5.3. POLARIZAREA TRANZISTOARELOR BIPOLARE

Prin polarizarea unui tranzistor se înțelege, modul de conectare a surselor de alimentare la bornele tranzistorului, astfel încât acesta să funcționeze ca amplificator. Prin polarizarea corectă a unui tranzistor se urmăreşte stabilirea şi menținerea valorilor corecte pentru tensiunile şi curenții din circuit şi determinarea punctului static de funcționare.

5.3.1 PUNCTUL STATIC DE FUNCȚIONARE (PSF)

În figura 5.3.1 se observă că punctul static de funcționare se află pe dreapta de sarcină, la intersecția acesteia cu caracteristica statică de ieşire a tranzistorului.

Pentru funcționarea cât mai corectă a unui amplificator(semnalul de intrare să fie amplificat şi reprodus fidel la ieşire), punctul static de funcționare trebuie să fie situat cam la jumătatea dreptei de sarcină.

Odată cu deplasarea PSF în regiunea de saturație sau în regiunea de blocare, semnalul de ieşire este distorsionat.

Dacă PSF este situat în regiunea de saturație sunt distorsionate semialternanțele pozitive ale semnalului alternativ sinusoidal de intrare (figura 5.3.2 a).

Dacă PSF este situat în regiunea de blocare sunt distorsionate semialternanțele negative ale semnalului alternativ sinusoidal de intrare (figura 5.3.2 b).

Coordonatele punctului static de funcționare (I_C, V_{CE}) sunt impuse de valorile tensiunilor surselor de polarizare şi de valorile rezistențelor din circuitele de polarizare.

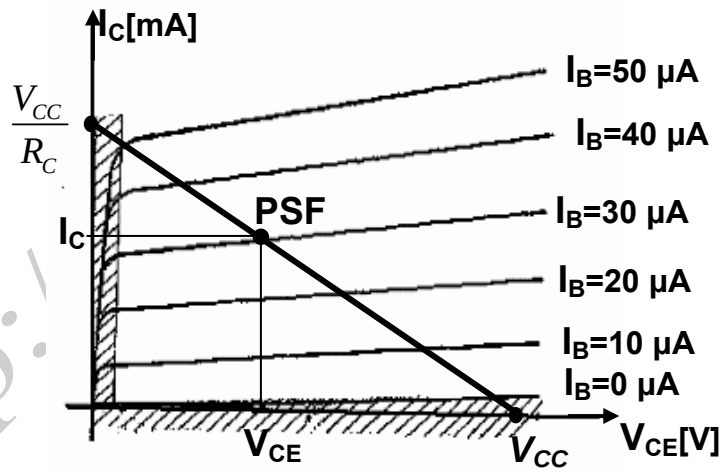


Figura 5.3.1 Caracteristica pentru determinarea PSF

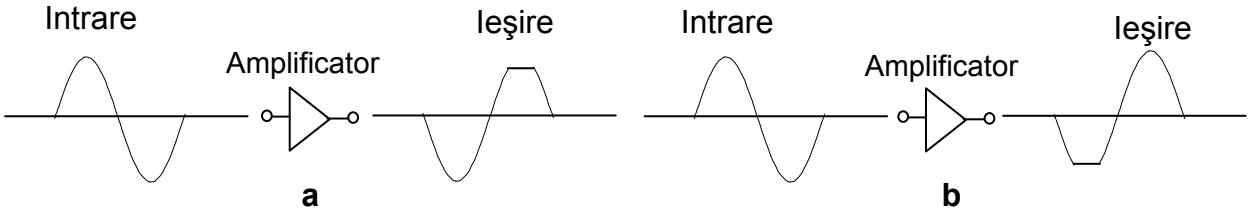


Figura 5.3.2 Distorsionarea semnalului de ieşire la un amplificator în conexiunea EC

http://eprofu.ro/electronica

Determinarea PSF pentru conexiunea EC.

Se va determina PSF al circuitului din figura 5.3.3.

