

# DuE-Tutorien 17 und 18

Tutorien zur Vorlesung "Digitaltechnik und Entwurfsverfahren"

Christian A. Mandery

TUTORIENWOCHE 12 AM 03.02.2012



## ■ Übungsaufgaben

# Übungsaufgabe 1.1 - 1.4

Gegeben ist die unvollständig definierte Schaltfunktion  $f_1(c, b, a)$ :

$$f_1(c, b, a) = \text{MINt}(1, 2, 4, 7)$$

$$f_1(c, b, a) = \text{MAXt}(5, 6)$$

- 1 Geben Sie die konjunktive Normalform der Schaltfunktion  $f_1$  an.
- 2 Welche der folgenden Aussagen sind richtig, welche sind falsch?
  - Alle Maxterme von  $f_1$  sind Primimplikate.
  - Alle Primimplikanten von  $f_1$  sind Kernprimimplikanten.
  - $\bar{c}a$  ist ein Primimplikant von  $f_1$ .
  - $\bar{b}\bar{a}$  ist ein entbehrlicher Primimplikant von  $f_1$ .
- 3 Ermitteln Sie alle Primimplikanten der Funktion  $f_1$  mit Hilfe des Nelson-Verfahrens.
- 4 Die disjunktive Minimalform von  $f_1$  soll unter ausschließlicher Verwendung von NAND-Gattern realisiert werden. Gehen Sie davon aus, dass alle Eingangsvariablen sowohl bejaht als auch negiert zur Verfügung stehen. Zeichnen Sie das resultierende Schaltnetz.

# Übungsaufgabe 1.1 - 1.4

Gegeben ist die unvollständig definierte Schaltfunktion  $f_1(c, b, a)$ :

$$f_1(c, b, a) = \text{MINt}(1, 2, 4, 7)$$

$$f_1(c, b, a) = \text{MAXt}(5, 6)$$

- 1 Geben Sie die konjunktive Normalform der Schaltfunktion  $f_1$  an.
- 2 Welche der folgenden Aussagen sind richtig, welche sind falsch?
  - Alle Maxterme von  $f_1$  sind Primimplikate.
  - Alle Primimplikanten von  $f_1$  sind Kernprimimplikanten.
  - $\bar{c}a$  ist ein Primimplikant von  $f_1$ .
  - $\bar{b}\bar{a}$  ist ein entbehrlicher Primimplikant von  $f_1$ .
- 3 Ermitteln Sie alle Primimplikanten der Funktion  $f_1$  mit Hilfe des Nelson-Verfahrens.
- 4 Die disjunktive Minimalform von  $f_1$  soll unter ausschließlicher Verwendung von NAND-Gattern realisiert werden. Gehen Sie davon aus, dass alle Eingangsvariablen sowohl bejaht als auch negiert zur Verfügung stehen. Zeichnen Sie das resultierende Schaltnetz.

# Übungsaufgabe 1.1 - 1.4

Gegeben ist die unvollständig definierte Schaltfunktion  $f_1(c, b, a)$ :

$$f_1(c, b, a) = \text{MINt}(1, 2, 4, 7)$$

$$f_1(c, b, a) = \text{MAXt}(5, 6)$$

- 1 Geben Sie die konjunktive Normalform der Schaltfunktion  $f_1$  an.
- 2 Welche der folgenden Aussagen sind richtig, welche sind falsch?
  - Alle Maxterme von  $f_1$  sind Primimplikate.
  - Alle Primimplikanten von  $f_1$  sind Kernprimimplikanten.
  - $\bar{c}a$  ist ein Primimplikant von  $f_1$ .
  - $\bar{b}\bar{a}$  ist ein entbehrlicher Primimplikant von  $f_1$ .
- 3 Ermitteln Sie alle Primimplikanten der Funktion  $f_1$  mit Hilfe des Nelson-Verfahrens.
- 4 Die disjunktive Minimalform von  $f_1$  soll unter ausschließlicher Verwendung von NAND-Gattern realisiert werden. Gehen Sie davon aus, dass alle Eingangsvariablen sowohl bejaht als auch negiert zur Verfügung stehen. Zeichnen Sie das resultierende Schaltnetz.

