



Häiriöt ja mittaaminen

2003 – Eero Alkkiomäki (OH6GMT)

2009 – Tiiti Kellomäki (OH3HNY)

Häiriötyypit

- sähkömagneettisesti kytkeytyvät
 - puutteellinen kotelointi
 - huonot liitokset
 - puutteelliset suodatukset
- kapasitiivisesti ja induktiivisesti kytkeytyvät
 - huono kaapelointi
 - liian pienet etäisyydet johtimien välillä
- galvaanisesti kytkeytyvät
 - nollapisteiden välillä potentiaalieroja
- muut häiriöt

Sähkömagneettiset häiriöt

- Radiotekniikassa häiriötyypeistä merkittävin
- Tentissä häiriintyjät: (analogia-)tv ja GSM
- Harhalähetteistä perustaajuuksien harmoniset (2*taajuus, 3*taajuus) yleisin ongelma, niitä on aina
- Jos lähettimen kotelointi ei ole tarpeeksi tiivis, suurtaajuinen teho karkaa helposti
 - Myös kaapeloinnit, mittarit ja tuuletusaukot ovat ongelmallisia ja ne pitää huolellisesti tiivistää
 - Rakennettava metallikoteloihin
- Syöttöjohto voi säteillä, jolloin sen vieressä oleviin laitteisiin tulee häiriöitä
 - Balunin puuttuminen, huono sovitus...
- RF-tehon pääsy sähköverkkoon ehdottomasti estettävä
- Maadoittaminen ehdottoman tärkeää

Kapasitiiviset ja induktiiviset häiriöt

- Vaikuttavat yhdessä, eivät niin merkittäviä radiotekniikassa (\sim T2-tentissä)
- Haittaavat mittauksia, lähinnä audiolinjoihin ja digitaalisignaaleihin indusoituvia häiriöitä

Galvaaniset häiriöt

- Ilmenevät yleensä 50 Hz verkkohurina, syynä puutteellinen maadoitus
- Jos useita maadoituspisteitä, laitteiden välillä voi olla potentiaalieroja

Muut häiriöt

- Sähkötyksessä avainiskut, aiheutuvat liian jyrkistä nousu- ja laskuajoista
- Ylimodulaation ja ylildeviaation aiheuttamat häiriöt (tai signaalin epäpuhtaudet) voivat tehdä lähetteen jopa täysin tunnistamattomaksi, ongelma sekä SSB:llä että FM:llä

Sähkömagneettisten häiriöiden poistaminen

- Harmonisiin harhalähetteisiin ratkaisuna on erilaiset suotimet, tilanteen mukaan valitaan oikea tyyppi
 - Ylipäästö, alipäästö...
- Liittimet, johtotus, kotelointi ja maadoitus kuntoon
- Digitaali- ja audiolinjoihin ferriittikuristimet
- Verkkolaitteen syöttöön verkkosuodin tai ferriittikuristin
- Loisivärähtelyä voidaan estää kuristimilla

Kapasitiivisten ja induktiivisten häiriöiden poistaminen

- Kasvatetaan johdinvälejä
- Suojaavaipalliset kaapelit, kierretyt parit

Galvaanisten häiriöiden poistaminen

- Maadoitus mielellään yhteen pisteeseen, kunnollinen potentiaalintasauskisko
- Maadoitus käyttäen kunnollisia kaapeleita ja mahdollisimman lyhyitä reittejä
- Laitteiden välinen maadoitus vähintään 2,5 mm², mielellään 4–8 mm² johdolla

Muiden häiriöiden poistaminen

- Avainiskuista, klikeistä päästään eroon avainnussuotimella lähettimessä
- Mikrofonivahvistus säädetään mikrofonikohtaisesti oikeaksi ja mielellään hieman alakanttiin, jolloin ylimodulaation vaaraa ei ole
- Vasta-asemilta kannattaa myös kysellä oman aseman äänenlaadusta
- Normaalioloissa puheprosessoria ei kannata käyttää

Toimiminen häiriötapauksissa

- Radioamatööri on aina velvollinen selvittämään mahdollisesti aiheuttamansa häiriön ja toimimaan sen estämiseksi
- Ensisijaisesti radioamatöörin tulee asentaa häiriösuotimet omaan lähettimeensä, ei häiriintyvään vastaanottimeen
- Välttämättä läheskään aina häiriöiden aiheuttaja ei ole radioamatööri, joten syytöksiin tulee suhtautua aina pienellä varauksella
- Lähetystehon vähentäminen on yleensä helpoin ja halvin keino torjua häiriöitä esimerkiksi naapurin tv-kuvassa
- Vaikeimmissa tapauksissa voi teoriassa ottaa yhteyttä SRAL:n häiriöneuvojaan

Kysymyksiä häiriöistä

A) 70 cm lähettimesi harhalähete tukkii GSM-tukiaseman vastaanottimen. Häiriön poistamiseksi kannattaa muun muassa

1. asentaa alipäästösuodatin lähettimesi
2. asentaa ylipäästösuodatin lähettimesi
3. asentaa kaistanestosuodatin GSM:n taajuudelle lähettimesi
4. vaatia teleoperaattoria asentamaan tarvittavat suodattimet omiin vastaanottiinsa

