

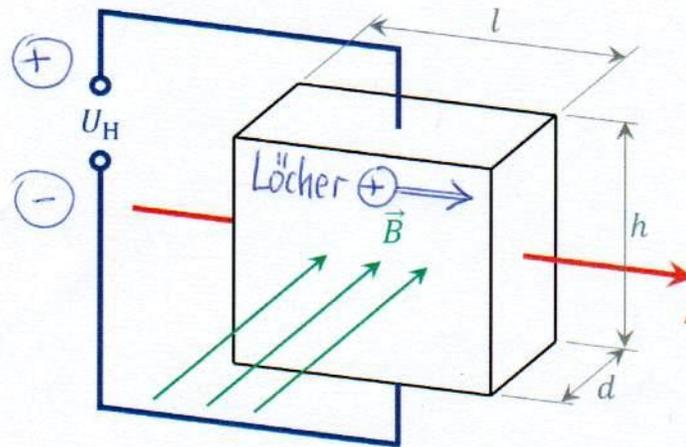
Hochschule München Fakultät 03	Wintersemester 2017/18 <b>Aufgabenteil Elektronik</b>		Prof. Kortstock Prof. Küpper
Zugelassene Hilfsmittel: eigene Formelsammlung, Taschenrechner	Matr.-Nr.:	Name, Vorname:	
	Hörsaal:	Unterschrift:	

**Viel Erfolg!!**

A	1	2	3	4	Σ	N
P						

**Aufgabe 1: Halbleiter, Hall-Effekt** (ca. 6 Pkt.)

An einem Halbleiterplättchen (p-Halbleiter) mit der Dicke  $d = 1,0 \text{ mm}$  wird bei einer Stromstärke  $I = 50 \text{ mA}$  und einer magn. Flussdichte  $B = 0,050 \text{ T}$  eine Hallspannung  $U_H$  mit einem Betrag von  $50 \text{ mV}$  gemessen. Hinweis:  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$



- 1.1. Die B-Feldlinien treten senkrecht in die Vorderseite des Halbleiterplättchens ein. Geben Sie die Polarität der Hallspannung in der Zeichnung an.

1

oben plus / unten minus ✓

- 1.2. Wie ist die Konzentration der Löcher im p-Halbleiter?

3

$$U_H = \frac{B \cdot I}{d \cdot e \cdot p_0} \rightarrow 0,05 \text{ V} = \frac{0,05 \text{ T} \cdot 0,05 \text{ A}}{0,001 \text{ m} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As} \cdot p_0}$$

$$\rightarrow p_0 = \underline{\underline{3,12 \cdot 10^{20} \text{ m}^{-3}}} = \underline{\underline{3,12 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}}} \checkmark \checkmark$$

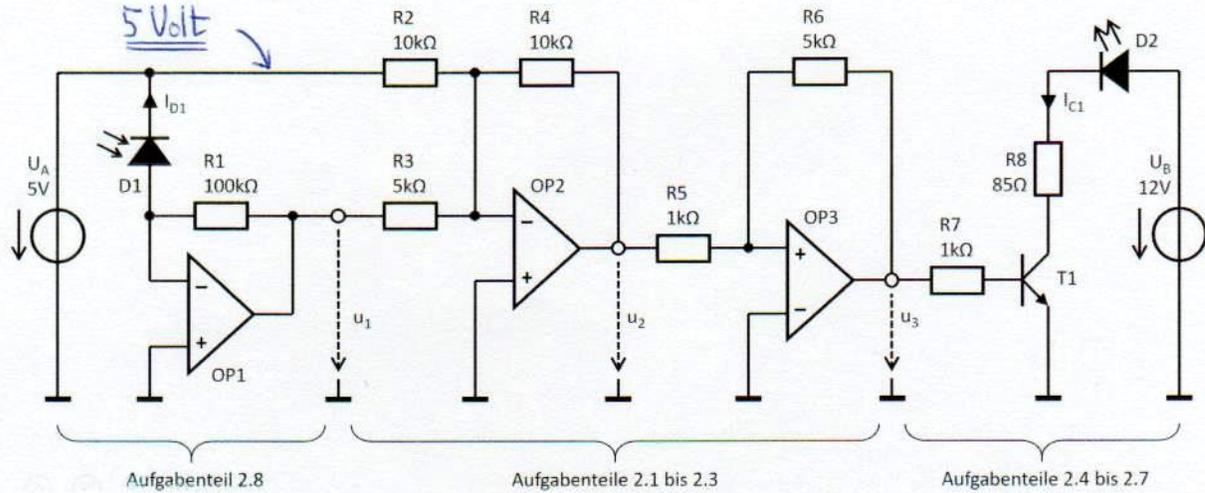
- 1.3. Die Höhe des Halbleiterplättchens beträgt  $h = 10 \text{ mm}$ . Berechnen Sie die Driftgeschwindigkeit der Löcher!

