

FH München FK 03 Fahrzeugtechnik	Diplomvorprüfung Elektronik WS 2007/08		Prof. Dr. Buch Prof. Dr. Klein
Zugelassene Hilfsmittel: Alle eigenen Dauer der Prüfung: 90 Minuten	Name:	Vorname:	Matr.-Nr.:
	Unterschrift:	Hörsaal:	Platz-Nr.:

A	1	2	3	4	Σ	N
P						

Aufgabe 1 (ca. 13 Punkte)

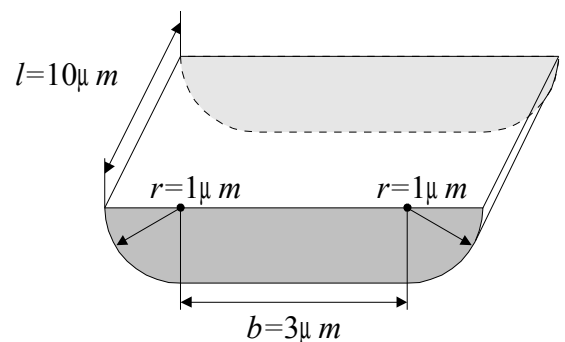
1.1.1 Ein p-Typ Si-Grundmaterial weist bei Raumtemperatur einen spezifischen Leitwert von $\kappa = 0,77 \text{ S/m}$ auf. Wie hoch ist die Dotierung mit Bor-Atomen? (Ersatzwert: $N_A = 2 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$)

--

1.1.2 Obiges (vordotiertes) Grundmaterial wird mit Phosphor der Dichte $1 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ dotiert. Wie groß ist nun die Elektronen- und die Löcherdichte?

--

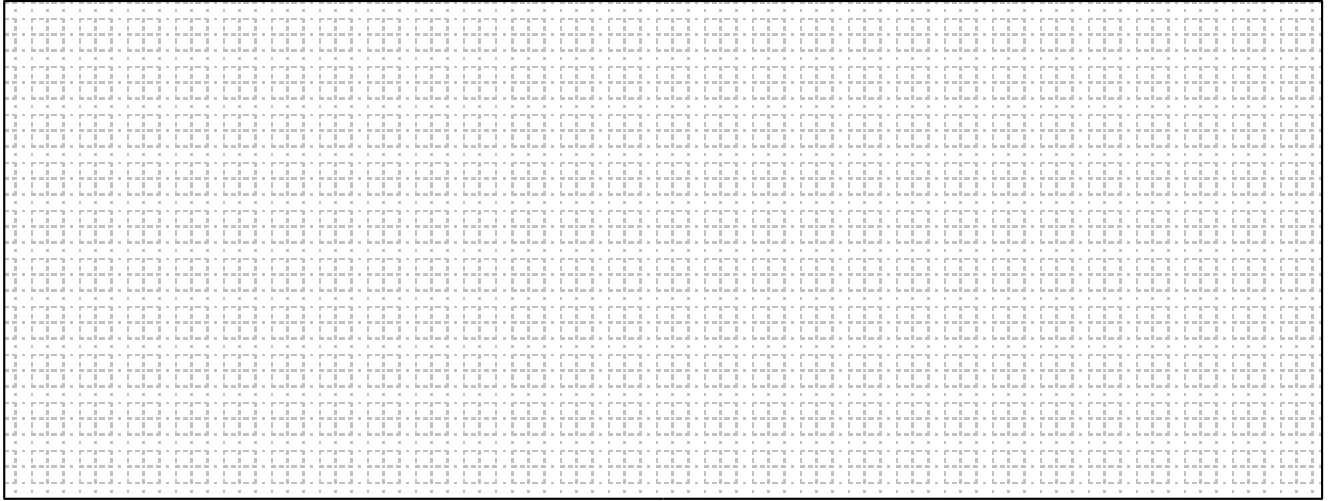
1.2 Gegeben ist ein integrierter Widerstand, der durch Implantation von Arsen-Atomen der Dichte $1 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ in Germanium ($\mu_n = 3900 \text{ cm}^2/\text{Vs}$) prozessiert wurde. Alle Geometriedaten entnehmen Sie der Skizze. Der Widerstand ist an den grau gezeichneten Stirnflächen niederohmig angeschlossen. Wie groß ist der ohmsche Widerstand R der Struktur? Welcher Strom fließt durch den Widerstand, wenn zwischen den Anschlüssen eine Spannung von $3,3 \text{ V}$ angelegt wird?



