Matrikelnummer: Name:

Prüfung

Prof. Dr.-Ing. J. Becker

Digitaltechnik

SS 2005

Institut für Technik der Informationsverarbeitung, Universität Karlsruhe

1 ....
2 ....
3 ....
4 ....
5 ....
6 ....
Σ ....

Klausur

Mi., 14.9.2005
Lösungsblätter

Hinweise zur Klausur

Hilfsmittel

Als Hilfsmittel zur Prüfung sind drei Seiten vorgegebene und zwei Seiten selbst geschriebene Formelsammlung zugelassen. Nicht erlaubt hingegen ist die Verwendung eines Taschenrechners, zusätzliche Unterlagen und jegliche Kommunikation mit anderen Personen.

Prüfungsdauer

Die Prüfungsdauer beträgt 120 Minuten.

Prüfungsunterlagen

Die Prüfungsunterlagen bestehen aus insgesamt 19 Seiten (einschließlich diesem Titelblatt).

Bitte vermerken Sie vor der Bearbeitung der Aufgaben auf jeder Seite oben Ihren Namen, auf der ersten Seite zusätzlich die Matrikelnummer!

Auf jedes zusätzliche Lösungsblatt ist neben dem Namen auch die Aufgaben- und die Seitennummer mit einzutragen. Vermeiden Sie das Beschreiben der Rückseiten.
Am Ende der Prüfung sind die 24 Seiten Aufgaben- und Lösungsblätter und alle verwendeten zusätzlichen Lösungsblätter abzugeben.

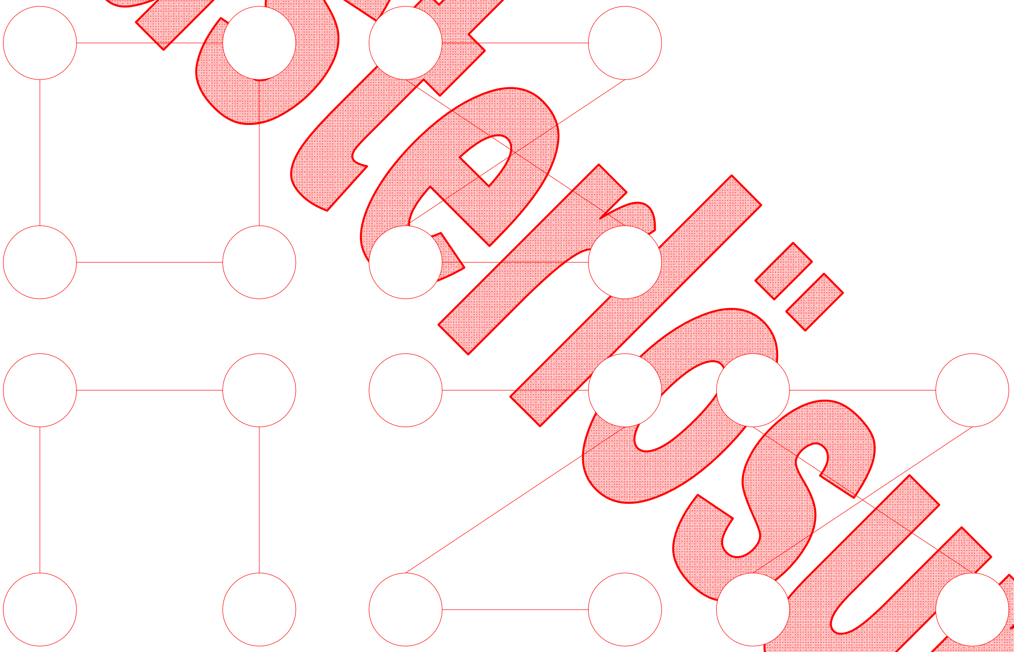
Aufgabe 1 Allgemeines

Aufgabe 1.1 Allgemeine Fragen

Beantworten Sie folgende Fragen:

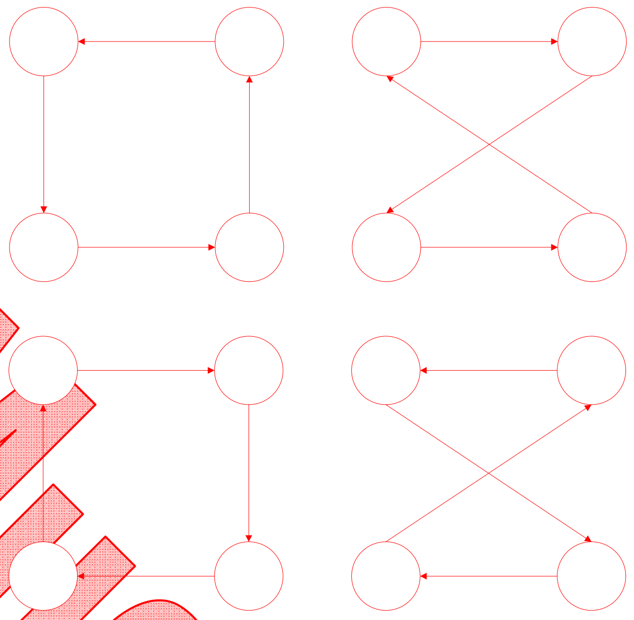
A) Erklären Sie den Begriff „Zusammenhängender Graph“. Geben Sie zusätzlich ein einfaches Beispiel hierfür an, basierend auf einem Graphen mit exakt vier Knoten.

Existiert in einem ungerichteten Graphen eine Folge von Kanten, die die von jedem beliebigen Knoten zu jedem beliebigen anderen Knoten führt, so nennt man den Graph zusammenhängend. Z.B.



