

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

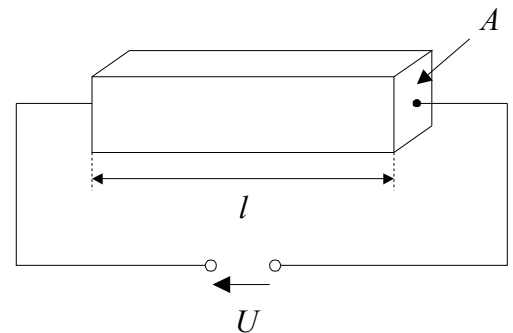
A	1	2	3	4	Σ	N
P						

Aufgabe 1 (ca. 15 Punkte)

Ein an den Stirnflächen kontaktiertes Halbleiterelement aus Germanium, welches die Länge $l = 1\text{ cm}$ und die Querschnittsfläche $A = 50\text{ mm}^2$ hat, wird mit einem Akzeptor der Dichte $N_A = 5 \cdot 10^{13} \text{ 1/cm}^3$ und einem Donator der Dichte $N_D = 10^{15} \text{ 1/cm}^3$ dotiert.

(Germanium:

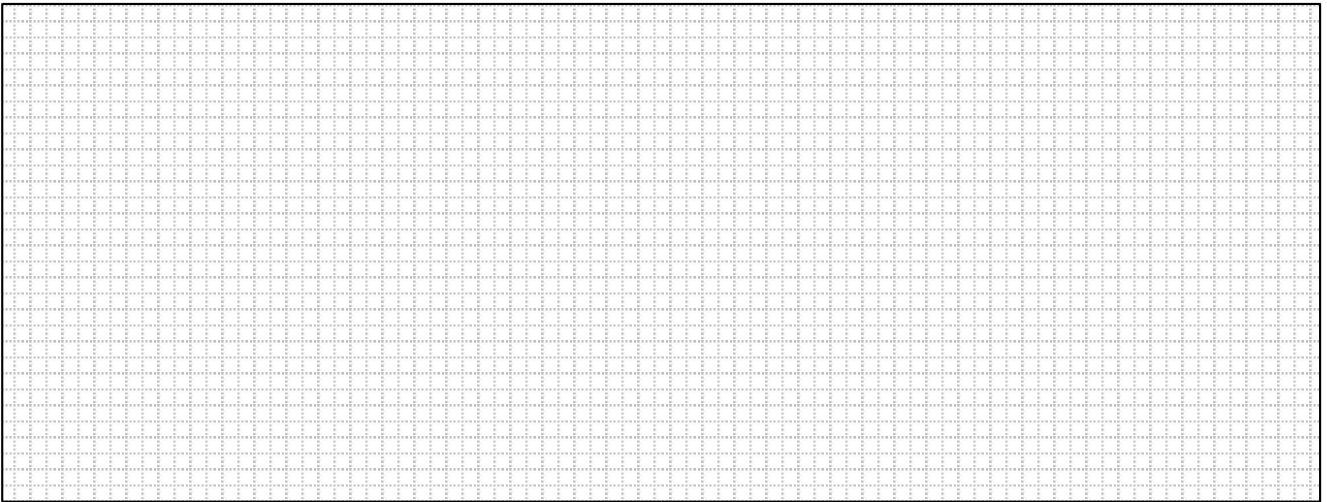
$$\mu_n = 3900 \text{ cm}^2/\text{Vs}, \mu_p = 1900 \text{ cm}^2/\text{Vs}, n_i = 2,3 \cdot 10^{13} \text{ 1/cm}^3)$$



