

Digitale Systeme | SoSe 25

Zweitermin-Klausur vom 16. September 2025

Bearbeitungszeit: 90 Minuten

Zu erreichende Punktzahl: 100 Punkte

Die Klausur wurde Vorort auf TU-Laptops gehalten. Benotet wurde nach dem „5er-Notenschlüssel“ (ab 50P. bestanden, alle 5 Punkte die bessere Note).

Einsicht war direkt nach Abgabe der Klausur vorort möglich (Nur möglich zu sehen ob richtig oder falsch, keine Lösungsangaben.).

Eine Einsicht gab es ca. 1 Woche später per Terminbuchung über Zoom. Tutoren sind dabei über die Klausur gegangen und haben (sehr großzügig!) noch Punkte für unvollständige Antworten gegeben. Teilweise hat man bis zu 7 Extra Punkte noch „rausholen“ können.

Thema	Punkte
Einstiegsfrage	1
Gesetze der Schaltalgebra	9
Gatter in MOS-Technologie	9
Zahlendarstellung	12
Normalformen	7
Formelsynthese	7
Optimierung	19
Standardschaltnetze	13
Speicher	7
Automaten	16
	100

1. Einstiegsfrage

a)

Aus welchen Hauptkomponenten besteht im Allgemeinen ein Schaltwerk?

Wahr	Falsch	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	A/D-Wandler
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	ALU
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Schaltnetz
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Speicher

Lösung:

a)

Falsch

Falsch

Richtig

Richtig

2. Gesetze der Schaltalgebra

a)

Frage 2

Richtig

Erreichte Punkte
3,00 von 3,00

Frage
markieren

Gegeben sei die folgende algebraische Gleichung:

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = (x_3 + \bar{x}_3) \cdot x_4 \cdot (x_3 + x_4) + \bar{x}_2 + (\bar{x}_4 \cdot x_1)$$

Im Folgenden wird f umgestellt. Benennen Sie für jeden Rechenschritt das verwendete Gesetz der Schaltalgebra.

Hinweis: Das Assoziativgesetz sowie das Kommutativgesetz braucht nicht genannt zu werden.

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = (x_3 + \bar{x}_3) \cdot x_4 \cdot (x_3 + x_4) + \bar{x}_2 + (\bar{x}_4 \cdot x_1)$$

$$= 1 \cdot x_4 \cdot (x_3 + x_4) + \bar{x}_2 + (\bar{x}_4 \cdot x_1)$$

$$= x_4 \cdot (x_3 + x_4) + \bar{x}_2 + (\bar{x}_4 \cdot x_1)$$

$$= x_4 \cdot (x_3 + x_4) + \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_4 \cdot x_1$$

$$= (x_4 \cdot (x_3 + x_4) + \bar{x}_2) \cdot \bar{x}_4 \cdot x_1$$

$$= (x_4 + \bar{x}_2) \cdot \bar{x}_4 \cdot x_1$$

$$= (x_4 + \bar{x}_2) \cdot (\bar{x}_4 + \bar{x}_1)$$

$$= (x_4 + \bar{x}_2) \cdot (x_4 + \bar{x}_1)$$

$$= x_4 + (\bar{x}_2 \cdot \bar{x}_1)$$

b)

Frage 3

Richtig

Erreichte Punkte
4,00 von 4,00

Frage
markieren

Gegeben sei Ihnen folgende algebraische Gleichung:

$$f(a, b, c, d) = a \oplus b \cdot (a \rightarrow d) + a \cdot c$$

Füllen Sie die gegebene Wahrheitstabelle vollständig aus.

Wahrheitstabelle

$\delta(a,b,c,d)$	a	b	c	d	$a \oplus b$	$a \rightarrow d$	$a \cdot c$	$(a \rightarrow d) + a \cdot c$	$\overline{(a \rightarrow d) + a \cdot c}$	$f(a,b,c,d)$
	0	0	0	0						
	0	0	0	1						
	0	0	1	0						
	0	0	1	1						
	0	1	0	0						
	0	1	0	1						
	0	1	1	0						
	0	1	1	1						
	1	0	0	0						
	1	0	0	1						
	1	0	1	0						
	1	0	1	1						
	1	1	0	0						
	1	1	0	1						
	1	1	1	0						
	1	1	1	1						

c)

Frage 4

Richtig

Erreichte Punkte
2,00 von 2,00

Frage
markieren

Im Folgenden ist eine Umformung zu sehen. Bewerten Sie für den einzigen Schritt, ob die Umformung korrekt, oder nicht korrekt war. Eine Umformung ist nur dann korrekt, wenn der ursprüngliche Term und das Ergebnis der Umformung äquivalent sind.

$$(x + y) + (x \cdot \bar{y} \cdot z) =$$
$$x \cdot (y + z)$$

- Wahr
- Falsch

Lösung:

a)

$$\begin{aligned}
 f(x_1, x_2, x_3, x_4) &= \overline{(x_3 + \overline{x_3}) \cdot x_4 \cdot (x_3 + x_4) + \overline{x_2} + (\overline{x_4} \cdot x_1)} \\
 &= \overline{1 \cdot x_4 \cdot (x_3 + x_4) + \overline{x_2} + (\overline{x_4} \cdot x_1)} \\
 &= \overline{x_4 \cdot (x_3 + x_4) + \overline{x_2} + (\overline{x_4} \cdot x_1)} \\
 &= \overline{x_4 \cdot (x_3 + x_4) + \overline{x_2} \cdot \overline{x_4} \cdot x_1} \\
 &= \overline{(x_4 \cdot (x_3 + x_4) + \overline{x_2}) \cdot \overline{x_4} \cdot x_1} \\
 &= \overline{(x_4 + \overline{x_2}) \cdot \overline{x_4} \cdot x_1} \\
 &= \overline{(x_4 + \overline{x_2}) \cdot (\overline{x_4} + \overline{x_1})} \\
 &= \overline{(x_4 + \overline{x_2}) \cdot (x_4 + \overline{x_1})} \\
 &= x_4 + (\overline{x_2} \cdot \overline{x_1})
 \end{aligned}$$

Komplementgesetze ✓
 0-1-Gesetze ✓
 De Morgansche Regeln ✓
 Negation der Negation ✓
 Absorptionsgesetze ✓
 De Morgansche Regeln ✓
 Negation der Negation ✓
 Distributivgesetze ✓

b)

Wahrheitstabelle

$\delta(a,b,c,d)$	a	b	c	d	$a \oplus b$	$a \rightarrow d$	$a \cdot c$	$(a \rightarrow d) + a \cdot c$	$\overline{(a \rightarrow d) + a \cdot c}$	$f(a,b,c,d)$
0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
2	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
3	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0
4	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0
5	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
6	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0
7	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0
8	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
9	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
10	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0
11	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
12	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
14	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0
15	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0

c)

Falsch

3. Gatter in MOS-Technologie

a)

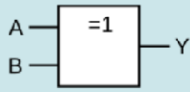
Frage 5

Falsch

Erreichte Punkte
0,00 von 2,00

Frage
markieren

Gegeben sei folgendes Gatter:



Füllen Sie für das Gatter die Funktion in folgender Wahrheitstabelle aus.

