

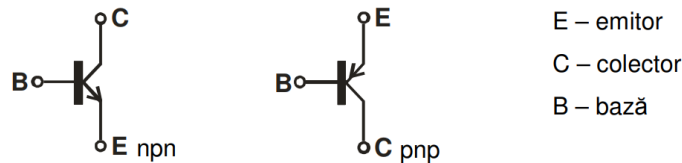
## STUDIUL TRANZISTORULUI BIPOLAR

### Scopul lucrării

- studiul caracteristicilor statice ale tranzistorului bipolar
- determinarea parametrilor hibridi ai tranzistorului bipolar în conexiune emitor comun

### Considerații teoretice

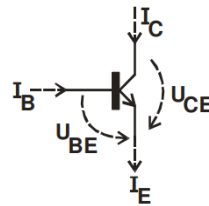
Tranzistorul bipolar are o structură alcătuită din trei zone semiconductoare adiacente (nnp sau pnp). El este un element activ de circuit comandat în curent, care realizează funcția de amplificare în circuitele analogice sau este folosit ca element de comutație în circuitele digitale. Simbolurile tranzistorului bipolar sunt prezentate mai jos.



De regulă, atunci când este folosit pentru îndeplinirea funcției de amplificare, jonctiunea emitor – bază este polarizată direct, iar jonctiunea bază – colector este polarizată invers. Polarizarea jonctiunilor se face folosind surse de tensiune continuă, prin intermediul unor rezistori. În cazul tranzistorului bipolar există urmărirea relații de bază între curenți:

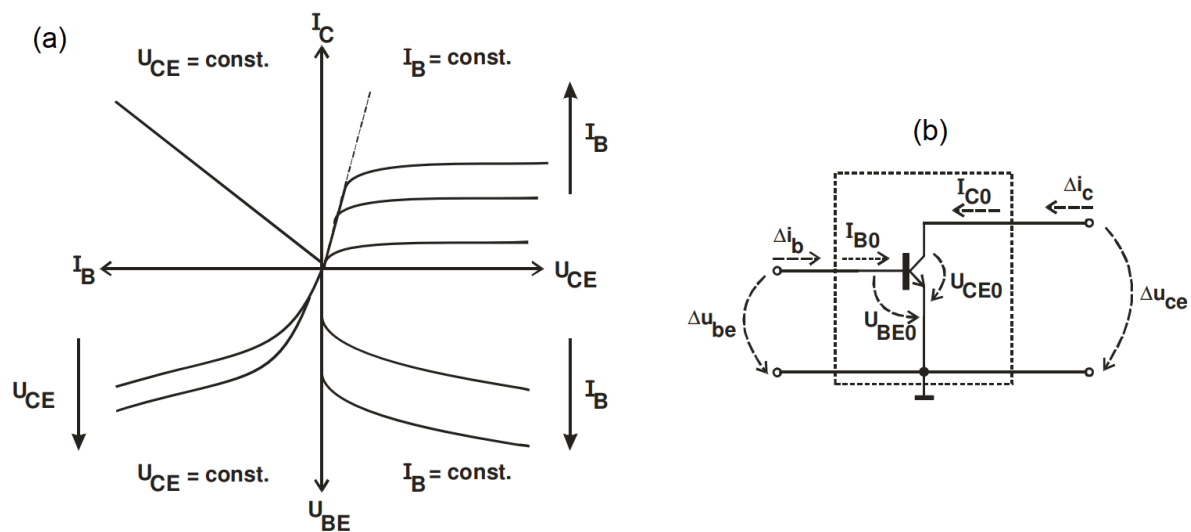
$$I_C \cong \beta I_B$$

$$I_E = I_C + I_B$$



unde  $\beta$  reprezintă factorul static de amplificare în curent. În catalog,  $\beta$  este reprezentat ca  $h_{FE}$ . Observați că în acest caz s-au folosit majuscule pentru indicele parametrului hibrid. Acest lucru denotă faptul că acest parametru este static (DC, "large signal").

