

Radioamatöörikurssi 2023

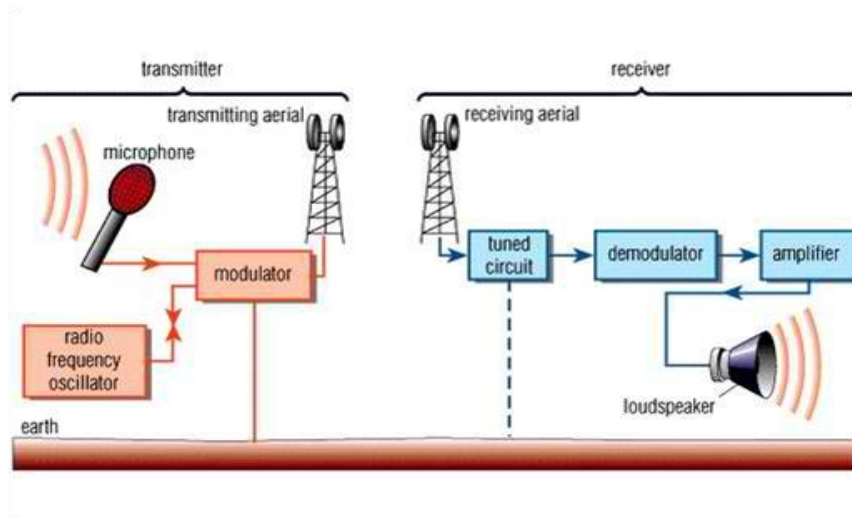


Polyteknikkojen Radiokerho OH2TI

Radiojärjestelmä

23.5.2023

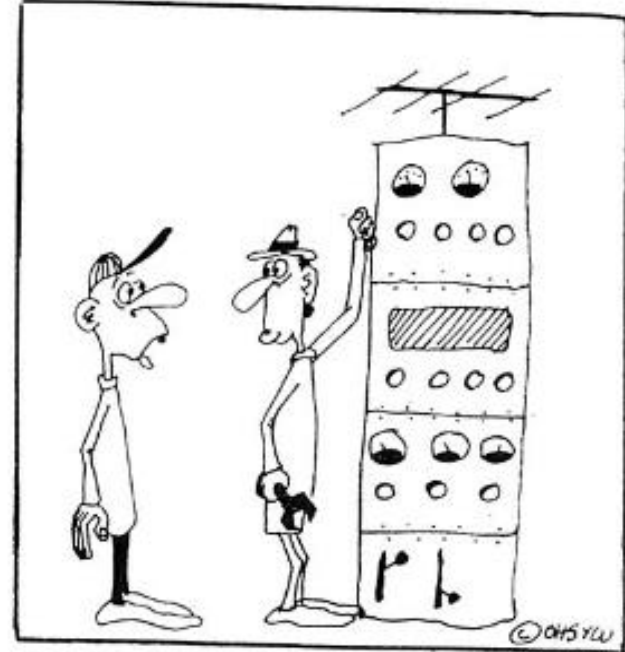
Jouni, OH2BZP



PARK

Radioarkkitehtuurit

- Vastaanotin, RX (Receiver)
 - Suora
 - Superheterodyne (superi)
 - Ohjelmistoradio (SDR)
 - Peilitaajuus
- Lähetin, TX (Transmitter)
 - CW
 - AM
 - SSB
 - FM
- Lähetinvastaanotin, TRX (Transceiver)
 - Hyödyntää samoja lohkoja
 - Yleisimmin käytettyjä radiotyyppejä



– Kun pyysin tekemään kahden metrin rigin, en tarkoittanut ihan tuota.

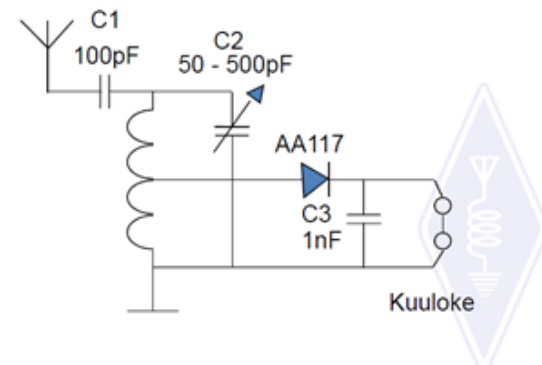
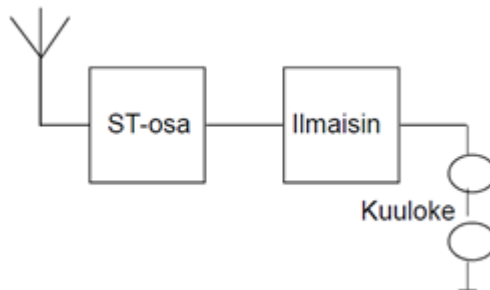


