

Doppel-VFO mit 2xDDS AD9951

Andreas Lindenau DL4JAL

3. April 2014

Zusammenfassung



Basierend auf meinen Allband-VFO [1] habe ich mit anderer Software im PIC18F4520 der Steuerplatine und den Einsatz von zwei DDS Platinen mit dem AD9951 einen Doppel-VFO entworfen. Dieser VFO eignet sich hervorragend vor die verschiedensten IM3 Messungen, da das erzeugte 2-Tonsignal bei einem maximalen Pegel von -2dBm noch einen IM3 Abstand von etwas $>$ als 80dBc hat. Siehe Abbildung ?? auf Seite ??.

Inhaltsverzeichnis

1	Anschließbare DDS Bausteine	3
2	Die Hardware der Baugruppe	3
2.1	Umbau der Steuerplatine	3
2.2	Trennverstärker, Tiefpässe, Combiner	3
2.3	Die Bedienelemente	5
2.3.1	Tasten	5
2.3.2	Drehgeber	6
2.4	Belegung aller Stecker	6
2.4.1	„J1“ Stecker für Programmer	6
2.4.2	„X7“ Stecker für Tasten	6
2.4.3	„X6“ Stecker für Drehgeber	7
2.4.4	„X4“ Stecker für Mithörton	7
2.4.5	„X2“ Stecker für DDS1-Ansteuerung	7
2.4.6	„X8“ Stecker für DDS2-Ansteuerung	7
2.5	Die Menüebene 1	7
2.5.1	Taste links „A/B“ Wechsel VFOa, VFOb	8
2.5.2	Taste mitte „STEP“ Wechsel der Abstimmschrittweite	8
2.5.3	Taste rechts „Mode“	8
2.6	Die Menüebene 2	8
2.6.1	Taste links „DDS1“ aus/ein	8
2.6.2	„Mem“ Speichern der Bandeneinstellung im Eeprom	9
2.6.3	Taste recht „DDS2“ aus/ein	9

2.7	Die Menüebene 3	9
2.7.1	„Off1“ Offsetfrequenz1 für den DDS1	9
2.7.2	„Off2“ Offsetfrequenz2 für den DDS2	9
2.7.3	„SET“ SETUP	9
2.7.4	Die weiteren Menüpunkte	10
3	Schlusswort	10
4	Kontaktdaten	10

1 Anschließbare DDS Bausteine

Als DDS kann nur der AD9951 angeschlossen werden. Mit diesem IC funktioniert der VFO bis etwa 160MHz.

2 Die Hardware der Baugruppe

Für den Betrieb der beiden DDS-Platinen ist eine getrennte Versorgung mit 5Volt erforderlich. Der 78L05 auf der MC-Platine kann den Stromhunger nicht liefern (max. 100mA). Es wird ein Spannungsregler 5Volt 1Ampere benötigt.

2.1 Umbau der Steuerplatine

Damit der zweite DDS funktioniert muss auf der MC-Platine eine Drahtbrücke eingelötet werden. Die Drahtbrücke ist vom PIC18F4520 PIN13 zum Stecker X8 PIN4 (freier PIN) zu löten. Der Quarz braucht nicht entfernt zu werden. In der Software wird der Quarz nicht mehr benutzt sondern der interne Taktgenerator mit seiner maximalen Frequenz von 32MHz.

Es brauchen nicht alle Buchsen eingelötet zu werden. Folgende Buchsen lassen wir weg:

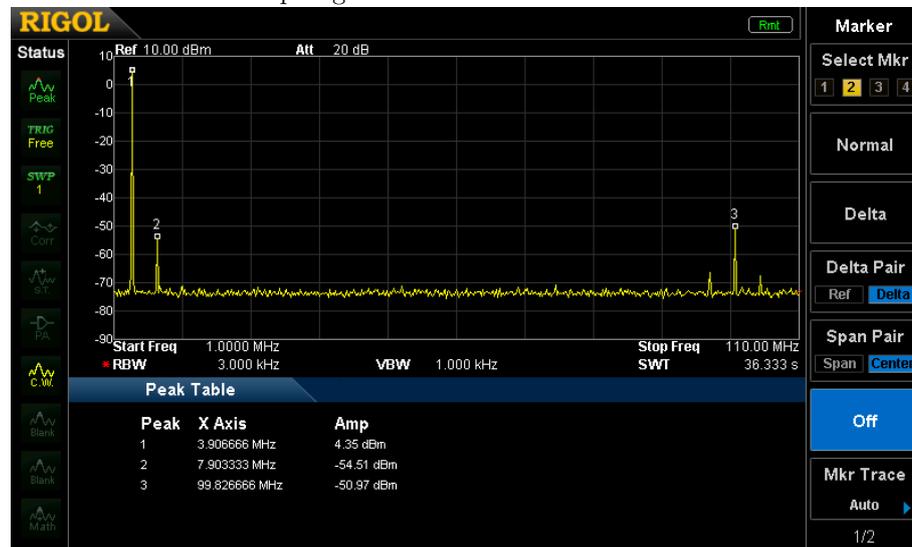
- X1 „Keyer Punkt.Strich“
- X3 „RS232“
- X13 „Sender ein/aus“
- X12 „Tastung ein/aus“
- X9 „Poti Keyer“
- J1 „Programmer“ wenn nicht direkt in der Platine programmiert wird
- X10 „SWV“
- X5 „Reserve“

Der DDS1 wird an die Buchse X2 angesteckt und der DDS2 wird an die Buchse X8 gesteckt.

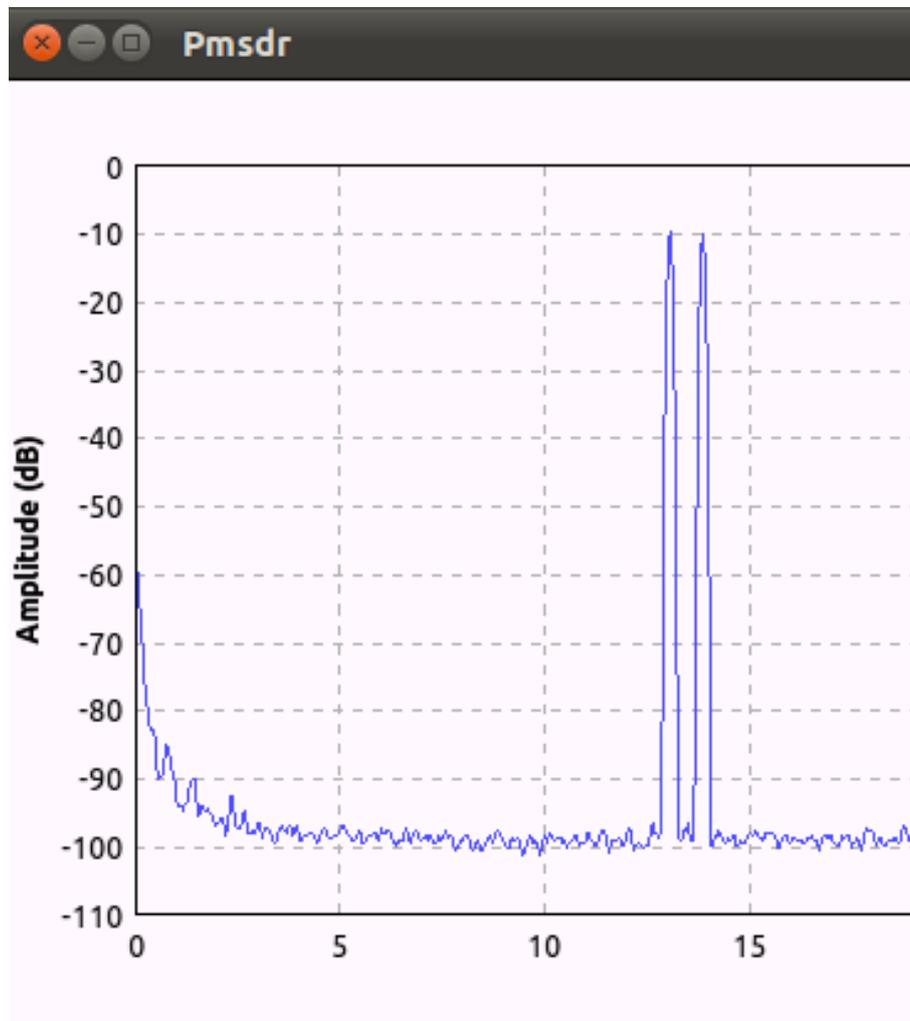
2.2 Trennverstärker, Tiefpässe, Combiner

