

Versuch V6

C405 Hardwarepraktikum II

Abnahme: 20. Januar 2025

Stand: 21. Januar 2025

Tom Mohr

Martin Ohmeyer

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	1
1.1	Zähler	1
1.2	Würfel	1
2	Logikgatter	2
2.1	Wahrheitstabelle	2
2.2	KV-Diagramme und vereinfachte Formeln	3
2.3	Aufbau	4
3	Gal	5
3.1	Zähler	5
3.1.1	Mealy-Automat	5
3.1.2	Wahrheitstabelle	6
3.1.3	KV-Diagramme und vereinfachte Formeln	7
3.2	Mapping Zähler auf Würfel	8
3.2.1	Wahrheitstabelle	8
3.2.2	KV-Diagramme und vereinfachte Formeln	9
3.3	Code	10
3.4	Aufbau	11

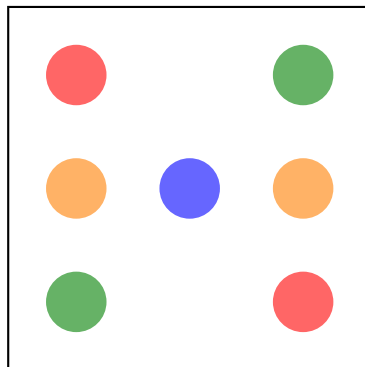
1 Allgemeines

1.1 Zähler

Variablen, die zu einem Zähler gehören, tragen die Bezeichnung z_n .

1.2 Würfel

Variablen, die zum Würfel gehören, tragen die Bezeichnung w_n . Sie sind wie in Abbildung 1.2 dargestellt auf die Augen des Würfels verteilt.



w_3 w_2 w_1 w_0

2 Logikgatter

2.1 Wahrheitswerttabelle

Im Nachfolgenden finden Sie die Wahrheitswerttabelle für das Abbilden des Zählers auf die low-active Pins des Würfels.

Zähler	Würfel	z_2	z_1	z_0	w_3	w_2	w_1	w_0
0	1	0	0	0	1	1	1	0
1	2	0	0	1	1	1	0	1
2	3	0	1	0	1	1	0	0
3	4	0	1	1	1	0	0	1
4	5	1	0	0	1	0	0	0
5	6	1	0	1	0	0	0	1

2.2 KV-Diagramme und vereinfachte Formeln

Hier wird die Wahrheitstabelle 2.1 in Formeln umgewandelt, welche dabei direkt grafisch vereinfacht werden.

\bar{z}_0	z_0	z_0	\bar{z}_0	
1_0	1_1	1_3	1_2	\bar{z}_2
1_4	0_5	x_7	x_6	z_2
\bar{z}_1	\bar{z}_1	z_1	z_1	

$$w_3 = \bar{z}_2 \vee \bar{z}_0$$

\bar{z}_0	z_0	z_0	\bar{z}_0	
1_0	1_1	0_3	1_2	\bar{z}_2
0_4	0_5	x_7	x_6	z_2
\bar{z}_1	\bar{z}_1	z_1	z_1	

$$w_2 = \bar{z}_2 \bar{z}_1 \vee z_1 \bar{z}_0$$

\bar{z}_0	z_0	z_0	\bar{z}_0	
1_0	0_1	0_3	0_2	\bar{z}_2
0_4	0_5	x_7	x_6	z_2
\bar{z}_1	\bar{z}_1	z_1	z_1	

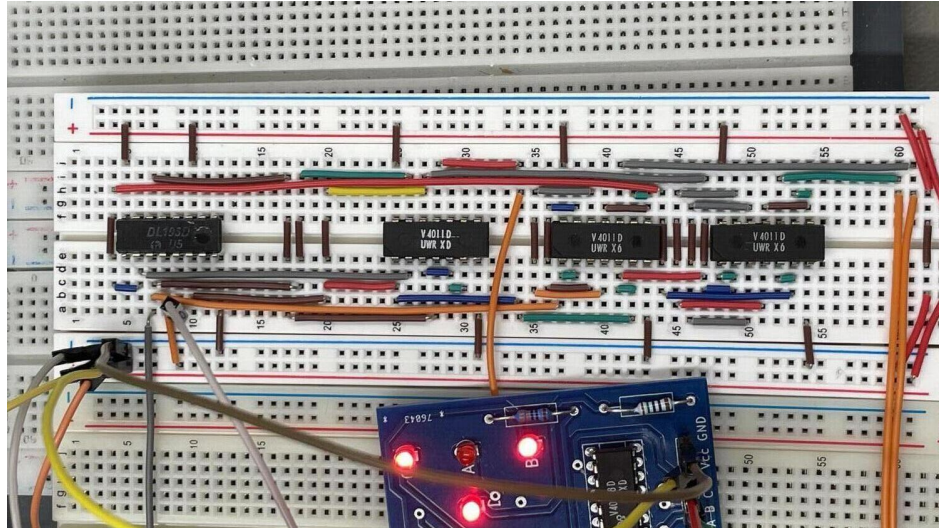
$$w_1 = \bar{z}_2 \bar{z}_1 \bar{z}_0$$

\bar{z}_0	z_0	z_0	\bar{z}_0	
0_0	1_1	1_3	0_2	\bar{z}_2
0_4	1_5	x_7	x_6	z_2
\bar{z}_1	\bar{z}_1	z_1	z_1	