PARK

Suora vastaanotin

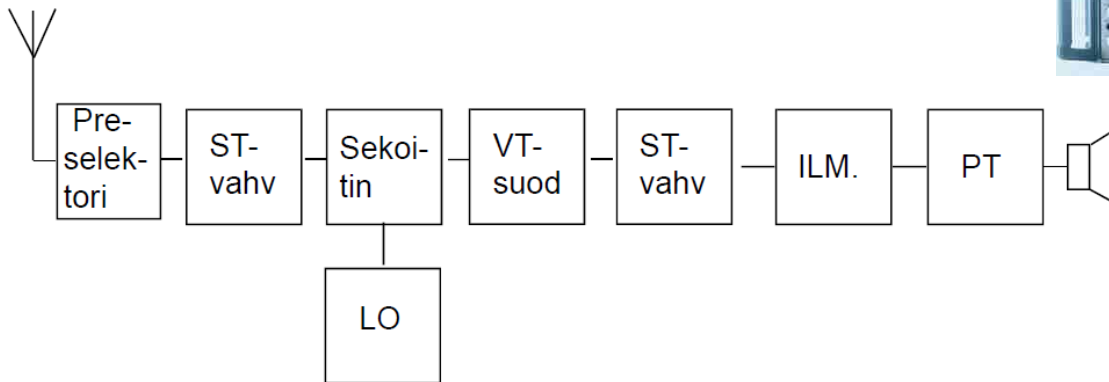


- Ilmaisuu tapahtuu suoraan kuunneltavan signaalin taajuudella
- AM:n kuuntelu mahdollista
- Tarvitsee audiovahvistinasteita
- Heikko selektiivisyys
- Yksinkertainen "kidekone"
- Voidaan parantaa suurtaajuusvahvistimella (ns. Q-kertoja)
- Resonanssitaajuus voi vuotaa antennin kautta häiritsemään muita vastaanottimia

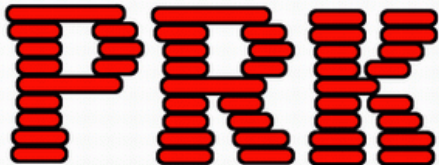


PRK

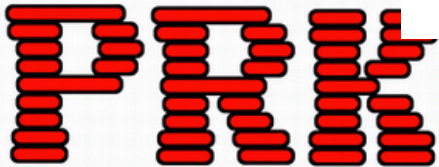
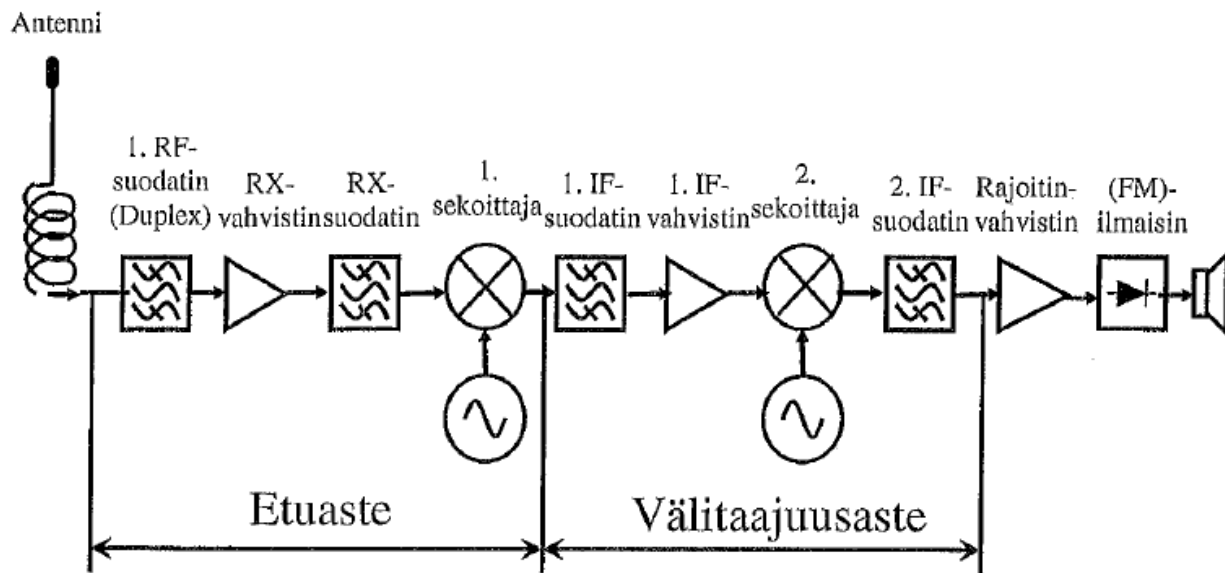
Supervastaanotin



- Signaali sekoitetaan ensin välitaajuudelle
- Selektiivisyys ja herkkyys paljon parempi, ei-toivottuja sekoitustuloksia helpompi suodattaa pois
- Käytännössä kaikki (analogiset) nykylvastaanottimet
- Myös useita sekoituksia peräkkäin, tyypillisesti 2-3

