

Radioamatöörikurssi 2023

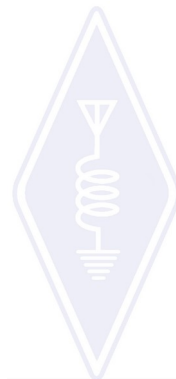


Polyteknikkojen Radiokerho OH2TI

Modulaatiot

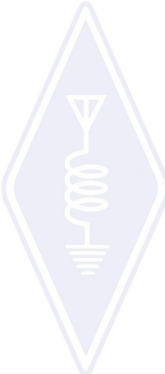
11.05.2023

Jouni, OH2BZP (muokannut Antti, OH3ERI)



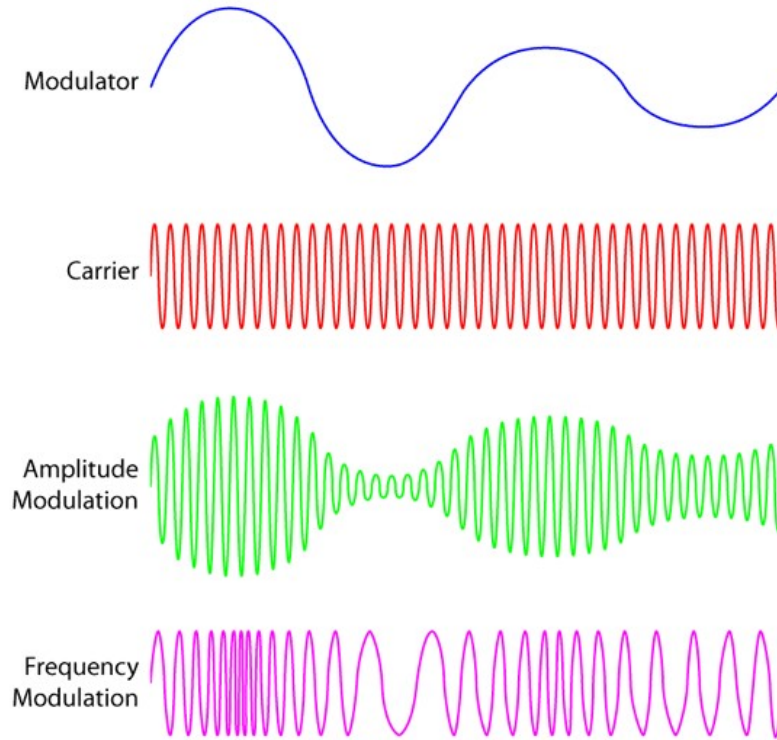
Modulaatiot

- Pelkkä RF-kantaalto ei vielä sisällä siirrettävää informaatiota. Pientaajuisen informaation lisäämistä kantaaltoon kutsutaan modulaatioksi.
- Siirrettävän informaation määrä/audiokaistanleveys vaikuttaa RF-signaalin kaistanleveyteen.
- Amplitudi
- Taajuus
- Vaihe
- ...tai näiden yhdistelmiä kompleksisissa digitaali-modulaatioissa

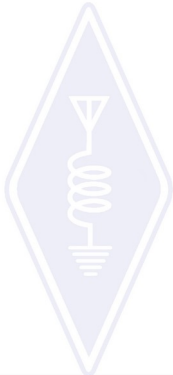


Modulaatiot

- CW, ASK
- AM
- SSB (USB, LSB, ISB, VS)
- FM, PM
- FSK, PSK
- QAM

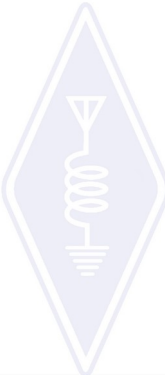
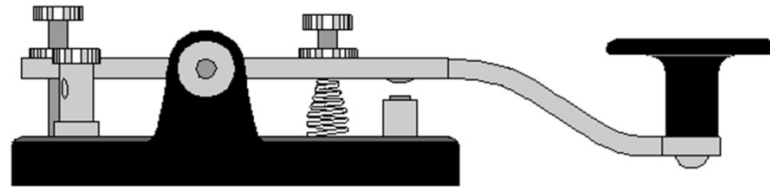
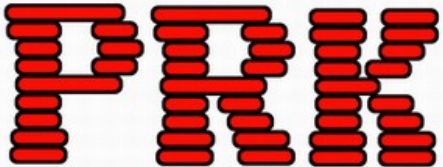