1.1 Berechnen Sie die Minoritätsträger- und die Majoritätsträgerdichte.

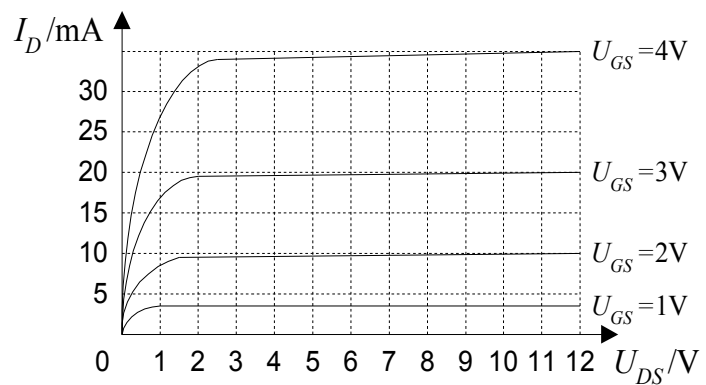
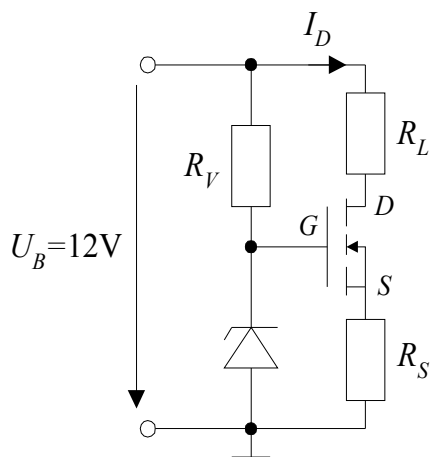
1.2 An den Stirnflächen des Halbleiterelements wird eine äußere Spannung $U = 10\text{ V}$ angelegt (siehe Skizze). Weisen Sie durch Berechnung des Löcherstromes I_p und des Elektronenstromes I_n nach, dass der Strom, herrührend von den Minoritätsträgern, gegenüber dem Strom, herrührend von den Majoritätsträgern, vernachlässigt werden kann. Tragen Sie die Bewegungsrichtung der Löcher und der Elektronen in obige Skizze ein.

- 1.3 Das (zunächst undotierte) Halbleiterelement wird nun mit **nur einer** Sorte Fremdatome dotiert. Mit welcher Sorte Fremdatome (Akzeptor oder Donator) muss es dotiert werden, damit der Löcherstrom gleich groß ist wie der Elektronenstrom (Begründung!)? Berechnen Sie die dafür notwendige Dichte der dotierten Fremdatome. Wie groß ist in diesem Fall der fließende Gesamtstrom I , wenn wiederum eine äußere Spannung von $U = 10\text{V}$ angelegt wird?

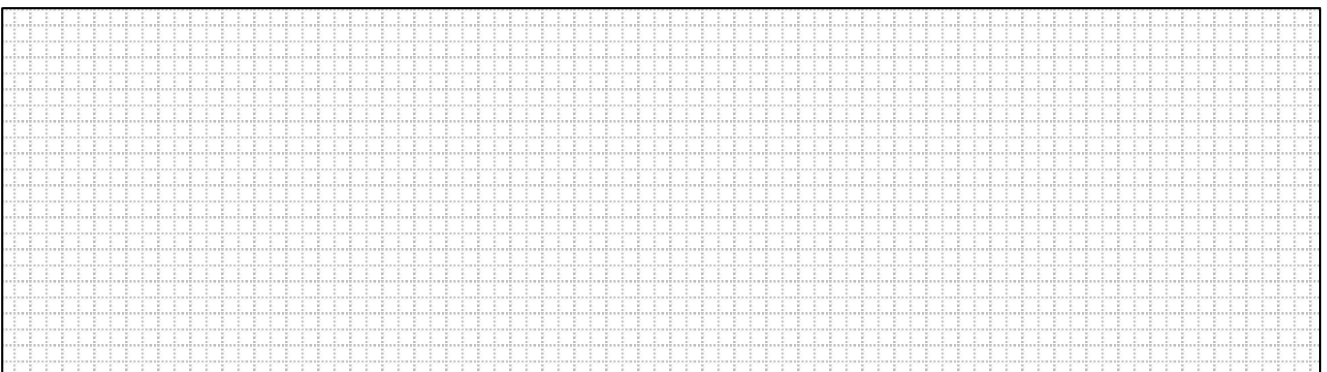


Aufgabe 2 (ca. 15 Punkte)

Gegeben ist die skizzierte Stromstabilisierungsschaltung. Die Zenerdiode habe die Daten $U_{Z0}=4,9\text{V}$ und $r_z=10\Omega$. Die Eigenschaften des MOS-Transistors sind dem Ausgangskennlinienfeld zu entnehmen.



