

 <p style="text-align: center;">Prüfung</p> <p style="text-align: center;">Prof. Dr.-Ing. J. Becker</p> <p style="text-align: center;"><b>Digitaltechnik</b></p> <p style="text-align: center;">WS 2009/2010</p> <p style="text-align: center;">— Institut für Technik der Informationsverarbeitung, Universität Karlsruhe —</p>	1	~5%
	2	~13%
	3	~9%
	4	~18%
	5	~8%
	6	~13%
	7	~14%
	8	~20%
	$\Sigma$	$\Sigma 100\%$
<p style="text-align: center;"><b>Klausur</b></p> <p style="text-align: center;">Mo., 15.03.2010</p> <p style="text-align: center;">Lösungsblätter</p>		

## Hinweise zur Klausur

### Hilfsmittel

Als Hilfsmittel zur Prüfung sind vier Seiten vorgegebene und **ein DIN A4 Blatt** selbst geschriebene Formelsammlung zugelassen. Nicht erlaubt hingegen sind die Verwendung eines Taschenrechners, zusätzliche Unterlagen und jegliche Kommunikation mit anderen Personen.

### Prüfungsdauer

Die Prüfungsdauer beträgt für die Probeklausur 120 Minuten.

### Prüfungsunterlagen

Die Prüfungsunterlagen bestehen aus insgesamt 27 Seiten Aufgabenblättern (einschließlich diesem Titelblatt und zusätzlicher Lösungsblätter).

### Bitte vermerken Sie vor der Bearbeitung der Aufgaben auf jeder Seite oben Ihren Namen, auf der ersten Seite zusätzlich die Matrikelnummer!

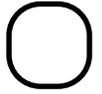
Auf jedes zusätzliche Lösungsblatt ist neben dem Namen auch die Aufgaben- und die Seitennummer mit einzutragen. Vermeiden Sie das Beschreiben der Rückseiten.

Am Ende der Prüfung sind die 27 Seiten Aufgaben- und Lösungsblätter und alle verwendeten zusätzlichen Lösungsblätter abzugeben.

Verwenden Sie zum Bearbeiten der Aufgaben lediglich dokumentenechte Schreibgeräte – keinen Bleistift sowie Rotstifte!

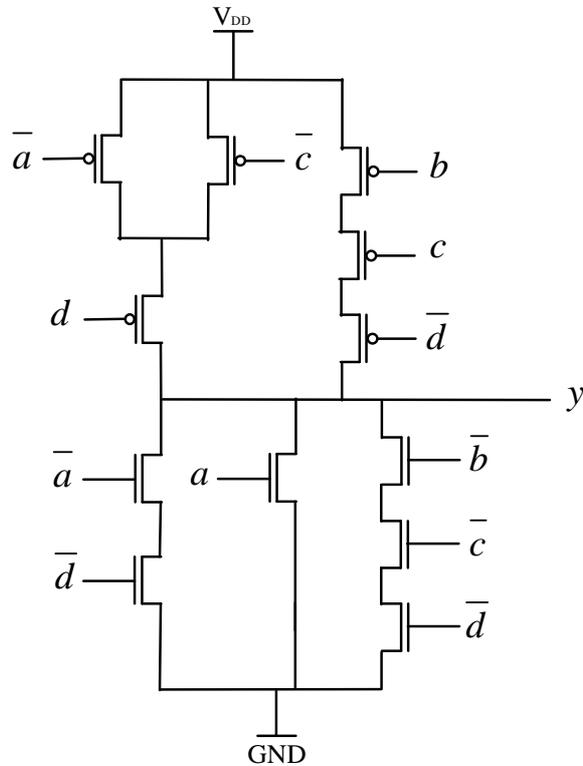
## Inhaltsverzeichnis der Klausur

Aufgabe 1	CMOS-Schaltnetze.....	2
Aufgabe 2	Information und Codierung .....	5
Aufgabe 3	Fehlererkennung/Fehlerkorrektur .....	8
Aufgabe 4	Automaten .....	10
Aufgabe 5	Mengen, Relationen, Graphen.....	13
Aufgabe 6	Boolsche Algebra & Zahlensysteme .....	15
Aufgabe 7	Minimierung .....	18
Aufgabe 8	Schaltnetze .....	21



## Aufgabe 1 CMOS-Schaltnetze

Gegeben sei folgender CMOS-Schaltkreis:



- A) Geben Sie für die vorliegende Schaltung sowohl die pull-down-Funktion  $G$  als auch die pull-up-Funktion  $F$  in disjunktive Normalform an.



- B) Gegeben sind folgende pull-down bzw. pull-up-Funktionen F bzw. G. Stellen Sie fest, ob die durch die beiden Funktionen definierte CMOS Schaltung, wohldefiniert ist. Prüfen sie dazu auf Kurzschlüsse und vollständige Definition.

$$G = \overline{\overline{ac}} + bd + \overline{\overline{acd}}$$

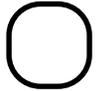
$$F = \overline{bc} + \overline{abd} + \overline{cd}$$

Prüfen auf Kurzschlüsse:

Prüfen auf vollständige Definition:

- C) Gegeben ist folgende pull-up-Funktion  $F$ . Bestimmen Sie die minimale Anzahl an Transistoren, die für die Implementierung der Funktion  $F$  innerhalb einer CMOS Realisierung notwendig sind. Stellen Sie den Lösungsweg dar und begründen Sie ihre Antwort.

$$F = (c + \bar{d}(a + \bar{b}))(\bar{b}c + \bar{a}(c + d))$$



## Aufgabe 2 Information und Codierung

### Aufgabe 2.1 Codierung

Sie werden als Entwickler eines Modellspielzeugherstellers eingestellt. Ihre erste Aufgabe besteht darin die Datenübertragung zur Steuerung eines Radio-Controlled-Helikopters (RC-Heli) zu optimieren.

