



Funktionsgenerator FG 7000 Teil 2

Der neue Funktionsgenerator FG 7000 stellt bei ausgezeichnetem Preis-/Leistungsverhältnis die gängigen Kurvenverläufe Sinus, Rechteck, Dreieck, Sägezahn und Impuls im Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 10 MHz zur Verfügung. Der vorliegende zweite und abschließende Teil dieses Artikels beschreibt den Nachbau, die Inbetriebnahme und den Abgleich dieses innovativen Funktionsgenerators.

Nachbau

Die Schaltungstechnik des FG 7000 ist auf zwei Leiterplatten untergebracht, der 125 mm x 93 mm messenden Netzteilplatine und der 203 mm x 65 mm großen Frontplatine, auf der sich die gesamte Signalerzeugung befindet. Die mechanische Konstruktion des FG 7000 ist übersichtlich und einfach, der Aufbau des Gerätes läßt sich in kurzer Zeit durchführen.

Achtung! Aufgrund der im Gerät freigeleiteten lebensgefährlichen Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften vorgenommen werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen

Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten.

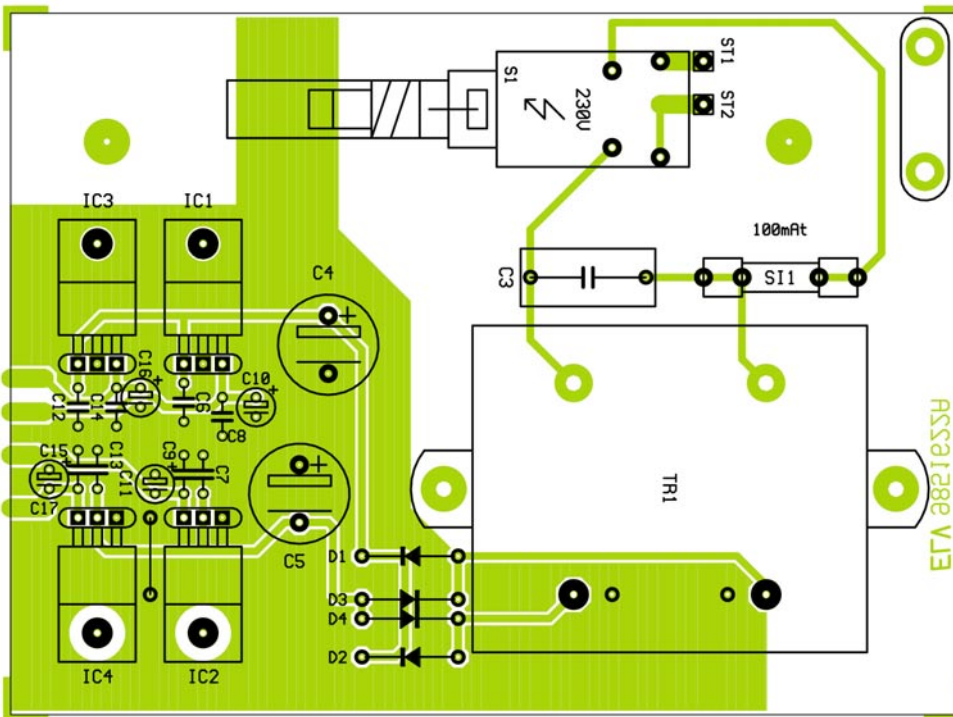
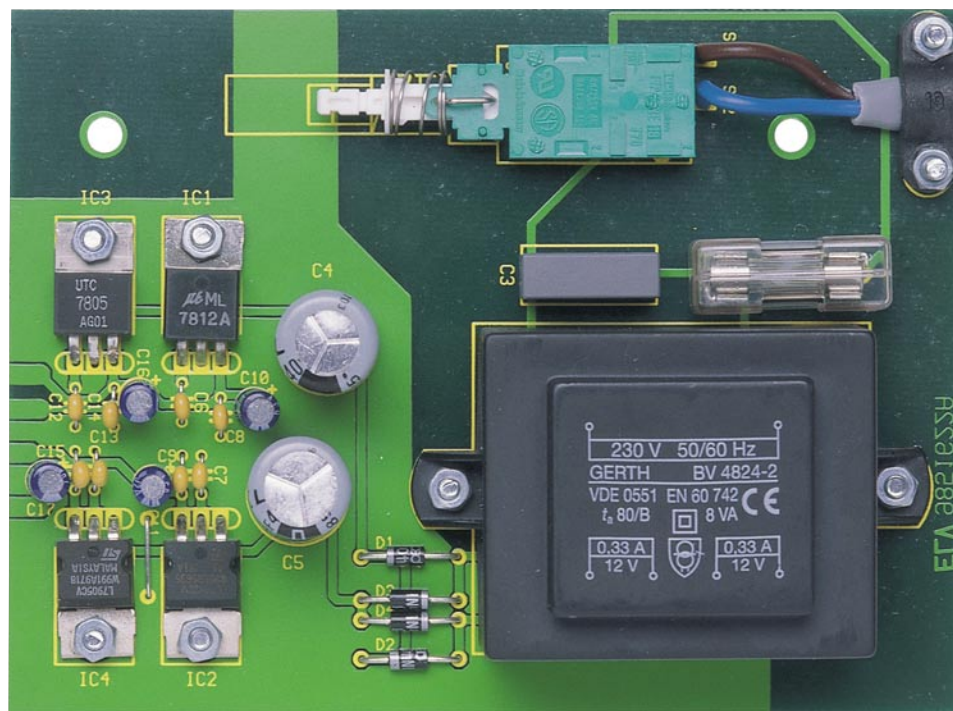
Nach diesem Hinweis beginnen wir mit der Erstellung der einseitigen Netzteilplatine, die ausschließlich mit bedrahteten Bauelementen zu bestücken ist. Die Bauteilmontage erfolgt in gewohnter Weise anhand von Bestückungsplan, Platinenfoto und Stückliste.

