

Projekt Lime SDR Mini

Jørgen Kragh, OZ7TA
EDR Birkerød januar 2019

Lidt om mig

- Rodet med radio i ca. 45 år
- Arbejdet med SDR i ca. 6 år:
 - RTL dongler
 - LIMA SDR
 - Prof. HW platforme
 - Målemetoder

Inden vi går videre

- De skulle i deris Prædikener og Forklaringer ej fremføre noget, som er mørkt og vanskeligt at forstaa; Ej heller bevise deris Visdom og Skarpsindighed
- De skulle ej heller sige hvad dennem selv lyster; Men hvad der hører til Sagen skulle de paaminde med klare og velforstandige Ord

Lime SDR Mini

- Lime Microsystems LMS7002M transceiver:
 - 100 kHz - 3800 MHz, fuld duplex
 - 30,72 MHz I og Q sample rate
 - 12 bit ADC og DAC
 - TX 4-6 dBm
 - Altera MAX10 FPGA
 - 65.000 gates
 - 45 18X18 bits multipliers , delbare i 2 stk. 9X9 bits
 - FTDI USB 3 interface
 - 8 GPIO
- USD 150 + porto, moms og kr 160

Anvendelsesområder

- Radio:
 - Alle kendte modes og typer(næsten)
 - Lineær transponder
- Testudstyr:
 - Antenneanalysator
 - Testgenerator
 - Spektrumanalyser
- Mere skummelt:
 - Jammer
 - HF sniffer

Målet med mit projekt

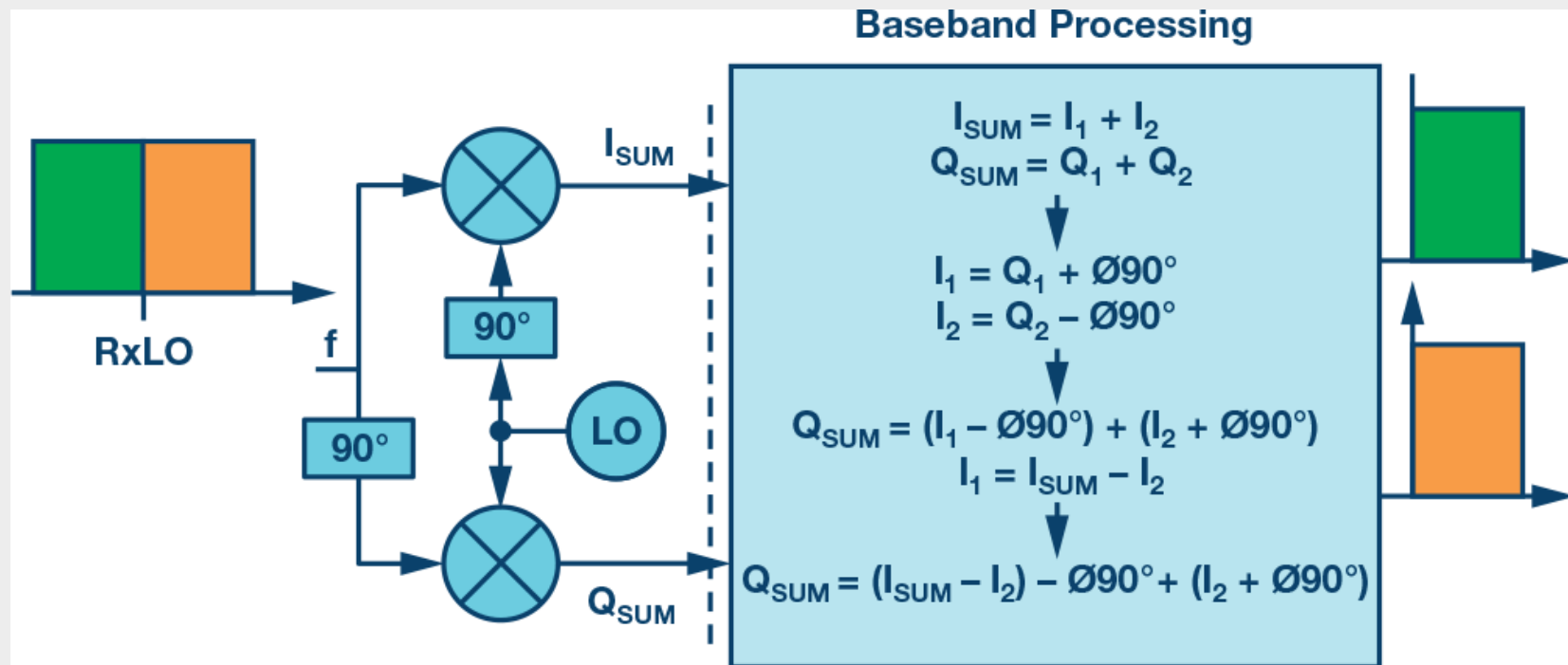
- TRX 1,8 til 2000 MHz:
 - 1-2 W udgangseffekt
 - Passende følsomhed
 - Automatisk skift af TX filtre og preselektor
 - Så simpelt HMI som muligt
- Eller noget helt andet
- Primære formål at have det sjovt og lære noget