Die Firma vertreibt zwei Typen von Helikoptern (grün und rot) die über denselben Funkkanal gesteuert werden. Auf diesem Kanal müssen die Daten für beide Heli-Typen übertragen werden. Um die Steuerkommandos an einen Heli zu übertragen wird für jeden Heli-Typ jeweils 1 Befehlssatz kodiert. Neben dem Typ (Rot/Grün) beinhaltet ein solcher Befehlssatz 5 Steuerbefehle („Steigen“, „Sinken“, „Linksdrehen“, „Rechtsdrehen“ und „Alle Rotoren STOP“)

Aufgrund der Farben werden die beiden Heli-Typen in unterschiedlichen Stückzahlen verkauft und produziert:

Rot: 7 500 000 Einheiten

Grün: 2 500 000 Einheiten

Die verschiedenen Kommandos zur Steuerung eines Helis treten mit unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten auf:

Steigen (Up) : 28 %

Sinken (Down): 12 %

Linksdrehen (Left): 32 %

Rechtsdrehen (Right): 24 %

Alle Rotoren Stop (Stop) : 4 %

- A) Geben Sie die Auftrittswahrscheinlichkeit der möglichen Kommandos für jeden der beiden Heli-Typen an. Verwenden sie die nachfolgende Tabelle 2-1. **Geben Sie alle Wahrscheinlichkeiten in „%“ (Prozent) an!**

	Roter Heli-Typ	Grüner Heli-Typ
Up		
Down		
Left		
Right		
Stop		

**Tabelle 2-1: Auftrittswahrscheinlichkeiten**

B) Um die durchschnittliche Codewortlänge zu minimieren sollen die verschiedenen Steuerkommandos mit dem Shannon-Fanø-Code realisiert werden. Entwickeln Sie für alle Kommandos eine Shannon-Fanø-Codierung und tragen sie die Codes in Tabelle 2-2 ein.



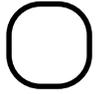
**Hinweise:**

- Sortieren sie die Knoten nach aufsteigenden Wahrscheinlichkeiten von links nach rechts. Wenn identische Wahrscheinlichkeiten auftreten darf die Reihenfolge frei gewählt werden.
- Weisen Sie den linken Ästen des entstehenden Baumes die „0“ zu, den rechten Ästen die „1“.
- Verwenden Sie die Partitionierungskonvention aus der Digitaltechnikvorlesung.

	<b>Roter Heli-Typ</b>	<b>Grüner Heli-Typ</b>
<b>Up</b>		
<b>Down</b>		
<b>Left</b>		
<b>Right</b>		
<b>Stop</b>		

**Tabelle 2-2: Steuerbefehlcodierung**

- C) Ein Datenpaket besteht aus 5 Steuerkommandos. Pro Paket darf maximal ein Stop-Befehl enthalten sein. Die Länge der Nutzdaten (Steuerkommandos) pro Paket darf 30 Bit nicht übersteigen. Können alle erlaubten Kombinationen an Befehlen mit diesen Vorgaben übertragen werden? (Länge des Pakets ergibt sich aus der Länge der Kodierung der Befehle mit Shannon-Fanø). Begründen Sie Ihre Antwort mit einer Rechnung!
- D) Geben Sie die mittlere Codewortlänge der gewählten Shannon-Fanø-Codierung an.
- E) Geben Sie die mittlere Länge der Steuerkommandos an, falls alle Kommandos nicht mittels eines optimalen Codes, sondern rein binär kodiert würden?



## Aufgabe 3 Fehlererkennung/Fehlerkorrektur

### Aufgabe 3.1 Fehlererkennung durch Parität

Auf einem seriellen Datenübertragungskanal treten Bitfehler auf. Deshalb soll der Kanal so gesichert werden, dass pro Datenwort (4 Bit) ein Bitfehler erkannt werden kann.

- A) Sie entscheiden sich dazu jedes Codewort mit einem Paritätsbit zu sichern. Die zu übertragenden Codewörter sollen auf ungerade Parität ergänzt werden. Geben Sie für folgende Codewörter (Dezimale Darstellung) die Binäre Repräsentation, sowie die Paritätsbits an.

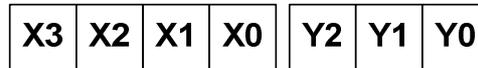
Dezimaldarstellung	Binäres Datenwort e d c b	Paritätsbit a
0		
3		
7		
8		
13		
15		

- B) Zur Überprüfung der korrekten Parität soll ein Schaltnetz zum Einsatz kommen. Bei erkannter ungerader Parität soll  $y='1'$  sein, bei erkannter gerader Parität soll  $y='0'$  sein. Realisieren Sie die Paritätserkennung mit einer minimalen Anzahl von XOR2-Gattern. Zeichnen Sie das resultierende Schaltnetz.



### Aufgabe 3.2 Fehlerkorrektur durch Hamming-Codes

Eine serielle Datenübertragung ist mit einem 1-F-korrigierbaren Hamming-Code gesichert. Jedes Codewort besteht aus 4 Datenbits ( $x_0, x_1, x_2, x_3$ ) gefolgt von 3 Prüfbits ( $y_0, y_1, y_2$ ). Abbildung 3-1 zeigt den Aufbau des verwendeten Hamming-Codes.