În lucrarea de față vom studia caracteristicile statice ale tranzistorului bipolar (a). Pentru studiul comportamentului în regim dinamic al tranzistorului bipolar conexiune emitor comun vom folosi parametrii hibridi (b).  $U_{CE0}$ ,  $I_{C0}$ ,  $U_{BE0}$ ,  $I_{B0}$  sunt tensiunile și curenții care definesc punctul static de funcționare (PSF). O variație, de exemplu a tensiunii pe jonctiunea emitor – bază ( $\Delta u_{be}$ ), va determina variația celorlalte mărimi.



Se definesc următorii parametri hibridi ai tranzistorului în regim dinamic (variații mici în jurul PSF, “small signal”):

$$h_{11} = h_{ie} = \left( \frac{\Delta u_{be}}{\Delta i_b} \right)_{\Delta u_{ce}=0} = \left( \frac{\partial u_{be}}{\partial i_b} \right)_{u_{ce}=\text{const}}, \quad - \text{ impedanța de intrare cu ieșirea în scurtcircuit } (\Omega)$$

$$h_{12} = h_{re} = \left( \frac{\Delta u_{be}}{\Delta u_{ce}} \right)_{\Delta i_b=0} = \left( \frac{\partial u_{be}}{\partial u_{ce}} \right)_{i_b=\text{const}}, \quad - \text{ factor de transfer invers în tensiune cu intrarea în gol}$$

$$h_{21} = h_{fe} = \left( \frac{\Delta i_c}{\Delta i_b} \right)_{\Delta u_{ce}=0} = \left( \frac{\partial i_c}{\partial i_b} \right)_{u_{ce}=\text{const}}, \quad - \text{ factor de amplificare dinamic cu ieșirea în scurtcircuit}$$

$$h_{22} = h_{oe} = \left( \frac{\Delta i_c}{\Delta u_{ce}} \right)_{\Delta i_b=0} = \left( \frac{\partial i_c}{\partial u_{ce}} \right)_{i_b=\text{const}}, \quad - \text{ admitanța de ieșire cu intrarea în gol } (S)$$

