

Der Bausatz DSW-20 der „Small Wonder Labs“:

PIC-kontrollierter DDS-CW-Transceiver für 20 m

Dr. R. Krause-Rehberg, DK5RK

Bausätze für Einband-CW-Transceiver gibt es viele. Was diesen Bausatz aber zu etwas Besonderem macht, ist der DDS-VFO, der von einem Einchipmikrorechner (PIC) angesteuert wird. Da ist dann gleich eine Elbug und die Ausgabe der QRG als Morsezeichen integriert. Dies alles findet auf einer 70 x 100 mm kleinen Platine Platz.

Seit über einem Jahr bietet Dave (NN1G) über seine kleine Firma Small Wonder Labs [1] die Bausatzreihe DSW für fünf Bänder an (160 bis 20 m; der DSW-40 wurde kürzlich bereits beschrieben [2]). Es wurden inzwischen mehr als 500 Stück aus dieser Bausatzreihe ausgeliefert. Sie entstand aus der SW-Reihe, die noch freischwingende VFOs hatte. Dave hat nun für die DSW-Transceiver auf gleicher Fläche den mit 50 MHz getakteten DDS-Chip AD9835 und den PIC 16C715 untergebracht. Damit wird die Sendefrequenz direkt erzeugt. Das Signal wird durch drei Transistoren verstärkt, wobei die CW-Tastung durch den PIC in beiden Treiberstufen erfolgt. Die PA ist in meinem Gerät mit einem 2SC1947 bestückt und liefert bis zu 3 W Ausgangsleistung.

Im Empfangsfall wird eine um die ZF verschobene Oszillatorspannung vom DDS-Schaltkreis generiert. Der erste Mischer ist ein SA612 (s. Bild 1). Ein aus drei Quarzen bestehendes Ladderfilter hat eine für CW optimierte Bandbreite. Die Demodulation erfolgt erneut mit einem 612. Die restlichen 60 dB Verstärkung werden auf der NF-Seite durch einen Doppel-OPV erzielt.

Eine QSK-Tastung wurde, wie üblich, durch einen MOSFET zwischen den NF-Stufen und durch Dioden in der RX-Antennenzuleitung realisiert. Auf einen separaten NF-Regler wurde verzichtet, d.h., die Lautstärkeregelung erfolgt am HF-Eingang des RX (s. unten). Der Empfänger hat keine Regelung.

Beschaffung

Ich habe den Bausatz bekommen, indem ich einen US-\$-100-Schein in einem normalen Brief zu Dave geschickt habe. Zum Glück sind solche Experimente nicht mehr nötig, denn der FUNKAMATEUR-Leserservice beabsichtigt, in seinem Online-Shop die DSW-Serie anzubieten. Durch den hohen Dollarkurs ist der Bausatz nicht gerade ein Schnäppchen. Ich finde aber doch, daß er die Investition wert ist.

Das in [2] gezeigte blau eloxierte Al-Gehäuse steht nicht mehr zur Verfügung. Dave bemüht sich aber, bald eine Alternative zu finden. Außerdem gibt es immer wieder Lieferschwierigkeiten, weil einzelne Bauelemente zeitweise nicht verfügbar sind. Im Moment scheint die Beschaffung des DDS-Schaltkreises das größte Problem zu sein, so daß sich die Auslieferung erneut über Monate verzögern kann. Wollen wir hoffen, daß von Analog Devices bald positive Signale zu hören sind.

Aufbau

Der Bausatz kommt im Briefumschlag ohne das Potentiometer, den Taster für die Betriebsarten der Elbug, den RIT-Schalter und den Einbaubuchsen für Kopfhörer, Antenne und Stromversorgung. Das alles erhält man aber mit dem optionalen Gehäusekit.

