

Zeitgeber 555, 556, 7555 und 7556

Präzisionstimer 555

Eigenschaften

- von μs bis Stunden einstellbar
- astabile oder monostabile Betriebsweise
- TTL-kompatibler Ausgang (max. Ausgangsstrom 200mA)
- einstellbares Tastverhältnis

Funktions- beschreibung

Mit diesem Schaltkreis lassen sich hochgenaue Zeitsteuerungen und Oszillatoren aufbauen.

In der Betriebsweise als Zeitverzögerung oder als monstabiler Multivibrator wird das Zeitintervall durch ein externes RC-Netzwerk, bestehend aus nur einem Widerstand und einer Kapazität, bestimmt.

In der astabilen Betriebsweise werden die Frequenz und das Tastverhältnis durch ein externes RC-Netzwerk, bestehend aus 2 Widerständen und einer Kapazität, bestimmt. Die Pegel für die Schwellenspannung und den Trigger liegen normalerweise auf $2/3$ bzw. $1/3$ der Versorgungsspannung. Diese Pegel können durch einen Steueranschluß beeinflußt werden.

Wenn am Triggereingang eine Spannung unterhalb des Triggerpegels liegt, wird das Flipflop gesetzt und der Ausgang springt auf high-Potential.

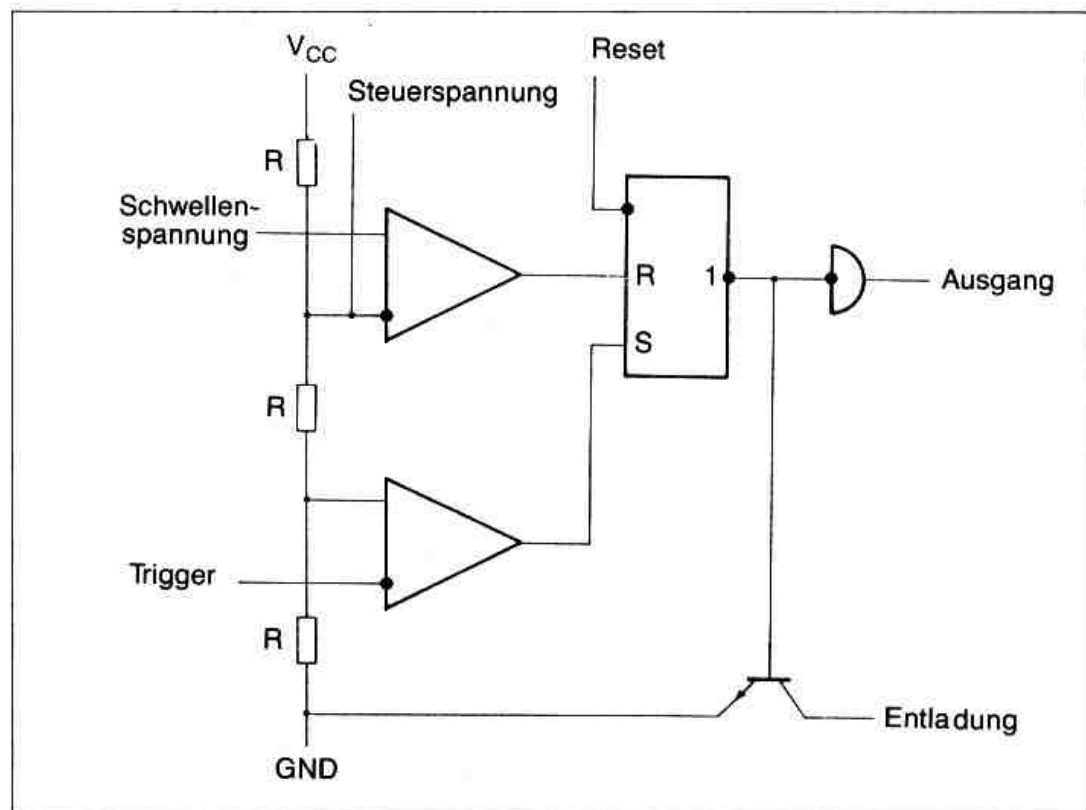
Wenn die Spannung am Triggereingang oberhalb des Triggerpegels liegt und die Spannung am Eingang für die Schwellenspannung über dem Schwellenspannungspegel liegt, wird das Flipflop zurückgesetzt und der Ausgang geht zurück auf low-Potential.

9.2 Zeitgeberschaltungen

Der Reseteingang hat oberste Priorität. Er wird häufig dazu benutzt, einen neuen Zyklus zu initialisieren. Wenn am Reseteingang low-Potential liegt, wird das Flipflop zurückgesetzt und der Ausgang geht zurück auf low. Der Innenwiderstand der Schaltung ist niedrig, so daß der Ausgangsstrom 200 mA betragen kann.

Die Versorgungsspannung kann zwischen 5 und 15 Volt liegen. Bei einer Versorgungsspannung von 5V sind die Ausgangspegel TTL-kompatibel.

Blockschaltbild



**Absolute Grenzdaten
in freier Umgebung
und über den gesamten
Temperaturbereich**

Versorgungsspannung V_{CC}	18 V
Eingangsspannung	V_{CC}
Ausgangsstrom	± 225 mA
Verlustleistung	600 mW
Arbeitstemperaturbereich	SE555, SE555C
	SA555
	NE555
	-55 °C bis 125 °C
	-40 °C bis 85 °C
	0 °C bis 70 °C
Temperaturbereich für die Lagerung	-65 °C bis 150 °C

9.2 Zeitgeberschaltungen

Empfohlener Arbeitsbereich

	SE555		SE555C		SA555		NE555		Einheit
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
Versorgungsspannung V_{CC}	4.5	18	4.5	16	4.5	16	4.5	16	V
Eingangsspannung		V_{CC}		V_{CC}		V_{CC}		V_{CC}	V
Ausgangsstrom		± 200		± 200		± 200		± 200	mA
Umgebungstemperatur T_A	-55	125	-55	125	-40	85	0	70	°C

Funktionstabelle

Reseteingang	Triggerspannung	Schwellspannung	Ausgang	Schalter für Entladung
low	irrelevant	irrelevant	low	an
high	$< 1/3 V_{CC}$	irrelevant	high	aus
high	$> 1/3 V_{CC}$	$> 2/3 V_{CC}$	low	an
high	$> 1/3 V_{CC}$	$< 2/3 V_{CC}$	wie vorher	

Elektrische Eigenschaften (bei 25 °C, in freier Umgebung, und bei $V_{CC} = 5\text{ V}$ bis 15 V)

