

1.3 GHz GaAs FET TRANSVERTER MODULE

by Peter Riml, OE9PMJ

D.

Der hier beschriebene Transverter ist speziell für Portabeleinsatz geeignet, aber auch als "Modul" in einer erweiterbaren Version mit Einstufe, als Feststation oder nur als Steuersender (Oscar Mode L) oder auch nur als Konverter.

E.

This here described transverter is useful especially for portable operation but as well as a module of an extended transverter version or, of course, as driver in a Satellite Transmitter (1269 Mc).

D. Technische Daten:

Zwischenfrequenz 144..146 MHz, Ausgangsfrequenz 1296..1298 MHz,
Ausgangsleistung 400..700mW (BFG34), 250..500mW (BFR96S)
Eingangsleistung ca 50mW bis max 2W PEP (CW, SSB) einstellbar
Nebenwellenunterdrückung typ. 50dB
RX-Durchgangsverstärkung ca 17dB, Rauschzahl typ. 3,2 dB

E. Specification:

IF 144..146 MHz, Outputfrequency 1296..1298 MHz,
Outputpower 400..700mW (BFG34), 250..500mW (BFR96S)
Inputpower abt. 50mW up to 2W PEP (CW, SSB) adjustable
Spuriousrejection typ. 50dB
RX gain abt. 17dB, Noise Figure typ. 3,2 dB

D. Schaltung:

Im Oszillator (Q1) wird ein J-FET (J310) betrieben. Die Quarzhalterkapazität ist durch L2 kompensiert. Der Xtal sollte ein Präzisionstyp sein (therm. Drift $-20^{\circ}\dots+70^{\circ}\text{C}$ max 10ppm), die oft üblichen "Standard"-Quarze (50ppm) sind auf Frequenzen über 500MHz nicht zu empfehlen.
Das 96MHz Signal wird von Q2, Q3 und Q4 auf 1152MHz vervielfacht und über L9/C22 und Tr dem Mischer (D13, D14) zugeführt, welcher für Sendung und Empfang benützt wird. Das Bandpassfilter L10/C24-L11/C25 selektiert das TX-Signal und L10/C24-L16/C26 das RX-Signal. CH2/C27 ist als LO-Saugkreis (1152MHz) ausgeführt.

Der Verstärker Q5, Q6, Q7 hebt das Sendesignal um etwa 30dB an. Q10 verstärkt das ZF-Signal. Der Empfangsverstärker ist mit Q8 und Q9 aufgebaut. Die 144MHz RX-TX Umschaltung besteht aus den Dioden D1, D2 und D3. Der Detektor der integrierten HF-Vox (D5, D6) ist mit einer Vorspannung, stabilisiert mit D8, versehen um hohe Ansprechempfindlichkeit zu Erreichen. Das DC-Signal wird über Q12, Q13 und Q11 verstärkt und Q15 (Q14) zugeführt.

Die Anpassung des 144MHz TX-Pegels erfolgt durch den Dämpfungsregler VR1 (0,05..2W). Die Verzögerungszeit der HF-Vox ist mit VR3 (25k) einstellbar.

E. Circuit design:

In the oscillator stage there is a J-FET (Q1 = J310) in use. The Xtal holder's capacitance is compensated by the inductance L2. The Xtal should be a precision version (thermal drift -20° to 70°C max 10ppm), the often used 50ppm Xtal "standard" is not to recommend on applications above 500MHz.
The multiplier Q2, Q3 and Q4 brings the 96MHz signal up to 1152MHz

and passes L9/C22 and Tr to reach the Mixer (D13, D14), which is in use for reception as well as to transmit. The band pass filter L10/C24-L11/C25 selects the TX-signal, L10/C24-L16/C26 the RX-signal. CH2/C27 is a LO-trap configuration (1152MHz).

The amplifier Q5, Q6, Q7 gains the transmitter signal about 30dB. Q10 steps up the IF-signal. The low noise amp. consists of Q8 and Q9. The RX-TX switch is built up from D1, D2 and D3. The detector of the integrated RF-Vox (D5, D6) is biased by the stabilized voltage of D8 to get high sensitivity. The DC-signal, gained by Q12, Q13 and Q11, feeds Q15 (Q14).

The 144MHz TX level is adjusted with the variable attenuator VR1 (.05 to 2W). The RF-Vox delaytime is adjustable by VR3 (25k).

D. Praktischer Aufbau:

Die gesamte Schaltung ist auf einer einzigen Platine (Epoxy 1,6 mm) untergebracht und findet in einem 148x74x34mm Gehäuse Platz. Die Spulen L1, L2 und L3 sind NEOSID Fertigfilter, hingegen müssen die Induktivitäten L4, L5, L17 und Tr entsprechend der Stückliste selbst gewickelt werden. Alle anderen Induktivitäten sind gedruckte Ausführungen.

