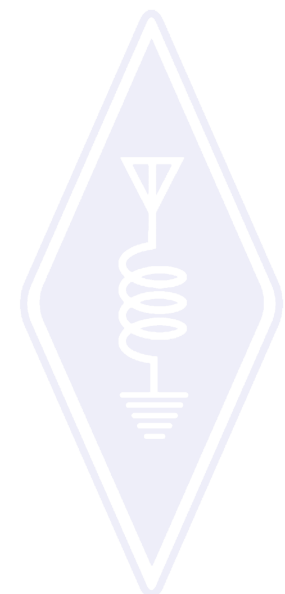
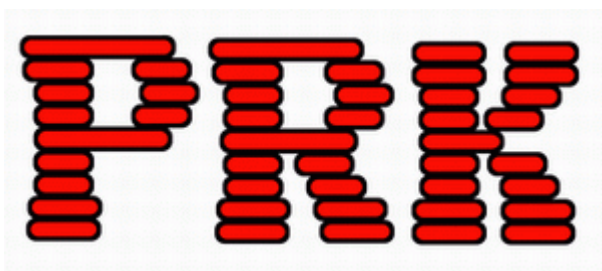


Radioamatöörikurssi 2016

Modulaatiot
Radioiden toiminta

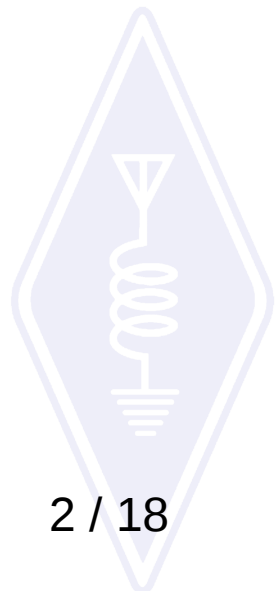
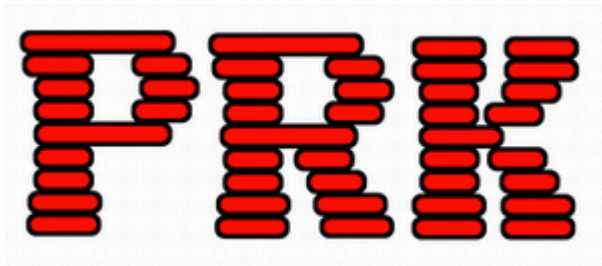
8.11.2016

Tatu Peltola, OH2EAT



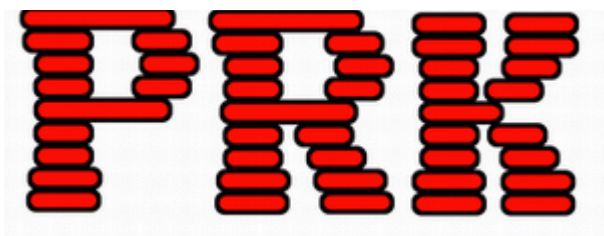
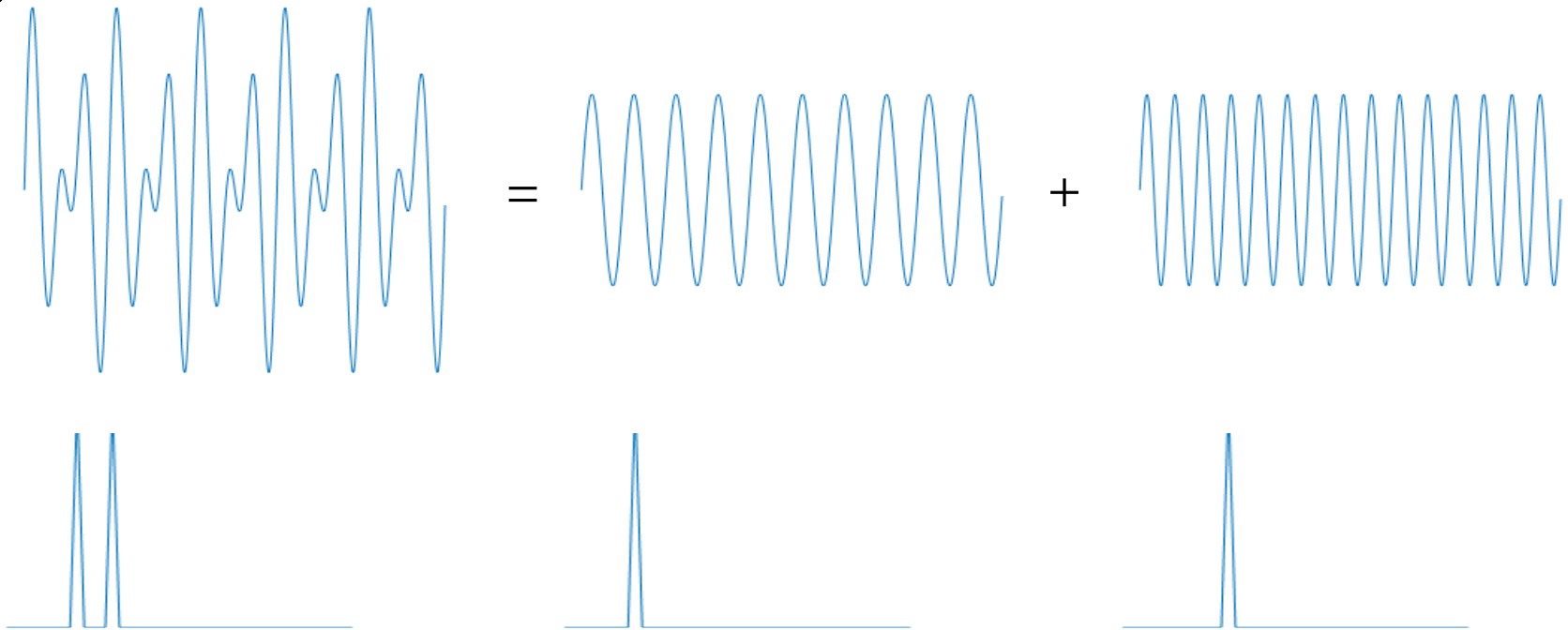
Modulaatiot