Internal



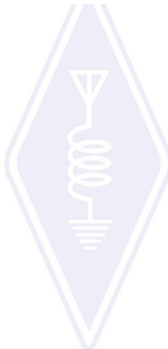
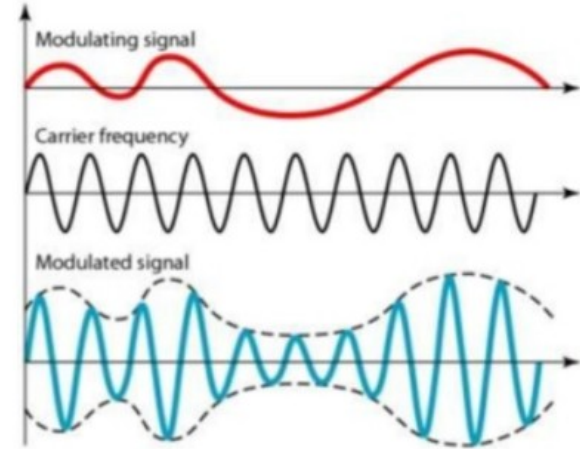
CW (ASK)

- Continuous Wave, ASK
- Kaikkein varhaisin modulaatio käyttämällä kipinälähetintä
- Sähkötys, MORSE-koodi
- Kytetään kantaaaltoa päälle ja pois
- Yksinkertaisin lähetettävä modulaatio
- Erittäin kapeakaistainen
- Vaatii SSB-ilmaisimen



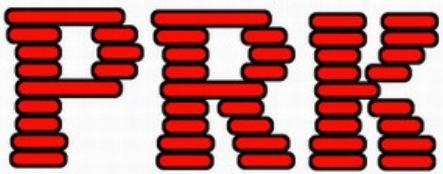
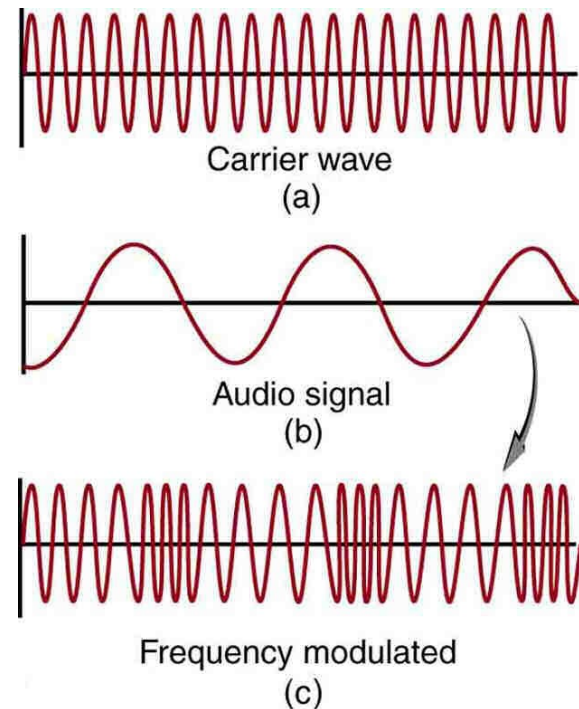
AM

- Amplitudimodulaatio
- Informaatio amplitudin vaihtelussa (verhokäyrässä)
- Helpoin ilmaistava, pelkkä diodi-ilmaisoin riittää (kidekone)
- Tuhlaa kaistanleveyttä SSB verrattuna, puhelähetykset 6 kHz
- Yleisradiolähetykset ja lentoliikenne käyttää edelleen



