

### Aufgabe 1 (Codierung und Fehlerkorrektur) (20 Punkte)

In einem Atomkraftwerk sei der von einem Sensor bestimmte unkritische Temperaturwert eines Kühlwasserkreislaufs mit 01010 codiert. Dieser Wert wird einem Leitstand übertragen. Es gibt nur eine weitere gleich lange Codierung, mit welcher der Sensor dem Leitstand signalisiert, dass die Temperatur einen kritischen Wert erreicht hat.

#### Aufgaben:

- Welche maximale Hammingdistanz kann bei dieser Codierung erreicht werden? Wie lautet dann die Codierung, die bei einem kritischen Temperaturwert gesendet wird? (2 Punkte)
- Geben Sie alle möglichen Varianten an, die zur Fehlererkennung und Fehlerkorrektur bei der in a) bestimmten Hammingdistanz genutzt werden können. (3 Punkte)
- Was liefert der Empfänger im Leitstand bei der empfangenen Sequenz 00000 für die jeweils in b) bestimmten Varianten? (Codierung bzw. Fehlermeldung)? (3 Punkte)
- Nun sollen die beiden Zustände des Temperatursensors nur noch durch ein Bit repräsentiert werden. Wie viele Prüfstellen sind dann erforderlich, damit die Leitstelle einen Fehler gerade noch korrigieren kann, wenn ein entsprechender Hammingcode verwendet wird (bitte auch begründen)? Wie sieht in diesem einfachen Fall der Prüfbitgenerator aus? (3 Punkte)
- Stellen Sie in einer Tabelle alle möglichen Kombinationen von empfangenen Bits (Informationsstelle und Prüfstelle(n)) auf. Geben Sie jeweils an, wie viele Einzelbitfehler bei der Übertragung vorgekommen sind und welcher korrigierte Wert jeweils von der Leitstelle interpretiert wird.

Informationsstelle $x$	Prüfstellen $y_1 \dots y_n$	Anzahl Übertragungsfehler	korrigierter Wert $x'$

Geben Sie ferner ein Schaltnetz zur Fehlerkorrektur an (Logikgatter). (5 Punkte)

- Wir betrachten nun ausschließlich den Sensor. Dieser soll den analog gemessenen Temperaturwert in einen Graycode wandeln. Was ist die besondere Eigenschaft von Graycodes und warum sind sie besonders gut zur Abtastung von analogen Größen geeignet? Geben Sie die Codierungen für einen Graycode mit drei Bits von 000 beginnend an. (4 Punkte)

### Aufgabe 2 (Zahlendarstellungen) (20 Punkte)

- Konvertieren Sie die folgende Hexadezimalzahl mit sukzessiver Division unter ausschließlicher Verwendung der angegebenen Zahlensysteme ins Binärsystem (der Rechenweg muss erkennbar sein)! (2 Punkte)  
 $(403)_{16} = (?)_2$
- Konvertieren Sie die folgende Binärzahl unter ausschließlicher Verwendung der angegebenen Zahlensysteme ins Oktalsystem (der Rechenweg muss erkennbar sein)! (2 Punkte)  
 $(11100111)_2 = (?)_8$
- Gegeben sind zwei Zahlen zu den Basen  $B$  und  $B+1$ . Bestimmen Sie  $B$  so, dass folgende Gleichung wahr ist! (4 Punkte)  
 $(122)_{B+1} = 222_B$
- Berechnen Sie  $53_{10} * (-15)_{10}$  im Binärsystem und geben Sie das Ergebnis im 2-Komplement an. (4 Punkte)
- Gegeben sind die beiden Gleitkommazahlen  
 $x_1 = 0100100010011011$   
 $x_2 = 1100101011101000$   
 Berechnen Sie unter Beibehaltung der Gleitkommadarstellung  $x_1 - x_2$  und konvertieren Sie das Ergebnis ins Dezimalsystem. Die hier verwendeten Gleitkommazahlen haben eine Bitbreite von 16 Bit (exklusive "hidden bit"). Außerdem gilt für die Zahlen:  
 Vorzeichen (V) : 1 Bit breit (1: negativ)  
 Exponent (E) : 7 Bit breit  
 Mantisse (M) : 8 Bit breit  
 Anordnung: VEM  
 Der Rechenweg muss erkennbar sein! (8 Punkte)

### Aufgabe 3 (Logikminimierung)

(20 Punkte)

