

Klausur (SS 2021)

Digitaltechnik



Institut für Technik der Informationsverarbeitung
Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Jürgen Becker

Klausur: Digitaltechnik
Datum: 21. September 2021

Teilnehmer:

Matrikel-Nr.:

ID:

Hörsaal:

Sitzplatz:

Es gelten die folgenden Regelungen:

- Die Bearbeitungszeit beträgt 120 Minuten.
- Es sind keine Hilfsmittel erlaubt, außer
 - einem doppelseitig und handschriftlich beschriebenen DIN-A4-Blatt.
- Nutzen Sie nur **dokumentenechte Schreibgeräte** und keine rote Farbe.
 - Nicht dokumentenecht sind beispielsweise Bleistifte oder Tipp-Ex.
- Die Verwendung von eigenem Papier ist nicht zugelassen.
- Vermeiden Sie das Beschreiben der Rückseiten.
- Bei Bedarf erhalten Sie Zusatzblätter von der Aufsicht.
 - Versehen Sie solche Blätter unbedingt mit Ihrer Matrikelnummer.
 - Ordnen Sie jedes zusätzliche Lösungsblatt einer Aufgabe eindeutig zu.

Bitte beachten Sie folgende Informationen zum Ablauf:

- Unzulässige elektronische Geräte **sind auszuschalten** und in einer Tasche zu verstauen.
- Wir werden die Klausuren in Umschlägen austeilen. Bitte lassen Sie diese Umschläge verschlossen, bis wir Ihnen ein entsprechendes Zeichen geben.
- Überprüfen Sie im Anschluss, ob Sie alle Blätter erhalten haben, ob Ihr Name korrekt auf dem Titelblatt vermerkt ist und ob **jedes Blatt mit Ihrer Matrikelnummer versehen** ist. Hierfür erhalten Sie drei Minuten zusätzliche Zeit, die noch nicht zur Bearbeitungszeit zählt. Während dieser Zeit darf nicht geschrieben werden!
- Mit unserer Ankündigung **beginnt die Bearbeitungszeit**.
- Bitte halten Sie während der Bearbeitungszeit Ihren Studierendenausweis bereit.
- In den letzten 30 Minuten der Bearbeitungszeit ist keine vorzeitige Abgabe möglich. Auf das Ende der Bearbeitungszeit weisen wir Sie fünf Minuten im Voraus hin.
- Legen Sie alle Unterlagen, die Sie von uns erhalten haben, nach der Bearbeitungszeit in den Umschlag. Bitte verschließen Sie diesen im Anschluss. Bleiben Sie sitzen, bis wir alle Umschläge eingesammelt und deren Vollständigkeit geprüft haben.

Klausur (SS 2021)

Digitaltechnik



Institut für Technik der Informationsverarbeitung
Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Jürgen Becker

Klausur: Digitaltechnik
Datum: 21. September 2021

Teilnehmer:

Matrikel-Nr.:

ID:

Hörsaal:

Sitzplatz:

Es gelten die folgenden Regelungen:

- Die Bearbeitungszeit beträgt 120 Minuten.
- Es sind keine Hilfsmittel erlaubt, außer
 - einem doppelseitig und handschriftlich beschriebenen DIN-A4-Blatt.
- Nutzen Sie nur **dokumentenechte Schreibgeräte** und keine rote Farbe.
 - Nicht dokumentenecht sind beispielsweise Bleistifte oder Tipp-Ex.
- Die Verwendung von eigenem Papier ist nicht zugelassen.
- Vermeiden Sie das Beschreiben der Rückseiten.
- Bei Bedarf erhalten Sie Zusatzblätter von der Aufsicht.
 - Versehen Sie solche Blätter unbedingt mit Ihrer Matrikelnummer.
 - Ordnen Sie jedes zusätzliche Lösungsblatt einer Aufgabe eindeutig zu.

Die vorliegende Klausur besteht aus **36 Blättern** und einer dreiseitigen Formelsammlung.

Aufgabe	Punkte	erreichte Punkte
1	29	
2	30	
3	30	
4	27	
5	32	
6	31	
7	34	
8	28	
Σ	241	

Aufgabe 1: Allgemeine Fragen

/29

Informationsgehalt

1.1 Geben Sie die Formel für die Entropie einer Informationsquelle an.

/1

.....

1.2 Sie empfangen von einer Quelle die römischen Zahlen **MMXLVIII** und **MMDCLXVI**. Berechnen Sie basierend auf dieser Stichprobe die **Auftrittswahrscheinlichkeit** P_M, P_D, \dots, P_I und den **Informationsgehalt** H_M, H_D, \dots, H_I der einzelnen Ziffern M, D, C, L, X, V, I, sowie die **Entropie** H der Quelle.

/5

Codierung

1.3 Sie erhalten eine Nachricht bestehend aus ASCII-Zeichen über einen fehleranfälligen Kanal. Der Kanal ist mit einer Blocksicherung gesichert. Die Parität der **Zeilen** ist **ungerade**, die Parität der **Spalten** ist **gerade**, jede Zeile und Spalte besitzt je **ein** Paritätsbit. Markieren Sie aufgetretene Fehler, rekonstruieren Sie die Nachricht und geben Sie die fehlerfreie, dekodierte Nachricht an.

