

RF SEMINAR 2017

DIRECT SAMPLING

SDR RECEIVERS

Als ontvanger en als meetapparaat

Nieuwe mogelijkheden met de bijbehorende nieuwe problemen

ZIENDE BLIND

Met de komst van de SDR kunnen we veel meer dan met conventionele ontvangers het geval is. Niet alleen horen maar we kunnen ook met een hoge nauwkeurigheid zien wat er plaatsvindt. Vandaag ga ik wat mogelijkheden bespreken en laten zien.

GENERATIE VERSCHILLEN

1^{ste} generatie SDR

Heeft een ingangsmixer en de verwerking van de I/Q signalen gebeurt, op laagfrequent basis in een externe geluidskaart.

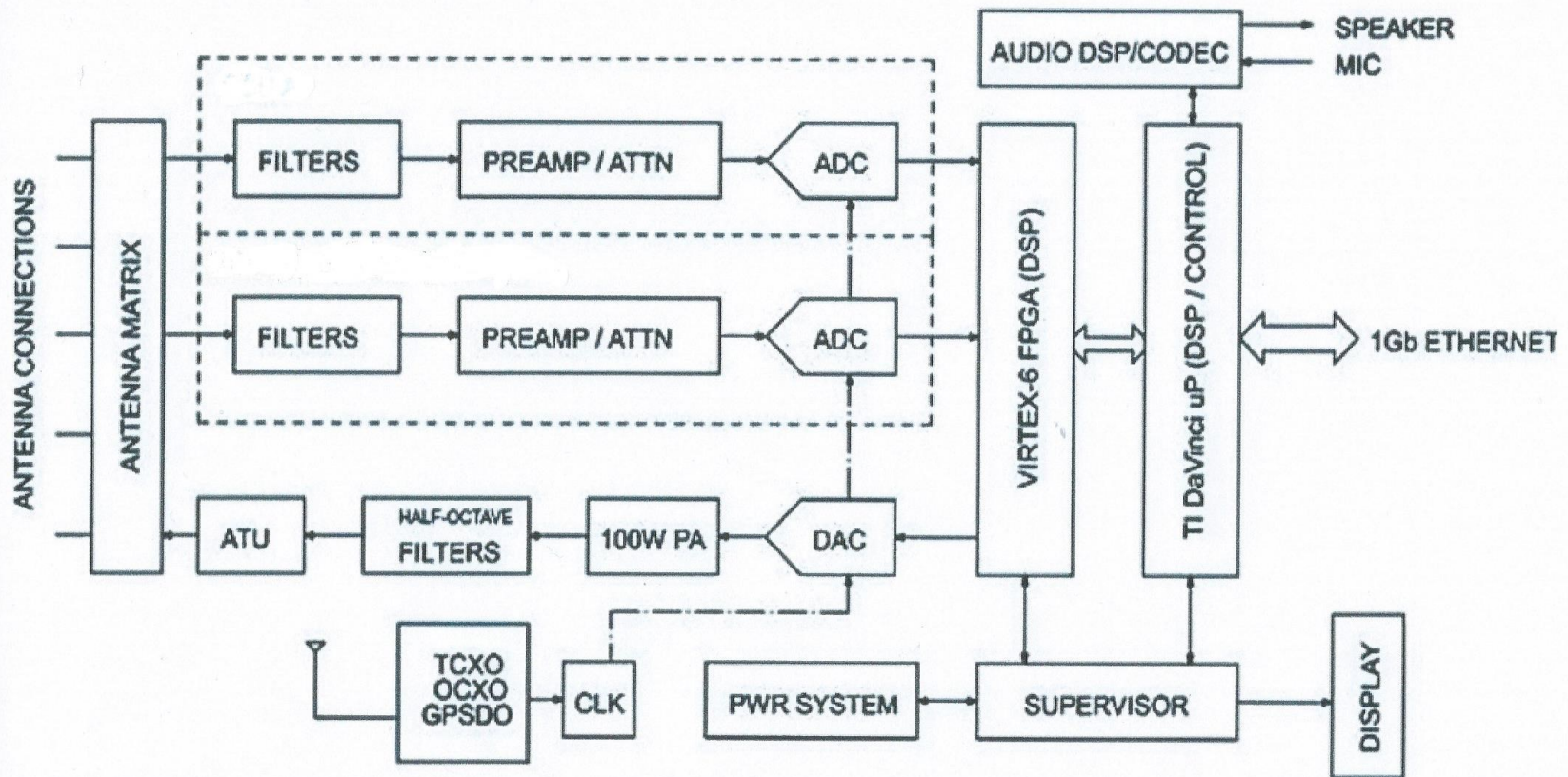
2^{de} generatie SDR

Externe geluidskaart is vervallen

3^{de} generatie SDR

Ingangssignalen worden direct aan een snelle en nauwkeurige ADC aangeboden om te worden gedigitaliseerd en daarna aangeboden aan een FPGA voor verdere bewerking. Verbinding met PC via ethernet.

