

Übungsaufgaben zur Vorlesung

Grundlagen der Informationsverarbeitung II

Sommersemester 2004

Aufgaben zu Kapitel 4 Schaltwerke

Betreuer:

Prof. Dr.-Ing. H. Schröder

Raum: P1-04-211

Tel.: 755-3190

Email: hartmut.schroeder@uni-dortmund.de

Dipl.-Ing. H. Lange

Raum: P1-04-210

Tel.: 755-2028

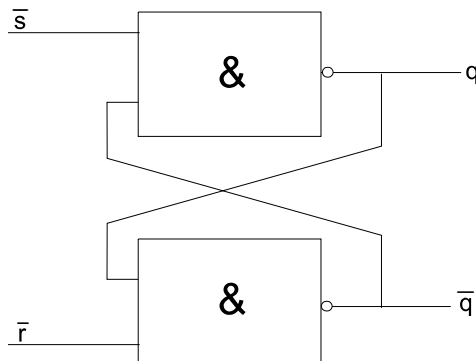
Email: hendrik.lange@uni-dortmund.de

Aktuelle Informationen zur Vorlesung gibt es unter:

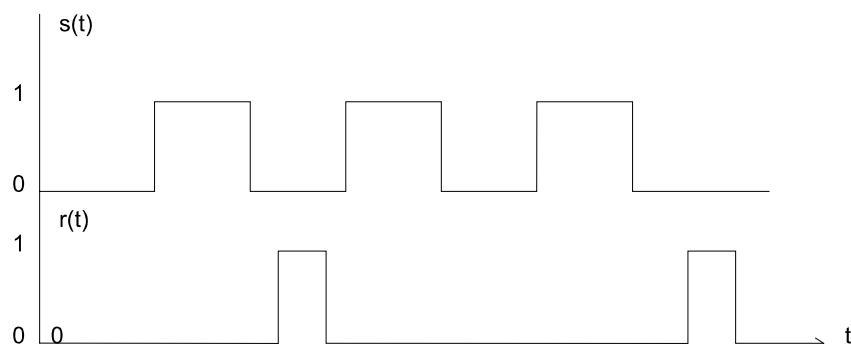
http://www-kt.e-technik.uni-dortmund.de/m_siv/giv/giv_main.html

Aufgabe 4.1

Erläutern Sie die Funktionsweise des im folgenden Bild dargestellten Flip Flops.

**Aufgabe 4.2**

Die Eingangsvariablen eines SR - Flip Flops s und r haben folgende Signalverläufe:



Zeichnen Sie das Signalzeitdiagramm für das Ausgangssignal q des Flip-Flops bei

- a) $q(t = 0) = 0$
- b) $q(t = 0) = 1$

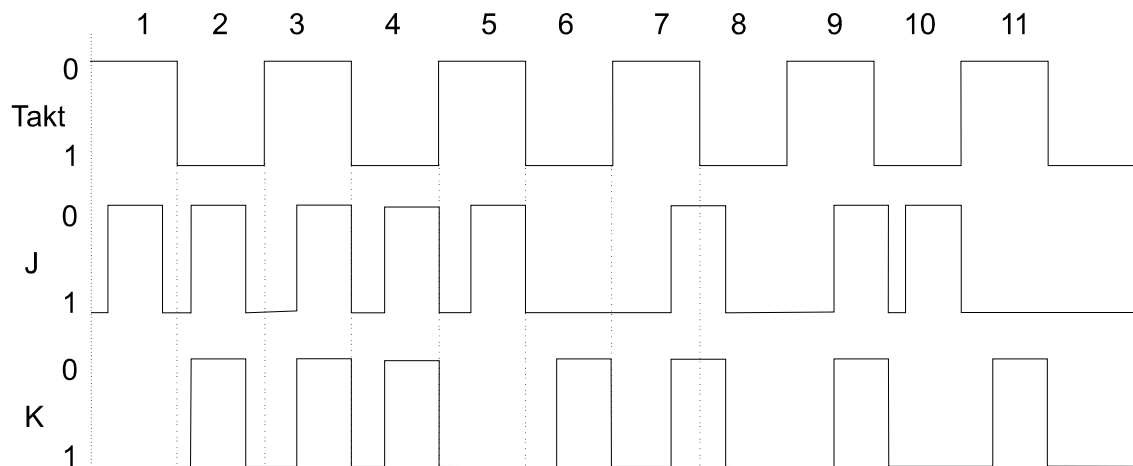
Aufgabe 4.3

Bei einem SR-FF wird durch geeignete Eingangsbeschaltung die Setzeigenschaft bevorzugt (Setz-dominierendes SR-FF). Der Unterschied zwischen dem SDR- einem normalen SR-FF liegt darin, daß bei $s=r=1$ das Flip Flop gesetzt wird.

- a) Stellen Sie die Wahrheitstabelle der Eingangsbeschaltung auf und ermitteln Sie die zugehörigen logischen Funktionen
- b) Geben Sie die Schaltung für das SDR-FF an
- c) Wie sieht dann die Eingangsbeschaltung aus, wenn bei $s=r=1$ das Flip Flop den alten Zustand speichern soll

Aufgabe 4.4

Die Signalzeit-Diagramme für die Eingangsvariablen eines taktflankengesteuerten JK-Flip Flops sind im folgenden Bild gegeben:

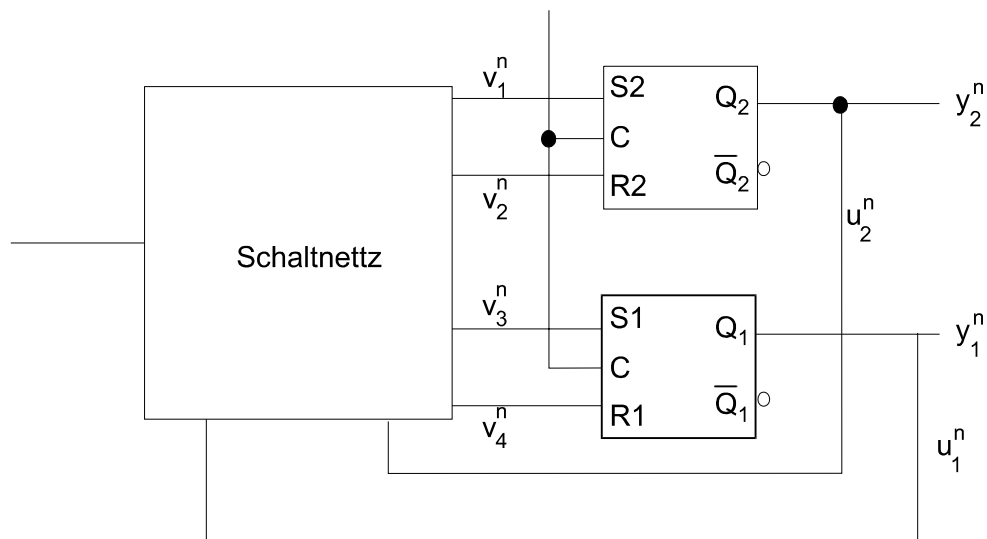


- Kann das FF in dem angegebenen Signalzeit-Diagramm bei jeder Taktflanke eindeutig schalten?
- Wie könnte man eindeutige Schaltverhältnisse zwischen Takt und Eingangsvariable schaltungsmäßig realisieren?
- Zeichnen Sie für diesen Fall das Signalzeit-Diagramm für die Ausgangsvariable q bei positiver und negativer Flankensteuerung.

Aufgabe 4.5

Zum Aufbau asynchroner Zähler können taktflankengesteuerte Flip Flops eingesetzt werden, die so beschaltet werden, daß jedes Einzelement die Übergangsfunktion $u_i^{n+1} = \overline{u_i^n}$ besitzt. Realisieren Sie ein solches Element mit einem positiv flankengesteuerten

- D-Flip Flop
- T-Flip Flop
- JK-Flip Flop

Aufgabe 4.6

Entwerfen Sie entsprechend obiger Schaltskizze unter Verwendung von RS-Flip Flops einen synchronen Dual-Zähler. In Abhängigkeit vom äußerem Signal x^n soll dieser wie folgt zählen:

$x^n = 0$: 0 - 1 - 2 - 3 - 0 (Dezimal)

$x^n = 1$: 0 - 3 - 2 - 1 - 0 (Dezimal)

- Geben Sie die Übergangstabelle und den Zustandsgraph an!
- Entwerfen Sie das Übergangsschaltnetz auf der Basis der disjunktiven Minimalformen mit Hilfe von KV-Diagrammen!

Aufgabe 4.7 (Klausur H89)

Entwickeln Sie ein synchrones Schaltwerk mit Hilfe von Toggle-Flip Flops. Das Schaltwerk soll autonom die (dezimal codiert) angegebenen Zustände

...-0-1-2-5-6-7-0-...

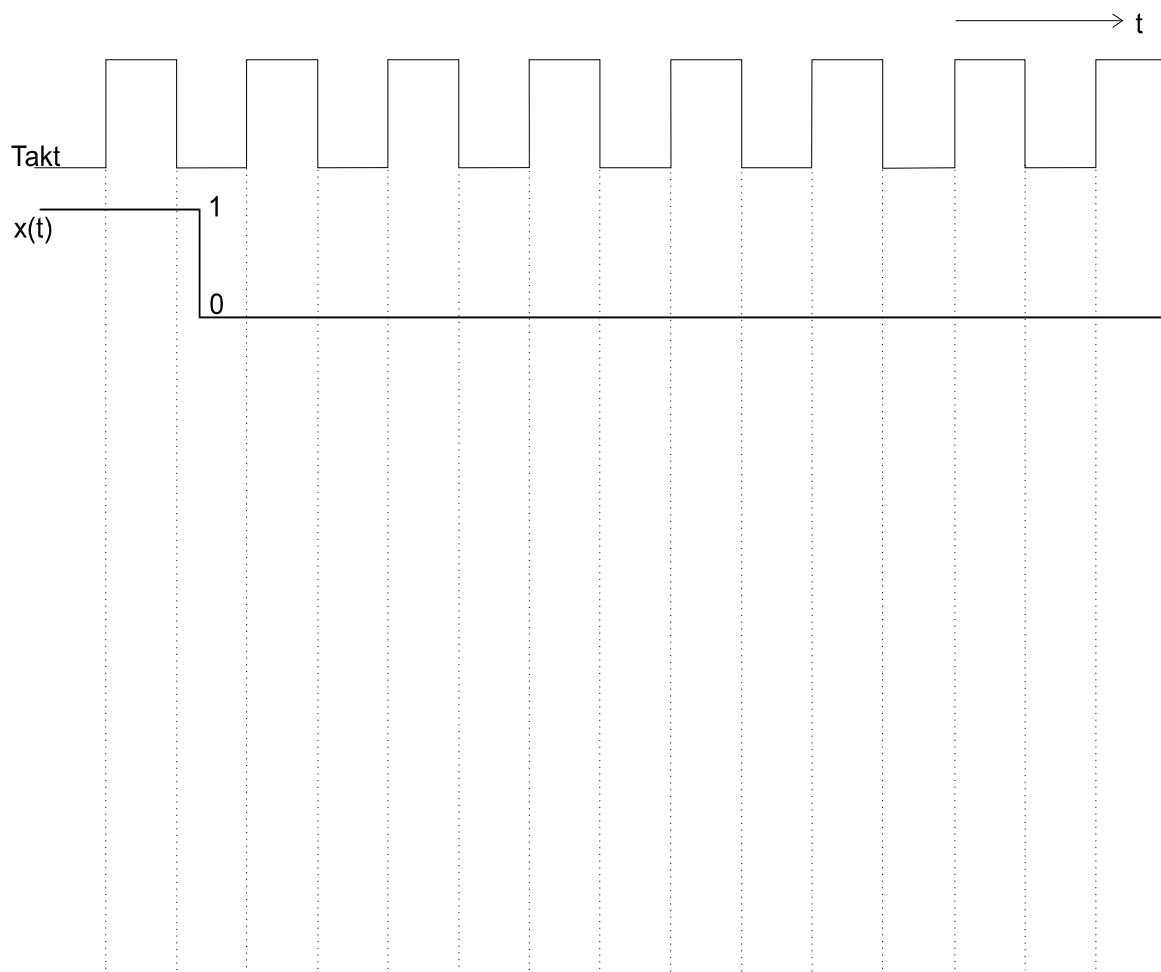
zyklisch durchlaufen. Die Ausgangsvariablen seien gleich den Zustandsvariablen.

- Skizzieren Sie das Blockschaltnetz mit den TT-Flip-Flops (aber ohne innere Schaltung des Schaltnetzes). Beschriften Sie die Verbindungen mit den entsprechenden Variablenamen.
- Geben Sie Zustandsgraph und Übergangstabelle an.
- Ermitteln Sie Übergangsgleichungen, Registerkontrollgleichungen und Ausgangsgleichungen in den minimalen disjunktiven Formen.

Aufgabe 4.8 (Klausur F89)

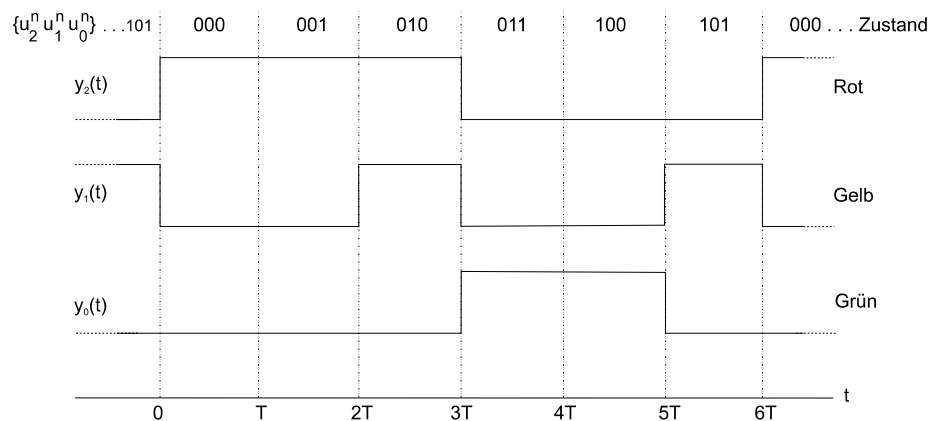
Entwerfen Sie ein synchrones Modulo 4-Schaltwerk mit Hilfe von T-Flip-Flops. Das Schaltwerk habe eine Eingangsvariable x . Mit dem Eingangsvariablenwert $x=1$ erfolgt aus jedem Zustand ein Rücksetzen in den Nullzustand. Die Ausgangsvariablen seien gleich den Zustandsvariablen.

- Skizzieren Sie das Blockschaltbild des Schaltwerkes mit den T-Flip-Flops (aber ohne innere Schaltung des Schaltwerkes). Beschriften Sie die Verbindungen mit den entsprechenden Variablen.
- Geben Sie Übergangstabelle an.
- Ermitteln Sie Übergangsgleichungen, Registerkontrollgleichung und Ausgangsgleichung in den minimalen disjunktiven Formen.
- Zum Zeitpunkt $t=0$ wird das Schaltwerk in den Zählmode gesetzt (s. Skizze). Ergänzen Sie den zugehörigen Signal-Zeit-Verlauf für Registerkontroll- und Zustandsvariablen. Nehmen Sie ein Master-Slave T-Flip-Flop mit positiver Taktflankensteuerung für die Signalübernahme an.



Aufgabe 4.9

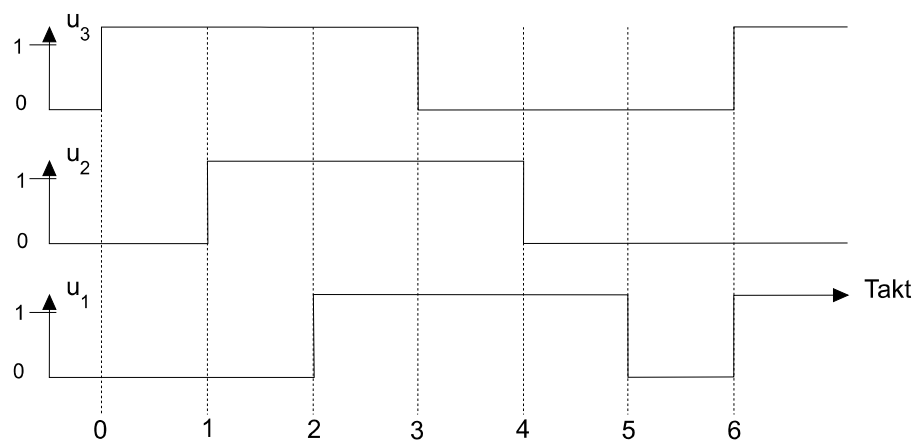
Eine Verkehrsampelsteuerung sei durch ein synchrones Schaltwerk realisiert und durchläuft zyklisch die angegebenen Zustände. Eine Beeinflussung von außen ist nicht möglich.