- Erilaisia tapoja lähettää tietoa radioaalloilla
- Esim. puhetta ei yleensä laiteta antenniin sellaisenaan – se täytyy ensin moduloida jollekin radiotaajuudelle
- Vastaanotin demoduloi



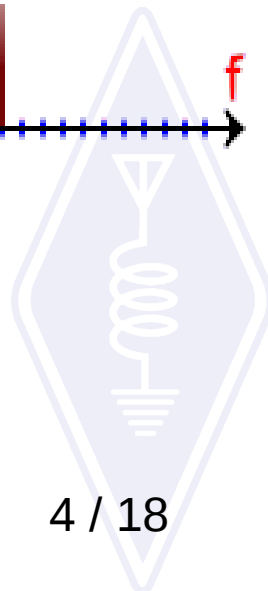
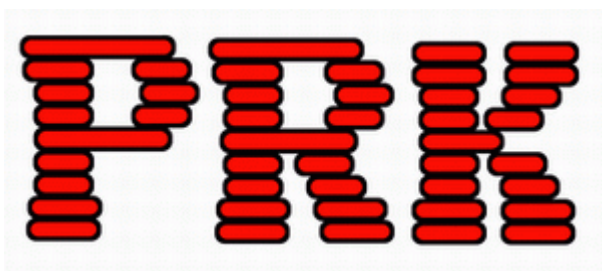
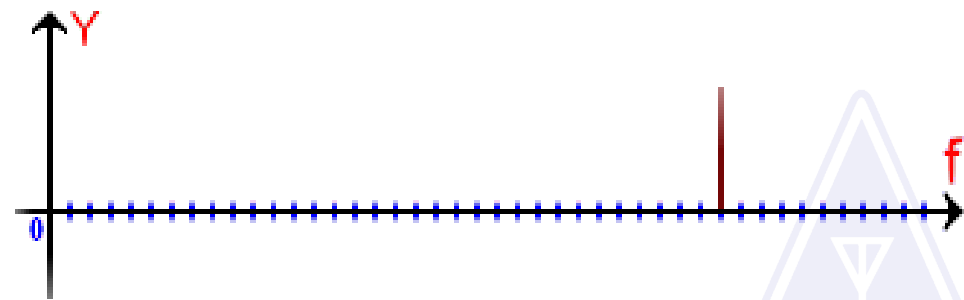
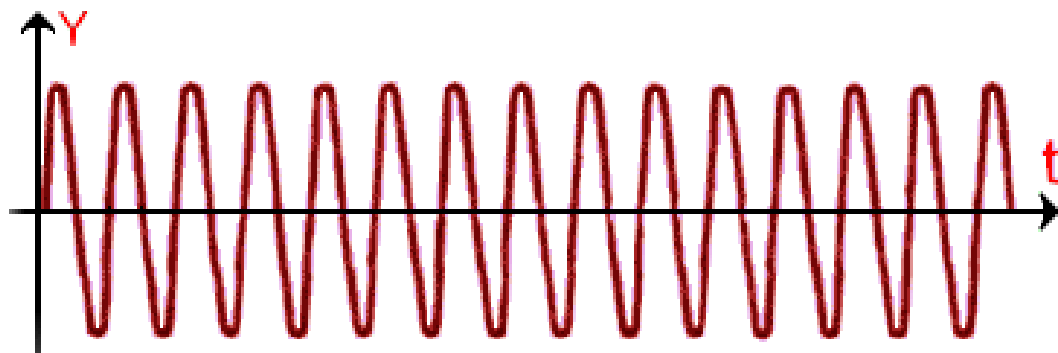
Spektri

- Mikä tahansa signaali voidaan esittää eritaajuisten siniaaltojen summana
- Spektri kertoo, kuinka paljon mitäkin taajuutta signaalissa on