blokschema

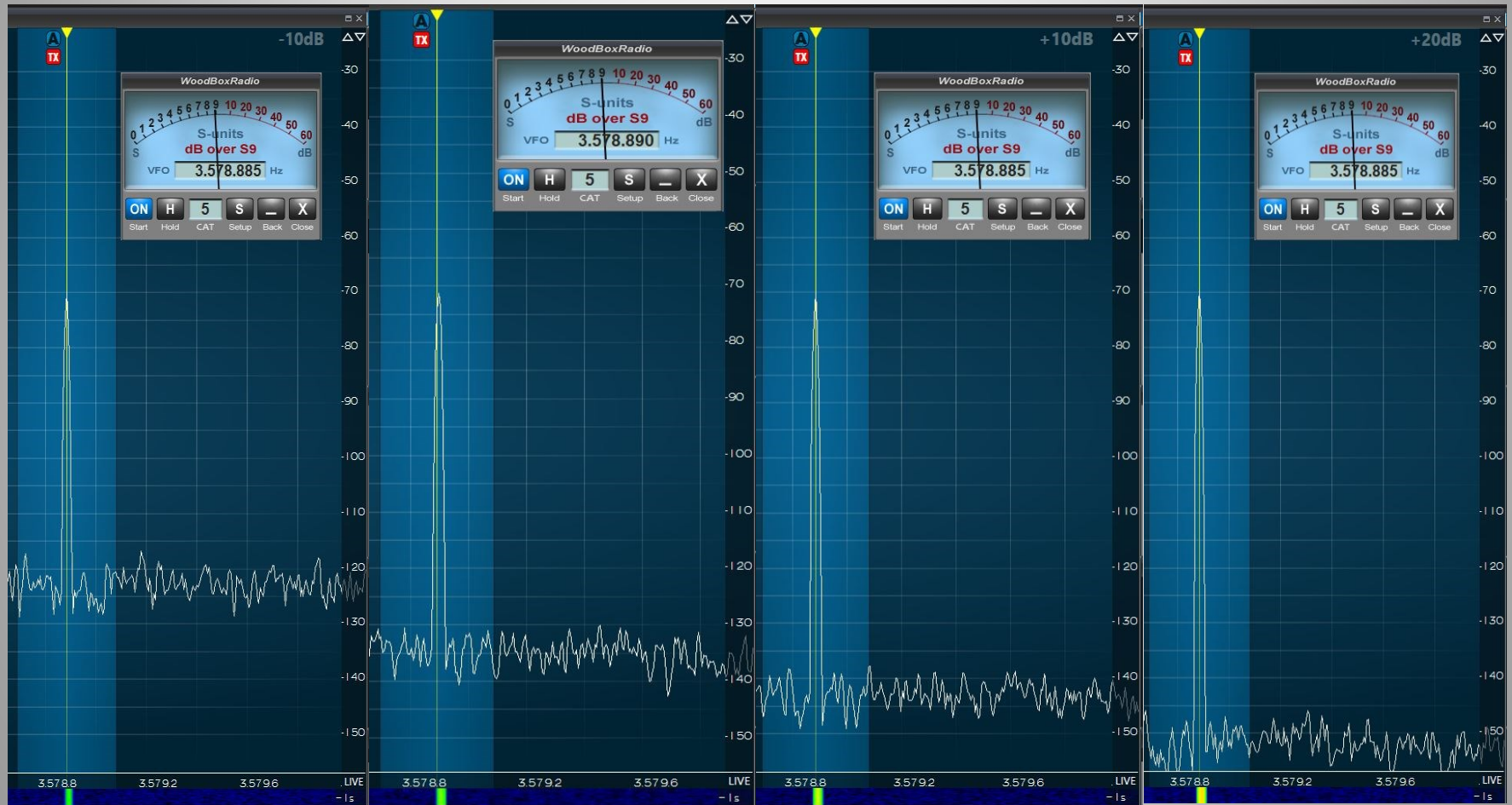


VASTSTELLEN VAN DE NAUWKEURIGHEID

Om het scherm te kunnen gebruiken voor metingen zullen we eerst moeten vaststellen of de uitlezing van de dBm schaal en S-meter voldoende nauwkeurig is.



Wat gebeurt er bij het inschakelen van de pré-amp of verzwakker ?



DEMO 1

0 dBm aan de ingang aanbieden via een stappenverzwakker (maximaal -132 dB) en kijken of de ruislijn goed wordt aangegeven op de dBm schaal en de dBm meter. Ingangsniveau in stappen van 10 dB omhoog tot 0 dBm om te zien of dit ook bij andere niveaus nauwkeurig blijft.

DEMO 2

Vaststellen ruislijn met 50 ohm afsluiting en bepalen van het ruisgetal.

resultaat:

- 152 dBm (BIN 12Hz) preamp 20 dB
- 143 dBm preamp 10 dB
- 134 dBm preamp 0 dB
- 123 dBm preamp – 10 dB

-> NF(noise factor/ruisgetal) = 11.2 dB

$[-152 - 10.8 = -162.8 \quad 174 - 162.8 = 11.2]$

{bin is a spectrum sample} {-174 dBm=kTB}

DEMO 3

Nauwkeurigheid inclusief S-meter

S1=-121 dBm	S8=-79 dBm	S9 + 60=-13dBm
S2=-115 dBm	S9=-73 dBm	
S3=-109 dBm	S9 + 10=-63 dBm	
S4=-103 dBm	S9 + 20=-53 dBm	
S5=-97 dBm	S9 + 30=-43 dBm	
S6=-91 dBm	S9 + 40=-33 dBm	
S7=-85 dBm	S9 + 50=-23 dBm	

RUISLIJN en S-METER

Verschil tussen de aflezing van de ruislijn en de S-meter.

De ruislijn geeft de energie in de BIN size (12Hz) weer, de S-meter geeft daarentegen de energie in de ingestelde bandbreedte weer.



NOISE GENERATOR

-99dBm/Hz

PA6A

DEMO 4

Een input ruis van - 99dBm/Hz moet in 12Hz (BIN) een ruislijn van -88.2dBm geven.

$$[10\log 12 = 10.8\text{dB} \quad -99\text{dBm} + 10.8\text{dB} = -88.2\text{dBm}]$$

In 400Hz is dit $10\log 400 = 26\text{dB}$ $-99 + 26 = -73\text{dBm}$
dit moet S9 zijn.