/4

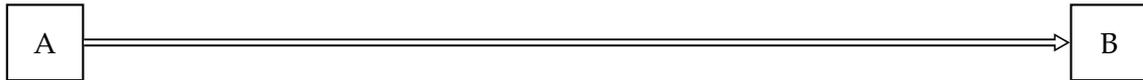
0	1	0	0	0	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	1	0	0
1	1	1	0	0	1	0	1
0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1

.....

- 1.4 Sie stellen fest, dass der Kanal ($A \rightarrow B$) aus Aufgabe 1.3 anfällig ist für Bündelfehler. Geben Sie ein Verfahren an, mit dem sich solche Bündelfehler unter Verwendung einer einfachen Paritätssicherung anstatt einer Blocksicherung erkennen lassen.

/3

.....
Sie nutzen nun dieses Verfahren und möchten dieselbe Nachricht wie in 1.3 übertragen. Die letzte Zeile ist nun ein einfaches Datenwort. Geben Sie auf dem Pfeil die Reihenfolge der ersten 16 gesendeten Bits an. Beginnen Sie am Pfeilkopf mit dem ersten gesendeten Bit.



Zahlensysteme

- 1.5 Konvertieren Sie die Zahl $A7_{27}$ mit dem Radix 27 in ein Zahlensystem mit dem Radix 3. Das Vorgehen soll ersichtlich sein.

/2

- 1.6 Konvertieren Sie die Zahl $2B_{12}$ mit dem Radix 12 in ein Zahlensystem mit dem Radix 7. Der Rechenweg soll ersichtlich ein.

/3

1.10 Die Schaltfunktionen eines Volladdierers sind gegeben durch:

/2

$$s_i = a_i \oplus b_i \oplus c_i \quad (1)$$

$$c_{i+1} = a_i \cdot b_i + a_i \cdot c_i + b_i \cdot c_i \quad (2)$$

Um welches Basissystem der Schaltalgebra handelt es sich bei s_i , um welches bei c_{i+1} ?

.....
.....

1.11 Geben Sie die Schaltfunktion des Carry-Bits eines Volladdierers im Basissystem *NICHT, ODER* an. Verzichten Sie auf Vereinfachungen.

/2

$$c_{i+1} = a_i \cdot b_i + a_i \cdot c_i + b_i \cdot c_i =$$

Aufgabe 2: Zahlensysteme

/30

2.1 Vervollständigen Sie Tabelle 2.1, indem Sie die entsprechende Konvertierung in die offenen Felder eintragen.

/12

Hexadezimal	Dezimal	Oktal	Binär
539_H			
			$1111\ 1100\ 1011_B$
	1624_D		
		1222_O	

Tabelle 2.1: Konvertierung zwischen Zahlensystemen

2.2 Konvertieren Sie die Zahl 23_{23} mit der Basis 23 in die entsprechende Zahl mit der **Basis 7**. Der Rechenweg soll ersichtlich sein.

/2

Fließkommazahl

- 2.3 Zur Speicherung von dynamischen Werten sollen Fließkommazahlen verwendet werden. Das Format dieser Zahlen orientiert sich an den Spezifikationen des IEEE-754 Standards. Dieses Format unterscheidet sich nur hinsichtlich der Größe der Mantisse und des Exponenten. Die Dezimalzahlen $1,125 \cdot 2^{20}$; 3073 ; 8192 , $1,25 \cdot 2^{-8}$ und $-1,5 \cdot 2^{-8}$ sollen exakt gespeichert werden. Bestimmen Sie die wie viele **Bits mindestens** für die **Mantisse** und den **Exponent** benötigt werden.

/6

- 2.4 Wie viele **Bits** werden benötigt, wenn die Zahlen $1,125 \cdot 2^{20}$ und $1,25 \cdot 2^{-8}$ als **Festkommazahl** gespeichert werden sollen?

/3

- 2.5 Nennen Sie einen Vorteil den Fließkommazahlen gegenüber Festkommazahlen besitzen.

/2

.....
.....

Stibitz-Code

- 2.6 Berechnen Sie mit Hilfe des Stibitz-Code die folgende Berechnung: $34 - 1256$.
Verwenden Sie für die Berechnung ein geeignetes Komplement. Geben Sie das Ergebnis als Dezimalzahl an. Falls ihr Ergebnis negativ ist, bestimmen Sie den Betrag der Zahl.

 /5

Aufgabe 3: Optimale Codes

/30

Allgemeine Fragen

3.1 Gegeben ist eine gedächtnislose Quelle S mit der Entropie $H(S) = 5,1$ Bit. Was können Sie hieraus bezüglich der mittleren Codewortlänge einer für S erzeugten Codierung schlussfolgern? Begründen Sie ihre Antwort.

/2

.....

.....

.....

.....

Eine gedächtnislose Quelle S generiert Symbole gemäß Tabelle 3.1. Diesen Symbolen sind die ebenfalls in der Tabelle angegebenen Codewörter zugeordnet.

Symbol	a	b	c	d	e	f
Wahrscheinlichkeit	0,07	0,3	0,25	0,2	0,1	0,08
Codewort	0110	11	10	00	010	0111

Tabelle 3.1: Auftrittswahrscheinlichkeiten und Codewörter der von S erzeugten Symbole

3.2 Ist die in Tabelle 3.1 gegebenen Codierung präfixfrei? Begründen Sie Ihre Antwort.

/1

.....

.....

.....

3.3 Bestimmen Sie die mittlere Codewortlänge der in Tabelle 3.1 gezeigten Codierung und geben Sie diese dezimal oder als vollständig gekürzter Bruch an.

/3

.....

.....

.....

.....

