

URW Technik

Transistor-RX für 2 m

Von F. Spillner, DJ2KY, Duisburg, Hohenzollernstraße 23

Der hier beschriebene kleine, aber sehr leistungsfähige 2-m-RX setzt sich aus drei Transistorbausteinen zusammen, die im Handel zu haben und nur entsprechend zu komplettieren sind.

Seit einiger Zeit werden sehr leistungsfähige 2-m-Konverter, Zf-Nachsetzer und Nf-Verstärker, die nach dem neuesten Stand der Technik mit Transistoren in gedruckter Schaltung bestückt sind, zu günstigen Preisen angeboten. Der normale Amateur ohne Beziehungen kann für den Fertigpreis der Bausteine kaum die erforderlichen Einzelteile zusammentragen.

Der Konverter

Im Eingang (Abb. 1) des von der Firma Lausen¹⁾ herausgebrachten Konverters [1] „MB 2“ ist ein sehr rauscharmer, amerikanischer Germaniumtransistor (GM 290) vorgesehen, der laut Firmenangabe (Tab. 1) ein kTo von 2,0 ermöglicht. Eine Diode im Kollektorkreis dämpft ihn und verlagert den Arbeitspunkt des Transistors, wenn ein sehr kräftiges Signal einfällt [2].

Der Quarz-Obertonoszillator für die erste Mischung von 144/146 auf 28/30 MHz arbeitet unmittelbar auf 116 MHz. Der aus einer Neufertigung stammende Quarz schwingt sehr stabil ($10^{-6}/h$); die störenden Parallelkapazitäten sind durch eine Spule [3] „weggestimmt“. Wilde Schwingungen können nicht auftreten (s. jedoch die Abschnitte: Selektion und Absorptionskreis). Man kann den Oszillator mit dem Finger berühren, ohne daß die Schwingung aussetzt oder die Frequenz springt.

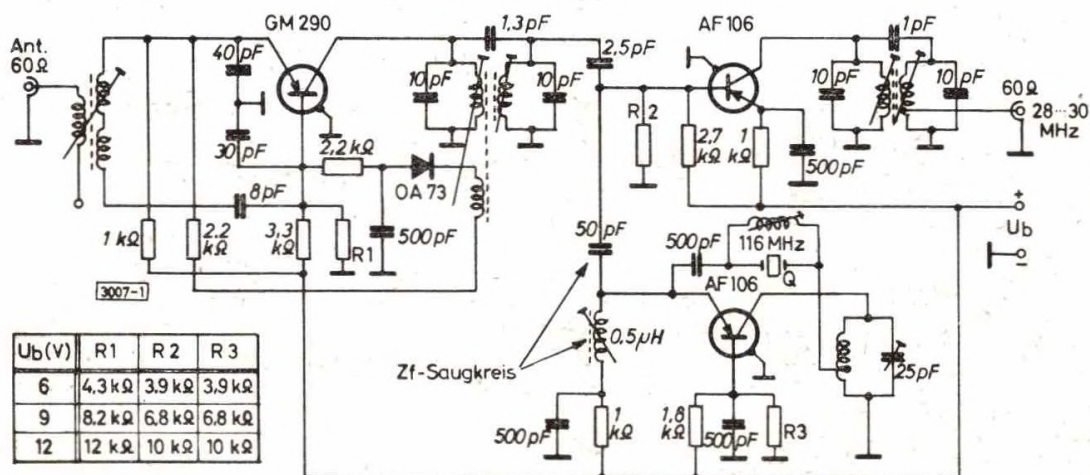


Abb. 1. Transistor-Konverter für 145 MHz

1) 32 Hildesheim, Bahrfieldstr. 11

Die Durchgangsverstärkung ist [1] mit 27 dB etwas niedrig gehalten, um die Kreuzmodulations- und Spiegelfrequenzfestigkeit oder ganz allgemein die Selektion im Rahmen des Möglichen zu erhöhen (s. Kapitel: Selektion).

Der Zf-Baustein

Dieselbe Firma hat zum Konverter „MB 2“ einen passenden Nachsetzer-Baustein „MB 10“ herausgebracht [4], dessen Schaltung in **Abb. 2** und dessen technische Daten in **Tabelle 2** angeführt sind. Das Eingangssignal wird nach einstufiger Verstärkung in einer fremderregten Mischstufe von 28/30 MHz auf 4,6 MHz umgesetzt. Eine selbstschwingende, zweite Mischstufe setzt die Frequenz nochmals von 4,6 MHz auf 455 kHz um. Der darauf folgende zwei-stufige, selektionsbestimmende Verstärker weist eine beachtliche Trennschärfe auf. Zwei Stationen, die 10 kHz auseinanderliegen, lassen sich einwandfrei trennen, sofern sie mittlere Feldstärken aufweisen und nicht splattern.

Der variable Oszillator ist mit einem (n-p-n) Siliziumtransistor bestückt. Siliziumtransistoren²⁾ weisen eine höhere Frequenzstabilität [5] in Oszillatorschaltungen auf als Germanium-Transistoren. Die mit 10^{-4} /h vermerkte Frequenzstabilität (3 kHz/h) bestätigt sich im praktischen Betrieb.

Der zweite Oszillator schwingt fest auf 5,055 MHz. Die hohe Kreiskapazität sorgt hier bei einem (p-n-p) Germaniumtransistor für die erforderliche Stabilität. Im BFO ist ebenfalls ein Germaniumtransistor vorgesehen.

Etwas bescheiden wirkt die Demodulation an einer Diode, besonders für CW und SSB. Die Herstellerfirma weist selbst [4] auf einige Verbesserungsmöglichkeiten hin, von denen sie aber wegen der Preisgestaltung bewußt Abstand genommen hat. Man kann trotzdem CW und SSB einwandfrei aufnehmen, wenn man die Zf-Verstärkung über den unbedingt notwendigen Zf-Handregler (**Abb. 2**) weit zurücknimmt.

Der Nf-Verstärker

Jeder zweistufige Transistorverstärker (**Abb. 3**) eignet sich, der bei ca. 50 mV Eingangsspannung ca. 0,3 Watt Sprechleistung abgibt; das reicht im Zimmer völlig aus. Eine höhere Nf-Leistung sollte man bei eingebauten Batterien vermeiden, um sie zu schonen. Wenn die Platinen nicht sehr fest im Gerät verankert sind, vibrieren sie bei hohen Lautstärken. Es kommt dann leicht zu akustischen Verkopplungen im Gerät. Für Mobilzwecke benötigt man aber wegen der Wagengeräusche eine höhere Sprechleistung als in Wohnräumen. Es dürfte hier empfehlenswert sein, dem Gerät eine Nf-Stufe mit 1...2 Watt nachzuschalten, die unmittelbar aus der Wagenbatterie gespeist und im Gehäuse eines separaten Lautsprechers mit untergebracht wird.