B) Beschreiben Sie, worin sich ein „streng zusammenhängender Graph“ von einem „zusammenhängenden Graph“ unterscheidet. Zeichnen Sie auch hierfür ein Beispiel, basierend auf einem Graphen mit exakt vier Knoten.

Ein streng zusammenhängender Graph weist ebenso wie der zusammenhängende Graph die Eigenschaft auf, dass von jedem beliebigen Knoten aus zu jedem beliebigen anderen Knoten eine Kante führt, dies jedoch auf Basis eines gerichteten Graphen. Z.B.



C) Wodurch unterscheidet sich ein Schaltwerk von einem Schaltnetz?

Ein Schaltwerk enthält zusätzlich Register bzw. Flipflops.

D) Worin unterscheidet sich ein Mealy von einem Moore Automat?

Bei einem Moore Automaten hängt die Ausgabe allein vom Zustand ab, bei Mealy Automaten hingegen vom Zustand sowie der Eingabe

E) Bilden Sie das kartesische Produkt AxB auf den Mengen A={a,2,3} und B={b,2,c}.

AxB={(a,b),(a,2)(a,c),(2,b),(2,2),(2,c),(3,b),(3,2),(3,c)}

F) Gilt allgemein die Kommutativität für das Kartesische Produkt, d.h. gilt also die Aussage AxB ≡ BxA für zwei beliebige Mengen A und B? Begründen Sie ihre Aussage

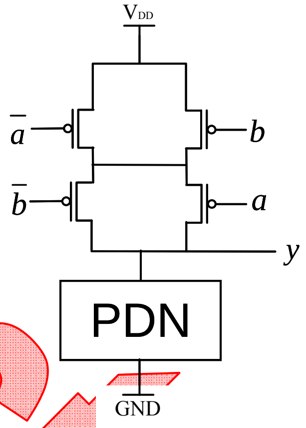
Nein, das Kartesische Produkt ist nicht kommutativ.

Beispiel: A={a}; B={1}

AxB={(a,1)}; BxA={(1,a)}

Da es sich hierbei um geordnete zweier-Tupel handelt ist gezeigt, dass AxB ≠ BxA gilt.

G) In der unten dargestellten Zeichnung sehen Sie das Pull-Up-Netzwerk eines CMOS Komplexgatters für eine positive Logtk. Stellen Sie hierzu die Pull-Up-Funktion F auf. Welche Schaltfunktion wir hiermit realisiert?

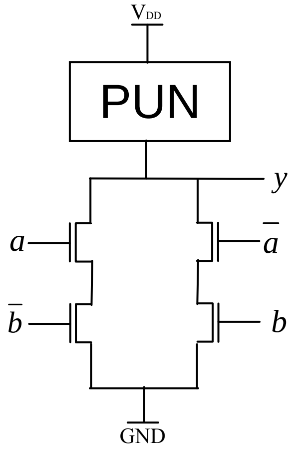


$$F = [a \vee \overline{b}] \wedge [\overline{a} \vee b] = ab \vee \overline{a}\overline{b}$$

Es wir die Schaltfunktion „Äquivalenz“ realisiert.

H) Bestimmen Sie nun die korrespondierende Pull-Down-Funktion G. Zeichnen Sie anschließend das entsprechende Pull-Down-Netzwerk.

$$G = \overline{F} = \overline{[a \vee \overline{b}] \wedge [\overline{a} \vee b]} = \overline{a}b \vee a\overline{b}$$



☐

Aufgabe 2 Boolesche Algebra

A) Erzeugen Sie die DNF des folgenden Ausdrucks.

$$(a \rightarrow (b \neq c))$$

$$(a \rightarrow (b \neq c)) = \bar{a} \vee (\bar{b} \,\&\, c) \vee (b \,\&\, \bar{c})$$

$$= (\bar{a} \,\&\, 1 \,\&\, 1) \vee (1 \,\&\, \bar{b} \,\&\, c) \vee (1 \,\&\, b \,\&\, \bar{c})$$

$$= (\bar{a} \,\&\, (b \vee \bar{b}) \,\&\, (c \vee \bar{c})) \vee ((a \vee \bar{a}) \,\&\, \bar{b} \,\&\, c) \vee ((a \vee \bar{a}) \,\&\, b \,\&\, \bar{c})$$

$$= \bar{a}bc \vee \bar{a}b\bar{c} \vee \bar{a}\bar{b}c \vee \bar{a}\bar{b}\bar{c} \vee a\bar{b}c \vee ab\bar{c}$$

B) Übertragen Sie die ermittelte DNF die das unten abgebildete Symmetriediagramm.

		a	a	
	1	0	1	1
b	1	1	0	1
			c	c

C) Leiten Sie nun aus dem obigen Symmetrie Diagramm die KNF ab.

$$(a \rightarrow (b \neq c)) = (\bar{a} \vee b \vee c) \wedge (\bar{a} \vee \bar{b} \vee \bar{c})$$

D) Folgender Ausdruck soll mittels des Booleschen Entwicklungssatzes in der Reihenfolge b, c, d, a entwickelt werden:

$$f(d,c,b,a) = (a \rightarrow b) \neq (c \rightarrow d)$$

$f(d,c,b,a) = (a \rightarrow b) \neq (c \rightarrow d)$

$= (\bar{a} \vee b) \neq (\bar{c} \vee d) = [\overline{(\bar{a} \vee b)} \wedge (\bar{c} \vee d)] \vee [(\bar{a} \vee b) \wedge \overline{(\bar{c} \vee d)}]$

$= a\bar{b}\bar{c} \vee a\bar{b}d \vee \bar{a}c\bar{d} \vee bc\bar{d}$

Entwicklung nach b:

$f(d,c,1,a) = \bar{a}c\bar{d} \vee c\bar{d} = c\bar{d}$

$f(d,c,0,a) = a\bar{c} \vee ad \vee \bar{a}c\bar{d}$

Entwicklung nach c:

$f(d,1,1,a) = \bar{d};$ $f(d,0,1,a) = 0;$

$f(d,1,0,a) = ad \vee \bar{a}\bar{d};$ $f(d,0,0,a) = a;$

Entwicklung nach d:

$f(1,1,1,a) = 0;$ $f(1,0,1,a) = 0;$

$f(0,1,1,a) = 1;$ $f(1,0,1,a) = 0;$

$f(1,1,0,a) = a;$ $f(1,0,0,a) = a;$

$f(0,1,0,a) = \bar{a};$ $f(0,0,0,a) = a;$

Entwicklung nach a:

$f(1,1,1,1) = 0;$ $f(1,0,1,1) = 0;$

$f(1,1,1,0) = 0;$ $f(1,0,1,0) = 0;$

$f(0,1,1,1) = 1;$ $f(1,0,1,1) = 0;$

$f(0,1,1,0) = 1;$ $f(1,0,1,0) = 0;$

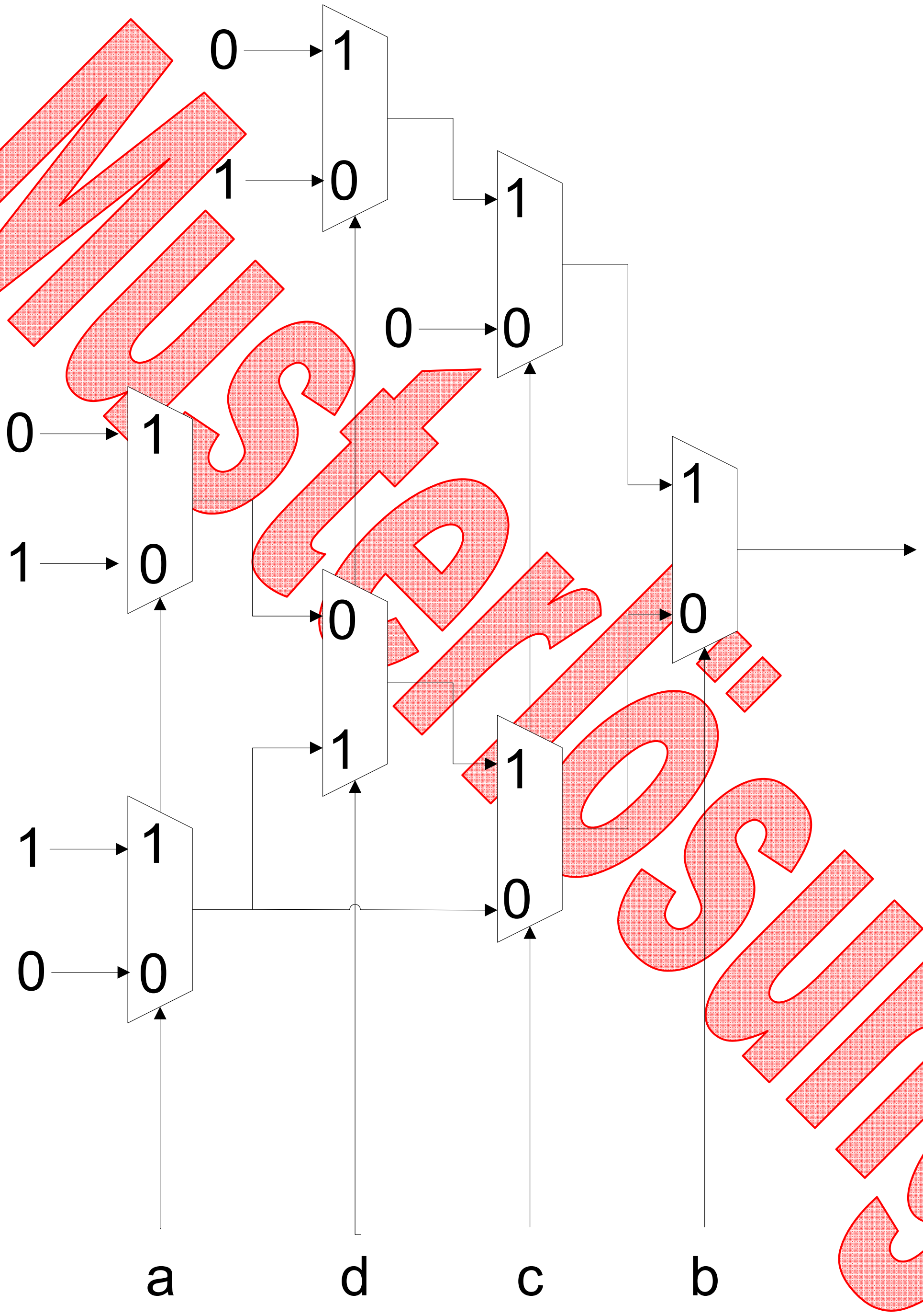
$f(1,1,0,1) = 1;$ $f(1,0,0,1) = 1;$

$f(1,1,0,0) = 0;$ $f(1,0,0,0) = 0;$

$f(0,1,0,1) = 0;$ $f(0,0,0,1) = 1;$

$f(0,1,0,0) = 1;$ $f(0,0,0,0) = 0;$

E) Die entwickelte Funktion aus Teilaufgabe D) soll nun mit 2:1 Multiplexer realisiert werden. Zeichnen Sie hierfür den entsprechenden Strukturausdruck unter der Bedingung, daß möglichst wenig 2:1 Multiplexer eingesetzt werden sollen.



