

# HÖHERE TECHNISCHE BUNDESLEHRANSTALT HOLLABRUNN

## Höhere Abteilung für Elektronik – Technische Informatik

|                   |                                    |               |
|-------------------|------------------------------------|---------------|
| Klasse/ Jahrgang: | Gruppe:                            | Übungsleiter: |
| 3BHEL             | 1b                                 | Prof. Dum     |
| Übungsnummer:     | Übungstitel:                       |               |
| 1/3               | Digitaltechnik (Logikfamilien)     |               |
| Datum der Übung:  | Teilnehmer:                        |               |
| 10.10.2013        | Dorner, Mötz, Oberhamberger, Prinz |               |
| Datum der Abgabe: | Schriftführer:                     | Unterschrift: |
| 24.10.2013        | Mötz Florian                       |               |

|                    | Beurteilung |
|--------------------|-------------|
| Aufgabenstellung   |             |
| Dokumentation      |             |
| Messschaltungen    |             |
| Messtabellen       |             |
| Berechnungen       |             |
| Programmlistings   |             |
| Auswertung         |             |
| Diagramme          |             |
| Berechnungen       |             |
| Simulationen       |             |
| Schlussfolgerungen |             |
| Kommentare         |             |
| Inventarliste      |             |
| Messprotokoll      |             |
| Form               |             |
| Summe              |             |

## Allgemeiner Teil

Titel der Übung: Digitaltechnik (Logikfamilien)

Übungsnummer: 1/3

Übungsplatz: 8

Datum der Übung: 10.10.2013

Klasse: 3BHEL

Schriftführer: Mötz Florian

Übungsteilnehmer: Dorner Fabian

Oberhamberger Christoph

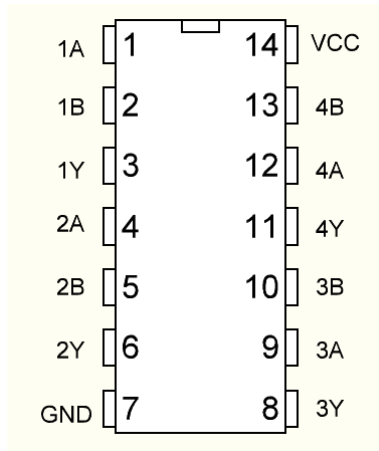
Prinz Bernhard

## Inhaltsverzeichnis

|                                           |   |
|-------------------------------------------|---|
| 1. Bauteildaten .....                     | 3 |
| 1.1 SN74LS00N .....                       | 3 |
| 1.2 SN74HC00N .....                       | 3 |
| 2. Messung der Übertragungskennlinie..... | 4 |
| 2.1 SN74LS00N .....                       | 5 |
| 2.2 SN74HC00N .....                       | 6 |
| 3. Messung der Schaltzeit .....           | 7 |
| 3.1 SN74LS00N .....                       | 7 |
| 3.2 SN74HC00N .....                       | 7 |
| 4. Erkenntnis .....                       | 8 |

## 1. Bauteildaten

### 1.1. SN74LS00N



V<sub>CC</sub>..... Versorgungsspannung (5V)

A..... Eingang 1

B..... Eingang 2

Y..... Ausgang (NAND-Verknüpfung von Eingang 1 & Eingang 2)

GND .... Masse

Funktionstabelle:

| A | B | Y |
|---|---|---|
| H | H | L |
| L | X | H |
| X | L | H |

L..... Low, „0“

H..... High, „1“

X ..... don't care (nicht entscheidungskräftig)

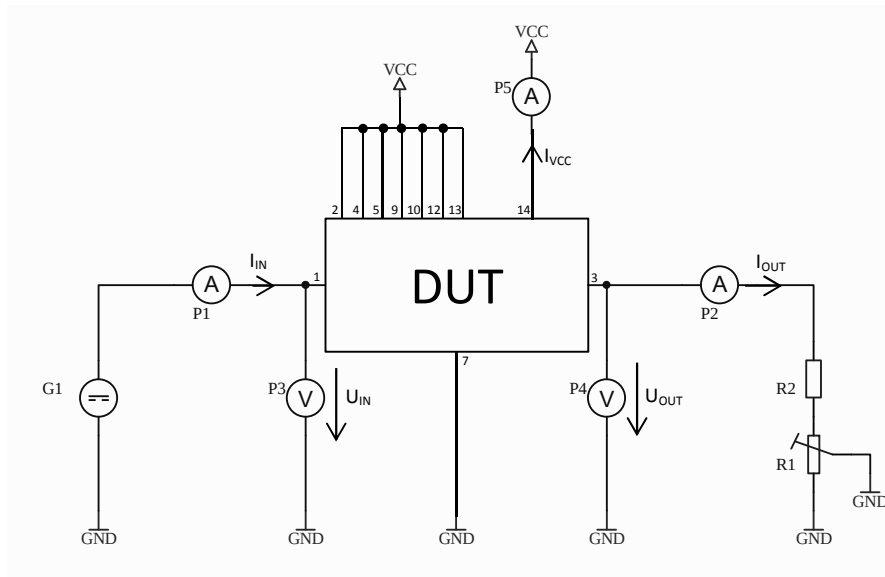
### 1.2. SN74HC00N

Dieses Bauteil besitzt die gleichen Anschlüsse, Pin-Belegung und Logikfunktion wie das in 1.1 beschriebene Bauteil.