Wahrheitstabelle:

B	A	Y
0	A	<input type="text"/>
1	A	<input type="text"/>

Hinweis: Da nicht alle möglichen Eingangskombinationen vorliegen, denken Sie bitte daran, gegebenenfalls Vereinfachungen bzw. Generalisierungen vorzunehmen.

b)

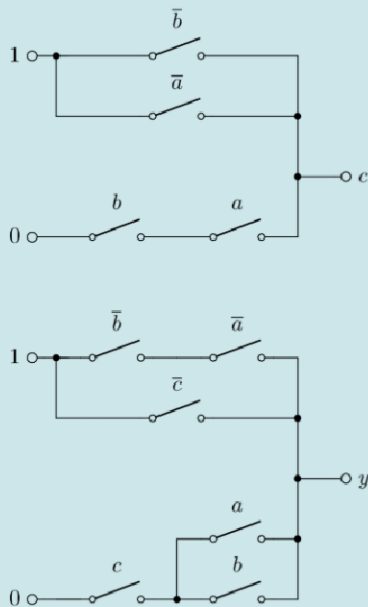
Frage 6

Teilweise richtig

Erreichte Punkte
2,67 von 3,00

Frage
markieren

Gegeben ist **eine** neue Schaltung in Schalterlogik. Füllen Sie nun die Wertetabelle für diese Schaltung aus. Beachten Sie auch die Frage weiter unten.



Wertetabelle der Schaltung

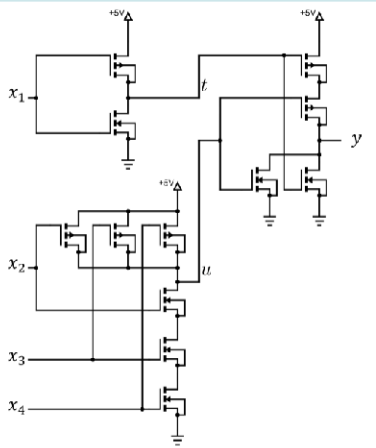
a	b	c	y
0	0	<input type="text"/>	<input type="text"/>
0	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	0	<input type="text"/>	<input type="text"/>
1	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Welches Gatter (mit zwei Eingängen) könnte so realisiert werden? Wählen Sie aus.

c)

Frage 7
 Sie haben richtig
 erreichte Punkte
 1/3 von 4/00
 Frage
 markieren

Gegeben ist die folgende CMOS Schaltung:

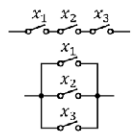


(+5V ist die Betriebsspannung V_{DD} und entspricht HIGH, die Erdung entspricht LOW. Die Verbindung vom Pfeil zu Source/Drain muss nicht beachtet werden.)

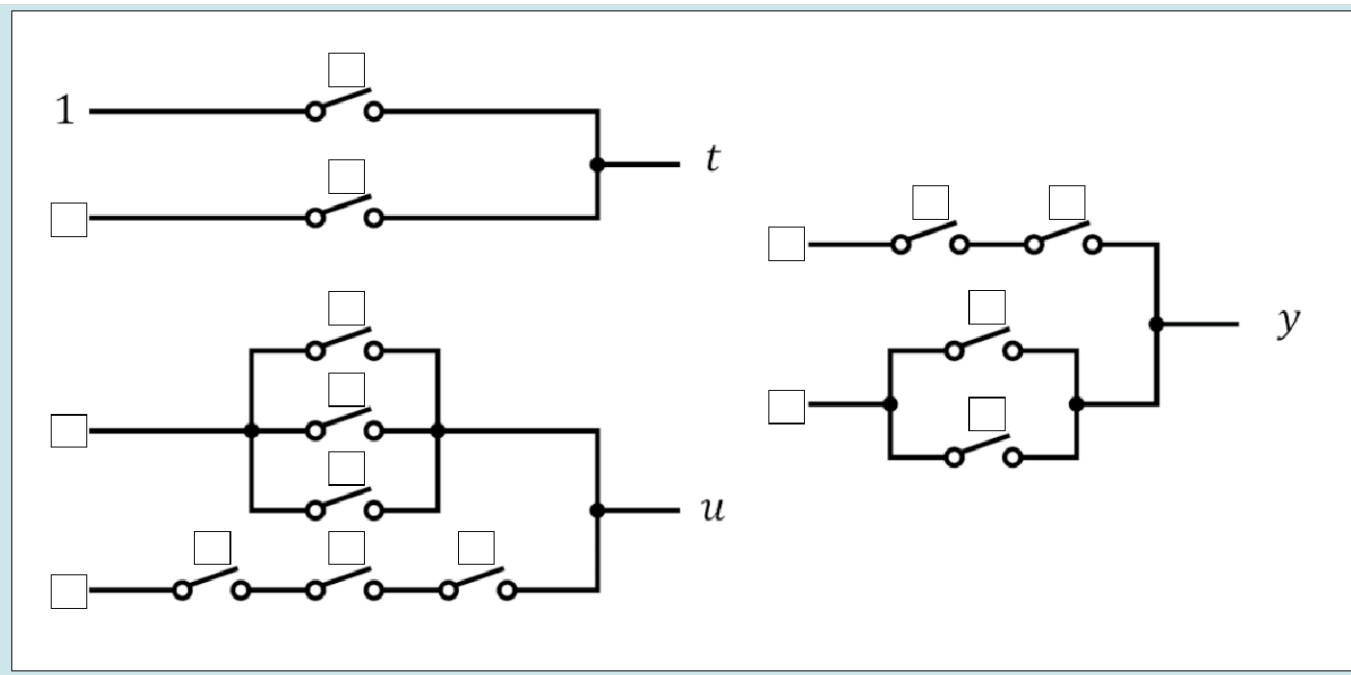
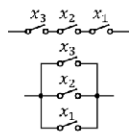
Übertragen Sie die Schaltung in Schalterlogik, indem Sie die Variablen an die richtigen Stellen ziehen. Bitte gehen Sie von positiver Logik aus. Beachten Sie, dass t und u Hilfsfunktionen sind, die der Übersichtlichkeit halber eingeführt sind und Teile der Schaltung beschreiben.

