

Prof. Bischoff

November 2016

Bearb.: Dipl.-Ing. (FH) Pohl

Versuchsziel

- Kennenlernen der Schaltkreisfamilien TTL und CMOS

Vorbereitung1. Theoretische Grundlage

Wiederholen Sie das Thema TTL- und CMOS-Schaltkreise anhand von Vorlesung und Seminar! Machen Sie sich mit der Wirkungsweise und den Einsatzbedingungen von TTL- und CMOS-Schaltkreisen vertraut!

2. Hausaufgaben

Zum Vergleich der TTL- und CMOS-Technologie ist im Versuch 2 jeweils ein astabiler Multivibrator mit den Schaltkreisen DL 000 und V 4011 aufzubauen. Dimensionieren Sie die Größe des Kondensators C für je zwei unterschiedliche Frequenzen (Werte siehe Versuch 2).

Entwickeln Sie für die angegebene Übertragungsfunktion $Y = A \overline{\overline{B}CD}$ unter Anwendung der Regeln der booleschen Algebra jeweils eine Schaltung:

- unter ausschließlicher Verwendung von NAND-Gattern mit 2 Eingängen und Totem-pole-Ausgängen (DL000)
- mit Open-Kollektor-Ausgängen (DL003)

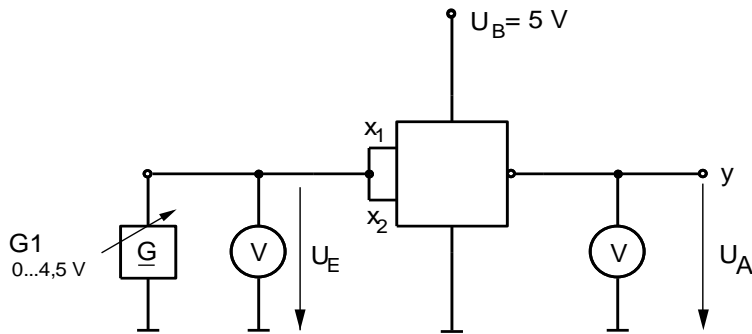
Stellen Sie die Schalttabelle für die angegebene Übertragungsfunktion auf.

1. Versuch 1: Statische Kenngrößen der Schaltkreisfamilien TTL und CMOS

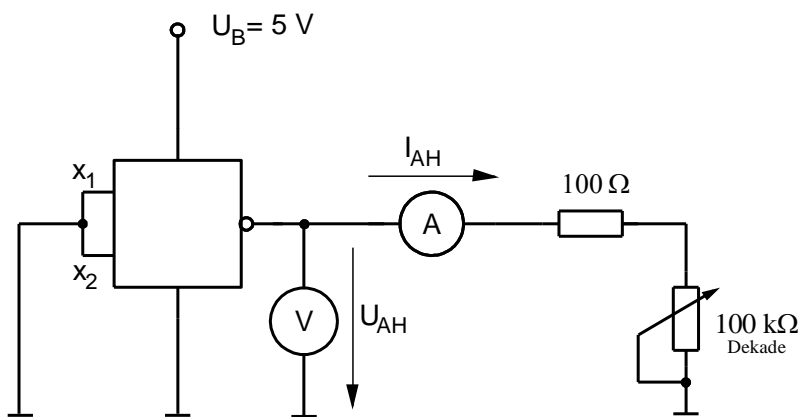
Ermitteln Sie messtechnisch die Gesamtstromaufnahme der Schaltkreise DL 000 und V 4011 für eine Betriebsspannung $U_B = 5 \text{ V}$. Schalten Sie dabei die Eingänge der NAND-Gatter auf Masse-Potential.

Ermitteln Sie messtechnisch für beide Schaltkreise (DL 000, V 4011) nach vorgegebener Messschaltung:

- die Übertragungskennlinie $U_A = f(U_E)$; ($U_{E_{\max}} = 4,5 \text{ V}$), wobei alle Gattereingänge parallel zu schalten sind.



b.) die Ausgangskennlinie $U_A = f(I_A)$ für $U_A = \text{High}$; ($I_{A\text{max}} = 20 \text{ mA}$)



Vergleichen Sie die gemessene Gesamtstromaufnahme für TTL- und CMOS-Schaltkreise. Welche Schlussfolgerungen für den praktischen Einsatz sind abzuleiten?

Stellen Sie die ermittelten Kennlinien grafisch dar.

Diskutieren Sie die Unterschiede zwischen TTL- und CMOS-Schaltkreisen.

Ermitteln Sie grafisch aus den Übertragungskennlinien den prozentualen Abfall der Ausgangsspannung U_A , bezogen auf die Maximal- bzw. Minimalwerte von U_A , bei $U_E = U_{E\text{max}}$ bzw. $U_{E\text{min}}$.