- 2.1 Dimensionieren Sie den Widerstand R_V so, dass das Gatepotential den Wert $5,0\text{V}$ annimmt.



- 2.2 Welcher Widerstandswert ist für R_S zu wählen, um den Strom durch den Lastwiderstand R_L auf 20mA zu stabilisieren (Gatepotential 5V wie unter 3.1)? (Ersatzwert: $R_S = 150\Omega$)

- 2.3 In welchem Bereich $R_{Lmin} \leq R_L \leq R_{Lmax}$ darf der Lastwiderstand liegen, damit die Stromstabilisierung noch funktioniert (grafische Lösung)? Zeichnen Sie die Extremwerte für R_L (R_{Lmin} und R_{Lmax}) als Arbeitsgeraden in das Ausgangskennliniefeld des MOS-Transistors ein.

- 2.4 Welche Leistung (abhängig von R_L) wird maximal im MOS-Transistor in Wärme umgesetzt?

Aufgabe 3 (ca. 8 Punkte)

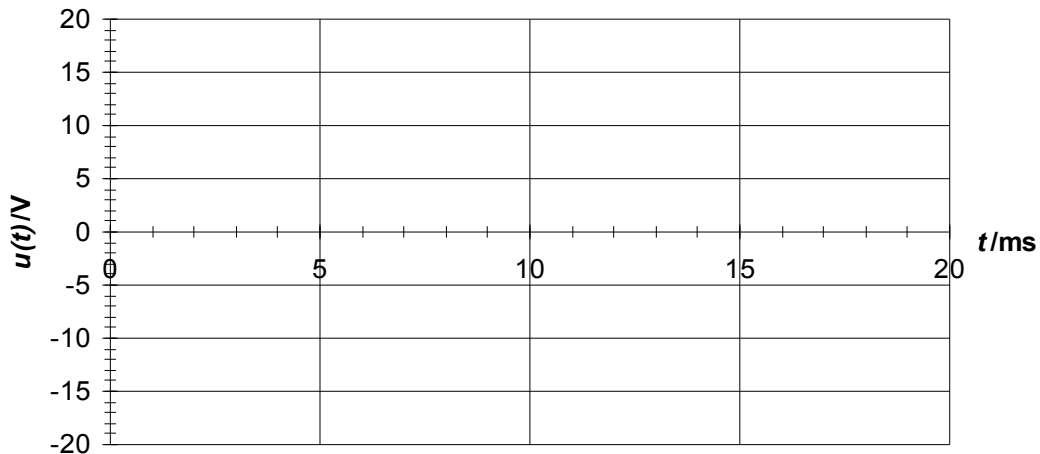
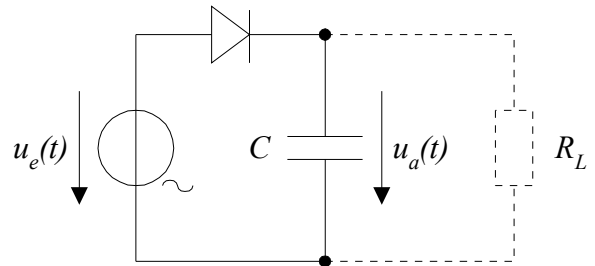
Gegeben ist die nebenstehende Einpuls-Mittelpunkt-schaltung mit Glättungskondensator C (siehe nebenstehende Skizze).

