



10MHz-Wobbel-Funktions-Generator WFG 7002

Der neue Wobbel-Funktions-Generator WFG 7002 stellt im Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 10 MHz die gängigen Kurvenverläufe Sinus, Rechteck, Dreieck, Sägezahn und Impuls zur Verfügung. Weiterhin besitzt das Gerät einen internen Wobbel-Generator mit variabler Wobbel-Frequenz und ist damit für vielfältige Aufgaben im Elektronik-Labor einsetzbar.

Allgemeines

Die Realisierung eines Funktions-Generators mit den im Vorwort kurz aufgezählten Leistungsmerkmalen wird durch den Einsatz des neuen Generator-ICs MAX038 vergleichsweise preiswert möglich. Die betreffende Innenschaltung und Funktionsweise wurde im „ELVjournal“ 2/95 ausführlich erläutert. Wie nun, basierend auf dem MAX038, ein komfortabler Funktions-Generator entsteht, beschreibt der vorstehende Artikel.

Funktion

Abbildung 1 zeigt als Blockschaltbild den prinzipiellen Aufbau des auf der Grundlage des MAX038 entwickelten Funktions-Generators WFG 7002. Das Ausgangssignal des MAX038 gelangt mit einer Amplitude von 1 V zur Endstufe (2). Mit einer maximalen Verstärkung von 5 ergibt sich die maximale Ausgangsspannung des WFG 7002 zu 10 V_{ss}. Die Einstellung der Amplitude des Ausgangssignals sowie die Addition eines DC-Pe-

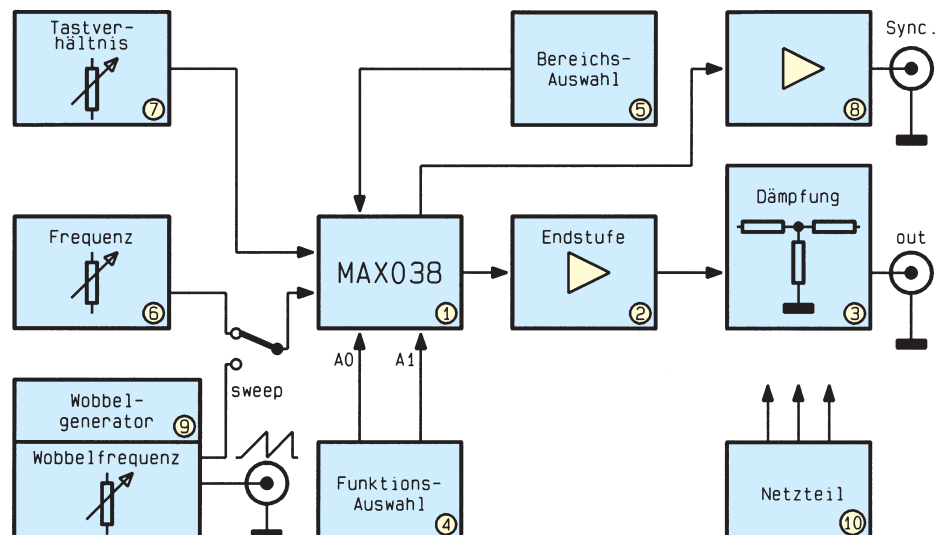


Bild 1: Blockschaltbild des WFG 7002

gels werden an dieser Stelle vorgenommen.

Zwei der Endstufe nachgeschaltete 20dB-Dämpfungsglieder (3) ermöglichen die Abschwächung des Ausgangssignals um den Faktor 10 oder 100. Von dort aus wird das Signal der BNC-Ausgangsbuchse zugeführt, der Ausgangswiderstand beträgt 50 Ω.

Die Funktionsauswahl (4) wird durch einen Zähler realisiert, der über die Adreßleitungen A 0 und A 1 die entsprechende Signalform auswählt. Dabei besteht folgender Zusammenhang:

A0	A1	Signalform
X	1	Sinus
0	0	Rechteck
1	0	Dreieck

Zur Frequenzbereichsauswahl (5) dient ein Drehschalter. In jedem Bereich kann die Einstellung der gewünschten Ausgangsfrequenz mit Hilfe eines Potis vorgenommen werden (6).

Das Tastverhältnis bei Rechteck- und Dreiecksspannungen ist durch eine Spannung im Bereich von ±2,3 V am Anschlußpin DADJ des MAX038 veränderbar (7).

Der TTL-Ausgang des MAX038 wird dem nachgeschalteten Treiber (8) für den Sync.-Ausgang zugeführt.

