

## Übungen

1. Entwerfen Sie mit D-Flipflops einen Zähler von 000 bis 101.
2. Entwerfen Sie für mit JK-Flipflops einen Zähler von 001 bis 110.
3. Entwerfen Sie für D-Flipflops einen Vier-Bit-Zähler für Primzahlen mit der Zählfolge 2, 3, 5, 7, 11, 13, 2, 3...
4. Erweitern Sie den Zähler aus 2. zu einem Vorwärts-Rückwärtszähler. Ein zusätzlicher Steuereingang  $\neg U/D$  soll die Zählrichtung angeben ( $\neg U/D = 0$  ist vorwärts,  $\neg U/D = 1$  ist rückwärts). U steht für Up und D für Down.
5. Entwerfen Sie mit JK-Flipflops einen Dezimalzähler von 0 bis 9. Es dürfen nur die Bitkombinationen von 0000 bis 1001 vorkommen. Für alle anderen Bitkombinationen können Sie die „don't Care“ Zustände verwenden.

## Aufgabe 1

Charakteristische Gleichung für D-Flipflop:  $Q^+ = D$

Zuerst die Wahrheitstabelle für die Zählfolge 1, 2, 3, 4, 5, 1, 2...

#	C	B	A	C+	B+	A+
0	0	0	0	X	X	X
1	0	0	1	0	1	0
2	0	1	0	0	1	1
3	0	1	1	1	0	0
4	1	0	0	1	0	1
5	1	0	1	0	0	1
6	1	1	0	X	X	X
7	1	1	1	X	X	X

Die in der Zählfolge nicht vorkommenden Zahlen können als don't care (X) betrachtet werden.

Als nächstes drei KV-Diagramme zur Vereinfachung:

Für C<sup>+</sup> und B<sup>+</sup> wird die DNF verwendet, für A<sup>+</sup> die KNF.

Die don't cares sind an verschiedenen Positionen für DNF und KNF!