Tabelle 1. Nenndaten des Konverters

Frequenzbereich	144—146 MHz
Frequenzkonstanz	1×10^{-6}
Oszillatorfrequenz	116 MHz
Spiegelfrequenzsicherheit	ca. 60 dB
Zf-Durchschlagsfestigkeit	ca. 70 dB
Maximale Eingangsspannung	3 V
Ausgangsfrequenz	28...30 MHz
Gesamt-Rauschzahl	2,0 kTo
Durchgangsverstärkung	27 dB
Betriebsspannungen:	
je nach Ausführung	6 V, 9 V oder 12 V
Stromaufnahme	ca. 6 mA

Tabelle 2. Meßwerte für den Nachsetzer mit vorgeschaltetem 2-m-Konverter MB 2

Rauschzahl	ca. 5 dB
Eingangsspannung für 10 dB Rauschabstand	$< 1 \mu\text{V}$
Bandbreite	— 3 dB ca. 3,1 kHz — 60 dB ca. 11 kHz
Zf-Dämpfung	ca. 72 dB
Spiegeldämpfung	ca. 60 dB
Frequenzdrift	ca. $1 \cdot 10^{-4}$ /Stunde
Regelbereich	ca. 50 dB
Durchgangsverstärkung	ca. 80 dB
Stromaufnahme (einschl. BFO)	ca. 9 mA

²⁾ Das in Heft 10 (1964) beschriebene, bewußt sehr einfach gehaltene Transistorprüfgerät kann auch für (n-p-n) Transistoren eingesetzt werden, wenn eine Umpolung der Instrumente und der Batterie vorgenommen wird. Ein Umschalter paßte nicht zur Grundkonzeption des Gerätes.

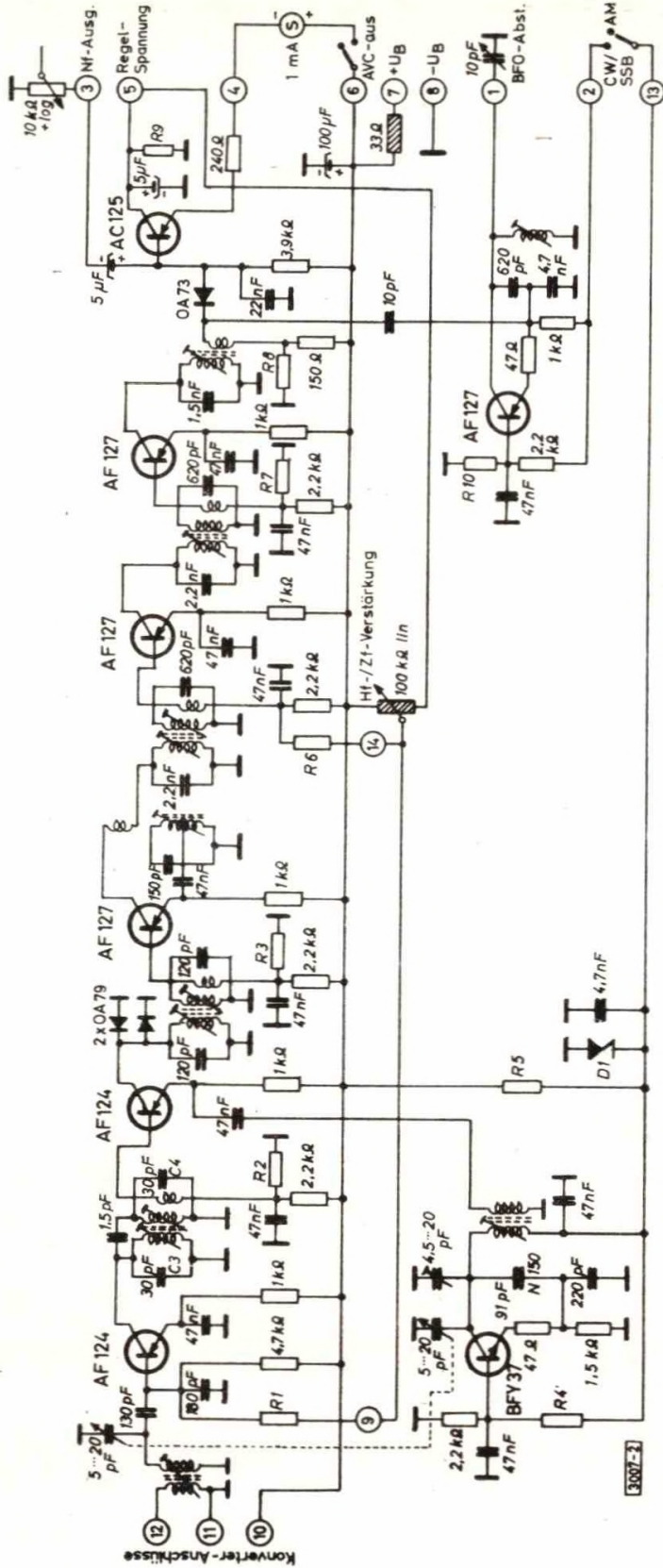


Abb. 2. Die Schaltung des ZF-Nachsetzers

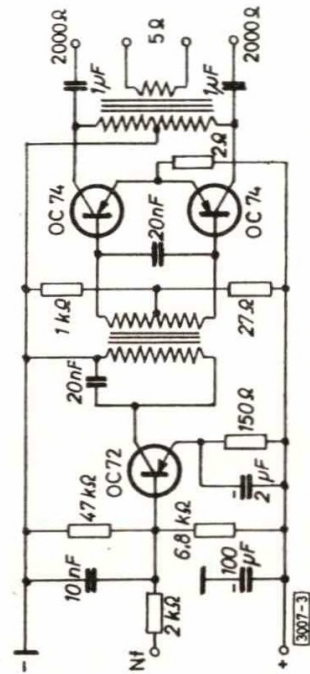


Abb. 3. Zweistufiger Nf-Verstärker

Der Handel bietet kleine (55 × 70 mm) 3stufige Transistorverstärker (siehe Inserate in der Funk-Technik und Funkschau) preisgünstig an. Der Verfasser hat bei einem derartigen (breitbandigen) Verstärker eine Vorstufe entfernt und die Höhen und Tiefen über R/C-Glieder beschnitten (Abb. 3), um das Rauschen des Gerätes zu mildern. Für CW/SSB sollte man die drei Stufen beibehalten. Auf gute Entkopplung ist dann zu achten.

Der Aufbau

Es galt nun, aus diesen drei Bausteinen einen RX aufzubauen. Der Verfasser wählte 6 Volt Betriebsspannung (die Norm ist heute zumeist 9 Volt), weil deutsche Autos fast ausnahmslos mit 6-Volt-Batterien ausgerüstet sind. Für Modellsteuerungen, Flugzeuge oder Schiffe, gibt es kleine gasdichte 6-Volt-Akkus, die sich leicht in einem RX unterbringen lassen. Auch der Lautsprecher sollte mit eingebaut werden, um ein handliches, komplettes Universalgerät zu schaffen.

Und nun begannen die technischen Schwierigkeiten. Das Gerät sollte klein und handlich ausfallen — im Sinne einer Transistorisierung und der dadurch möglichen Miniaturisierung. Andererseits war eine große, leicht ablesbare Skala erwünscht. Alle Knöpfe sollten ferner so groß sein, daß sie sich, ohne die Finger „anspitzen“ zu müssen, sicher und bequem bedienen lassen. Ein trennscharfer 2-m-RX verlangt ein viel exakteres Einstellen (SSB!) als ein Rundfunkgerät. Der Lautsprecher muß eine gewisse Größe aufweisen und nach vorn sprechen, um einen guten Wirkungsgrad und eine vernünftige Sprachwiedergabe aufweisen zu können.

