

# RTL-SDR



Digi-TV-tikusta  
ohjelmistoradio

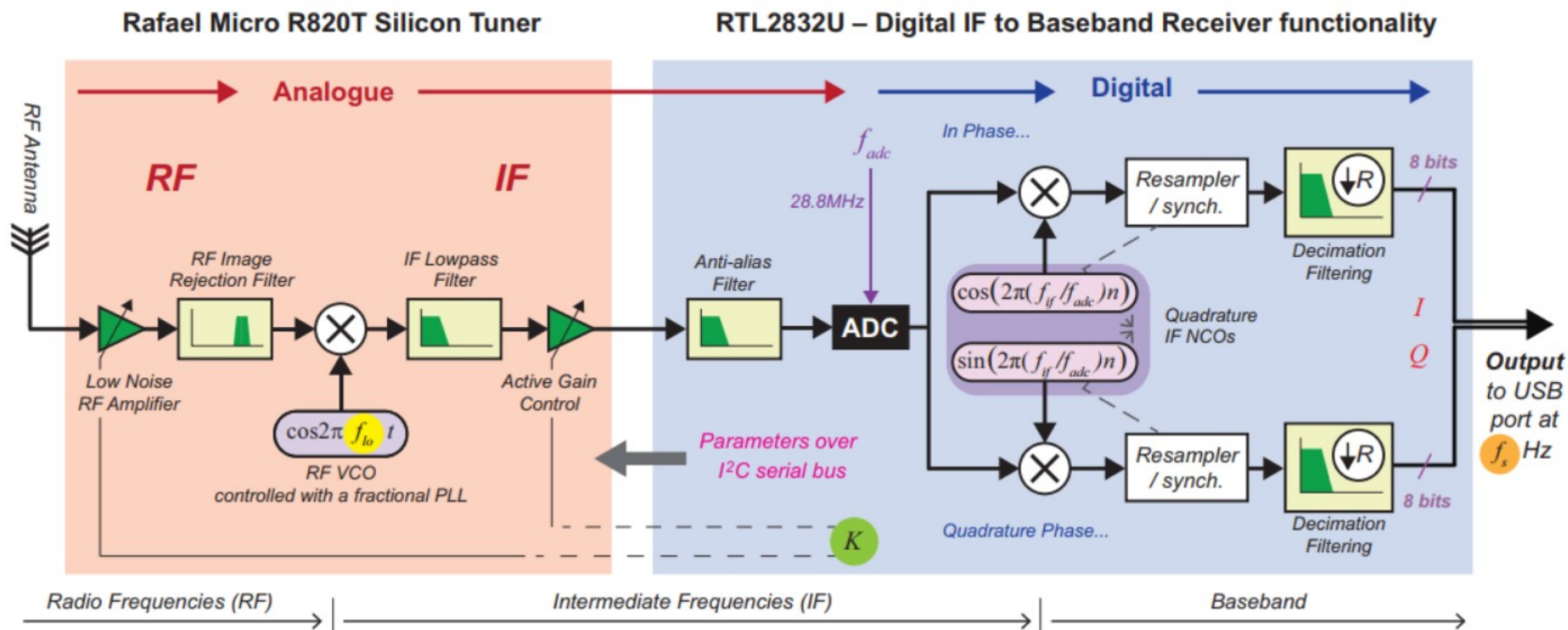
# RTL-SDR

## Mikä ihme se on??

- antenniverkon digi-TV-lähetysten (DVB-T) vastaanottoon suunniteltu USB-tikku
- perustuu kahteen mikropiiriin: R820T ja **RTL2832U**
- valmistettu Kiinassa, hinta alle 15 €
- toimii myös yleiskäyttöisenä ohjelmistoradiotyyppisenä vastaanottimena (**SDR**, Software Defined Radio)
- taajuusalue tyypillisesti 25 – 1700 Mhz, mutta voidaan laajentaa eri keinoin
- paljon sovelluksia, joita alkuperäinen suunnittelija luultavasti ei osannut kuvitellakaan
- netistä voi veloituksetta hakea monenlaisia sovelluksia Windows-, Mac-, Android- ja Linux-alustoille

# RTL-SDR

Tikun anatomia:

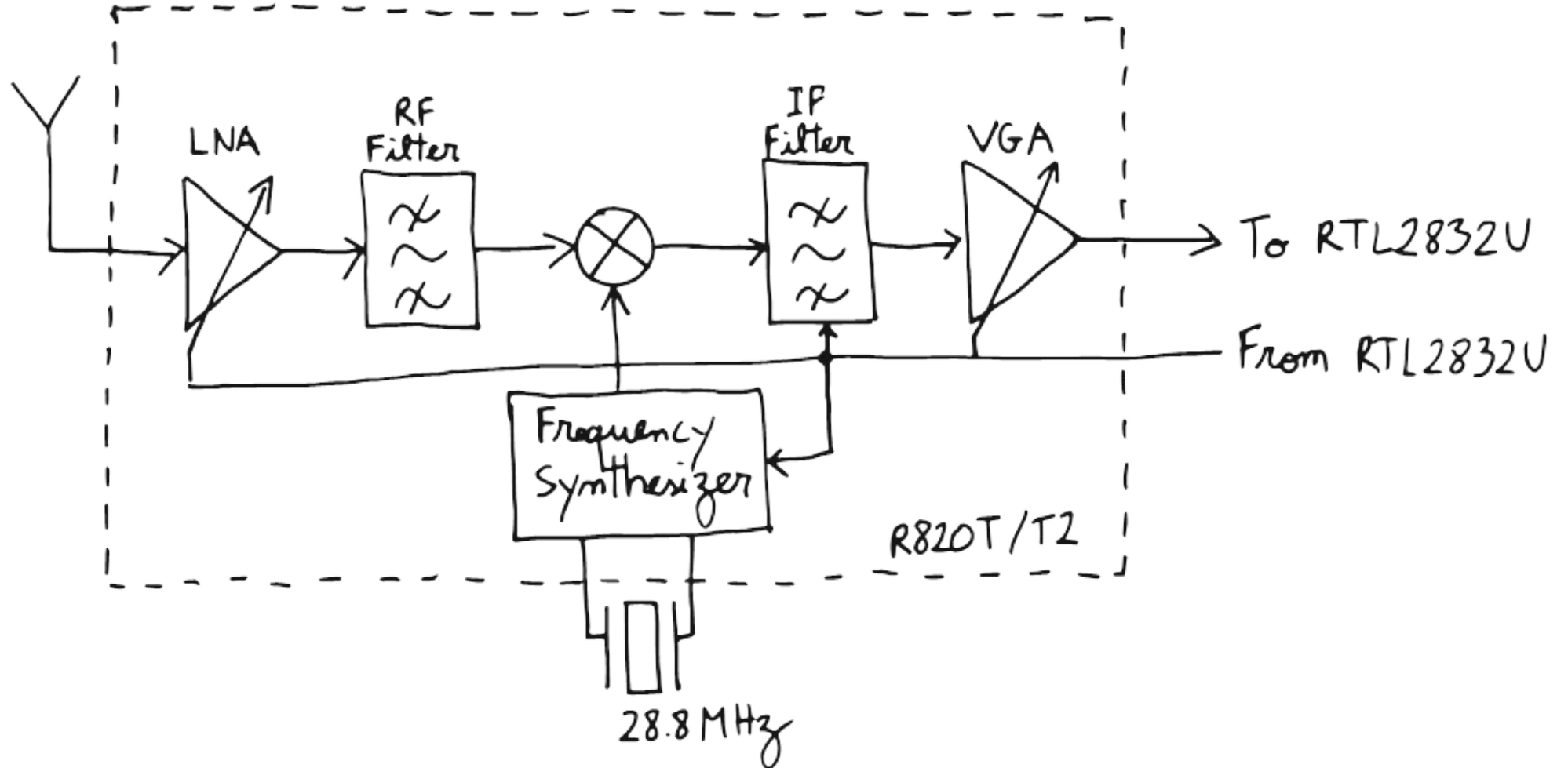


LO - Local Oscillator  
 NCO - Numerically Controlled Oscillator  
 PLL - Phase Locked Loop  
 RF - Radio Frequency  
 VCO - Voltage Controlled Oscillator

$f_{lo}$  - frequency synthesised by RF VCO  
 $f_{adc}$  - sampling rate of ADC (28.8MHz)  
 $f_{if}$  - intermediate frequency  
 $f_s$  - frequency of output IQ samples (up to 2.8MHz)  
 $K$  - gain of RF amplifiers  
 $n$  - discrete sample index

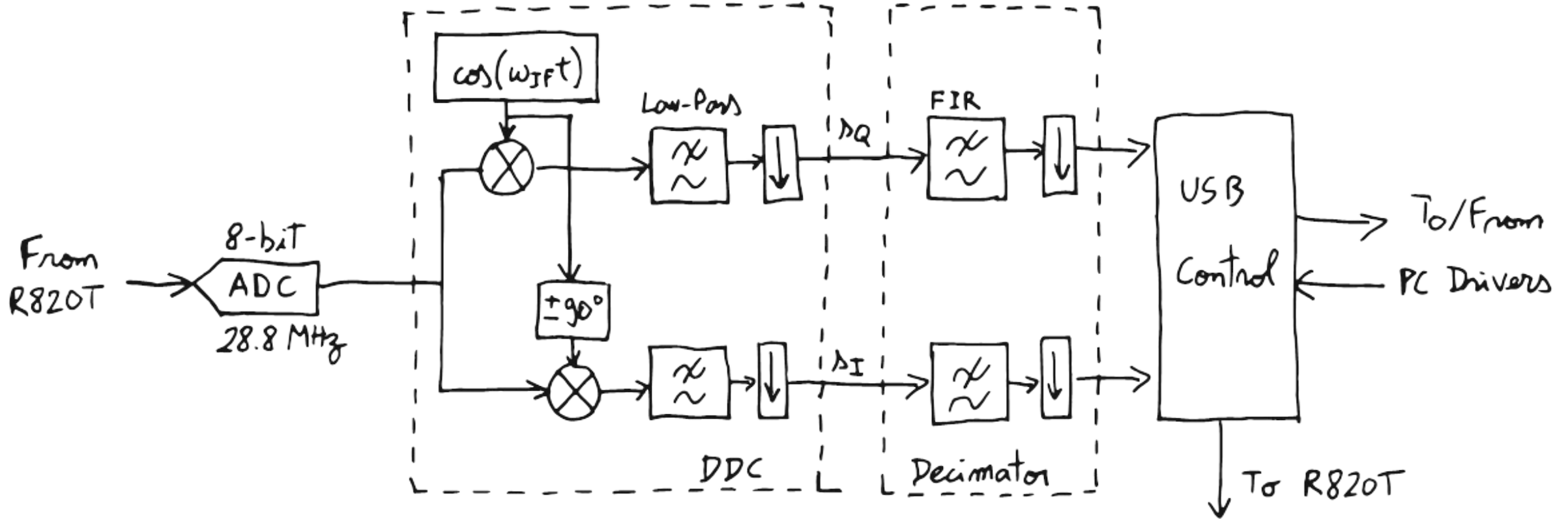
# RTL-SDR

Analoginen viritinpiiri R820T:



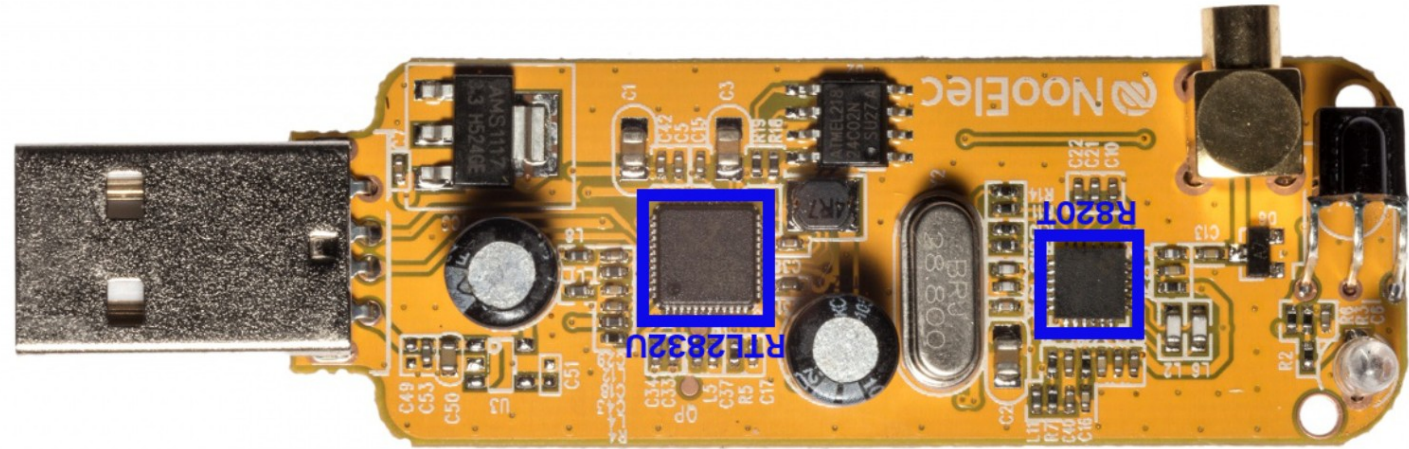
# RTL-SDR

Digiviritinpiiri RTL2832U:



# RTL-SDR

RTL-SDR-tikku:





# RTL-SDR

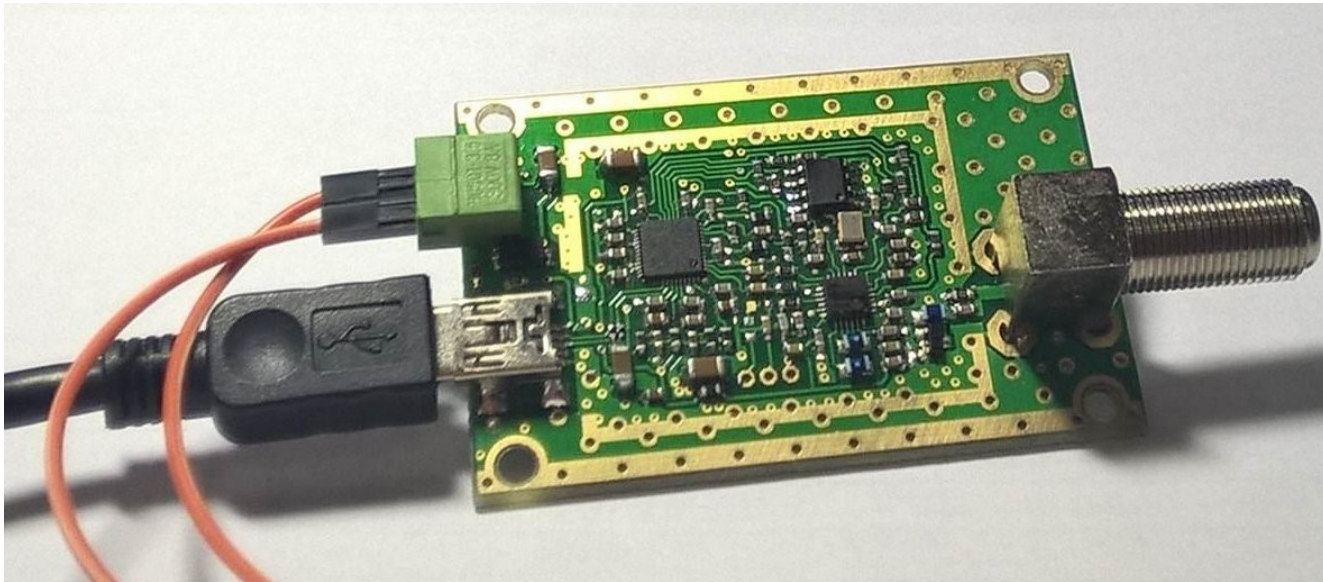
## Parannettu tikku:

- metallikotelo
- lämpötilakompensoitu kideoskillaattori (TCXO)
- parempi antenniliitin
- uusi piirilevy, mutta samat mikropiirit



# RTL-SDR

Ei pelkkiä tikkuja:





# RTL-SDR

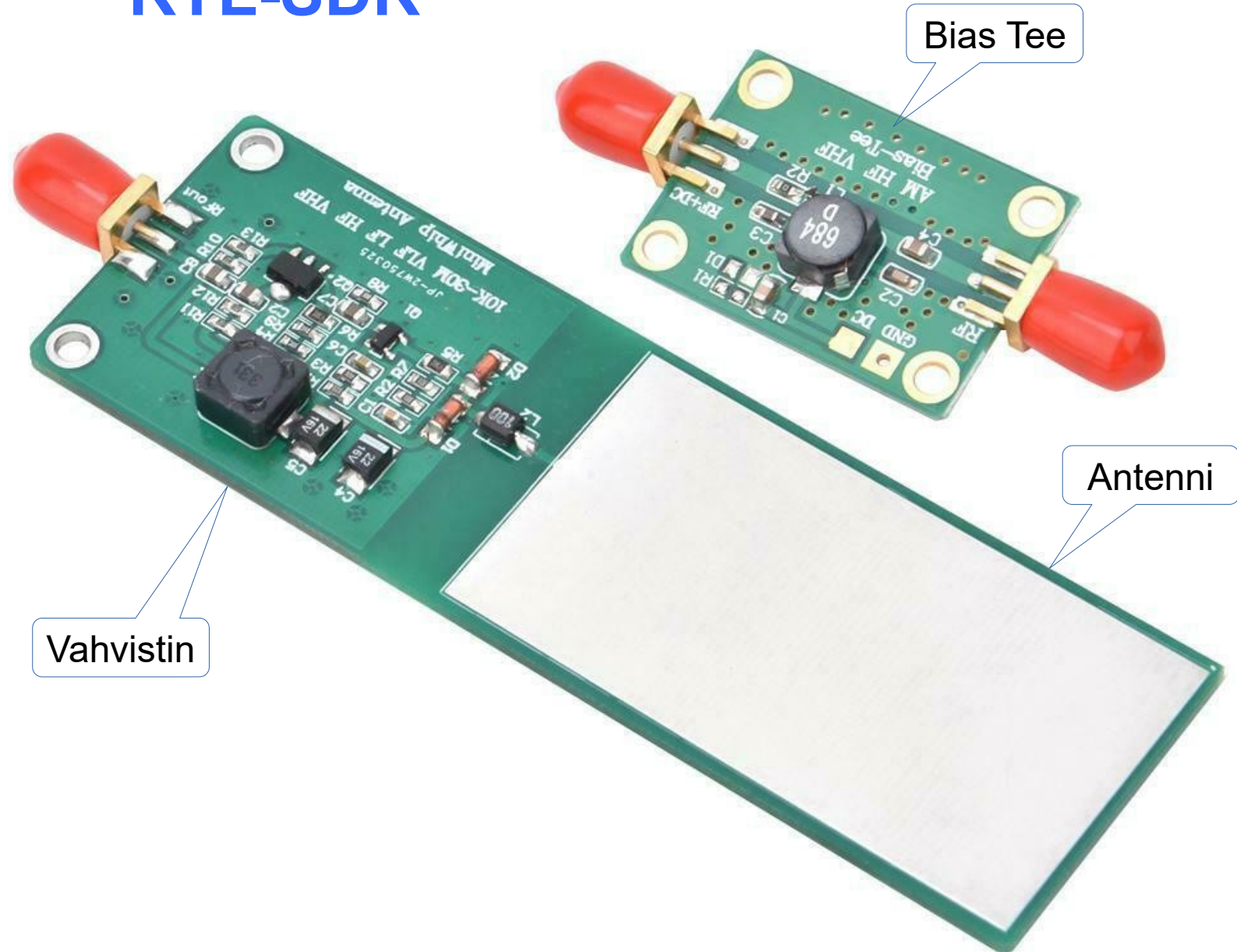
## Antennit:

- ideaalinen vastaanotinantenni olisi erittäin *laajakaistainen*, *ympärisäteilevä* ja hyvin, hyvin *pienikokoinen*
- kaikki antennit ovat kompromisseja, joissa käyttötarkoituksesta riippuen painotetaan joitakin ominaisuuksia
- aktiiviantennissa yhdistyvät ehkä parhaiten mainitut kolme ominaisuutta
- aktiiviantennia voi käyttää vain vastaanottoon

# RTL-SDR

## MiniWhip-aktiiviantenni:

- RT-SDR-vastaanottimissa paljon käytetty, myydään halvalla (noin 10 €) Kiinasta, esim Ebay
- pienikokoinen ja laajakaistainen
- taajuusalue 10 kHz – 30 MHz



# RTL-SDR

## MiniWhip-aktiiviantenni:

- toimii parhaiten ulkotiloissa, mastoon nostettuna
- radiotaajuus ja antennivahvistimen syöttöjännite saman koaksiaalikaapelin kautta
- tähän tarvitaan "Bias Tee"

