

GTI HS 20 Lösung Serie 6

Michael Baur, Tatjana Meier, Sophie Pfister

Die 6. Serie ist bis Montag, den 9. November 2020 um 12:00 Uhr zu lösen und als PDF-Dokument via ILIAS abzugeben. Für Fragen steht im ILIAS jederzeit ein Forum zur Verfügung. Zu jeder Frage wird, falls nicht anders deklariert, der Lösungsweg erwartet. **Lösungen ohne Lösungsweg werden nicht akzeptiert.** Allfällige unlösbare Probleme sind uns so früh wie möglich mitzuteilen, wir werden gerne helfen. Viel Spaß!

1 SR- und D-Flipflops (2 Punkte)

Jede richtige Antwort gibt einen halben Punkt, jede falsche Antwort gibt einen halben Punkt Abzug. Es sind keine Begründungen notwendig.

	richtig	falsch
1 Liegt beim D-Flipflop $G = 1$ an, so bestimmt die Datenleitung D den Output.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Sind $S = 1$ und $R = 1$, so setzt das SR-Flipflop $Q(t+1) = \neg Q(t)$.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3 Beim getakteten SR-Flipflop sind bestimmte Zustände nicht sinnvoll, d.h. verboten.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Ein getaktetes D-Flipflop verändert bei jedem Taktsignal den Output.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Lösung

1. **richtig** D-Flipflop ist so angelegt
2. **falsch** Nein, diese Zustände sind nicht erlaubt, Race Condition
3. **richtig** SR-Flipflop bleibt SR-Flipflop
4. **falsch** Nicht zwingend, da das Datensignal ja stabil bleiben kann.

2 JK-Flipflops (4 Punkte)

Mit Hilfe von drei getakteten JK-Flipflops soll ein Counter realisiert werden, welcher durch die folgenden Übergänge definiert ist:

$(000)_2 \rightarrow (001)_2$
 $(001)_2 \rightarrow (010)_2$
 $(010)_2 \rightarrow (100)_2$
 $(011)_2 \rightarrow (101)_2$
 $(100)_2 \rightarrow (011)_2$
 $(101)_2 \rightarrow (110)_2$
 $(110)_2 \rightarrow (001)_2$
 $(111)_2 \rightarrow (001)_2$

Führe dazu die folgenden Schritte durch:

- (a) (1 Punkt) Stelle eine Wertetabelle auf, bei dem für jedes JK-Flipflop der Ausgabewert zum Zeitpunkt $t + 1$ in Abhängigkeit von J, K und des Ausgabewerts zum Zeitpunkt t dargestellt wird.

Tipp: Benutze alle “don’t cares” und beginne die Tabelle wie folgt (wobei A , B und C die Ausgänge der Flipflops bezeichnet und J_x und K_x mit $x \in \{A, B, C\}$ die jeweiligen Eingänge)

$A(t)$	$B(t)$	$C(t)$	J_A	K_A	J_B	K_B	J_C	K_C	$A(t+1)$	$B(t+1)$	$C(t+1)$
0	0	0	0	D	0	D	1	D	0	0	1
...											

- (b) (2 Punkte) Stelle nun die J und K der jeweiligen JK-Flipflops als Funktionen (mittels Wertetabelle), die von den Ausgabewerten aller drei Flipflops zum Zeitpunkt t abhängen, dar. Vereinfache diese mittels Karnaugh-Diagrammen soweit wie möglich.
- (c) (1 Punkt) Stelle die gesuchte Schaltung dar. Ausser den Flipflops darfst du OR-, AND- und Negationsgatter benutzen.

Lösung

- (a) Wir bestimmen zuerst die vollständige Wertetabelle

$A(t)$	$B(t)$	$C(t)$	J_A	K_A	J_B	K_B	J_C	K_C	$A(t+1)$	$B(t+1)$	$C(t+1)$
0	0	0	0	D	0	D	1	D	0	0	1
0	0	1	0	D	1	D	D	1	0	1	0
0	1	0	1	D	D	1	0	D	1	0	0
0	1	1	1	D	D	1	D	0	1	0	1
1	0	0	D	1	1	D	1	D	0	1	1
1	0	1	D	0	1	D	D	1	1	1	0
1	1	0	D	1	D	1	1	D	0	0	1
1	1	1	D	1	D	1	D	0	0	0	1

