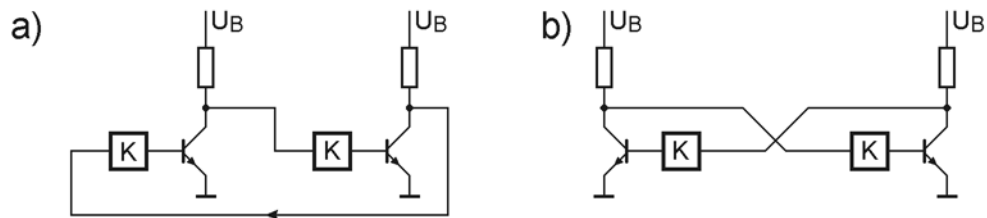


Multivibrator-Grundsaltungen

Multivibratoren sind Kippschaltungen, die man mit Transistoren, aber auch mit Operationsverstärkern bzw. Comparatoren aufbauen kann. Wir betrachten zunächst die elementaren Transistorschaltungen. Diese bestehen grundsätzlich aus 2 Transistorstufen in Emitterschaltung (Negatorstufen), die miteinander verkoppelt sind. Die jeweilige Funktionsweise ergibt sich daraus, mit welchen Schaltmitteln die Kopplungen ausgeführt sind.



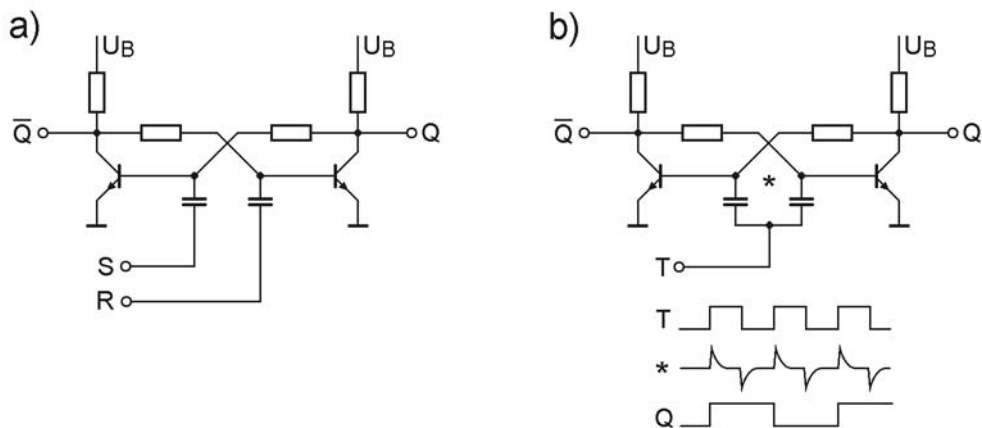
Systematik

- In beiden Stufen Gleichspannungskopplung - bistabiler Multivibrator
- In einer Stufe Gleich-, in einer Wechselspannungskopplung - monostabiler Multivibrator
- In beiden Stufen Wechselspannungskopplung - astabiler Multivibrator

Die Systematik der Multivibrator-Grundsaltungen. a) Anordnung aus 2 Negatoren mit einem Rückkopplungsweg, b) die "umsortierte" übliche Darstellung

Der bistabile Multivibrator

Im bistabilen Multivibrator sind die beiden Negatoren direkt (also durch galvanische bzw. Gleichspannungskopplung) miteinander verbunden.



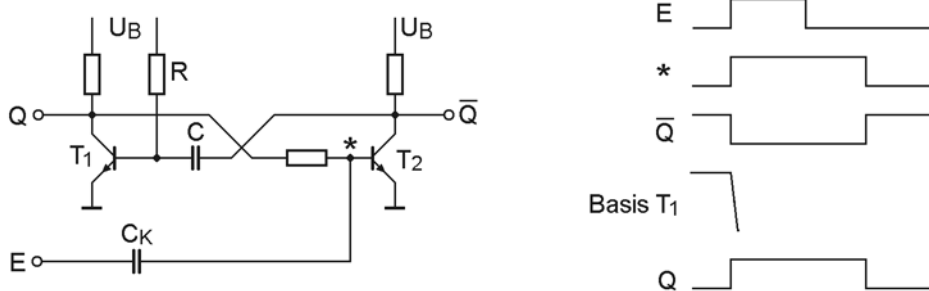
Bistabile Multivibratoren. a) RS-Ansteuerung, b) T-Ansteuerung

