



MULTIVIBRATOR

ELECTRONICUM ENNS

Mühlenstrasse 16 und 23

A - 4470 ENNS

ÖSTERREICH	Telefon und FAX: 07223 - 82230 Handy: 0676 30 45 700
DEUTSCHLAND	Telefon und FAX ELECTRONICUM OFFICE MÜNCHEN: 089 - 97 30 67 10
INTERNATIONAL	E-MAIL : office@electronicum.at HOME-PAGE: www.electronicum.at

ZUM VERSTÄNDNIS & ZUR FEHLERSUCHE

Der Multivibrator zählt zwar zu den einfacheren Schaltungen, ist aber auf Grund seiner Dynamik ohne Fachwissen nicht leicht verständlich. Wir wollen aber doch die grundlegenden Informationen hier darlegen. Die Meßpunkte haben wir von 0 bis 7 durchnummeriert.

- 0 ... Minuspol der Batterie (kann auch als Masse bezeichnet werden). Dies ist der Bezugspunkt. Multimeter oder Oszillograph werden mit ihrer "Masse" an diesem Punkt angeschlossen und dies bleibt für alle Messungen so. Es wird später nur der Pluspol bzw. der Tastkopf auf die jeweiligen Messpunkte gelegt.
- 1 ... Basis Transistor 1
- 2 ... Basis Transistor 2
- 3 ... Kollektor Transistor 1
- 4 ... Kollektor Transistor 2
- 5 ... negativer Pol der roten Leuchtdiode (Kathode)
- 6 ... negativer Pol der grünen Leuchtdiode (Kathode)
- 7 ... Pluspol der Batterie

Global muß gesagt werden, dass die angegebenen Meßwerte nur ungefähr mit Ihren Messungen übereinstimmen werden, da sowohl die eingesetzten Meßgeräte als auch die Bauelemente Toleranzen aufweisen. Die Batteriespannung wird zum Beispiel in den wenigsten Fällen exakte 9 Volt aufweisen und das beeinflusst auch schon alle anderen Messungen. Eine neue 9V-Batterie hat anfangs eine Klemmenspannung um 10V. Dies ist aber auch nicht sehr schlimm, da davon ausgegangen werden kann, dass bei funktionierenden Bauteilen und bei richtig aufgebauter Schaltung die Meßergebnisse von den Vorgaben keine 10% abweichen werden. Sollte ein Fehler bei den Bauteilen oder in der Schaltung vorliegen, dann wird dieser Prozentsatz sicherlich eindrucksvoll überschritten.

STATISCHE MESSUNG (für Fehlersuche geeignet):

Um diese Messungen durchführen zu können, ist es notwendig beide Elektrolytkondensatoren aus der Schaltung zu entfernen. Die Stelle, wo die Elektrolytkondensatoren waren, muß frei bleiben. (Ein einseitiges Ablöten würde auch genügen) Anschließend ist die Schaltung an eine 9V-Batterie anzuschließen ... es werden beide Leuchtdioden gleichzeitig leuchten. Leuchtet eine Leuchtdiode nicht, dann liegt im jeweiligen Teil (T1- L1- R1- R3 bzw. T2- L2- R2- R4) ein Fehler vor.

Da mit dem Bausatz nur Bauteile nach Industriestandard ausgeliefert werden, ist ein Bauteildefekt fast auszuschließen. Wahrscheinlich fehlt eine Verbindung oder es wurde die Leuchtdiode verkehrt eingebaut. Legt man den Meßpunkt 1 auf Masse (Kurzschluß zwischen Meßpunkt 1 und Meßpunkt 0), dann muß die Leuchtdiode L1 sofort erlöschen. Legt man Meßpunkt 2 auf Masse, dann erlischt L2. Sollte dies nicht der Fall sein, dann ist der Transistor defekt oder es wurde ein falscher Transistor (pnp-Typ anstelle eines npn-Typs) verwendet. Die nachstehend angeführten Meßspannungen beziehen sich auf eine Versorgungsspannung von 9V.

In Klammern [] sind Meßspannungen angegeben, die man bei einer Versorgungsspannung von 10V erhält. Bei diesen Messungen bleiben die Elkos ausgelötet!

Meßpunkt 1 + 0,78V [0,74V]	Zwischen Basis und Emitter kann man sich eine Diode vorstellen. Durch den 4,7 k Ohm Widerstand wird die Basis positiv "vorgespannt" und die im Transistor befindliche Diode wird leitend ... der Spannungsabfall an einer Siliziumdiode wird immer bei ca. 0,55 bis 0,9 Volt liegen. Dies hängt vom durchfließenden Strom, der in diesem Falle sehr klein ist, ab.
Meßpunkt 2 + 0,78V [0,74V]	Gleich wie Meßpunkt 1
Meßpunkt 3 + 0,06V [0,07V]	Der Transistor ist, da ihm Basisstrom über den 4,7 k Ohm Widerstand zugeführt wird, voll durchgeschaltet. Ein Transistor kann aber nicht so ideal schalten, dass kein Spannungsabfall entsteht ... daher wird man immer eine kleine Restspannung messen (würde man tatsächlich 0 messen, dann sind die oben genannten 10% eindeutig überschritten und der Transistor muß wegen Defekts ausgetauscht werden)
Meßpunkt 4 + 0,06V [0,07V]	Gleich wie Meßpunkt 3
Meßpunkt 5 + 6,88V [7,74V]	Auch Leuchtdioden haben eine ähnliche Charakteristik, wie eine Diode. Es liegt aber der Spannungsabfall nicht bei 0,55V sondern etwas höher. Der Spannungsabfall ist bei gleichartigen Leuchtdioden von der Leuchtfarbe abhängig (rot ca. 2V ... blau ca. 3,5V). Daher kann man hier rechnen $9V - 2V = 7V$ bzw. $10V - 2V = 8V$
Meßpunkt 6 + 6,5V [7,81V]	Siehe Meßpunkt 5 $9V - 2,2V = 6,8V$
Meßpunkt 7 + 9V [10,0V]	Eine neue Batterie wird ca. 10V aufbringen. Mit einstellbaren und stabilisierten Netzgeräten wird man diese Spannung relativ genau vorgeben können.

