

HOCHSCHULE ALBSTADT-SIGMARINGEN
STUDIENGANG TECHNISCHE INFORMATIK

Praktikum Elektrotechnik

Versuch 4

Grundlagen Digitaltechnik

1. November 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Logische Spannungspegel-Bereiche	4
1.1	Vorbereitungsaufgaben	4
1.2	Wertetabelle NAND-Gatter	5
1.3	Übertragungskennlinie eines TTL-Gatters	5
1.3.1	Messaufgaben	6
1.3.2	Auswertung	7
2	Belastung logischer Schaltungen	9
2.1	Übung 1: Eingangskennlinie $I_e = f(U_e)$ eines TTL-Gatters	9
2.1.1	Messaufgaben	9
2.1.2	Auswertung	10
2.2	Übung 2: Ausgangskennlinie eines TTL-Gatters (74LS00)	10
2.2.1	Messaufgaben	11
2.2.2	Auswertung	12
3	Schaltzeiten von TTL-Gattern	13
3.1	Übung 1: Schaltzeiten eines TTL-Gatters (74LS00)	13
3.1.1	Messaufgaben	14
3.1.2	Auswertung	14
4	Impuls-Schaltung	15
4.1	Übung 1	15
4.1.1	Messaufgaben	15
4.1.2	Auswertung	15
5	Flip-Flop-Speicher	17
5.1	Übung 1: RS-Flip-Flop	17
5.1.1	Auswertung	17

Versuchsbeschreibung: Anlagen: Datenblatt 74LS00

Bauteile:

- 1 IC Typ 74LS00
- 2 Multimeter
- 1 Oszillograph
- 1 Widerstand $R = 51 \Omega$
- 1 Widerstand $R = 330 \Omega$
- 1 Widerstand $R = 1,5 \text{ k}\Omega$
- 2 Widerstände $R = 2,2 \text{ k}\Omega$
- 1 Potentiometer $R = 220 \Omega$
- 1 Potentiometer $R = 4,7 \text{ k}\Omega$

- 2 Ein-/Ausschalter

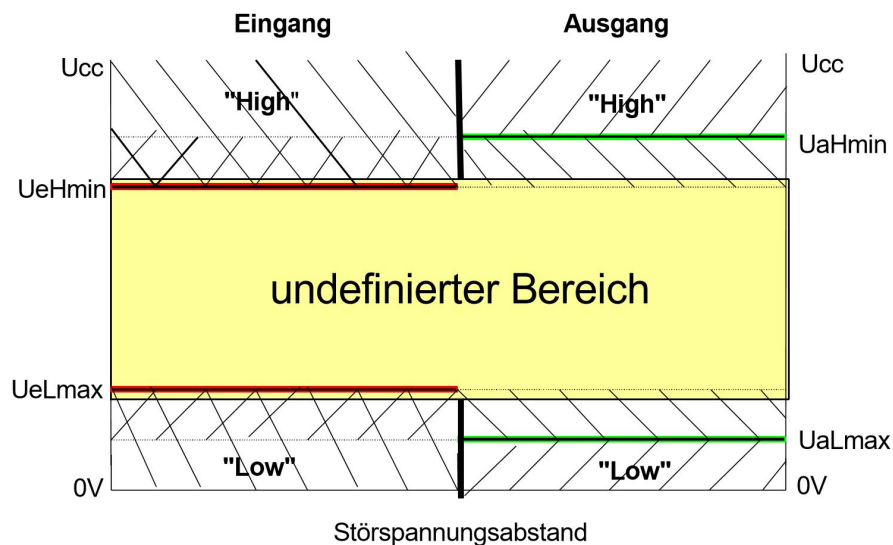
Darstellung von Binärziffern: Die Binärwerte '0' und '1' werden bei der technischen Realisierung von Logikschaltungen durch zwei Spannungsbereiche dargestellt.

Für positive Logik gilt:

- logisch 1 entspricht 'High'-Potential
- logisch 0 entspricht 'Low'-Potential

Erklären Sie den Begriff "Worst-Case".