Aufgabe 3 Zahlensysteme

A) Vervollständigen Sie die untere Tabelle, indem Sie die offenen Felder durch Konvertierung ergänzen.

Dezimal	**Hexadezimal**	**Oktal**	**BCD**
111	**6F**	157	0001 0001 0001
73	49	111	0111 0011
143	8F	**217**	0001 0100 0011
521	209	1011	**0101 0010 0001**

B) Wandeln Sie die Zahl $7D5_H$ in das Zahlensystem zur Basis 13. Stellen Sie ihren Lösungsweg ausführlich dar.

Wandeln der Hexadezimalzahl in das Dezimalsystem:

$$7D5_H = 7*16^2 + 13*16^1 + 5*16^0 = 2005_D$$

Wandeln der Dezimalzahl 2005 in das Zahlensystem zur Basis 13

$\frac{11}{13}$	$\frac{154}{13}$	$\frac{2005}{13}$
=	=	=
0	11	154
R	R	R
11	11	3

Ergebnis: $7D5_H = BB3_{13}$

C) Addieren Sie die im Dezimalsystem gegebenen Zahlen 861_D und 977_D im BCD Code. Stellen Sie ihren Lösungsweg – inklusive eventuell notwendiger Korrekturschritte - ausführlich dar.

		BCD Code			Dezimalsystem
		1000	0110	0001	861
		1001	0111	0111	+977
	1				
		0001	1101	1000	
Korrektur wegen:		Übertrag	Pseudotetrade		
	1	0001	1101	1000	
		0110	0110		
		111			
	1	1000	0011	1000	

Ergebnis: 0001 1000 0011 1000

D) Subtrahieren Sie die Zahl 139_D von der Zahl 71_D Führen Sie diese Rechnung im Binärsystem durch und wandeln Sie erst abschließend das Ergebnis in das Dezimalsystem! Stellen Sie ihren Lösungsweg ausführlich dar.

$$71_D = 01000111_B$$

$$139_D = 10001011_B$$

Bilden des Zweierkomplements von 139_D:

$$01110100_B + 1_B = 01110101_B$$

Addieren des Zweierkomplements von 139_D zu 71_D:

$$\begin{array}{ccccccccc} & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ + & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ & & & & & & {\scriptstyle 1} & {\scriptstyle 1} & \\ \hline & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{array}$$

Das Ergebnis ist negativ. Den Betrag des Ergebnisses erhält man durch Bilden des Zweierkomplements des Ergebnisses:

$$\begin{aligned} \left|71_D - 139_D\right| &= 01000011_B + 1_B \\ &= 01000100_B \\ &= 68_D \end{aligned}$$

Das Endergebnis lautet somit -68_D

Aufgabe 4 Minimierung

Aufgabe 4.1 Verfahren nach Nelson

Für eine unvollständig definierte Schaltfunktion ***F*** sei die Menge der Einsstellen (*E*) und die Menge der Freistellen (*F*) in **oktaler** Indizierung wie folgt gegeben. Mit Hilfe des Nelson-Verfahrens sollen nun alle Primimplikanten der Funktion ermittelt werden.

$E=\{7,13,17\}$
$F=\{0,1,14,15\}$

A) Tragen Sie hierzu zunächst die Eins-, Null- und Freistellen in folgendes Symmetriediagramm ein.

		x_1	x_1		
	$-_{0}$	$-_{1}$	0_{5}	0_{4}	
x_2	0_{2}	0_{3}	1_{7}	0_{6}	
x_2	0_{12}	1_{13}	1_{17}	0_{16}	x_4
	0_{10}	0_{11}	$-_{15}$	$-_{14}$	x_4
			x_3	x_3	

B) Bilden Sie die Nullblocküberdeckung τ_0 der Funktion ***F***. Freistellen werden hierzu nicht genutzt! Geben Sie die Komponenten der Terme in folgender Reihenfolge an: x_4, x_3, x_2, x_1

$$\tau_0 = \{(1,0,0,-),(-,-,1,0),(0,0,1,-),(0,1,0,-)\}$$

C) Bilden Sie nun die Einsvervollständigung f^E:

$$f_E = (\overline{x_4} + x_3 + x_2)\cdot(\overline{x_2} + x_1)\cdot(x_4 + x_3 + \overline{x_2})\cdot(x_4 + \overline{x_3} + x_2)$$

D) Distribuieren Sie nun schrittweise den in Teil C) gefundenen Ausdruck aus. Formen Sie dabei geeignet um und streichen Sie alle redundanten Terme bzw. Termanteile. Geben anschließend Sie alle gefundenen Primimplikanten an. Verwendete Umformungsregeln müssen nicht angegeben werden.

$$\begin{aligned}
f_E &= (\overline{x_4} + x_3 + x_2)\cdot(\overline{x_2} + x_1)\cdot(x_4 + x_3 + \overline{x_2})\cdot(x_4 + \overline{x_3} + x_2)\\
&= (\overline{x_4}\,\overline{x_2} + \overline{x_4}x_1 + x_3\overline{x_2} + x_3x_1 + x_2x_1)\cdot(x_4 + x_4\overline{x_3} + x_4x_2 + x_4x_3 + x_3x_2 + x_4\overline{x_2} + \overline{x_3}\,\overline{x_2})\\
&= (\overline{x_4}\,\overline{x_2} + \overline{x_4}x_1 + x_3\overline{x_2} + x_3x_1 + x_2x_1)\cdot(x_4 + x_3x_2 + \overline{x_3}\,\overline{x_2})\\
&= x_4x_3\overline{x_2} + x_4x_3x_1 + x_4x_2x_1 + \overline{x_4}x_3x_2x_1 + x_3x_2x_1 + x_3x_2x_1 + \overline{x_4}\,\overline{x_3}\,\overline{x_2} + \overline{x_4}\,\overline{x_3}\,\overline{x_2}x_1\\
&= \underline{x_4x_3\overline{x_2} + x_4x_3x_1 + x_4x_2x_1 + x_3x_2x_1 + \overline{x_4}\,\overline{x_3}\,\overline{x_2}}
\end{aligned}$$