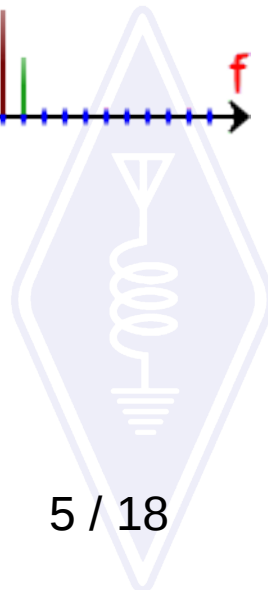
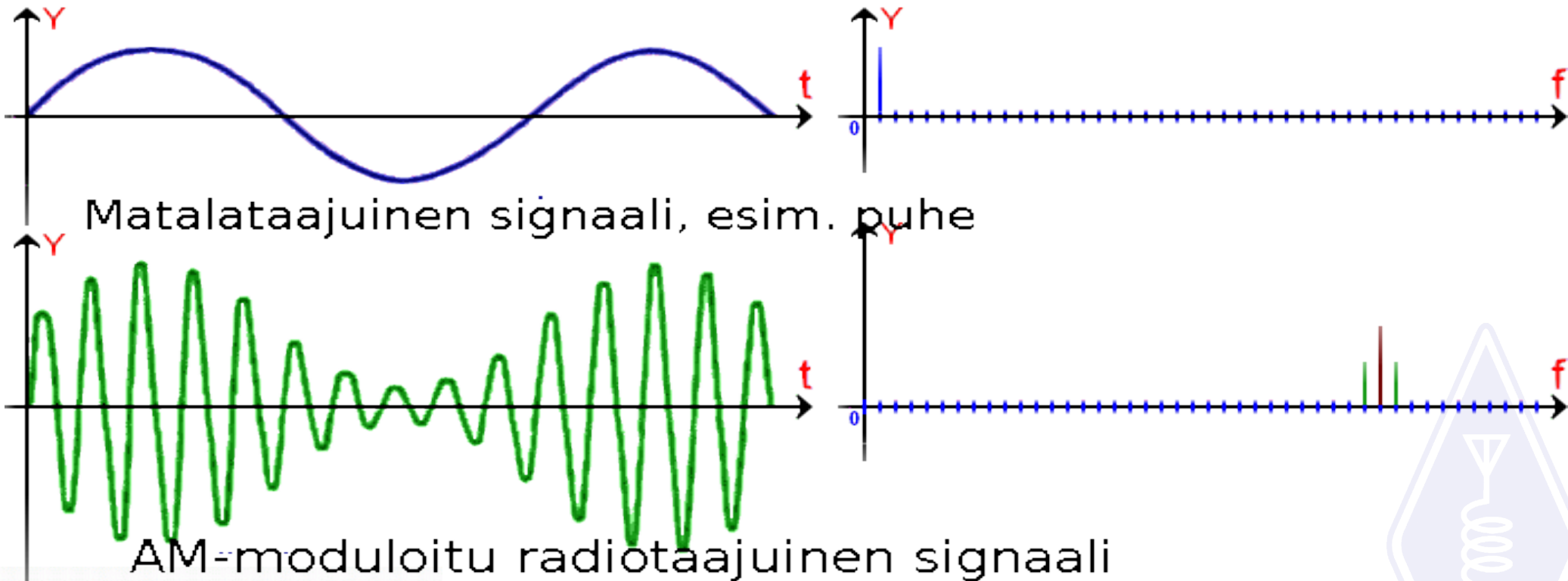
Jatkuva siniaalto

- Vain yksi taajuus: spektrissä yksi piikki
- Ei informaatiota
- Täytyy moduloida jotenkin



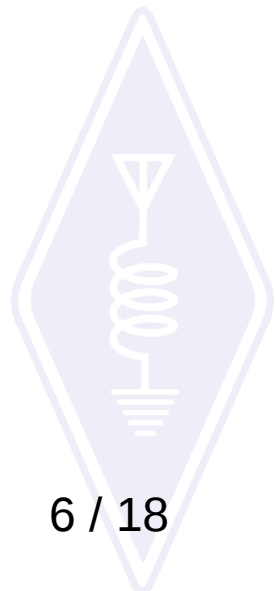
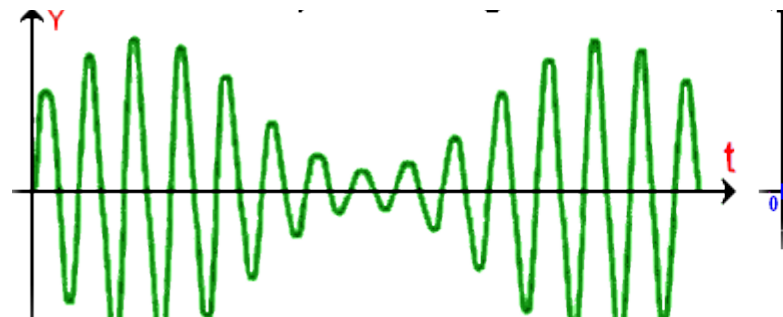
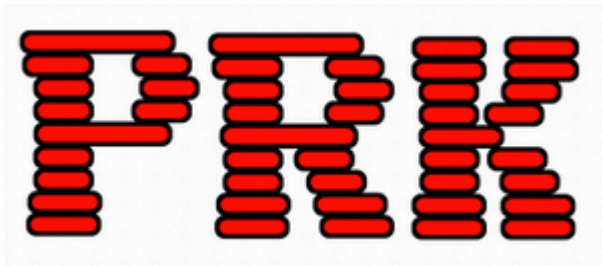
Amplitudimodulaatio

