

Version 09/03



## Signalgenerator DDS20 (Bausatz)

Best.-Nr. 19 03 16

**Diese Bedienungsanleitung gehört zu diesem Produkt. Sie enthält wichtige Hinweise zur Inbetriebnahme und Handhabung. Achten Sie hierauf, auch wenn Sie dieses Produkt an Dritte weitergeben.**

Heben Sie deshalb diese Bedienungsanleitung zum Nachlesen auf!

Eine Auflistung der Inhalte finden Sie in dem Inhaltsverzeichnis mit Angabe der entsprechenden Seitenzahlen auf Seite 3.



# Einführung

Sehr geehrter Kunde,

wir bedanken uns für den Kauf dieses Produkts.

Lesen Sie sich vor Inbetriebnahme des Produkts die komplette Bedienungsanleitung durch, beachten Sie alle Bedienungs- und Sicherheitshinweise!

Das Produkt ist EMV-geprüft und erfüllt die Anforderungen der geltenden europäischen und nationalen Richtlinien. Die CE-Konformität wurde nachgewiesen, die entsprechenden Erklärungen sind beim Hersteller hinterlegt.

**Alle enthaltenen Firmennamen und Produktbezeichnungen sind Warenzeichen der jeweiligen Inhaber. Alle Rechte vorbehalten.**

Bei Fragen wenden Sie sich an unsere Technische Beratung:

Deutschland: Tel. 0180/5 31 21 16 oder 0 96 04/40 88 45  
Fax 0 96 04/40 88 48

E-Mail: [tkb@conrad.de](mailto:tkb@conrad.de)  
Mo. bis Fr. 8.00-18.00 Uhr

Österreich: Tel. 072 42/20 30 60, Fax 072 42/20 30 66  
E-Mail: [support@conrad.at](mailto:support@conrad.at)  
Mo. bis Do., 8.00-17.00 Uhr, Fr. 8.00-14.00 Uhr

Schweiz: Tel. 0848/80 12 88, Fax 0848/80 12 89  
E-Mail: [support@conrad.ch](mailto:support@conrad.ch)  
Mo. bis Fr. 8.00-12.00, 13.00-17.00 Uhr

# Inhaltsverzeichnis

1. Bestimmungsgemäße Verwendung .....	4
2. Sicherheitshinweise .....	4
3. Technische Daten .....	5
4. Allgemein .....	6
5. Aufbau .....	11
a) Grundsätzliche Informationen .....	11
b) Lötanleitung .....	13
c) Schaltbild .....	14
d) Bestückungsplan, Platinenseite 1 .....	15
e) Bestückungsplan, Platinenseite 2 .....	16
f) Stückliste .....	17
g) Aufbau der Platine .....	18
6. Inbetriebnahme .....	20
7. Bedienung .....	21
a) Frequenzeinstellung .....	21
b) Amplitudeneinstellung .....	21
c) Wobbelgenerator .....	21
d) Frequenzen speichern und abrufen .....	22
e) Weiterführende Funktionen, Programmierung .....	22
8. Schaltungsbeschreibung .....	24
9. Handhabung .....	26
10. Entsorgung .....	26

# 1. Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Bausatz „Signalgenerator DDS20“ dient grundsätzlich zur Erzeugung von Sinus- und Rechtecksignalen im Bereich von 0.1Hz bis 20MHz.



Beachten Sie dazu die ausführliche Beschreibung des Systems unter Kapitel 4 ab Seite 6. Die Endstufe zur Sinussignal-Erzeugung (IC7, AD811) und das zugehörige Poti (R6) sind nicht im Lieferumfang enthalten und können bei Bedarf z.B. bei Conrad Electronic per Sonderbestellung angefordert werden.

## 2. Sicherheitshinweise



**Bei Schäden, die durch Nichtbeachten dieser Bedienungsanleitung verursacht werden, erlischt der Garantieanspruch. Für Folgeschäden übernehmen wir keine Haftung!**

**Bei Sach- oder Personenschäden, die durch unsachgemäßen Aufbau, unsachgemäße Handhabung oder Nichtbeachten der Sicherheitshinweise verursacht werden, übernehmen wir keine Haftung. In solchen Fällen erlischt jeder Garantieanspruch!**

Derjenige, der einen Bausatz fertigstellt oder eine Baugruppe durch Erweiterung bzw. Gehäuseeinbau betriebsbereit macht, gilt nach DIN VDE 0869 als Hersteller und ist verpflichtet, bei der Weitergabe des Gerätes alle Begleitpapiere mitzuliefern und auch seinen Namen und seine Anschrift anzugeben. Geräte, die aus Bausätzen selbst zusammengestellt werden, sind sicherheitstechnisch wie ein industrielles Produkt zu betrachten.

Falls Sie keine Fachkenntnisse für den Aufbau des Bausatzes haben, so lassen Sie den Aufbau von einer entsprechenden Fachkraft vornehmen. Durch die verwendete SMD-Technik werden hohe Anforderungen an die Lötkenntnisse gestellt.



Gehen Sie deshalb sehr sorgfältig beim Zusammenbau vor.

Der Betrieb ist nur fest eingebaut in einem dazu geeigneten Gehäuse erlaubt, das in trockenen Innenräumen aufgestellt und betrieben wird. Die vom „Signalgenerator DDS20“ benötigte Betriebsspannung (siehe techn. Daten) muss ausreichend stabilisiert sein.

Aus Sicherheits- und Zulassungsgründen (CE) ist das eigenmächtige Umbauen und/oder Verändern des Produkts nicht gestattet; verwenden Sie ausschließlich die mitgelieferten Bauelemente/Bauteile zum Aufbau des Bausatzes. Bei einem Defekt von Bauelementen/Bauteilen sind diese durch genau baugleiche Bauelemente/Bauteile zu ersetzen.

Lassen Sie das Verpackungsmaterial nicht achtlos liegen, Plastikfolien/-tüten, Styroportteile, etc., könnten für Kinder zu einem gefährlichen Spielzeug werden.

Gehen Sie vorsichtig mit dem Produkt um - durch Stöße, Schläge oder dem Fall aus bereits geringer Höhe wird es beschädigt.



**Beachten Sie alle weiteren Hinweise/Sicherheitshinweise zum Aufbau und Betrieb in den einzelnen Kapiteln dieser Bedienungsanleitung.**

### 3. Technische Daten

**Sinussignal (Achtung, IC7=AD811 und zugehöriges Poti nicht im Lieferumfang!)**

Frequenzbereich: ..... 0,1Hz bis 20MHz  
Ausgangsspannung: ..... 0V bis 4V<sub>ss</sub>, R<sub>I</sub>=50Ω  
Nebenwellenabstand: ..... ca. 50dB bis 10MHz

**Rechtecksignal**

Bereich: ..... 0,5Hz bis 20MHz  
Ausgangsspannung: ..... 5V<sub>ss</sub>, R<sub>I</sub>=50Ω, TTL-Pegel  
Signalanstiegszeit: ..... < 4ns  
Anzeige: ..... LC-Display, 8-stellig, mit Funktionsanzeige  
Frequenzauflösung: ..... 0,1Hz im Bereich von 0,1Hz - 9,9999999MHz  
1Hz im Bereich von 10MHz - 20MHz  
Genauigkeit: ..... softwaremäßig kalibrierbar, ohne Kalibrierung 50ppm

**Wobbelgenerator**

Wobbelbereich: ..... 0,1Hz bis 20MHz  
Wobbelfrequenz: ..... 0,1Hz bis 20Hz

**Weitere Features**

- PLL-Faktor: ..... 1 bis 100
- Zwischenfrequenz: ..... 0 bis 2GHz, addier- oder subtrahierbar
- Programmierung des Frequenz-Einstellbereiches (minimale/maximale Frequenz)
- 10 nichtflüchtige Speicher für Frequenzen
- Nichtflüchtige Speicherung der zuletzt aktiven Frequenz

Spannungsversorgung: ..... +7V= bis +12V=/100mA  
und -7V= bis -12V=/100mA (nur bei Sinussignal)  
Abmessungen: ..... B\*H, ca. 154mm \* 64mm

## 4. Allgemein

Der „Signalgenerator DDS20“ kann Sinus- und Rechtecksignale im Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 20 MHz erzeugen (für Sinussignal ist IC7=AD811 und das zugehörige Poti R6 zu bestücken, diese sind jedoch nicht im Lieferumfang!).

Durch das DDS-Verfahren ergeben sich sowohl eine ausgezeichnete Signalqualität (hoher Nebenwellenabstand) als auch sehr kleine Frequenz-Einstellschritte. Das DDS-Board ist universell einsetzbar, z. B. zum preisgünstigen Aufbau eines hochwertigen Sinus-/Rechteckgenerators oder einer hochauflösenden Zeitbasis für Kurzwellenempfänger o. ä.