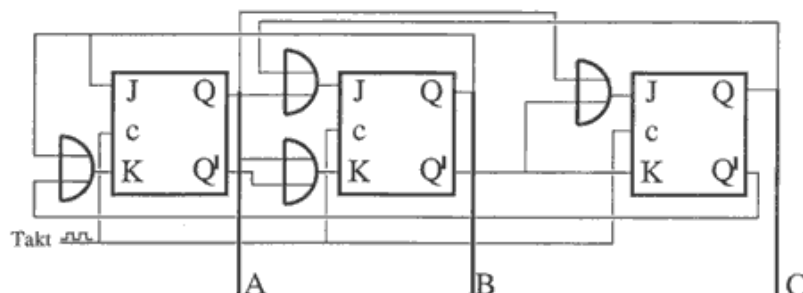
- (b) Es ergibt sich nun für jedes J und K ein Karnaughdiagramm



und wir erhalten (nach entsprechender Vereinfachung) folgende Schaltfunktionen

$$\begin{aligned}
 J_A &= B \\
 J_B &= A + C \\
 J_C &= A + \neg B \\
 K_A &= B + \neg C \\
 K_B &= 1 \\
 K_C &= \neg B
 \end{aligned}$$

- (c) Schliesslich ergibt sich die folgende Schaltung



3 D-Flipflop (4 Punkte)

Es soll ein Synchronzähler mit drei D-Flipflops entwickelt werden, welcher durch die folgenden Übergänge definiert ist:

$(000)_2 \rightarrow (001)_2$
 $(001)_2 \rightarrow (011)_2$
 $(010)_2 \rightarrow (110)_2$
 $(011)_2 \rightarrow (010)_2$
 $(100)_2 \rightarrow (000)_2$
 $(101)_2 \rightarrow (000)_2$
 $(110)_2 \rightarrow (100)_2$
 $(111)_2 \rightarrow (000)_2$

Synchron bedeutet hier, dass der Zähler von einem Taktsignal abhängt, konkret bedeutet dies, dass das Taktsignal jeweils beim Gate G des D-Flipflops anliegt. Gehe dazu analog zur vorherigen Aufgabe vor:

- (a) (1 Punkt) Stelle eine Wertetabelle auf, die für jedes D-Flipflop den Ausgabewert zum Zeitpunkt $t + 1$ in Abhängigkeit des Ausgabewertes zum Zeitpunkt t darstellt.

Tipp: Beginne die Tabelle wie folgt (wobei X_2 , X_1 und X_0 die Ausgänge der Flipflops bezeichnet):

$X_2(t)$	$X_1(t)$	$X_0(t)$	$X_2(t+1)$	$X_1(t+1)$	$X_0(t+1)$
0	0	0	0	0	1
...					

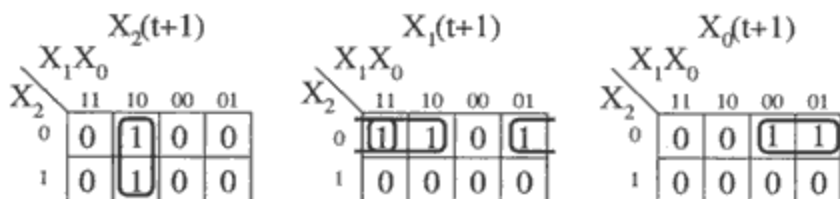
- (b) (2 Punkte) Stelle nun die Ausgabewerte der jeweiligen D-Flipflops zum Zeitpunkt $t + 1$ als Funktionen (mittels Wertetabelle), die von den Ausgabewerten aller drei Flipflops zum Zeitpunkt t abhängen dar, vereinfache diese mittels Karnaugh-Diagrammen soweit wie möglich.
- (c) (1 Punkt) Stelle die gesuchte Schaltung dar. Ausser den Flipflops darfst du OR-, AND- und Negationsgatter benutzen.