- AM, amplitude modulation
- Amplitudia muutetaan puheen mukana
- Kantaalto keskellä lähetteen spektriä
- Sivunauhat spektrissä: Kaistanleveys on $2 * \text{puheen kaistanleveys}$



Lisää amplitudimodulaatiosta

- 100% modulaatiolla modulaatiohuipputeho
 $PEP = 4 * \text{kantoaalton teho}$
- Suurin osa energiasta kantaaallossa → ei niin energiatehokas kuin muut modulaatiot
- Nykyään ei kovin yleinen radioamatöörikäytössä
- Yksinkertainen lähetin ja vastaanotin

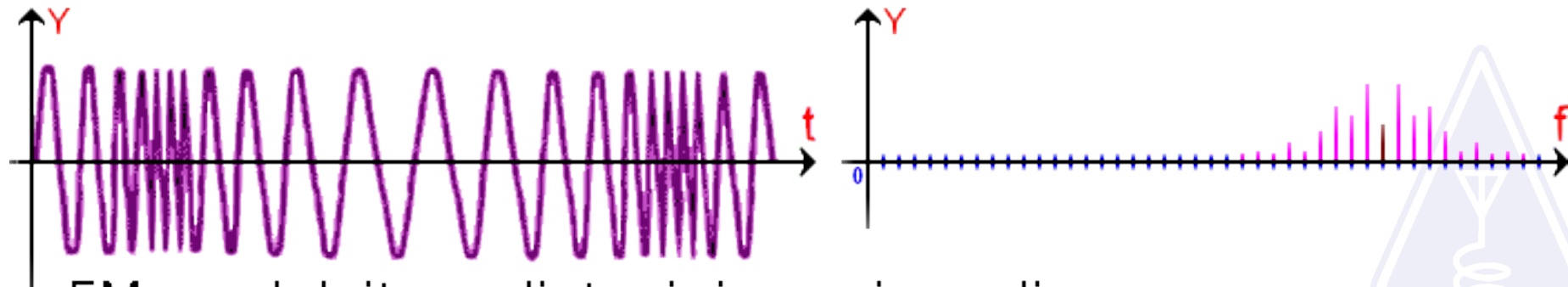


Taajuusmodulaatio

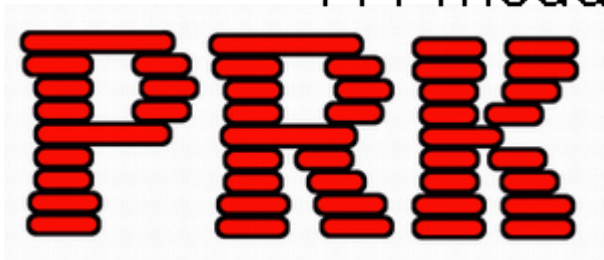
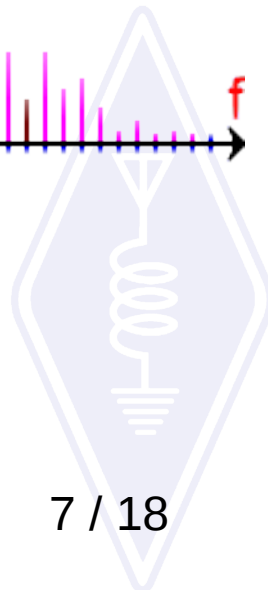
- FM, frequency modulation
- Taajuutta muutetaan puheen mukana
 - Deviaatio = kuinka paljon taajuutta muutetaan
 - Monimutkaisempi spektri, kaistanleveys $\approx 2 * (\text{deviaatio} + \text{puheen kaistanleveys})$



Matalataajuinen signaali, esim. puhe

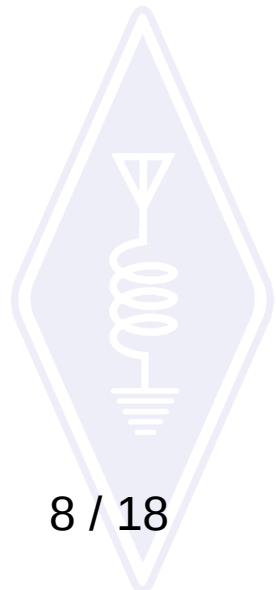
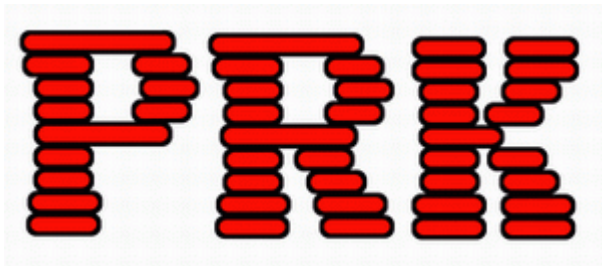


