

Automatisierungstechnik

| | |
|---|-----------|
| Automatisierungstechnik - Übung 2 | 2 |
| Aufgabe 1: Das De Morgansche Theorem | 2 |
| Aufgabe 2: Grundfunktionen der Booleschen Algebra | 2 |
| Aufgabe 3: Boolesche Algebra | 2 |
| Aufgabe 4: Konjunktive und disjunktive Normalform | 3 |
| Aufgabe 5: Minimieren mit dem Karnaugh Diagramm..... | 4 |
| Aufgabe 6: Kippschaltungen | 5 |
| Aufgabe 7: Der Zustandsgraph..... | 6 |
| Aufgabe 8: Wasserschneidemaschine – Teil 1..... | 6 |
| Aufgabe 9: Wasserschneidemaschine – Teil 2..... | 9 |
| Aufgabe 10: Wasserschneidemaschine – Teil 3 | 10 |
| Aufgabe 11: Wasserschneidemaschine – Teil 4 | 10 |
| Kurzlösungen | 12 |

Automatisierungstechnik - Übung 2

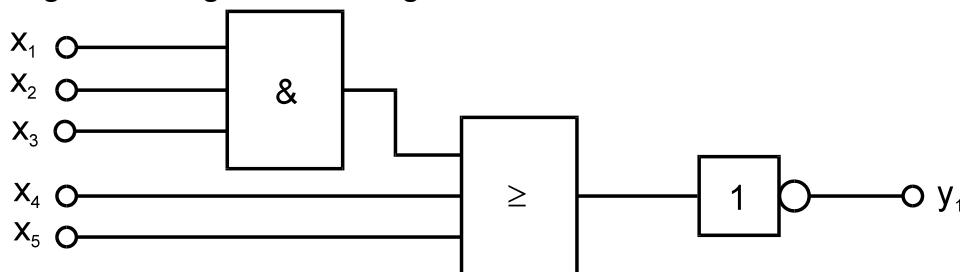
Aufgabe 1: Das De Morgansche Theorem

Zeigen Sie die Gültigkeit des De Morganschen Satzes am Beispiel:

$$y = (x_3 \vee x_2 \vee x_1) \wedge (x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1) \wedge (\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1)$$

Aufgabe 2: Grundfunktionen der Booleschen Algebra

- Realisieren Sie eine Negation, also eine Schaltung, bei der der Verbraucher ausgeschaltet wird, wenn der Einschalter betätigt wird. Verwenden Sie dazu ein Relais.
- Gegeben ist folgende Schaltung:



Verwandeln Sie die oben abgebildete Schaltung in eine Darstellung mit Schaltern.

Aufgabe 3: Boolesche Algebra

Gesucht ist eine Schaltung, die ein Ausgangssignal liefert, wenn an beiden Eingängen der gleiche logische Wert anliegt.

- Zeichnen Sie die Wertetabelle.
- Wie heißt eine solche Verknüpfung und wie ist ihr Schaltbild?
- Geben Sie die Schaltfunktion an.
- Überführen Sie diese Schaltfunktion durch algebraische Umformung in eine Form, die mit NAND-Gattern realisiert werden kann, die zwei Eingänge besitzen.
- Geben Sie durch algebraische Umformung eine Form an, die mit NOR-Gattern realisiert werden kann, die zwei Eingänge besitzen.
- Zeichnen Sie die einfachere der Lösungen aus 5. und 6.

Aufgabe 4: Konjunktive und disjunktive Normalform

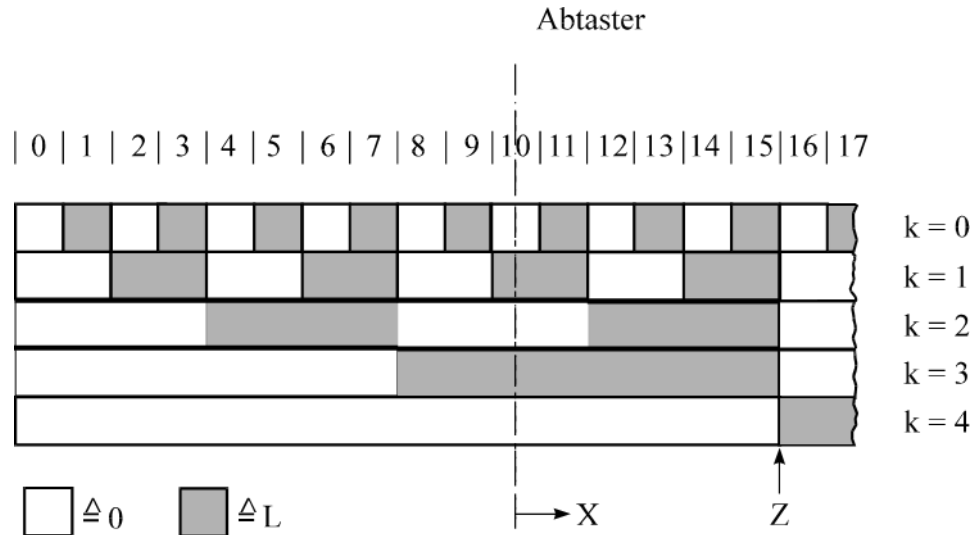
Gegeben ist die folgende vollständige Wertetabelle:

| Zeile | x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | y |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

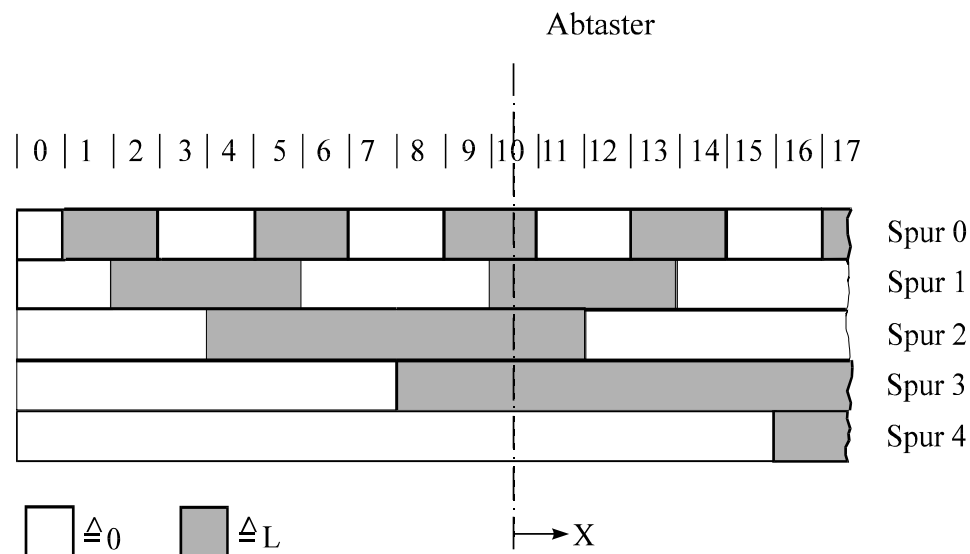
- Stellen Sie die disjunktive Normalform auf.
- Stellen Sie die konjunktive Normalform auf.
- Vereinfachen Sie KNF oder DNF durch Anwendung der Regeln der Booleschen Algebra.
- Wandeln Sie die vereinfachte Form so um, dass sie durch NOR-Gatter realisiert werden kann.
- Zeichnen Sie ein Schaltbild unter Verwendung von NOR-Gattern.

Aufgabe 5: Minimieren mit dem Karnaugh Diagramm

Das folgende Bild zeigt das Prinzip eines dual codierten Längenmaßstabes.



In unserem Beispiel sei die angeschlossene Auswertelektronik jedoch für einen Längenmaßstab vorgesehen, der mit dem Gray-Code arbeitet, wie im folgenden Bild dargestellt.