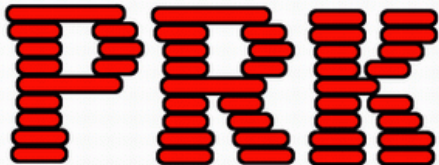
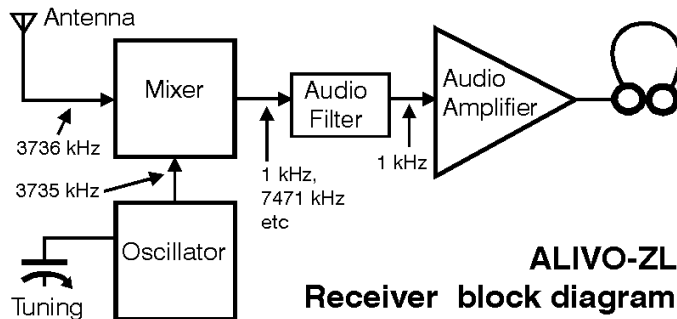


Supervastaanotin



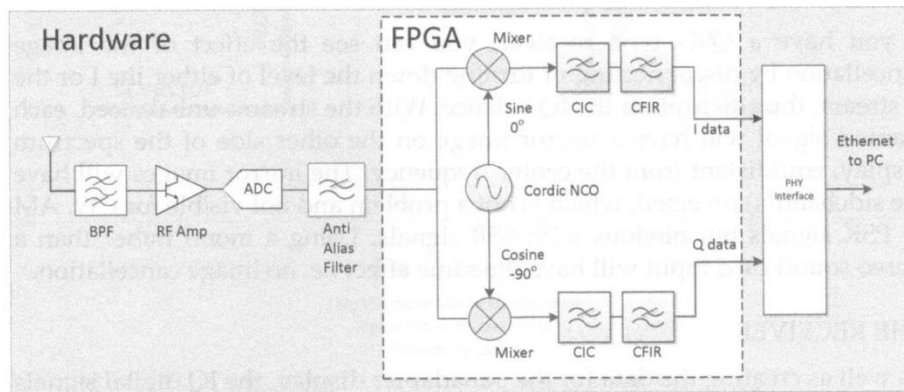
Suora superi

- Suoran ja supervastaanottimen välimuoto
- Signaali sekoitetaan suoraan ilmaisutaajuudelle
- Oli häviämässä, nykyisin tulossa takaisin SDR-vastaanottimissa jossa välitaajuus vietään suoraan A/D-muuntimelle



Suoranäytteistysvastaanotin

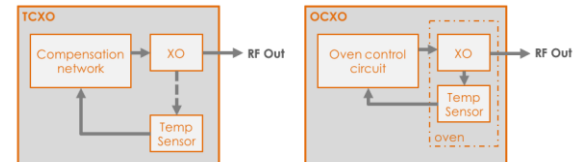
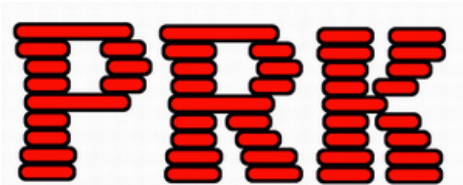
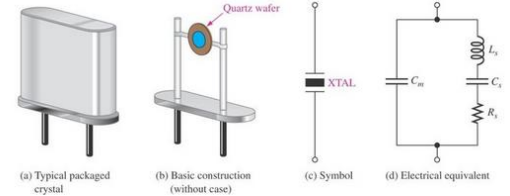
- Ohjelmistoradioiden arkkitehtuuri (Direct sampling)
- RF-signaali viedään suoraan (tai LNA:n ja/tai suodattimien kautta) A/D-muuntimelle
- Sekoitus ja suodatus laskennallisia operaatioita



Oskillaattori



- Piiri, joka tuottaa halutun taajuista signaalia
- Kideoskillaattori (crystal oscillator)
 - Tarkka, vakaa taajuus, riippuu kiteen resonanssitaajuudesta
- LC-oskillaattori
 - Käyttää LC-resonanssipiiriä, toimii sen resonanssitaajuudella
 - Ei niin vakaa taajuus kuin kideoskillaattorilla
- RC-oskillaattori
 - Perustuu kondensaattorin varaamiseen ja purkamiseen vastuksen kautta, taajuus riippuu RC-piirin aikavakiosta
 - Epävakaata taajuus, ei yleensä käytetä radiotekniikassa
- Taajuussynteesi PLL
 - Epävakaampi LC-oskillaattorin taajuus lukitaan referenssikiteeseen
- Taajuusstabiilisuutta parannetaan lämpötilakompensoinnilla (TCXO) tai pitämällä oskillaattori vakaassa lämpötilassa (ns. uunioskillaattori OCXO)