Die Leiterplatte hat Profi-Qualität; alle Bohrungen sind durchkontaktiert. Der DDS-Chip ist nur ein paar mm groß. Zum Glück ist er bereits vormontiert, denn da hätte ich meine Schwierigkeiten gehabt. Das Handbuch ist sehr ausführlich. Es ist nur in Englisch erhältlich, womit manche OMs eventuell Schwierigkeiten haben könnten. Zur Not muß da ein Wörterbuch helfen, und bei Problemen gibt es ja noch die E-Mail-Liste

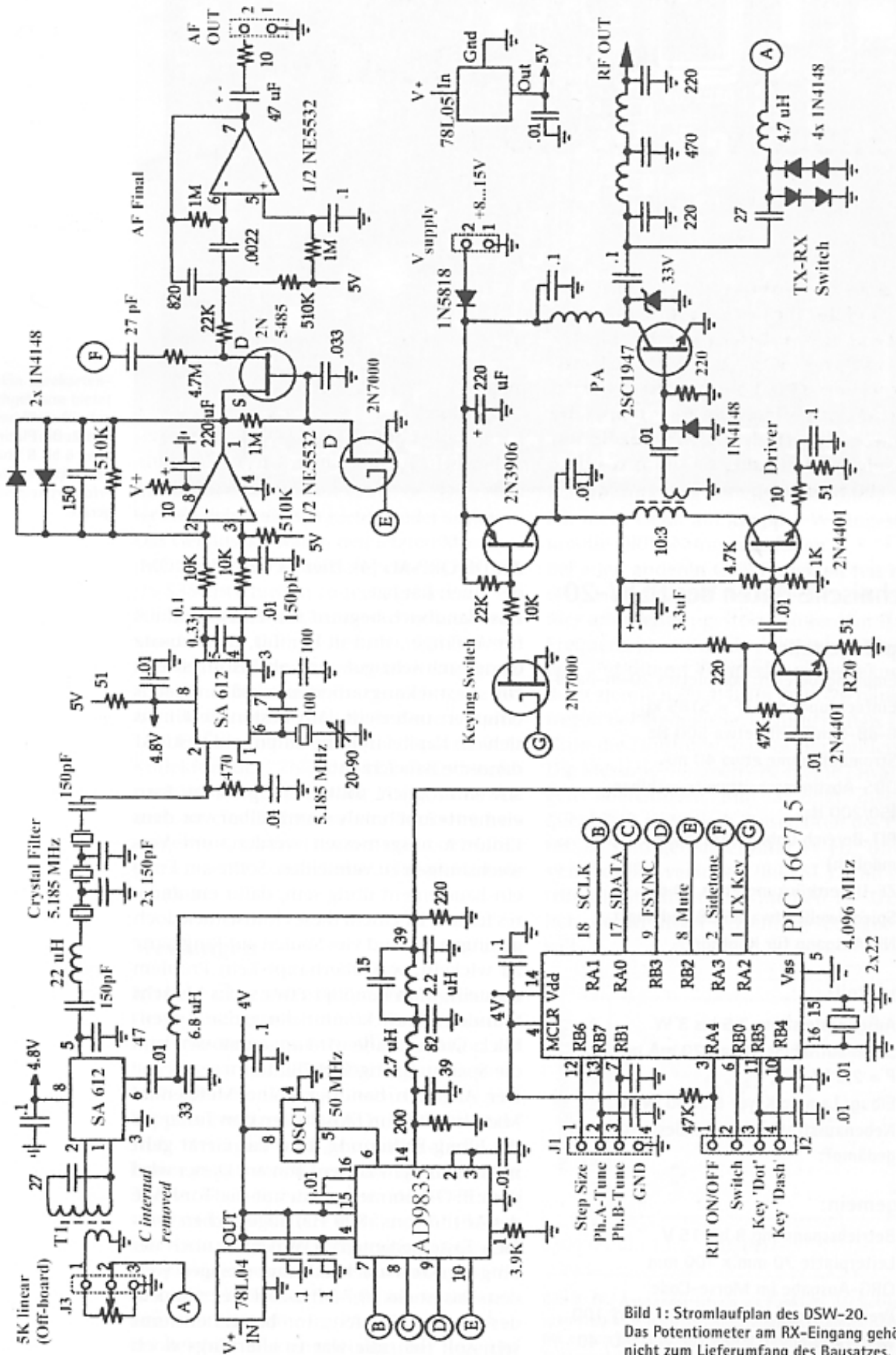


Bild 1: Stromlaufplan des DSW-20. Das Potentiometer am RX-Eingang gehört nicht zum Lieferumfang des Bausatzes.

