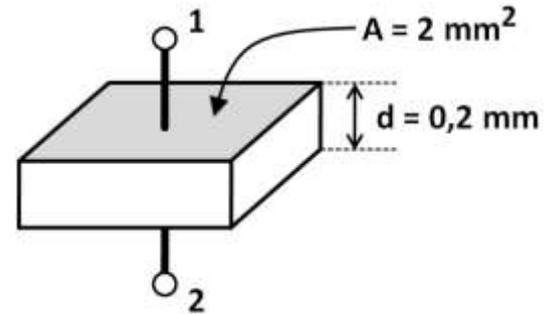


Hochschule München FK 03 Fahrzeugtechnik	Diplomvorprüfung SS 2009 Fach: Elektronik, Dauer: 90 Minuten	Prof. Dr.-Ing. Buch Prof. Dr.-Ing. Klein Prof. Dr.-Ing. Küpper
Zugelassene Hilfsmittel: Taschenrechner, zwei Blatt DIN A4 eigene Aufzeichnungen	Name:	Vorname:
	Unterschrift:	Hörsaal:
		Matr.-Nr.:
		Platz-Nr.:

A	1	2	3	4	Σ	N
P						

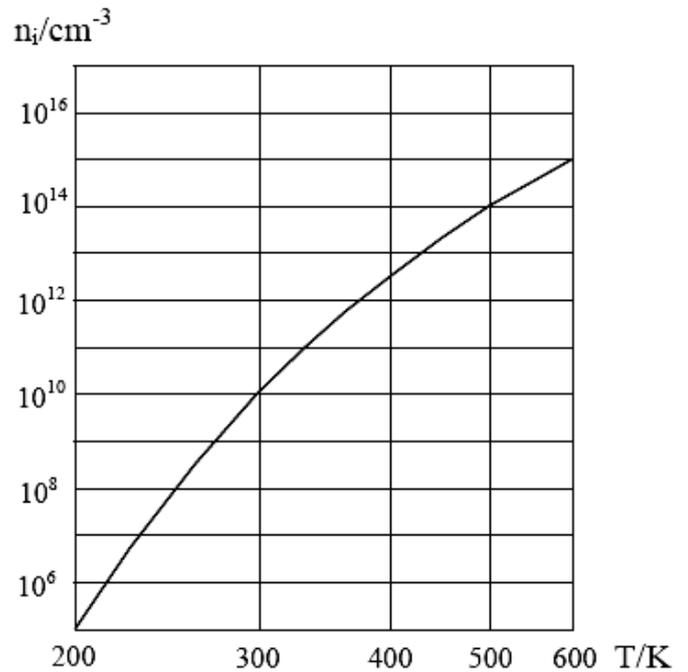
Aufgabe 1 (ca. 15 Punkte)

1.1 Das in der Abbildung skizzierte Halbleiterplättchen hat bei Zimmertemperatur ($T = 300 \text{ K}$) eine Eigenleitungsdichte $n_i = 1,08 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$. Berechnen Sie den aus der Eigenleitungsdichte folgenden spezifischen Widerstand ρ sowie den ohmschen Widerstand R des Plättchens. ($\mu_n = 1350 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $\mu_p = 480 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$).



1.2 Das Halbleiterplättchen wird mit einem Akzeptor der Dichte $N_A = 1 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ dotiert. Wie groß ist nun der spezifische Widerstand ρ und der ohmsche Widerstand R des dotierten Halbleiterplättchens bei Zimmertemperatur ($T = 300 \text{ K}$)?

- 1.3 Das nebenstehende Diagramm zeigt den Zusammenhang zwischen Temperatur T und Eigenleitungsdichte n_i des verwendeten Halbleiters. Warum steigt die Eigenleitungsdichte bei einer Erhöhung der Temperatur (kurze Begründung)?



- 1.4 Für die korrekte Funktion von Halbleiterbauelementen (Dioden, Transistoren...) ist es notwendig, dass die Eigenleitungsdichte klein im Vergleich zur Störstellendichte (Akzeptor- bzw. Donator-dichte) bleibt. Bei welcher Temperatur T erreicht die Eigenleitungsdichte des dotierten Halbleiterplättchens 10% der Akzeptordichte?

