Seminaraufgaben

2.Semester – Sommersemester 2000

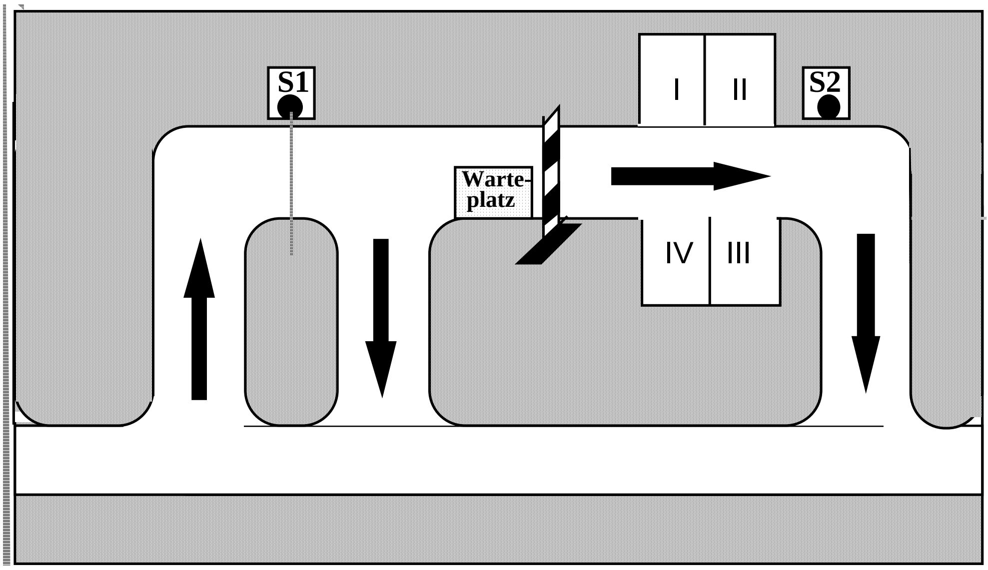
Abt. Technische Informatik
Gerätebeauftragter
Dr. rer.nat. Hans-Joachim Lieske
Tel.: [49]-0341-97 32213
Zimmer: HG 05-22
e-mail: lieske@informatik.uni-leipzig.de

Aufgaben zur Übung
Grundlagen der Technische Informatik 2

4. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

Entwurf eines Schaltwerks mit Zähler

Firma PARK & Co´s neueste Serviceleistung ist ein Kundenparkplatz mit 4 Parkmöglichkeiten (siehe Bild). Hierzu werden 2 Sensoren am Eingang (S1) bzw. am Ausgang (S2) benötigt, sowie eine Schranke, die automatisch gesteuert wird. Diese soll sich öffnen, wenn S1 ausgelöst wird und zu diesem Zeitpunkt noch mindestens ein Parkplatz frei ist. Entwerfen Sie ein synchrones Schaltwerk, welches dieses Verhalten realisiert. Verwenden Sie zur Speicherung der Anzahl der belegten Plätze einen 2-Bit-Zähler (Betriebsarten m_1m_0: 00 speichern, 01 aufwärts zählen, 10 abwärts zählen, Ausgabe y_1y_0: Zählerstand).



Vereinbarung: S1/2 = 1 bedeutet: Sensor S1/2 wurde ausgelöst
S1/2 = 0 bedeutet: Sensor S1/2 wurde nicht ausgelöst
a = 1 bedeutet: Schranke öffnet sich
a = 0 bedeutet: Schranke bleibt geschlossen

Zur Vereinfachung sei angenommen, daß alle Autos nur in Pfeilrichtung fahren, die Einfahrt auf den Parkplatz nutzen, falls die Schranke offen ist und andernfalls nicht warten, sondern gleich wieder fortfahren. Falls ein Sensor ausgelöst wird, so geschieht dies für genau einen Takt. Nach dem Setzen von a = 1 bleibt die Schranke automatisch solange geöffnet, bis das Auto den Schrankenbereich wieder verlassen hat.

