

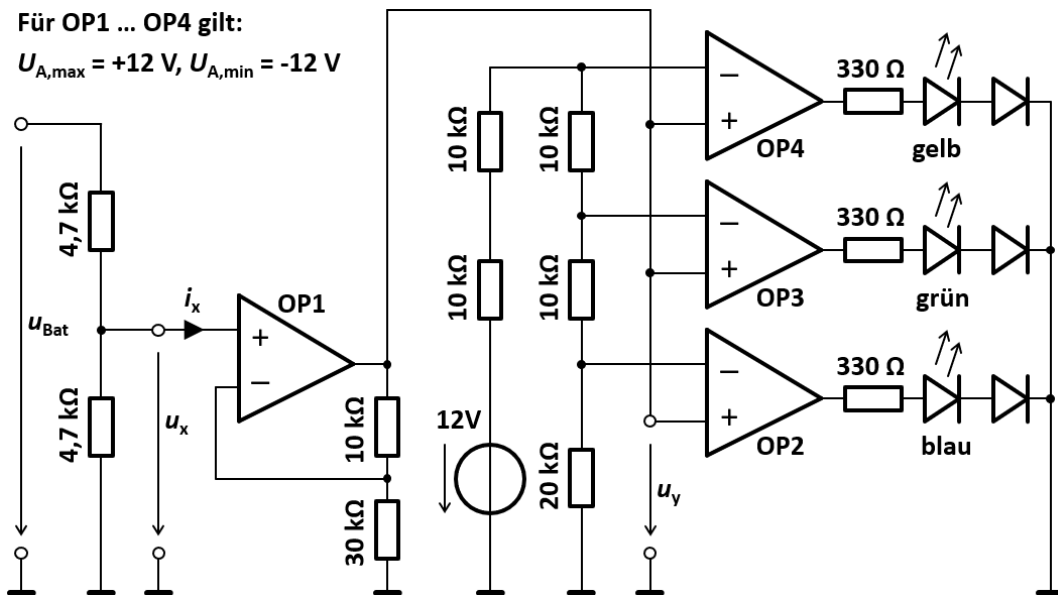
Hochschule München Fakultät 03	Sommersemester 2023 Aufgabenteil Elektronik		Prof. Küpper Prof. Hofmann			
Zugelassene Hilfsmittel: Formelsammlung, Taschenrechner	Matr.-Nr.:	Name, Vorname:				
	Hörsaal:	Unterschrift:				

Viel Erfolg!!

A	1	2	3	4	Σ	N
P			/	/		

Aufgabe 1 (ca. 15 Punkte)

Die folgende Schaltung zeigt mit drei farbigen Leuchtdioden an, ob sich die Spannung u_{Bat} einer Batterie im zulässigen Bereich befindet oder nicht. OP1 ... OP4 sind **ideale Operationsverstärker**.



1.1. Geben Sie eine Formel $u_x = f(u_{Bat})$ an, mit der u_x aus u_{Bat} berechnet werden kann.

$$u_x = \frac{1}{2} \cdot u_{Bat}$$

1.2. Wie groß ist der Strom i_x ?

$$i_x = \emptyset$$

1.3. Welche Funktion hat der Operationsverstärker OP1?

$$\text{nicht inv. Verstärker, } v = 1 + \frac{10}{30} = \frac{4}{3}$$

- 1.4. Geben Sie eine Formel $u_y = f(u_{\text{Bat}})$ an, mit der u_y aus u_{Bat} berechnet werden kann.
(Wenn Sie diese Aufgabe nicht lösen können, rechnen Sie mit $u_y = 0,7 \cdot u_{\text{Bat}}$ weiter!)

$$u_y = \frac{4}{3} \cdot u_x = \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot u_{\text{Bat}} = \frac{4}{6} \cdot u_{\text{Bat}} = \frac{2}{3} u_{\text{Bat}}$$

- 1.5. Welche Spannungen liegen an den invertierenden Eingängen („Minus-Eingänge“) der Verstärker OP2, OP3 und OP4 gegenüber Masse an?

12V \rightarrow unbelasteter Spg.-Teiler mit insges. 60 k Ω
 \rightarrow 2V pro 10 k Ω -Widerstand!
 OP2: 4V
 OP3: 6V
 OP4: 8

- 1.6. Welche Funktion haben die Verstärker OP2, OP3 und OP4?

- 1.7. Welche Leuchtdioden leuchten, wenn die Batteriespannung $u_{\text{Bat}} = 5\text{ V}$ beträgt?

