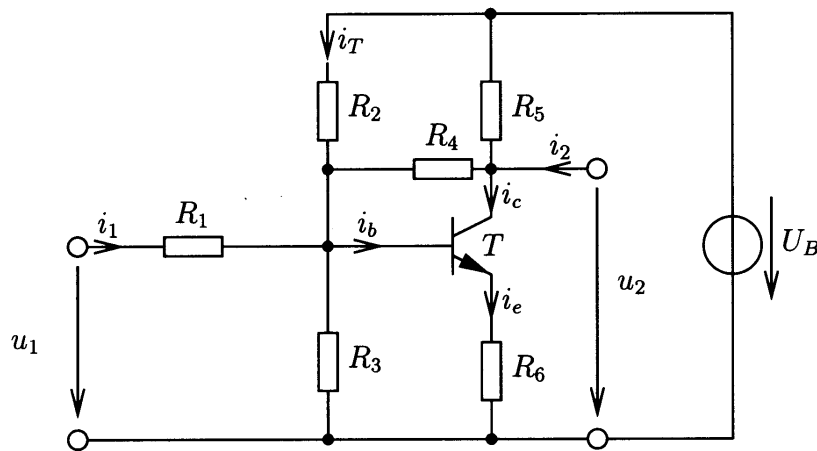


Aufgabe 2 (17 Punkte)

Gegeben sei folgende Schaltung.



$$I_{2AP} = 0A$$

$$I_{1AP} = 0A$$

Zuerst sollen verschiedene Arbeitspunktgrößen des Transistors bestimmt werden.

Für eine sinnvolle Aussteuerung der Verstärkerstufe soll $U_{2AP} = \frac{U_B}{2}$ gelten.

a)* Bestimmen Sie den Strom I_{cAP} im AP in Abhängigkeit von der Batteriespannung U_B und R_5 . Vernachlässigen Sie dabei den Strom durch R_4 .

$$I_{cAP} \approx I_{R5} = \frac{U_{R5}}{R_5} = \frac{U_B - U_{2AP}}{R_5} = \frac{U_B}{2R_5} \checkmark$$

2

b) Bestimmen Sie den Eingangsstrom I_{bAP} und den Emitterstrom I_{eAP} des Transistors in Abhängigkeit von der Stromverstärkung β , R_5 , U_B und (U_{2AP}) . Verwenden Sie die Näherung $\beta \gg 1$.

$$I_{bAP} = \frac{1}{\beta} I_{cAP} = \frac{U_B}{2\beta R_5} \checkmark$$

$$I_{eAP} = \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) I_{cAP} \approx I_{cAP} = \frac{U_B}{2R_5} \checkmark$$

2

c)* Bestimmen Sie die Spannungen U_{beAP} , sowie U_{ceAP} des Transistors im AP in Abhängigkeit von R_2 , R_3 , R_5 , R_6 , β und U_B . Beachten Sie, dass $I_T \gg I_b$ gilt, der Strom durch R_4 als klein angenommen wird und R_2, R_3 deshalb als unbelasteter Spannungsteiler betrachtet werden kann.

$$U_{bAP} = U_{R3} - U_{R6} = U_B \frac{R_3}{R_2 + R_3} - \frac{U_B R_6}{2R_5} \quad \checkmark$$

$$U_{ceAP} = U_{ZAP} - U_{R6} = \frac{U_B}{2} - \frac{U_B R_6}{2R_5} \quad \checkmark$$

2

$$\beta_T = 100$$

$$U_B = 12V$$

$$R_5 = 60\Omega$$

$$R_6 = 14\Omega$$

d) Berechnen Sie I_{cAP} , I_{eAP} und I_{bAP} zahlenmäßig.

$$I_{cAP} = 100 \mu A$$

$$I_{bAP} = 1 \mu A$$

$$I_{eAP} = 101 \mu A \approx 100 \mu A$$

e) Dimensionieren Sie die Widerstände R_2 und R_3 so, dass sich $I_T = 10I_b$ und $U_{be} = 0.6V$ ergeben. Nehmen sie den Spannungsteiler R_2, R_3 wieder als unbelastet an.

$$U_{R3} = U_{beAP} + I_{eAP} \cdot R_6 \stackrel{\checkmark}{=} I_T R_3 \Rightarrow R_3 = \frac{U_{beAP} + I_{eAP} R_6}{10 I_{bAP}} = \frac{0.6V \cdot 1.4V}{10 \mu A} = 200 \Omega \quad \checkmark$$

$$I_T = \frac{U_B}{R_2 + R_3} \stackrel{\checkmark}{\Rightarrow} R_2 = \frac{U_B}{10 I_b} - R_3 = 1k \Omega \quad \checkmark$$

4

f)* Nun soll ein Kleinsignalersatzschaltbild des Transistors erstellt werden. Linearisieren sie dazu den durch $i_b = I_s e^{\frac{u_{be}}{U_T}}$ und $i_c = \beta i_b \approx i_e$ gegebenen Transistor in seinem Arbeitspunkt. Geben Sie $i_{b\text{lin}}$ und $i_{c\text{lin}}$ in Abhängigkeit von u_{be} , den Arbeitspunktgrößen I_{bAP}, I_{cAP} , der Stromverstärkung β und dem inneren Emitterwiderstand $r_e = \frac{U_T}{I_{eAP}}$ an.

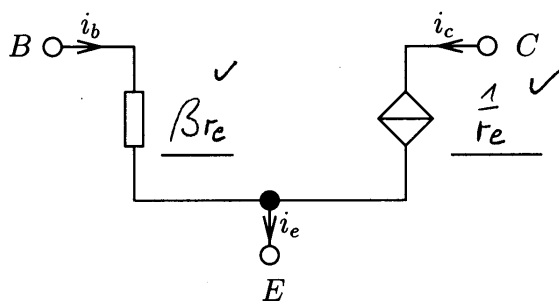
$$\left. \frac{\partial i_b}{\partial u_{be}} \right|_{u_{be} = U_{beAP}} \stackrel{\checkmark}{=} \frac{I_s}{U_T} e^{\frac{U_{beAP}}{U_T}} = \frac{I_{bAP}}{U_T} \approx \frac{I_{eAP}}{\beta U_T} = \frac{1}{\beta r_e} \quad \checkmark$$

$$\Rightarrow i_{b\text{lin}} = I_{bAP} + \frac{\Delta u_{be}}{r_e \beta} \quad \checkmark$$

$$i_{c\text{lin}} = I_{cAP} + \frac{\Delta u_{be}}{r_e} \quad \checkmark$$

4

g) Bestimmen sie aus den Ergebnissen von f) die Elementewerte des Kleinsignalersatzbildes des Transistors.



2