Hvordan kommer man i gang?

- LMS7002M er dårligt dokumenteret fra Lime Microsystems
- Lime Suite:
 - Programmerings- og opsætningsværktøj
 - MEGET dårligt dokumenteret
- MyriadRF forum er et godt sted
- Og ellers bare med at prøve sig frem
- Skriv ned, hvad du gør

Værd at huske

- I en SDR arbejder vi med I og Q signaler



Værd at huske

- LIMA SDR og andre baseret på lydkort laver I og Q ved Hilbert transformation
 - Mellemfrekvens ca. 10 kHz
 - USB: 10 - 13 kHz
 - LSB: 7 - 10 kHz
- Her bruger vi direkte nedblanding til 0
 - Mellemfrekvensen er 0
 - USB: 0 - 3 kHz
 - LSB: -3 - 0 kHz
 -

SW

- SDR# (WIN10): Duer ikke pga. Zadig driveren
- GQRX (Ubuntu): RX OK
- Cubic SDR (WIN10) RX OK
- SDR Console (WIN10): RX OK, TX under udvikling
- SDRAngel (Ubuntu): RX og TX OK, men stor latency
- HDSDR (WIN10): Duer ikke, selv om de siger det
- GNU Radio (Ubuntu): RX og TX OK

GNU Radio

- Open Source projekt startet i 2001
- Primært skrevet i C++
- Stort bibliotek af byggeblokke klar til brug
- Byggeblokke kan skrives i C++ eller Python
- GNU Radio Companion (GRC) er et grafisk hjælpeværktøj til design af bl.a. SDR
- GRC genererer en Python fil, som direkte kan eksekveres

GNU Radio

- Findes til 32 bits og 64 bits
 - Ubuntu
 - Win10, hvis du ikke vil Ubuntu
- Her:
 - Ubuntu 18.04, 64 bits
 - 2200 MHz
 - 8 GB RAM, 400 GB HDD
 - 4 kerner, 4 tråde
- Kerner og især tråde vigtigere end klockhastighed og HDD

GNU Radio

- GNU Radio er SW-mæssigt en scheduler:
 - Sørger for den rigtige afvikling af SW
 - Interface mellem forskellige SW komponenter
- Afvikling af et SDR program er en masse parallelle processer
- Derfor er tråde og kerner vigtige

Byggeblokke i GRC

- Input hedder Source:
 - RX ADC
 - Mikrofon
 - Signalgenerator
- Output hedder sink:
 - TX DAC
 - Højtaler
 - Oscilloskop, FFT analyser, etc

