

# 11. Übung Sequentielle Schaltungen

**Inhalt:** Entwurf komplexer Schaltungen und Steuerungen

## 1. Aufgabe

Für die Kreuzung zwischen einer Haupt- und Nebenstraße soll eine einfache Ampelsteuerung entworfen werden, bei der die Hauptstraße vorwiegend auf "grün" geschaltet ist. Die Ampel in der Nebenstraße soll nur dann auf "grün" geschaltet werden, wenn entweder Fahrzeuge aus der Nebenstraße auf die Kreuzung zukommen, oder wenn Fußgänger die Hauptstraße überqueren wollen (Vereinfachende Voraussetzung: in der Nebenstraße herrscht nur wenig Verkehr).

Fahrzeuge aus der Nebenstraße werden durch zwei Sensoren S1, S2 erfaßt, die 1-Signal liefern, wenn sich ein Fahrzeug dem Kreuzungsbereich nähert, und die dieses Signal solange abgeben, bis alle Fahrzeuge der Nebenstraße den Kreuzungsbereich verlassen haben. Die Fußgänger fordern ihr Grünsignal durch Druckknöpfe auf jeder Straßenseite an: P1, P2, P3, P4.

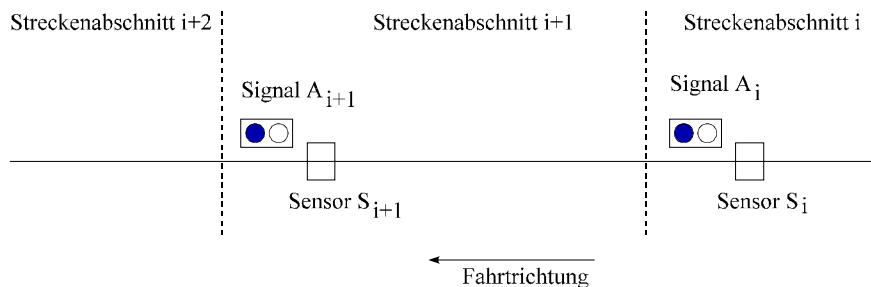
Nach Betätigen eines Druckknopfes soll die Aufforderung der Fußgänger 20s lang aufrechterhalten werden. Zwischen den Rot- und Grünphasen soll eine 5s lange Gelbphase liegen. Die angegebenen Zeitphasen werden durch zwei Monoflops erzeugt.

Gesucht ist die realisierende Schaltung

- mit NAND-Gattern und D-Flipflops.
- mit NOR-Gattern und JK-Flipflops.

## 2. Aufgabe

Eine Eisenbahnstrecke, die immer in derselben Richtung befahren wird, ist zur Verhinderung von Auffahrunfällen in Streckenabschnitte aufgeteilt. Jeder Streckenabschnitt ist durch ein Signal (rot/grün) gesichert. Boole'sche Sensoren (z.B. Lichtschranken) liefern den Wert 1, wenn sich ein Zug direkt vor einem Signal befindet, d.h. auch solange ein Zug vor dem Signal hält. Das Signal  $A_i$  wird durch die Sensoren  $S_i$  und  $S_{i+1}$  gesteuert. Es soll "rot" anzeigen, wenn sich ein Zug zwischen den Sensoren  $S_i$  und  $S_{i+1}$  befindet oder wenn ein Zug vor dem Signal  $A_{i+1}$  wartet.

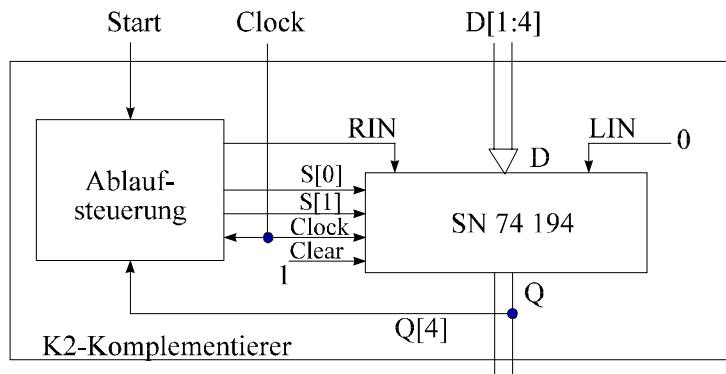


- Entwerfen Sie das Zustandsdiagramm einer asynchron sequentiellen Schaltung zur Steuerung des Signals  $A_i$  (Notation an den Übergängen:  $S_i, S_{i+1}/A_i$ ; rot = 1, grün = 0).
- Geben Sie eine Kodierung der Zustände an, so daß keine Läufe auftreten können (Wenn nötig dürfen Sie das Zustandsdiagramm aus Teil a) ändern, sofern die Funktion erhalten bleibt).

