



Best.-Nr.: 143366
Version: 1.1
Stand: März 2017

DDS- Funktionsgenerator

DDS 8100

Technischer Kundendienst

Für Fragen und Auskünfte stehen Ihnen unsere qualifizierten technischen Mitarbeiter gerne zur Verfügung.

ELV · Technischer Kundendienst · Postfach 1000 · 26787 Leer · Germany

E-Mail: technik@elv.de

Telefon: Deutschland 0491/6008-245 · Österreich 0662/627-310 · Schweiz 061/8310-100

Häufig gestellte Fragen und aktuelle Hinweise zum Betrieb des Produktes finden Sie bei der Artikelbeschreibung im ELV-Web-Shop: www.elv.de ...at ...ch

Nutzen Sie bei Fragen auch unser ELV-Techniknetzwerk: www.netzwerk.elv.de

Reparaturservice

Für Geräte, die aus ELV-Bausätzen hergestellt wurden, bieten wir unseren Kunden einen Reparaturservice an. Selbstverständlich wird Ihr Gerät so kostengünstig wie möglich instand gesetzt. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir die Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Komplettbausatzpreis nicht überschreiten. Sollte der Defekt größer sein, erhalten Sie zunächst einen unverbindlichen Kostenvoranschlag.

Bitte senden Sie Ihr Gerät an: **ELV · Reparaturservice · 26787 Leer · Germany**

ELV Elektronik AG · Maiburger Straße 29–36 · 26789 Leer · Germany
Telefon 0491/6008-88 · Telefax 0491/6008-7016 · www.elv.de



Bis 100 MHz

DDS-Funktionsgenerator DDS 8100

Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#10003

Der DDS-Funktionsgenerator DDS 8100 führt die inzwischen umfangreiche Reihe der DDS-Funktionsgeneratoren, die bisher vom 30-MHz-Modell DDS(1)30 gekrönt wurde, fort. Der DDS 8100 stellt Sinus- und Rechtecksignale mit einer Frequenz von bis zu 100 MHz mit hoher Auflösung und Stabilität zur Verfügung. Eine fein abstufbare Wobbelfunktion erlaubt das automatische Durchlaufen genau definierbarer Frequenzbereiche. Die Bedienung des in einem 8000er-ELV-Gehäuse untergebrachten DDS 8100 gestaltet sich mit wenigen Bedienelementen und einem grafischen Display übersichtlich und einfach.

Präziser Funktionsgenerator

Durch die Verfügbarkeit immer ausgefeilterer DDS-Generator-ICs, die recht einfach über Mikroprozessoren steuerbar sind, hat sich der DDS-Funktionsgenerator in den letzten Jahren zur Standardlösung auch im Bereich hochwertiger Signalgeneratoren herausgebildet. Für einfache Lösungen reicht da bereits ein AVR oder ein kleines Arduino-Board, das einen DDS-Chip ansteuert. Ein Display, ein paar Tasten, fertig – derartige Lösungen bevölkern das Internet.

Für einfache Aufgaben reicht eine solche Minimallösung aus. Will man allerdings ein höherwertiges Laborgerät mit hoher Stabilität, Auflösung und Genauigkeit bauen, muss eine anspruchsvollere Lösung her. Genau da setzt der neue DDS 8100 an. Der ist durch den Einsatz eines hochwertigen TCXO-Quarzoszillators und eines neuen DDS-Chips von Analog Devices in der Lage, Signale bis zu einer Frequenz von 100 MHz zu erzeugen. Die Ausgangsfrequenz lässt sich manuell im Bereich von 1 Hz bis 100 MHz mit

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	DDS 8100
Versorgungsspannung:	230 V/50 Hz
Stromaufnahme:	80 mA max.
Anzeige:	monochromes Grafikdisplay, 192 x 64 Bildpunkte
Bedienelemente:	9 Taster, 1 Inkrementalgeber mit Tastfunktion
Signalform:	Sinus, Rechteck am TTL-Ausgang
Frequenzbereich:	1 Hz – 100 MHz
Genauigkeit:	5 ppm, kalibrierbar
Schrittweite:	0,1 Hz

Ausgangswiderstand:	50 Ω
Signalausgang:	0,1 V _{ss} bis ca. 5 V _{ss}
Wobbelbereich:	1 Hz – 100 MHz
Wobbelfrequenz:	0,1 Hz–10 Hz
Max. Leitungslänge an BU300/BU301:	3 m
Referenzfrequenz für DDS-Chip:	temperaturkompensierter Quarzoszillator, 10 MHz/±5 ppm
Schutzart:	IP20
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Abmessungen (B x H x T):	315 x 204 x 109 mm

einer Auflösung von 0,1-Hz-Schritten einstellen. Durch eine im DDS-Chip integrierte Wobbelfunktion können nun wesentlich feiner aufgelöste Frequenzänderungen zwischen der Start- und Endfrequenz erzeugt werden als bei den bisherigen Modellen. Ein passiver Tiefpassfilter unterdrückt die noch von der digitalen Signalerzeugung im Signal vorhandenen Störfrequenzen und sorgt somit für ein hochwertiges Ausgangssignal.

Der in einem 8000er-Gehäuse untergebrachte DDS 8100 lässt sich über ein kleines, übersichtliches Tastenfeld und einen Inkrementalgeber mit zusätzlicher Tastfunktion sehr einfach bedienen. Alle Einstellungen werden auf einem gut ablesbaren Grafikdisplay mit einer Auflösung von 192 x 64 Pixeln dargestellt.

Über die beim DDS 8100 vorhandene USB-Schnittstelle können rudimentäre Befehle an das Gerät gesendet werden, weiterhin kann man hierüber zur Verfügung gestellte Updates einspielen.

Grundlagen zur digitalen Signalerzeugung mit DDS-Technik sowie weitere Literaturquellen dazu sind im Web-Bereich des ELV Journals unter [1] zu finden, weshalb wir hier allein auf die Signalerzeugung mit dem hier eingesetzten AD9913-DDS-Chip eingehen wollen.

Wie funktioniert's?

Bild 1 zeigt das Blockschaltbild des DDS 8100, auf dem alle wesentlichen Schaltungsbestandteile und die Art der Signalerzeugung, -formung und der Steuerung schnell zu erkennen sind.

Zentrales Element ist die DDS-Signalerzeugung, deren wesentliche Bestandteile der DDS-Schaltkreis AD9913, ein hochwertiger temperaturkompensierter Quarzoszillator für dessen Takterzeugung sowie ein steuernder Mikrocontroller sind, der „nebenbei“ auch die Auswertung von Bedienelementen sowie die Ausgabe an das Display und die Anzeige-LEDs übernimmt.

Um die dem DDS-Generator innewohnenden Funktionen kurz zu betrachten, muss man einen Blick in sein Innenleben werfen, dargestellt in [Bild 2](#). Hier erkennt man auf Anhieb, dass die Signalerzeugung nicht durch eine analog generierte Sinusschwingung erfolgt. Stattdessen übernimmt ein per Datenbus gesteuerter Prozessor, „DDS CORE“ ge-

nannt, die Berechnung der Funktionswerte und wandelt sie über einen leistungsfähigen D/A-Wandler in ein analoges Signal um. Zentrale Elemente sind hier der „ANGLE TO AMPLITUDE“-Speicher, in dem der „Kurvenverlauf“ des zu erzeugenden Sinus- oder Cosinussignals abgelegt ist. Außerdem findet sich hier der „PHASE ACCUMULATOR“, ein Register, das vorgibt, welche Werte aus dem „ANGLE TO AMPLITUDE“-Speicher ausgelesen werden sollen. Dem folgt der „DAC“, ein 10-Bit-Digital-analog-Wandler, der die aus dem „ANGLE TO AMPLITUDE“-Speicher stammenden digitalen Werte in ein analoges Signal konvertiert.

Weiterhin befindet sich im AD9913 eine PLL-Schaltung. Mit dieser wird das am Takteingang anliegende 10-MHz-Taktsignal auf die benötigten 250 MHz hochgesetzt. Diese hohe Taktfrequenz wird benötigt, um die maximale Generatorfrequenz von 100 MHz generieren zu können.

Zurück zum Blockschaltbild des DDS 8100 in [Bild 1](#). Über den im Mikrocontroller integrierten 12-Bit-D/A-Wandler sowie den ebenfalls vom Controller gesteuerten Multiplexer 74HC4051 werden die nachfolgenden Sample-and-Hold-Glieder so angesteuert, dass sich die Offset-Stellgrößen (Offset-Kompensation der gleichspannungsbehafteten Ein- und Ausgänge am Vorverstärker, Ausgangs-Offset für die Überlagerung des Ausgangssignals mit Gleichspannungsanteilen) sowie die Pegel-Stellgröße des Ausgangssignals an den entsprechenden Stellstufen entsprechend den Benutzervorgaben einstellen.

Das aus dem DDS-Generator erzeugte Sinussignal wird direkt in den Vorverstärker LMH6503 eingespeist und im Anschluss über ein Filter geleitet, das unerwünschte, hochfrequente Signalanteile aus

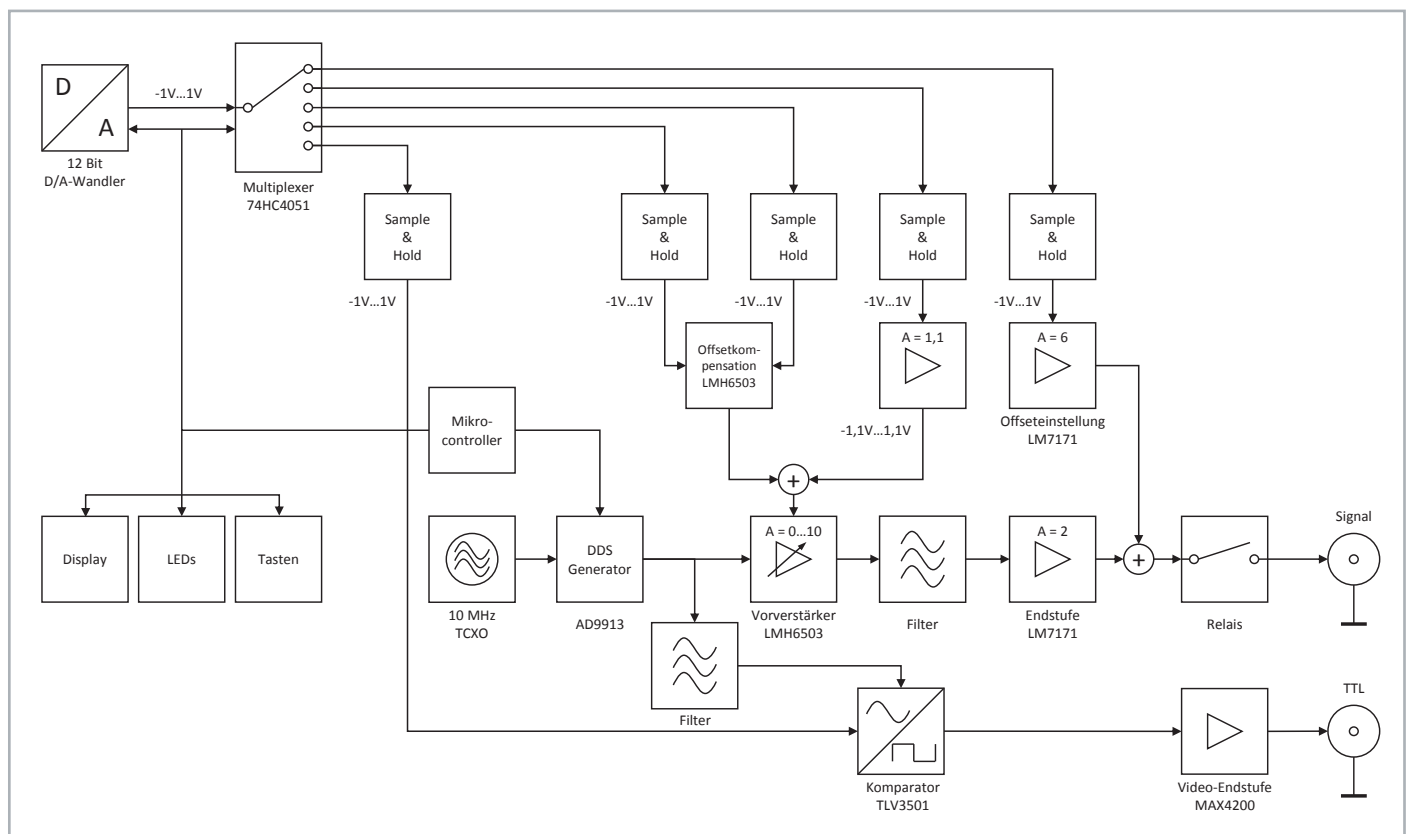


Bild 1: Blockschaltbild des DDS 8100



Das Signalrelais unmittelbar am Signalausgang schließlich realisiert dessen Ein- und Ausschalten. Für die Erzeugung eines TTL-kompatiblen Rechtecksignals wird das am DDS-Chip erzeugte Sinussignal gefiltert und auf den Komparator TLV3501 geführt. Durch Vergleich des jeweiligen Signalpegels mit ei-

Kommen wir nach diesem groben Überblick über die Funktion der Schaltung zur detaillierten Schaltungsbeschreibung der einzelnen Teilschaltungen.

Die Spannungsversorgung des DDS 8100 ist in **Bild 3** zu sehen. Von



BU1000 gelangt die Netzspannung über die Netzsicherung SI1000 und den zweipoligen Netzschalter S1000 zur Schraubklemme KL1000. Von dieser Schraubklemme aus geht es über zwei Leitungen und die beiden Spulen L1 und L2 direkt an die Primärleitungen des Netztransformators

TR1. Der X2-Kondensator C1000 sowie auch die beiden Spulen L1 und L2 dienen zur Unterdrückung eventuell vorhandener Störungen auf der Netzleitung.

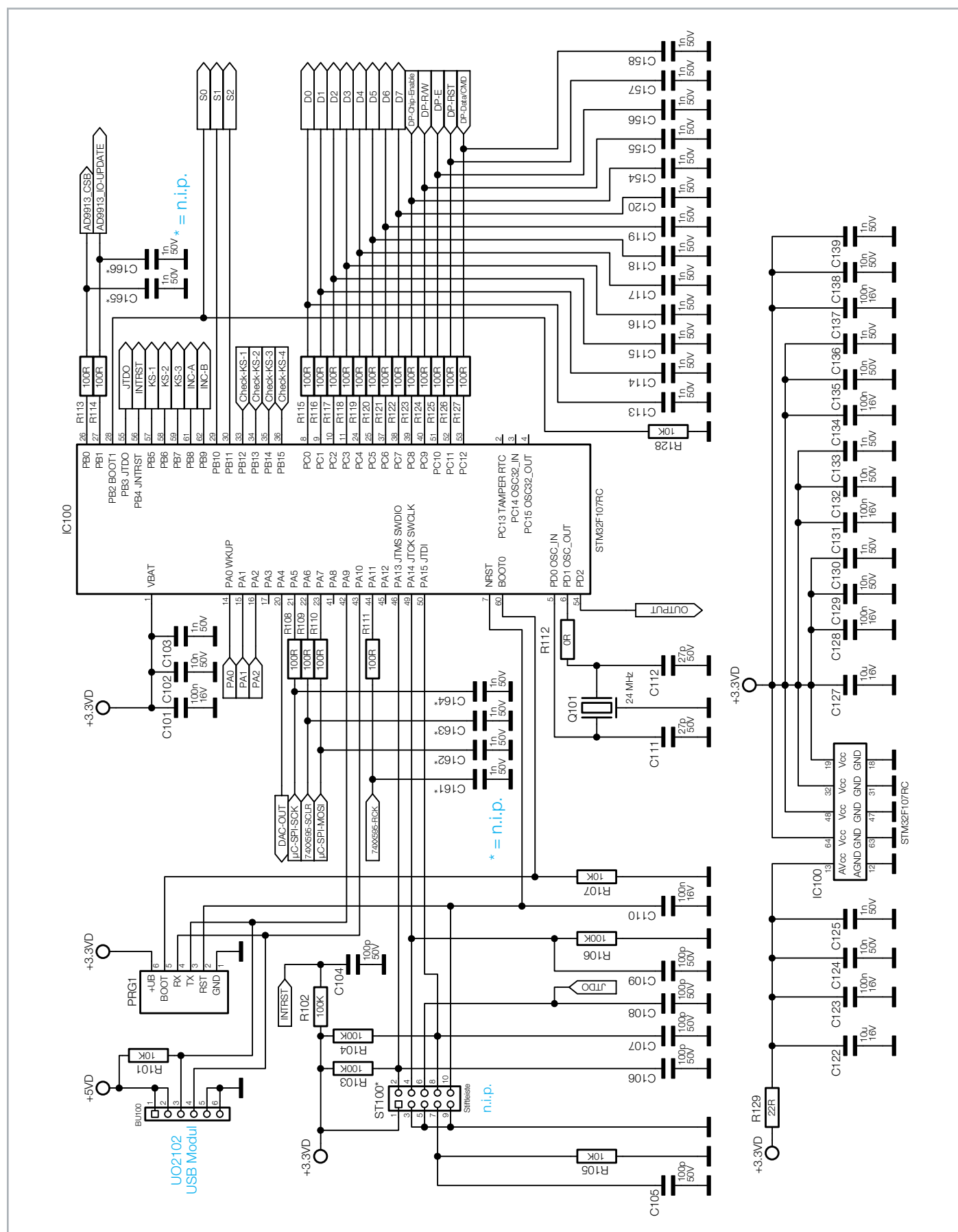


Bild 4: Schaltbild des Mikrocontrollers beim DDS 8100

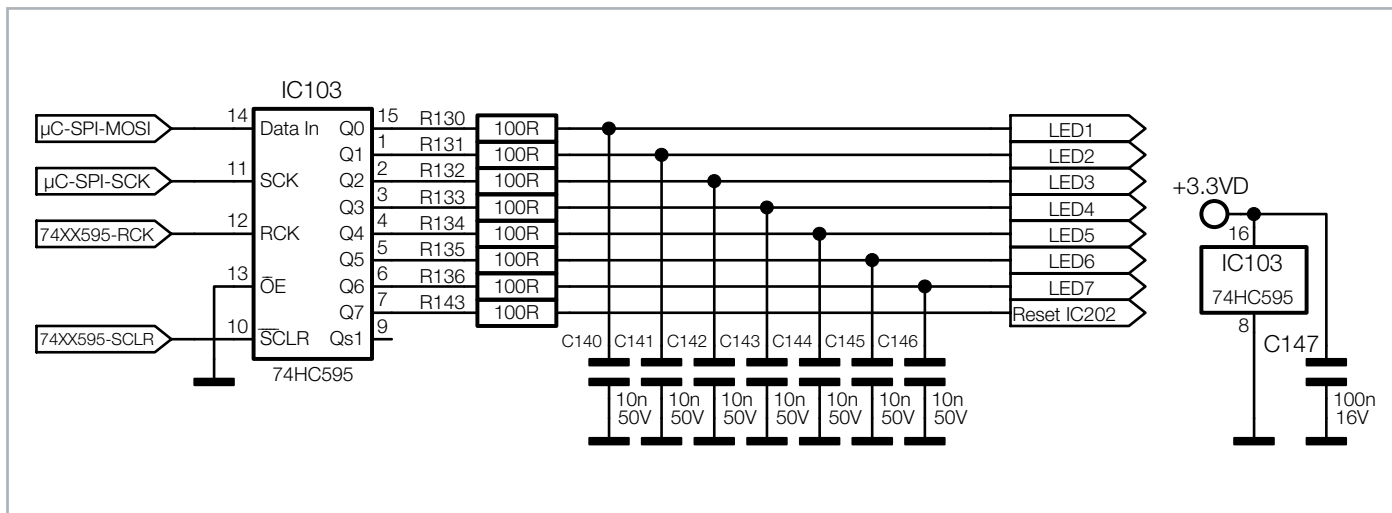


Bild 5: Schaltbild der beim DDS 8100 eingesetzten Portpin-Erweiterung

Die Sekundärwicklung des Netztransformators liefert die benötigten Spannungen zum Betrieb des DDS 8100. Diese Sekundärwicklung mit Mittelanzapfung speist die mit D1 bis D4 aufgebaute Mittelpunkt-Zweiweg-Gleichrichterschaltung. D1 und D2 erzeugen dabei eine gepufferte, aber unstabilisierte Gleichspannung, mit der die linearen Spannungsregler IC2 und IC4 versorgt werden. Eine identische, aber bezogen auf den Massepunkt negative Gleichspannung wird an den Dioden D3 und D4 erzeugt und an die Eingänge der ebenfalls linearen Spannungsregler IC3 und IC5 weitergegeben. Die Pufferung der Eingangsspannungen übernehmen die beiden Elkos C16 und C20, während die Kondensatoren C9, C15, C19 und C23 die Ausgangsspannungen der zuvor genannten Linearregler puffern und damit eventuelle Störspannungen am Ausgang unterdrücken.