Eine solche Schaltung verharrt stabil in einem bestimmten Zustand. Der eine Negator führt ausgangsseitig ein HI. Demzufolge führt der jeweils andere Negator ein LO, das - über die galvanische Kopplung - wiederum das Ausgangs-HI des ersten hält. Es handelt sich um die einfachste Ausführung eines binären Speichergliedes - mit anderen Worten, eines Flipflops. Um den Zustand zu ändern, muß man die Negator-Eingänge in geeigneter Weise beeinflussen. Dioden-Gatterschaltungen bilden eine Möglichkeit; man kommt so zum aus Gattern aufgebauten Flipflop bzw. Latch. Die Ansteuerung gelingt aber auch mittels Kondensatoren, die bei Ansteuerung Nadelimpulse einkoppeln. Mit einzeln angesteuerten Kondensatoren erhält man ein RS-Verhalten. Werden beide Kondensatoren gemeinsam angesteuert, verhält sich die Schaltung als T-Flipflop, das heißt, sie wechselt mit jedem Ansteuerimpuls ihren Zustand.

Hinweis: Die Kondensatoren wirken als Differenzierglieder. Eine ansteigende Flanke wird zu einer positiven Nadel, eine abfallende Flanke zu einer negativen. Bei einem gesperrten Transistor liegt der jeweilige Ausgang über den Arbeitswiderstand auf HI, und an der Basis liegen nahezu 0 V. Eine positive Erregung an der Basis von größenordnungsmäßig 0,7 V (Stichwort: Basis-Emitter-Sättigungsspannung U_{BEsat}) wird den Transistor durchsteuern. Ist hingegen ein Transistor eingeschaltet, so liegt an dessen Basis nahezu die Betriebsspannung, und eine negative Nadel ist nicht in der Lage, die Basisspannung unter die Basis-Emitter-Sättigungsspannung zu ziehen (genau genommen: wenn man einen Multivibrator dimensioniert, muß man es so einrichten). Beim Trigger-Flipflop wird deshalb die aus dem Takt abgeleitete positive Nadel immer den jeweils gesperrten Transistor aufsteuern (beim bereits aufgesteuerten schadet sie nichts), so daß die Schaltung mit jedem Taktimpuls ihren Zustand wechselt.

Der monostabile Multivibrator

Im monostabilen Multivibrator (Monoflop, Univibrator) ist nur eine der Verbindungen zwischen den beiden Negatorstufen eine galvanische, die andere ist über ein RC-Glied geführt.



Monostabiler Multivibrator

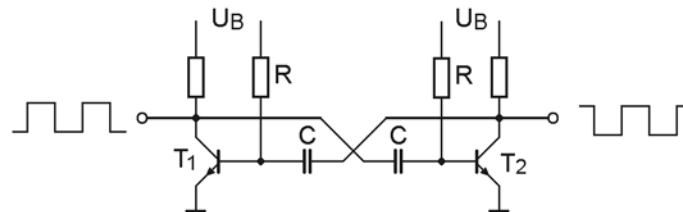
Im Ruhezustand liegt die Basis des Transistors T_1 über den Widerstand R an Speisespannung. T_1 ist somit geöffnet und führt kollektorseitig ein LO-Signal. Dieses hält über die galvanische Kopplung den Transistor T_2 gesperrt, so daß dessen Kollektor HI-Potential führt. Aus den Flanken eines eingangsseitigen Impulses werden mittels des Koppelkondensators C_K zwei Nadelimpulse abgeleitet. Die positive Nadel bewirkt, daß T_2 durchgesteuert wird. Der Kondensator C wirkt für den Spannungssprung zunächst als Kurzschluß, so daß T_1 gesperrt

wird. T_1 wird solange gesperrt gehalten, bis sich der Kondensator C über den Widerstand R entladen hat. Dann kippt die Schaltung in den Ausgangszustand zurück.

Der monostabile Multivibrator gibt also, erregt durch einen Impuls an sich beliebiger Länge, einen Impuls konstanter Länge ab (dessen Dauer wird im wesentlichen von der Zeitkonstante des RC-Gliedes bestimmt).

