

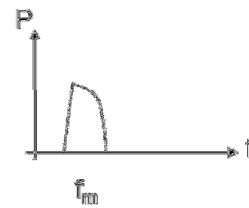
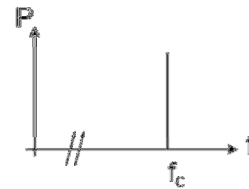
# Lähetelajit

Hacklabin radioamatöörikurssi  
Marjo Yli-Paavola, OH3HOC

2.3.2016

# Modulaatio

- Modulaatio: siirrettävän informaation liittämistä kanta-aaltoon, eli moduloiva signaali muokkaa systemaattisesti kanta-aaltoa tavalla tai toisella
- Demodulaatio: informaation kaivelemista vastaanotetusta signaalista
- Radioamatööreillä käytössä pääasiassa kaksi analogista modulaationitapaa:
  - amplitudimodulaatio (AM)
  - taajuusmodulaatio (FM)



2.3.2016

- moduloiva signaali voi olla esimerkiksi puhe (3 kHz)

# Emissioluokitus

- [http://www.amateur-radio-wiki.net/index.php?title=Emission\\_Classification](http://www.amateur-radio-wiki.net/index.php?title=Emission_Classification)

Mode	Esimerkkejä			
	AM	SSB	FM	PM
Morse	A1A A1B	J2A J2B	F1B	G1B
Speech	A3E	J3E	F3E	G3E
Data (packet)	A2D A1D	J2D	F1D F2D	G1D G2D
RTTY	A2D	J2D	F2D	G2D
Facsimile	A2C	J2C	F2C	G2F
FSTV	C3F A3F	J3F	F3F	G3F
SSTV	A2F	J2F J3F	F2F F3F	G2F G3F

2.3.2016

12345 is used to describe the other 5 characteristics listed below. Note that characteristics 4 and 5 are optional and are frequently missing from emission codes.

- 1 Modulation of the main carrier
- 2 The nature of the signals modulating the main carrier
- 3 The type of information being transmitted
- 4 Details of signals
- 5 Nature of multiplexing

# Amplitudimodulaatio

- Moduloiva signaali sekoitetaan kanta-aallon kanssa → moduloiva signaali muuttaa lähetteen amplitudia
  - Vaatii lineaarisen vahvistimen
- Kanta-aallon sietää olla tarpeeksi iso verrattuna moduloivan signaalin kalstaan, jotta se erottuu kanta-aallon verhoikäyrästä

[http://www.electronics-radio.com/articles/radio/modulation/amplitude\\_modulation/am.php](http://www.electronics-radio.com/articles/radio/modulation/amplitude_modulation/am.php)

2.3.2016

- epälineaarinen sekoitus → syntyy uusia taajuuksia

# A1A

Yksinkertainen lähetelaji on soinnuton sähkötyslähetelmä, A1A:

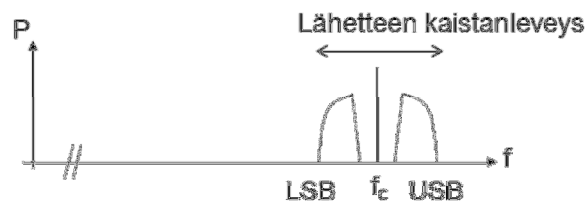
- kantoaaltoa katkotaan sähkötyksen tahtiin
- Kaikki lähetysteho on kantoaaltotaajuudella
- kaistanleveys pieni, riippuu nopeudesta ja merkin nousu- ja laskuajoista (150 Hz, 200 merkkiä/min.)
  - Avainklikit: jos sähkötyksen merkki päättyy tai alkaa liian nopeasti, laajalle kaistalle leviää häiriö, 'klikki'. Pyöristämällä merkit avainnussuotimella avainklikki saadaan poistettua.
- Hyvä lähetelaji huonoissakin olosuhteissa

2.3.2016

- kaistanleveys riippuu sähkötyksen nopeudesta: mitä nopeampia muutoksia sitä leveämmän kaistan vaatii
- kaistanleveys riippuu myös merkin nousu- ja laskuajasta sekä merkin verhokäyränmuodosta

