



Bausatz-Artikel-Nr.: 083706
Version: 2.0
Stand: Februar 2022

30-MHz-DDS- Funktionsgenerator

DDS130

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.com
Telefon: Deutschland und Österreich: (+49) 491/6008-245 · Schweiz 061/8310-100

Häufig gestellte Fragen und aktuelle Hinweise zum Betrieb des Produkts finden Sie bei der Artikelbeschreibung im ELVshop: www.elv.com

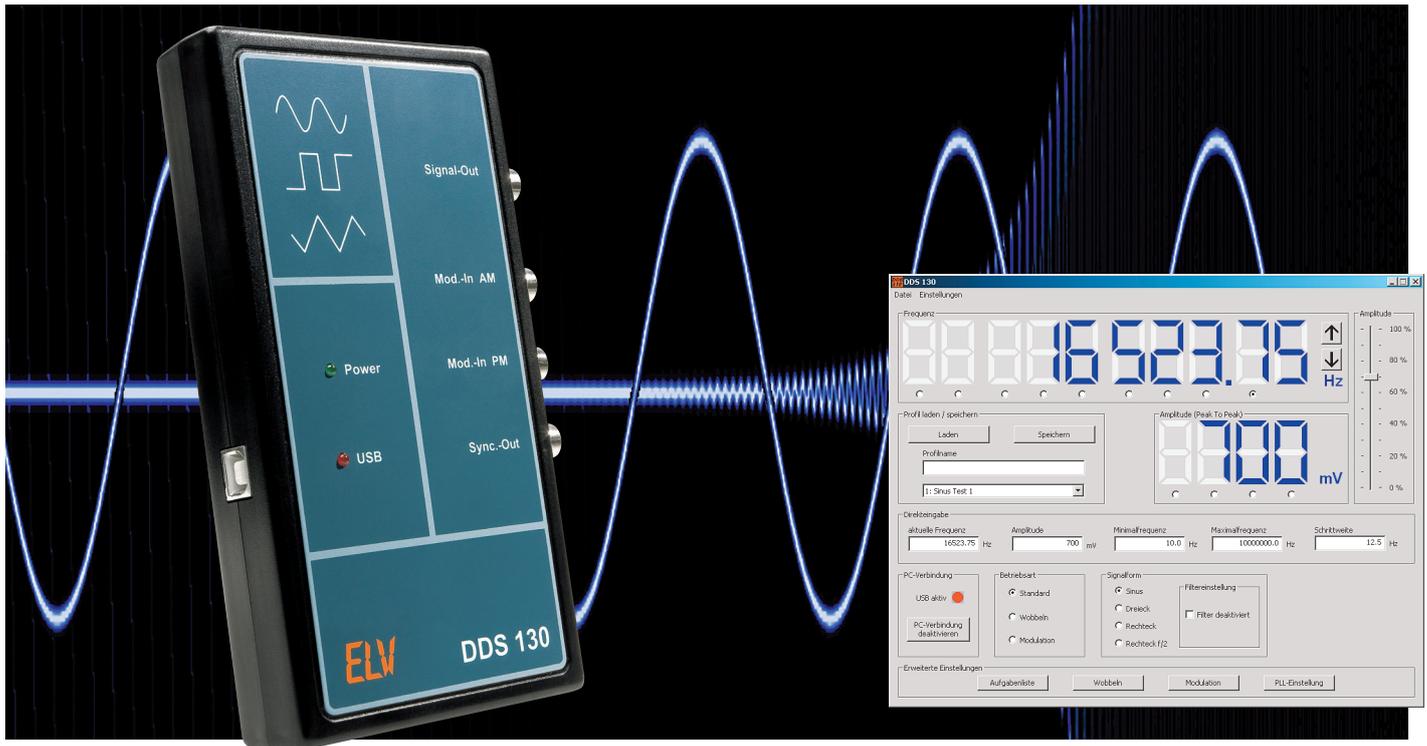
Nutzen Sie bei Fragen auch unser ELV Technik-Netzwerk: de.elv.com/forum

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.com



30-MHz-DDS-Funktionsgenerator DDS 130

Der DDS 130 ist ein programmierbarer Funktionsgenerator, der nach dem DDS-Prinzip (direct digital synthesis) arbeitet, bei dem ein Sinussignal digital generiert wird. Neben dem so erzeugten Sinussignal kann der DDS 130 aber auch ein Dreieck- und ein Rechtecksignal liefern. Die gesamte Bedienung des DDS 130 erfolgt via USB über eine PC-Software. Die Ausgangsfrequenz des DDS 130 lässt sich im Bereich von 0,25 Hz bis 30 MHz in 0,25-Hz-Schritten einstellen, auch eine Einstellung der Amplitude ist mit der PC-Software möglich. Schließlich stellt der DDS 130 auch eine Wobbel- und Modulationsfunktion zur Verfügung und ermöglicht automatisierte Signalausgaben.

Vielseitig bis 30 MHz

Mit neuen Bereichsgrenzen, feiner Schrittweite und nochmals verbessertem Schaltungskonzept fügt sich der DDS 130 in die erfolgreiche Reihe der DDS-Funktionsgeneratoren von ELV ein. Der Funktionsgenerator wird komplett per PC ferngesteuert und fügt sich so sowohl in PC-Labortechnik-Umgebungen als auch in softwarebasierte PLL-Empfangssysteme ein. Denn neben dem Einsatz als Funktionsgenerator mit extrem hoher Genauigkeit und Stabilität ist auch eine Verwendung als PLL-Frequenzaufbereitung in digitalen Empfängerkonzepten möglich. Dafür ist die bedienelemente- und displaylose Ausführung der Hardware geradezu prädestiniert, lässt sich die Platine doch sehr leicht in eigene Empfängerkonzepte eingliedern, zumal in sogenannte SDRs, softwaredefinierte Empfänger mit Frontend auf dem PC-Bildschirm.

Die im Lieferumfang des DDS 130 befindliche Software verfügt über zahlreiche Optionen, die die Leistungsfähigkeit des Funktionsgenerators aufzeigen:

- Frequenz-Direkteingabe inklusive Bereichsgrenzen- und Schrittweite-Definition
- Signalamplituden-Direkteingabe
- Signalform-Auswahl
- mehrere Betriebsarten:
 - Standard:** kontinuierliche Ausgabe der eingestellten Frequenz und Amplitude
 - Wobbeln:** Start-/Stopp- und Wobbelfrequenz einstellbar; bei Start jedes Wobbelvorgangs wird am Ausgang „Sync.-Out“ ein kurzer High-Impuls ausgegeben.
 - Modulation:** 3 digitale Modulationsarten (FSK, PSK, ASK), interne Modulationsfrequenz einstellbar; externe Modulation möglich; AM über externe Modulation
- PLL-Einstellung mit Teilungsfaktor und Offset möglich
- Alle Einstellungen sind speicherbar und nach Bedarf abrufbar.
- Über eine Aufgabenliste sind verschiedene Signalabläufe automatisiert abrufbar.

