

Verbesserter 2-m-Empfänger Oberon 5

HARALD HELPERT – DJ9HH

Dieser Receiver, der in seiner Urform bereits bekannt ist, konnte durch Schaltungs- und Layoutänderungen in seinen technischen Daten nochmals verbessert werden.

Gute und dabei preiswerte Empfänger sind immer gefragt. Der nachfolgend aufgeführte kleine 2-m-Empfänger ist in seiner Urform bereits vor einigen Jahren in [1] beschrieben worden. Er erhielt in der nun vorliegenden Version ein komplett neues Layout, wodurch sich seine technischen Daten weiter verbesserten und er universeller einsetzbar wurde.

Das Ausgangssignal des Quarzoszillators wird dem Gate 2 des Mischers T2 zugeführt. Zwei kaskadierte Zweipolfilter 10M15A folgen T2, die zusammen mit dem am Schaltkreis IC1 eingesetzten, auf der zweiten ZF arbeitenden Keramikfilter CFW 455D die Selektion bestimmen. Die Trenn- und Anpassstufe T3 gleicht die durch die Quarzfilter entstehenden Verluste aus und

Tabelle 1: Technische Daten

| | |
|---|---|
| Empfangsbereich | 144...146 MHz |
| Kanalraster | je nach Quarzfilter 25 oder 12,5 kHz |
| Betriebsspannung | 10...15 V |
| Stromaufnahme | ≈ 30 mA ohne Signal bei 12,6 V |
| Empfindlichkeit | 0,14 µV bei 12 dB SINAD, 3 kHz Hub |
| Nachbarkanaldämpfung bei ±25 kHz | besser 62 dB |
| Spiegelfrequenzdämpfung bei $f_E - 21,4$ MHz | besser 80 dB |
| NF-Ausgangsleistung | 0,5 W an 8 Ω |

durchschaltet. T5 schließt das NF-Signal nach Masse kurz.

■ Frequenzerzeugung

Die im Oszillator verwendeten Quarze schwingen auf etwa 45 MHz im dritten Oberton – die für die gewünschten Kanäle erforderlichen Frequenzen f_Q errechnen sich aus $f_Q = (f_E - 10,7 \text{ MHz}) / 3$. Die Umschaltung der Quarze erfolgt elektronisch über D2 bis D4. Der Schwingkreis mit L9 ist auf 45 MHz abgestimmt. Über eine kapazitive Anzapfung gelangt die HF an

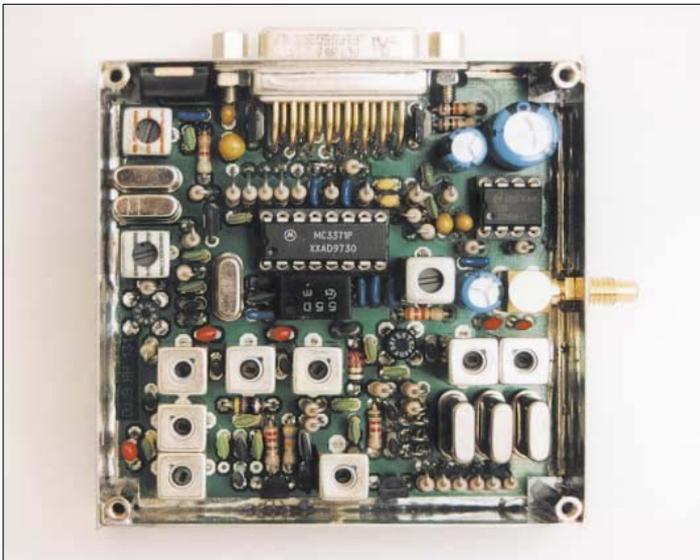


Bild 1: Der Oberon 5 befindet sich in einem 74 mm × 74 mm × 22 mm großen Standard-Weißblechgehäuse.

Der Empfänger verfügt über drei, durch Quarze festgelegte Kanäle. Er kann jedoch auch mit einer zusätzlich anzubringenden Buchse aus einem externen Synthesizer versorgt werden, sodass er dann das ganze 2-m-Band abdeckt. Trotz seines geringen Materialpreises von rund 65 € bietet er gute Eigenschaften, Tabelle 1.

