

8. Übung für die Vorlesung Technische Informatik

Wintersemester 2022/2023

Abgabe: spätestens Dienstag, 20.12.2022, 8:15 Uhr

Aufgabe 1. *Metastabilität*

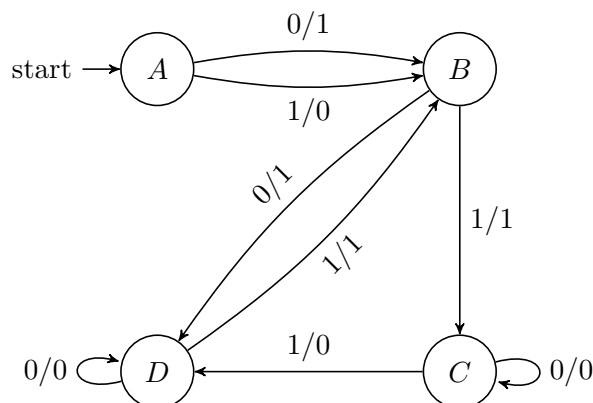
8 P.

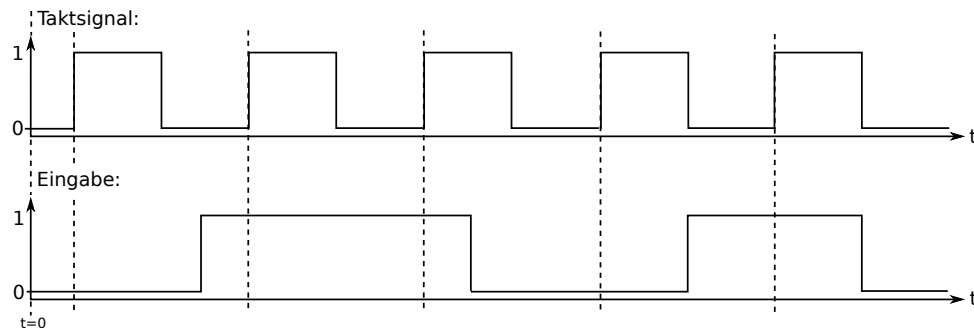
Ein D-Flip-Flop, das auf die positive Taktflanke reagiert, habe eine Setupzeit von 3 ns und eine Holdzeit von 1 ns.

1. Welche obere Schranke für die Taktfrequenz f_{max} ergibt sich bereits aus diesen Angaben?
2. Sei die Taktfrequenz $f < f_{max}$. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein asynchrones Eingangssignal (Wechsel von 0 nach 1 oder 1 nach 0) die Setup- oder Holdbedingung verletzt und damit einen metastabilen Zustand erzeugen kann?
3. Der Abstand zweier Signalwechsel des asynchronen Eingangssignals betrage mindestens 100 ns. Mit welcher Taktfrequenz muss man mindestens arbeiten, um keinen Signalwechsel zu verpassen?
4. Schalten Sie nun N Flip-Flops hintereinander, um das asynchrone Signal zu synchronisieren. Wie groß muss das N mindestens gewählt werden, dass im Dauerbetrieb pro Jahr im Mittel nicht mehr als ein metastabiler Zustand am Ausgang entsteht? Dabei können Sie der Einfachheit halber annehmen, dass alle nachfolgenden D-Flip-Flops dieselbe Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines metastabilen Zustands besitzen, wie Sie sie in Aufgabenteil b) für den ersten D-Flip-Flop berechnet haben (das stimmt so eigentlich nicht ganz). Wie viele D-Flip-Flops müssen Sie mindestens verwenden? In welchem Frequenzbereich kann man die Schaltung dann betreiben?

Aufgabe 2. *Automaten*

4 P.





1. Zeichnen Sie das Impulsdiagramm des obigen Mealy-Automaten für den gegebenen Eingangssignalverlauf. Aus dem Diagramm sollen der aktuelle Zustand, in dem sich der Automat befindet, sowie das Ausgangssignal als Funktion der Zeit abzulesen sein. Der Automat befinde sich zum Zeitpunkt $t = 0$ im Startzustand. Zustandsübergänge finden bei der positiven Taktflanke statt.
2. Kann das Verhalten dieses Mealy-Automaten durch das eines Moore-Automaten exakt nachgebildet werden? Begründen Sie ihre Antwort.

Aufgabe 3. *Autonomer Automat*

4 P.

Entwerfen Sie ein autonomes Schaltwerk, das für ein Kinderspielzeug, das zu Weihnachten auf den Markt kommen soll, eine Verkehrsampel simuliert. Gehen Sie dabei davon aus, dass das Taktsignal eine Frequenz von 1 Hz hat. Die Ampel soll die in Deutschland übliche Abfolge von Lichtsignalen erzeugen, und zwar jeweils für die angegebene Zeit:

Rot: 3 Sekunden
 Rot - Gelb: 1 Sekunde
 Grün: 3 Sekunden
 Gelb: 1 Sekunde

Führen Sie alle erforderlichen Entwicklungsschritte aus (Zustandsübergangsdiagramm, ..., Schaltplan des fertigen Schaltwerkes).

Aufgabe 4. *Primzähler*

8 P.

Konstruieren Sie einen synchronen Zähler, der reihum nur die ersten 6 Primzahlen ausgibt (2, 3, 5, 7, 11, 13, 2, 3, 5, 7, ...). Beginnen Sie jeweils mit dem Zustandsdiagramm, leiten Sie daraus die Zustandsübergangstabelle ab, benutzen Sie KV-Diagramme zur Minimierung der Schaltfunktionen und zeichnen Sie die resultierende Schaltung mit D-Flip-Flops.

1. Konstruieren Sie den Zähler so, dass die Anzahl der Zustandsbits minimal ist.
2. Konstruieren Sie den Zähler noch einmal, wobei die Zustände identisch mit den Ausgaben des Zählers sein sollen.
3. Diskutieren Sie kurz die wesentlichen Unterschiede der beiden Lösungen.