

Selbstverständlich liegt beim Einsatz des Bausteines 8038 als Rechteckgenerator an dem Ausgang Q2 eine Dreiecksspannung, deren Verlauf von der Einstellung der Widerstände R1 und R2 abhängt. Am Ausgang Q3 tritt aber nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen eine Spannung auf, deren Verlauf als sinusförmig bezeichnet werden kann.

9.5.3 Baustein 8038 als Dreieckgenerator

Bei der Beschaltung des Bausteines 8038 entsprechend Bild 9.61, kann auch die am Ausgang Q2 auftretende Dreiecksspannung voll genutzt werden. Mit R1 wird die Anstiegszeit t_1 und mit R1 und R2 die Abfallzeit t_2 eingestellt. Bei $R_1 = R_2$ ist auch $t_1 = t_2$. Es liegt dann also ein gleichschenkliger, dreieckförmiger Verlauf vor. Je unterschiedlicher die eingestellten Widerstandswerte von R1 und R2 sind, desto mehr nähert sich die Ausgangsspannung U_{O2} einer Sägezahnspannung.

Am Ausgang Q2 tritt eine Mischspannung auf. Die Dreiecksspannung ist dabei einer Gleichspannung überlagert, die jeweils $U_B/2$ beträgt. Durch Anschluß eines Kondensators ausreichender Größe an Q2 kann dieser Gleichspannungsanteil jedoch in einfacher Weise abgetrennt werden, ohne daß dadurch der Kurvenverlauf wesentlich beeinflusst wird. Die erzeugte Amplitude der Dreiecksspannung liegt bei etwa $U_{ss} \approx 1/3 U_B$.

Obwohl der Baustein zur Erzeugung von Frequenzen bis 1 MHz eingesetzt werden kann, treten bei Frequenzen ab etwa 100 kHz doch deutlich sichtbare Unlinearitäten beim Verlauf der Dreiecksspannungen auf.

9.5.4 Baustein 8038 als Sinusgenerator

Bei dem Baustein 8038 wird die Sinusspannung durch ein internes Sinusfunktionsnetzwerk aus der erzeugten Dreiecksspannung gewonnen. Ein sinusförmiger Verlauf kann daher nur auftreten, wenn die Dreiecksspannung auf $t_1 = t_2$ bzw. die Rechteckspannung auf $t_1 = t_p$ eingestellt wird. Es ist daher in jedem Fall ein Feinabgleich erforderlich, der bei einer Beschaltung des Bausteines entsprechend der Ausführung B in Bild 9.60 möglich ist. In Bild 9.62 ist ein Generator dargestellt, der zur Erreichung eines möglichst sinusförmigen Verlaufs der Ausgangsspannung beschaltet ist.

Der Sinusgenerator hat zwei Frequenzbereiche, die durch den Schalter S1 umgeschaltet werden. Innerhalb dieser Bereiche erfolgt die Frequenzeinstellung durch R1.

Bereich 1: (S1 offen) $f_{min} \approx 550 \text{ Hz}$ bis $f_{max} \approx 50 \text{ kHz}$

Bereich 2: (S2 geschlossen) $f_{min} \approx 10 \text{ Hz}$ bis $f_{max} \approx 950 \text{ Hz}$

Die einstellbaren Widerstände R6 und R7 wirken auf das interne Sinusfunktionsnetzwerk. Durch Abgleich läßt sich der sinusförmige Verlauf im oberen und unteren Bereich verbessern. Zur optimalen Einstellung des sinusförmigen Verlaufes muß zunächst der Trimmer R2 so eingestellt werden, daß am Ausgang Q1 das Impuls-Pausen-Verhältnis $t_1/t_p = 1$ wird. Selbstverständlich kann aber auch die Dreiecksspannung am Ausgang Q2 für diese Einstellung herangezogen werden, in dem $t_1 = t_2$ eingestellt wird. Danach läßt sich der sinusförmige Verlauf der Ausgangsspannung an Q3 mit Hilfe der Trimmer R6 und R7 weiter verbessern. Diese optimale Ein-

Diese Verschlechterung ist aber meistens so gering, daß sie auf dem Bildschirm kaum sichtbar ist.