a) Wieviele Zustände benötigen Sie? Codieren Sie diese.

b) Geben Sie die Grundstruktur des Übergangsdiagramms an (d.h. Sie brauchen die Kanten nicht zu bezeichnen).

c) Erstellen Sie die Übergangs- und Funktionstabelle.

d) Das Schaltwerk soll mit JK-Flipflops realisiert werden. Geben Sie die Ansteuergleichungen und die Ausgangsgleichung für a an.

e) Zeichnen Sie die entworfene Teilschaltung.

Bemerkung:

1. Für den Zähler selbst braucht keine Schaltung entwickelt zu werden. Deshalb Teilschaltung. Es genügen die Eingänge des Schaltwerkes y1 und y0 zu benutzen.

2 Als Hilfe ein Muster der Zustandstabelle

S_1	S_2	y_1	y_0	Q^t	Q^{t+1}	a	m_1	m_0	für d)	j	k

Lösung

4. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

Entwurf eines Schaltwerks mit Zähler

a) Wie viele Zustände benötigen Sie? Codieren Sie diese.

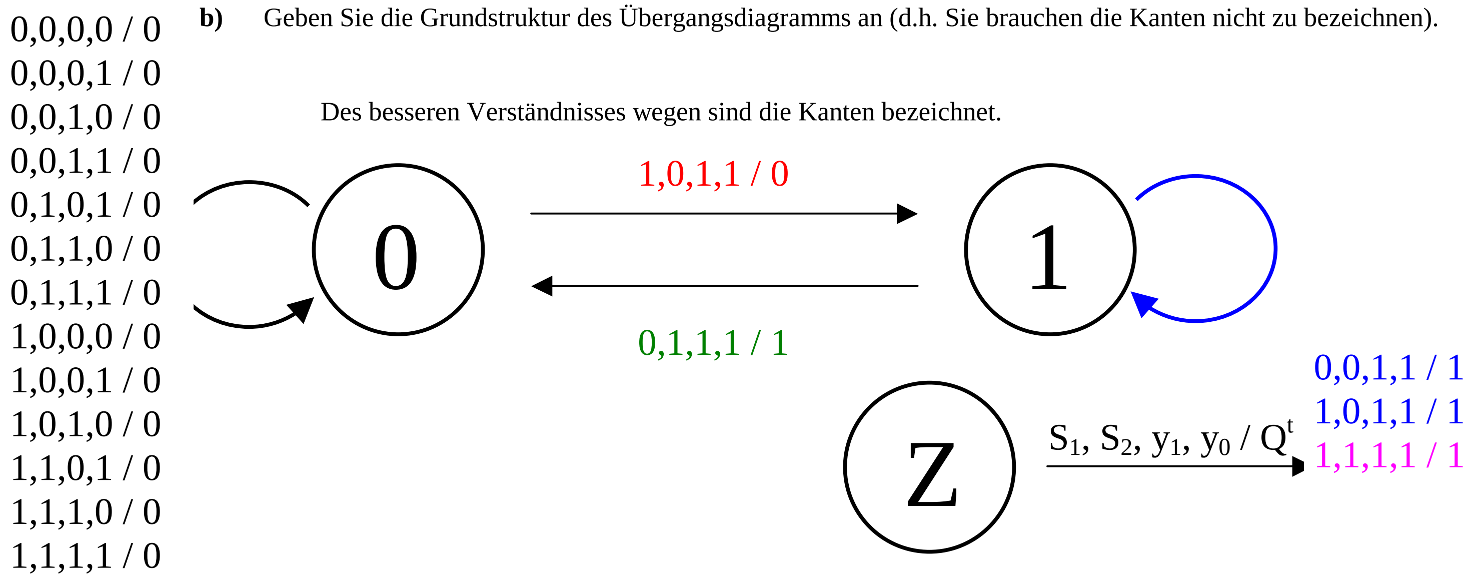
Um die Schranke spezifikationsgerecht öffnen zu können, muß man wissen, wie viele Parkplätze belegt sind. Es können 0, 1, 2, 3 und 4 Parkplätze belegt sein. Hätte man einen 3-Bit-Zähler zur Verfügung, könnte man auf das Schaltwerk ganz verzichten, denn die gesamte relevante Information könnte im Zähler gespeichert werden. Der 2-Bit-Zähler kann aber nur 4 der 5 Möglichkeiten erfassen. Daher benötigt man für das Schaltwerk 2 Zustände.