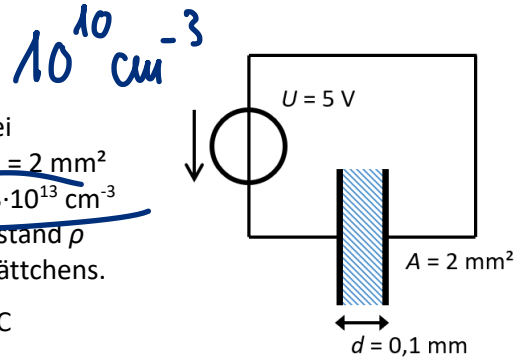
- 1.8. Welcher Strom fließt durch eine Leuchtdiode, wenn diese eingeschaltet ist?
(Daten der Leuchtdioden: $U_S = 2\text{ V}$, $r_F = 10\ \Omega$; Gleichrichterioden: $U_S = 1\text{ V}$, $r_F = 1\ \Omega$)

- 1.9. Bei vielen Operationsverstärker-Schaltungen gilt für die Spannungsdifferenz zwischen den beiden Operationsverstärker-Eingängen die Näherung $u_{\text{dif}} \approx 0\text{ V}$. Nennen Sie zwei Bedingungen, die erfüllt sein müssen, damit diese Näherung zulässig ist.

Aufgabe 2 (ca. 15 Punkte)

- 2.1 Ein undotiertes Halbleiterplättchen ist zwischen zwei Metallkontakten mit einer Querschnittsfläche von $A = 2 \text{ mm}^2$ eingespannt. Für das Halbleitermaterial gilt $n_i = 2,33 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ bei $T = 20 \text{ °C}$. Berechnen Sie den spezifischen Widerstand ρ sowie den ohmschen Widerstand R des Halbleiterplättchens.

$$\mu_n = 3900 \text{ cm}^2/\text{Vs}, \mu_p = 1900 \text{ cm}^2/\text{Vs}, e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$



$$R = \rho \cdot \frac{d}{A} = 0,4619 \Omega \text{m}.$$

- 2.2 Welcher Strom fließt durch das Halbleiterplättchen, wenn eine Spannung von $U = 5 \text{ V}$ an die beiden Metallkontakte angeschlossen wird?

- 2.3 Das Halbleiterplättchen wird mit einem Donator der Dichte $N_D = 1 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ dotiert. Wie groß sind nun der spezifische Widerstand ρ und der ohmsche Widerstand R bei $T = 20 \text{ °C}$?

$$0,0016 \Omega \text{m}$$

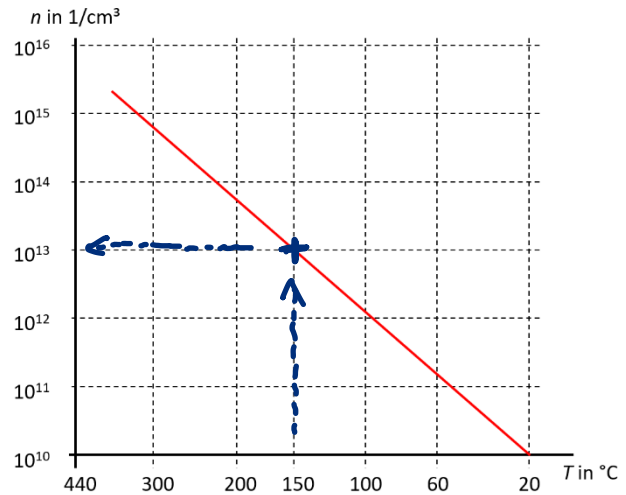
$$\rightarrow R = \rho \cdot \frac{d}{A} = 0,0016 \Omega \text{m} \cdot \frac{0,001 \text{ m}}{2 \cdot (0,001 \text{ m})^2} = \underline{\underline{0,08 \Omega}}$$

- 2.4 Das nebenstehende Diagramm zeigt den Zusammenhang zwischen Temperatur T und Eigenleitungsdichte n_i des Halbleiters (Achtung: Temperatur in $^{\circ}\text{C}$, Achsen sind nicht linear!).

Das dotierte Halbleiterplättchen aus Unterpunkt 2.3 ($N_D = 1 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$) wird auf $T = 150 \text{ }^{\circ}\text{C}$ erhitzt. Wie groß ist nun die Eigenleitungsdichte?

Wie groß ist die Dichte der freien Elektronen n_0 und die Löcherdichte p_0 ?

$$n_{i150} = 10^{13}$$



- 2.5 Wenn die Temperatur weiter gesteigert wird, dann steigt auch n_0 noch weiter an. Kann bei einer starken Erhöhung der Temperatur n_0 sogar größer als p_0 werden? Falls ja, bei welcher Temperatur ist dies der Fall? (Kurze Begründung!)

- 2.6. Warum sinkt die Eigenleitungsdichte ab, wenn die Temperatur wieder auf $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ fällt? (Kurze Begründung)?