
**SCOPO**

Misurazione delle caratteristiche rilevanti di un transistor npn

**RIASSUNTO**

Un transistor bipolare è un componente elettronico costituito da tre strati semiconduttori drogati p e n alternati: la base, il collettore e l'emettitore. In base alla disposizione degli strati si parla di un transistor npn oppure pnp. Il comportamento di un transistor bipolare è caratterizzato, tra le altre cose, dalla caratteristica di ingresso, di controllo e di uscita che nell'esperimento come esempio vengono misurate, rappresentate graficamente e valutate per il transistor npn.

**FUNZIONI**

- Misurazione della caratteristica di ingresso, vale a dire la corrente di base  $I_B$  in funzione della tensione base-emettitore base  $U_{BE}$ .
- Misurazione della caratteristica di controllo, vale a dire la corrente di collettore  $I_C$  in funzione della corrente di base  $I_B$  con tensione collettore-emettitore fissa  $U_{CE}$ .
- Misurazione della caratteristica di uscita, quindi della corrente di collettore  $I_C$  in funzione della tensione collettore-emettitore  $U_{CE}$  con corrente di base fissa  $I_B$ .

**APPARECCHI NECESSARI**

Numero	Apparecchio	Cat. n°
1	Scheda per componenti	1012902
1	Set di 10 connettori a nastro, P2W19	1012985
1	Resistenza 1 kΩ, 2 W, P2W19	1012916
1	Resistenza 47 kΩ, 0,5 W, P2W19	1012926
1	Potenziometro 220 Ω, 3 W, P4W50	1012934
1	Potenziometro 1 kΩ, 1 W, P4W50	1012936
1	Transistor NPN BD 137, P4W50	1012974
1	Alimentatore CA/CC 0 – 12 V, 3 A (230 V, 50/60 Hz)	1002776 o
1	Alimentatore CA/CC 0 – 12 V, 3 A (115 V, 50/60 Hz)	1002775
3	Multimetro analogico AM50	1003073
1	Set di 15 cavi per esperimenti, 75 cm, 1 mm <sup>2</sup>	1002840

**BASI GENERALI**

Un transistor bipolare è un componente elettronico costituito da tre strati semiconduttori drogati p e n alternati: la base, il collettore e l'emettitore. La base si trova tra il collettore e l'emettitore e serve per il controllo. In linea di massima il transistor bipolare corrisponde a due diodi collegati contrapposti con un anodo o un catodo comune. La bipolarità è dovuta al fatto che a causa dei diversi tipi di drogaggio, sia gli elettroni, sia le lacune sono coinvolte nel trasporto della carica.

In base alla disposizione degli strati si parla di un transistor npn oppure pnp (Fig. 1). In base al collegamento cui viene applicata la tensione di ingresso e di uscita, il transistor bipolare viene usato come quadripolo in tre configurazioni principali, ovvero le configurazioni a emettitore comune, a collettore comune o a base comune.

A seconda della polarizzazione delle giunzioni base-emettitore e base-collettore in conduzione ( $U_{BE}$ ,  $U_{BC} > 0$ ) o in interdizione ( $U_{BE}$ ,  $U_{BC} < 0$ ), si ottengono quattro regioni operative del transistor npn (vedere la tab. 1). Nella modalità attiva diretta del transistor la giunzione BE polarizzata in conduzione ( $U_{BE} > 0$ ) inietta elettroni dall'emettitore nella base e nelle lacune e dalla base nell'emettitore. Poiché l'emettitore ha un drogaggio molto superiore rispetto alla base, nella base sono iniettati più elettroni rispetto alle lacune iniettate nell'emettitore con ricombinazioni conseguentemente ridotte. Poiché l'ampiezza della base è molto inferiore rispetto alla lunghezza di diffusione degli elettroni, che nella

base sono portatori di carica minoritari, gli elettroni si diffondono attraverso la base fino alla barriera di potenziale tra la base e il collettore e diffondono fino al collettore, poiché la barriera di potenziale rappresenta un ostacolo solo per il portatore di carica di maggioranza. Si presenta quindi una corrente di trasporto  $I_T$  dall'emettitore nel collettore, che con nella regione attiva rappresenta la parte fondamentale della corrente del collettore  $I_C$ . Il transistor può quindi essere considerato come sorgente di corrente controllata dalla tensione; la corrente  $I_C$  sull'uscita può essere controllata dalla tensione  $U_{BE}$  sull'ingresso. Gli elettroni ricombinati nella base producono una corrente  $I_B$  di base, necessaria per garantire una corrente di trasporto  $I_T$  costante e quindi la stabilità del transistor. Attraverso una piccola corrente d'ingresso  $I_B$  viene quindi controllata una corrente in uscita maggiore  $I_C$  ( $I_C \approx I_T$ ) e avviene un'amplificazione di corrente. Il comportamento del transistor bipolare è contraddistinto da quattro caratteristiche: ingresso, controllo, uscita e feedback (vedere Tab. 2). Nell'esperimento sono misurate e rappresentate graficamente come esempio le caratteristiche di ingresso, controllo e uscita per il transistor npn.