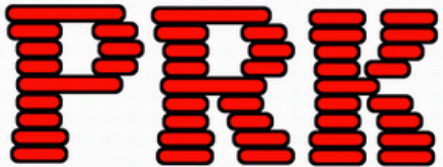
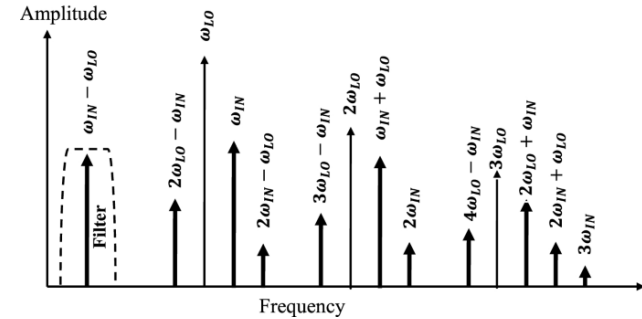
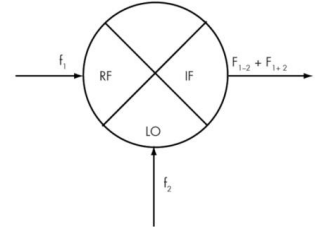


Sekoitin

- Muodostaa sisääntulevien taajuuksien (moninkertojen) summia ja erotuksia
- Esim. RF muuntaminen välitaajuudelle

$$f_{IF} = n * f_{RF} \pm m * f_{LO}$$

- Haluttu IF erotettava suodattamalla
- Toimii samalla tavalla myös lähetyssuuntaan

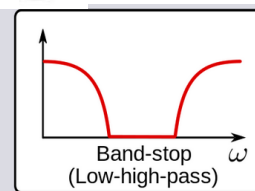
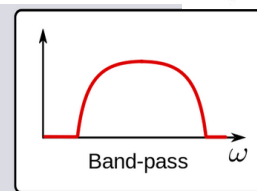
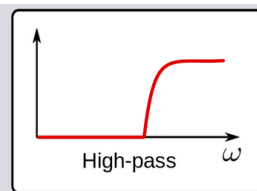
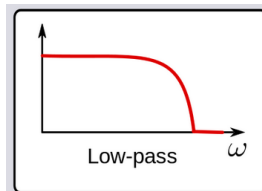


Suodatin

- Nimensä mukaisesti päästää läpi haluttuja taajuuksia, vaimentaa ei-haluttuja
- Ali/yli/kaistanpäästöt ja –estot
- Passiiviset (LC-piiri), aktiiviset (operaatiovahvistin)
- Kide- ja keraamiset suodattimet
- Mekaaniset resonaattorit

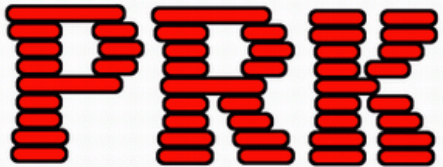
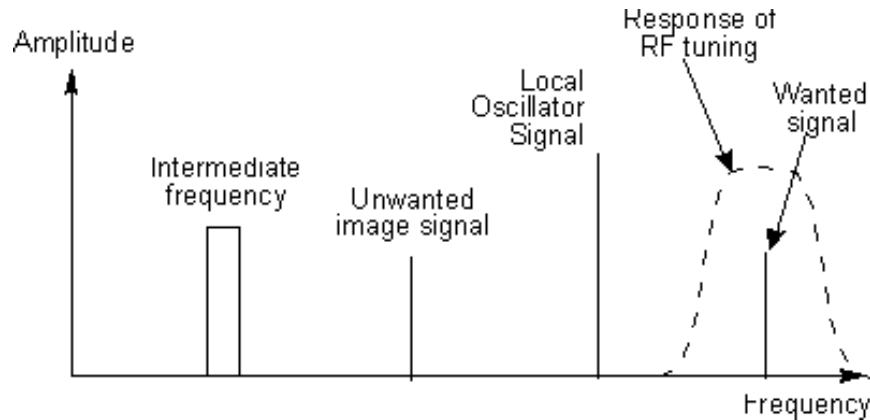


— Kyllä nyt on mukava hypätä kun riimassa on se ylipäästösuodin . . .

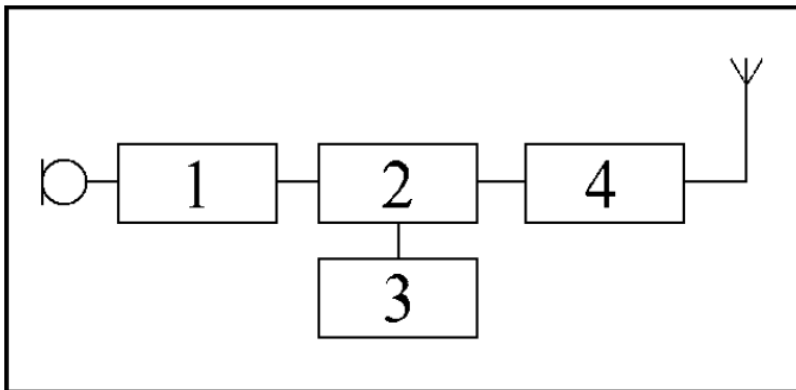


Peilitaajuus

- Sekoittimessa syntyy useita sekoitustuloksia
- Peilitaajuudeksi kutsutaan RF-taajuutta jolta tulee sekoitustuloksena sama välitaajuus kuin kuunneltavalta signaalilta
- Korkea välitaajuus nostaa peilitaajuuden vastaanottimen toiminta-alueen ulkopuolelle



