

# PROTOKOLL

zur Laborübung

## *kombinatorische Logik*

**HTL**  
St. Pölten

**EL**

Gruppe / Klasse  <b>5 / 3BHEL</b>	Protokollführer  <b>HOFSTÄTTER A.</b>	Unterschrift
Übungs-/ Abgabedatum 17. Okt. 2013 24. Okt. 2013	Mitarbeiter  <b>HIRSCH L.</b>	Unterschrift
Lehrer  <b>CRHA</b>	Mitarbeiter	Unterschrift
Note	Mitarbeiter	Unterschrift

## *Kombinatorische Logik* *diverse ICs*

### VERWENDETE GERÄTE

Gerät	Marke / Model	Platznummer
Netzgerät	EMG 18135	WT3-107

## **1 Inhaltsverzeichnis**

---

<b>1</b>	<b>INHALTSVERZEICHNIS</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ALLGEMEINE INFORMATIONEN</b>	<b>3</b>
3.1	VERWENDETE MIKROKONTROLLER	3
3.2	SCHALTUNGSAUFBAU	3
3.3	MESSERGEBNISSE	3
3.3.1	ZUSTÄNDE	3
<b>4</b>	<b>MESSUNG EINES NAND GATTERS</b>	<b>4</b>
4.1	MESSAUFBAU	4
4.2	MESSERGEBNISSE	4
<b>5</b>	<b>MESSUNG VON <math>C = A \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot B</math></b>	<b>4</b>
5.1	MESSAUFBAU	4
5.2	MESSERGEBNISSE	4
<b>6</b>	<b>SCHALTUNGSAUFBAU</b>	<b>5</b>
6.1	MESSAUFBAU	5
6.1.1	AUFBAU VON 3-FACH GATTERN	5
6.2	MESSERGEBNISSE	6
6.2.1	FUNKTIONSGLEICHUNGEN	6
6.2.2	WAHRHEITSTABELLE	6
<b>7</b>	<b>MAJORITÄTSSCHALTUNG (2 AUS 3)</b>	<b>6</b>
7.1	ERMITTLUNG DER FUNKTIONSGLEICHUNG	6
7.2	MESSAUFBAU	7
7.3	MESSERGEBNISSE	7

## 2 Aufgabenstellung

Aufgabe der Laborübung war es, div. Schaltungen mit logischen Gattern aufzubauen und zu messen.

1. Wahrheitstabelle eines NAND oder NOR Gatters prüfen.
2. Aufbau der Schaltung  $C = A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B$  aus UND, ODER und NICHT Gattern. Messung und Prüfung der Wahrheitstabelle.
3. Aufbau einer gegebenen Schaltung und anschließend Funktionsgleichung sowie Wahrheitstabelle ermitteln und prüfen.
4. Aufbau einer Majoritätsschaltung (2 aus 3) nur aus NAND Gattern. Ermittlung und Messung von Funktionsgleichung und Wahrheitstabelle.

## 3 Allgemeine Informationen

### 3.1 Verwendete ICs

Gatter	IC
AND	4081
NAND	4011
OR	4071
NOR	4001

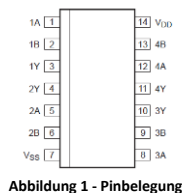


Abbildung 1 - Pinbelegung

Es wurden baugleiche ICs gewählt an welchen die Pinbelegung der Ein- und Ausgänge sowie von  $V_{cc}$  und GND übereinstimmen. So kann schneller und produktiver gearbeitet werden, dies hält außerdem die Fehlerquote beim Aufbau sehr gering.

Tabelle 1 - Verwendete ICs

### 3.2 Schaltungsaufbau

Als Versorgungsspannung ( $V_{cc}$ ) wurde für alle Schaltungen +5V gewählt. Die Eingänge der aufgebauten Digitalschaltung wurden abwechselnd auf High und Low gelegt, so konnten alle Eingangsmöglichkeiten abgedeckt werden. An den Ausgängen wurde jeweils eine LED mit passendem Vorwiderstand (470  $\Omega$ ) gewählt um den Strom auf 10mA zu begrenzen. So konnte auf sehr einfache Weise der Zustand des Ausgangs signalisiert werden.

