

24 GHz PA with 3 Watt Output

by Philipp Prinz, DL2AM - prinz.DL2AM@t-online.de

Introduction

For active 24 GHz operators or those who want to become active on 24 GHz in the future, the power amplifier described here will surely be of interest. For this amplifier a TGA 4605 CP from TriQuint is used. This amp achieves 23 dB gain at 2 Watts output, the maximum output is 3 Watts. If you look at the price performance ratio and compare with 10 GHz, this chip is really cheap. The input and output matching is not very good with return losses of 8 to 10 dB. The supply voltages are +6.5V and -0.8V at max. 3A. For the casing I chose copper for thermal reasons. Aluminium is also a possibility if the bottom is thick enough (8mm). For drilling and tapping copper one needs a lot of skill for M 1.4 threads. Thus Hubert Krause (www.micro-mechanik.de) has manufactured the casings for me. The measurements for the casing are 58 x 58 mm outside, 50 x 50 mm internal, the depth is 13 mm and the total height is 19 mm. The SMA jacks should be stripline types. The RF-PCB is fixed as usual with 2 component silver glue and is heated at 110 °C for 1 hour (electric iron / hotplate), see fig. 1.

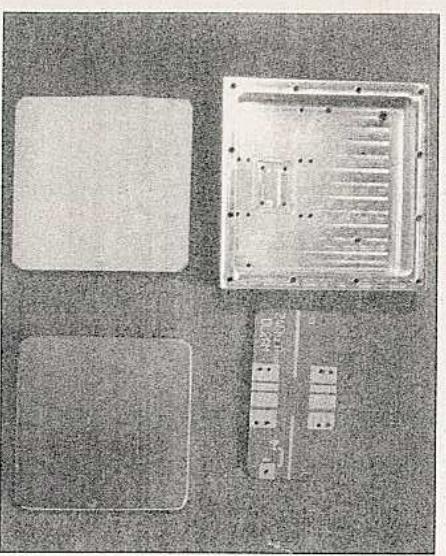


Fig. 1: Casing, PCB, silicone rubber and aluminium plates

A piece of silicone rubber is placed on top of the PCB in the casing, followed by a block of hardwood or aluminum and then all is pressed together. See fig. 2.

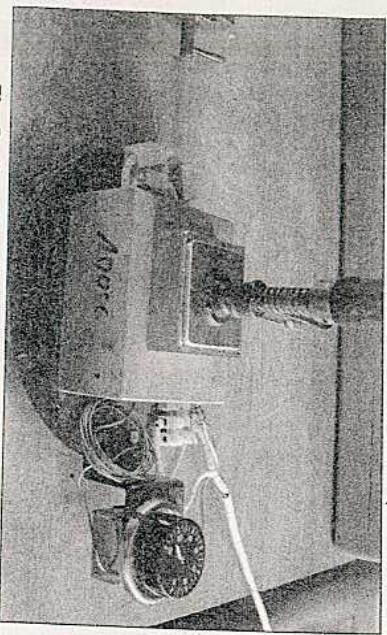


Fig. 2: Pressing the glued PCB into the casing

DC tests

First DC tests have shown that the 6.5 Volt supply voltage has to be kept at 0V when applying the supply voltages until the negative voltage has got to its desired value. This is not the case when using the usual DC supply circuit as there is still 1.2V at output of the low drop stabiliser. I have developed a new DC supply circuit and PCB which fulfills the requirements and the problem was solved! This new circuit has the advantage of allowing the possibility of PTT switching which enables power saving during receive periods (e.g. important for the German Bayerischer Bergtag Contest). After fitting the DC board all parts should be checked very carefully both visually and with an ohm-meter. See fig. 3.

