

Power-GaAsFET Preamps

Kent Britain, WA5VJB

Description

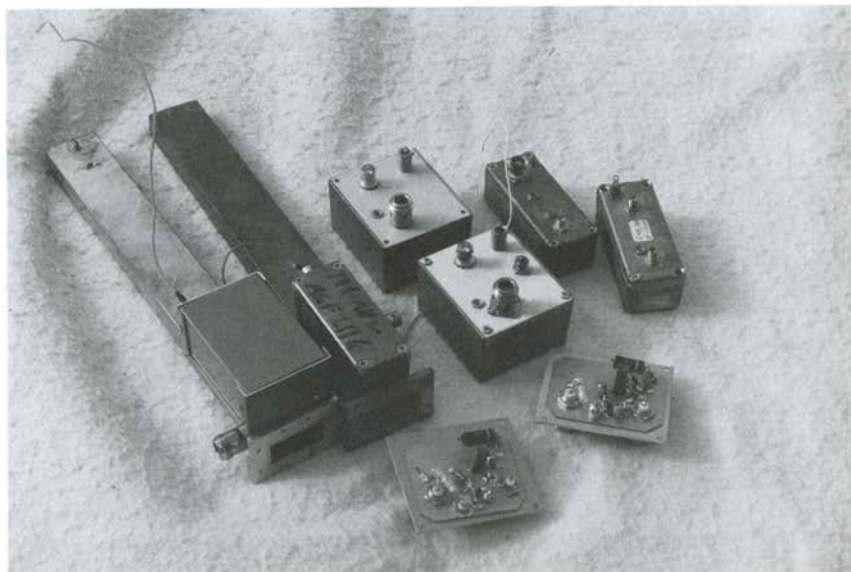
Since the designs for Large Gate FET's were first published in Dec 1990 by the VRZA EME Newsletter, the designs have been improved and we have a better understanding of the circuit. My thanks to WB5LUA, who has done extensive computer models and precision measurements of the input circuits.

There is nothing magical to the MGF 1801's. Extremely low noise preamps have been built with the MGF-1601, MGF-2116, NE0800, and many Avantek power devices. For the typical MFG-1302

style GaAs FET the $1/f$ curves predict device noise figures of .02 to .05 dB in the VHF region.

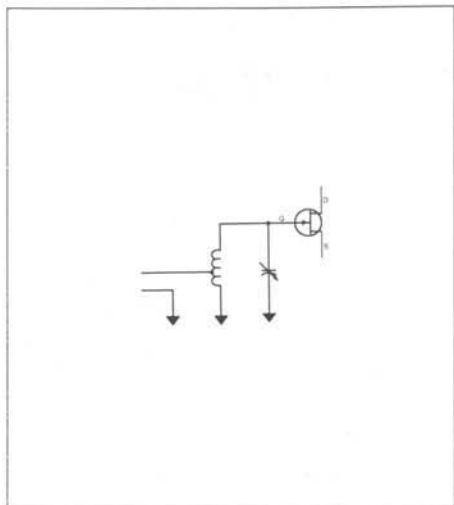
However, Γ_{OPT}^1 typically rises to over 3000 Ohms. The loaded Q of the input matching has .3 to .4 dB of loss transforming the impedance from 50 Ohms to 3000+ Ohms. HEMT's have an even lower noise figure at VHF, but matching to the higher Gamma Opt has even more loss.

By using a GaAs FET with a 800 μm wide gate vs. a 250 μm wide gate, the Γ_{OPT} drops to about 900 Ohms at VHF. This allows a lower Q, lower loss, input matching network. The MGF-1801 has a