Mit Hilfe des Wobbel-Generators (9) erfolgt die Generierung der Sägezahnspannung für den Wobbel-Betrieb.

Bedienung

Die Bedienung des WFG 7002 erfolgt auf einfache Weise über 5 Potentiometer, 2 Drehschalter und 3 Tipptasten. Im folgenden werden die Funktionen der einzelnen Bedienelemente erläutert.

Signalform

Nach dem Einschalten mit dem Schalter „Power“ befindet sich das Gerät in der Funktion „Rechteck“. Eine Betätigung der Taste „Funktion“ wählt die Signalform „Sinus“, ein weiteres Drücken die Signalform „Dreieck“ aus.

Frequenz

Mit dem Drehschalter „Bereich“ kann der gewünschte Frequenzbereich ausgewählt werden. Dabei sind folgende Bereiche auswählbar:

Bereich 1:	0,1Hz	-	1Hz
Bereich 2:	1Hz	-	10Hz
Bereich 3:	10Hz	-	100Hz
Bereich 4:	100Hz	-	1kHz
Bereich 5:	1kHz	-	10kHz
Bereich 6:	10kHz	-	100kHz
Bereich 7:	100kHz	-	1MHz
Bereich 8:	1MHz	-	10MHz

Die Ausgangsfrequenz ist mit dem Poti „Frequenz“ im jeweiligen Frequenzbereich mit Hilfe der Frequenzskala wählbar.

Amplitude

Mit dem Einsteller „Amplitude“ ist die Ausgangsspannung bis maximal 10 V_{ss} einstellbar. Dabei ist zu beachten, daß die Ausgangsspannung aufgrund des Innenwiderstandes der Endstufe von 50 Ω bei Abschluß mit 50 Ω exakt auf die Hälfte absinkt. Mit Hilfe des Drehschalters „Dämpfung“ ist es möglich, das Ausgangssignal um 20 dB (10 : 1) oder 40 dB (100 : 1) abzuschwächen.

DC-Pegel

Durch die Betätigung des Tasters „DC ein“ wird dem Ausgangssignal ein DC-Pegel hinzuaddiert, dessen Höhe mit dem Poti „DC-Pegel“ einstellbar ist. Um eine langwierige Nullstellung des DC-Pegels bei Nichtbenötigung zu vermeiden, wurde die Möglichkeit der Abschaltung des DC-Pegels vorgesehen.

Tabelle 1:
Technische Daten des WFG 7002

Ausgangs-Kenndaten

Frequenzbereich: 0,1 Hz - 10 MHz,
8 Bereiche
Ausgangssignale Rechteck, Sinus,
Dreieck, Impuls, Sägezahn, DC
Ausgangsspannung: max. 10 V_{ss}
DC-Pegel: ±7 V
Ausgangswiderstand: 50 Ω
Dämpfung: 0dB, 20dB, 40dB
Klirrfaktor (Sinus): < 1 %
Anstiegszeit (Rechteck): < 12 ns
Tastverhältnis: 10 % - 90 %
Sync.-Ausgang: TTL-Pegel, 50 Ω
Anstiegszeit: < 5 ns

Spektrale Reinheit (Sinus)

Einseitenband-Phasenrauschen,
20kHz-Trägerabstand: -81 dBc
100kHz-Trägerabstand: -94 dBc
Harmonische Störsignale
(bei U_a = 10 V_{ss}): <30 dBc

Wobbel-Teil

Wobbel-Bereich: 10:1
Wobbel-Frequenz: 1 Hz - 100 Hz
interner Generator: linear
Wobbel-Ausgang: 4 V_{ss}
Ausgangswiderstand: 1 kΩ

Allgemeine Daten

Spannungsversorgung: 230 V
Leistungsaufnahme: 7 VA
Abmessungen: 270 x 150 x 95 mm
Gewicht: ca. 1 kg

Tastverhältnis

Bei den Signalformen Rechteck und Dreieck ist mit dem Poti „Tastverhältnis“ eine Variation des Tastverhältnisses im Bereich von 10 % bis 90 % möglich, so daß auch Kurvenverläufe wie Puls und Sägezahn realisierbar sind.

Wobbel-Funktion

Die Wobbel-Funktion des WFG 7002 aktiviert man durch eine Betätigung des Tasters „Wobbeln ein“. Während eines Wobbel-Durchlaufes wird der mit dem Drehschalter „Bereich“ ausgewählte Frequenzbereich vollständig durchfahren.