# Übungsaufgabe 1.1 - 1.4

Gegeben ist die unvollständig definierte Schaltfunktion  $f_1(c, b, a)$ :

$$f_1(c, b, a) = \text{MINt}(1, 2, 4, 7)$$

$$f_1(c, b, a) = \text{MAXt}(5, 6)$$

- 1 Geben Sie die konjunktive Normalform der Schaltfunktion  $f_1$  an.
- 2 Welche der folgenden Aussagen sind richtig, welche sind falsch?
  - Alle Maxterme von  $f_1$  sind Primimplikate.
  - Alle Primimplikanten von  $f_1$  sind Kernprimimplikanten.
  - $\bar{c}a$  ist ein Primimplikant von  $f_1$ .
  - $\bar{b}\bar{a}$  ist ein entbehrlicher Primimplikant von  $f_1$ .
- 3 Ermitteln Sie alle Primimplikanten der Funktion  $f_1$  mit Hilfe des Nelson-Verfahrens.
- 4 Die disjunktive Minimalform von  $f_1$  soll unter ausschließlicher Verwendung von NAND-Gattern realisiert werden. Gehen Sie davon aus, dass alle Eingangsvariablen sowohl bejaht als auch negiert zur Verfügung stehen. Zeichnen Sie das resultierende Schaltnetz.

# Übungsaufgabe 1.1 - 1.4

Gegeben ist die unvollständig definierte Schaltfunktion  $f_1(c, b, a)$ :

$$f_1(c, b, a) = \text{MINt}(1, 2, 4, 7)$$

$$f_1(c, b, a) = \text{MAXt}(5, 6)$$

- 1 Geben Sie die konjunktive Normalform der Schaltfunktion  $f_1$  an.
- 2 Welche der folgenden Aussagen sind richtig, welche sind falsch?
  - Alle Maxterme von  $f_1$  sind Primimplikate.
  - Alle Primimplikanten von  $f_1$  sind Kernprimimplikanten.
  - $\bar{c}a$  ist ein Primimplikant von  $f_1$ .
  - $\bar{b}\bar{a}$  ist ein entbehrlicher Primimplikant von  $f_1$ .
- 3 Ermitteln Sie alle Primimplikanten der Funktion  $f_1$  mit Hilfe des Nelson-Verfahrens.
- 4 Die disjunktive Minimalform von  $f_1$  soll unter ausschließlicher Verwendung von NAND-Gattern realisiert werden. Gehen Sie davon aus, dass alle Eingangsvariablen sowohl bejaht als auch negiert zur Verfügung stehen. Zeichnen Sie das resultierende Schaltnetz.

# Übungsaufgabe 1.1 - 1.4

Gegeben ist die unvollständig definierte Schaltfunktion  $f_1(c, b, a)$ :

$$f_1(c, b, a) = \text{MINt}(1, 2, 4, 7)$$

$$f_1(c, b, a) = \text{MAXt}(5, 6)$$

- 1 Geben Sie die konjunktive Normalform der Schaltfunktion  $f_1$  an.
- 2 Welche der folgenden Aussagen sind richtig, welche sind falsch?
  - Alle Maxterme von  $f_1$  sind Primimplikate.
  - Alle Primimplikanten von  $f_1$  sind Kernprimimplikanten.
  - $\bar{c}a$  ist ein Primimplikant von  $f_1$ .
  - $\bar{b}\bar{a}$  ist ein entbehrlicher Primimplikant von  $f_1$ .
- 3 Ermitteln Sie alle Primimplikanten der Funktion  $f_1$  mit Hilfe des Nelson-Verfahrens.
- 4 Die disjunktive Minimalform von  $f_1$  soll unter ausschließlicher Verwendung von NAND-Gattern realisiert werden. Gehen Sie davon aus, dass alle Eingangsvariablen sowohl bejaht als auch negiert zur Verfügung stehen. Zeichnen Sie das resultierende Schaltnetz.



