

 Prüfung Prof. Dr.-Ing. J. Becker Digitalechnik WS 2008/2009 Institut für Technik der Informationsverarbeitung, Universität Karlsruhe	1 2 3 4 5 6 7 8 Σ
Klausur Mo., 02.03.2009 Lösungsblätter	

Hinweise zur Klausur

Hilfsmittel

Als Hilfsmittel zur Prüfung sind vier Seiten vorgegebene und **ein DIN A4 Blatt** selbst geschriebene Formelsammlung zugelassen. Nicht erlaubt hingegen sind die Verwendung eines Taschenrechners, zusätzliche Unterlagen und jegliche Kommunikation mit anderen Personen.

Prüfungsdauer

Die Prüfungsdauer beträgt 120 Minuten.

Prüfungsunterlagen

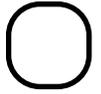
Die Prüfungsunterlagen bestehen aus insgesamt 27 Seiten Aufgabenblättern (einschließlich diesem Titelblatt und zusätzlicher Lösungsblätter).

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 27 Seiten Aufgaben- und Lösungsblätter und alle verwendeten zusätzlichen Lösungsblätter abzugeben.

Verwenden Sie zum Bearbeiten der Aufgaben lediglich dokumentenechte Schreibgeräte – keinen Bleistift sowie Rotstifte!



Aufgabe 1 Allgemeines

Aufgabe 1.1 Allgemeine Fragen

Beantworten Sie folgende Fragen:

A) Nennen Sie den Unterschied zwischen PLA, PAL und ROM Bausteinen bezüglich ihrer Programmierung.

B) Nennen Sie mindestens 2 Basissysteme mit nur einem einzigen Operanden.

C) Zwei Bitvektoren mit einer Länge von 32 Bit sollen in Hardware addiert. Welche Logiktiefe weist ein entsprechender Ripple-Carry Addierer mindestens auf? Welche Logiktiefe weist ein entsprechender Carry-Look-Ahead mindestens auf?

D) Was wird durch die Entropie einer Quelle beschrieben und in welcher Einheit wird diese angegeben?

E) Folgendes Relaisschaltnetz ist in Abbildung 1-1 gegeben:

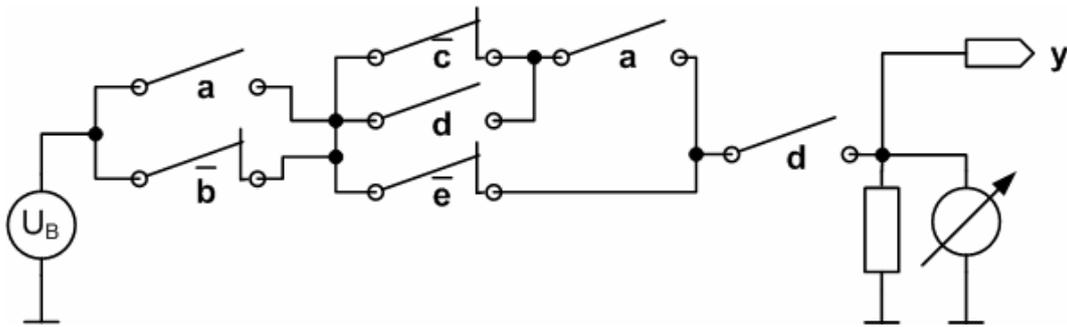
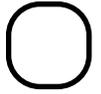


Abbildung 1-1: Relaisschaltnetz

Geben Sie den entsprechenden schaltalgebraischen Ausdruck an und vereinfachen Sie diesen so weit wie möglich.

$y =$

F) Geben Sie die durchschnittliche Anzahl von Einstellen pro Codewort an, wenn alle Datenworte mit dem 2 aus 5 Code kodiert wurden. Begründen Sie Ihre Antwort.



Aufgabe 2 Mengen & Relationen

Aufgabe 2.1 Allgemein: Mengen, Graphen, Relationen

A) Kann eine Menge mehrere gleiche Elemente enthalten? Begründen Sie Ihre Antwort oder geben Sie ein Gegenbeispiel.

B) Kann eine Menge stets durch Auflistung aller ihrer Elemente vollständig beschrieben werden? Begründen Sie Ihre Antwort oder geben Sie ein Gegenbeispiel.

C) S und T seien disjunkte Mengen. Sind deren Potenzmengen $P(S)$ und $P(T)$ ebenfalls disjunkt? Begründen Sie Ihre Antwort oder geben Sie ein Gegenbeispiel.

Aufgabe 2.2 Relationen

A) Geben Sie die definierenden Eigenschaften folgender Relationen an:

Äquivalenzrelation:

Verträglichkeitsrelation:

Ordnungsrelation:

B) Ordnen Sie folgenden Relationen die entsprechenden Relationstypen **Äquivalenzrelation**, **Verträglichkeitsrelation** und/oder **Ordnungsrelation** zu:

Gleichheit ($a = b$):

KleinerGleich ($a \leq b$):

($a \alpha b$) genau dann wenn $|a - b| \leq 5$:

Aufgabe 2.3 Graphen

A) Wann heißen zwei Graphen G und H isomorph? Geben Sie eine formale Definition!

Gegeben sei folgender Graph:

$$V = \{1, 2, 3, 4\} \quad ; \quad E = \{a, b, c, d, e\}$$

$$\Phi(a) = (1,4) \quad ; \quad \Phi(b) = (4,1) \quad ; \quad \Phi(c) = (2,4) \quad ; \quad \Phi(d) = (1,2) \quad ; \quad \Phi(e) = (2,4)$$

B) Zeichnen Sie eine graphische Darstellung des Graphen.

C) Ist der Graph planar? Begründen Sie Ihre Aussage.

D) Lässt sich der Graph in Abbildung 2-1 **durch Weglassen von Kanten** in einen Baum transformieren? Begründen Sie ihre Aussage und geben Sie ggf. die zu streichenden Kanten an.