Folgende Daten der Schaltung sind bekannt:

Eingangswechselspannung $u_e(t)$: $\hat{U}_e = 20\text{V}$, $f = 100\text{Hz}$

Glättungskondensator: $C = 1\text{mF}$

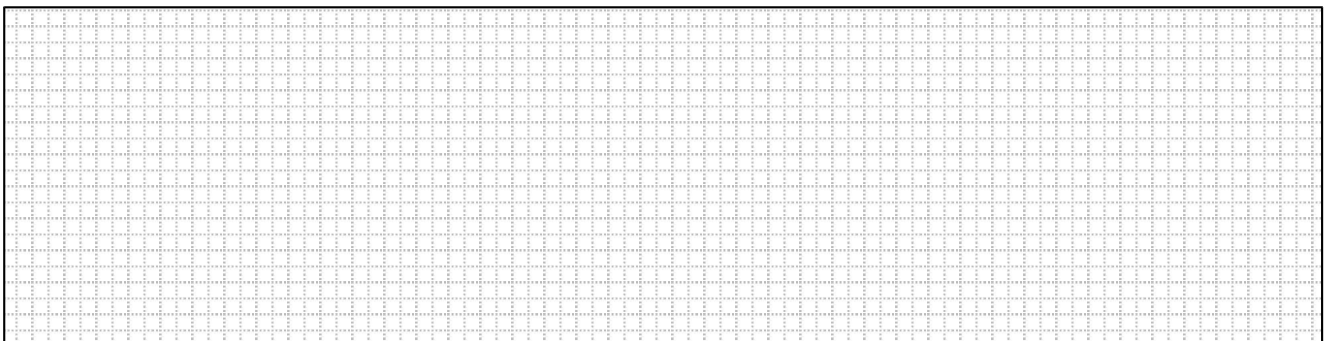
Ideale Diode mit $U_S = 0\text{V}$ und $r_f = 0\Omega$



- 3.1 Tragen Sie die Eingangswechselspannung $u_e(t)$ in das obige Diagramm ein.
- 3.2 Zeichnen Sie die Ausgangsspannung $u_{a,oL}(t)$ in das obige Diagramm, wenn noch kein Lastwiderstand R_L an die Schaltung angeschlossen ist und die Schaltung eingeschwungen ist.

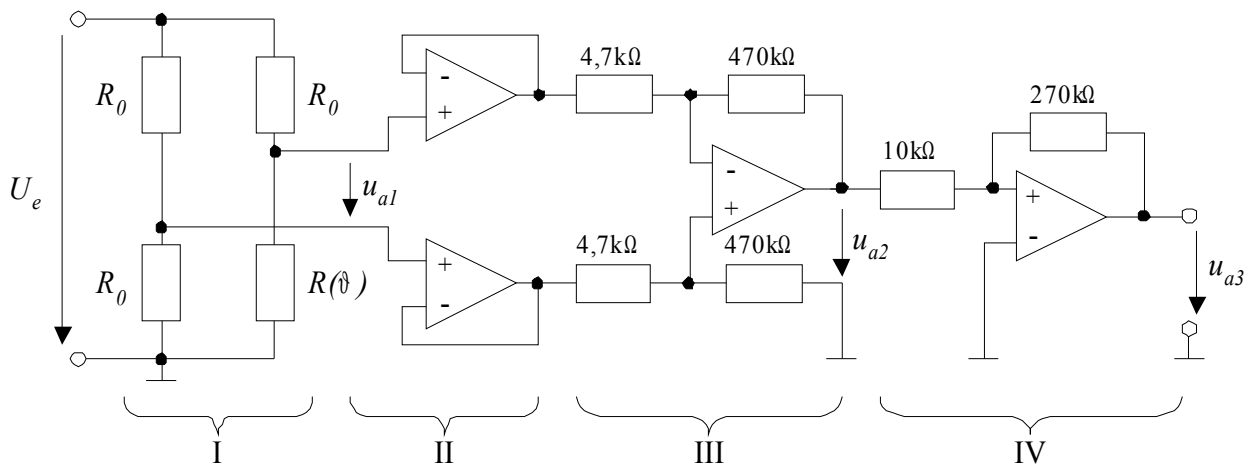
Nun wird der Lastwiderstand R_L dazugeschaltet. Dadurch tritt eine Spannungsschwankung von 2V bei $u_a(t)$ auf.

