

Der NE555

Beschreibung der Funktion

Der NE555 ist eine sog. **Integrierte Schaltung**¹, bei der mehrere Transistoren auf einem Chip zusammengeschaltet sind. Obwohl ursprünglich nur als Verlegenheitsprojekt herausgebracht, ist der NE555 heute einer der am längsten und meist produzierte Chip überhaupt [4].

Bild 1 zeigt nun den inneren Aufbau auf Ebene eines sog. **Blockschaltbildes**. Bei einem Blockschaltbild werden die einzelnen Funktionen einer Schaltung durch Symbole dargestellt, welche das Verhalten der Schaltung nach außen symbolisieren, ohne im Detail auf den inneren Aufbau einzugehen. Gerade bei integrierten Schaltungen wird die Funktion meist in Form eines Blockschaltbildes beschrieben, weil die Darstellung auf Transistorebene unpraktisch oder nicht möglich ist².

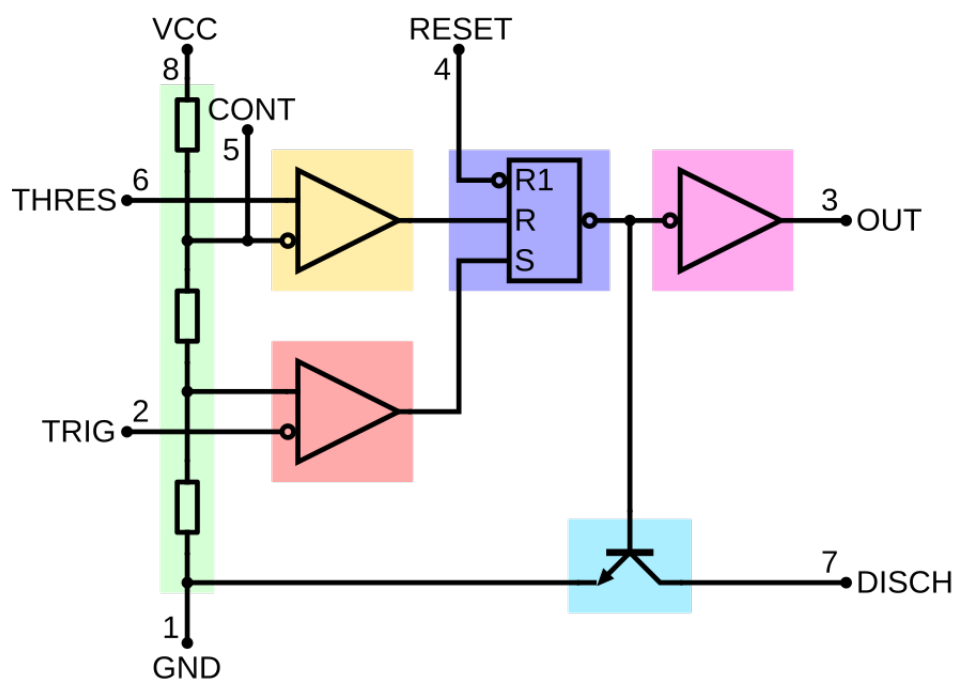


Bild 1: Blockschaltbild des NE555 [6]

Welches sind nun die Funktionsgruppen des NE555?

- Zunächst ist da der aus drei gleichen Widerständen bestehende **Spannungsteiler** (grün)³. Zwischen den Widerständen lassen sich dadurch die Spannungen $\frac{1}{3} U_B$ und $\frac{2}{3} U_B$ abgreifen. Diese Spannungen dienen als Vergleichswerte für die Komparatoren.
- Zwei **Komparatoren**, welche in Form zweier **Operationsverstärker** realisiert sind (gelb und rot), vergleichen die an ihren nach außen herausgeführten Eingängen (Pins 2 und 6) anliegende Spannung mit den durch den Spannungsteiler erzeugten Referenzspannungen

¹„IS“, meist jedoch abgekürzt mit „IC“ für engl. „Integrated Circuit“

²Bei modernen Computerchips sind es teilweise Milliarden von Transistoren!

