

Klausur zur Vorlesung

Grundlagen der Technischen Informatik / Digitaltechnik (GTI/DT)

Prof. Marco Platzner
Fachgebiet Technische Informatik
Universität Paderborn

03.04.2009

- Die Bearbeitungsdauer beträgt für alle Studenten **90 Minuten**. Es sind **alle 6 Aufgaben** zu bearbeiten.
- Es sind keine Hilfsmittel zugelassen.
- Schreiben Sie nicht mit Bleistift oder Rotstift.
- Verwenden Sie kein eigenes Papier. Bei Bedarf bekommen Sie Papier bei der Klausuraufsicht.
- Schreiben Sie auf jedes Blatt (auch auf das Konzeptpapier) in Blockschrift Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer.
- Bei mehreren präsentierten Lösungen wird die Aufgabe nicht gewertet! Streichen Sie daher bei Angabe mehrerer Lösungsansätze die nicht zu bewertenden Lösungen durch! Verwenden Sie kein Tipp-Ex.
- Abschreiben und abschreiben lassen oder Hilfe Dritter führt zum Nichtbestehen der Klausur.

Nachname: _____

Vorname: _____

Matrikelnummer: _____

Studiengang: _____

Aufkleber

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Σ
Punkte	15	10	10	20	15	20	90
Erreicht							

Aufgabe 1 (Multiple Choice)

[15 Punkte]

Bei den folgenden Fragen können keine, eine oder mehrere Antworten richtig sein. Kreuzen Sie die richtigen Antworten deutlich an.

(a) Wieviele Elemente hat die Boolesche Funktionsalgebra F_4 :

- ☐ 4
- ☐ 16
- ☐ 64
- ☐ 256

(b) Welche der folgenden Booleschen Funktionen sind assoziativ?

- ☐ AND
- ☐ NAND
- ☐ OR
- ☐ XOR

(c) Welche Aussagen sind bzgl. der *One-hot* Zustandskodierung richtig:

- ☐ Es werden jeweils zwei Flip-Flops für die Kodierung eines Zustandes verwendet.
- ☐ Jedem Zustand entspricht genau ein Flip-Flop.
- ☐ Die One-hot Kodierung benötigt im allgemeinen mehr Flip-Flops als die binäre Kodierung.

NAME:

Matrikelnummer:

(d) In VHDL bedeutet der Wert 'Z' eines Signals vom Datentyp `std_logic`

- ☐ zero
- ☐ hochohmig
- ☐ unbekannt

(e) Wie bezeichnet man die Mikroprogramm-Technik, bei der für jedes benötigte Steuersignal ein Bit in der Mikroinstruktion vorgesehen wird?

- ☐ horizontale Mikroprogrammierung
- ☐ diagonale Mikroprogrammierung
- ☐ vertikale Mikroprogrammierung

Aufgabe 2 (Strukturelle Modellierung mit VHDL)

[10 Punkte]

Abbildung 1 zeigt eine einfache Schaltung bestehend aus einem D-Flip-Flop und einem AND-Gatter.

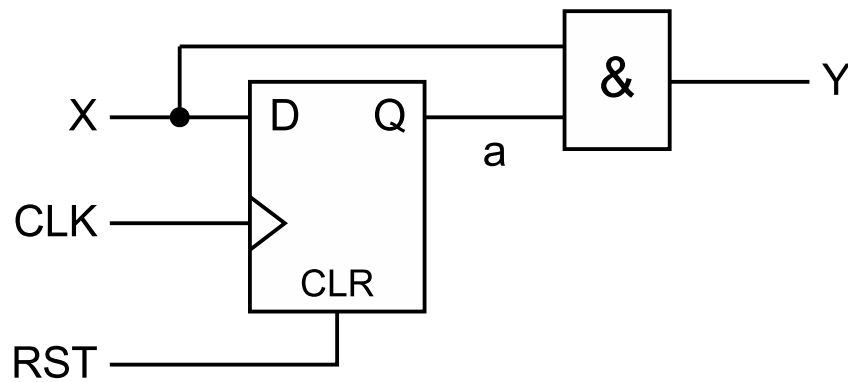


Abbildung 1: Schaltung.