## 2. Messung der Übertragungskennlinie

Es war eine Schaltung mit einem NAND-Gatter gegeben (SN74LC00N bzw. SN74HC00N), von welchen wir das Verhältnis der Eingangsspannung ( $U_{in}$ ) zur Ausgangsspannung ( $U_{out}$ ) messen sollten. Weiters sollten in dieser Schaltung der Eingangsstrom ( $I_{in}$ ), der Ausgangsstrom ( $I_{out}$ ) und der Versorgungsstrom ( $I_{VCC}$ ) gemessen werden.

### Messschaltung:



Der Widerstand  $R_2$  diente zur Vermeidung eines Kurzschlusses, wenn das Potentiometer  $R_1$  auf  $0\Omega$  gestellt wurde. Der Widerstand wurde auf den maximalen Strom des Bauteils von  $20\text{mA}$  dimensioniert:

$$R_2 = \frac{V_{CC}}{I_{max}} = \frac{5V}{20\text{mA}} = 250\Omega \rightarrow E12: 270\Omega$$

$R_1$  wurde auf  $9\text{M}\Omega$  eingestellt.

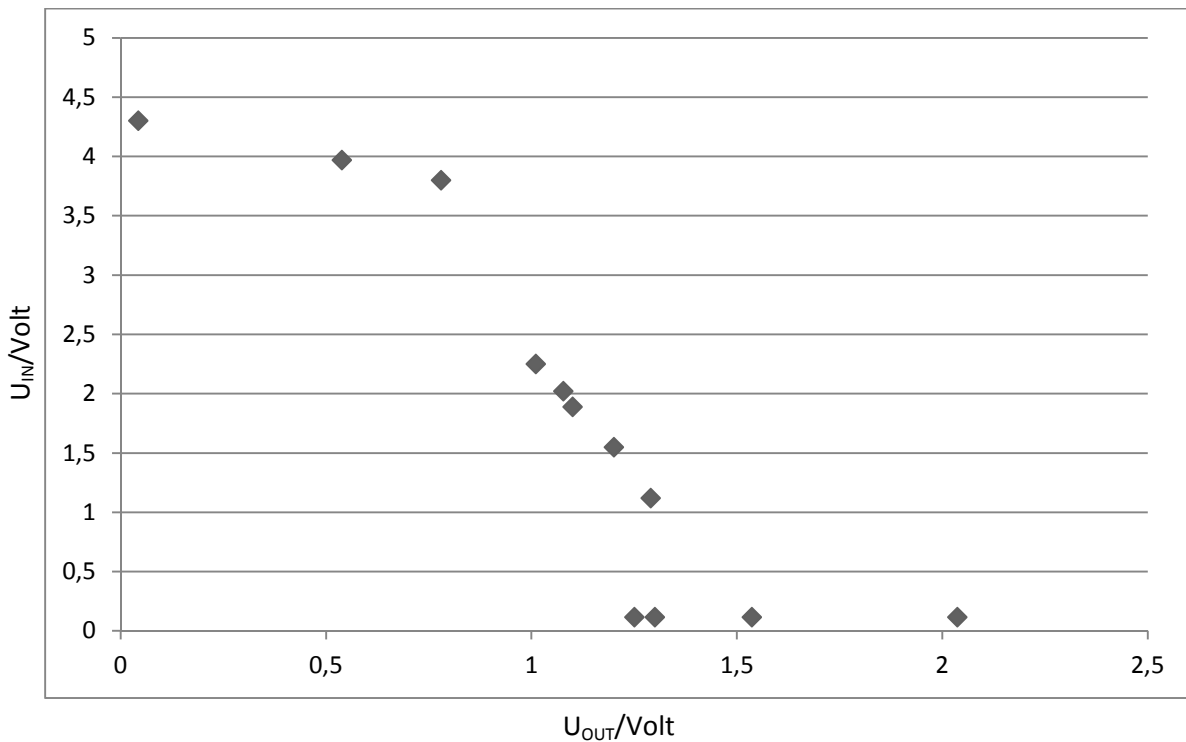
## 2.1. SN74LS00N

Messtabelle der Übertragungskennlinie und des Versorgungsstromes

| $U_{IN}$ | $I_{IN}$ | $I_{OUT}$ | $U_{OUT}$ | $I_{VCC}$ |
|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| V        | $\mu A$  | $\mu A$   | V         | mA        |
| 0,0425   | -230     | 5         | 4,3       | 3         |
| 0,538    | -180     | 5         | 3,97      | 3         |
| 0,78     | -150     | 5         | 3,8       | 3         |
| 1,01     | -125     | 4         | 2,25      | 6         |
| 1,077    | -127,5   | 3         | 2,02      | 8         |
| 1,1      | -122     | 3         | 1,89      | 8,2       |
| 1,2      | -120     | 2         | 1,55      | 11,5      |
| 1,25     | 0        | 0         | 0,115     | 3,5       |
| 1,29     | -113     | 1         | 1,12*     | 15        |
| 1,3      | 0        | 0         | 0,115     | 3,5       |
| 1,536    | 0        | 0         | 0,115     | 3,5       |
| 2,036    | 0        | 0         | 0,116     | 3,5       |
| 3,02     | 0        | 0         | 0,116     | 3,5       |
| 4,01     | 0        | 0         | 0,116     | 3,5       |
| 5,01     | 0        | 0         | 0,116     | 3,5       |

\* Dieser Messwert ist in Bezug auf den darüber und darunterliegenden Messwert außergewöhnlich, da sich das Bauteil bei dieser Spannung im Umschaltbereich befindet und somit keinen eindeutigen Zustand hat. Außerdem wurde dieser Messwert bei Annäherung aus einer anderen Richtung gemessen.

Diagramm  $U_{IN}/U_{OUT}$ :



Hinweis: Da die sich die Werte nach 2V Eingangsspannung nicht mehr änderten, wurde das Diagramm auf den Bereich von 0...2,5 V begrenzt.

Anmerkung: Da laut Datenblatt zwischen 0,8V und 2V Eingangsspannung ein undefinierter Bereich liegt, ist die Ausgangsspannung in diesem Bereich nicht Aussagekräftig.

