



Teil 2

Im letzten Teil des Artikels wurde die Bedienung des DDS 110 mit Hilfe der PC-Software vorgestellt sowie der Analogteil der Schaltung vom DDS-Chip bis zur Endstufe beschrieben. Nun soll die Schaltungsbeschreibung fortgesetzt werden, welche sich in drei Abschnitte gliedert. Die ersten beiden Abschnitte befassen sich mit dem Mikrocontroller samt seiner Beschaltung und dem eingesetzten USB-Wandler. Der letzte der drei Abschnitte beschreibt die Spannungsversorgung des DDS-Boards.

Alles rund um den Controller

Die Steuerung der gesamten Schaltung und die Kommunikation mit dem angeschlossenen PC übernimmt der Mikrocontroller IC 1.

Für den Betrieb des Mikrocontrollers wird neben dem Keramikschwinger Q 1 zur Takterzeugung die Reset-Schaltung aus R 5, C 2 und D 11 benötigt. Wie beim 25-MHz-Quarzoszillator, wurde auch hier eine Entkopplung zur Versorgungsspannung umgesetzt, um eventuelle Störungen des Mikrocontrollers zu minimieren. Dazu wird die Spule L 1 in Verbindung mit den Kapazitäten C 17 bis C 20 genutzt.

Neben der Steuerung des DDS-Bausteins übernimmt der Mikrocontroller IC 1 auch die Steuerung des Relais REL 1 mit Hilfe des Transistors T 1. Damit beim Ausschalten des Relais keine hohen Spannungsspitzen entstehen, ist die Diode D 12 parallel zum Relais angeordnet. Am Port-Pin PC 6 von IC 1 befindet sich der externe Modulationseingang „Mod.-in PM“. Der Synchronisationsausgang „Sync.-out“ für die Betriebsart „Wobbeln“ wird durch den Port-Pin PC 5 angesteuert.

Mit den drei Datenleitungen PD 5, PD 6 und PD 7 des Mikrocontrollers wird der Digital-Analog-Wandler IC 2 vom Typ

LTC1658 gesteuert. Dieser D/A-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 D 14 erzeugt. Je nach Einstellung durch den Mikrocontroller steht nun am Ausgang „Vout“ des DA-Wandlers eine Spannung zwischen 0 V und 2,5 V zur Verfügung. Diese Spannung wird auf den Eingang (Pin 6) des als summierenden Inverter arbeitenden Operationsverstärkers IC 3 B vom Typ TLC277C gegeben.

Mit Hilfe dieses Verstärkers und der entsprechenden Beschaltung aus R 10, R 12, R 8, R 3, C 3 entsteht am Ausgang (Pin 7) die Steuerspannung für die Endstufe im Bereich von -1 V bis +1 V. An der BNC-Buchse „Mod.-in AM“ befindet sich ein zweiter Operationsverstärker, der als reiner Impedanzwandler eingesetzt ist. An seinem Eingang befindet sich der Kondensator C 1, über den der DC-Anteil des eingespeisten Modulationssignals eliminiert wird. Falls die BNC-Buchse extern unbeschaltet ist, wird der Eingang des OPs über den Widerstand R 4 definiert auf Masse gezogen. Das Ausgangssignal am Pin 1 des Operationsverstärkers gelangt über den Widerstand R 2 ebenfalls auf die oben beschriebene Addierstufe IC 3 B und wird

so dem Steuersignal überlagert. Das invertierte Signal der aufsummierten Spannungen (Pin 7) wird über den Widerstand R 7 auf den Eingang „VG“ (Pin 2) der Endstufe LMH6503MA gelegt. Dieses Signal wird, wie in Teil 1 erwähnt, genutzt, um den Verstärkungsfaktor der Endstufe zu ändern.

USB-Wandler

Die Datenverbindung zwischen dem PC und dem DDS-Board erfolgt über die USB-Schnittstelle. Um die Kommunikation zwischen USB-Schnittstelle und Mikrocontroller zu ermöglichen, ist der USB-TTL-Wandler IC 4 zwischengeschaltet. Zwischen dem Mikrocontroller IC 1 und dem IC 4 besteht eine serielle Datenverbindung via „RxD“ und „TxD“.