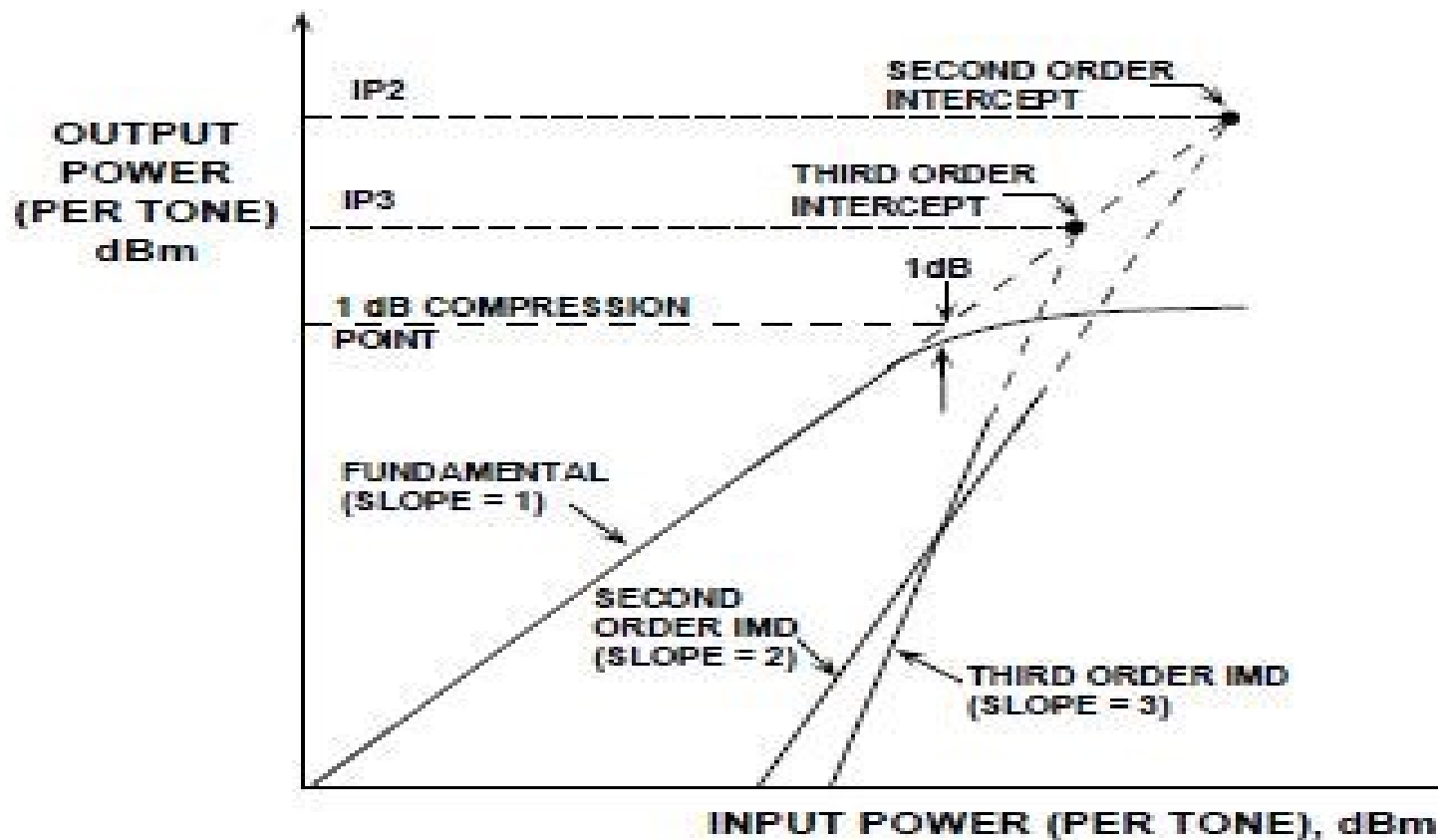
In 3kHz, $10\log 3000 = 34.8\text{dB}$

$-99 + 34.8 = -64.2\text{dBm}$ Dit moet dus in de buurt
van de S9+9dB uitkomen.

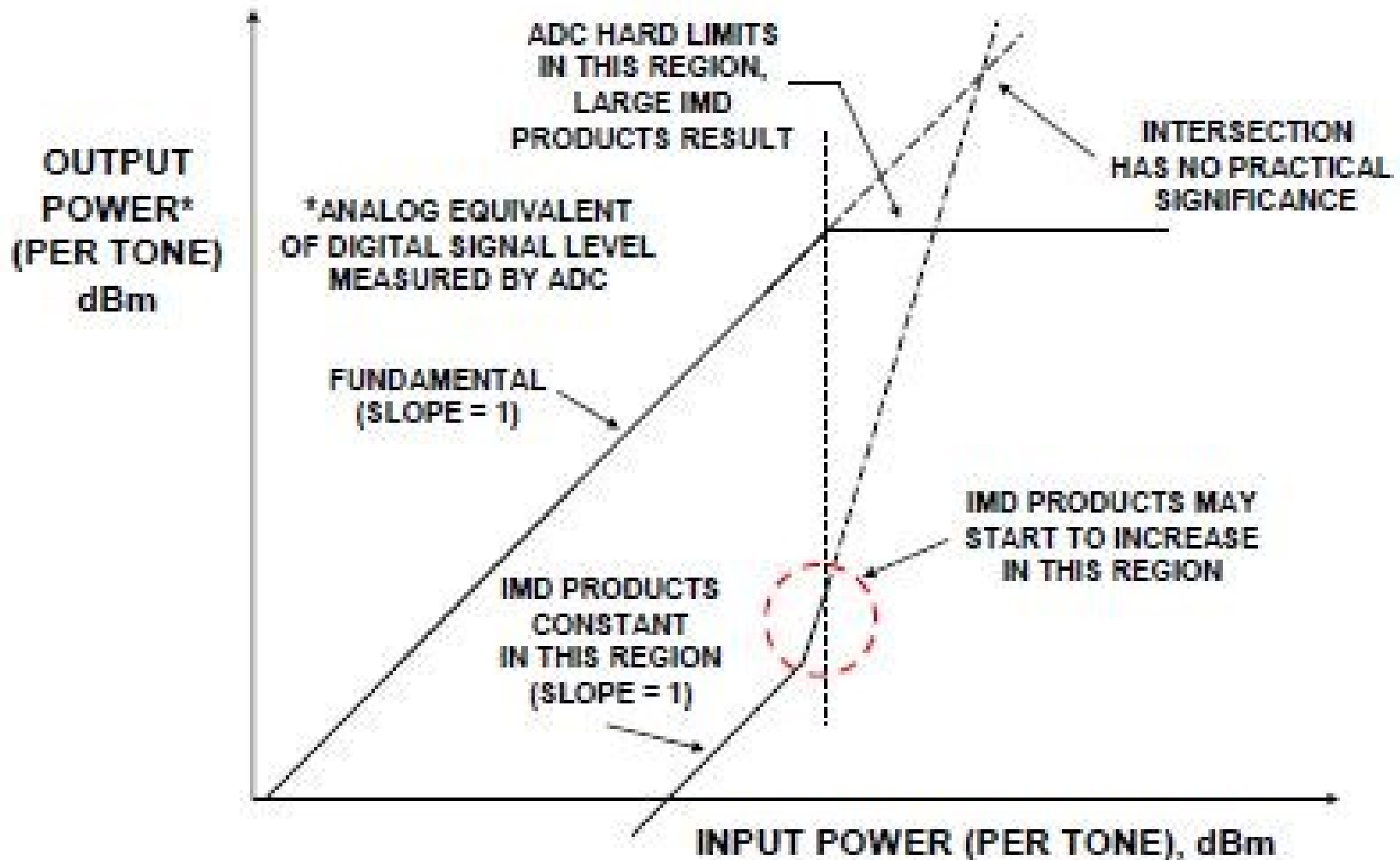
IMD 3 GEDRAG VAN EEN DSSDR

Het gedrag van een ADC is anders dan wat we tot nu gewend waren bij conventionele ontvangers. De mooie derde orde grafiek waarbij de IMD producten drie maal zo snel toenamen als de ingang is moeilijk terug te vinden. Ook het zogenaamde 1 dB compressie punt bestaat niet meer, bij de ADC is het vol is vol. Hiermee is ook het gebruik van het derde orde intercept punt (IP3) niet meer zo logisch. Er zal iets anders moeten komen om ontvangers goed met elkaar te kunnen vergelijken.