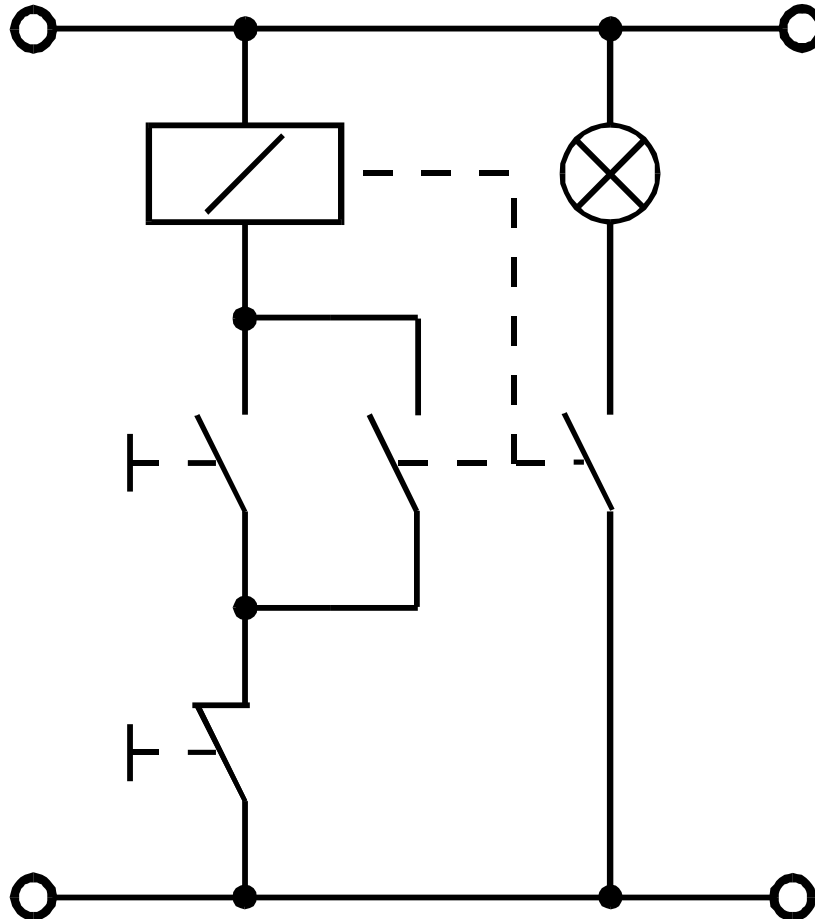


Darum soll eine Schaltung entworfen werden, die einen dualen Code mit vier Stellen in einen Gray-Code umwandelt.

- Wie viele Ein- und Ausgänge besitzt die Schaltung?
- Stellen Sie die vollständige Wertetabelle für alle Ausgänge auf.
- Erstellen Sie ein Karnaugh Diagramm für jeden Ausgang.
- Welcher besonderen Funktion genügt die Verknüpfung der letzten 3 Stellen. Warum meinen Sie, hat die vierte Stelle eine andere Schaltfunktion?
- Zeichnen Sie einen Dual-zu Gray-Code-Wandler für n Stellen.

Aufgabe 6: Kippschaltungen

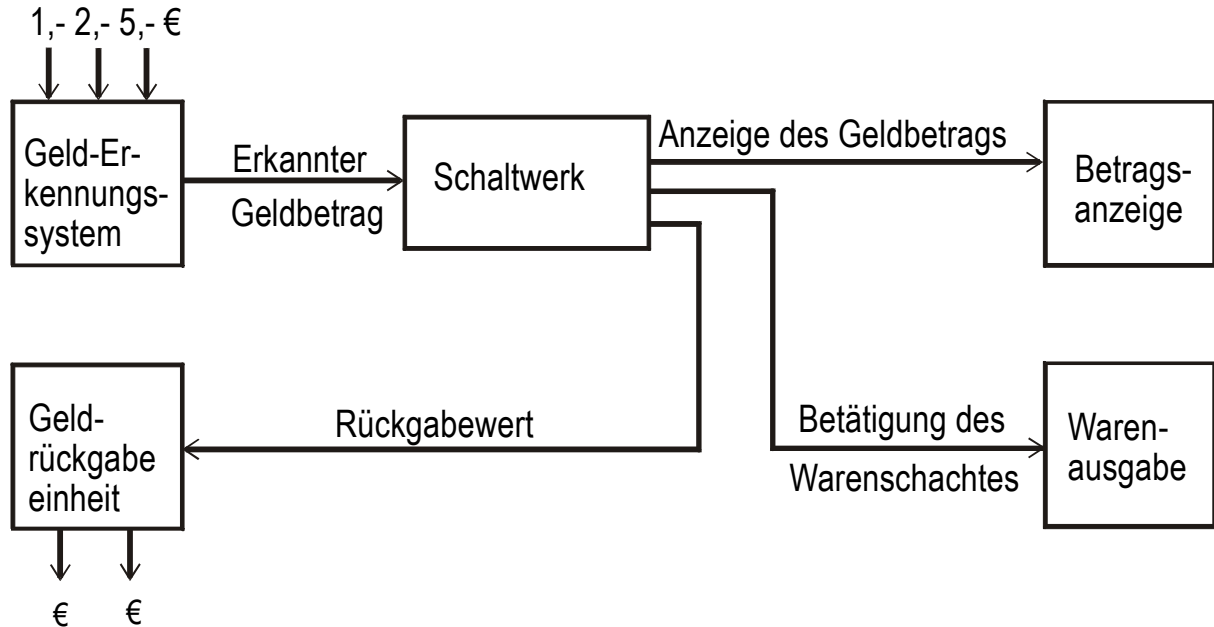
Gegeben ist folgende, in der Praxis als "Schütz mit Selbsthaltung" bekannte Schaltung:



- Wozu könnte diese Schaltung nützlich sein?
- Überführen Sie die Schaltung in eine Darstellung mit logischen Grundelementen.
- Geben Sie die Wertetabelle des Ausgangs der Schaltung in Abhängigkeit von allen Eingängen an und minimieren Sie die Schaltfunktionen.
- Wie viele Zustände kann die Schaltung einnehmen? Geben Sie die binäre Zustands-Ausgangs-Matrix der Schaltung an.

Aufgabe 7: Der Zustandsgraph

Gegeben ist der folgende Geld-Automat:



Er soll die Summe des jeweils eingeworfenen Geldbetrages (möglich sind Münzen zu 1€, 2€ und Scheine zu 5€) anzeigen und bei Erreichen eines Warenwertes von 4,- € die Ware ausgeben. Überbezahlte Beträge sollen zurückgezahlt werden.

Hilfestellung:

Der innere Zustand des Automaten hängt nur vom bereits eingeworfenen Betrag ab.

- Handelt es sich um einen Mealy- oder einen Moore-Automaten?
- Zeichnen Sie den Zustandsgraphen.
- Wie viele Ausgänge muss das Münzerkennungssystem mindestens haben?
- Wie viele Speicherelemente werden zur Realisierung des Schaltwerkes benötigt?
- Geben Sie eine mögliche Codierung zur Ansteuerung der Betragsanzeige an.

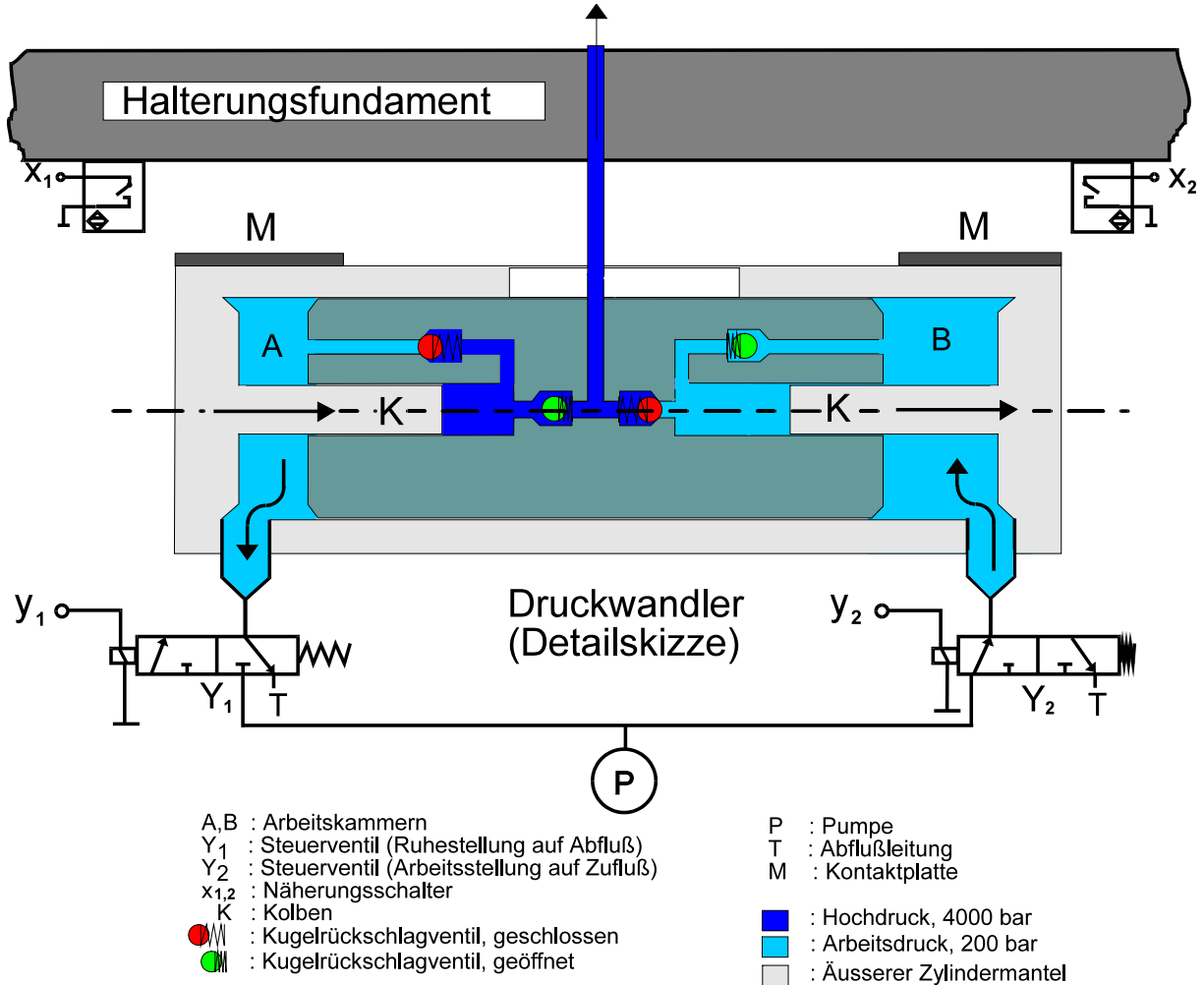
Aufgabe 8: Wasserschneidemaschine – Teil 1

