

Model 1254 von Ten-Tec: KW-Empfängerbausatz

Dipl.-Ing. MAX PERNER – DM2AUO

Mit dem 1254 bringt die amerikanische Firma Ten-Tec einen Doppelsuperhet auf den Markt, der sowohl vom elektrischen als auch mechanischen Konzept ihrer bisherigen Geräte abweicht. Mikroprozessorgesteuert, durchgehender Empfangsbereich 100 kHz bis 30 MHz, CW/SSB, AM – und das alles im Selbstbau?

Wir wollten es genauer wissen, und ich habe ein solches Gerät aufgebaut.

Die Größe der Originalverpackung überraschte mich schon mal. Beim Auspacken wurde mir allmählich bewußt, daß da etwas auf mich zukam, das mehr als die Bezeichnung Wochenendprojekt verdiente. Der Umfang des Handbuchs sowie die Anzahl der Bauelemente des Mainboards beeindruckten mich sehr.

Um es vorwegzunehmen: kein Bausatz für absolute Einsteiger, weder in elektrischer noch in mechanischer Hinsicht. Mit Geduld und Hoffnung allein funktioniert das Gerät später nicht. Das technische Amerikanisch (das Handbuch ist erwartungsgemäß nicht

- sechsstellige Frequenzanzeige,
- Abstimmsschritte: 2,5 kHz SSB/CW, 5 kHz AM, 100 kHz bei „fast tuning“,
- Clarifier als Feinabstimmung,
- 15 freiprogrammierbare Speicherplätze,
- 15.000 MHz als Start- oder Defaultfrequenz,
- 1. ZF 45 MHz,
- 2. ZF 455 kHz,
- steifflankiges Filter in der 2. ZF mit einer Bandbreite von 4 kHz,
- optionale Zuführung der Betriebsspannung für eine aktive Antenne über die Antennenbuchse,



Das betriebsbereite Gerät. Unten 3,5-mm-Stereo-Klinkenbuchse, Lautstärkesteller, Clarifier, Einschalter, Hauptabstimmung. Oben das sechsstellige Display (AM bzw. SSB durch je eine LED rückgemeldet), Taster SSB/AM, Memory In/Out, Umschaltung auf 100 kHz oder 2,5/5 kHz je nach Betriebsart. Die LED zwischen SPEED und FAST ist während der Montage der Displayleiterplatte einzupassen.

deutschsprachig, aber sehr ausführlich) sollte Ihnen nicht fremd sein, ein hochohmiges Voltmeter sowie ein Frequenzzähler bis etwa 80 MHz sind erforderlich. Zeit und das Durchsehvermögen für den Step-by-Step-Aufbau sichern jedoch den Erfolg.

Der Hersteller spricht mit diesem Bausatz (lt. Manual) Interessenten mit „...hobbies of amateur radio and shortwave listening (SWLing)“... an. Diese Aussage ist hinsichtlich Frequenzaufbereitung und Demodulation wichtig. Bei SSB wird auch nicht nach unterem und oberem Seitenband unterschieden! Doch zunächst zu den technischen Details. Dem Manual kann man dazu entnehmen:

- Frequenzbereich: durchgehend, 100 kHz bis 30 MHz,
- Betriebsarten CW/SSB oder AM, umschaltbar,

- NF-Ausgangsleistung 1,5 W, interner Lautsprecher, Kopfhörerbuchse,
- Bestückung mit 10 ICs, 26 Transistoren und 16 Dioden,
- Stützbatterie zum Datenerhalt der Speicherplätze notwendig.

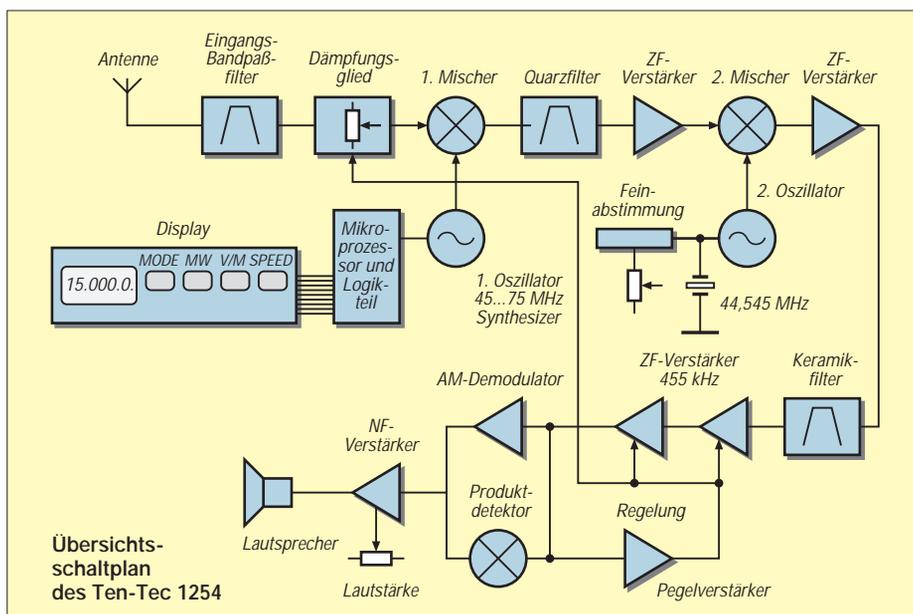
Mit den Abmessungen 165 mm × 50 mm × 165 mm (B × H × T) ist der 1254 relativ klein. Er bringt 1 kg auf die Waage. Der Stromverbrauch beträgt bei 15 V Speisepannung etwa 200 mA, bei Zimmerlautstärke werden bis zu 300 mA gezogen.

