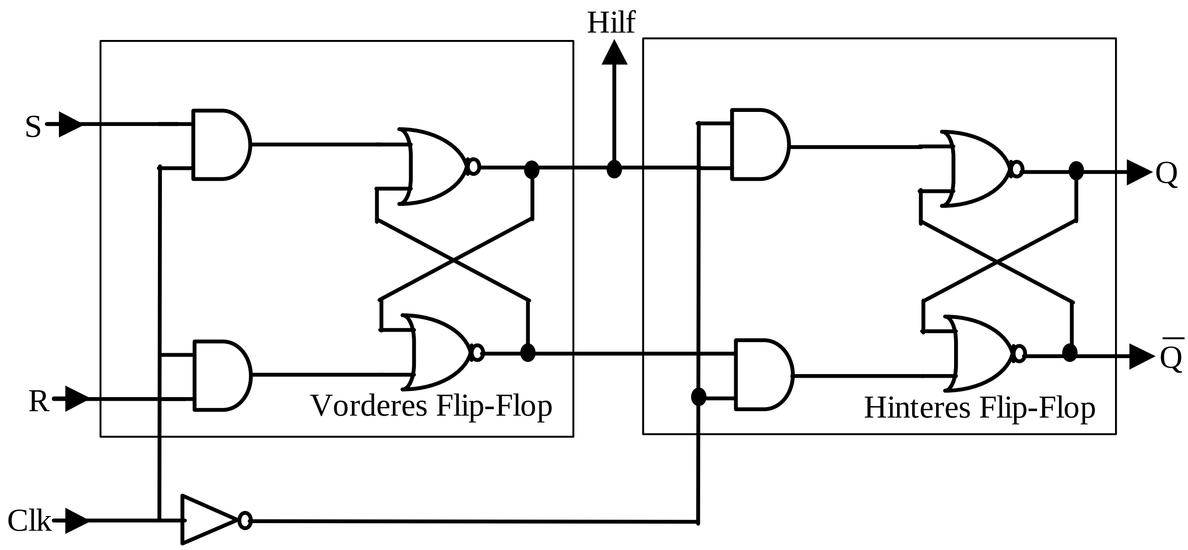
Übungen zur Vorlesung
„Technische Informatik I“, SS 2001
Strey / Guenkova-Luy / Prager
Übungsblatt 2 – „Sequentielle Logik“

Aufgabe 1:

Analysieren Sie das gezeigte Flip-Flop. Geben Sie eine Wahrheitstabelle an, wie die Ausgänge des Flip-Flops sich bezüglich der drei Eingänge verhalten. Hinweis: Stellen Sie zuerst eine Wahrheitstabelle für das nach oben herausgeführte Hilfssignal bezüglich der drei Eingänge auf.



Lösung:

Wahrheitstabelle für das Hilfssignal:

Clk	S	R	Hilf(neu)	
0	x	x	Hilf(alt)	(← x - Der Zustand des Signals ist egal)
1	0	0	Hilf(alt)	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	1	0	(← für das RS-NOR-Flip-Flop der verbotene Zustand)

Die zweite Hälfte der Schaltung verhält sich ebenso (mit Clk invertiert).

Da Clk bei wenigstens einer der beiden Teilschaltungen das Flip-Flop im Speicherzustand hält, folgt: kein Eingangssignal kann kombinatorisch, also zeitlich unmittelbar, eine Änderung am Ausgangssignal bewirken.

Für Clk=0 speichert das vordere Flip-Flop, das hintere übernimmt den Zustand des vorderen. S und R bewirken nichts.

Für Clk=1 speichert das hintere Flip-Flop, das vordere folgt den Eingängen R und S (entsprechend der obigen Wahrheitstabelle).

Für Clk = (0→1, also steigende Flanke) wird das vordere Flip-Flop zwar freigegeben, den Eingängen R und S zu folgen, aber das Ausgangs-Flip-Flop folgt jetzt gerade nicht mehr dem ersten Flip-Flop. An den Ausgängen passiert gar nichts.

Für Clk = (1→0, also fallende Flanke) speichert das vordere Flip-Flop, das hintere übernimmt den Zustand des vorderen. D.h., wenn das vordere Flip-Flop einen anderen Zustand hat als das hintere, erscheint jetzt der neue Zustand am Ausgang.

Das ist ein RS-Master-Slave Flip-Flop.

