

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	Potenzimetro 220 Ω, 3 W, P4W50	1012934
1	Potenzimetro 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
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 ²	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	$U_{BE}(U_{CE})$	$I_B = \text{cost.}$

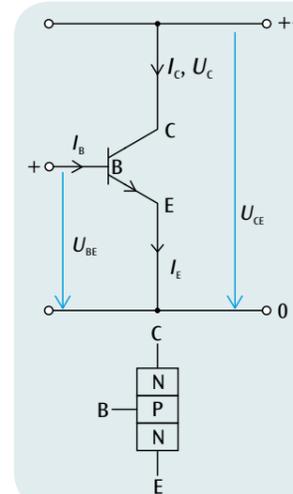


Fig. 1: Principio della struttura di un transistor npn con relativi simboli grafici e le tensioni e correnti presenti

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 $P=U_{CE} \cdot I_C$.

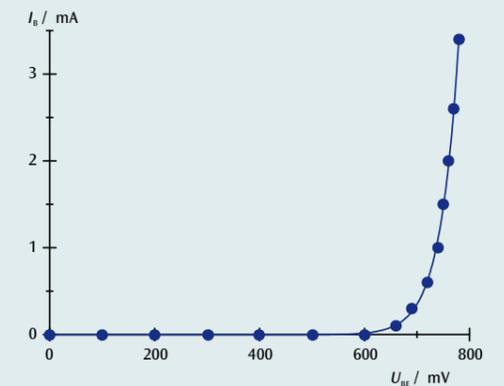


Fig. 2: Caratteristica di ingresso

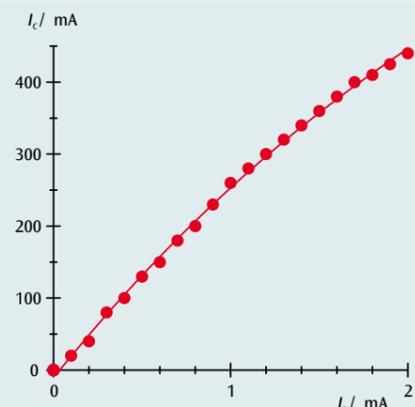


Fig. 3: Caratteristica di controllo per $U_{CE} = 5,2$ V

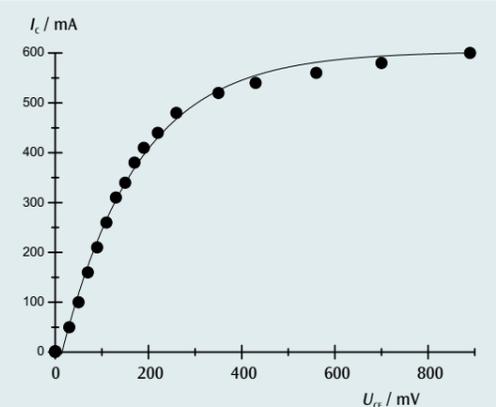


Fig. 4: Caratteristica di uscita per $I_B = 4,2$ mA