Damit man die IM3 Werte wie in Abbildung ?? auf Seite ?? erreicht, sind Trennverstärker und ein guter Combiner einzusetzen. Als Trennverstärker habe ich den 2xAD8000 benutzt. Ich habe mich an die bewährte Schaltung des NWT01 vom FA gehalten. Pro DDS-Ausgang sind 3 Tiefpässe enthalten und eine leichte Pegelangleichung bei höheren Frequenzen. Das funktioniert ausgezeichnet. Den Kondensator 12pF für die Anhebung der höheren Frequenzen habe ich weggelassen. Dadurch ist das Ausgangssignal sauberer. Ich habe einen Combiner aus dem Beitrag [2] nachgebaut. Wichtig ist eine maximale Entkopplung zwischen Tor1 und Tor2. Nur so ist hat Zweitonsignal einen IM3 Abstand grösser 80dBc. Inzwischen habe ich als Combiner den Typ „PSC-2-1, Power Splitter/Combiner“ vom Funkamateurladen eingesetzt. Dieser Combiner hat

nur 3dB Durchlassdämpfung.



Wir sehen das Ausgangssignal 4MHz eines Kanals mit seinen Oberwellen.



Hier ist das 2-Ton Signal 10MHz zu sehen. Frequenzabstand etwa 900Hz. Im Bereich von fast 90dB ist kein IM Produkt zu sehen.

2.3 Die Bedienelemente

2.3.1 Tasten

An die Baugruppe werden 4 Tasten angeschlossen. Die Tasten sind unterhalb der LCD-Anzeige anzuordnen, da die Funktion der einzelnen Tasten in der 2. Zeile beschrieben werden. Links kommt zuerst die Taste 1. Das ist die Menütaste mit der Sonderfunktion „Menü Ein/Aus“. Die restlichen 3 Tasten sind Funktionstasten und werden im gleichen Abstand angeordnet. Die Anordnung sollte so sein das diese 3 Tasten den angezeigten Funktionen im Display zugeordnet werden können.



Hier sehen wir die Tastenanordnung nicht ganz optimal gestaltet.

2.3.2 Drehgeber

Als Drehgeber wird am günstigsten ein optischer Drehgeber verwendet. Der Drehgeber muss den sogenannten Graycode liefern. Der Drehgeber hat 2 Ausgänge und an denen werden Impulsfolgen ausgegeben die um 90 Grad versetzt sind. Je nach Drehrichtung ist die Phasenverschiebung positiv oder negativ. Durch einen Softwaretrick nutze ich die Impulsfolgen und generiere die Doppelte Anzahl an Impulsen. Das geschieht durch die Ausnutzung der fallenden und ansteigenden Flanken der Impulse. Ein optischer Drehgeber hat etwa 100 Impulse pro Umdrehung. Daraus werden 200 Impulse pro Umdrehung durch die Software.

2.4 Belegung aller Stecker

2.4.1 „J1“ Stecker für Programmer

Diese Belegung ist DL4JAL-spezifisch. Da mir Anfangs kein Standard der Belegung des Programmsteckers bekannt war, habe ich mir selbst eine Belegung ausgedacht, die ich bis heute beibehalten habe.

1. MLCR
2. RB6
3. GND
4. RB7
5. 5Volt

2.4.2 „X7“ Stecker für Tasten

1. GND
2. Taste 1 Einsprung in das Menü, Position LCD ganz links, schon etwas außerhalb der Anzeige
3. Taste 2, Position LCD links
4. Taste 3, Position LCD mitte
5. Taste 4, Position LCD rechts

2.4.3 „X6“ Stecker für Drehgeber

Als Drehgeber ist ein Optischer zu empfehlen mit etwa 100 Impulsen pro Umdrehung. Nur so ist ein vernünftiges Arbeiten möglich.

