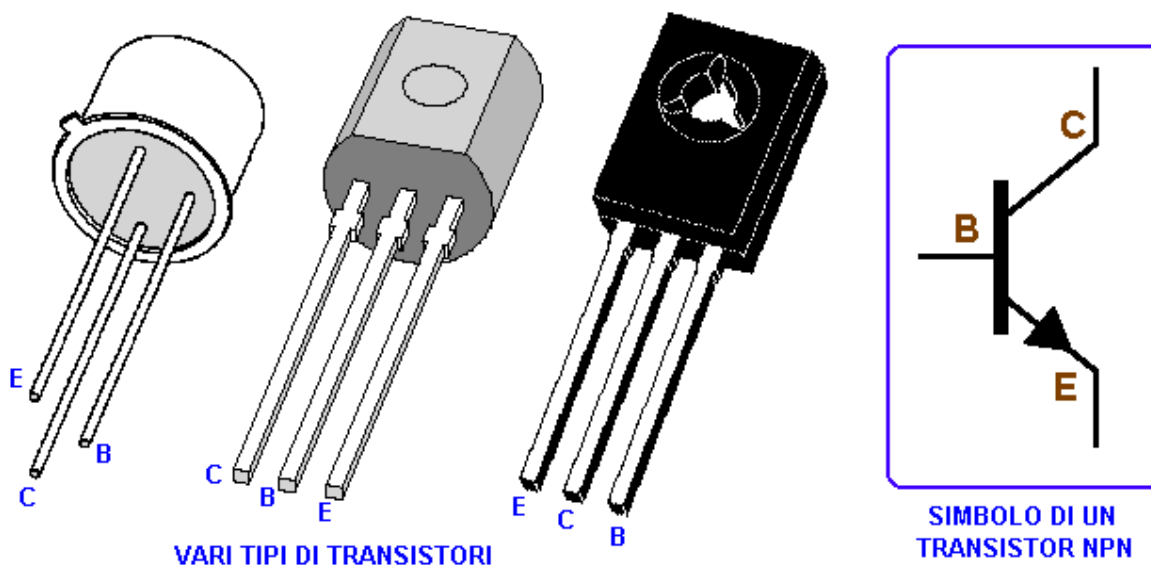


Il transistor è alla base dell'elettronica dei nostri tempi. Anche se come componente singolo viene usato molto meno che in passato, è sempre opportuno ed utile conoscere le caratteristiche principali ed il funzionamento di questo minuscolo dispositivo a stato solido.



Un transistor può avere diversi aspetti, a seconda del fabbricante e del tipo di applicazioni per cui è previsto; in ogni caso, i terminali o punti di contatto che permettono di inserirlo in un circuito sono tre, e sono sempre gli stessi: **collettore, emettitore e base**.

I **transistor di bassa potenza**, il cui scopo è principalmente l'amplificazione dei segnali, hanno in genere l'aspetto di uno dei primi due a sinistra: da un piccolo corpo più o meno cilindrico, metallico o di materiale plastico, fuoriescono tre reofori, nella forma di fili o di linguette, che sono i tre elettrodi sopra citati. La disposizione di questi elettrodi può variare da un tipo all'altro, e va quindi determinata disponendo delle informazioni tecniche relative (i "data sheet"). Per certi transistori di vecchio tipo, sul corpo cilindrico era marcato un puntino colorato che indicava il collettore; in altri è presente sull'involucro metallico una minuscola linguetta, in corrispondenza della quale si trova l'emettitore. Una prima divisione nel mondo dei transistor riguarda la polarità degli elettrodi; senza scendere troppo nei particolari, almeno per il momento, sarà sufficiente sapere che esistono transistori NPN e transistori PNP. La differenza principale è che il funzionamento in circuito è invertito: mentre per un NPN il collettore deve essere collegato al polo positivo e l'emettitore al negativo, nel caso di un PNP le polarità sono di segno opposto. L'esistenza di queste due famiglie di transistori torna molto utile, perchè permette di realizzare circuitazioni particolari, sfruttando le diverse polarità.

In base all'impiego, i transistori presentano altre caratteristiche, che possono variare anche molto da un tipo all'altro. Vediamo in breve le principali:

- V_{CEmax}** - è la massima tensione che può essere applicata fra il collettore e l'emettitore
- I_{Cmax}** - è la massima corrente che può attraversare il circuito di collettore
- I_{Bmax}** - è la massima corrente che può attraversare il circuito di base

f_T o frequenza di taglio:

È la frequenza oltre la quale la capacità di amplificazione del transistor discende rapidamente. Qualunque transistor può lavorare con segnali all'interno di una certa banda di frequenze. Se, per esempio, dobbiamo costruire un amplificatore audio, quello della frequenza di taglio non sarà certo un problema, visto che qualunque transistor può funzionare ben al di là dei 20.000 hertz delle frequenze acustiche. Se invece si intende amplificare segnali ad alta frequenza (per esempio onde radio a modulazione di frequenza) occorre prestare molta attenzione a scegliere un transistor che presenti un buon guadagno a frequenze di 100 MHz ed oltre.