■ Schaltungskonzept

Der Empfänger ist als Doppelsuperhet mit den Zwischenfrequenzen 10,7 MHz und 455 kHz ausgeführt. Das HF-Eingangssignal gelangt zunächst an den aus L1/C2 und L2/C4 gebildeten Eingangsbandfilter. Zusammen mit den drei Kreisen nach der Vorstufe ergibt sich dadurch eine hohe Spiegelfrequenzdämpfung von über 80 dB.

L5 als Teil des letzten im Eingangsbereich liegenden Filters transformiert die Signalspannung zum Gate 1 des Mischers T2 hin leicht herunter, um den mit L5 gebildeten Schwingkreis durch die nachfolgende Stufe nicht zu sehr zu bedämpfen.

Bild 2: Dank durchkontaktierter Leiterplatte und Lötstopmmaske ist der Aufbau trotz gedrängten Aufbaus einfach möglich. Fotos: DK3RED



stellt die Anpassung an den Eingangswiderstand von 3 kΩ des als Verstärker und Demodulator arbeitenden MC3371 her.

Alle weiteren Schritte der Signalverarbeitung, wie das Heruntermischen auf 455 kHz usw., übernimmt der IC1. Die NF wird seinem Pin 9 entnommen und über zwei NF-Tiefpässe dem externen Lautstärkeregel zugeführt. Von dort zurückkommend über Pin 15 der Sub-D-Buchse gelangt das Signal zum NF-Verstärker IC2 mit dem am Pin 8 angeschlossenen externen Lautsprecher.

Der MC3371 übernimmt auch die Stumm-schaltung bei fehlendem Eingangssignal, damit der Empfänger in den Signalpausen nicht rauscht. Dabei geht Pin 14 des MC 3371 auf Low, sodass T4 sperrt und T5

den Verdreifacher T7. Dieser arbeitet im C-Betrieb und zieht ohne Ansteuerung keinen Strom. An seinem Kollektor liegt ein zweikreisiges Bandfilter, das die gewünschten 135 MHz aussiebt. Die Kapazität des L10-Kreises ist so aufgeteilt, dass sich am Verbindungspunkt etwa 50 Ω ergeben.

■ Schaltungsoptionen

Ist der Empfang im 12,5-kHz-Raster gewünscht, können statt der 15 kHz breiten Quarzfilter andere Typen zum Einsatz kommen, z.B. zwei 10M08A mit 8 kHz Kopfbandbreite. C16 zwischen den Filtern muss dann 10 pF und R6 1,8 kΩ betragen. Für ein 12,5-kHz-Raster empfehle ich die Keramikfilter CFW455F oder CFW455G.

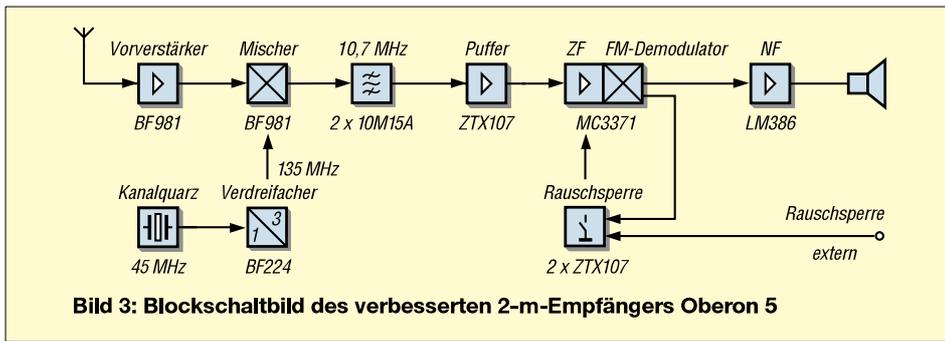


Bild 3: Blockschaltbild des verbesserten 2-m-Empfängers Oberon 5

Falls man z.B. für den Datenempfang eine Bandbreite von 30 kHz benötigt, ist für Z1 ein 10M30A einsetzbar – der Platz für das zweite Filter ist mit einer Drahtbrücke zu bestücken. Beim 10M30A sollte der Dämpfungswiderstand R24 von 33 auf 22 k Ω reduziert werden, R6 ist auf 5,6 k Ω zu ändern. Der Datenempfang erfordert in den Tiefpässen mit R22 und R23 kleinere Werte für C32 und C34, da sie für Sprachmodulation ausgelegt sind und eine 3-dB-Grenzfrequenz von nur rund 1,8 kHz aufweisen. Als Keramikfilter für Datenempfang wird das SFH455B empfohlen.