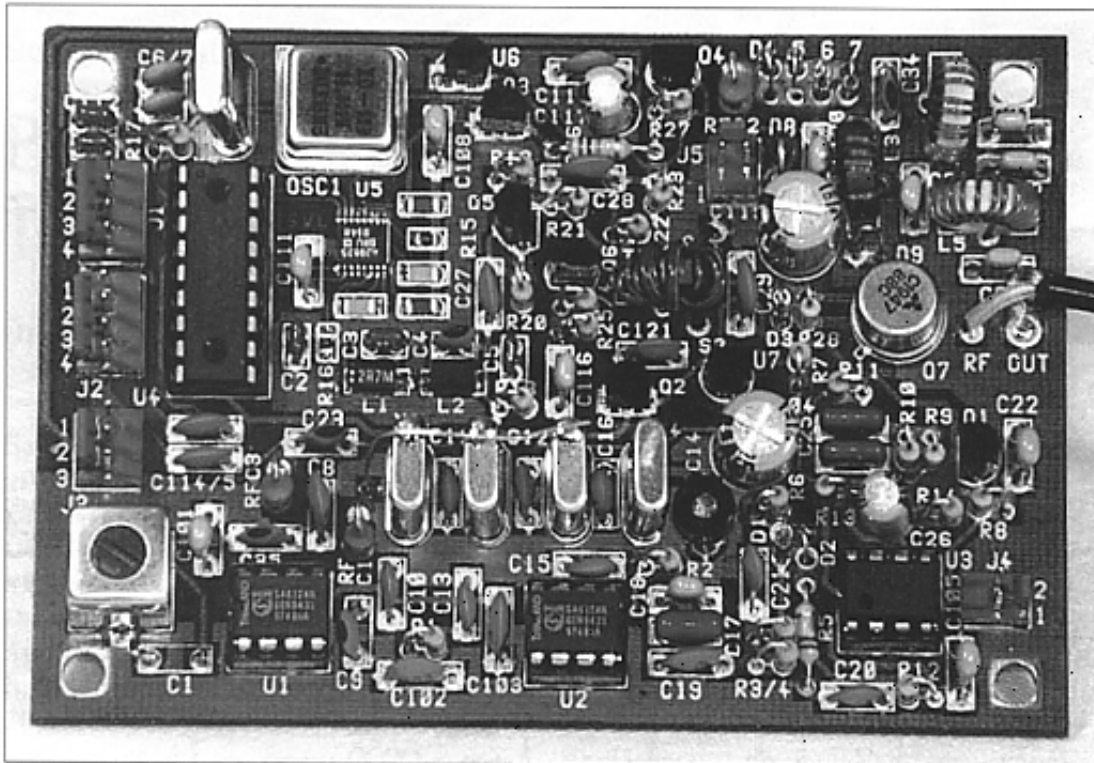


Bild 2: Die Platine ist in etwa 6 bis 8 Stunden bestückt. Der Abgleich erfordert keinerlei Meßgeräte.

Technische Daten des DSW-20

Empfängerteil:

- Empfangsbereich: komplettes 20-m-Band
- Einfachsuper mit ZF = 5185 kHz
- 6-dB-Bandbreite etwa 500 Hz
- Stromaufnahme etwa 40 mA
- DDS-Abstimmschrittweite wählbar (50/200 Hz)
- RIT-Bereich unbegrenzt (Split-Betrieb möglich)
- ZF-Unterdrückung etwa 80 dB
- Spiegelwelle etwa 55 dB gedämpft
- NF-Ausgang für Kopfhörer

Sendeteil:

- Ausgangsleistung 2,5 bis 3 W
- Stromaufnahme etwa 320 mA bei P = 2,5 W
- Elbug: Lambic Keyer 5 ... 50 WpM
- Nebenausstrahlungen mindestens 60 dB gedämpft

Allgemein:

- Betriebsspannung 8 bis 15 V
- Leiterplatte 70 mm x 100 mm
- QRG-Ausgabe im Morse-Code
- Preis bei Small Wonder Labs: US-\$ 100
- weitere Bandversionen für 160, 80, 40 und 30 m

der DL-QRP-AG [4]. Hier ist immer ein OM, der einen Rat hat.

