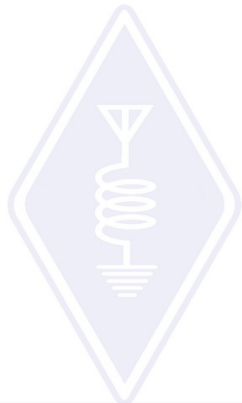
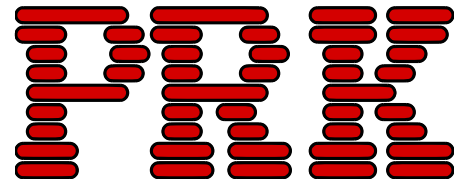


Radioamatöörikurssi 2025

Luento 7: Häiriöt

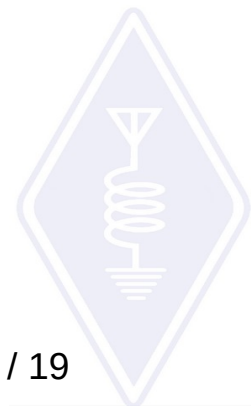
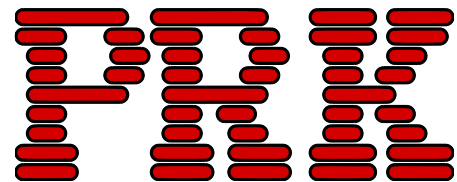
27.5.2025

Teemu, OH2FXN



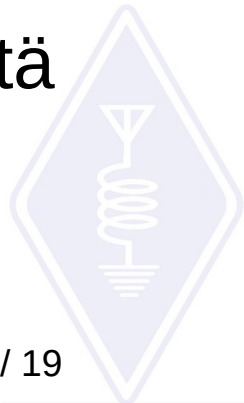
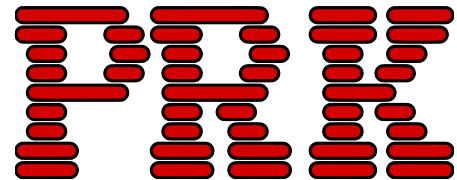
Häiriöt

- Häiriöt ympäristöstä
 - Harhalähetteet
 - Laitteen sisäiset häiriöt
 - Radioamatööri häiritsijänä
-
- Alkuperäisistä kalvoista kiitos Otolle, OH2EMQ



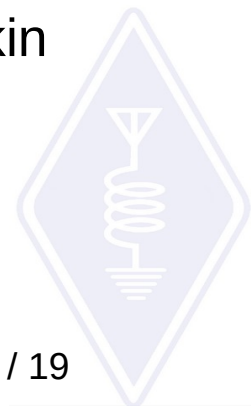
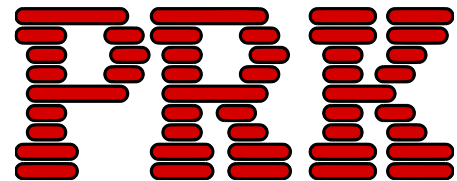
Häiriöt ympäristöstä

- Yleisimmin muut sähkölaitteet
- Tietokoneet, hakkurit
- Sähkömoottorit, voimalinjat, junat
- Muut radiot ja niiden harhalähetteet
- Ukkonen
- Varsinkin kaupungissa HF-alueella on paljon häiriöitä



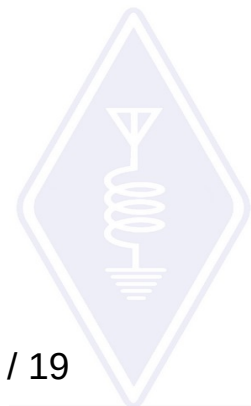
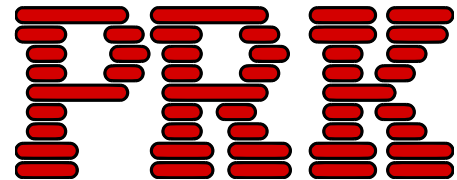
Ukkonen

