

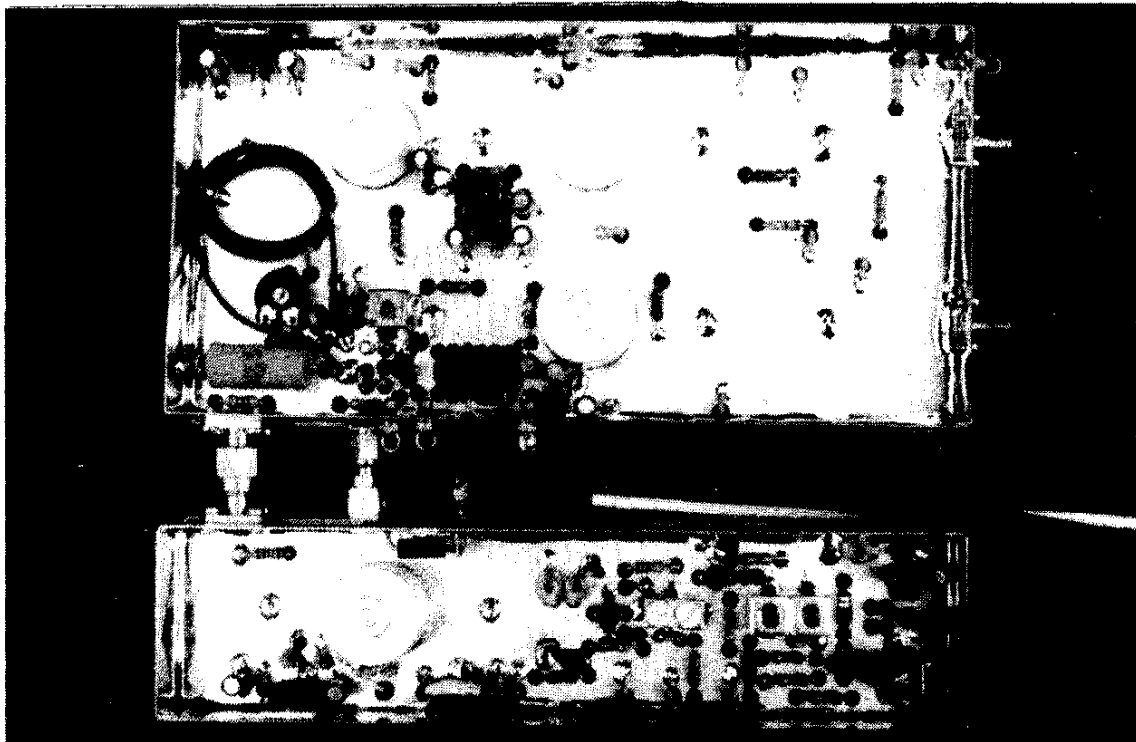
Transverter for 5.7 GHz

Michael Kuhne, DB6NT
Birkenweg 15, W-8674 Naila 2

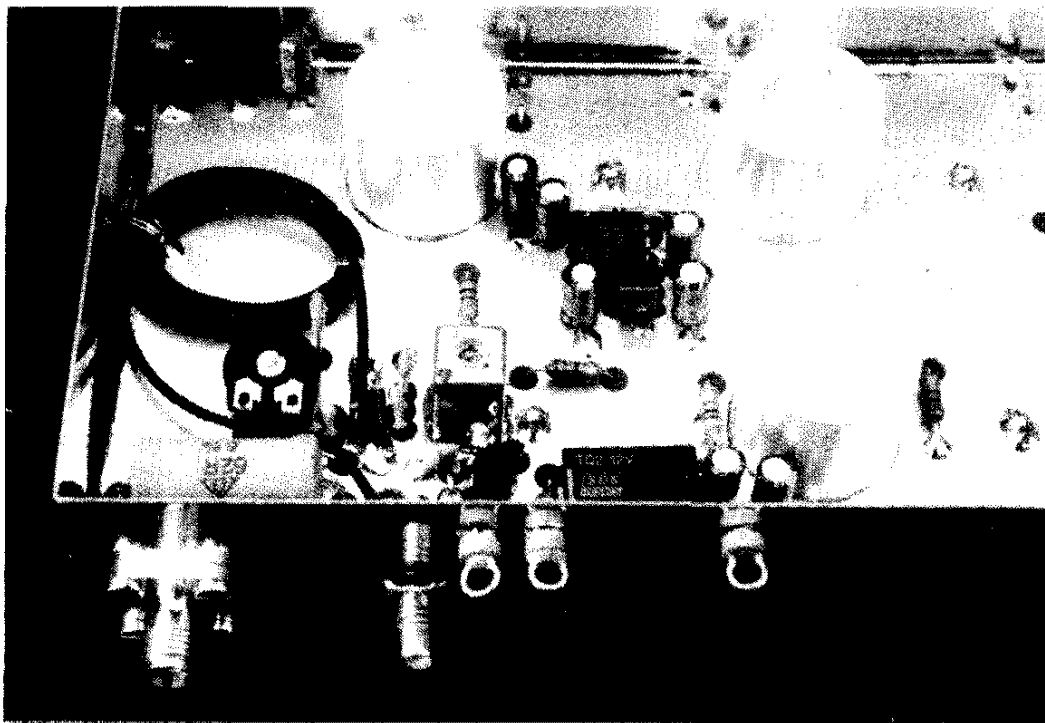
(Part I)

Kurzfassung: Dieser Transverter von 5.760GHZ auf 144MHZ ist auf einer Platine untergebracht mit Ausnahme eines externen LO's, der eine Leistung von 10 mW auf 5,616 GHZ liefert. Das Ausgangsspektrum ist sauber (Nebenwellen < -50 dB) bei einer Ausgangsleistung von 200 mW. Die Eingangsleistung auf 144 MHz kann 0,5 - 3 W betragen. Der Empfänger hat eine Rauschzahl von weniger als 2 dB. Die Verstärkung ist typisch 23 dB. Der Transverter folgt im Design dem vorher beschriebenen 10 GHz Transverter.

Abstract: This transverter 5.760GHZ/0.144GHZ is made on one single board with exception of the LO. The LO produces 10 mW on 5.616 GHz and will be described in Part II. The transverter has a very clean 200 mW output. The input power on 144 MHz should be 0.5 - 3 W. The noise figure of the RX is less



Bild/Figure 1: 5.7 GHz Transverter



Bild/Figure 2: 5.7 GHz Transverter (Close View)

than 2 dB and it has typically 23 dB gain. The transverter has been developed very closely according to the design of the 10 GHz transverter described before.

1. Design

Es sollte ein Einplatinen-Transverter mit externem Oszillator entwickelt werden, der praktisch ohne Abgleichmaßnahmen auskommt und trotzdem gute Werte für die Rauschzahl und die Ausgangsleistung erreicht. Über ein Wilkinson-Hybrid wird die Oszillatorleistung rückwirkungsarm für den Empfänger- und Sendermischer aufgeteilt. Diese sind einfache Eintakt-Mischer mit GaAs-FET Trioden und LO-Injektion am Gate. Das Sendesignal auf 5,760GHz wird über zwei Resonatorfilter gesiebt und in drei Stufen (MGF1302, MGF1302, MGF1601) auf 200 mW Ausgangsleistung verstärkt. Vor dem Empfangsmischer sind zwei HF-Verstärker mit MGF1303 bzw. 1303 angeordnet. Die T/R-Umschaltung auf der ZF-Seite wird über Dioden ausgeführt und ist für Transceiver mit 0,5 - 3W Sendeleistung ausgelegt. Eine gleichspannungsgesteuerte T/R-Umschaltung (z.B. von einem IC202) versorgt die einzelnen Module mit den Spannungen.

