



BAUELEMENTE UND SCHALTUNGEN II

ES4: Digitale Grundsaltungen

Studien- und Vorbereitungsaufgaben

Autor: Richard GRÜNERT

21.6.2020

1 Schalterprellen

Schalterprellen oder auch Kontaktprellen bezeichnet den Effekt des mehrfachen Öffnens bzw. Schließens bei einmaligem Auslösen eines mechanischen Schalters/Tasters, ausgelöst durch die Federeigenschaften der Kontaktmetalle.

In Logikschaltkreisen stellt es ein Problem dar, da es den im Tasterdruck codierten Logikzustand (HIGH oder LOW) durch eine schnelle Folge von wechselnden Zuständen vor dem eigentlich gewollten Zustand behindert.

Um die Auswirkungen zu verhindern und möglichst eindeutige Zustände zu erhalten, kann man Entprellmaßnahmen einführen. Eine Möglichkeit ist eine Monoflopschaltung, die durch den Taster ausgelöst wird. Dadurch wird beim ersten erkannten Zustandswechsel des Tasters für eine durch die Schaltung definierte Zeit der entsprechende Zustand am Ausgang des Monoflops durchgeschaltet wodurch weitere, folgende Prellimpulse keine Auswirkungen auf den Ausgangszustand haben.

Weitere Möglichkeiten sind:

- SR-Flip-Flop (SPDT-Schalter)
- RC-Tiefpass (+Schmitt-Trigger)
- Softwarelösungen, z.B. bei Microcontrollern

2 Taktzustands-/taktflankengesteuert

Taktzustandsgesteuert (Latch): Steuerung des Zustandes (Durchschalten der Eingänge) mithilfe eines statischen HIGH- oder LOW-Pegels des Takteingangs (der logische Taktzustand nach der Taktflanke bestimmt den Ausgangszustand)

Taktflankengesteuert (Flip-Flop): Steuerung des Zustandes (Durchschalten der Eingänge) mithilfe einer steigenden oder fallenden Taktflanke

3 Flip-Flop Schalttabellen

3.1 RS-Flipflop (statisch)

S	R	Q
0	0	vorheriger Zustand
0	1	0
1	0	1
1	1	nicht definiert

Tabelle 1: Wahrheitstabelle RS-Flipflop (statisch, NOR-Gatter)

3.2 RS-Flipflop (taktzustandsgesteuert)

C	S	R	Q
0	X	X	vorheriger Zustand
1	0	0	vorheriger Zustand
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	nicht definiert

Tabelle 2: Wahrheitstabelle RS-Flipflop (taktzustandsgesteuert, NOR-Gatter)

3.3 RS-Flipflop (taktflankengesteuert)

C	S	R	Q
X	0	0	vorheriger Zustand
↑	0	0	vorheriger Zustand
↑	0	1	0
↑	1	0	1
↑	1	1	nicht definiert

Tabelle 3: Wahrheitstabelle RS-Flipflop (taktflankengesteuert, NOR-Gatter)

3.4 D-Flipflop (transparent)

C	D	Q
0	0	vorheriger Zustand
0	1	vorheriger Zustand
1	0	0
1	1	1

Tabelle 4: Wahrheitstabelle D-Flipflop (NOR-Gatter)

3.5 JK-Flipflop (taktflankengesteuert)

C	J	K	Q
0/1/↓	X	X	vorheriger Zustand
↑	0	0	vorheriger Zustand
↑	0	1	0
↑	1	0	1
↑	1	1	$\overline{\text{vorheriger Zustand}}$ (toggle)

Tabelle 5: Wahrheitstabelle JK-Flipflop (taktflankengesteuert)

3.6 JK-Master-Slave-Flipflop

C	J	K	Q
X	0	0	vorheriger Zustand
1	0	0	vorheriger Zustand
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	$\overline{\text{vorheriger Zustand}}$ (toggle)

Tabelle 6: Wahrheitstabelle JK-Master-Slave-Flipflop

4 Asynchroner/synchroner Zähler

Asynchron: Flipflops asynchroner Zähler haben kein geteiltes/gemeinsames Taktsignal. Der Takteingang jedes Flipflops wird z.B. mit einem Zustand eines vorherigen Flipflops beschaltet.

Synchron: Ein synchroner Zähler hat ein gemeinsames Taktsignal für jeden Flipflop. Der Zustandswechsel aller Ausgänge (Zählbits) tritt daher gleichzeitig auf.

5 Vor-Rückwärtszähler

Ein Vor-Rückwärtszähler kann mithilfe einer zusätzlichen Bits für die Zählrichtung hoch- oder herunterzählen. Dazu müssen mit dem Up-Down-Bit die jeweiligen Ausgänge der JK-Flipflops (konfiguriert als Toggle) zum Eingang des folgenden Flipflops durchgeschaltet werden (Q für up, \bar{Q} für down). Dies kann mit einer NAND-Schaltung realisiert werden.

6 Modulo-6 Zähler

Ein Modulo-6-Zähler hat 6 diskrete Zählstufen. Beispielsweise zählt ein 4-bit-Modulo-6-Dezimalzähler von 0 (000) bis 5 (101) und setzt bei Erreichen der 6 (110) den Zählerstand zurück.

7 BCD-Code

Der BCD-Code ist ein Code zur Darstellung von Dezimalziffern (0-9), wobei jeder Ziffer 4-bit zugeordnet werden. Er wird auch 8-4-2-1-Code genannt, da dies der dezimalen Wertigkeit der jeweiligen Binärstellen im Code entspricht.

Dezimalziffer	BCD-Code
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

Ein Dekadenzähler zählt im BCD-Code von 0 (0000) bis 9 (1001) (Reset bei 10).

8 Ringzähler

Ein Ringzähler ist ein Zähler mit Schieberegister (D-Flipflops), bei welchem der Ausgang des letzten Flipflops auf den Eingang des ersten zurückgeführt ist. Bei jedem Taktzyklus schiebt das Schieberegister das gespeicherte Muster eine Stelle weiter. Da der Ausgang auf den Eingang zurückgeführt ist, erscheint das am Ausgang „herausgeschobene“ Bit am Eingang erneut. Das gespeicherte Muster bewegt sich zyklisch durch den Ringzähler.

9 Johnson-Zähler

Der Johnson-Zähler ist ein Ringzähler, bei dem der invertierte Ausgang des letzten Flipflops (\bar{Q}) an den Eingang zurückgeführt ist.

10 Entwurfsmethoden

Zum Zählerentwurf muss eine Wahrheitstabelle mit den jeweiligen „momentanen“ Zählerzuständen (Ausgangsbits 0...n) und den gewünschten Folgezuständen erstellt werden (je nach Zählart). Für jeden Folge-Ausgangszustand müssen dann die minimierten Schaltfunktionen erstellt werden, wobei darauf zu achten ist, dass die Variable des momentan behandelten Zustandes nicht herausoptimiert wird und somit in jedem Einzelterm vorhanden ist.

Durch gleichsetzen der sich ergebenden minimierten Schaltfunktion mit der Schaltfunktion des verwendeten Flipflops kann für jeden Flipflopeingang über einen Koeffizientenvergleich die Eingangsschaltfunktion bestimmt werden.