- (a) Vervollständigen Sie die Signalverläufe des Flip-Flop Ausgangs **a** und des Ausgangssignals **Y** der Schaltung aus Abbildung 1 (ohne Berücksichtigung von Verzögerungszeiten).

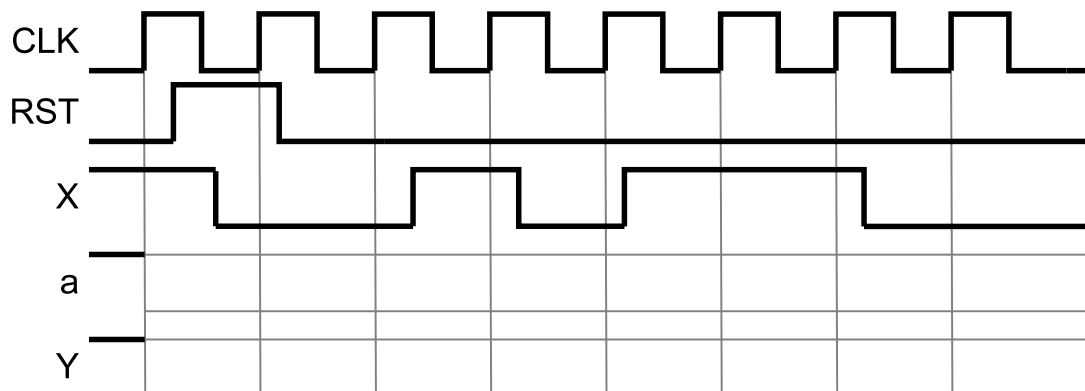


Abbildung 2: Waveform für die Schaltung aus Abbildung 1.

NAME: _____ Matrikelnummer: _____

Matrikelnummer: _____

(b) Die Schaltung aus Abbildung 1 soll nun in VHDL modelliert werden. Vervollständigen Sie das Code-Fragment für die Entity *myCircuit* und die zugehörige Architecture *myArch*.

Entity myCircuit

```
entity myCircuit is
  port (
```

```
end entity myCircuit;
```

```
architecture myArch of myCircuit is
```

begin

$$Y \leq \underline{\hspace{10cm}}$$

```
myff : process( _____ )
begin
```

```
end process;
end architecture myArch;
```

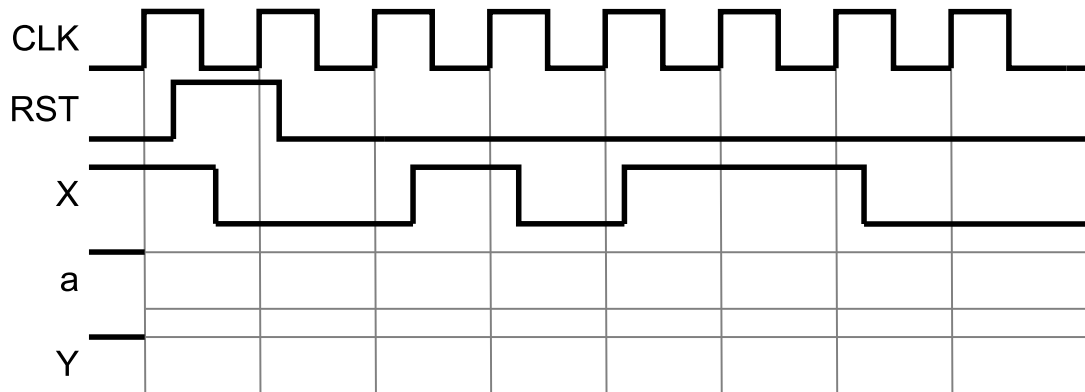


Abbildung 3: Waveform für die Schaltung aus Abbildung 1. (Ersatz)