Pentru tranzistorul BC 546BP se consideră β_{CC} = 200.

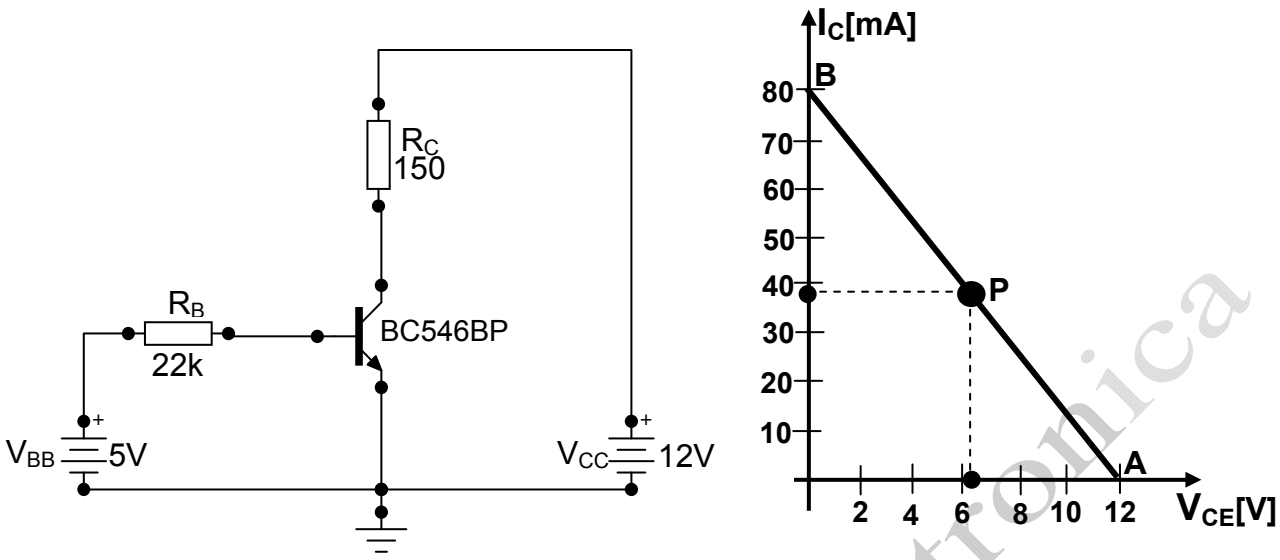


Figura 5.3.3

- Se determină coordonatele dreptei de sarcină, apoi se trasează dreapta

(1) $V_{CC} = R_C \cdot I_C + V_{CE}$

Pentru $I_C = 0 \Rightarrow V_{CE} = V_{CC} = 12\ V \Rightarrow$ **A(12, 0)**

Pentru $V_{CE} = 0 \Rightarrow V_{CC} = R_C \cdot I_C \Rightarrow I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} \Rightarrow I_C = \frac{12V}{150\Omega} = 80mA \Rightarrow$ **B(0, 80)**

- Se determină coordonatele punctului static de funcționare **P(I_S, V_{CE})**

(2) $I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} = \frac{5 - 0,7}{22K} \cong 195\mu A$

(3) $I_C = I_B \cdot \beta_{CC} = 195\mu A \cdot 200 = 39mA \Rightarrow I_C = 39mA$

(4) $V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_C = 12V - 39mA \cdot 150\Omega \cong 6,2V \Rightarrow V_{CE} = 6,2V$

Punctul static de funcționare are coordonatele P(6,2V ; 39mA)

- Se determină valoarea maximă a curentului de bază în funcționare liniară

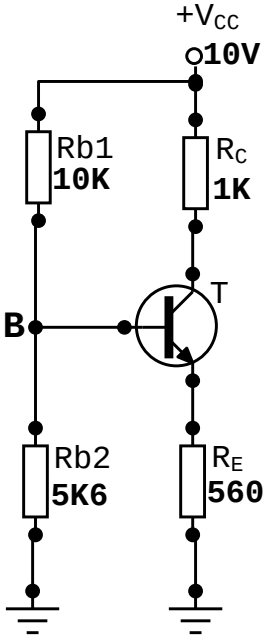
(5) $I_{C(vârf)} = I_{C(sat)} - I_{C(PSF)} = 80mA - 39mA = 41mA$