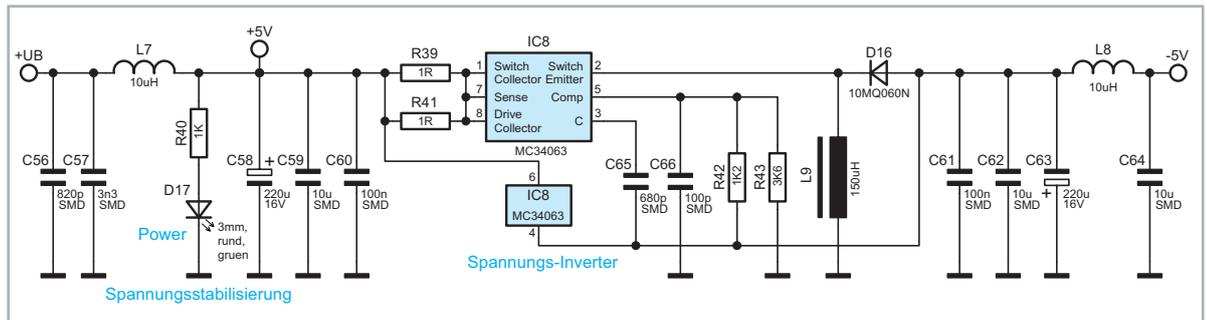


Bild 1: Schaltbild der Spannungsaufbereitung für den DDS 130

Widmen wir uns zunächst der interessanten Schaltungstechnik des DDS 130.

Schaltung

Beginnen wir bei der Spannungsversorgung der Schaltung (Bild 1). Zur Versorgung des DDS-Boards werden zwei stabilisierte Spannungen von +5 V und -5 V benötigt. Aus der Spannung +UB, die vom PC über die USB-Buchse bereitgestellt wird, entsteht durch Siebung und Glättung mithilfe der Kondensatoren C 56 bis C 60 und der Spule L7 die stabilisierte Spannung von +5 V. Sobald das DDS-Board an der USB-Buchse angeschlossen wird, leuchtet die grüne „Power“-LED D17 auf. Der in Reihe geschaltete Widerstand R40 wird zur Strombegrenzung benötigt. Die Sicherung SI 1 (siehe Bild 2) sorgt dafür, dass im Fehlerfall die PC-Hardware geschützt bleibt. Die -5 V werden mit der Spannungs-Inverter-Schaltung, bestehend aus dem DC-DC-Wandler IC8 und den Kondensatoren C65, C66, den Widerständen R39, R41 bis R43, der Spule L9 und der Diode D16 erzeugt. Auch hier dienen die Kondensatoren C61 bis C64 und die Spule L8 zur Siebung und Glättung der Spannung.

Damit kommen wir zur Hauptschaltung des Funktionsgenerators DDS 130 (Bild 2). Herzstück ist der eingesetzte DDS-Schaltkreis IC5 vom Typ AD9834. Dieser DDS-Chip der Firma Analog Devices benötigt zum Betrieb nur wenige externe Bauteile. Dabei stellt der an Pin 8 angeschlossene Quarz-Oszillator Q2 die wohl wichtigste Komponente dar, da hier der Mastertakt zur Verfügung gestellt wird. Der Quarz-Oszillator wurde bewusst mit einer Frequenz von 67,109 MHz gewählt, da sich mit dieser Grundfrequenz eine genaue Schrittweite von 0,25 Hz realisieren lässt. Das Taktsignal von Q2 wird über das nachgeschaltete Filter aus R35 und C55 an den Takteingang des DDS-Chips gelegt. Um die Störungen, die der Quarz-Oszillator in der Versorgungsspannung erzeugt, zu minimieren, wurde mit der Spule L6 eine Entkopplung zur +5 V Betriebsspannung realisiert. Zusätzlich sind die Kondensatoren C44 bis C47 zur Blockung und Stabilisierung eingesetzt. Über die Pins 9 bis 11 und 13 bis 15 ist der DDS-Chip mit dem Mikrocontroller IC1 verbunden, der die komplette Steuerung realisiert. Über die beiden Signalausgänge „IOUT“ (Pin 19) bzw. „IOUTB“ (Pin 20) und

Geräte-Kurzbezeichnung:	DDS130
Frequenzbereich:	
Sinus:	0,25 Hz bis 30 MHz
Dreieck:	0,25 Hz bis 1 MHz
Rechteck:	0,25 Hz bis 25 MHz
Schrittweite:	0,25 Hz
Genauigkeit:	50 ppm, kalibrierbar
Signalform:	Sinus, Dreieck, Rechteck
Signalausgang: Pegel (Sinus, Dreieck, Rechteck)	0 V _{ss} bis ca. 1,1 V _{ss} (Sinus, Dreieck)
Ober-/Nebenwellenabstand:	
1 MHz bis 22 MHz:	> -40 dB
bis 25 MHz:	> -35 dB
bis 28 MHz:	> -20 dB
bis 30 MHz:	> -10 dB
Amplitudengang (Sinus):	
bis 5 MHz:	±0,8 dB
10 MHz:	-1,5 dB
22 MHz:	-3,0 dB
30 MHz:	-4,5 dB

Modulationsarten:	FSK (Frequency Shift Keying), PSK (Phase Shift Keying), ASK (Amplitude Shift Keying), AM (Amplitude Modulation)
Frequenzhub:	±0,25 Hz bis ±30 MHz /
Phasenhub:	1° bis 359°
Modulationsfrequenz:	1 Hz bis 5 kHz
Modulationsquelle:	intern, extern
Wobbereich:	0,25 Hz bis 30 MHz
Wobbelfrequenz:	0,1 Hz bis 20 Hz
PLL-Faktor:	1 bis 2048
ZF-Korrektur:	-2 GHz bis 2 GHz
Spannungsversorgung:	USB-Bus-Powered 5 V _{Dc} / 300 mA
Abmessungen:	170 x 97 x 30 mm

