

**Klausur**  
**„Technische Informatik“**  
Bachelor Cyber Security & Privacy

<b>Name</b> <small>(bitte in Blockschrift)</small>	<b><i>Musterlösung</i></b>	
<b>Datum</b>	28.03.2024	WS 2023-P2

Multiple Choice	Rechenaufgabe 1	Rechenaufgabe 2	Rechenaufgabe 3	Gesamtpunkte

**Hinweise:**

- Bitte beachten Sie die Hinweise auf dem Deckblatt!
- Dieser Klausurteil enthält 13 Seiten.
- Jede Multiple-Choice-Frage hat jeweils nur eine richtige Antwort. Richtige Antworten ergeben je 2 Punkte, bei einer falschen Antwort wird ein Punkt abgezogen. **Nicht beantwortete Fragen werden mit 0 Punkten bewertet.** Es findet kein Übertrag einer negativen Gesamtpunktzahl der Multiple-Choice-Fragen in das Gesamtergebnis statt.
- Bei den Rechenaufgaben muss der Lösungsweg anhand von angegebenen Formeln, Herleitungen, Skizzen oder/und erklärendem Text ersichtlich sein. Kennzeichnen Sie bitte die Endresultate.

**Viel Erfolg!**

# 1.) Multiple Choice Fragen (40 Punkte)

Nr.	Frage	Antwortmöglichkeiten:			Antwort
		A	B	C	
					A,B oder C ?
1	Der Stromfluss in einem metallischen Leiter, wird bewirkt durch ...	Elektronen	Ionen	Elektronen und Defektelektronen	
2	Was bewirkt die N-Dotierung eines Halbleitermaterials bei ansonsten konstanter Temperatur?	Eine geringere Empfindlichkeit gegenüber elektro-statischer Aufladung	Eine Abnahme der Leitfähigkeit	Eine Zunahme der Dichte freier Elektronen	
3	Warum werden in der Digitaltechnik komplementäre Transistoren eingesetzt?	Mit komplementären Transistoren können verlustarme Schaltungen realisiert werden	Komplementäre Transistoren sind erforderlich, um binäre Rechenoperationen darstellen zu können	Komplementäre Transistoren sind resistenter gegen elektrostatische Aufladungen	
4	Die logische XOR-Verknüpfung wird auch bezeichnet als ...	JK-Flip-Flop	Äquivalenz-Verknüpfung	Antivalenz-Verknüpfung	
5	Welcher der folgenden Sätze ist korrekt wird als De-Morgansches Theorem bezeichnet?	$\overline{(a+c)} = \overline{(\overline{a} + \overline{c})}$	$\overline{(a+c)} = (\overline{a} \cdot \overline{c})$	$\overline{(a \cdot c)} = \overline{(\overline{a} + \overline{c})}$	
6	Die Beschaltung eines digitalen Signaleingangs mit mehreren digitalen Ausgängen ist ...	... nur bei Gattern zulässig	... im Bussystem zulässig (z.B. mit geeigneten Output-Enable-Signalen)	... grundsätzlich sinnlos	
7	Welche Flip-Flops können in einem synchronen Schaltwerk mit Rückkopplung eingesetzt werden?	Taktflankengesteuerte Master-Slave-Flip-Flops	Taktzustandsgesteuerte RS-Flip-Flops	Nur D-Flip-Flops	
8	Die Signalübergangszeit (transition time) beschreibt ...	... die Reaktionszeit eines Schaltgatters nach einer Änderung des Eingangssignals	... die maximale Dauer eines Taktsignals, mit der ein taktzustandsgesteuertes Flip-Flop getriggert werden darf	... die maximal zulässige Zeitdauer der Änderung eines Eingangssignals eines Schaltgatters	
9	Welche Schaltung lässt sich prinzipiell <b>nicht</b> mit einem Schaltnetz realisieren?	Addierer	Zähler	Komperator	
10	Wozu dient laut Vorlesung der sogenannte 'Program Counter' (PC)?	Er zählt die ausgeführten Programmschritte um den Rücksprung aus Funktionen zu ermöglichen	Er enthält den nächsten auszuführenden Befehl	Er enthält die Adresse des nächsten auszuführenden Befehls	
11	Welche Aussage zum Interrupt-Konzept ist richtig?	Das Interrupt-Konzept ist ungeeignet, wenn eine sofortige Reaktion auf ein Ereignis erforderlich ist	Bei einem Ereignis wird eine spezielle Service-Routine aktiviert	Das Interrupt-Konzept berücksichtigt nur prozessorinterne Ereignisse	
12	Für welche Software-Struktur ist ein „Stack“ erforderlich?	Bedingte Verzweigung mit if-Anweisung	Programmschleife mit for-Anweisung	Funktionsaufruf	