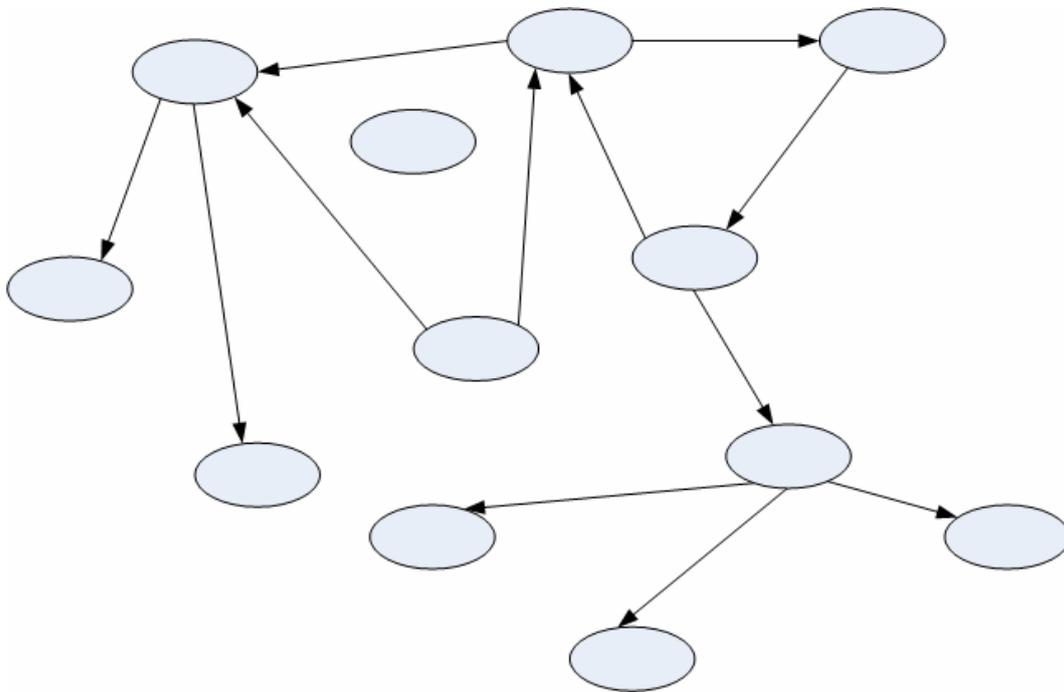
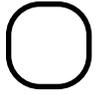


Abbildung 2-1: Graph



Aufgabe 3 Boolesche Algebra

Aufgabe 3.1 Entwicklungssatz

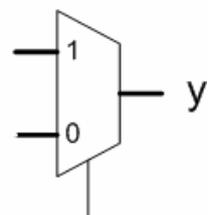
- A) Die gegebene Schaltfunktion $y = f(d,c,b,a)$ soll mit Hilfe von 2:1 Multiplexern realisiert werden. Entwickeln Sie dazu die Schaltfunktionen nach sämtlichen Variablen mit Hilfe des Entwicklungssatzes. Entwickeln Sie zuerst nach ‚a‘, danach nach ‚b‘ und ‚c‘. **Geben Sie sämtliche Teilergebnisse in der Form $f(d,c,b,a)$ an!**

$$y = f(d, c, b, a) = dcba + dc\bar{a} + d\bar{c}ba + d\bar{c}\bar{b}a + \bar{d}\bar{c}\bar{b} + \bar{d}c\bar{b}a$$

Matrikelnummer:

Name:

B) Zeichnen Sie das resultierende dreistufige Multiplexerschaltnetz.



Aufgabe 3.2 Multiplexer-Realisierung

Gegeben sei das in nachfolgender Abbildung gezeigte Multiplexerschaltnetz.

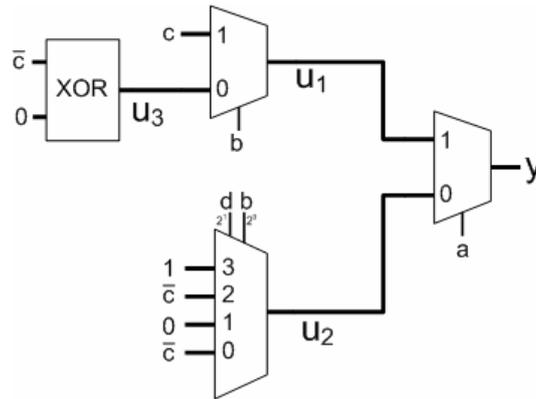


Abbildung 3-1: Multiplexerschaltnetz

- A) Ermitteln Sie daraus den booleschen Ausdruck für die Funktion $y(a,b,c,d)$ in **disjunktiver** Form (Achten Sie auf Nachvollziehbarkeit Ihres Ergebnisses!).

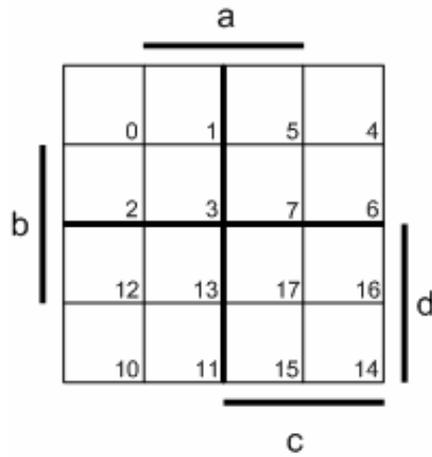


$y =$

Matrikelnummer:

Name:

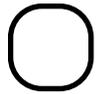
- B) Tragen Sie die Eins- und die Nullstellenmenge, die dem in Teilaufgabe A gefundenen booleschen Ausdruck entspricht in das unten gegebene S-Diagramm ein.



- C) Bestimmen Sie mit Hilfe des obigen Diagramms die konjunktive Minimalform (KMF) der Funktion $y(a,b,c,d)$.

KMF =

Aufgabe 4 Polyadische Zahlensysteme und Codierung



Aufgabe 4.1 Konvertierung

Vervollständigen Sie die Tabelle 1, indem Sie die offenen Felder durch Konvertierung ergänzen.



Dezimal	Binär	Hexadezimal	BCD
			0100 0010 0110 _{BCD}
	111011 _B		

Tabelle 1

Aufgabe 4.2 Zahlenkodierung

Ein piffiger Student kodiert seine numerischen Zugangscodes mit Hilfe von Spielkarten. Diese werden in Päckchen sortiert, wobei in einzelnes Päckchen jeweils eine Dezimalzahl repräsentiert.

Die Kartenfarben (Herz, Karo, Kreuz, Pik) bilden die Basis seines polyadischen Zahlensystems. Die Position der Karte innerhalb des Päckchens stellt die Wertigkeit der jeweiligen Karte dar. Die unterste Karte im Päckchen besitzt die geringste Wertigkeit. Die Kartenwerte (Ass, König, Dame, Bube, 10, 9, ...) werden nicht betrachtet.