■ Konzeption

Aus dem Übersichtsschaltplan des 1254 habe ich entnommen, daß das nicht umschaltbare Bandpaßfilter die einzige Selektion vor dem Mischer darstellt. Die hochfrequente Filterflanke beginnt bei etwa 36 MHz, bei 46 MHz liegt mit etwa 35 dB der erste Dämpfungspol. AGC-abhängig steuern zwei PIN-Dioden den HF-Pegel vor dem Balancemischer mit 2 × J 310. Hier befindet sich auch der einzige Einstellregler des Geräts, die Mischbalance.

Die HF-seitige Ansteuerung des Mixers erfolgt durch einen trifilaren Übertrager im Gegentakt; die Gates beider J 310 erhalten das Signal des 1. Oszillators (45 bis 75 MHz) parallel im Gleichtakt, das Mischprodukt aber wird unsymmetrisch am Drain eines J 310 abgenommen.

Ein 45-MHz-Quarzfilter besorgt die Selektion in der 1. ZF. Ein Dualgate-MOSFET BF 988 übernimmt die ZF-Verstärkung. Der zweite Mischer ist als Ringmischer mit zwei trifilaren Übertragern und 4 × 1 N 4148 aufgebaut. Der Quarz 44,545 MHz des 2. Oszillators ließ sich (im Muster) durch eine Kapazitätsdiode um 3,8 kHz ziehen; damit entsteht die Funktion „Clarifier“.



Die Verstärkung des Mischprodukts 455 kHz erfolgt durch einen weiteren J 310. Einem keramischen Filter mit 4 kHz Bandbreite (gemessen 4,4 kHz bei -3 dB) obliegt die Selektion der 2. ZF. Zwei MC 1350 P arbeiten als bandfiltergekoppelte Verstärker mit AGC. Ein NE 612 ergibt in Verbindung mit einem Keramikresonator den Produktdetektor; die AM-Demodulation erfolgt durch einen Transistor 2 N 4124. Als NF-Verstärker dient ein TDA 1013 B.

Der Einsatz vieler Festinduktivitäten in Widerstandsbauforn reduziert die Abgleichnotwendigkeiten im Signalzug auf den Balancesteller des 1. Mixers, drei Bandfilter