Aufgabe 2:

Entwickeln Sie eine Schaltung mit Flip-Flops (T-Flip-Flops – JK-Flip-Flop mit JK-Eingänge zusammengeschaltet), die einen Zähler von 0 bis 5 darstellt. Benutzen Sie Zustandsdiagramm, um die Zustände Ihrer Schaltung zu beschreiben.

a. Der Zähler soll nur vorwärts zählen können
b. Der Zähler soll nur rückwärts zählen können
c. Der Zähler soll vorwärts und rückwärts zählen können, gesteuert über einen zusätzlichen Eingang (Up/$\overline{\text{Down}}$)

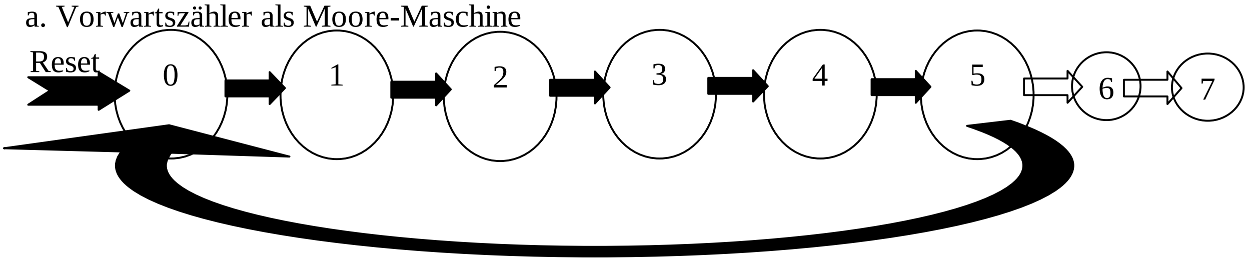
Lösung:

Der „Reset" – Übergang dient zum Setzen des Zustands „000" von beliebigem anderen Zustand.

Die Zustandskodierung ist:

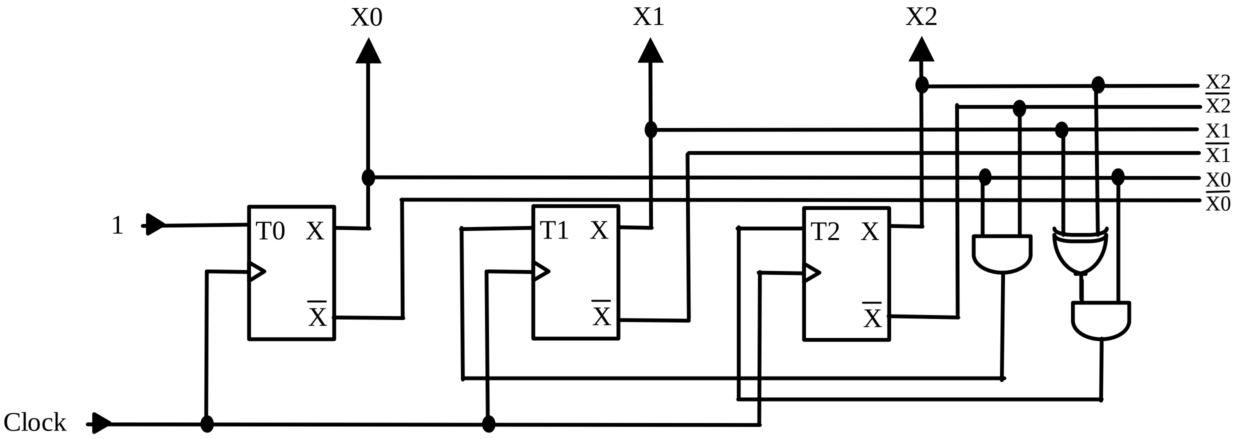
0→000
1→001
2→010
3→011
4→100
5→101

a. Vorwartszähler als Moore-Maschine

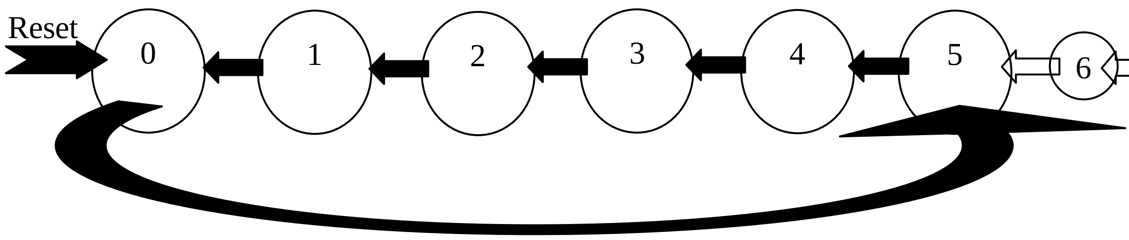


X2(alt)	X1(alt)	X0(alt)		X2(neu)	X1(neu)	X0(neu)		T2	T1	T0
0	0	0		0	0	1		0	0	1
0	0	1		0	1	0		0	1	1
0	1	0		0	1	1		0	0	1
0	1	1		1	0	0		1	1	1
1	0	0		1	0	1		0	0	1
1	0	1		0	0	0		1	0	1
1	*1*	*0*		*D*	*D*	*D*		*D*	*D*	*D*
1	*1*	*1*		*D*	*D*	*D*		*D*	*D*	*D*