Zustand 0	Parkplatz nicht voll (0 bis 3 Autos)	Code 0
Zustand 1	Parkplatz voll (4 Autos)	Code 1

Der Zähler soll in Zustand 0 die Anzahl der aktuell belegten Parkplätze enthalten.

b) Geben Sie die Grundstruktur des Übergangsdiagramms an (d.h. Sie brauchen die Kanten nicht zu bezeichnen).

Des besseren Verständnisses wegen sind die Kanten bezeichnet.



Es kann nur ein Schaltvorgang stattfinden d.h. der Parkplatz ist voll, wenn y_0 =1 und y_1 =1 sind d.h 3 Autos auf dem Parkplatz. Der Zustand 1 kann nur erreicht werden, wenn y_0 =1 und y_1 =1 sind. Das heißt, wenn $y_1\ y_0 = 3$ sind, ist wir im Zustand 0
Der Zustand ändert sich nicht, wenn S_1 =0 und S_2 =0 sind (kein Autoverkehr).
Der Zustand ändert sich nicht, wenn S_1 =1 und der Zustand 1 sind (Parkplatz voll und neues Auto).
Der Zustand ändert sich nicht, wenn S_2 =1 und der Zustand 0 sind (Parkplatz 3 Autos und 1 Auto fährt weg.).
Weitere Unmöglichkeiten:
8 : Kein Auto auf Parkplatz, aber es fährt eines weg
24 : Kein Auto auf Parkplatz, aber es fährt eines weg, und es kommt eines dazu.

Bedeutung der Variablen:
Q=1 : Parkplatz voll, a=1 : Schranke offen, (y_1, y_0) : Anzahl der Autos auf dem Parkplatz,

Wann wird der Parkplatz voll :

1,0,1,1 / 0 – 3 Autos auf dem Parkplatz und ein Auto kommt dazu
0,0,1,1 / 1 – **4 Autos auf dem Parkplatz und kein Auto kommt dazu und weg**
1,0,1,1 / 1 – **4 Autos auf dem Parkplatz und ein Auto kommt dazu von außen und fährt weg, da kein Parkplatz**
1,1,1,1 / 1 – **4 Autos auf dem Parkplatz und ein Auto kommt dazu und eines fährt weg**

Wann geht die Schranke hoch:

Immer dann, wenn eine Anforderung durch Schranke 1 kommt (S_1=1) und mindestens ein Parkplatz frei d.h.:

1,0,0,0 / 0 – **0 Autos auf dem Parkplatz und ein Auto kommt dazu**

1,0,0,1 / 0 – **1 Auto auf dem Parkplatz und ein Auto kommt dazu**

1,0,1,0 / 0 – **2 Autos auf dem Parkplatz und ein Auto kommt dazu**

1,0,1,1 / 0 – **3 Autos auf dem Parkplatz und ein Auto kommt dazu**

1,1,0,1 / 0 – **1 Auto auf dem Parkplatz und ein Auto kommt dazu und eines fährt weg**

1,1,1,0 / 0 – **2 Autos auf dem Parkplatz und ein Auto kommt dazu und eines fährt weg**

1,1,1,1 / 0 – **3 Autos auf dem Parkplatz und ein Auto kommt dazu und eines fährt weg**

1,1,1,1 / 1 – **4 Autos auf dem Parkplatz und ein Auto kommt dazu und eines fährt weg**