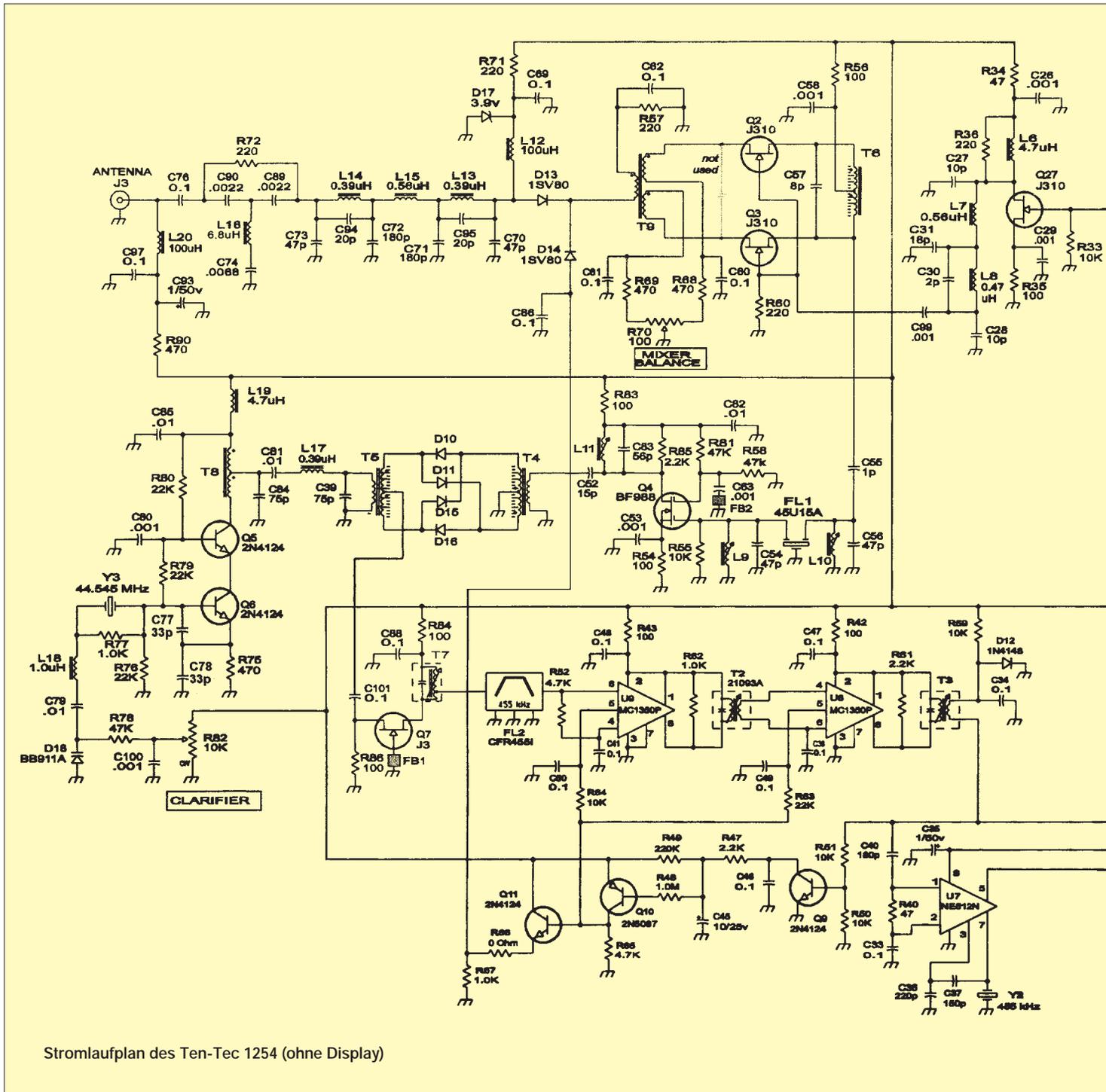
in der 1. und drei in der 2. ZF. Die feste Lage des 2. Oszillators in bezug auf die Filterflanken des 455-kHz-Filters verlegt die Unterscheidung unteres/oberes Seitenband in den Abstimmbereich des 1. Oszillators sowie den Clarifier. Aus der 2. ZF wird auch die AGC-Spannung gewonnen – einfach, aber dennoch effektiv. Alles in allem nichts Ungewöhnliches: keine HF-Verstärkung, hohe 1. ZF, Selektivität in der 2. ZF.

■ Das Drum und Dran des 1. Oszillators

Dieser Schaltungsteil des 1254 muß ausführlicher behandelt werden. Schließlich steht

und fällt der gesamte Empfänger mit dem Konzept der Frequenzaufbereitung. Im Gegensatz zu einigen Anfragen und Hinweisen zum 1254, arbeiteten die gesamte Frequenzaufbereitung und auch beide VCOs nach vorherigem Abgleich laut Manual auf Anhieb!

Die Oszillatorfrequenz liegt 45 MHz höher als die Empfangsfrequenz. Als PLL-Schaltkreis dient der MC 145170 P. Kennzeichen: serielle Steuerung durch Mikroprozessor, niedrigste Referenzfrequenz 2,5 kHz, Quarz- und Referenzfrequenz stehen in einem bestimmten Verhältnis. Hieraus ergeben sich auch die ersten Schwächen des 1254.



Eine Schrittweite von 5 kHz mag bei AM noch angehen, bei CW und SSB erscheinen 2,5 kHz schon zu viel. Es gibt Schaltkreise, die das in diesem Frequenzbereich (45 bis 75 MHz) auch im 1-kHz-Raster bewerkstelligen.