$$T0 = 1$$
$$T1 = X0 \cdot \overline{X1} \cdot \overline{X2} + X0 \cdot X1 \cdot \overline{X2} = X0 \cdot \overline{X2} \cdot (\overline{X1} + X1) = X0 \cdot \overline{X2}$$
$$T2 = X0 \cdot X1 \cdot \overline{X2} + X0 \cdot \overline{X1} \cdot X2 = X0 \cdot (X1 \oplus X2)$$



b. Rückwartszähler als Moore-Maschine

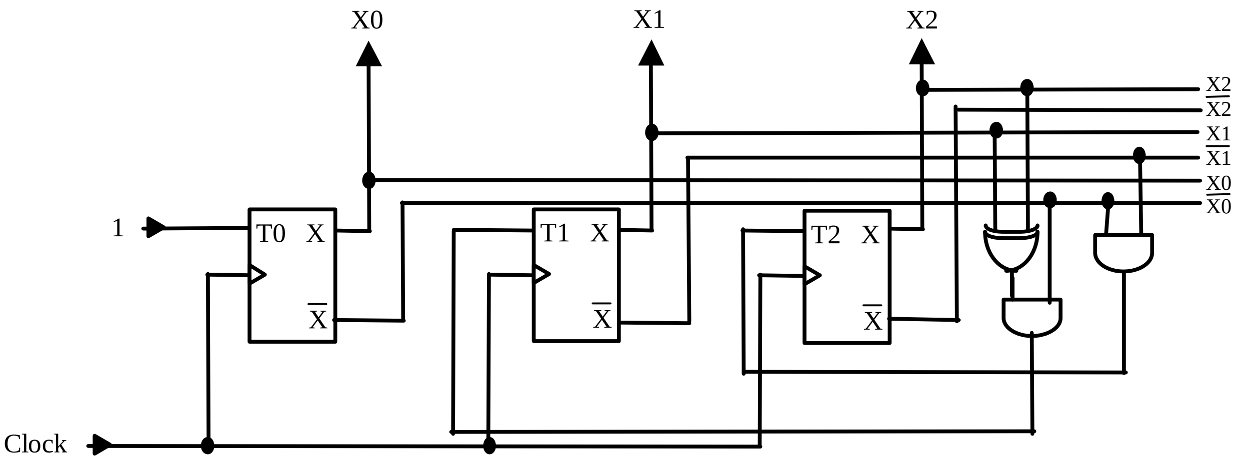


X2(alt)	X1(alt)	X0(alt)		X2(neu)	X1(neu)	X0(neu)		T2	T1	T0
0	0	0		1	0	1		1	0	1
0	0	1		0	0	0		0	0	1
0	1	0		0	0	1		0	1	1
0	1	1		0	1	0		0	0	1
1	0	0		0	1	1		1	1	1
1	0	1		1	0	0		0	0	1
1	*1*	*0*		*D*	*D*	*D*		*D*	*D*	*D*
1	*1*	*1*		*D*	*D*	*D*		*D*	*D*	*D*

