

Ergänzung zum Beitrag in FA 4/14, S. 372 f. „Die neuen VHF/UHF-Vorverstärker von SSB-Electronic“

Hier präsentieren wir noch einige Fotos, die in der gedruckten Ausgabe keinen Platz mehr fanden.

Ferner sei eine Rauschberechnung für eine Konfiguration aus SP 200, ungünstigen rund 30 m Koaxialkabel RG58 (was kaum jemand für 144 MHz benutzen wird) und IC-7100 vorgeführt. Dabei ist dem Vorverstärker ein zweikreisiges Helix-Bandfilter vorgeschaltet, das selbst (ungünstig geschätzt) 1,5 dB Durchgangsdämpfung aufweist. Wir wollen nun wissen, wie sehr sich das Gesamttrauschmaß, welches nor-

Das lässt sich nach der sog. Kettenformel berechnen, die bekanntlich

$$F_{ges} = 1 + (F_1 - 1) + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_2 \cdot G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_3 \cdot G_2 \cdot G_1} + \dots + \frac{F_n - 1}{G_{n-1} \cdot \dots \cdot G_2 \cdot G_1}$$

lautet.

Dabei sind F_1 und G_1 Rauschfaktor und Verstärkungsfaktor der 1. Stufe, F_2 und G_2 Rauschfaktor und Verstärkungsfaktor der 2. Stufe usw.

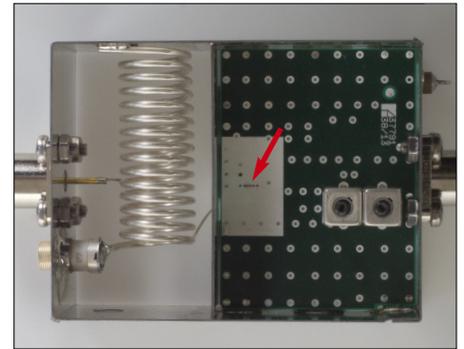


Bild 9: Unterseite des LNA 600 mit dem Ausgangsbandfilter; der MMIC befindet sich auf der anderen Platinenseite unterhalb der Lötcherreihe (Pfeil). Letztere dient zum Anlöten von dessen Masseanschluss (Exposed Pad).

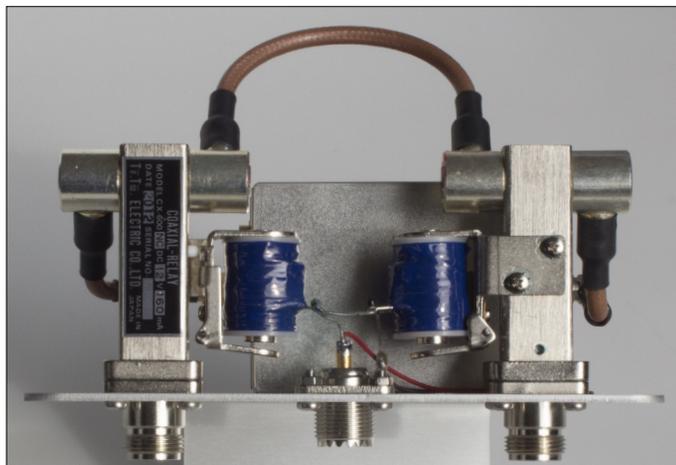


Bild 8: Verstärker MHP 600, direkte Draufsicht

malerweise unwesentlich über dem des Vorverstärkers mit $F = 0,5$ dB liegt, dadurch verschlechtert.

F und G sind abei jeweils als Faktor einzusetzen und nicht als logarithmisches Maß in Dezibel. Das heißt, dass die Dezibel-

Angaben zunächst entlogarithmiert werden müssen. Das Ergebnis, der Gesamttrauschfaktor F_{ges} , muss zu guter Letzt wieder in Dezibel umgerechnet werden, weil man bei so geringen Werten kaum je mit Rauschfaktoren (auch *Rauschzahl* genannt) rechnet, sondern eben mit Rauschmaßen (engl. *noise figure*) in Dezibel.

Bei vier Stufen wie in diesem Beispiel ist das mit einem Taschenrechner ganz schön mühsam. Deshalb nutzen wir die Freeware *AppCAD* [9]. Sie wurde in [10] ausführlich beschrieben.

