



## Studentenmitteilung

2. Semester - SS 2005

Abt. Technische Informatik

Gerätebeauftragter

Dr. rer.nat. Hans-Joachim Lieske

Tel.: [49]-0341-97 32213

Zimmer: HG 02-37

e-mail: [lieske@informatik.uni-leipzig.de](mailto:lieske@informatik.uni-leipzig.de)

www: <http://www.ti-leipzig.de/~lieske/>

Sprechstunde: Mi. 14<sup>00</sup> – 15<sup>00</sup> (Vorlesungszeit)

## Aufgaben zu Übung Grundlagen der Technischen Informatik 2

### 5. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

#### Entwurf eines 3-Bit-Zählers

Entwerfen Sie die Schaltung eines 3-Bit-Zählers mittels eines Moore-Automaten, der die Zahlen 0,2,4,6,8,10,12,14 durchzählt.

Der Übergang vom aktuellen in den Folgezustand soll dabei von 0 bis 7 im Gray-Code erfolgen (z.B. 010B zu 110B usw.). Bei 7 soll wieder auf 0 gezählt werden (100B zu 000B).

Es sind D-Flip-Flop und T-Flip-Flop zu verwenden.

Eine Eingangsvariable E soll folgendes Schaltverhalten erzeugen:

E=0 : vorwärts zählen

E=1 : rückwärts zählen

Eine Ausgangsvariable A=1 soll anzeigen, wenn es sich bei Q um eine durch 4 teilbare Zahl handelt.

Eine weitere Ausgangsvariable ZF=1 (Zero-Flag) soll anzeigen, dass der Ausgangswert Q=0 ist.

Die Ausgänge sind  $Q=(Q_3, Q_2, Q_1, Q_0)$

Bei jedem Taktimpuls soll der Zähler um einen Wert weiterschalten.

Der Anfangszustand sei:  $z=(z_2, z_1, z_0)=(0,0,0)$ . Dazu gehört der Wert  $Q=(Q_3, Q_2, Q_1, Q_0)=(0,0,0,0)$ .

#### Aufgaben:

**Gesamtpunktzahl: 30 Punkte**

1. Bestimmen Sie die Zustände. **4 Punkte**
2. Geben Sie das Übergangsdiagramm (Automatengraph) an. **4 Punkte**
3. Erstellen Sie die Übergangs- und Funktionstabelle für die Realisation mit D-Flip-Flops. **4 Punkte**
4. Geben Sie die Ansteuergleichungen und die Ausgangsgleichungen für die Realisation mit D-Flip-Flops an. **4 Punkte**
5. Zeichnen Sie die entworfene Schaltung für die Realisation mit D-Flip-Flops. **3 Punkte**
6. Erstellen Sie die Übergangs- und Funktionstabelle für die Realisation mit T-Flip-Flops. **4 Punkte**
7. Geben Sie die Ansteuergleichungen und die Ausgangsgleichungen für die Realisation mit T-Flip-Flops an. **4 Punkte**
8. Zeichnen Sie die entworfene Schaltung für die Realisation mit T-Flip-Flops. **3 Punkte**

#### Bemerkungen:

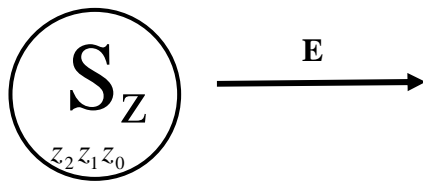
Es sind nur Flip-Flops, AND- OR- und NOT-Gatter zu verwenden.

Die Gatter können beliebig viele Eingänge haben.

Die logischen Gleichungen sind zu minimieren.