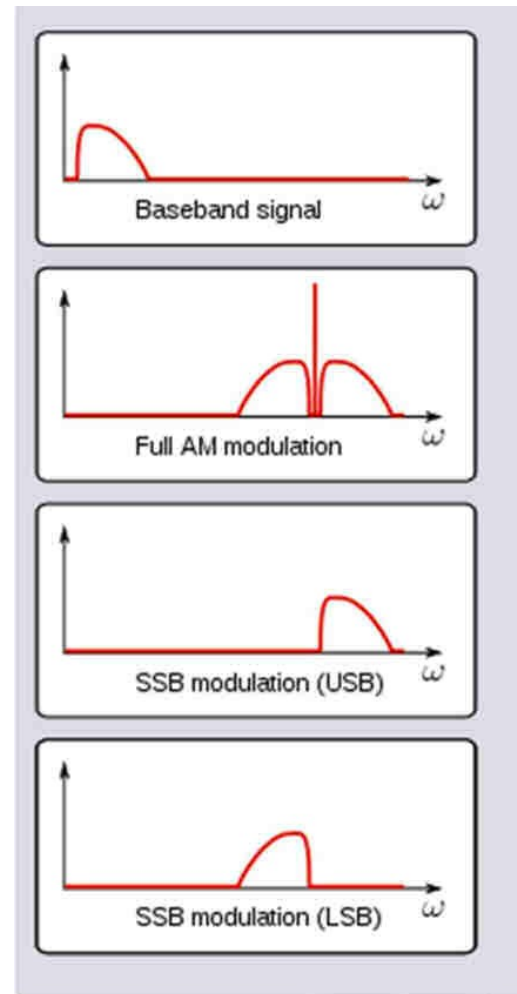
FM, PM

- Taajuusmodulaatio (Frequency Modulation)
- Amplitudi vakio, informaatio taajuuden vaihtelussa
- Kommunikaatiokäytössä NBFM (15 kHz), yleisradiokäytössä WBFM (stereo 150 kHz)
- Yleisin puhelähetyelaji VHF/UHF-alueilla
- Helpot vahvistimet (vakioamplitudi ei vaadi lineaarisuutta)
- FM toteutus PM:nä



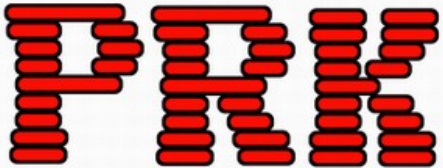
SSB

- Single Side Band
- Kapein analoginen puhelähete, tavallisimmin 2,4 kHz
- Eniten käytetty puhelähete HF-alueella
- Muodostetaan suodattamalla AM:n kantaalto ja toinen sivunauha pois
- Amatööriikenteessä LSB alle 10 MHz ja USB yli 10 MHz, ammattiliikenteessä vain USB
- DSB:ssä molemmat sivunauhat
- ISB Independent Side Band (ei amatööriikenteessä)
- VSB Vestigial Side Band, analoginen TV-signaali

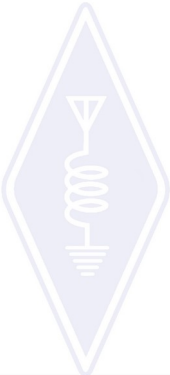
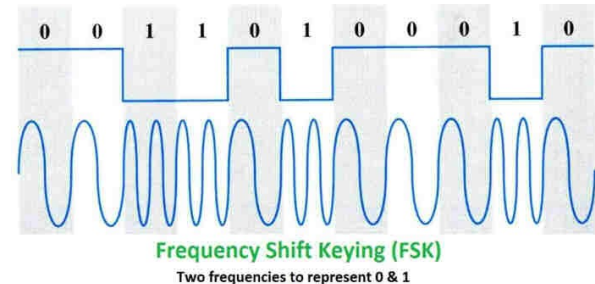


(n-)FSK

- Digitaalinen modulaatio, Frequency Shift Keying
- Diskreetti FM, vaihdellaan n taajuutta. Kullakin taajuudella tietty bittikuvio (0/1/00/01/10/11)
- RTTY
- Hyvin yleinen VHF/UHF-modemimodulaatio
- AFSK kun toteutetaan äänitaajuudella ja syötetään lähettimen mikrofonikanavaan (PC äänikortit ym.)

