

Anwendungsbeispiel

Mini-Signalgenerator

DDS-Breakout-Board DDS-BOB1

Das DDS-Breakout-Board DDS-BOB1 kann als Signalgenerator beispielsweise zur Erstellung oder Prüfung eines individuellen passiven Filters oder als Taktgeber für digitale Schaltungen genutzt werden. Mit dem kleinen Formfaktor kann die Platine, auf der ein spezieller DDS-Signalgenerator-IC verwendet wird, sowohl auf einem Breadboard zum Experimentieren als auch im Stand-alone-Betrieb verwendet werden. Alle für den Betrieb des DDS-Signalgenerator-ICs benötigten Leitungen sind auf Stiftleisten gelegt und ermöglichen so z. B. eine einfache Einbindung in eine Mikrocontrollerschaltung. Das DDS-BOB1 liefert zum einen das direkte Ausgangssignal vom DDS-IC, zum anderen zwei verstärkte Signale, bei dem eins von der Gleichspannung entkoppelt ist.

Mit einem Klick
direkt zum Bausatz



DDS-BOB1

Artikel-Nr.
157872

Bausatz-
beschreibung
und Preis:



www.elv.com



Infos zum Bausatz DDS-BOB1



Schwierigkeitsgrad:
leicht



Ungefähre Bauzeit:
0,25 h



Besondere Werkzeuge:
Lötstation



Lötterfahrung:
ja



Programmierkenntnisse:
ja



Elektrische Fachkraft:
nein

Eckdaten

Mit dem DDS-BOB1 können sowohl Sinus- als auch Dreieck- und Rechtecksignale erzeugt werden. Die Ausgangsfrequenz lässt sich im Bereich von 15,25 MHz bis 1 MHz in 15,25-mHz-Schritten einstellen. Mit einem auf der Platine befindlichen Filterfeld können individuelle Filter direkt auf der Platine platziert werden. Über einen separaten Pin wird eine Spannung von 3,3 Volt für die Versorgung weiterer Hardware bereitgestellt.

Im ELVjournal 4/2022 wurde der Mini-DDS-Signalgenerator [1] vorgestellt, der mit einem TFT-Farbdisplay und drei Bedienelementen, darunter einem Bedienrad mit Tastfunktion, eine bereits sehr kompakte Bauform hat. Aber manchmal ist es gerade die Miniaturisierung, die ein Projekt erst möglich macht. Aus diesem Grund wurde das DDS-Breakout-Board DDS-BOB1 entwickelt.

Gegenüber anderen DDS-Breakout-Boards beinhaltet das DDS-BOB1 aber nicht nur die Kernstücke eines DDS-Signalgenerators, also das DDS-IC und einen Quarzoszillator als Taktgeber, sondern es verfügt zusätzlich über einen Verstärker, einen stabilisierten Spannungsausgang mit 3,3 Volt und ein Filterfeld für die Erstellung individuell angepasster Ausgangsfilter. Alles zusammen befindet sich auf einer sehr kleinen

Platine mit den Abmessungen von 26 x 20 mm. Bild 1 zeigt das DDS-BOB1 auf einem gängigen Breadboard halber Größe.

Schaltung

In Bild 2 ist das sehr kompakte Schaltbild des DDS-BOB1 dargestellt. Als Spannungsversorgung für den DDS-BOB1 wird über den Pin 2 (Vin) der Stiftleiste J2 eine Spannung im Bereich von 4,5 bis 12 V angelegt. Aus dieser Eingangsspannung wird mittels des Linearspannungsreglers VR1 vom Typ TS9011SCY eine Gleichspannung von 3,3 V erzeugt. Die Kondensatoren C14 bis C17 dienen zur Filterung und Glättung.

