

EEN QRSS-GRABBER MET DE RED-PITAYA

TIES BOS - PA0MBO

OPZET V.D. LEZING

- QRSS: wat is dat? het zenden, het ontvangen
- De Red-Pitaya: hardware en programmatuur
- Zelf programmeren van de Red-Pitaya, FPGA en ARM-processor
- Beschrijving van mijn programmatuur
- Een paar plaatjes van de resultaten

QRS

- Q-code : sein langzamer
- QRSS extra langzame Morse

QRSS-SIGNALLEN

- Zeer langzame morse: standaard 3 s of 10 s voor de puntlengte, maar ook andere snelheden
- Speciale bandsegmenten in IARU-bandplannen (weak signal narrow band)
- Vermogen < 1 Watt, meestal rond de 200 mW
- Doel: propagatieonderzoek, evaluatie antenne-experimenten en sport: zover mogelijk met zo min mogelijk vermogen

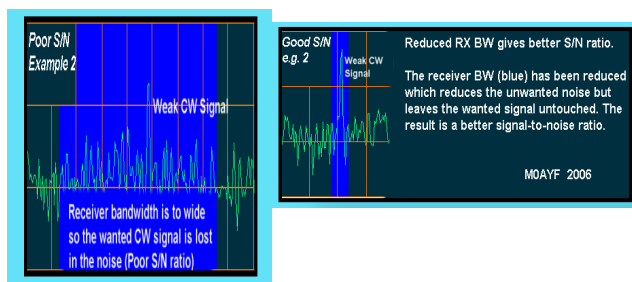
RAPPORTAGE QRSS-SIGNALLEN

- TMO ipv RST
- O = perfecte signalen
- M = goed leesbaar
- T = signaal is net te zien, maar niet te decoderen

WAAROM ZO LANGZAAM?

- Langzamere signalen → kleinere bandbreedte
- Vuistregel bandbreedte morse = 0,8* woorden per minuut
- Ruisvermogen: $P_n = k * T * B$
- Dus kleinere B(andbreedte) minder ruis t.o.v signaal, dus betere Signaal/Ruis – verhouding

SNR en Bandbreedte



OPTIMALE BANDBREEDTE - SNR

Speed	optimum bandwidth	SNR vs. 12WPM
12WPM	10Hz	0dB
8WPM	6.67Hz	+1.8dB
4WPM	3.33Hz	+4.8dB
1 sec./dot	1Hz	+10dB
3 sec./dot	0.33Hz	+14.8dB
10 sec./dot	0.1Hz	+20dB

PRAKTIJKMETINGEN G3YXM/G3MYK 220 km

Dotlength	Power into antenna	Improvement vs 12WPM CW	Theoretical value
0.1 sec. (12WPM)	360mW	reference	reference
3 sec.	23mW	12dB	14.8dB
10 sec.	3.9mW	19.7dB	20dB
60 sec.	0.6mW	27.8dB	27.8dB

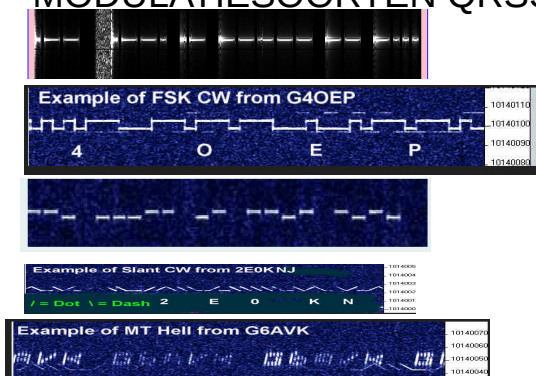
“ONTCIJFEREN” QRSS-SIGS

- Niet op gehoor mogelijk: veel te langzaam om punten/strepen te herkennen en net boven de ruis
- Realiseren van ontvangst met optimale bandbreedte digitaal m.b.v Digital Signal processing – DSP
- Visualiseren van het signaal in punten strepen op computerscherm

QRSS ZENDEN

- MEPT – Manned Experimental Propagation Transmitter (geen baken!)
- Diverse modulatiesoorten: aan/uit sleutelen v.d. draaggolf, Frequency Shift Keying (FSK), twee verschillende tonen voor punt en streep (DFCW), multi-tone Hell
- Eisen aan de TX: zeer goede korte en lange termijn stabiliteit.
- Apparatuur veel zelfbouw, maar ook goede fabrieks trx die op zeer klein vermogen kan worden ingesteld. LIMA SDR. Bouwkits o.a. QRP LABS Ultimate 3S