Wenn man in üblicher Bauweise alle Bauelemente, die einer Bedienung oder Ablesung bedürfen, dazu den Lautsprecher, auf der Frontplatte unterbringen wollte, dann entstände ein Gerät, das nicht viel kleiner als ein Röhren-RX ist, wohl etwas flacher. Sehr niedrige Geräte in üblicher Frontplattenbauweise haben einen großen Nachteil. Man muß sich vor ihnen auf dem Stuhl zusammenkrümmen, um Skala und S-Meter ablesen zu können. Geräte in „Buchformat“ kippen leicht um und der Lautsprecher spricht zur Seite weg.

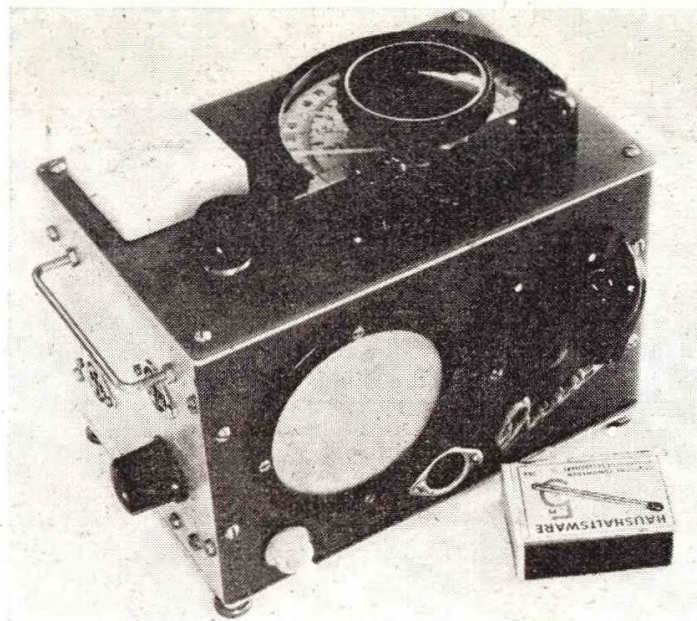
Um trotzdem zu einem kleinen, kompakten Gerät (**Abb. 4**) zu kommen, wurde die Frontplatte halbiert. Auf der Oberseite des Gerätes sitzen nun alle wichtigen Bedienungsknöpfe, S-Meter und die große (105 mm ϕ !) Skala, deren überflüssiges unteres Stück abgesägt wurde. Nach vorn weisen: Lautsprecher nebst Ein/Ausschalter, Nf-Einsteller, Kopfhöreranschluß und der Betriebsumschalter für Empfang, Einpfeifen bei VFO-Sendebetrieb und Senden.

An der rechten Seite liegt der Antennenanschluß, links der Ladeanschluß für die Batterie und die Steckbuchse für die Leitungen zum Sender. Über einen kleinen, einstellbaren Widerstand von 50 Ω läßt sich die Batteriespannung auf 6,0 Volt (siehe Abschnitt Vorwiderstand) einstellen. Wenn man die Bodenplatte abnimmt, kann die Batterie leicht ausgewechselt werden. Die Deac-Nickel/Cadmium-Batterie, 6 Volt, Type 5/450 D liefert für 8 bis 10 Stunden Strom bei reinem Hörbetrieb. Die Bodenplatte ist mit Rändelschrauben befestigt, die zugleich als Füße dienen.

Der mit Hilfe von 6 KY-Bolzen [5] aufgebaute RX (**Abb. 5**) hat die äußeren Abmessungen 102 \times 104 \times 162 mm. Die Platinen stehen senkrecht. Der Kasteninhalt beträgt 1,6 Liter; der RX wiegt betriebsbereit 1,6 kg.

Sämtliche Einzelteile (**Abb. 6**) sind auf 2 mm starke, halbharte Aluminiumplatten montiert. Eine Isolierplatte deckt die beiden „Frontplatten“ ab. Für die übrigen Wände genügt 1,0-mm-Blech. Der Kasten weist keine Luftlöcher auf, da die Stromaufnahme im Gerät nur: 6 Volt \times ca. 50 mA = 0,3 Watt (Leerlauf) beträgt; sie entspricht der einer 1/10 Röhre. Die Nf-Endstufe ver-

Abb. 4.
Die Außenansicht des voll-
ständigen Transistor-
2-m-Empfängers



braucht je nach Leistungsabgabe den meisten zusätzlichen Strom. Trotzdem erreicht man bei 0,3 Watt Sprechleistung kaum den Stromverbrauch bzw. die Wärmeentwicklung einer fünftel Verstärkerröhre. Die Vorzüge der Transistoren treten hier deutlich in Erscheinung.

Es erübrigt sich, bei Mobilbetrieb viel Mühe auf die Entstörung zu verwenden, da durch die separate Stromversorgung keine unmittelbare Verbindung mit den Störquellen über die Autobatterie besteht. Zerhacker, Umformer oder Gleichstromwandler beeinflussen den Empfang nicht, weil sie nur beim Senden benötigt werden. Während dieser Zeit kann man evtl. jedesmal die Empfängerbatterie aus der Autobatterie kurz nachladen.

Um Zerstörungen an Transistoren durch starke Hf-Einstrahlungen vom TX her vorzubeugen, ist eine gute Abschirmung durch ein allseitig geschlossenes Gehäuse dringend zu empfehlen. Es bedeutet ein Wagnis, den noch unfertigen RX in offener Bauweise neben den laufenden TX zu stellen. Beim Betriebsschalter (Abb. 7) wurde auf die Gefahren einer Hf-Einstrahlung besonders geachtet.