Übergangs- / Funktionstabelle								
Zahl	Eingangsvariablen S_1, S_2, y_1, y_0, Q^t	Q^{t+1}	a	m_1	m_0	j	k	
0	0 0 0 0 0	0	0	0	0			
1	0 0 0 0 1	-	-	-	-	-	-	-
2	0 0 0 1 0	0	0	0	0			
3	0 0 0 1 1	-	-	-	-	-	-	-
4	0 0 1 0 0	0	0	0	0			
5	0 0 1 0 1	-	-	-	-	-	-	-
6	0 0 1 1 0	0	0	0	0			
7	**0 0 1 1 1**	**1**	**0**	0	0			
8	0 1 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-
9	0 1 0 0 1	-	-	-	-	-	-	-
10	0 1 0 1 0	0	0	1	0			
11	0 1 0 1 1	-	-	-	-	-	-	-
12	0 1 1 0 0	0	0	1	0			
13	0 1 1 0 1	-	-	-	-	-	-	-
14	0 1 1 1 0	0	0	1	0			
15	**0 1 1 1 1**	**0**	**0**	**0**	**0**			
16	1 0 0 0 0	0	1	0	1			
17	1 0 0 0 1	-	-	-	-	-	-	-
18	1 0 0 1 0	0	1	0	1			
19	1 0 0 1 1	-	-	-	-	-	-	-
20	1 0 1 0 0	0	1	0	1			
21	1 0 1 0 1	-	-	-	-	-	-	-
22	**1 0 1 1 0**	**1**	**1**	**0**	**0**			
23	**1 0 1 1 1**	**1**	**0**	**0**	**0**			
24	1 1 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-
25	1 1 0 0 1	-	-	-	-	-	-	-
26	1 1 0 1 0	0	**1**	**0**	**0**			
27	1 1 0 1 1	-	-	-	-	-	-	-
28	1 1 1 0 0	0	**1**					
29	1 1 1 0 1	-	-	-	-	-	-	-
30	1 1 1 1 0	0	**1**	**0**	**0**			
31	**1 1 1 1 1**	**1**	**1**	**0**	**0**			

Übergangs- / Funktionstabelle								
Zahl	Eingangsvariablen S_1, S_2, y_1, y_0, Q^t	Q^{t+1}	a	Q^t	Q^{t+1}	j	k	nächster Zustand /Zahl
0	0 0 0 0 0	0	0	0	0	0	-	0/0
1	0 0 0 0 1	-	-	-	-	-	-	-
2	0 0 0 1 0	0	0	0	0	0	-	0/2
3	0 0 0 1 1	-	-	-	-	-	-	-
4	0 0 1 0 0	0	0	0	0	0	-	0/4
5	0 0 1 0 1	-	-	-	-	-	-	-
6	0 0 1 1 0	0	0	0	0	0	-	0/6
7	**0 0 1 1 1**	**1**	**0**	1	1	-	0	1/7
8	0 1 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-
9	0 1 0 0 1	-	-	-	-	-	-	-
10	0 1 0 1 0	0	0	0	0	0	-	0/0
11	0 1 0 1 1	-	-	-	-	-	-	-
12	0 1 1 0 0	0	0	0	0	0	-	0/2
13	0 1 1 0 1	-	-	-	-	-	-	-
14	0 1 1 1 0	0	0	0	0	0	-	0/4
15	**0 1 1 1 1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**-**	**1**	**0/6**
16	1 0 0 0 0	0	1	0	0	0	-	0/2
17	1 0 0 0 1	-	-	-	-	-	-	-
18	1 0 0 1 0	0	1	0	0	0	-	0/4
19	1 0 0 1 1	-	-	-	-	-	-	-
20	1 0 1 0 0	0	1	0	0	0	-	0/6
21	1 0 1 0 1	-	-	-	-	-	-	-
22	**1 0 1 1 0**	**1**	**1**	**0**	**1**	**1**	**-**	1/7
23	**1 0 1 1 1**	**1**	**0**	**1**	**1**	**-**	0	1/7
24	1 1 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-
25	1 1 0 0 1	-	-	-	-	-	-	-
26	1 1 0 1 0	0	**1**	0	0	0	-	0/2
27	1 1 0 1 1	-	-	-	-	-	-	-
28	1 1 1 0 0	0	**1**	0	0	0	-	0/4
29	1 1 1 0 1	-	-	-	-	-	-	-
30	1 1 1 1 0	0	**1**	0	0	0	-	0/6
31	**1 1 1 1 1**	**1**	**1**	1	1	-	0	1/7