³Das Ohmsche Gesetz werden wir nicht los ☺.

von $1/3 U_B$ und $2/3 U_B$. Die Bezeichnungen der Anschlüsse *Threshold* (= Schwellwert) und *Trigger* (= Auslöser) sind im Deutschen etwas unhandlich. Letztendlich wird von beiden Komparatoren die von außen angelegte Spannung mit den durch den Spannungsteiler bereitgestellten Vergleichswert verglichen.

Der **invertierende Eingang** der OPs ist in diesem Fall durch einen kleinen **Kreis** dargestellt. Diese Darstellung findet man oft in der Analog- und mehr noch in der Digitaltechnik⁴.

- Dann haben wir ein **Flip-Flop** (dunkelblau). Dies ist im Prinzip genau so ein Flip-Flop, wie wir es mit Schaltung 010 aufgebaut hatten. Es besitzt interne Setz- (S) und Rücksetzeingänge (R) sowie einen zusätzlichen Rücksetzeingang (R1), welcher nach außen herausgeführt ist. Über diesen zusätzliche Rücksetzeingang kann von außen die gesamte Schaltung angehalten werden (Start-Stop-Funktion).
- Der Ausgang des Flip-Flops ist mit einer **Verstärkerstufe** verbunden (magenta). Diese ermöglicht es, an den Ausgangspin direkt z. B. eine LED anzuschließen. Ein Verstärker wird auf Blockschaltbildebene meist durch ein Dreieck dargestellt.
- Dann gibt es noch einen einzelnen **Transistor** (hellblau), welcher ebenfalls durch den Ausgang des Flips-Flops angesteuert wird. Obwohl es sich hier nur um einen einzelnen Transistor handelt, ist er für Funktion des Chips von großer Bedeutung. Die Bezeichnung des Anschlusses steht für *Discharge* (= Entladung). Die Beschreibung der Funktion dieses Anschlusses erfolgt in Abschnitt „[Eine einfache Blinkschaltung](#)“.
- Bleibt noch der Anschluss an **Pin 5**. Mit diesem Anschluss kann Einfluss auf den Spannungsteiler genommen werden. Man stelle sich vor, Pin 5 wird auch mit der Betriebsspannung verbunden. Dann wäre der obere Widerstand des Spannungsteilers überbrückt. Meist wird dieser Anschluss von außen nicht beschaltet.

⁴Hier muss man in Schaltplänen genau hingucken. Kleiner Kreis, große Wirkung ☺.

Eine einfache Blinkschaltung

Bild 2 zeigt nun die Grundsaltung des NE555 für einen einfachen Oszillator (Blinkschaltung). Zum besseren Verständnis ist die Innenschaltung mit dargestellt. Sonst wird das IC in Schaltplänen meist nur als rechteckiger Kasten mit 8 Anschlüssen gezeichnet.

- An die Pins 1 und 8 wird die Betriebsspannung U_B angeschlossen.
- An Pin 3 (Ausgang) ist über einen Schutzwiderstand eine LED angeschlossen.
- Pin 5 wird nicht beschaltet.
- An die Pins 2 und 6 ist der Kondensator C_1 angeschlossen. Diese beiden Pins sind in den meisten Schaltungen miteinander verbunden.
- Der externe Resetanschluss ist mit U_B verbunden („logisch 1“) und ist damit inaktiv.
- Der Kondensator C_2 ist ein sog. **Abblockkondensator**. Er beseitigt Störspitzen auf der Versorgungsspannung, welche im Moment des Umschaltens entstehen und welche andere Bausteine stören können. Das kann zu teilweise sehr merkwürdigen und schwer zu findenden Fehlern führen ☹.

