

Von 10 m auf 2 m und zurück mit dem Transverter-Bausatz 1210

Dipl.-Ing. MAX PERNER – DM2AUO

Dieser Allmode-Transverter von TEN-TEC setzt CW-, SSB-, RTTY- bzw. FM-Signale eines 10-m-Senders in das 2-m-Band um und konvertiert Empfangssignale des 2-m-Bandes in den 10-m-Empfangsbereich. Obgleich dieses Konzept alles andere als neu ist, weist der 1210 einige interessante Lösungen auf, die im folgenden Beitrag etwas näher beschrieben werden. Mit diesem Umsetzer ist die KW-Station elegant und preiswert um ein Amateurband erweiterbar.

Bekanntlich erhält man durch Mischung zweier Frequenzen Summen- und Differenzfrequenz. So entstehen z.B. beim Mischen von 116 MHz mit 28 MHz die Summe 144 MHz und die Differenzfrequenz 88 MHz; bei 144 MHz und 116 MHz ergeben sich 260 MHz bzw. 28 MHz.

Die Selektion nach dem Mischer entscheidet darüber, welche der Frequenzen weiterverarbeitet wird. Erfolgt die Verstärkung der Signale vor und nach dem Mischer linear, bleibt das Ursprungs- oder Ausgangssignal in Qualität und Modulationsart erhalten.

Im Prinzip besteht ein 10-m-/2-m-Transverter also aus einem stabilen Oszillator der Frequenz 116 MHz, einem geeigneten Mischer sowie einigen linear arbeitenden Verstärkerstufen.

■ Grundkonzeption

Wünschenswert ist, daß bei der Signalumsetzung die Seitenbandlage erhalten bleibt. Dies ist hier der Fall: Steuert man den Umsetzer auf 28 MHz in SSB mit dem

oberen Seitenband an, so ergibt die Mischung

$$(28 \text{ MHz} + \text{Seitenband}) + 116 \text{ MHz} = (144 \text{ MHz} + \text{Seitenband}).$$

Sinngemäß gilt auch im Empfangsfall

$$(144 \text{ MHz} + \text{Seitenband}) - 116 \text{ MHz} = (28 \text{ MHz} + \text{Seitenband}).$$

Das Blockschaltbild (Bild 1) läßt die Signalaufbereitung und -umsetzung erkennen. Auf den ersten Blick ist auf der Antennen- („ANT“-)seite die Zusammenschaltung Koaxkabel und 10 pF etwas ungewohnt. Aber, und das muß beim praktischen Aufbau beachtet werden, das Koaxstück (4", RG-174/U) ist Bestandteil des Anpassungsnetzwerks der Antennenseite!

Der Widerstand 50 Ω/20 W auf der Transceiverseite hat drei Aufgaben. Er schließt den Gleichstromweg für die Schaltodiode D6, setzt die vom Sender gelieferte, überschüssige Leistung in Wärme um und stellt für das Steuergerät sendemäßig immer eine korrekte Last dar.

Die Eingangsimpedanz bei 28,0 MHz auf der Transceiverseite habe ich zu $(48 + j8) \Omega$ gemessen. Hieraus errechnet sich ein Eingang-SWR von 1,18.

■ Sendetrakt

Das Sendesignal von 28 MHz durchläuft das variable Dämpfungsglied (Q13 ist durch D6 und D7 gesperrt) und den 28-MHz-Bandpaß, um anschließend im Mischer (Doppelbalance, $4 \times 1N4148$) durch das 116-MHz-Signal des internen Oszillators auf das Summensignal 144 MHz umgesetzt zu werden. D13 leitet, Q6 bis Q10 übernehmen die lineare Verstärkung, und der 144-MHz-Bandpaß sorgt für die Hauptselektion. R36 bestimmt den Arbeitspunkt der Endstufe Q10.

Die Brücke D17, D18 erzeugt eine ALC-Spannung, die über U2a und U2b auf das variable Dämpfungsglied einwirkt. Auf der Transceiverseite wird ein Teil der HF abgegriffen, gleichgerichtet und zum Steuern des Send-/Empfangsumschalters eingesetzt. Hierzu später etwas mehr.

