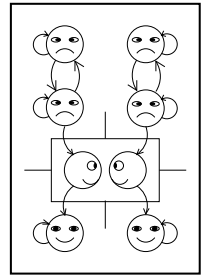


Technische Universität Ilmenau

Fakultät für Informatik und Automatisierung
Institut für Technische Informatik und Ingenieurinformatik
Fachgebiet Integrierte Kommunikationssysteme



Seminaraufgaben

zur Lehrveranstaltung

Technische Informatik – Teil RO

(EIT, FZT, LAE, LAM, MB, MT, MTR, OST, TKS, WI, WSW)

(Ausgabe Oktober 2019)

Dr.-Ing. Heinz-Dietrich Wuttke

Dr.-Ing. Prof. h. c. Karsten Henke

1. Übung: Zahlensysteme
2. Übung: BOOLEsche Algebra
3. Übung: Digitale Automaten (Grundlagen)
4. Übung: Digitale Automaten (Synthese)
5. Übung: Informationskodierung

A.1 Empfohlene Literatur

A.2 Karnaugh-Pläne zum Üben

Hinweise:

- Die Seminaraufgaben sind vor Beginn der Übungen zu lösen, soweit sie bereits thematisch in der Vorlesung behandelt wurden.
- Die Übungen dienen zur Diskussion der Lösungen und zur Vertiefung des Stoffes.

1. Wandeln Sie folgende Dualzahlen in Dezimalzahlen, Hexadezimalzahlen und Oktalzahlen um:

- (a) 10101101
- (b) 10001100
- (c) 100010001100

2. Wandeln Sie folgende Dezimalzahlen in Dualzahlen, Hexadezimalzahlen und Oktalzahlen um:

- (a) 170
- (b) 301
- (c) 1002

3. Berechnen Sie mit folgenden Dualzahlen:

- (a) $1101 + 1101$
- (b) $1000\ 1111 + 1010\ 0111$
- (c) $1010 - 0101$
- (d) $1110\ 1010 - 1001\ 1111$

4. Berechnen Sie (mit Hilfe von Dualzahlen):

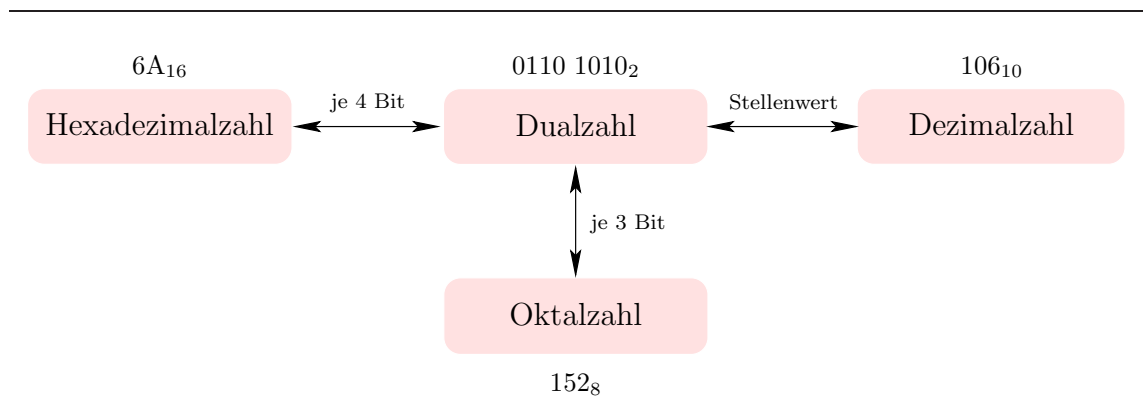
- (a) $971DH + 2345H$
- (b) $1234H + B73AH + 49CFH + 7654H$

5. Berechnen Sie (mit Hilfe von Dualzahlen):

- (a) $A73BH - 457CH$
- (b) $19545H - 1234H - CAFEH - AFFEH$

6. **Zusatzaufgabe:** Wandeln Sie folgende Zahlen in die anderen Zahlensysteme um:

- (a) Dualzahl 10001100, 11101
- (b) Dezimalzahl 314, 3125



1. Bestimmen Sie in der folgenden Wertetabelle den Ausgangsbelegungsindex t .
 Markieren Sie danach die Elemente $X_3, X_3(x_1), \lambda(X_5), \lambda_1(X_1), Y_3, Y_3(y_0)$.

| i | x_2 | x_1 | x_0 | y_1 | y_0 | t |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |

2. Gegeben ist folgende Wertetabelle:

| i | x_2 | x_1 | x_0 | y_1 | y_0 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Gesucht werden Ausdrücke für y_1 und y_0 in den Normalformen KDNF, KKNF, KNANF und KNONF.