Entity myCircuit (Ersatz)

```
entity myCircuit is
  port (
```

```

    _____
    _____
    _____);
```

```
end entity myCircuit;
```

```
architecture myArch of myCircuit is
```

```
begin
```

```
Y <= _____
```

```
myff : process( _____ )
```

```
begin
```

```

    _____
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____
    _____
```

```

  end process;
end architecture myArch;
```

NAME:

Matrikelnummer:

Aufgabe 3 (Boolesche Funktionen)

[10 Punkte]

Zeigen Sie, dass $f(a, b, c, d) = \sum(1, 4, 6, 7, 9, 12, 14)$ und die Schaltung in Abbildung 3 dieselbe Logikfunktion beschreiben. Beschreiben Sie kurz den Ansatz, den Sie für die Lösung der Aufgabe wählen, und kommentieren Sie die einzelnen Schritte des Lösungswegs.

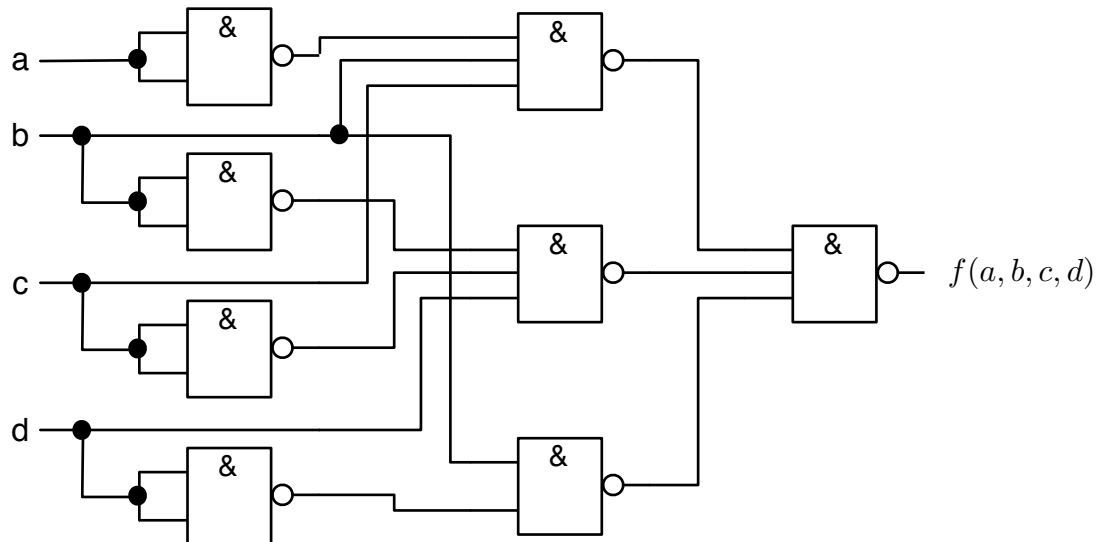


Abbildung 4: Schaltung

NAME:

Matrikelnummer:

Aufgabe 4 (Zustandsminimierung)

[20 Punkte]

Abbildung 5 zeigt einen Moore-Automatengraph eines sehr einfachen Fahrscheinautomaten. Der Fahrscheinautomat akzeptiert drei verschiedene Münzen $\{M1, M2, M3\}$. Ist der korrekte Fahrpreis bezahlt, kann der Kunde über eine Taste den Fahrschein anfordern, was durch das Eingabesymbol *TICKET* repräsentiert wird. Ist der Fahrschein aus dem Automaten entnommen, wird das Eingabesymbol *TAKEN* gesetzt und der Automat springt in den Zustand *IDLE*.