D19 ist im Sendefall leitend, wodurch das $\lambda/4$ -Glied an seinem Ende kurzgeschlossen ist. Im Signalweg entsteht hierbei ein Parallelresonanzkreis, also ein hochohmiger Widerstand, was einem geöffnetem Relaiskontakt gleichkommt. An der Buchse ANT kann das 2-m-Signal abgenommen werden.

■ Empfangstrakt

Im Empfangsfall ist D19 gesperrt und das $\lambda/4$ -Glied offen. Dies entspricht einem Serienresonanzkreis im Signalweg, gleichzusetzen mit einem niederohmigen Widerstand bzw. einem geschlossenen Relais-

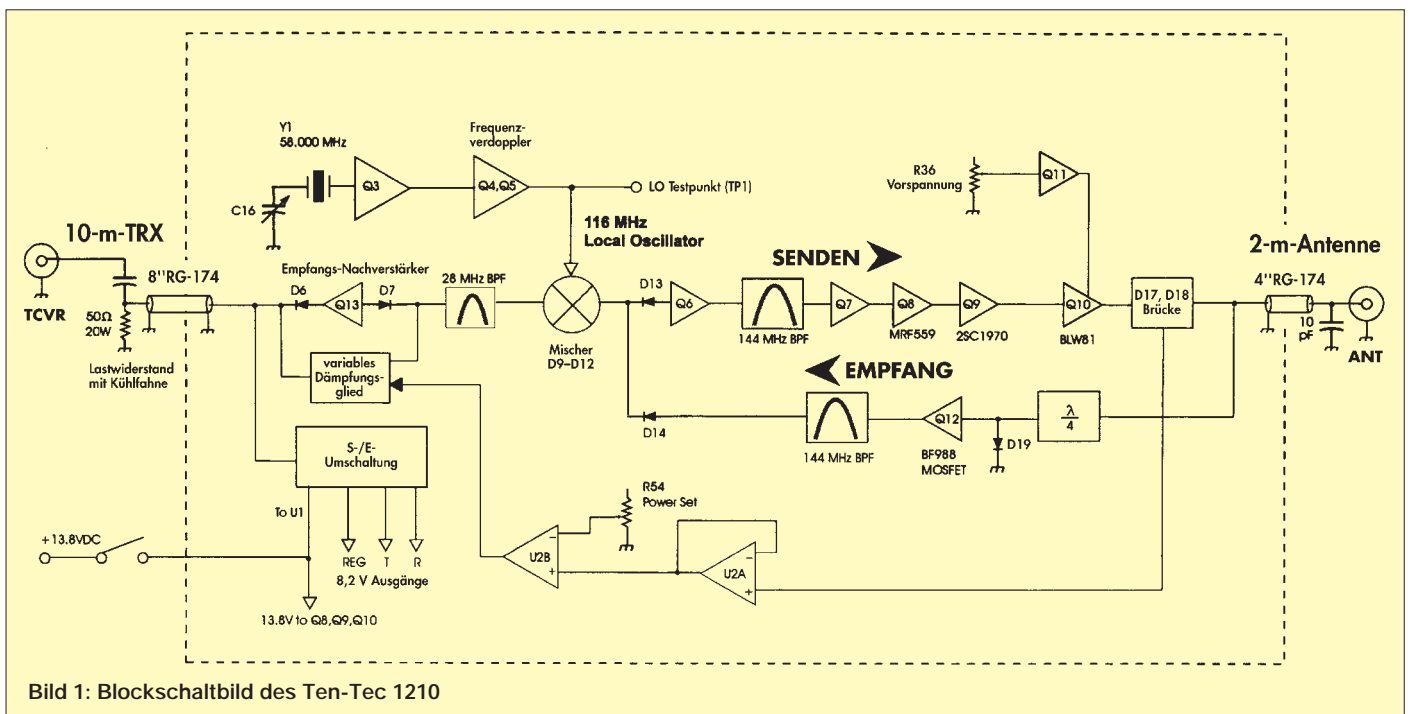


Bild 1: Blockschaltbild des Ten-Tec 1210

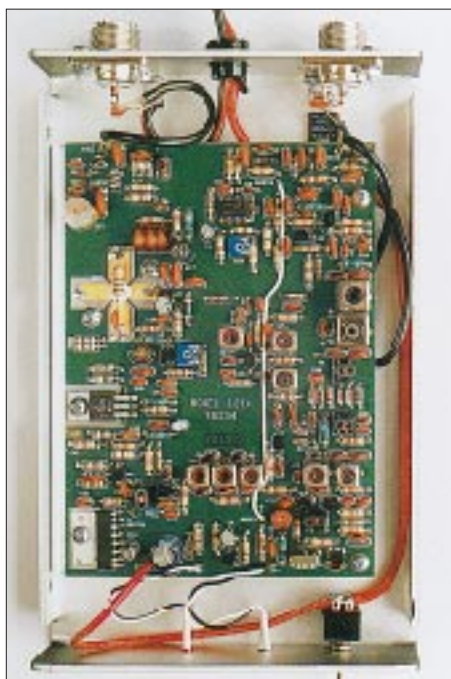


Bild 2: Blick von oben in das geöffnete Gerät; oben links das aufgerollte 4"-Koaxstück; an der Buchse oben rechts der Dummy und das 8" lange Koaxkabel

kontakt. Q12 verstärkt das Signal, und der 144-MHz-Bandpaß sorgt für weitere Selektion. D14 leitet, so daß im Mischer das Differenzsignal 28 MHz entsteht. D6 und D7 leiten ebenfalls, wodurch der Empfangsverstärker mit Q13 wirksam wird. An der Buchse TCVR erscheint jetzt das 10-m-Signal. Nun zu einigen Schaltungsdetails des Bausatzes.

■ Sende-/Empfangs-Umschaltung

Die Umschaltung zwischen Empfang und Senden erfolgt ausschließlich mittels PIN-Dioden, deren Durchlaßwiderstand bekanntlich durch den Strom gesteuert werden kann.

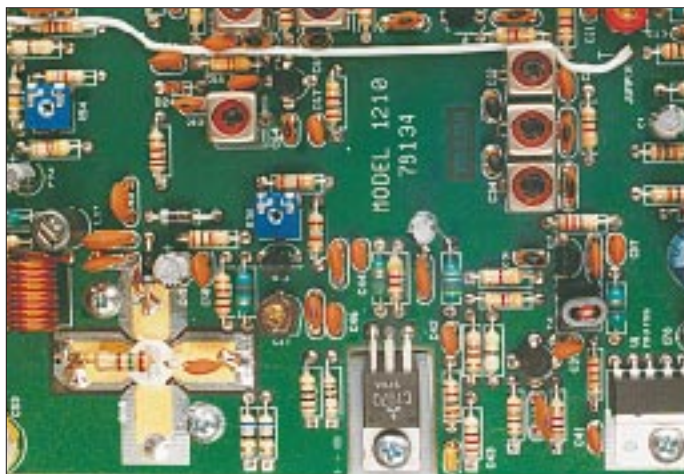


