

Low Noise No Tune Preamp for 23/24 cm

Michel Rousselet, FD1FLN

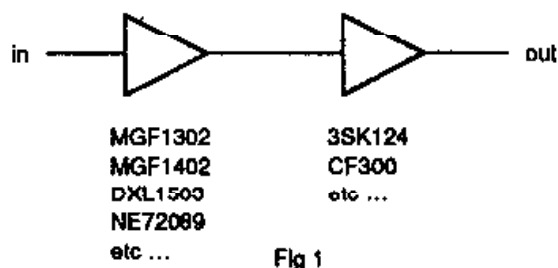
Noise figure is primarily of interest in the area of VHF and above . The price of Gallium Arsenide has decreased mainly due to two principal factors . These are television and the 900 MHz cellular radio activity .

This type of transistor is generally characterised in terms of Scattering parameters , and we can calculate and optimize a Low Noise Amplifier (LNA) . I use for that a Software called Touchstone made by ESSOF , it works on PC , VAX , SUN and some other computer systems .

How many stages ?

This preamplifier has been designed for use on the tower close to the antenna system . It gives a good noise figure .In general coaxial cable with low losses at 23 cm is very expensive . Therefore with the LNA at the tower , we can use normal RG8 coaxial cable , even though losses at that frequency are not negligible . To overcome the noise figure loss due to the coaxial cable , my choice is to use two GAS FETS (fig 1) . The first stage uses a Gas Fet such as a MGF1302 , DXL1503 , CFY 13 , MGF1402 etc .This type of Gas Fet has been designed for use in TVRO applicallons . The performance is very good in the 23 cm band .

The second stage uses a low cost dual gate Gas Fet like 3SK124 , 3SK174 , CF300 . That type has been designed for use mainly in TV tuner and Cellular radio applications for the 900 MHz band .



Eine niedrige Rauschzahl ist ein sehr wichtiges Kriterium für Empfänger auf 23 cm. Durch TVRO und 900 MHz Mobilradio sind die Preise für GaAs-FETs stark gefallen. Diese Art von Transistoren wird durch S-Parameter charakterisiert. Damit kann man mit geeigneter CAD-Software (z.B. Touchstone von EESOF) sehr schön rauscharme Vorverstärker designen.

Wegen des hohen Kabelverlustes auf 23 cm wurde ein 2-stufiger Verstärker entwickelt (Bild 1). Die erste Stufe ist mit einem MGF1302 bestückt und die zweite Stufe mit einem 3SK124 bzw. CF300 Dual-Gate-GaAs-Fet, der sehr billig ist und für die zweite Stufe völlig ausreicht.

Technical Reports: Low Noise No Tune Preamp for 23/24 cm by FD1ELN

For the power supply of the LNA I use a 5 V 3 terminal voltage regulator (78L05) to provide the primary voltage to a DC/Dc converter (INTERSIL ICL 7660) which provides the negative bias voltage for the first stage . This type of IC requires only a few additional capacitors . The negative voltage is fed to the first stage gate via T3 which provides a constant current for the Gas Fet (Id of 10 mA for the optimum noise figure) . D1 on the base of T3 provides temperature compensation .

The bias network of the second stage is very simple . It is only a resistor divider to the second gate G2 and a resistor in the source lead .

The RF network has been designed to filter low frequency . Especially for 432 MHz . All network design has been optimize by Toustchone .

Figure 2 gives the schematic diagram of the preamplifier .

Figure 3 is a curve of the noise figure versus the frequency .

Figure 4 gives the gain versus the frequency .

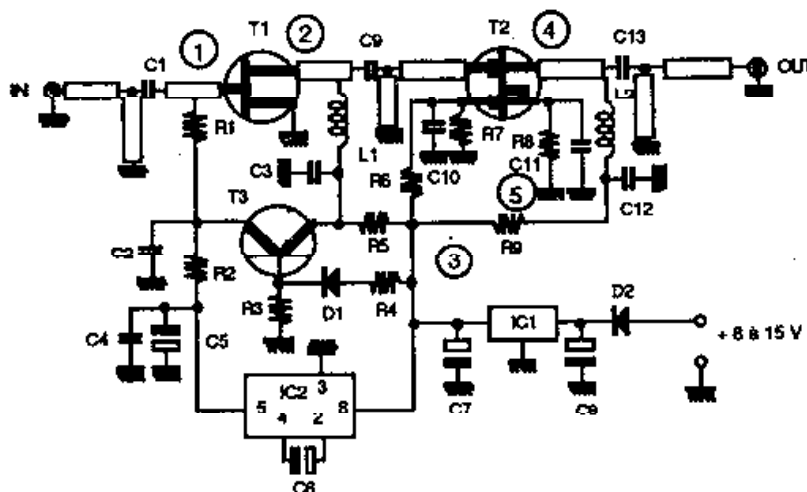


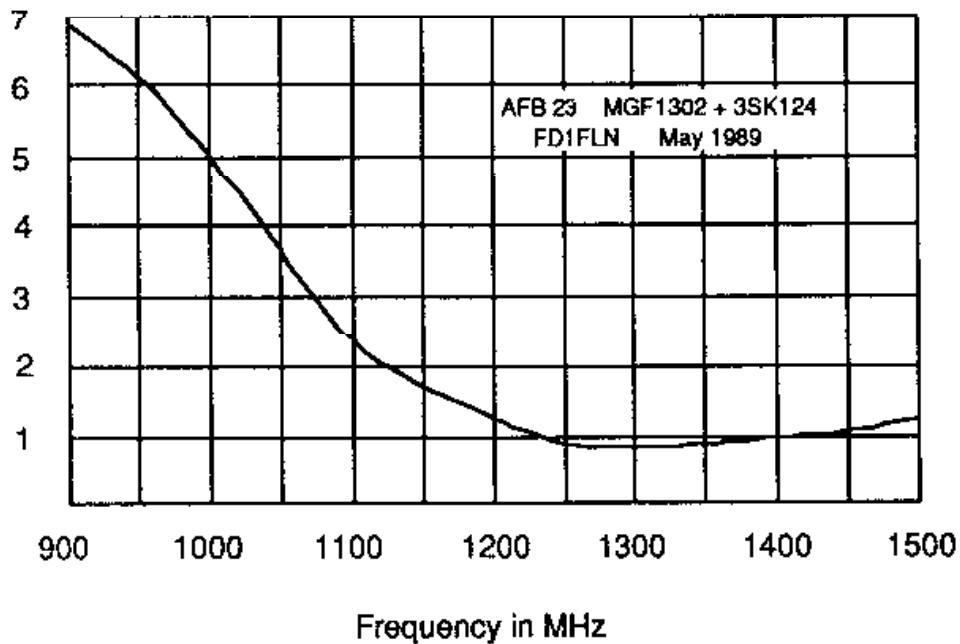
Fig 2 : AFB 23 electrical schematic

Analyse der Schaltung

Die Schaltung arbeitet mit geerdeten Source-Anschlüssen der GaAs-FETs. Die negative Spannung für die Gates wird vom IC2 (ICL7660/LT1044) erzeugt und durch T3 wird ein Konstantstrom auf T1 eingepreßt, der durch R5 definiert ist und völlig unabhängig von den Exemplarstreuungen von T1 ist. Der Strom beträgt 10 mA.

Die HF-Seite wurde für maximale Unterdrückung von 432 MHz Signalen optimiert. Bild 2 zeigt die Schaltung, Bild 3 läßt den Rauschfaktor über der Frequenz erkennen und Bild 4 den Frequenzgang der Verstärkung. Darin sieht man auch die hervorragende Unterdrückung von 432 MHz mit mehr als 60 dB. Der Frequenzgang der Rauschzahl ist sehr breit mit einem Minimum von unter 1 dB von 1250 bis 1350 MHz. Abstimmenelemente sind wegen der durch das CAD-Design erreichten Breitbandigkeit im Nutzfrequenzband überflüssig.

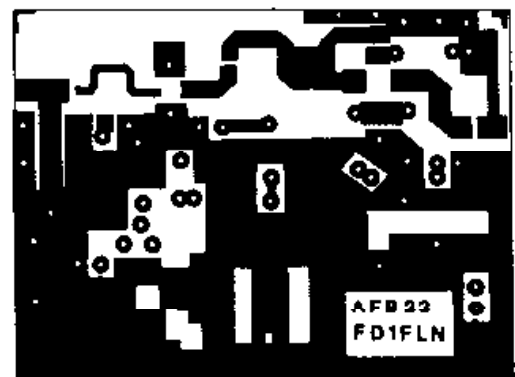
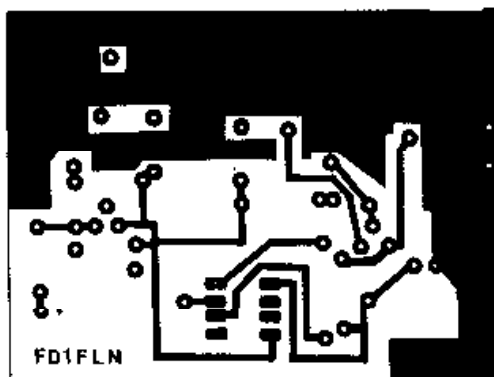
Fig 3 : Noise Figure in dB vs frequency



LOW COST SOLUTION !!!

For good reproducibility of the preamplifier, microstrip technology was the best way to do it. While there are a lot of substrate available on the market such as Epoxy glass, Alumina, Teflon glass, Duroid, Epsilam, Sapphire and some others. I chose G10 (FR4) epoxy glass (.063" thick) as the best trade off for price and quality, also it is very easy to find.

Double face PCB drawing is shown at fig 5a and fig 5b.



Aufbau

Der Verstärker ist auf G10 Epoxy-Material aufgebaut. Die beidseitig gedruckte Schaltung ist in Bild 5 zu sehen.

Construction steps

Prepare the PCB with through wires to the ground plane or rivets . See fig 9 . The location of this ground points is shown on fig 6 .

Solder or bolt the PCB in the box .

Solder the two Gas Fets (disconnect the soldering iron from the house supply) or use grounded iron .

Check the voltage on the PCB at points noted on the schematic .

(1) - 0.46 V (2) 3.1 V (3) 2.5 V (4) 4.0 V (5) 0.7 V

The differential voltage across R5 and R9 show the DC currents for T1 and T2 .

(Respectively about 10 mA for T1 and 15 mA for T2) .

If all the voltages are correct , the preamplifier should be working .

Note : All the voltages measurement should be done with a 50 Ω load at the input and the output .

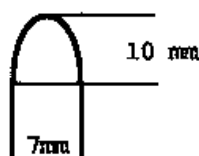


Fig 7 : L1 and L2



Fig 9

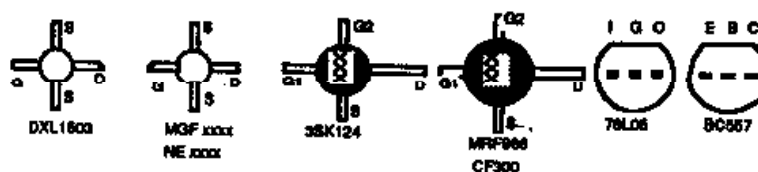


Fig 8 : transistors package (bottom view)

Konstruktion

Die gedruckte Schaltung wird durchkontaktiert, wie in Bild 9 angegeben. Die Position der Durchkontaktierungen ergibt sich aus Bild 6. Nach dem Einlöten der GaAs-FETs (mit geerdeter Lötspitze!) werden die Spannungen und Ströme kontrolliert. Dazu schließt man den Verstärker am Ein- und Ausgang mit 50 Ohm ab und legt 12 V Betriebsspannung an.

Dann müssen an den Prüfpunkten folgende Spannungen zu messen sein:

(1) : - 0,46 V (2): 3,1 V (3): 2,5 V (4): 4,9 V (5) : 0,7 V

Technical Reports: Low Noise No Tune Preamp for 23/24 cm by FD1ELN

FINAL NOTES :

Noise figure and gain measurements were made with a HP8753 for the gain and with a HP8970 plus a circulator for the noise figure

The MGF 1302 can give a better noise figure than indicated here , but this would require a better front end such as a cavity . This preamplifier was not intended to be the best of this type of frequency design but one that simple to build with good reproducibility .

The cost of this AFB23 preamplifier is below 20 \$ including connectors and box .

Thank you to Charlie W7GBI and Jim WA7CJO for the help of the translation .

References :

- The weekender WA9HUV Ham Radio NOV 88
- Yil T Ha " Solid state microwave amplifier design "
- OE9PMJ and F6CER 1296 MHz preamplifier in DUBUS magazine and HURK info

Die Differenzspannung über R5 und R9 läßt einen die Ströme durch T1 und T2 ermitteln. Die sollen 10 bzw. 15 mA sein.

Schlußbemerkungen

Die Messung des Rauschfaktors wurden mit einem HP8970 PANFI mit Isolator zwischen Rauschquelle und Verstärker durchgeführt. Der Frequenzgang der Verstärkung wurde mit einem HP8753 Netzwerkanalysator gemessen.

Natürlich kann mit dem MGF1302 auch noch niedrigere Rauschfaktoren als in dieser Schaltung erreichen. Dann muß man allerdings einen aufwendigen Eingangskreis in Koaxial-Luft-Technik konstruieren, der zudem noch abgeglichen werden muß. Hier wurde auf Abgleichfreiheit, Reproduzierbarkeit und niedrige Kosten mehr Wert gelegt, zumal der erzielte Wert für terrestrische Verbindungen mehr als ausreichend ist.

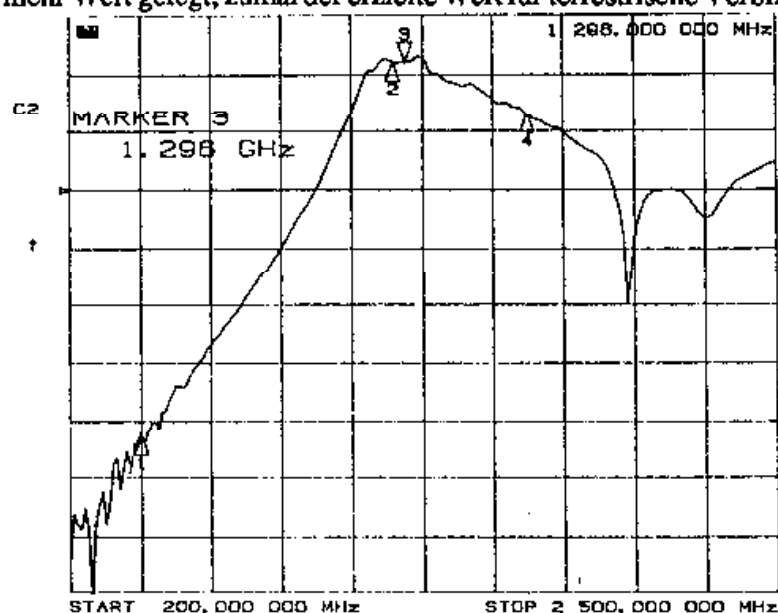


Figure 4/Bild 4: Gain versus frequency