

Aufgabe 1) Bahngebiete, Betriebsbereich, Ladungsträgerdichten.

Gegeben ist ein npn-Si-Bipolar-Transistor bei 300 K mit den folgenden Werten:

- Effektiver homogen vom Strom durchflossener Querschnitt:
 $A = 20 \mu\text{m}^2$
- $L_n = L_p = 50 \mu\text{m}$
- Rechteckprofil-Dotierung mit

$$\begin{array}{ll} N_E = 10^{20} \text{ cm}^{-3} & 0 \leq x < x_{je} \\ N_B = 10^{17} \text{ cm}^{-3} & x_{je} \leq x \leq x_{jc} \\ N_C = 10^{15} \text{ cm}^{-3} & x_{jc} < x < x_k \end{array}$$

mit

$$\begin{array}{l} x_{je} = 2 \mu\text{m} \\ x_{jc} = 4 \mu\text{m} \\ x_k = 8 \mu\text{m} \end{array}$$

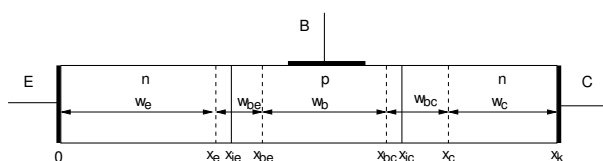


Abbildung 1: npn-Bipolar-Transistor.

Fehlende Werte können aus der Literatur oder aus dem Skript entnommen werden. z.B. μ_n, μ_p aus Tab. 2.5.

- Wie groß sind die Bahngebiete w_e, w_b, w_c , sowie die RLZ-Weiten w_{be}, w_{bc} des Transistors im thermodynamischen Gleichgewicht?
- Der Transistor befindet sich im Arbeitspunkt $U_{BE} = 800 \text{ mV}$ und $U_{BC} = -1 \text{ V}$. In welchem Betriebsbereich befindet sich der Transistor?

- c) Welche Form besitzen die Minoritätsträgerverläufe in den Bahngebieten bei logarithmischer Darstellung ($\log n_p(x)$, $\log p_n(x)$) und bei linearer Darstellung?
Ist in allen Bahngebieten die Berechnung mit Hilfe der Näherungen für die kurze Diode möglich?
- d) Berechnen Sie die Sättigungsströme I_{es} , I_{bs} , I_{cs} des Transistors sowie seine Stromverstärkungen B_F und B_R .
- e) Welchen Wert besitzen die Ströme I_{CE} , I_{EC} des Transferstrom-Modells im Arbeitspunkt unter b)? Wie groß sind I_B , I_E und I_C an den Klemmen des Transistors? Wie groß ist demnach die Stromverstärkung $B = \frac{I_C}{I_B}$?
- f) Bestimmen und zeichnen Sie die Kennlinien $I_C(U_{CE})$, $I_C(I_B)$, $I_B(U_{BE})$ mit $U_{BE} = 0 \dots 850$ mV.
Wählen Sie in der Darstellung für U_{BE} eine geeignete Schrittweite. Nehmen Sie zur Vereinfachung der Berechnung $\alpha_T = 1$ an und vernachlässigen Sie die Nettorekombination in den Raumladungszonen. Für die Early-Spannung soll näherungsweise $U_A \rightarrow \infty$ gelten. Machen Sie geeignete Annahmen, falls Ihnen Angaben fehlen.