Gegeben sind zwei Exemplare des unten detailliert skizzierten Druckwandlers einer Wasserschneidemaschine. Diese sind im Arbeitszustand dargestellt.

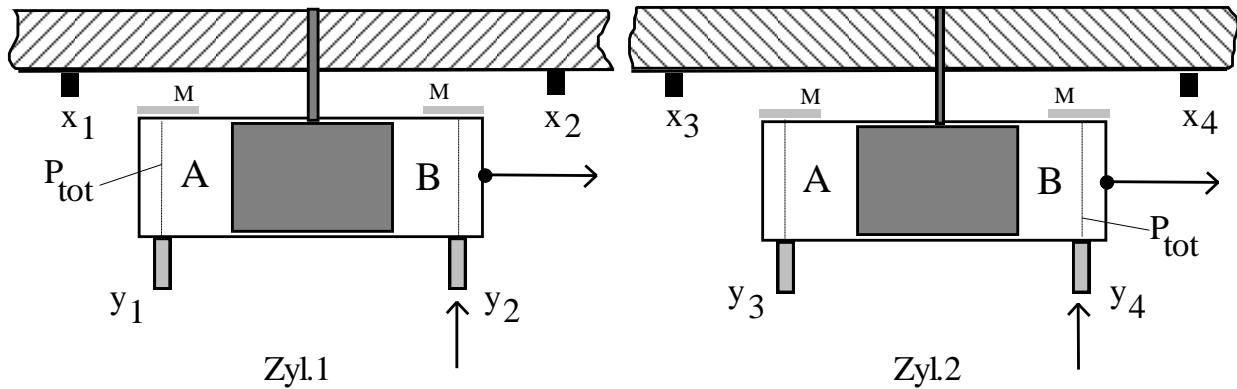
Der von der Pumpe erzeugte Anfangsdruck (200 bar) wird über das auf Durchfluss geschaltete Ventil in die Kammer B gepresst. Das Ventil, im Ruhezustand befindlich, ermöglicht gleichzeitig den Abfluss aus Kammer A.

Während dieses Vorganges bewegt sich der äußere Zylindermantel nach rechts, wobei der linke Kolben die Wasserfüllung aus der Hochdruckkammer presst (4000 bar). Dieser Vorgang dauert solange an, bis der Näherungsschalter schließt.

Danach beginnt der Vorgang in umgekehrter Richtung von neuem (ist auf Durchfluss, auf Abfluss geschaltet), der äußere Zylindermantel bewegt sich nach links.



Es werden die zwei nachfolgend skizzierten Druckwandler verwendet:



y_{1...4}: Elektrisch schaltbare Ventile

x_{1...4}: Näherungsschalter

M: Kontaktplatte

P_{tot} : Oberer bzw. unterer Totpunkt

Folgende Kolbenbewegungen in Abhängigkeit der Ventilzustände können auftreten:

| y ₁ | y ₂ | y ₃ | y ₄ | Kolben 1 | Kolben 2 |
|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | Steht | Steht |
| 0 | 0 | 0 | 1 | Steht | Richtung x ₄ |
| 0 | 0 | 1 | 0 | Steht | Richtung x ₃ |
| 0 | 0 | 1 | 1 | Steht | Nicht vorgesehen! |
| 0 | 1 | 0 | 0 | Richtung x ₂ | Steht |
| 0 | 1 | 0 | 1 | Richtung x ₂ | Richtung x ₄ |
| 0 | 1 | 1 | 0 | Richtung x ₂ | Richtung x ₃ |
| 0 | 1 | 1 | 1 | Richtung x ₂ | Nicht vorgesehen! |
| 1 | 0 | 0 | 0 | Richtung x ₁ | Steht |
| 1 | 0 | 0 | 1 | Richtung x ₁ | Richtung x ₄ |
| 1 | 0 | 1 | 0 | Richtung x ₁ | Richtung x ₃ |
| 1 | 0 | 1 | 1 | Richtung x ₁ | Nicht vorgesehen! |
| 1 | 1 | 0 | 0 | Nicht vorgesehen! | Steht |
| 1 | 1 | 0 | 1 | Nicht vorgesehen! | Richtung x ₄ |
| 1 | 1 | 1 | 0 | Nicht vorgesehen! | Richtung x ₃ |
| 1 | 1 | 1 | 1 | Nicht vorgesehen! | Nicht vorgesehen! |

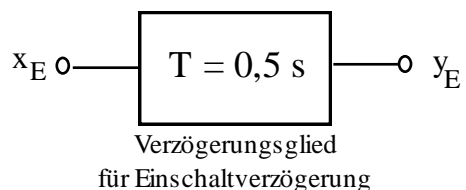
Die Zylinder arbeiten nach folgendem Ablaufschema:

| Bewegungsablauf | Zylinderbewegung | Haltepunkt |
|------------------------------|-----------------------|----------------|
| 1. (beide Zylinder in Mitte) | Zyl. 1 Richtung x_2 | Hält bei x_2 |
| 2. | Zyl. 2 Richtung x_3 | Hält bei x_3 |
| 3. | Zyl. 1 Richtung x_1 | Hält bei x_1 |
| 4. | Zyl. 2 Richtung x_4 | Hält bei x_4 |
| 5. | Zyl. 1 Richtung x_2 | Hält bei x_2 |

- Es gibt Schalterstellungen, die das System bei korrekter Funktion nicht einnehmen kann. Die Stellung der zugehörigen Ventile soll zunächst als beliebig angenommen werden.
 Stellen Sie die Wertetabelle für die Schaltfunktionen auf, mit denen die Ausgänge $y_1 \dots y_4$ angesteuert werden können.
- Geben Sie für den Ausgang y_1 die disjunktive Normalform an und zeichnen Sie diese Schaltfunktion.
- Geben Sie für die Ausgänge y_n das Karnaugh-Veitch Diagramm an und geben Sie mit Hilfe des erstellten Karnaugh-Veitch-Diagrammes die minimierten Schaltfunktionen y_n an.
- Zeichnen Sie das Schaltbild.
- Wie könnte man auf einige mögliche Fehlfunktionen der Schalter schließen?
- Was für Funktionen an den Ventilen und in der Werkzeugmaschine könnten in diesem Fall ausgelöst werden?

Aufgabe 9: Wasserschneidemaschine – Teil 2

Ist ein Zylinder am jeweiligen Endschalter angekommen, soll er sich noch ca. 0,5 s weiterbewegen, während der andere schon begonnen hat zu arbeiten. Der Endschalter bleibt, bedingt durch die Länge der Kontaktplatte K dabei noch geschlossen. Hierdurch kann ein Druckabfall beim Umschalten der Zylinder vermieden werden. Durch Einsatz eines Verzögerungsgliedes (Einschaltverzögerung) kann dieses Problem gelöst werden, wenn seine das Einschalten verzögernde Funktion in eine das Ausschalten verzögernde Funktion umgewandelt wird.