1 Logische Spannungspegel-Bereiche



U_{eHmin} ; U_{aHmax} : mindestens oder „Worst-Case“-Pegel für Logik. „1“

U_{eLmin} ; U_{aLmax} : maximaler oder „Worst-Case“-Pegel für Logik. „0“

U_{cc} = Versorgungsspannung

1.1 Vorbereitungsaufgaben

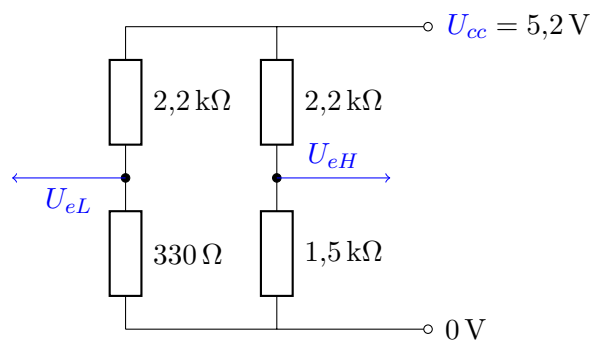
Aufgabe 1: Was versteht man unter dem Gleichspannungs - Störabstand bei logischen Schaltungen? Wie berechnet man ihn? Bsp. für LS-TTL-Logik angeben.

Aufgabe 2: Berechnen Sie die Werte der Störabstände in der unten aufgeführten Tabelle. Annahme: $U_{cc} = 4,5 V$

Aufgabe 3: Tragen Sie die fehlenden Werte in die Tabelle ein:

Tabelle 1.1: Kenngrößen verschiedener Logikfamilien

	LS-TTL	HCHMOS	Advanced CMOS
Versorg.-Spg. U_{CC}		2 V - 6 V	2 V - 6 V
Eingangspegel			
U_{eHmin}			
Ausgangspegel:			
U_{aLmax}			
U_{aHmin}			
Störabstand			
„Low“			
„High“			
Arbeitstemperatur	°C – °C	°C – °C	°C – °C

Eingangsspannungsvorgabe:**1.2 Wertetabelle NAND-Gatter**

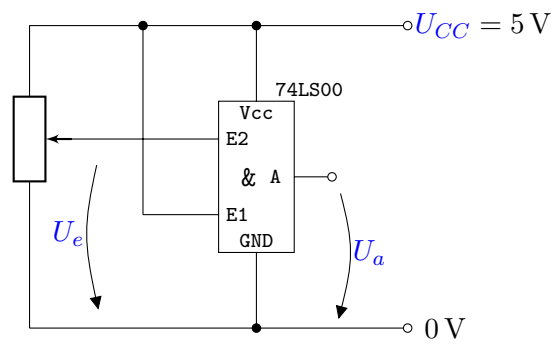
Messen Sie die Wertetabelle eines NAND-Gatters (74LS00), indem Sie die Ein- und Ausgangsspannungen protokollieren.

1.3 Übertragungskennlinie eines TTL-Gatters

Vorbereitungsaufgabe: Wie wird bei einem TTL- Gatter ein unbeschalteter Eingang interpretiert? Begründen Sie dieses.

Tabelle 1.2: Wertetabelle NAND-Gatter

U_a [V]	U_b [V]	U_y [V]

Messschaltung:**1.3.1 Messaufgaben**

Messaufgabe M1: Übertragungskennlinie $U_a = f(U_e)$ eines TTL- Gatters (74LS00) aufnehmen.

Vorgaben / Einstellungen:

Versorgungsspannung $U_{cc} = 5\text{ V}$

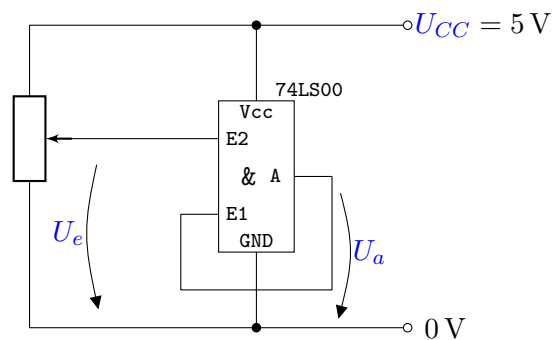
Eingangsspannung U_e nach Tabelle 1.3 vorgegeben.

Tabelle 1.3: Messwerte Messaufgabe 1

U_e [V]	U_a [V]
0,2	
0,4	
0,8	
0,9	
1,0	
1,1	
1,2	
1,3	
1,4	

Messaufgabe M2: Ermitteln Sie die Schaltschwelle U_{th} . Verbinden Sie dazu einen Eingang mit dem Ausgang des Gatters.

$$U_{th} =$$



1.3.2 Auswertung

Auswertung A1: Zeichnen Sie die Kennlinie.

