

Klausur zur Vorlesung

Grundlagen der Technische Informatik / Digitaltechnik (GTI/DT)

Prof. Marco Platzner
Fachgebiet Technische Informatik
Universität Paderborn

25.03.2011

- 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	15	20	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 Boolesche Ausdrücke sind dual?

☐ $a \xleftrightarrow{\text{dual}} \bar{a}$

☐ $a \cdot b \xleftrightarrow{\text{dual}} a + b$

☐ $a \cdot \bar{b} \xleftrightarrow{\text{dual}} a + \bar{b}$

☐ $\overline{a \cdot b} \xleftrightarrow{\text{dual}} \bar{a} + \bar{b}$

(b) Schaltungen in mehrstufiger Logik ...

☐ benötigen meist weniger Gatter als in 2-stufiger Logik

☐ kann man nicht bzgl. der Anzahl der Gatter optimieren

☐ sind im allgemeinen schneller als in 2-stufiger Logik

(c) Welche Aussagen sind bzgl. der *One-hot* Zustandskodierung richtig:

☐ Es werden jeweils zwei Flip-Flops für die Kodierung eines Zustandes verwendet.

☐ Jedem Zustand entspricht genau ein Flip-Flop.

☐ Die One-hot Kodierung benötigt im allgemeinen mehr Flip-Flops als die binäre Kodierung.

NAME:

Matrikelnummer:

(d) Ein Automat ist deterministisch wenn für jedes Paar (Zustand, Eingabesymbol) gilt:

- ☐ es gibt mindestens einen Nachfolgezustand
- ☐ es gibt genau einen Nachfolgezustand
- ☐ es gibt höchstens einen Nachfolgezustand
- ☐ alle Nachfolgezustände sind äquivalent

(e) Bei einem Code mit der Hammingdistanz 5 kann man ...

- ☐ 2 Fehler korrigieren
- ☐ 4 Fehler erkennen
- ☐ 4 Fehler erkennen und gleichzeitig korrigieren

Aufgabe 2 (Automatenmodellierung mit VHDL)

[15 Punkte]

- (a) Abbildung 1 zeigt einen Mealy-Automaten mit zwei Zuständen. Transformieren Sie den Automaten aus Abbildung 1 in einen äquivalenten Moore-Automaten. (3 Punkte)

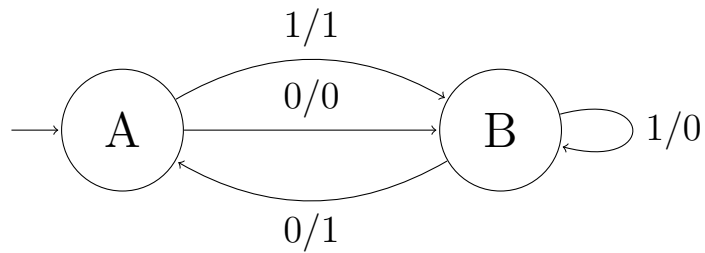


Abbildung 1: Mealy Automat mit zwei Zuständen

Source-Code 1: VHDL Spezifikation für den Mealy Automaten

```
entity fsm is
  port (
    clk , reset , x : in std_logic;
    y : out std_logic
  );
end entity;
architecture arch_mealy of fsm is
  type state_type is (A,B);
  signal state: state_type;
begin
  process proc_fsm (clk , reset)
  begin
    if (reset = '1') then
      state <= A;
    elsif (clk'event and clk='1') then
      case state is
        when A =>
          y <= x;
          state <= B;
        when B =>
          if x='0' then
            state <= A;
            y <= '1';
          else
            state <= B;
            y <= '0';
          end if;
        end case;
      end if;
    end process;
  end arch_mealy;
```

- (b) **Source-Code 1** zeigt eine VHDL Spezifikation des Mealy-Automaten aus Abbildung 1. Auf der nächsten Seite ist ein VHDL Code-Fragment (**Source-Code 2**) abgebildet. Ergänzen Sie dieses Fragment so, dass die **architecture** *arch_moore* einen Moore-Automaten implementiert, der zu dem Mealy-Automaten äquivalent ist.