Schauen wir uns nun Bild 10 an. Wir sehen unter den Stufen jeweils Rauschmaß und Verstärkung (*Gain*), wobei passive Vierpole wie das Filter und das Koaxialkabel so in die Formel eingehen, als würden sie mit dem Wert ihrer Dämpfung rauschen. Für den IC-7100 wurde das Rauschmaß 6 dB aus [11] eingesetzt. Unten erscheint bei *System Analysis* ein Gesamttrauschmaß 2,43 dB.

Stage Data	Units	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4
Stage Name:		Helix-Filter	SP 200	30 m RG58	IC-7100
Noise Figure	dB	1,5	0,5	5	6
Gain	dB	-1,5	20	-5	100
Output IP3	dBm	100	16	100	92,5
dNF/dTemp	dB/°C	0	0	0	0
dG/dTemp	dB/°C	0	0	0	0
Stage Analysis:					
NF (Temp corr)	dB	1,50	0,50	5,00	6,00
Gain (Temp corr)	dB	-1,50	20,00	-5,00	100,00
Input Power	dBm	-135,00	-136,50	-116,50	-121,50
Output Power	dBm	-136,50	-116,50	-121,50	-21,50
d NF/d NF	dB/dB	0,82	0,92	0,03	0,11
d NF/d Gain	dB/dB	-0,18	-0,08	-0,07	0,00
d IP3/d IP3	dBm/dBm	0,00	0,01	0,00	0,98

Enter System Parameters:		System Analysis:		Input IP3 =	
Input Power	-135 dBm	Gain	113,50 dB	Input IP3	-21,06 dBm
Analysis Temperature	25 °C	Noise Figure	2,43 dB	Output IP3	92,44 dBm
Noise BW	0,002 MHz	Noise Temp	217,09 °K	Input IM level	-362,88 dBm
Ref Temperature	25 °C	SNR	3,54 dB	Input IM level	-227,88 dBc
S/N (for sensitivity)	0 dB	MDS	-138,54 dBm	Output IM level	-249,38 dBm
Noise Source (Ref)	290 °K	Sensitivity	-138,54 dBm	Output IM level	-227,88 dBc
		Noise Floor	-171,55 dBm/Hz	SFDR	79,32 dB

Bild 10: Screenshot aus AppCAD, Programmteil NoiseCalc; neben dem Gesamttrauschmaß *Noise Figure* ist u. a. das *SNR* bei eingegebener *Input Power* ablesbar.

Interessant ist, dass ein Eingangssignal mit -135 dBm, das beim allein betriebenen IC-7100 das *MDS* darstellt, also auf ein Signal-Rausch-Verhältnis (*SNR*) $S/N = 0$ dB kommt, jetzt mit $S/N = 3,54$ dB zu lesen ist. Ohne das Helixfilter wäre übrigens $F_{ges} = 0,93$ dB und $S/N = 5,04$ dB.

Das extrem niedrige Rauschmaß des SP 200 bringt also doch etwas, falls das -135 -dBm-Signal nicht durch von der Antenne zusätzlich aufgenommenes natürliches und künstliches („man-made“) Rauschen überdeckt wird! **-rd**

Literatur und Bezugsquellen

- [9] Agilent Technologies: Programm AppCAD 3.0.2. www.hp.woodshot.com; auch enthalten auf den FA-Jahrgangs-CDs 2008 und 2003
- [10] Kleinsorge, M., DJ5QX; Hegewald, W., DL2RD: AppCAD V3.0.2 – der kleine Helfer für alle Fälle. In: Hegewald, W., DL2RD (Hrsg.): Software für Funkamateure (2). Box 73 Amateurfunkservice GmbH, Berlin 2006; S. 67–76; Software auf CD-ROM mitgeliefert; FA-Leserservice X-9346
- [11] Rech, W.-H., DF9IC; Petermann, B., DJ1TO: KW/VHF/UHF-Transceiver IC-7100: Icoms zweigeteilter „All-in-one“ (2). FUNKAMATEUR 62 (2013) H. 11, S. 1165–1167