Im ersten Schritt werden die Drahtbrücke, die Dioden D 1 bis D 4 und die Kondensatoren C 6 bis C 9 sowie C 12 bis C 15 montiert. Die Anschlußdrähte sind entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln und durch die zugehörigen Bohrungen zu stecken. Auf der Lötseite werden die Anschlußdrähte leicht auseinandergebogen, um das Bauteil zu fixieren. Nach dem Verlöten sind die überstehenden Drahten-

den mit einem Seitenschneider direkt an der Lötstelle abzuschneiden, ohne diese dabei zu beschädigen.

Als nächstes folgt der Einbau der 4 Festspannungsregler IC 1 bis IC 4. Die Anschlußbeine sind vor dem Einbau um 90° nach hinten abzuwinkeln. Das Bauteil wird eingesetzt und vor dem Verlöten mit einer M3x6mm-Zylinderkopfschraube fixiert. Diese ist von der Lötseite durch die Platinenbohrung und den Regler zu schieben und mit einer M3-Zahnscheibe und M3-Mutter zu sichern. Anschließend erfolgt das Verlöten des Reglers.

Bei der Montage der Elkos ist unbedingt auf richtige Polung zu achten. Weiterhin sind jetzt der X2-Kondensator C 3, der Netzschalter S 1 und der Netztransformator TR 1 einzubauen. TR 1 wird in gleicher



Ansicht der fertig bestückten Netzteilplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

Weise wie die Festspannungsregler vor dem Verlöten mit zwei M4x10mm-Zylinderkopfschrauben, M4-Zahnscheiben und M4-Muttern befestigt. Nach Einbau des Platinensicherungshalters werden die 100mA-Feinsicherung und die Sicherungsabdeckung montiert.

Die doppelseitige Frontplatine ist sowohl mit SMD- als auch konventionellen Bauelementen zu bestücken. Im ersten Schritt werden die SMD-Bauteile montiert, wobei besondere Sorgfalt, sauberes Löten und eine bleistiftspitze Lötspitze gefordert sind.

Vor der Bestückung eines SMD-Bauteils

muß das entsprechende Pad leicht vorverzinnt werden. Anschließend ist das Bauteil mit einer Pinzette zu platzieren, festzuhalten und zunächst nur auf einer Seite zu verlöten. Vor dem beidseitigen Verlöten ist die korrekte Position zu überprüfen.

Die Reihenfolge der Montage sollte wie folgt sein: C 35, C 37, C 38, C 39, L 3, L 4. Bei den SMD-Tantal-Kondensatoren C 30, C 34 und C 36 ist auf die richtige Polung zu achten, die mit einem Querstrich gekennzeichnete Seite ist der Pluspol.