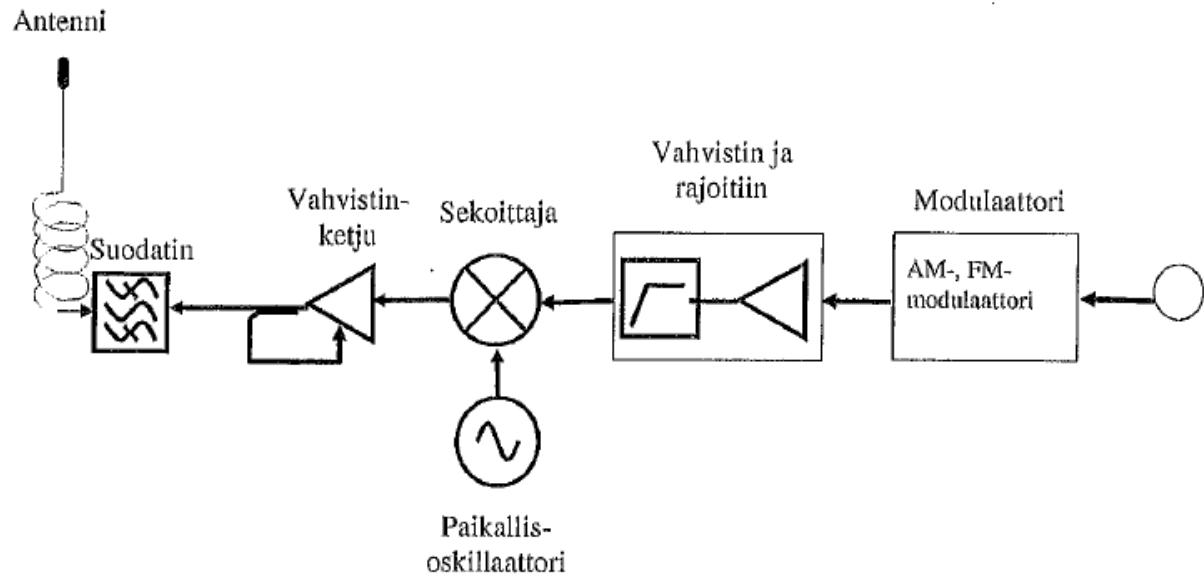
Lähetin



1. Mikrofonivahvistin
2. Modulaattori
3. RF-oskillaattori
4. Päätevahvistin



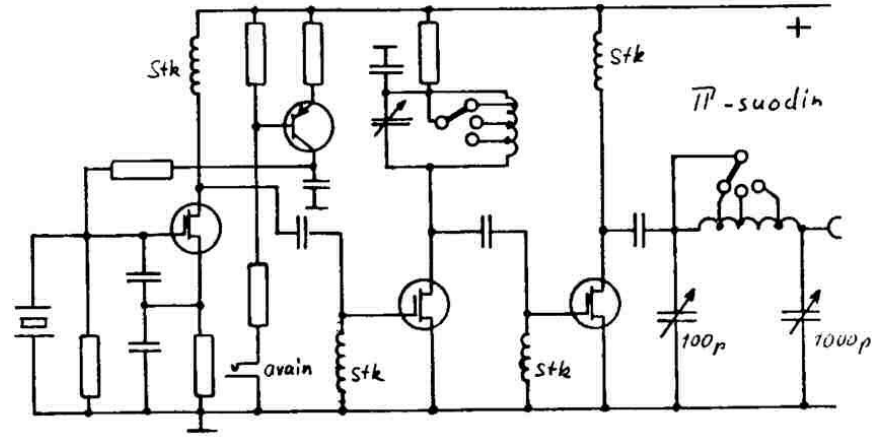
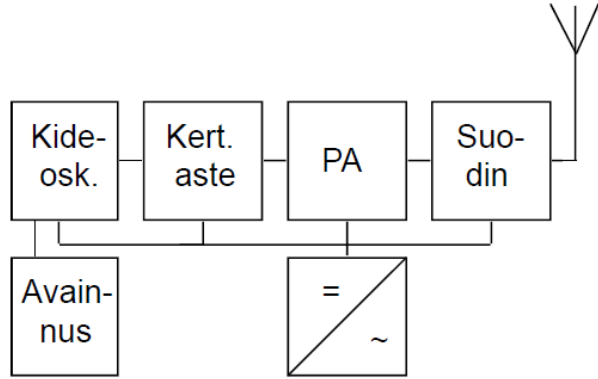
Lähetin (TX)