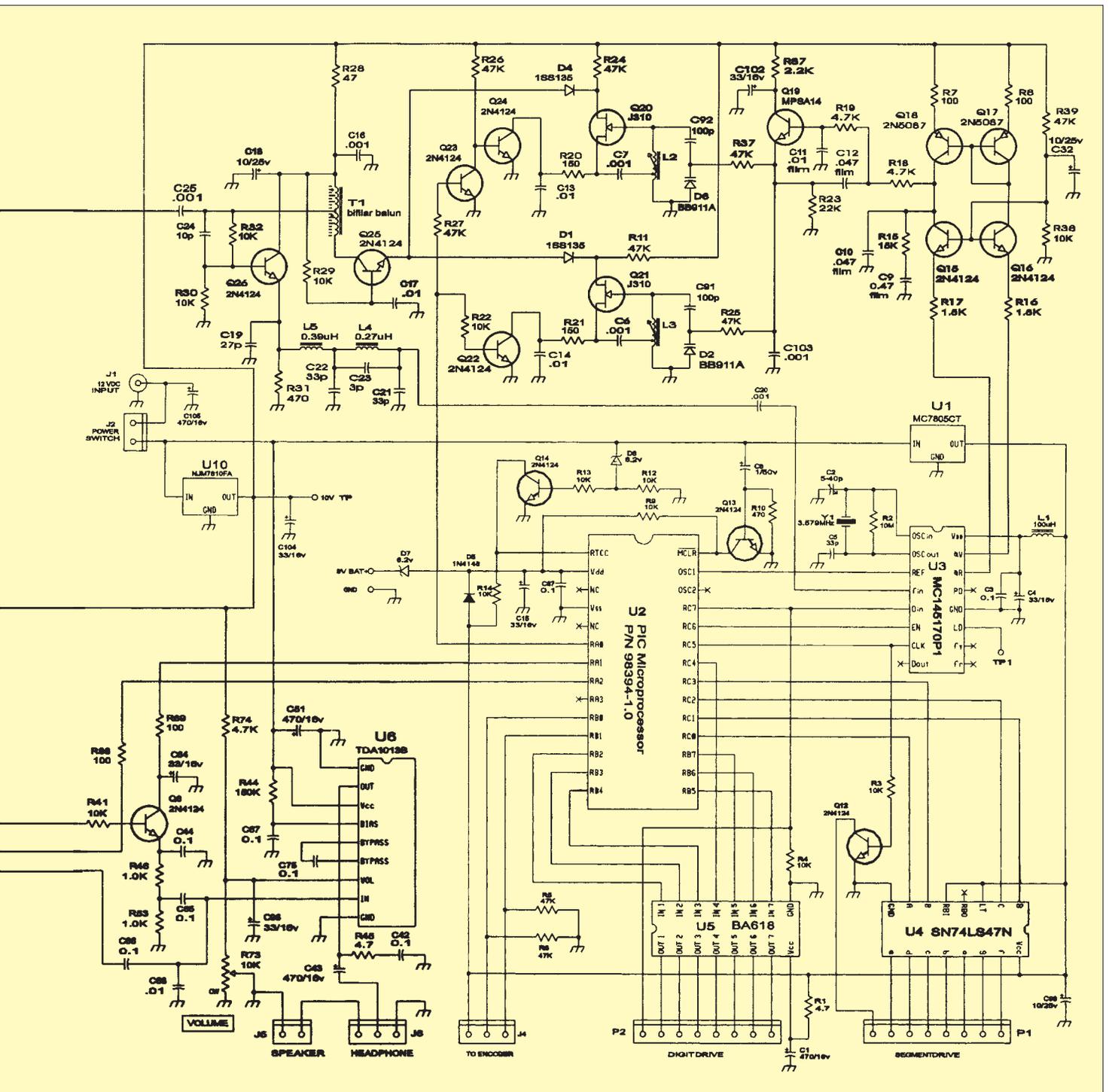
Die Notwendigkeit der Quarzfrequenz 3,579545 MHz schlägt sich im 80-m-Band unüberhörbar nieder. Allerdings hat der Hersteller das Gerät auch nicht als reines Amateurfunkgerät angepriesen (s. oben). Wahrscheinlich würde einen Kurzwellenhörer ein störender Träger auf 4, 8 oder 12 MHz mehr ärgern als einer auf 3,578 MHz.

Da aber die ZF-Bandbreite größer ist als die PLL-Schrittweite und der Clarifier mehr als die CW/SSB-Schrittweite abdeckt, besteht nur eine geringe Wahrscheinlichkeit, eine Station zu überhören. Im Normalfall kann man eine CW-Station unter Zuhilfenahme des Clarifiers im Empfangsbereich dreier 2,5-kHz-Schritte empfangen. Ich habe das probiert. So ist z.B. das interne Oszillatorsignal 3579,5 kHz in Verbindung mit dem Clarifier auf den Rasterfrequenzen 3575,0, 3577,5, 3580,0 und 3582,5 kHz zu hören. Die Zeitzeichenstation RWM auf 9996,0 kHz ist bei den Einstellpunkten 9992,5, 9995,0, 9997,5 kHz problemlos

empfangbar und auf 10000,0 kHz noch zu ahnen.