Sollte die Schaltung nicht schwingen und die statischen Messungen waren in Ordnung, dann ist mindestens ein Elko falsch eingebaut oder in seltensten Fällen, ein Elko defekt.

DYNAMISCHE MESSUNG und ERKLÄRUNGEN (mit eingebauten Elkos):

Diese Messungen sind mit einem Oszillographen durchzuführen. Siehe Meßbilder! Hier sei festgehalten, dass aufgrund der Verstärkerfunktion der beiden Transistoren und der Speicherwirkung der Kondensatoren eine Aufschaukelung stattfindet, die in Abhängigkeit der Widerstände und der Kapazitäten schneller oder langsamer bzw. symmetrisch oder unsymmetrisch (Leuchtdauer rot / grün) wird. Zwei Transistoren (T1 und T2) sind beim hier angeführten Multivibrator auch "Astabile Kippstufe" genannt, als Schalter eingesetzt. Der Ausgang des einen Schalters ist mit dem Eingang des anderen Schalters mittels Kondensator (im vorliegenden Fall Elko) gekoppelt. Wird Spannung an den fertig aufgebauten Bausatz gelegt, fängt dieser sofort zu schwingen an. Abwechselnd öffnen und schließen die beiden Transistoren. Wenn T1 offen ist, dann ist T2 geschlossen und umgekehrt. Die Leuchtdauer läßt sich über die RC-Kombinationen (R1, C1 und R2, C2) einfach berechnen. $t = \ln 2 * R * C$ (bzw. $t_1 = \ln 2 * R_1 * C_1$ oder $t_2 = \ln 2 * R_2 * C_2$) "ln" ist der natürliche Logarithmus. "ln 2" ist ungefähr 0,7 man kann in die oben angeführten Formeln anstelle von ln 2 die Zahl 0,7 (genauer 0,69315) einsetzen. Daraus ergibt sich die neue Formel $t = 0,7 * R * C$ Es gibt aber noch weitere Punkte zu beachten. Der Widerstand ist in Ohm und die Kapazität in Farad einzugeben. (4,7 k Ohm = 4700 Ohm und 100 µF = 0,0001 F)

BEISPIEL 1:

Es soll für den Bausatz Type 005 die Leuchtdauer der roten bzw. grünen Leuchtdiode berechnet werden.

$$t_1 = t_2 = \ln 2 * R_1 * C_1 = 0,69315 * 4700 * 0,0001 = 0,33 \text{ s}$$

BEISPIEL 2:

Es soll der Taktgeber (Type 005) mit einer Frequenz von 1 Hz schwingen. (Die Leuchtdauer je Leuchtdiode beträgt demnach 0,5 Sekunden) Es ist einfacher die Kapazität zu wählen (100µF) und den Widerstand zu berechnen eventuell Trimmpoti auf genauen Wert einstellen, als umgekehrt. Die Widerstandsabstufungen sind günstiger und veränderbare Elkos gibt es nicht.

$$t = \ln 2 * R * C \quad R = \frac{t}{\ln 2 * C}$$

$$R = \frac{0,5}{0,69315 * 0,0001}$$

$$R = 7213 \text{ Ohm} \quad \dots \text{ nächster Normwert beträgt } 6,8 \text{ k Ohm}$$

SCHALTUNGSBESCHREIBUNG:

Beginnen wir damit, dass T1 geschaltet hat, also zwischen Kollektor und Emitter ein Kurzschluß besteht. Der Kondensator C2 wird mit seinem Pluspol auf Nullpotential, auch Masse bezeichnet, gelegt. Wenn man weiters berücksichtigt, dass der Kondensator auf Grund seines letzten Zustandes aufgeladen ist, dann wird die Basis des T2 plötzlich ins Minus gezogen ... der Transistor T2 ist in diesem Moment hochohmig, so als sei ein geöffneter Schalter statt des Transistors eingebaut. Im selben Augenblick beginnt sich der Kondensator C2 über den Widerstand R2 zu entladen bzw. verkehrt aufzuladen. Ist der Kondensator C2 soweit aufgeladen, dass die Basis des T2 positiv wird, dann beginnt T2 kurzzuschließen und läßt die Wirkung von T1 auf T2 springen. Aufgrund der im Transistor wirkenden Diode (zwischen Basis und Emitter ist auch im Transistorsymbol enthalten) kann die Basisspannung nie über ca. +1 Volt ansteigen. Man sieht, dass eine Wechselbeziehung zwischen den beiden Schalterstufen besteht. Die Zustände sind genau wirkungsverkehrt die Leuchtsignale leuchten abwechselnd. Werden gleiche Bauteile verwendet, dann ist die Leuchtdauer der beiden Leuchtdioden gleich. Werden die Widerstände oder Kapazitäten zueinander verändert, dann verändern sich im gleichen Maße auch die Einschaltzeiten.