Abb. 5.
Ein Blick in den Innen-
aufbau

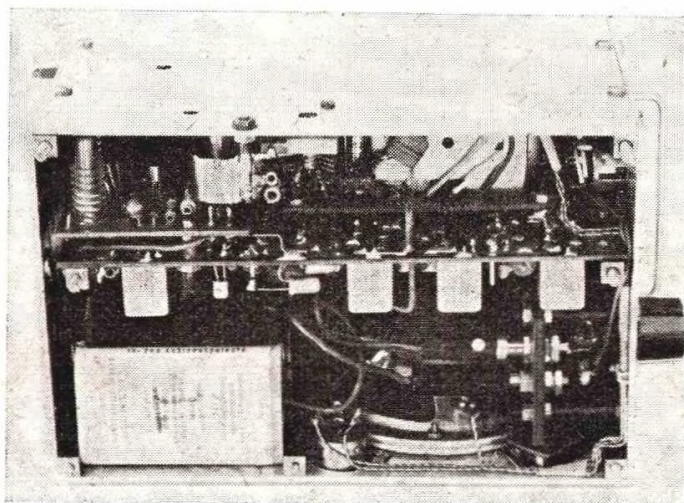
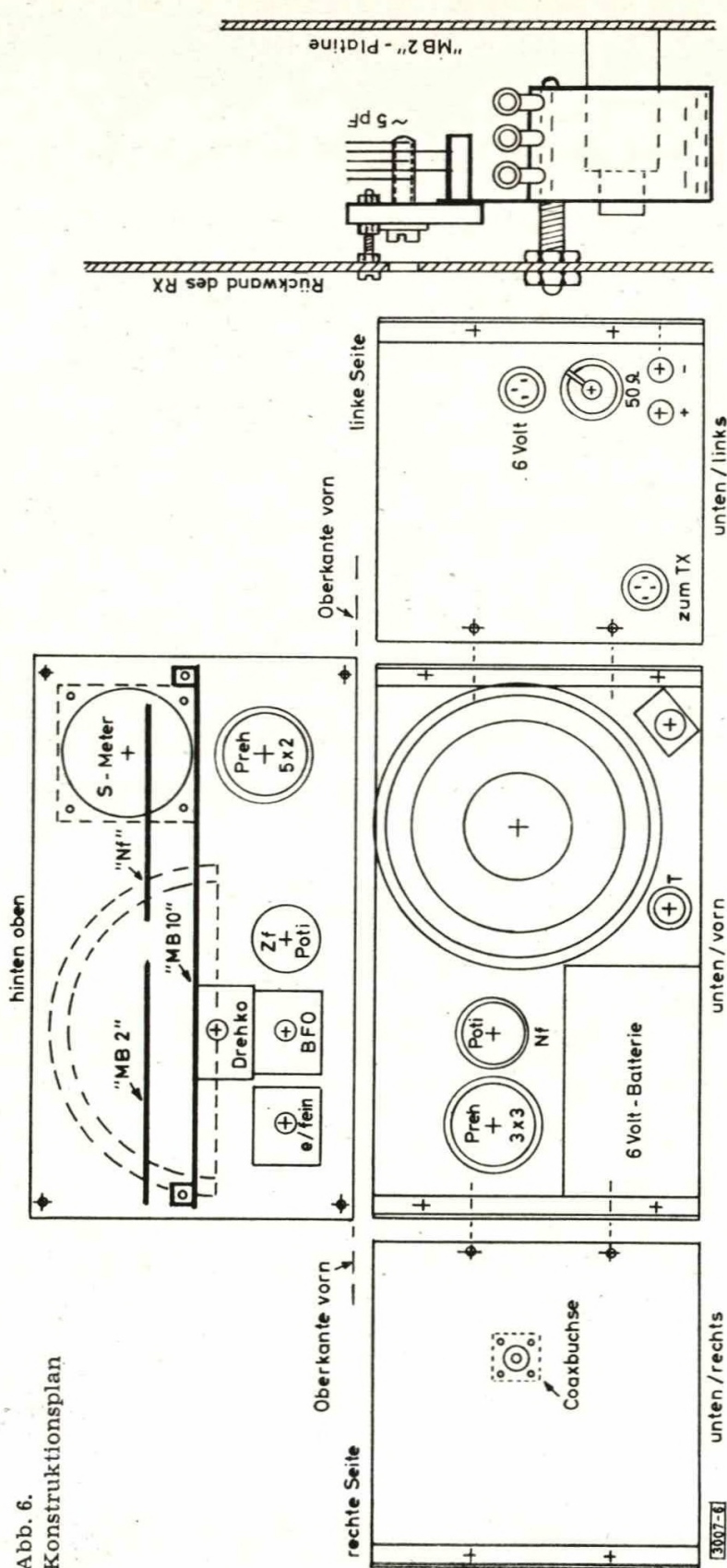


Abb. 6.
Konstruktionsplan



Betriebstechnik

Aus Sicherheitsgründen wird der RX von Hand geschaltet. Als Umschalter dient ein Preh-Zwergschalter mit 3 × 3 Kontakten. Für die Betätigung des TX sind drei Umschaltkontakte (Abb. 7) reserviert; diese Leitungen sollten unbedingt abgeschirmt und am Ausgang des RX verdrosselt werden.

Schalter vorn rechts:

Stellung 1 (links): Empfang

a) Antenne ein

b) RX-Eingang auf Antenne

c) Batterie ein

d) TX-Kontakt auf 1

Stellung 2 (Mitte): Einpfleifen bei VFO-Betrieb bzw. Mithörstellung

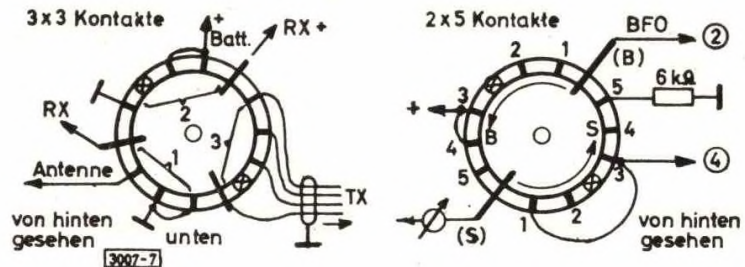
a) Antenne aus

b) RX-Eingang an Masse (!)

c) Batterie ein

- d) TX-Kontakt auf 2
 Stellung 3 (rechts): Senden bzw. RX aus
 a) Antenne aus
 b) RX-Eingang an Masse (!)
 c) Batterie aus, +-Pol des Gerätes an Masse
 d) TX-Kontakt auf 3

Abb. 7.
 Anschlüsse an den Preh-
 Schaltern



Für die Wahl der vier Betriebsarten ist ein Preh-Zwergschalter mit 2×5 Kontakten (Abb. 7) vorgesehen; er sitzt oben links vor dem S-Meter. In Stellung 5 wird die Batteriespannung gemessen; Vollausschlag = 6,0 Volt.

Stellung	S-Meter (S)	BFO (B)	Betriebsart
1	ein	aus	AM/AVC
2	aus	aus	AM/Hand
3	ein	ein	CW/SSB/AVC
4	aus	ein	CW/SSB/Hand
5	(ein)	aus	(Voltmeter)

Änderungen

Der „MB 2“ blieb in der Schaltung (s. jedoch Abschnitt: Absorptionskreis) unverändert. Am Zf-Nachsetzer [4] wurden jedoch einige kleine Änderungen (Abb. 8 und 9) vorgenommen.

1) Voltmeter

Der Schalter für das S-Meter liegt jetzt zwischen Transistor und Instrument (Abb. 8), statt zwischen Instrument und +-Pol, damit die Batteriespannung bei Stellung S 5 über einen Vorwiderstand von ca. $5,8 \text{ k}\Omega$ (ausprobieren) gemessen und über R auf 6,0 Volt = Vollanschlag eingestellt werden kann.

2) Abstimmung

Zur Feinabstimmung ist parallel zum Drehkondensator ein Feinstellkondensator von ca. $0,5 \text{ pF}$ gelegt. Er weist nur je eine Stator- und Rotorplatte in 5 mm Abstand auf. Er überstreicht etwa $\pm 7,5 \text{ kHz}$, das entspricht 1° der Skala. Normalerweise steht dieser Kondensator in Mittelstellung. Der Hauptabstimmknopf hat einen Durchmesser von 50 (!) mm, um ohne Feintrieb sicher abstimmen, aber auch schnell über das Band gehen zu können.

Um bei der gewählten senkrechten Anordnung der Platinen (Abb. 6) den Frequenzverlauf von 144 nach 146 MHz im Uhrzeigersinne auf der Skala vorzufinden, mußten die Anschläge des Drehkondensators entfernt werden.

3) Zenerdioden

Bei der 6-V-Ausführung verbleibt leider nur ein kleines Spannungsgefälle zur Stabilisierung der Betriebsspannung des ersten Oszillators. Zudem schwingt er nicht mehr kräftig genug, wenn die Spannung am Gerät unter 6,0

Volt absinkt. Die 4-Volt-Zenerdiode (Abb. 2) wurde gegen eine 5-Volt-Type (Abb. 9) ausgewechselt.

Da der BFO über dieselbe Zenerdiode mitbetrieben wird, trat eine erhebliche Frequenzverschiebung am ersten Oszillator ein, wenn der BFO zugeschaltet wurde. Sicherlich tritt dies infolge der besseren Stabilisierungsmöglichkeiten bei 9- oder 12-Volt-Geräten nicht in dem Maße auf. Die freigewordene 4-Volt-Zenerdiode wurde für den getrennt stabilisierten BFO (Abb. 8 und 9) eingesetzt.

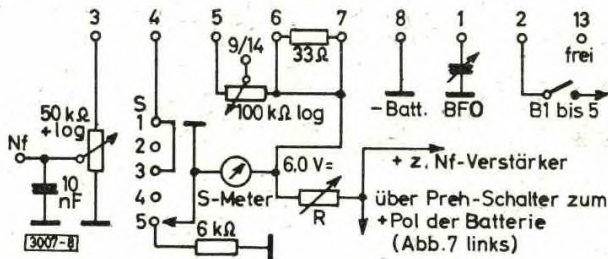


Abb. 8. Anschlüsse am MB 10

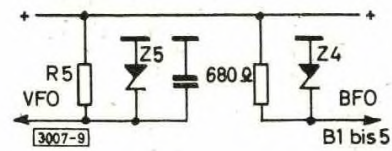


Abb. 9. Stabilisierung

4) CW/SSB

Nachdem BFO und Oszillator für sich stabilisierte Spannungen erhalten hatten, war SSB-Empfang wie mit einem guten Röhrengerät möglich. Da das BFO-Signal recht schwach ist, muß die Zf-Handreglung sehr weit zurückgenommen werden. Dasselbe gilt für CW. Ein Produktdetektor wäre an dieser Stelle zweifelsohne besser. Es fragt sich nur, ob bei den wenigen CW- und SSB-Stationen bereits ein allgemeines Bedürfnis vorliegt, diesen Schritt zu tun. Zu prüfen wäre vorab, ob man den BFO, statt ihn unmittelbar über 10 pF auf die Diode zu schalten, nicht besser lose an die davorliegende Zf-Stufe ankopplert. Das BFO-Signal würde dann mitverstärkt an die Diode gelangen. Die Lieferfirma plant, einen SSB-Demodulator einzubauen.

5) S-Meter

Um die Qualität des Empfanges zu verbessern, wird ganz allgemein eine Methode empfohlen, die von dem Grundsatz ausgeht: „Man lasse nur so viel Hf in den RX hinein, wie er verkraften kann.“ Damit beugt man einer Übersteuerung und Kreuzmodulation bei kräftigen Stationen vor und überfordert nicht die automatische Regelung.

Die gängigen, kleinen Meßinstrumente aus deutscher oder japanischer Fertigung weisen häufig bei 500 μ A Vollausschlag auf. Ein derartiges Instrument wurde mit einem Shunt für 1 mA versehen. Das Eigenrauschen des Gerätes erzeugt einen Ausschlag von etwa 80 μ A auf der unveränderten 500- μ A-Skala bei voll ausgenutzter Verstärkung. Jede Station, die sich nicht aus dem Rausch- und/oder Störpegel über 80 μ A abhebt, erhält S 1. Für 100 μ A wurde S 2 gewählt und in 50 μ A-Abstände bis 250 μ A (Skalenmitte) S 3 bis S 5. Nun wird der Handregler [100 K Ω , logarithmisch (!)] betätigt. Er wird so eingebaut, daß bei Linksanschlag die volle Verstärkung vorliegt. Bei Stationen, die über S 5 = 250 μ A am S-Meter einfallen, nimmt man die Verstärkung auf diesen Wert zurück. S 9 liegt dann bei halbaufgedrehtem Potentiometer auf dessen Skala oben. Dazwischen reihen sich die Marken für S 6 bis S 8 ein. Auf

der rechten Skalenseite folgen die $S 9 + \dots$ db-Werte. Wer die Möglichkeit hat, möge den RX unter Beibehaltung des angeführten Prinzips exakt eichen.

Diese S-Meter-Methode hat den Vorteil, daß stets eine konstante Hf-Spannung ab S 5 am Demodulator liegt. Aus der Lautstärke des resultierenden Nf-Signals lassen sich Rückschlüsse auf den Modulationsgrad des Senders ziehen.

6) Vorwiderstand

Die Frequenz des Gerätes wandert um ca. $30 \text{ kHz} = 2^\circ$ der Skala aufwärts, wenn die eingebaute Batterie von 7,0 Volt (frisch geladen) auf 6,0 Volt gegen Ende absinkt. Auch bei einer Stromversorgung aus Trockenbatterien sollte man diesen Punkt beachten. Die Gesamtverstärkung des Gerätes nimmt bei Unterspannung stark ab. Da bei 6-V-Betrieb nicht viel Spannungsreserve vorliegt, die sich zur Stabilisierung der Oszillatorspannung ausnutzen läßt, sollte man das Gerät auch aus diesem Grunde nicht in einem fahrenden Auto an dessen Batterie hängen.

Der Vorwiderstand von 33Ω zwischen den Anschlüssen 6 und 7 in der Plus-Leitung (Abb. 2) wurde kurzgeschlossen (Abb. 8), da in ihm etwa 0,5 Volt an wertvoller Betriebsspannung verloren gehen. Stattdessen wurde ein regelbarer Widerstand (Entbrummer) von 50Ω auf die linke Seitenplatte (Abb. 6) gesetzt und die Spannung mit Hilfe des S-Meters (Stellung S 5) von Zeit zu Zeit auf 6,0 Volt nachreguliert. Dadurch erhält auch der zweite, selbstschwingende Oszillator (5,05 MHz) eine nahezu konstante Betriebsspannung, ebenfalls der Konverter, aber nicht der Nf-Verstärker. Bei Trockenbatterien sollte man den $33\text{-}\Omega$ -Glättungswiderstand nicht überbrücken.

Eichung

Wenn man die Gerätespannung in etwa auf 6,0 Volt konstant hält, läßt sich der RX auf $\pm 4 \text{ kHz}$ ($1/2^\circ$ der Skala) eichen. Mit einem 1-MHz-Eichsender (Chrystal-Calibrator [6]) wurden die Oberwellen 144/145/146 MHz ausgestrahlt. Die Eichpunkte liegen im RX des Verfassers bei $23^\circ/90^\circ/156^\circ$ der 180° -Skala. Die Eichkurve verläuft nahezu geradlinig, so daß sich die Zwischenwerte von 0,1 zu 0,1 MHz leicht interpolieren lassen; 1° entspricht ca. 15 kHz.

Nachbauhinweise

Der kleine Empfänger ist einem „Nogoton“ an Empfindlichkeit, Trennschärfe und Frequenzstabilität deutlich überlegen. Bis auf einen Punkt (siehe nächster Abschnitt) weist er fast Spitzenqualitäten auf. Wünschenswert wäre, daß die Lieferfirma ³⁾ auch die Zubehörteile separat anbieten würde, da nicht jeder Amateur über eine große Bastelkiste oder gute Bezugsquellen verfügt.

Es sei nicht verheimlicht, daß es einiger handwerklicher und konstruktiver Geschicklichkeit bedarf, um Geräte klein und raumausfüllend mit zwei „Frontplatten“ aufzubauen. Man entwirft das Gerät am besten zuerst in Originalgröße auf Millimeterpapier, dann montiert man es provisorisch auf zwei Holzbrettchen und verschiebt die jeweils zur Verfügung stehenden Einzelteile so lange, bis sie sich beim Zusammenfügen der beiden Frontplatten nicht mehr berühren. Erst dann sollte man auf Aluminiumplatten die endgültige Montage beginnen.

Selektion

Eine grundsätzliche Unvollkommenheit haftet beim heutigen Stande der Amateurtechnik fast allen Konvertern an, Röhrenkonvertern weniger als

³⁾ Fa. Reuter, 6342 Haiger, Postfach 104, liefert neuerdings die speziellen Zubehörteile

transistorbestückten. Die Vorstufen sind breitbandig und fest abgestimmt. Sie lassen deshalb alle Frequenzen von 143 bis 147 durch, auch kräftige kommerzielle Stationen, die noch weiter außerhalb des Bandes liegen. Die erste Mischstufe muß die Summe der Eingangsspannungen aller einfallenden Sender aufnehmen. Übersteuerungen, Kreuzmodulationen und unerwünschte Mischprodukte sind oft die Folge. Transistoren reagieren hierauf kritischer als Röhren. Da Transistoren die Abstimmkreise zudem stärker dämpfen als Röhren, sind Transistorgeräte auch im allgemeinen unselektiver. In KW-Geräten sorgt hingegen eine selektive abstimbare Vorverstärkung dafür, daß im wesentlichen nur der erwünschte Sender bis zur Mischstufe durchdringt. Mit zunehmender Bandbelegung und Output-Erhöhung wird es sich im UKW-Gebiet bald nicht mehr vermeiden lassen, ebenfalls abstimbare Vorstufen vorzusehen oder nach anderen Methoden zur Erhöhung der Vorselektion Ausschau [8] zu halten.

Die im „MB 2“ und „MB 10“ eingefügten Begrenzerdioden treten in Aktion, wenn eine sehr starke Station einfällt. Man muß nun zwei Fälle unterscheiden. Handelt es sich um die erwünschte (Orts-) Station, dann regelt man die Zf-Stufen von Hand sowieso zurück, um einen verzerrungsfreien Empfang zu erzielen. Handelt es sich hingegen um eine ungewünschte Station, die innerhalb oder etwas außerhalb des Bandes liegt, dann treten die Dioden ebenfalls in Aktion. Das S-Meter geht zurück und die eingestellte Station wird leiser oder verschwindet ganz. Die störende Station hört man oft garnicht. In unmittelbarer Nachbarschaft einer anderen 2-m-Station muß man deshalb mit Empfangsschwierigkeiten rechnen, auch in der Nähe starker kommerzieller Sendeanlagen.

Die selektionsbestimmenden Bandfilter liegen zudem bei den meisten UKW-Empfängern viel zu weit „hinten“. Bei einem idealen RX würde [9] eine hochselektive, rauscharme, unregelmäßige Vorstufe nur dazu dienen, das Signal soeben über das Rauschen der Mischstufe anzuheben. Auf die schwach belastete, kreuzmodulationsfeste Mischstufe folgen unmittelbar die selektiven Zf-Filter mit möglichst hoher Frequenz. Zum Schutz gegen Übersteuerungen durch plötzlich einfallende kräftige Stationen, wenn man z. B. „über's Band dreht“, lassen sich Begrenzerdioden vorsehen. Genau umgekehrt, wie es zur Zeit üblich ist, kann auf den selektiven Zf-Verstärker eine unselektive Hf-Verstärkung mit niedriger Frequenz folgen, die nur zur Verstärkung des Signals dient. Wir sind vom idealen UKW-Einfachsper noch sehr weit entfernt! Man sollte aber dieses Ziel anstreben.

In der Nähe starker Rundfunk- oder Fernsehsender macht sich die geringe Vorselektion des „MB 2“ bemerkbar. Dazu zwei konkrete Beispiele:

Mobile, kommerzielle Sender arbeiten in Duisburg auf 86,3 MHz. Oszillatorfrequenz des „MB 2“ = 116 MHz, davon abgezogen 86,3 MHz = 29,7 MHz! Diese Mobilsender sind mit S 1 bis S 5 als Spiegelfrequenz bei 145,7 MHz zu hören.

Ein typischer Fernsehträger ist breitbandig mit S 7 bei 144,75 MHz zu hören. Der Lokal-Fernsehsender arbeitet mit 100 KW auf 203,25 MHz. Oberwelle des Oszillators: $2 \times 116 \text{ MHz} = 232 \text{ MHz}$. Es resultiert als Differenz eine Mischfrequenz von 28,75 MHz. Dabei beträgt der Abstand Langenberg/Duisburg ca. 30 km. Mit abnehmender Entfernung nimmt der Störeinfluß zu und die Begrenzerdioden sprechen schließlich dauernd an.

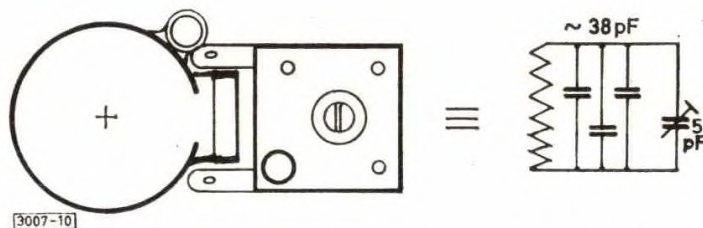
Da es sich nicht um einen Einzelfall handeln dürfte, wurde nach Abhilfemaßnahmen für den „MB 2“ gesucht, um seine enorm hohe Empfindlichkeit auch unter diesen ungünstigen Begleitumständen besser ausnutzen zu können.

Absorptionskreis

Mit dem Eingangskreis des „MB 2“ wurde ein Absorptionskreis hoher Güte fest gekoppelt, der genau auf die Störfrequenz abgestimmt wird. Wie bei einem Griddipper entzieht dieser Kreis auf seiner Frequenz der Antennenspule fast alle Energie.