Zuerst werden die Durchkontaktierungen für L8, L9, L11 und L16 mit kurzen Drahtstücken angebracht. Dann werden die Stripeline Transistoren (Q2, Q3, Q4, Q6, Q7 und Q9) eingesetzt, gefolgt von den Widerständen, Dioden, Kondensatoren und den restlichen Bauteilen. Zuletzt werden die Chip-Kondensatoren (C30, C31, C32, C33), die GaAs FET's (Q5, Q8), R13, R20 und L10-Umschließung eingesetzt. Zu Beachten ist ein möglichst kurzbeiniges Einlöten der Kondensatoren 1n und 10n (Abblockungen - der Kondensatorkörper soll auf der Platine aufliegen) speziell bei den Emitter-Abblockungen und L8. Die Bauteile mit Anschluß an Masse werden ohne Löcher in der Printplatte direkt an der Massefläche angelötet ausgenommen bei Q11, Q12 und VR2, dort sollten die Lötungen zur Masse nicht vergessen werden. Die zu erdenden Anschlüsse der Folientrimmer werden nach außen gebogen und auf ca 1mm gekürzt vor dem Löten. Nach einer abschließenden Überprüfung des Aufbaues wird der Print in ein passendes Gehäuse eingebaut.

E. Rebuilding:

The complete circuit design is printed at a single PCB (1,6 mm Epoxy) and can be enclosed by a housing of 148x74x34mm.

The coils L1, L2 and L3 are molded types from NEOSID, whereas the inductances L4, L5, L17 and Tr are just to finish with the windings according to the parts list. All other inductances are printed configurations in the PCB design.

At first connect-through the holes of L8, L9, L11, and L16 by insert short pieces of wire. Then install the stripe line transistors Q2, Q3, Q4, Q6, Q7 and Q9, followed by the resistors, diodes, condensers and all other components. At last insert the chip caps (C30, C31, C32, C33), the GaAs FET's Q5, Q8, the resistors R13, R20 and the L10-enclosure. Note to keep the connection wires of the block capacitors 1n and 10n as short as possible (the capacitors body in touch to PCB ground) especially on the emitter caps and L8. The components with ground connections are directly soldered to the PCB surface without holes, except on Q11, Q12 and VR2 - there don't forget the ground joint. The ground connected pins of the folie trim caps bent outside and cut to abt. 1mm before soldering.

After a final check of the build-up it is ready to put into a suitable housing.

Abgleich / tune up:

D. Bevor die Betriebsspannung angelegt wird, sollten die Abstimm-
elemente auf die Positionen entsprechend nachstehender Tabelle
eingestellt werden.

E. Before put on the DC voltage bring all adjustable elements to
the positions as shown in the table below.

Teil part	Wert value	Stufe stage	Einstellung adjustment
C19	10pF yellow	Multipl. 288MHz	65%
C20	6pF	Multipl. 576MHz	60%
C21	6pF	Multipl. 1152MHz	10%
C22	6pF	Filter 1152MHz	40%
C23	6pF	Mixer	15%
C24	6pF	1296MHz RX/TX filter	15%
C25	6pF	1296MHz TX filter	10%
C26	6pF	1296MHz RX filter	10%
C27	6pF	1152MHz LO trap	25%
C28	6pF	1296MHz Q6-Q7 transf.	25%
C17	10pF yellow	1296MHz Q6-Q7 transf.	60%
C29	6pF	1296MHz output transf.	5%
C18	10pF yellow	1296MHz output transf.	60%
C15	5pF PFTE	1296MHz low noise amp	10%
C16	5pF PFTE	1296MHz low noise amp	10%
VR1	250 Ω	144MHz TX level/Pegel	end lefthand/Linksanschl.
VR2	1 k Ω	Q7 bias/Arbeitspunkt	70% clockwise/rechtsdr.
VR3	25 k Ω	VOX delay/Verzögerung	50%
L1	330nH	96MHz oscillator	see text
L2	330nH	96MHz (compensation)	2mm below rim/unter Rand
L3	115nH	IF amp/ZF Verstärker	2mm below rim/unter Rand

D. Bei Betrieb mit getrenntem Sender und Empfänger wird Br1 einge-
setzt (ohne Br 2), ansonsten Br 2 (ohne Br 1). Die Sende- Empfangs-
umschaltung kann durch 4 Möglichkeiten aktiviert werden:

- | | |
|---|-----------------|
| a) PTT Anschluß | Br 3 entfällt |
| b) +9..15V an Anschluß Vdc TX | Br 3 entfällt |
| c) interne HF-VOX | Br 3 eingesetzt |
| d) +5..15V an RX/TX Buchse (über R34, D4) | Br 3 eingesetzt |

