

Baugruppen für 24GHz

(Modules for 24GHz)

Michael Kuhne, DB6NT

Kurzfassung: Es werden einige 24GHz Module vorgestellt, die für 24GHz Transverter oder Baken benutzt werden können. Dazu gehören ein 24GHz-LO, ein 24GHz Leistungsverstärker, ein dreistufiger 24GHz HEMT-Verstärker sowie ein Verdoppler von 23 auf 46GHz.

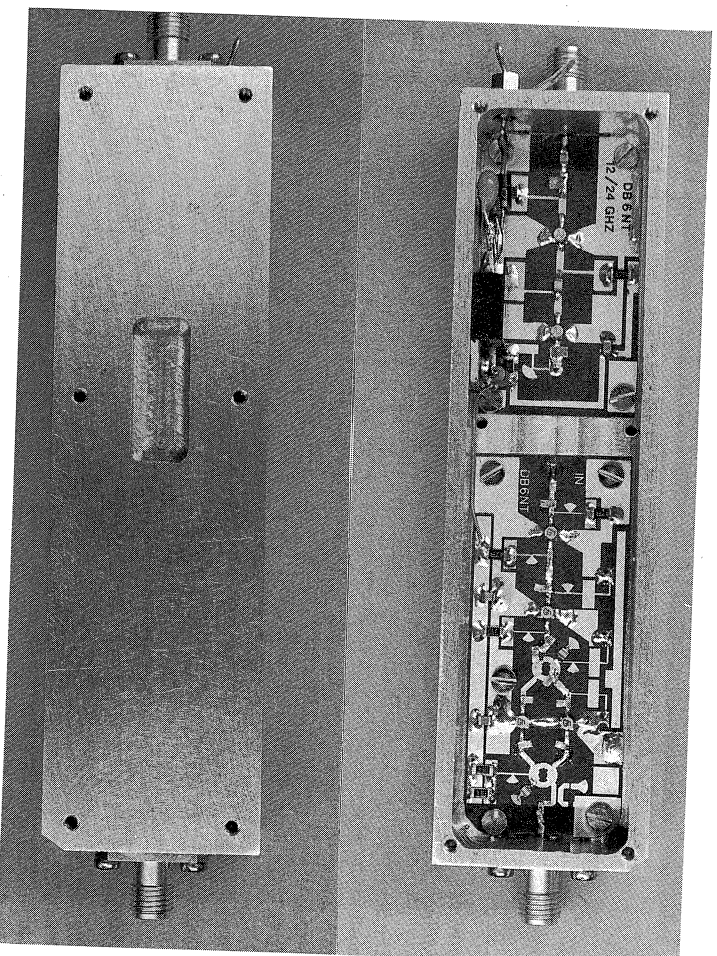
Abstract: Some modules which may be useful for 24GHz stations are introduced. These are a 24GHz LO with 100mW output power useful for beacons, a 24GHz power amplifier with 65mW output, a

three stage HEMT amplifier and a doubler from 23 to 46GHz.

1. 24 GHz Bake - LO für Millimeterwellentransverter

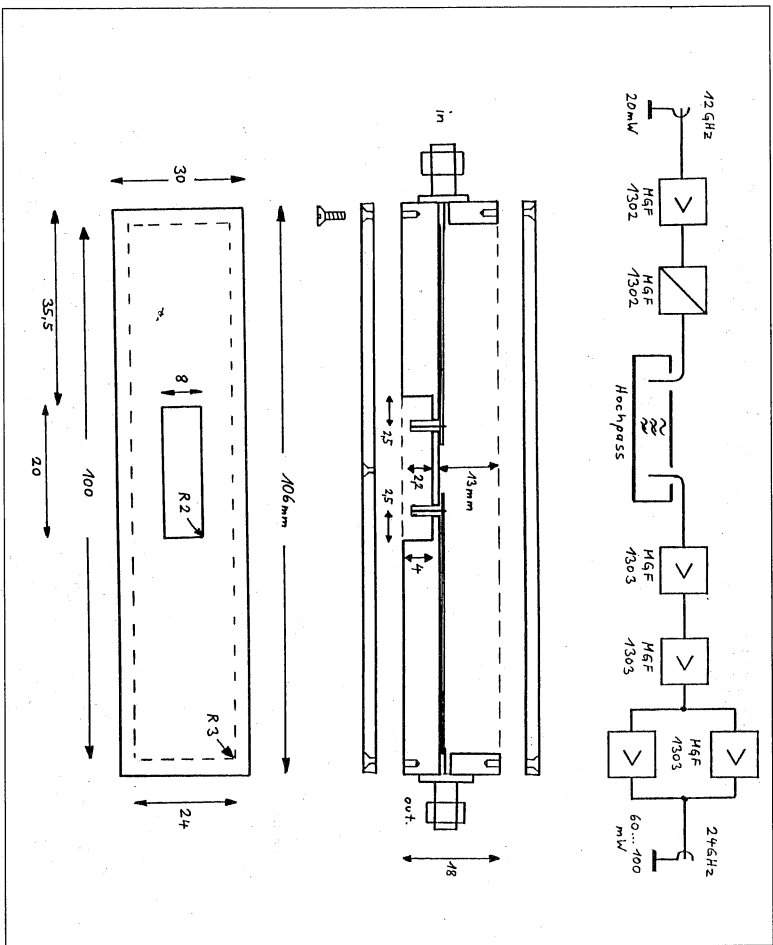
Bilder 1, 2.

