
Tarkvaraline raadio

— *Software defined radio (SDR)* —
Jaanus Kalde 2017

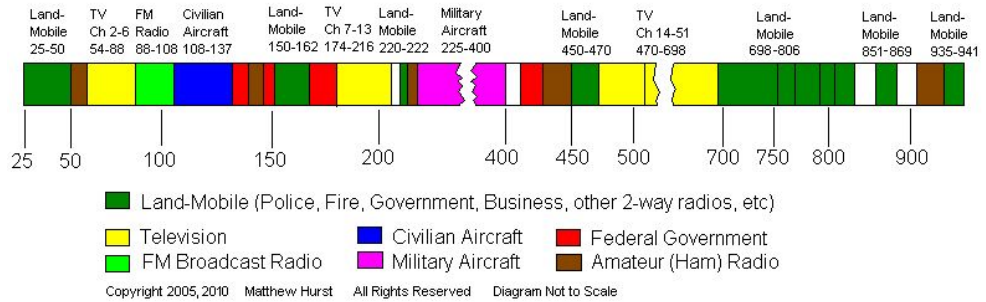
Sissejuhatus

- Raadiosidest üldiselt
- Tarkvaraline raadio
- Kuidas alustada

Raadioside

- Palju siinussignaale õhus
- Info edastamiseks moduleerid neid
 - Amplituudi
 - Sagedust
 - Faasi

Eeter



- Wifi, Bluetooth, ZigBee – 2.4GHz
- ISM – 433 MHz, 868 MHz, 2.4 GHz jne
- Raadioamatöörid, mobiilside – igal pool
- **Tarkvaraline raadio võtab ühe tüki**

Tarkvaralise raadio põhimõtteks on võtta üks tükk eetrit ja see digitaliseerida. Ribalarius sõltub kasutatava raadio võimekusest, töösagedus on mingis piirkonnas valitav sõltuvalt raadiost.

Tarkvaraline raadio kasutus

- Laiaribaliste signaalid
 - digiTV vastuvõtjad
 - Kogu raadioluure
- Lihtsalt ümberseadistatavad
 - Raadioastronoomia
 - Amatööri radio (ESTCube)
- Tulevikus kõik (LTE jne)

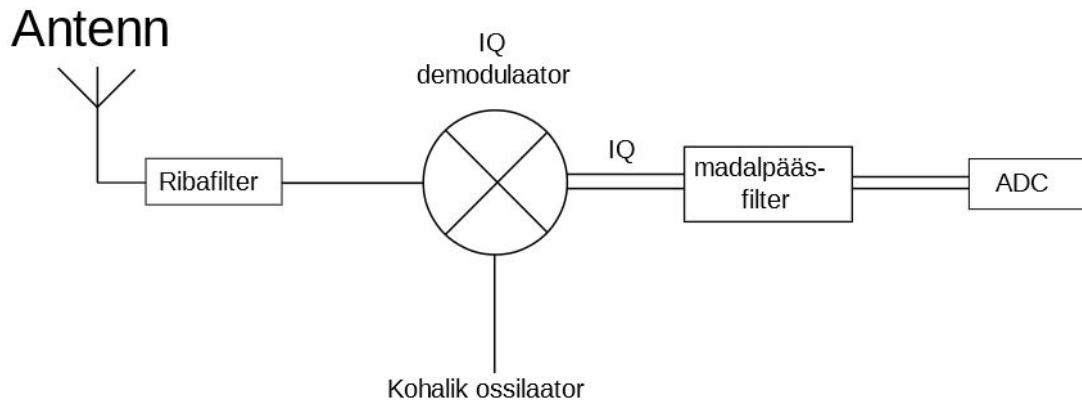
Kuna digiTV on laiaribaline signaal siis paljud USB TV tuunerid digitaliseerivad kogu digiTV kanali ja demoduleerivad selle tarkvaraliselt.

Tänapäevane raadioluure kasutab tarkvaralisi raadioid, millega salvestatakse huvitavad sagedusalad kohe pealt kuulamiseks või hiljem analüüsimiseks.

Amatööri raadios kasutatakse tarkvaralisi raadioid nii saatmiseks kui vastuvõtuks. Näiteks Reverse Beacon Network kasutab neid, et kuulata kogu morse sagedusala samal ajal ja dekodeeritud info internetti panna.

Järjest rohkem kasutavad tänapäeva telefonid tarkvaralise raadiot. Kuna sagedusvahemikud ja lubatud modulatsioonid on riigist riiki väga erinevad siis ehitatakse lihtsalt üks raadio, mis töötab kõigis sagedusalades ja lülitatakse sisse see, mis vastavas regioonis vajalik on.