Als weitere Option kann man einen externen Synthesizer am Empfänger anschließen. Auf Höhe des dafür vorgesehenen Löt-anges bohrt man ein Loch mit 2,5 mm in die Seitenwand, führt das Koaxialkabel RG-174/U ohne Mantel durch und lötet den Mittelleiter fest – das Abschirmgeflecht wird an der Wand angelötet. Der erforderliche Pegel beträgt etwa 0 bis +2 dBm, d.h. 200 bis 300 mV an 50 Ω . Der Transistor T7

wird bei dieser Variante entfernt bzw. erst gar nicht eingelötet – die Kreise mit L10 und L11 bleiben erhalten und dienen als zusätzliche Selektion des Synthesizersignals. Beim Packet-Radio-Betrieb sind je nach Datenrate ein breiteres Quarzfilter, z.B. 10M30A, und ein breiteres Keramikfilter, in diesem Fall SFH455B, erforderlich. Der doppelte NF-Tiefpass mit R22/C32 und R23/C34 ist für Sprache und höchste Empfängerempfindlichkeit ausgelegt. Er weist eine 3-dB-Grenzfrequenz von rund 1,8 kHz auf. Bei Packet-Radio muss man eine höhere Grenzfrequenz realisieren und C32 sowie C34 auf jeweils 2,2 nF verkleinern, gegebenenfalls sogar 1 nF.

■ Mechanischer Aufbau

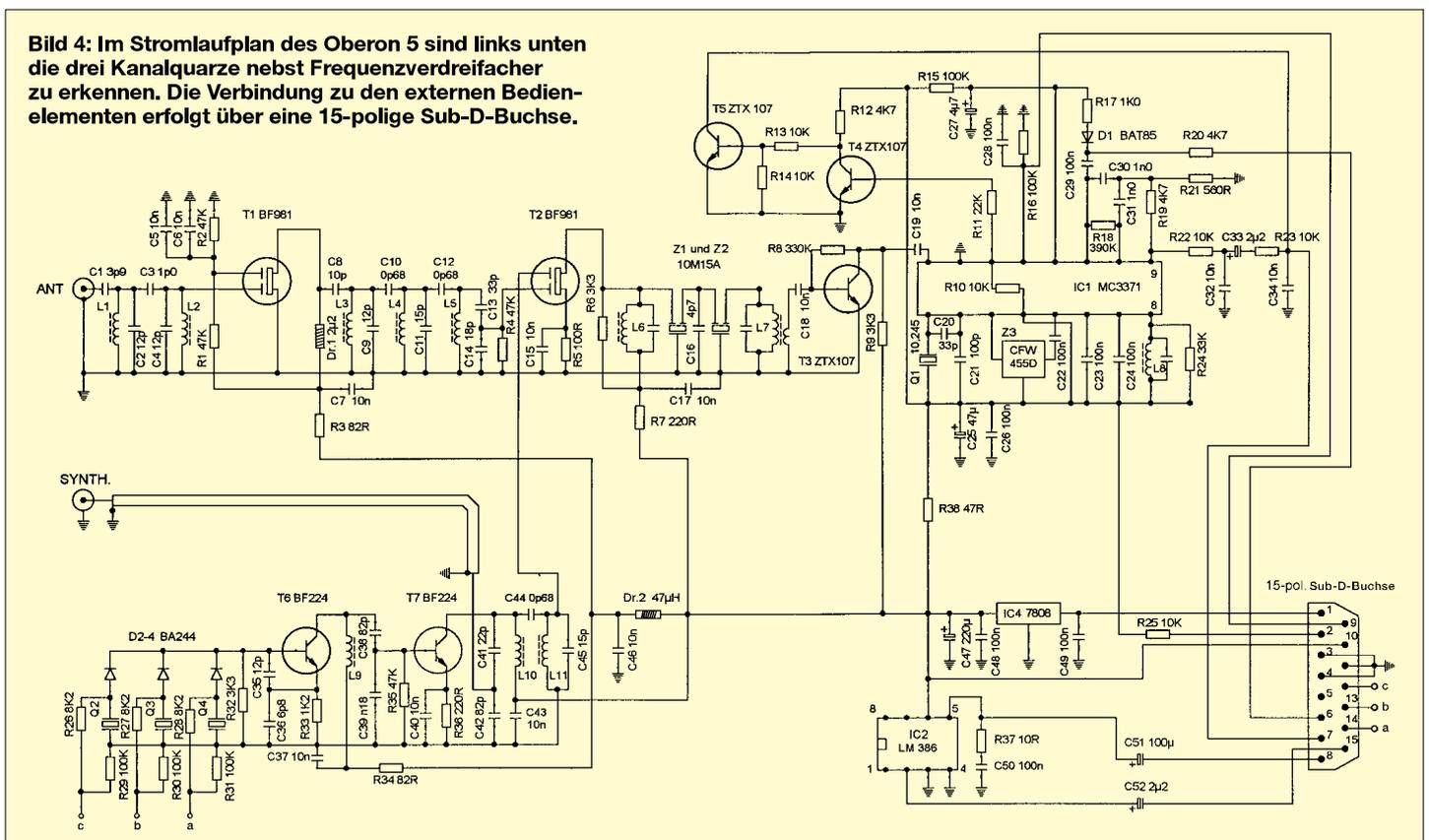
Die Leiterplatte ist doppelt kaschiert und durchkontaktiert, gelötet wird daher ausschließlich auf der Unterseite. Auf der Oberseite sind die Kanten verzinkt, damit sie sich am Gehäuserahmen verlöten lassen.