A) Welchen Informationsgehalt besitzt eine einzelne Spielkarte?



B) Wie viele verschiedene Werte können mit 5 Spielkarten dargestellt werden?



C) Folgende Kodierung von Dezimalzahlen ist gegeben:

$$4_D = (\text{Karo, Herz})_{\text{Karten-System}}$$

$$6_D = (\text{Karo, Kreuz})_{\text{Karten-System}}$$

$$5_D = (\text{Karo, Karo})_{\text{Karten-System}}$$

$$7_D = (\text{Karo, Pik})_{\text{Karten-System}}$$



Geben Sie nun den Dezimalwert für folgende Kodierungen an:

$$(\text{Herz})_{\text{Karten-System}} =$$

$$(\text{Kreuz})_{\text{Karten-System}} =$$

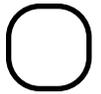
$$(\text{Karo})_{\text{Karten-System}} =$$

$$(\text{Pik})_{\text{Karten-System}} =$$

D) Wandeln Sie die im Dezimalsystem gegebenen Zahlen 135_D und 050_D in das „KartenSystem“ um.

Aufgabe 4.3 BCD

Addieren Sie die im Dezimalsystem gegebenen Zahlen 7489_D und 6573_D im BCD Code. Stellen Sie ihren Lösungsweg – inklusive aller notwendiger Korrekturschritte - ausführlich dar.



Aufgabe 5 Minimierung

Aufgabe 5.1 Verfahren nach Nelson

Gegeben sei eine **vollständige** Schaltfunktion $y=f(e,d,c,b,a)$ mit der folgenden Einstellenmenge (E) in **oktaler** Indizierung.

$$E = \{1, 3, 7, 6, 20, 24, 25, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37\}$$

A) Geben Sie die Nullstellenmenge (N) und die Menge der Freistellen (F) in **oktaler** Indizierung an.

B) Ergänzen Sie nun das in Abbildung 2 gegebene Symmetriediagramm um alle fehlenden Eins-, Null- und Freistellen.

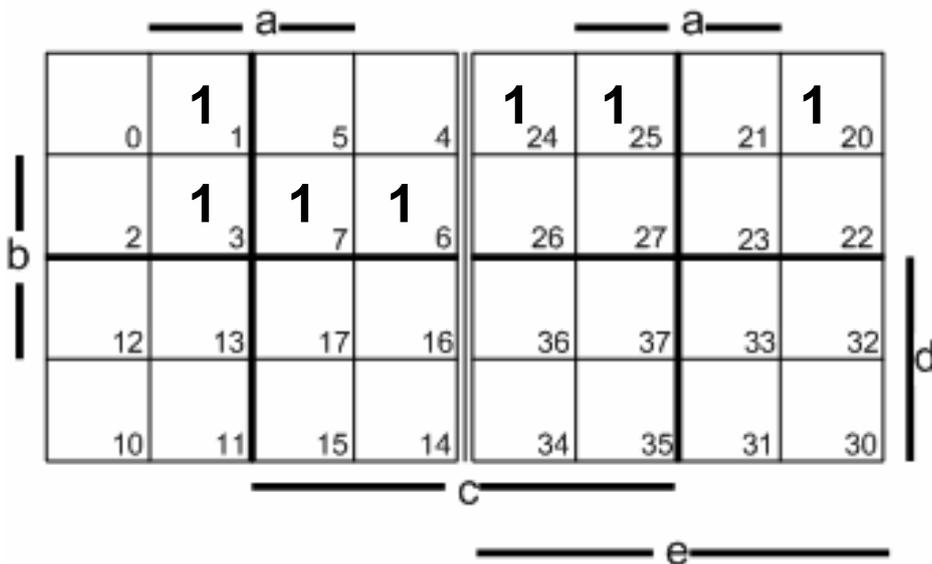


Abbildung 2

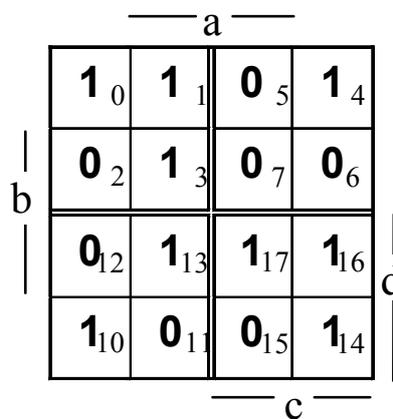
C) Ermitteln Sie nun die vollständige Einsblocküberdeckung τ_1 **aller** Prim-Einsblöcke der Schaltfunktion $f(e,d,c,b,a)$.

$$\tau_1 (\quad) =$$

D) Geben Sie nun alle Primterme an, die den in Teilaufgabe C) gefundenen Primblöcken entsprechen.

Aufgabe 5.2 Verfahren nach Petrick

Gegeben sei folgendes Symmetriediagramm der Schaltfunktion G :



A) Das Nelson-Verfahren lieferte dabei die in der Tabelle 2 bereits eingetragenen Primterme. Vervollständigen Sie nun die folgende Überdeckungstabelle. Bilden Sie die Kostenfunktionswerte für gegebene Primterme, indem Sie negierte Variablen jeweils mit Kosten von „1“ belegen. Die nicht negierte Variable a wird mit „0,5“, b mit „3“ und die Variablen c und d jeweils mit „2“ gewichtet.

Präsenzvariablen	Primterme	Einstellen (oktale Indizes)									Kosten
		0	1	3	4	10	13	14	16	17	
p ₁	\overline{ba}										
p ₂	\overline{cba}										
p ₃	\overline{dba}										
p ₄	\overline{dca}										
p ₅	\overline{dcb}										
p ₆	\overline{dca}										
p ₇	\overline{dcb}										

Tabelle 2

B) Ermitteln Sie nun die Kernimplikanten aus Tabelle 2, indem Sie zunächst die **Zeilendominanzen** ausnutzen. 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 3 ein (ordnen Sie dabei die verbleibenden oktalen Indizes wiederum aufsteigend an).

Präsenz-variablen	Prim-terme	Einstellen (oktale Indizes)							Kosten

Tabelle 3

D) Bestimmen Sie die aus Tabelle 3 resultierende Petrick-Funktion und geben Sie diese in disjunktiver Form an. Welche Terme gehen in die kostenminimale Gesamtlösung ein? Begründen Sie Ihre Antwort!