--

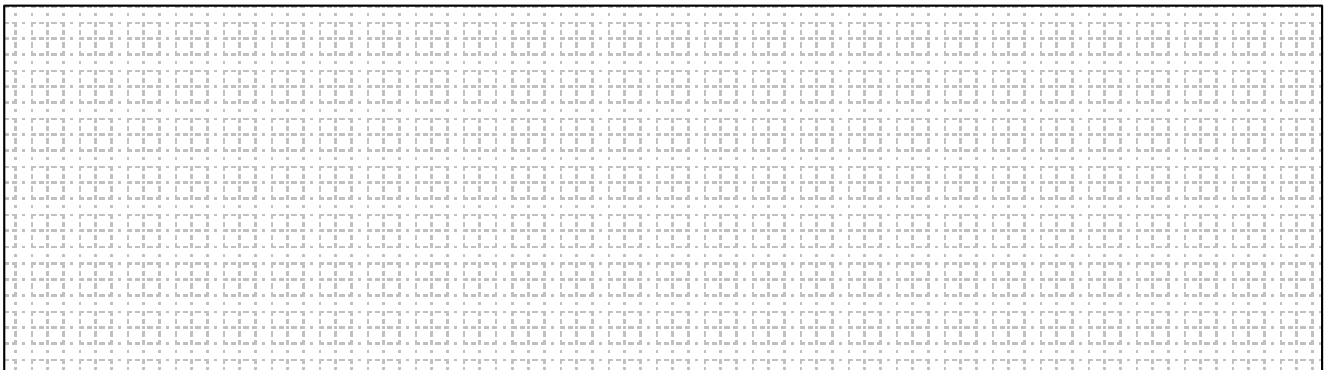
- 1.3 Ein integrierter Widerstand ist spannungsabhängig. Er soll für Großsignale durch die Gleichung $R(U)=R_0 \cdot (1+\alpha \cdot U)$ beschrieben werden. Bestimmen Sie die Parameter R_0 und α aus der nachstehenden Messdatenreihe, die durch eine Strom-Spannungsmessung ermittelt wurde.