Bild 3: Blick von oben auf die Platine. Unten rechts das IC MB3756, links daneben der Treiber sowie die PA mit den Neutralisationselementen.

Eine zentrale Stellung nimmt der IC MB3786 (U1) ein. Es handelt sich um einen Spannungsstabilisator in der Bauform SIL-8, der drei Ausgangsspannungen von je +8,2 V liefert. REG ist der Ausgang

für eine permanente Spannung, belastbar mit 0,25 A. An $\overline{\text{OUT}}$ kann man 0,1 A entnehmen, an $\overline{\text{OUT}}$ ebenfalls, wobei letzterer allerdings eine Ausgangsspannung von ca. 0 V aufweist, solange der Anschluß CONT auf High liegt. Wird CONT auf Low gezogen, so steigt die Ausgangsspannung an $\overline{\text{OUT}}$ auf 8,2 V, während jetzt OUT 0 V führt.

Auf der Transceiverseite wird ein Teil der vom Sender kommenden HF durch D1, D2 gleichgerichtet. Hierdurch wird CONT auf Low gezogen, OUT liefert jetzt die +8,2 V für die Senderstufen. Die Spannung an OUT geht gegen 0 V, so daß die Betriebsspannung für Q2, Q12 und Q13 fehlt. Über das variable Dämpfungsglied C85, C86, D8 und den 28-MHz-Bandpaß gelangt das 28-MHz-Signal zum Mischer. D13 ist über T2 und R17 leitend, das Mischprodukt $(28 + 116) \text{ MHz} = 144 \text{ MHz}$ wird in den Sendezweig gekoppelt, dort verstärkt und selektiert. Die Höhe der Basisvorspannung und folglich der Arbeitspunkt der Endstufe (Q10) ist durch R36 einstellbar.

Über R41 und L22 wird D19 leitend, das $\lambda/4$ -Glied also an seinem Ende kurzgeschlossen. Zusätzlich leitet D24 evtl. noch vorhandene HF-Reste über C81 ab. D4 und D5 stellen eine negative Sperrspannung für D6, D7 und D25 bereit. Hierdurch wird sichergestellt, daß Q13 im Sendefall gesperrt ist und daß die HF nur über C86 und C85 zum Mischer gelangt. Die Umschaltverzögerung von Senden auf Empfang (neudeutsch: „hang time“), durch C4 in Verbindung mit Q1 realisiert, beträgt etwa 1 s.

Bei Empfang ist die Spannung an OUT +8,2 V, an $\overline{\text{OUT}}$ jedoch 0 V. Somit sind D19 und D24 gesperrt. Q12 arbeitet als Verstärker der empfangenen 144-MHz-Signale.

D14 ist leitend, D13 dagegen gesperrt. Jetzt gelangt die Differenzfrequenz $(144 - 116) \text{ MHz} = 28 \text{ MHz}$ zur Weiterverarbeitung. L2, L3, L4 und C14, C13, C12 bilden einen Bandpaß für 28 MHz, der sowohl für

Spezifikationen

Allgemeines	
Transverterbereich:	28,0...30,0 MHz und 144,0...146,0 MHz
Antennenanschluß 2 m:	50 Ω unsymmetrisch, Buchse SO-239.
Transceiveranschluß 10 m:	50 Ω unsymmetrisch, Buchse SO-239.
Betriebsspannung:	+12...14 V, Minus an Masse
Betriebsspannungsanschluß:	zweiadriges flexibles Kabel mit Sicherungshalter
Stromaufnahme:	ca. 100 mA bei Empfang, ca. 400...600 mA im Sendezustand ohne Ansteuerung, max. 2 A bei ca. 10 W HF-Output.
Halbleiter:	2 ICs, 13 Transistoren, 25 Dioden
Elemente an der Frontplatte:	Kippschalter für Betriebsspannung, LED für Rückmeldung EIN, LED für den Sendestatus
Gehäuse:	2 Halbschalen aus Stahl, internes Chassis und Kühlfläche jeweils aus Alu
Platine:	doppelseitig 14 cm x 9,5 cm
Abmessungen B x H x T:	130 mm x 42 mm x 210 mm.
Masse:	ca. 0,9 kg.

Sendeseite

Umsetzung von 28,0...29,7 MHz auf 144,0...145,7 MHz (siehe Text!)	
Output:	max. 10 W bei CW und FM, 10 W PEP bei SSB
Sende-/Empfangsumschaltung:	elektronisch, HF-gesteuert
Abfallverzögerung (hang time) der S-/E-Umschaltung:	ca. 1 s
Int.Einstellbereich der Ausgangsleistung:	2...10 W
Neben- und Oberwellenunterdrückung bei 10 W:	> 56dBc.
Eingangleistung: Umschalten auf Senden bei 0,3...0,5 W, Maximaloutput bei 4 W, maximale Eingangsleistung 20 W	
interner Variationsbereich des Inputs:	4...20 W
SWR am Eingang:	<1,5

Empfangsseite

Umsetzung von 144,0...146,0 MHz auf 28,0...30,0 MHz	
Rauschzahl:	< 2 dB
Durchgangsverstärkung:	typisch 17 dB
IP3:	typisch -6,5 dBm
Spiegelfrequenzunterdrückung:	> 60 dB

Senden als auch Empfang eingesetzt ist. D7 und D6 leiten das durch Q13 verstärkte 28-MHz-Signal zum jetzigen Ausgang TCVR.

■ Variables Dämpfungsglied

Interessant ist auch, wie TEN-TEC die Rückwärtsregelung für die Sendeleistung realisiert hat. Aus der Brücke D17, D18 wird eine Gleichspannung abgeleitet, die der HF-Spannung am Ausgang weitgehend proportional ist. U2a und U2b verstärken

diese. R54 („Power Set“) stellt für U2b eine Referenzspannung bereit. In Abhängigkeit von der Brücken- und der Referenzspannung steht am Ausgang von U2b eine Steuerspannung für D8 (PIN-Diode 1SV80). Ihre Höhe bestimmt den Strom durch D8 und damit deren Durchlaßwiderstand. C86 und D8 bilden einen variablen Spannungsteiler. Hierdurch arbeitet der Sende-zweig weitgehend linear.

■ Der 116-MHz-Oszillator

Ausgangspunkt ist der Quarzoszillator mit Y1 und Q3, der eine Frequenz von 58,000 MHz erzeugt. Q4 und Q5 arbeiten im Gegentakt, so daß an ihren Kollektoren eine sehr saubere verdoppelte Frequenz von 116 MHz abgenommen werden kann. Die beiden Bandfilter L6/C24 und L7/C26/C27 tun ihr übriges für die spektrale Reinheit des Oszillatorsignals.

Als sehr hilfreich erweist es sich, daß für den Abgleich des Oszillators gleich ein HF-Tastkopf eingebaut ist. Nicht jeder hat ein HF-Voltmeter für 116 MHz, wohl aber ein hochohmiges Gleichspannungsvoltmeter. Am Testpunkt TP1 kann die Spannung des aus C28, C76, D22, D23, C80 gebildeten HF-Tastkopfes gemessen werden. Damit sind sowohl die Funktion des Oszillators als auch des Verdopplers leicht zu überprüfen und ihre Kreise problemlos abgleichbar. Eine Fehlabstimmung auf eine andere als die Nutzfrequenz 58 MHz bzw. 116 MHz ist aufgrund der Bauelementebemessungen praktisch nicht möglich, der Maximumabgleich daher eindeutig.

Die im Manual angegebene Gleichspannung von 2...7 V an diesem Testpunkt ist nur meßbar, wenn T2 noch nicht eingebaut ist! Im kompletten Zustand liegen hier nur noch etwa 0,3 V. Es versteht sich, daß an TP1 die Frequenz des Oszillators nicht meßbar ist. Hierzu müßte direkt an das Bandfilter angekoppelt werden.

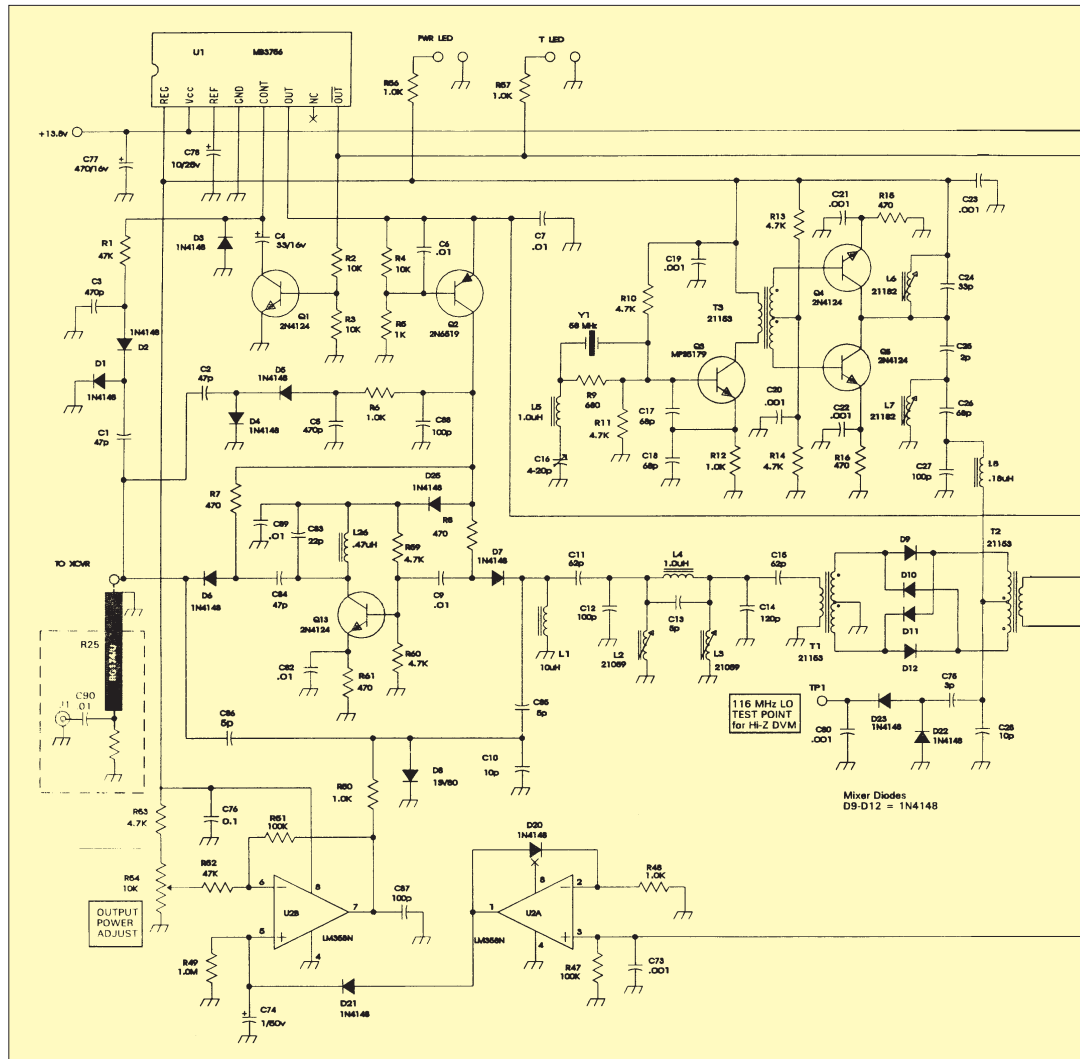
■ Aufbau und Abgleich

Vor Beginn der Arbeiten sind in jedem Fall die losen Ergänzungsblätter „Kit Addendum Sheet“ und „Special Bulletin Regarding Q10“ zu lesen und die Substitutionen außerdem im Manual einzutragen. Da im Original alle Maße in Inch (Zoll) angegeben sind, empfiehlt sich ein Lineal mit Zoll-Skala. Man kann sich auch behelfen, indem man sich so etwas selbst anfertigt: 1" = 2,54 cm. Es genügen Markierungen im 1-Zoll-Raster bis 10 Zoll, größere Längen kommen hier nicht vor. An kleinen Längen werden benötigt: 1/16" =

1,6 mm, 1/4" = 6,35 mm, 3/8" = 9,5 mm sowie 3/4" = 19,05 mm.

Die Angabe #4-40 ist im metrischen System ein 2,8-mm-Gewinde, #6-32 entsprechen 3,5 mm. Bei den AWG-Nummern

Die Montage der Bauelemente des Treibers Q9 sowie der Endstufe Q10 und ihrer Neutralisationselemente sollte aber weitgehend den Schritten des Manuals entsprechen. Halten Sie die überstehenden Kon-



für die Drähte gilt der Durchmesser des Leiters. Hier sind #19 = 0,91 mm, #20 = 0,81 mm, #22 = 0,64 mm und #28 = 0,32 mm. Das Original-Blockschaltbild auf der Seite Reference-9 enthält zwei Fehler: D9 muß richtig heißen D19, D19 ist zu korrigieren in D18. Für Q10 ist der neue Typ MRF2628 einzutragen. Im Bestückungsplan sind die beiden Spulen L15 und L19 nicht gekennzeichnet, da sie auf der Unterseite der Platine schon als stripline vorhanden sind.

Je nach Erfahrung im Aufbau von Geräten und Kenntnis der Funktionsweise der einzelnen Stufen kann man entweder „step by step“ nach Manual vorgehen und kommt dabei sicher ans Ziel, oder man baut auf seine Art und Weise das Gerät zusammen.

Ich habe diesmal zuerst alle Widerstände, dann die Dioden, Transistoren, Spulen und Filter sowie letztlich die Kapazitäten jeweils numerisch steigend eingelötet.

takte auf der Platinenunterseite in diesem Bereich kurz, sonst gibt es Probleme mit der Isolierfolie zwischen Platine und Kühlfläche. Mißachten Sie nicht die vorgeschriebenen Längen der beiden Koaxkabel an den Buchsen TCVR und ANT, und vergessen Sie auch nicht die Montage von C90 (10n) und C91 (10p).

