

## Funktionsgenerator mit sehr großem Einsatzfrequenzbereich

### Grenzwerte

Parameter	Kurzzeichen	min.	max.	Einheit
Betriebsspannung	$U_{S+}$	- 0,3	6	V
	$U_{S-}$	- 6	0,3	V
Strom in jeden Anschluß	$I_X$	-50	50	mA
Verlustleistung bis 70 °C für Plastik-DIP	$P_{tot}$		889	mW

### Kennwerte ( $\partial_A = 25\text{ °C}$ , $U_{S+} = 5\text{ V}$ , variable Spannungen 0 V)

Parameter	Kurzzeichen	min.	typ.	max.	Einheit
Betriebsspannungen	$U_S$	4,75	5	5,25	V
Stromaufnahme	$I_{S+}$		35	45	mA
	$I_{S-}$		45	55	mA
Einsatzfrequenz	$f_O$	20	40		MHz
Ausgangswiderstand	$R_a$		0,1	0,2	$\Omega$
Ausgangskurzschlußstrom	$I_K$		40		mA
Ausgangsspannung an 100 $\Omega$	$U_S$	1,9	2	2,1	$V_{SS}$
Klirrfaktor	k		1,5		%
Anstiegszeit	$t_r$		12		ns
Abfallzeit	$t_f$		12		ns
Tastverhältnis	TV	47	50	53	%
L-Spannung an Pin 14 bei $I_{14} = -3,2\text{ mA}$	$U_{14L}$		0,3	0,4	V
H-Spannung an Pin 14 bei $I_{14} = 0,4\text{ mA}$	$U_{14H}$	2,8	3,5		V
Referenzspannung	$U_{Ref}$	2,48	2,5	2,52	V
TK der Referenzspannung	$TK_{Ref}$		20		ppm/K
Line-Regelung	$U_{Ref}/U_{S+}$		1	2	mV

### Kurzcharakteristik

- Dreieck-, Sägezahn-, Sinus-, Rechteck- und Pulssignal
- Frequenzbereich 0,1 Hz ... min. 20 MHz/max. 40 MHz
- Frequenz und Tastverhältnis unabhängig einstellbar
- Tastverhältniseinstellung von 15 % bis 85 %
- Wobbelbereich bis 350:1
- Ausgangsstufe mit sehr niedrigem Innenwiderstand
- Sinusspannung mit niedrigem Klirrfaktor
- geringe Temperaturdrift
- 20poliges DIP/SO-Gehäuse
- vielseitige Anwendungsmöglichkeiten

### Interner Aufbau und Grundbeschtung

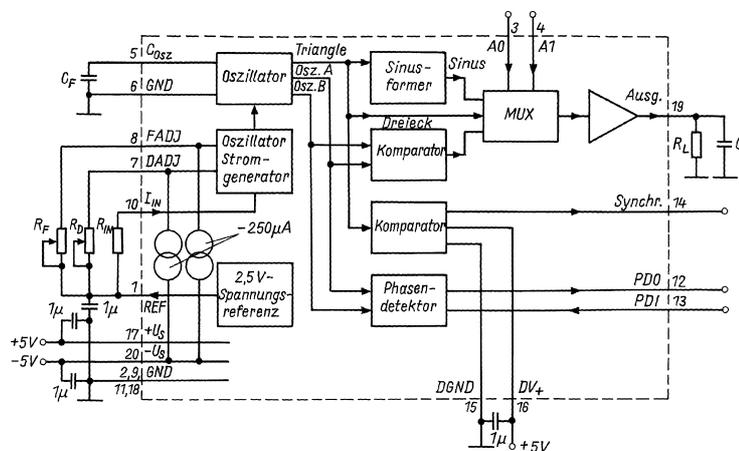


Bild 1: Übersichtsschaltplan und grundsätzliche Beschtung

### Anschlußbelegung

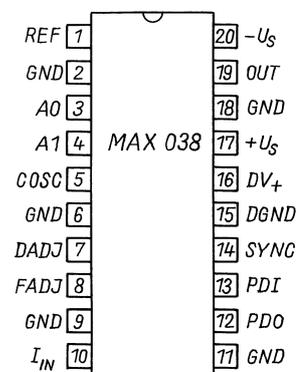
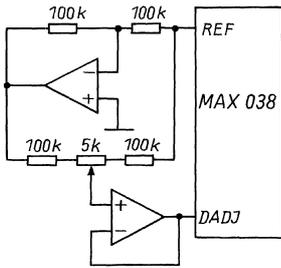


