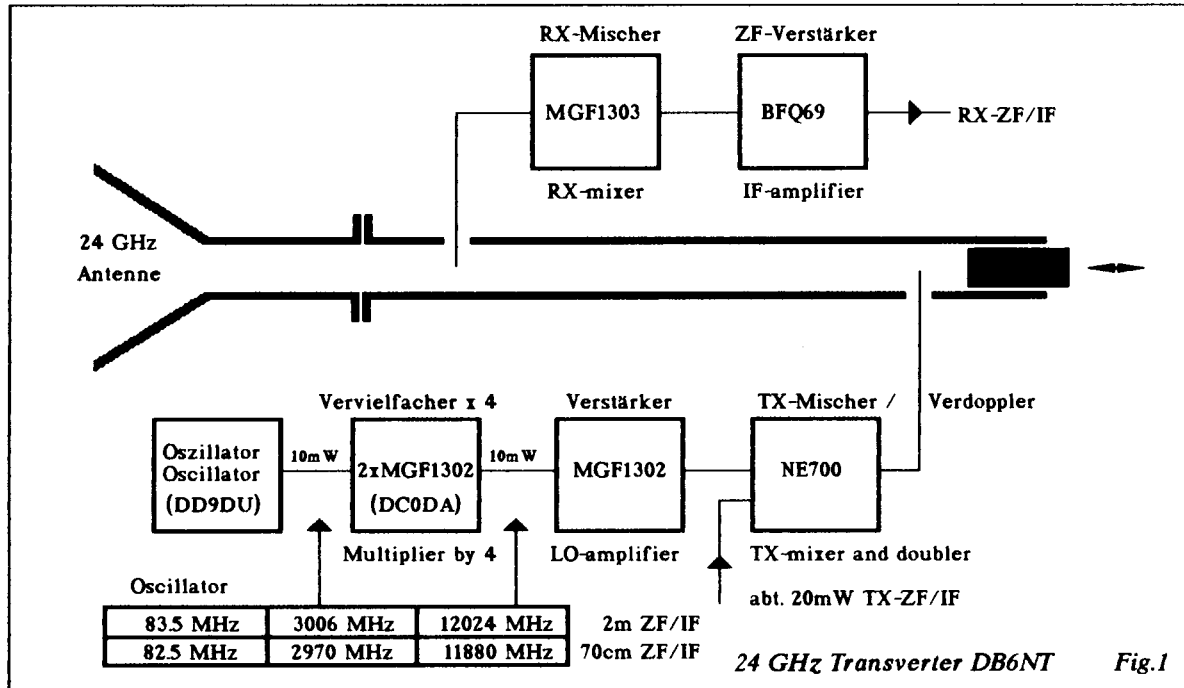


Transistorized 24 GHz Transverter

by Michael Kuhne, DB6NT, ✉ Birkenweg 15, D-8674 Naila/Hölle ☎ (09288) 8233

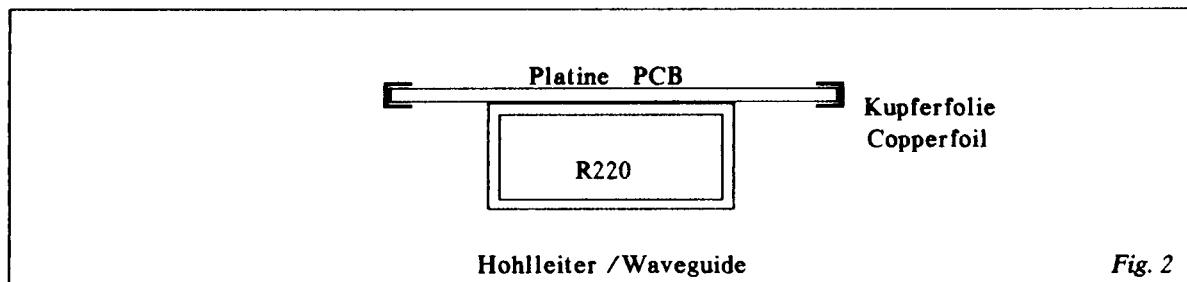
Blockschaltbild (Block circuit diagram)



Kurzbeschreibung: Aufbau des Transverters (Short description of construction)

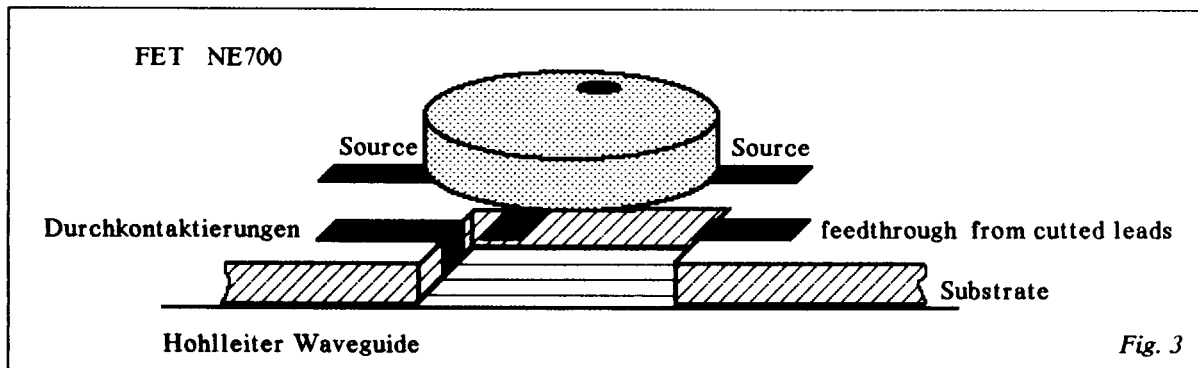
Der Transverter ist in gedruckter Technik auf 0,25 mm starkem RT/DUROID® 5880 aufgebaut. Diese Platine wird auf ein Stück Hohlleiter vom Typ R220 aufgelötet. Die Kopplung von der Platine in den Hohlleiter erfolgt mit abgemantelten Semirigidkabeln UT085, Ø2.2mm, so daß 1.7mm in den Hohlleiter ragen. Beim Anfertigen des Kurzschlußschiebers ist auf genaue Passung zu achten. Nach Justage des Schiebers im Hohlleiter, ist dieser mit einer Schraube zu arretieren. Die in dem Bestückungsplan mit einem Massezeichen markierten Stellen sind mit Kupferfolie nach Masse hin zu verbinden (Bild 2).