- a) Ein Hörsaal sei mit fünf Glühlampen beleuchtet. Fünf Sensoren ( $s_5$  bis  $s_1$ ) melden mit 0 die korrekte Funktion, mit 1 den Ausfall einer Glühlampe. Entwickeln Sie eine Schalfunktion  $f(s_5, s_4, s_3, s_2, s_1)$ , die beim Ausfall von mindestens drei Glühlampen den Hausmeister alarmiert ( $f = 1$ ). Wenn mindestens vier Glühlampen funktionieren, darf der Hausmeister nicht unnötig beäitigt werden ( $f = 0$ ). Beim Ausfall genau zweier Lampen darf er, muß aber nicht informiert werden.
- Stellen Sie eine Funktionstabelle für  $f$  auf. Bestimmen Sie eine Disjunktive Minimalform von  $f$  durch Aufstellen eines KV-Diagramms. Wie lauten die Primimplikanten? (9 Punkte)
- Ermitteln Sie anschließend eine minimale Realisierung der Funktion  $f$  mit Hilfe einer Überdeckungstabelle.
- b) Die folgende Schalfunktion  $y = f(a, b, c)$  mit  $y = ab\bar{c} + a\bar{b}c + ac + a\bar{b}\bar{c} + \bar{a}bc$  soll mit 2:1-Multiplexern realisiert werden. Dazu muss die Funktion nach jeder Variablen mit Hilfe des Entwicklungssatzes entwickelt werden. Entwickeln Sie die Schalfunktion  $f$  zuerst nach der Variablen  $a$  und dann nach  $b$ . Geben Sie alle Zwischenschritte an. Zeichnen Sie die Schaltungsrealisierung der Funktion  $f$ , unter ausschließlicher Verwendung von 2:1-Multiplexern. (3 Punkte)
- c) Minimieren Sie die Funktion  $y = f(a, b, c)$  mit  $y = \bar{a}b\bar{c} + a\bar{b}c + \bar{a}bc + abc$  mit Hilfe des Quine-McCluskey-Verfahrens. (4 Punkte)
- d) Realisieren Sie die ursprüngliche Funktion  $f$  aus c) unter ausschließlicher Verwendung von NAND-Gattern, die zwei Eingänge besitzen. Wie viele NAND-Gatter sind erforderlich? (4 Punkte)

### Aufgabe 4 (Automaten und Flipflops)

(20 Punkte)

#### a) Mustererkennung

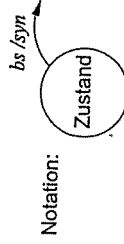
Aus einem unendlich langen seriellen Bitstrom  $bs$  soll ein Synchronisationsmuster durch einen Mealy-Automaten erkannt werden. Das Synchronisationsmuster sei 0111110, d.h. es ist eine Folge von einer Null, fünf aufeinanderfolgenden Einsen und wieder einer Null zu erkennen. Die Muster können überlappend auftreten, siehe Beispiel:

```

bs  01100111110111110110111111011
syn 000000000010000010000000000000
      ↑      ↑      ↑      ↑      ↑
      zu    ja    ja    zu    zu
      kurz  kurz  kurz  kurz  lang
  
```

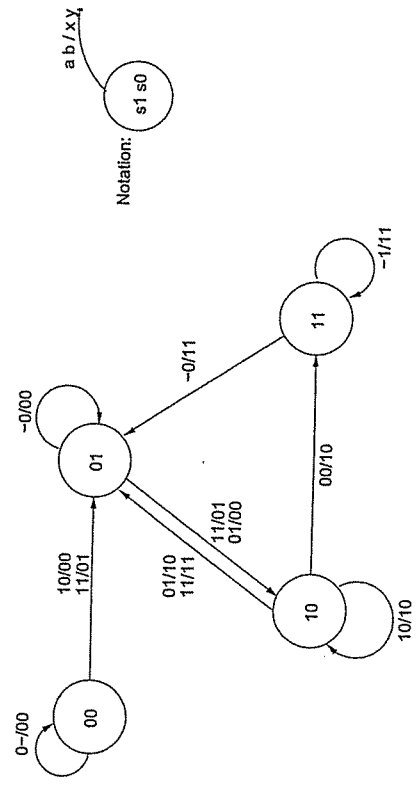
Der Ausgang  $syn$  des Automaten sei genau dann für die Dauer eines Übergangs 1, sobald ein gültiges Synchronisationsmuster erkannt wird. Entwerfen Sie ein möglichst einfaches Zustandsdiagramm des Mealy-Automaten. Geben Sie alle möglichen Transitionen an.

Verwenden Sie folgende Notation für Ihren Automaten.