E. Operation with separate RX and TX requires to insert Br 1 (without
Br 2), otherwise insert Br 2 (without Br 1). There are 4 possibilities
to activate RX-TX switching:

- | | |
|---|--------------|
| a) PTT line | without Br 3 |
| b) +9..15V at Vdc TX | without Br 3 |
| c) internal RF-VOX | insert Br 3 |
| d) +5..15V at RX/TX socket (over R34, D4) | insert Br 3 |

D. Zuerst wird die HF-VOX und die RX-TX Umschaltung geprüft (Br 3
eingesetzt). Ohne 144MHz Steuersignal liegt an Anschluß Vdc RX
Spannung, und Vdc TX ist spannungslos (weniger als 0,3 V). Wenn
einige mW HF am 144MHz Eingang angelegt werden, dann kehrt sich
die Situation (Vdc RX low, Vdc TX high). Anschließend wird die
Frequenzaufbereitung wie folgt abgeglichen:

- L1 durchstimmen bis der Oszillator (Q1) anschwingt (Spannungs-
sprung von 0V auf 0,3V an R5), Frequenz mit Frequenzzähler
prüfen (an R4)
- C19 auf max Spannungsabfall an R9 (ca. 0,7V) stimmen
- C20 auf max Spannungsabfall an R12 (ca. 0,5V) abstimmen

Nun existiert bereits ein 1152MHz Signal an L8, L9, und ein starkes Bakensignal auf 1296MHz sollte bereits hörbar sein, um C21, C22, C24, C26, C15 und C16 auf max Empfangssignal abzugleichen. Der Strombedarf beträgt bei Empfang etwa 80mA.

Um den Senderteil abzugleichen wird ein HF-Detektor mit 1296MHz-Filter und Abschwächer am TX-Ausgang angebracht. Ebenso kann ein Absorptionsfrequenzmesser benützt werden, natürlich ist ein Spektrumanalyzer hier sehr hilfreich. Der TX wird aktiviert (PTT-Anschluß an Masse) und mit VR2 der Spannungsabfall an R17 auf etwa 1,6V justiert. Dann ein 144MHz-Träger, etwa 50 bis 100mW an den Eingang geben und die Trimmer C25, C28, C29, C17 und C18 auf max 1296MHz Output abstimmen. Das Verstimmen von C25 und C28 hat den grössten Einfluss auf die Ausgangsleistung. C27 sollte auf grösste Oszillatorunterdrückung (1152MHz) eingestellt werden (ca. 55dB). Die Stromaufnahme beim Senden liegt bei etwa 200mA.

E. At first check the RF-VOX and the RX-TX switching (Br 3 inserted). Without 144MHz input signal there is no voltage (less than .3V) at point Vdc TX but Vdc RX is high. A few mW of 144MHz TX input reverses the situation (Vdc RX low, Vdc TX high). After that tune the LO as follows:

- a) adjust L1 for oscillation of Q1 (96MHz), voltage at R5 steps up from zero to abt. .3V. Check the frequency by a counter (at R4).
- b) tune C19 to max voltage at R9 (abt. .7V)
- c) tune C20 to max voltage at R12 (abt. .5V)

Now there is available an LO signal (1152MHz) at L8, L9, and a strong 1296MHz beacon signal should be detectable to tune C21, C22, C24, C26, C15 and C16 for max reception. On RX the DC requirement is about 80mA.

To tune up the transmitter part put a RF detector included a 1296MHz filter and attenuator at the output port. As well a cavity wavemeter or, of course, a spectrum analyser would be very helpful. Activate the TX (PTT connection to ground) and adjust the bias pot VR2 to a voltage of abt. 1.6V at R17. Then put about 50 to 100mW of a 144MHz carrier at the input socket and tune the trim caps C25, C28, C29, C17 and C18 for max power output on 1296MHz. The most affect on power output gives the adjustment of C25 and C28. C27 should be tuned for max LO suppression (abt. 55dB). The transmitter requires about 200mA DC supply.

Bausätze / Kits

D. Ein kompletter Bausatz (BFG34 Version) mit N-Buchsen am 1296MHz Anschluß und gebohrtem Weißblechgehäuse ist erhältlich von KUENAG electronics, P.O.Box 27, FL-9486 Schaanwald, LIECHTENSTEIN, Tel 075-34289. Preis ca DM 270,-. Auch das Fertiggerät ist erhältlich. In DL ist der Bausatz auch von Karl Himmler, DB3UU, Scheffelweg 2, D-6805 Heddeshelm, Tel 06203-44142, verfügbar.