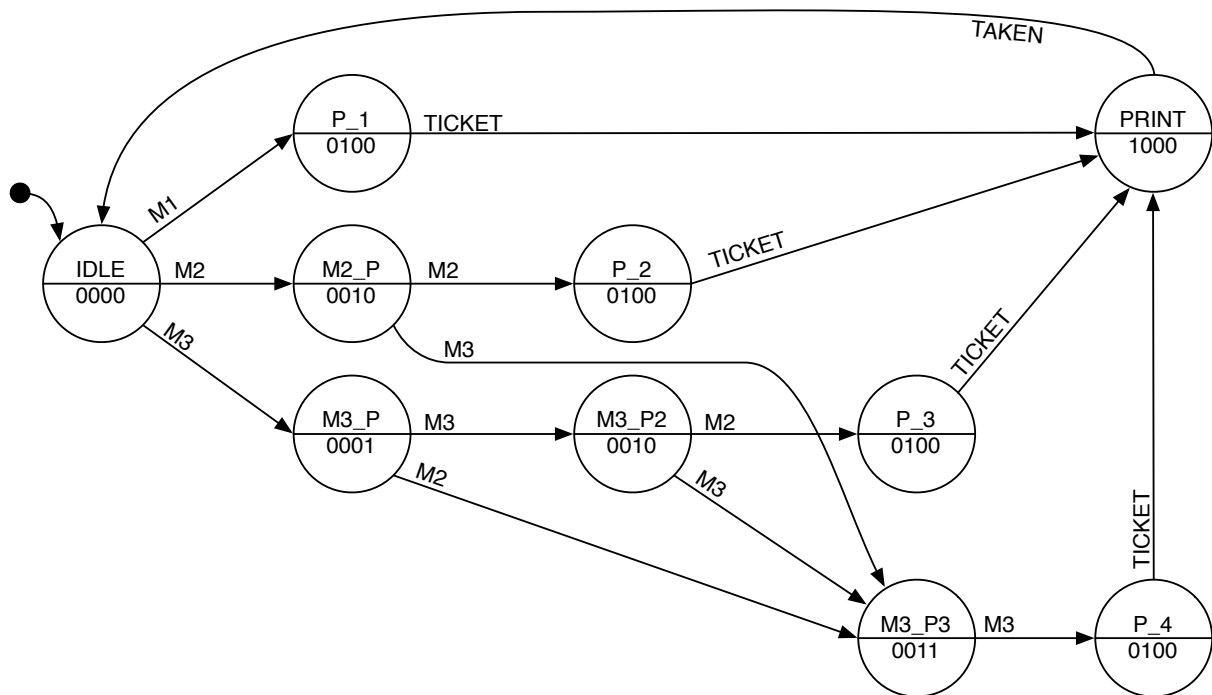


Abbildung 5: Moore-Automatengraph des Fahrscheinautomaten

Der Moore-Automat ist **nicht vollständig**. Gehen Sie davon aus, dass nur die Eingabesymbole auftreten können, für die in dem jeweiligen Zustand eine Transition besteht.

NAME:

Matrikelnummer:

- (a) Füllen Sie die Automatentafel für den Moore-Automaten aus. Für Eingabesymbole, auf die in einem Zustand keine Transition definiert ist, tragen Sie bitte im Folgezustand das Symbol **X** ein.

	μ	$M1$	$M2$	δ $M3$	<i>TICKET</i>	<i>TAKEN</i>

- (b) Führen Sie eine Zustandsminimierung nach Ginsburg/Huffman durch. Beachten Sie, dass es sich bei dem angegebenen Automaten um einen nicht-vollständigen **Moore-Automaten** handelt.

- (i) Nach welchem Kriterium müssen Sie die erste Partitionierung vornehmen?

- (ii) Schreiben Sie den Automaten sortiert nach Ihrem Partitionierungskriterium erneut in die gegebene Automatentafel und geben Sie die Äquivalenzklassen an:

	μ	$M1$	$M2$	δ $M3$	<i>TICKET</i>	<i>TAKEN</i>

NAME:

Matrikelnummer:

- (iii) Führen Sie nun die Minimierung nach Ginsburg/Huffman zu Ende und schreiben Sie Ihren minimierten Automaten in die gegebene Automatentafel (auf der nächsten Seite).

	μ	$M1$	$M2$	δ $M3$	<i>TICKET</i>	<i>TAKEN</i>

Ihr minimierter Automat:

	μ	$M1$	$M2$	δ $M3$	$TICKET$	$TAKEN$

(iv) Zeichnen Sie den minimierten Moore-Automaten in das unten gegebene Feld.

