



Le caratteristiche statiche del transistor

Per descrivere in modo più completo il comportamento del transistor, i costruttori forniscono due grafici, con altrettante famiglie di curve, dette, rispettivamente, **caratteristiche di ingresso** e **caratteristiche di uscita**.

Le **caratteristiche di ingresso** (fig. 1) riportano l'andamento della corrente di base I_B al variare della tensione V_{BE} , per alcuni valori costanti della tensione V_{CE} . In esse si può notare che la giunzione base-emettitore si comporta come un diodo, con soglia 0,6 V circa e che la corrente di base I_B presenta un andamento iniziale esponenziale, tipico del diodo a giunzione, almeno fino a valori di qualche mA, per poi assumere un comportamento abbastanza rettilineo, tipico di una resistenza, con pendenza legata al valore di V_{CE} .

Le **caratteristiche di uscita** (fig. 2) riportano l'andamento della corrente di collettore (I_C) in funzione della tensione V_{CE} , per alcuni valori, progressivi ma costanti, della corrente di base I_B .

In queste caratteristiche è possibile individuare le tre regioni di funzionamento del transistor: la regione di interdizione, la regione di saturazione e la regione attiva. La **regione di interdizione**, meno visibile, coincide con il solo asse delle ascisse ed è caratterizzata da una corrente di collettore nulla ($I_C = 0$), corrispondente ad una corrente di base nulla ($I_B = 0$). Un transistor interdetto, quindi, non conduce alcuna corrente, qualunque sia la tensione ai capi del collettore; si comporta, in pratica, da circuito aperto.

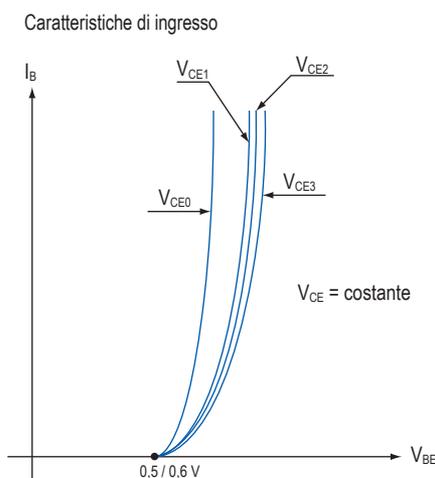


Fig. 1. Caratteristiche di ingresso.

Caratteristiche di uscita

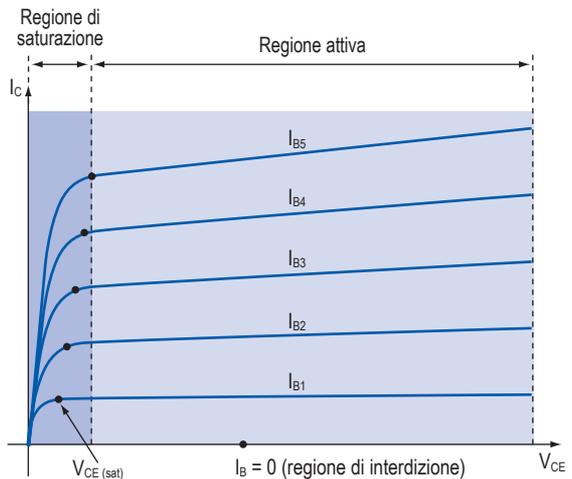


Fig. 2. Caratteristiche di uscita.

La **regione di saturazione** parte dall'origine e si estende fintanto che la giunzione di collettore risulta polarizzata direttamente, il che avviene all'incirca, per il silicio, quando $V_{CE} = 0,2$ V.

Questa tensione limite è normalmente indicata con $V_{CE(sat)}$ e dipende dalle correnti in gioco, sia di base che di collettore.

La **regione attiva**, o zona lineare, è la più estesa all'interno del grafico ed è utile per comprendere il fenomeno del guadagno di corrente del transistor: tracciando una retta verticale a partire da qualunque valore di V_{CE} , cioè a parità di tensione V_{CE} , è possibile osservare come varia il valore della corrente I_C al variare della corrente di base I_B .

Le due grandezze, come visto, sono legate dal parametro β , il cui valore, anche tra due transistor dello stesso tipo, può variare considerevolmente in un intervallo che, per esempio, può essere compreso tra 50 e 250. Il valore di β dipende da vari fattori e aumenta con la temperatura di lavoro, con la tensione di alimentazione e con la corrente di collettore. Il costruttore fornisce il valore numerico di β con ampi margini, per esempio min 120 - max 350. Un buon circuito elettronico contenente BJT deve perciò svincolarsi da un valore preciso di β , scegliendo soluzioni circuitali che limitino l'effetto di queste variazioni.



ESERCIZIO A

Con riferimento alle caratteristiche di uscita di **fig. 3**, se $I_B = 80 \mu\text{A}$ e $V_{CE} = 0,8 \text{ V}$, determinare il valore della corrente di collettore I_C e il valore di β in quel punto. Se con $I_B = 80 \mu\text{A}$ risulta $I_C = 6 \text{ mA}$, in quale regione funziona il transistor?

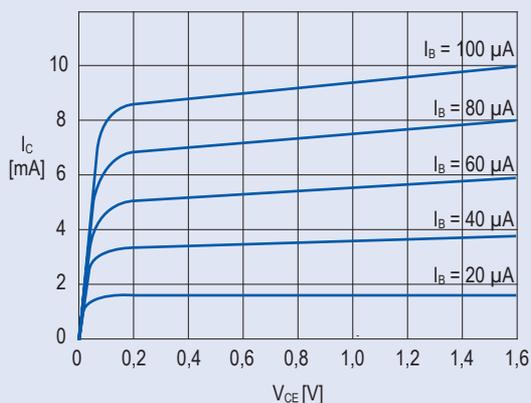


Fig. 3. Caratteristiche di uscita del transistor.

SOLUZIONE

Il transistor lavora nella regione attiva: dal grafico si ricava:

$$I_C = 7,3 \text{ mA}; \quad \beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{7,3 \text{ mA}}{80 \mu\text{A}} = 91$$

Se con $I_B = 80 \mu\text{A}$ risulta $I_C = 6 \text{ mA}$, significa che il guadagno β non è garantito, cioè che il transistor sta funzionando in zona di saturazione; dal grafico, infatti, si ricava $V_{CE} = 0,1 \text{ V}$.

ESERCIZIO 1

Con riferimento alle caratteristiche di uscita di **fig. 3**, se $I_B = 100 \mu\text{A}$ e $V_{CE} = 0,6 \text{ V}$, determinare il valore della corrente di collettore I_C e i valori di β in quel punto.

[Ris.: $I_C = 9 \text{ mA}$; $\beta = 90$]

Se con $I_B = 100 \mu\text{A}$ risultasse $I_C = 6 \text{ mA}$, in quale regione sta funzionando il transistor?

[Ris.: in zona di saturazione]