The transverter is built on 0.25mm thick PCB made from RT/DUROID® 5880. The PCB is soldered onto a piece waveguide of type R220. The coupling from the PCB into the waveguide is realized by using a bit of semirigid coax typed UT085, Ø2.2mm, were the jacket on one end is removed and the inner conductor is dipped 1.7mm into the waveguide. After adjustment of the short inside the waveguide, the short is locked by a screw. The in the component diagram marked groundsigns are connected by copperfoils to the ground in manner of Fig. 2.

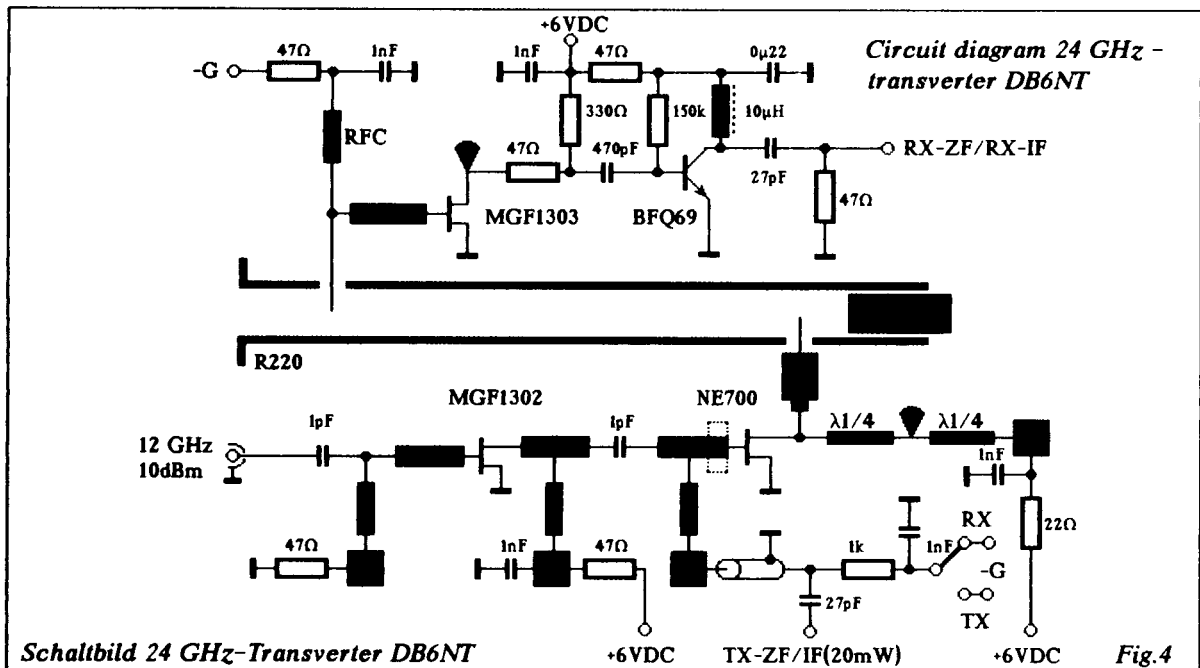


Alle Bauteile sind SMD-Bauelemente. Die 1pF-Kondensatoren sind SHF-Typen (ATC) kleiner Bauform. Um gute Massekontakte der Transistoren zu bekommen, schneidet man vor dem Einbau ca. 3.5mm von den Source-Anschlüssen ab und verwendet diese als Kontaktierung. Dazu werden zunächst Quadrate von 2x2mm unter dem FET aus dem Substrat der Platine geschnitten. Die Beinchen werden nun U-förmig um das Substrat gelegt und angelötet. Erst danach wird die Platine auf dem Hohlleiter befestigt (Fig. 3).