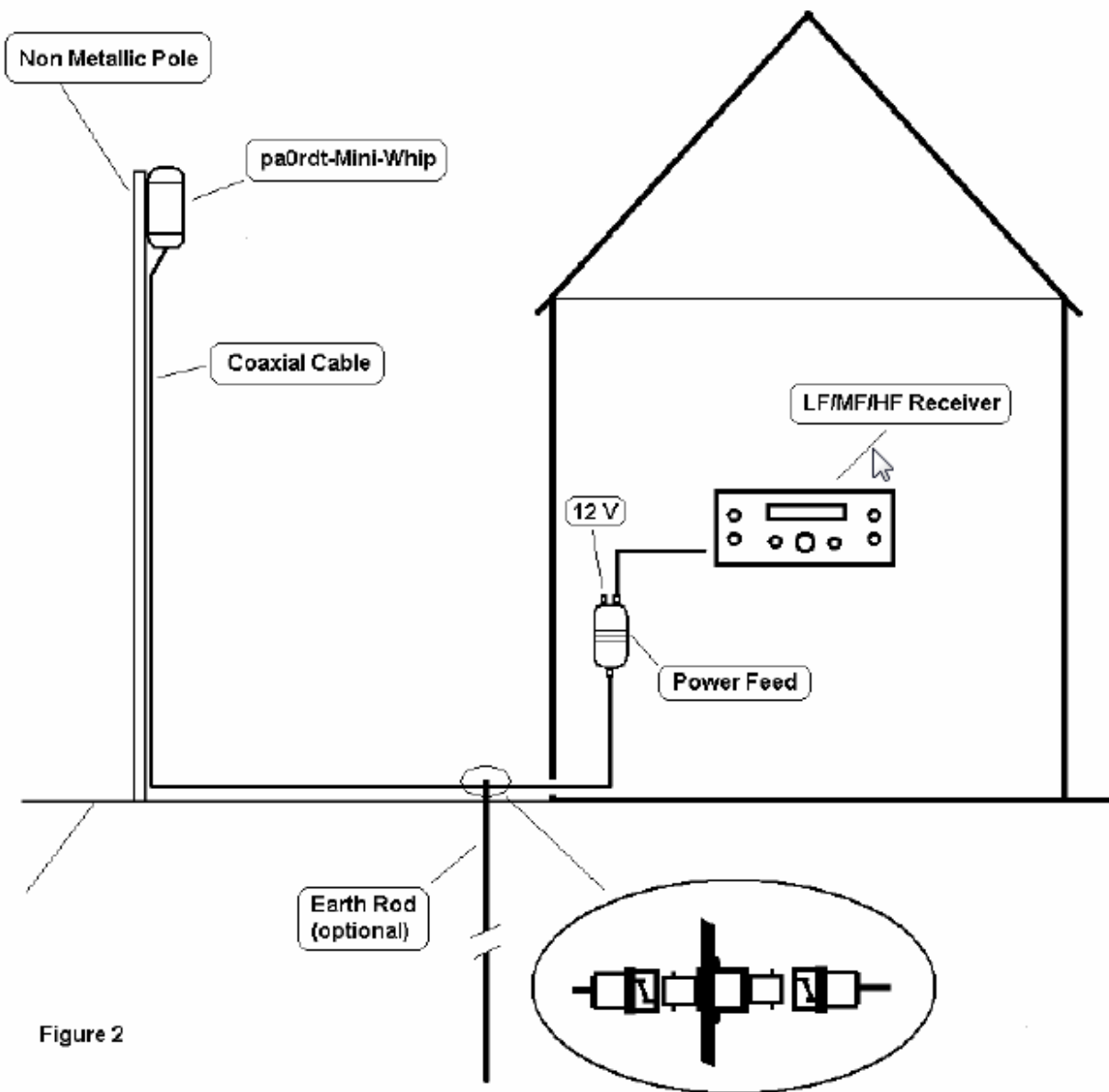
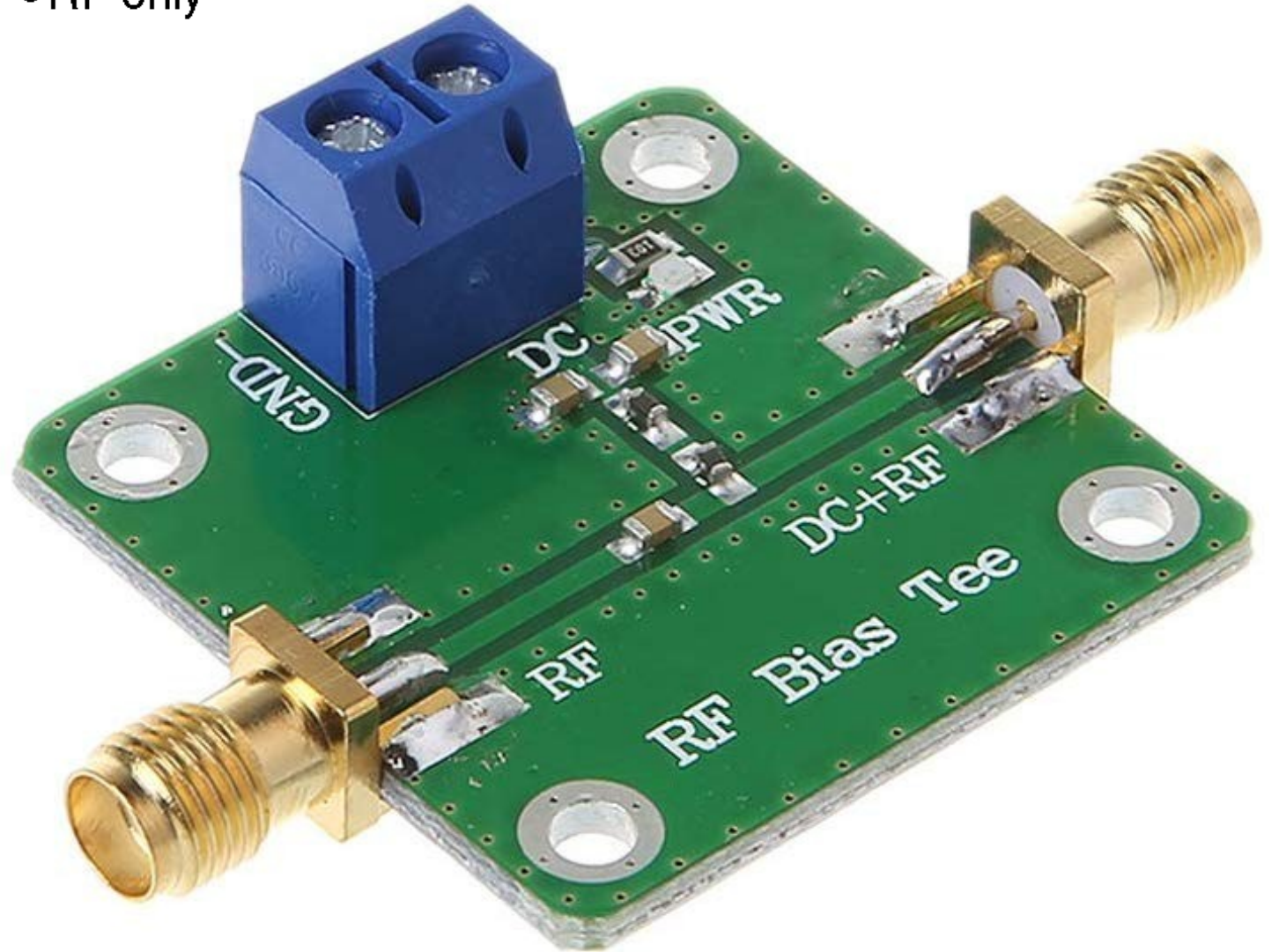
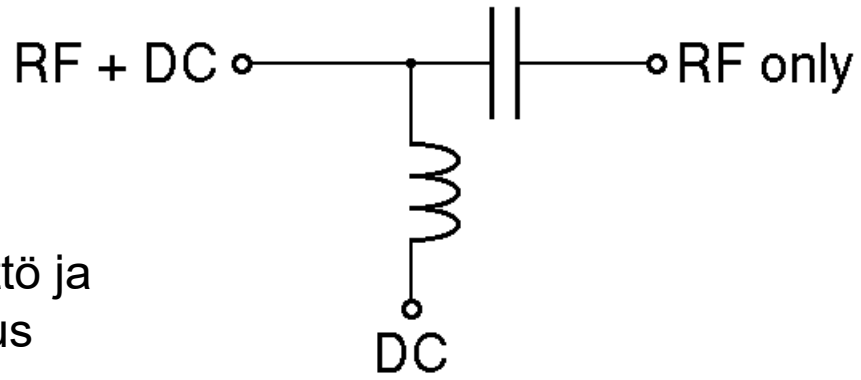


