

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

# Klausur Technische Informatik 1

22. März 2006

Name	
Matrikelnummer	
Studienrichtung	

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

**Aufgabe 1 (Zahlendarstellung)**

(20 Punkte)

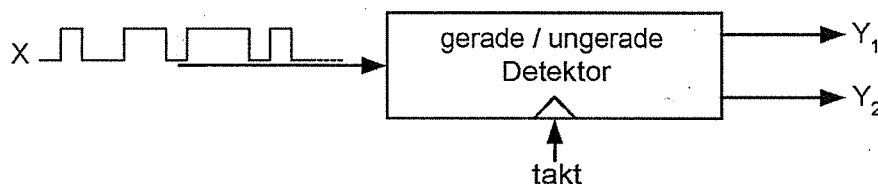
Zur Lösung der folgenden Teilaufgaben sind stets alle Berechnungen und Lösungswege vollständig anzugeben.

- a) Konvertieren Sie die Zahl  $8526_{(10)}$  in eine 7-adische Zahl ( $x_{(7)}$ ). (3 Punkte)
- b) Berechnen Sie  $10_{(7)} - 10_{(10)}$  im Binärsystem, und geben Sie das Ergebnis im Einerkomplement als 8-Bit Zahl an. (4 Punkte)
- c) Wieviele Stellen braucht man im Binärsystem, damit die Zahl  $n_{(10)}$  bei Verwendung des Zweierkomplements darstellbar ist (Begründung). (5 Punkte)
- d) Multiplizieren Sie die folgenden 16-Bit Gleitkommazahlen unter Beibehaltung der Gleitkommadarstellung:  
 $x_1 = 1100010000110000$   
 $x_2 = 1011110110011001$   
 Die Bestandteile der Gleitkommazahlen sind in der Reihenfolge *Vorzeichen* (1 Bit), *Exponent* (7 Bit), *Mantisse* (8 Bit) gegeben (von links).  
 Der Bias beträgt 63. (8 Punkte)

**Aufgabe 2 (Steuerwerksentwurf)**

(20 Punkte)

Entwerfen Sie ein synchron getaktetes Schaltwerk, das ermittelt, ob die Anzahl von Einsen in einer bitseriellen Folge ( $X$ ) von einzelnen Bytes gerade ( $Y_1 = 1$ ) oder ungerade ( $Y_2 = 1$ ) ist. Die Ausgabe soll im gleichen Takt des Einlesens des letzten



Bits obige Werte annehmen. In allen anderen Takten soll die Ausgabe für  $Y_1$  und  $Y_2$  den Wert 0 besitzen. Das Schaltwerk soll sofort und ohne Unterbrechung nach der Ausgabe mit der Verarbeitung des nächsten Bytes beginnen.

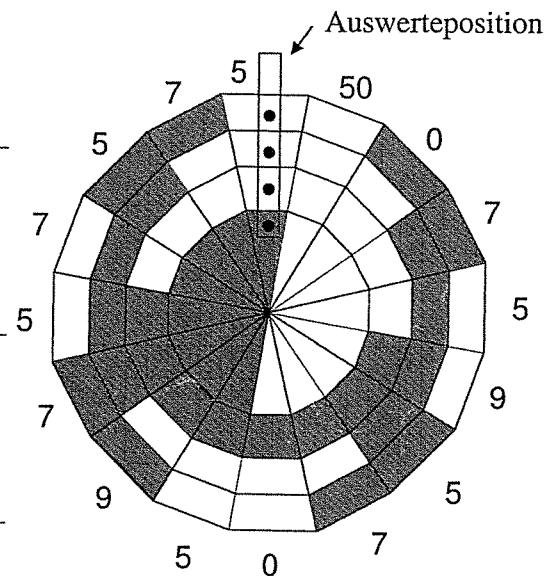
- a) Um welchen Automatentyp handelt es sich? (1 Punkt)
- b) Geben Sie einen Automatengraphen für einen Automaten mit obigem Verhalten an. (6 Punkte)
- c) Geben Sie eine zu b) passende Automatentafel an. (4 Punkte)
- d) Wieviele Zustandsbits sind zur Codierung der Zustände notwendig? (1 Punkt)
- e) Geben Sie eine geeignete Codierung an und bestimmen Sie die Überföhrungsfunktion der Zustände unter der Verwendung von vorderflankengetakteten T-Flipflops. (4 Punkte)
- f) Bestimmen Sie eine minimale zweistufige Realisierung der Schaltnetze für  $Y_1$  und  $Y_2$  und zeichnen Sie diese Schaltnetze. (4 Punkte)

