

Hochschule München Fakultät 03	Sommersemester 2018 Aufgabenteil Elektronik	Prof. Kortstock Prof. Küpper
Zugelassene Hilfsmittel: eigene Formelsammlung, Taschenrechner	Matr.-Nr.: Hörsaal:	Name, Vorname: Unterschrift:

Viel Erfolg!!

A	1	2	3	4	Σ	N
P						

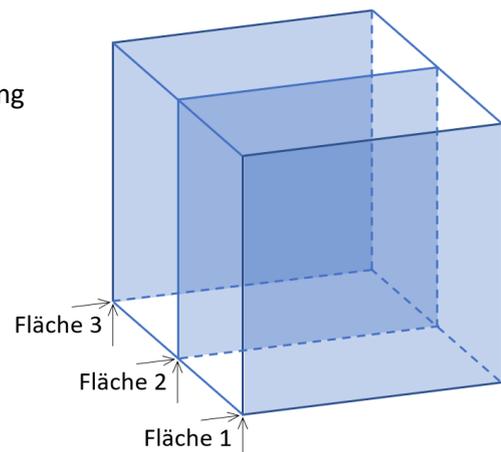
Aufgabe 1: Halbleiter, (ca. 13 Punkte)

Der abgebildete Würfel aus Silizium ist im Bereich zwischen den Flächen 1 und 2 mit Phosphor dotiert. Hier gibt es $5 \cdot 10^{17}$ Störstellen in jedem Kubikzentimeter des Halbleiters. Im Bereich zwischen den Flächen 2 und 3 ist er mit Bor dotiert, hier gibt es $1,25 \cdot 10^{18}$ Störstellen in jedem Kubikzentimeter des Halbleiters.

Die Kantenlänge des Würfels beträgt 1 cm, die Temperatur beträgt $T = 300$ K.

Hinweise: $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ As, $n_i = 1,6 \cdot 10^{10}$ cm⁻³, $\mu_n = 1500$ cm²/Vs, $\mu_p = 600$ cm²/Vs, Phosphor steht im Periodensystem in der fünften Hauptgruppe, Bor steht in der dritten Hauptgruppe. Die Länge des pn-Übergangs ist im Vergleich zur Kantenlänge des Würfels so klein, dass sie vernachlässigt werden kann.

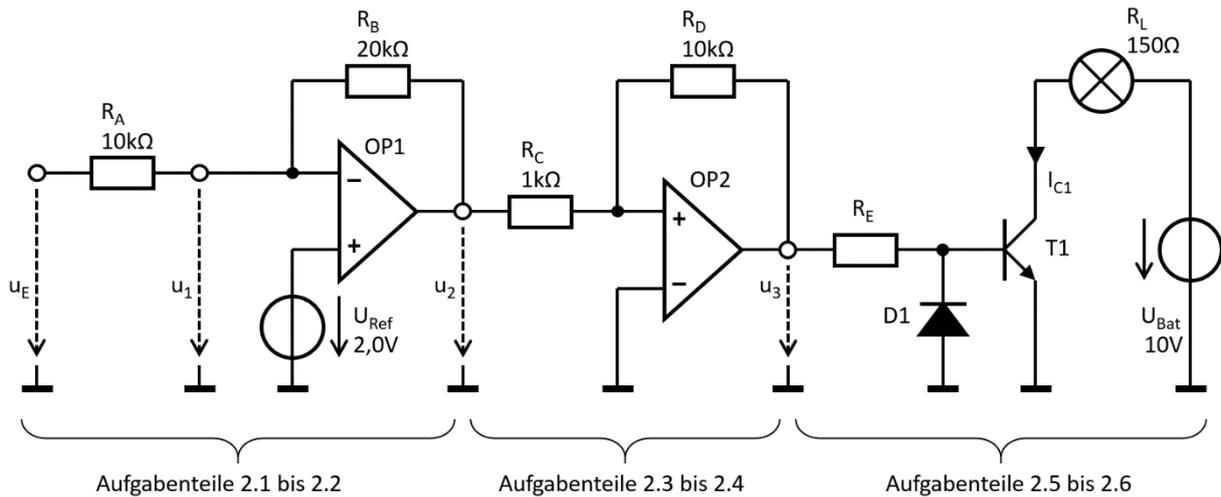
- 1.1. Berechnen Sie den ohmschen Widerstand R_A zwischen den Flächen 1 und 2 sowie den ohmschen Widerstand R_B zwischen den Flächen 2 und 3 (ohne Berücksichtigung des pn-Übergangs in der Mitte des Würfels).