Das Einstellen von SSB-Signalen ist zwar kompliziert, doch erlernbar. Je nach Amateurband empfiehlt sich das „Heranfahen“ mit dem Clarifier, entweder von unten oder von oben kommend. Das dauert und kann einen zusätzlichen Abstimmschritt erfordern. AM ist kein Problem, allerdings auch kein Ohrenschaus.

Zwei getrennte und umschaltbare VCOs (jeweils mit J 310) erzeugen die Oszillatorfrequenzen für die Empfangsbereiche 100 kHz bis 13,235 MHz und 13,240 bis 30,0 MHz. Dabei ändert sich die Abstimmspan-

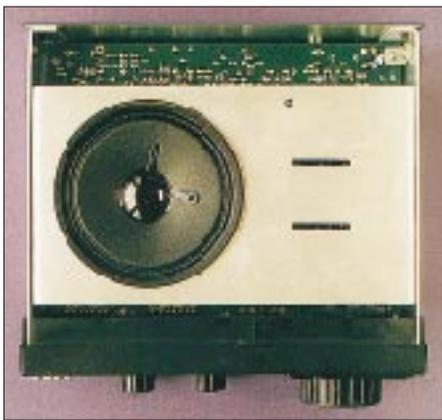


nung jeweils von etwa 2,5 bis 8,5 V. Das entspricht einer Abstimmteilheit der Oszilatoren von 2,2 bzw. 2,8 MHz/V. Der Mikroprozessor schaltet die VCOs um. Bei der Displayanzeige 0.000.0 schwingt der frequenz tiefere VCO auf 45,000 MHz und bildet damit eine Abgleichhilfe für die 1. ZF. Als Mikroprozessor arbeitet ein PIC 15 C 57. Da dieser Typ nicht wie der PIC 84 F 84 über einen internen EEPROM verfügt, müssen die möglichen 15 Speicherinhalte in Registern abgelegt werden. Eine externe 9-V-Batterie muß die so gespeicherten Daten im ausgeschalteten Zustand des Gerätes erhalten.

Der Mikroprozessor steuert permanent und parallel die Segmente und Digits des Displays. Zwei Ports des PIC liefern je nach gewählter Modulationsart (CW/SSB oder AM) die Betriebsspannung entweder für den Produktdetektor oder den AM-Demodulator. Als Start- oder Defaultfrequenz wählte der Hersteller 15 000,0 kHz.

Die Änderung der Frequenz (up/down) erfolgt wie üblich und notwendig durch die Pegeländerung an zwei Ports des PIC. Das erledigt ein mechanischer, nichtrastender Winkelkoder der Fa. Bourns mit 35 Schritten. Beim 1254 liegt der Schleifer des Koders allerdings an +5 V, die beiden Ausgänge A und B führen zu den Ports. Von dort liegt je ein 47-k Ω -Widerstand gegen Masse. Eleganter, niederohmig und störsicherer wäre die Verwendung von Pull-up-Widerständen an den Ports, deren Potential der Koder auf Masse zieht.

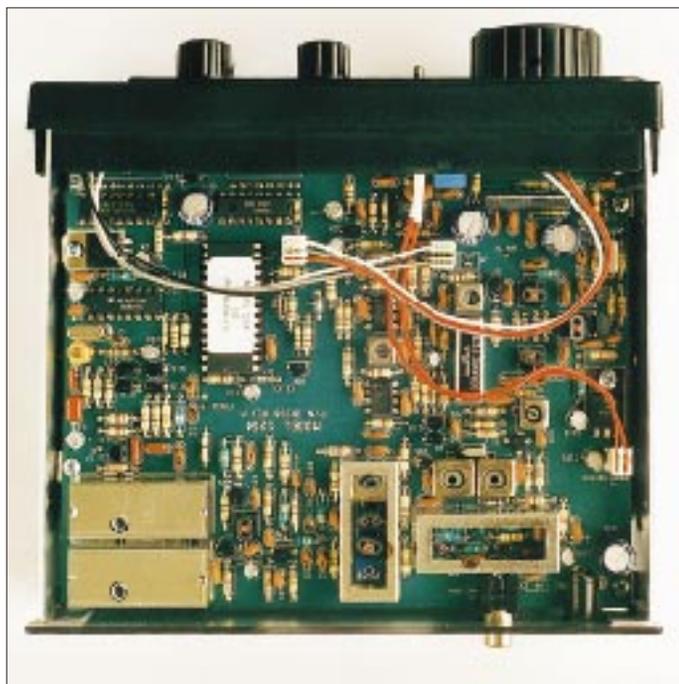
Speziell beim Verringern der Frequenz fiel mir auf, daß beim langsamen und vorsichtigen Suchen durchaus und nicht selten 1 bis 10 Raststellen übersprungen wurden. Nach oben hin war dieser Effekt weniger ausge-



