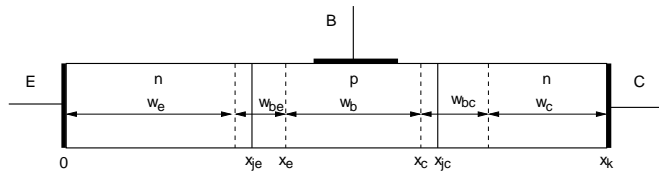


## Übung 13 Elektronik I WS 05/06

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

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



- Rechteckprofil-Dotierung mit

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

mit

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

Fehlende Werte können aus der Literatur oder aus dem Skript entnommen werden. z.B.  $\mu_n, \mu_p$  aus Tab. 2.4 .

1. Wie groß sind die Bahngebiete  $w_e, w_b, w_c$ , sowie die RLZ-Weiten  $w_{be}, w_{bc}$  des Transistors im thermodynamischen Gleichgewicht?
2. Berechnen und zeichnen Sie (z.B. mit Matlab, Octave) die Ladungsträgerdichten in den Bahngebieten und RLZ'en im thermodynamischen Gleichgewicht sowie für den Arbeitspunkt  $U_{BE} = 800\text{mV}$  und  $U_{BC} = -1\text{V}$ .  
 In welchem Betriebsbereich befindet sich der Transistor?
3. 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?
4. Berechnen Sie die Sättigungsströme  $I_{es}, I_{bs}, I_{cs}$  des Transistors sowie seine Stromverstärkungen  $B_F$  und  $B_R$ .
5. Welchen Wert besitzen die Ströme  $I_{CE}, I_{EC}$  des Transferstrom-Modells im Arbeitspunkt unter 2.? Wie groß sind  $I_B, I_E$  und  $I_C$  an den Klemmen des Transistors? Wie groß ist demnach die Stromverstärkung  $B = \frac{I_C}{I_B}$ ?
6. Bestimmen und zeichnen Sie die Kennlinien  $I_C(U_{CE}), I_C(I_B), I_B(U_{BE})$  mit  $U_{BE} = 0 \dots 850\text{mV}$ .  
 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.