Das Handbuch beginnt mit einem Lötkurs für Anfänger, und in der Tat, der Bausatz eignet sich sehr gut auch als Erstlingswerk. Die Bestückungsarbeiten sind in sechs Gruppen unterteilt. Am besten liest man sich ein Kapitel in Ruhe durch und bestückt dann die Bauelemente.

Soweit möglich, sollten alle passiven Bauelemente nochmals unmittelbar vor dem Einlöten ausgemessen werden, um Verwechslungen zu vermeiden. Sollte am Ende ein Bauelement übrig sein, dafür ein anderes fehlen, ist einem dieses Kunststück doch gelungen. Es sind vier Spulen auf Ringkerne zu wickeln, was überhaupt kein Problem darstellt. Man benötigt etwa sechs bis acht Stunden, dann kommt der große Augenblick: Die Antenne wird angeschlossen und die Spannung angelegt (Bild 2).

Der Abgleich benötigt keine Meßgeräte. Man drückt beim Einschalten den Taster für die Elbug-Bedienung, und das Gerät geht mit einem (sehr lauten) Ton an. Dieser wird dem BFO-Trimmer genau auf die Tonhöhe des Mithörtons (800 Hz) abgeglichen (einfach Taste bedienen). Dann muß noch der Eingangskreis auf Maximum gezogen werden. Das ist ein 10,7-MHz-ZF-Filter, aus dem der interne Kondensator bereits entfernt sein soll (bei mir war er allerdings noch drin).

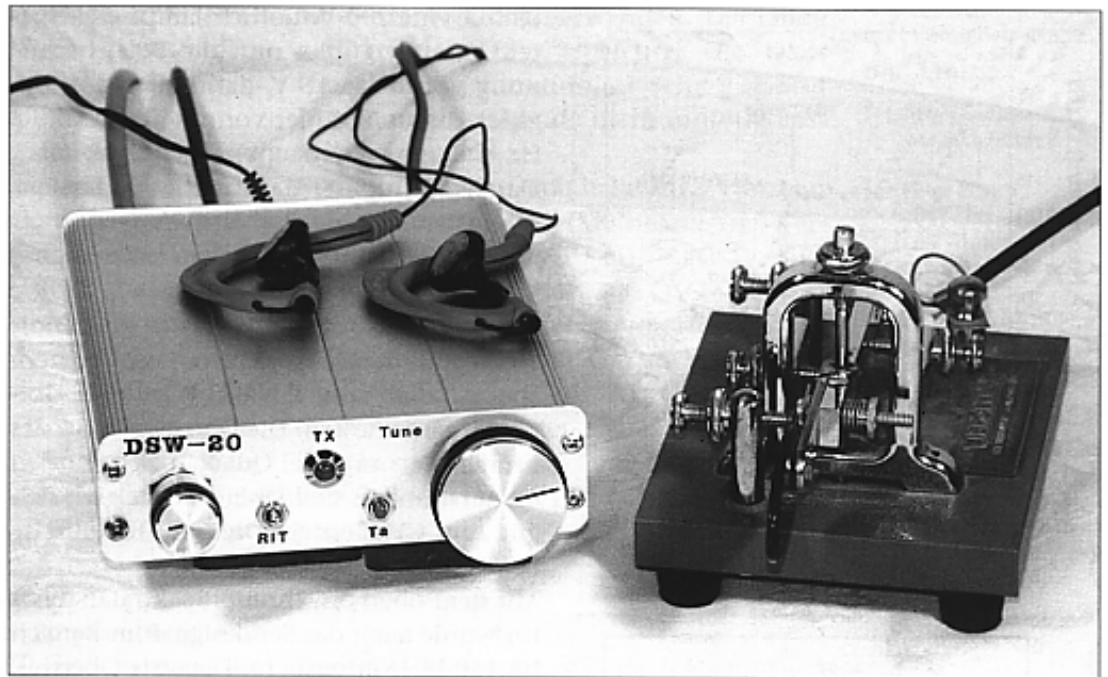


Bild 3: Ein Eurokarten-Flachgehäuse bietet ausreichend Platz für den Transceiver.

Also bitte vorher nachsehen, denn das Filter läßt sich praktisch nicht wieder auslöten. Das Gehäusekit war in den letzten Monaten nicht lieferbar. Außerdem wäre es mir mit US-\$35 entschieden zu teuer gewesen.