(12 Punkte)

Hinweise:

- Die **entity** des Moore-Automaten ist identisch mit der des Mealy-Automaten.
- Der Prozess *proc_transitions* ist allein für das Umschalten zwischen den Zuständen verantwortlich. Benutzen Sie für die Implementierung der Ausgabe den Platz nach dem Prozess *proc_transitions*. Es ist möglich, die Ausgabe des Automaten in Form eines Prozesses oder als spezielle Signalzuweisung zu implementieren.

Source-Code 2: VHDL Spezifikation für den Moore Automaten

```
architecture arch_moore of fsm is

    type state_type is (A, B0, B1);
    signal state: state_type;
begin

    process proc_transitions (reset, clk)
    begin
        if (reset = '1') then
            state <= A;
        elsif (clk 'event and clk='1') then
            case state is
                when A =>
                    if x='0' then state <= B0;
                    else state <= B1; end if;
                when B0 =>
                    if x='0' then state <= A; end if;
                when others =>
                    if x='0' then state <= A;
                    else state <= B0; end if;
            end case;
        end if;
    end process;

    y <= '0' when state = B0 else '1';

end arch_moore;
```

NAME:

Matrikelnummer:

Source-Code 2: VHDL Spezifikation für den Moore Automaten (Ersatz)

```
architecture arch_moore of fsm is

    type state_type is (_____);
    signal state: state_type;
begin
    process proc_transitions (_____)
    begin
        if (reset = '1') then

            state <= _____;
        elsif (clk 'event and clk='1') then
            case state is

                when _____ =>

                    _____

            end case;
        end if;
    end process;

end arch_moore;
```

Aufgabe 3 (Automatenentwurf)

[25 Punkte]

Für den in Abbildung 2 spezifizierten Automaten soll eine Schaltung entworfen werden.

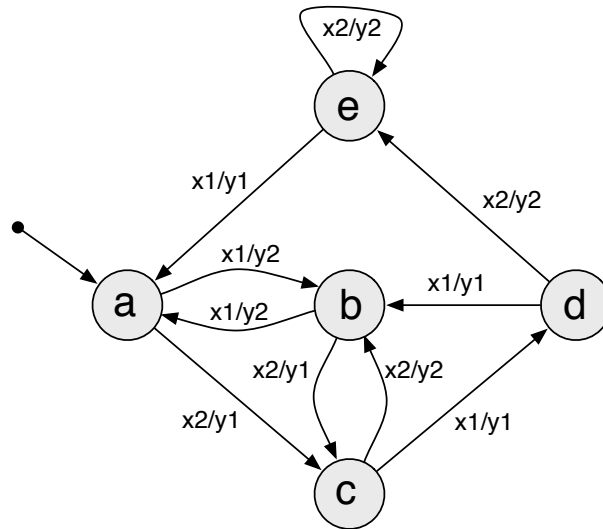


Abbildung 2: Mealy-Automat

- (a) Geben Sie die Zustandsmenge S , die Menge der Eingabesymbole X , die Menge der Ausgabesymbole Y und den Initialzustand S_I an. Beschreiben Sie die Zustandsübergangsfunktion $\delta(s, x)$ und Ausgangsfunktion $\lambda(s, x)$ durch eine Automatentafel.

(4 Punkte)

$$S = \{ \quad \quad \quad \}$$

$$X = \{ \quad \quad \quad \}$$

$$Y = \{ \quad \quad \quad \}$$

$$S_I = \{ \quad \quad \}$$

$$\delta(s, x) / \lambda(s, x):$$

NAME:

Matrikelnummer:

- (b) Minimieren Sie die Zustandsmenge des Automaten mit dem Ginsburg/Huffman-Verfahren. Geben Sie alle Zwischenschritte an. Spezifizieren Sie den reduzierten Automaten und zeichnen Sie den Automatengraphen:

(8 Punkte)

$$S' = \{ \quad \quad \quad \}$$

$$X' = \{ \quad \quad \quad \}$$

$$Y' = \{ \quad \quad \quad \}$$

$$S'_I = \{ \quad \quad \}$$

$$\delta'(s, x) / \lambda'(s, x):$$

- (c) Verwenden Sie für die Zustandsmenge S' eine One-hot Codierung und codieren Sie die Menge der Eingabesymbole X' und die Menge der Ausgabesymbole Y' geeignet. Geben Sie die Übergangstabelle an:

(5 Punkte)

- (d) Leiten Sie aus der Übergangstabelle minimierte SOP-Formen für die Ausgänge und die Folgezustandsvariablen an. Verwenden Sie dazu Karnaugh-Diagramme und geben Sie alle Zwischenschritte an. Wo möglich, verwenden Sie don't cares zur Ableitung minimierter Funktionen.