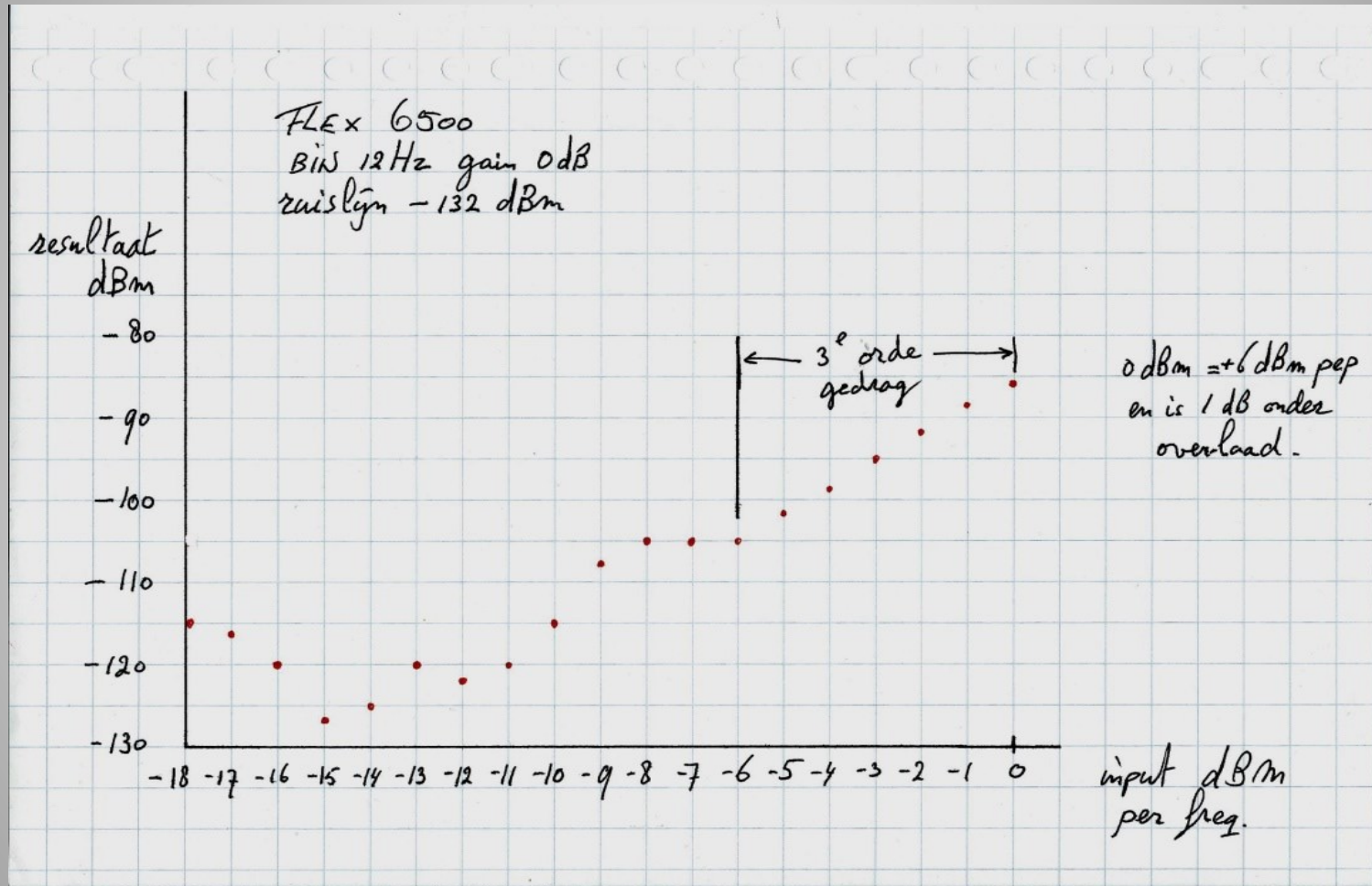
HET VERSCHIL TUSSEN CONVENTIONEEL EN DSSDR IN EEN GRAFIEK



DSSDR



RESULTAAT VAN STAPJES 1 dB



WAT GAAN WE GEBRUIKEN



DEMO 5

IMD GEDRAG DSSDR

Maximaal aangeboden signaal is 2x 0dBm

Dit komt neer op 6 dBm PEP en dit is 1 dB onder het punt van overloading de ADC.

ZIJBAND RUIS

Dit wordt bij een DSSDR eigenlijk maar door één ding bepaald en dat is de referentie oscillator waarmee uiteindelijk de ADC geklokt wordt. De toegepaste oscillatoren zijn tegenwoordig zo goed dat betaalbare signaalgeneratoren of wat oudere generatoren volledig ongeschikt zijn voor deze “meting”.