Ich habe ein Eurokarten-Flachgehäuse verwendet (z.B. Conrad Best.-Nr. 523240-88). Die Grundfläche ist zwar ein wenig groß, aber die Höhe stimmt und es sieht ganz gut aus (Bild 3). Zusätzlich installierte ich eine TX-LED, die mit ihrem Vorwiderstand vom Kollektor des 2N3906 (TX-Treiberstufe) nach Masse geht. Diesen Punkt habe ich auch an eine Buchse auf der Rückseite herausgeführt. Damit läßt sich z.B. bei Mobilbetrieb eine zusätzliche Linearendstufe schalten.

Messungen

Ich habe einige Messungen am aufgebauten Gerät durchgeführt. Zunächst interessierte mich die Ausgangsleistung als Funktion der Betriebsspannung. Bild 4 zeigt das Ergebnis. Man erreicht fast 5 W, wenn der Gegenkopplungswiderstand R_{20} in der Vortreiberstufe verringert wird. Man sollte aber doch besser nicht versuchen, die spezifizierten 3 W zu überschreiten, denn der PA-Transistor hat keine weitere Kühlung. Allerdings läßt sich mit der Verringerung der Gegenkopplung experimentieren, wenn man eine besonders kleine Betriebsspannung verwenden will (Ersatz für den PA-Transistor gibt es bei Reichelt-Elektronik unter der Bezeichnung SC1947).

Durch Erhöhung der Gegenkopplung habe ich mein Gerät auf knapp 1 W eingestellt, um die QRPP-Norm zu erfüllen.

Bei allen anderen QRP-Projekten hat mich die Instabilität der freilaufenden VFOs immer am meisten gestört. Außerdem ist die Frequenz gewöhnlich „mechanisch anfällig“ und nimmt Temperaturschwankungen doch ziemlich übel. Beim DSW-20 hatte ich wegen der Frequenzerzeugung mittels DDS-Chip die Hoffnung, daß es nun anders ist. Die Messungen haben alle meine Erwartungen übertroffen! Bild 5 zeigt die Frequenzdrift nach dem Einschalten des Gerätes. Es sind gerade einmal 17 Hz, um die sich die QRG verändert (Bild 5). Damit übertrifft die Stabilität auch meinen TS-50 deutlich, der in dieser Beziehung sehr gut sein soll.

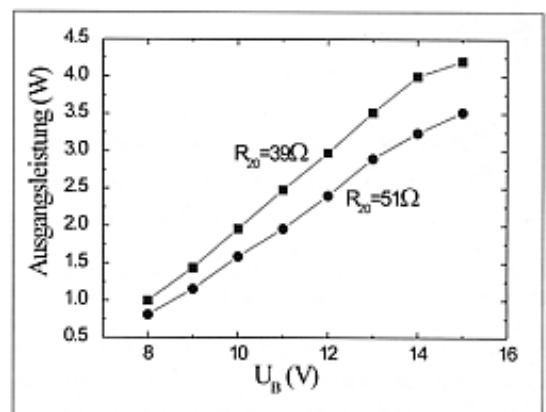


Bild 4: Die Ausgangsleistung als Funktion der Betriebsspannung und des Gegenkopplungswiderstandes R_{20} in der ersten Treiberstufe. Man erreicht fast 5 W Ausgangsleistung. Aber Vorsicht: Der PA-Transistor besitzt keinerlei Kühlung.

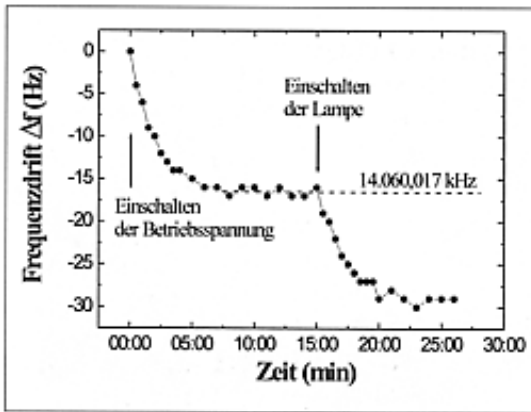


Bild 5: Die Frequenzdrift nach dem Einschalten des Gerätes ist mit etwa 20 Hz praktisch nicht hörbar. Auch wenn eine Infrarot-Lampe dicht vor der Platine eingeschaltet wird, driftet die Frequenz nur unmerklich um wenige Hz.

