

13cm-Transverter in GaAs-Technik

von Harald Fleckner, DC8UG und Karl Himmler, DB3UU

Der nachfolgend beschriebene 13cm Transverter setzt das Sende-Empfangssignal eines 2m Transceivers in das 13cm Amateurband um. Es handelt sich um ein Einplatinenkonzept, das durch die Verwendung hochwertiger Bauelemente, durch seine Kompaktheit und Leistungsfähigkeit besticht.

Der Sende/Empfangsumsetzer befindet sich auf einer 146mm x 72mm großen doppelseitig kaschierten Teflon-Platine und wird in ein passendes Gehäuse mit 50mm Bauhöhe eingelötet.

Als Nachsetzer kann jedes 2m Gerät mit einer max. Ausgangsleistung von 3 Watt dienen, wobei die Sendeempfangsumschaltung wahlweise über HF-Vox oder PTT-Anschluß durchgeführt wird.

Folgende technische Daten wurden ermittelt:

Sender: Nebenwellenunterdrückung größer 50 dB
 Ausgangsleistung über 400 mW
 Eingangsleistung max. 3W (über Dämpfungsglied einstellbar)

Empfänger: Durchgangsverstärkung 25dB
 Rauschzahl 3.0-3.3 dB

Ausgangsfrequenz 2320..2322 MHz bei 144..146 MHz Eingangsfrequenz
 Der Transverter wird als Bausatz oder Teilbausatz vertrieben. Auskunft geben die Verfasser.

1. Funktions- und Schaltungsbeschreibung

Bild 1 zeigt das komplette Schaltbild und Bild 2 den Bestückungsplan.

1.1 Oszillator und Frequenzaufbereitung

Der Oszillator wird mit einem echten Hochstrom-Fet (P8002) betrieben und arbeitet mit der bekannten rauscharmen Mikrowellenschaltung. Das 90.66666 MHz Signal wird nach bewährter Methode zuerst verdreifacht und dann zweimal verdoppelt. Die somit erzielte Injektionsfrequenz von 1088 MHz speist mit einer Leistung von ca 40 mW den harmonischen f/2-Sendemischer und mit ca 4 mW den ebenfalls harmonischen Empfangsmischer. Alle frequenzbestimmenden Kreise sind in Bandfiltertechnik ausgeführt, so daß die Aufbereitung mit einem hohen Nebenwellenabstand aufwarten kann

1.2 Sender

Der harmonische f/2-Sendemischer wird ZF-seitig über ein Dämpfungsglied und einen Einstellregler angesteuert. Die Ausgangsleistung wird damit regelbar und die Eingangsleistung kann jenach Dimensionierung des Dämpfungsgliedes bis zu 3 Watt betragen. Das Ausgangssignal auf 2320 MHz wird über ein vierkreisiges interdigitales Filter an den dreistufigen Sendeverstärker geleitet. Dadurch wird eine gute Nebenwellenunterdrückung gewährleistet. Die ersten beiden Stufen sind mit GaAs-Fets bestückt, während die Endstufe mit einem BFG 34 arbeitet. Bei 10 Volt Uce und 40 mA Ruhestrom wird eine Ausgangsleistung von 400 mW erzielt.

1.3 Empfänger

Das Empfangssignal wird mit einem Microwellen-GaAs-Fet rauscharm verstärkt und einem ebenfalls vierkreisigen Filter zugeführt. Der f/2-Mischer erzeugt ein ZF-Signal, daß mit einem BF 982 um 20 dB angehoben wird. Die Durchgangsverstärkung liegt bei ca 25 dB und die Eingangsrauschzahl zwischen 3.0 - 3.3 dB.

1.4 Sende-Empfangsumschaltung

Die Sende-Empfangsumschaltung kann wahlweise über Vox oder PTT erfolgen, dabei kann die Steuerspannung für das Antennenrelais oder die Betriebsspannung für einen externen Vorverstärker aus dem Transverterbaustein bezogen werden. Die ZF-Umschaltung erfolgt mit einem abgeschirmten Relais, während die Betriebsspannung mit Transistoren umgeschaltet wird.

2. Baubeschreibung

Der Transverter wird auf einer 0.79mm starken Teflonplatine aufgebaut, die gebohrt, durchkontaktiert und zur Bestückung vorbereitet geliefert werden kann. Dazu muß diese zunächst in ein passendes Gehäuse mit 50 mm Bauhöhe eingelötet werden, in das zuvor die beiden N-Buchsen und die BNC-Buchse eingesetzt wurden.