**Aufgabe 3 (Logikminimierung)**

(20 Punkte)

Als Hauptattraktion eines Kindergeburtstages soll ein "Glücksrad"-Gewinnspiel veranstaltet werden, für welches Sie eine Gewinnanzeige entwickeln sollen. Neben mehreren Gewinnfeldern im Wert von 5, 7 und 9 Cent, besitzt das Glücksrad ein Feld mit dem Hauptgewinn (50 Cent) und eine Reihe von "Aussetzen"-Feldern (0 Cent). Das Glücksrad ist, wie in der Abbildung gezeigt, in 16 gleichgroße Felder aufgeteilt und entsprechend beschriftet. Die Felder sind durch einen 4-Bit breiten zyklischen Gray-Code ( $a, b, c, d$ ) codiert, welcher an der Position der Auswertung abgetastet wird. Zur Anzeige des Gewinns in Cent verwenden Sie eine zweistellige Anzeige ( $y_7, y_6, y_5, y_4, y_3, y_2, y_1, y_0$ ), welche durch eine BCD-Zahlendarstellung angesteuert wird.

Eingänge				Anzeige	Zehner				Einer			
$a$	$b$	$c$	$d$		$y_7$	$y_6$	$y_5$	$y_4$	$y_3$	$y_2$	$y_1$	$y_0$
0	0	0	0	50								
0	0	0	1	0								
0	0	1	1	7								
0	0	1	0	5								
0	1	1	0	9								
0	1	1	1	5								
0	1	0	1	7								
0	1	0	0	0								
1	1	0	0	5								
1	1	0	1	9								
1	1	1	1	7								
1	1	1	0	5								
1	0	1	0	7								
1	0	1	1	5								
1	0	0	1	7								
1	0	0	0	5								



- Warum bietet sich ein zyklischer Gray-Code in diesem Fall an? (2 Punkte)
- Vervollständigen Sie die gegebene Funktionstabelle für die 8 Ansteuersignale ( $y_7, y_6, y_5, y_4, y_3, y_2, y_1, y_0$ ) der Anzeige aus den Eingängen ( $a, b, c, d$ ). (1 Punkt)
- Bestimmen Sie die Disjunktive Normalform (DNF) für das Steuersignal  $y_6$ . (1 Punkt)
- Ermitteln Sie eine Konjunktive Minimalform (KMF) für das Steuersignal  $y_0$  mit Hilfe eines Symmetriediagramms. (4 Punkte)
- Bestimmen Sie eine Disjunktive Minimalform (DMF) für das Steuersignal  $y_2$  mit Hilfe des Nelson/Patrick-Verfahrens. (7 Punkte)
- Für die Ansteuerfunktion  $y_3$  stehen Ihnen nur noch 2:1-Multiplexer zur Verfügung. Entwerfen und zeichnen Sie ein entsprechendes Quellenauswahlnetz. (5 Punkte)