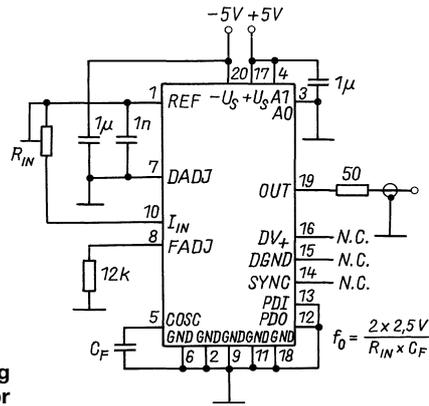
Bild 2: Pinbelegung

## Beschaltung für Sinusgenerator



**Bild 3: Erweiterte Beschaltung zur Minimierung des Klirrfaktors**

**Bild 4: Anwendungsschaltung als einfacher Sinusgenerator**



## Beschreibung

Der MAX 038 ist ein Präzisions-Funktionsgenerator mit bisher unbekanntem großem Frequenzbereich. Die Ausgangsfrequenz kann in einem garantierten Bereich von 0,1 Hz bis 20 MHz mit einer internen 2,5-V-Referenz und einer externen Widerstands/Kapazitäts-Kombination festgelegt werden. Das Tastverhältnis läßt sich mit einer Steuerspannung von -2,3 V bis 2,3 V in einem weiten Bereich einstellen, wobei die Frequenz konstant bleibt.

Die gewünschte Wellenform läßt sich über zwei TTL-Eingänge bestimmen. Bei L-Signalen an den Pins 3 und 4 wird das Rechtecksignal ausgegeben, bei H-Pegel an Pin 3 und L-Pegel an Pin 4 das Dreiecksignal und bei H-Pegel an Pin 4 die Sinuswelle. In jedem Fall erhält man ein massensymmetrisches Signal mit  $U_{SS} = 2\text{ V}$  (Spitze-Spitze-Wert). Der niederimpedante Ausgang kann  $\pm 20\text{ mA}$  liefern. Der MAX 038 benötigt nominell eine Versorgungsspannung von  $\pm 5\text{ V}$ .

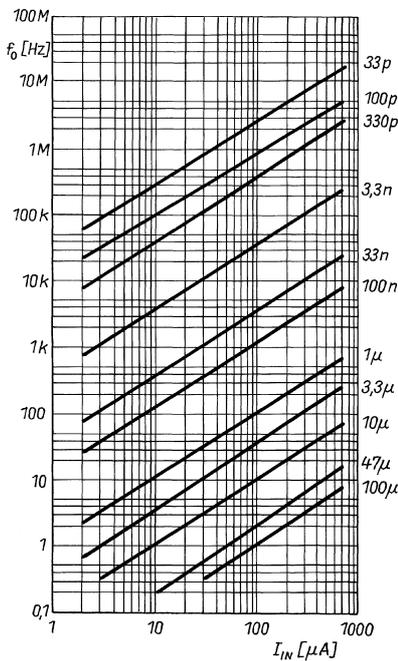
Bild 1 zeigt den internen Aufbau. Der Ursprung der Signale liegt links oben im Oszillator, der ein Dreiecksignal erzeugt.  $C_F$  und  $R_{IN}$  legen den Frequenzbereich fest;  $R_F$  dient zur Frequenzvariation. Dieses Potentiometer beeinflusst, ausgehend von der internen 2,5-V-Referenz, durch Stromsteuerung die Oszillatorfrequenz. In gleicher Weise wirkt auch  $R_D$ , das Potentiometer zur Veränderung des Tastverhältnisses. Frequenz und Tastverhältnis können unabhängig voneinander durch Verändern von Strom, Spannung oder Widerstand eingestellt werden.

Ausgehend vom Dreiecksignal, erfolgt die Sinus- und Rechteckbildung in konventionellen Baugruppen. Mit einem elektronischen Umschalter wird das gewünschte Signal gewählt und per Puffer an den Ausgang, Pin 19, übertragen.

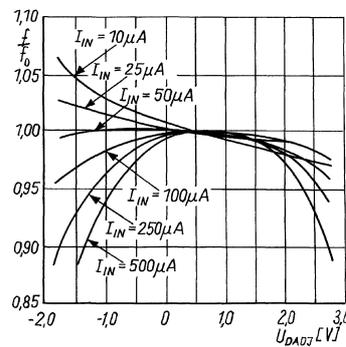
SYNC-Ausgang sowie Aus- und Eingang eines Phasendetektors (Pins 12 und 13) sind ebenfalls vorhanden, um die Zusammenarbeit mit einer externen Signalquelle zu vereinfachen. Der TTL-kompatible SYNC-Ausgang liefert immer ein Tastverhältnis von 0,5. Der interne Oszillator läßt sich durch einen externen TTL-Takt am Pin 13 synchronisieren.

Der MAX 038 wird im 20poligen Plastik-DIP (Bild 2), SMD-Breitgehäuse oder als Nacktchip geliefert.

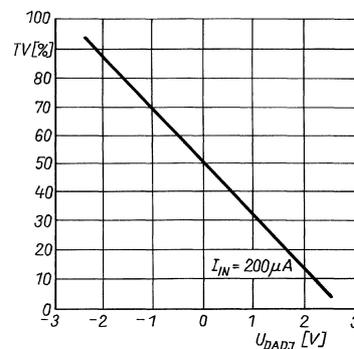
## Wichtige Diagramme



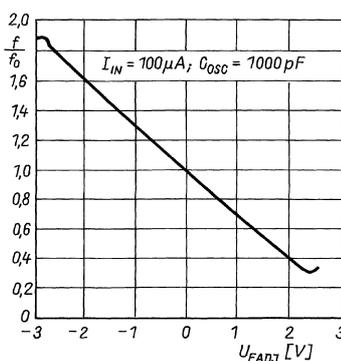
**Bild 5: Abhängigkeit der Frequenz vom Strom in Pin 10 mit  $C_F$  als Parameter**



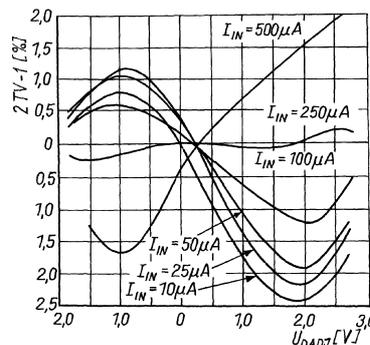
**Bild 7: Frequenzabhängigkeit von  $U_{DADJ}$**



**Bild 8: Tastverhältnis-Abhängigkeit**



**Bild 6: Frequenzabhängigkeit von  $U_{DADJ}$**



**Bild 9: Tastverhältnis-Linearität**

## Praktische Hinweise für den Anwender

Die Frequenzänderung erfolgt durch Stromsteuerung. Der frequenzbestimmende Strom in Pin 10 darf zwischen  $2 \mu\text{A}$  und  $750 \mu\text{A}$  liegen; dies ergibt mehr als zwei Dekaden Frequenzvariation bei jedem zulässigen Wert für  $C_F$ . Legt man an Pin 10 eine Spannung zwischen  $-2,4 \text{ V}$  und  $2,4 \text{ V}$ , kann damit die Frequenz um  $\pm 70 \%$  verändert werden. Ebenso ist das Tastverhältnis typisch zwischen etwa  $5 \%$  und  $90 \%$  veränderbar.

Liegt Anschluß 8 auf Masse, erhält man die Ausgangsfrequenz (in MHz), indem man den Strom in Pin 10 (in  $\mu\text{A}$ ) durch den Wert von  $C_F$  (in pF) dividiert. Besonders gutes Verhalten garantieren dabei Stromwerte zwischen  $10$  und  $400 \mu\text{A}$ .  $100 \mu\text{A}$  bewirken minimale Temperaturabhängigkeit und geringste Rückwirkung von Tastverhältnisänderungen. Die Kapazität von  $C_F$  darf Werte zwischen  $20 \text{ pF}$  und  $100 \mu\text{F}$  annehmen. Bei solchen bis zu einigen zehn Pikofarad sollte man auf geringe Streukapazitäten achten, die Leitung zu Pin 5 also

nicht zu dicht benachbart zu anderen führen.

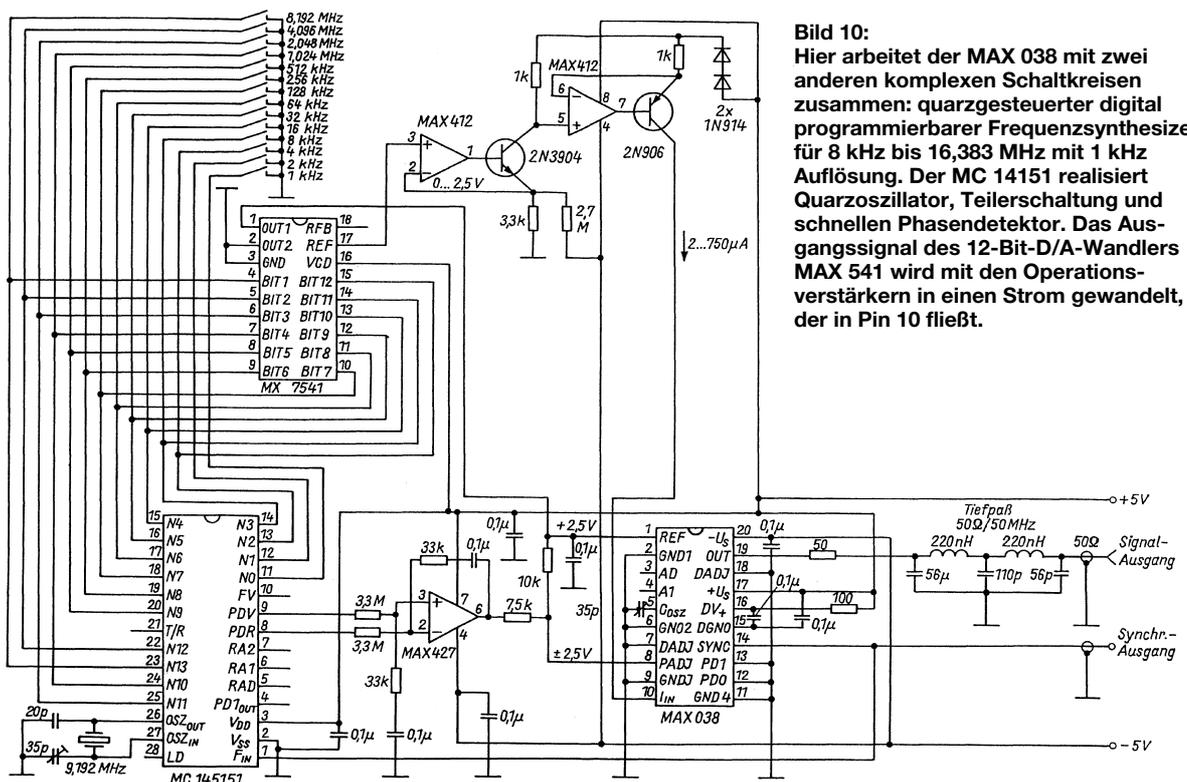
Oszillation über  $20 \text{ MHz}$  ist möglich; allerdings leidet dann die Qualität der Signale. Ist  $C_F$  ein Elektrolytkondensator, muß infolge des Leckstroms gleichfalls mit einer Verschlechterung der Signalqualität gerechnet werden. Man sollte daher auch für niedrige Frequenzen ungepolte Kondensatoren bevorzugen. Läßt sich das nicht verwirklichen, ist der Pluspol des Kondensators an Masse zu legen, weil die Spannung an Pin 5 liegt im Bereich  $-1 \dots 0 \text{ V}$  liegt.

Der Strom in Pin 10 gelangt an die virtuelle Masse eines stark gegengekoppelten Operationsverstärkers mit weniger als  $2 \text{ mV}$  Offsetspannung. Benutzt man zum Erzeugen dieses Stroms eine externe Spannung und einen Widerstand, ergibt sich der Strom somit sehr genau nach dem Ohmschen Gesetz. Die Ausgangsfrequenz ist dann direkt proportional zur Spannung. Daraus leitet sich eine sehr günstige Wobbelmöglichkeit ab.

Die Betriebsbandbreite des internen Operationsverstärkers liegt bei  $2 \text{ MHz}$ . Auch über Pin 8, das grundsätzlich der Feineinstellung dient, läßt sich die Ausgangsfrequenz wobbeln. An diesem Anschluß liegt intern eine Stromquelle; somit gilt für eine Beschaltung mit Widerstand  $R$  und externer Spannung  $U$ :  $R = (U - U_8) / 0,25 \text{ mA}$ . Wird Pin 8 nicht genutzt und Wert auf bestes Betriebsverhalten gelegt, so ist ein  $12\text{-k}\Omega$ -Widerstand gegen Masse zu schalten. Für Pin 7 gilt sinngemäß das gleiche wie für Pin 8.

Abschließend noch etwas zur Nutzung der Pins 12, 13 und 14. Die steigende Flanke am Ausgang SYNC erscheint zeitgleich mit dem ansteigenden Nulldurchgang von Sinus- und Dreieck-Ausgangssignal bzw. in der Mitte des positiven Rechteckimpulses. Weil Pin 14 ein High-Speed-Ausgang ist, kann sich durch Verkopplungen im Ausgangssignal an Pin 19 ein Nadelimpuls bilden. Eine IS-Fassung verstärkt diesen Effekt.

## Schaltungsapplikation mit dem MAX 038 als Basis



**Bild 10:** Hier arbeitet der MAX 038 mit zwei anderen komplexen Schaltkreisen zusammen: quartzesteuerter digital programmierbarer Frequenzsynthesizer für  $8 \text{ kHz}$  bis  $16,383 \text{ MHz}$  mit  $1 \text{ kHz}$  Auflösung. Der MC 14151 realisiert Quarzoszillator, Teilerschaltung und schnellen Phasendetektor. Das Ausgangssignal des 12-Bit-D/A-Wandlers MAX 541 wird in den Operationsverstärkern in den Strom gewandelt, der in Pin 10 fließt.