- Myös eräänlainen häiriö
- Suoran iskun virta luokkaa 30 kA, nousuaika luokkaa 1 μ s
 - Nopeasti nouseva virta $\rightarrow$ induktansseilla suuri merkitys
 - Voi sytyttää tulipalon
- Myös lähelle iskenyt salama indusoi virtoja
 - Voi myös rikkoa laitteita ilman mitään suojausta
 - Jonkinlainen ukkossuojaus kannattaa, vaikka kaikkia vahinkoja onkin vaikea välttää suorassa iskussa



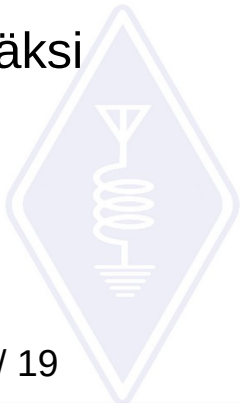
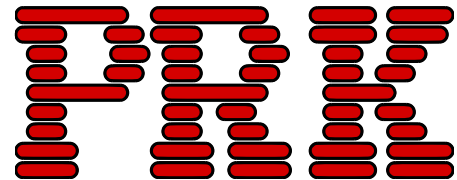
Ukkossuojaus

- Maadoitusveto mastosta ja korkeista rakenteista mahdollisimman suoraan maahan.
- Ohjataan mahdollisimman suuri osa virrasta muualta kuin laitteiden läpi.
- Kaikkien asemalle tulevien kaapelien maat yhdistetään (lähes) samassa paikassa, "potentiaalin tasauskisko".
 - Koaksiaalien vaipat, sähköverkon suojamaa, muut kaapelit.
- Ylijännitesuoja RF-kaapeleissa.
- Samanlainen maadoitus voi auttaa myös RF-häiriöihin ja 50 Hz hurinoihin.



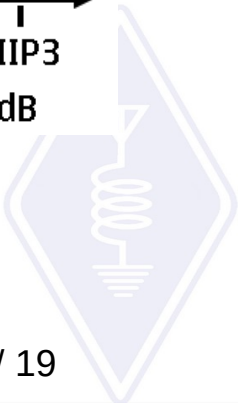
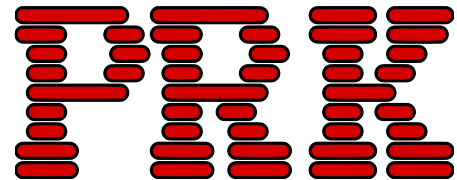
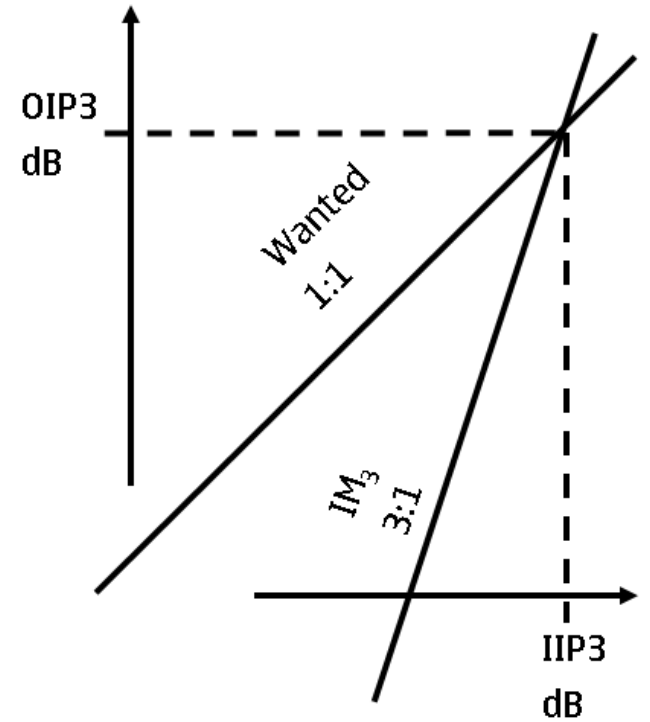
Lähettimien epäideaalisuudet