Für die Versorgung der analogen Spannungsschiene im DDS-Chip wird der Linearregler IC7 eingesetzt. Dieser verwendet die zusätzlich über den Ferrit L3 gefilterte Ausgangsspannung der Regler IC2.

Der am Ausgang befindliche Kondensator C12 ist ebenfalls zur Stabilisierung vorgesehen.

Alle zuvor genannten Spannungsregler sind für die Versorgung der analogen Schaltungsteile zuständig. Für die digital arbeitenden Abschnitte werden eigene Spannungsschienen erzeugt, um so mögliche Störeinflüsse im analogen Teil zu verringern.

Aus der Eingangsspannung +UB wird mittels des Schaltreglers IC8 und den dazugehörigen Bauteilen die Spannung +5 VD erzeugt. Aus dieser Ausgangsspannung wird der linear arbeitende Spannungsregler IC1 versorgt, der wiederum die Spannung für den Regler IC6 bereitstellt. Auch hier wird mit den Ausgangskondensatoren C3, C6 und C28 die jeweilige Ausgangsspannung stabilisiert.

Die restlichen 100-nF-Kondensatoren verhindern hochfrequente Störeinflüsse am Eingang und am Ausgang der Regler. Ausgangsseitig stehen dann stabilisiert -5 V, +5 V und -15 V sowie +15 V für die Operationsverstärker und den Komparator, zweimal 1,8 V für den DDS-Chip sowie eine Spannungsschiene mit +3,3 V und +5 V für den Mikrocontroller, die Schieberegister und das Display zur Verfügung.

Mikrocontroller

Wie in heutigen elektronischen Schaltungen üblich, übernimmt ein Mikrocontroller (IC100) die Steuerung und Überwachung der Schaltung (Bild 4). Beim DDS 8100 kommt für diese Aufgabe, wie schon in diversen anderen ELV-Schaltungen, ein leistungsfähiger ARM-32-Bit-Cortex-M3-Controller vom Typ STM32F107RC der Firma ST zum Einsatz, der durch seine vielfältigen Möglichkeiten, die platzsparende Bauform und seinen geringen Preis besticht. Versorgt wird diese Komponente mit +3,3 V.

Über den externen 24-MHz-Quarzoszillator Q101 wird der Grundtakt für den Controller bereitgestellt. Aus diesem 24-MHz-Takt erzeugt der Mikrocontroller dann intern seine Arbeitstaktfrequenz von 72 MHz mittels einer integrierten PLL-Schaltung.

Am Portpin PA4 (Pin 20) stellt der Controller eine im internen DAC erzeugte Spannung von zirka 0,2 V bis 3,1 V zur Verfügung. Diese wird dann für die Erzeugung einzelner Gleichspannungen mittels der Sample-and-Hold-Schaltung eingesetzt.

Über die Daten- und Steuerleitungen an den Portpins PC0 bis PC12 ist das Grafikdisplay mit dem Controller verbunden. Mit den an den Ausgängen anliegenden Widerständen R115 bis R127 und Kondensatoren C113 bis C120 sowie C154 bis C158 werden einzelne Tiefpassfilter realisiert, durch deren Einsatz die Signalfanken weniger steil ausgeprägt sind und somit eine geringere Störaussendung auf den Signalfaden realisiert wird.

Portpin-Erweiterung

Da für den Betrieb des DDS 8100 die vom Mikrocontroller IC100 bereitgestellten Portpins nicht ausreichen, wurde mittels eines Schieberegisters vom Typ 74HC595 eine einfache Portpin-Erweiterung realisiert. Das dazugehörige Schaltbild ist in Bild 5 zu sehen.

Das Setzen der einzelnen Ausgänge bei den Schieberegistern ist sehr simpel. Zunächst wird über eine fallende Flanke an dem SCLR-Eingang des Schieberegisters der aktuelle Inhalt gelöscht. Es folgt nun ein vom Mikrocontroller IC100 kommendes, 8 Bit breites Datenwort, welches über den Dateneingang DATA IN von IC103 und unter Verwendung des Taktsignals SCK in das Schieberegister geschrieben wird. Für die Übertragung der Daten wird die im Controller vorhandene SPI-Peripherie genutzt. Über eine steigende Flanke am RCK-Eingang des Schieberegisters wird nun das zuvor übertragene Datenwort vom internen Schieberegister in das Speicherregister übertragen. Ab diesem Zeitpunkt gibt das Bauteil die 8 Bit an den einzelnen Ausgängen als Spannungspegel aus.

Identisch zum Mikrocontroller IC100 werden mit den an den Ausgängen der Schieberegister anliegenden Widerständen R130 bis R143 und Kondensatoren C140 bis C146 einzelne Tiefpassfilter realisiert, durch deren Einsatz die Signalfanken weniger steil ausgeprägt sind und somit eine geringere Störaussendung auf den Signalfaden realisiert wird.

USB-Anschluss

Über die Wannens-Stiftleiste BU100, siehe Bild 4, wird das dem Bausatz beiliegende galvanisch getrennte USB-Schnittstellenmodul mittels einer Flachbandleitung angeschlossen. Neben einigen einfachen Steuerbefehlen, mit denen rudimentäre Anweisungen zum DDS 8100 gesendet werden können, wird über die USB-Schnittstelle auch die Update-Funktion realisiert. Bei dem USB-Schnittstellenmodul handelt es sich um ein angepasstes U02102 aus dem ELV-Produktsortiment. Das Modul liegt dem Bausatz komplett vormontiert bei und braucht nur noch eingebaut und verbunden zu werden.

Sample-and-Hold-Schaltung (Bild 6)

Der Mikrocontroller IC100 verfügt über einen internen 12-Bit-Digital-analog-Converter. Je nach Einstellung der zuständigen Register im Mikrocontroller steht nun am Ausgang „DAC-OUT“ des internen D/A-Wandlers eine Spannung zwischen 0,2 V bis 3,1 V zur Verfügung. Unter Zuhilfenahme einer Hilfsspannung von -5 V und mit dem Einsatz eines aus den Widerständen R300 und R301 bestehenden Spannungsteilers kann nun am Knotenpunkt zwischen den Widerständen R300 und R301 eine Spannung im Bereich vom -1 V bis +1 V eingestellt und dem Multiplexer IC300 bereitgestellt werden.

Mit dessen Hilfe und fünf Abtast-Haltegliedern (Sample-and-Hold) werden daraus die für den Betrieb notwendigen Offset-Steuersignale DC-Off1 bis DC-Off4 und das Steuersignal VG zur Einstellung des Verstärkungsfaktors an IC2035 erzeugt. Die Sample-and-Hold-Glieder sind am Eingang alle identisch aufgebaut und bestehen jeweils aus einem Widerstand, einem Kondensator und einem Operationsverstärker mit hochohmigen Eingang.

Für die Einstellung des Spannungsoffset am Signalausgang, muss die Ausgangsspannung des Sample-and-Hold-Glieds um IC301B noch etwas angepasst werden. Dazu wird mit dem nachgeschalteten Operationsverstärker IC301A der Signalpegel um den Faktor 4 erhöht. Zur Gewährleistung einer stabileren Ausgangsspannung sind zum Abschluss weitere Kondensatoren vorhanden.

Auch die Ausgangsspannung von IC302A wird mittels einer weiteren Operationsverstärkerschaltung (IC302D) um den Faktor 1,1 erhöht. Erst mit diesem Steuersignal VG, das im Bereich von -1,1 V bis +1,1 V liegt, wird der gesamte Verstärkungsbereich des Vorverstärkers IC203 ausgenutzt. Das Funktionsprinzip der Sample-and-Hold-Glieder ist recht einfach: Die über den D/A-Wandler eingestellte Spannung wird am Multiplexer eingespeist und zu einem der am Ausgang liegenden Sample-and-Hold-Glieder geführt. Der Kondensator wird über den Widerstand aufgeladen, bis er die Soll-Spannung erreicht hat. Anschließend wird der Ausgang des Multiplexers in den hochohmigen Zustand versetzt. Durch den hochohmigen Eingang des nachgeschalteten Operationsverstärkers wird die Spannung nahezu nicht belastet und somit der Kondensator bis zur nächsten Verbindung mit dem D/A-Wandler-Ausgang nicht entladen. Mit einem einzigen D/A-Wandler ist somit auf einfache Weise die Erzeugung mehrerer Gleichspannungen möglich.

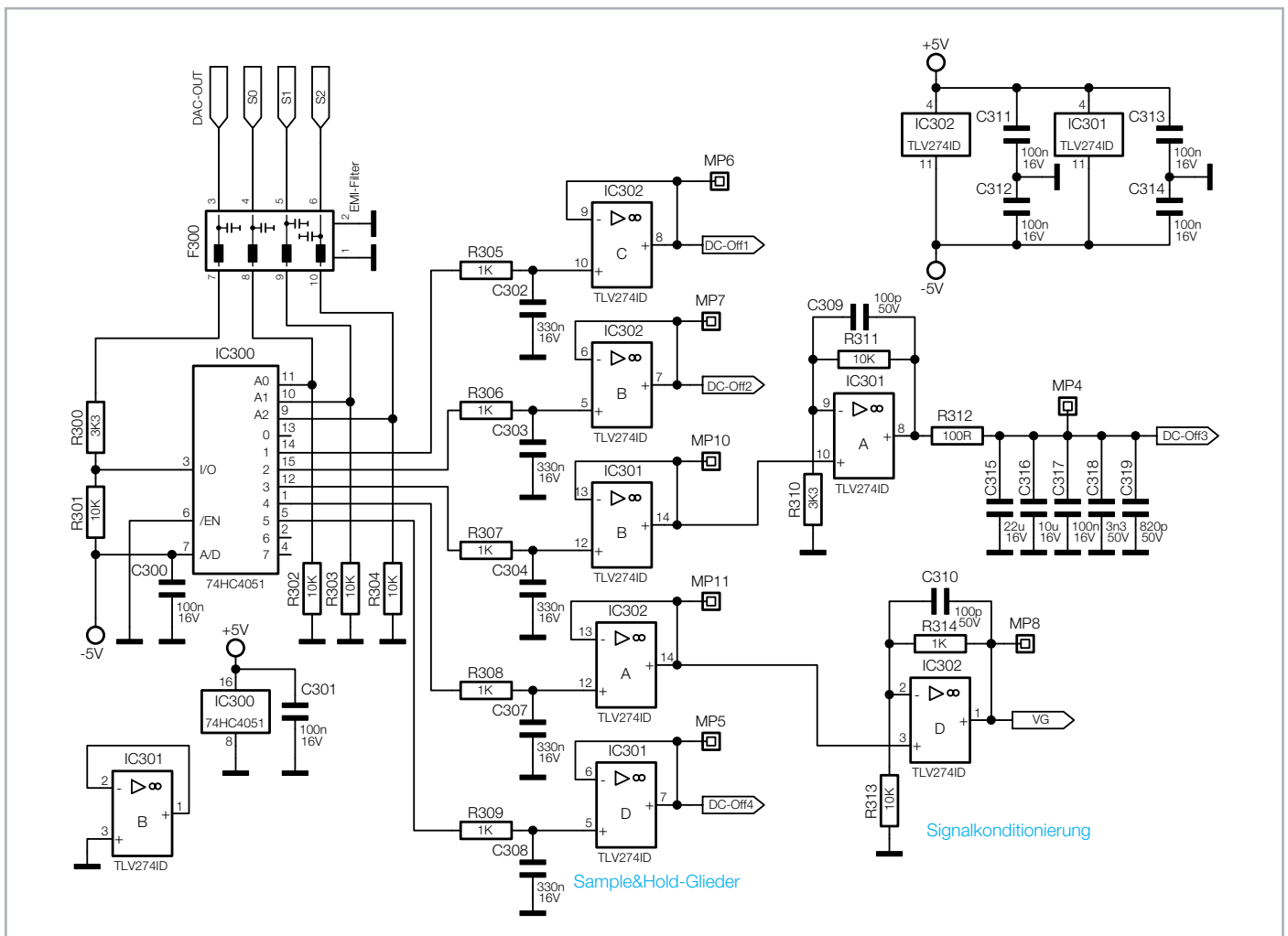


Bild 6: Die Sample-and-Hold-Schaltung

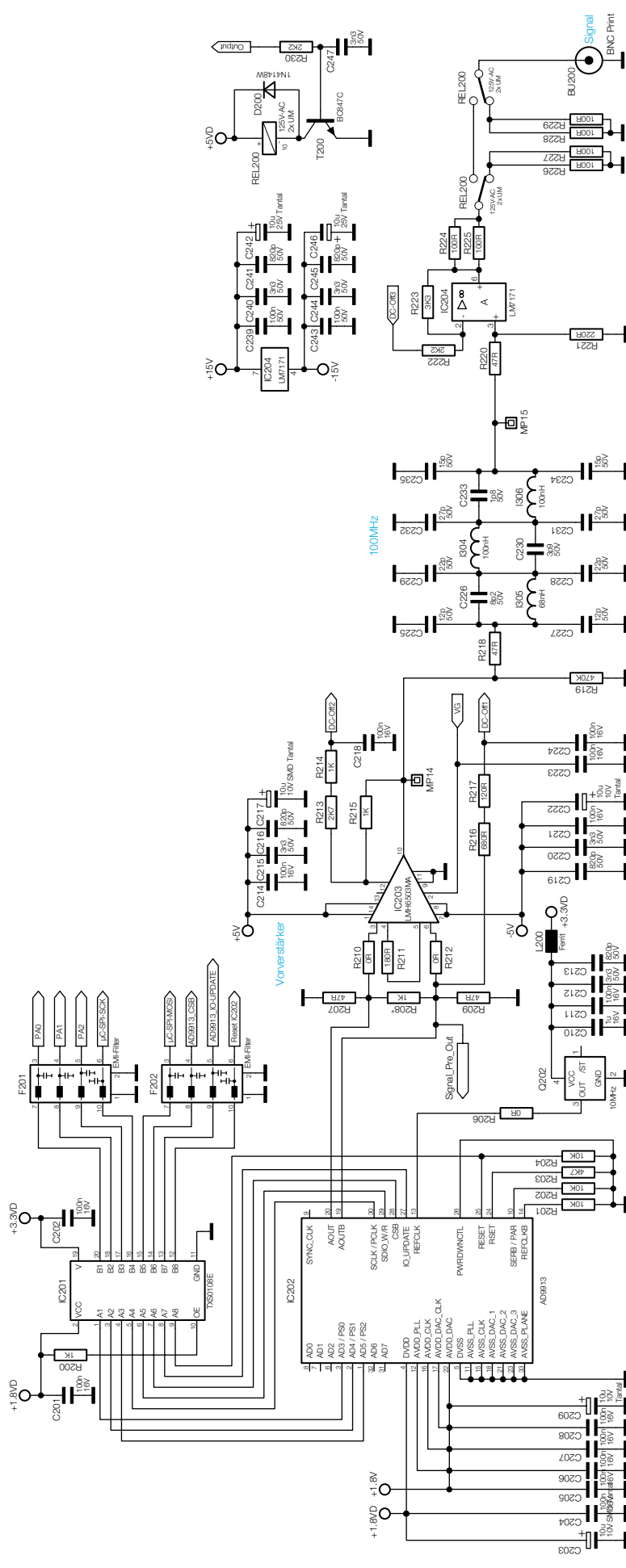


Bild 7: Schaltbild der DDS-Signalerzeugung mit dem Vorverstärker, dem Filter und der Endstufe

DDS-Schaltung

Für die Signalerzeugung beim DDS 8100 wird der DDS-Schaltkreis AD9913 (IC202) verwendet (Bild 7). Über die vier Steuersignaleingänge SCLK, SDIO_W/R, CSB und IO_UPDATE können die internen Register vom Mikrocontroller IC100 beschrieben und ausgelesen werden. Zusätzlich werden noch für die Einstellung des Wobble-Modus die drei Signaleingänge PS0, PS1 und PS2 benötigt.

