

## TTL-, CMOS- und BiCMOS-Grundgatter

### Literatur

- /1/ Beuth, K.: „Elektronik 4: Digitaltechnik“; Vogel-Verlag, 1991
- /2/ Weißel, R.; Schubert, F.: „Digitale Schaltungstechnik“; Springer-Verlag, 1990
- /3/ Lichtenberger, B.: „Praktische Digitaltechnik“; Hüthig Verlag, 1992
- /4/ Borgmeyer, J.: „Grundlagen der Digitaltechnik“; Carl Hanser Verlag 1997
- /5/ Kühn, E.: „Handbuch TTL- und CMOS - Schaltungen“; Hüthig Verlag, 1993
- /6/ Vorlesungs- und Seminarunterlagen

### 1 Versuchsziele

- \* Oszillografische Untersuchung statischer Kenngrößen
- \* Messung dynamischer Parameter
- \* Untersuchung der Einflüsse von Betriebsspannung, Taktfrequenz und Eingangsschutz
- \* Erarbeitung der markanten Kenngrößen und Unterschiede zwischen Schaltkreisfamilien
- \* Aneignung von Fertigkeiten beim praktischen Einsatz von digitalen Schaltkreisen

### 2 Versuchsvorbereitung und -durchführung

#### 2.1 Fragen und Aufgaben zur Versuchsvorbereitung

##### 2.1.1 Charakterisieren Sie TTL - und CMOS- Schaltkreise:

- Wie werden die logischen Verknüpfungen realisiert?
- Wovon hängt die Zahl der maximal an einen Ausgang anschaltbaren Gattereingänge ab?
- Wie sind die Flanken- und Verzögerungszeiten definiert?
- Erläutern Sie den Zweck und die Funktion des Eingangsschutzes bei CMOS-ICs.
- Was ist bei der Zu- und Abschaltung von Betriebs- und Eingangsspannung zu beachten?
- Ordnen Sie den Schaltkreisen **74ALS00**, **74LV00**, **74LVT00** und **74ALVC00** die zugehörigen Technologien, Betriebsspannungsbereiche und maximalen Lastströme zu.
- Welche der o.g. Schaltkreisfamilien sind 5V-tolerant?

##### 2.1.2 Wie ist die Betriebsspannungszuführung zu gestalten?

##### 2.1.3 Entwerfen Sie die Schaltungen zur oszillografischen Messung der Transfer- und Stromaufnahme kennlinie eines NAND-Gatters.

##### 2.1.5 Entwerfen Sie eine Schaltung zur Untersuchung der Wirkung des Eingangsschutzes bei CMOS-ICs. Wie groß darf der Eingangsstrom maximal werden?

## 2.2 Allgemeine Hinweise zur Versuchsdurchführung

- 2.2.1 Die Betriebsspannung der Schaltkreise wird mit einem auf dem Versuchsboard befindlichen Spannungsregler automatisch auf den vorgegebenen Wert (siehe Beschriftung der Schaltungsbaukastenplatte) eingestellt. Hierzu ist lediglich eine + 8V Spannung (100 mA Strombegrenzung) vom Labornetzteil HM8142 an das Board zu legen. Die im Reglersymbol befindliche LED zeigt die Betriebsbereitschaft an. **Überprüfen Sie nach jedem Schaltkreiswechsel die Höhe der Betriebsspannung.**
- 2.2.2 **Die Betriebsspannung darf erst zugeschaltet werden, wenn der jeweilige Versuch vollständig aufgebaut ist. Achten Sie insbesondere bei CMOS-Schaltkreisen darauf, dass die Eingangsspannung niemals größer als die Betriebsspannung des Schaltkreises sein darf.** Überprüfen Sie die Eingangsspannung vor dem Stecken des Schaltkreises und stellen Sie diese ggf. neu ein.
- 2.2.3 Stecken Sie die Schaltkreise bei geöffnetem Hebel in die Fassung (auf Pin 1 achten) und schließen Sie diesen danach.
- 2.2.4 Zur Erzielung kurzer Anstiegszeiten sind die Signaleingänge (vom Taktgenerator) immer mit dem Widerstand  $R_{GEN} = 56 \Omega$  abzuschließen.
- 2.2.5 Beachten Sie bei oszilloskopischen Messungen, dass der Tastteiler die Schaltung kapazitiv belastet.
- 2.2.6 Zum Versuch gehörende Schaltkreise:

Bez.	Schaltkreis	$U_{CC} / U_{DD}$	Stützkond.	max. Lastströme	$R_Q / R_S$
<b>F5</b>	74F00	5 V	ja	-1mA / 20mA	100 $\Omega$ / 5,1 $\Omega$
<b>LV3</b>	74LV00	3,3 V	ja	-6mA / 6mA	16 $\Omega$
<b>LVTn</b>	74LVT00	3,3 V	nein	-32mA / 64mA	3 $\Omega$ / 1,5 $\Omega$
<b>ALV1</b>	74ALVC00	1,8 V	ja	-4mA / 4mA	24 $\Omega$

## 2.3 Versuchsdurchführung

- 2.3.1 Oszillografieren und untersuchen Sie die **Transferkennlinien** des ersten Gatters der Schaltkreise **74F00 (F5)**, **74LV00 (LV3)** und **74ALVC00 (ALV1)** ohne und mit Last.

**Hinweis:** Legen Sie den nicht benutzten Eingang des ersten Gatters mit einem Pull-Up-Widerstand ( $R_{\text{Pull}} = 10\text{k}$ ) auf **High** und die Eingänge der anderen Gatter auf **Masse**. Verwenden Sie zur Einstellung der Lastströme die in der obigen Tabelle angegebenen Widerstände für  $R_Q$  bzw.  $R_S$ . **Achten Sie auf die maximale Spannung des Eingangssignals**, da sich die Betriebsspannungen ändern!

**Bedingungen:**  $f = 70 \dots 80\text{Hz}$ ; Signalform => **trapezförmig**

**Beginnen** Sie pro Schaltkreis mit der Untersuchung **ohne Last** und ermitteln Sie aus der **jeweiligen** Transferkennlinie:

- die Umschaltspannung  $U_{\text{US}}$ ,
- die Ausgangsspannungen  $U_{\text{OL}}$  und  $U_{\text{OH}}$ ,
- die Schwellwerte  $U_{\text{S(L)}}$  und  $U_{\text{S(H)}}$ ,
- berechnen Sie die Störabstände für **Low** und **High**.

Untersuchen Sie anschließend die Veränderung der Transferkennlinien bei **maximaler Last**.

- 2.3.3 **Oszillografieren** Sie die **Betriebsspannung** des Schaltkreises **74LVT00 (LVTn)** im Vergleich zum Ausgangssignal. Untersuchen Sie die Auswirkung induktiver Betriebs Spannungszuführung durch Verwendung der HF-Drossel (**10  $\mu\text{H}$** ).

Welche Wirkung hat der Stützkondensator **C = 100 nF**?

**Bedingungen:**  $f = 500 \text{ kHz}$  ( $k = 0,5$ )

Legen Sie je einen Eingang der Gatter über den Widerstand  $R_{\text{Pull}} = 10\text{k}$  auf **High** und die anderen Eingänge an das Messsignal. Die Ausgänge  $O_1$  bis  $O_4$  sind jeweils mit  **$C_L = 56 \text{ pF}$**  zu belasten.

Führen Sie folgende Messungen durch:

1. ohne HF-Drossel und ohne Stützkondensator
2. ohne HF-Drossel und mit Stützkondensator  $C_K = 100 \text{ nF}$
3. mit HF-Drossel und ohne Stützkondensator
4. mit HF-Drossel und mit Stützkondensator  $C_K = 100 \text{ nF}$

- 2.3.5 Messen Sie die Flankenzeiten  $t_{\text{LH}}$ ,  $t_{\text{HL}}$  und die Verzögerungszeiten  $t_{\text{PHL}}$  und  $t_{\text{PLH}}$  des ersten Gatters des Schaltkreises **74LV00 (LV3)**. Legen Sie den nicht benutzten Eingang des ersten Gatters mit einem Pull-Up-Widerstand ( $R_{\text{Pull}} = 10\text{k}$ ) auf **High** und die Eingänge der anderen Gatter auf Masse. Belasten Sie den Ausgang mit  **$C_L = 56 \text{ pF}$** .

**Bedingungen:**  $f = 1\text{MHz}$  ( $k = 0,5$ )

- 2.3.6 Untersuchen Sie oszillografisch die Wirkung des Eingangsschutzes am Beispiel des Schaltkreises **74LV00 (LV3)**.

**Bedingungen:**  $f = 70 \dots 80\text{Hz}$ ; Amplitude = **>3,3V**; Signalform = trapezförmig

Beschalten Sie die Ein- und Ausgänge wie unter 2.3.5.