

 FH München FK 03 Maschinenbau	Diplomprüfung Elektronik WS 2006/07 Dienstag, 30.1.2007	Prof. Dr. Höcht (Prof. Dr. Kortstock)
Zugelassene Hilfsmittel: Alle eigenen Dauer der Prüfung: 90 Minuten	Name: Unterschrift: Vorname: Hörsaal: Sem.: Platz-Nr.:	

1 Homogene Halbleiter *(Hinweis: Die einzelnen Teilaufgaben 1.1 bis 1.3 sind völlig unabhängig voneinander lösbar.)*
 [6 Pkt]

Ein **dotierter** Halbleiterkristall weist bei Raumtemperatur eine Elektronendichte $n_0 = 2.25 \cdot 10^{14} / \text{cm}^3$ und eine Löcherdichte $p_0 = 1.00 \cdot 10^6 / \text{cm}^3$.

Eventuell benötigte Daten können Sie der nachfolgenden Tabelle entnehmen.

	Germanium	Silizium	Gallium-Arsenid
Eigenleitungsträgerdichte	$2.3 \cdot 10^{13} / \text{cm}^3$	$1.5 \cdot 10^{10} / \text{cm}^3$	$1.3 \cdot 10^6 / \text{cm}^3$
Elektronenbeweglichkeit	$3900 \text{cm}^2 / \text{Vs}$	$1350 \text{cm}^2 / \text{Vs}$	$8500 \text{cm}^2 / \text{Vs}$
Löcherbeweglichkeit	$1900 \text{cm}^2 / \text{Vs}$	$480 \text{cm}^2 / \text{Vs}$	$450 \text{cm}^2 / \text{Vs}$
Elementarladung	$1.6 \cdot 10^{-19} \text{As}$		

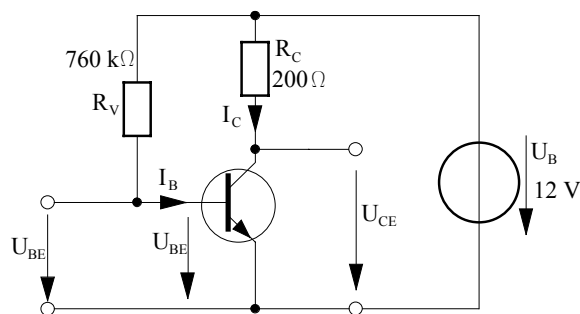
- 1.1** Begründen Sie, ob es sich um einen p-Typ oder einen n-Typ-Halbleiter handelt. (1P)

- 1.2** Begründen Sie, aus welchem Material (Germanium, Silizium oder Gallium-Arsenid) dieser Halbleiterkristall besteht. (2P)

- 1.3** Zwei Halbleiterplättchen aus gleichem Grundmaterial sind beide gleich stark dotiert, das eine mit Donatoren, das andere mit Akzeptoren. Welches der beiden Plättchen hat den geringeren Widerstand? Begründung! (3P)

2. Transistorverstärker [17Pkt]

Gegeben seien der nebenstehende Transistorverstärker sowie (unter Aufgabe 2.1.1.2) die Kennlinie der Basis-Emitterdiode $I_B = I_B(U_{BE})$ und das Ausgangskennlinienfeld $I_C = I_C(U_{CE}, I_B)$