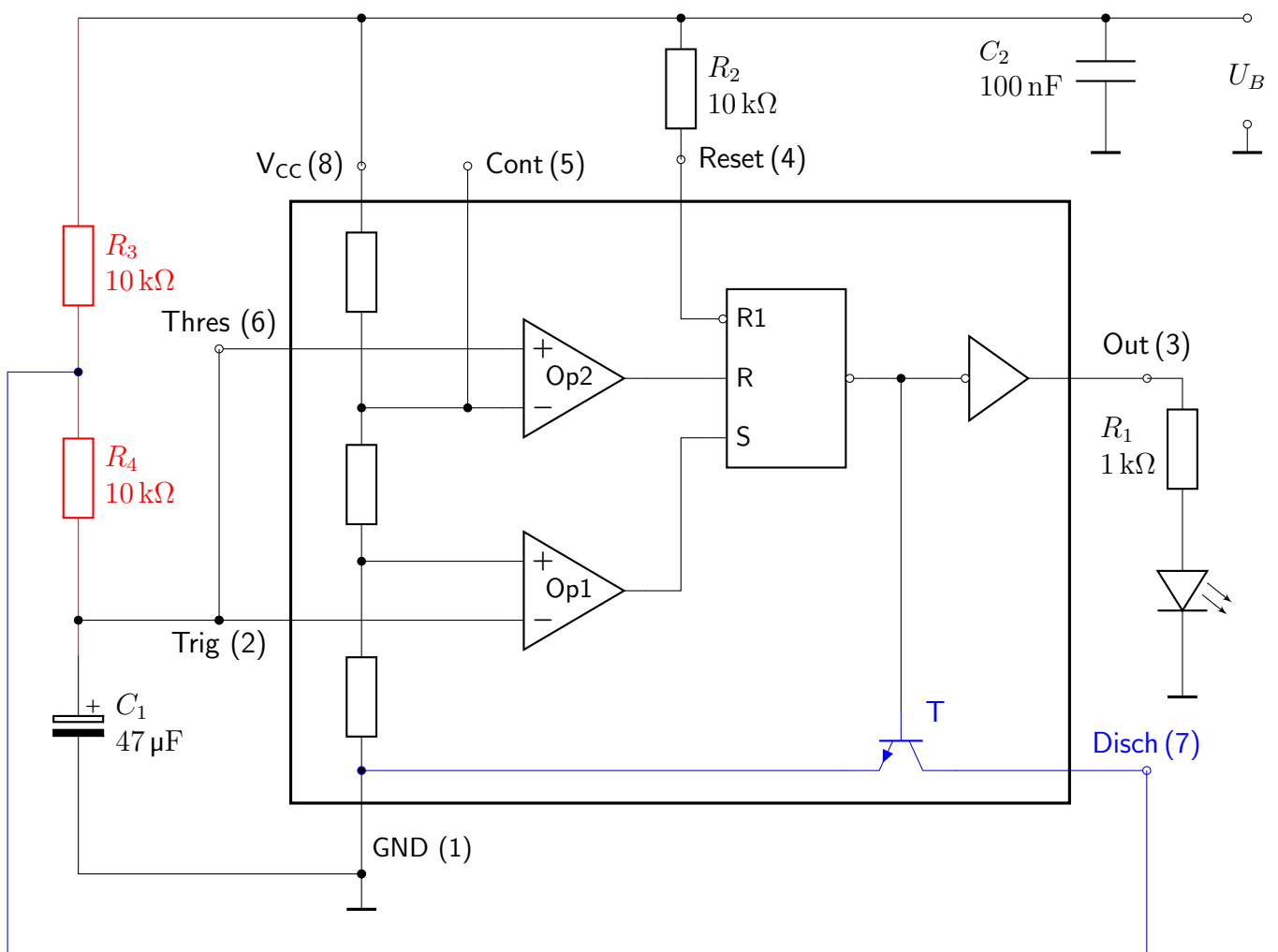


Bild 2: Grundsaltung des NE555 für einen einfachen Oszillator (Blinkschaltung)

5. Jetzt beginnt der **Kondensator** C_1 , sich über die Widerstände R_3 und R_4 **aufzuladen** (rote Leitungen).
6. Die Aufladung setzt sich fort, bis am Kondensator die Spannung von $2/3 U_B$ erreicht ist.
7. Sobald dieser Wert erreicht ist, wird das durch den **Komparator Op2** erkannt, er aktiviert seinen Ausgang und **setzt das Flip-Flop zurück**.
8. Dadurch wird aber der invertierte Ausgang des Flip-Flops aktiviert. Der **Ausgang** (Pin 3) **schaltet sich ab**, aber der interne **Transistor T wird aktiviert**.
9. Dieser leitet und verbindet dadurch die beiden Anschlüsse des Kondensators C_1 über R_4 miteinander. Der **Kondensator entlädt** sich also über R_4 .
10. Der Kondensator entlädt sich, bis die **Spannung** von $1/3 U_B$ unterschritten wird.
11. Sobald das passiert, wird das Flip-Flop über Op1 wieder zurückgesetzt, und der Ablauf beginnt bei Punkt 5 von vorne.