Wie muß das JK-Flipflop beschaltet werden:

$Q^t \rightarrow Q^{t+1}$	j k
0 0	0 -
0 1	1 0 (-)
1 0	0 (-) 1
1 1	- 0
0 1 1 0	1 1

Der Strich beim Umschalten kann statt 0 gesetzt werden, da nur 2 mal geschaltet wird, d.h. es wird jedes mal umgeschaltet und es ist egal, was der andere Eingang des Flip-Flops hat.

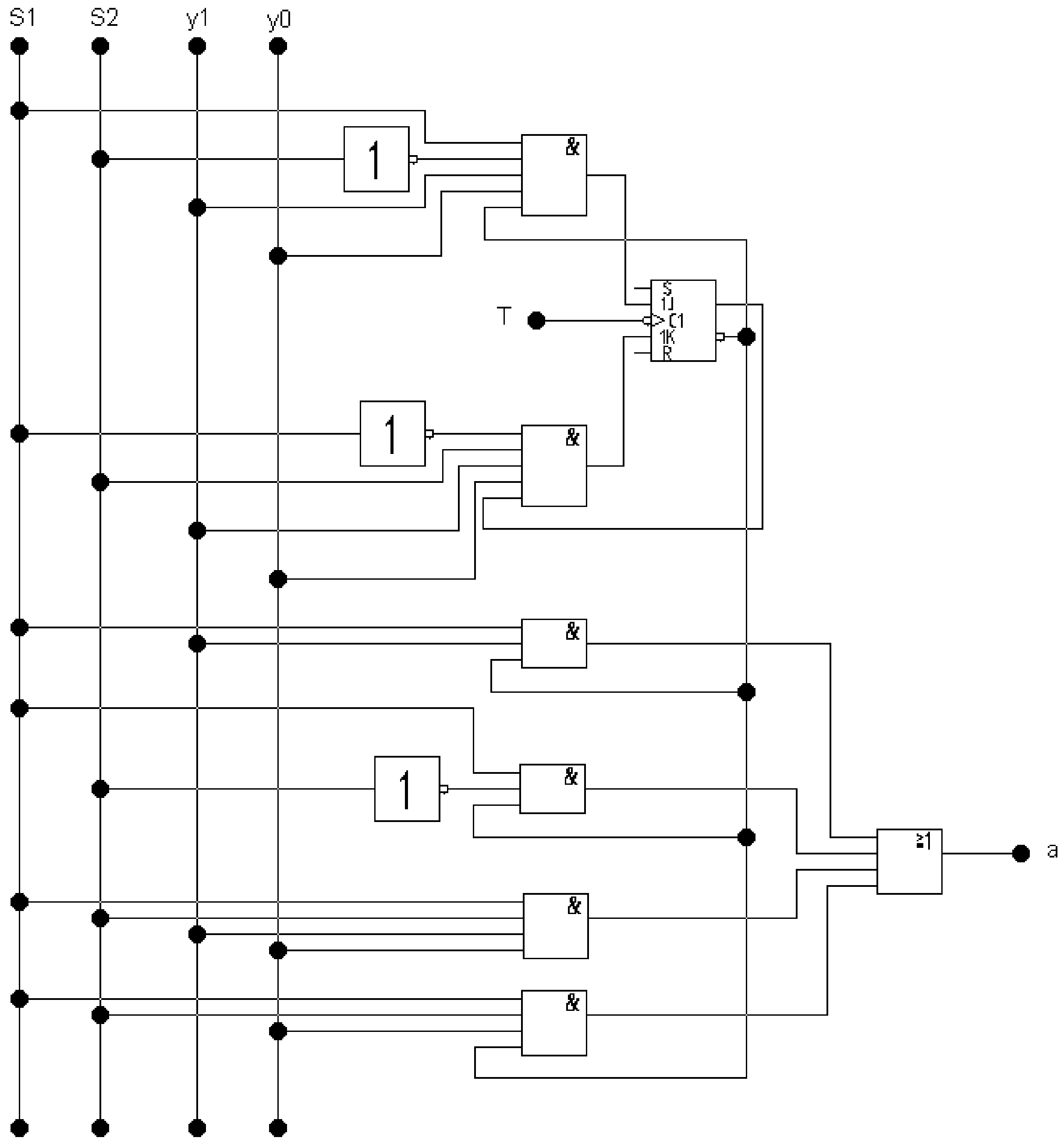
Schaltungsentwicklung:

1. Ohne don’t care Terme

$$j = S_1 \wedge \overline{S}_2 \wedge y_1 \wedge y_0 \wedge \overline{Q}^t$$

$$k = \overline{S}_1 \wedge S_2 \wedge y_1 \wedge y_0 \wedge Q^t$$

$$a = S_1 y_1 \overline{Q}^t \vee S_1 \overline{S}_2 \overline{Q}^t \vee S_1 S_2 y_1 y_0 \vee S_1 S_2 y_0 \overline{Q}^t$$



$S_1=0$		Q^t					
		0	1	1	0		
S_2	0	0 0	 1	 5	0 4	0	y_0
	0	0 2	 3	 7	0 6	1	
	1	0 10	 11	 15	0 14	1	
	1	 8	 9	 13	0 12	0	
		0	0	1	1		
		X_2					

Carnot – Feitch - Diagramm für j

$$j = S_1 \wedge \overline{S}_2 \wedge y_1 \wedge y_0 \wedge \overline{Q}^t$$

$S_1=1$		Q^t					
		0	1	1	0		
S_2	0	0 16	 17	 21	0 20	0	y_0
	0	0 18	 19	 23	1 22	1	
	1	0 26	 27	 31	0 30	1	
	1	 24	 25	 29	0 28	0	
		0	0	1	1		
		y_1					

Carnot – Feitch - Diagramm für k

$S_1=0$	Q^t	0	1	1	0		
S_2	0	0	1	5	4	0	y_0
S_2	0	2	3	0 7	6	1	y_0
S_2	1	10	11	1 15	14	1	y_0
S_2	1	8	9	13	12	0	y_0
	X_2	0	0	1	1		

$$k = \overline{S}_1 \wedge S_2 \wedge y_1 \wedge y_0 \wedge Q^t$$

$S_1=1$	Q^t	0	1	1	0		
S_2	0	16	17	21	20	0	y_0
S_2	0	18	19	0 23	22	1	y_0
S_2	1	26	27	0 31	30	1	y_0
S_2	1	24	25	29	28	0	y_0
	y_1	0	0	1	1		

Carnot – Feitch - Diagramm für a

$S_1=0$		Q^t					
		0	1	1	0		
S_2	0	0 0	 1	 5	0 4	0	y_0
	0	0 2	 3	0 7	0 6	1	
	1	0 10	 11	0 15	0 14	1	
	1	 8	 9	 13	0 12	0	
		0	0	1	1		
		X_2					

$$a = S_1 y_1 \overline{Q}^t \vee S_1 \overline{S}_2 \overline{Q}^t \vee S_1 S_2 y_1 y_0 \vee S_1 S_2 y_0 \overline{Q}^t$$