3. Stellen Sie die nachfolgende Wertetabelle für die Addition von zwei Dualziffern a_n und b_n unter Einbeziehung des Übertrages der vorherigen Stelle u_{n-1} auf:

| u_{n-1} | a_n | b_n | s_n | u_n |
|-----------|----------|----------|----------|----------|
| \vdots | \vdots | \vdots | \vdots | \vdots |

4. Gegeben ist die Menge $I^a = \{0, 1, 6, 7, 8, 9, 12\}$ von Eingangsbelegungs-Indizes einer determinierten kombinatorischen Funktion $y(x)$ mit vier Eingangsvariablen $x = [x_3, x_2, x_1, x_0]$.

- (a) Gesucht ist eine Wertetabelle, wobei gilt:

$$\forall i(\lambda(X_i) = 0 \leftrightarrow i \in I^a)$$

- (b) Aus der Wertetabelle ist die KKNF für y und daraus
 (c) ein minimaler Ausdruck y_{min} zu ermitteln.

5. Entscheiden Sie, ob folgende Zeichenketten Ausdrücke sind:

- (a) $(x_2x_1 \vee (x_2 \rightarrow (x_3 \wedge x_2)))$
- (b) $x_2 \rightarrow (x_3 \wedge \vee x_1)$
- (c) $x_1\overline{x_0} \vee x_2x_0$
- (d) $x_3\overline{x_2} \nabla x_1 \wedge x_0$

6. Gegeben sind folgende schaltalgebraische Ausdrücke:

- (a) $h_i(x) = (x_1 \vee x_0)\overline{x_1} \vee (x_1 \rightarrow \overline{x_0})x_1$
- (b) $h_j(x) = (x_1 \vee x_0)(\overline{x_1} \vee \overline{x_0})$
- (c) $h_k(x) = \overline{(x_1 \vee x_0)} \vee \overline{x_1}(x_1\overline{x_0} \vee x_0)$
- (d) $h_l(x) = (\overline{x_1}x_0 \vee x_1)(x_1 \sim x_0)$

Welche der Ausdrücke h_i bis h_l sind untereinander wertverlaufsgleich?

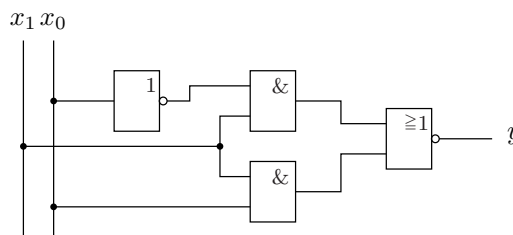
7. Gegeben ist folgendes KV-Diagramm:

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|---|---|---|---|
| | y | x_0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | | x_1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| x_3 | x_2 | | | | | |
| 0 | 0 | | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | | 0 | 0 | 1 | 1 |

Gesucht sind

- (a) jeweils minimale Ausdrücke für y_{min} in DNF und KNF,
- (b) Entwerfen Sie für y_{min} jeweils eine Schaltung in DNF und KNF.
- (c) **Zusatzaufgabe:** die Überführung des KNF-Ausdrucks in den DNF-Ausdruck mit Hilfe wertverlaufsgleicher Umformung.

8. Welche der Gleichungen (a) bis (d) beschreiben die Funktion der folgenden Schaltung?



- (a) $y = x_1 \sim (x_0 \vee \overline{x_1} \overline{x_0} \vee x_0)$
- (b) $y = \overline{x_1\overline{x_0}} \vee x_1x_0$
- (c) $y = \overline{x_1}$
- (d) $y = x_1 \rightarrow (x_1 \vee x_1x_0)$

9. **Zusatzaufgabe:** Aus folgenden Angaben zur Grundmenge $M = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$ sind die Einzelmengen A, B, C sowie das Mengendiagramm zu ermitteln:

- (a) $A \cup B = \{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$
- (b) $B \cup C = \{1, 2, 4, 6, 8\}$
- (c) $A \cup C = \{1, 2, 3, 4, 5, 7, 8\}$
- (d) $A \cap B = \{2\}$
- (e) $B \cap C = \{2, 4, 8\}$
- (f) $A \cap C = \{2\}$

10. **Zusatzaufgabe:** Gegeben sind folgende schaltalgebraische Ausdrücke:

- (a) $h_i(x) = \overline{x_0} \vee (x_1 \sim x_0) \overline{x_1} \vee \overline{x_1} (x_2 \vee \overline{x_1})$
- (b) $h_j(x) = x_0 ((x_2 \rightarrow x_1) x_1 (x_1 \vee \overline{x_0}))$

Sind die Ausdrücke h_i und h_j wertverlaufsgleich?