# Übungsaufgabe 1.1 - 1.4

Gegeben ist die unvollständig definierte Schaltfunktion  $f_1(c, b, a)$ :

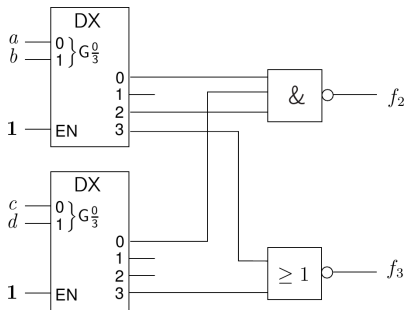
$$f_1(c, b, a) = \text{MINt}(1, 2, 4, 7)$$

$$f_1(c, b, a) = \text{MAXt}(5, 6)$$

- 1 Geben Sie die konjunktive Normalform der Schaltfunktion  $f_1$  an.
- 2 Welche der folgenden Aussagen sind richtig, welche sind falsch?
  - Alle Maxterme von  $f_1$  sind Primimplikate.
  - Alle Primimplikanten von  $f_1$  sind Kernprimimplikanten.
  - $\bar{c}a$  ist ein Primimplikant von  $f_1$ .
  - $\bar{b}\bar{a}$  ist ein entbehrlicher Primimplikant von  $f_1$ .
- 3 Ermitteln Sie alle Primimplikanten der Funktion  $f_1$  mit Hilfe des Nelson-Verfahrens.
- 4 Die disjunktive Minimalform von  $f_1$  soll unter ausschließlicher Verwendung von NAND-Gattern realisiert werden. Gehen Sie davon aus, dass alle Eingangsvariablen sowohl bejaht als auch negiert zur Verfügung stehen. Zeichnen Sie das resultierende Schaltnetz.

# Übungsaufgabe 1.5 - 1.6

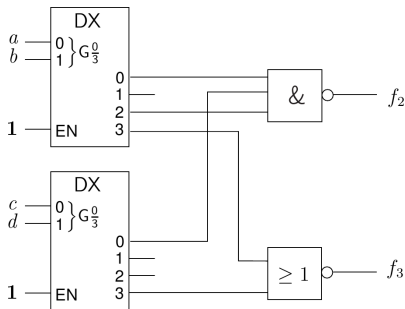
Gegeben sei das dargestellte Schaltnetz:



- 5 Geben Sie die Schaltfunktion  $f_2$  in minimierter Form an.
- 6 Geben Sie die Schaltfunktion  $f_3$  in konjunktiver Form an.

# Übungsaufgabe 1.5 - 1.6

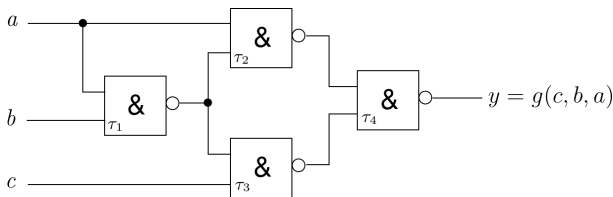
Gegeben sei das dargestellte Schaltnetz:



5. Geben Sie die Schaltfunktion  $f_2$  in minimierter Form an.
6. Geben Sie die Schaltfunktion  $f_3$  in konjunktiver Form an.

