

Lucrarea 6

Circuit de polarizare pentru tranzistorul bipolar

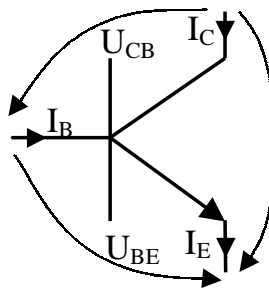
1. Scopul lucrării

În cadrul lucrării se exemplifică modul de calcul pentru unul din cele mai folosite circuite de polarizare pentru tranzistorul bipolar.

2. Considerații teoretice

Polarizarea unui tranzistor presupune realizarea unui circuit astfel încât tranzistorul să funcționeze de obicei în polarizare directă și la anumiți parametrii.

Pentru aceasta joncțiunea BE trebuie polarizată direct iar joncțiunea CB să fie polarizată invers.



Parametrii de funcționare ai unui tranzistor determină punctul static de funcționare ce este dat de curentul de colector și tensiunea colector-emitor.

Pentru calculul PSF se utilizează relațiile fundamentale ale unui tranzistor bipolar.

$$I_C = \beta I_B$$

$$I_E = I_C + I_B = (1 + \beta) I_B$$

$$I_B = I_S \left(e^{\frac{U_{BE}}{U_T}} - 1 \right)$$

la care se adaugă un număr suplimentar de relații folosind teoremele lui Khirchoof.

În majoritatea calculelor se consideră $U_{BE} = 0,65V$ la tranzistoarele cu siliciu. Schema unui circuit de polarizare cu divizor rezistiv în bază este dată în fig. 6.1.

Se dorește calcularea R_1 , R_2 , R_C și R_E în funcție de V_{CC} , I_C și U_{CE} corespunzătoare punctului static de funcționare ales.

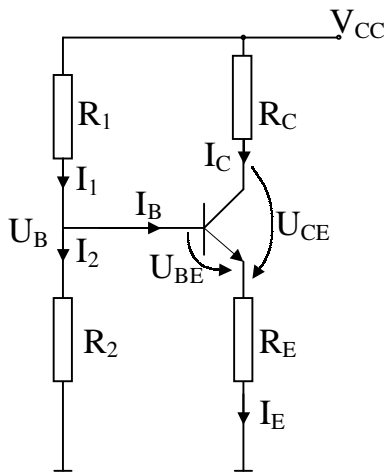


Fig. 6.1

Scriind relațiile lui Khirchoof avem :

$$\begin{cases} U_B = I_2 R_2 \\ I_2 R_2 + I_1 R_1 = V_{CC} \\ I_1 = I_2 + I_B \end{cases}$$

Astfel vom avea:

$$I_2 R_2 + (I_2 + I_B) R_1 = V_{CC}$$

$$I_2 = \frac{V_{CC} - I_B R_1}{R_1 + R_2}$$

$$U_B = I_2 R_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} (V_{CC} - I_B R_1) \quad (*)$$

Se observă că în acest caz U_B depinde atât de cele două rezistențe cât și de curentul de bază.

Cum $I_B = \frac{I_C}{\beta}$ iar β este diferit chiar și pentru același tip de tranzistoare, pentru a evita modificarea PSF la schimbarea tranzistorului trebuie alese rezistențele R_1 și R_2 astfel încât $I_2 \gg I_B$ (minim $I_2 > 10 I_B$)

În acest caz se poate neglija I_B și vom avea :

$$U_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} \quad (**)$$

neglijând I_B avem $I_1 = I_2 = I$ deci rezultă $I_{\min} = 10 I_{B \min} = \frac{10 I_C}{\beta_{\max}}$

$$R_1 + R_2 = \frac{V_{CC}}{I} \Rightarrow (R_1 + R_2)_{\max} = \frac{V_{CC} \beta_{\max}}{10 I_C}$$

Pentru circuitul colector emitor putem scrie:

$$U_B = U_{BE} + I_E R_E$$

$$V_{CC} = R_C I_C + U_{CE} + R_E I_E$$

Din aceste relații, cu aproximarea $I_C = I_E$, vom avea

$$V_{CC} = (R_E + R_C) I_C + U_{CE}$$

$$R_E + R_C = \frac{V_{CC} - U_{CE}}{I_C}$$

Tensiunea pe rezistența din emitor reprezintă o fracțiune $k=(10..20\%)$ din tensiunea de alimentare.

$$U_{R_E} = k V_{CC}$$

$$R_E = \frac{k V_{CC}}{I_C}$$

$$R_C = \frac{V_{CC} - U_{CE} - k V_{CC}}{I_C}$$

cu aceasta vom avea :

$$U_B = U_{BE} + I_C R_E = U_{BE} + k V_{CC}$$

$$U_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC}$$

Din ultimele două relații și ținând cont de valoarea $(R_1 + R_2)_{\max}$ rezultă R_2 și apoi R_1 .

