

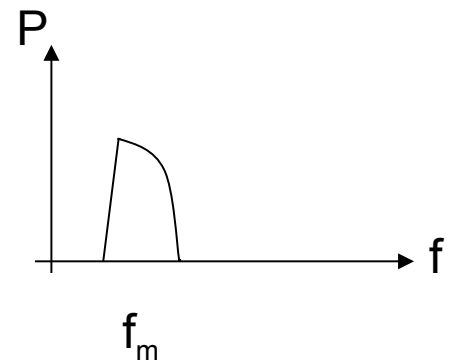
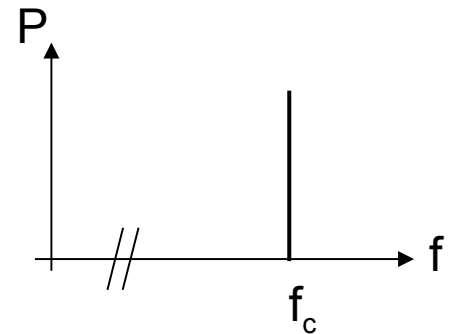
# Lähetelajit

OH3TR:n radioamatöörikurssi

Marjo Yli-Paavola, OH3HOC

# Modulaatio

- Modulaatio: siirrettävän informaation liittämistä kanta-aaltoon
- Demodulaatio: informaation kaivelemista vastaanotetusta signaalista
- Radioamatööreillä käytössä pääasiassa kaksi analogista moduloitintapaa:
  - amplitudimodulaatio (AM)
  - taajuusmodulaatio (FM)



# 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

# Amplitudimodulaatio

- Moduloiva signaali sekoitetaan kanta-aallon kanssa → moduloiva signaali muuttaa lähetteen amplitudia

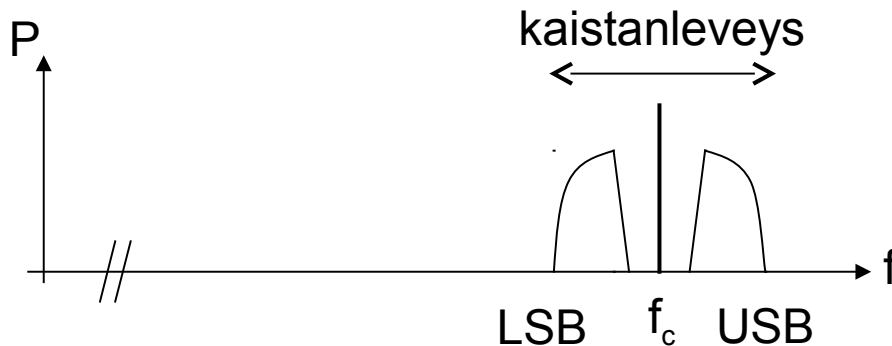
[http://www.electronics-radio.com/articles/radio/modulation/amplitude\\_modulation/am.php](http://www.electronics-radio.com/articles/radio/modulation/amplitude_modulation/am.php)

# A1A

- Yksinkertaisin lähetelaji on soinnuton sähkötyslähetete, A1A:
  - kantoaaltoa katkotaan sähkötyksen tahtiin
  - Kaikki lähetysteho on kantoaaltotaajuudella
  - kaistanleveys pieni (150 Hz, 200 merkkiä/min.)
  - Avainklikit: jos sähkötyksimerkki päättyy tai alkaa liian nopeasti, laajalle kaistalle leviää häiriö, 'klikki'. Pyöristämällä merkit avainklikki saadaan poistettua.

# AM-modulaatio

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



- 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 vihellyshäiriöitä, 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 verhokäyrälle...

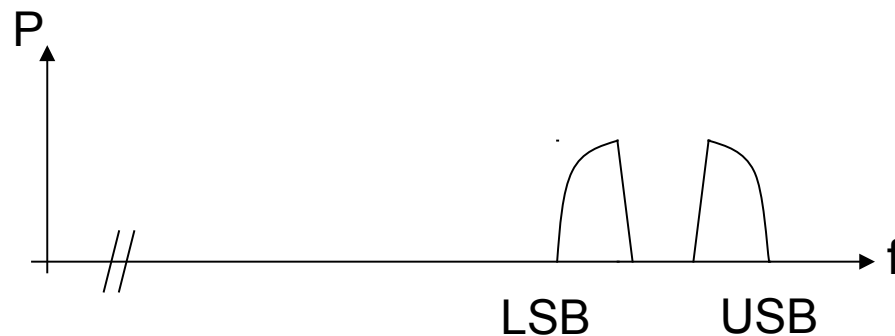
# A2A, A3E

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



# DSB (X3E)

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



# 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 kantoaaltotaajuuteen, 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

# 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

# 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
- Vähemmän herkkä häiriöille kuin AM-lähetteet

# RTTY – F1B<sub>(?)</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

# 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

# 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 vesitornissa: RX 1282 MHz, TX 1252 MHz

# Lisälukemista

- ARRL Handbook
- A. Bruce Carlson: Communication Systems

Digitaalisia lähetelajeja kuunneltavaksi:

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