Mit der 3,3-V-Betriebsspannung wird der Quarzoszillator Y1 versorgt, der den zum Betrieb des DDS-Signalgenerators U2 benötigten Grundtakt von 4,096 MHz erzeugt. Mit der Induktivität L3 und den Kapazitäten C13, C19 und C20 werden eventuelle Störeinflüsse und Spannungsspitzen gefiltert und geglättet. Auch der DDS-Signalgenerator U2 vom Typ AD9837 wird mit der vom Linearregler VR1 erzeugten Spannung von 3,3 V betrieben und erzeugt intern eine weitere Spannung von 2,5 V, die mit C10–C12 gefiltert wird, für den Betrieb der internen digitalen Schaltkreise.

Die 3,3-V-Betriebsspannung liegt auch am Pin 3 (Vout) der Stiftleiste J2 an und kann so für die Versorgung weiterer Baugruppen genutzt werden. Achten Sie in dem Fall aber auf die maximale Verlustleistung von 0,5 W, die am Linearregler entstehen darf.

Bild 3 zeigt den inneren Aufbau des AD9837 in Form eines Blockschaltbilds. Zentrale Elemente sind hier der SIN-ROM, ein Speicher, in dem der „Kurvenverlauf“ des zu erzeugenden Sinussignals abgelegt ist, der Phase-Accumulator, ein Register, das definiert, welche Werte aus dem SIN-ROM ausgelesen werden sollen, und der DAC, ein 10-Bit-Digital-Analog-Wandler, der die aus dem SIN-ROM stammenden digitalen Werte in ein analoges Signal konvertiert und es am Signalausgang VOUT ausgibt.

Neben der Erzeugung eines Sinus- und Dreiecksignals ist es beim DDS-BOB1 auch möglich, ein Rechtecksignal zu erzeugen. Dazu wird

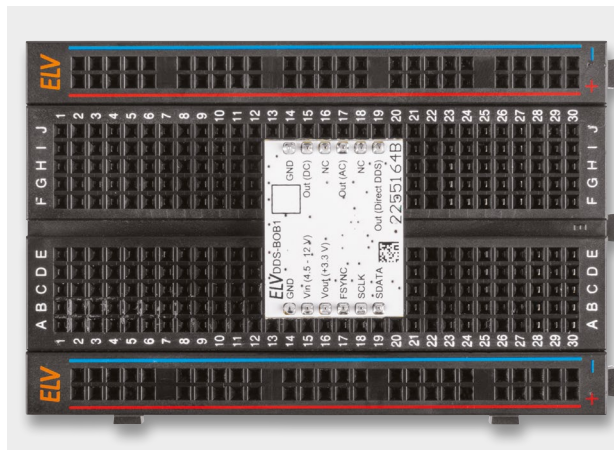


Bild 1: Das DDS-Breakout-Board auf einem Steckbrett

das SIN-ROM überbrückt und nur noch das höchstwertige Bit (MSB) des Phase-Accumulators ausgewertet. Ist das MSB gesetzt, wird am Ausgang VOUT ein Pegel von 3,3 V ausgegeben, ansonsten ca. 0 V.

Zusätzlich zu den Spannungsein- und -ausgängen befinden sich auf der Stiftleiste J2 auch die SPI-Anschlüsse (FSYNC, SCLK, SDATA) des DDS-Signalgenerators, über die der Generator angesteuert wird. Durch die Widerstände R5 bis R10 erhält jeder SPI-Anschluss einen eigenen Spannungsteiler, mit dem es ermöglicht wird, Mikrocontrollersysteme zu nutzen, die mit einer Betriebsspannung von 3 bis 5 V arbeiten.

Das am Pin 10 (VOUT) des DDS-Signalgenerators erzeugte Ausgangssignal teilt sich nun in zwei Signalwege auf. Ein Signalweg geht direkt auf den Pin 6