E. A complete kit (BFG34-version), 1296MHz N-connectors, 144MHz BNC, included a tin sheet housing with all required holes is available from KUENAG electronics, POB 27, FL-9486 Schaanwald, PRINCIPALITY of LIECHTENSTEIN, Tel 075-34289. Costs about DM 270,-. The all ready finished version is as well available there.

Eine 13cm Version dieses Transverters läuft als Prototyp und wird in einer der nächsten DUBUS Ausgaben erscheinen.

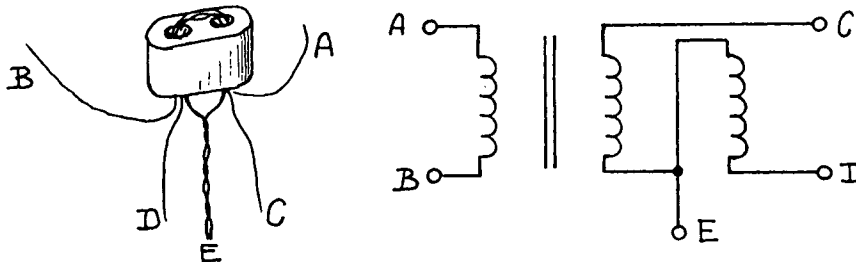
A prototype of a 13cm version of this transverter is under Test and will appear in one of the next DUBUS editions.

OE9PMJ

PARTS LIST 1.3GHz TRANSVERTER OE9PMJ 201 STÜCKLISTE

Widerstände Resistors	1/4W	Keramik-Kondens. Ceramic caps	2.5mm, 63V
R1	180	14xl1n	o.47...1.5nF
R2	8k2	20xl0n	4.7...15nF
R3, R31, R37	2k2	C1	1pF
R4	3k9	C2, C3	2.2pF
R5, R9	100	C4	3.3pF
R6, R30	4.7	C5, C6	4.7pF
R7, R11, R39	3k3	C7, C8	5.6pF
R8	33k	C9	12pF
R10	82k	C10, C11	39pF
R12	47	C13	2.2nF
R13 (27..39)	39	C14 (5mm, 16V)	22...56nF
R14	270		
R15, R21, R33	120	Keramik-Rohrkond. Ceramic tube cap	10mm, 63V
R16, R43	2k7	C12	56...220pF
R17, R29	27		
R18	1.2	Plastik Trimmcond. Plastic trim caps	∅ 7.5mm 7.5mm dia
R19, R26	220	C17, C18, C19 (yellow)	10pF
R20 (56..100)	82	C20...C29 (grey)	6pF
R22	390	PTFE Folientrimmer PTFE folie trim caps	(SKY)
R23, R24	560	C15, C16	5pF
R27, R38	150	Tantal caps	min 16V
R28	820	C34, C35, C36	1µF
R32	680	C37	10µF
R34	1k8	C38	22µF
R35	1k5		
R36, R45	5k6		
R40	27k		
R41	15k		
R42	22k		
R44	18k		
R46	1k		
Widerstand Resistor	1/2W	Trapezkond. keramisch Ceramic chip caps	
R25 (22..39)	39	C30, C31, C32, C33	820pF
D1, D2, D3	BA243, BA182, BA282,	o. ähnlich / or similar	
D4, D5, D6, D7	1N4148, 1N914	o. ähnlich / or similar	
D8, D9, D10, D11	Zener Diode 5.6V,	o.5W	
D12	Zener Diode 15V,	1W	
D13, D14	BA481, HP5082-2811,	HP5082-2835	
D15, D16	1N4005, 1N4004, BYW56	o. ähnl. / or similar	
IC	78Lo6		
Q1, Q10	J310		
Q2, Q3	BFW92		
Q4, Q9	BFR90A, BFR34A, MRF901		
Q5, Q8	CFY13, MGF1200,	oder ähnlich / or similar	
Q6	BFR96, BFR96S		
Q7	BFG34, BFR96S, BFT98T, BFO34		
Q11, Q12	BC237, BC238, BC337	o. ähnl. / or similar	
Q13	BC308, BC327, BC557	o. ä. l. / or similar	
Q14, Q15	BD136, BD138, BD434	o. ähnl. / or similar	

