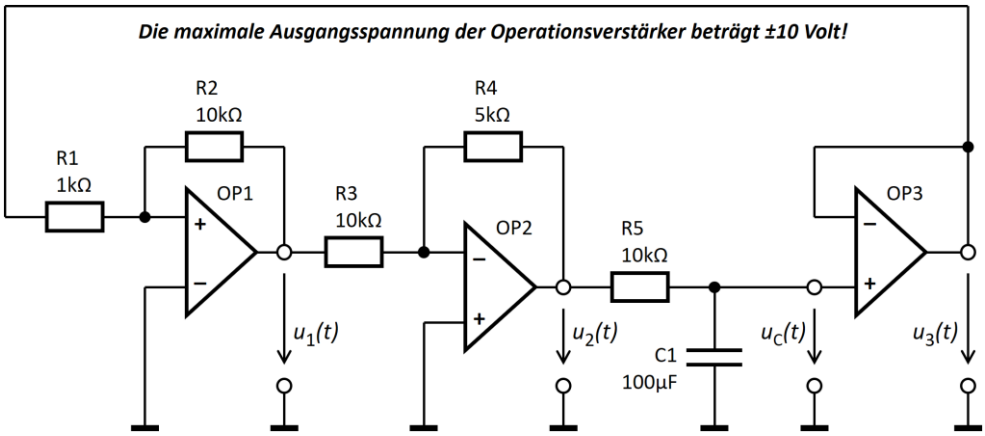
Hochschule München Fakultät 03	Sommersemester 2017 **Elektronik**	Prof. Küpper Prof. Kortstock
Zugelassene Hilfsmittel: alle eigenen, Taschenrechner	**Matr.-Nr.:** **Name, Vorname:** **Hörsaal:** **Unterschrift:**	

Viel Erfolg!!

1	2	3	4	5	Σ	N

Aufgabe 1: Operationsverstärker (ca. 15 Punkte)



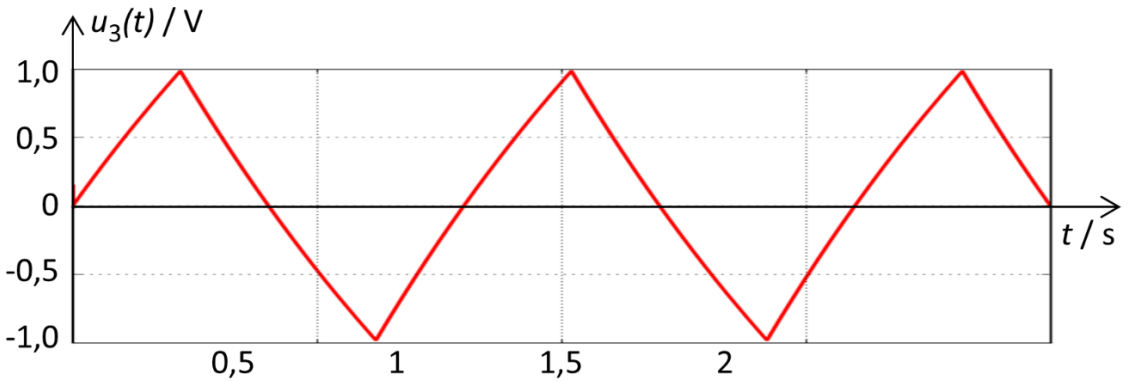
1.1. Um welche Grundschaltung handelt es sich bei der Operationsverstärkerstufe OP1? Geben Sie den Zusammenhang zwischen $u_1(t)$ und $u_3(t)$ durch eine Formel oder eine passende Skizze an!