- Komponenttien epälineaarisuudesta seuraa säröä: toivotun signaalin lisäksi harhalähetteitä
 - Harmoniset kerrannaiset, keskinäismodulaatio (tunnetaan myös intermodulaationa)
- Harhalähetteet ovat tyypillisesti pienellä lähetysteholla olemattomia, mutta lähetystehoa nostettaessa kasvavat moninkertaisesti.
 - Sähkökitaran säröpedaali ajaa vahvistimen tappiin asti
- Isotehoisen lähettimen ja antennin välissä on hyvä olla alipäästösuodatin, joka estää harmonisten pääsyn antenniin.
- Oskillaattorin epäideaalisuudesta seuraa vaihekohina: toivotun signaalin lisäksi pienitehoista mutta laajakaistaista kohinaa.



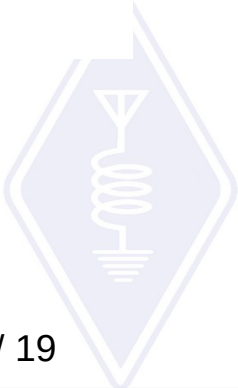
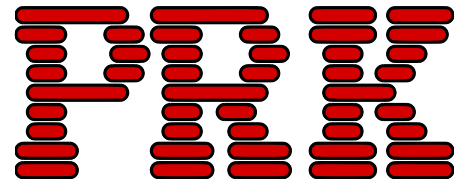
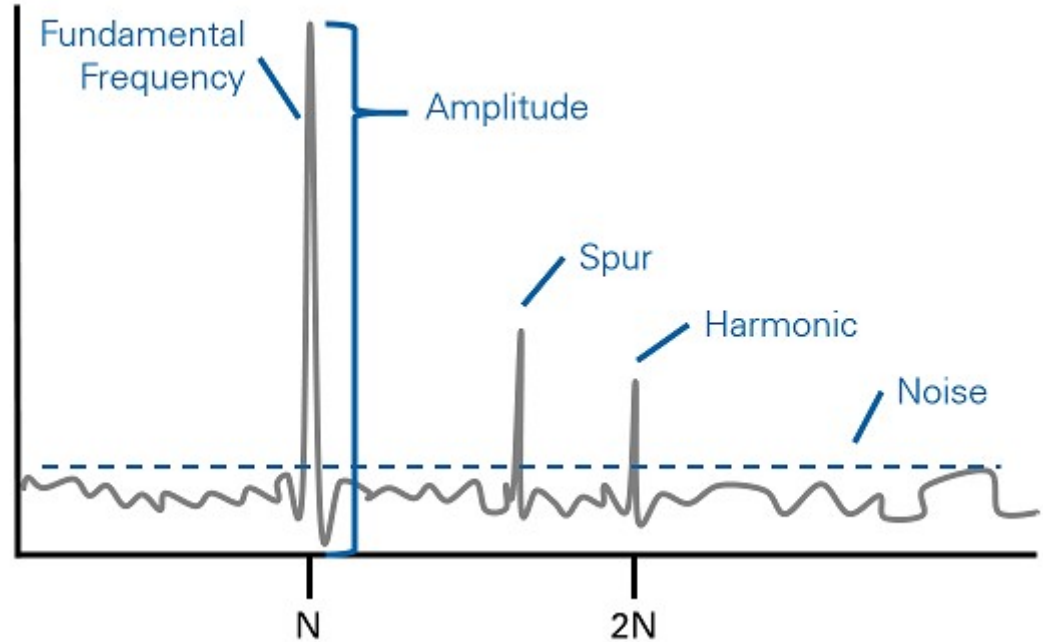
IP3 - Third-order intercept point

- Ajetaan kahta siniaaltoja läheisillä taajuuksilla
- Sekoitustulos: $2*f_1 - f_2 \approx f_1 \approx f_2$
- Lähetysteho kasvaa 1 dB, hyötylähete kasvaa 1 dB, harmoniset 3 dB
- Vaaka: sisäänmeno, pysty: ulostulo