FM-moduloitu radiotaajuinen signaali



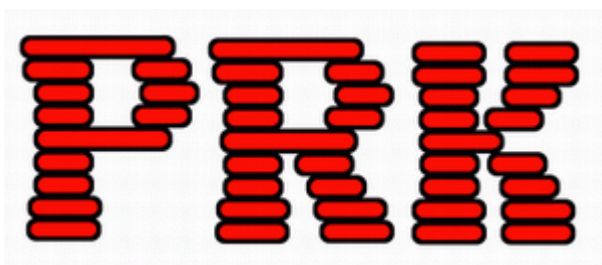
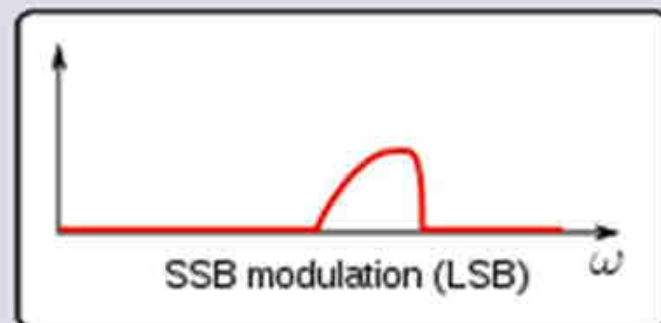
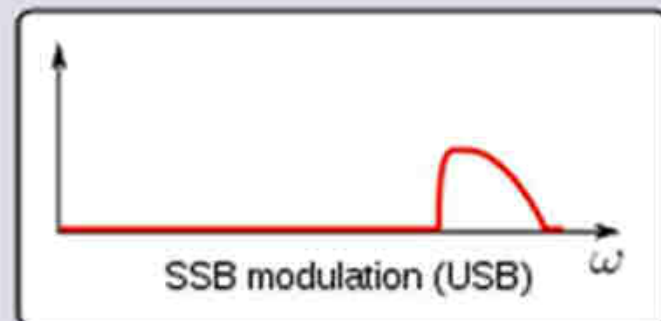
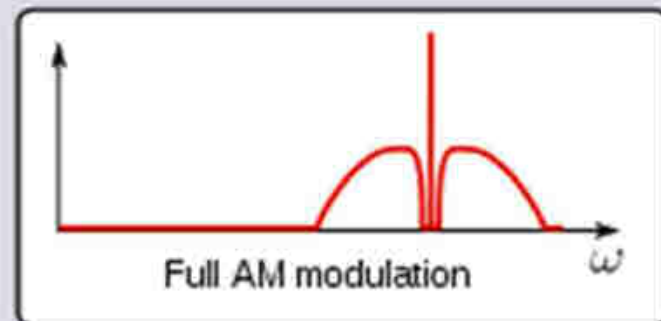
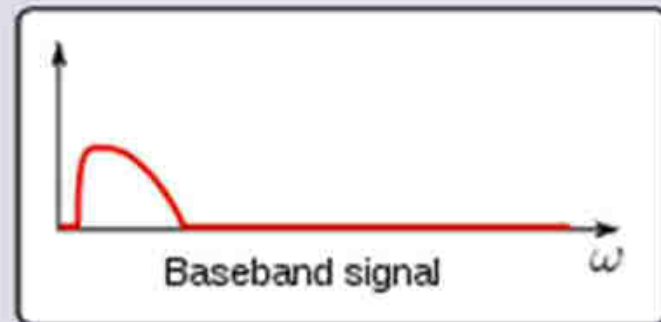
Lisää taajuusmodulaatiosta

- Yleinen VHF- ja UHF-taajuuksilla (varsinkin 2m, 70cm), useimmat käsiradiot
 - Kaistanleveys on liian suuri HF:lle
- Amplitudi ja teho on vakio → helppo vahvistaa lähettimessä hyvällä hyötysuhteella



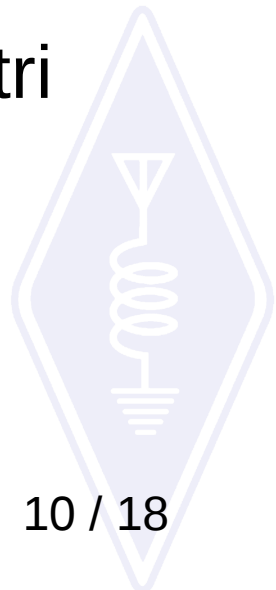
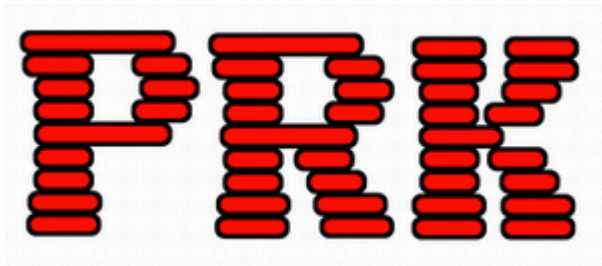
SSB

- Single Side Band
- Spektrissä vain toinen AM:n sivunauhoista
 - LSB (lower sideband): alempi
 - USB (upper sideband): ylempi
- Riittää pienempi keskimääräinen teho kuin AM:llä, koska AM:llä suurin osa tehosta oli kantoaallon taajuudella
- Siirtää puheen spektrin suoraan palaksi RF-spektriä → kaistanleveys sama kuin puheen kaistanleveys (~ 2.4 kHz)