(8 Punkte)

NAME:

Matrikelnummer:

Aufgabe 4 (Arithmetik im 2er-Komplement)

[15 Punkte]

Gegeben ist ein 16 Bit Register, das eine Binärzahl im 2er-Komplement darstellt. Die Binärzahl soll eine Festkommazahl mit einer Genauigkeit von mindestens $0,1_{10}$ darstellen.

- (a) Was ist die minimale Anzahl an Bits für den Nachkommateil, um die gewünschte Genauigkeit zu erreichen?

(1 Punkt)

4 Bits

- (b) Was ist die größte positive Ganzzahl, die dargestellt werden kann?

(1 Punkt)

2047

- (c) Stellen die nachfolgenden Zahlen im 2er Komplement dar. Tragen Sie dazu die Bits in das gegebene Schema ein und setzen Sie die Kommastelle an die passende Position (in das kleine Quadrat).

(6 Punkte)

1023,5:	<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin: 0;"> 15 0 </div> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td> </tr> </table>	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0																			
<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>																			
−1023,5:	<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin: 0;"> 15 0 </div> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td> </tr> <tr> <td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td> </tr> </table>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0																			
<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>																			
135,5625:	<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin: 0;"> 15 0 </div> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td> </tr> <tr> <td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td> </tr> </table>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1																			
<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>																			
−135,5625:	<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin: 0;"> 15 0 </div> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td> </tr> <tr> <td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td> </tr> </table>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>
1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1																			
<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>																			
413,1875:	<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin: 0;"> 15 0 </div> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td> </tr> <tr> <td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td> </tr> </table>	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>
0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1																			
<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>																			
−413,1875:	<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin: 0;"> 15 0 </div> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td> </tr> <tr> <td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td><td><div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div></td> </tr> </table>	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>
1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1																			
<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	<div style="width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>																			

NAME:

Matrikelnummer:

(d) Führen Sie die folgenden Berechnungen im 2er-Komplement durch:

(7 Punkte)

	Dezimal	2er-Komplement
	135,5625	<div>15</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>0</div>
+	1023,5	<div>15</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div>
=	1159,0625	<div>0</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div>
	-1023,5	<div>15</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div>
+	413,1875	<div>15</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div>
=	-610,3125	<div>1</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div>
	-135,5625	<div>15</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div>
-	-413,1875	<div>15</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>1</div>
=	277,625	<div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>1</div> <div>0</div> <div>0</div>

NAME:

Matrikelnummer:

Aufgabe 5 (Array Multiplizierer)

[20 Punkte]

In Abbildung 3 ist ein 2×2 bit Array Multiplizierer gegeben mit $Z = X \cdot Y$, der mit 1 Bit Volladdierern (VA) und 2-ANDs (&) aufgebaut ist.

- (a) Tragen Sie für die Berechnung von Z mit $X = 10_2$ und $Y = 11_2$ die fehlenden Werte in die Abbildung ein. Für die $x_$, $y_$ und $z_$ tragen Sie bitte die jeweilige Stelle der Binärzahl ein.

(6 Punkte)