E) Welche Kosten entstehen bei der von Ihnen ermittelten Gesamtrealisierung? Geben Sie die somit benötigten Präsenzvariablen p_n und die zugehörige DMF an.

benötigte Präsenzvariablen: _____

Kosten der Realisierung : _____

zugehörige DMF: _____

Aufgabe 6 Optimale Codes

Zur Optimierung einer Aufzugssteuerung sollen Daten über die Fahrziele der Aufzugskabine aufgezeichnet werden. Über die Steuerelektronik lassen sich die Fahrziele in einem Speicher im Steuerrechner ablegen. Dieser Speicher wurde möglichst klein gewählt um Produktionskosten zu senken. In Tabelle 4 ist die Anzahl der Fahrziele während eines Jahres zusammengefaßt.

Im Speicher des Steuerrechners stehen 251 Byte zum Speichern der Fahrdaten zur Verfügung. Über die Auswertung der Tabelle 4 soll eine optimale Codierung entwickelt werden, die minimalen Speicherplatz belegt.

Etage	Anzahl der Fahrten zur Etage (x 1000)	Ermittelte Codierung
8. OG	40	
7. OG	60	
6. OG	30	
5. OG	100	
4. OG	20	
3. OG	140	
2. OG	200	
1. OG	35	
EG	270	
U 1	34	
U 2	10	

Tabelle 4

A) Bestimmen Sie die hierfür notwendige Codierung und tragen Sie diese in Tabelle 1 ein.

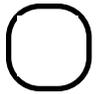
Hinweise:

- Sortieren Sie die Liste der Auftrittshäufigkeiten abfallend von links nach rechts. Falls Ereignisse dieselbe Auftrittshäufigkeit haben, sortieren Sie diese nach Etage von oben nach unten.
- Weisen Sie den linken Ästen des entstehenden Baumes die „0“ zu, den rechten Ästen die „1“.
- Verwenden Sie die Partitionierungskonvention aus der Digitaltechnikvorlesung.

B) Welche Eigenschaft der Shannon Codierung erlaubt die eindeutige Decodierung eines Shannon Codes?

C) Geben Sie die Formel zur Berechnung der mittleren Codewortlänge für die Codierung an. Berechnen Sie anschließend diesen Wert. Ergebnis bitte als Bruch angeben.

D) Welche Anzahl an Aufzugsfahrten kann im Mittel im Speicher abgelegt werden, bevor dieser voll ist?



Aufgabe 7 Automaten

Aufgabe 7.1 Technische Realisierung eines Automaten

Gegeben sei das folgende Ablaufdiagramm für einen Sequenzdetektor zur Analyse sequentieller Bitfolgen.

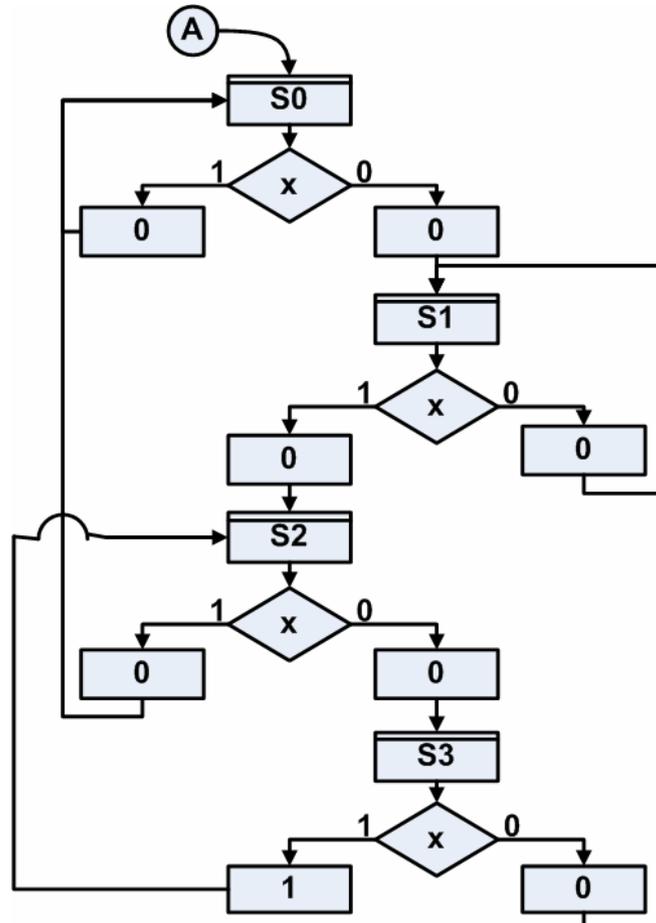


Abbildung 3

- A) Welchem Automatentyp entspricht das oben gegebene Ablaufdiagramm? Begründen Sie Ihre Antwort.



B) Welche beiden anderen Automatentypen gibt es? Kann durch diese Typen der oben in der Abbildung gegebene Automat auch dargestellt werden? Begründen Sie Ihre Antwort!

C) Der gegebene Automat soll durch ein Schaltwerk mit JK-Flipflops und „dualer“ Zustandskodierung ($S_0=00_b$, $S_1=01_b$, $S_2=10_b$, $S_3=11_b$) realisiert werden. Vervollständigen Sie dazu nachfolgende Ablauf-tabelle (die Spalte $JK_{0,defekt}^t$ wird für Teilaufgabe D verwendet).

	Q		x^t	Q^{t+1}		JK^t				$JK_{0,defekt}^t$ (Aufgabe 4D)		Y^t
	Q_1	Q_0	x	Q_1	Q_0	J_1	K_1	J_0	K_0	$J_{0,def}$	$K_{0,def}$	Y
S0			0									
			1									
S1			0									
			1									
S2			0									
			1									
S3			0									
			1									

Tabelle 5

D) Durch einen Produktionsfehler sind beide Eingänge J_0 und K_0 des JK-Flipflops JK_0 kurzgeschlossen. Kann der gegebene Automat trotzdem realisiert werden? Begründen Sie Ihre Antwort!

Falls möglich vervollständigen Sie die Spalte $JK_{0,defekt}^t$ der oben gegebenen Tabelle, ansonsten markieren Sie die entsprechenden Felder mit einem „X“.

E) Geben Sie für die unbeschädigten JK-FlipFlops die jeweiligen Ansteuerfunktionen sowie die Ausgangsfunktion Y an und minimieren Sie diese. Geben Sie die resultierenden algebraischen Ausdrücke an.