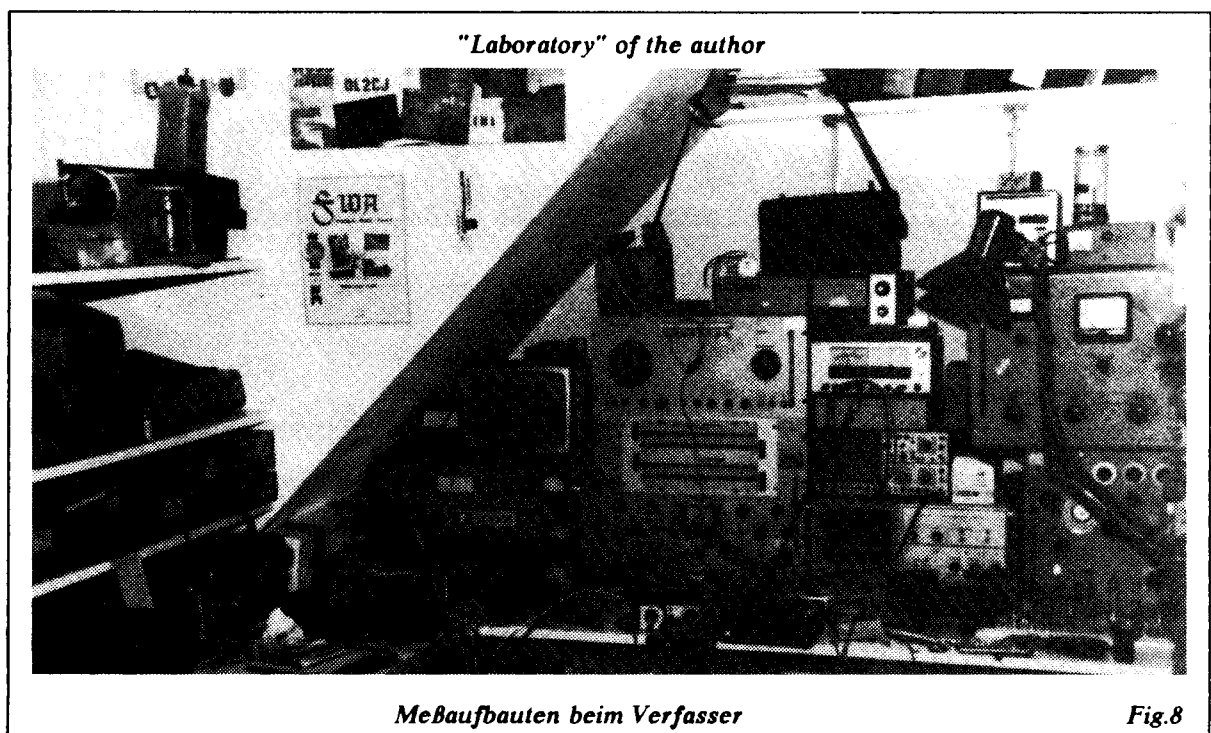
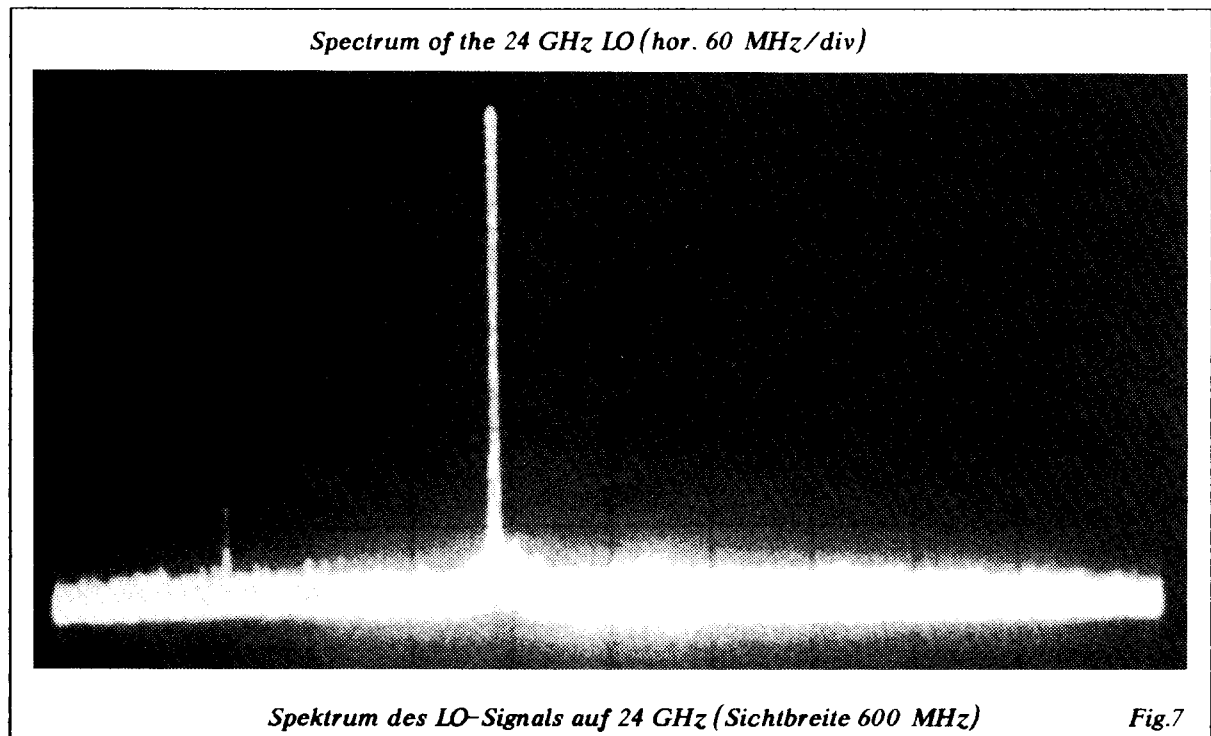
All parts used are SMD components. The 1pF-capacitors are SHF-types by ATC with small size. The source leads of the FET are cut off 3.5mm. Now a square of 2x2mm is removed on the substrate below the FET. Then the cut off leads are used as through contact inside the removed square hole in the substrate (Fig.3). After soldering the FET with its source-leads to the through contacts on the PCB, the PCB is soldered onto the waveguide.