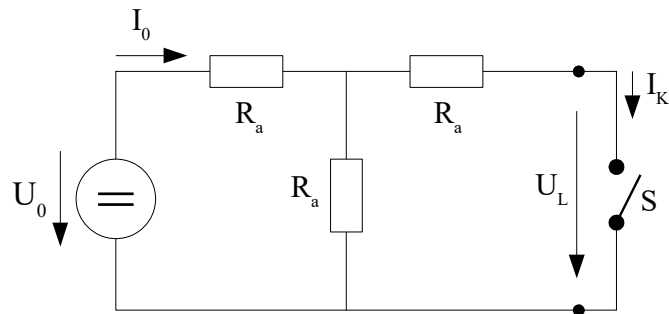
Nr.	Frage	Antwortmöglichkeiten:			Antwort
		A	B	C	
					A,B oder C ?
13	Welche Aussage zur Codierung alphanumerischer Zeichen ist <u>falsch</u> ?	Der ASCII-Code umfasst 128 Zeichen, weitere 128 sprachspezifische Zeichen sind in speziellen "Codepages" definiert	Der ASCII-Code enthält neben Buchstaben und Zahlen auch Steuerzeichen, z.B. zur Ausgabe eines akustischen Signals	Die "ASCII-Tabelle" ist in heutigen Rechnergenerationen unbrauchbar, da diese vom "Unicode" abgelöst wurde	
14	Die Abkürzung „RAM“ steht für:	Rapid Access Memory	Random Access Memory	Runtime Access Memory	
15	Welche Aussage zu einer „direkten Adressierung“ ist richtig?	Die Adresse der Speicherstelle ist bereits zur Compilezeit bekannt	Die Adresse der Speicherstelle ergibt sich direkt aus dem Inhalt des Program-Counters	Die Adresse des Operanden ist fest vorgegeben, beispielsweise bei Stack-Operationen	
16	Die „Instruction Set Architecture“ eines Prozessors ...	... definiert die in einer Hochsprache verwendbaren Befehle und Funktionen	... beinhaltet neben Verküpfungs- und Verzweigungsoperationen auch Transferoperationen mit Festplattenzugriffen	... definiert den vollständigen Befehlssatz eines Prozessors	
17	Ein „atomarer Befehl“ eines Prozessors ...	... kann nur von Quantencomputern ausgeführt werden	... ist Bestandteil des Nano-Codes	... wird auch durch einen Interrupt <u>nicht</u> unterbrochen	
18	Welche Eigenschaft eines Prozessors wird mit „Big Endian“ bzw. „Little Endian“ charakterisiert?	Die Reihenfolge, in der die Bytes einer Ganzzahl im Speicher organisiert sind	Die größte positive bzw. kleinste negative Zahl, die von der Verarbeitungseinheit eines Prozessors verarbeitet werden kann	Segmentgröße bei der dynamischen Speicherreservierung	
19	Zur Optimierung von Datendurchsatz und Kosten von Rechnersystemen ...	... verwendet man den Watchdog-Timer	...verwendet man eine Speicher-Hierarchie	... verwendet man den Interrupt-Controller	
20	Welche Aufgabe hat die „Memory Management Unit“ (MMU)	Übersetzung einer virtuellen Adresse in eine physikalische Adresse	Verwaltung des Level-3-Caches	Organisation der Speicherstruktur eines Memory-Sticks	

## 2.) Rechenaufgaben

### Aufgabe 1 (20 Punkte)

Gemäß folgender Abbildung 1a ist eine Schaltung mit der Spannungsquelle  $U_0$ , den drei gleich großen Widerständen  $R_a$  sowie einem Schalter  $S$  gegeben.

Abbildung 1a:

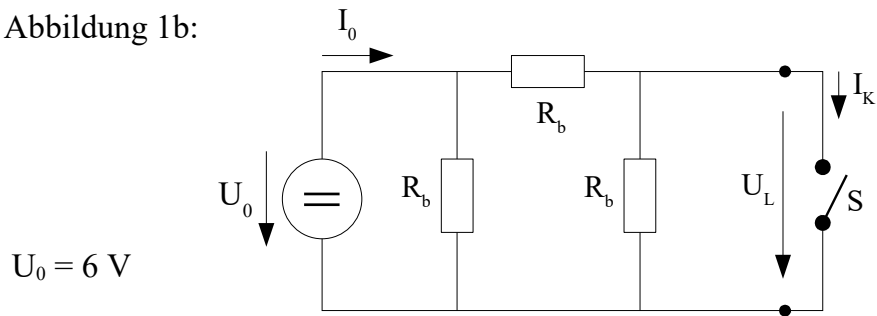


$$U_0 = 6 \text{ V}$$
$$R_a = 1 \text{ k}\Omega$$

- a) Bestimmen Sie die Leerlaufspannung  $U_L$  bei geöffnetem Schalter  $S$ !  
(3 Punkte)
- b) Geben Sie den Kurzschlussstrom  $I_K$  an, der sich bei einem geschlossenem Schalter  $S$  ergibt!  
(4 Punkte)

Die Abbildung 1b zeigt eine weitere Schaltung mit den drei gleich großen Widerständen  $R_b$ .

Abbildung 1b:



c) Wie groß muss  $R_b$  gewählt werden, damit sich bei geschlossenem Schalter  $S$  der gleiche Kurzschlussstrom  $I_K$  ergibt, wie in der Schaltung nach Abbildung 1a?

(5 Punkte)

d) Wie groß ist dann die Leerlaufspannung  $U_L$  bei geöffnetem Schalter  $S$ ?

(3 Punkte)

e) Geben Sie für alle 4 Fälle den Strom  $I_0$  an!

(5 Punkte)

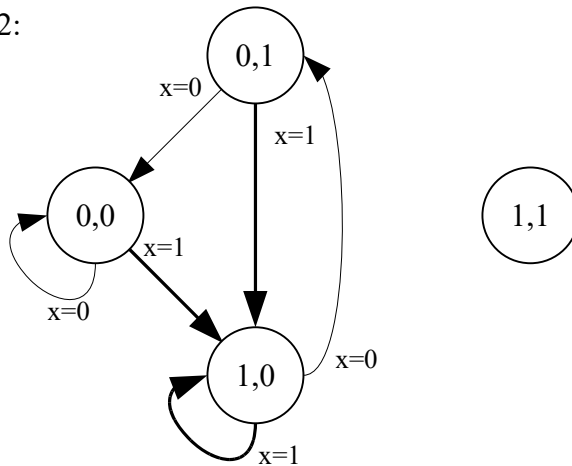
Schaltung	Position Schalter $S$	$I_0 / \text{mA}$
Abbildung 1a	offen	
	geschlossen	
Abbildung 1b	offen	
	geschlossen	

## Aufgabe 2 (25 Punkte)

Für eine gegebene Anwendung soll ein möglichst einfaches Schaltwerk entworfen werden. Aus den Anforderungen ergibt sich der in Abbildung 2 gezeigte **unvollständige** Zustandsgraf mit den Zuständen  $(Q_A, Q_B)$ .

Der Zustand  $(1,1)$  ist für die Anwendung nicht relevant und wird nicht erreicht.

Abbildung 2:



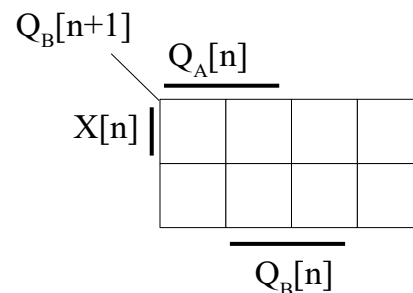
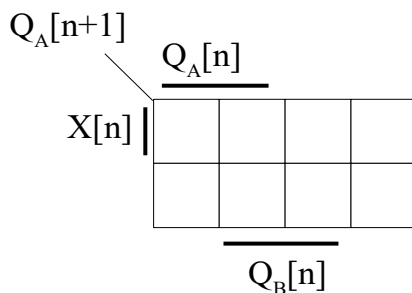
- a) Ergänzen Sie die Zustandsfolgetabelle, soweit aus dem Zustandsgraf ersichtlich. Kennzeichnen Sie in der entsprechenden Spalte, ob ein Zustandsübergang nicht definiert ist!

(4 Punkte)

$X[n]$	$Q_A[n]$	$Q_B[n]$	$Q_A[n+1]$	$Q_B[n+1]$	nicht definiert
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

- b) Übertragen Sie die Zustandsfolgetabelle in die beiden KV-Diagramme für  $Q_A[n+1]$  und  $Q_B[n+1]$ . Tragen Sie, soweit möglich, '1' bzw. '0' ein. Nicht definierte Felder zunächst offen lassen.