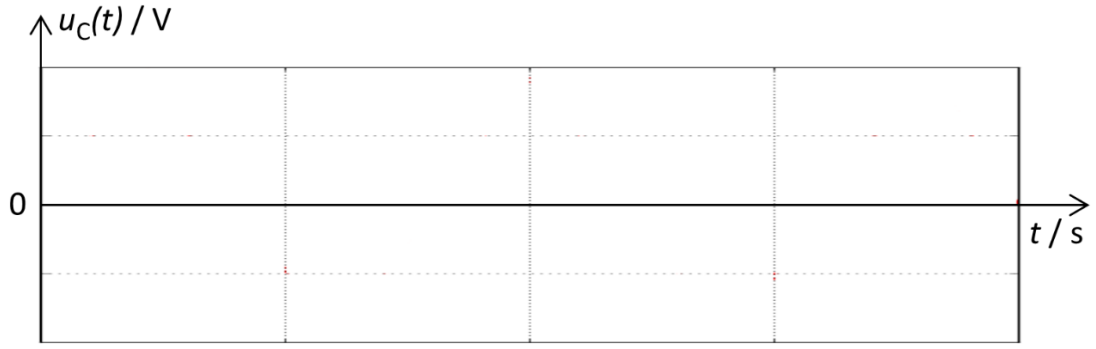
1.2. Um welche Grundschaltung handelt es sich bei der Operationsverstärkerstufe OP2? Geben Sie den Zusammenhang zwischen $u_2(t)$ und $u_1(t)$ durch eine Formel oder eine passende Skizze an!

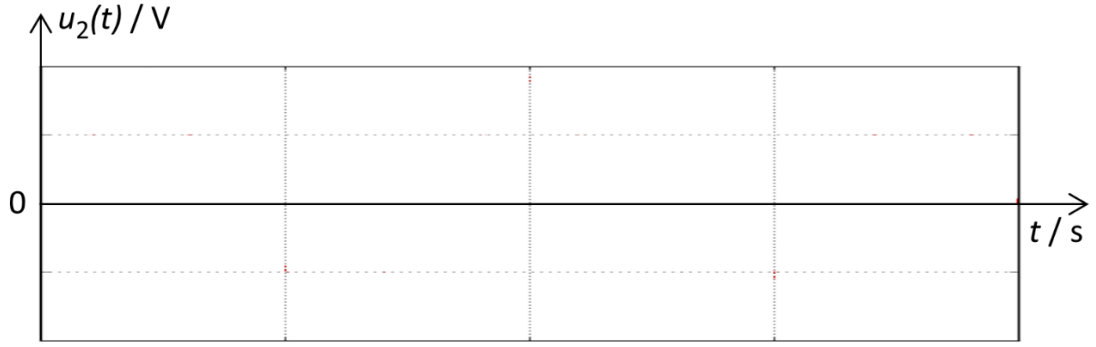
1.3. Um welche Grundschaltung handelt es sich bei der Operationsverstärkerstufe OP3? Geben Sie den Zusammenhang zwischen $u_3(t)$ und $u_C(t)$ durch eine Formel oder eine passende Skizze an!

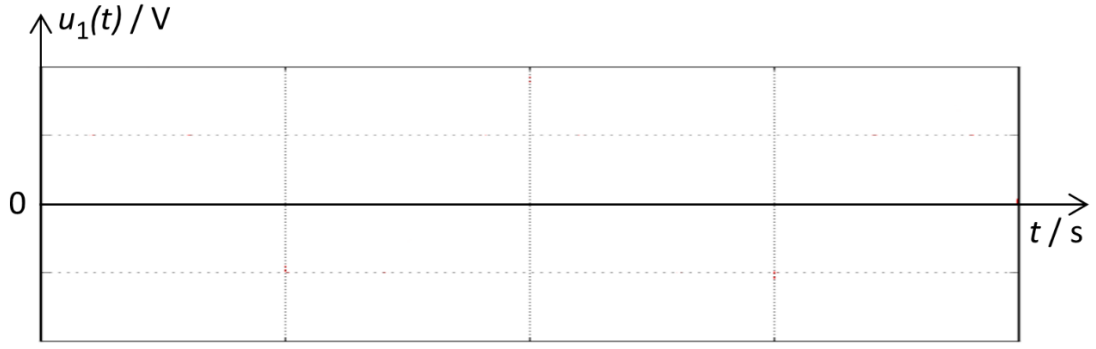
1.4. Auf den ersten Blick könnte es sich bei $u_3(t)$ um eine „reine“ Dreiecksschwingung handeln. Erläutern Sie in einigen Stichworten, welche Form $u_3(t)$ tatsächlich hat!