Die hier beschriebene Baugruppe liefert ein 24 GHz Signal mit einem Ausgangspegel von ca. 100



Bild/ Figure 1: 24GHz LO

Bild/ Figure 2: 24GHz LO - Diagram



mW. Sie kann als 24 GHz Bake oder LO für Millimeterwellentransverter eingesetzt werden.

Die Schaltung läßt sich im Bereich 22...25.5 GHz abstimmen. Um eine Ausgangsleistung von 100 mW zu erreichen, ist die Verwendung von vorher stromselektierten MGF 1303 erforderlich. Der Ldss sollte über 45 mA liegen - siehe DUBUS 1/88-. Die Verstärkerschaltung wird über einen 7808 Spannungsregler mit 8 V versorgt. Der Verdoppler wird über einen Vorwiderstand betrieben (6V).

Abgleich

Nach dem Einbau der voll bestückten Verdopplerleiterplatte wird diese mit 12 GHz/20mW angesteuert. Der Drainstrom geht dabei etwas zurück. Am Ausgang des Hohlleiterhochpasses wird über ein SEMI-RIGID-Kabel die 24 GHz Leistung gemessen und mit kleinen Abstimmfächchen opti-

miert. Es werden zwischen 10 und 20 mW erreicht. Siehe DUBUS 1/92.

Jetzt kann die Verstärkerleiterplatte eingebaut und abgeglichen werden.

Siehe Abgleich und Aufbauanleitung 24 GHz PA mit MGF 1303.

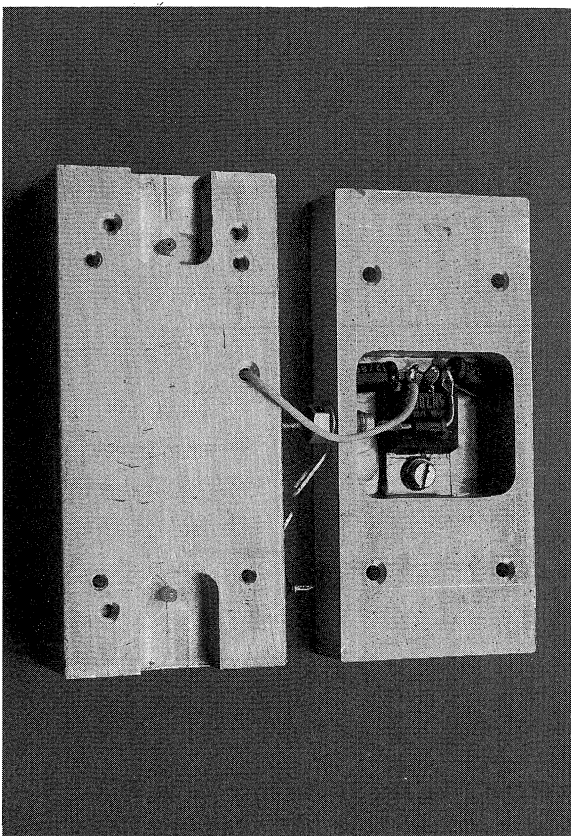
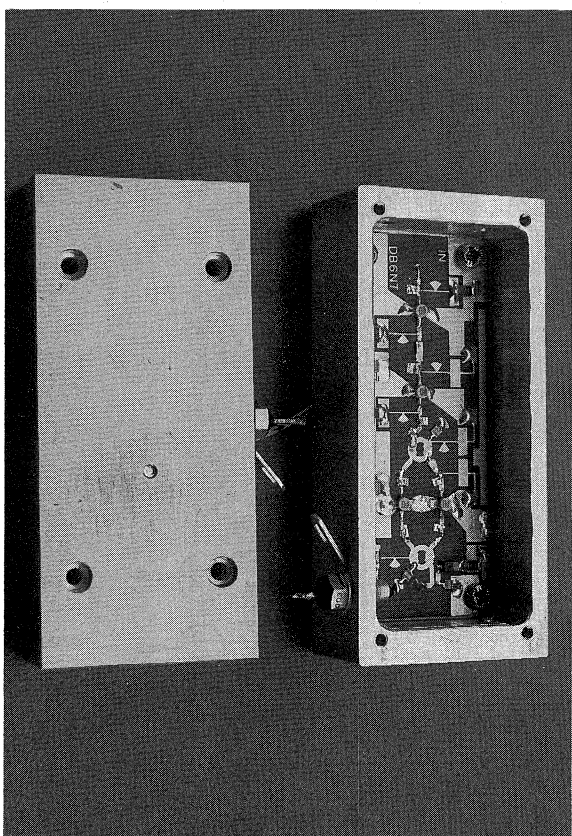
1. 24 GHz LO for Beacons

Figures 1 and 2.

