

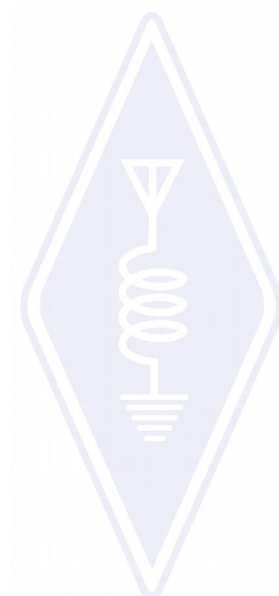
Radioamatöörikurssi 2018

Radioiden toimintaperiaatteet ja lohkokaaaviot

20.11.2018

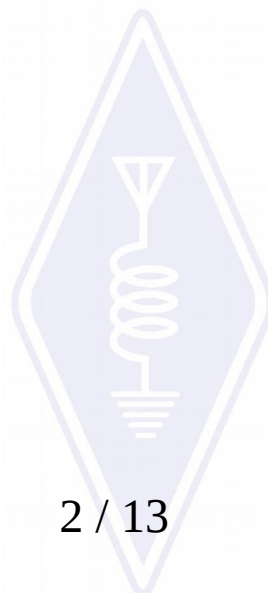
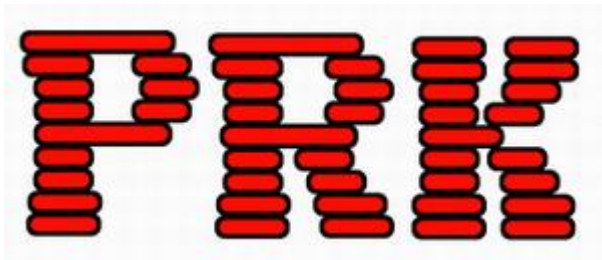
Tatu Peltola, OH2EAT

PRK



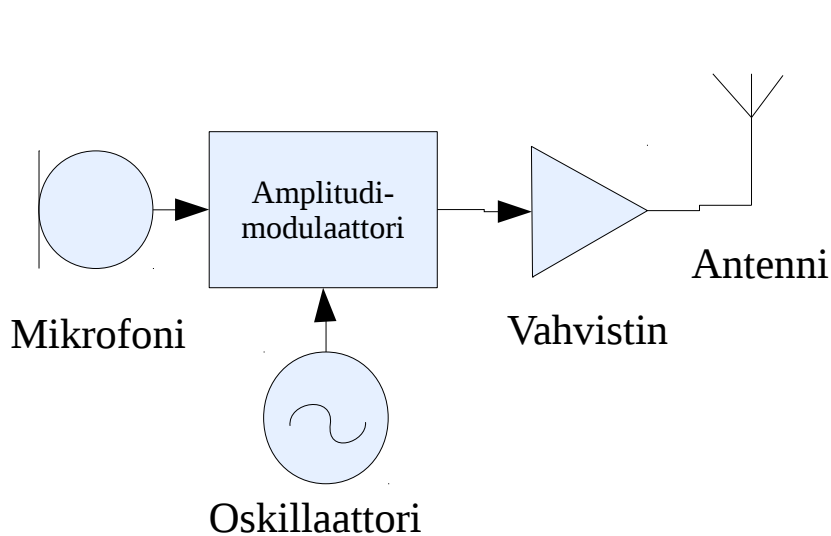
Sisältö

- Lähettimien ja vastaanottimien rakenne eri modulaatiolla
- Superheterodyne-periaate
- Välitaajuus ja siihen liittyvät käsitteet

