

Digitaltechnik und Entwurfsverfahren im SS 2023

8. Übungsblatt

Abgabetermin: 03. Juli, 13:15 Uhr

Prof. Dr.-Ing. Uwe D. Hanebeck
Geb. 50.20, Rm. 140

Roman Lehmann, M. Sc.
Geb. 07.21, Rm. B2-314.1

Email: roman.lehmann@kit.edu

Aufgabe 1

(2 Punkte)

Am 23.06. und 24.06. fand das Unifest, eins der größten studentischen Open-Air Festivals in Deutschland, auf dem Campus des KIT statt. Aus gegebenem Anlass hat ein Informatiker folgende Boolesche Variablen zur Beschreibung des Abends definiert:

Variablen:

- mindestens ein Student feiert (s)
- Partylicht ist an (l)
- Musik läuft (m)
- genug Getränke (g)
- zu spät am Abend (z)
- Anwohner beschweren sich (a)

Formen Sie die Funktion P_l („Party läuft“) unter Anwendung der Gesetze der Schaltalgebra derart um, dass nur noch Disjunktions- und Negations-Operationen verwendet werden.

$$P_l = (s \vee mlg) \wedge \overline{a \vee z}$$

Aufgabe 2

(5 Punkte)

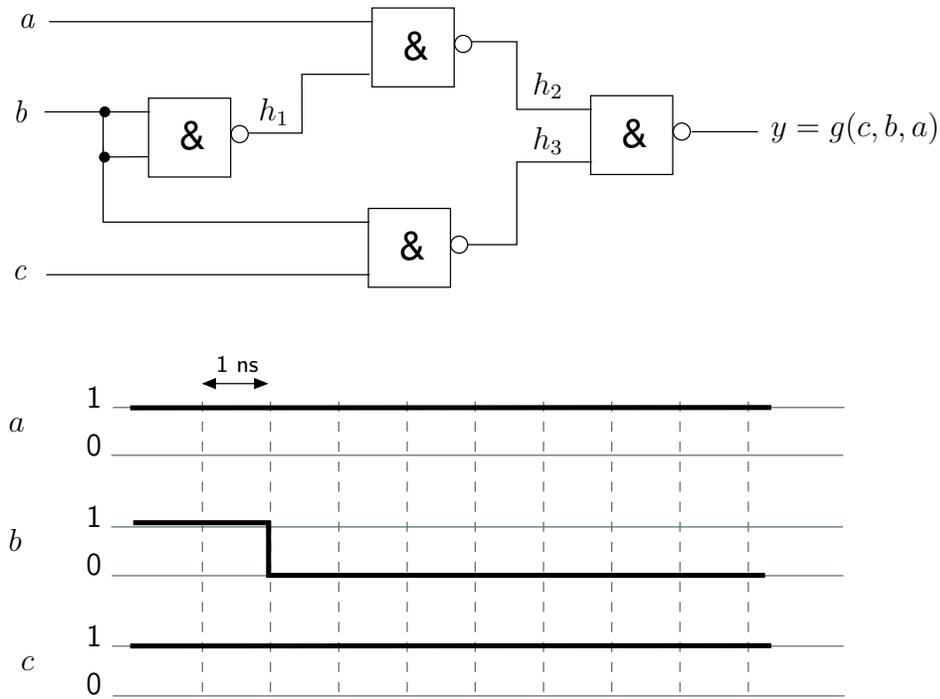
Gegeben ist das in Abbildung 1 dargestellte Schaltnetz. Alle Gatter haben eine Totzeit von 1 ns . Zu Beginn liegen alle Signale stabil an (siehe Zeitdiagramm). Das Eingangssignal b wechselt von 1 auf 0. a und c bleiben aber stabil auf 1.

1. Zeichnen Sie die Verläufe der Signale h_1, h_2, h_3 und y ein.

2 P.

2. Der Verlauf des Ausgangssignals y weist einen Hazardfehler auf. Um welchen Typ von Hazards handelt es sich hierbei? Begründen Sie Ihre Antwort.

1 P.

Abbildung 1: Schaltnetz der Schaltfunktion $g(c, b, a)$ und Zeitdiagramm

3. Zur Behebung des obigen Hazardfehlers kann die Struktur des Schaltnetzes nicht verändert werden, d. h. die Schaltfunktion $g(c, b, a)$ muss durch die vier NAND-Gatter wie in Abbildung 1 realisiert bleiben. 2 P.

Wie lässt sich der Hazardfehler durch die Verwendung weiterer Gatter beheben? Geben Sie das resultierende Schaltnetz an.

