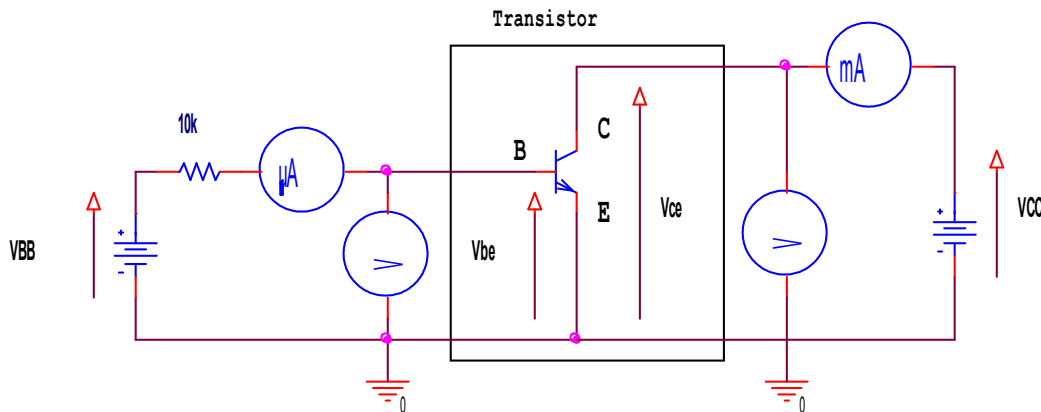


## Esperienza n. 6: CARATTERISTICHE I-V di un transistor BJT

### Caratteristiche del transistor bipolare (BJT)

Lo scopo di questa esperienza è quello di ricavare la caratteristica in uscita ed in ingresso del transistor BJT. Lo schema elettrico consigliato è presentato in fig. 1 dove il transistor è collegato ad emettitore comune.



**Fig. 1 Schema elettrico per ricavare le curve caratteristiche di un transistor**

Il comportamento del transistor collegato in questo modo è il seguente: facendo passare una piccola corrente  $I_b$  dentro la base si ottiene un grande passaggio di corrente  $I_c$  sul collettore. Il rapporto di amplificazione è definito come:

$$\beta_f = h_{FE} = I_c / I_b$$

Questa amplificazione è generalmente compresa fra 10 e qualche centinaia e dipende oltre che dalla sua costruzione, anche dalla temperatura del transistor; infatti l'espressione della corrente in una giunzione, ricavata nell'esperimento del diodo:

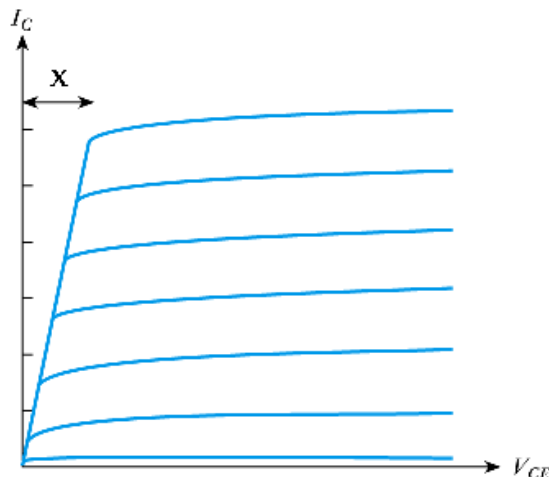
$$I = I_s \left( e^{\frac{V}{\eta V_T}} - 1 \right)$$

dipende dalla temperatura assoluta sia nella corrente  $I_s$  che nel valore dell'esponente. A parità di tensione applicata ai capi della giunzione, aumentando la temperatura aumenta la corrente nella giunzione. Per evitare che le caratteristiche che si stanno ricavando siano compromesse dal forte aumento della temperatura del transistor è necessario **limitare la potenza dissipata** soprattutto nel circuito di collettore. A tal fine è **necessario disegnare, prima di iniziare le misure, la curva di massima potenza:**

$$P_{max} = V_{ce} I_c$$

che nel piano  $I_c = f(V_{ce})$  è rappresentata da un'iperbole. Il transistor disponibile in laboratorio è del tipo **NPN** con sigla **TIP31** e può dissipare al massimo **1W**, pertanto se la tensione  $V_{ce}$  è 2 V si può far passare 0.5 A, mentre con  $V_{ce} = 6$  V la  $I_c$  massima che si può far passare è 0.17 A, e così via.

Si richiede di ricavare la famiglia di curve  $I_c = f(V_{ce})$  per  $I_b = \text{costante}$  (caratteristica in uscita) come presentato per esempio in fig. 2, costruendo la tabella 1, variando la corrente  $I_b$  da  $100 \mu A$  a  $400 \mu A$  a intervalli di  $50 \mu A$ . Dagli stessi dati è poi possibile ricavare la caratteristica in ingresso, semplicemente profilando la tabella 1 in modo opportuno. Eventualmente, tra una variazione di  $I_b$  e l'altra, lasciare raffreddare il transistor, prima di riprendere le misure con la nuova  $I_b$ .



**Fig. 2** Caratteristica  $I_c = f(V_{ce})$  per  $I_b = \text{costante}$

#### Procedimento:

1. Realizzare il circuito di fig. 1 utilizzando due multimetri digitali e due analogici.
2. Variando  $V_{be}$ , impostare una **corrente di base di  $100 \mu A$** , leggendola sul tester analogico.
3. Leggere la tensione  $V_{be}$  sul tester digitale.
4. Variare la tensione  $V_{ce}$  (registrarla) e leggere la corrente  $I_c$  sul tester analogico. Annotarsi la corrente  $I_b$  e la tensione  $V_{be}$  ad ogni variazione di  $V_{ce}$ . Se la corrente  $I_b$  dovesse variare per un certo valore di  $V_{ce}$  (quando passo da regione di saturazione a regione attiva) **non reimpostare  $V_{be}$** .
  - Al fine di ricavare in modo preciso la curva del punto “3 analisi dati”, per ogni valore di  $I_b$  prendere un punto nell'intorno di  $V_{ce} = 6 V$ .
5. Impostare una corrente di base a  **$150 \mu A$**  e rifare le misure cambiando  $V_{ce}$ .
6. Ripetere le misure fino alla corrente  $I_b = 400 \mu A$ , procedendo per incrementi di  $50 \mu A$ .

$I_b [\mu A]$	$V_{ce} [V]$	$V_{be} [V]$	$I_c [mA]$
100	0,1	-----	-----
100	-----	-----	-----
100	-----	-----	-----
100	Vcemax	-----	-----
150	0,1	-----	-----
150	-----	-----	-----
150	-----	-----	-----
150	Vcemax	-----	-----

**Tabella 1**

#### Analisi dati:

1. Ricavare la famiglia di curve  $I_c = f(V_{ce})$  per  $I_b = \text{costante}$ .
2. Ricostruire la famiglia di curve per  $I_b = f(V_{be})$  con  $V_{ce} = \text{costante}$ .
3. Graficare  $\beta_r = f(I_c)$  per  $V_{ce} = 6 V$ .
4. Ricavare la tensione di Early effettuando una regressione lineare delle curve  $I_c = f(V_{ce})$  nella regione attiva.