(6) $I_{B(vârf)} = \frac{I_{C(vârf)}}{\beta_{CC}} = \frac{41mA}{200} = 205\mu A$

http://eprofu.ro/electronica

5.3.2 POLARIZAREA CU DIVIZOR REZISTIV

Prin această metodă, tranzistorul se polarizează prin intermediul unui divizor de tensiune rezistiv, de la o singură sursă de alimentare. Rezistențele divizorului de tensiune înlocuiesc o a doua sursă de alimentare necesară polarizării celor două joncțiuni ale tranzistorului. Această metodă de polarizare se utilizează foarte des în practică deoarece asigură o stabilitate satisfăcătoare utilizând o singură sursă de tensiune.



Divizorul de tensiune este format din rezistențele **Rb1** şi **Rb2**
Tensiunea din baza tranzistorului se calculează cu formula:

$$V_B = (\frac{Rb2}{Rb1 + Rb2}) \cdot V_{CC}$$

Pentru modificarea tensiunii în baza tranzistorului se modifică valorile rezistențelor divizorului astfel:

- **V_B creşte** dacă **Rb2 creşte** sau **Rb1 scade**
- **V_B scade** dacă **Rb2 scade** sau **Rb1 creşte**

Figura 5.3.4 Polarizarea tranzistorului bipolar cu divizor rezistiv

Un circuit de polarizare a tranzistorului trebuie să fie astfel conceput încât să asigure independența PSF-ului de parametrul β(factorul de amplificare în curent). Tranzistorul va funcționa în regiunea activă normală dacă sunt îndeplinite două condiții de bază:

- $0,5 < V_{CE} < (V_{CC} - 1)$
- **Rb2 să fie mai mică de cel puțin 10 ori decât** $\beta_{CC} \cdot R_E$ ($Rb2 \ll \beta \cdot R_E$)

Pentru verificarea primei condiții trebuie determinată valoarea tensiunii **V_{CE}** astfel:

- Se calculează **I_C** $I_C \cong I_E = \frac{V_B - 0,7}{R_E}$
- Se calculează **V_{CE}** $V_{CE} \cong V_{CC} - I_C \cdot (R_C + R_E)$

Pentru schema din figura 5.3.4 se obțin următoarele valori:

$V_B = (\frac{5,6K}{5,6K + 10K}) \cdot 10V = 3,59V$ $\quad$ $I_C = \frac{3,59V - 0,7V}{560\Omega} = 5,16mA$

$V_{CE} = 10V - 5,16mA(1K\Omega + 560\Omega) = 1,95V$

Se verifică cele două condiții prezentate mai sus:

- 0,5V < 1,95V < 9V
- 5,6KΩ << 56KΩ (tranzistorul are β=100)