Der Z-Wert der Streifenleitung am Gate des NE700 muß optimiert werden. Dies geschieht durch Hinzufügen oder Entfernen der Kupferleiterbahn in seiner Breite. Der Arbeitspunkt des NE700 wird durch die Gatespannung auf optimalen Output eingestellt. Dieser ist vom TX-Mischbetrieb zum Verdopplerbetrieb unterschiedlich und wird daher umgeschaltet. Die ZF-Sendeleistung muß jeweils bestmöglichst angepaßt werden. Sie liegt bei ca. 20 - 30 mW. Als ZF-Frequenz kann 2m oder 70cm (23cm) verwendet werden. Die Schaltung des ZF-Verstärkers ist breitbandig. Der Arbeitspunkt des Empfangsmischers wird mit Hilfe eines Signalgenerators optimiert. Dieses erfolgt als letzter Schritt des Abgleichs.

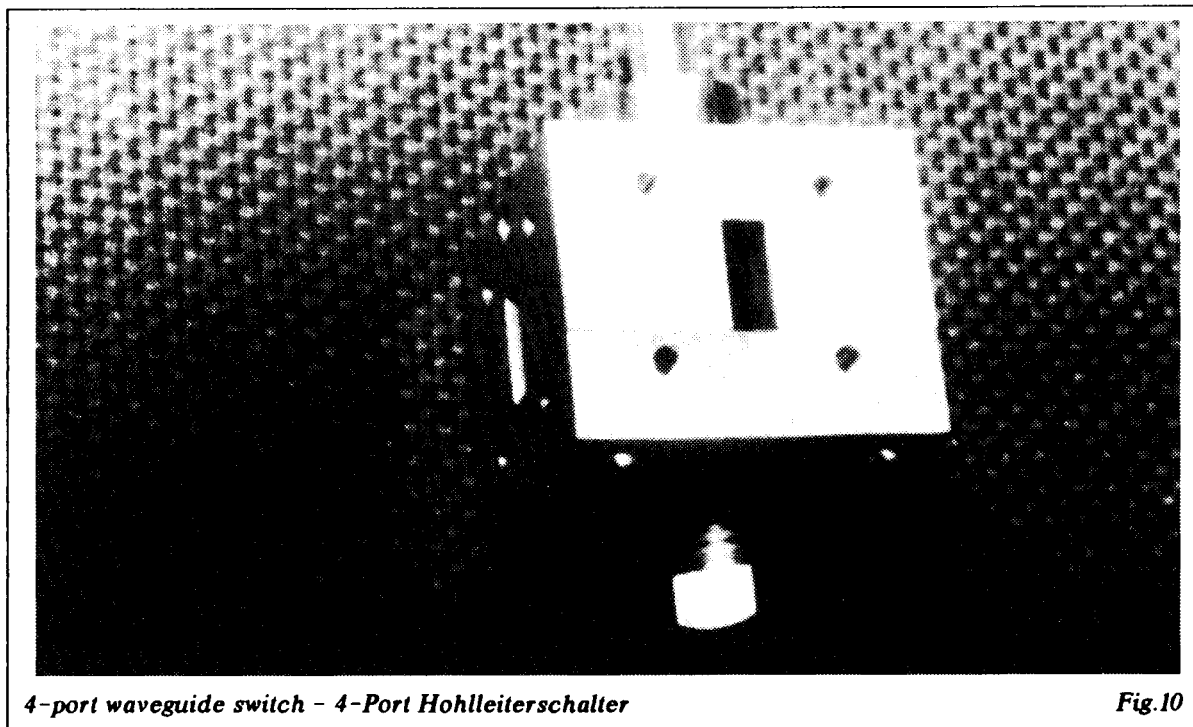
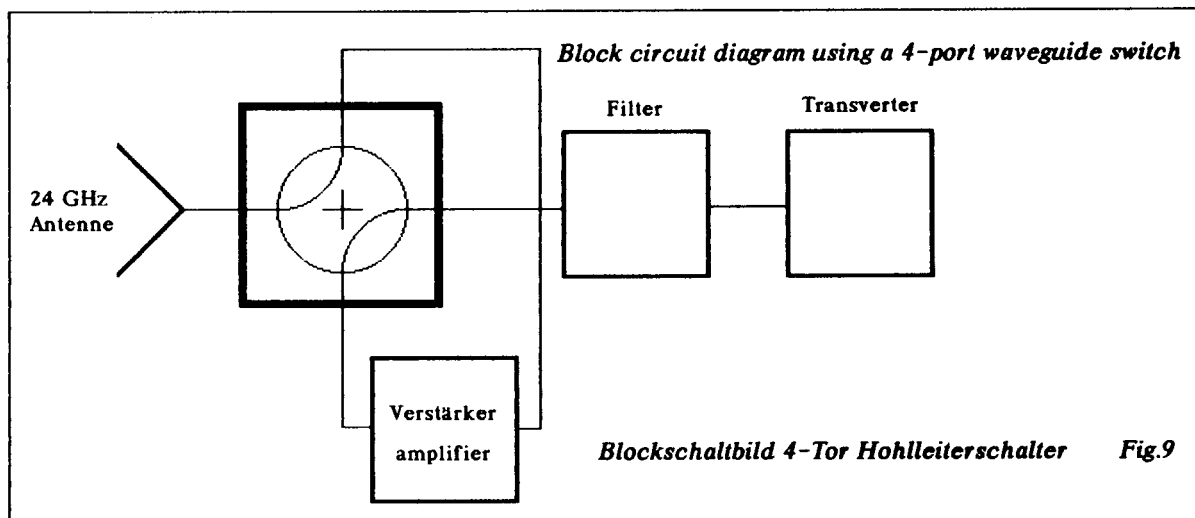


Performance: On the optimized prototype 1.6mW outputpower were measured on 24192 MHz and a noisefigure of 13dB (DSB). During the noisefigure measurement a 3-pole waveguide filter was used.



