

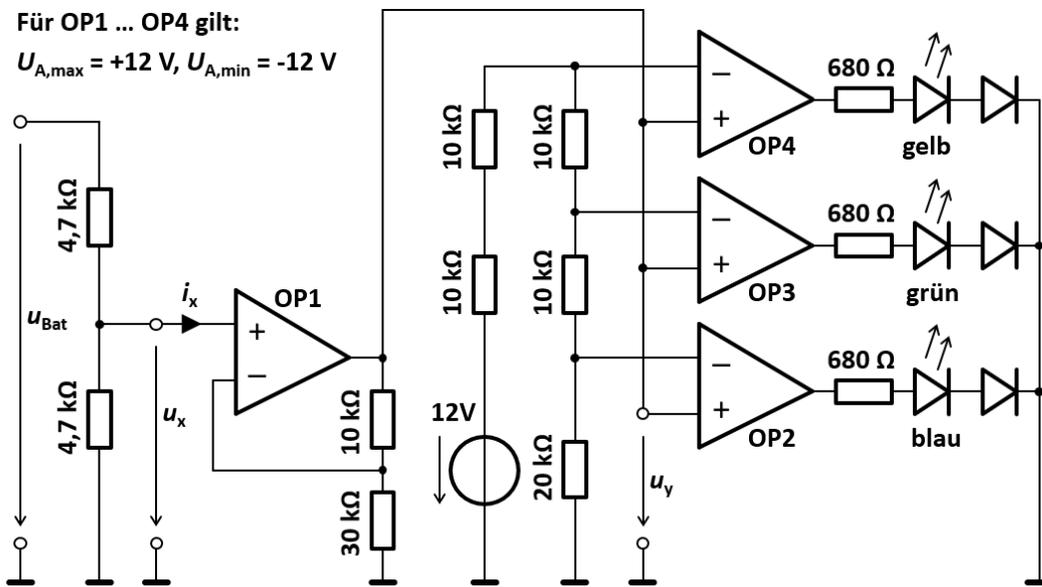
Hochschule München Fakultät 03	Sommersemester 2023 Aufgabenteil Elektronik	Prof. Küpper Prof. Hofmann
Zugelassene Hilfsmittel: Formelsammlung, Taschenrechner	Matr.-Nr.:	Name, Vorname:
	Hörsaal:	Unterschrift:

Viel Erfolg!!

A	1	2	3	4	Σ	N
P			/	/		

Aufgabe 1, Operationsverstärker, Dioden (ca. 15 Punkte)

Die folgende Schaltung zeigt mit drei farbigen Leuchtdioden an, in welchem Bereich sich die Spannung u_{Bat} einer Batterie befindet. OP1 ... OP4 sind ideale Operationsverstärker.



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

1.2. Wie groß ist der Strom i_x ?

1.3. Welche Funktion hat der Operationsverstärker OP1?

- 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!)

- 1.5. Welche Spannungen können an den invertierenden Eingängen (also an den „Minus-Eingängen“) der Operationsverstärker OP2, OP3 und OP4 gegenüber Masse gemessen werden?

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

- 1.7. Welche Leuchtdioden leuchten, wenn die Batteriespannung $u_{\text{Bat}} = 13,5 \text{ V}$ beträgt?

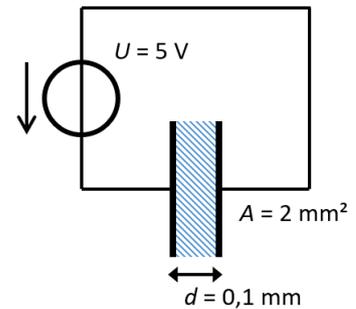
- 1.8. Welcher Strom fließt durch eine einzelne Leuchtdiode, falls diese eingeschaltet ist?
(Daten der Leuchtdioden: $U_S = 2 \text{ V}$, $r_F = 10 \Omega$; Gleichrichterioden: $U_S = 1 \text{ V}$, $r_F = 1 \Omega$)

- 1.9. Bei vielen Operationsverstärker-Schaltungen gilt für die Potentialdifferenz 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, Halbleiter (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 $n_i = 1,0 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ bei $T = 20 \text{ °C}$. Berechnen Sie den spezifischen Widerstand ρ sowie den ohmschen Widerstand R des Halbleiterplättchens.

$$\mu_n = 1500 \text{ cm}^2/\text{Vs}, \mu_p = 600 \text{ cm}^2/\text{Vs}, e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

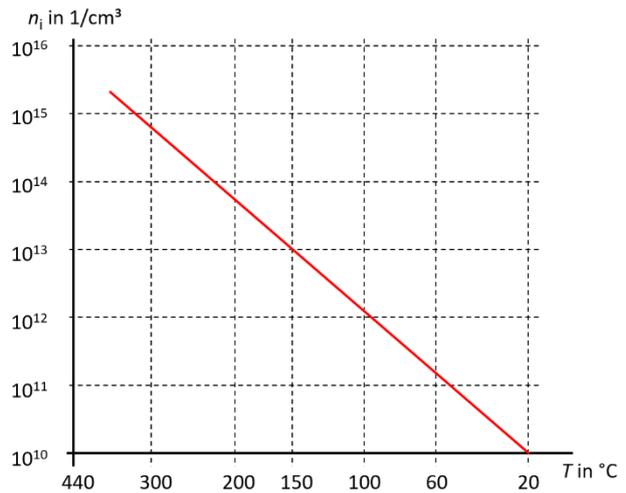


- 2.2 An die beiden Metallkontakte ist eine Spannung von $U = 5 \text{ V}$ angeschlossen. Berechnen Sie die Leistung P_{verl} , die aufgrund des fließenden Stroms vom Halbleiterplättchen als Wärme abgegeben wird? (Hinweis: Es gilt weiterhin $T = 20 \text{ °C}$.)
- 2.3 Das Halbleiterplättchen wird mit einem Donator der Dichte $N_D = 1,0 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ dotiert. Wie groß sind nun der spezifische Widerstand ρ und der ohmsche Widerstand R bei $T = 20 \text{ °C}$? (Hinweis: Die Minoritätsträger dürfen in diesem Unterpunkt vernachlässigt werden.)

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

Das dotierte Halbleiterplättchen aus Unterpunkt 2.3 ($N_D = 1,0 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$) wird auf $T = 150 \text{ }^{\circ}\text{C}$ erhitzt. Wie groß ist nun seine Eigenleitungsdichte?

Wie groß ist bei $T = 150 \text{ }^{\circ}\text{C}$ die Dichte der freien Elektronen im Halbleiterplättchen?
Wie groß ist die Löcherdichte?



- 2.5 In Unterpunkt 2.4 zeigt sich: Wenn die Temperatur auf $T = 150 \text{ }^{\circ}\text{C}$ erhöht wird, dann steigt p_0 stark an. Kann p_0 durch weitere Erhöhung der Temperatur sogar größer als n_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)?