Schrauben Sie die Sub-D-Buchse von innen in den vorgesehenen Gehäuseausschnitt, die abgewinkelten Anschlüsse zeigen nach unten, wobei die Sub-D-Buchse nicht mittig, sondern etwas höher sitzt. Die Platine wird dann von unten eingesetzt und muss in die Pins der Buchse greifen. Dies geht leichter, wenn die Schrauben der Buchse noch nicht fest angezogen sind – gegebenenfalls sind die Kanten der Platine mit einer Feile zu bearbeiten.

Danach ist ein Loch für die Antennenbuchse anzureißen. Die seitliche Lage ergibt sich aus dem Leiterbild, der Mittelpunkt liegt 12 mm über der Unterkante des Rahmens. Die gewünschte Stelle ist anzukörnen, zunächst mit 3 mm vor- und dann mit 5 mm nachzubohren. Nach dem Entgraten der Bohrung ist die SMC-Winkelbuchse einzusetzen und mit Mutter und Kontermutter lose zu befestigen, sodass ihr Mittelanschluss rund 7 mm von der Wand entfernt liegt.

Anschließend ist der Rahmen nebst Platine auf ein passendes Stück Sperrholz mit 5 mm Stärke aufzulegen und mit einer Schraubzwinde sowie einem Holzklötz zu fixieren, sodass man von oben mittels eines 80-W-Lötkolbens die Platine an den Seiten verlöten kann und die Leiterplatte in ihrer Höhe fixiert ist. Danach zunächst Sub-D- und SMC-Buchse festziehen und dann ihre Pins in der Leiterplatte verlöten. Rahmen und Platine gründlich mit Brennspritzen reinigen, bis alle Überreste des Kolophoniums entfernt sind.

Bild 4: Im Stromlaufplan des Oberon 5 sind links unten die drei Kanalquarze nebst Frequenzverdreifacher zu erkennen. Die Verbindung zu den externen Bedienelementen erfolgt über eine 15-polige Sub-D-Buchse.



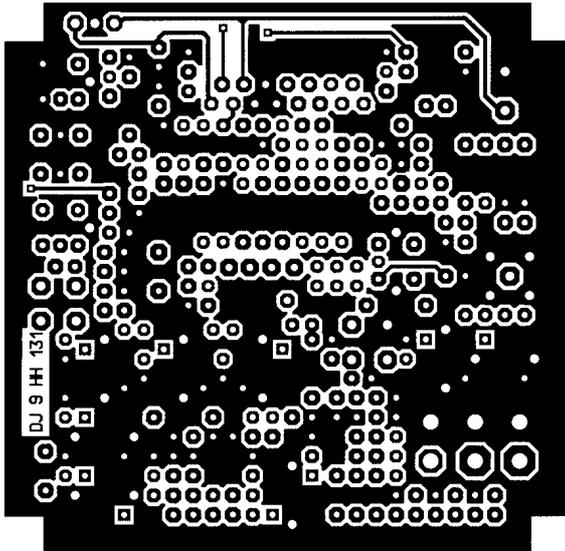


Bild 5:
Layout der Oberseite
der doppelt kaschierten,
durchkontaktierten
Leiterplatte