- 1.5 Das dotierte Halbleiterplättchen aus Unterpunkt 1.2 ($N_A = 1 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$) wird auf $T = 600 \text{ K}$ erhitzt. Wie groß ist nun die Eigenleitungsdichte? Wie groß ist die Dichte der freien Elektronen n_0 und der Löcher p_0 ?

- 1.6 Nennen Sie eine weitere Möglichkeit (außer der Erwärmung), die Eigenleitungsdichte eines Halbleiters zu erhöhen. Bei welchem Halbleiterbauelement wird dieser Effekt genutzt?

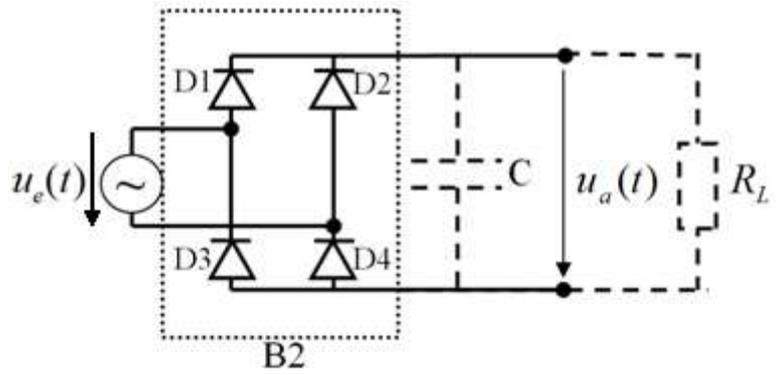
Aufgabe 2 (ca. 15 Punkte)

Gegeben ist die nebenstehende Zweipuls-Brückenschaltung (B2). Für die speisende Wechselspannung $u_e(t)$ gilt:

$$\hat{U}_e = 20 \text{ V}, f = 100 \text{ Hz}$$

Die Dioden des B2-Brückengleichrichters sind zunächst als ideal anzunehmen mit:

$$U_S = 0 \text{ V und } r_f = 0 \Omega.$$

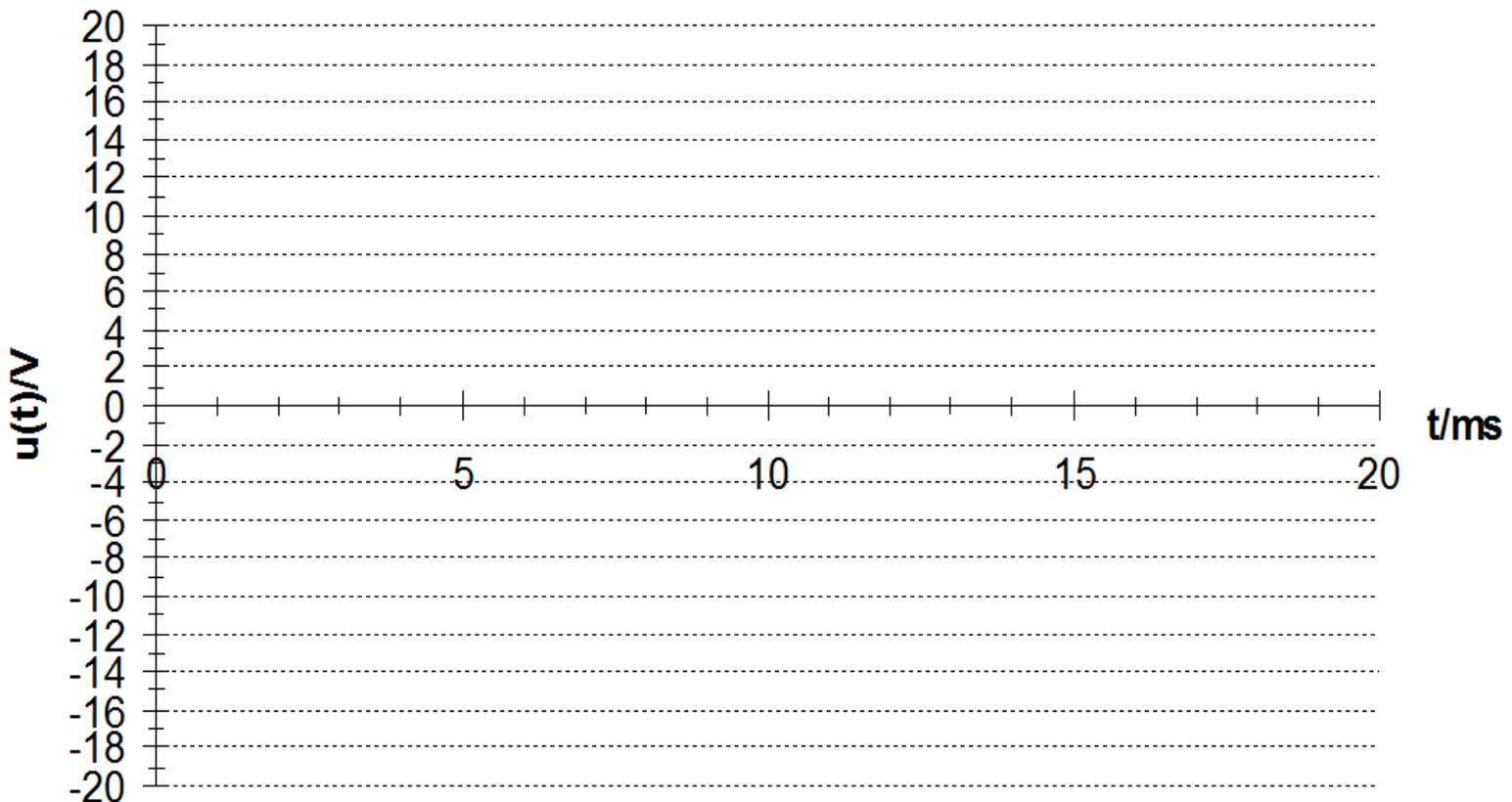


2.1 Welche Dioden leiten während einer **negativen** Halbwelle von $u_e(t)$?

--- Die Schaltung wird zunächst ohne Lastwiderstand R_L betrieben. ---

2.2 Tragen Sie die folgenden Spannungen in verschiedenen Farben in das folgende Diagramm ein:

- Die Eingangs-Wechselspannung $u_e(t)$ (in der Farbe Schwarz)
- Die Ausgangsspannung $u_a(t)$, wenn die Schaltung ohne Kondensator C betrieben wird (in der Farbe Rot)
- Die Ausgangsspannung $u_{a,C}(t)$, wenn die Schaltung mit Kondensator C betrieben wird (in der Farbe Grün, Hinweis: Beachten Sie, dass kein Lastwiderstand R_L angeschlossen ist)



--- Nun wird die Schaltung mit Lastwiderstand $R_L = 15 \Omega$ und Kapazität $C = 1,5 \text{ mF}$ betrieben. ---

2.3 Wie groß ist die mittlere Ausgangsspannung U_a ? Welche Spannungsschwankung Δu_a tritt am Lastwiderstand R_L auf?

2.4 Tragen Sie die Ausgangsspannung $u_{a,RC}(t)$ am Lastwiderstand R_L in das Diagramm auf Seite 3 ein (in der Farbe Blau).

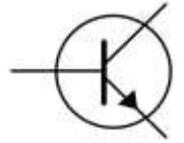
2.5 Welche mittlere Leistung wird am Lastwiderstand umgesetzt?

2.6 Welche mittlere Leistung wird an einer der vier (idealen) Dioden umgesetzt?

2.7 Die idealen Dioden werden nun durch reale Dioden ersetzt. An den Dioden fällt in Durchlassrichtung eine Spannung von jeweils $0,75 \text{ V}$ ab. Berechnen Sie den maximalen Strom i_{\max} , der durch den Lastwiderstand fließt und markieren Sie einen Zeitpunkt, zu dem dieser maximaler Strom fließt, im obigen Diagramm mit $t_{i,\max}$.

Aufgabe 3 (ca. 15 Punkte)

3.1 Die nebenstehende Abbildung zeigt das Schaltsymbol eines Bipolartransistors. In der Vorlesung wurden zwei Typen von Bipolartransistoren behandelt. Um welchen Typ handelt es sich hier?



