

Multi-Funktions-Generator MFG 9001

Der neue 20 MHz-Funktionsgenerator MFG 9001 präsentiert sich als Nachfolger des seit Jahren bewährten MFG 9000 mit verbesserten technischen Daten und zusätzlichen Features. Besonders im Hinblick auf die Bedienung konnten durch die neue Prozessorsteuerung wesentliche Verbesserungen erzielt werden.

Allgemeines

Im Rahmen ständiger Produktverbesserungen finden sich auch für bereits gut etablierte Produkte wie den MFG 9000 ständig neue Ideen und Verbesserungsmöglichkeiten. Nach nunmehr 5 Jahren war es an der Zeit, den MFG 9000 grundlegend zu überarbeiten und durch eine Reihe neuer Features und Funktionen zu ergänzen. Der neue MFG 9001 läßt kaum noch Wünsche offen, die man an einen hochwertigen Labor-Generator stellt. Nachfolgend die wesentlichen Funktionsmerkmale in Kurzform:

- Kurvenformen: Sinus, Rechteck, Dreieck
- Symmetrieeinsteller für Sägezahn und Impuls, 50%-Taste für eine schnelle und einfache 50%-Einstellung
- Ausgangsspannungen bis max. 10 V_{ss} bei einfacher Amplitudeneinstellung durch direkte Skalierung in V
- Hervorragende Amplitudenstabilität über den gesamten Frequenzbereich durch die hohe Bandbreite der Endstufe
- DC-Offset im Bereich von ± 5 V

- DC-On/Off-Taste, wodurch die langwierige Nullpunkteinstellung entfällt
- Integrierter, eingangssynchroner Frequenzzähler sowohl für das Ausgangssignal als auch für externe Signale
- Frequenzzähler-Vorverstärker bis 80 MHz bei hervorragender Empfindlichkeit, mit AC- und DC-Kopplung sowie DC-Offseteinstellung
- Integrierte, prozessorgesteuerte Wobbelfunktion mit direkt einstellbarer Start-, Stop- und Wobbelfrequenz
- Digitale Einstellung der Ausgangsfrequenz über einen Inkrementalgeber und Bereichswahltasten
- Regelung der Ausgangsfrequenz auf den eingestellten Wert, kein „Weglaufen“ der Frequenz mehr
- 50Ω-, 600Ω-Signalausgang sowie Sync-Ausgang

Bedienung

Denkbar einfach ist die Bedienung des neuen MFG 9001, da die Bedienelemente übersichtlich nach Funktionsgruppen gegliedert auf der Frontplatte angeordnet sind.

Mit insgesamt 4 Potentiometern, 9 Tiptasten, 20 LEDs und einer 4stelligen LED-Anzeige lassen sich schnell und unkompliziert alle Signalparameter einstellen.

Signalform

Nach dem Einschalten mit dem Netzschalter „Power“ befindet sich das Gerät in der Funktion „Sinus“, was durch die unter „WAVEFORM“ angeordnete LED signalisiert wird. Eine Betätigung des daneben befindlichen Tasters wählt die Signalform „Rechteck“, ein weiteres Drücken die Signalform „Dreieck“ aus. Nochmaliges Betätigen führt wieder zur Kurvenform „Sinus“.

Mit Hilfe des Potis „Symmetry“ läßt sich das Tastverhältnis des Ausgangssignals im Bereich von 15 % bis 85 % variieren, z. B. für die Realisierung von Sägezahn- oder Impulssignalen. Besonders komfortabel ist dabei die Taste „50 %“, mit der ohne langwierige Einstellarbeiten schnell ein Tastverhältnis von 50 % erreicht wird. Aktiviert man die Signalform „Sinus“, stellt der MFG 9001 automatisch ein Tastverhältnis von 50 % ein.



Bild 1: Der MFG 9001 im Kunststoffgehäuse

Frequenz

Der MFG 9001 verfügt über folgende Frequenzbereiche, die mit Hilfe der Taster „Range“ auswählbar sind.

Bereich 1: 0,1 Hz bis 10 Hz
 Bereich 2: 10 Hz bis 1 kHz
 Bereich 3: 1 kHz bis 100 kHz
 Bereich 4: 100 kHz bis 10 MHz
 Bereich 5: 10 MHz bis 20 MHz

Die jeweilige Ausgangsfrequenz wird auf dem 4stelligen LED-Display des Frequenzzählers „Frequency Counter“ mit zugehöriger Einheit angezeigt. Im ausgewählten Frequenzbereich läßt sich die Ausgangsfrequenz mit dem Inkrementalgeber „Frequency“ einstellen. Dabei erfolgt die Veränderung in Abhängigkeit von der Drehgeschwindigkeit. Langsames Drehen verändert die Frequenz des letzten Digits der Anzeige, schnelles Drehen ruft größere Veränderungen hervor. Besonders komfortabel bei dieser digitalen Frequenzeinstellung ist, daß der Inkrementalgeber lediglich den Sollwert für die Frequenz vorgibt. Der Prozessor mißt die Ausgangsfrequenz, vergleicht diese mit dem eingestellten Sollwert und gibt die entsprechende Steuerspannung für den Generatorteil aus. So kann das lästige „Weglaufen“ der Frequenz, z. B. kurz nach dem Einschalten, vermieden werden.

Ausgangspegel

Die maximale Ausgangsspannung des MFG 9001 beträgt $10 V_{SS}$, entsprechend einer Amplitude von 5 V. Mit dem Einsteller „Amplitude“ ist ein Wert zwischen 0 und 5 einstellbar, dessen Multiplikator mit den 2 darüber befindlichen Tipptasten auswählbar ist. Soll beispielsweise eine Amplitude von 2 mV eingestellt werden, ist mit den Tipptasten der Multiplikator „x 1 mV“ auszuwählen. Anschließend wird das Poti auf „2“ gestellt.

Der MFG 9001 verfügt über insgesamt 3 Signalausgänge. Für den Einsatz in 50 Ω -Systemen ist der Ausgang „50 Ω “ vorgesehen, an dem das Signal mit einem Innenwiderstand von 50 Ω zur Verfügung steht. Zu

beachten ist, daß die Ausgangsspannung aufgrund des Innenwiderstandes von 50 Ω bei Abschluß mit 50 Ω exakt auf die Hälfte absinkt. Häufig wird die Einspeisung in Audiosysteme verlangt, wofür der MFG 9001 zusätzlich mit einer Cinch-Buchse ausgestattet ist, an der das Signal mit einem Innenwiderstand von 600 Ω ansteht. Der Ausgang „Sync. 50 Ω “ stellt für diverse Synchronisationszwecke ein Rechtecksignal mit einem Innenwiderstand von 50 Ω und TTL-Pegel zur Verfügung.

DC-Offset

Wird der Taster „DC On“ betätigt, besteht die Möglichkeit, zum Ausgangssignal einen DC-Offset zu addieren, dessen Höhe mit dem Poti „DC-Offset“ einstellbar ist. Eine weitere Betätigung des Tasters „DC On“ schaltet den DC-Offset wieder ab. Die Möglichkeit der Abschaltung des DC-Pegels wurde vorgesehen, um auch hier eine langwierige Einstellung des Nullpunktes bei Nichtbenötigung zu vermeiden.

Wobbelfunktion

Besonders komfortabel ist die Wobbelfunktion des MFG 9001 ausgeführt, da sich alle Wobbelparameter unabhängig voneinander einstellen lassen. Im Normalfall, d. h. die Wobbelfunktion ist nicht aktiviert, sind alle LEDs des Feldes „SWEEP“ erloschen.

Zur Aktivierung der Wobbelfunktion betätigt man den Taster im „SWEEP“-Feld, die LED f_{min} leuchtet auf. Mit dem Inkrementalgeber „Frequency“ stellt man die Startfrequenz, d. h. die minimale Frequenz des Wobbelbereiches, auf der Anzeige ein. Eine weitere Betätigung des Tasters schaltet auf f_{max} um. Jetzt ist die Stopfrequenz (maximale Frequenz des Wobbelbereiches) einstellbar. Nochmaliges Betätigen des Tasters aktiviert die LED f_{swp} , und die Wobbelfrequenz ist auf der Anzeige einstellbar. Nachdem jetzt alle Parameter der Wobbelfunktion eingestellt sind, führt eine weitere Betätigung des Tasters zum Aufleuchten der LED „swp. int.“, wodurch der Wobbelvorgang gestartet wird. Zum Abschalten der Wobbelfunktion betätigt man den Taster nochmals, wodurch man sich wieder im Ausgangszustand befindet, alle LEDs

sind erloschen. An der BNC-Buchse „Sweep Out“ steht die intern generierte sägezahnförmige Abstimmspannung für Synchronisationszwecke zur Verfügung. Die Wobbelung kann ebenfalls durch eine extern angelegte Sägezahnspannung vorgenommen werden, indem diese über die BNC-Buchse „Swp./FM In“ eingespeist wird. Beim Anlegen einer Signalspannung ist auf diese Weise ebenfalls eine externe Frequenzmodulation möglich. Beim Anlegen von Spannungen an diesen Eingang ist zu beachten, daß die vorher mit dem Inkrementalgeber eingestellte Signalfrequenz die Mittenfrequenz ist. Positive Spannungen am Eingang erhöhen die Ausgangsfrequenz, negative Spannungen verringern die Ausgangsfrequenz.

Frequenzzähler

Der Frequenzzähler des MFG 9001 wurde als eingangssynchroner Zähler ausgeführt. Dies hat den Vorteil, daß die Frequenzen langsamer Signale schnell mit hoher Auflösung meßbar sind. Bei der Verwendung des Zählers für interne Signale erfolgt die Einstellung des Zählers vollautomatisch.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, den MFG 9001 als vollwertigen Zähler auch für externe Signale zu nutzen. Betätigt man die Taste „Counter“ im Feld „FREQUENCY COUNTER“, leuchtet die daneben angeordnete LED „ext.“ auf. Jetzt ist der Zähler für die Zählung externer Signale bereit. Einfache Wechsellspannungssignale speist man für die Zählung am Eingang „AC“ ein, wobei die untere Grenzfrequenz zu beachten ist. Kompliziertere, mit einem DC-Offset überlagerte Signale, sollten am Eingang „DC“ eingespeist werden. So läßt sich mit dem Poti „DC-Offset“ eine exakte Anpassung an die Signalparameter vornehmen.

Die maximale Zählfrequenz für externe Signale liegt bei ca. 80 MHz, der Vorverstärker weist im gesamten Frequenzbereich eine Empfindlichkeit von ca. 20 mV_{eff} auf.

Eine Betätigung der Taste „Counter“ im Feld „FREQUENCY COUNTER“ schaltet wieder auf die Zählung interner Signale um, was durch das Aufleuchten der LED „int.“ signalisiert wird.

Funktion

Die preisgünstige Realisierung eines Funktionsgenerators mit den zuvor beschriebenen Leistungsmerkmalen ermöglichen u. a. das innovative Funktionsgenerator-IC MAX 038, eine kompakte Endstufe in Form eines schnellen Operationsverstärkers und die Prozessorsteuerung. Im folgenden wird in Kurzform die Funktionsweise des MAX 038 vorgestellt, dessen Innenschaltung Abbildung 2 zeigt. Zentrales Element ist der Oszillator (1), der durch Laden und Entladen des externen Kondensators C_f mit konstanten Strömen eine Drei-

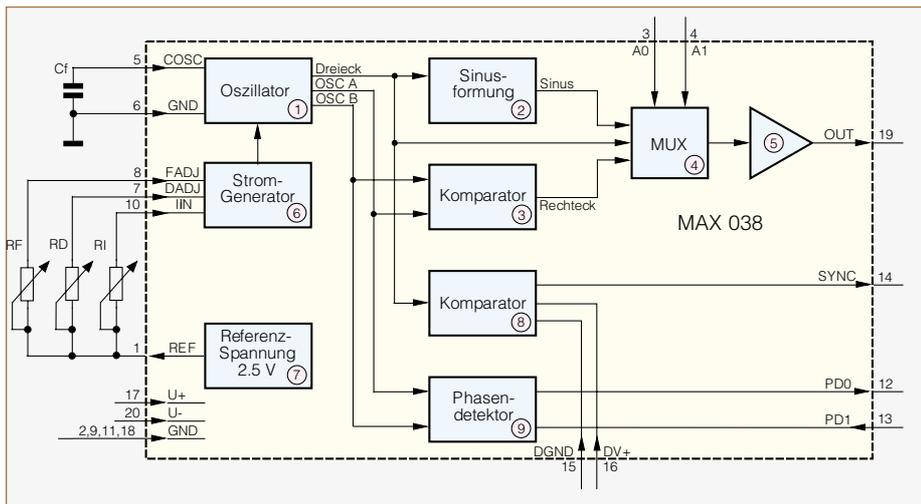


Bild 2: Innenschaltung des MAX 038

eckspannung generiert, von der die weiteren Kurvenformen abgeleitet werden. Die Frequenz des Oszillators wird durch den Kondensator Cf und den vom Stromgenerator (6) erzeugten Strom bestimmt.

Der Stromgenerator besitzt die Steuereingänge FADJ, DADJ und IIN. Liegt FADJ auf 0 V, läßt sich die Oszillatorfrequenz durch folgende Beziehung beschreiben:

$$f = \frac{IIN}{Cf}$$

Eine Spannung am Anschlußpin FADJ im Bereich von ± 2,3 V ruft eine Änderung der Oszillatorfrequenz im Bereich von ± 70 % hervor, was insbesondere bei einer Frequenzfeinabstimmung hilfreich ist.

Durch Beschalten des Eingangs DADJ mit einer Spannung im Bereich von ± 2,3 V kann das Tastverhältnis des Ausgangssignals im Bereich von 15 % bis 85 % variiert werden.

Für die Erzeugung der entsprechenden Steuerspannungen besitzt der MAX 038 eine interne Spannungsreferenz (7) und stellt an Pin 1 eine Referenzspannung von 2,5 V zur Verfügung. Aus dem Dreieckssignal des Oszillators formt der Funktionsblock (2) eine sinusförmige Spannung, der Komparator (3) erzeugt das Rechtecksignal. Der Multiplexer (4) wählt das den Adreßeingängen A 0 und A 1 entsprechende Signal aus und führt es der Ausgangsstufe (5) zu. An Pin 19 steht das Ausgangssignal mit einer konstanten Amplitude von 1 V und einem Ausgangswiderstand von 0,1 Ω an.

Des Weiteren stellt der MAX 038 ein Synchronsignal an dem Ausgang „Sync.“ zur Verfügung, das mit Hilfe des Komparators (8) gewonnen wird. Die positive Flanke des Synchronsignals ist mit dem positiven

Nulldurchgang des Sinus- oder Dreiecksignals synchron. Da der „Sync.“-Ausgang eine schnell schaltende Ausgangsstufe besitzt, wird diese von einer getrennten Betriebsspannung DV+ versorgt.

Ein weiteres Feature des MAX 038 ist der Phasendetektor (9), der zur Synchronisation des Ausgangssignals mit einem externen Taktsignal eingesetzt werden kann. Dabei wird das externe Taktsignal dem Eingang PDI zugeführt. PDO ist der Ausgang des Phasendetektors, der mittels eines Schleifenfilters eine Regelspannung für eine PLL-Schaltung generieren kann.

Grundstruktur MFG 9001

Abbildung 3 zeigt den prinzipiellen Aufbau des Funktionsgenerators MFG 9001. Zentrales Bauelement ist das zuvor beschriebene Funktionsgenerator-IC MAX 038 (1), dessen Ausgangssignal mit einer Amplitude von 1 V zum Einsteller „Amplitude“ (2) gelangt, mit dem sich an dieser Stelle eine Amplitude im Bereich von 0 bis 1 V einstellen läßt.

Von hier wird das Signal der Endstufe (3) zugeführt. Mit einer maximalen Verstärkung von 5 ergibt sich eine maximale Ausgangsspannung des MFG 9001 von 10 V_{ss}.

Mit dem Poti „DC-Offset“ (4) läßt sich zum Ausgangssignal ein DC-Offset addie-

ren, der, vom Prozessor (5) und den Bedienelementen (6) gesteuert, zu- und abschaltbar ist. Die der Endstufe nachgeschalteten Dämpfungsglieder (7) werden vom Prozessor entsprechend des eingestellten Amplitudenmultiplikators gesteuert. Von dort aus gelangt das Signal auf die Ausgangsbuchsen Out 50 Ω und Out 600 Ω.

Die Auswahl der Signalform erfolgt, wie bereits beschrieben, entsprechend den Einstellungen über die Adressleitungen A 0 und A 1 direkt vom Prozessor (5) aus. Über das Poti „Symmetry“ (8) läßt sich das Tastverhältnis einstellen. Eine 50%-Stellung ist über den Prozessor aktivierbar.

Für die Einstellung der Frequenz beschreibt der Prozessor (5) den D/A-Wandler (9) mit einem den Einstellungen entsprechenden Wert. Die analoge Steuerspannung des D/A-Wandlers wird dem MAX 038 über einen Widerstand zugeführt. In der Wobbelfunktion erfolgt das Beschreiben des D/A-Wandlers stetig, so daß am D/A-Wandlerausgang eine sägezahnförmige Steuerspannung ansteht. Gleichzeitig steht diese Steuerspannung an der Buchse „Swp. Out.“ zur Verfügung. Für die externe Wobbelung oder Frequenzmodulation kann an die Buchse „Swp./FM in“ ein externes Steuersignal angelegt werden.

Die Einheit „Bereichswahl“ (10) besteht im wesentlichen aus einer Bank von Kondensatoren, die vom Prozessor gesteuert je nach Bereich an den MAX 038 geschaltet werden. Das vom MAX 038 ausgegebene rechteckförmige Synchronsignal gelangt zum einen über den Verstärker (11) zum Sync-Ausgang und wird zum anderen auf den Zähler (12) gegeben. Das Zählergebnis wird vom Prozessor ermittelt und auf der 4stelligen LED-Anzeige (13) angezeigt.

Für die Vorverstärkung externer Signale steht der 80MHz-Vorverstärker (14) zur Verfügung, der das Signal ebenfalls dem Zähler zuführt. Die Auswahl intern/extern erfolgt vom Prozessor aus.

Damit ist die Beschreibung von Bedienung und Funktion abgeschlossen, und wir wenden uns im nächsten „ELV-Journal“ der interessanten Schaltungstechnik des MFG 9001 zu. ELV

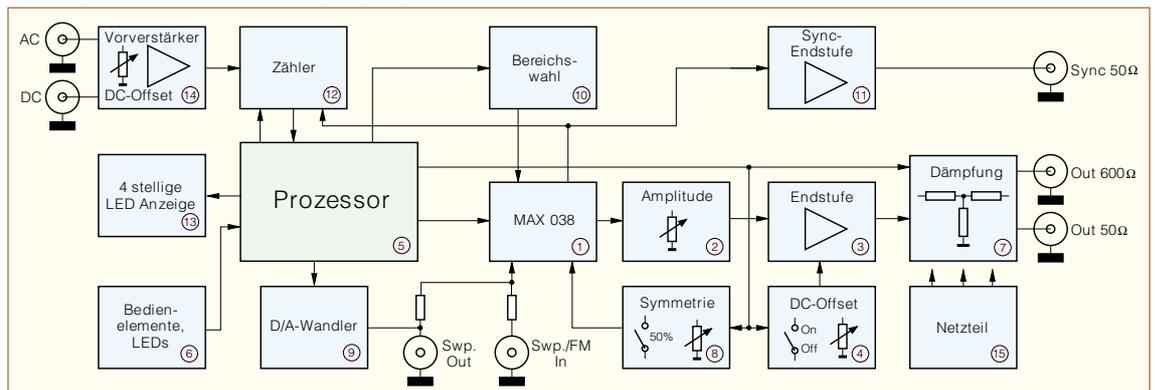


Bild 3: Prinzipeller Aufbau des Multi-Funktions-Generators MFG 9001