Nach Komplettierung der SMD-Bestückung erfolgt jetzt die Montage der bedrahteten Widerstände und Kondensatoren nach

bereits beschriebener Vorgehensweise. Alle Elkos sind liegend einzubauen, auf richtige Polung ist zu achten. Im Anschluß werden die integrierten Schaltkreise IC 5, IC 6 und IC 7 bestückt, wobei die Positionen der Punktmarkierung des Gehäuses und der Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen müssen.

Nachfolgend werden die Drehschalter S 4 und S 5 sowie der Schiebeschalter S 2 eingesetzt und verlötet. Bei der Montage von S 4 und S 5 ist darauf zu achten, daß der Abstand zur Platinenoberfläche minimal gehalten wird, damit bei der Endmontage ein optimaler Sitz der Frontplatte gewährleistet ist.

Im Anschluß werden die Trimpotentiometer R 7, R 11 und R 14 sowie der C-Trimmer C 24 auf der Lötseite bestückt.

Für den Einbau der Potis sind zunächst die Anschlußdrähte um 90° in Achsrichtung abzuwinkeln. Bevor die elektrische Verbindung durch Verlöten der Anschlußdrähte auf den entsprechenden Pads hergestellt wird, wird das Poti mit der Frontplatine verschraubt.

Damit sind beide Platinen fertiggestellt und sollten vor dem Verbinden im Hinblick auf korrekte Bestückung und saubere Lötstellen kontrolliert werden. Das Verbinden erfolgt durch Verlöten beider Platinen miteinander. Am unteren Rand der linken Hälfte der Frontplatine befinden sich als Montagehilfe zwei Zentrierbohrungen, in die zunächst von der Bestückungsseite zwei 1mm-Lötstifte mit dem längeren Ende voran eingesteckt werden.

Die Frontplatine wird nun so an die Netzteilplatine gehalten, daß die Lötstifte in ganzer Länge auf der Oberfläche der Netzteilplatine aufliegen, sich die zusammengehörigen Leiterbahnpaare auf der Lötseite exakt in einer Flucht befinden und zwischen beiden Platinen ein Winkel von 90° besteht. Anschließend werden die Platinen zunächst nur durch einen kleinen Lötspunkt links und rechts miteinander verbunden.

Jetzt ist der korrekte Sitz der Frontplatine nach folgenden Kriterien nochmals zu überprüfen:

- An der Stoßstelle darf kein erkennbarer Spalt vorhanden sein
- Zwischen den Platinen muß ein rechter Winkel bestehen
- Die exakte Fluchtung der zusammengehörigen Leiterbahnpaare muß eingehalten werden

Diese Forderungen sind durch eventuelles Lösen der Punktverbindungen und entsprechende Korrekturen leicht zu erfüllen. Anschließend werden alle Leiterbahnpaare und Masseverbindungen unter

Zugabe von ausreichend Lötzinn verlötet.

Für die Montage des Netzkabels sind folgende Schritte auszuführen:

- Die Kabel-Durchführungsstülpe wird in der Rückwand montiert.
- Das Netzkabel ist von der Rückseite durch die Rückwand zu schieben.
- Die äußere Ummantelung wird auf einer Länge von 35 mm entfernt.
- Die Isolierung der beiden Adern ist auf einer Länge von 6 mm zu entfernen.
- Die Adern werden verdrillt, durch die

Bohrungen der Platine geschoben, auf der Unterseite über die vom Lötstoplack befreiten Flächen gebogen und verlötet.

- Auf der Bestückungsseite werden beide Adern direkt an der Austrittsstelle mit Heißkleber fixiert.
- Anschließend sind die beiden M3x14mm-Zylinderkopfschrauben von unten durch die Platine zu schieben, der Zugentlastungsbügel wird aufgesetzt und mit M3-Zahnscheiben und M3-Muttern festgezogen.

Im Anschluß folgt die Fertigstellung der Achsverlängerung für den Netzschalter gemäß Abbildung 5. Der Druckknopf und das Adapterstück werden aufgesetzt, bevor die Verlängerung mit dem Netzschalter verbunden wird.