Das DDS-Verfahren (direct digital synthesis, direkte digitale Synthese) erzeugt Signale auf digitale Weise durch direkte Digital-Analog-Wandlung und besitzt gegenüber allen anderen Verfahren entscheidende Vorteile:

- Hohe Frequenzgenauigkeit (Genauigkeit des Systemtaktes)
- Sehr kleine Frequenzeinstellschritte im gesamten Frequenzbereich
- Gute Temperatur- und Zeitstabilität
- Ein einziger großer Frequenzbereich, d. h. keine Bereichsumschaltung
- Schnelles, phasendurchgängiges Abstimmen
- Kein Frequenzüberschwingen bei Frequenzänderung

Sinus-Signale lassen sich durch den mathematischen Ausdruck  $a(t) = A \cdot \sin(\omega \cdot t)$  beschreiben. Dieser periodische Kurvenverlauf lässt sich digital durch Ausgabe von entsprechenden Digitalwerten (Abtastwerte einer Sinusschwingung) auf einem Digital- Analogwandler erzeugen.

Die Phase einer Sinusschwingung ( $\omega \cdot t$ ) reicht von  $0^\circ$  bis  $360^\circ$  (im Winkelmaß) bzw. von 0 bis  $2\pi$  (im Bogenmaß). Sie läuft rampenförmig von 0 bis  $2\pi$  hoch und springt dann auf 0 zurück.

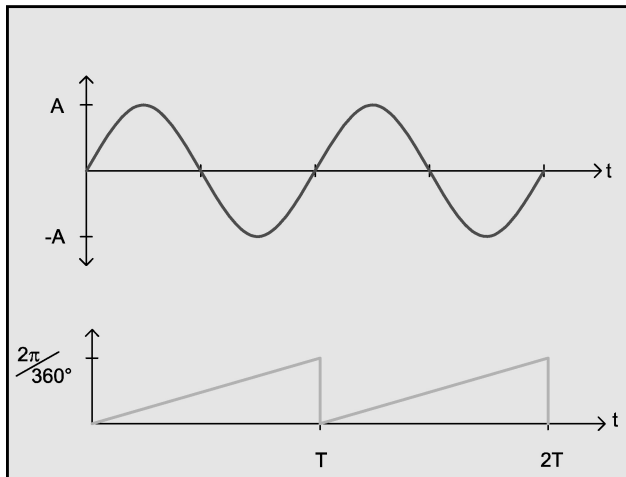
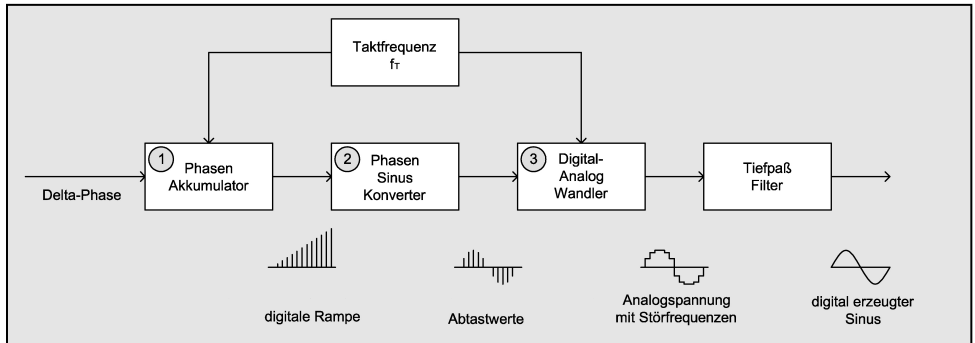


Bild 1: Sinusschwingung mit zugehöriger Phase

Bild 1 zeigt eine Sinusschwingung und die zugehörige Phase. Für die Erzeugung des Sinussignals per DDS wird diese Phase digital über den so genannten Phasen-Akkumulator erzeugt. Der zur aktuellen Phase gehörende Digitalwert ist in einer Tabelle abgelegt und wird auf einen Digital-Analogwandler gegeben, der dann den entsprechenden Spannungswert erzeugt.

Der im DDS-Board eingesetzte Chip „AD9835“ beinhaltet ein komplettes DDS-System, das gemäß des vereinfachten Blockschaltbildes (Bild 2) näher erläutert werden soll.



**Bild 2: Blockschaltbild des AD9835**

Der „direkte digitale Synthesizer“ besteht im Wesentlichen aus drei Hauptkomponenten:

- 1. Phasen-Akkumulator**
- 2. Phasen-Sinus-Konverter (Tabelle mit Abtastwerten)**
- 3. Digital/Analog-Wandler**

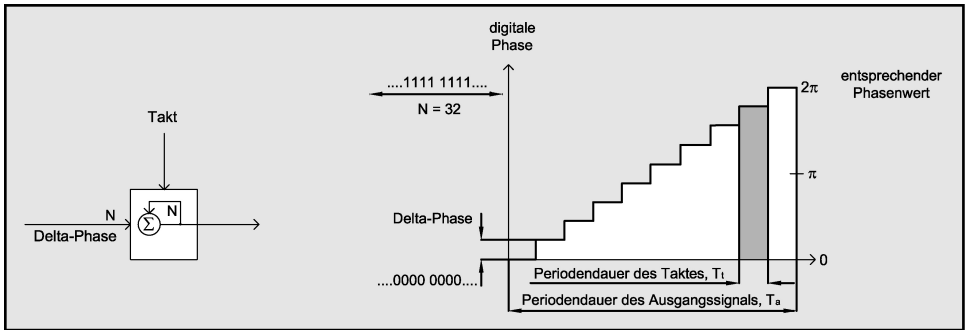
Wie bereits erläutert, reicht die Phase einer Sinusschwingung von 0 bis  $2\pi$ . Der Phasen-Akkumulator (1) ist ein 32 Bit breiter Speicher (Auflösung:  $2^{32} = 4.294.967.296$ ), der in digitaler Form die aktuelle Phase der zu erzeugenden Sinusschwingung enthält.

Ist jede Stelle des 32-Bit-Speichers 0 (Null), so entspricht dies 0 Rad. Steht an jeder Stelle eine 1, hat die Phase  $2\pi$  Rad erreicht. Während jedes Taktzyklus der Taktfrequenz  $f_T$  wird zum Inhalt des Phasen-Akkumulators der Wert „Delta-Phase“ addiert.

Der Wert „Delta-Phase“ repräsentiert dabei den Phasensprung in der Sinusschwingung pro Taktzyklus und wird von einem Mikrocontroller in den Chip geschrieben.

Das Ausgangssignal des Phasen-Akkumulators entspricht somit einer digitalen Rampe, deren Wiederhol-frequenz gleich der Frequenz des erzeugten Sinussignals ist.

Bild 3 auf der nächsten Seite zeigt die vereinfachte Innenschaltung des Phasen-Akkumulators und die digitale Rampe.



**Bild 3: Vereinfachter Phasenakkumulator und digitale Phase**

Gemäß Bild 3 berechnet sich die Frequenz  $f_a$  des Sinussignals wie folgt:

$$f_a = 1 / T_a$$

$$T_a = \text{Anzahl der Phasensprünge pro Ausgangssignalperiode} \cdot T_t$$

$$T_t = 1 / f_t \quad f_t = \text{Taktfrequenz des Systems}$$

Die Anzahl der Phasensprünge pro Ausgangssignalperiode ergibt sich zu:

$$\text{Anzahl der Phasensprünge} = 2^{32} / \text{„Delta Phase“}$$

Damit kann die Frequenz des Ausgangssignals nach folgender Formel berechnet werden:

$$f_a = 1 / T_a = \text{„Delta Phase“} / (2^{32} \cdot f_t)$$

Somit besitzt der Synthesizer zwei digitale, frequenzbestimmende Eingänge, nämlich die Taktfrequenz und den Phasensprung „Delta-Phase“.

Damit bestimmen Genauigkeit und Stabilität der Taktfrequenz die Genauigkeit und Stabilität des Sinussignals.

Die Frequenzauflösung, d. h. der kleinste Einstellschritt des Sinussignals, wird durch die Wortbreite N von „Delta-Phase“ festgelegt. Die Frequenzauflösung  $\Delta f$  ergibt sich zu:

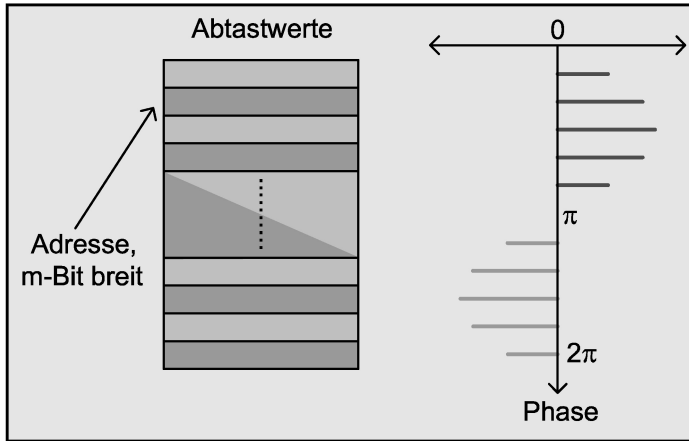
$$\Delta f = f_t / 2^N$$



Beim DDS-Board liegt der kleinste (interne) Frequenzeinstellschritt bei einer Taktfrequenz von 50MHz und einer Wortbreite von  $N = 32$  bei 11,64mHz.