11. **Zusatzaufgabe:** Zur Verfügung stehen zwei Modulsortimente mit einer genügenden Anzahl an NOR- und NAND-Gattern. Es ist nachzuweisen, dass beide Modulsortimente Basissysteme sind.

12. **Zusatzaufgabe:** Zwei Ziffern im direkten BCD-Code (vgl. Arbeitsblätter Seite 22) wurden addiert. Das Ergebnis liege als Belegung des binären Summenvektors $x = [x_3, x_2, x_1, x_0]$ vor. Zu entwerfen ist eine kombinatorische Schaltung, die ermittelt, ob eine Pseudotetrade vorliegt.



Hinweis: Die Schaltung ist über die Wertetabelle und die daraus abgeleitete und minimierte Gleichung für k zu entwerfen.

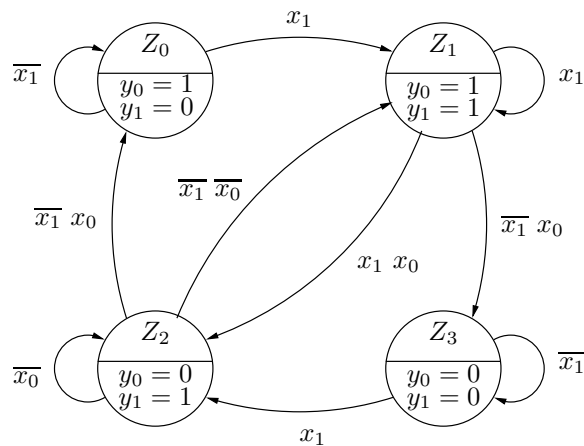
13. **Zusatzaufgabe:** Gegeben ist folgendes KV-Diagramm:

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|---|---|---|---|
| | | x_0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | y | x_1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| x_3 | x_2 | | | | | |
| 0 | 0 | | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | | 0 | 0 | 1 | 1 |

Gesucht sind

- (a) jeweils minimale Ausdrücke für y_{min} in DNF und KNF,
- (b) Entwerfen Sie für y_{min} jeweils eine Schaltung in DNF und KNF.
- (c) die Überführung des KNF-Ausdrucks in den DNF-Ausdruck mit Hilfe wertverlaufsgleicher Umformung.

1. Gegeben ist der nachfolgend dargestellte Automatengraph:



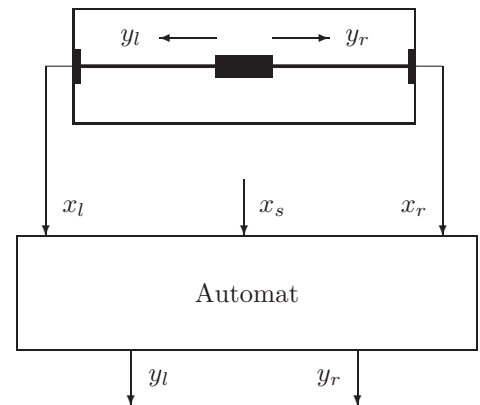
- (a) Zu ermitteln sind
- die z -Gleichungen sowie die
 - Ausgabegleichungen.
- (b) Handelt es sich bei diesem Automaten um einen Moore- oder Mealy-Automaten?
- (c) Der Automat ist auf
- Vollständigkeit und
 - Widerspruchsfreiheit
- zu überprüfen.

2. Entwerfen Sie ein Steuerwerk, das folgenden Ablauf realisiert:

Auf der Spindel einer Werkzeugmaschine kann sich ein Werkzeugschlitten nach rechts und nach links bewegen. Endschalter liefern der Steuerung Informationen über die rechte und die linke Endposition des Schlittens (x_r, x_l). Der Antrieb kann über die binären Steuerungsausgänge y_r und y_l zwischen Ruhe sowie Rechts/Links-Lauf gesteuert werden. Eine externe Taktvariable x_s signalisiert der Steuerung statisch Ruhe ($x_s = 0$) oder Bewegung ($x_s = 1$). Nach einer eventuellen Ruhepause soll die Bewegung in der ursprünglichen Richtung fortgesetzt werden.