B) Naapurisi TV:ssä näkyy häiriöitä, joiden arvellette johtuvan HF-alueen signaaleista. Koska et halua olla syypää häiriöihin,

1. väität ylimalkaisesti häiriön johtuvan lähellä olevasta LA-radiolähettimestä
2. pyydät radioamatööriystäväsi apuun, ja tutkitte yhdessä naapurin kanssa, aiheuttaako HF-amatöörilähettimesi kyseiset häiriöt
3. kerrot, että lähettimesi ei voi aiheuttaa häiriöitä ja esität todisteeksi radioamatöörimääräysten kohdan 10.2 "Radioamatööriaseman käyttö häiritsemistarkoituksessa on kielletty."
4. lopetat radioamatööritoiminnan ja myyt laitteesi
5. epäilet, että naapurustossa on 27 MHz:llä toimiva suurtaajuuskuumennin

Vastaukset kysymyksiin

A) 70 cm lähettimesi harhalähete tukkii GSM-tukiaseman vastaanottimen. Häiriön poistamiseksi kannattaa muun muassa

1. asentaa alipäästösuodatin lähettimesi (oikein)
2. asentaa ylipäästösuodatin lähettimesi (väärin)
3. asentaa kaistanestosuodatin GSM:n taajuudelle lähettimesi (oikein)
4. vaatia teleoperaattoria asentamaan tarvittavat suodattimet omiin vastaanottiinsa (väärin)

B) Naapurisi TV:ssä näkyy häiriöitä, joiden arvellette johtuvan HF-alueen signaaleista. Koska et halua olla syyppää häiriöihin,

1. väität ylimalkaisesti häiriön johtuvan lähellä olevasta LA-radiolähettimestä (väärin)
2. pyydät radioamatööriystäväsi apuun, ja tutkitte yhdessä naapurin kanssa, aiheuttaako HF-amatöörilähettimesi kyseiset häiriöt (oikein)
3. kerrot, että lähettimesi ei voi aiheuttaa häiriöitä ja esität todisteeksi radioamatöörimääräysten kohdan 10.2 "Radioamatööriaseman käyttö häiritsemistarkoituksessa on kielletty." (väärin)
4. lopetat radioamatööritoiminnan ja myyt laitteesi (väärin...)
5. epäilet, että naapurustossa on 27 MHz:llä toimiva suurtaajuuskuumennin (oikein)

Mittalaitteet

- jännitemittari
 - virtamittari
 - resistanssimittari
 - oskilloskooppi
 - taajuuslaskuri
 - spektrianalysaattori
 - tehomittari
 - SWR-mittari...
- } yleismittari

Yleismittari

- Yleismittarissa on yleensä yhdistettynä vähintään jännite-, virta- ja resistanssimittaukset
- Yleismittarissa voi mahdollisesti olla lisänä esimerkiksi taajuus-, johtavuus-, transistori-, diodi- ja lämpötilamittaukset
- Malliltaan joko analoginen tai digitaalinen, nykyisin digitaaliset huomattavasti halvempia, tarkempia ja yleisempiä
- On hyvä muistaa, että pelkällä jännitemittarilla voidaan suorittaa sekä virta- että resistanssimittaukset (shunttivastus ja vastusjako)

Yleismittarilla mittaaminen

- Jännitemittari kytketään mitattavan piirin rinnalle, “piirin yli vaikuttava jännite”.
- Virtamittari kytketään mitattavan piirin kanssa sarjaan, “sama virta kulkee piirin ja mittarin läpi”.
- Punainen mittausjohto kytketään jännitemittauksessa jännitereikään ja virtamittauksessa virtareikään.
- Musta johto on aina mustassa portissa.
- Mittarissa olevasta kytkimestä valitaan mittausalue, esim. 2 Vdc, 10 Vac, 1 Adc.

Oskilloskooppi

- Analogiset mallit eivät varsinaisesti mittaa, vaan pelkästään näyttävät signaalin aaltomuodon ajan funktiona
- Aaltomuodosta voidaan oskilloskoopin ruudukoiden perusteella päätellä mm. jännite ja taajuus
- Oskilloskooppi soveltuu parhaiten jaksollisesti toistuvien ilmiöiden mittaamiseen ja havaitsemiseen
- Digitaaliset muistiskoopit laskevat mallista riippuen lähes kaiken valmiiksi

Taajuuslaskuri ja spektrianalysaattori

- Taajuuslaskuria käytetään taajuuden tarkkaan määrittämiseen, perustuu jakajaan, laskuriin ja referenssioskillaattoriin
- Taajuuslaskurin kalibrointi on tärkeää, samoin taajuusreferenssin laatu (OCXO, TCXO)
- Spektrianalysaattori on oskilloskoopin tyyppinen laite, mutta se mittaa esimerkiksi tehotasoja taajuuden funktiona, käytetään mm. harhalähetteiden analysoinnissa

Tehomittari ja SWR-mittari

- Tehomittarilla mitataan yleensä lähettimen lähetysteho
- Tehon mittaamiseen on useita menetelmiä
- SWR-mittarilla mitataan seisovanaallonsuhdetta eli lähettimen pääteasteen ja syöttöjohdon alapään välistä sovitusta
- SWR (=SAS) ei voi olla pienempi kuin 1!

Lähetystehon mittaaminen oskilloskoopilla

- Mittauksessa tarvitaan riittävä 50 ohmin keinokuorma, oskilloskooppi ja mittapään tarvittaessa riittävä vaimennus
- U_{hh}:stä (huipusta-huippuun-jännite) saadaan teho: $P = (U_{hh} / 2\sqrt{2})^2 / R$
- Sama sievennettynä: $P = U_{hh}^2 / 8R$
- Menetelmä on tarkka, mutta etenevä ja heijastunut teho siirtojohdossa saavat mittaukset näyttämään virheellisesti liian suurilta

Lähetystehon mittaaminen yleismittarilla

- Lähetysteho voidaan mitata kohtuullisen tarkasti myös yleismittarilla, periaate on sama kuin oskilloskooppimittauksissa, mutta kytkentä on erilainen
- Menetelmä ei ole kovin tarkka ja soveltuukin parhaiten matalille taajuuksille ja suurille tehoille
- Diodin kynnysjännite huomioitava

Efektiiivinen säteilyteho, ERP

- Lähettimestä lähtee tehoa 100 wattia, siirtojohtoihin häviää 1,5 dB ja antennin vahvistus on 7,5 dBd. Mikä on efektiiivinen säteilyteho?
- $10 \cdot \lg 100 = 20 \text{ dBW}$
- $20 - 1,5 + 7,5 = 26 \text{ (dBW)}$
- $10^{(26 / 10)} = 398.107... \text{ W} \sim 400\text{W ERP}$

Kysymyksiä mittauksista

A) Mittaat lähettimen tehoa 50 ohmin keinokuormaan oskilloskoopilla, jonka kaistanleveys on riittävä. Saat mittaustulokseksi $U_{hh} = 100$ volttia.

Lähettimen teho on

1. 10 W
2. 25 W
3. 100 W
4. 200 W

B) Haluat saada selville HF-lähettimeksi harmonisten taajuuskomponenttien tehot. Mittausta varten tarvitset

1. oskilloskooppiin liitettävän spektrianalysaattoriosan
2. tarkkuusvolttimittarin, joka antaa jännitetason desibeleinä
3. ampeerimittarin lähettimen ottaman tehon määrittämistä varten
4. lähettimen koko tehon kestävä keinokuorman

Vastaukset kysymyksiin

A) Mittaat lähettimen tehoa 50 ohmin keinokuormaan oskilloskoopilla, jonka kaistanleveys on riittävä. Saat mittaustulokseksi $U_{hh} = 100$ volttia.

Lähettimen teho on

1. 10 W (väärin)
2. 25 W (oikein)
3. 100 W (väärin)
4. 200 W (väärin)

B) Haluat saada selville HF-lähettimeksi harmonisten taajuuskomponenttien tehot.

Mittausta varten tarvitset

1. oskilloskooppiin liitettävän spektrianalysaattoriosan (oikein)
2. tarkkuusvolttimittarin, joka antaa jännitetason desibeleinä (väärin)
3. ampeerimittarin lähettimen ottaman tehon määrittämistä varten (väärin)
4. lähettimen koko tehon kestävä keinokuorman (oikein)

Kysymyksiä mittauksista

A) Kiertokäämimittarissa on kaksi asteikkoa, 0 – 50 V ja 0 – 1 A. Ilman apuvälineitä voit sillä mitata

1. tasavirtaa
2. vaihtovirtaa
3. tasajännitettä
4. vaihtojännitettä

B) Haluat mitata radiolähettimen virtalähteestä ottaman virran. Tarvitset

1. volttimittarin, joka on kytketty virtalähteeseen rinnan lähettimen kanssa
2. volttimittarin, joka on kytketty virtalähteeseen sarjaan lähettimen kanssa
3. ampeerimittarin, joka on kytketty virtalähteeseen sarjaan lähettimen kanssa
4. mittarin, joka on kytketty virtalähteeseen rinnan lähettimen kanssa

Vastaukset kysymyksiin

A) Kiertokäämimittarissa on kaksi asteikkoa, 0 – 50 V ja 0 – 1 A. Ilman apuvälineitä voit sillä mitata

1. tasavirtaa (oikein)
2. vaihtovirtaa (väärin)
3. tasajännitettä (oikein)
4. vaihtojännitettä (väärin)

B) Haluat mitata radiolähettimen virtalähteestä ottaman virran. Tarvitset

1. volttimittarin, joka on kytketty virtalähteeseen rinnan lähettimen kanssa (väärin)
2. volttimittarin, joka on kytketty virtalähteeseen sarjaan lähettimen kanssa (väärin)
3. ampeerimittarin, joka on kytketty virtalähteeseen sarjaan lähettimen kanssa (oik)
4. mittarin, joka on kytketty virtalähteeseen rinnan lähettimen kanssa (väärin)