

Universität Erlangen-Nürnberg  
Technische Fakultät  
Lehrstuhl für Hardware-Software-Co-Design  
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich

# Klausur Technische Informatik 1

12. März 2007

Name	
Matrikelnummer	
Studienrichtung	

Aufgabe	1	2	3	4	$\Sigma$
max. Punkte	20	20	20	20	80
erreichte Punkte					
<b>Note</b>					

**Aufgabe 1 (Zahlendarstellungen)**

(20 Punkte)

Gegeben sei ein Abstandssensor, welcher Abstandswerte im Bereich von 0mm bis 5000mm erfassen kann. Ein Messwert steht am Sensorausgang als vorzeichenlose 16-

Messung Nr.	1	2	3
Display	80	1280	-25411
Abstand/mm	8,0	128,0	???,?

Bit Binärzahl  $k$  zu Verfügung, welche den Abstand  $d$  in 0,1mm Schritten darstellt, d.h.,  $d = k \cdot 0,1\text{mm}$ . Diesen Sensor schließen Sie an ein Display an, welches eine 16-Bit Zahl in Zweierkomplementdarstellung als Dezimalzahl anzeigt. Bei drei verschiedenen Messungen sind die in der Tabelle angegebenen Werte ermittelt worden.

- Welcher Wertebereich ist durch eine 16-Bit Zahl in Zweierkomplementdarstellung darstellbar? (1 Punkt)
- Was ist mit Messwert Nummer 3 passiert? Welchen Abstand in mm hat der Sensor in Messung Nr. 3 wirklich ermittelt? (3 Punkte)
- Welcher Wertebereich ist durch eine vorzeichenlose 16-Bit Zahl darstellbar? Würde diese Darstellung das Problem bei Messwert 3 lösen? (2 Punkt)

Im Folgenden sollen die codierten Messwerte durch Gleitkommazahlen dargestellt werden. Die Gleitkommazahl besteht aus 5 Bits zur Speicherung des Exponenten  $E$ , wobei der Bias 1 beträgt. Die Mantisse hat das Format  $(1, M)$  wobei nur  $M$  durch 10 Bit gespeichert wird. Auf die Darstellung eines Vorzeichens wird verzichtet (nur positive Zahlen).

- Welche Darstellung hat die Messung Nr. 2 mit  $k = 1280$  in obige Gleitkommadarstellung. (4 Punkte)
- Geben Sie die minimale Mantissenbreite an, mit der sich alle Zahlen aus Aufgabe c) darstellen lassen. (2 Punkte)

Der Sensor besitzt einen weiteren Ausgang, an welchem der Sensorwert in dreiwertiger Logik durch sog. Trits (ternary digit) codiert wird. Ein Trit kann die Werte  $\{0, 1, 2\}$  annehmen. Auch dieser Ausgang liegt in einem Gleitkommazahlenformat vor. Der Exponent ist durch 4 Trits codiert, wobei der Bias wieder 1 beträgt und die Mantisse besteht aus 7 Trits  $(0, M)$ .

- Wieviele Tritts werden zur Darstellung des Messbereichs minimal benötigt, wenn alle Messwerte in 0,1mm-Schritten fehlerfrei darstellbar sein sollen? (4 Punkte)
- Konvertieren Sie Messung Nr. 1 mit  $k = 80$  in das ternäre Gleitkommazahlenformat. (4 Punkte)

**Aufgabe 2 (Codierung)**

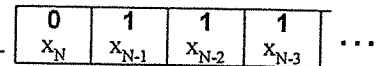
(20 Punkte)

Für das Alphabet  $\{A, B, C, D, E\}$  sind die in der Tabelle angegebenen Codierungen durch Verwendung des Huffman-Verfahrens bestimmt worden.

Zeichen	Codierung
A	1
B	00
C	010
D	0110
E	0111

- Wieviele Bits werden zur Speicherung der Zeichenfolge 'DECADE' benötigt, wenn die angegebene Huffman-Codierung verwendet wird? (1 Punkt)
- Geben Sie den Codierungsbaum zu der in der Tabelle gegebenen Huffman-Codierung an. (3 Punkte)
- In welchem Bereich liegt die Auftrittswahrscheinlichkeit für das Zeichen 'A'? (2 Punkte)
- In welchen Relationen steht die Auftrittswahrscheinlichkeit des Zeichens 'B' in Bezug zu den Auftrittswahrscheinlichkeiten des restlichen Alphabets? (3 P.)

