

Klausur zur Vorlesung

Grundlagen der Technischen Informatik / Digitaltechnik (GTI/DT)

Prof. Marco Platzner
Fachgebiet Technische Informatik
Universität Paderborn

22.03.2013

- Die Bearbeitungsdauer beträgt für alle Studenten **90 Minuten**. Es sind **alle 5 Aufgaben** zu bearbeiten.
- Es sind keine Hilfsmittel zugelassen.
- Schreiben Sie nicht mit Bleistift oder Rotstift.
- Verwenden Sie kein eigenes Papier. Bei Bedarf bekommen Sie Papier bei der Klausuraufsicht.
- Schreiben Sie auf jedes Blatt (auch auf das Konzeptpapier) in Blockschrift Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer.
- Bei mehreren präsentierten Lösungen wird die Aufgabe nicht gewertet! Streichen Sie daher bei Angabe mehrerer Lösungsansätze die nicht zu bewertenden Lösungen durch! Verwenden Sie kein Tipp-Ex.
- Abschreiben und abschreiben lassen oder Hilfe Dritter führt zum Nichtbestehen der Klausur.

Nachname: _____

Vorname: _____

Matrikelnummer: _____

Studiengang: _____

Aufkleber

Aufgabe	1	2	3	4	5	Σ
Punkte	15	15	25	25	10	90
Erreicht						

Aufgabe 1 (Multiple Choice)

[15 Punkte]

Bei den folgenden Fragen können keine, eine oder mehrere Antworten richtig sein. Kreuzen Sie die richtigen Antworten deutlich an.

(a) Welche der folgenden Aussagen sind gültige Absorptionstheoreme der Booleschen Algebra?

☐ $a + a \cdot b = a$

☐ $a \cdot (a + b) = b$

☐ $a \cdot (a + b) = a$

☐ $a + \bar{\bar{a}} = 1$

(b) Wird bei einem nMOS-FET, Anreicherungstyp, eine Gate-Source Spannung $U_g > 0$ Volt angelegt, dann ...

☐ werden die Minoritätsladungsträger (Elektronen) durch das entstehende elektrische Feld vom Gate weggedrängt

☐ kann ein Strom zwischen Drain und Source fließen

☐ wird der Widerstand zwischen Drain und Source sehr gering

☐ wird der Widerstand zwischen Drain und Source sehr gross

(c) Der Wertebereich einer Gleitkommazahl ...

☐ hängt ab von der Mantissenbreite

☐ hängt ab vom maximalen Wert des Exponenten

☐ ist symmetrisch bezüglich der Null

NAME:

Matrikelnummer:

(d) Abhängig von der Anzahl der Stellen n benötigt ein Ripple-Carry Addierer ...

- ☐ $\mathcal{O}(n)$ Gatter
- ☐ $\mathcal{O}(n^2)$ Gatter
- ☐ $\mathcal{O}(n)$ Delay
- ☐ $\mathcal{O}(n \log(n))$ Delay

(e) Welche Aussagen bezüglich des Bändermodells sind korrekt?

- ☐ Die Elektronen im Valenzband können sich an Bindungen mit anderen Atomen beteiligen.
- ☐ Je geringer die Bandlücke eines Materials ist, desto höher ist sein elektrische Leitfähigkeit.
- ☐ Bei Leitern (z.B. Metalle) gibt es eine grosse Bandlücke zwischen Valenz- und Leitungsband.
- ☐ Mit dem Ausdruck „Defektelektronen“ bezeichnet man Elektronen im Valenzband, die keine Bindungen mit anderen Atomen eingehen.

Aufgabe 2 (VHDL)

[15 Punkte]

- (a) Erstellen Sie die VHDL-Beschreibung eines Volladdierers. Benutzen Sie dabei die aus der Vorlesung bekannten logischen Verknüpfungen (and, or, xor, ...). Bitte verwenden Sie die unten angegebene VHDL-Vorlage.

```
library IEEE;
use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;

entity adder is
    port (
        a, b, cin : in  std_logic;
        cout, s   : out std_logic
    );
end adder;

architecture imp of adder is
    signal tmp : std_logic;
begin

end architecture;
```

- (b) Gegeben sei die folgende VHDL-Beschreibung einer digitalen Schaltung (Schieberegister mit parallelem Laden).

