

Timerbaustein NE555

Quellenhinweis: <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/slt/0310131.htm> (21.10.2014, 17:43)

Eckdaten

- Seit 1972 am Markt
- Erhältlich als bipolar (NE555) und als CMOS (LMC555, TLC555) Ausführung
- Verwendung als „Zeitmaschine“ für Taktgeber, Zeitverzögerungen, etc

Innenschaltung des NE555

Der NE555 liefert keine fertigen Funktionen. Die werden erst mit einer äußeren Beschaltung hinzugefügt. Deshalb muss man zuerst die Innenschaltung eines NE555 verstehen, bevor man die Funktionsweise einer Schaltung mit dem NE555 verstehen kann.

Über eine äußere Beschaltung werden dem NE555 bestimmte Funktionen oder Eigenschaften beigebracht. Zum Beispiel wird über eine Kondensator-Widerstandskombination eine zeitliche Komponente hinzugefügt, über die zeitabhängige Eigenschaften erzeugt werden können.

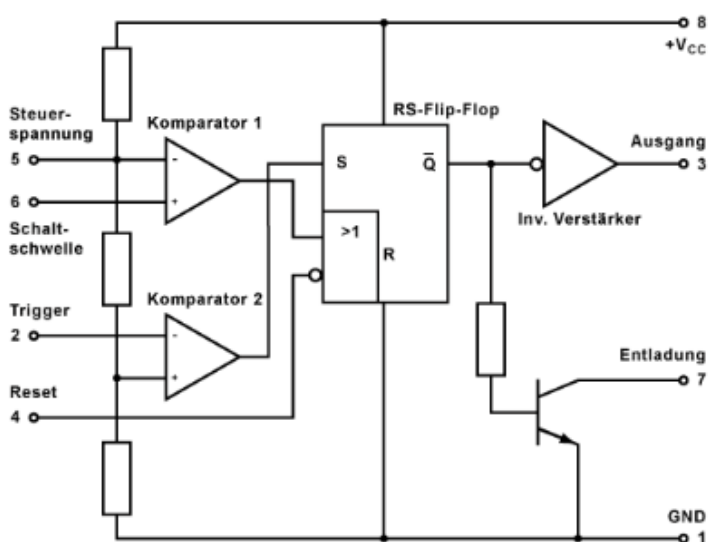


Abb 1: Innenschaltung des NE555

Die Innenschaltung ist hier als Blockschaltbild dargestellt. Eigentlich besteht der NE555 (Bipolar-Version) nur aus 23 Transistoren, 15 Widerständen und 2 Dioden. Er lässt sich also grundsätzlich auch diskret aufbauen.

Das Kernstück des NE555 ist ein RS-Flip-Flop. Dessen (Setz-) Eingang wird durch den Komparator 2 gesteuert. Der Rücksetzeingang wird durch den Komparator 1 oder den Reset-Anschluss gesteuert (logische ODER-Funktion). Über den Reset-Eingang wird das RS-Flip-Flop immer zurückgesetzt. Unabhängig davon, wie die anderen Eingänge beschaltet sind. Damit das Zurücksetzen auslöst, reicht eine Spannung unterhalb 0,7V aus.

Die Komparatoren vergleichen jeweils zwei Spannungen, die an ihren Eingängen anliegen. Jeweils ein Eingang hat ein voreingestelltes Spannungsverhältnis. Dieses Spannungsverhältnis wird durch den dreiteiligen Spannungsteiler (3 Widerstände) hergestellt. Die drei Widerstände haben jeweils den gleichen Wert. An ihnen teilt sich die Betriebsspannung $+V_{CC}$ in drei gleich große Spannungen auf. Diese Referenzspannungen werden für je einen Eingang der Komparatoren abgegriffen. Einmal $1/3$ der Betriebsspannung für den Komparator 2 (2) und $2/3$ der Betriebsspannung für den Komparator 1

(6).

Wird am Trigger-Anschluss (2) eine Spannung angeschlossen, die kleiner ist als $1/3$ der Betriebsspannung, dann geht der Ausgang des Komparators 2 auf "1". Das RS-Flip-Flop wird gesetzt. Der Ausgang des NE555 (3) geht auf "1".

