di ingresso e di uscita.

Dagli oscillogrammi riportati, opportunamente separati tra loro per consentire una migliore lettura, si evince che la sinusoide superiore, cioè v_i , occupa, in verticale, due divisioni da un picco all'altro. L'ampiezza è quindi di una divisione cioè 10mV (la tensione da un picco all'altro è il doppio dell'ampiezza).

La tensione di uscita da un picco all'altro occupa tre divisioni in verticale per cui l'ampiezza vale 1,5 divisioni. Poiché una divisione del canale B vale 2V si ha che l'ampiezza del segnale di uscita v_o vale:

$$v_o = 1,5 \text{ divisioni} \times 2V/\text{divisione} = 3V$$

L'amplificatore presenta, pertanto, una amplificazione di tensione A_v (detto anche guadagno di tensione), definito come il rapporto tra v_o e v_i , di valore:

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{3V}{10mV} = 300$$

Ultima osservazione: *l'amplificatore è invertente*. Infatti quando ' v_i ' genera un'onda positiva, la tensione di uscita ' v_o ' ha la forma di una semionda negativa e viceversa. In altre parole l'amplificatore ha aumentato l'ampiezza del segnale di ingresso pari ad un fattore $A_v=300$ e ne ha *cambiato il segno*.

La frequenza del segnale di uscita ha lo stesso valore di quella del segnale di ingresso.