2

$$v_{DP} = \frac{I}{p_0 \cdot e \cdot h \cdot d} = \underline{\underline{100 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} \checkmark$$

**Aufgabe 2: Operationsverstärker (ca. 20 Punkte)**

In dieser Aufgabe wird eine Schaltung behandelt, die in Abhängigkeit von der aktuellen (gemessenen) Helligkeit eine Leuchtdiode ein- oder ausschaltet. Beachten Sie, dass die Aufgabenteile 2.4 bis 2.7 sowie der Aufgabenteil 2.8 unabhängig von den vorherigen Unterpunkten bearbeitet werden können!



**Hinweis:** Die maximale Ausgangsspannung der Operationsverstärker beträgt  $\pm 5$  Volt.

2.1. Um welche Grundschaltung handelt es sich bei der zweiten Verstärkerstufe (OP2)? Geben Sie den Zusammenhang zwischen  $u_2$  und  $u_1$  durch eine Formel oder eine passende Skizze an!

3

(Invertierender) Addierverstärker

$$u_2 = -R_4 \cdot \left( \frac{5V}{R_2} + \frac{u_1}{R_3} \right) = \underline{\underline{-5V - 2u_1}}$$

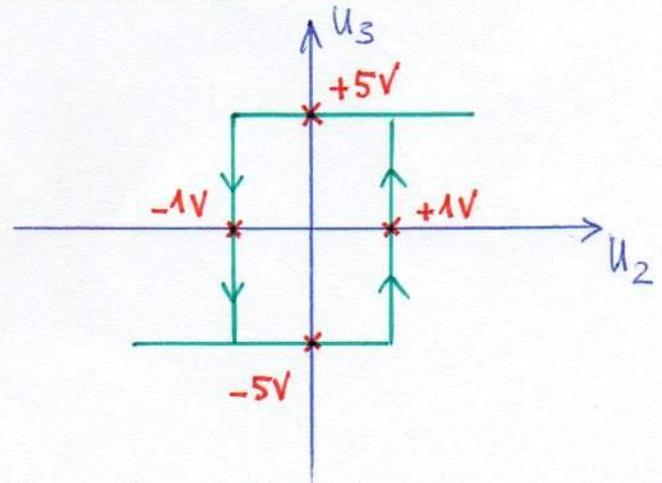
oder:  $\underline{\underline{u_2 = -(5V + 2u_1)}}$

2.2. Um welche Grundschaltung handelt es sich bei der dritten Verstärkerstufe (OP3)? Geben Sie den Zusammenhang zwischen  $u_3$  und  $u_2$  durch eine Formel oder eine passende Skizze an!