Wichtig: Sortieren Sie die Label in einem Zweig der Schaltung aufsteigend nach Index von oben nach unten und links nach rechts wie hier im Beispiel:

RICHTIG



FALSCH



- 0
- 1
- x1
- x2
- x3
- x4
- lx1
- lx2
- lx3
- lx4
- t
- u
- lt
- lu

Lösung

a)

B	A	Y
0	A	1 ▾
1	A	0 ▾

b)

Wertetabelle der Schaltung

a	b	c	y
0	0	1 ▾ ✓	1 ▾ ✓
0	1	1 ▾ ✓	0 ▾ ✓
1	0	1 ▾ ✓	0 ▾ ✓
1	1	0 ▾ ✓	1 ▾ ✓

Welches Gatter (mit zwei Eingängen) könnte so realisiert werden? Wählen Sie aus.

XNOR ▾

c)

Lösung nicht gegeben.

4. Zahlendarstellung

a)

Frage 8

Richtig

Erreichte Punkte
3,00 von 3,00

Frage markieren

Wandeln Sie die folgende 8-bit-Dualzahl in eine Dezimalzahl um. Verwenden Sie dazu das Horner-Schema und die gegebene Vorlage. Geben Sie ganz unten das Ergebnis als Dezimalzahl an.

8-bit-Dualzahl: 0010 1101

Wert	Wert	Ergebnis
<input type="text"/>	+ 0	* 2 = <input type="text"/>
<input type="text"/>	+ <input type="text"/>	* 2 = <input type="text"/>
<input type="text"/>	+ <input type="text"/>	* 2 = <input type="text"/>
<input type="text"/>	+ <input type="text"/>	* 2 = <input type="text"/>
<input type="text"/>	+ <input type="text"/>	* 2 = <input type="text"/>
<input type="text"/>	+ <input type="text"/>	* 2 = <input type="text"/>
<input type="text"/>	+ <input type="text"/>	* 2 = <input type="text"/>
<input type="text"/>	+ <input type="text"/>	* 2 = <input type="text"/>

Dezimalzahl:

b)

Frage 9

Teilweise richtig

Erreichte Punkte
1,80 von 3,00

Frage markieren

Gegeben sind Zahlen in verschiedenen Zahlensystemen. In welchem Zahlensystem diese angegeben sind, ist an ihrer **Basis** zu erkennen. Ihre Aufgabe ist es die Zahlen im vorliegenden Zahlensystem zu **interpretieren** und im **geforderten Zahlensystem** anzugeben.

Wichtige Hinweise:

- Alle Zahlen mit **Index 2** sind als vorzeichenlose Dualzahlen zu interpretieren.
- Vorzeichenlose Dualzahlen sind im **8-bit-Format** anzugeben.
- Vorzeichenlose Dualzahlen sind **ohne Trennzeichen** anzugeben.
- Die Ziffern A bis F sind bei Hexadezimalzahlen in **Großbuchstaben** anzugeben.

1. $142_8 \rightarrow$ $_{10}$
2. $01100111_2 \rightarrow$ $_{16}$
3. $179_{10} \rightarrow$ $_2$
4. $BF_{16} \rightarrow$ $_8$
5. $3032_4 \rightarrow$ $_2$

c)

Frage 10

Teilweise richtig

Erreichte Punkte
1,13 von 3,00

Frage markieren

Subtrahieren Sie die folgenden Binärzahlen schriftlich. Geben Sie ihr Ergebnis im **8-Bit Format** an (Führende Nullen sind anzugeben). Bestimmen Sie anschließend die **Bedingungsbits** z, n, b und v (z (= zero), n (= negativ), b (= borrow) und v (= overflow)).

11001010
- 01101111

=

z =

n =

b =

v =

Lösung:

a)

8-bit-Dualzahl: 0010 1101

Wert		Wert		Ergebnis
0	+ 0		* 2 =	0
0	+ 0		* 2 =	0
1	+ 0		* 2 =	1
0	+ 1		* 2 =	2
1	+ 2		* 2 =	5
1	+ 5		* 2 =	11
0	+ 11		* 2 =	22
1	+ 22		* 2 =	45

Dezimalzahl: 45

b)

- $142_8 \rightarrow 98_{10}$
- $01100111_2 \rightarrow 67_{16}$
- $179_{10} \rightarrow 10110011_2$
- $BF_{16} \rightarrow 277_8$
- $3032_4 \rightarrow 11001110_2$

c)

$$11001010 - 01101111 = 01011011$$

$$z = 0$$

$$n = 0$$

$$b = 0$$

$$v = 1$$

5. Normalformen

a)

Frage 12

Teilweise richtig

Erreichte Punkte
1,50 von 2,00

Frage
markieren

DNF / KNF:

Kreuzen Sie für jede Aussage entsprechend Wahr bzw. Falsch an.

- | Wahr | Falsch | |
|-----------------------|-----------------------|---|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Jede DNF kann direkt aus der Wahrheitstabelle durch die Einsens gebildet werden |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Eine Funktion in KNF ist immer kürzer als in DNF |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Für eine boolesche Funktion gibt es genau eine minimale DNF. |
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | DNF und KNF können beide verwendet werden, um jede vollständig definierte logische Funktion darzustellen. |

b)

Frage 13

Richtig

Erreichte Punkte
1,00 von 1,00

Frage
markieren

Mit sogenannten **Basissystemen** lässt sich jede kombinatorische Schaltung realisieren.

Kreuzen Sie aus *alle Kombinationen* an, welche derartige Basissysteme bilden.