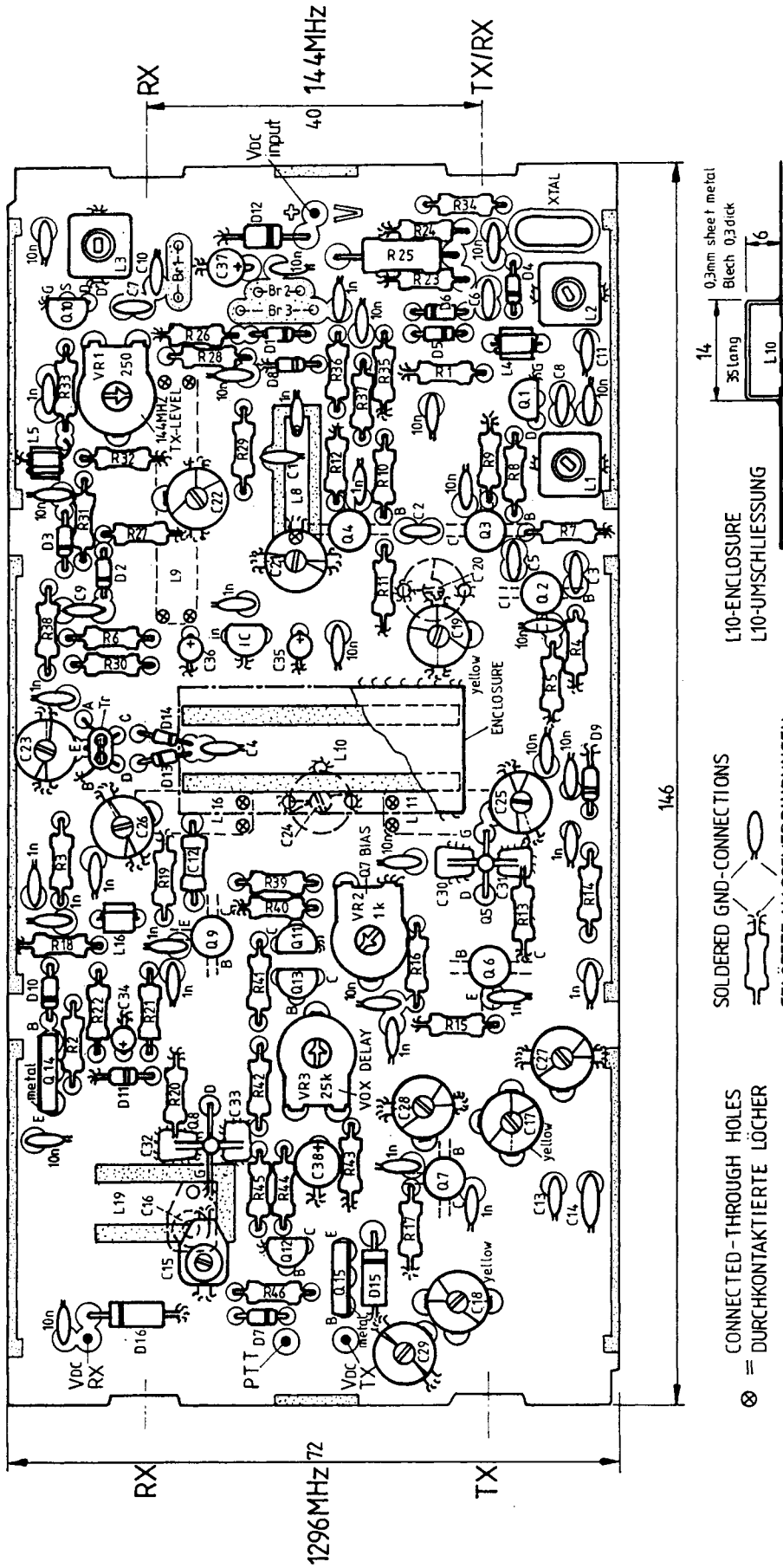
Xtal	96.000MHz (1296), 93.667MHz (1269), HC-18/U
VR1	Trimpot 250 1/4W, 5x10mm or 5x7.5mm
VR2	Trimpot 1k 1/4W, detto
VR3	Trimpot 25k 1/4W, detto
L1, L2	NEOSID coil-set N8 BV 005049, max 330nH, (yellow-white /-gelb-weiß)
L3	NEOSID coil-set N8 BV 005061, 115nH, (blue-brown /-blau-braun)
L4	Ferrit Perle / ferrite bead Ø3,5 x Ø1,3 x 3mm lg, .138"OD, .051"ID, .118"HT AMIDON FB-64-101 o. ähnl. / or similar, (150nH/t ²) 2 Windungen o,15 Cul / 2 turns AWG 35..32
L5	Ferrit Perle wie L4/ ferrite bead equal L4, 3 Windungen o,15 Cul / 3 turns AWG 35..32
L16	Ferrit Perle wie L4/ ferrite bead equal L4, 1 Windung o,15 Cul / 1 turn AWG 35..32
Tr	Ferrit Doppellochkern / ferrite binocular AMIDON BN-61-2302 or SIEMENS B62 152-A7-X17 2 Windungen trifilar o,15 Cul 2 turns AWG 35 trifilar