Mit dem Poti „Wobbel-Frequenz“ ist die Wobbel-Frequenz im Bereich von 1 Hz bis 100 Hz einstellbar. An der BNC-Buchse „Wobbel Out“ steht die Sägezahnspannung des Wobbel-Generators für Synchronisationszwecke zur Verfügung.

Damit ist die Beschreibung von Funktion und Bedienung abgeschlossen, und wir wenden uns im weiteren Verlauf dieses Artikels der interessanten Schaltungstechnik des WFG 7002 zu.

Technische Daten

In Tabelle 1 sind die herausragenden technischen Daten in übersichtlicher Form dargestellt. Besonders hervorzuheben ist der große Frequenzbereich von 0,1 Hz - 10 MHz, wobei die Amplitude des Ausgangssignals stets konstant bleibt. Selbst bei Ausgangsfrequenzen von 10 MHz entsteht aufgrund der Anstiegszeit der Endstufe von 12 ns (!) nur eine minimale Amplitudenabweichung.

Schaltung

Zur guten Übersicht ist das Gesamtschaltbild in 5 logisch zusammengehörenden Teilschaltbilder aufgeteilt, mit folgenden Schwerpunkten:

- Bild 2: Signalerzeugung
- Bild 3: Wobbel-Teil
- Bild 4: Endstufe
- Bild 5: Funktionsauswahl
- Bild 6: Netzteil

Signalerzeugung

Die Beschreibung der Schaltungstechnik beginnt mit der Signalerzeugung durch das innovative Funktions-Generator-IC MAX038. Abbildung 2 zeigt den entsprechenden Schaltungsteil.

Mittels des Drehschalters S300 wird an den Anschlußpin 5 des MAX038 die für den jeweiligen Frequenzbereich erforderliche Kapazität (C 303 - C 310, C 319) geschaltet. Frequenzbestimmend im jeweiligen Bereich ist der Steuerstrom, der in