Gesucht sind:

- (a) der Mealy-Automatengraph,
- (b) die z -Gleichungen sowie die
- (c) Ausgabegleichungen.
- (d) Überprüfung auf Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit



1. Gesucht ist die schaltungstechnische Realisierung des in Aufgabe 2 entworfenen Steuerwerkes auf der Basis von D-Flip-Flops.

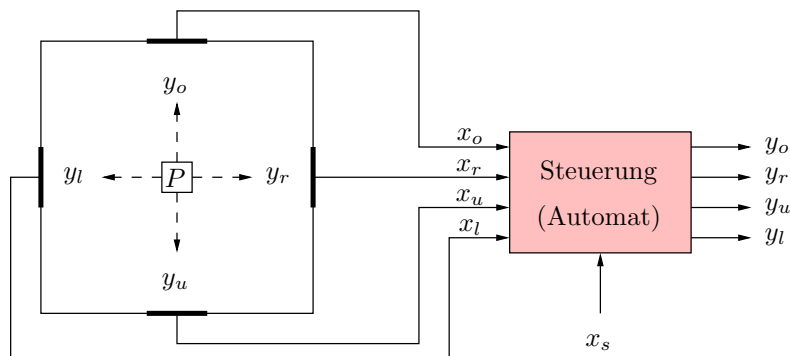
Markieren Sie die Komponenten:

- Zustandsüberföhrungsfunktion $\delta(Z, X)$,
- Zwischenspeicherung τ der z -Variablen mittels D-Flip-Flops sowie
- Ausgabefunktion $\lambda(Z, X)$.

2. Gesucht ist ein Steuerwerk für eine Portalkran-Laufkatze, welches durch Auswertung der Positionssignale x_l, x_r, x_u, x_o und Erzeugung der Motorsteuersignale y_l, y_r, y_u, y_o folgenden Ablauf realisiert:

- Der Punkt P soll unabhängig von seiner Anfangsstellung nach der „1-0“-Flanke von x_s möglichst schnell nach links/unten bewegt werden.
- Danach soll er am linken Rand nach oben
- und am oberen Rand nach rechts gefahren werden, worauf die Bewegung gestoppt werden soll.

Ein Neustart ist nur mit einer erneuten „1-0“-Flanke von x_s möglich.



Zu ermitteln sind

- (a) die z -Gleichungen sowie die
- (b) Ausgabegleichungen.

1. Folgende Hexadezimalzahlen beschreiben eine **ASCII**-Zeichenkette:

34H, 38H, 31H, 32H, 48H

Geben Sie die durch die ASCII-Zeichenkette beschriebene Zahl in dezimaler, dualer, hexadezimaler und oktaler Schreibweise an.

2. Geben Sie verschiedene Interpretationsmöglichkeiten für folgendes **Bitmuster** an:

1 0 1 1 0 1 0 1

3. Berechnen Sie im **Zweier-Komplement** (Stellenzahl $n = 8$, Basis $B = 2$):

- (a) $18H + 27H$
- (b) $18H + (-27H)$
- (c) $27H + (-18H)$
- (d) $(-18H) + (-27H)$
- (e) dezimal: $125 + 5$
- (f) dezimal: $125 + (-5)$
- (g) dezimal: $5 + (-125)$
- (h) dezimal: $(-5) + (-125)$

4. Berechnen Sie im **direkten BCD-Kode**:

- (a) $445 + 555$
- (b) $1529 + 3719$
- (c) $520 + 281$

5. **Zusatzaufgabe:** Darstellung und Kodierung von **Gleitkomma-Zahlen**

- (a) Stellen Sie die Zahl $-12,75$ als Gleitkomma-Zahl im *short-real*-Format (Datentyp SINGLE) dar.
- (b) Welche Dezimalzahl wird durch folgende Gleitkomma-Zahl im *short-real*-Format (Datentyp SINGLE) dargestellt:

C4 7A B2 00 H

- (c) Stellen Sie die Zahl $-335,125$ als Gleitkommazahl im *long-real*-Format (Datentyp DOUBLE) dar.