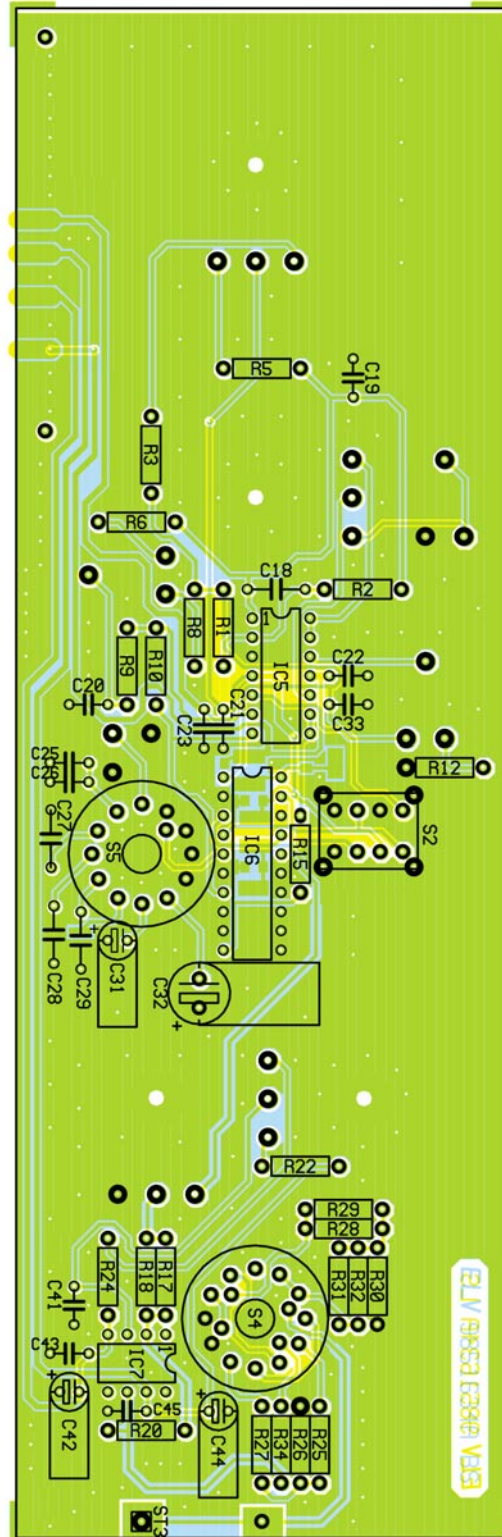
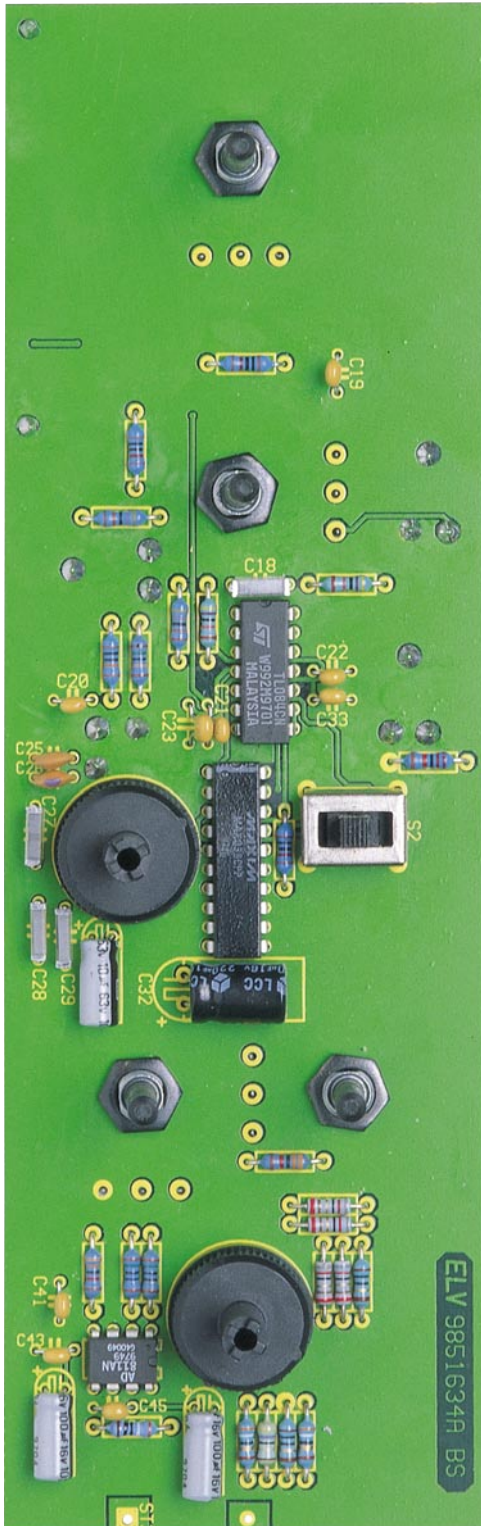
Als nächstes sind die Cinch- und die BNC-Buchse in die Frontplatte einzubauen. Dazu werden zunächst drei 20 mm lange Silberdrahtabschnitte angefertigt. Je ein Abschnitt wird an den Lötflächen der Masseanschlüsse der Buchsen verlötet. Der dritte Abschnitt ist am Mittelpol der BNC-Buchse zu verlöten. Ein Anschlußdraht des 560Ω-Widerstandes R 33 wird auf ca. 5 mm gekürzt und am Mittelpol der Cinch-Buchse verlötet.