Wertetabelle								
		Zustände		Ausgangsvariablen				
Nr.	$E$	$z_2 z_1 z_0$	$z_2^+ z_1^+ z_0^+$	$Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$	$A$	$ZF$	$D_2 D_1 D_0$	Nächster Zustand / Nr.
0	0	000						
1	0	001						
2	0	010						
3	0	011						
4	0	100						
5	0	101						
6	0	110						
7	0	111						
8	1	000						
9	1	001						
10	1	010						
11	1	011						
12	1	100						
13	1	101						
14	1	110						
15	1	111						

Wertetabelle								
		Zustände		Ausgangsvariablen				
Nr.	$E$	$z_2 z_1 z_0$	$z_2^+ z_1^+ z_0^+$	$Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$	$A$	$ZF$	$T_2 T_1 T_0$	Nächster Zustand / Nr.
0	0	000						
1	0	001						
2	0	010						
3	0	011						
4	0	100						
5	0	101						
6	0	110						
7	0	111						
8	1	000						
9	1	001						
10	1	010						
11	1	011						
12	1	100						
13	1	101						
14	1	110						
15	1	111						



$Q_n$	$Q_{n+1}$	T	Funktion
0	0	0	speichern
0	1	1	wechseln
1	0	1	wechseln
1	1	0	speichern

Wertetabelle		
Dezimalcode	Binärcode	Graycode
$D_0$	$B_2, B_1, B_0$	$G_2, G_1, G_0$
0	000	000
1	001	001
2	010	011
3	011	010
4	100	110
5	101	111
6	110	101
7	111	100

		$Z_0$					
		0	1	1	0		
E	0	0	1	5	4	0	$Z_1$
	0	2	3	7	6	1	
	1	10	11	15	14	1	
	1	8	9	13	12	0	
		0	0	1	1		
		$Z_2$					

A		$Q_0$					
		0	1	1	0		
$Q_3$	0	0	1	5	4	0	$Q_1$
	0	2	3	7	6	1	
	1	10	11	15	14	1	
	1	8	9	13	12	0	
		0	0	1	1		
		$Q_2$					

# Lösung:

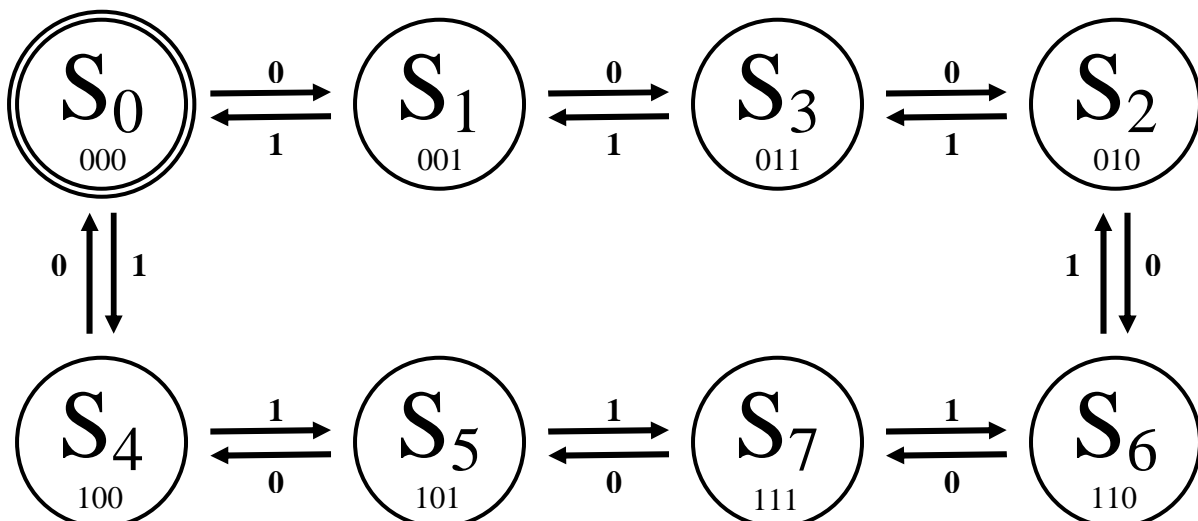
## 5. Aufgabenkomplex - 1. Aufgabe

### Entwurf eines 3 Bit Zählers

1. Bestimmen Sie die Zustände.
2. Geben Sie das Übergangsdiagramm (Automatengraph) an.
3. Erstellen Sie die Übergangs- und Funktionstabelle für die Realisation mit D-Flip-Flops.