1.2. Zwischen den Flächen 1 und 3 wird eine Spannung von 1.1 Volt angelegt. Davon fällt am pn-Übergang eine Spannung von 0.65 Volt ab. Welche Driftgeschwindigkeit besitzen die Majoritätsträger zwischen den Flächen 1 und 2? Welche Driftgeschwindigkeit besitzen die Majoritätsträger zwischen den Flächen 2 und 3?

- 1.3. Der Würfel soll in einen Stromkreis eingebaut werden, sodass der pn-Übergang in der Mitte des Würfels in Durchlassrichtung geschaltet ist.
- o Tritt der Durchlassstrom in Fläche 1 ein und kommt er aus Fläche 3 wieder heraus (technische Stromrichtung!) oder umgekehrt?
 - o Wo sind der Kathoden und der Anodenanschluss der Diode: bei Fläche 1 bzw. bei Fläche 3?

Aufgabe 2: Operationsverstärker, Transistor (ca. 17 Punkte)



Hinweis: Die beiden Operationsverstärker in der abgebildeten Schaltung können Ausgangsspannungen im Bereich von -10...+10 Volt ausgeben.

2.1. Tragen Sie die fehlenden Werte der Spannungen u_1 und u_2 in die vorbereitete Tabelle ein.

u_E	u_1	u_2
0 Volt		
1 Volt		
2 Volt		

2.2. Geben Sie eine Formel zur Berechnung von u_2 in Abhängigkeit von der Eingangsspannung u_E an.

2.3. Wie nennt man die mit der zweiten Operationsverstärkerstufe aufgebaute Teilschaltung?

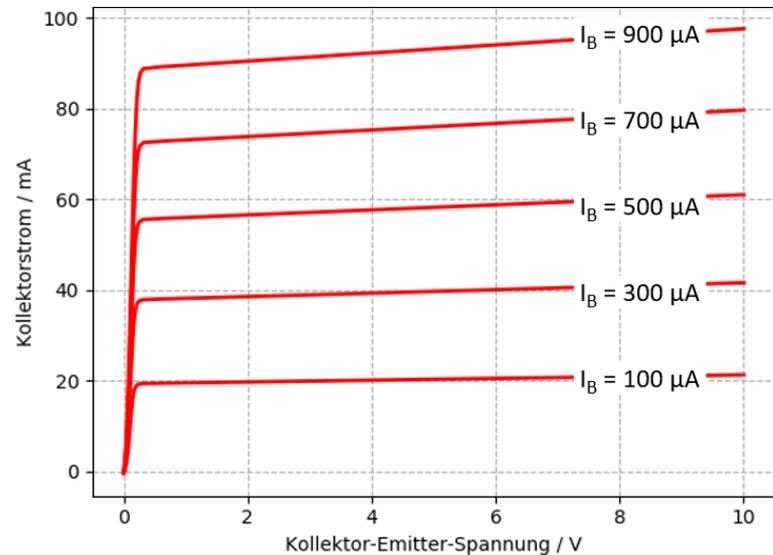
2.4. Zeigen Sie den allgemeinen Zusammenhang zwischen der Spannung am Eingang und der Spannung am Ausgang der zweiten Operationsverstärkerstufe mit einer passenden Skizze. Geben Sie in Ihrer Skizze die für die Funktion dieser Stufe wichtigen Spannungswerte an.

2.5. Die Lampe ($R_L = 150 \Omega$), die an der Spannungsquelle $U_{\text{Bat}} = 10 \text{ V}$ angeschlossen ist, wird über den Transistor T1 ein- bzw. ausgeschaltet. Zeichnen Sie die Arbeitsgerade der Transistorstufe in das abgebildete Ausgangskennlinienfeld.

2.6. Der Transistor T1 soll beim Einschalten 5-fach übersteuert werden. Berechnen Sie einen passenden Wert für den Basisvorwiderstand.

Nehmen Sie einen typischen Wert für die Basis-Emitter-Spannung des Transistors an!

Zeichnen Sie den Arbeitspunkt des eingeschalteten Transistors T1 ins Ausgangskennlinienfeld.



2.7. Wenn die Eingangsspannung u_E unter einen gewissen Schwellenwert absinkt, wird die Lampe (R_L) eingeschaltet. Berechnen Sie diesen ersten Schwellenwert.

2.8. Wenn die Eingangsspannung u_E über einen gewissen Schwellenwert ansteigt, wird die Lampe (R_L) wieder ausgeschaltet. Berechnen Sie auch diesen zweiten Schwellenwert.