Parameter	Bedingungen	SE555			SE555C, SA555 NE555			Einheit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Schwellspannung	$V_{CC} = 15\text{ V}$	9.4	10	10.6	8.8	10	11.2	V
	$V_{CC} = 5\text{ V}$	2.7	3.3	4	2.4	3.3	4.2	
Schwellenstrom			30	250		30	250	nA
Trigger-Spannungspegel	$V_{CC} = 15\text{ V}$	4.8	5	5.2	4.5	5	5.6	V
	$V_{CC} = 5\text{ V}$	1.45	1.67	1.9	1.1	1.67	2.2	
Triggerstrom	Trigger am 0 V		0.5	0.9		0.5	2	μA
Resetpegel		0.4	0.7	1	0.4	0.7	1	V
Resetstrom	Reset am V_{CC}		0.1	0.4		0.1	0.4	mA
	Reset am 0 V		-0.4	-1		-0.4	-1	
Strom bei Entladungsschalter auf AUS			20	100		20	100	nA

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

9.2 Zeitgeberschaltungen

Elektrische Eigenschaften (Fortsetzung)

Parameter	Bedingungen		SE555			SE555C, SA555 NE555			Einheit
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Steuerspannung	$V_{CC} = 15\text{ V}$		9.6	10	10.4	9	10	11	V
	$V_{CC} = 5\text{ V}$		2.9	3.3	3.8	2.6	3.3	4	
Ausgangsspannung bei low	$V_{CC} = 15\text{ V}$	$I_{OL} = 10\text{ mA}$		0.1	0.15		0.1	0.25	V
		$I_{OL} = 50\text{ mA}$		0.4	0.5		0.4	0.75	
		$I_{OL} = 100\text{ mA}$		2	2.25		2	3.2	
		$I_{OL} = 200\text{ mA}$		2.5			2.5		
	$V_{CC} = 5\text{ V}$	$I_{OL} = 5\text{ mA}$		0.05	0.15		0.05	0.25	
		$I_{OL} = 8\text{ mA}$		0.1	0.2		0.25	0.3	
Ausgangsspannung bei high	$V_{CC} = 15\text{ V}$	$I_{OH} = -100\text{ mA}$	13	13.3		12.75	13.3	V	
		$I_{OH} = -200\text{ mA}$		12.5			12.5		
	$V_{CC} = 5\text{ V}$	$I_{OH} = -100\text{ mA}$	3	3.3		2.75	3.3		
Versorgungsstrom	Ausgang low, keine Last	$V_{CC} = 15\text{ V}$		10	12		10	15	mA
		$V_{CC} = 5\text{ V}$		3	5		3	6	
	Ausgang high, keine Last	$V_{CC} = 15\text{ V}$		9	10		9	13	
		$V_{CC} = 5\text{ V}$		2	4		2	5	

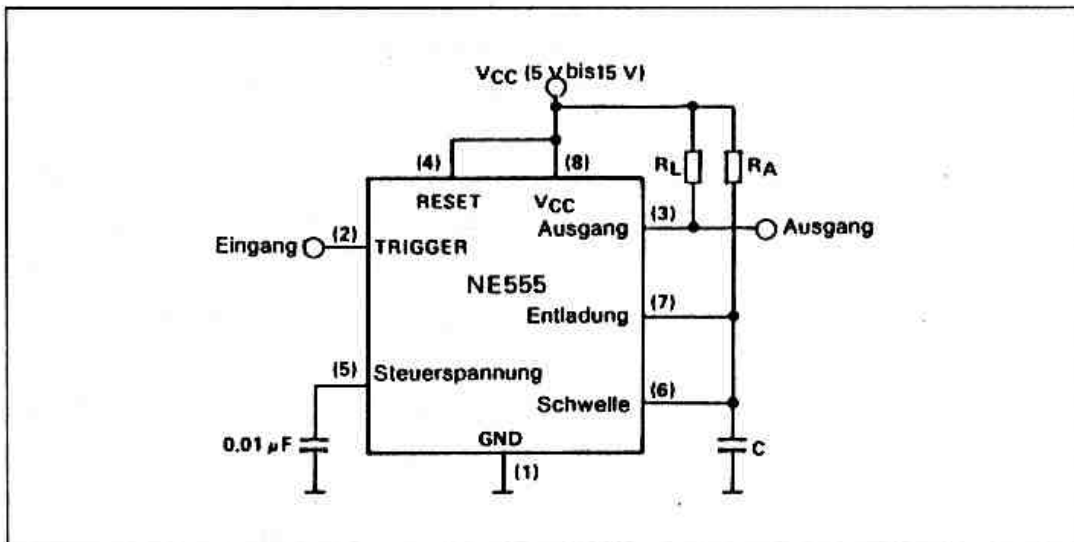
9.2 Zeitgeberschaltungen

Parameter		Bedingungen	SE555			SE555C, SA555 NE555			Einheit
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Fehler*) Zeitintervall	monostabil	$T_A = 25^\circ\text{C}$		0.5	1.5		1	3	%
	astabil			1.5				2.25	
Temperaturkoeffizient Zeitintervall	monostabil	$T_A = \text{Min bis Max}$		30	100		50		ppm/ $^\circ\text{C}$
	astabil			90			150		
Abhängigkeit des Zeitintervalls von der Versorgungsspannung	monostabil	$T_A = 25^\circ\text{C}$		0.05	0.2		0.1	0.5	%/V
	astabil			0.15			0.3		
	Ausgangsanstiegszeit	$C_L = 15 \text{ pF}$		100	200		100	300	ns
	Ausgangsabfallszeit	$T_A = 25^\circ\text{C}$		100	200		100	300	

*) Dieser Fehler ist die Abweichung des gemessenen Wertes vom Wert, der sich durch die Formel $t_w = 1,1 \times R_A \times C$ ergibt.