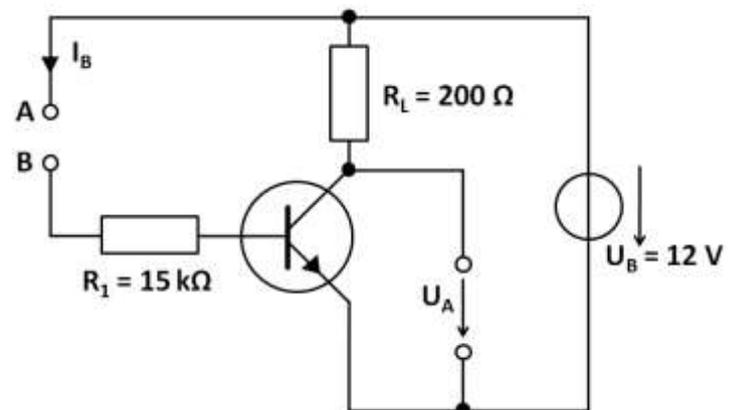
3.2 Skizzieren Sie den inneren Aufbau (die unterschiedlichen Halbleiterbereiche) dieses Transistortyps. Zeichnen Sie auch die Anschlüsse des Transistors und deren Bezeichnungen (keine Abkürzungen!) in Ihre Skizze.

3.3 Welcher Bereich des Transistors muss besonders dünn gefertigt werden?

Die nebenstehende Abbildung zeigt die Schaltung einer einfachen Sensortaste: Wenn die Kontakte AB mit dem Finger überbrückt werden, ändert sich die Ausgangsspannung U_A .

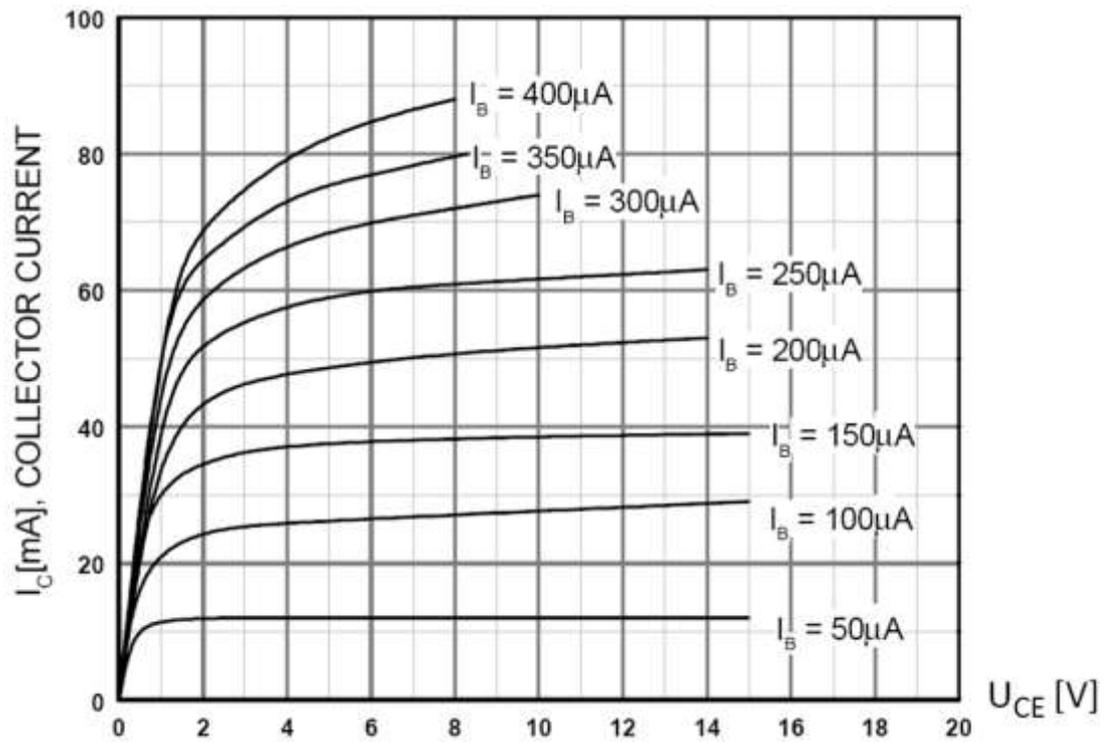
Das Ausgangskennlinienfeld des verwendeten Transistors ist auf der folgenden Seite dargestellt.

Die Eingangskennlinie des Transistors ist nicht abgebildet, gehen Sie stattdessen vereinfachend von $U_{BE} = 0,6 \text{ V}$ aus.