Power GasFET Preamps for 144 MHz

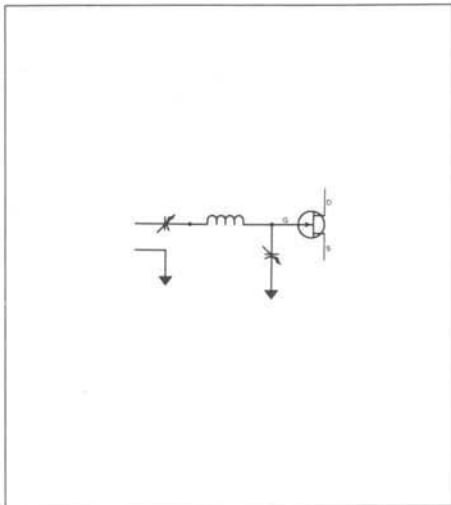
1 Denotes the source reflection coefficient for minimum noise figure of the device



Figure/Abb. 1: Input Circuit #1

higher device Noise Figure than a MGF-1302, but the matching network has far less loss!

For the last 6 years, these designs have consistently given .1 to .25 dB Noise Figures at Noise Figure Contests. .1 to .15 dB for the 50 MHz versions, .1 to .25 for the 144 MHz versions, and .2 to .25 dB for the 222 MHz versions has been very consistent.

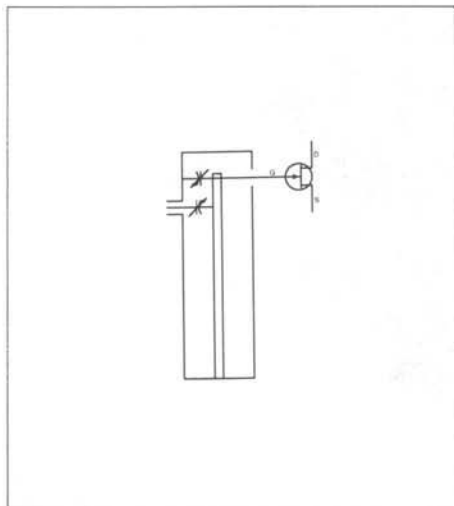


Figure/Abb. 2: Input Circuit #2

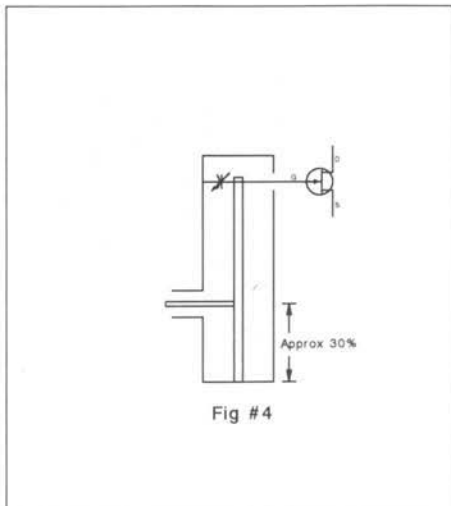
At 432 MHz the Noise Figures rise to .5 to .7 dB and these designs are not competitive.

Design Alternatives

Fig. #1 is the most commonly used input circuit. The tapped L input consistently gives .1 dB lower Noise Figures than a cavity input. This design has been used by KB8RQ on 144 MHz EME for 4

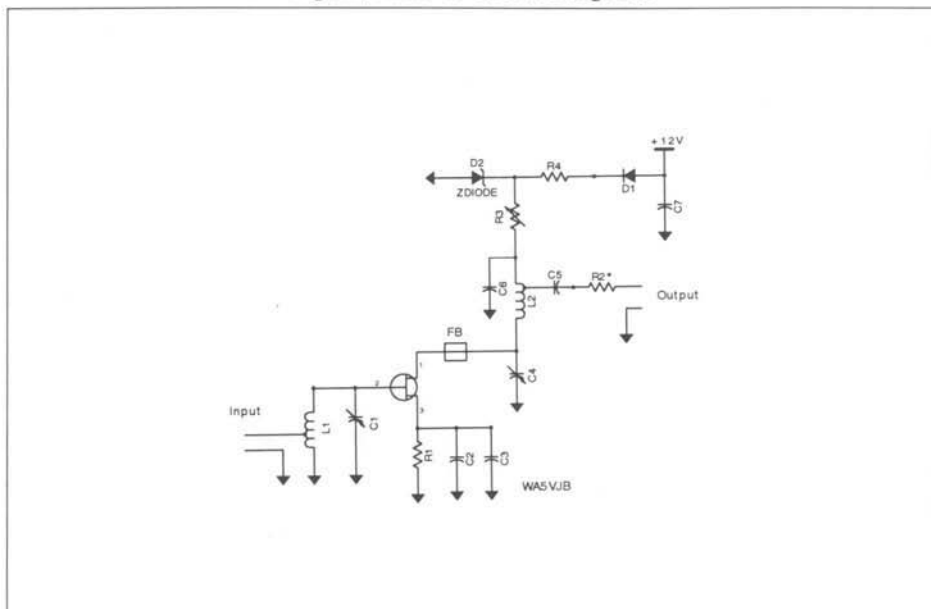


Figure/Abb. 3: Input Circuit #3



Figure/Abb. 4: Input Circuit #4

Figure/Abb. 5: Circuit Diagram



Power GasFET Preamp for 144 MHz

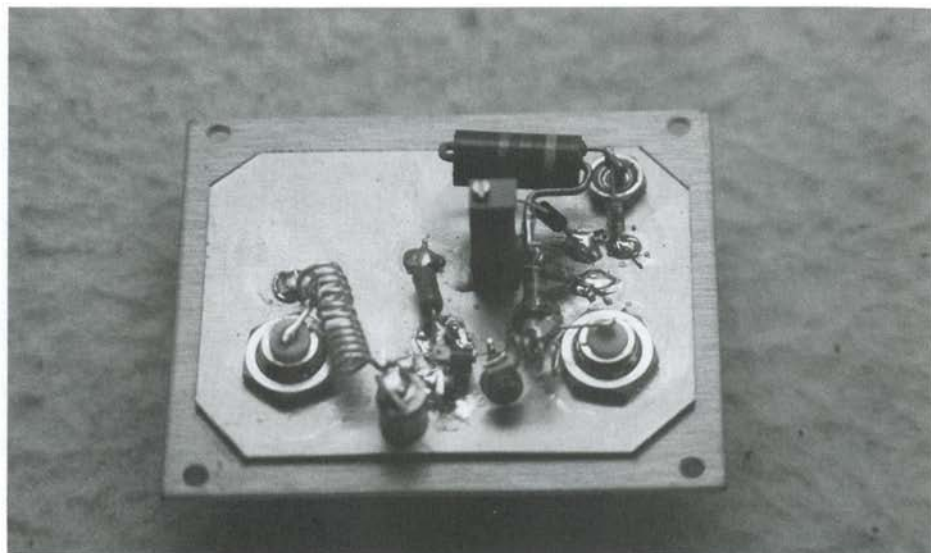


Table 1: Parts List

Item	Designation	Value
1	L1	10 turns, CuEl 1.2 mm dia., 16-18 mm long, wound on 7 mm diam.
2	L2	5 turns, CuEl 0.6 mm dia., 7 mm long, wound on 5 mm diam., tapped 2 ft. from ground
3	R1	27 Ω for MGF1601/1801, 22 Ω for MGF2116
4	R2	10 Ω for improved stability
5	R3	100 Ω poti
6	R4	100 Ω /2W or 80 Ω /2W
	C1	Piston Trimmer 0.8-10pF
	C2,3	500 to 1000pF Chip Capacitors
	C4	4-40pF Trimmer
	C5	100 pF
	C6	1000pF F.T.
	C7	0.01 uF feed through
	D1	1N4002
	D2	4.7V/1W Zener
	FB	Ferrite Bead
	Box	Die Cast or metal shet
	Connectors	as desired

years with excellent results. Currently, 8 North American EME'ers are using one of these Preamps.

Fig. #2 is the lowest loss input circuit, but the 3 dB bandwidth is over 50 MHz. The preamp has gain from 25 MHz to 350 MHz making the preamp useless in any urban environment.

Fig. #3 is the cavity input circuit. The cavity is used for both impedance matching and filtering. This is the circuit I personally use.

My QTH is 10 km from 18 Television transmitters and I trade an extra .1dB of input loss for out-of-band rejection.

Fig. #4 is the tapped cavity. The tapped cavity has less loss than the Capacitively coupled cavity, but it can be difficult to find the best tap point. With the capacitive coupled cavity, the input capacitor can be tuned to lower capacitance, increasing the cavity Q, trading Noise Figure for tight bandwidth. This is very useful in high EMI areas such as my QTH.

C Band waveguide makes an excellent cavity and Copper water pipe has also been used. Theoretically 72 Ohms is the best impedance for the line, but cavities ranging from 30 to 120 Ohms have been built with little difference in Noise Figure.

KH6CP has had good luck using sections of 1/2 inch Heliex to build up tapped lines for his inputs.

A straight Voltage Regulator is not recommended. Many of these devices are capable of 1 watt output if the preamps oscillates! Current limiting resistors protect the device and your receiver. The voltage adjustment will help when tuning for that last .1 dB.

A 4 to 1 transformer does not match the outputs of these 800 μ m GaAs FETs very well. While a transformer does work, a tapped, Low Q tuned circuit works better. The tap point on the output inductor can me moved for best match. Be sure to wind the input and output coils in opposite directions.

For K5GW I build a 2 stage preamp with a MGA-0385/MAR-3 second stage. The MMIC makes an excellent broadband 50 Ohm load for the preamp, and gives K5GW an extra 12 dB of gain for his long coax run. Even with 35 dB of gain, the preamp was quite stable.

Conclusion

These designs have been empirically developed during the construction of over 40 PowerFet preamps. We have not been able to computer model the entire preamp. The GaAs FET manufacturers just don't publish the 150 MHz Noise Parameter data for their 1/2 watt 10000 MHz devices!

My thanks to Henk Ripet for first publishing this design, and to Al Ward, WB5LUA for analysis and cleaning up my technical points.

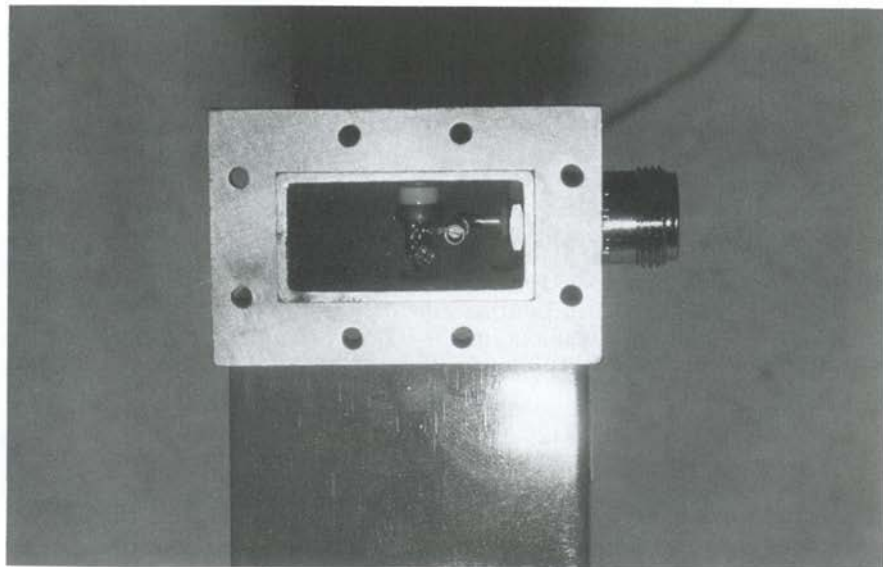
Beschreibung

Seit der Veröffentlichung im VRZA Newsletter im Jahre 1990 wurde das Design für den Leistungs-GaAsFet Vorverstärker verbessert. Mein Dank gilt WB5LUA, der das Design im Rechner modellierte und viele Messungen der Eingangskreise durchgeführt hat.

Die niedrige Rauschzahl der MGF-1801 ist nicht Magie sondern einfach zu erklären. Extrem rauscharme Verstärker für 144 MHz wurden mit den Typen MGF-1601, MGF1801, MGF2116, NE0800 und einigen Avantek Leistungstransistoren gebaut. Für einen typischen MGF-1302 kann man eine z.B. eine Rauschzahl von 0,02 bis 0,05 aufgrund der 1/F Kurve voraussagen.

Leider ist die optimale Generatorimpedanz für minimale Rauschzahl, charakterisiert durch Γ_{OPT} , sehr hoch, ca. in der Größenordnung von 3000 Ohm. Transformiert man von 50 Ohm auf diese Impedanz, kann man leicht 0,3 dB Anpaßverluste haben. HEMTs haben noch geringere Rauschzahlen, aber leider auch mehr Anpaßverluste.

Benutzt man nun einen GaAs-FET mit 800 μm statt mit 250 μm Gateweite, erniedrigt sich die optimale Impedanz auf ca. 900 Ohm. Damit kann man die Lastgüte des Eingangskreises kleiner gestalten und hat dann bei gleicher Leerlaufgüte weniger Verluste. In der Tat hat der MGF-1302 eine niedrigere Rauschzahl als der MGF-1801 aber wesentlich höhere Anpaßverluste.



Look on Waveguide Input Cavity

In den letzten 6 Jahren habe diese Verstärker auf allen Konferenzen bei den Rauschzahlmessungen Werte zwischen 0,1 bis 0,25 dB erbracht. Auf 50 MHz und 220 MHz sind die Werte ähnlich. Auf 432 MHz sind allerdings nur noch Rauschzahlen von 0,5 bis 0,7 dB erzielbar.

Alternative Eingangskreise

Abb. 1 zeigt den am meisten verwendete Eingangskreis. Dieser angezapfte Kreis hat ca. 0,1dB weniger Rauschzahl als ein koaxialer Leitungskreis. Dieses Design wird seit 4 Jahren bei KB8RQ für 144 MHz EME benutzt. Acht andere EME-Stationen aus den USA benutzen diesen Vorverstärker ebenfalls.

Abb. 2 zeigt den Eingangskreis mit den niedrigsten Verlusten. Die 3 dB Bandbreite ist allerdings 50 MHz. Damit kann man diese Art in der Stadt nicht benutzen.

Abb. 3 zeigt einen koaxialen Leitungskreis. Dieser Kreis dient zum Filtern und zur Anpassung. Er hat etwa 0,1 dB mehr Eingangsverlust, ist aber selektiv. Diese Version benutze ich selbst, da ich von 18 Band II Fernsehsendern umgeben bin.

Abb. 4 zeigt den angezapften Koaxialkreis. Es ist möglicherweise schwierig, den besten Anzapfpunkt zu finden.

C-Band Hohlleiter ist gut als Gehäuse für die koaxiale Variante geeignet. Üblicherweise legt man den Wellenwiderstand auf ca. 72 Ohm aus. Tatsächlich sind aber die Verluste kaum höher bei Wellenwiderständen von 30 bis 120 Ohm. KH6CP benutzt 1/2" Heliak für seinen Eingangskreis.

Ein Spannungsregler wird nicht empfohlen, da er im Schwingfall 1 W Ausgangsleistung abgeben kann. Das mag der FET gar nicht. Stattdessen wird eine Kombination aus Widerständen und Zenerdioden verwendet.

Im Ausgang kann man nicht den üblichen 4:1 Transformator verwenden, weil die FET's zu niederohmig sind. Stattdessen wählt einen angezapften Kreis mit niedriger Güte für den Ausgang. Für K5GW habe ich eine zweistufige Version mit einem MAR-3 in der zweiten Stufe gebaut. Damit sieht der FET gute 50 Ohm und die Verstärkung ist ungefähr 35 dB.

Schluß

Die oben beschriebenen Vorverstärker sind das empirische Resultat der Konstruktion von mehr als 40 Vorverstärkern. Eine Rechnersimulation wurde mangels der Rauschparameter nicht erstellt.

Mein Dank gilt Hank Ripet, der dieses Design zuerst veröffentlicht hat, und WB5LUA für die Analyse der Schaltung und viele, hilfreiche Diskussionen.