

Radiokurssi

Modulaatiot, arkkitehtuurit,
modulaattorit, ilmaisimet ja muut

Modulaatiot

- CW/OOK –Continuous Wave
- AM – Amplitude Modulation
- FM – Frequency Modulation
- SSB – Single Side Band
- PM – Phase Modulation
- ASK – Amplitude Shift Keying
- FSK – Frequency Shift Keying
- PSK – Phase Shift Keying
- Digital voice ja TDMA/FDMA

CW

- Continuous Wave amatööri ja vanhemmalla tietoliikenne puolella
- Nykyään OOK – On-OFF Keying tietoliikenne puolella
- Kytetään kantaaaltoa päälle ja pois
- Yksinkertaisin lähetettävä modulaatio
- Vaikeampi ilmaista yksinkertaisesti kuin AM

AM

- AmplitudiModulaatio
- Informaatio on amplitudin vaihteluissa
- Helpoin modulaatio vastaanottaa
- Vie enemmän kaistaa kuin SSB ja "hukkaa" enemmän tehoa
- Kaupallisesti AM lähetyksissä ja lentoliikenteen käytössä vielläkin.

FM

- TaajuusModulaatio (Frequency Modulation)
- Informaatio on taajuuden vaihteluissa, amplitudi on vakio
- Kommunikaatio puolella käytössä NBFM
- Käytetään amatööripuolella yleisesti 10m ylöspäin. Erittäin käytetty VHF ja UHF puolella
- Yleisradiopuolella käytössä WBFM
- Capture effect
- Ei tarvitse lineaarista vahvistinta

SSB ja DSB

- Single Side Band ja Double Side Band
- Kapein analoginen puhelähete
- Tyypillisesti noin 2,4kHz leveä
- Käytetyin "phone" mode HF:llä
- Paras tehotiheys
- Lower Side Band alle 10MHz ja Upper Side Band yli 10MHz
- Käytetään myös lentoliikenteessä ja ammattiviestinnässä
- Vaikeammin tuotettavissa kuin AM tai FM

PM

- VaiheModulaatio (Phase Modulation)
- Informaatio on vaiheen muutoksissa
- Käytetty eniten datan siirtoon
- Amatööripuolella erityisesti PSK31 ja muut digimodet

ASK

- Amplitude Shift Keying
- Harvemmin erikseen käytetty
- Eri amplitudin tasot vastaavat eri symbolia
- 0 & 1 tai 00 & 01 & 11 & 10
- Amplitudimodulaation ”digitaalinen versio”
- Käytetään usein PSK:n kanssa tietoliikennepuolella

FSK

- Frequency Shift Keying
- Useampi Ennalta valittu taajuus vastaa symboleita
- 0 & 1 tai 00 & 01 & 11 & 10
- Klassisin käyttökohde on RTTY eli remote teletype
- Käytetään digimodeissa kuten FSK441
- Ei tarvitse lineaarista vahvistinta kuten ASK