U/V	0	1	2	3
I/mA	0	0,909	1,666	2,308

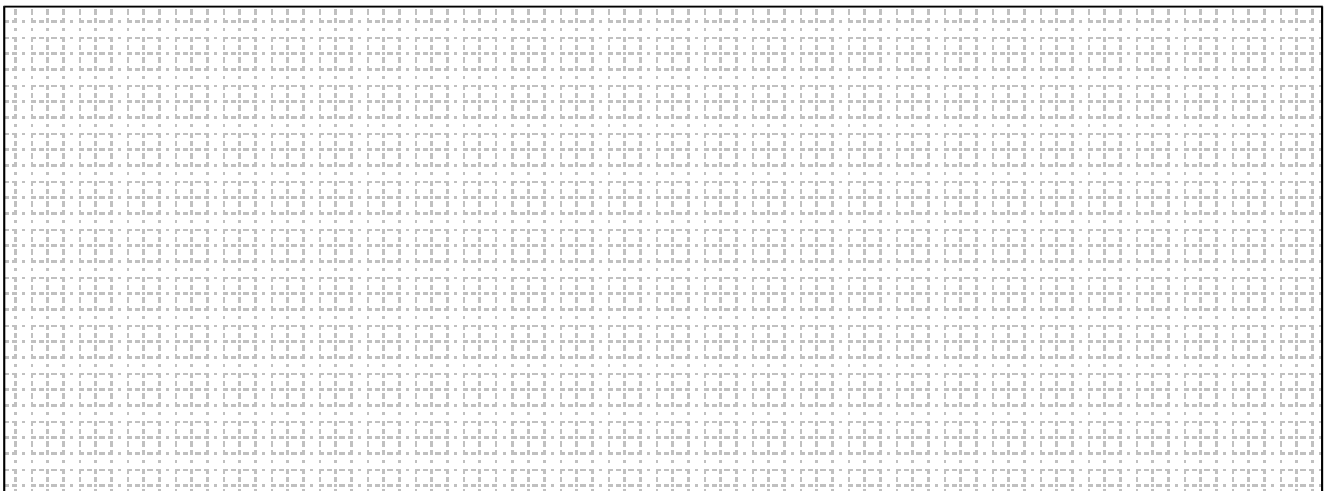


Aufgabe 2 (ca. 13 Punkte)

- 2.1 Wie müssen LEDs gepolt werden um sie zum Leuchten zu bringen? Zeichnen Sie ein entsprechendes linearisiertes Ersatzschaltbild einer LED.



- 2.2 Zeichnen Sie eine Schaltung, mit der vier LEDs mit den Kenndaten $U_S=2,1V$, $r_f=5\Omega$, $I_{LED}=20mA$ mittels einer 6V Batterie zum Leuchten gebracht werden können. Dabei ist auf minimalen Gesamtstromverbrauch zu achten!



2.3 Dimensionieren Sie ihre Schaltung (Angabe aller neben LEDs und 6V-Quelle verwendeten Bauelementewerte).

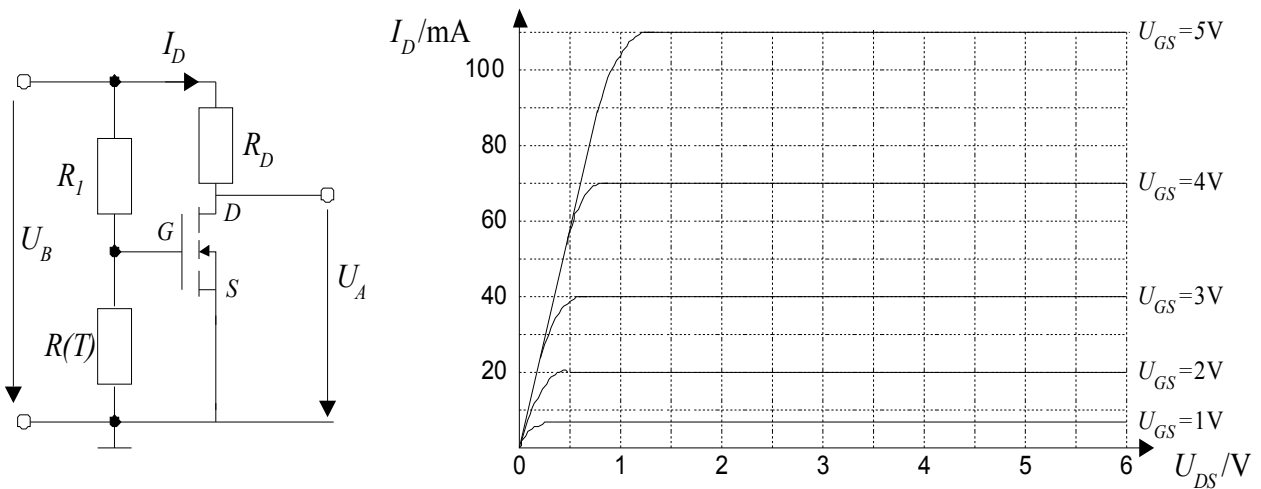
2.4 Um wieviel % ändert sich der Strom durch die LEDs, wenn die Batteriespannung auf 5V sinkt?

2.5 Wie könnte man die durch die Batteriespannungsschwankung bedingte Stromschwankung durch die LEDs verringern? Skizzieren Sie eine mögliche Realisierung in einer Schaltung.