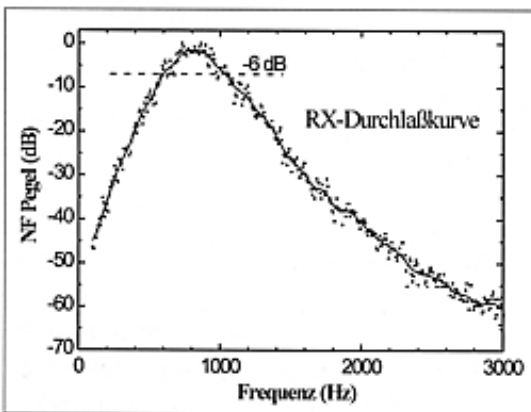


Bild 6: Die Durchlaßkurve des Empfängers wurde „über alles“ mit einem Rauschgenerator am RX-Eingang und einem Spektralanalysator am Kopfhörer-Ausgang gemessen.

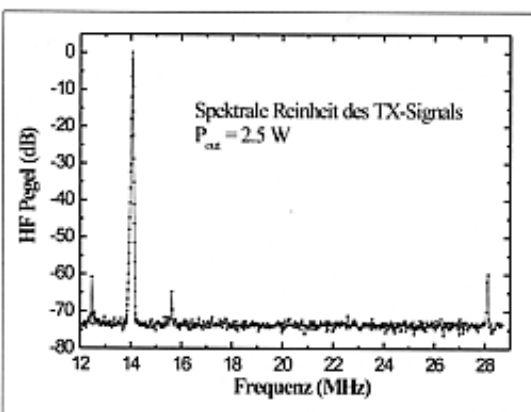


Bild 7: Die Oberwellen und Nebenausstrahlungen des DSW-20 sind sehr gut unterdrückt.

Wenn man nun aus der Küche auf den Balkon geht, so würde jeder meiner anderen Selbstbau-Transceiver den Sonnenschock mit einem ordentlichen Frequenzsprung bejubeln. Nicht so der DSW-20: Weitere kaum hörbare 15 Hz läuft der TX, wenn man in 20 cm Entfernung vor der offenen

Platine eine 200-W-Rotlichtlampe einschaltet. Verändert man nun die Betriebsspannung von 8 bis 15 V, dann ist schon ein guter Frequenzzähler vonnöten, um die 2 Hz Änderung überhaupt messen zu können. Daraus resultiert, daß auch bei fast erschöpfter Batterie der Ton in sehr guter Qualität beim Partner aus dem Lautsprecher bzw. Kopfhörer kommt.

Die Bandbreite des Empfängers wurde mit einem HF-Rauschgenerator und einem Spektralanalysator (SNA-2; Wandel & Goltermann) gemessen. Die Durchlaßkurve des Ladderfilters mit drei Quarzen ist natürlich nicht besonders steilflankig, aber eignet sich gut zum CW-Betrieb. Die 6-dB-Bandbreite beträgt etwa 500 Hz (Bild 6).

Mit dem oben erwähnten Spektralanalysator wurde auch das Sendesignal im Bereich bis 150 MHz untersucht. Die erste Oberwelle ist bereits sehr gut gedämpft. Es treten zwei Nebenwellen auf, die jeweils etwa 1580 kHz von der Sendefrequenz entfernt liegen. Aber auch sie sind etwa 60 dB gedämpft (Bild 7).

Betriebserfahrungen

Da die Empfänger-Eingangsspannung nur durch einen Einfachkreis selektiert wird, habe ich erwartet, daß zumindest an einer Multibandantenne eine zusätzliche Selektion notwendig sein würde. Das wäre am Potentiometer auch einfach zu realisieren, aber es stellte sich heraus, daß die Lautstärkeregelung am Antenneneingang dafür sorgt, daß sich Intermodulationsprodukte in Grenzen halten. Eine bessere Selektion ist wirklich nicht erforderlich.

