

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 Stromaufnahmecharakteristik 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
F5	74F00	5 V	ja	-1mA / 20mA	100Ω / 5,1Ω
LV3	74LV00	3,3 V	ja	-6mA / 6mA	16 Ω
LVTn	74LVT00	3,3 V	nein	-32mA / 64mA	3 Ω / 1,5 Ω
ALV1	74ALVC00	1,8 V	ja	-4mA / 4mA	24 Ω

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_{US} ,
- die Ausgangsspannungen U_{OL} und U_{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 $C = 100 \text{nF}$?

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_{LH} , t_{HL} und die Verzögerungszeiten t_{PHL} und t_{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 = $>3,3\text{V}$; Signalform = trapezförmig

Beschalten Sie die Ein- und Ausgänge wie unter 2.3.5.