

Protokoll: Astabiler Multivibrator

Tom Kranz, Philipp Hacker

7. Mai 2014

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbereitung	2
1.1	Schaltskizzen	2
1.2	Berechnungsaufgabe 1 - korrigierte Frequenz	2
1.3	Berechnung 2 - Dimensionierung	3
2	Durchführung	3
2.1	Messgeräte	3
2.2	Oszillogramme	4
2.3	Separate Messergebnisse	4
3	Auswertung	5
3.1	Messaufgabe 1	5
3.2	Messaufgabe 4	5
3.3	Messaufgabe 5	6
4	Anhang	6

1 Vorbereitung

1.1 Schaltskizzen

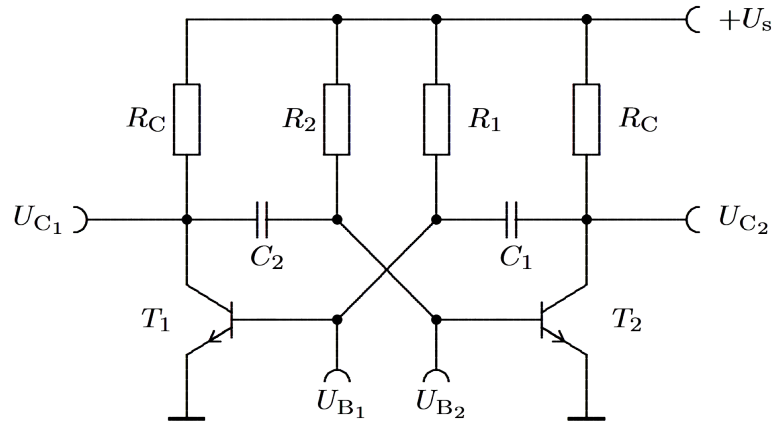


Abb. 1: Astabiler Multivibrator

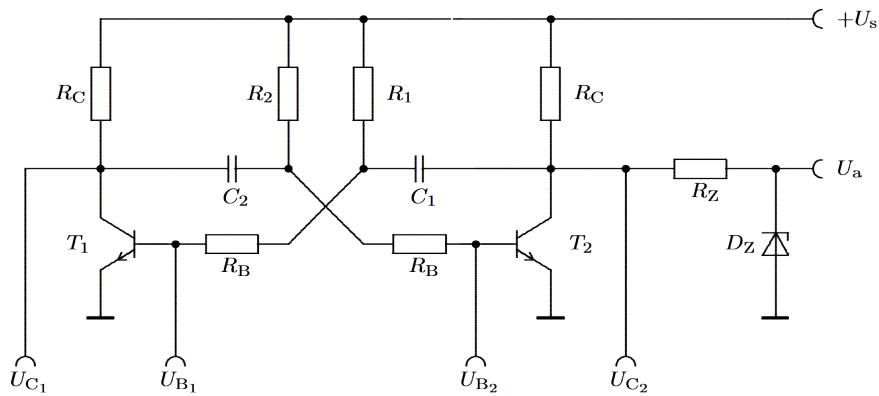


Abb. 2: Astabiler Multivibrator mit Transistorvorwiderständen und Zener-Diode über dem Ausgang

1.2 Berechnungsaufgabe 1 - korrigierte Frequenz

Es gilt, dass

$$U_B(t=0) = U_{BE;sat} - (U_S - U_{CE;sat}) \quad \text{und} \quad U_B(t_2) = U_{BE;Schw} . \quad (1)$$

Somit folgt für die Funktion der Basisspannung $U_B(t)$, mit den Zeitkonstanten $\tau_i = R_i \cdot C_i$:

$$U_B(t) = U_B(t=0) + (U_S - U_B(t=0)) \cdot \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_2}\right) \right) . \quad (2)$$

Zum Zeitpunkt t_2 ist also

$$U_{BE;Schw} = U_B(t=0) + (U_S - U_B(t=0)) \cdot \left(1 - \exp\left(-\frac{t_2}{\tau_2}\right) \right) . \quad (3)$$