Der Phasen-Sinus-Konverter (2) besteht im wesentlichen aus einem Speicher (Tabelle), über dessen Adressbereich verteilt die digitalen Abtastwerte einer Sinusschwingung stehen. Dieser Speicher wird nun periodisch mit den „m“-höchstwertigen Bits des Phasen-Akkumulators als Adressen ausgelesen.

Eine Begrenzung auf „m“-Bit ist erforderlich, um den Aufwand für den Speicher gering zu halten. Damit werden periodisch die Abtastwerte einer Sinusschwingung erzeugt.



**Bild 4: Funktionsprinzip des Phasen-Sinus-Konverters**

Bild 4 zeigt das Funktionsprinzip dieses Schaltungsteils. Entweder sind die Abtastwerte fest gespeichert (ROM) oder zuvor mit Hilfe eines Algorithmus berechnet und in den Speicher (RAM) geschrieben worden.

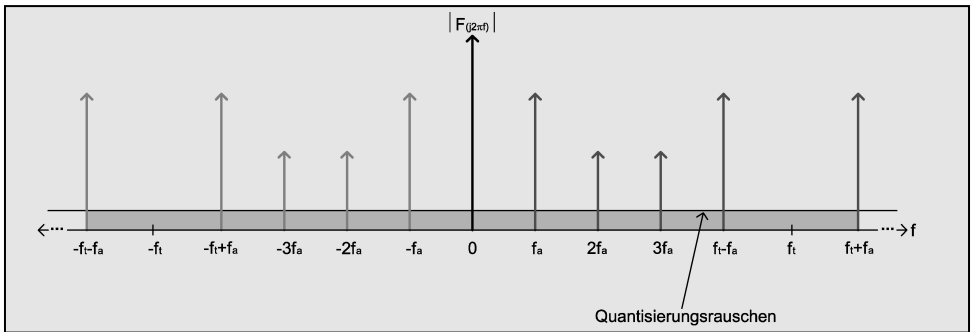
Letzteres Verfahren bietet die Möglichkeit der Erzeugung vielfältiger Kurvenformen. Die so erzeugten Abtastwerte werden einem schnellen Digital/Analog-Wandler (3) zugeführt, der dann die analoge Ausgangsspannung erzeugt.

Im Idealfall würde im Ausgangssignal ausschließlich die Nutzfrequenz  $f_a$  enthalten sein.

Die Ausgangsspannung ist jedoch mit einigen durch die digitale Erzeugung bedingten Störsignalen behaftet, die sich durch das Nachschalten eines Tiefpassfilters fast vollständig eliminieren lassen. Die Störsignale entstehen aus folgenden Gründen:

- Die aus dem Speicher ausgelesenen Abtastwerte des Sinussignals werden mit der Taktfrequenz  $f_t$  vom DA-Wandler in die analoge Spannung umgesetzt. Dadurch wiederholt sich laut Fourier-Transformation das ideale Ausgangsspektrum bei den ganzzahligen Vielfachen der Taktfrequenz.
- Eine weitere Verunreinigung des Ausgangsspektrums entsteht durch die Quantisierung des Signals. Der Aussteuerbereich der Ausgangsspannung ist durch die DA-Wandler-Auflösung von 10 Bit in 1024 Stufen aufgeteilt. Dieser Effekt drückt sich im Hinblick auf die Signalqualität als Quantisierungsrauschen aus, das sich zum Spektrum gleichverteilt addiert.

- Des weiteren erzeugen die Nichtlinearitäten in der Übertragungsfunktion des DA-Wandlers ein Stör-spektrum, das vorher kaum zu berechnen ist und vom jeweiligen DA-Wandler abhängt. Diese Nichtlinearitäten erzeugen im Ausgangsspektrum die Harmonischen der Grundfrequenz. Bezieht man all diese Überlegungen auf das Ausgangsspektrum, so ergibt sich in etwa der in Bild 5 dargestellte Verlauf.



**Bild 5: Spektrum des Ausgangssignals**

Ein Großteil der zuvor erläuterten Störfrequenzen kann mit Hilfe eines nachgeschalteten, steilflankigen Tiefpassfilters entfernt werden, dessen Grenzfrequenz geringfügig höher als die höchste Nutzfrequenz zu wählen ist.

## 5. Aufbau

Durch Einsatz des hochintegrierten DDS-Bausteins „AD9835“ konnte mit relativ wenigen Bauelementen ein hochwertiger DDS-Generator zur Erzeugung von Sinus- und Rechtecksignalen realisiert werden.

Das DDS-Board zeichnet sich durch die in den technischen Daten erwähnten Eigenschaften aus. Die maximale Ausgangsfrequenz wäre aufgrund des Nyquisttheorems auf die halbe Taktfrequenz (25MHz) beschränkt.

In der Praxis nutzt man jedoch lediglich 40% der Taktfrequenz (20MHz).

Soll das DDS-Board nur als Zeitbasis verwendet werden, d.h. es wird nur das Rechtecksignal und kein Sinussignal benötigt, kann auf die Bestückung der Sinus-Endstufe „AD811“ (IC7), des Amplituden-Einstellpotis R6 (diese beiden Bauteile sind NICHT im Lieferumfang!) sowie bei Betrieb auf die negative Versorgungsspannung verzichtet werden (diese wird nur beim Sinussignal benötigt).

### a) Grundsätzliche Informationen

Bevor Sie mit dem Nachbau beginnen, lesen Sie diese Bau-/Bedienungsanleitung zuerst komplett durch, bevor Sie den Bausatz aufbauen und in Betrieb nehmen.

Sie vermeiden dadurch von vornherein Fehler, die manchmal nur mit viel Aufwand wieder zu beheben sind!



Führen Sie die Lötungen und Verdrahtungen absolut sauber und gewissenhaft aus, verwenden Sie kein säurehaltiges Lötzinn, Lötlötfett o. ä. Vergewissern Sie sich, daß keine kalte Lötstelle vorhanden ist.

Eine unsaubere Lötung oder schlechte Lötstelle, ein Wackelkontakt oder schlechter Aufbau bedeuten eine aufwendige und zeitraubende Fehlersuche und unter Umständen eine Zerstörung von Bauelementen, was oft eine Kettenreaktion nach sich zieht, der komplette Bausatz wird zerstört.

Beachten Sie, daß Bausätze, die mit säurehaltigem Lötzinn, Lötlötfett o. ä. gelötet wurden, von uns nicht repariert werden. Beim Nachbau elektronischer Schaltungen werden Grundkenntnisse über die Behandlung der Bauteile, Löten und der Umgang mit elektronischen bzw. elektrischen Bauteilen vorausgesetzt.

Aufgrund der Bauart des „Signalgenerators DDS20“ sind zusätzlich Kenntnisse und geeignete Werkzeuge zum Löten von SMD-Bauteilen erforderlich.



#### **Nochmaliger Hinweis:**

Falls Sie keine Fachkenntnisse beim Umgang mit SMD-Bauelementen haben bzw. allgemein nur wenig erfolgreiche Löterfahrung haben, so bauen Sie den Signalgenerator nicht selbst zusammen. Überlassen Sie das lieber einem „bewanderten“ Kollegen oder Freund.

Durch falschen oder unsachgemäßen Zusammenbau des Signalgenerators besteht die Gefahr der Zerstörung des Produkts.

Die Möglichkeit, daß nach dem Zusammenbau etwas nicht funktioniert, läßt sich durch einen gewissenhaften und sauberen Aufbau drastisch verringern. Kontrollieren Sie jeden Schritt, jede Lötstelle zweimal, bevor Sie weitergehen! Halten Sie sich an die Bauanleitung! Machen Sie den dort beschriebenen Schritt nicht anders und überspringen Sie nichts! Haken Sie jeden Schritt doppelt ab: Einmal fürs Bauen, einmal fürs Prüfen.



Nehmen Sie sich auf jeden Fall ausreichend Zeit: Basteln ist keine Akkordarbeit! Die Fehlersuche dauert mindestens drei Mal so lang!

Eine häufige Ursache für eine Nichtfunktion ist ein Bestückungsfehler, z. B. verkehrt eingesetzte/verlötete Bauteile wie ICs, Dioden und Elkos. Beachten Sie unbedingt die korrekten Widerstandswerte, da diese bei SMD-Widerständen nicht aufgedruckt sind, dies gilt auch für SMD-Kondensatoren. Ein Messgerät kann dabei viel Zeit sparen.

Eine weitere Fehlerursache sind Lötbrücken bei SMD-ICs. Die Beinchen liegen sehr nah beieinander. Schnell verbindet das Löten mit zuviel Lötzinn zwei Beinchen des ICs.

