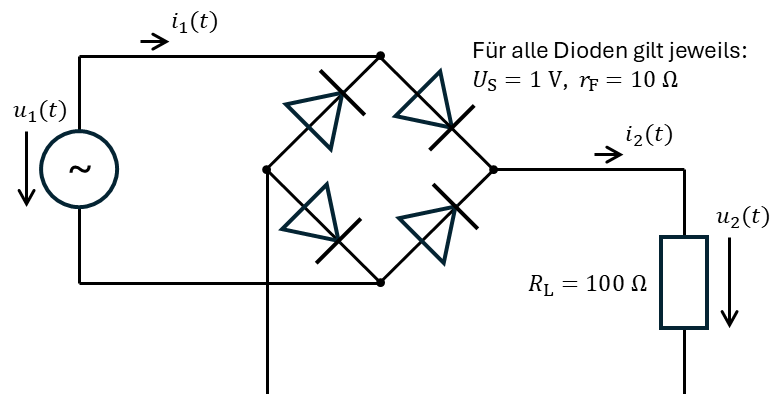


Hochschule München Fakultät 03	Sommersemester 2026 Angewandte Elektronik	Prof. Küpper
Zugelassene Hilfsmittel: alle eigenen, Taschenrechner	Matr.-Nr.: Hörsaal:	Name, Vorname: Unterschrift:

Viel Erfolg!!

1	2	3	4	5	Σ	N

Aufgabe 1 (Gleichrichter, ca. 10 Punkte)1.1 Berechnen Sie die Spannung u_2 sowie die Ströme i_1 und i_2 für $u_1 = +10 \text{ V}$ und $u_1 = -5 \text{ V}$:

u_1	u_2	i_1	i_2
+10 V			
-5 V			

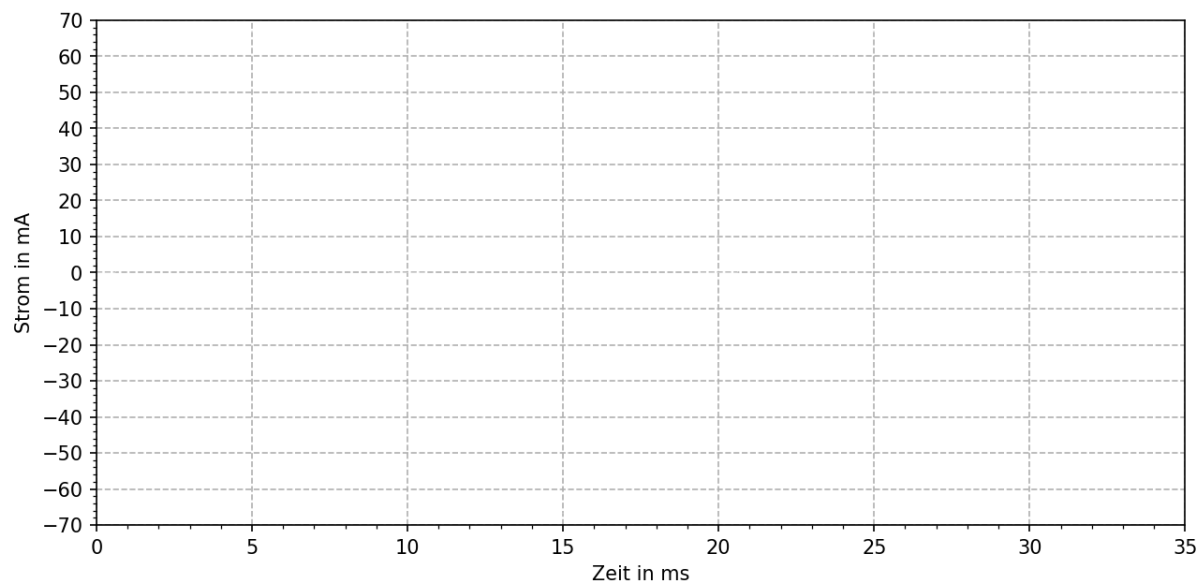
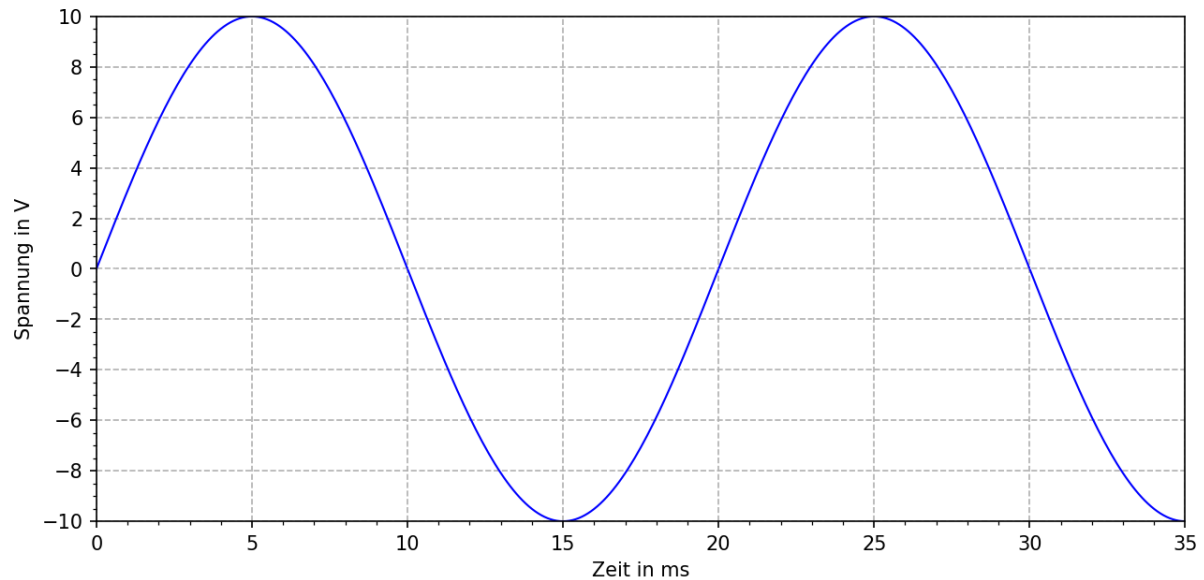
Tipp: Zeichnen Sie zunächst das lineare Ersatzschaltbild für $u_1 = +10 \text{ V}$...

