

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
Lehrstuhl für Informatik 12
(Hardware-Software-Co-Design)
Universität Erlangen-Nürnberg

Klausur

Grundlagen der Technischen Informatik

26. Juli 2010

Name	
Matrikelnummer	
Studienrichtung	

Aufgabe	1	2	3	4	Σ
max. Punkte	20	20	20	20	80
erreichte Punkte					
Note					

Aufgabe 1 (Zahlensysteme)

(20 Punkte)

- a) Beschreiben Sie den allgemeinen Aufbau einer ganzen vorzeichenlosen Zahl N in einem polyadischen Zahlensystem. (2 Punkte)
- b) Es stehen 8 Bit zur Darstellung positiver und negativer ganzer Zahlen im Binärsystem zur Verfügung. Ergänzen Sie in der folgenden Tabelle für die drei verschiedenen Darstellungsarten ganzer Zahlen die Anzahl der Zahlen deren Wert strikt größer Null bzw. strikt kleiner Null sind sowie die Anzahl der Möglichkeiten um die Zahl Null darzustellen. (3 Punkte)

Darstellung	Anzahl Zahlen > 0	Anzahl Zahlen < 0	Darstellung(en) der Null
Vorzeichen-Betrag			
Einerkomplement			
Zweierkomplement			

- c) Konvertieren Sie die Zahlen $(101010)_2$ und $(3214)_5$ in das Dezimalsystem. (2 Punkte)
- d) Konvertieren Sie die Zahl $(60)_{10}$ in das Binärsystem. (1 Punkt)
- e) Die Formel aus Aufgabe a) lässt sich auch auf Festkommazahlen erweitern. Konvertieren Sie die Zahl $(101,111)_2$ in das Dezimalsystem. (2 Punkte)
- f) Konvertieren Sie $(1100\ 0010\ 1111\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000)$ aus der IEEE 754-Gleitkommadarstellung in das Dezimalsystem. Geben Sie dabei den Lösungsweg explizit an, d.h., Vorzeichen der Gleitkommazahl, Wert der Mantisse, Wert des Exponenten, Wert des Exponenten bereinigt um den Bias und abschließend den Wert der Gleitkommazahl. (3 Punkte)
- g) Beantworten Sie folgende Auswahlfragen. Jede richtige Antwort ergibt einen Punkt, jede falsche Antwort führt zu einem Punktabzug, nicht beantwortete Fragen werden nicht gewertet, weniger als null Punkte sind nicht möglich. (3 Punkte)
- Die Zahl $(0,1)_{10}$ lässt sich ohne Rundungsfehler in die Gleitkommadarstellung nach IEEE 754 umwandeln. wahr falsch
 - Rundungsfehler bei der Umwandlung von Festkommazahlen vom Hexadezimalsystem ins Oktalsystem können vermieden werden. wahr falsch
 - Es treten keine Rundungsfehler bei der Umwandlung von ganzen Zahlen im Hexadezimalsystem in Zahlen zur Basis drei auf. wahr falsch
- h) Gegeben sei eine Recheneinheit (ALU) für vorzeichenbehaftete 4-stellige Binärzahlen in Zweierkomplement-Darstellung mit den Operationen $+$, $-$, $>$, \geq , $<$ und \leq sowie den Booleschen Verknüpfungen \wedge , \vee und \neg . Bei Addition und Subtraktion wird das Ergebnis der ALU als 4-stellige Binärzahl zurückgegeben. Ein Überlaufsflag für die Addition und Subtraktion wird nicht zurückgegeben. Geben Sie einen Test an, um zu entscheiden, ob bei der Addition von a und b mit Ergebnis s ein Überlauf aufgetreten ist (Alle Zahlen sind als vorzeichenbehaftete 4-stellige Binärzahlen im Zweierkomplement kodiert). Dem Test stehen die 9 Operationen der ALU, die Konstanten von -8 bis 7 , die drei Werte a , b und s , sowie beliebige Zwischenergebnisse zur Verfügung. (4 Punkte)

Ein solcher Test könnte beispielsweise wie folgt aussehen: $s \geq 7 \vee a > 2 \wedge (b \geq a)$

Aufgabe 2 (Schaltalgebra, Minimierung von Schaltfunktionen, CMOS) (20 Punkte)

- a) Erklären Sie den Begriff Primterm und nennen und erklären Sie die beiden Arten von Primtermen. (2 Punkte)

Gegeben ist die in nachfolgender Funktionstabelle definierte Schaltfunktion $f(a,b,c,d)$.

d	c	b	a	f
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	-
0	0	1	1	-
0	1	0	0	-
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	-
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

