



Erfahrungen mit dem Aufbau des "SDR" Transceivers PIC A STAR Teil 2

Das neue Frontend

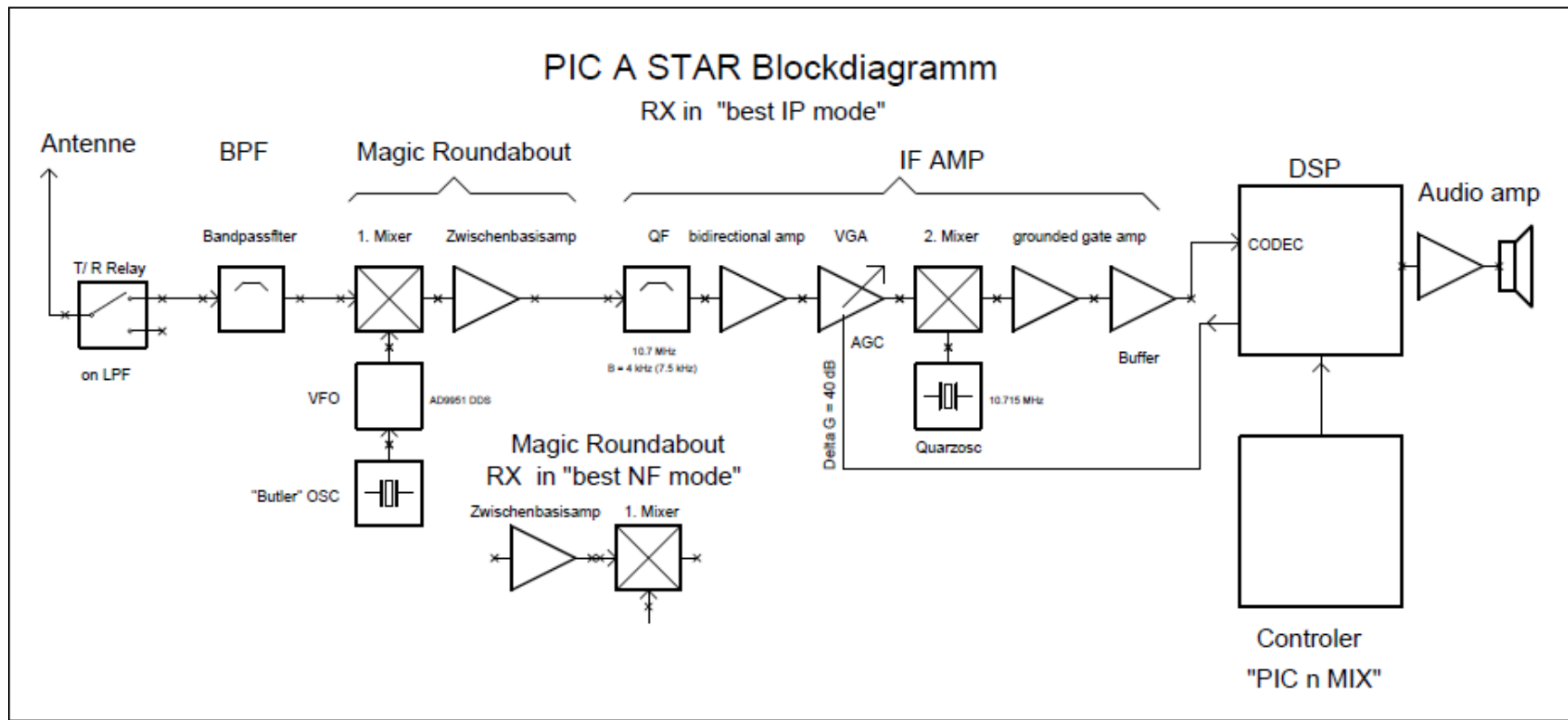
Dipl. Ing. Henning Christof Weddig
DK5LV
DK5LV@DARC.de

Amateurfunktagung München 2014

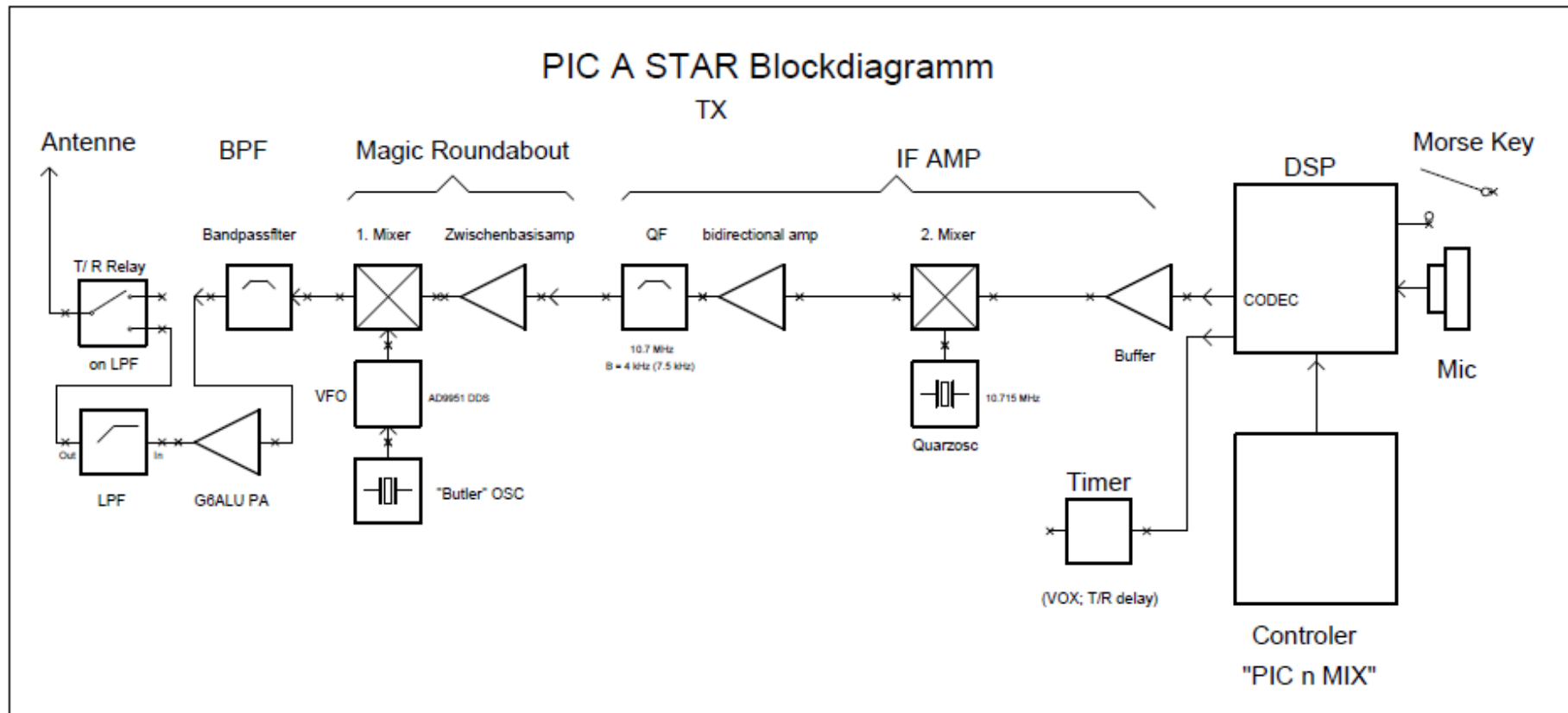
Zur Erinnerung: Was ist der PIC A STAR?

- Ein „SDR“ Transceiver, jedoch
- analoges Frontend, Doppelsuper mit 1. ZF 10,7 MHz; 2. ZF 15 kHz
- A/D Wandlung mit CODEC (AC97 Standard; AD1885)
- Digitale Signalverarbeitung mittels 16 Bit Festkomma DSP (ADSP2181)
- Grundlage des DSP Codes stammt vom DSP-10 von Bob Larkin W7PUA
- Weiterentwicklung des Codes durch Peter Rhodes G3XJP
- Steuerprozessor zur Bedienung des Transceivers ist ein Microchip PIC (16F876, 16F627 für Timer und S-Meter)
- Die PIC´s sind die von G3XJP bevorzugten Prozessoren, deshalb der Name für den Transceiver
- Veröffentlichung seiner Ergebnisse in 20 Folgen in der englischen Amateurfunkzeitschrift RadCom (2002)
- „offizielles Ende“ der Weiter-Entwicklung 31. August 2008