Wertetabelle								
		Zustände		Ausgangsvariablen				
Nr.	E	$z_2 z_1 z_0$	$z_2^+ z_1^+ z_0^+$	$Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$	A	ZF	$D_2 D_1 D_0$	Nächster Zustand / Nr.
0	0	000	001	0000		1	001	1/1
1	0	001	011	0010			011	3/3
2	0	010	110	0110			110	6/6
3	0	011	010	0100	1		010	2/2
4	0	100	000	1110			000	0/0
5	0	101	100	1100	1		100	4/4
6	0	110	111	1000	1		111	7/7
7	0	111	101	1010			101	5/5
8	1	000	100	0000		1	100	4/12
9	1	001	000	0010			000	0/8
10	1	010	011	0110			011	3/11
11	1	011	001	0100	1		001	1/9
12	1	100	101	1110			101	5/13
13	1	101	111	1100	1		111	7/15
14	1	110	010	1000	1		010	2/10
15	1	111	110	1010			110	6/14

Q =    0                                  2                                  4                                  6



Q =    14                                  12                                  10                                  8

4. Geben Sie die Ansteuergleichungen und die Ausgangsgleichungen für die Realisation mit D-Flip-Flops an.

$D_2$		$Z_0$						
		0	1	1	0			
E	0	0	1	5	4	0	$Z_1$	
	0	1	2	3	7	6		1
	1	10	11	15	14	1		
	1	1	8	9	13	12		0
		0	0	1	1			
		$Z_2$						

$$D_2 = z_2 z_0 \vee \bar{E} z_1 \bar{z}_0 \vee E \bar{z}_1 \bar{z}_0$$

Kosten = 8

$D_1$		$Z_0$						
		0	1	1	0			
E	0	0	1	1	5	4	0	$Z_1$
	0	1	2	3	7	6	1	
	1	1	10	11	15	14	1	
	1	1	8	9	13	12	0	
		0	0	1	1			
		$Z_2$						

$$D_1 = z_1 \bar{z}_0 \vee \bar{E} \bar{z}_2 z_0 \vee E z_2 z_0$$

Kosten = 8

$D_0$		$Z_0$					
		0	1	1	0		
$E$	0	1 0	1 1	5 4	4 6	0 1	$Z_1$
	0	2	3	7	6	1	
	1	1 10	1 11	15 14	14 12	1 0	
	1	8	9	13	12	0	
		0	0	1	1		
		$Z_2$					

$$D_0 = \overline{E} \overline{z_2} \overline{z_1} \vee \overline{E} z_2 z_1 \vee E \overline{z_2} z_1 \vee E z_2 \overline{z_1}$$

Kosten = 12

Die logischen Gleichungen für Q, A und ZF sind für die Realisierung mit D-FF als auch mit T-FF gleich.

$Q_3$		$Z_0$					
		0	1	1	0		
E	0			1	1	0	$Z_1$
		0	1	5	4		
	0			1	1	1	
		2	3	7	6		
	1			1	1	1	
		10	11	15	14		
	1			1	1	0	
		8	9	13	12		
		0	0	1	1		
		$Z_2$					

$Q_3 = z_2$       Kosten = 1

$Q_2$		$Z_0$					
		0	1	1	0		
E	0			1	1	0	$Z_1$
		0	1	5	4		
	0	1	1			1	
		2	3	7	6		
	1	1	1			1	
		10	11	15	14		
	1			1	1	0	
		8	9	13	12		
		0	0	1	1		
		$Z_2$					