http://eprofu.ro/electronica

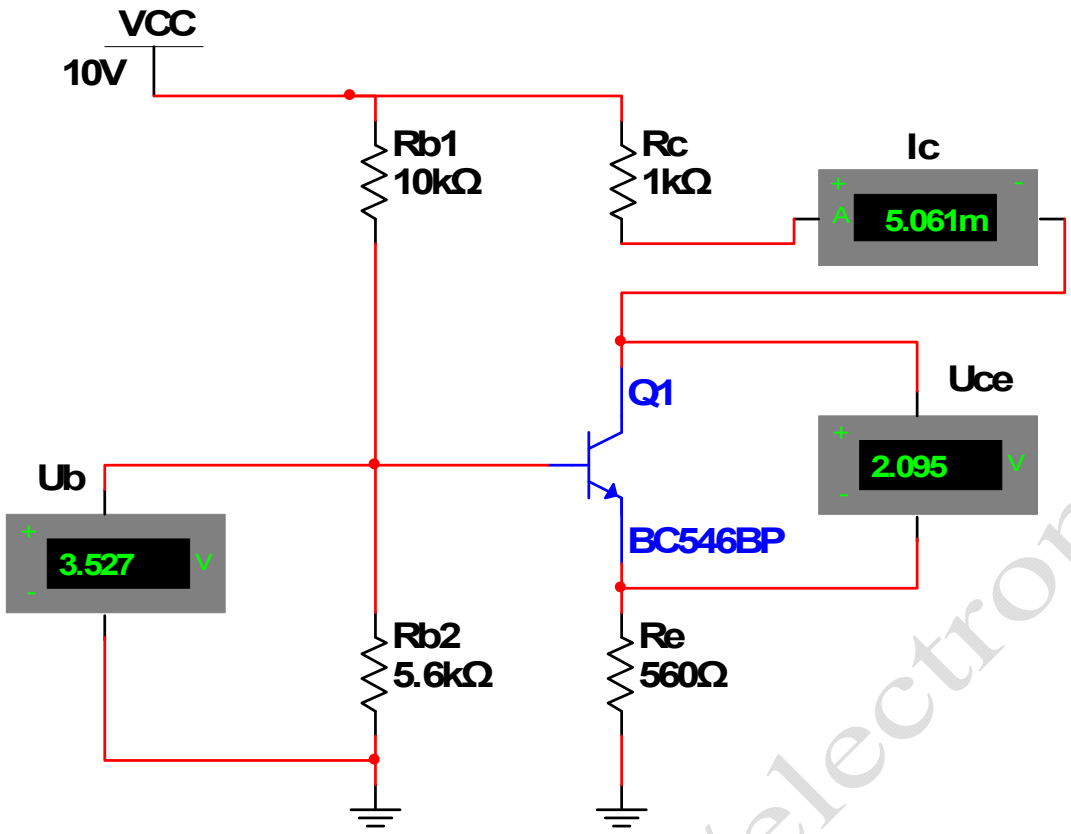


Figura 5.3.5 Polarizarea unui tranzistor bipolar NPN cu divizor rezistiv

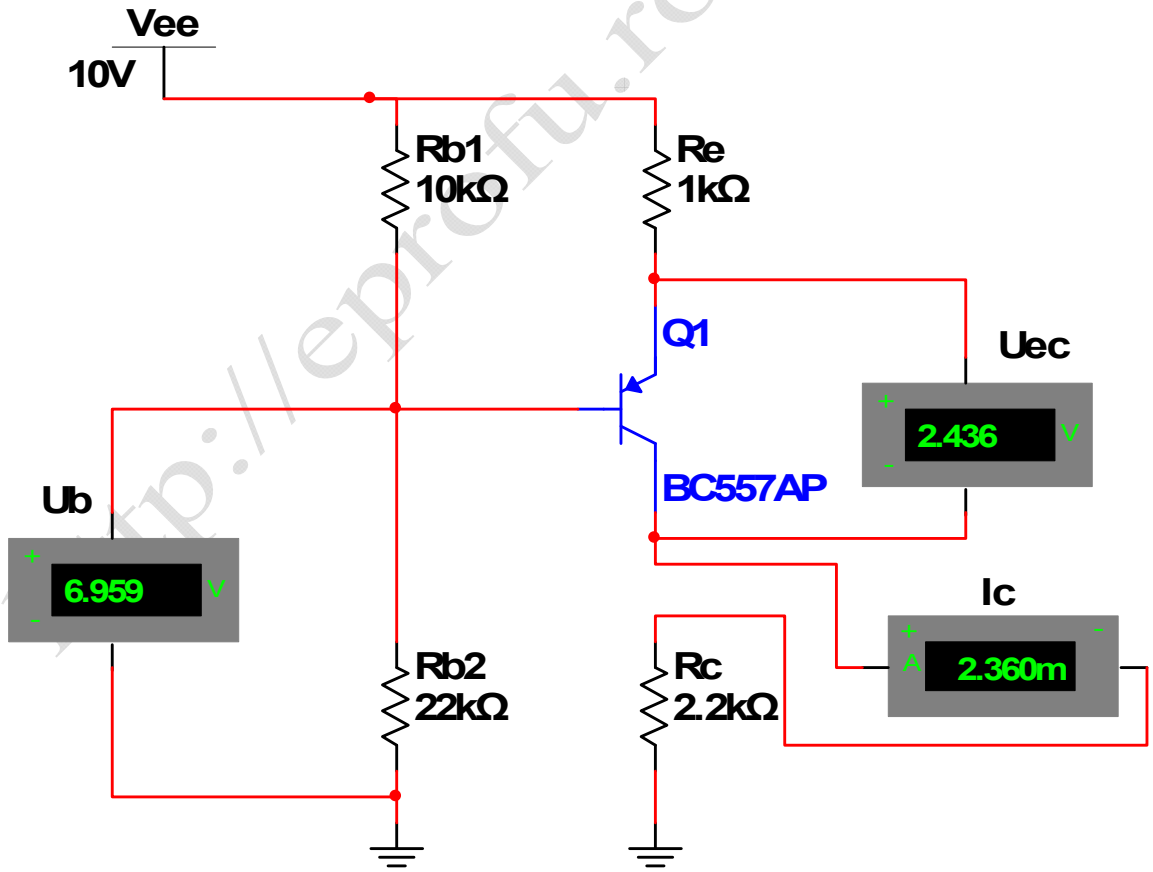


Figura 5.3.6 Polarizarea unui tranzistor bipolar PNP cu divizor rezistiv

http://eprofu.ro/electronica

5.3.3 POLARIZAREA CU DOUĂ SURSE DE TENSIUNE

Schemele prezentate mai jos au fost realizate cu simulatorul Multisim. În fiecare schemă este un voltmetru care indică valoarea tensiunii colecto-emitor (**Uce**) ,un ampermetru care indică valoarea curentului din colector (**Ic**) şi un ampermetru care indică valoarea curentului din bază (**Ib**).