K_0

	x			
	0	1	5	4
Q_0	2	3	7	6
	Q_1			

J_0

	x			
	0	1	5	4
Q_0	2	3	7	6
	Q_1			

K_1

	x			
	0	1	5	4
Q_0	2	3	7	6
	Q_1			

J_1

	x			
	0	1	5	4
Q_0	2	3	7	6
	Q_1			

Y

	x			
	0	1	5	4
Q_0	2	3	7	6
	Q_1			

$K_0 =$ _____

$J_0 =$ _____

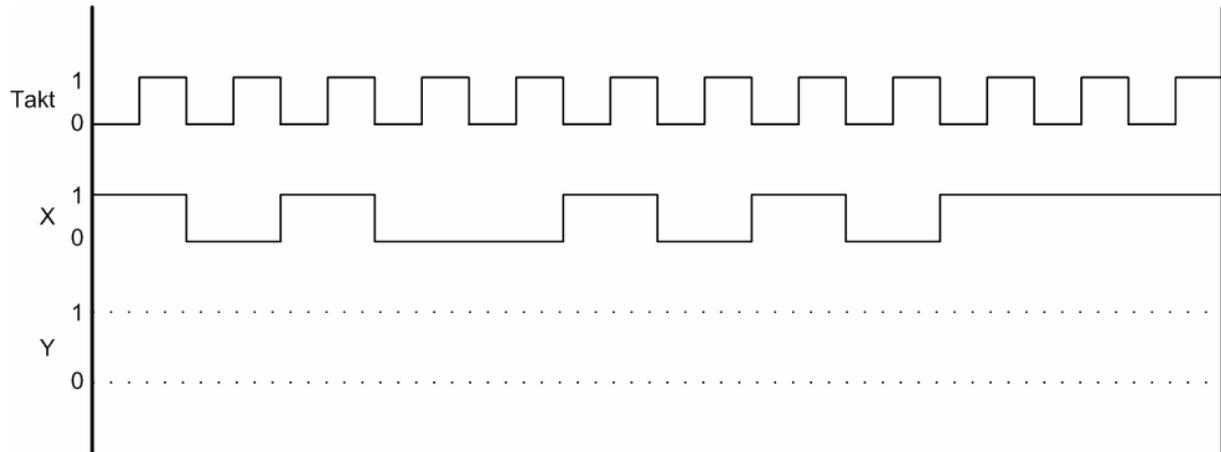
$K_1 =$ _____

$J_1 =$ _____

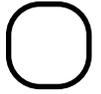
Y = _____

Aufgabe 7.2 Analyse eines Automaten

- A) Der in Aufgabe 7.1 gegebene Automat (siehe Abbildung 3) sei zu Beginn im Zustand S_0 . Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Ausgangsvariablen Y in das unten gegebene Impulsdiagramm ein. Alle FlipFlops seien vorderflankengesteuert.

**Abbildung 4**

- B) Welchen Zustand erreicht der Automat am Ende der gegebenen Impulsfolge?
- C) Der Automat gibt nur nach Erkennen einer bestimmten Bitfolge x eine Ausgabevariable $Y=1$ aus (siehe auch Abbildung 3). Welche spezielle Bitfolge wird mit dem gegebenen Automaten detektiert? (Hinweis: Überlegen Sie aus wie vielen Bits diese Folge besteht)



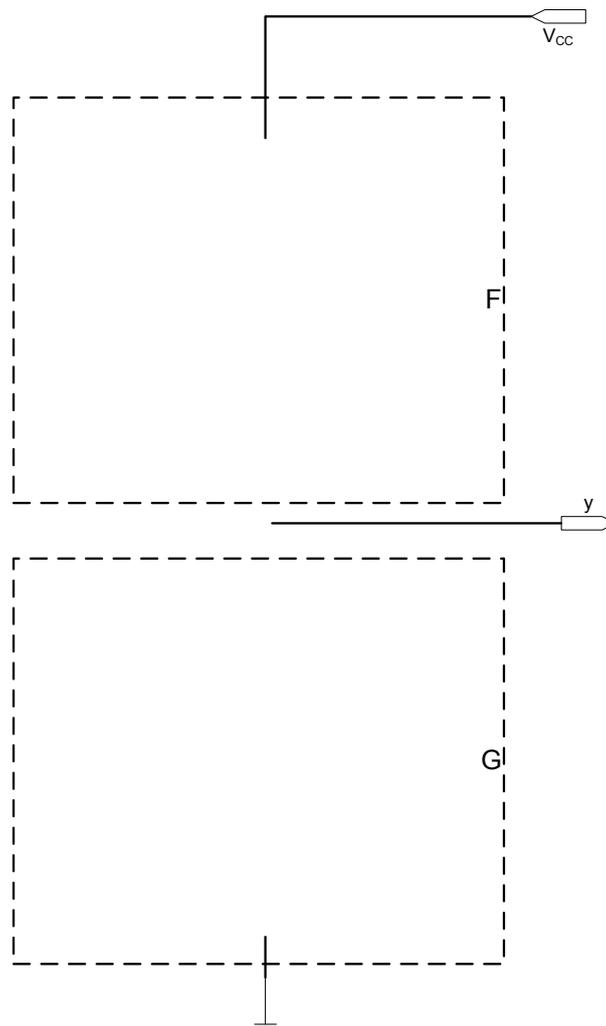
Aufgabe 8 CMOS-Schaltnetze

Gegeben sei die Funktion $y(a,b) = (a \oplus b)$. Diese soll als CMOS Schaltnetz realisiert werden.

- A) Bestimmen Sie sowohl die minimale pull-up Funktion F als auch die minimale pull-down Funktion G wenn für das Pull-Up Netz pMOS Bausteine zum Einsatz kommen und für das Pull-Down Netz nMOS Bausteine.



- B) Zeichnen Sie die Funktion y in CMOS Realisierung. Ergänzen Sie dazu das unten gegebene Schaubild. Verwenden pMOS Bausteine für das Pull-Up Netz und nMOS für das Pull-Down Netz.