$Q_2 = \bar{z}_2 z_1 \vee z_2 \bar{z}_1$       Kosten = 4



$Q_1$		$Z_0$					
		0	1	1	0		
E	0	<b>1</b> 0	<b>1</b> 1	<b>1</b> 5	<b>1</b> 4	0	$Z_1$
	0	<b>1</b> 2	<b>1</b> 3	<b>1</b> 7	<b>1</b> 6	1	
	1	<b>1</b> 10	<b>1</b> 11	<b>1</b> 15	<b>1</b> 14	1	
	1	<b>1</b> 8	<b>1</b> 9	<b>1</b> 13	<b>1</b> 12	0	
		0	0	1	1		
		$Z_2$					

$$Q_1 = \bar{z}_2 \bar{z}_1 z_0 \vee \bar{z}_2 z_1 \bar{z}_0 \vee z_2 \bar{z}_1 \bar{z}_0 \vee z_2 z_1 z_0$$

Kosten = 12

$Q_0$		$Z_0$					
		0	1	1	0		
E	0	<b>0</b> 0	<b>0</b> 1	<b>0</b> 5	<b>0</b> 4	0	$Z_1$
	0	<b>0</b> 2	<b>0</b> 3	<b>0</b> 7	<b>0</b> 6	1	
	1	<b>0</b> 10	<b>0</b> 11	<b>0</b> 15	<b>0</b> 14	1	
	1	<b>0</b> 8	<b>0</b> 9	<b>0</b> 13	<b>0</b> 12	0	
		0	0	1	1		
		$Z_2$					

$$Q_0 = 0$$

Kosten = 0

A		Q <sub>0</sub>					
		0	1	1	0		
Q <sub>3</sub>	0				<b>1</b>	0	Q <sub>1</sub>
		0	1	5	4		
	0	2	3	7	6	1	
	1	10	11	15	14	1	
	1	<b>1</b>			<b>1</b>	0	
		8	9	13	12		
		0	0	1	1		
		Q <sub>2</sub>					

$$A = Q_2 \overline{Q_1} \overline{Q_0} \vee \overline{Q_3} \overline{Q_1} \overline{Q_0}$$