Anschließend werden die Nietlötösen auf der Leiterbahnseite der Platine verlötet und danach auf der Masseseite und die Durchführungskondensatoren C91..C94 ins Gehäuse eingelötet.

Nach diesen vorbereitenden Arbeiten können sämtliche Trimmkondensatoren und Trapezkondensatoren eingebaut werden.

Im Anschluß daran werden alle Transistoren ,außer den GaAs-Fets, ferner die Regler sowie die Dioden eingesetzt, gefolgt von den Widerständen, Kondensatoren und den restlichen Bauteilen ohne die Chip-Kondensatoren und Chip-Widerstände.

Die Trimmkondensatoren müssen möglichst kurzbeinig eingelötet werden, dies gilt besonders für die Filter. Die Trapezkondensatoren bei Q6 und Q12 müssen plan auf der Massefläche aufliegen, sie werden deshalb vor dem Einbau vorverzinnt. Bei den Striplinetransistoren Q3 und Q4 muß beachtet werden, daß ihre Emitteranschlüsse auf der Masseseite der Platine verlötet werden, die Transistoren sind deshalb leicht schräg einzusetzen.

Zum Schluß baut man die Chips R30-R34 und C31-C41 behutsam ein und danach die GaAs-Fets Q10 und Q11, wobei die einschlägigen Bestimmungen beim Umgang mit statisch empfindlichen Bauteilen zu beachten sind.

Soll der Transverter mit VOX betrieben werden, so muß eine HF-Verbindung zwischen den Punkten Pt1 und Pt2 mit einem dünnen Koaxkabel RG 142 hergestellt werden.

Die Diode D7 wird über Wärmeleitpaste mit dem Endstufentransistor Q12 in Kontakt gebracht, um den Arbeitspunkt stabil zu halten.

Vor der Inbetriebnahme muß der Aufbau anhand des Schaltbildes und des Bestückungsplans sorgfältig überprüft werden!

3. Abgleich

Zunächst stellt man alle Abgleich Elemente auf die Positionen entsprechend der nachfolgenden Tabelle:

Bauteil	Wert	Stufe	Einstellung in %
C60	10 pF	272 MHz	80%
C61	10 pF	272 MHz	60%
C70	10 pF	544 Mhz	55%
C71	10 pF	544 MHz	55%
C72	5 pF	1088 MHz	30%
C73	5 pF	1088 MHz	55%
C74	5 pF	1088 MHz RX-MIX	45%
C75-C78	5 pF	2320 MHz Filter-RX	5%
C79-C82	5 pF	2320 MHz Filter-TX	5%
C83	5 pF	2320 MHz -RX	5%
C84	5 pF	2320 MHz -TX	5%
C85	5 pF	2320 MHz -TX	80%
C86	5 pF	2320 MHz -TX	5%
C87	5 pF	2320 MHz -TX-PA	45%
C88	10 pF	144 MHz -ZF	85%

VR1	100	TX-Pegel	50%
VR2	470k	VOX-Abfall	0%
VR3	100	TX-Ic	45% see text
L1	Neosid 5061	Oszillator	2mm unter Rand/see text
L2	Neosid 5061	ZF	randbündig

Die Frequenzaufbereitung wird nun folgendermaßen abgeglichen:

L1 wird vorsichtig durchgestimmt bis an R1 ein Spannungsanstieg auf 2 Volt auftritt. Danach stimmt man C60 auf max. Spannungsabfall an R2 ab.

C61 wird nun so abgestimmt bis die Spannung an R4 maximal ist und C70 steht optimal, wenn die Spannung über R5 auf ca 3 Volt ansteigt.

Die Dopplerstufe Q4 gleicht man nun am besten mit einem HF-Tastkopf auf größten Pegel ab, dazu schließt man ihn zunächst an der Basis von Q4 und danach am Kollektor an. Im Anschluß daran wird C73 auf max. HF-Pegel getrimmt.

Die Feineinstellung erfolgt in Kombination mit der Sender- bzw Empfängeroptimierung.

Um den Empfänger abzugleichen benötigt man ein starkes 2320 MHz Signal (40 db Ü, Rausch). Dieses besorgt man sich entweder über die Antennen von einer entsprechenden Bake oder aus einem Oberwellenoszillator bzw Meßsender.

Das zirka 5 μ V starke Signal wird dem Transverter zugeführt und der 2m Empfänger wird angeschlossen.