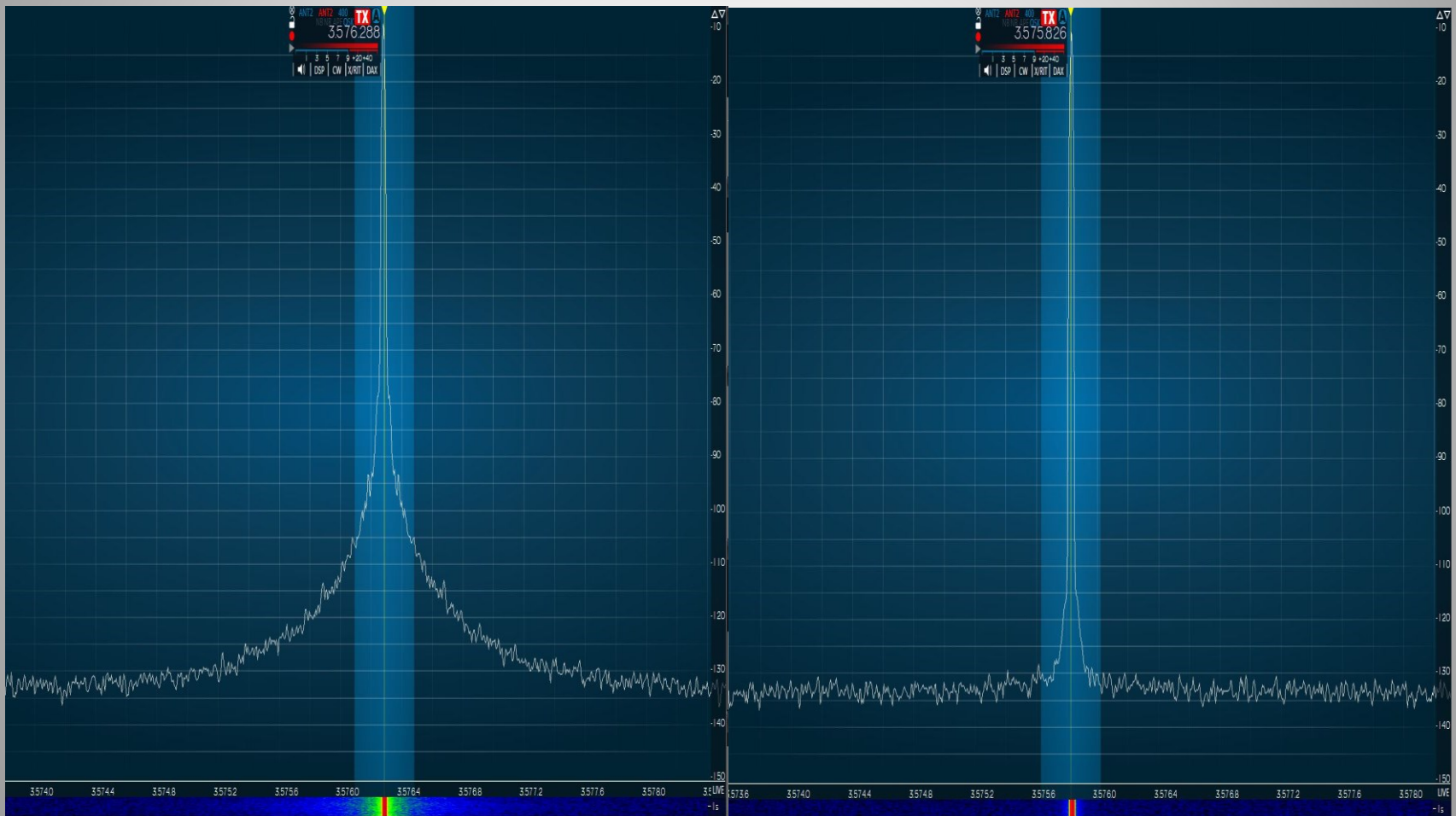
ONZE TROUWE WERKPAARDEN LATEN ONS OP DIT PUNT IN DE STEEK



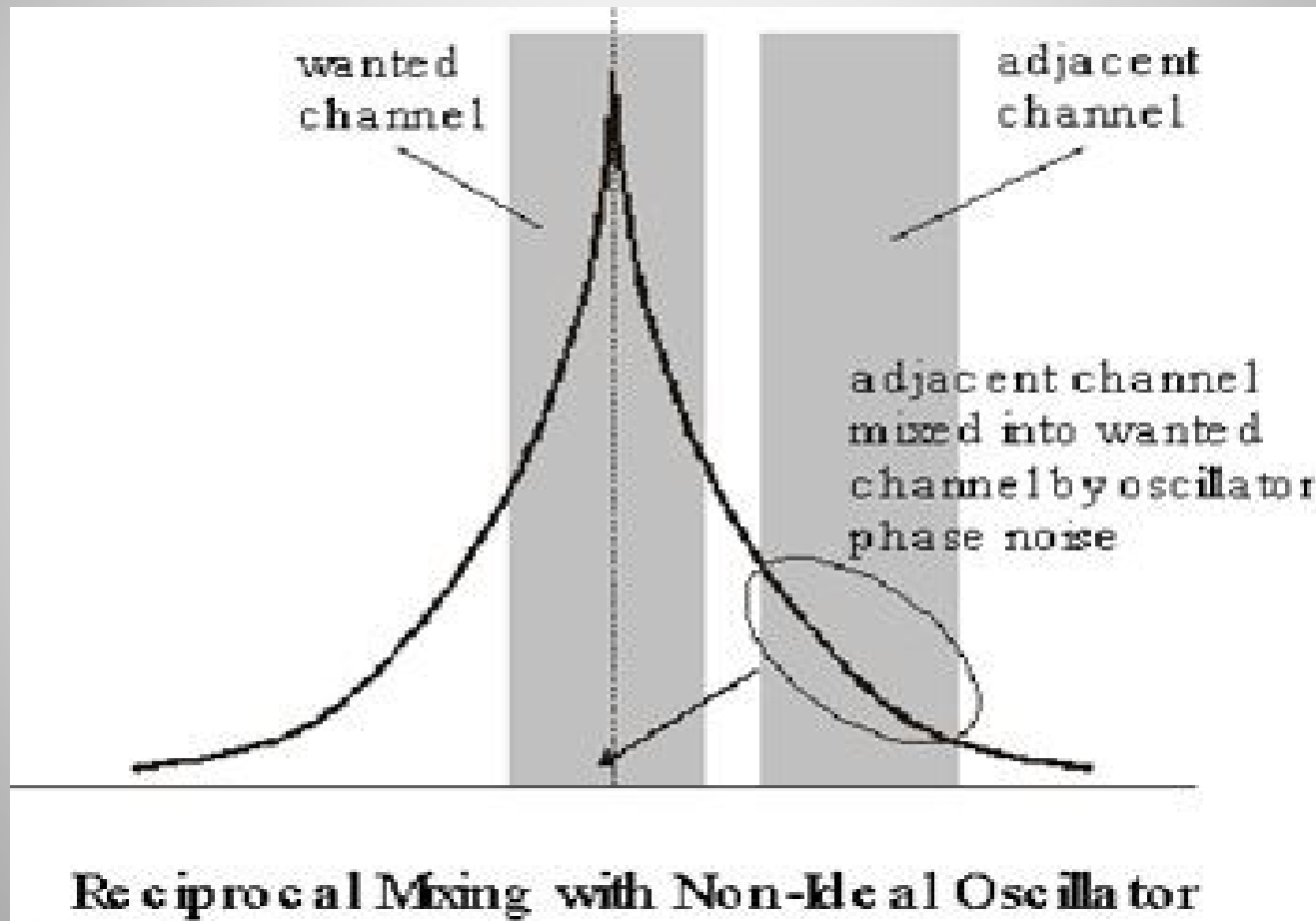
EEN GOEDE X-TAL OSCILLATOR IS WEL GESCHIKT