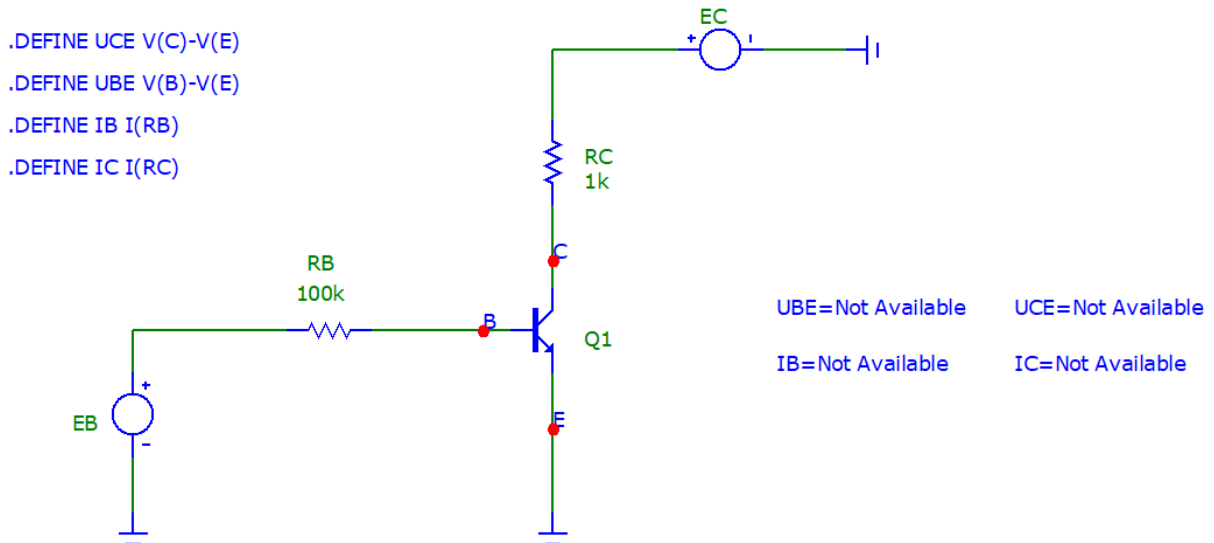
### Material necesare

- computer
- programul Micro-cap 12
- programul Scidavis

### Metodologia efectuării lucrării

În lucrarea de față vom studia un tranzistor bipolar de tip *npn*.

- se notează datele de catalog ale tranzistorului, cu specificarea semnificației lor.
- se realizează montajul de mai jos în Micro-cap 12.



- prima dată vom determina caracteristicile  $I_C = f(I_B)$  și  $I_B = f(U_{BE})$  pentru o **valoare constantă a tensiunii colector-emitor ( $U_{CE}$ )**.
- se realizează analiza „Probe Transient” a circuitului.
- modificând  $E_B$  se reglează  $U_{BE}$  între 0 și 0.7 V, apoi din  $E_C$  se reglează  $U_{CE}$  la 5 V. Valoarea lui  $U_{BE}$  se reglează cu pas de 0.05 V între 0 și 0.5 V și cu pas de 0.01 V între 0.5 și 0.7 V.  **$U_{CE}$  trebuie menținut constant la 5 V pentru fiecare valoare a lui  $U_{BE}$** . Valorile măsurate se trec în tabelul de mai jos.
- se reprezintă grafic dependențele  $I_C = f(I_B)$  și  $I_B = f(U_{BE})$  pentru  $U_{CE} = \text{constant} = 5 \text{ V}$ .

$U_{CE}$ (V)	$U_{BE}$ (V)	$I_B$ ( $\mu A$ )	$I_C$ (mA)
...	...	...	...

Dacă  $E_B \gg U_{BE}$  atunci curentul de bază poate fi menținut constant dacă se menține constantă tensiunea  $E_B$ . Cu cât  $E_B$  este mai mare cu atât influența lui  $U_{CE}$  asupra lui  $I_B$  este mai mică.

- se determină caracteristicile de ieșire pentru două valori ale curentului de bază determinate de  $E_B = 5 \text{ V}$ , respectiv  $E_B = 7 \text{ V}$ .
- se realizează analiza DC a circuitului, pentru fiecare valoare a lui  $E_B$  variind  $E_C$  între 0 și 32 V cu un pas de 0.01 V.
- în cadrul analizei DC se reprezintă grafic pe pagina 1 parametrul  $I_C$  (curentul de colector) în funcție de parametrul  $U_{CE}$  (tensiunea colector-emitor), iar pe pagina 2 se reprezintă grafic parametrul  $I_B$  (curentul de bază) în funcție de parametrul  $U_{CE}$ .
- valoarea curentului de bază pentru fiecare caracteristică  $I_C=f(U_{CE})$  se consideră ca fiind valoarea parametrului  $I_B$  atunci când  $U_{CE} = 5 \text{ V}$ .
- se reprezintă cele două caracteristici  $I_C=f(U_{CE})$  pe același grafic, menționându-se pe grafic valoarea curentului de bază pentru fiecare curbă.
- se determină valorile parametrilor hibridi  $h_{ie}$ ,  $h_{ie}$  și  $h_{oe}$  pentru punctul static de funcționare caracterizat de  $U_{CE} = 5 \text{ V}$  și curentul de bază corespunzător tensiunii  $E_B = 5 \text{ V}$ .

**Temă bonus:** pentru schema cu care ați lucrat, trasați pe graficul  $I_C = f(U_{CE})$  dreapta de sarcină pentru  $E_C = 12 \text{ V}$  și determinați coordonatele punctului static de funcționare pentru valoarea curentului de bază corespunzător tensiunii  $E_B = 5 \text{ V}$ .