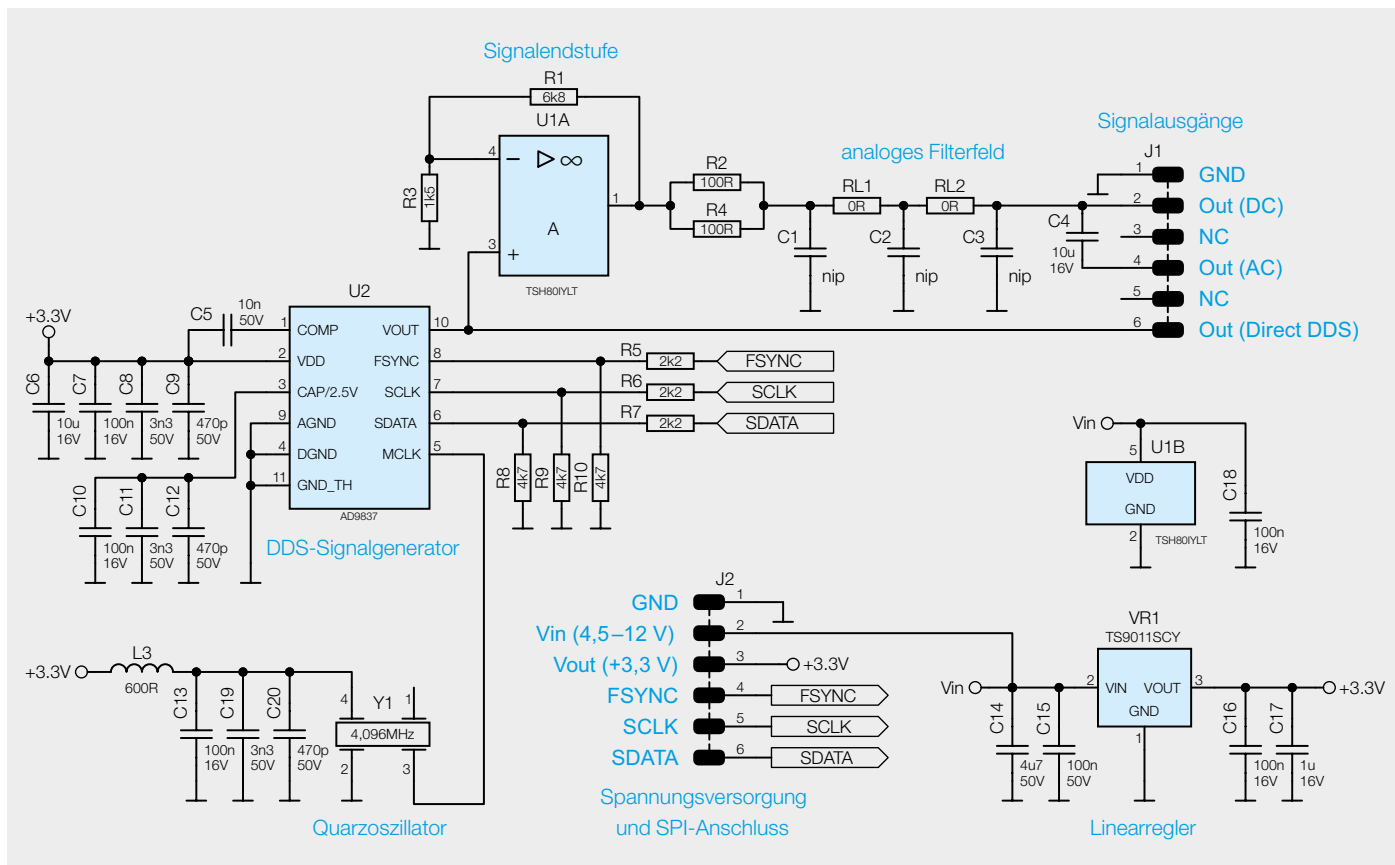


Bild 2: Das Schaltbild des DDS-Breakout-Boards

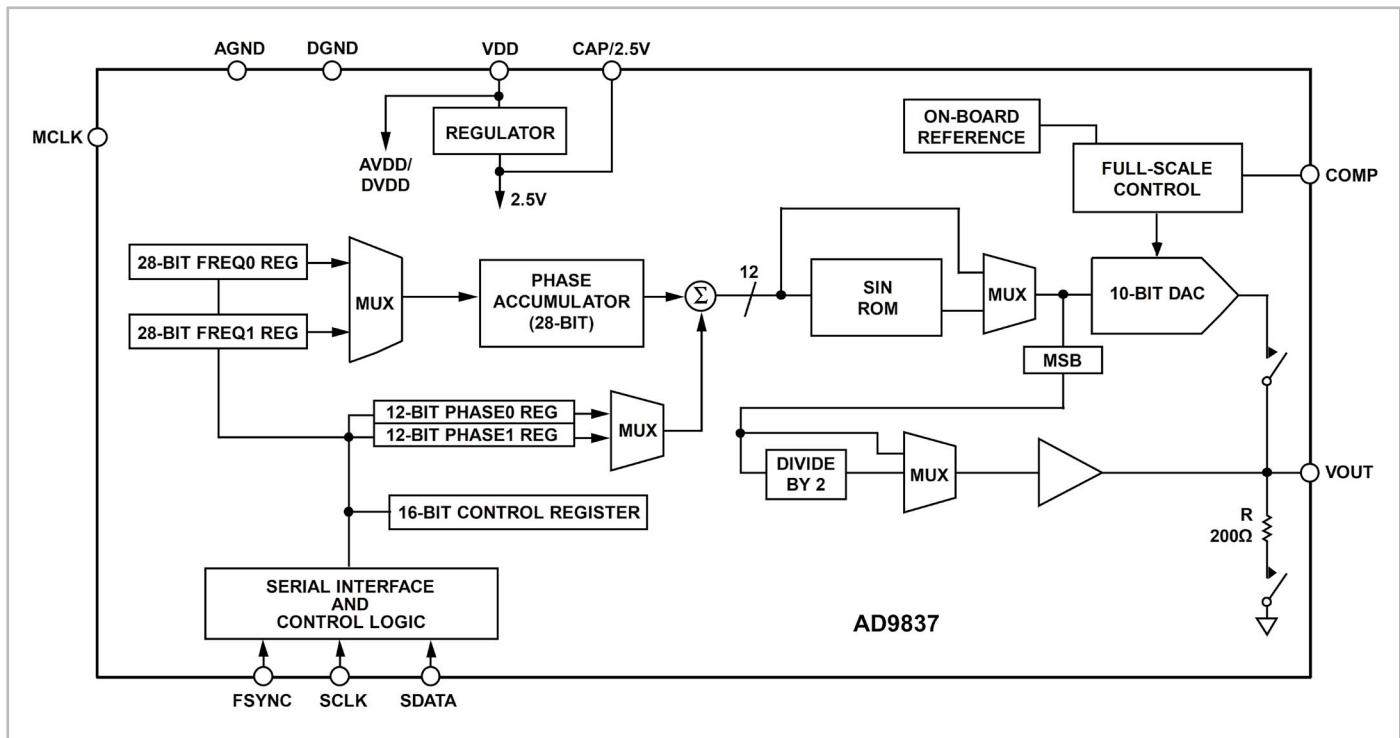


Bild 3: Blockschaltbild des DDS-ICs AD9837

(Direct DDS) der Stiftleiste J1 und kann so unverändert abgegriffen werden. Der zweite Signalweg führt über den Operationsverstärker U1, wo das Signal mit einem eingestellten Faktor von 5,53 verstärkt wird und anschließend am Pin 1 vom Operationsverstärker U1 ausgegeben wird. Anschließend folgt mit den zwei Widerständen R2 und R4 eine Impedanzanpassung auf 50 Ω, und das Signal wird über das optionale Filterfeld direkt an Pin 2 (DC) von J1 geführt oder durch den Kondensator C4 zusätzlich vom Gleichspannungsanteil entkoppelt und dann auf den Pin 4 (AC) von J1 geführt.