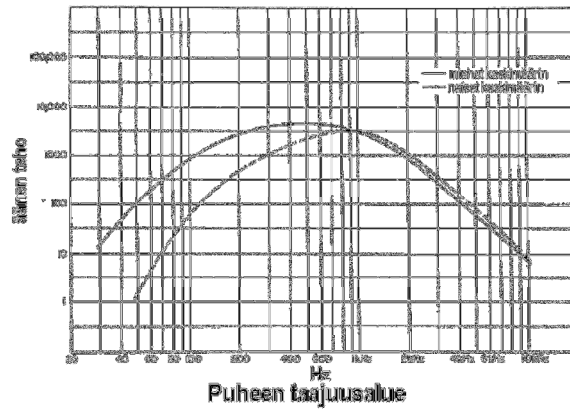
# AM-modulaatio

- Moduloiva signaali muuttaa lähetteen amplitudia  
– modulaatioindeksi 0 ... 100 %
- Lähetteen teho jakautuu kahteen osaan,  
suurtaajuiselle kanta-aallolle ja sen molemmiin  
puolin oleville sivukaistoille
- Sivukaistojen leveyden määrää modulointiin  
käytetyn pientaajuuden kaistanleveys



2.3.2016

- modulaatioindeksi  $>100\%$   $\rightarrow$  verhoikäyrä ei enää vastaa alkuperäistä signaalia!



<http://matwww.es.tut.fi/hypmed/ryhma12/DigiAani/d2.html>

2.3.2016

Ihmisen puhe osuu alueelle 80 – 10000 Hz, 3kHz riittää ymmärrettävään

- Amplitudimodulaatiossa kanta-aallon molemmille puolille ilmestyy sivukaistat USB (Upper Side Band) ja LSB (Lower Side Band) taajuuskomponentin  $f_m$ :n etäisyydelle kanta-aallosta.
  - Informaatio on sivukaistoilla
  - Täydellä modulaatiolla kanta-aallolla on 50% tehosta ja sivukaistoilla kummallakin 25 %
- Vaatii leveän taajuuskaistan; kaksi kertaa suurin siirrettävä pientaajuus! ~ 6 kHz
- Kanta-aalto aiheuttaa vihellyshäiriötä, toisaalta toimii taajuus- ja amplitudireferenssinä vastaanotossa
- Hyvä äänenlaatu; yhdistämällä molempien kaistojen informaatio voidaan selektiiviset häiriöt ja läheisellä olevien asemien häiriöt minimoida
- Herkkä häiriöille! Häiriöt summautuvat verhoikäyrälle...

2.3.2016

- kanta-aalto vastaanotossa taajuus- ja vaihereferenssi, amplitudia voidaan käyttää AGC:n apuna



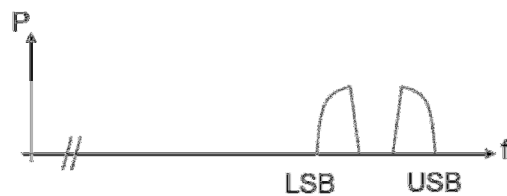
## A2A, A3E

- A2A: soinnillinen sähkötyslähetä, tuotetaan esim. sähkötyssummerilla (tai viheltämällä)
- A3E: puhelähetä, jossa moduloiva puhesignaali tulee esim. mikrofonilta
- Ei kovinkaan taloudellista: tehoa hukkuu toiseen sivukaistaan sekä kantaaltoon
- Yksinkertaista vastaanottaa tasasuuntaamalla esim. kidekoneella

2.3.2016

## DSB (X3E)

- Kaksisivukaistalähete (Double side band): AM-lähetteestä tukahdutettu kanta-aalto pois
- Vie kuitenkin yhtä paljon kaistaa kuin AM
- Ei voida vastaanottaa yhtä helposti kuin AM:ää
  - kanta-aalto puuttuu → vaiheinformaatio hukassa
- Ei juurikaan käytössä radioamatööriliikenteessä



2.3.2016

- AM:ään verrattuna vaihe muuttuu aina kun moduloiva signaali (esim. sinisignaali) vaihtaa etumerkkiä → tieto vaihemuutoksista puuttuu