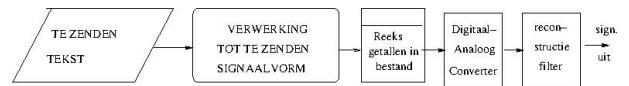
MODULATIESOORTEN QRSS



TAKEN V/H ZENDPROGRAMMA

- Te zenden tekst van toetsenbord inlezen
- De tekst omzetten in punten en strepen volgens morse alfabet
- De punten en strepen omzetten in aan/uit- signalen voor het sleutelen van de TX of omzetten in toontjes voor de andere modulatiesoorten
- De aan/uit signalen naar de sleutelingang v/d TX sturen
- De toonsignalen naar een Digitaal/Analoog-omzetter sturen die de spanning levert voor de modulator van de TX

BLOKSCHEMA ZENDEN



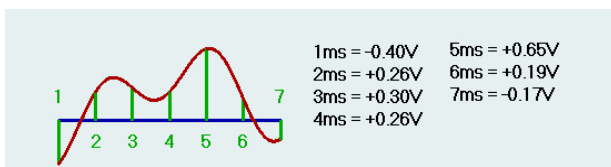
QRSS ONTVANGST

- Optimale ontvangstbandbreedte realiseren voor het signaal met behulp van digitale signaal verwerkingstechnieken (Digital Signal Processing DSP)
- Visualisatie van het resultaat door signaalsterkte weer te geven als helderheids informatie (lichtere kleur = sterker signaal), frequentie en tijd als horizontale/verticale assen van de figuur.

STAPPEN IN DIGITALE VERWERKING v/h SIGNAAL

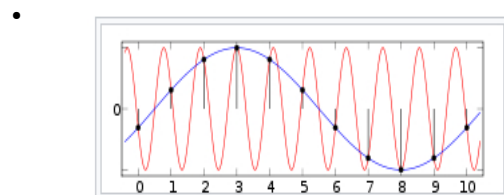
- Het analoge signaal omzetten in getallen waarmee de computer kan gaan rekenen (Analoog/Digitaal Conversie - ADC)
- De ADC getallen bewerken met een geschikt filter tot de gewenste doorlaatband
- De getallen reeks die uit het filter komt met de gewenste bloklengte bewerken met tot een frequentie-spectrum behorende bij de periode v/h blok
- De spectrumresultaten in een plaatje zetten: X-as de tijd, Y-as de frequentie en per punt (pixel) de signaalintensiteit

ANALOOG/DIGITAAL OMZETTING (ADC)

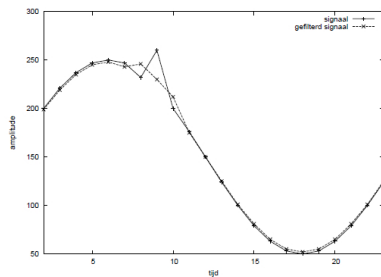


NOODZAAK ANTI-ALIAS FILTER (LAAGDOORLAAT)

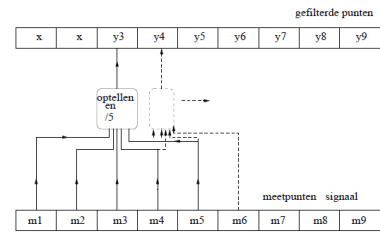
- Indien monsterfrequentie $< 2 \times$ bandbreedte $\rightarrow$ frequentie-terugvouw (aliasing)



DIGITALE FILTERING VAN SIGNAAL

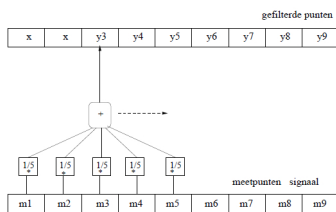


GLIJDEND GEMIDDELDE FILTER



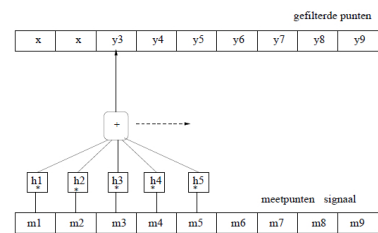
Figuur 5: voortschrijdend gemiddelde over 5 signaalpunte