Aufgabe 4.2 Verfahren nach Petrick

Gegeben sei folgendes Symmetriediagramm der Schaltfunktion ***G***:

		a	a		
	0_{0}	1_{1}	1_{5}	0_{4}	
b	1_{2}	1_{3}	$-_{7}$	0_{6}	
b	1_{12}	0_{13}	1_{17}	1_{16}	d
	0_{10}	1_{11}	1_{15}	0_{14}	d
			c	c	

A) Das Nelson-Verfahren lieferte dabei die in der Tabelle 1 bereits eingetragenen Primterme. Vervollständigen Sie nun die folgende Überdeckungstabelle. Bilden Sie die Kostenfunktionswerte für die Primterme, indem Sie die Variablen *a,c* mit „**1**“, die Variablen *b,d* mit „**2**“ bewerten.

Präsenz-variable		Einsstellen (oktale Indizes)									Kosten
		1	2	3	5	11	12	15	16	17	
p_1	$a\bar{b}$	X			X	X		X			3
p_2	ac				X			X		X	2
p_3	$a\bar{d}$	X		X	X						3
p_4	$\bar{a}b\bar{c}$		X				X				4
p_5	$\bar{a}bd$						X		X		5
p_6	bcd								X	X	5
p_7	$b\bar{c}\bar{d}$		X	X							5

Tabelle 1

B) Ermitteln Sie nun die Kernimplikanten aus Tabelle 1. Nutzen Sie hierfür die Zeilen- und Spaltendominanzen aus. Markieren Sie die Kernimplikanten durch einen Kreis. Streichen Sie alle Zeilen, die von den ermittelten Kernimplikanten bereits vollständig überdeckt werden.

C) Tragen Sie nun die im Aufgabenteil B) ermittelte Resttabelle in die Tabelle 2 ein (ordnen Sie dabei die verbleibenden oktalen Indizes wiederum aufsteigend an).

Präsenz-variable		Einsstellen (oktale Indizes)									Kosten
		2	3	12	16	17					
p_2	ac					X					2
p_3	$a\bar{d}$		X								3
p_4	$\bar{a}b\bar{c}$	X		X							4
p_5	$\bar{a}bd$			X	X						5
p_6	bcd				X	X					5
p_7	$b\overline{cd}$	X	X								5

Tabelle 2

D) Lösen Sie die Resttabelle mittels des Petrickausdrucks. Hierbei sollen die Kosten der Primimplikanten als Entscheidungskriterium genutzt werden, um sich für mögliche Minimallösungen zu entscheiden. Geben Sie die möglichen Lösungen an.

$$PA = (p_4 + p_7)(p_3 + p_7)(p_4 + p_5)(p_5 + p_6)(p_2 + p_6)$$
$$= (p_4 p_3 + p_4 p_7 + p_7 p_3 + p_7)(p_4 p_5 + p_4 p_6 + p_5 p_6 + p_5)(p_2 + p_6)$$
$$= (p_4 p_3 + p_7)(p_4 p_6 + p_5)(p_2 + p_6)$$
$$= p_3 p_4 p_6 + p_2 p_3 p_4 p_5 + p_3 p_4 p_5 p_6 + p_4 p_6 p_7 + p_2 p_5 p_7 + p_5 p_6 p_7$$

Die Auswertung des Petrickausdrucks liefert zwei gleichwertige Minimallösungen:

$p_3 p_4 p_6$

$p_2 p_5 p_7$

E) Geben Sie nun die zur Realisierung benötigten Präsenzvariablen, die Kosten und die DMF der minimierten Funktionen an.

benötigte Präsenzvariablen: p_1, p_3, p_4, p_6 *oder* p_1, p_2, p_5, p_7

Kosten der Realisierung: 15

zugehörige DMF:

$$a\bar{b} + a\bar{d} + \bar{a}b\bar{c} + bcd$$

$$a\bar{b} + ac + \bar{a}bd + b\bar{c}\bar{d}$$

Aufgabe 5 Fehlererkennung & Korrektur

Aufgabe 5.1 Paritätsprüfung

A) Zur Sicherung einer Blockübertragung werden Paritätsbits als Prüfsummen verwendet. Dabei werden immer 8 Bytes als Block gesichert, indem für jedes Byte ein Paritätsbit ermittelt wird und für jede Spalte eines Blockes ein weiteres Paritätsbit ermittelt wird. Tragen Sie dazu die fehlenden Bitstellen für ungerade Parität in die untenstehende Matrix ein.

