



30-MHz-DDS-Funktionsgenerator DDS 130

Teil 2

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. Nach der Schaltungsbeschreibung im ersten Teil kommen wir zu Bedienung, Nachbau und Inbetriebnahme.

Bedienung

Die Bedienung des DDS 130 erfolgt wie gesagt komplett über die mitgelieferte PC-Software. Mit ihr 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.

Das Hauptfenster und die Grundfunktionen

In Abbildung 3 ist das Hauptfenster des Programms dargestellt. Um eine Datenverbindung zwischen dem DDS-Board und dem PC herzustellen, muss zunächst 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.

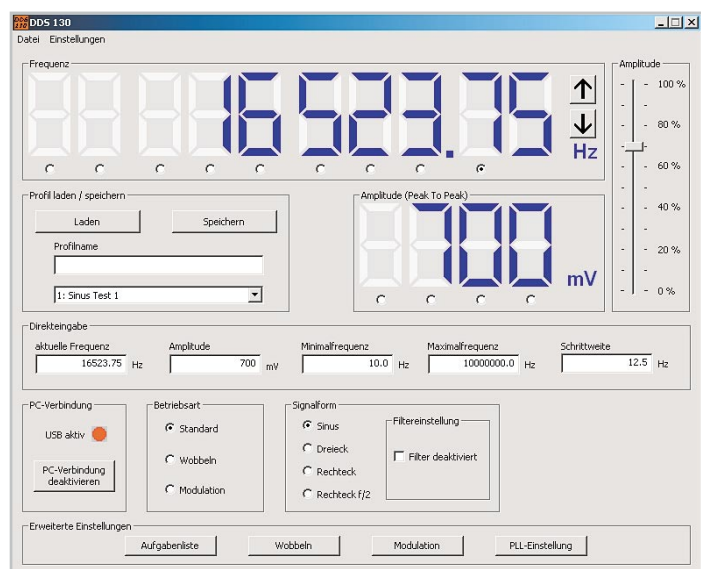


Bild 3: Hauptfenster der PC-Software „DDS 130“

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 Mousrades 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 Mousrades 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, sie zeigt den momentanen Spitze-Spitze-Wert eines kalibrierten Sinus- bzw. Dreieck-Ausgangssignals an.

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 Mousrad 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.

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“ (Abbildung 4) aufgerufen werden.

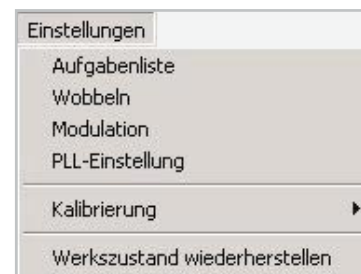


Bild 4: Geöffneter Menüpunkt „Einstellungen“

Modulation

Über die Schaltfläche „Modulation“ gelangt man zu den Einstellungsmöglichkeiten für diese Betriebsart (siehe Abbildung 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 Mo-

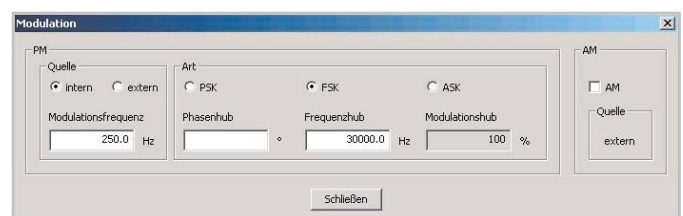


Bild 5: Erweiterte Einstellungen für die Betriebsart „Modulation“

dulation 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 grundsätzlich 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.

Wobbeln

In diesem Menü (Abbildung 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.

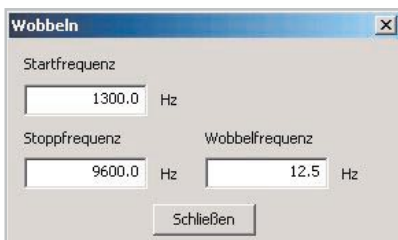


Bild 6: Die Einstellmöglichkeiten für den Wobbel-Betrieb

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 Ein-

Bild 7: Parameter-Einstellung für den PLL-Betrieb



stellungsfenster (siehe Abbildung 7) einzutragen: Teilungsfaktor: 8; Offset: –45 MHz.

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 Abbildung 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.