- Vervollständigen Sie die Signalverläufe im vorbereiteten Diagramm.
- Skizzieren Sie die Beschaltung der Ausgänge y_n des Schaltnetzes mit den Verzögerungsgliedern so, dass obiger Signalverlauf möglich ist.

Aufgabe 10: Wasserschneidemaschine – Teil 3

Um einen einzelnen Druckwandler zu betreiben, benötigt man ein RS-Flipflop.

Skizzieren Sie die Beschaltung des Flipflops mit Näherungsschaltern und Ventilen, damit der "Stand-Alone-Betrieb" des Zylinders 1 möglich ist.

Aufgabe 11: Wasserschneidemaschine – Teil 4

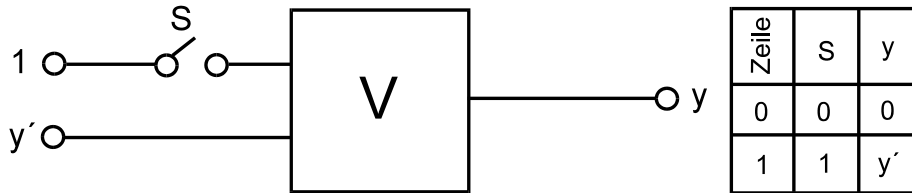
Gegeben sind ein Blockschaltbild (s. Ende der Aufgabe) und die Ergebnisse aus Aufgabe 1, 2 und 3.

Unter Verwendung eines Schaltnetzes sollen mit Hilfe des Umschalters **S** folgende Betriebszustände ausgewählt werden können:

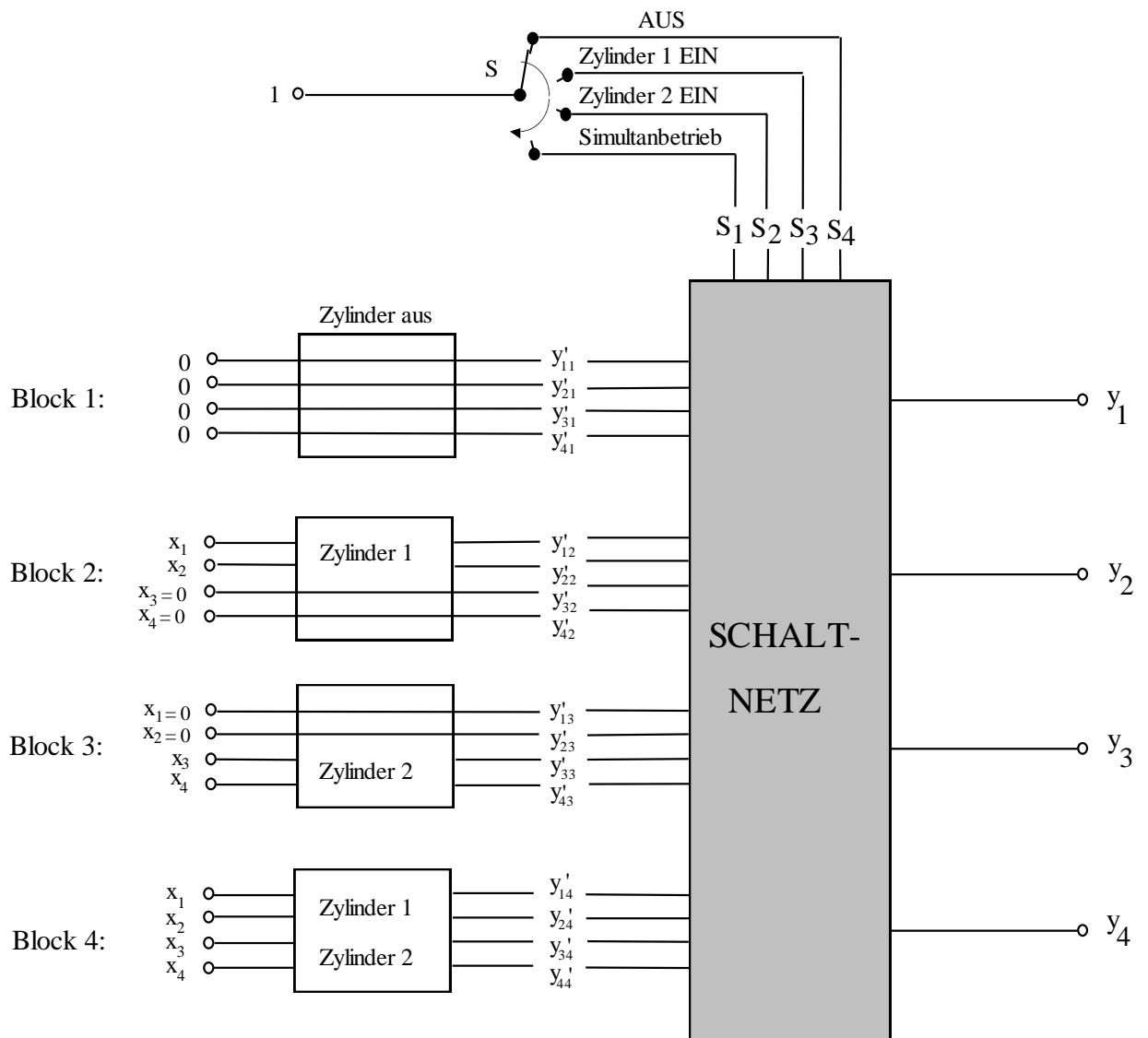
- Ausschalten der Anlage (Block 1)
- Einzelbetrieb Hochdruckwandler 1 (Block 2; Ergebnis Aufgabe 3) sowie
- Einzelbetrieb Hochdruckwandler 2 (Block 3; Ergebnis Aufgabe 3) sowie
- Simultanbetrieb Hochdruckwandler 1 und 2 (Block 4; Ergebnis Aufgabe 2)

- Das Umschalten der Blöcke 1...4 aus dem Blockschaltbild soll unter Verwendung des nachfolgend skizzierten binären Umschalters realisiert werden.
Dieser Umschalter legt den Eingang y' in Abhängigkeit von der Stellung des Schalters **S** auf den Ausgang.

Geben Sie die notwendige Verknüpfung V an.



- b) Geben Sie eine Schaltung an, die alle 4 Ausgänge y'_{1m} aus dem Blockschaltbild in Abhängigkeit von der Stellung des Schalters S auf den Ausgang y_1 legt. Benutzen Sie dazu die binären Umschalter aus Aufgabe 4.1, die Sie mit einer geeigneten Schaltverknüpfung zusammenfassen.
- c) Zeichnen Sie das gesamte Schaltnetz. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Verknüpfung V dann entfallen kann, wenn der Eingang $y'_{nm} = 0$ ist.



Kurzlösungen

Lösung 1

$$y = (x_3 \vee x_2 \vee x_1) \wedge (x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1) \wedge (\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1)$$

mit $a = x_3 \vee x_2 \vee x_1$

und $b = \bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1$

folgt

$$\begin{aligned} y &= a \wedge (x_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1) \wedge b \wedge (\bar{x}_3 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1) \\ &= ((a \wedge x_3) \vee (a \wedge \bar{x}_2) \vee (a \wedge \bar{x}_1)) \wedge ((b \wedge \bar{x}_3) \vee (b \wedge \bar{x}_2) \vee (b \wedge \bar{x}_1)) \\ &= (a \wedge b \wedge x_3 \wedge \bar{x}_3) \vee (a \wedge b \wedge x_3 \wedge \bar{x}_2) \vee (a \wedge b \wedge x_3 \wedge \bar{x}_1) \vee \\ &\quad \vee (a \wedge b \wedge \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2) \vee (a \wedge b \wedge \bar{x}_2) \vee (a \wedge b \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1) \vee \\ &\quad \vee (a \wedge b \wedge \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_1) \vee (a \wedge b \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1) \vee (a \wedge b \wedge \bar{x}_1) \end{aligned}$$

mit $z = a \wedge b = (x_3 \vee x_2 \vee x_1) \wedge (\bar{x}_3 \vee x_2 \vee x_1)$