Für den Betrieb des AD9913 selbst werden nur wenige externe Bauteile benötigt. Die wichtigste externe Komponente ist der Quarzoszillator, der den Mastertakt zur Verfügung stellt. Um den maximalen Frequenzbereich, den der DDS-Chip zulässt, auszunutzen, verwendet der AD9913 eine interne PLL-Schaltung. Mit dieser internen Schaltung wird das von Q202 an den Takteingang REFCLK des DDS-Chips angelegte 10-MHz-Taktsignal auf die benötigten 250 MHz hochgesetzt. Da die Qualität des Taktsignals direkten Einfluss auf die Genauigkeit und Stabilität des Ausgangssignals des DDS-Bausteins hat, kommt hier ein temperaturkompensierter Quarzoszillator (TCX0) zum Einsatz, der eine maximale Taktabweichung von ± 5 ppm (ppm = parts per million = 10^{-6}) im angegebenen Umgebungstemperaturbereich hat. Dennoch ist bei der Frequenzstabilität zu beachten, dass sich das Gerät erst auf Betriebstemperatur erwärmen muss. Daher ist im Einschaltmoment mit einer erhöhten Frequenzdrift zu rechnen. Nach ca. 5 min ist diese Drift jedoch schon unter 10 ppm gesunken.

Um die bei der Signalerzeugung im Inneren des AD9913 erzeugten Störungen zu minimieren, befinden sich die Kondensatoren C203 bis C209 zum Abblocken und zur Stabilisierung dicht am DDS-Chip. Zusätzlich sind alle Steuerleitungen über die beiden Filter-Bausteine F201 und F202 geführt.

Über den Pin AOUT und AOUTB steht ein differentiell erzeugtes Ausgangssignal des DDS-Bausteins IC202 zur Verfügung. Es handelt sich hierbei um Stromausgänge, die in Abhängigkeit vom Widerstand R203 jeweils einen maximalen Strom von 4,49 mA liefern können. Durch die an den Ausgängen befindlichen Leitungsabschlüsse R207 und R209 wird mit diesen Strömen dann eine Spannung von max. 211 mV erzeugt. Hier wird auch das für den Komparator benötigte DDS-Signal „Signal_Pre_Out“ abgegriffen.

Nähere Informationen zur differentiellen Signalübertragung können im Kasten „Elektronikwissen“ nachgelesen werden.

Vorverstärker

Nachdem die Erzeugung der Signale behandelt wurde, widmen wir uns jetzt der Signalaufbereitung. Zunächst beschreiben wir den Vorverstärker, der in der Mitte von Bild 7 dargestellt ist.

Das vom DDS-Chip erzeugte differentielle Signal wird über die differentiellen Eingänge (Pin 3 und 6) auf den Verstärker gegeben. Der LMH6503 wandelt das ankommende differentielle Signal nun wieder in ein auf seine Masse bezogenes gleichspannungsfreies Signal um. Der Operationsverstärker LMH6503 besitzt einen über die Widerstände R211 und R215 fest vorgegebenen maximalen Verstärkungsfaktor. Jedoch ist

dieser Faktor über ein an Pin 2 zugeführtes Steuersignal „VG“ variabel einstellbar. Dieses Steuersignal wird durch eines der schon bekannten Sample-and-Hold-Glieder und einer nachgeschalteten Verstärkerschaltung erzeugt.

Mit den beiden Offsetsteuerspannungen DC-Off1 und DC-Off2 kann am LMH6503 eine Kompensation des Eingangs- bzw. des Ausgangsoffsets durchgeführt werden. Auf die dafür notwendige Vorgehensweise gehen wir später im Abschnitt „Kalibrierung“ ein. In Abhängigkeit des eingespeisten Signals VG steht am Ausgang (Pin 10) nun das verstärkte Signal für die Einspeisung in das passive Filter zur Verfügung.

Filterstufe

Da es sich beim DDS-Verfahren im Prinzip um eine digitale Signalerzeugung mittels Digital-analog-Wandlung handelt, ist das Ausgangssignal mit entsprechenden „Rückständen“ des Taktsignals verunreinigt. Aus diesem Grund gelangt das vom Vorverstärker IC203 am Pin 10 bereitgestellte Signal direkt auf ein nachgeschaltetes passives Filter. Dieses besteht aus den Spulen L304 bis L306 und den Kondensatoren C225 bis C235. Es besitzt eine Grenzfrequenz von ca. 100 MHz und sorgt so für eine Filterung von ungewollten Signalanteilen aus dem Ausgangssignal. Nach dem Filter gelangt das Ausgangssignal über den Widerstand R220 auf den nicht invertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC204.

Endstufe

Die Endstufe IC204 sorgt zum einen für die letzte Verstärkung des Signals auf die einstellbaren 5 Vss. Zum anderen wird hier mittels einer weiteren Gleichspannung DC-Off3 ein vom Benutzer einstellbarer Gleichspannungsanteil (Offset) dem Ausgangssignal überlagert.

Um das über das Filter ankommende Ausgangssignal des Vorverstärkers nach der Endstufe nicht negiert zu erhalten, ist dieser als Differenzverstärker bzw. Subtrahierverstärker aufgebaut. Das Signal wird auf den nicht invertierenden Eingang der Endstufe geführt, die für den einstellbaren Offset erzeugte Gleichspannung DC-Off3 liegt am invertierenden Eingang an.

Durch die Wahl der Widerstände an den Eingängen des Operationsverstärkers wird für eine entsprechende Gewichtung der Signalquellen gesorgt. Folgende Formel zeigt den Zusammenhang zwischen den einzelnen Spannungen und Widerständen:

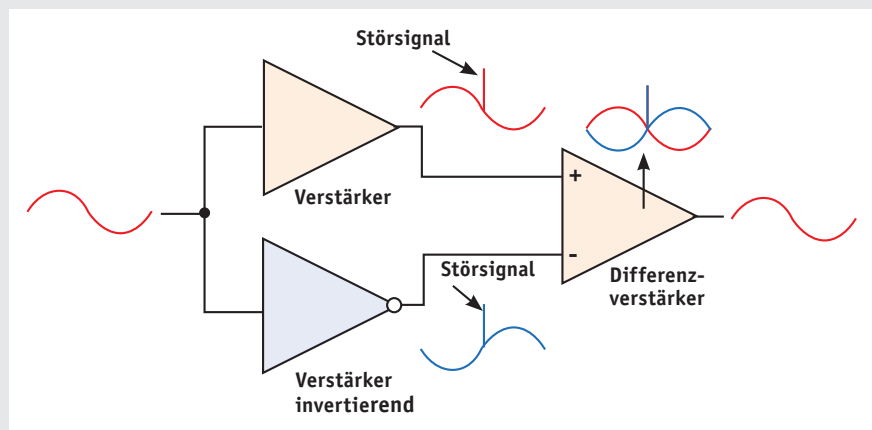
$$U_{\text{SignalOut}} = \frac{(R_{222} + R_{223}) * R_{221}}{(R_{220} + R_{221}) * R_{222}} * U_{\text{PreOut}} - \frac{R_{223}}{R_{222}} * U_{\text{DC-Off3}}$$

Durch das Einsetzen der Widerstandswerte ergibt sich eine vereinfachte Formel, die die Gewichtung der Eingänge gut darstellt:

$$U_{\text{SignalOut}} = \frac{(2,2 \text{ k}\Omega + 3,3 \text{ k}\Omega) * 220 \Omega}{(47 \Omega + 220 \Omega) * 2,2 \text{ k}\Omega} * U_{\text{PreOut}} - \frac{3,3 \text{ k}\Omega}{2,2 \text{ k}\Omega} * U_{\text{DC-Off3}}$$

$$U_{\text{SignalOut}} = 2,06 * U_{\text{PreOut}} - 1,5 * U_{\text{DC-Off3}}$$

Hier erkennt man nun, dass das eigentliche DDS-Signal mit dem Faktor 2,06 verstärkt wird und mit dem um insgesamt Faktor 6 verstärkten Gleichspannungssignal, DC-Off3 wurde ja bereits zuvor um Faktor 4 erhöht, subtrahiert wird. Um am Ausgang eine definierte Impedanz von 50 Ω zu erhalten, sind zwischen dem Ausgang Pin 6 von IC204 und der Buchse BU200 die beiden 100- Ω -Widerstände R224 und



Differentielle Signalübertragung

Besonders bei der Übertragung von Signalen mit geringen Pegeln auf einfachen unsymmetrischen, auch geschirmten Leitungen können äußere Störsignale schnell das Nutzsignal überlagern und so zu einer Verfälschung des Nutzsignals führen. Setzt man hingegen eine symmetrische Signalübertragung ein, werden auftretende Störungen eliminiert. Dabei wird auf einer Leitung das normale Nutzsignal übertragen und auf einer genau gleich langen zweiten Leitung das invertierte Nutzsignal. Auf der Empfangsseite der Leitungen wird die Differenz beider Signale gebildet und so wieder das ursprüngliche Nutzsignal generiert. Wirkt nun auf die Leitungen, die auf Platinen eng beieinanderliegen bzw. bei Leitungen als Leitungspaare insgesamt verdreht werden, eine Störung ein, tritt diese in beiden Signalen identisch auf (Gleichtakt). Also nicht als invertierte Störung im invertierten Nutzsignal. Bei der anschließenden Pegeldifferenzbildung am Empfänger (Differenzverstärker) wird dieses gleichphasige Störsignal folglich eliminiert und so eine störungsfreie Übertragung realisiert.

Wichtig für die symmetrische Leitungsführung sind tatsächlich gleich lange und örtlich dicht beieinanderliegende Leitungen. Kommt es nämlich zu einer unterschiedlichen Störsignaleinstrahlung aufgrund unterschiedlicher Pegel auf beiden Leitungen oder zu unterschiedlichen Einstrahlungsorten aufgrund ungleich langer Leitungen, kann der pegel- oder zeitversetzte Störsignalanteil nicht kompensiert werden und bleibt ganz oder teilweise im Signal erhalten.

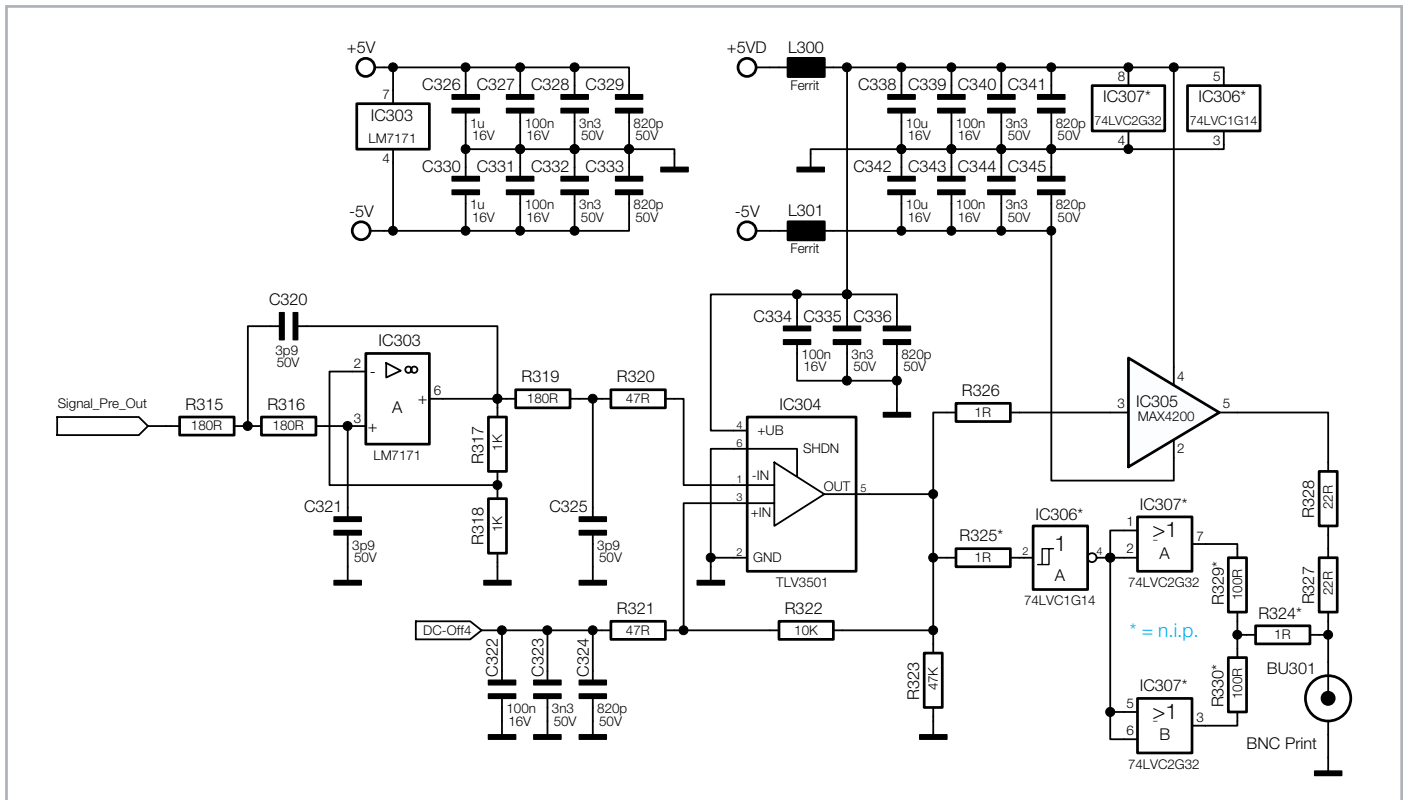


Bild 8: Der Komparator mit der TTL-Treiberstufe

R225 parallel eingesetzt. Das mit dem Transistor T200 vom Mikrocontroller IC100 gesteuerte Relais REL200 schaltet das Ausgangssignal entweder auf die BNC-Buchse (aktiv) oder auf die 50-Ω-Nachbildung, bestehend aus R226 und R227. Gleichzeitig wird die BNC-Ausgangsbuchse über die Widerstände R228 und R229 definiert mit der Nennimpedanz von 50 Ω abgeschlossen (Zustand inaktiv).

TTL-Ausgangsstufe

Bild 8 zeigt die für die Erzeugung eines TTL-Signals zuständige Komparator- und Treiberstufe. Das vom DDS-Chip abgegriffene Sinussignal „Signal_Pre_Out“, wird zunächst über ein Filter 3. Ordnung geführt, welches die störenden Signalanteile herausfiltert, die bei der digitalen Erzeugung entstehen. Anschließend gelangt das gefilterte Signal auf den Komparatoreingang -IN und wird mit einem von Mikrocontroller eingestellten Gleichspannungssignal DC-Off4 am Eingang +IN verglichen. Durch Vergleich des jeweiligen Sinussignalpegels mit dem am Komparator anliegenden Gleichspannungspegels wird ein in der Frequenz entsprechendes Rechtecksignal erzeugt, dessen Tastverhältnis über die eingestellte Gleichspannung des zuständigen Sample-and-Hold-Glieds beeinflussbar ist. Das am Ausgang OUT des Komparators erzeugte Rechtecksignal wird anschließend noch über die Treiberstufe IC305 geschickt und steht dann an der BNC-Buchse BU301 zur Verfügung.

Anzeige- und Bedienelemente

Über vier 14-polige Flachbandkabel ist die Frontplatine mit der Basisplatine verbunden. Die entsprechenden Schaltbilder der Frontplatine und der Steckverbinder sind in Bild 9 und 10 zu sehen. Auf

der Frontplatte befinden sich alle Anzeige- und Bedienelemente des DDS 8100.

Beim DDS 8100 wird als Anzeige ein großes, monochromes Grafikdisplay mit einer Auflösung von 192 x 64 Bildpunkten eingesetzt, bei dem auch noch aus größerer Entfernung ein Ablesen der Werte möglich ist. Das Display LCD1 wird als fertiges Modul eingesetzt und über zwei Anschlüsse mit der Frontplatte verbunden. Für den Betrieb werden zwei Versorgungsspannungen benötigt, zum einen eine Spannung von +3,3 V für den Display-Chip, zum anderen eine Spannung von +5 V für die LED der Display-Hinterbeleuchtung. Durch den Vorwiderstand R13 wird der Strom für die Hintergrundbeleuchtung auf ca. 45 mA eingestellt. Mit den Kondensatoren C1 bis C8 und C10 erzeugt die Display-Elektronik über interne Ladungspumpen die zusätzlich benötigten Kontrastspannungen von bis zu 13,2 V selbst.

Für die Kommunikation zwischen Mikrocontroller und Display werden die fünf Steuerleitungen DP-CHIP-ENABLE, DP-R/W, DP-E, DP-RST, DP-DATA/CMD und die acht Datenleitungen D0 bis D7 benötigt.

Neben dem großen Display befinden sich auf der Frontplatte zusätzlich sieben blaue LEDs, die über Lichtleiter in der Frontplatte zu erkennen sind. Diese LEDs sind einigen der Tasten zugeordnet und ermöglichen damit, schnell den aktuellen Betriebsmodus zu erkennen. Die Steuerung der sieben LEDs D1 bis D7 erfolgt über das auf der Basisplatine befindliche Schieberegister IC103 und den auf der Frontplatte sitzenden Low-Side-Treiber IC1 vom Typ ULN2003. Je nachdem ob an den entsprechenden Schieberegisterausgängen ein Low- oder High-Pegel ausgegeben wird, schaltet der nachgeschaltete Low-Side-Treiber seinen Ausgang auf Massepotential oder er befindet sich im hochohmigen Zustand. Wenn ein Ausgang auf Massepotential liegt, beginnt die daran angeschlossene LED zu leuchten. Die in Reihe zu den LEDs liegenden Widerstände R1 bis R7 dienen dabei jeweils als Vorwiderstand.