Nun ist zunächst L3 auf max. ZF-Rauschen abzustimmen und das Meßsendersignal am Empfänger zu suchen. Anschließend werden wechselseitig die Filter-Kapazitäten C75-C77 vorsichtig auf max. ZF-Pegel gezogen, wobei außerdem C73 und C88 optimiert werden. Zum Schluß wird der Eingangstrimmer C83 mit einem schwachen Signal auf bestes Signal/Rauschverhältnis eingestellt.

Um den Sender abzugleichen benötigt man einen empfindlichen HF-Detektor mit vorgeschaltetem Filter oder einen Meßempfänger bzw Spektrumanalyser. Der Sender wird über die PTT-Leitung gleichspannungsmäßig eingeschaltet und der Ruhestrom von Q12 an VR3 auf 40 mA eingestellt (Spannungsabfall an R23 einstellen).

Mit eingebautem Dämpfungsglied gibt man nun einen 144 MHz Träger von zirka 500 mW auf den Eingang und stellt VR1 auf 75% Durch gefühlvolles Verstimmen der Trimmer C79-C82 und C84 und C85 wird auf max. 2320 MHz Signal abgestimmt. Durch Abschalten des 144 MHz -Sinals wird von Zeit zu Zeit geprüft, ob der detektierte Träger ein Mischsignal ist!

Mit C86 und C87 wird die Endstufe optimiert, wobei der 144 MHz Pegel so gewählt wird, daß der Sendemischer nicht zu stark in die Sättigung kommt. Durch das eingebaute Dämpfungsglied ist ein Signalpegel auf 2m von höchstens 3 Watt zulässig, wobei bei Vollaussteuerung der Trimmer VR1 etwa bei 50% steht. Ohne das Dämpfungsglied benötigt man jenach Trimmerstellung ca 100 - 300mW 144MHz-Pegel zur Mischervollaussteuerung.

Bei voller Ausgangsleistung von 400 mW und mehr nimmt der Transverter bei einer Betriebsspannung von 12.5 V 310mA Strom auf.

Hinweise:

Die Filter weisen eine hohe Selektion auf und arbeiten mit sehr kleinen Abstimmkapazitäten von 0.5-0.6 pF. Sie sind deshalb äußerst vorsichtig zu variieren, dies gilt ebenfalls für die Einstellungen an C84 und C85 im Senderteil.

Man beginnt seine Abstimmarbeit deshalb zweckmäßig mit herausgedrehten Filterkapazitäten!

Die Spulen L7 und L8 müssen mit möglichst geringem Abstand zur Massefläche eingelötet werden.

4. Zusammenfassung

Der vorgestellte Transverter ist in dieser Ausführung als kompaktes Portabel- oder auch Zweitgerät gedacht.

Als Homestation existiert eine zweite Version, bei der die Oszillatorfrequenzaufbereitung vom Sende-Empfangsumsetzer getrennt ist. Technisch sind beide Ausführungen gleich. Ebenso ist ein Betrieb mit 70cm ZF problemlos möglich.

Ein passender Vorverstärker und Leistungsverstärker wird demnächst beschrieben.

5. Partslist 2.3 GHz Transverter DC8UG/DB3UU Stückliste

5.1 Widerstände/Resistors Carbon 1/4 Watt

R1	270	R2	33
R3	200	R4	1K
R5	200	R6	1K
R7	180	R8	22
R9	2.7	R10	10K
R11	15K	R12	33
R13	390	R14	50
R15	1K	R16	100K
R17	4.7K	R18	4.7K
R19	22	R20	10K
R21	7.5K	R22	4.7K
R23	bis Ub = 12.0 V 10,	bei 13.0 V 18,	bei 14.0 V 27
R24	820	R25	1.2M

5.2 Chip-Widerstände/-Resistors Carbon 1/4 Watt/ L=3.5 mm

R30	50	R31	27
R32	27	R33	50
R34	50		

5.3 Widerstände/Resistors Carbon 1/2 Watt

R40	56	R41	100
R42	56	R43	220
R44	220		

5.4 Widerstände/Resistors Metalfilm 1/3 Watt

R50	750
-----	-----

5.5 Trimpot Carbon 1/4 Watt

VR1	100	VR2	470K
VR3	100		

5.6 Keramik-Kondensatoren/Ceramic caps 2.5 mm/ 63V

C1, C2, C3	1pF	C4	33pF
C5	100pF	C6	33pF
C7	47pF	C8	100pF
C9	22pF	C10	2.2pF
C11	8.2pF	C12	47pF
C13	3.3pF		
ferner/furthermore	13 x 1nF		
	5 x 10nF		