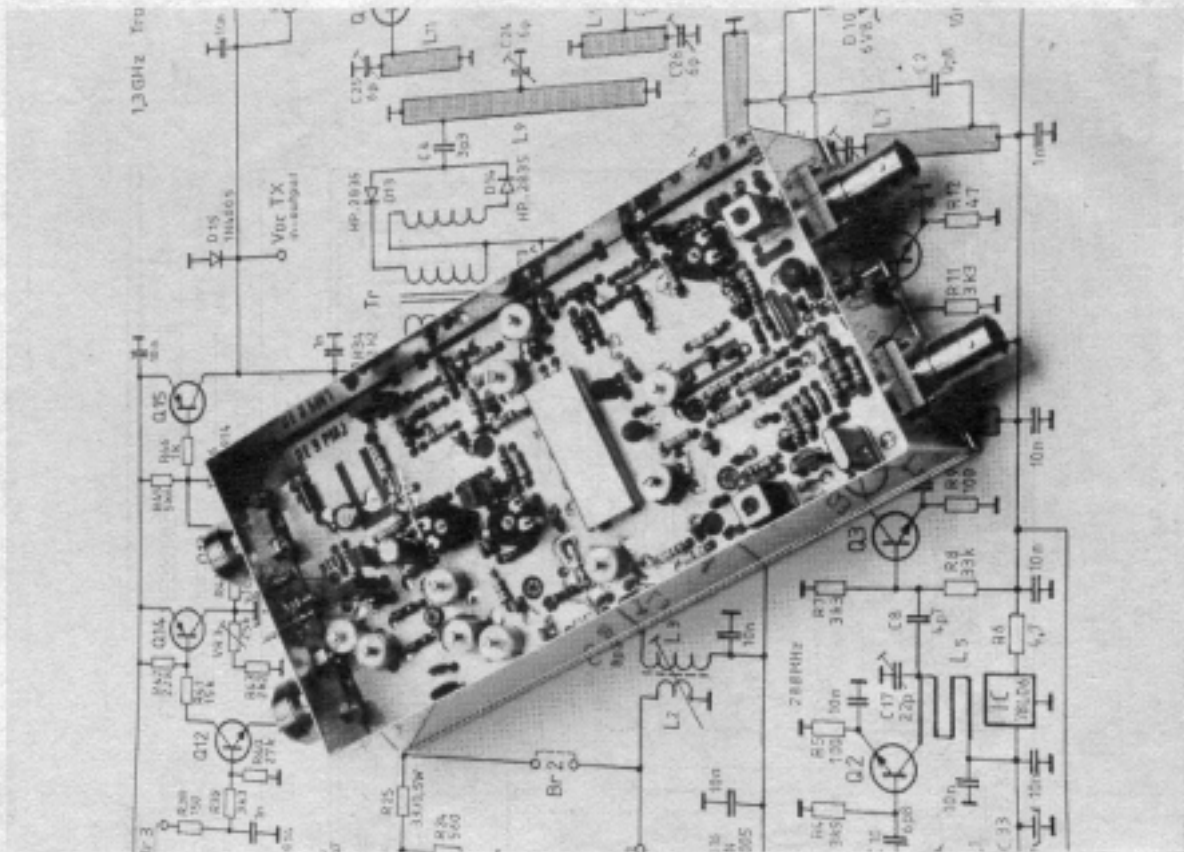


Weißblechgehäuse / tin sheet housing
146x72x33mm innen / 5³/₄" x 2²⁷/₃₂" x 1⁵/₁₆" inside
144MHz input-output BNC, UG290/U or UG447/U
1296MHz input output N-flange socket with UG447 flange /
N-Flanschbuchse mit UG447 Flansch
or BNC UG290/U or UG447/U
Keramische Durchführungskondensatoren 1nF, Ø3mm
Feed through capacitor 1nF, 3mm dia
Schrauben und Muttern M2,5 / screws and nuts M2.5