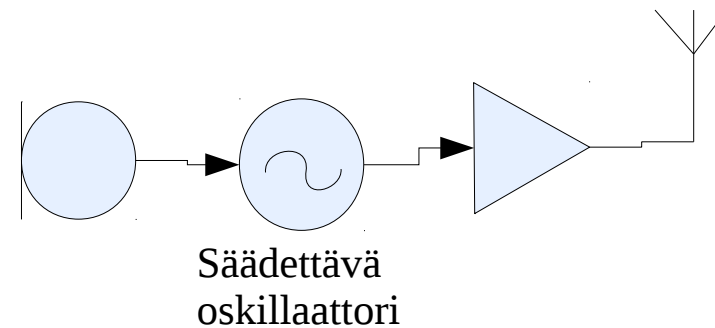


Lähetin yksinkertaistettuna

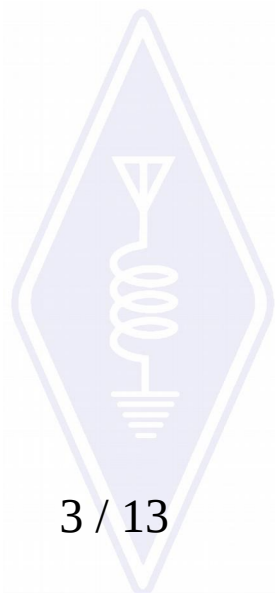
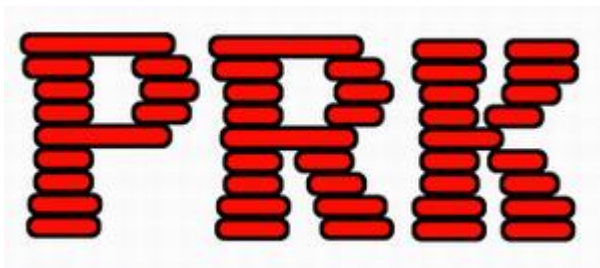
- Ääni moduloidaan, vahvistetaan ja vietään antennille



AM

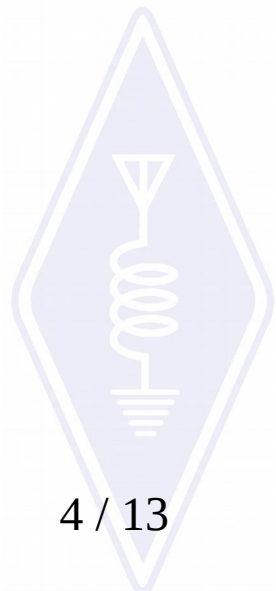
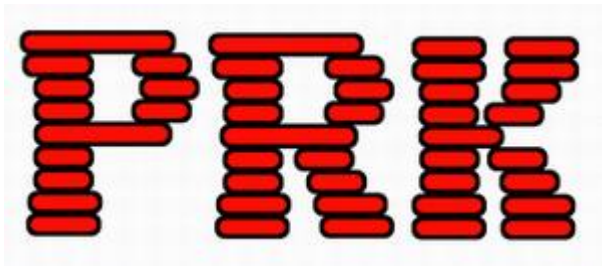
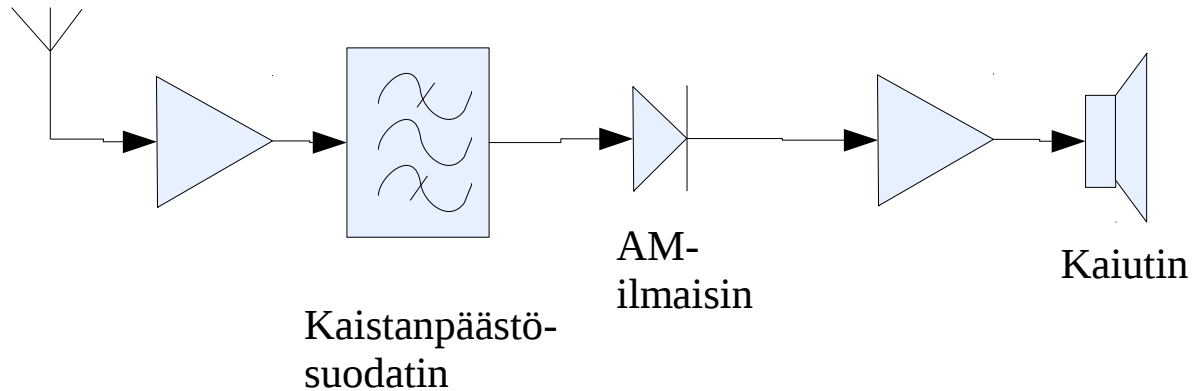