## SSB (J3E)

- Poistetaan vielä ylimääräinen sivukaista, saadaan yksisivukaistalähetettä (single side band)
- USB tai LSB sen mukaan kumpi sivukaista suodatetaan ja kumpi jätetään
  - radioamatöörit viittaavat taajuudella kantoaalitotaajuuteen, lisäksi mainitaan onko käytössä LSB vai USB → bandin reunalla älä tuuppaa sivukaistaasi bandin reunan yli
  - alle 10 MHz: käytössä yleensä LSB, yli 10 MHz: USB
- Koko teho on yhdellä sivukaistalla: hyötyteho on noussut nelinkertaiseksi (6 dB) AM:aan nähden.
- Kaistanleveys on täsmälleen suurimman pientaajuuden levyinen
- Vaatii vakaan taajuuden, ettei lähete mene lukukelvottomaksi; viritettävä paikalleen ja myös pysyttävä taajuudella

2.3.2016

- poisto esimerkiksi suotimella
- VSB
- LSB- ja USB-jako on vakiintunut entisiltä ajoilta, kun SSB-laitteiden rakentaminen oli vaikeaa eikä joka bandia kannattanut rakentaa sekä LSB:lle että USB:lle

# Taajuusmodulaatio

- Moduloiva signaali muuttaa lähetystaajuutta
  - taajuustasossa näkyy lukuisia (äärettömästi) sivukaistoja, mutta ne lähimmät sisältävät oleellisimman osan tehosta
  - amplitudia ei muuteta → ei tarvitse lineaarista vahvistinta lähettimessä
- Radioamatöörilaitteissa käytetään yleensä kapeakaistaista taajuusmodulaatiota

<http://www.electronic-radio.com/articles/radio/modulation/frequency-modulation-fm.php>

2.3.2016

Radiokanavat käyttävät laajakaistaista taajuusmodulaatiota ( $\pm 75\text{kHz}$ )

## Taajuusmodulaatio F3E

- Kaistanleveys  $B$  määräytyy deviaatiosta eli lähetystaajuuden vaihteluvälistä  $\Delta f$  ja käytettävän puhekaistan leveydestä  $f_m$ :  
 $B = 2 \cdot (\Delta f + f_m)$ 
  - esim. kun deviaatio on 3 kHz..5kHz 145 MHz:n alueella ja puhekaistan leveys on 3 kHz, on  
 $B = 2 \cdot (\Delta f + f_m) = 16 \text{ kHz}$
- Käytetään VHF:llä ja UHF:llä, koska vaatii leveän kaistan (suhteellinen kaistanleveys 1-10%)
- Vähemmän herkkä häiriöille kuin AM-lähetteet

2.3.2016

- vähemmän herkkä koska informaatio sidotaan taajuusmuutokseen eikä amplitudiin

## RTTY – F1B<sub>(7)</sub>

- Radiokaukokirjoitus: perustuu taajuussiirtoavainnukseen
- Kaksi taajuutta: jatkuva lähete, jossa merkki on eri taajuudella kuin väli
  - RTTY-merkit eivät ole samoja kuin CW-merkit. Kaikki merkit ovat saman pituisia, koostuvat pulsseista
- Vie vähän kaistaa, 250 – 300 Hz

2.3.2016

AFSK = audio frequency key shifting

# SSTV

- Hidaspyyhkäisytelevisio: paikallaan olevan kuvan siirtäminen
- "Puhemodulaatiota": kuvan pisteiden kirkkaus vastaa yhtä taajuutta puhealueella 1 kHz..3 kHz
  - HF:llä käytetään yleensä SSB:tä ja VHF/UHF-alueella FM:ää
  - Edut ja haitat edellisten lähetelajien ominaisuuksien mukaan

2.3.2016

## FSTV – ATV

- Nopeapyyhkäisytelevisio
- Muodostetaan normaalin televisiokuvan mukaisesti
- Vie kaistaa 5 MHz ...6 MHz, käytetään vain UHF:llä ja SHF:llä (VSB, C3F)
  - amplitudimoduloitu tynkäsivukaista-TV-lähete
- FM:llä vie vielä enemmän kaistaa, useita kymmeniä megahertsejä. Mahtuu siis vain SHF:lle
- OH3TR:n ATV-toistin sijaitsee Hervannan vesitomissa: RX 1282 MHz, TX 1252 MHz

2.3.2016



# Lisälukemista

- ARRL Handbook
- A. Bruce Carlson: Communication Systems

Digitaalisia lähetelajeja kuunneltavaksi:

<http://www.nonstopsystems.com/radio/radio-sounds.html>

2.3.2016