3.4 Dekodieren Sie die Codewortfolge „0110111011110110011111“ gemäß Tabelle 3.1 und geben Sie die entsprechende Symbolfolge an.

/2

.....
.....
.....

3.5 Zeichnen Sie einen Tabelle 3.1 entsprechenden Codierungsbaum, sodass die linken Äste des Baums eine „0“ und die rechten Äste des Baums eine „1“ repräsentieren. Beschriften Sie die Blätter des Baums mit ihren Symbolen und alle Äste mit ihren jeweiligen Bits.

/2

Shannon-Fano-Verfahren

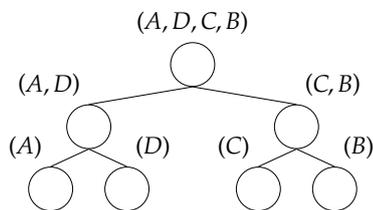
/12

3.6 Gegeben sind die gedächtnislosen Quellen S_1, S_2, S_3 und S_4 sowie absolute Häufigkeiten für die von ihnen erzeugten Symbole. Geben Sie für jede Quelle an, ob der zu ihr aufgeführte Codierungsbaum aus einer korrekten Anwendung des Shannon-Fano-Verfahrens entstanden ist. Benennen Sie **bei einem fehlerhaften Baum** den Knoten, der nicht korrekt in eine linke bzw. rechte Teilmenge zerlegt wurde, und **korrigieren Sie diese Zerlegung**.

*Hinweis: Jeder Baum enthält maximal einen Fehler. Nehmen Sie an, dass die absoluten Häufigkeiten repräsentativ für die Auftrittswahrscheinlichkeiten der Symbole sind und dass die Symbole zu Beginn nach aufsteigender Auftrittswahrscheinlichkeit **von links nach rechts** sortiert werden.*

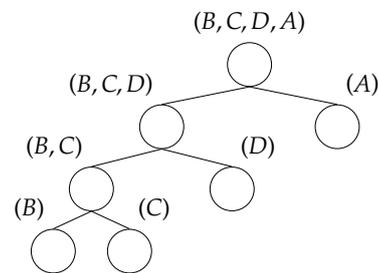
Quelle S_1 :

Symbol	A	B	C	D
Häufigkeit	1	9	7	6



Quelle S_2 :

Symbol	A	B	C	D
Häufigkeit	29	12	19	20



Antwort für S_1 :

.....

.....

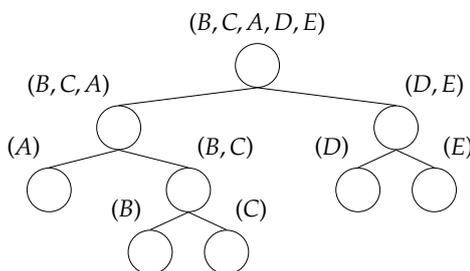
Antwort für S_2 :

.....

.....

Quelle S_3 :

Symbol	A	B	C	D	E
Häufigkeit	11	7	9	25	26



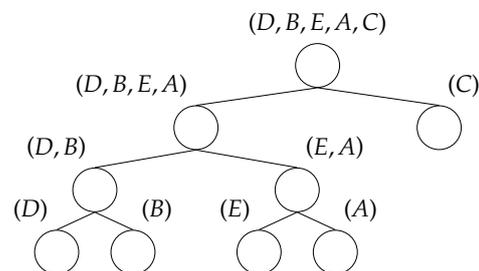
Antwort für S_3 :

.....

.....

Quelle S_4 :

Symbol	A	B	C	D	E
Häufigkeit	44	20	63	14	22



Antwort für S_4 :

.....

.....

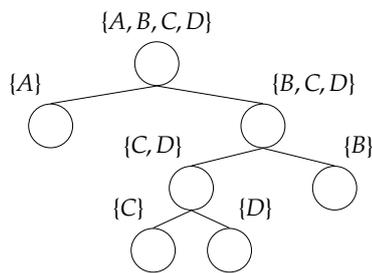
Huffman-Verfahren

3.7 Gegeben sind die gedächtnislosen Quellen S'_1, S'_2, S'_3 und S'_4 sowie absolute Häufigkeiten für die von ihnen erzeugten Symbole. Geben Sie für jede Quelle an, ob der zu ihr aufgeführte Codierungsbaum aus einer korrekten Anwendung des Huffman-Verfahrens entstanden ist. Beschreiben Sie **bei einem fehlerhaften Baum** kurz, in welchem Schritt des Huffman-Verfahrens ein Fehler aufgetreten ist und **korrigieren Sie diesen Schritt**.

Hinweis: Jeder Baum enthält maximal einen Fehler. Nehmen Sie an, dass die absoluten Häufigkeiten repräsentativ für die Auftrittswahrscheinlichkeiten der Symbole sind.

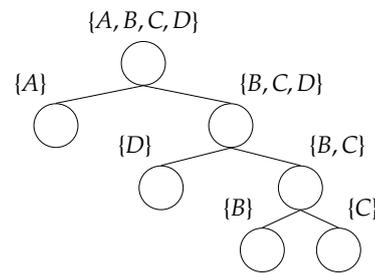
Quelle S'_1 :

Symbol	A	B	C	D
Häufigkeit	6	7	2	5



Quelle S'_2 :

Symbol	A	B	C	D
Häufigkeit	25	10	12	20



Antwort für S'_1 :

.....

.....