(4 Punkte)



- c) Wählen Sie nun die Einträge in den noch offenen Feldern der KV-Diagramme b) so, dass eine Zusammenfassung in möglichst großen Blöcken möglich ist.

(4 Punkte)

d) Tragen Sie nun auch die von Ihnen gewählten Zustandsübergänge in die obigen Zustandsfolgetabelle a) sowie im obigen Zustandsgrafen (Abbildung 2) ein.

(4 Punkte)

e) Führen sie die Minimierung im KV-Diagramm durch und bestimmen Sie die beiden Zustandsübergangsgleichungen

$$Q_A[n+1] = f(X[n], Q_A[n], Q_B[n])$$

$$Q_B[n+1] = g(X[n], Q_A[n], Q_B[n])$$

(4 Punkte)

f) Implementieren Sie das gesamte Schaltwerk!

(5 Punkte)

### Aufgabe 3 (15 Punkte)

Ein gegebener Prozessor verfügt neben dem Program-Counter **PC** über die General-Purpose-Register **R1**, **R2** und **R3**. Die Datenwortbreite beträgt ebenso wie der Adressraum 16-Bit. Die Instruction-Set-Architecture (ISA) umfasst u.a. auch die folgenden Maschinenbefehle:

NOP		no operation
INC	Rx	inkrementiert Inhalt des Registers Rx
DEC	Rx	dekrementiert Inhalt des Registers Rx
MOV	Rx, \$addr	kopiert Inhalt der Speicherstelle addr in das Register Rx
MOV	Rx, #const	kopiert Konstante const in das Register Rx
MOV	\$addr, Rx	kopiert Register Rx an die Speicherstelle addr
ADD	Rz, Rx, Ry	addiert Rx und Ry, schreibt Ergebnis nach Rz
CMP	Rx, Ry	vergleicht Register Rx mit Ry und setzt ggf. Compare-Flag "not equal"
JNE	addr	Prüft Compare-Flag und springt an die Programm-Adresse addr, falls Flag "not equal" gesetzt ist
JMP	addr	Springt unbedingt an die Programm-Adresse addr

Die in Abbildung 3a gezeigte Codesequenz in der Programmiersprache C wird von einem Compiler in einen Assemblercode übersetzt, dieser ist in der Abbildung 3b, Spalte "Instruktion", dargestellt.

Die Variablen x und y haben die Speicheradressen 2000<sub>hex</sub> bzw. 2002<sub>hex</sub>. Die Initialisierung der Variablen ist im gezeigten Programm-Speicher (Abbildung 3b) nicht enthalten.

Abbildung 3a

```
1 unsigned x = 0;
2 unsigned y = 1;
3
4 do
5 {
6     x = x + y;
7     y = y + 1;
8 }
9 while( y != 3 );
```

Abbildung 3b

Programm-Speicher	
Adresse	Instruktion
8000	MOV R1, \$2000
8004	MOV <span style="background-color: #cccccc;">    </span> , \$2002
8008	<span style="background-color: #cccccc;">    </span> R1, R1, R2
800C	<span style="background-color: #cccccc;">                    </span>
8010	ADD R2, R2, R3
8014	MOV R3, #3
8018	<span style="background-color: #cccccc;">    </span> R2, R3
801C	JNE <span style="background-color: #cccccc;">            </span>
8020	MOV \$2000, R1
8024	MOV \$2002, R2

- a) Vervollständigen Sie den Assembler-Code an den grau unterlegten Stellen der Spalte "Instruktion"!  
(7 Punkte)



- b) Ermitteln Sie die Inhalte der Register *PC*, *R1*, *R2* und *R3*, die sich jeweils nach der Ausführung der Instruktionen ergeben.

(8 Punkte)

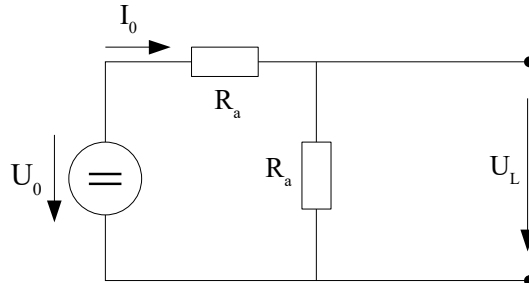
Register			
PC	R1	R2	R3
8004	0	---	---

## Multiple-Choice

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	C	A	C	B	B	A	A	B	C	B	C	C	B	A	C	C	A	B	A