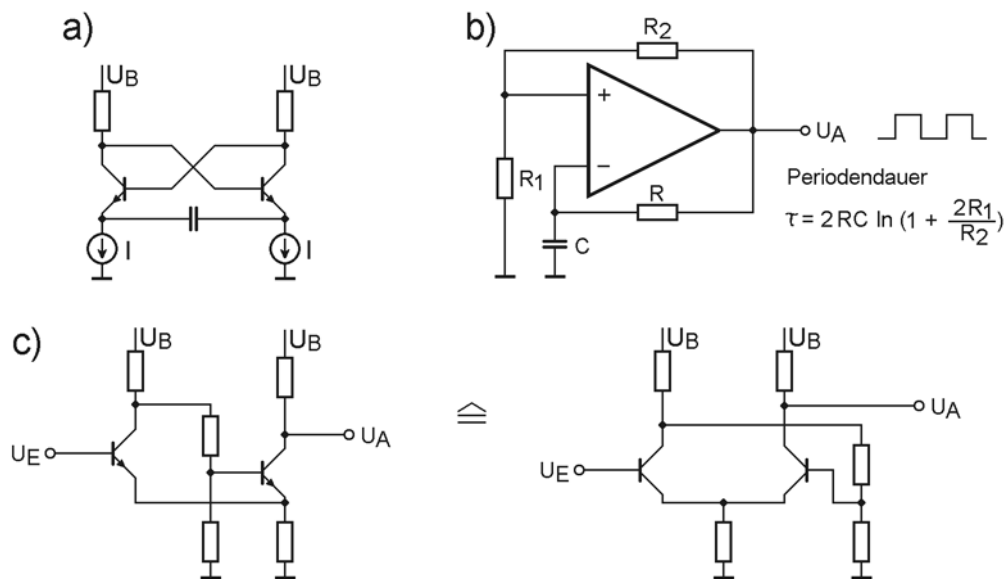
Der astabile Multivibrator

Im astabilen Multivibrator sind beide Verbindungen zwischen den Negatorstufen als RC-Glieder ausgeführt.



Astabiler Multivibrator

Diese Schaltung verharrt nicht in einem bestimmten Zustand, sondern gibt ständig Impulse ab, wobei die Zeitverhältnisse durch die Zeitkonstanten der beiden RC-Glieder bestimmt werden. In Verallgemeinerung des Schaltungsprinzips kann man auch Schwingkreise (Resonanzkreise) oder Quarze als zeitbestimmende Glieder verwenden.



Multivibratorschaltungen. a) emittergekoppelter astabiler Multivibrator, b) astabiler Multivibrator mit Comparator, c) Schmitt-Trigger in Emitterkopplung

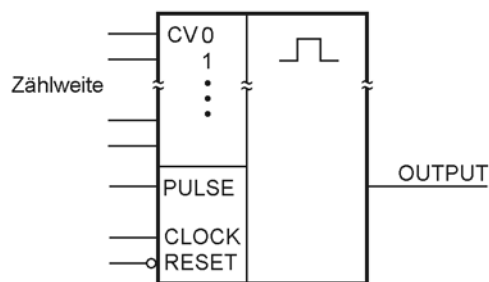
Emitterkopplung bedeutet, Transistoren zu steuern, indem man ihr Emitterpotential beeinflusst. Dazu werden die Emittter über Stromquellen oder - was näherungsweise dasselbe leistet - über hochohmige Widerstände angeschaltet. Der grundsätzliche Vorteil: ein so betriebener Transistor kann nie in die Sättigung gelangen. Emitterkopplung eignet sich also auch für extreme Frequenzen (bis zu 100 MHz und mehr). Bei der Multivibratorschaltung a) wird die

Impulsdauer vom Kondensator, von den Arbeitswiderständen und vom Emitterstrom bestimmt. Ordnet man in den Emitterkreisen spannungsgesteuerte Stromquellen an, kann man die Frequenz eines solchen Multivibrators durch eine Steuerspannung beeinflussen (Voltage Controlled Oscillator VCO). Solche Schaltungen sind als integrierte Bauelemente erhältlich (Beispiel: die Typen 74LS624...629).

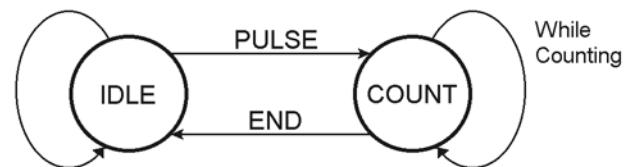
Abbildung b) zeigt einen nichtinvertierenden Schmitt-Trigger, der mit einem RC- Glied beschaltet ist und so als astabiler Multivibrator arbeitet.

Abbildung c) zeigt die einfachste Schmitt-Trigger-Schaltung mit Transistoren, und zwar links in der Darstellung, die in vielen (älteren) Lehr- und Bastelbüchern zu finden ist, und rechts in einer geringfügig umgezeichneten Form. Es handelt sich um die einfachste Ausführung eines Differenzverstärkers, der über einen Spannungsteiler mitgekoppelt wird (positive Rückkopplung mit dem Zweck, auch bei langsamen Änderungen der Eingangsspannung die Spannungsdifferenz zwischen beiden Eingängen zu erhöhen und so ein schlagartiges Umschalten am Ausgang zu bewirken).