3

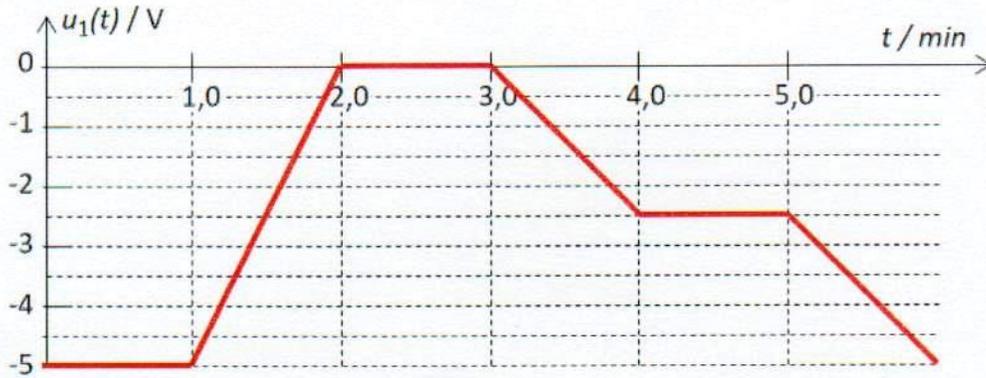
Komparator mit Hysterese

Umschaltunkte bei  
 $u_2 = \pm 5V \cdot \frac{1}{5} = \pm 1V$

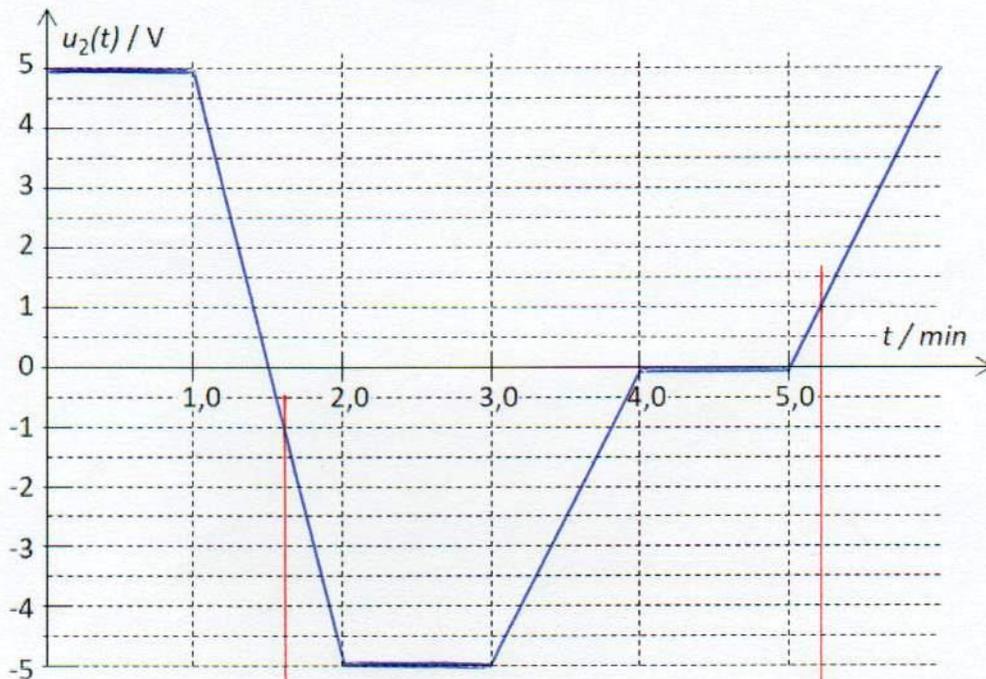


2.3. Zeichnen Sie die Spannungsverläufe  $u_2(t)$  und  $u_3(t)$  in das vorbereitete Diagramm.

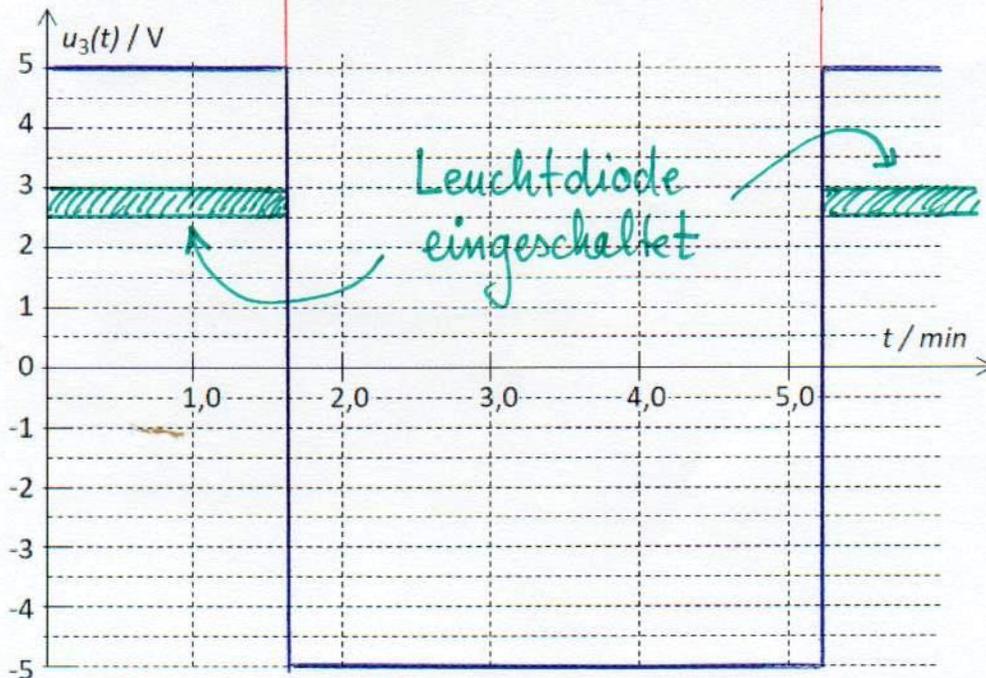
**Markieren Sie im Diagramm die Zeiträume, in denen die Leuchtdiode D2 eingeschaltet ist!**