Nach Umformung analog zur Praktikumsanleitung, Gleichungen (1.3) und folgende, steht:

$$t_2 = -\tau_2 \ln \left(\frac{2 \cdot U_S - U_{BE,sat} - U_{CE,sat}}{U_S - U_{BE,Schw}} \right) \quad (4)$$

Für den Zeitpunkt $t' = t_3 - t_2$ gilt ähnliches, wobei t_3 der Periodendauer T entspricht. Somit folgt

$$t_3 - t_2 = \tau_1 \ln \left(\frac{2 \cdot U_S - U_{BE,sat} - U_{CE,sat}}{U_S - U_{BE,Schw}} \right) . \quad (5)$$

Schließlich steht

$$t_3 = \frac{1}{f} = (\tau_1 + \tau_2) \ln \left(\frac{2 \cdot U_S - U_{BE,sat} - U_{CE,sat}}{U_S - U_{BE,Schw}} \right) . \quad (6)$$

1.3 Berechnung 2 - Dimensionierung

Aufgabe war es, den astabilen Multivibrator für eine Frequenz von ungefähr 5 kHz bei einer Speisespannung von 10 V zu dimensionieren. Dafür sollten $R_1 = R_2$ und $C_1 = C_2$ angepasst werden. Zu beachten war, dass die Transistoren voll durchgesteuert werden konnten, also ein Basisstrom von mindestens 0,1 mA erreicht würde. Deswegen durften R_1 und R_2 nicht beliebig groß gewählt werden. Wegen dem maximal zulässigen Kollektorstrom von 0,5 A mussten die Widerstände R_C mindestens 20Ω betragen. Des Weiteren ist R_C von oben durch die Anforderung beschränkt, dass im Messpunkt U_{C2} die Spannung nicht zusammenbrechen sollte. Um die Bauteile nicht an ihre Grenzen zu bringen, wurden die Widerstände vorsichtig geplant: $R_C \approx 500 \Omega$ und $R_1 = R_2 \approx 10 \text{ k}\Omega$, woraus sich dann auch die Kapazitäten zu etwa $C_1 = C_2 \approx 20 \text{ nF}$ ergaben. Für den Transistorvorwiderstand musste darauf geachtet werden, dass der Basisstrom weiterhin zum Durchsteuern ausreicht – das wurde durch die Überlegung $R_B < \frac{U_S}{I_{B,min}} \approx 100 \text{ k}\Omega$ gelöst. Letztlich wurden aus dem vorhandenen Sortiment folgende Bauteile ausgewählt:

Tabelle 1: verwendete Bauelemente

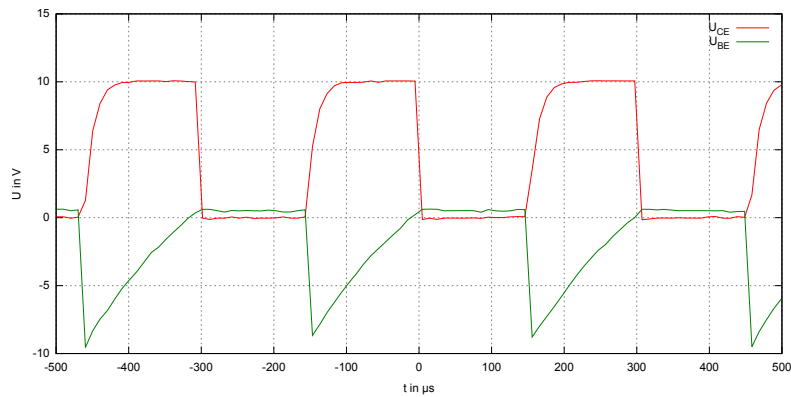
R_C	$R_1 \approx R_2$	$C_1 \approx C_2$	R_B
557Ω	$9,92 \text{ k}\Omega$	22 nF	$1 \text{ k}\Omega$