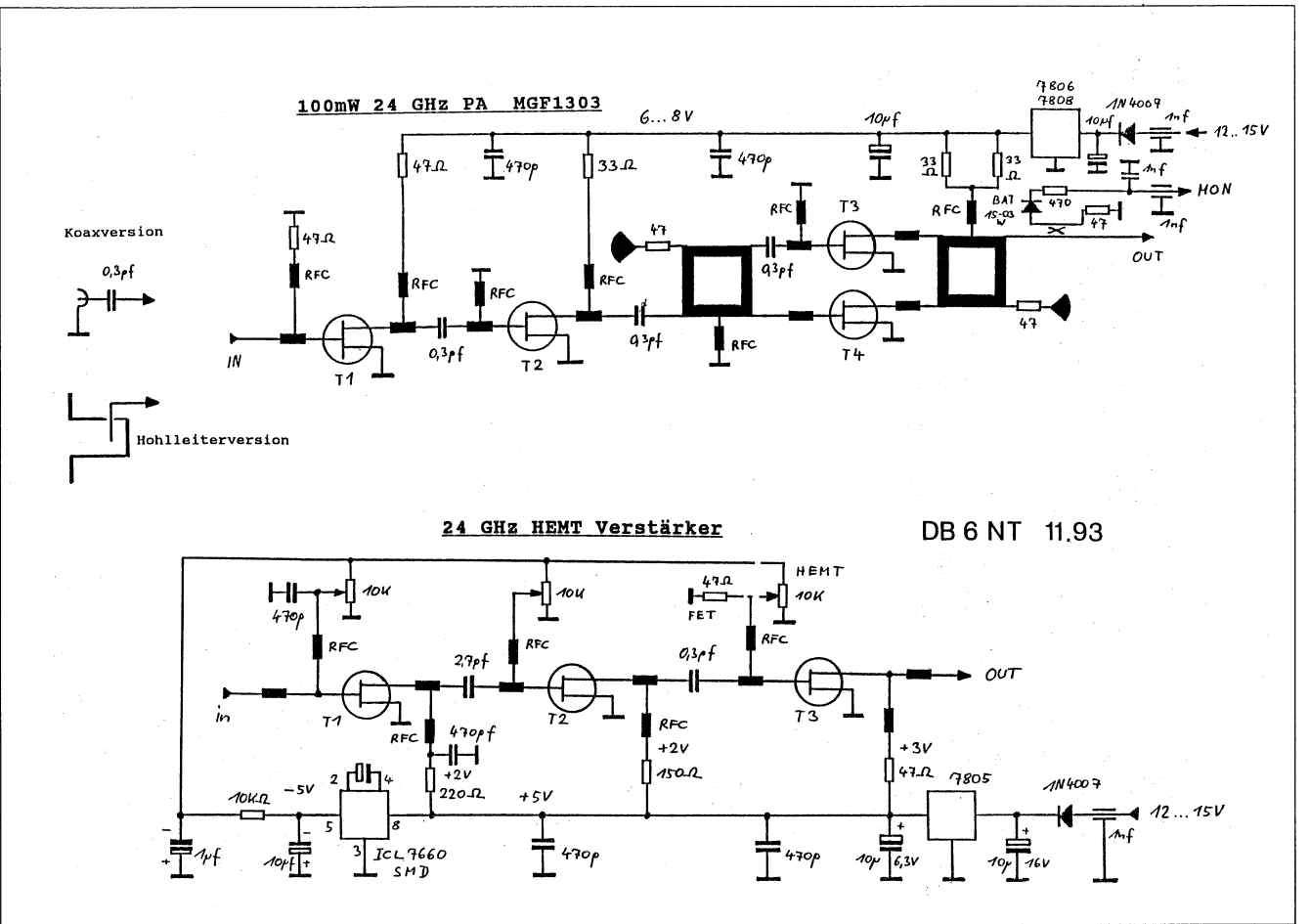
The LO-module generates a 24GHz signal with a power of 100mW. It's useful as an LO for 24GHz transverter or as a beacon transmitter.

This module is tunable from 22 to 25.5GHz. To achieve 100mW output power a selection has to be made for the MGF-1303 FETs. An Ldss is appropriate. The power amplifier has a 8V supply. The doubler gets 6V by means of a dropping resistor.

Bild/ Figure 3: 24GHz PA mit MGF1303 in Hohlleiter

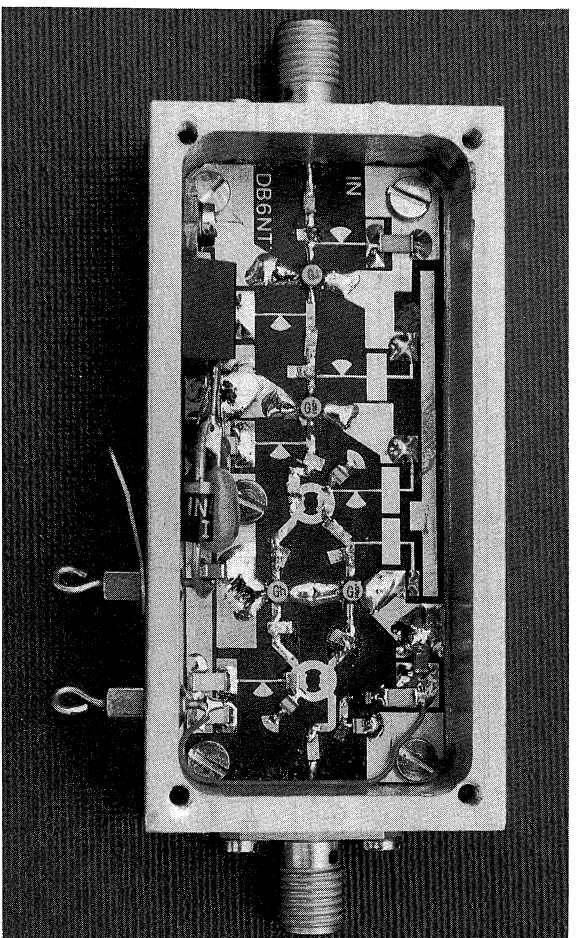


Bild/ Figure 4: 24GHz PA mit MGF1303 in Hohlleiter



Bild/ Figure 5: Circuit Diagram/Schaltung für 24GHz Amps

Bild/ Figure 6: 24GHz PA mit MGF1303 in Koax



Adjustment

After mounting the doubler PCB the doubler circuit is driven by a 20mW 12 GHz source. The output signal is measured after the waveguide highpass. Small tuning tabs are used for optimization. A power of 10..20mW is practical.