Zeichnen Sie das zugehörige Schaltbild unter Verwendung der aus der Vorlesung bekannten Bausteine (Flip-Flops, Gatter, Multiplexer, ...) und Notationen. Leitungen für das Taktsignal müssen nicht eingezeichnet werden.

```
library IEEE;
use IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;

entity shreg is
    port (
        si      : in  std_logic;
        so      : out std_logic;
        shift   : in  std_logic;
        pi      : in  std_logic_vector(3 downto 0);
        load    : in  std_logic;
        clk     : in  std_logic
    );
end entity;

architecture behavioral of shreg is
    signal data : std_logic_vector(3 downto 0);
begin

    so <= data(0);

    process (clk) begin
        if clk'event and clk = '1' then
            if shift = '1' then
                data <= si & data(3 downto 1);
            elsif load = '1' then
                data <= pi;
            end if;
        end if;
    end process;

end architecture;
```


NAME:

Matrikelnummer:

Aufgabe 3 (Quine-McCluskey Minimierung)

[25 Punkte]

- (a) Vervollständigen Sie den Algorithmus für die erste Phase des Quine-McCluskey Verfahrens:

Phase I: Bestimmung der _____

- (i) Erstelle _____ L_1 aller _____,
sortiert nach _____ G_h , $0 \leq h \leq n$, wobei G_h alle
_____ enthält, die h '1'en in ihrem Codewort haben.

Setze $i = 1$.

- (ii) Betrachte L_i und vergleiche systematisch alle Einträge E' in G_h
mit E'' in G_{h+1} . Falls _____, wende das Mini-
mierungstheorem an, _____ E' und E'' und ordne E
in G_h in L_{i+1} ein, falls es dort _____.

- (iii) Wenn L_{i+1} _____ ist, setze $i = i + 1$ und gehe zu (ii).

Wenn L_{i+1} _____ ist, stellen die _____

Einträge in L_1, \dots, L_i die _____ dar.

- (b) Ein 4 Bit Binär-zu-Hexadezimal Konverter wandelt das am Eingang anliegende Binärwort $x_3...x_0$ in eine hexadezimale Ziffer 0..9, a, b, c, d, e, f um. Die Darstellung erfolgt auf einer 7-Segmentanzeige, wie sie Abbildung 1 gezeigt ist.

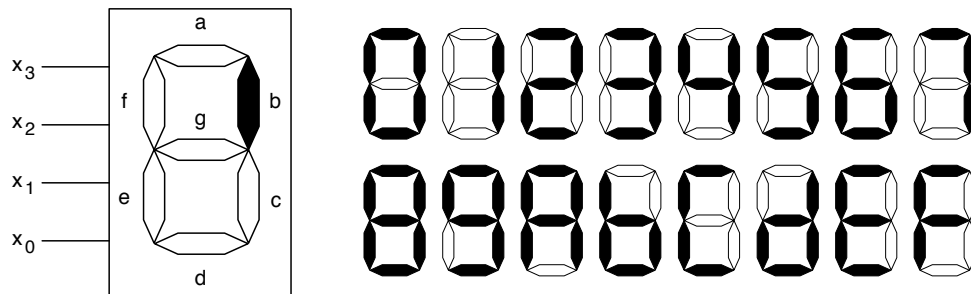


Abbildung 1: 7-Segmentanzeige mit Mustern

Füllen Sie die Wahrheitstafel nur für das Segment b aus. Das Segment soll leuchten, wenn b den Wert 1 hat.

x_3	x_2	x_1	x_0	b
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

Tabelle 1: Wahrheitstafel für Segment b

NAME:

Matrikelnummer:

- (c) Ermitteln Sie die minimale Summe von Primimplikanten für die Logikfunktion für das Segment b mit dem Quine-McCluskey Verfahren.

Phase 1:

L_1			L_2			L_3		
Gruppe	Codewort	✓	Gruppe	Codewort	✓	Gruppe	Codewort	✓
Grp. 0			Grp. 0			Grp. 0		
Grp. 1			Grp. 1			Grp. 1		
Grp. 2			Grp. 2			Grp. 2		
Grp. 3			Grp. 3			Grp. 3		
Grp. 4			Grp. 4			Grp. 4		

Geben Sie die Menge der Primimplikanten in Form von Codeworten an:

{ _____ }

L_1			L_2			L_3		
Gruppe	Codewort	✓	Gruppe	Codewort	✓	Gruppe	Codewort	✓
Grp. 0			Grp. 0			Grp. 0		
Grp. 1			Grp. 1			Grp. 1		
Grp. 2			Grp. 2			Grp. 2		
Grp. 3			Grp. 3			Grp. 3		
Grp. 4			Grp. 4			Grp. 4		

Tabelle 2: Ersatztablelle für Phase 1, **ungültige Lösung streichen!**

NAME:

Matrikelnummer:

Phase 2:

Überdeckungstabelle 1:

P	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____

Geben Sie die im ersten Schritt gefundenen essentiellen Primimplikanten an:

{ _____ }

Überdeckungstabelle 2:

P	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____	$m_{__}$ _____

Geben Sie die minimale SOP-Form als Menge von Primimplikanten in Form von Codeworten an. Bei mehreren Lösungen geben Sie alle an:

{ _____ },
 { _____ },
 { _____ }.