Auswertung A2: Ermitteln Sie aus der Übertragungskennlinie:

- Schaltschwelle (Umschaltspannung) U_{th}
- Kurvenpunkt mit der Verstärkung $dU_a/dU_e = 1$; A1 (U_{eLmax} , U_{aHmin}), A2 (U_{eHmin} , U_{aLmax}).

a) $U_{th} = 1,01 \text{ V}$

b) Der Kurvenpunkt entspricht dem Punkt bei U_{th}

Auswertung A3: Warum kann die Schaltschwelle U_{th} bei invertierenden Gattern durch Zusammenschalten von Ein- und Ausgang ermittelt werden?

Auswertung A4: Warum weichen die ermittelten Kenngrößen von den Datenblattangaben ab?

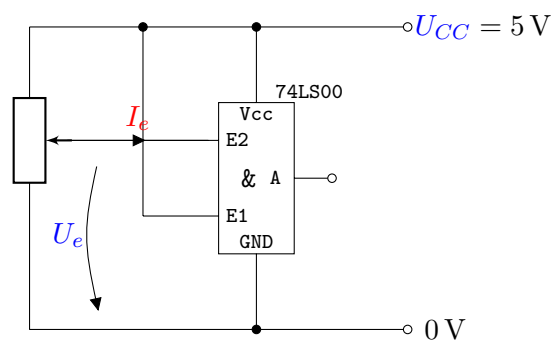
2 Belastung logischer Schaltungen

Vorbereitungsaufgaben: Was versteht man unter:

- a) Ausgangslastfaktor („fan-out“)
- b) Eingangslastfaktor („fan-in“)

2.1 Übung 1: Eingangskennlinie $I_e = f(U_e)$ eines TTL-Gatters

Messschaltung:



2.1.1 Messaufgaben

Messaufgabe M1: Nehmen Sie die Eingangskennlinie $I_e = f(U_e)$ eines TTL- Gatters 74LS00 auf. Eingangsspannung mit Potentiometer vorgeben.

Tabelle 2.1: Messwerte Messaufgabe 1

U_e [V]	I_e [μ A]
0,2	
0,4	
0,8	
1,0	
2,0	
2,4	
2,7	
3,0	
5,0	

2.1.2 Auswertung

Auswertung A1: Stellen Sie die Eingangskennlinie graphisch dar.

Auswertung A2: Wie groß sind die Eingangsströme bei den „Worst-Case“ Eingangsspannungen?

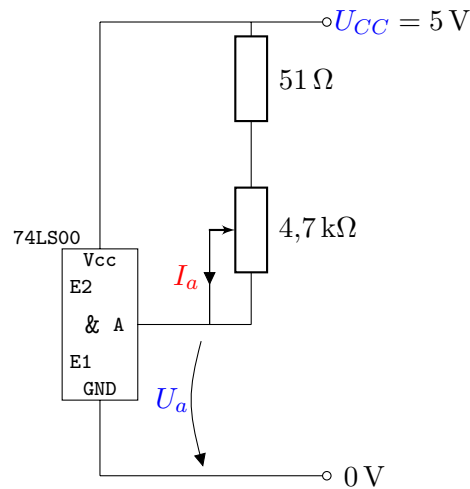
Tabelle 2.2: „Worst-Case“ Eingangsströme

	U_e [V]	I_e [mA]
„Worst-Case“ LOW		
„Worst-Case“ HIGHT		

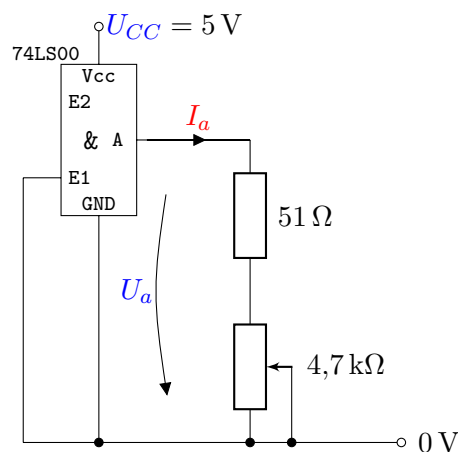
2.2 Übung 2: Ausgangskennlinie eines TTL-Gatters (74LS00)

Messschaltung:

Messschaltung $U_A = \text{„low“}$:



Messschaltung $U_A = \text{„high“}$:



2.2.1 Messaufgaben

Messaufgabe M1: Nehmen Sie die Ausgangskennlinie $U_a = f(I_a)$ eines TTL(Transistor/Transistor Logik)-Gatters 74LS00 für low und für high-Pegel auf.

Vorgaben/Einstellungen:

Versorgungsspannung $U_{cc} = 5\text{ V}$

Ausgang stufenweise, durch Ändern des Potentiometerwiderstandes, belasten.