PRK



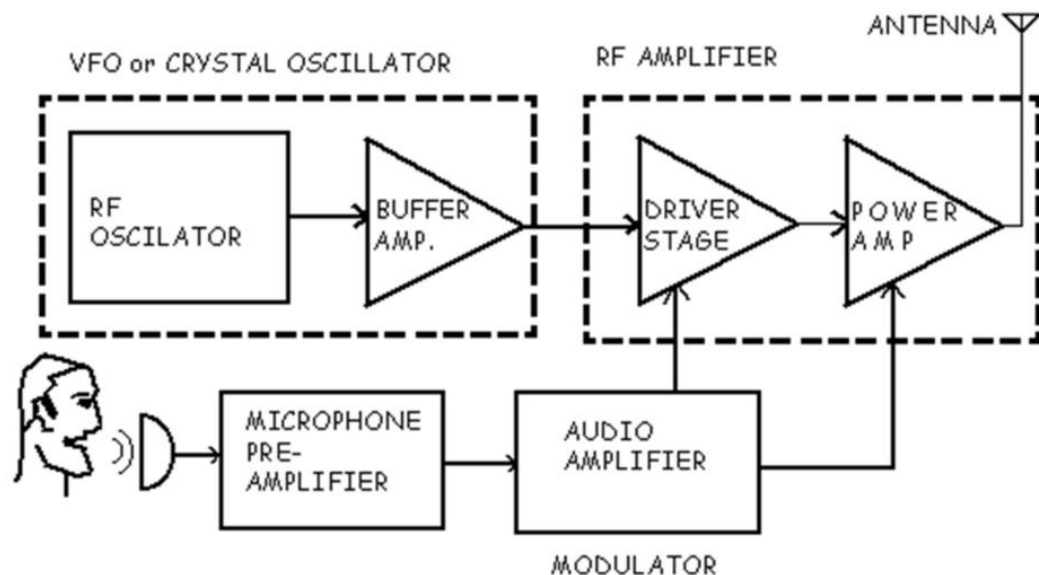
Yksinkertainen CW-lähetin



PARK



AM-lähetin



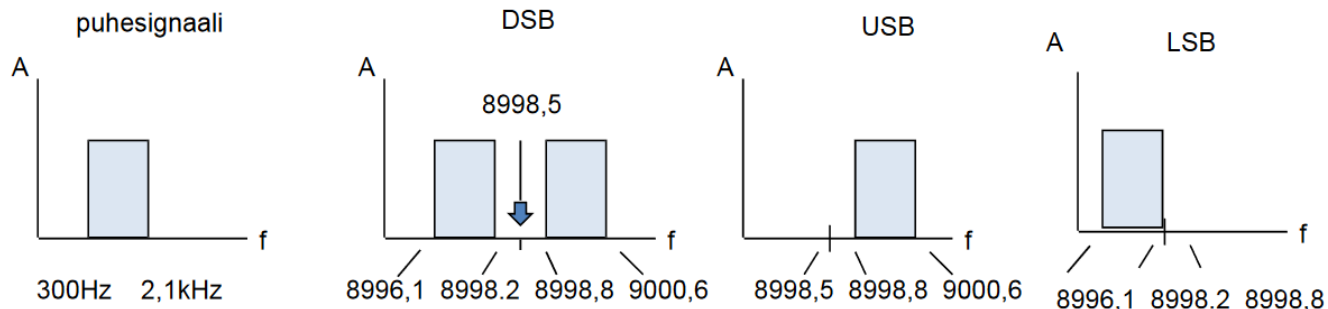
BLOCK DIAGRAM OF A SIMPLE AMPLITUDE MODULATED TRANSMITTER

©Sandeep Baruah

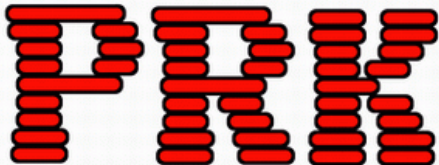
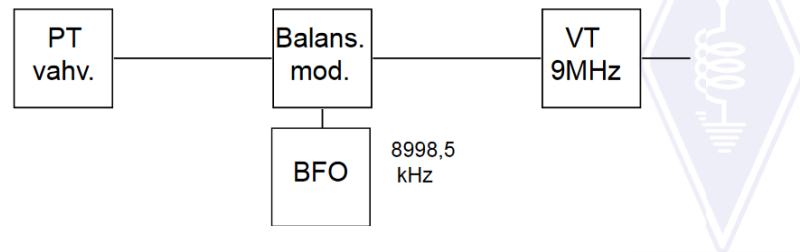


