

# **RADIOAMATÖÖRIASEMAN HÄIRIÖKYSYMYKSIÄ**

Samuli Taimisto OH6TY

# Sisällys

## EMC

Potentiaalintasauksesta

Taajuusmuuttajien aiheuttamista häiriöistä

Sähköverkon aiheuttamista häiriöistä

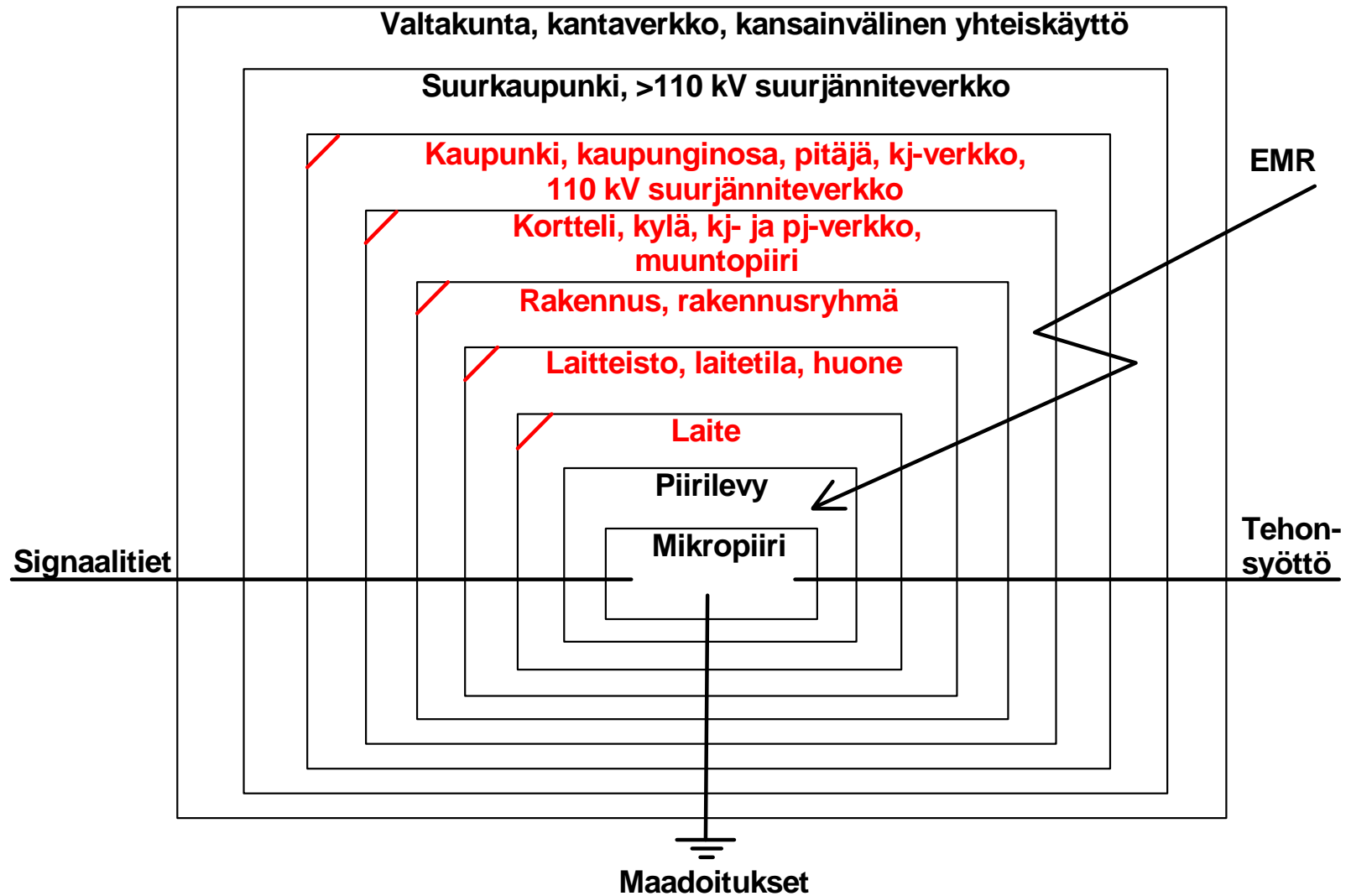
Case SDR

PLC (Datasähkö)