### 3. Aufgabe

Das  $K_2$ -Komplement einer Dualzahl kann nach folgender Regel gebildet werden: Beginnend mit der niederwertigsten Stelle bis einschließlich dem ersten Bit, das den Wert 1 hat, werden alle Bits unverändert übernommen. Die restlichen Bits werden invertiert.

Entwerfen Sie einen synchronen Automaten mit den Dateneingängen  $D_4, D_3, D_2, D_1$ , den Datenausgängen  $Q_4, Q_3, Q_2, Q_1$  und einem Steuereingang "Start". Der Automat soll das  $K_2$ -Komplement nach der oben genannten Regel bilden. Der Verarbeitungsteil des Automaten ist durch einen Schieberegisterbaustein SN 74194 zu realisieren. Beschreiben Sie die zugehörige Ablaufsteuerung durch einen Automatengraphen.



### 4. Aufgabe

Mischanlage

Drei Reaktoren  $R_1, R_2$  und  $R_3$  mit den Einlaßventilen  $E_1, E_2, E_3$  und den Auslaßventilen  $A_1, A_2, A_3$  dienen dazu, chemische Flüssigkeiten aufzunehmen. Über die Auslaßventile wird ein Mischkessel gefüllt. Eine Steuerung soll folgende Aufgaben erfüllen:

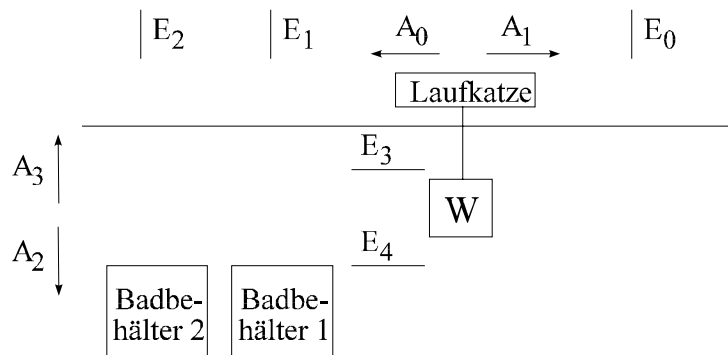
Sobald ein Startsignal SM eintrifft, müssen die drei Reaktoren gefüllt werden. Während des Füllens oder Entleerens eines Reaktors wird der Füllstand aller 10 Sekunden über die Sensoren SV1, SV2, SV3 bzw. SL1, SL2 und SL3 abgefragt (V voll, L leer). Sobald zwei der Reaktoren voll sind, soll die Heizung H im Mischkessel eingeschaltet werden. Sind alle drei Reaktoren voll, werden sie entleert, und das Rührwerk RW im Mischkessel wird eingeschaltet. Das Rühren wird durch ein Signal RE beendet.

- Legen Sie die Eingangs- und Ausgangsgrößen des zugehörigen Steuersystems fest.
- Entwerfen Sie die Automatentabelle und den Zustandsgraph für das Steuersystem mit minimaler Anzahl von Zuständen. Realisieren Sie das Steuersystem mit
  - NAND-Gattern und D-FF's
  - NOR-Gattern und JK-FF's

### 5. Aufgabe

Bei der Galvanisierung erfolgt der Transport der Werkstücke zu zwei Galvanisierungsbehältern mit einer Laufkatze. Ausgehend von der Ruhestellung bewegt sich die Laufkatze nach Betätigen der Starttaste in die linke Richtung. Beim ersten Behälter bleibt die Laufkatze stehen; der Badbehälter 1 wird angehoben, so daß das Werkstück in das erste Bad eintaucht. Dann wird der Badbehälter in die untere Position zurückgeführt. Anschließend erfolgt der Transport des Werkstücks zum zweiten Behälter. Es wiederholt sich das Anheben und Absenken des Badbehälters (2). Danach wird das Werkstück in die Ruhestellung zurückgefahren.

