



Prozessor-Funktions-generator FG 7001

Teil 2

Im zweiten und abschließenden Teil dieses Artikels werden Nachbau und Inbetriebnahme dieses digital-einstellbaren quartzesteuerten Funktionsgenerators ausführlich beschrieben.

Zum Nachbau

Der Aufbau dieses ebenso preiswerten wie anspruchsvollen quartzesteuerten Funktionsgenerators ist vergleichsweise einfach möglich. Sämtliche Bauelemente finden auf 2 übersichtlich gestalteten, doppelseitigen durchkontaktierten Leiterplatten Platz unter Verzicht auf jegliche Brücken. Die Stromversorgung erfolgt über einen vergossenen Netztransformator mit integrierter Sicherung und Netzanschlußschnur, bei dem keine gefährlichen Spannungen zu berühren sind. Lediglich die vom Netz galvanisch getrennten Niederspannungs-Sekundärwicklungen werden elektrisch mit



der Basisplatine des FG 7001 verbunden. Eine ebenso elegante wie zukunftsweisende Lösung.

Bevor mit den Aufbauarbeiten begonnen wird, empfiehlt es sich, die Baubeschreibung zunächst einmal vollständig durchzulesen, um sich mit dem Gerät vertraut zu machen. Doch kommen wir nun zum eigentlichen Aufbau.

Die Bestückung der Basisplatine und der Anzeigenplatine wird in gewohnter Weise anhand der Bestückungspläne vorgenommen. Im Anschluß an die allgemeine Beschreibung gehen wir auf Besonderheiten bei der Bestückung der einzelnen Platinen ein, gefolgt vom Zusammenbau der gesamten Konstruktion.

Zuerst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Bestückungsseiten der Platinen gesetzt und auf den Leiterplattenunterseiten verlötet. Aufgrund der Durchkontaktierungen ist ein Löten auf der Bestückungsseite nicht erforderlich, d. h. sämtliche Lötstellen werden wie gewohnt auf der Platinenunterseite ausgeführt. Darüber hinaus konnte auf den Einsatz von Brücken vollständig verzichtet werden, wodurch sich der Aufbau weiter vereinfacht.

Kommen wir nun zu einigen Besonderheiten beim Nachbau:

1. Basisplatine

Nachdem sämtliche Bauelemente mit Ausnahme des Netztransformators entspre-

chend dem Bestückungsplan auf die Basisplatine gesetzt und auf der Leiterplattenunterseite verlötet wurden, folgt die Montage des Netztransformators. Die 230 V-Primärseite ist direkt mit einer Netzzuleitung, an deren Ende sich ein Euro-Stecker befindet, versehen. Direkt am Transformator sind über Lötschwerter lediglich die 3 Sekundär-Niederspannungswicklungen (2 x 15 V / 0,3 A und 1 x 8 V / 0,5 A) zugänglich. Der Netztransformator TR 1 wird so auf die Leiterplatte gesetzt, daß die Lötschwerter in die entsprechenden Bohrungen fallen und die Netzzuleitung mit Knickschutztüle und Zugentlastung zur Rückseite weist. Mit 4 Schrauben M 3 x 6 mm, die von der Platinenunterseite aus durch die zugehörigen Bohrungen geführt werden sowie 4 Muttern M 3 wird der Transformator mechanisch befestigt. Danach erfolgt das Verlöten der Trafo-Anschlüsse.

2. Anzeigenplatine

Die einzige Besonderheit bei der Bestückung dieser Platine liegt in dem Einsetzen der beiden Potentiometer R 46 und R 59. Diese werden von der Lötseite aus (Platinenrückseite) durch die entsprechenden Bohrungen geführt bei gleichzeitigem Einsetzen der 3 Lötanschlüsse. Von der Bestückungsseite aus erfolgt dann die Verschraubung. Erst jetzt werden die Lötanschlüsse von der Leiterplattenunterseite aus festgelötet. Abschließend sind die Achsen auf eine Länge von 20 mm zu kürzen (direkt von der Leiterplattenoberseite aus gemessen bis zur Achsenspitze).

Als nächstes wird die Anzeigenplatine mit der Basisplatine verbunden. Hierzu ist die Anzeigenplatine im rechten Winkel mit ihrer Platinenrückseite direkt an die Basisplatine zu setzen und zwar so, daß die untere Begrenzung der Anzeigenplatine ca. 1,5 mm unterhalb der Platinenunterseite der Basisplatine hervorsteht. Anschließend erfolgt das Verlöten der entsprechenden Leiterbahnen von Anzeigen- und Basisplatine auf der Platinenunterseite. Hierbei ist darauf zu achten, daß sich keine Lötzinnbrücken zwischen den verschiedenen Leiterbahnen bilden. Da es sich um doppelseitige Leiterplatten handelt, können zur Stabilitätserhöhung auf der Bestückungsseite der Basisplatine weitere Lötverbindungen zur Anzeigenplatine hergestellt werden, die elektrisch nicht erforderlich wären.

3. Frontplatte

In die Frontplatte werden 6 BNC-Buchsen mit Zentralbefestigung eingesetzt und auf der Rückseite mit einer Lötöse versehen sowie anschließend mit je einer passenden Mutter verschraubt. Die Ausrichtung der BNC-Buchsen sollte so erfolgen, daß die beiden gegenüberliegenden Arretiernippel einer jeden Buchse (zum Festsetzen des Steckers) genau waagrecht stehen. Elektrisch ist dies selbstverständlich

nicht relevant, trägt aber zur sauberen Optik bei. An die Lötösen einer jeden Buchse wird eine flexible isolierte Leitung angelötet, deren Länge für die 3 linken Buchsen 35 mm und für die 3 rechten Buchsen 25 mm beträgt. Die 6 Zentralanschlüsse werden mit 30 mm bzw. 20 mm langen Silberdrahtabschnitten versehen. Als dann wird die Frontplatte vor die Anzeigenplatine gesetzt, wobei die Buchsen-Anschlußleitungen durch die direkt hinter den Buchsen liegenden Bohrungen zu führen sind.

Die so entstandene Konstruktion wird in die Gehäuseunterhalbschale eingesetzt. Die Frontplatte wird durch entsprechende Führungen gehalten, während sich die beiden zentralen Befestigungsbohrungen der Basisplatte direkt mittig über den zugehörigen

an den Platinenanschlußpunkten ST 7, ST 9, ST 11 (von links nach rechts gesehen).

Nachdem die im folgenden Kapitel beschriebene Inbetriebnahme und der Abgleich durchgeführt wurden, ist die Gehäuserückwand mit der u-förmigen Aussparung für die Netzkabeldurchführung einzusetzen. Es folgt das Aufsetzen der Gehäuseoberhalbschale und das anschließende Verschrauben. Die genaue Montage ist dem bereits erwähnten separaten Artikel zu entnehmen.

Inbetriebnahme und Einstellung

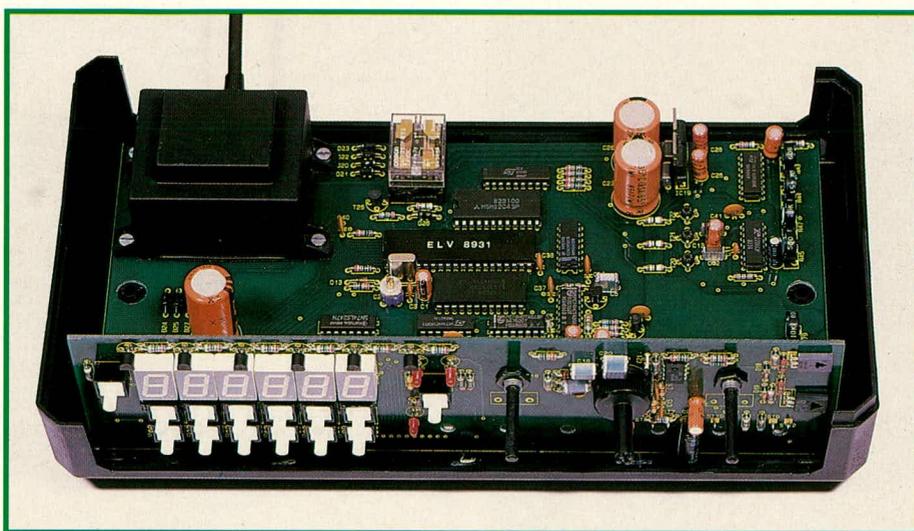
Nachdem die Bestückung nochmals sorgfältig überprüft wurde, steht der ersten Inbetriebnahme nichts im Wege. Im noch

im angegebenen Rahmen, ist das Gerät unverzüglich außer Betrieb zu nehmen und die Bestückung nochmals zu überprüfen sowie auch der Leiterbahnverlauf auf Unterbrechungen und Lötzinnbrücken hin zu untersuchen.

Damit das Gerät später sinnvoll eingesetzt werden kann, ist ein sorgfältiger Abgleich erforderlich, um auch die volle Leistung dieses hochwertigen Funktionsgenerators zu erreichen. Die Einstellarbeiten sind nicht besonders schwierig und können mit einfachen Mitteln durchgeführt werden.

Wichtiges Hilfsmittel ist hierbei ein Multimeter. Weitere hilfreiche, jedoch nicht unbedingt erforderliche, Meßgeräte sind ein Frequenzzähler, ein Oszilloskop und zur Klirrfaktor-Optimierung der Sinuskurve ein Klirrfaktor-Meßgerät.

Unmittelbar nach dem Einschalten geht das Gerät in die Sinus-Funktion bei einer Ausgangsfrequenz von 1.000 Hz. Dieser



Ansicht der fertig bestückten und in die Gehäuseunterhalbschale eingebauten Platinen des FG 7001

gen Bohrungen der Gehäuseverschraubung befinden. Hierbei liegt die Basisplatte ohne zusätzliche Abstandhalter auf den Verstrebungen des Gehäusebodens auf. Eine detaillierte Beschreibung des Gehäuses sowie dessen Einbau und Zusammenbau ist in einem separaten Artikel im ELV journal 6/89 ausführlich beschrieben.

Nun werden die 3 Masseanschlüsse der BNC-Buchsen für die TTL-Ausgänge über die flexiblen isolierten Leitungen an die Basisplatte angelötet. Der Masseanschluß der linken BNC-Buchse wird mit dem Platinenanschlußpunkt ST 1, der nächste Anschluß mit ST 3 und der dritte Anschluß mit ST 5 verbunden. Die Silberdrahtanschlüsse der Signalleitungen dieser Buchse sind an ST 2 (linke Buchse), ST 4 (mittlere TTL-Buchse) und ST 6 (rechte TTL-Ausgangsbuchse) anzulöten.

Die 3 rechten BNC-Ausgangsbuchsen für die Sinus/Dreieck-Ausgänge werden auf der Platinenrückseite der Anzeigenplatine angeschlossen. Hierbei liegen die Masseanschlüsse ebenfalls über flexible isolierte Leitungen an den Platinenanschlußpunkten ST 8, ST 10, ST 12 (von links nach rechts gesehen) und die Signalanschlüsse

stromlosen Zustand wird ein Multimeter mit seinem negativen Meßspannungsanschluß an die Schaltungsmasse angeschlossen. Hierzu bietet sich z. B. das Metallgehäuse des 15 V Festspannungsreglers IC 19 an.

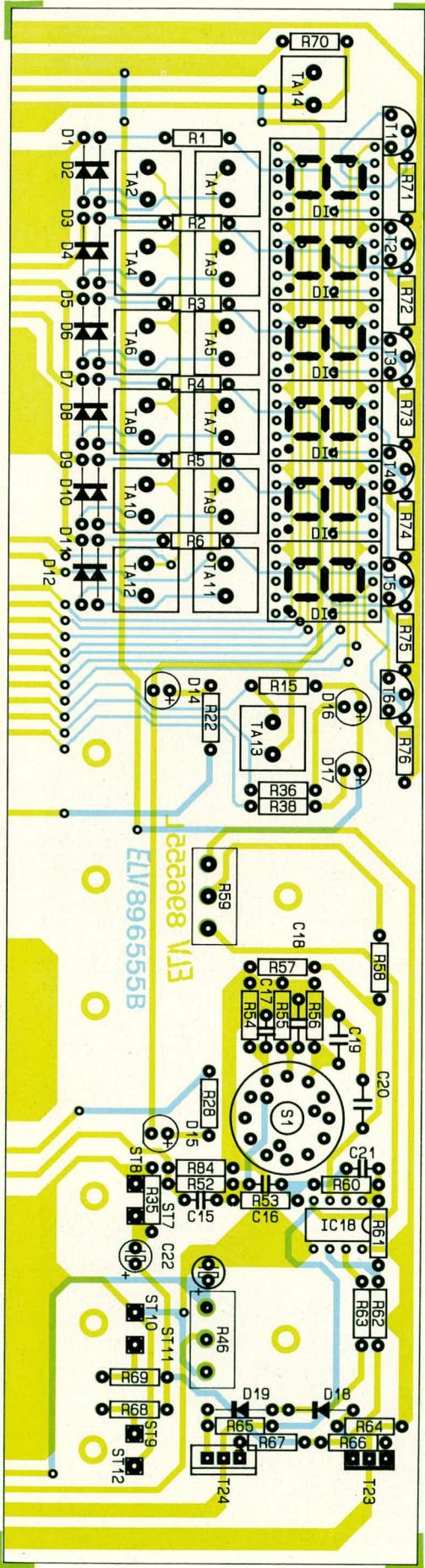
Unmittelbar nachdem der Netzstecker mit der 230 V-Netzwechselspannung verbunden und das Gerät eingeschaltet wurde, sind folgende Messungen durchzuführen, wobei der positive Meßspannungseingang des angeschlossenen Multimeters an die entsprechenden Punkte der Schaltung zu legen ist:

1. Pin 1 des IC 19: 20 V bis 27 V
2. Pin 3 des IC 19: 14,4 V bis 15,6 V
3. Pin 2 des IC 20: -20 V bis -27 V
4. Pin 3 des IC 20: -14,4 V bis -15,6 V
5. Pin 1 des IC 21: +9 V bis +13 V
6. Pin 3 des IC 21: +4,75 V bis +5,25 V
7. Pin 8 des IC 18: +14,4 V bis +15,6 V
8. Pin 4 des IC 18: -14,4 V bis -15,6 V
9. Pin 3 des IC 18: von ca. +7,5 V bis -7,5 V mit R 59 einstellbar.

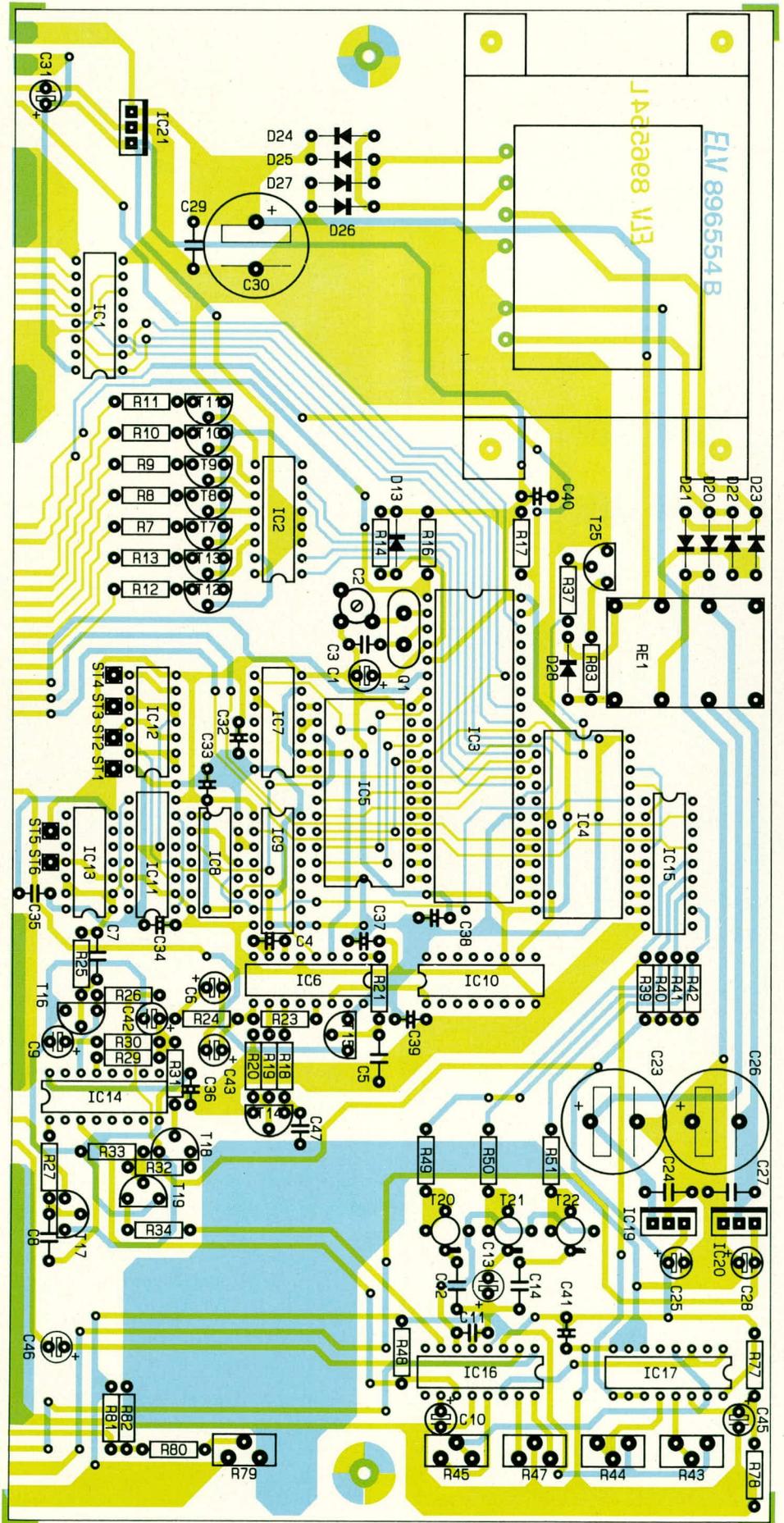
Sind vorstehend beschriebene Messungen zur Zufriedenheit verlaufen, kann mit der Einstellung des FG 7001 begonnen werden. Liegen die Meßspannungen nicht

Bereich wird für die weiteren Messungen und Einstellarbeiten zunächst so belassen. Der DC-Pegeleinsteller R 59 wird so eingestellt, daß auch die DC-gekoppelten Ausgänge (50 Ω und 600 Ω) gleichspannungsfrei sind, d. h. die Ausgangskurve ist zum Nullpunkt symmetrisch. Dies kann unter anderem mit Hilfe eines Multimeters erfolgen, das gemessen zur Schaltungsmasse an Pin 3 des IC 18 0 V anzeigen muß (Einstellung mit R 59). Diese Stellung sollte im Verlauf des weiteren Abgleichs nicht verändert werden, damit auch bei großen Ausgangsamplituden die Endstufe im linearen Bereich arbeitet.

Jetzt wird das Multimeter in den Wechselspannungsbereich gebracht und an den AC-Ausgang des FG 7001 angeschlossen („negative“ Meßspitze an den Metallhals der BNC-Buchse und „positive“ Meßspitze an den Mittenanschluß der BNC-Buchse). Hilfreich ist jetzt ein Oszilloskop, das an den 50 Ω -Ausgang zu legen ist. Sollte das verwendete Multimeter in seinem AC-Bereich nicht 1 kHz verarbeiten können, so kann die Frequenz zur Messung der Ausgangsspannung des FG 7001 bis auf 50 Hz gesenkt werden.



Bestückungsplan der Anzeigenplatine des FG 7001



Bestückungsplan der Basisplatine des Prozessor-Funktionsgenerators FG 7001

Stückliste: Prozessor-Funktionsgenerator FG 7001

Widerstände

2,2Ω	R 56
18Ω	R 66, R 67
22Ω	R 55
47Ω	R 69, R 83
100 Ω	R 7-R 13, R 63
150Ω	R 22, R 36, R 38
270 Ω	R 54
330Ω	R 28
470 Ω*	R 34
560 Ω	R 18, R 68
680Ω	R 30
1kΩ	R 1-R 6, R 31, R 32
1,5kΩ	R 37
3,3kΩ	R 64, R 65
3,9kΩ	R 24
4,7kΩ	R 15, R 52, R 53, R 70-R 76, R 81, R 82
10kΩ	R 16, R 17, R 33, R 39-R 42, R 61, R 84
12 kΩ	R 20, R 26, R 48
22kΩ	R 21, R 27, R 60, R 62
47kΩ	R 25, R 35, R 77, R 78, R 80
56kΩ	R 19
100kΩ	R 14, R 23, R 29, R 57, R 58
390kΩ	R 49, R 50, R 51
Trimmer, PT10, stehend,	
500Ω	R 45
Trimmer, PT10, stehend,	
10kΩ	R 79
Trimmer, PT10, stehend,	
25kΩ	R 47
Trimmer, PT10, stehend,	
50kΩ	R 43, R 44
Poti, 4mm, 10kΩ	R 59
Poti, 4mm, 100kΩ	R 46

Kondensatoren

4,7 pF	C 21
12pF	C 4
22pF	C 15, C 16
56pF	C 3
270pF	C 47
330pF	C 11, C 17
1nF	C 7
4,7nF	C 14, C 18
22nF/ker	C 32-C 41
47nF	C 12, C 19, C 24, C 27, C 29
100nF	C 5, C 8, C 20
1µF/16V	C 13, C 43

2,2µF/16V	C 10
10µF/16V	C 1, C 6, C 25, C 28, C 31, C 42, C 44
22µF/16V	C 46
22µF/bipolar	C 22
47µF/16V	C 45
100µF/16V	C 9
1000µF/40V	C 23, C 26
2200µF/16V	C 30
C-Trimmer, 1-40pF	C 2

Halbleiter

ELV8931	IC 3
82C43	IC 4
83C54	IC 5
ULN2803	IC 15
XR2206	IC 16
CD4046	IC 14
CD4053	IC 17
74HC00*	IC 7, IC 8, IC 12, IC 13
74CD4040*	IC 10
74HCT4046	IC 6
74HC4518*	IC 9
74HC390*	IC 11
74156	IC 1
74LS247	IC 2
TL082	IC 18
7805	IC 21
7815	IC 19
7915	IC 20
BD135	T 23
BD136	T 24
BF981	T 20-T 22
BC 327	T 1-T 6
BC546	T 14, T 16, T 18, T 19, T 25
BC558	T 7-T 13, T 15, T 17
1N4001	D 20-D 28
1N4148	D 1-D 13, D 18, D 19
DJ700A	DI 1-DI 6
LED, 3mm, rot	D 14-D 17

* gegenüber Schaltbild geändert

Sonstiges

Quarz/6, 144 MHz	Q 1
Taster, stehend, print	TA 1-TA 14
Drehschalter, 3 x 4, print	S 1
Omron-Relais, 3,6 V	RE 1
1 x Trafo, prim: 230 V, 14 VA	
sek: 2 x 15V/0,3A	
1 x 8V/0,5A	
4 x Schraube M 3 x 6	
4 x Mutter M 3	
6 x Lötstifte, 1,3 mm	

Als nächstes ist der Abschwächer „Dämpfung“ in seine 0 dB-Stellung und der Regler „Amplitude“ auf Maximum, d. h. Rechtsanschlag zu bringen.

Zur Einstellung der Ausgangsspannungshöhe in der Funktion „Sinus“ dient der

Trimmer R 43. Mit diesem wird nun eine Ausgangsspannung von 7,07 V_{eff} eingestellt, entsprechend einer Spitzenspannung von 20 V_{ss}. Auf dem Oszilloskop kann eine Kontrolle vorgenommen werden. Es folgt die Klirrfaktor-Optimierung. Stehen keine

zusätzlichen Meßgeräte zur Verfügung, wird R 45 ungefähr in Mittelstellung gebracht. Günstiger ist die Einstellung mit Hilfe eines Oszilloskops. Zur Klirrfaktor-Optimierung leistet ein Klirrfaktormeßgerät gute Dienste mit dessen Hilfe die Einstellung von R 45 auf geringsten Klirrfaktor vorgenommen werden kann.

Zur weiteren Optimierung des Klirrfaktors dient der Symmetrie-Einstellregler R 47. Ausgehend von seiner Mittelstellung kann hier durch leichte Veränderung auf minimalen Klirrfaktor abgeglichen werden. Das heißt, die erste Klirrfaktorminimierung erfolgt mit R 45 und eine anschließende Optimierung mit R 47, wobei sich dieser Vorgang zwei- bis dreimal wiederholt. Steht kein Klirrfaktormeßgerät zur Verfügung, befindet sich R 47 in Mittelstellung.

Als nächstes wird der Amplitudenregler R 46 an den Linksanschlag gebracht (entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht) und mit R 79 die Ausgangsspannung möglichst exakt auf 0 V eingestellt. Ist dies erfolgt, kann R 46 (Amplitudenregler) wieder auf maximale Amplitude gedreht werden.

Zum Abschluß ist ein Nachabgleich von R 43 zur Festlegung der größten Ausgangsspannung (d. h. 20 V_{ss}) in der eingangs beschriebenen Weise vorzunehmen.

Als weitere Einstellung ist die maximale Ausgangsspannung der Dreieckfunktion einzustellen. Hierfür wird die betreffende Taste betätigt, um in die Dreieckfunktion zu kommen. Mit dem Trimmer R 44 wird nun die Ausgangsspannung auf einen Spitzenhub von 20 V_{ss} abgeglichen. Steht kein Oszilloskop zur Verfügung, muß ein Multimeter im Wechselspannungsbereich ebenfalls 7,07 V anzeigen, sofern es sich um einen Meßgleichrichter mit Spitzenwertgleichrichtung handelt. Besitzt das eingesetzte Multimeter einen echten Effektivwert-Gleichrichter, zeigt die Anzeige 6,37 V an, bei einer tatsächlichen Ausgangsspannung von 20 V_{ss}. Dieses Verhalten ist bei den verschiedenen Multimetertypen systembedingt und beruht auf den mathematischen Unterschied zwischen Effektivwert- und Spitzenwert von Sinus- und Dreieck-Funktion. Wichtig für die Einstellung des FG 7001 ist jedoch die Spitzen-Ausgangsspannung von 20 V_{ss}.

Wer ein übriges tun möchte, kann mit Hilfe eines Frequenzzählers die Ausgangsfrequenz überprüfen und ggf. mit dem Trimmer C 2 optimieren. Sinnvoll ist es, hierzu die Frequenz in einen möglichst hohen Bereich zu bringen (z. B. 200 kHz), um eine hohe Auflösung des angeschlossenen Frequenzzählers zu erhalten.

Damit ist die Einstellung des FG 7001 bereits abgeschlossen und nach erfolgter Endmontage steht dem Einsatz dieses anspruchsvollen Funktionsgenerators nichts mehr im Wege.