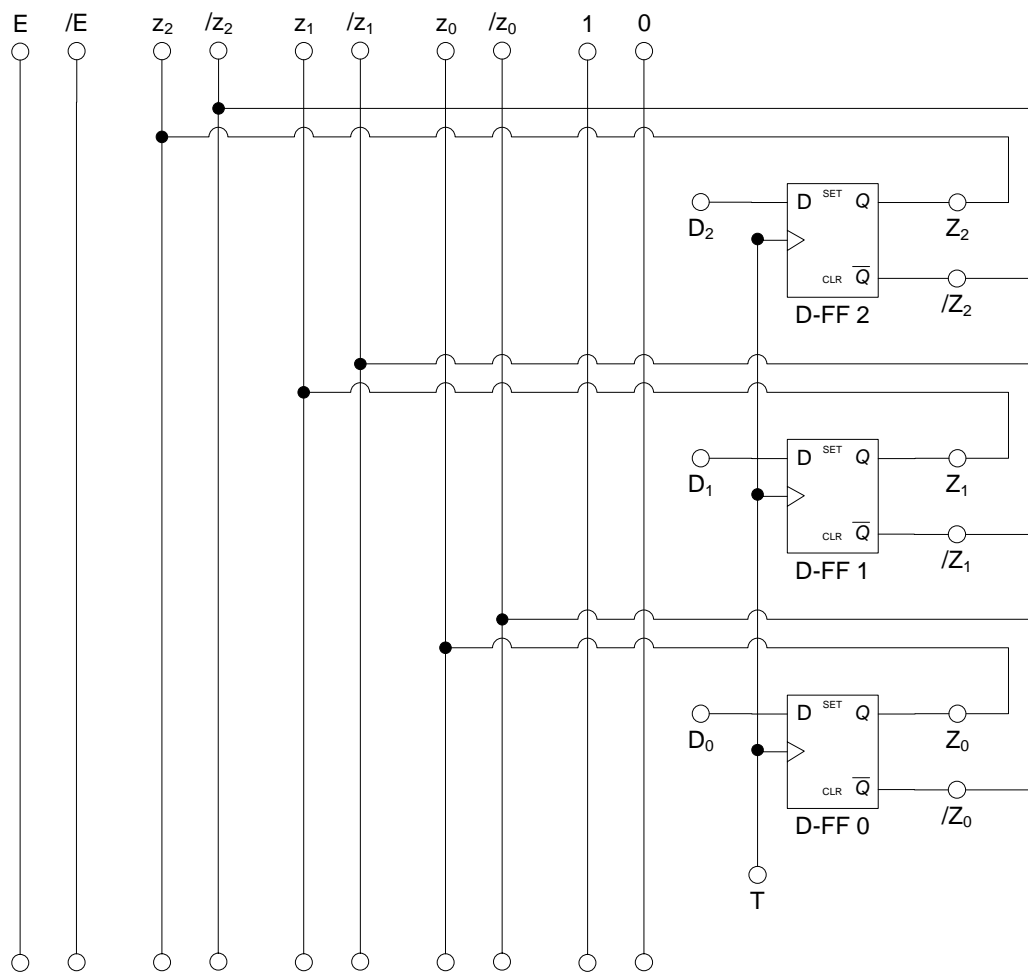
Kosten = 6

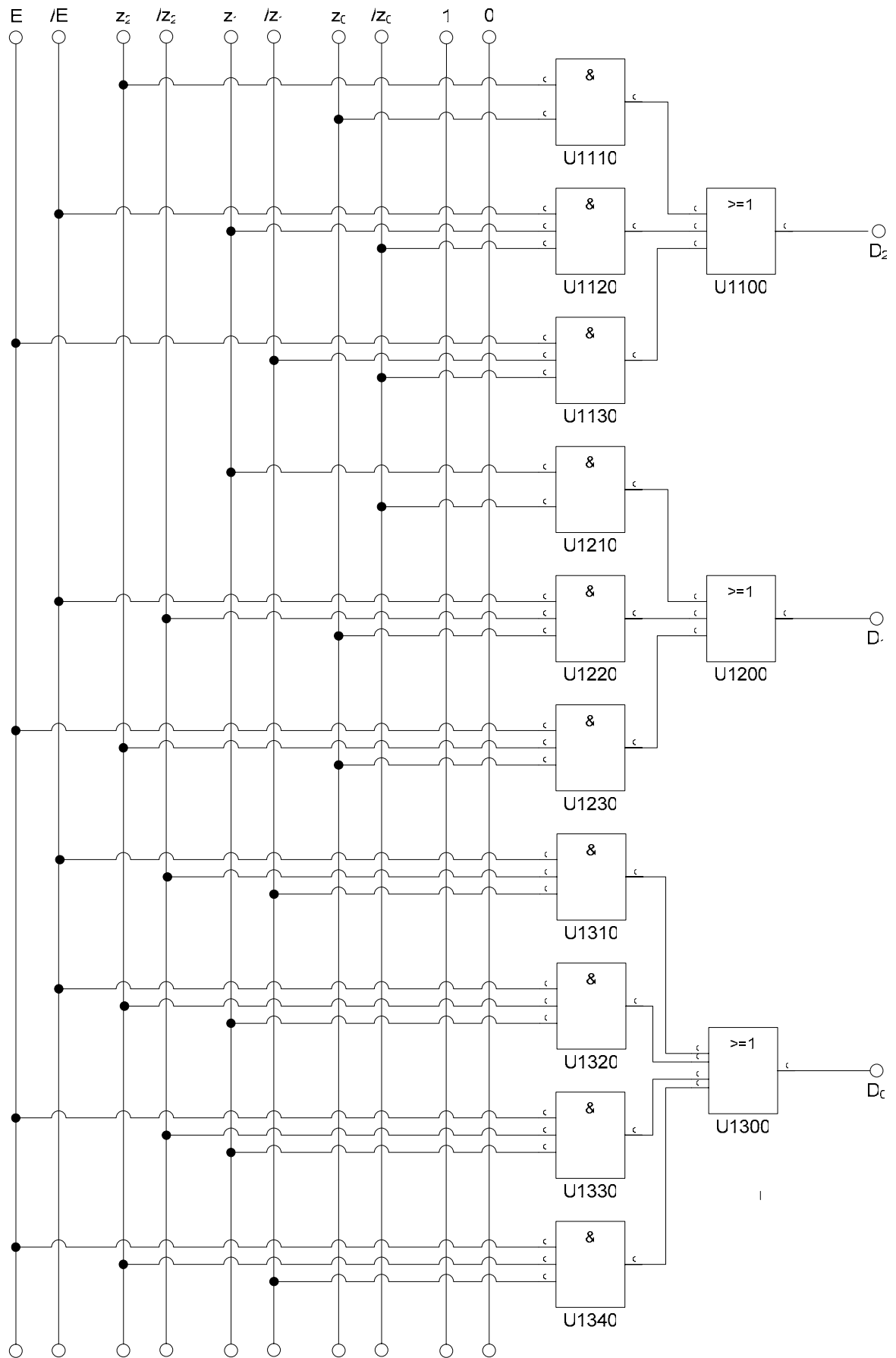
ZF		Q <sub>0</sub>					
		0	1	1	0		
Q <sub>3</sub>	0	<b>1</b>				0	Q <sub>1</sub>
		0	1	5	4		
	0	2	3	7	6	1	
	1	10	11	15	14	1	
	1					0	
		8	9	13	12		
		0	0	1	1		
		Q <sub>2</sub>					

