

# High IP-LNA for 432

R. Bertelsmeier, DJ9BV

**Abstract:** For low noise operation on 432 EME a second preamp is mandatory. It's needed for overriding the noise temperature from cable and converter. But on the negative side stability problems can arise and the overall intercept point or dynamic range would be severely degraded if a wrong gain distribution or inappropriate 2 nd stage is chosen. The following performance figures have been calculated with AppCAD from HP and are valid for application of the high-IP LNA described..

**Kurzfassung:** Vor langen Kabeln ist ein Vorverstärker auf 70 cm EME nicht ausreichend, um eine niedrige Gesamtrauschzahl zu erzielen. Schaltet man zwei gleiche Vorverstärker mit GaAs-FET's hintereinander, bekommt man meistens Probleme mit der Stabilität und das Großsignalverhalten verschlechtert sich drastisch. Es wird ein LNA mit sehr hohem IP und niedriger Rauschzahl beschrieben, der sich hervorragend als zweite Stufe in einem EME-System oder zum Bau von Hochleistungs-Konvertern eignet. Die Systemrechnung wurde mit AppCAD von HP ausgeführt.

## 1. EME-System with GaAs-FET in first stage and high IP 2 nd preamp

Together with a high IP-converter a system of two preamps is capable of very high dynamic range of 89 db and very low total noise figure of 0.37 dB (Figure 1). Without the second preamp the total receiver temperature would be 56 K or 0.77 dB, which degrades S/N-performance for signals off the moon\* by 1.4 dB!

It's not recommended to run a normal commercial low IP-converter with 0 dBm IP or less for this application. IP will be degraded to -25 dBm and dynamic range to 83 db. It's better to build a high IP-converter without GaAs-FET stage in the input.

Parameter	Total System	1. Preamp (GaAs-FET)	2. Preamp (GGV-432)	RX-Cable (25 m RG-213)	Transverter (Homebrew & High-IP)	HF-Transceiver
NF [dB]	0.37	0.3	1.1	4.5	2.7	17
Noise Temperature [K]	25.6	21	84	527	250	14244
Gain [dB]	139.5	18	10	-4.5	16	100
IP3 @ Input [dBm]	-16.7	0	17	> 50	10	26
DYN3 @ B=250 Hz [dBm]	88.6	99.8	110.6		105	106

Table 1/Tabelle 1

\* An antenna temperature of 40 K and 0.3 dB loss before the first preamp are assumed.

## 1. EME-System mit 2 Vorverstärkern

Benutzt man diesen LNA nach einem GaAs-FET Vorverstärker vor einem speziellen Konverter mit hohem IP (+10 dBm) kann man eine Gesamtrauschzahl von 0,37 dB bei einem intermodulationsfreien Bereich von 89 dB erzielen. Ohne den zweiten Vorverstärker würde die Rauschzahl auf 0,77 dB (= 56 K Rauschtemperatur) ansteigen, was einen Signalverlust für Signale vom Mond\* von 1.4 dB nach sich ziehen würde.