Im oberen Diagramm ist der zeitliche Verlauf der Spannung $u_1(t)$ eingezeichnet.

- 1.2 Tragen Sie den zeitlichen Verlauf von $i_1(t)$ in das untere Diagramm ein.
(Hinweis: Der Verlauf von $i_2(t)$ soll nicht gezeichnet werden!)

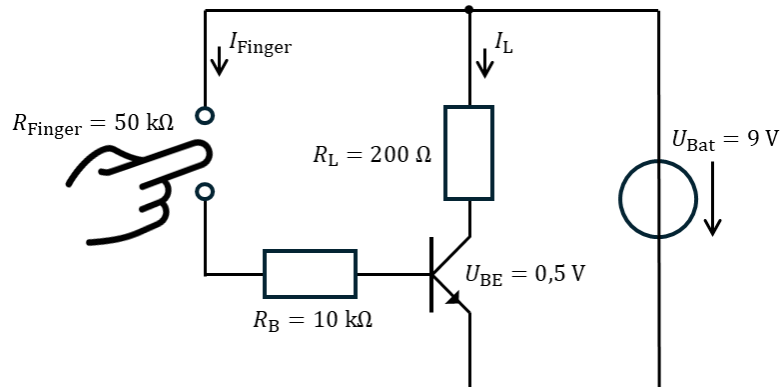
Tipp: Schwellenspannung der Dioden beachten!

Die Dioden leiten erst ab einer Spannung $> U_S$ in Flussrichtung ...