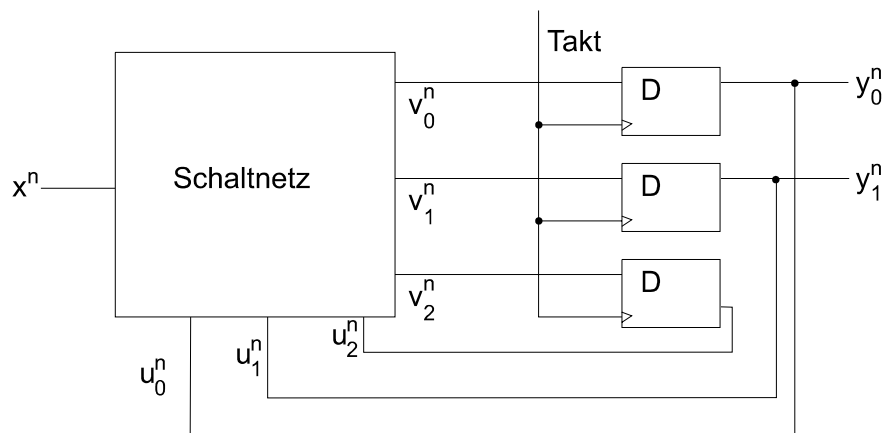
- Wie bezeichnet man ein solches Schaltwerk? Geben Sie Übergangstabelle und Zustandsgraph an.
- Skizzieren Sie ein schematisches Blockschaltbild des Schaltwerkes ohne innere Beschreibung des zugehörigen Schaltnetzes. Dabei soll der Zustandspeicher mit D-Flip-Flops realisiert sein.
- Geben Sie Übergangsgleichungen, Registerkontrollgleichungen und Ausgangsgleichungen jeweils in der minimalen Form an.

Aufgabe 4.10

Es ist ein synchroner Zähler aus T-FF's aufzubauen, dessen Zustände u_i^n (höchste Wertigkeit hat u_3^n) sich entsprechend dem angegebenen Signalzeit-Diagramm verhalten:



- Geben Sie die Übergangstabelle an!
- Entwerfen Sie das Übergangsschaltnetz mit Hilfe von KV-Diagrammen! Es sollen die disjunktiven Minimalformen gefunden werden.

Aufgabe 4.13 (Klausur H90)

Entwerfen Sie entsprechend obigem Blockschaltbild ein synchrones Schaltwerk mit Hilfe von D-FlipFlops. Das Schaltwerk sei in Betrieb und soll dual vorwärts (modulo 4) und rückwärts (modulo 3) zählen. Die Zählrichtung wird durch das Eingangssignal x^n festgelegt. Der Zählerstand wird an den Ausgängen y_1^n, y_0^n abgelesen, wobei y_0^n das niederwertige Bit ist. In Abhängigkeit von dem Eingangssignal x^n soll das Schaltwerk die Zählerstände an den Ausgängen wie folgt ausgeben.

$x^n = 0 : \dots 00 - 01 - 10 - 11 - 00 \dots$

ein Richtungswechsel ist außer im Zählerstand 11 immer möglich.

$x^n = 1 : \dots 00 - 10 - 01 - 00 \dots$

ein Richtungswechsel ist nur im Zählerstand 00 möglich.

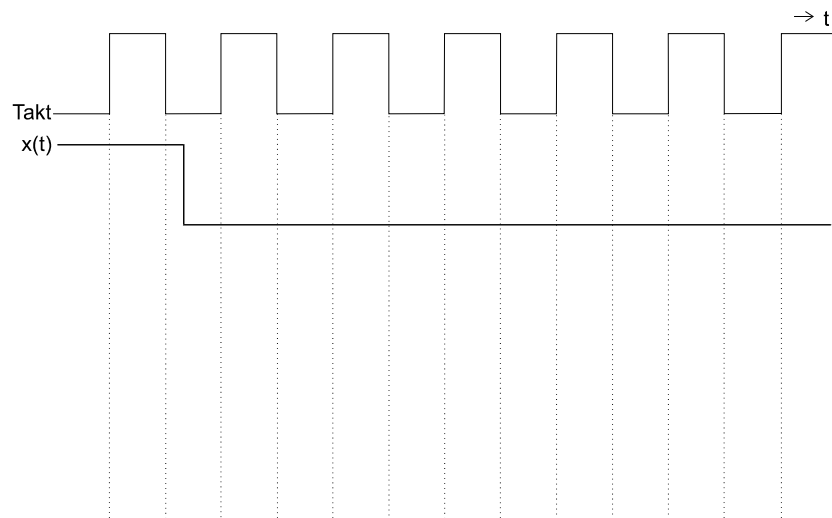
Mit Hilfe eines dritten Flip Flops wird die momentane Zählrichtung vermerkt:

$u_2^n = 0$ die momentane Zählrichtung ist vorwärts.

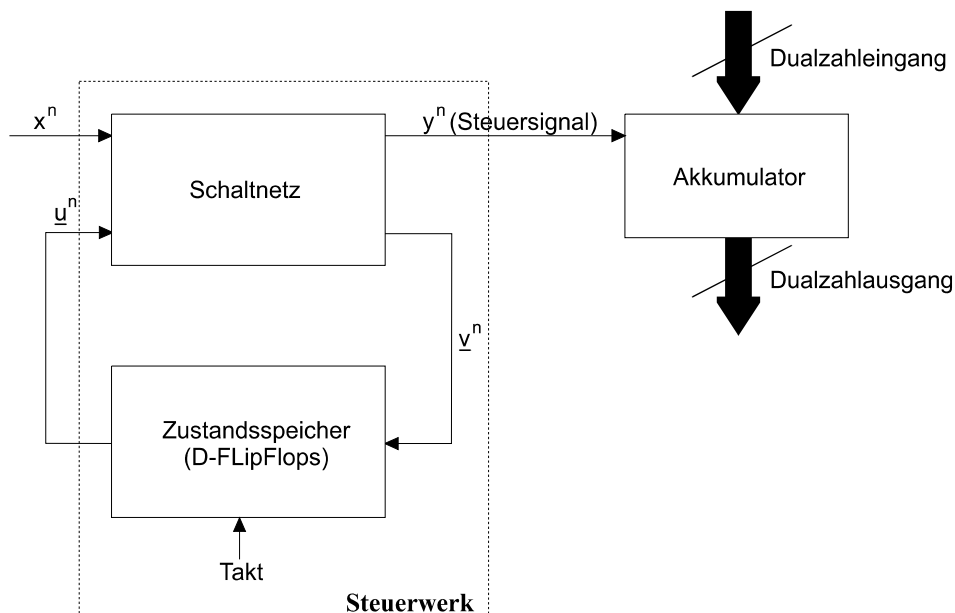
$u_2^n = 1$ die momentane Zählrichtung ist rückwärts.

Wie viele Zustände gibt es bei diesem Schaltwerk?

- Geben Sie Zustandsgraph und Übergangstabelle an?
- Ermitteln Sie Übergangsgleichung, Registerkontrollgleichung und Ausgangsgleichung jeweils in der minimalen disjunktiven Form.
- Zum Zeitpunkt $t=0$ wird das Schaltwerk vom Rückwärtsmode in den Vorwärtsmode gesetzt. Ergänzen Sie den zugehörigen Signal-Zeit-Verlauf für die Zustandsvariablen. Nehmen Sie ein Master-Slave D-Flip-Flop mit positiver Taktzustandssteuerung für die Signalübernahme an.



Aufgabe 4.14 (Klausur F91)

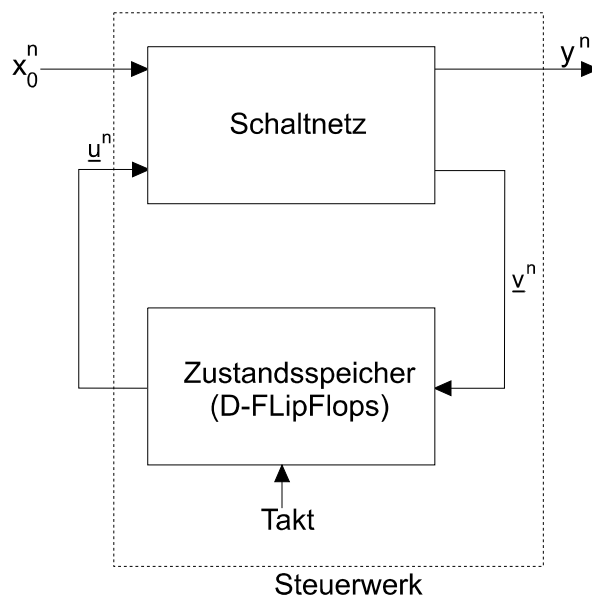


Es ist ein synchrones Steuerwerk (Schaltwerk) mithilfe von D-Flip Flops für einen Akkumulator zur fortlaufenden Addition von Dualzahlen zu entwerfen. Aufgrund eines Eingangssignals $x^n = 1$ startet das Steuerwerk (s. Skizze) und liefert dem Akkumulator ein Steuersignal y^n ab, das den Akkumulator in die Lage versetzt, 3 Zahlen zu addieren. Bei jedem Takt wird eine neue Dualzahl addiert. Danach setzt das Steuerwerk sich selber still, sofern das Eingangssignal $x^n = 0$ ist. Anderenfalls werden weitere 3 Zahlen dazu addiert.

- Geben Sie Zustandsgraph und Übergangstabelle für die minimale Anzahl von Zuständen an.
- Ermitteln Sie Übergangsgleichungen, Registerkontrollgleichungen und Ausgangsgleichungen jeweils in der minimalen disjunktiven Form.

Aufgabe 4.15 (Klausur H91)

Gegeben ist eine automatische Pack- und Sortieranlage, die jeweils 5 einwandfreie Wertstücke packt und sensorgesteuert nicht einwandfreie Wertstücke aussortiert. Nicht einwandfreie Wertstücke werden durch ein Sensorsignal $x_0 = 1$ gemeldet. Entwickeln Sie hierfür ein synchrones Steuerwerk mit Hilfe von D-Flip Flop entsprechend folgender Skizze. Nehmen Sie an, daß die Werkstücke in einem starren synchronen Zeitraster ankommen. Als Ausgangssignal y_0 soll das jeweils 5. einwandfreie Wertstück gemeldet werden.



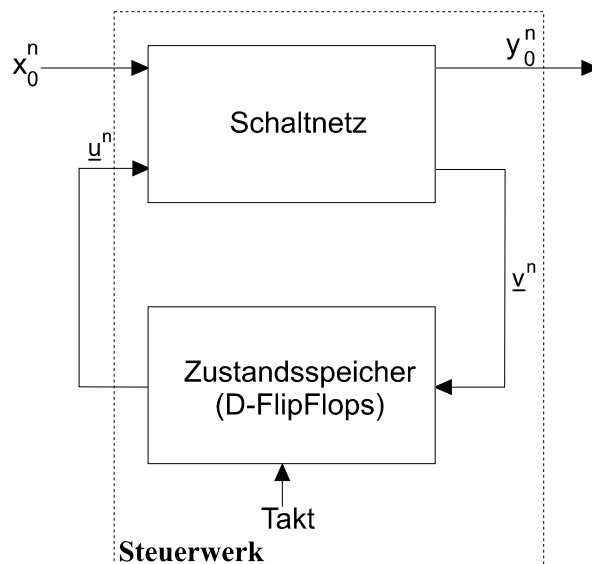
- Geben Sie Zustandsgraph und Übergangstabelle für die minimale Anzahl von Zuständen an.
- Ermitteln Sie Übergangsgleichungen, Registerkontrollgleichungen und Ausgangsgleichungen jeweils in der minimalen disjunktiven Form.

Aufgabe 4.16 (Klausur F92)

Gegeben ist ein Automat zur Ausgabe von Essenmarken. Der Automat nimmt 1 und 2 DM Münzen an. Eine Essenmarke kostet 4 DM. Überzahlungen werden für nächste Essenmarke angerechnet.

Entwickeln Sie hierfür ein synchrones Schaltwerk mit Hilfe von D-Flip Flops entsprechend folgender Skizze. Für den Entwurf des Steuerwerks gilt:

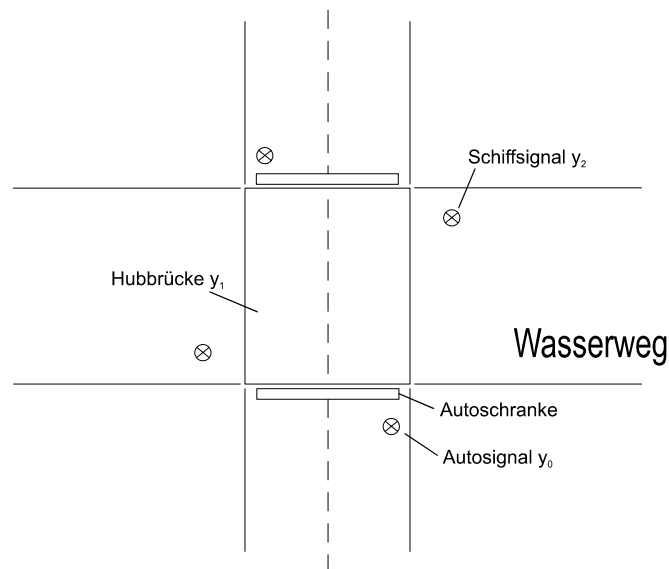
- Jeder Münzeinwurf löst einen Taktimpuls aus.
- Der Einwurf von 1 DM wird mit dem Sensorsignal $x_0^n = 0$, von 2 DM mit $x_0^n = 1$ angezeigt.
- Der bereits eingeworfene Geldbetrag kennzeichnet den momentanen Zustand.
- Die Essenmarke wird ausgegeben, wenn das Ausgangssignal y_0^n den Wert 1 hat.



- Geben Sie den Zustandsgraph und die Übergangstabelle für eine minimale Anzahl von Zuständen an.
- Ermitteln Sie Übergangsgleichungen, Registergleichungen und Ausgangsgleichungen jeweils in der minimalen disjunktiven Form.

Aufgabe 4.17

Zu entwerfen ist eine sequentielle Steuerung als synchrones Schaltwerk mit D-Flip-Flops für eine bewegliche Autobahnstraßenbrücke über einen Schiffahrtsweg entsprechend folgender Skizze.



Dabei soll aufgrund eines durch ein herannahendes Schiff ausgelöstes Schiffsensorsignal folgender Ablauf erfolgen. (Ein weiteres nachfolgendes Schiff beeinflusst diesen Ablauf nicht, sondern bewirkt verzögert einen neuen Zyklus.)