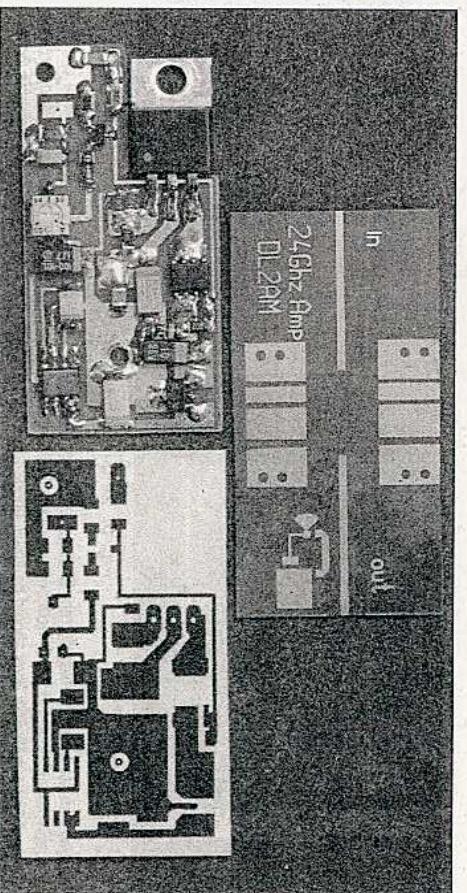


Fig. 3: DCpart PCB and layout (bottom) and RF PCB (top)

Now we can apply +11 to 13 V DC to the DC feedthrough. Then we should measure about +6.5 V at the low voltage drop stabiliser and at the slider of potentiometer P1 a voltage adjustable from 0 to about -3.5 V. If this is not possible we first have to locate the mistake. Also check if the +6.5V drain voltage at the low drop stabiliser on pin 2 is dropping to 0.1 V or less if the negative voltage fails. To do this briefly connect a resistor of about 20 Ohm from Pin 1 of the MAX 861 to ground. This procedure is necessary in order to be able to check the protection circuit for the drain voltage when the negative gate voltage is missing and to prevent a higher inrush current than the adjusted bias current. Afterwards the potentiometer should be set to the maximum negative voltage.

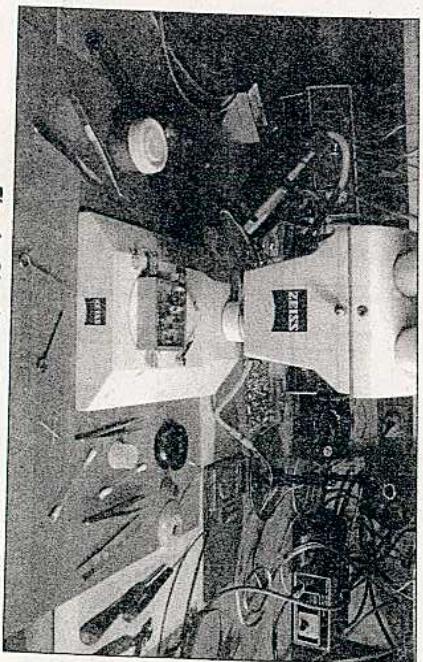


Fig. 4: Checking all carefully

The cut-out for the chip is made carefully with a scalpel. The bottom face of the chip cut-out has to be very smooth and must not have any gouges. In the center of the chip a little bit of thermal conductive paste is applied.

RF test

Now the components can be fitted to the RF board. See the circuit diagram. For the connections from the RF input and output very small tapered copper foil strips can be cut and soldered between the 50 Ohm striplines and the chip. This soldering work can be done only with the help of a magnifying glass of at least 4 dioptries. Beware of short circuits. The RF input and output of the chip are high resistance and can be checked easily. See fig. 4. The bridge from the DC supply to the chip can be made with solder as the distances are small.