**Abbildung 3-1: Aufbau des Hamming-Codes**

- A) Welche Hammingdistanz hat der verwendete Code? Wie viele Bitfehler pro Codewort können damit korrigiert werden?

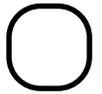
Konstruieren Sie den 1-F-korrigierbaren Hammingcode. Gegeben ist dazu ein fehlerfreier Datenstrom unter Verwendung gerader Parität: **0100101 0001111 0010110 1000011**   
Die Reihenfolge der übertragenen Bits entspricht Abbildung 3-1.

- B) Ergänzen Sie die untenstehende Tabelle. Bestimmen Sie die korrekte Zuordnung von Prüf- und Datenbits entsprechend der in der Tabelle gegebenen dualen Kennzahlen. Tragen Sie in der folgenden Tabelle ein, welche Datenbits  $x_0, x_1, x_2, x_3$  durch welche Prüfbits  $y_0, y_1, y_2$  geschützt werden.

Ifd. Nr. <b>duale Kennzahl</b>	1 <b>001</b>	2 <b>010</b>	3 <b>011</b>	4 <b>100</b>	5 <b>101</b>	6 <b>110</b>	7 <b>111</b>
<b>1. Stelle</b>							
<b>2. Stelle</b>							
<b>3. Stelle</b>							

- C) Es wurde eine zweite Folge aus Codewörtern empfangen. Es kam die gleiche Codierung wie in Aufgabenteil B) zum Einsatz. Wieviele Fehler sind bei der Übertragung mindestens aufgetreten? Markieren Sie die korrigierbaren Bits in der unten gegebenen Folge.

Codewort Folge: 0100011 1110000 0001000 1000101



## Aufgabe 4 Automaten

### Aufgabe 4.1 Analyse eines Automaten

Über das Ablaufdiagramm in Abbildung 4–1 sei ein Automat vollständig beschrieben.

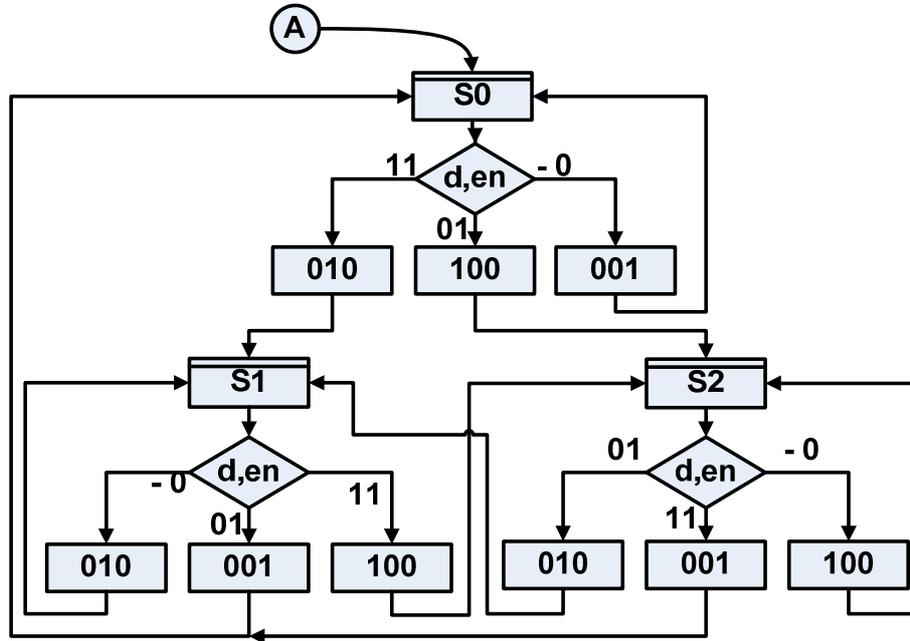


Abbildung 4–1: Ablaufdiagramm eines Automaten

A) Welcher Automatentyp ist in Abbildung 4–1 dargestellt? Begründen Sie Ihre Antwort.

B) Welche beiden anderen Automatentypen wurden in der Vorlesung behandelt?

C) Wieviele Flipflops werden zur Realisierung des Automaten aus Abbildung 4–1 minimal benötigt, wenn ausschliesslich JK Flipflops verwendet werden? Begründen Sie Ihre Antwort.

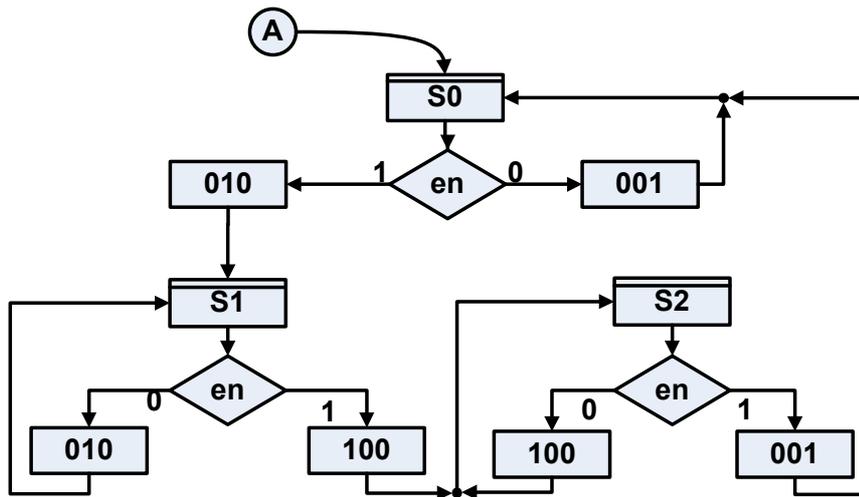
- D) Das Ablaufdiagramm aus Abbildung 4-1 soll in eine Ablauftabelle übertragen werden. Vervollständigen Sie die Felder in Tabelle 4-1 und streichen Sie eventuell nicht notwendige Spalten.