1. 5 Volt
2. Takt
3. Drehrichtung
4. GND
5. GND

2.4.4 „X4“ Stecker für Mithörton

Der Mithörton kann nicht weggelassen werden. Wenn man beim betätigen der Tasten keine Quittungstöne zu hören sind ist die Bedienung der Baugruppe nicht möglich. Man muss auch beim „langen Tastendruck“ den Doppelquittungston hören.

1. Mithörton
2. GND

2.4.5 „X2“ Stecker für DDS1-Ansteuerung

1. FSYNC
2. CLK
3. DATA
4. RESET nur für AD9951
5. GND

2.4.6 „X8“ Stecker für DDS2-Ansteuerung

1. FSYNC
2. CLK
3. DATA
4. RESET nur für AD9951
5. GND

2.5 Die Menüebene 1



Sicht auf Menüebene 1. Die 3 Funktionen in der Menüebene 1 können auch sofort, durch einen „kurzen Tastendruck (ein einfacher Quittungston)“ aufgerufen werden. Es ist als nicht nötig vorher in das „Menü“ mit der Menütaste zu gehen.

2.5.1 Taste links „A/B“ Wechsel VFOa, VFOb

Mit diesen Punkt wird der VFO gewechselt. Erfolgt die Band/Modeumschaltung aktiv über das Menü, merkt sich die SW den Mode pro VFO im Eeprom.

2.5.2 Taste mitte „STEP“ Wechsel der Abstimmschrittweite

Wechsel der Schrittweite. Bei jedem Tastendruck wird die Stepfolge 1Hz, 10Hz, 100Hz, 1kHz, 100kHz durchlaufen. Damit wird ein schnelle Frequenzwechsel möglich.

2.5.3 Taste rechts „Mode“

Mit jedem Tastendruck wird der Mode gewechselt. MHz, LSB, USB im Wechsel. Welcher Mode aktiv ist sehen wir im Display Zeile 1 ganz rechts.

- **MHz** DDS1 ist fest dem VFOa zugeordnet. DDS2 ist fest dem VFOb zugeordnet. Alles ohne Offsetfrequenzen. Es wird also genau die Frequenz ausgegeben, die im Display angezeigt wird.
- **LSB** Es wird an beiden DDS die Frequenz im Display Zeile1 ausgegeben. Aber bei diesem Mode werden die Offsetfrequenzen subtrahiert. Die Ausgabefrequenz am DDS1 = $(\text{FrequenzZeile1imDisplay}) - \text{Offsetfrequenz1}$ und am DDS2 = $(\text{FrequenzZeile1imDisplay}) - \text{Offsetfrequenz2}$.
- **USB** Es wird an beiden DDS die Frequenz im Display Zeile1 ausgegeben. Aber bei diesem Mode werden die Offsetfrequenzen addiert. Die Ausgabefrequenz am DDS1 = $(\text{FrequenzZeile1imDisplay}) + \text{Offsetfrequenz1}$ und am DDS2 = $(\text{FrequenzZeile1imDisplay}) + \text{Offsetfrequenz2}$.

Die Modes LSB und USB simulieren einen SSB-Sender mit einer Zweitonaussendung.

2.6 Die Menüebene 2



Sicht auf Menüebene 2. Die 3 Funktionen in der Menüebene 2 können auch sofort, durch einen „langen Tastendruck (ein doppelter Quittungston)“ aufgerufen werden. Es ist als nicht nötig vorher in das „Menü“ mit der Menütaste zu gehen.

2.6.1 Taste links „DDS1“ aus/ein



Mit dieser Funktion wird der DDS1 auf Frequenz 0Hz programmiert. Dadurch wird der DDS quasi abgeschaltet. Als Kennzeichen, dass ein DDS abgeschaltet wurde wird auf dem Display in Zeile2 ganz links ein „*“ eingeblendet.

2.6.2 „Mem“ Speichern der Bandeinstellung im Eeprom

Dieser Punkt speichert den VFOa und VFOb im Eeprom so dass bei Bandwechsel zu diesem Band die gespeicherten Frequenzen der VFOs wieder aus den Eeprom geladen werden. Ein Bandwechsel von diesem Band in ein anderes Band überschreibt diese Daten wieder.