- | | | |
|-----|---------------------|---|
| (0) | Grundzustand: | Straßenverkehr frei (Autosignal, Schranke)
Hubbrücke befahrbar
Schiffsweg gesperrt (Schiffssignal) |
| (1) | Straßensperrung: | gesperrt
Hubbrücke (<i>noch</i>) gesperrt
Schiffsweg (<i>noch</i>) gesperrt |
| (2) | Schiffswegfreigabe: | Straßenverkehr gesperrt
Hubbrücke gehoben
Schiffsweg frei |
| (3) | Schiffswegsperrung | Straßenverkehr (<i>noch</i>) gesperrt
Hubbrücke (<i>noch</i>) gehoben
Schiffsweg (<i>wieder</i>) gesperrt |
| (4) | Grundzustand | s.o. |

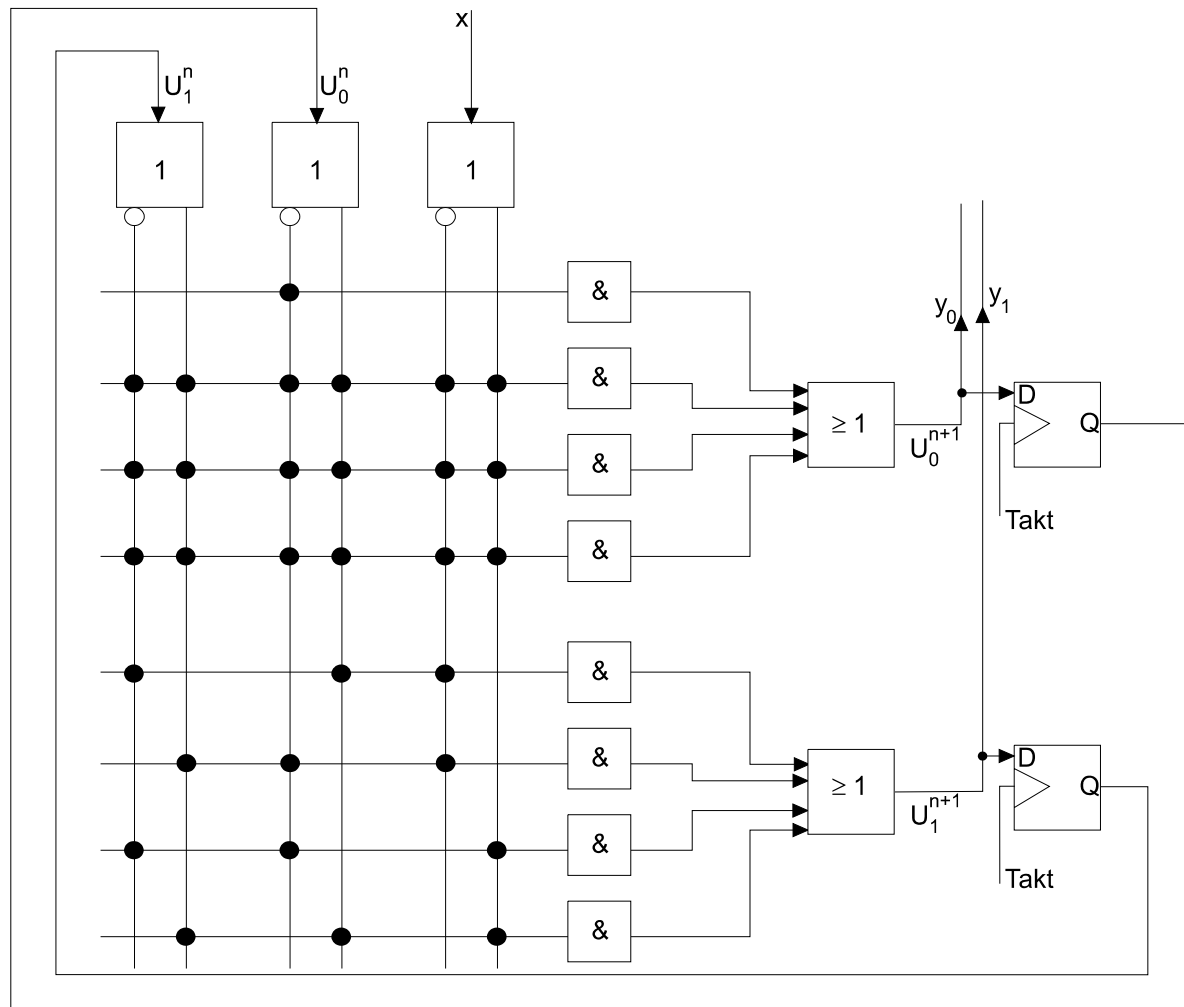
Dabei sind die Ausgangssignale wie folgt definiert:

Autosignal	$y_0 = 1$ für Sperrung
Hubbrückensignal	$y_1 = 1$ für Heben
Schiffssignal	$y_2 = 1$ für Sperrung

- a) Geben Sie den Zustandsgraph und die Übergangstabelle für eine minimale Anzahl von Zuständen an.
- b) Ermitteln Sie Übergangsgleichungen, Registerkontrollgleichungen sowie die Ausgangsgleichung für das Schiffssignal y_2 in den jeweils minimalen disjunktiven Formen.

Aufgabe 4.18 (Klausur H93)

Gegeben ist ein synchrones Schaltwerk, das mithilfe eines PAL-Bausteins (mit integrierten D-Ausgangsregistern und Rückführung) realisiert wurde.

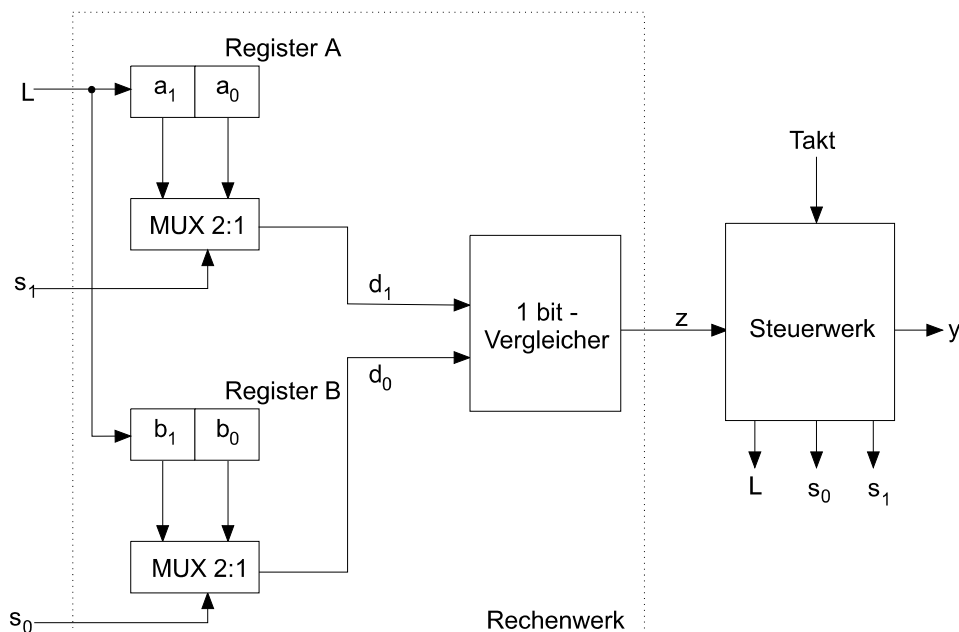


- Ermitteln Sie Übergangstabelle und Zustandsgraph für die gegebene Schaltung.
- Geben Sie Übergangsgleichung, Registerkontrollgleichungen und Ausgangsgleichungen für das realisierte Schaltwerk aus der gegebenen PAL-Realisierung an.
- Welche Funktion wird durch das Schaltwerk realisiert? Welche Steuerung bewirkt das Eingangssignal x ?

Hinweis: In nicht benötigten „UND“-Zeilen eines logischen Feldes tauchen die Eingangsvariablen negiert und nicht negiert auf.

Aufgabe 4.19 (Klausur F94)

Es sollen zwei 2 bit-Binärzahlen mit Hilfe eines 1 bit - Vergleichers miteinander verglichen werden. Hierzu soll ein Steuerwerk (Schaltwerk) entworfen werden, das die entsprechenden Steuervariablen (L , s_1 , s_0) und die Ausgangsvariable y erzeugt.



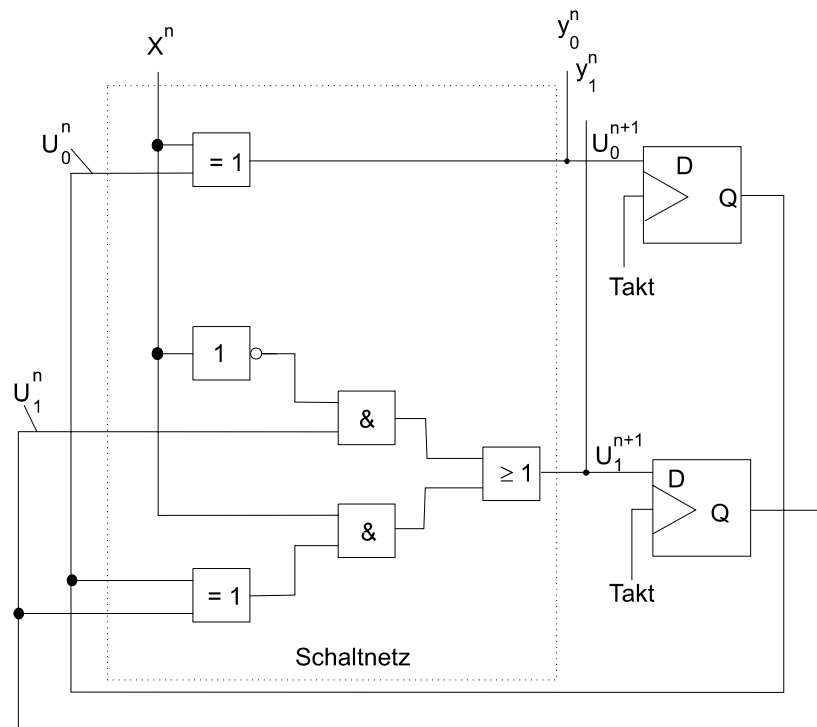
Durch Anlegen einer '1' an den L - Eingang der Datenregister werden zwei neue Zahlen zur Verarbeitung übernommen. Mit Hilfe von zwei Multiplexern kann jeweils 1 bit der beiden Zahlen an den Vergleich gegeben werden. Der Vergleich realisiert folgende Wahrheitstabelle:

d_1	d_0	z
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

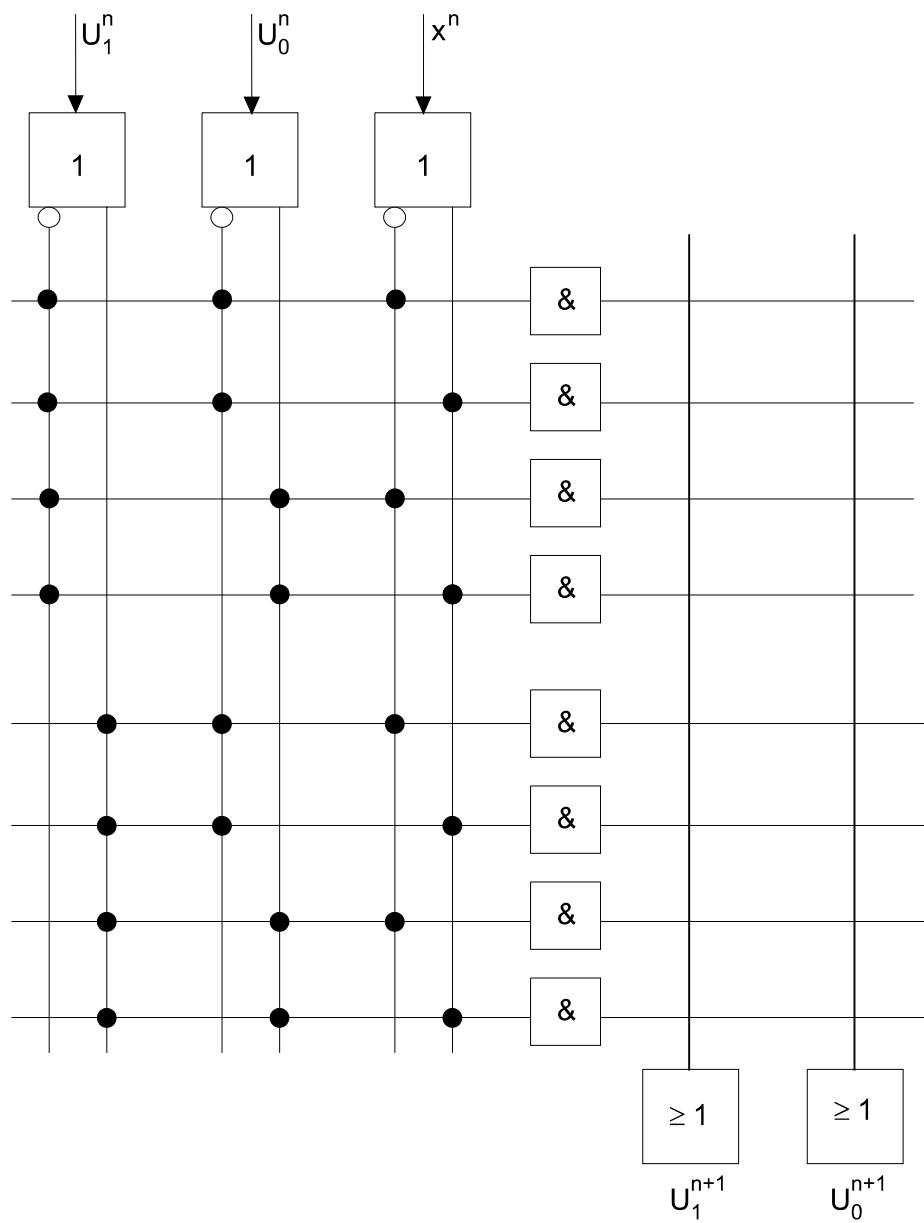
- In welcher Reihenfolge müssen die Bits a_1 , a_0 bzw. b_1 , b_0 an den Vergleich gegeben werden, um die größere von beiden Zahlen zu ermitteln? Wieviel Vergleiche sind hierzu maximal nötig?
- Geben Sie den Zustandsgraphen und die Übergangstabelle für das Schaltwerk an, um im ersten Schritt zwei neue Zahlen A und B zu laden und nachfolgend zu vergleichen. Als Ergebnis soll $y=1$ sein, wenn $A>B$. Dieser Vorgang soll sich zyklisch wiederholen.
- Geben Sie die Übergangsgleichungen, Registerkontrollgleichungen und Ausgangsgleichungen in minimaler disjunktiver Form an. Zur Speicherung der Zustandsvariablen werden D-Flip Flop verwendet.

Aufgabe 4.20 (Klausur F94)

Gegeben ist ein synchrones Schaltwerk:

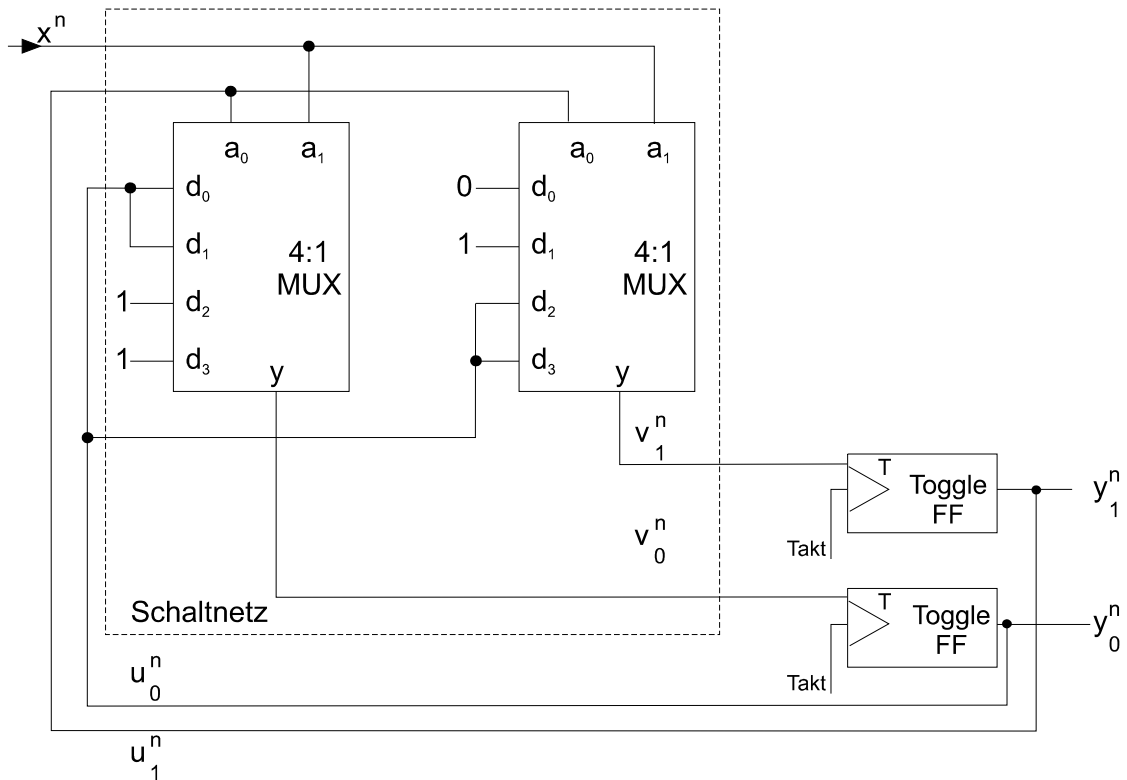


- Geben Sie Übergangsgleichungen, Registerkontrollgleichungen und Ausgangsgleichungen für das realisierte Schaltwerk an.
- Ermitteln Sie Übergangstabelle und Zustandsgraph für die gegebene Schaltung.
- Welche Funktion wird durch das Schaltwerk realisiert? Welche Steuerung bewirkt das Eingangssignal x ?
- Realisieren sie das Schaltnetz zur Generierung der neuen Zustände u_1^{n+1} und u_0^{n+1} mit dem vorbereiteten PROM-Baustein.