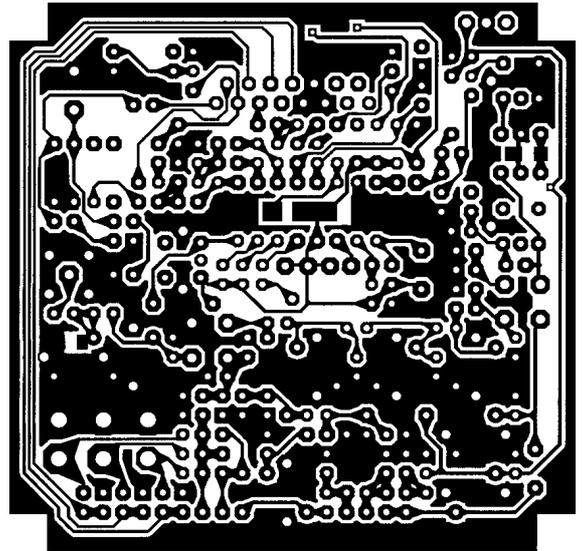


Bild 6:
Layout der Unterseite
der Oberon-5-Platine

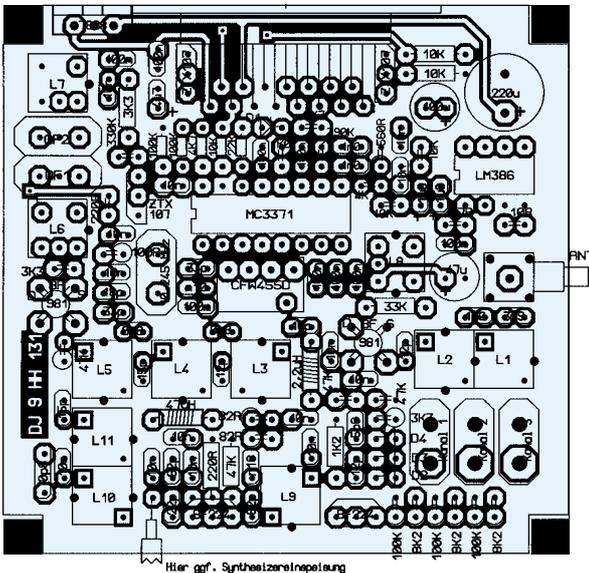


Bild 7:
Bestückung der Leiterplattenoberseite
des 2-m-Empfängers

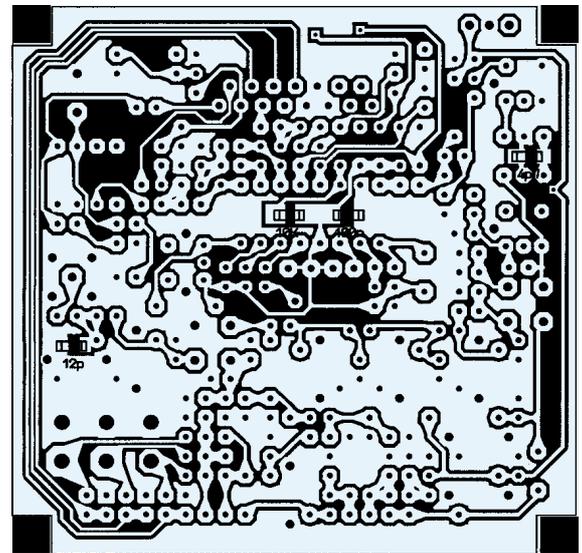


Bild 8:
Auf der Unterseite
der Platine sind
lediglich die vier
aus Platzgründen
erforderlichen SMD-
Bauteile anzulöten.

Zur dauerhaften Befestigung der Deckel, aber auch um das Festschrauben der ganzen Baugruppe zu ermöglichen, ist es sinnvoll, die vier Gewindebolzen in den Ecken einzulöten. Achten Sie darauf, dass die Bolzen nicht vorn oder hinten überstehen – anschließend wieder gründlich reinigen.