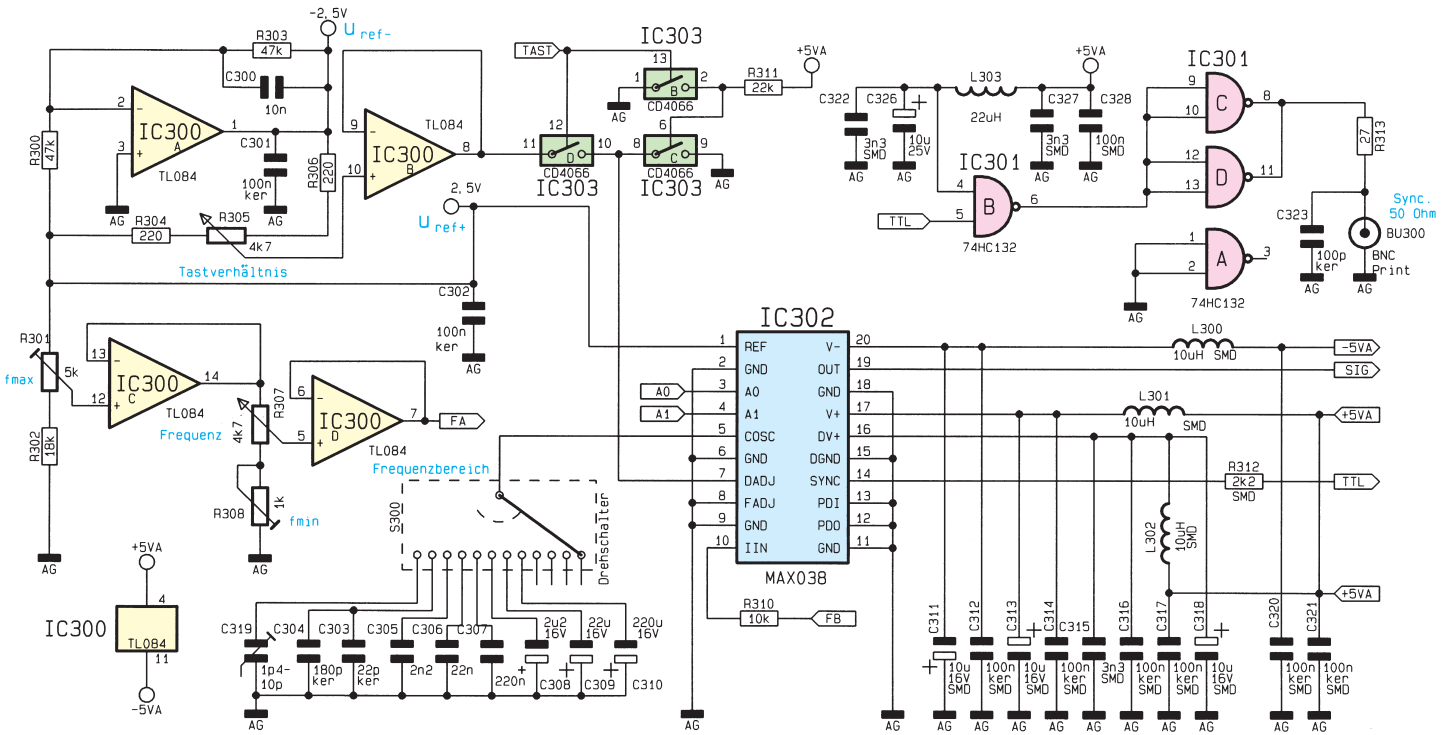


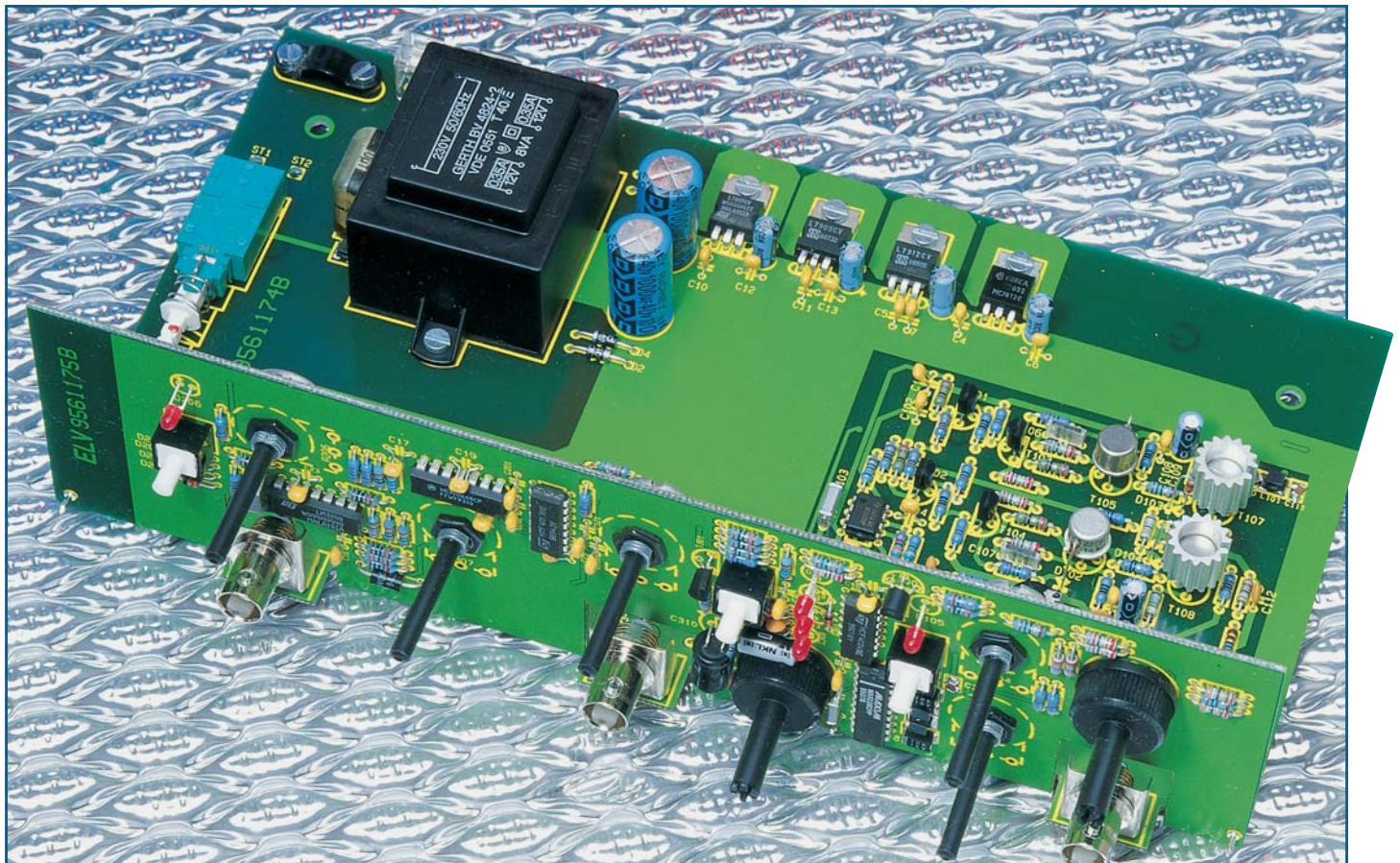
Bild 2 zeigt das Schaltbild der Signalerzeugung

Pin 10 hineinfließt. Pin 10 liegt aufgrund der Innenschaltung des MAX038 auf sogenannter „virtueller Masse“, so daß der Strom I_{IN} durch die über R 310 anliegende Spannung bestimmt wird.