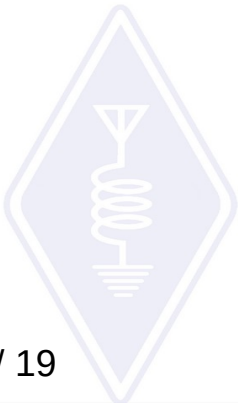
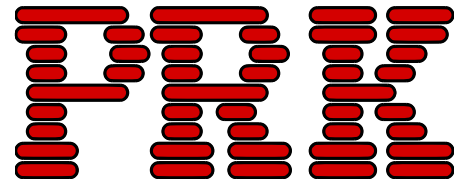
Spurri, harmoninen

- Spurrit / spurious: ylimääräiset piikit spektrissä
- Harmoninen: halutun taajuuden monikerta
- dBc:desibeliä verrattuna kanta-aaltoon (carrier)



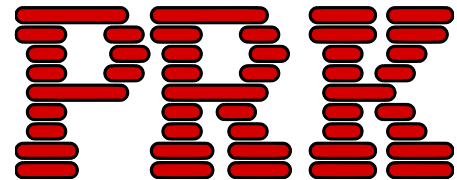
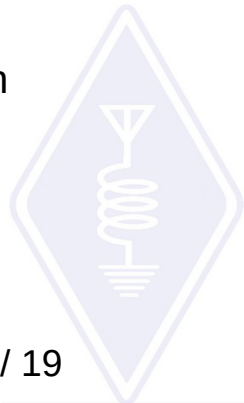
Vastaanottimen epäideaalisuudet

- Kohina: Kaikissa sähkölaitteissa on pohjakohina.
 - Vastaanottimen herkkyyttä kuvataan kohinaluvulla eli kuinka monta desibeliä pohjakohinaa on enemmän kuin lämpökohina.
- Liian vahva radiosignaali voi häiritä, vaikka ei olisi vastaanotettavalla taajuudella
- Hyvälläkin vastaanottimella on rajansa, kun signaaliympäristö on haastava.



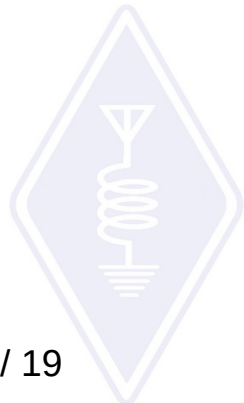
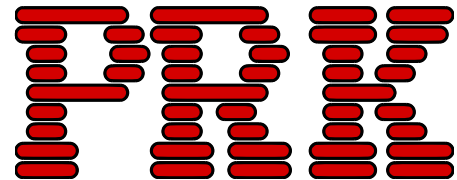
Läheisellä taajuudella olevat lähetteet

- Peilitaajuusvaimennus → Vastaanotettavan taajuuden ja oskillaattorin taajuuden väärät sekoitustulokset pyritään suodattamaan pois. Vastaanottimen sisäinen ominaisuus.
- Viereisen kanavan vaimennus → Viereinen kanava pyritään suodattamaan pois. Vastaanottimen sisäinen ominaisuus.
- Vastaanottimen säröytymisen estäminen → Liian voimakkaat lähetteet taajuudesta riippumatta pyritään suodattamaan pois tyypillisesti ulkoisilla suodattimilla (tai etuvaimentimella).
- Kaikilla kanavilla näkyy/kuuluu kummallisia signaaleita tai kohonnut pohjakohinataso. Vahvojen signaaleiden monikertoja tai intermodulaatiotuloksia syntyy kuten säröytyvässä lähettimessäkin.
 - Tyypillinen varsinkin ohjelmistoradioissa, joissa on laajakaistainen vastaanotin ja olematon passiivinen suodatus.



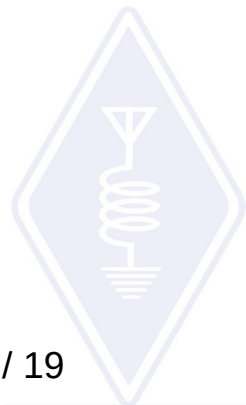
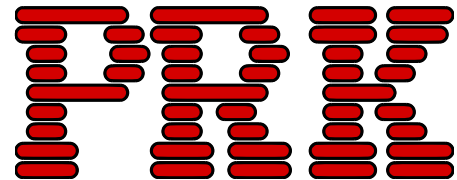
EMC = ElectroMagnetic Compatibility,

- Yhteensopivuus: "Immunity" muita häiritsijöitä vastaan, "Emission" eli rajat sille kuinka paljon laite saa häiritä muita
- Riittävän lähellä olevat laitteet voivat häiritä toisiaan, vaikka olisivat standardien mukaisia
- Isot tehot ja nopeat muutokset aiheuttavat pahimmat piikit
- Suojaus: kotelointi, alipäästöt, filtit, maadoitus, paluuvirtojen hallinta



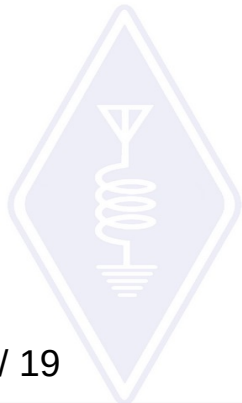
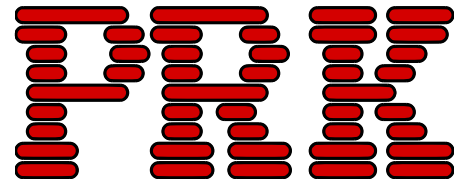
EMC jatkuu

- Johtimien suunta vaikuttaa kenttiin.
- Isot maatasot, mahdollisimman lähelle.
- Kuristimet tai ferriitit kaapeleissa.
- Erotusmuuntaja verkkosähköön: galvaaninen erotus estää häiriöiden etenemisen sähköverkosta ja -verkkoon.
- Häiriöden etsiminen laite kerrallaan poissulkemalla.



Yhteismuotoiset virrat (common mode)

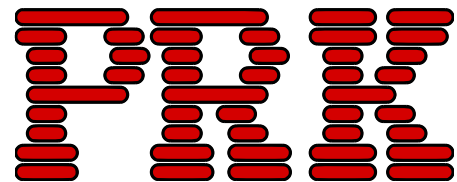
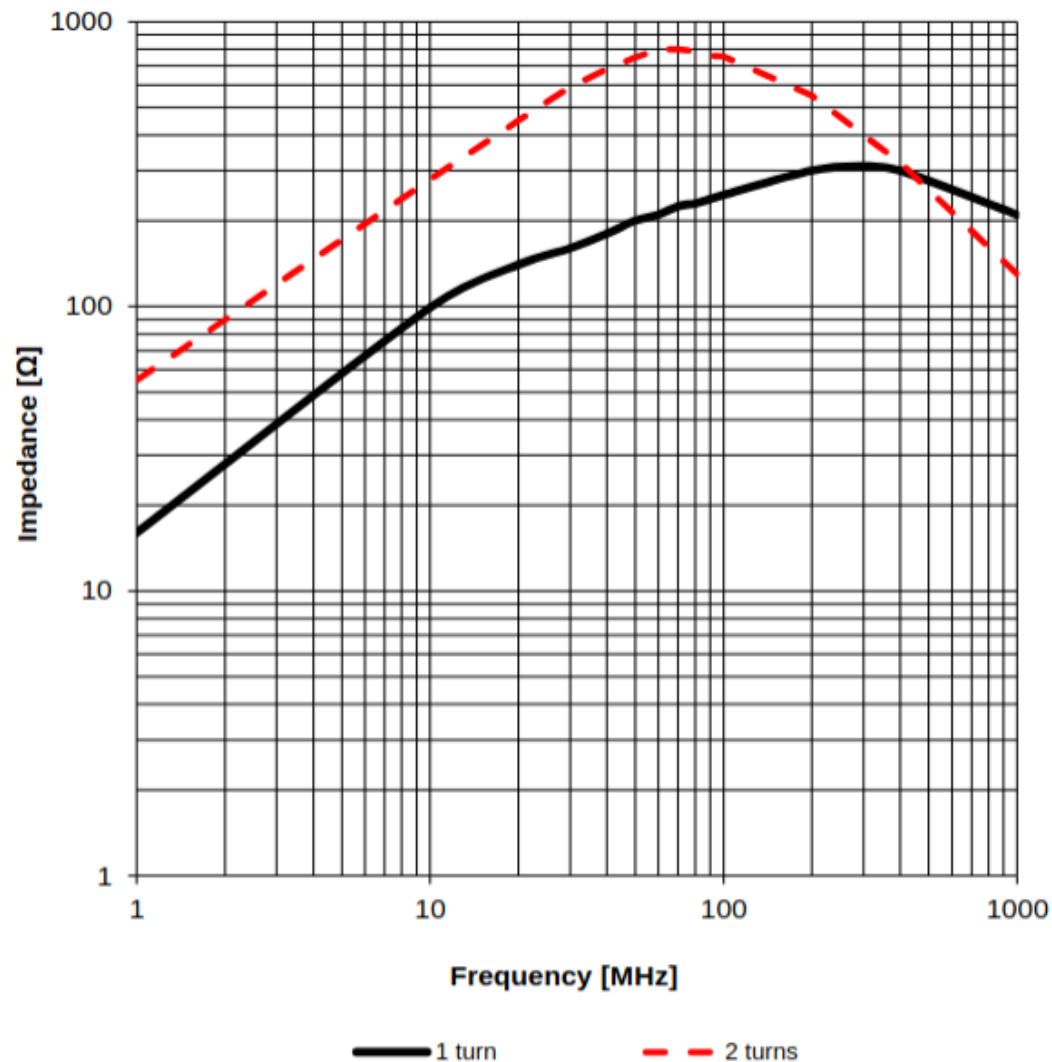
- Impedanssia (R ja X) tietyillä taajuuksilla
- Yhteismuotoiset virrat
- Esimerkiksi antennikaapelissa
- Säteiläkuvio
- Balun



Ferriitti

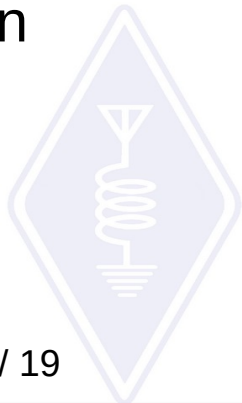
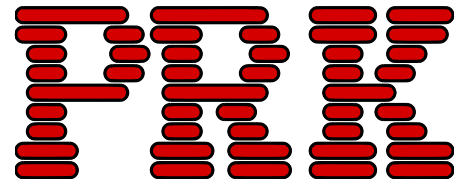
- Kierrosmäärän vaikutus
- Monesti esitetty:
 - Reaaliosa / R : absorboi
 - Imaginääriosa / X : heijast
 - Tässä yhdessä

Typical Impedance Characteristics:



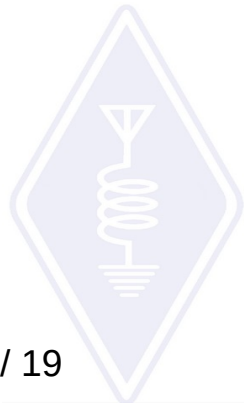
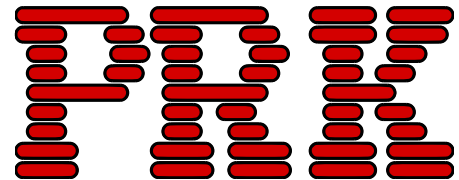
Häiriöt juridisesti

- Haitallinen häiriö = häiriö, joka vaarantaa radionavigoinnin tai turvallisuusradioviestinnän toiminnan tai joka muutoin vakavasti
- heikentää sellaista radioviestintää tai radiomääritystä, joka toimii sovellettavien säännösten mukaisesti, tai estää tai toistuvasti keskeyttää tällaisen toiminnan.*
- Häiriö haittaa muuta radioliikennettä.
- Määritelmän ulkopuolelle jää hyväksyttävä häiriö eli häiriö, jota pitää sietää esim. saman prioriteetin liikenteeltä tai häiriön pienen tason takia.



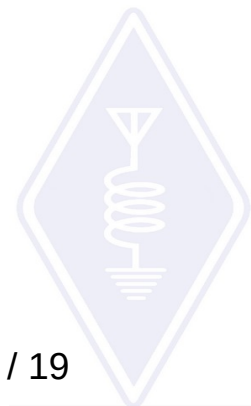
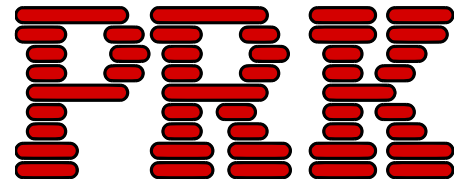
Radioamatöörit häiritsijöinä

- Joskus amatöörilaitteet haittaavat naapureita
- Koitetaan pitää hyvät välit naapureihin ja yritetään ratkaista ongelmat riitelemättä.
- Puhu asioista ymmärrettävästi, älä liian teknisesti.
- Suomen Radioamatööriliitto tarjoaa jäsenilleen apua.
- Viime kädessä voi Traficomilta voi pyytää asiaan ratkaisua.



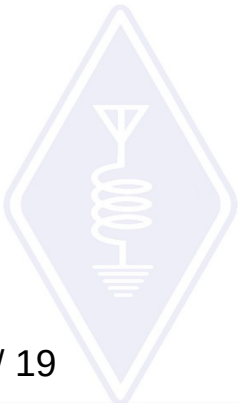
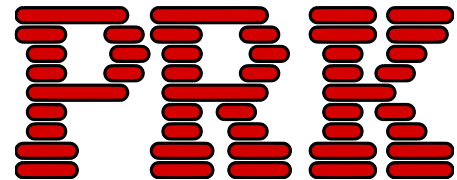
Sallitut harhalähetteet

- Radioamatööriaseman aiheuttamat harhalähetteet on pidettävä mahdollisimman vähäisinä:
- 1) Alle 30 MHz:n taajuuksille osuvien harhalähetteiden vaimennuksen pitää olla vähintään 40 dB verrattuna lähettimen ulostulotehoon. Harhalähetteen huipputeho (pX) ei saa ylittää 10 mW.
- 2) Yli 30 MHz:n taajuuksille osuvien harhalähetteiden vaimennuksen pitää olla vähintään 60 dB verrattuna lähettimen ulostulotehoon. Radioamatööritoiminnalle osoitettujen taajuusalueiden ulkopuolella harhalähetteen huipputeho (pX) ei saa ylittää 25 μ W.
- Jos harhalähetteet kuitenkin aiheuttavat haitallista häiriötä muulle radioviestinnälle, harhalähetteiden vaimennusta on lisättävä 20 dB
- <https://www.traficom.fi/fi/saadokset/radioamatoorimaarays-6>



Häiriöiden poistamisesta

- Jos radiolaitteen toiminta häiritsee turvallisuusradioviestintää, radiolaitteen käyttö on heti keskeytettävä.
- Liikenne- ja viestintävirasto voi päättää, mihin muihin radiolaitteen teknisiä ominaisuuksia tai käyttöä koskeviin toimiin radiolaitteen haltijan ja omistajan on ryhdyttävä häiriön ja sen vaikutusten ehkäisemiseksi ja rajoittamiseksi.
- Jos osapuolet eivät voi sopia häiriön poistamiseksi tarpeellisista toimenpiteistä taikka niistä aiheutuvien kustannusten määrästä tai akamisesta, Liikenne- ja viestintävirasto ratkaisee asian päätöksellään.
- <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140917#O1L1P3>



Bonuskalvo: Vaimennus ja VSWR

Esimerkki:

$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

$$VSWR = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma}$$

VSWR = 3 (Voltage Standing Wave Ratio)

Paluuvaimennus (RL): 6.021 dB (eli neljännes tehosta heijastuu) (RL = Return Loss)

Lisätään vaimennusta 3 dB:

$$RL = -20 \log(|\Gamma|)$$

Nyt paluuvaimennus onkin 12 dB (teho kulkee vaimentimen läpi kahdesti)

$$VSWR = 1.67$$

Γ = Gamma = heijastuskerroin (kompleksiluku)