Il guadagno del transistor BJT (bipolar junction transistor).

Cominciamo con il precisare che il BJT è un amplificatore di corrente, ovvero è in grado di amplificare la debole corrente che entra nella base anche di un fattore di qualche centinaio. La corrente amplificata circolerà nel circuito di collettore; quindi al collettore normalmente si collega il dispositivo che fungerà da carico e/o da utilizzatore del BJT, mentre il circuito di comando andrà sulla base.

Il BJT caratterizza la sua capacità di amplificare la corrente in un parametro indicato come h_{FE} e definito come il rapporto tra la corrente di collettore e la rispettiva corrente di base, ovvero $h_{FE} = \frac{I_C}{I_B}$. Però il BJT non sempre è in grado di amplificare: può farlo solo se sta lavorando in una condizione particolare detta **zona attiva**.

La zona attiva è una delle tre possibili condizioni di funzionamento del BJT, esse sono:

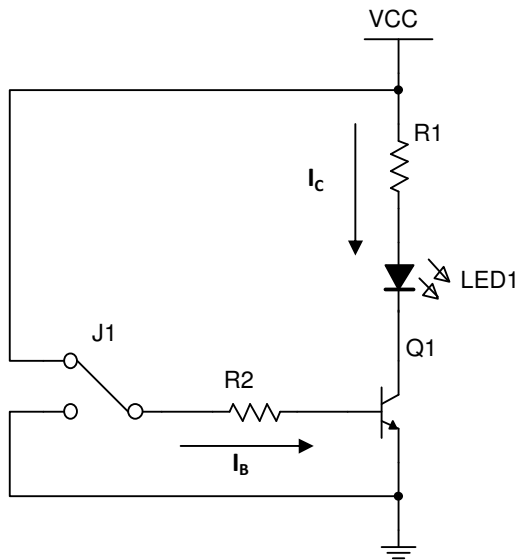
- **Interdizione:** è la situazione che si ha quando la corrente di base è nulla ($I_B=0$). In tale caso il BJT è spento (OFF) e non si ha corrente di collettore ($I_C=0$)
- **Zona attiva:** appena si applica una corrente nel circuito di base si entra nella zona attiva. In questa regione il BJT amplifica e la corrente di collettore è proporzionale a quella di base tramite il parametro h_{FE}
- **Saturazione:** aumentando sempre più la corrente di base si attraversa la zona attiva e si giunge in saturazione. Ora la corrente di collettore è la massima possibile e dipende solo dal carico applicato e, anche aumentando la corrente di base, essa non può più aumentare. Inoltre la V_{CE} si posiziona al valore minimo di circa 0,2V

Il BJT come interruttore

Comunque, per iniziare ad usare il BJT, conviene esaminare la sua capacità di funzionare come interruttore elettronico. Cioè il BJT è in grado di attivare un carico, facendoci passare una corrente da noi scelta, usando in ingresso una corrente molto più piccola. In pratica svolge la stessa funzione di un interruttore dove, con il semplice spostamento di una piccola leva, chiudiamo un circuito in cui può circolare una corrente molto elevata.

Tale capacità del BJT viene sfruttata facendolo funzionare o in INTERDIZIONE (interruttore aperto - OFF) o in SATURAZIONE (interruttore chiuso - ON).

Per capire questo importante comportamento consideriamo il seguente circuito in cui il BJT provocherà l'accensione di un LED, ma sarà pilotato da una corrente ben più piccola di quella necessaria per accendere il LED.



Per accendere il LED in esso deve scorrere un corrente di 10mA. Quindi impongo che il BJT vada in saturazione con una $I_C=10mA$.

In saturazione si ha $V_{CE}=0,2V$ e suppongo di avere $V_{CC}=12V$. Allora posso scrivere:

$$V_{CC} = R_1 I_C + V_\gamma + V_{CE}$$

e calcolarmi R_1

$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_\gamma - V_{CE}}{I_C} = \frac{12 - 2 - 0,2}{10mA} \cong 1k\Omega$$

Ora suppongo di avere un BJT con $h_{FE}=100$ e voglio fare in modo che, quando l'interruttore è

collegato a V_{CC} , il BJT saturi. Allora calcolo la I_B come $I_B = \frac{I_C}{h_{FE}} = \frac{10mA}{100} = 0,1mA$.

Quindi scrivo $V_{CC} = R_2 I_B + V_{BE\gamma}$ e calcolo $R_2 = \frac{V_{CC} - V_{BE\gamma}}{I_B} = \frac{12 - 0,65}{0,1mA} = 113,5k\Omega$. Ora basta scegliere una resistenza un po' più piccola; va bene $100k\Omega$.

Allora quando l'interruttore è collegato a massa si ha $I_B=0$, quindi il BJT è INTERDETTO e $I_C=0$ con conseguente LED spento. Se invece collego l'interruttore a V_{CC} allora circolerà una I_B leggermente superiore a $0,1mA$ che porterà il BJT in SATURAZIONE con $I_C=10mA$ accendendo il LED.

Ecco la capacità del BJT come interruttore: ho pilotato un carico da 10mA con una corrente 100 volte più piccola!