■ Bestückung der Bauteile

Beginnen Sie die Bestückung mit den Widerständen und Kondensatoren. Bei den liegenden Widerständen sind die Anschlussdrähte scharf am Körper abzuknicken, da sie in ein Raster von 7,62 mm passen sollen – alle restlichen stehend einlöten. Bei den keramischen Kondensatoren verfährt man so, dass man die Bauteile einsetzt, die Platine umdreht und die Anschlüsse etwas spreizt. Die Kondensatoren sollten maximal 1 mm durchsacken und dann angelötet werden. Bei der Erstellung des Leiterplattenlayouts wurde auf optimale Platzierung von Masseleichen und Anschlüssen der Spulen geachtet, sodass sie im Lieferzustand nicht unbedingt mit den Bohrungen korrespondieren. Dies lässt sich leicht durch Verdrehen der

Abschirmhaube der Neosid-Spulen ändern. Drücken Sie dafür das Innenleben der Spule vorsichtig mit einem Schraubendreher von oben heraus und setzen Sie anschließend den Becher um 90° verdreht wieder auf. Ein Hinweis zu den beiden 10,7-MHz-ZF-Spulen: Hier war kein Platz für die linken Massepins – diese sind daher bei beiden Spulen vor der Bestückung mit dem Seitenschneider abzukneifen. Bei den Tantal- und anderen Elektrolyt-Kondensatoren ist auf die richtige Polung zu achten – der längere Anschluss ist der Pluspin. Die beiden Quarzfilter sind unten mit einer isolierenden Abstandsfolie zu versehen. Die Filter sind symmetrisch – auf eine bestimmte Einbaulage ist daher nicht zu achten. Aus Platzgründen mussten insgesamt vier SMD-Bauteile vorgesehen werden. Für sie sind große Lötflächen vorhanden, sodass man hier keine Probleme haben sollte. Bei den beiden integrierten Schaltungen MC3371 und LM386 kann man bei Bedarf IC-Sockel verwenden. Es sollte jedoch die Ausführung mit gedrehten und vergoldeten Kontakten zum Einsatz kommen.

Zum Schluss der Bestückung sind die Halbleiter einzulöten. Vorsicht beim Handhaben der MOSFETs. Falls irgend möglich, ist auf einer geerdeten Arbeitsfläche zu arbeiten, statische Aufladungen zu vermeiden, die Beine der MOSFETs nicht zu berühren, mit der Pinzette nur der Kunststoffkörper anzufassen, beim Anlöten mit dem Source-Anschluss zu beginnen und dann Drain sowie die Gates anzulöten. Zum Schluss ist alles mit einer Lupe auf Lötspitzer und Kurzschlüsse zu prüfen. Der Spannungsregler muss nicht festgeschraubt werden, seine Kühlfahne ist aber mit einer Laubsäge zu kürzen.

■ Inbetriebnahme und Abgleich

Schließen Sie an eine passende Sub-D-Anschlussbuchse gemäß Bild 9 Plus, Minus, die beiden Potenziometer und den Lautsprecher an. Dieser sollte 8 bis 16 Ω haben. Vorsicht ist beim Anlegen der Betriebsspannung geboten. Eine Fehlpolung lässt den Spannungsregler 7808 sowie u.U. weitere Halbleiter ausfallen. Vorsichtige Menschen können den Anschluss 1 der Sub-D-

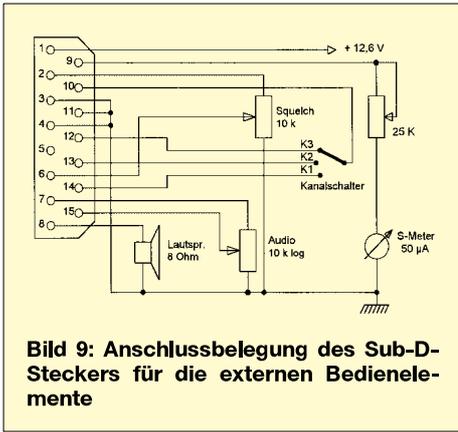


Bild 9: Anschlussbelegung des Sub-D-Steckers für die externen Bedienelemente

Buchse kürzen und dort eine 1-A-Schottky-Diode, z.B. SB120, einfügen, wodurch die Gefahr andauernd gebannt ist. Mit einem eingeschleiften Amperemeter kann man die Stromaufnahme prüfen. Sie soll etwa 33 mA bei nicht vernehmbarem NF-Signal und rund 45 mA bei hörbarem Signal betragen. Das NF- und das Rauschsperrpotenziometer sind so einzustellen, dass ein Rauschen hörbar ist. Falls dies nicht möglich ist, ist die Reparaturanweisungen der Bauanleitung zu beachten.