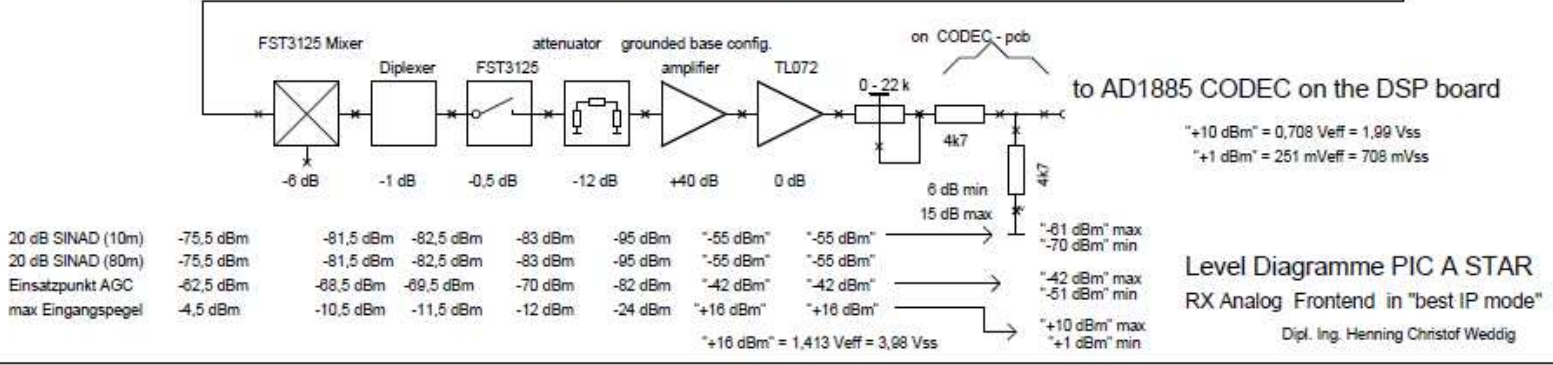
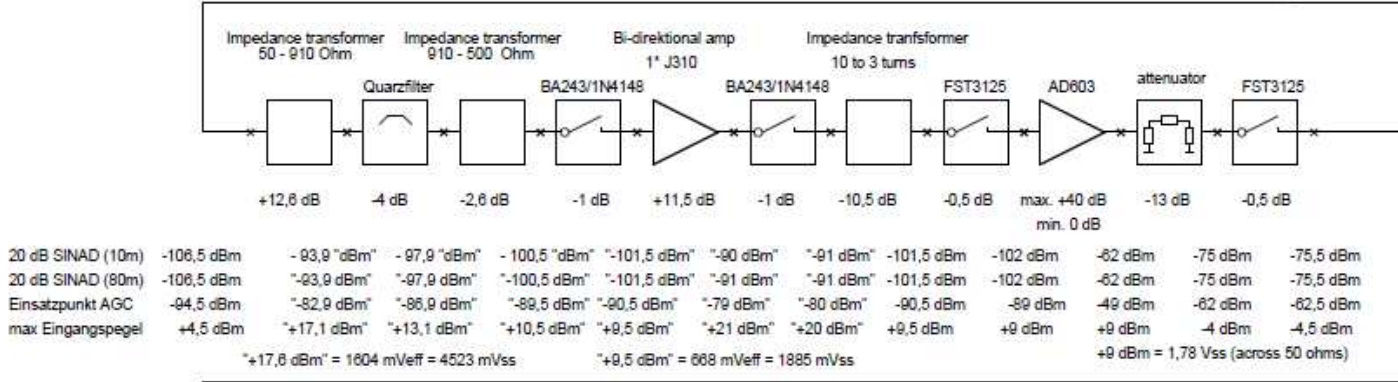
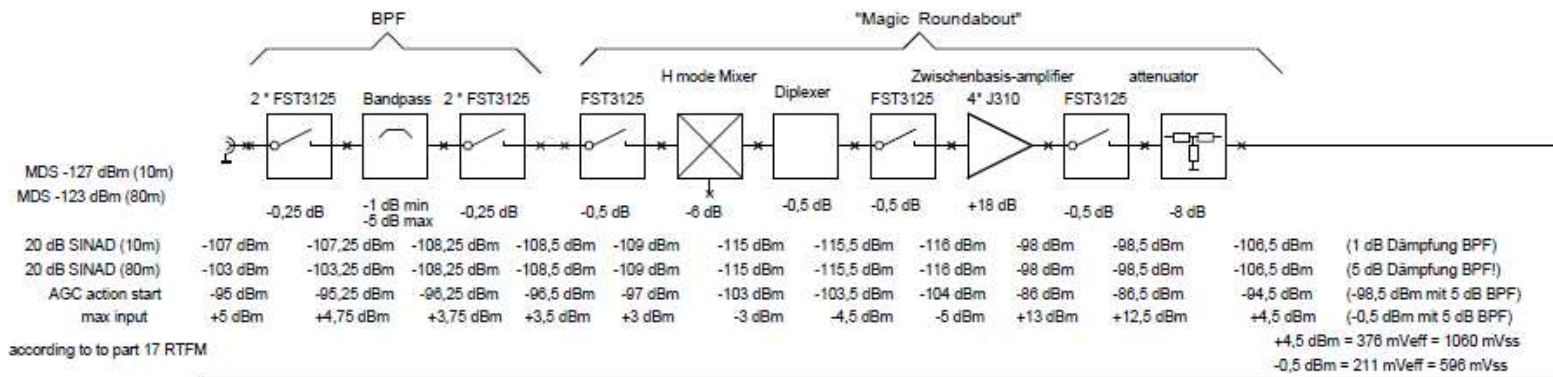
Block Diagramm RX „Original“



Blockdiagramm TX



Pegeldiagramm PIC A STAR (Empfänger)



Technische Daten des PIC A STAR-Empfangszugs
gemäß Beschreibung

| Band | Einfügedämpfung Bandfilter | Best IP mode | | Best NF mode | |
|------|-------------------------------|--------------|------------|--------------|------------|
| | | MDS dBm | IP3 dBm | MDS dBm | IP3 dBm |
| 80 | -5 | -123 | +33 | -127 | +30 |
| 40 | -5 | -122 | +35 | -123 | +30 |
| 20 | -3 | -124 | +31 | -127 | +28 |
| 10 | -1 | -127 | +28 | -130 | +25 |

Quelle: User Manual PIC A STAR G3XJP Chapter 1 und „RTMF“ Part 17

[Daten aus dem User Manual]

- **BLOCKING DYNAMIC RANGE**
 - At 2kHz 2-tone spacing and *inside* the roofing filter 92dB.
- **PHASE NOISE**
 - On 10m at 1kHz offset -121dBc/Hz (gilt das auch für den “neuen” DDS AD9951?)
- **MAXIMUM RX SIGNAL**
 - The max signal that can be handled linearly is 138dB over S0 ie S9+84dB or approx +11dBm.
 - Anmerkung: im RTFM Part 17 wird ein Regelbereich von 100 dB angegeben, die AGC kann z.B. bei -95 dBm einsetzen und regelt dann bis + 5dBm!
- **NOISE FLOOR SUPPRESSION**
 - Differentially suppresses band noise to give a quiet Rx - with an adjustable audio output range from 0-18dB for an input signal range of > 100dB.
- **RX FILTER**
 - 100Hz - 3.6kHz wide. In-band ripple < 0.01dB and deliberately
 - not brick-wall to maximise fidelity. For SSB, filter centre
 - frequency automatically tracks filter width.

Quelle: User Manual PIC A STAR G3XJP Chapter 1;RTMF Ch 17

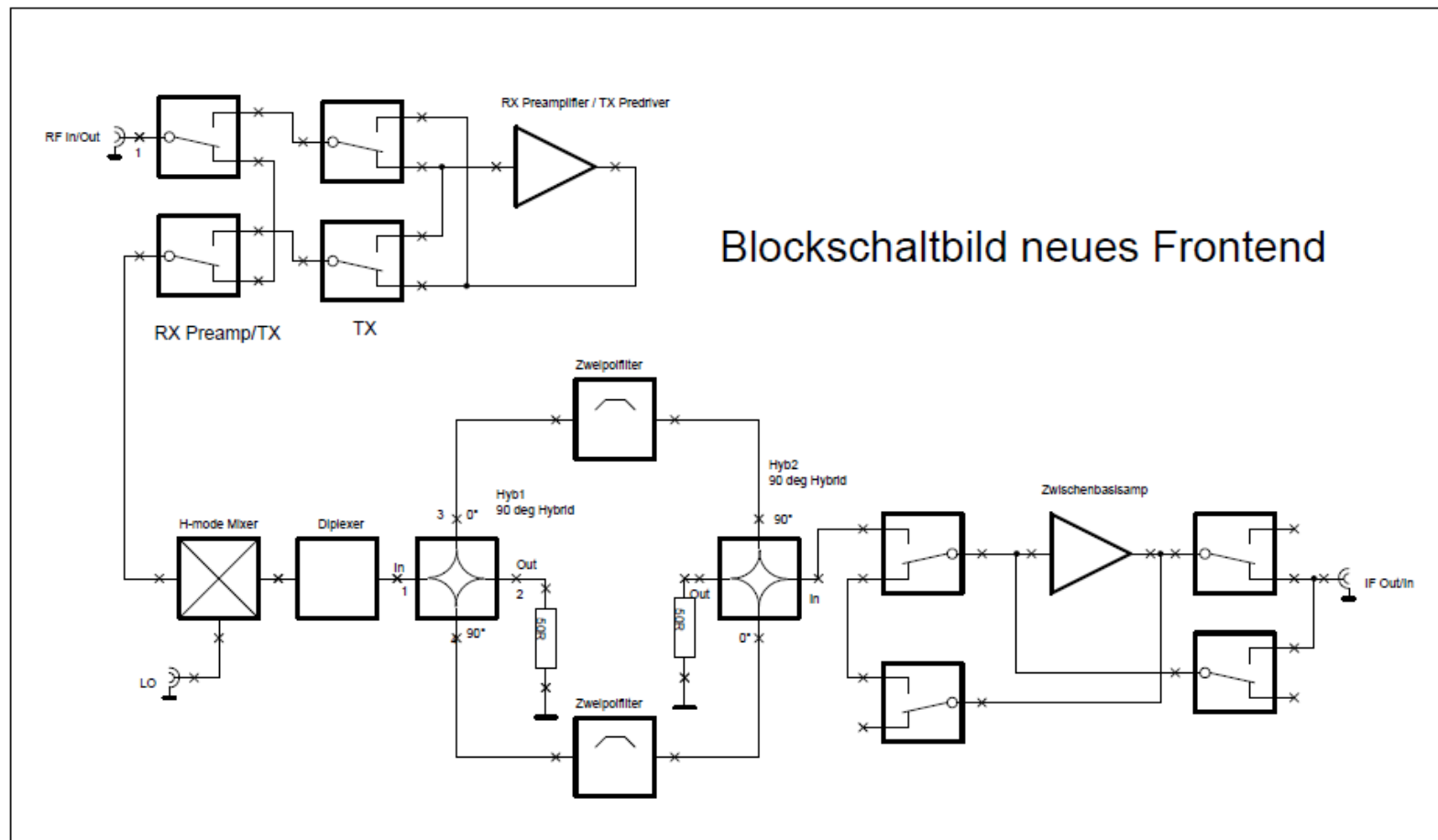
Wahrscheinliche Probleme (?) des Frontends „Magic Roundabout“

- Nur geringer Empfindlichkeitszuwachs im „best NF“ mode
- Mischer sieht im „best NF mode“ keinen breitbandigen Abschluss außerhalb der Durchlassbandbreite des Quarzfilters
- Fehlanpassung des Mixers im „best NF“ mode durch unzureichend aus dem Signalweg genommenem 8 dB Dämpfungsglied (T-Schaltung, nur der Widerstand nach Masse wird „hoch genommen“)
- Die Bandbreite des Diplexers (im Original $Q_L = 1 \rightarrow B = 10,7 \text{ MHz}$) ist sehr hoch. Der Diplexer ist und falsch dimensioniert
- Der Eingangs-IP des Zwischenbasisverstärkers ($OIP3 = 35 \text{ dBm}$; $G = 18 \text{ dB}$; $IIP3 = +17 \text{ dBm}$) ist sehr viel kleiner als der Ausgangs-IP des Mixers (Mischer $IIP3 = 35 \text{ dBm}$; Mischverlust 6 dB ; $OIP3 = 29 \text{ dBm}$)
- Im TX-mode wird die Spiegelfrequenz in den Mischer reflektiert
- Problematisch: Busschalter (FST3126) im Signalweg! Siehe Erkenntnisse von Bob Dalley M0RJD