PRK

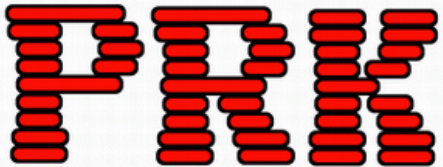
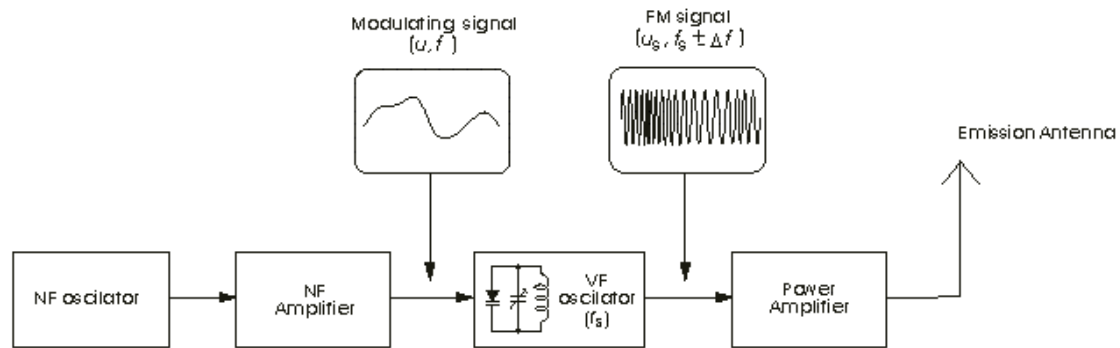
SSB-lähetin



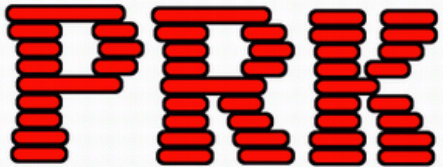
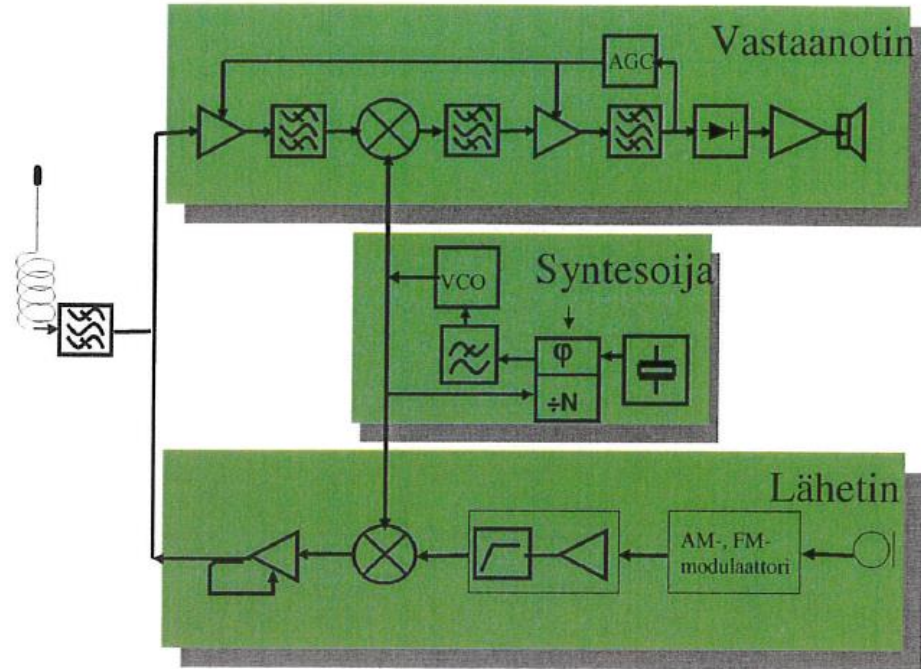
Puhe johdetaan mikrofonin ja vahvistinasteen kautta balansoituun modulaattoriin. Balansoitu modulaattori on sekoitin, jonka lähtösignaali on nolla jos tuloon ei tuoda pientaajuista signaalia. Sekoittaja on tällöin balanssissa (tasapainossa). Pientaajuussignaali ohjataan sekoittaja epäbalanssiin ja lähtönä on tällöin suurtaajuinen amplitudimoduloitu signaali, mistä kantaalto on vaimentunut pois (= DSB-signaali). SSB-signaali saadaan kun DSB-signaalista suodatetaan toinen sivukaista pois, jolloin jäljelle jää yksisivukaistasignaali SSB. SSB-signaalia muodostettaessa täytyy tietää kumpi sivukaista halutaan säilyttää. Sivunauhojen valinta tehdään BFO:n kantaalto kiteen taajuutta