- a. Antivalenz-Gatter (XOR) und UND-Gatter (AND)
- b. Nicht-ODER-Gatter (NOR)
- c. UND-Gatter (AND) und Inverter (NOT)
- d. ODER-Gatter (OR) und Inverter (NOT)
- e. Nicht-UND-Gatter (NAND)
- f. Äquivalenz-Gatter (XNOR) und ODER-Gatter (OR)

c)

Frage 14

Teilweise richtig

Erreichte Punkte
1,60 von 4,00

Frage
markieren

Im Folgenden ist eine Funktion f in KDNF gegeben. Kreuzen Sie unten alle Maxterme an, die in der KKNF von f vorkommen.

$$f(x, y, z) = f(x) = \bar{x} \cdot \bar{y} \cdot z \mid x \cdot \bar{y} \cdot \bar{z} \mid x \cdot y \cdot z$$

- $\bar{x} \mid \bar{y} \mid \bar{z}$
- $x \mid \bar{y} \mid z$
- $x \mid y \mid \bar{z}$
- $\bar{x} + y + \bar{z}$
- $\bar{x} + \bar{y} + z$
- $x + \bar{y} + \bar{z}$
- $x + y + z$
- $x + y + z$

Lösung:

a)

Wahr

Wahr

Falsch

Wahr

b)

e. Nicht-UND-Gatter (NAND)

c)

- $\bar{x} + \bar{y} + \bar{z}$
- $x + \bar{y} + z$
- $x + y + \bar{z}$
- $\bar{x} + y + \bar{z}$
- $\bar{x} + \bar{y} + z$
- $x + \bar{y} + \bar{z}$
- $\bar{x} + y + z$
- $x + y + z$

6. Formelsynthese

a)

Frage 15

Richtig

Erreichte Punkte
2,00 von 2,00

Frage markieren

Kreuzen Sie an, in welcher Form die folgende Funktion/Relation gegeben ist (Mehrere Antworten sind notwendig).

$$y(x_0, x_1, x_2) = \exists v_1 \exists v_2 : (v_1 = \overline{(x_0 \cdot x_1)}) \cdot (v_2 = (x_1 \cdot x_2)) \cdot (v_1 \cdot v_2)$$

- a. Funktional
- b. Nicht Definitorsch
- c. Relational
- d. Definitorsch

b)

Frage 16

Teilweise richtig

Erreichte Punkte
3,50 von 5,00

Frage markieren

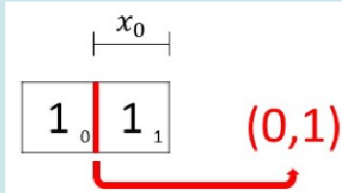
Gegeben sei die Funktion

$$g(x) = x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot x_3 + x_1 \cdot \overline{x_2} \cdot \overline{x_3} + x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

und die dazu gehörende KV-Tafel.

				x_0							
				-----		-----					
				0 ₀	0 ₁	0 ₅	0 ₄	-----			
				1 ₂	1 ₃	0 ₇	0 ₆	-----			
				1 ₁₀	1 ₁₁	1 ₁₅	1 ₁₄	-----			
				0 ₈	0 ₉	0 ₁₃	0 ₁₂	-----			
				x_2							
				x_1		x_3					

Geben Sie die **hazard-riskanten Kanten** an und nutzen Sie dafür folgendes Format:



- Benennen Sie die Kante über die Indizes der anliegenden Felder.
- Sortieren Sie die Indizes Ihrer Kante aufsteigend.
- Trennen Sie die Indizes der Felder mit einem Komma.
- Klammern Sie die hazard-riskante Kante.
- Trennen Sie hazard-riskante Kante mit einem Komma.
- Verwenden Sie **keine** Leerzeichen.
- Die Reihenfolge der hazard-riskanten Kanten spielt für die Bewertung keine Rolle.
- Bsp: (0,1),(1,2),(2,3)

Hazard-riskante Kanten:

Geben Sie eine **hazard-freie minimale Disjunktive Normalform** (DNF) für die Schaltung an und nutzen Sie dafür folgendes Format:

- Sortieren Sie die Variablen in ihren Termen aufsteigend (x0-x3).
- Sortieren Sie die Variablen in ihren Termen alphabetisch (a-z).
- Verwenden Sie für die Negationen: !
- Verwenden Sie für die Disjunktion: +
- Verwenden Sie **kein** Symbol für die Konjunktion.
- Verwenden Sie **keine** Leerzeichen.
- Die Reihenfolge der Terme spielt für die Bewertung keine Rolle.
- Bsp: $\overline{x_0} \cdot x_1 + x_3 \rightarrow !x_0x_1+x_3$

Hazard-freie minimale DNF:

Lösung:

a)

- a. Funktional ✓
- b. Nicht Definitivisch
- c. Relational
- d. Definitivisch ✓

b)

Keine Lösung für die Hazard-riskanten Kanten gegeben.

Hazard-freie minimale DNF: $x_1!x_2+x_1x_3$



c)

Frage 19

Teilweise richtig
erreichte Punkte
5,08 von 6,00

Frage
markieren

Tafelwahlverfahren:

Führen Sie ausreichend viele Schritte des Tafelwahlverfahrens in folgender Reihenfolge: Spaltendominanz -> Reihendominanz -> wesentliche Primimplikanten aus. Bewerten Sie anschließend die Aussagen. Bei einer wahren Aussage soll wahr angekreuzt werden, bei einer falschen Aussage falsch.

	m_2	m_3	m_5	m_8	m_9	m_{10}	m_{13}	m_{14}
P_1		x				x	x	
P_2	x		x					
P_3					x			
P_4	x			x				
P_5		x					x	
P_6	x		x					x
P_7			x			x	x	x

Wahr	Falsch	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	P_5 ist ein wesentlicher Primimplikant
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	P_1 dominiert P_5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	P_1 dominiert P_7
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	P_7 dominiert P_6
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	m_8 dominiert m_2
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	P_4 ist ein wesentlicher Primimplikant
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	m_{14} dominiert m_5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	m_3 dominiert m_{13}
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	m_{13} dominiert m_3
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Spaltendominanz kann hier nicht angewendet werden
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	P_5 dominiert P_2
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	m_2 dominiert m_5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	P_7 ist ein wesentlicher Primimplikant

d)

Frage 20

Teilweise richtig

Erreichte Punkte
4,23 von 5,00

Frage
markieren

FORMAT:

- Sortieren Sie die Variablen in ihren Termen alphabetisch (a-z).
- Verwenden Sie für die Negationen: !
- Verwenden Sie für die Disjunktion: +
- Verwenden Sie **kein** Symbol für die Konjunktion.
- Verwenden Sie **keine** Leerzeichen.
- Bsp: $\bar{x}0 \cdot x1 + x3 \rightarrow !x0x1+x3$
- Die Reihenfolge der Terme bei DNF nach Tison-Verfahren bezüglich der Variablen spielt keine Rolle für die Bewertung.
- Die Reihenfolge der Eintragungen in die Tabelle ist relevant und soll dem folgenden Beispiel entsprechen:
 - Beispielfunktion: $y = ac + \bar{a}bc + \bar{a}\bar{b}\bar{c} + \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}\bar{b}c$
 - Die Funktion von links nach rechts lesen.
 - Die Eintragungen in die Tabelle von links nach rechts bzw. von oben nach unten machen.
 - Beispieltabelle für das **Tison**-Verfahren bezüglich Variable **c**:

		c		
		a	$\bar{a}b$	$a\bar{b}$
\bar{c}	$\bar{a}\bar{b}$			
	a			

AUFGABE:

Gegeben Sei die folgende Funktion:

$$y = \bar{a}\bar{b}\bar{c}\bar{d} + \bar{a}\bar{b}c + \bar{a}bc\bar{d} + \bar{a}bc + \bar{a}\bar{b}\bar{c}$$

Optimieren Sie mithilfe des **Tison**-Verfahrens. Beginnen Sie mit der Variable **b**.

		b	
		<input type="text"/>	<input type="text"/>
b	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Disjunktive Normalform nach **Tison**-Verfahren bezüglich **b**:

Lösung:

a)

minimale disjunktive Normalform: $x_0x_1!x_2!x_3 + x_0!x_1x_3 + !x_0!x_1!x_3$

minimale konjunktive Normalform: $(x_0 + !x_1) * (x_0 + !x_3) * (!x_0 + x_1 + x_3) * (!x_1 + !x_2) * (!x_1 + !x_3)$

b)

Führen Sie einen Schritt des Quine McClusky-Verfahren durch.

S_i	$\tilde{f}(x_3, x_2, x_1, x_0)$	x_3	x_2	x_1	x_0	$??$
S'_1	(1,5)	0	-	0	1	1
	(1,9)	-	0	0	1	1
	(2,10)	-	0	1	0	1
S'_2	(12,14)	1	1	-	0	1
	(10,14)	1	-	1	0	1
	(5,13)	-	1	0	1	1
S''_1	<input type="text" value="((1,9),(5,13))"/>	<input type="text" value="-"/>	<input type="text" value="-"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>

c)

Wahr	Falsch	
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	P_5 ist ein wesentlicher Primimplikant
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	P_1 dominiert P_5
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	P_1 dominiert P_7
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	P_7 dominiert P_6
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	m_8 dominiert m_2
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	P_4 ist ein wesentlicher Primimplikant
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	m_{14} dominiert m_5
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	m_3 dominiert m_{13}
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	m_{13} dominiert m_3
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Spaltendominanz kann hier nicht angewendet werden
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	P_5 dominiert P_2
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	m_2 dominiert m_5
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	P_7 ist ein wesentlicher Primimplikant

d)

		b	
		ac!d <input type="text" value="ac!d"/> ✓	!ac <input type="text" value="!ac"/> ✓
!b	ac!d <input type="text" value="ac!d"/> ✓	ac!d <input type="text" value="ac!d"/> ✓	0 <input type="text" value="0"/> ✓
	!ac <input type="text" value="!ac"/> ✓	0 <input type="text" value="0"/> ✓	!ac <input type="text" value="!ac"/> ✓
	!a!c <input type="text" value="!a!c"/> ✓	0 <input type="text" value="0"/> ✓	0 <input type="text" value="0"/> ✓

Disjunktive Normalform nach **Tison**-Verfahren bezüglich **b**:

ac!d + !ac + !a!c!b

8. Standardschaltnetze

a)

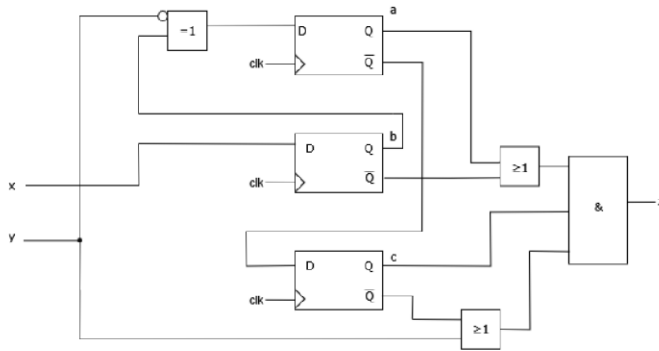
Frage 21

Teilweise richtig

Erreichte Punkte
2,00 von 5,00

Frage markieren

Im Folgenden ist ein **Schaltwerk** gegeben. Vervollständigen Sie die Tabelle für **Takt T, T+1 und T+2** und beantworten Sie die Frage, um was für einen **Automaten** es sich hand



Takt	x	y	a	b	c	z
T	0	0	0	0	1	<input type="text"/>
T+1	1	0	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
T+2	0	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Es handelt sich um einen -Automat.

b)

Frage 22

Teilweise richtig

Erreichte Punkte
3,00 von 4,00

Frage markieren

Gegeben ist die folgende Funktion: $f(u, v, a, b) = \bar{u} \cdot a + u \cdot \bar{v} \cdot \bar{b} + v \cdot \bar{a} \cdot b + u \cdot b$

Entwickeln Sie nach $u \cdot v$.

Wählen Sie für jedes leere Feld einen der möglichen Terme aus. Gesucht ist jeweils **der passende, minimale Term!**

Hinweis: \bar{a} und $\neg a$ sind äquivalent.

$$f(u, v, a, b) = \bar{u} \cdot \bar{v} \cdot (\quad) + \bar{u} \cdot v \cdot (\quad) + u \cdot \bar{v} \cdot (\quad) + u \cdot v \cdot (\quad)$$

c)

Frage 23

Richtig

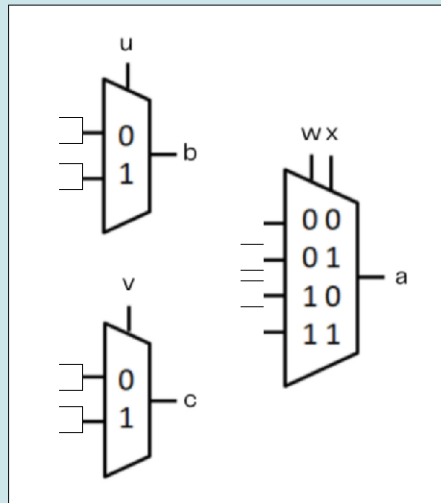
Erreichte Punkte
4,00 von 4,00

Frage
markieren

Die Funktion $a(u, v, w, x, y) = \bar{u} \cdot \bar{w} \cdot x + \bar{w} \cdot x + w \cdot v$ soll auf die im Folgenden dargestellte Multiplexerstruktur abgebildet werden.

Die Ausgänge der 2-zu-1-Multiplexer lassen sich als beliebige Eingänge des 4-zu-1-Multiplexer verwendet werden.