# EMC

- EMC = Electromagnetic Compatibility, sähkömagneettinen yhteensopivuus, arkisemmin: häiriösuojaus (häiriöpäästöt, häiriösieto)
- EU-direktiivi 2004/108/EY: ”Jäsenvaltiot ovat velvolliset varmistamaan, että radioviestintä, mukaan lukien radio-lähetysten vastaanottaminen ja **radioamatööripalvelut**, jotka toimivat kansainvälisen (ITU) radio-ohjesäännön mukaisesti, sähkönjakelu- ja televiestintäverkot sekä niihin kytketyt laitteistot on suojattu sähkömagneettisilta häiriöiltä.”
- EMC-direktiivi saatetaan voimaan laeilla ja asetuksilla
  - Sähköturvallisuuslaki
  - Laki radiotaajuuksista ja telelaitteista
  - Viestintämarkkinalaki
- Direktiivinmukaisuus toteutetaan yleensä hyväksytyjä standardeja noudattaen, esim. SFS 6000 (pienjänniteasennukset)
- Direktiivi koskee nyt myös **kiinteitä asennuksia**

# EMC-ympäristöjä



# Sisällys

EMC

Taajuusmuuttajien aiheuttamista häiriöistä

Sähköverkon aiheuttamista häiriöistä

Potentiaalintasauksesta

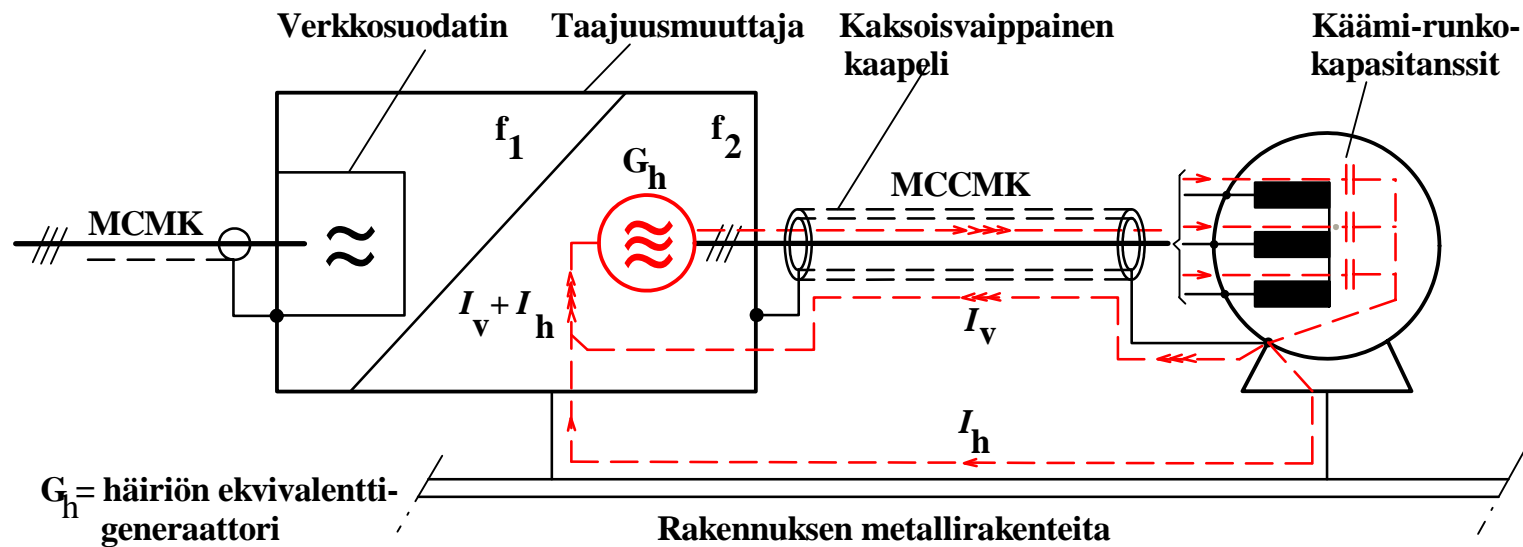
Case SDR

PLC (Datasähkö)

# Taajuusmuuttajien aiheuttamista häiriöistä

- Taajuusmuuttajat ovat yleistyneet myös asuinrakennuksissa
  - häiriölähde on näin tullut lähemmäksi RA-asemia
- Taajuusmuuttajia käytetään mm.
  - ilmastointilaitteistoissa
  - pumpuissa
  - lämpöpumpuissa
  - hisseissä
- Häiriöiden syynä usein väärät laitevalinnat tai asennusvirheet
- Tehdasvalmisteiset laitteistopakettit yleensä OK, asennuspaikalla kootuissa laitteistoissa suunnittelijoiden ja asentajien tottumattomuudesta johtuvia virheitä
- Taajuusmuuttajan ja moottorin välinen kaapeli on häiriöiden kannalta kriittinen
- Muita kriittisiä kohteita:
  - verkkosuodatin
  - maadoitukset