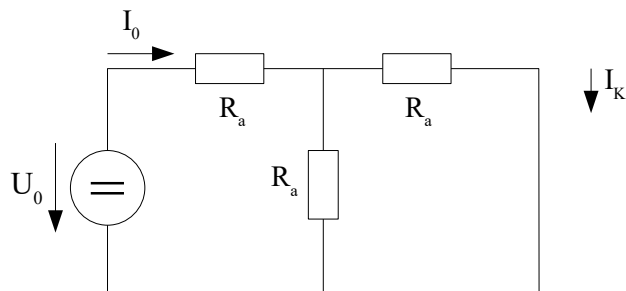
## Rechenaufgabe 1

a) Bei geöffnetem Schalter ergibt sich die Ersatzschaltung:



$$U_L = \frac{R_a}{2 \cdot R_a} \cdot U_0 = \frac{1}{2} \cdot 6V = 3V$$

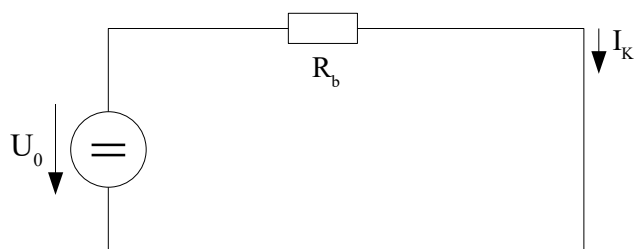
b) Ersatzschaltung für den geschlossenen Schalter:



$$I_0 = \frac{U_0}{R_a + \frac{1}{2} \cdot R_a} = \frac{2}{3} \cdot \frac{U_0}{R_a} = \frac{2}{3} \cdot \frac{6V}{1k\Omega} = 4mA$$

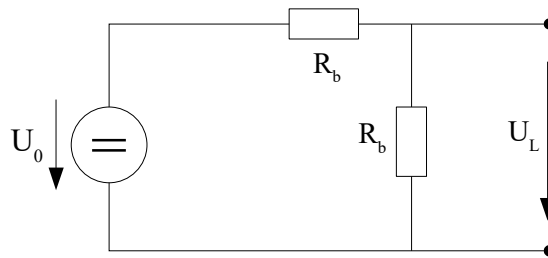
$$I_K = \frac{1}{2} I_0 = 2mA$$

c) Ersatzschaltung



$$I_K = \frac{U_0}{R_a} \Rightarrow R_a = \frac{U_0}{I_K} = \frac{6V}{2mA} = 3k\Omega$$

d)



$$U_L = \frac{R_b}{2R_b} \cdot U_0 = 3V$$

e)

Schaltung	Position Schalter $S$	$I_0 / \text{mA}$
Abbildung 1a	offen	3 mA
	geschlossen	4 mA
Abbildung 1b	offen	3 mA
	geschlossen	4 mA

$$\frac{U_0}{2R_b}$$

siehe a)

$$\frac{U_0}{R_b} + \frac{U_0}{2R_b}$$

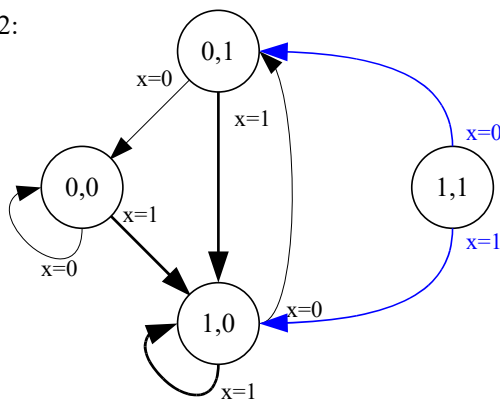
$$2 \cdot \frac{U_0}{R_b}$$

Beide Schaltungen verhalten sich an den Klemmen und bezüglich der Spannungsquelle gleich.

## Rechenaufgabe 2

a) bis d)

Abbildung 2:





### Rechenaufgabe 3

a)

Programm-Speicher	
Adresse	Instruktion
8000	MOV R1, \$2000
8004	MOV R2, \$2002
8008	ADD R1, R1, R2
800C	MOV R3, #1
8010	ADD R2, R2, R3
8014	MOV R3, #3
8018	CMP R2, R3
801C	JNE 8008
8020	MOV \$2000, R1
8024	MOV \$2002, R2

b)

Register			
PC	R1	R2	R3
8004	0	---	---
8008	0	1	---
800C	1	1	---
8010	1	1	1
8014	1	2	1
8018	1	2	3
801C	1	2	3
8008	1	2	3
800C	3	2	3
8010	3	2	1
8014	3	3	1
8018	3	3	3
801C	3	3	3
8020	3	3	3
8024	3	3	3
8028	3	3	3