1.5. Zeichnen Sie die Spannungsverläufe $u_C(t)$, $u_2(t)$ und $u_1(t)$ in die vorbereiteten Diagramme. ***Beschriften Sie die y-Achsen der Diagramme mit geeigneten Spannungswerten!***



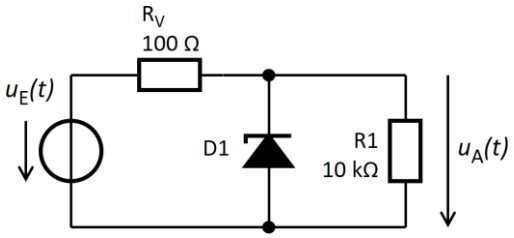






Aufgabe 2: Z-Diode (ca. 7 Punkte)

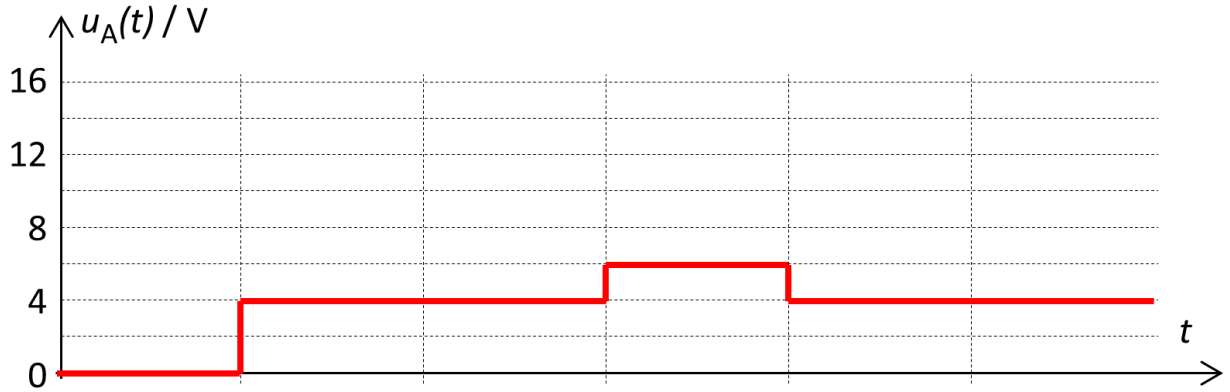
Ein empfindlicher Verbraucher – dargestellt durch den Widerstand R1 – soll durch eine Z-Diodenschaltung vor Überspannung am Eingang $u_E(t)$ geschützt werden.

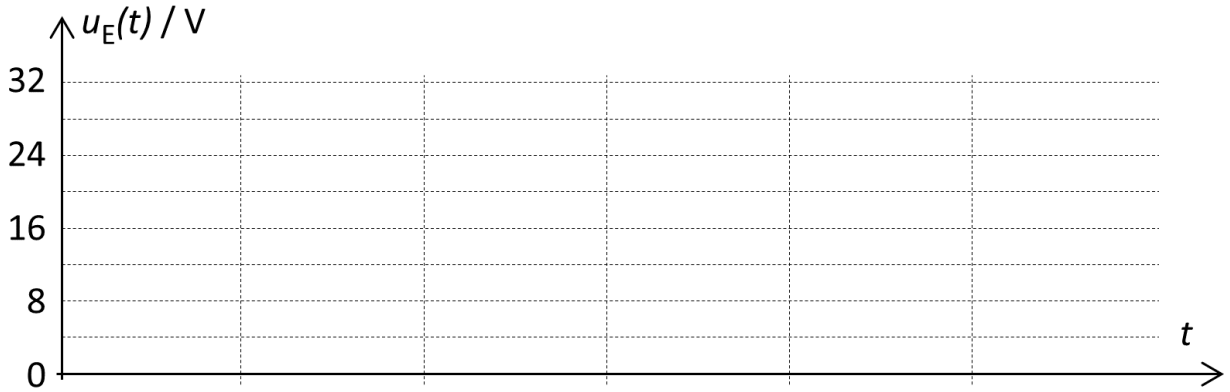


Daten von D1: U_{Z0} = 5 V, r_Z = 5 Ω, U_S = 0,6 V, r_f = 10 Ω

2.1. Das Diagramm zeigt den zeitlichen Verlauf der Spannung $u_A(t)$ am Verbraucher. Bestimmen Sie den Verlauf der Spannung $u_E(t)$ und zeichnen Sie diesen ebenfalls ins vorbereitete Diagramm.

