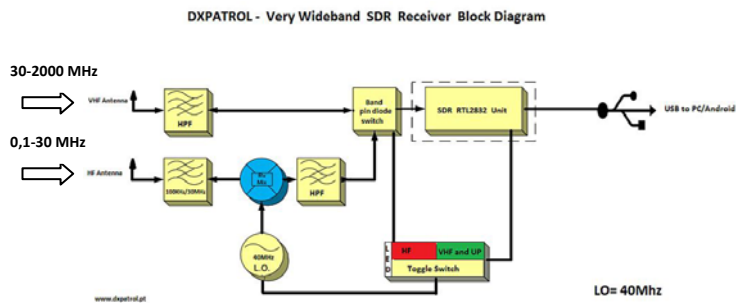


Empfindlichkeit und Rauschmaß des DX Patrol

Messung der Empfindlichkeit eines DX Patrol, 100kHz bis 2000MHz

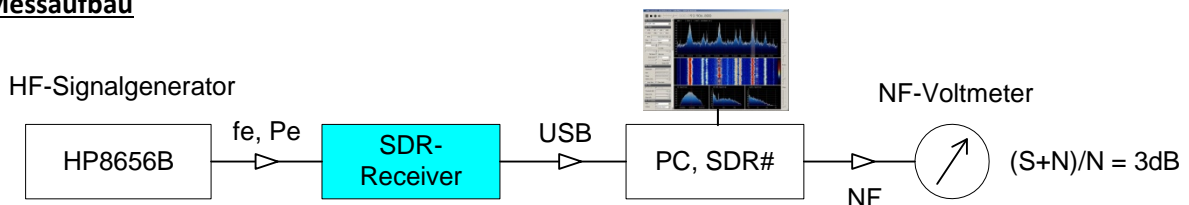


SDR Receiver DX Patrol, 100kHz-2GHz



Blockschaltbild des DX Patrol

Messaufbau



Messung im HF-Bereich 0,1-30MHz (über integrierten 40 MHz up converter)

Zunächst stellt man den NF-Ausgangspegel (Ueff) ohne Signal am NF-Voltmeter auf relativ 0dB ein. Mit angeschlossenem Signal (fe) vermindert man anschließend den HF-Pegel soweit, bis die NF-Ausgangsspannung (Rauschen+Überlagerungston) am Voltmeter nur noch um 3dB - also um den Faktor 1,414 ($20\log U_2/U_1 = 3\text{dB}$) - über dem Rauschpegel liegt. Die Empfindlichkeit (S) des SDR-Receiver entspricht dann dem eingestellten HF-Pegel (Pe).

Meßsignal: fe = 7 MHz

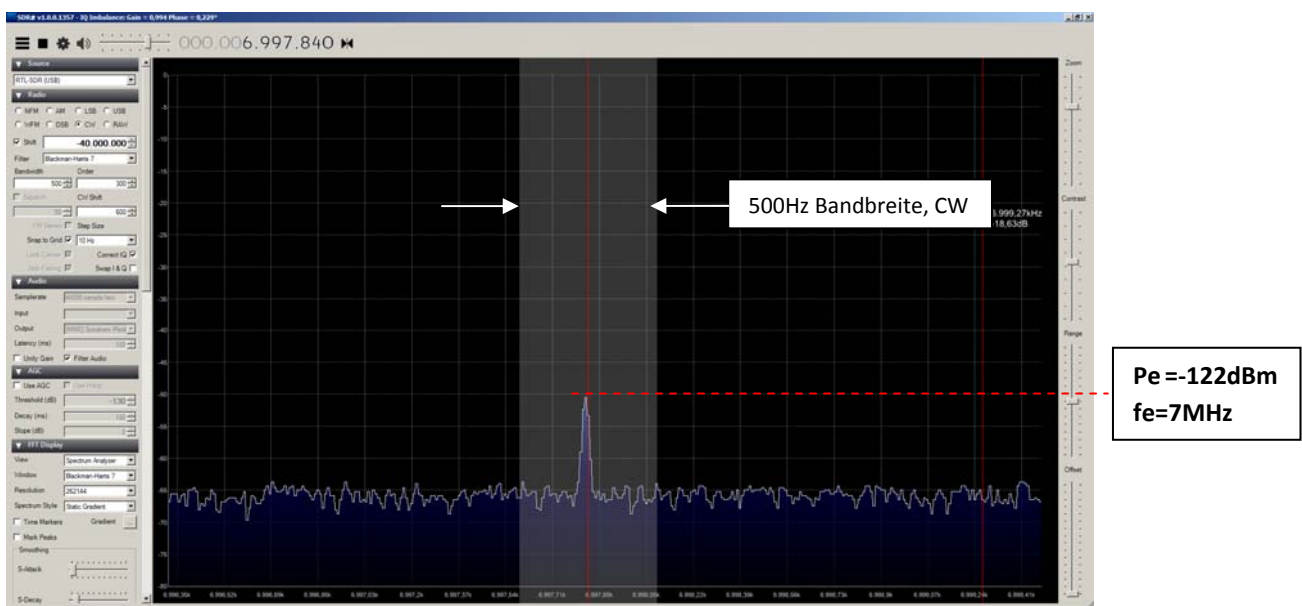


Bild 1: Signalpegel Pe=-122dBm für ein akustisches (S+N)/N = 3dB

Einstellungen in SDR#: Radio CW, Bandwidth 500Hz, FFT-Sample Rate 2.4MSPS, FFT-Display Resolution 262144, AGC off, RF Gain 49,7dB