Da der USB-TTL-Wandler intern mit einer Spannung von 3,3 V arbeitet, sind am Datenausgang „TxD“ zwei Schmitt-Trigger von Typ 74HCT14 in Reihe geschaltet. Sie sorgen unter Berücksichtigung der Signalinvertierung für eine Anhebung des Signalpegels auf 5 V. Die Kondensatoren C 4 bis C 6 werden zur Entstörung und Stabilisierung genutzt, als Reset-Schaltung benötigt man hier nur den Widerstand R 1.

Der Mikrocontroller steuert über den Port-Pin PB 0 die rote „USB“-LED D 13

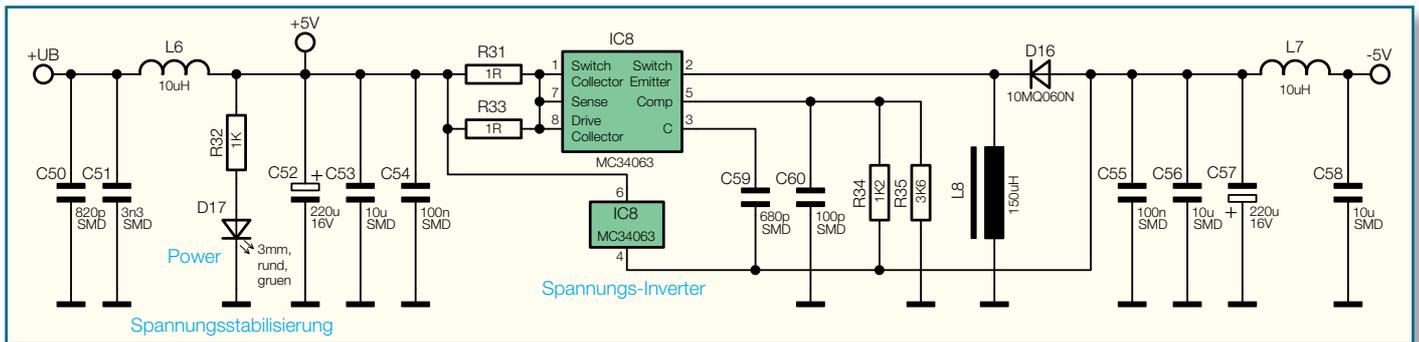


Bild 8: Schaltbild der Spannungsversorgung

an und signalisiert so, dass die serielle Datenverbindung aufgebaut wurde.

Spannungsversorgung

Zur Versorgung des DDS-Boards werden zwei stabilisierte Spannungen von +5 V und -5 V benötigt. In Abbildung 8 ist das Schaltbild der Spannungsversorgung dargestellt. Aus der Spannung +UB, die vom PC über die USB-Buchse bereitgestellt wird, entsteht durch Siebung und Glättung mit Hilfe der Kondensatoren C 50 bis C 54 und der Spule L 6 die stabilisierte Spannung von +5 V. Sobald das DDS-Board an die USB-Buchse angeschlossen wird, leuchtet die grüne „Power“-LEDD 17 auf. Der in Reihe geschaltete Widerstand R 32 wird zur Strombegrenzung benötigt. Die Sicherung SI 1 (Abbildung 7, Teil 1) sorgt dafür, dass im Fehlerfall die PC-Hardware geschützt bleibt.

Die -5 V werden mit der Spannungs-Inverter-Schaltung erzeugt, bestehend aus dem DC/DC-Wandler IC 8 und den Kon-

densatoren C 59, C 60, den Widerständen R 31, R 33 bis R 35 der Speicherdrossel L 8 und der Diode D 16. Auch hier dienen die Kondensatoren C 55 bis C 58 und die Spule L 7 zur Siebung und Glättung der Spannung.