Wir haben also eine Schaltung, bei der der Kondensator dauernd geladen und wieder entladen. Parallel dazu wird der Ausgang ein- und wieder ausgeschaltet. Wir haben eine **Blinkschaltung!**

Die Frequenz, mit der das passiert, hängt von den Werten von C_1 , R_3 und R_4 ab. Bei niedrigen Frequenzen haben wir eine Blinkschaltung. Bei höheren Frequenzen könnte man an den Ausgang einen kleinen Lautsprecher anschließen und so einen Ton erzeugen.

Am Kondensator C_1 lässt sich eine annähernd dreieckförmige Spannung messen, welche zwischen $1/3 U_B$ und $2/3 U_B$ schwankt, wie dies in Bild 4 zu sehen ist. Für die in Bild 2 dargestellte Schaltung mit einem Wert von $47 \mu\text{F}$ für C_1 kann man aus Bild 4 weiterhin ablesen, dass eine Periode ca. 2,5 Kästchen umfasst. Bei einer Skala von 500 ms je Kästchen ergibt sich somit eine Periodendauer T von ca. $1,25 \text{ s}$. Gemäß der Formel $f = 1/T$ ergibt sich daraus eine Blinkfrequenz $F = 1/1,25 \text{ s} = 0,8 \text{ Hz}$.

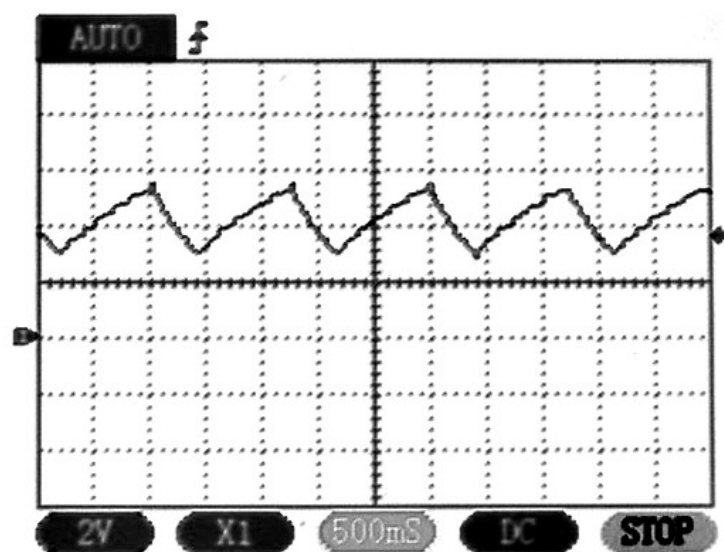


Bild 4: Signalverlauf am Kondensator für $C_1 = 47 \mu\text{F}$

Ersetzt man C_1 durch einen Kondensator mit einer Kapazität von 150 nF , so erhöht sich die Frequenz deutlich. Wie aus Bild 5 zu erkennen ist, ist die Periodendauer T jetzt 3 Kästchen lang. Bei 1 ms pro Kästchen sind das also $T = 3\text{ ms}$. Daraus errechnet sich eine Frequenz von ca. 330 Hz . Das wäre also ein Ton im hörbaren Bereich.