C <sup>+</sup>	A		/A	
B	1 (3)	X (7)	X (6)	(2)
/B	(1)	(5)	1 (4)	X (0)
	/C		C	/C

B <sup>+</sup>	A		/A	
B	(3)	X (7)	X (6)	1 (2)
/B	1 (1)	(5)	(4)	X (0)
	/C		C	/C

A <sup>+</sup>	A		/A	
B	(4)	X (0)	0 (1)	(5)
/B	X (6)	(2)	0 (3)	X (7)
	/C		C	/C

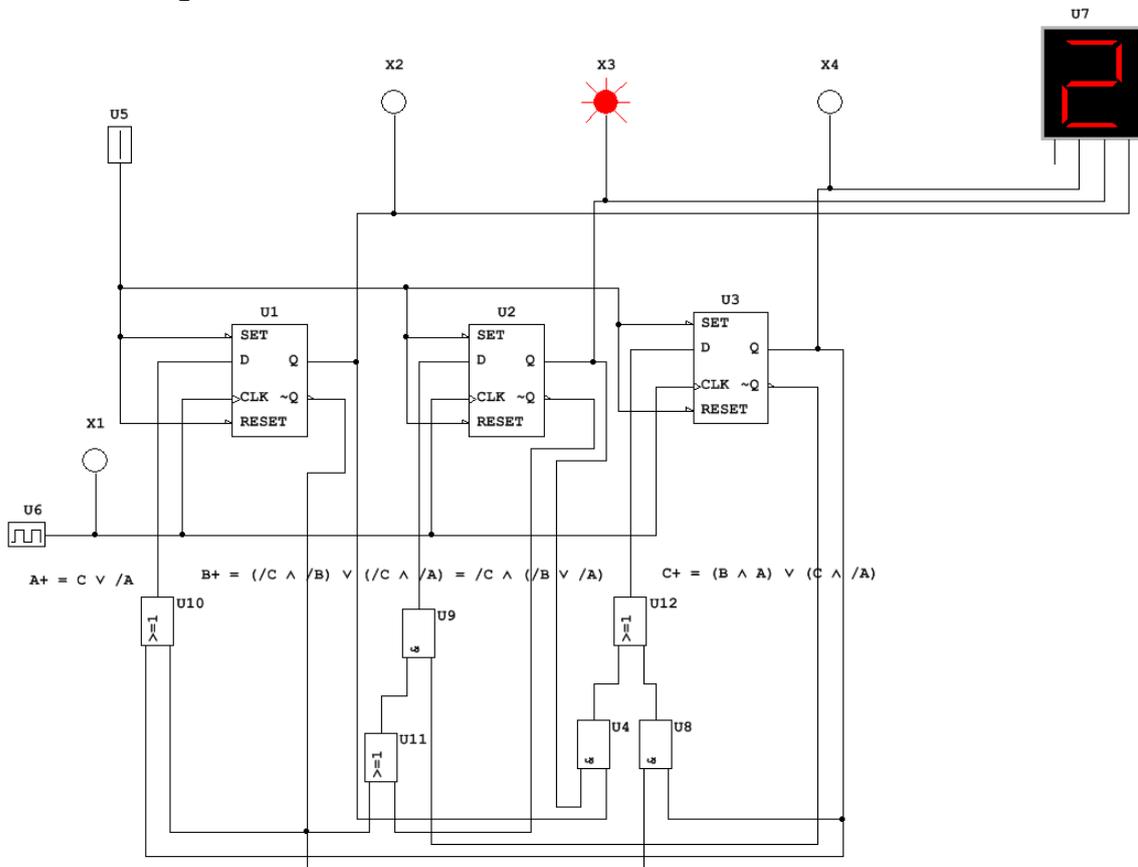
Ablesen der vereinfachten Gleichungen:

DNF:  $C^+ = (B \wedge A) \vee (C \wedge /A)$

$B^+ = (/C \wedge /B) \vee (/C \wedge /A) = /C \wedge (/B \vee /A)$

KNF:  $A^+ = C \vee /A$

Aufbau der Schaltung:



## Aufgabe 2

Charakteristische Gleichung für JK-Flipflop:  $Q^+ = (J \wedge /Q) \vee (/K \wedge Q)$

Zuerst die Wahrheitstabelle für die Zählfolge 1, 2, 3, 4, 5, 6, 1, 2...

#	C	B	A	C+	B+	A+
0	0	0	0	X	X	X
1	0	0	1	0	1	0
2	0	1	0	0	1	1
3	0	1	1	1	0	0
4	1	0	0	1	0	1
5	1	0	1	1	1	0
6	1	1	0	0	0	1
7	1	1	1	X	X	X

Die in der Zählfolge nicht vorkommenden Zahlen können als don't care (X) betrachtet werden.

Als nächstes drei KV-Diagramme zur Vereinfachung:

Für C<sup>+</sup> und B<sup>+</sup> und A<sup>+</sup> wird die DNF verwendet.

<b>C<sup>+</sup></b>	A	/A	
B	1 (3)	X (7)	(6) (2)
/B	(1)	1 (5)	1 (4) X (0)
	/C	C	/C

<b>B<sup>+</sup></b>	A	/A	
B	(3)	X (7)	(6) 1 (2)
/B	1 (1)	1 (5)	(4) X (0)
	/C	C	/C

<b>A<sup>+</sup></b>	A	/A	
B	(3)	X (7)	1 (6) 1 (2)
/B	(1)	(5)	1 (4) X (0)
	/C	C	/C

Ablezen der vereinfachten Gleichungen in DNF:

$$C^+ = (B \wedge A) \vee (C \wedge /B) \quad B^+ = (/B \wedge A) \vee (/C \wedge /A) \quad A^+ = /A$$