Ehitus



6

Antenni tuleb lai sagedusala mis siis ribafiltri poolt piiratakse sobivaks. IQ demodulaator teisendab kuulatava sagedusvahemiku (näiteks 90-92 MHz) piisavalt madalaks, et analoog-digitaalmuundur saaks seda digitaliseerida (näiteks 0-2 MHz, mille digitaliseerimiseks piisab 4MSPS ADCst). Madalpääsfilter filtreerib välja kõik kõrgema sagedusega komponendid, mis on analoog-digitaalmuunduri sagedusvahemikust väljas, et ei tekiks häireid. Tavalistes IQ demodulaatorites ja sagedusmiksrites lahutatakse sisendsagedustest kohaliku ossilaatori sagedus, ehk siis meie näites peaks kohaliku ossilaatori sagedus olema 90 MHz.

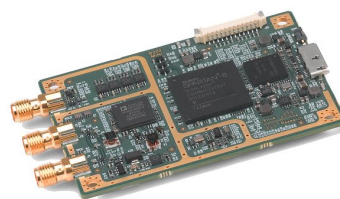
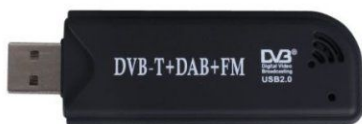
On olemas ka tarkvaralisi raadioid, mis viivad ka sagedusmiksamise osa digitaalseks. Sellised otsese muunduriga raadiotes on analoog-digitaalmuundur ühendatud otse läbi filtrite ja võimendite antenni külge. Selline radio eeldab, et huvitav sagedusvahemik on madalam kui kasutatava muunduri nyquisti sagedus.

Kommerts raadiod

5€ RTL SDR
1 MHz BW
22 - 1800 MHz

300€ HackRF
10 MHz BW
1 - 6000 MHz

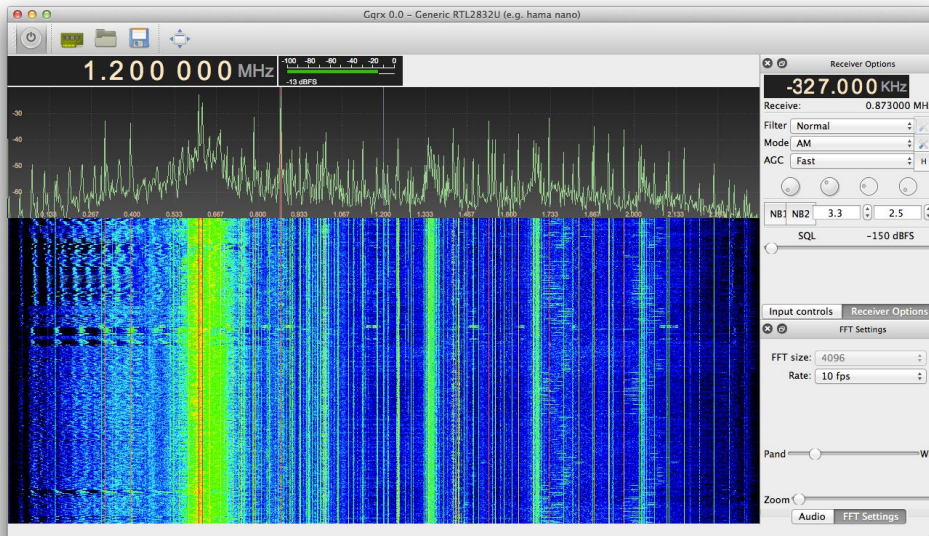
700€ Ettus USRP B200
56 MHz BW
70 - 6000 MHz



7

Tarkvaralise raadioga alustamiseks piisab üsna odavast televisioonituunerist, mille jaoks on olemas tarkvaralise radio tugi. Veidi kallima raha eest saab osta HackRFi, millel on ka saatevõimekus. Kui jõudlust on veel vaja siis hetke juhtiv tarkvaraliste raadiote tootja on Ettus.

