

Digitaltechnik und Entwurfsverfahren im SS 2022

## 9. Übungsblatt

Abgabetermin: 11. Juli, 13:15 Uhr

Prof. Dr. Mehdi B. Tahoori  
Geb. 07.21, Rm. A-3.14

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

Email: roman.lehmann@kit.edu

### Aufgabe 1

(13 Punkte)

Gegeben sei die Realisierung der Schaltfunktion  $f(c, b, a)$  (Abbildung 1) durch das dargestellte Schaltnetz:

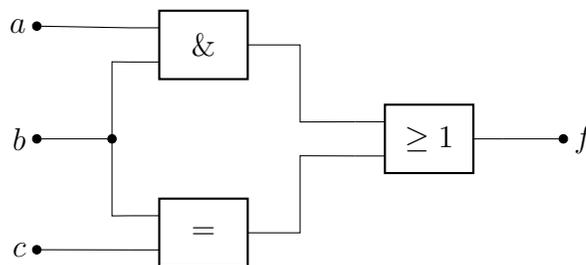


Abbildung 1: Schaltnetz

1. Zeichnen Sie  $f$  in ein KV-Diagramm ein. 2 P.
2. Gehen Sie davon aus, dass das UND-Gatter eine Verzögerungszeit von  $10ns$ , das ODER-Gatter eine Verzögerungszeit von  $12ns$  und das Äquivalenz-Gatter eine Verzögerungszeit von  $15ns$  aufweist. Wenden Sie das Totzeitmodell an und trennen Sie das Gatterschaltnetz in einen reinen Verzögerungs- und einen reinen Verknüpfungsteil. 3 P.
3. Geben Sie den durch Anwendung des Totzeitmodells entstehenden Strukturausdruck an und zeichnen Sie das zugehörige KV-Diagramm. 3 P.
4. Untersuchen Sie die folgenden Übergänge auf Hasards: 3 P.
  - i.)  $(0, 1, 0) \rightarrow (1, 0, 0)$
  - ii.)  $(1, 0, 1) \rightarrow (1, 1, 1)$
  - iii.)  $(0, 0, 1) \rightarrow (0, 1, 1)$

Geben Sie für jeden Übergang an, ob ein Hasard vorliegt. Falls ein Hasard vorliegt, geben Sie an, ob es sich um einen Funktions- oder einen Strukturhasard handelt.

5. Zeichnen Sie für den in der vorherigen Teilaufgabe ermittelten Funktionshasard ein Signal-Zeit-Diagramm. Ihr Diagramm soll den gesamten Zeitverlauf darstellen, bis am Ausgang der endgültige Funktionswert ausgegeben wird. 2 P.

## Aufgabe 2

(8 Punkte)

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

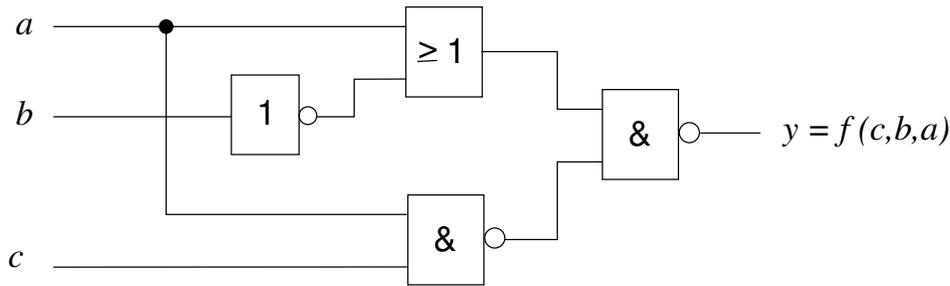


Abbildung 2: Schaltnetz

1. Zeichnen Sie den Ansatz zum Totzeitmodell des Schaltnetzes mit den Verzögerungswerten  $\tau_{NOT}$ ,  $\tau_{OR}$  und  $\tau_{NAND}$ . 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.  
 $(0, 1, 1) \rightarrow (0, 0, 0)$  und  $(1, 1, 1) \rightarrow (1, 1, 0)$   
 Um welchen Hazardtyp handelt es sich, falls der entsprechende Übergang hazardbehaftet 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 3

(6 Punkte)

Es soll ein Schaltwerk realisiert werden, das eine zweistellige Binärzahl  $q_1q_0$  in den zwei Zustandsvariablen  $q_1$  und  $q_0$  speichert. Durch das Ansteuern der beiden Eingänge  $I$  und  $S$  soll es möglich sein, die folgenden Operationen beim Zustandswechsel auszuführen:

- Ist der Eingang  $I$  gesetzt, soll die gespeicherte Zahl inkrementiert werden.
- Ist der Eingang  $S$  gesetzt, soll die gespeicherte Zahl nach rechts geschoben werden (Division durch 2).

Falls beide Eingänge gesetzt sind, soll der Rechtsschift vor dem Inkrementieren ausgeführt werden. Das Schaltwerk soll als Moore-Automat ausgeführt werden und stets die aktuell gespeicherte Zahl auf den Ausgängen  $q_1$  und  $q_0$  ausgeben. Gehen Sie davon aus, dass das Schaltwerk sich nach jedem Einschalten im Zustand 00 befindet.

1. Geben Sie die vollständige Zustandsübergangstabelle (Ablauftabelle) an.
2. Zeichnen Sie den dazugehörigen Automatengraph.

3 P.

3 P.