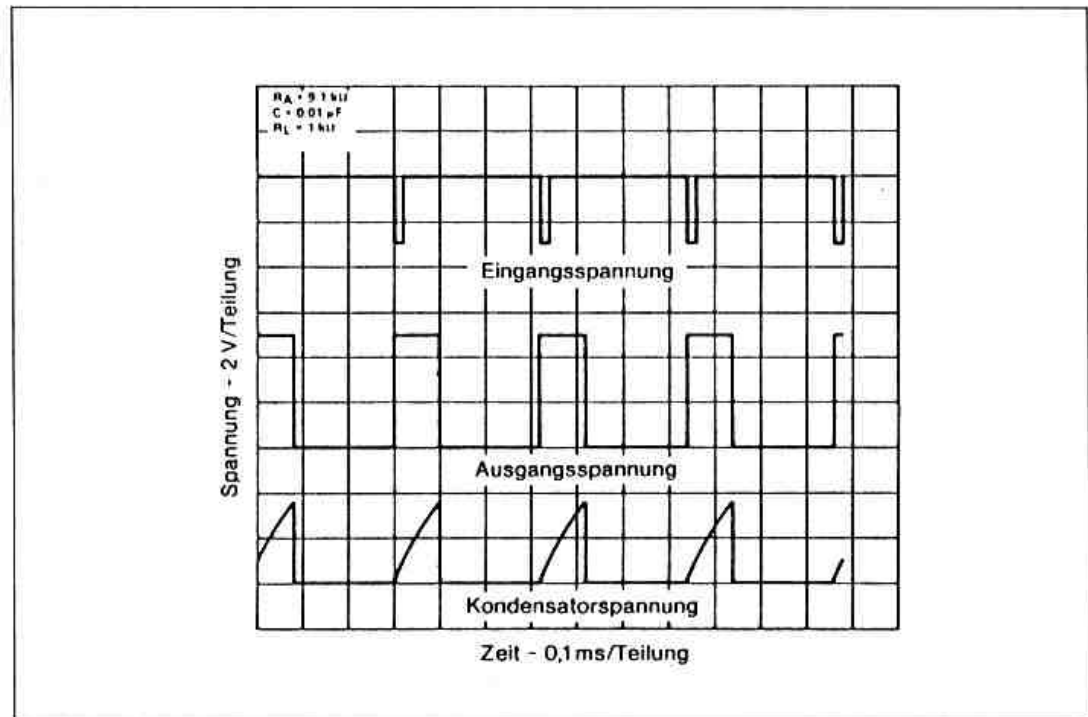
Monostabile Betriebsweise

Schaltung



9.2 Zeitgeberschaltungen

Verlauf der Spannungen am Eingang, am Ausgang und an der Kapazität C



Beschreibung

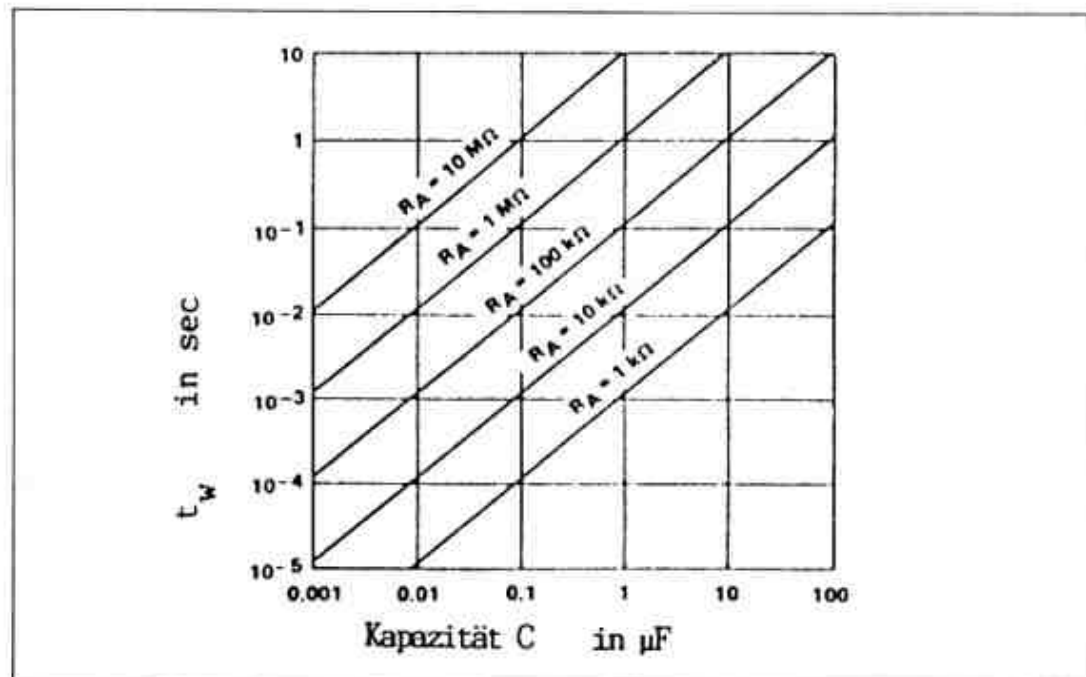
Die Beschaltung für eine monostabile Betriebsweise ist wie oben dargestellt.

Es wird zunächst angenommen, daß der Ausgang auf low liegt. Geht nun ein negativer Impuls an den Triggereingang, wird das Flipflop gesetzt (\bar{Q} geht auf low), der Ausgang springt auf high und Q_1 sperrt. Über R_a wird der Kondensator C solange geladen, bis die Spannung über diesem Kondensator die Schwellspannung am Schwellspannungseingang erreicht. Wird der Triggereingang wieder auf high gelegt, setzt der Ausgang des Schwellspannungskomparators das Flipflop zurück (\bar{Q} geht auf high), der Ausgang springt auf low und entlädt C über Q_1 .

Wenn die Spannung am Triggereingang unter die Triggerschwelle fällt, wird der monostabile Zyklus gestartet. Ein vollständiger Zyklus wird nur durchlaufen, wenn die Spannung am Triggereingang bis zum Zyklusende auf high liegt. Die Länge des Ausgangsimpulses berechnet sich zu $t_w = 1,1 \times R_A \times C$.

Das folgende Diagramm zeigt die Zeitkonstante für verschiedene Werte von R_A und C :

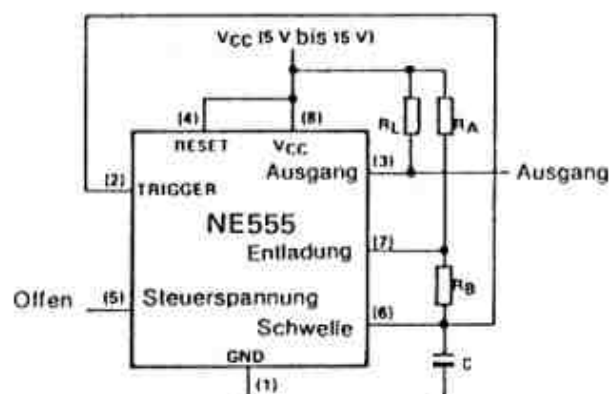
9.2 Zeitgeberschaltungen



Die Schwellspannung und die Ladeströme sind direkt proportional zur Versorgungsspannung V_{CC} . Solange die Versorgungsspannung während des Zeitintervalls konstant ist, ist das Zeitintervall unabhängig von der Versorgungsspannung. Wenn man während des Zeitintervalls einen negativen Triggerimpuls gleichzeitig auf den Reset- und Triggereingang gibt, wird C entladen und ein neuer Zyklus gestartet. Der Zyklus beginnt mit der positiven Flanke des Rücksetzimpulses. Der Ausgang bleibt solange auf low, wie der Rücksetzeingang auf low liegt. Wenn der Rücksetzeingang nicht genutzt wird, sollte er auf V_{CC} gelegt werden, um falsches Triggern zu vermeiden.