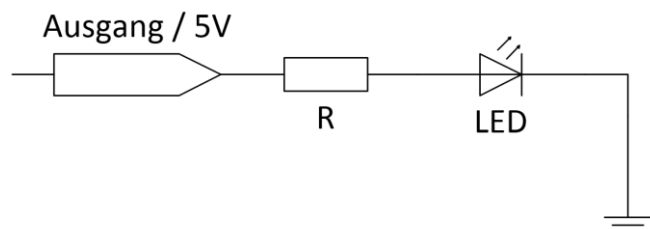


Abbildung 2 - LED Beschaltung am Ausgang

### 3.3 Messergebnisse

Alle folgenden Messergebnisse und Wahrheitstabellen wurden binär dokumentiert, da absolute Spannungswerte in der Digitaltechnik nicht von Bedeutung sind.

Jede logisch digitale Messwerttabelle enthält alle Ein- und Ausgänge, diese sind für alle Zustände vorhanden.

Hat die entsprechende LED beim Ausgang gelehuchtet so wurde dies als High gezählt und in die Tabelle aufgenommen.

#### 3.3.1 Zustände

**HIGH = Logisch 1 = +5V**

**LOW = Logisch 0 = GND**

## 4 Messung eines NAND Gatters

### 4.1 Messaufbau

Verwendete ICs: 1x 4011 - NAND

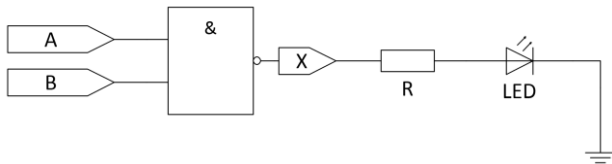


Abbildung 3 - Messaufbau eines NAND

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Tabelle 2 - NAND

Die gemessene Wahrheitstabelle wurde mit dem Datenblatt verglichen und stimmt mit diesem überein.

## 5 Messung von $C = A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B$

### 5.1 Messaufbau

Verwendete ICs: 1x 4011 – NAND | 1x 4081 AND | 1x 4071 – OR

Als Inverter wurde ein NAND Gatter mit zusammengeschlossenen Eingängen verwendet.

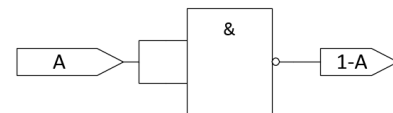


Abbildung 4 - NOT aus NAND

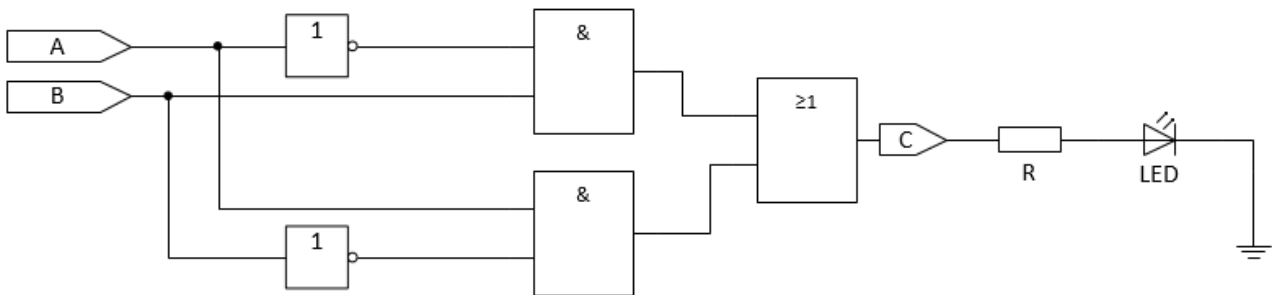


Abbildung 5 - XOR Schaltung

### 5.2 Messergebnisse

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tabelle 3 - XOR

Anhand dieser Wahrheitstabelle ist ersichtlich, dass es sich um ein exklusiv ODER (XOR) handelt. Dieses Gatter ist nur dann High, wenn einer der beiden Eingänge auf 1 ist. Nicht aber wenn beide gleich sind.

Die Messwerttabelle wurde auch rechnerisch erfolgreich überprüft.



## 6.2 Messergebnisse

### 6.2.1 Funktionsgleichungen

$$X = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + A \cdot B \cdot C$$

$$Y = \overline{A + B + C}$$

$$Z = (\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + A \cdot B \cdot C) \cdot \overline{A + B + C} = X \cdot Y$$

Diese Funktionsgleichungen können durch die Schaltungssynthese ermittelt werden. Alternativ kann auch die konjunktive bzw. disjunktive Normalform verwendet werden um auf eine gültige Schaltungsgleichung zu kommen. Auch das KV Diagramm eignet sich hier.

