

- Prinzip der digitalen Empfänger
 - Direct_Conversion Rx
 - AD-Wandler
 - Digital Down Converters

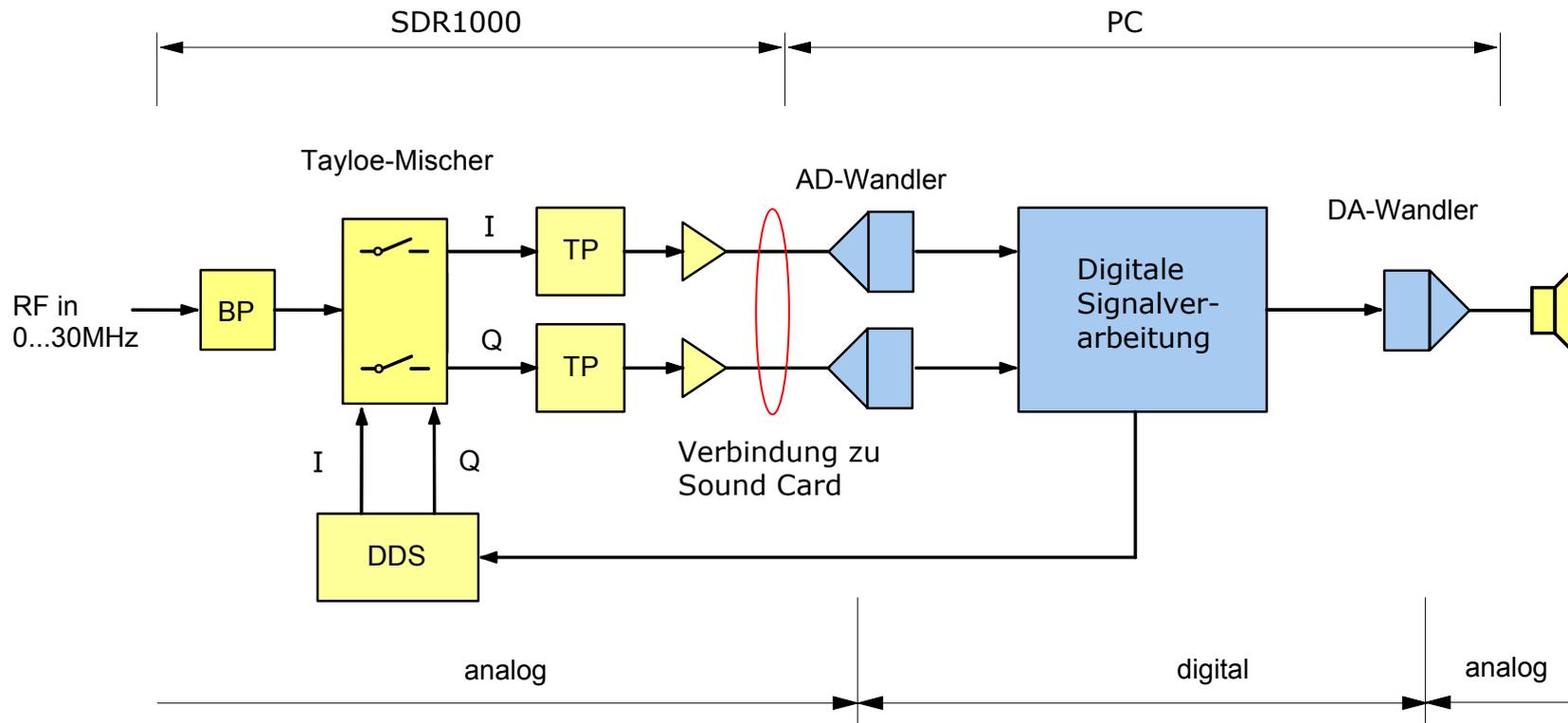
- Die Funktionsblöcke des ADT-200A
 - DSP-Modul
 - PA-Modul
 - Preselector-Modul

- Eigenschaften des ADT-200A

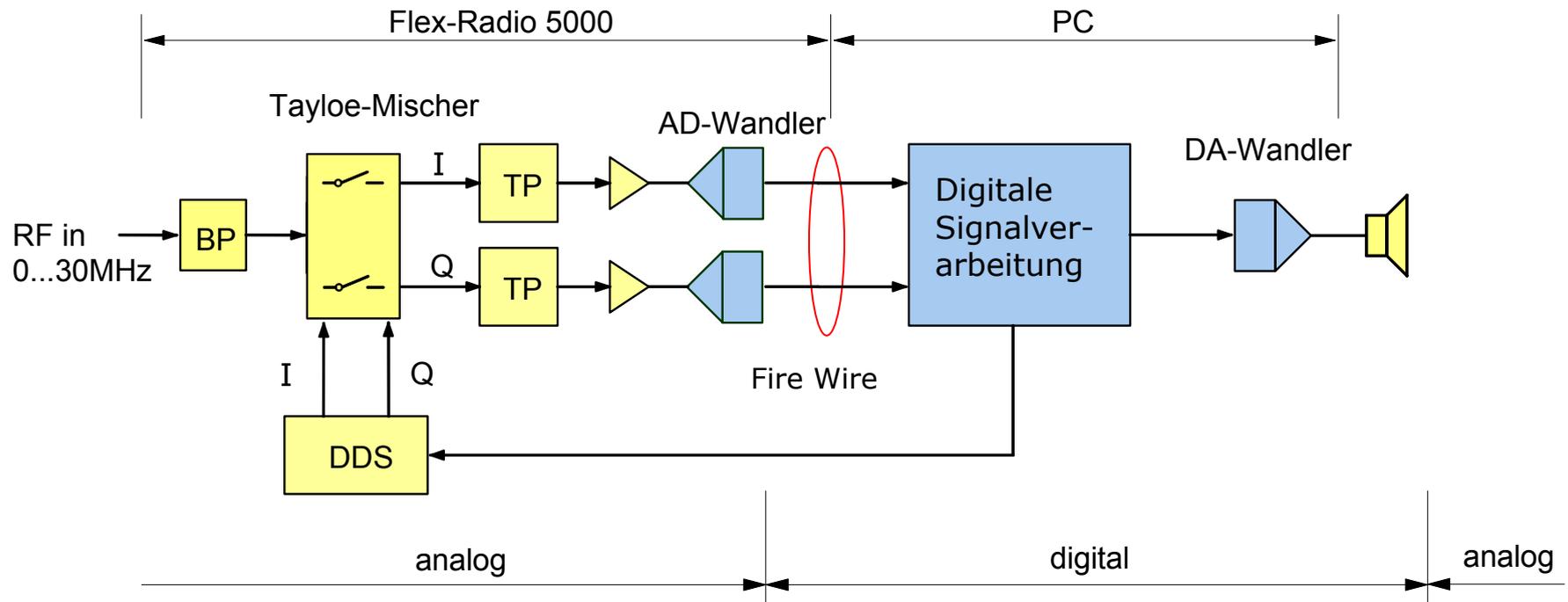
- Das Bedienungskonzept des ADT-200A

- Wie weiter?

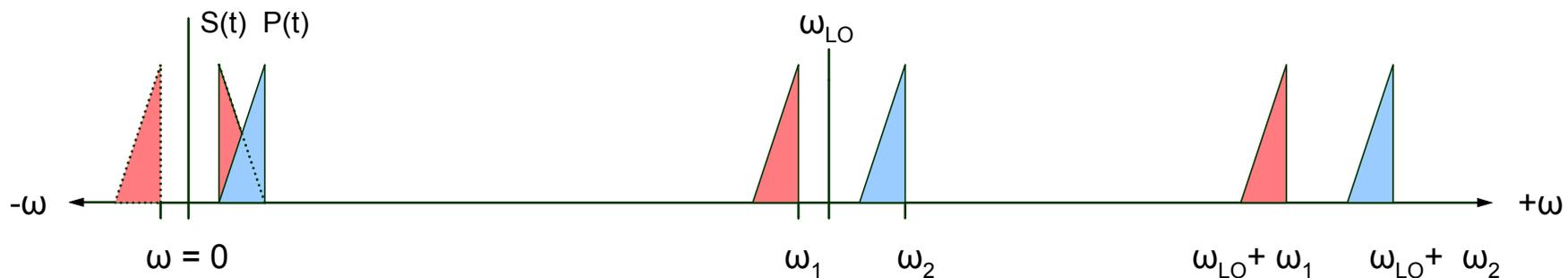
Das Konzept des SDR-1000



Das Konzept von Flex Radio

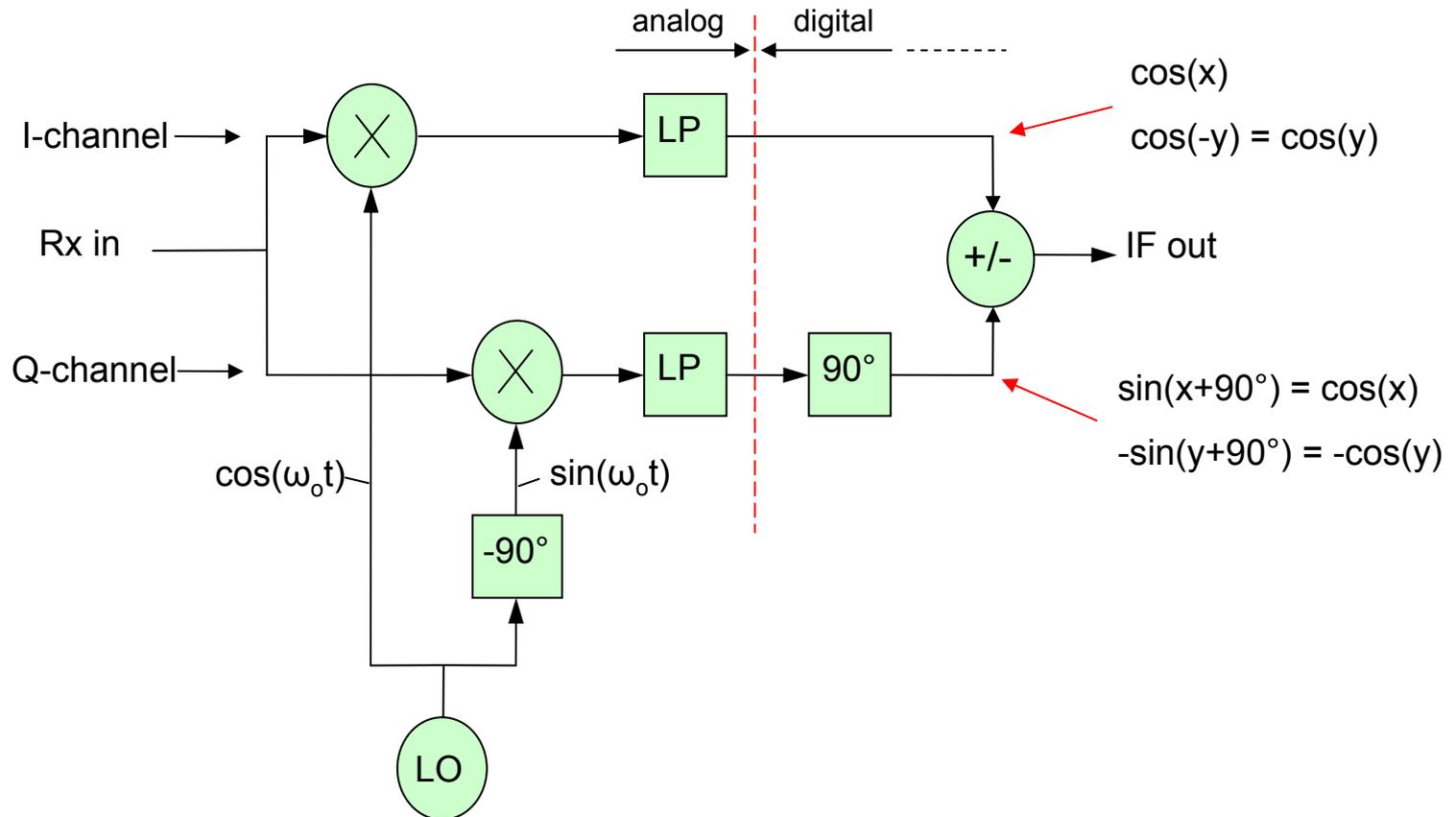


Prinzip des Direct Conversion Empfängers



$$S(t) = A(t) \cdot e^{j\omega t} = A(t) \cdot \left[\overset{\text{I-Kanal}}{\cos(\omega t)} + j \cdot \overset{\text{Q-Kanal}}{\sin(\omega t)} \right]$$

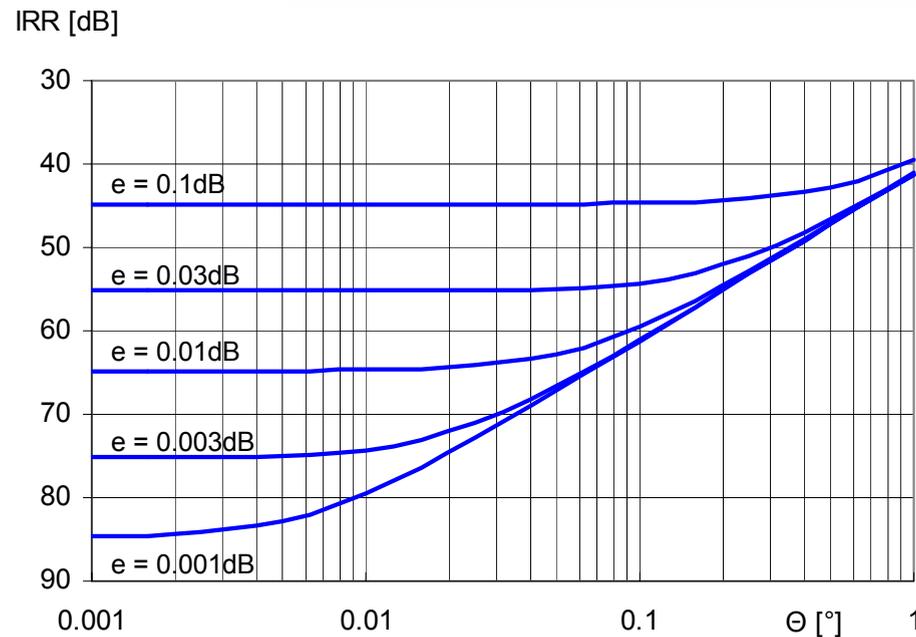
Prinzip des Direct Conversion Empfängers



Prinzip des Direct Conversion Empfängers

Image Rejection Ratio (IRR)

$$\text{IRR} = \frac{1 - 2(1 + \epsilon)\cos\theta + (1 + \epsilon)^2}{1 + 2(1 + \epsilon)\cos\theta + (1 + \epsilon)^2}$$



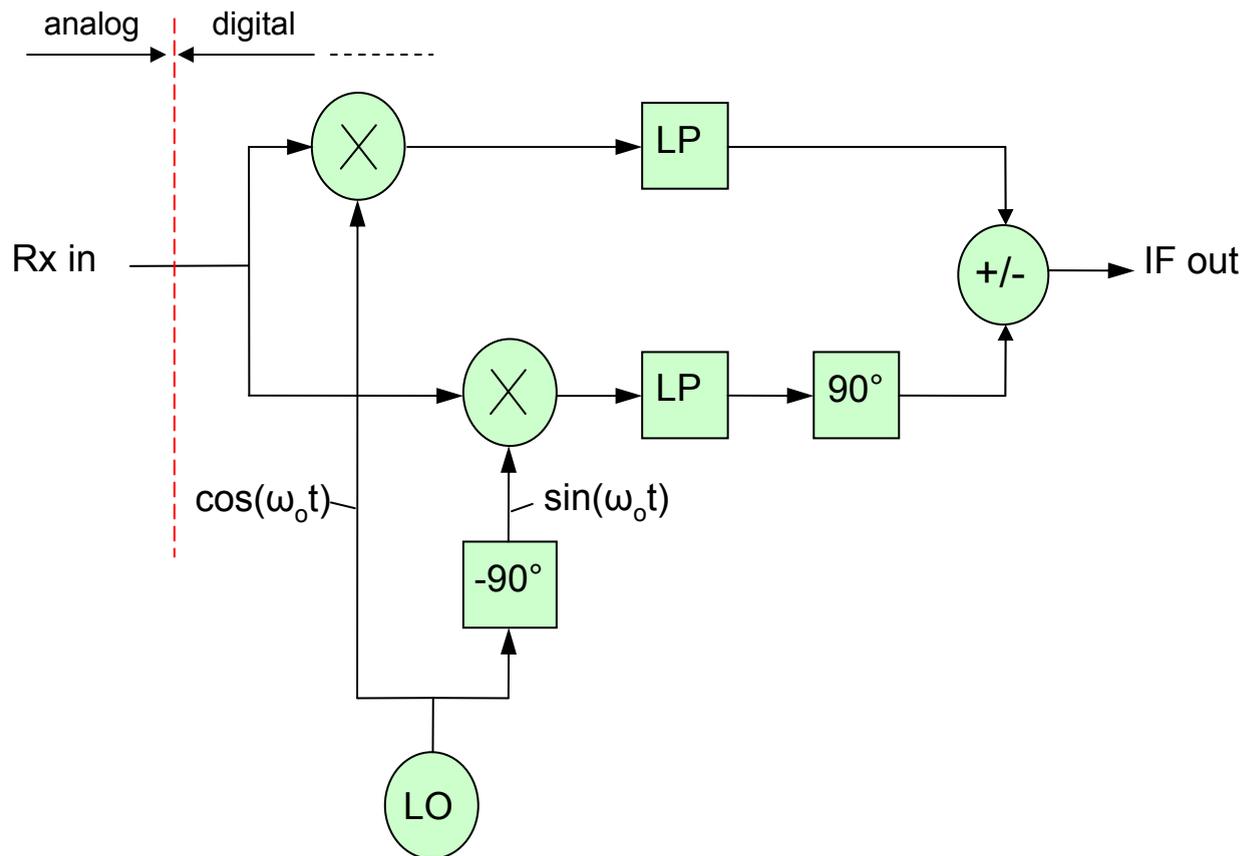
ϵ : Gain Error [-]

Θ : Phase Error [°]

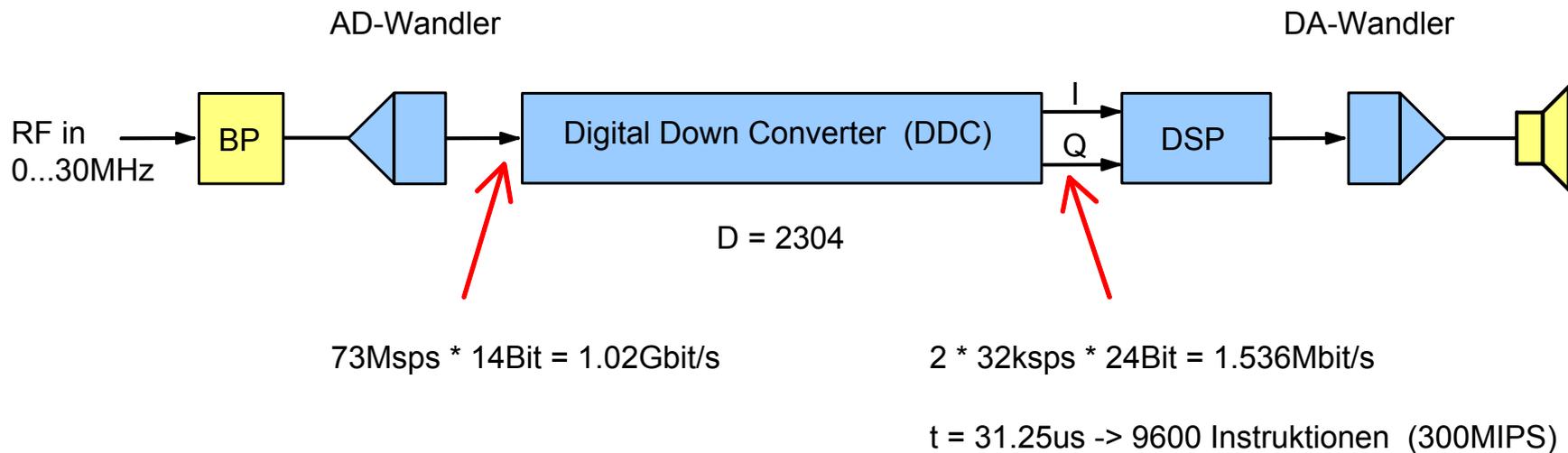
$$e = 20 * \log(\epsilon)$$

Das Prinzip der digitalen Empfänger

Prinzip des Direct Conversion Empfängers



Der Signalfluss im digitalen Empfänger



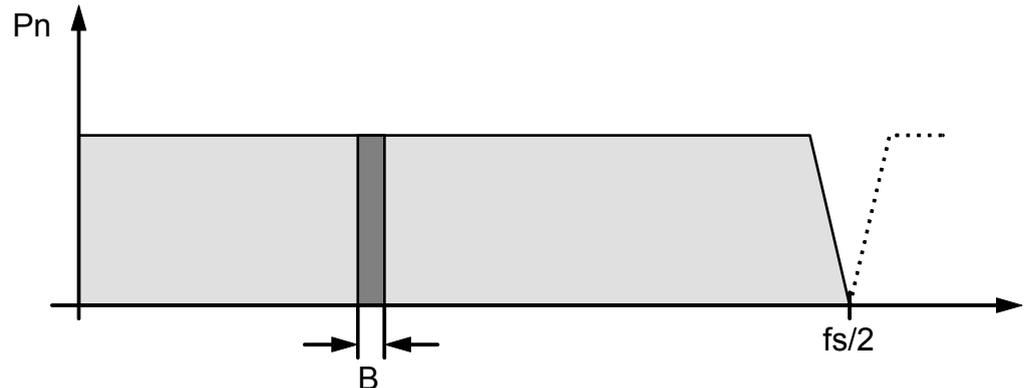
Aufgaben des DDC's:

- Quadratur-Mischung des interessierenden Frequenzbandes auf die ZF \approx 0Hz
- Reduktion der Samplerate (Dezimation)
- Erhöhung des Rauschabstandes (Integration)

Der AD-Wandler beeinflusst folgende Eigenschaften des Rx

- Dynamikbereich → Auflösung in Bits
- Empfindlichkeit → Eingangsimpedanz
- Intermodulation IP2 und IP3 → Integrale Nichtlinearität
- Phasenrauschen → Eigenjitter

Der Prozessgewinn des AD-Wandlers



Prozessgewinn:

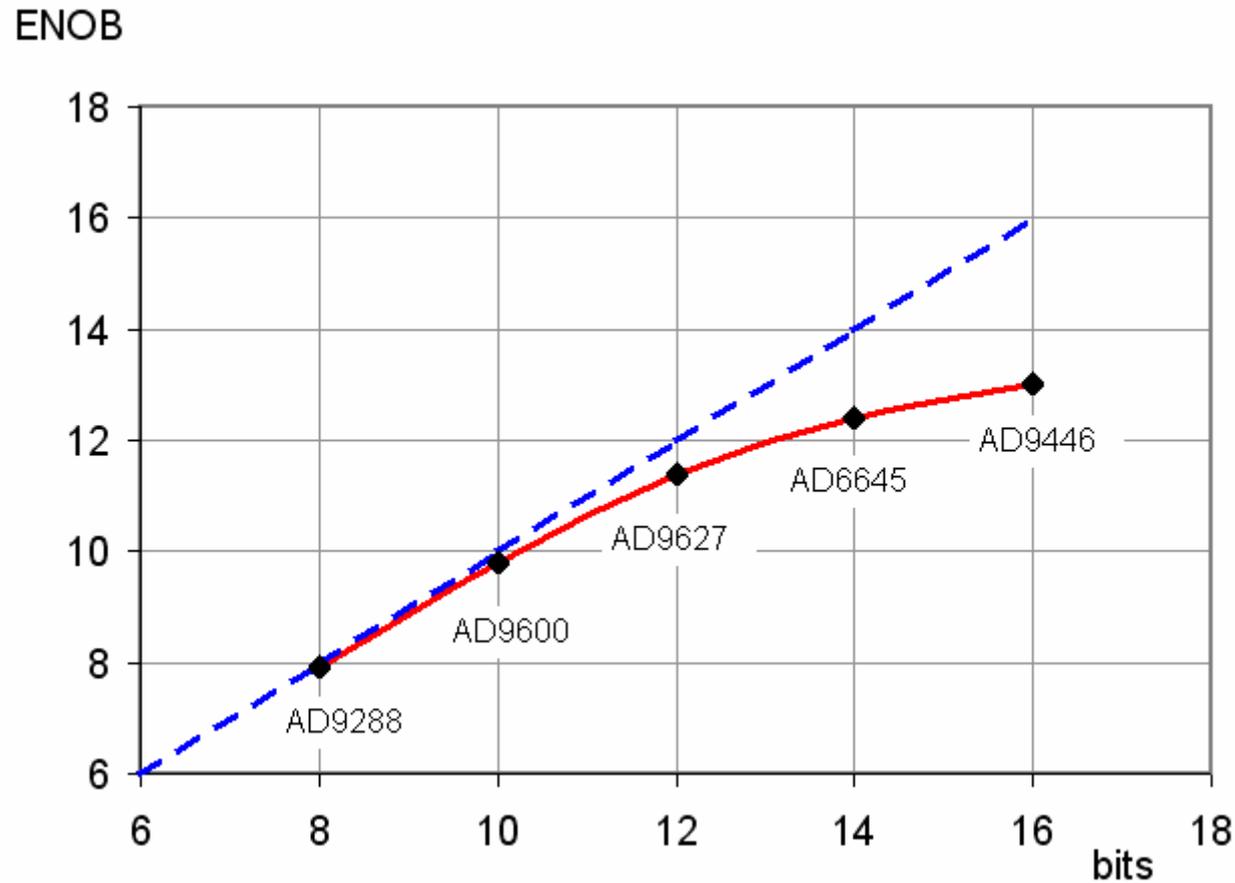
$$G_p = 10 \cdot \text{Log}_{10} \left(\frac{f_s}{2 \cdot B} \right)$$

Bei B = 2.4kHz und f_s = 73Mps folgt:

$$G_p = 41.2\text{dB}$$

Bei einem SNR von 75dB wird ein Dynamikbereich von 116.2dB erreicht

Einfluss der Auflösung des AD-Wandlers



Einfluss der Eingangsimpedanz des AD-Wandlers

Beispiel für den AD9446 (16bit):

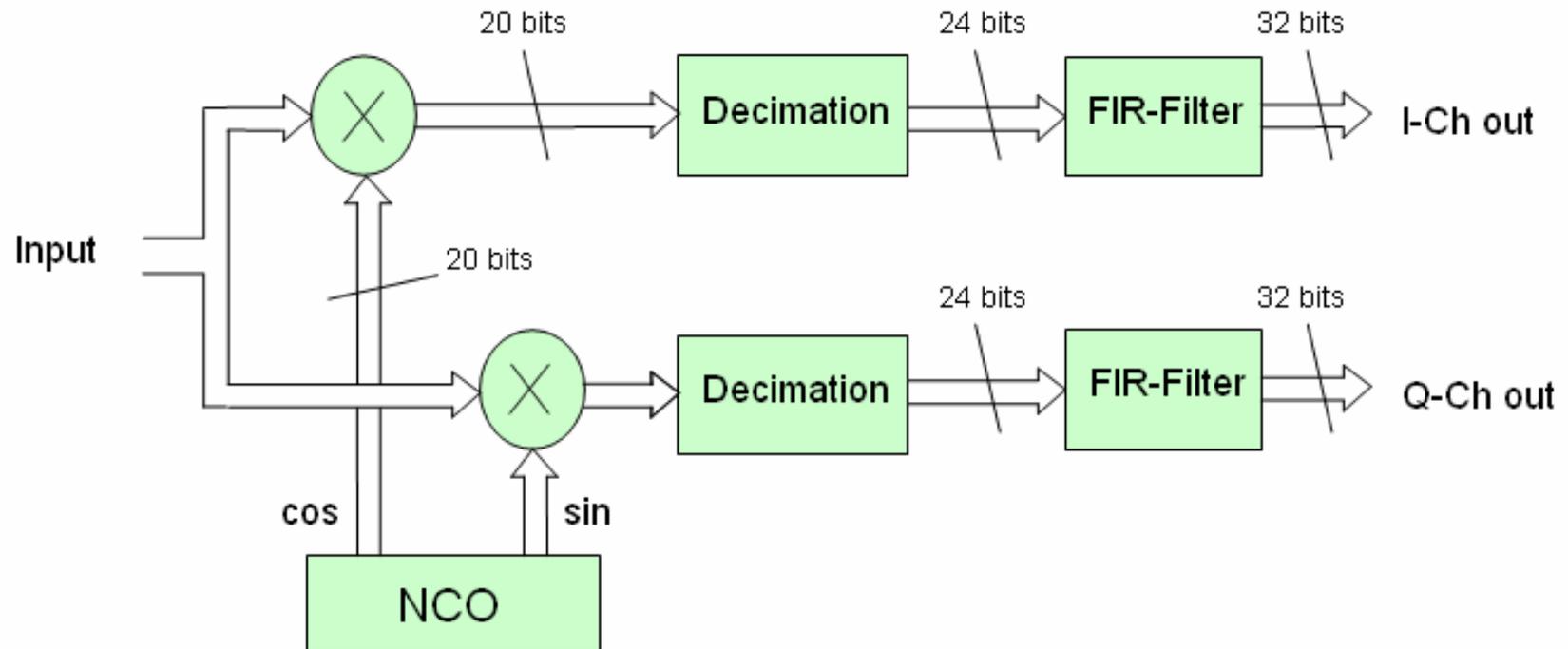
R_{in}	$P_{in\ max}$	MDS	F
50 Ω	14.1dBm	-109dBm	31dB
200 Ω	8.1dBm	-115dBm	25dB
800 Ω	2.0dBm	-121dBm	19dB

Für F = 10dB werden folgende Werte erreicht:

R_{in}	G_{Preamp}	IP3 AD-conv	IP3 _{total}
50 Ω	21.9dB	55dBm	18.1dBm
200 Ω	15.9dB	49dBm	24.1dBm
800 Ω	9.9dB	43dBm	30.0dBm

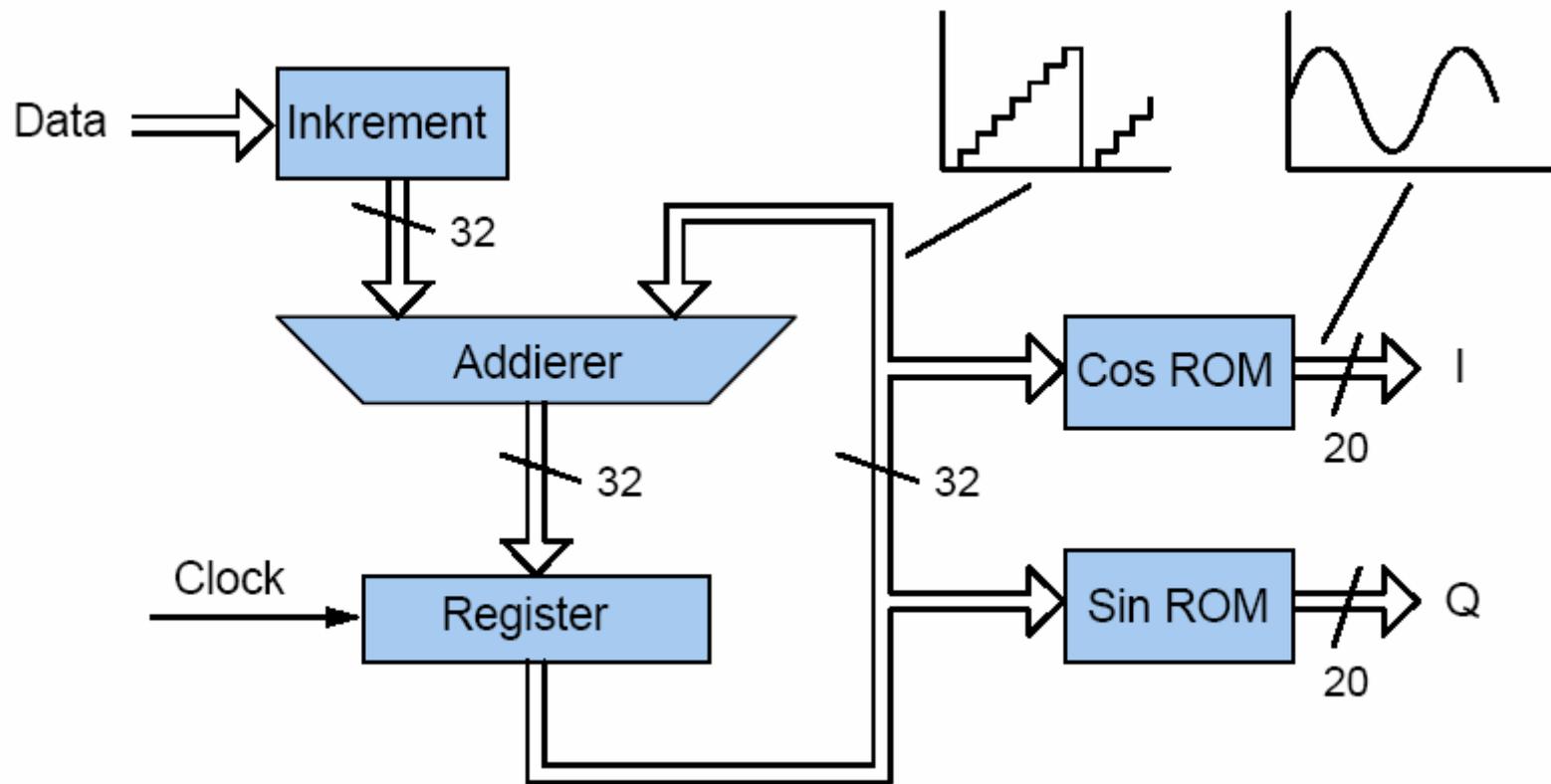
IP3 des Vorverstärkers mit 43dBm angenommen

Der Digital Down Converter

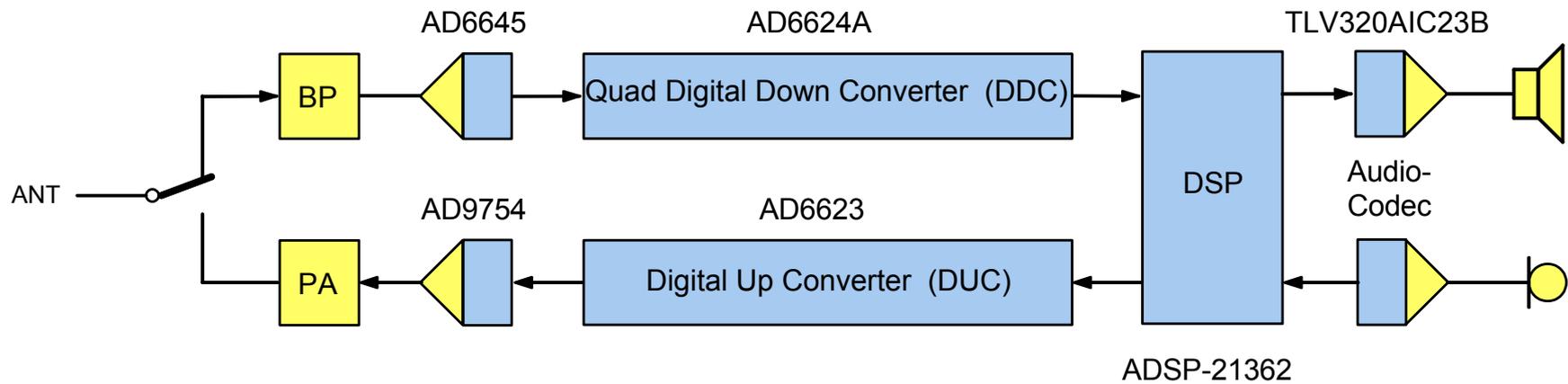


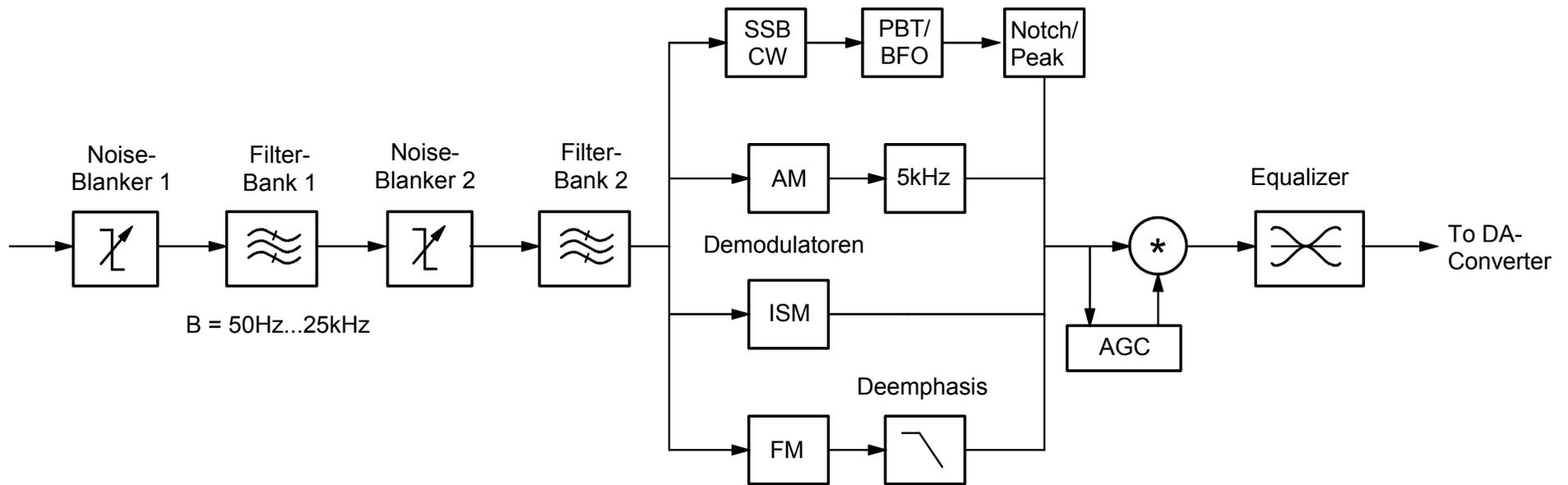
Die Realisierung erfolgt als FPGA oder als CSIC-Baustein

Der numerisch gesteuerte Oszillator

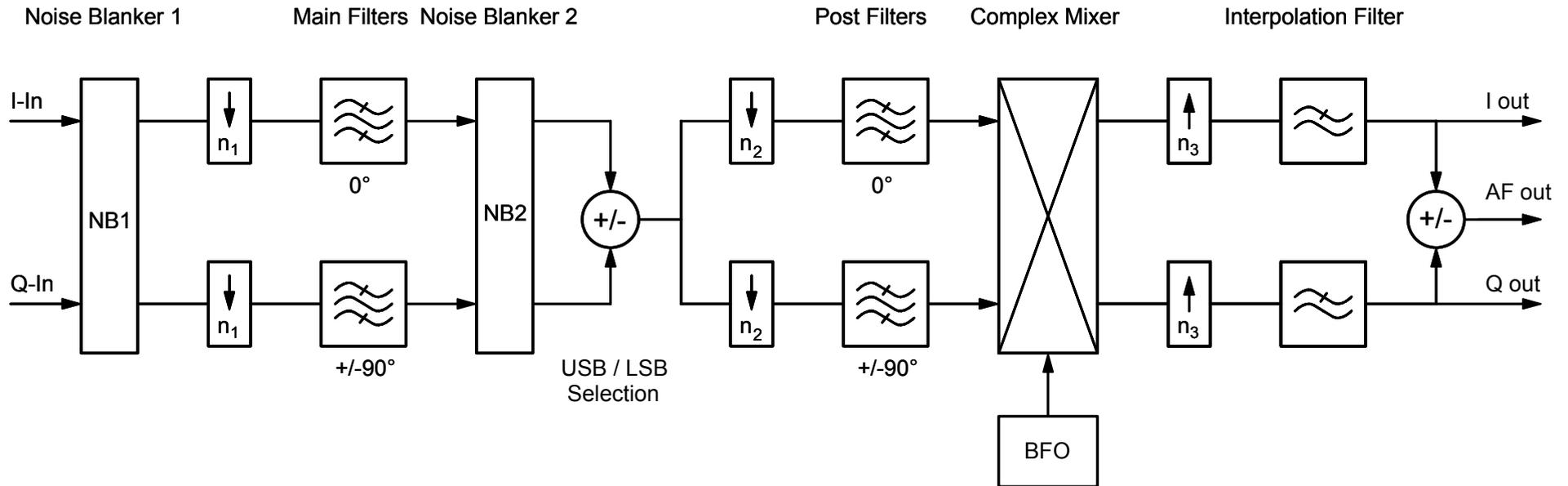


Im ADT-200A verwendetes Chipset





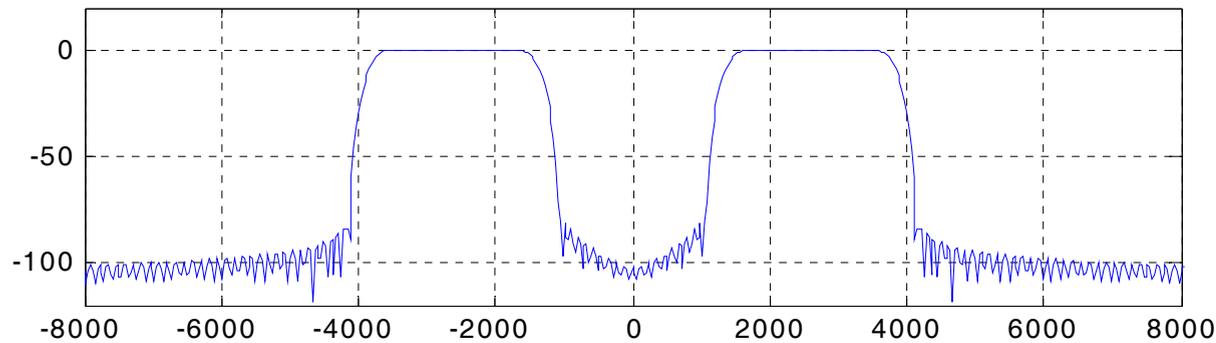
Signalverarbeitung im DSP (pro Rx-Kanal)



Signalfilterung im DSP bei CW/SSB (pro Rx-Kanal)

FIR-Filter der Ordnung $N = 256$, Blackman-Harris Window

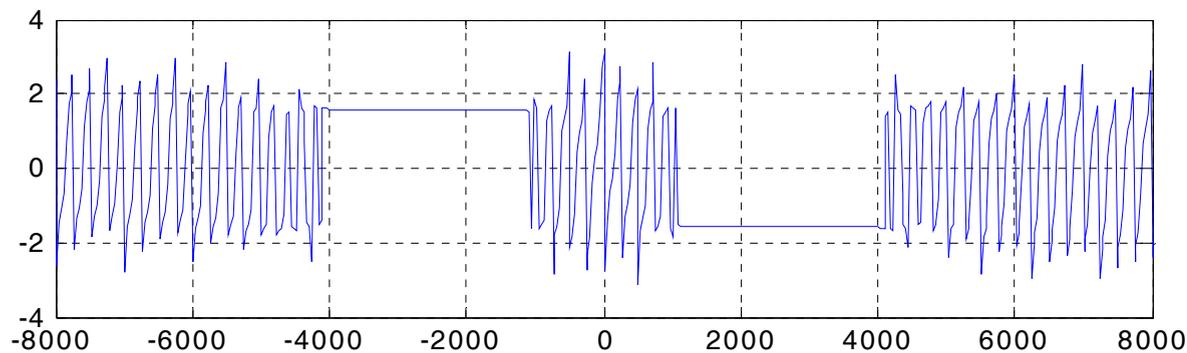
Resultate der Simulation mit Matlab:



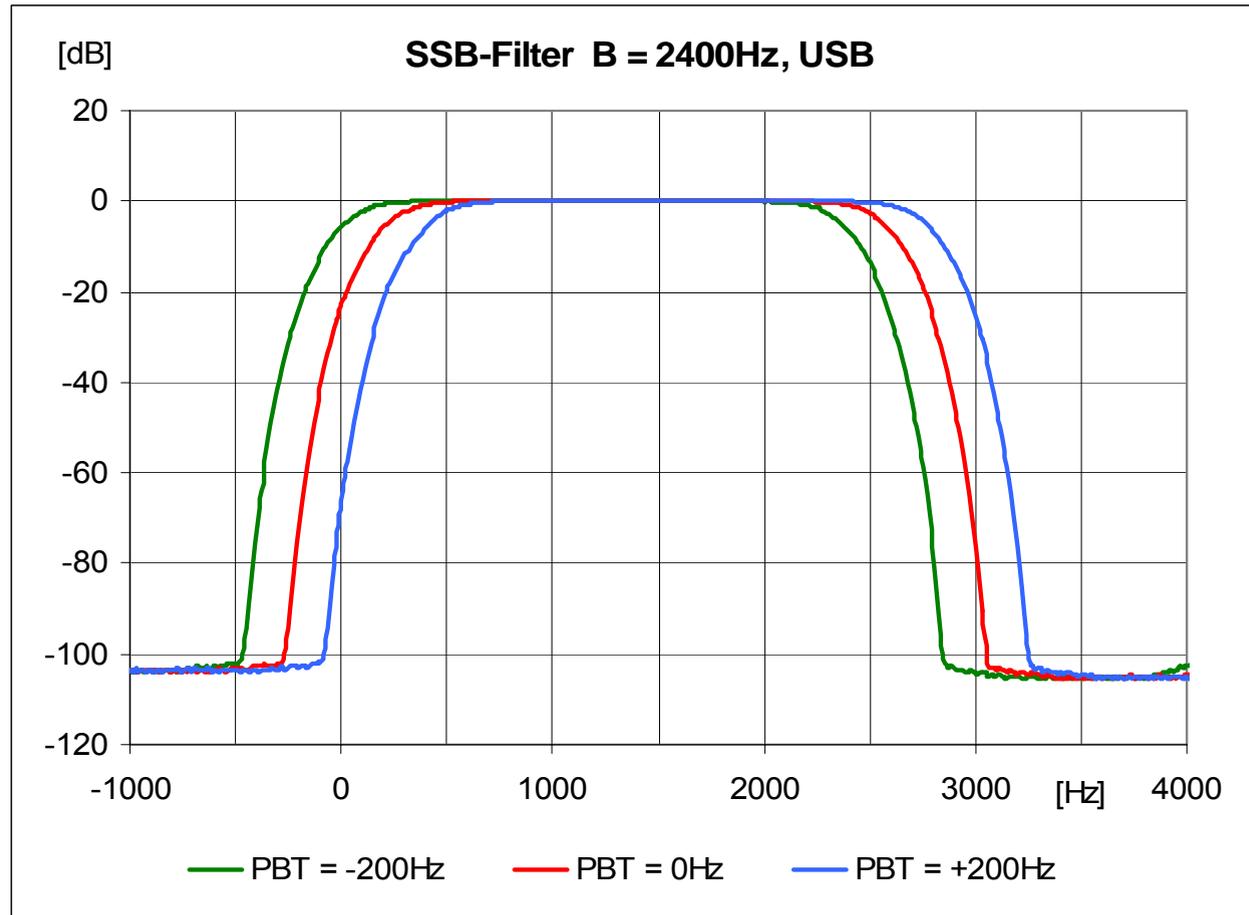
Übertragungsfunktion

$$|H(f)_Q$$

Shape Factor = 1:1.29



Phase (Q-Kanal)



Hörbeispiele, empfangen auf 80m



ICOM-TRX mit professionellem Mikrofon



Flex Radio SDR

Hörbeispiele, gesendet und empfangen mit dem ADT-200A



Webstream Deutschlandfunk, SSB, B = 2700Hz

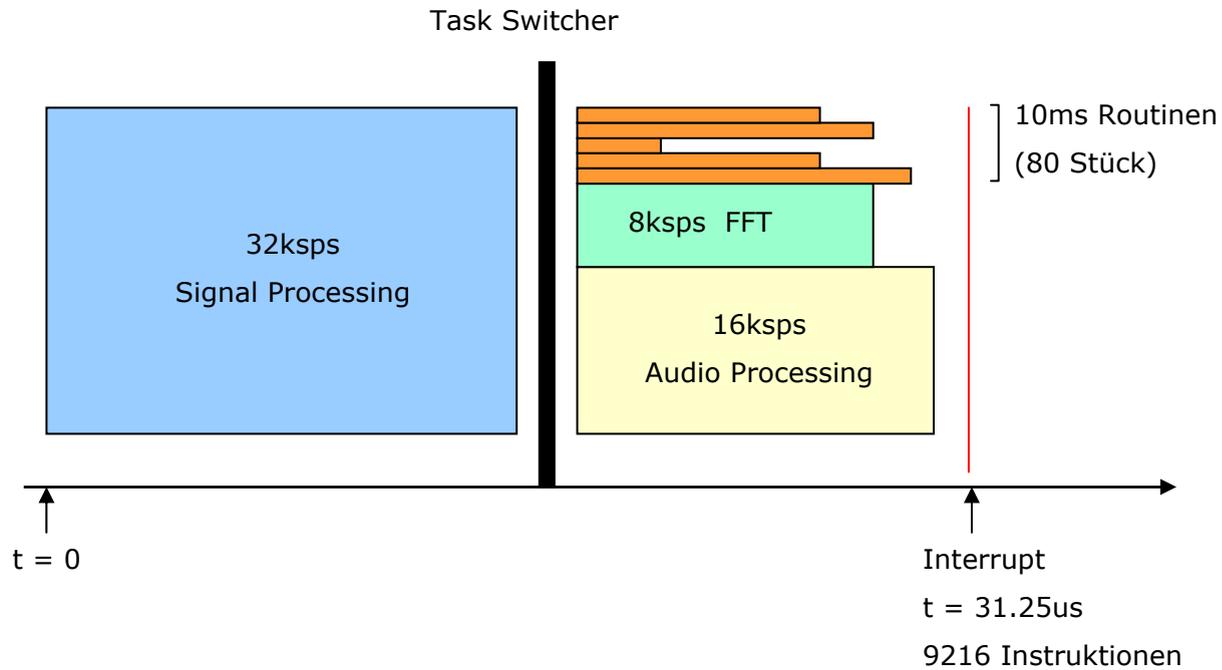


Webstream Deutschlandfunk, AM, B = 6000Hz



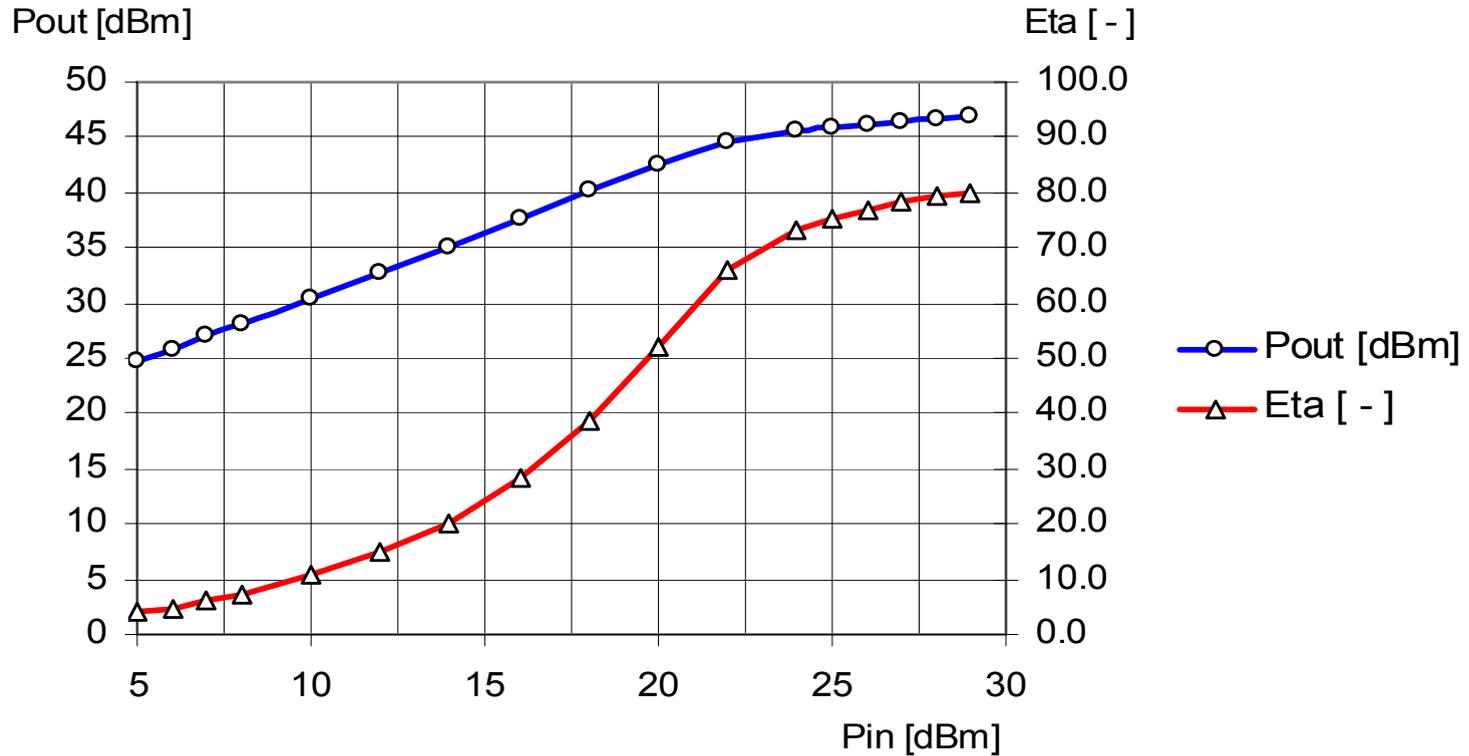
Beethoven ab CD, SSB, B = 2800Hz

Programmstruktur der DSP-Firmware

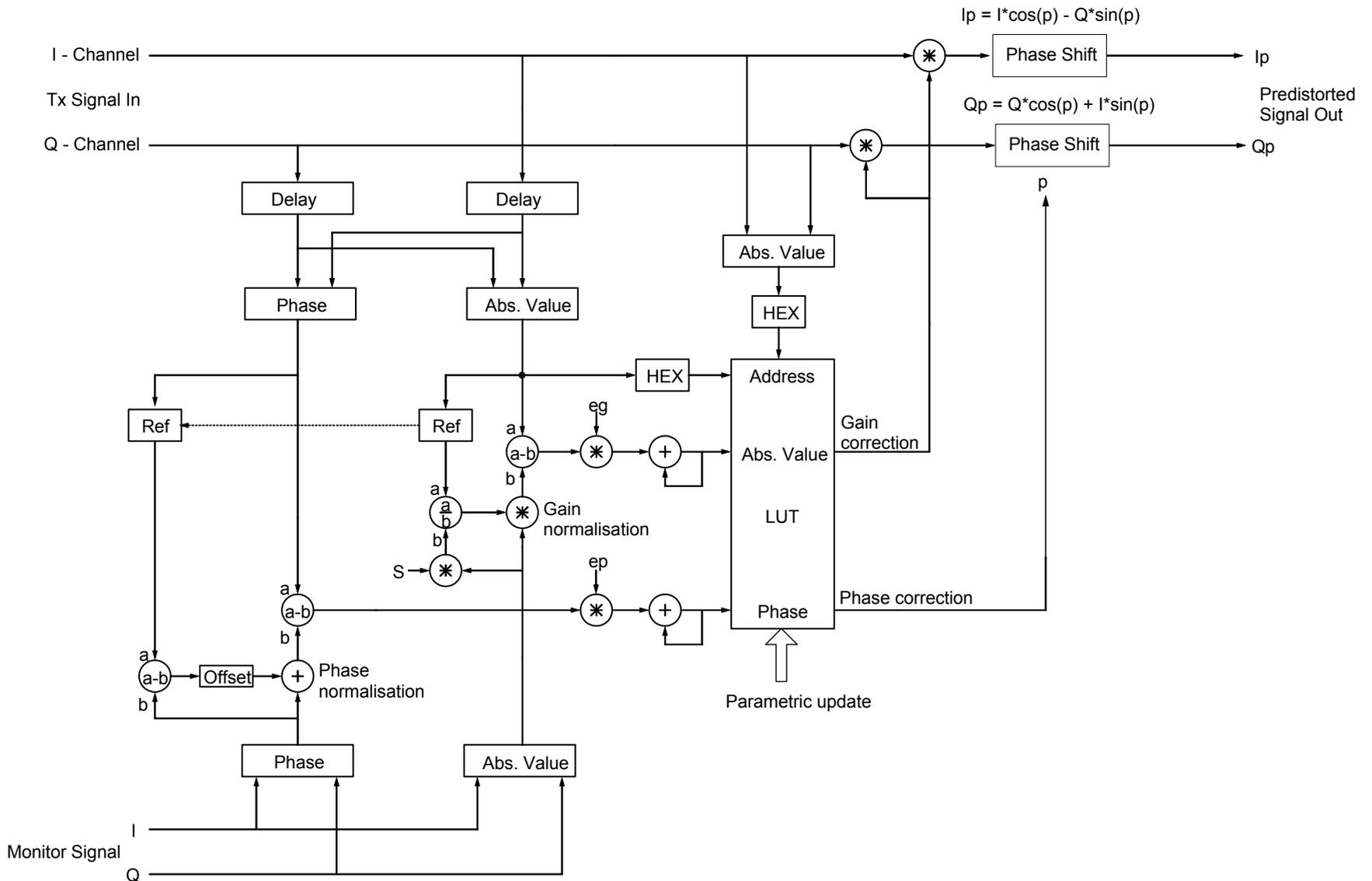


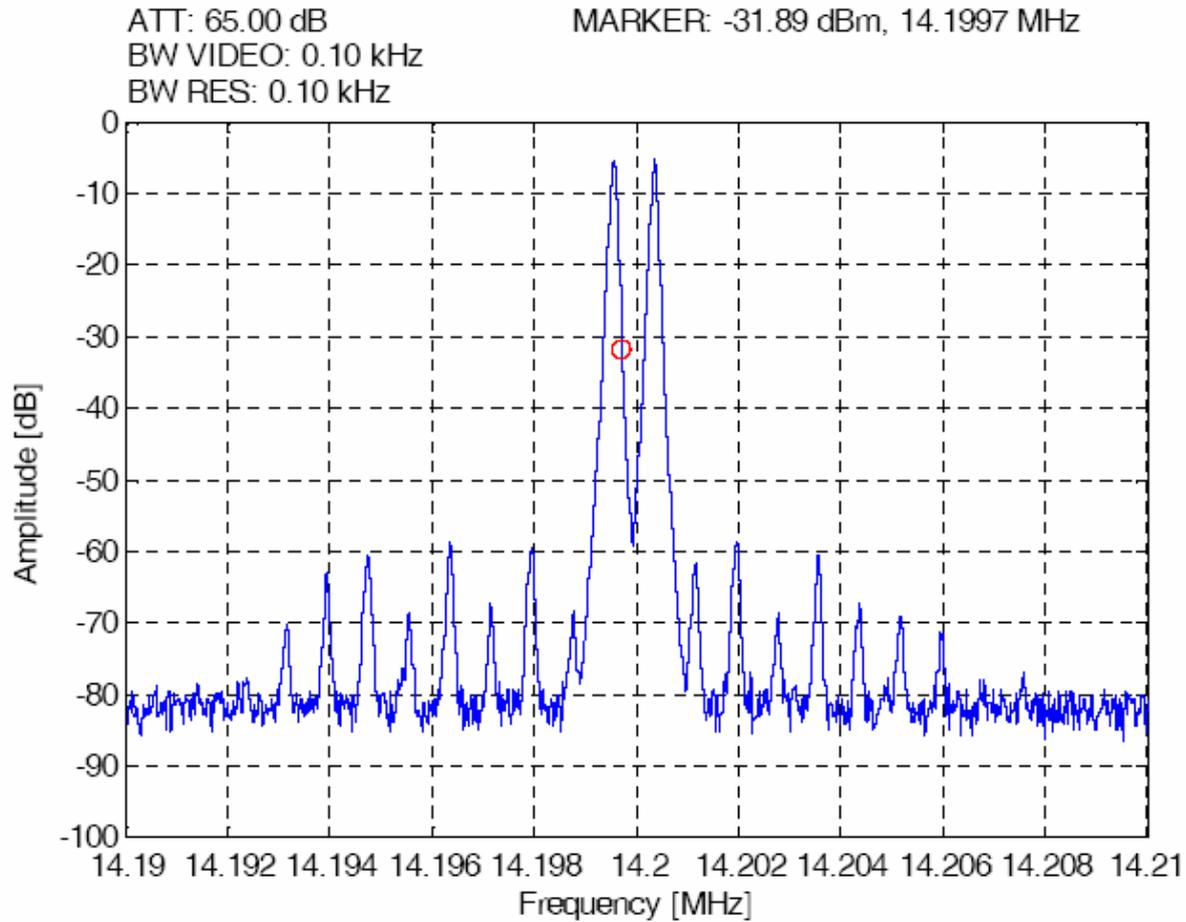
Die Sender-Endstufe

Linearität bei $f = 7\text{MHz}$

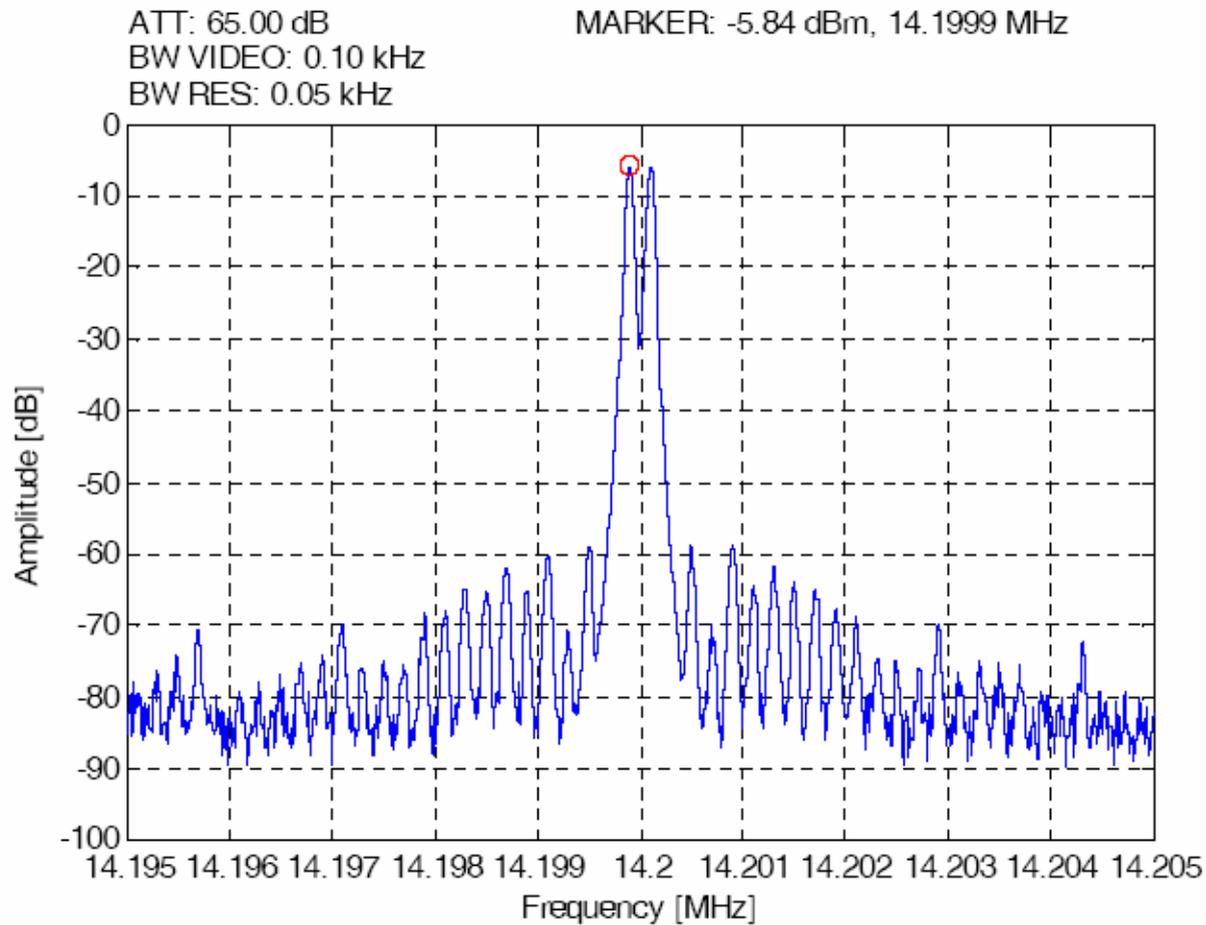


Funktionsblöcke vom ADT-200A



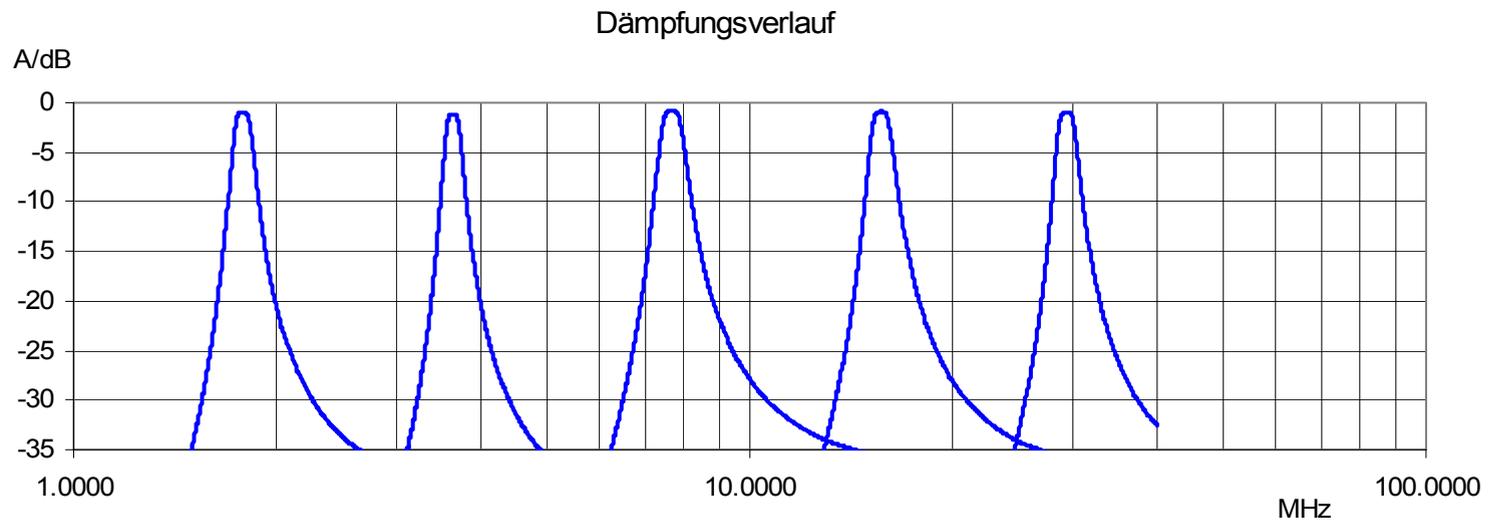


2-Ton Modulation: Pout = 48Wpep, f1 = 700Hz, f2 = 1500Hz



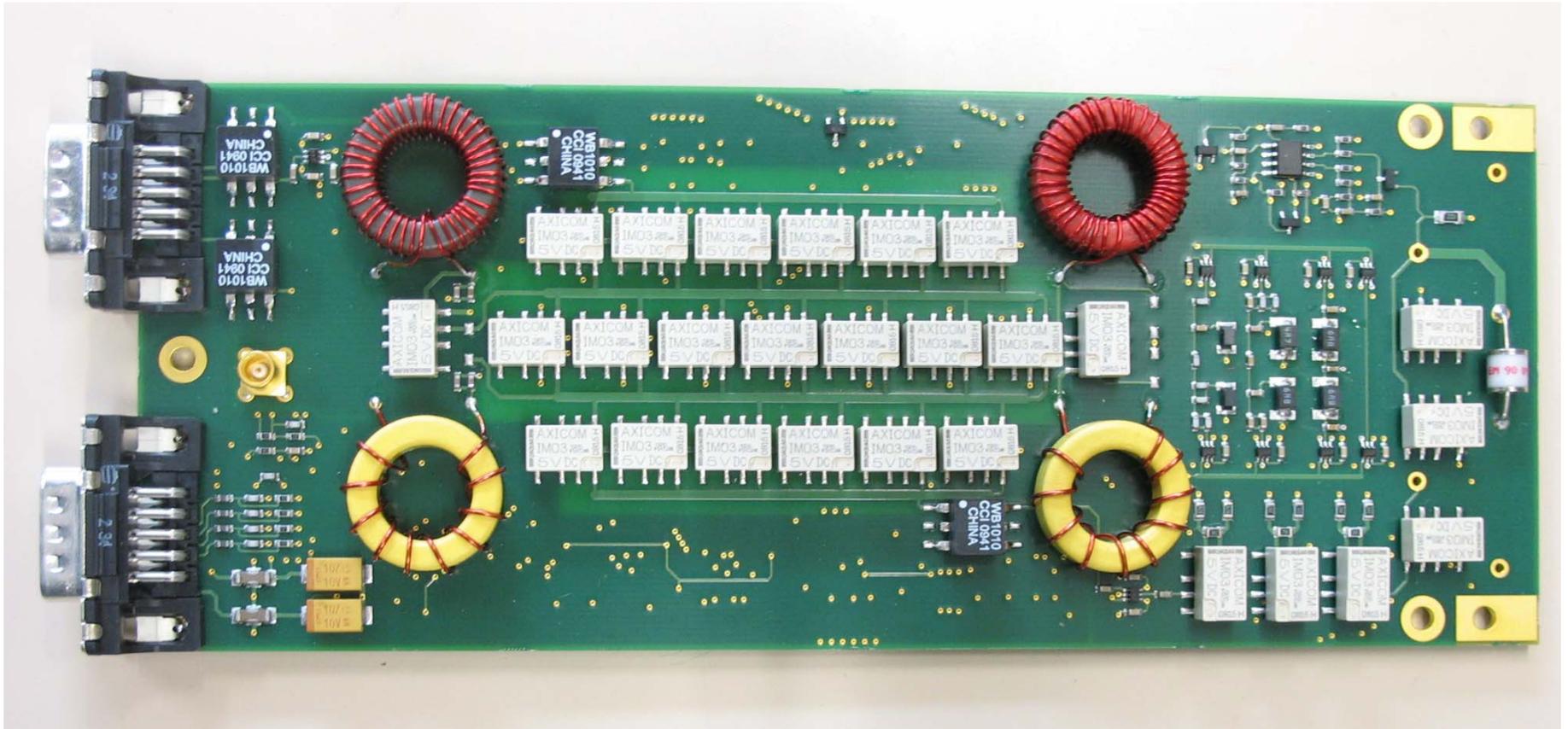
2-Ton Modulation: Pout = 48Wpep, f1 = 900Hz, f2 = 1100Hz (Span = 10kHz)

Der neue Preselektor PSL2

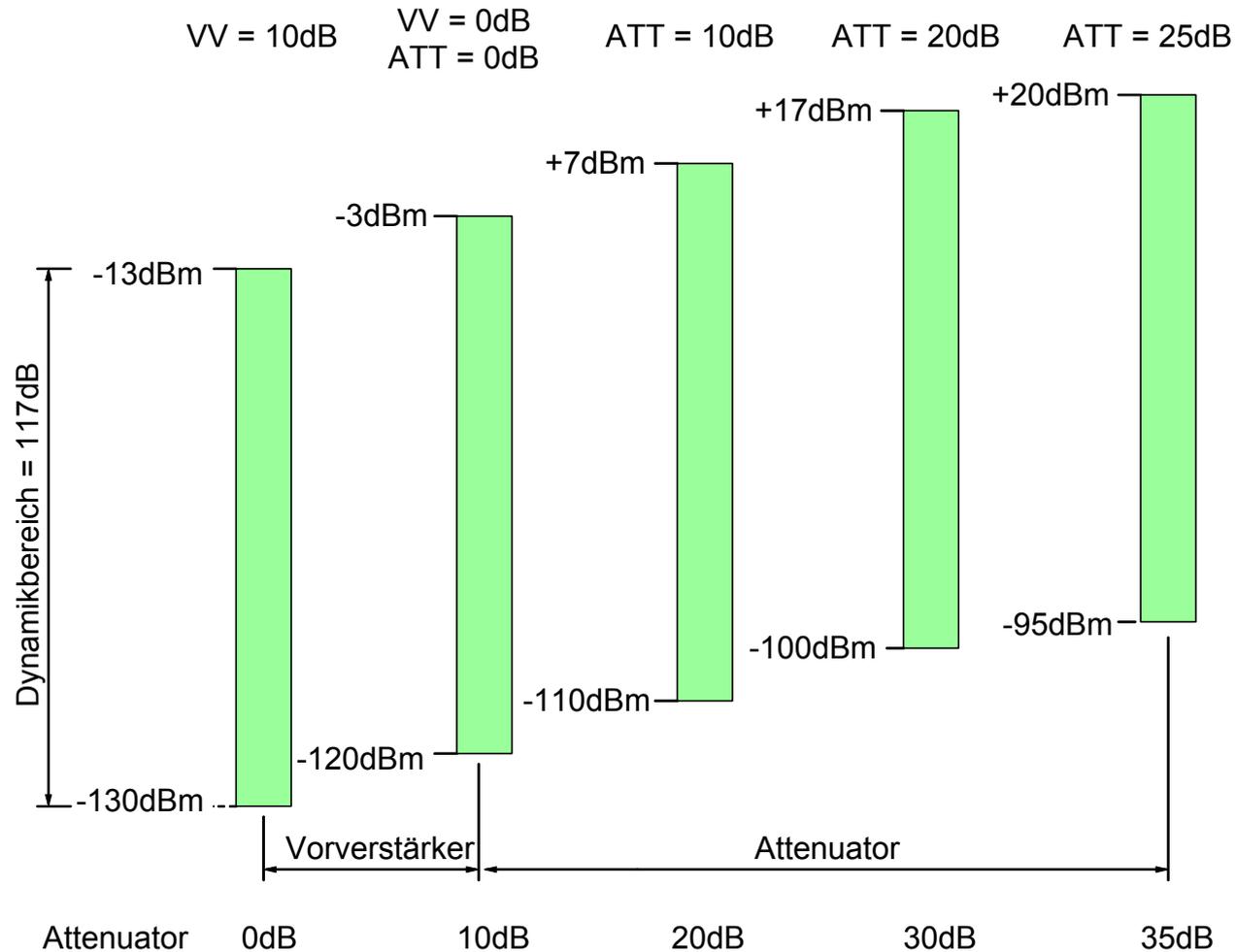


Auswahl von 5 Filterkurven als Beispiel für die insgesamt 48 Bandfilter

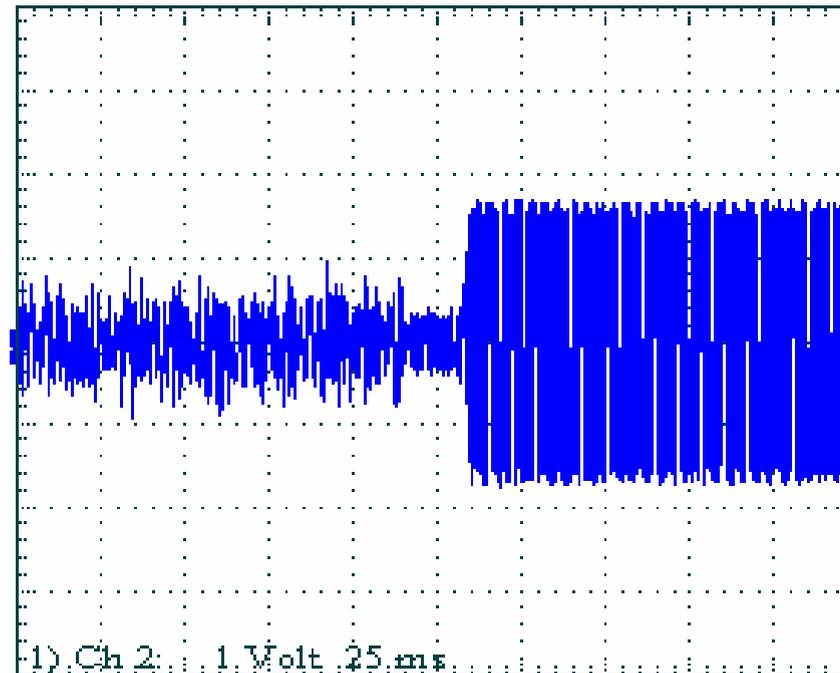
Der neue Preselektor PSL2



Konzept des Attenuators

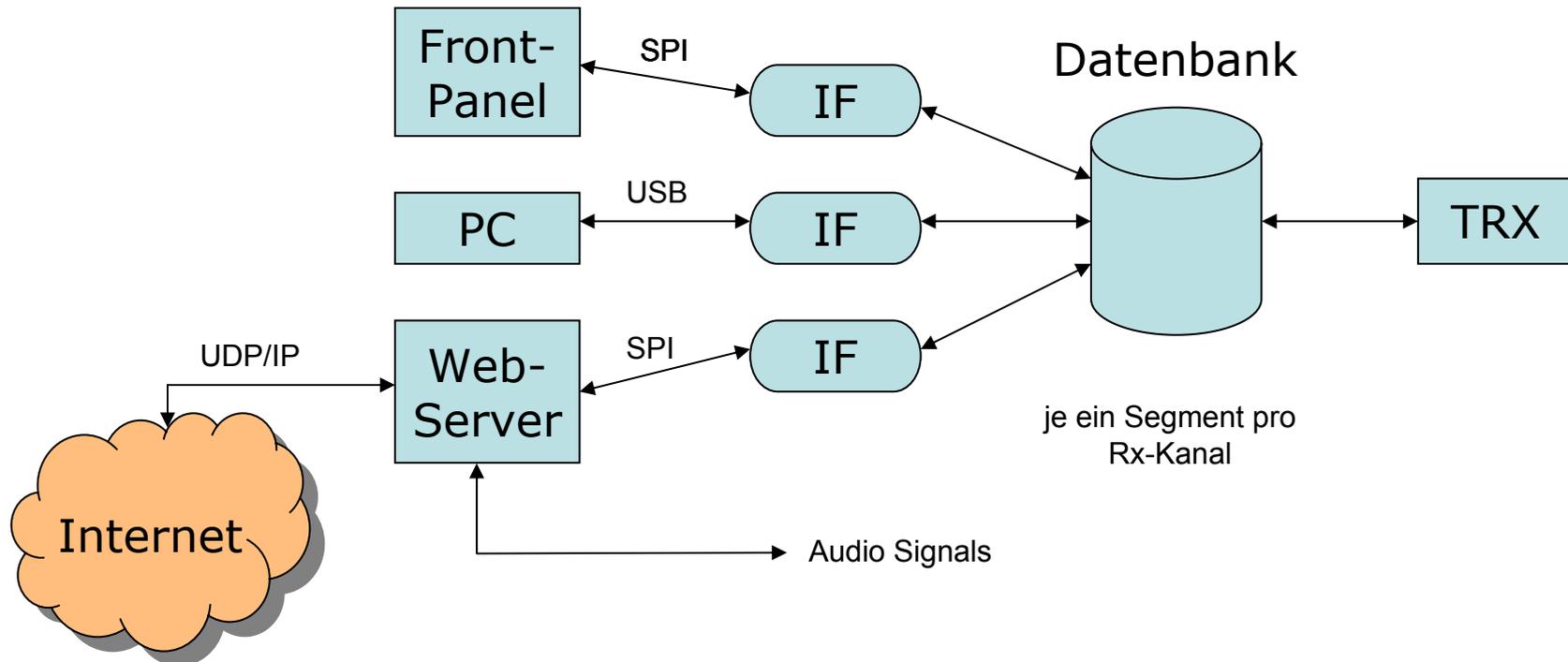


Die Wirkungsweise der AGC

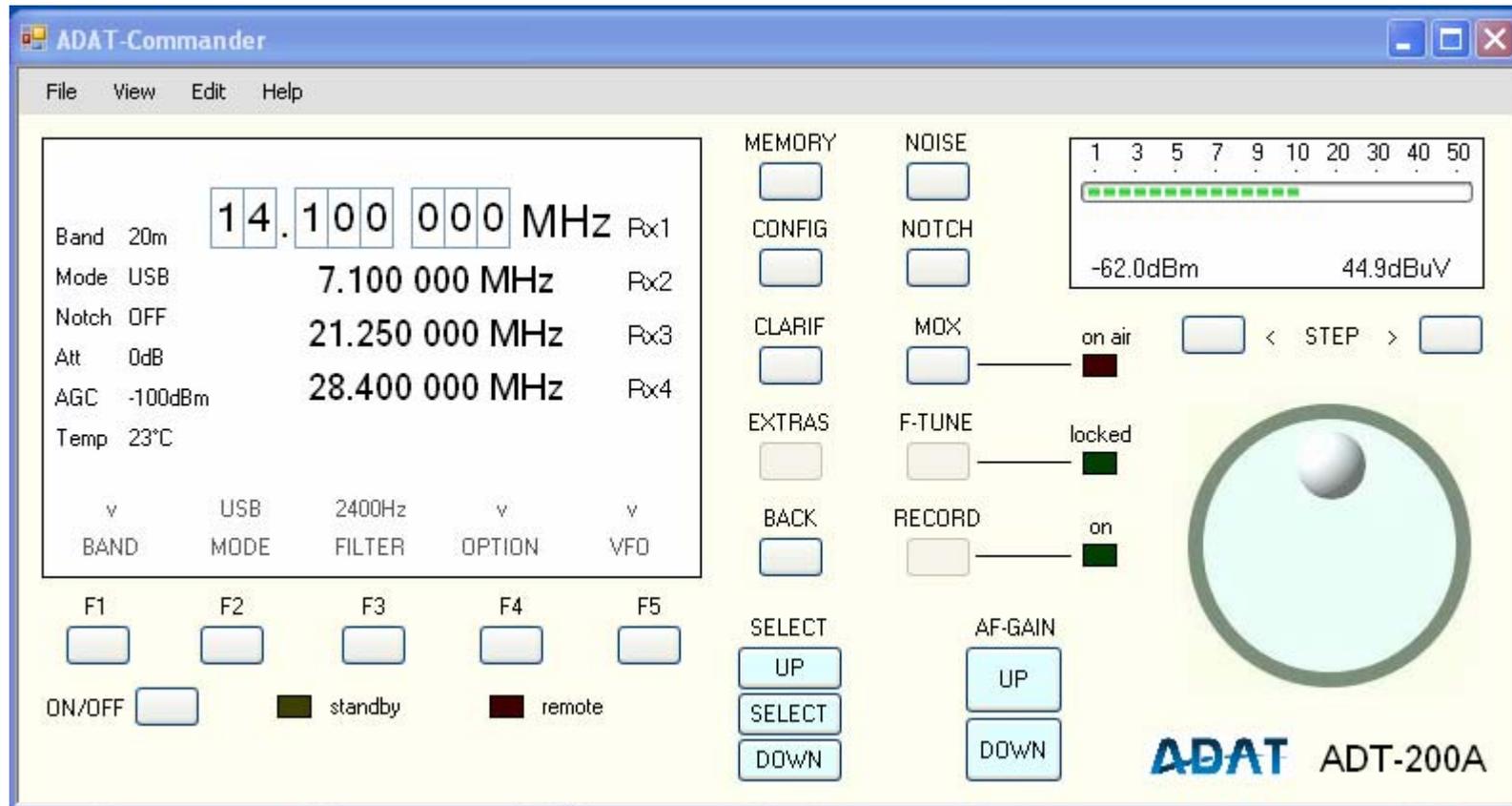


Reaktion auf einen sprunghaften Signalanstieg vom Grundrauschen auf ein Signal von $S_9+40\text{dB}$ (+87dB)

Konzept der Transceiver-Steuerung



Der ADAT-Commander



Das Bedienungskonzept des ADT-200A



The screenshot shows the MemoryManager window with a list of channels. Channel 10 is selected, and its details are shown in the configuration area below.

Channel	Frequency	Mode	Type
CH 08			
CH 09			
CH 10	14.1000 MHz	NCDX	Beacon
CH 11	18.1100 MHz	NCDX	Beacon
CH 12	21.1500 MHz	NCDX	Beacon
CH 13	24.9300 MHz	NCDX	Beacon
CH 14	28.2000 MHz	NCDX	Beacon
CH 15			
CH 16			

Configuration details for the selected channel (CH 10):

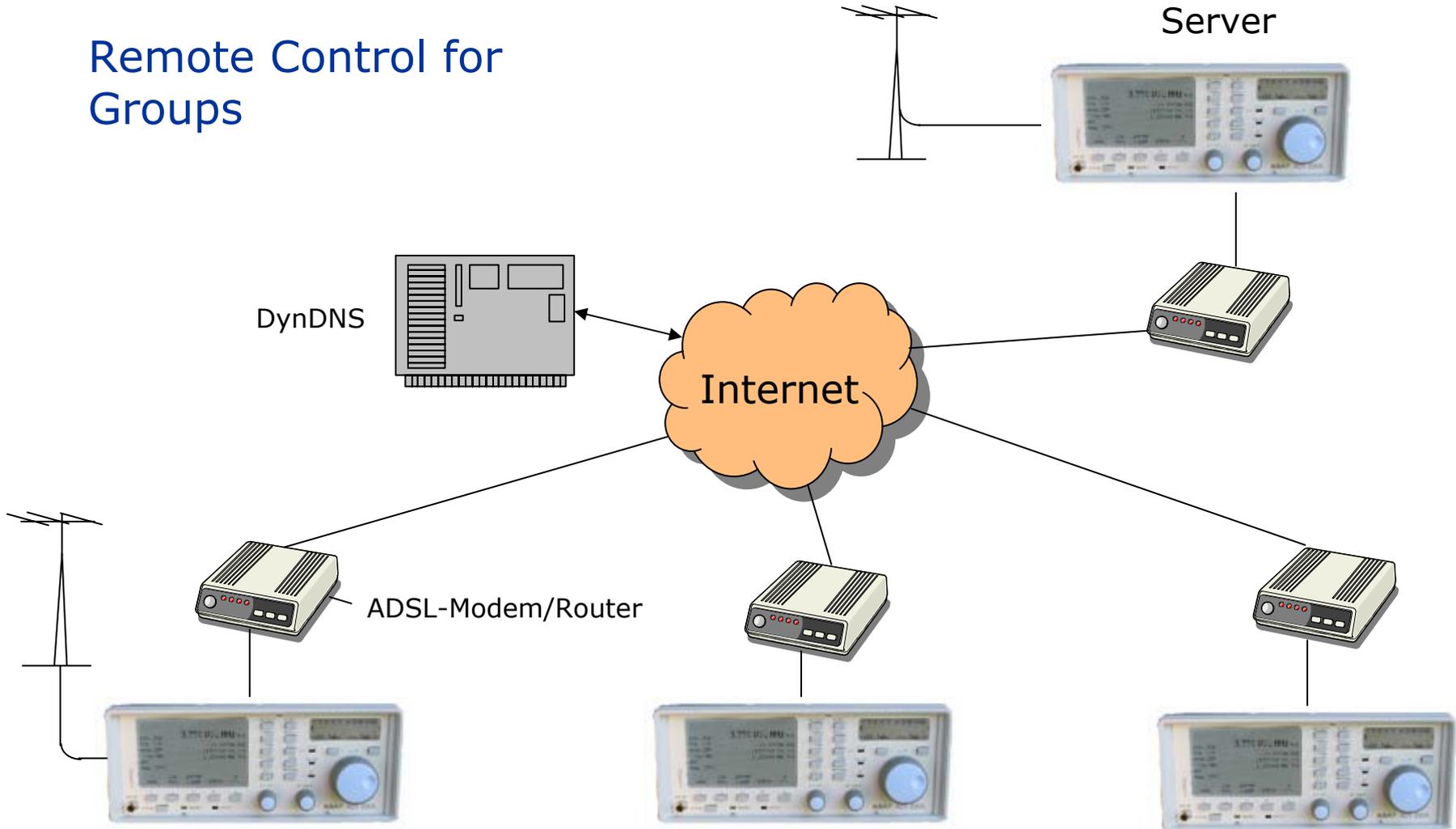
- Text: NCDX Beacon
- Rx Frequency: 14.1000000 MHz
- Tx Frequency: 14.1000000 MHz
- Mode: CW
- Filter: 300Hz
- Group: HAM
- Band: 20m

Buttons: Clear, Copy, Paste, Up, Down, Read from TRX, Write to TRX, Save Channel, Read from File, Write to File, Close.

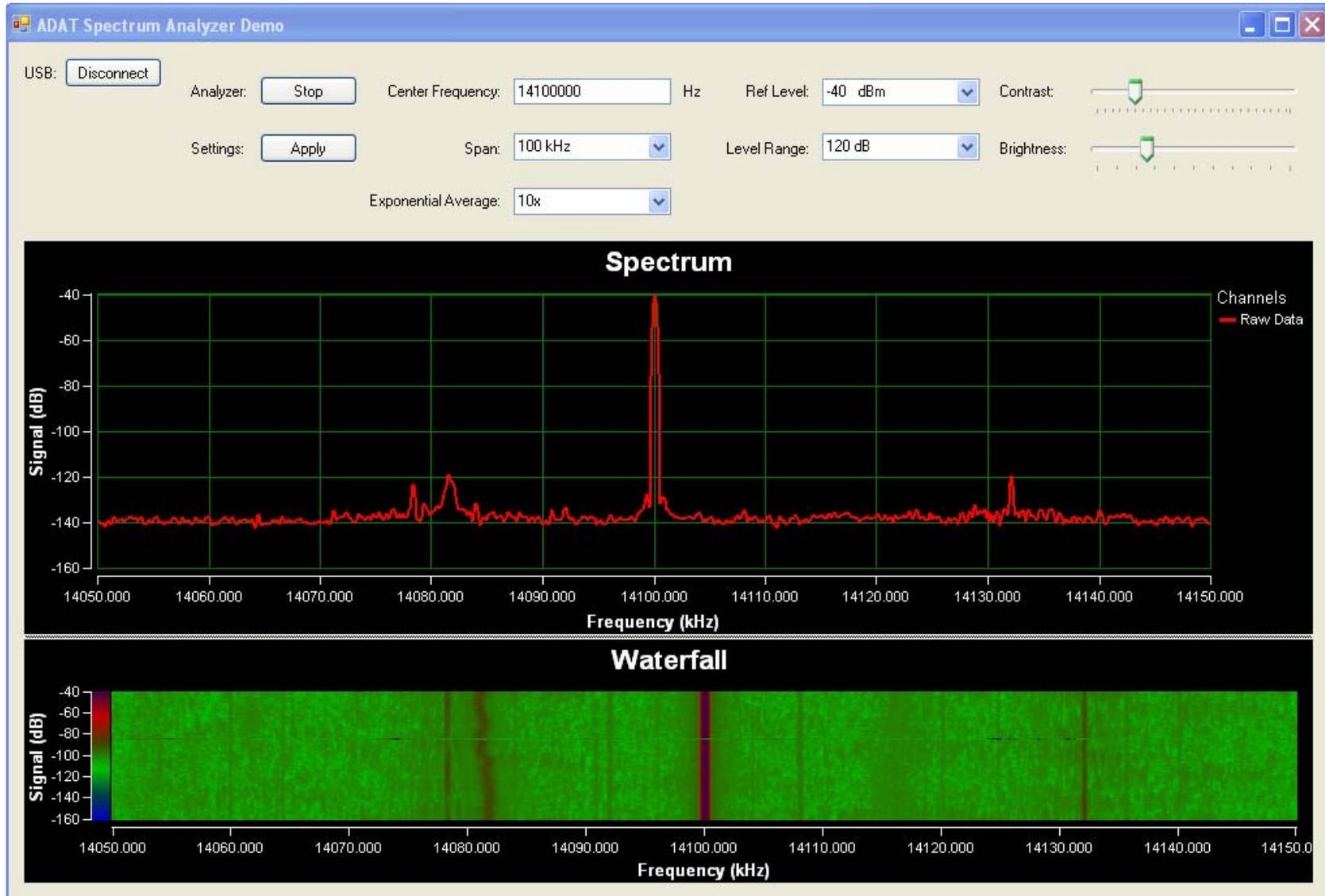
Das Bedienungskonzept des ADT-200A



Remote Control for Groups



Das Bedienungskonzept des ADT-200A



Vorgaben für den VHF Transverter

Rauschfaktor	<4dB
IP3	>15dBm (mit Abschwächer)
Phase Noise	< -140dBc/Hz in 2kHz Abstand, < -155dBc/Hz in 50kHz Abstand
Dynamikbereich	115dB in 5kHz Abstand 130dB in 50kHz Abstand muss 10km Kontest-Bedingung erfüllen
Sendeleistung	>25W
Bänder	2m, 6m (erste Priorität), 4m, 70cm (zweite Priorität)

VHF Transverter

Einfluss des Seitenband-Rauschens bei Kontest-Betrieb

Tx

Frequenzabstand = 50kHz

Rx

P_{out} = 100 W

G_{ant_Tx} = 12 dBi

Distanz = 10 km

G_{ant_Rx} = 12 dBi

Γ_{tx} = -122 dBc/Hz

IC910H

B = 2400 Hz

Path_Loss = 72.0 dB

NF = 2 dB

P_{out} = 50 dBm

Pin carrier = -22.0 dBm

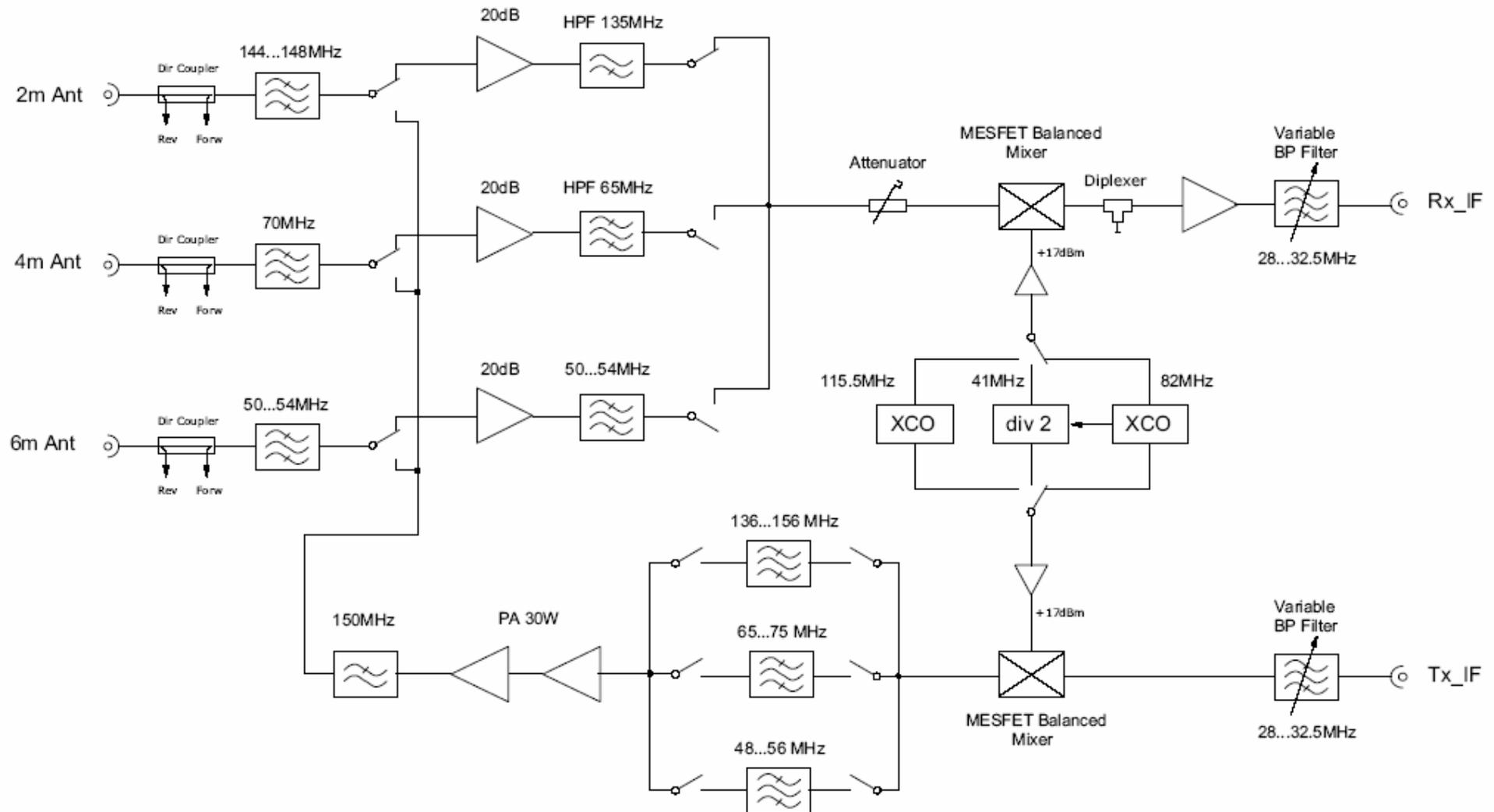
P_{rausch} = -38.2 dBm

Pin noise = -110.2 dBm

MDS = -138.2 dBm

Degradation = 28.0 dB

Wie geht es weiter?



Im Release 1.35 bereits realisierte Firmware-Erweiterungen:

- VOX mit adaptivem Echocancelling (verhindert Tasting durch Lautsprecher)
- Split-Betrieb mit zwei VFO's
- Steuerung von Automatik-Tunern (Icom Schnittstelle)
- Neues Memory-Konzept
- Möglichkeit zum Editieren von Memory-Kanälen
- automatische Scharfabstimmung für CW
- Erweiterte Frequenzkalibration (z.B. Kalibration durch Rundfunksender)

Wie geht es weiter?

Geplante Firmware-Erweiterungen

Release 1.36 (Sept. 2011)

- Remote Operation via Internet
- Spektrum Analysator / Bandmonitor
- automatischer Morse-Dekoder

Weitere geplante Erweiterungen:

- Audio Rekorder
- Antenna-Skope (Imdedanz- / SWR-Analysator)
- Einbindung vom VHF-Modul

Besten Dank für
Ihre Aufmerksamkeit