Benutzen Sie Drag&Drop, um alle 8 Felder auszufüllen. Auf jede leere Stelle passt genau ein Element rein. Derselbe Term kann mehrmals benutzt werden und nicht alle Terme müssen zwangsläufig verwendet werden.



0 1 u v w x y \bar{u} \bar{v} \bar{w} \bar{x} \bar{y} b c

Lösung:

a)

Takt	x	y	a	b	c	z
T	0	0	0	0	1	0 ✓
T+1	1	0	1 ✓	0 ✓	1 ✓	0 ✓
T+2	0	1	1 ✓	1 ✓	0 ✓	0 ✓

Es handelt sich um einen -Automat. ✓

b)

Frage 22
 teilweise richtig
 Erreichte Punkte
 3,00 von 4,00
 Frage markieren

Gegeben ist die folgende Funktion: $f(u, v, a, b) = u \cdot a + u \cdot v \cdot \bar{b} + v \cdot a \cdot b + u \cdot b$

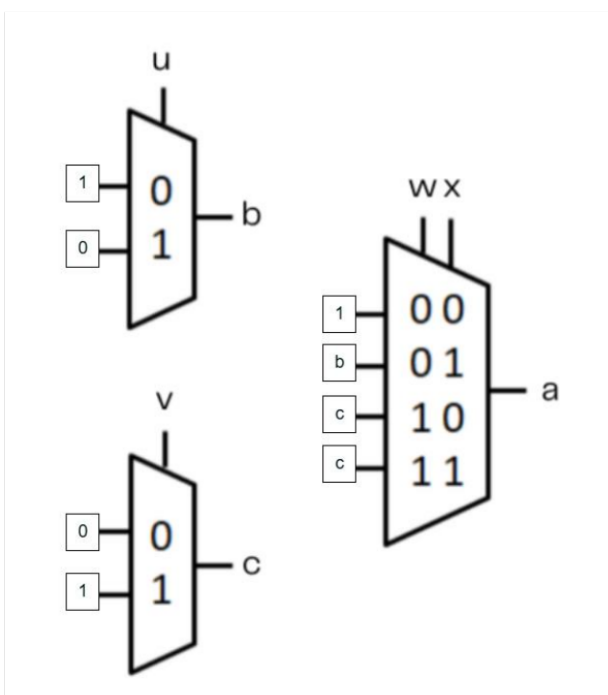
Entwickeln Sie nach $u \cdot v$.

Wählen Sie für jedes leere Feld einen der möglichen Terme aus. Gesucht ist jeweils **der passende, minimale Term!**

Hinweis: \bar{a} und $!a$ sind äquivalent.

$f(u, v, a, b) = \bar{u} \cdot \bar{v} \cdot (a) + \bar{u} \cdot v \cdot (a + \bar{b}) + u \cdot \bar{v} \cdot (1) + u \cdot v \cdot (b)$

c)



9. Speicher

a)

Frage 24

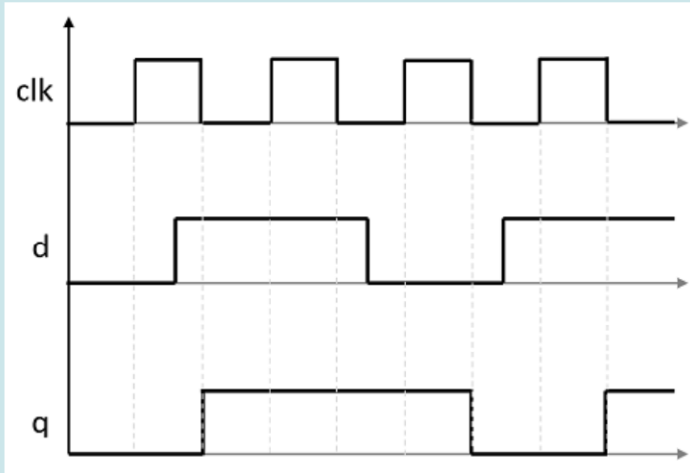
Richtig

Erreichte Punkte
3,00 von 3,00

Frage
markieren

Signalverlaufzuordnung zu Speicherbauteil:

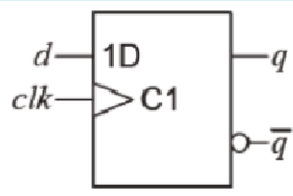
Im folgenden sehen Sie einen beispielhaften Signalverlauf eines Speicherelementes.



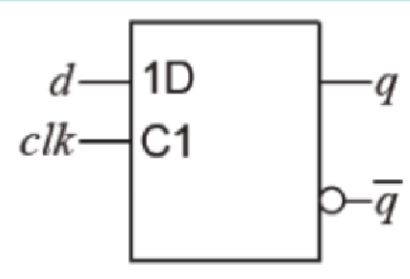
Welches der folgenden Speicherelemente erzeugt den Signalverlauf q unter gegebenen Eingangssignalverläufen d und clk?

Hinweis: Die Signale d, q und clk entsprechen den Ein- und Ausgängen d, q und clk der jeweiligen Bauteile (wenn vorhanden).

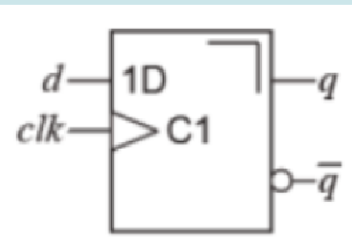
a.



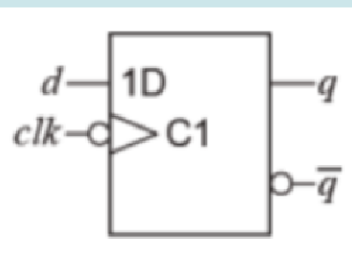
b.



c.



d.



b)

Frage 25

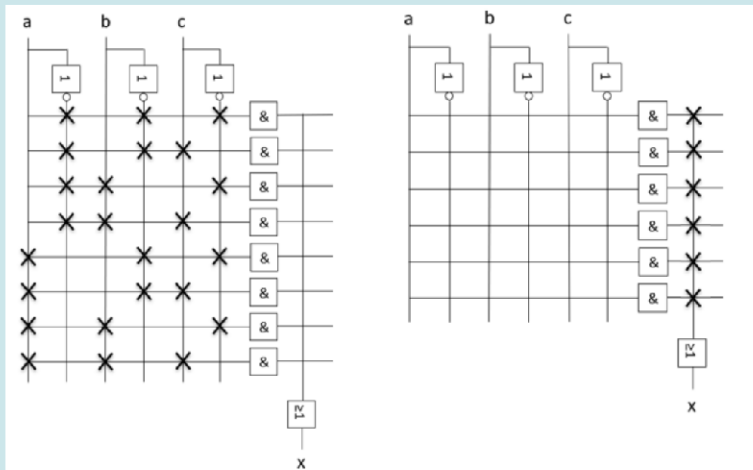
Richtig

Erreichte Punkte
4,00 von 4,00

Frage
markieren

Schaltnetze

Betrachten Sie die folgenden (leeren) Schaltnetze.