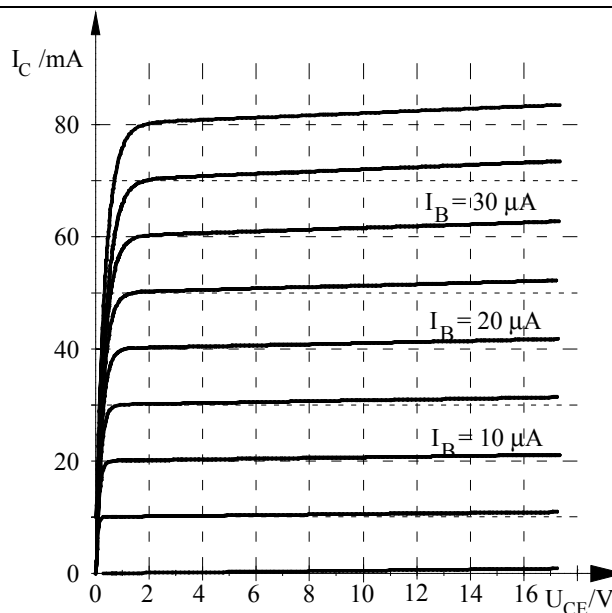
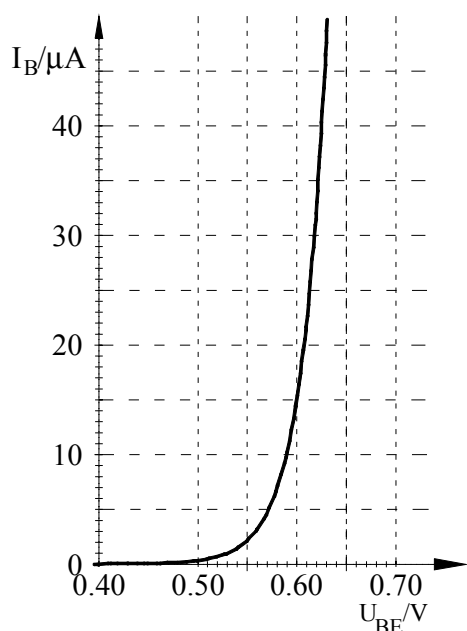


2.1 Gleichstromverhalten

2.1.1 Eingangskreis des Verstärkers

2.1.1.1 Stellen Sie **allgemein** die Gleichung der Arbeitsgeraden des **Eingangskreises** $I_B = I_B(U_{BE}, U_B, R_V)$ auf. (2P)

2.1.1.2 Zeichnen Sie die Arbeitsgerade in das Diagramm der Basis-Emitter-Kennlinie ein (**linkes Diagramm!**). Berechnen Sie dazu zwei geeignete Punkte der Arbeitsgeraden. (5P)



2.1.1.3 Welcher Arbeitspunkt stellt sich im **Eingangskreis** ein? Markieren Sie den Punkt im **linken** Diagramm und geben Sie die Werte U_{BEAP} und I_{BAP} an. (2P)

$I_{BAP} =$

$U_{BEAP} =$

2.1.2 Ausgangskreis (Spannungsquelle U_B , Kollektorwiderstand R_C und U_{CE})

2.1.2.1 Tragen Sie die Arbeitsgerade in das **Ausgangsdiagramm** $I_C = I_C(U_{CE}, U_B, R_C)$ (**rechts auf Seite 2!**) ein. (3P)

2.1.2.2 Welcher Arbeitspunkt $I_{C_{AP}}, U_{CE_{AP}}$ stellt sich infolge der Beschaltung des Eingangskreises ein?

Geben Sie $I_{C_{AP}}$ und $U_{CE_{AP}}$ an und markieren Sie diesen Punkt im Ausgangskennlinienfeld. (2P)

$U_{CE_{AP}} =$	$I_{C_{AP}} =$
-----------------	----------------

2.2 Wechselstromverhalten

Der Basisstrom I_B des Transistors werde sinusförmig um den eingestellten Arbeitspunkt ausgelenkt (siehe Abb. rechts):