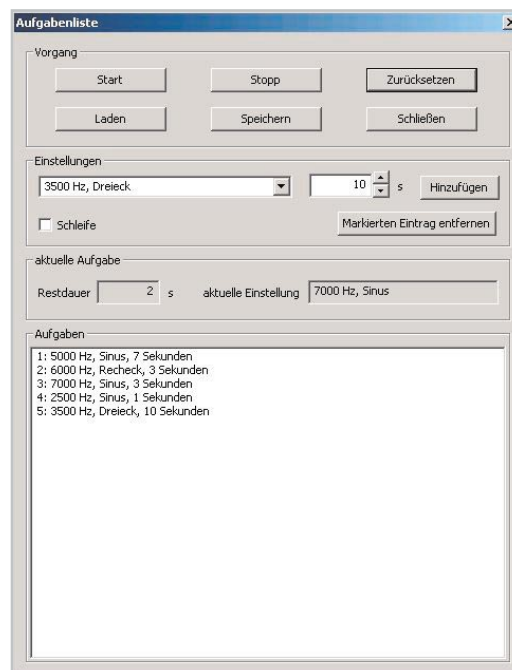


Bild 8: Aufgabenliste, die sogenannte „Playlist“

Um ein Profil in die Aufgabenliste aufzunehmen, ist in der Auswahlbox unter „Einstellungen“ das geforderte Profil auszuwählen. 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 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, so dass nur die bedrahteten Bauteile bestückt werden

müssen. Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans.

Zuerst sollten die vier Lötstifte eingesetzt und sorgfältig von der Lötseite angelötet werden. Im nächsten Schritt erfolgt der Einbau der Kondensatoren C 13 und C 23, gefolgt von den beiden Kondensatoren C 58 und C 63. 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 BU 1 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 Abbildung 9 zu sehen ist, verschraubt werden. Achten Sie darauf, dass sich die Zahnscheibe zwischen der Mutter und dem Halblech befindet, nur so kann ein sicherer Halt gewährleistet werden. 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 Abbildung 9). Nun sollte als Erstes der Innenleiter mit dem Lötstift verlötet werden, da durch diese Fixierung eine einfachere und saubere Anlotung des Haltewinkels auf die Lötfläche möglich ist.

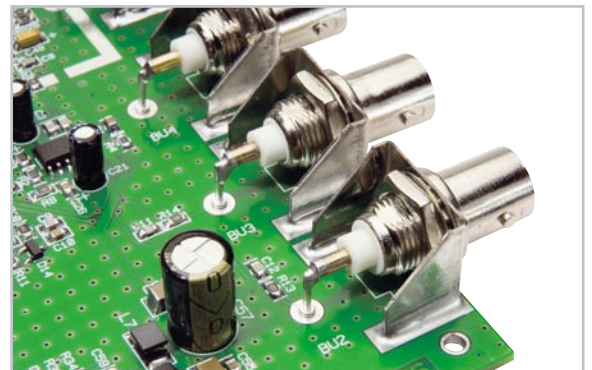
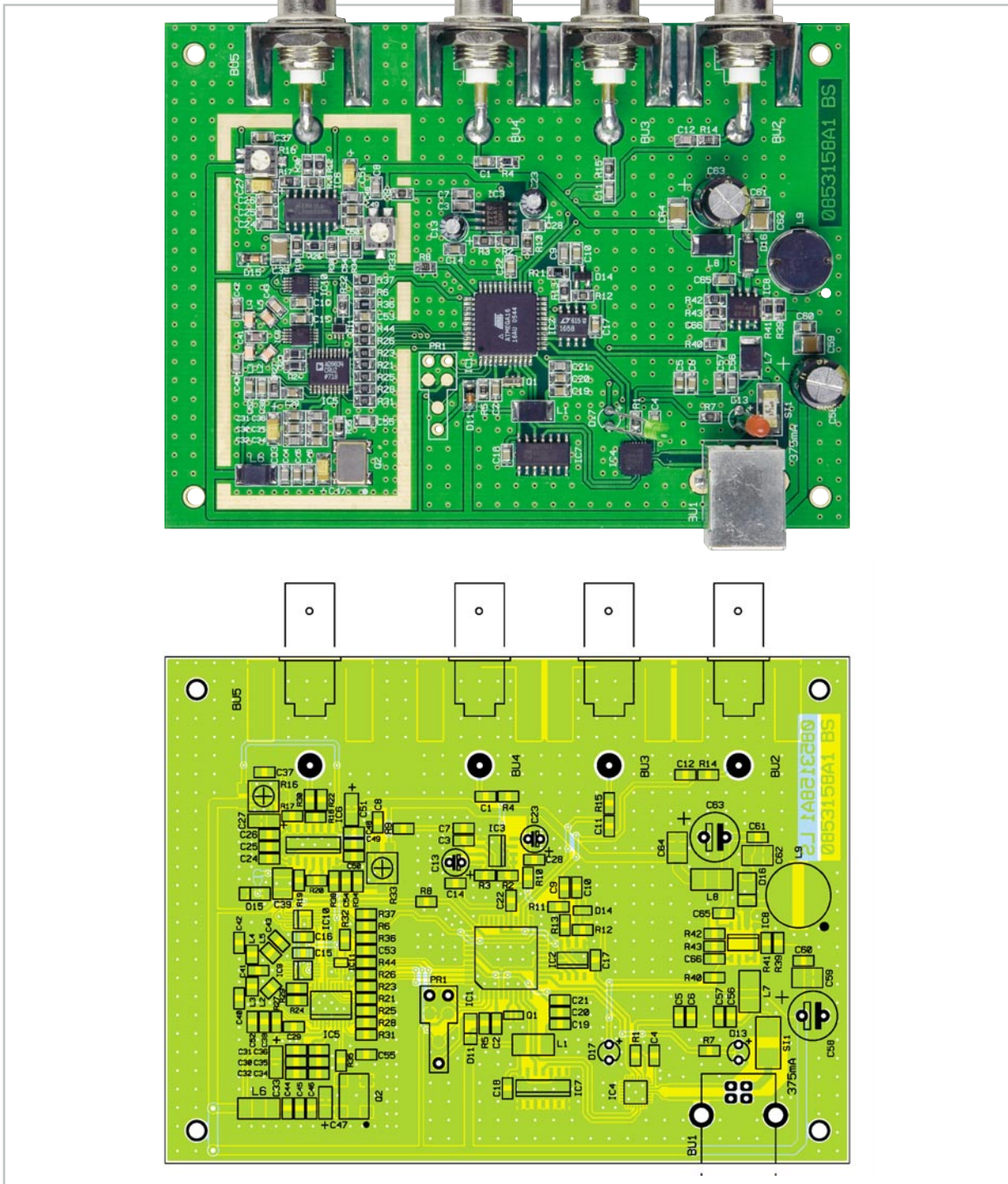


