

ELEMANIA

BJT - Le tre zone di funzionamento

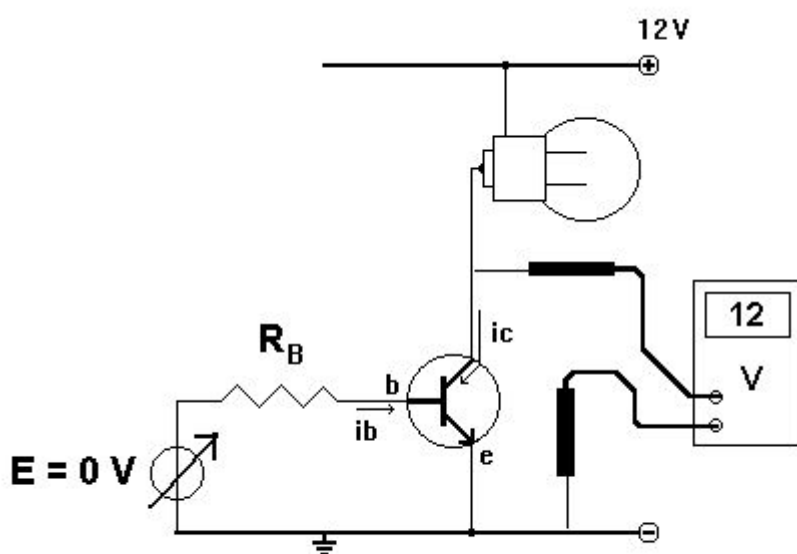
[Transistor](#) | [Home](#) | [Contatti](#)

Premessa

Studiamo ora un altro circuito con transistor BJT allo scopo di approfondire meglio la conoscenza della zona di interdizione e della zona attiva (già affrontate nei paragrafi precedenti) e di introdurre l'ultima zona di funzionamento del BJT: la zona di saturazione.

Circuito BJT e lampadina: zona di interdizione

Consideriamo adesso il circuito mostrato in figura:



I componenti sono i seguenti:

- E è un generatore di tensione continua regolabile, inizialmente spento ($E = 0\text{ V}$)
- R_B è una resistenza da 1500 Ohm
- V è un voltmetro
- la lampadina è una comune lampadina da 12 V, 6 W di potenza e 24 Ohm di resistenza

Analizziamo il circuito. Essendo il generatore E spento, la tensione V_{be} è zero e dunque anche la corrente di base I_b è nulla.

Di conseguenza anche la corrente I_c è zero (essendo $I_c = \beta I_b$) e pure I_e vale zero (infatti $I_e = I_c + I_b$).

Siccome non passa corrente nel collettore, non c'è corrente nella lampadina, che rimane spenta. La lampadina si comporta in prima approssimazione come un semplice resistore. Pertanto anche la tensione sulla lampadina è zero (non essendoci corrente) e tutta la tensione del generatore da 12 V si trova fra il collettore e l'emettitore del BJT (vedi la lettura del voltmetro).

Come già visto, in questa condizione si dice che il BJT è in **zona di interdizione** ovvero, più semplicemente, che in stato off o spento.

Circuito BJT e lampadina: zona attiva

Aumentiamo ora la tensione E portandola per esempio a 4 V. In questo modo la giunzione base ed emettitore risulta polarizzata direttamente e si comporta praticamente come un diodo. Pertanto la

corrente di base I_B può essere calcolata con

$$I_B = \frac{E - 0,6}{R_B} = \frac{3,4}{1500} = 2,27 \text{ mA}$$

Conoscendo I_B possiamo calcolare I_C dalla formula

$$I_C = \beta I_B$$

Ipotizzando per β nel nostro BJT un valore 100 (valore tipico per i BJT più comuni), abbiamo:

$$I_C = 100 \times 2,27 \text{ m} = 227 \text{ mA}$$

La corrente di emettitore è semplicemente la somma delle due correnti trovate prima e dunque:

$$I_E = I_B + I_C = 229,27 \text{ mA}$$

Per quanto riguarda la lampadina, la tensione ai suoi capi può essere ricavata in base alla corrente che l'attraversa (227 mA) e alla sua resistenza equivalente (24 Ohm). Abbiamo dunque:

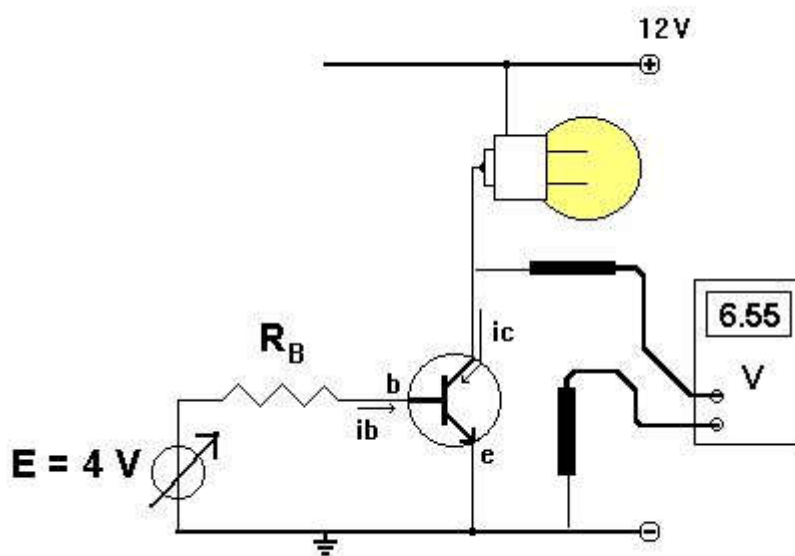
$$V_{\text{lamp}} = 24 \times 227 \text{ m} = 5,45 \text{ V}$$

Come si vede la tensione è circa la metà della tensione nominale di funzionamento della lampadina (12 V) e dunque la lampadina si illuminerà ma solo parzialmente.