Tabelle 2.3: Messwerte Messaufgabe 1

“Low“ Pegel am Ausgang		“High“ Pegel am Ausgang	
U_a [V]	I_a [mA]	U_a [V]	I_a [mA]

2.2.2 Auswertung

Auswertung A1: Stellen Sie die Ausgangskennlinien graphisch dar($U_a = f(I_a)$).

Auswertung A2: Bestimmen Sie in LS-TTL- Einheiten:

- den maximalen Ausgangslastfaktor aus der Ausgangskennlinie $U_a = f(I_a)$ und der Eingangskennlinie $I_e = f(U_e)$ (High und Low)
- den zulässigen (empfohlenen) Ausgangslastfaktor aus den Datenblattangaben. Warum ist es nicht ratsam ein Gatter mit dem maximal möglichem fan-out zu belasten?

3 Schaltzeiten von TTL-Gattern

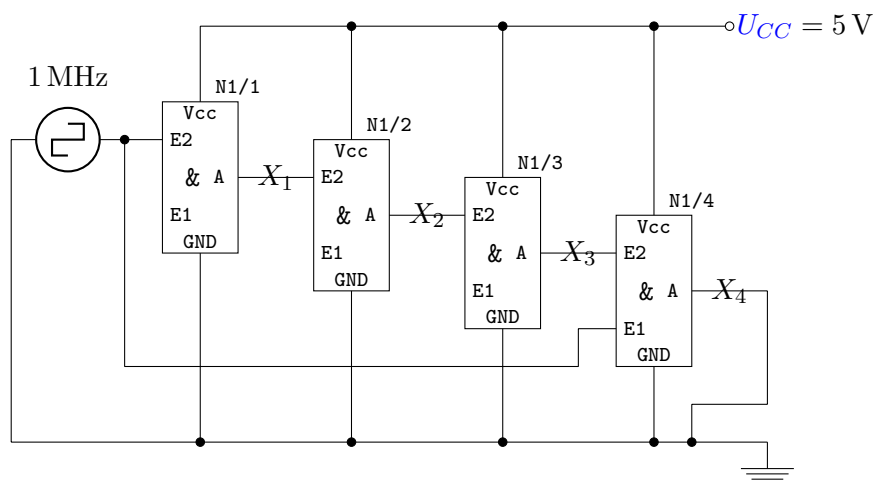
Vorbereitungsaufgaben: Erklären Sie:

- a) Anstiegszeit t_r
- b) Abfallzeit t_f

3.1 Übung 1: Schaltzeiten eines TTL-Gatters (74LS00)

Bei der Realisierung von taktgesteuerten Funktionseinheiten kommt des öfteren eine sogenannte spike-Schaltung zum Einsatz. Die hier vorgestellte Schaltung nutzt zur Impulserzeugung die Gatterlaufzeit aus.

Messschaltung: Spike-Schaltung:



Vorgaben/Einstellungen:

- Zum Messen die Tastköpfe benutzen und Masseleitung anschließen
- Versorgungsspannung $U_{cc} = 5\text{ V}$
- Eingangssignal an X0 mit dem Frequenzgenerator vorgeben: $f = 1\text{ MHz}$; TTL-Ausgang verwenden, wenn vorhanden!
- Schaltung aufbauen
- Leitungsführung kurz halten

3.1.1 Messaufgaben

Messaufgabe M1: Messen Sie die Signalverläufe von X1 und X2 mit dem Oszillograph. Bestimmen Sie:

Anstiegszeit t_r von X_2 :

Abfallzeit t_f von X_2 :

Signallaufzeiten für Gatter N1/2:

t_{pHL} (Ausgang high nach low):

t_{pLH} (Ausgang low nach high):

Tragen Sie die Signalverläufe X1 und X2 in ein zu erstellendes Zeitdiagramm ein.

Messaufgabe M2: Messen Sie die Signalverläufe von X1 und X4 mit dem Oszillograph und stellen Sie die Signalverläufe graphisch mit Zeitangabe (farbig) dar.

