

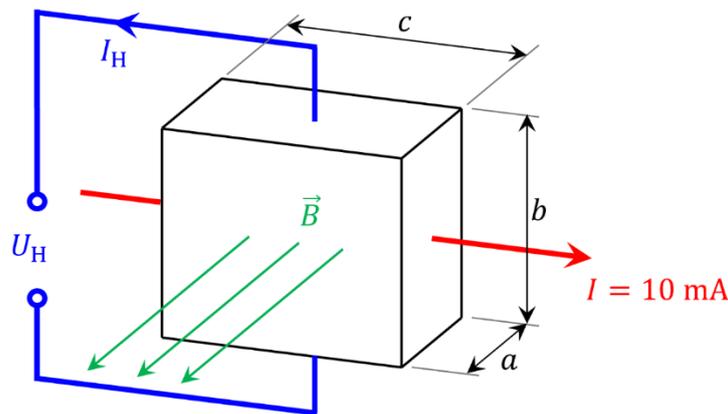
|   |   |                |                               |  |
|---|---|----------------|-------------------------------|--|
| Hochschule München<br>Fakultät 03                             | Sommersemester 2024<br><b>Aufgabenteil Elektronik</b> |                | Prof. Küpper<br>Prof. Hofmann |  |
| Zugelassene Hilfsmittel:<br>Formelsammlung,<br>Taschenrechner | Matr.-Nr.:  | Name, Vorname: |                               |  |
|   | Hörsaal:  | Unterschrift:  |                               |  |

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 2 | 3 | 4 | Σ | N |
| P |   |   |   |   |   |   |

**Aufgabe 1: Halbleiter, Hall-Effekt (ca. 15 Punkte)**

Durch ein Hall-Element aus Silizium mit den Abmessungen  $a = 1\text{ mm}$ ,  $b = 2\text{ mm}$ ,  $c = 3\text{ mm}$  fließt der Strom  $I = 10\text{ mA}$  (der Pfeil zeigt die technische Stromrichtung). Ein homogenes Magnetfeld der Stärke  $B = 0,1\text{ T}$  tritt senkrecht aus der vorderen Seite des Hall-Elements heraus.

Technische Daten:  $n_i = 1,6 \cdot 10^{10}\text{ cm}^{-3}$ ,  $N_A = 1 \cdot 10^{14}\text{ cm}^{-3}$ ,  $N_D = 0$ ,  $T = 300\text{ K}$   
 $e = 1,602\,177 \cdot 10^{-19}\text{ As}$ ,  $\mu_n = 1500\frac{\text{cm}^2}{\text{Vs}}$ ,  $\mu_p = 600\frac{\text{cm}^2}{\text{Vs}}$



- 1.1. Zeichnen Sie die Polarität der Hall-Spannung  $U_H$  in die Abbildung auf dieser Seite.
  
- 1.2. Zeichnen Sie die Bewegungsrichtung der Majoritätsträger in die Abbildung auf dieser Seite. Um welche Art von Ladungsträgern (freie Elektronen oder Löcher) handelt es sich dabei?
  
- 1.3. Berechnen Sie die Größe der Hall-Spannung  $U_H$ .

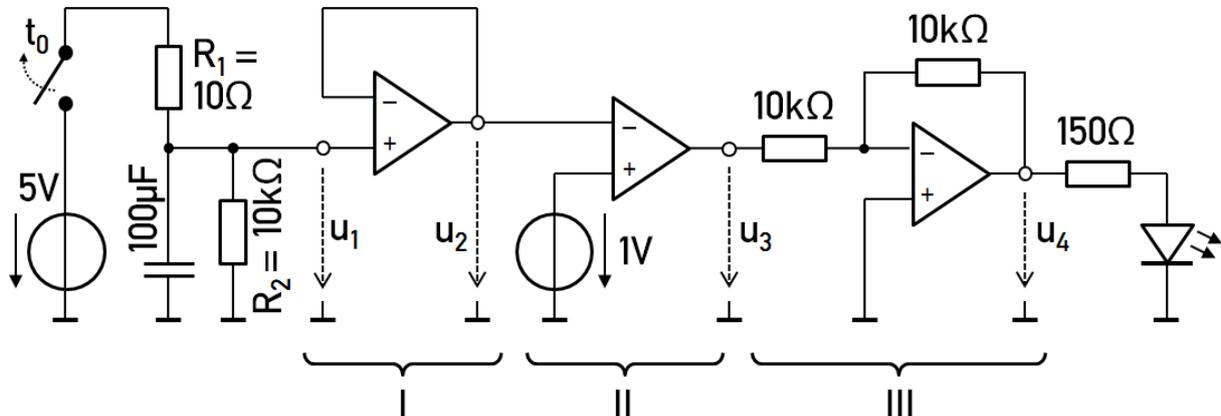
1.4. Der Strom  $I = 10 \text{ mA}$  führt zu einer (leichten) Erwärmung des Hall-Elements. Berechnen Sie die Leistung  $P_I$ , die dabei als Wärme abgegeben wird. (Hinweis:  $I_H = 0$  und  $T = 300 \text{ K}$ )

1.5. Berechnen Sie die Geschwindigkeit, mit der sich die Majoritätsträger im Hall-Element bewegen (es ist weiterhin  $I = 10 \text{ mA}$ ).

1.6. Nennen Sie zwei typische Anwendungen, bei denen Hall-Elemente zum Einsatz kommen.

**Aufgabe 2: Operationsverstärker (ca. 15 Punkte)**

Eine Leuchtdiode wird durch kurzes Schließen eines (Tast-)Schalters eingeschaltet. Nach dem Loslassen (Öffnen) des Schalters leuchtet sie für eine gewisse Zeit weiter, bevor sie wieder ausgeht. Die Abbildung zeigt die dazu verwendete Verzögerungsschaltung:



Alle (idealen) Operationsverstärker haben eine maximale Ausgangsspannung von  $\pm 5$  V.

Beim Schließen des Schalters wird der Kondensator auf eine Spannung von  $u_1 \approx 5$  V aufgeladen. Wird der Schalter zum Zeitpunkt  $t_0$  wieder geöffnet, entlädt sich der Kondensator über den Widerstand  $R_2$ . Während dieses Entladevorgangs verändert sich die Spannung  $u_1$ :

$$u_1(t) = 5 \text{ V} \cdot e^{-\frac{t-t_0}{\tau}} \quad \text{mit } \tau = 100 \mu\text{F} \cdot 10 \text{ k}\Omega$$

2.1. Geben Sie die genaue Funktion der Teilschaltungen I, II und III an.

- Welcher Zusammenhang besteht jeweils zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung bei jeder der drei Teilschaltungen? (Formel oder Skizze angeben!)

2.2. Bei vielen Operationsverstärker-Schaltungen zeigt sich, dass die Spannungsdifferenz zwischen den beiden Operationsverstärker-Eingängen praktisch verschwindet ( $U_{\text{dif}} \approx 0$ ). Nennen Sie zwei Bedingungen, die erfüllt sein müssen, damit  $U_{\text{dif}} \approx 0$  gilt.

2.3. Der Kondensator ist voll aufgeladen. Zum Zeitpunkt  $t_0 = 0$  s wird der Schalter geöffnet. Zu welchem Zeitpunkt  $t_1$  ist  $u_1$  auf 1 Volt gesunken?

2.4. Zeichnen Sie die Verläufe von  $u_2$ ,  $u_3$  und  $u_4$  in das folgende Diagramm.