5.7 Tantal-Kondensatoren/Tantal caps 2.5 mm/ 16V

C21, C22	10uF	C23	1uF
C24, C25	22uF	C26	1uF

5.8 Chip-Kondensatoren/Chip caps L = 2 mm/100V

C31, C32	1nF	C33	33pF
C34	1nF	C35	33pF
C36	1nF	C37	33pF
C38, C39, C40	1nF	C41	33pF

5.9 Trapez-Kondensatoren/Ceramic chip caps

C50, 51, 52, 53, 54	820pF
---------------------	-------

5.10 Plastik-Folientrimmer/Plastic trim caps Ø 7.5 mm

C60, 61	10pF
---------	------

5.11 Teflon-Folientrimmer/PTFE folie trim caps (SKY)

C70, 71	10pF	C72..C86	5pF
C87	5pF	C88	10pF

5.12 Durchführungs-Kondensatoren/Feed through caps Ø 3mm/ 250 V

C91..C94	1nF
----------	-----

5.13 Transistoren/Transistors

Q1		P8002	Q2..Q4	BFR 34a
Q5	GaAs-Fet	CFY-TYP	Q6	BF 982
Q7		BC 184	Q8	BD 676
Q9		BD 136	Q10, Q11	GaAs-Fet CFY-TYP
Q12		BFG 34	Q13	BC 184

5.14 Dioden/Diodes

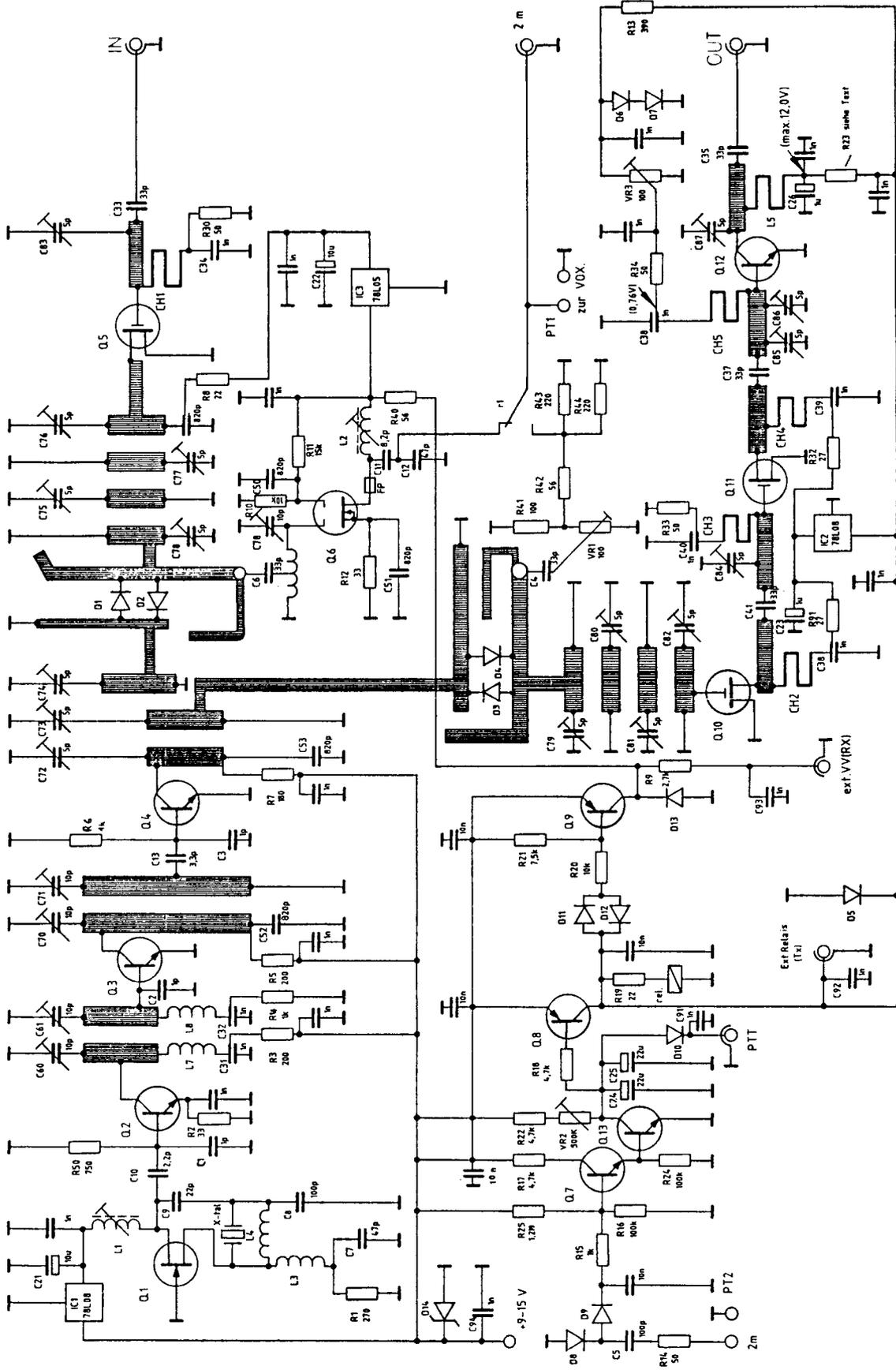
D1..D4	BA 481	D5	1N4001
D6..D12	1N4148	D13	1N4001
D14	Zener-Diode 15V/1W		

5.15 Spulen/Coils

L1, L2	NEOSID BV 5061	115nH	L3	1uH/RM 5
L4	13.5cm CuI 0.15	auf 10K	L5	1Wdg/turn CuI 0.15 auf 22
L6	6.5Wdg/turns CuAg 0.5	auf 2.5 mm Dorn/dia		
L7, L8	2Wdg/turns CuAg 0.5	auf 2.5 mm Dorn/dia		
CH1..CH5		Drosseln, geprintet/coils, printed		

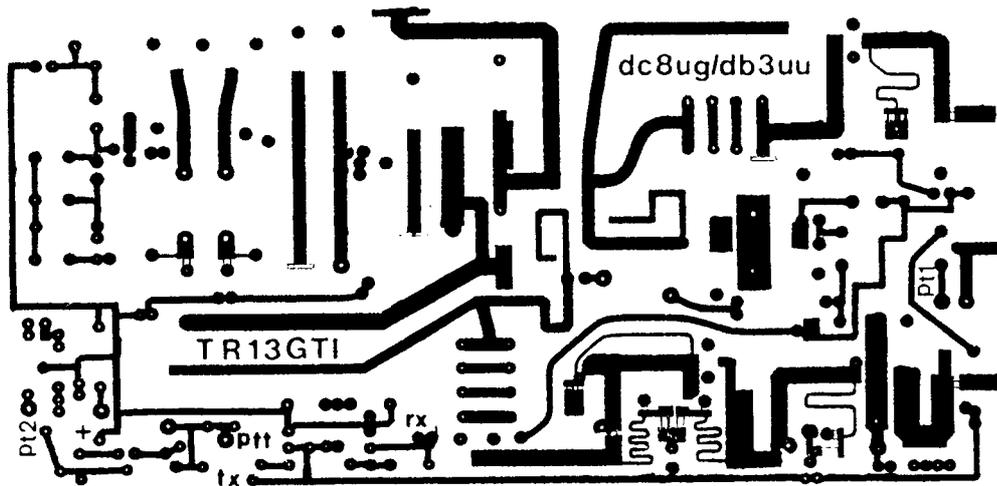
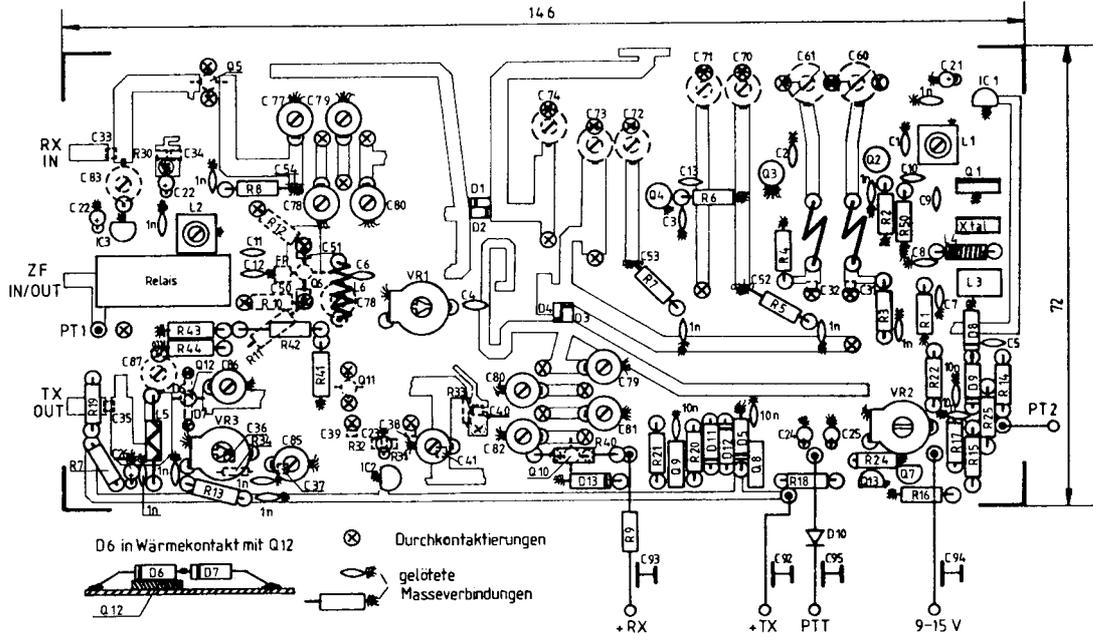
5.16 Diverses/Diverse

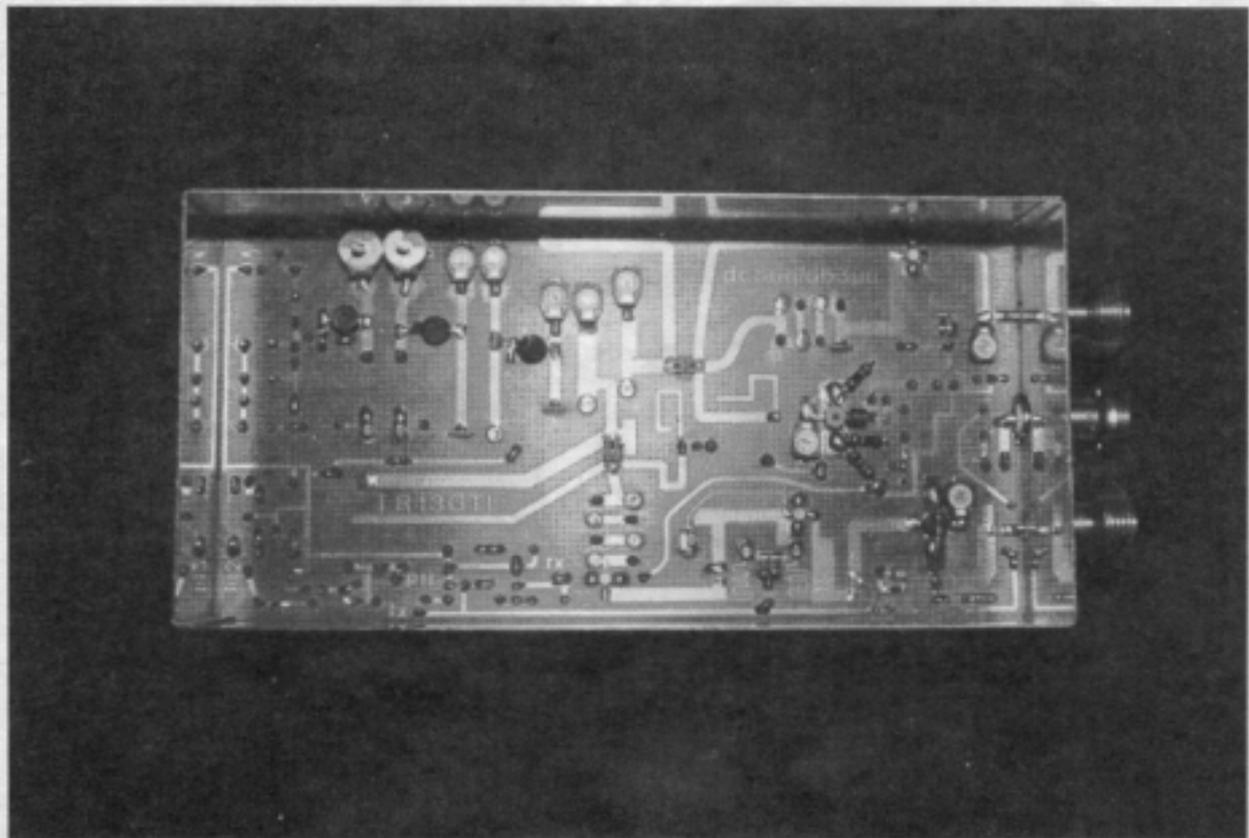
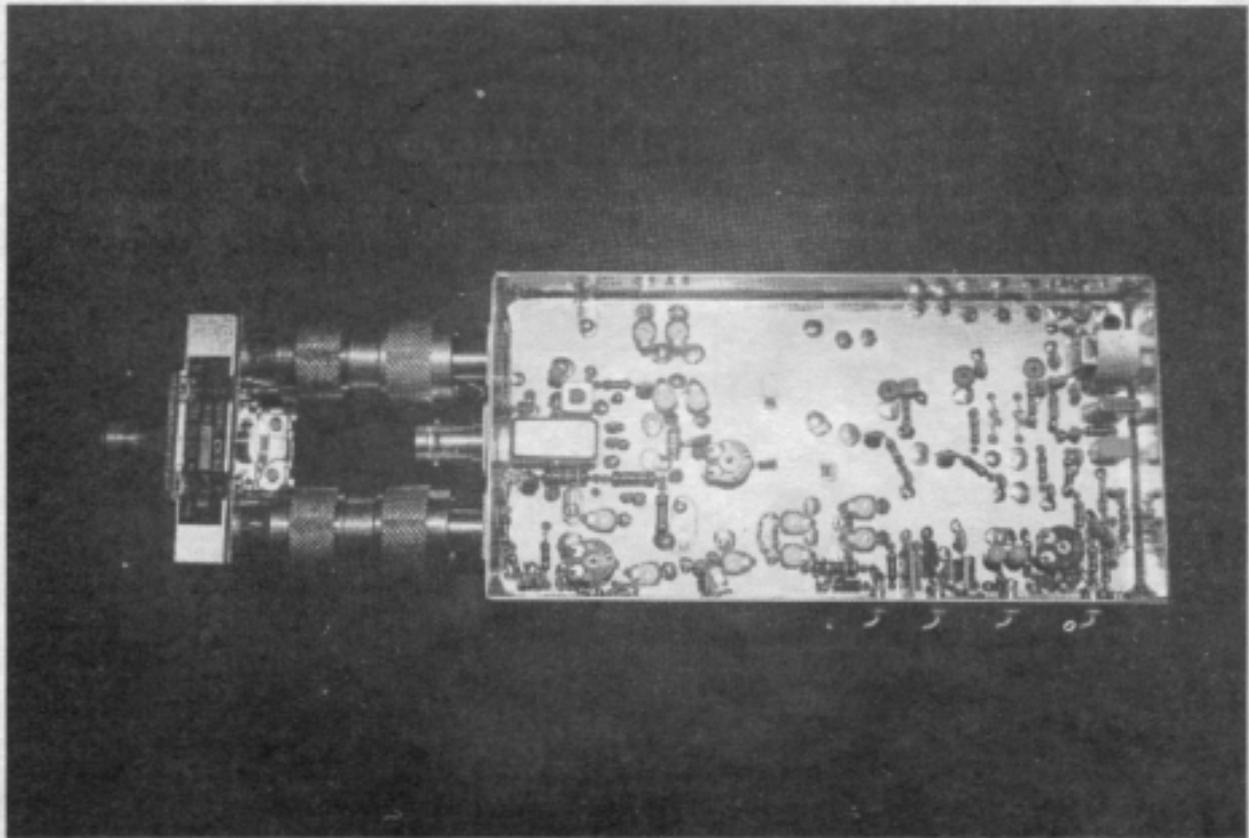
IC1, IC2	78L08	IC3	78L05
Xtal	90.667 MHz		7.5ppm/HC-18/U
Relais	SDS-RS 12V		
FB	Ferrite bead L= 3mm		
Weißblechgehäuse gebohrt/ Tin sheet housing drilled			74x148x50 mm
2x N-Flanschbuchsen/N-flange socket	UG 447		
1x BNC-Flanschbuchse/BNC-flange	UG 290/U		
1x PTFE-Platine, gebohrt/PTFE-PCB, drilled			0.79 mm
4x Lötnägel/ connectors			
12x Schrauben/screws	M 2.5		
12x Muttern/nuts	M 2.5		