Infine possiamo ricavarci la tensione V_{CE} fra collettore ed emettitore nel BJT in base alla legge di Kirchhoff alle tensioni:

$$V_{CE} = V_{CC} - V_{\text{lamp}} = 12 - 5,45 = 6,55 \text{ V}$$

Il BJT lavora in **zona attiva** e la situazione è quella mostrata in figura:



Circuito BJT e lampadina: zona di saturazione

Supponiamo ora di aumentare ulteriormente la tensione della batteria E . La corrente in base I_B aumenterà di conseguenza, in base alla formula:

$$I_B = \frac{E - V_{BE}}{R_B}$$

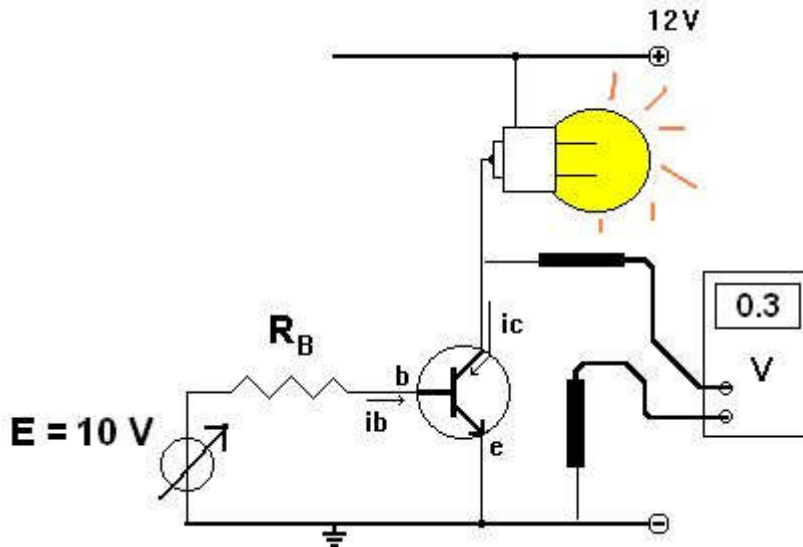
Conseguentemente aumenta anche la corrente di collettore I_C (che, come sappiamo, è legata a I_B). Ora domandiamoci: la corrente di collettore può aumentare all'infinito nel nostro circuito?

La risposta è no, poiché all'aumentare di I_C aumenta anche la tensione sulla lampadina e, conseguentemente, si riduce la tensione V_{CE} fra collettore ed emettitore. Ma tale tensione non può scendere sotto 0 V, dunque la corrente I_C massima si avrà quando la tensione V_{CE} si annulla. In questo caso avremo:

$$I_C = \frac{V_{\text{lampadina}}}{R_{\text{lampadina}}} = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_{\text{lampadina}}} \rightarrow I_{C_{\max}} = \frac{V_{CC} - V_{CE_{\min}}}{R_{\text{lampadina}}} = \frac{V_{CC}}{R_{\text{lampadina}}}$$

Quando V_{CE} si annulla (in realtà quando scende sotto circa 0,4 V), ogni ulteriore aumento della corrente di base non fa più aumentare la corrente di collettore. Il BJT entra nella cosiddetta **zona di saturazione**.

In zona di saturazione la corrente di collettore è massima e la tensione V_{CE} fra collettore ed emettitore è minima. Consideriamo infatti la situazione mostrata in figura:



La corrente di base è data da:

$$I_B = \frac{E - 0,6}{R_B} = \frac{9,4}{1500} = 6,27 \text{ mA}$$

Se ora proviamo a calcolare la corrente di collettore in base alla solita formula

$$I_C = \beta I_B = 100 \times 6,27 \text{ mA} = 627 \text{ mA}$$

notiamo che questo valore di corrente è impossibile perché produrrebbe sulla lampadina una caduta di tensione pari a:

$$V_{\text{lamp}} = 24 \times 627 \text{ m} = 15 \text{ V}$$

Tale valore di tensione è impossibile perché risulterebbe maggiore della tensione di alimentazione V_{CC} (che vale 12 V) e, se si verificasse, implicherebbe una tensione V_{CE} di valore negativo (-3V). Che cosa è successo dunque?

E' successo che il BJT è entrato in **zona di saturazione**. Quando il BJT è in zona di saturazione, la sua corrente di collettore è massima e indipendente dalla corrente di base. In tali condizioni anche aumentando la corrente di base, la corrente di collettore non aumenta più. In zona di saturazione la tensione V_{CE} raggiunge il suo valore minimo (idealmente zero, in realtà circa 0,3-0,4 V).

◀ [precedente](#) - [successiva](#) ▶

Sito realizzato in base al template offerto da

<http://www.graphixmania.it>