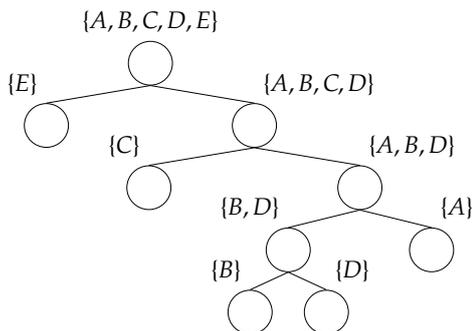
Antwort für S'_2 :

.....

.....

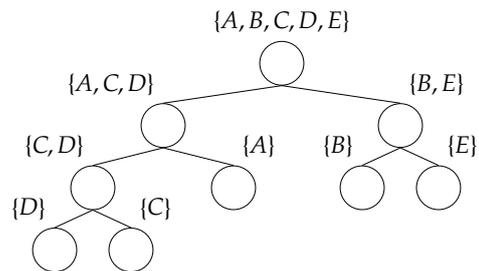
Quelle S'_3 :

Symbol	A	B	C	D	E
Häufigkeit	24	8	16	11	51



Quelle S'_4 :

Symbol	A	B	C	D	E
Häufigkeit	28	40	15	11	56



Antwort für S'_3 :

.....

.....

Antwort für S'_4 :

.....

.....

Aufgabe 4: Mengen, Relationen und Graphen

/27

Mengen

Gegeben sind die folgenden Mengen:

$$A = \{0, 1, 2, 3\}$$

$$B = \{n^2 \mid n \in A\}$$

$$C = \{0, 3\}$$

4.1 Geben Sie die Elemente der Menge B an.

/1

.....

4.2 Geben Sie die Kardinalitäten der drei Mengen in korrekter Notation an.

/1

.....

4.3 Ist eine der Mengen eine echte Untermenge einer der anderen Mengen? Falls ja, geben Sie dies in der korrekten Notation an.

/1

.....

4.4 Geben Sie die Potenzmenge $P(C)$ der Menge C an.

/1

.....

4.5 Geben Sie die Vereinigung und den Durchschnitt der Mengen A und B an.

/2

.....

.....

4.6 Geben Sie das Komplement von C bezüglich A in korrekter Notation an.

/1

.....

4.7 Veranschaulichen Sie die drei genannten Mengen in einem Venn-Diagramm.

/2

Relationen

4.8 Geben Sie die definierenden Eigenschaften einer Verträglichkeitsrelation an.

/3

.....

4.9 Durch die in Tabelle 4.1 dargestellte Matrix sei die Relation $Y \alpha Z$ definiert.

/3

Tabelle 4.1: Beziehungen der Relation α

$Y \alpha Z$	a	b	c	d	e
a	x				
b	x	x		x	x
c			x		
d				x	x
e					x

Welche Eigenschaften weist die Relation $Y \alpha Z$ auf? Begründen Sie ihre Antworten.

.....

4.10 Um welchen speziellen Typ von Relation handelt es sich bei der in Tabelle 4.1 dargestellten Relation $Y \alpha Z$? Begründen Sie ihre Antwort.

/1

.....

Graphen

Das Blockschaltbild eines digitalen Systems mit den Baugruppen B1 bis B6 und den dazugehörigen Verbindungen zwischen den Baugruppen ist in Abbildung 4.1 gegeben.

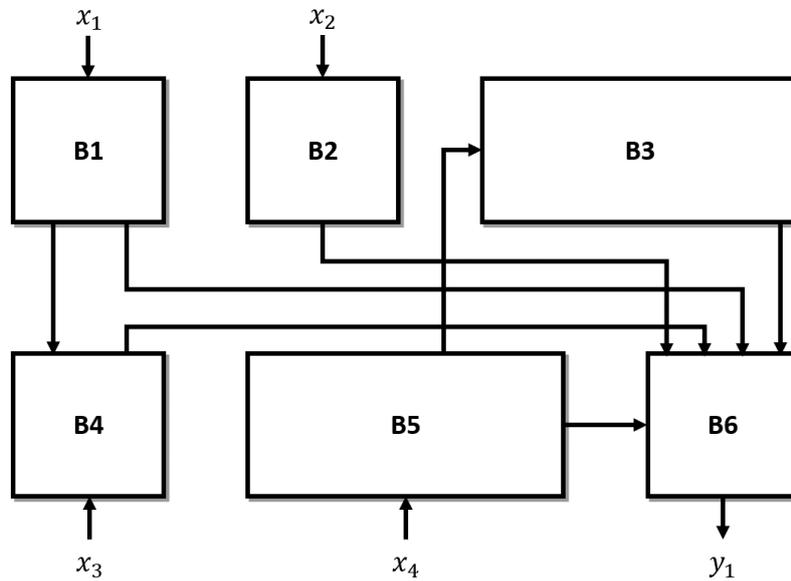
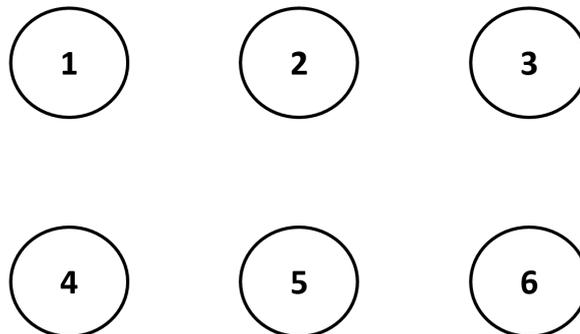


Abbildung 4.1: Blockschaltbild eines digitalen Systems

- 4.11 Bilden Sie das Schaltbild in Abbildung 4.1 in einen ungerichteten Graphen ab, um die Platzierung der Baugruppen auf der Platine zu optimieren. Die Baugruppen B1 bis B6 werden auf die Knoten 1 bis 6 abgebildet, die Verbindungen zwischen den Baugruppen sollen die Kanten des Graphen bilden. Die Eingangs- und Ausgangsvariablen sollen hierbei unberücksichtigt bleiben.