Nehmen Sie an, dass der Eingangsdatenstrom für den Dekomprimierer bitseriell in einem unendlich langen Schieberegister vorliegt. Das jeweils nächste zu decodierende Zeichen beginnt linksbündig, also mit dem MSB ( $x_N$ ) des Schieberegisters, wie in der Abbildung für das Zeichen 'E' gezeigt. Es soll eine Funktion bestimmt werden, welche auswertet, um wieviele Bits das Schieberegister nach links geschoben werden muss, damit nach der Decodierung des aktuellen Zeichens das nächste Zeichen wieder linksbündig in dem Schieberegister steht.

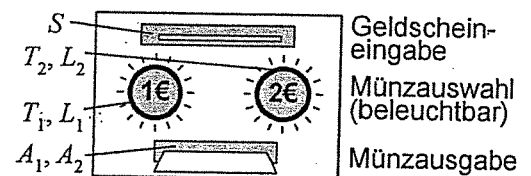


- Um wieviel verschiedene Werte muss der Schieberegisterinhalt schiebbar sein? Wieviele Bits werden zur Codierung dieser Werte minimal benötigt? (2 Punkte)
- Wieviele Bits des Schieberegisters (beginnend mit dem Bit  $x_N$ ) benötigt die Funktion minimal zur Ermittlung der Schiebedistanz? (1 Punkt)
- Geben Sie eine Funktionstabelle für die gesuchte Funktion an. (4 Punkte)
- Zeichnen Sie ein Schaltnetz, bestehend ausschließlich aus NOR-Gattern mit 2 Eingängen, welches feststellt, ob sich linksbündig im Schieberegister das Zeichen 'D' befindet. (4 Punkte)

### Aufgabe 3 (Automaten)

(20 Punkte)

In einem Waschsalon steht ein Wechselautomat, welcher einzelne Geldscheine zu 5 Euro in Münzen wechseln kann. Nachdem ein Geldschein eingeschoben wurde, kann der Benutzer solange durch Drücken der Wahl-taster einzelne Münzen zu 1 oder 2 Euro anfordern, bis die 5 Euro komplett gewechselt sind. Das Drücken eines Tasters wird dem Steuerwerk für genau einen Taktzyklus angezeigt ( $T_1, T_2 = 1$ ). Ein gleichzeitiges Drücken beider Wahl-taster soll den Auswurf einer Ein-Euromünze bewirken. Ebenso wird ein erkannter Fünf-Euroschein dem Steuerwerk für einen Taktzyklus angezeigt ( $S = 1$ ). Zur Münzausgabe werden die Ausgänge  $A_1$  für 1 Euro bzw.  $A_2$  für 2 Euro für einen Taktzyklus aktiv geschaltet ( $A_1, A_2 = 1$ ). Die Ausgabe startet unmittelbar mit dem Drücken eines Tasters.



Ein neuer Geldschein kann jederzeit eingeschoben werden. Der Automat kann aber aufgrund interner Konstruktion nur ein Guthaben von 7 Euro (einschließlich) speichern. Bei übertreten dieses Guthabens durch entsprechende Scheineingaben, wird also das intern gespeicherte Guthaben auf 7 Euro begrenzt, Der Automat behält also die Differenz zu 7 Euro ein. Wird gleichzeitig Geld eingegeben und eine Ausgabeta-ste gedrückt, so soll in diesem Takt keine Geldausgabe erfolgen. Die Münz-auswahl-taster sind einzeln beleuchtbar und signalisieren dem Benutzer ob noch eine Münze zu 1, bzw. 2 Euro angefordert werden kann ( $L_1, L_2 = 1$ ).

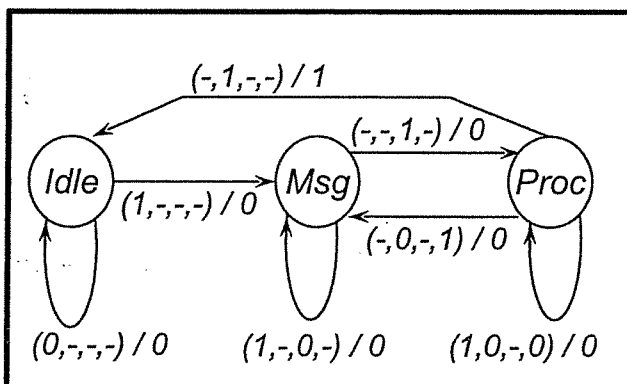
- Um welchen Automatentyp handelt es sich? (1 Punkt)
- Zeichnen Sie den Automatengraphen. (8 Punkte)
- Wieviele Bits sind minimal zur Codierung der Zustände erforderlich? (1 Punkt)
- Wieviele Bits sind minimal zur Codierung der Ausgabe erforderlich? (1 Punkt)
- Geben Sie eine 5-Bit breite Zustandskodierung an ( $s_4, s_3, s_2, s_1, s_0$ ), bei welcher das Zustandsbit  $s_1$  direkt zur Ansteuerung der Lampe  $L_1$  im Taster  $T_1$  und entsprechend  $s_2$  zur Ansteuerung von  $L_2$  verwendet werden kann. (4 Punkte)
- Bestimmen Sie eine disjunktive Minimalform zur Ansteuerung des Ausgangs  $A_2$  des Automaten unter Verwendung eines Symmetriediagramms. Gehen Sie dabei von einer Zustandskodierung mit minimaler Anzahl Bits aus und berücksichtigen Sie von der Eingabe nur den Taster  $T_2$ . (5 Punkte)