Die Oberseite des Geräts. Der Lautsprecher wird in den kreisrunden Ausschnitt gesetzt und später nur durch die obere Gehäusehaube gehalten. Die beiden seitlichen Bleche sind durch insgesamt vier Senkschrauben an der Frontplatte befestigt. Sie tragen die Platine sowie die Rückwand. Das gibt dem Gerät eine sehr gute Steifigkeit und bietet Servicefreundlichkeit für die Hauptleiterplatte. Deutlich zu erkennen, daß hier die Lötseite der Leiterplatte nach oben schaut.

prägt. Erst jeweils ein 47-nF-Kondensator von den beiden Ports gegen Masse reduzierte diese Schwäche erheblich.

Mechanische Winkelkoder sind als Schalter bzw. Taster zu behandeln. Daß beide ein Kontaktprellen aufweisen, ist bekannt. Demzufolge muß die Software diesen Effekt durch entsprechende Verzögerung unterdrücken. Sonst wird jeder Pegelsprung, der im Verlauf des Prellens entsteht, als Up- oder Down-Signal interpretiert. Ein optoelektronischer Koder mit 100 Schritten, den ich versuchsweise anstelle des originalen mechanischen verwendete, funktionierte problemlos. Dafür war ich aber bereits nach einer einzigen Umdrehung des Bedienknopfes auch schon 250 kHz weiter.



Die Unterseite (!) des Geräts. Unten links die Kammern der beiden VCOs, mittig der 1. Mischer, rechts das Eingangsfilter der Hauptleiterplatte. Links unten die beiden VCOs, darüber das Schleifenfilter der PLL sowie das PLL-IC. Unter dem Quarz befindet sich ganz links der einzige Trimmer des Geräts. Rechts oben der 2. Mischer, links daneben das 455-kHz-Filter.

Fotos: DM2AUO

Der 1254 in der Praxis

Da der Abgleich des Gerätes auf ein Minimum reduziert ist, kann man schnell zur Praxis kommen. Etwa 2 m Draht in die RCA-Antennenbuchse (bei uns besser bekannt als Cinch-Buchse), und schon kamen die ersten Signale. Der erwähnte Zeitzeichensender RWM auf 9996 kHz ergab ein gutes Signal; mit seiner Hilfe gelang der Abgleich schnell und problemlos.

Die Balanceeinstellung des 1. Mixers klappte leider nicht. Ein trifilarer Ausgangsübertrager würde hier vermutlich helfen und die Empfangseigenschaften wahrscheinlich „hörbar“ verbessern. Trotzdem war ich angenehm überrascht, daß ich mit diesem Draht sofort Amateurfunksignale auf den Amateurfunkbändern 10 bis 80 m zunächst in CW empfangen konnte.

Der Anschluß der angepaßten Außenantennen machte dieser Situation ein Ende. Der Empfänger ist im Berliner Raum vom Mittelwellenbereich bis etwa 12 MHz hoffnungslos überfordert. Pfeifstellen, Intermodulation und undefinierbare FM-Signale „müllen“ alles zu. Ein Potentiometer am Antenneneingang hilft, aber die Empfangsergebnisse entsprechen dann denen mit dem Draht.

Oberhalb 10 MHz lassen sich mit den Außenantennen am Tag z.B. selbst auf 28 MHz DX-Signale in CW gut aufnehmen, mit dem Draht lagen die Signale dabei noch deutlich über dem Empfängergerauschen. Die grobe Rasterung erfordert mehr oder weniger die gleichzeitige Betätigung von Hauptabstimmung und Clarifier. Da für CW keine geringe Bandbreite verfügbar ist, muß die Selektion durch das Gehör des Operators erfolgen.

Der Modulationsart SSB wurde eine längere Gewöhnungsphase zugestanden. Etwas eigenartig, man hört eine Station sprechen, versteht sie jedoch nicht. Clarifier links – rechts, negativ. +2,5 kHz, Clarifier, wieder negativ. Nun – 5 kHz, und der Clarifier bringt endlich klaren Empfang. Wenn dabei noch die Frequenz beim Betätigen der Hauptabstimmung um $n \times 2,5$ kHz springt, knurrt der Operator.