# Übungsaufgabe 2

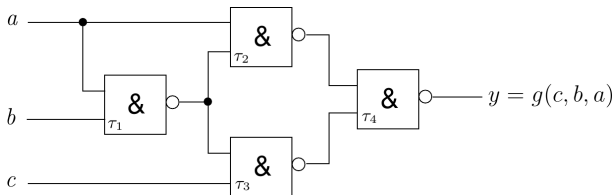
Eine Schaltfunktion  $y = g(c, b, a)$  ist durch dieses Schaltnetz realisiert:



- 1 Geben Sie das endgültige Totzeitmodell des Schaltnetzes an, indem Sie jedem Gatter seinen Verzögerungswert zuweisen und alle Totzeiten zum Eingang des Schaltnetzes verschieben. Tragen Sie die Pfadvariablen in Ihrer Lösung ein und geben Sie die Werte der Pfadverzögerungen an. Die verwendeten Gatter besitzen die Totzeiten  $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $\tau_3$  und  $\tau_4$ .

# Übungsaufgabe 2

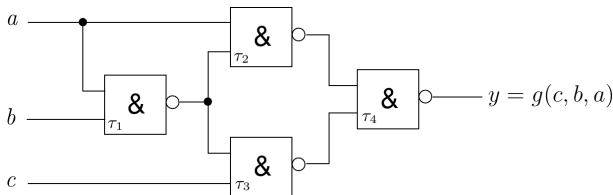
Eine Schaltfunktion  $y = g(c, b, a)$  ist durch dieses Schaltnetz realisiert:



- 2 Übertragen Sie die Schaltfunktion  $y = g(c, b, a)$  in ein KV-Diagramm.

# Übungsaufgabe 2

Eine Schaltfunktion  $y = g(c, b, a)$  ist durch dieses Schaltnetz realisiert:



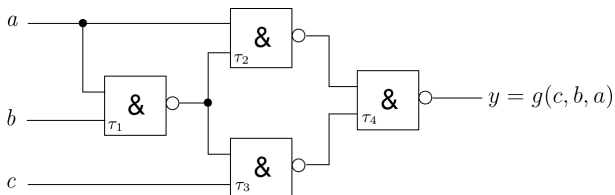
3 Untersuchen Sie die folgenden Übergänge auf Funktionshasards:

- Übergang 1:  $(c, b, a): (0, 1, 0) \rightarrow (1, 1, 0)$
- Übergang 2:  $(c, b, a): (0, 0, 1) \rightarrow (1, 1, 0)$

Tragen Sie die Übergänge in das KV-Diagramm aus Aufgabenteil 2 ein. Geben Sie für jeden Übergang an, ob er mit einem Funktionshasard behaftet ist.

# Übungsaufgabe 2

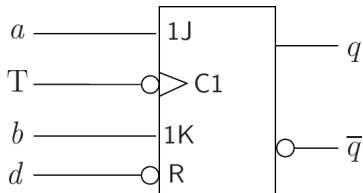
Eine Schaltfunktion  $y = g(c, b, a)$  ist durch dieses Schaltnetz realisiert:



- 4 Nehmen Sie an, dass der Übergang  $(c, b, a): (1, 0, 0) \rightarrow (1, 1, 1)$  mit einem dynamischen Strukturhasard behaftet ist. Tragen Sie den Übergang wiederum in das KV-Diagramm ein. Geben Sie ein Schaltnetz in disjunktiver Form an, bei dem der obige Übergang frei von dynamischen Strukturhasards ist. Begründen Sie Ihre Antwort.

# Übungsaufgabe 3.1

Untenstehend ist ein flankengesteuertes JK-Flipflop mit einem asynchronen “low”-aktiven Rücksetzeingang dargestellt:

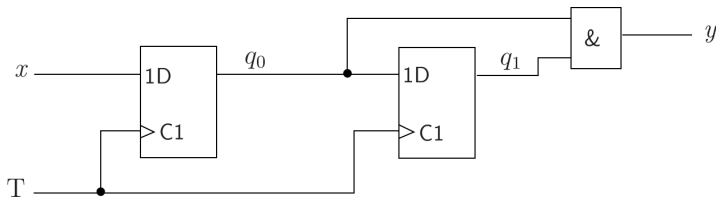


Vervollständigen Sie das an der Tafel angegebene Zeitdiagramm, indem Sie den Verlauf von  $q$  angeben.