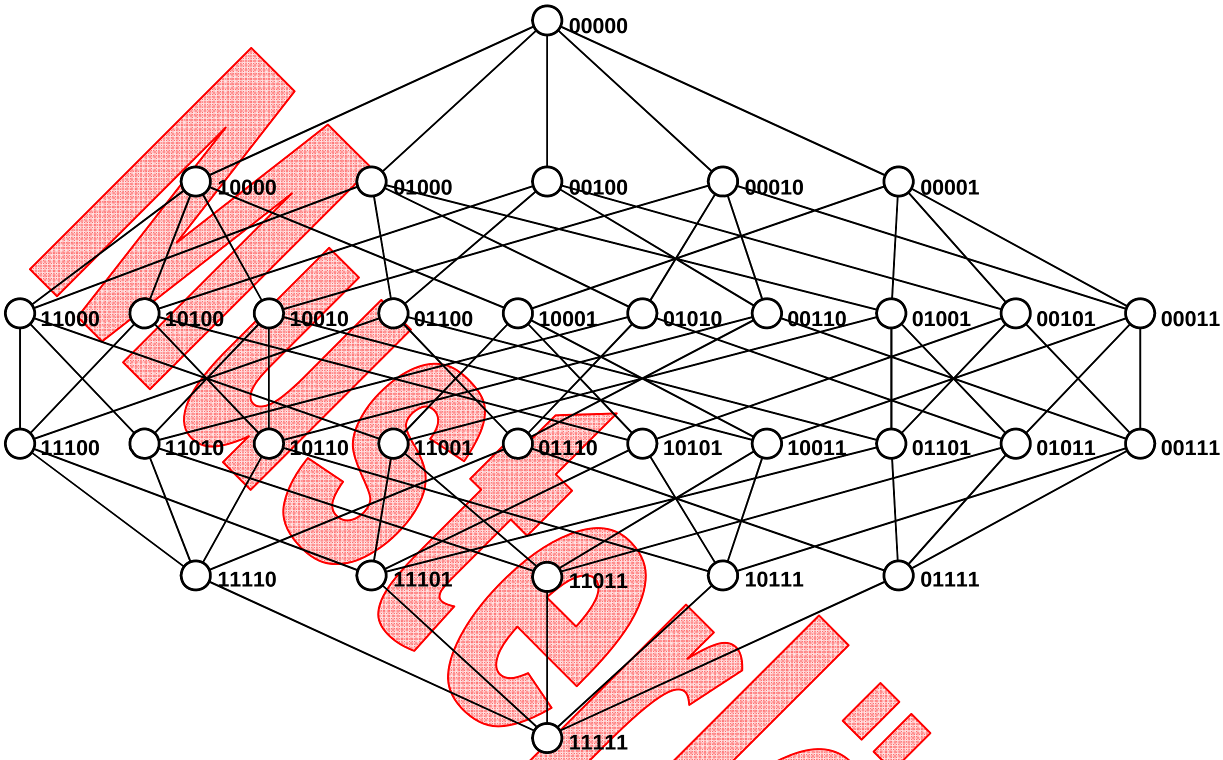
	Bit 0	**Bit 1**	**Bit 2**	**Bit 3**	**Bit 4**	**Bit 5**	**Bit 6**	**Bit 7**	**Parität**
Byte 0	0	0	1	0	1	1	1	0	1
Byte 1	1	1	0	1	0	1	1	0	0
Byte 2	1	1	1	1	0	1	0	1	1
Byte 3	0	0	0	1	1	0	1	1	1
Byte 4	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Byte 5	0	1	0	0	1	0	1	1	1
Byte 6	1	1	1	0	0	1	0	1	0
Byte 7	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Parität	0	0	1	1	1	1	1	1	1

B) Wie viele Bitfehler können bei dieser Blocksicherung maximal korrigiert werden?

Antwort: 1 Fehler korrigierbar

Aufgabe 5.2 Codes

Die folgende Abbildung soll die Nachbarschaftsbeziehungen für einen Code mit fünf Binärstellen darstellen.



A) Welche minimale Hamming-Distanz muss der Code aufweisen, damit bis zu drei Fehler erkannt werden können?

Lösung: $HD_{min} = 4$

B) Mit welchen weiteren Codewörtern könnte unter dieser Voraussetzung das Codewort 11100 kombiniert werden, um zu einem gültigen Code zu gelangen? Geben Sie alle Möglichkeiten an.

Lösung:
11100, 00010
11100, 00001
11100, 00011
11100, 10011
11100, 01011
11100, 00111

D) Es soll nun ein 1-F-korrigierbarer Code zur Sicherung eines drei Bit breiten Codes entworfen werden. Dazu sind drei Prüfbits notwendig. Bestimmen Sie zunächst mit Hilfe der folgenden Tabelle, welche Datenbits x_1, x_2, x_3 durch welche Prüfbits y_1, y_2, y_3 geschützt werden:

lfd. Nr. duale Kennzahl	1 001	2 010	3 011	4 100	5 101	6 110
1. Stelle	y_1		x_1		x_2	
2. Stelle		y_2	x_1			x_3
3. Stelle				y_3	x_2	x_3

E) Basierend auf der Bedingung, dass die Prüfbits die zugehörigen Datenbits auf **gerade** Parität ergänzen, soll nun die nachfolgende Tabelle ausgefüllt werden.

x_3	x_2	x_1	y_3	y_2	y_1
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1
0	1	0	1	0	1
0	1	1	1	1	0
1	0	0	1	1	0
1	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1
1	1	1	0	0	0

Aufgabe 6 Automaten

Aufgabe 6.1 FlipFlops

A) Geben Sie zunächst die Ansteuertabellen für die beiden nachfolgend genannten FlipFlops an.

RS-FlipFlop

q	q’	R	S
0	0	-	0
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	-

JK-FlipFlop

q	q’	J	K
0	0	0	-
0	1	1	-
1	0	-	1
1	1	-	0

Aufgabe 6.2 Zustandsdiagramm

Gegeben ist folgende Ansteuertabelle eines Medwedew-Automaten.