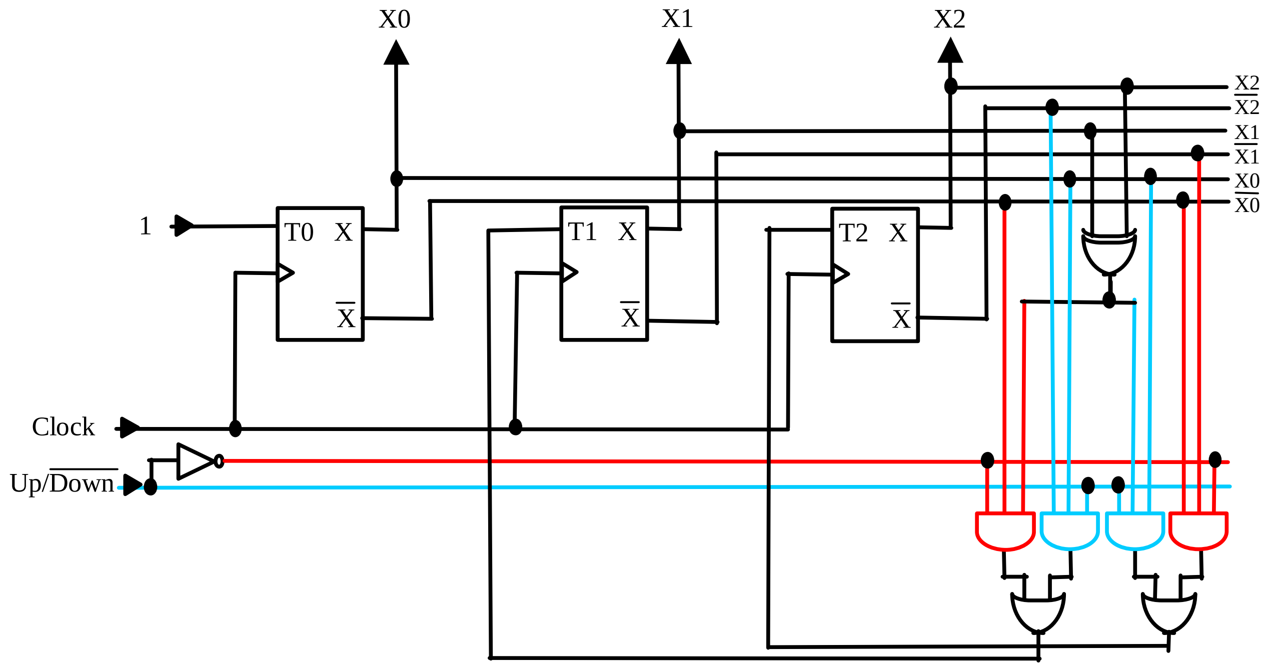
$T0 = 1$

$T1 = \overline{X0} \cdot X1 \cdot \overline{X2} + \overline{X0} \cdot \overline{X1} \cdot X2 = \overline{X0} \cdot (X1 \oplus X2)$

$T2 = \overline{X0} \cdot \overline{X1} \cdot \overline{X2} + \overline{X0} \cdot \overline{X1} \cdot X2 = \overline{X0} \cdot \overline{X1} \cdot (\overline{X2} + X2) = \overline{X0} \cdot \overline{X1}$

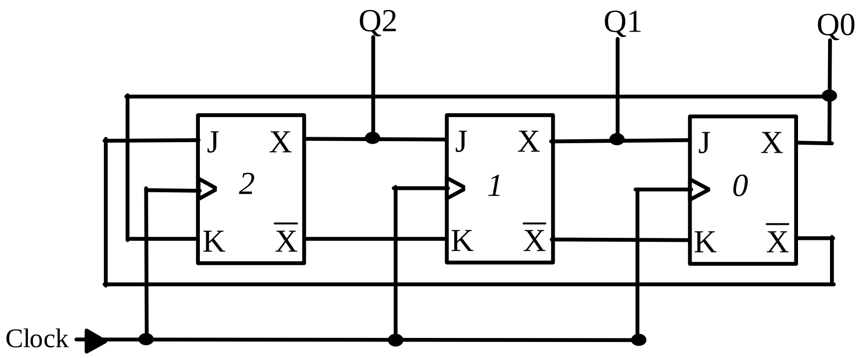


c. Vorwarts- und Rückwartszähler (Blau – vorwärts, Rot – rückwärts)



Aufgabe 3:

Analysieren Sie den sogenannten Johnsonzähler aus der folgenden Abbildung:



a. Bestimmen Sie ausgehend vom Zustand Q0=0, Q1=0 und Q2=0 den Zählzyklus
b. Zeichnen Sie die Zeitdiagramme des Zählers. Die Flip-Flops sind flankengetriggert (steigende Flanke).

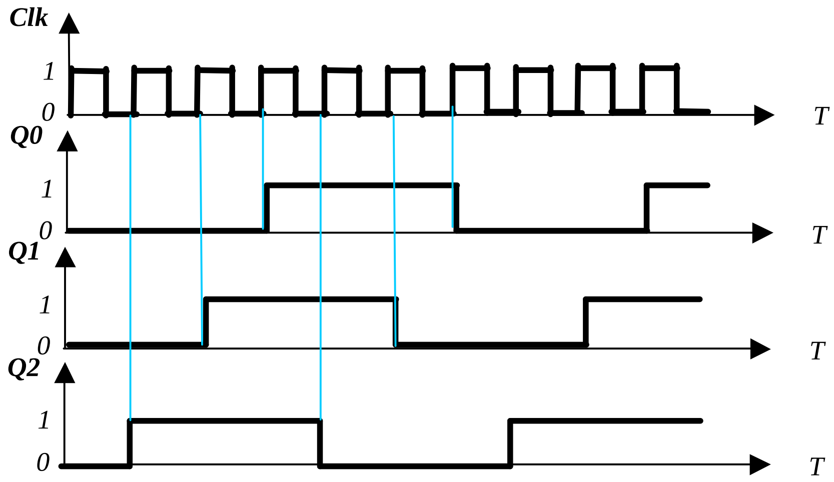
Lösung:

a. Die Schaltfunktionen aller J und K Eingänge sind:

$J0=Q1$ $K0=\overline{Q1}$
$J1=Q2$ $K1=\overline{Q2}$
$J2=\overline{Q0}$ $K2=Q0$

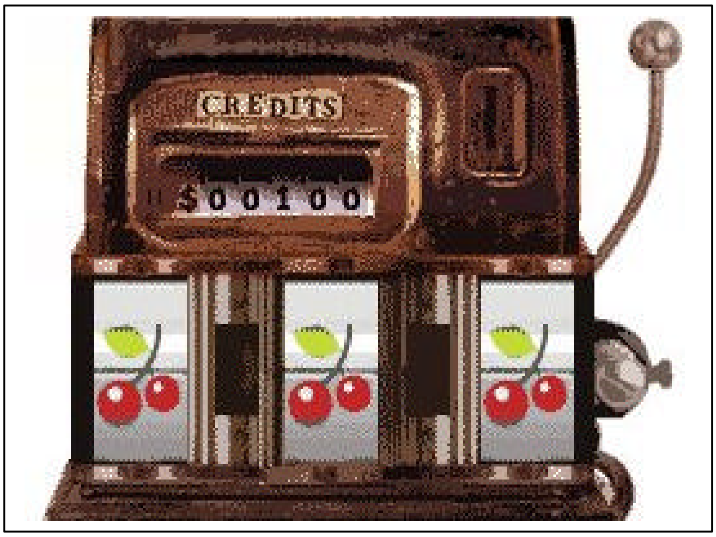
t_n									t_{n+1}		
Q0	Q1	Q2	J0	K0	J1	K1	J2	K2	Q0	Q1	Q2
0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1
1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0
1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0

b. Zeitdiagramm – Die Zeitverzögerung ist zu vernachlässigen.



Aufgabe 4:

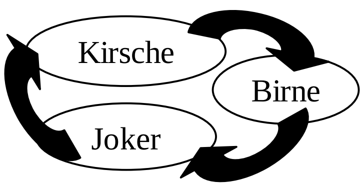
Sie haben einen Spielautomat („Einarmiger Bandit“). Er hat 3 Fenster. Jedes der Fenster kann Kirsche, Birne oder Joker anzeigen. Man gewinnt bei einer Kombination von 3 Kirschen oder von 2 Kirschen und 1 Joker.



Entwerfen Sie eine Schaltung, die den „Einarmigen Banditen“ simuliert. Für jedes Fenster soll ein Binärzähler von 0 bis 2 und ein 2–zu–4 Dekodierer verwendet werden. Drei der Ausgänge des Dekodierers entsprechen den im Fenster angezeigten Symbolen. Es wird angenommen, dass die Zahlerzustände der einzelnen Fenster am Anfang auf Null gesetzt sind. Die Zähler werden von unterschiedlichen hochfrequenten Taktsignalen gesteuert. Ein Steuersignal S simuliert den Hebel des „Einarmigen Banditen“. Eine zusätzliche Schaltung gibt bei Stillstand des Automaten die Gewinnzustände aus.

Lösung:

Zustandsdiagramm:



Zustandskodierung:
0→00→Kirsche
1→01→Birne
2→10→Joker

Wahrheitstabelle für einen Zähler von 0 bis 2 (0 – Kirsche(***K***), 1 – Birne(***B***), 2 – Joker(***J***))

X1(alt)	X0(alt)	X1(neu)	X0(neu)	T1	T0
0	0	0	1	0	1
0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	0
1	*1*	*D*	*D*	*D*	*D*

$T0 = \overline{X0} \cdot \overline{X1} + X0 \cdot \overline{X1} = \overline{X1}$

$T1 = X0 \cdot \overline{X1} + \overline{X0} \cdot X1 = X0 \oplus X1$

Nur die einzelnen Zähler sind die synchronen Teile dieser Schaltung.