Die Buchsen sind von der Frontseite in die Bohrungen der Frontplatte einzuführen, und von der Rückseite werden die Masseanschlüsse, die Federringe und die Muttern aufgesetzt. Vor dem Festziehen der Muttern sind die Masseanschlüsse so auszurichten, daß die Lötfläche der Cinch-Buchse nach oben und die der BNC-Buchse nach unten zeigt. Nach dem Festziehen der Muttern werden die Lötflächen um 90° nach hinten abgewinkelt. Die Frontplatte ist auf das Chassis aufzusetzen, das Verbinden der Buchsen mit der Frontplatine folgt nach dem Einbau in die untere Gehäusehälfte.

Inbetriebnahme

Vor dem erstmaligen Verbinden des Gerätes mit der Netzspannung ist die untere Gehäusehälfte vorzubereiten. Dazu sind die M4x70mm-Zylinderkopfschrauben von der Unterseite durch die Bohrungen in der Halbschale zu schieben. Anschließend wird die Halbschale so auf die Arbeitsplatte gestellt, daß die Lüftungsgitter nach vorne zeigen. Auf die beiden linken Schrauben werden je eine 1,5mm-Futterscheibe, auf die rechten Schrauben je zwei 1,5mm-Futterscheiben aufgesetzt.

Jetzt senkt man das Chassis in



Ansicht der fertig aufgebauten Frontplatte des FG 7000 von der Bestückungsseite mit zugehörigem Bestückungsplan

die untere Halbschale ab, wobei sich Front- und Rückplatte in den seitlichen Führungen befinden müssen.

Durch den Einbau in die untere Gehäusenhälfte ist gewährleistet, daß die 230V-Netzspannung von oben nicht berührbar ist.

Die an die Buchsen gelöteten Drahtabschnitte und der 560Ω-Widerstand R 33 werden auf die entsprechenden, vom Lötstoplack befreiten Flächen der Frontplatte abgewinkelt und dort verlötet.

Jetzt erfolgt das Verbinden mit der Netzspannung, und mit einer Betätigung des „Power“-Schalters schaltet man den FG 7000 ein. Funktioniert das Gerät, so muß jetzt bei entsprechender Einstellung bereits ein Ausgangssignal anstehen. Ist dies nicht der Fall, liegt ein Fehler vor, den es zu beheben gilt.

Abgleich

Grundvoraussetzung für den Abgleich ist die Montage der Bedienelemente. Dazu sind zunächst die Achsen der Potis und Drehschalter mit einem Seitenschneider auf eine aus der Frontplatte herausragende Länge von 9 mm zu kürzen. Die Drehknöpfe für „Symmetry“, „DC-Level“ und „Attenuator“ werden so montiert, daß die Position der Pfeilspitze dem Aufdruck angepaßt ist.

Der Drehknopf für Range ist so zu befestigen, daß die Pfeilspitze bei Rechtsanschlag des Drehschalters auf das Feld „x1M“ zeigt. Die Pfeilspitze des Drehknopfes „Frequency“ muß bei Rechtsanschlag auf die Punktmarkierung unter der „10“ zeigen. Der Drehknopf „Amplitude“ ist so zu montieren, daß sich der Pfeil bei Linksanschlag auf der „0“ befindet.