Astabile Betriebsweise

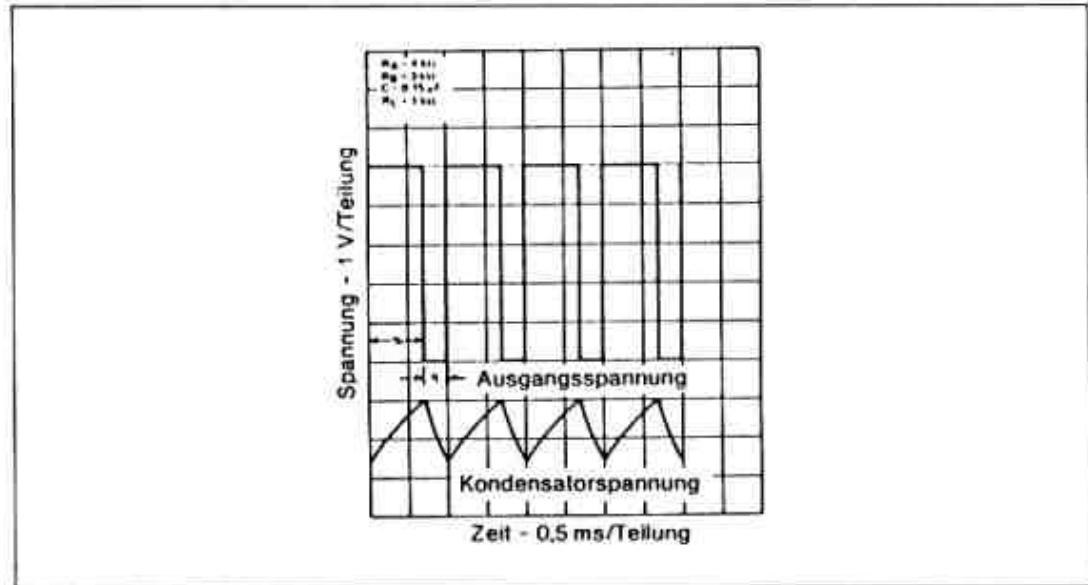
Schaltung



Wenn der Steuerspannungseingang über einen Kondensator an Masse gelegt wird, kann die Arbeitsweise der Schaltung verbessert werden. Dies sollte bei individuellen Anwendungen berücksichtigt werden.

9.2 Zeitgeberschaltungen

Verlauf der Spannungen am Ausgang und an der Kapazität C



Beschreibung

Wenn man den Triggereingang mit dem Schwellspannungseingang zusammenschließt, und einen zweiten Widerstand R_B , wie angegeben, in die Schaltung fügt, triggert sich der Schaltkreis selber und arbeitet als astabiler Multivibrator.

Der Kondensator C wird über R_B und R_A aufgeladen, und über R_B entladen. Dadurch kann das Tastverhältnis mit verschiedenen Werten von R_A und R_B variiert werden. Der Kondensator wird solange aufgeladen, bis die Ladespannung ca. $2/3$ der Versorgungsspannung erreicht. In diesem Moment wird ein Rückkopplungseffekt eingeleitet, der zur Folge hat, daß C entladen wird, bis die Entladespannung ca. $1/3$ der Versorgungsspannung erreicht. Nun entsteht ein zweiter Rückkopplungsvorgang, wobei sich C erneut auf ca. $2/3$ der Versorgungsspannung aufladen kann. Dieser Vorgang wiederholt sich zyklisch.

Die Frequenz und das Tastverhältnis sind unabhängig von der Versorgungsspannung.

Im Folgenden sind einige wichtige Formeln zur Berechnung aufgeführt.

9.2 Zeitgeberschaltungen

Wichtige Formeln

Zeit für Ausgang auf high t_H : $t_H = 0,693 (R_a + R_b) C$

Zeit für Ausgang auf low t_L : $t_L = 0,693 R_b C$

Periodendauer: $t_H + t_L = 0,693 (R_a + 2 R_b) C$

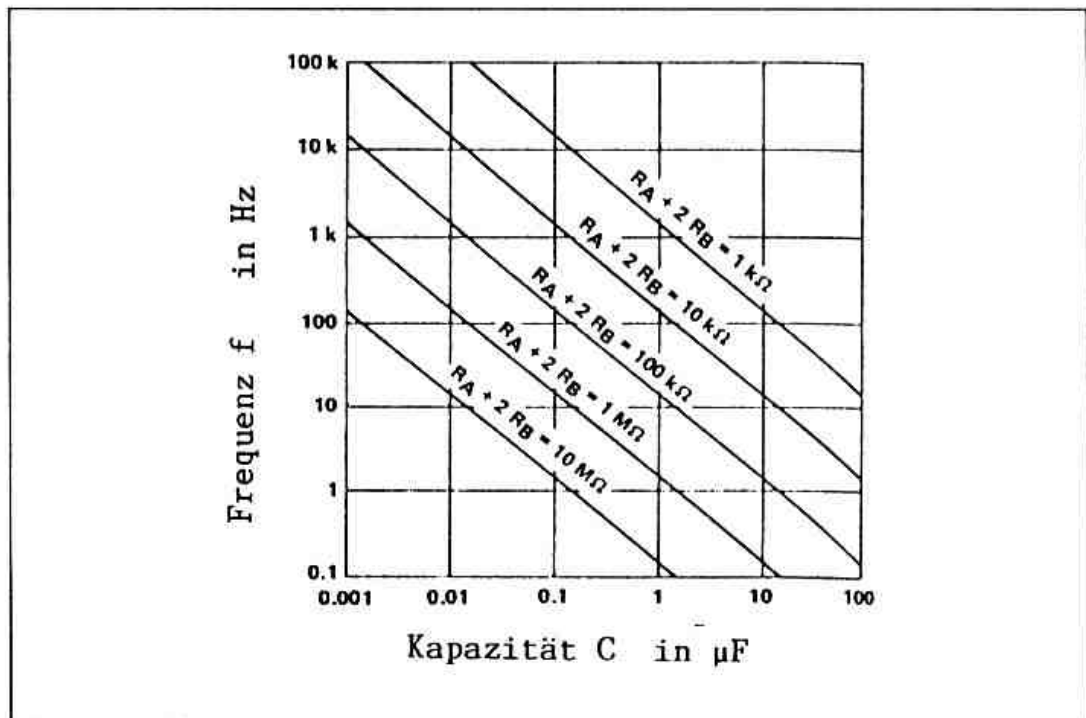
Frequenz: $f = \frac{1,44}{(R_a + 2 R_b) C}$