P	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$

Tabelle 3: Ersatz Überdeckungstabelle 1, **ungültige Lösung streichen!**

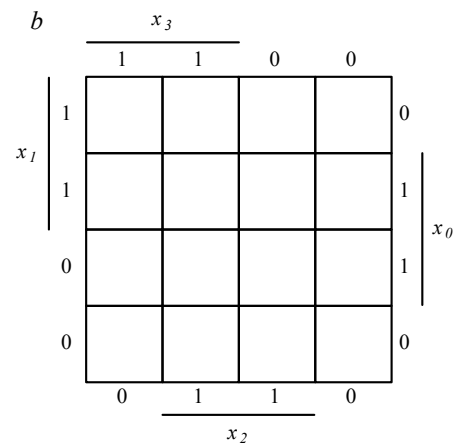
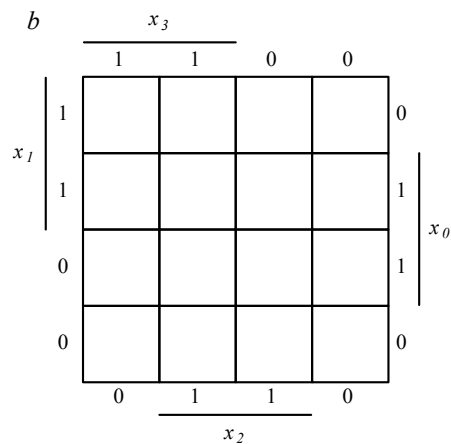
P	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$	$m_{\text{---}}$

Tabelle 4: Ersatz Überdeckungstabelle 2, **ungültige Lösung streichen!**

NAME:

Matrikelnummer:

- (d) Kontrollieren Sie Ihre Lösung(en), indem Sie für die in (b) erstellte Logikfunktion des Segments b die minimale SOP-Form mithilfe des untenstehenden Karnaugh-Diagramms bestimmen:



Ersatzdiagramm, ungültige Lösung streichen!

Minimale SOP-Form für b : (Bei mehreren Möglichkeiten geben Sie alle an.)

$\{$ _____ $\},$
 $\{$ _____ $\},$
 $\{$ _____ $\}.$

Aufgabe 4 (Automatenentwurf)

[25 Punkte]

Gegeben sei der Automat einer Steuerung aus Abbildung 2 mit dem Startzustand S_0 . Im Folgenden soll eine Logikschaltung dieses Automaten entworfen werden.

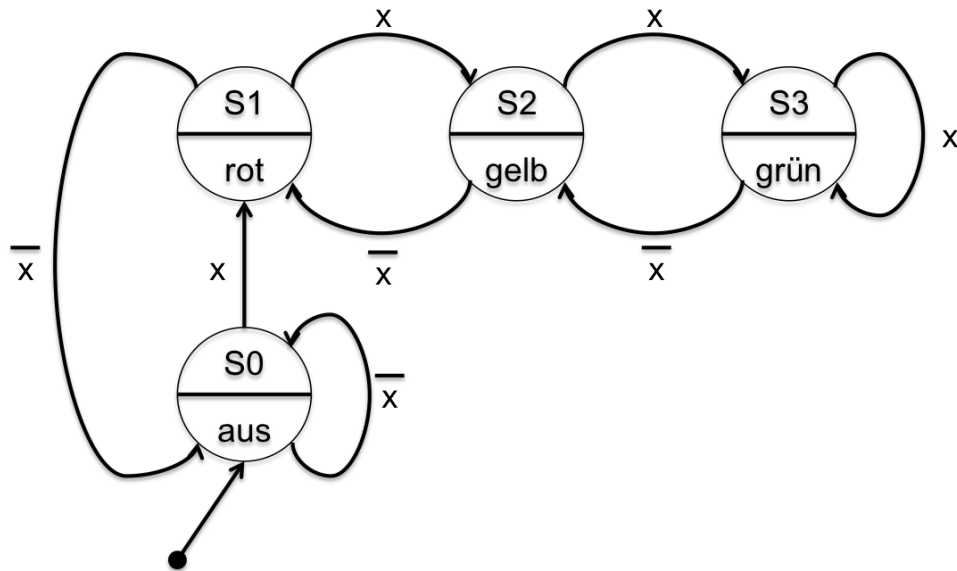


Abbildung 2: Automatengraph für eine Steuerung

- (a) Handelt es sich bei dem Automaten um einen Mealy- oder Moore-Automaten? Begründen Sie Ihre Antwort kurz.

