



10-MHz-DDS-Funktionsgenerator DDS 8010

Teil 2

Der DDS 8010 setzt die erfolgreiche DDS-Generator-Reihe von ELV fort. Er gibt Sinus-, Dreieck- und Rechtecksignale über eine leistungsfähige Endstufe mit bis zu 10 V_{ss} aus. Die Frequenz lässt sich von 0,1 Hz bis 10 MHz in 0,1-Hz-Schritten einstellen.

Neben der Möglichkeit, einen DC-Offset einzustellen, ist auch die Wahl des Tastverhältnisses (Rechtecksignal) von 10 % bis 90 % möglich. Weiterhin bietet der DDS 8010 eine Wobbel-Funktion und ist damit für vielfältige Aufgaben einsetzbar. Im zweiten Teil wenden wir uns der Bedienung zu und beginnen mit dem Aufbau.

Bedienung

Die Bedienung des DDS 8010 erfolgt auf einfache Weise über Taster, einen Inkrementalgeber und ein Display. Abbildung 6 zeigt die Frontplatte mit allen Bedien-, Anzeige- und Anschlusselementen. Im Folgenden betrachten wir die einzelnen Einstellmöglichkeiten näher. Vorab ein genereller Bedienhinweis: Um die Einstellung von größeren Wertdifferenzen zu vereinfachen, können die einzelnen Stellen mit Hilfe der Pfeiltasten TA 105 und TA 106 und eines im Display dar-

gestellten Cursors ausgewählt und mit dem Inkrementalgeber an dieser Stelle direkt geändert werden.

Anzeige

Während des Einstellens eines Wertes, z. B. der Amplitude, werden, wie zuvor erwähnt, immer der Name des einzustellenden Parameters und der aktuelle Wert im Display angezeigt. Dies ist die sogenannte Einstellungsanzeige. Erfolgt innerhalb von vier Sekunden keine weitere Betätigung, wechselt die Darstellung des DDS 8010 in die Übersichtsanzeige.

Technische Daten: DDS 8010

Signalformen:	Sinus, Dreieck, Rechteck
Frequenzbereich:	0,1 Hz bis 10 MHz (Sinus, Rechteck) 0,1 Hz bis 1 MHz (Dreieck)
Schrittweite:	0,1 Hz
Frequenzgenauigkeit:	25 ppm, kalibrierbar
Signal-Ausgang:	
Ausgangswiderstand:	50 Ohm
Ausgangsspannung:	0,1 V _{SS} bis 10 V _{SS} (kalibriert) 0,001 V _{SS} bis 0,1 V _{SS} (unkalibriert)
Schrittweite:	0,001 V _{SS} (kalibriert)
Abweichung:	< ±1 dB (außer Wobbel-Betrieb)
Anstiegszeit:	<30 ns
Dämpfung bei Signalabschaltung:	>78 dB
Tastverhältnis Rechteck:	10 % bis 90 % , einstellbar in 1%-Schritten
Signalreinheit Sinus:	
Klirrfaktor bei 1 kHz:	<0,1 % @ 1 V _{RMS} , <0,15 % @ 0,5 V _{RMS}
Klirrfaktor bei 400 Hz :	<0,1 % @ 1 V _{RMS} , <0,15 % @ 0,5 V _{RMS}
Neben-/Oberwellenabstand:	
Bis 1 MHz:	besser als -45 dBc
Bis 10 MHz:	besser als -30 dBc
DC-Offset:	
Pegel:	-10 V bis +10 V (kalibriert)
Pegeleinstellung:	0,001 V (kalibriert)
Wobbel-Funktion:	
Wobbel-Bereich:	0,1 Hz bis 10 MHz
Wobbel-Frequenz:	0,1 Hz bis 10 Hz
Sync-Ausgang:	
Ausgangswiderstand:	50 Ohm
Pegel:	CMOS-Pegel (bei 5V)
Anstiegszeit:	<5 ns
Spannungsversorgung:	230 V/50 Hz
Stromaufnahme:	90 mA
Abmessungen (B x H x T):	315 x 204 x 109 mm

In diesem Modus werden die momentanen Parameter abwechselnd im Display angezeigt. Die erste Anzeige gibt Informationen über die aktuelle Frequenz und die eingestellte Amplitude. Siehe folgendes Beispiel:



Die zweite Anzeige zeigt den eingestellten Gleichspannungsanteil und das Tastverhältnis an. Beispiel:



Erst nach dem Wechsel von der Einstellungsanzeige in die Übersichtsanzeige werden die geänderten Parameter im EEPROM des Mikrocontrollers gespeichert. Durch diese Methode wird der Speicherzugriff auf das EEPROM deutlich minimiert. Das EEPROM stellt dann die gespeicherten Einstellungen beim Start wieder bereit.

