

Klausur zur Vorlesung

Grundlagen der Technischen Informatik / Digitaltechnik (GTI/DT)

Prof. Marco Platzner
Fachgebiet Technische Informatik
Universität Paderborn

06.08.2014

- 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	20	15	25	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 in der Booleschen Algebra gültig?

☐ $a + (a \cdot b) = (a + a) \cdot (a + b)$

☐ $a \cdot (a + b) = b$

☐ $\bar{a} \cdot \bar{b} = \overline{a \cdot b}$

☐ $a \oplus b = \bar{a} \cdot b + a \cdot \bar{b}$

(b) Der Exzess Code zur Darstellung vorzeichenbehafteter Zahlen ...

☐ hat nur eine Darstellung für die Null

☐ wird beim IEEE 754 Standardformat für den Exponenten verwendet

☐ hat einen symmetrischen Wertebereich

☐ codiert die dem Betrag nach grösste negative Zahl durch ein Wort, das aus lauter Nullen besteht

(c) Die Ziffern '0' bis '9' werden mit einem 2-aus-5 Code codiert. Welche Aussagen sind korrekt?

☐ In jedem Codewort sind genau 2 bits auf '1' gesetzt.

☐ Es lassen sich 2 Fehler erkennen und einer korrigieren.

☐ Die Hammingdistanz des Codes ist 2.

☐ Der Code verwendet zwei Prüfbits für drei bit Nutzdaten.

NAME:

Matrikelnummer:

(d) Welche Aussagen gelten bzgl. DRAM (dynamic RAM) und SRAM (static RAM)?

- ☐ SRAMs sind pro MByte Speicherkapazität teurer als DRAM.
- ☐ Im Gegensatz zu SRAMs verlieren DRAMs den Speicherinhalt, wenn die Betriebsspannung abgeschaltet wird.
- ☐ DRAMs müssen periodisch aufgefrischt werden (refresh), SRAMs hingegen nicht.

(e) Welche Aussagen treffen auf Silizium zu?

- ☐ Das Silizium-Atom hat 3 Valenzelektronen.
- ☐ Silizium ist ein Halbleiter.
- ☐ Durch Einbringen von Fremdatomen wird die Leitfähigkeit von Silizium gezielt verändert.
- ☐ Silizium ist ein sehr seltenes Element (weniger als 0.001% der Erde besteht aus Silizium).

Aufgabe 2 (VHDL)

[15 Punkte]

Ein Karussellbetreiber möchte zu Libori die Leuchtmuster seiner LED-Lampen am Karussell erneuern um mehr Fahrgäste anzulocken. Ein FPGA wird benutzt um die Ansteuerung zu implementieren.

- (a) Listing 1 zeigt die bisherige Implementierung in VHDL für acht nebeneinander liegende Lampen. Zeichnen Sie in die Abbildung 1 die Abfolge der Leuchtmuster ein. Für diese Aufgabe gelten folgende Festlegungen: ein ausgefüllter oder angekreuzter Kreis bedeutet Lampe an, ein leerer Kreis steht für Lampe aus. Entsprechend bedeutet im VHDL-Quelltext eine binäre '1' Lampe an und eine '0' Lampe aus.
- (b) Der Takt am Eingang `clk` hat eine Frequenz von 100 MHz. Wie viel Zeit (in Sekunden) vergeht zwischen dem Umschalten der Leuchtmuster in Listing 1?
Antwort: _____
- (c) In Abbildung 3 ist das vom Karussellbetreiber gewünschte Leuchtmuster angegeben. Es sind nun 12 Lampen anzusteuern und die Umschaltzeit zwischen den Mustern soll einheitlich 0,5 Sekunden betragen. Implementieren sie dieses Leuchtmuster in Listing 2.

Listing 1

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

entity LiboriLichter2013 is
    port( CLK : in  std_logic;
          RST : in  std_logic;
          LD  : out std_logic_vector (7 downto 0)
    );
end LiboriLichter2013;

architecture Behavioral of LiboriLichter2013 is
    signal divider : integer range 0 to 25000000;
    signal leds     : std_logic_vector(7 downto 0);
begin

    LD <= leds;