Bei mir funktionierte der Bausatz auf Anhieb. Nach Maximumabgleich der Oszillatortspulen sowie der Kalibrierung der Quarzfrequenz lieferte mir ein 2-m-Relais die HF für den Abgleich des Empfangskanals sowie des Bandpasses 28 MHz. Die Maxima der Spulen L2 und L3 sind im Gegensatz zu allen anderen Spulen sehr breit. Nach dem korrekten Abgleich steigt beim Anschluß einer 2-m-Antenne der Rauschpegel im 10-m-Empfänger hörbar an.

Der Sendekanal wurde mit der Eingangsfrequenz 28,8 MHz vom Kurzwellentransceiver abgeglichen. Auch hier ergaben sich problemlose und eindeutige Maxima bei allen

Abstimmeelementen. Als Abschluß diente ein Abschlußwiderstand, wobei dessen Eig-nung für den Frequenzbereich von 150 MHz und die angestrebte Leistung unabdingbare Voraussetzungen sind.

stufentransistors, daß dieser Bausatz nicht mit der heißen Nadel gestrickt wurde. Ich vermisse lediglich zwei Dinge: Erstens einen antennenseitigen Indikator, der mir die HF-Ausgangsleistung anzeigt und beim

Bauelemente für beide Ergänzungen be-quem unter. Mehr als erfreulich war, daß im 10-m-Band kein ZF-Durchschlag von aktiven benachbarten Stationen erfolgte und keine inneren Pfeifstellen auftraten.

Während des dreiwöchigen Testzeitraums konnte ich eine Vielzahl von FM-Verbindungen tätigen. Verbindungen über 2-m-Relais sind problemlos, wenn der Transceiver erstens in FM senden und empfangen kann und zweitens die Option Split oder zwei VFOs besitzt. Die bei den meisten Sendern vorhandene Bandbegrenzung bei 29,7 MHz stört dabei nicht, da die Relais-eingaben 600 kHz unterhalb der Ausgabefrequenz liegen.

Bei SSB- und CW-Verbindungen gilt es einige Besonderheiten zu beachten, um Enttäuschungen zu vermeiden: Es muß auf jeden Fall eine horizontal polarisierte Antenne verwendet werden, da ansonsten etwa 20 dB „fehlen“. Ein horizontaler Dipol ist hier einer 7 m langen vertikalen Rundstrahlantenne deutlich überlegen! Anzustreben ist eine drehbare Yagi von wenigstens 2 m Länge. Testpartner findet man am ehesten Samstag nachmittags, Sonntag vormittags und Sonntag nachmittags. Auf irgendwelchen Relais

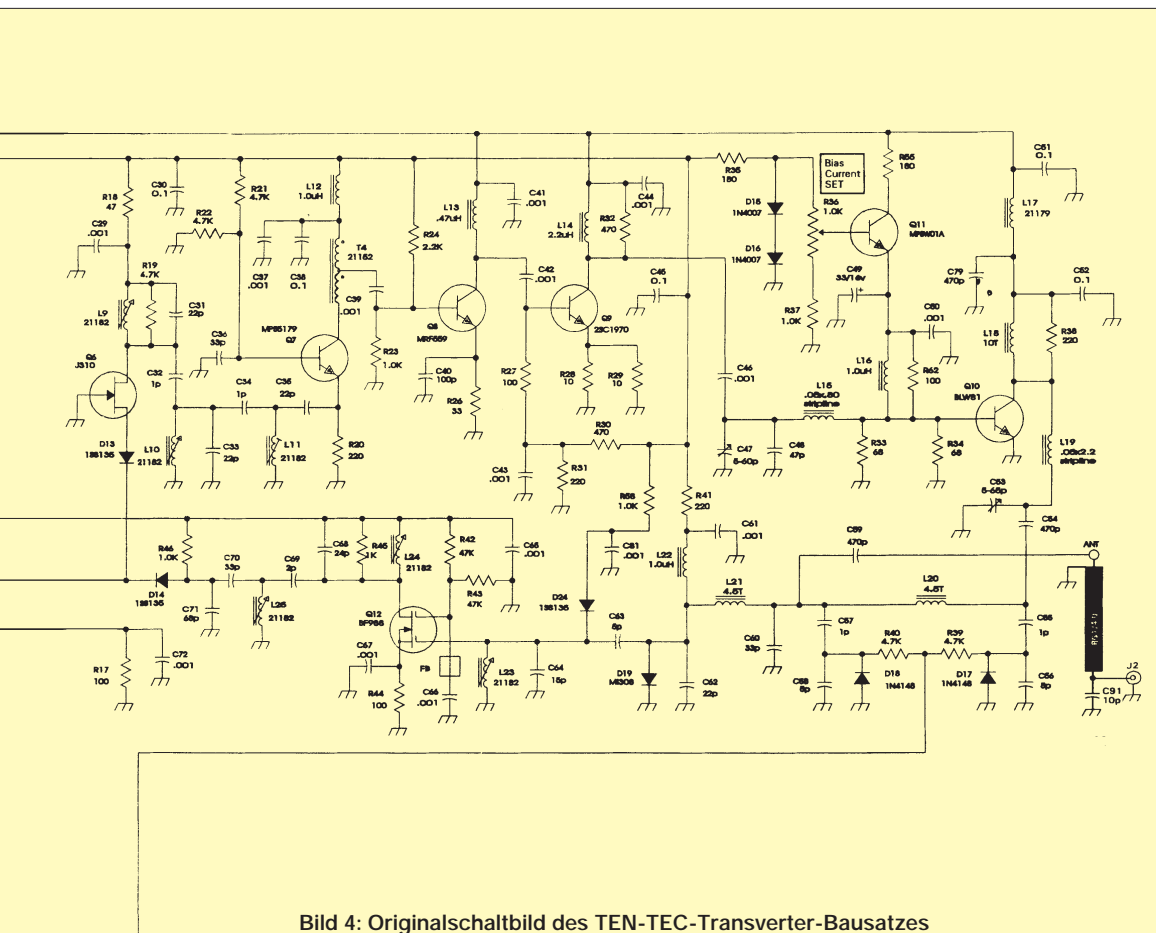


Bild 4: Originalschaltbild des TEN-TEC-Transverter-Bausatzes T-Kit 1210: Links ist die Verbindung zu einem KW-Transceiver herzustellen, dessen Ausgangsleistung zwischen 4 und 20 W liegt. Die 2-m-Antenne wird an die rechte PL-Buchse angeschlossen.

Die Ausgangsleistung wurde aus der HF-Spannung über diesem Dummy ermittelt. Sie lag in CW, SSB und FM jeweils bei etwas über 9 W an 50 Ω. Der Stellbereich von „Power Set“ ergab eine mögliche Variation der Ausgangsleistung von 3 W bis auf 9 W.

■ Praktische Erfahrungen

Insgesamt habe ich von diesem Bausatz einen sehr guten Eindruck erhalten. Man erkennt beispielsweise an der durchdachten Montagemöglichkeit des Treiber- und End-

Einpegeln erkennen läßt, bei welcher Ansteuerleistung des 28-MHz-Senders der maximale Output von 9 W herauskommt, um nicht sinnlos den internen Lastwiderstand R25 aufzuheizen. Zweitens hätte ich mir eine Möglichkeit gewünscht, durch einen geeigneten Schalter oder ein Relais den Transverter im Bedarfsfall zu umgehen. Das Umschrauben von Kabelverbindungen ist doch etwas umständlich. Für einen kleinen analogen Indikator und den Schalter (für ein Relais) ist an der Frontplatte noch Platz, innen bringt man die

nach einem potentiellen Partner zu fragen erwies sich bei mir als zwecklos. Die SSB- und CW-DXer liegen eben auf den Anruf-frequenzen auf der Lauer und nicht auf dem Ortsrelais ... Apropos: Beim CQ-Rufen für erste Tests sind ±5 kHz um 144,050 bzw. 144,300 MHz besser freizuhalten, da sich diese Frequenzbereiche als „Heiligtum“ für DX-Verkehr eingebürgert haben. Hört man eine möglicherweise entfernte Station klar und laut CQ rufen, wird aber trotz mehrerer Anrufe nicht gehört, so braucht man nicht gleich zu verzweifeln. Viele Stationen arbeiten mit einigen hundert Watt und können das 9-W-Signal, vielleicht noch im QRM, Splattern, Großstadt-Rauschen usw., dann kaum aufnehmen. „Richtig Betrieb“ herrscht im CW-/SSB-Bereich (leider!) nur bei Contesten und lang andauernden angehobenen Bedingungen – vielleicht ein Grund mehr, einen TEN-TEC 1210 aufzubauen und zur Bandbelegung beizutragen!



Bild 5: Frontansicht des fertigen Gerätes