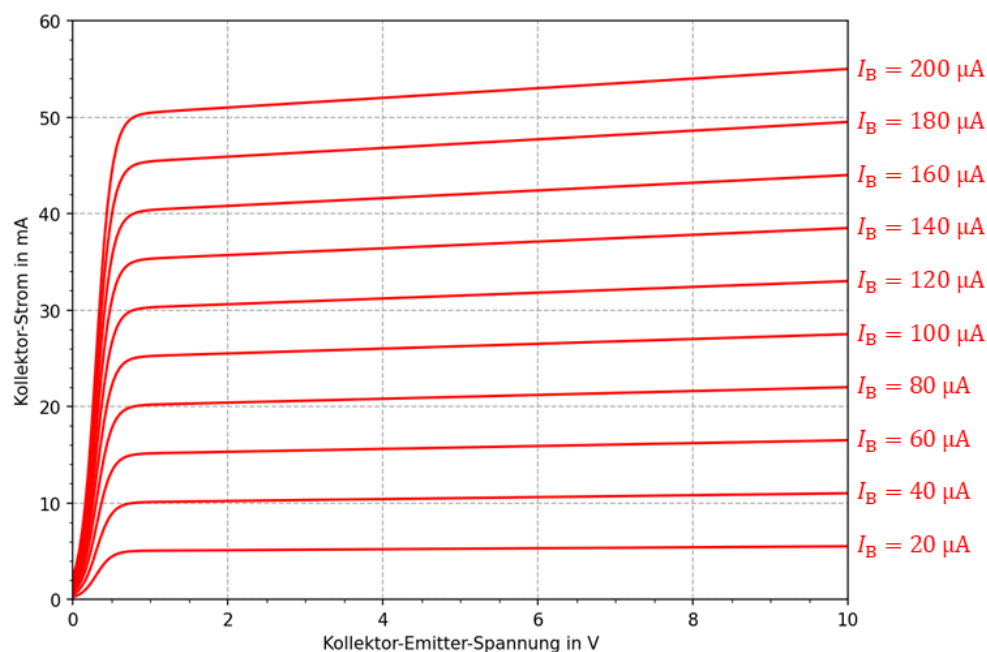


Aufgabe 2 (Transistor, ca. 7 Punkte)

Der Strom I_L soll dadurch ein-/ausgeschaltet werden, dass ein Finger auf die eingezeichneten Kontakte gelegt wird.



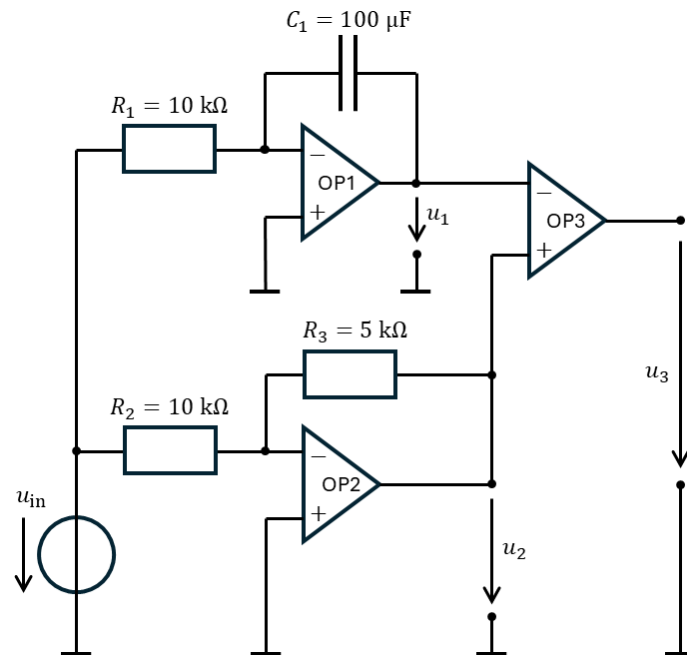
- 2.1 Ermitteln Sie den Strom I_{Finger} wenn sich der Finger (Widerstand $R_{\text{Finger}} = 50 \text{ k}\Omega$) auf den Kontakten befindet. Zeichnen Sie den dazugehörigen Arbeitspunkt „AP1“ in das Ausgangskennlinienfeld des Transistors ein. Wie groß ist in diesem Fall der Laststrom I_L ?
- 2.2 Die Kontakte werden mit einem Metallstück überbrückt (zum Beispiel mit einem Ring aus Gold, $R_{\text{Finger}} = 0 \Omega$). Wie groß sind die Ströme I_{Finger} und I_L nun? Tragen Sie auch den neuen Arbeitspunkt „AP2“ in das Ausgangskennlinienfeld des Transistors ein.