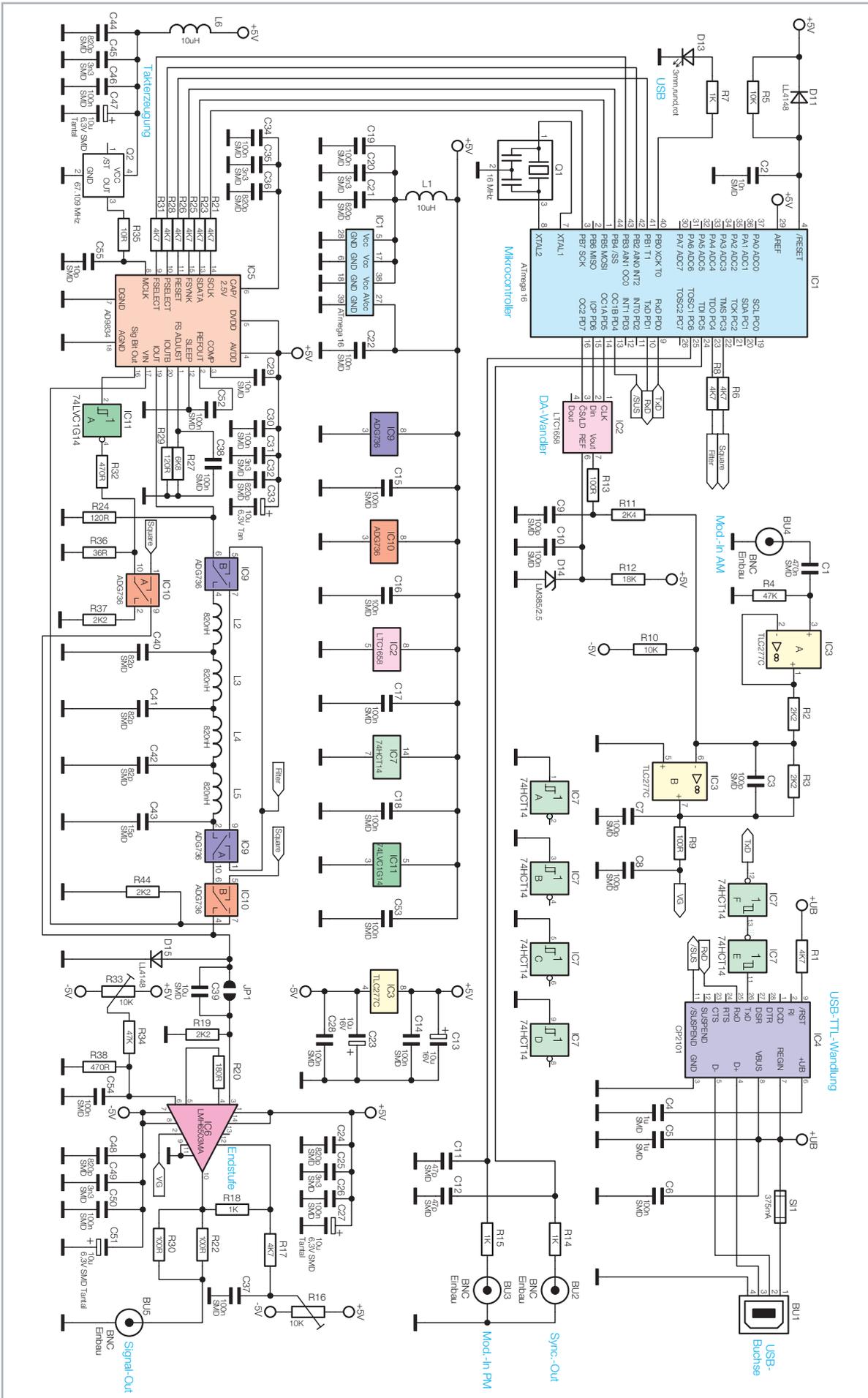


Bild 2: Das Schaltbild des DDS 130

die 120-Ohm-Widerstände R24 und R29 wird das vom Mikrocontroller eingestellte Ausgangssignal zur Verfügung gestellt, wobei hier nur der Signalausgang „IOUT“ für die weitere Verarbeitung auf den CMOS-Umschalter IC9 geführt wird. Die eingesetzten CMOS-Umschalter IC9 und IC10 zeichnen sich durch ihre sehr kleine Bauform und ihren geringen Durchlasswiderstand bei einer Bandbreite von über 200 MHz aus. Zudem lassen sich die Umschalter bequem über die Signalleitungen „Filter“ und „Square“ am Mikrocontroller IC1 schalten. So kann das Ausgangssignal „IOUT“ entweder direkt von Pin 7 nach Pin 9 am IC9 geführt werden, oder es wird über Pin 4 an eine Filterschaltung angeschlossen.

Das Chebyshev-Filter, das aus den Bauteilen L2 bis L5 und C40 bis C43 aufgebaut ist, besitzt eine Grenzfrequenz von ca. 34 MHz und sorgt für eine Filterung von „ungewollten“ Signalanteilen aus dem Ausgangssignal. Da es sich beim DDS-Verfahren im Prinzip um eine digitale Signalerzeugung mittels Digital-Analog-Wandlung handelt, ist das Ausgangssignal beispielsweise mit entsprechenden „Rückständen“ des Taktsignals verunreinigt.

Jedoch wird das Filter nur bei der Erzeugung eines Sinussignals benötigt, bei den Signalformen Dreieck und Rechteck würde das Filter zu erheblichen Signalverzerrungen führen. Aus diesem Grund wird das Filter bei diesen Signalformen mithilfe des CMOS-Umschalters IC9 überbrückt.

Mit dem DDS 130 lassen sich auch einfach Rechtecksignale erzeugen, die als Taktquelle in elektronischen Schaltungen einsetzbar sind. Dabei werden zwei verschiedene Methoden zur Erzeugung angewendet. Rechtecksignale mit einer Frequenz unterhalb von 3 MHz erzeugt der DDS-Chip direkt. Dabei wird das höchstwertige Bit eines internen Registers verwendet, welches am Pin 16 (Sig Bit Out) ausgegeben und mithilfe des Schmitt-Triggers IC11 und den beiden Widerständen R32 und R36 auf einen definierten Pegel gebracht wird. Durch Anlegen eines Low-Pegels an der Signalleitung „Square“ werden die Umschalter des IC10 so geschaltet, dass eine Weiterleitung des Rechtecksignals von Pin 10 nach Pin 9 erfolgt.

Bei Frequenzen oberhalb von 3 MHz beginnt das Rechtecksignal zu jammern. Aus diesem Grund wird das weiterhin generierte Sinussignal über den Pin 7 von IC10 an den Komparatoreingang „VIN“ des AD9834 geführt. Dieses Sinussignal wird für die zweite Methode zur Erzeugung von Rechtecksignalen benötigt. Der AD9834 detektiert die Nulldurchgänge des Sinussignals und setzt dementsprechend den Pin 16 (Sig Bit Out) auf High- bzw. Low-Pegel. Auch dieses Signal wird mit dem Schmitt-Trigger und den beiden Widerständen auf einen definierten Pegel gebracht.

Die Umschaltung zwischen den beiden Methoden erfolgt automatisch durch den Mikrocontroller IC1. An dieser Stelle stellt sich die Frage, warum nicht generell die zweite Methode für die Erzeugung von Rechtecksignalen genutzt wird? Der Grund ist der interne Komparator. Dieser benötigt zur Bildung ei-

nes Referenzpotentials für die Nulldurchgangserkennung ein Eingangssignal mit mindestens 3 MHz.

Das nun an Pin 9 von IC10 anliegende Rechtecksignal wird auf die Diode D15 geführt. Diese Diode schützt den Eingang (Pin 3) der Endstufe vom Typ LMH6503MA vor Spannungen, die mehr als 720 mV betragen. Mit der im Eingangsbereich liegenden Lötbrücke JP1 kann ausgewählt werden, ob das ankommende Signal mit einem DC-Offset versehen sein oder als reines AC-Signal anliegen soll. Wird diese Brücke geschlossen, hat das Ausgangssignal zwar einen DC-Offset, jedoch kann nun der gesamte Frequenzbereich bis hinunter zu 0,25 Hz genutzt werden. Im geöffneten Zustand wird das Ausgangssignal über C39 kapazitiv entkoppelt. Der DC-Anteil des Signals wird dadurch eliminiert, allerdings ist nun eine untere Grenzfrequenz von 8 Hz vorhanden, d. h. dass Signale mit einer Frequenz von unter 8 Hz entsprechend gedämpft werden.

Der Verstärkungsfaktor der Endstufe IC6 lässt sich mittels einer am Pin 2 angelegten Spannung steuern. An den Pins 1 und 14 der Endstufe IC6 ist die positive Betriebsspannung +5 V und an den Pins 7 und 8 die negative Betriebsspannung -5 V angelegt. Die Kondensatoren C24 bis C27 und C48 bis C51 sind wieder als Staffelblockung aus verschiedenen Kapazitätswerten beschaltet. Mit den beiden Widerstandstrimmern R16 und R33 und den Spannungsteilern R17, R18 bzw. R34, R38 kann an der Endstufe LMH6503MA ein Offsetabgleich durchgeführt werden. Auf diesen Abgleich wird noch im Abschnitt „Inbetriebnahme und Kalibrierung“ näher eingegangen. Um eine definierte Ausgangsimpedanz von 50 Ω zu erhalten, sind zwischen dem Ausgang von IC6 (Pin 10) und der Buchse BU5 die beiden 100- Ω -Widerstände R22 und R30 parallel eingesetzt.

Kommen wir nun zum Mikrocontroller IC1. Dieser wird mit einem 16-MHz-Keramikschwinger als Taktgeber betrieben. Um eventuelle Stör-Einstreuungen in die Versorgungsspannung zu eliminieren, wurde neben den Kondensatoren C19 bis C22 die Spule L1 zur Blockung eingesetzt.