$$\begin{aligned} &= (x_3 \wedge \bar{x}_3) \vee (x_3 \wedge x_2) \vee (x_3 \wedge x_1) \vee (\bar{x}_3 \wedge x_2) \vee x_2 \vee \\ &\quad \vee (x_2 \wedge x_1) \vee (\bar{x}_3 \wedge x_1) \vee (x_2 \wedge x_1) \vee x_1 \\ &= [x_2 \wedge (x_3 \vee \bar{x}_3 \vee 1 \vee x_1)] \vee [x_1 \wedge (x_3 \vee \bar{x}_3 \vee 1)] \\ &= x_2 \vee x_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y &= (x_2 \vee x_1) \wedge \\ &\quad \wedge [(x_3 \wedge \bar{x}_2) \vee (x_3 \wedge \bar{x}_1) \vee \bar{x}_2 \vee (\bar{x}_2 \wedge \bar{x}_1) \vee (\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_1) \vee \bar{x}_1 \vee (\bar{x}_3 \wedge \bar{x}_2)] \\ &= (x_2 \vee x_1) \wedge [[\bar{x}_2 \wedge (x_3 \vee 1 \vee \bar{x}_1 \vee \bar{x}_3)] \vee [\bar{x}_1 \wedge (x_3 \vee \bar{x}_3 \vee 1)]] \\ &= (x_2 \vee x_1) \wedge (\bar{x}_2 \vee \bar{x}_1) \\ &= (x_2 \wedge \bar{x}_2) \vee (x_2 \wedge \bar{x}_1) \vee (\bar{x}_2 \wedge x_1) \vee (x_1 \wedge \bar{x}_1) \\ &= (\bar{x}_2 \wedge x_1) \vee (x_2 \wedge \bar{x}_1) \end{aligned}$$

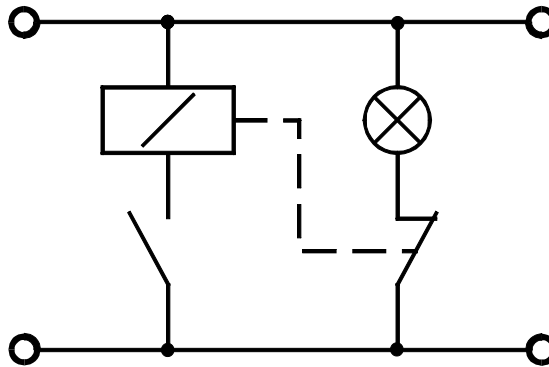
$$\Rightarrow \bar{y} = \overline{(\bar{x}_2 \wedge x_1)} \wedge \overline{(x_2 \wedge \bar{x}_1)} = (x_2 \vee \bar{x}_1) \wedge (\bar{x}_2 \vee x_1)$$

$$\begin{aligned}
 y \wedge \bar{y} &= 0 = \left[(x_2 \vee x_1) \wedge (\bar{x}_2 \vee \bar{x}_1) \right] \wedge \left[(x_2 \vee \bar{x}_1) \wedge (\bar{x}_2 \vee x_1) \right] \\
 &= (x_2 \vee x_1) \wedge (\bar{x}_2 \vee \bar{x}_1) \wedge (x_2 \vee \bar{x}_1) \wedge (\bar{x}_2 \vee x_1) \\
 &= \left[x_2 \vee \underbrace{(x_1 \wedge \bar{x}_1)}_0 \right] \wedge \left[\bar{x}_2 \vee \underbrace{(\bar{x}_1 \wedge x_1)}_0 \right] \\
 &= x_2 \wedge \bar{x}_2 = 0
 \end{aligned}$$

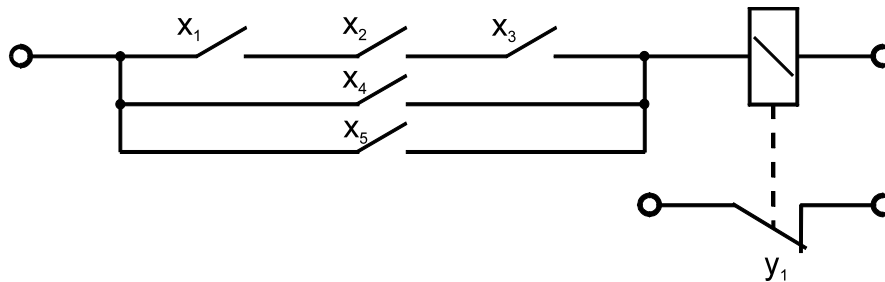
qed.

Lösung 2

a) Schaltung



b) Schaltung

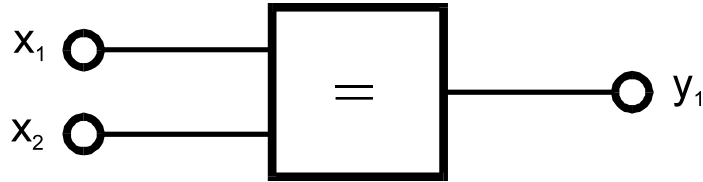


Lösung 3

a) Dialoge der Anwendung bei der Erstellung des KNN

| Zeile | x_1 | x_2 | y_1 |
|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 1 | 1 |

- b) Eine solche Verknüpfung nennt man Äquivalenz oder Äquijunktion. Sie hat folgendes Schaltbild:



c) $(x_1 \wedge x_2) \vee (\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2)$

- d) Es werden 5 Gatter benötigt.

$$a \vee b = \overline{\bar{a} \wedge \bar{b}}$$

$$y = \overline{(\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2) \wedge (\bar{\bar{x}_1} \wedge \bar{\bar{x}_2})}$$

$$a = a \wedge a \Rightarrow \bar{a} = \overline{a \wedge a}$$

$$y = \overline{(\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2) \wedge ((\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_1) \wedge (\bar{x}_2 \wedge \bar{x}_2))}$$

- e) Es werden 6 Gatter benötigt.

$$a \wedge b = \overline{\bar{a} \vee \bar{b}}$$

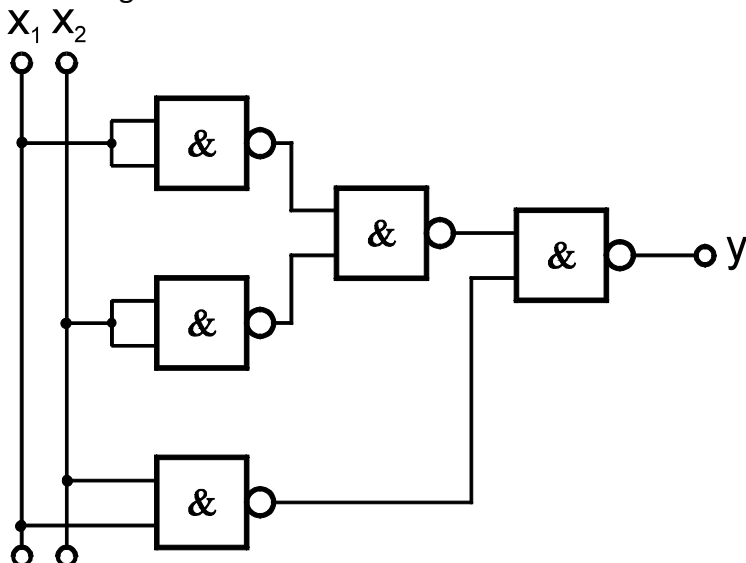
$$y = \overline{(\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2) \vee (\bar{\bar{x}_1} \vee \bar{\bar{x}_2})}$$

$$a = a \vee a \Rightarrow \bar{a} = \overline{a \vee a}$$

$$a = a \vee 0 \Rightarrow \bar{a} = \overline{a \vee 0}$$

$$y = \overline{(\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_1) \vee (\bar{x}_2 \vee \bar{x}_2) \vee (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2) \vee 0}$$

- f) Schaltung



Lösung 4

a) Gleichung

$$y = (\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4) \vee (\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_3 \wedge \bar{x}_4) \\ \vee (x_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4) \vee (x_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_3 \wedge \bar{x}_4)$$

b) Gleichung

$$\bar{y} = (\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge x_4) \vee (\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_3 \wedge x_4) \\ \vee (\bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4) \vee (\bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge x_4) \\ \vee (\bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge \bar{x}_4) \vee (\bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_4) \\ \vee (x_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge x_4) \vee (x_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_3 \wedge x_4) \\ \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge \bar{x}_4) \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3 \wedge x_4) \\ \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge \bar{x}_4) \vee (x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_4)$$

$$y = (x_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee \bar{x}_4) \wedge (x_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_3 \vee \bar{x}_4) \\ \wedge (x_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee x_4) \wedge (x_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee \bar{x}_4) \\ \wedge (x_1 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_3 \vee x_4) \wedge (x_1 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_3 \vee \bar{x}_4) \\ \wedge (\bar{x}_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee \bar{x}_4) \wedge (\bar{x}_1 \vee x_2 \vee \bar{x}_3 \vee \bar{x}_4) \\ \wedge (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee x_4) \wedge (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee x_3 \vee \bar{x}_4) \\ \wedge (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_3 \vee x_4) \wedge (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 \vee \bar{x}_3 \vee \bar{x}_4)$$