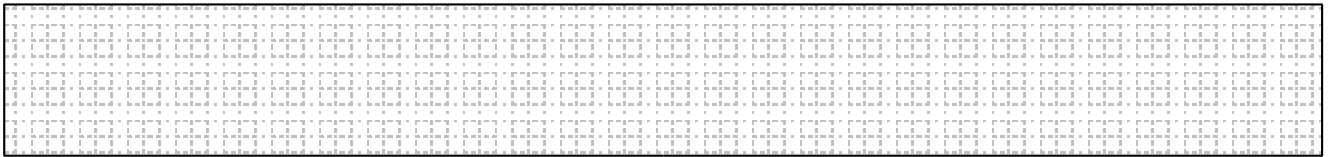
Aufgabe 3 (ca. 19 Punkte)

Ein MOSFET mit der gezeichneten Ausgangskennlinie wird in der daneben gezeichneten Schaltung betrieben. Aus der Ausgangsspannung U_A soll die Temperatur am Temperaturfühler $R(T)$ bestimmt werden.

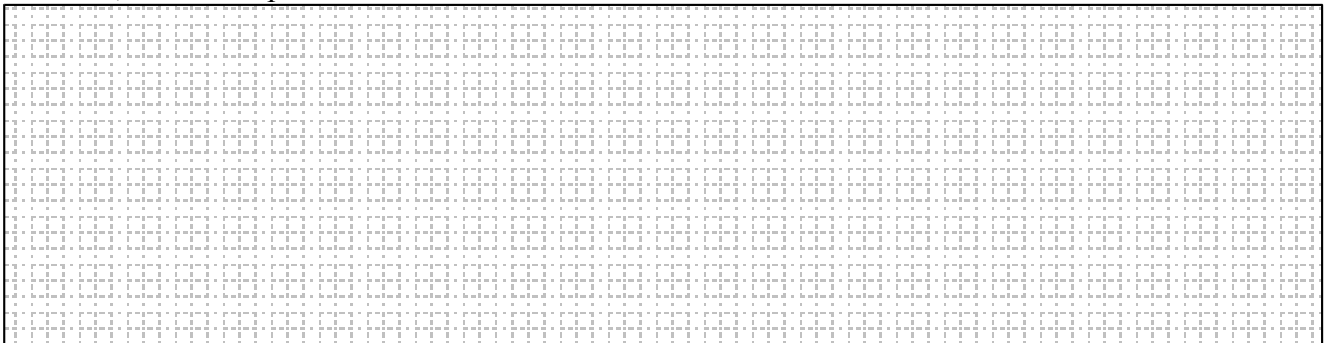
Die Temperaturabhängigkeit des Widerstandes $R(T)$ ist bekannt: $R(T) = 100\Omega + 2,5\Omega \cdot [(T-20^\circ)/^\circ]$



- 3.1 Zeichnen Sie für die Versorgungsspannung $U_B = 6V$ und den Drainwiderstand $R_D = 75\Omega$ die Arbeitsgerade in das obige Kennlinienfeld ein.
- 3.2 In welchem Bereich muss die Spannung U_{GS} liegen, damit der Arbeitspunkt im Sättigungsbereich (I-U-Kennlinien in etwa waagrecht) des MOSFET liegt?

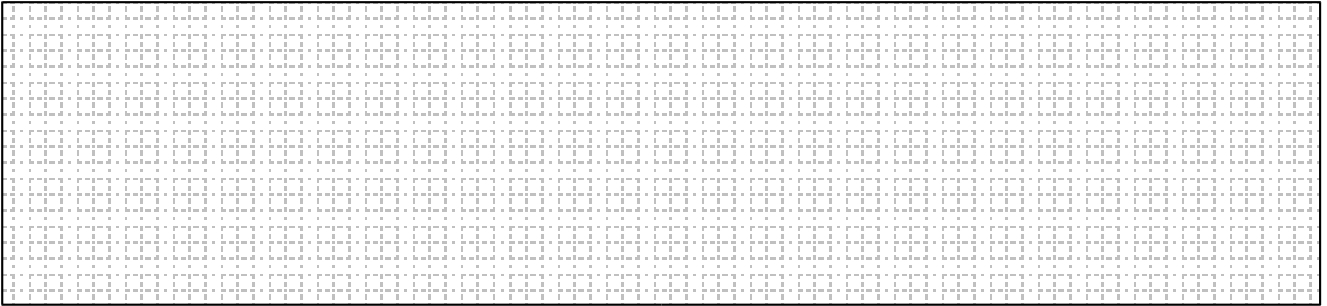


- 3.3 Wie groß muss der Widerstand R_1 mindestens sein, damit jede beliebige Temperatur T unterhalb von $60^\circ C$ eindeutig aus der Ausgangsspannung ermittelt werden kann? Wie verändert sich bei dem gewählten Mindestwiderstand R_1 die Ausgangsspannung U_A in Abhängigkeit der Temperatur, wenn Temperaturen oberhalb von $60^\circ C$ auftreten?