**Aufgabe 4 (VHDL)**

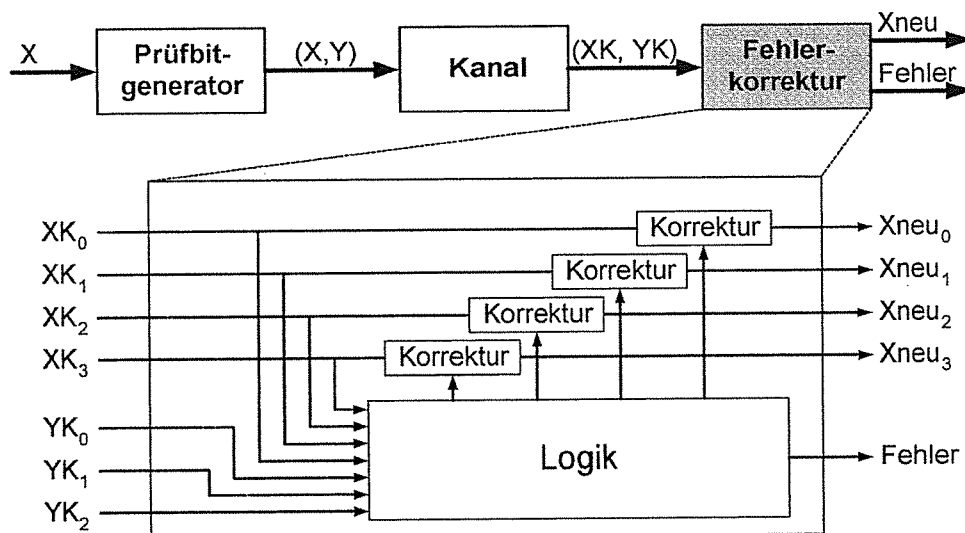
(20 Punkte)

Implementieren Sie für das unten gezeigte Kommunikationssystem die Fehlerkorrektureinheit. Der 4 Bit breite Eingang  $X = (X_0 \dots X_3)$  wird in diesem System zunächst durch eine 3 Bit breite Prüfsumme  $Y = (Y_0 \dots Y_2)$  zu einem Hamming-Code ergänzt und von dem Kanal übertragen. Das Ergebnis der Übertragung  $(XK_0 \dots XK_3, YK_0 \dots YK_2)$  wird anschließend von der Fehlerkorrektureinheit ausgewertet und bei Bedarf korrigiert, so dass am Ausgang  $(X_{neu_0} \dots X_{neu_3})$  der ursprüngliche Wert des Eingangs anliegt. Zusätzlich besitzt die Fehlerkorrektureinheit noch einen Ausgang *Fehler*, der genau dann eine logische 1 liefert, wenn ein Übertragungsfehler erkannt wurde. Die einzelnen Prüfbits berechnen sich wie folgt:

$$Y_0 = X_3 \oplus X_1 \oplus X_0,$$

$$Y_1 = X_3 \oplus X_2 \oplus X_0,$$

$$Y_2 = X_3 \oplus X_2 \oplus X_1.$$



- Wie viele Fehler können pro übertragenem Wort  $X$  in dem beschriebenen Kommunikationssystem korrigiert werden? (1 Punkt)
- Was muss bei einem Fehler, der sich nur auf der Leitung  $XK_3$  befinden soll, in dem entsprechenden 'Korrektur'-Block erfolgen?  
Wodurch wird dieser Fehler erkannt? (3 Punkte)
- Geben Sie die Schnittstellenbeschreibung der Fehlerkorrektureinheit in Form einer Entity in VHDL an. (2 Punkte)
- Geben Sie eine Implementierung des 'Logik'-Moduls in Form einer VHDL-Architecture an (siehe Abbildung). (6 Punkte)
- Geben Sie eine strukturelle Implementierung der Fehlerkorrektureinheit an, welche das Modul aus Aufgabenteil d) benutzt. (4 Punkte)
- Was müssten Sie in dem 'Logik'-Modul aus Aufgabenteil d) ändern, um nun ausschließlich Fehler zu erkennen? Wie viele Fehler können dann bei der angegebenen Codierung erkannt werden? (4 Punkte)