An Pin 1 des MAX038 steht eine Referenzspannung von 2,5 V zur Verfügung,

woraus die zur Einstellung von Frequenz und Tastverhältnis erforderlichen Steuer- spannungen gewonnen werden. Die zur Einstellung der Frequenz erforderliche Spannung wird mit Hilfe des Potentiometers R 307 abgegriffen und durch IC 300 D entkoppelt.

Damit beim Abgleich der Frequenzskala (minimale/maximale Frequenz) die beiden Einstellungen voneinander unabhängig sind, stellt man zunächst mit R 301 die maximale Spannung ein, die dann durch den Spannungsfolger IC 300 C gepuffert wird. Mit dem Trimmer R 308 ist dann die



Vollständig bestückte und miteinander verlötete Grund- und Frontplatte des 10MHz-Wobbel-Funktions-Generators

Bild 3: Schaltbild des Wobbel-Teils

des zwischen die Referenzspannungen geschalteten Spannungsteilers R 304 - R 306 und IC 300 B kann an Pin 7 des MAX038 eine Spannung im Bereich von -2,3 V bis +2,3 V eingestellt werden, die das Tastverhältnis bestimmt.

Ist die Signalform „Sinus“ aktiv, so legt das Signal „Tast“ über die CMOS-Schalter IC 303 B bis D den Eingang „DADJ“ auf Massepotential, was einem Tastverhältnis von 50 % entspricht.

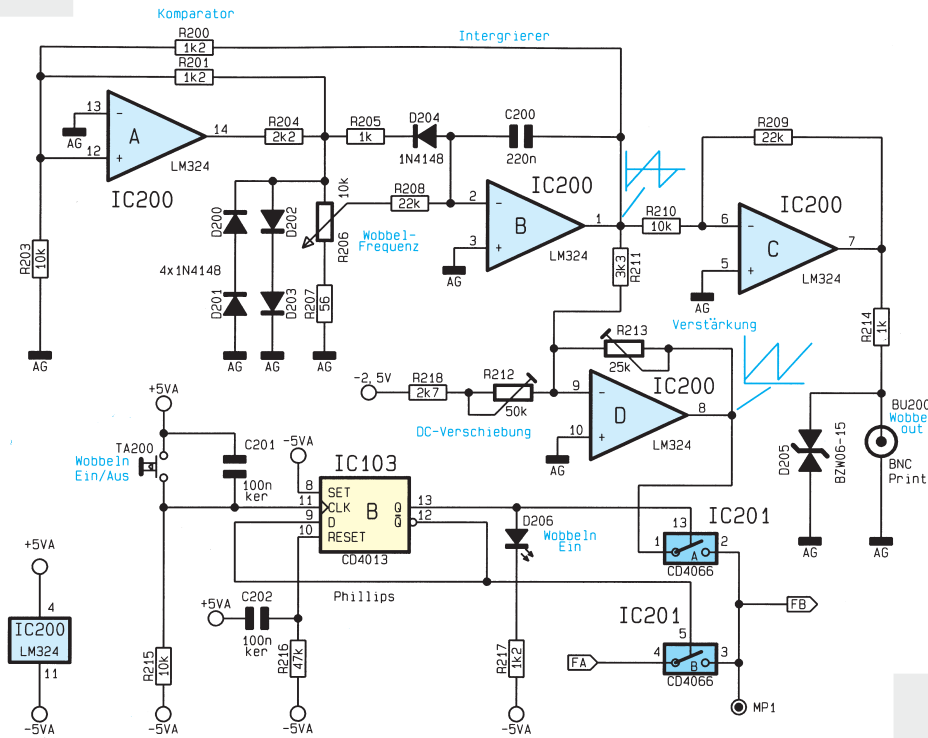
Der MAX038 benötigt Betriebsspannungen von +5 V, -5 V sowie +5 VD, die über die Spulen L 300 bis L 302 entkoppelt sind. Das Ausgangssignal steht an Pin 19 an und wird der Endstufe zugeführt.