2 Durchführung

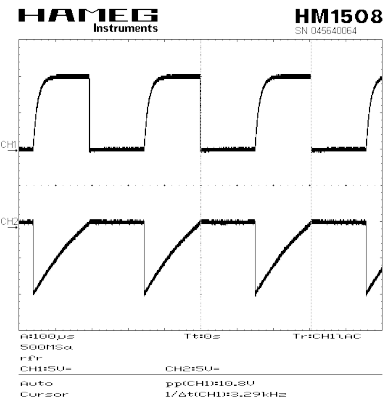
2.1 Messgeräte

Für die Messungen am astabilen Multivibrator und für die Aufnahme der Oszillogramme verwendeten wir das Oszilloskop HAMEG HM1508. Zur gesonderten Messung der Widerstände, Kapazitäten und Schwellspannungen wurde das Multimeter VOLTcraft VC920 benutzt. Die Stromversorgung erfolgte über eine Tektronix PS280. Weiterhin waren die Transistoren SF129 und die Zener-Diode SZX21/5,1 gegeben.

2.2 Oszillogramme

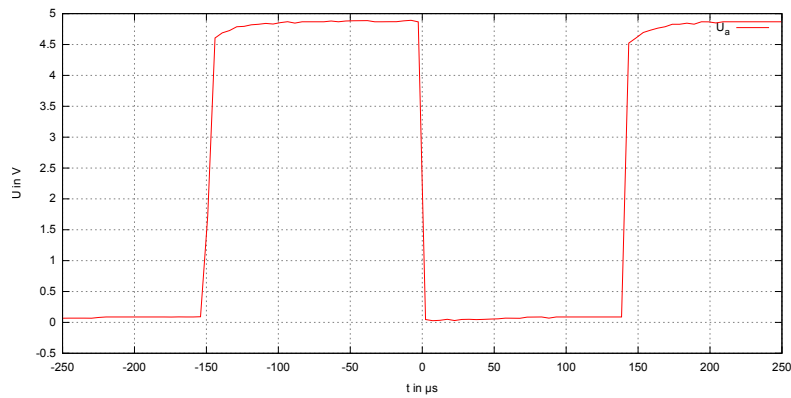


(a) aus Messwerten, geglättet

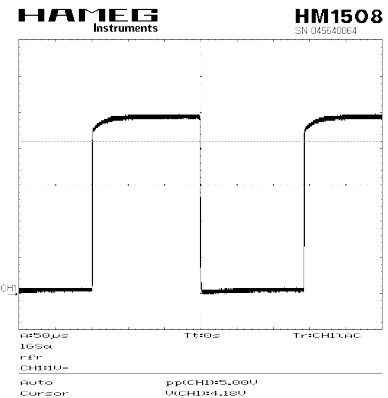


(b) unbearbeitet

Abb. 3: Oszillogramme – Messaufgabe 1



(a) aus Messwerten, geglättet



(b) unbearbeitet

Abb. 4: Oszillogramme – Messaufgabe 4

2.3 Separate Messergebnisse

Während der „vollen Durchsteuerung“ der Transistoren (fehlender Widerstand R_1 bzw. R_2) wurde mit dem Multimeter die Basis-Emitter- und die Kollektor-Emitter-Spannung gemessen. Diese entsprechen dann gerade den jeweiligen Sättigungsspannungen $U_{CE,sat} = 77 \text{ mV}$ und $U_{BE,sat} = 689 \text{ mV}$. Für Gleichung (6) benötigten wir zudem die Basis-Emitter-Schwellspannung, welche mit der Diodenprüffunktion des Multimeters zu $U = 534 \text{ mV}$ bestimmt wurde.

Außerdem war es auch oszillographisch möglich, die Sättigungsspannungen zumindest näherungsweise zu bestimmen. Hierfür ergaben sich die folgenden Oszillogramme, auf denen die Werte eingetragen wurden:

3.3 Messaufgabe 5

Die Messung stimmt nicht mit den theoretischen Überlegungen der Vorbereitung überein. Lediglich bei kleinen Spannungen kommen sich Experiment und Voraussage nahe.

4 Anhang

Die originalen Messwert-Aufzeichnungen liegen bei.