Now the amplifier board is mounted and can be tuned - see chapter in description of the PA-module.

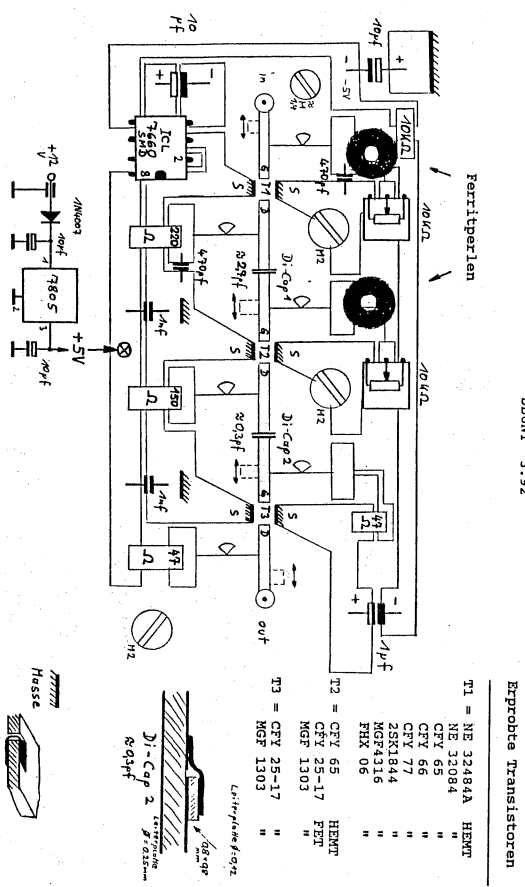
2. 24 GHz PA mit MGF1303

1. Als Koppelkondensatoren zwischen den Stufen werden "di-cap" C's eingesetzt. C = 0.2-0.5 pF. Hersteller: DLI, USA. Oder Eigenbau aus 0.12 Teftlonleiterplattenstücken.
2. Die vollbestückte Leiterplatte sollte vor dem Einbau in das Gehäuse mit Spiritus abgewaschen werden.
3. Die Montage erfolgt durch 5 Stück M2-Schrauben.
4. Vor dem Anschrauben der Leiterplatte sollte diese gerade ausgerichtet werden, um eine plane Montage zu gewährleisten. Auf der Unterseite der Platine wird der Mittelteil mit Wärmeleitpaste (Wärmeleitung), die Ein- und Auskoppelseiten mit Sekundärkleber bestriichen. Dieser Arbeitssgang muß sehr schnell erfolgen, da der Kleber schnell trocknet. Durch zusätzliches Andrücken der Leiterplatte nach dem Festschrauben wird ein optimaler Sitz erreicht. Die Hohlleiterinkopplung wird mit UT 085 (abgemanteltes SEMI-REGID Kabel) 1,7mm Ø realisiert. Einkoppelleite ca. 2,2 mm. Der Abstand zur Rückwand ergibt sich aus den Abmessungen der Leiterplatte sowie den Ausfräsungen im Gehäuse. Bei Verwendung der Leiterplatte mit Koaxanschluß sind zusätzlich Koppelkondensatoren zu bestücken. Es sollten MICROSTRIP-Buchsen verwendet werden.
5. Es ist eine Verstärkung von über 16 dB und eine Sättigungsleistung von 60 mW zu erwarten. Bei einer Betriebsspannung von 8V können 100 mW erreicht werden. Verlustleistung der FET's beachten! In der Endstufe sind MGF1303 mit großem Drainstrom 45 mA zu verwenden. Ausmessen! - siehe DUBUS Heft 1/88, Seite 8, Fig. 11.
6. Der Richtkoppler am Ausgang der Schaltung wird mit einer SMD-Diode BAT 15-03W (Seite

meitpaste (Wärmeleitung), die Ein- und Auskoppelseiten mit Sekundärkleber bestriichen. Dieser Arbeitssgang muß sehr schnell erfolgen, da der Kleber schnell trocknet. Durch zusätzliches Andrücken der Leiterplatte nach dem Festschrauben wird ein optimaler Sitz erreicht. Die Hohlleiterinkopplung wird mit UT 085 (abgemanteltes SEMI-REGID Kabel) 1,7mm Ø realisiert. Einkoppelleite ca. 2,2 mm. Der Abstand zur Rückwand ergibt sich aus den Abmessungen der Leiterplatte sowie den Ausfräsungen im Gehäuse. Bei Verwendung der Leiterplatte mit Koaxanschluß sind zusätzlich Koppelkondensatoren zu bestücken. Es sollten MICROSTRIP-Buchsen verwendet werden.