## Übungsaufgabe 3.2

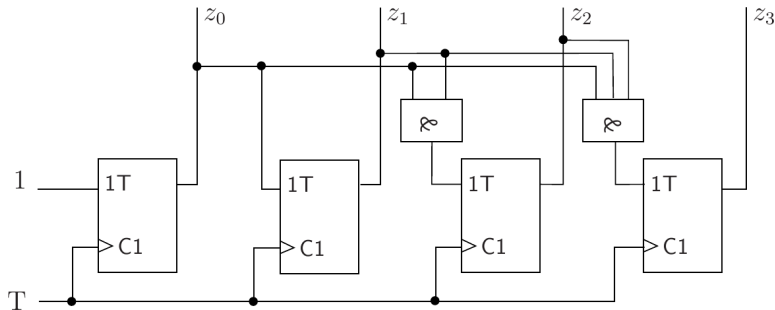
Gegeben ist das im folgenden dargestellte Schaltwerk. Das Schaltwerk ist mit flankengesteuerten D-Flipflops realisiert. Es besitzt den Eingang  $x$  und den Ausgang  $y$ .



Vervollständigen Sie den Verlauf der Signale  $q_0$ ,  $q_1$  und  $y$  für den an der Tafel angegebenen Verlauf von  $x$ .

# Übungsaufgabe 3.3

Ein weiteres Schaltwerk ist hier dargestellt:



Vervollständigen Sie das an der Tafel angegebene Zeitdiagramm, indem Sie die Verläufe der Signale  $z_0$ ,  $z_1$ ,  $z_2$  und  $z_3$  einzeichnen.

Es soll ein 3-Bit-Zähler als synchrones Schaltwerk mit flankengesteuerten T-Flipflops entworfen werden. Eine Eingangsvariable  $x$  legt den Zählmodus fest.

- Für  $x = 0$  arbeitet das Schaltwerk als Dualzähler:  
000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111
  - Für  $x = 1$  zählt das Schaltwerk im Gray-Code in der Reihenfolge:  
000, 001, 011, 010, 110, 111, 101, 100
- 1 Geben Sie den Automatengraphen des Schaltwerks an.
  - 2 Stellen Sie die kodierte Ablaufabelle auf. Verwenden Sie die Zustandsvariablen mit  $q_i, i = 0, 1, 2, \dots, n$ .

Es soll ein 3-Bit-Zähler als synchrones Schaltwerk mit flankengesteuerten T-Flipflops entworfen werden. Eine Eingangsvariable  $x$  legt den Zählmodus fest.

- Für  $x = 0$  arbeitet das Schaltwerk als Dualzähler:  
000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111
  - Für  $x = 1$  zählt das Schaltwerk im Gray-Code in der Reihenfolge:  
000, 001, 011, 010, 110, 111, 101, 100
- 1 Geben Sie den Automatengraphen des Schaltwerks an.
  - 2 Stellen Sie die kodierte Ablaufabelle auf. Verwenden Sie die Zustandsvariablen mit  $q_i, i = 0, 1, 2, \dots, n$ .

# Übungsaufgabe 4

Es soll ein 3-Bit-Zähler als synchrones Schaltwerk mit flankengesteuerten T-Flipflops entworfen werden. Eine Eingangsvariable  $x$  legt den Zählmodus fest.

- Für  $x = 0$  arbeitet das Schaltwerk als Dualzähler:  
000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111
- Für  $x = 1$  zählt das Schaltwerk im Gray-Code in der Reihenfolge:  
000, 001, 011, 010, 110, 111, 101, 100
- 🕒 Kurz vor Fertigungsbeginn des obigen Schaltwerks stellt man fest, dass im Lager nur noch D-Flipflops, UND-, ODER- und Inverter-Gatter vorhanden sind. Ihre Aufgabe ist es jetzt, ein Schaltnetz zu entwerfen, das sich in Verbindung mit dem D-Flipflop wie ein T-Flipflop verhält.