**Aufgabe 4 (VHDL)**

(20 Punkte)

In dieser Aufgabe soll ein synchrones Kommunikationssystem zwischen zwei Teilnehmern betrachtet werden. Auf der Senderseite sei das folgende einfache Kommunikationsprotokoll gegeben:

- Wenn der Sender im Zustand *idle* ist und eine zu versendende *Nachrichte* *ankommt* ( $a = '1'$ ), dann wird sie verarbeitet, ansonsten geht sie verloren.
- Auf *Anforderung*, die *Nachrichte* zu *übertragen* ( $s = '1'$ ), wird eine Kopie der *Nachrichte* gespeichert und mit der *Übertragung* der *Nachrichte* begonnen. Gleichzeitig wird ein *Timer* (als *Zähler* implementierbar) gesetzt, um festzustellen, ob die *Nachrichte* innerhalb von 1000 Taktzyklen *übertragen* wurde, was durch eine *Empfangsbestätigung* angezeigt wird ( $r = '1'$ ).
- Falls eine *Bestätigung* empfangen wird, wird die *Nachrichte* gelöscht.
- Falls der *Timer* abgelaufen ist ( $t = '1'$ ), wird die *Nachrichte* auf *Anforderung* erneut *übertragen*.
- Eine *Nachrichte* ist jeweils ein *Byte* groß (8 Bit) und wird von extern dem *Sendemodul* übergeben.

Kodierung: $(a, r, s, t) / \text{Transfer\_Erfolgreich}$ Intern:*Idle* : Sender ist *idle**Msg* : zu *übertragende Nachricht* vorhanden*Proc* : *Nachrichte* wird *übertragen**t* : *Timer* abgelaufenExtern:*a* : *Nachrichte* kommt an*r* : *Bestätigung* empfangen*s* : *Anforderung*, *Nachrichte* zu *übertragen*Ausgabe: *Transfer\_Erfolgreich**Nachrichte* wurde *erfolgreich* *übertragen*

- Geben Sie die Schnittstellenbeschreibung der Sende-Einheit (siehe Abbildung) in Form einer Entity in VHDL an. Berücksichtigen Sie hierbei zusätzlich die Signale *Nachrichte\_Eingang* und *Nachrichte\_Sendeausgang*, die die eigentliche zu *übertragende Nachricht* darstellen und das Signal *Transfer\_Erfolgreich*, welches angibt, ob die *Nachrichte* *erfolgreich* *übertragen* wurde. (6 Punkte)
- Geben Sie eine Implementierung der Sende-Einheit (siehe Abbildung) in Form einer VHDL Architecture-Beschreibung an. Sie können dafür das vorgegebene Gerüst auf dem beigefügten Blatt verwenden (dieses Blatt bitte vor Benutzung mit Ihrem Namen und Matr.-Nr beschriften). (12 Punkte)
- Geben Sie eine Möglichkeit an, wie der Sende-Einheit der Initialwert für den *Timer* übergeben werden kann. Geben Sie nun die modifizierte Entity des Sende-Moduls an! (2 Punkte)

Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

## Vorgabe zu Aufgabe 4 b)

```
1  architecture implementierung of sender is
2      -- Interne Signale z.B.:
3      signal ..... :std_logic_vector(... downto ...);
4      signal ..... :std_logic_vector(... downto ...);
5      signal ..... :std_logic;

6      -- Zustaende:
7      type ..... is (.....);
8      signal ..... :.....;
9

10     begin
11     FSM :process(.....)
12     .....
13     .....

14     begin
15     if .....
16         .....
17         elsif .....
18             .....
19             case .....

18         end case;
19     end if;
20 end process FSM;
21 end architecture implementierung;
```