FM



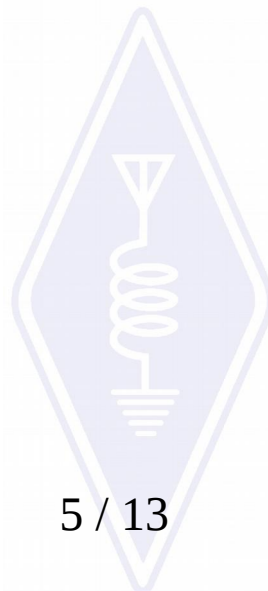
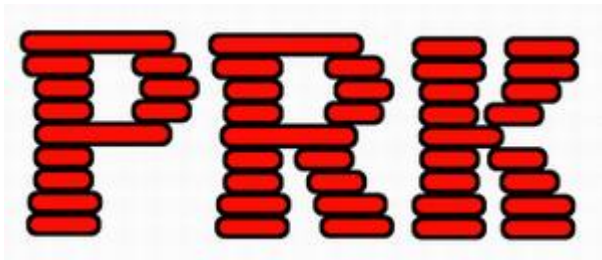
Vastaanotin yksinkertaistettuna

- Antennilta tullut signaali vahvistetaan, suodatetaan ja ilmaistaan



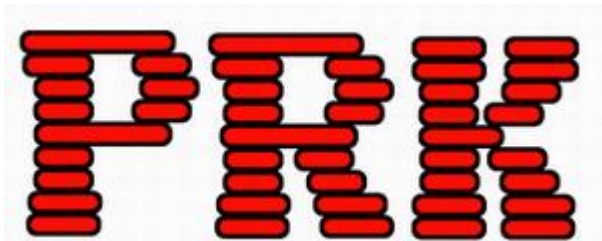
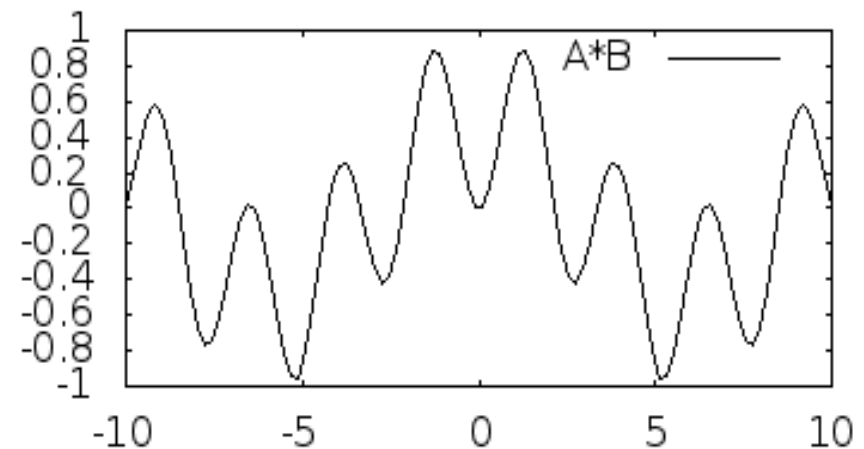
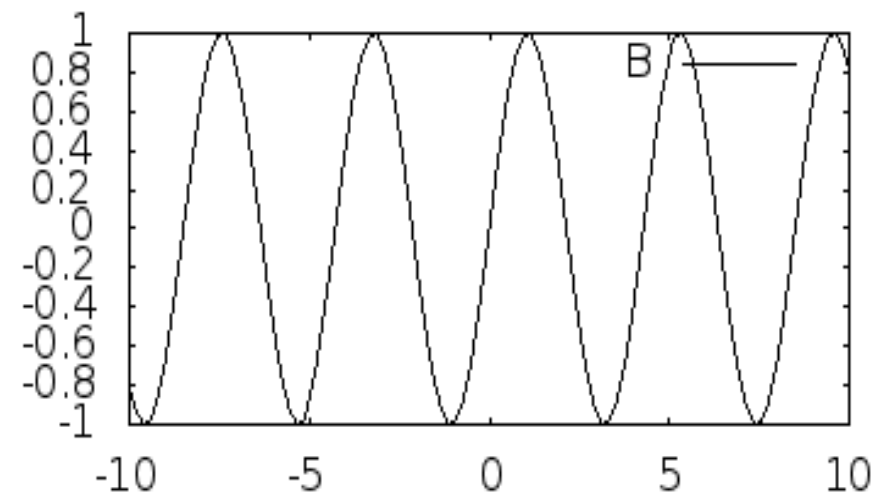
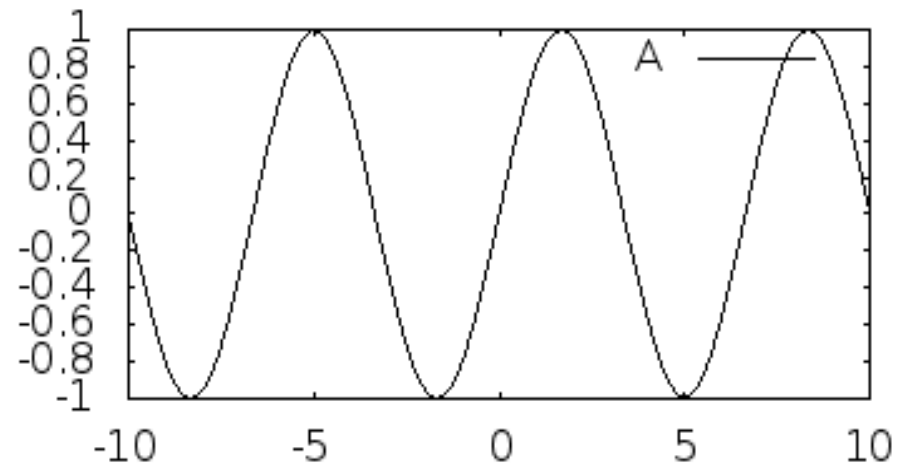
Välitaajuus