Gegeben sei nun folgendes CMOS Schaltnetz (Abbildung 5) mit Ausgang y_2

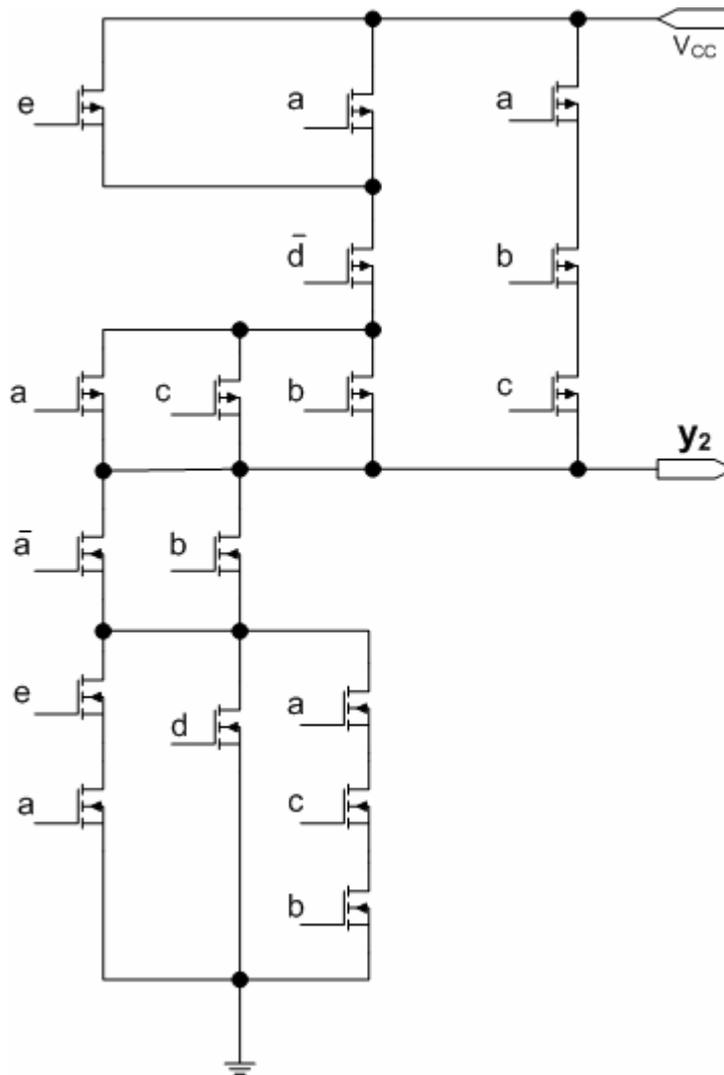


Abbildung 5

- C) Geben Sie die Pull-Up Funktion F und die Pull-Down Funktion G für das in Abbildung 5 gegebene Schaltnetz an.

Matrikelnummer:

Name:

D) Überprüfen Sie die Schaltung auf Kurzschlüsse. Zeigen Sie daß keine Kurzschlüsse auftreten können, oder geben Sie die Eingangsbelegungen an bei denen ein Kurzschluß auftritt. Begründen Sie Ihre Antwort!

E) Ist die Schaltung in Abbildung 5 wohldefiniert? Begründen Sie Ihre Antwort!

Matrikelnummer:

Name:

Zusätzliches Lösungsblatt 1:

Matrikelnummer:

Name:

Zusätzliches Lösungsblatt 2:

Formelblatt Digitaltechnik

Huntingtonschen Axiome für alle $a, b, l, O \in K ; \bar{\bar{a}} = a \in K$

Abgeschlossenheit:	(H1) $a \top b \in K$	$a \perp b \in K$
Kommutativgesetz:	(H2) $a \top b = b \top a$	$a \perp b = b \perp a$
Distributivgesetz:	(H3) $(a \top b) \perp c = (a \perp c) \top (b \perp c)$	$(a \perp b) \top c = (a \top c) \perp (b \top c)$
Neutrales Element:	(H4) $1 \top a = a$	$0 \perp a = a$
Komplement:	(H5) $a \top \bar{a} = 1$	$a \perp \bar{a} = 0$

Abgeleitete Regeln

R1a:	$\bar{0} = 1$	R1b:	$\bar{1} = 0$
R2a:	$0 \vee 0 = 0$	R2b:	$1 \& 1 = 1$
R3a:	$1 \vee 1 = 1$	R3b:	$0 \& 0 = 0$
R4a:	$1 \vee 0 = 1$	R4b:	$1 \& 0 = 0$
R5a:	$a \vee 0 = a$	R5b:	$a \& 0 = 0$
R6a:	$a \vee 1 = 1$	R6b:	$a \& 1 = a$
R7a:	$a \vee a = a$	R7b:	$a \& a = a$
R8a:	$a \vee \bar{a} = 1$	R8b:	$a \& \bar{a} = 0$
R9:	$\overline{\overline{a}} = a$		

Assoziative Gesetze:	R10a: $(a \vee b) \vee c = a \vee (b \vee c) = a \vee b \vee c$		
	R10b: $(a \& b) \& c = a \& (b \& c) = a \& b \& c$		
Absorptionsgesetze:	R11a: $(a \vee b) \& a = a$	R11b: $(a \& b) \vee a = a$	
De Morgan:	R12a: $\overline{(a \vee b)} = \bar{a} \& \bar{b}$	R12b: $\overline{(a \& b)} = \bar{a} \vee \bar{b}$	

Umwandlung DNF \leftrightarrow KNF

$$\begin{aligned} OR(AND(l_i)) &\xleftarrow{R9} OR(AND(\bar{l}_i)) \xleftarrow{R12a} OR(OR(\bar{l}_i)) \xleftarrow{R12b} \overline{AND(OR(\bar{l}_i))} \xleftarrow{H3} \overline{AND(OR(\bar{l}_i))} \\ \overline{AND(OR(\bar{l}_i))} &\xleftarrow{R12a} AND(AND(\bar{l}_i)) \xleftarrow{R12b} AND(OR(\bar{l}_i)) \xleftarrow{R9} AND(OR(l_k)) \end{aligned}$$

