

ELEMANIA

BJT - Funzionamento ON-OFF 1

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

Lampadina e cella solare: il problema della tensione insufficiente

Esaminiamo adesso l'uso del BJT come interruttore controllato elettronicamente. Quando è utilizzato a questo scopo il BJT viene fatto lavorare in zona di interdizione (interruttore OFF) oppure in zona di saturazione (interruttore ON) allo scopo di aprire o chiudere un circuito.

In questo primo esercizio ci concentreremo sul problema di comandare un utilizzatore (la nostra solita lampadina) mediante un generatore che non è di per sé in grado di fornire una tensione sufficiente.

Consideriamo dunque il progetto di un circuito per accendere una lampadina per mezzo di una **cella solare**. Una cella solare (*solar cell*) è un dispositivo a semiconduttore in grado di convertire direttamente la radiazione luminosa in energia elettrica. In figura è mostrata una cella solare da 1,5 V e 500 mA:

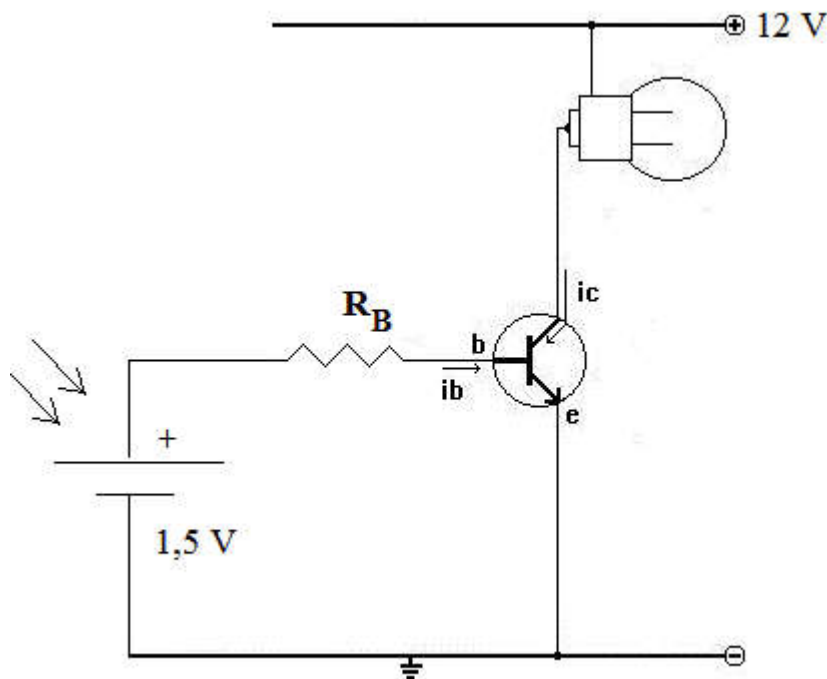


La cella fornisce una tensione di 1,5 V quando è esposta alla luce solare e garantisce una corrente massima di 500 mA.

Supponiamo di usare la nostra solita lampadina da 12V, 6W, 24 Ohm. L'intenzione è quella di far accendere la lampadina quando la cella solare è illuminata. E' ovvio che non è possibile collegare direttamente la lampadina con la cella, poiché la tensione fornita non è sufficiente per far accendere la lampadina.

BJT usato come interruttore (switch)

Il circuito per risolvere il problema è quello mostrato in figura:



L'unico componente da dimensionare nel circuito è la resistenza R_B . Il criterio di progetto è il seguente:

1. quando la cella solare è al buio, il BJT deve lavorare in interdizione e la lampadina deve restare spenta;
2. quando la cella solare è illuminata, la lampadina si deve accendere.

Osserviamo che la prima condizione è certamente verificata: quando la cella solare è al buio, la giunzione BE non è polarizzata (tensione zero) e dunque il BJT è certamente in interdizione.

Per quanto riguarda la seconda condizione, possiamo far accendere la lampadina sia con il BJT in zona attiva che con il BJT in zona di saturazione.

Dissipazione in potenza sul BJT

Tuttavia, dal punto di vista energetico, è più conveniente far lavorare il BJT in saturazione in quanto, in condizioni di saturazione:

- la tensione e la corrente sulla lampadina sono massime;
- la potenza dissipata sul BJT è minima.

La prima osservazione dovrebbe essere evidente. Per quanto riguarda la seconda, notiamo che la potenza dissipata in generale sul transistor dipende dalle tensioni e dalle correnti ed è data dalla seguente somma:

$$P_{diss} = V_{be} \times I_b + V_{ce} \times I_c$$

Osserviamo però che, essendo in generale I_b molto più piccola di I_c , si può spesso trascurare la potenza dissipata in base e scrivere:

$$P_{diss} \approx V_{ce} \times I_c$$

Osserviamo che in zona di interdizione la potenza dissipata è praticamente zero, in quanto si annullano tutte le correnti (e dunque anche $I_c = 0$). Anche in zona di saturazione però la potenza dissipata è quasi nulla, perché la tensione V_{ce} è molto bassa (pochi decimi di volt). In conclusione, il BJT dissipa pochissima potenza quando lavora in zona di interdizione e/o in zona di saturazione. La potenza dissipata sul BJT non è invece trascurabile in zona attiva.