$$ZF = \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1} \overline{Q_0}$$

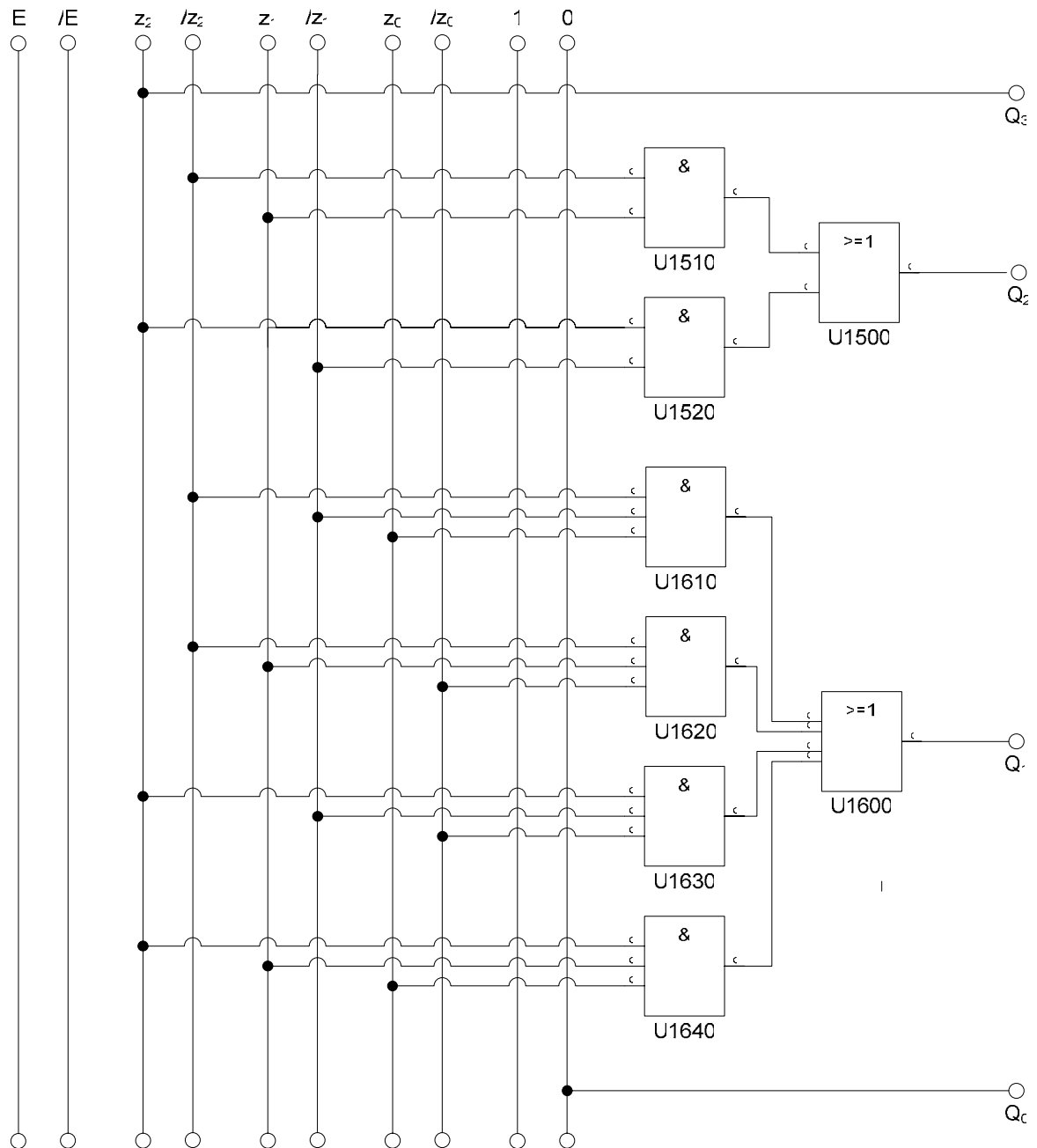
Kosten = 4

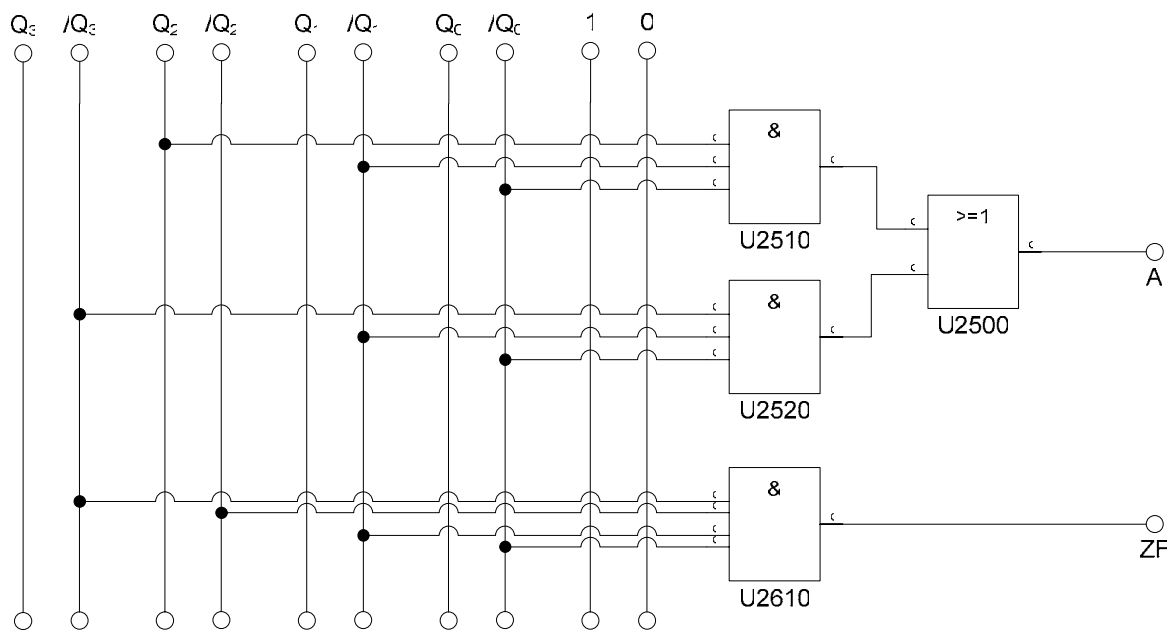
5. Zeichnen Sie die entworfene Schaltung für die Realisation mit D-Flip-Flops.