In dieser Phase habe ich versuchsweise einen rastenden mechanischen Koder mit 24 Schritten der Fa. Bourns angeschlossen. Subjektiv gesehen hatte ich einen besseren „Kontakt“ zur Hauptabstimmung; die beiden oben erwähnten Kondensatoren verbesserten zusätzlich den Gesamteindruck sowie das Abstimmverhalten.

Aufbau step-by-step

Im Gerät ist übrigens noch Platz für eine HF-Vorselektion sowie ein NF-Bandfilter. Am Konzept der Empfangsaufbereitung kann man nichts ändern, wohl aber an den Selektionseigenschaften.

Abschließend noch einige Worte zur Nachbausicherheit: Die im Manual angegebene Reihenfolge des Zusammenbaus sollte unbedingt eingehalten werden. Die Durchkontaktierungen der Hauptplatine erfordern Umsicht, denn Auslöten setzt entsprechendes Werkzeug voraus.

Bei mir funktionierte der 1254 auf Anhieb. Ten-Tec verläßt mit diesem Gerät, speziell in der Mechanik, wahrscheinlich eingefahrene Gleise. Schon in der vom Manual als „Aufwärmphase“ bezeichneten Montage des Displays kann Unaufmerksamkeit mehr als schaden. Die Steckverbinder werden hier auf der Lötseite (Bottom) eingesetzt. Gleiches gilt für die Gegenstücke auf der Hauptleiterplatte sowie die Steckverbindung für den internen Lautsprecher.

In der Displayphase habe ich die meiste Zeit für die bündige Montage der drei LEDs sowie die Funktionstüchtigkeit eines Tasters investiert. Die Montage von Rückmeldungen und Bedienelementen auf einer ansteckbaren Hilfsfrontplatte mag zwar nett und einfach erscheinen, kann jedoch zum Geduldsspiel werden. Meist merkt man erst in der Endphase, daß z.B. der Kippschalter trotz des AbknEIFens der nicht benötigten Lötflanke (entsprechend Manual) Bauelemente der Hauptleiterplatte umdrückt.

Während der Zwischenprüfungen ist das Display auf die Hauptleiterplatte aufzustecken. Beachtlich, was die kleinen Steckverbinder aushalten müssen. Wohl war mir nicht dabei. Vor dem Anschrauben der beiden Gehäusehalbschalen entpuppt sich die

Mechanik dennoch als eine solide Lösung, die sowohl die Unter- als auch die Oberseite des Gerätes im Prinzip leicht und gleichzeitig zugänglich macht. Das gilt jedoch nicht für die Displayleiterplatte!

Etwas ungewohnt, aber die Bestückungsseite des Mainboards liegt im Endzustand unten. Alles in allem ähnelt das fertige Gerät eher einem Autoradio als den bisherigen Ten-Tec-Geräten. Das liegt allerdings auch an dem guten Design der Frontplatte sowie ihrer Konstruktion. Der Bausatz enthielt alle Teile; zwei Transistoren behielt ich übrig. Bei der Unmenge von Bauteilen ein Lob an diejenigen, die den Bausatz zusammengestellt haben.

Der Bausatz ist beim FA-Leserservice erhältlich.

Unpacking-Report PSK31

Angeregt durch [1], [2] und [3], versuchte ich das neue Fernschreibprogramm PSK31 bei <http://bjpt106.bi.ehu.es/psk31.html> herunterzuladen. Der erste Versuch in den Abendstunden blieb trotz stundenlanger Bemühungen infolge totalen Verkehrskollaps auf der Datenautobahn vergeblich. Erst ein neuer morgens um 6 Uhr brachte schnellen Erfolg. Die aus P31SBW105.ZIP entpackte Datei PSK31SBW.EXE für Windows wurde unter Windows 98 gestartet.

Erste Meldung: „samplerate not set; read help, then use setup menu“. Nach Öffnen besagten Hilfemenüs erscheint in fetten roten Lettern eine Warnung, den Soundkartenausgang nicht direkt mit der Mikrofonbuchse des Transceivers zu verbinden, sondern unbedingt ein Dämpfungsglied zwischenzuschalten.

Der Pegel aus der Soundkarte ist also normalerweise zu hoch und würde sonst ein zu breites Sendespektrum erzeugen; verständlich, wenn das Signal mit nur 62 Hz Bandbreite auskommen soll. Auch in anderen Menüs wird permanent vor zu großem Modulationspegel gewarnt und darauf hingewiesen, keinesfalls einen Kompressor zu benutzen. Angenehm der Hilfstext in sehr klarem, leicht verständlichem Englisch – gegenüber den oft sehr flapsigen amerikanischen Sentenzen.