HP8640 links & X-TAL OSC rechts

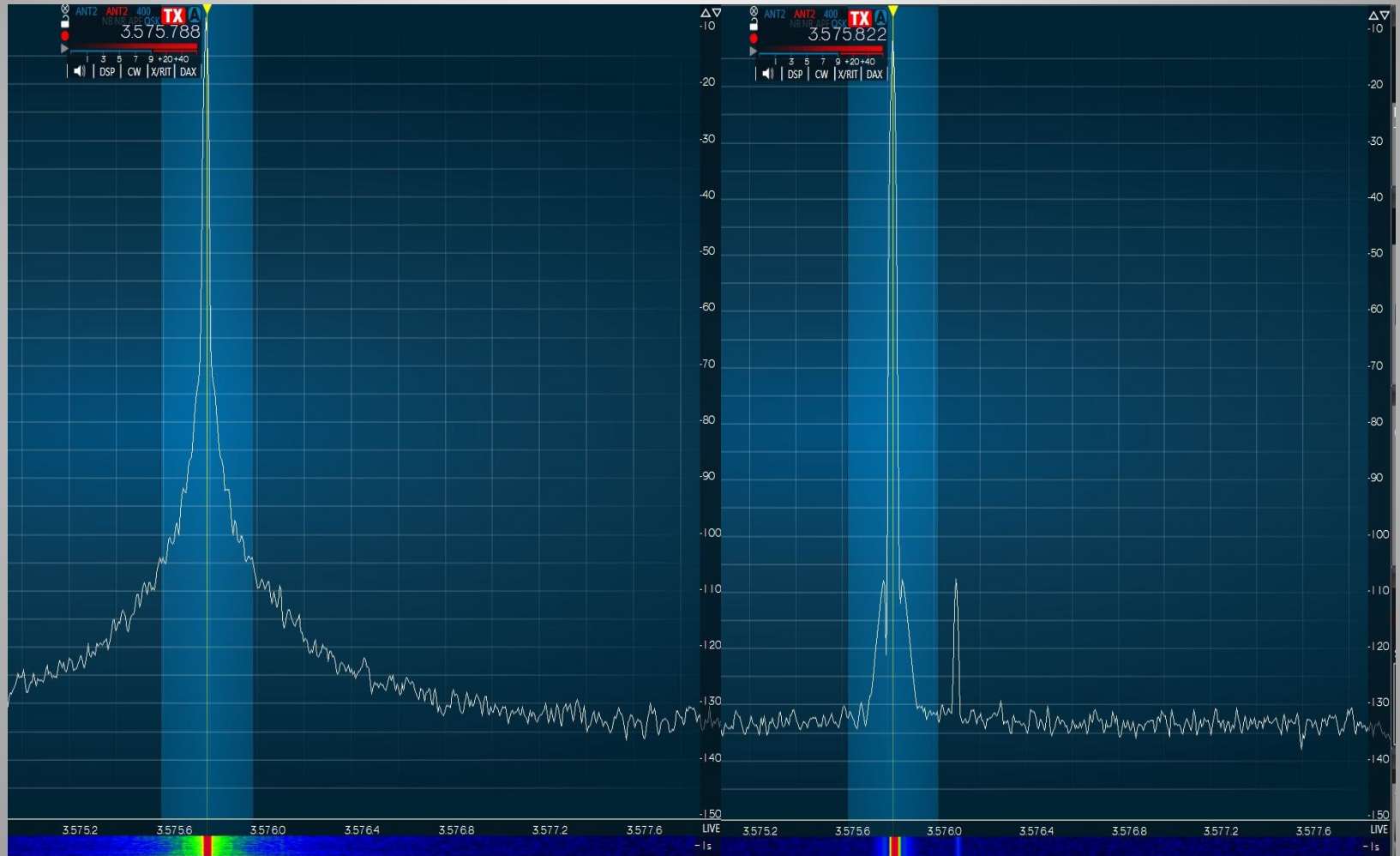


SSB fase ruis beschouwen en waarom hebben we er last van



AFBEELDINGEN RECIPROCAL MIXING

AFSTAND 300 Hz



DEMO 6

Faseruis bij -10 dBm aan de ingang.

DEMO 7

Vollopen van de ADC (overload).

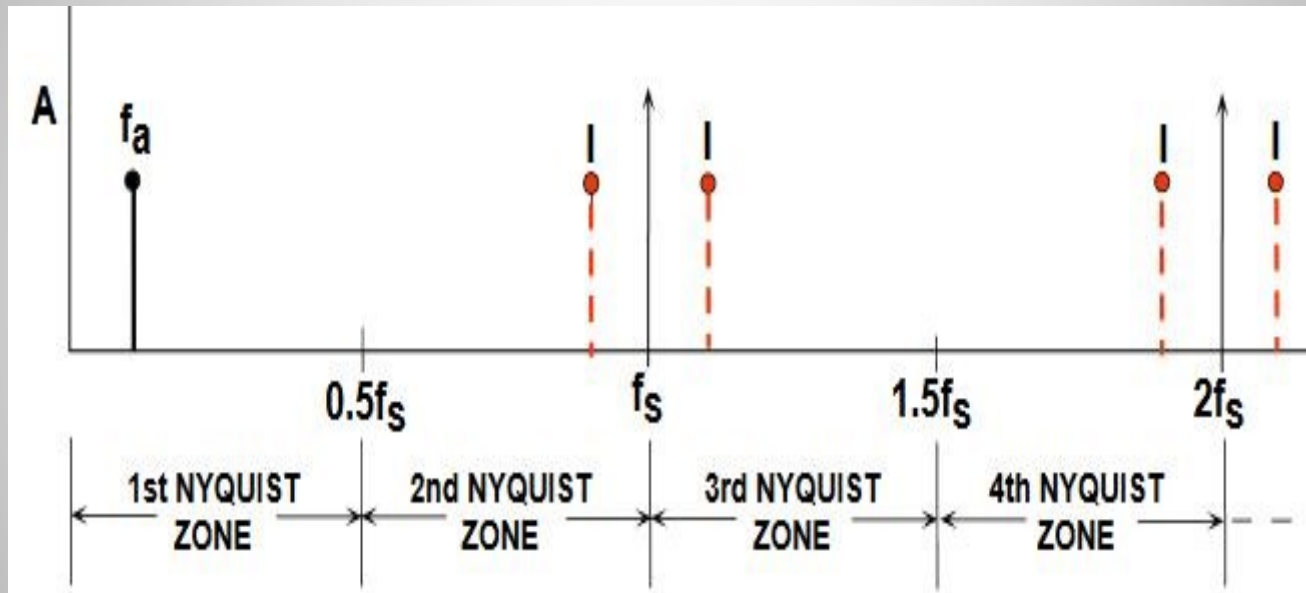
Zal ongeveer bij + 7 dBm gebeuren, dit is 5 mW
en $S9 + 80$ dB.

WAT IS ER NOG MEER TE METEN ?