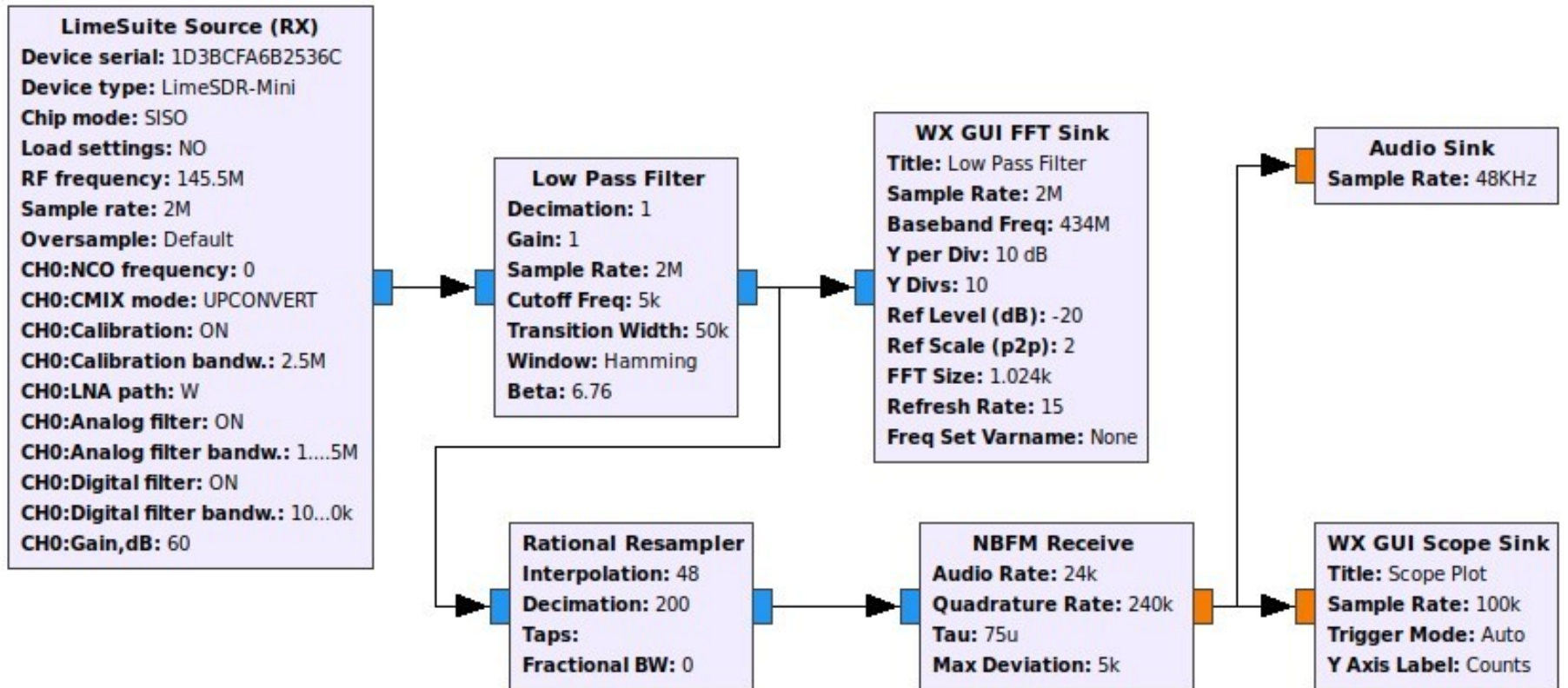
Byggeblokke i GRC

- Andre byggeblokke:
 - Modulatorer
 - Demodulatorer
 - Filtre
 - Switche
- Fælles for alle blokke er at de har nogle parametre som brugeren indstiller:
 - Frekvens, samplingrate, decimation, niveauer, osv.
 - Kan virke lidt overvældende, men lad os se på det

Byggeblokke i GRC

- Radioen bygges ved at sammensætte byggeblokkene i den rigtige rækkefølge
- RX:
 - Source – FFT – filter – detektor – sink
- TX:
 - Source – FFT – modulator – filter – sink
- At bygge en jammer tager 2 minutter
- En FM TRX tager ca. 10 minutter

En FM modtager



Opskrift på en lineær transponder

- Sæt RX source til at modtage på en frekvens og aflevere complex baseband
- Lav et FIR filter, så du begrænser båndbredden
- Sæt TX sink til at sende på en frekvens og send signalet fra FIR filtret ind i sink
- Er der signal fra RX (complex baseband $\neq 0$) ryger det ud af TX

Hvordan gør man så?

- Find noget der ligner det du ønsker:
 - Fora
 - Hjemmesider
 - App. Notes
- Modificer til din HW og dit behov
- Prøv det
- Hvis det ikke virker:
 - Så må du i gang med at læse
 - Spørg på fora
- Start med noget der er til at overskue

Hvordan gør man så?

- Ikke sværere end at bygge HW, men andre termer og begreber:
 - I, Q, samplerate, basebånd, Nyquist
 - Negative frekvenser
- Det kræver en ændret mindset
- SDR er meget velegnet til afdelingsprojekter pga. de ringe krav til HW fremstilling
- Og det er fremtiden

Nyttige links

- <https://www.gnuradio.org/>
- <https://www.crowdsupply.com/lime-micro/limesdr-mini>
- <https://myriadrf.org/>
- <https://limemicro.com>
- <https://github.com/f4exb/sdrangel>
- <http://releases.ubuntu.com/18.04.1/>