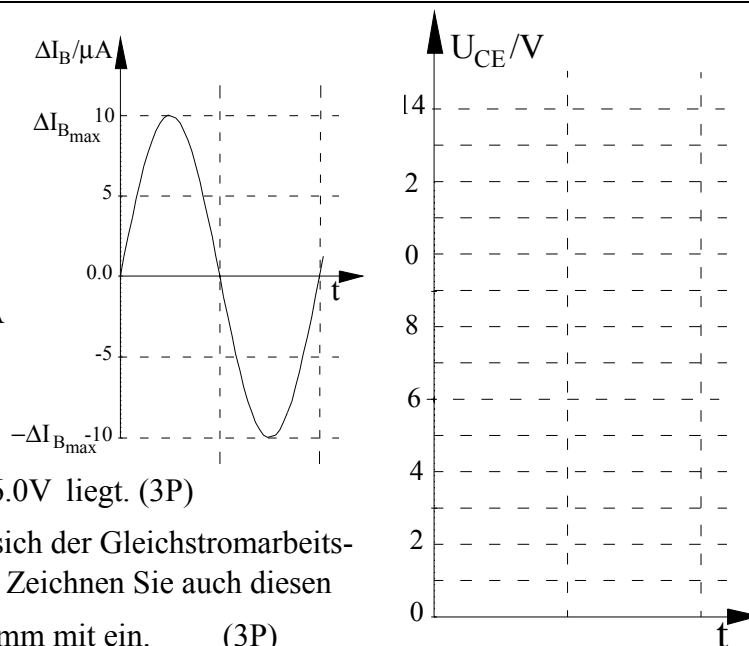
$$I_B = I_{B_{AP}} + \Delta I_{B_{max}} \cdot \sin(\omega \cdot t).$$

Die Amplitude beträgt $\Delta I_{B_{max}} = 10 \mu A$

2.2.1 Zeichnen Sie in das nebenstehende Zeitdiagramm $U_{CE}(t)$ den Verlauf der Kollektor-Emitterspannung,

wenn der Arbeitspunkt bei $U_{CE_{AP}} = 6.0V$ liegt. (3P)

2.2.2 Durch Temperaturschwankungen hat sich der Gleichstromarbeitspunkt verschoben auf $U_{CE_{AP}} = 10V$. Zeichnen Sie auch diesen Verlauf $U_{CE}(t)$ in das gleiche Diagramm mit ein. (3P)

**3 Mikroprozessor [7 Pkt]****3.1 Adressierungsarten**

Nennen Sie drei **vom Prinzip her unterschiedliche** Adressierungsarten (3P)

--

3.2 Im Speicherplatz 3AH steht der Zahlenwert 1AH. Die zwei aufeinanderfolgenden Befehle

LD A, 3AH

1. Befehl

LD B, (3AH)

2. Befehl

beginnen im Speicher bei der Adresse 1AH.

3.2.1 Auf welchem Speicherplatz (**Adresse angeben!**) steht der durch den 1. Befehl in das Register A zu ladende Wert? (2P)

--

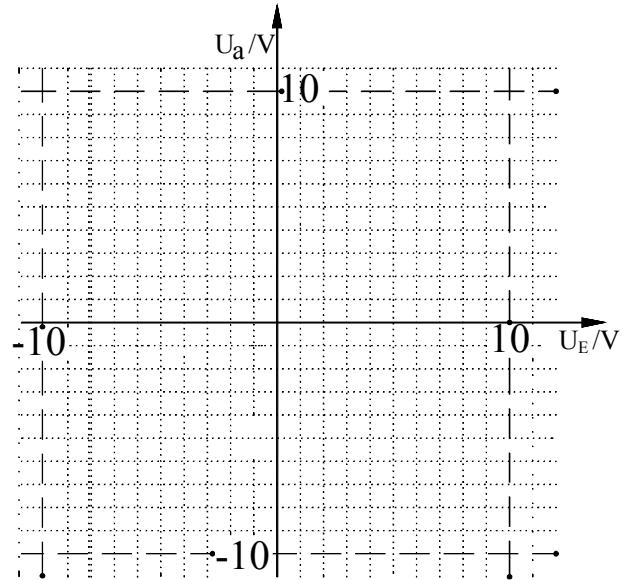
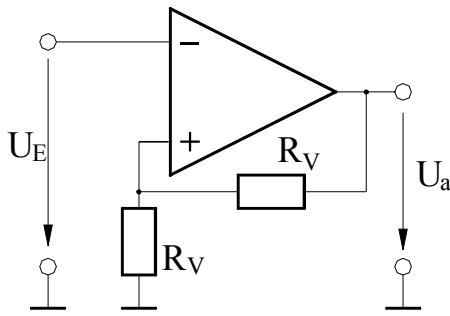
3.2.2 Welche Werte stehen nach Ausführung der beiden Befehle 1 und 2 in den Registern A und B? (2P)

Register A:	
Register B:	

4 Operationsverstärker als Schmitt-Trigger

[6 Pkte]

Gegeben sei die folgende Schaltung. Die Ausgangsspannung U_a kann Werte zwischen $+10V$ und $-10V$ annehmen.



