

NF-Multiburst-Generator

Mit dem NF-Multiburst stellen wir Ihnen ein Gerät zur schnellen und komfortablen Überprüfung des Frequenzganges von Audiogeräten vor.

Allgemeines

Dieser neue NF-Multiburst-Generator erlaubt die gleichzeitige Darstellung von 10 verschiedenen signifikanten NF-Frequenzen auf einem Oszilloskopbildschirm. Am linken Bildschirmrand beginnend, zeigt ein 10 cm breites Oszilloskopbild auf dem ersten Zentimeter die niedrigste und auf dem rechten, zehnten Zentimeterabschnitt die höchste Frequenz. Die eigentliche, den Anwender interessierende Information steckt nun in der Amplitudengröße, d. h. in der Höhe des auf dem Bildschirm abzulesenden und zu den verschiedenen Frequenzen gehörenden NF-Signals.

Dem zu prüfenden Verstärker o. ä. wird dabei ein amplitudenstabiles, in der Frequenz automatisch hochgetaktetes Signal vom NF-Multiburst-Generator zugeführt und das Oszilloskop am Ausgang des zu prüfenden Verstärkers angeschlossen. Nun kann man sich auf einfachste und vor allem schnelle Weise sogleich ein Bild vom Frequenzgang des Prüflings machen.

Besonders bei der Überprüfung von Equalizern, Klangregelstufen und Vorver-

stärkern spielt der Frequenzgang (Ausgangsamplitude in Abhängigkeit von der zu übertragenden Eingangsfrequenz) eine wichtige Rolle.

Da im Hobby-Bereich in den meisten Fällen keine teuren NF-Pegelschreiber oder NF-Wobbel-Generatoren zur Verfügung stehen, wird üblicherweise der Ausgang eines NF-Sinus-Generators mit dem Eingang des Prüflings verbunden und dessen Ausgangssignal oszillografiert. Anschließend werden am Sinusgenerator, bei gleichbleibendem Signalpegel, verschiedene Frequenzen im NF-Bereich (20 Hz bis 20 kHz) eingestellt und die am Oszilloskop abgelesene Ausgangsamplitude notiert.

Sollen auf diese Weise mehrere Einstellparameter eines Prüflings (z. B. die Klangregelstufe eines Verstärkers) getestet werden, so ist diese Methode recht zeitaufwendig, da die verschiedenen Eckfrequenzen immer wieder neu einzustellen sind.

Eine Automatisierung von immer wiederkehrenden Routinevorgängen kann die Arbeit erheblich erleichtern und beschleunigen.

Genau hier setzt nun das Konzept des von ELV entwickelten NF-Multiburst-

Generators an. Die einzustellenden Eckfrequenzen werden automatisch durchgescannt, wobei 2 sich überlappende Bereiche den gesamten Audiofrequenzbereich von 10 Hz bis 20 kHz abdecken.

Ein Signal, bei dem nacheinander verschiedene Frequenzen für eine bestimmte Zeit anstehen, bezeichnet man als Multiburst-Signal. Um jetzt dieses Multiburst-Signal möglichst aussagekräftig auf dem Bildschirm des Oszilloskops darzustellen, wurden jeweils 10 Frequenzen in 2 sich überlappenden Teilbereichen zusammengefaßt. Bei einer entsprechenden Zeitbasiseinstellung belegt dann eine Frequenz exakt ein Kästchen des Oszilloskop-Bildschirmrasters.

Mit dem Range-Schalter wird entweder der Bereich von 10 Hz bis 5 kHz oder der obere NF-Bereich von 750 Hz bis 20 kHz aktiviert. Die Zeitbasis des Multiburst-Generators (Scanfrequenz) wird automatisch dem zu generierenden Frequenzbereich mit angepaßt.

Zur exakten Zeitbasiseinstellung dient das Poti „Time-Base-Adjust“. Während im oberen Frequenzbereich eine Einstellung von 10 ms oder 20 ms für die Darstellung eines kompletten Multiburst-Signals am günstigsten ist, hat sich im unteren Frequenzbereich aufgrund der niedrigen Signalfrequenzen (10 Hz) eine sehr geringe Abtastfrequenz (ca. 10 s für einen kompletten Multiburst-Durchlauf) als zweckmäßig erwiesen. In diesem Fall sollte die Zeitbasiseinstellung des Oszilloskops auf 10 ms oder 20 ms je Teileinheit verändert werden, um zumindest eine Periode der 10 Hz-Schwingung darstellen zu können.