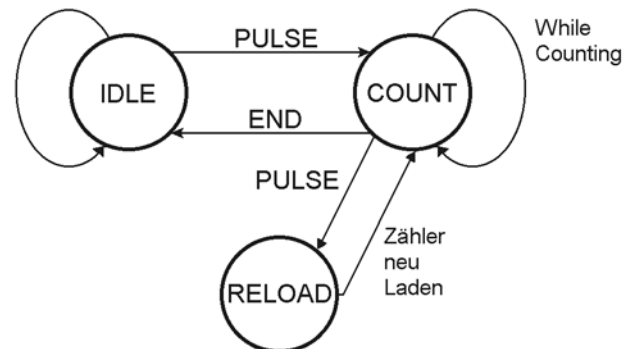
a) Symbol

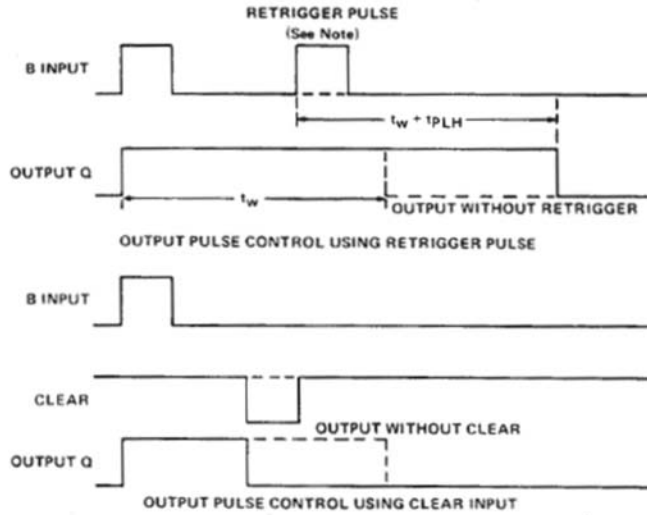


b) nicht retriggerbar



c) retriggerbar





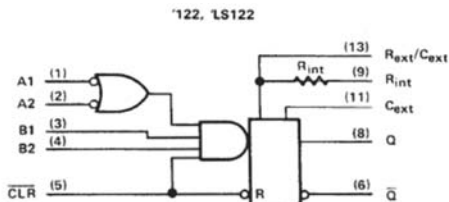
Retrigger pulses starting before $0.22 C_{ext}$ (in picofrads) nanoseconds after the initial trigger pulse will be ignored and the output duration will remain unchanged.

'122, 'LS122
FUNCTION TABLE

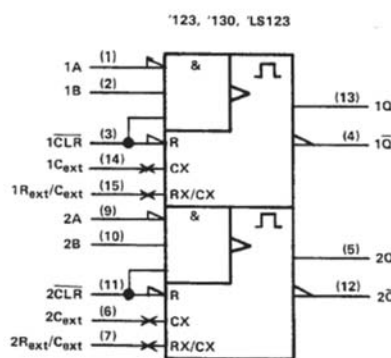
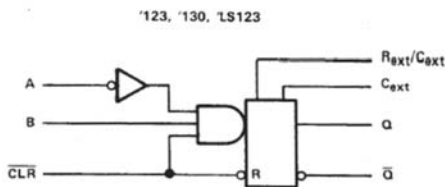
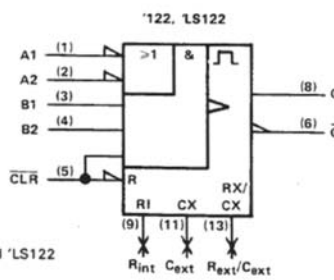
CLEAR	INPUTS				OUTPUTS	
	A1	A2	B1	B2	Q	\bar{Q}
L	X	X	X	X	L	H
X	H	H	X	X	L \uparrow	H \uparrow
X	X	X	L	X	L \uparrow	H \uparrow
X	X	X	X	L	L \uparrow	H \uparrow
H	L	X	\uparrow	H	\square	\square
H	L	X	H	\uparrow	\square	\square
H	X	L	\uparrow	H	\square	\square
H	X	L	H	\uparrow	\square	\square
H	H	\downarrow	H	H	\square	\square
H	\downarrow	\downarrow	H	H	\square	\square
H	\downarrow	H	H	H	\square	\square
\uparrow	L	X	H	H	\square	\square
\uparrow	X	L	H	H	\square	\square

'123, '130, 'LS123
FUNCTION TABLE

CLEAR	INPUTS		OUTPUTS	
	A	B	Q	\bar{Q}
L	X	X	L	H
X	H	X	L \uparrow	H \uparrow
X	X	L	L \uparrow	H \uparrow
H	L	\uparrow	\square	\square
H	\downarrow	H	\square	\square
\uparrow	L	H	\square	\square



R_{int} is nominally 10 k Ω for '122 and 'LS122



(Bildquelle: Texas Instruments)