Literaturliste zur Lehrveranstaltung

”Technische Informatik – Teil RO”

- H.-D. Wuttke; K. Henke** Schaltsysteme – Eine automatenorientierte Einführung, Pearson-Education Deutschland, eBook, URL: <http://ebooks.pearson-studium.de/schaltssysteme.html>
- Th. Flick** Mikroprozessortechnik und Rechnerstrukturen, Springer Verlag, Berlin 2005
- H.-J. Zander** Logischer Entwurf binärer Systeme, Verlag Technik, Berlin 1992
- S. Hentschke** Grundzüge der Digitaltechnik, Teubner-Verlag, Stuttgart 1988
- Informatik-Duden** Duden-Verlag, Mannheim, Wien, Zürich 2002
- H.-D. Wuttke; K. Henke** Online-Materialien zur Lehrveranstaltung ”Technische Informatik – Teil RO”, TU Ilmenau, Fakultät IA, Ilmenau 2019, <http://www.tu-ilmenau.de/iks>
- moodle** Technische Informatik, Studienbegleitendes Online-Material, TU Ilmenau, Fakultät IA, Ilmenau 2019, <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=1576>
- GOLDi** Grid of Online Lab Devices Ilmenau, Remote Lab des Fachgebietes IKS, TU Ilmenau, Fakultät IA, Ilmenau 2019, <http://www.goldi-labs.net>

| | | | | |
|-----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 0 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 0 1 | 4 | 5 | 7 | 6 |
| 1 1 | 12 | 13 | 15 | 14 |
| 1 0 | 8 | 9 | 11 | 10 |

| | | | | |
|-----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 0 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 0 1 | 4 | 5 | 7 | 6 |
| 1 1 | 12 | 13 | 15 | 14 |
| 1 0 | 8 | 9 | 11 | 10 |

| | | | | |
|-----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 0 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 0 1 | 4 | 5 | 7 | 6 |
| 1 1 | 12 | 13 | 15 | 14 |
| 1 0 | 8 | 9 | 11 | 10 |

| | | | | |
|-----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 0 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 0 1 | 4 | 5 | 7 | 6 |
| 1 1 | 12 | 13 | 15 | 14 |
| 1 0 | 8 | 9 | 11 | 10 |

| | | | | |
|-----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 0 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 0 1 | 4 | 5 | 7 | 6 |
| 1 1 | 12 | 13 | 15 | 14 |
| 1 0 | 8 | 9 | 11 | 10 |

| | | | | |
|-----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 0 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 0 1 | 4 | 5 | 7 | 6 |
| 1 1 | 12 | 13 | 15 | 14 |
| 1 0 | 8 | 9 | 11 | 10 |

| | | | | |
|-----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 0 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 0 1 | 4 | 5 | 7 | 6 |
| 1 1 | 12 | 13 | 15 | 14 |
| 1 0 | 8 | 9 | 11 | 10 |

| | | | | |
|-----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 0 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 0 1 | 4 | 5 | 7 | 6 |
| 1 1 | 12 | 13 | 15 | 14 |
| 1 0 | 8 | 9 | 11 | 10 |

| | | | | |
|-----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 0 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 0 1 | 4 | 5 | 7 | 6 |
| 1 1 | 12 | 13 | 15 | 14 |
| 1 0 | 8 | 9 | 11 | 10 |

| | | | | |
|-----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 0 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 0 1 | 4 | 5 | 7 | 6 |
| 1 1 | 12 | 13 | 15 | 14 |
| 1 0 | 8 | 9 | 11 | 10 |

| | | | | |
|-----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 0 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 0 1 | 4 | 5 | 7 | 6 |
| 1 1 | 12 | 13 | 15 | 14 |
| 1 0 | 8 | 9 | 11 | 10 |

| | | | | |
|-----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 0 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 0 1 | 4 | 5 | 7 | 6 |
| 1 1 | 12 | 13 | 15 | 14 |
| 1 0 | 8 | 9 | 11 | 10 |

| | | | | |
|-----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 0 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 0 1 | 4 | 5 | 7 | 6 |
| 1 1 | 12 | 13 | 15 | 14 |
| 1 0 | 8 | 9 | 11 | 10 |

| | | | | |
|-----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 0 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 0 1 | 4 | 5 | 7 | 6 |
| 1 1 | 12 | 13 | 15 | 14 |
| 1 0 | 8 | 9 | 11 | 10 |

| | | | | |
|-----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 0 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 0 1 | 4 | 5 | 7 | 6 |
| 1 1 | 12 | 13 | 15 | 14 |
| 1 0 | 8 | 9 | 11 | 10 |

| | | | | |
|-----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 0 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 0 1 | 4 | 5 | 7 | 6 |
| 1 1 | 12 | 13 | 15 | 14 |
| 1 0 | 8 | 9 | 11 | 10 |