Aufgabe 3 (Operationsverstärker, ca. 13 Punkte)

Für die idealen Operationsverstärker in der folgenden Schaltung gilt:

$$U_{a,\max} = +10 \text{ V}, U_{a,\min} = -10 \text{ V}$$

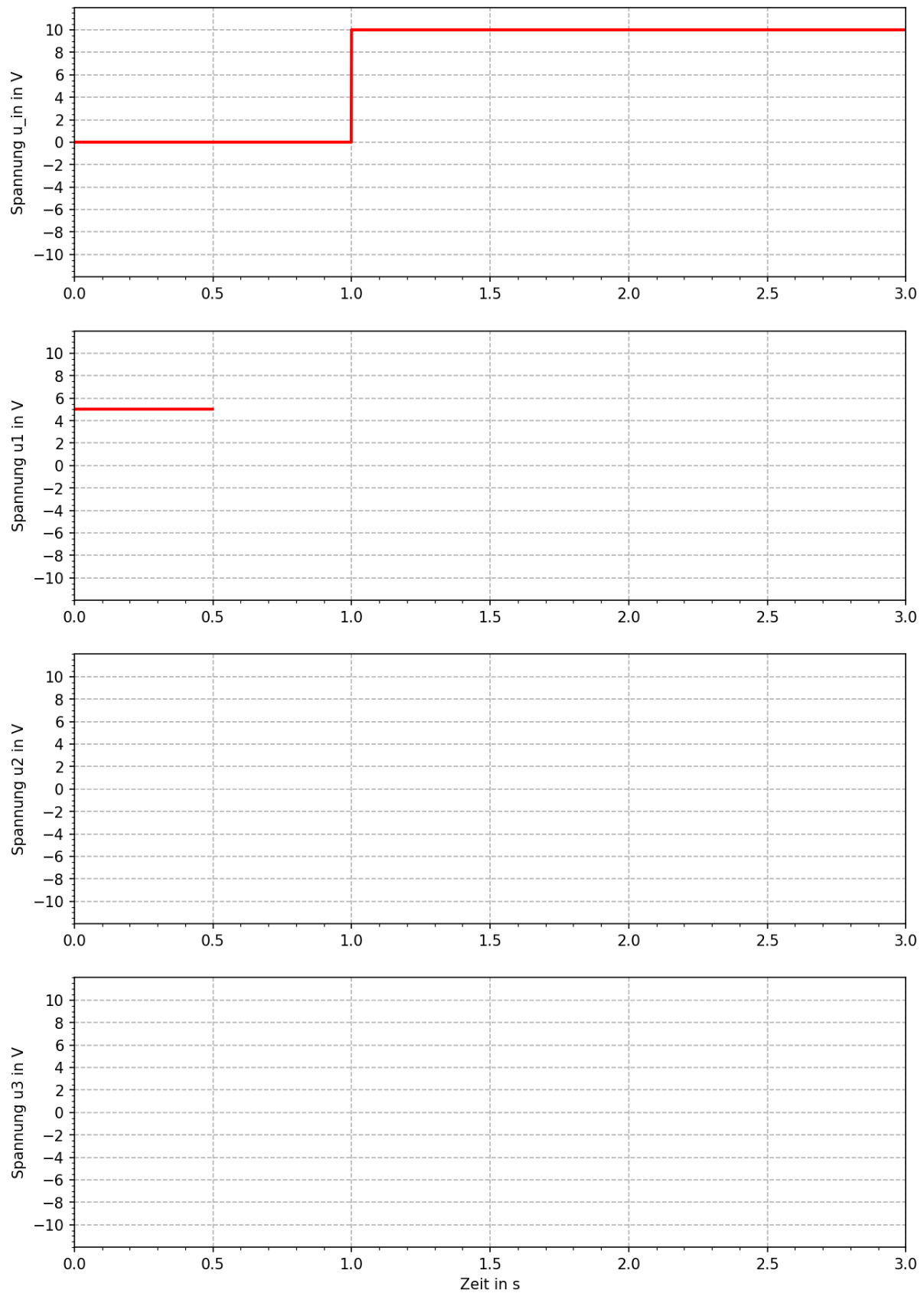


- 3.1 Wie nennt man die Grundschialtung, in der OP1 betrieben wird? Beschreiben Sie den Zusammenhang zwischen u_{in} und u_1 mit einer Formel oder einer passenden Skizze.

- 3.2 Wie nennt man die Grundschialtung, in der OP2 betrieben wird? Beschreiben Sie den Zusammenhang zwischen u_{in} und u_2 mit einer Formel oder einer passenden Skizze.

- 3.3 Wie nennt man die Grundschialtung, in der OP3 betrieben wird? Beschreiben Sie den Zusammenhang zwischen u_1 , u_2 und u_3 mit einer Formel oder einer passenden Skizze.