GLIJDEND GEMIDDELDE MET CONVOLUTIE PROCEDURE



Figuur 6: voortschrijdend gemiddelde m.b.v. eerst vermenigvuldigen met factor, dan optellen

ALGEMENE VORM FINITE IMPULS RESPONS -FILTER



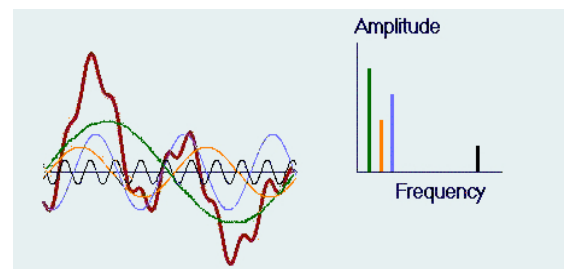
Figuur 7: Algemene vorm convolutieberekening

FIR-FILTERS

- Aantal en waarde van de vermenigvuldigingsfactoren bepalen aard v/h filter
- Laag doorlaat, hoog doorlaat, band doorlaat
- Filter factor: steile (baksteen) of schuine flanken (harde/ zachte overgang)
- Ontwerp programma's voor deze filters ook in open source beschikbaar

FAST FOURIER TRANSFORMATIE

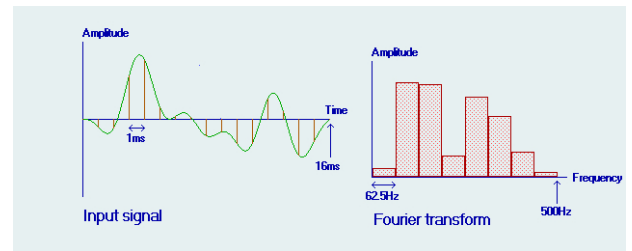
- Omzetting van signalen in het tijdsdomein naar het frequentie domein (en vice versa)



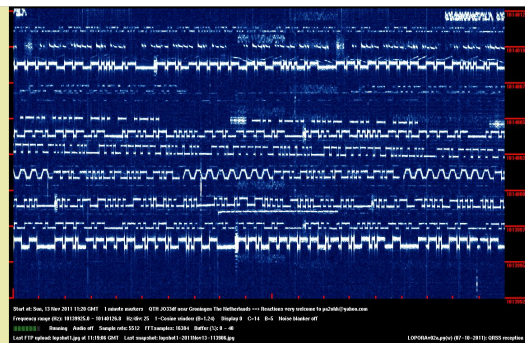
BELANGRIJKE FACTOREN FFT

- Snelheid waarmee het signaal wordt bemonsterd, moet minstens $2 \times$ de maximale bandbreedte v/h bemeten signaal zijn
- Bloklength van de transformatie (aantal punten dat in de FFT-berekening wordt gebruikt): bepaalt de stapgrootte in de frequentie van het resultaat
- Keuze is een compromis: langere blokken betekent ook minder resolutie in de tijd.

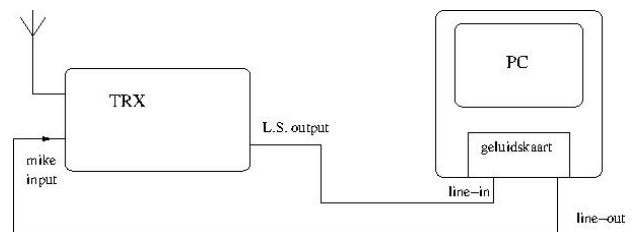
EFFECT BLOKLENGTE FFT



GRAFISCHE REPRESENTATIE QRSS-SIGNALEN



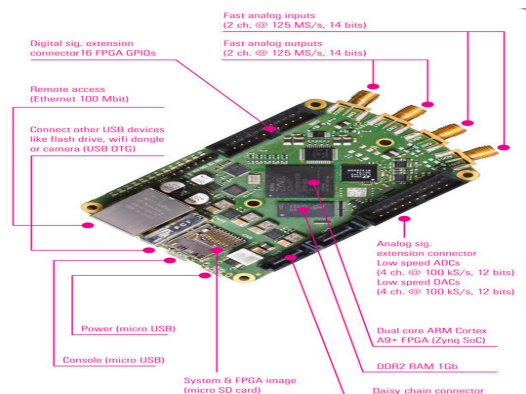
TRX EN PC MET GELUIDSKAART



PC SOFTWARE TX/RX QRSS

- Spectrum Lab – Wolf DL4YHF zeer uitgebreid
- GLFER – Claudio IN3OTD voor linux
- Multipsk – Patrick F6CTD enorm veel digimodes waaronder ook QRSS3 en QRSS10
- ARGO – Alberto I2PHD
- SPECTRAN - I2PHD