Geben Sie für jede der folgenden Funktionen das Schaltnetz an, in dem sie mit den wenigsten zusätzlichen Lötunkten/Kreuzen in der obigen Abbildung implementiert werden kann.

Funktionen

$$x(a, b, c) = \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} + a \cdot b$$

Schaltnetz für minimale Anzahl an Lötunkten

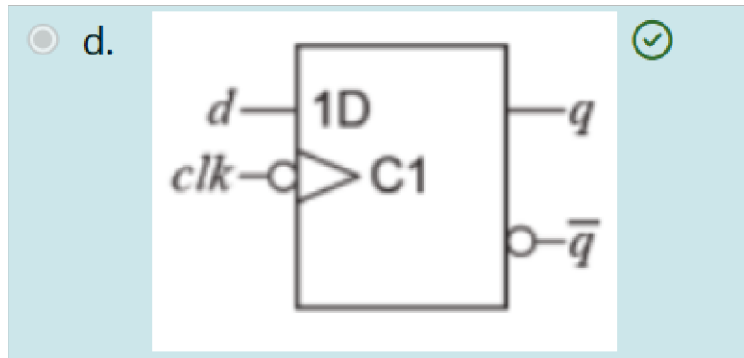
$$x(a, b, c) = \bar{c} + a \cdot b$$

$$x(a, b, c) = \bar{a} + c$$

$$x(a, b, c) = a \cdot \bar{b} \cdot c + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}$$

Lösung:

a)



b)

Funktionen	Schaltnetz für minimale Anzahl an Lötunkten
$x(a, b, c) = \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} + a \cdot b$	PROM <input type="checkbox"/> ✔
$x(a, b, c) = \bar{c} + a \cdot b$	PAL <input type="checkbox"/> ✔
$x(a, b, c) = \bar{a} + c$	PAL <input type="checkbox"/> ✔
$x(a, b, c) = a \cdot \bar{b} \cdot c + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c}$	PROM <input type="checkbox"/> ✔

10. Automaten

a)

Frage 26

Richtig

Erreichte Punkte
8,00 von 8,00

Frage markieren

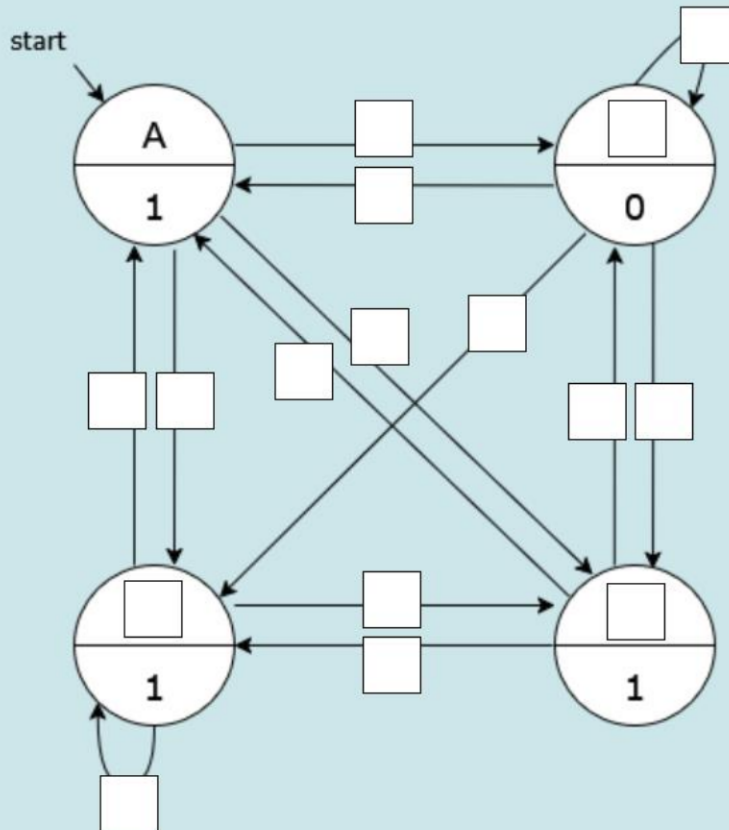
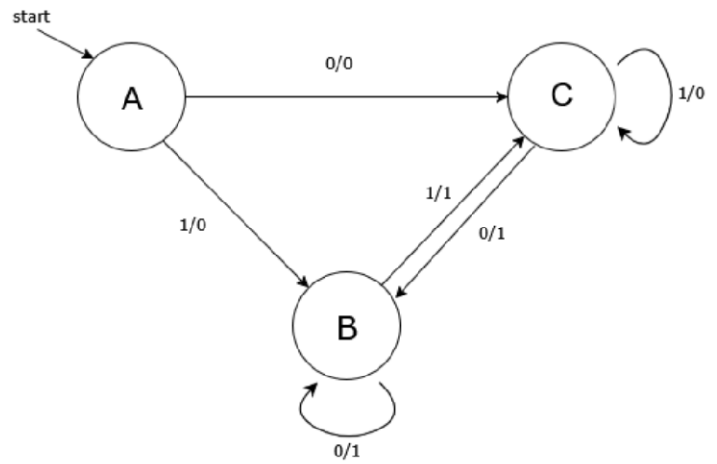
Automaten: Überführung

Überführen Sie den gegebenen Mealy-Automaten in einen äquivalenten Moore-Automaten.

Ungenutzte Kanten müssen mit „X“ markiert werden!

Bei unerreichbaren Zuständen müssen alle ein- und ausgehenden Kanten mit „X“ markiert werden!

Wichtiger Hinweis: Wenn von den verdoppelten Zuständen Z1, Z0 einer wegfällt, dann nennen wir den übrigen Zustand Z.



X 0 1 B0 B1 C

b)

Frage 27

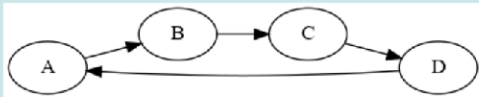
Richtig

Erreichte Punkte
3,00 von 3,00

Frage markieren

Mit Hilfe eines MOORE-Automaten soll folgende endlose Folge $\{11\};\{01\};\{10\};\{00\};\{11\}, \dots$ erzeugt werden.