- Yleensä radion taajuutta halutaan säätää. Kaikkien osien toimintataajuutta on vaikea muuttaa kerralla, joten muutetaan kuunneltava radiotaajuus kiinteäksi välitaajuudeksi
 - Tarvitaan sekoitin ja säädettävä paikallisoskillaattori
 - Kutsutaan superheterodyne-periaatteeksi, ”supervastaanotin”



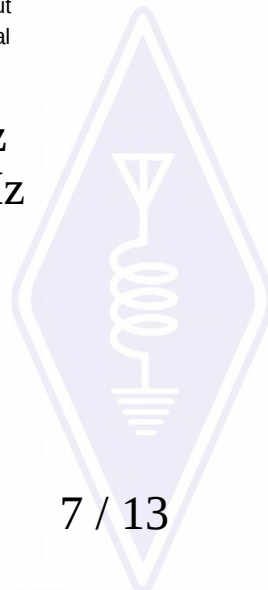
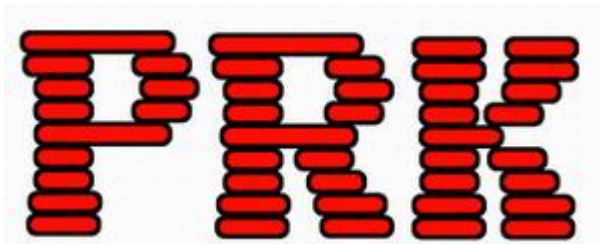
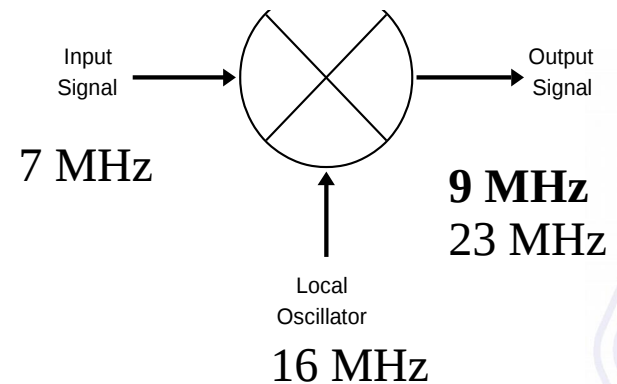
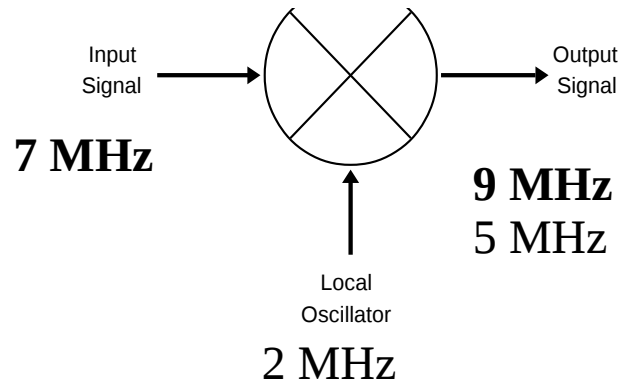
Sekoitus