Das Soundkarten-Setup erklärt die Bearbeitung der Sample Rate und deren Abgleich. Ich legte sie auf 8000 fest, trug mein Rufzeichen ein und ließ die anderen Optionen unverändert. Nun die NF an den Soundkarteneingang (je nach Pegel an den Line- oder Mikrofoneingang). Wenn später im „Waterfalldisplay“ ein roter horizontaler Strich auftaucht, ist der NF-Pegel zu hoch.

Voller Spannung suchte ich anschließend die in [2] und [3] angegebenen Frequenzen

ab. Das geschieht am sinnvollsten per RIT und bestmöglicher Feinabstimmung (1-Hz-Schritte). Nach kurzer Übung erkannte ich die neuartig klingenden Signale des PSK31 (Beispielfiles s. obige Internetadresse).

Auf dem Bildschirm erschien zunächst aber nichts. Der Aufruf „tuning PSK31 signals, beginners start here“ im PSK31-Hilfemenü und der angebenen Punkte waterfall display und phase scope machte die Sache schon klarer. Die Abstimm- und Anzeigehilfe im Fenster links unten ist dabei unverzichtbar.



Nach einigen Versuchen kamen, bedingt durch regen Funkverkehr im Bereich um 14069,15 kHz, einige Schriftzeichen, nicht aber sinnvoller Text, auf den Bildschirm. Mit dem Träger eines Rundfunksenders testete ich die Arbeitsweise der Rauschsperrung und der Abstimmung lt. Menüpunkt „tuning display examples“.

Schließlich kontrollierte ich nach erneutem Aufruf des Hilfstextes „sample rate tolerance“ per Zähler die Frequenz, die bei Drücken von F8 bzw. dem Abstimm-Button am Ausgang der Soundkarte erscheint: anstelle 1000 Hz nur 958 Hz; für erfolgreiches Arbeiten eine viel zu hohe Abweichung. Nach der Abgleichanweisung bekam ich die Frequenz bis auf 969 Hz. Eine Fehlermeldung verhinderte weitergehende Änderungen der sample rate. Offenbar lag die Taktfrequenz der Soundkarte oder des PC falsch. Das Problem bleibt noch zu untersuchen.

Um endlich ein Ergebnis auf den Schirm zu bekommen, trug ich im Programmfenster von PSK31 bei RX- und TX-Frequenz den Fehlbetrag 31 Hz als Offset ein: Jetzt ging's!

Sofort ließen sich eine Reihe Stationen, selbst VKs, im QSO und mit CQ-Rufen mit-schreiben. Auch die Abstimmung mit dem Wasserfall-Display funktionierte jetzt gut, ebenso wurde der rote Strich im Phase Scope bei entsprechender richtiger Abstimmung gelb!

Damit war die Voraussetzung zum Senden erfüllt. Zwischen Soundkartenausgang und dem Mikrofoneingang des Transceivers fügte ich einen 100:1-Teiler (100 kΩ/1 kΩ) ein, schaltete die VOX ein und legte den Mikrofonpegel so fest, daß die ALC nicht ansprach. Der sorgfältige Abgleich erfolgte später anhand des Hilfstextes. Nach einigen weiteren Tests klickte ich dann, erst sechs Stunden nach dem Herunterladen des Programms, mutig den CQ-Button an.

Antwort kam aus Finnland von OH/DK4ZC. Fred gab noch eine Menge Tips zum neuen Medium, u.a., AFC und NET im Programm zu aktivieren, um evtl. Frequenzdriften der QSO-Partner auszugleichen bzw. die Frequenz nachzuführen. Bis dato liegt die Fehlerquote bei Empfang noch bei 30 %. Auch bei den Aussendungen wird eine minimale Fehlerrate angemerkt; Ursache ungeklärt. Erkenntnisse will ich im Packet-Radio-Netz unter PSK31 bekanntmachen.

G3LPX sei für seine Pionierarbeit und damit meinen Start in diese Schmalband-Fernschreibtechnik mittels DSP gedankt. Diese Technik funktioniert mit minimalen Sendeleistungen und Bandbreiten, was man mit Blick auf mögliche künftige Beschränkungen im Amateurfunk nicht hoch genug bewerten kann. **Bernd Ritter, DJ3OS**

Literatur

- [1] Salzwedel, M., DK4ZC: PSK31, eine schmalbandige Betriebsart, CQ DL 69 (1998), H. 6, S. 474
- [2] Salzwedel, M., OH/DK4ZC: QRV mit PSK31 auf Soundkarten, CQ DL (1999), H. 3, S. 239
- [3] Krause-Rehberg, R., DK5RK: PSK31 – der neue Fernschreibstandard im Amateurfunk?, FUNK-AMATEUR 48 (1999), H. 3, S. 308