/2



- 4.12 Um die Anzahl der benötigten Verdrahtungsebenen zu minimieren soll der Graph in Aufgabe 4.10 nun in einen **isomorphen, planaren, ungerichteten Graph** umgeformt werden. Geben Sie den planaren Graphen in Abbildung 4.2 an. Die schwarze Umrandung stellt die Grenzen der Platine dar und darf nicht überquert werden.

/4

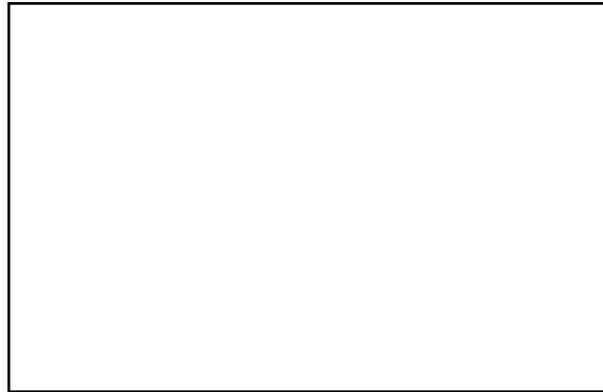


Abbildung 4.2: Grenze der Platine

- 4.13 Beantworten Sie die folgenden Fragen bezüglich des Graphen in der Abbildung 4.2 und begründen Sie Ihre Antwort.

/5

Ist der Graph vollständig? _____

Ist der Graph zusammenhängend? _____

Ist die Adjazenzmatrix des Graphen symmetrisch? _____

Ist der Graph reflexiv? _____

Ist der Graph transitiv? _____

Aufgabe 5: Boolesche Algebra

/32

Algebraische Strukturen

5.1 Gegeben sei die folgende Mengenalgebra $MA = [\mathcal{P}(M), \cap, \cup, C_M, \emptyset, M]$, dessen mathematische Eigenschaften über Axiome und Regeln festgelegt sind. Erklären Sie für die Mengenalgebra das Axiom der Abgeschlossenheit. Verwenden Sie zur Erklärung ein Mengendiagramm (Venn-Diagramm).

/4

.....

5.2 Vervollständigen Sie auf Basis der Mengenalgebra aus Aufgabe 5.1 die folgenden Verknüpfungstabellen.

/2

\cup	\emptyset	M
\emptyset		
M		

\cap	\emptyset	M
\emptyset		
M		

5.3 Gegeben sei die folgende Beziehung aus der Mengenalgebra: $Z = C_M(X) \cup Y$. Überführen Sie diese zunächst in die Boolesche Algebra $BA = [K, \top, \perp, \neg, O, I]$ und geben Sie an um welche aus der Vorlesung bekannte logische Beziehung es sich handelt.

/2

.....

Entwicklungssatz und Schaltfunktionen

5.5 Geben Sie die Definition einer Schaltfunktion in DNF an, sowie ein Beispiel einer solchen mit zwei Literalen (x_1 und x_2) und zwei Termen.

/4

Hinweis: Hauptsatz der Schaltalgebra

.....

5.6 Gesucht wird eine Logikfunktion $G(a, b, c)$. Dazu ist die folgende Entwicklung nach dem Entwicklungssatz der Schaltalgebra gegeben. Überführen Sie die Entwicklung mit Hilfe der Tabelle in die entsprechende Logikfunktion und tragen Sie die gefundene Logikfunktion unten ein.

/6

.....

$G(0,0,a) = [\bar{a} \wedge G(0,0,0)] \vee [a \wedge G(0,0,1)]$	$G(1,0,a) = [\bar{a} \wedge G(1,0,0)] \vee [a \wedge G(1,0,1)]$
$G(0,0,0) = 0$	$G(1,0,0) = 0$
$G(0,0,1) = 1$	$G(1,0,1) = 1$
$G(0,1,a) = [\bar{a} \wedge G(0,1,0)] \vee [a \wedge G(0,1,1)]$	$G(1,1,a) = [\bar{a} \wedge G(1,1,0)] \vee [a \wedge G(1,1,1)]$
$G(0,1,0) = 1$	$G(1,1,0) = 0$
$G(0,1,1) = 0$	$G(1,1,1) = 0$
$G(0,b,a) = [\bar{b} \wedge G(0,0,a)] \vee [b \wedge G(0,1,a)]$	$G(1,b,a) = [\bar{b} \wedge G(1,0,a)] \vee [b \wedge G(1,1,a)]$
$G(0,0,a) =$	$G(1,0,a) =$
$G(0,1,a) =$	$G(1,1,a) =$
$G_{DNF}(c,b,a) = [\bar{c} \wedge G(0,b,a)] \vee [c \wedge G(1,b,a)]$	
$G(0,b,a) =$	$G(1,b,a) =$

5.7 Gegeben ist eine Multiplexerschaltung (Abb. 5.1). Geben Sie die dazugehörige entwickelte Funktion Z an und füllen Sie anschließend die untenstehende Wahrheitstabelle aus.