- 4.1 Bei welchen Spannungen liegen die beiden Schaltschwellen? (2P)

$$U_{S1} =$$

- 4.2 Die Eingangsspannung U_E wird langsam von $U_E = -10V$ bis

$$U_{S2} =$$

$U_E = +10V$ erhöht. Zeichnen Sie in das Diagramm oben rechts den Verlauf der Ausgangsspannung U_a ein und kennzeichnen Sie den Verlauf mit Pfeilen und mit „4.2“ (2P)

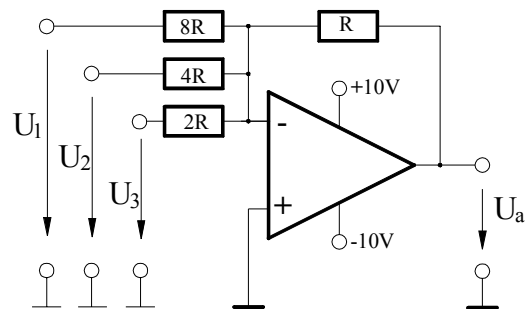
- 4.3 Nun wird die Eingangsspannung U_E von $U_E = +10V$ auf $U_E = -10V$ erniedrigt. Zeichnen Sie auch hier den Verlauf von U_a in das nebenstehende Diagramm ein und markieren Sie ihn ebenfalls mit Pfeilen und mit „4.3“.

5 Operationsverstärker- und Digitalschaltung

Hinweis: Die Teilaufgaben 5.1 und 5.2 können unabhängig voneinander gelöst werden! [6+5+7 = 18 Pkt]

5.1 Verstärkerschaltung mit drei Eingängen [6 Pkt]

Gegeben sei die nebenstehende Operationsverstärkerschaltung mit den drei Eingangsspannungen U_1 , U_2 und U_3 und der Ausgangsspannung U_a .



- 5.1.1 Ermitteln Sie **allgemein** die Ausgangsspannung U_a in Abhängigkeit von den drei Eingangsspannungen. (3P)

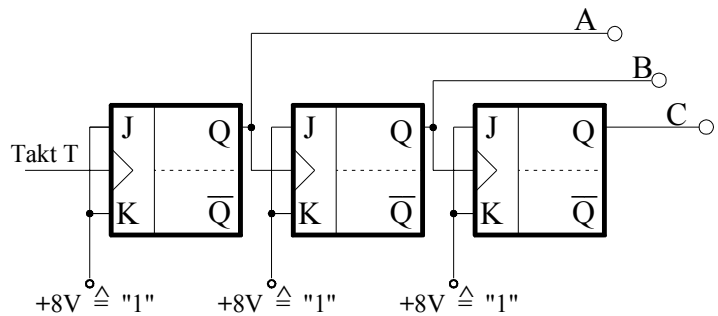
5.1.2 Berechnen Sie U_a bei verschiedenen Eingangsspannungen. Ergänzen Sie dazu die nebenstehende Tabelle. (3P)