Spezifikation des neuen Frontends

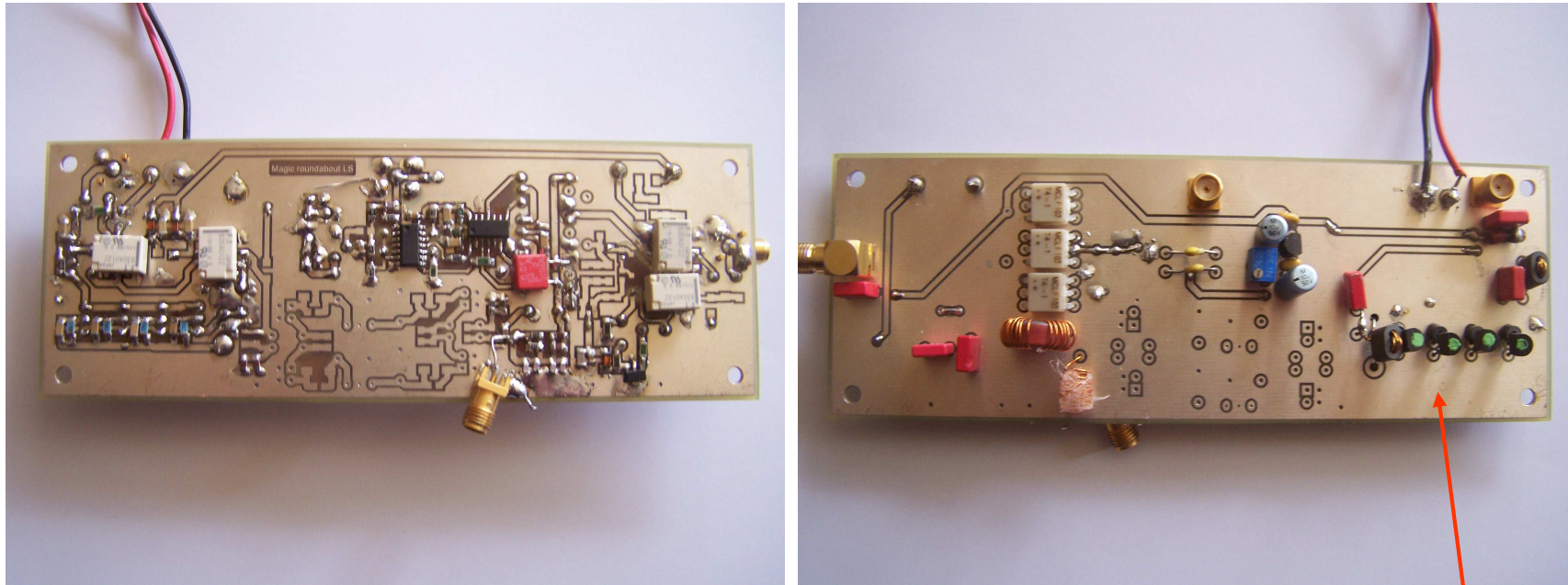
- H-mode-Mixer mit FST3126; Mini Circuits Übertrager
- Diplexer mit $Q_L = 3 \rightarrow B = 10,7 \text{ MHz}/3 = 3,56 \text{ MHz}$ nach dem Mixer
- „roofing Filter“ nach dem Diplexer: zwei identische Quarzfilter über 90° Hybride gekoppelt (wie CDG 2000; PA3AKE Frontend)
- „Roofing Filter“ diskret aufgebaut oder monolithisches Zweipolfilter?
- Das „roofing Filter“ sollte eine möglichst geringe Durchlassdämpfung besitzen, ca. 2 dB, da dessen Einfügungsdämpfung direkt in die Gesamt-Empfindlichkeit eingeht, Bandbreite so gering wie möglich (z.B. 7,5 kHz) Inband IP ?? (+25 dBm; Außerband IP =???)
- Wegen der ZF = 10,695 MHz und guten Ergebnissen gemessener monolithischer Zweipolfilter (gemessener Außerband-IPIP3 = 35 bis +40 dBm) werden diese Filter eingesetzt
- Danach der Zwischenbasisverstärker, IPIP3 rund +23 dBm; G = 12 dB; OPIP3 rund +35 dBm, IP Verschlechterung nur innerhalb der Durchlassbandbreite des Zweikreis-Quarzfilters, Verstärker in der Richtung mittels Relais umschaltbar,
- Separat zuschaltbarer Vorverstärker im „best NF mode“ (G = 12 dB), in der Richtung umschaltbar (TX-mode); gute Rückwärtsdämpfung
- Umschaltung mittels Relais (alternativ GaAs Schalter Skyworks AS179 in einem späteren Design?)

Blockdiagramm des neuen Frontends



Erster Aufbau

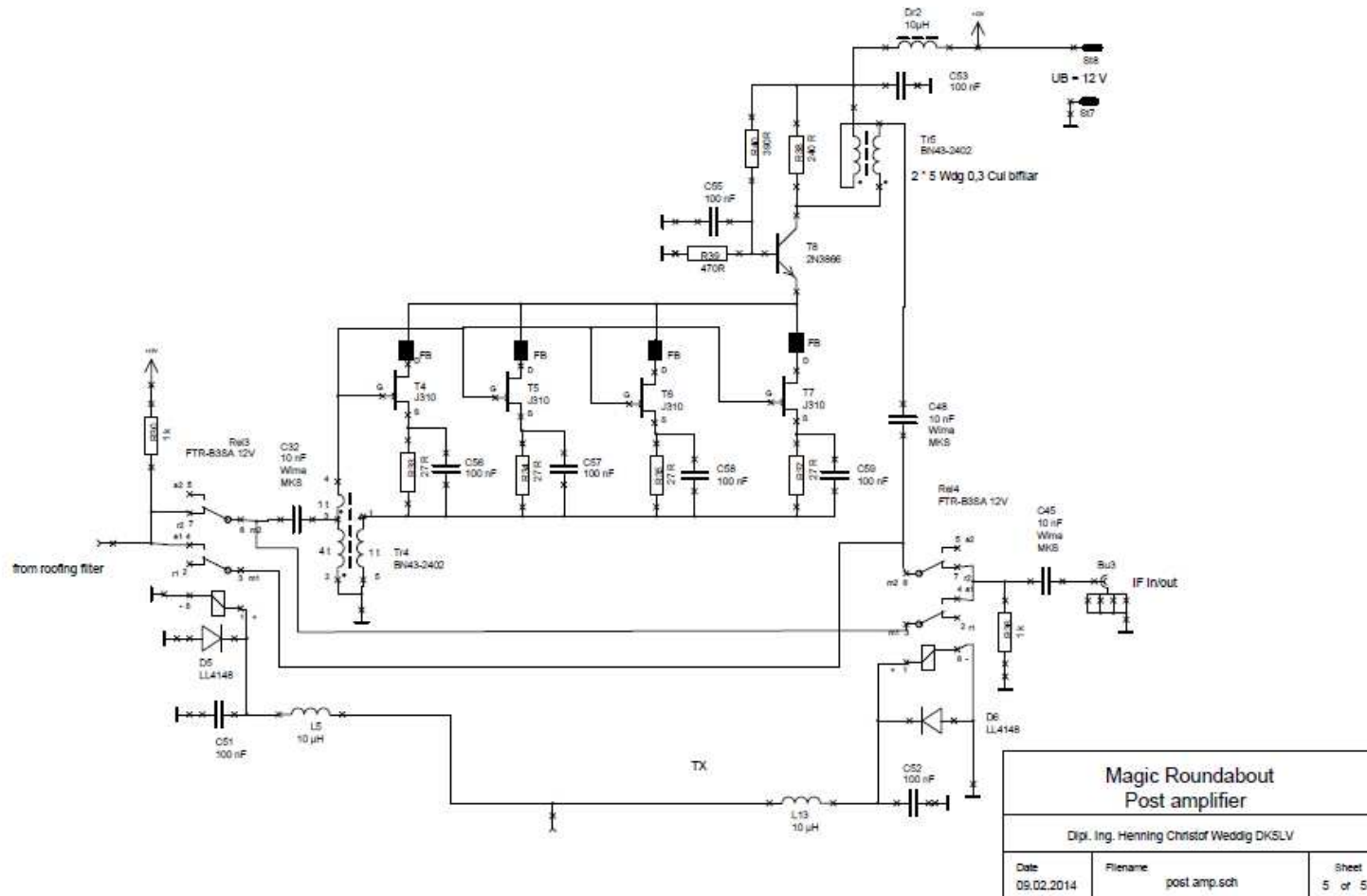
- Leiterplatte bei DH4YM gefertigt, die Leiterplatte macht einen professionellen Eindruck, mein Layout ist jedoch verbesserungswürdig



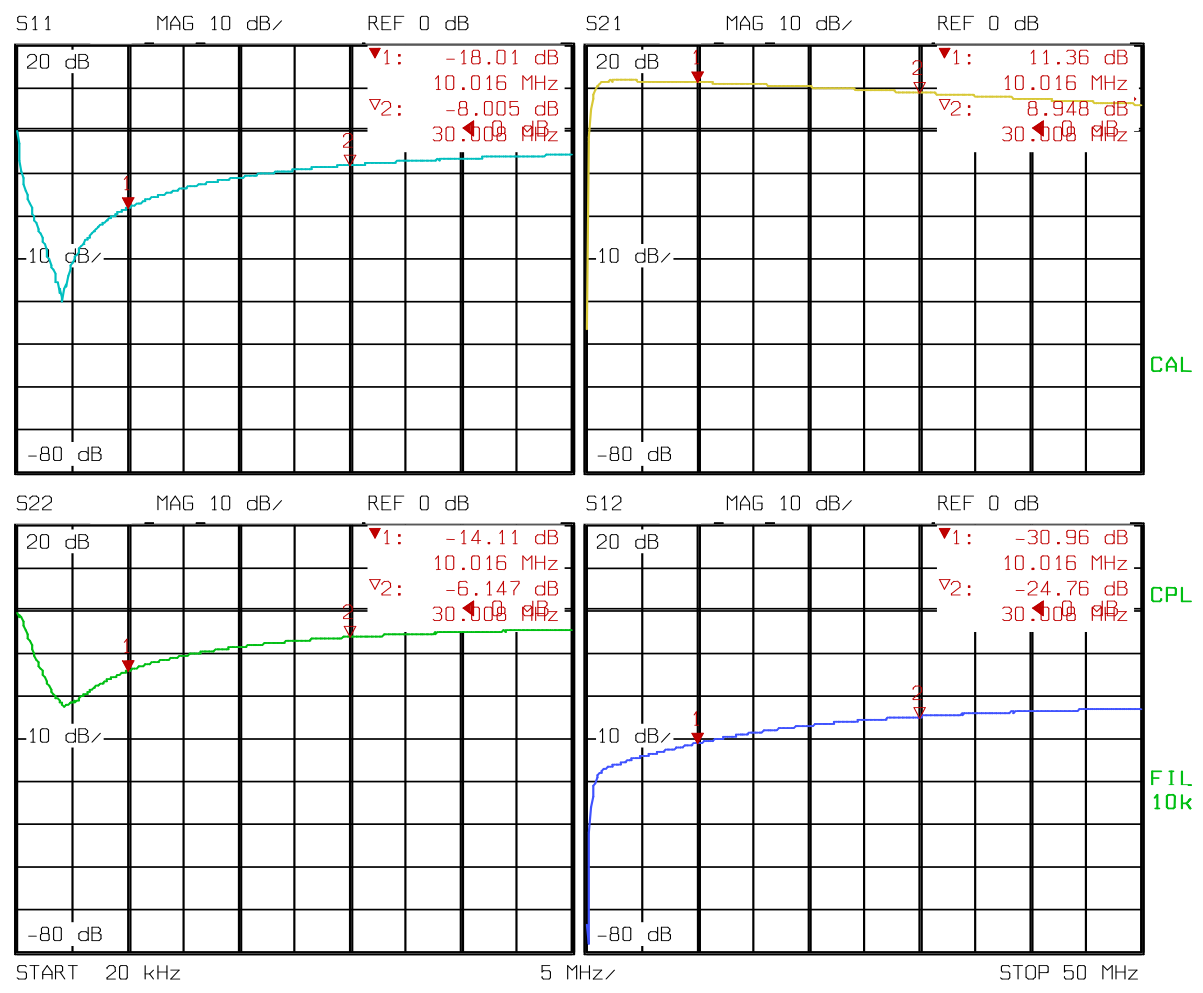
Bis auf „roofing filter“ und Vorverstärker-Versorgung bestückt