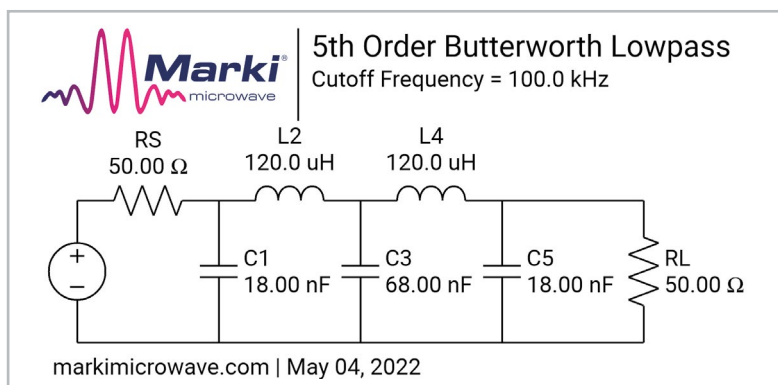


Bild 4: Beispiel eines LC-Filters fünfter Ordnung

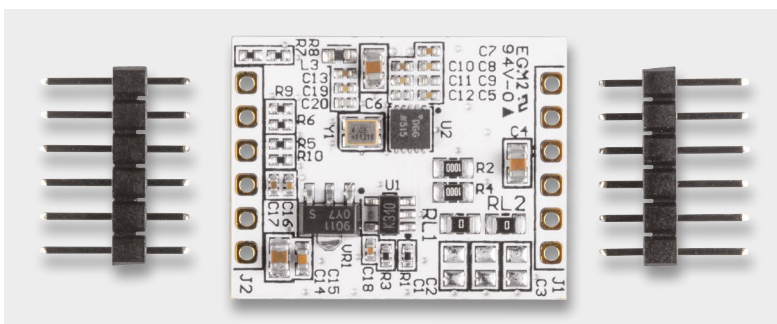


Bild 5: Der Lieferumfang des DDS-Breakout-Boards

Das Filterfeld

Eine Besonderheit des DDS-B0B1 stellt das vorhandene Filterfeld dar. Mit diesem ist es dem Anwender möglich, sein individuell angepasstes Ausgangsfilter direkt auf der Platine zu setzen. Das kompakte Design des Filterfelds eliminiert weitestgehend parasitäre Effekte wie zusätzliche induktive oder kapazitive Einwirkungen auf das eigentliche Filter.

Das Filterfeld besteht aus den fünf 0805-SMD-Pads C1 bis C3 sowie RL1 und RL2. Auf diesen SMD-Pads können Sie nun Ihre eigenen Bauteile platzieren. Dabei ist es nicht zwingend notwendig, Bauteile im Format 0805 zu verwenden, auch Bauteile im Format 0603 oder 1206 lassen sich manuell auflöten.

Ab Werk sind die beiden Pads RL1 und RL2 mit einem 0-Ω-Widerstand bestückt und das Signal gelangt somit ungefiltert an die Ausgangspins 2 (DC) und 4 (AC) von J1. Durch die Anordnung der Pads können RC-/LR-/LC-/RLC-Filter erzeugt werden, im Falle der LC-Filter sogar bis hin zur fünften Ordnung.

Bild 4 zeigt beispielhaft ein Tiefpassfilter fünfter Ordnung mit einer Grenzfrequenz von 100 kHz. Für die Berechnung der Komponentenwerte von passiven Filtern gibt es diverse Webseiten, auf denen Online-Rechner zur Verfügung stehen. Auf den unter [2], [3] und [4] angegebenen Webseiten finden sich drei gute Online-Rechner für diverse passive Filter.

Lieferumfang und Nachbau

Dank der schon vorbestückten SMD-Bauteile ist der Aufwand für den Zusammenbau sehr gering. Wie aus dem Lieferumfang in Bild 5 zu erkennen ist, müssen nur noch die zwei Stiftleisten angelötet werden. Bild 6 zeigt das Platinenfoto und den zugehörigen Bestückungsplan der fertig aufgebauten Platine.