    LedPatternProc: process (CLK, RST) is
    begin
        if RST = '1' then
            divider <= 25000000;
            leds     <= "11001100";
        elsif (CLK'event and CLK = '1') then
            if divider = 0 then
                divider <= 25000000;
                leds     <= leds(0) & leds(7 downto 1);
            else
                divider <= divider - 1;
            end if;
        end if;
    end process;
end Behavioral;
```

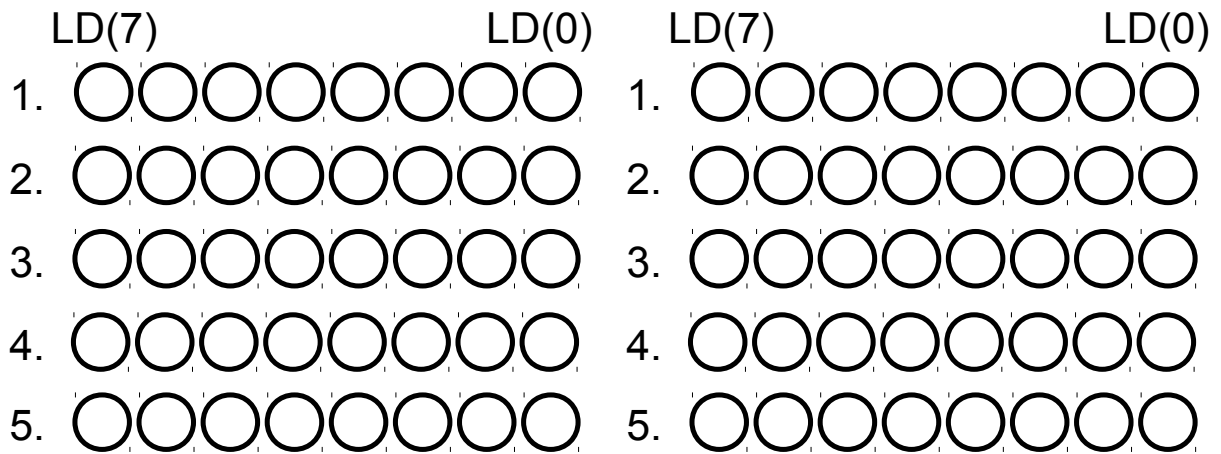


Abbildung 1: Kreuzen Sie für jeden Schritt die leuchtenden Lampen an.

Abbildung 2: [Ersatz] Kreuzen Sie für jeden Schritt die leuchtenden Lampen an.

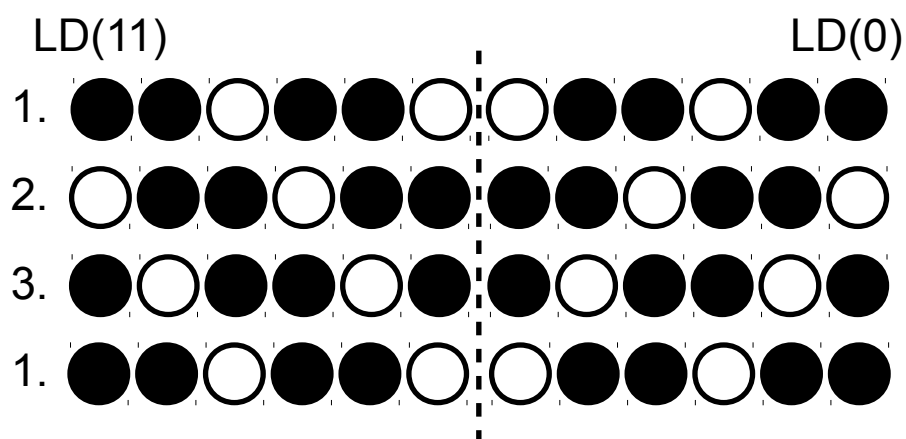


Abbildung 3: Das neu zu implementierende Leuchtmuster.

NAME:

Matrikelnummer:

Listing 2

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

entity LiboriLichter2014 is
    port(
        _____
        _____
        _____
    );
end LiboriLichter2014;

architecture Behavioral of LiboriLichter2014 is
    _____
    _____
begin

    LD <= leds;

    LedPatternProc: process (CLK, RST) is
    begin
        if RST = '1' then
            _____
            _____
        elsif (CLK'event and CLK = '1') then
            _____
            _____
            _____
            _____
            _____
            _____
            _____
        end if;
    end process;
end Behavioral;
```

Aufgabe 3 (K-Diagramme)

[20 Punkte]

Das Libori-Riesenrad fährt je nach Andrang mehr oder weniger Runden, damit die Schlange bei großem Andrang nicht noch länger wird. Der Andrang wird von einer Kamera gemessen, die anschließend Werte zwischen 1 und 6 binär kodiert in der Form $(abc) = (001)$ bis $(abc) = (110)$ ausgibt.