Aufgabe 4.21 (Klausur H94)

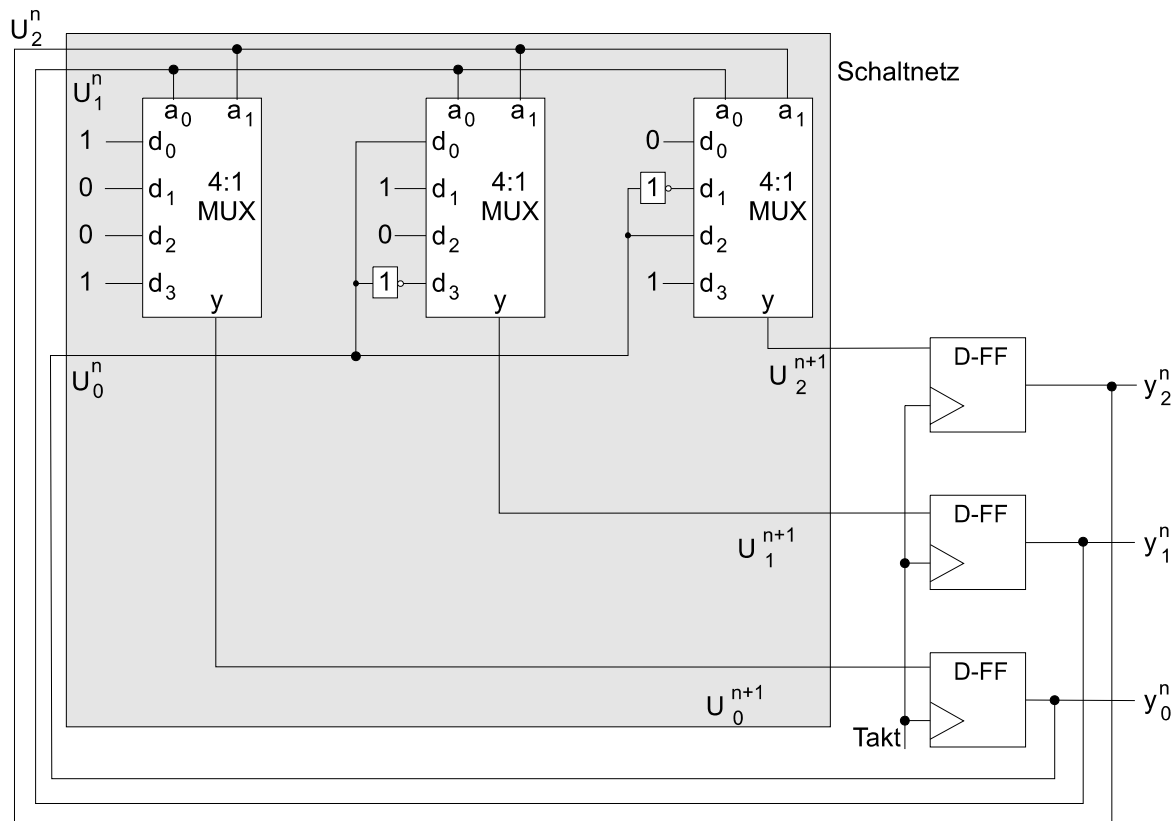
Gegeben ist ein Schaltwerk aus zwei 4:1 Multiplexern und Toggle-Flip Flops.



- Ermitteln Sie Übergangstabelle und Zustandsgraph für die angegebene Schaltung.
- Geben Sie Übergangsgleichungen, Registerkontroll- und Ausgangsgleichungen in minimaler disjunktiver Form für das realisierte Schaltwerk an.
- Was für ein sequentieller Ablauf wird realisiert? Welche Steuerung bewirkt das Eingangssignal?

Aufgabe 4.22 (Klausur F95)

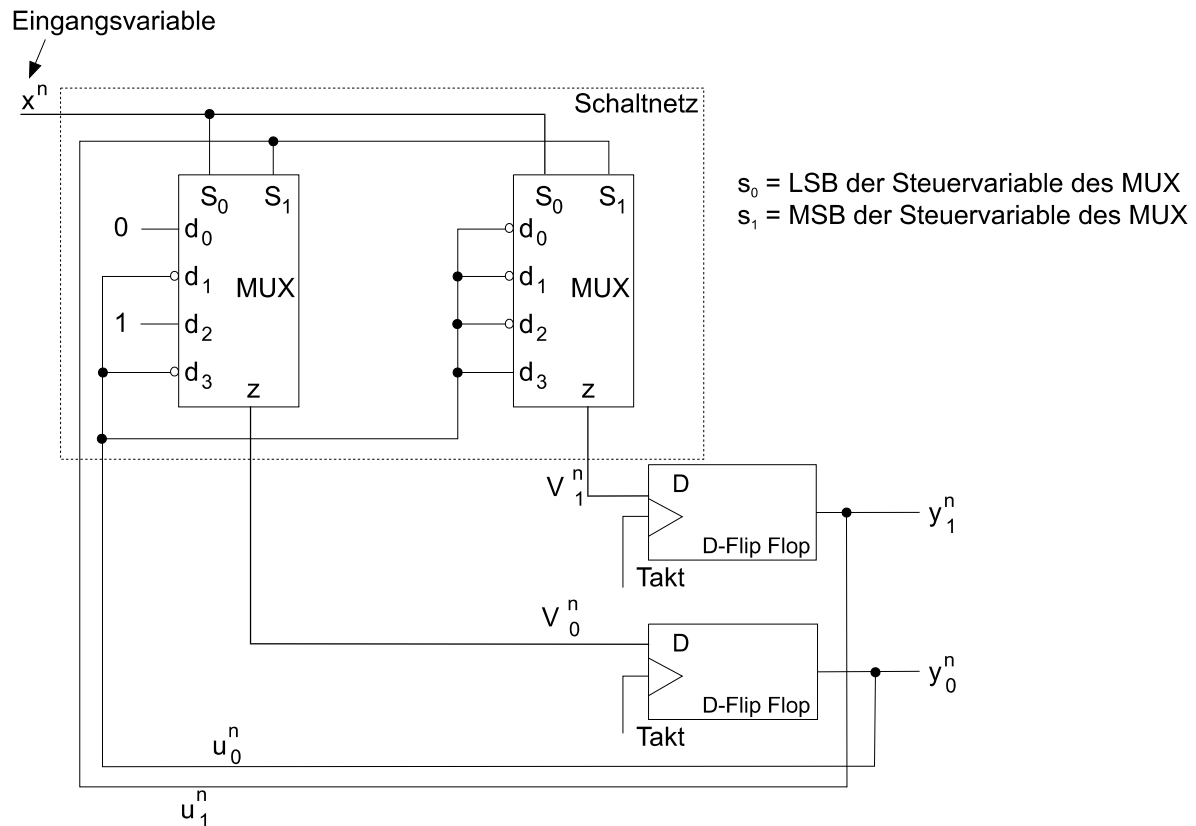
Gegeben ist ein Schaltwerk aus drei 4:1 Multiplexern und D-Flip Flops, das ein Zählwerk realisiert.



- Ermitteln Sie die Übergangstabelle und den Zustandsgraph für die angegebene Schaltung.
- Geben Sie Übergangsgleichungen, Registerkontrollgleichungen und Ausgangsgleichungen in minimaler disjunktiver Form für das Schaltwerk an.
- Von welchem Typ ist das Schaltwerk (2 Eigenschaften)? Welche Besonderheit kennzeichnet den realisierten Zählcode? (Hinweis: Analysieren Sie die aufeinanderfolgenden Bitmuster!)
- Realisieren Sie das Schaltnetz für die Variable u_0^{n+1} mit Hilfe einer Gatterschaltung aus UND, ODER und NEGATION. Vergleichen Sie den Schaltungsaufwand für die Gatterschaltung mit dem Aufwand, der für einen 4:1 Multiplexer nötig ist. Worin liegt der Vorteil einer Multiplexer-Architektur?

Aufgabe 4.23

Gegeben ist ein Schaltwerk aus 4:1 Multiplexern und zwei D-Fip Flips.



- Geben Sie die Übergangstabelle und den Zustandsgraphen an. Geben Sie an mit welchen Variablen Sie Ihren Graphen beschriften !
- Bestimmen Sie die Registerkontrollgleichungen, die Übergangsgleichungen und die Ausgangsgleichung in ihrer minimalen disjunktiven Form.
- Was für ein sequentieller Ablauf wird realisiert ? Welche Steuerung bewirkt das Eingangssignal ?
- Um was für einen Automatentyp handelt es sich (Mealy/Moore, autonom/nicht autonom, synchron/nicht synchron) ?

Aufgabe 4.24

Für einen seriellen Datenstrom soll ein Automat entwickelt werden, der ausgibt, ob innerhalb der übertragenen 3 Bit-Pakete ein Bitfehler vorliegt oder nicht. Der serielle Datenstrom besteht aus 3 Bit-Paketen, die zwei Datenbits und ein Parity -Bit zur Fehlererkennung enthalten. Der Wert des Parity-Bits ist so gewählt, daß im fehlerfreien Fall die Quersumme der Datenbits inklusive des Parity-Bits ungerade ist (Odd-Parity). Mit Hilfe des Ausgangssignals y soll nach dem Empfang eines 3 Bit-Pakets mit $y=1$ angezeigt werden, daß ein Fehler vorliegt, während bei fehlerfreier Übertragung $y=0$ gelten soll. Während der Übertragung des 3 Bit-Pakets ist der Wert des Ausgangssignals y beliebig. Bei der Realisierung des Automaten sollen D-Flip-Flops verwendet werden.



- Geben Sie den Zustandsgraphen und die Übergangstabelle an.
- Bestimmen Sie die Registerkontrollgleichungen, die Übergangsgleichungen und die Ausgangsgleichung in ihrer minimalen disjunktiven Form.
- Geben Sie für die Ausgangs- und die Übergangsgleichungen eine möglichst einfache PAL-Realisierung an.

Aufgabe 4.25 (Klausur F97)

Entwerfen Sie ein Schaltwerk, das im Zahlenbereich zwischen 0 und 3 abhängig von einer Schaltvariablen x^n mit zwei Bit x_1^n, x_0^n folgende Zählreihenfolgen ermöglicht:

$x^n = 0$	: 0 - 1 - 2 - 3 - 0	Modulo 4 vorwärts
$x^n = 1$	: 0 - 3 - 2 - 1 - 0	Modulo 4 rückwärts
$x^n = 2$	: 0 - 2 - 0 - 2 - 0	Alternierend 0 - 2
$x^n = 3$	: 0 - 0 - 0 - 0 - 0	Stillstand bei 0

Erfolgt ein Wechsel des Eingangssignals x^n von einer Zählrichtung auf die andere in einem Zustand, der in dieser Zählreihenfolge nicht vorgesehen ist, so erfolgt zuerst ein Zustandswechsel des Schaltwerks auf den Zustand 0.

Der Ausgangsvektor $y^n = (y_1^n, y_0^n)$ soll jeweils den aktuellen Zustand angeben.

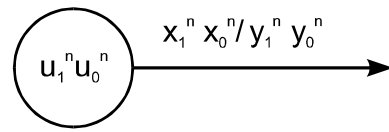
Es gilt folgende Vereinbarung: Index "0" = LSB

Index "1" = MSB

Das Schaltwerk soll mit Hilfe eines PALs für das Schaltnetz und Toggle-Flip Flops als Zustandsspeichern realisiert werden.

- Tragen Sie die Übergangspfeile in den angegebenen Zustandsgraphen ein.
- Füllen Sie die angegebene Zustandstabelle aus.
- Geben Sie die zugehörigen Registerkontroll-, die Ausgangs- und die Übergangsgleichungen in minimierter Form an (KV-Diagramme vorgegeben).
- Beschriften Sie das gegebene Schaltwerk mit den erforderlichen Variablennamen und tragen Sie die für die Realisierung dieses Schaltwerkes erforderlichen Verbindungen in das angegebene PAL ein. Warum bietet es sich hier an, ein PAL zu verwenden ?
- Um was für einen Automatentyp handelt es sich (Mealy/Moore, autonom/nicht autonom, synchron/nicht synchron) ?

Zustandsgraph für Teil a)



00

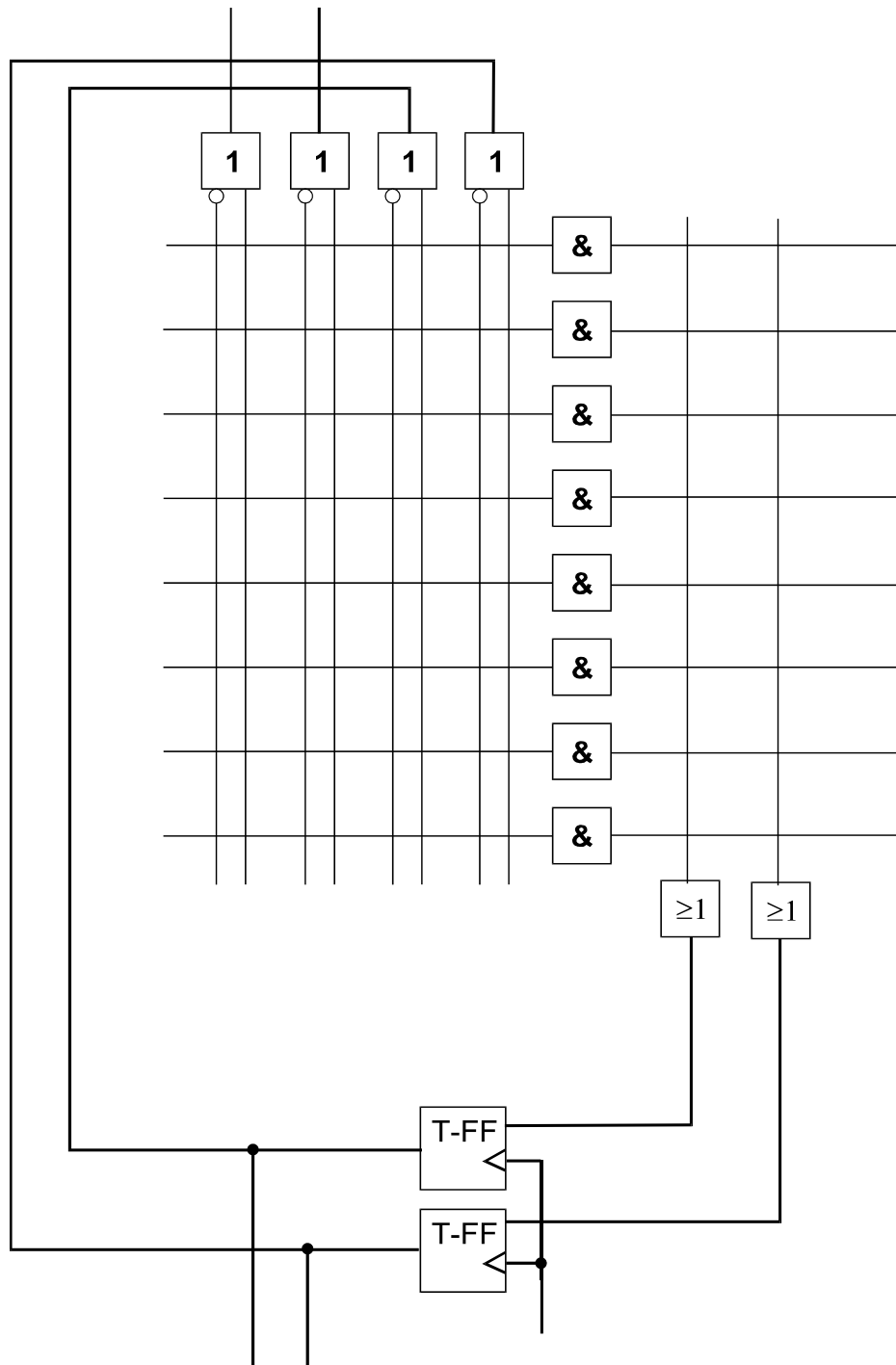
01

11

10

Zustandstabelle für Teil b)

x_1^n	x_0^n	u_1^n	u_0^n	u_1^{n+1}	u_0^{n+1}	v_1^n	v_0^n	y_1^n	y_0^n
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						

Schaltwerk für Teil d)

Aufgabe 4.26 (Klausur H96)

Entwerfen Sie ein Schaltwerk, das im Zahlenbereich zwischen **0** und **7** abhängig von einer Schaltvariablen **x** entweder die ungeraden oder die geraden Zahlen durchzählt. Die Zählreihenfolge lautet also folgendermaßen:

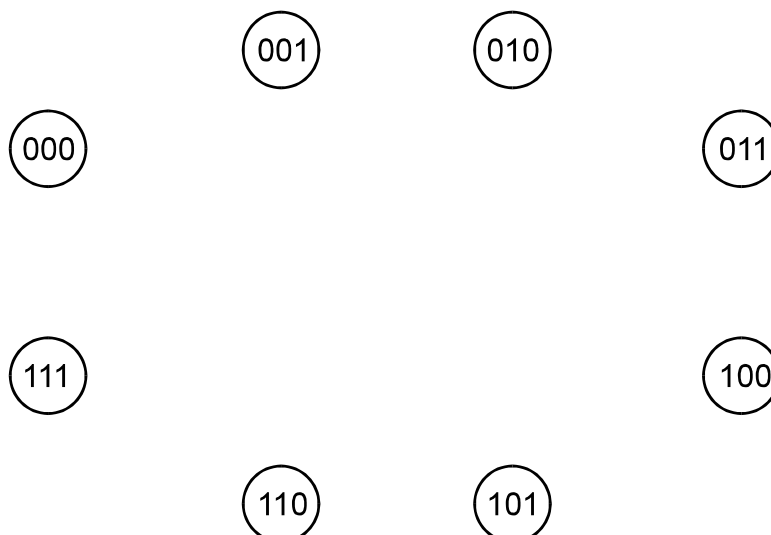
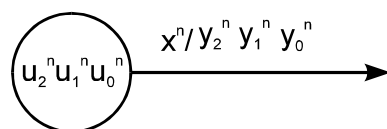
$x^n = 0$: 0 - 2 - 4 - 6 - 0

$x^n = 1$: 0 - 1 - 3 - 5 - 7 - 0

Erfolgt ein Wechsel des Eingangssignals **x** von 0 auf 1 in einem geraden Zustand, so geht das Schaltwerk auf den Zustand 0, ebenso erfolgt bei einem Wechsel von **x** von 1 auf 0 in einem ungeraden Zustand ebenfalls ein Übergang auf den Zustand 0. Der aktuelle Zählerstand soll als Ausgangssignal ausgegeben werden.