Lösung

- (a) Wir beginnen wiederum mit dem ausfüllen der Wertetabelle

$X_2(t)$	$X_1(t)$	$X_0(t)$	$X_2(t+1)$	$X_1(t+1)$	$X_0(t+1)$
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0
1	1	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0

- (b) Wir erhalten die folgenden Karnaugh-Diagramme



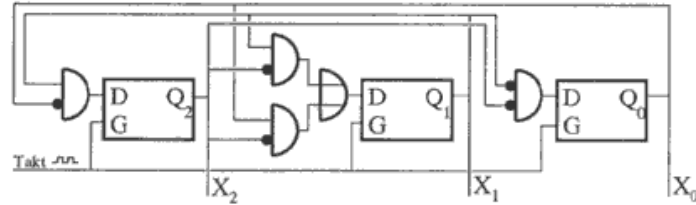
und die vereinfachten Funktionen sehen wie folgt aus:

$$D_2 = x_1 \neg x_0$$

$$D_1 = \neg x_2 x_1 + \neg x_2 x_0$$

$$D_0 = \neg x_2 \neg x_1$$

(c) Die gewünschte Schaltung ist somit



4 3-Bit-Rückwärts-Ringzähler (4 Punkte)

Entwirf einen 3-Bit-Rückwärts-Ringzähler analog zum 4-Bit-Vorwärts-Ringzähler aus der Vorlesung. Gehe dazu wie folgt vor:

- (2 Punkte) Stelle eine Wertetabelle auf, bestimme die Schaltfunktionen und minimiere diese mittels Karnaugh-Diagrammen soweit wie möglich.
- (2 Punkte) Stelle die gesamte Schaltung (d.h. Delays plus Realisierung der Schaltfunktionen von (i) mittels OR-, AND- und Negationsgatter) dar.

Lösung

(i) Wir bestimmen wiederum zuerst die Wertetabelle

x_2	x_1	x_0	y_2	y_1	y_0
1	1	1	1	1	0
1	1	0	1	0	1
1	0	1	1	0	0
1	0	0	0	1	1
0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	1	1

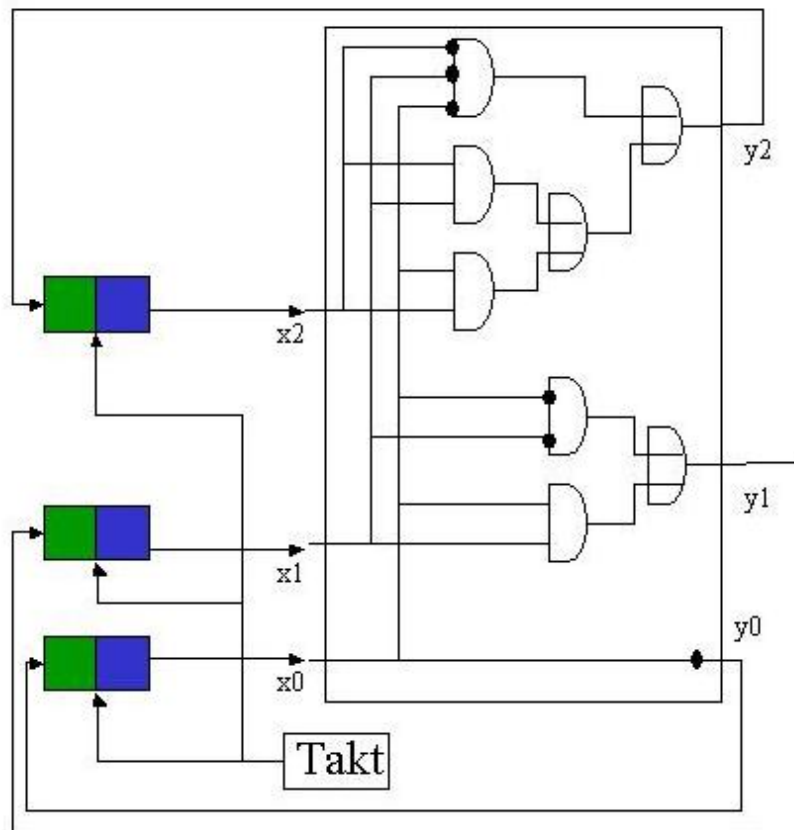
und wir können die folgenden Schaltfunktionen leicht ablesen

$$y_0 = \neg x_0$$

$$y_1 = x_1 x_0 + \neg x_1 \neg x_0$$

$$y_2 = x_2 x_0 + x_2 x_1 + \neg x_2 \neg x_1 \neg x_0$$

(ii) Die gewünschte Schaltung ist also



Freiwillige Aufgaben

Taktflankengesteuertes D-Flipflop

Gib die Schaltung für ein taktflankengesteuertes D-Flipflop an, bei dem die *absteigende* Flanke die Steuerung übernimmt. Illustriere die Funktionsweise der Schaltung mit Hilfe eines Timing Diagramms.

Lösung