Mit Koeffizientenvergleich Beschaltung für J und K ermitteln

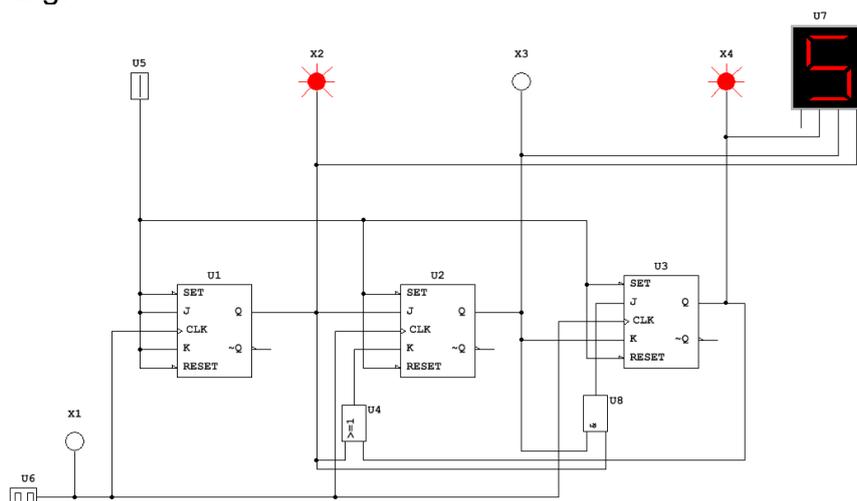
$$\text{allgemein: } Q^+ = (J \wedge /Q) \vee (/K \wedge Q)$$

Für  $Q^+ = C^+ \rightarrow C^+ = (J_C \wedge /C) \vee (/K_C \wedge C)$   
 $J_C = (B \wedge A) \quad /K_C = /B \quad \rightarrow \quad K_C = B$

Für  $Q^+ = B^+ \rightarrow B^+ = (J_B \wedge /B) \vee (/K_B \wedge B)$   
 $J_B = A \quad /K_B = (/C \wedge /A) \quad \rightarrow \quad K_B = (C \vee A)$

Für  $Q^+ = A^+ \rightarrow A^+ = (J_A \wedge /A) \vee (/K_A \wedge A)$   
 $J_A = 1 \quad /K_A = 0 \quad \rightarrow \quad K_A = 1$

Aufbau der Schaltung:



### Aufgabe 3

Charakteristische Gleichung für D-Flipflop:  $Q^+ = D$

Zuerst die Wahrheitstabelle für die Zählfolge 2, 3, 5, 7, 11, 13, 2, 3...

#	D	C	B	A	D+	C+	B+	A+
0	0	0	0	0	X	X	X	X
1	0	0	0	1	X	X	X	X
2	0	0	1	0	0	0	1	1
3	0	0	1	1	0	1	0	1
4	0	1	0	0	X	X	X	X
5	0	1	0	1	0	1	1	1
6	0	1	1	0	X	X	X	X
7	0	1	1	1	1	0	1	1
8	1	0	0	0	X	X	X	X
9	1	0	0	1	X	X	X	X
10	1	0	1	0	X	X	X	X
11	1	0	1	1	1	1	0	1
12	1	1	0	0	X	X	X	X
13	1	1	0	1	0	0	1	0
14	1	1	1	0	X	X	X	X
15	1	1	1	1	X	X	X	X

Die Zeilen mit Primzahlen sind markiert. Alle anderen kommen in der Zählfolge nicht vor und können deshalb als don't care (X) betrachtet werden.

Als nächstes vier KV-Diagramme zur Vereinfachung:

Für  $C^+$  und  $D^+$  wird die DNF verwendet. Für  $B^+$  und  $A^+$  wird die KNF verwendet.

Achtung: Die don't care Zustände sind dann im KV-Diagramm an unterschiedlichen Positionen!

<b>D<sup>+</sup></b>		A	/A	
B	(3)	1 (7)	X (6)	(2) /D
	1 (11)	X (15)	X (14)	X (10) /D
/B	X (9)	(13)	X (12)	X (8) /D
	X (1)	(5)	X (4)	X (0) /D
	/C	C	/C	

<b>C<sup>+</sup></b>		A	/A	
B	1 (3)	(7)	X (6)	(2) /D
	1 (11)	X (15)	X (14)	X (10) /D
/B	X (9)	(13)	X (12)	X (8) /D
	X (1)	1 (5)	X (4)	X (0) /D
	/C	C	/C	