Tastverhältnis: $\frac{t_L}{t_H + t_L} = \frac{R_b}{R_a + 2 R_b}$

Verhältnis low zu high: $\frac{t_L}{t_H} = \frac{R_b}{R_a + 2 R_b}$

Das folgende Diagramm zeigt den Zusammenhang zwischen der Kapazität C und der Frequenz f mit $R_a + 2 R_b$ als Parameter.

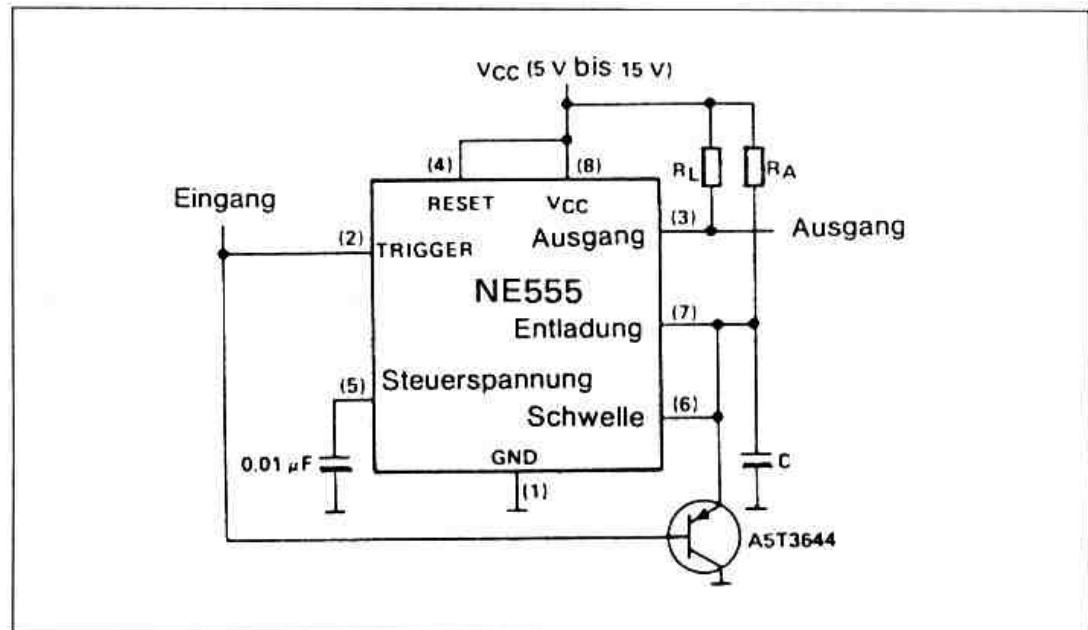
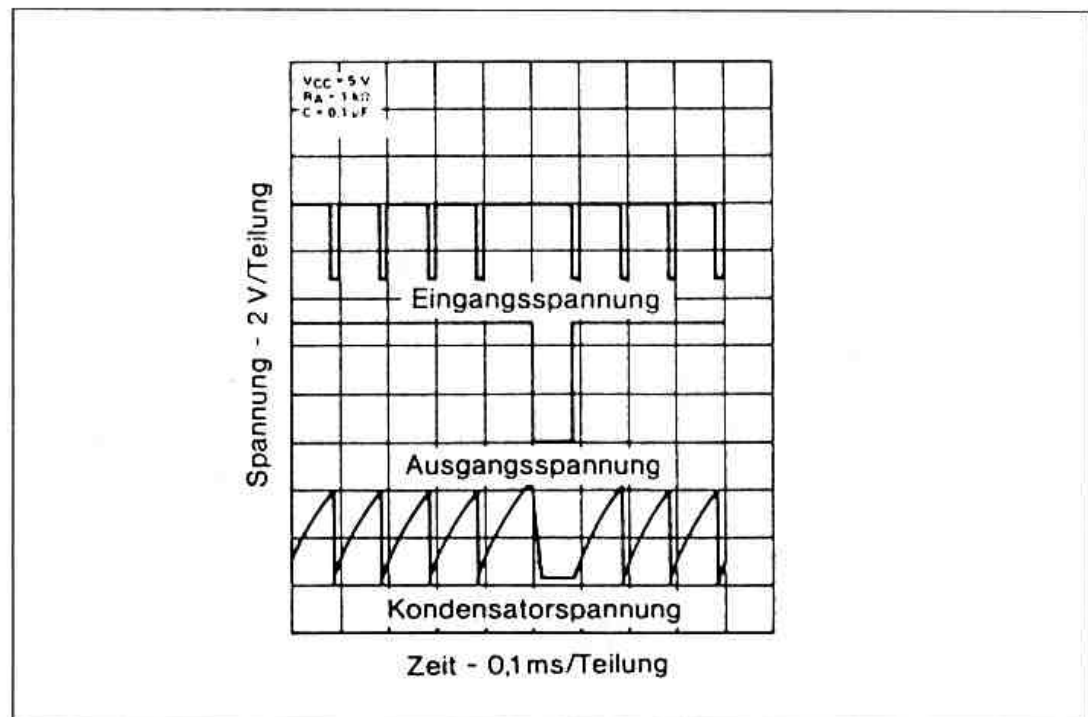
Diagramm



9.2 Zeitgeberschaltungen

Betriebsweise als »missing-pulse«-Detektor

Schaltung

Spannungsverläufe
am Eingang, am Aus-
gang und am Kon-
densator

Beschreibung

Diese Schaltung wird verwendet, um fehlende Impulse (missing-pulses) oder ungewöhnlich lange Pausen in einer Impulsfolge zu erkennen.