Tab. 1: Le quattro regioni operative di un transistor npn

$U_{BE}$	$U_{BC}$	Modalità operativa
> 0	< 0	Modalità attiva diretta
> 0	> 0	Saturazione
< 0	> 0	Modalità attiva inversa
< 0	< 0	Interdizione o cutoff

Tab. 2: Le quattro caratteristiche di un transistor npn in modalità di avanzamento

Descrizione	Dipendenza	Parametro
Caratteristica di ingresso	$I_B(U_{BE})$	
Caratteristica di controllo	$I_C(I_B)$	$U_{CE} = \text{cost.}$
Caratteristica di uscita	$I_C(U_{CE})$	$I_B = \text{cost.}$
Caratteristica di feedback	$U_{BE}(U_{CE})$	$I_B = \text{cost.}$

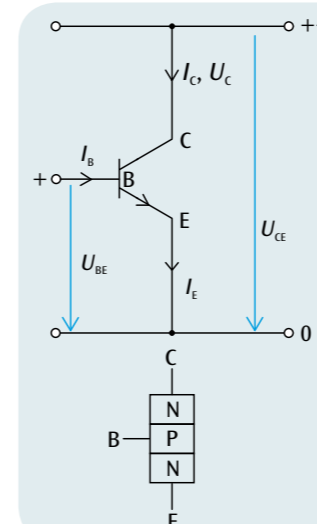


Fig. 1: Principio della struttura di un transistor npn con relativi simboli grafici e le tensioni e correnti presenti

**ANALISI**

Dalla caratteristica di ingresso è determinata la tensione di soglia  $U_S$ , dalla caratteristica di controllo il fattore di amplificazione

$$B = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$$

e dalla caratteristica di uscita la perdita di potenza  $P = U_{CE} \cdot I_C$ .

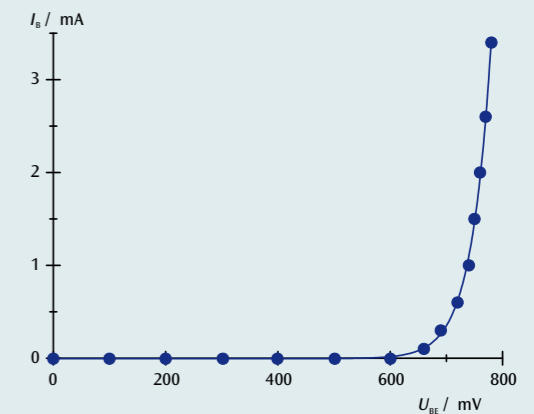
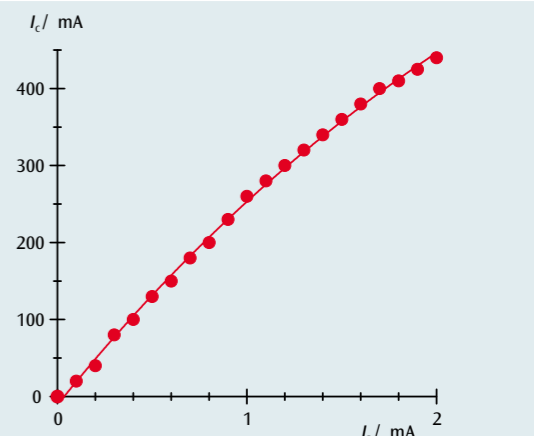
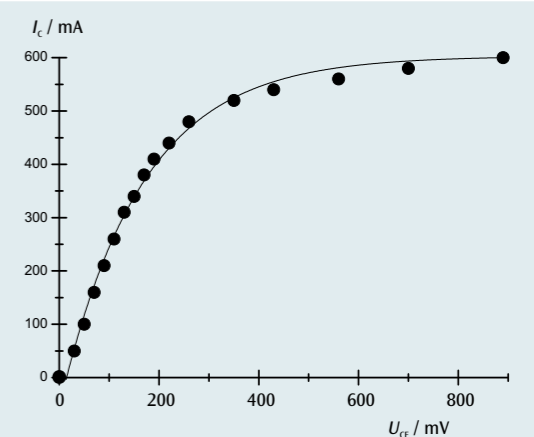


Fig. 2: Caratteristica di ingresso


 Fig. 3: Caratteristica di controllo per  $U_{CE} = 5,2$  V

 Fig. 4: Caratteristica di uscita per  $I_B = 4,2$  mA