Figure 2

# RTL-SDR

## Bias Tee:

- jännitesyöttö ja radiotaajuus samassa kaapelissa

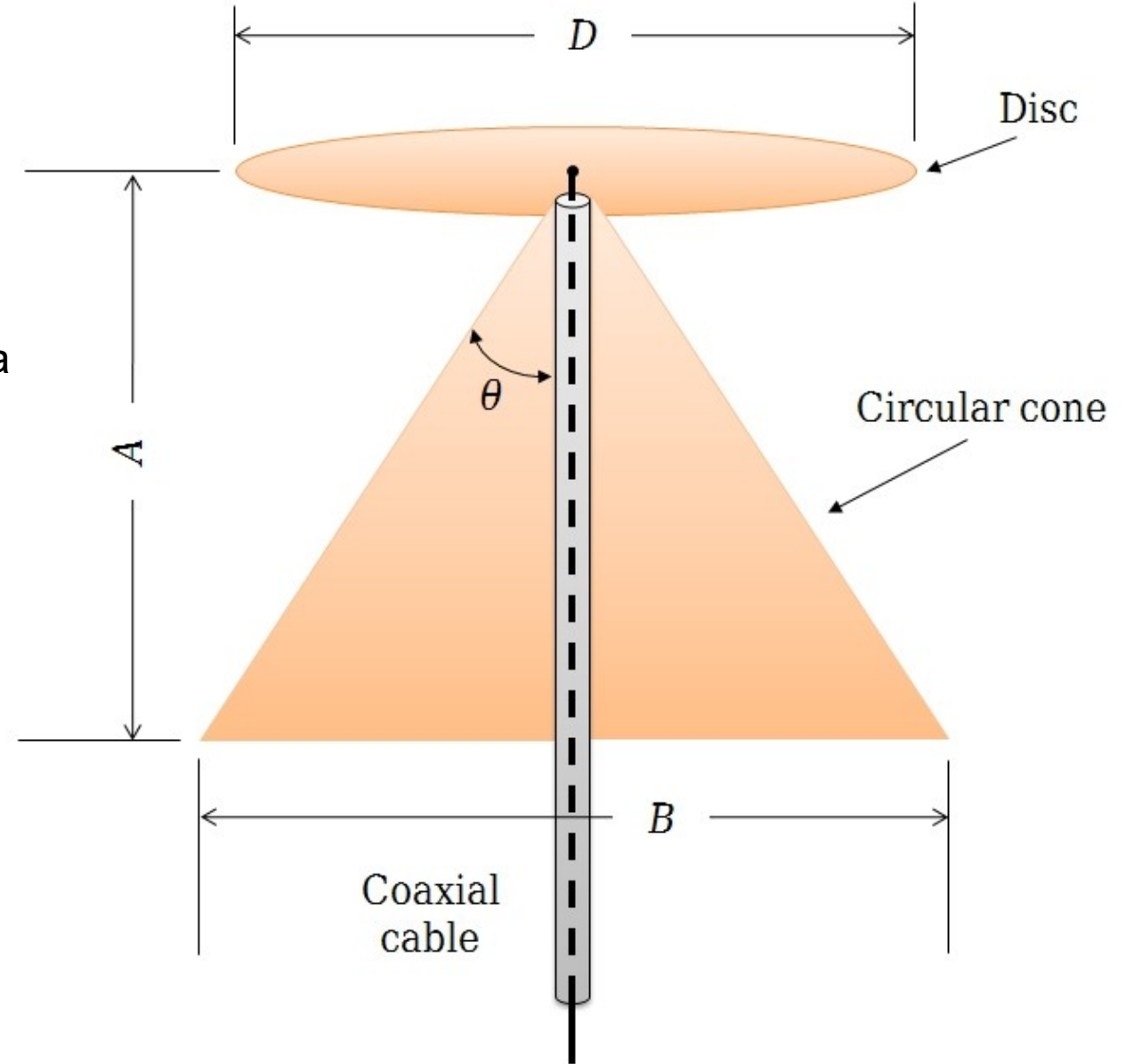




# RTL-SDR

## Discone-antenni:

- laajakaistainen 10:1
- varsin suurikokoinen eritoten matalilla taajuuksilla



# RTL-SDR

## Sovellukset:

- RTL-SDR-tikku muuntaa antennista tulevan analogisen signaalin kahdeksi digitaaliseksi signaaliksi, joilla on sama spektri, mutta 90 asteen vaihe-ero koko spektrin alueella (kvadratuuri- eli IQ-formaatti)
- pääosa signaalinkäsittelystä tapahtuu koneessa johon tikku on liitetty: Windows, Android, Mac tai Linux (esim. Raspberry Pi ja muut vastaavat)
- näissä suodatetaan ja demoduloidaan vastaanotettu signaali, näytetään signaalin tiedot havainnollisessa muodossa ja toteutetaan tikun käyttöliittymä
- yleisluontoisissa sovelluksissa tikku toimii radiovastaanottimena, jolla voi kuunnella AM-, FM-, SSB-, DRM- ja DAB -lähetystyyppejä ym. sellaisia
- erityisiä sovelluksia, esim.: ADS-B, AIS, LRIT, navigointisatelliitit, *passiivinen tutka*, jne.
- melko kattava luettelo tarjolla olevista sovelluksista, joista valtaosa on Windows-sovelluksia  
<https://www.rtl-sdr.com/big-list-rtl-sdr-supported-software/>

# RTL-SDR

## ADS-B:

- ADS-B = **A**utomatic **D**ependent **S**urveillance – **B**roadcast
- järjestelmä, jossa lentokoneet jatkuvasti lähettävät sijaintitietoaan noin 1 Ghz taajuusalueella

## AIS:

- AIS = **A**utomatic **I**dentification **S**ystem
- järjestelmä, jossa rahti- ja matkustaja-alukset lähettävät VHF-taajuuksilla (noin 160 MHz) tunnistetietonsa ja muuta dataa kuten aluksen suunta ja nopeus; lähetteen kantama noin 75 km
- LRIT: **L**ong **R**ange **I**dentification and **T**racking, kuten AIS mutta kattaa kaikki merialueet; käyttää tietoliikennesatelliitteja [Iridium ja INMARSAT] tiedonsiirtoon