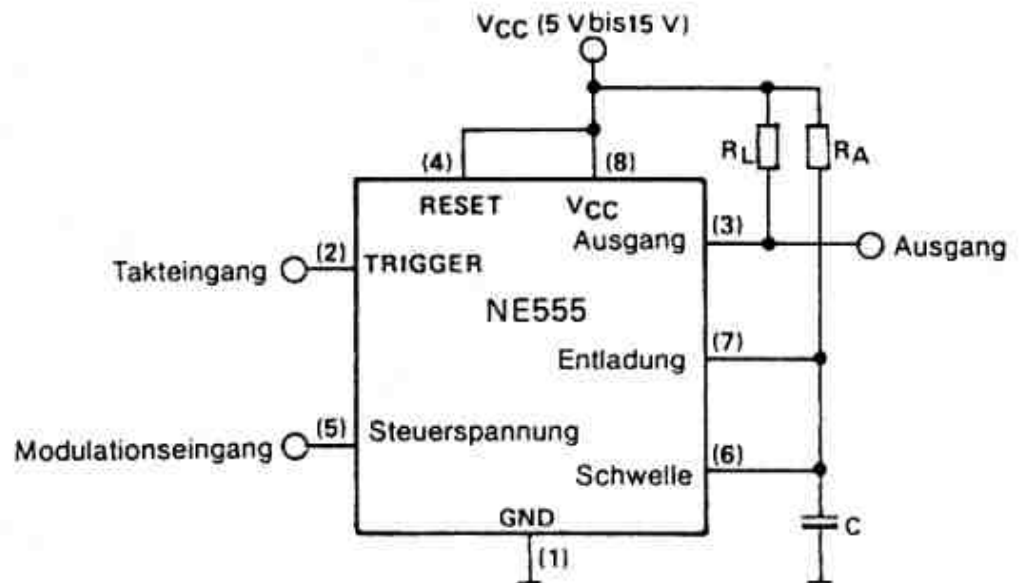
Solange der Impulsabstand kleiner als das Zeitintervall ist, wird die monostabile Schaltung durch die Impulsfolge am Eingang nachgetriggert.

9.2 Zeitgeberschaltungen

Der Zyklus kann nur beendet werden, wenn ein Impuls fehlt, oder der Abstand zwischen den Impulsen zu groß ist. Die Schaltung gibt dann einen Ausgangsimpuls, wie auf Seite 10 im Diagramm dargestellt, ab.

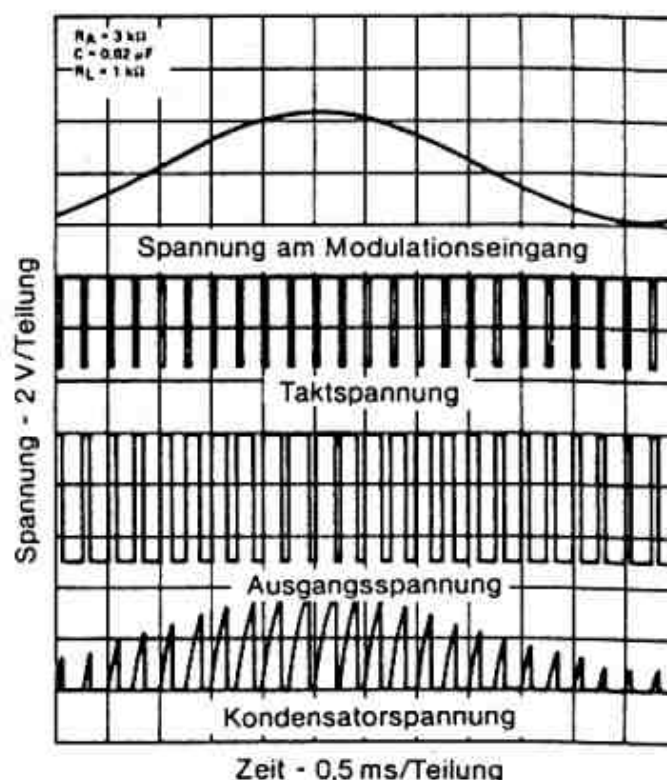
Betriebsweise als Pulsbreitenmodulator

Schaltung



Das Modulationssignal kann direkt oder kapazitiv eingekoppelt werden. Bei direkter Kopplung sind jedoch der Eingangswiderstand und der Eingangsstrom zu berücksichtigen.

Verlauf der Spannungen an den Eingängen, am Ausgang und an der Kapazität



9.2 Zeitgeberschaltungen

Beschreibung

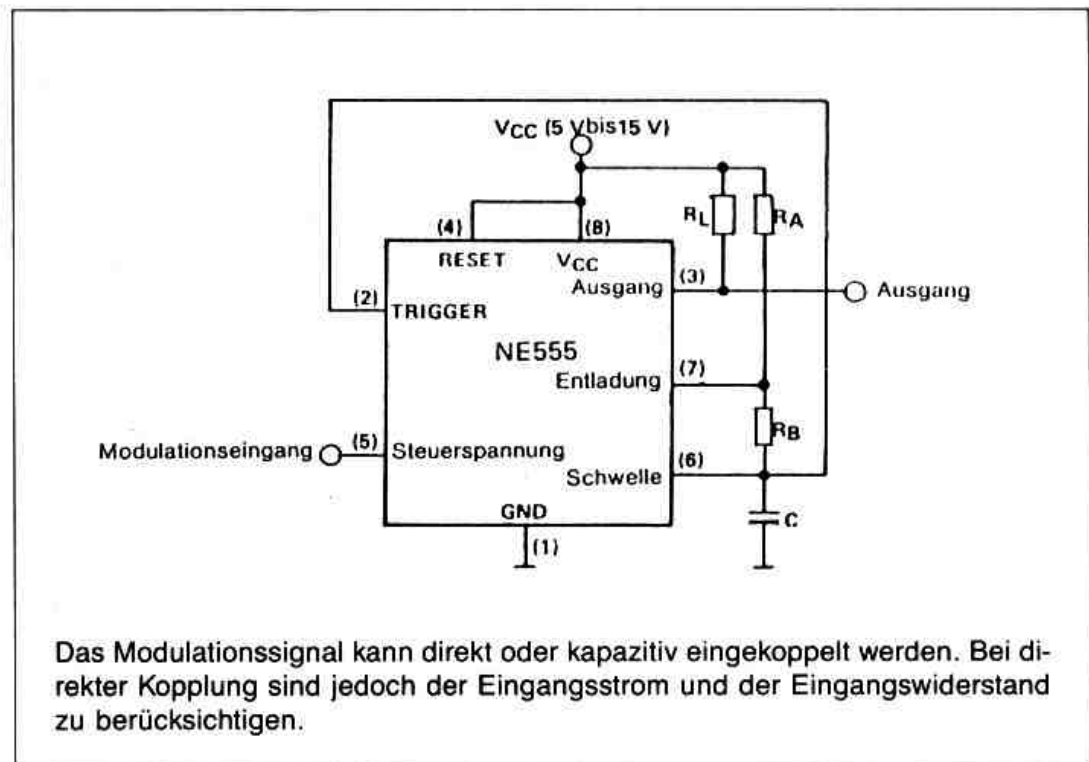
Die Arbeitsweise des Zeitgebers kann durch Modulation der inneren Trigger- und Schwellspannungen beeinflusst werden. Wenn eine Modulationsspannung (oder Modulationsstrom) an den Steuerspannungseingang gelegt wird, arbeitet die Schaltung als Pulsbreitenmodulator.