3.4 Zeichnen Sie die Arbeitsgerade des Lastwiderstands R_L in das Ausgangskennlinienfeld ein.

3.5 Herr K. überbrückt die Kontakte AB mit seiner Fingerspitze (Widerstand: $R_{\text{Finger}} = 100 \text{ k}\Omega$). Wie groß ist der Strom I_B ? Welche Spannung U_A stellt sich ein? Zeichnen Sie diesen ersten Arbeitspunkt in das Ausgangskennlinienfeld ein.



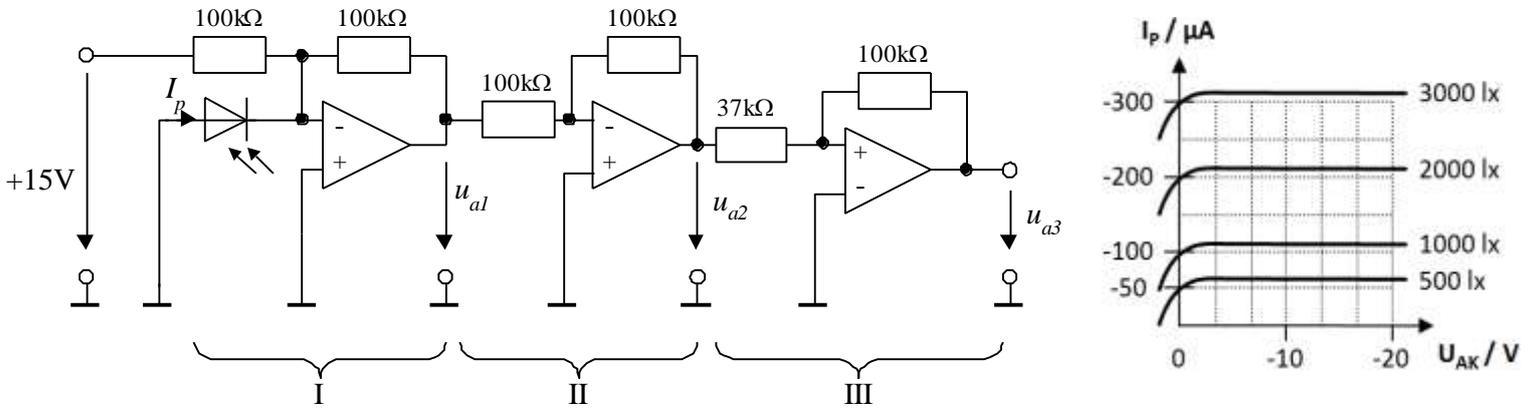
3.6 Frau B. überbrückt die Kontakte AB mit ihrem Ehering (Widerstand $R_{\text{Ring}} = 0,1 \Omega$). Wie groß ist der Strom I_B ? Welche Spannung U_A stellt sich ein? Zeichnen Sie auch diesen zweiten Arbeitspunkt in das Ausgangskennlinienfeld ein.

3.7 Wie groß ist die Leistung, die in Unterpunkt 3.6 am Transistor in Wärme umgesetzt wird?

3.8 Wozu dient der Widerstand R_1 ?

Aufgabe 4 (ca. 15 Punkte)

Gegeben ist die nachstehende Schaltung zur automatischen Einschaltung/Ausschaltung des Abblendlichts eines Fahrzeugs. Alle Operationsverstärker werden mit einer Spannung von $\pm 15\text{ V}$ versorgt, wobei ihre Ausgangsspannung bei je maximal $\pm 13,5\text{ V}$ liegt. Die Fotodiode ist durch das abgebildete Kennlinienfeld beschrieben.



Hinweis: Die Bearbeitung der Unterpunkte 4.1, 4.3, 4.4 und 4.5 ist zum größten Teil unabhängig von der ersten Verstärkerstufe möglich!

4.1 Geben Sie die prinzipielle Funktion der drei Teilschaltungen (I – III) an.

4.2 Geben Sie die Funktionsgleichung für die Spannung u_{a1} abhängig vom Fotostrom I_p an

4.3 Geben Sie die Bestimmungsgleichung für die Spannung u_{a2} abhängig von u_{a1} an.

4.4 Zeichnen Sie die Übertragungskennlinie der Teilschaltung III (u_{a3} in Abhängigkeit von u_{a2}).

4.5 Zeichnen Sie die Verläufe der Beleuchtungsstärke E sowie der Ausgangsspannungen u_{a2} und u_{a3} in das Diagramm ein, wie sie sich aus der angegebenen Spannung u_{a1} ergeben.