# RTL-SDR

## ADS-B:

- ADS-B = **A**utomatic **D**ependent **S**urveillance – **B**roadcast
- järjestelmä, jossa lentokoneet jatkuvasti lähettävät sijaintitietoaan noin 1 Ghz taajuusalueella

## AIS:

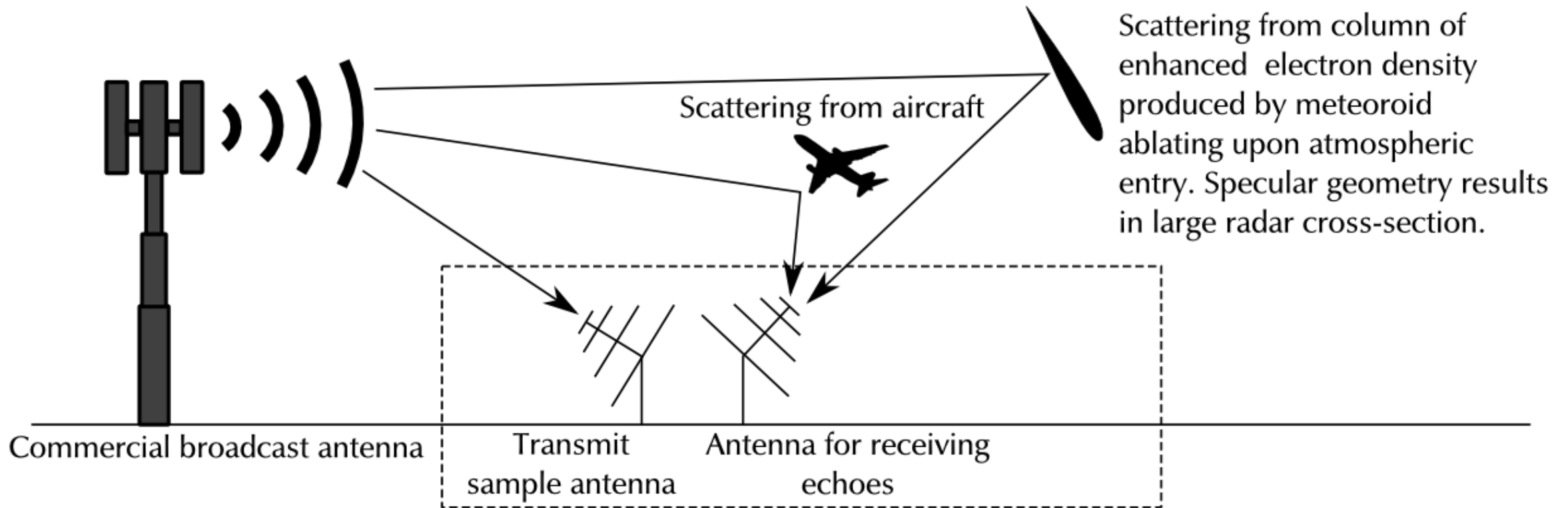
- AIS = **A**utomatic **I**dentification **S**ystem
- järjestelmä, jossa rahti- ja matkustaja-alukset lähettävät VHF-taajuuksilla tunnistetietonsa ja muuta dataa kuten suunta ja nopeus
- LRIT: **L**ong **R**ange **I**dentification and **T**racking, kuten AIS mutta pitempi kantama



# RTL-SDR

## Passiivinen tutka:

- ei omaa lähetintä; havaitsee heijastukset muiden lähettimien signaaleista

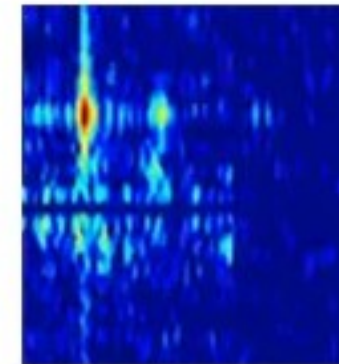
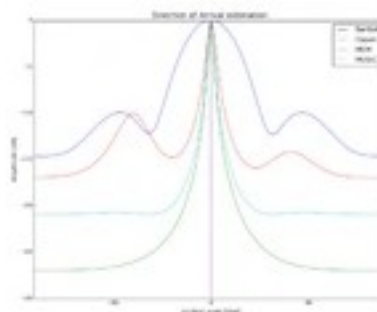
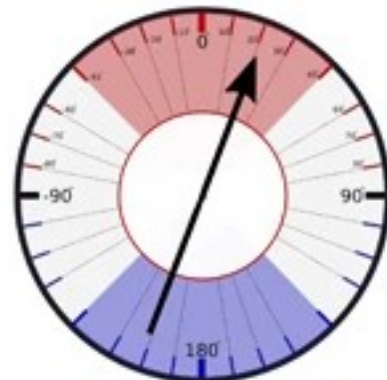


# RTL-SDR

## KERBEROSSDR: 4X COHERENT RTL-SDR

KerberosSDR:

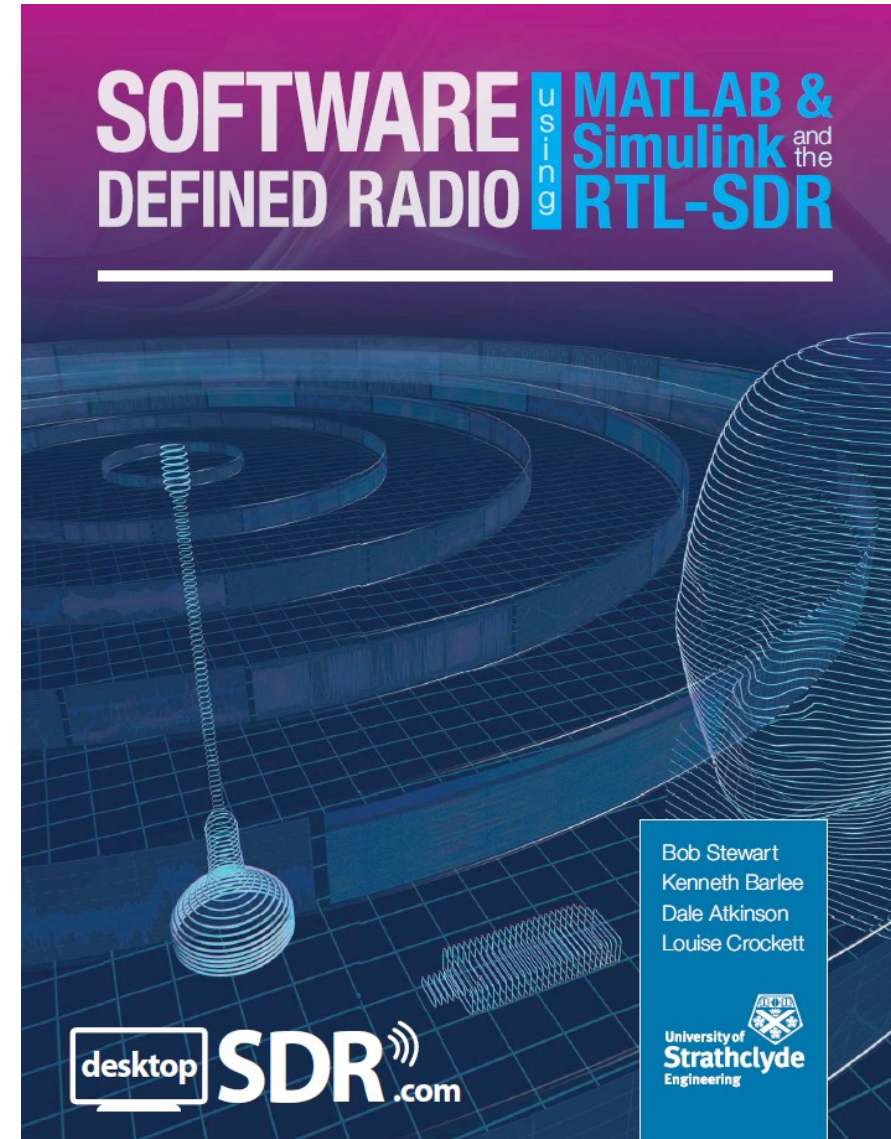
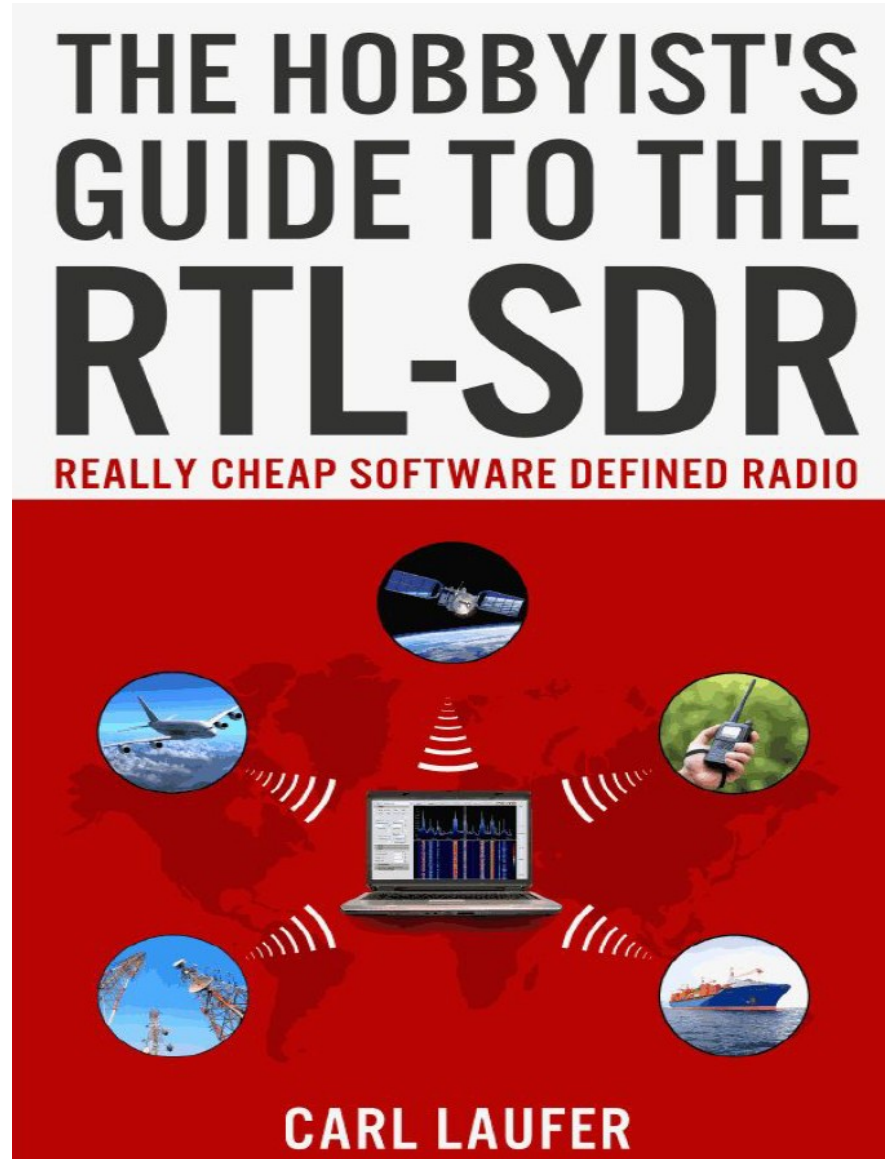
- neljä koherenttia RTL-SDR-yksikköä



**RF DIRECTION FINDING  
PASSIVE RADAR  
BEAM FORMING  
4 SEPARATE RTL-SDRS**

# RTL-SDR

Kirjallisuutta aiheesta:



# RTL-SDR