.....

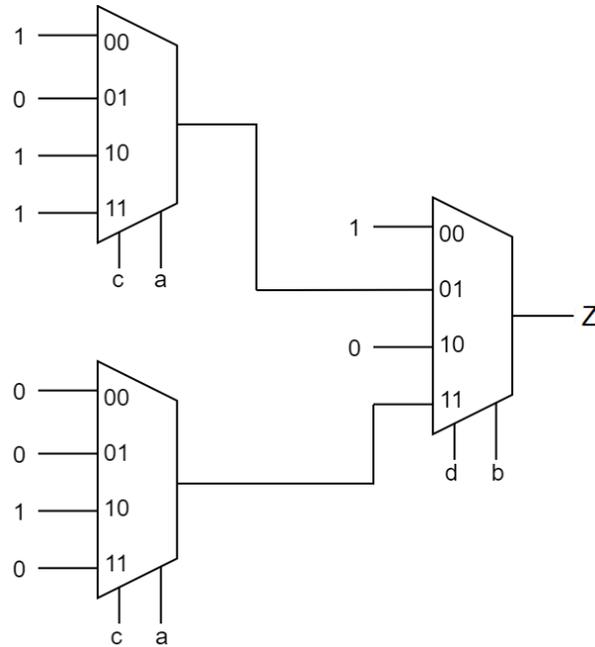


Abbildung 5.1: Multiplexerbasierte Logikimplementierung

(d, c, b, a)	Z	(d, c, b, a)	Z
(0, 0, 0, 0)		(1, 0, 0, 0)	
(0, 0, 0, 1)		(1, 0, 0, 1)	
(0, 0, 1, 0)		(1, 0, 1, 0)	
(0, 0, 1, 1)		(1, 0, 1, 1)	
(0, 1, 0, 0)		(1, 1, 0, 0)	
(0, 1, 0, 1)		(1, 1, 0, 1)	
(0, 1, 1, 0)		(1, 1, 1, 0)	
(0, 1, 1, 1)		(1, 1, 1, 1)	

6.4 Ist eine disjunktive Minimalform immer kleiner als eine disjunktive Normalform? Begründen Sie Ihre Antwort!

/2

.....
.....
.....

6.5 Gegeben sei eine vollständig definierte Schaltfunktion $w = f_3(d, c, b, a)$ mit 8 Einstellen. Lässt sich diese Schaltfunktion auf jeden Fall minimieren? Falls Ja, geben Sie eine Begründung an, falls Nein geben Sie ein Gegenbeispiel an (ggfs. als Symmetriediagramm).

/4

.....
.....
.....
.....
.....

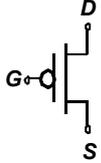
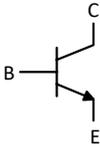
Aufgabe 7: CMOS und Gatter

/34

Allgemeine Fragen

7.1 In der folgenden Tabelle sind die Schaltsymbole zweier Transistoren abgebildet. Geben Sie in der zweiten Spalte den grundlegenden Transistortypen und die konkrete Variante an.

/2

Schaltbild	Transistortyp
	
	

7.2 Welcher der Transistoren aus Aufgabe 7.1 wird in der Regel in heutigen Digitalschaltungen eingesetzt?

/1

.....

7.3 Welche weitere Transistorvariante wird in CMOS-Schaltungen zusätzlich zu der Transistorvariante aus Aufgabe 7.1 verwendet?

/1

.....

Schaltungssynthese

Hinweis: Verwenden Sie für die folgenden Aufgaben eine **positive Logik**, d.h. der CMOS-Pegel V_{DD} entspricht einer logischen '1'.