<b>B<sup>+</sup></b>		A	/A	
B	X (12)	X (8)	X (9)	(13) /D
	X (4)	X (0)	X (1)	(5) /D
/B	X (6)	(2)	0 (3)	(7) /D
	X (14)	X (10)	0 (11)	X (15) /D
	/C	C	/C	

<b>A<sup>+</sup></b>		A	/A	
B	X (12)	X (8)	X (9)	0 (13) /D
	X (4)	X (0)	X (1)	(5) /D
/B	X (6)	(2)	(3)	(7) /D
	X (14)	X (10)	(11)	X (15) /D
	/C	C	/C	

Arbeitsblatt Nr. 04	Q2 Technikwissenschaft: Digitale Steuerungstechnik	 <b>B</b> <b>S</b> <b>G</b> <b>G</b>
Datum:	Thema: Charakteristische Gleichungen von Flipflops	
Seite 5 von 5	Name:	

Ablesen der vereinfachten Gleichungen:

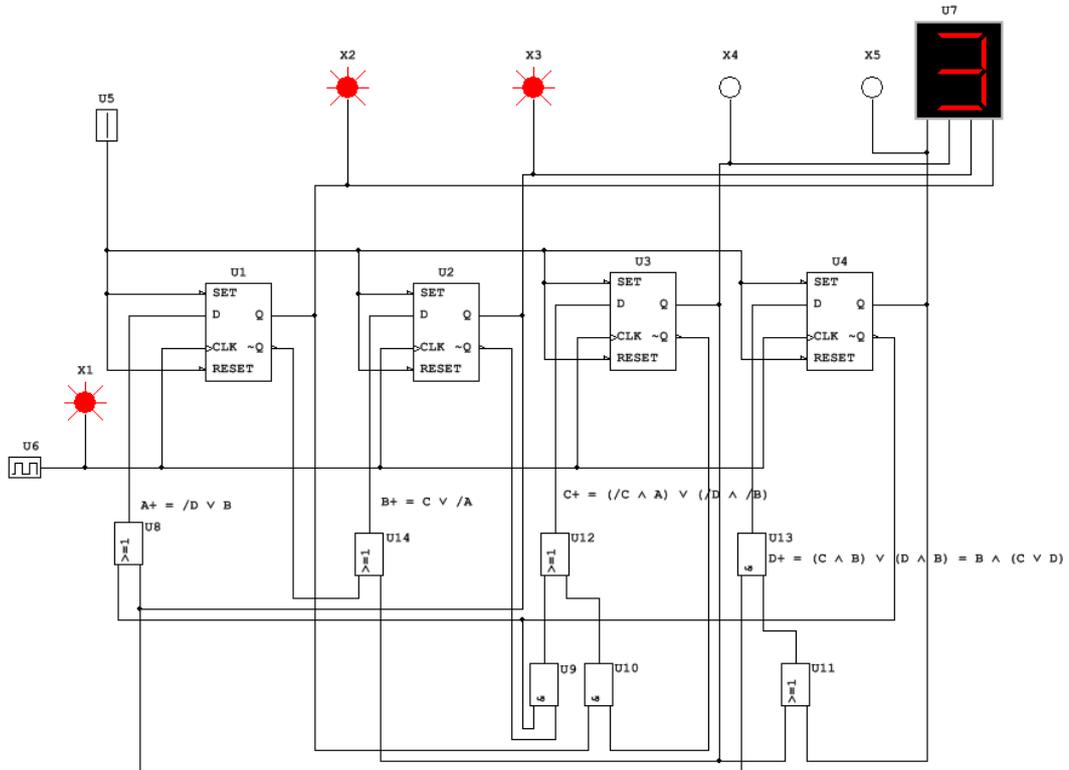
DNF:  $D^+ = (C \wedge B) \vee (D \wedge B) = B \wedge (C \vee D)$

$C^+ = (/C \wedge A) \vee (/D \wedge /B)$

KNF:  $B^+ = C \vee /A$

$A^+ = /D \vee B$

Aufbau der Schaltung:



**Aufgabe 4**

**Aufgabe 5**