- b) Bestimmen Sie unter Zuhilfenahme der beiden obigen Symmetriediagramme alle Primterme der Schaltfunktion $f(a,b,c,d)$ und geben Sie deren schaltalgebraische Ausdrücke an. (4 Punkte)
- c) Bestimmen Sie, ausgehend von der gegebenen Funktionstabelle, die Primimplikanten mittels des Verfahrens von Quine/McCluskey. (4 Punkte)
- d) Bestimmen Sie alle kostenminimalen Lösungen des Überdeckungsproblems aus der Teilaufgabe c) mit Hilfe des Petrick-Verfahrens. (Minimierung der Anzahl der Literale zuzüglich Anzahl der Terme). Geben Sie zudem die resultierenden Disjunktiven Minimalformen an. (5 Punkte)
- e) Welche weiteren Möglichkeiten gibt es, ein Überdeckungsproblem zu lösen? (1 Punkt)
- f) Zur Bestimmung der DNF der Schaltfunktion $f(a,b,c,d)$ kann auch das Nelson-Verfahren verwendet werden. Student A hat dazu folgende Gleichung aufgestellt:

$$f(a,b,c,d) = d \cdot c \cdot b \cdot a + d \cdot \bar{b} + \bar{d} \cdot \bar{b} \cdot \bar{a}$$
Ist dieser Ansatz korrekt, oder liegen Fehler vor? Begründen Sie Ihre Antwort. (1 Punkt)
- g) Realisieren Sie die Schaltfunktion $g(a,b,c,d) = a \cdot b \cdot \bar{c} + \bar{a} \cdot \bar{b} + \bar{b} \cdot \bar{d} + b \cdot c \cdot d$ unter ausschließlicher Verwendung von NAND-Gattern mit drei Eingängen. (3 Punkte)

Aufgabe 3 (VHDL)

(20 Punkte)

In dieser Aufgabe soll ein synchron getaktetes Schaltwerk für die in Abbildung 1 dargestellte (Teil-)Steuerung einer Videokamera in VHDL beschrieben werden:

- Wenn das Gerät eingeschaltet wird, befindet sich der Steuerautomat im Zustand Stop
- Ansonsten funktioniert die Steuerung gemäß folgendem Zustandsdiagramm

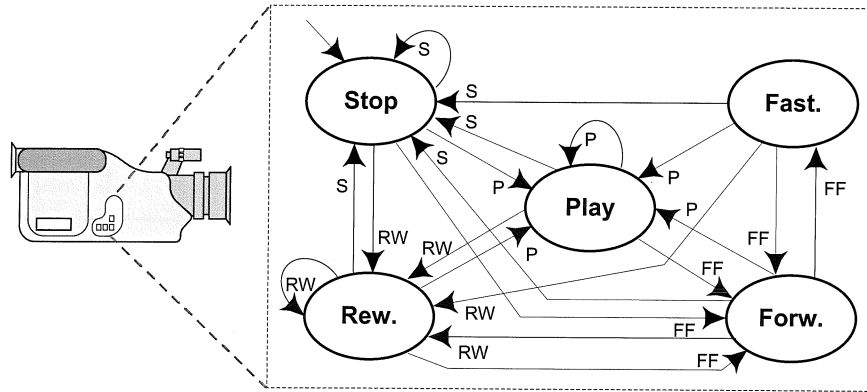


Abbildung 1: Automatengraph der Steuerung einer Videokamera (Teilfunktionalität).

- Geben Sie die Schnittstellenbeschreibung des abgebildeten Automaten in Form einer Entity in VHDL an. (3 Punkte)
Hinweis: Für die Schnittstellenbeschreibung ist es wichtig, dass der Automat als ein Medwedew-Automat entwickelt werden soll.
- Geben Sie eine Implementierung des Automaten (siehe Abbildung 1) in Form einer VHDL Architecture-Beschreibung an. (Die Verwendung von IEEE-Libraries kann weggelassen werden.) (15 Punkte)
- Zwischen welchen Arten von Signal-Verzögerung wird in VHDL jeweils unterschieden? (1 Punkt)
- Geben Sie zu jeder Verzögerungsart jeweils eine *kurze* Beschreibung der wichtigsten Eigenschaften an. (1 Punkt)

Aufgabe 4 (Automaten und Flipflops)

(20 Punkte)

Ihre Aufgabe besteht in dem Entwurf der Sendeeinheit einer Netzwerkkarte. Das zeitliche Verhalten der Schnittstelle ist in Abbildung 2 dargestellt. Eine schematische Übersicht der Sendeeinheit bestehend aus dem Schaltwerk und verschiedenen Registern finden Sie in Abbildung 3. Ein Sende-

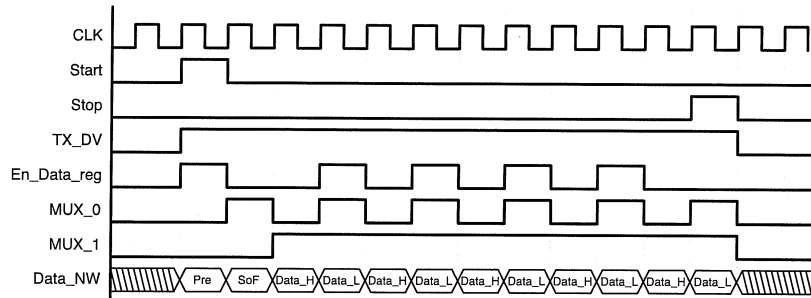


Abbildung 2: Zeitliches Verhalten der Sendeeinheit.