Stimmt hier alles, dann ist als nächstes eventuell die Schuld bei einer kalten Lötstelle zu suchen. Z.B. klebt das Beinchen des SMD-ICs nur auf dem Lötpad der Platine, da zuwenig Lötzinn verwendet wurde oder das Beinchen nicht sauber aufliegt.

Der unangenehme Begleiter „kalte Lötstelle“ des Bastlerlebens tritt dann auf, wenn entweder die Lötstelle nicht richtig erwärmt wurde, so daß das Lötzinn mit den Leitungen keinen richtigen Kontakt hat, oder wenn man beim Abkühlen die Verbindung gerade im Moment des Erstarrens bewegt hat.

Derartige Fehler erkennt man meistens am matten Aussehen der Oberfläche der Lötstelle. Einzige Abhilfe ist, die Lötstelle nochmals korrekt nachzulöten.



Bei über 90 % der reklamierten Bausätze handelt es sich um Lötfehler, kalte Lötstellen, falsches Lötzinn usw. So manches zurückgesandte "Meisterstück" zeugte von nicht fachgerechtem Löten.

Verwenden Sie deshalb beim Löten nur SMD-Lötzinn bzw. Elektronik-Lötzinn mit der Bezeichnung "SN 60 Pb" (60 % Zinn und 40 % Blei). Dieses Lötzinn hat eine Kolophoniumseele, welche als Flußmittel dient, um die Lötstelle während des Lötens vor dem Oxydieren zu schützen. Andere Flußmittel wie Lötfett, Lötpaste oder Lötwasser dürfen auf keinen Fall verwendet werden, da sie säurehaltig sind. Diese Mittel können die Leiterplatte und Elektronik-Bauteile zerstören, außerdem leiten sie den Strom und verursachen dadurch Kriechströme und Kurzschlüsse.

Ist bis hierher alles in Ordnung und funktioniert das Gerät trotzdem noch nicht, dann ist vielleicht ein Bauelement defekt. Wenn Sie Elektronik-Anfänger sind, ist es in diesem Fall das Beste, Sie ziehen einen Bekannten zu Rate, der in Elektronik ein bisschen versiert ist und eventuell nötige Meßgeräte besitzt.

Sollten Sie diese Möglichkeit nicht haben, so schicken Sie den Bausatz bei Nichtfunktion komplett (alle Teile, Bedienungsanleitung) und gut verpackt an unsere Service-Abteilung zurück, legen Sie unbedingt eine genaue und ausführliche Fehlerbeschreibung bei. Die Angabe „geht nicht“ hilft weder uns noch Ihnen.

Nur eine exakte Fehlerangabe ermöglicht eine einwandfreie Reparatur!



Dieser Bausatz wurde, bevor er in Produktion ging, viele Male als Prototyp aufgebaut und getestet. Erst wenn eine optimale Qualität hinsichtlich Funktion und Betriebssicherheit erreicht ist, wird er für die Serie freigegeben.

Achten Sie beim Einlöten der Bauelemente darauf, daß diese (falls nicht Gegenteiliges vermerkt) ohne Abstand zur Platine eingelötet werden. Alle überstehenden Anschlussdrähte werden direkt über der Lötstelle abgeschnitten.

Da dieser Bausatz teilweise um sehr kleine bzw. eng beieinanderliegende Lötunkte hat (vor allem bei den SMD-Bauteilen), darf hier nur mit einem Lötkolben mit kleiner Lötspitze gelötet werden. Führen Sie die Lötvorgänge und den Aufbau sorgfältig aus.

Die SMD-Bauelemente dürfen nur mit einer dazu geeigneten Lötstation bzw. Lötkolben verarbeitet werden, ausserdem ist SMD-Lötzinn (hat einen viel geringeren Durchmesser) zu verwenden. Durch die kleine Bauform der SMD-Bauteile besteht die Gefahr der Überhitzung, die Bauteile werden dadurch zerstört!

## b) Lötanleitung

Wenn Sie im Löten noch nicht so geübt sind, empfehlen wir Ihnen, den Aufbau nicht selbst vorzunehmen. Die Gefahr ist groß, dass der Signalgenerator nicht korrekt zusammengesetzt wird.



Löten will gelernt sein, doch dieser Bausatz ist dafür nicht der geeignete Einstieg!

### Beachten Sie folgende Tipps beim Löten:

- Verwenden Sie beim Löten von elektronischen Schaltungen nie Lötwater oder Lötöft. Diese enthalten eine Säure, die Bauteile und Leiterbahnen zerstört. Als Lötmaterial darf nur Elektronikzinn SN 60 Pb (d. h. 60 % Zinn, 40 % Blei) mit einer Kolophoniumseele verwendet werden, die zugleich als Flussmittel dient.
- Verwenden Sie einen kleinen Lötöolben mit max. 30 Watt Heizleistung. Die Lötspitze sollte zunderfrei sein, damit die Wärme gut abgeleitet werden kann. Das heißt: Die Wärme vom Lötöolben muß gut an die zu lötende Stelle geleitet werden.

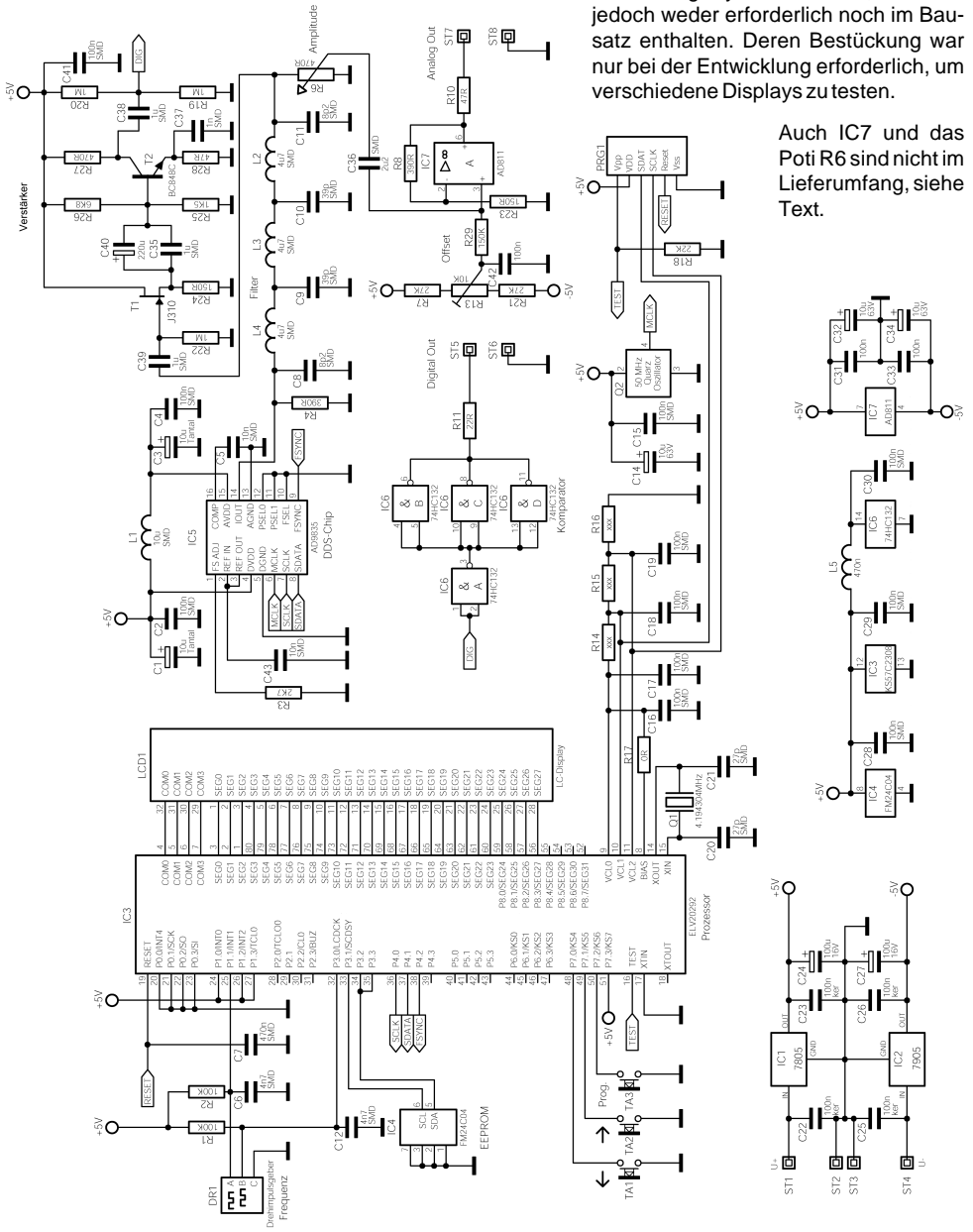
Eine Lötstation mit Temperatureinstellung, die die Spitze des Lötöolbens immer auf der idealen Temperatur hält, ist zu bevorzugen. Dies gilt vor allem beim Umgang mit SMD-Bauteilen!