7.4 Ergänzen Sie das Pullup-Netz zum Pulldown-Netz in Abbildung 7.1.

/4

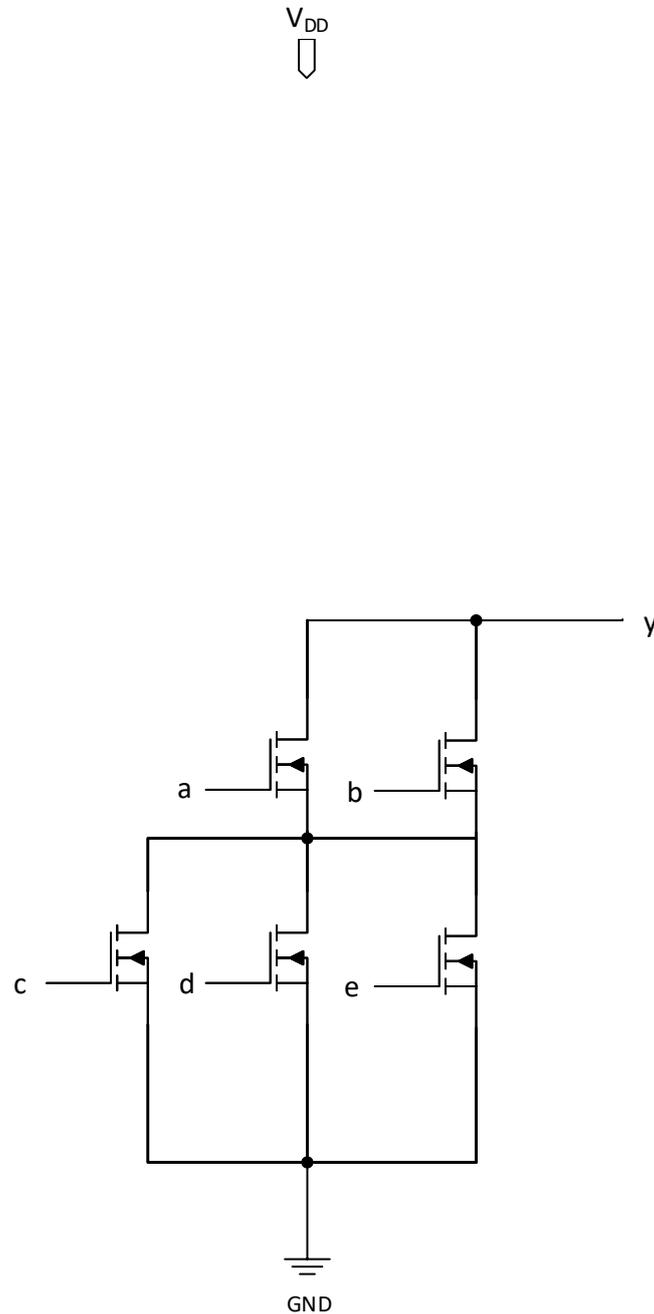


Abbildung 7.1: CMOS Schaltung

7.5 Überführen Sie die gegebene Funktion in eine disjunktive Normalform. Formen Sie diese Normalform dann so um, dass diese nur durch **NOR-Operationen** (mit beliebig vielen Eingängen) **und Invertier-Operationen** dargestellt wird.

Führen Sie die Umformung mit den Huntingtonschen Axiomen und den Regeln (R1-R12) des Formelblatts durch. Nutzen Sie dazu die folgende Tabelle. Tragen Sie die Zwischenschritte zeilenweise ein, maximal ein Schritt pro Zeile. Tragen Sie in die linke Spalte die angewandte Regel ein und in die rechte das Ergebnis nach Anwendung dieser.

Hinweis: Die Verwendung des Kommutativgesetzes H2, des Distributivgesetzes H3 sowie des Assoziativgesetzes R10a/R10b muss nicht explizit angegeben werden.

Regel	Umformung
-	$a(ac \vee cd \vee a(ba \vee \bar{d})) \vee \bar{e}$

7.6 Wie müssen Sie ein NOR Gatter mit 2 Eingängen beschalten, um es als Inverter für ein einzelnes Eingangssignal zu verwenden?

.....

7.7 Zeichnen Sie den Schaltplan aus NOR Gattern (mit beliebig vielen Eingängen) und Invertiern zur Funktion $y = \overline{(a \vee b)} \vee \overline{\overline{(a \vee c)}} \vee \overline{(a \vee c \vee d)}$.

Hinweis: Als Eingänge stehen nur a, b, c, d zur Verfügung.

7.8 Zeichnen Sie die CMOS-Transistor-Schaltung aus NOR-, NAND- Gattern (mit jeweils beliebig vielen Eingängen) und Invertern zur Funktion $y = \left(\overline{\overline{(a \vee b \vee c)} \wedge \overline{a}} \right)$.

/5

Hinweis: Jeder geklammerte Ausdruck muss *exakt einem* Gatter entsprechen.

Hinweis: Als Eingänge stehen nur a, b, c, d zur Verfügung.

Schaltungsanalyse

Hinweis: Verwenden Sie für die folgenden Aufgaben eine **positive Logik**, d.h. der CMOS-Pegel V_{DD} entspricht einer logischen '1'.

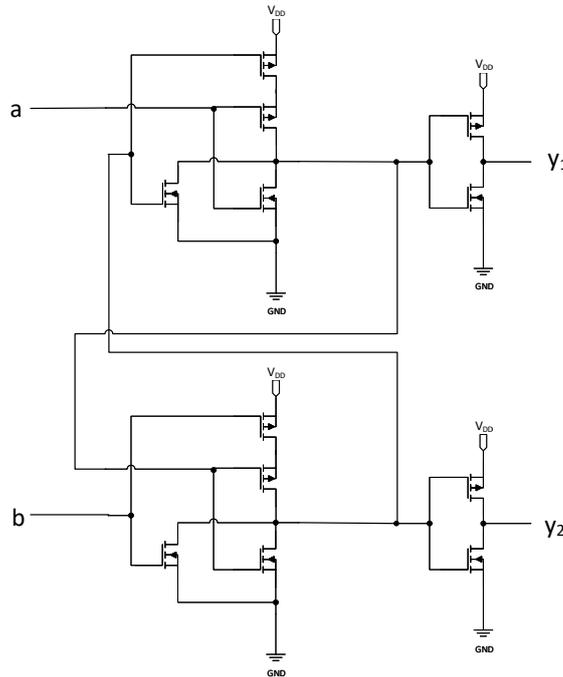


Abbildung 7.2: CMOS-Schaltung

7.9 Geben Sie die Funktionen $y_1 = f(a, b, y_2)$ und $y_2 = f(a, b, y_1)$ zur Schaltung in Abbildung 7.2 an.

/2

Hinweis: Ignorieren Sie dabei die Laufzeiten der Gatter!

.....

.....

.....

.....

7.10 Welche aus der Vorlesung bekannte grundlegende Funktionalität realisiert die Schaltung in Abbildung 7.2? Welche Auswirkung haben die zwei Gatter an den Ausgängen der Schaltung bezüglich dieser Funktionalität?

/2

.....