- 3.4 Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf von u_1 , u_2 und u_3 in das vorbereitete Diagramm.
Hinweis: Die Spannung u_1 hat zu Beginn einen Wert von +5 V.



Aufgabe 4: Digitaltechnik, Mikrocontroller (ca. 15 Punkte)

Das folgende C-Programm wird in Maschinensprache übersetzt und auf einem Mikrocontroller des Typs ATmega8515 ausgeführt.

```

/* Taktfrequenz des Controllers */
#define F_CPU 1843200UL

/* AVR-spezifische Include-Dateien */
#include <compat/deprecated.h>
#include <avr/sfr_defs.h>
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>

/* Hauptprogramm */
int main(void)
{
    /* PB0...PB3 sind Ausgänge, PB4...PB7 sind Eingänge */
    DDRB = 15;

    while(1 == 1)
    {
        sbi(PORTB, 0);
        sbi(PORTB, 1);
        _delay_ms(1000);

        cbi(PORTB, 0);
        _delay_ms(1000);

        sbi(PORTB, 0);
        _delay_ms(1000);

        cbi(PORTB, 0);
        _delay_ms(2000); /* Achtung: 2000 statt 1000! */

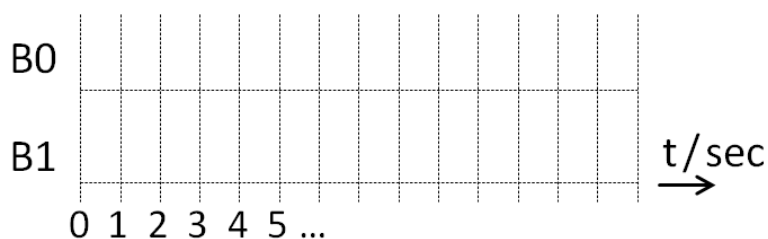
        cbi(PORTB, 1);
        _delay_ms(2000); /* Achtung: 2000 statt 1000! */
    }

    return 0;
}

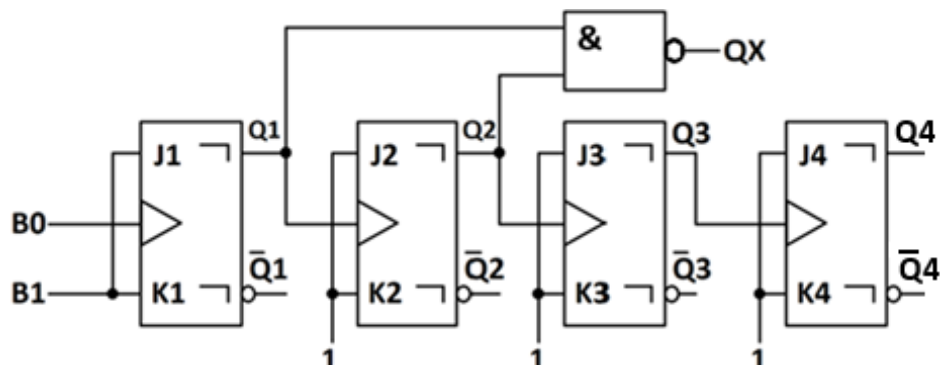
```

4.1. Zeichnen Sie die Signalverläufe, die an den Anschlüssen B0 und B1 des Mikrocontrollers ausgegeben werden, in das folgende Diagramm.

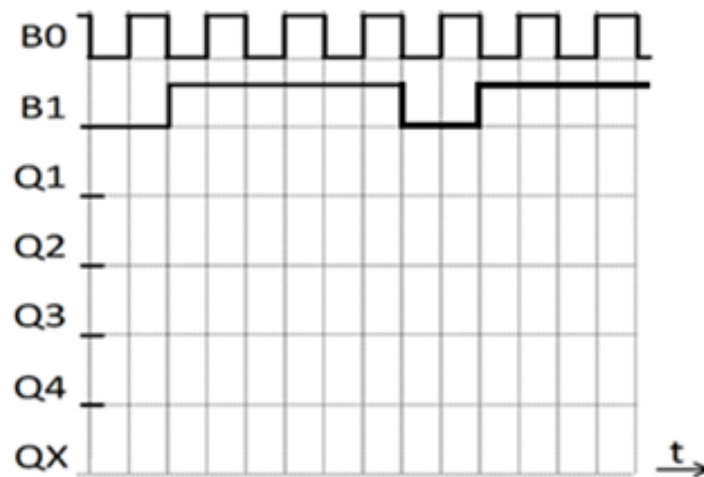
(Hinweis: Die Programmausführung beginnt zum Zeitpunkt $t = 0\text{s}$.)