Möchten Sie ein individuelles Filter verwenden, dann werden Sie auch SMD-Bauteile in dem vorge-

Widerstände:

0 Ω/SMD/0805	RL1, RL2
100 Ω/SMD/0805	R2, R4
1,5 kΩ/SMD/0402	R3
2,2 kΩ/SMD/0402	R5–R7
4,7 kΩ/SMD/0402	R8–R10
6,8 kΩ/SMD/0402	R1

Kondensatoren:

470 pF/50 V/SMD/0402	C9, C12, C20
3,3 nF/50 V/SMD/0402	C8, C11, C19
10 nF/50 V/SMD/0402	C5
100 nF/16 V/SMD/0402	C7, C10, C13, C16, C18
100 nF/50 V/SMD/0603	C15
1 µF/16 V/SMD/0402	C17
4,7 µF/50 V/SMD/0805	C14
10 µF/16 V/SMD/0805	C4, C6

Halbleiter:

TSH80/SMD	U1
AD9837/SMD	U2
TS9011SCY RMG/SMD	VR1

Sonstiges:

Chip-Ferrit, 600 Ω bei 100 MHz, 0603	L3
Quarzoszillator, 4,096 MHz, SMD	Y1
Stiftleisten, 1x 6-polig, gerade, THT	J1, J2

Bild 6: Platinenfotos und zugehörige Bestückungsdrucke des DDS-BOB1

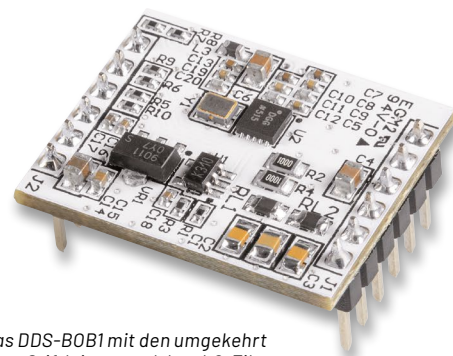
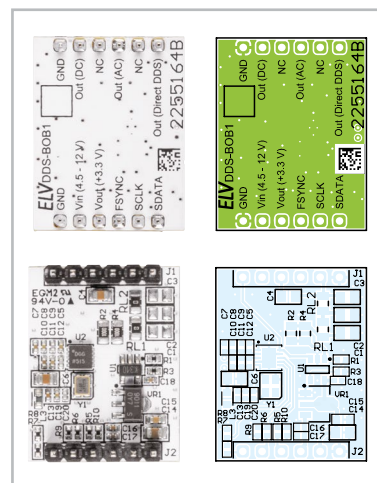


Bild 7: Das DDS-BOB1 mit den umgekehrt montierten Stiftleisten und dem LC-Filter.

sehenen Filterfeld auflöten müssen. In bestimmten Filterkonstellationen kann es dann vorkommen, dass die benötigten Bauteile eine hohe Bauform haben und größer sind als die Kunststoffkörper der beiden Stiftleisten. In diesem Fall bietet es sich an, die beiden Stiftleisten umgekehrt zu montieren. Ansonsten liegt das DDS-BOB1 beim Einstecken in ein Steckbrett auf den hohen Bauteilen auf.

Inbetriebnahme

Für den Betrieb des DDS-BOB1 benötigen Sie einen Mikrocontroller, der den DDS-Signalgenerator über

die SPI-Anschlüsse ansteuert. Dies kann z. B. ein Arduino sein, wie im **Titelbild** zu sehen ist. Die Nutzung eines Arduinos hat den Vorteil, bereits vorhandene Bibliotheken nutzen und somit schnell die benötigten Funktionen in eigene Projekte einbinden zu können.

Für die Suche nach passenden Bibliotheken kann der in der Arduino-IDE integrierte Bibliotheksverwalter (**Bild 8**) genutzt werden, oder Sie suchen passende Bibliotheken direkt im Internet. Hierbei sei erwähnt, dass die Ansteuerung des im DDS-BOB1 eingesetzten DDS-Signalgenerators AD9837 die

