

Protokoll: Schmitt-Trigger

Tom Kranz, Philipp Hacker

4. Juni 2014

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbereitung	2
1.1	Schaltskizzen	2
1.2	Dimensionierung	2
1.3	Vorbereitungsaufgaben 1 u. 2	3
2	Durchführung	3
2.1	Messgeräte	3
2.2	Versuchsaufgabe 1	4
2.3	Versuchsaufgabe 2	4
2.4	Versuchsaufgabe 3	4
3	Auswertung	4
4	Quellen	5
5	Anhang	5

1 Vorbereitung

1.1 Schaltskizzen

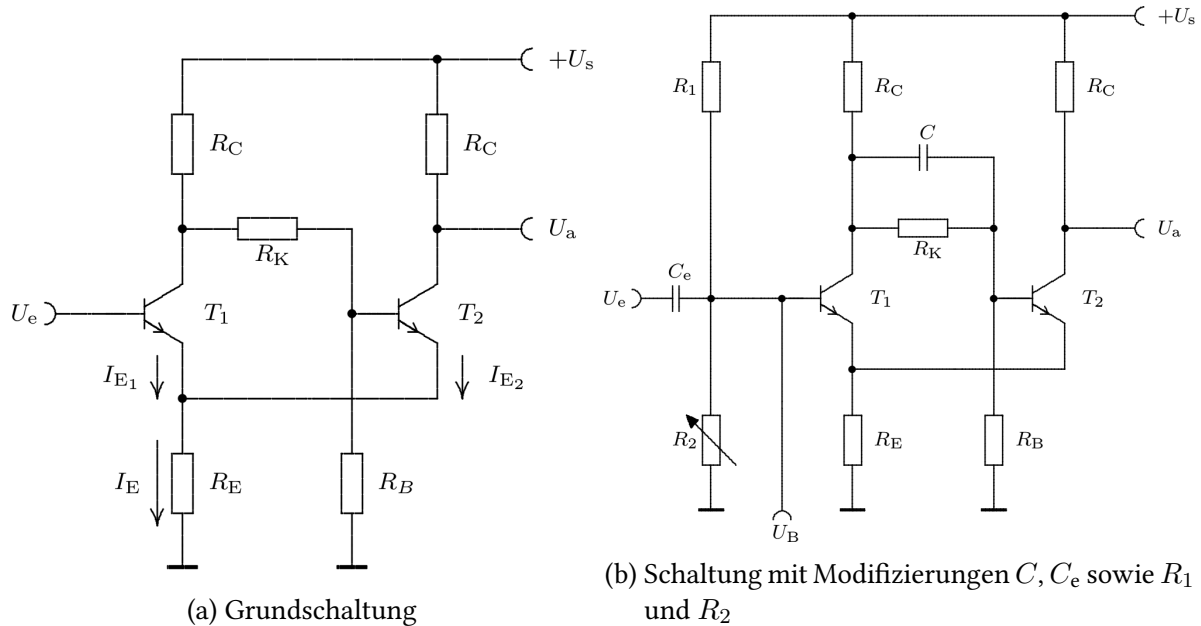


Abb. 1: Schaltbilder zum Schmitt-Trigger

1.2 Dimensionierung

Grundlage der Dimensionierung stellt dar, dass die Transistoren nur eine gewisse Leistung abgeben können, bevor sie überhitzen, also eine obere Grenze für den Kollektor-Emitter-Strom haben. Die Widerstände R_C sollten also angemessen groß sein, aber nicht zu groß, da der Basisstrom für T_2 zum Durchsteuern ausreichen muss. Auch muss bei der Wahl von R_C bedacht werden, dass man mit U_a eventuell ein System besteuern möchte, das R_C dann als Innenwiderstand seiner Stromquelle sieht. R_E ist maßgeblich an der Größe des Low-Potentials $U_L \approx \frac{R_E}{R_C + R_E} \cdot U_S$ beteiligt, weswegen er kleiner als R_C gewählt werden sollte, um ein möglichst niedriges U_L zu erhalten. Des Weiteren muss R_B groß sein, um den über diesen Weg verschwendeten Strom gering zu halten. Da R_K mit R_B einen Spannungsteiler für die Basis-Emitter-Spannung von T_2 bildet, sollte dieser nicht zu groß, für einen angemessenen Basis-Emitter-Strom aber auch nicht zu klein sein. R_1 und R_2 dienen der Regelung der Schwellspannungen U_- und U_+ , indem sie eine Basisvorspannung liefern; da hier auch möglichst keine Leistung verloren gehen soll, werden sie groß gewählt. Der Eingangskondensator C_e bewirkt eine Gleichstromentkopplung – er kann also weitgehend frei gewählt werden. Schließlich wurden folgende Elemente verbaut:

Tabelle 1: Spezifikationen der verwendeten Bauelemente (*: fest verbaut, hier Nennwert)

R_E	R_C	R_B	R_K	R_1^*	R_2^*
$99,2\,\Omega$	$556\,\Omega$	$9,94\,\text{k}\Omega$	$5,61\,\text{k}\Omega$	$5\,\text{k}\Omega$	$10\,\text{k}\Omega$

1.3 Vorbereitungsaufgaben 1 u. 2

Schmitt-Trigger werden zur Erzeugung und Flankenversteilerung von Rechteckimpulsfolgen eingesetzt. Somit dienen sie meist der Umwandlung von analogen, beliebigen Signalen U_e zu *High-* und *Lowpotentialen*, welche binär interpretiert werden können. Weiterhin nutzt man Schmitt-Trigger zur „Entprellung“ von Schaltern (Auflösen des kurzzeitigen, mehrfachen Öffnens und Schließens eines Tasters) und der Schwingungserzeugung.

Die sogenannte Schalthysteresis ist die Differenz aus *High-* und *Low*zustand des ST (*High-* u. *Low*potential fallen nicht zusammen). Sie bestimmt wann das Eingangssignal U_e als ein Ein- bzw. Ausschalten des Triggers interpretiert wird. Für eben dieses ΔU gilt näherungsweise

$$\Delta U = U_+ - U_- \approx (U_E - U_{\text{BE;Schw}}) - (U_E - U_{\text{CE,sat}}) = U_{\text{BE;Schw}} - U_{\text{CE,sat}} \quad (1)$$

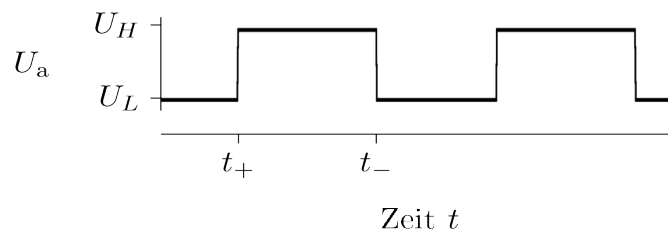


Abb. 2: Ausgangssignal U_a über t (schematisch; ideal)

Die Flankenversteilerung des Ausgangssignals des Schmitt-Triggers (Abb. 2) kann dadurch erreicht werden, dass mittels eines Kondensators R_K überbrückt wird. Dies hat zur Folge, dass die Spannungssprünge in den Zeitpunkten t_+ bzw. t_- vom Kollektor von T_1 direkt auf die Basis von T_2 übertragen werden können.

2 Durchführung

2.1 Messgeräte

Die Speisespannung und die verschiedenen Eingangs-Gleichspannungen lieferte das Stromversorgungsgerät TEKTRONIX PS 280, Wechselsignale wurden mit dem Funktionsgenerator TEKTRONIX AFG 3022B erzeugt. Gleichspannungen wurden mit dem Multimeter VOLTcraft-PLUS VC 920 gemessen, Wechselsignale mit dem Oszilloskop HAMEG HM1508-2 dargestellt.

2.2 Versuchsaufgabe 1

In der Schaltung, welche in Abb. 1a gezeigt ist, wurden durch Variation der Eingangsspannung U_e bis zum Umschlag der Ausgangsspannung U_a die Schwellspannungen zu $U_+ \approx 3,345 \text{ V}$ bzw. $U_- \approx 2,25 \text{ V}$ ermittelt. Die Hysteresis beträgt somit $\Delta U \approx 1,05 \text{ V}$.

2.3 Versuchsaufgabe 2

Zur Bestimmung der Abhängigkeit der Kippspannungen von der Speisespannung wurde wie in der vorherigen Messung verfahren. Die Werte der Speisespannung wurden von der Stromversorgung abgelesen.