	$Q^t$			$X^t$		$Q^{t+1}$			T-FF			$Y^t$		
	$q_2$	$q_1$	$q_0$	d	en	$q_2$	$q_1$	$q_0$	$t_2$	$t_1$	$t_0$	$y_2$	$y_1$	$y_0$
		<b>1</b>	<b>0</b>	-	<b>0</b>									
				<b>0</b>	<b>1</b>		<b>0</b>	<b>1</b>						
				<b>1</b>	<b>1</b>									
S1		<b>0</b>	<b>1</b>	-	<b>0</b>									
				<b>0</b>	<b>1</b>		<b>0</b>	<b>0</b>						
				<b>1</b>	<b>1</b>									
				-	<b>0</b>									
				<b>0</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>0</b>						
				<b>1</b>	<b>1</b>									

Tabelle 4-1: Ablauftabelle

- E) Welche Funktion weist der in Abbildung 4-1 gegebene Automat auf? Welche Funktion haben die Signale „d“ und „en“?

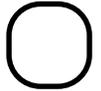
- F) Welches generelle Problem tritt bei der Realisierung über den in Abbildung 4-1 beschriebenen Automatentyp auf (im Vergleich der anderen Automatentypen aus der Vorlesung)?



**Abbildung 4–2: Vereinfachtes Ablaufdiagramm**

G) In Abbildung 4–2 ist eine vereinfachte Version des Ablaufdiagramms des bisher betrachteten Automaten gegeben. Die darin beschriebene Funktionalität soll als Medwedewautomat realisiert werden. Geben Sie die Kodierung der minimal notwendigen Zustände an wie sie sich aus dem Ablaufdiagramm oben ableiten lässt.

H) Zeichnen Sie den vereinfachten Automaten aus Abbildung 4–2 als Medwedewautomat. Verwenden Sie dabei eine minimale Anzahl von Zuständen.



## Aufgabe 5 Mengen, Relationen, Graphen

Für die folgenden Teilaufgaben interpretieren wir Mengen als Knoten eines Graphen und Teilmengenbeziehungen als gerichtete Kanten (Pfeile) wie folgt:

$$\subset \stackrel{\Delta}{=} \rightarrow,$$

$$\supset \stackrel{\Delta}{=} \leftarrow,$$

$$= \stackrel{\Delta}{=} \leftrightarrow.$$

Gegeben seien des Weiteren die neun folgende Mengen:

$$\{0\}, \{7\}, \{9\}, \{11\},$$

$\mathbb{N}$  = Menge der natürlichen Zahlen nach Peano, d.h. 0 ist keine natürliche Zahl.

$$\mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$$

$$\mathbb{N} \setminus \{1, 3, 5, 7, 9, \dots\}$$

$$\{n: n \in \mathbb{N}, n \text{ ist prim}\}$$

$$\{2, 4, 8, 16, \dots\}$$

- A) Erstellen Sie aus den gegebenen Mengen als Knotenmenge durch Auswahl geeigneter Beziehungspfeile einen Binärbaum. Hinweis: Nicht alle Teilmengenbeziehungen müssen verwendet werden.



B) Was ist die Wurzel  $W$  des Baumes aus Teilaufgabe A?

C) Könnte man aus den gegebenen Mengen auch einen Binärbaum erstellen, bei dem das in Teilaufgabe B) gewählte  $W$  keine Wurzel ist? Begründen Sie Ihre Aussage oder geben Sie ein Beispiel.

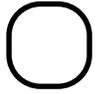
D) Fügen Sie Menge  $\{ \pi \}$  in den Graphen der Teilaufgabe A) ein. Verwenden Sie die oben angegebenen Regeln. Es reicht die Angabe (Zeichnung) des neuen Knotens mit allen Knoten aus Teilaufgabe A), die direkt mit dem einzufügenden Knoten durch eine Kante verbunden sind.

E) Ist das Ergebnis noch ein Binärbaum? Falls nein – warum nicht?

Die Teilbarkeitsrelation „|“ auf  $\mathbb{N}$  sei definiert als:

Seien  $a, b \in \mathbb{N}$ . Es gilt:  $a \mid b$  genau dann wenn  $a$  Teiler von  $b$  ist.

F) Geben Sie die Relationseigenschaften der so definierten Teilbarkeitsrelation an. Welcher speziellen Relation aus der Vorlesung entspricht die gegebene Teilbarkeitsrelation?



## Aufgabe 6      Boolesche Algebra & Zahlensysteme

### Aufgabe 6.1      Boolesche Algebra

Zeigen Sie das sich mit der ÄQUIVALENZ, der ODER-Operation und einer Konstanten ein Basissystem aufbauen lässt.

A) Wie kann die NEGATION dargestellt werden?

$$\bar{a} =$$

B) Welche grundlegende Operation wird durch den folgenden Term beschrieben? Belegen Sie Ihre Aussage durch entsprechende booleschen Umformungen und stellen Sie Ihren Rechenweg ausführlich dar.

$$(a \vee b) \equiv a \equiv b =$$

Für das Operatorensystem Konjunktion, Disjunktion und Negation ist mit der Disjunktiven bzw. der Konjunktiven Normalform (DNF, KNF) eine kanonische Darstellung möglich. Für das Operatorensystem Antivalenz, Konjunktion und Konstante existiert ebenfalls eine kanonische Darstellung, die für zwei Variablen  $a$  und  $b$  folgende Form besitzt:

$$y = f(b, a) = k_0 \oplus (k_1 \& a) \oplus (k_2 \& b) \oplus (k_3 \& a \& b)$$

- C) Bestimmen Sie für die Koeffizientenwerte  $k_0 = k_1 = k_3 = 1$ ;  $k_2 = 0$  die zugehörige Funktion. Geben Sie das Ergebnis als DNF an.