Wird am Schwelleneingang (6) eine Spannung angeschlossen, die größer ist, als $2/3$ der Betriebsspannung, dann geht der Ausgang des Komparators 1 auf "1". Das RS-Flip-Flop wird zurückgesetzt. Der Ausgang des NE555 geht auf "0".

Bevor der Ausgang des Flip-Flops herausgeführt wird, erzeugt ein invertierender Verstärker (Operationsverstärker) ein brauchbares Signal. Alternativ steht ein Open-Kollektor-Ausgang (7) zur Verfügung.

Timer NE555 als astabile Kippstufe / astabiler Multivibrator

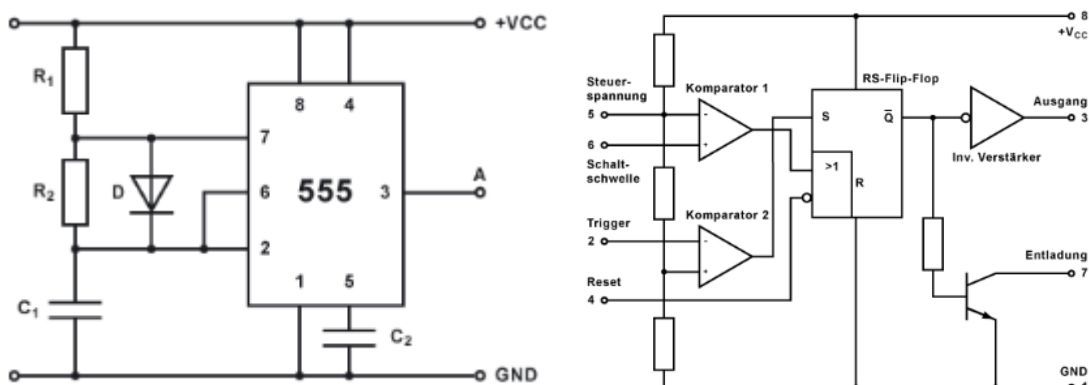


Abb 2: NE555 als astabile Kippstufe

Funktionsweise der Schaltung

Im Unterricht Präsentation der Kurzfassung und erarbeiten des Timingdiagramms von Pin 2.

....

Im Einschaltmoment ist der Kondensator C_1 entladen. Dadurch liegt der Trigger-Eingang des NE555 (Pin 2) auf GND. Der erste Taktimpuls wird gestartet. Der Kondensator C_1 beginnt sich über die Widerstände R_1 und R_2 aufzuladen. Sobald am Kondensator C_1 $2/3$ von $+V_{CC}$ anliegt, wird das interne RS-Flip-Flop zurückgesetzt. Die Schaltschwelle des internen Komparators am Rücksetzeingang des internen Flip-Flops ist durch den dreiteiligen Spannungsteiler so festgelegt, dass der Komparator nach $0,69 \tau$ (tau) umschaltet. Der Taktimpuls am Ausgang (Pin 3) fällt ab. Der Discharge-Ausgang (Pin 7) wechselt auf GND. Der Kondensator C_1 entlädt sich über den Widerstand R_2 und den Discharge-Ausgang (Pin 7). Wenn am Kondensator C_1 eine Spannung von $1/3 +V_{CC}$ anliegt, dann beginnt der Taktzyklus von vorne.

Da der Widerstand R_2 sowohl auf die Impulsdauer und die Impulspause und der Widerstand R_1 nur auf die Impulsdauer Einfluss hat, ist es nicht möglich ein Impuls-Pausenverhältnis von 1:1 bzw. 50%:50% einzustellen. Mit einer zusätzlichen Halbleiterdiode D parallel zum Widerstand R_2 lässt sich dieses Tastverhältnis einstellen, wenn $R_1 = R_2$ ist.

Die Diode sorgt dafür, dass im Ladezustand des Kondensators C_1 der Strom über die Diode fließt. Sie überbrückt den Widerstand R_2 . Beim Entladen des Kondensators C_1 ist die Diode in Sperrrichtung geschaltet. Über sie kann kein Strom fließen. Der Entladestrom muss über den Widerstand R_2 zum Discharge-Ausgang (Pin 7) abfließen.