U_S in V	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
U_+ in V	1,658	1,937	2,175	2,366	2,68	2,93	3,045	3,35	3,46	3,84	4,06
U_- in V	1,2056	1,3756	1,48	1,61	1,7603	1,954	2,02	2,25	2,34	2,5	2,69

2.4 Versuchsaufgabe 3

Die Schaltung aus Abb. 1b (ohne Kondensator C) wurde mit einem Sinussignal der Frequenz 1 kHz angesteuert. Ermittelt wurde die kleinste Amplitude des Signals, für welche der ST gerade noch eine Rechteckimpulsfolge erzeugte. Die Einstellung des dafür geeigneten Arbeitspunktes wurde durch die Justierung von R_2 realisiert. Für eine Speisespannung von $U_S = 12 \text{ V}$, sowie der Entkopplungskapazität $C_e \approx 100 \text{ nF}$ ergab sich die Peak-to-Peak-Spannung zu $V_{PP,\min} = 1,540 \text{ V}$. Das Potentiometer war dabei auf $R_2 = 5,6 \text{ k}\Omega$ gestellt.

3 Auswertung

Der Versuch hat die Funktionen und Eigenschaften des Schmitt-Triggers gezeigt. Es konnte festgestellt werden, dass die Kippspannungen nicht einzig vom Gleichanteil des Eingangssignals, sondern auch von der Speisespannung abhängen. Dies ist in Abb. 3 dargestellt. Jedoch basiert eine Berechnung dieser Kippspannungen, wenn überhaupt, auf ungenauen Schätzungen, wie zum Beispiel dem kurz angesprochene Zusammenhang $U_+ \approx U_{BE,\text{Schw}} + 0,5 \text{ V}$. Schließlich hat sich diese Schätzung auch als nicht zutreffend ergeben, was die Notwendigkeit der Vermessung der Schaltung hervorhebt.

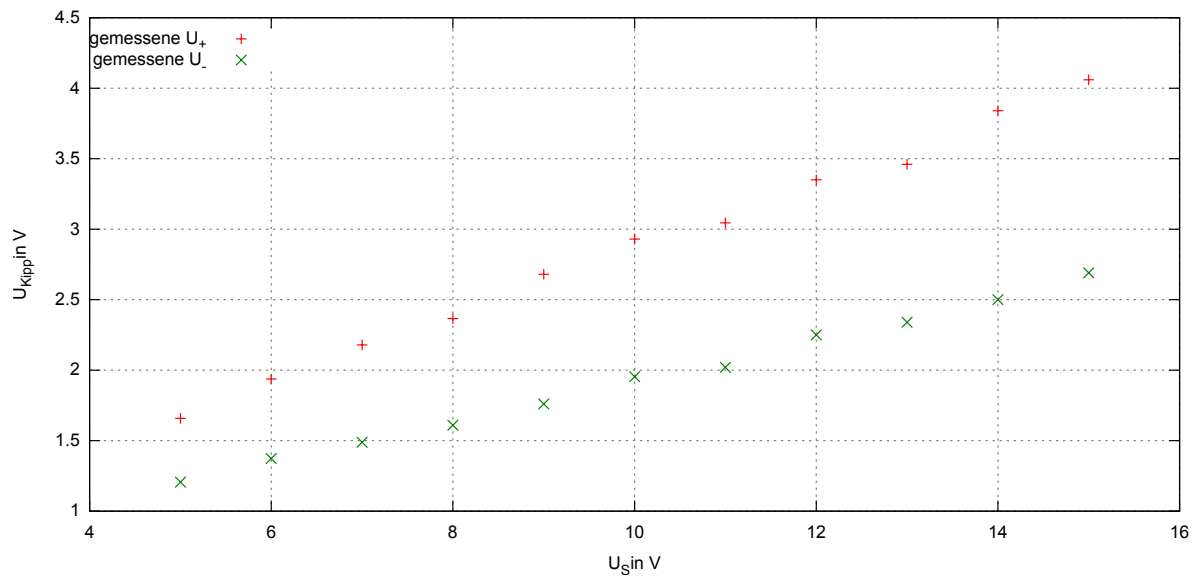


Abb. 3: Kippspannungen-über-Speisespannung-Diagramm

4 Quellen

- Abb. 1a, Abb. 1b, Abb. 2: „Elektronikpraktikum“, B. Pompe, 2013
- Abb. 3: erstellt mit gnuplot, Version 4.6

5 Anhang

Die originalen Messwert-Aufzeichnungen liegen bei.