- Matemaattisesti kahden signaalin kertolasku: ”ideaalinen sekoitin” kertoisi kaksi jännitettä keskenään
- Antaa ulos 2 sisääntulevan signaalin taajuuksien summat ja erotukset
- Toinen taajuuksista on yleensä tehty paikallisoskillaattorilla (local oscillator, LO)



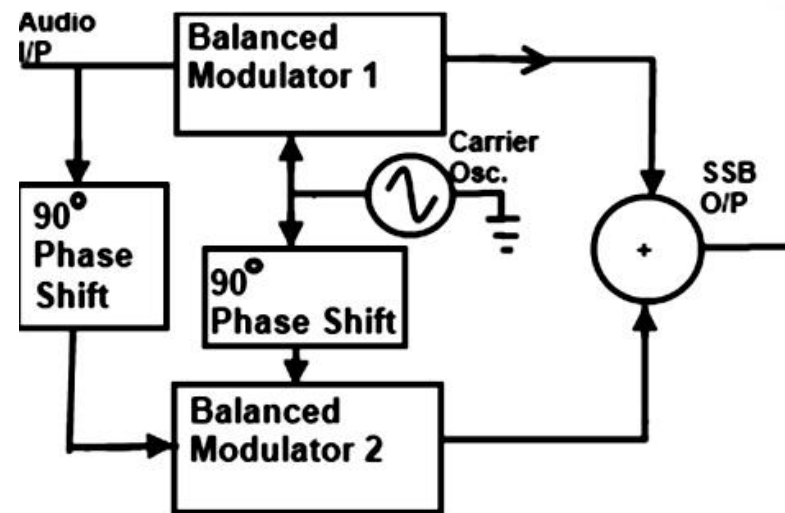
Esimerkki

- Radion välitaajuus on 9 MHz ja sillä halutaan kuunnella taajuutta 7 MHz
 - Säädetään paikallisoskillaattori taajuudelle 2 MHz (tai 16 MHz) → sekoittimeen tuleva 7 MHz radiotaajuus muuttuu 9 MHz välitaajuudeksi
 - Sama tulee sekoittimesta ulos myös 5 MHz (tai 23 MHz) taajuudella, mutta se suodatetaan pois heti sekoittimen jälkeen, jolloin se ei haittaa



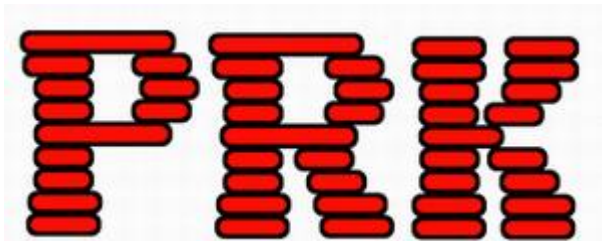
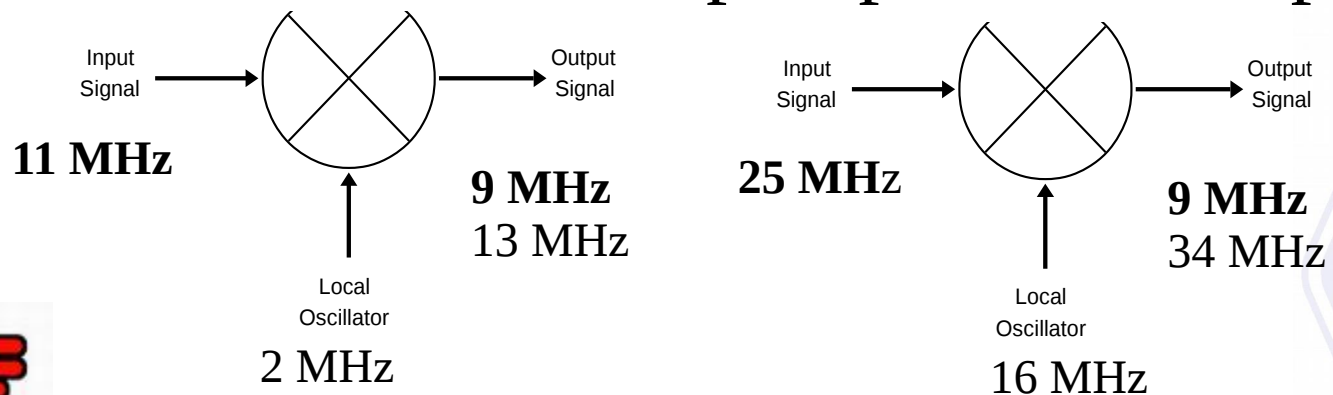
Peilitaajuus