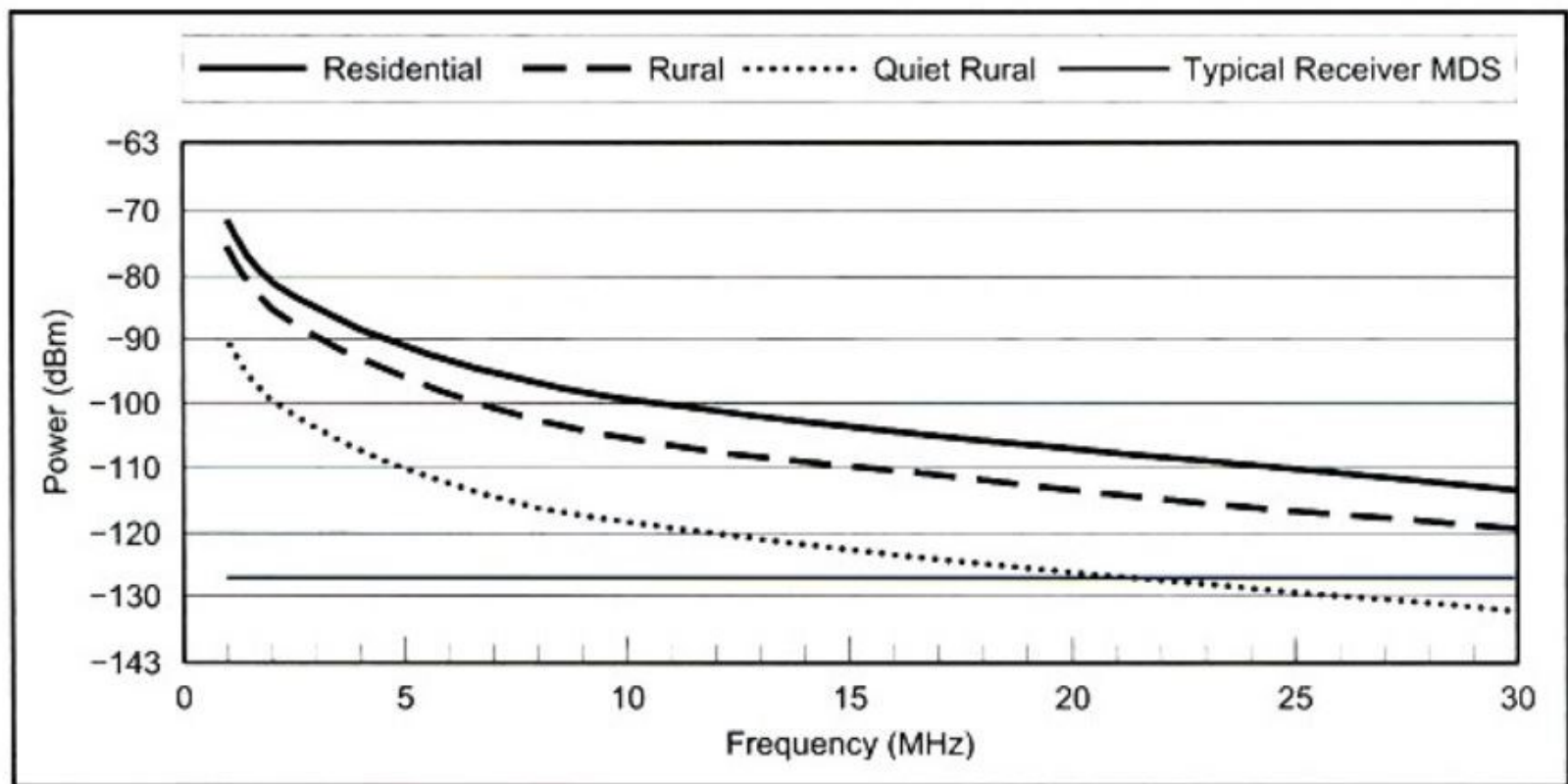
Er is nog genoeg te meten maar daar ga ik vandaag niet aan toe komen, waaronder:

- Latency bij RX en TX !
- TX output en IMD
- Filterdoorlaat, diepte notch, noise reduction, noise blanker e.d.

NIEUW ! REKENING HOUDEN MET NYQUIST ZONES

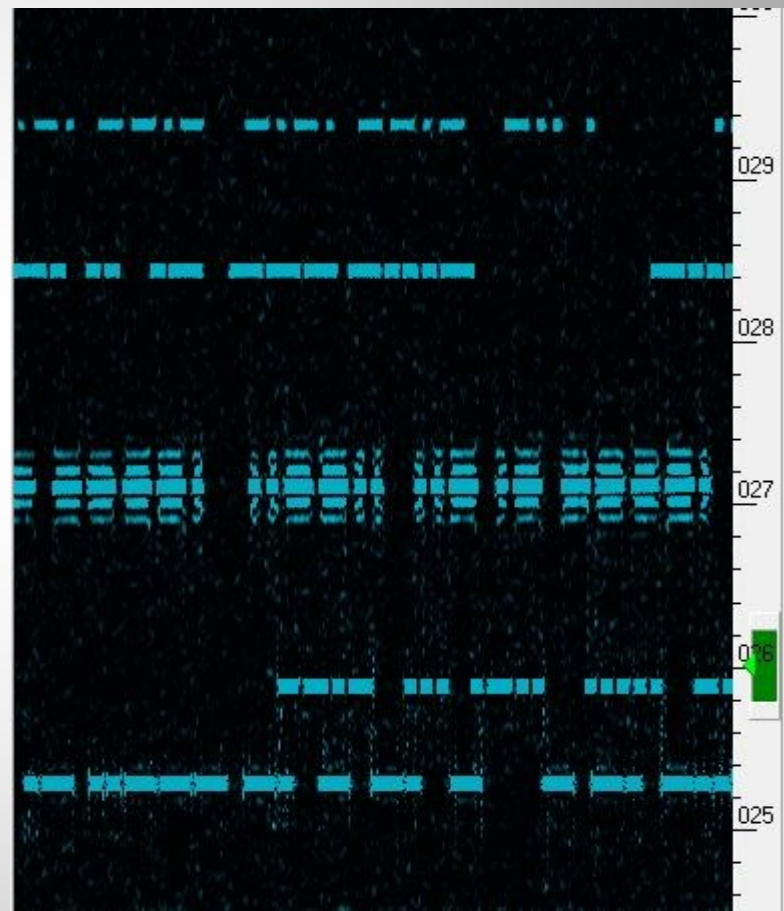
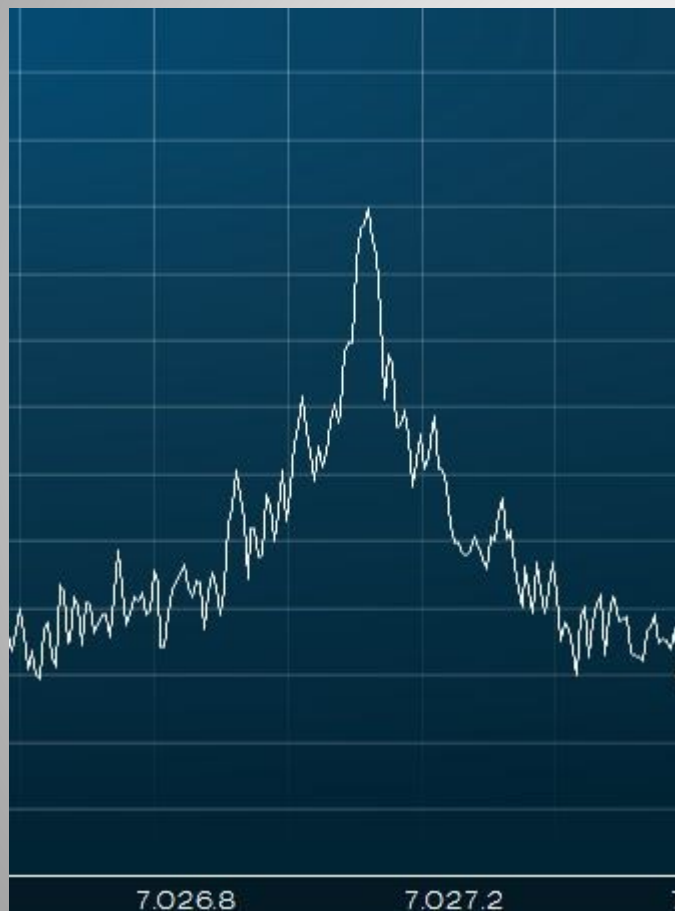