Zwischenbasis
verstärker

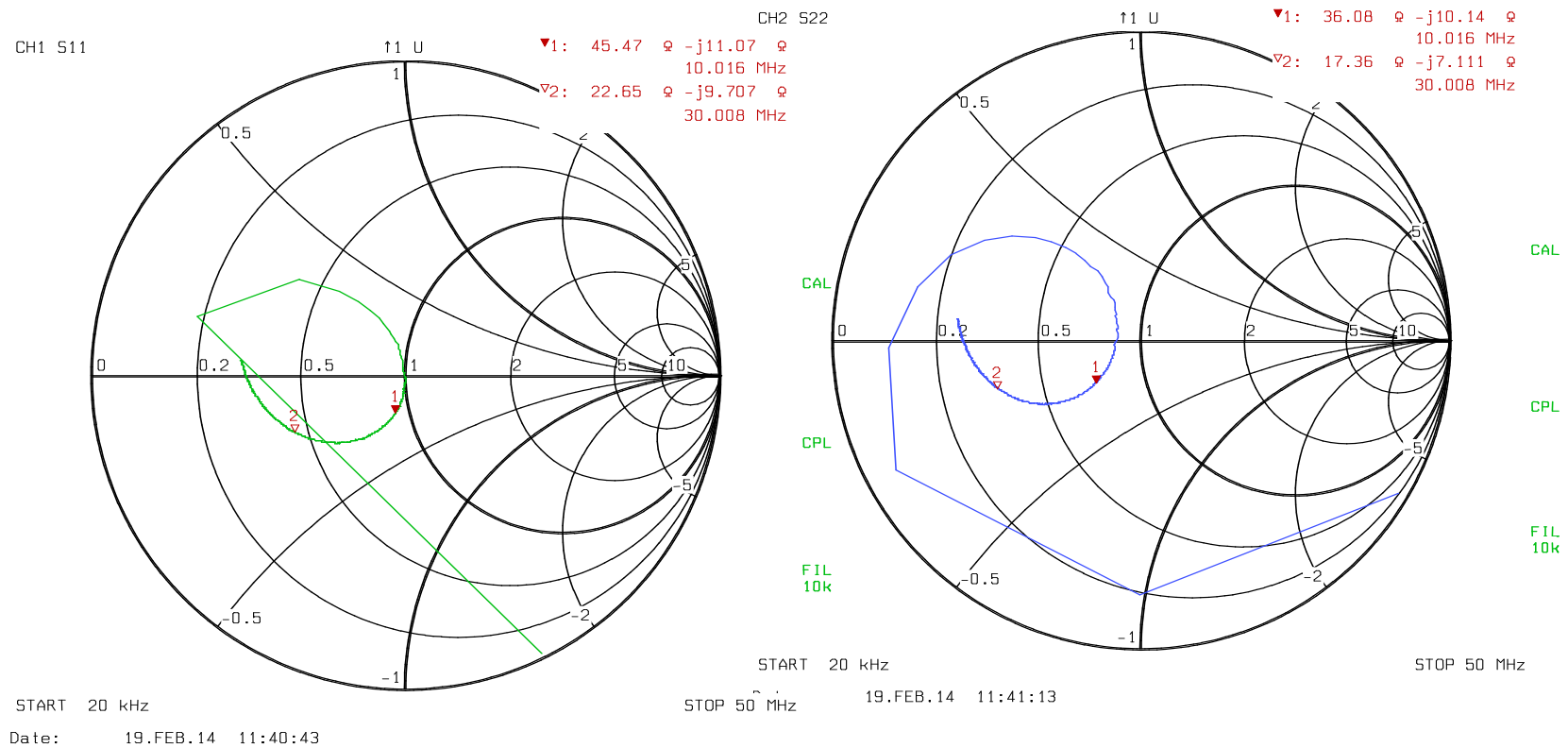
Postamplifier: „Zwischenbasisverstärker“



Messergebnisse (ohne Cascode)



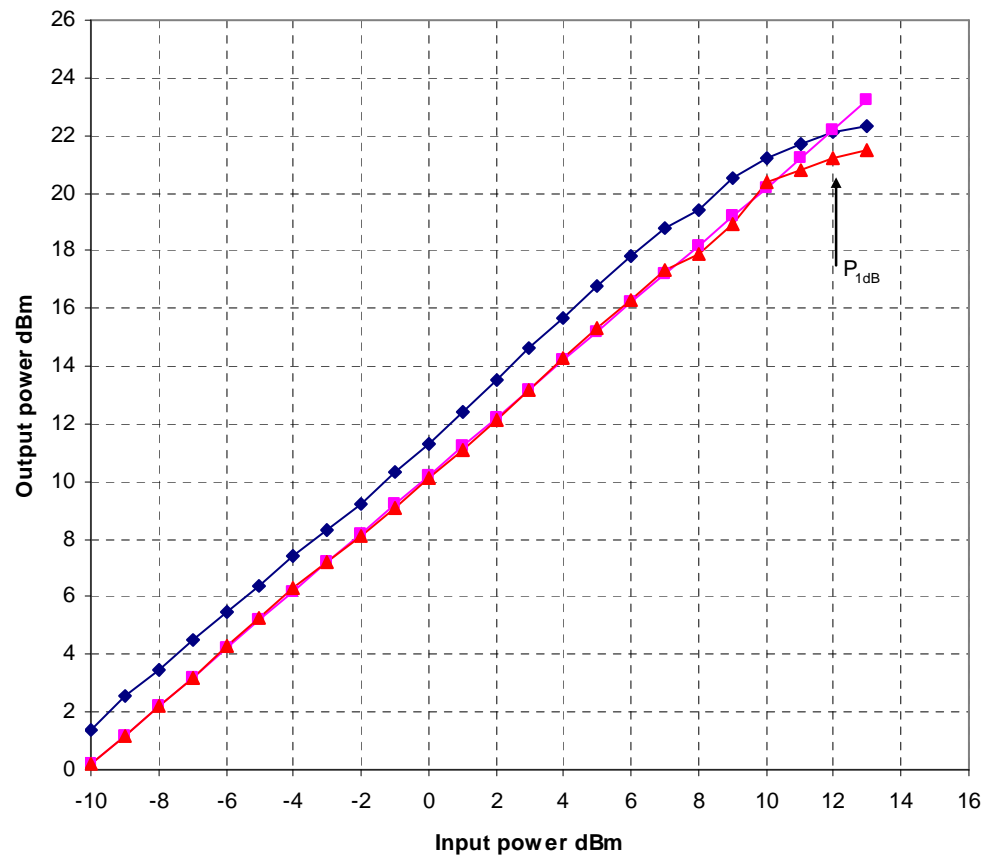
Zwischenbasisverstärker



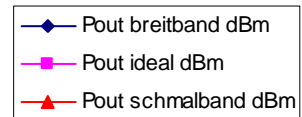
S22 ist zu niederimpedant, kapazitiv, bedingt durch die Rückwirkungs-
kapazität?