Die Spule des Absorptionskreises besteht (**Abb. 10**) aus einem Kupferblechstreifen von ca. 12 mm Breite, ca. 55 mm Länge und 0,5 mm Stärke, der zu einem Ring mit 18 bis 20 mm Durchmesser gebogen wird. An einem Ende lötet man eine M 3-Befestigungsschraube an. Wer die Möglichkeit hat, sollte den „Kupferferring“ versilbern lassen.

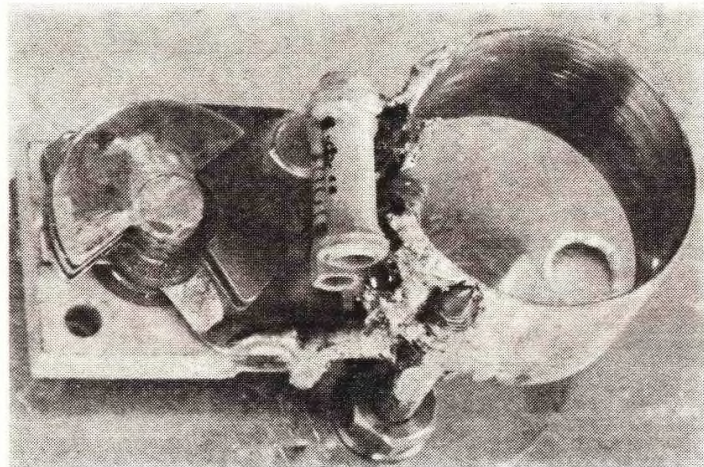
Abb. 10.
Der Absorptionskreis und
seine Konstruktion



Den Schlitz zwischen den Spulenenden überbrücken zwei, besser drei keramische Blocks von zusammen 35 bis 40 pF. Durch die Parallelschaltung mehrerer Kondensatoren wird die Kreisgüte verbessert und die Induktion der Blocks verringert. Mit Hilfe eines Griddippers bringt man zunächst die Resonanz des Kreises durch Aufweiten oder Zusammendrücken des Spulenringes auf ca. 210 MHz. Dann lötet man einen Lufttrimmer mit 5 bis 10 pF unmittelbar an den Ring und zieht nun auf die Frequenz des Störsenders.

Um den „MB 2“ unangetastet zu lassen, wurde der Absorptionskreis auf die Rückseite des Empfängergehäuses gesetzt (**Abb. 6 und 11**). Der Kupferferring

Abb. 11.
So sieht der Absorptions-
kreis in „Großaufnahme“
aus



schiebt sich wie eine Abschirmhaube über die Antennenspule, wenn diese Platte angeschraubt wird. Die Stifte für die Antennenanschlüsse muß man etwas kappen, damit die Absorptionsspule mit der Unterkante halb über die Antennenspule ragen kann. Alle Maßnahmen sind unkritisch, jedoch die Resonanzfrequenz muß sehr genau mit der Störfrequenz übereinstimmen. Wenn man sie gefunden hat, geht das S-Meter stark zurück. Man sägt dann schrittweise einige Platten des Trimmers ab, um ihn leichter einstellen zu können.

Die Wirkung des hochselektiven Absorptionskreises ist überraschend gut. Der Langenberger Sender ist mit S 2 eben noch feststellbar. Fünf S-Stufen bedeuten etwa 30 dB Dämpfung. Auf 2 m wirkt der Absorptionskreis über der Antennenspule lediglich wie eine Abschirmung. Ähnliche Schwingkreise eignen sich auch für UKW-VFO-Kreise mit niedrigem L/C-Verhältnis [10].

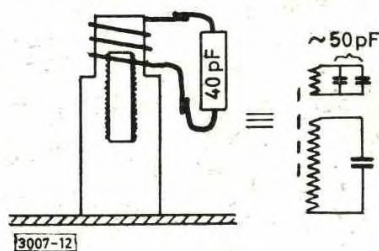


Abb. 12.
Konstruktion des Zf-Saugkreises

An $\lambda/4$ - oder $5/8 \lambda$ -Stäben ist die Störbeeinflussung stärker als an Mehrelementantennen. Um noch einen Schritt weiterzukommen, wurde auch an den Zf-Saugkreis (Abb. 1) ein Absorptionskreis fest gekoppelt. Man könnte ihn wie den Antennenabsorptionskreis ausbilden. Studienhalber ist er einfacher gestaltet. Auf einen Dorn von 6,5 mm wurde eine Spule aus 1,0 Cu-versilbert vorgewickelt und dann nach **Abb. 12** über das Oberteil des Spulenkörpers stramm aufgeschoben. Bei 3 Windungen und ca. 45 pF Kreiskapazität liegt die Resonanz bei etwa 210 MHz. Nun zieht man den Eisenkern des Zf-Saugkreises so weit in diese Spule hinein, bis der Dipp erfolgt. Diese Maßnahme bringt abermals ca. 20 dB. Der Fernsehträger ist in Duisburg selbst mit dem BFO nicht mehr feststellbar.

Die Methode der Absorption hat gegenüber einem Sperr- oder Saugkreis den Vorteil, daß bei einem nachträglichen Einbau keine Eingriffe in die Schaltung notwendig sind. In sehr schwierigen Fällen bleibt nichts anderes übrig, als weitere Transistoren und Abstimmkreise im Konverter vorzusehen.

Literatur

- [1] U. L. Rohde, UKW-Berichte (1964), H. 1, S. 1
- [2] Siemens, Techn. Mitt. Nr. 1—6300—075
- [3] DJ 2 KY, DL-QTC (1960), H. 8, S. 350
- [4] DJ 2 KD, UKW-Berichte (1964), H. 2, S. 112
- [5] DJ 8 MF, UKW-Berichte (1964), H. 1, S. 44
- [6] DJ 2 KY, DL-QTC (1956), H. 5, S. 220
- [7] DJ 2 KY, DL-QTC (1962), H. 5, S. 203
- [8] U. L. Rohde, UKW-Berichte (1964), H. 3, S. 179
- [9] DJ 2 KY, Funktechnik (1959), H. 7, S. 187 und H. 8, S. 221
- [10] DJ 2 KY, DL-QTC (1964), H. 11, S. 650

Produkt-detektor mit NPN-Si-Transistoren für den Mikrohet

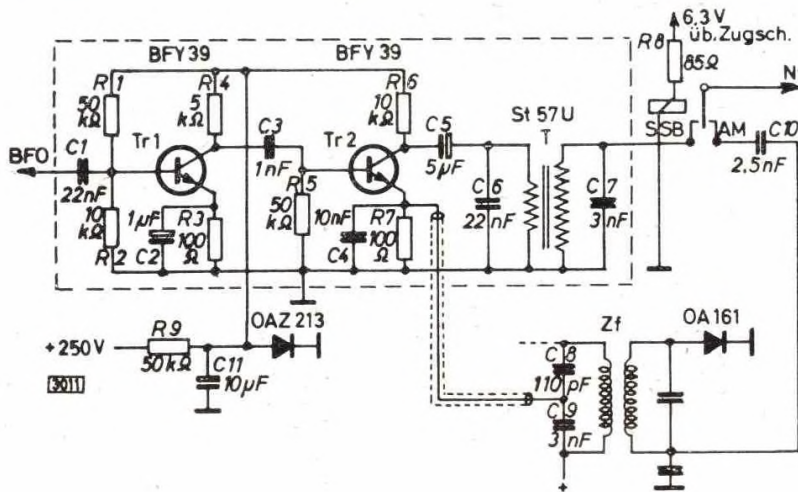
Von Hans Gräter, DJ 1 LV

In den letzten Jahren hat sich die Betriebsform des Amateurfunkverkehrs mehr und mehr zur SSB-Technik hin verlagert, eine Entwicklung, der Empfänger ohne Produkt-detektor nur noch bedingt gewachsen sind.

Um diesem Mangel bei einem Mikrohet abzuhelpfen, entwickelte der Verfasser eine einfache Zusatzschaltung, die auch in anderen Empfängertypen von Nutzen sein kann.

Der beengte Raum und, mehr noch, das Problem der Wärmeabfuhr im Mikrohet schlossen den Gedanken an eine Röhrenschaltung von vornherein aus. So kam also nur die Verwendung von Halbleitern in Betracht, auf deren grundsätzlich gute Eignung DL 7 AV noch kürzlich hingewiesen hat [1].

Die Bestückung der hier beschriebenen Schaltung mit Si-Transistoren gestattet ein sicheres Arbeiten auch bei höherer Umgebungstemperatur. Günstig im Sinne einer Schaltungsvereinfachung ist außerdem folgende Eigenschaft der Si-Halbleiter: Ein NPN-Si-Transistor arbeitet ohne positive Basisvorspannung stets im C-Betrieb, d. h. die Kollektor-Emitterstrecke ist in diesem Zustand gesperrt. Erst eine ausreichend hohe Ansteuerung der Basis, hier durch die BFO-Spannung, bringt während der positiven Halbwellen einen Stromfluß zustande. Dieses Verhalten erlaubt die Mischung mit dem am Emitter zugeführten Zf-Signal, ohne daß eine kritische Einstellung der Basisvorspannung erforderlich wäre.



Die Schaltung des Produkt-Detektors

In der verwendeten **Schaltung** verstärkt der Transistor Tr1 die seiner Basis zugeführte BFO-Spannung und erhöht zugleich die unbedingt erforderliche Rückwirkungssicherheit gegenüber dem frequenzbestimmenden Kreis des BFO. Bei einem Quarzoszillator mit ca. 1,5 Veff Ausgangsspannung könnte er entfallen. Von seinem Kollektor überträgt ein Koppelkondensator (C 3) die Überlagerungsfrequenz zur Basis des Mischtransistors (Tr. 2). Wie bereits erwähnt, ist dieser ohne Basisansteuerung gesperrt. Eine Gleichrich-

tungsdemodulation ist dann allenfalls bei sehr hohen Empfangsfeldstärken möglich. Die Ansteuerung der Basis mit der BFO-Frequenz erzeugt die gewünschte Mischung. Der dabei einsetzende Stromfluß ruft am Emitterwiderstand (R 7) einen Spannungsabfall hervor, der zusätzlich als stabilisierende Basisvorspannung wirksam ist.

Die Signalspannung wird dem Eingangskreis des letzten Zf-Bandfilters entnommen. Da der Mikrohet Philips-Mikrofilter verwendet, die das Anbringen einer Zusatzwicklung nicht zulassen, stellt ein kapazitiver Spannungsteiler den benötigten niederohmigen Abgriff her. Er besteht aus einer Serienschaltung der Kondensatoren C 8 und C 9 innerhalb der Filterabstimmung und, parallel zu C 9, dem Überbrückungsblock (C 4) am Emitterwiderstand (R 7). Diese Auskopplung des Zf-Signals macht den sonst üblichen Impedanzwandlereingang (Katoden- oder Emitterfolger) zur Überlagerungsstufe überflüssig.

Der niederohmige Abschluß gestattet außerdem die Verwendung einer langen Übertragungsleitung (dünnes Mikrofonkabel) zum Produktdetektor, so daß dieser an einer gut belüfteten Stelle unter dem Nf-Chassis des Empfängers angebracht werden konnte.

Vom Kollektor des Mischtransistors (Tr 2) koppelt das RC-Glied C 5/R 6 die Niederfrequenz aus. Dabei hat sich eine Aufwärtstransformation der Nf-Amplitude durch den Übertrager T (hier ein jap. Miniatur-Zwischentrafo $1\text{ k}\Omega : 20\text{ k}\Omega$) als zweckmäßig erwiesen. Die abgegebene Steuerspannung genügt bei einstufiger Nach- und zugleich Endverstärkung mit der sparsamen EC 92 für gute Lautsprecherwiedergabe. Für SSB-Empfang wurde der Gitterkondensator der Endröhre von 500 pF im Original auf 10 nF vergrößert. Bei Diodendemodulation bestimmt dagegen weiterhin der Kondensator C 10 ($2,5\text{ nF}$) den übertragenen Tonfrequenzbereich. Eine Einschaltung des Zwischenübertragers (T) direkt in den Kollektorstromkreis von Tr 2 hat sich nicht bewährt. Ohne nennenswerten Lautstärkezuwachs steigt die Stromaufnahme der Schaltung erheblich an. Hierdurch wird die ohnehin etwas kritische Stromversorgung mehrerer Transistoren im Röhrengerät unnötig kompliziert.

Für die Stromversorgung bildet die Zenerdiode OAZ 213 (12 V) zusammen mit R 9 und C 11 eine niederohmige Spannungsquelle. Ein einfacher Vorwiderstand anstelle dieser Kombination wäre ungeeignet.

Für den Aufbau der gesamten Schaltung genügte ein Isolierstoff-Brettchen mit $4,5 \times 5,5\text{ cm}$ Seitenlänge. Die Anordnung der Bauelemente darauf entspricht deren Lage im Schaltplan. Indem die Anschlußdrähte durch kleine Löcher geführt und sinngemäß direkt miteinander verbunden wurden, gleicht der Platzbedarf etwa dem einer gedruckten Schaltung. Er ließ sich sogar im Mikrohet ohne Schwierigkeiten erfüllen.

Die Verankerung der fertig beschalteten und auf richtige Funktion geprüften Platte erfolgte im Chassis des Empfängers mit Hilfe steifer Masseverbindungen ($1,5\text{ mm}$ Cu-Draht). Sie fixieren die leichte Einheit sicher am gewünschten Platz. Eine ausführlichere Beschreibung dürfte hierzu nicht erforderlich sein.

Für einen wirklich zufriedenstellenden SSB-Empfang erhoben sich nun noch einige zusätzliche Forderungen.

Zunächst verbesserte eine Diodenschaltung nach Art der „Jedermann“-Frequenzmodulation die Feinabstimmung. Hierzu ist eine Ge-Hf-Diode (hier eine OA 9, die Wahl ist unkritisch) über eine kleine Kapazität von 5 pF mit dem Oszillatorgitter der 1. Mischröhre verbunden. Die einstellbare Belastung dieser Strecke durch ein $50\text{-k}\Omega$ -Potentiometer in Serie mit einem $70\text{-k}\Omega$ -Fest-