2

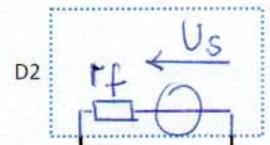


3



Die Aufgaben 2.4 bis 2.7 können unabhängig von den vorherigen Unterpunkten bearbeitet werden.

2.4. Die nebenstehende Abbildung zeigt die Transistorstufe zur Ansteuerung der Leuchtdiode D2. Zeichnen Sie das lineare Ersatzschaltbild der Leuchtdiode im Durchlassbetrieb in das vorbereitete Kästchen. Es gilt:  $r_f = 15\Omega$  und  $U_S = 2,0V$ .



2.5. Zeichnen Sie die Arbeitsgrade dieser Transistorstufe in das Ausgangskennlinienfeld des Transistors.

$U_{ges} = (12 - 2)V = 10V$ ,  $R_{ges} = (85 + 15)\Omega = 100\Omega$   
 $\rightarrow I_K = 10V / 100\Omega = 100\text{ mA}$

Tipp: Fassen Sie dazu die Spannungsquellen  $U_B$  und  $U_S$  zu einer einzelnen Spannungsquelle sowie die Widerstände  $R_8$  und  $r_f$  zu einem einzelnen Gesamtwiderstand zusammen.

2.6. In diesem Unterpunkt ist  $u_3 = 5V$ . Ermitteln Sie für diesen Fall den Basisstrom und den Kollektorstrom am Transistor T1. Für die Basis-Emitter-Spannung von T1 nehmen Sie bitte einen typischen Wert an.

z.B.:  $U_{BE} = 0,5V$  (1)

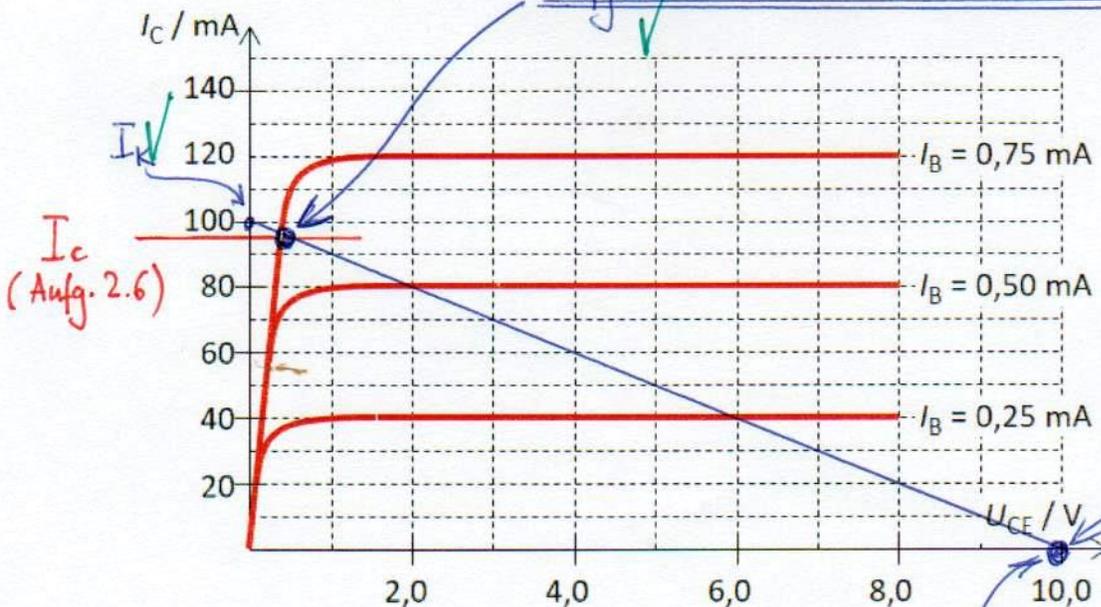
Zeichnen Sie den Arbeitspunkt in das Ausgangskennlinienfeld des Transistors und beschriften Sie ihn mit „2.6“.