$S_1=1$		Q^t					
		0	1	1	0		
S_2	0	1 16	 17	 21	1 20	0	y_0
	0	1 18	 19	0 23	1 22	1	
	1	1 26	 27	1 31	1 30	1	
	1	 24	 25	 29	1 28	0	
		0	0	1	1		
		y_1					

$S_1=1$		Q^t					
		0	1	1	0		
	0	1 16	17	21	1 20	0	
S_2	0	1 18	19	0 23	1 22	1	y_0
	1	1 26	27	1 31	1 30	1	
	1	24	25	29	1 28	0	
		0	0	1	1		
		y_1					

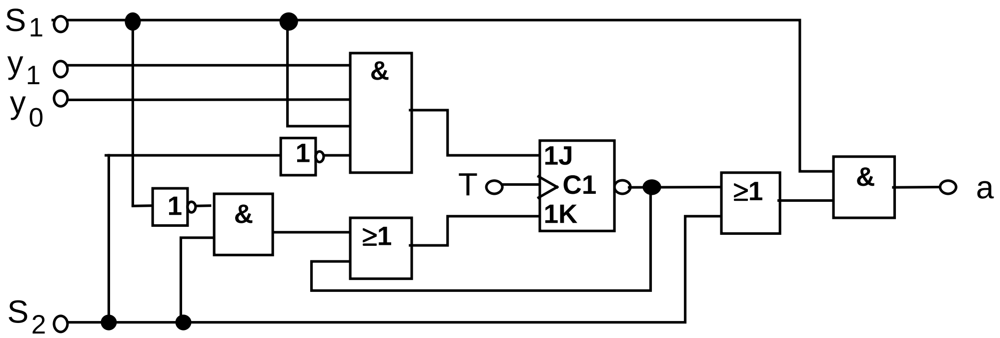
$S_1=1$		Q^t					
		0	1	1	0		
	0	1 16	17	21	1 20	0	
S_2	0	1 18	19	0 23	1 22	1	y_0
	1	1 26	27	1 31	1 30	1	
	1	24	25	29	1 28	0	
		0	0	1	1		
		y_1					

2. mit Verwendung von don’t care Termen

$$j = S_1 \wedge \overline{S}_2 \wedge y_1 \wedge y_0$$

$$k = \overline{S}_1 S_2 \vee \overline{Q}^t$$

$$a = S_1 \overline{Q}^t \vee S_1 S_2 = S_1(\overline{Q}^t \vee S_2)$$



Carnot – Feitch - Diagramm für j

$S_1=0$		Q^t					
		0	1	1	0		
S_2	0	0 0	 1	 5	0 4	0	y_0
S_2	0	0 2	 3	 7	0 6	1	y_0
S_2	1	0 10	 11	 15	0 14	1	y_0
S_2	1	 8	 9	 13	0 12	0	y_0
		0	0	1	1		
		X_2					

$$j = S_1 \wedge \overline{S}_2 \wedge y_1 \wedge y_0$$

$S_1=1$		Q^t					
		0	1	1	0		
S_2	0	0 16	 17	 21	0 20	0	y_0
S_2	0	0 18	 19	- 23	1 22	1	y_0
S_2	1	0 26	 27	 31	0 30	1	y_0
S_2	1	 24	 25	 29	0 28	0	y_0
		0	0	1	1		
		y_1					

Carnot – Feitch - Diagramm für k

$S_1=0$		Q^t					
		0	1	1	0		
S_2	0	- 0	 1	 5	- 4	0	y_0
	0	- 2	 3	0 7	- 6	1	
	1	- 10	- 11	1 15	- 14	1	
	1	- 8	- 9	- 13	- 12	0	
		0	0	1	1		
		X_2					

$k = \bar{S}_1 S_2 \vee \bar{Q}^t$

$S_1=1$		Q^t					
		0	1	1	0		
S_2	0	- 16	 17	 21	- 20	0	y_0
	0	- 18	 19	0 23	- 22	1	
	1	- 26	 27	0 31	- 30	1	
	1	- 24	 25	 29	- 28	0	
		0	0	1	1		
		y_1					