3.1.2 Auswertung

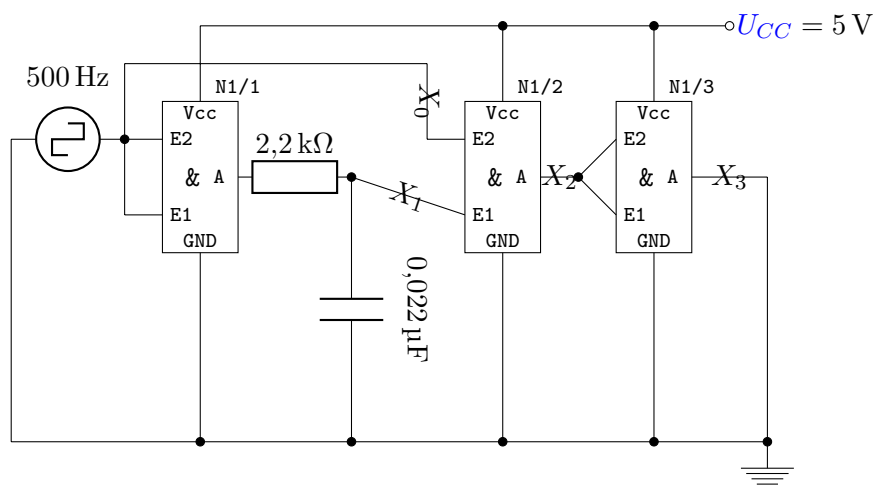
Zwischenaufgabe: Wie viele Ic's werden benötigt?

Auswertung A1: Vergleichen Sie die Messwerte mit den im Datenblatt angegebenen und erklären Sie eventuelle Abweichungen.

4 Impuls-Schaltung

4.1 Übung 1

Messschaltung:



Vorgaben/Einstellungen:

Versorgungsspannung $U_{CC} = 5\text{ V}$ und Eingangssignal X0 mit dem Frequenzgenerator auf $f = 500\text{ Hz}$ einstellen; TTL-Ausgang verwenden!

4.1.1 Messaufgaben

Messaufgabe M1: Messen Sie die Signale X0, X1 und X3 der Schaltung mit dem Oszilloscop. Stellen Sie die Signalverläufe von X0, X1 und X3 in einer Zeichnung untereinander da.

Messaufgabe M2: Erklären Sie den Begriff Impulsdauer. Wie groß ist hier die Impulsdauer t_i des Ausgangssignals?

Messaufgabe M3: Bestimmen Sie die Schaltschwelle U_{th} des Gatters N1/2:

4.1.2 Auswertung

Auswertung A1: Beschreiben Sie die Funktionsweise der Schaltung mit Zeitablaufdiagramm und Funktionstabelle.

Auswertung A2: Geben Sie eine Formel zur Berechnung der Impulsdauer $t_i = f(R, C, U_e)$ an.

Auswertung A3: Berechnen Sie t_i für obige Schaltung; Rechnen Sie mit der zuvor gemessenen Schaltschwelle U_{eth} . Vergleichen Sie das Ergebnis mit der Messung.

5 Flip-Flop-Speicher

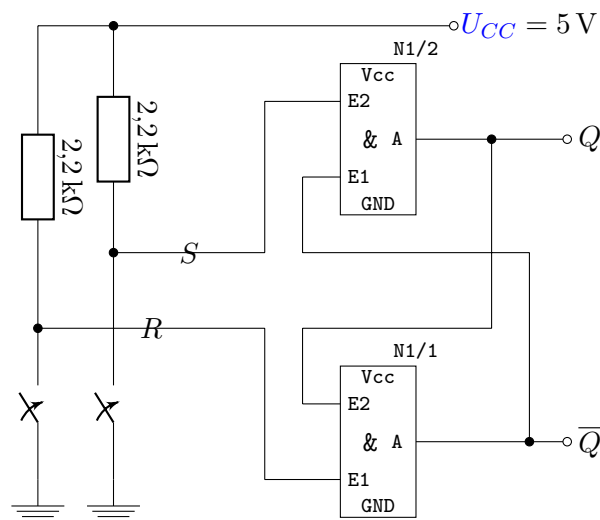
5.1 Übung 1: RS-Flip-Flop

Ergänzen Sie nachfolgende Schaltung mit einem RS-Flip-Flop, aufgebaut aus NAND-Gattern.

Für die Eingänge des 'R'S- FF' gilt:

Setzen: $S = 0$

Rücksetzen: $R = 0$



5.1.1 Auswertung

Auswertung A1: Bauen Sie die Schaltung auf.

Auswertung A2: Überprüfen Sie die Funktionstabelle (Spannungspegel eintragen).

Tabelle 5.1: Logiktablelle RS-FlipFlop

Logischer Signalpegel				Gemessene Spannung	
S	R	Q	\bar{Q}	Q	\bar{Q}
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

Auswertung A3: Welche Eingangssignalkombination ist undefiniert? Können Sie diesen Sachverhalt an der Schaltung nachweisen?