Messergebnis:

Empfindlichkeit (S) = -122dBm (bezogen auf B=500Hz und (S+N)/N=3dB)

Bei einem Rauschgrenzwert von -174dBm/Hz und Normierung auf eine Bandbreite von 1Hz ergibt sich ein Rauschmaß (Noise Figure) von

Rauschmaß (NF) = Empfindlichkeit - Rauschgrenzwert - 10logB = (-122+174-27)dB = 25dB

Rauschzahl (F) = 316

Messung im VHF-Bereich 30-2000MHz

Signal: $f_e = 145\text{MHz}$



Bild 2: Signalpegel $P_e = -135\text{dBm}$ für ein akustisches (S+N)/N = 3dB

Einstellungen in SDR#: Radio CW, Bandwidth 500Hz, FFT-Display Resolution 262144, FFT-Sample Rate 2.4MSPS, AGC off, RF Gain 49,7dB

Messergebnis:

Ein Signal von -135dBm erzeugt am NF-Voltmeter ein (S+N)/N von 3dB, S=N

Empfindlichkeit (S) = -135dBm (bezogen auf B=500Hz)

Mit einem Rauschgrenzwert von -174dBm/Hz und Normierung der Bandbreite auf 1Hz ergibt sich ein Rauschmaß (NF) von

Rauschmaß (NF) = Empfindlichkeit - Rauschgrenze - 10logB = (-135+174-27)dB = 12dB

Rauschzahl = 16

Tabelle

SDR-Receiver DX-Patrol	Frequenz	Empfindlichkeit, B=500Hz	Rauschmaß
HF-Band, 100k-30MHz	7MHz	-122dBm	25dB
VHF-Band, 30-2000MHz	145MHz	-135dBm	12dB

Anmerkung zu Rauschmaß

Das relativ hohe Rauschmaß im HF- und VHF-Bereich entsteht offensichtlich durch die Einfügungs-
dämpfung der integrierten HF-Filter, Mischer und Pin-Dioden Switch (s. Blockschalbild des DX Patrol).

Anmerkung zu Empfindlichkeit von Empfänger und FFT-Analysator

Grundsätzlich muß man zwischen einer "optischen" Darstellung eines Signals auf dem Bildschirm des
FFT-Analysators (Bild 1) und einer "akustischen" Messung des NF-Signals (SSB-Überlagerungston) am
NF-Ausgang des Empfängers unterscheiden. Die Signalwege für den NF-Ausgang und für die Spektral-
analyse sind unterschiedlich.

Der Empfänger arbeitet mit 500Hz Bandbreite und liefert nach der "3dB-Meßmethode" eine
Empfindlichkeit von -122dBm bei 7MHz und -135dBm bei 145MHz.

Die Empfindlichkeit des FFT-Analysators ist jedoch abhängig von gewählter Abtastrate (Sample Rate)
und digitaler Auflösung (Resolution). Für die Spektraldarstellung wurde eine Abtastrate von 2,4MSPS
gewählt, was einer dargestellten Bandbreite von 2,4MHz entspricht. Mit einer FFT-Resolution von
262144 beträgt die spektrale Auflösung $2400000\text{Hz}/262144=9,16\text{Hz}$. Die spektrale Auflösung ist
demnach 500/9,16 mal größer als in der NF, entsprechend 17,4dB.

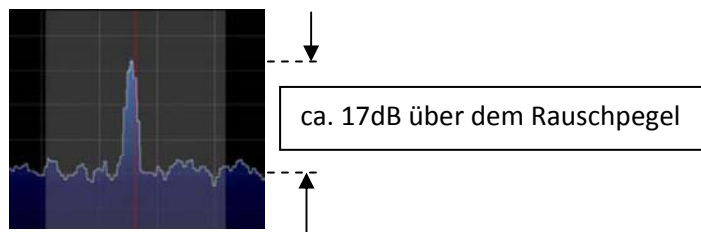


Bild 3: Signalspektrum des Analysators

Resultierend aus einer spektralen Auflösung (Bandbreite) von 9,16Hz, ist der FFT-Analysator
demnach um 17,4dB empfindlicher als der Empfänger. Aus diesem Grund erscheinen die Signale in
am Analysator mit einem Signalabstand von 17dB (Bild 1, 2) obwohl sie am Ausgang des Empfängers
(NF) kaum hörbar sind.

P.S. Danke an OM Walter, HB9AJG, für seine wertvollen Tipps!

Literatur

- Ein Empfänger von 24 bis 1766 MHz für 10 Franken?

Walter Schellenberg, HB9AJG

http://uska.ch/uploads/media/HBradio_13-04.pdf (Seite 31-35)

- **Empfindlichkeit und Rauschmaß eine RTL SDR-Sticks**

http://www.dc4ku.darc.de/Empfindlichkeit_und_Rauschmass_eines_RTL-SDR-Sticks.pdf

- **Großsignalfestigkeit (IP3) eines SDR-Receiver**

http://www.dc4ku.darc.de/Grosssignalfestigkeit_eines_SDR-Receiver.pdf

- **Applikationen eines SDR-Receiver**

<http://www.dc4ku.darc.de/Applikationen%20eines%20SDR-Receiver.pdf>

Werner Schnorrenberg

DC4KU

01.10.2015