1. Als Koppelkondensatoren zwischen den Stufen werden "di-cap" C's eingesetzt. C = 0.2-0.5 pF. Hersteller: DLI, USA. Oder Eigenbau aus 0.12 Teftlonleiterplattenstücken.
2. Die vollbestückte Leiterplatte sollte vor dem Einbau in das Gehäuse mit Spiritus abgewaschen werden.
3. Die Montage erfolgt durch 5 Stück M2-Schrauben.
4. Vor dem Anschrauben der Leiterplatte sollte diese gerade ausgerichtet werden, um eine plane Montage zu gewährleisten. Auf der Unterseite der Platine wird der Mittelteil mit Wärmeleitpaste (Wärmeleitung), die Ein- und Auskoppelseiten mit Sekundärkleber bestriichen. Dieser Arbeitssgang muß sehr schnell erfolgen, da der Kleber schnell trocknet. Durch zusätzliches Andrücken der Leiterplatte nach dem Festschrauben wird ein optimaler Sitz erreicht. Die Hohlleiterinkopplung wird mit UT 085 (abgemanteltes SEMI-REGID Kabel) 1,7mm Ø realisiert. Einkoppelleite ca. 2,2 mm. Der Abstand zur Rückwand ergibt sich aus den Abmessungen der Leiterplatte sowie den Ausfräsungen im Gehäuse. Bei Verwendung der Leiterplatte mit Koaxanschluß sind zusätzlich Koppelkondensatoren zu bestücken. Es sollten MICROSTRIP-Buchsen verwendet werden.
5. Es ist eine Verstärkung von über 16 dB und eine Sättigungsleistung von 60 mW zu erwarten. Bei einer Betriebsspannung von 8V können 100 mW erreicht werden. Verlustleistung der FET's beachten! In der Endstufe sind MGF1303 mit großem Drainstrom 45 mA zu verwenden. Ausmessen! - siehe DUBUS Heft 1/88, Seite 8, Fig. 11.
6. Der Richtkoppler am Ausgang der Schaltung wird mit einer SMD-Diode BAT 15-03W (Seite

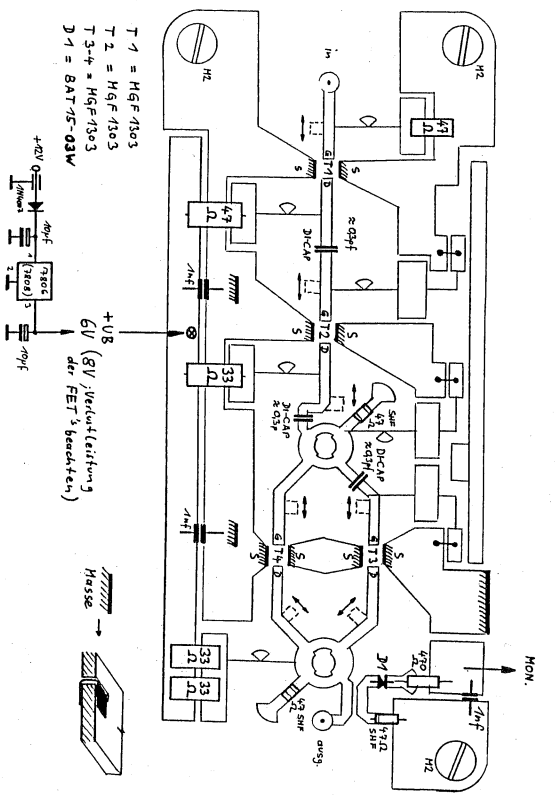
24 GHz - HEMT - Verstärker
DB6NT 3.92



Eprobte Transistoren

T1 = NE 22484A	HEMT
NE 22084	"
CFV 62	"
CFV 77	"
28K1844	"
MGF4316	"
FXH 06	"
T2 = CFV 65	HEMT
CFV 25-17	FEET
MGF 1303	"
T3 = CFV 25-17	"
MGF 1303	"

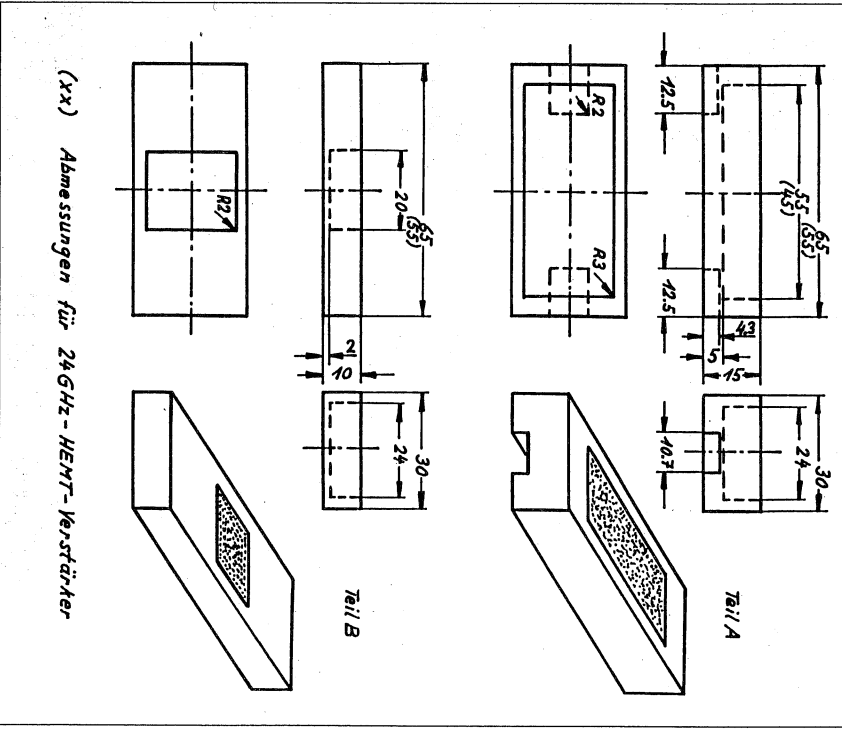
24 GHz - PA - Verstärker - MGF 1303
DB6NT 3.92