An den Pins 1 und 14 der Endstufe IC 6 ist die positive Betriebsspannung +5 V und an den Pins 7 und 8 ist die negative Betriebsspannung -5 V angelegt. Die Kondensatoren C 22 bis C 25 und C 45 bis C 48 sind wieder als Staffelblockung aus verschiedenen Kapazitätswerten beschaltet.

Damit ist die Schaltungsbeschreibung abgeschlossen und es folgt die Beschreibung des Nachbaus.

Nachbau

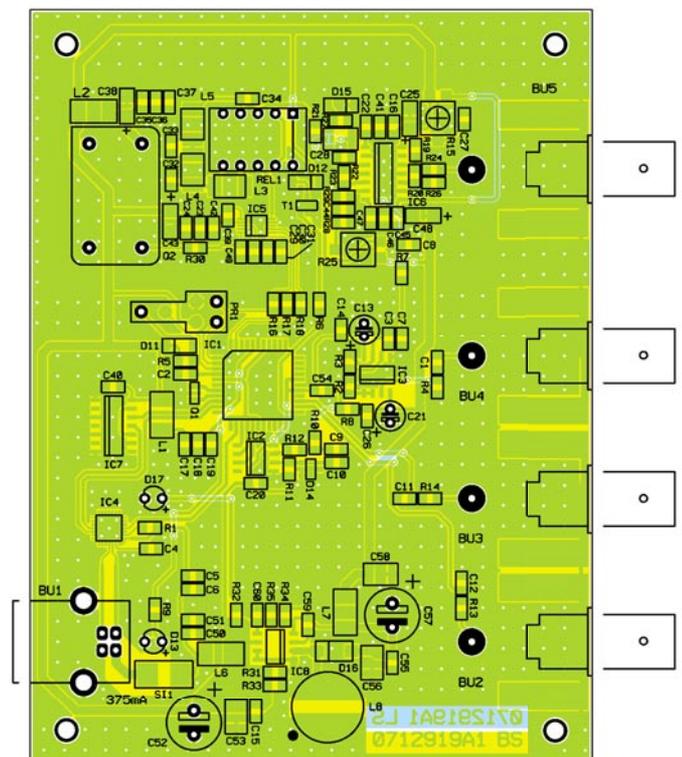
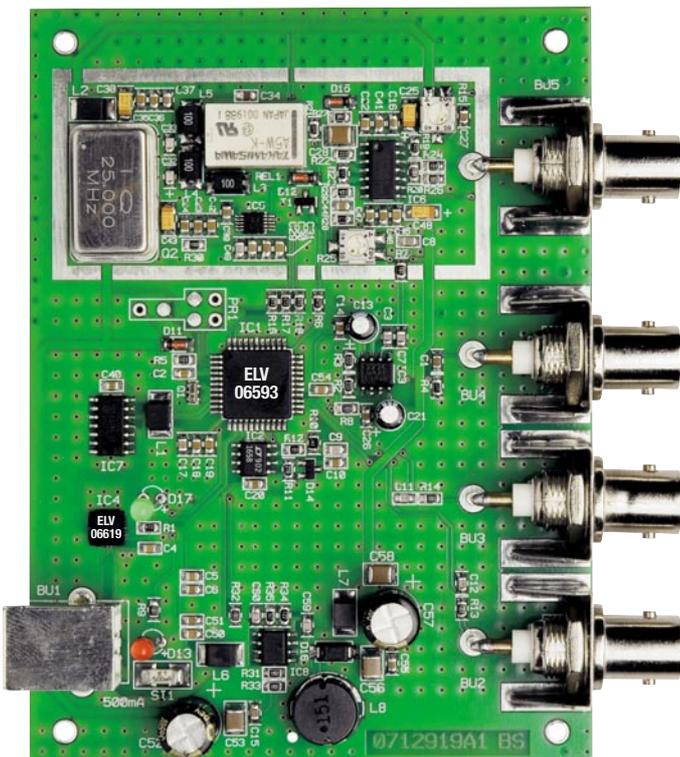
Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so dass nur die bedrahteten Bauteile zu bestücken sind. Die Bestückung der bedrahteten Bauteile

erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans.