- Yleensä halutaan vain joko summa- tai erotustaajuus, ei molempia
- Toinen, ns. peilitaajuus suodatetaan pois
- Peilitaajuusvaimennus kertoo, kuinka hyvin ei-toivottu sekoitustulos suodatetaan pois
- Vaihtoehto suodatukselle: image reject mixer
 - Kaksi sekoitinta, LO 90° eri vaiheissa (I/Q, kvadratuuri)

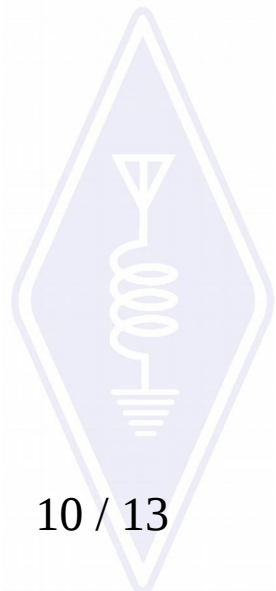
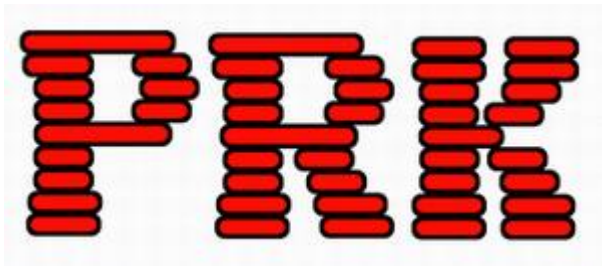
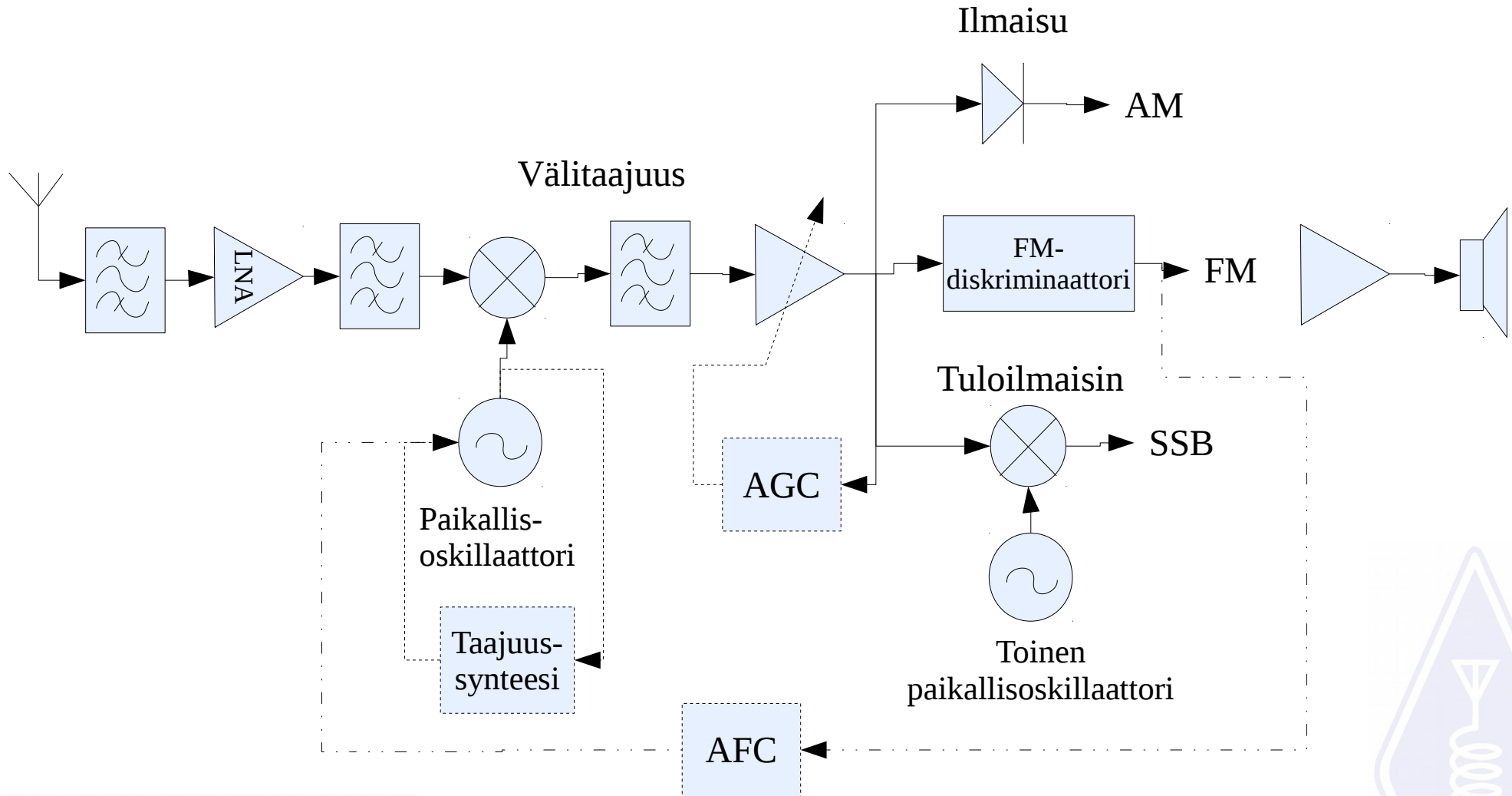