Aufgaben:

- 1) Erkläre den Innenaufbau des Timerbausteins.
- 2) Wie funktioniert ein R/S Flip Flop?
- 3) Erkläre die Funktionsweise des Timerbausteins als astabile Kippstufe.
- 4) Zeichne das Timingdiagramm für die Pins 2/3 sowie für S, R, QN des internen Flip-Flops.
- 5) Leite die Formel zur Berechnung der Taktfrequenz über die Exponentialfunktion her.
- 6) Berechne einen Multivibrator der auf 100Hz / 1kHz / 10kHz schwingt.
- 7) Simuliere eine der entworfenen Schaltungen mit PSPICE und vergleiche die Frequenz.

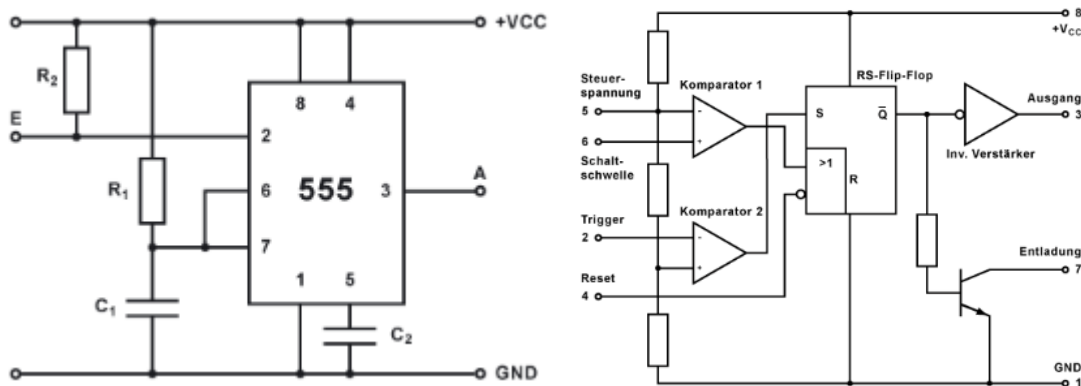
NE555 als monostabile Kippstufe / Monoflop

Abb 3: NE555 als monostabile Kippstufe

Funktionsweise der Schaltung

Im Ruhezustand (gedanklich nach einem Reset) der Schaltung (Trigger (Pin 2) $> 2/3$ von +VCC) ist der Kondensator C1 entladen. Der Discharge-Ausgang (Pin 7) schaltet ihn auf 0 V (GND). Man könnte auch sagen, "schließt ihn kurz". Erfolgt ein Impuls von 0 V am Steuereingang (Pin 2), dann wird das interne RS-Flip-Flop gesetzt. Der Discharge-Ausgang (Pin 7) wechselt in einen offenen Zustand (Open Collector). Die Spannung an Pin 7 (Kollektor) hat - im offenen Zustand des Transistors - immer gerade die Spannung die an C1 anliegt. Man kann auch sagen, dass in diesem Moment parallel zu C1 ein unendlich hoher Widerstand liegt. Über den Widerstand R1 wird der Kondensator C1 aufgeladen, bis er $2/3$ von +VCC erreicht hat. Dann kippt die Schaltung in den Ursprungszustand zurück. Im weiteren Betrieb wird der Discharge-Ausgang (Pin 7), wegen des nicht vorhandenen Kollektorzustands (siehe Innenschaltung NE555), extrem hochohmig. Über den Widerstand R1 wird der Kondensator C1 aufgeladen, bis er $2/3$ von +VCC erreicht hat. Dann schaltet der Discharge-Ausgang (Pin 7) wieder auf 0 V (GND). Der Kondensator C1 wird aufgrund eines fehlenden strombegrenzenden Widerstandes kurzgeschlossen und entlädt sich daher schlagartig. Es gibt also keine typische exponentielle Entladekurve. Sie ist sehr steil und in bestimmten Bereichen linear. Vereinfacht gesagt, die Schaltung kippt in den Ursprungszustand zurück.

Aufgaben:

- 1) Erkläre die Funktionsweise des Timerbausteins als Monoflop.
- 2) Zeichne das Timingdiagramm für die Pins 2/3 sowie für S, R, QN des internen Flip-Flops.
- 3) Leite die Formel zur Berechnung der Impulsdauer her.
- 4) Berechne eine Impulsdauer von 500ms / 3s / 3min.
- 5) Simuliere eine der entworfenen Schaltungen mit PSPICE und vergleiche die Impulsdauer.