Die Eingabe des Startbefehls erfolgt mit der Taste S. Zur Kennzeichnung der Positionen dienen die Eingangsvariablen  $E_0$ ,  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ,  $E_4$ .



Eingangsvariable

- $E_0$  Ruhestellung
- $E_1$  Position über dem ersten Behälter
- $E_2$  Position über dem zweiten Behälter
- $E_3$  Behälter in der oberen Position
- $E_4$  Behälter in der unteren Position

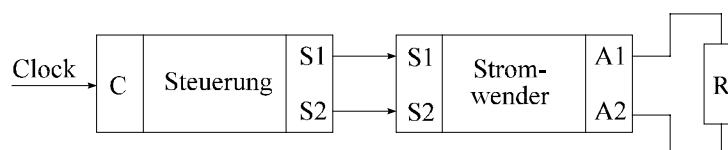
Ausgangsvariable

- $A_0$  Linkslauf Laufkatze
- $A_1$  Rechtslauf Laufkatze
- $A_3$  Anheben des Behälters
- $A_2$  Absenken des Behälters

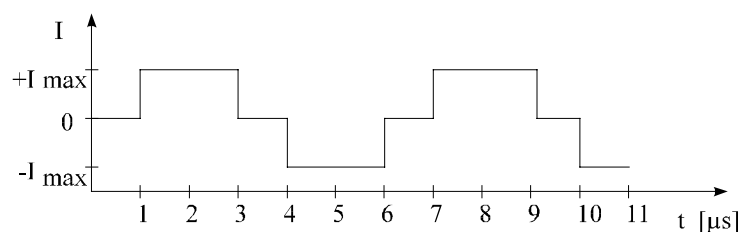
Geben Sie die Automatentabelle und den Automatengraphen an.

## 6. Aufgabe

Es soll ein Generator entwickelt werden. Der Generator sei durch nachstehendes Blockschaltbild beschrieben.



Der durch den Generator erzeugte Ausgangsstrom habe folgenden periodischen Verlauf :



Der Stromwender sei gegeben. Seine Funktion werde durch die unten dargestellte Tabelle beschrieben. Die Belegung  $S1 = S2 = 1$  sei verboten (das Anlegen dieser Belegung an den Stromwender führe zu dessen Zerstörung).

S2	S1	I
0	0	0
0	1	$+I_{\max}$
1	0	$-I_{\max}$

- a) Entwerfen Sie die Steuerung des Generators als synchronen Moore-Automaten unter Verwendung von D-Master-Slave-Flipflops. Geben Sie die Bestimmungsgleichungen für die D-Eingänge der FF's an.

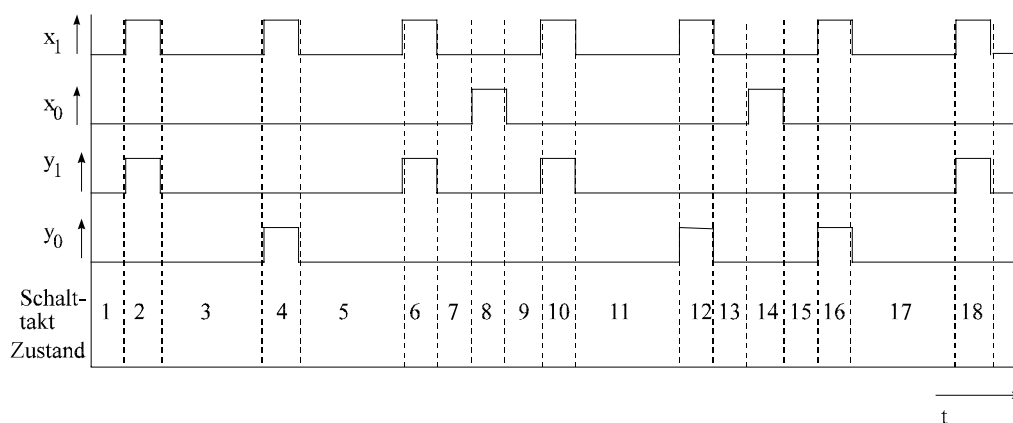
**Hinweis:** Der Automat soll von außen nicht rücksetzbar sein (kein Reset-Eingang!) Um die Ausgabe von  $S1 = S2 = 1$  sicher zu vermeiden, gelten folgende Festlegungen:

- In nicht regulären Zuständen des Automaten wird  $S1 = S2 = 0$  ausgegeben
- Nichtreguläre Zustände des Automaten werden mit der ersten folgenden aktiven Taktflanke in einen regulären Zustand überführt, in dem  $S1 = S2 = 0$  ausgegeben wird.