RED PITAYA – STEMLab125-14



SPECIFICATIES tav DSP

- 2 x 14 bits ADC, bemonsterings freq. 125 MHz, +/- 1V volle schaal
- 2 x 14 bits DAC idem
- Xilinx ZynQ 7010 Dual ARM-9 Cortex + 1Gb Field Programmable Gate Array (FPGA)

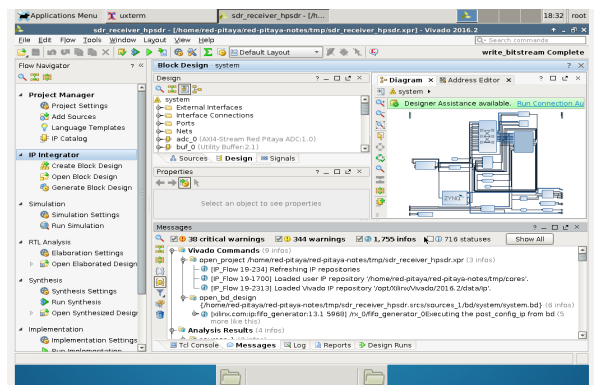
FIELD PROGRAMMABLE GATE ARRAYS (FPGA's)

- Geïntegreerde schakelingen bestaande uit programmeerbare logische componenten (AND- / OR-, XOR, etc.) met programmeerbare verbindingen
- Kunnen zeer snel complexe bewerkingen uitvoeren
- Logische componenten kunnen ook ingezet worden als geheugens (registers)
- Programmering in Verilog of VHDL
- Intellectual Property (IP) blokken van FPGA-leveranciers

ZELF PROGRAMMEREN

- FPGA code m.b.v Xilinx Vivado WEBPack (grafische interface). Code voor hardware Red – Pitaya zaken Open Source via Red Pitaya beschikbaar
- Operating System Debian Linux voor de ARM processor
- C-compiler (of C++) gcc draait soepel
- Veel ontwikkelingsinfo beschikbaar bij Red-Pitaya
- Veel hamradio software reeds als voorbeeld beschikbaar (Pavel Demin)

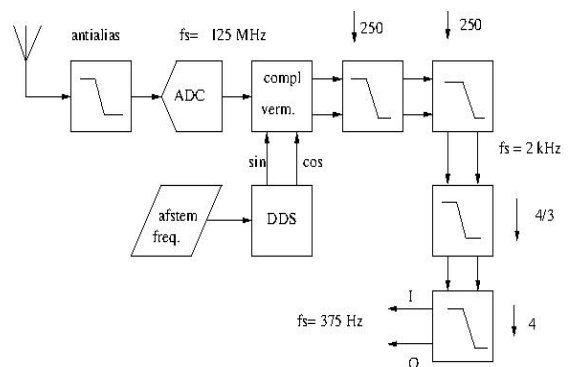
XILINX VIVADO ONTWERP PROGRAMMA



XILINX STANDAARD IP's

- IP (Intellectual Property) = blok met voorgeprogrammeerde standaardfuncties
- Gratis beschikbaar voor DDS (Direct Digital Synthesis) Sinus / Cosinus generator tbv mixers
- Filters: o.a. FIR met mogelijkheid aantal monstersnelheid aanpassing
- FFT en communicatie met geheugen van de ARM-processor