Die erzeugte Sinusspannung hat eine Amplitude, die in der Regel geringfügig kleiner als $U_{ss} \approx 1/4 U_B$ ist. Sie liegt bei $U_B = +20 \text{ V}$ etwas bei $U_{ss} = 4,6 \text{ V}$ bzw. $U_{eff} = 1,6 \text{ V}$. Diese Wechselspannung ist dann jedoch einer Gleichspannung $U_B/2$ überlagert. Dieser Gleichspannungsanteil kann wieder durch einen Kondensator ausreichender Größe am Ausgang Q3 abgetrennt werden.

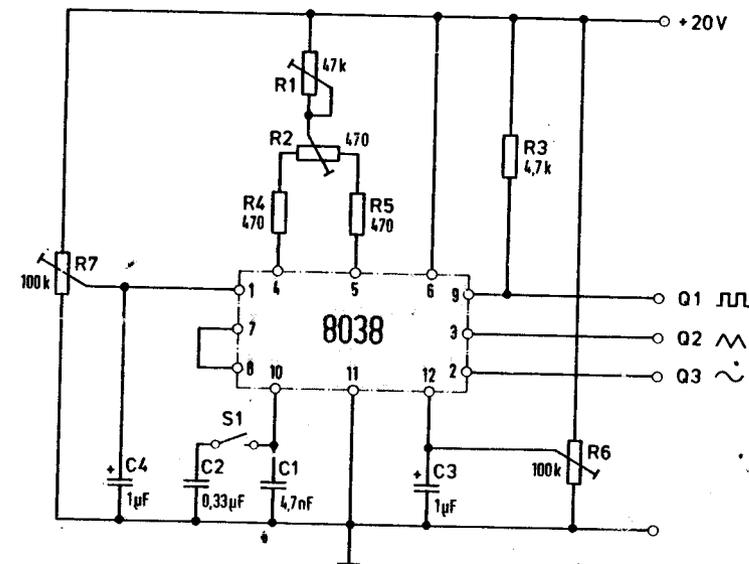
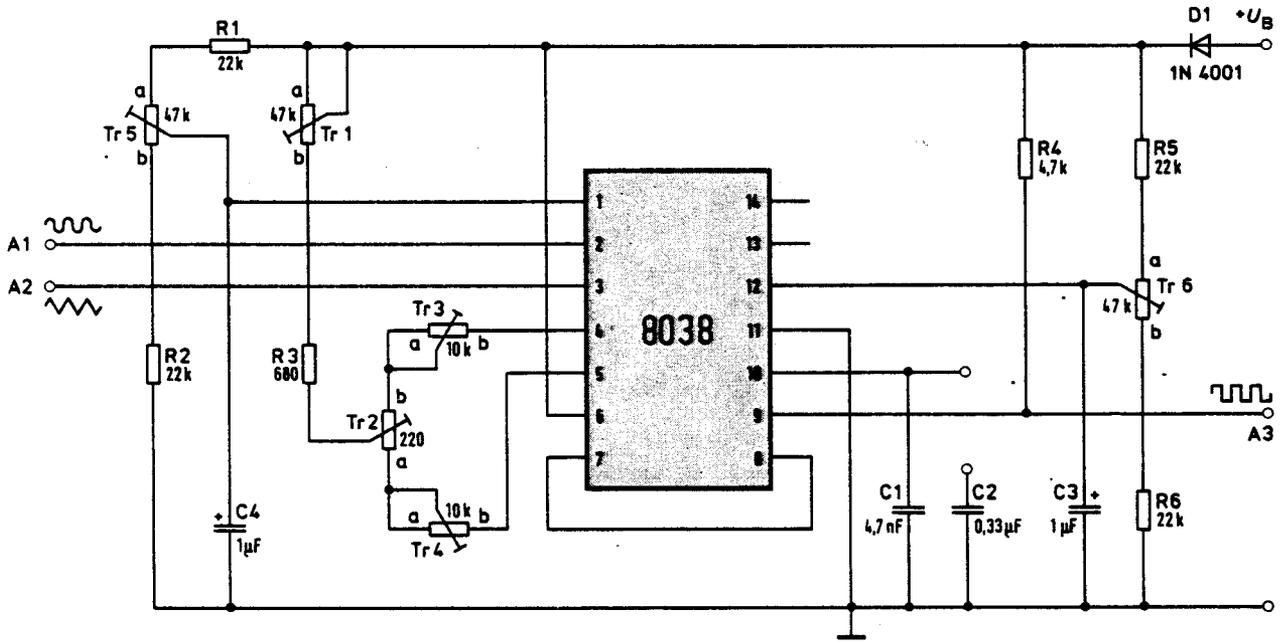