Das Schaltwerk soll mit Hilfe eines PALs für das Schaltnetz und D-FlipFlops als Zustandsspeichern realisiert werden.

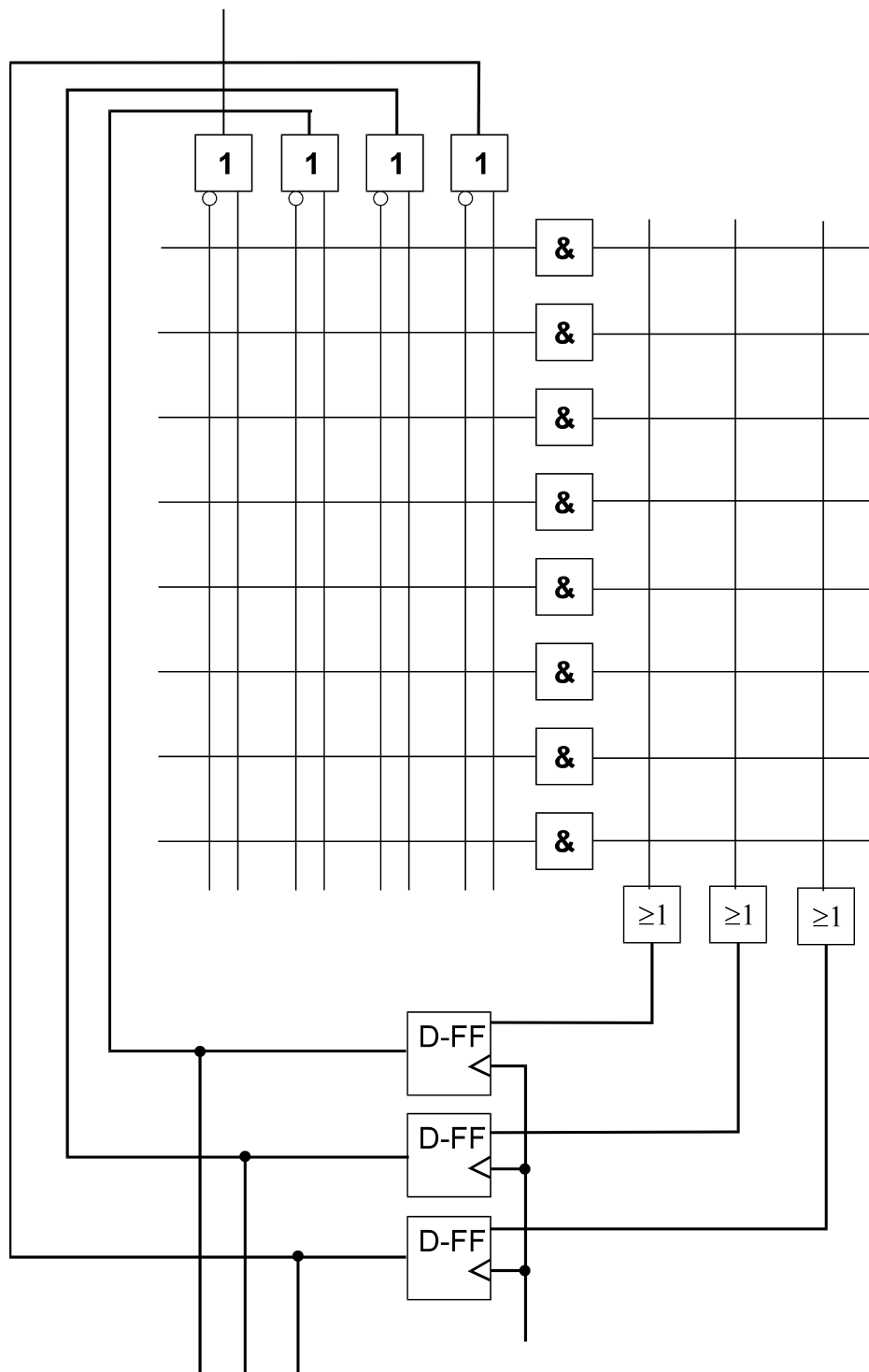
- Warum benötigt man drei Bit für die Codierung des aktuellen Zustandes ?
- Tragen Sie die Übergangspfeile in den unten angegebenen Zustandsgraphen ein. Verwenden Sie dabei die folgende Syntax:



c) Füllen Sie die angegebene Zustandstabelle aus.

x^n	u_2^n	u_1^n	u_0^n	u_2^{n+1}	u_1^{n+1}	u_0^{n+1}	y_2^n	y_1^n	y_0^n
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						

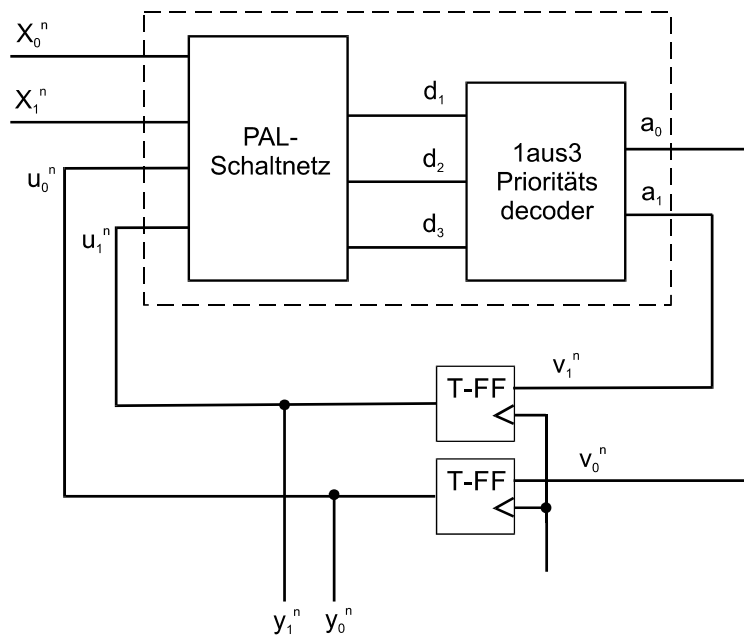
- d) Geben Sie die Registerkontroll-, die Ausgangs- und die Zustandsgleichungen in minimierter Form an.
- e) Beschriften Sie das gegebene Schaltwerk mit den erforderlichen Variablennamen und tragen Sie die für die Realisierung dieses Schaltwerkes erforderlichen Verbindungen in das angegebene PLA ein. Warum bietet es sich hier an, ein PLA zu verwenden ?



- f) Um was für einen Automatentyp handelt es sich (Mealy/Moore, autonom/nicht autonom, synchron/nicht synchron) ?

Aufgabe 4.28 (Klausur H97)

Gegeben ist folgendes Schaltwerk bestehend aus Toggle-FlipFlops, einem 1aus3-Prioritätsdecoder (siehe Wahrheitstabelle) und einem PAL-Schaltnetz:



d_3	d_2	d_1	a_1	a_0
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	X	1	0
1	X	X	1	1

Es soll einen Modulo4-Zähler realisieren, der abhängig von der Schaltvariablen x_0 vorwärts ($x_0=0$) oder rückwärts ($x_0=1$) zählt. Die Schaltvariable $x_1=1$ hält den Zähler an.

Der Ausgangsvektor $y^n = (y_1^n, y_0^n)$ soll jeweils den aktuellen Zustand angeben.

Es gilt folgende Vereinbarung: Index "0" = LSB

Index "1" = MSB

Das vorgeschaltete Schaltnetz soll mit Hilfe eines PALs realisiert werden.

- Zeichnen Sie den Zustandsgraphen.
- Füllen Sie die angegebene Zustandstabelle aus.
- Geben Sie die zugehörigen Registerkontroll- die Ausgangs- und die Übergangsgleichungen in minimierter Form an (KV-Diagramme vorgegeben).
- Geben Sie die boolschen Gleichungen für das PAL-Schaltnetz in minimierter Form an. *Hilfe: Wählen Sie die Don't-Care-Plätze im Eingang des Prioritätsdecoders so, daß eine möglichst einfache Realisierung für das PAL entsteht!*
- Um was für einen Automatentyp handelt es sich (Mealy/Moore, autonom/nicht autonom, synchron/nicht synchron) ?

Zustandstabelle für Teil b)

x_1^n	x_0^n	u_1^n	u_0^n	u_1^{n+1}	u_0^{n+1}	v_1^n	v_0^n	y_1^n	y_0^n
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						

Aufgabe 4.29(Klausur F98)

Entwerfen Sie ein Schaltwerk für eine Ampelschaltung. Hierbei soll abhängig von der Eingangsvariablen x^n die Ampel auf Rot ($x^n = 1$) oder auf Grün ($x^n = 0$) über die gelbe Zwischenphase schalten.

Beim Wechsel von Grün auf Rot leuchtet dabei das gelbe Licht allein, beim Wechsel von Rot auf Grün leuchten das rote und das gelbe Licht gleichzeitig.

Ändert sich der Zustand von x^n während eines Wechsels, so wird der Wechsel trotzdem vollständig vollzogen.

Die Zustände des Schaltwerks seien durch die 3 Variable u_2^n , u_1^n , u_0^n beschrieben, wobei nicht alle Zustände benötigt werden.

Die Ausgangsvariablen y_2^n , y_1^n , y_0^n repräsentieren dabei die Lichter:

rotes Licht leuchtet: $y_0^n = u_0^n = 1$

gelbes Licht leuchtet: $y_1^n = u_1^n = 1$

grünes Licht leuchtet: $y_2^n = u_2^n = 1$

Nicht auftretende Zustände sollen durch don't care-Plätze belegt werden.

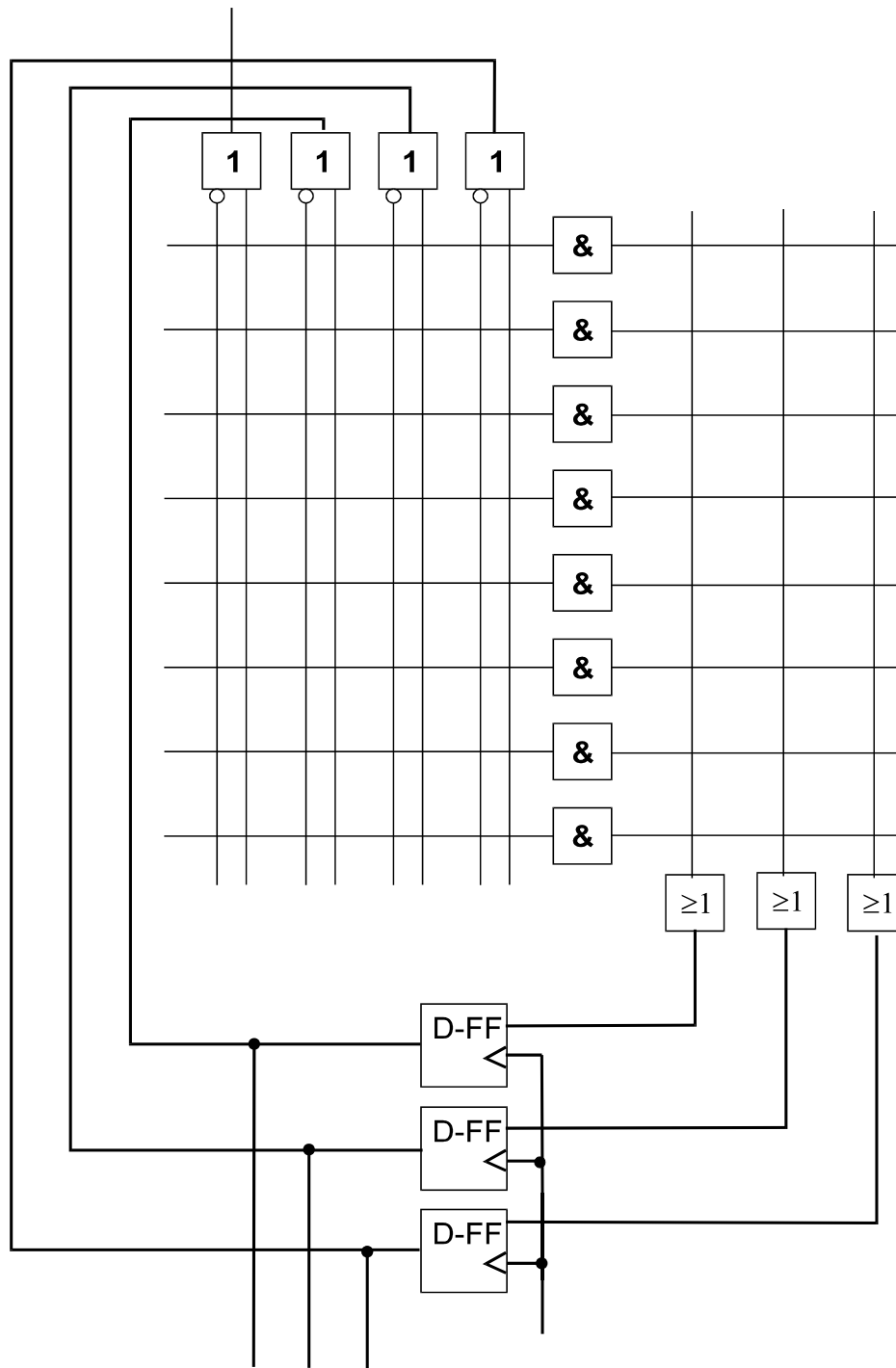
Das Schaltwerk soll mit Hilfe eines **PALs** für das Schaltnetz und **D-Flip Flops** als Zustandsspeichern realisiert werden.

- Zeichnen Sie den Zustandsgraphen.
- Füllen Sie die angegebene Zustandstabelle aus.
- Geben Sie die zugehörigen Registerkontroll- und Übergangsgleichungen in minimierter Form an (KV-Diagramme sind vorgegeben).
- Beschriften Sie das gegebene Schaltwerk mit den erforderlichen Variablennamen und tragen Sie die für die Realisierung dieses Schaltwerkes erforderlichen Verbindungen in das angegebene PAL ein.
Um was für einen Automatentyp handelt es sich (Mealy/Moore, autonom/nicht autonom, synchron/nicht synchron) ?
- Welche prinzipiellen schaltungstechnischen Maßnahmen sind erforderlich, um die Anzahl der Zustandsspeicher zu reduzieren?

Zustandstabelle für Aufgabenteil b):

x^n	u_2^n	u_1^n	u_0^n	u_2^{n+1}	u_1^{n+1}	u_0^{n+1}	v_2^n	v_1^n	v_0^n
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						

Schaltwerk für Aufgabenteil d):



Aufgabe 4.30 (Klausur H98)

Entwerfen Sie ein Schaltwerk zur Steuerung eines einfachen zweigeschossigen Aufzugs. Gesteuert wird der Aufzug durch die Anforderungssignale (x_0 , x_1), die unabhängig vom Schaltwerk sofort in FlipFlops gespeichert und als Eingangssignale dem Schaltwerk zugeführt werden. Wird die Position eines Geschosses erreicht, wird die entsprechende Tür geöffnet. Als Zustand wird die Position des Aufzugs in dem jeweiligen Geschöß betrachtet. Es gelten folgende Vereinbarungen.