Desfășurarea lucrării

3.1 Se calculează rezistențele R_E , R_C , R_1 și R_2 pentru un circuit de polarizare cu divizor rezistiv în bază pentru a asigura funcționarea tranzistorului în punctul static de funcționare având $I_C = 2\text{mA}$, $U_{CE} = 5\text{V}$ având $V_{CC} = 12\text{V}$, $k = 15\%$ și $\beta_{\max}=70$

3.2 Se verifică experimental rezultatele obținute realizându-se montajul din figura 6.2. Se reglează V_{CC} la 12V și se citesc I_C și U_{CE}

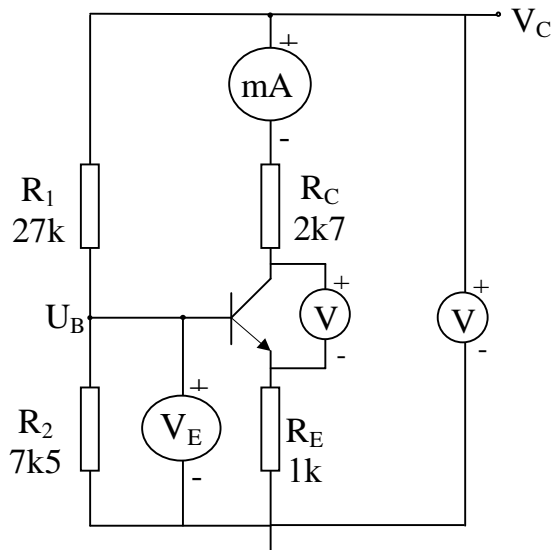


Fig. 6.2

3.3 Se studiază influența modificării tensiunii de alimentare asupra stabilității punctului static de funcționare. Pentru aceasta se modifică tensiunea de alimentare completându-se tabelul 6.1.

Tabelul 6.1

$V_{CC}[V]$	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$I_C[mA]$											
$U_{CE}[V]$											

Se reprezintă grafic $I_C=f(U_{CE})$ marcându-se distinct punctul static de funcționare rezultat ca urmare a realizării montajului pe baza datelor de proiectare

3.4 Se realiza montajul din figura 6.3. pentru verificarea influenței rezistențelor din bază asupra punctului static de funcționare.

Pentru aceasta se reglează V_{CC} la 12V și se modifică rezistența variabilă din baza tranzistorului completându-se tabelul 6.2.

Tabelul 6.2

$U_B[V]$	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3
$U_{CE}[V]$										
$I_C[mA]$										

Se reprezintă grafic $I_C = f(U_{CE})$

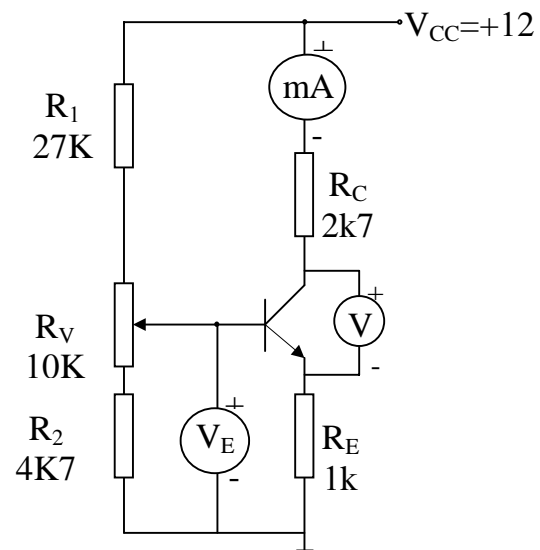


Fig 6.3.

4. Conținutul referatului

- Calculul circuitului de polarizare
- Valorile obținute experimental
- Tabelul cu valorile măsurate
- Graficele $I_C = f(U_{CE})$