1. Design

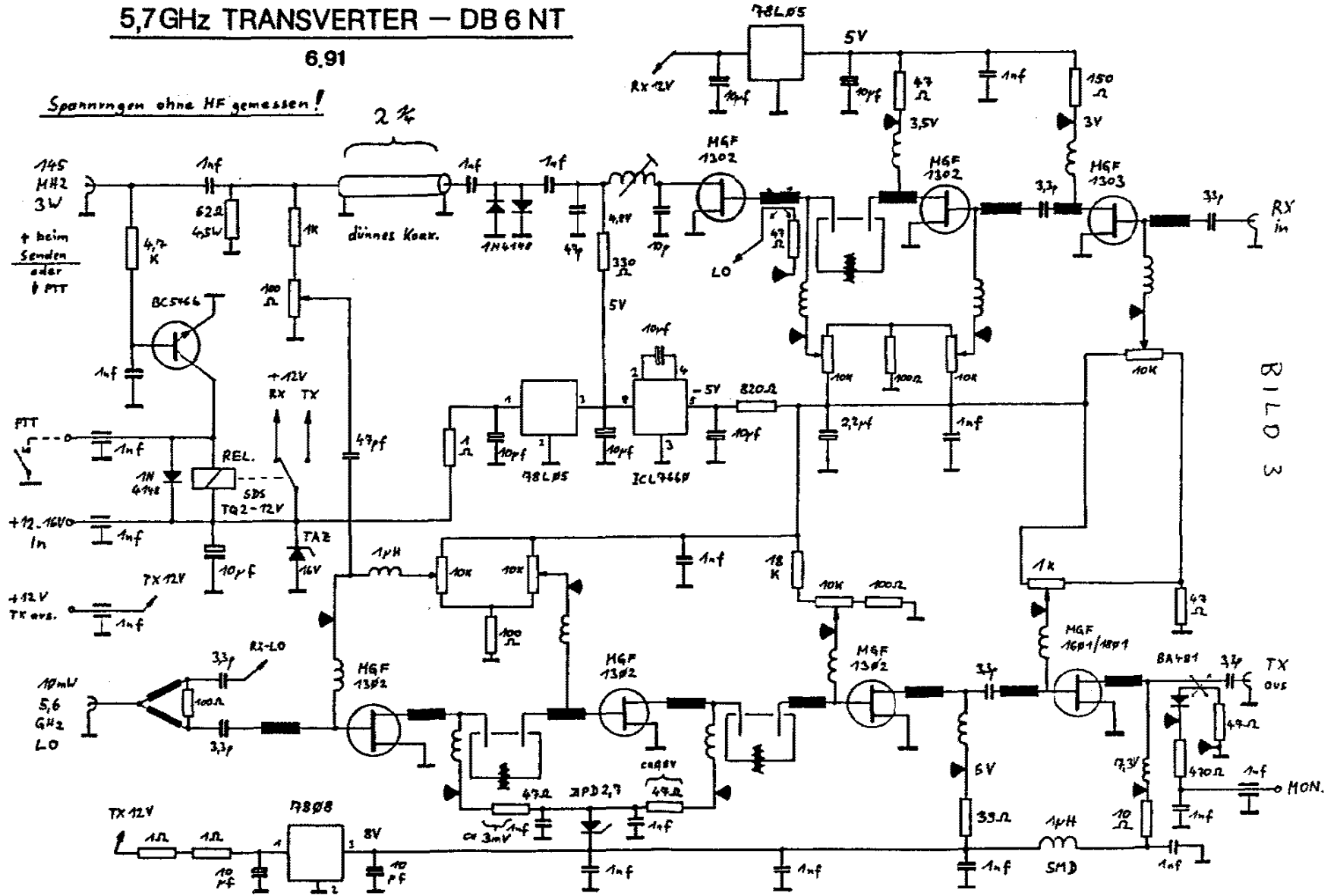
The goal of this development was to develop a simple single board 5.7 GHz transverter with an external oscillator on 5.616 GHz. Without need for tuning a noise figure of less than 2 dB can be achieved for the RX and a clean output power of 200 mW on 5.760GHz.

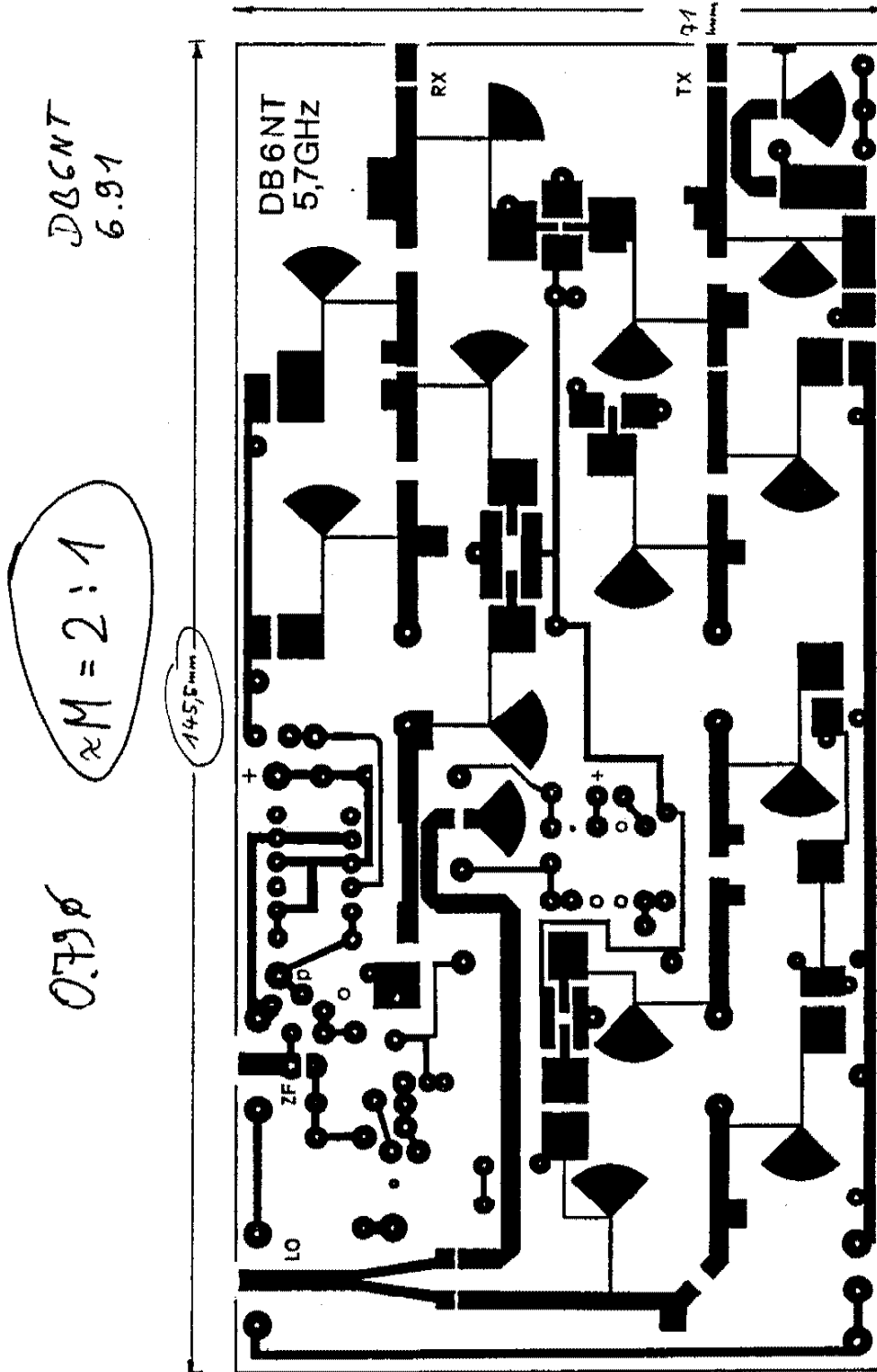
A wilkinson type hybrid divides the external LO-power on 5.616GHz for the RX and TX mixers respectively. These are simple single balanced active mixers with GaAs-FET triodes and gate injection.