BLOKSCHEMA FPGA CODE



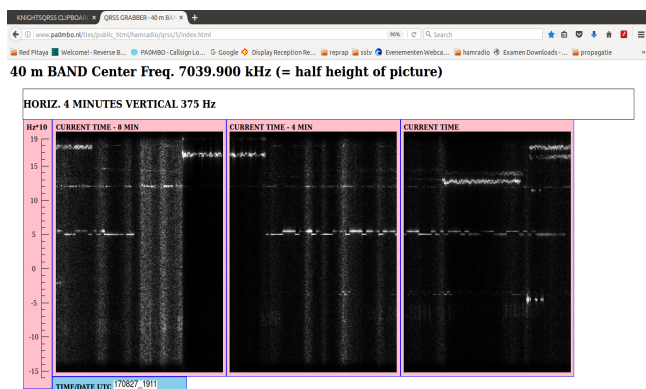
FFT en VISUALISATIE

- Per plaatje 90000 I/Q monsterparen = 4 minuten
- Opdelen in 450 stukjes van 200 monsterparen en die in een buffer schuiven waarop FFT wordt losgelaten (=elke 0,533 s een resultaat).
- Met FFT-resultaten een bestand vullen voor een standaard beeldbestand (.bmp formaat)

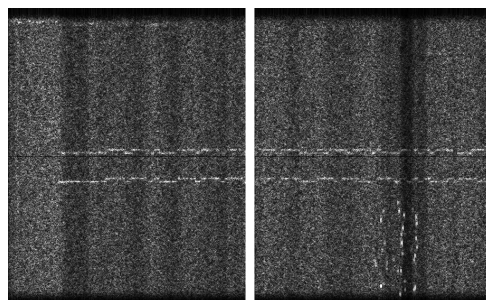
GRABBER

- To Grab = Engels voor “grijpen”
- Programma grijpt het signaal en houdt het vast
- Resultaat als beeldbestand naar website en archief

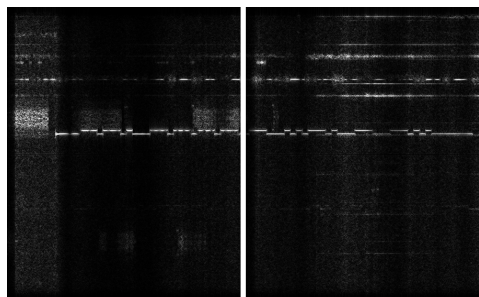
40 m band web-pagina



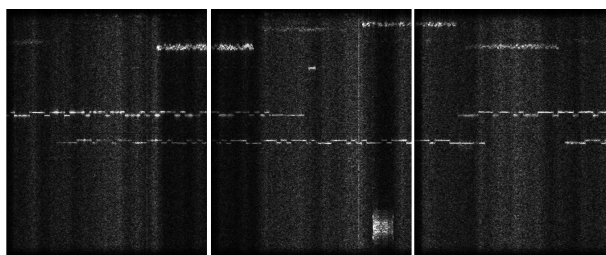
G0PKT & G0MBA 30 m 31 aug 2017 22:39 UTC



G0FTD 40m 28 aug 2015 19:47 UTC



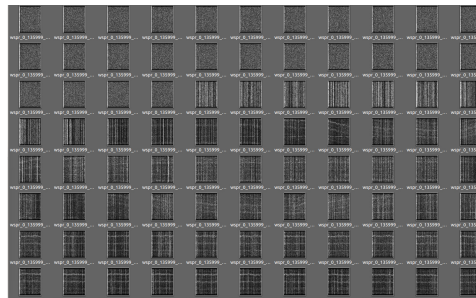
ON4CDJ 40m 31 aug 2017 12:29 UTC



IQ2ML in JN45NL 600m band 5 sep 2017 23:55 UTC



ONWEER 2,2 KM BAND



ZELFDE ONWEER ZELFDE TIJD 40M BAND



PLANNEN

- Genereren van onweer alarm uit de plaatje door digitale beeldbewerking
- Implementeren van “stacking” = optellen van plaatjes van zenders die hun call tijdsynchroon uitzenden
- Experimenteren met de FFT-bloklengte voor verschillende QRSS-snelheden

BRONVERMELDING / DANK

- Pavel Demin – programmeervoorbeelden RP
- DK8KW – tabel Bandbreedte versus SNR
- ON7YD – figuren uitleg FFT
- G3YXM en G3MYK – meetresultaten SNR vs seinsnelheid
- M0YAF – plaatjes verschillende modulatiesoorten
- PA2OHH – plaatje met veel stations
- U allen dank voor Uw belangstelling!