Der Fairness halber (und damit sich hinterher niemand beschweren kann) zeigt ein aus acht aneinander gereihten Sektoren (vgl. Abb. 4) bestehender Balken die Anzahl der Runden an, die zur Zeit gefahren werden. Die Sektoren können einzeln angesteuert werden.

Wenn es sehr leer ist ($(abc) = (001)$), fährt das Riesenrad die vollen acht Runden und alle acht Sektoren leuchten. Ist es etwas voller ($(abc) = (010)$), so fährt es nur sieben Runden und es leuchten nur die ersten sieben Sektoren. Je länger die Schlange am Riesenrad nun ist, desto weniger Runden werden gefahren, bis bei $(abc) = (110)$ nur noch drei Runden gefahren werden und entsprechend nur noch die ersten drei Sektoren aufleuchten.



Abbildung 4: Anzeige des Balkens, wenn aktuell 5 Runden gefahren werden.

- (a) Spezifizieren Sie die Ansteuerungsfunktionen für die Sektoren S_1 bis S_8 , indem Sie folgende Wahrheitstabelle ausfüllen. Dabei bedeutet zum Beispiel $S_5 = 0$, dass der fünfte Sektor S_5 nicht leuchtet sowie $S_5 = 1$, dass er leuchtet. Verwenden Sie, wo möglich, don't care Werte X zur Spezifikation.

a	b	c	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8
0	0	0								
0	0	1								
0	1	0								
0	1	1								
1	0	0								
1	0	1								
1	1	0								
1	1	1								

Ersatztable (Ungültige Lösung streichen!):

a	b	c	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8
0	0	0								
0	0	1								
0	1	0								
0	1	1								
1	0	0								
1	0	1								
1	1	0								
1	1	1								

NAME:

Matrikelnummer:

- (b) Bestimmen Sie für die Ansteuerungsfunktionen der Sektoren S_1 bis S_8 jeweils die minimale SOP-Form mittels Karnaugh-Diagramm.

S_1 <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><u>a</u></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">c</td> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">0</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4" style="text-align: center;"><u>b</u></td> </tr> </table>			<u>a</u>						1	1	0	0	c	1					0							<u>b</u>				S_2 <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><u>a</u></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">c</td> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">0</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4" style="text-align: center;"><u>b</u></td> </tr> </table>			<u>a</u>						1	1	0	0	c	1					0							<u>b</u>			
		<u>a</u>																																																									
		1	1	0	0																																																						
c	1																																																										
	0																																																										
		<u>b</u>																																																									
		<u>a</u>																																																									
		1	1	0	0																																																						
c	1																																																										
	0																																																										
		<u>b</u>																																																									
S_3 <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><u>a</u></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">c</td> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">0</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4" style="text-align: center;"><u>b</u></td> </tr> </table>			<u>a</u>						1	1	0	0	c	1					0							<u>b</u>				S_4 <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><u>a</u></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">c</td> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">0</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4" style="text-align: center;"><u>b</u></td> </tr> </table>			<u>a</u>						1	1	0	0	c	1					0							<u>b</u>			
		<u>a</u>																																																									
		1	1	0	0																																																						
c	1																																																										
	0																																																										
		<u>b</u>																																																									
		<u>a</u>																																																									
		1	1	0	0																																																						
c	1																																																										
	0																																																										
		<u>b</u>																																																									
S_5 <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><u>a</u></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">c</td> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">0</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4" style="text-align: center;"><u>b</u></td> </tr> </table>			<u>a</u>						1	1	0	0	c	1					0							<u>b</u>				S_6 <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><u>a</u></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">c</td> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">0</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4" style="text-align: center;"><u>b</u></td> </tr> </table>			<u>a</u>						1	1	0	0	c	1					0							<u>b</u>			
		<u>a</u>																																																									
		1	1	0	0																																																						
c	1																																																										
	0																																																										
		<u>b</u>																																																									
		<u>a</u>																																																									
		1	1	0	0																																																						
c	1																																																										
	0																																																										
		<u>b</u>																																																									
S_7 <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><u>a</u></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">c</td> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">0</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4" style="text-align: center;"><u>b</u></td> </tr> </table>			<u>a</u>						1	1	0	0	c	1					0							<u>b</u>				S_8 <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><u>a</u></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">c</td> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">0</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4" style="text-align: center;"><u>b</u></td> </tr> </table>			<u>a</u>						1	1	0	0	c	1					0							<u>b</u>			
		<u>a</u>																																																									
		1	1	0	0																																																						
c	1																																																										
	0																																																										
		<u>b</u>																																																									
		<u>a</u>																																																									
		1	1	0	0																																																						
c	1																																																										
	0																																																										
		<u>b</u>																																																									
Ersatz <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><u>a</u></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">c</td> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">0</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4" style="text-align: center;"><u>b</u></td> </tr> </table>			<u>a</u>						1	1	0	0	c	1					0							<u>b</u>				Ersatz <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><u>a</u></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">c</td> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: middle; padding-right: 5px;">0</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="4" style="text-align: center;"><u>b</u></td> </tr> </table>			<u>a</u>						1	1	0	0	c	1					0							<u>b</u>			
		<u>a</u>																																																									
		1	1	0	0																																																						
c	1																																																										
	0																																																										
		<u>b</u>																																																									
		<u>a</u>																																																									
		1	1	0	0																																																						
c	1																																																										
	0																																																										
		<u>b</u>																																																									