5,7GHz TRANSVERTER – DB 6 NT

6.91

Spannungen ohne HF gemessen!





Bild/Figure 4: Layout of 5.7 GHz Transverter

The TX signal is filtered by a resonator and further amplified in a second stage. In front of the RX-mixer there are two low noise stages with a MGF1303 and a MGF1302 allowing for some 20 DB of RF-gain. The IF is switched by a silicon diode switch from receive to transmit. This is activated by a DC-voltage present on the IF-line (delivered by a IC202 for example).

2. Aufbau und Abgleich

Die Aufbauhinweise in der Beschreibung* des 10 GHz-Transverters sind auch für diesen Transverter anwendbar.

Der Abgleich kann mit der Hilfe von nur zwei Instrumenten erfolgen:

1. mW-Meter bis 5.7 GHz
2. Voltmeter

Nach dem Anschluß einer geeigneten Antenne oder eines Abschlußwiderstandes werden die im Schaltplan angegebenen Ströme (Spannungen) der Transistoren mit den SMD-Poti's eingestellt. Dieser Grundabgleich wird ohne LO-Leistung oder ZF-Leistung durchgeführt.

2.1 Empfängerabgleich

144 MHz Transceiver und LO anschließen. Die Drainspannung des Mixers sollte nach dem Einschalten der LO-Leistung um ca. 0,1 V zurückgehen. Abstimmsschraube des RX-Filters langsam von oben in den Resonator eindrehen. Hierbei ergeben sich zwei Rauschanstiege. Der erste ist der "richtige". Der zweite - die Abstimmsschraube sitzt dann tiefer- ist die Spiegelfrequenz auf 5472 MHz. Dann werden der Mischerstrom und die ZF-Filterspule auf maximales Rauschen abgestimmt.

2.2 Senderabgleich

Transverter ohne 144 MHz Steuersignal auf Sendebetrieb schalten.

Der Spannungsabfall am Drainwiderstand des TX-Mixers sollte beim Einschalten der LO-Baugruppe von ca. 5 mV auf 300 mV ansteigen.

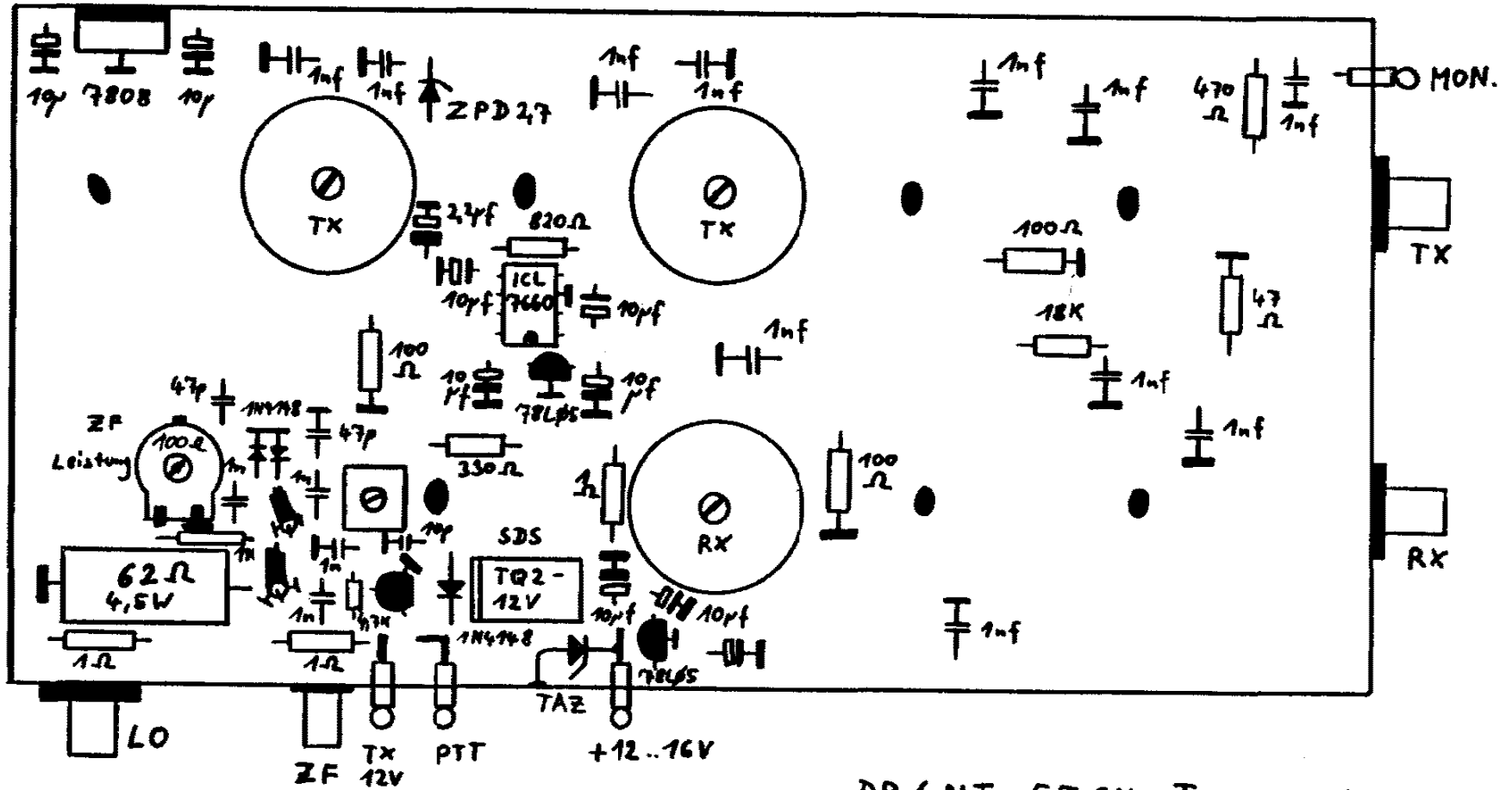
LO aus- und 144 MHz Signal einschalten (CW-Dauerstrich). Mit dem 100Ω Poti für die Justage der ZF-Steuerleistung einen Spannungsabfall von ca. 150 mV am Drainwiderstand des TX-Mixers einstellen.

LO wieder einschalten und das 144 MHz ebenfalls anlegen. Ein Spannungsabfall muß am Drainwiderstand des ersten TX-Verstärkers (MGF1302) meßbar sein. Abstimmsschraube des ersten TX-Filters eindrehen. Es ergeben sich drei Resonanzpunkte. Die erste - obere Schraubenstellung - ist wieder der richtige. Zur Kontrolle 144 MHz Signal abschalten: Der Strom im ersten TX-Verstärker muß zurückgehen. Ist das nicht der Fall, ist die Abstimmsschraube bereits zu tief eingedreht und der Resonator auf die LO-Frequenz abgestimmt.