PSK

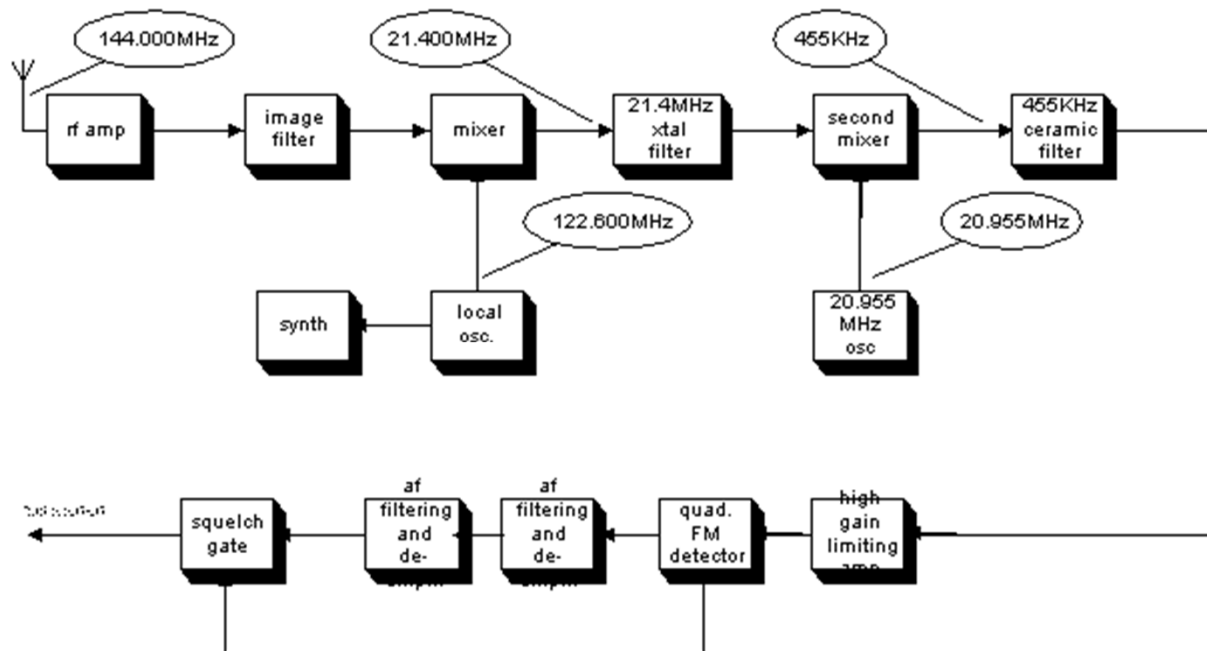
- Phase Shift Keying
- Informaatio/symbolit ovat vaiheen vaihteluissa
- Esim: 0 = 180° muutos, 1 = ei muutosta
- Erittäin käytetty digimodeissa kuuluisimpana PSK31

Digital Voice

- Erilaisten digitaalisten modulaatioiden päällä lähetettyä digitoitua ääntä
- Amatöörien käytössä on suomessa erityisesti D-Star ja DMR
- Globaalisti käytetyimpiä ovat D-Star, DMR/MotoTRBO, APCO25 ja TETRA
- Uutuutena 1,1kHz leveä freeDV+codec2 digitaalinen audio joka mahtuu HF:lle
- Etuina kohinattomuus ja lisäpalvelut

Radion vastaanottimen rakenne

- Eli mistä tyypillinen radio rakentuu?
- Suora vastaanotin, I&Q ja QSD
- Superi eri superheterodyyni
- Välitaajuudet ja low side & high side injection
- Ilmaisimet – product detector, diodi, diskriminaattori
- Selektiivisyys ja dynamiikka



Radiolähettimen rakenne

- Modulaattorit
- AM, FM, SSB, DSB

Impedanssi

- Miksi tällä on mitään väliä?
- Miksi 50 Ω ja 75 Ω ?
- Mistä 50 Ω nimellinen impedanssi tulee?
- Mikroliuskojen impedanssi
- Ilmaeristeisellä koaksiaalilla saavutetaan pienimmät häviöt 76.7 Ω impedanssilla
- Muovieristeisellä 53.5 Ω
- Maksimiteho taas siirtyy noin 30 Ω
- Kompromissina lähetyksikäytössä on 50 Ω

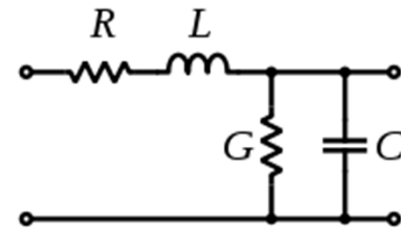
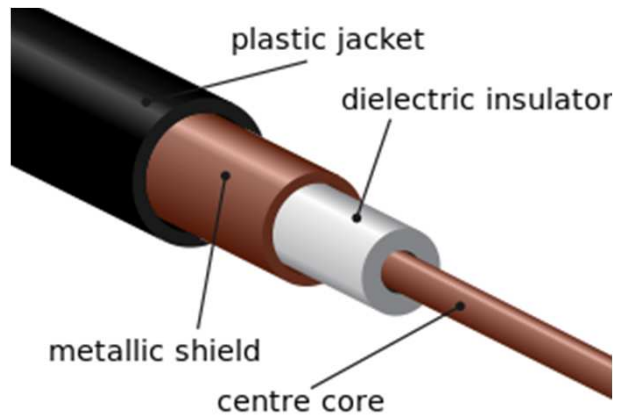
Komponenttien impedanssi