Signalform einstellen

Um die auszugebende Signalform des DDS 8010 einzustellen, ist die „Signalform-Taste“ (TA 100) so oft zu drücken, bis die gewünschte Signalform über die entsprechend beschrifteten LEDs (D 100: Sinus, D 101: Dreieck, D 102: Rechteck) angezeigt wird.

Frequenzeinstellung

Die Frequenzeinstellung des DDS 8010 wird über einen Tastendruck der Taste „Frequenz“ (TA 101) gestartet. Das Display zeigt in der oberen Zeile nun das Wort „Frequenz“ an. In der unteren Zeile ist die aktuelle Ausgabefrequenz dargestellt.

Mittels Pfeiltasten und Inkrementalgeber ist nun die gewünschte Frequenz einstellbar.

Amplitudeneinstellung

Die Einstellung der Amplitude erfolgt ähnlich wie die Frequenzeinstellung. Zunächst wird per Tastendruck der Taste „Amplitude“ (TA 102) der Eingabemodus gestartet. Das Display zeigt in der oberen Zeile „Amplitude“ an und in der unteren Zeile den momentan eingestellten Wert. Auch hier kann der Wert direkt geändert werden.

DC-Offset

Kommen wir nun zur Einstellung der Offset-Spannung. Hier ist zwischen den Signalformen Sinus/Dreieck und der Signalform Rechteck zu unterscheiden. Alle drei haben gemeinsam, dass das Ausgangssignal mit einem Gleichspannungsanteil überlagert werden kann. Dazu ist die Taste „DC“ (TA 104) zu betätigen. Das Display zeigt in der oberen Zeile nun „Offset“ an und in der unteren Zeile den momentan verwendeten Wert. Bei der Signalform Rechteck steht die zusätzliche Einstell-Option „Tastverhältnis“ zur Verfügung, die durch einen weiteren Tastendruck der Taste „DC“ (TA 104) erreicht wird.



Bild 6: Die Frontplatte des DDS 8010 mit den übersichtlich angeordneten Bedien-, Anzeige- und Anschlusselementen

Auch jetzt werden im Display der Name des einzustellenden Parameters und der aktuelle Wert angezeigt. Um einen eingestellten Gleichspannungsanteil auf das Ausgangssignal zu überlagern, muss dieser über die Taste „DC Ein“ (TA 108) zugeschaltet werden.

Solange dieser nicht zugeschaltet ist, werden die aus der später auszuführenden Offset-Kalibrierung ermittelten Werte genutzt. Die zugehörige LED (108) zeigt den jeweils aktuellen Status an. Anders verhält es sich beim Tastverhältnis des Rechtecksignals. Diese Einstellung wird bei der Auswahl der Signalform „Rechteck“ automatisch aktiviert.

Wobbeln

Für die Funktion des Wobbelns, also der periodischen Änderung der Ausgabefrequenz, werden bestimmte Parameter benötigt: Start-, Stopp- und Wobbel-Frequenz. Die Auswahl dieser Parameter erfolgt über die Taste „Wobbeln“ (TA 103). Wie gewohnt wird in der oberen Zeile der Name des einzustellenden Parameters angezeigt und in der unteren Zeile der aktuelle Einstellungswert.