NAME:

Matrikelnummer:

Aufgabe 5 (Zahlendarstellungen)

[15 Punkte]

- (a) Gegeben seien zwei 4-Bit Zahlen $x = 1101_2$ und $y = 0010_2$ in Einerkomplementdarstellung. Geben Sie das Ergebnis der Addition $z = x + y$ in Dezimaldarstellung (Vorzeichen, Betrag) an.

$$\begin{array}{r} 1101 \\ + 0010 \\ \hline \end{array}$$

$$z = \underline{\hspace{2cm}} \quad 10$$

- (b) Gegeben seien wiederum die 4-Bit Zahlen aus Aufgabenteil a), diesmal jedoch in Zweierkomplementdarstellung. Geben Sie wiederum das Ergebnis der Addition in Dezimaldarstellung (Vorzeichen, Betrag) an.

$$\begin{array}{r} 1101 \\ + 0010 \\ \hline \end{array}$$

$$z = \underline{\hspace{2cm}} \quad 10$$

- (c) Gegeben sei eine 3-stellige Zahl $x = bb_{12}$. Geben Sie die Zahl im Dezimalsystem an.

$$x = \underline{\hspace{2cm}} \quad 10$$

- (d) Gegeben sei eine 6-stellige Zahl $x = 127776_8$. Geben Sie die Zahl zur Basis 16 an.

$$x = \underline{\hspace{2cm}} \quad 16$$

NAME:

Matrikelnummer:

(e) Gegeben sei eine 5-stellige Zahl $x = 54321_9$. Geben Sie die Zahl zur Basis 3 an.

$x =$ _____ 3

(f) Gegeben sei folgender Dezimalbruch $x = \frac{34375}{10000}_{10}$. Geben Sie die Zahl im Binärformat an.

$x =$ _____ 2

Aufgabe 6 (RTL-Entwurf)

[20 Punkte]

Abbildung 6 zeigt einen sequentiellen Prioritäts-Encoder. Die Schaltung besitzt drei Eingänge (X, CLK und START) und drei Ausgänge (DONE, IA und Z).

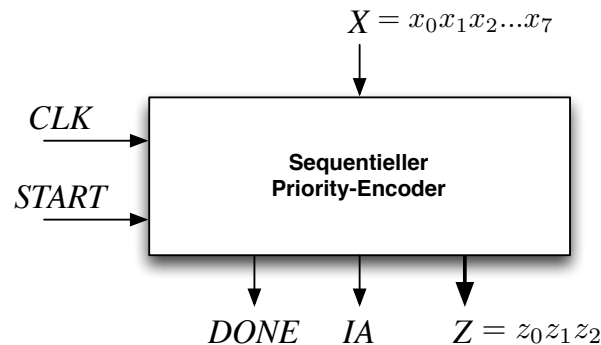


Abbildung 6: Prioritäts-Encoder

- Am Eingang X wird der zu enkodierende Wert angelegt, wobei x_0 das höchstwertige und x_{n-1} das niedrigstwertige Bit darstellt.
- Das START-Signal signalisiert, dass am Eingang X ein gültiges Wort anliegt und startet die Berechnung.
- Der Ausgang DONE signalisiert das Ende der Berechnung und ein gültiges Ergebnis an den Ausgängen Z und IA.
- Der Ausgang Z enkodiert die Position des höchstwertigen gesetzten Bits von X.
- Um den Fall zu erkennen, dass alle Bits von X Null sind, existiert ein IA-Ausgang (*input active*), der in diesem Fall auf Eins gesetzt wird und ansonsten Null ist.

Um die Position des höchstwertigen gesetzten Bits zu ermitteln, betrachtet der sequentielle Prioritäts-Encoder nacheinander alle Bits von X, beginnend mit x_0 , bis entweder ein gesetztes Bit gefunden wird oder alle Bits durchlaufen sind.

Abbildung 7 zeigt Teile der Realisierung eines solchen Prioritäts-Encoders, bestehend aus einem Controller mit den Eingängen START, IN, und STOP und den Ausgängen CLEAR, COUNT, DONE und IA, einem Zähler mit synchronem Rücksetzeingang RESET, Enable-Eingang EN, Zählwertausgang VALUE und Überlaufanzeige OVER, sowie einem 8-zu-1 Multiplexer.

Der Controller hat die Aufgabe, die Signale DONE und IA-Signal zu setzen und mittels der Signale CLEAR und COUNT den Datenpfad zu steuern. Bei einem eingehenden STOP-Signal soll die Berechnung beendet werden.

- (a) Vervollständigen Sie das Blockschaltbild des Prioritäts-Encoders, indem Sie die übrigen Ein- und Ausgänge der Komponenten miteinander und mit den Ein- und Ausgängen des gesamten Schaltbildes verbinden. Der Eingang CLK ist bereits angeschlossen und muss nicht mehr mit den Komponenten verbunden werden.

NAME:

Matrikelnummer:

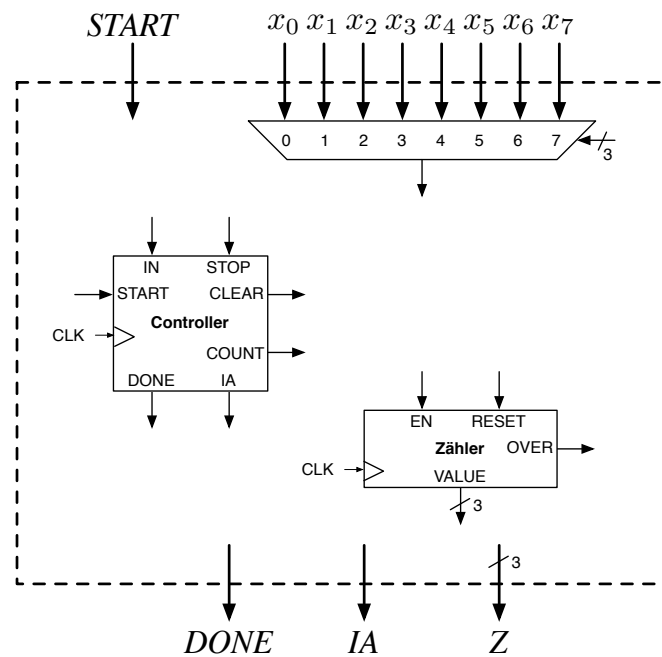


Abbildung 7: Blockschaltbild des Prioritäts-Enkoders

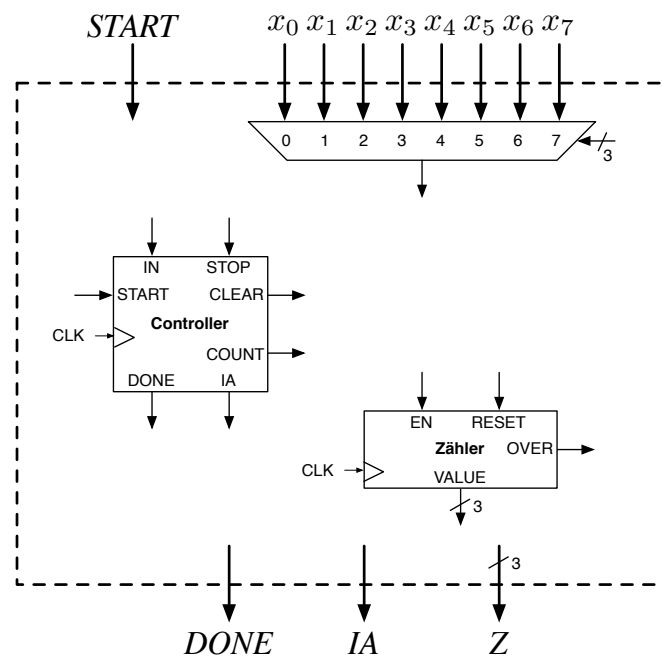


Abbildung 8: Blockschaltbild des Prioritäts-Enkoders (Ersatzdiagramm)

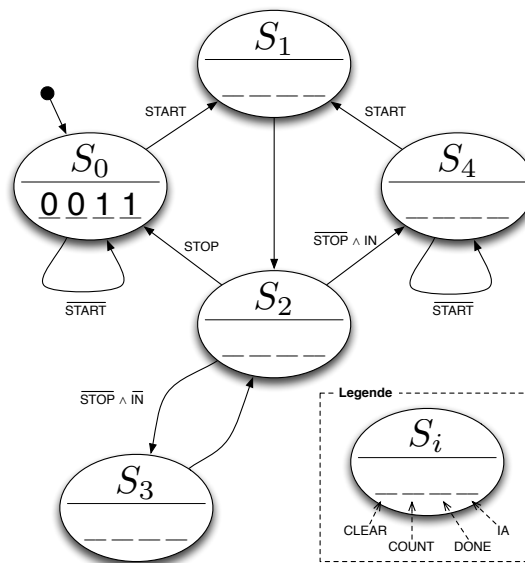


Abbildung 9: Zustandsautomatengraph des Controllers

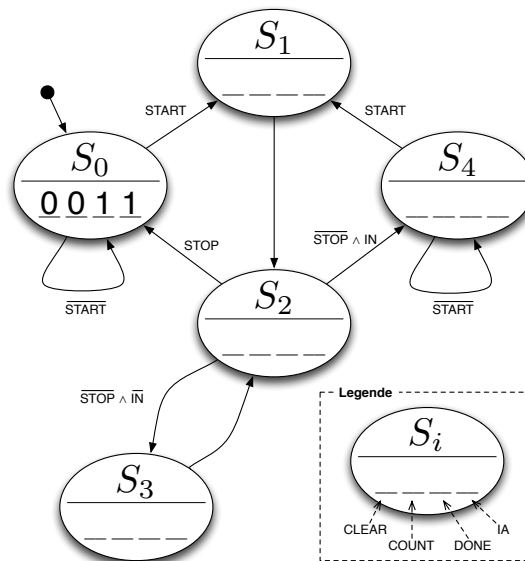


Abbildung 10: Zustandsautomatengraph des Controllers (Ersatzdiagramm)

Abbildung 9 zeigt den Moore-Zustandsautomaten des Controllers. Dieser besitzt die Eingänge START, IN und STOP sowie die Ausgänge CLEAR, COUNT, DONE und IA.

- (b) Vervollständigen Sie den Automatengraphen des Controllers, indem Sie die Ausgangssignale in den Zuständen beschriften, so dass der Automat den Datenpfad aus Abbildung 7 korrekt steuert.
- (c) Skizzieren Sie den Ablauf einer Berechnung des Prioritäts-Enkoders, indem Sie Tabelle 1 vervollständigen. Stellen Sie dabei das Signal Z in dezimaler Schreibweise dar. Verwenden Sie das Symbol 'X' für irrelevante oder unbekannte Signalwerte.

NAME:

Matrikelnummer:

Takt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Zustand	S_0	S_1								
START	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X	00010110									
CLEAR	0									
COUNT	0									
DONE	1									
IA	1									
Z	X									
STOP	X									
IN	X									

Tabelle 1: Berechnungssequenz des Prioritäts-Enkoders

Takt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Zustand	S_0	S_1								
START	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X	00010110									
CLEAR	0									
COUNT	0									
DONE	1									
IA	1									
Z	X									
STOP	X									
IN	X									

Tabelle 2: Berechnungssequenz des Prioritäts-Enkoders (Ersatz)

NAME:

Matrikelnummer:

Konzeptpapier: Falls der Platz unter den einzelnen Aufgaben nicht ausreicht, können Sie diese Seiten für Zwischenrechnungen nutzen. Bitte Lösung und Lösungsweg eindeutig mit der Aufgabennummer markieren!

Konzeptpapier: Falls der Platz unter den einzelnen Aufgaben nicht ausreicht, können Sie diese Seiten für Zwischenrechnungen nutzen. Bitte Lösung und Lösungsweg eindeutig mit der Aufgabennummer markieren!