Ein Nachteil dieser Anordnung ist aber, daß der gesamte Empfänger immer mit voller Verstärkung läuft. Bei empfindlichen Kopfhörern ist das Grundrauschen dann doch schon etwas störend. Da ich im stationären Betrieb zusätzliche aktive Lautsprecherboxen verwende, kann ich hier die NF-Verstärkung entsprechend reduzieren. Wer genug Platz im Gehäuse hat, kann eventuell den 22-k Ω -Widerstand zwischen den beiden NF-Verstärkerstufen als Potentiometer ausführen.

Der Empfänger, der ausreichend empfindlich ist, hat keine Regelung, was etwas gewöhnungsbedürftig ist. Beim Beobachten von schwachen Stationen muß man schon mal sehr schnell den Lautstärkereglern finden, wenn eine starke Station erscheint.

Insgesamt macht der Empfänger trotz seiner Einfachheit eine gute Figur, insbesondere gefällt mir die recht gute Selektivität, die anderen einfachen Konzepten oft fehlt.

Der Empfänger befindet sich nach dem Einschalten auf der QRP-Frequenz 14,060 MHz. Jede Schaltstellung des Drehgebers schaltet die QRG um 200 Hz weiter; eine Umdrehung entspricht 6 kHz. Bei Bedarf schaltet man durch etwas längeren Druck auf den Drehgeber auf 50 Hz Frequenzraster um. Das entspricht den praktischen Bedürfnissen und man gewöhnt sich schnell daran. Die Frequenz wird beim kurzen Druck auf den Drehgeber als Morsezeichen ausgegeben, z.B. entspricht „24“ der Frequenz 14,024 MHz.

Beim Einschalten des RIT-Schalters verändert man nur noch die Empfangsfrequenz in (beliebig vielen) 50-Hz-Schritten, die Sendefrequenz wird eingefroren. Damit ist auch Split-Betrieb möglich: Man dreht auf die gewünschte Sendefrequenz, schaltet die RIT ein und sucht wieder die Gegenstation. Die Einstellungen der Elbug werden mit einem Taster vorgenommen: Nach kurzem Druck läuft ein akustisches Menü im Morsecode ab, womit man das Tempo der Taste einstellen, einen Dauerton senden sowie Striche und Punkte vertauschen kann. Außerdem lässt sich eine Handtaste bzw.

eine externe Elbug verwenden. Die Elbug verfügt nicht über Speicher. Die QSK-Umschaltung funktioniert sehr gut und hilft, erfolglose Anrufe nicht unnötig auszudehnen.

Mit dem kleinen Gerät habe ich bis jetzt an meiner Hustler 6-BTV (Multiband-Trap-Vertikalantenne 80 bis 10 m) mit 1 W Ausgangsleistung mehr als 100 QSOs geführt. Highlights waren dabei Verbindungen mit ZL2AP, FM5UH, DL2GG/YV5 und gleich zwei Verbindungen mit JA1KGW/qrp. Alle diese Partner meldeten sich auf meine CQ-Rufe bei 14,060 MHz. Einige weitere Fotos vom DSW-20 finden sich auf meiner Homepage [4].

Fazit

Der DSW-20-Bausatz ist einfach aufzubauen und abzugleichen. Er liefert bei minimalem Aufwand eine gute Empfängerleistung. Der DDS-VFO ist absolut stabil, das Sendesignal ausgezeichnet. Meine anderen Selbstbau-Radios gucken schon eifersüchtig aus dem Regal, aber das Funken mit dem DSW-20 macht riesigen Spaß.

Bei Dr. M. Diestelhorst und Dr. U. Straube (DJ0HQP) möchte ich mich für die Hilfe bei den Messungen bedanken.

Literaturhinweise und Links:

- [1] <http://www.small-wonderlabs.com/>
- [2] Peter Zenker: „DSW 40 – DDS-QRP-Transceiver von Small Wonder Labs“, FA 10/00, S. 1068
- [3] <http://www.dl-qrp-ag.de/>
- [4] <http://www.ep3.uni-halle.de/user/krause-rehberg/dk5rk.html>

Autor:

Dr. R. Krause-Rehberg, DK5RK,
(krause@physik.uni-halle.de)