Bild 9: So sind die BNC-Buchsen zu montieren und zu verlöten.

Zum Schluss werden die beiden LEDs D 13 und D 17 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.

Inbetriebnahme und Kalibrierung

Zur ersten Inbetriebnahme muss die auf der CD befindliche PC-Software installiert werden. Die für den Betrieb notwendigen Gerätetreiber werden automatisch mitinstalliert. Nach der erfolgreichen Installation kann das DDS 130 wie vorgesehen an einen freien USB-Port des Computers angeschlossen werden, die grüne „Power“-LED sollte nun leuchten. Der PC erkennt die neu angeschlossene Hardware und öffnet eventuell den Hardware-Assistenten. Da der Treiber bereits installiert ist, kann hier die Option „Software automatisch installieren“ beibehalten werden. Der Warnhinweis über die feh-



Ansicht der bestückten Platine des DDS 130 mit zugehörigem Bestückungsplan

lende Windows-Logo-Kompatibilität ist zu ignorieren, denn dies hat keinen Einfluss auf die korrekte Funktion. 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 (Abbildung 10).

Als Erstes wird der Menüpunkt „Offset“ ausgewählt, um einen eventuell auftretenden Offset zu kompensieren. Das sich öffnende Fenster (Abbildung 11) beinhaltet eine Anleitung, in der alle notwendigen Schritte aufgelistet sind. Um die Kompensierung des Offsets umsetzen zu können, muss die Lötbrücke JP 1 geöffnet sein.

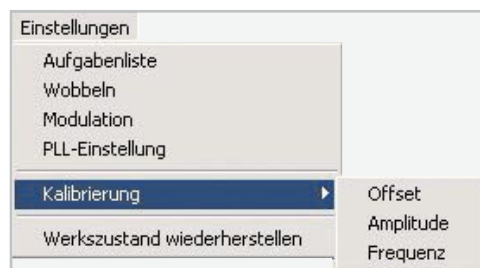


Bild 10: Hier gelangt man zum Menüpunkt „Kalibrierung“.