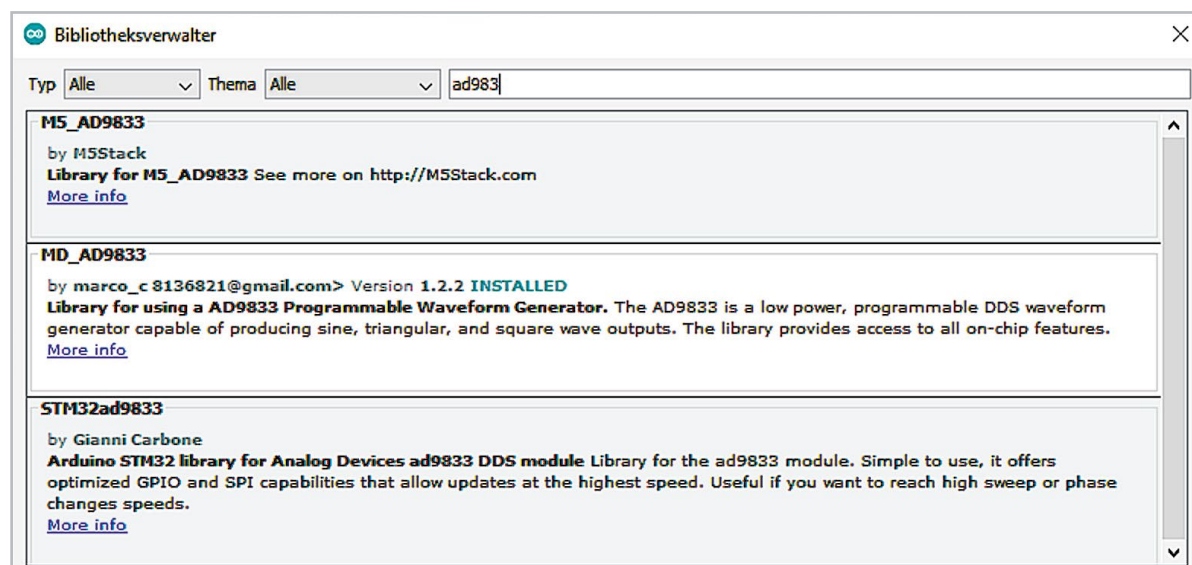


Bild 8: Die Suche nach vorhandenen Arduino-Bibliotheken über den Bibliotheksverwalter, hier für den DDS-Signalgenerator AD983x

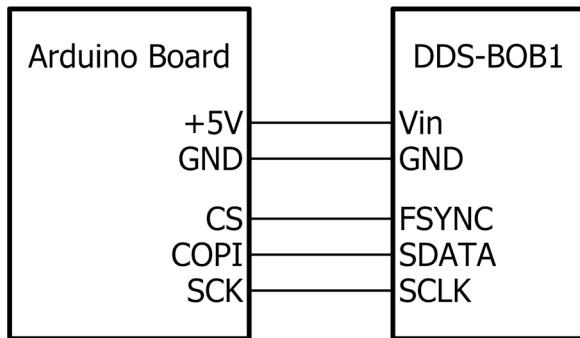


Bild 9: Die Verbindungen zwischen dem Arduino und dem DDS-BOB1

gleiche ist wie beim Typ AD9833 und somit auch diese Arduino-Bibliotheken genutzt werden können. Nach der Auswahl einer passenden Bibliothek können Sie einen eigenen Sketch in der Arduino-IDE programmieren oder ein eventuell bestehendes Beispiel aus der Bibliothek verwenden.

Bei der Verwendung eines Arduinos, der üblicherweise über eine USB-Verbindung versorgt wird, kann das Board auch als Spannungsversorgung für das DDS-BOB1 genutzt werden. Dazu sind der Spannungsausgang (+5 V) und der Masseanschluss (GND) vom Arduino an den entsprechenden Anschlüssen (Vin und GND) des DDS-BOB1 anzuschließen.

Neben diesen Versorgungsanschlüssen müssen auch die SPI-Kommunikationsleitungen zwischen den Geräten verbunden werden. Dazu wird der Datenausgang COPI (Controller Out Peripheral In) des Arduinos mit dem Pin SDATA und der Taktausgang SCK mit dem Pin SCLK des DDS-BOB1 verbunden. Zum Schluss bleibt noch der „Chip-Select-Ausgang“ CS, mit dem der Arduino die Kommunikationsbereitschaft signalisiert. Dieser ist an dem Pin FSYNC des DDS-BOB1 angeschlossen. Eine übersichtliche Darstellung der benötigten Verbindungen zeigt das Blockschaltbild in Bild 9.