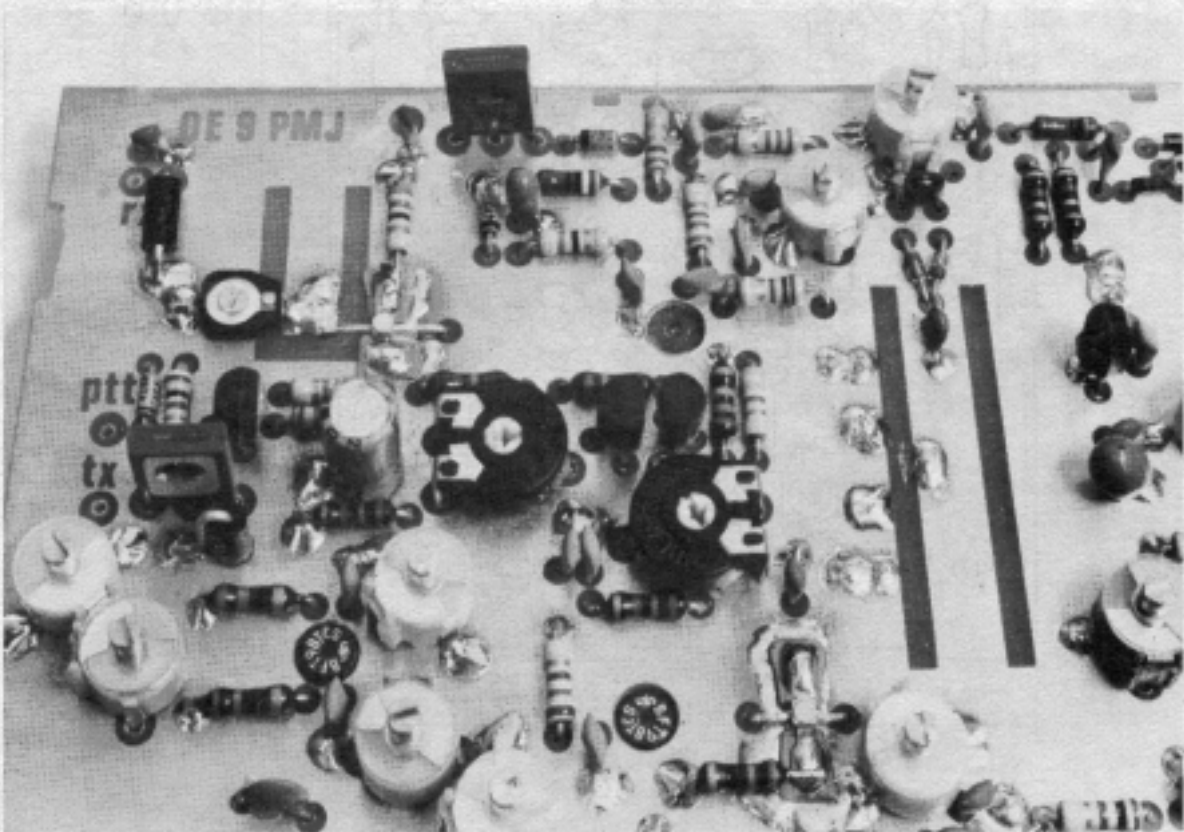
1.3GHz Transverter Module

1985, July, 0E9PMJ

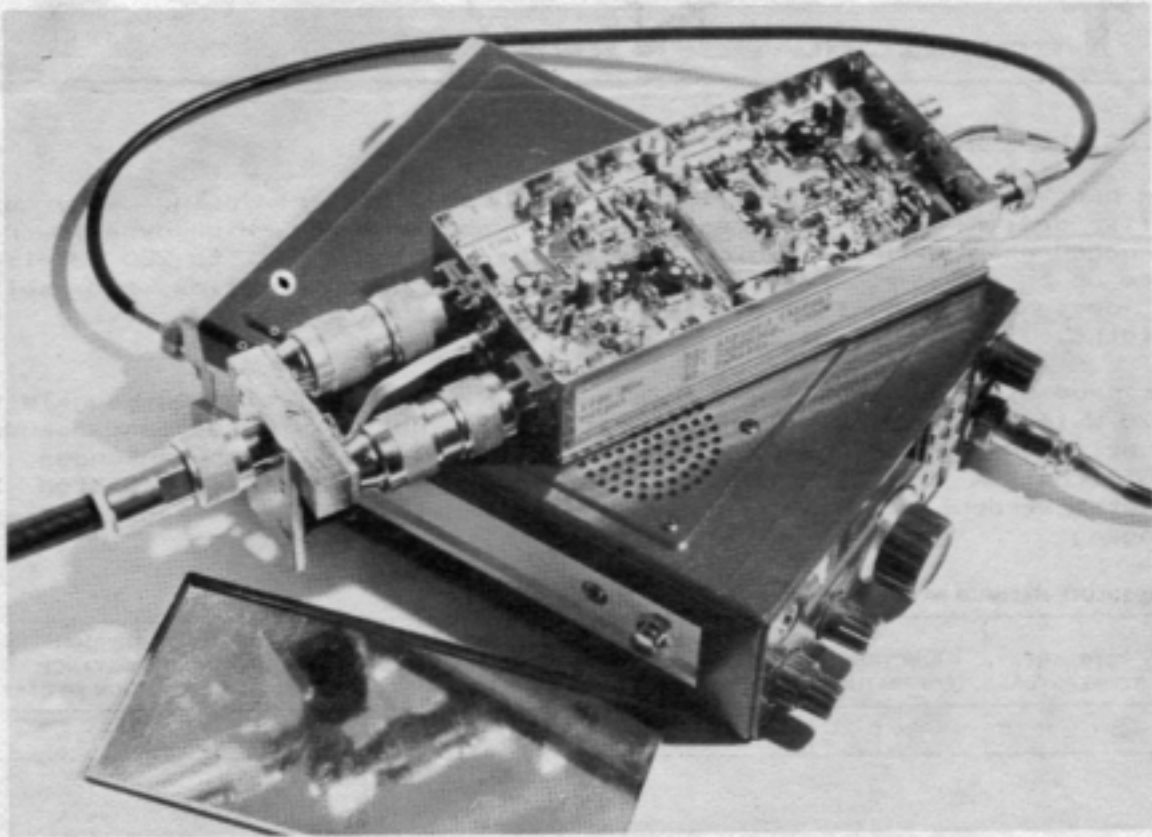




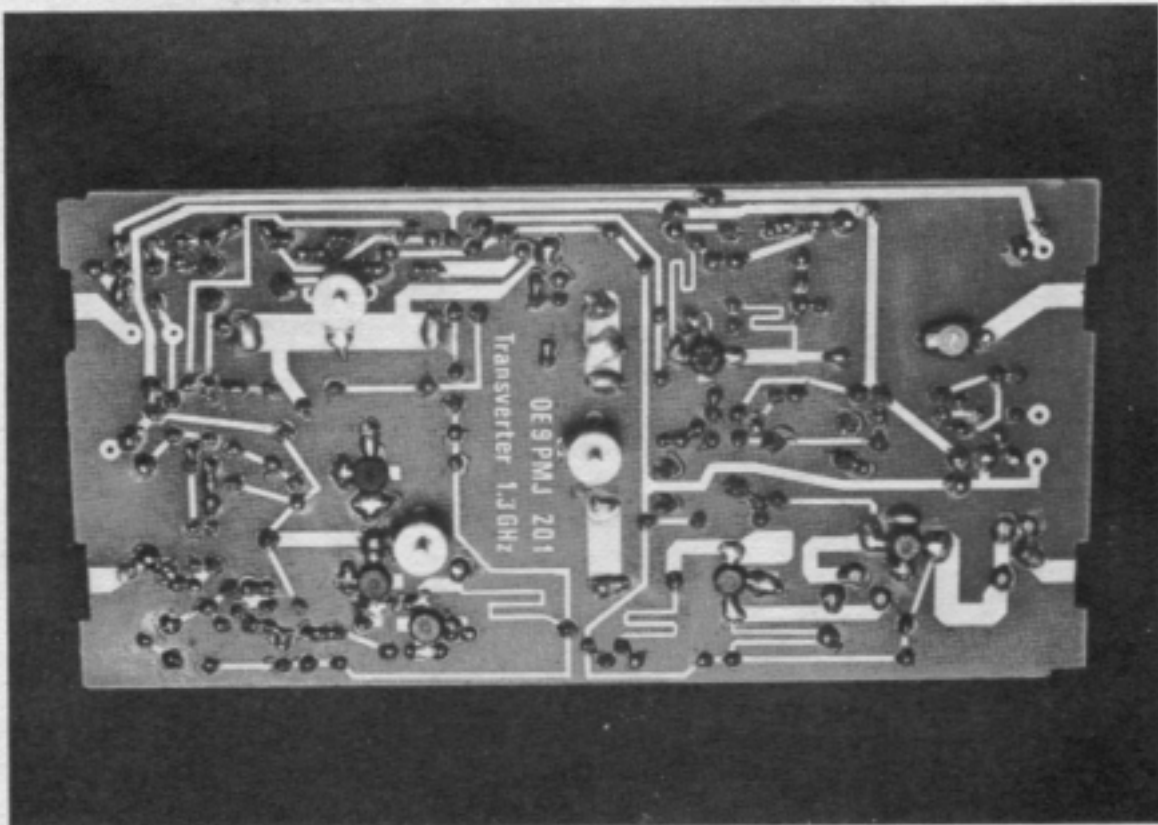
23cm GaAs FET TRANSVERTER MODULE



1296 MHz Teil des Transverters. Links oben Eingangskreis; Rechts Diodenmischer mit L10 ohne Abdeckung.
 1296 MHz part of transverter. Left above RX input circuit; Right diode mixer with L10 without enclosure.



Portabel- Einsatz mit angeschlossenem Koaxrelais (Model CX-520-D, TOYO TSUSHO, JAPAN.
Portable application with connected coax relay.



Bauteile auf der Unterseite-Components located at the bottom.