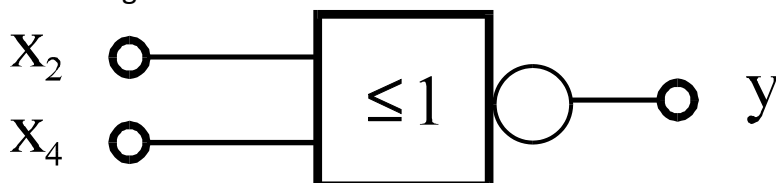
c) Gleichung

$$y = \left[\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_4 \wedge \underbrace{(x_3 \vee \bar{x}_3)}_1 \right] \vee \left[x_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_4 \wedge \underbrace{(x_3 \vee \bar{x}_3)}_1 \right] \\ y = (\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_4) \vee (x_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_4) \\ y = \underbrace{(x_1 \vee \bar{x}_1)}_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_4 \\ y = \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_4$$

d) Gleichung

$$y = \overline{x_2 \vee x_4}$$

e) Schaltung



Lösung 5

- a) Die Schaltung hat vier Eingänge und vier Ausgänge.
 b) Tabelle

| Zeile | x_4 | x_3 | x_2 | x_1 | y_4 | y_3 | y_2 | y_1 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

- c) Karnaugh-Diagramme

| $x_4 x_3$ \ $x_2 x_1$ | | $x_2 x_1$ | | | |
|-----------------------|---|-----------|----|----|----|
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

y_4

$$y_4 = x_4$$

| $x_4 x_3$ \ $x_2 x_1$ | | $x_2 x_1$ | | | |
|-----------------------|---|-----------|----|----|----|
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

y_3

$$y_3 = (\bar{x}_4 \wedge x_3) \vee (x_4 \wedge \bar{x}_3)$$

| $x_4 x_3$ \ $x_2 x_1$ | | $x_2 x_1$ | | | |
|-----------------------|---|-----------|----|----|----|
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 00 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 01 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |

y_2

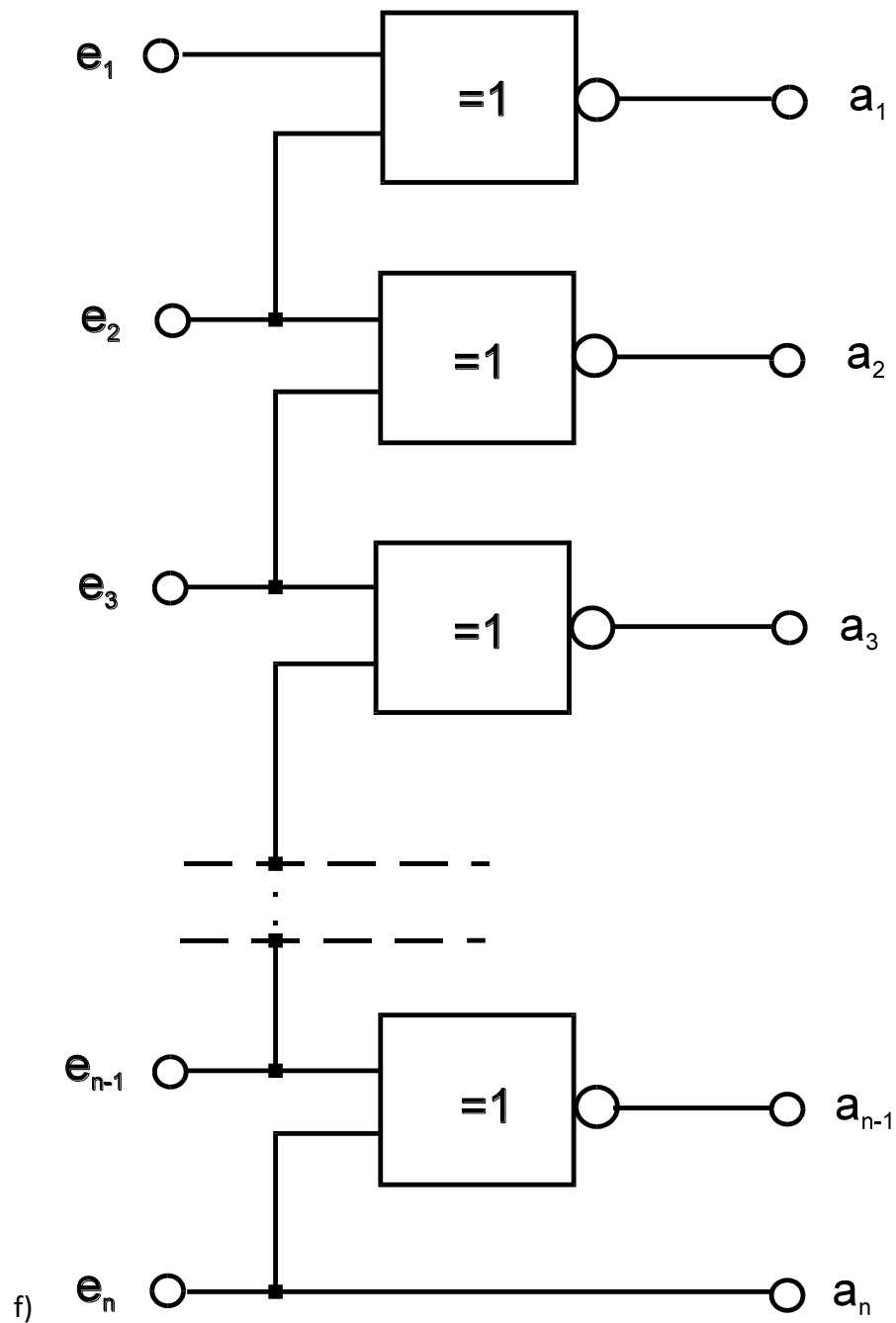
$$y_2 = (x_2 \wedge \bar{x}_3) \vee (\bar{x}_2 \wedge x_3)$$

| $x_4 x_3$ \ $x_2 x_1$ | | $x_2 x_1$ | | | |
|-----------------------|---|-----------|----|----|----|
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 00 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 01 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 11 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 10 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |

y_1

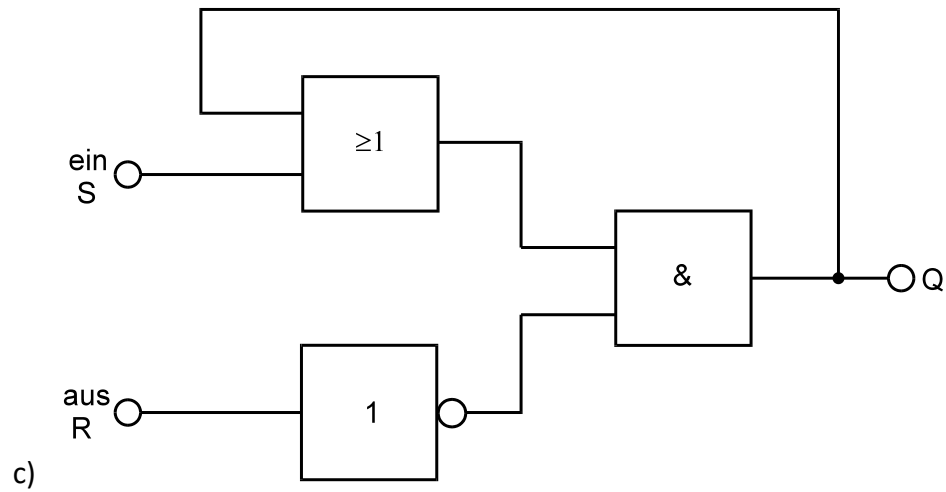
$$y_1 = (\bar{x}_2 \wedge x_1) \vee (x_2 \wedge \bar{x}_1)$$

- d) Sie stellen eine Antivalenzfunktion zwischen dem Eingang, dessen Wertigkeit dem Ausgang entspricht, und dem Eingang mit der nächst höheren Wertigkeit dar. Die vierte Stelle hat eine andere Schaltfunktion, weil das Bit mit der Wertigkeit fünf nicht dekoriert werden muss.
- e) Schaltung