Neben der Steuerung des DDS-Chips übernimmt der Controller auch die Steuerung des Digital-Analog-Wandlers vom Typ LTC1658 mittels der drei Datenleitungen an Pin 14 bis Pin 16. Dieser DA-Wandler besitzt eine Auflösung von 14 Bit und erhält am Pin 6 (REF) eine Referenzspannung von 2,5 V. Diese Referenzspannung wird mit der Spannungsreferenzdiode D14 erzeugt. Je nach Einstellung durch den Mikrocontroller steht nun am Ausgang „Vout“ des DA-Wandlers eine Spannung zwischen 0 und 2,5 V zur Verfügung. Mithilfe des aus den Widerständen R10, R11 und R13 bestehenden Spannungsteilers kann am Knotenpunkt zwischen den Widerständen R10 und R11 eine Spannung von -1 V bis +1 V erzeugt werden. Diese Spannung gelangt auf den Eingang (Pin 6) des Operationsverstärkers vom Typ TLC277C, der als summierender Inverter arbeitet.

Hinter der BNC-Buchse „Mod.-In AM“ befindet sich ein zweiter Operationsverstärker, der als reiner

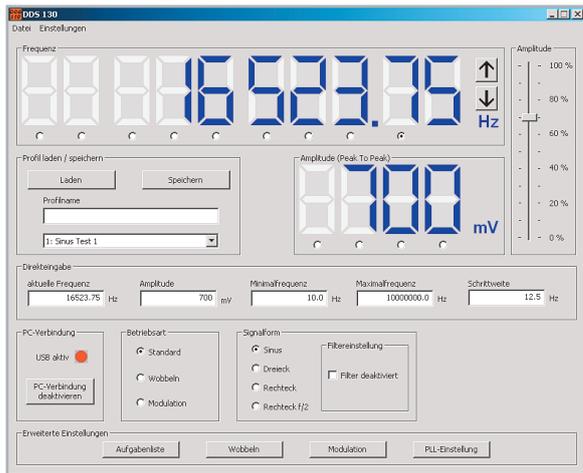


Bild 3: Hauptfenster der PC-Software „DDS 130“

Impedanzwandler arbeitet. An seinem Eingang ist der Kondensator C1 eingesetzt, über den der DC-Anteil des eingespeisten Modulationssignals eliminiert wird. Ist die Buchse nicht mit einem Signal belegt, wird der Eingang des OPs über den Widerstand R4 definiert auf Masse gezogen. Das Ausgangssignal am Pin 1 des Operationsverstärkers gelangt über den Widerstand R2 ebenfalls auf den Pin 6 des ersten OPs und summiert sich auf.

Das invertierte Signal der aufsummierten Spannungen (Pin 7) wird über den Widerstand R9 auf den Eingang „VG“ (Pin 2) der Endstufe LMH6503MA gelegt. Dieses Signal wird genutzt, um den Verstärkungsfaktor der Endstufe zu ändern.

Am Portpin PC 6 von IC1 befindet sich der externe Modulationseingang „Mod.-In PM“. Der Synchronisationsausgang „Sync.-Out“ für die Betriebsart „Wobbeln“ wird durch den Portpin PC5 angesteuert.

Für die Kommunikation zwischen dem Mikrocontroller und dem angeschlossenen PC wird ein USB-UART-Wandler (IC4) eingesetzt. Dieser Chip stellt die über den UART des Mikrocontrollers ankommenden Daten dem USB zur Verfügung und umgekehrt. Da der Wandler intern mit einer Spannung von 3,3 V arbeitet, sind am Datenausgang „TxD“ zwei Schmitt-Trigger von Typ 74HCT14 in Reihe angeschlossen. Sie sorgen für eine Anhebung des Signalpegels auf 5 V. Die Kondensatoren C4 bis C6 sind zur Entstörung und Stabilisierung eingesetzt, als Reset-Schaltung wird hier nur der Widerstand R1 benötigt.

Sobald eine Datenverbindung besteht, wird die rote „USB“-LED D13 eingeschaltet.

Bedienung

Die Bedienung des DDS 130 erfolgt wie gesagt komplett über das auf der Produktseite des DDS 130 zum Download bereitgestellte PC-Softwarepaket. Mit der Software ist ein komfortables und schnelles Einstellen aller Funktionen möglich.

Die Hardware-Verbindung zwischen PC und dem DDS-Board wird via USB hergestellt. Hierüber erfolgt im Übrigen auch die Spannungsversorgung des DDS 130.

Hauptfenster und Grundfunktionen

In Bild 3 ist das Hauptfenster des Programms dargestellt. Um eine Datenverbindung zwischen dem DDS-Board und dem PC herzustellen, muss der Button „PC-Verbindung herstellen“ gedrückt werden. Eine aktive Verbindung wird mittels einer rot leuchtenden LED am DDS-Board selbst sowie in der Software angezeigt. Erst nachdem eine Verbindung hergestellt ist, sind Einstellungen an den Funktionen möglich.

Frequenzeinstellung

Im oberen Bereich des Fensters erfolgt die Anzeige der aktuell vom DDS-Board ausgegebenen Frequenz. Um diese zu verändern, gibt es drei Möglichkeiten:

1. Durch Anklicken einer Ziffer mit der linken Maustaste wird diese um eins erhöht. Ein Klick mit der rechten Maustaste verringert die Ziffer um eins.
2. Auch mit Hilfe des Mausekzes lässt sich die Frequenz einstellen: Unterhalb der einzelnen Ziffern befinden sich kleine Auswahlfelder. Nach Selektieren der gewünschten Ziffer über dieses Auswahlfeld bewirkt nun das Rollen des Mausekzes eine Änderung dieser Ziffer. Ein Rollen nach oben erhöht die Frequenz, ein Rollen nach unten bewirkt das Gegenteil.
3. Schließlich ist es auch möglich, die Frequenz (in Hz) direkt einzugeben. Dazu ist der gewünschte Wert in das Textfeld „aktuelle Frequenz“ einzutragen, mit Drücken der Eingabetaste wird die Frequenz übernommen.

Mit den beiden Buttons direkt neben der Frequenzanzeige können Frequenzänderungen mit einer definierten Schrittweite erzeugt werden. Diese Schrittweite ist zuvor im gleichnamigen Textfeld einzutragen. Ein Klick auf den oberen Button erhöht die aktuelle Frequenz um die eingegebene Schrittweite, ein Klick auf den unteren Button verringert die aktuelle Frequenz entsprechend.

Mit den beiden Eingabefeldern „Minimalfrequenz“ und „Maximalfrequenz“ ist eine manuelle Eingrenzung der vom DDS 130 am Signal-Ausgang „Signal-out“ erzeugten Frequenzen möglich. Dies ist etwa bei angeschlossenen Geräten sinnvoll, die vor einer zu hohen bzw. zu niedrigen Frequenz zu schützen sind.

Einstellung der Signalamplitude

Unterhalb der Frequenzanzeige befindet sich die Amplitudenanzeige, die den momentanen Spitze-Spitze-Wert eines kalibrierten Sinus- bzw. Dreieck-Ausgangssignals anzeigt.

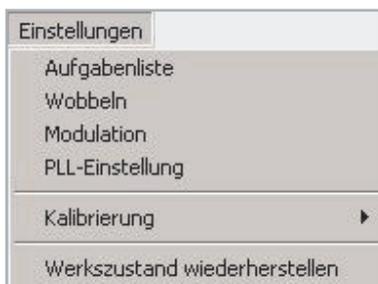
Die Ausgangsspannung ist in vier Varianten einstellbar:

1. Durch einen Klick mit der linken Maustaste direkt auf eine Ziffer in der Amplitudenanzeige wird diese wie bei der Frequenzeinstellung um eins erhöht. Der Klick mit der rechten Maustaste lässt die Ziffer um eins herunterzählen.
2. Auch hier kann man mit dem Mausekze arbeiten, die Vorgehensweise ist identisch zu der Frequenzeinstellung.
3. Durch die Eingabe in das Textfeld „Amplitude“ kann die Ausgangsspannung direkt definiert werden.
4. Die vierte Möglichkeit der Amplitudeneinstellung ist der Schieberegler am rechten Fensterrand.