Mit einem weiteren Kippschalter kann zwischen dem automatischen Multiburst und dem Single-Step-Betrieb umgeschaltet werden.

Durch Betätigen der Single-Step-Taste kann jetzt eine der insgesamt 16 möglichen Festfrequenzen angewählt werden, wobei die Anzeige der selektierten Frequenz des jeweiligen Teilbereichs mit den links angeordneten Leuchtdioden erfolgt.

Schaltung

Die relativ einfache Gesamtschaltung des NF-Multiburst-Generators ist in Abbildung 1 zu sehen. Herzstück der Schaltung ist der NF-Funktionsgeneratorbaustein XR2206 von EXAR (IC 10), der in unserem Fall die sinusförmige Ausgangsspannung im Bereich von 10 Hz bis 20 kHz bereitstellt. Wie aus dem unten rechts im Schaltbild dargestellten Generatorteil zu ersehen ist, benötigt dieser Baustein zur Funktion nur wenige externe Bauelemente.

Der integrierte Oszillator ist an den Pins 5 bis 8 extern zugänglich und wird in der Regel nur mit einem Kondensator an Pin 5

und 6 sowie einem Widerstand von Pin 7 oder Pin 8 nach Masse beschaltet. Beide Bauelemente sind frequenzbestimmend, wobei die Formel

$$f_0 = \frac{1}{R \cdot C} \text{ (Hz)}$$

gilt.

Des Weiteren kann Pin 7 oder Pin 8 als VCO-Eingang genutzt werden. In diesem Fall steuert eine variable Gleichspannung linear die Frequenz des integrierten Oszillators.

Der an den Pins 13 und 14 angeschlossene Trimmer R 32 dient zum Abgleich der Ausgangskurvenform, ohne dessen Einsatz sich eine dreieckförmige Ausgangsspannung ergeben würde.

Mit R 33 kann die Symmetrie der Ausgangsspannung geringfügig korrigiert werden, so daß zusammen mit der Einstellung von R 32 ein geringer Klirrfaktor erreichbar ist.

Ein chip-interner Pufferverstärker stellt das Ausgangssignal an Pin 2 mit einer Impedanz von 600 Ω zur Verfügung, welches direkt an der Cinch-Buchse BU 3 ausgekoppelt wird.

Für die Amplitudeneinstellung im Bereich von ca. 20 mV bis 6 V_{ss} ist das Potentiometer R 31 zuständig, das von

der Geräteoberseite zu bedienen ist. Über den Spannungsteiler R 29, R 30 wird das Einstellpoti mit der halben Betriebsspannung versorgt, wobei C 8 eine Abblockfunktion übernimmt.

Für eine störungsfreie Betriebsspannung des Chips sorgen die Bauelemente C 9 und C 10.

Nachdem wir die grundsätzliche Funktionsweise des Sinusgenerators erläutert haben, wollen wir uns nun detailliert mit der Erzeugung des Multiburst-Signals und den übrigen Funktionen des Gerätes befassen.

Im IC 2 des Typs CD 4060 ist neben einem 14stufigen Binärzähler ein Taktoszillator integriert, der an den Pins 9 bis 11 extern mit den Bauelementen R 1 bis R 3 und C 4 beschaltet wird. Frequenzbestimmend sind hier die Bauteile R 1, R 2 und C 4, wobei das von der Geräteoberseite zugängliche Einstellpoti (Time-Base-Adjust) eine Frequenzvariation von ca. 10 kHz bis ca. 60 kHz zuläßt. R 3 übernimmt in erster Linie eine Schutzfunktion für den CMOS-Eingang des Oszillators.

Ausgangsseitig werden jetzt die Zählerstände Q 5 und Q 14 abgegriffen und je nach Stellung des Range-Schalters S 4 dem programmierbaren binären Aufwärts-Abwärtszähler des Typs CD 4516 (IC 3) über den Umschalter S 3 an Pin 15 zugeführt. Die Zählung dieses Bausteins erfolgt

bei jedem Low-High-Übergang (positive Flanke) des Taktes um eins aufwärts.