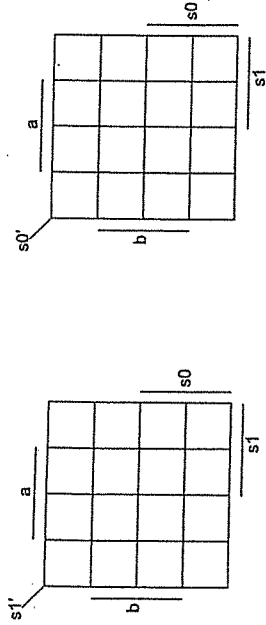


#### b) Ansteuergleichungen für JK-Flipflops

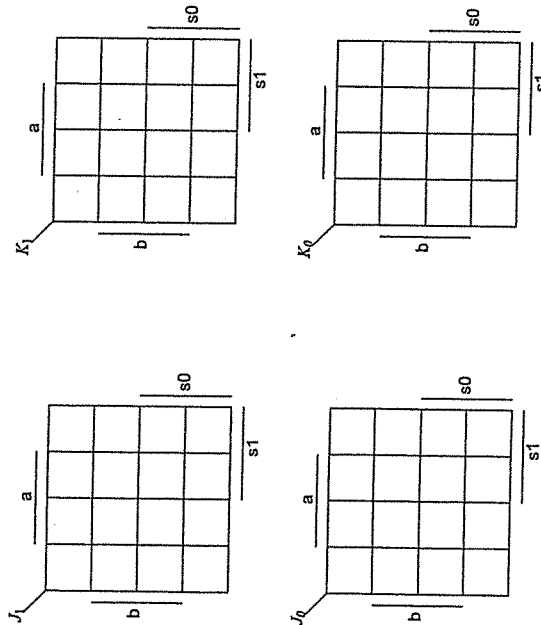
Gegeben ist folgendes Zustandsdiagramm eines Mealy-Automaten:



b1) Bestimmen Sie alle Zustandsübergänge und tragen Sie diese in die vorgegebenen KV-Diagramme ein. (4 Punkte)



b2) Bestimmen Sie die Ansteuerfunktionen ( $J_1, K_1, J_0, K_0$ ) für die JK-Flipflops als möglichst einfache DNF. Verwenden Sie dazu die gegebenen KV-Diagramme. (4 Punkte)



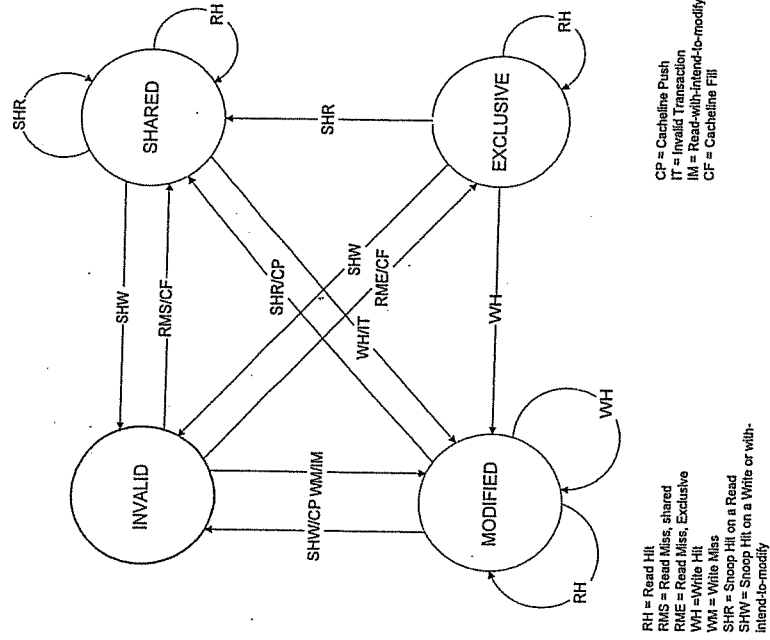
b3) Realisieren Sie die Ansteuerfunktionen ( $J_1, K_1, J_0, K_0$ ) für die JK-Flipflops unter Verwendung eines PAL-Bausteins und zeichnen Sie das Gesamtschaltbild. (2 Punkte)

**Aufgabe 5 (VHDL)**

(20 Punkte)

In der unten angegebenen Abbildung ist der Zustandsübergangsgraph eines Automaten zur Überwachung des Cache-Speichers nach dem MESI-Protokoll (Modified, Exclusive, Shared, Invalid) eines PowerPC 60x angegeben. Der Automat besitzt 4 Zustände (Invalid, Shared, Modified und Exclusive), 7 binäre Eingangssignale von der Buslogik, die den Zustand einer Cache-Line beeinflussen und 4 binäre Ausgangssignale, die den Prozessor und seine Buslogik entsprechend steuern.

- a) Geben Sie eine VHDL-Beschreibung (Entity) des Automaten an. (6 Punkte)
- b) Geben Sie eine VHDL-Beschreibung des Automatenverhaltens (Architecture) an. (14 Punkte)



RH = Read Hit  
 RMS = Read Miss, shared  
 RME = Read Miss, Exclusive  
 WH = Write Hit  
 WM = Write Miss  
 SHR = Snoop Hit on a Read  
 SHW = Snoop Hit on a Write or write-intend-to-modify  
 CP = CacheLine Push  
 IT = Invalid Transaction  
 IM = Read-with-intend-to-modify  
 CF = CacheLine Fill

Automat zur Cache-Überwachung des PowerPC 60x nach dem MESI-Protokoll.