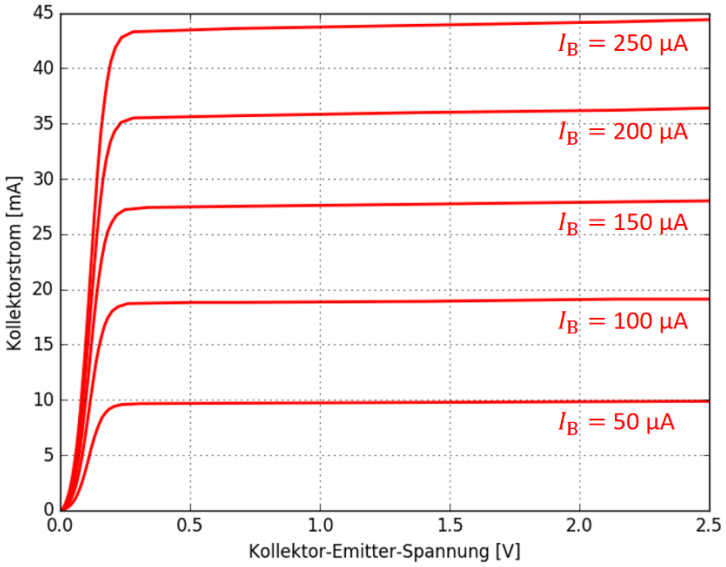
(Platz für Berechnungen:)





Aufgabe 3: Transistor (ca. 8 Punkte)

3.1. Ein einstufiger Wechselspannungs-Transistorverstärker wird an einer Versorgungsspannung U_{BAT} = 5 V betrieben. Der Kollektorwiderstand hat den Wert R_C = 125 Ω. Zeichnen Sie die Kennlinie der „realen Spannungsquelle“ aus U_{BAT} und R_C in das Diagramm mit den Ausgangskennlinien des Transistors.



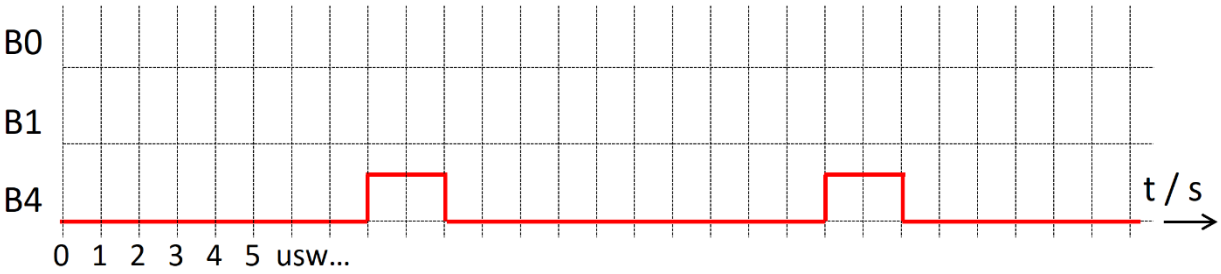
3.2. Begründen Sie, warum es sinnvoll ist, den Arbeitspunkt des Wechselspannungsverstärkers bei $U_{CE,AP} \approx ½\ U_{BAT}$ zu wählen. Zeichnen Sie einen geeigneten Arbeitspunkt ins Diagramm und beschriften Sie diesen mit „3.2“.

3.3. Nun wird derselbe Transistor als Schalter verwendet. Betriebsspannung und Kollektorwiderstand haben die gleichen Werte wie in Aufgabe 3.1. Zeichnen Sie den Arbeitspunkt des eingeschalteten Schalttransistors ins Diagramm und beschriften Sie diesen mit „ein“.