Das DDS 8100 verfügt insgesamt über zehn Bedientasten, wovon sich eine im Inkrementalgeber befindet. Die Abfrage der Tasten erfolgt im Multiplexbetrieb, sodass insgesamt nur sieben Portpins des Mikrocontrollers belegt werden (PB5 bis PB7 und PB12 bis PB15). An den Treiberleitungen KS-1 bis KS-3 wird zyklisch immer eine Leitung auf Low-Pegel

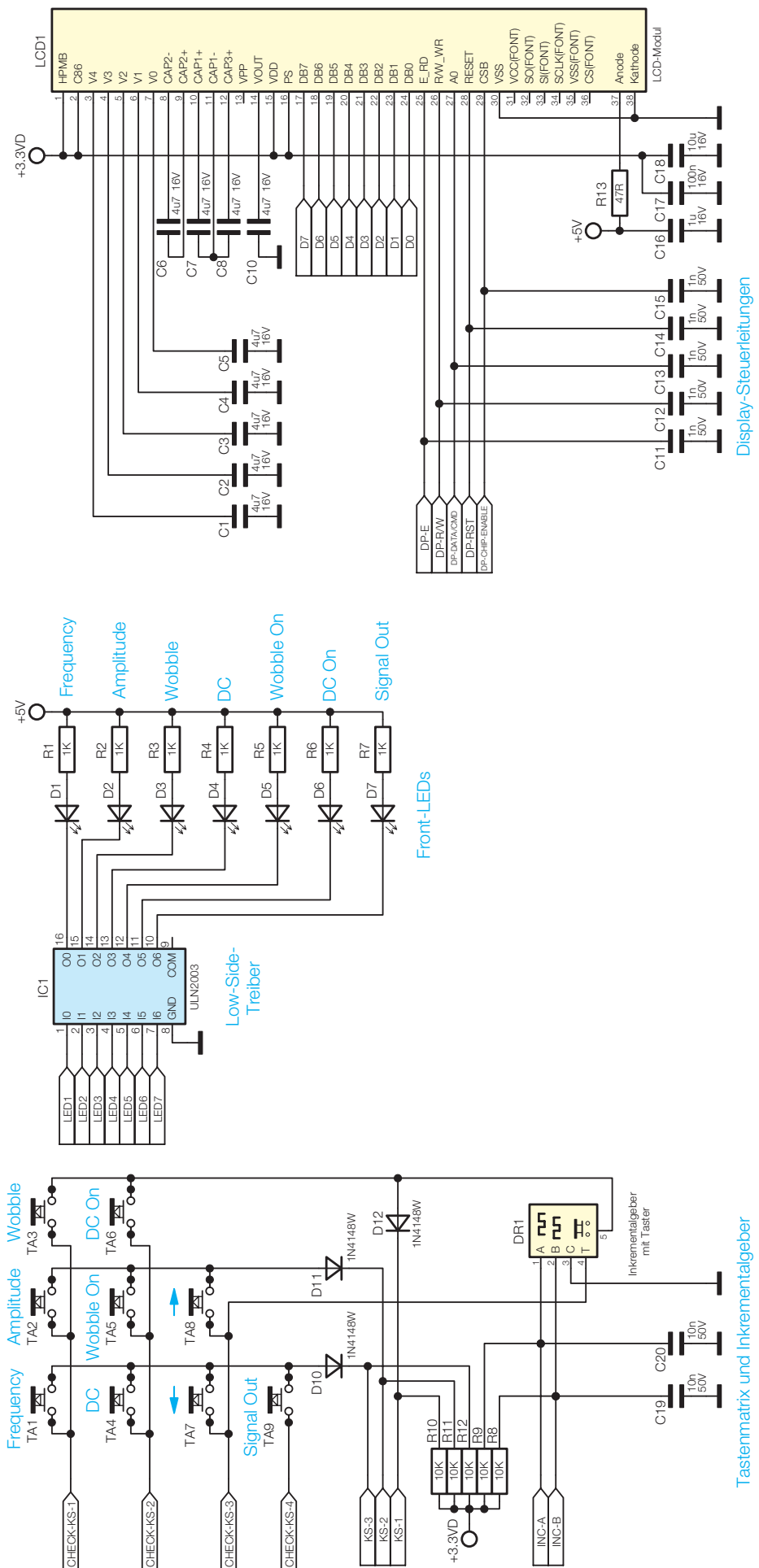


Bild 9: Schaltbild der DDS-8100-Frontplatte

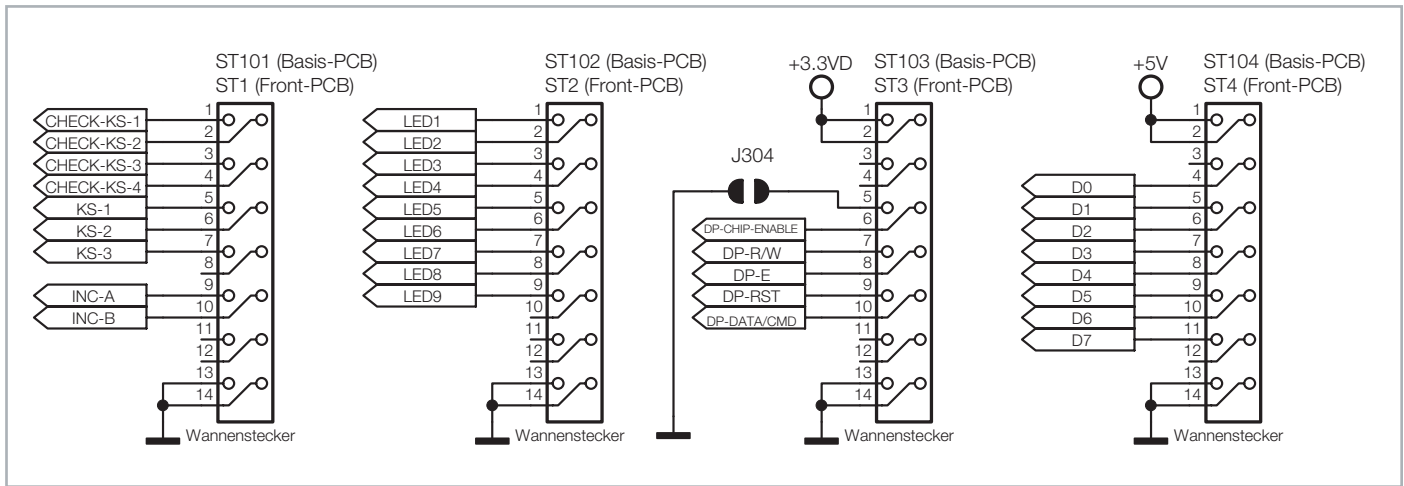


Bild 10: Belegung der Steckverbinder zwischen Basis- und Frontplatine

gelegt. Die drei Dioden D10 bis D12 dienen dabei zur Entkopplung. Während sich eine Treiberleitung auf Low-Pegel befindet, kann der Mikrocontroller über die vier Prüflinien CHECK-KS-1 bis CHECK-KS-4 den Zustand des Tasters am Kreuzungspunkt von CHECK-KS-X und KS-X abfragen. Es ist hierbei nur zu beachten, dass in dieser Matrixanordnung niemals mehr als zwei Taster gleichzeitig sicher erkannt werden können. Dies wird aber für die Bedienung des DDS 8100 auch nicht benötigt.

Neben den zehn Bedientastern befindet sich auf der Frontplatine auch der Inkrementalgeber DR1. Durch eine hohe Abtastrate der beiden Signalleitungen INC-A und INC-B und einer geschickten Signalauswertung in der Firmware wird der aktuelle Pinzustand ständig überprüft und eine Änderung sofort erkannt. Der Vorteil des Inkrementalgebers ist, dass die Drehrichtung ebenfalls erkannt wird und sich dieses Bauteil deshalb ideal für Einstellaufgaben eignet. Das Prinzip des Inkrementalgebers beruht auf zwei um 90° gegeneinander phasenverschobenen Ausgangssignalen. Je nachdem, in welche Richtung gedreht wird, ändert sich bei den beiden Ausgangssignalen entweder zuerst INC-A oder INC-B. Nähere Informationen zur Funktionsweise des Inkrementalgebers oder dem Einsatz von einer Tastenmatrix können online in den Elektronikwissen-Artikeln unter [2] und [3] nachgelesen werden.

Bedienung

Durch den Einsatz des Grafik-Displays, des Drehimpulsgebers und der Tasten ist die Bedienung sehr einfach gehalten. Im Folgenden betrachten wir die einzelnen Einstellmöglichkeiten näher.

Nach dem Einschalten des DDS 8100 führt das Gerät einen Selbsttest durch, bei dem alle Bildpunkte

im Grafikdisplay aktiv sind und die einzelnen Leuchtdioden aufleuchten. Nach diesem Selbsttest startet das Gerät in der Betriebsart „Frequency“.

Vorab noch ein genereller Bedienhinweis: Um die Einstellung von größeren Werteänderungen zu vereinfachen, kann man die einzelnen Ziffern des zu ändernden Werts mithilfe der beiden Pfeiltasten TA7 und TA8 und eines unterhalb der Ziffern dargestellten Cursors auf dem Display auswählen. Eine so markierte Stelle ist mit dem Inkrementalgeber direkt einstellbar.

Während des Einstellens eines Werts, z. B. der Amplitude, werden immer der Name des einzustellenden Parameters und der aktuelle Wert im Display angezeigt. Dies ist die sogenannte Einstellungsanzeige. Erfolgt innerhalb von 4 s keine weitere Betätigung, wechselt die Darstellung des DDS 8100 in die Übersichtsanzeige. In diesem Modus werden die momentanen Parameter in einer kompakten Form auf dem Display angezeigt, wie das Beispiel in Bild 11 zeigt.

Erst nach dem Wechsel von der Einstellungsanzeige in die Übersichtsanzeige werden die geänderten Parameter auf Änderung geprüft, um sie dann gegebenenfalls im Mikrocontroller zu speichern. Durch diese Methode wird der Speicherzugriff auf den internen persistenten Speicherbereich deutlich minimiert. Der DDS 8100 stellt dann die gespeicherten Einstellungen beim Start wieder bereit.

Frequenzeinstellung

Die Frequenzeinstellung des DDS 8100 wird über einen Tastendruck der Taste „Frequency“ (TA1) gestartet. Das Display zeigt in der oberen Zeile nun das Wort „Frequency“ 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“ (TA2) 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.

Wobbeln

Für die Funktion des Wobbelns, also der periodischen Änderung der Ausgabefrequenz, werden bestimmte Parameter benötigt: Start- und Stoppfrequenz, die Wobbelfrequenz und der Wobbelmodus. Die Auswahl dieser Parameter erfolgt über die Taste „Wobble“ (TA3). Wie gewohnt wird in der oberen Zeile der Name des einzustellenden Parameters angezeigt und in der unteren Zeile der aktuelle Einstellungswert.

Durch weitere Betätigung der Taste „Wobble“ (TA3) erreicht man jeweils den nächsten Parameter. Zum Aktivieren ist eine explizite Freigabe des Wobble-Modes notwendig. Erst durch Betätigung der Taste

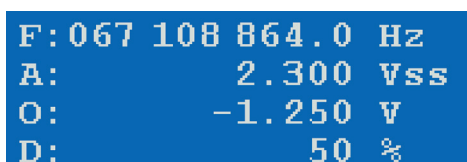


Bild 11: Anzeigebeispiel für die übersichtliche Anzeige der aktuellen Daten

„Wobble On“ (TA5), quittiert durch gleichzeitiges Aufleuchten der zugehörigen LED (D3), ist der Wobbel-Betrieb aktiviert.

DC-Offset

Kommen wir nun zur Einstellung der Offset-Spannung. Dazu ist die Taste „DC“ (TA4) zu betätigen. Das Display zeigt in der oberen Zeile nun „DC-Offset“ an und in der darunter liegenden Zeile den momentan verwendeten Wert. Um einen eingestellten Gleichspannungsanteil dem Ausgangssignal zu überlagern, muss dieser über die Taste „DC On“ (TA6) zugeschaltet werden. Solange dieser nicht zugeschaltet ist, werden die aus der später auszuführenden Offset-Kalibrierung ermittelten Werte genutzt. Die zugehörige LED (D6) zeigt den jeweils aktuellen Status an.

Für den Signalausgang TTL steht die zusätzliche Einstelloption „Duty Cycle“ zur Verfügung, die durch einen weiteren Tastendruck der Taste „DC“ (TA4) erreicht wird. Auch jetzt werden im Display der Name des einzustellenden Parameters und der aktuelle Wert angezeigt.

Ausgang aktivieren

Damit das im DDS 8100 erzeugte Signal auf die BNC-Buchse „Sine“ gelegt wird, muss das Relais REL200 den Signalweg freigeben. Dies geschieht durch Drücken der Taste „Signal Out“ (TA9). Gleichzeitig zeigt die dazugehörige LED D7 den momentanen Status des Ausgangs an. Eine leuchtende LED weist auf einen aktivierten Ausgang hin.

Aufruf des Gerätemenüs

Durch einen langen Tastendruck auf die Taste „Menu“ öffnet sich das Gerätemenü des DDS 8100. Durch das Drehen des Drehimpulsgebers kann nun die gewünschte Zeile ausgewählt werden und die dazugehörige Funktion mittels eines Drucks auf den Geber genutzt werden. Um das Gerätemenü wieder zu verlassen, kann man entweder die Taste „Menu“ erneut lang drücken oder die Zeile „Exit“ im Menü ansteuern und mit einem kurzen Tastendruck am Drehgeber bestätigen.

Nachbau

Alle SMD-Bauteile sind bereits bestückt, sodass 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.

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

Netzanschlussplatine

Auf der Netzanschlussplatine, in [Bild 12](#) ist die fertig bestückte Platine zu sehen, 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 Netzanschlussbuchse BU1000 eingebaut. Dazu sind zwei Schrauben M3 x 8 mm von unten durch die Platine zu stecken und von der Platinenoberseite aus die Netzbuchse aufzusetzen. Danach folgen zwei 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 SI1000, der Netzschalter S1000 und die Schraubklemme KL1000 müssen vor dem Verlöten ebenfalls plan aufliegen. Das Gleiche gilt auch für den X2-Kondensator C1000, an dem später die Netzwechselspannung direkt anliegt.

Basisplatine

Kommen wir zur Basisplatine, auch hier bieten das Platinenfoto ([Bild 13](#)) sowie der Bestückungsplan ([Bild 14](#)) den Überblick über die Bestückung.

Als Erstes sollten das Relais REL200, die Klemme KL1 sowie die Stiftleisten ST101 bis ST104 bestückt und der Anschluss für das USB-Modul BU100 eingelötet werden. Anschließend können die beiden BNC-Buch-

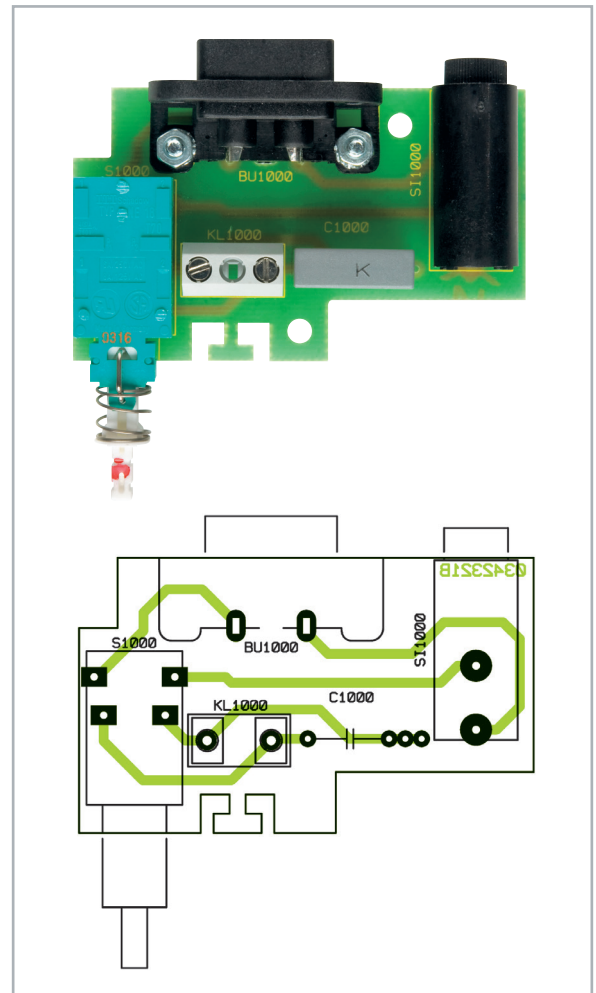


Bild 12: Ansicht der fertig bestückten Netzanschlussplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

sen BU200 und BU301 und die Elektrolytkondensatoren C16 und C20 montiert und verlötet werden. Bei den Elkos ist auf die polrichtige Montage zu achten.

Darauf folgt nun der Einbau der auf Kühlkörpern zu montierenden Spannungsregler. Um ein Festziehen der Befestigungsschrauben zu ermöglichen, sollten die Kühlkörper nacheinander montiert werden.

Zunächst sind die Spannungsregler IC2 und IC4 mit ihren zugehörigen Kühlkörpern einzusetzen, im Anschluss folgen dann IC3 und IC5 mit dem Kühlkörper. Damit mechanische Spannungen gering bleiben, sind zunächst die Befestigungslaschen des Kühlkörpers anzulöten, bevor im zweiten Schritt die Anschlüsse der Spannungsregler verlötet werden. Dazu sind die Befestigungslaschen so durch die entsprechenden Bohrungen in der Platine zu stecken, dass der Kühlkörper plan aufliegt und die Laschen nun mit reichlich Lötzinn fixiert werden können. Im Anschluss können dann die Spannungsregler IC2 und IC4 auf ihrer Rückseite dünn mit Wärmeleitpaste bestrichen und die Anschlüsse durch die vorgesehenen Lötlagen gesteckt werden. Unter Verwendung einer Schraube (M3 x 10 mm), zweier M3-Fächerscheiben und einer M3-Mutter sind die Spannungsregler nun jeweils rücklings an den Kühlkörper zu montieren. Dafür ist die mittlere Bohrung im Kühlkörper zu verwenden. Nach dem Festziehen der Schraube können schließlich die Anschlüsse des Reglers verlötet werden. Die Montage

der Spannungsregler IC3, IC5 und deren Kühlkörper erfolgt in gleicher Weise. Bild 15 zeigt die korrekt montierten Spannungsregler und Kühlkörper.

Ist der Aufbau so weit fortgeschritten, folgt nun der Einbau des Netztransformators TR1. Dessen Anschlüsse sind zunächst durch die entsprechenden Lötaugen zu stecken. Nun können die beiliegenden Schrauben (M4 x 8 mm) von der Bestückungsseite her durch die Öffnungen der Befestigungslaschen des Netztransformators und der Platine gesteckt werden. Mithilfe der M4-Fächerscheibe und der M4-Mutter sind die Schrauben nun fest anzuziehen. Erst nach

deren Befestigung sind die auf der Lötseite befindlichen Anschlüsse des Netztransformators anzulöten. Nun werden die beiden Abschirmbleche, mit denen der große signalerzeugende Bereich und ein Teil der Buchse BU301 abgedeckt wird, in die vorgesehenen Schlitze gesteckt und mit einigen Punktlötungen an die Platine fixiert. Beginnen Sie mit dem großen Abschirmblech und stecken Sie erst im Anschluss das kleine Blech über die BNC-Buchse.