Wird der Schalter hingegen in die obere Schalterstellung gebracht, bestimmt nicht mehr der Taktoszillator IC 2 das Fortschreiten des Zählers, sondern die Betätigung des Single-Step-Tasters TA 1. Der Zähler schreitet nun bei jeder Tastenbetätigung eins aufwärts, wobei C 5 in diesem Zusammenhang zur Tastenentprellung dient.

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei IC 3 um einen voreinstellbaren (programmierbaren) Zählerbaustein, der bei einem kurzen High-Impuls an seinem Low-Eingang (PE, Pin 1) die an P 1 bis P 4 anstehende binäre Information in seinen Zähler lädt.

Beim Range-Schalter S 4 handelt es sich um einen 2poligen Umschalter, der neben der Taktfrequenz zusätzlich das 4 Bit-Datenwort an den Programmieringängen des CD 4516 (IC 3) ändert. Während bei den niedrigeren Taktfrequenzen und somit bei den 10 unteren NF-Frequenzen grundsätzlich der Zählerstand 0000 geladen wird, beginnt bei der Erzeugung der höheren

mit Widerstandsteilerketten (R 10 - R 27) beschaltet, die in Abhängigkeit von den Steuersignalen über den Schalter S 5 (Multiburst/Manuell) einen bestimmten Widerstandswert von Pin 7 des Sinusgenerators (IC 10) nach Masse schalten.

Auf diese Weise werden nun 16 fest vorgegebene NF-Frequenzen generiert. Besonders zu erwähnen ist noch, daß die Eckfrequenzen 20 Hz, 1 kHz und 20 kHz mit R 21, R 28 und R 18 exakt abgleichbar sind. Die Anzeige der jeweils selektierten Multiburst-Frequenz erfolgt mit Hilfe der Leuchtdioden D 3 - D 18.

Wird der Umschalter S 5 in die obere Schalterstellung gebracht, so besteht zusätzlich die Möglichkeit, die Ausgangsfrequenz des Sinusgenerators mit Hilfe des Potis R 35 von Hand zu steuern, so daß das Gerät auch als einfacher NF-Sinusgenerator nutzbar ist. Das Netzteil des NF-Multiburst-Generators ist oben links im Schaltbild zu sehen.

Eine unstabilierte Gleichspannung wird an der Klinkenbuchse BU 1 zugeführt und gelangt über die Verpolungsschutzdiode D 1, den Einschalter S 1 sowie die Sicherung SI 1 auf den

Eingang (Pin 1) des Festspannungsreglers IC 1. Der Fußpunkt dieses Spannungsreglers wurde

über die Diode D 2 auf 0,7 V „hochgelegt“, so daß wir ausgangsseitig die stabile Spannung von 10,7 V erhalten.

Während C 2 eine Pufferung der unstabilierten Spannung vornimmt, dienen C 1 und C 3 zur Stör- und Schwingneigungsunterdrückung. Die Kondensatoren C 13 - C 20 sind im gesamten Schaltungslayout verteilt und sorgen für die Abblockung der Betriebsspannung an den einzelnen integrierten Schaltkreisen.

Nachbau

Beim Nachbau des Gerätes halten wir uns genau an die Stückliste und den vorliegenden Bestückungsplan. Des Weiteren erleichtert der Bestückungsdruck auf der Leiterplatte die Orientierung.

Zur Aufnahme sämtlicher Bauelemente inklusive Schalter und Buchsen dient eine einseitige Leiterplatte mit den Abmessungen 100 mm x 185 mm.

Es empfiehlt sich, die Bestückung der Leiterplatte mit den niedrigsten Bauelementen, in unserem Fall den Drahtbrücken, zu beginnen. Die 32 Brücken werden auf entsprechende Länge abgewinkelt, durch die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte gesteckt und an der Printseite durch leichtes Anwinkeln nach außen gegen versehentliches Herausfallen gesichert. An-

Schnelle Frequenzgangüberprüfung durch die gleichzeitige Darstellung von 10 signifikanten NF-Frequenzen

NF-Frequenzen der binäre Zählvorgang bei 0110.

Gleichzeitig nimmt der Schalter S 4 über die EXOR-Gatter IC 5 A, C und dem 4fach-UND-Gatter IC 4 A direkt Einfluß auf die Erzeugung des Load-Impulses.

Je nach Stellung des Schalters S 4 erfolgt nun entweder bei Erreichen der Binärzahl 0101 oder beim Zählerstand 0000 die Übernahme des an den Programmieringängen anstehenden Datenwortes.

Da der an Pin 1 des UND-Gatters IC 4 A anstehende Low-Impuls exakt mit dem Beginn des jeweiligen Multiburst-Signals zusammenfällt, kann dieser Impuls direkt an der BNC-Buchse BU 6 ausgekoppelt und zum Triggern des Oszilloskops verwendet werden. Die mit R 6 und C 7 realisierte Zeitkonstante sorgt in diesem Zusammenhang für einen hinreichend langen Triggerimpuls von ca. 30 µs bis 50 µs Länge.

Über die Ausgänge Q 1 - Q 4 des Binärzählers IC 3, die je nach Frequenzbereich von 0 - 9 oder von 6 - 15 zählen, werden die CMOS-Analog-Multiplexer IC 6 - IC 9 angesteuert. Während die 3 LSBs Q 1 - Q 3 sämtlicher Steuereingänge direkt parallel geschaltet sind, erfolgt für IC 6 und IC 7 eine Invertierung des MSBs (Q 4) mit Hilfe des Transistors T 1. Die Eingänge der CMOS-Schalter IC 7 und IC 8 sind extern

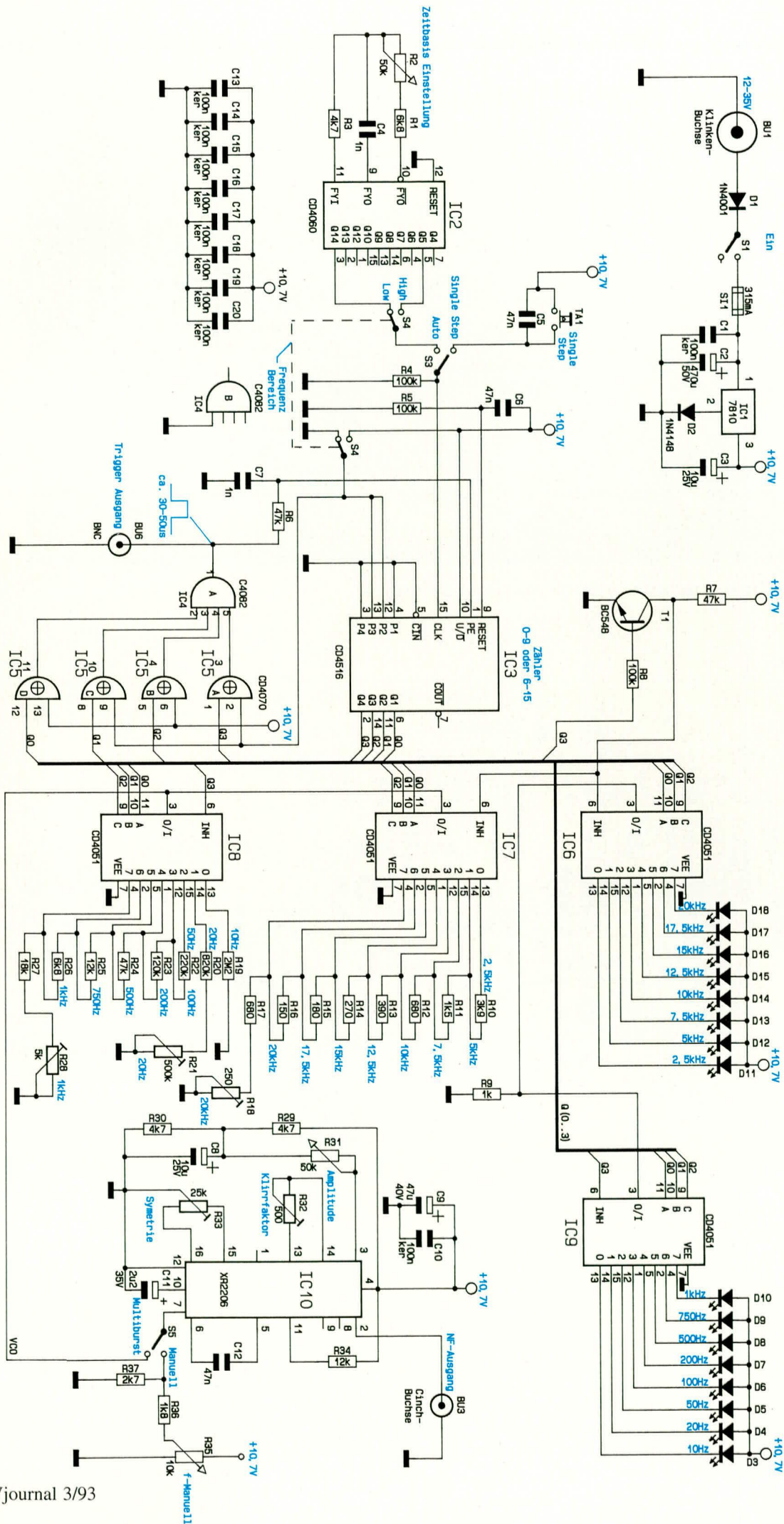
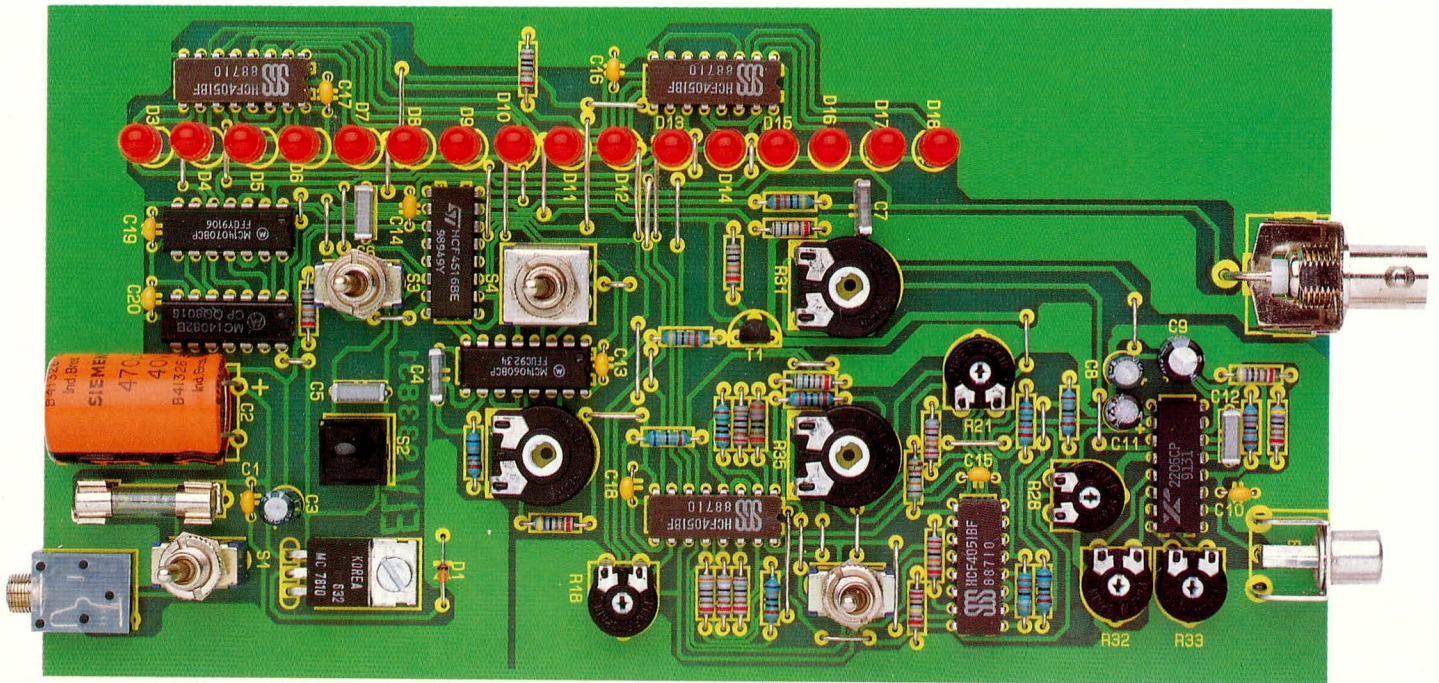
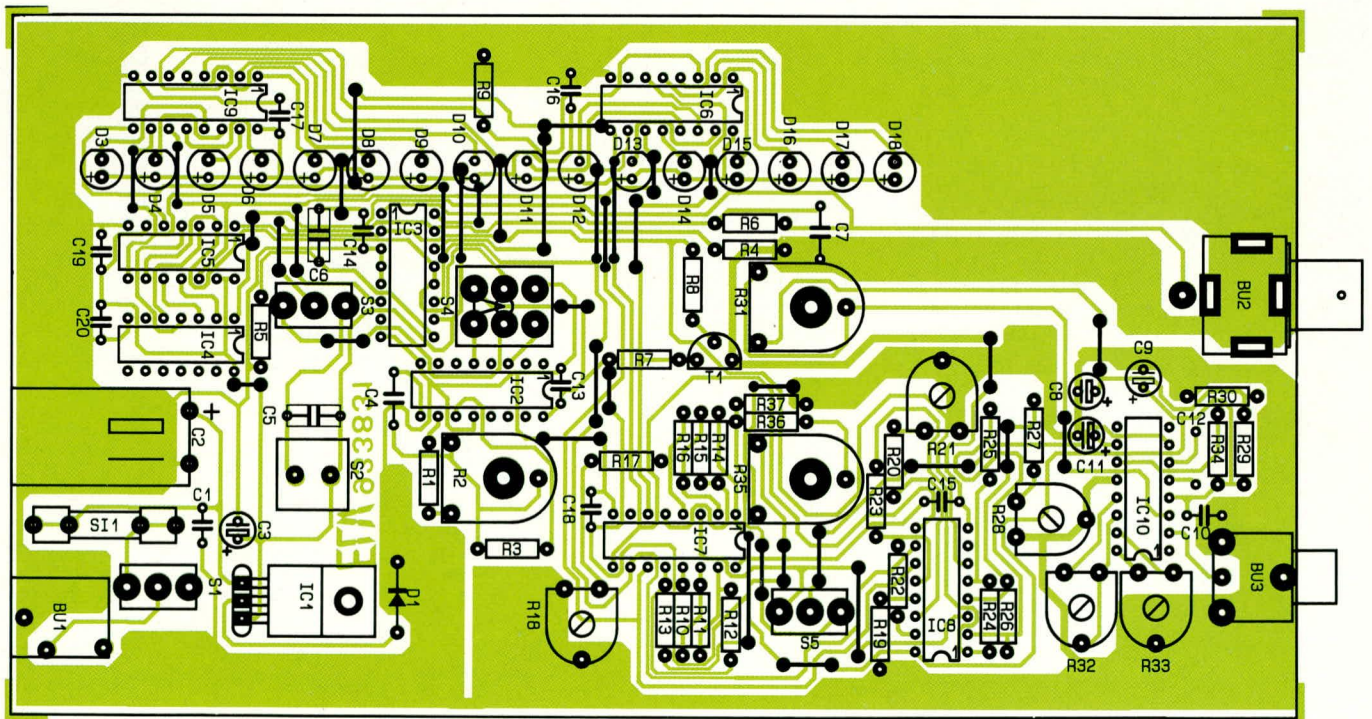


Bild 1: Gesamtschaltbild des ELV-NF-Multiburst-Generators



Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte des NF-Multiburst-Generators



Bestückungsplan des NF-Multiburst-Generators

schließlich werden sämtliche Brücken sorgfältig verlötet und überstehende Drahtenden so kurz wie möglich abgeschnitten.

Die einprozentigen Metallfilmwiderstände und die Dioden (Polarität beachten!) sind die nächsten Bauelemente, die entsprechend dem Bestückungsplan einzusetzen und zu verlöten sind. Es folgen die

Keramik- und Folienkondensatoren, die beliebig herum einsetzbar sind.

Nachfolgend gehen wir noch auf einige Besonderheiten im Rahmen des Nachbaus dieses Gerätes ein:

- Beim Einbau der Elektrolyt-Kondensatoren ist unbedingt auf die richtige Polarität zu achten.

- Sämtliche Einstellpotis und Trimmer sind liegend einzusetzen.
- Der 10 V-Festspannungsregler wird ebenfalls liegend mit einer Schraube M 3 x 6 mm und zugehöriger Mutter auf die Leiterplatte geschraubt.
- Bei den integrierten Schaltkreisen ist auf die richtige Einbaulage zu achten,

Stückliste: NF-Multiburst

Widerstände:

150Ω	.....	R16
180Ω	.....	R15
270Ω	.....	R14
390Ω	.....	R13
680Ω	.....	R12, R17
1kΩ	.....	R9
1,5kΩ	.....	R1
1,8kΩ	.....	R36
2,7kΩ	.....	R37
3,9kΩ	.....	R10
4,7kΩ	.....	R3, R29, R30
6,8kΩ	.....	R1, R26
12kΩ	.....	R25, R34
18kΩ	.....	R27
47kΩ	.....	R6, R7, R24
100kΩ	.....	R4, R5, R8
120kΩ	.....	R23
220kΩ	.....	R22
820kΩ	.....	R20
2,2MΩ	.....	R19
PT10, liegend 250Ω	.....	R18
PT10, liegend 500Ω	.....	R32
PT10, liegend 5kΩ	.....	R28
PT10, liegend 25kΩ	.....	R33
PT10, liegend 500kΩ	.....	R21
PT15, liegend 10kΩ	.....	R35
PT15, liegend 50kΩ	.....	R2, R31

Kondensatoren:

1nF	.....	C4, C7
47nF	.....	C5, C6, C12
100nF/ker	.....	C1, C10, C13 - C20
2,2µF/35V	.....	C11
10µF/25V	.....	C3, C8
47µF/40	.....	C9
470µF/16V	.....	C2

Halbleiter:

XR2206	.....	IC10
CD4051	.....	IC6 - IC9
CD4060	.....	IC2
CD4070	.....	IC5
CD4082	.....	IC4
CD4516	.....	IC3
7810	.....	IC1
BC548	.....	T1
1N4148	.....	D2
1N4001	.....	D1
LED 3mm, rot	.....	D3 - D18

Sonstiges:

Miniatur-Kippschalter 1 x um	S1, S3, S5
Miniatur-Kippschalter 2 x um	S4
Print-Taster, weiß	TA1
Klinkenbuchse, mono	BU1
BNC-Buchse Printmontage	BU6
Cinchbuchse Printmontage	BU3
Sicherung 315mA	S11
1 Platinensicherungshalter (2 Hälften)	
3 Kunststoffachsen für PT15 (4mm)	
1 Zylinderkopfschraube M3 x 6mm	
1 Mutter M3	
1 Gehäuse komplett, gebohrt und bedruckt	
70cm Silberdraht, blank	

d. h. die Kerbe des Bauelementes muß mit der Kerbe im Bestückungsdruck übereinstimmen.

- Die Schalter werden so tief wie möglich in die Platine gesetzt und festgelötet, wobei die Rändelmuttern vorher abzuschrauben sind.
- Der Taster wird auf Lötstifte montiert und in der Höhe so ausgerichtet, daß der Abstand, gemessen von der Oberkante des Tastergehäuses zur Platinenoberfläche, 16 mm beträgt.
- Der Transistor wird so tief wie möglich in die Platine eingesetzt und anschließend festgelötet.
- Die 3 Buchsen in Printausführung werden in die entsprechenden Bohrungen der Leiterplatte gesteckt und unter Zugabe von ausreichend Lötzinn festgesetzt.
- Die 16 Leuchtdioden benötigen einen Abstand von 17 mm zur Platine, jeweils gemessen von der Ebene des LED-Anschlußaustritts bis zur Platinenoberfläche.
- Die Potentiometerachsen sind auf ca. 28 mm zu kürzen und stramm in die Öffnungen der Potis zu pressen, bis sie einrasten.
- Zu guter Letzt sind die beiden Hälften des Platinensicherungshalters einzulöten und mit einer 315 mA-Sicherung zu bestücken.

Damit sind die Bestückungsarbeiten soweit abgeschlossen, und wir können uns der Inbetriebnahme und dem Abgleich zuwenden.

Inbetriebnahme und Abgleich

Vor dem ersten Anlegen der Spannung empfiehlt es sich, den Aufbau noch einmal gründlich hinsichtlich Lötzinnbrücken, kalten Lötstellen und Bestückungsfehlern zu überprüfen.

Vor dem Einschalten des Gerätes sollte zunächst die Sicherung aus ihrer Halterung genommen und mit einem Gleichstrommeßgerät überbrückt werden. Anschließend ist das Gerät einzuschalten. Die nun gemessene Stromaufnahme muß zwischen 25 mA und 50 mA liegen.

Danach wird der Minuspol eines Gleichspannungsmeßgerätes an die Schaltungsmasse angeschlossen und mit der Plusklemme die Ausgangsspannung des Spannungsreglers überprüft.

Die Spannung muß $12,7 \text{ V} \pm 5 \%$ betragen. Stimmt der Wert, kann mit dem Abgleich fortgefahren werden. Der Schaltungsabgleich ist einfach und beschränkt sich auf wenige unkritische Einstellungen.

Zunächst werden sämtliche Trimmer in Mittelstellung gebracht, im Single-Step-Betrieb eine Ausgangsfrequenz von 1 kHz gewählt und der NF-Ausgang mit dem

Eingang eines Oszilloskops verbunden.

Steht ein Frequenzzähler zur Verfügung, so wird dieser ebenfalls am Ausgang des Generators angeschlossen.

Als erster Abgleichschritt wird mit Hilfe des Trimmers R 21 die Ausgangsfrequenz auf 1 kHz, entsprechend einer Periodendauer von 1 ms, eingestellt.

Es folgt die Optimierung der Kurvenform der sinusförmigen Ausgangsspannung mit R 32. Die Kurvenform geht besonders auf den Klirrfaktor ein, so daß ein Klirrfaktormeßgerät (sofern vorhanden) gute Dienste leistet. Steht kein Klirrfaktormeßgerät zur Verfügung, wird mit R 32 die Sinuskurvenform anhand der Oszilloskopdarstellung optimiert.

Zur weiteren Optimierung der Sinuskurvenform dient der Symmetrie-Einstellregler R 33. Ausgehend von seiner Mittelstellung kann hier durch leichte Veränderung auf optimale Symmetrie des Ausgangssignals bzw. auf minimalen Klirrfaktor abgeglichen werden.

Als nächstes wird mit Hilfe des Tasters TA 1 eine Ausgangsfrequenz von 20 kHz gewählt, die anschließend mit R 18 exakt in der Frequenz abgeglichen wird. Bei Oszilloskopmessung muß sich hier eine Periodendauer von 50 µs einstellen lassen.

Zum Schluß der Abgleichprozedur ist noch die Einstellung der 20 Hz-Eckfrequenz im unteren Bereich mit R 21 vorzunehmen, wobei eine Periodendauer von exakt 50 ms einzustellen ist.

Nach dem Abgleich stehen nun die wichtigen Eckfrequenzen 20 Hz, 1 kHz und 20 kHz exakt zur Verfügung, wobei sich die übrigen Frequenzen dann automatisch mit hinreichender Genauigkeit ergeben.

Endmontage

Zur Endmontage sind die Führungsschienen des Gehäuses zu lösen und die Rändelmutter vom Gewindehals der 3,5 mm-Klinkenbuchse abzuschrauben. Anschließend werden die Front- und Rückplatte über die Buchsen gesetzt und zusammen mit der Leiterplatte bis zum Einrasten der Front- und Rückplatte in die untere Gehäusehalbschale abgesenkt. Danach werden die seitlichen Führungsschienen wieder eingearbeitet, wobei die Leiterplatte von den oberen Führungsnuten sicher gehalten wird.

Als dann ist die Rändelmutter der 3,5 mm-Klinkenbuchse wieder aufzuschrauben. Zum Abschluß wird die Gehäuseoberschale aufgesetzt und bis zum sicheren Einrasten heruntergedrückt. Hierbei ist besonders auf die korrekte Position der 16 Leuchtdioden und des Tasters TA 1 zu achten.

Damit ist der Nachbau dieses innovativen NF-Testgerätes abgeschlossen, und dem Einsatz steht nichts mehr im Wege. **ELV**