Über die Taste „Wobbeln“ (TA 103) erreicht man jeweils den nächsten Parameter. Auch hier ist eine explizite Freigabe

des Wobbel-Modus notwendig. Erst durch Betätigung der Taste „Wobbeln Ein“ (TA 107), quittiert durch gleichzeitiges Aufleuchten der zugehörigen LED (D 107), ist der Wobbel-Betrieb eingeschaltet

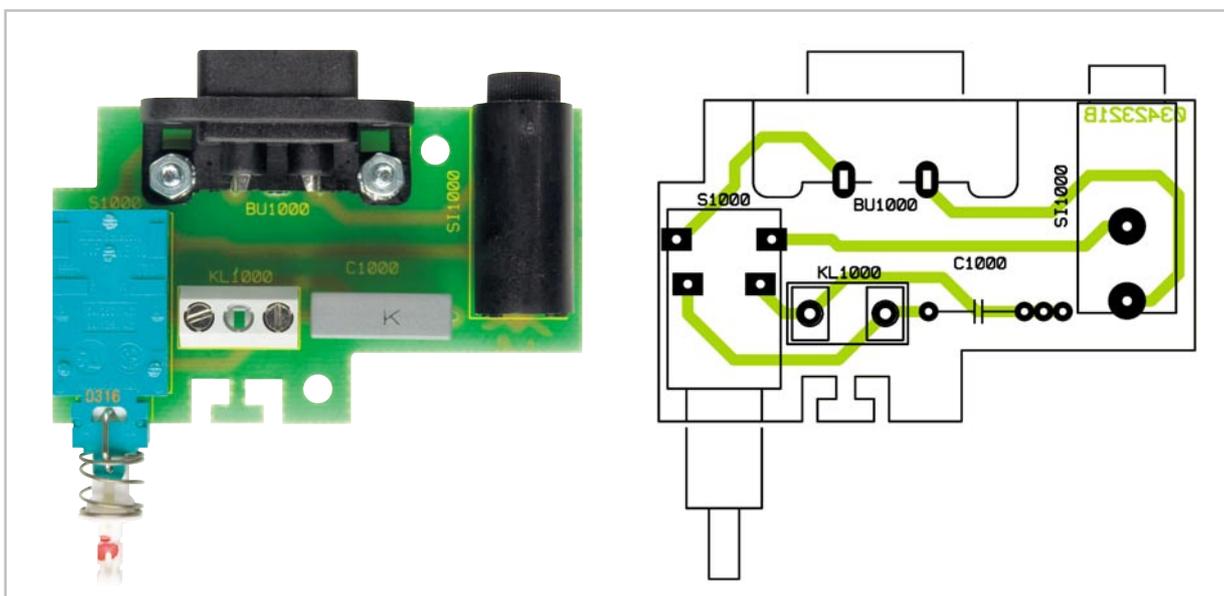
Ausgang aktivieren

Damit das im DDS 8010 erzeugte Signal auf die BNC-Buchse „Signal-Out“ gelegt wird, muss das Relais REL 1 den Signalweg freigeben. Dies geschieht durch Drücken der Taste „Ausgang Ein“ (TA 109). Gleichzeitig zeigt die dazugehörige LED D 109 den momentanen Status des Ausgangs an. Eine leuchtende LED weist auf einen aktivierten Ausgang hin.

Nachbau

Beginnen wir mit dem Nachbau des DDS 8010. Alle SMD-Bauteile sind bereits bestückt, so dass diese Bauteile nur noch auf exakte Bestückung und eventuelle Lötfehler zu kontrollieren sind.

Die Arbeiten beschränken sich also auf bedrahtete Bauelemente und die mechanische Montage.



Ansicht der fertig bestückten Netzanschlussplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

Um die Übersicht zu erleichtern, teilt sich diese Beschreibung in drei Abschnitte auf, in denen die einzelnen Platinen beschrieben werden. Wir beginnen mit der Netzteilplatine.

Netzanschlussplatine

Auf der Netzanschlussplatine sind zwar nur wenige Bauteile zu bestücken, da aber hier später die 230-V-Netzwechselspannung anliegt, ist eine besonders hohe Sorgfalt erforderlich. Zuerst wird die Netzbuchse eingebaut. Dazu sind 2 Schrauben M3 x 8 mm von unten durch die Platine zu stecken und von der Platinenoberseite aus die Netzbuchse aufzusetzen. Danach folgen 2 Fächerscheiben und die beiden M3-Muttern, die fest zu verschrauben sind. Erst nach dem Verschrauben sind die Anschlusspins sorgfältig und mit reichlich Lötzinn zu verlöten. Der Sicherungshalter für die Netzsicherung, der Netzschalter und die Schraubklemme müssen vor dem Verlöten ebenfalls plan aufliegen. Das Gleiche gilt auch für den X2-Kondensator C 1000, an dem später die Netzwechselspannung direkt anliegt.

Basisplatine

Kommen wir nun zur Basisplatine. Zunächst sind die Kondensatoren C 24 bis C 26 und das Relais REL 1 zu bestücken. Im Anschluss daran können der Quarz Q 1, der Wannenstecker ST 1 und die Signal-Ausgangsbuchsen BU 1/BU 2 eingelötet werden. Bei allen Bauteilen ist unbedingt die richtige Einbaulage sowie die plane Auflage des Körpers/Gehäuses auf der Platine zu beachten (siehe Abbildung 7). Danach sind die Dioden D 1 bis D 4 und die Elkos C 3, C 6, C 9, C 10, C 13, C 14, C 17 einzusetzen. Auch hier ist auf die richtige Polung der Bauteile zu achten. Ist der Aufbau so weit fortgeschritten, erfolgt jetzt der Einbau der auf Kühlkörpern zu montierenden Spannungsregler. Um ein Festziehen der Befestigungsschrauben zu ermöglichen, ist zunächst der Spannungsregler IC 1 mit dessen Kühlkörper einzusetzen. Im Anschluss folgen dann IC 2, IC 4 und zum Schluss IC 3, IC 5. Damit mechanische Spannungen gering bleiben, sind zunächst die Befestigungslaschen des Kühlkörpers anzulöten, bevor im zweiten Schritt die Anschlussbeine verlötet werden.

Dazu sind die Befestigungslaschen so durch die entsprechenden Bohrungen in der Platine zu stecken, dass diese plan aufliegen und mit reichlich Lötzinn festgesetzt werden können. Im Anschluss ist dann der Spannungsregler IC 1 dünn mit

Wärmeleitpaste zu bestreichen und seine Anschlussbeine sind durch die Lötäugen zu stecken. Unter Verwendung einer Schraube (M3 x 6 mm), einer M3-Fächerscheibe und einer M3-Mutter ist der Spannungsregler nun rücklings an den Kühlkörper zu montieren. Dafür ist die mittlere Bohrung im Kühlkörper zu verwenden. Nach dem Festziehen der Schraube können die Anschlussbeine des Reglers angelötet werden. Die Montage der Spannungsregler IC 2, IC 4 sowie IC 3, IC 5 und deren Kühlkörper erfolgt in gleicher Weise. Eine Abweichung besteht bei der Montage der Spannungsregler an den Kühlkörpern, da hier jeweils zwei Spannungsregler zu befestigen sind. Aus diesem Grund ist die Schraubenlänge der Befestigungsschraube hier 8 mm anstatt 6 mm.

Achtung! Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von Fachkräften durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind unbedingt zu beachten. Außerdem ist bei allen Arbeiten am geöffneten Gerät, z. B. bei der Reparatur, ein Netztrenntransformator zu verwenden.

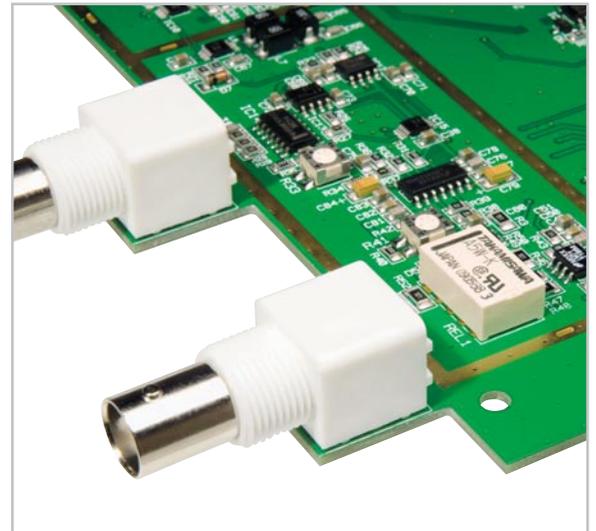


Bild 7: Ansicht der plan eingelöteten Buchsen BU 1 und BU 2. Hier ist auch die richtige Einbaulage des Relais REL 1 zu erkennen.

Stückliste: Netzanschlussplatine

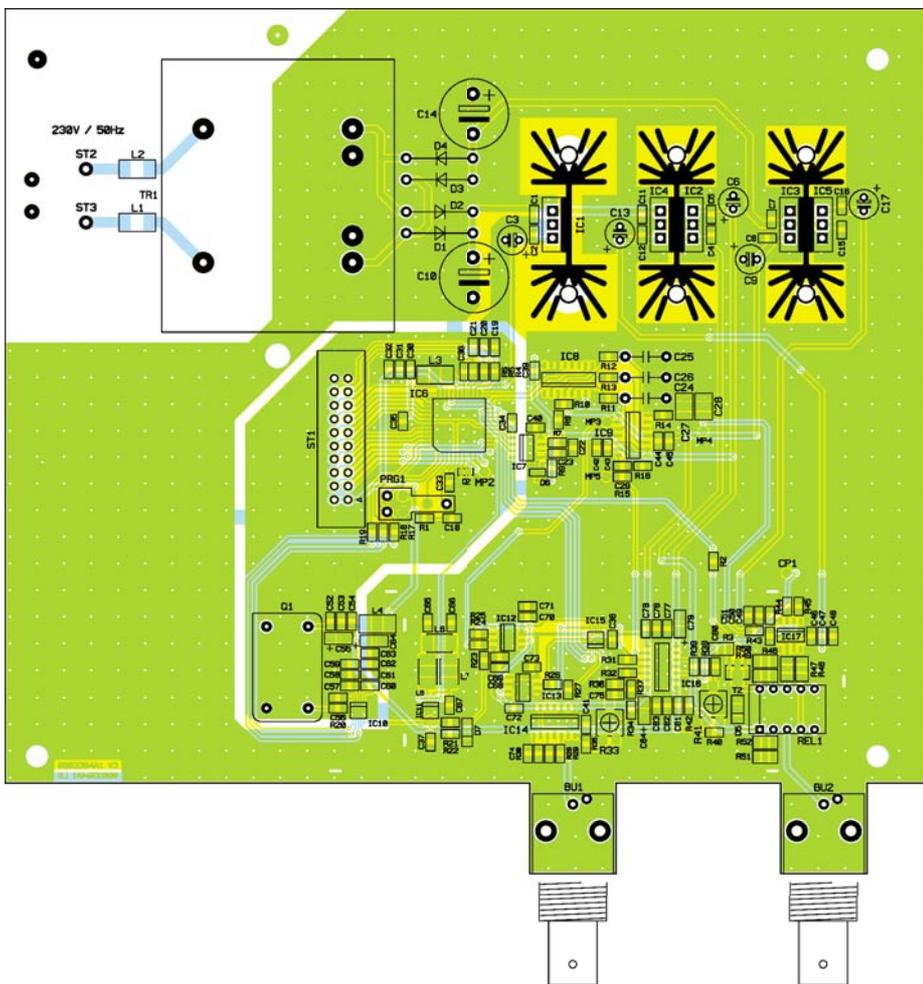
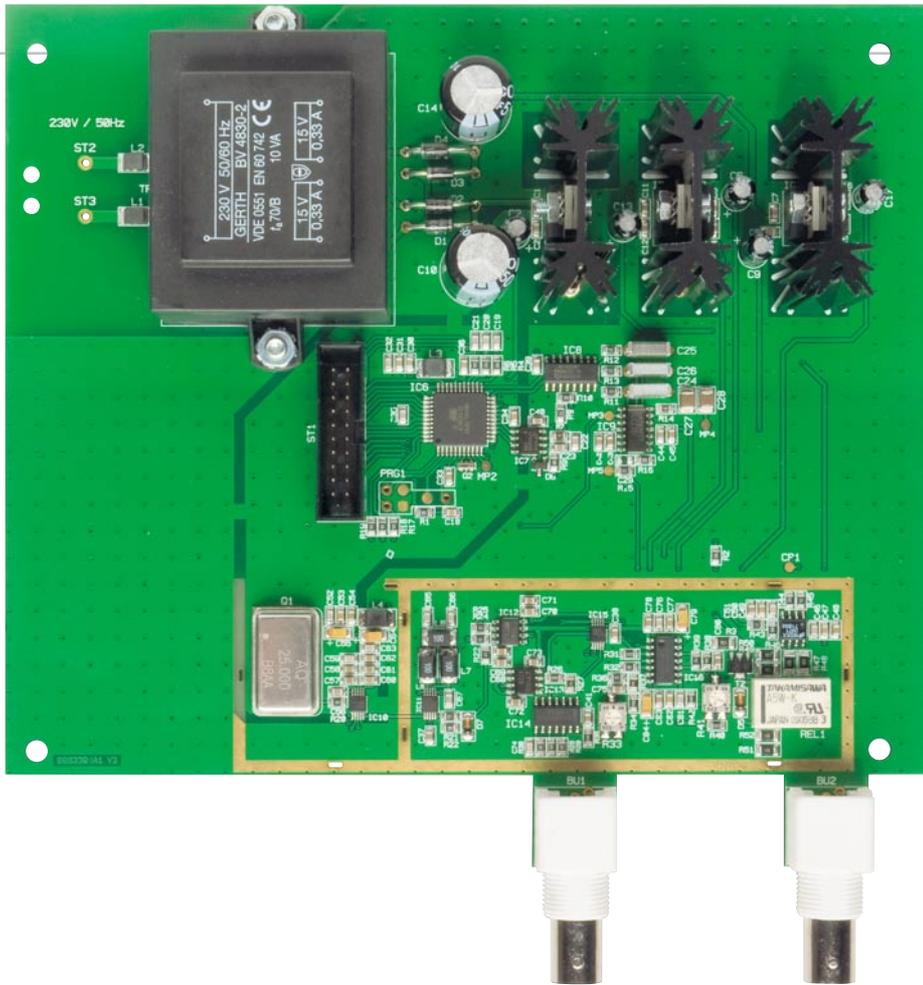
Kondensator:

100 nF/250 V-/X2	C1000
------------------	-------

Sonstiges:

Kleingeräte-Netzbuchse, 2-polig, winkelprint	BU1000
Netzanschlussklemme, 2-polig	KL1000
Sicherung, 100 mA, träge	S1000
VDE-Sicherungshalter PTF50, liegend, print	S1000
Schadow-Netzschalter, print	S1000

Netzschalter-Schubstange	S1000
Tastknopf, 18 mm	S1000
2 Distanzhülsen für 8000er Gehäuse, 3,5mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm	
2 TORX-Kunststoffschrauben, 3,0 x 12 mm	
2 Fächerscheiben, M3	
2 Muttern, M3	
1 Kabelbinder, 90 mm	
1 Netzleitung mit Euro-u. Kleingerätestecker, schwarz	



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

Stückliste: DDS 8010 Basis

Widerstände:

10 Ω /SMD/0805	R20
68 Ω /SMD/0805	R28–R30
100 Ω /SMD/0805	R7
100 Ω /SMD/0805	R14, R27
100 Ω /SMD/1206	R47–R52
150 Ω /SMD/1206	R3
180 Ω /SMD/0805	R32
220 Ω /SMD/0805	R21
390 Ω /SMD0805	R22
470 Ω /SMD/0805	R2, R37
1 k Ω /SMD/0805	R11–R13, R15, R23–R25, R39, R44
1,5 k Ω /SMD/0805	R43
2,2 k Ω /SMD/0805	R26, R31, R34, R35, R40, R42
2,4 k Ω /SMD/0805	R8
3,3 k Ω /SMD/0805	R45
4,7 k Ω /SMD/0805	R4–R6, R17–R19, R38
10 k Ω /SMD/0805	R1, R16
10 k Ω /SMD/0805	R10
18 k Ω /SMD/0805	R9, R46
47 k Ω /SMD/0805	R36
SMD-Cermet-Trimmer, 5 k Ω	R33, R41

Kondensatoren:

10 pF/SMD/0805	C19–C21
22 pF/SMD/0805	C67
33 pF/SMD/0805	C56
68 pF/SMD/0805	C65, C66
82 pF/SMD/0805	C74
100 pF/SMD/0805	C22
820 pF/SMD/0805	C32, C46, C49, C52, C59, C63, C76, C81
3,3 nF/SMD/0805	C31, C47, C50, C53, C58, C62, C77, C82
10 nF/SMD/0805	C18, C60
100 nF/SMD/0805	C1, C2, C4, C5, C7, C8, C11, C12, C15, C16, C23, C30, C33–C42, C44, C48, C51, C54, C57, C61, C68, C70, C72, C73, C75, C78, C80, C83
330 nF/100 V	C24–C26
1 μ F/SMD/0805	C43, C45, C69, C71
10 μ F/25 V	C3, C6, C9, C13, C17
10 μ F/SMD/1210	C27
10 μ F/6,3 V/Tantal/SMD	C55, C64, C79, C84
22 μ F/SMD/1210	C28
1000 μ F/40 V	C10, C14

Halbleiter:

7805	IC1, IC2
7905	IC3
7815	IC4
7915	IC5

ELV09911/SMD/Controller	IC6
LTC1658/SMD	IC7
CD4052/SMD	IC8
TLC274/SMD/TI	IC9
AD9833/SMD	IC10
ADG736BRMZ/SMD	IC11, IC15
TSH81D/SMD	IC12
LT1719-CS8/SMD	IC13
74HC14/SMD	IC14
LMH6503MA/SMD	IC16
LM7171BIM/SMD	IC17
BCX54/SMD	T2
1N4001	D1–D4
LL4148	D5, D7
LM385-2,5V/SMD	D6

Sonstiges:

Quarz-Oszillator, 25 MHz	Q1
Keramikschwinger, 16 MHz, SMD	Q2
SMD-Induktivitäten, 10 μ H, offen, gewickelt	L1–L4
SMD-Induktivitäten, 10 μ H, geschlossene Bauform	L5–L7
Wannen-Steckleiste gerade, print, 2 x 10-polig	ST1
Subminiatur-Relais, 2 x um, 5 V	REL1
BNC-Einbaubuchsen mit Kunststoffsockel, print	BU1, BU2
Trafo, 2 x 15 V/250 mA, print	TR1
2 Zylinderkopfschrauben, M4 x 8 mm	
2 Zahnscheiben, M4	
2 Muttern, M4	
2 Distanzrollen, M3 x 15 mm	
2 TORX-Kunststoffschrauben, 3,0 x 25 mm	
2 Unterlegscheiben, M3	
2 Pfostenverbinder, 20-polig	
3 Kühlkörper SK104, 38,1 mm mit Lötstiften	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6 mm	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm	
3 Zahnscheiben, M3	
3 Muttern, M3	
1 Ferritringkern, 14 x 5 mm	
1 Zylinder-Ferritringkern, 17,5 (9,5) x 28,5 mm	
15 cm Flachbandkabel, 1,27 mm, 20-adrig	
1 Isolierplatte, bearbeitet	
1 Abschirmgehäuse, bearbeitet	
1 Abschirmgehäuse-Trennwand,	
1 Kabelbinder, 90 mm	
20 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , Schwarz	ST2
20 cm flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , Rot	ST3
2 Aderendhülsen, isoliert, 0,75 mm ² , 10 mm, Grau	

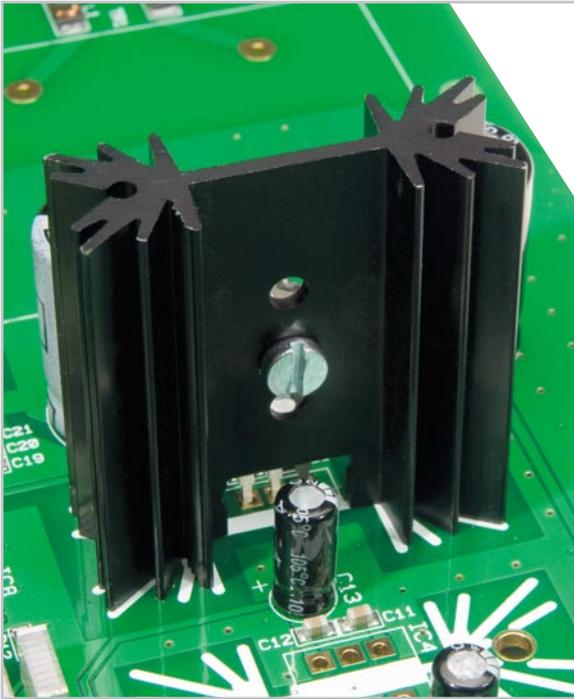


Bild 8: Korrekte Montage des Spannungsreglers IC 1 und dessen Kühlkörper



Bild 9: Detailbild zum Einbau der primärseitigen Zuleitungen des Netztransformators

Abbildung 8 zeigt den korrekt montierten Spannungsregler IC 1.

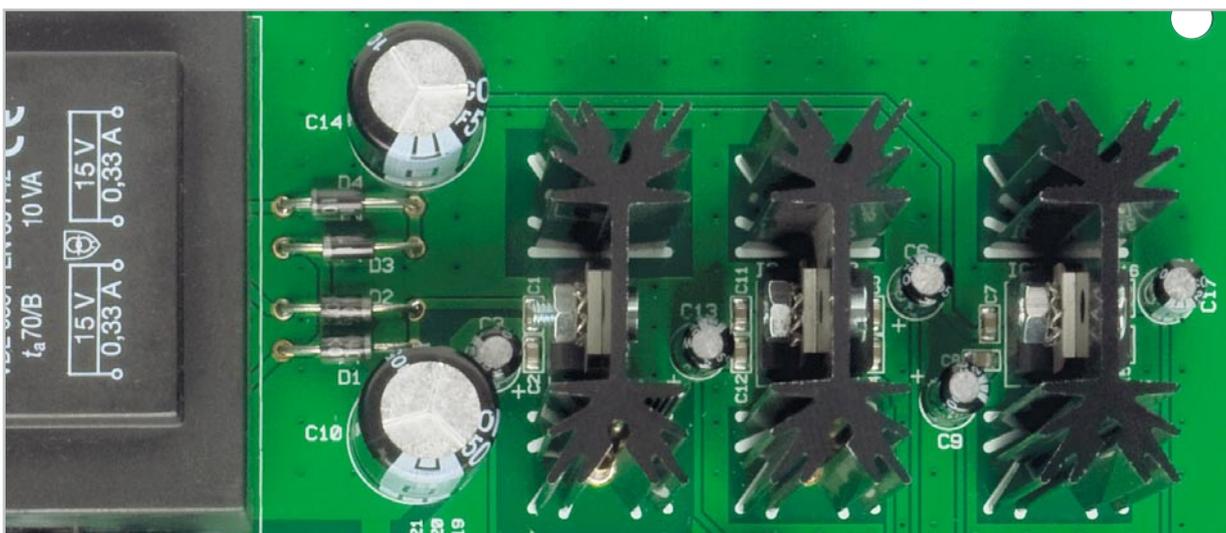
Das Abschirmgehäuse wird jetzt noch nicht aufgelötet, dies erfolgt erst nach der Kalibrierung im Zuge der Endmontage. Darauf folgt der Einbau des Netztransformators TR 1. Dessen Anschlüsse sind zunächst durch die entsprechenden Löt- augen zu stecken. Nun können die beiliegenden Schrauben (M4 x 8 mm) von der Lötseite her durch die Öffnungen in der Platine und die Befestigungslaschen des Netztransformators gesteckt werden. Mit Hilfe der M4-Fächerscheibe und der M4-Mutter sind die Schrauben nun fest anzuziehen. Erst nach dieser Befestigung (siehe Abbildung 9) sind die Anschlüsse des Netztransformators anzulöten. Zum Anschließen sind die beiden Primärleitungen (ST 2, ST 3) zum

Abschluss des Netztrafos anzubringen. Besonders wichtig ist dabei, die Primärleitungen mit Aderendhülsen zu bestücken.

Dazu werden bei diesen Anschlussleitungen das eine Kabelende auf 8 mm Länge abisoliert und eine Endhülse aufgequetscht. Das andere Kabelende ist auf 4 mm Länge abzuisolieren, zu verdrehen und in die vorgesehenen Bohrungen der Leiterplatte einzulöten. Zusätzlich werden die Anschlussleitungen mit einem Kabelbinder gesichert.

Abbildung 9 zeigt die montierten und gesicherten Anschlussleitungen.

Im abschließenden dritten Teil der Serie folgen die Aufbauten der Frontplatine, die Gehäusemontage und die Kalibrierung des Gerätes. **ELV**



Die bestückten Spannungsregler mit den zugehörigen Kühlkörpern