Für letztere beiden Methoden muss allerdings erst die Wahrheitstabelle gemessen/ berechnet werden.

### 6.2.2 Wahrheitstabelle

A	B	C	X	Y	Z
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0

Tabelle 4 - Gemessene Wahrheitstabelle

Hier sieht man, dass der Ausgang Z immer auf Low ist. Die zwei Einser an erster und letzter Stelle entstehen durch die zwei 3-fach AND.

Dies kann auch aus der Schaltungsgleichung sehr schön herausgelesen werden.  $X = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + A \cdot B \cdot C$

Das eine HIGH am Ausgang Y kommt durch das dreifach NOR Zustande.

## 7 Majoritätsschaltung (2 aus 3)

### 7.1 Ermittlung der Funktionsgleichung

Da bei dieser Schaltung immer mindestens 2 von 3 Eingängen auf High sein müssen ergab sich folgende Wahrheitstabelle.

A	B	C	X
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Tabelle 5 – 2 aus 3

Daraus konnte dann die Schaltungsgleichung ermittelt werden.  $X = A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C$

Will man diese Schaltung aber nur mit NANDs aufbauen müssen die OR durch AND ersetzt werden. Mit Hilfe der De Morganschen Gesetze kann dies durchgeführt werden.

$$X = \overline{\overline{A \cdot B} \cdot \overline{A \cdot C} \cdot \overline{B \cdot C}}$$

## 7.2 Messaufbau

**Verwendete ICs:** 2x 4011 – NAND

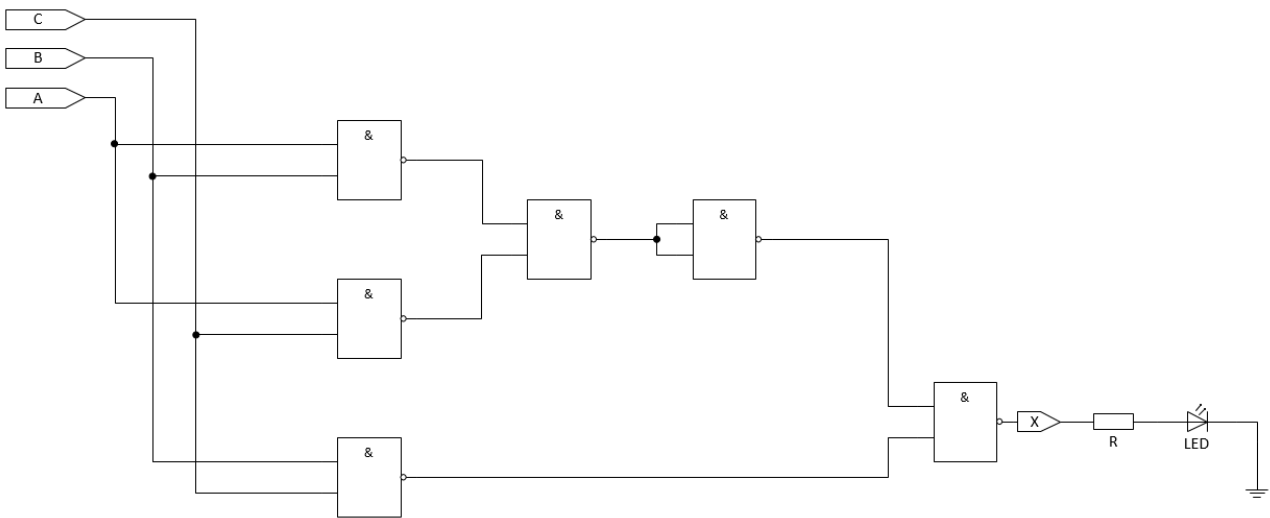


Abbildung 9 - Aufbau nur aus NANDs

## 7.3 Messergebnisse

A	B	C	X
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Tabelle 5 - Majoritätsschaltung

Die gemessene Wahrheitstabelle ist ident mit der zuvor überlegten. Der Ausgang ist nur dann High, wenn die Mehrheit der Eingänge auf High ist.

Sowie diese Schaltung nur aus NANDs realisiert wird, können alle Gatter durch ein NAND oder NOR ersetzt werden.