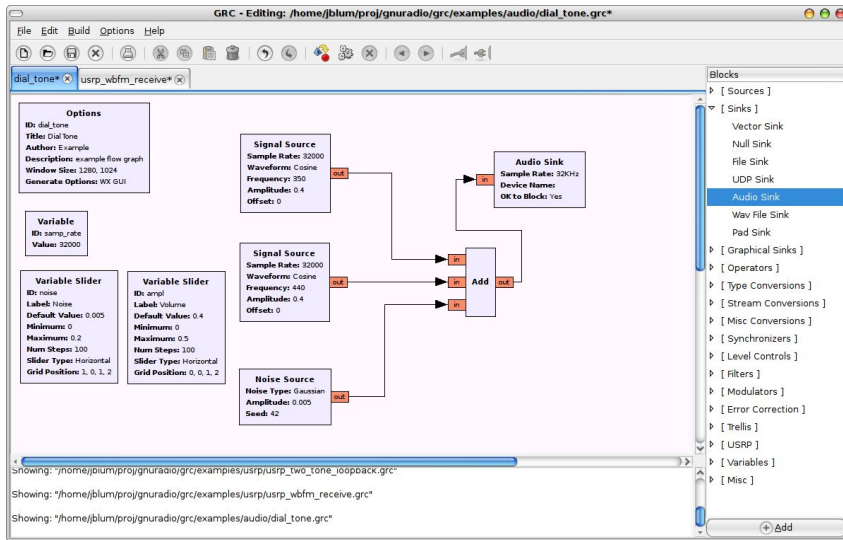
Tarkvara - GQRX



8

Enamus tarkvara jookseb ainult Linuxil või läbi häda ka Windowsi operatsioonisüsteemil. Lihtne ja kasutajamugav viis oma tarkvaralise raadioga eetrit vaadata ja kuulata on GQRX.

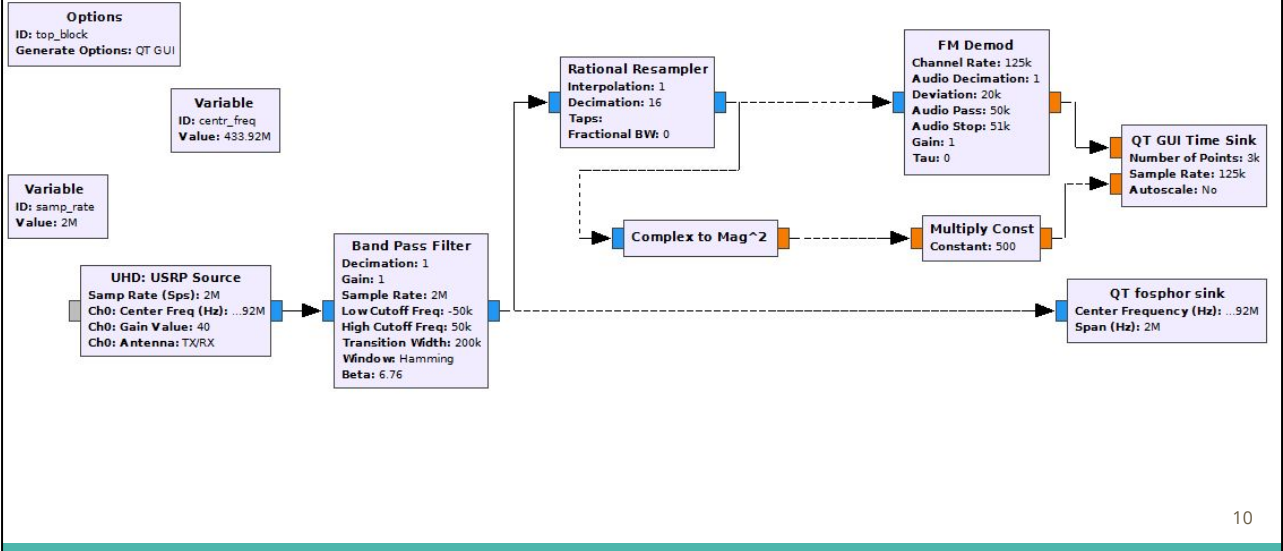
Tarkvara - GNURadio Companion



9

Kui tahta tarkvaralise raadioga, midagi huvitavat teha saab kasutada GNURadio Companionit. Tegemist on visuaalse programmeerimise keskkonnaga, kus saab lihtsalt signaali töödelda ja kuvada. Kasutajaliides teeb lihtsamad asjad ära, ja keerulisemate jaoks on võimalik ise Pythonis või C++-s lisamooduleid teha.

Näide - autovõtme demodulaator



10

Näitejoonis GNURadio Companionis, mis võtab USRP tarkvaralisest raadiost tuleva signaali ja kuvab seda. Keskagedus on 433.92 MHz, sest see on levinud autovõtmete sagedus. QT fosphor sink kuvab reaalsajas vastu võetud signaali, pakkudes visuaalset tagasisidet.

Rational resampler vähendab kanali laiust umbes signaali ribalaiuse peale. FM demod üritab sagedusmoduleeritud signaali lahti moduleerida ja Complex to Mag² amplituudmoduleeritud. GUI Time Sink kuvab demoduleeritud pakette, olgu need siis vanemat tüüpi amplituudmoduleeritud või uuemate autode puhul sagedusmoduleeritud.