Lösung 6

- Die Schaltung erlaubt ein Ein- und Ausschalten des Verbrauchers durch Druck auf die Ein- bzw. Austaste.
- Schaltung



d) Diese Schaltfunktion stellt die charakteristische Gleichung der Schaltung dar:

| Zeile | R_ξ | S_ξ | Q_ξ | $Q_{\xi+1}$ |
|-------|---------|---------|---------|-------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | X |
| 7 | 1 | 1 | 1 | X |

| | | Q_ξ | |
|---------|---------|---------|---|
| | | 0 | 1 |
| R_ξ | S_ξ | | |
| | 00 | 0 | 1 |
| | 01 | 1 | 1 |
| | 11 | X | X |
| | 10 | 0 | 0 |

$$Q_{\xi+1} = [\bar{R} \wedge (S \vee Q)]_\xi$$

e) Die Schaltung kann zwei Zustände einnehmen.

f) Tabelle

| \vec{Z}_ξ | \vec{X}_ξ | | | | \vec{Y}_ξ |
|---------------|---------------|-----|-----|-----|---------------|
| | 00 | 01 | 10 | 11 | |
| aus | aus | ein | aus | aus | 0 |
| ein | ein | ein | aus | aus | 1 |

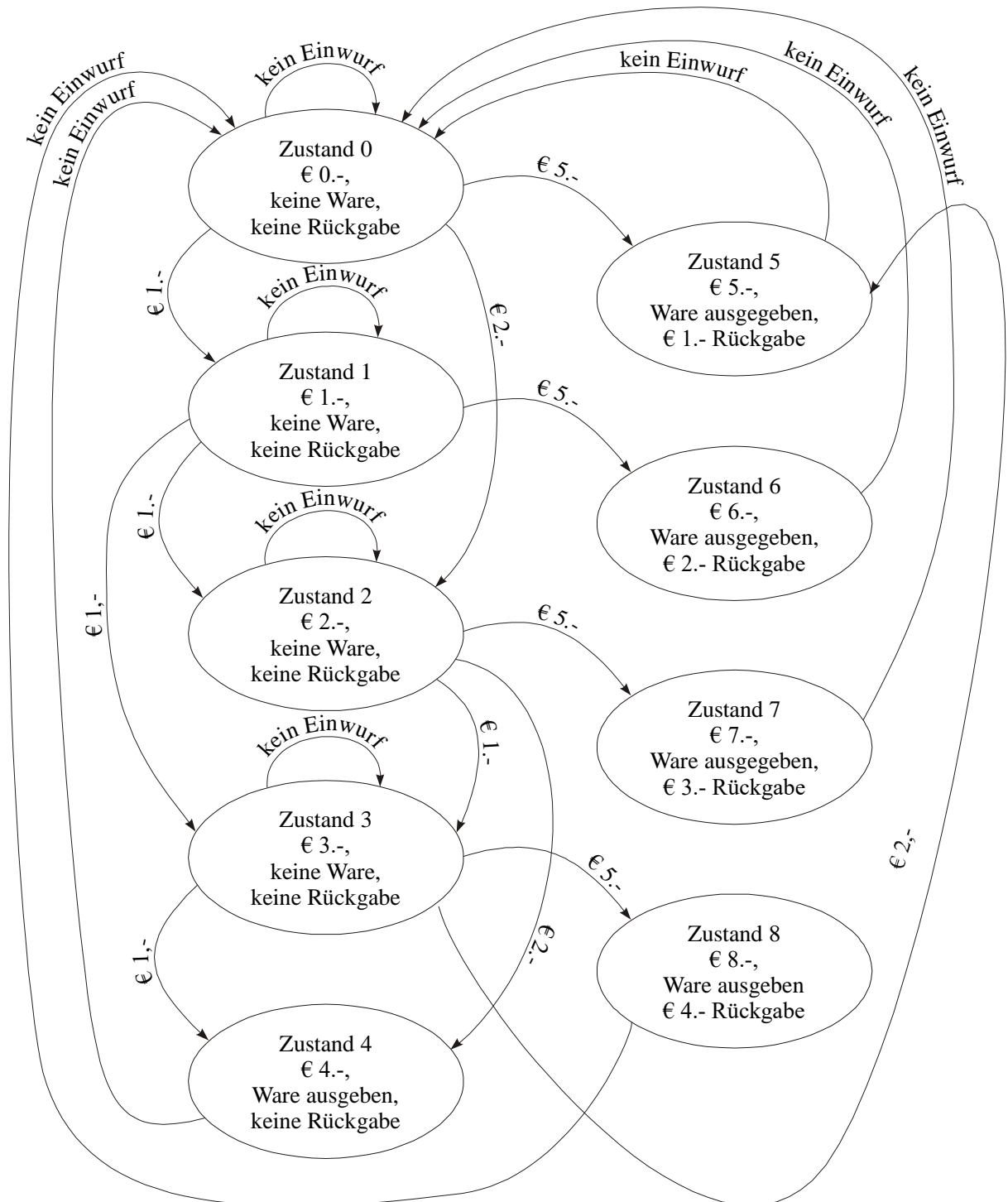
Lösung 7

- a) Da die Anzeige des bereits eingeworfenen Münzbetrages und die Ausgabe der Ware nur davon abhängt, in welchem Zustand sich der Automat befindet, gilt:

$$\vec{Y}_\xi = \omega(\vec{Z})_\xi$$

Darum handelt es sich um einen Moore-Automaten.

- b) Diagramm



- c) Das Münzkennungssystem muss zwischen drei Münztypen unterscheiden können und auch erkennen können, wenn kein Münzeinwurf erfolgt. Die Eingangsvariablen müssen also 4 Werte annehmen können. Daher benötigt man zwei binäre Ausgänge.
- d) Das Schaltwerk hat 9 Zustände. Jede Zustandsvariable wird durch ein Speicherelement repräsentiert. n Speicherelemente können $m = 2^n$ Zustände abbilden. Daraus folgt, dass 4 Speicherelemente benötigt werden.

e) Zustände

- a) -.- 0000
- b) 1.- 0001
- c) 2.- 0010
- d) 3.- 0011
- e) 4.- 0100
- f) 5.- 0101
- g) 6.- 0110
- h) 7.- 0111
- i) 8.- 1000

Lösung 8

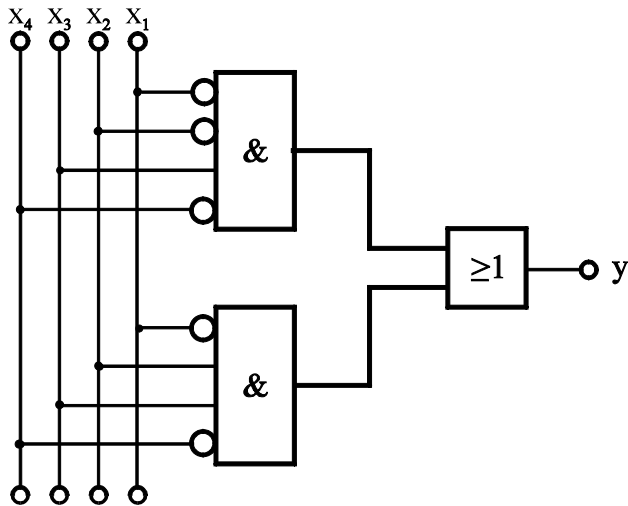
a)

| Zeile | x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | y_1 | y_2 | y_3 | y_4 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | x | x | x | x |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | x | x | x | x |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | x | x | x | x |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | x | x | x | x |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | x | x | x | x |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | x | x | x | x |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | x | x | x | x |

x = don't care

b)

$$y_1 = (\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_3 \wedge \bar{x}_4) \vee (\bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge \bar{x}_4)$$



c)

| $x_1x_2 \backslash x_3x_4$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|----------------------------|----|----|----|----|
| 00 | | | X | 1 |
| 01 | | | X | 1 |
| 11 | X | X | X | X |
| 10 | | | X | |

y_1

$$y_1 = \bar{x}_1 \wedge x_3$$

| $x_1x_2 \backslash x_3x_4$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|----------------------------|----|----|----|----|
| 00 | 1 | 1 | X | |
| 01 | | | X | |
| 11 | X | X | X | X |
| 10 | | 1 | X | |

y_2

$$y_2 = (\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge \bar{x}_3) \vee (x_1 \wedge x_4)$$

| $x_1x_2 \backslash x_3x_4$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|----------------------------|----|----|----|----|
| 00 | | | X | |
| 01 | 1 | 1 | X | |
| 11 | X | X | X | X |
| 10 | | | X | |