- D) Bestimmen Sie für die Koeffizientenwerte  $k_0 = k_1 = k_2 = k_3 = 1$  die zugehörige Funktion. Geben Sie das Ergebnis als DNF an.

## Aufgabe 6.2 Konvertierung

Vervollständigen Sie die Tabelle 6-1, indem Sie die offenen Felder durch Konvertierung ergänzen.

Stibitz	Binär	Hexadezimal	Dezimal
		$7D_H$	
	$100000001_B$		

**Tabelle 6-1: Konvertierungstabelle**

**Aufgabe 6.3      BCD**

Addieren Sie die im unten als BCD codierte Zahlen direkt im BCD Code. Stellen Sie ihren Lösungsweg – inklusive aller notwendiger Korrekturschritte -ausführlich dar. Geben Sie das Ergebnis R als BCD codierte Zahl und als Dezimalzahl an.

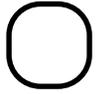


	<b>0111</b>	<b>0100</b>	<b>0110</b>	<b>1000</b>
<b>+</b>	<b>0011</b>	<b>0101</b>	<b>0101</b>	<b>1001</b>

---

---

**R<sub>BCD</sub> =****R<sub>Dez</sub> =**



## Aufgabe 7 Minimierung

### Aufgabe 7.1 Petrickausdruck

Ohne Streichungsregeln anzuwenden, hat ein Entwickler aus der Überdeckungstabelle einer Schaltfunktion den folgenden Petrickausdruck gebildet:

$$PA = a \& (a \vee c \vee f) \& (b \vee c \vee f) \& (b \vee c \vee e \vee f) \& (d \vee e) \& (d \vee f)$$

Um den Ausdruck nicht vollständig ausdistribuierten zu müssen, soll zunächst die Überdeckungstabelle wiedergewonnen werden.

- A) Ergänzen Sie die untenstehende Überdeckungstabelle entsprechend des gegebenen Petrickausdrucks, ohne diesen zu vereinfachen. Die überdeckenden Größen sind durch die Präsenzvariablen  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$  und  $f$  gegeben. Die zu überdeckenden Größen  $E_i$  werden entsprechend der Reihenfolge wie Sie im Petrickausdruck auftauchen (links nach rechts), aufsteigend von  $E_1$  bis  $E_n$  indiziert.

$p_i \backslash E_i$	
<b>a</b>	
<b>b</b>	
<b>c</b>	
<b>d</b>	
<b>e</b>	
<b>f</b>	

Tabelle 7-1: Überdeckungstabelle 1

Es sei nun folgende Überdeckungstabelle (Tabelle 7-2) gegeben:

$p_i \backslash E_i$	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$	Kosten
a				X	X		1 €
b	X					X	2 €
c	X			X		X	3 €
d		X	X				4 €
e	X		X				5 €
f	X	X		X		X	6 €

**Tabelle 7-2: Überdeckungstabelle 2**

- B) Bestimmen Sie in Tabelle 7-2 alle Kernspalten und markieren Sie die entsprechende(n) Zelle(n).

**Kernspalte:**

**Streichbaren Spalten:**

- C) Wenden Sie nun die Spaltendominanzregeln an. Welche Spalte(n) können gestrichen werden? Geben Sie die entsprechenden Spalte(n) unten an.

**Dominierende Spalte(n):**

**Dominierte Spalte(n):**

**Streichbare Spalte(n):**

- D) Wenden Sie nun die Zeilendominanzregeln an. Welche Zeile(n) können gestrichen werden? Geben Sie die entsprechenden Zeile(n) unten an.

**Dominierende Zeile(n):**

**Dominierte Zeile(n):**

**Streichbare Zeile(n):**

- E) Wenn neue Kerne entstanden sind geben sie die entsprechende Kernspalte an und markieren die entsprechende(n) Zelle(n) in Tabelle 7-2. Sind keine Kerne entstanden, so geben Sie den resultierenden Petrickausdruck an.

**Kernspalte:**

**Streichbaren Spalten:**

**Petrickausdruck:**

- F) Geben Sie die kostenkünstigste Realisierung der in Tabelle 7-2 dargestellten Funktion an. Wie hoch sind die Kosten?

## Aufgabe 7.2 KV Diagramm

Gegeben sei ein unvollständige Schaltfunktion  $y(d,c,b,a)$ .

$y$	a			
	1 <small>0</small>	- <small>1</small>	0 <small>5</small>	- <small>4</small>
b	1 <small>2</small>	1 <small>3</small>	1 <small>7</small>	0 <small>6</small>
	- <small>12</small>	1 <small>13</small>	1 <small>17</small>	- <small>16</small>
	0 <small>10</small>	0 <small>11</small>	0 <small>15</small>	1 <small>14</small>
	c			
				d

Abbildung 7-1: Symmetriediagramm

- A) Geben Sie für die in Abbildung 7-1 gegebene Schaltfunktion zwei der drei möglichen Belegungsmengen an. Verwenden Sie dazu die **oktale** Indizierung.