Die monostabile Schaltung wird durch eine Impulsreihe am Takteingang getriggert, und die Schwellspannung wird durch eine Spannung am Modulationseingang moduliert. Das Ergebnis ist eine in der Impulsbreite modulierte Ausgangsspannung.

Das obenstehende Diagramm zeigt die Spannungsverläufe für eine sinusförmige Modulationsspannung; es kann aber auch mit jeder anderen Spannungsform moduliert werden.

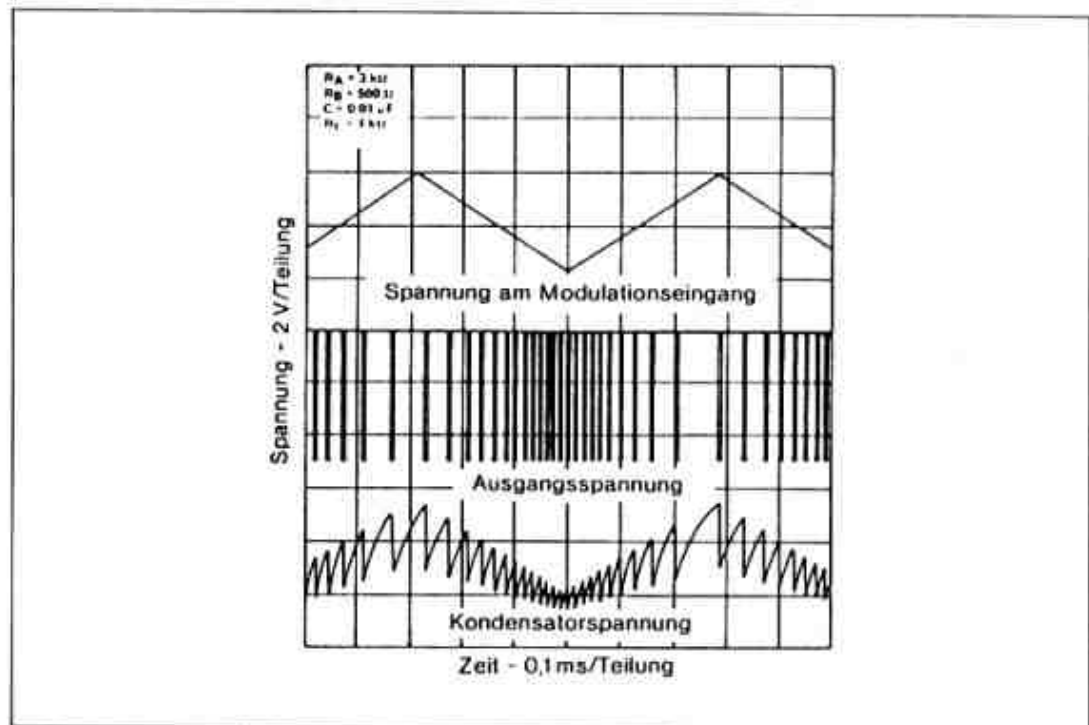
Betriebsweise als Puls-Positions-Modulator

Schaltung



9.2 Zeitgeberschaltungen

Spannungsverläufe am Eingang, am Ausgang und an der Kapazität

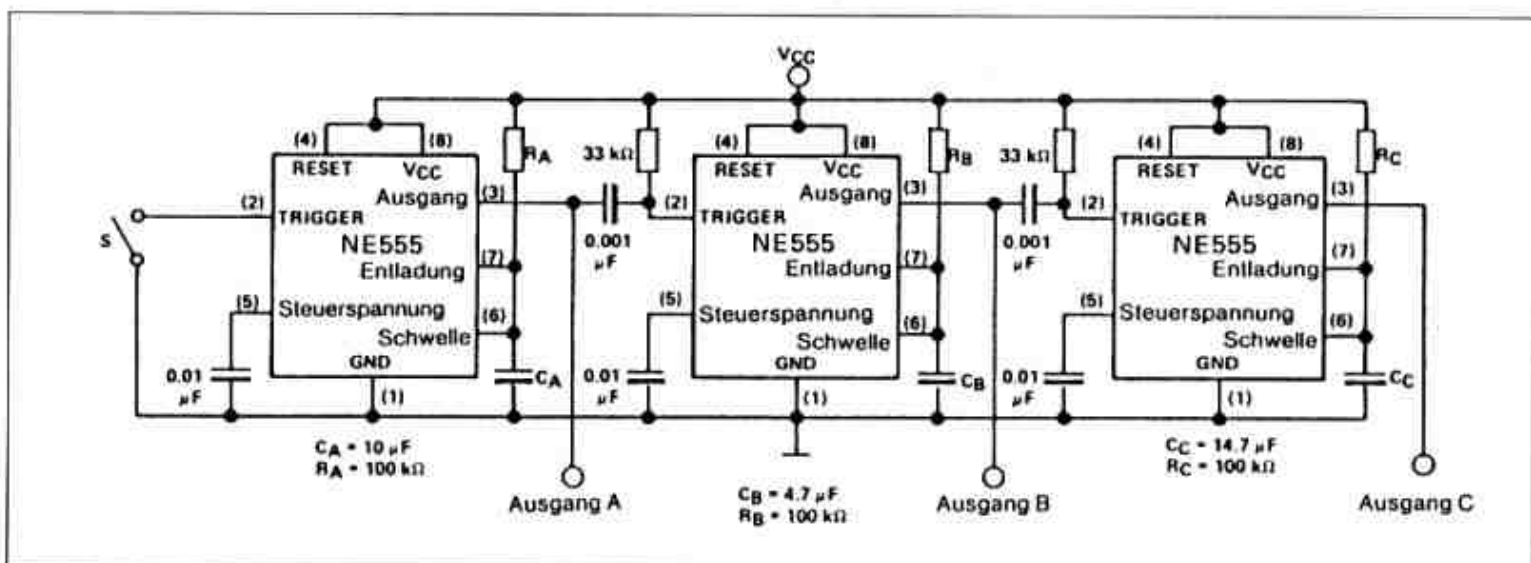


Beschreibung

Mit dieser Beschaltung wird die Schwellspannung und damit die Zeitverzögerung eines freilaufenden Oszillators moduliert. Das Diagramm zeigt die Spannungsverläufe für eine Modulation mit einer Dreiecksspannung. Die Modulationsspannung kann aber auch jede andere Form haben.