Zuerst sind der 25-MHz-Quarzoszillator Q 2 und das Relais REL 1 zu bestücken. Anschließend werden die vier Lötstifte an den Buchsen BU 2 bis BU 5 eingesetzt und sorgfältig von der Lötseite her angelötet. Im nächsten Schritt erfolgt der Einbau der Elkos C 13, C 21, C 52 und C 57. Beim Einsetzen der Elektrolyt-Kondensatoren ist auf die richtige Einbaulage bzw. die richtige Polung zu achten. Sie sind in den meisten Fällen am Minus-Anschluss gekennzeichnet.

Anschließend 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



Fertig aufgebaute Platine (links) mit zugehörigem Bestückungsplan (rechts) – Darstellung 90 % der Originalgröße

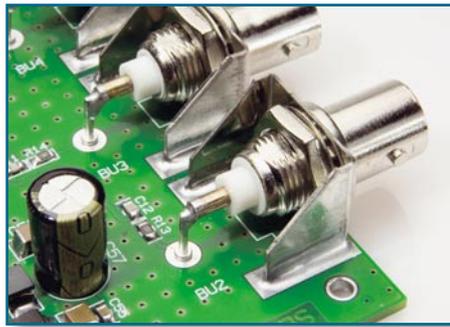


Bild 9: So erfolgt das Verlöten der BNC-Buchsen.

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 ein einfacheres und sauberes Anlöten des Haltewinkels auf die Lötfläche möglich ist.

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. Der längere Anschluss der LED ist die Anode (Plus-Anschluss).

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

Nutzer des Betriebssystems Windows XP und Windows 2000 können nun das DDS-Board zur ersten Inbetriebnahme an einen USB-Port des Computers anschließen, die grüne „Power“-LED sollte nun leuchten.

Der PC erkennt die neu angeschlossene Hardware und verlangt nach kurzer Zeit einen USB-Treiber.

Dieser Treiber (DDS110.inf) befindet sich auf der mitgelieferten Programm-CD im Ordner „ELV_DDS110_Drivers“. Die zwischenzeitliche Warnung, dass es sich um einen unsignierten Treiber ohne Windows-Logo handelt, ist dabei zu ignorieren.

Unter Windows 98 SE bzw. Windows Me ist vor dem Anschließen des DDS 110

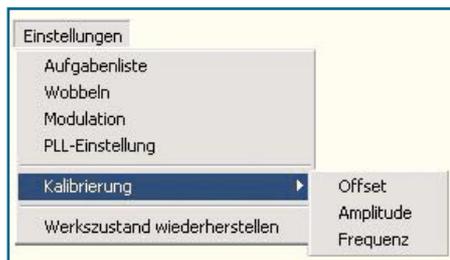


Bild 10: Geöffneter Menüpunkt „Kalibrierung“

Stückliste: PC-USB-DDS-Board DDS 110

Widerstände:

| | |
|-----------------------------------|------------------------|
| 1 Ω/SMD/0805..... | R31, R33 |
| 10 Ω/SMD/0805..... | R30 |
| 100 Ω/SMD/0805 ... | R7, R12, R24, R26 |
| 180 Ω/SMD/0805..... | R23 |
| 220 Ω/SMD/0805..... | R21 |
| 390 Ω/SMD/0805..... | R27 |
| 470 Ω/SMD/0805..... | R29 |
| 1 kΩ/SMD/0805..... | R9, R13, R14, R20, R32 |
| 1,2 kΩ/SMD/0805..... | R34 |
| 2,2 kΩ/SMD/0805..... | R2, R3, R22 |
| 2,4 kΩ/SMD/0805..... | R10 |
| 3,6 kΩ/SMD/0805..... | R35 |
| 4,7 kΩ/SMD/0805.... | R1, R6, R16–R19 |
| 10 kΩ/SMD/0805..... | R5, R8 |
| 18 kΩ/SMD/0805..... | R11 |
| 47 kΩ/SMD/0805..... | R4, R28 |
| SMD-Cermet-Trimmer, 10 kΩ..... | R15, R25 |