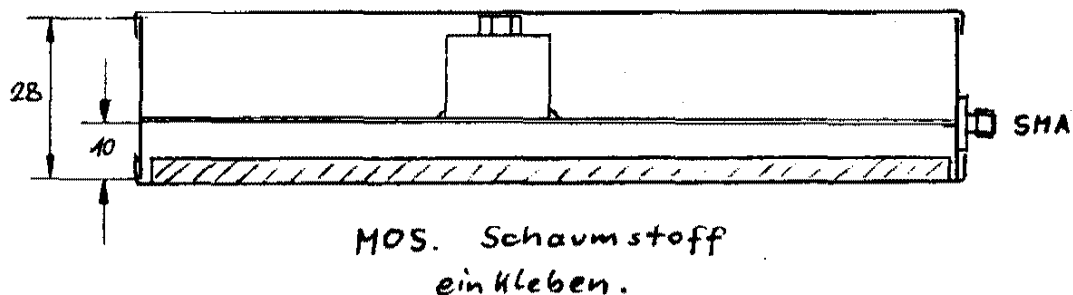
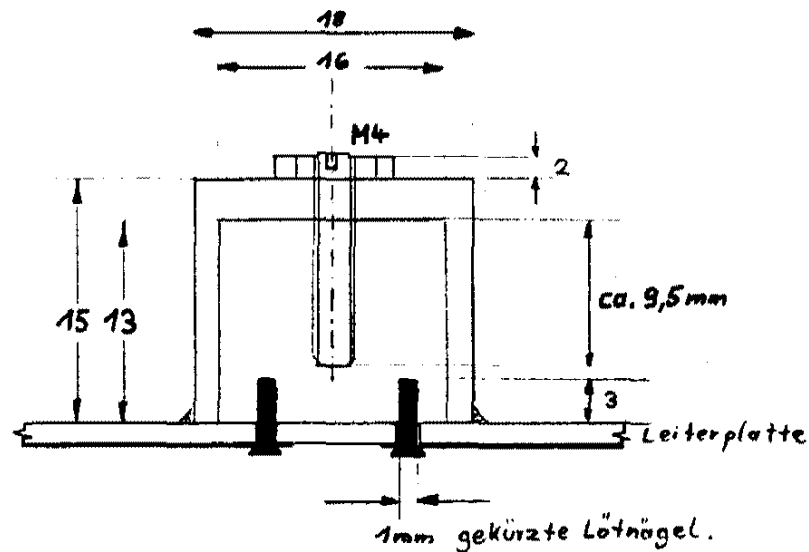
Spannungsabfall am Drainwiderstand des MGF1801 messen. Beim Abstimmen des zweiten TX-Filters erhöht sich der Strom um einige mA. Dann zeigt auch der angeschlossene Leistungsmesser HF-Leistung

* Michael Kuhne, DB6NT, Jürgen Dahms, DC0DA, "Einfacher 10 GHz Transverter", DUBUS 1/1991, S. 3 - 14

Bild/Figure 6: Parts Layout top side



DB 6 NT 5,7 GHz Transverter
6.91



Bild/Figure 7: Construction Details

an. Durch Nachstimmen der ZF-Leistung und der Resonatoren kann die TX-Leistung optimiert werden. Es müssen mindestens 200 mW erreichbar sein.

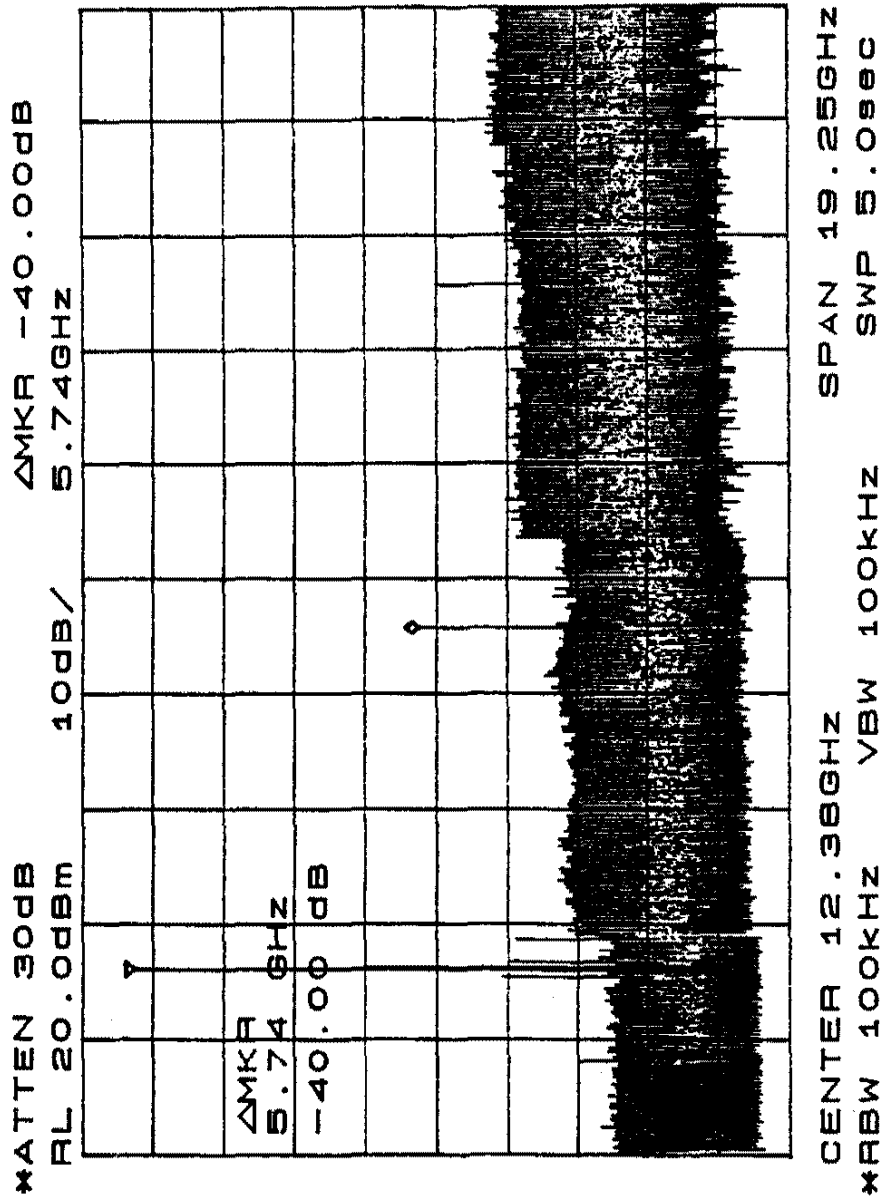
2. Construction and Tuning

For construction follow exactly the details given for the construction of the similar 10 GHz transverter*.

Tuning can be performed with the aid of only two instruments:

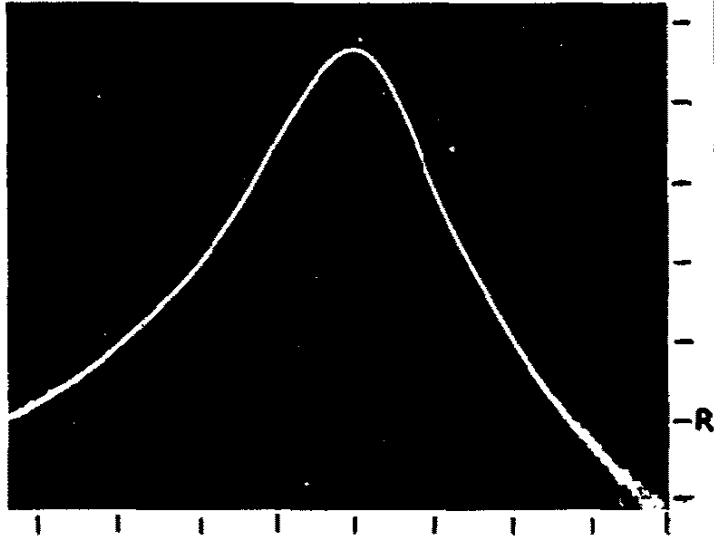
1. Powermeter for 5.76 GHz
2. Voltmeter

* Michael Kuhne, DB6NT, Jürgen Dahms, DC0DA, "Einfacher 10 GHz Transverter", DUBUS 1/1991, pp. 3 - 14