Eintonaussteuerung alte Version

Magic Roundabout Post amp
mit 220 Ohm Widerstand parallel zum Ausgangsübertrager



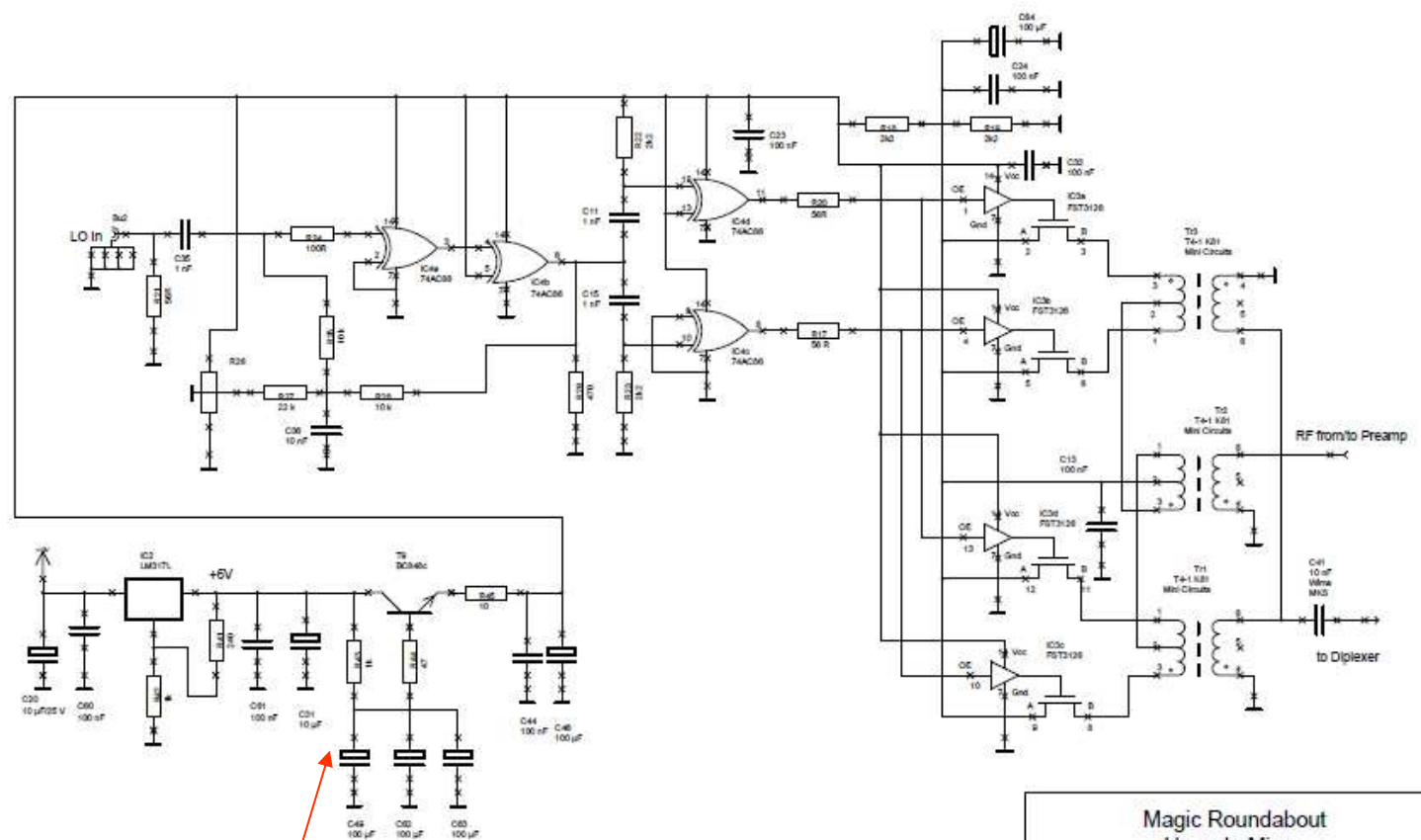
$P_{1dB} = 22 \text{ dBm}$



Ergebnisse des Zwischenbasisverstärkers

- Die Übertrager der ersten Version waren „große Kerne“ (Amidon BN202), die mit dünnem Draht bewickelt wurden, noch schlechtere Anpassungen, Verbesserung nach PA3AKE, (BN2402), siehe auch DK7JB's Messungen (TRX2012 Basteltagebuch Band 1)
- Warum ist die Anpassung bei 5 MHz optimal? (siehe auch DK7JB)
- Verbesserung der Eingangs- und Ausgangsanpassung und des des Frequenzgangs durch Cascodestufe?

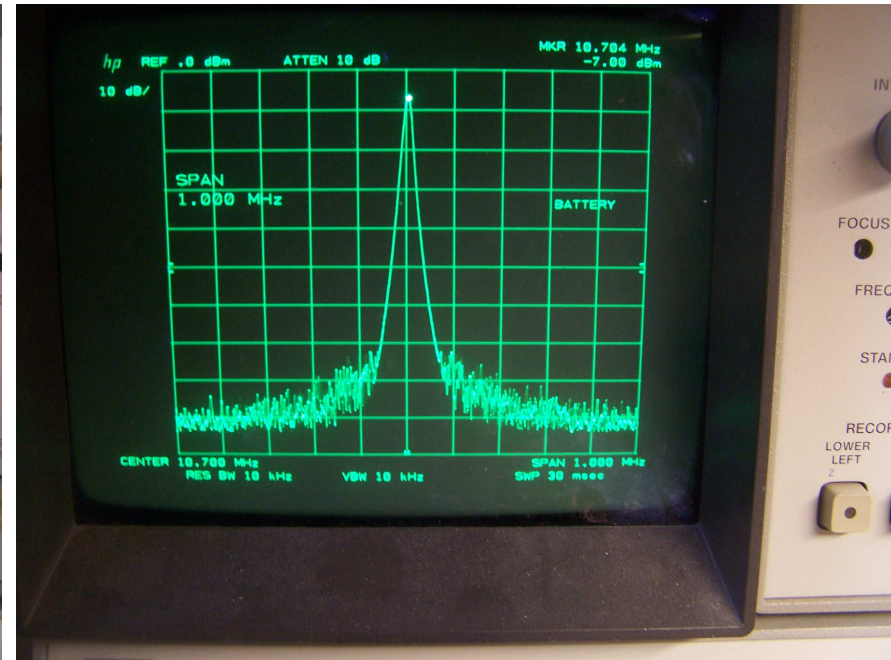
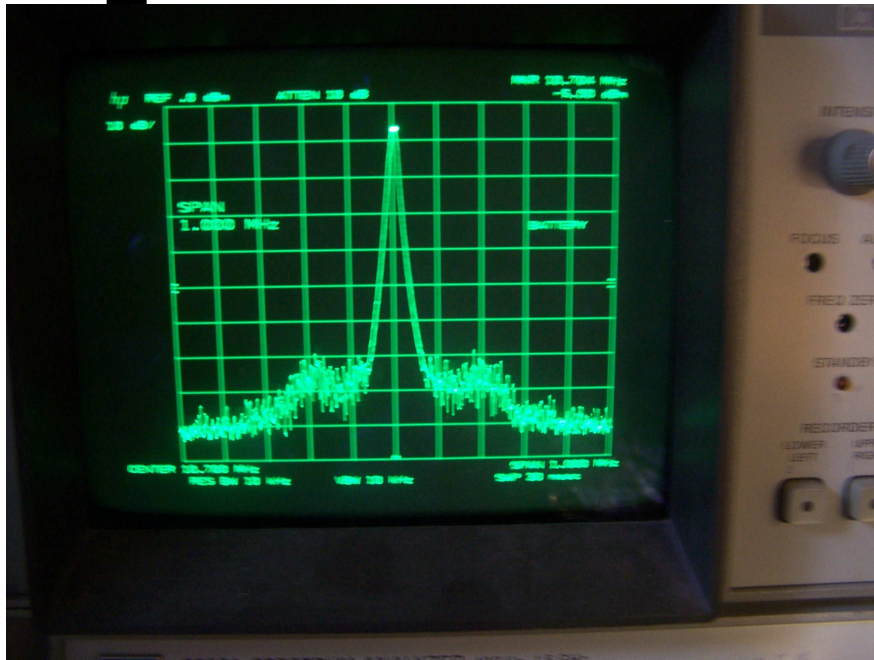
H-mode Mischer



„Noise Killer“

| Magic Roundabout H-mode Mixer | | |
|----------------------------------|--------------|--------|
| Date | Filename | Sheet |
| 01.03.2014 | H-mode_mixer | 2 of 5 |

Beobachtungen am H-mode mixer

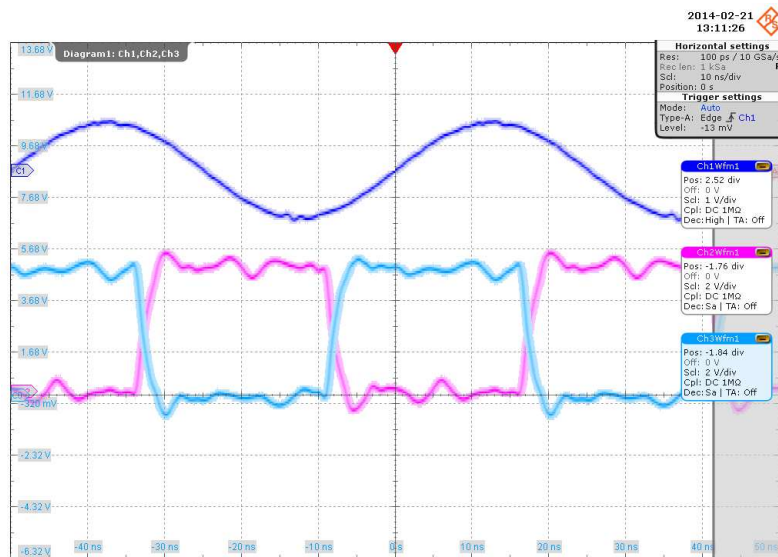


Die Rauschseitenbänder stammen NICHT von schlechten Signalgeneratoren! Sondern von einem rauschenden „low drop“ Spannungsregler (LM2931-5)

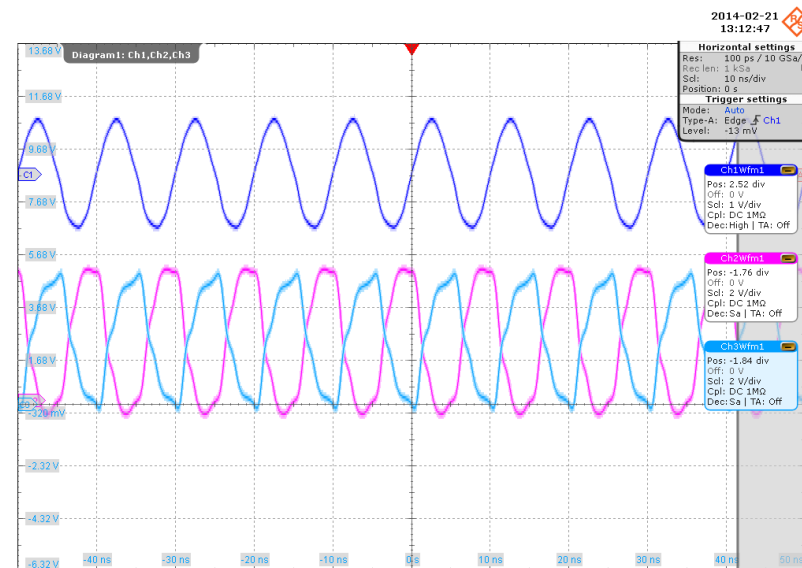
Beobachtungen am H-mode Mischer

- In Ermangelung eines 78L05 Festspannungsreglers wurde ein „low drop IC“ LM2931AZ-5 eingesetzt, starke Rauschseitenbänder auf der ZF, nur durch 1000 μ F am Ausgang des Reglers verbessert
- Eine saubere Versorgungsspannung ist notwendig!
- Ersatz durch 78L05 bringt bessere Ergebnisse
- „Noise-Killer“ Schaltung einbauen!