Weitere Funktionen

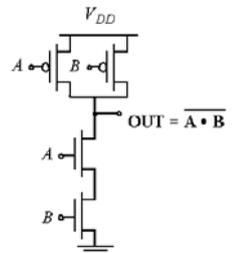
Implikation	$a \rightarrow b = \bar{a} + b$
Äquivalenz	$a \equiv b = a \cdot b + \bar{a} \cdot \bar{b}$
Inklusion	$f \leq g \Rightarrow f \cdot \bar{g} = 0$
Transitivität der Inklusion	$(f \leq g) \cdot (g \leq h) \Rightarrow f \leq h$
Tautologie	$f = g \Leftrightarrow f \equiv g = 1$
	$f \leq g \Leftrightarrow \bar{f} + g = 1$
XOR-Regeln	$x \oplus y = \bar{x} \cdot y + x \cdot \bar{y}$
	$x + y = x \cdot y \oplus x \oplus y$
	$x \cdot (y \oplus z) = x \cdot y \oplus x \cdot z$
	$\bar{\bar{x}} = x \oplus 1$
	$x \oplus x = 0$
	$x \oplus 0 = x$
Multiplexor	$f = x \cdot a + \bar{x} \cdot b$

Entwicklungssatz

Boolescher Entwicklungssatz	$f = x \cdot f_x + \bar{x} \cdot f_{\bar{x}}$
Dualer Entwicklungssatz	$f = (\bar{x} + f_x) \cdot (x + f_{\bar{x}})$

CMOS Schaltungen

CMOS (wohl definiert)	$v_1 = \bar{v}_0$
CMOS (kein Kurzschluss)	$v_1 \cdot v_0 = 0$
CMOS (Vollständigkeit)	$v_1 + v_0 = 1$



Addierer

Halbaddierer	$s_i = a_i \oplus b_i$
	$c_{i+1} = a_i \cdot b_i$
Volladdierer	$s_i = a_i \oplus b_i \oplus c_i$
	$c_{i+1} = a_i \cdot b_i + (a_i \oplus b_i) \cdot c_i$
Carry-Look-ahead	$c_{i+1} = g_i + p_i \cdot c_i$
Generate	$g_i = a_i \cdot b_i$
Propagate	$p_i = a_i \oplus b_i$

Informationsgehalt

Informationsgehalt H_e eines Zeichens:	$H_e = \text{ld} \frac{1}{p}$
Informationsgehalt H einer Quelle:	$H = \sum_{i=1}^N p(i) \cdot \text{ld} \frac{1}{p(i)}$
mit der Auftrittswahrscheinlichkeit $p(i)$ und	$\sum_{i=1}^N p(i) = 1$

Codierung

Allgemeiner Aufbau einer polyadischen Zahl:

$$N = d_n \cdot R^n + \dots + d_1 \cdot R^1 + d_0 \cdot R^0$$

mit N Zahl im Zahlensystem; R Basis; Rⁱ Wertigkeit; d_i Ziffer der i-ten Stelle; Z Menge der Ziffer d_i ∈ {0, 1, 2, ..., R-1}

ASCII-Tabelle

LSB	MSB								
Binär	000	001	010	011	100	101	110	111	
	Steuerzeichen				Großbuchstaben				Kleinbuchstaben
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p	
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q	
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r	
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s	
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t	
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u	
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v	
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w	
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z	
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	|	
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~	
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL	

Anzahl Codewörter im (k aus m)-Code: $\binom{m}{k} = \frac{m!}{k!(m-k)!}$

Korrigierbare Fehleranzahl bei ungerader HD: $F_k = \frac{(d-1)}{2}$

Erkennbare Fehleranzahl: $F_e = d - 1$

Das Diagramm, das den Zusammenhang zwischen der Anzahl der Prüfbits k, Informationsbits m und Hammingdistanz d darstellt, befindet sich am Ende der Formelsammlung

Gleitkommadarstellung gemäß IEEE 754-Standard

Vorzeichen		Exponent					Mantisse									
Bit	31	30				23	22	2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴	2 ⁻⁵	...	2 ⁻²²	2 ⁻²³	0
	Exponent E					Mantisse M					Wert					
	255					≠0					ungültig (NaN)					
	255					0					- 1 ^v · ∞ (±unendlich)					
	0 < E < 255					M					- 1^v · 2^{E-127} · (1, M)					
	0					≠0					- 1 ^v · 2 ⁻¹²⁶ · (0, M)					
	0					0					- 1 ^v · 0					

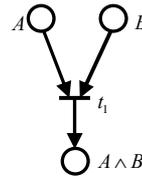
Minimierung - Allgemeine Vorgehensweise:

- 1) Kerne bestimmen und **Streichen aller überdeckten Spalten** (@ Einstellen)
("leergewordene" Zeilen können auch gestrichen werden)
- 2) **Spaltendominanzen** finden und **dominierende Spalten streichen**
- 3) **Zeilendominanzen** finden und **dominierte Zeilen streichen**, nach Möglichkeit (-> **Kosten ci beachten!**)

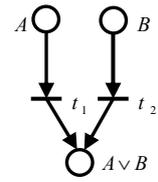
4) Schritte 1-3 wiederholen, bis **Überdeckungstabelle nicht reduzierbar** -> keine Kerne und Dominanzen mehr (ggf. noch zyklische Resttabelle auflösen)

Petrinetze

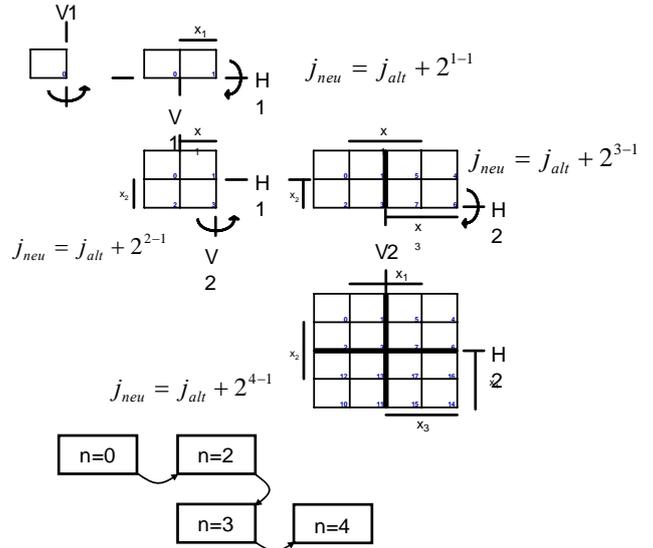
UND-Verknüpfung:



ODER-Verknüpfung:



Entwicklung eines Symmetriediagramms



FlipFlops (charakteristische Gleichungen)

- D-FF $q_k^{v+1} = D^v$
- RS-FF $q_k^{v+1} = S^v \vee (q_k^v \& \bar{R}^v)$
- JK-FF $q_k^{v+1} = (\bar{K} \& q^v) \vee (J \& \bar{q}^v)$
- T-FF $q_k^{v+1} = (T \& \bar{q}^v) \vee (\bar{T} \& q^v)$