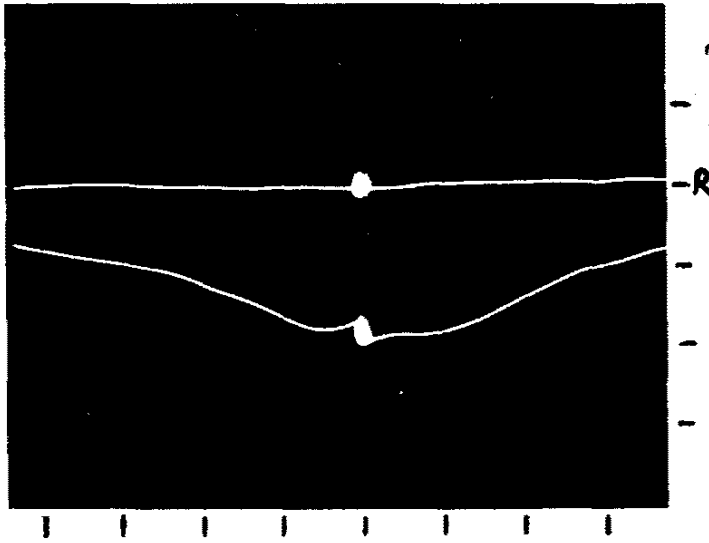


Bild/Figure 8: Measurement Results for Output Spectrum

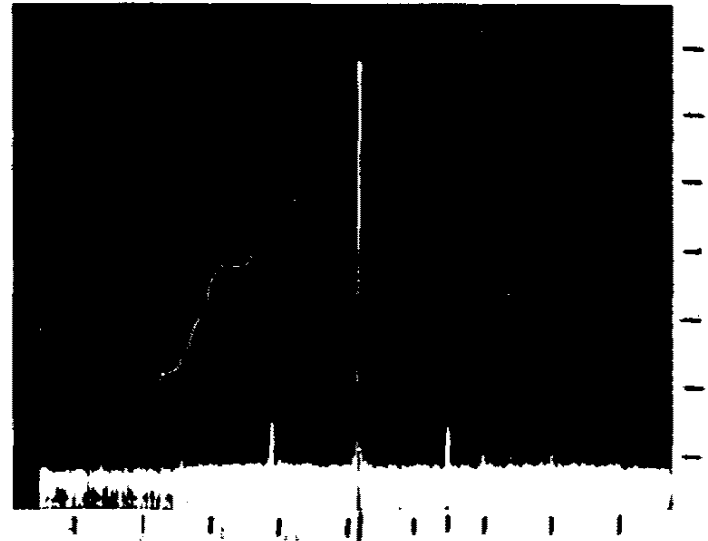
Bild/Figure 9: Measurement Results for 5.7GHz Transverter



RX-Gain V=5dB/DIV. H=10MHz/DIV.



Eingangsanpassung RL-IN V=5dB/DIV. H=100MHz/DIV.



Ausgangssignal H=100MHz/DIV. H=10dB/DIV.

Messwerte der Prototypen

Aufbau	:	A	B	C
Output	:	320	310	310mW Sat.
Nebenwellen:		-42	-48	-52 dB
NF	:	2.0	1.8	1.7 dB
RX-Gain	:	23	24	23 dB
RX-Spiegelfrequenzunterdrückung > -45dB				

Verw. Messgeräte: AIL 707 , AIL 7360
 HP 346C , HP 435 , HP 8485A , HP 8620
 HP 11666A , HP 11664 , HP 8755B .

After connection of a suitable antenna or dummy load all currents and voltages given in the circuit diagram (Figure 3) should be adjusted with the relevant SMD-pots. This basic tuning should be carried out without any LO-power or IF-power.

2.1 RX-Tuning

Connect LO and 144 MHz transceiver. Switch on LO. Drain voltage on RX-Mixer should drop about 0.1V. Turn tuning screw of the RX-resonator from the top slowly downwards. You will observe two settings with an increase in output noise level. The first one - seen from the top position of the tuning screw - is the right one. The second setting corresponds to the image frequency of 5472MHz. Next mixer current and IF-Filter should be tuned to maximum noise level.

2.2 TX-Tuning

Switch transceiver to transmit in CW without keying down. After switching on LO the voltage drop at drain resistor of TX-mixer should increase from 5 mV to about 300mV. Switch off LO and key down 2m-transceiver. Adjust 100Ω pot in the IF-input for a voltage drop of 150mV at the drain resistor of TX-mixer.

Switch on LO again and leave 2m-transceiver keyed down. The you can measure a voltage drop at the drain resistor of first TX-amp. Tune first resonator in TX. There are three tuning positions which peak the first TX-amp current. The top position is the right one again. The lower positions correspond to the LO and the image frequency. The right position can be checked by switching off signal at 144 MHz. Current should drop immediately.

Measure current in MGF1801 drain circuit by observing the voltage drop at drain resistor. Tuning the second TX-resonator should lead to an increase of current. An output powermeter should indicate RF-power now. By fine tuning all resonators and the IF-power the TX-ouptut power can be optimized. A power level of 200 mW should be possible.

3. Meßergebnisse

Das Ausgangspektrum ist in Bild 8 zu sehen. Die LO-Frequenz und $F_{lo+2xF_{zf}}$ sind um ca. 55 dB unterdrückt. Der Spiegel ($F_{lo-F_{zf}}$) ist besser als 60 dB unterdrückt (Bild 9.) Sättigungsausgangsleistung ist mehr als 300 mW.

Die Rauschzahl des RX ist typisch 1.85 dB und die Verstärkung ca. 23 dB. Die Spiegelfrequenzunterdrückung im RX ist besser als 45 dB.

3. Results

TX-Output spectrum can be seen in figure 8. LO and $F_{lo+2xF_{zf}}$ are down about 55 dB. Image frequency ($F_{lo-F_{zf}}$) is down more than 60 dB (Figure 9). Saturation output power is in excess of 300 mW.

Noise figure of RX is typically 1.85 dB. gain is about 23 dB. Image frequency suppression is more than 45 dB.

4. Teileliste/Parts List

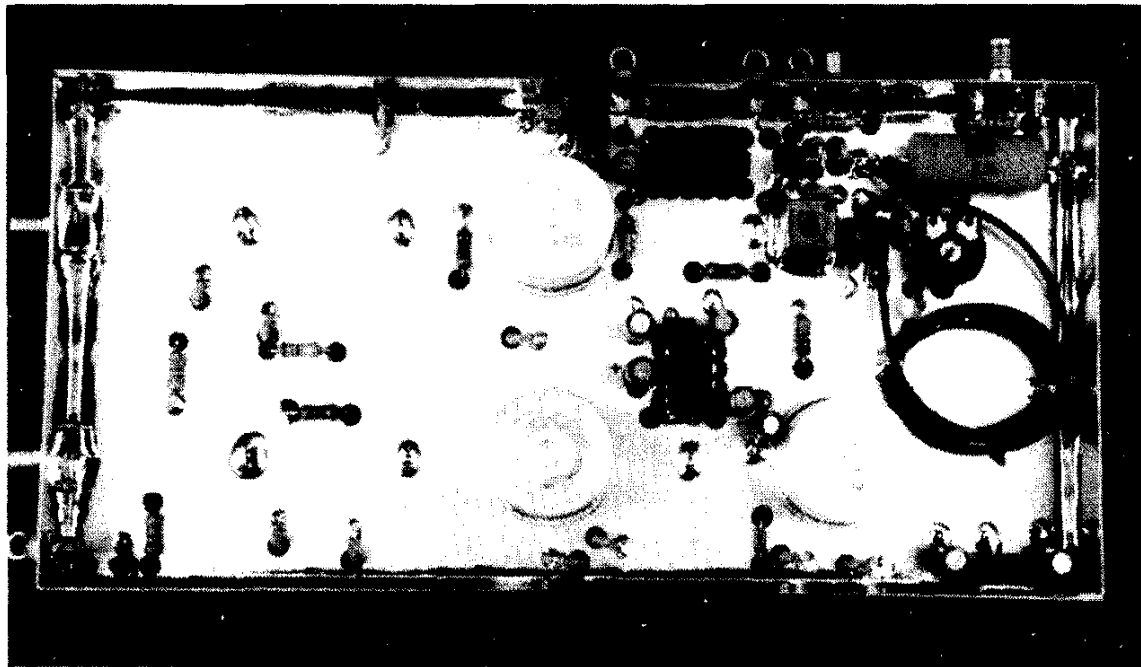
Anzahl	Bezeichnung	Bauform	Bezugsquelle
12	Widerst. 0.25 W	0207	Diverse
1	Widerst. 4.5 W 62 Ohm	WK8	Bürklin 29E368
9	SMD-R	1206	Diverse
6	SMD-Poti 10k	SMD	Diverse
1	SMD-Poti 1k		Diverse
1	SMD-Poti 100		Diverse
15	Keramik-C 1nF	EGPU	Diverse
2	Keramik-C 47 pF	EGPU	Diverse
1	Keramik-C 10 pF	EGPU	Diverse
6	Keramik-C 3.3 pF	EGPU	Diverse
9	Elkos 10 uF/16 V	4.5 x 8 mm	Diverse
1	Elkos 2.2 uF/16 V	4.5 x 8 mm	Diverse
4	Duko 1 nF	Lötbar	Diverse
2	Spule 1 uH	SMD	Diverse
1	Spule 115 nH NEOSID	5061	Diverse
1	Dünnes Koax 36 cm RG174 o.ä.		Diverse
1	Relais SDS	TQ2-12V	Bürklin 30G7556
1	TAZ Diode	1N6276	Diverse
1	Z-Diode	ZPD2.7	Diverse
1	Schottky diode	BA481	Diverse
3	SI-Diode	1N4148	Diverse
1	SI-NPN	BC546B	Diverse
1	Inverter	ICL7660	Diverse
1	Regler 8 V	MC7808	Diverse
1	Regler 5 V	MC78L05	Diverse
5	GaAs-FET	MGF1302	
1	GaAs-FET	MGF1601/1801	
1	GaAs-FET	MGF1303	
3	Koaxbuchse	SMA	
1	Koaxbuchse	SMC	
3	Resonatoren		
1	Weißblechgehäuse 74 x 148 x 30		
1	Teflon PCB ULTRALAM2000 0.78mm	Er=2.5	Dirk Fischer, Neuer Gra- ben, 46 Dortmund 1, Tel.:(++49)231105572