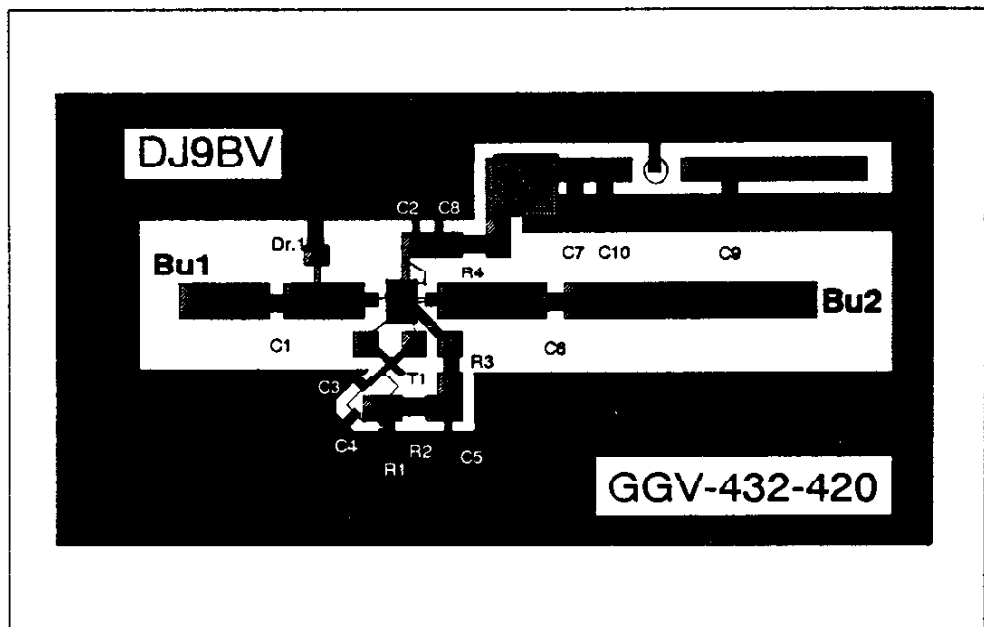
Normale Konverter mit niedrigem IP, die selbst schon einen GaAs-FET in der ersten Stufe haben, sind für dieses System ungeeignet. Der Dynamikbereich würde sich selbst bei einem IP des Konverters von 0 dBm auf 83 dB verringern. Besser ist es, einen Konverter ohne GaAs-Fet Eingangsstufe und einem 23 dBm Mixer zu bauen. Ausgerüstet mit diese Art von Gegenkopplungsverstärkern kann ein solcher Konverter leicht einen IP von 10 dBm bei einer Rauschzahl von 2.7 dB erreichen.

## 2. Construction of a high IP LNA for 432

GaAs-FET's have been ruled out for this stage. Even high current GaAs-FET as the CF300 have only a maximum IP of + 5 dBm with a noise figure of about 1.1 dB. As an alternative a noiseless feedback circuit was selected. DJ7VY has described a noiseless feedback bipolar stage in 1977 ([1]). He achieved a noise figure of 2 dB with an IP of 14 dBm at the input. The original circuit has been developed by Dr. Norton from ANZAC ([2]). Three changes proved to be worthwhile to the DJ7VY circuit:

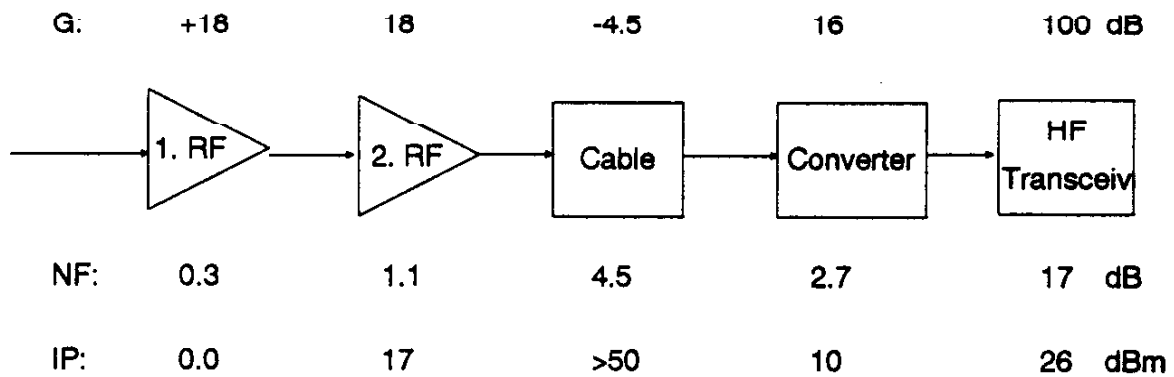
1. Selection of a better transistor, i.e. the AVANTEK ATF42085, gives 1.1 dB noise figure at 10 mA current instead of 2 dB noise figure with an BFT66.
2. Better bias circuit provides DC-Stability
3. Better material (U60 ferrite) provides 0.2 less losses and hence less noise figure than U17 ferrite

The circuit diagram can be seen in Figure 2. An epoxy PCB with 35 x 72 mm size fits into a standard tinned box (Figure 1). The electrical properties on

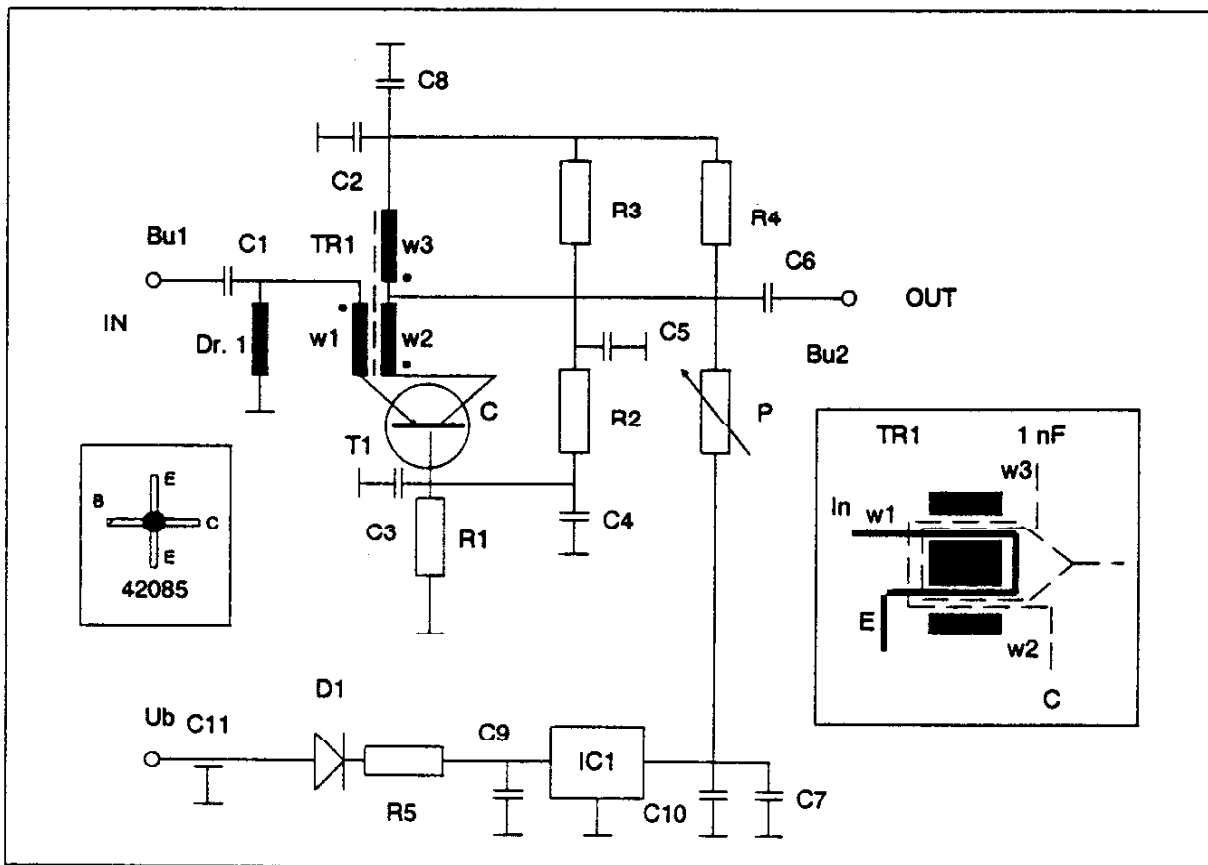


Bild/Figure 1: Parts Layout of GGV-432-420

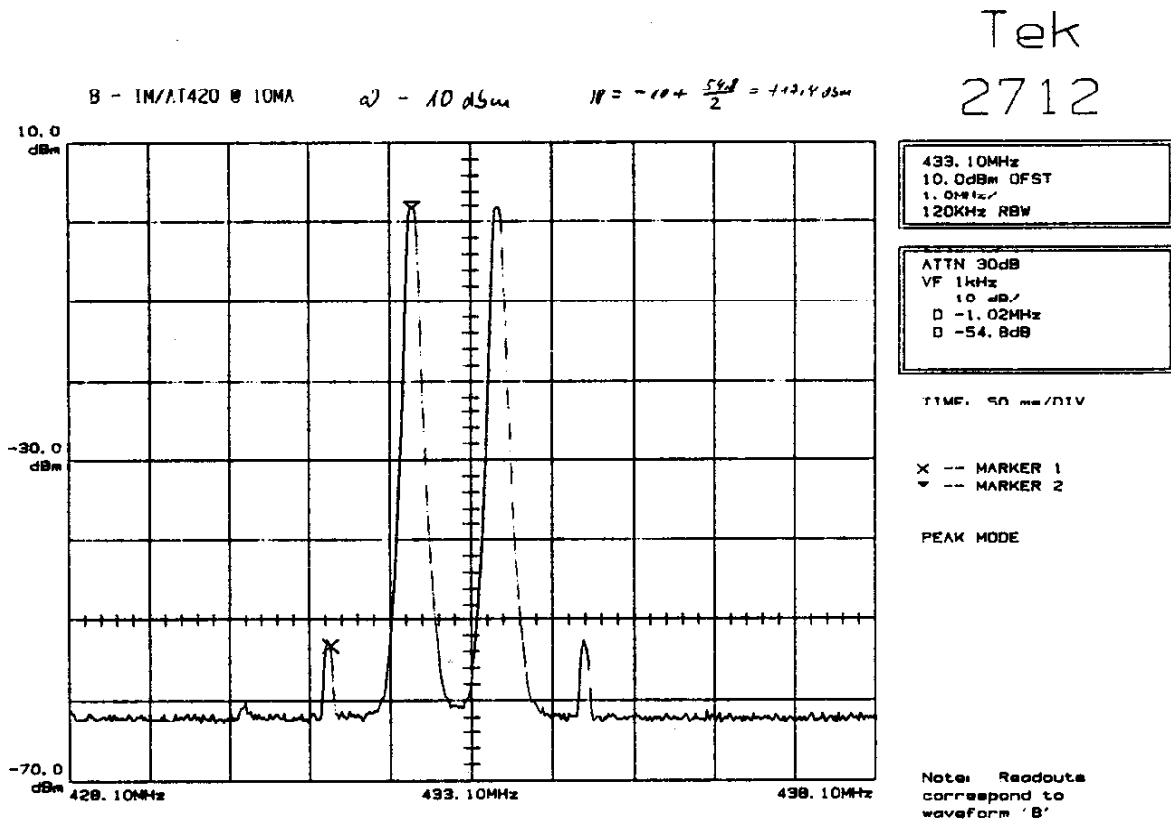
\* Es werden eine Antennentemperatur von 40 K und ein Verlust vor dem ersten Preamp von 0,3 dB angenommen.



Bild/Figure 2: EME-System for 432



Bild/Figure 3: Circuit Diagram GGV-432-420



Bild/Figure 4: Intermodulation at Input Level of -10 dBm

432 MHz are as follow:

**Tabelle 2:**

<b>Gain:</b>	10 dB (Broadband from 100 - 500 MHz)
<b>Noise Figure:</b>	1.1 dB @ 10 mA 1.3 dB @ 16 mA 1.5 dB @ 23 mA
<b>IP3 @ Input:</b>	+ 17 dBm @ 10 mA + 20 dBm @ 16 mA + 22 dBm @ 23 mA
<b> S<sub>11</sub> </b>	: < -17 dB
<b> S<sub>22</sub> </b>	: < -17 dB

The values above show that this LNA is an excellent performer. It's dynamic range is an exciting 110.6 dB at a bandwidth of 250 Hz. Intermodulation performance can be seen in Figure 4.

Besides being an excellent second stage also a high IP-converter can be constructed with two of this stages together with a pair of helical filters and a high level (+23 dBm) mixer like the SMC-C1H. This type of converter provides a very high IP of +10dBm and a noise figure of 2.7 dB unlike his commercial counterparts, which utilizes GaAs-FET first stage with low IP. The basic idea is not to incorporate any low IP stage in the converter if you want to use masthead preamps. This converter is in use at the authors EME-station and is the basis for the calculation in the table.

PCB's and special parts can be ordered from Rainer Jäger, DC3XY, Tel. (++49)410673430.

## 2. Konstruktion eines hochlinearen LNA für 432

Hochstrom GaAs-FET's wie der CF300 erreichen bei einer Rauschzahl von 1,1 dB einen Eingangs-IP von max. + 5 dBm. Daher wurde ein Bipolar-Transistor in Gegenkopplungsschaltung aufgebaut ([1]). DJ7VY hatte diese Schaltung von Dr. Norton, ANZAC ([2]) entlehnt und 1977 mit einem BFT66 einen IP von + 14 dBm bei einer Rauschzahl von 2 dB erreicht. Mit drei Änderungen sind sehr gute Werte möglich:

1. Verwendung eines besseren Transistors (AVANTEK ATF-42085)
2. Verwendung eines besseren Kerns (U60 Material statt U17)
3. Brauchbare Arbeitspunktstabilisierung

Dann sind die Werte in Tabelle 2 erreichbar. Diese Werte sind sehr gut und ergeben einen Dynamikbereich von ca. 110 dB bei 250 Hz Bandbreite. Die Schaltung ist in Bild 3 zu sehen. Die Epoxy-Platine (Bild 1) wird in die übliche Weißblechdose gelötet. Diese Stufe kann auch hervorragend für Hoch-IP Eigenbau-Konverter eingesetzt werden. Zwei solcher Stufen über Helixfilter gekoppelt ergeben einen IP von +10 dBm bei Rauschzahl von 2,7 dB vor einem 23 dBm Mixer.

**References:** [1] M. Martin, DJ7VY, "Neuartiger Vorverstärker für 145MHz- und 432MHz-Empfänger, UKW Berichte 4/1977, S. 194-200

[2] D.E. Norton, 'High Dynamic Range Amplifiers Using Lossless Feedback', Microwave Journal, May 1976

Teile-Nummer/Part.-No	Art/Sort	Wert/Value	Hersteller/Manufact.	Herst.-Bez./Manuf.-No.
C1,2,3,4,5,6,7	SMD-C	1000 pF	Sie	1206
C10	SMD-Elko	10 uF/16V	Sie	
C8,9	SMD-C	0,1 uF/63V	Sie	1210
C11	Duko	1 nF/400V	Sie	
Dr. 1	SMD-Drossel	1 uH	Sie	SIMID01
T1	Transistor	ATF42085	Av	42085
IC1	Regler 10V	78L10A	Mo	MC78L10A
D1	Si-Diode	1N4007	Mo	
P	SMD-Poti	250/300 Ohm	Vi	4312
R1	SMD-R	680 Ohm	Sie	1206
R2	SMD-R	2200 Ohm	Sie	1206
R3	SMD-R	3900 Ohm	Sie	1206
R4	SMD-R	100 Ohm	Sie	1206
R5	SMD-R	10 Ohm	Sie	1206
TR1	Transformer, U60 Kern-Doppelloch	Cul 0,15 mm dia.; w1=1;w2=3,w3=4	Sie/Eigenbau	B62152-A0008-X060
Bu1,2	Koax-Buchse	N		
PCB	Epoxy PCB, 1,6 mm, 2 x 35 u Cu	35 x 72 mm	DC3XY: (++49)(0)4106-73430	GGV-432-420
G	Gehäuse, Weißblech	35x74x30 mm		