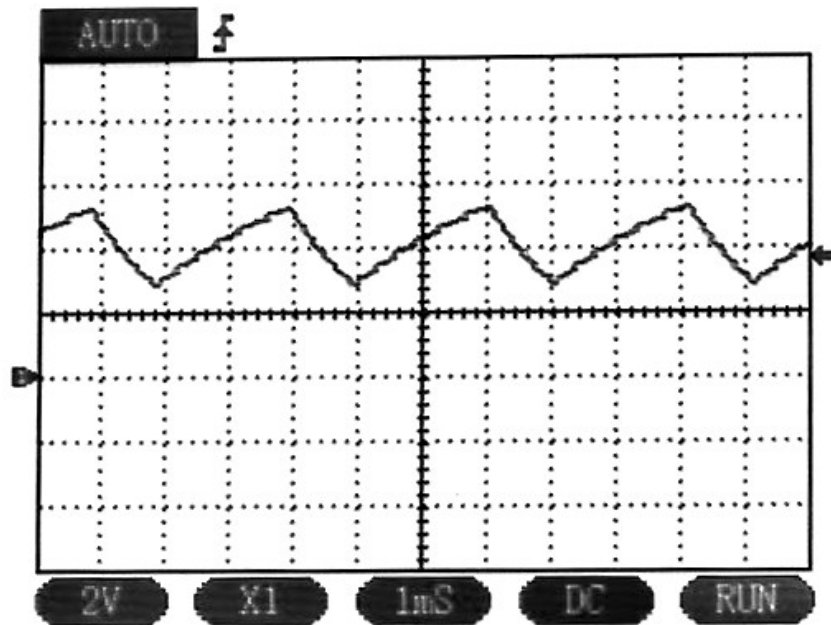


Bild 5: Signalverlauf am Kondensator für $C_1 = 150\text{ nF}$

Das Puls-Pausen-Verhältnis

Was ebenfalls auffällt ist, dass die Kurve nicht symmetrisch ist. Der Kondensator wird schneller entladen als aufgeladen. Das muss auch so sein, da der Kondensator über die Serienschaltung von R_3 und R_4 geladen, aber lediglich über R_4 entladen wird. Das Entladen geht also schneller als das Laden. Dementsprechend leuchtet die LED länger als sie erloschen ist.

Dieses sog. **Puls-Pausen-Verhältnis** ist also asymmetrisch, was der einfachen Schaltung geschuldet ist. Es gibt auch Möglichkeiten, das Puls-Pausen-Verhältnis symmetrisch oder gar einstellbar zu machen. Die entspr. Schaltungen sind dann aber aufwendiger. Über einen Pufferverstärker könnte man das Signal am Kondensator auch für weitere Anwendungen nutzen. Ein Pufferverstärker ist deswegen notwendig, damit die Auf- und Entladung des Kondensators nicht beeinflusst wird.

Weitere Informationen

Die hier gezeigte Schaltung ist nur die allereinfachste Grundsaltung des NE555. Zum NE555 findet man im Internet tausende von Schaltungen und Anwendungen. Weitere Informationen und Bauanleitungen zum NE555 findet man z. B. auf Wikipedia [4] sowie an vielen Stellen im Internet. Eine (sehr!) ausführliche Beschreibung findet sich z. B. unter [5]. Hier gibt es also ein weites Feld für eigene Experimente.

Referenzen

- [1] Deutscher Amateur-Radio-Club e.V.: www.darc.de
- [2] Die Webseite des OV I07: www.amateurfunk-leer.de
- [3] Verband der Funkamateure in Telekommunikation und Post e.V.
(früher: Vereinigung der Funkamateure der Deutschen Bundespost):
www.vfdb.org, z31.vfdb.org
- [4] Der NE555 bei Wikipedia: <https://de.wikipedia.org/wiki/NE555>
- [5] 555-Grundlagen und Funktion: <http://pegons-web.de/555grund.html>
- [6] Blockschaltbild des NE555:
https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:NE555_Bloc_Diagram.svg.
Verwendung gemeinfrei.

© Alle Rechte beim DARC OV I07 bzw. den Autoren. Für Ausbildungs- und Lehrzwecke frei verwendbar. Die gewerbliche oder kommerzielle Nutzung bedarf der schriftlichen Genehmigung. Nicht referenzierte Bilder von DJ1FC oder vom Autor. Dokument erstellt mit \LaTeX unter Verwendung der Pakete TikZ und CircuiTikZ sowie fritzing.

***** Elektrischer Strom ist kein Spielzeug. Beachtet unsere Sicherheitshinweise. *****
***** Ihr findet sie, wie diese Schaltung, auf unserer Webseite. *****