$$w_0 = z_0$$

2.3 Aufbau

Die in 2.2 ermittelten Formeln wurden in Gleichungen aus nur NANDs umgewandelt und anschließend aufgebaut.

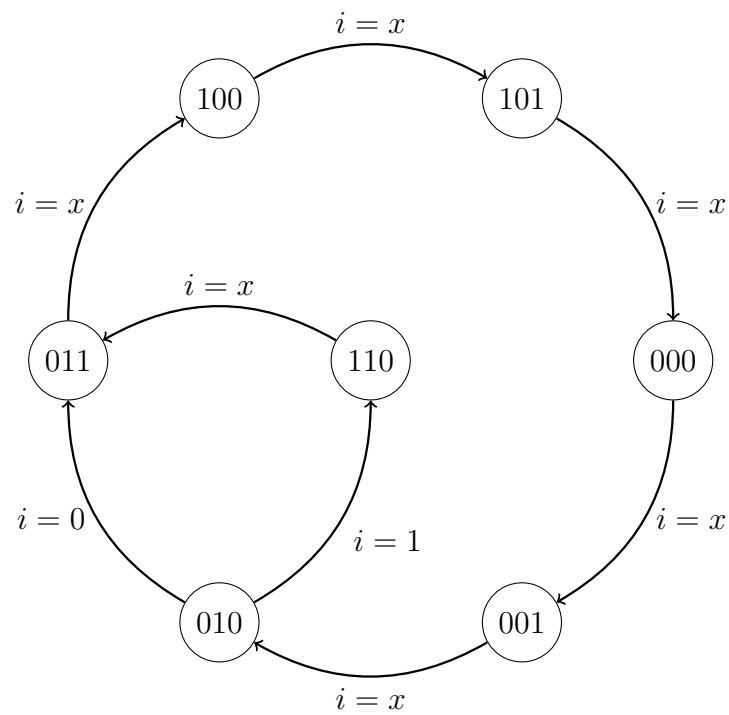


3 Gal

3.1 Zähler

3.1.1 Mealy-Automat

Als Hilfe zum Aufstellen einer Wahrheitstabelle für den internen Zähler, haben wir erst einen Mealy-Automaten entworfen.



3.1.2 Wahrheitstabelle

Aus dem Automaten 3.1.1 lässt sich leicht die Wahrheitstabelle für den Zähler ablesen. Diese finden Sie im Anschluss.

Dez.	z_2	z_1	z_0	i	z_2^+	z_1^+	z_0^+
0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0	1
2	0	0	1	0	0	1	0
3	0	0	1	1	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	1	0
6	0	1	1	0	1	0	0
7	0	1	1	1	1	0	0
8	1	0	0	0	1	0	1
9	1	0	0	1	1	0	1
10	1	0	1	0	0	0	0
11	1	0	1	1	0	0	0
12	1	1	0	0	0	1	1
13	1	1	0	1	0	1	1
14	1	1	1	0	x	x	x
15	1	1	1	1	x	x	x

3.1.3 KV-Diagramme und vereinfachte Formeln

Hier entwickeln wir die vereinfachten Formeln, welche aus der Wahrheitstabelle 3.1.2 folgen.

	\bar{i}	i	i	\bar{i}	
\bar{z}_2	0 ₀	0 ₁	0 ₃	0 ₂	\bar{z}_1
\bar{z}_2	0 ₄	1 ₅	1 ₇	1 ₆	z_1
z_2	0 ₁₂	0 ₁₃	x ₁₅	x ₁₄	z_1
z_2	1 ₈	1 ₉	0 ₁₁	0 ₁₀	\bar{z}_1
	\bar{z}_0	\bar{z}_0	z_0	z_0	

$$z_2^+ = \bar{z}_2 z_1 i \vee z_2 \bar{z}_1 \bar{z}_0 \vee z_1 z_0$$

	\bar{i}	i	i	\bar{i}	
\bar{z}_2	0 ₀	0 ₁	1 ₃	1 ₂	\bar{z}_1
\bar{z}_2	1 ₄	1 ₅	0 ₇	0 ₆	z_1
z_2	1 ₁₂	1 ₁₃	x ₁₅	x ₁₄	z_1
z_2	0 ₈	0 ₉	0 ₁₁	0 ₁₀	\bar{z}_1
	\bar{z}_0	\bar{z}_0	z_0	z_0	