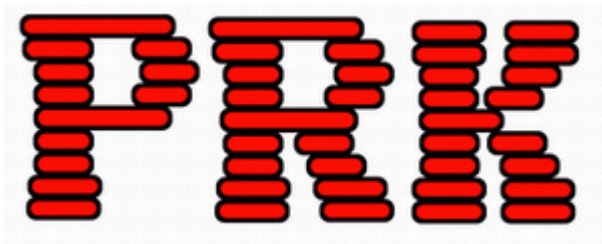
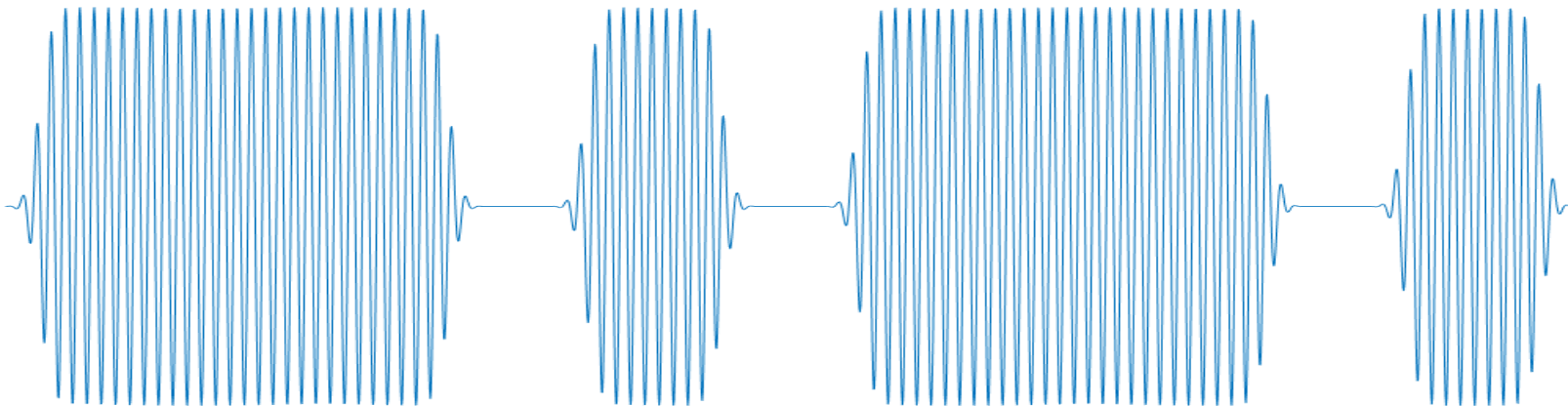
Lisää SSB:stä

- Amatööri liikenteessä LSB alle 10 MHz ja USB yli 10 MHz taajuuksilla
- Radion taajuusvirhe tulee suoraan taajuusvirheeksi ääneen
 - Pitää virittää ≈ 100 Hz sisällä kohdalleen, että puheesta saa selvää
 - Väärällä sivunauhalla kuunneltuna äänen spektri ”ylösalaisin”



CW

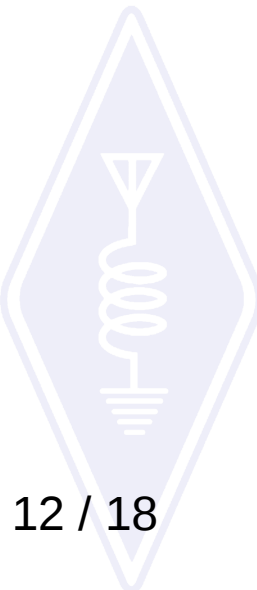
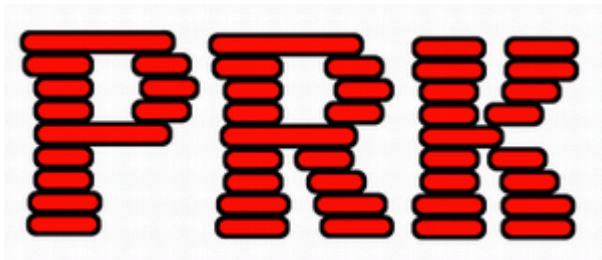
- Sähkötytys, "morsetus"
- Pätkitään päälle ja pois Morsen aakkosilla
- Kutsutaan yleensä CW:ksi (continuous wave, "jatkuva aalto"), vaikkei se jatkuva olekaan
- Voidaan ajatella myös AM:nä tai OOK:na (on-off keying) / ASK (amplitude shift keying)



Lisää CW:stä

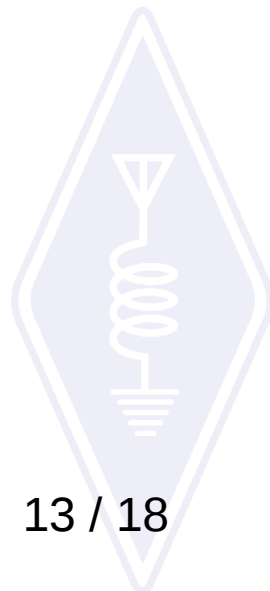
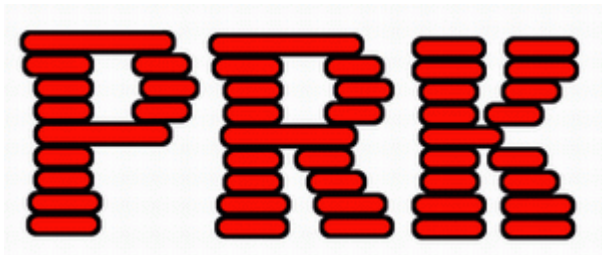
- Kapea kaistanleveys, $\approx 5\text{-}50$ Hz
- Kuuluu heikollakin signaalilla
- Yksinkertainen lähetin

A ● -	J ● - - -	S ● ● ●
B - ● ● ●	K - ● -	T -
C - ● - ●	L ● - ● ●	U ● ● -
D - ● ●	M - -	V ● ● ● -
E ●	N - ●	W ● - -
F ● ● - ●	O - - -	X - ● ● -
G - - ●	P ● - - ●	Y - ● - -
H ● ● ● ●	Q - - ● -	Z - - ● ●
I ● ●	R ● - ●	



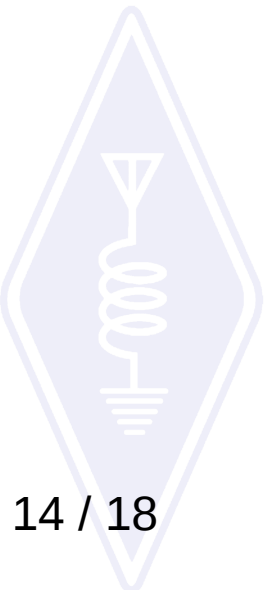
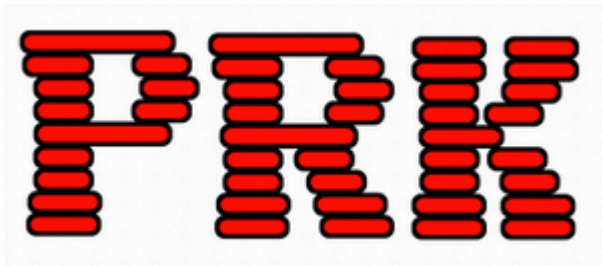
Digitaaliset modulaatiot

- Lähetetään bittejä tai yleisemmin symboleja
- FSK, frequency shift keying
 - Vaihdetaan eri taajuuksien välillä
 - Radioamatööreille esim. RTTY
- ASK, amplitude shift keying (esim. OOK)
- PSK, phase shift keying
 - Muutetaan vaihetta
 - Radioamatööreille esim. PSK31
- QAM, quadrature amplitude modulation
 - Sekä amplitudi että vaihe



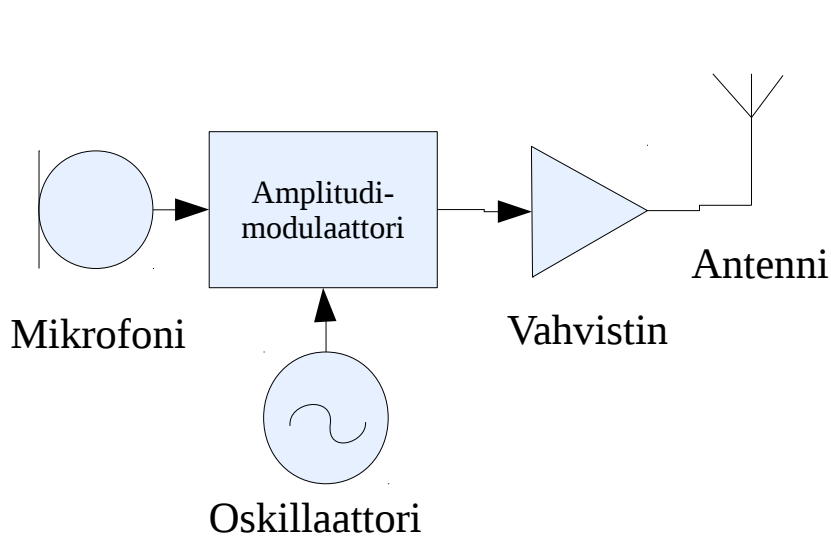
Tauko

- Kysyttävää modulaatioista?
- Seuraavaksi johdantoa radioiden toimintaan

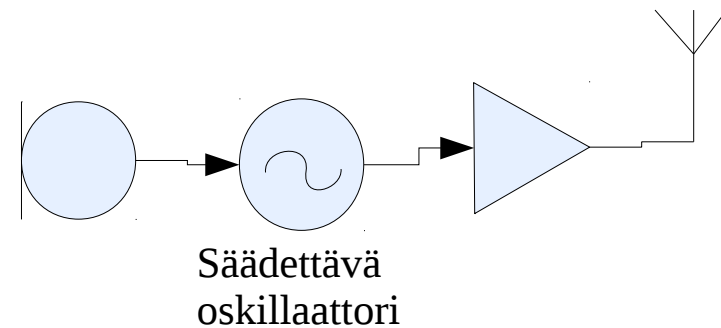


Lähetin yksinkertaistettuna

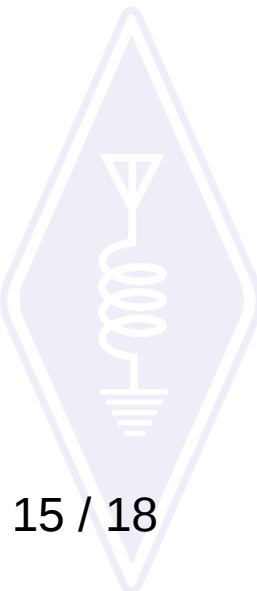
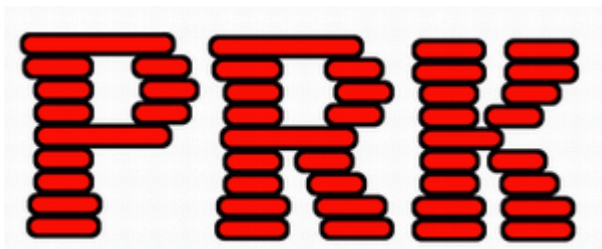
- Ääni moduloidaan, vahvistetaan ja vietään antennille



AM

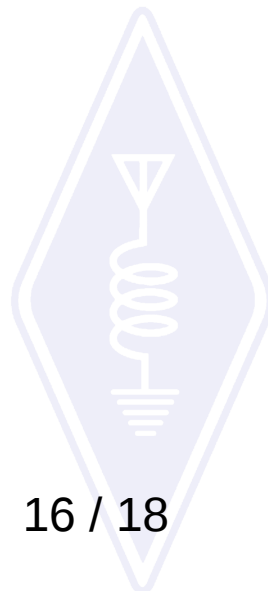
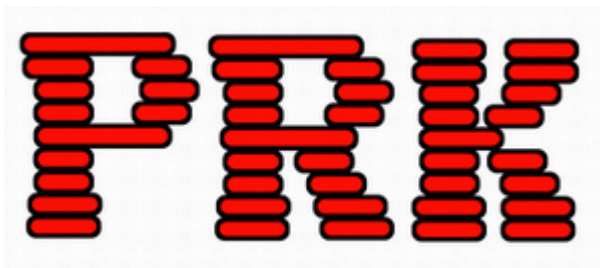
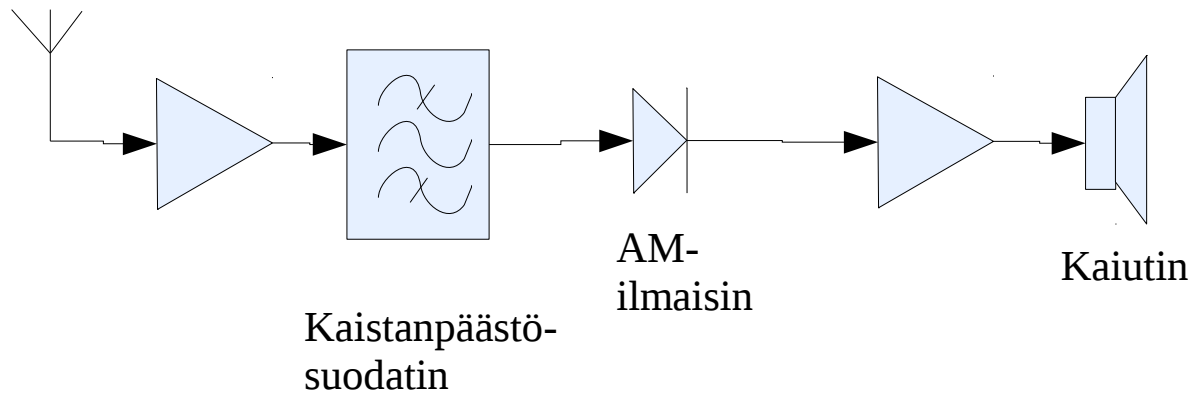


FM



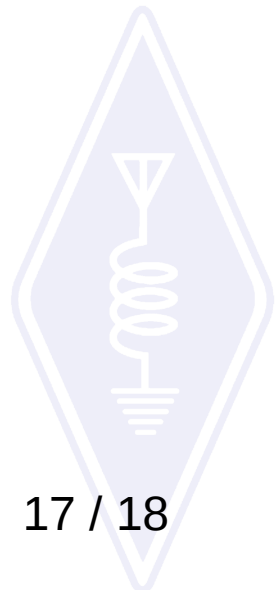
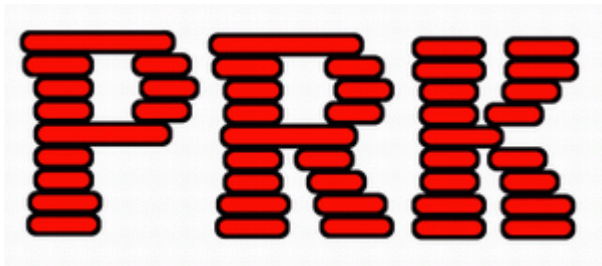
Vastaanotin yksinkertaistettuna

- 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 paikallisoskillaattori (niiden toiminnasta lisää ensi luennolla)
 - Kutsutaan superheterodyne-periaatteeksi, ”supervastaanotin”



Vastaanotin kokonaisuudessaan