Esimerkki: peilitaajuus

- 2 MHz paikallisoskillaattorin tapauksessa kuitenkin myös 11 MHz radiotaajuus muuttuu samaksi välitaajuudeksi
 - Kaikki 11 MHz taajuudella oleva täytyy siis suodattaa pois ennen sekoitinta, ettei se kuulu samaan aikaan
 - 11 MHz on siis tällöin peilitaajuus
- 16 MHz paikallisoskillaattorin tapauksessa lähin peilitaajuus onkin 25 MHz, helpompi suodattaa pois

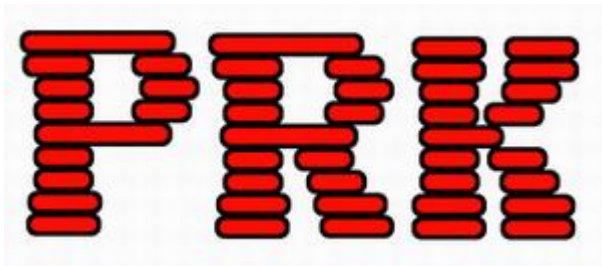


Vastaanotin kokonaisuudessaan



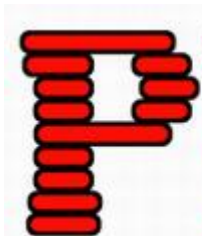
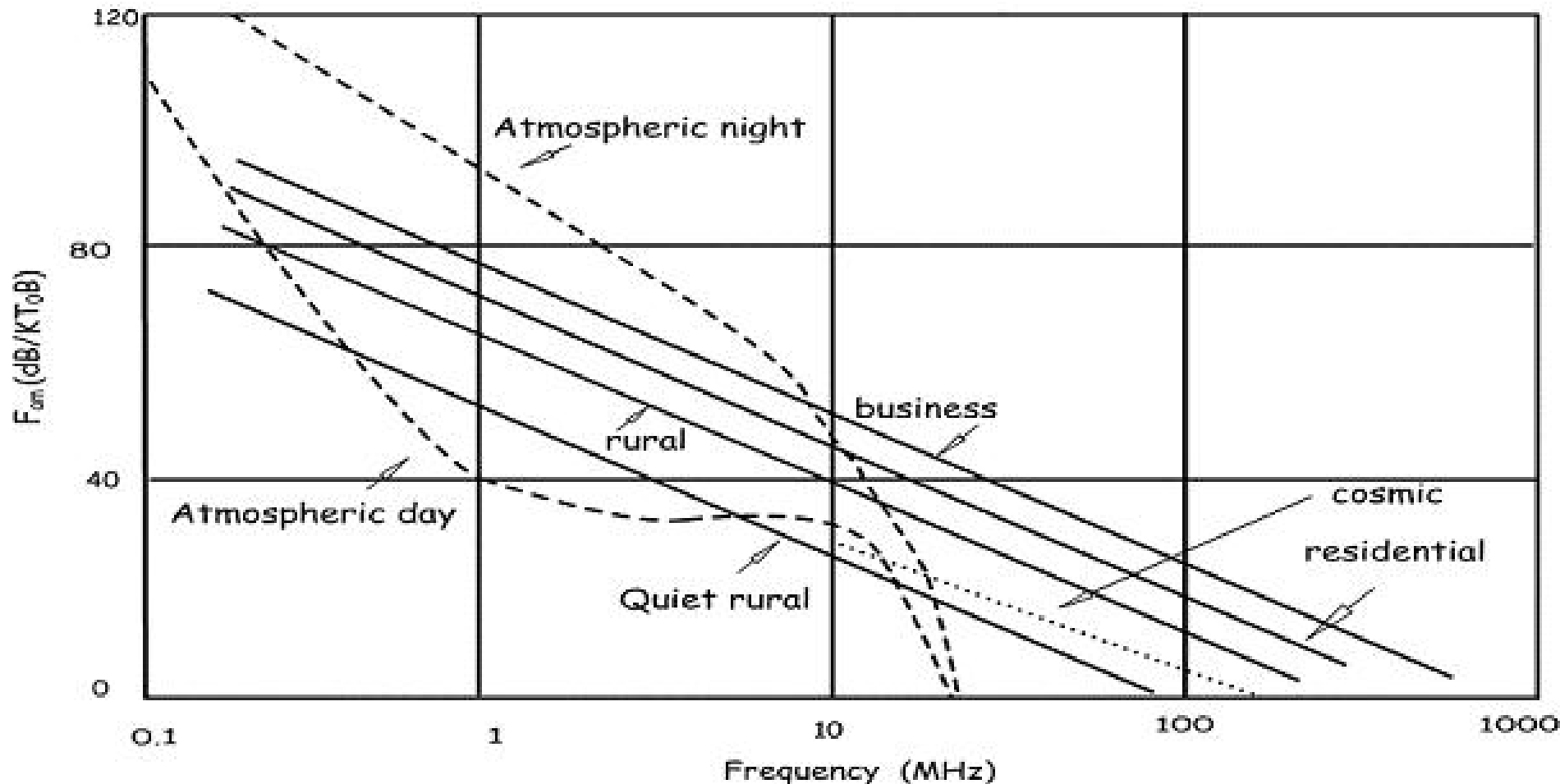
Kohinaluku

- Lämpökohinaa tulee kaikesta, missä on häviöitä
 - Kaapelit, vastukset, ympäristön mustan kappaleen säteily
- Vahvistimen kohinaluku (NF, noise figure) kertoo desibeleinä, kuinka paljon vahvistimen kohina huonontaa signaali-kohinasuhdetta silloin, kun sisäänmenoon tuleva taustakohina vastaa lämpökohinaa huoneenlämmössä
 - Kohinakerroin F on sama lineaarisella asteikolla. $NF = 10 \text{ dB} * \log_{10}(F)$
 - Kohinalämpötila T : minkä lämpöisen vastuksen kohina vastaisi vahvistimen kohinaa. $F = 1 + T / 290 \text{ K}$
- Vaimennin tai häviöllinen kaapeli nostaa kohinalukua sen vaimennuksen verran
- Pienikohinaisilla vahvistimilla luokkaa 1-3 dB, vastaanottimilla 1-20 dB



Muita kohinan lähteitä

- Puolijohteissa 1/f-kohina, raekohina, vyörykohina
- Radioaalloilla ukkonen, muut sähkölaitteet, galaktinen kohina



PARK