Zum Anschließen der Basisplatine an die Netzteilplatine sind die beiden Primärleitungen mit der Anschlussklemme KL1 des Netztrafos zu verbinden. Besonders wichtig ist dabei, die Enden der Primärleitungen mit Aderendhülsen zu bestücken und die Leitungen durch einen Ferrit-Ring zu fädeln. Jeweils ein Leitungsende der beiden Primärlei-

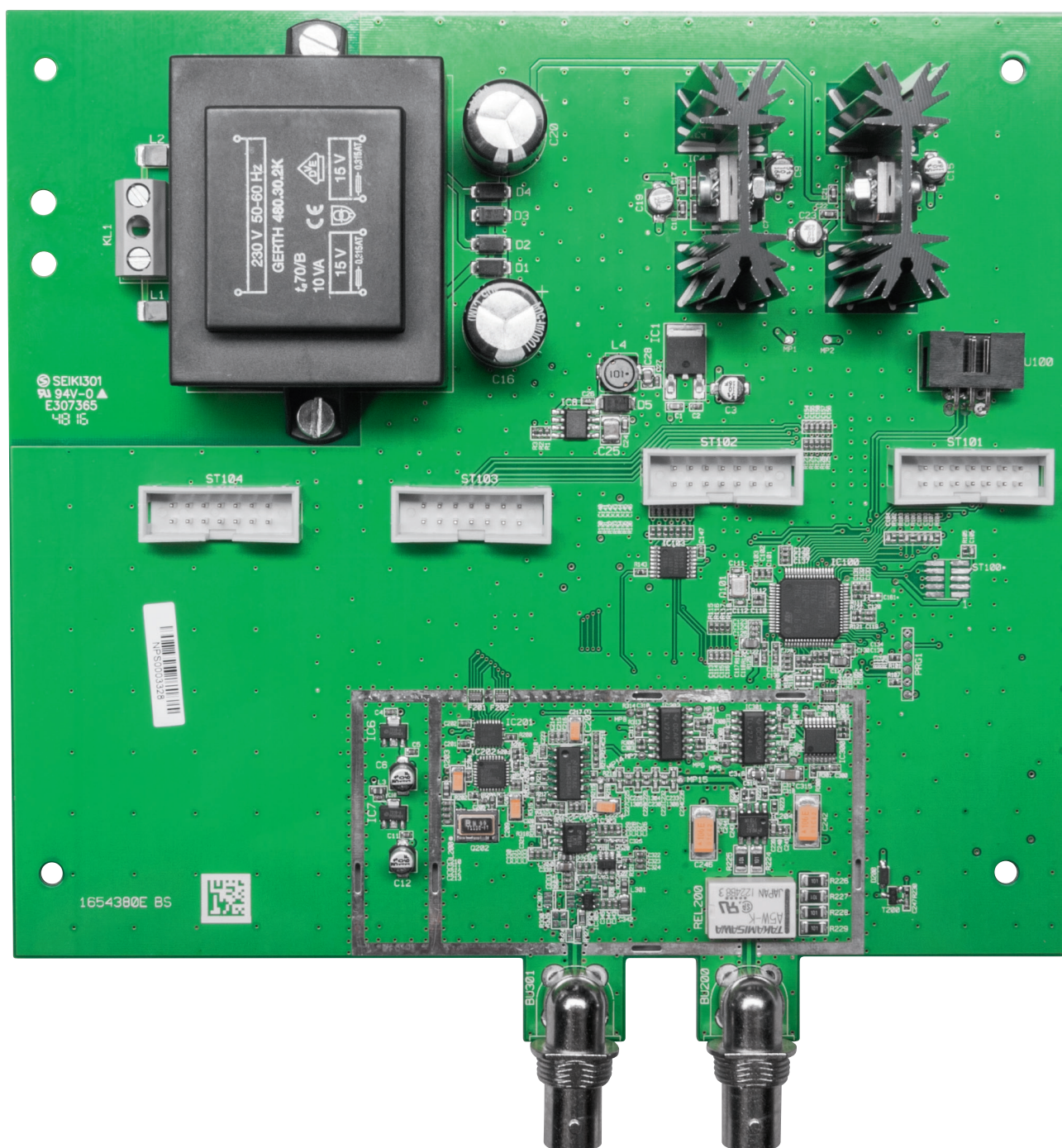


Bild 13: Das Platinenfoto der komplett bestückten Basisplatine ohne das Abschirmblech

tungen wird zweimal durch den kleinen Ferrit-Ring gefädelt, sodass sie zum Ende hin etwa 4 cm überstehen (Bild 16). Im Anschluss werden die Kabelenden auf 7 mm Länge abisoliert und eine Aderendhülse aufgeschraubt. Die Anschlussleitungen können nun in die Klemme KL1 der Basisplatine eingesetzt und verschraubt werden. Zusätzlich werden die Leitungen mit einem Kabelbinder gesichert. Bild 17 zeigt die montierten und gesicherten Anschlussleitungen.

Frontplatine

Nachdem die Basisplatine fertig aufgebaut ist, erfolgt die Bestückung der Frontplatine. Bild 18 und Bild 19 zeigen die Platinenfotos und die Bestückungspläne der Vorder- und Rückseite. Auch hier sind nur noch

wenige Komponenten von Hand aufzulöten.

Identisch zu der vorherigen Vorgehensweise auf der Basisplatine beginnen wir auf der Platine mit dem Bestücken der bedrahteten Bauelemente. Zunächst sind die neun Printtaster TA1 bis TA9, die zur Bedienung des Geräts verwendet werden, nacheinander einzusetzen und auf der Platinenrückseite zu verlöten. Im Anschluss sind die zugehörigen Tastkappen aufzupressen.

Dem folgt der Drehimpulsgeber (Inkrementalgeber), bei dem vor dem Einbau die kleine Führungsnase (siehe Bild 20) mit einem scharfen Seiten-

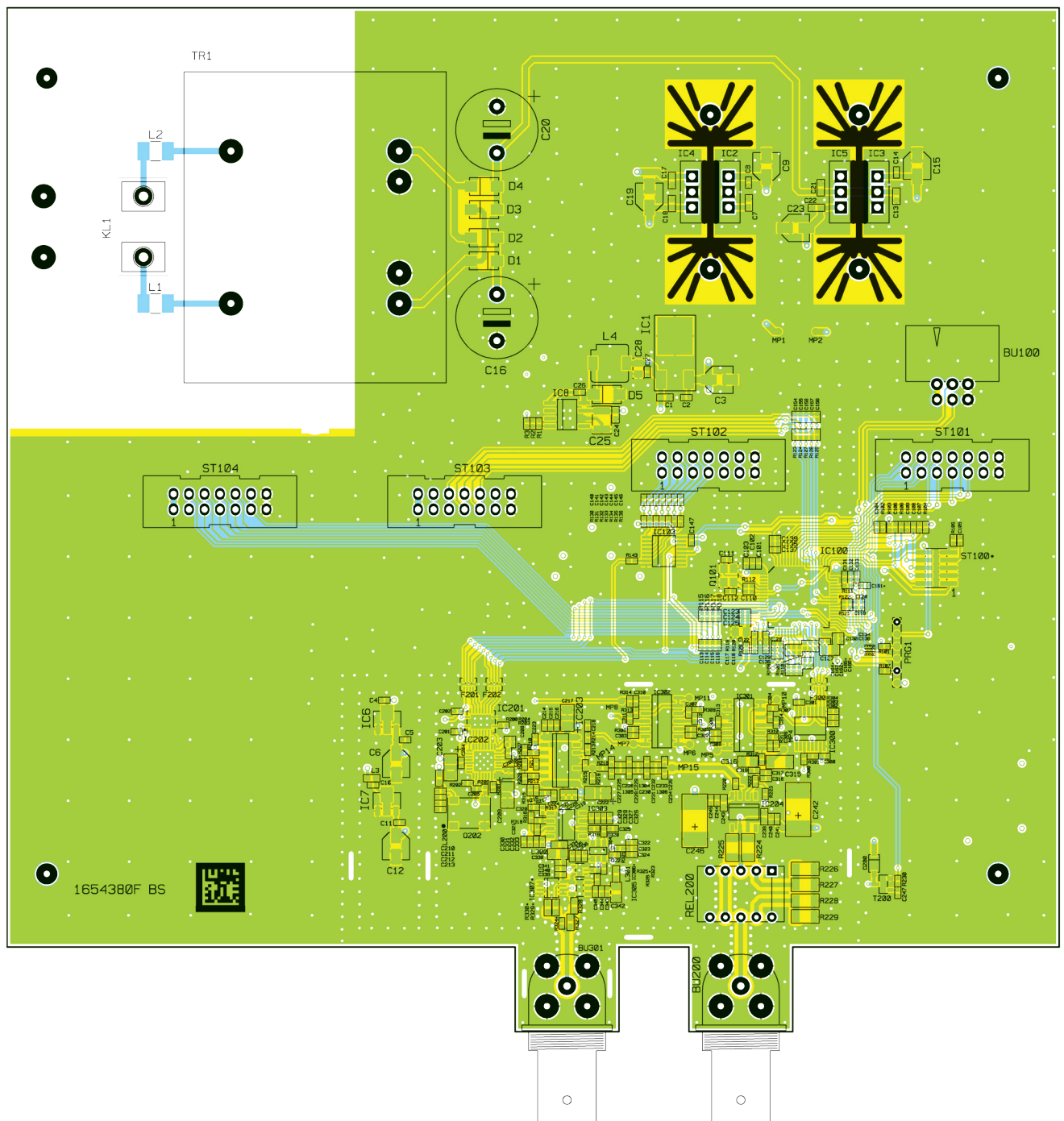


Bild 14: Der Bestückungsplan der Basisplatine

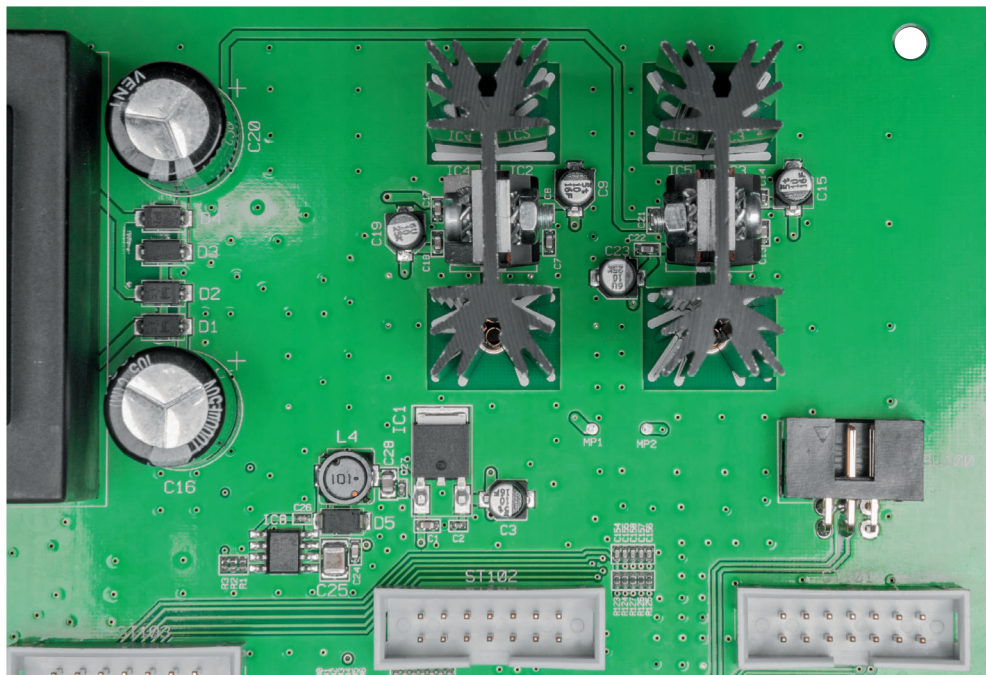


Bild 15: Die bestückten Spannungsregler mit den zugehörigen Kühlkörpern

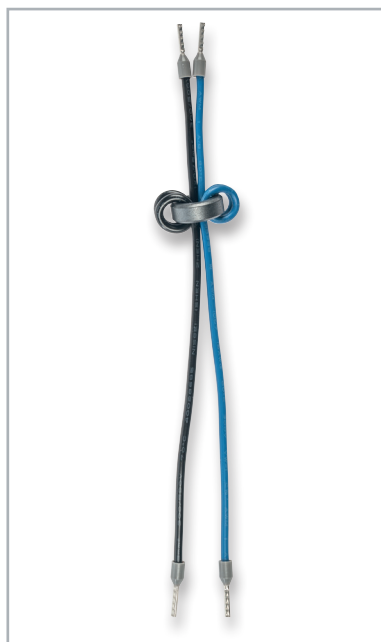


Bild 16: Primäranschlussleitungen mit dem Ferrit-Kern nah an dem Transformatoranschluss

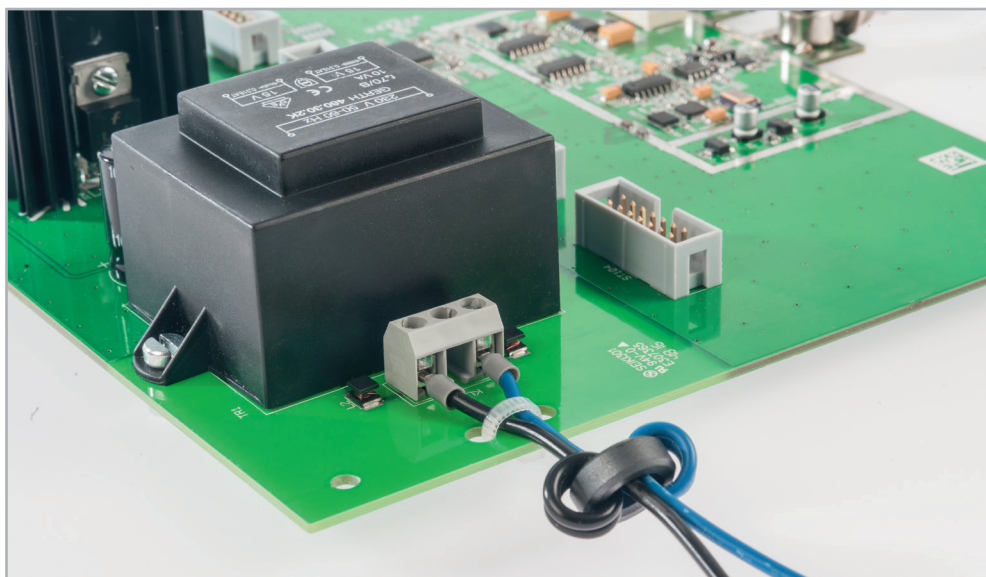


Bild 17: Detailbild zum Einbau der primärseitigen Zuleitungen des Netztransformators

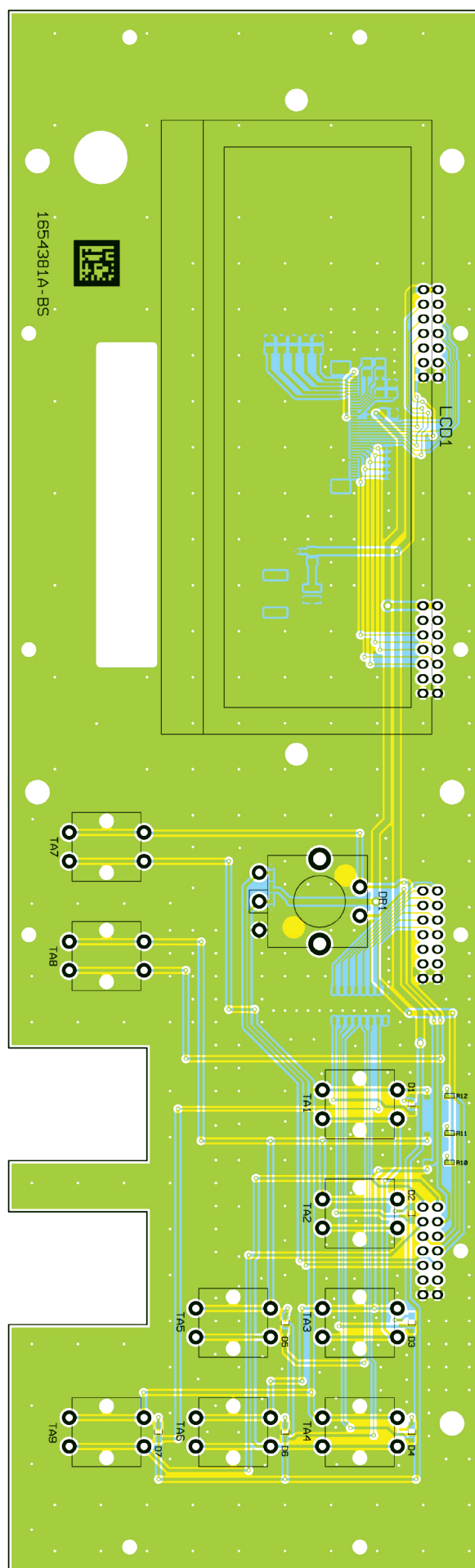
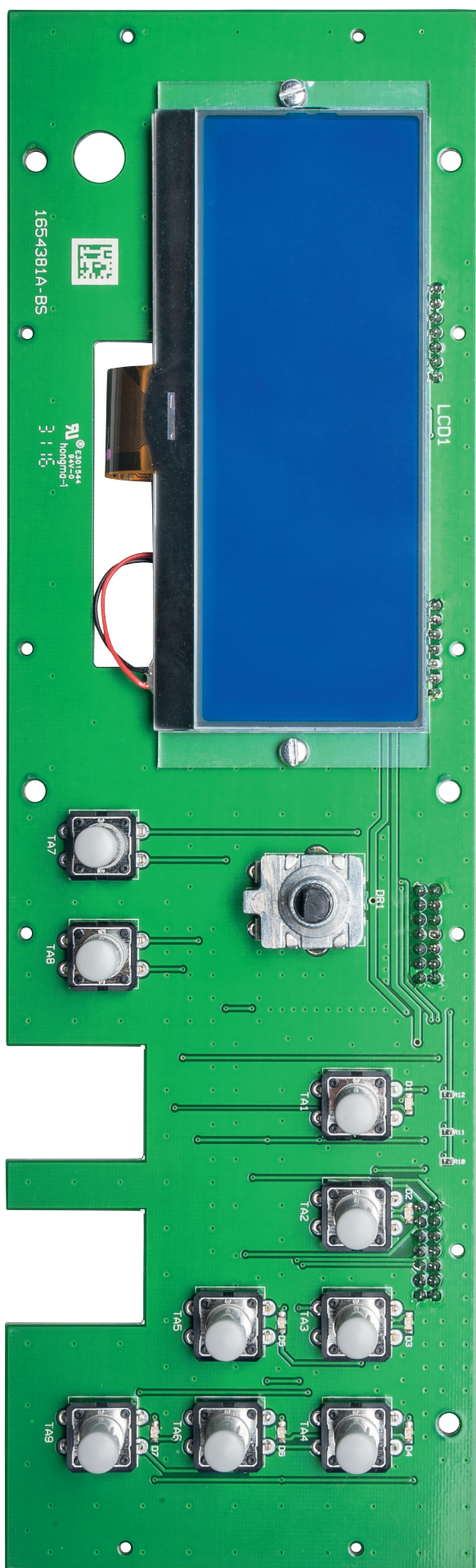