Kondensatoren:

| | |
|-------------------------------------|---|
| 22 pF/SMD/0805..... | C34 |
| 33 pF/SMD/0805..... | C49 |
| 47 pF/SMD/0805..... | C11, C12 |
| 68 pF/SMD/0805..... | C32, C33 |
| 100 pF/SMD/0805..... | C3, C7–C9, C60 |
| 680 pF/SMD/0805..... | C59 |
| 820 pF/SMD/0805..... | C19, C22, C31, C35, C42, C45, C50 |
| 3,3 nF/SMD/0805..... | C18, C23, C30, C36, C41, C46, C51 |
| 10 nF/SMD/0805..... | C2, C39 |
| 100 nF/SMD/0805..... | C6, C10, C14–C17, C20, C24, C26, C27, C29, C37, C40, C44, C47, C54, C55 |
| 470 nF/SMD/0805..... | C1 |
| 1 µF/SMD/0805..... | C4, C5 |
| 10 µF/SMD/1210...C28, C53, C56, C58 | |
| 10 µF/6,3 V/Tantal/ SMD..... | C25, C38, C43, C48 |

| | |
|-------------------------|----------|
| 10 µF/16 V..... | C13, C21 |
| 220 µF/16 V/105 °C..... | C52, C57 |

Halbleiter:

| | |
|----------------------------------|---------------|
| ELV06593/SMD/Hauptcontroller.... | IC1 |
| LTC1658/SMD..... | IC2 |
| TLC277C/SMD..... | IC3 |
| ELV06619/SMD/USB-Controller.... | IC4 |
| AD9833/SMD..... | IC5 |
| LMH6503MA/SMD..... | IC6 |
| 74HCT14/SMD..... | IC7 |
| MC34063/SMD..... | IC8 |
| BC848C..... | T1 |
| LL4148..... | D11, D12, 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, 25 MHz..... | Q2 |
| SMD-Induktivität, 10 µH, gewickelt..... | L1, L2, L6, L7 |
| SMD-Induktivität, 10 µH..... | L3–L5 |
| SMD-Induktivität, 150 µH/0,78 A..... | L8 |
| USB-B-Buchse, winkelprint..... | BU1 |
| BNC-Einbaubuchse..... | BU2–BU5 |
| 4 Haltewinkel..... | BU2–BU5 |
| Subminiatur-Relais, 2 x um, 5 V..... | REL1 |
| Sicherung, 375 mA, träge, SMD..... | S11 |
| 4 Lötstifte, 1 mm | |
| 1 Abschirmgehäuse, bearbeitet | |
| 4 Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm | |
| 1 DDS-110-Gehäuse, komplett, bearbeitet und bedruckt | |
| 1 USB-Kabel (Typ A auf Typ B) für USB 2.0, 1,5 m | |
| 1 CD Bedienssoftware DDS110 | |

die Datei „Preinstaller.exe“ auszuführen. Sie befindet sich ebenfalls im Ordner „ELV_DDS110_Drivers“. Anschließend kann das DDS-Board mit dem PC verbunden werden.

Nach der Installation des Treibers kann die ebenfalls auf der CD befindliche PC-Software installiert und gestartet werden. Um die Software optimal bedienen zu können, ist eine Bildschirmauflösung von mindestens 1024 x 768 Bildpunkten notwendig.

Nach dem Programmstart sollten zuerst alle notwendigen Kalibrierungen durchgeführt werden, das DDS-Board sollte sich dabei im betriebswarmen Zustand befinden, welcher nach ca. 5 Minuten erreicht wird. Die einzelnen Kalibrierungsmethoden können über den Menüpunkt „Einstellungen → Kalibrierung“ aufgerufen werden (Abbildung 10).