Signalform wählen

Im Fenster „Signalform“ ist die Art der Ausgangsspannung einstellbar. Dazu stehen die Auswahlfelder „Sinus“, „Dreieck“, „Rechteck“ und „Rechteck f/2“ zur Verfügung. In der Einstellung „Sinus“ wird automatisch das Sinusfilter zur Verbesserung der Signalqualität eingeschaltet. Jedoch besteht auch die Möglichkeit, das Sinusfilter manuell zu deaktivieren.

Bild 4: Geöffneter Menüpunkt „Einstellungen“



Betriebsart

Die Betriebsart kann zwischen „Standard“ (einfache, kontinuierliche Ausgabe des eingestellten Signals), „Wobbeln“ und „Modulation“ umgeschaltet werden. Die letzteren Betriebsarten werden im Folgenden noch ausführlich erläutert.

Einstellung speichern

Es besteht die Möglichkeit, eine fertige Einstellung als Profil zu speichern. Hierfür muss im Eingabefeld „Profilname“ im Fenster „Profil laden/speichern“ eine eindeutige Bezeichnung vergeben werden.

Ferner ist in der darunter liegenden Auswahlbox ein Speicherplatz zu wählen. Mit dem Klicken auf den Button „Speichern“ werden alle Einstellungen in einer vom Programm angelegten Datei gespeichert.

Um ein bereits gespeichertes Profil wieder zu laden, muss dieses in der Auswahlbox markiert und anschließend mit dem Button „Laden“ bestätigt werden.

Erweiterte Einstellungen

Im unteren Bereich des Programmfensters unter „Erweiterte Einstellungen“ befinden sich einige Schaltflächen. Klickt man auf eine dieser Schaltflächen, öffnet sich ein neues Fenster mit den erweiterten Einstellungen. Diese Einstellungsfenster können auch über das Menü „Einstellungen“ (Bild 4) aufgerufen werden.

Modulation

Über die Schaltfläche „Modulation“ gelangt man zu den Einstellmöglichkeiten für diese Betriebsart (siehe Bild 5). Unter „PM“ sind die Einstellungen für die drei digitalen Modulationsverfahren zu finden. Wird bei der Einstellung der Quelle „intern“ gewählt, erfolgt die Modulation über ein festgelegtes internes Signal mit der unter „Modulationsfrequenz“ eingegebenen Frequenz. Die Auswahl „extern“ benötigt die Einspeisung eines Signals über die Buchse „Mod.-in PM“.

Unter „Art“ kann man zwischen den Modulationsverfahren PSK (Phase Shift Keying), FSK (Frequency Shift Keying) und ASK (Amplitude Shift Keying) wählen. Bei aktivierter Modulation werden Frequenz bzw. Phasenlage um den unter Frequenzhub bzw. Phasenhub eingestellten Wert verändert. Für die Modulationsart ASK ist keine weitere Eingabe nötig, hier wird immer mit einem Modulationshub von 100 % gearbeitet.

Die analoge Modulationsart AM (Amplitudenmodulation) erfolgt immer über die Einspeisung eines externen Signals via „Mod.-in AM“, somit ist die AM in jeder Betriebsart einsetzbar. Ein Setzen des Häkchens unter „AM“ fixiert die Ausgangsamplitude auf 50 % ihres Maximalwertes, um so eine optimale Ausnutzung des Modulationshubs zu gewährleisten.

Bild 5: Erweiterte Einstellungen für die Betriebsart „Modulation“

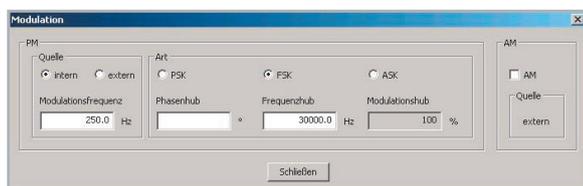
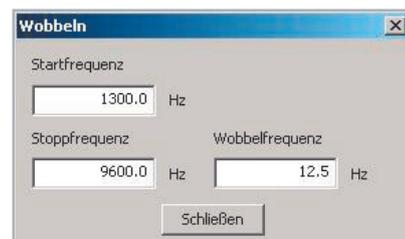


Bild 6: Die Einstellmöglichkeiten für den Wobbel-Betrieb



Wobbeln

In diesem Menü (Bild 6) ist die Einstellung der Parameter der Betriebsart „Wobbeln“ möglich. Durch Eingabe einer „Startfrequenz“ und einer „Stoppfrequenz“ wird der Frequenzbereich festgelegt, welcher mit der unter „Wobbel-Frequenz“ abgelegten Frequenz „abgefahren“ wird. Der Wobbel-Vorgang erfolgt „digital“, d. h. die Änderung der Frequenz erfolgt in festen Schritten. Die Schrittweite hängt vom eingegebenen Frequenzbereich und der Wobbel-Frequenz ab. Zu Beginn jedes Wobbel-Vorgangs wird bei der Startfrequenz am Ausgang „Sync.-out“ ein kurzer High-Impuls ausgegeben.

PLL-Einstellung

Das DDS 130 ist, wie im ersten Teil beschrieben, in der Lage, als Zeitbasis für PLL-Systeme oder Empfänger in Selbstbauprojekten zu dienen. Dies sei an einem Beispiel erläutert:

Ein Doppel-Superhet-Kurzwellenempfänger soll im Frequenzbereich von 0 bis 30 MHz empfangen, die Zwischenfrequenzen betragen 45 MHz und 455 kHz. Um den genannten Empfangsbereich zu gewährleisten, muss der erste Lokaloszillator einen Frequenzbereich von 45 MHz bis 75 MHz überstreichen (45 MHz - 45 MHz = 0 MHz, 75 MHz - 45 MHz = 30 MHz).

Der dem VCO nachgeschaltete Frequenzteiler habe ein Teilerverhältnis von 8, womit die Zeitbasis (DDS-Board) im Frequenzbereich von 5,625 MHz bis 9,375 MHz arbeiten muss. Somit ergibt sich für einen derartigen Empfänger als kleinster Frequenz-Einstellschritt 2 Hz (0,25 Hz x 8 = DDS-Board-Auflösung x PLL-Faktor). Damit nun in der Frequenzanzeige die Empfangsfrequenz angezeigt wird und nicht die eigentliche Ausgangsfrequenz, können der Teilungsfaktor und der Frequenzoffset (durch die ZF) eingegeben werden.

Gemäß dem Beispiel sind dann folgende Parameter im Einstellungsfenster (siehe Bild 7) einzutragen: Teilungsfaktor: 8; Offset: -45 MHz.

Bild 7: Parameter-Einstellung für den PLL-Betrieb



Die nun im Hauptfenster angezeigte Frequenz wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$f_{\text{Anzeige}} = (f_{\text{Ausgang}} \cdot \text{Teilungsfaktor}) + \text{ZF-Offset}$$

Folgende Parameter, die dafür sorgen, dass die ausgegebene Frequenz gegenüber der angezeigten Frequenz über einen Offset und einen Multiplikationsfaktor verändert ist, sind somit einstellbar:

- Teilungsfaktor: Hier ist der Faktor einzugeben, um den der VCO höher schwingt. Im Allgemeinen ist hier der Teilungsfaktor des Teilers zwischen VCO und PLL-Schaltung einzustellen.
- Offset: Die hier angegebene Frequenz im Bereich von -2 GHz bis +2 GHz ist ein konstanter „Frequenzversatz“ und entspricht im Allgemeinen dem ZF-Frequenzwert.