	Anforderungssignal	Aufzugposition (Zustand) Q
Erdgeschoß	$x_0=1$	0
1. Geschoß	$x_1=1$	1

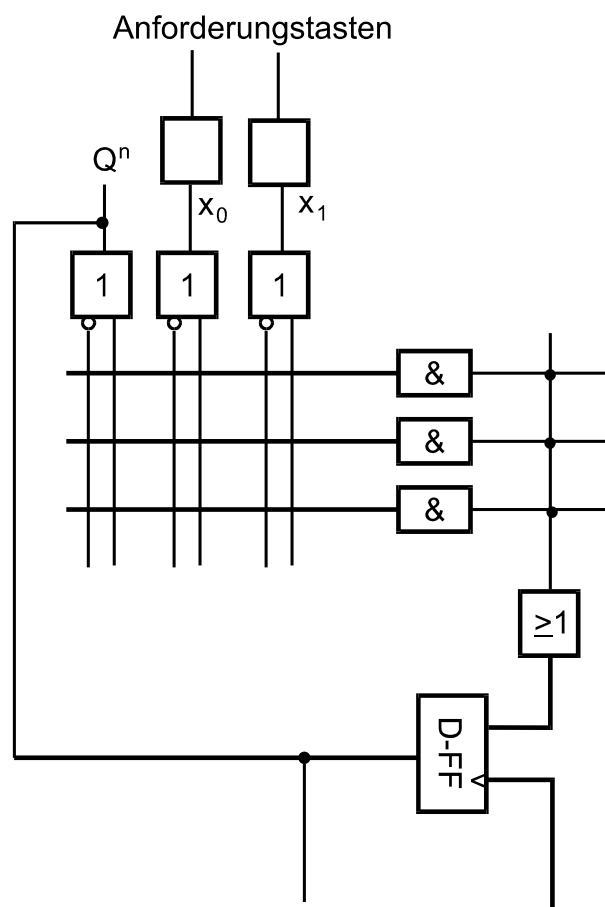
Die Anforderung des Geschosses, wo der Aufzug sich befindet, hat immer die höchste Priorität (Befindet sich beispielsweise der Aufzug im Erdgeschoß, aber betragen x_0 und x_1 gleichzeitig "1", wird x_0 zunächst beantwortet).

- Handelt es sich um einen Mealy- oder Moore-Automaten ?
- Zeichnen Sie den Zustandsgraphen.
- Füllen Sie die angegebene Zustandstabelle aus.
- Geben Sie die zugehörigen Übergangsgleichung in minimierter Form an
- Realisieren Sie die Übergangsgleichungen mithilfe des vorgegebenen PALs.

Zustandstabelle für Aufgabe c):

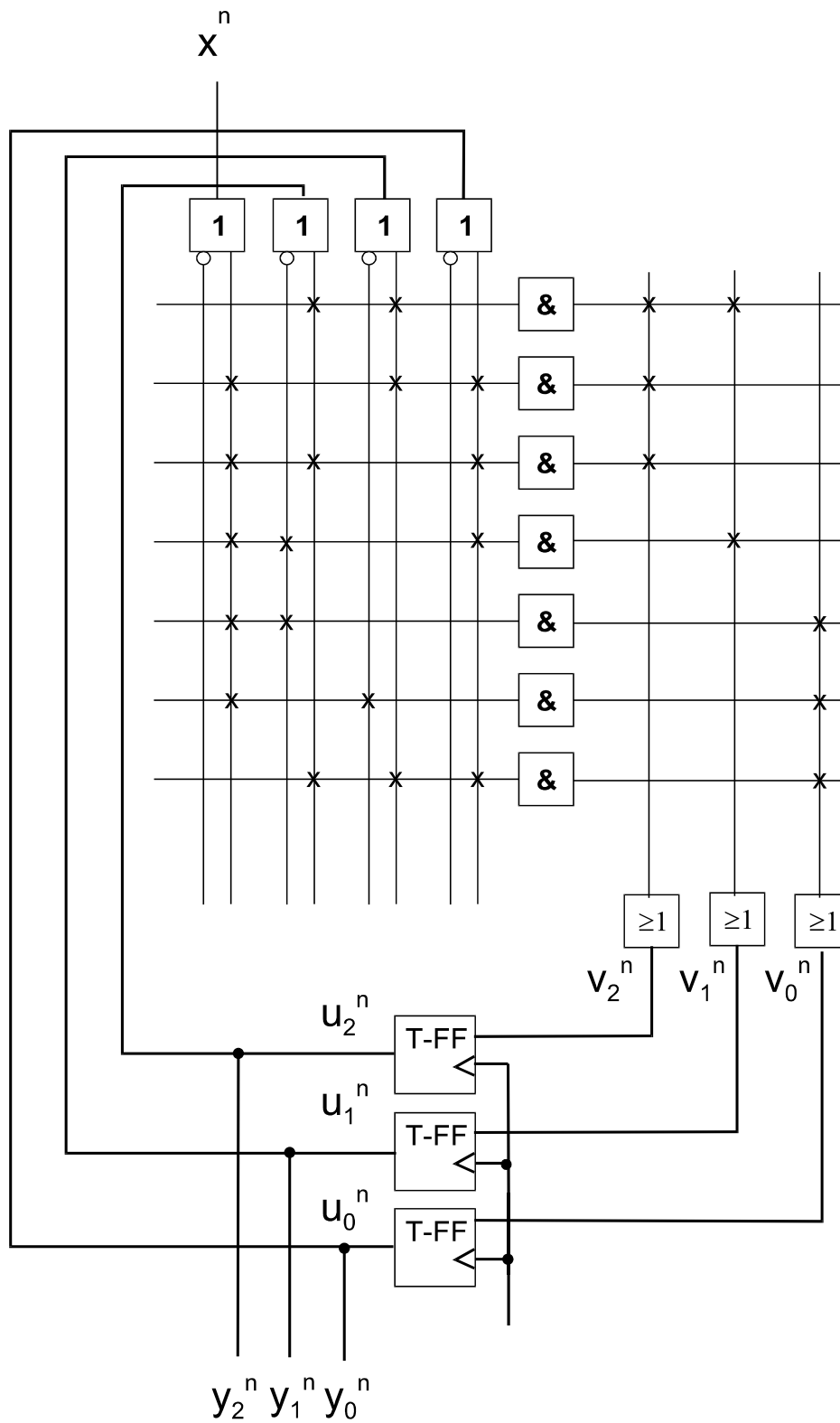
x_1	x_0	Q^n	Dezimal e	Q^{n+1}
0	0	0	0	
0	1	0	2	
1	0	0	4	
1	1	0	6	
0	0	1	1	
0	1	1	3	
1	0	1	5	
1	1	1	7	

PAL für Aufgabe e):



Aufgabe 4.31(KlausurF99)

Folgendes Schaltwerk mit **Toggle-FlipFlops** soll analysiert werden:



- Geben Sie die zugehörigen Registerkontrollgleichungen an.
- Vervollständigen Sie die angegebene Zustandstabelle.
- Zeichnen Sie den Zustandsgraphen.
- Welche Funktion realisiert dieses Schaltwerk? Wozu dient x^n ?
- Um was für einen Automatentyp handelt es sich (Mealy/Moore, autonom/nicht autonom, synchron/nicht synchron) ?

Zustandstabelle für Teil b)

x^n	u_2^n	u_1^n	u_0^n	u_2^{n+1}	u_1^{n+1}	u_0^{n+1}	v_2^n	v_1^n	v_0^n
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
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	0	1	0	0	1
1	1	0	1	0	0	0	1	0	1
1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
1	1	1	1	0	0	0	1	1	1

Aufgabe 4.32 (Klausur H99)

Eine Schaltung nach Abb. 1 mit der Funktionalität der Ansteuerung eines Schreib-/Lese-Speicherbausteines steht zur Verfügung. Die Schaltung soll analysiert werden.

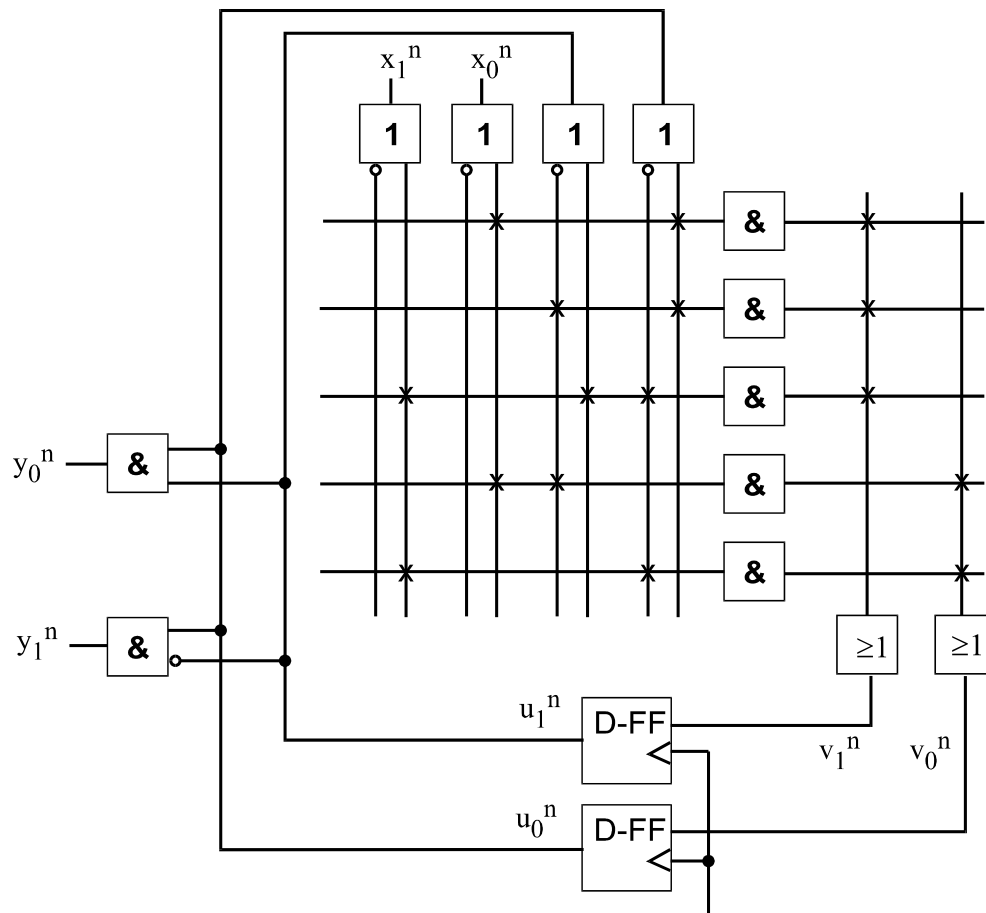


Abb. 1: Schaltung zur Speichersteuerung

a) Um welche Art von Automat handelt es sich?

Mealy oder Moore:

autonom oder nicht autonom:

synchron oder asynchron:

b) Bestimmen Sie die Registerkontrollgleichungen der Steuereinheit.

$$v_1^n =$$

$$v_0^n =$$

- c) Ergänzen Sie die Zustandstabelle. (Anmerkung: nicht mögliche Übergänge sind mit einem Strich markiert.)

x_1^n	x_0^n	u_1^n	u_0^n	v_1^n	v_0^n	y_1^n	y_0^n
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	/	/		

- d) Zeichnen Sie den Zustandsgraphen.

Von der Schaltung ist bekannt, daß sie einen Speicherbaustein in Zyklen von vier aufeinanderfolgenden Phasen ansteuert:

1. inaktive Phase (IP), wartend auf den Start eines Zugriffs
2. Adressierungsphase (AP)
3. Datenphase (DP) bei Schreibzugriff / Vorbereitungsphase (VP) bei Lesezugriff
4. Nachbereitungsphase (NP) bei Schreibzugriff / Datenphase (DP) bei Lesezugriff

Die Steuereinheit weist einen Eingang R zum Starten eines Lesezugriffes sowie einen Eingang W zum Starten eines Schreibzugriffes auf, wobei R und W niemals gleichzeitig aktiv sind. R und W werden, falls überhaupt, nur in der letzten Phase eines Zyklus inaktiv. Die Steuereinheit weist des weiteren einen Ausgang A zum Anzeigen der Adressierungsphase sowie einen Ausgang D zum Anzeigen der Datenphase auf.

Die Schaltung nach Abb. 1 erfüllt diese Funktionalität, jedoch ist zunächst nicht bekannt, welcher der Eingänge x_0 bzw. x_1 für die Signale R bzw. W steht, und welcher der Ausgänge y_0 bzw. y_1 für die Signale A bzw. D steht.

- e) Welchen Phasen IP, AP, DP, VP bzw. NP entsprechen nach dem Zustandsgraphen den Kodierungen $(u_1, u_0) = (0, 0)$ und $(u_1, u_0) = (0, 1)$ der Zustände? Welche Zuordnung von A und D folgt daraus für die Schaltungsausgänge y_0 und y_1 ?

$$(u_1, u_0) = (0, 0) :$$

$$(u_1, u_0) = (0, 1) :$$

$$y_1 =$$

$$y_0 =$$

- f) Ordnen Sie den Kodierungen $(u_1, u_0) = (1, 0)$ und $(u_1, u_0) = (1, 1)$ der Zustände die restlichen Phasen von IP, AP, DP, VP und NP zu. Welche Zuordnung von R und W folgt daraus für die Schaltungseingänge x_0 und x_1 ?

$$(u_1, u_0) = (1, 0) :$$

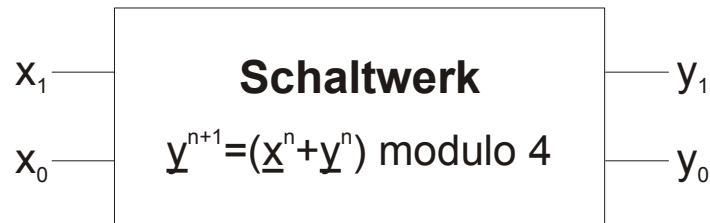
$$(u_1, u_0) = (1, 1) :$$

$$x_1 =$$

$$x_0 =$$

Aufgabe 4.33 (Klausur F00)

Es soll ein Schaltwerk entworfen werden, das die Funktionalität eines modulo 4 Akkumulators besitzt. Die Funktionsweise wird anhand des folgenden Blockschaltbildes noch einmal verdeutlicht.



Das Schaltwerk soll mit Hilfe eines PALs für das Schaltnetz und D-Flip-Flops als ZustandsRegistern realisiert werden (siehe Abbildung 1).

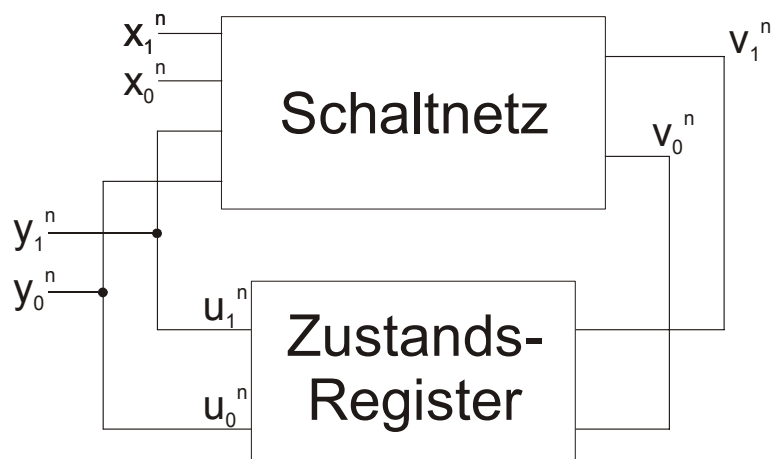


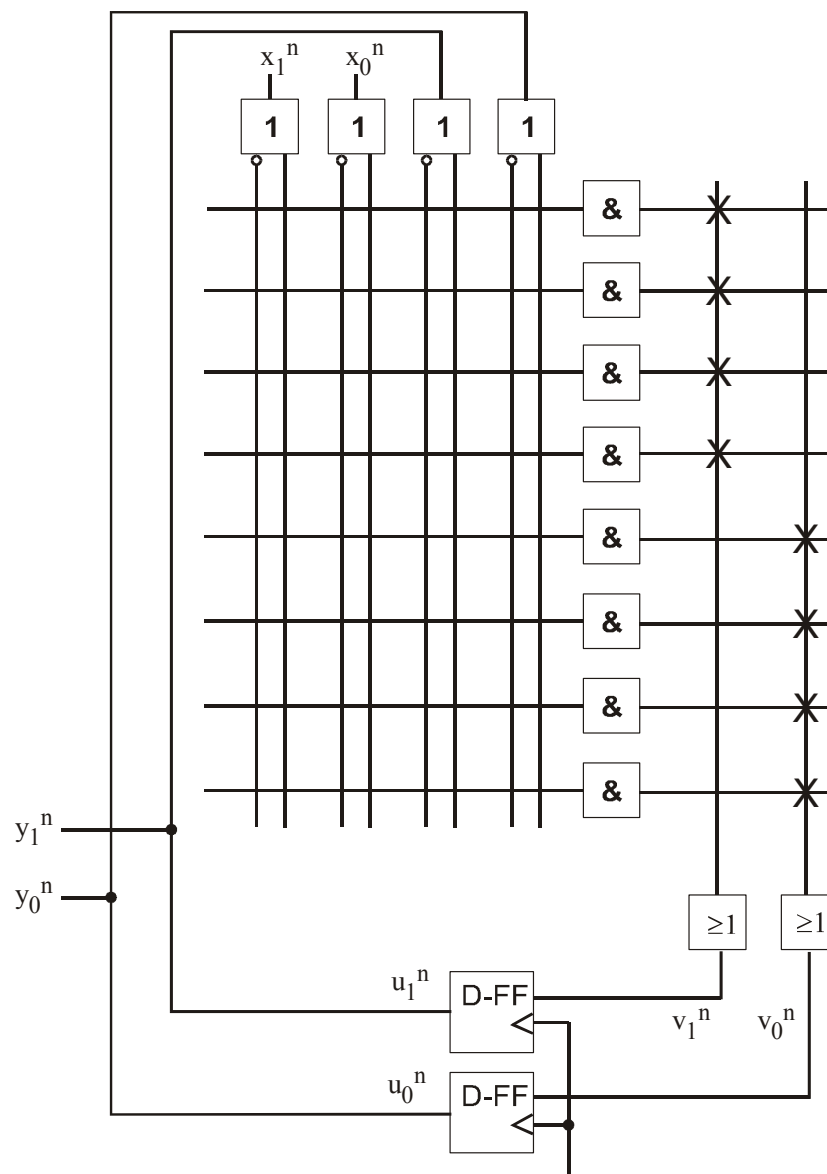
Abb. 1: Schaltwerk zur modulo 4 Akkumulation

- a) Zeichnen Sie den Zustandsgraphen.

b) Füllen Sie die Zustandstabelle aus.

	x_1^n	x_0^n	u_1^n	u_0^n	v_1^n	v_0^n	y_1^{n+1}	y_0^{n+1}
0	0	0	0	0				
1	0	0	0	1				
2	0	0	1	0				
3	0	0	1	1				
4	0	1	0	0				
5	0	1	0	1				
6	0	1	1	0				
7	0	1	1	1				
8	1	0	0	0				
9	1	0	0	1				
10	1	0	1	0				
11	1	0	1	1				
12	1	1	0	0				
13	1	1	0	1				
14	1	1	1	0				
15	1	1	1	1				

- c) Geben Sie die zugehörigen Registerkontrol, Übergangs-, und Ausgangsgleichungen in minimierter Form an.
- d) Tragen Sie die zur Realisierung des Schaltwerks erforderlichen Verbindungen in das auf der nächsten Seite dargestellte PAL ein.