- T 1 = MGF 1303
- T 2 = MGF 1303
- T 3-4 = MGF 1303
- D 1 = BAT 15-03W

Bild/ Figure 7: Parts Layout für 24GHz Verstärker

Bild/ Figure 8: 24GHz PA, Gehäuse



- mens) bestückt. Die Diode wird "Überkopf" eingelötet, um keine Gehäuseinduktivitäten zu erhalten. Ausgangsspannung ca. 250 mV - Evtl. Verstärker. Die 47-50 OHM Widerstände an den Kopplern sind kleine SHF-Typen von Firma Rohrer GmbH München Tel. 089/2016960

8. Der Aufbau von 24 GHz Verstärker erfordert viel SHF-Erfahrung und Geduld. Jedes "dB" muß sich durch "Fähnen schieben" und Einbringen von MOS-Schaumstoff sowie Kupferstreifen geholt werden!
9. Es gelten die Bauzeichnungen in DUBUS Heft 1/88 sowie Dorsten 1988, Weinheim 1992, Dorsten 1993, DC0DA.

2. 24GHz Power-Amplifier

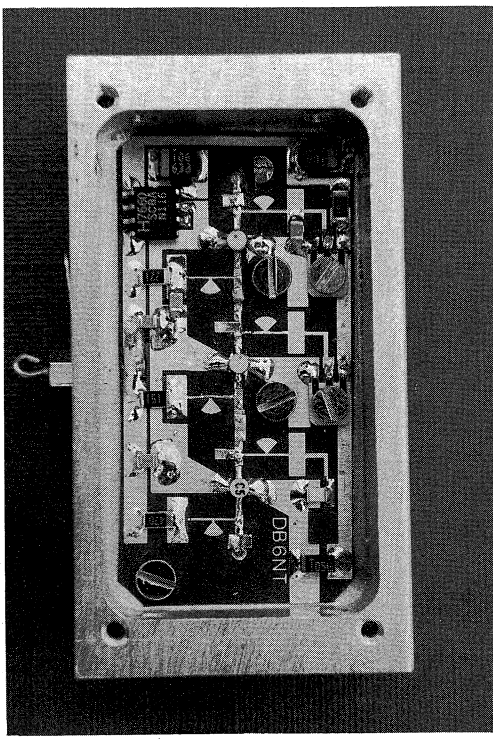
Figures 3, 4, 5, 6, 7 and 8.

1. Coupling caps between stages are drcap (0.2..0.5pF) from DJI USA. Probably homemade caps made from small pieces of substrate material will work also.
2. Clean finished PCB before mounting with alcohol.
3. Use 5 pos of M2 screws for fastening.
4. Flatten PCB before mounting. Use thermal compound for the middle part and cyanacrylate glue for the ends. Mount PCB fast enough and press tight before screwing. Waveguide
5. You can expect about 16dB of gain and 60mW output power. With a supply voltage of 8V 100mW output power can be achieved, but FETs are running at their dissipation limit. Select only FETs with an $I_{DSS} > 45mA$ - see DUBUS 1/88, p.8, Fig. 11.
6. The directional coupler at the output feeds a power detector with an Siemens BAT15-03W SMD-diode. Mount the diode 'overhead' to

- minimize parasites. Output voltage is about 250mV.
- 50Ω resistors at the couplers are small SHF-types from Rohrer, Munich, Tel.089/2016960.
- The construction of 24GHz amplifiers requires patience and some experience. Each 'dB' or mW has to be 'squeezed' by positioning tuning tabs or absorber material!
- For further details look at the descriptions in DUBUS 1/88 or DUBUS TECHNIKI, p. 343-359.

3. 24GHz HEMT-Verstärker

- Bilder 5, 7, 9 und 11.
- Die Leiterplatte ist mit einem Spannungsinverter ICL7660 in SMD ausgestattet, um die HEMT-Transistoren mit einer negativen Gate-Voltage zu versorgen. Für alle Stufen sind SMD-Potis vorgesehen. Die Platine ist mit FLR 016/026 FUJITSU Power-Transistoren auch als Leistungsverstärker einsetzbar. Als Koppelkondensatoren zwischen den Stufen werden "di-cap" C's eingesetzt. C2= 0.2-0.5 pF C1=2.7pF Hersteller: DLI, USA. Oder Eigenbau aus 0.12 Teflonleiterplattenstücken (Evtl. 2.7pF Bauform 0603)
- Die vollbestückte Leiterplatte sollte vor dem Einbau in das Gehäuse mit Spiritus abgewaschen werden.
- Die Montage erfolgt durch 3 Stück M2-Schrauben und eine M1.4 Schraube am Einkoppelpunkt der Leiterplatte.
- Vor dem Anschrauben der Leiterplatte sollte diese gerade ausgerichtet werden, um eine plane Montage zu gewährleisten. Auf der Unterseite der Platine wird der Mittelteil mit Wärmeleitpaste, die Ein- und Auskoppelseiten mit Sekundenkleber bestreichen. Dieser Arbeitsgang muß sehr schnell erfolgen, da der Kleber schnell trocknet. Durch zusätzliches Andrücken der Leiterplatte nach dem Festschrauben wird ein optimaler Sitz erreicht. Die Hochleiterkoppelung wird mit UT085 (abgemanteltes SEMI-RIGID Kabel) mit 1.7mmØ realisiert. Einkoppeltiefe ca. 2.2 mm. Der Abstand zur Rückwand ergibt sich aus den Abmessungen der Leiterplatte sowie den Ausfärsungen im Gehäuse. Bei Verwendung der Leiterplatte mit Koaxanschlüssen sind zusätzlich Koppelkondensatoren zu bestücken. Es sollen MICROSTRIP-Buchsen verwendet werden.
- Durch die hohe Verstärkung der HEMT's ist eine Schwingneigung zu erwarten. Diese kann