Als Erstes wird hier der Menüpunkt

„Offset“ ausgewählt, um einen eventuell auftretenden Offset zu kompensieren. Das sich öffnende Fenster (Abbildung 12) beinhaltet eine Anleitung, in der alle notwendigen Schritte aufgelistet sind. Um die Kompensierung des Offset umsetzen zu können, muss die Lötbrücke JP 1 geöffnet sein (Abbildung 11).

Mit einem Multimeter wird die am Signal-Ausgang „Signal-out“ anliegende

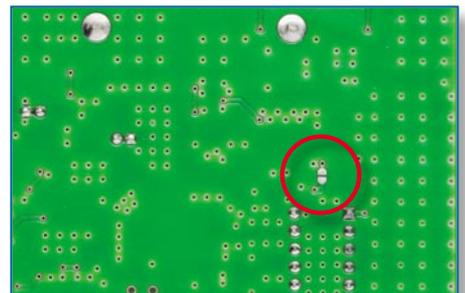


Bild 11: Lage der Lötbrücke

Gleichspannung gemessen. Nachdem die Schaltfläche „minimale Amplitude“ betätigt worden ist, wird mit Hilfe des Trimmers R 15 der Gleichspannungsanteil auf 0 V eingestellt. Anschließend wird die Schaltfläche „maximale Amplitude“ gedrückt und der jetzt gemessene Gleichspannungsanteil mit dem Trimmer R 25 wieder auf 0 V eingestellt. Die Einstellung wird mit dem Button „Schließen“ beendet.

Der nächste Punkt ist die Kalibrierung der Signalamplitude, Abbildung 13 zeigt das geöffnete Fenster, nachdem dieser Menüpunkt angewählt ist. Auch in diesem Fenster ist eine Anleitung mit den notwendigen Schritten zu sehen. Für die Kalibrierung der Amplitude muss im Hauptfenster eine Frequenz von 1 kHz eingestellt und am Signal-Ausgang eine Last in Form eines 50-Ω-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 erfolgt die Bestätigung der eigentlichen Kalibrierung mit dem Klick auf „Kalibrierdaten senden“. 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 25 ppm ausreicht, kann dieser Schritt übersprungen werden.

Für die Kalibrierung der Frequenz wird ein Frequenzzähler benötigt, der eine Genauigkeit von besser als 25 ppm haben muss, da ansonsten eine tatsächliche Verbesserung nicht sichergestellt ist. Der Erfolg der Kalibrierung steht und fällt mit der Genauigkeit dieses Frequenzzählers. Nach dem Öffnen des dazugehörigen Fensters bestehen zwei Möglichkeiten, eine Frequenzkalibrierung durchzuführen (Abbildung 14).

Bei der ersten Methode wird direkt die Oszillatorfrequenz am Pin 4 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 10 MHz Sinus eingestellt werden. Nun kann mit dem Frequenzzähler am Signal-Ausgang die anliegende Frequenz gemessen werden. Die nun ermittelte Frequenz in Hz wird in

WICHTIG!

Um für das DDS-Board einen ausreichenden ESD-Schutz zu gewährleisten, muss es in das dafür vorgesehene Gehäuse eingebaut werden.