						FF0	FF1
en	cnt	q_0	q_1	q_0’	q_1’	T	T
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	0	0	1	0
0	1	1	1	0	0	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	1	1	0	0
1	1	0	0	0	1	0	1
1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	0	0	1	1

A) Bestimmen Sie anhand der gegebenen Werte in der Ansteuertabelle, welche Art von FlipFlops bei der Realisierung verwendet wurde. Begründen Sie Ihre Antwort! Ergänzen Sie anschließend die Ansteuertabelle für den entsprechenden FlipFlop-Typ.

Antwort: Es wurden T-FlipFlops verwendet. Bei den Übergängen von q0 nach q0’ bzw. von q1 nach q1’ wird der Ansteuereingang jeweils getoggelt.

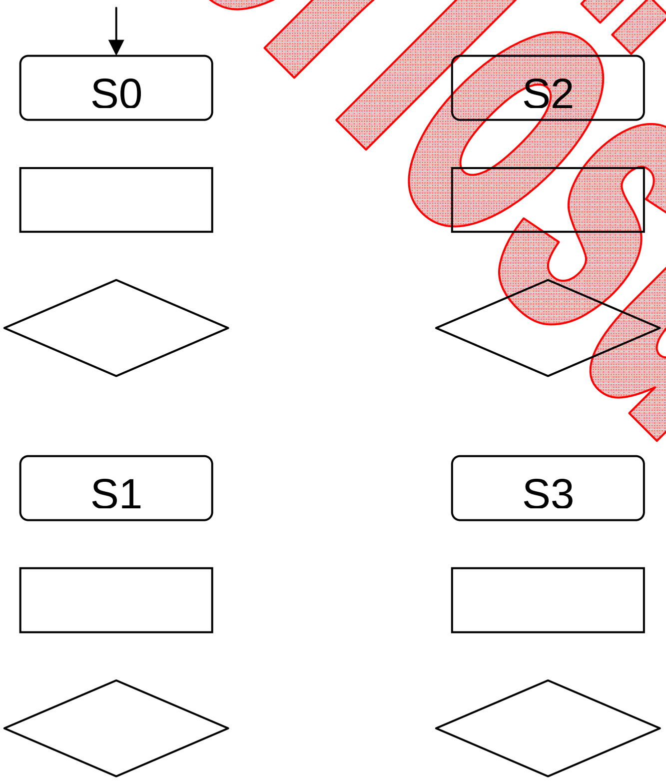
Ansteuertabelle der verwendeten FlipFlops

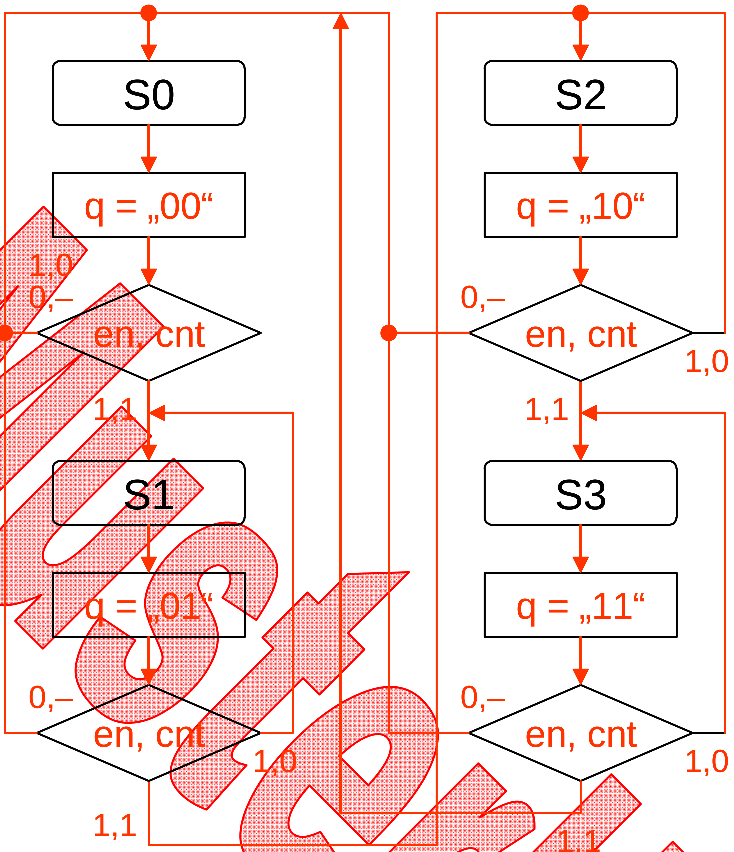
q	q’	T	X	X
0	0	**0**	X	X
0	1	**1**	X	X
1	0	**1**	X	X
1	1	**0**	X	X

B) Wie viele FlipFlops wären zur Realisierung des Automaten nötig, wenn man a) D-FlipFlops oder b) JK-FlipFlops verwendet und die Zustände binär codiert werden? Begründen Sie Ihre Antwort!

Antwort: Bei binärer Codierung werden immer 2 Flipflops benötigt, da φld 4κ = 2

C) Vervollständigen Sie das unten stehende Ablaufdiagramm gemäß der Ansteuertabelle. Beschriften Sie alle wichtigen Elemente mit den entsprechenden Werten und Namen. Beachten Sie, dass „S0“ der Grundzustand des Automaten ist.



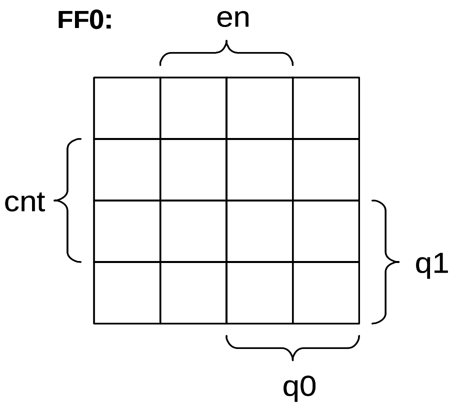


D) Nennen Sie die Eingänge des Automaten und erklären Sie deren Funktion. Ist einer der Eingänge priorisiert?