($U_{E\text{max}}$; $U_{E\text{min}}$ ergeben sich aus der für TTL bzw. CMOS-Schaltkreise vorgegebenen maximalen/minimalen Eingangspegeln: für $U_B = 5 \text{ V}$)

$$\text{TTL} \quad U_{E\text{min}} (\text{H-Pegel}) = 2,4 \text{ V} \\ U_{E\text{max}} (\text{L-Pegel}) = 0,4 \text{ V}$$

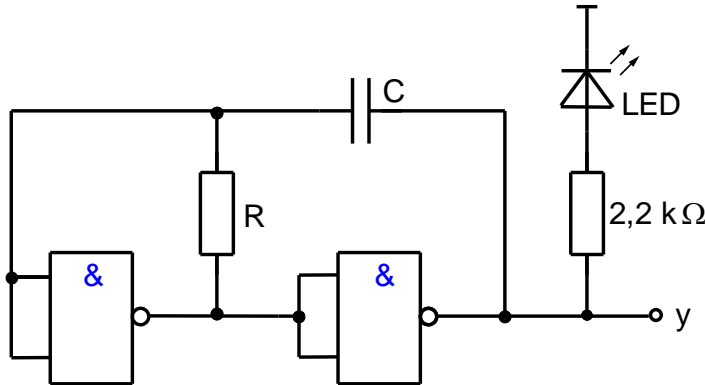
$$\text{CMOS} \quad U_{E\text{min}} (\text{H-Pegel}) = 3,5 \text{ V} \\ U_{E\text{max}} (\text{L-Pegel}) = 1,5 \text{ V}$$

Versuch 2: Einsatz der Schaltkreisfamilien TTL und CMOS

Bauen Sie die Schaltungen der astabilen Multivibratoren mit den in der Hausaufgabe errechneten Werten des Kondensators C auf.

Messen Sie die Gesamtstromaufnahme der jeweiligen Schaltung ohne den Strom durch die LED (offene Eingänge auf Masse-Potential)!

Oszillografieren Sie die Ausgangsspannung, und bestimmen Sie messtechnisch die Frequenz!



CMOS (V4011) $f \approx \frac{1}{2RC}$ $f_1 = 1,5 \text{ Hz}; R_1 = 220 \text{ k}\Omega;$
 $f_2 = 1 \text{ kHz}; R_2 = 47 \text{ k}\Omega;$

TTL (DL 000) $f \approx \frac{1}{2RC}$ $f_1 = 1,5 \text{ Hz}; R_1 = 1 \text{ k}\Omega;$
 $f_2 = 1 \text{ kHz}; R_2 = 1 \text{ k}\Omega;$

Vergleichen Sie die gemessenen Werte der Stromaufnahme der Schaltungen hinsichtlich TTL- und CMOS-Technologie.

Erklären Sie die geringere Stromaufnahme der Schaltung mit CMOS-IC's.

Welche Unterschiede sind beim Vergleich der Ausgangssignale beider Schaltungen zu erkennen (Signalform, Amplitude)?

Versuch 3: Totem-pole und Open-Kollektor-Ausgänge

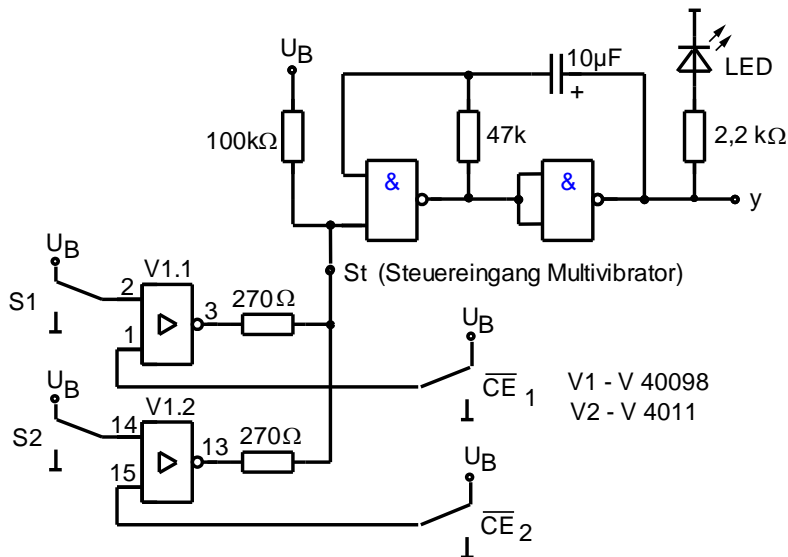
Die als Hausaufgabe entwickelten Schaltungen sind parallel aufzubauen.

Die Ausgänge Y sind zur optischen Anzeige der Ausgangszustände mit einer LED zu versehen. Überprüfen Sie die Richtigkeit der Funktionsweise durch Vergleich mit der Schalttabelle!

Die Anwendung von Schaltkreisen mit Open-Kollektor-Ausgängen erfordert einen externen Kollektorwiderstand R_c . Was ist bei der Dimensionierung dieses Widerstandes zu beachten?

Versuch 4: Tristate-Ausgänge (mit CMOS-Schaltkreisen V4011 und V40098)

Mit Hilfe der angegebenen Schaltung soll die Wirkungsweise von Tristate-Ausgangsstufen verdeutlicht werden.



Bauen Sie die angegebene Schaltung auf, und ermitteln Sie experimentell die Abhängigkeit des Signales am Ausgang Y des astabilen Multivibrators von den Schalterstellungen der Schalter S1, S2, \overline{CE}_1 , \overline{CE}_2 .

Erstellen Sie dazu eine Tabelle mit allen möglichen Kombinationen der 4 Schalter.

Leiten Sie aus den Ergebnissen die Funktionsweise einer Tristate-Ausgangsschaltung ab.

Nennen Sie Einsatzgebiete von Schaltkreisen mit Tristate-Ausgangsstufen!