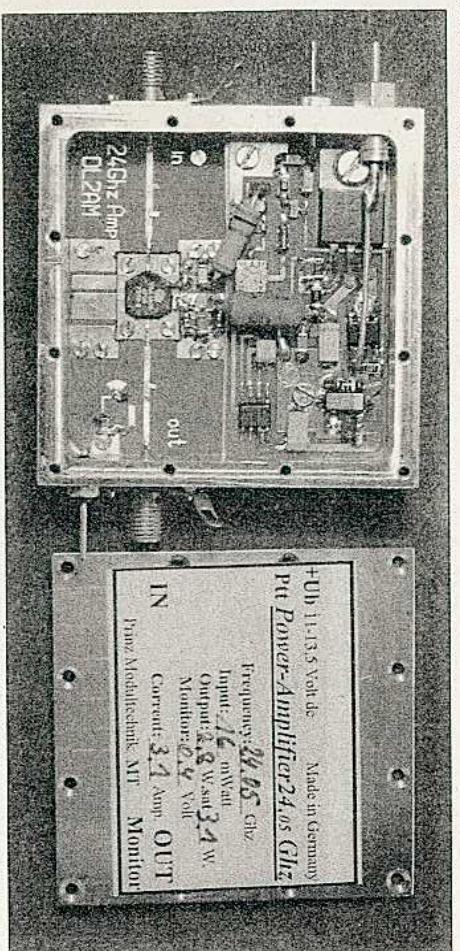
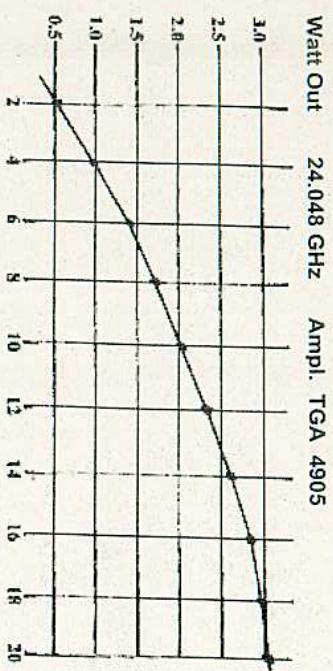


Fig. 5: 24 GHz Amplifier

Now RF testing can start. Set the bias current to about 2.1 A, which corresponds to about -0.7V at the chip. The current limit of the power supply should be set to 3.5 A. Now one can apply 5 mW of drive on 24 GHz. It will be necessary to add one tuning flag at both the input and output. The flags should be small; about 1.0×0.5 mm. With these tuning flags you can tune for maximum output. You have to do this very carefully as the input and output matching is not very good and the device current can very quickly exceed the maximum. If fitting the cover results in oscillation, glue some absorbing foam under the cover. Figure 5 shows the completed amplifier. Figure 6 shows the measured results of input vs. output power. Data sheets are available on the web at www.tquintum.com.

Acknowledgement

I want to thank Werner Nägeli, DK5TZ, for manufacturing the PCB.