Schließen Sie nun den Arduino per USB an Ihren Computer an und flashen Sie den programmierten Sketch in den angeschlossenen Arduino.

Damit sind alle Schritte für den Betrieb des DDS-BOB1 erledigt und das Gerät ist einsatzbereit. Um das Ausgangssignal optimal abzugreifen und Störeinflüsse von außen zu vermeiden, sollten die Leitungslängen möglichst kurz gehalten werden. Werte zu den maximalen Leitungslängen sind in den technischen Daten angegeben.

Anwendungsbeispiele

Ähnlich wie beim Mini-DDS-Signalgenerator MDS1 aus dem ELVjournal 4/2022 liegen die typischen Anwendungsgebiete des DDS-BOB1 beim Test von Audio- und Filterschaltungen oder der Generierung von sehr stabilen und fein einstellbaren Taktsignalen.

Durch den Einsatz des DDS-BOB1 direkt auf Steckboards können Sie die erzeugten Ausgangssignale bequem und schnell abgreifen. Im einfachsten Fall schließen Sie nur einen Lautsprecher an, um die erzeugten Signale hörbar zu machen. Manchmal ist es aber notwendig, das Ausgangssignal durch den Einsatz weiterer Hardware anzupassen, damit es für Ihre Anwendung richtig nutzbar wird. In diesem Fall können Sie für die Anpassungen z. B. das ELV Prototypenadapter-Sortiment [5] nutzen, das speziell für die Verwendung auf Steckbrettern ausgelegt ist und über eine große Anzahl an Bauteilen verfügt.

Gerade die Möglichkeit, mit eigenen Programmen die Ansteuerung des DDS-BOB1 komplett selbst zu definieren und weitere ansteuerbare Hardware einzubinden, erzeugt zusätzliche Anwendungsgebiete. Zum Beispiel lassen sich analoge Modulationssignale wie AM/FM oder auch einfache digitale Modulationen wie ASK, FSK und PSK realisieren. Auch Wobbelgeneratoren, die eigenständig einen definierten Frequenzbereich durchlaufen, können so erzeugt werden. **ELV**

Geräte-Kurzbezeichnung:	DDS-BOB1
Versorgungsspannung:	4,5–12 V _{DC}
Stromaufnahme:	min. 15 mA, peak max. 45 mA @ 5 V _{DC}
Signalform:	Sinus, Dreieck, Rechteck
Taktgeber:	4,096 MHz Quarzoszillator
Signalausgangsfrequenz	0,01525 Hz bis 1 MHz
Auflösung:	0,01525 Hz
Genauigkeit:	50 ppm
Signalausgangsspannung:	
Sinus/Dreieck	
Direct DDS output	610 mV _{pp} ±6 %
AC coupled/DC coupled output	3,3 V _{pp} ±9 %
Rechteck	
Direct DDS output	3,3 V _{pp} ±3 %
AC coupled/DC coupled output	4,5–12 V _{pp} ±5 % @ Vin 4,5–12 V _{DC}
Max. Leitungslänge an den Signalausgängen:	4 cm
Max. Leitungslänge an allen anderen Anschlüssen:	20 cm
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Abmessungen (B x H x T):	26 x 20 x 12 mm
Gewicht:	3 g

Technische Daten

i Weitere Infos

- [1] ELV Bausatz Mini-DDS-Signalgenerator MDS1: Artikel-Nr. 157710
- [2] ElectronicBase – Low Pass Filter Calculator: <https://electronicbase.net/low-pass-filter-calculator/>
- [3] Okawa – Filter Design and Analysis: <http://sim.okawa-denshi.jp/en/Fkisean.htm>
- [4] RFTools – LC Filter Design Tool: <https://rf-tools.com/lc-filter/>
- [5] ELV Prototypenadapter-Sortiment: <https://de.elv.com/pad>

Alle Links finden Sie auch online unter: de.elv.com/elvjournal-links