$I_B = \frac{u_3 - U_{BE}}{R_7} = \frac{4,5\text{ mA}}{R_7} \rightarrow I_C \approx 95\text{ mA}$  (abgelesen)  
 (1)

2.7. Nun ist  $u_3 = -5V$ . Wie groß sind jetzt der Basisstrom und der Kollektorstrom am Transistor T1?

$I_B = I_C = \emptyset\text{ mA}$  (Transistor sperrt)

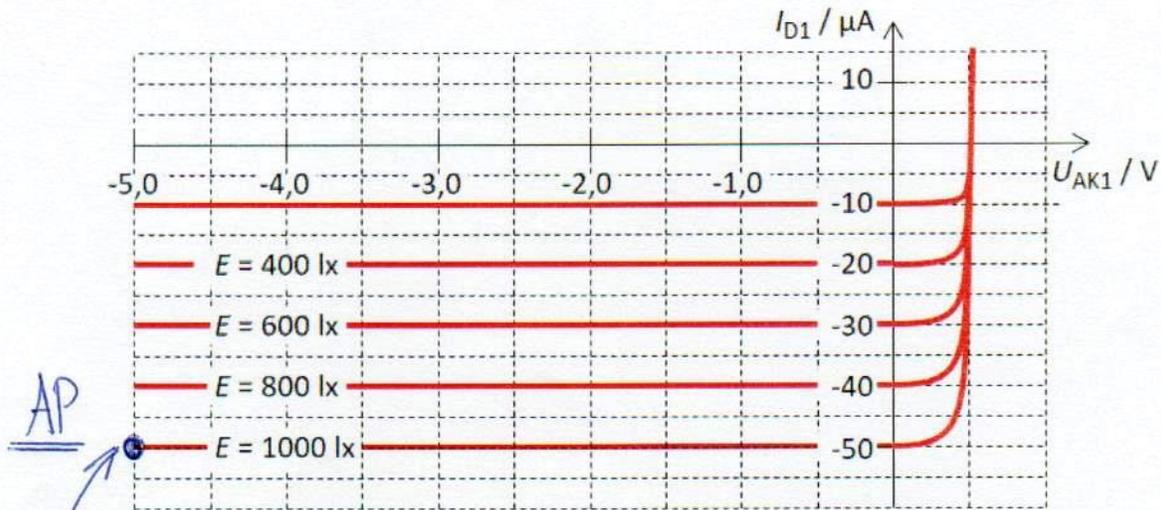
Zeichnen Sie auch diesen Arbeitspunkt in das Ausgangskennlinienfeld des Transistors und beschriften Sie ihn mit „2.7“.



11.07.8: Fall D2 = + D

**Der Aufgabenteil 2.8 kann unabhängig von den vorherigen Unterpunkten bearbeitet werden.**

2.8. Die folgende Abbildung zeigt das Kennlinienfeld der Fotodiode D1.



- a) Wie groß ist der Fotodiodenstrom  $I_{D1}$  zum Zeitpunkt  $t = 1 \text{ min}$ ?
- b) Markieren Sie den Arbeitspunkt zum Zeitpunkt  $t = 1 \text{ min}$  im Kennlinienfeld der Fotodiode.
- c) Wie groß ist die Beleuchtungsstärke (in Lux) zum Zeitpunkt  $t = 1 \text{ min}$ ?

$$U_A(t = 1 \text{ min}) = -5 \text{ V} \stackrel{!}{=} I_{D1} \cdot 100 \text{ k}\Omega$$

$$\rightarrow I_{D1} = -\frac{5 \text{ V}}{100 \text{ k}\Omega} = \underline{\underline{-50 \mu\text{A}}}$$

(Diode mit Kathode an  $+5 \text{ V}$ ,  
mit Anode an virtueller Masse !)

$$E(t = 1 \text{ min}) = \underline{\underline{1000 \text{ lx}}} \text{ (abgelesen)}$$

4