Automat:



Wählen Sie dazu die Zustandskodierung so, dass eine möglichst einfache Ausgabefunktion für diese Folge entsteht.

Vervollständigen Sie die folgende

Zustandsübergangstabelle:

Zustand	Zustandskodierung	Folgezustand	Ausgabe
A	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
B	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
D	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

c)

Frage 28

Teilweise richtig

Erreichte Punkte
4,79 von 5,00

Frage markieren

Automaten: Zustandsübergangstabelle

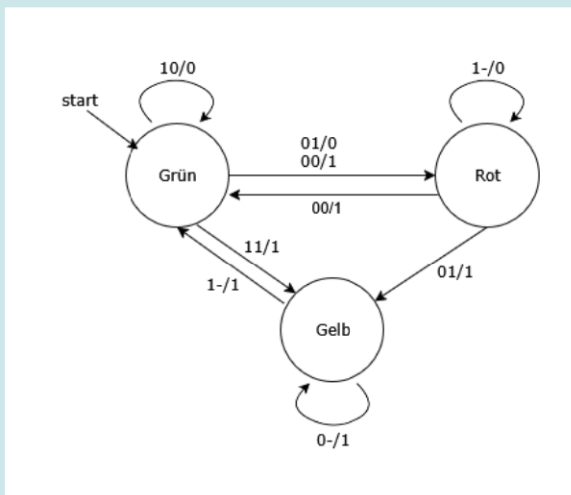
Vervollständigen Sie die Zustandsübergangstabelle mithilfe der gegebenen Zustandskodierung und des gegebenen Zustandsdiagramms!

Hinweis: Die Input-Bits sind in der Reihenfolge x_1, x_0 gegeben. y ist das Output-Bit.

Zustandskodierung:

Zustand	z_1	z_0
rot	0	0
gelb	0	1
grün	1	0

Zustandsdiagramm:

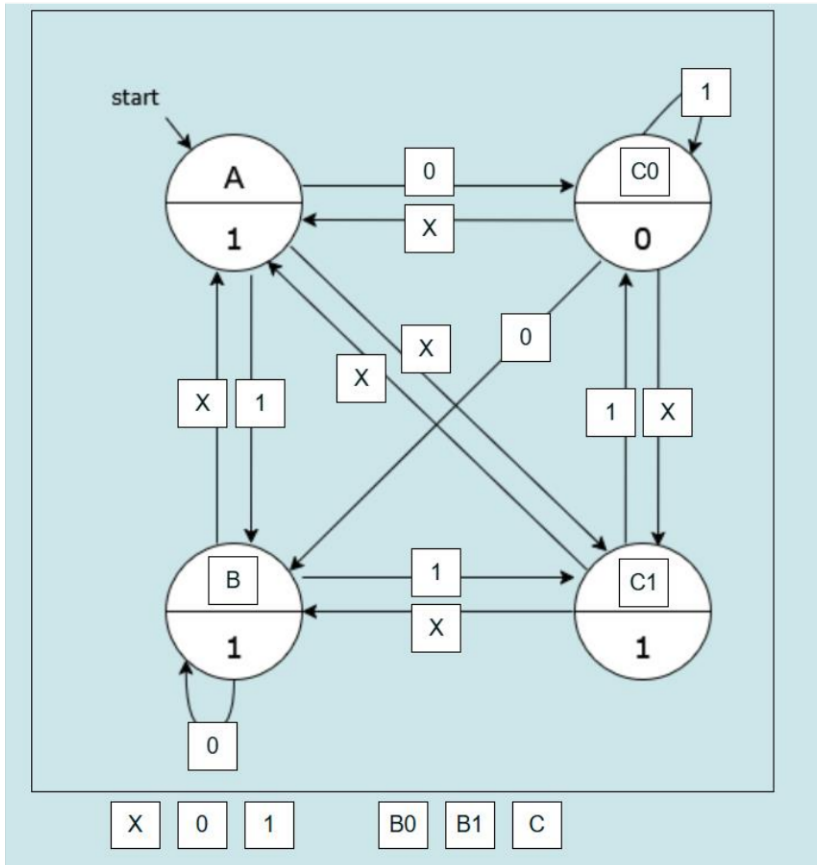


Zustandübergangstabelle:

δ	Zustand	z_1	z_0	x_1	x_0	Folgezustand	z'_1	z'_0	y
0	rot	0	0	0	0	▼			
1	rot	0	0	0	1	▼			
2	rot	0	0	1	0	▼			
3	rot	0	0	1	1	▼			
4	gelb	0	1	0	0	▼			
5	gelb	0	1	0	1	▼			
6	gelb	0	1	1	0	▼			
7	gelb	0	1	1	1	▼			
8	grün	1	0	0	0	▼			
9	grün	1	0	0	1	▼			
10	grün	1	0	1	0	▼			
11	grün	1	0	1	1	▼			
12-15		1	1	-	-	rot	0	0	0

Lösung:

a)



b)

Zustand	Zustandskodierung	Folgezustand	Ausgabe
A	11 ✓	B ✓	11 ✓
B	01 ✓	C ✓	01 ✓
C	10 ✓	D ✓	10 ✓
D	00 ✓	A ✓	00 ✓

c)

Zustandübergangstabelle:

δ	Zustand	z_1	z_0	x_1	x_0	Folgezustand	z'_1	z'_0	y
0	rot	0	0	0	0	grün <input type="checkbox"/>	1	0	1
1	rot	0	0	0	1	gelb <input type="checkbox"/>	0	1	1
2	rot	0	0	1	0	rot <input type="checkbox"/>	0	0	0
3	rot	0	0	1	1	rot <input type="checkbox"/>	0	0	0
4	gelb	0	1	0	0	gelb <input type="checkbox"/>	0	1	1
5	gelb	0	1	0	1	gelb <input type="checkbox"/>	0	1	1
6	gelb	0	1	1	0	grün <input type="checkbox"/>	1	0	1
7	gelb	0	1	1	1	grün <input type="checkbox"/>	1	0	1
8	grün	1	0	0	0	rot <input type="checkbox"/>	0	0	1
9	grün	1	0	0	1	rot <input type="checkbox"/>	0	0	0
10	grün	1	0	1	0	grün <input type="checkbox"/>	1	0	0
11	grün	1	0	1	1	gelb <input type="checkbox"/>	0	1	1
12-15		1	1	-	-	rot	0	0	0