DC8ug/DB3uu 2,3 GHz - Transverter

Massefläche, Bestückungsseite





E. 13cm Single Board GaAs-FET Transverter by DC8UG and DB3UU.

The described transverter uses 144-146 MHz as IF and is placed on a single PTFE double cladded board 146mm x 72mm. The needed driver RF power on 144-146 MHz is 100mW up to 3W. An input attenuator is inclosed. The spurious rejection features 50dB at output power on 2320 - 2322 MHz of min 400 mW. The converters gain amounts 25dB at 3-3.3 dB noise figure.

The transverter is available as kit from the authors (write for price and delivery information, you will find the address at the end of the article).

1. Description of the circuitry.

Fig. 1 shows the circuit diagram and Fig. 2 the part placement.

1.1 Local Oscillator.

The oscillator operates using a high-current FET (P8002) in a well known low-noise circuitry. The 90 MHz signal is tripled first and then doubled two times up to 1088 MHz and drives with its 40mW the TX subharmonic f/2 mixer and with abt 4mW the RX subharmonic mixer. A fair spurious rejection results from using bandfilters in this unit.

1.2 Transmitter.

The harmonic f/2 mixer is driven by a adjustable input attenuator. The max. input power on 2m should not exceed 3W. The mixer output signal on 2320 MHz is filtered by a four-pole interdigital filter which performs a fair spurious rejection and drives the three stage linear amplifier. The first two stages containing GaAs FET's and the final stage operates using a BFG34. At 10V and 40mA quiescent current an output power of 400mW can easily be achieved.

1.3 Receiver.

The preamp contains a low noise GaAs FET and the selection is made by a four-pole interdigital filter. The f/2 mixer converts the signal down to the 2m IF and a low noise 1st IF amplifier performed by a FET BF982 amplifies the signal of abt. 20dB. The totally gain of the converter unit amounts 25dB at 3-3.3dB noise figure on 2320 MHz.

1.4 PTT Switch.

The PTT can be driven by a VOX or in manual manner. The antenna relay voltage can be used for switching. The IF should be switched by a coaxial relay. The supply voltage can be switched by transistors.

2. Construction.

The transverter is built on a .79mm thick double cladded and through contacted pc board. The pcb is inserted into a frame of 50mm high. Two N-sockets and BNC-sockets have to be mounted in the right space in order of the copper strips of the pcb in-and output terminations. Now the rivet soldering lugs are soldered through the pcb from the strip side to the ground side and there after the feedthrough capacitors C91...C94 are soldered into the frame. Now the trim-caps, blocking caps, resistors, transistors and other components can be placed from the components side. All trim-caps and transistors-leads must be cut as short as possible soldered to the ground. The diode D7 is in touch with the case of Q12, the final stage transistor, to indicate its temperature for keeping the pa transistor on the right operation point. Should the transverters PTT driven by a VOX, the terminations Pt1 and Pt2 must be connected using a coax cable like RG142B/U. Before first operation, check and compare all components with the circuit diagram very carefully.

3. Adjustment.

First, all trimable components (table is shown in the German text) should be adjusted in the percentage position of the right column in the table. The oscillator is aligned as follows: Adjust L1 until a voltage of 2V appears on R1. C60 is adjusted to max voltage over R2. C61 is adjusted for max voltage on R4. The right alignment is achieved when 3V over R5 is measured. The doubler Q4 is aligned using a rf-detector sonde and is optimized for max power by alignment of C73. To adjust the converter unit, a strong 2320 MHz signal is needed (from a beacon or a signalgenerator etc.) of abt 5 uV strength. After connecting a 2m receiver, L3 is adjusted to max noise on the 2m receiver's s-meter. Now search the generator-signal and align C75-C77 to maximum. C73-C88 is adjusted to optimize the gain of the converter. Finally the trimcap C83 is adjusted to the best sig/noise ratio.

For proper TX adjustment a sensitive rf-detector should be available in front with a filter which is already aligned to 2320 MHz, or a spectrum analyzer. The transmitter section is activated by its supply voltage and the current in the pa Q12 is adjusted to 40mA. On the inserted attenuator a power of approx .5W is feeded. C79-82 and C84-85 are adjusted to max power output on 2320 MHz. From time to time check (remove driver power) if the wanted signal has been adjusted. The final stage is adjusted by C86 and C87. Care should be taken when the drive power on 144 MHz is too high, the mixer should not be too much saturated. At 12.5V DC supply voltage a consumption of 310mA can be achieved producing min 400mW rf on 2320 MHz.

Hints:

In the filters a very low variable capacity of .5-.6pF is used. Therefore be very careful under adjustment and start always the procedure under min capacity of trimcaps. The coils L7 and L8 should be placed very close to the ground side of pcb.

5. Conclusion:

The described transverter is performed for portable application. For fixed operation another version containing a separate oscillator unit, TX unit and RX unit. Also an IF-operation using 70cm is possible. An additional preamp which improves the noise figure and an additional power amplifier is in development and will be published later.

Harald Fleckner, DC8UG, Marksburgstr. 58, D-5409 Becheln, Tel:02603/3090.