Geht hingegen alles glatt, drehen wir zunächst am Diskriminatorkreis L8 auf stärkstes Rauschen und wenden uns dann der Inbetriebnahme des ersten Oszillators zu. Am Emittierwiderstand des Verdreifachers T7 ist mit Vorbedacht ein Lötauge zum Anlegen der Messleitung freigelassen worden. Hier klemmen wir ein Voltmeter an. Bei eingestecktem Kanalquarz und richtiger Schalterstellung sollte eine Spannung von 0,3 V zu messen sein. Falls T6 nicht schwingt, messen wir 0 V. Wir drehen nun am Abstimmkern von L9, bis sich das Einsetzen der Schwingung durch eine Spannung an R36 bemerkbar macht.

Wir sollten einen Wert von etwa 0,3 V erreichen können. Dreht man den Kern ein ganz klein wenig weiter ein, fällt die Spannung auf rund 0,28 V. Bei den nun folgenden Abgleicharbeiten an L10 und L11 ist ein Tastkopf erforderlich. Die Baumappe gibt entsprechende Hinweise für den Selbstbau, sodass für wenige Cent ein gut verwendbares Exemplar aus der Bastelkiste entstehen kann. Im Notfall geht es auch mal ohne Tastkopf mit den folgenden Kernstellungen: L10 1 mm unter Oberkante, L11 2 mm unter Oberkante. Den Tastkopf legt man an das Gate 2 von T2 und dreht L10 und L11 auf Maximum.

Zum Abgleich des übrigen Empfängerteils wird ein HF-Signal benötigt. Dafür kann entweder ein Messsender, das nächstgelegene 2-m-Relais oder der von einem befreundeten Funkamateurl in der Nähe abgestrahlte HF-Träger dienen. Selbstverständlich muss der dazu passende Kanalquarz eingesteckt und aktiviert sein.

Wir versuchen nun, durch Abgleich an den Spulen L1 bis L5 das Signal hörbar zu machen. L6 und L7 am Quarzfilter sollten zunächst im Lieferzustand belassen werden, sie sind von der Fabrik vorabgegliehen.

Beim Abgleich des Messsenders wird die Modulation abgeschaltet, der Träger soll jedoch stehen bleiben. Wir klemmen jetzt ein Oszilloskop oder besser ein NF-Voltmeter an den Lautsprecherausgang und messen die Rauschamplitude. Sie sollte bei etwa 30 mV liegen. Durch sorgfältigen Abgleich der Spulen L5 bis L1 in der genannten Reihenfolge minimiert man die Rauschspannung. Damit ist der Abgleich des HF-Eingangsteils abgeschlossen.

Durch Drehen des L8-Kerns ist der Diskriminatorkreis bei jetzt wieder eingeschalteter Modulation auf höchste Amplitude einzustellen. Zum Schluss lassen sich noch L6 und L7 auf bestes Sinussignal abgleichen. Wer hat, verwendet hierzu einen Klirrfaktormesser, der am Lautsprecherausgang oder am Pin 7 der Sub-D-Buchse anzuschließen ist. Mit seiner Hilfe stellt man L6 und L7 auf minimalen Klirrfaktor ein, die Eingangsspannung an der Antennenbuchse ist für diese Messung auf rund 5 µV zu erhöhen.

Um die Empfindlichkeit des Empfängers durch Messung des Signal-/Rauschabstands zu bestimmen, legt man an die Antennenbuchse ein mit 1 kHz moduliertes HF-Signal von 0,14 µV an, dessen Hub 3 kHz betragen sollte. Anschließend ist die NF-Amplitude U_{NF1} am Pin 7 der Sub-D-Buchse mit einem genauen NF-Voltmeter zu messen – im Beispiel 300 mV. Nach dem Abschalten der Modulation am Messsender – Träger bleibt bestehen – erneut den NF-Pe-