- 3.3 Zeichnen Sie die Ausgangsspannung $u_{a,mL}(t)$ in das obige Diagramm.
- 3.4 Wie groß ist der dazugeschaltete Lastwiderstand R_L ?



Aufgabe 4 (ca. 16 Punkte)

Gegeben ist die nachstehende Schaltung. Die Eingangsspannung betrage $U_e=10\text{V}$. Alle Operationsverstärker werden mit einer Spannung von $\pm 15\text{V}$ versorgt, wobei ihre Ausgangsspannung bei je maximal $\pm 13,5\text{V}$ liegt.



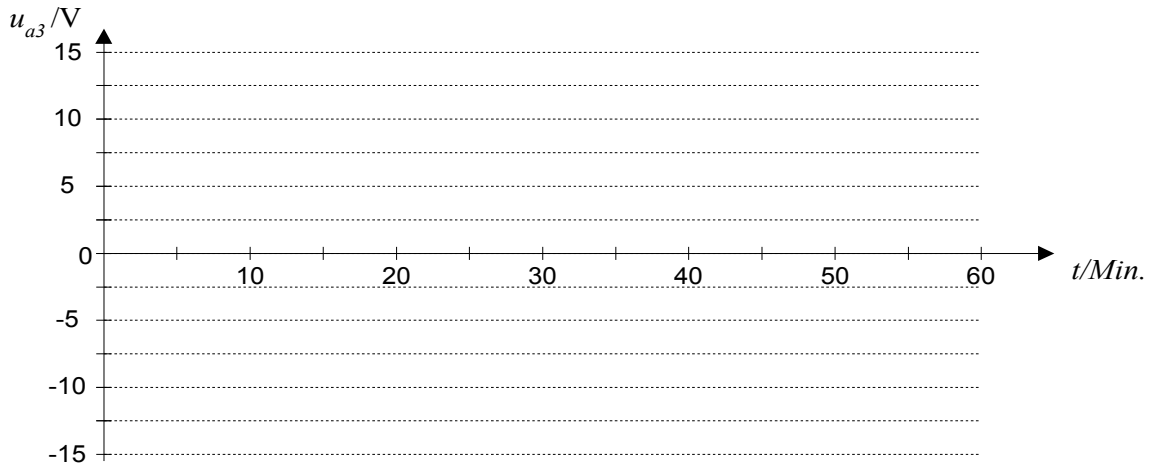
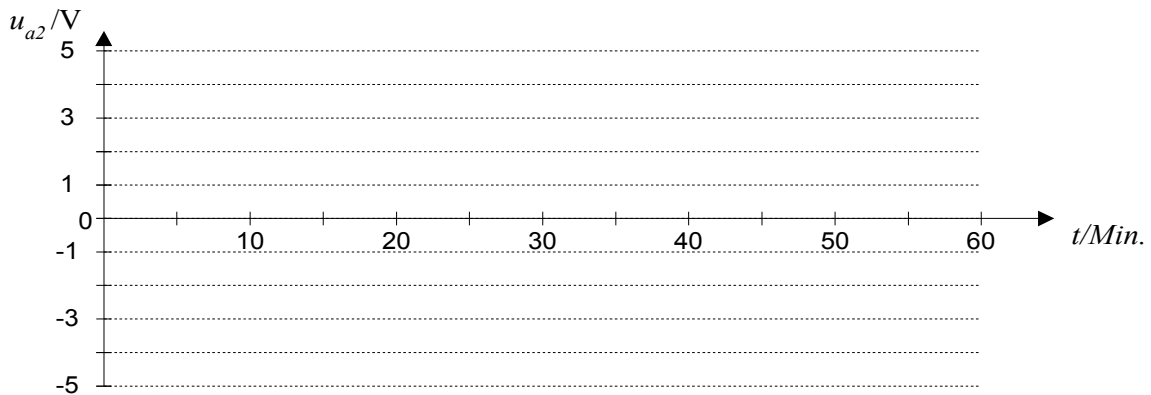
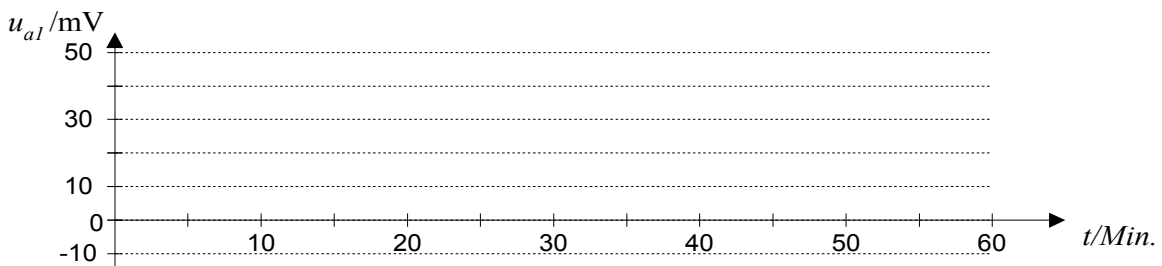
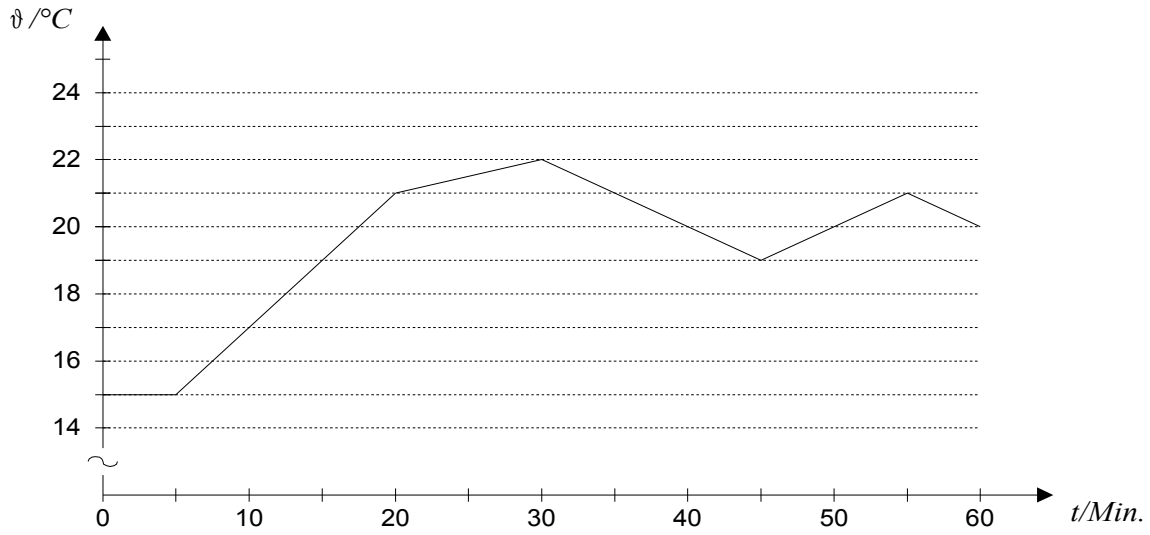
4.1 Geben Sie die genaue Funktion der vier Teilschaltungen (I – IV) an.

4.2 Der Widerstand $R(\vartheta)$ ist temperaturabhängig. Es gelte:

$$R(\vartheta) = R_0 \cdot [1 + \alpha \cdot (\vartheta - 20^\circ\text{C})] \quad \text{mit} \quad \alpha = 3,8 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$$

Berechnen Sie die Ausgangsspannung u_{a1} in Abhängigkeit der Temperatur. Wie groß ist die Spannung u_{a1} bei einer Temperatur von 15°C ?

4.3 Unabhängig von Ihren bisherigen Berechnungen gelte nun: $u_{a1} = 10\text{mV} (\vartheta - 20^\circ\text{C}) / ^\circ\text{C}$. Zeichnen Sie in das entsprechende Diagramm die Ausgangsspannungen u_{a1} , u_{a2} und u_{a3} ein, wie sie aus dem gegebenen zeitlichen Temperaturverlauf resultieren.



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