Bild 18: Platinenfoto und zugehöriger Bestückungsplan zur Vorderseite der Frontplatte (Darstellung 93 % der Originalgröße)

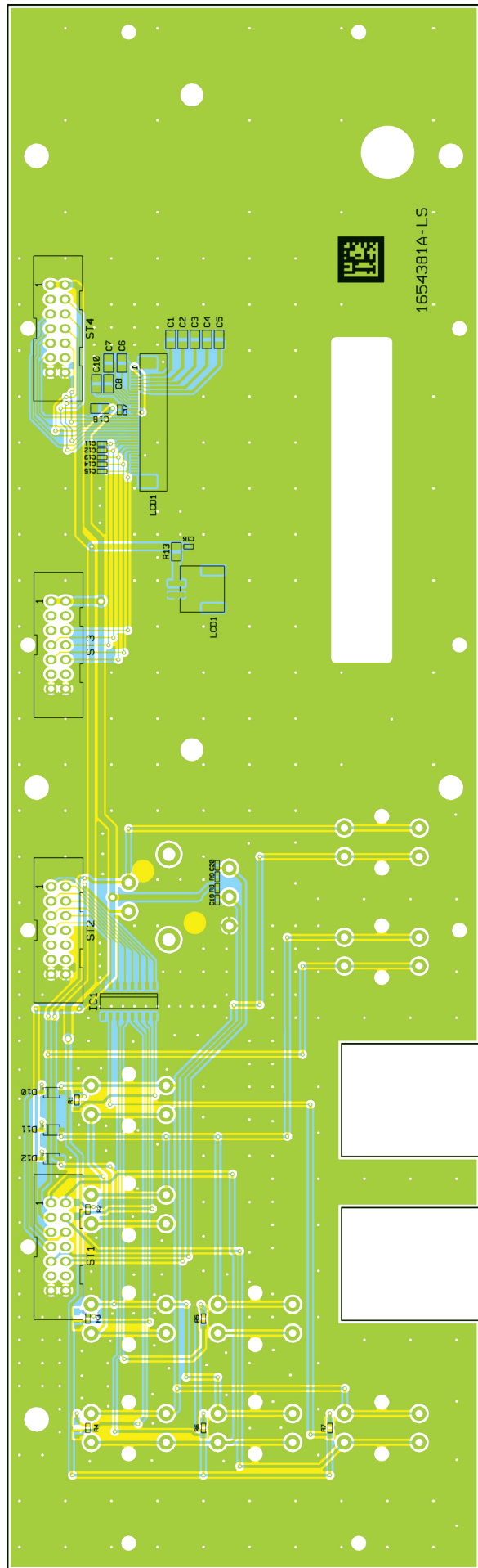
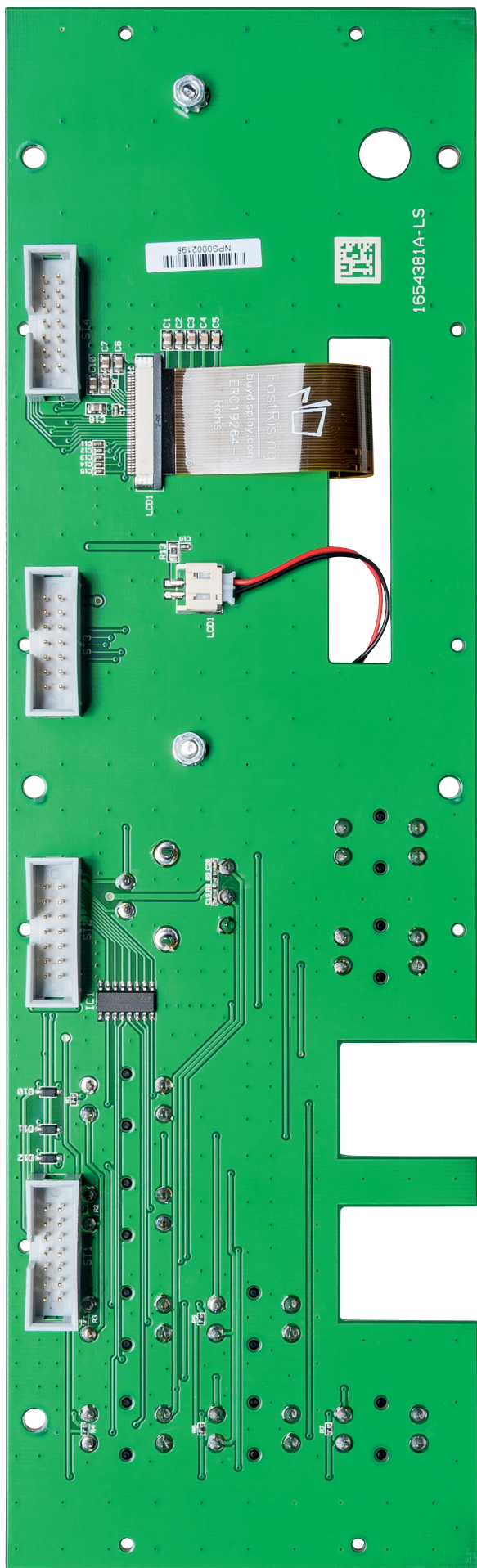


Bild 19: Platinenfoto und zugehöriger Bestückungsplan der Rückseite der Frontplatine (Darstellung 93 % der Originalgröße)

schneider abzutrennen und die Steckachse um 8 mm zu kürzen ist. Danach wird das Bauteil plan auf die Bestückungsseite der Platine gesetzt und sorgfältig verlötet. Insbesondere die beiden Gehäusehalterungen sind mit reichlich Lötzinn zu verlöten, um die mechanischen Kräfte bei der Bedienung aufzunehmen.

Es folgen die vier Wannenstecker ST1 bis ST4, die auf der Platinenrückseite zu bestücken sind. Die korrekte Einbaurichtung der Wannenstecker ist aus dem Bestückungsdruck bzw. dem zugehörigen Platinenfoto zu erkennen.

Jetzt geht es an die Montage des Displaymoduls. Um das Display mit der Frontplatine zu verbinden, wird zunächst der beiliegende Abstandshalter auf die Bestückungsseite gelegt und mittels M3-Schrauben, Fächerscheiben und Muttern montiert. Dazu befinden sich in der Frontplatine zwei Bohrungen, in die dann, von der Bestückungsseite her die Schrauben durch den Abstandshalter und die Platine gesteckt und auf der Rückseite mit den Fächerscheiben und den Muttern befestigt werden. [Bild 21](#) zeigt den montierten Abstandshalter.

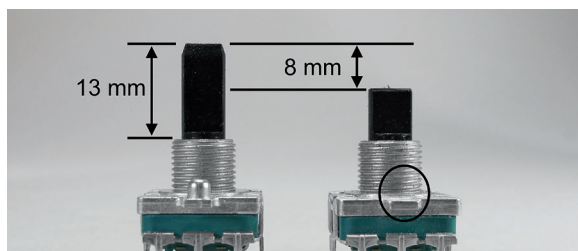


Bild 20: Die Führungsnase (links) des Inkrementalgebers wird abgeschnitten (rechts). Zudem ist die Achse von der Spitze aus um 8 mm zu kürzen.

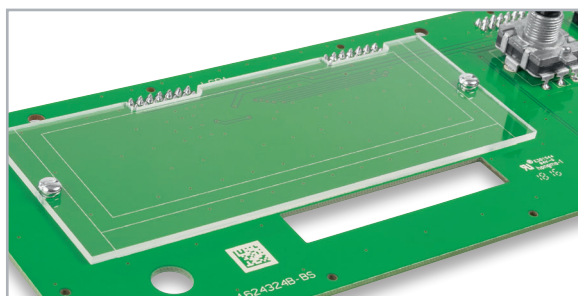


Bild 21: Der montierte Abstandshalter für das Display



Achtung:

Aufgrund der im Gerät frei geführten Netzspannung dürfen Aufbau und Inbetriebnahme ausschließlich von unterwiesenen Elektrofachkräften 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.

Auf diesen Abstandshalter wird nun das Display geklebt. Dafür sind die beiden Schutzfolien auf der Displayrückseite zu entfernen und mit den nun freigelegten Klebestreifen kann das Modul aufgeklebt werden. In diesem Schritt ist unbedingt auf eine exakte Ausrichtung des Displays zu achten, da eine schiefe Montage sonst später sofort zu erkennen ist.

Durch den Abstandshalter werden die Lötanschlüsse der Wannenstiftleisten ST3 und ST4 vom Display ferngehalten, das Display kommt näher an die Frontscheibe heran und ist so besser abzulesen.

Nachdem das Displaymodul nun befestigt ist, können die 36-polige FPC-Anschlussleitung und die 2-polige Versorgungsleitung für die Hintergrundbeleuchtung, durch die in der Platine vorhandene Öffnung geschoben und auf der Rückseite in die vorgesehenen Steckverbinder gesteckt werden. Für die richtige Montage der FPC-Anschlussleitung ist in [Bild 22](#) der FPC-Connector im Detail und den drei Befestigungsschritten dargestellt.

Die Verbindung der Basisplatine mit der Frontplatine erfolgt über vier 14-polige Flachbandkabel ([Bild 23](#)). Diese Kabel werden fertig konfektioniert

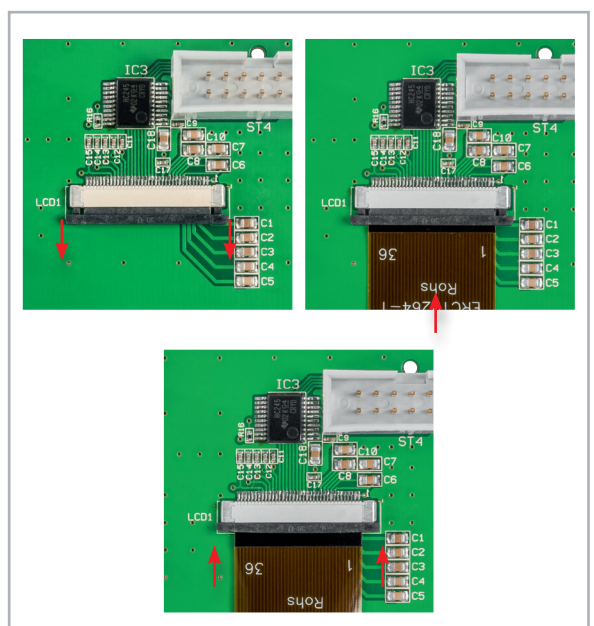


Bild 22: Die Montage der Display-Anschlussleitung: Oben links: FPC-Connector geöffnet, oben rechts: Anschlussleitung eingeführt, unten: FPC-Connector geschlossen

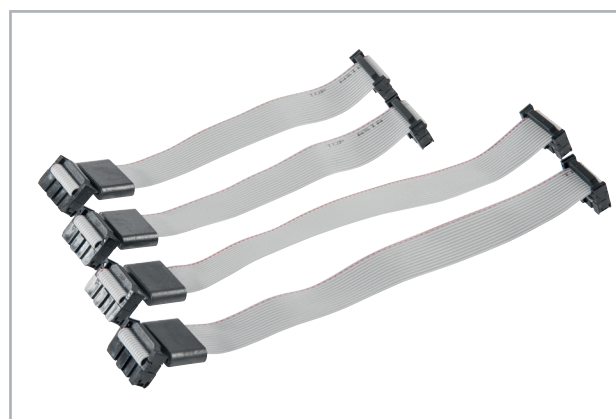


Bild 23: Die bereits fertig konfektionierten Flachbandkabel

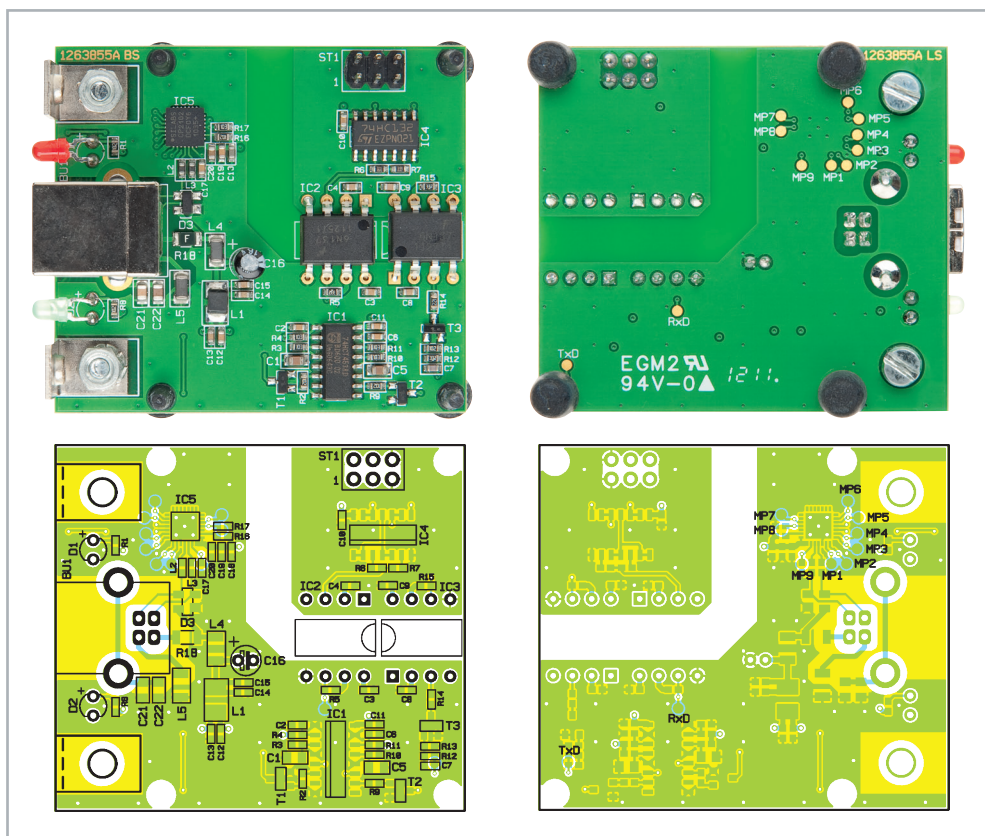


Bild 24: Die komplett bestückte Platine des U02102 mit dem zugehörigen Bestückungsplan. Hier ist das Modul sowohl mit den Befestigungswinkeln als auch mit den Gummifüßen bestückt.

geliefert und sind bereits werkseitig mit zwei 14-poligen Flachbandkabel-Steckverbindern ausgestattet.

USB-Modul

Die gesamte Schaltung des USB-Moduls U02102 findet auf einer 48,2 x 55 mm großen Platine Platz. Das U02102 wird ebenfalls bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, sodass nur noch die bedrahteten Bauteile bestückt werden müssen. Um unnötige Probleme zu vermeiden, sollten auch hier die SMD-Bauteile vorweg auf exakte Bestückung und eventuelle Lötfehler kontrolliert werden. Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans, aber auch die dargestellten Platinenfotos (Bild 24) liefern hilfreiche Zusatzinformationen.

Die Bestückung der bedrahteten Komponenten wird mit der Stiftleiste ST1 und den beiden Optokoppler-ICs begonnen. Beim anschließenden Einbau der Leuchtdioden D1 und D2 und des Elektrolyt-Kondensators C16 ist die richtige Polung zu gewährleis-

ten. Dafür sind die Leuchtdioden vor dem Einbau entsprechend vorzubereiten: Die LEDs sind so abzuwinkeln, dass sie in die vorhandenen Bohrungen der Rückplatte passen. Für die Montage an die Rückwand des DDS 8100 sind die Anschlüsse der LEDs wie in der in Bild 25 dargestellten Zeichnung zunächst in 7 mm Abstand vom Diodenkörper um 90° abzuwinkeln. Anschließend erfolgt der Einbau unter Beachtung der Polung in einem Abstand von 5,5 mm (zwischen Platinenoberseite und Diodenkörpermitte gemessen).

Nun ist noch die USB-Buchse BU1 zu bestücken und anzulöten. Bei der Montage dieses Bauteils ist besonders darauf zu achten, dass das Gehäuse plan auf der Platine aufliegt, bevor die Anschlüsse verlötet werden. Zur Befestigung des Moduls an die Gehäuserückwand liegen 2 Metallwinkel bei, die wie folgt zu montieren sind: Die Winkel werden auf der Bestückungsseite positioniert und mit zwei Schrauben M3 x 6 mm, die von der Platinenunterseite durch Platine und Winkel zu führen sind, und den zugehörigen Fächerscheiben und Muttern fixiert. Vor dem Festziehen der Schrauben sind die Winkel so auszurichten, dass diese bündig mit dem Platinenrand abschließen. Nach dem Abschluss der Bestückungsarbeiten sollte die Platine vor der ersten Inbetriebnahme nochmals auf Lötzinnbrücken untersucht werden. In Bild 26 ist das an der großen Rückwand montierte USB-Modul zu sehen.

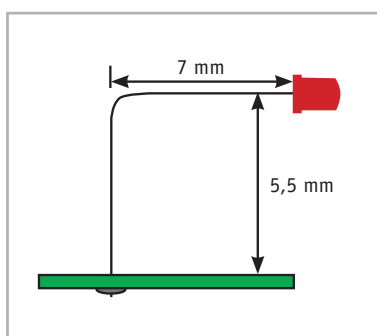


Bild 25: Die Anschlüsse der LEDs sind wie hier gezeigt abzuwinkeln.