DE PRAKTIJK ZODRA WE EEN ANTENNE AANSLUITEN

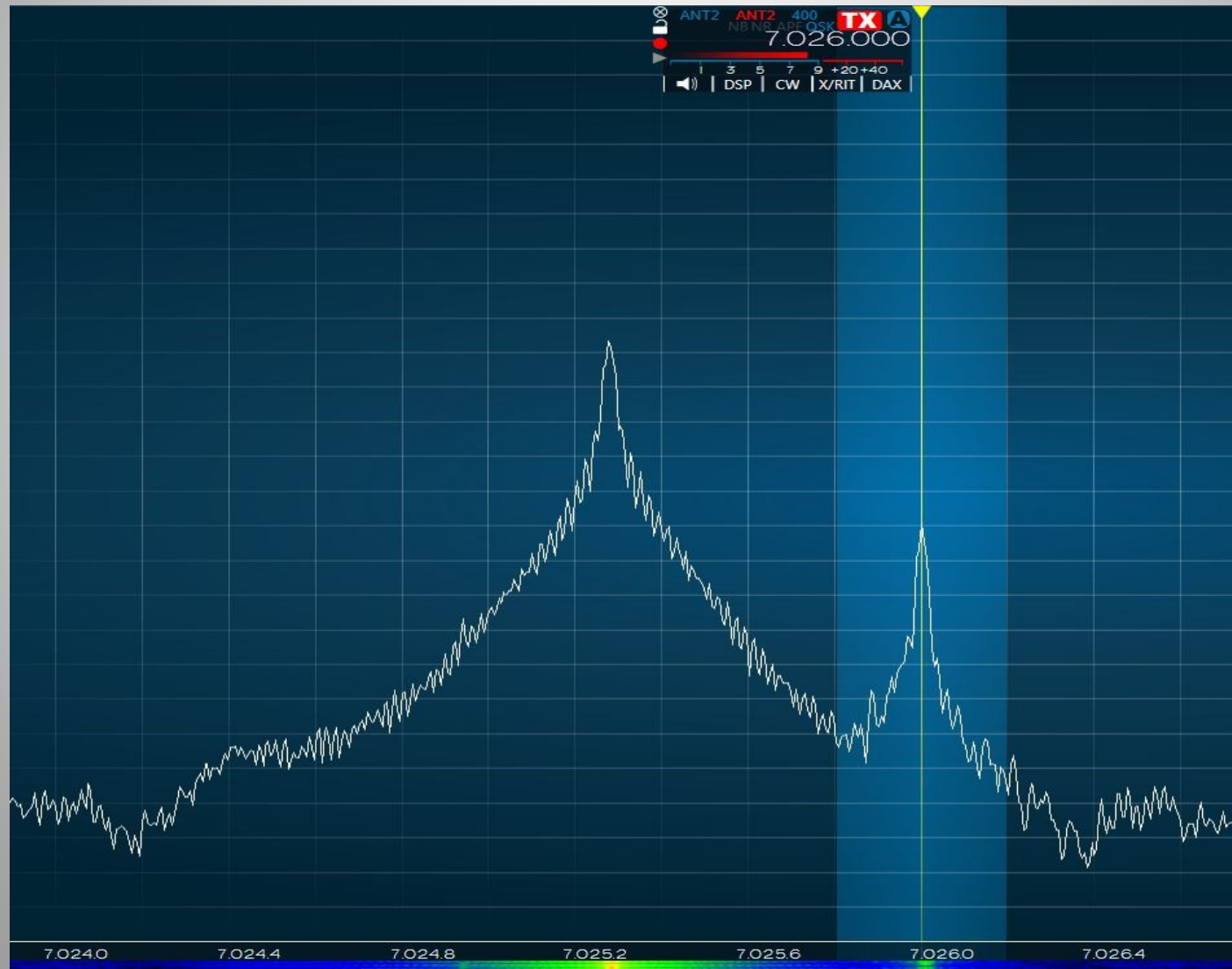


Typical noise levels versus frequency for various environments.
(Man-made noise in a 500-Hz bandwidth, from Rec. ITU-R P.372.7, *Radio Noise*)

NOGMAALS DE PRAKTIJK



NOG EEN PRACHTSIGNAAL



CONCLUSIE

Door de geweldige nauwkeurigheid kunnen we de DS-SDR transceiver tevens gebruiken als meetapparaat van 30 kHz tot 72 MHz.

Het scherm heeft een zichtbereik van 140 dB met een nauwkeurigheid van een 0,5 dB.

De transverteruitgang is als signaalbron te gebruiken met een maximaal niveau van 10 dBm

VRAGEN OF OPMERKINGEN ?