Watt Out 24.048 GHz Amp. TGA 4905

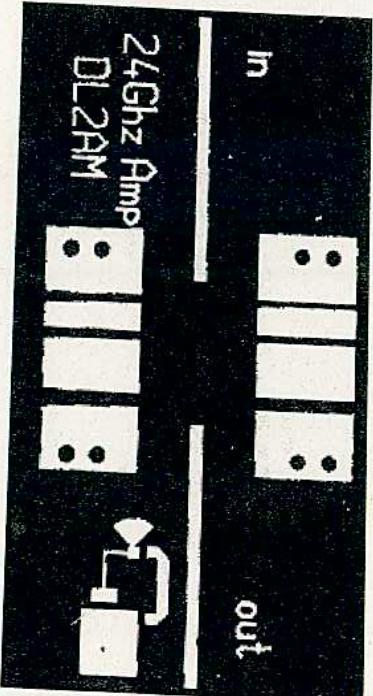


Fig. 6

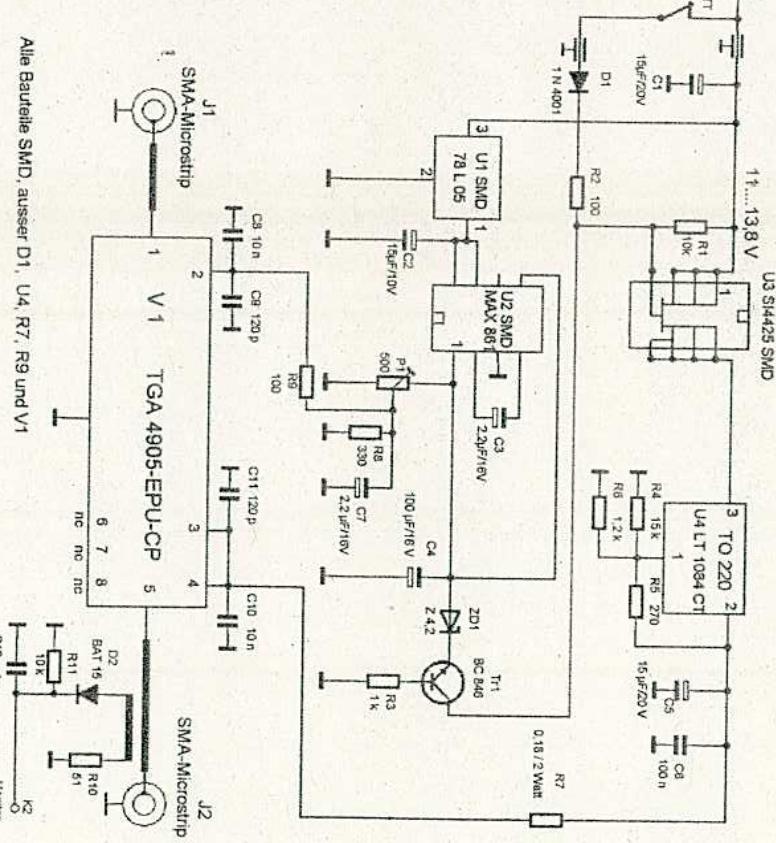


Fig. 7: Circuit diagramm – all parts SMD except D1, U4, R7, R9 and V1

Fig. 8: RF PCB layout – not to scale

24-GHz-PA mit 3 Watt Output

von Philipp Prinz, DL2AM - prinz.DL2AM@t-online.de

Sun Noise Measurement

by Rex Moncur, VK7MO

Einleitung

Für 24-GHz-Aktivisten oder, die es noch werden wollen, ist dieser nachstehend beschriebene Verstärker sicher von Interesse. Für diesen Verstärker benutze ich den TGA 4905 CP von TriQuint. Dieser bringt 23 dB Gain bei 2 Watt out, die maximale Ausgangsleistung ist 3 Watt. Wenn ich bei diesem Chip das Preis-Leistungsverhältnis betrachte und mit 10 GHz vergleiche, so ist dieser sehr günstig. Die Ein- und Ausgangs-Anpassung liegt nicht gerade hoch bei 8 - 10 dB und die Betriebsspannung ist 6,5 Volt und 0,8 Volt bei 3 Amp. Als Gehäusematerial wähle ich aus thermischen Gründen Kupfer. Ein Gehäuse aus Alu geht auch, wenn der Boden kräftig genug ist (8 mm). Beim Bohren und Gewindeschneiden braucht man bei Kupfer schon großes Bohr- und Schneide gefühl bei M 1,4 Gewinde.