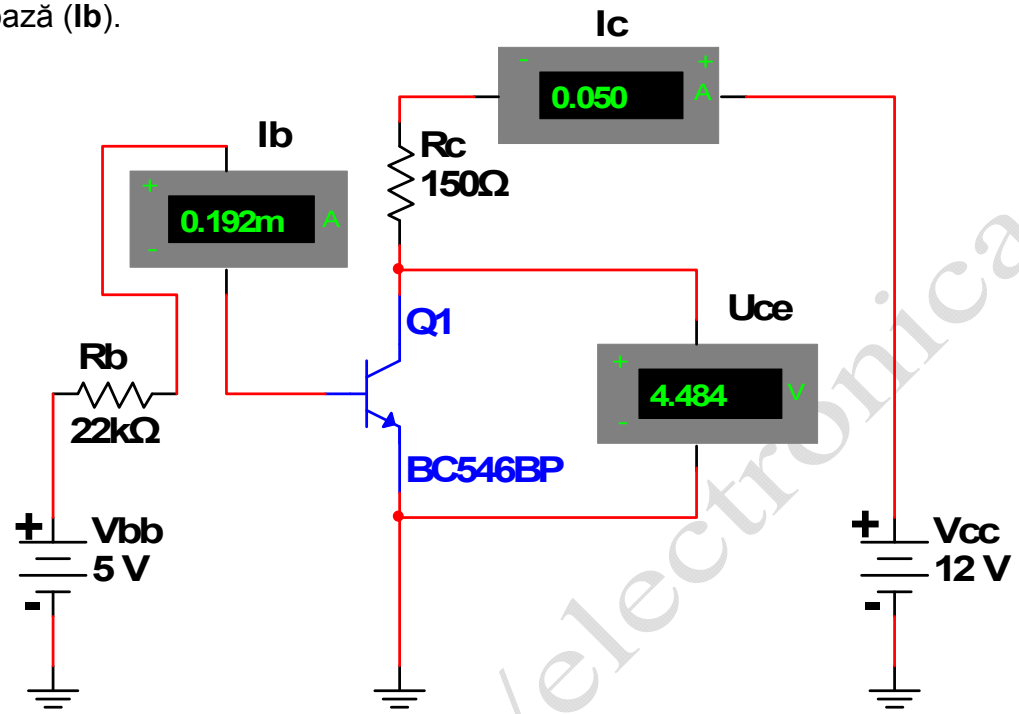


Figura 5.3.7 Polarizarea BAZEI din sursă de tensiune separată

Rezultate obținute: I_B = 192 µA ; I_C = 50 mA ; U_{CE} = 4,48 V

Coordonatele punctului static de funcționare sunt **P(4,4V ; 50mA)**

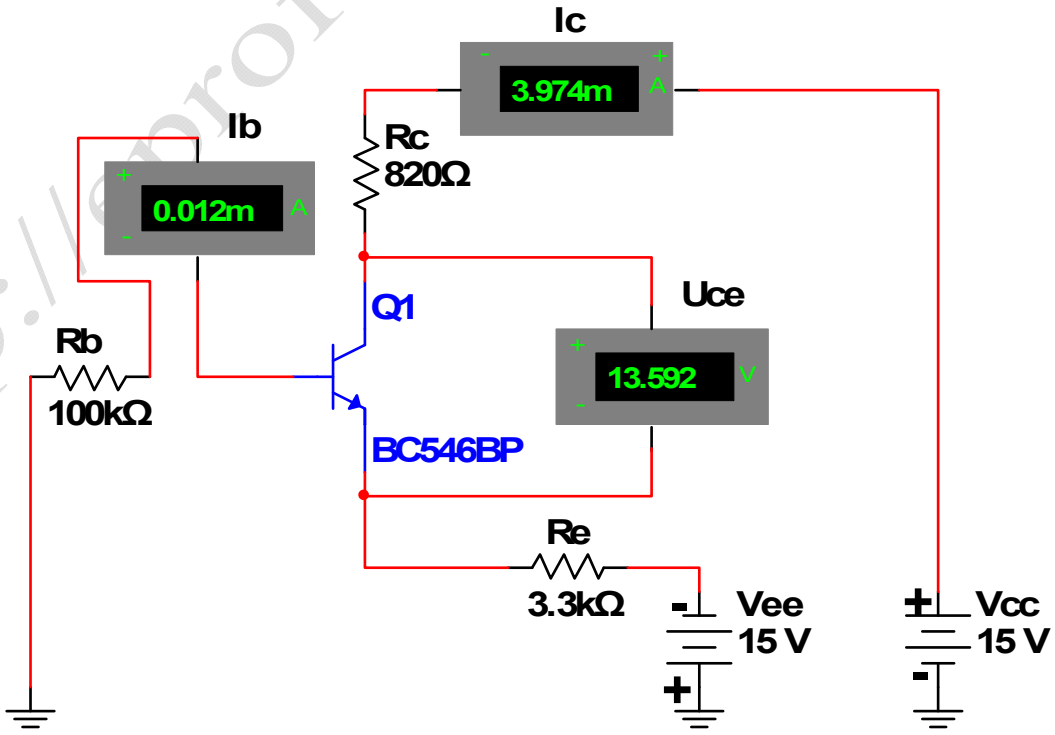


Figura 5.3.8 Polarizarea EMITORULUI din sursă de tensiune separată

Rezultate obținute: I_B = 12 µA ; I_C = 3,97 mA ; U_{CE} = 13,59 V

Coordonatele punctului static de funcționare sunt **P(13,6V ; 3,9mA)**

http://eprofu.ro/electronica