- Die Lötung selbst soll zügig vorgenommen werden, denn durch zu langes Lötten werden Bauteile zerstört. Ebenso führt es zum Ablösen der Lötäugen oder Kupferbahnen.
- Zum Lötten wird die gut verzinnete Lötspitze so auf die Lötstelle gehalten, daß zugleich Bauteildraht und Leiterbahn berührt werden. Gleichzeitig wird (nicht zuviel) Lötzinn zugeführt, das mit aufgeheizt wird. Sobald das Lötzinn zu fließen beginnt, nehmen Sie es von der Lötstelle fort. Dann warten Sie noch einen kurzen Augenblick, bis das zurückgebliebene Lot gut verlaufen ist und nehmen dann den Lötöolben von der Lötstelle ab. Im Idealfall dauert dieser Vorgang nicht länger als ein bis zwei Sekunden, bei sehr dicken Bauteile-„Beinchen“ geringfügig länger.
- Achten Sie darauf, daß das soeben gelötete Bauteil, nachdem Sie den Öolben abgenommen haben, ca. 5 Sekunden nicht bewegt wird. Zurück bleibt dann eine silbrig glänzende, einwandfreie Lötstelle.
- Voraussetzung für eine einwandfreie Lötstelle und gutes Lötten ist eine saubere, nicht oxydierte Lötspitze. Denn mit einer schmutzigen Lötspitze ist es absolut unmöglich, sauber zu lötten. Nehmen Sie daher nach jedem Lötten überflüssiges Lötzinn und Schmutz mit einem feuchten Schwamm oder einem Silikon-Abstreifer ab.
- Nach dem Lötten werden die Anschlussdrähte direkt über der Lötstelle mit einem Elektronik-Seitenschneider abgeschnitten.
- Beim Einlöten von Halbleitern, LEDs und ICs ist besonders darauf zu achten, daß eine Lötzeit von ca. 2 Sekunden nicht überschritten wird, da sonst das Bauteil zerstört wird. Ebenso ist bei diesen Bauteilen auf richtige Polung zu achten! Die richtige Polung ist natürlich auch bei Kondensatoren zu beachten.

### Falsch gepolte Bauelemente können explodieren oder in Brand geraten!

- Nach dem Bestücken kontrollieren Sie grundsätzlich jede Schaltung noch einmal darauf hin, ob alle Bauteile richtig eingesetzt und gepolt sind. Prüfen Sie auch, ob nicht versehentlich Anschlüsse oder Leiterbahnen mit Zinn überbrückt wurden. Das kann nicht nur zur Fehlfunktion, sondern auch zur Zerstörung von teuren Bauteilen führen!
- Beachten Sie bitte, daß unsachgemäße Lötstellen, falsche Anschlüsse, Fehlbedienung und Bestückungsfehler außerhalb unseres Einflußbereiches liegen. Jegliche Haftung aufgrund unsachgemäß ausgeführter Lötarbeiten, falsch angeschlossenen Baugruppen/Bauteilen, Fehlbedienung oder Bestückungsfehlern wird ausgeschlossen!

### c) Schaltbild



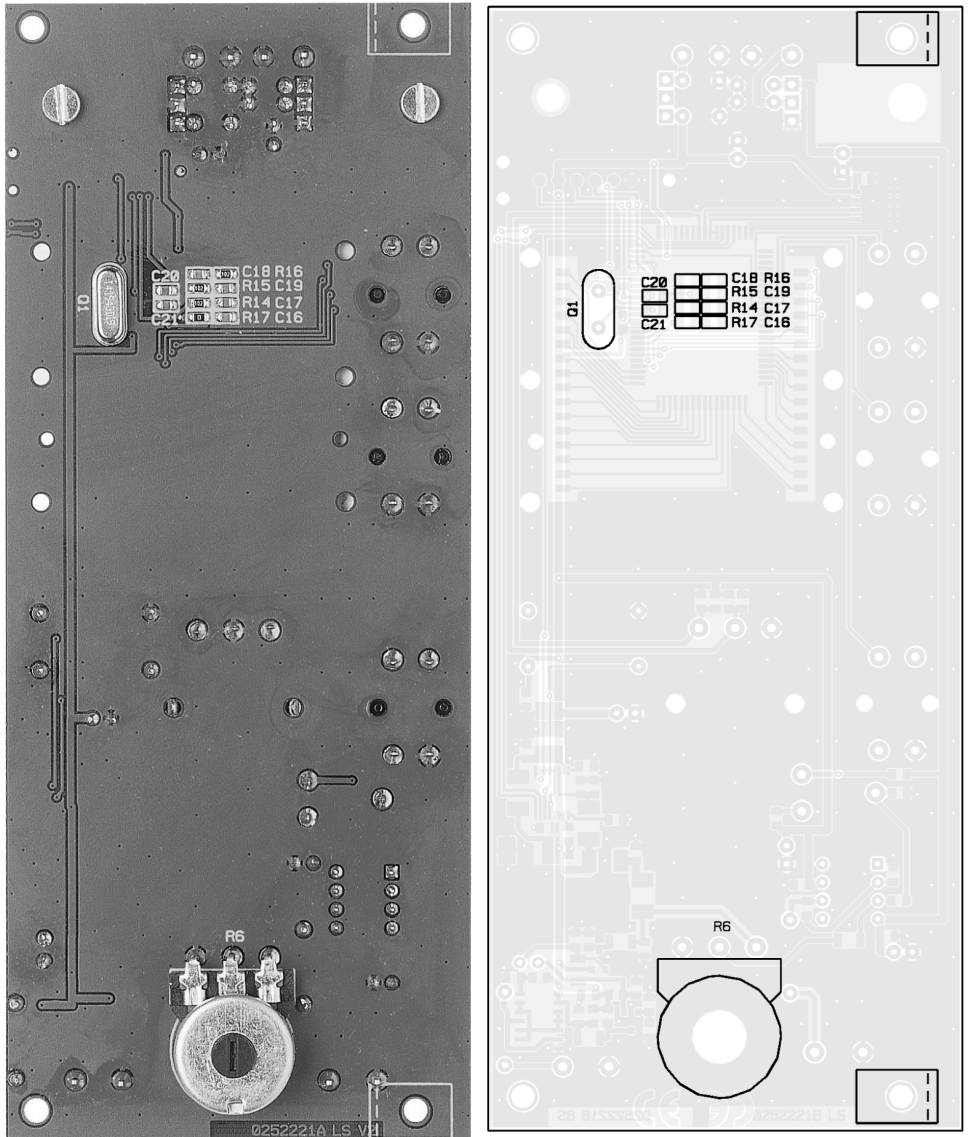
**Anmerkung:**  
R14/15/16 sind zwar im Schaltbild und im Bestückungslayout vorhanden, diese sind jedoch weder erforderlich noch im Bauzustand enthalten. Deren Bestückung wird nur bei der Entwicklung erforderlich, um verschiedene Displays zu testen.

Auch IC7 und das Poti R6 sind nicht im Lieferumfang, siehe Text.

Bild 6: Schaltbild



## e) Bestückungsplan, Platinenseite 2



**Bild 8: Fertig bestückte und unbestückte Platine, Seite 2**

Beachten Sie bei diesen Abbildungen, dass sich das Poti R6 nicht im Lieferumfang befindet. Gleiches gilt für die Widerstände R14, R15 und R16. Diese waren nur während der Entwicklung für die Anpassung an verschiedene LC-Displays erforderlich und dürfen in dieser Version des Bausatzes nicht bestückt werden!



## f) Stückliste

### Widerstände:

0Ω/SMD .....	R17
22Ω .....	R11
47Ω .....	R10
47Ω/SMD .....	R28
150Ω/SMD .....	R23, R24
390Ω/SMD .....	R4, R8
470Ω/SMD .....	R27
1,5kΩ/SMD .....	R25
2,7kΩ/SMD .....	R3
6,8kΩ/SMD .....	R26
22kΩ/SMD .....	R18
27kΩ/SMD .....	R7, R21
100kΩ/SMD .....	R1, R2
150kΩ/SMD .....	R29
1MΩ/SMD .....	R19, R20, R22
PT10, liegend, 10kΩ .....	R13

### Kondensatoren:

8,2pF/SMD .....	C8, C11
27pF/SMD .....	C20, C21
39pF/SMD .....	C9, C10
1nF/SMD .....	C37
4,7nF/SMD .....	C6, C12
10nF/SMD .....	C5, C43
100nF/ker .....	C22, C23, C25, C26
100nF/SMD .....	C2, C4, C15-C19, ..... C28-C31, C33, C41, C42
470nF/SMD .....	C7
1μF/SMD .....	C35, C38, C39
2.2μF/SMD .....	C36
10μF/16V/tantal/SMD .....	C1, C3
10μF/63V .....	C14, C32, C34
100μF/16V .....	C24, C27
220μF/25V .....	C40

### Halbleiter:

7805 .....	IC1
7905 .....	IC2
20292/SMD .....	IC3
24C04/SMD .....	IC4
AD9835BRU/SMD .....	IC5
74HC132/SMD .....	IC6
J310/SMD .....	T1
BC848C .....	T2

LC-Display ..... LCD1

### Sonstiges:

Quarz, 4,194304MHz, HC49U70/U4 ..	Q1
Quarzoszillator, 50MHz .....	Q2
SMD-Induktivität, 10mH .....	L1
SMD-Induktivität, 4,7mH .....	L2-L4
SMD-Induktivität 470 nH .....	L5

Inkrementalgeber .....	DR1
Lötstifte mit Lötöse .....	ST1-ST8
Mini-Drucktaster, B3F-4050, 1xein .....	TA1-TA3
3 Tastkappen	

2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8 mm
6 Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm
2 Muttern, M3
2 Fächerscheiben, M3
1 Display-Scheibe
1 Displayrahmen
2 Leitgummis
1 Ferritkern
1 Abschirmgehäuse



Das IC7 (AD811) und das zugehörige Poti für die Einstellung der Amplitude (R6, 470Ω) sind nicht Bestandteil dieses Bausatzes, sie sind nicht im Lieferumfang enthalten!