# Übungsaufgabe 5.1 - 5.2

- 1 Welche Dezimalzahl wird durch das 32-Bit-Wort, interpretiert als IEEE-754-Gleitkommazahl, dargestellt?

1 1 0 0 0 0 1 0 0 1 1 0 ... 0 0

- 2 Geben Sie die 16-Bit-Darstellung der Zahlen  $+127_{10}$  und  $-32_{10}$  in:
- Vorzeichen-Betrag-Form
  - Zweierkomplement-Form

# Übungsaufgabe 5.1 - 5.2

- ① Welche Dezimalzahl wird durch das 32-Bit-Wort, interpretiert als IEEE-754-Gleitkommazahl, dargestellt?

1 1 0 0 0 0 1 0 0 1 1 0 ... 0 0

- ② Geben Sie die 16-Bit-Darstellung der Zahlen  $+127_{10}$  und  $-32_{10}$  in:
- Vorzeichen-Betrag-Form
  - Zweierkomplement-Form

# Übungsaufgabe 5.1 - 5.2

- ① Welche Dezimalzahl wird durch das 32-Bit-Wort, interpretiert als IEEE-754-Gleitkommazahl, dargestellt?

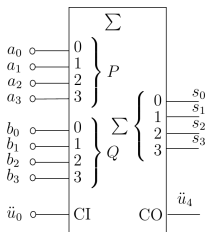
1 1 0 0 0 0 1 0 0 1 1 0 ... 0 0

- ② Geben Sie die 16-Bit-Darstellung der Zahlen  $+127_{10}$  und  $-32_{10}$  in:
- Vorzeichen-Betrag-Form
  - Zweierkomplement-Form



# Übungsaufgabe 5.3

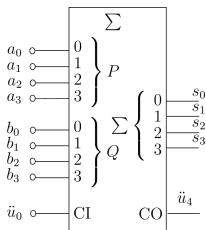
Gegeben sei ein 4-Bit-Carry-Lookahead-Addierer:



- a. Geben Sie eine Schaltung zur Subtraktion von 4-Bit-Zweierkomplementzahlen an. Dabei stehen Ihnen ein 4-Bit-Carry-Lookahead-Addierer und vier Inverter zur Verfügung. Für zwei 4-Bit-Zahlen  $X := (x_3x_2x_1x_0)$  und  $Y := (y_3y_2y_1y_0)$  soll die Differenz  $D := X - Y$  berechnet werden. Beschriften Sie die Ein- und Ausgänge Ihrer Schaltung so, dass die Operation ausgeführt wird.

# Übungsaufgabe 5.3

Gegeben sei ein 4-Bit-Carry-Lookahead-Addierer:



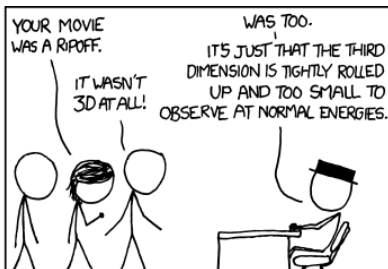
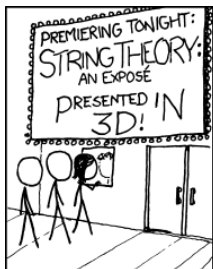
b. Entwerfen Sie einen 16-Bit-Addierer aus 4-Bit-Carry-Lookahead-Addierern. Aus Ihrer Schaltung soll deutlich hervorgehen, in welcher Art und Weise die 4-Bit-Carry-Lookahead-Addierer miteinander verbunden sind. Vergessen Sie nicht, die Ein- und Ausgänge der Gesamtschaltung geeignet zu beschriften.

# Übungsaufgabe 5.4

Gegeben sind die beiden Codewörter:

- Codewort 1: 1 0 1 0 0 1 0 0 0 1 1
- Codewort 2: 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0

Prüfen Sie beide Codewörter auf Ein-Bit-Fehler. Geben Sie die zugehörigen Datenwörter an.



Quelle: <http://xkcd.com/848/>