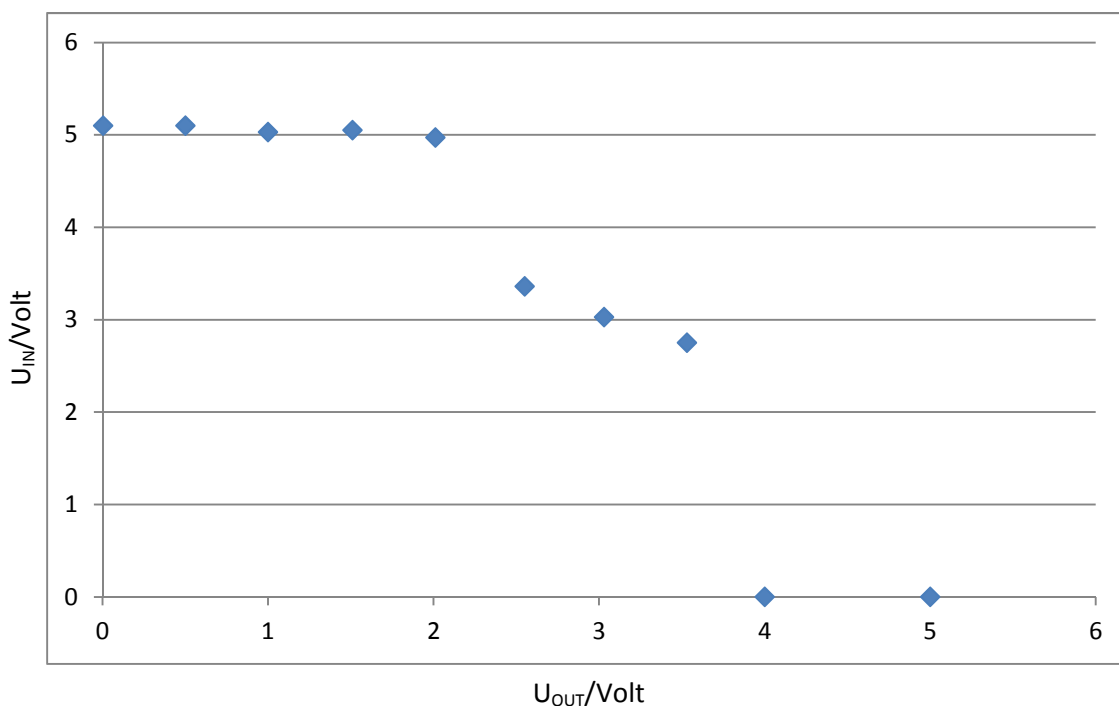
## 2.2. SN74HC00N

Messtabelle der Übertragungskennlinie und des Versorgungsstromes

| $U_{IN}$ | $I_{IN}$ | $I_{OUT}$ | $U_{OUT}$ | $I_{VCC}$ |
|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| V        | $\mu A$  | $\mu A$   | V         | mA        |
| 0,0036   | 0        | 6         | 5,1       | 0,0065    |
| 0,5      | 0        | 6         | 5,1       | 0,0065    |
| 1        | 0        | 6         | 5,03      | 0,049     |
| 1,51     | 0        | 6         | 5,05      | 0,32      |
| 2,01     | 0        | 6         | 4,97      | 0,85      |
| 2,55     | -175     | 4         | 3,36      | 20        |
| 3,03     | -20      | 4         | 3,03      | 21        |
| 3,53     | 22       | 3         | 2,75      | 20        |
| 4        | 0        | 0         | 0         | 0,12      |
| 5        | 0        | 0         | 0         | 0         |

Anmerkung: Dieser Bauteil benötigt, wie auch der SN74LS00N, im Bereich der Zustandsänderung am meisten Versorgungsstrom, jedoch bei logisch „1“ nur 6,5  $\mu A$  und im Zustand der logischen „0“ keinen Strom.

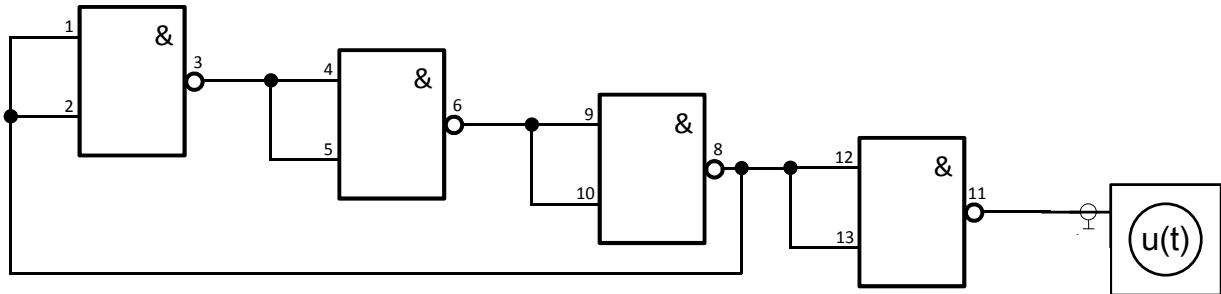
Diagramm  $U_{IN}/U_{OUT}$ :



### 3. Messung der Schaltzeit

Es sollte die Verzögerungszeit des Gatters ermittelt werden.

Messschaltung:



#### 3.1. SN74LS00N

Am Oszilloskop wurden 15 Perioden über die Zeit von 8 divisions abgelesen. Das Oszilloskop war auf eine Zeitbasis von 50ns/div eingestellt.

$$\frac{8 \text{ div} * 50 \text{ ns/div}}{15 \text{ (Perioden)}} = 26, \dot{6} \text{ ns / Periode}$$

Pro Periode wurden 6 Gatter geschaltet.

$$\frac{26, \dot{6} \text{ ns}}{6} = 4, \dot{4} \text{ ns}$$

Laut Datenblatt weist dieses Bauteil eine typische Umschaltzeit von 3ns und eine maximale Umschaltzeit von 5ns auf.

#### 3.2. SN74HC00N

Am Oszilloskop wurden 18 Perioden über die Zeit von 10 divisions abgelesen. Das Oszilloskop war auf eine Zeitbasis von 50ns/div eingestellt.

$$\frac{10 \text{ div} * 50 \text{ ns/div}}{18 \text{ (Perioden)}} = 27, \dot{7} \text{ ns / Periode}$$

Pro Periode wurden 6 Gatter geschaltet.

$$\frac{27, \dot{7} \text{ ns}}{6} = 4,63 \text{ ns}$$

Laut Datenblatt weist dieses Bauteil eine typische Umschaltzeit von maximal 8ns auf.

**4. Erkenntnis:**

Das Bauteil „SN74LS00N“, welches zur Low-Power-Schottky Logikfamilie zählt, weist eine geringere Umschaltzeit auf als das Bauteil „SN74HC00N“, welches der Logikfamilie High-Speed-CMOS angehört. Das Bauteil der High-Speed-CMOS-Logikfamilie schaltete um 0,2ns schneller.

Weiters wurde erkannt, dass das Bauteil „SN74LS00N“ im geschalteten Zustand mehr Strom benötigt als das Bauteil „SN74HC00N“. Das CMOS-Bauteil benötigte im Übergangsbereich bis zu 20mA Versorgungsstrom, das Low-Power-Schottky-Bauteil nur 11,5mA.