Stückliste: Spezialbauteile

| Anzahl | Bauteil |
|----------|------------------------------|
| D1 | Schottky-Diode BAT85 |
| D2...D4 | Pin-Schaltdioden BA244 |
| L1...L5, | |
| L10, L11 | Neosid 511830, 4,5 Windungen |
| L9 | Neosid 511732, 9,5 Windungen |
| L6, L7 | ZF-Spule 10,7 MHz |
| L8 | ZF-Spule 455 kHz |
| Dr1 | HF-Drossel 2,2 µH |
| Dr2 | HF-Drossel 47 µH |
| IC1 | MC3371 |
| IC2 | LM386 |
| IC3 | 7808 |
| Q1 | 10,245 MHz, 30 pF Bürde |
| Q2...Q4 | Kanalquarz, 3. Oberton |
| T3...T5 | ZTX107, BC108 o.ä. |
| T6, T7 | BF224 |
| Z1, Z2 | Quarzfilter 10M15A |
| Z3 | Keramikfilter CFW455D |

gel messen, z.B. $U_{NF2} = 30$ mV. Der Signal-Rausch-Abstand ergibt sich zu

$$\frac{S+N}{N} = 20 \log \frac{U_{NF1}}{U_{NF2}} = 20 \text{ dB.}$$

■ Fehlersuche

Falls nach dem Einschalten gar nichts vernehmbar ist, sollte zunächst eine Spannungsanalyse erfolgen. Hierzu sind in Tabelle 2 alle relevanten Werte angegeben. Durch Überprüfen der abfallenden Spannungen an den einzelnen Vorwiderständen kann man die Stromaufnahme der einzelnen Stufe ermitteln, Tabelle 3. Eine deutlich höhere Stromaufnahme als angegeben deutet auf einen Defekt, kein Stromfluss auf eine Leiterbahnunterbrechung oder nicht eingelötete Bauteile in diesem Teil hin. Wichtiger Hinweis: Falls die Spannung am Gate 2 des T1 nur etwa 0,5 V beträgt, ist der Transistor defekt und daher auszuwechseln.

Die Funktion der Rauschsperr kontrolliert man am Pin12 des MC3371. Dazu ist die Spannung gegen Masse an diesem Punkt zu messen. Bei Linksanschlag des Rauschsperr-Potenzimeters liegt etwa 0,1 V an, es können aber auch bis zu -0,3 oder -0,5 V sein. Bei Rechtsanschlag des Potenziometers sollen 2 bis 3 V anliegen. Die Rauschsperr schaltet bei rund 1 V um.

■ Bezug von Bausätzen

Bei den zum Bausatz [2] von mir mitgelieferten Aufbau- und Abgleichhinweisen ging ich mit Vorbedacht sehr ins Detail. Dies geschah im Hinblick darauf, dass speziell dieser Empfänger auch von Anfängern aufbaubar sein soll, die noch keine große Erfahrung auf diesem Sektor besitzen.

Literatur

- [1] Helpert, H., DJ9HH: „Oberon“ 2-m-Sende-/Empfänger-Konzept zum Selbstbau. cq-DL 55 (1987) H. 5, S. 288–292; H. 6, S. 354–359
- [2] Helpert, H., DJ9HH: Oberer Kirchwiesenweg 7a, 60437 Frankfurt/M.; E-Mail: helpert@t-online.de

Tabelle 2: Spannungskontrolle

| Messpunkt | Spannung [V] ¹⁾ |
|---------------|----------------------------|
| T1, Drain | 6,94 |
| T1, Gate 2 | 3,45 |
| T2, Drain | 7,40 |
| T2, Source | 0,27 |
| T3, Kollektor | 2,24 |
| T6, Kollektor | 7,84 |
| T6, Emitter | 1,40 |
| T7, Kollektor | 8,02 |
| IC1, Pin 4 | 7,71 |
| IC2, Pin 6 | 8,01 |

¹⁾ gemessen mit Digitalvoltmeter bei $U_B = 12,6$ V

Tabelle 3: Kontrolle der Stromaufnahme

| Messpunkt | Spannungsabfall über Wert [mV] | Stromaufnahme [mA] |
|-----------|--------------------------------|----------------------|
| T1 | R3 976 | 11,9 |
| T2 | R7 594 | 2,7 |
| T3 | R9 5610 | 1,7 |
| T6 | R34 90 | 1,1 |
| T7 | R36 286 | 1,3 |
| IC1 | R38 296 | 6,3 |
| IC2 | | 1...80 ²⁾ |

¹⁾ gemessen mit Digitalvoltmeter bei $U_B = 12,6$ V

²⁾ je nach NF-Ausgangsleistung