Schaltwerk für Aufgabenteil d)

e) Um welche Art von Automat handelt es sich?

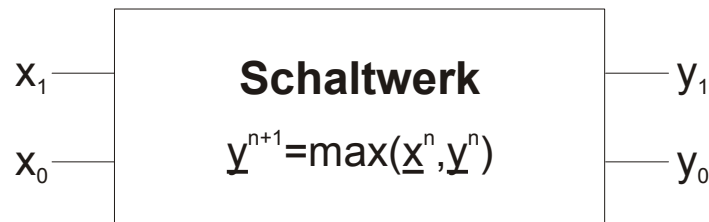
Mealy oder Moore:

autonom oder nicht autonom:

synchron oder asynchron:

Aufgabe 4.34(Klausur H00)

Es soll ein Schaltwerk entworfen werden, das das bisherige Maximum einer eingehenden Wertefolge bestimmt. Am Eingang des Schaltwerks liegt die rein positive Zahl x (x_1 =MSB) an. Am Ausgang des Schaltwerks soll nach jedem Takt die bisher größte am Eingang aufgetretene Zahl anliegen. Bei der Initialisierung wird als bisher größte Zahl eine 0 angenommen ($y^0=00$).



Das Schaltwerk soll mit Hilfe eines PALs für das Schaltnetz und Toggle-Flip-Flops als Zustandsregister realisiert werden (siehe Abbildung 1 bzw. Abbildung 2).

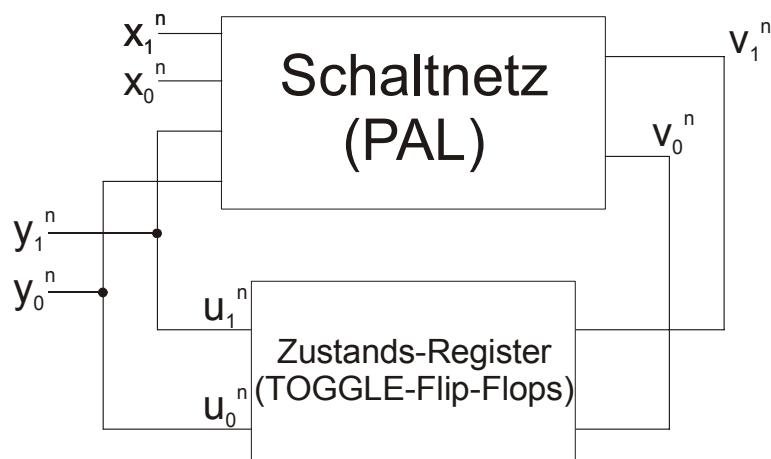


Abb. 1: Schaltwerk zur Maximumsbestimmung

- a) Tragen Sie die Übergangspfeile in den Zustandsgraphen ein (beachten Sie die angegebene Legende).

b) Füllen Sie die Zustandstabelle aus.

	x_1^n	x_0^n	u_1^n	u_0^n	v_1^n	v_0^n	y_1^{n+1}	y_0^{n+1}
0	0	0	0	0				
1	0	0	0	1				
2	0	0	1	0				
3	0	0	1	1				
4	0	1	0	0				
5	0	1	0	1				
6	0	1	1	0				
7	0	1	1	1				
8	1	0	0	0				
9	1	0	0	1				
10	1	0	1	0				
11	1	0	1	1				
12	1	1	0	0				
13	1	1	0	1				
14	1	1	1	0				
15	1	1	1	1				

- c) Geben Sie die zugehörigen Registerkontroll-, Übergangs-, und Ausgangsfunktionen in minimierter Form an
- d) Tragen Sie die zur Realisierung des Schaltwerks erforderlichen Verbindungen in das auf der nächsten Seite dargestellte PAL ein.

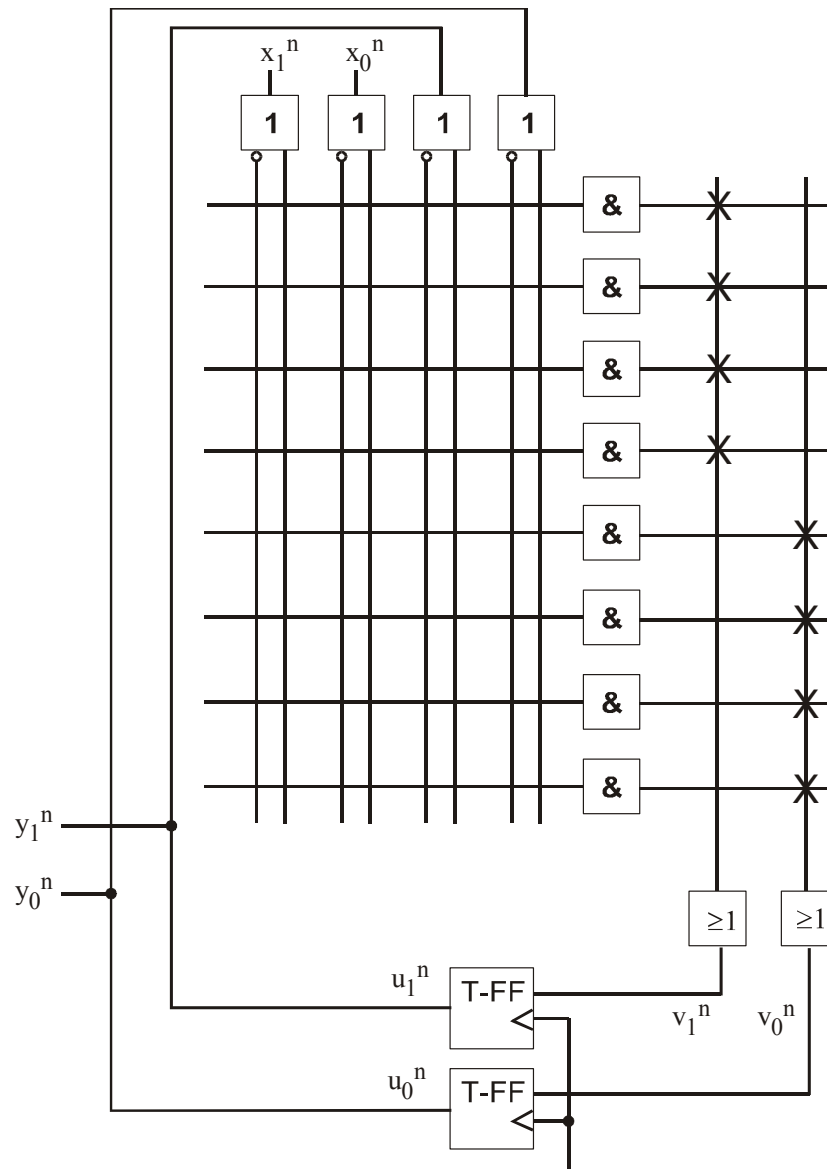


Abb. 2: Schaltwerk für Aufgabenteil d)

e) Um welche Art von Automat handelt es sich?

Mealy oder Moore:

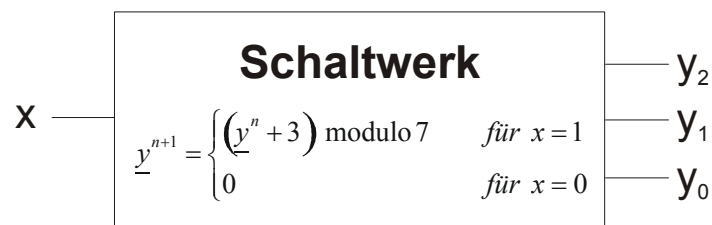
autonom oder nicht autonom:

synchron oder asynchron:

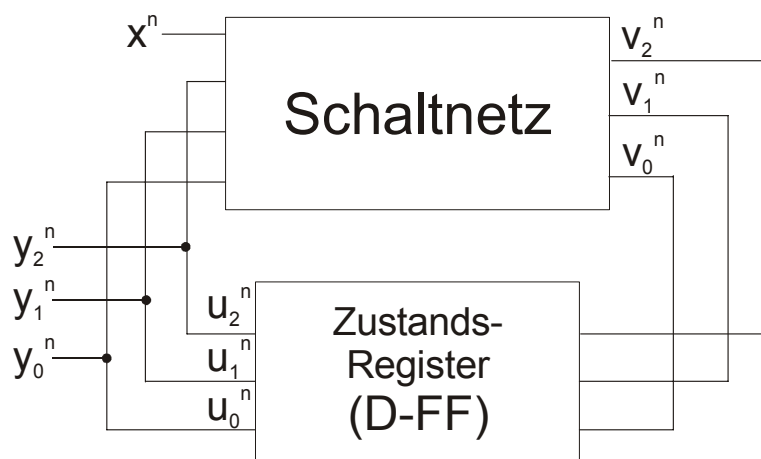
Aufgabe 4.35(KlausurF01)

Für verschiedene Anwendungen ist die Verwürfelung der Daten zweckmäßig, um den Einfluss von Fehlern (z.B. bei der Übertragung, Speicherung) zu minimieren. Dieses kann dadurch realisiert werden, dass die Daten aus einem Speicher nicht in der ursprünglichen Reihenfolge, sondern in vertauschter Folge ausgelesen werden. Um die Vertauschung zu realisieren, soll ein Schaltwerk als Speicheradressengenerator verwendet werden.

Falls der Steuereingang den Wert 0 besitzt ($x = 0$), soll das Schaltwerk im nächsten Takt den Ausgangswert $y = 0$ annehmen (Initialisierung). Für den Fall, dass der Steuereingang den Wert 1 besitzt ($x = 1$), soll die Funktion $\underline{y}^{n+1} = (\underline{y}^n + 3) \bmod 7$ realisiert werden. Der Ausgangswert $y = y_2 y_1 y_0$ ist vorzeichenlos (y_2 ist das MSB).



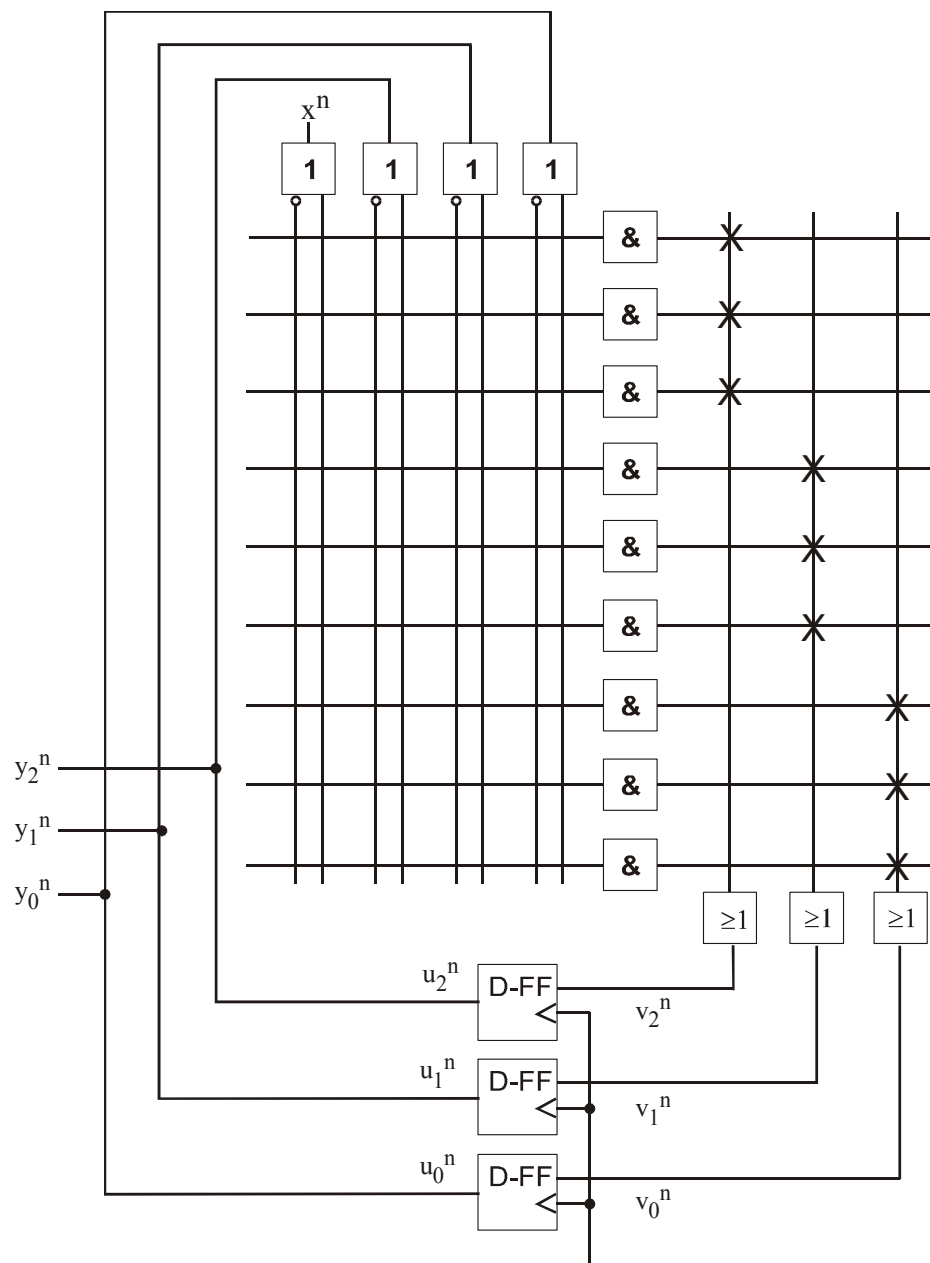
Das Schaltwerk soll mit Hilfe eines PALs für das Schaltnetz und D-Flip-Flops als Zustandsregistern realisiert werden (siehe Abbildung 1).



- a) Zeichnen Sie den Zustandsgraphen
 b) Füllen Sie die Zustandstabelle aus.

	x^n	u_2^n	u_1^n	u_0^n	y^n dezimal	y^{n+1} dezimal	v_2^n	v_1^n	v_0^n	y_2^{n+1}	y_1^{n+1}	y_0^{n+1}
0	0	0	0	0								
1	0	0	0	1								
2	0	0	1	0								
3	0	0	1	1								
4	0	1	0	0								
5	0	1	0	1								
6	0	1	1	0								
7	0	1	1	1								
8	1	0	0	0								
9	1	0	0	1								
10	1	0	1	0								
11	1	0	1	1								
12	1	1	0	0								
13	1	1	0	1								
14	1	1	1	0								
15	1	1	1	1								

- c) Geben Sie die zugehörigen Registerkontroll-, Übergangs- und Ausgangsgleichungen in minimierter Form an.
 d) Tragen Sie die zur Realisierung des Schaltwerks erforderlichen Verbindungen in das unten dargestellte PAL ein.



Schaltwerk für Aufgabenteil d)

e) Um welche Art von Automat handelt es sich?