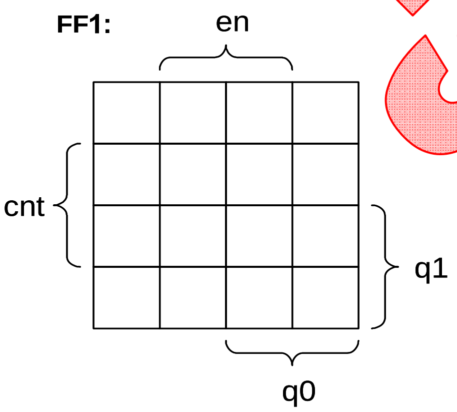
Antwort: En ist der Enable-Eingang, bei 0 wird der Automat in den Grundzustand versetzt. Cnt ist der Count-Eingang, bei 1 zählt der Automat im Binär-Code, bei 0 bleibt er im derzeitigen Zustand. En ist gegenüber Cnt bevorrechtigt.

E) Übertragen Sie die Ansteuerfunktionen in die unten stehenden KV-Diagramme und bilden daraus die jeweilige disjunktive Minimalform. Verfügen Sie evtl. enthaltene Freistellen zu „0“!!

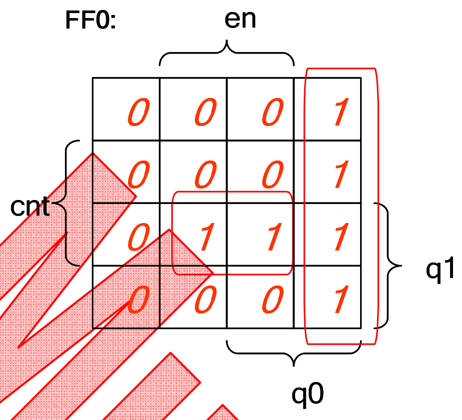
FF0:



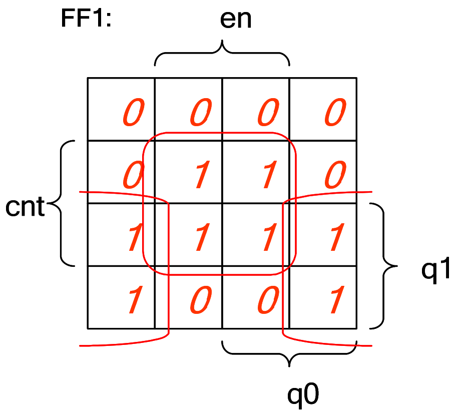
FF1:



Lösung:



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

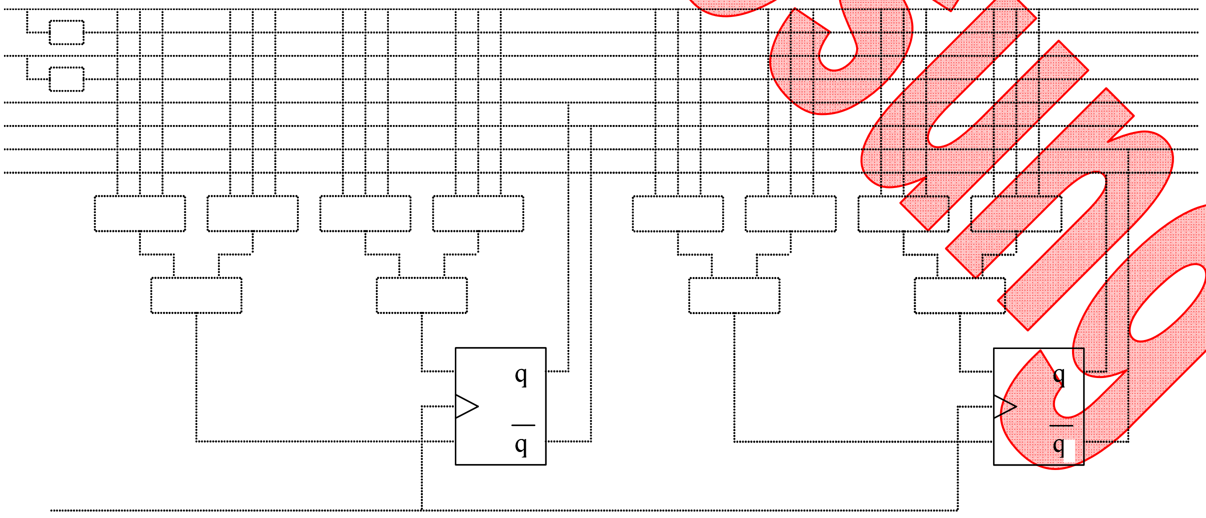


0	0	0	0
0	1	1	0
1	1	1	1
1	0	0	1

FF0: $\left(en \,\&\, cnt \,\&\, \overline{q1}\right) \vee \left(\overline{en} \,\&\, q0\right)$

FF1: $\left(en \,\&\, cnt\right) \vee \left(\overline{en} \,\&\, q1\right)$

F) Zeichnen Sie die schaltungstechnische Realisierung in das unten abgebildete Diagramm ein. Ziehen Sie dazu die vorgegebenen gestrichelten Linien, die Sie verwenden wollen, dick nach, versehen Sie die Kästen mit der gewünschten Funktionalität – achten Sie auch auf die Benennung und den Typ der FlipFlops - und beschriften Sie die von Ihnen verwendeten Signale.



Lösung: