

Erfahrungsbericht zum 1296-MHz- Leistungsverstärkermodul RA18H1213

*Wolf-Henning Rech, DF9IC, Eisinger Str. 36/2, 75245 Neulingen,
mailto:whrech@web.de*

1 Generationswechsel bei den Modulverstärkern

Von den meisten Funkamateuren nahezu unbeachtet hat bei den beliebten Leistungsverstärkermodulen in Hybridtechnik eine Generationswechsel stattgefunden. Die zahlreichen Modulverstärker mit 12-V-Bipolartransistoren sind abgekündigt oder werden voraussichtlich bald auslaufen, und sie wurden ersetzt durch eine kleinere Typenreihe von LDMOS-Modulen, die meist breitbandiger nutzbar sind. So werden z.B. die Typen M67715 (1,7W) und M57762 (18W) für das 23-cm-Band nicht mehr hergestellt, dafür gibt es seit mehr als einem Jahr ein LDMOS-Modul RA18H1213 [1].

Das neue 23-cm-Leistungsverstärkermodul ist wiederum mit 18W Ausgangsleistung spezifiziert, erreicht aber laut Datenblatt und auch in der Realität deutlich mehr. Der Wirkungsgrad ist leider nicht allzu gut, so daß viel Verlustleistung abgeführt werden muß. Gehäuse und Anschlußbelegung sind gegenüber den Bipolarverstärkern verändert, eine wesentliche Neuheit ist die Möglichkeit, den Arbeitspunkt nahezu frei vorgeben zu können und das Modul somit auch im A-Betrieb für Hochlinearanwendungen (D-ATV) zu nutzen. Die äussere Beschaltung ist minimal, und die Verwendung ist wenigstens ebenso einfach wie bei den bipolaren Vorgängern.

2 Einfache Baugruppe für >30W Sendeleistung bei 1296MHz

Als Fertigbaugruppe gibt es seit Mitte 2004 bereits hervorragende Verstärker mit dem Mitsubishi-Modul RA18H1213 bei [2]. Diese Baugruppe ist mit einer RO4003-Leiterplatte und einem gefrästen Alugehäuse hochwertig aufgebaut, eignet sich dadurch aber weniger gut für den preiswerten Nachbau..

Ganz ohne vernünftige Wärmesenke geht es allerdings nicht: während der Autor für das M57762 erfolgreich Druckgußgehäuse mit dünner Wandstärke zur Kühlkörpermontage verwendet hat, war das Ziel hier, durch eine massive Aluplatte die Wärme gleich sehr gut zu verteilen und dadurch den Wärmewiderstand so gering wie möglich zu halten. Dazu wird eine 10mm starke Aluplatte z. B. mit der Dekupiersäge so zurechtgesägt, daß sie den Boden eines handelsüblichen Weißblechgehäuses ersetzen kann, und mit den vorher zusammengelöteten Seitenteilen von außen mit 10 M3-Schrauben verbunden. So entsteht im Eigenbau eine solides, HF-dichtes Gehäuse mit guter Wärmesenke

Auf die Alugrundplatte werden nun einerseits das Modul und andererseits eine FR4-Leiterplatte (Bild 2) aufgeschraubt. Die Leiterplatte trägt Streifenleitungen für den HF-Ein- und Ausgang, Abblock-Kondensatoren, eine Spannungsstabilisierung mit einfacher Z-Diode für



ELECTROSTATIC SENSITIVE DEVICE
OBSERVE HANDLING PRECAUTIONS

MITSUBISHI RF MOSFET MODULE

RA18H1213G

1.24-1.30GHz 18W 12.5V, 3 Stage Amp. For MOBILE RADIO

DESCRIPTION

The RA18H1213G is a 18-watt RF MOSFET Amplifier Module for 12.5-volt mobile radios that operate in the 1.24- to 1.30-GHz range.

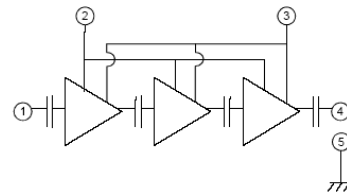
The battery can be connected directly to the drain of the enhancement-mode MOSFET transistors. Without the gate voltage ($V_{GG}=0V$), only a small leakage current flows into the drain and the RF input signal attenuates up to 60 dB. The output power and drain current increase as the gate voltage increases. With a gate voltage around 4V (minimum), output power and drain current increases substantially. The nominal output power becomes available at 4.5V (typical) and 5V (maximum). At $V_{GG}=5V$, the typical gate current is 1 mA.

This module is designed for non-linear FM modulation, but may also be used for linear modulation by setting the drain quiescent current with the gate voltage and controlling the output power with the input power.

FEATURES

- Enhancement-Mode MOSFET Transistors ($I_{DD}\approx 0$ @ $V_{DD}=12.5V$, $V_{GG}=0V$)
- $P_{out}>18W$, $\eta_T>20\%$ @ $V_{DD}=12.5V$, $V_{GG}=5V$, $P_{in}=200mW$
- Broadband Frequency Range: 1.24-1.30GHz
- Low-Power Control Current $I_{GG}=1mA$ (typ) at $V_{GG}=5V$
- Module Size: 66 x 21 x 9.88 mm
- Linear operation is possible by setting the quiescent drain current with the gate voltage and controlling the output power with the input power

BLOCK DIAGRAM



- ① RF Input (P_{in})
- ② Gate Voltage (V_{GG}), Power Control
- ③ Drain Voltage (V_{DD}), Battery
- ④ RF Output (P_{out})
- ⑤ RF Ground (Case)

PACKAGE CODE: H2S

Bild 1 Auszug aus dem Datenblatt des RA18H1213

die positive Gate-Vorspannung und eine simple PTT-Schaltung, die die Aktivierung des Moduls durch eine Masseverbindung ermöglicht (Bild 3). Die Ruhestromaufnahme des Moduls beträgt etwa 5 A bei einer Steuerspannung von 5 V - durch leichte Variation der Zenerspannung bzw. Verwendung eines Spannungsteilers/Potis hinter der Zenerdiode kann diese noch verändert werden.

Die Oberwellenunterdrückung einer solchen Baugruppe ist gut genug, wenn das Modul wie beim Autor als Treiber für eine Röhren-PA eingesetzt werden soll; bildet es aber die letzte Stufe des Senders und folgt kein Bandfilter mehr, so sollte ein Ausgangstiefpaß in die Baugruppe integriert werden. Dazu wurde das ursprüngliche Layout erweitert. Die Streifenleiterstruktur des Filters wurde mit APLAC [3] entwickelt. Für die Baugruppe ohne Filter genügt ein Gehäuse mit den Abmessungen 55,5 mm x 74 mm, mit Ausgangsfilter braucht es die grössere Version mit 55,5 mm x 111 mm. Die Aluplatte muss in beiden Fällen passend angefertigt werden.

Beim Durchführungskondensator für die Stromversorgung ist darauf zu achten, daß er dauerhaft 10A Strom führen kann. Vor der Montage des Hybridmoduls sollte außerdem die Erzeugung der Gatespannung überprüft werden, eine Fehlmontage der Z-Diode und damit zu hohe Spannung könnte sonst mit hoher Wahrscheinlichkeit das Modul zerstören.

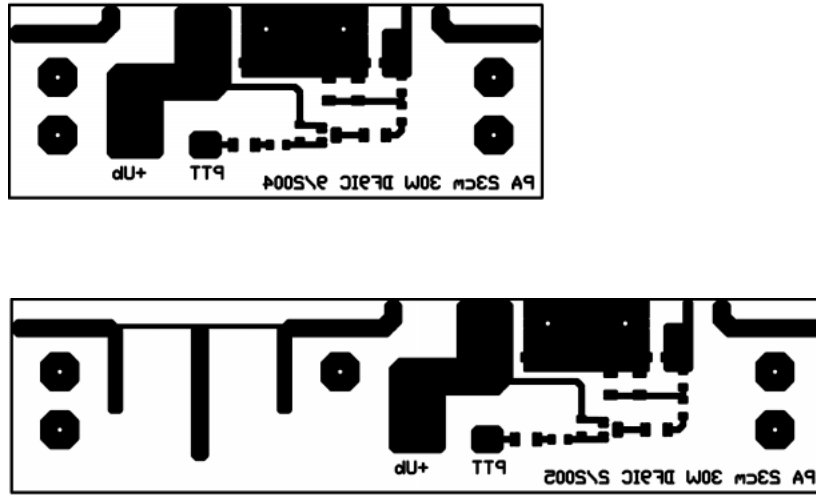


Bild 2 Layout der beiden Leiterplattenversionen M 1:1 gespiegelt, Material FR4 1,5 mm mit Rückseite Masse

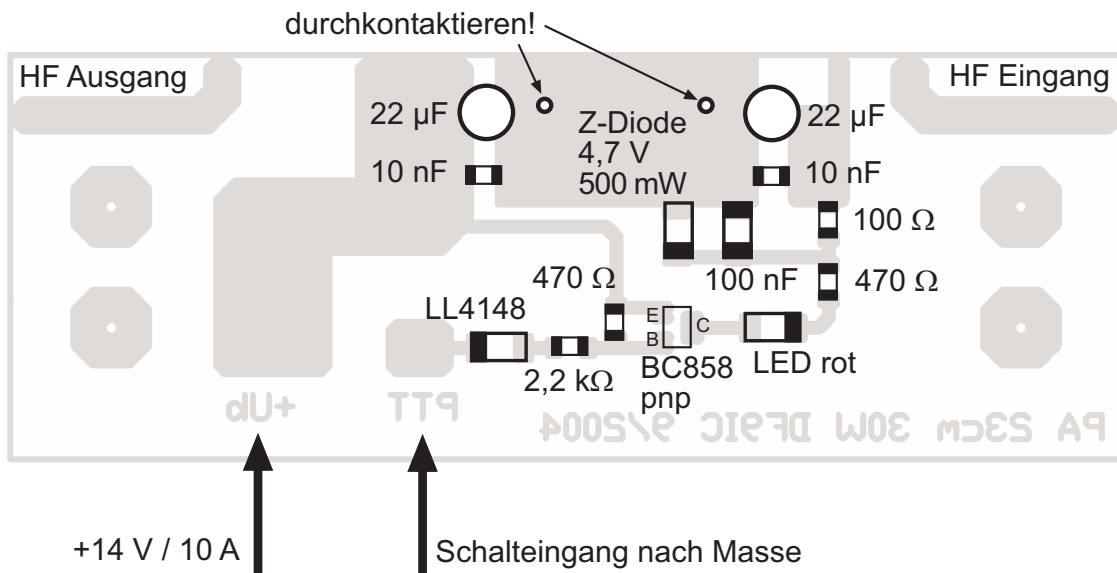
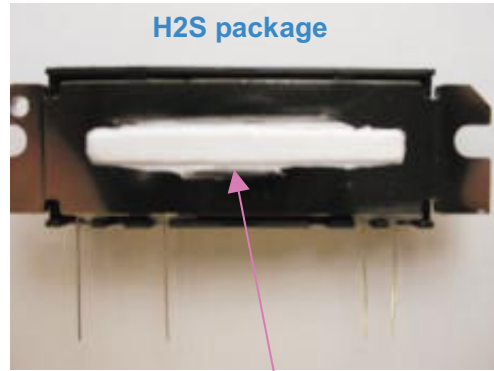


Bild 3 Bestückungsplan

Die Montage des Moduls muß mit Wärmeleitpaste erfolgen - das Modul hat nämlich einen Spalt von ca. 0,09 mm unterhalb des wärmeerzeugenden Bereichs des Flanschs. In einer Applikationsschrift [4] beschreibt der Hersteller den empfohlenen Einbauprozess. Die dort angegebene spezielle japanische Wärmeleitpaste wurde nicht verwendet, aber eine solche, die für die Montage von Kühlkörpern bei PC-Prozessoren vorgesehen ist („Silver Grease“ TTG-S104). Mitsubishi empfiehlt, 77 mm³ zu verwenden, das entspricht etwa 12% des Inhalts einer 1,5-g-Kartusche. Es ist sinnvoll, zunächst etwas sparsamer aufzutragen, den Flansch anzupressen, wieder abzuheben und den Abdruck zu betrachten. Dann kann an den



Thermal compound size:
L40 x W4 x t 0.5mm

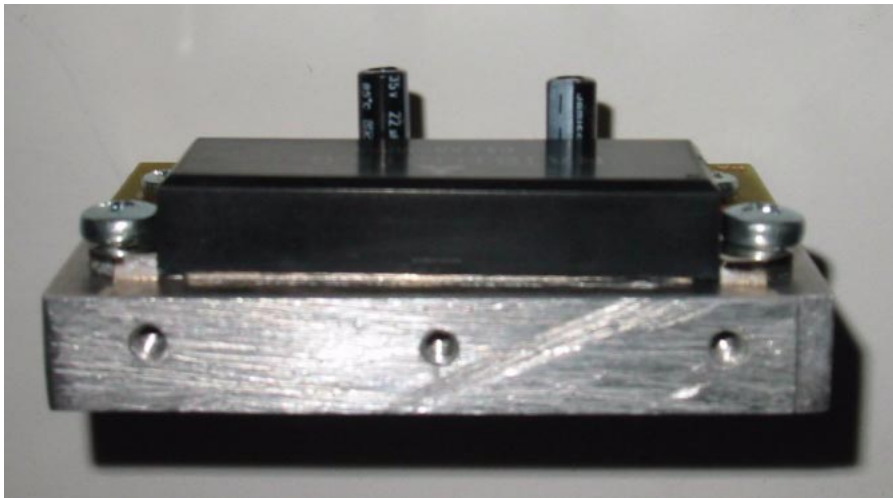


Bild 4 Wärmeleitpaste und deren Applikation auf den Kühlflansch
links oben: verwendete Wärmeleitpaste
rechts oben: Applikationshinweis von Mitsubishi zum Auftrag
unten: montiertes Modul, die Paste quillt gerade ein klein wenig aus dem Spalt heraus

fehlenden Stellen gezielt nach Gefühl noch etwas zugegeben werden. Bei der optimalen Dosierung sollte beim Aufsetzen eine *geringe* Menge der Paste aus dem Spalt herausgepresst werden (Bild 4).

Bild 5 zeigt die Baugruppe auf der Aluplatte und nach Montage in das Gehäuse. Die beiden unteren Schraubenlöcher werden verwendet, um die gesamte Baugruppe auf den Kühlkörper zu montieren. Teilweise wurden auch bedrahtete Bauteile montiert, wo SMD-Versionen nicht zur Hand waren. Die LED erlaubt eine einfache und schnelle Kontrolle des Schaltzustands bei einer Fehlersuche.

3 Ergebnisse

Die Baugruppe erreicht eine typische Sättigungsausgangsleistung von mehr als 40W bei allerdings 100W Verlustleistung, die durch einen grossen Kühlkörper aufgefangen werden

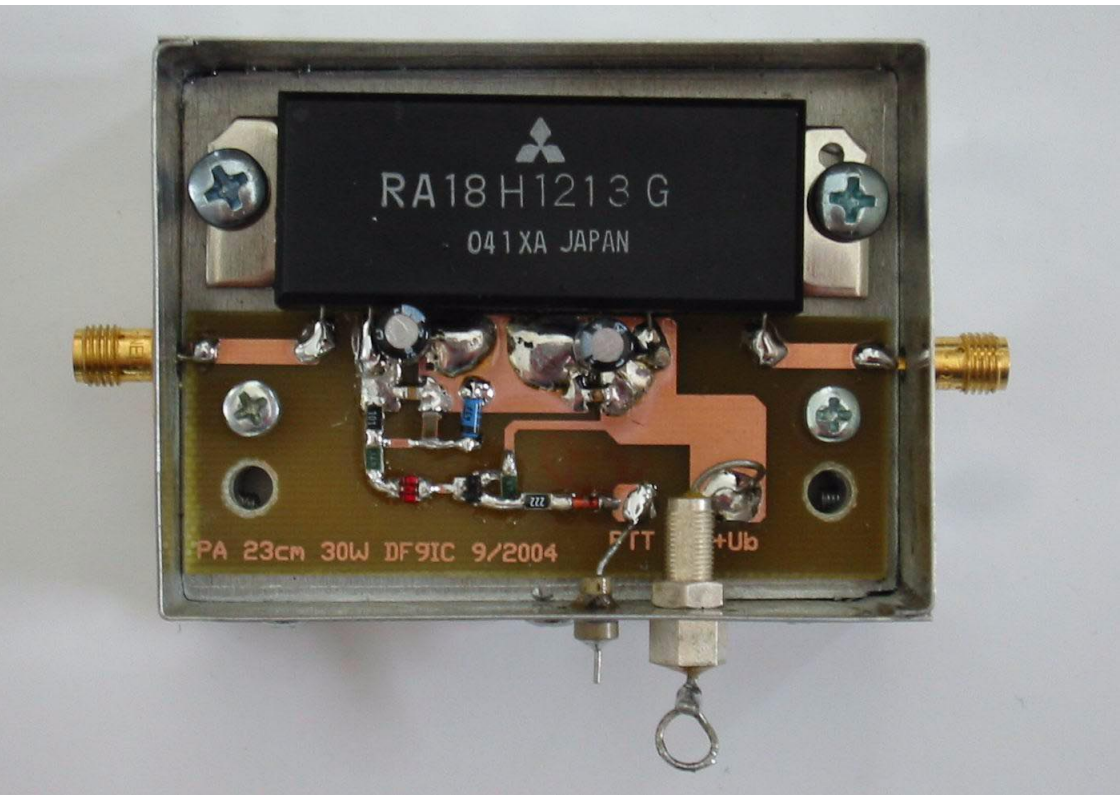


Bild 5 Photos der Baugruppe

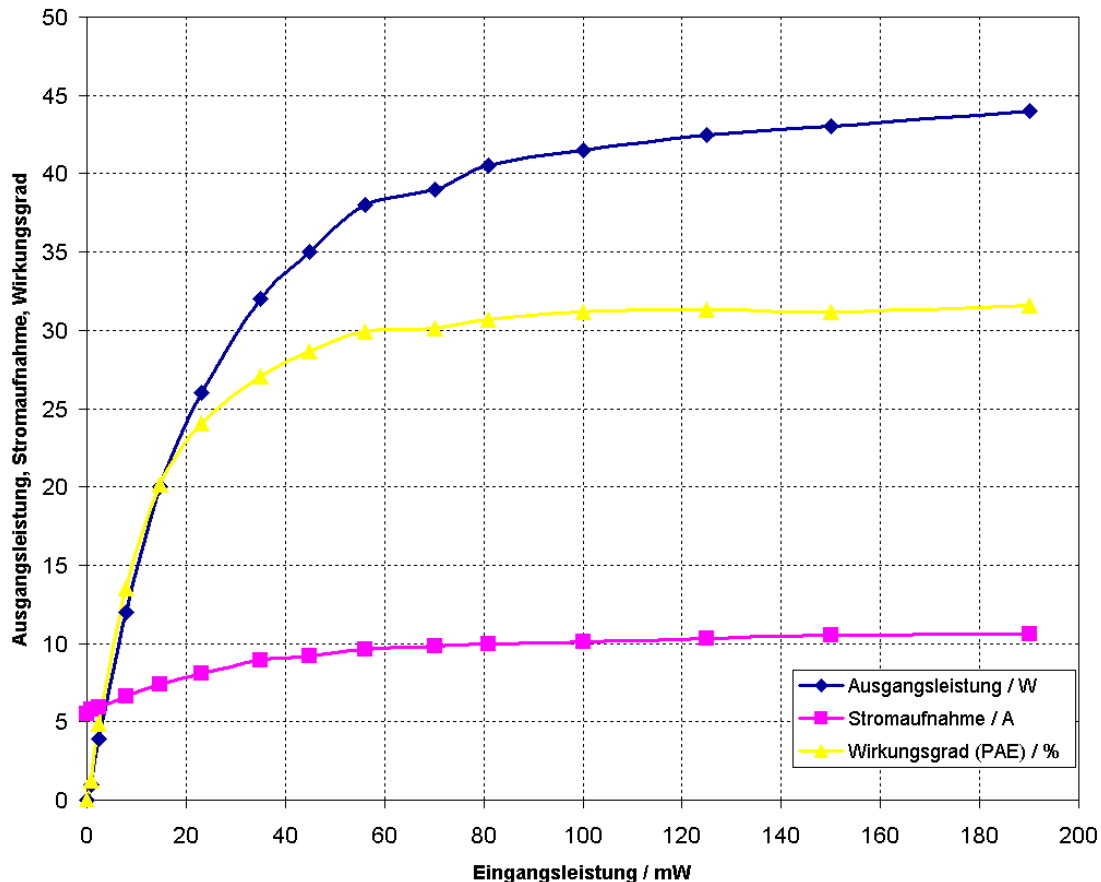


Bild 6 Meßergebnisse am realisierten Verstärker

muß, der Einsatz eines zusätzlichen Lüfters kann sinnvoll sein. Die maximale zulässige Eingangsleistung beträgt 200 mW.

Für SSB-Betrieb sollte nur bis 30 W angesteuert werden, dafür genügt eine Steuerleistung von 30 mW bei ca. 30 dB Verstärkung. Der Wirkungsgrad liegt bei ca. 25% (SSB) bzw. 30% (FM) - dieser schlechte Wert ist der Preis, den man für die niedrige Versorgungsspannung von 12 V zahlen muß.

Bei 80 mW Steuer- und 40 W Ausgangsleistung nimmt diese nach 1 min. „Key down“ um etwa 2 W ab. Die Kleinsignalverstärkung ist dann um ca. 0,5 dB geringer als im Kaltzustand. Bei Montage mit „normaler“ (älterer) Silikon-Wärmeleitpaste waren diese Effekte sehr viel deutlicher. Der Wärmeableitung ist daher wirklich große Beachtung zu schenken!

Der optionale Tiefpaß im Ausgang sorgt für zusätzlich mindestens 30 dB Unterdrückung der zweiten und dritten Harmonischen und kostet weniger als 0,3 dB Einfügungsdämpfung trotz des Aufbaus auf FR4-Substrat. Er kann natürlich auch alleine für andere Zwecke verwendet werden und ist ein- und ausgangsseitig für 50 Ohm Bezugswiderstand ausgelegt.

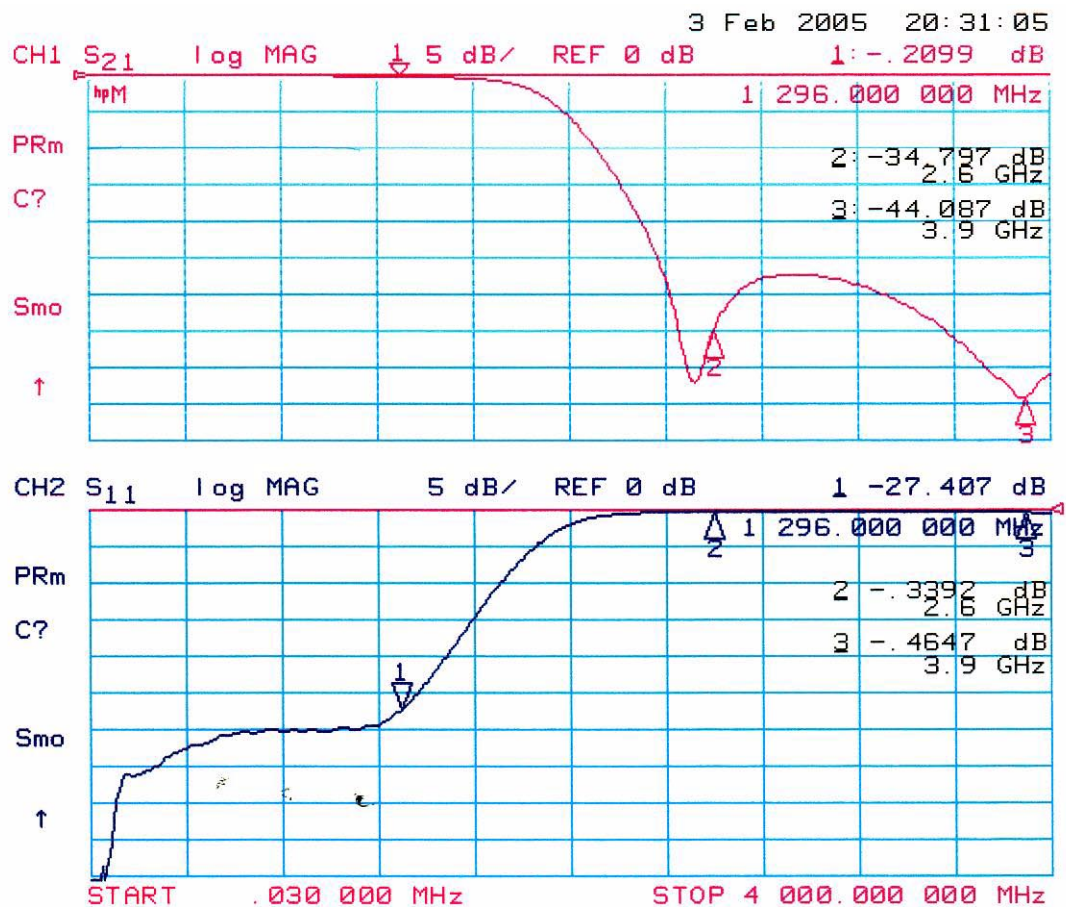


Bild 7 Übertragungsfunktion des optionalen Ausgangstiefpaßfilters

4 Nachbau

Der Autor dankt Jens Geisler, DL8SDL, der die Leiterplatten angefertigt hat, und Michael Kuhne, DB6NT, für den ersten Hinweis auf das neue Modul und seine Leistungsdaten.

Die Leiterplattenlayouts sind über die URL <http://www.df9ic.de> als PDF-Dateien zugänglich.

5 Literatur

- [1] Mitsubishi Electric Semiconductor: Datasheet RF Modul RA18H1213, <http://www.mitsubishichips.com/>.
- [2] MKU 133 HY2, Kuhne Electronic GmbH, <http://www.db6nt.de>.
- [3] <http://www.aplac.com>
- [4] Mitsubishi Electric Semiconductor: Recommendation of Thermal Compound Applying Method for RA series Products. AN-GEB-042, Nov. 2003.