3.4. Welchen Basisstrom wählen Sie, um den Schalttransistor schnell und zuverlässig einzuschalten?

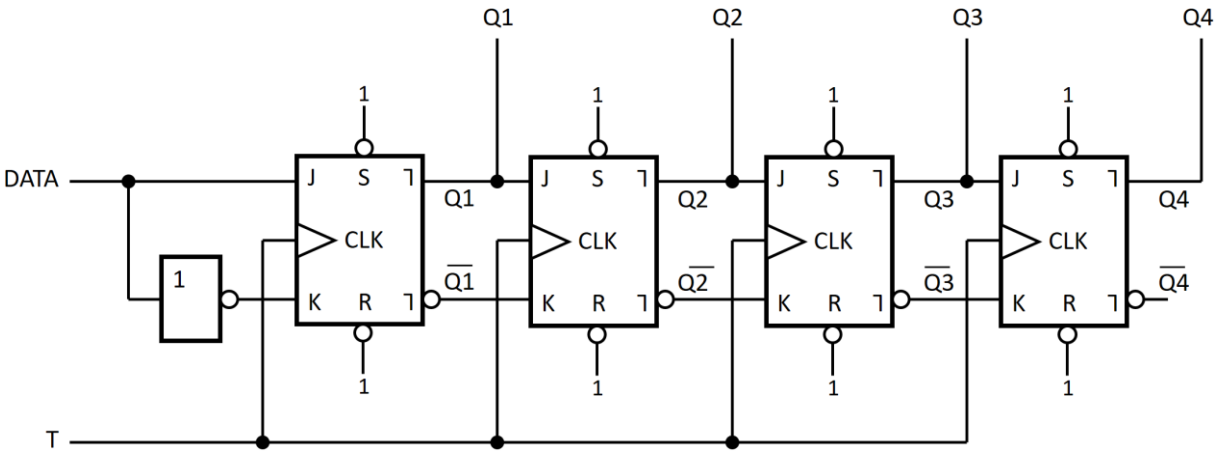
Aufgabe 4: Digitaltechnik, Mikrocontroller (ca. 15 Punkte)

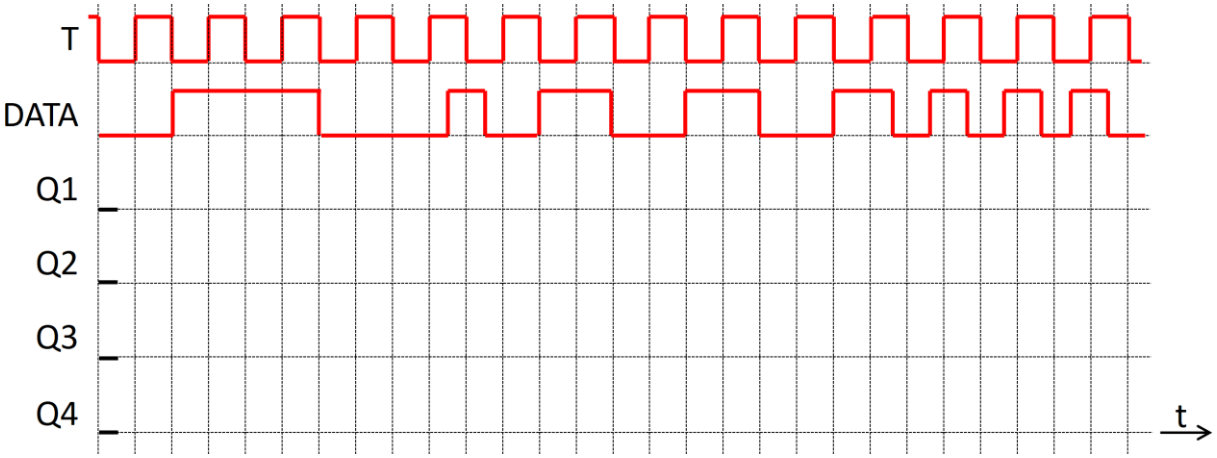
4.1. Das abgebildete C-Programm wird in Maschinensprache übersetzt und auf einem Mikrocontroller des Typs ATmega8515 ausgeführt. Zeichnen Sie die Signalverläufe, die an den Anschlüssen B0 und B1 des Mikrocontrollers ausgegeben werden, in das vorbereitete Diagramm. (Hinweis: Die Programmausführung beginnt zum Zeitpunkt t = 0 s.)




```c
/* 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(!bit_is_set(PINB, 4))
    {
    }

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

        sbi(PORTB, 0);
        cbi(PORTB, 1);
        _delay_ms(1000);

        cbi(PORTB, 0);
        sbi(PORTB, 1);
        _delay_ms(1000);

        sbi(PORTB, 0);
        sbi(PORTB, 1);
        _delay_ms(2000);  /* Achtung: 2000 ms */
    }

    return 0;
}
```