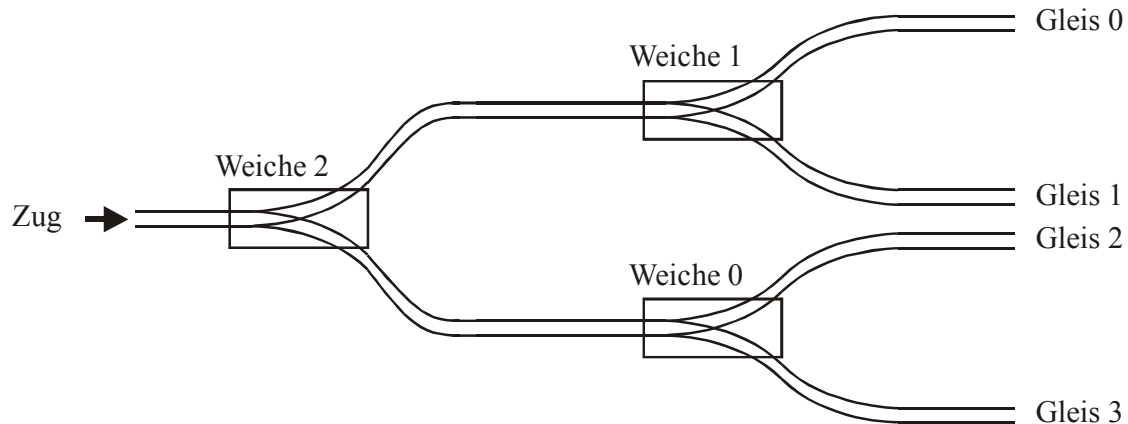
Mealy oder Moore:

autonom oder nicht autonom:

synchron oder asynchron:

Aufgabe 4.36(KlausurH01)

Es soll ein Schaltwerk zur Steuerung der Weichen in einem Verschiebebahnhof entworfen werden:



Die drei Weichen sollen jeweils so gestellt werden, dass die ankommenden Züge zyklisch auf die Gleise 0 bis 3 verteilt werden:

Gleis 0 → Gleis 1 → Gleis 2 → Gleis 3 → Gleis 0 → Gleis 1 → Gleis 2 → ...

Der aktuelle Stellzustand des Verschiebebahnhofes wird durch die Zustandsvektor $\underline{u} = u_1 u_0$ angezeigt:

$\underline{u} = 00 \Rightarrow$ Auf Gleis 0 gestellt

$\underline{u} = 01 \Rightarrow$ Auf Gleis 1 gestellt

$\underline{u} = 10 \Rightarrow$ Auf Gleis 2 gestellt

$\underline{u} = 11 \Rightarrow$ Auf Gleis 3 gestellt

Der Stellzustand der einzelnen Weichen 0 bis 2 wird durch den 3-Bit-Ausgangsvektor $\underline{y} = y_2 y_1 y_0$ angezeigt, wobei für y_i gilt:

$y_i = 0 \Rightarrow$ Weiche Nr. i in Fahrtrichtung links gestellt

$y_i = 1 \Rightarrow$ Weiche Nr. i in Fahrtrichtung rechts gestellt

Die Gleiszuweisung soll nur dann umgeschaltet werden, wenn ein neuer Zug einfährt. Dies wird mit der Eingangsvariablen x angezeigt:

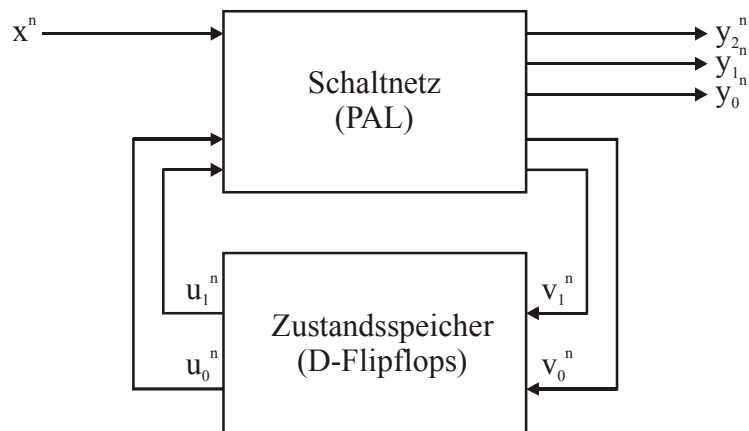
$x = 0 \Rightarrow$ Kein neuer Zug fährt ein

$x = 1 \Rightarrow$ Neuer Zug fährt ein

Der Stellzustand der für eine bestimmte Gleiszuweisung jeweils nicht benötigten Weiche soll hier als beliebig angenommen werden.

Im Startzustand ist das Stellwerk auf Gleis 0 geschaltet. Der erste ankommende Zug soll dann auf Gleis 1 einfahren. Wenn weitere Züge einfahren, wird der oben beschriebene Zyklus durchlaufen.

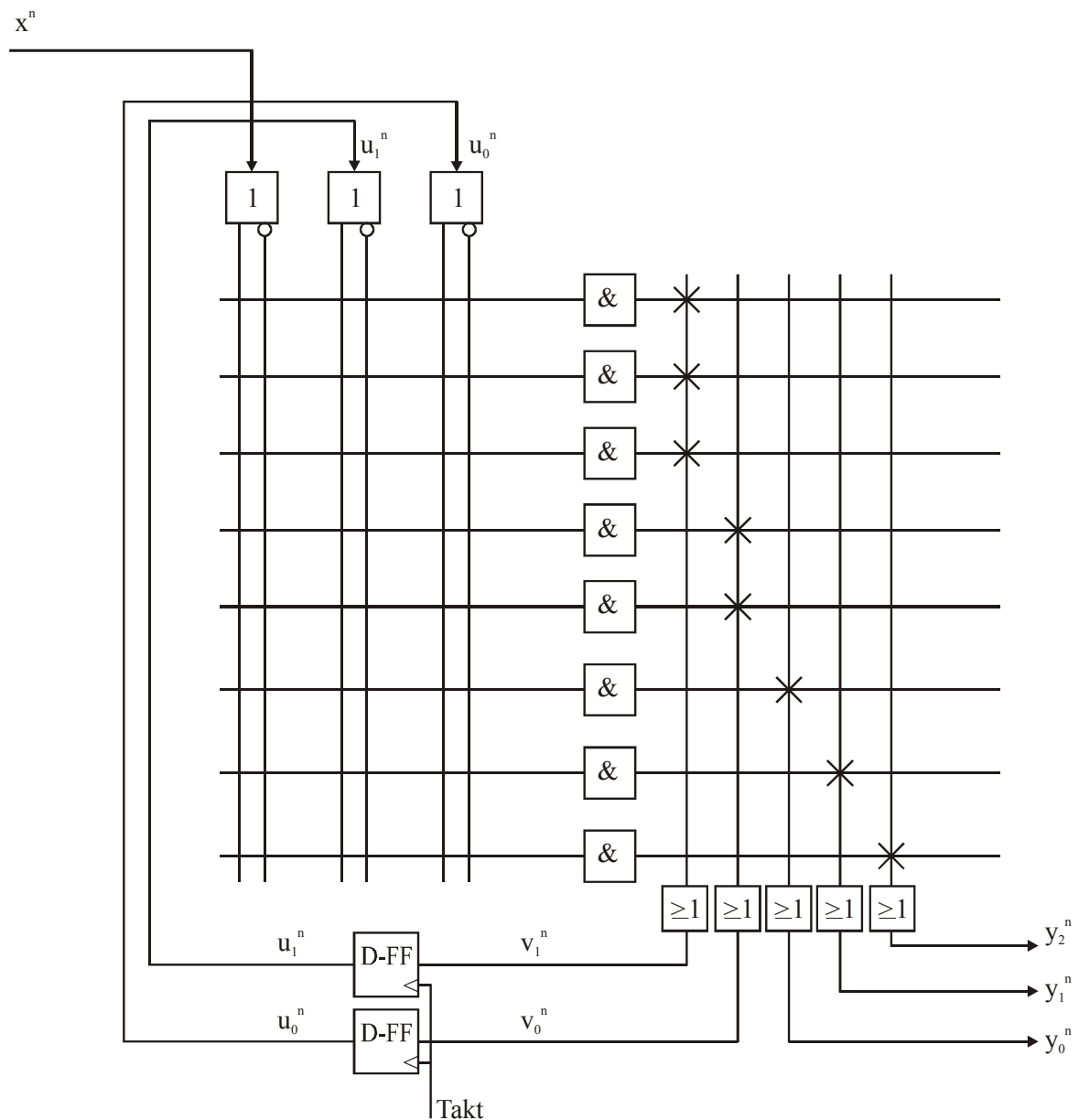
Das Schaltwerk, welches die Steuerung der Weichen übernimmt, soll mit Hilfe eines PALs für das Schaltnetz und D-Flipflops als Zustandsspeicher realisiert werden:



- Zeichnen Sie den Zustandsgraphen. Hinweis: Achten Sie auf mögliche don't-care-Belegungen für die Ausgangsvariable y .
- Füllen Sie die Zustandstabelle aus:

	x^n	u_1^n	u_0^n	y_2^n	y_1^n	y_0^n	v_1^n	v_0^n	u_1^{n+1}	u_0^{n+1}
0	0	0	0							
1	0	0	1							
2	0	1	0							
3	0	1	1							
4	1	0	0							
5	1	0	1							
6	1	1	0							
7	1	1	1							

- Geben Sie die zugehörigen Registerkontroll-, Übergangs- und Ausgangsgleichungen in minimierter Form an.
- Tragen Sie die zur Realisierung des Schaltwerkes notwendigen Verbindungen in das unten dargestellte PAL ein:



e) Um welche Art von Automat handelt es sich?

- 1) Mealy oder Moore?
- 2) Autonom oder nicht autonom?
- 3) Synchron oder asynchron?

Aufgabe 4.37(KlausurF02)

Für einen Tresor soll ein digitales Zahlenschloss entworfen werden, welches mit einem Schaltwerk realisiert werden soll.



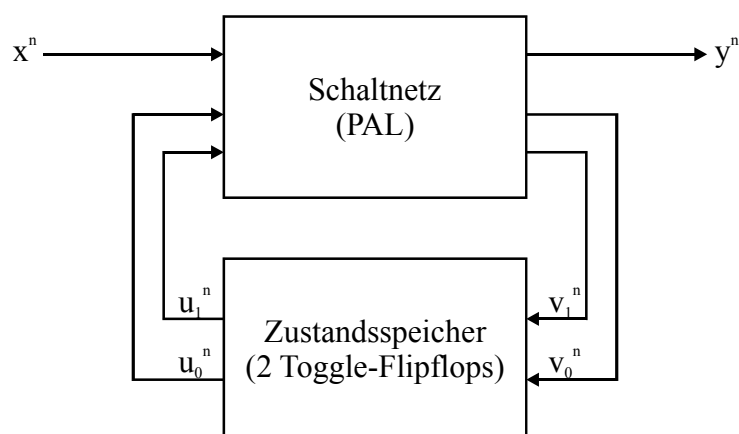
Das Schaltwerk besitzt einen Eingang x und einen Ausgang y . Das Schloss soll öffnen, sobald die Eingangsbitfolge '10' eingegeben wurde, also am Eingang zunächst eine '1', und im darauf folgenden Takt eine '0' empfangen wurde. Das Öffnen des Schlosses wird durch den Ausgangswert $y = 1$ angezeigt.

Das Schaltwerk besitzt vier Zustände. Der aktuelle Zustand wird durch den Zustandsvektor $\underline{u} = u_1 u_0$ angezeigt. Der Zustandsvektor $\underline{u}$ speichert die letzten beiden eingegebenen Bits, wobei u_0 dem letzten, und u_1 dem vorletzten eingegebenen Bit entspricht. Demzufolge soll im Zustand $\underline{u} = '10'$ das Schloss geöffnet ($y = 1$), in allen anderen Zuständen geschlossen sein ($y = 0$).

Startzustand ist der Zustand $\underline{u} = '00'$, hier wird also angenommen, dass zwei aufeinanderfolgende Nullen eingegeben wurden.

Wurde der Zustand $\underline{u} = '10'$ erreicht, soll das Schaltwerk im nächsten Takt unabhängig vom Eingangsbit x wieder den Startzustand annehmen.

Das Schaltwerk soll mit Hilfe eines PALs für das Schaltnetz und Toggle-Flipflops (T-FF) als Zustandsspeicher realisiert werden:

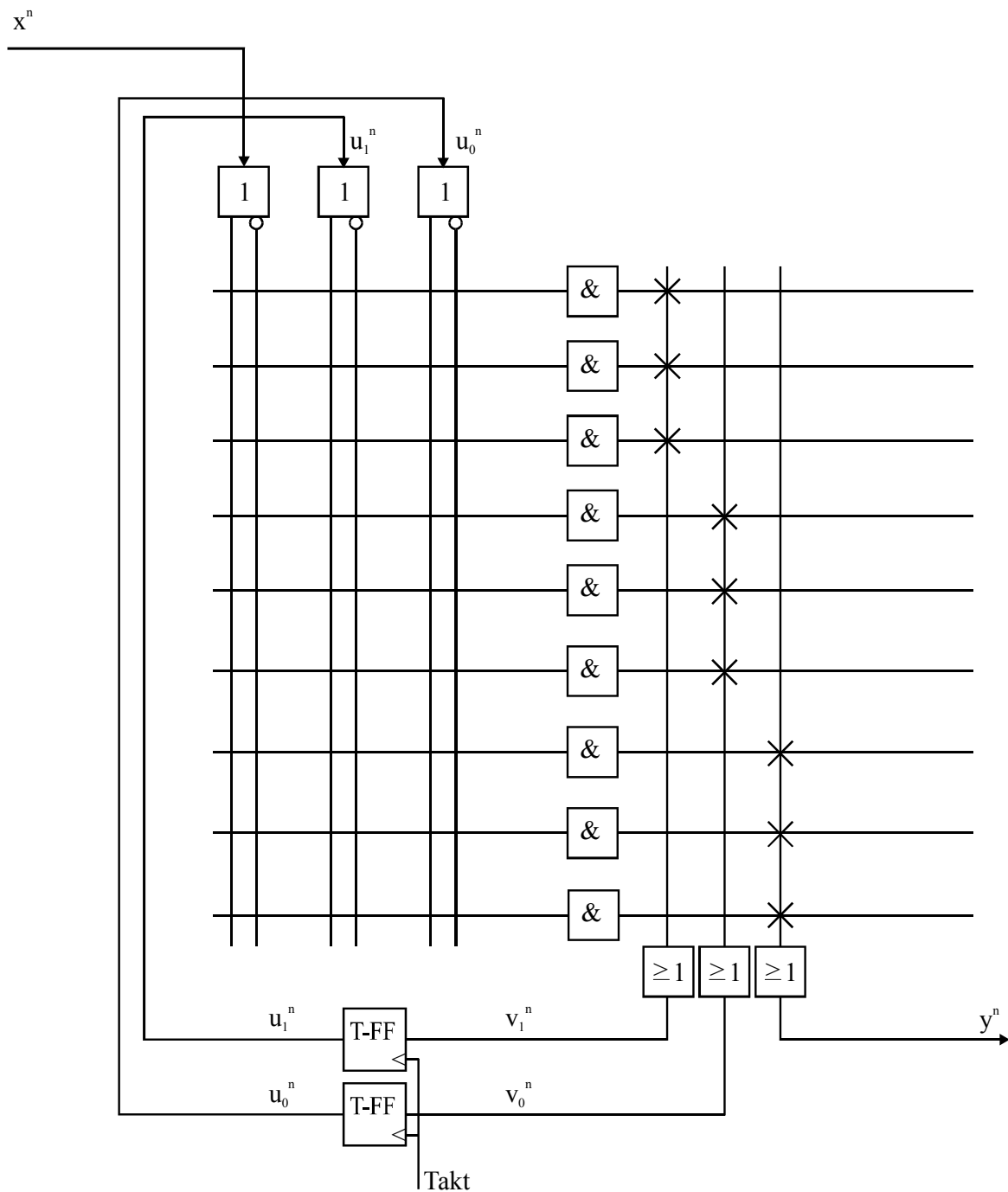


- a) Zeichnen Sie den Zustandsgraphen.
 b) Füllen Sie die Zustandstabelle aus:

	x^n	u_1^n	u_0^n	y^n	v_1^n	v_0^n	u_1^{n+1}	u_0^{n+1}
0	0	0	0					
1	0	0	1					
2	0	1	0					
3	0	1	1					
4	1	0	0					
5	1	0	1					
6	1	1	0					
7	1	1	1					

- c) Geben Sie die zugehörigen Registerkontroll- und Übergangsgleichungen, sowie die Ausgangsgleichung in minimierter Form an.

- d) Tragen Sie die zur Realisierung des Schaltwerks erforderlichen Verbindungen in das unten dargestellte PAL ein.



- e) Um welche Art von Automat handelt es sich?

- Mealy oder Moore
- autonom oder nicht autonom
- synchron oder asynchron