2.6.3 Taste recht „DDS2“ aus/ein

Mit dieser Funktion wird der DDS2 auf Frequenz 0Hz programmiert. Dadurch wird der DDS quasi abgeschaltet. Als Kennzeichen, dass ein DDS abgeschaltet wurde wird auf dem Display in Zeile2 ganz links ein „*“ eingeblendet.

2.7 Die Menüebene 3



Sicht auf Menüebene 3. Die Menüebenen 3 und größer können nur über die Menütaste + Drehgeber erreicht werden.

2.7.1 „Off1“ Offsetfrequenz1 für den DDS1



Frequenz Offset1 400Hz. In diesem Menüpunkt wird die Offsetfrequenz1 eingestellt. Diese Frequenz wird je nach Modes LSB oder USB subtrahiert oder addiert.

2.7.2 „Off2“ Offsetfrequenz2 für den DDS2



Frequenz Offset2 2600Hz. In diesem Menüpunkt wird die Offsetfrequenz2 eingestellt. Diese Frequenz wird je nach Modes LSB oder USB subtrahiert oder addiert.

2.7.3 „SET“ SETUP

Dieser Punkt ist der Eintritt in das SETUP der Baugruppe. Das „SETUP“ hat nur 2 Funktionen.

„**DDS-Const DDS1**“ Für die Errechnung der DDS-Frequenz wird eine Konstante gebraucht, die Abhängig von der DDS-Taktfrequenz ist. Ich kann hier die Konstante einstellen und verstellen. Die Konstante wird Hexadezimal dargestellt. Ich habe in die SW die folgende Funktion mit eingebaut. Zuerst wird die Frequenz im VFOa eingestellt (z.B 10,000000MHz). Jetzt gehen wir in das Setup zur DDSkonstante. Die eingestellte Frequenz vom VFOa wird direkt jetzt ohne Offset ausgegeben und kann zum Vergleich mit der Referenzfrequenz genutzt werden. Mit dem Drehgeber die DDS-Konstante verstellen bis die DDS-Frequenz und der Träger des Frequenznormales (10MHz) auf Schwebungsnul sind. Am besten funktioniert der Frequenzvergleich mit einem analogen 2-Strahloszilloskop.



Mit den Tasten < > wird die Stelle ausgewählt und mit dem Drehgeber eingestellt. Zum Abschluss mit „OK“ abspeichern.

„**DDS-Const DDS2**“ Hier gilt das gleiche wie bei „DDS-Const DDS1“ mit einem Unterschied. Am DDS2 wird die Frequenz des VFOb direkt ausgegeben.

2.7.4 Die weiteren Menüpunkte



Sicht auf die weiteren Menüebenen. Die weiteren Menüpunkte sind Frequenzspeicherplätze. Diese habe ich so gelassen wie beim AllbandVFO. Sie funktionieren wie beim Bandwechsel. Die Frequenzeinstellung des vorherigen Bandes wird gespeichert.

3 Schlusswort

Wolfgang DL2JWL hat sich bereit erklärt einen Bausatz zusammenzustellen. Für den Doppel-VFO müsste nur zusätzlich eine DDS Platine mit dem AD9951 geordert werden. Bestellung unter [3].

Diese Projekt ist ein reines Amateurprojekt und darf nur mit meiner Zustimmung kommerziell genutzt werden. Alle Rechte sind bei Andreas Lindenau (DL4JAL).

4 Kontaktdaten

Abschließend noch meine Kontaktdaten:

✉ DL4JAL@darc.de
 🌐 www.dl4jal.eu



Andreas Lindenau

Loheweg 5 OT Schellenberg
09573 Leubsdorf

Literatur

- [1] Andreas Lindenau DL4JAL, <http://www.dl4jal.eu/avfo/avfo.html>
- [2] Werner Schnorrenberg, Habichtweg 30, D-51429 Bergisch Gladbach
http://www.dc4ku.darc.de/Power_Splitter.pdf
- [3] Wolfgang Lässig DL2JWL, <http://www.dl2jwl.de/>