U_3/V	U_2/V	U_1/V	U_a/V
0.0	0.0	0.0	
0.0	0.0	8.0	
0.0	8.0	0.0	
8.0	0.0	0.0	
8.0	8.0	8.0	

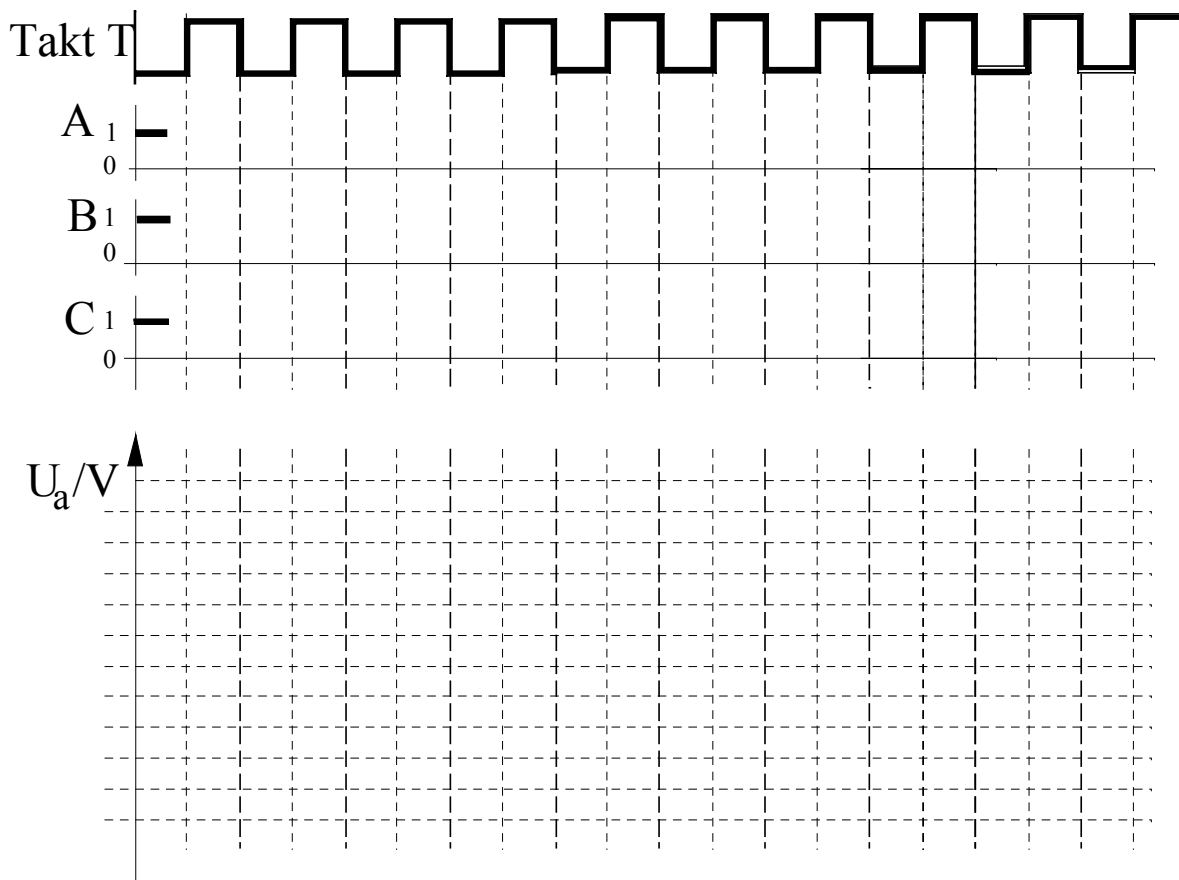
5.2 Speicherschaltung [5 Pkt]

Gegeben sei die folgende Digitalschaltung mit drei Speichern:

Die Versorgungsspannung der Schaltelemente beträgt 8.0V. Damit stellt dieses Potential die **logische 1** dar. Die logische Null wird durch die Spannung 0 Volt gebildet.



5.2.1 An den Takteingang T wird die Eingangsspannung entsprechend der untenstehenden Abbildung gelegt. **Zu Beginn** haben alle Ausgänge **A, B** und **C** den logischen **Zustand 1**. Tragen Sie in die drei Diagramme die logischen Zustände der Ausgänge A, B und C ein. (Das unterste Diagramm U_a/V wird erst in 5.3 benötigt!) (4P)



5.2.2 Wie heißt diese Schaltung (besteht aus 2 Worten!)? (1P)