Für den Abgleich der Frequenzskala sind zunächst folgende Einstellungen vorzunehmen:

- Signalform: Sinus
- Dämpfung: 0 dB
- DC-Level: 0 V
- Amplitude: 5 V
- Frequenzbereich: 1 kHz-10 kHz (x1k)

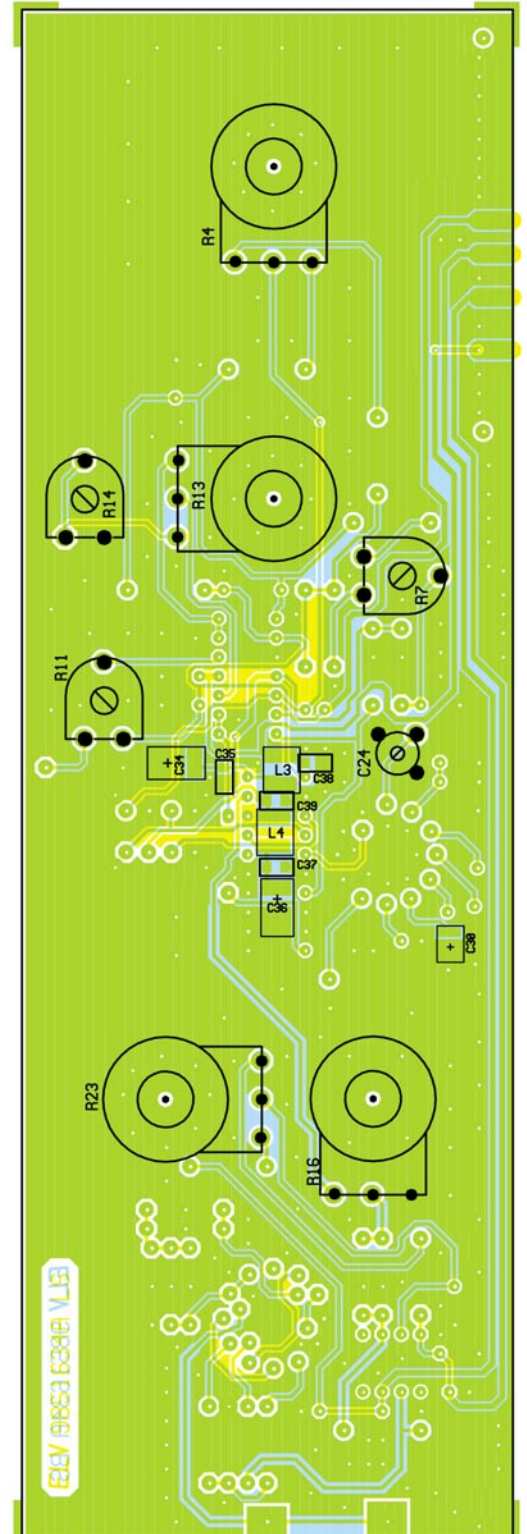
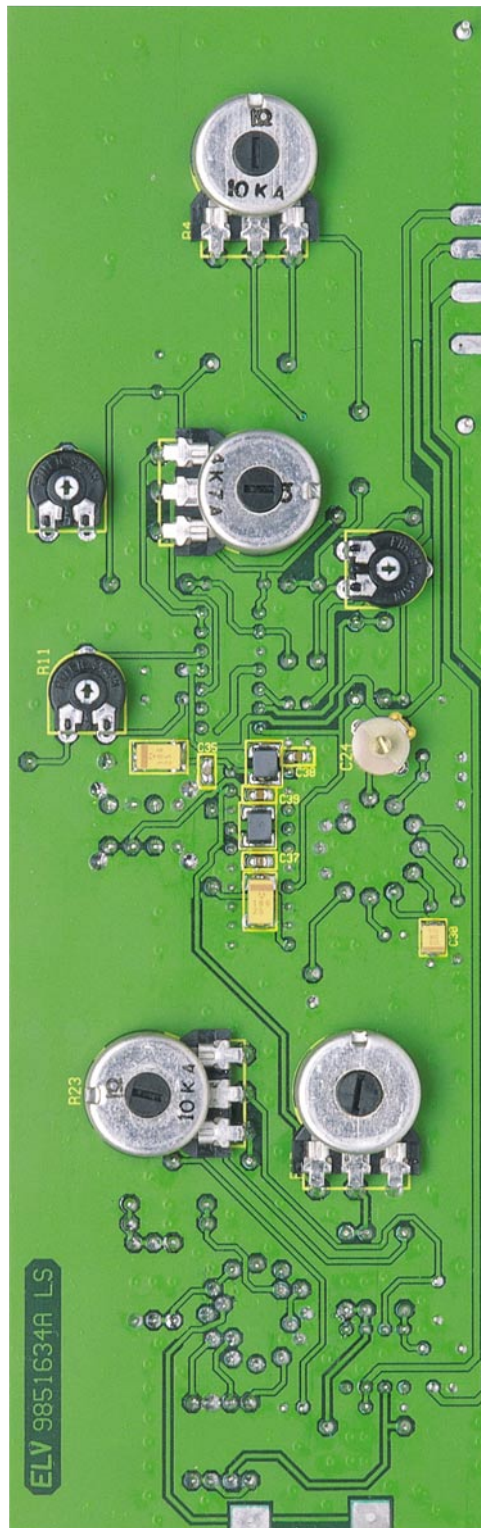
Nach Verbinden eines Frequenz-