H-mode Mischer; Squarer



20 MHz



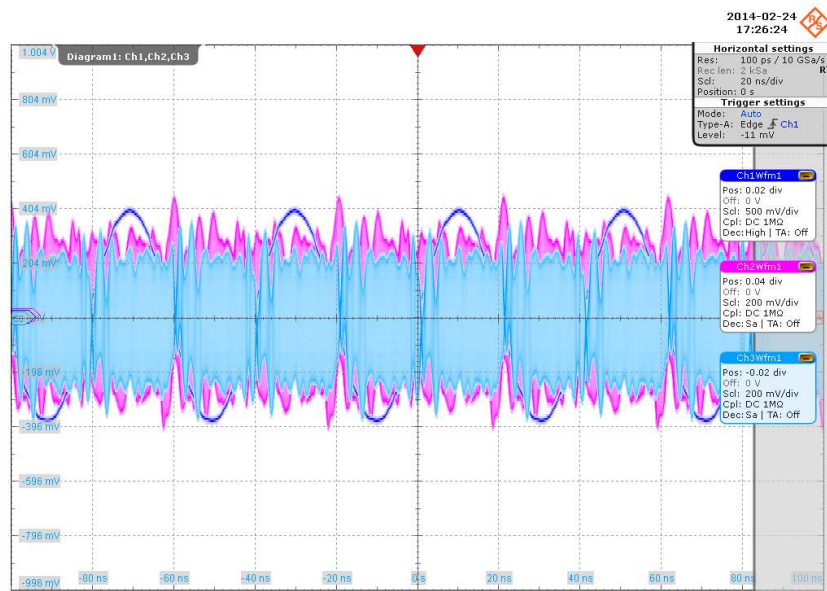
100 MHz!

Gemessen mit 500 MHz passivem Tastkopf (spätere Messungen mit aktivem Tastkopf)

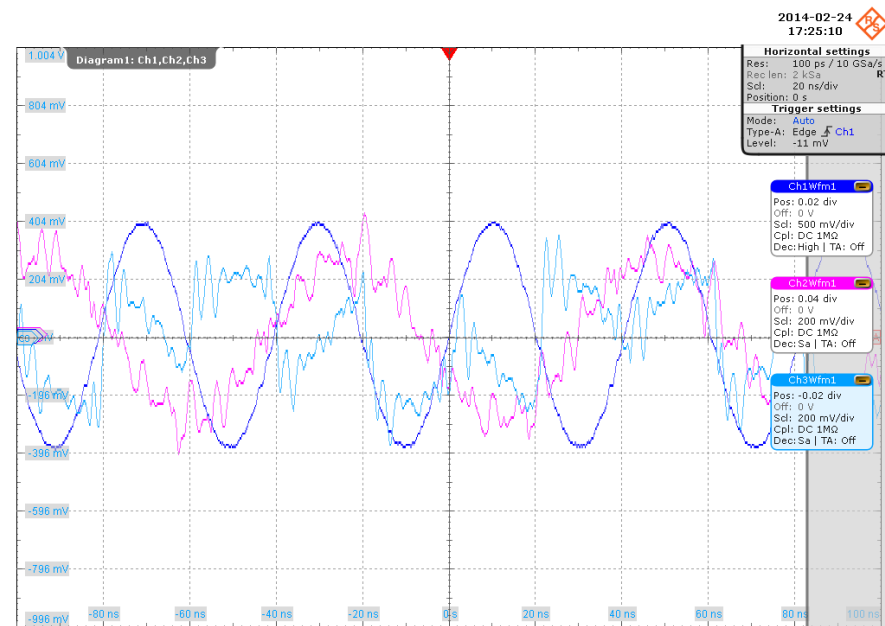
Squarer ist ein Fairchild 74AC86, funktioniert bis 100 MHz

Sauberes Rechteck-Signal ab 0 dBm, jitterarm ab +3 dBm

Signale am H-mode Mischer



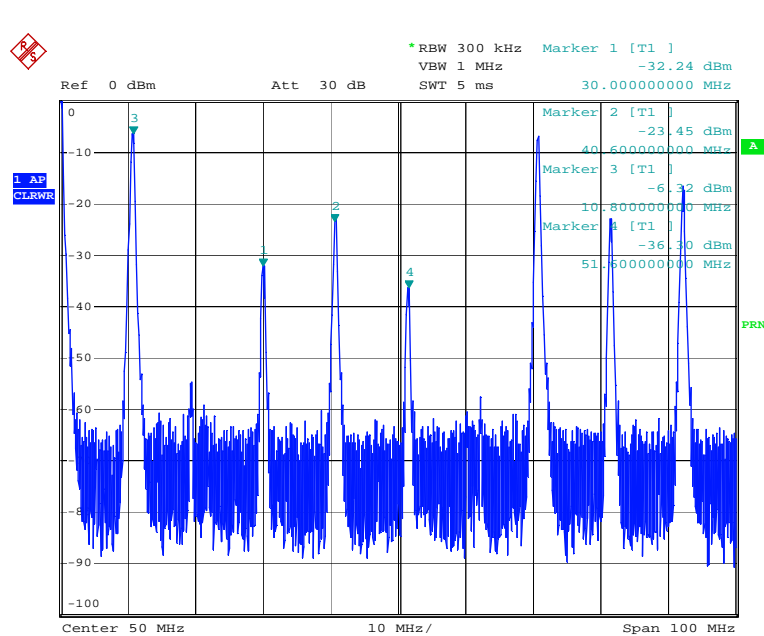
„normal“



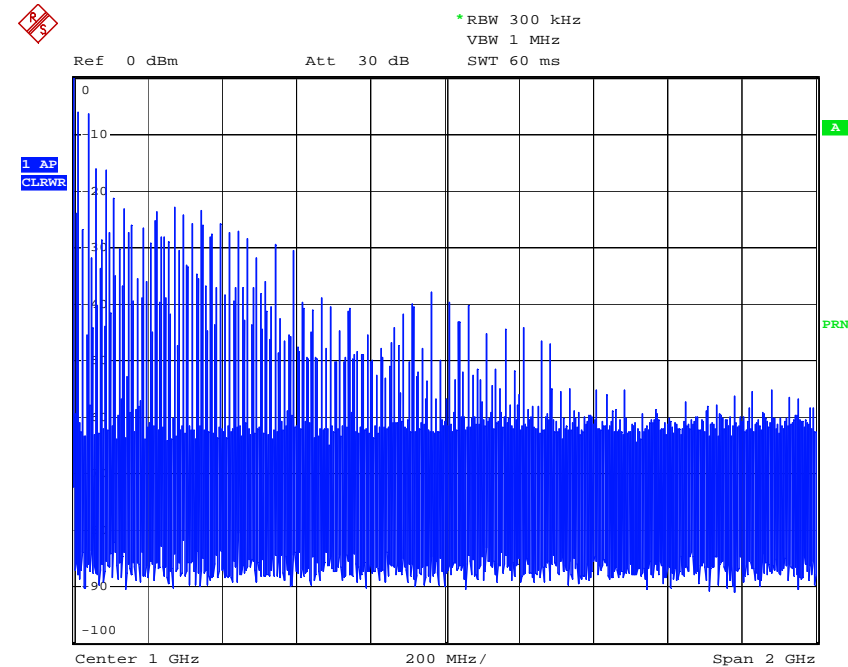
„single shot“

Sowohl das Eingangssignal als auch das ZF-Signal sind „zerhackt“

Spektrumanalysatorplots am ZF Ausgang



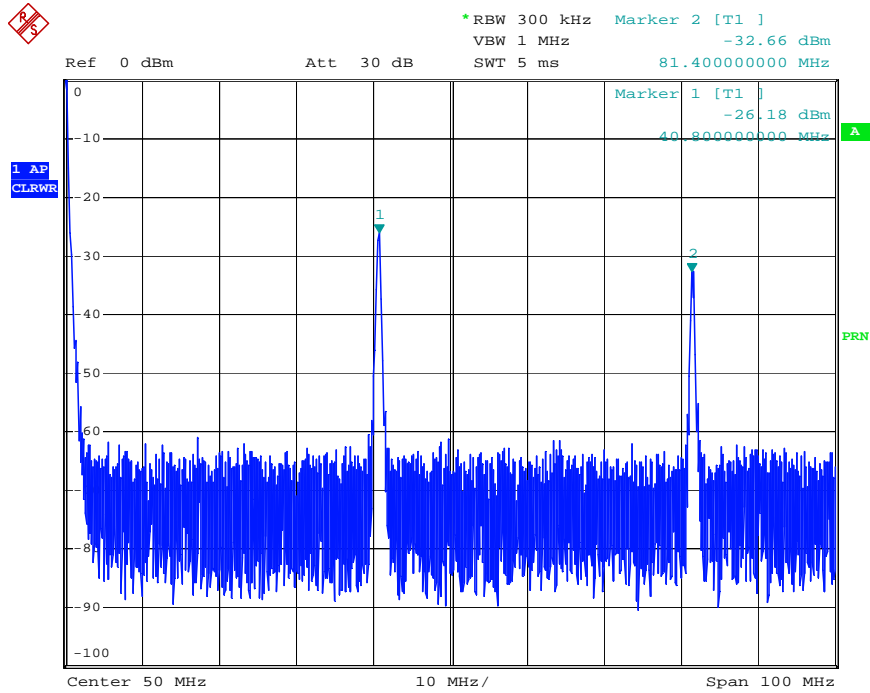
Date: 1.JAN.2000 00:22:50



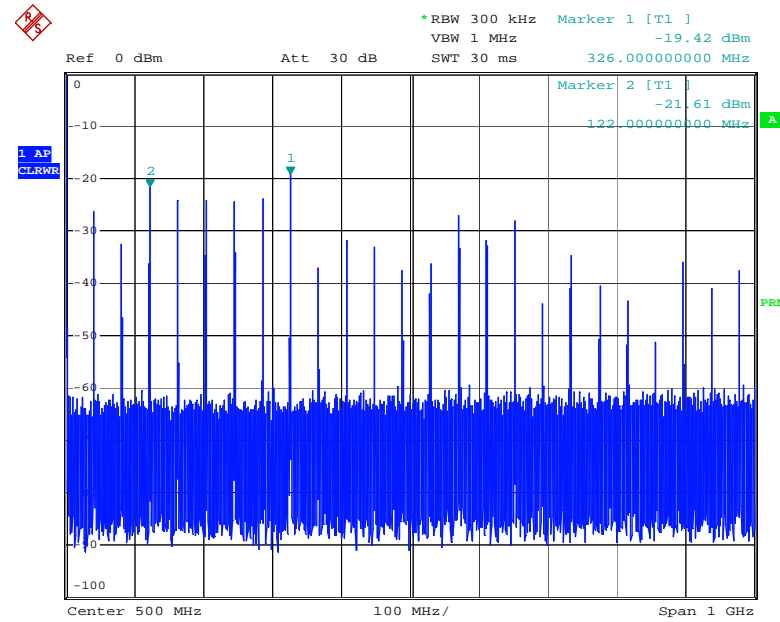
Date: 1.JAN.2000 00:18:17

$$f_{RF} = 30 \text{ MHz}; f_{LO} = 40,7 \text{ MHz ohne Diplexer}$$

[Spektrum am RF port]