Bild 12: Offset-Kalibrierung

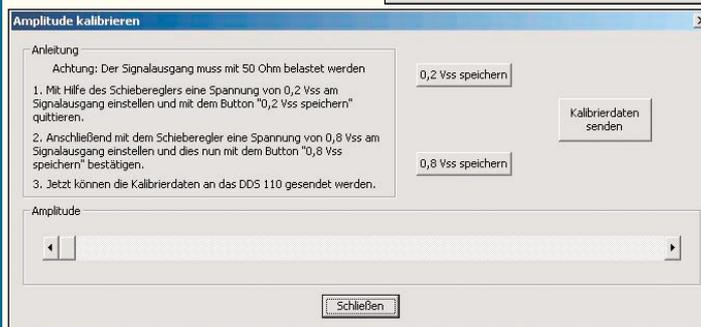
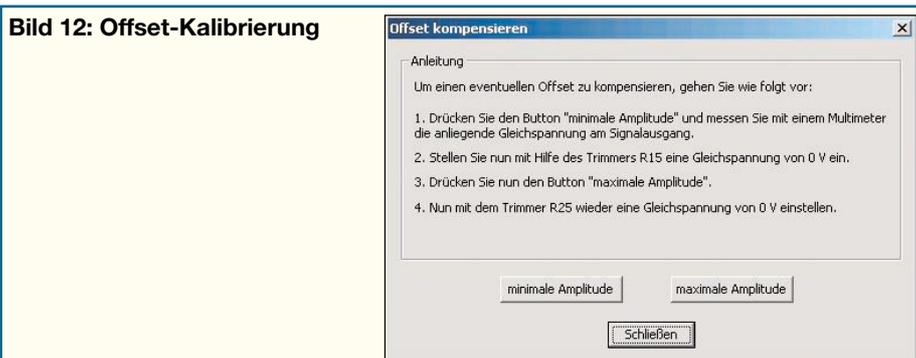


Bild 13: Kalibrierung der Amplitude

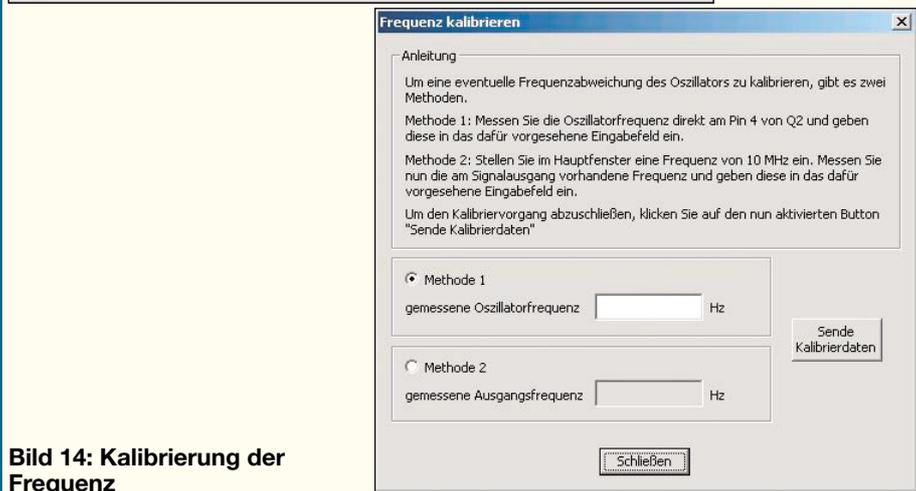


Bild 14: Kalibrierung der Frequenz

das Eingabefeld für die Methode 2 eingetragen. Dazu ist vorher der Auswahl-Button „Methode 2“ anzuklicken.

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

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

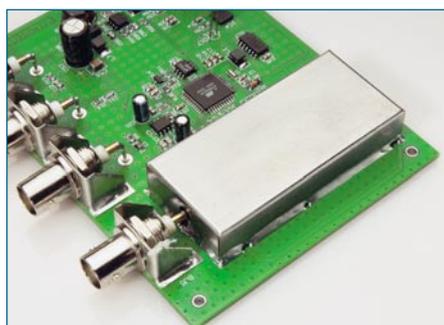


Bild 15: Montiertes Abschirmgehäuse

Endmontage, Anschluss und Einbau

Arbeitet das Gerät korrekt, erfolgt im letzten Schritt das Auflöten des Abschirmgehäuses. 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 in Abbildung 15).

Der Einbau der Platine in das passend bearbeitete und bedruckte Gehäuse erfolgt, indem die Platine in die Gehäuseunterschale gelegt wird und mit den Kunststoffschrauben 2,2 x 5 mm in den Bohrungen befestigt wird. Anschließend kann das Gehäuseoberteil von oben aufgelegt und verschraubt werden. Damit sind alle Aufbauarbeiten endgültig abgeschlossen. **ELV**

Datenblatt AD9833: Internetseite des Herstellers: <http://www.analog.com>