4.2. Die abgebildete Schaltung aus positiv flankengetriggerten JK-Master/Slave-Flipflops besitzt zwei Eingänge DATA und T sowie vier Ausgänge Q1…Q4. Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Signale Q1, Q2, Q3 und Q4 in das vorbereitete Diagramm!





Aufgabe 5: Halbleiter (ca. 15 Punkte)

Ein Halbleiterprobe aus Silizium ist mit einer Phosphordichte von $1 \cdot 10^{15}$ cm^{-3} und einer Galliumdichte von $5 \cdot 10^{14}$ cm^{-3} dotiert. Phosphor ist ein Element aus der 5. Hauptgruppe des Periodensystems, Gallium aus der 3. Hauptgruppe. Bei T = 300 K gilt für Silizium $n_i = 1{,}5 \cdot 10^{10}$ cm^{-3}.

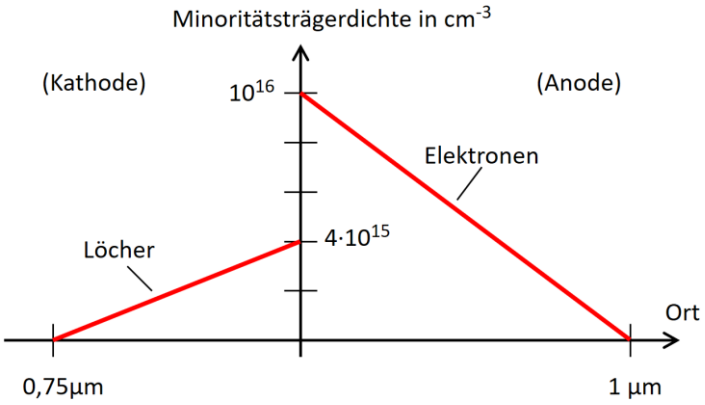
5.1. Berechnen Sie die Elektronen- und die Löcherdichte des Halbleiters bei Raumtemperatur.

5.2. Der Halbleiter aus 5.1 wird erwärmt, die Eigenleitungsdichte beträgt nun $5 \cdot 10^{14}$ cm^{-3}. Berechnen Sie die Elektronen- und die Löcherdichte des erwärmten Halbleiters.

5.3. <u>Warum</u> steigt die Eigenleitungsdichte eines Halbleiters bei Erwärmung? Welchen Einfluss hat dies auf den spezifischen Widerstand des Halbleiters? (Stichworte genügen.)

5.4. Nennen Sie eine weitere Möglichkeit (außer Erwärmung), wie die Eigenleitungsdichte eines Halbleiters erhöht werden kann.

5.5. Die folgende Abbildung zeigt die Minoritätsträgerdichten einer in Flussrichtung gepolten Siliziumdiode. Die aktive Fläche der Diode beträgt $A = 25\ \mu m^2$.



Wie groß sind die Diffusionsströme $I_{p,diff}$ und $I_{n,diff}$ bei Raumtemperatur ($T = 300$ K) aufgrund der Änderung der Minoritätsträgerdichte in den jeweiligen Gebieten?

Wie groß ist der Gesamtdiffusionsstrom I_{diff} der Minoritätsträger?

Hinweise: $k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Ws/K; $\mu_n = 1350\ cm^2/(Vs)$; $\mu_p = 480\ cm^2/(Vs)$