Bild/ Figure 9: 24GHz HEMT Verstärker in Hohlleiter

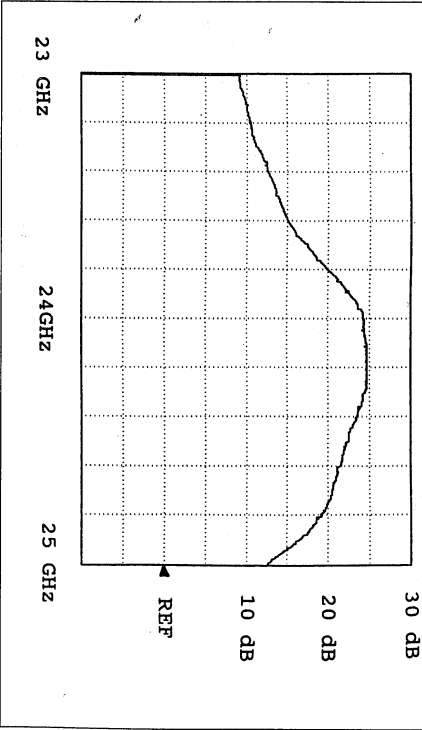
- durch Einkleben von Ferriperlen und anderen Dämpfungstoffen beseitigt werden.
- Der Aufbau von 24 GHz Verstärkern erfordert viel SHF Erfahrung und Geduld. Jedes "dB" muß sich durch "Fähnchen schieben" und Einbringen von MOS-Schamstoff sowie Kupferstreifen geholt werden!
- Es ist eine Verstärkung von über 20 dB und eine Rauschzahl kleiner 5dB zu erwarten. Mit NE326/324 wurden Rauschzahlen von <3dB erreicht.
- Es gelten die Baubeschreibungen in DUBUS Heft 1.88 sowie Dorsten 1988 --- Weinheim 1992 --- Dorsten 1993 DC 0 DA.
- There is some tendency for oscillation because of the high gain of the HEMTs. Use ferrite beads and absorber material to dampen these oscillations.
- The construction of 24GHz amplifiers requires patience and some experience. Each 'dB' or mW has to be 'squeezed' by positioning tuning tabs or absorber material!
- A gain of 20dB and a noise figure of less than 5dB can be achieved. With NE326/324 noise figures of <3dB were achieved.

3. 24 GHz HEMT-Amplifier

- Figures 5, 7, 9 and 10.
- An ICL7660 voltage inverter supplies the negative gate voltage for the HEMTs. You can use FLR016/026 in this PCB for application as a power amplifier.
- Coupling caps between stages are di-cap (0.2...0.5pF) from DLI, USA. Probably homemade caps made from small pieces of substrate material will work also.
- Clean finished PCB before mounting with alcohol.
- Use 3 pieces M3 screw and one M1.4 at the input for mounting the PCB into the box.
- Flatten PCB before mounting. Use thermal compound for the middle part and cyanacrylate glue for the ends. Mount PCB fast enough and press tight before screwing. Waveguide coupler is made from UT-085 semirigid. Depth of probe is about 2.2mm. The distance to the back is defined by the PCB and the machined nuts in the box. If you use connectors you have to mount additional coupling caps and to take special microstrip SMS-connectors.
- Der Diodenverdoppler (Bild 11) arbeitet mit Schottky- oder Varaktordioden im Beamlead-Gehäuse. Die Schaltung ist in einem Alugehäuse (Bild 12) eingebaut und besteht im wesentlichen aus einer Leiterplatte (RT/duroid 5870 mit 0.125mm Stärke) sowie einer im Gehäuse eingebrachten 4mm Bohrung, die einen Rundhohlleiter bildet. Bei einer Ansteuerung von 100mW auf 23.5GHz konnte unter Verwendung von zwei parallel geschalteten HP Dioden HSCCH-5312 (Bild 13) eine Ausgangsleistung von mehr als 5mW gemessen werden (RA ~ 100d2).
- Mit der Varaktordiode A92220-5 (GaAs) der russischen Firma ELECS Ltd. konnten mehr als 12mW erreicht werden (RA ~ 5k).

4. 23,5 auf 47GHz Verdoppler

Bilder 11, 12 und 13.



Bild/ Figure 10: 24GHz HEMT, Verstärkung

Anmerkungen:

1. Die Leiterplatte sollte mit Silberlekleber und vier M2 Schrauben in das Gehäuse montiert werden.
2. Aufbauhinweise in DUBUS 2/92, S. 2 bis 14 beachten

Abgleich

Mit angeschlossenem Leistungsmesser wird nach Anlegen der Steuerleistung auf 23,5GHz die Ausgangsleistung durch Veränderung von RA sowie durch Anbringen von Abstimmflächen optimiert. Mit dem Kurzschlusschieber (M5 Schraube) kann die Anpassung auf den Hohlleiter eingestellt werden.

4. Doubler 23,5->47GHz

Figures 11, 12 and 13.

The doubler (Fig. 8) uses beamlead-diodes. The circuit on a PCB is mounted into a aluminum box (Fig. 9).

With 100mW drive power on 23,5GHz you can get more than 5m W on 47GHz with fwo times HSCH-5312 (Fig. 10) diodes in parallel (RA ~ 100Ω).

With a Russian varactor A922220-5 from ELBCS Ltd. more than 12mW can be achieved (RA ~ 5k).