Aufgabenliste

In **Bild 8** ist das Fenster zur Erstellung von Aufgabenlisten zu sehen. Mit dieser Funktion lassen sich nacheinander verschiedene Einstellungen des DDS-Boards mit einer bestimmten Zeitdauer durchlaufen. So sind auch umfangreiche Gerätetests möglich und lassen sich bequem bedienen. Die Aufgabenliste wird aus den zuvor gespeicherten Profilen zusammengestellt.

Um ein Profil in die Aufgabenliste aufzunehmen, ist in der Auswahlbox unter „Einstellungen“ das geforderte Profil anzuwählen. Die gewünschte Zeitdauer in Sekunden kann im Feld rechts daneben eingetragen werden. Durch Klick auf „Hinzufügen“ wird ein neuer Eintrag in der Aufgabenliste erstellt. Zum Entfernen eines einzelnen Eintrags wird dieser im Fenster „Aufgaben“ markiert und durch Drücken der

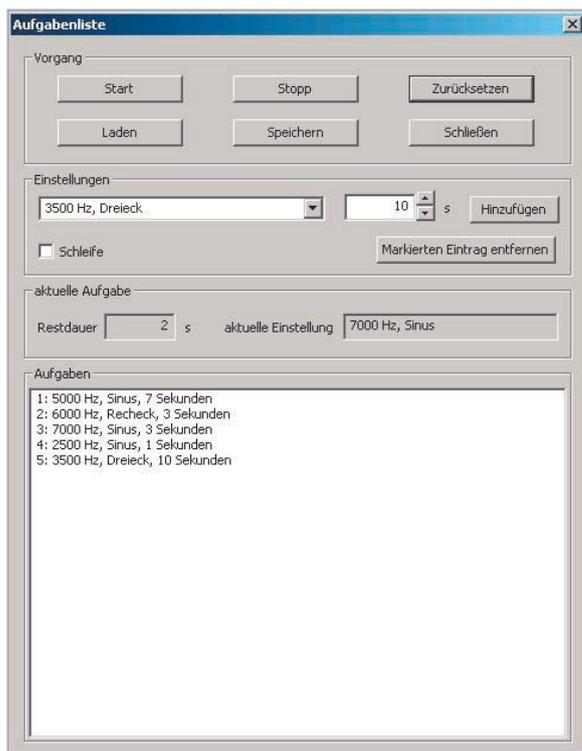


Bild 8: Aufgabenliste, die sogenannte „Playlist“

Schaltfläche „Markierten Eintrag entfernen“ aus der Liste gestrichen. Es besteht auch die Möglichkeit, ganze Aufgabenlisten zu laden bzw. zu speichern, dazu sind die im Fenster „Vorgang“ befindlichen Buttons zu verwenden.

Mit den Schaltflächen „Start“ und „Stopp“ wird der Durchlauf gestartet bzw. gestoppt. Ist das Häkchen im Auswahlfeld „Schleife“ gesetzt, beginnt der Durchlauf immer wieder von neuem, andernfalls würde nur ein Durchlauf erfolgen. Während eines gestarteten Durchlaufs wird unter „aktuelle Aufgabe“ die momentane Einstellung mit der noch verbleibenden Restdauer angezeigt.

Die Schaltfläche „Zurücksetzen“ löscht die Liste vollständig.

Werkszustand herstellen

Über den Menüpunkt „Einstellungen → Werkzustand“ kann das DDS-Board wieder in den Auslieferungszustand zurückgesetzt werden. Anschließend sind folgende Einstellungen im Gerät hinterlegt:

- Frequenzeinstellung:
 - aktuelle Frequenz: 1 kHz
 - Minimalfrequenz: 0,25 Hz
 - Maximalfrequenz: 30 MHz
 - Schrittweite: 0 Hz
- Signalform: Sinus
- Sinusfilter: ein
- Amplitude: 500 mV
- Betriebsart: Standard
- Modulation:
 - Quelle/Art: intern/FSK
 - Hub: 100 kHz
 - Frequenz: 1 kHz
 - AM: deaktiviert
- Wobbel-Funktion:
 - Startfrequenz: 0,25 Hz
 - Stoppfrequenz: 30 MHz
 - Wobbel-Frequenz: 10 Hz
- PLL-Referenz:
 - Teilungsfaktor: 1
 - Offset: 0 Hz
- Kalibrierung:

Die Kalibrierung der Oszillatorfrequenz und der Amplitude sind zurückgesetzt.

Nachbau

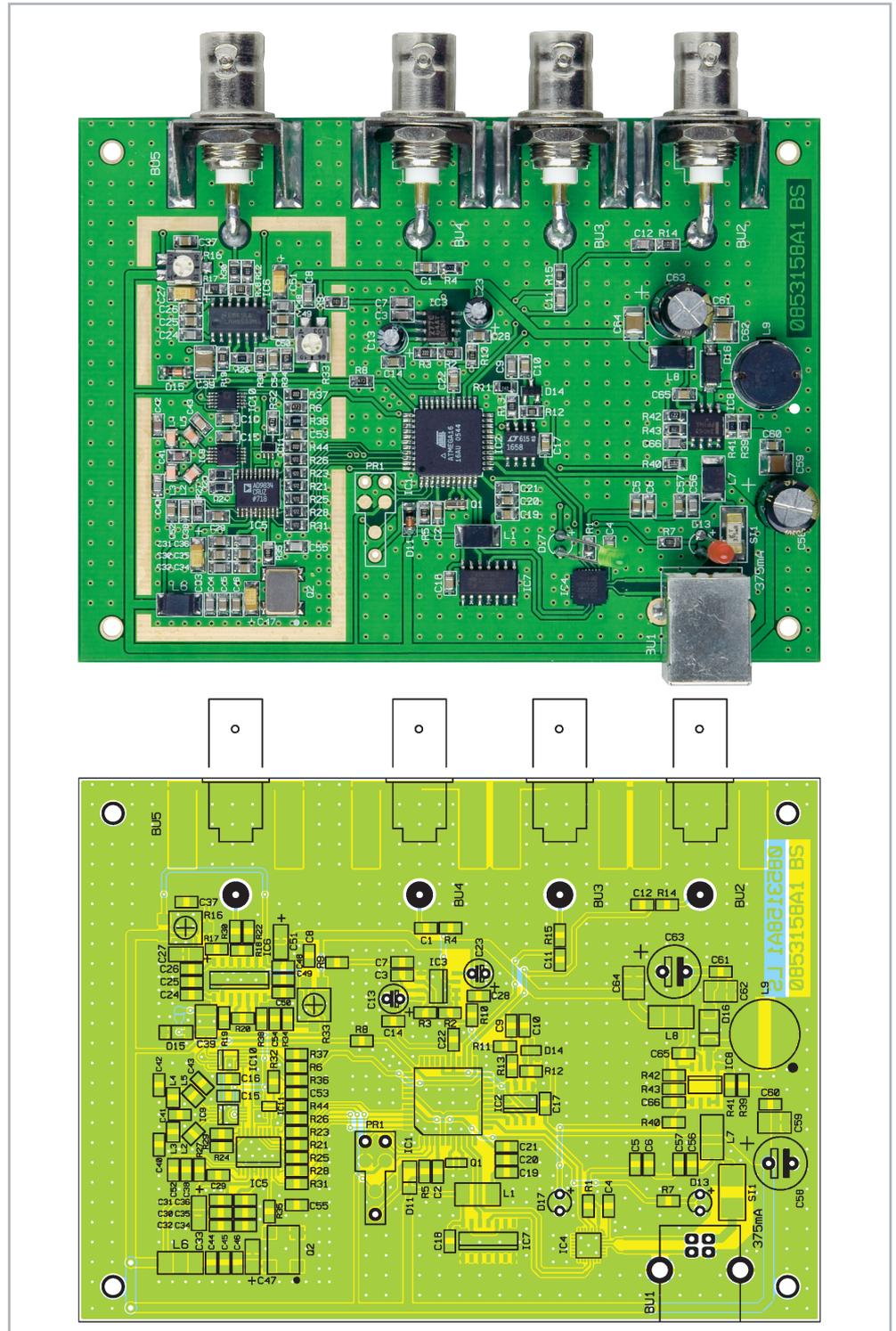
Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, sodass nur die bedrahteten Bauteile bestückt werden müssen. Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans (**Bild 9**).