Deshalb hat Hubert Krause www.micro-mechanik.de mir auch die Kupfergehäuse angefertigt. Die Maße dieses Gehäuses sind: außen 58 x 58 mm, innen 50 x 50 mm, die Tiefe 13 mm und die Gesamthöhe 19 mm. Die SMA-Buchsen sollten Stripline sein. Die HF-PCB ist üblicherweise mit 2-Komponenten-Silberleitkleber eingeklebt und wird bei 110 °C 1 Std. erhitzt (Bügelheisen / Herdplatte), siehe Foto 1. In das Gehäuse legte ich eine Silikon-Platte und darauf eine passende Hartplastplatte oder Aluplatte und presse dies zusammen, siehe Foto 2. Die Aussparung für den Chip schneide ich mit dem Stahlpell vorsichtig aus. Die Unterseite der Chip-Ausfräser muß sehr sauber sein und darf keine Vertiefungen aufweisen. In der Mitte des Chip bringe ich ein wenig Wärmeleitungspaste an.

Die ersten DC-Tests

Diese Tests haben ergeben, daß unbedingt die 6,5 Volt Versorgungs-Spannung beim Anlegen der Betriebsspannung so lange 0 Volt sein muß, bis die negative Spannung das Soll erreicht hat. Bei den üblichen DC-Versorgungen ist dies nicht der Fall, da stehen immer noch 1,2 Volt am Low-Drop-Regler an. Ich fertigte eine neue DC-PCB an, die diese Eigenschaften hat und somit war das Problem behoben. Dieser Schaltungszusatz hat noch den Vorteil, daß eine PTT-Einrichtung gemacht werden kann. Beim Bayerischen Bergtag-Contest ist dies wichtig (kein Stromverbrauch bei Empfang).

Nach dem Einbau der DC-PCB muß eine sorgfältige Überprüfung alter Teile optisch und ohmisch vorgenommen werden, siehe Foto 3. Nun kann 11-13 Volt an die DC-Durchführung angelegt werden. Daraufhin sollte am Low-Drop-Regler an Pin 2 ca. +6,5 Volt anliegen und am Poti P 1 am Ausgang 0 bis ca. minus 3,5 Volt einstellbar anliegen. Wenn dies nicht möglich ist, muß zuerst der Fehler behoben werden. Auch muß kontrolliert werden, ob die + 6,5 Volt-Erde-Spannung am Low-Drop-Regler an Pin 2 bei Ausfall der negativen Spannung auf mindestens 0,1 Volt abfällt. Dazu muss ein Widerstand von ca. 20 Ohm vom Ausgang des MAX 861 Pin 1 gegen Masse gehalten werden. Diese Maßnahme ist notwendig, um die gut wirkende Schutzschaltung (Drainspannungsabschaltung) bei fehlender negativer Gate-Spannung, und Verhinderung eines erhöhten Einschaltstromes als der eingestellte Ruhestrom, kontrollieren zu können. Anschließend ist das Poti auf größte negative Spannung zu stellen.

Der HF-Test kann beginnen

Nun kann die HF-Platine bestückt werden, siehe Schaltplan. Für die Verbindungen vom HF-Ein- und Ausgang können ganz spitze Kupferplättchen geschnitten und zwischen 50 Ohm-Leitungen und Chip angeleitet werden. Achtung Kurzschluß! Der HF-Aus- und Eingang des Chip ist hochohmig und kann somit leicht nachgeprüft werden. Siehe Foto 4. Die Brücke von der DC- Versorgung zum Chip kann mit Zinn gemacht werden, wenn die Abstände klein sind. Jetzt kann der erste HF-Test beginnen. Den Ruhestrom stellt man auf ca. 2,1 Ampere ein, das sind ungefähr - 0,7 Volt am Chip. Die Strombegrenzung des Netzteils sollte bei 3,5 Amp. eingestellt sein. Nun kann mal mit 5 mWatt bei 24 GHz angesteuert werden. Es ist nötig, am Ein- und Ausgang je ein Tuning-Fähnchen anzubringen. Diese sollten sehr klein und schmal sein, ca. 1 x 0,5 mm. Mit diesen Tuning-Fähnchen kann auf maximale Leistung abgestimmt werden. Es ist sehr vorsichtig dabei vorzugehen, da die Eingangs- und Ausgangsanpassung nicht besonders gut ist und der Strom sehr schnell über das Maximum ansteigen kann. Wenn durch Schließen des Deckels eine Gehäuse-Resonanz auftritt, muß unter den Deckel Lederummi geklebt werden. Foto 5 zeigt den fertigen Verstärker. Das Leistungs-Diagramm zeigt die erreichten Werte, siehe Abb. 6. Die Datenblätter können unter www.triquint.com runtergeladen werden.

Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei Werner Nägele, DK5TZ, für das Anfertigen der PCB.

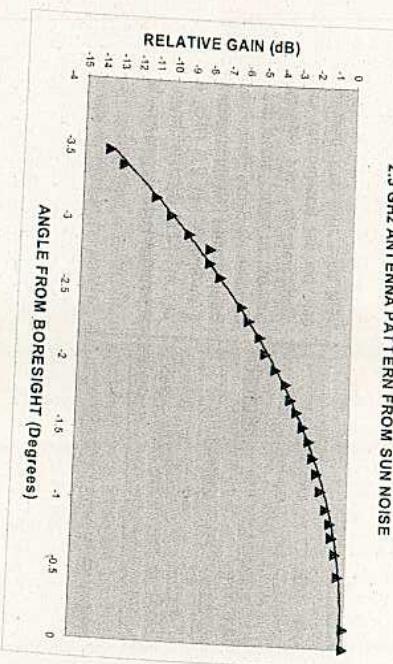


Fig. 1: Example of Antenna pattern plotted from sun noise measurements with NFM

Because of the statistical variability of noise it is not possible measure sun noise to much better than about 0.5 dB (at 95% confidence) in SSB bandwidth receivers with a typical analogue or digital multimeter. However, if you are set up for Digital Modes with an interface from your receiver to a computer with a sound card Owen Duffy, VK1OD, has produced a program that can integrate the noise over much longer periods and achieve resolutions well below 0.1 dB. Owen's program is designed to provide accurate measurements of noise figure and is called NFM for Noise Figure Meter. NFM can be downloaded at:
<http://www.vk1od.net/nfm/nfm.htm>

While NFM is aimed at Noise Figure measurement it includes a high resolution true RMS audio voltmeter, calibrated in dB, which can be used for sun noise measurements. While one must take care to operate the program in a region where your system is linear it avoids the errors of using an attenuator where the inevitable change of impedance will introduce errors. In its unregistered version the program integrates noise for up to 0.5 seconds but for a nominal fee one can extend this to 100 seconds and improve the resolution at the 95% confidence level to well below 0.1 dB. Owen provides information on the relationship between resolution and integration time, bandwidth and confidence level at the following URL.
<http://www.vk1od.net/nfm/index.htm>

For sun noise measurement all one needs to do is set the integration time in the box marked "Interval (s)" in the top Yellow area of the program to an appropriate value, say 30 seconds. Then point the antenna at cold sky and press the "1 Noise LO" button which will produce a cold sky measurement in a bit over 30 seconds; then point to the Sun and press the "2 Noise HI" button which will after a similar period give the sun noise measurement. The sun noise in relation to cold sky or Y factor measurement is then shown under the box identified as "Y(2) (dB)". As sun noise varies as a function of Solar Flux one needs to know the actual Solar Flux at your frequency of operation and Owen has produced a useful tool for interpolating this from data provided by NOAA derived from various solar observatories around the World. You can access this tool at:
http://www.vk3bez.org/vk3um_software.htm

If you feed the Solar Flux into a program such as VK3UM's, EME Calculator with your station parameters it will give you the expected sun noise rise which can be compared to your measured sun noise rise as an indicator of station performance. Doug's program can be downloaded at:
http://www.vk3bez.org/vk3um_software.htm

NFM can also be used to assist measurement of antenna patterns at microwave frequencies using sun noise as the signal. Figure 1 is an example of the pattern of VK7MO's 2.3 metre dish at 2.3 GHz plotted from noise measurements made with NFM.