$S_1=0$		Q^t					
		0	1	1	0		
S_2	0	0 0	 1	 5	0 4	0	y_0
	0	0 2	 3	0 7	0 6	1	
	1	0 10	 11	0 15	0 14	1	
	1	 8	 9	 13	0 12	0	
		0	0	1	1		
		X_2					

Carnot – Feitch - Diagramm für a

$$a = S_1\overline{Q}^t \vee S_1S_2 = S_1(\overline{Q}^t \vee S_2)$$

$S_1=1$		Q^t					
		0	1	1	0		
S_2	0	1 16	 17	 21	1 20	0	y_0
	0	1 18	 19	0 23	1 22	1	
	1	1 26	- 27	1 31	1 30	1	
	1	- 24	- 25	- 29	1 28	0	
		0	0	1	1		
		y_1					

3. Durch logische Betrachtungen

Manche Probleme kann man auch durch logische Betrachtungen lösen. Hier ein Beispiel dafür.
In der folgenden Tabelle wurden alle nicht möglichen Eingangskombinationen gelöscht.

Der 1. minimierte Term besteht aus den Eingangskombinationen 0,2,4,6.
Der 2. minimierte Term besteht aus den Eingangskombinationen 16,18.
Der 3. minimierte Term besteht aus den Eingangskombinationen 16,20.
Der 4. minimierte Term besteht aus den Eingangskombinationen12,14.
Der 5. minimierte Term besteht aus den Eingangskombinationen 10,14.
Der 6. minimierte Term besteht aus den Eingangskombinationen 28,30.

S_1	S_2	y_1	y_0	Q^t	Q^{t+1}	a	m_1	m_0	j	k
0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	-
0	0	1	1	1	1	0	0	0	-	0
1	0	0	-	0	0	1	0	1	0	-
1	0	-	0	0	0	1	0	1	0	-
1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	-
1	0	1	1	1	1	0	0	0	-	0
0	1	1	1	1	0	0	0	0	-	1
0	1	1	-	0	0	0	1	0	0	-
0	1	-	1	0	0	0	1	0	0	-
1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	-
1	1	1	-	0	0	1	0	0	0	-
1	1	1	1	1	1	1	0	0	-	0

Nicht alle Eingangsvariablenkombinationen sind aufgelistet. So ist $Q^t = 1$ unmöglich, wenn der Zähler nicht auf $y_1y_0 = 11$ steht. Die Ausgaben sind in diesem Fall don't care und können zur Minimierung in beliebiger Weise verfügt werden.

Man könnte die Funktionen mit KV-Diagrammen für 5 Variablen minimieren. Hier kann man sich jedoch auch einfacher helfen, zumal keine minimale Lösung gefordert ist.

Die Schranke wird dann geöffnet ($a = 1$), wenn ein Auto kommt ($S_1 = 1$) und der Parkplatz nicht voll ist ($Q^t = 0$) oder gleichzeitig jemand wegfährt ($S_2 = 1$): $a = S_1\overline{Q}^t \vee S_1S_2 = S_1(\overline{Q}^t \vee S_2)$

Das "VOLL"-Flipflop wird gesetzt ($j = 1$), wenn der Zählerstand 11 ist und ein neues Auto kommt ($S_1 = 1$) aber keines wegfährt ($S_2 = 0$): $j = S_1 \wedge \overline{S}_2 \wedge y_1 \wedge y_0$

Das "VOLL"-Flipflop wird nicht rückgesetzt ($k = 0$), wenn es gesetzt ist ($Q^t = 1$) und kein Auto wegfährt ($S_2 = 0$) oder ein neues Auto kommt ($S_1 = 1$): $\overline{k} = (S_1 \vee \overline{S}_2)Q^t$ und damit $k = \overline{S}_1S_2 \vee \overline{Q}^t$.