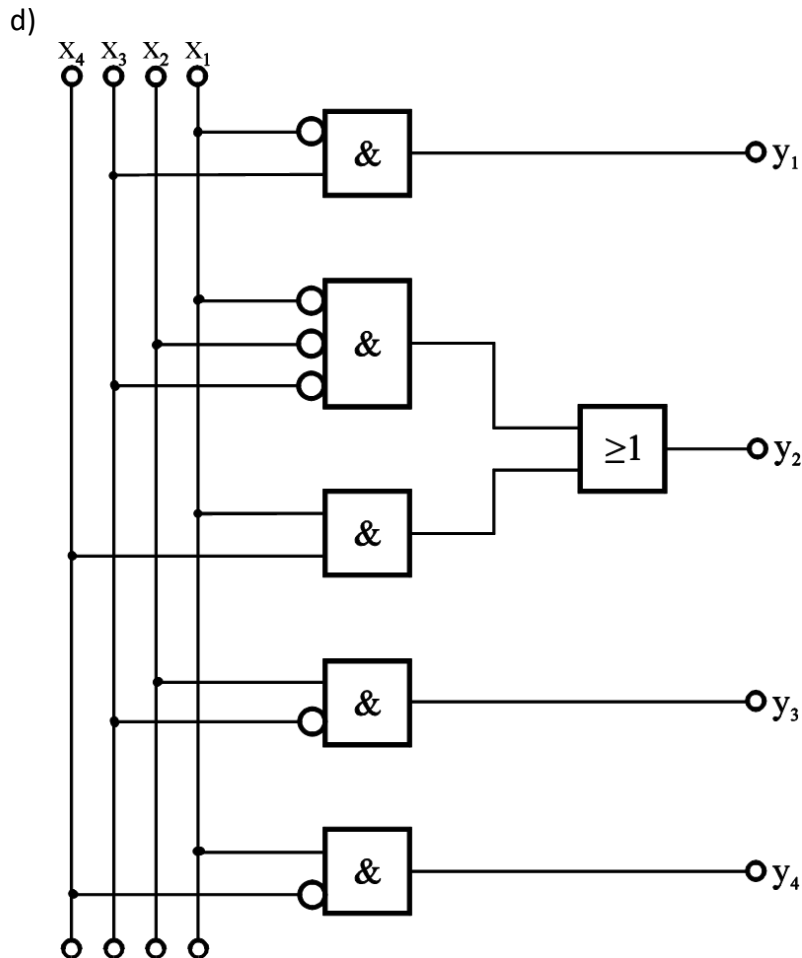
y_3

$$y_3 = x_2 \wedge \bar{x}_3$$

| $x_1x_2 \backslash x_3x_4$ | 00 | 01 | 11 | 10 |
|----------------------------|----|----|----|----|
| 00 | | | X | |
| 01 | | | X | |
| 11 | X | X | X | X |
| 10 | 1 | | X | 1 |

y_4

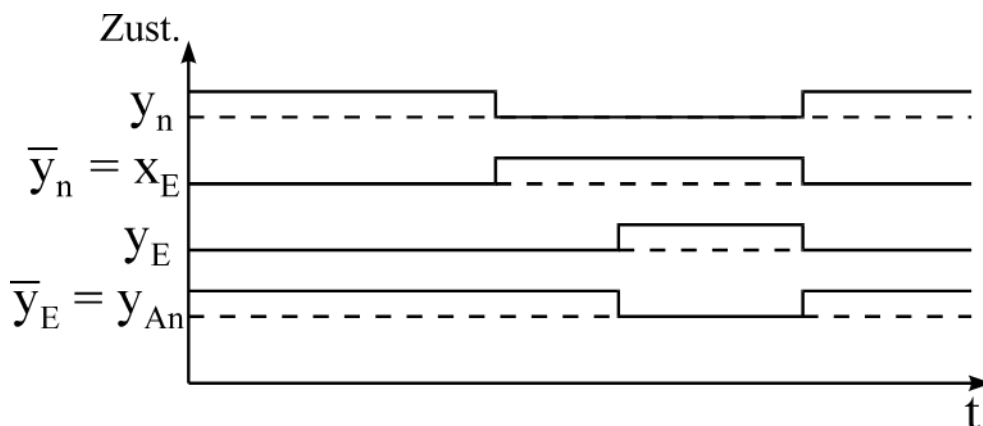
$$y_4 = x_1 \wedge \bar{x}_4$$



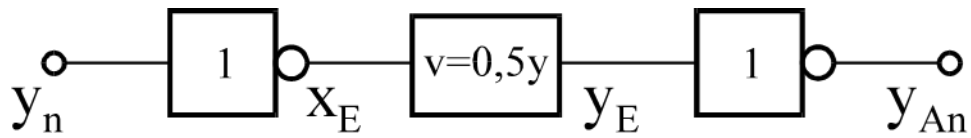
- e) Im Karnaugh-Veitch Diagramm sind bestimmte Felder als beliebig gekennzeichnet, da bei korrektem Betrieb der Anlage die entsprechenden Eingangsvektoren nicht auftreten können. Treten diese Werte dennoch auf, liegt eine Fehlfunktion der Schalter vor.
- f) Maschine abschalten. Fehlermeldung in der Anzeige auslösen.

Lösung 9

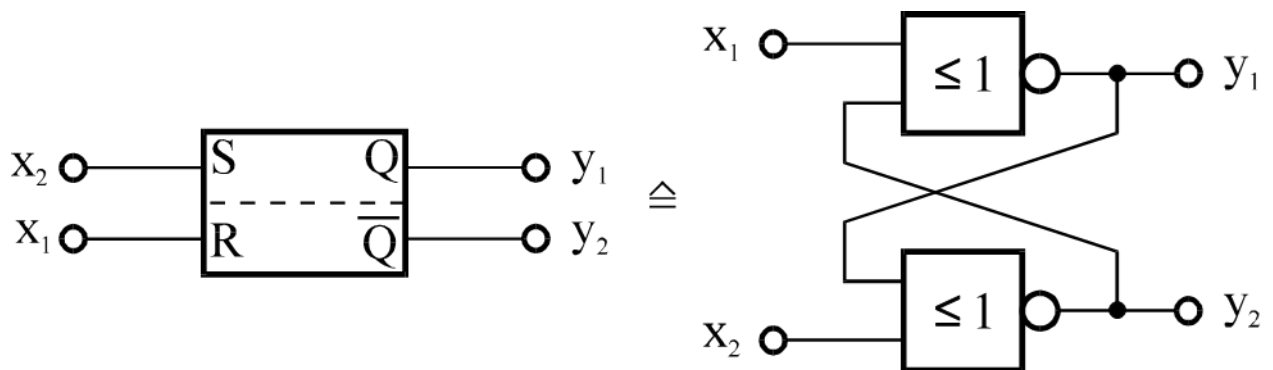
a)



b)

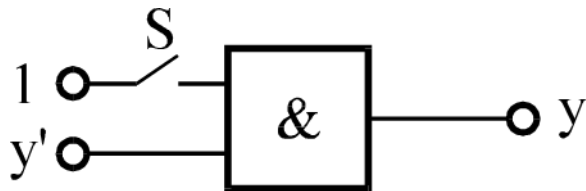


Lösung 10

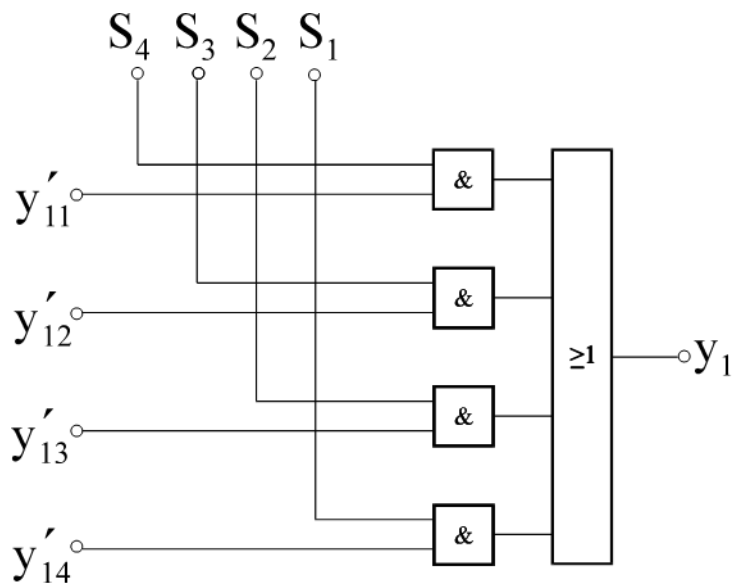


Lösung 11

a)



b)



c)