Wenn Sie die Sinusfunktion nutzen wollen, so sind diese beiden Bauteile z.B. bei Conrad Electronic per Sonderbestellung lieferbar.

Grund für diese Trennung ist, dass der Wandler AD811 relativ teuer ist. Wird der Bausatz nur als Rechteckgenerator eingesetzt, müssten Sie den AD811 sinnloserweise mitbezahlen, obwohl Sie ihn nie brauchen.

Beachten Sie ferner, dass die Widerstände R14/15/16 zwar im Schaltbild und im Bestückungslayout vorhanden sind, diese werden jedoch weder benötigt noch befinden sie sich im Lieferumfang. Grund: Deren Bestückung war nur bei der Entwicklung erforderlich, um verschiedene Displays zu testen.

## g) Aufbau der Platine

Die Platine ist hauptsächlich mit SMD-Komponenten und mit einigen bedrahteten Bauelementen zu bestücken.



Der Aufbau der Schaltung sollte aufgrund der verwendeten miniaturisierten Bauelemente mit hoher Sorgfalt von geübten Elektronikern durchgeführt werden.

Gerade bei der Montage der SMD-Komponenten empfiehlt sich die Verwendung eines LötKolbens mit bleistiftspitzer Spitze. Auf sauberes Löten ist unbedingt zu achten, gerade bei der Montage des DDS-Chips entstehen leicht Lötzinnbrücken! Kontrollieren Sie die Montage ggf. mit einer Lupe o. ä.

### • SMD-Bestückung

Die 154mm \* 64mm messende doppelseitige Platine wird unter Zuhilfenahme von Bestückungsplan, Platinfoto und Stückliste zunächst mit den SMD-Bauelementen bestückt. Vor der Bestückung eines Bauteils ist eines der zugehörigen Löt pads leicht zu verzinnen. Anschließend wird das Bauteil mit einer Pinzette vorsichtig platziert und festgehalten. Dann erfolgt das Verlöten von zunächst nur einem Anschlusspin.

Ist die Position korrekt, sind die restlichen Anschlüsse zu verlöten. Bitte gehen Sie unter Einhaltung folgender Reihenfolge vor:

1. SMD-Widerstände (ohne R14/R15/R16, nicht erforderlich!!)
2. SMD-Kondensatoren (ohne C1 und C3)
3. SMD-Transistoren
4. IC6 und IC4, bitte Polung beachten (die Punktmarkierung am IC kennzeichnet Pin 1)
5. IC5 und IC3, bitte Polung beachten
6. L1 bis L5
7. C1 und C3, bitte Polung beachten (die mit einem Querstrich gekennzeichnete Seite ist der Pluspol)

### • Einbau der restlichen Bauelemente

Nach Komplettierung der SMD-Bestückung sind folgende weitere Bauteile unter Einhaltung der genannten Reihenfolge zu montieren:

1. C22, C23, C25, C26
2. R10, R11, Q1 (von der Unterseite), Q2
3. IC1 und IC2 (jeweils mit M3-Schraube, Zahnscheibe und Mutter vor dem Verlöten befestigen)
4. Alle Elkos liegend, bitte Polung beachten!
5. TA1 bis TA3 (mit Tastkappen) und DR1
6. Lötstifte ST1 bis ST8

### • Einbau des LC-Displays

Entfernen Sie vorsichtig die Schutzfolie. Legen Sie das Display in die Displayscheibe ein, der Anguss des Displays (Verdickung an einer Seite) muss sich dabei in der entsprechenden Aussparung der Displayscheibe befinden.

Die Displayscheibe mit eingelegtem Display ist mit der dem Anguss gegenüberliegenden Seite voran seitlich in die Seite des Displayrahmens zu schieben, an der sich keine Rastnase befindet.

Nach dem vollständigen Einschieben rastet die Displayscheibe im Displayrahmen ein.

Anschließend sind die beiden Leitgummis in die entsprechenden Aussparungen des Displayrahmens einzulegen.



Berühren Sie die Gummikontakte nicht, gleiches gilt für die Kontakte des LCDs. Durch Schmutz- oder Fettrückstände kann es passieren, dass einzelne Displaysegmente nicht erscheinen. In diesem Fall zerlegen Sie das Display und reinigen Sie vorsichtig die Leitgummis und die Kontaktflächen auf dem LCD und der Platine. Verwenden Sie keine aggressiven Reiniger oder Benzine, der Leitgummi kann dadurch beschädigt werden. Ein sauberes weiches Baumwolltuch genügt in der Regel.

Der so vormontierte Rahmen wird (mit dem Anguss des Displays nach links weisend) auf der Platine platziert und mit 6 Kunststoffschrauben (2,2 \* 5mm) fixiert.

Damit ist die Platine für die Ausgabe von Rechtecksignalen fertiggestellt. Sollen ebenfalls Sinussignale generiert werden, sind noch die Sinussignal-Endstufe AD 811 (IC7) und das Poti zur Amplitudeneinstellung (R6) zu montieren.



Diese beiden Bauteile sind, wie schon mehrfach erwähnt, nicht Bestandteil des Bausatzes und müssen getrennt bestellt werden (z. B. bei Conrad Electronic per Sonderbestellung lieferbar).

IC 7 ist unter Beachtung der Einbaulage (Pin 1 des ICs ist mit einer Punktmarkierung versehen) einzusetzen und zu verlöten. Die Anschlussbeine des Potis werden zunächst in Richtung der Poti-Achse um 90° abgewinkelt. Dann folgt der Einbau, indem die Poti-Achse von der Lötseite durch das Loch in der Platine geschoben wird. Das Poti ist mit der Mutter von der Platinenoberseite zu sichern, bevor die Anschlussbeine in den entsprechenden Bohrungen verlötet werden.

## 6. Inbetriebnahme

Das DDS-Board benötigt eine Versorgungsspannung im Bereich von  $\pm 7V$  bis  $\pm 12V$  (je 100 mA). Vor dem Anschließen der Versorgungsspannung ist die korrekte Bestückung zu überprüfen, eventuell vorhandene Lötbrücken sind zu entfernen. Die negative Betriebsspannung ist nur dann erforderlich, wenn IC7 (AD811, für die Sinussignal-Erzeugung) bestückt wird.



### **Bitte beachten Sie:**

Um die EMV-Anforderungen hinsichtlich Störaussendungen zu erfüllen, bitte führen Sie unbedingt folgende Maßnahmen durch:

Das Abschirmgehäuse ist entsprechend abzuwinkeln und an den vom Lötstopplack befreiten Flächen zu verlöten.

Die Anschlussleitungen der Platine sollten nicht länger als 20cm sein und je 3 Mal um den beiliegenden Ferritkern gewickelt werden.

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung führt der Prozessor zunächst einen Segmenttest durch, d. h. alle Segmente sind für 3 Sekunden aktiv. Dann folgt der normale Anzeigemodus.



### **Bitte beachten Sie:**

Nach der ersten Inbetriebnahme ist zunächst ein Programmierdurchgang für die Grundeinstellung (Defaultwerte) erforderlich, damit der DDS-Chip ein Signal ausgibt.

Betätigen Sie dazu die Taste „Prog“ länger als 2 Sek. und bestätigen Sie nacheinander die angezeigten Defaultwerte mit der „Prog“-Taste.

Ist die Bestückung korrekt ausgeführt, stehen jetzt sowohl das Sinus- als auch das Rechtecksignal zur Verfügung.

Mit R13 ist der DC-Offset des Sinussignals auf 0V einzustellen.