Zuerst sollten die vier Lötstifte eingesetzt und sorgfältig von der Lötseite angelötet werden. Im nächsten Schritt erfolgt der Einbau der Kondensatoren C13 und C23, gefolgt von den beiden Kondensatoren C58 und C63. Beim Einsetzen dieser Elektrolyt-Kondensatoren ist auf die richtige Einbaulage bzw. die richtige Polung zu achten. Die Elkos sind in den meisten Fällen am Minus-Anschluss gekennzeichnet.

Als dann wird nun die USB-Buchse BU1 eingesetzt, hierbei ist darauf zu achten, dass auch das Gehäuse der USB-Buchse an die Platine angelötet wird.

Für den Einbau der vier BNC-Buchsen müssen diese zuerst mit den Haltewinkeln, wie in **Bild 10** zu sehen ist, verschraubt werden. Achten Sie darauf, dass sich die Zahnscheibe zwischen der Mutter und dem Halteblech befindet, nur so kann ein sicherer Halt gewährleistet werden.

Bild 9: Ansicht der bestückten Platine des DDS 130 mit zugehörigem Bestückungsplan



Nachdem die Verschraubung erfolgt ist, werden die BNC-Buchsen so ausgerichtet, dass sich der Innenleiter direkt vor dem Lötstift befindet und der Haltewinkel mittig auf der Lötfläche steht (siehe Bild 10). Nun sollte als Erstes der Innenleiter mit dem Lötstift verlötet werden, da durch diese Fixierung eine einfachere und saubere Anlötung des Haltewinkels auf die Lötfläche möglich ist.

Zum Schluss werden die beiden LEDs D13 und D17 eingebaut. Dabei sollte der Abstand zwischen der Spitze des Diodenkörpers und der Oberseite der Platine 20 mm betragen.

Damit ist der Aufbau abgeschlossen, das Auflöten des Abschirmgehäuses und der Einbau in das Gehäuse erfolgt nach der nun folgenden ersten Inbetriebnahme.

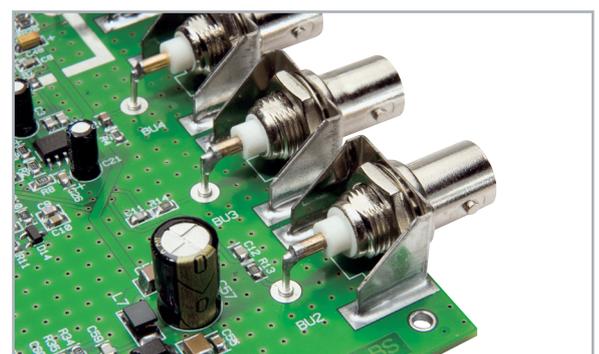


Bild 10: So sind die BNC-Buchsen zu montieren und zu verlöten.

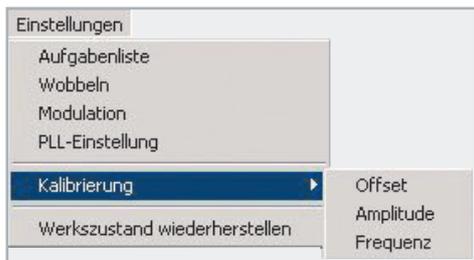


Bild 11: Hier gelangt man zum Menüpunkt „Kalibrierung“.

Inbetriebnahme und Kalibrierung

Zur ersten Inbetriebnahme entpacken Sie das heruntergeladene Zip-File mit dem Softwarepaket in einen beliebigen Ordner auf Ihren Computer. Installieren Sie nun den darin enthaltenden USB-Treiber für das DDS 130. Alle dazu benötigten Informationen und Schritte sind in einem ebenfalls im Softwarepaket enthaltenden PDF-Dokument erklärt.

Beim Anschluss des DDS 130 an einen freien USB-Port des Computers sollte die grüne „Power“-LED nun aufleuchten.

Nach der erfolgreichen Installation des Treibers kann die DDS-130-PC-Software (DDS_130.exe) gestartet werden.

Nach dem Programmstart sollten zuerst alle notwendigen Kalibrierungen durchgeführt werden, das DDS-Board sollte sich dabei im betriebswarmen Zustand befinden, welcher nach zirka 5 Minuten erreicht wird. Die einzelnen Kalibrierungspunkte können über den Menüpunkt Einstellungen → Kalibrierung aufgerufen werden (Bild 11).

Als Erstes wird der Menüpunkt „Offset“ ausgewählt, um einen eventuell auftretenden Offset zu kompensieren. Das sich öffnende Fenster (Bild 12) beinhaltet eine Anleitung, in der alle notwendigen Schritte aufgelistet sind. Um die Kompensierung des Offsets umsetzen zu können, muss die Lötbrücke JP1 geöffnet sein.

Mit einem Multimeter wird die am Signal-Ausgang „Signal-out“ anliegende Gleichspannung gemessen. Nachdem die Schaltfläche „minimale Amplitude“ betätigt worden ist, wird mit Hilfe des Trimmers R16 der Gleichspannungsanteil auf 0 V eingestellt. Anschließend wird die Schaltfläche „maximale Amplitude“ gedrückt und der jetzt gemessene Gleichspannungsanteil mit dem Trimmer R33 wieder auf 0 V eingestellt. Das Fenster kann mit dem Button „Schließen“ geschlossen werden.

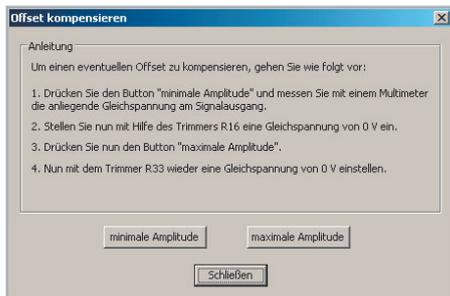


Bild 12: Die Kalibrierung des Offsets – einfach nach Anleitung vorgehen!

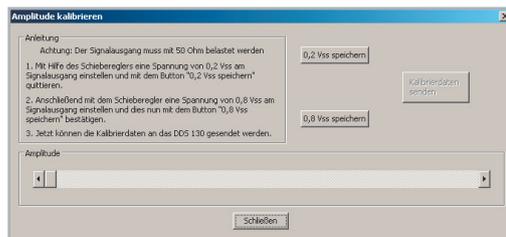


Bild 13: Die Kalibrierung der Amplitude – auch hier gibt es eine detaillierte Anleitung.

Der nächste Punkt ist die Kalibrierung der Signalamplitude. Bild 13 zeigt das geöffnete Fenster, nach der Auswahl dieses Menüpunkts.