5. Bemerkungen

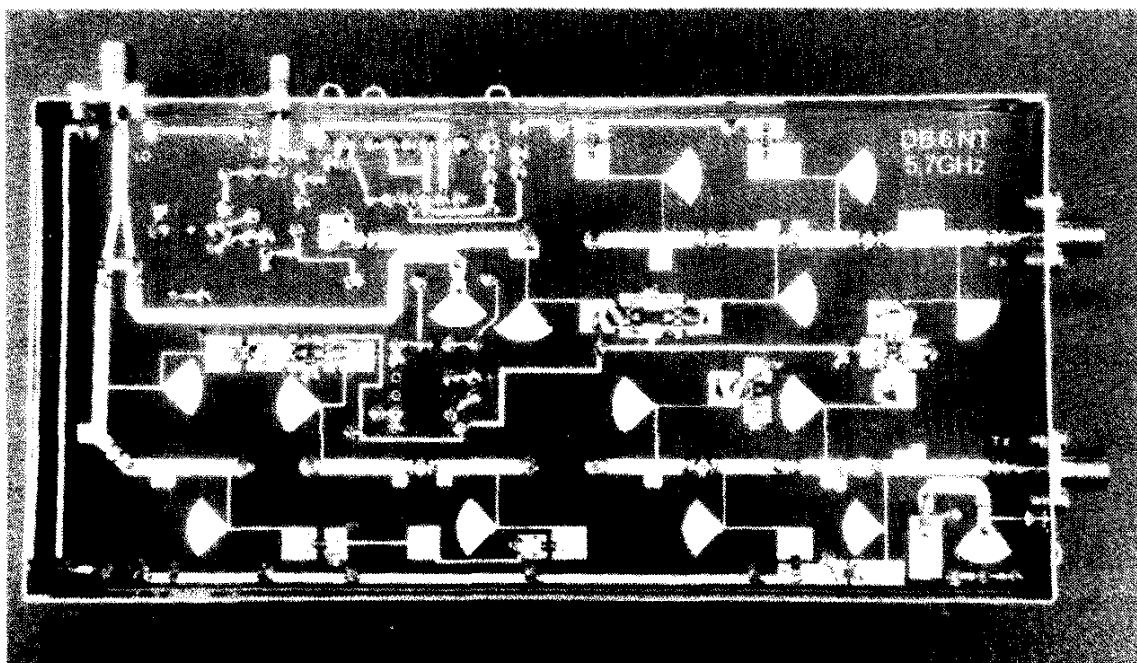
Der passende LO für 5,616 GHz mit 10 mW Ausgangsleistung wird zusammen mit der Beschreibung eines 9 cm - Transverters in DUBUS 4/1991 veröffentlicht.

5. Remarks

The companion LO for 5.616GHz and a 9 cm transverter will be published in DUBUS 4/1991.



Bild/Figure 10: Top View on PCB



Bild/Figure 11: Bottom View on PCB

5.7 GHz Transverter: LO

Michael Kuhne, DB6NT
Birkenweg 15, W-8674 Naila 2

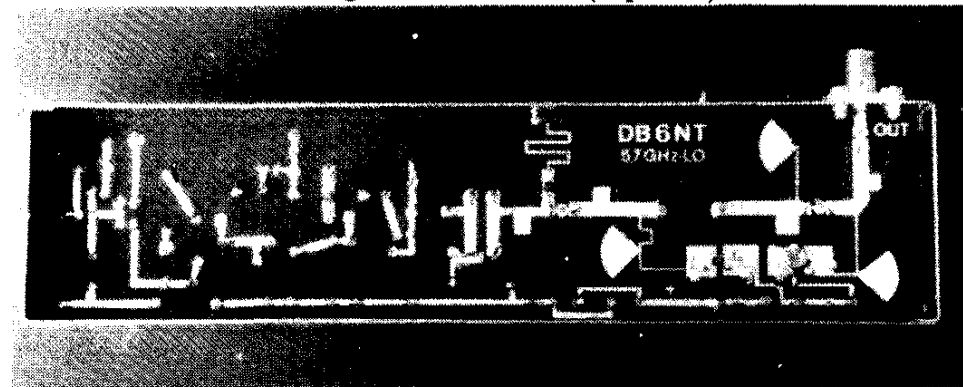
(Part II)

1. Design

Nach dem Quarzoszillator mit einem J310 FET in der bewährten Source-Rückkopplung, der auf 117 MHz schwingt, folgen ein Verdreifacher mit dem BFR90, ein Verdoppler mit dem BFR90, ein Verdoppler mit dem BFG91A, ein Vervierfacher mit einem MGF1302 und eine weitere Geradeausstufe mit dem MGF1302. Zur Selektion auf 351 MHz und 702 MHz dienen Fertig-Helical-Bandfilter, auf 1404 MHz ein Stripline-Bandfilter und auf 5616 MHz ein Einzel-Resonator. Zwecks besserer Stabilität ist die



Bild/Figure 1: 5.7 GHz LO (Top View)



Bild/Figure 2: 5.7 GHz LO (Bottom View)

Oszillatorspule mit einem Messingkern ausgerüstet. Zur Feineinstellung dient ein über 1 pF lose gekoppelter SKY-Trimmer.