Dimensionamento della resistenza R_B

Torniamo adesso al nostro circuito e cerchiamo di determinare un valore per R_B tale che il BJT vada in saturazione quando la cella solare è illuminata (1,5 V).

Per risolvere il problema, osserviamo che in saturazione la tensione V_{ce} è quasi zero (0,3-0,4 V) e dunque la corrente nella lampadina può essere calcolata in questo modo:

$$i_C = \frac{V_{cc} - V_{ce}}{R_{lamp}} \cong \frac{12}{24} = 0,5A$$

Dal valore precedente possiamo ricavarci il valore della corrente I_b minima necessaria per mandare il BJT in saturazione (supponendo come al solito $\beta=100$):

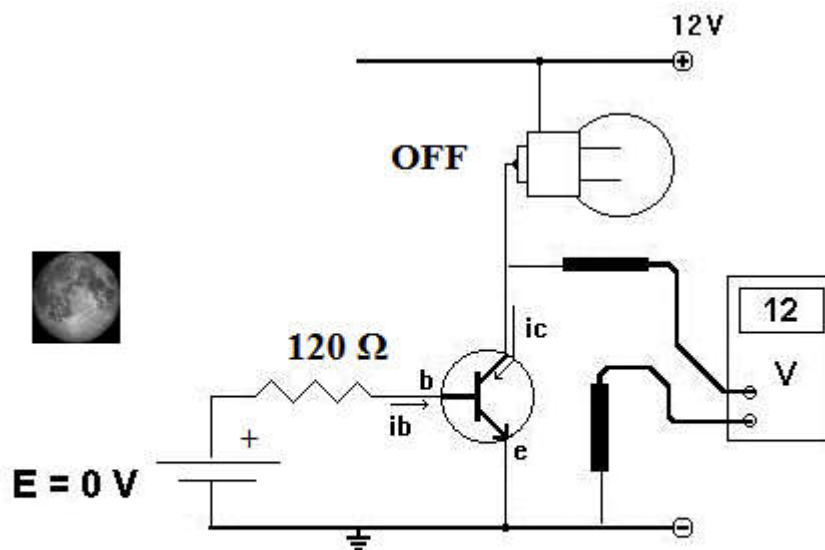
$$I_b = I_c/\beta = 5 \text{ mA}$$

A questo punto, nota la tensione fornita dalla batteria (cella solare), nota la tensione della giunzione BE (circa 0,7V), possiamo calcolarci il valore di R_b :

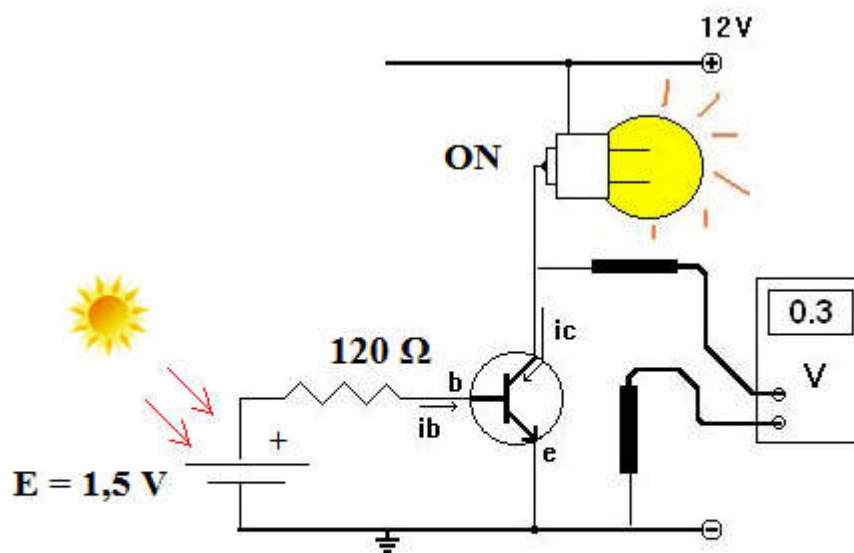
$$R_B = \frac{V_{cell} - V_{BE}}{i_B} = \frac{1,5 - 0,7}{5m} = 160\Omega$$

Con questa R_b la corrente di base raggiunge il valore appena necessario per mandare il BJT in saturazione. In generale non conviene lavorare al limite della zona di saturazione e dunque, per essere maggiormente sicuri, converrà scegliere per R_b un valore minore del precedente (in modo da aumentare la corrente di base e la corrente di collettore, es. $R_b = 120 \text{ Ohm}$).

In questo modo il transistor viene usato come uno switch ovvero un interruttore elettronico. Si dice anche che il BJT funziona in modo on-off.



Buio: BJT in interdizione



Luce: BJT in saturazione

◀ [precedente](#) - [successiva](#) ▶

Sito realizzato in base al template offerto da

<http://www.graphixmania.it>