zählers mit der 50Ω-BNC-Buchse werden die nachfolgend beschriebenen Schritte ausgeführt. Alternativ zum Frequenzzähler kann ebenfalls ein Oszilloskop für den Abgleich verwendet werden.

- Pfeil des „Frequency“-Einstellers auf „10“ stellen
- Mit dem Trimmer R 11 wird eine Frequenz von 10 kHz eingestellt
- Pfeil des „Frequency“-Einstellers auf „1“ stellen
- Mit dem Trimmer R 14 wird eine Frequenz von 1 kHz eingestellt

- Den Drehschalter „Range“ auf die Position „x1M“ (1 MHz-10 MHz) stellen
- Pfeil des „Frequency“-Einstellers auf „10“ stellen
- Mit dem C-Trimmer C 24 eine Frequenz von 10 MHz einstellen

Wie bereits im ersten Teil detailliert beschrieben, verfügt der FG 7000 über die Möglichkeit, den Klirrfaktor des Sinussignals auf ein Minimum abzugleichen. Dieses Minimum liegt laut Angabe des MAX038-Herstellers MAXIM bei 0,75 %



Ansicht der fertig aufgebauten Frontplatte des FG 7000 von der Lötseite mit zugehörigem Bestückungsplan

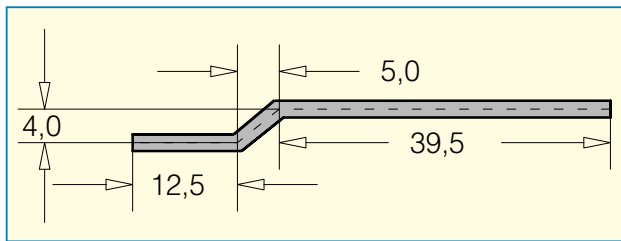


Bild 5: Achsverlängerung für den Netzschalter

und wird durch eine Gleichspannung im Bereich von ± 100 mV am Eingang DADJ eingestellt.

Zum Abgleich des Klirrfaktors sind folgende Schritte auszuführen:

- Signalform: Sinus
- Amplitude: 5 V
- DC-Offset: 0 V
- Frequenzbereich 1 kHz bis 10 kHz wählen (x 1k)
- Pfeil des „Frequency“-Einstellers auf „1“ stellen
- Oszilloskop an die 50 Ω -BNC-Buchse anschließen
- X-Ablenkung: 50 μ s/DIV
- Y-Ablenkung: 1V/DIV bei 1:1 oder 0,1V/DIV bei 10:1
- Kopplung: AC
- Nulllinie mit y-Position

rechten oberen Bildschirmecke befindet (Abbildung 6)

- Den Spitzenwert mit R 7 in die Bildschirmmitte bringen.

Endmontage

Auf die 4 Gehäuseschrauben sind die 60mm-Distanzrollen aufzuschieben, bevor die obere Gehäusehalbschale aufgesetzt wird. Anschließend legt man die M4-Muttern in die oberen Befestigungslöcher. Das Anziehen der Montageschrauben

- ganz nach oben fahren
- Triggern: Normal, negative Flanke
- Mit X-Position und Triggern den Nulldurchgang exakt in die linke obere Bildschirmecke fahren (Abbildung 6)
- Frequenz evtl. so korrigieren, daß sich der rechte Nulldurchgang in der

geschieht von unten, indem das Gerät einseitig über die Tischkante hervorgezogen wird. Die jeweilige Schraube darf dabei nicht herausfallen. Nach dem Festziehen der 4 Schrauben sind die Fußmodule mit zuvor eingepreßten Gummifüßen sowie die Abdeckmodule einzusetzen. Damit ist der Nachbau des FG 7000 abgeschlossen und der Funktionsgenerator für den Einsatz im Elektronik-Labor bereit.

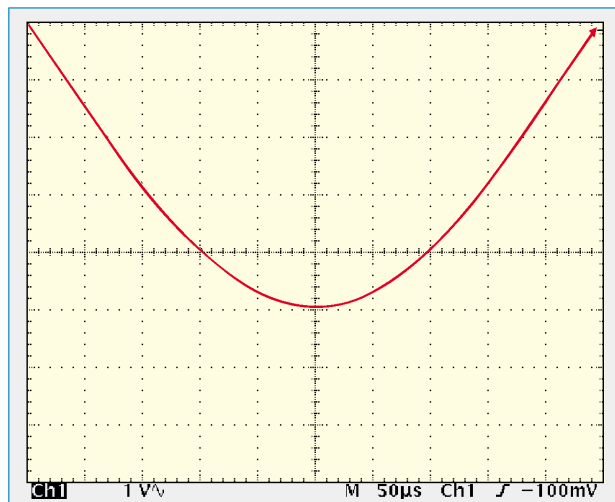


Bild 6: Abgleich des Klirrfaktors

Stückliste: Funktionsgenerator FG 7000

Widerstände:

10 Ω	R26, R30
39 Ω	R25, R27
47 Ω	R34
82 Ω	R28, R29, R31, R32
150 Ω	R17, R18
390 Ω	R20
560 Ω	R33
4,7k Ω	R6, R8
10k Ω	R3, R5, R12, R15
33k Ω	R22, R24
47k Ω	R1, R2
100k Ω	R9
180k Ω	R10
PT10, liegend, 250 Ω	R7
PT10, liegend, 1k Ω	R14
PT10, liegend, 5k Ω	R11
Poti, 4mm, 100 Ω	R16
Poti, 4mm, 4,7k Ω	R13
Poti, 4mm, 10k Ω	R4, R23

Kondensatoren:

22pF/ker	C26
180pF/ker	C25
2,2nF	C27
10nF	C18
22nF	C28
100nF/ker	C6-C9, C12-C15, C19-C23, C33, C41, C43, C45
100nF/SMD	C35, C37-C39

100nF/250V~/X2	C3
220nF	C29
2,2 μ F/16V/SMD	C30
10 μ F/25V	C10, C11, C16, C17
10 μ F/16V/SMD	C34, C36
22 μ F/16V	C31
100 μ F/16V	C42, C44
220 μ F/16V	C32
1000 μ F/40V	C4, C5
C-Trimmer, 1,4pF-10pF	C24

Halbleiter:

7812	IC1
7912	IC2
7805	IC3
7905	IC4
TL084	IC5
MAX038	IC6
AD811	IC7
1N4001-1N4007	D1-D4

Sonstiges:

SMD-Induktivität, 10 μ H	L3, L4
Trafo, 8VA, 2 x 12V/350mA	TR1
BNC-Einbaubuchse	BU1
Cinch-Einbaubuchse	BU2
Schiebeschalter, 2 x um mit Mittelstellung, print	S2
Miniatur-Präzisionsdreh­schalter, 4 Stromkreise, 3 Stellungen	S4

Miniatur-Präzisionsdreh­schalter, 1 Stromkreis 12 Stellungen	S5
Sicherung, 100mA, träge	SI1
Shadow-Netzschalter	S1
1 Adapterstück	
1 Verlängerungsachse	
1 Druckknopf, 7,2mm, grau	
1 Platinensicherungshalter (2 Hälften)	
1 Sicherungsabdeckhaube	
1 Netzkabel, 2 adrig, grau	
1 Kabeldurchführung, 8mm	
1 Zugentlastungsbügel	
3 Drehknöpfe, 12mm für 4mm-Achsen	
2 Drehknöpfe, 12mm	
5 Knopf­kappen, 12mm, grau	
5 Pfeilscheibe, 12mm, grau	
1 Knopfreduzierstück	
1 Drehknopf, 29mm	
1 Knopf­kappe, 29mm, grau	
1 Pfeilscheiben, 29mm, grau	
6 Gewindestifte, M3 x 4mm, mit Spitze	
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 14mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M4 x 10mm	
6 Muttern, M3	
2 Muttern, M4	
6 Fächerscheiben, M3	
2 Zahnscheiben, 4,3mm	
18cm Sch­alt­draht, blank, versilbert	
2 Lötstifte, ϕ 1 mm	