.....

.....

Aufgabe 8: Automaten

/28

Automatentypen

Folgende Gleichung beschreibt die Ausgabefunktion eines Automaten, wobei A_h^v der Ausgabe, E_g^v der Eingabe und S_k^v dem Zustand entspricht: $A_h^v = \lambda(E_g^v, S_k^v)$

8.1 Welchen Automatentyp beschreibt diese Gleichung? Begründen Sie Ihre Antwort.

/1

.....

8.2 Nennen Sie zwei weitere Automatentypen.

/1

.....

Automatenanalyse

Nun soll ein Automat gemäß der in Tabelle 8.1 gegebenen Ablaufabelle entworfen und realisiert werden.

Zustand	Eingabe	Folgezustand	Ausgabe
S^v	$E^v = X$	S^{v+1}	A^v
Z_0	0	Z_3	00
	1	Z_2	00
Z_1	0	Z_2	11
	1	Z_3	11
Z_2	0	Z_0	01
	1	Z_1	01
Z_3	0	Z_1	10
	1	Z_0	10

Tabelle 8.1: Ablaufabelle

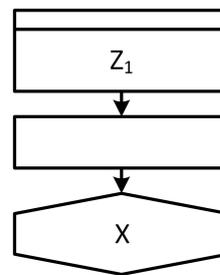
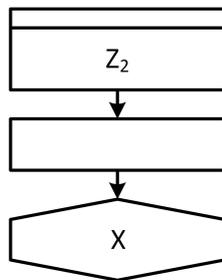
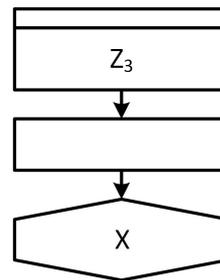
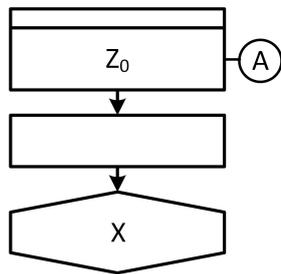
8.3 Um welchen Automatentypen handelt es sich gemäß Tabelle 8.1? Begründen Sie Ihre Aussage.

/1

.....

8.4 Vervollständigen Sie folgendes Ablaufdiagramm entsprechend der gegebenen Ablauf-
 tabelle (Tabelle 8.1). Achten Sie dabei auf eine korrekte **Beschriftung** der eingezeichneten
 Verbindungen.

/9



Realisierung von Automaten mit FlipFlops

8.5 Der Zustandsautomat aus Tabelle 8.2 soll von einem *T-FlipFlop* (mit dem Eingang t_0) für das erste Bit Q_0^v und einem *RS-FlipFlop* (mit den Eingängen s_1 und r_1) für das zweite Bit Q_1^v realisiert werden. Ergänzen Sie in der unvollständigen Ablaufabelle die fehlenden Ansteuerbits für die Eingänge t_0 , s_1 und r_1 der FlipFlops. Verwenden Sie nach Möglichkeit „don't care“-Stellen.

/9

Zustand	Eingabe	Folgezustand	Flipflop-Ansteuerung		
			t_0	s_1	r_1
$S^v = (Q_0^v, Q_1^v)$	$E^v = (E_0, E_1)$	S^{v+1}			
0,0	0,0	1,0			
	0,1	0,1			
	1,0	0,0			
	1,1	0,1			
0,1	0,0	1,0			
	0,1	1,1			
	1,0	0,1			
	1,1	0,0			
1,0	0,0	1,0			
	0,1	1,1			
	1,0	0,0			
	1,1	0,1			
1,1	0,0	0,1			
	0,1	1,0			
	1,0	1,0			
	1,1	1,1			

Tabelle 8.2: Ablaufabelle eines Zustandsautomaten

8.6 Füllen Sie die in Abbildung 8.1 vorgegebenen Symmetriediagramme für t_0 und s_1 auf Basis Ihrer Antwort in Tabelle 8.2 aus. Bestimmen Sie anschließend eine disjunktive minimale Ansteuerfunktion für s_1 .

/7

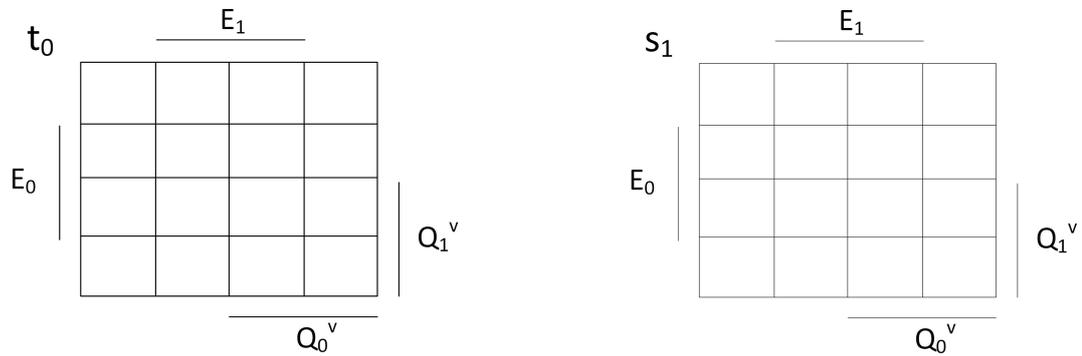


Abbildung 8.1: Symmetriediagramm für s_0

$s_1 =$

Zusatzblatt zu Aufgabe :