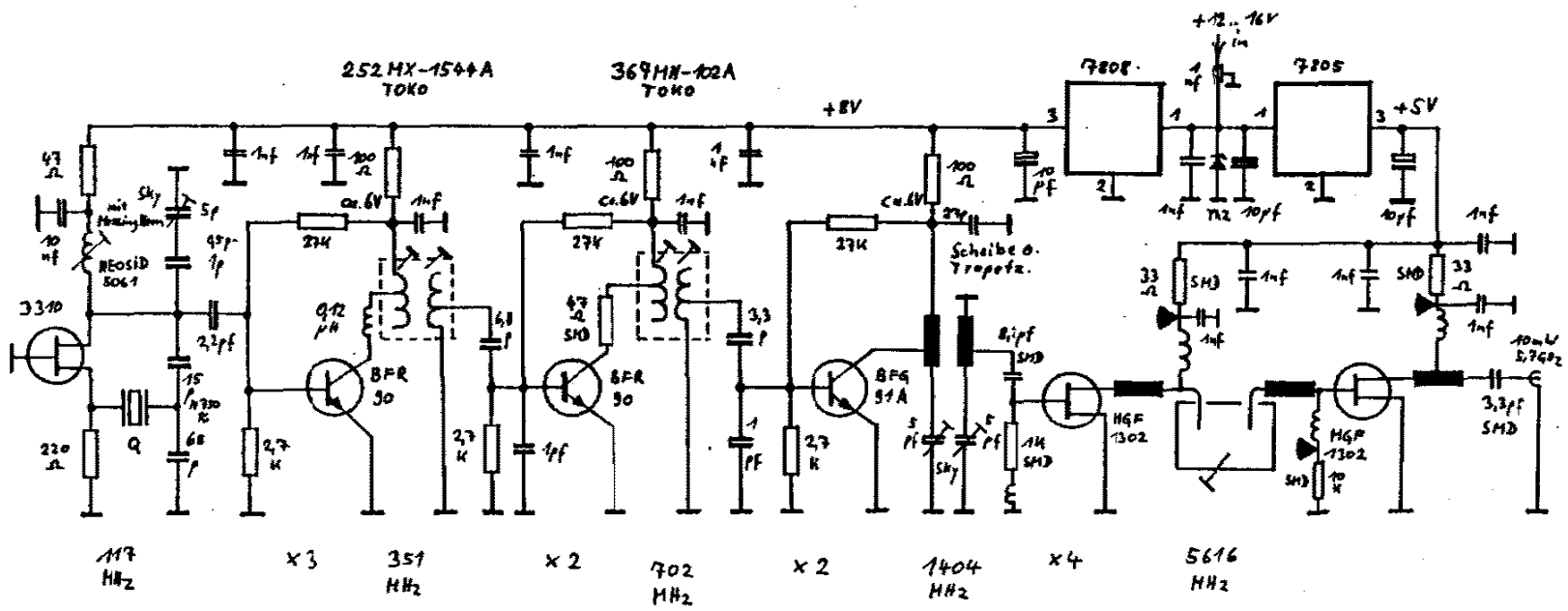
1. Design

The Crystal-Oscillator on 117 MHz is designed around the J310 FET in the usual source feedback-circuit. The following stages are comprised of a tripler with a BFR90, a doubler with a BFR90, a doubler with a BFG91A, a doub-

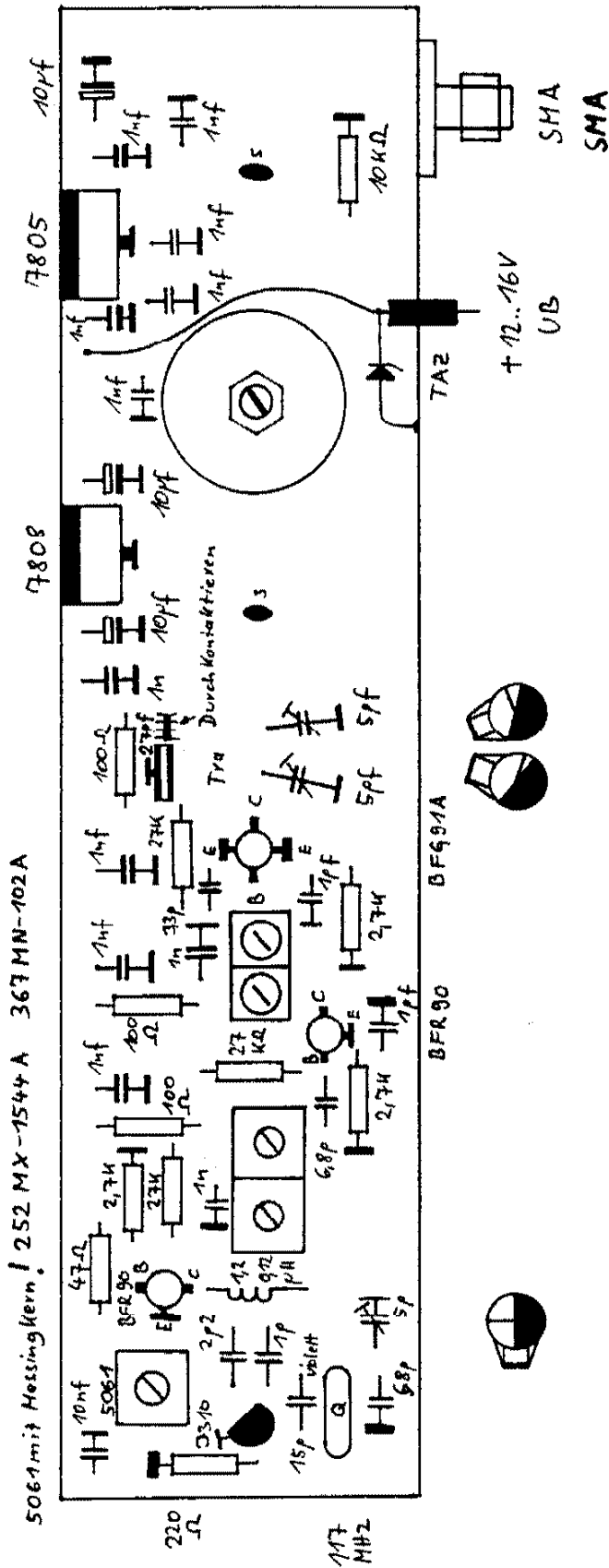
ler with a MGF1302 and a final stage with a MGF1302. Ready made Helical-Filters provide the selectivity on 351 and 702 MHz, a tuned stripline-filter serves on 1404 MHz and a single-pole resonator provides the final selection of the 5616 MHz signal. The oscillator coil is modified with a brass core for better stability and a loosely coupled SKY-trimmer provides a fine tuning facility.

