

## POLARIZZAZIONE E STABILIZZAZIONE DEL FUNZIONAMENTO DI UN TRANSISTOR

Con un transistor e pochi altri componenti si può costruire un amplificatore che, alimentato da una batteria, dia in uscita un segnale elettrico di tensione e corrente molto più ampio e abbastanza fedele rispetto al segnale applicatogli in ingresso.

Bisogna innanzitutto alimentare adeguatamente il dispositivo perchè si possa verificare e sfruttare l'effetto transistor. Per far ciò occorre:

- alimentare con polarizzazione diretta la giunzione B-E;
- alimentare con polarizzazione inversa la giunzione B-C;
- stabilizzare contro gli effetti indesiderati delle variazioni di temperatura.

Un circuito che risponde ai tre punti appena enunciati è illustrato nella Figura 1. In esso  $V_{CC}$  è la tensione della batteria,  $R_1$  e  $R_2$  sono due resistenze atte a conferire alla base un potenziale superiore a quello di emettitore, in modo che la giunzione B-E sia polarizzata direttamente. Le resistenze  $R_C$  ed  $R_E$  vengono attraversate rispettivamente dalla corrente di collettore e di emettitore.

Sappiamo che la corrente inversa della giunzione base-collettore  $I_{CBO}$  agisce sulla corrente di collettore moltiplicandosi per un fattore  $(\beta + 1)$  e che, pur se piccolissima, mediamente si raddoppia per ogni aumento della temperatura di  $10^\circ\text{C}$ .

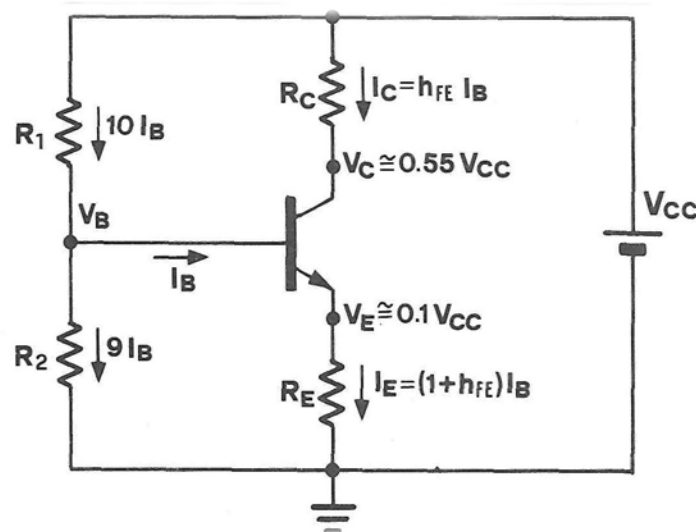


Fig. 1 Criteri tecnico-pratici per la polarizzazione di un transistor

La rete di Fig. 1 è stata pensata per compensare le variazioni della corrente di collettore prodotte dalla temperatura. Il problema si pone in quanto tali variazioni si autoincrementano. Infatti un aumento della corrente di collettore comporta un aumento della potenza che il transistor deve dissipare in calore e perciò un aumento della sua temperatura. Questa fa aumentare  $I_{CBO}$  che, a sua volta, fa aumentare la corrente di collettore e il fenomeno si autoincrementa come in un ciclo chiuso, rischiando di portare la corrente di collettore praticamente fuori del controllo della corrente di base.

Nel circuito in Fig. 1, invece, supponiamo che il transistor si scaldi e che perciò aumenti  $I_{CBO}$ ; conseguentemente aumenta la corrente di collettore  $I_C$ , e quindi pure  $I_E$ . Sull'emettitore è collegata la resistenza  $R_E$ , componente che segue la legge di Ohm, perciò un aumento di  $I_E$  causa un aumento di  $V_E$ . La tensione di base  $V_B$  è determinata dal partitore  $R_1$ - $R_2$ . Un aumento di  $V_E$  riduce la differenza di potenziale fra base ed emettitore:  $V_{BE} = V_B - V_E$ . La giunzione B-E è polarizzata direttamente e, anche se non ha un comportamento lineare, una diminuzione di  $V_{BE}$  comunque comporta una diminuzione di  $I_B$ . Ne consegue una diminuzione di  $I_C$ , essendo questa proporzionale a  $I_B$ .