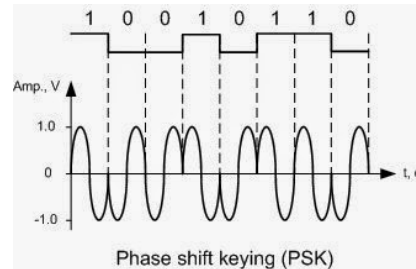
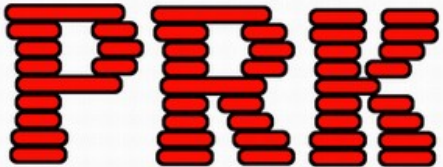


Internal

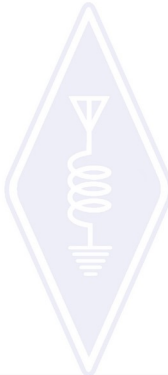
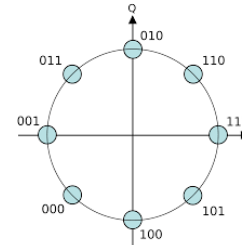


(n)-PSK

- Myös diskreetti digitaalimodulaatio
- Phase Shift Keying, n tasoa
- Informaatio/symbolit kanta-aallon vaiheen muutoksissa
- Esim. 0 = ei muutosta, 1 = 180 ast muutos
- PSK31 2 tasoa, erittäin kapeakaistainen

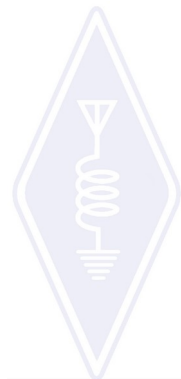
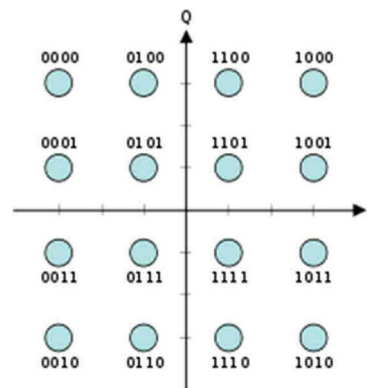


Internal



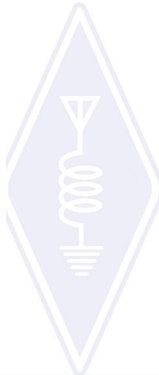
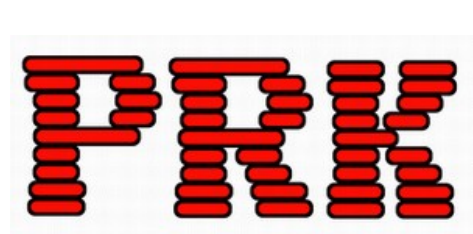
QAM

- Quadrature AM, n kpl eri tasoja
- Symboleissa vaihdellaan sekä amplitudia että vaihetta (AM ja PSK samanaikaisesti)
- Nopeat datastandardit
- Vaatii hyvän signaali-kohinasuhteen
- Mutkikkaat ja kalliit toteutukset
- Esim. Digi-TV DVB-T