# 7. Bedienung

Die Bedienung des DDS 20 ist einfach gehalten und erfolgt über 3 Tipptasten, einen Inkrementalgeber sowie ein Poti. Als Grundeinstellung (Defaultwerte) sind folgende Einstellungen programmiert, die nach dem ersten Einschalten aktiv sind:

- Frequenz: 1kHz
- Wobbelfunktion: aus
- Minimale Frequenz: 0,1Hz
- Maximale Frequenz: 20MHz
- System-Taktfrequenz: 50,000000MHz

## a) Frequenzeinstellung

Die Frequenzeinstellung erfolgt über den Inkrementalgeber und die beiden unter dem Display befindlichen Tipptasten „◀“ und „▶“. Die Stelle, die mit dem Inkrementalgeber veränderbar ist, blinkt und kann durch eine der Tasten „◀“ oder „▶“ angefahren werden.

Durch Drehen des Inkrementalgebers vergrößert oder verkleinert man die Stelle, je nach Drehsinn. Beim Überlauf erfolgt ein Übertrag auf die nächsthöhere bzw. -kleinere Stelle.

## b) Amplitudeneinstellung

Die Amplitude des Sinussignals ist über das Potentiometer R6 im Bereich von 0V bis max. 4V<sub>ss</sub> einstellbar (vorausgesetzt, IC7 und R6 wurden von Ihnen bestückt, diese beiden Bauteile sind nicht im Lieferumfang enthalten).

## c) Wobbelgenerator

Der integrierte Wobbelgenerator ermöglicht es, den gesamten Frequenzbereich von 0,1Hz bis 20MHz ohne Umschalten zu durchfahren. Dabei sind die Parameter Startfrequenz, Stoppfrequenz und Wobbelfrequenz einstellbar.

**Um die Wobbelfunktion zu aktivieren, geht man wie folgt vor:**

- Betätigen Sie kurz die Taste „**Prog.**“. Das Display zeigt „F1“ an. Dies ist die Startfrequenz (wie oben unter „Frequenzeinstellung“ beschrieben einstellen).
- Betätigen Sie kurz die Taste „**Prog.**“ erneut. Das Display zeigt „F2“. Stellen Sie nun die Stoppfrequenz ein.
- Betätigen Sie kurz die Taste „**Prog.**“. Im Display erscheint „SP“. Stellen Sie die Wobbelfrequenz ein.
- Um den Wobbelvorgang zu starten, drücken Sie erneut die Taste „**Prog.**“. Das Display zeigt „run“ und die aktuelle Frequenz.
- Um die Wobbelfunktion zu verlassen, drücken Sie die Taste „Prog.“ nochmals. Das DDS-Board befindet sich jetzt wieder im normalen Modus.

## d) Frequenzen speichern und abrufen

Das DDS-Board verfügt über 10 nichtflüchtige Speicher zum Abspeichern von Frequenzen. Beim Einsatz als Zeitbasis für Empfänger lassen sich so komfortabel Stationstasten realisieren.

### • Frequenz speichern

Gehen Sie wie folgt vor:

- Abzuspeichernde Frequenz einstellen
- Taste „◀“ länger als 2 Sekunden betätigen, das Display zeigt „S1“
- Mit dem Inkrementalgeber die Speicherstelle (S1 bis S10) auswählen
- Durch Betätigen der Taste „Prog.“ wird die eingestellte Frequenz unter der gewählten Speicherstelle abgespeichert.

### • Frequenz abrufen

Gehen Sie wie folgt vor:

- Taste „▶“ länger als 2 Sekunden betätigen, das Display zeigt „S1“
- Mit dem Inkrementalgeber die Speicherstelle (S1 bis S10) auswählen
- Durch Betätigen der Taste „Prog.“ wird die eingestellte Frequenz unter der gewählten Speicherstelle abgespeichert.

## e) Weiterführende Funktionen

Wie bereits erwähnt, kann das DDS-Board auch als Zeitbasis für PLL-Systeme oder Empfänger dienen, gerade in Verbindung mit Selbstbauprojekten. Dies sei an einem Beispiel erläutert:

Ein Doppel-Superhet-Kurzwellenempfänger soll im Frequenzbereich von 0 bis 30MHz empfangen, die Zwischenfrequenzen betragen 45MHz und 455kHz (gängige Werte).

Um den genannten Empfangsbereich zu gewährleisten, muss der erste Lokaloszillator (VCO = voltage controlled oscillator) einen Frequenzbereich von 45MHz bis 75MHz überstreichen (45MHz - 45MHz = 0MHz, 75MHz - 45MHz = 30MHz).

Das Teilverhältnis des Teilers für das VCO-Signal betrage 8, womit die Zeitbasis (DDS-Board) im Frequenzbereich von 5,625MHz bis 9,375MHz arbeiten muss.

Somit ergibt sich für einen derartigen Empfänger als kleinster Frequenz-Einstellschritt 0,8Hz ( $0,1 \text{ Hz} \cdot 8$ , DDS-Board-Auflösung  $\cdot$  PLLFaktor). Damit auf dem Display des DDS-Boards die Empfangsfrequenz angezeigt wird, sind folgende Parameter zu programmieren:

- Minimale Frequenz: 5,625MHz
- Maximale Frequenz: 9,375MHz
- PLL-Faktor: 8
- ZF-Offset: -45MHz

Weiterhin kann man die Frequenzgenauigkeit des ausgegebenen Signals heraufsetzen, indem ein Software-Frequenzabgleich durchgeführt wird. Beim DDS-Verfahren entspricht die Genauigkeit des ausgegebenen Signals der Genauigkeit des integrierten Quarzoszillators.

Durch Vorgabe dieses Wertes per Software kann ein Feinabgleich erfolgen. Der 50MHz-Quarzoszillator des DDS-Boards ist mit 50ppm spezifiziert. Das bedeutet bei einer Ausgangsfrequenz von 10MHz eine maximale Abweichung von 500Hz.

Um die Genauigkeit der Signalfrequenz zu erhöhen, geht man wie folgt vor:

- Einstellen einer Frequenz  $f_{\text{soil}}$ , z. B. 10MHz
- Messen der Ausgangsfrequenz  $f_{\text{ist}}$  mit einem geeigneten Frequenzzähler, z. B. 9,999950MHz.
- Berechnen des Abweichungs-Faktors  $a = f_{\text{ist}} / f_{\text{soil}} = 0,999995$
- Multiplizieren der Taktfrequenz  $f_c$  mit  $a$ :  $50\text{MHz} \cdot 0,999995 = 49,99975\text{MHz}$
- Das Ergebnis (49,99975MHz) ist als Taktfrequenz zu programmieren.

### Programmierung der weiterführenden Funktionen

Zur Programmierung der zuvor beschriebenen Parameter geht man wie folgt vor:

- Betätigen Sie die Taste „**Prog.**“ länger als 2 Sekunden. Das Display zeigt „OSC“ und „50.000000MHz“ an. Die berechnete Taktfrequenz ist einzustellen (Beispiel: 49,99975MHz).
- Betätigen Sie die Taste „**Prog.**“ ein weiteres Mal, das Display zeigt „Fu“ an. Jetzt ist die minimale Ausgabefrequenz einzugeben (Beispiel: 5,625MHz).
- Beim nächsten Betätigen der Taste „**Prog.**“ erscheint „Fo“, woraufhin die maximale Ausgabefrequenz einzustellen ist (Beispiel: 9,375MHz).
- Eine weitere Betätigung der Taste „**Prog.**“ führt zur Anzeige „FAC“, woraufhin der PLL-Faktor einzustellen ist (Beispiel: 8).
- Nach einem weiteren Betätigen der Taste „**Prog.**“ zeigt das Display „OFF“ und „Frequency neg.“ an, woraufhin der ZFOffset einzustellen ist (Beispiel: -45 MHz), „Frequency neg.“ bedeutet negativer Offset. Soll der Offset positiv sein, betätigen Sie die Taste „▶“ länger als 2 Sekunden.
- Die nächste Betätigung der Taste „**Prog.**“ schließt den Eingabevorgang ab.

# 8. Schaltungsbeschreibung

Das Schaltbild finden Sie in Bild 6 auf Seite 14.

Der Prozessor IC3 (KS57C2308) steuert alle Ein- und Ausgabefunktionen des DDS-Boards.

Der zur Frequenzeinstellung dienende Inkrementalgeber DR1 ist mit externen Pull-Up-Widerständen versehen und an die Pins 25 und 32 des Prozessors angeschlossen. Je nach Drehrichtung der Achse wird einer der Portpins eher auf Massepotential gezogen als der andere, wodurch die Drehrichtung erkannt wird.

Die drei Taster TA1 bis TA3 sind direkt an die Pins 48 bis 50 des Prozessors angeschlossen und legen bei Betätigung die Pins auf Massepotential.

Alle Systemdaten (Taktfrequenz, Frequenzspeicher, etc.) sind im EEPROM IC4 (24C04) abgelegt.

Der Prozessor steuert weiterhin direkt das Display LCD1 an und beschreibt über die Datenleitungen „SCLK“, „SDATA“ und „FSYNC“ (Pin 36 bis 38) den DDS-Chip AD9835.