- b) Welche Frequenz muß das periodische Taktsignal Clock besitzen?

## 7. Aufgabe

Es ist eine möglichst einfache Schaltung für eine spezielle Impulsverteilung zu entwerfen. Die Schaltung besitzt zwei Eingänge  $x_1$  und  $x_0$  sowie zwei Ausgänge  $y_1$  und  $y_0$ . Am Eingang  $x_1$  steht eine Impulsfolge an. Durch die Schaltung sollen die Impulse an  $x_1$  abwechselnd auf die Ausgänge  $y_1$  und  $y_0$  verteilt werden. Tritt zwischen zwei Impulsen an  $x_1$  zusätzlich am Eingang  $x_0$  ein Impuls auf, so soll die Reihenfolge der Impulsverteilung an  $y_1$  und  $y_0$  vertauscht werden.

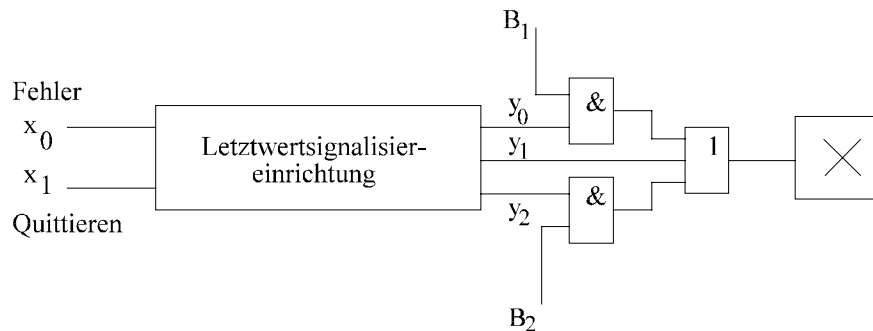


Entwerfen Sie die Schaltung für einen ungetakteten Automaten, der die oben beschriebene Funktionalität aufweist.

- Beschreiben Sie das Verhalten durch einen Automatengraphen.
- Geben Sie die Automatentabelle an.
- Bestimmen Sie die Überführungs- und Ergebnisfunktion.
- Realisieren Sie die Schaltung mit RS-FF's, AND- und OR-Gattern.

## 8. Aufgabe

Es ist eine Fehlersignalisiereinrichtung zu entwerfen, durch die ein neuauftretender Fehler (Signal  $x_0$ ) durch schnelles Blinklicht  $B_1$ , ein quittierter und noch anstehender Fehler durch Dauerlicht und ein beseitigter Fehler bis zu einer erneuten Quittierung (Signal  $x_1$ ) durch langsames Blinklicht  $B_2$  angezeigt wird. Tritt ein Fehler auf (bzw. wird ein Fehler beseitigt), während die Quittiertaste gedrückt ist, so muß schnelles Blinklicht (bzw. langsames Blinklicht) erscheinen, das erst beim erneuten Drücken der Quittiertaste in Dauerlicht (bzw. Ruhelicht) übergeht. Geht ein neuauftretender Fehler weg, bevor er quittiert wurde, dann muß das schnelle Blinklicht in langsames Blinklicht übergehen, das beim Drücken der Quittiertaste in Ruhelicht überwechselt.



Entwerfen Sie die Schaltung für einen ungetakteten Automaten der die oben beschriebene Funktionalität bietet.

- Beschreiben Sie das Verhalten durch einen Automatengraphen.
- Geben Sie die Automatentabelle an.
- Bestimmen Sie die Überführungs- und Ergebnisfunktion.
- Realisieren Sie die Schaltung mit RS-FF's, AND- und OR-Gattern.