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 R 16 der Gleichspannungsanteil

Stückliste: 30-MHz-DDS-Funktionsgenerator DDS 130

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 k Ω /SMD/0805	R7, R14, R15, R18, R40
1,2 k Ω /SMD/0805	R42
2,2 k Ω /SMD/0805	R2, R3, R19, R37, R44
2,4 k Ω /SMD/0805	R11
3,6 k Ω /SMD/0805	R43
4,7 k Ω /SMD/0805	R1, R6, R8, R17, R21, R23, R25, R26, R28, R31
6,8 k Ω /SMD/0805	R27
10 k Ω /SMD/0805	R5, R10
18 k Ω /SMD/0805	R12
47 k Ω /SMD/0805	R4, R34
SMD-Cermet-Trimmer, 10 k Ω	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 μ F/SMD/0805	C4, C5
10 μ F/SMD/1210	C39, C59, C62, C64
10 μ F/6,3 V/Tantal/SMD	C27, C33, C47, C51
10 μ F/16 V	C13, C23
220 μ F/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 μ H, gewickelt	L1, L6–L8
SMD-Induktivität, 820 nH/0805	L2–L5
SMD-Induktivität, 150 μ H/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	
1 CD Bediensoftware DDS130	

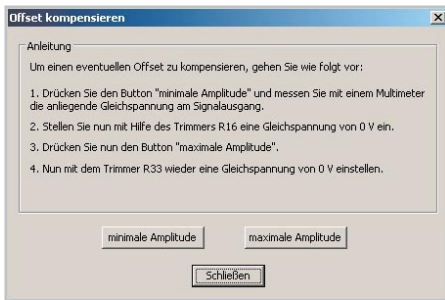


Bild 11: Die Kalibrierung des Offsets – einfach nach Anleitung vorgehen!

auf 0 V eingestellt. Anschließend wird die Schaltfläche „maximale Amplitude“ gedrückt und der jetzt gemessene Gleichspannungsanteil mit dem Trimmer R 33 wieder auf 0 V eingestellt. Das Fenster kann mit dem Button „Schließen“ beendet werden.

Der nächste Punkt ist die Kalibrierung der Signalamplitude. Abbildung 12 zeigt das geöffnete Fenster, nachdem dieser Menüpunkt gewählt wurde.

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-



Bild 12: Die Kalibrierung der Amplitude – auch hier gibt es eine detaillierte Anleitung.

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 Q 2 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 Abbildung 13).

Bei der ersten Methode wird direkt die Oszillatorfrequenz am Pin 3 von Q 2 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

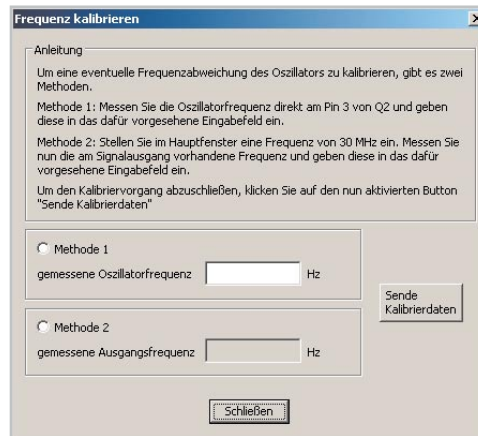


Bild 13: Die Kalibrierung der Frequenz

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.

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 (Abbildung 14).

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 EJOT KB22x5 in den Bohrungen befestigt wird. Anschließend kann das Gehäuseoberteil von oben aufgelegt und verschraubt werden. Damit sind alle Aufbauarbeiten endgültig abgeschlossen.

ELY

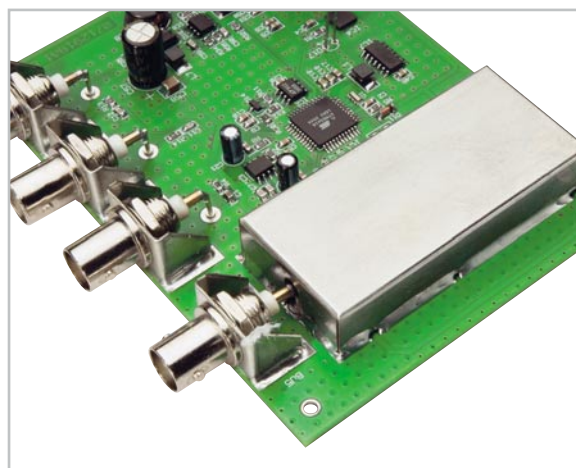


Bild 14: Die Montage und das Verlöten des Abschirmgehäuses