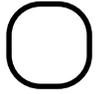
- B) Ermitteln Sie nun die vollständige Einsblocküberdeckung  $\tau_1$  **aller** Prim-Einsblöcke der **Einsvervollständigung**  $f^E$  der Schaltfunktion  $y(d,c,b,a)$ .

$$\tau_1 ( \quad ) =$$

- C) Geben Sie nun alle Primterme an die den in Teilaufgabe B) gefundenen Primblöcken entsprechen

- D) Geben Sie nun eine vollständig Minimalüberdeckung der Funktion  $y(d,c,b,a)$  in disjunktiver Form an.

$$y(d,c,b,a) =$$



## Aufgabe 8 Schaltnetze

### Aufgabe 8.1 ISA Bussystem

Der Steuer-PC einer Industrieanlage soll um ein zusätzliches Touchscreen Display erweitert werden. Das neue Display wird, parallel zum alten Display des Steuer-PCs, über den vorhandenen ISA Bus angesprochen (siehe Abbildung 8–1). Die 16 Adressleitungen des ISA Bus(A15 – A0) stellen Adressen in binärer Form dar.

Beide Displays reagieren auf die Adressen 0x03C0-0x03DF, so dass ein einfaches Einbauen der neuen Hardware zu einem Adresskonflikt zwischen den beiden Displays führen würde. Das neue Display soll nun vom PC aus mit den Adressen 0x11C0 - 0x11DF angesprochen werden.

Dazu wird ein Schaltnetz vor das neue Display geschaltet. Diese kodiert den Adressbereich 0x11C0 - 0x11DF auf den Bereich 0x03C0-0x03DF um.

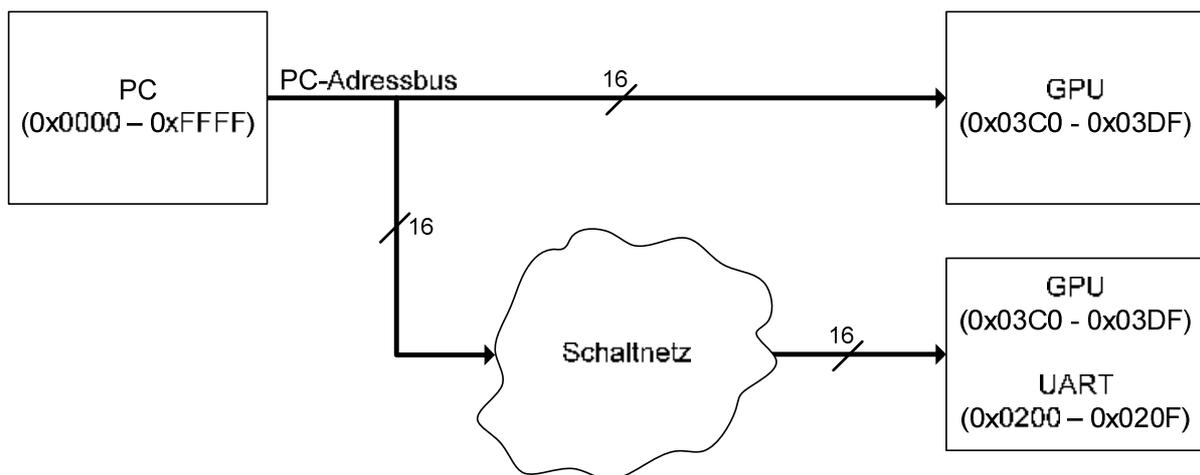


Abbildung 8–1: Displayansteuerung

A) Geben Sie die Adressen 0x11C0, 0x11DF, 0x03C0, 0x03DF in binärer Darstellung an.



- B) Geben Sie die minimal mögliche Umverdrahtung der Adressleitungen an, mit der die Adressen von 0x11C0 - 0x11DF in den Bereich 0x03C0-0x03DF überführt werden können. (Bemerkung: Sie können davon ausgehen, dass die Karte Zugriffe außerhalb ihres Adressbereichs ignoriert.)

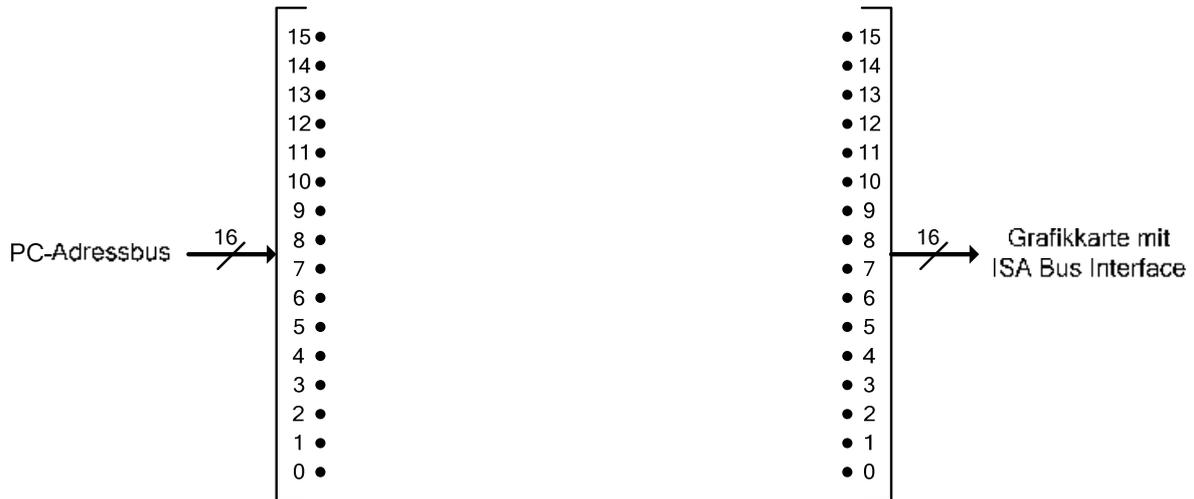
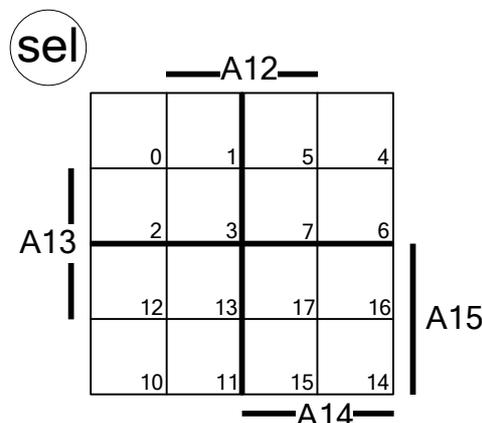