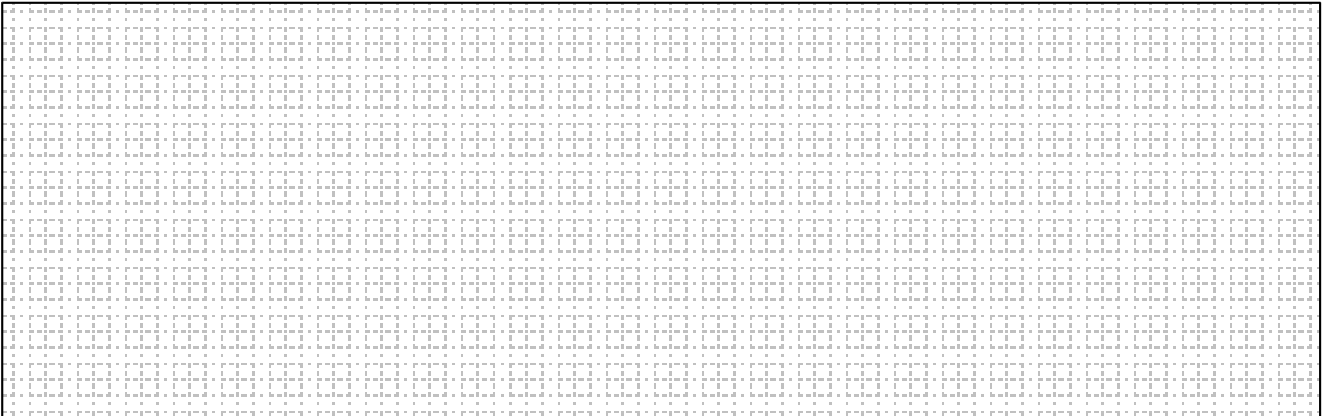


Für die weiteren Aufgabenteile wird der Widerstand $R_1 = 200\Omega$ gewählt!!

- 3.4 Wie groß ist die Temperatur T am Temperaturfühler $R(T)$, wenn die Ausgangsspannung $U_A = 3V$ gemessen wird? Tragen Sie den Arbeitspunkt in das obige Kennlinienfeld ein.

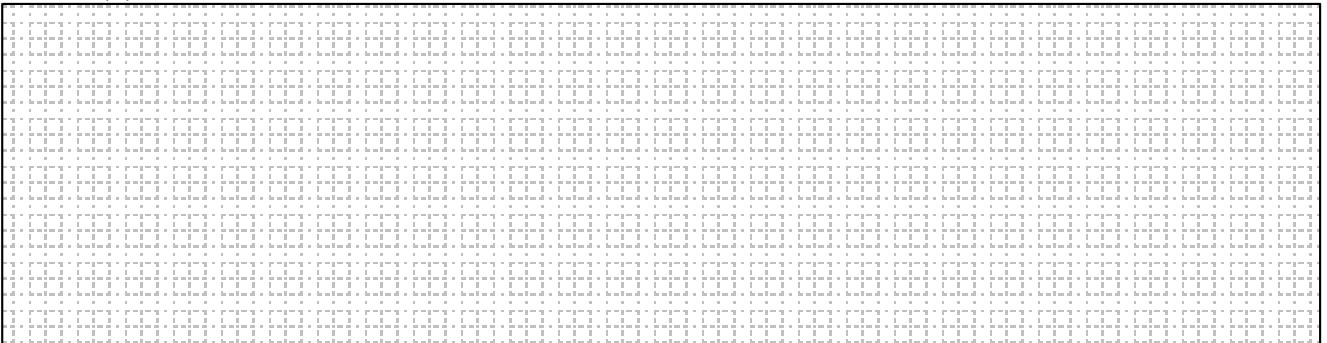


- 3.5 In welchem Bereich liegt die Ausgangsspannung U_A , wenn die Temperaturen im Bereich zwischen 20°C und 140°C liegen?