In simboli:

$$I_{CBO} \uparrow \rightarrow I_C \uparrow \rightarrow I_E \uparrow \rightarrow V_E \uparrow \rightarrow V_{BE} \downarrow \rightarrow I_B \downarrow \rightarrow I_C \downarrow$$

dove le frecce verso l'alto indicano gli aumenti e le frecce verso il basso le diminuzioni.

Perciò la rete  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_C$ ,  $R_E$  provvede a compensare indesiderate variazioni di  $I_C$  indotte da variazioni della temperatura.

Qui vogliamo suggerire degli *accorgimenti tecnico-pratici* per il dimensionamento dei componenti in modo da ottenere la polarizzazione delle giunzioni e la stabilizzazione del funzionamento.

È opportuno che  $R_1$  e  $R_2$  formino un partitore con  $V_B$  praticamente costante rispetto all'assorbimento di corrente da parte della base, perciò scegliamo:

$$I_{R1} = 10 I_B$$

Applicando il 1° principio di Kirchhoff al nodo  $V_B$ , possiamo affermare che la corrente che circola in  $R_2$  sarà di conseguenza  $9 I_B$

$$I_{R2} = 10 I_B - I_B = 9 I_B$$

La tensione di emettitore viene generalmente fissata a 1/10 della tensione di alimentazione  $V_{CC}$

$$V_E = 0,1 V_{CC}$$

La tensione di collettore viene stabilita ad un valore intermedio fra la saturazione ( $V_C = V_E$ ) e l'interdizione ( $V_C = V_{CC}$ ) in modo che le sue variazioni, positive e negative, possano essere ugualmente ampie:

$$V_C = \frac{V_C + V_E}{2} = 0,55 V_{CC}$$

Di conseguenza abbiamo  $V_{CE} = V_C - V_E = 0,45 V_{CC}$ .

Per uniformare i simboli a quelli utilizzati nei manuali delle case costruttrici e nella letteratura esistente, d'ora in poi indicheremo il parametro  $\beta$  con il termine  $h_{FE}$ , cioè:

$$\beta = h_{FE}$$

Facciamo subito un esempio numerico per descrivere il nostro modo di procedere.

La tensione di alimentazione è vincolata all'alimentatore di cui disponiamo. Il transistor, con la sua sigla e i suoi parametri, viene scelto da un manuale in base alle nostre esigenze.

Supponiamo perciò di partire da:

$$V_{CC} = 12 \text{ V} \quad h_{FE} = 150 \quad I_C = 2 \text{ mA}$$

Ecco i calcoli, di cui riteniamo superfluo ogni commentò:

- $V_E = 0,1 V_{CC} = 0,1 \cdot 12 = 1,2 \text{ V}$
- $V_B = V_E + V_{BE} = 1,2 + 0,7 = 1,9 \text{ V}$
- $V_C = 0,55 V_{CC} = 0,55 \cdot 12 = 6,6 \text{ V}$
- $I_B = \frac{I_C}{h_{FE}} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{150} = 13,3333 \mu\text{A}$
- $I_E \cong I_C = 2 \text{ mA}$
- $R_E = \frac{V_E}{I_E} = \frac{1,2}{2 \cdot 10^{-3}} = 600 \Omega$
- $R_C = \frac{V_{CC} - V_C}{I_C} = \frac{12 - 6,6}{2 \cdot 10^{-3}} = 2700 \Omega$
- $R_2 = \frac{V_B}{9 I_B} = \frac{1,9}{9 \cdot 13,333 \cdot 10^{-6}} = 15833 \Omega$
- $R_1 = \frac{V_{CC} - V_B}{10 I_B} = \frac{12 - 1,9}{10 \cdot 13,333 \cdot 10^{-6}} = 75750 \Omega$