An Pin 14 stellt der MAX038 ein TTL-Signal zur Verfügung, das hier zur Ansteuerung des Sync.-Ausganges verwendet wird. IC 301 (74HC132) dient als Treiber für den TTL-Ausgang.

Wobbel-Teil

Abbildung 3 zeigt das Schaltbild des Wobbel-Teils. Die für das Wobbeln benö-

Bild 4 zeigt das Schaltbild der Endstufe mit DC-Einkopplung und nachgeschalteten Dämpfungsgliedern

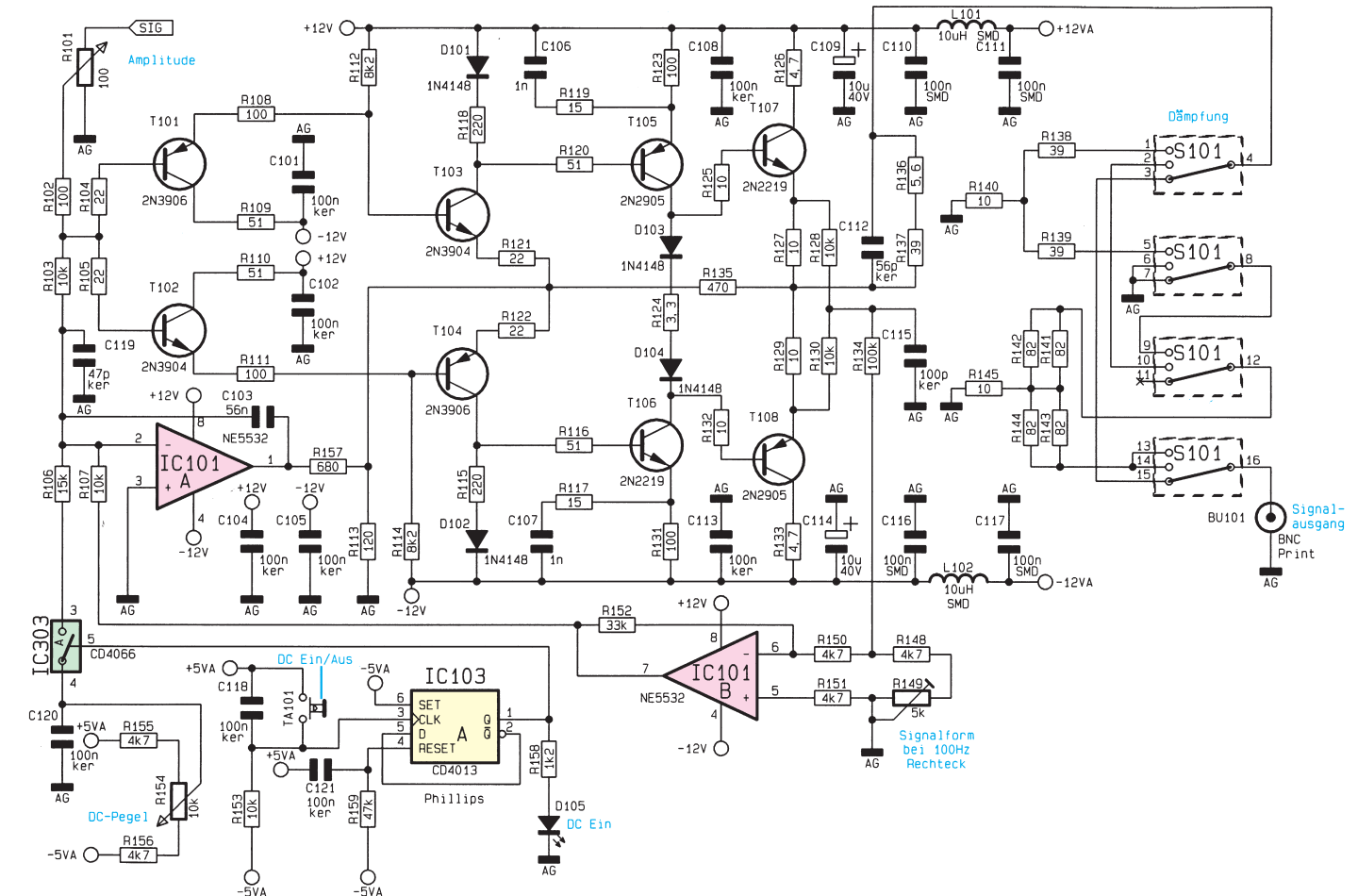


minmale Spannung und somit die minimale Frequenz einzustellen.

Über die CMOS-Schalter IC 201 A, B des Typs CD 4066 (siehe Schaltbild Wobbel-Teil, Abbildung 3) gelangt die Spannung zur Frequenzeinstellung zum Wider-

stand R 310, der diese in den erforderlichen Steuerstrom umwandelt.

Der als Inverter geschaltete OPV IC 300 A des Typs TL084 generiert aus der positiven Referenzspannung eine negative Referenzspannung von -2,5 V. Mit Hilfe



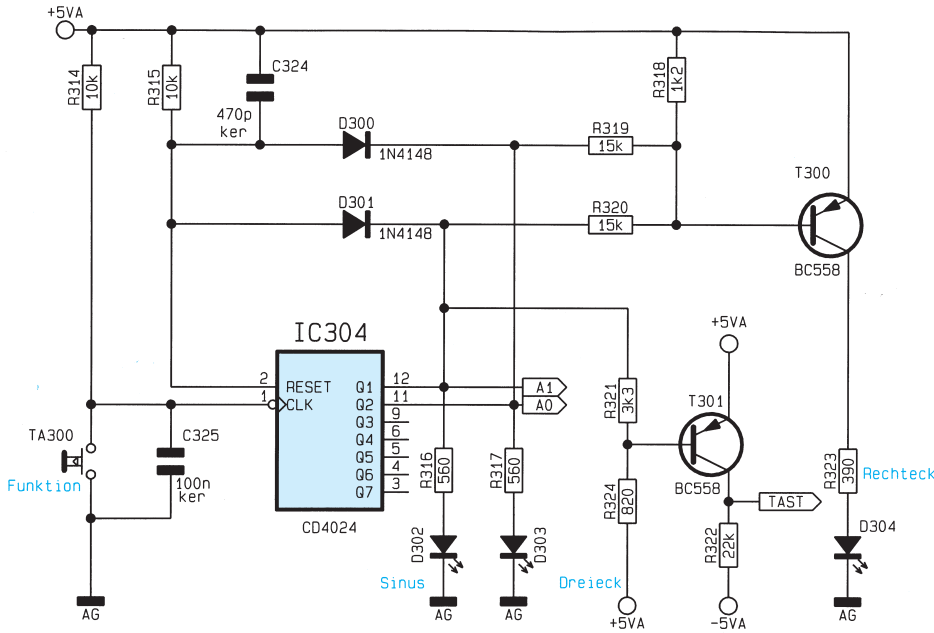


Bild 5: Schaltbild der Funktionsauswahl

tigte, sägezahnförmige Spannung erzeugt der mit IC 200 A und B (LM 324) realisierte Sägezahn-Generator. IC 200 B ist dazu als Integrierer geschaltet, wobei positive und negative Eingangsströme mit unterschiedlichen Integrationskonstanten bewertet werden. IC 200 A arbeitet als Komparator mit Hysterese. Die Umschaltspannung wird durch D 200 bis D 203 stabilisiert. So ergibt sich eine zur Nulllinie symmetrische Sägezahnspannung, die mit IC 200 C verstärkt wird und für Synchronisierzwecke an BU 200 ansteht.

Der mit IC 200 D aufgebaute invertie-

rende Verstärker nimmt zum einen eine Verstärkung (mit R 213 veränderbar) und zum anderen eine DC-Verschiebung (mit R 212 einstellbar) der Sägezahnspannung des Wobbel-Generators vor. Die Form der Sägezahnspannung muß so verändert werden, daß ihr Minimalwert der minimal mit R 307 abgreifbaren Spannung entspricht und ihr Maximalwert gleich der maximal mit R 307 abgreifbaren Spannung ist. Damit ist sichergestellt, daß beim Wobbeln der gesamte Frequenzbereich durchfahren wird.

Die Auswahl der über R 310 anliegenden Spannung erfolgt über TA 200. Im Normalbetrieb, d.h. der Wobbel-Teil ist nicht aktiv, ist IC 103 B zurückgesetzt und IC 201 B durchgesteuert. Die Ausgangs-

frequenz wird durch die mit R 307 abgegriffene Spannung bestimmt. Eine Betätigung des Tasters TA 200 führt zum Setzen von IC 103 B, wodurch auf Wobbel-Betrieb umgeschaltet wird.