$$S_1 =$$

$$S_2 =$$

$$S_3 =$$

$$S_4 =$$

$$S_5 =$$

$$S_6 =$$

$$S_7 =$$

$$S_8 =$$

NAME:

Matrikelnummer:

- (c) Entwerfen Sie eine mehrstufige Logikschaltung für die in (b) bestimmten minimalen SOP-Formen von S_1 bis S_8 , indem Sie mehrfach auftretende Produktterme wiederverwenden. Wie viele Literale (Gattereingänge) und wie viele Logikstufen benötigt die gesamte Schaltung?

Anzahl Literale:

Anzahl Logikstufen:

0	S_1
	S_2
1	S_3
	S_4
a	S_5
	S_6
b	S_7
	S_8
c	

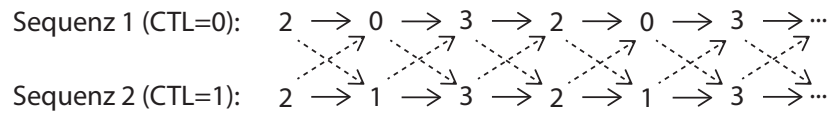
Ersatzschaltung (Ungültige Lösung streichen!):

0	S_1
	S_2
1	S_3
	S_4
a	S_5
	S_6
b	S_7
	S_8
c	

Aufgabe 4 (Synchrone Zähler)

[15 Punkte]

Entwerfen Sie einen Zähler als Automat, der folgende zwei Sequenzen zählen kann:



 Umschaltvorgang: CTL wechselt von 0 auf 1

 Umschaltvorgang: CTL wechselt von 1 auf 0

Die Steuerleitung CTL definiert dabei, welche Sequenz durchlaufen wird. Gilt CTL=0, so wird Sequenz 1 durchlaufen. Gilt CTL=1, so wird Sequenz 2 durchlaufen. Wird während des Durchlaufs einer Sequenz umgeschaltet, so wird beim nächsten Takt an gleicher Position in der anderen Sequenz fortgefahren. Im Initialzustand soll die Zahl 2 ausgegeben werden. Sei Y die Ausgabe. Dann sieht ein Beispiel wie folgt aus:

CTL	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1
Y	2	0	3	2	0	3	2	1	3	2	1	3	2	0	3	2	0	3	2

- (a) Codieren Sie die Zustandsmenge binär. Sparen Sie durch geschickte Wahl der Binärcodierung die Logikschaltung für die Ausgabefunktion ein. Kommen Sie dabei mit vier Zuständen aus.

$S1 \rightarrow$

$S2 \rightarrow$

$S3 \rightarrow$

$S4 \rightarrow$

- (b) Entwerfen Sie den Moore Automaten, indem Sie den Automatengraphen angeben.

NAME:

Matrikelnummer:

(c) Geben Sie die Übergangstabelle an.

CTL	s_1	s_0	s_1^+	s_0^+

Übergangstabelle

CTL	s_1	s_0	s_1^+	s_0^+

Übergangstabelle (Ersatz)

(d) Spezifizieren Sie die Zustandsübergangsfunktion in der Minterm- oder Maxterm-Normalform, je nach dem, welche Darstellung weniger Gatter benötigt.

$$s_1^+ =$$

$$s_0^+ =$$

Aufgabe 5 (Addiererschaltungen)

[25 Punkte]

Für die Realisierung von kombinatorischen Addierern sind Carry-Lookahead Addierer (CLA) eine schnelle aber aufwendige Option, so benötigt eine CLA Realisierung der Addition von 32-bit Festkommazahlen zwar nur $4t_{pd}$ Delay, verwendet aber $\left(\frac{32^2}{2} + \frac{9 \cdot 32}{2}\right) = 656$ Gatter. Entwerfen Sie in dieser Aufgabe einen Addierer für 64-bit Festkommazahlen, wobei ihre Schaltung höchstens 500 Gatter verwenden und ein Delay von $60t_{pd}$ haben darf. Im Diagramm in Abbildung 5 sind die Grenzen für Delay und Gatter als grauer Bereich eingezeichnet, der gesuchte Addierer muss sich also in diesem Bereich befinden. Tragen Sie alle Addierer aus den folgenden Teilaufgaben in das Diagramm ein (mit Beschriftung). In Abbildung 7 finden Sie ein Ersatzdiagramm, falls Sie es benötigen.

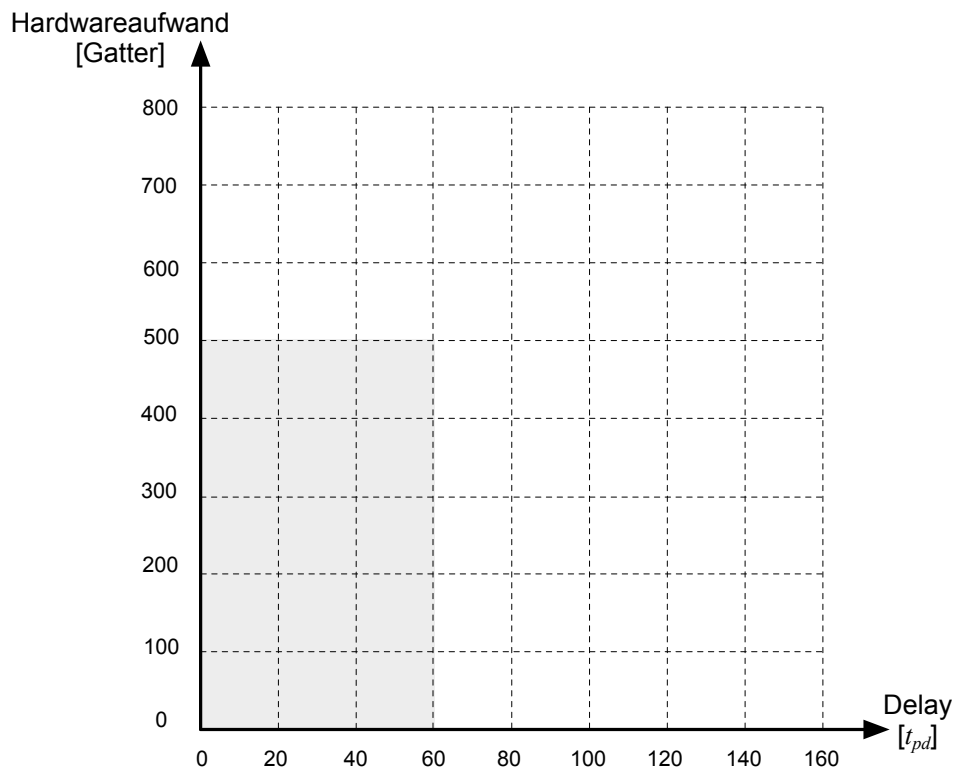


Abbildung 5: Hardwareaufwand-Delay Diagramm

NAME:

Matrikelnummer:

- (a) Eine naheliegende Variante der Addition besteht darin, einfache Volladdierer zu kaskadieren, die aus jeweils 5 Gattern bestehen. Wie heißt die resultierende Variante eines Addierers? Wie viele Gatter benötigt sie und wie groß ist die Verzögerung? Tragen Sie den Addierer im Diagramm ein.
- (b) Eine andere Variante sind hybride Addierer, die aus Kaskaden gleichförmiger CLA bestehen, wie z.B. in Abbildung 6. Da bei der gleichförmigen Variante alle CLA Stufen die gleiche Anzahl von Bits addieren, kann ein solcher Addierer für 64-bit Zahlen 2, 4, 8, 16 oder 32 Stufen verwenden.

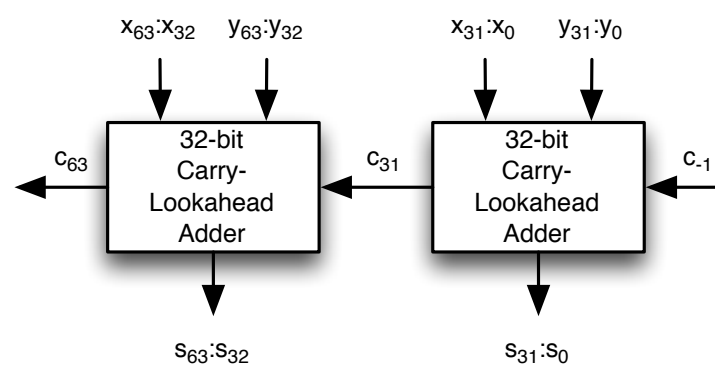


Abbildung 6: Zweistufiger hybrider 64-bit Addierer aus kaskadierten 32-bit CLAs

- Wie viele gleichförmige Stufen können Sie verwenden um höchstens $60t_{pd}$ Delay zu erhalten?

- Wie viele Gatter benötigt ein hybrider Addierer mit dieser Anzahl von gleichförmigen Stufen? Tragen Sie die Variante in das Diagramm ein.

- Da dieser Addierer zu groß ist, kann man daraus schließen, dass keine Lösung mit gleichförmigen CLAs möglich ist. Wieso ist der Schluss gültig? Wie ist, ganz grob, der Zusammenhang zwischen Delay und Gatterzahl bei dieser Entwurfsmethode?

Je Delay, desto Gatter

(c) Als dritte Variante betrachten Sie nun hybride Addierer, die aus kaskadierten unterschiedlich großen CLA Stufen bestehen.

- Wie viele Stufen von unterschiedlich großen CLAs können Sie verwenden um höchstens $60t_{pd}$ Delay zu erhalten?
- Ermitteln Sie nun einen Addierer, der die Kriterien erfüllt. Wie viele Gatter benötigt dieser Addierer und wie groß ist sein Delay? Tragen Sie ihn in das Diagramm ein.

NAME:

Matrikelnummer:

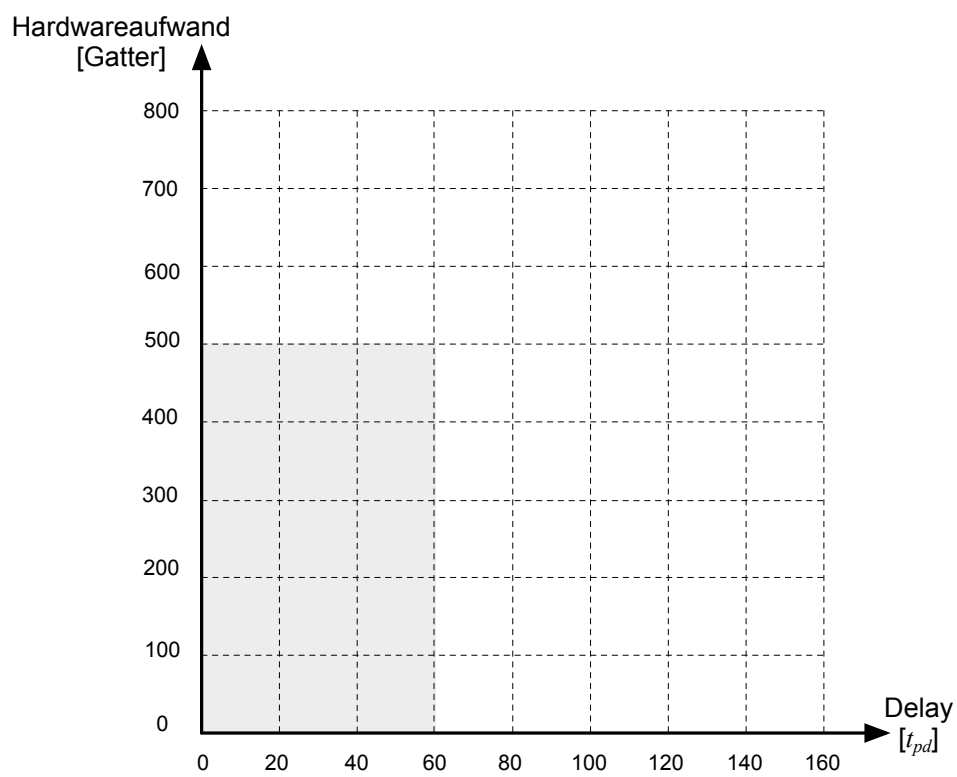


Abbildung 7: Ersatzdiagramm, **ungültige Lösungen streichen!**

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!