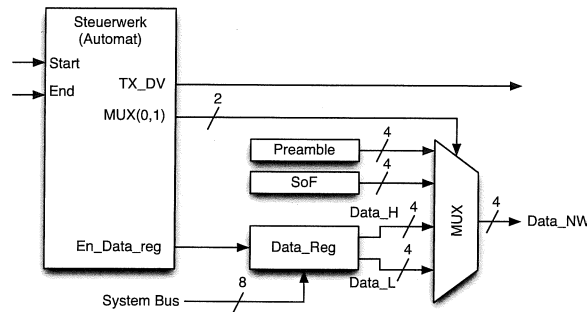


Abbildung 3: Steuerwerk und Register der Sendeeinheit.

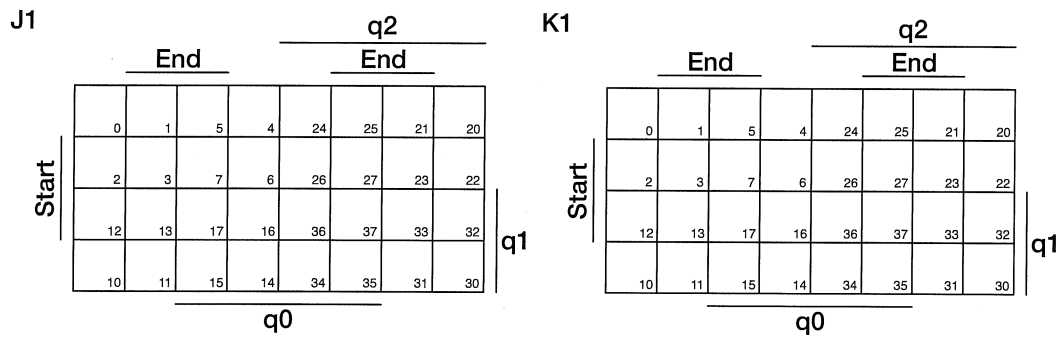
Tabelle 1: Kodierung der Ansteuerungssignale des Multiplexers.

Register	MUX_1	MUX_0
Preamble	0	0
SoF	0	1
Data_H	1	0
Data_L	1	1

vorgang wird über das Signal Start initiiert und über das Signal End wieder beendet. Die Gültigkeit eines Sendevorgangs wird dem Netzwerk durch das Signal TX_DV angezeigt. Die Datenschnittstelle der Netzwerkkarte zum Systembus ist acht (8) Bit breit, die Schnittstelle zum Netzwerk ist allerdings nur vier (4) Bit breit. Somit kann das Netzwerk pro Taktzyklus lediglich vier (4) Bit transportieren. Hierzu werden zu versendende Bytes zuerst im Datenregister Data_Reg gespeichert. Um ein neues Byte in einem Taktzyklus zu speichern, muss das Register in diesem Taktzyklus erst durch das Signal En_Data_reg aktiviert werden. Von dem Byte-Register aus werden die Daten auf zwei Datenpfade, Data_H und Data_L, aufgeteilt. Ein vom Schaltwerk zu steuernder Multiplexer selektiert, ob im aktuellen Takt der obere oder der untere Datenpfad ausgewählt wird. Der Multiplexer selektiert außerdem, ob auf dem Datenpfad zum Netzwerk, Data_NW, eine der beiden statischen Sequenzen Präambel oder SoF (Start of Frame), die in den Registern Preamble oder SoF gespeichert sind, ausgegeben wird. Die Ansteuerung des Multiplexers ist mit dem 2 Bit breiten Signal MUX realisiert und wie aus Tabelle 1 ersichtlich kodiert.

Ein Sendevorgang gestaltet sich nun wie folgt: Wenn das Signal Start auf 1 gesetzt wird, werden

- d) Übertragen Sie die Ansteuerfunktion für die JK-Flipflops zur Speicherung von q_1 in die nachfolgenden Symmetrie-Diagramme. (2 Punkte)



- e) Bilden Sie, basierend auf den obigen Symmetriediagrammen die disjunktiven Minimalformen (DMF) und tragen Sie Ihre Lösung in die vorgesehenen Zeilen ein. Verwenden Sie die Abkürzungen s für Start und e für End. (4 Punkte)

J1: _____

K1: _____

- f) Zeichnen Sie das Schaltwerk für die Ansteuerung von J1 und K1. (3 Punkte)