$$z_1^+ = z_1 \bar{z}_0 \vee \bar{z}_2 \bar{z}_1 z_0$$

	\bar{i}	i	i	\bar{i}	
\bar{z}_2	1 ₀	1 ₁	0 ₃	0 ₂	\bar{z}_1
\bar{z}_2	1 ₄	0 ₅	0 ₇	0 ₆	z_1
z_2	1 ₁₂	1 ₁₃	x ₁₅	x ₁₄	z_1
z_2	1 ₈	1 ₉	0 ₁₁	0 ₁₀	\bar{z}_1
	\bar{z}_0	\bar{z}_0	z_0	z_0	

$$z_0^+ = \bar{z}_0 \bar{i} \vee \bar{z}_1 \bar{z}_0 \vee z_2 z_1$$

3.2 Mapping Zähler auf Würfel

3.2.1 Wahrheitstabelle

Es sind nun die Zählerzustände 3.1.3 auf die Pins des Würfels abzubilden. Dafür haben wir die folgende Wahrheitstabelle aufgestellt.

Dez.	WZ.	z_2	z_1	z_0	w_3	w_2	w_1	w_0
0	1	0	0	0	1	1	1	0
1	2	0	0	1	1	1	0	1
2	3	0	1	0	1	1	0	0
3	4	0	1	1	1	0	0	1
4	5	1	0	0	1	0	0	0
5	6	1	0	1	0	0	0	1
6	6	1	1	0	0	0	0	1

3.2.2 KV-Diagramme und vereinfachte Formeln

Aus Tabelle 3.2.1 ergeben sich die folgenden Formeln.

\bar{z}_0	z_0	z_0	\bar{z}_0	
$\begin{matrix} 1 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 3 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix}$	\bar{z}_2
$\begin{matrix} 1 \\ 4 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} x \\ 7 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 6 \end{matrix}$	z_2
\bar{z}_1	\bar{z}_1	z_1	z_1	

$$w_3 = \bar{z}_2 \vee \bar{z}_1 \bar{z}_0$$

\bar{z}_0	z_0	z_0	\bar{z}_0	
$\begin{matrix} 1 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 3 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix}$	\bar{z}_2
$\begin{matrix} 0 \\ 4 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} x \\ 7 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 6 \end{matrix}$	z_2
\bar{z}_1	\bar{z}_1	z_1	z_1	

$$w_2 = \bar{z}_2 \bar{z}_0 \vee \bar{z}_2 \bar{z}_1$$

\bar{z}_0	z_0	z_0	\bar{z}_0	
$\begin{matrix} 1 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 3 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 2 \end{matrix}$	\bar{z}_2
$\begin{matrix} 0 \\ 4 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} x \\ 7 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 6 \end{matrix}$	z_2
\bar{z}_1	\bar{z}_1	z_1	z_1	

$$w_1 = \bar{z}_2 \bar{z}_1 \bar{z}_0$$

\bar{z}_0	z_0	z_0	\bar{z}_0	
$\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 1 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 3 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 0 \\ 2 \end{matrix}$	\bar{z}_2
$\begin{matrix} 0 \\ 4 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} x \\ 7 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 \\ 6 \end{matrix}$	z_2
\bar{z}_1	\bar{z}_1	z_1	z_1	

$$w_0 = z_0 \vee z_2 z_1$$

3.3 Code

Die Implementation der Formeln 3.2.2 im GAL können Sie dem folgenden Code-Block entnehmen.

```
PIN 1 = clock ;
PIN 2 = i ;

PIN 16 = z0 ; /* Pin nicht angeschlossen, fuer int. Funktion notwendig */
PIN 17 = z1 ; /* Pin nicht angeschlossen, fuer int. Funktion notwendig */
PIN 18 = z2 ; /* Pin nicht angeschlossen, fuer int. Funktion notwendig */

PIN 16 = w0 ;
PIN 17 = w1 ;
PIN 18 = w2 ;
PIN 19 = w3 ;

z2.d = !z2 & z1 & i # z2 & !z1 & !z0 # z1 & z0;
z1.d = z1 & !z0 # !z2 & !z1 & z0;
z0.d = !z0 & !i # !z1 & !z0 # z2 & z1;

w3.d = !z2 # !z1 & !z0;
w2.d = !z2 & !z0 # !z2 & !z1;
w1.d = !z2 & !z1 & !z0;
w0.d = z0 # z2 & z1;
```

3.4 Aufbau

Der aufgebaute Gal.