- 4.2. An die Anschlüsse B0 und B1 des Mikrocontrollers wird die abgebildete Schaltung aus vier positiv flankengesteuerten JK-Master/Slave-Flipflops und einer logischen Verknüpfung angeschlossen.



Zeichnen Sie die Signalverläufe an Q1, Q2, Q3, Q4 und QX in das folgende Diagramm. (Hinweis: Auf dem Mikrocontroller läuft nun ein anderes Programm als in Aufgabe 4.1.)

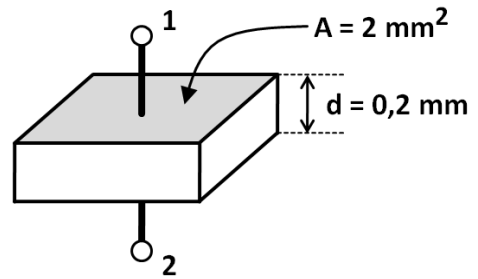


- 4.3. Wie ändert sich das Verhalten der Schaltung, wenn die J-/K-Eingänge des zweiten, dritten und vierten Flipflops nicht mehr permanent auf 1 gesetzt werden, sondern stattdessen gar nicht angeschlossen werden („offene Eingänge“)? Gehen Sie davon aus, dass alle Flipflops in TTL-Technologie aufgebaut sind. (Kurze Begründung erforderlich!)

- 4.4. Nennen Sie eine typische Anwendung von Schieberegistern.

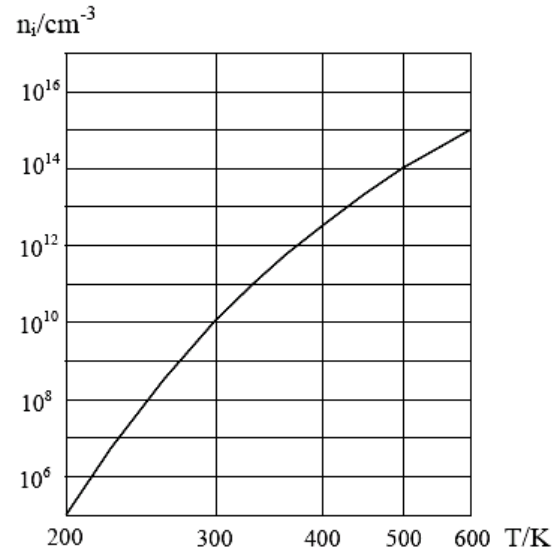
Aufgabe 5, Halbleiter (ca. 15 Punkte)

- 5.1 Das skizzierte Halbleiterplättchen hat bei $T = 300 \text{ K}$ eine Eigenleitungsdichte $n_i = 1,08 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$. Berechnen Sie den aus der Eigenleitungsdichte folgenden spezifischen Widerstand ρ und den ohmschen Widerstand R des Plättchens. ($\mu_n = 1500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $\mu_p = 600 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$).



- 5.2 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 ($T = 300 \text{ K}$)?

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



- 5.4 Für die korrekte Funktion von Halbleiterbauelementen (Dioden, Transistoren ...) ist es notwendig, dass die Eigenleitungsdichte klein im Vergleich zur Störstellendichte (Akzeptor- bzw. Donatordichte) bleibt. Bei welcher Temperatur T erreicht die Eigenleitungsdichte des dotierten Halbleiterplättchens 10% der Akzeptordichte?
- 5.5 Das dotierte Halbleiterplättchen aus Unterpunkt 5.2 ($N_A = 1 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$) wird auf $T = 600 \text{ K}$ erhitzt. Wie groß ist nun die Eigenleitungsdichte? Wie groß sind n_0 und p_0 ?
- 5.6 Nennen Sie eine weitere Möglichkeit (außer der Erwärmung), die Eigenleitungsdichte eines Halbleiters zu erhöhen. Bei welchem Halbleiterbauelement wird dieser Effekt genutzt?