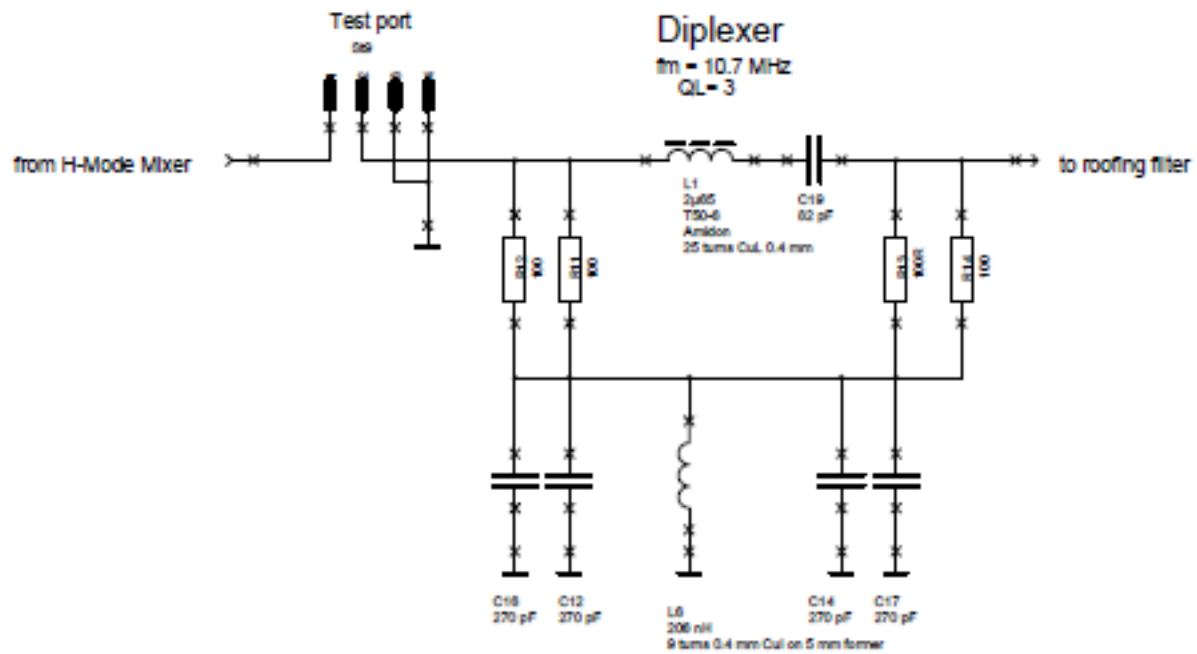


Date: 1.JAN.2000 00:25:07

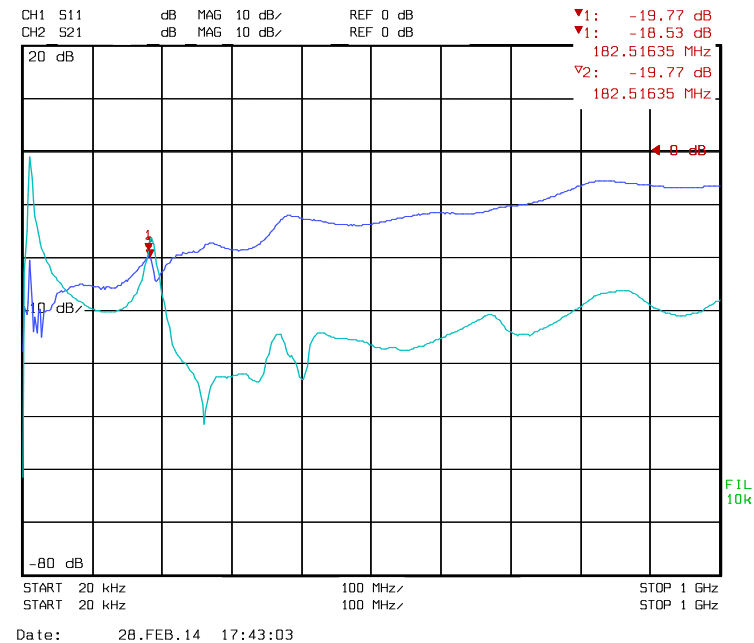
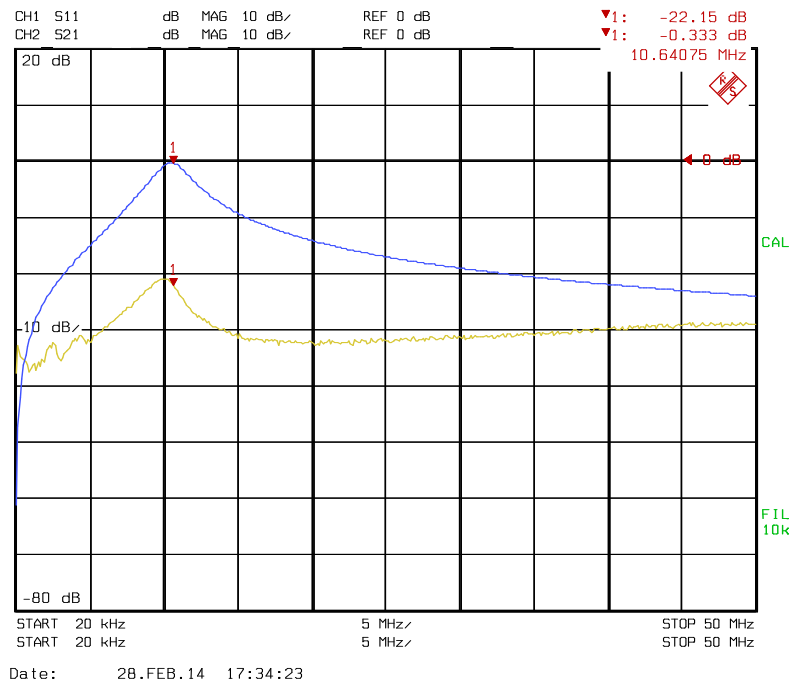


Date: 1.JAN.2000 00:26:12

[Diplexer]

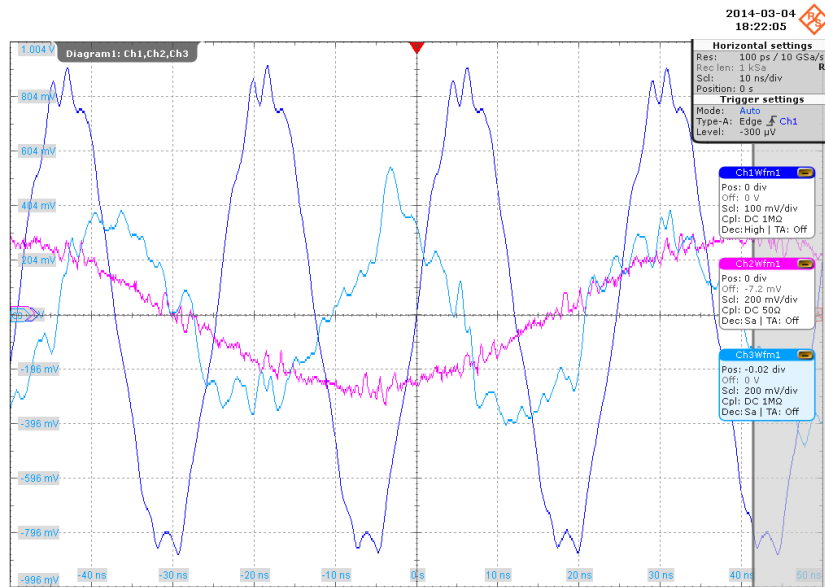


Diplexer-Messungen

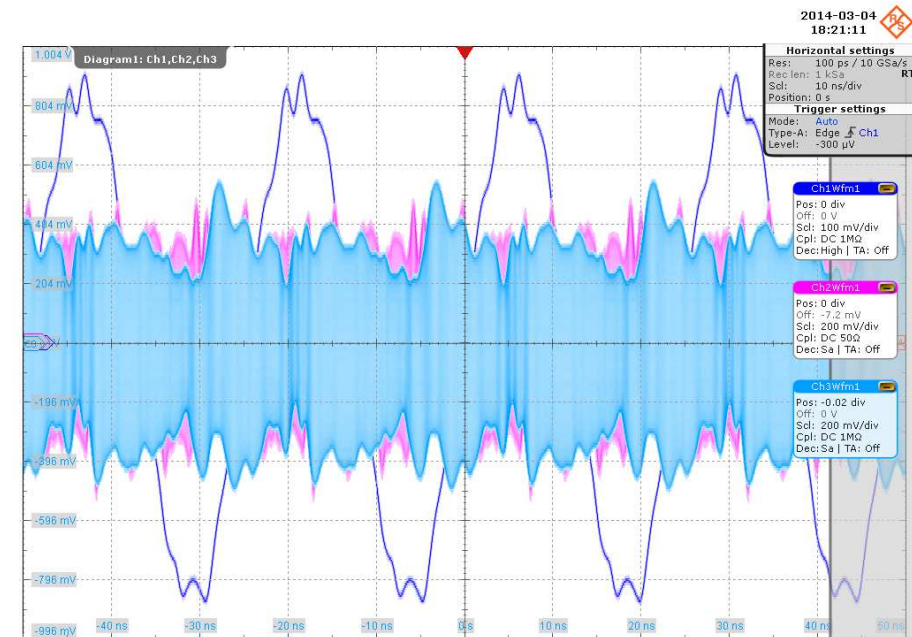


Optimierung von S11 durch Abgleich des Parallel-Schwingkreises

ZF-Signal durch Diplexer „gefittert“ (RF = 1,8 MHz; LO = 12,5 MHz; ZF = 10,7 MHz)