Eweiterung des Transverters mit GaAs-FET Verstärker

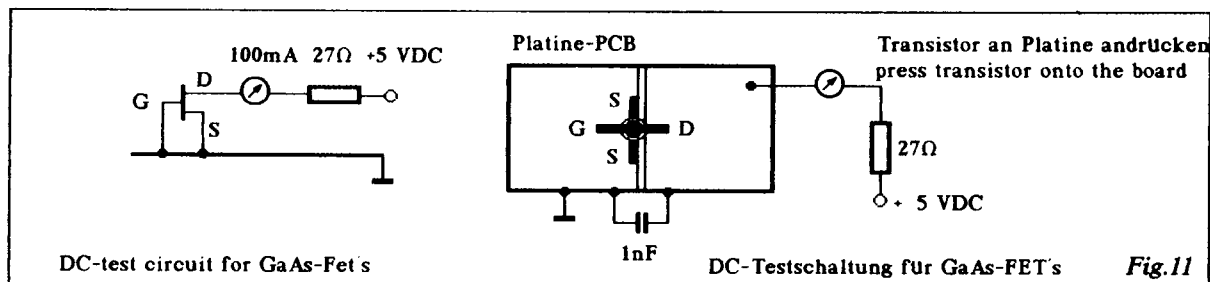
Um die technischen Daten des zuvor beschriebenen Transverters zu verbessern, ist im Sende- sowie im Empfangsfall ein Verstärker mit Bandfilter einzufügen. Da sich der FET-Verstärker zum Senden und Empfangen gleichermaßen einsetzen läßt, verwendet man nur einen Verstärker, der mit einem 4-Tor Hohlleiterschalter kombiniert wird.



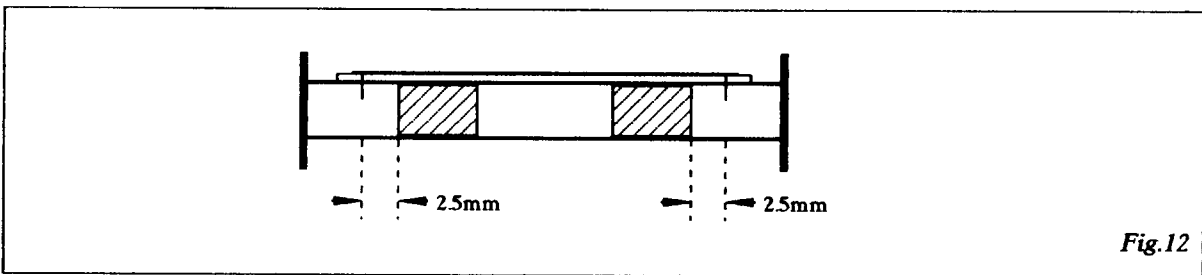
Extension of the transverter using a GaAs-FET amplifier

For improving the performance of the described transverter an additional amplifier is developed (including a waveguide filter). The amplifier is used in the RX respective TX path by coupling via a 4-port wave guide switch (see Fig.10).

Für den Funkamateurl stellt es immer wieder eine Herausforderung dar, Bauteile an der Grenze ihrer Daten zu betreiben. Von dieser Tatsache muß man ausgehen, wenn man GaAs-FET's im normalen Keramikgehäuse auf Frequenzen über 18 GHz einsetzen will. Da die Herstellerdaten bei 18 GHz aufhören (Gehäuse), aber der Chip des Transistors eine Transitfrequenz von 90 GHz hat, ist die Realisierung eines Verstärkers eine Frage der Anpassung. Das Gehäuse stellt in erster Linie eine große Induktivität dar (Anschlußdrähte). Durch diese Tatsache kann die Anpassung nur sehr schmalbandig erfolgen. Ein wichtiges Problem ist die Sourcekontaktierung an Masse. Je länger der Sourceanschluß, desto größer die Gegenkopplung (Verstärkungsminderung). Die Gehäuseinduktivität beträgt ca. 0.25 nH, der Wert der Massekontaktierung etwa 0.08 nH. Da die Induktivität des Transistors den größeren Teil ausmacht, muß man die Masse an den Transistorchip transformieren, um brauchbare Verstärkungswerte zu erhalten. Dazu werden direkt am Gehäuse des Transistors seitlich Kupferstreifen angelötet (ca. 1,5 x 3mm). Durch Variieren des Abstandes zur Platine hin werden diese optimiert. Um die Streifenleitungen zwischen den Transistoren und der Ein- und Auskopplung in den Hohlleiter abzugleichen, verwendet man die bewährte "Schiebemethode". Es werden hier nur sehr kleine Plättchen benötigt (ca. 1.5 x 1.5mm). Die beste Verstärkung wurde bei Gate = 0 Volt erzielt. Die Spannungszuführung erfolgt über Vorwiderstände zur Strombegrenzung. Man sollte die Transistoren vor dem Einbau in die Schaltung, gleichstrommäßig messen. Es empfiehlt sich, den mit dem größten Drainstrom (bei G=0V) in die "PA-Stufe" einzusetzen, da dieser auch erfahrungsgemäß die größte Leistung abgibt.



Often, amateurs use components around its range of limited ratings as in this case a GaAs-FET which is specified by the manufacturer to 18 GHz only. The reason is the inductance of the package which requires relative long leads. The chip itself provides a transition frequency of 90 GHz, therefore it's a question of matching to realize a circuitry giving resonable gain on 24 GHz. Because of this matter a matching can be realized for relative narrowband operation only. Very important is the grounding of source leads. As longer the source grounding leads are, as lower gain can be expected because of the increase of inverse feedback. The inductivity of the package is specified to 0.25 nH and the grounding inductivity (FET assembled in order to Fig.2) is additional another 0.08 nH. Because of the high proportion between grounding and package inductivities, the ground must be transformed inside the FET. Therefore, copperstrips are soldered beside the FET (1.5 x 3mm). By varying the space to the PCB the transformation will be optimized. For matching the transistors and the waveguide to the striplines small coppersheets (1.5 x 3mm) are pushed onto the striplines to and from. The best gain provides 0 VDC-gate voltage. The drain voltage is applied via resistors for current limitation. Before assembling the FET's to the board, the transistors should be DC-tested because the FET producing the highest DC-current should be used in the final stage for best rf-output.



Die Übergänge von der Platine in den Hohlleiter werden auch wie bei dem Transverter aus Semi-rigid-Kabeln gefertigt. Sie ragen 1.7mm in den Hohlleiter hinein. Die Passung des Kurzschlußschiebers sollte sehr genau sein.

The adapter from stripline to waveguide is made as described for the transverter by bits of semi-rigid cables and its inner conductor dips 1.7 mm into the waveguide. The short should be fitted as accurate as possible for highest loss between in and output.

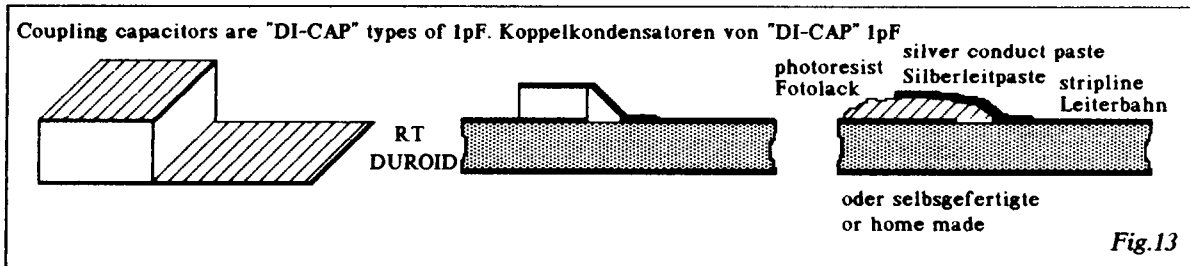


Fig.13

Aus Fotolack und Silberleitpaste kann man Kondensatoren herstellen, die von Profis in Laboraufbauten bis 60 GHz verwendet werden.

Capacitors made from photoresist and silver-conducting-paste are used by professionals in laboratories up to 60 GHz.

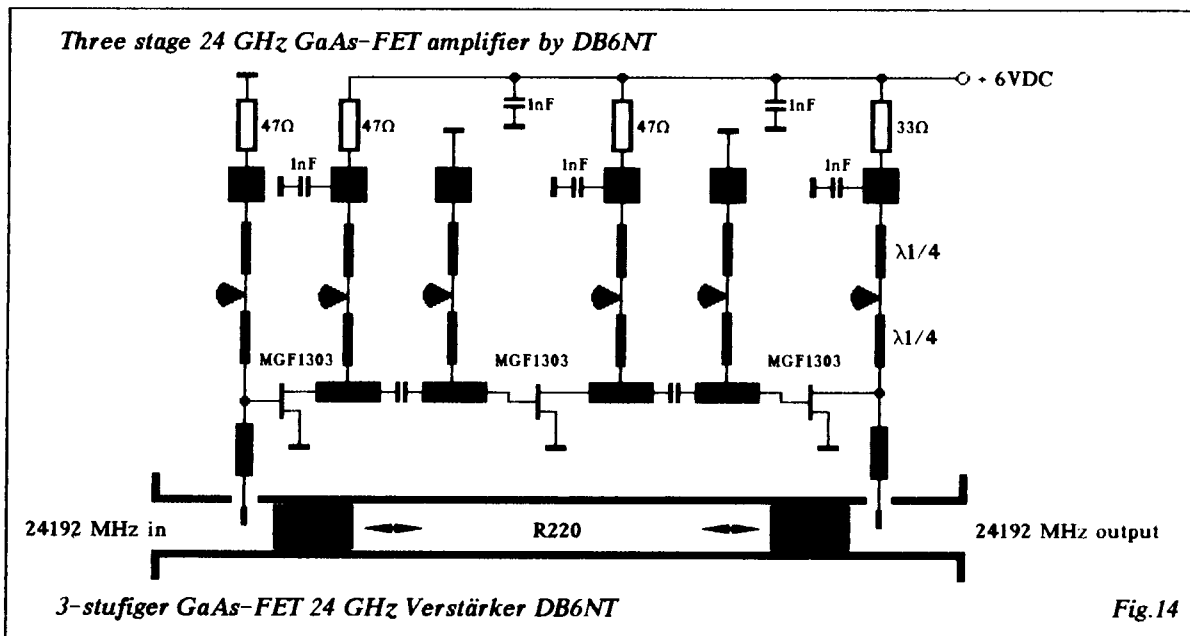


Fig.14

Bild 14 zeigt das Schaltbild des 3-stufigen GaAs-FET 24 GHz Verstärkers. Bild 14 und 15 zeigen den Bestückungsplan und das Platinen Layout.

Fig. 14 shows the circuit diagram of the 3-stage 24 GHz GaAs-FET amplifier. Fig. 14 and 15 shows the component side and the layout of PCB.

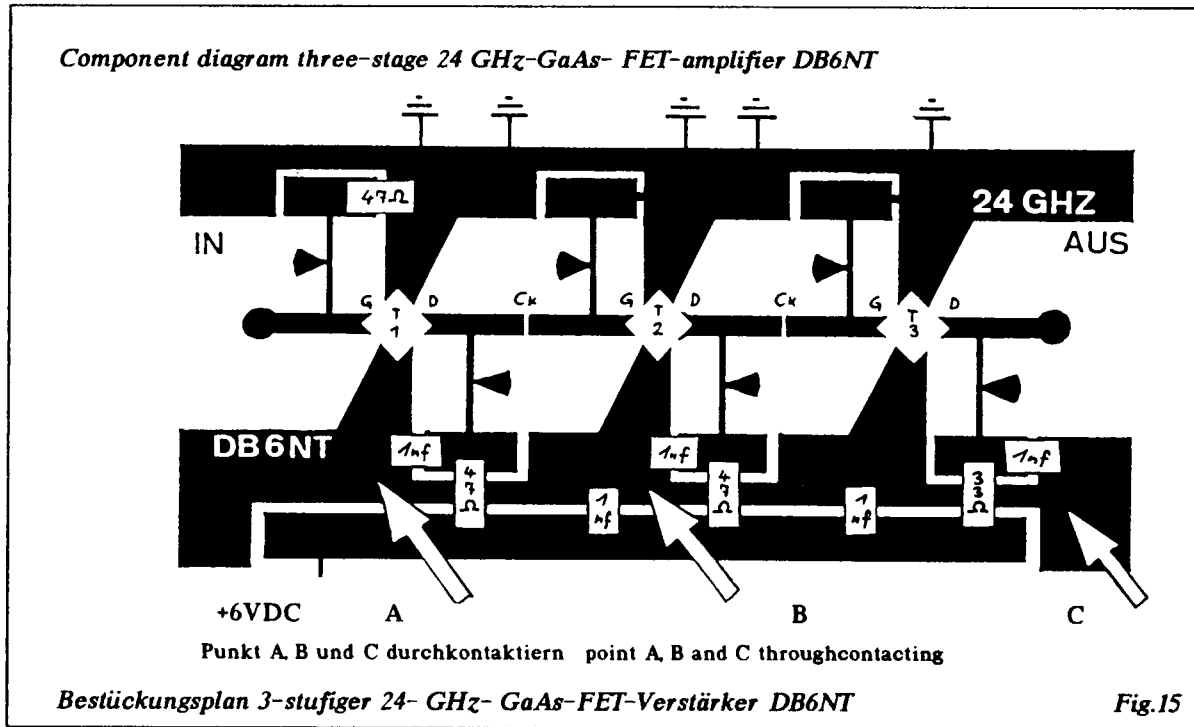


Fig.15

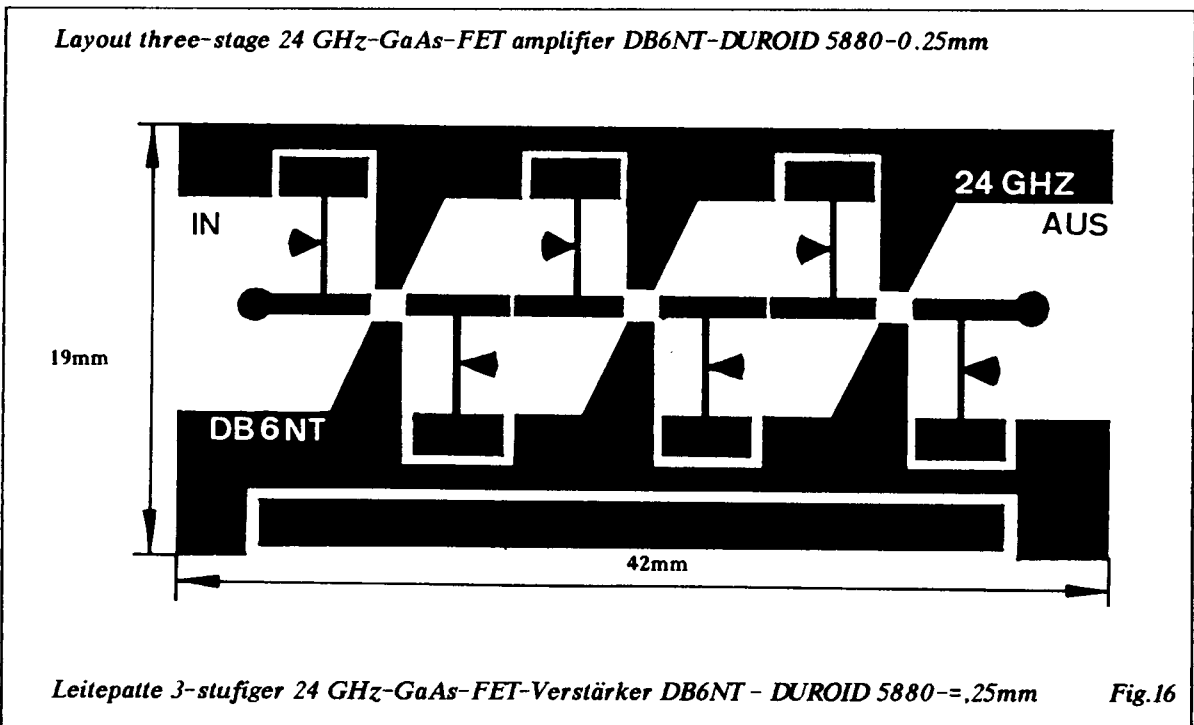


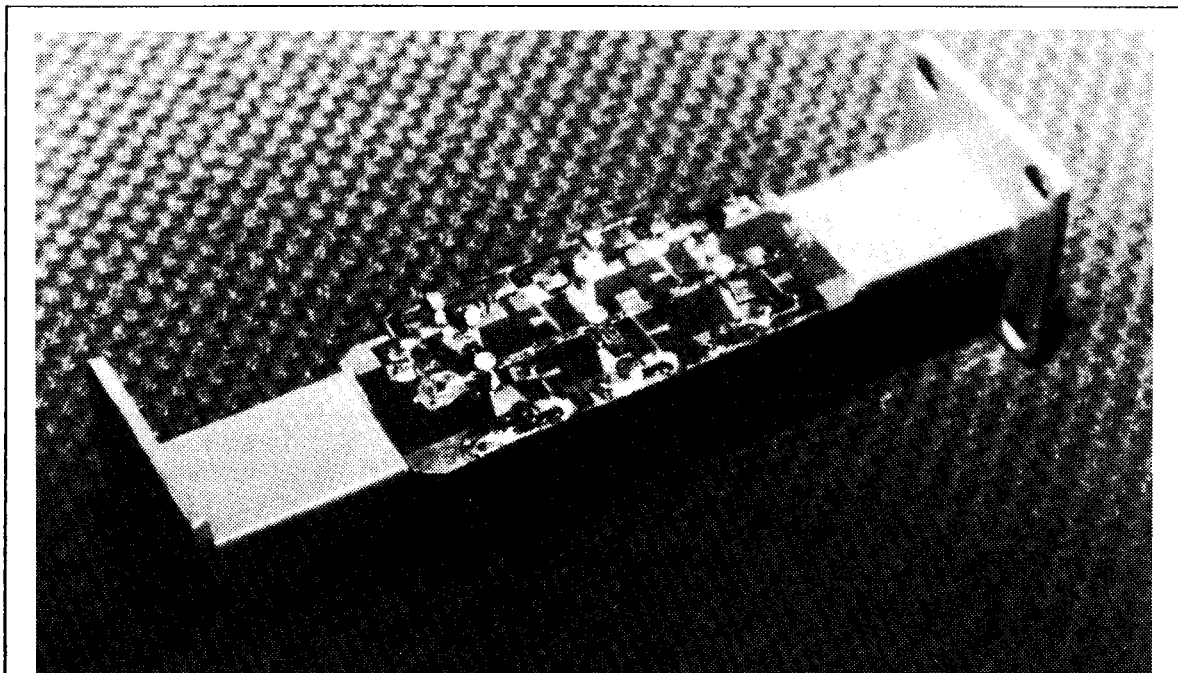
Fig.16

Technische Daten des 24 GHz GaAs-FET-Verstärkers:

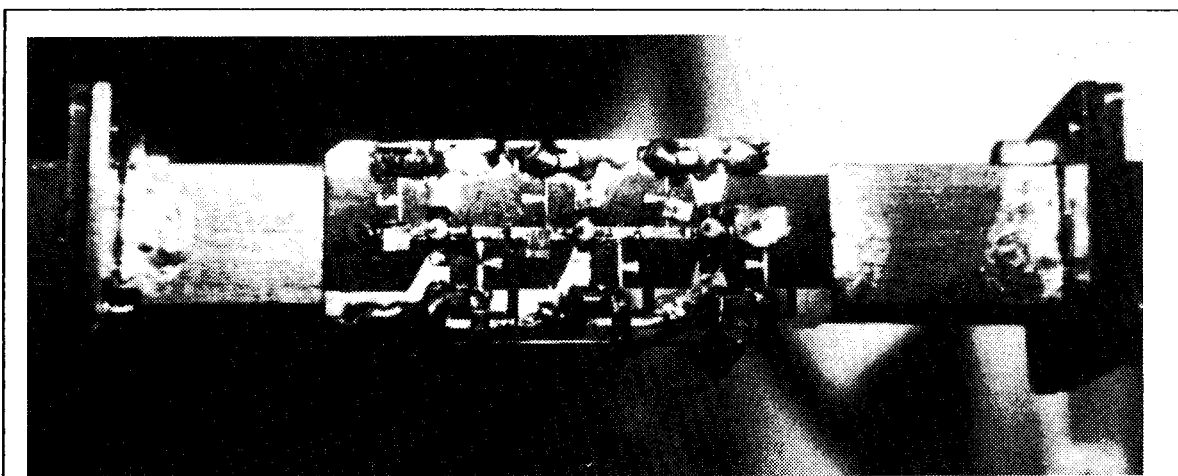
Bestückung: 3 x MGF1303. Verstärkung bei 3 dBm output = 18dB! Rauschzahl = 6dB ESB. Ausgangsleistung bei 1.6 mW Ansteuerung= 20mW (6V Betriebsspannung), bei 8V Betriebsspannung 30 mW.

Performance of the 3-stage 24 GHz GaAs-FET-amplifier:

Component parts: 3 x MGF1303. Gain at 3dBm output = 18dB! Noise figure = 6dB ESB. Output power at 1.6 mW inputpower = 20 mW (6V supplyvoltage). at 8V supplyvoltage 30 mW.



Three-stage 24 GHz-GaAs-FET-amplifier-3-stufiger 24 GHz GaAs-FET-Verstärker-DB6NT Fig.17



Three-stage 24 GHz-GaAs-FET-amplifier-3-stufiger 24 GHz GaAs-FET-Verstärker-DB6NT Fig.18