



# Synchrone Zähler

## Übungen Digitales Design

### 1 | CNT - Zähler mit Zweierpotenz

#### 1.1 Abwärtszähler

Erstellen Sie mit Hilfe von D-Flipflops und von kombinatorischen Logikgattern einen synchronen Abwärtszähler mit der Sequenz

$$15 \Rightarrow 14 \Rightarrow 13 \Rightarrow 12 \Rightarrow \dots 3 \Rightarrow 2 \Rightarrow 1 \Rightarrow 0 \Rightarrow 15 \Rightarrow 14 \Rightarrow \dots \quad (1)$$

Zeichnen Sie das vollständige Schema.

*cnt/pow2-01*

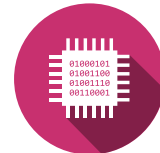
#### 1.2 Abwärtszähler

Erstellen Sie mit Hilfe von T-Flipflops und von NAND-Gattern einen synchronen Abwärtszähler mit der Sequenz

$$7 \Rightarrow 6 \Rightarrow 5 \Rightarrow 4 \Rightarrow 3 \Rightarrow 2 \Rightarrow 1 \Rightarrow 0 \Rightarrow 7 \Rightarrow 6 \Rightarrow \dots \quad (2)$$

Zeichnen Sie das vollständige Schema.

*cnt/cnt-pow2-02*



## 2 | CNT - Zähler um eine beliebige Zahl

### 2.1 Abwärtszähler

Erstellen Sie mit Hilfe von D-Flipflops und von NAND-Gattern einen Modulo-10 synchronen Abwärtszähler mit der Sequenz

$$9 \Rightarrow 8 \Rightarrow 7 \Rightarrow 6 \Rightarrow \dots 3 \Rightarrow 2 \Rightarrow 1 \Rightarrow 0 \Rightarrow 9 \Rightarrow 8 \Rightarrow \dots \quad (3)$$

Zeichnen Sie das vollständige Schema.

Zeichnen Sie des Zustandsgraph mit allen Zuständen, auch mit denjenigen ausserhalb der Hauptschleife.

*cnt/cnt-01*

### 2.2 Abwärtszähler

Erstellen Sie mit Hilfe von D-Flipflops und von Multiplexern einen synchronen Abwärtszähler mit der Sequenz

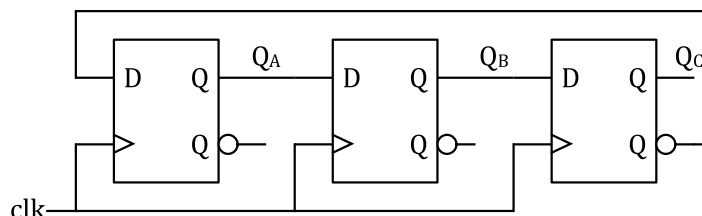
$$6 \Rightarrow 5 \Rightarrow 4 \Rightarrow 3 \Rightarrow 2 \Rightarrow 6 \Rightarrow \dots \quad (4)$$

Zeichnen Sie das vollständige Schema.

*cnt/cnt-02*

### 2.3 Johnson-Zähler

Die folgende Abbildung zeigt einen Johnson-Zähler.



Diese Art Zähler ist von Interesse für Hochgeschwindigkeit-Systeme. Die Schaltung weist einen Nachteil vor: sie hat zwei unabhängige Sequenzen.

Schaffen Sie die kürzeste Sequenz ab, indem Sie die Eingangsfunktion  $D_B$  der zweiten Flipflop abändern.

*cnt/cnt-03*



### 3 CNT - Iterative Schaltkreise

### 3.1 Zähler mit synchroner Nullsetzung

Mit Hilfe von D-Flipflops und von NAND-Gattern erstellen Sie einen 4-Bit Zähler mit synchroner Nullsetzung.

Der Zähler hat einen Steuereingang **restart**. Ist **restart='1'**, so stellt sich die Schaltung auf Null bei der nächsten aktiven Taktflanke. Ist **restart='0'**, so zählt die Schaltung aufwärts.

*cnt/cnt-iterativ-01*

### 3.2 Zähler mit Laden eines Wertes

Mit Hilfe von D-Flipflops und von NAND-Gattern erstellen Sie einen 4-Bit Zähler, in welchem man einen neuen Wert laden kann.

Der Zähler hat einen Steuereingang **load** und einen 4-Bit Dateneingang. Ist **load='1'**, so lädt die Schaltung den Dateneingang. Ist **load='0'**, so zählt die Schaltung aufwärts.

*cnt/cnt-iterativ-02*

### 3.3 Aufwärts-Abwärtszähler

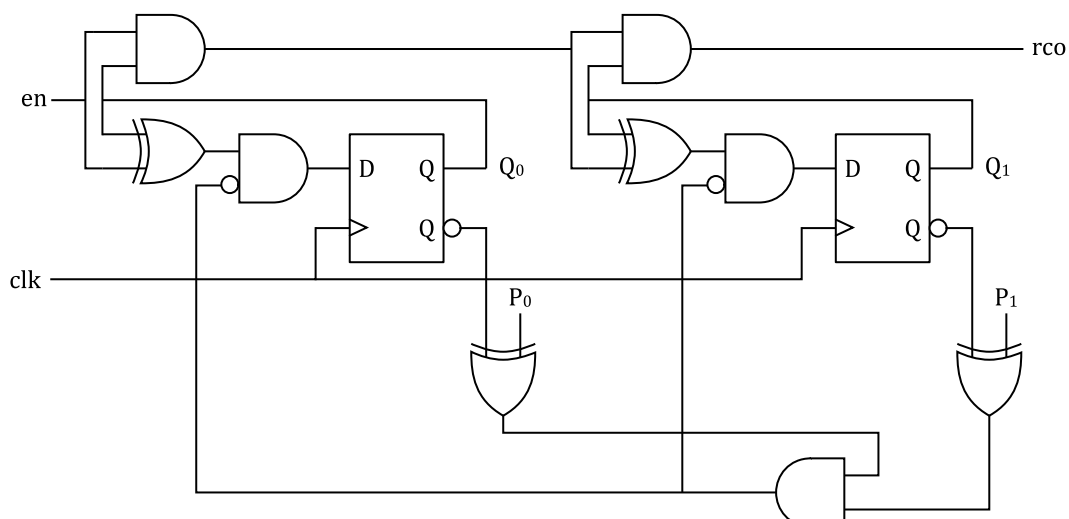
Erstellen Sie einen 4-Bit Aufwärts-Abwärtszähler mit Hilfe von D-Flipflops und von NAND-Gattern.

Der Aufwärts-Abwärtszähler hat einen Steuereingang  $\overline{\text{up down}}$ . Ist  $\overline{\text{up down}} = \mathbf{1}$ , so zählt die Schaltung aufwärts. Ist  $\overline{\text{up down}} = \mathbf{0}$ , so zählt die Schaltung abwärts.

*cnt/cnt-iterative-03*

### 3.4 Programmierbarer Zähler

Die folgende Abbildung zeigt das Schema eines programmierbaren Zählers.



Bestimmen Sie die Länge der Zählsequenz als Funktion der Eingangszahl  $[P_1, P_0]$ .  
Verändern Sie diese Schaltung, um die Nullsetzung kaskadierbar zu machen.

*cnt/cnt-iterativ-04*