Der mit dem Quarz Q1 und den Kapazitäten C20 und C21 realisierte Oszillator gibt den Prozessortakt vor.

Der DDS-Chip IC5 vom Typ AD9835 beinhaltet das komplette DDS-System. Die Programmierung des 32-Bit breiten Frequenzwortes „Delta-Phase“ erfolgt, wie bereits erwähnt, über die 3 Datenleitungen „SCLK“, „SDATA“ und „FSYNC“ vom Prozessor aus.

Den Systemtakt gibt der Quarzoszillator Q2 mit 50MHz vor.

Der DDS-Chip treibt am Ausgang (Pin 14, IOUT) einen Strom durch den Widerstand R4, wodurch die Ausgangsspannung erzeugt wird. Laut Datenblatt ist R4 so zu dimensionieren, dass bei einem Strom in der Größenordnung von ca. 4mA die Spannung an R4 nicht größer als 1,35V ist, da ansonsten Verzerrungen auftreten. Der Strom selbst kann durch die Größe des Widerstandes R3 vorgegeben werden.

Da der DDS-Chip lediglich mit positiver Versorgungsspannung betrieben wird, ist die Ausgangsspannung an R4 nicht symmetrisch zur Nulllinie, sondern positiv (Aussteuerbereich 0V bis max. 1,35V).

Das bereits erwähnte Tiefpassfilter 7ter Ordnung zur Eliminierung nicht gewollter Frequenzanteile aus dem Ausgangssignal bilden die Komponenten C8, L4, C9, L3, C10, L2, C11 sowie die Eingangskapazität der FET-Stufe T1, die mit ca. 10pF anzusetzen ist.

Die Grenzfrequenz liegt bei ca. 22MHz, Bild 9 zeigt das Ergebnis einer Frequenzgang-Simulation.

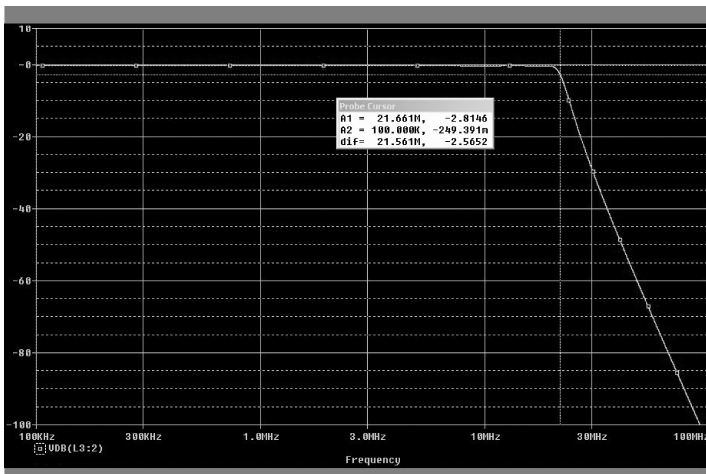


Bild 9



Das Filter wird durch das Potentiometer zur Amplitudeneinstellung R6 abgeschlossen.

Über den Koppelkondensator C36 gelangt das Sinussignal vom Poti-Abgriff auf die Sinus-Endstufe IC7 (AD811), die zum einen eine Verstärkung um den Faktor 3,6 bewirkt und zum anderen in Verbindung mit R10 einen Ausgangswiderstand von  $50\Omega$  gewährleistet.

Die AC-Kopplung ist notwendig, da sich das DDS-Ausgangssignal, wie bereits erläutert, nicht symmetrisch zur Nulllinie, sondern oberhalb der Nulllinie befindet.

Die untere Grenzfrequenz der Endstufe liegt aufgrund von C36 und R29 bei 0,41Hz, die obere Grenzfrequenz beträgt ca. 15MHz.

Da das Sinussignal AC-gekoppelt auf die Endstufe übertragen wird, ist es notwendig, den DC-Arbeitspunkt der Endstufe vorzugeben. Um weiterhin Offsetspannungen und Eingangsströme zu kompensieren, wird mit Hilfe des Spannungsteilers R7, R13, R21 eine DC-Spannung vorgegeben, die dann über R29 auf die Endstufe geführt wird. Somit lässt sich der DC- Arbeitspunkt der Endstufe exakt auf 0V einstellen.

Zur Signalaufbereitung für den Digitalausgang (TTL-kompatibel) wird das Sinussignal zunächst hinter dem Tiefpassfilter hochohmig und kapazitätsarm über einen FET-Stufe gepuffert. Diese ist mit T1 (J310) und Peripherie aufgebaut.

Das am Source-Anschluss anstehende Signal gelangt über die beiden Koppelkondensatoren C35 und C40 auf die Verstärkerstufe T2 (BC848C), die in Emitterschaltung arbeitet.

Am Kollektor steht das verstärkte Signal zur Verfügung, das über C38 auf den Eingang des Schmitt-Trigger-Gatters IC6 A (74HC132) gelangt. Die nachfolgenden Gatter IC6B, C und D sind parallel geschaltet und gewährleisten zusammen mit R11 einen Ausgangswiderstand von  $50\Omega$ .

Die Schaltung erfordert eine Versorgungsspannung von +5V und -5V (je 100mA), die über die beiden Festspannungsregler IC1 (7805) und IC2 (7905) stabilisiert wird. Soll lediglich das Rechtecksignal genutzt werden (IC7 nicht bestückt), benötigt die Schaltung nur die positive Versorgungsspannung von +5V.

## 9. Handhabung

Ist anzunehmen, daß ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unbeabsichtigten Betrieb zu sichern.

Das trifft zu:

- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen aufweist
- wenn das Gerät nicht mehr funktionsfähig ist
- wenn Teile des Gerätes lose oder locker sind
- wenn die Verbindungsleitungen sichtbare Schäden aufweisen.

Da wir keinen Einfluss auf den richtigen und sachgemäßen Aufbau haben, können wir aus verständlichen Gründen bei Bausätzen nur die Gewähr der Vollständigkeit und einwandfreien Beschaffenheit der Bauteile übernehmen. Garantiert wird eine den Kennwerten entsprechende Funktion der Bauelemente im uneingebautem Zustand und die Einhaltung der technischen Daten der Schaltung bei entsprechend der Lötvorschrift, fachgerechter Verarbeitung und vorgeschriebener Inbetriebnahme und Betriebsweise. Weitergehende Ansprüche sind ausgeschlossen.

Wir übernehmen weder eine Gewähr noch irgendwelche Haftung für Schäden oder Folgeschäden im Zusammenhang mit diesem Produkt. Wir behalten uns eine Reparatur, Nachbesserung, Ersatzteillieferung oder Rückerstattung des Kaufpreises vor.

Bei folgenden Kriterien erfolgt keine Reparatur bzw. es erlischt der Garantieanspruch:

- wenn zum Löten säurehaltiges Lötzinn, Lötfett oder säurehaltiges Flußmittel u. ä. verwendet wurde
- wenn der Bausatz unsachgemäß gelötet und aufgebaut wurde

**Das gleiche gilt auch:**

- bei Veränderung und unsachgemäßen Reparaturversuchen am Gerät
- bei eigenmächtiger Abänderung der Schaltung
- bei der Konstruktion nicht vorgesehene, unsachgemäße Auslagerung von Bauteilen, Freiverdrahtung von Bauteilen wie Schalter, Potis, Buchsen usw.
- Verwendung anderer, nicht original zum Bausatz gehörender Bauteile
- bei Zerstörung von Leiterbahnen oder Lötäugen
- bei falscher Bestückung und den sich daraus ergebenden Folgeschäden
- Überlastung der Baugruppe
- bei Schäden durch Eingriffe fremder Personen
- bei Schäden durch Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung und des Anschlussplanes
- bei Anschluss an eine falsche Spannung oder Stromart
- bei Falschpolung der Baugruppe
- bei Fehlbedienung oder Schäden durch fahrlässige Behandlung oder Missbrauch

In all diesen Fällen erfolgt die Rücksendung des Bausatzes zu Ihren Lasten.

## 10. Entsorgung

Entsorgen Sie das unbrauchbar gewordene Produkt gemäß den geltenden gesetzlichen Bestimmungen.





**100%  
Recycling-  
Papier.**

**Chlorfrei  
gebleicht.**

## Impressum

Diese Bedienungsanleitung ist eine Publikation der Conrad Electronic GmbH, Klaus-Conrad-Straße 1, D-92240 Hirschau.

Alle Rechte einschließlich Übersetzung vorbehalten. Reproduktionen jeder Art, z. B. Fotokopie, Mikroverfilmung, oder die Erfassung in EDV-Anlagen, bedürfen der schriftlichen Genehmigung des Herausgebers.

Nachdruck, auch auszugsweise, verboten.

Diese Bedienungsanleitung entspricht dem technischen Stand bei Drucklegung. Änderung in Technik und Ausstattung vorbehalten.

© Copyright 2003 by Conrad Electronic GmbH. Printed in Germany.

\*2003/09/05