Automaten

Transitions-gleichungen $s_i^{v+1} = \delta_i(S_k^v, E_g^v)$, mit $s_i^{v+1} \in S_k^{v+1}$

Ausgabefunktionen Medwedew $A_h^v = S_k^v$

Ausgabefunktionen Moore $A_h^v = \lambda_i(S_k^v)$

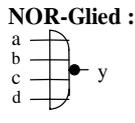
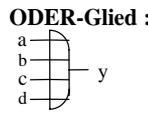
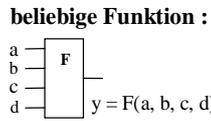
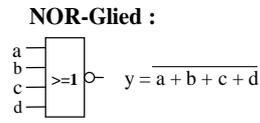
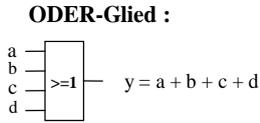
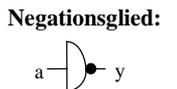
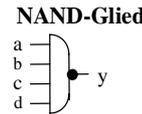
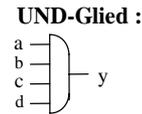
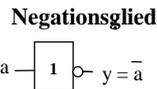
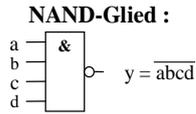
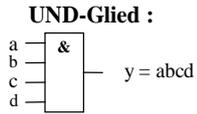
Ausgabefunktionen Mealy $A_h^v = \lambda_i(S_k^v, E_g^v)$

mit A_h^v Ausgangsvektor; S_k^v Zustandsvektor; E_g^v Eingangsvektor

Schaltsymbole

nach DIN 40900:

(Zum Vergleich alte Norm)

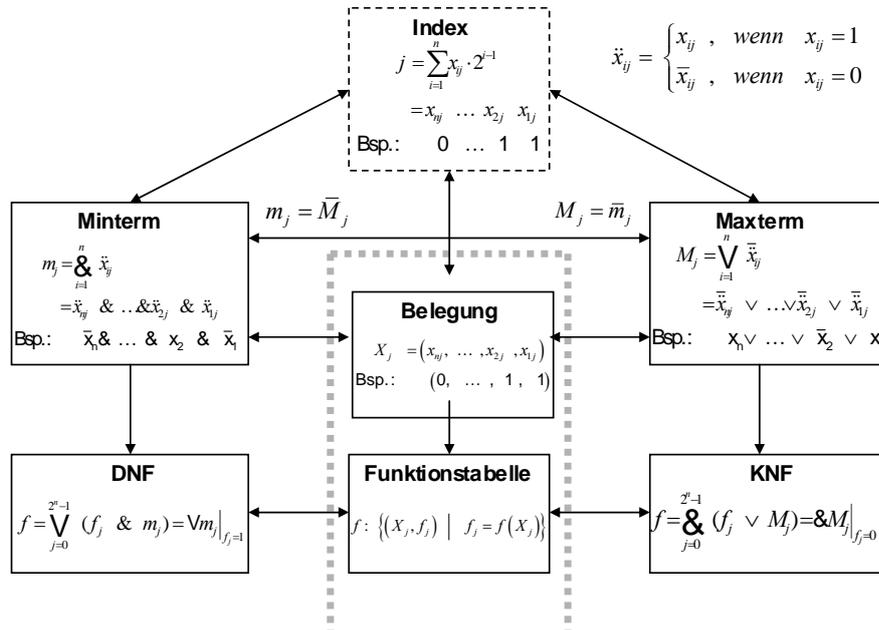


Zusammenstellung der wichtigsten Basissysteme

Zahl der Operatoren	Namen	Zeichen	Darstellung mit UND, ODER, NICHT	Darstellung von		
				\bar{a}	$a \& b$	$a \vee b$
3	NICHT UND ODER	$y = \bar{a}$ $y = a \& b$ $y = a \vee b$	-	\bar{a} - - -	- $a \& b$ - -	- - $a \vee b$ -
2	NICHT UND	$y = \bar{a}$ $y = a \& b$	-	\bar{a} - -	- $a \& b$ -	$a \vee b = \overline{\overline{a \vee b}} = \overline{\overline{a} \& \overline{b}}$
2	NICHT ODER	$y = \bar{a}$ $y = a \vee b$	-	\bar{a} -	$a \& b = \overline{\overline{a \& b}} = \overline{\overline{a} \vee \overline{b}}$	- $a \vee b$
2	UND ANTIVALENZ (Konstante 1)	$y = a \& b$ $y = a \oplus b$	$y = a \& b$ $y = \bar{a} \& b \vee a \& \bar{b}$	$\bar{a} = \bar{a} \& 1 \vee a \& \bar{1} = a \oplus 1$	$a \& b$ -	$a \vee b = a \oplus b \oplus (a \& b)$
1	NAND	$y = a \& \bar{b}$	$y = \overline{a \& b} = \bar{a} \vee \bar{b}$	$\bar{a} = \overline{a \& a} = \bar{a} \& \bar{a}$ oder $\bar{a} = \overline{a \& 1} = \bar{a} \& \bar{1}$	$a \& b = \overline{\overline{a \& b}} = \overline{\overline{a} \vee \overline{b}} = (\bar{a} \& \bar{b})$	$a \vee b = \overline{\overline{a \vee b}} = \overline{\overline{a \& b}} = (\bar{a} \& \bar{b})$
1	NOR	$y = a \vee \bar{b}$	$y = \overline{a \vee b} = \bar{a} \& \bar{b}$	$\bar{a} = \overline{a \vee a} = \bar{a} \vee \bar{a}$ oder $\bar{a} = \overline{a \vee 0} = \bar{a} \vee \bar{0}$	$a \& b = \overline{\overline{a \& b}} = \overline{\overline{a \vee b}} = (\bar{a} \vee \bar{b})$	$a \vee b = \overline{\overline{a \vee b}} = \overline{\overline{a \& b}} = (\bar{a} \& \bar{b})$

Hauptsatz der Schaltalgebra

Beziehungen zwischen den Begriffen



a, b, x, y, z : boolesche Variablen l : Literal f, g : boolesche Funktionen v_1 : p-Netz v_0 : n-Netz
 s : Summe/Zustand c : Carry i : Eingang δ : Transitionsfunktion λ : Ausgabefunktion