Endstufe

In Abbildung 4 ist das Schaltbild der Endstufe dargestellt. Mit Hilfe von R 101 ist die Amplitude des Ausgangssignals einstellbar. Durch Betätigen des Tasters „DC ein“ kippt IC 103 A und der CMOS-Schalter IC 303 A des Typs CD4066 schließt. Mit dem Potentiometer R 154 ist ein DC-Pegel einstellbar, der über R 106 eingespeist wird.

Der Drehschalter S 101 schaltet die mit R 138 bis R 145 realisierten Dämpfungsglieder in den Signalweg, so daß sich Dämpfungen von 20 dB und 40 dB ergeben. An BU 101 steht das Ausgangssignal mit einem Innenwiderstand von 50 Ω zur Verfügung.

Damit stabile Gleichspannungsverhältnisse entstehen, besitzt die Endstufe getrennte NF- und HF-Zweige. Da die Verstärkungen einander anzupassen sind, ist mit dem Trimmer R 149 bei einem 100 Hz Rechtecksignal die optimale Signalform einstellbar.

Funktionsauswahl

Abbildung 5 zeigt die Realisierung der Schaltung zur Funktionsauswahl. Die Signale „A 0“ und „A 1“ steuern den Multiplexer im MAX038. Dazu ist mit IC 304 (CD 4024) ein Zähler aufgebaut, der bei jedem Tastendruck des Tasters „Funktion“ um eine Stellung weiterzählt.

Sind die Ausgänge Q 1 und Q 2 aktiv - dies entspricht dem Dezimalwert 4 - erfolgt über die Dioden D 300 und D 301 sowie R 315 und C 324 ein Reset. Die LED's zur Anzeige der Funktionen „Sinus“ und „Dreieck“ werden direkt angesteuert. Die LED „Rechteck“ leuchtet auf, wenn Q 1 und Q 2 auf Low-Pegel liegen.

Der als Inverter geschaltete Transistor T 301 erzeugt das Steuersignal „TAST“, das bei der Funktion „Sinus“ die Einstellung des Tastverhältnisses sperrt.

Netzteil

Abschließend soll das Netzteil des WFG 7002 betrachtet werden, welches in Abbildung 6 dargestellt ist. Die analogen Versorgungsspannungen +5 VA, -5 VA, +12 VA, -12 VA werden mit Hilfe von TR 1 gewonnen und über die Festspannungsregler IC 1 - IC 4 stabilisiert.

Damit ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen, im zweiten und letzten Teil dieses Artikels werden Nachbau, Inbetriebnahme und Abgleich des WFG 7002 vorgestellt.

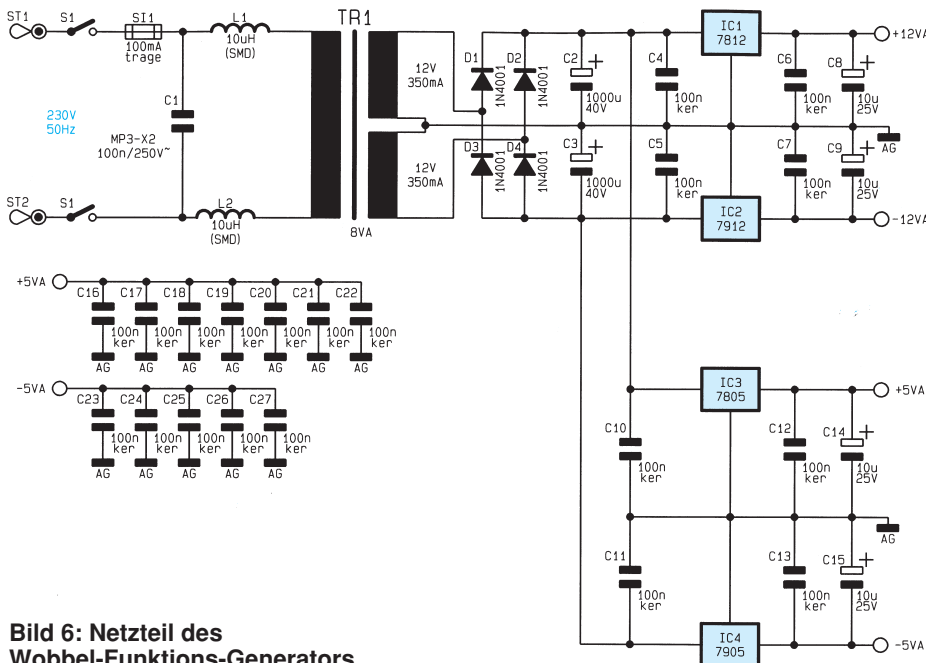


Bild 6: Netzteil des Wobbel-Funktions-Generators