Bild 9.62 Sinusgenerator mit Baustein 8038

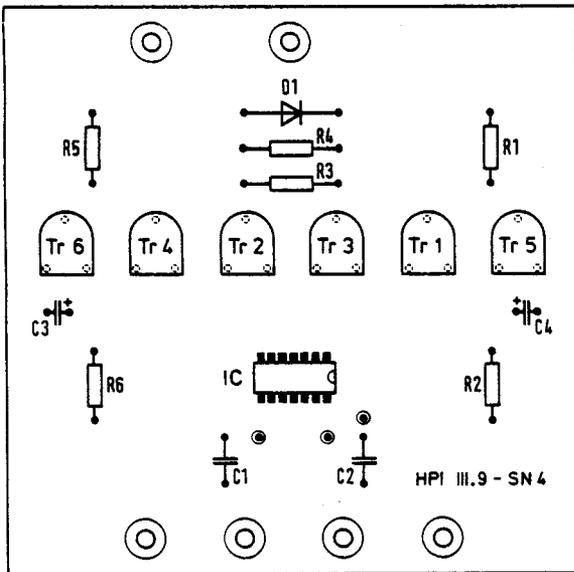
Gegenüber den in Kapitel 9.4 beschriebenen Sinusgeneratoren, zeichnet sich ein Sinusgenerator mit dem Baustein 8038 durch seinen unkomplizierten Aufbau und die Möglichkeit der Frequenzvariation in einem großen Bereich durch nur einen veränderbaren Widerstand aus. Bei hohen Anforderungen an den sinusförmigen Verlauf tritt jedoch der Nachteil auf, daß die Ausgangsspannung durch zusätzlichen Abgleich mehrerer Trimmer der idealen Sinusform zwar angenähert, aber nie vollkommen erreicht werden kann. Bei sorgfältigem Abgleich sind die Abweichungen jedoch so gering, daß sie sich bei den meisten Anwendungsfällen nicht negativ bemerkbar machen.

Lehrgang: III	GRUNDSCHALTUNGEN DER ELEKTRONIK	Schaltung:
Blatt: 1 zu III.9-SN4*	Funktionsgenerator mit 8038	III.9-SN4

Schaltplan



Bestückungsplan



Erforderliche Geräte

- 1 Gleichspannungsquelle + 20 V
- 1 Oszilloskop

Schaltungs- und Versuchsbeschreibung

Der Funktionsgenerator ist mit dem Baustein 8038 aufgebaut. Erzeugt werden sinus-, dreieck- und rechteckförmige Spannungen, die an den drei getrennten Ausgängen A1, A2 und A3 zur Verfügung stehen. Die Frequenz, das Impuls-Pausen-Verhältnis bzw. die Anstiegs- und Abfallzeiten sind in Grenzen einstellbar.

- Folgende Versuche lassen sich durchführen:
1. Arbeitsweise als Rechteckgenerator
 2. Arbeitsweise als Dreieckgenerator
 3. Arbeitsweise als Sinusgenerator

Andererseits kann es aber auch erwünscht sein, das Impuls-Pausen-Verhältnis in einem weiten Bereich zu ändern. Bild 9.60 zeigt zwei mögliche Ausführungen einer Beschaltung des Funktionsgenerators 8038.

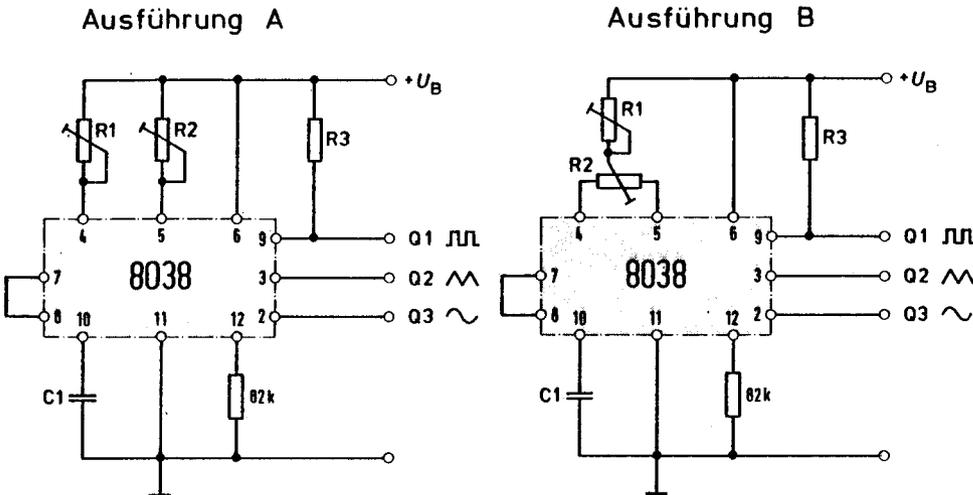


Bild 9.60 Externe Beschaltung des Funktionsgenerators 8038

Bei beiden Schaltungsausführungen wird die Frequenz der erzeugten Spannungen durch die Widerstände R1 und R2 sowie durch den Kondensator C1 bestimmt. Bei der Ausführung A hängt die Anstiegszeit der Dreiecksspannung von der Einstellung des Widerstandes R1 ab. Die Abfallzeit wird dagegen sowohl von der Einstellung des R2 als auch des R1 bestimmt. Da die Rechteckspannung aus der Dreiecksspannung gewonnen wird, kann mit R1 die Impulsdauer t_i , und mit R1 und R2 die Impulspause t_p eingestellt werden. Jede Veränderung der Einstellung, schon eines der beiden Widerstände, führt daher zwangsläufig sowohl zu einer Änderung des Impuls-Pausen-Verhältnisses als auch der erzeugten Frequenz.

Aufgrund der internen Spannungs- und Stromverhältnisse ergibt sich eine recht umfangreiche Gleichung für die Berechnung der erzeugten Frequenz. Sie vereinfacht sich jedoch ganz erheblich für den Fall, daß R1 und R2 auf gleiche Werte eingestellt sind. Für diesen Fall gilt dann

$$f_o \approx \frac{0,3}{R \cdot C} \quad (\text{für Ausführung A}),$$

wobei $R = R_1 = R_2$ gesetzt werden muß. Das Impuls-Pausen-Verhältnis liegt dann bei der Einstellung $R_1 = R_2$ etwa bei $t_i/t_p \approx 1$.

Mit der Annahme $R_1 = R_2$ und der dabei geltenden Gleichung können die R- und C-Werte für eine gewünschte Frequenz überschlägig ermittelt werden. Die genaue Dimensionierung für einen vorgegebenen Frequenzbereich muß aufgrund praktischer Versuche erfolgen.

Bei der Ausführung B lassen sich die Frequenz und das Impuls-Pausen-Verhältnis weitgehend unabhängig voneinander einstellen, sofern $R_2 \ll R_1$. Mit R1 wird die Frequenz und mit R2 das Impuls-Pausen-Verhältnis verändert. In der Regel dient R2 aber nur zu einem Feinabgleich auf $t_i/t_p = 1$ und wird dementsprechend klein gegenüber R1 gewählt.

Sofern R2 gegenüber R1 vernachlässigbar klein ist, gilt die Gleichung:

$$f_o \approx \frac{0,15}{R_1 \cdot C}$$

Soll das Verhältnis t_i/t_p bei der Ausführung B in einem größeren Bereich verändert werden können, so muß R2 größer im Verhältnis zu R1 werden. Dann gilt jedoch die angegebene Gleichung nicht mehr. Es ist daher auch bei der Ausführung B zweckmäßig, die für einen bestimmten Frequenzbereich und eine bestimmte Variation von t_i/t_p erforderlichen Widerstandswerte durch praktische Versuche zu ermitteln.

Bild 9.61 zeigt einen Rechteckgenerator mit dem Baustein 8038, der entsprechend Ausführung A beschaltet wurde.

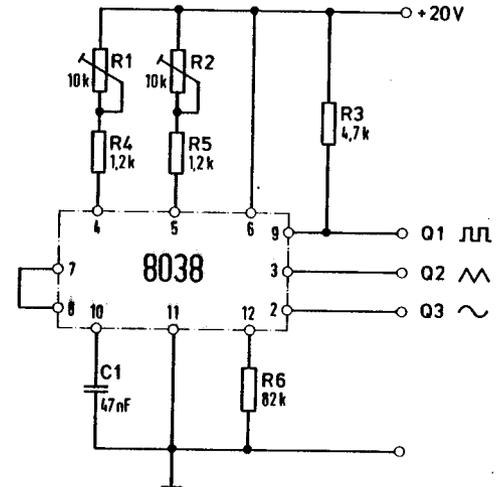


Bild 9.61 Rechteckgenerator mit Baustein 8038

Der Generator nach Bild 9.61 ist so dimensioniert, daß sich bei $R_1 = R_2 = 0 \Omega$ eine Frequenz $f_{max} \approx 5 \text{ kHz}$ und bei $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ eine Frequenz $f_{min} \approx 550 \text{ Hz}$ einstellt. Der jeweils mögliche Einstellbereich für t_i/t_p hängt von der eingestellten Frequenz ab. Im Grenzbereich kann t_p so groß werden, daß die Schwingung völlig aussetzt.

Die am Ausgang Q1 (Anschluß 9) auftretende Rechteckspannung hat eine Amplitude, die stets etwas geringer als die Betriebsspannung U_B ist. Als Lastwiderstand wurde mit $R_3 = 4,7 \text{ k}\Omega$ ein mittlerer Wert gewählt. Der Widerstand $R_6 = 82 \text{ k}\Omega$ ist lediglich für die Erzeugung der Sinusspannung erforderlich.

Von Vorteil kann bei dem Baustein 8038 sein, daß der Rechteckausgang (9) auch an eine getrennte Betriebsspannung gelegt werden kann. Dann können bei $U_{B(9)} = +5 \text{ V}$ und entsprechender Dimensionierung von R3, TTL-Schaltungen direkt vom Ausgang Q1 angesteuert werden.

bare Frequenzbereich erheblich erweitern. Es müssen dann aber Doppelpotentiometer mit einem großen Gleichlauf im gesamten Widerstandsbereich eingesetzt werden. Selbstverständlich kann bei dieser Schaltung zur Frequenzänderung auch ein Doppel-Drehkondensator verwendet werden, der aber nicht nur erheblich größer, sondern auch erheblich teurer als ein Doppelpotentiometer ist.

Der Generator nach Bild 9.58 wird mit $U_B = +12V$ betrieben. Durch einen Spannungsteiler ($1\text{ k}\Omega - 1\text{ k}\Omega$) wird eine Mittelpunktspannung $U_M = +6V$ geschaffen. Um diesen Gleichspannungsanteil vom Ausgang Q abzutrennen, liegt ein Kondensator $C = 10\text{ }\mu\text{F}$ zwischen dem Ausgang des OPs und dem Ausgang der Schaltung.

Der Wien-Robinson-Generator schwingt sehr sicher an. Sofern nicht besonders hohe Anforderungen gestellt werden, ist der Verlauf ausreichend genau sinusförmig. Da bezüglich der Wahl der Widerstands- und Kapazitätswerte der Brückenschaltung keine Beschränkung besteht, kann der Wien-Robinson-Generator zur Erzeugung von Frequenzen im Bereich von wenigen Hertz bis ca. 200 kHz ohne besondere Schwierigkeiten eingesetzt werden.

9.5 Funktionsgeneratoren

Als Funktionsgeneratoren werden Signalgeneratoren bezeichnet, die mindestens zwei verschiedene Ausgangsspannungen mit jeweils unterschiedlichem Verlauf erzeugen. Sie werden in der Regel als kompakte Geräte angeboten und den Meßgeräten zugeordnet. Einfachere Ausführungen liefern Sinusspannungen und Rechteckspannungen mit $t_r/t_p = 1$. Bei höherwertigen Generatoren kann das Impuls-Pausen-Verhältnis sowie die Anstiegs- und Abfallzeit einer Dreiecksspannung zusätzlich variiert werden. Der meistens größere Frequenzbereich ist sowohl in Stufen als auch kontinuierlich einstellbar. Die technische Konzeption dieser bereits recht aufwendigen und teuren Meßgeräte unterscheidet sich von Hersteller zu Hersteller erheblich.

Zum Aufbau von Funktionsgeneratoren stehen heute aber auch bereits integrierte Bausteine zur Verfügung, die gleichzeitig Sinus-, Rechteck- und Dreiecksspannungen erzeugen. Erforderlich ist dafür nur noch eine einfache externe Beschaltung mit wenigen Widerständen und Kondensatoren als zeitbestimmende Glieder. Ein Baustein dieser Art ist z. B. der integrierte Funktionsgenerator mit der Baureihenbezeichnung 8038 (Fa. Intersil).

9.5.1 Funktionsgenerator 8038

Der Funktionsgenerator 8038 wird in einem 14poligen Dual-in-line-Gehäuse geliefert. Die Anschlußbelegung ist in Bild 9.59 angegeben.

Der Baustein 8038 kann mit einer Betriebsspannung $U_B = +10V$ bis $U_B = +30V$ betrieben werden. Es ist jedoch auch eine symmetrische Spannungsversorgung mit $U_B = \pm 5V$ bis $U_B = \pm 15V$ möglich. Die Frequenz der erzeugten Spannungen läßt

ca. 0,001 Hz bis ca. 1 MHz einstellen. Die Frequenz ist sehr stabil über einen weiten Temperatur- und Spannungsbereich. Die erzeugte Sinusspannung liegt an Anschluß 2, die Rechteckspannung an Anschluß 9 und die Dreiecksspannung an Anschluß 3.

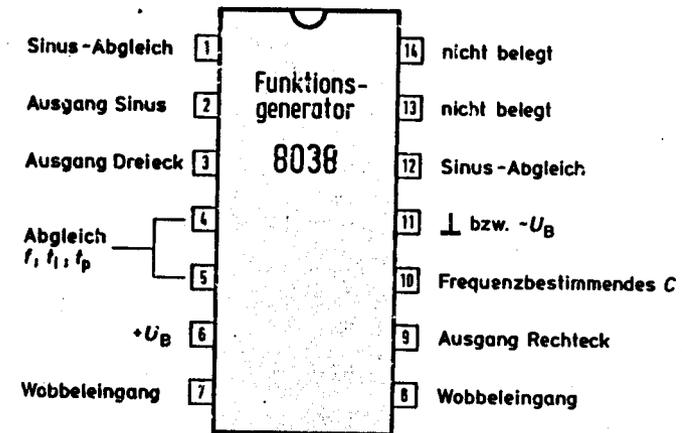


Bild 9.59 Anschlußbelegungen des Funktionsgenerators 8038

Der Funktionsgenerator 8038 enthält insgesamt 51 Transistorfunktionen, 4 Dioden sowie zahlreiche integrierte Widerstände. Wie diese intern zusammenarbeiten, ist für den Praktiker ohne Bedeutung. Erzeugt wird zunächst eine sehr lineare Dreiecksspannung, indem ein extern anzuschließender Kondensator (Anschluß 10) über Konstantstromquellen aufgeladen und entladen wird. Die Umschaltung erfolgt durch zwei Komparatoren, die hier als spannungsgesteuerte Schalter die gleiche Funktion erfüllen wie der Schmitt-Trigger bei den in Kapitel 9.2.3 beschriebenen Generatoren. Die erzeugte Dreiecksspannung wird über einen Treiber verstärkt an den Anschluß 3 geführt. Durch ein Sinusfunktions-Netzwerk, auf das hier nicht näher eingegangen wird, wird die Dreiecksspannung dann in eine Sinusspannung umgeformt. Diese liegt an Anschluß 2. Die Rechteckspannung wird durch ein bistabiles Kippglied erzeugt, das von den Komparatoren angesteuert wird. Ebenfalls über einen Treiber steht die Rechteckspannung dann an Anschluß 9 zur Verfügung.

Obwohl an den drei Ausgängen stets gleichzeitig eine dreieckförmige, eine sinusförmige und rechteckförmige Spannung mit gleicher Frequenz liegt, gibt es unterschiedliche Möglichkeiten bei der externen Beschaltung, um eine dieser erzeugten Spannungen bestimmten Forderungen optimal anzupassen.

9.5.2 Baustein 8038 als Rechteckgenerator

Bei einem Rechteckgenerator kann z. B. die Forderung bestehen, daß das Impuls-