Remarks:

1. Mount PCB with silver adhesive and four M2 screws into box
2. Look for hints in DUBUS 2/92

Adjustment:

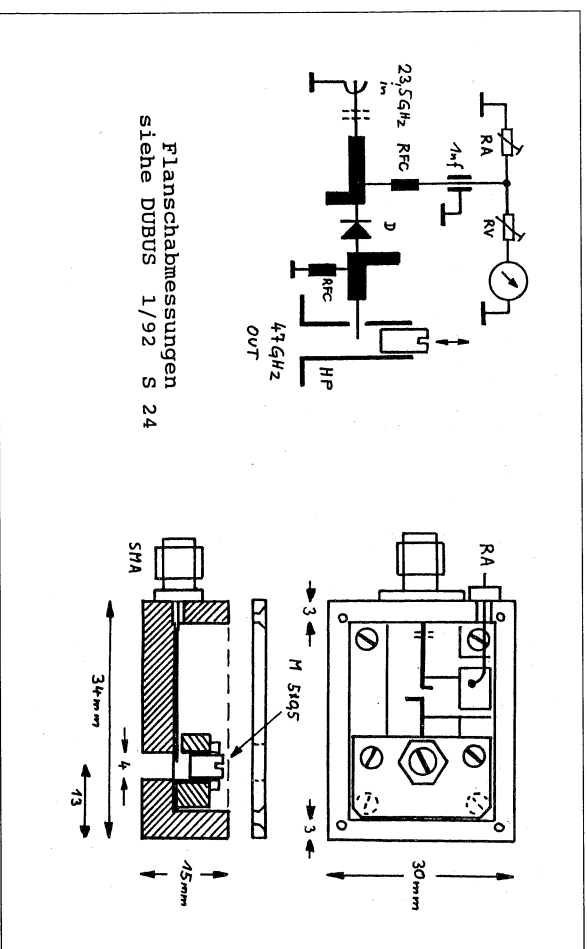
Connect powermeter to 47GHz output and tune for maximum power by adjusting RA and by means of tuning stubs. The shorting glider can be adjusted for best match.

5. Teile:

Leiterplatten für Koax- oder Hohlleiteraufbau sind bei DB6NT Michael Kuhne, Birkenweg 15, D-95119 NAILA erhältlich. Alugehäuse sowie Hohlleiterkomponenten sind bei DG1KBF, Hubert Krause, Berglshagen 60, D-53773 HENNEF erhältlich.

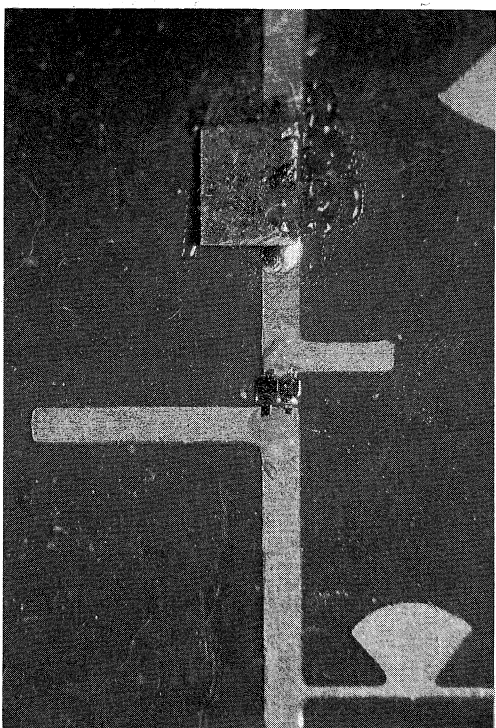
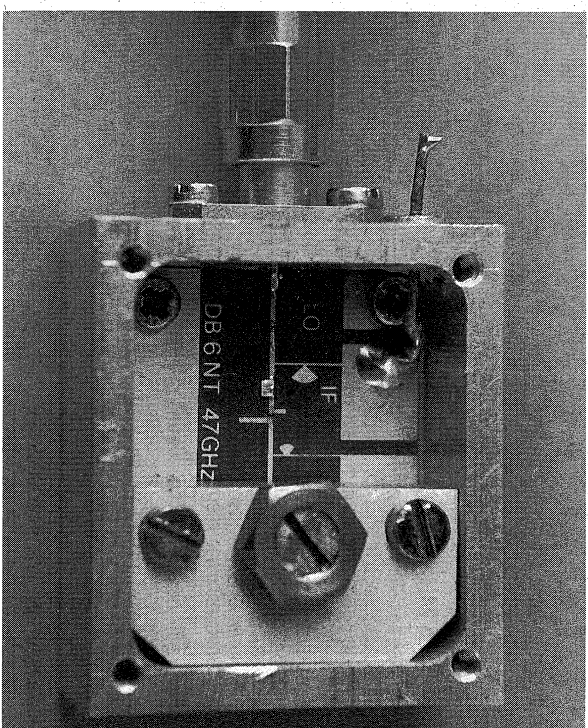
5. Parts:

You can get PCBs at DB 6 NT Michael Kuhne, Birkenweg 15, D-95119 NAILA. Machined boxes and waveguide components you can get at DG1KBF, Hubert Krause, Berglshagen 60, D-53773 HENNEF.



Bild/figure 11: Frequenzverdoppler 23,5 -> 47GHz - Diagram

Bild/figure 12: Frequenzverdoppler 23,5 -> 47GHz



Bild/figure 13: Einbau der HSC-5312 Dioden