Vastuksen impedanssi $Z_R = R$

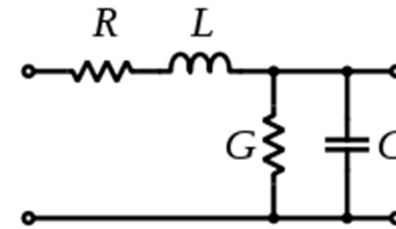
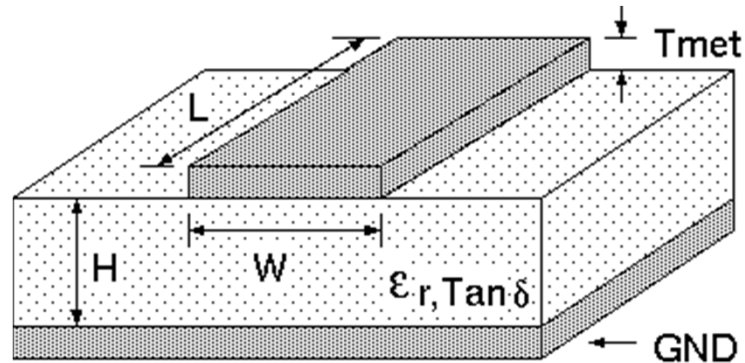
Kondensaattorin impedanssi $Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j2\pi f_0 C}$

Kelan impedanssi $Z_L = j\omega L = j2\pi f_0 L$

Koaksiaalikaapelin rakenne



Mikroliuskan rakenne



Häviötangentti $\tan \delta = \frac{2\sigma}{\epsilon_r f}$ on mikroliuskojen kanssa merkityksellinen koska se vaikuttaa merkittävästi mikroliuskan häviöihin ja tehonsietokykyyn. Kuten kaavasta havaitaan se on myös taajuusriippuvainen.

Sovitus

- Seisovan aallon suhde eli SAS
- Englanniksi VSWR eli Voltage Standing Wave Ratio
- Amatööripuolella käytetyin ilmaisu antennin sovitukselle
- Toisaalta: ” Seisovan aallon suhde on aina sama kuin syöttöjohdon ja antennin impedanssin välinen suhde. SWR on siis suhdetta ilmaiseva yksikkö, joten sen pienin mahdollinen arvo on 1”

S11 ja heijastus vaimennus

- “Input return loss is a scalar measure of how close the actual input impedance of the network is to the nominal system impedance value and, expressed in logarithmic magnitude, is given by
- dB. “ $RL_{in} = |20 \log_{10} |S_{11}||$ dB.
- Eli RL on S11 desibeleissä
- S11 on kaksiporttisen laitteen sisääntulon heijastus, eli paljon syötetystä tehosta heijastuu takaisin

Kohina

- Kohinalla on eniten merkitystä vastaanottimessa ja erityisesti sen ensimmäisissä komponenteissa, koska ne määräävät pitkälti järjestelmän kohinaluvun.
- Kohina heikentään signaali/kohina suhdetta (eng. Signal to Noise Ratio aka SNR)

Vastaanottimen kohina

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \frac{F_4 - 1}{G_1 G_2 G_3}$$

Vastaanotto ketjun ensimmäisen vahvistimen kohina käytännössä määrittää Vastaanottimen kohinaluvun.

Tämän vuoksi ensimmäisen vahvistimen kohinalukuun kannattaa kiinnittää huomiota.

HF:llä (<30MHz ilmakehän kohina ja muu elektroniikasta lähtevä rähinä merkitsee enemmän kuin ensimmäisen asteen kohinaluku.

VHF:llä ja siitä ylöspäin kohinaluvun merkitys kasvaa.

Lähteet/Lisää lukemista

- Suomeksi
- <http://wiki.ham.fi/>
- <http://fi.wikipedia.org/>
- Englanniksi
- <http://microwaves101.com/>
- <http://fi.wikipedia.org/>

- Grafiikoita pöllitty sieltä täältä, eniten wiki.ham.fi ja wikipedia.org