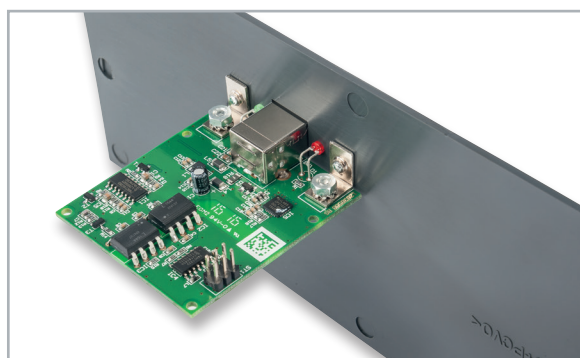


Bild 26: Die Rückwand mit dem USB-Modul

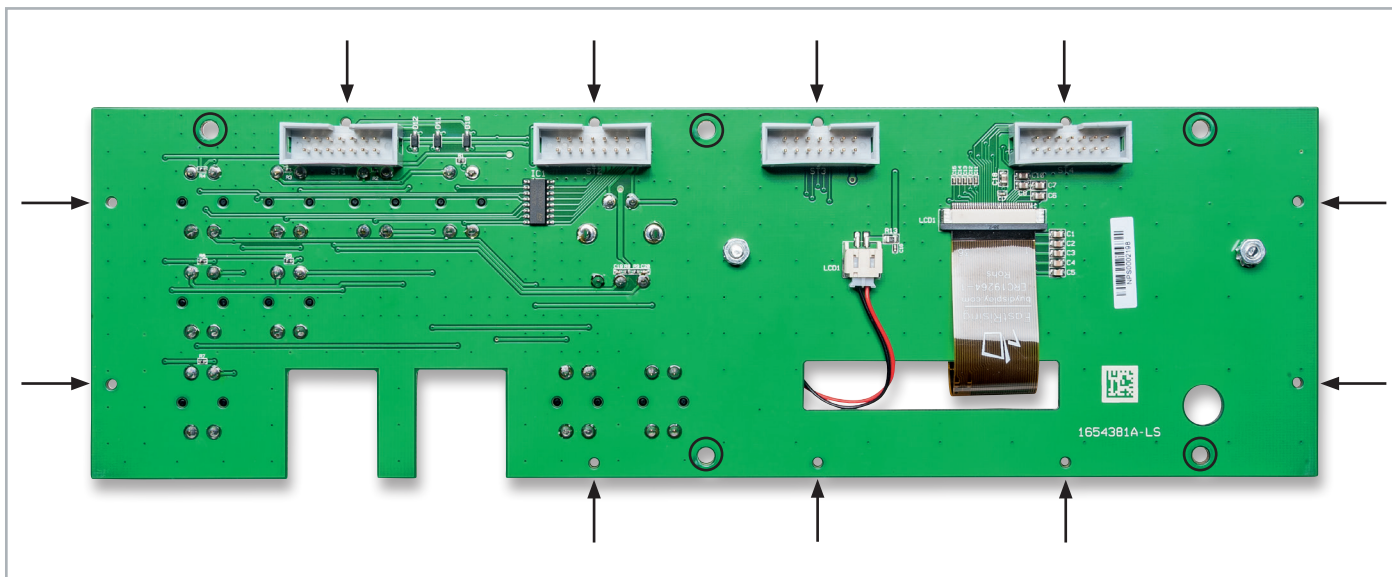


Bild 27: Die Lage der Befestigungsbohrungen

Montage und Einbau

Mit der Bestückung aller Leiterplatten ist bereits ein Großteil der Arbeiten zum Aufbau des DDS 8100 erledigt. Für die nun folgende Montage der Baugruppen ist auch ein Blick in das im Web-Shop angebotene Montagevideo hilfreich.

Bevor die Komponenten in das Gehäuse eingebaut werden, sollten nochmals die korrekte Bestückung kontrolliert und eventuell vorhandene Lötbrücken entfernt werden. Danach wird die bedruckte Frontplatte mit vier TORX-Schrauben (3,0 x 8 mm, TORX-Schraubendreher Größe 10) am Frontrahmen befestigt. Dabei ergibt sich dessen Lage durch die vier kleinen Führungsstifte, die in die entsprechenden Löcher der Frontplatte eingreifen müssen, bevor man die Frontplatte verschraubt. Es folgt die Befestigung der Frontplatine mit 5 TORX-Schrauben 3,0 x 8 mm an den Positionen, wie es in Bild 27 zu sehen ist. Hier gibt es 11 Führungsstifte im Frontrahmen, die exakt in die entsprechenden Platinenlöcher eingreifen müssen, bevor die Schrauben festgezogen werden.



Wichtiger Hinweis zum ESD-Schutz:

Bei den verwendeten Bauteilen des Frequenzzählers DDS 8100 handelt es sich um elektrostatisch gefährdete Bauteile. Das bedeutet, dass sie bereits durch bloßes Anfassen, z. B. beim Einbau oder im späteren Betrieb, zerstört werden können, sofern man vorher elektrisch geladen war, was beispielsweise durch Laufen über Teppiche passieren kann. Vor dem Handhaben bzw. dem Berühren dieser Bauteile ist es ratsam, Maßnahmen anzuwenden, die einen entsprechenden Schutz vor elektrostatischen Entladungen an diesen Bauteilen ermöglichen. Hierzu kann man sich z. B. mit einem Erdungsband erden oder zumindest ein Metallgehäuse eines Geräts oder die Heizung anfassen.

Abschließend ist der Bedienknopf des Drehimpulsgebers (Inkrementalgeber) bis zum Anschlag auf die zugehörige Achse zu pressen.

Im nächsten Arbeitsschritt wird nach Aufpressen zweier kurzer, dem Gehäuse beiliegender Distanzhülsen auf die Gehäusedome 2 und 3 zusammen mit der schmalen Sektion der Rückwand die Netzplatine eingesetzt und mit einer TORX-Schraube 3,0 x 12 mm (zwischen SI1000 und Netzbuchse) fest verschraubt. Die zweite Schraubenöffnung bleibt vorerst frei.

Im Anschluss erfolgt der Einbau der Basisplatine in das Gehäuseunterteil. Dazu sind zunächst die Schraubdomen 4, 13, 16 und 19 ebenfalls mit den dem Gehäuse beiliegenden kurzen Abstandshülsen zu bestücken. Die Basisplatine wird dann zunächst mit drei TORX-Schrauben 3,0 x 12 mm verschraubt, die Schraubenöffnung in der Nähe des Netztransformators bleibt vorerst ebenfalls frei.

Es folgt das Einsetzen der großen Sektion der Rückwand in die zugehörigen Führungsnuten des Gehäuseunterteils und der schmalen Rückwand-Sektion. Nun wird auch die Datenverbindung zwischen dem USB-Modul und der Basisplatine hergestellt. Dazu sind die zwei Flachbandkabel-Steckverbinder auf das beiliegende 6-polige Flachbandkabel aufzupressen. Als Hilfe für die korrekte Montage dient hierbei der auf dem Steckverbinder vorhandene Pfeil, welcher auf die einzelne rote Leitung (Pin 1) am Kabel zeigt. Nach dem Aufpressen können die Steckverbinder dann auf den Wannenstecker BU100 und die Stiftleiste ST1 gesteckt werden.

Danach werden die Primärleitungen des Netztrafos in die Schraubklemme der Netzplatine geführt und sorgfältig verschraubt. Zur doppelten Sicherung dient ein Kabelbinder. Die Schubstange des Netzschalters wird dann mit dem zugehörigen Druckknopf bestückt, auf den Schalter aufgedrückt und in die Führungsnut der Gehäuse-Unterhalbschale gelegt. Nun folgt die Montage der glasklaren Isolierscheibe, die als Berührungsschutz bei geöffnetem Gerät dient. Diese ist, aufgesetzt auf zwei 15-mm-Distanzhülsen, und mit zwei TORX-Schrauben 3,0 x 25 mm und Unterlegscheiben auf die Netzteil- und Basisplatine zu montieren.

Bevor abschließend die vormontierte Frontplatteneinheit eingesetzt wird, sollten zum einfacheren Einbau die beiden vorderen Schrauben der Basisplatine wieder etwas gelockert werden, sodass die Platine vorn leicht angehoben werden kann. Dies erleichtert den jetzt folgenden Einbau der Frontplatte. Dazu wird diese leicht nach vorn angekippt, in die vordere Führungsnut der Gehäuse-Unterschale eingesetzt, dann hochgekippt, wobei Netzschalter-Abdeckkappe und BNC-Buchsen durch die zugehörigen Bohrungen zu führen sind.

Widerstände:

0 Ω /SMD/0402	R112, R206, R210, R212
1 Ω /SMD/0402	R326
22 Ω /SMD/0402	R129
22 Ω /1 %/SMD/0603	R327, R328
47 Ω /SMD/0402	R207, R209, R218, R220, R320, R321
100 Ω /SMD/0402	R108–R111, R113–R127, R130–R136, R143, R312
100 Ω /SMD/1206	R224–R229
120 Ω /SMD/0402	R217
180 Ω /SMD/0402	R211, R315, R316, R319
220 Ω /SMD/0402	R221
680 Ω /SMD/0402	R216
1 k Ω /SMD/0402	R1, R200, R214, R215, R305–R309, R314, R317, R318
2,2 k Ω /SMD/0402	R222, R230
2,7 k Ω /SMD/0402	R213
3,3 k Ω /SMD/0402	R2, R223, R300, R310
4,7 k Ω /SMD/0402	R203
10 k Ω /SMD/0402	R101, R105, R107, R128, R201, R202, R204, R301–R304, R311, R313, R322
22 k Ω /SMD/0402	R3
47 k Ω /SMD/0402	R323
100 k Ω /SMD/0402	R102–R104, R106
470 k Ω /SMD/0402	R219

Kondensatoren:

1,8 pF/50 V/SMD/0402	C233
3,9 pF/50 V/SMD/0402	C230, C320, C321, C325
8,2 pF/50 V/SMD/0402	C226
12 pF/50 V/SMD/0402	C225, C227
15 pF/50 V/SMD/0402	C234, C235
22 pF/50 V/SMD/0402	C228, C229
27 pF/50 V/SMD/0402	C111, C112, C231, C232
100 pF/50 V/SMD/0402	C104–C109, C309, C310
820 pF/SMD/0402	C213, C216, C219, C241, C245, C319, C324, C329, C333, C336, C341, C345
1 nF/50 V/SMD/0402	C103, C113–C120, C125, C130, C133, C136, C139, C154–C158
3,3 nF/50 V/SMD/0402	C212, C215, C220, C240, C244, C247, C318, C323, C328, C332, C335, C340, C344
10 nF/50 V/SMD/0402	C102, C124, C129, C132, C135, C138, C140–C146, C26
100 nF/16 V/SMD/0402	C10, C11, C101, C110, C123, C128, C131, C134, C137, C14, C147, C2, C201, C202, C204–C208, C211, C214, C218, C221, C223, C224, C27, C300, C301, C311–C314, C317, C322, C327, C331, C334, C339, C343, C4, C5, C8
100 nF/50 V/SMD/0603	C1, C13, C17, C18, C21, C22, C239, C24, C243, C7
330 nF/16 V/SMD/0402	C302–C304, C307, C308
1 μ F/16 V/SMD/0402	C210, C326, C330
10 μ F/10 V	C203, C209, C217, C222
10 μ F/16 V	C12, C15, C3, C6, C9
10 μ F/16 V/SMD/0805	C122, C127, C28, C316, C338, C342
10 μ F/25 V	C19, C23
10 μ F/25 V/Tantal/SMD	C242, C246
10 μ F/50 V/SMD/1210	C25
22 μ F/16 V/SMD/1206	C315
1000 μ F/40 V	C16, C20

Halbleiter:

TLE4274DV33/SMD	IC1
7805	IC2
7905	IC3
7815	IC4
7915	IC5
HT7318/SMD	IC6, IC7
LM22675MRX-ADJ/SMD	IC8
ELV161515/SMD	IC100
M74HC595TTR/TSSOP16	IC103
TXS0108ERGYR/SMD	IC201
AD9913BCPZ/DDS-IC/100 MHz/SMD	IC202
LMH6503MA/SMD	IC203
LM7171BIM/SMD	IC204, IC303
CD74HC4051PW/TSSOP16	IC300
TLV274ID/SOIC14	IC301, IC302
TLV3501/SMD	IC304
MAX4200/SMD	IC305
BC847C/SMD	T200
GS1MDWG/SMD	D1--D4
Diode/SK14/SMD	D5
1N4148W/SMD	D200

Sonstiges:

SMD-Induktivitäten, 10 μ H, gewickelt	L1, L2
Chip-Ferrite, 600 Ω bei 100 MHz,	
0603	L200, L3, L300, L301
Speicherdrossel, SMD, 100 μ H / 420 mA	L4
SMD-Induktivitäten, 100 nH/0402	L304, L306
SMD-Induktivität, 68 nH/0402	L305
Filter, Chip ferrit low-pass filter, 4-line array,	
Mittenfrequenz 50 MHz, SMD	F201, F202, F300
Transformator, 2 x 15 V/0,315 A, print	TR1
Quarz, 24.000 MHz, SMD	Q101
Quarzoszillator, 10 MHz, 3,3 V	Q202
Subminiatur-Relais, 2 x um, 5 V	REL200
Netzanschlussklemme, 2-polig	KL1
Wannen-Steckleiste, winkelp rint,	
2 x 3-polig	BU100
BNC-Buchsen, Metallausführung,	
4 GHz, SMD	BU200, BU301
Wannen-Steckleisten, 2 x 7-polig, gerade	ST101–ST104
Abschirmgehäuse, bearbeitet	
DDS8100 Abschirmgehäuse 2, bearbeitet	
Pfostenverbinder, 2 x 7-polig	
Flachbandleitung, AWG28, 14-polig	
Ferrite für 18 x 1,1 mm Flachbandkabel, 12 mm Länge	
Flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , blau	
Flexible Leitung, ST1 x 0,75 mm ² , schwarz	
Aderendhülsen, isoliert, 0,75 mm ² , 10 mm, grau	
Ferrit-Ringkern, 14 / 8 x 5 mm	
Kabelbinder, 90 mm	
Zylinderkopfschrauben, M3 x 10 mm	
Zylinderkopfschrauben, M4 x 8 mm	
Fächerscheiben, M3	
Zahnscheiben, M4	
Muttern, M3	
Sechskantmutter, M4	
Distanzrollen, M3 x 15 mm	
TORX-Kunststoffschrauben, 3,0 x 25 mm	
Unterlegscheiben, M3	
Isolierplatte, bearbeitet	
Kühlkörper SK104, 38,1mm mit Lötstiften	
Tube Wärmeleitpaste	

Nach dem senkrechten Aufrichten der Frontplatte sind die beiden gelösten Schrauben der Basisplatte wieder anzuziehen. Jetzt hat die Frontplatte für die folgenden Schritte zunächst genug Halt im Gehäuse. Das Verbinden der vier Wannenstecker auf Basis- und Frontplatte schließt den Aufbau vorläufig ab und wir kommen zur Kalibrierung des Gerätes.

Inbetriebnahme und Kalibrierung

Nach dem ersten Start sind zuerst alle notwendigen Kalibrierungen und Einstellungen durchzuführen. Das DDS 8100 sollte sich dabei im betriebswarmen Zustand befinden, welcher nach ca. 15 Minuten erreicht wird. Um eine Kalibrierung zu starten, öffnet man mit einem langen Tastendruck auf die Taste „Menü“ das Gerätemenü und wählt dort den Menüpunkt „Calibration“ aus. In dem folgenden Untermenü kann nun die zu startende Kalibriermethode gewählt werden.

Um eine versehentlich gestartete Kalibrierung zu stoppen, braucht man nur die Taste „Menü“ erneut lang drücken, dies bricht den Kalibriervorgang ab. Während des Kalibriervorgangs sind diverse Parameter einzustellen, diese werden mithilfe der Pfeiltasten und des Inkrementalgebers verändert. Um einen eingestellten Wert zu bestätigen, ist die Taste „Menü“ kurz zu betätigen. Zur Kalibrierung werden ein Multimeter, ein Oszilloskop und für die Kalibrierung der Frequenz ein Frequenzzähler benötigt.

Offset-Kalibrierung

Die Offset-Kalibrierung besteht aus mehreren Schritten, in denen verschiedene Werte am Display eingestellt werden müssen. Nach dem Aufruf des Menüpunkts „Offset Calibration“ beginnt der Kalibriervorgang mit der Einstellung des Tastgrads auch Tastverhältnis oder Duty Cycle genannt.

1. Tastgrad 10 % einstellen

Für die Kalibrierung ist ein Oszilloskop an den TTL-Ausgang anzuschließen, dessen Ablenkwerte folgendermaßen einzustellen sind:

Horizontal 10 $\mu\text{s}/\text{V}$; vertikal 2 V/DIV; Ankopplung: DC

Mithilfe des Drehgebers am DDS 8100 wird das Ausgangssignal nun so eingestellt, dass auf dem Oszilloskop ein Rechtecksignal mit einem Tastgrad von 10 %, also 10 μs ein High und 90 μs Low (+Duty: 10 %; -Duty: 90 %), zu sehen ist (Bild 28). Der einzustellende Wert kann im Bereich von 100 bis 4095 liegen. Man kann diesen sowohl mit dem Drehgeber durchgehend einstellen als auch mit den Pfeiltasten links/rechts direkt die Einer- bis Tausender-Stelle anwählen und von dort aus dann mit dem Drehgeber fein einstellen.

Ist die Einstellung anhand der Oszilloskop-Ausgabe erfolgt, ist sie mit der Taste „Menü“ am DDS 8100 zu bestätigen.

