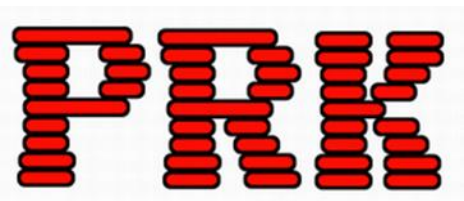


Radioamatöörikurssi 2023

Luento 6: Häiriöt

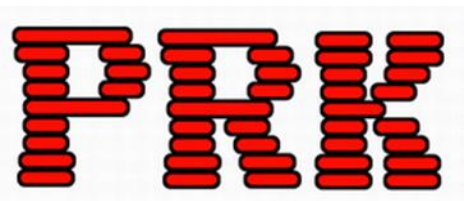
17.5.2023

Otto, OH2EMQ

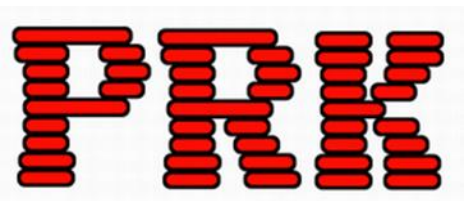


Luennon sisältö

- Häiriöt teknisesti
- Häiriötilanteet

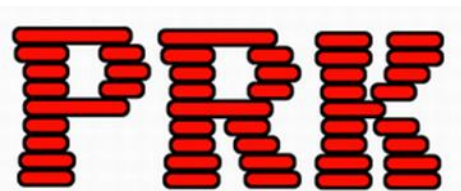


Häiriöt teknisesti



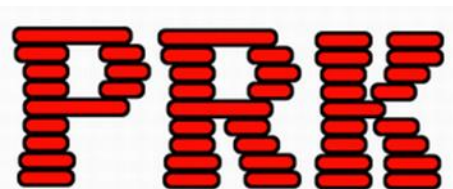
Lähettimen epäideaalisuudet

- Komponenttien epälineaarisuudesta seuraa [säröä](#): toivotun signaalin lisäksi harhalähetteitä
 - Harmoniset kerrannaiset, keskinäismodulaatio (tunnetaan myös intermodulaationa)
 - Harhalähetteet ovat tyypillisesti pienellä lähetysteholla olemattomia, mutta lähetysteho nostettaessa kasvavat moninkertaisesti. Lähettimen ajaminen särölle asti ei ole suotavaa.
 - 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.



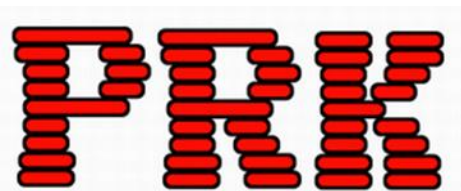
Vastaanottimen epäideaalisuudet

- 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
 - 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.
- Hyvälläkin vastaanottimella on [rajansa](#), kun signaaliympäristö on haastava.



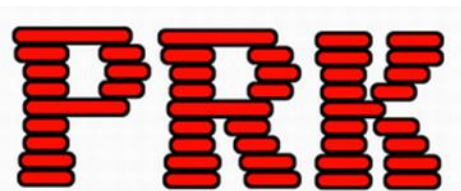
EMC = ElectroMagnetic Compatibility, sähkömagneettinen yhteensopivuus

- Sähkölaitteet (siis muutkin kuin radiolaitteet) saattavat säteillä radiotaajuuksille.
 - Syy usein komponenttien epäideaalisuus, puutteellinen häiriönsuojaus tai viallinen laite.
 - Tiettyyn tasoon asti häiriön aiheuttaminen on ok, koska kaikkea hajasäteilyä ei voi estää.
- Sähkö- ja radiolaitteet saattavat häiriintyä signaaleista, joita ei pitäisi vastaanottaa.
 - Tiettyyn tasoon asti häiriön sietäminen on edellytys, koska laitteille ei voida taata ideaalia ympäristöä.
- Liian lähellä laitteet voivat häiritä toisiaan, vaikka täyttäisivät EMC-vaatimukset.
- Nyrkkisääntöjä:
 - Isotehoiset laitteet ja nopeat muutokset virrassa säteilee sivutuotteena.
 - EMC:n aiheuttaman häiriön vaikutus on suurempi matalilla taajuuksilla → HF-vastaanotto kaupungissa hankalaa.



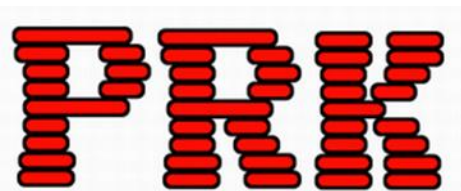
Häiriölähteitä radiotaajuuksilla

- Mikä tahansa, missä tapahtuu suuria, nopeita virran tai jännitteen muutoksia
- Tietokoneet ja muu digitaalitekniikka
- Hakkuriteholähteet, ledit,
- Kipinöinti: sähkömoottorit, voimalinjat, junaradat
- Polttomoottorin sytytys
- Muut radiolaitteet, harhalähetteet
- Ukkonen



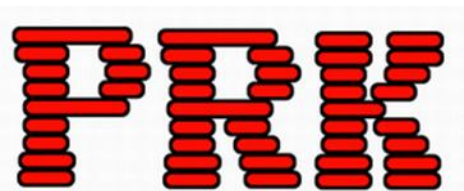
Häiriön kytkeytymistapoja

- Johtumalla kytkeytyminen: Häiriö tulee kaapelia pitkin.
 - Jonkun kontaktin (ja mahdollisesti toivotun signaalin) mukana tulee häiriötä. Esim. käyttöjännitteen rippeli tai sähköverkon jännitepiikit.
- Kapasitiivinen kytkeytyminen: Häiriö kytkeytyy (haja)kapasitansseista.
 - Kaapeleiden välistä kytkeytymistä, varsinkin koaksiaalikaapeleissa .
- Induktiivinen kytkeytyminen: Häiriö kytkeytyy (haja)induktansseista.
 - Kaapeleiden välistä kytkeytymistä, varsinkin parikaapeleissa.
- Sähkömagneettinen kytkeytyminen: Häiriö tulee radioaallostasta.
 - Jokin laitteen osa toimii antennina ja toinen ilmaisimena.
- Yhteisen impedanssin kautta kytkeytyminen: Häiriö tulee potentiaalierosta.
 - Maasilmukan tai muun tahattoman yhteisimpedanssin tuotteena syntyy jännite.



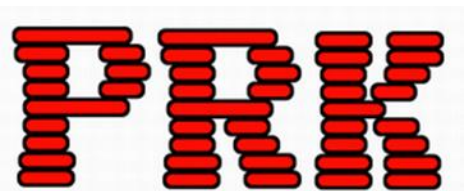
Yhteismuotoiset virrat

- RF-kentät ja maapotentiaalierot aiheuttavat yhteismuotoisia virtoja kaapeleissa
 - Yhteismuotoinen = kulkee kaapelin kaikissa johtimissa samaan suuntaan, ei yleensä käytetä hyötysignaalin siirtoon
- Mitä paremmin suojattu kaapeli, sitä vähemmän kytkeytyy kaapelin sisällä kulkevaan signaaliin
 - Ilmoitetaan kytkentäimpedanssilla (ohmia per metri), pienempi parempi.
- Liitos huonosti kytketyllä suojalla päästää häiriöt sisään (korkea kytkentäimpedanssi)
 - Lisäksi se on herkkä kapasitiivisille ja induktiivisille häiriöille.
- Voidaan pienentää yhteismuotokuristimilla (RF-taajuuksilla) tai erotusmuuntajilla (audiotajuuksilla)
- Balansoidun signaalin käyttö auttaa
 - Parikaapeli
 - Hyötysignaali on kahden johtimen jännitteiden (tai virtojen) erotuksessa → molemmissa samanlaisena näkyvä häiriö kumoutuu
 - Mitä parempi balanssi, sitä paremmin häiriö kumoutuu



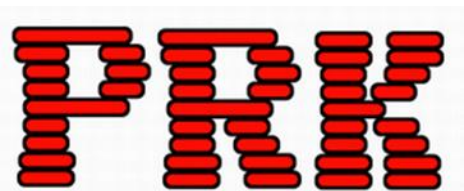
Vaippavirrat

- Yhteismuotoinen virta antennia syöttävässä koaksiaalikaapelissa
 - Kulkee korkeilla taajuuksilla koaksiaalisen vaipan ulkopinnassa
 - Johtuu balunin puuttumisesta, lähellä antennia kulkevasta kaapelista tai huonoista RF-liitoksista
 - Kulkee radion kautta kaikkiin muihinkin siihen kytkettyihin kaapeleihin ja laitteisiin → "RF in the shack"
 - Voi myös nostaa häiriötasoja vastaanotossa
 - Kuristimen lisääminen auttaa. Myös vaipan maadoittaminen ulkona



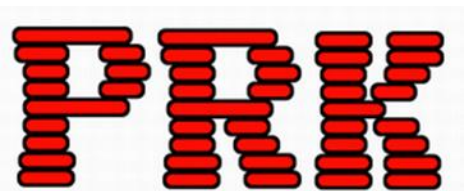
Häiriöiden ehkäisy

- Metallikotelointi ja suojatut kaapelit
- Johtimien etäisyyttä ja suuntaa muuttamalla,
 - Radion antenni mahdollisimman kauas häiriölähteistä/häiriintyvistä laitteista
- Käyttämällä verkkomuuntajissa ja signaalimuuntajissa staattista suojaa, ja sijoittamalla johtimet lähelle maatasoa.
- Myös kytkentöjen impedanssitason pitäminen pienenä auttaa.
- Kuristimet ja muut suodattimet kaapeleissa
- Erotusmuuntaja verkkosähkössä: galvaaninen erotus katkaisee maasilmukat ja vaimentaa sähköverkon pörinöitä maadoituksessa.
- Etsi häiriön lähde tai häiriintyvät laitteet
 - Kokeile sammuttaa laitteita → tippuuko kohinataso?
 - Irrota laitteista kaapeleista → jos auttaa, niin kokeile lisätä kuristin kaapeliin tai suojata se paremmin
- Häiriöitä mitataan spektrianalysaattorilla.



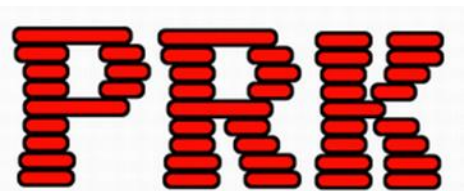
Ukkonen

- 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
 - \rightarrow Jonkinlainen ukkossuojaus kannattaa, vaikka kaikkia vahinkoja onkin vaikea välttää suorassa iskussa

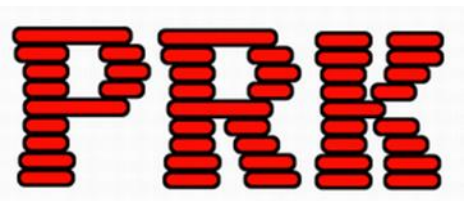


Ukkossuojaus

- 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, ”potentiaalinen tasauskisko”.
 - Koaksiaalinen vaipat, sähköverkon suojamaa, muut kaapelit.
- Ylijännitesuoja RF-kaapeleissa.
- Samanlainen maadoitus voi auttaa myös RF-häiriöihin ja 50 Hz hurinoihin.

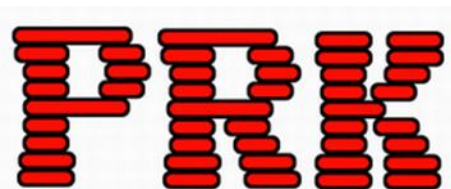


Häiriötilanteet



Häiriö juridisesti

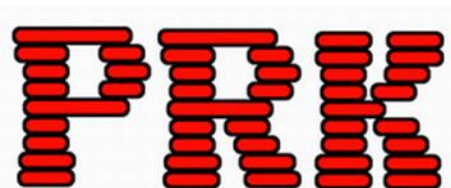
- Haitallinen häiriö = **häiriö**, joka vaarantaa radionavigoinnin tai turvallisuusradioviestinnän toiminnan tai joka muutoin vakavasti **heikentää** sellaista **radioviestintää** tai radiomääritystä, **joka toimii** sovellettavien **säännösten mukaisesti**, tai estää tai toistuvasti keskeyttää tällaisen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



Radioamatööriaseman 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 2 momentissa määrättyistä arvoista.



Lähde: [Liikenne- ja viestintävirasto Traficom in määräys 6 "Radioamatöörimääräys"](#)

Häiriöiden poistaminen

Jos radiolaitteen toiminta häiritsee turvallisuusradioviestintää, radiolaitteen käyttö on heti keskeytettävä.

Jos radiolähetin aiheuttaa radioviestinnälle tai muille radiolaitteille häiriötä, radiolähtetimen haltijan ja omistajan on poistettava häiriö tai rajoitettava sitä. Jos häiriö johtuu radiovastaanottimen tai siihen liitetyn erillisen antennin tai antennijärjestelmän teknisistä ominaisuuksista, häiriön poistaminen on radiovastaanottimen haltijan ja omistajan vastuulla, jos tässä laissa säädetyistä tai toimilupaehdoista ei muuta johdu.

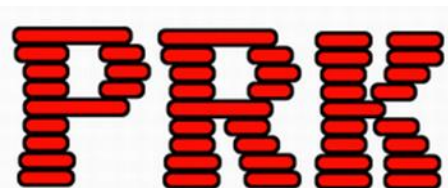
Liikenne- ja viestintävirasto voi päättää, mihin muihin radiolaitteen teknisiä ominaisuuksia tai käyttöä koskeviin toimiin radiolaitteen haltijan ja omistajan on ryhdyttävä häiriön ja sen vaikutusten ehkäisemiseksi ja rajoittamiseksi.

Jos sekä häiriön aiheuttava että häiritetty radiolaite ovat tämän lain sekä sen nojalla annettujen säännösten ja määräysten mukaiset, ja jollei häiriö ole vähäinen tai jollei häiriö johdu radiovastaanottimeen liitetyn erillisen antennin tai antennijärjestelmän häiriönsieto-ominaisuuksista, Liikenne- ja viestintävirasto tekee osapuolille ehdotuksen toimenpiteiksi, joilla häiriö voidaan poistaa tai sen vaikutuksia rajoittaa.

Jos osapuolet eivät voi sopia häiriön poistamiseksi tarpeellisista toimenpiteistä taikka niistä aiheutuvien kustannusten määrästä tai jakamisesta, Liikenne- ja viestintävirasto ratkaisee asian päätöksellään.

Edellä 2–4 momentissa tarkoitettua menettelyä sovelletaan myös silloin, kun radiolaite aiheuttaa häiriötä televerkolle, telepäätelaitteelle tai sähkölaitteistolle, jonka häiriönsieto-ominaisuudet ovat tämän lain tai sähköturvallisuuslain nojalla annettujen säännösten ja määräysten mukaiset.

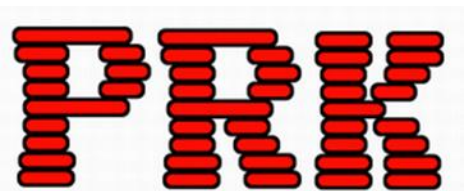
Liikenne- ja viestintävirasto voi antaa määräykset 4 momentissa tarkoitetun radiovastaanottimeen liitettävän erillisen antennin tai antennijärjestelmän teknisistä ominaisuuksista.



Lähde: [Laki sähköisen viestinnän palveluista \(917/2014\) 277 §](#)

Häiriötilanteisiin apua

- Ole diplomaattinen, älä idealisti. Liian jyrkkää lähestymistä on vaikea korjata myöhemmin.
 - Riitely naapureiden kanssa ja taloyhtiössä ei edistä häiriön poistamista ja voi johtaa muihin lieveilmiöihin.
- Puhu asioista ymmärrettävästi, älä liian teknisesti.
- Suomen Radioamatööriliitto tarjoaa jäsenilleen apua.
- Viime kädessä voi Traficomilta voi pyytää asiaan ratkaisua.



Kiitos

Lähteet, jos ei kalvoissa erikseen mainittu:

Tatun OH2EAT kalvot samasta aiheesta

”[Häiriökysymykset: Häiriöt mittauksissa](#)”, Esa Häkkinen et al.