Auch in diesem Fenster ist eine Anleitung mit den notwendigen Schritten zu sehen. Für die Kalibrierung der Amplitude muss am Signal-Ausgang eine Last in Form eines 50-Ohm-Abschlusswiderstands angeschlossen werden. Zudem wird ein Messgerät benötigt, mit dem Spitze-Spitze-Spannungen gemessen werden können, z. B. ein Oszilloskop. Mit dem Schieberegler wird eine Ausgangsspannung von $0,2 V_{SS}$ bzw. $0,8 V_{SS}$ eingestellt und mit dem dazugehörigen Button quittiert. Danach wird die eigentliche Kalibrierung mit dem Klick auf „Kalibrierdaten senden“ bestätigt. Mit dem Befehl „Schließen“ wird das Fenster geschlossen.

Als Letztes erfolgt die Kalibrierung der Ausgangsfrequenz, falls jedoch die von Quarzoszillator Q2 gegebene Genauigkeit von 50 ppm ausreicht, kann der folgende Absatz übersprungen werden.

Für die Kalibrierung der Frequenz wird ein Frequenzzähler benötigt, der eine Genauigkeit von besser als 50 ppm haben muss, da ansonsten keine Verbesserung eintritt. Der Erfolg der Kalibrierung steht und fällt mit der Genauigkeit des Frequenzzählers.

Nach dem Öffnen des dazugehörigen Fensters bestehen zwei Möglichkeiten, eine Frequenzkalibrierung durchzuführen (siehe Bild 14).

Bei der ersten Methode wird direkt die Oszillatorfrequenz am Pin 3 von Q2 gemessen. Das Ergebnis der Messung wird in Hz in das Eingabefeld für die Methode 1 eingetragen. Für die zweite Möglichkeit muss zuvor im Hauptfenster eine Frequenz von 30 MHz eingestellt werden. Nun kann mit dem Frequenzzähler am Signal-Ausgang die anliegende Frequenz gemessen werden. Die nun ermittelte Frequenz in Hz kann in das Eingabefeld für die Methode 2 eingetragen werden. Dazu ist vorher der Auswahl-Button „Methode 2“ anzuklicken.

Um die Kalibrierung zu starten, muss nur noch die Schaltfläche „Sende Kalibrierdaten“ betätigt werden. Im Anschluss kann das Fenster wieder geschlossen werden.

Nachdem alle notwendigen Kalibrierungen umgesetzt worden sind, können nun alle Funktionen wie im Abschnitt Bedienung ausprobiert werden.

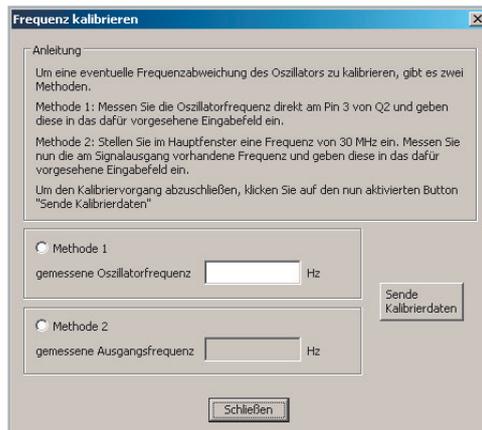


Bild 14: Die Kalibrierung der Frequenz

Endmontage, Anschluss und Einbau

Arbeitet das Gerät korrekt, muss im letzten Schritt das Abschirmgehäuse aufgelötet werden. Nach der exakten Positionierung ist das Gehäuse rundherum sorgfältig zu verlöten, wobei darauf zu achten ist, dass keine Kurzschlüsse zu benachbarten Pads bzw. zum Innenleiter der BNC-Buchse entstehen, siehe Detailaufnahme des Abschirmgehäuses (Bild 15).

Der Einbau der Platine in das passend bearbeitete und bedruckte Gehäuse erfolgt, indem die Platine in die Gehäuseunterschale gelegt wird und mit den Schrauben vom Typ EJ0T KB22x5 in den Bohrungen befestigt wird. Anschließend kann das Gehäuseoberteil von oben aufgelegt und verschraubt werden. Damit sind alle Aufbauarbeiten endgültig abgeschlossen.



Bild 15: Die Montage und das Verlöten des Abschirmgehäuses

Stückliste

Widerstände:

1 Ω/SMD/0805	R39, R41
10 Ω/SMD/0805	R35
36 Ω/SMD/0805	R36
100 Ω/SMD/0805	R9, R13, R22, R30
120 Ω/SMD/0805	R24, R29
180 Ω/SMD/0805	R20
470 Ω/SMD/0805	R32, R38
1 kΩ/SMD/0805	R7, R14, R15, R18, R40
1,2 kΩ/SMD/0805	R42
2,2 kΩ/SMD/0805	R2, R3, R19, R37, R44
2,4 kΩ/SMD/0805	R11
3,6 kΩ/SMD/0805	R43
4,7 kΩ/SMD/0805	R1, R6, R8, R17, R21, R23, R25, R26, R28, R31
6,8 kΩ/SMD/0805	R27
10 kΩ/SMD/0805	R5, R10
18 kΩ/SMD/0805	R12
47 kΩ/SMD/0805	R4, R34
SMD-Cermet-Trimмер, 10 kΩ	R16, R33

Kondensatoren:

10 pF/SMD/0805	C55
15 pF/SMD/0805	C43
47 pF/SMD/0805	C11, C12
82 pF/SMD/0805	C40-C42
100 pF/SMD/0805	C3, C7-C9, C66
680 pF/SMD/0805	C65
820 pF/SMD/0805	C21, C24, C32, C36, C44, C48, C56
3,3 nF/SMD/0805	C20, C25, C31, C35, C45, C49, C57
10 nF/SMD/0805	C2, C29
100 nF/SMD/0805	C6, C10, C14-C19, C22, C26, C28, C30, C34, C37, C38, C46, C50, C52-C54, C60, C61
470 nF/SMD/0805	C1
1 µF/SMD/0805	C4, C5
10 µF/SMD/1210	C39, C59, C62, C64
10 µF/6,3 V/Tantal/SMD	C27, C33, C47, C51
10 µF/16 V	C13, C23
220 µF/16 V/105 °C	C58, C63

Halbleiter:

ELV08773/SMD/Hauptcontroller	IC1
LTC1658/SMD	IC2
TLC277C/SMD	IC3
ELV08772/SMD/USB-Controller	IC4
AD9834CRUZ/SMD	IC5
LMH6503MA/SMD	IC6
74HCT14/SMD	IC7
MC34063/SMD	IC8
ADG736BRMZ/SMD	IC9, IC10
74LVC1G14/SMD	IC11
LL4148	D11, D15
LM385-2,5V/SMD	D14
10MQ060N/SMD	D16
LED, 3 mm, Rot	D13
LED, 3 mm, Grün	D17

Sonstiges:

Keramikschwinger, 16 MHz, SMD	Q1
Quarzoszillator, 67,109 MHz, SMD	Q2
SMD-Induktivität, 10 µH, gewickelt	L1, L6-L8
SMD-Induktivität, 820 nH/0805	L2-L5
SMD-Induktivität, 150 µH/0,78 A	L9
USB-B-Buchse, winkelprint	BU1
BNC-Einbaubuchse	BU2-BU5
Buchsen-Haltewinkel	BU2-BU5
Sicherung, 375 mA, träge, SMD	SI1
4 Lötstifte, 1 mm	
1 Abschirmgehäuse, bearbeitet	
4 Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm	
1 Kunststoff-Platinengehäuse, Schwarz, komplett, bearbeitet und bedruckt	
1 USB-Kabel (Typ A auf Typ B) für USB 2.0, 1,5 m	

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:
ELV Elektronik AG · Maiburger Straße 29-36 · 26789 Leer · Germany