Betriebsweise als Reihenzetglied

Schaltung



Beschreibung

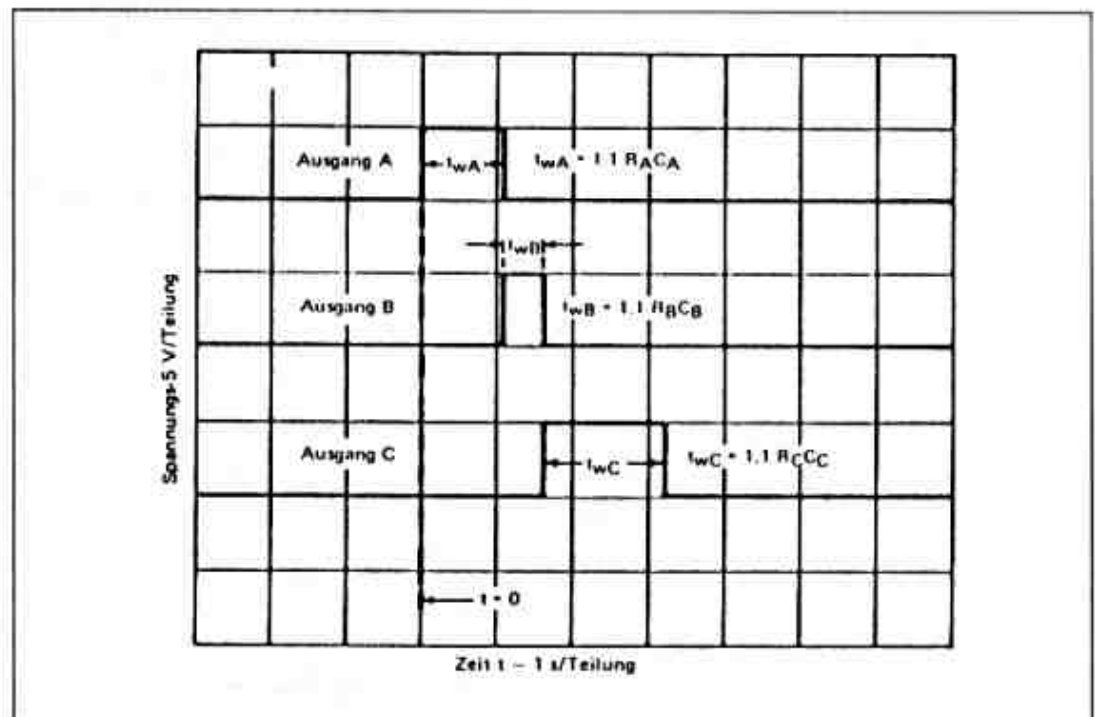
In vielen Anwendungsfällen, vor allem bei Computern, werden gerade in der Startphase mehrere Impulse in unterschiedlichen Zeitab-

9.2 Zeitgeberschaltungen

ständen benötigt. Mit dem 555 lassen sich solche Schaltungen zur Impulserzeugung leicht aufbauen. Die Zeitgeber können monostabil, astabil, moduliert, oder nicht moduliert betrieben werden. Die auf Seite 13 stehende Schaltung wird häufig für diese Anwendungen verwendet.

Diagramm

Das untenstehende Diagramm zeigt die Spannungsverläufe an den verschiedenen Ausgängen.



Variationen des Präzisionstimers

Doppeltimer 556

Zum 555 gibt es das Doppeltimer-IC 556. In diesem Baustein sind zwei Zeitgeber enthalten, die jeder für sich völlig dem 555 entsprechen.

CMOS Version des 555

Das in CMOS-Technologie gefertigte Timer-IC 7555 ist pin-kompatibel zum 555, auch die übrigen technischen Daten gestatten den direkten Ersatz des 555 durch den 7555 (umgekehrt geht es nicht in jedem Fall).

Der Speisespannungsbereich geht von 2V bis 18V, bei einer wesentlich geringeren Stromaufnahme gegenüber dem 555. Somit eignet sich das IC hervorragend für Batteriebetrieb mit niedriger Speisespannung. Der Leerlaufstrom bei 2V Speisespannung beträgt nur

9.2 Zeitgeberschaltungen

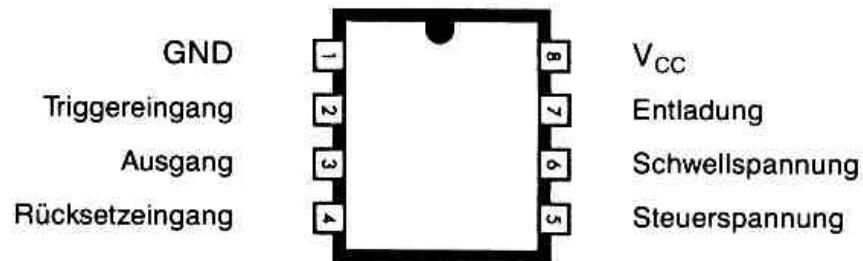
und maximal $200 \mu\text{A}$. Die Steuerströme sind wegen der hochohmi- gen MOSFET-Eingänge sehr niedrig, ihr typischer Wert beträgt 20 pA .

Die Belastbarkeit des 7555 entspricht der des 555, somit können sowohl TTL- wie CMOS-Schaltungen gesteuert werden. Da Stromschaltspitzen praktisch nicht auftreten, können die oft direkt am Schaltkreis angelöteten Stützkondensatoren für die Speisespannung bei Verwendung des 7555 durchweg entfallen.

Zum 7555 gibt es, wie bereits bei 555, das Doppeltimer-IC 7556.

Anschlußbelegungen

Anschlußbelegung des 555 und 7555



Anschlußbelegung des Doppeltimers 556 und 7556