NAME:

Matrikelnummer:

- (b) Bestimmen Sie die jeweils minimale Anzahl an Bits für die Codierung der Eingabe (X), der Ausgabe (Y) und der Zustände (S). Begründen Sie Ihre Antwort kurz und geben Sie eine mögliche Codierung an.

[illegible]

Seite 16 / 22

NAME: _____ Matrikelnummer: _____

Matrikelnummer:

[illegible]

Tabelle 6: Ersatz Übergangstabelle, **ungültige Lösung streichen!**

- (d) Bestimmen Sie die minimale SOP-Form der Zustandsübergangsfunktion $\delta(X, S)$ und der Ausgangsfunktion $\mu(S)$.

NAME:

Matrikelnummer:

- (e) Entwerfen Sie die Gesamtschaltung des Automaten als Implementierung der minimalen SOP-Form aus Aufgabenteil (d). Ihnen stehen neben D-Flip-Flops UND-, ODER-, XOR-Gatter und Inverter zur Verfügung.

Aufgabe 5 (Arithmetik im 2er-Komplement)

[10 Punkte]

Gegeben ist ein 8 Bit Register, das eine Binärzahl im 2er-Komplement darstellt.

- (a) Geben Sie für die beiden folgenden Registerwerte jeweils den entsprechenden Wert im Dezimalsystem, sowie den negierten Wert als Binär- und Dezimalzahl an. Schreiben Sie Ihre Lösungen, ggf. mit Vorzeichen, in die vorgegebenen Kästen.

Dezimal	2er-Komplement
<input type="text"/>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> 7 0 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px; text-align: center;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px; text-align: center;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px; text-align: center;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px; text-align: center;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px; text-align: center;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px; text-align: center;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px; text-align: center;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px; text-align: center;">0</div> </div>
<input type="text"/>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> 7 0 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px;"></div> </div>

Dezimal	2er-Komplement
<input type="text"/>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> 7 0 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px; text-align: center;">1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px; text-align: center;">1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px; text-align: center;">1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px; text-align: center;">1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px; text-align: center;">1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px; text-align: center;">1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px; text-align: center;">1</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px; text-align: center;">1</div> </div>
<input type="text"/>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> 7 0 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px;"></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25px;"></div> </div>

NAME:

Matrikelnummer:

- (b) Führen Sie die folgenden Berechnungen im 2er-Komplement durch. Tragen Sie in die dafür vorgesehenen Felder die borrow bzw. carry Bits ein. Geben Sie **im Anschluss an Ihre Berechnungen** jeweils die zugehörigen Dezimalzahlen an, sofern ein entsprechendes Kästchen eingezeichnet ist. Geben Sie zudem für jede Berechnung an, ob es zu einem overflow kommt oder nicht.

Dezimal	2er-Komplement
<input type="text"/>	<div>7 0</div> <div>1 0 0 0 1 0 1 1</div>
- <input type="text"/>	<div>7 0</div> <div>0 0 0 0 1 1 0 1</div>
= <input type="text"/>	<div>7 0</div> <div><input type="text"/></div>
borrow Bits:	<div>7 0</div> <div><input type="text"/></div>

Kommt es zu einem overflow?

☐ ja☐ nein

Dezimal	2er-Komplement
<input type="text"/>	<div>7 0</div> <div>0 1 1 0 1 0 0 1</div>
- <input type="text"/>	<div>7 0</div> <div>0 1 1 1 0 1 0 1</div>
= <input type="text"/>	<div>7 0</div> <div><input type="text"/></div>
borrow Bits:	<div>7 0</div> <div><input type="text"/></div>

Kommt es zu einem overflow?

☐ ja☐ nein

Dezimal	2er-Komplement
<input type="text"/>	<div>7 0</div> <div>1 1 0 1 1 0 1 1</div>
+ <input type="text"/>	<div>7 0</div> <div>1 0 1 0 0 1 1 0</div>
= <input type="text"/>	<div>7 0</div> <div><input type="text"/></div>
carry Bits:	<div>7 0</div> <div><input type="text"/></div>

Kommt es zu einem overflow?

☐ ja☐ nein

Konzeptpapier: Falls der Platz unter den einzelnen Aufgaben nicht ausreicht, können Sie diese Seiten für Zwischenrechnungen nutzen. Bitte Lösung und Lösungsweg eindeutig mit der Aufgabennummer markieren!