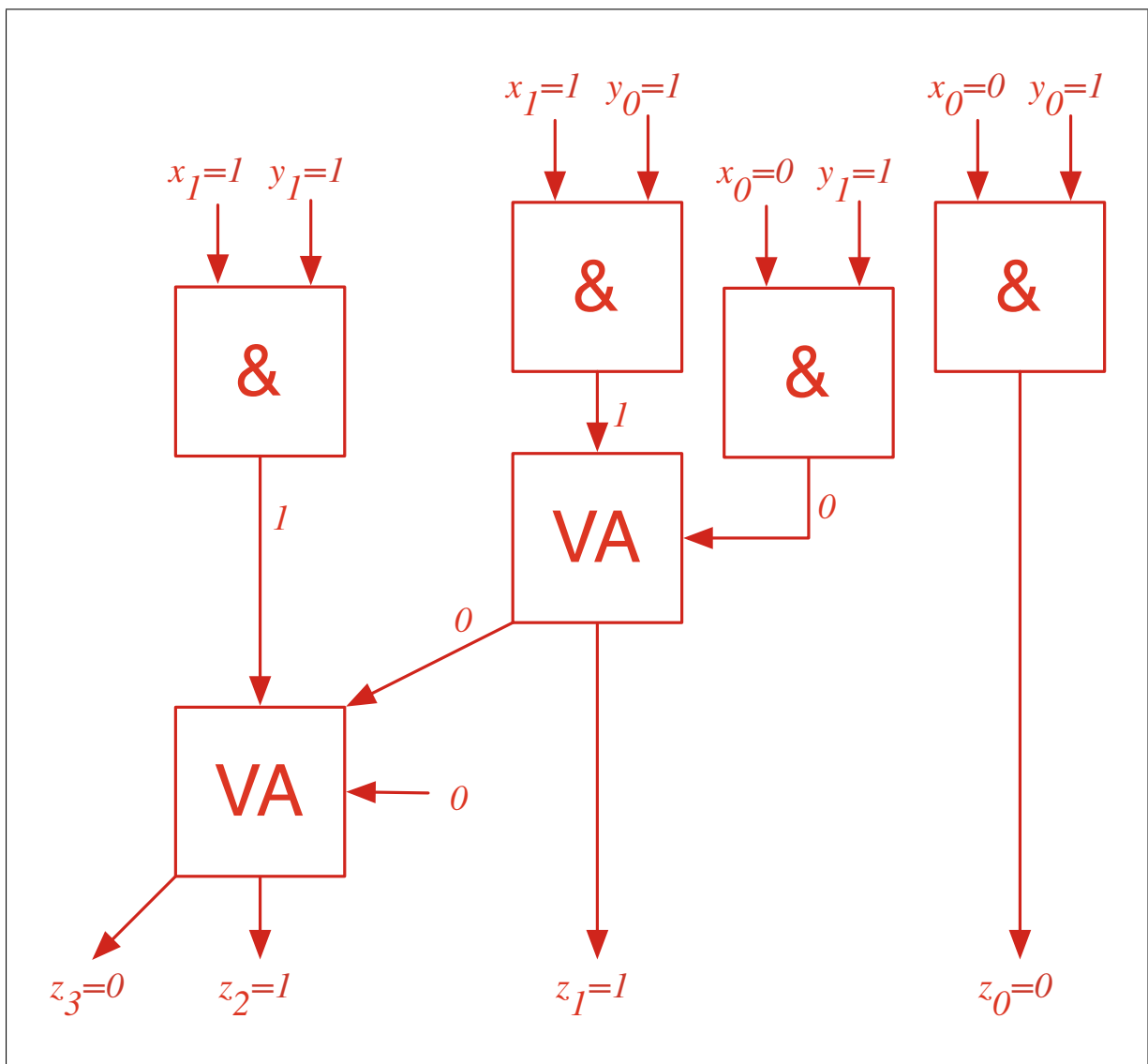


Abbildung 3: 2×2 bit Array Multiplizierer

NAME:

Matrikelnummer:

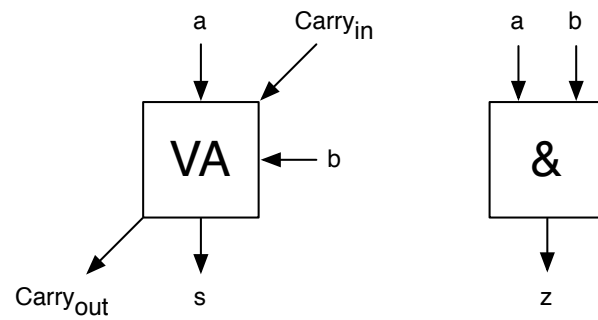
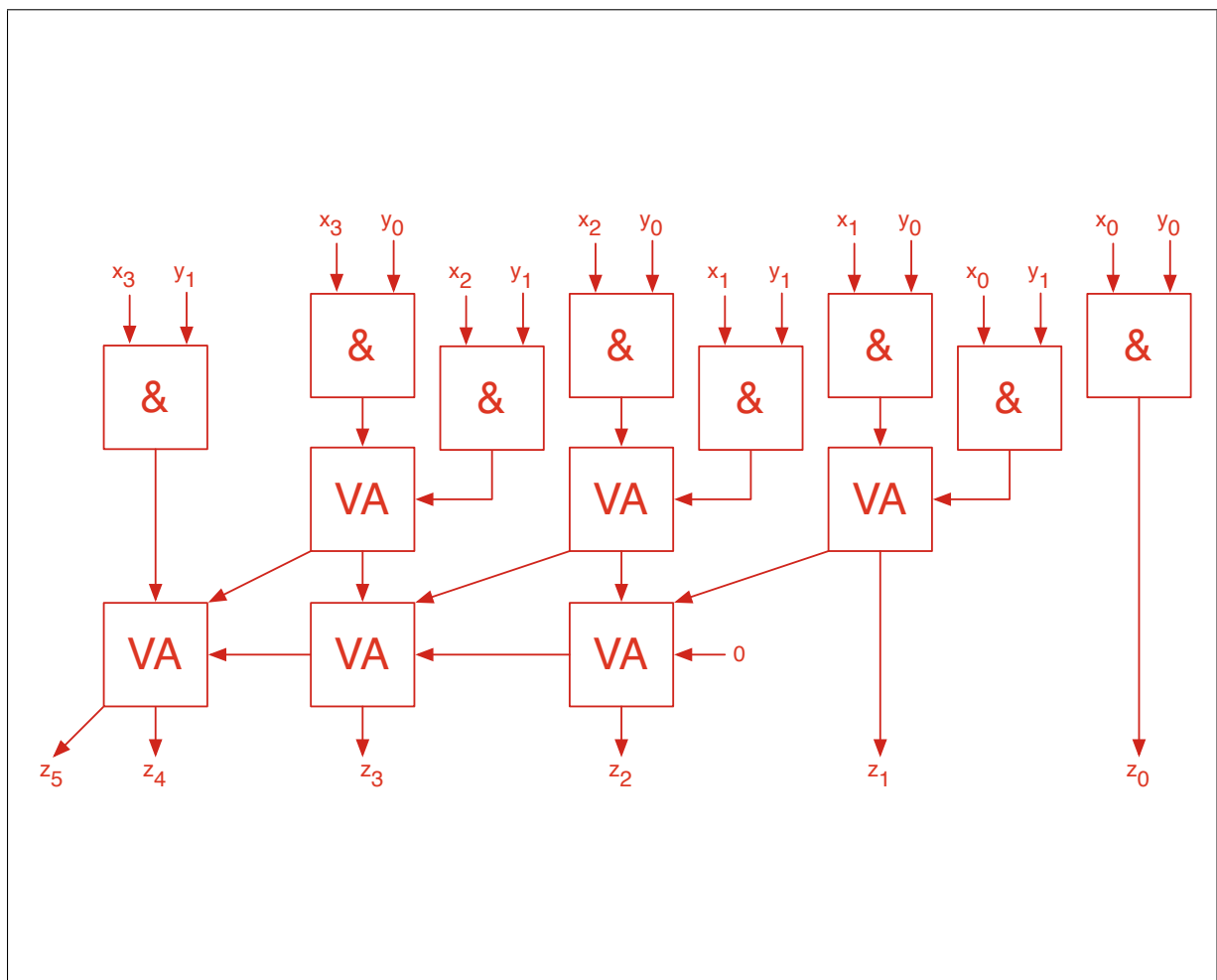


Abbildung 4: 1 Bit Volladdierer (VA) und 2-AND (&)

- (b) Entwickeln Sie mit Hilfe der in Abbildung 4 gegebenen Komponenten einen 4×2 bit Array Multiplizierer $Z = X \cdot Y$. Dabei hat $X = (x_3, x_2, x_1, x_0)$ 4 Bits und $Y = (y_1, y_0)$ 2 Bits.

(12 Punkte)



(c) Wie viele Bits hat das Ergebnis der Multiplikation $Z = X \cdot Y$ aus Aufgabenteil (b)?

(1 Punkt)

_____ $Z = (z_5, z_4, z_3, z_2, z_1, z_0)$ 6 Bits _____

(d) Wie hoch ist das Delay des Array-Multiplizierers aus Aufgabenteil (b), wenn davon ausgegangen wird, dass jede in Abbildung 4 gegebene Komponente ein Delay von einer Zeiteinheit besitzt?

(1 Punkt)

_____ 5 Zeiteinheiten _____

NAME:

Matrikelnummer:

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!

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!