Abbildung 8–2: Verdrahtungsschema

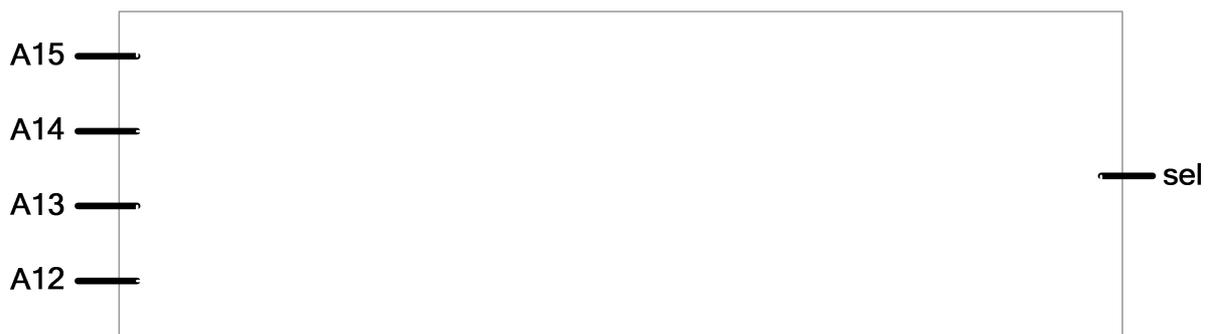
Nach dem Kauf der neuen Grafikkarte stellt sich heraus, dass sich neben dem Grafikprozessor (GPU) noch weitere Bausteine zum Auslesen des Touchpanels auf der selben Platine befinden, deren Register sich im Bereich 0x3000 - 0x3FFF befinden und aufgrund des verwendeten Softwaretreibers nicht umgemappt werden dürfen.

- C) Entwerfen Sie ein Schaltfunktion die über die 4 höchstwertigsten Bits (A15, A14, A13, A12) der binären Darstellung der Adresse eine logische ,1' ausgibt wenn die anliegende Adresse im Bereich 0x3000 - 0x3FFF liegt. Liegt die die Adresse nicht in diesem Bereich soll die Funktion  $f(A15,A14,A13,A12) = sel$  eine logische ,0' ausgeben. Füllen Sie das unten stehende KV Diagramm entsprechend aus.



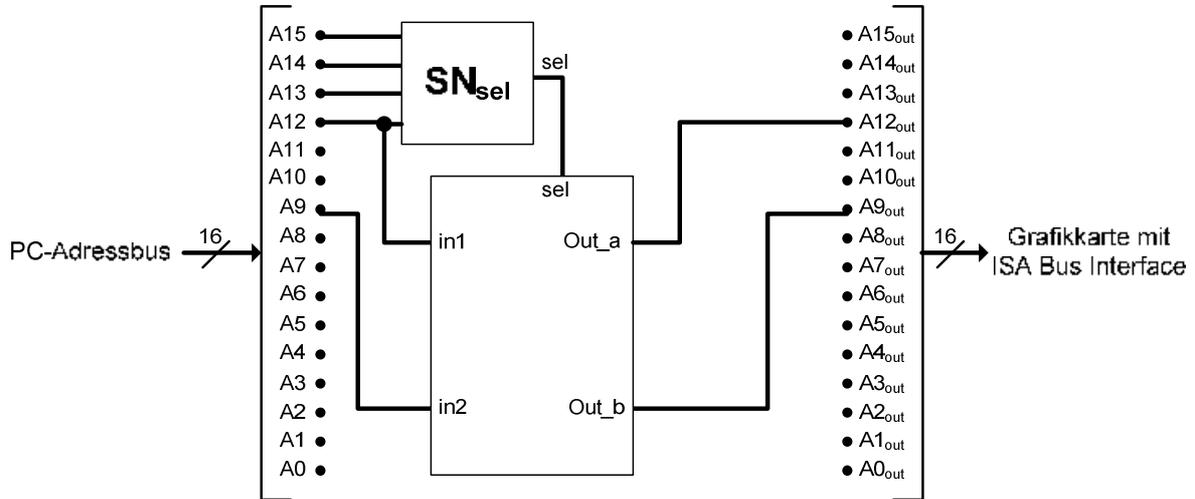
- D) Geben Sie die Schaltfunktion  $f(A_{15}, A_{14}, A_{13}, A_{12}) = \text{sel}$  an. Formen Sie die Schaltfunktion so um, dass nur NAND2 Gatter mit zwei Eingängen verwendet werden können.

- E) Zeichnen Sie das resultierende Schaltnetz aus NAND2 Gattern mit zwei Eingängen.



Nun soll eine Schaltung entworfen werden (siehe Abbildung 8–3), welche die Signalleitung A9 mit der Signalleitung A12<sub>out</sub> und A12 mit A9<sub>out</sub> verbindet wenn sel = ,1' gilt.