FM-lähetin

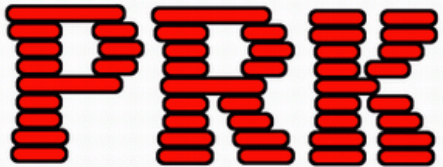
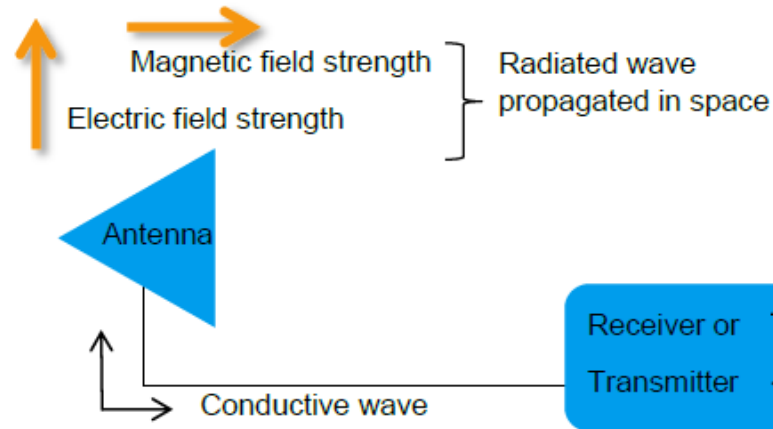


Lähetinvastaanotin (TRX)



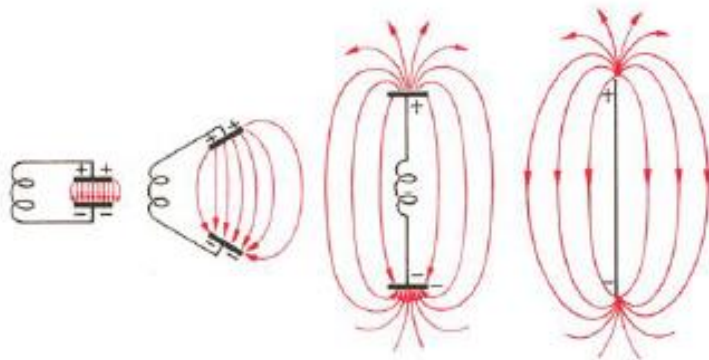
Antenni

- Antenni on radiojärjestelmän ehkä tärkein ja olennaisin osa.
- Antennin parantaminen vaikuttaa radioyhteyden laatuun paljon enemmän kuin lähetintehon nostaminen.
- Antennin tarkoituksena on kerätä ympäriltään sähkömagneettisen kentän energiaa ja muuttaa se syöttöjohdossa kulkevaksi sähkötehoksi (ja lähetyksellä päinvastoin).



Yleistä antennista

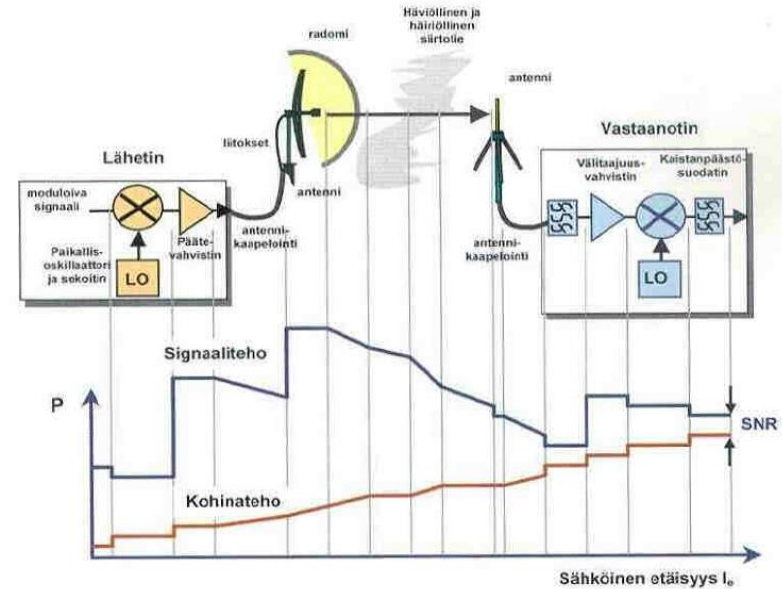
- Antenni on värähtelypiiri, jolla on tietty resonanssitaajuus.
- Sovittaa lähettimen vapaan tilan aaltoimpedanssiin.
- Resiprookkinen eli ominaisuudet samat lähetyksessä ja vastaanotossa.
- Passiivinen komponentti, mutta suuntaa tehon haluttuun avaruuden osaan.



PRK

Linkkibudjetti

- Signaali pääsääntöisesti heikkenee joka systeemikomponentin kohdalla
- Erityisesti siirtotiellä
- Häviölliset komponentit lisäävät kohinaa
- Heikentynyttä signaalia nostetaan vahvistinasteilla
- Vahvistin kuitenkin lisää myös kohinaa
- Lopputuloksena signaali-kohinasuhde (SNR) heikkenee
- SNR määrää yhteyden laadun, ei signaalin voimakkuus



PRK