Stückliste Gehäuse

Gehäuseoberteil für 8000er-Gehäuse, anthrazit	
Gehäuseunterteil mit Gewindeinsatz	
Frontrahmen für 8000er-Gehäuse	
Profilfüße für 8000er-Gehäuse, schwarz	
Profilkappen für 8000er-Gehäuse, schwarz	
Aluprofile für 8000er-Gehäuse	
Distanzhülsen für 8000er-Gehäuse, 3,5 mm	
Gehäuseschrauben, M4 x 40 mm	
gewindeformende Schrauben, 3,0 x 8 mm, TORX T10	
TORX-Kunststoffschrauben, 3,0 x 12 mm	
Kleingeräte-Netzbuchse, 2-pol., winkelprint	BU1000
Netzanschlussklemme, 2-pol.	KL1000
VDE-Sicherungshalter PTF50, liegend, print	SI1000
Schadow-Netzschalter, print	S1000
Netzschalter-Schubstange	S1000
Tastknopf, 18 mm	S1000
Distanzhülsen für 8000er-Gehäuse, 3,5 mm	
Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm	
TORX-Kunststoffschrauben, 3,0 x 12 mm	
Fächerscheiben, M3	
Muttern, M3	
Kabelbinder, 90 mm	
Netzkabel mit Euro- und Kleingerätestecker, schwarz	
100 nF/300 Vac/X2	C1000
Sicherung, 100 mA, träge	SI1000
Frontplatte mit Display-/LED-Scheiben, bearbeitet und bedruckt	
Display-Abstandshalter	
Rückplatte mit Löchern, kleines Teilstück, bedruckt	
Rückplatte, großes Teilstück, bearbeitet und bedruckt	

Widerstände:

47 Ω /1 %/SMD/0603	R15
1 k Ω /SMD/0402	R1-R9
10 k Ω /SMD/0402	R13, R14, R16-R18

Kondensatoren:

1 nF/50 V/SMD/0402	C11-C15
10 nF/50 V/SMD/0402	C19, C20
100 nF/16 V/SMD/0402	C17, C9
1 μF /16 V/SMD/0402	C16
4,7 μF /16 V/SMD/0805	C1-C8, C10
10 μF /16 V/SMD/0805	C18

Halbleiter:

ULN2003/SMD	IC1, IC2
1N4148W/SMD	D13-D15
LED/blau/SMD	D1-D9

Sonstiges:

LC-Display-Modul, 194 x 64 Pixel, Vollgrafik, weiß / blau	LCD1
FFC/FPC-Verbinder, 36-pol., 0,5 mm, liegend, SMD	LCD1
Steckverbinder, 2-pol., abgewinkelt	LCD1
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1x ein	TA1-TA8
Tastkappen, 10 mm, grau	TA1-TA8
Wannen-Steckleisten, 2 x 7-pol., gerade	ST1-ST4
Inkrementalgeber mit Taster, 12 Impulse/360°	DR1
Alu-Drehknopf mit Steckesinsatz, 28 mm	
gewindeformende Schrauben, 3,0 x 8 mm, TORX T10	
Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm	
Muttern, M3	
Fächerscheiben, M3	
Elektronischer Mehrzweckkleber GBZ-503	

Stückliste Fronteinheit

2. Tastgrad 90 % einstellen

Auf dem Display wird nun „Set Duty Cycle 90 %“ dargestellt. Jetzt ist anhand der Oszilloskop-Ausgabe mit Drehgeber und Pfeiltasten ein Rechtecksignal im Tastverhältnis von 90 μ s High und 10 μ s Low (+Duty: 90 %; -Duty: 10 %) einzustellen (siehe Bild 29). Die Bestätigung erfolgt wieder mit der Taste „Menü“.

3. Eingangsoffset auf 0 VDC stellen

Für diesen Kalibrierschritt ist ein Multimeter zur Messung der Signalausgangsspannung an den Signalausgang „Sine“ anzuschließen (Messart DCV). Mit dem Drehgeber des DDS 8100 ist dann eine Spannung von 0 V einzustellen. Ist die Spannung eingestellt, erfolgt die Bestätigung mit der Taste „Menü“.

Widerstände:

220 Ω /SMD/0603	R14
390 Ω /1 %/SMD/0603	R6, R7
1 k Ω /SMD/0603	R1, R2, R8, R9, R13, R16
3,3 k Ω /1 %/SMD/0603	R5, R12, R15
10 k Ω /SMD/0603	R3, R4, R10, R11, R17
Polyswitch/6 V/0,5 A/SMD/1206	R18

Kondensatoren:

2,2 pF/SMD/0603	C7
1 nF/SMD/0603	C13, C14
10 nF/SMD/0603	C18
10 nF/SMD/0805	C21
100 nF/SMD/0603	C2-C4, C6, C8-C12, C15, C17, C19
100 nF/100 V/SMD/0805	C22
1 μ F/SMD/0603	C20
10 μ F/SMD/0805	C1, C5
10 μ F/16 V	C16

Halbleiter:

74HCT4538/SMD/NXP (Philips)	IC1
6N137/DIP-8	IC2, IC3
74HC132/SMD/SGS	IC4
ELV161514/SMD/USB-Controller	IC5
BC848C/SMD	T1-T3
LED/3 mm/rot	D1
LED/3 mm/grün	D2
SP0503BAHTG/SMD	D3

Sonstiges:

SMD-Induktivität, 22 μ H, 250 mA	L1
Chip-Ferrite, 420 Ω bei 100 MHz, 0603	L2, L3, L6, L7
Chip-Ferrite, 120 Ω bei 100 MHz, 1206	L4, L5
USB-B-Buchse, winkelprent	BU1
Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm	
Muttern, M3	
Fächerscheiben, M3	
Befestigungswinkel, vernickelt	
Produkt-Aufkleber U02102-DDS8100	
Flachbandleitung, AWG28, 6-poles	
Pfostenverbinder, 6-pol.	
USB-Kabel (Typ A auf Typ B) für USB 2.0, 1,5 m, schwarz	

4. Ausgangsoffset auf 0 VDC stellen

Für diese Einstellung bleibt das Multimeter zur Messung der Signalausgangsspannung an den Signalausgang angeschlossen (Messart DCV). Mit dem Drehgeber ist erneut eine Spannung von 0 V einzustellen. Ist die Spannung eingestellt, erfolgt die Bestätigung mit der Taste „Menü“.

5. Signal auf -5 VDC stellen

Für diese Einstellung bleibt das Multimeter zur Messung der Signalausgangsspannung an den Signalausgang angeschlossen (Messart DCV). Mit dem Drehgeber ist nun eine Spannung von -5 V einzustellen und mit der Taste „Menü“ zu quittieren.

6. Signal auf +5 VDC stellen

Für diese Einstellung bleibt das Multimeter zur Messung der Signalausgangsspannung an den Signalausgang angeschlossen (Messart DCV). Mit dem Drehgeber ist eine Spannung von +5 V einzustellen und im Anschluss erfolgt die Bestätigung mit der Taste „Menü“.

Dies war der letzte Schritt der Offset-Kalibrierung, die Displayanzeige springt dann wieder zurück zum Menüpunkt „Offset Calibration“.

Amplituden-Kalibrierung

Die Amplituden-Kalibrierung besteht, identisch zur Offset-Kalibrierung, aus mehreren Schritten, in denen verschiedene Werte am Display eingestellt und Messungen an dem Signalausgang gemacht werden müssen. Nach dem Aufruf des Menüpunkts „Amplitude Calibration“ beginnt der Kalibriervorgang mit der Einstellung der ersten Ausgangsspannung.

1. Signal auf 0,1 VSS einstellen

Für diesen Kalibrierschritt ist ein Oszilloskop an den Signalausgang „Sine“ anzuschließen, dessen Ablenkwerte folgendermaßen einzustellen sind: Horizontal 500 μ s/V; vertikal 20 mV/DIV; Ankopplung: AC

Anhand der Oszilloskop-Ausgabe ist nun mit dem Drehgeber, ggf. unter Hinzuziehung der Pfeiltasten, wie beim Offset-Abgleich beschrieben, eine Amplitude des Sinussignals von 0,1 Vss einzustellen. Verfügt das Oszilloskop über eine direkte Messwertanzeige (Measure-Funktion, Amplitude), kann diese dafür verwendet werden. Die Bestätigung der Einstellung erfolgt mit der Taste „Menü“ am DDS 8100.

2. Signal auf 1 VSS einstellen

Das Oszilloskop bleibt angeschlossen, die Ablenkwerte sind jetzt folgendermaßen einzustellen: Horizontal 500 μ s/V; Vertikal 200 mV/DIV; Ankopplung: AC

Danach erfolgt mit dem Drehgeber die Einstellung einer Amplitude von 1 VSS. Die Bestätigung der Einstellung erfolgt mit der Taste „Menü“ am DDS 8100.

3. Signal auf 2,5 VSS einstellen

Das Oszilloskop bleibt angeschlossen, die Ablenkwerte werden folgendermaßen eingestellt: Vertikal 500 μ s/V; horizontal 500 mV/DIV; Ankopplung: AC

Danach erfolgt mit dem Drehgeber die Einstellung einer Amplitude von 2,5 VSS. Die Bestätigung der Einstellung erfolgt mit der Taste „Menü“ am DDS 8100.

4. Signal auf 5 VSS einstellen

Das Oszilloskop bleibt angeschlossen, folgende Ablenkwerte sind einzustellen: Horizontal 500 μ s/V; vertikal 1 V/DIV; Ankopplung: AC

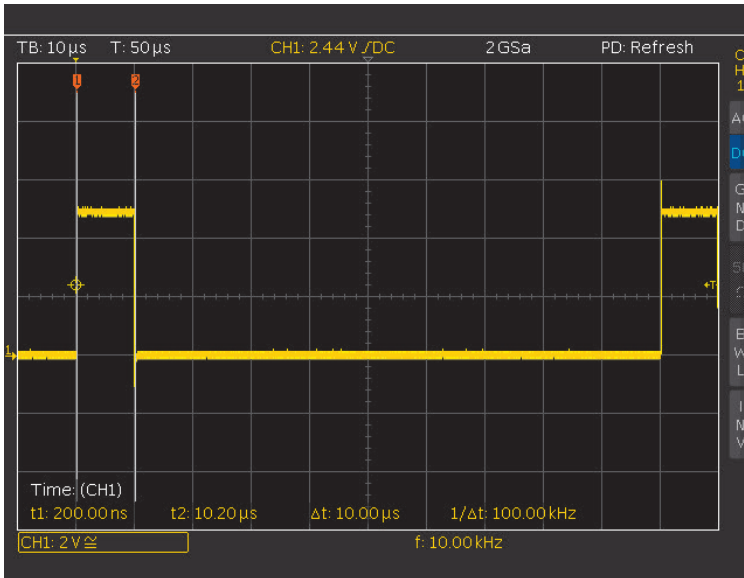


Bild 28: Einstellung des Tastgrades 10 %

Danach erfolgt mit dem Drehgeber die Einstellung einer Amplitude von 5 VSS. Die Bestätigung der Einstellung erfolgt mit der Taste „Menü“ am DDS 8100.

Dies war der letzte Schritt der Amplituden-Kalibrierung, die Displayanzeige springt dann wieder zurück zum Menüpunkt „Amplitude Calibration“.

Frequenz-Kalibrierung

Trotz der im DDS 8100 eingesetzten qualitativ hochwertigen Bauteile haben bestimmte Parameter Abweichungen, die systembedingt und durch Alterung hervorgerufen werden. Hierzu zählt in erster Linie die Genauigkeit des eingesetzten Taktgebers Q202. Um die Abweichungen der Referenzfrequenz zu kompensieren, können diese mittels einer Kalibrierung korrigiert werden.

Nach dem Aufruf des Menüpunkts „Frequency Calibration“ beginnt der Kalibriervorgang, indem eine definierte Frequenz ausgegeben wird. An den Signalausgang „Sine“ ist jetzt ein Frequenzzähler anzuschließen, der mindestens einen Messbereich von 20 MHz hat.

Die jetzt gemessene Frequenz sollte bei 10 MHz liegen, sie ist mittels Drehgeber und Pfeiltasten möglichst genau in der dargestellten Displayzeile des DDS 8100 einzugeben.

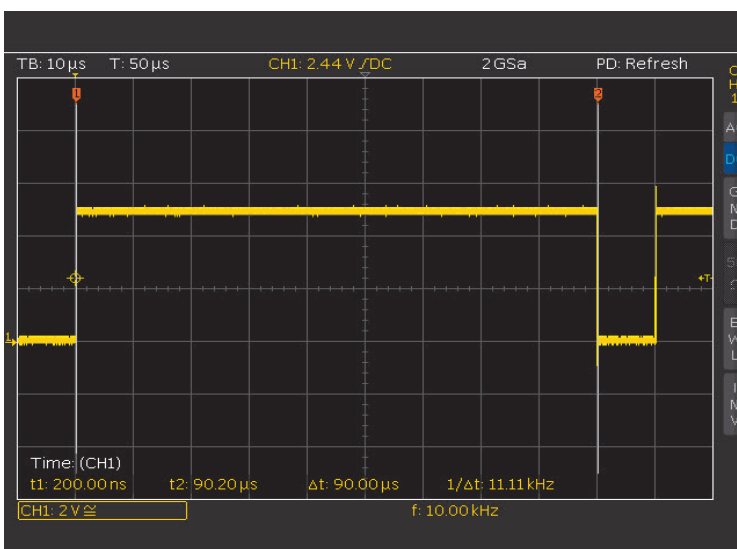


Bild 29: Einstellung des Tastgrades 90 %

Die Bestätigung der Einstellung erfolgt mit der Taste „Menü“ am DDS 8100.

Danach kehrt das Gerät wieder zurück zum Menüpunkt „Frequency Calibration“.

Zurücksetzen der Geräteeinstellungen

Der DDS 8100 kann auf zwei Arten zurückgesetzt werden. Im ersten Fall werden nur die eingestellten Parameter, also Signalform, Frequenz, Amplitude, Offset, Tastverhältnis usw., auf die Werksvorgabe zurückgestellt. Die zweite Möglichkeit besteht darin, zusätzlich auch die Abgleicheinstellungen in den Grundzustand zu versetzen und so die komplette Werkseinstellung wieder herzustellen.

Zurücksetzen

Um die Geräteeinstellungen wieder auf die ab Werk vorgegebenen Werte zurückzusetzen, befindet sich im Gerätemenü des DDS 8100 der Punkt „Factory Reset“. Wird dieser Punkt angewählt, kann nun entschieden werden, ob nur die Parameter („Reset Parameter“), oder zusätzlich auch die Abgleicheinstellungen („Reset All“) des Geräts zurückgesetzt werden sollen. Diese Punkte können dann mittels Drehimpulsgeber ausgewählt und quittiert werden. Um das Menü zu verlassen und damit den Vorgang abzubrechen, muss der Menüpunkt „Exit“ selektiert werden.

Wurde eine Methode zum Zurücksetzen gewählt, erfolgt auf dem Display eine Quittierung und anschließend ein Neustart des Geräts.

Endmontage

Nach der erfolgreichen Inbetriebnahme und einer abschließenden Kontrolle aller Gerätefunktionen folgt noch der Gerätezusammenbau. Dazu werden die vier Alu-Gehäuseprofile auf die vier Eckpfosten des Gehäuseunterteils aufgeschoben. Damit dabei nicht die Frontplatte beschädigt wird, drückt man diese etwas nach hinten, bis das Alu-Profil vollständig eingeschoben ist.

Jetzt erfolgen das Aufsetzen des Gehäuseoberteils (mit den vier durchgehenden Querstreben nach vorn) sowie das Verschrauben beider Gehäuseteile mit den 4 zugehörigen Inbusschrauben M4 x 40 mm.

Nach dem Aufpressen der Gehäusefüße und der Abdeckkappen ist der Aufbau des DDS 8100 abgeschlossen, und das Gerät kann in Betrieb genommen werden. **ELV**



Weitere Infos:

- [1] <http://www.elv.de/elektronikwissen/direkte-digitale-synthese-dds.html> oder direkt per Webcode #10022
- [2] www.elv.de/elektronikwissen/inkrementalgeber.html
- [3] www.elv.de/elektronikwissen/tastenmatrix-an-mikrocontrollern.html

Hinweis zu den vorbestückten Bausatz-Leiterplatten

Sehr geehrter Kunde,

das Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (ElektroG) verbietet (abgesehen von wenigen Ausnahmen) seit dem 1. Juli 2006 u. a. die Verwendung von Blei und bleihaltigen Stoffen mit mehr als 0,1 Gewichtsprozent Blei in der Elektro- und Elektronikproduktion.

Die ELV-Produktion wurde daher auf bleifreie Lötzinn-Legierungen umgestellt und sämtliche vorbestückte Leiterplatten sind bleifrei verlötet.

Bleihaltige Lote dürfen im Privatbereich zwar weiterhin verwendet werden, jedoch kann das Mischen von bleifreien- und bleihaltigen Loten auf einer Leiterplatte zu Problemen führen, wenn diese im direkten Kontakt zueinander stehen. Der Schmelzpunkt an der Übergangsstelle kann sich verringern, wenn niedrig schmelzende Metalle, wie Blei oder Wismut, mit bleifreiem Lot vermischt werden. Das unterschiedliche Erstarren kann zum Abheben von Leiterbahnen (Lift-Off-Effekt) führen. Des Weiteren kann der Schmelzpunkt dann an der Übergangsstelle unterhalb des Schmelzpunktes von verbleitem Lötzinn liegen. Insbesondere beim Verlöten von Leistungsbauelementen mit hoher Temperatur ist dies zu beachten.

Wir empfehlen daher beim Aufbau von Bausätzen den Einsatz von bleifreien Loten.



Informationen für den Nutzer

Der Hersteller und/oder Lieferant von ISM-Geräten muss entweder durch Anbringen eines Schildes oder durch entsprechende Angaben in den begleitenden Unterlagen sicherstellen, dass der Nutzer über die Geräteklasse und -gruppe informiert ist. In beiden Fällen muss der Hersteller die Bedeutung sowohl der Klasse als auch der Gruppe in den begleitenden Unterlagen zu einem Gerät erklären. Der DDS-Funktionsgenerator DDS 8100 entspricht der Gerätegruppe 2 und der Geräteklasse B.

Einteilung in Gruppen

Geräte der Gruppe 1: Die Gruppe 1 umfasst alle Geräte im Anwendungsbereich dieser Norm, die nicht als Geräte der Gruppe 2 eingestuft sind.

Geräte der Gruppe 2: Die Gruppe 2 umfasst alle ISM-HF-Anwendungen, in denen HF-Energie im Funkfrequenzbereich von 9 kHz bis 400 GHz absichtlich erzeugt und/oder in Form von elektromagnetischer Strahlung oder mittels induktiver oder kapazitiver Kopplung zur Behandlung von Material oder zu Materialprüfungs- oder -analysezwecken verwendet wird.

Unterteilung in Klassen

Geräte der Klasse A sind Geräte, die sich für den Gebrauch in allen anderen Bereichen außer dem Wohnbereich und solchen Bereichen eignen, die direkt an ein Niederspannungs-Versorgungsnetz angeschlossen sind, das (auch) Wohngebäude versorgt.

WARNHINWEIS – Geräte der Klasse A sind für den Betrieb in einer industriellen Umgebung vorgesehen. In den Begleitunterlagen für den Benutzer muss eine Aussage enthalten sein, die auf die Tatsache aufmerksam macht, dass es wegen der auftretenden leitungsgebundenen als auch gestrahlten Störgrößen möglicherweise Schwierigkeiten geben kann, die elektromagnetische Verträglichkeit in anderen Umgebungen sicherzustellen.

Geräte der Klasse B sind Geräte, die sich für den Betrieb im Wohnbereich sowie solchen Bereichen eignen, die direkt an ein Niederspannungs-Versorgungsnetz angeschlossen sind, das (auch) Wohngebäude versorgt.



Wichtiger Hinweis:

Das abnehmbare Netzkabel darf nicht durch ein unzulänglich bemessenes Netzkabel ersetzt werden.

Entsorgungshinweis

Gerät nicht im Hausmüll entsorgen!

Elektronische Geräte sind entsprechend der Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte über die örtlichen Sammelstellen für Elektronik-Altgeräte zu entsorgen!



Bevollmächtigter des Herstellers:
eQ-3 eQ-3 AG · Maiburger Straße 29 · 26789 Leer · Germany