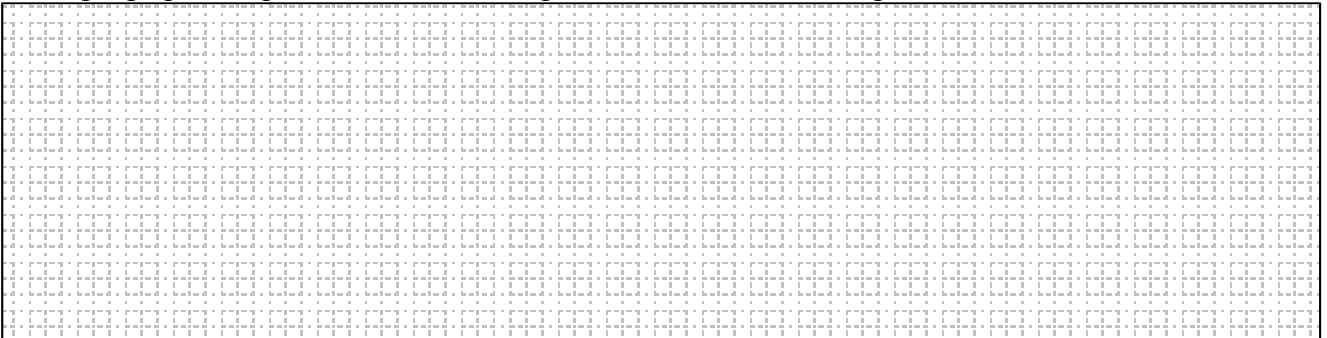


Es soll nun ein mathematischer Zusammenhang zwischen der Ausgangsspannung U_A und der Temperatur an $R(T)$ hergeleitet werden. Dazu kann der Zusammenhang zwischen U_{GS} und I_D in Sättigung näherungsweise durch folgende Gleichung dargestellt werden: $I_D = 1,1\text{mA} \cdot (1 + U_{GS}/0,6\text{V})^2$

- 3.6 Leiten Sie allgemein eine Formel her, die die Ausgangsspannung U_A in Abhängigkeit von U_B , R_D , $R(T)$ und R_1 darstellt.

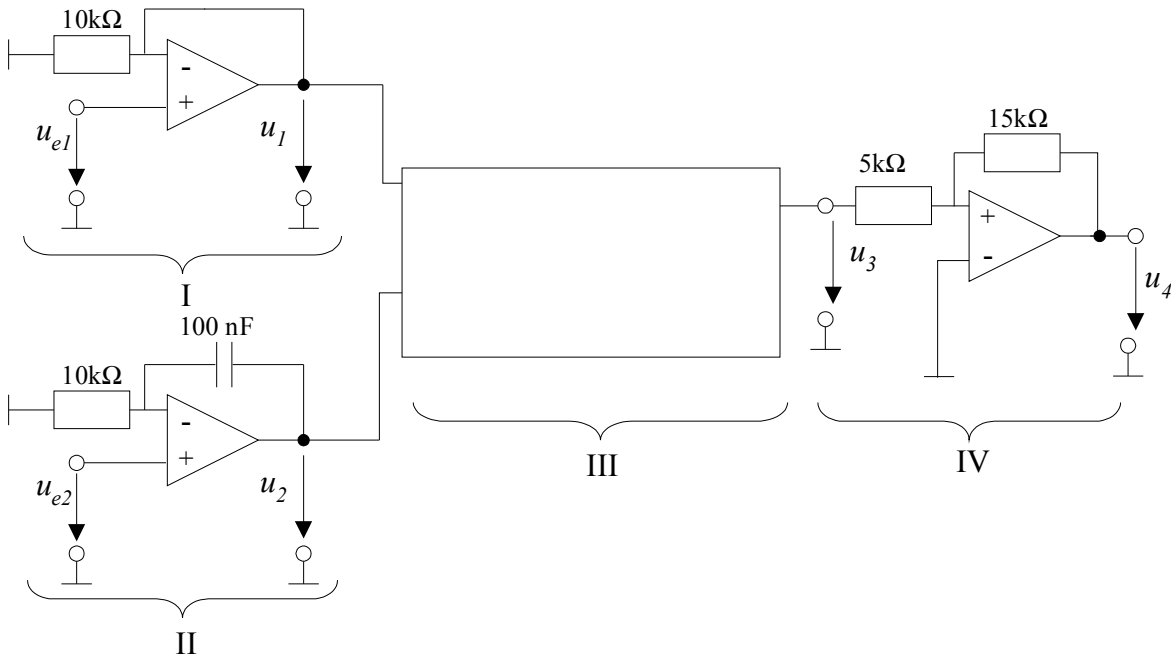


- 3.7 Berechnen Sie für eine Temperatur $T=60^\circ\text{C}$ zunächst den Widerstand $R(T)$ und daraus die Ausgangsspannung U_A mit Hilfe der hergeleiteten Formel aus Aufgabenteil 3.6.



Aufgabe 4 (ca. 15 Punkte) (A4.3.?????) Punkte)

Gegeben ist die nachstehende Schaltung mit idealen Operationsverstärkern. Die maximale Ausgangsspannung der Operationsverstärker beträgt ± 15 V. Die Verläufe der Spannungen u_1 , u_2 und u_3 sind auf der nächsten Seite dargestellt.



- 4.1 Um welche Grundschaltung handelt es sich bei der Stufe I? Geben Sie die Spannung u_1 als mathematische Funktion in Abhängigkeit der Eingangsspannung u_{e1} an. Zeichnen Sie in das Diagramm auf der nächsten Seite die Eingangsspannung u_{e1} bei dem gegebenen Verlauf von u_1 ein.

Blank area for drawing the input voltage u_{e1} corresponding to the given output u_1 for Stage I.

- 4.2 Um welche Grundschaltung handelt es sich bei der Stufe II? Geben Sie die Spannung u_2 als mathematische Funktion in Abhängigkeit der Eingangsspannung u_{e2} an. Zeichnen Sie in das Diagramm auf der nächsten Seite die Eingangsspannung u_{e2} bei dem gegebenen Verlauf von u_2 ein.

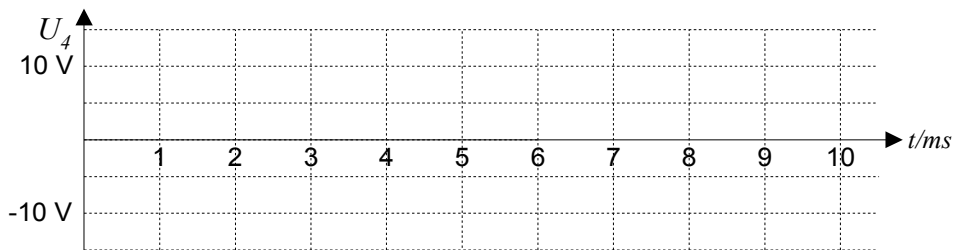
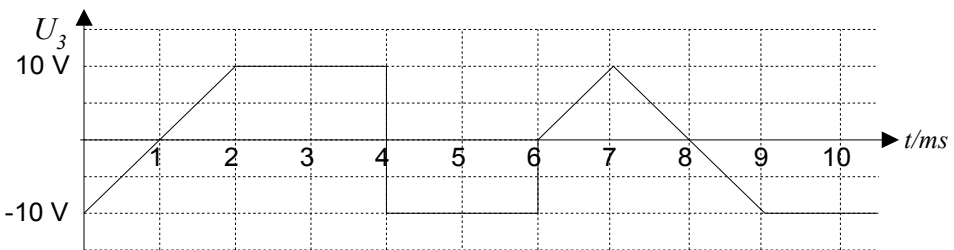
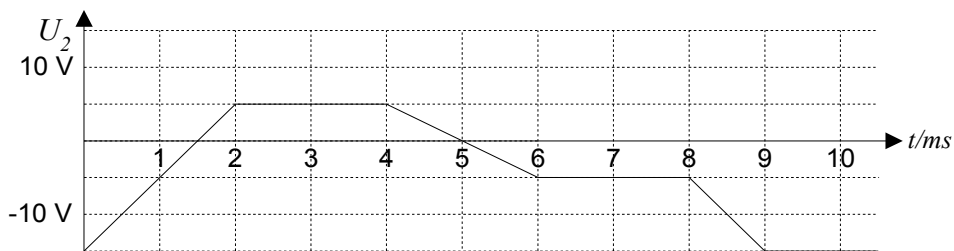
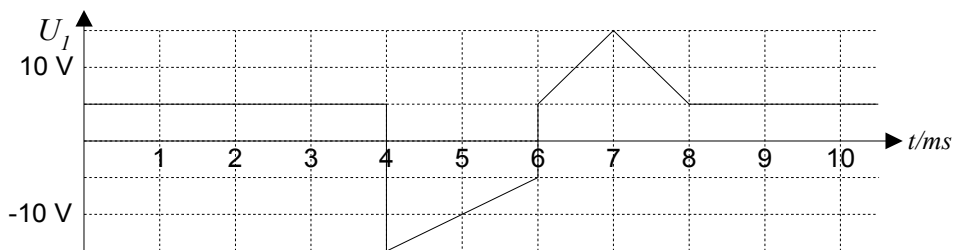
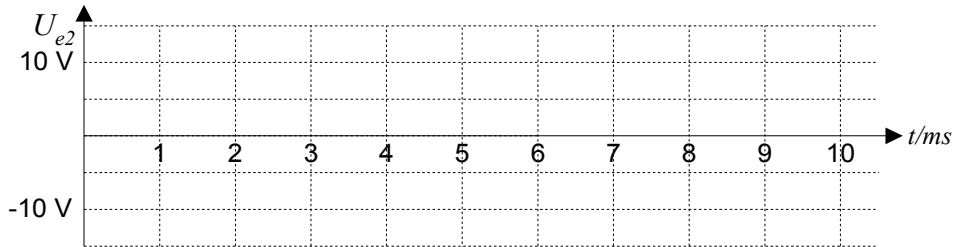
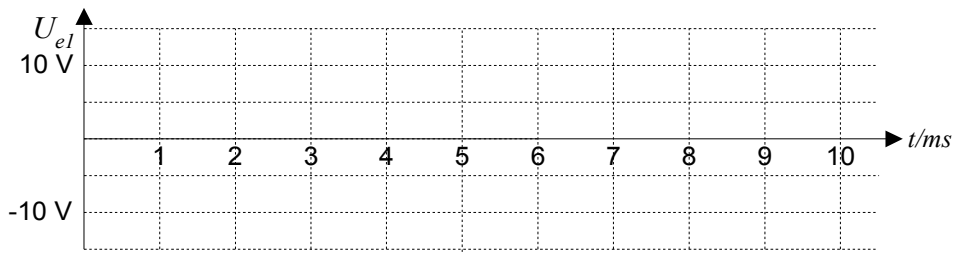
Blank area for drawing the input voltage u_{e2} corresponding to the given output u_2 for Stage II.

- 4.3 Um welche Grundschaltung handelt es sich bei der Stufe III? Zeichnen Sie deren Schaltung in den dafür vorgesehenen Platz. (Zur Verfügung stehen $5\text{k}\Omega$ und $10\text{k}\Omega$ Widerstände und ein idealer Operationsverstärker).

Blank area for drawing the circuit for Stage III using a 5kΩ resistor, a 10kΩ resistor, and an ideal operational amplifier.

- 4.4 Um welche Grundschaltung handelt es sich bei der Stufe IV? Zeichnen Sie auch deren Ausgangsspannung u_4 ins Diagramm.

Blank area for drawing the circuit for Stage IV and plotting the output voltage u_4 .



----- Viel Erfolg! -----