



Häiriöt ja mittaaminen

2003 – Eero Alkkio (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
- Harhaläheteistä perustaajuuksien harmoniset (2ⁿtaajuus, 3ⁿtaajuus) yleisin ongelma, niitä on aina
- Jos lähtimen 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 häiriötä
 - Balunin puuttuminen, huono sovitin...
- RF-tehon pääsy sähköverkkoon ehdottomasti estettävä
- Maadoittaminen ehdottoman tärkeää

Kapasitiiviset ja induktiiviset häiriöt

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

Galvaaniset häiriöt

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

Muut häiriöt

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

Sähkömagneettisten häiriöiden poistaminen

- Harmonisiin harhaläheteisiin 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
- Suojavaipalliset 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-aseilta 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 radioamatööriin 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 lähettimeesi
2. asentaa ylipäästösuodatin lähettimeesi
3. asentaa kaistanestosuodatin GSM:n taajuudelle lähettimeesi
4. vaatii teleoperaattoria asentamaan tarvittavat suodattimet omiin vastaanottiinsa

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

1. väität ylimalkaisesti häiriön johtuvan lähellä olevasta LA-radiolähettimestä
2. pyydät radioamatööriystäväsi apuun, ja tutkotte yhdessä naapurin kanssa, aiheuttaako HF-amatöörlähettimeesi 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

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 lisäksi esimerkiksi taajuus-, johtavuus-, transistori-, diodi- ja lämpötilamittaukset
- Malliitaan 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 mittaussjohto kytketään jännitemittauksessa jännitereikään ja virtamittauksessa virtareikään.
- Musta johto on aina mustassa portissa.
- Mittarissa olevasta kytkimestä valitaan mitta-alue, 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 muistiskoot 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. harhalähetteen analysoinnissa

Tehomittari ja SWR-mittari

- Tehomittarilla mitataan yleensä lähettimen lähetystehoa
- 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
- Uhh:stä (huipusta-huippuun-jännite) saadaan teho: $P = (U_{hh} / 2\sqrt{2})^2 / R$
- Sama sievennettyä: $P = U_{hh}^2 / 8R$
- 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?
- $10 \cdot \lg 100 = 20 \text{ dBW}$
- $20 - 1,5 + 7,5 = 26 \text{ (dBW)}$
- $10^{(26 / 10)} = 398.107 \dots \text{ W} \sim 400 \text{ W ERP}$

Kysymyksiä mittauksista

A) Mittaat lähettimen tehoa 50 ohmin keinokuorman oskilloskoopilla, jonka kaistanleveys on riittävä. Saat mittaustulokseksi $U_{\text{hh}} = 100 \text{ voltia}$. Lähettimen teho on

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

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

1. oskilloskoopin liitettävän spektrianalysaattoriosan
2. tarkkuusvoltageimittarin, joka antaa jännitetaso desibeleinä
3. ampeerimittarin lähettimen ottaman tehon määrittämistä varten
4. lähettimen koko tehon kestävä keinokuorman

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