5,7 GHz FREQUENZAUFBEREITUNG DB 6 NT

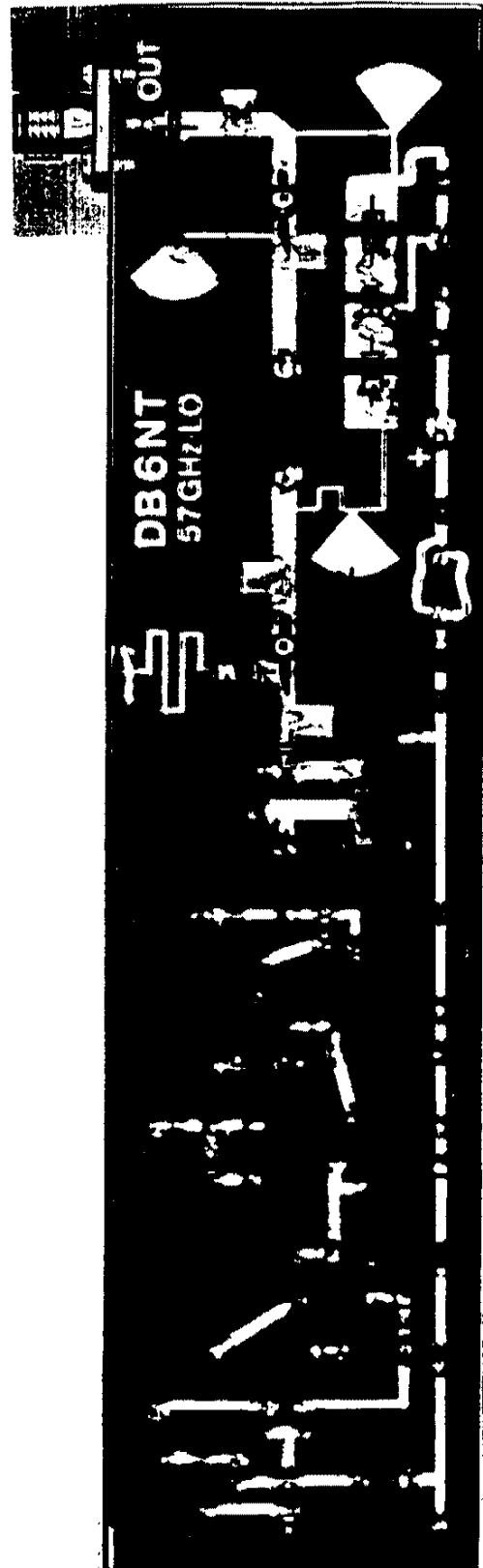
7.91



Bild/figure 3: Circuit of 5.7GHz LO



Bild/Figure 4: Parts Layout



Bild/Figure 5: Parts Layout of 5.7GHz LO

HL = Hohlniete zur Durchkontaktierung DK

2. Aufbau und Abgleich

Nach dem Anschluß der Betriebsspannung wird die Kollektorspannung des ersten Verdreifachers mit dem BFR90 gemessen. Diese muß nach dem Anschwingen des Oszillators auf ca. 6 V zurückgehen. Dabei ist der SKY-Trimmer in Mittelstellung. (Mit diesem wird später die genaue Frequenz eingestellt). Durch Abgleich des ersten Helixfilters wird die verdreifachte Oszillator-Frequenz ausgesiebt und dem zweiten Verdoppler mit dem BFR90 zugeführt. Ein erfolgreicher Abgleich ist als Stromerhöhung bzw. als Spannungsabfall am Kollektorwiderstand dieses BFR90 meßbar.

Mit der nächsten Verdopplerstufe wird genauso verfahren. Nach Einstellen der SKY-Trimmer auf den Normwert (Siehe Bestückungsplan) geht der Drainstrom des ersten FET zurück. Durch Nachstimmen wird der Drainstrom auf Minimum abgeglichen - das entspricht der maximalen Eingangsleistung am Vervierfacher. Durch Eindrehen der Resonatorschraube am 5,616 GHz Resonator wird der Strom im letzten MGF1302 minimiert (maximale DC-Drainspannung!).

Die Soll-Ausgangsleistung beträgt 10 mW. Ist sie mehr als 15 mW müssen die Drainwiderstände vergrößert werden.

Will man für Bakenzwecke o.ä. mehr Ausgangsleistung erreichen, kann man am Vervierfacher den Gatewiderstand auf 4.7k vergrößern und die Drainwiderstände auf 15 Ohm verringern.

2. Construction and Tuning

After connection of the supply-voltage first the xtal-oscillator has to be initialized. Indication for its oscillation is a rise in collector current of first tripler (BFR90), which is equivalent to a decrease of its collector voltage. After turnon of the oscillator this voltage should be around 6 V. The fine tuning control (SKY-Trimmer) is in its mid position. Tuning of the first helical-filter leads to an increase in collector current of the doubler stage. The same procedure holds for the second doubler and helical filter. Adjusting the SKY-trimmers of the 1404 stripline filter to its normal position (see parts layout in figure 6) should follow in a current decrease in the FET-quadrupler, which turns out as a voltage increase in the drain circuit.

Now all preceding filters are tuned for minimum current in the quadrupler FET. After that the resonator tuning screw can be adjusted for maximum output on 5616 or to minimum current in the last FET-stage.

The target value for output power is 10 mW. If its more than 15 mW the power can be decreased by increasing the resistors in the drain-circuits.

On the other hand power can be increased to 50 mW by increasing the gate resistor of the quadrupler to 4.7k and decreasing the drain resistors to 15 Ohms.

3. Meßergebnisse

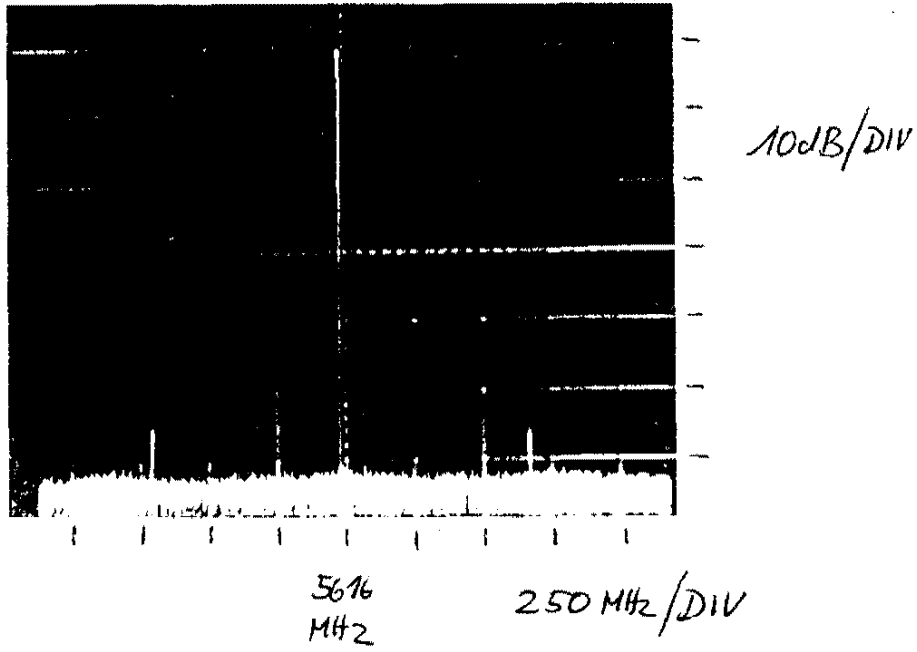
Bild 6 zeigt ein sauberes LO-Signal mit nur 2 Nebenwellen +- 704 MHz, die aber 55 dB unterdrückt sind.

3. Results

Figure 6 shows the output spectrum of LO with two spurious signals +- 704 MHz which have a level of -55 dBc.

4. Teileliste/Parts List

Anzahl	Bezeichnung	Bauform	Bezugsquelle
12	Widerst. 0.25 W	0207	Diverse
4	Widerst. SMD	1206	Diverse
13	Keramik-C 1nF	EGPU	Diverse
1	Keramik-C 10 nF	EGPU	Diverse
3	Keramik-C 1 pF NP0	EGPU	Diverse
1	Keramik-C 2.2 pF NP0	EGPU	Diverse
1	Keramik-C 3.3 pF NP0	EGPU	Diverse
1	Keramik-C 6,8 pF NP0	EGPU	Diverse
1	Keramik-C 15 pF N750	EGPU	Diverse
1	Keramik-C 68 pF N750	EGPU	Diverse
1	SMD-C 3.3 pF	0805	Diverse
1	SMD-C 8.2 pF	0805	Diverse
1	Trapez-C 27 pF		Diverse
3	Trimmer SKY 5 pF	Grün	Diverse
3	Elkos 10 uF/16 V	4.5 x 8 mm	Diverse
1	Duko 1 nF	Lötbar	Diverse
1	Drossel 0,12 uH	0207	Diverse
1	Spule 115 nH NEOSID	5061	Diverse
1	Helixfilter 367MN-102A	TOKO	Componex/Düsseldorf
1	Helixfilter 252MX-1544A	TOKO	Componex/Düsseldorf
1	TAZ Diode	1N6276	Diverse
1	Quarz 117 MHz	HC18U	Diverse
1	Regler 8 V	MC7808	Diverse
1	Regler 5 V	MC7805	Diverse
1	FET	J310	Diverse
2	Transistor	BFR90	Diverse
1	Transistor	BFG91A	Diverse
2	GaAs-FET	MGF1302	Mitsubishi
1	Koaxbuchse (Stecker)	SMA	
1	Resonator		Eigenbau
1	Weißblechgehäuse 35 x 148 x 30		
1	Teflon PCB ULTRALAM2000	Er=2.5, 2 x 0,035 mm Cu, 0,78 mm	Dirk Fischer, Neuer Graben 83, 4600 Dortmund 1, Tel.:(++49)(0)231-105752



Bild/Figure 6: Measurement Results for Output Spectrum