Aufgabe 3

(8 Punkte)

Das in Abbildung 2 dargestellte Schaltnetz soll mit Hilfe des KV-Diagramms auf Hazards untersucht werden. Die verwendeten Gatter NOT, OR und NAND besitzen die Totzeiten τ_{NOT} , τ_{OR} und τ_{NAND} .

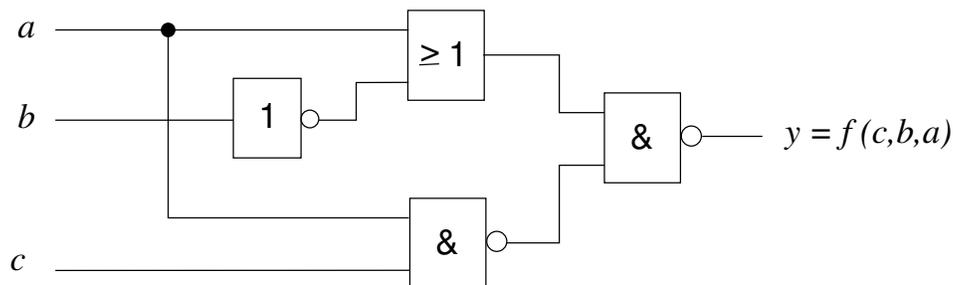


Abbildung 2: Schaltnetz

1. Zeichnen Sie den Ansatz zum Totzeitmodell des Schaltnetzes mit den Verzögerungswerten τ_{NOT} , τ_{OR} und τ_{NAND} . Zeichnen Sie das endgültige Totzeitmodell, indem Sie alle Totzeiten zum Eingang des Schaltnetzes verschieben. 2 P.

2. Stellen Sie die Schaltfunktion $y = f(c, b, a)$ und den Strukturausdruck $y = g(\underline{p})$ auf, wobei \underline{p} den Pfadvektor darstellt. 1 P.

3. Untersuchen Sie die beiden folgenden Übergänge auf Hazards. Die Variablenreihenfolge ist c, b, a . 3 P.

$$(0, 1, 1) \rightarrow (0, 0, 0) \quad \text{und} \quad (1, 1, 1) \rightarrow (1, 1, 0)$$

Um welchen Hazardtyp handelt es sich, falls der entsprechende Übergang hazard-behaftet ist?

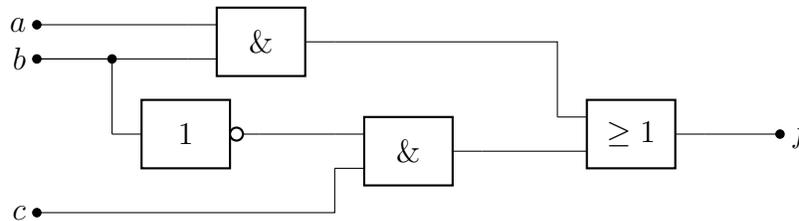
4. Welche Zeitbedingungen müssen zwischen den Totzeiten bestehen, damit die in Aufgabenteil 3 gefundenen Hazards nicht zu Hazardfehlern führen? Begründen Sie Ihre Antwort. 1 P.

5. Geben Sie Maßnahmen zur Behebung der in Aufgabenteil 3 gefundenen Hazards an. 1 P.

Aufgabe 4

(10 Punkte)

Gegeben sei das abgebildete Schaltnetz der Schaltfunktion $f(c, b, a)$:



Alle Gatter weisen eine Verzögerungszeit von $5ns$ auf.

1. Wenden Sie das Totzeitmodell an und trennen Sie das Gatterschaltnetz in einen reinen Verzögerungs- und einen reinen Verknüpfungsteil. Geben Sie für jeden Pfad die entsprechende Verzögerung an. 3 P.

2. Untersuchen Sie die folgenden Übergänge auf Hazards: 4 P.

i.) $(1, 1, 1) \rightarrow (0, 1, 0)$

ii.) $(1, 1, 1) \rightarrow (0, 0, 1)$

Falls ein Hazard vorliegt, geben Sie den exakten Typ des Hazards an.

3. Welcher aus der Vorlesung bekannte Satz garantiert die Freiheit eines Schaltnetzes von statischen Strukturhazards und dynamischen Strukturhazards, bei denen nur eine Eingabevariable wechselt? 3 P.

Sind die Voraussetzungen dieses Satzes hier erfüllt?

Falls nein, erweitern Sie das angegebene Schaltnetz derart, dass der Satz angewendet werden kann.