Die logischen Gleichungen für Q, A und ZF sind für die Realisierung mit D-FF als auch mit T-FF gleich.





6. Erstellen Sie die Übergangs- und Funktionstabelle für die Realisation mit T-Flip-Flops.

Wertetabelle								
Nr.	$E$	Zustände		Ausgangsvariablen			$T_2T_1T_0$	Nächster Zustand / Nr.
		$z_2z_1z_0$	$z_2^+z_1^+z_0^+$	$Q_3Q_2Q_1Q_0$	$A$	$ZF$		
0	0	000	001	0000		1	001	1/1
1	0	001	011	0010			010	3/3
2	0	010	110	0110			100	6/6
3	0	011	010	0100	1		001	2/2
4	0	100	000	1110			100	0/0
5	0	101	100	1100	1		001	4/4
6	0	110	111	1000	1		001	7/7
7	0	111	101	1010			010	5/5
8	1	000	100	0000		1	100	4/12
9	1	001	000	0010			001	0/8
10	1	010	011	0110			001	3/11
11	1	011	001	0100	1		010	1/9
12	1	100	101	1110			001	5/13
13	1	101	111	1100	1		010	7/15
14	1	110	010	1000	1		100	2/10
15	1	111	110	1010			001	6/14

7. Geben Sie die Ansteuergleichungen und die Ausgangsgleichungen für die Realisation mit T-Flip-Flops an.

$T_2$		$Z_0$					
		0	1	1	0		
E	0	0	1	5	<b>1</b> 4	0	$Z_1$
	0	<b>1</b> 2	3	7	6	1	
	1	10	11	15	<b>1</b> 14	1	
	1	<b>1</b> 8	9	13	12	0	
		0	0	1	1		
		$Z_2$					

$$T_2 = \bar{E}\bar{z}_2z_1\bar{z}_0 \vee \bar{E}z_2\bar{z}_1\bar{z}_0 \vee E\bar{z}_2\bar{z}_1\bar{z}_0 \vee Ez_2z_1\bar{z}_0$$

Kosten = 16

$T_1$		$Z_0$					
		0	1	1	0		
E	0	0	<b>1</b> 1	5	4	0	$Z_1$
	0	2	3	<b>1</b> 7	6	1	
	1	10	<b>1</b> 11	15	14	1	
	1	8	9	<b>1</b> 13	12	0	
		0	0	1	1		
		$Z_2$					

$$T_1 = \bar{E}\bar{z}_2\bar{z}_1z_0 \vee \bar{E}z_2z_1z_0 \vee E\bar{z}_2z_1z_0 \vee Ez_2\bar{z}_1z_0$$

Kosten = 16



$T_0$		$Z_0$					
		0	1	1	0		
$E$	0	1 0	1 1	1 5	4 4	0	$Z_1$
	0	2	1 3	7	1 6	1	
	1	1 10	11	1 15	14	1	
	1	8	1 9	13	1 12	0	
		0	0	1	1		
		$Z_2$					

$$T_0 = \bar{E}\bar{z}_2\bar{z}_1\bar{z}_0 \vee \bar{E}\bar{z}_2z_1z_0 \vee \bar{E}z_2\bar{z}_1z_0 \vee \bar{E}z_2z_1\bar{z}_0 \vee E\bar{z}_2\bar{z}_1z_0 \vee E\bar{z}_2z_1\bar{z}_0 \vee Ez_2\bar{z}_1\bar{z}_0 \vee Ez_2z_1z_0 \quad \text{Kosten} = 32$$

8. Zeichnen Sie die entworfene Schaltung für die Realisation mit T-Flip-Flops.