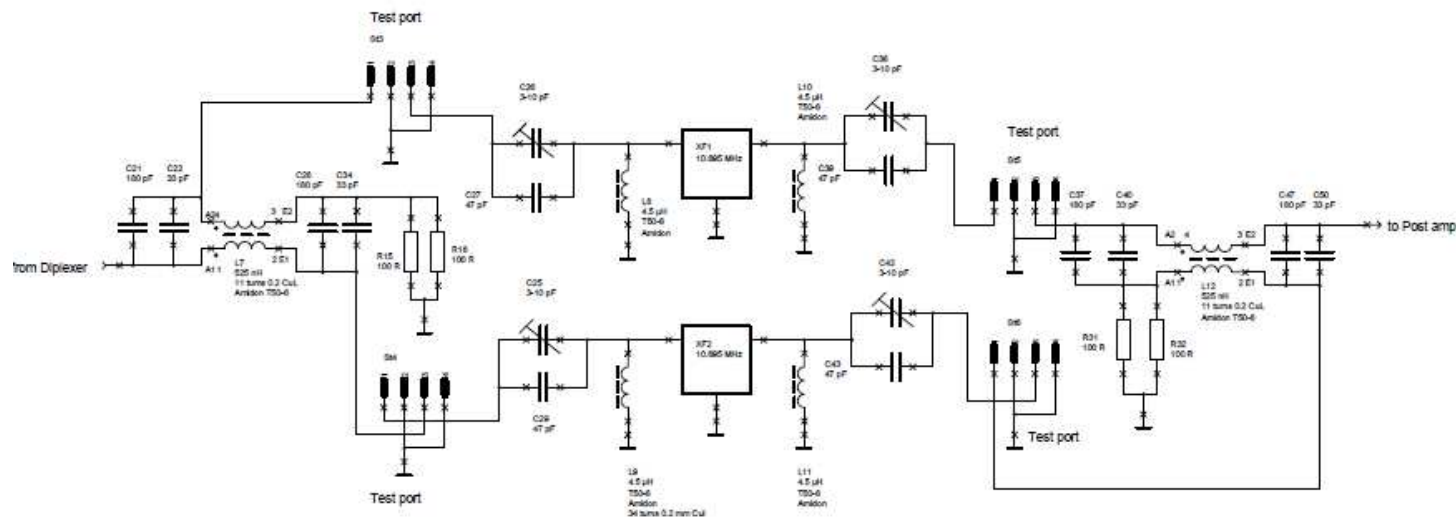


„Single shot“



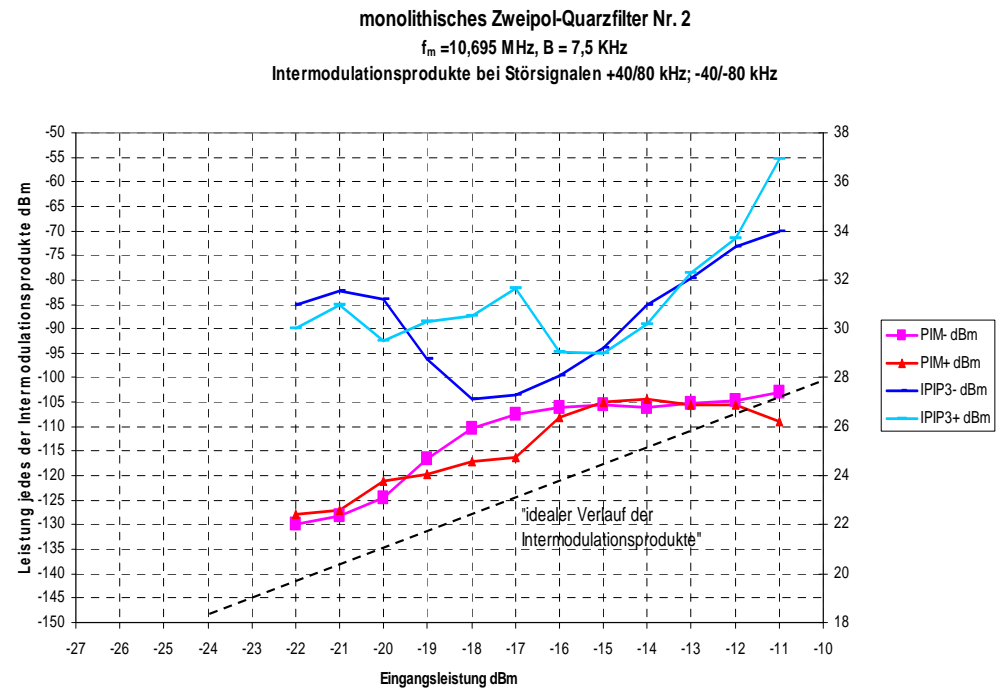
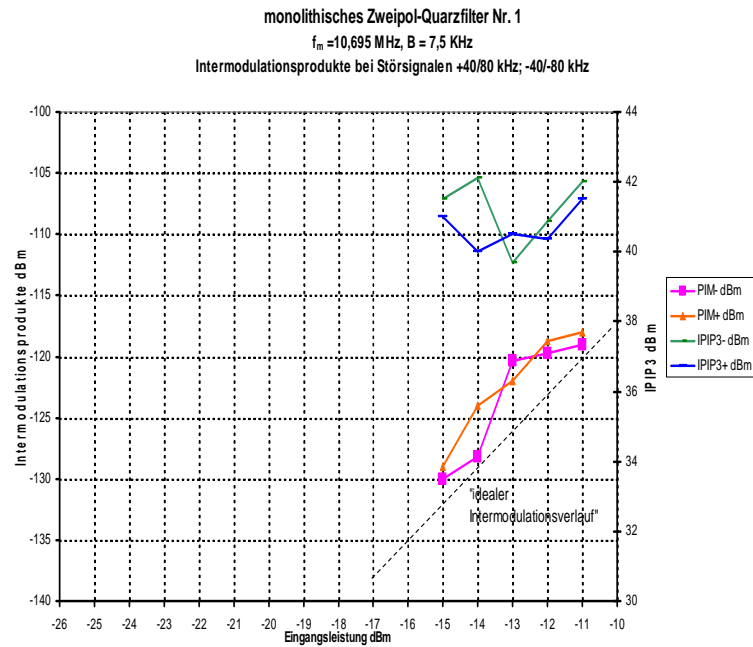
„normal“

„Roofing Filter“; B = 7,5 kHz



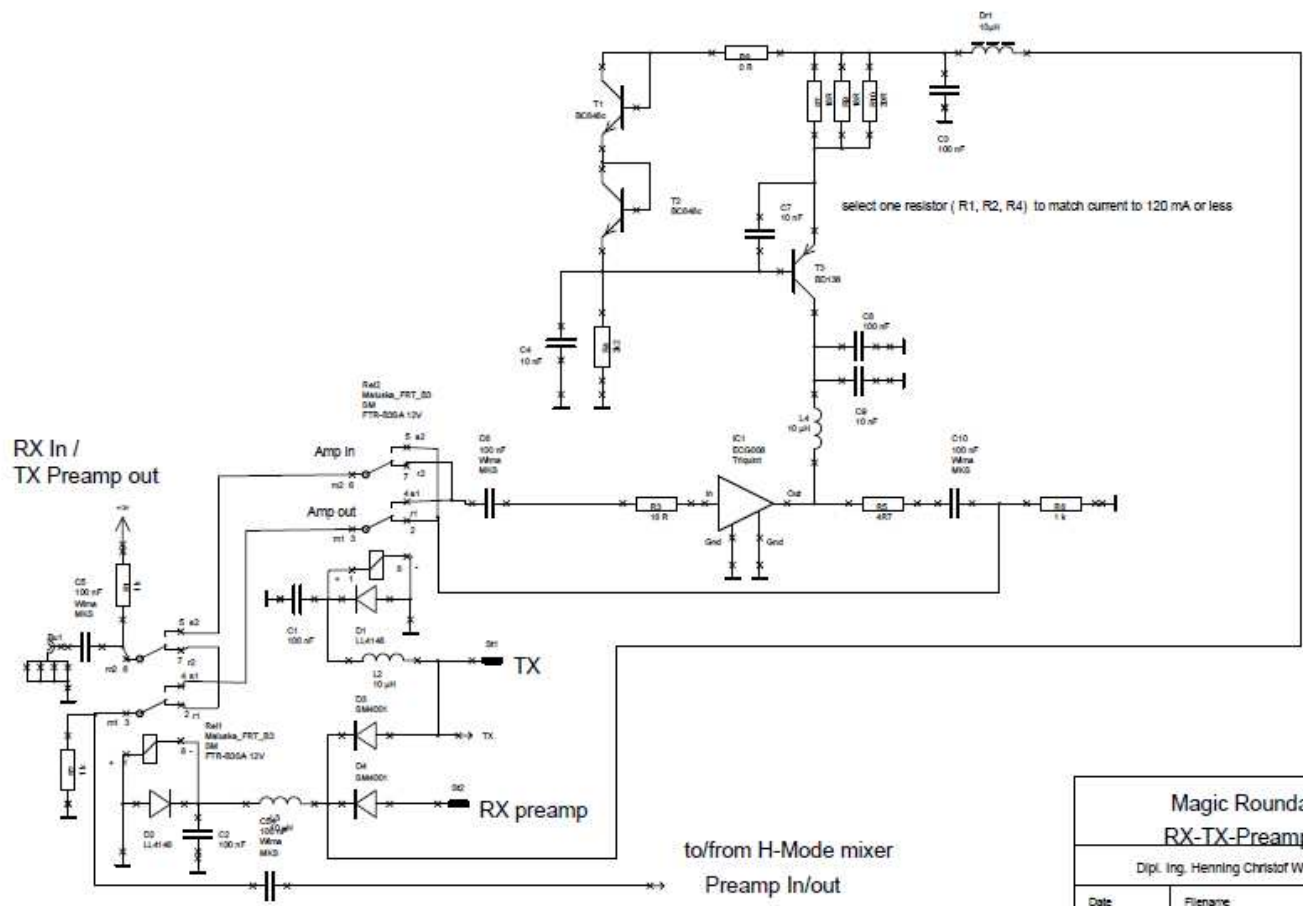
90° Hybride ursprünglich falsch beschaltet,
hier schon korrigiert!

Außerband- Intermodulations-Verhalten zweier Quarzfilter



10 Filter sind vorhanden, eine Selektion ist notwendig!

Vorverstärker mit ECG008



| | | |
|--|------------|--------|
| Magic Roundabout | | |
| RX-TX-Preamplifier | | |
| Dipl. Ing. Henning Christof Weddig DKSLV | | |
| Date | Filename | Sheet |
| 01. 03. 2014 | preamp.sch | 1 of 5 |

Schlussbemerkungen

- Es wird sicher noch einen zweiten Aufbau des Frontends geben
- Der ECG008 wird leider nicht mehr gefertigt, Restbestände sind noch z.B. von Mouser erhältlich, Alternativ-MMIC's haben meist eine zu hohe Verstärkung oder sind nur für Frequenzen >50 MHz spezifiziert– Zwischenbasisverstärker??
- Ausführliche Messergebnisse und neue Erkenntnisse beim Aufbau des PIC A STAR des Verfassers sind (für registrierte homebrew radio Nutzer) unter folgendem Link zu finden:
- <http://groups.yahoo.com/group/homebrew-radios/files/DK5LV>
- Auch der ZF-Verstärker sollte bezüglich Pegelverteilung optimiert werden, jedoch schwierig beim Combostar umsetzbar!