Gilt sel = ,0', dann soll die Signalleitung A9 direkt mit der Signalleitung A9<sub>out</sub> und A12 direkt mit A12<sub>out</sub> verbunden sein.

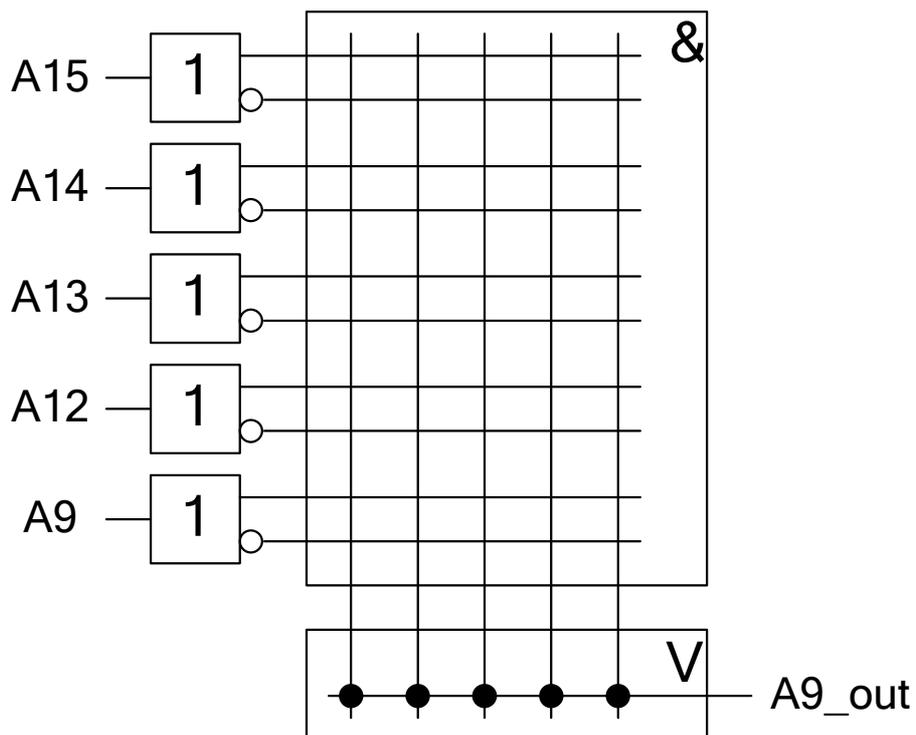
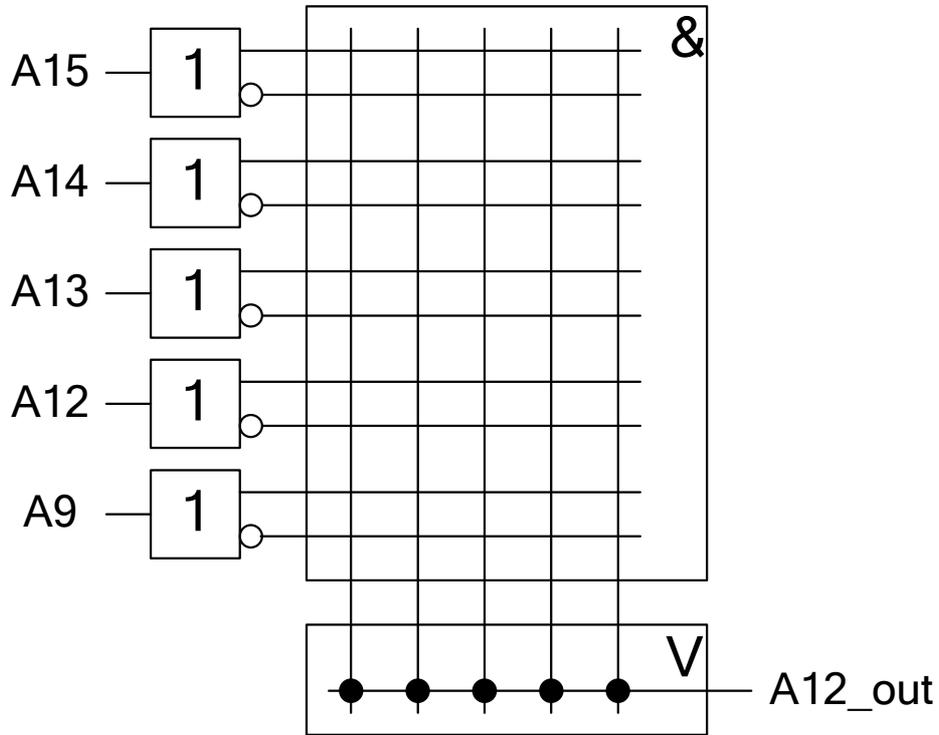


**Abbildung 8–3: Umschalterschema**

- F) Stellen Sie die booleschen Gleichungen zur Bestimmung von A9<sub>out</sub> und A12<sub>out</sub> als disjunktive Normalform (DNF) auf. Verwenden Sie das folgenden Schaltnetz zur Bestimmung von ,sel':  $SN_{sel} = A15 \& A14 \& \overline{A13} \& \overline{A12}$



G) Die beiden Schaltnetze aus Aufgabenteil F) sollen nun mit Hilfe von PAL Bausteinen realisiert werden. Zeichnen Sie die Verbindungspunkte in das unten stehende Diagramm ein.



Matrikelnummer:

Name:

---

Zusätzliches Lösungsblatt 1:

Matrikelnummer:

Name:

---

Zusätzliches Lösungsblatt 2: