

# HEMT Preamp for 10GHz

Silvano Ricci, IOLVA

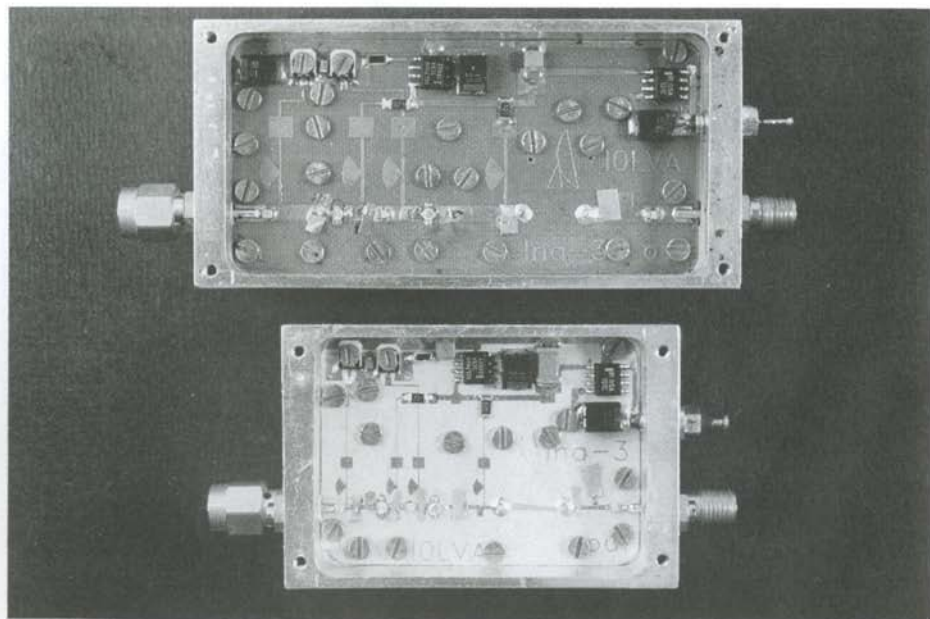
**Abstract:** After developing a 10 GHz/2.5 W amplifier (A forthcoming DUBUS publication), the need was felt to improve the reception capability. The result (after two solutions, one on micro-stripline and the other in the air by means of a reference block) is the two-stage preamplifier, which is shown in the photograph. The devices which have been used are HEMT MGF4317D in the first stage and the GaAs-Fet MGF1303B in the second stage. Gain is about 18 dB and the noise figure is about 1 dB.

**Kurzfassung:** Nach der Entwicklung eines 10 GHz/2,5 W Endverstärkers (Wird in der DUBUS veröffentlicht), wurde ein zweistufiger LNA entwickelt,

der in der ersten Stufe mit einem MGF-4317D HEMT und in der zweiten Stufe mit einem MGF-1303 GaAs-FET bestückt ist. Die Verstärkung ist 18 dB und die Rauschzahl beträgt ca. 1 dB.

## Description

Fig. 1 shows the classic grounded source circuit. A printed circuit board (fig. 2) has been used. Construction follows micro-stripline techniques. It is made of alumina, it has a 0.79 mm thickness with  $\epsilon_r=10$  and 50x36 mm standard size, fitting into the classic tinplate boxes or into a milled brass silver-plated box, as in my case. The latter solution offers very good results, also under the mechanical sta-



IOLVA HEMT Preamps for 10GHz

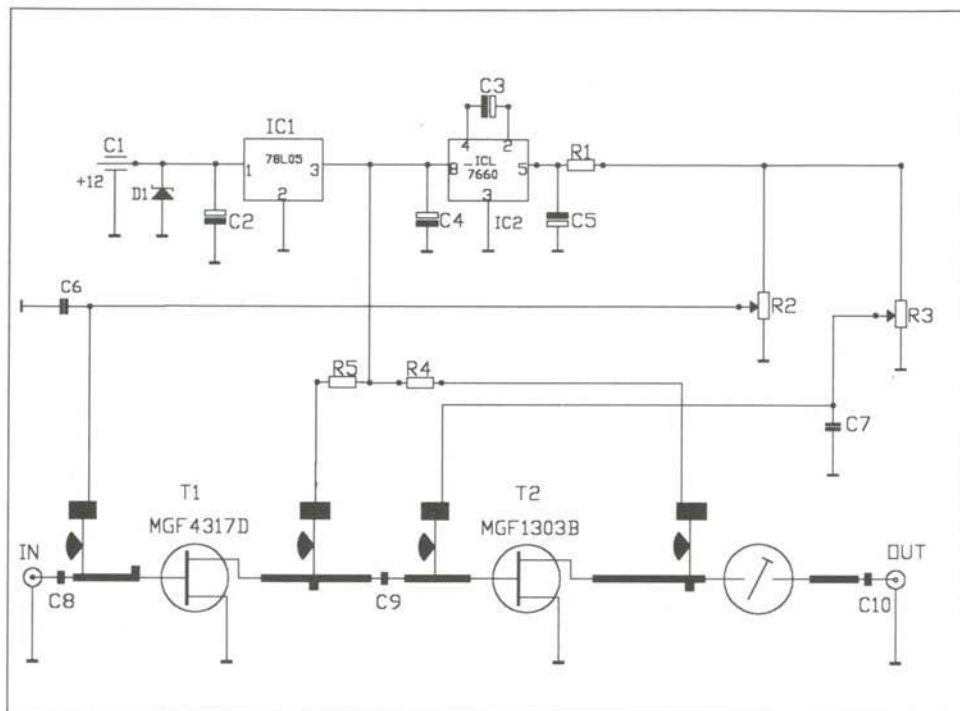


Fig. 1: Circuit Diagram

bility aspect, although both solutions have given equally good results.

The power supply has been integrated in the same printed circuit board, with a 78L05 for 5 volts of drain voltage and with a bias circuit composed by ICL 7660 for the negative gate voltage. SMD components have been used.

Fig. 4 shows the drawing with the components' layout.

ATC 1 pF input, output and interstage chip capacitors have been used.

A band pass filter has been inserted after the two stages to obtain clearer reception signal. The following results have been obtained:

- bandwidth 40 MHz at - 3.0 dB
- bandwidth 100 MHz at - 10.0 dB
- loss 1.5 dB

If the brass silver-plated box is used, the resonant cavity can be directly made on the bottom of the box following the size shown in the picture.

## Construction

Cut the PCB to fit it into the box. Fasten it with with M2 screws on the silver-plated box bottom.

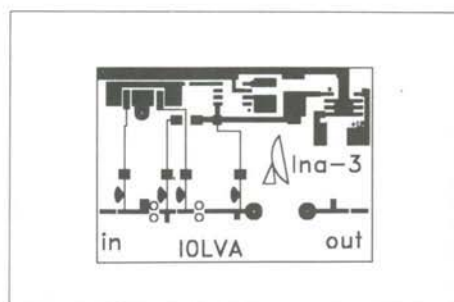
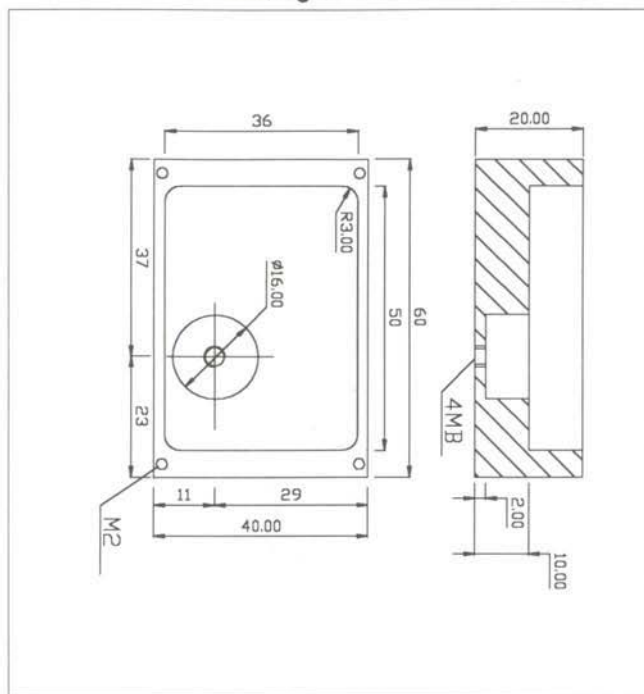


Fig. 2: PCB

Bild/Figure 3: Filter



If the tinplate box is used instead, the PCB must be soldered around the box walls.

Make the holes for the input and output SMA connectors, choosing the best solution to suit your needs. I have chosen male SMA connector for input, so that the input is directly connected to the antenna relay, and a female SMA connector for output.

Make a hole for the Erie 1000 pF feed-through capacitor.

Two systems are available for the grounded source circuits connection, as described here below:

- Make two 1.2x0.5 mm parallel cuts with a 2 mm center distance by means of a small screwdriver, which shall be used as a chisel, according to the drawing shown in fig. 5a.
- Make two 1.5 mm dia. holes with a 2 mm center distance. 2 copper or brass rivets with a 1 mm dia. internal hole shall be soldered on the grounded side, as shown by the drawing in fig. 5b.

Solder the rivets for the grounded source circuits connection. Solder the two 1 mm thick silver-plated copper wire cavity launchers. Once holes have been cropped, launchers must protrude by 2 mm from the grounded side.

Fix the PCB on the bottom of the box by means of M2 screws. Assemble the SMA connectors, the feed-through capacitor and all the power supply components.

If the tinplate box is used, solder the PCB along the edges at a 15 mm height from the grounded side. Solder the two input and output SMA connectors, the power supply feed-through capacitor and the rivets. Make slots for the grounded source circuits connection, solder the two cavity launchers. Place the cavity after outlining the circumference and keep it still in position by means of an amateurial vice, so that it does not

move. Then solder it, making sure that no tin gets inside and finally assemble the power supply components.

Before soldering the HEMT and the GaAs -Fet, perform the first test, to see whether power supply is correct. If everything is OK you can assemble devices.

Connect the welder to the box ground by means of a wire. Cut 2 mm long GaAs-Fet ends. Position the GaAs-Fet on tracks and then solder the ends. This operation must be performed very quickly with a small quantity of tin. At this point the preamplifier is finished and the tuning phase can thus be started.

## Beschreibung

Abb. 1 zeigt die Schaltung. Die gedruckte Schaltung zeigt Abb. 2. Sie besteht aus einem AlO<sub>2</sub> Substrat mit 0,79 mm Dicke und einer Größe von 50x36mm, so daß sie in Standard-Gehäuse paßt. Die Stromversorgung ist auf der Platine integriert und benutzt die üblichen Regler und Inverter

(78L05/ICL7660). Abb. 4 zeigt die Anordnung der Teile. Als Trennkondensatoren werden 1pF ATC Chips benutzt.

Ein Filter (Abb. 3) sorgt für zusätzliche Selektion. Es erreicht bei 1,5 dB Grunddämpfung eine Selektion von 40 MHz bei 3 dB und von 100 MHz bei 10 dB Abfall. Bei Benutzung eines gefrästen Messinggehäuses kann das Filter ebenfalls ins Gehäuse integriert werden.

## Konstruktion

Die Platine passend für das Gehäuse zuschneiden. In das Gehäuse Gewindelöcher M2 zur Platinebefestigung drehen. Löcher für die SMA-Buchsen und für den Durchführkondensator bohren.

Um die Quellen zu erden, hat man zwei Alternativen:

- Zwei 1,2x0,5 mm Schlitz mit 2 mm Abstand in die Platine schneiden (Abb. 5a)
- zwei 1,5 mm Löcher in 2 mm Abstand bohren (Abb 5b). Dort hinein zwei Nieten mit 1mm Innendurchmesser von unten einlöten.

Alle Nieten für Durchkontaktierungen einlöten. Zwei 1mm dicke Silberdrähte als Sonden für das Filter einlöten. Sie müssen 2mm von der Masseseite abstehen.

Platine ins Gehäuse einbauen, SMA-Buchsen und Durchführungs-C einbauen. Dann alle Komponenten der Stromversorgung einbauen.

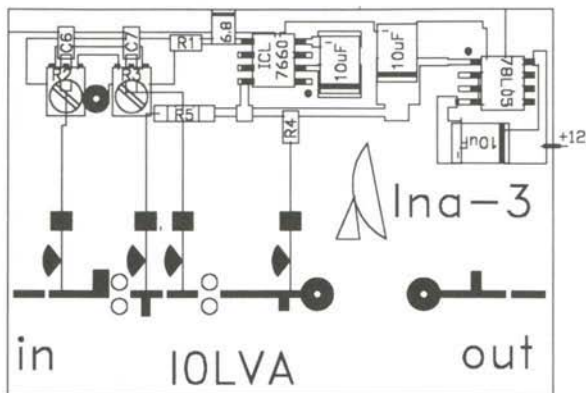
Falls ein Weißblechgehäuse benutzt wird, die Platine mit 15 mm Abstand einlöten.

Bevor die FET's eingebaut werden, sollte die Stromversorgung getestet werden. FET Anschlüsse auf 2 mm kürzen und dann die FET's einbauen.

## Tuning

Before connecting the power, check if everything is OK and that nothing has been forgotten. Prepare 4 or 5 small sheet-brass or copper 3/10 mm thick rectangular pieces ( having different sizes: 3 x 2, 3 x 1.5, 3 x 1 mm ). Connect the power. Adjust the

Bild/Figure 4: Parts Layout



two gate negatives so that the two stage current is about 23 mA. Because not everyone may have a Noise Figure Meter, adjust the preamplifier and receive a signal wich can come from a noise source, a signal generator or a beacon. If none of those is available, a tx can be used for 432 MHz in the CW mode and the harmonic 24 can be used.

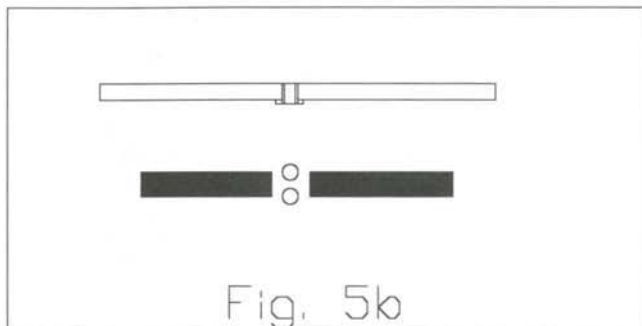
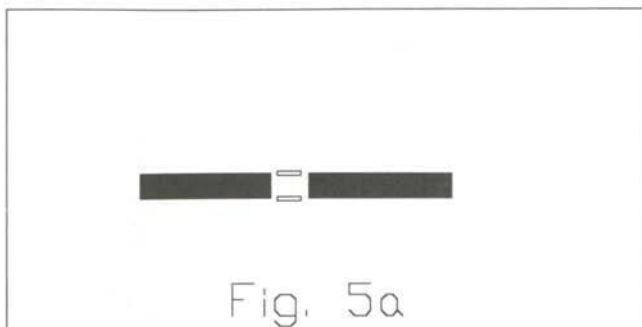
Adjust the 4 MB screw of the resonant cavity and insert it for 4 mm. depth. Anyway adjust it to obtain the maximum gain or the best signal on the S-meter of the receive. Once the proper adjustment is found, tighten the screw by meansof the lock nut.

Put the tags along the 50 ohm lines starting from the input until the NF reduction is detected on the Noise Figure Meter. For fine tuning, a Noise Figure Meter should undoubtedly be used, because the NF minimum can never be obtained by means of the maximum gain method. As the NF minimum is gradually reached, solder the tag in the correct position, if everything has been properly done one will read NF = 1.0 dB and G = 18 dB.

The following instruments have been used:

- DJ9BV Noise Figure Meter
- Noise Source with BAT-31 home made
- Noise Figure Meter EATON 2075-2
- Noise Source EATON 7618
- Sweep generator HP 8620 C with plug-in HP 86290 B
- Network Analyzer HP-3570A with converter 144/12 MHz

Bild/Figure 5: HEMT Mounting Details



7. Spectrum Analyzer HP 141T + HP 8552B + HP 8555
  8. Network Analyzer HP 8755 C - HP 11664A
- The following results have been obtained by means of two prototypes:

Parameter	Unit	No. 1	No. 2
NF	dB	1.0	1.2
Gain	dB	18.0	19.0
$I_D$	mA	23	25

I am at your full disposal for any clarification, comments or criticism.

### Abgleich

Einige Abstimmfahrten aus 0,3 mm dickem Kupferblech vorbereiten. Spannung anschließen. Die negative Gatevorspannung so einstellen, daß ein Gesamtstrom von 23 mA fließt. Hat man kein Rauschzahlmeßgerät, kann man den Vorverstärker auf eine Bake oder eine Harmonische eines Signal-

generators abgleichen. Die Abstimmsschraube wird 4mm eingedreht und von dieser Position aus das Maximum der Verstärkung eingestellt. Danach die Schraube sichern.

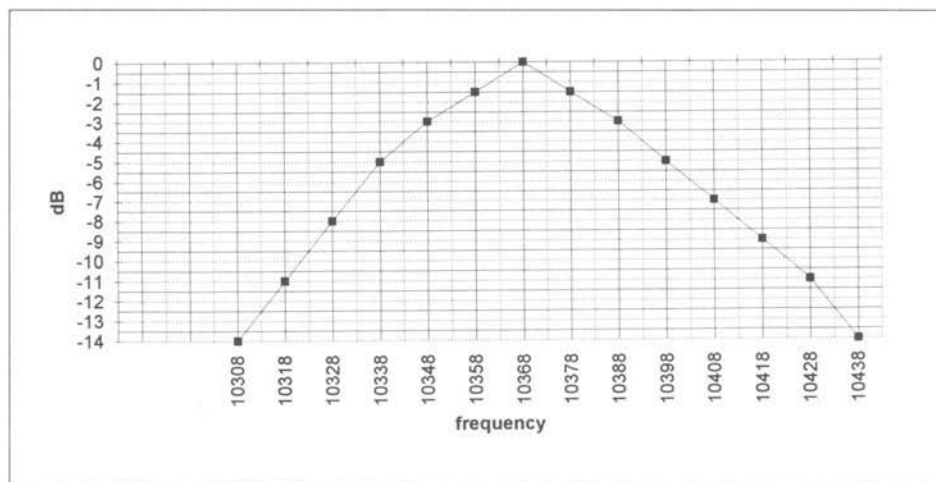
Mit einem Rauschzahlmeßgerät bringt man Abstimmfahrten beginnend vom Eingang an und verschiebt sie, bis die Rauschzahl ein Minimum ist. Hat man eine gute Abstimmung gefunden, können die Fahnen angelötet werden.

Folgende Meßgeräte wurden zum Abgleich benutzt:

1. DJ9BV Noise Figure Meter
2. Noise Source with BAT-31 home made
3. Noise Figure Meter EATON 2075-2
4. Noise Source EATON 7618
5. Sweep generator HP 8620 C with plug-in HP 86290 B
6. Network Analyzer HP-3570A with converter 144/12 MHz
7. Spectrum Analyzer HP 141T + HP 8552B + HP 8555

Table 1: Parts

Pos	Qty	Reference	Part
1	1	C1	1nF F.T.
2	3	C2,3,4	10 $\mu$ F/25V SMD
3	1	C5	6.8 $\mu$ F/25V SMD
4	2	C6,7	1nF SMD
5	3	C8,9,10	1pF ATC
6	1	D1	Zener 15V
7	1	J1	SMA Socket
8	1	J2	SMA Socket
9	1	R1	2k7 SMD
10	2	R2,3	10k SMD
11	1	R4	100 SMD
12	1	R5	270 SMD
13	1	T1	MGF4317D
14	1	T2	MGF1302B
15	1	IC1	78L05 SMD
16	1	IC2	ICL7660 SMD
17	1	AlO <sub>2</sub> PCB	50x35mm, 0.79mm AlO <sub>2</sub> ( $\epsilon_r = 10$ )
18	1	Box 51x37x30	Brass, Silver Plated



Bild/Figure 6: Filter Passband

8. Network Analyzer HP 8755 C - HP 11664A  
Damit wurden die Resultate in der Tabelle auf der  
vorigen Seite erzielt.

Für Frage und Kritik stehe ich jederzeit zur Verfügung.