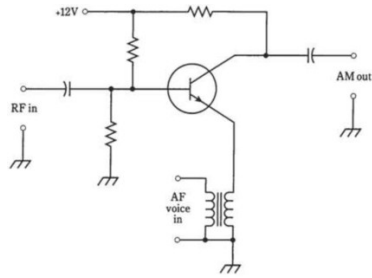
Digipuhe

- Puhe digitoidaan ja lähetetään datana
- Varsinaisena modulaationa yleisimmin FSK/PSK-variantteja
- Puhekoodekit
- Amatöörikäytössä erityisesti D-Star (Icom) ja DMR
- Ammattikäytössä APCO25, MotoTRBO, TETRA



Modulaattorit

AM



FM

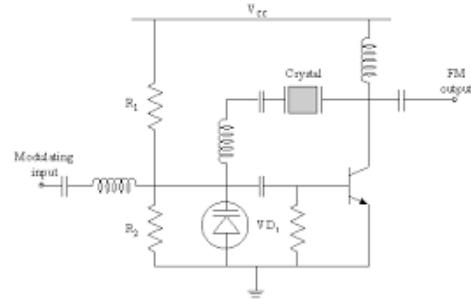
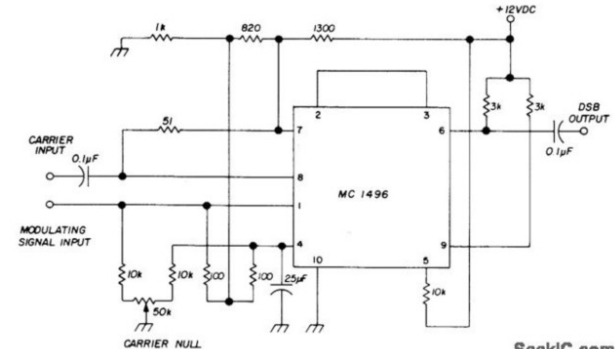
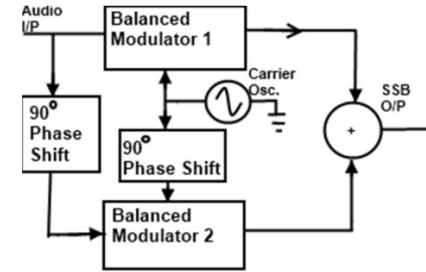


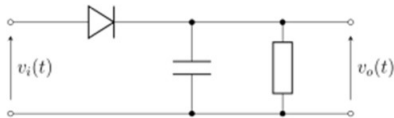
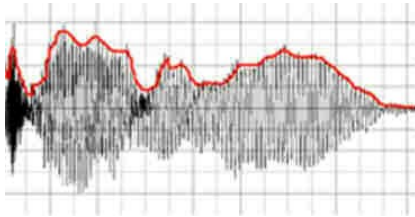
Figure 1 Varactor Diode Frequency Modulator

SSB

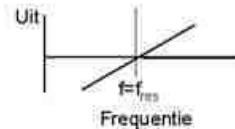
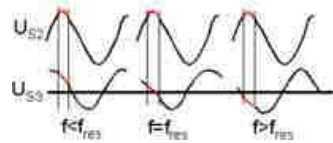
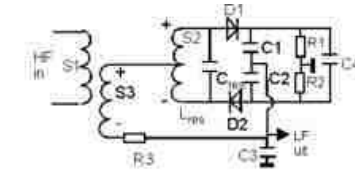


Ilmaisimet

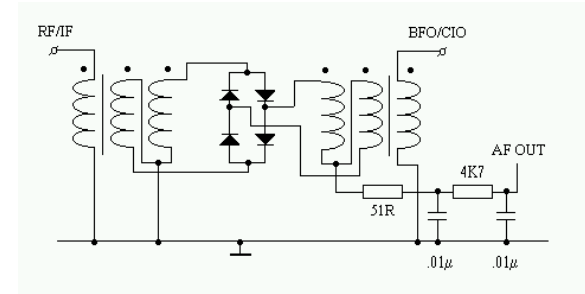
AM



FM



SSB



- FSK kaistanpäästösuodatin joka modulaatiotaajuudelle -
> 1/0
- Muut digitaaliset luku sinänsä... Yleensä DSP



Kysymyksiä?