# Taajuusmuuttajan ja moottorin välinen kaapeli



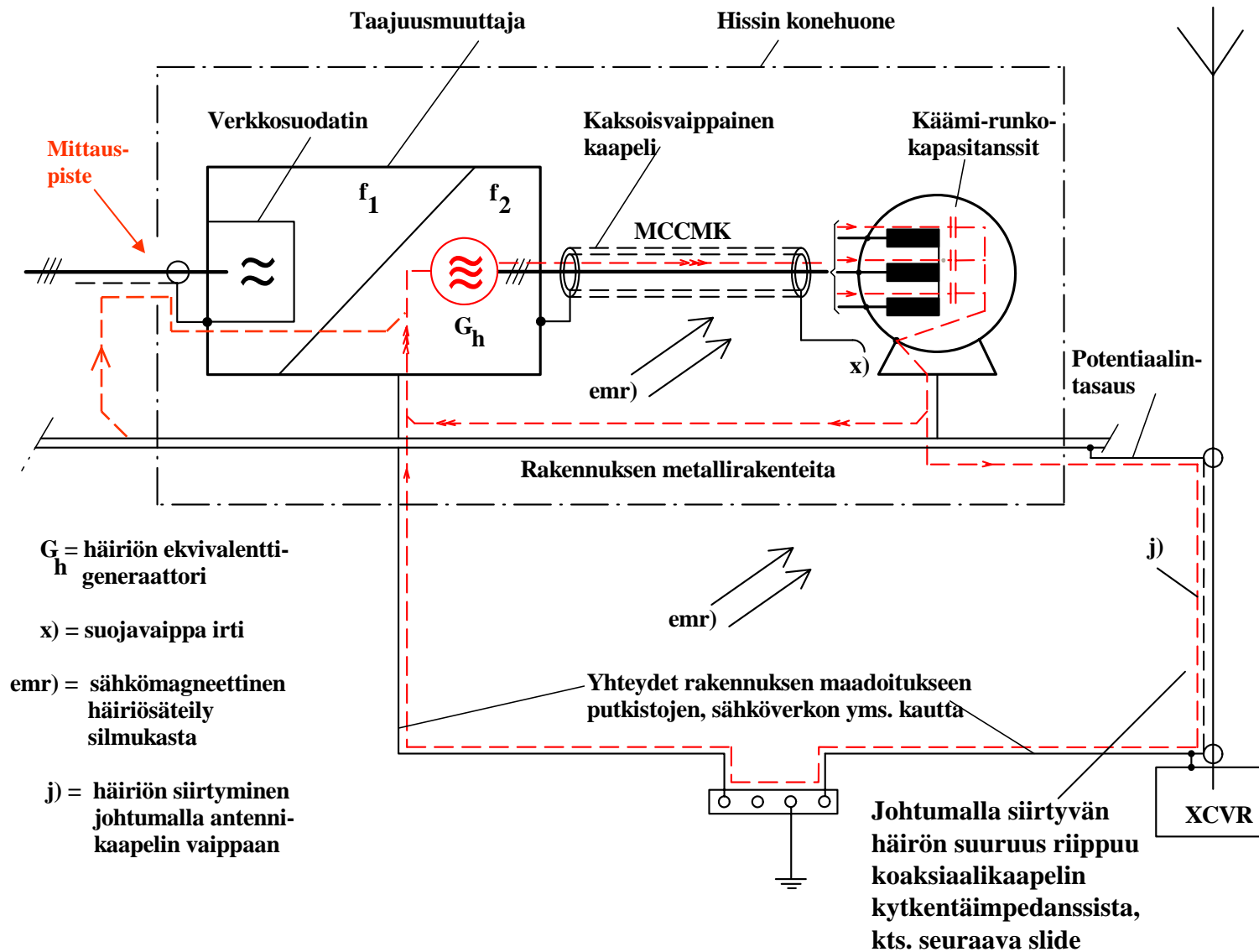
- Kaksoisvaippainen kaapeli taajuusmuuttajan ja moottorin välillä
- Suojaus perustuu reduktioilmiöön
- Virtareduktiokerroin =  $I_v / I_v + I_h$
- MCCMK on kaksoisvaippainen voimakaapeli.
  - hyvät suojausominaisuudet laajalla taajuusalueella.
- Liitoksissa ns. 360 asteen maadoitus

## Case: Hissin taajuusmuuttajan aiheuttama häiriö

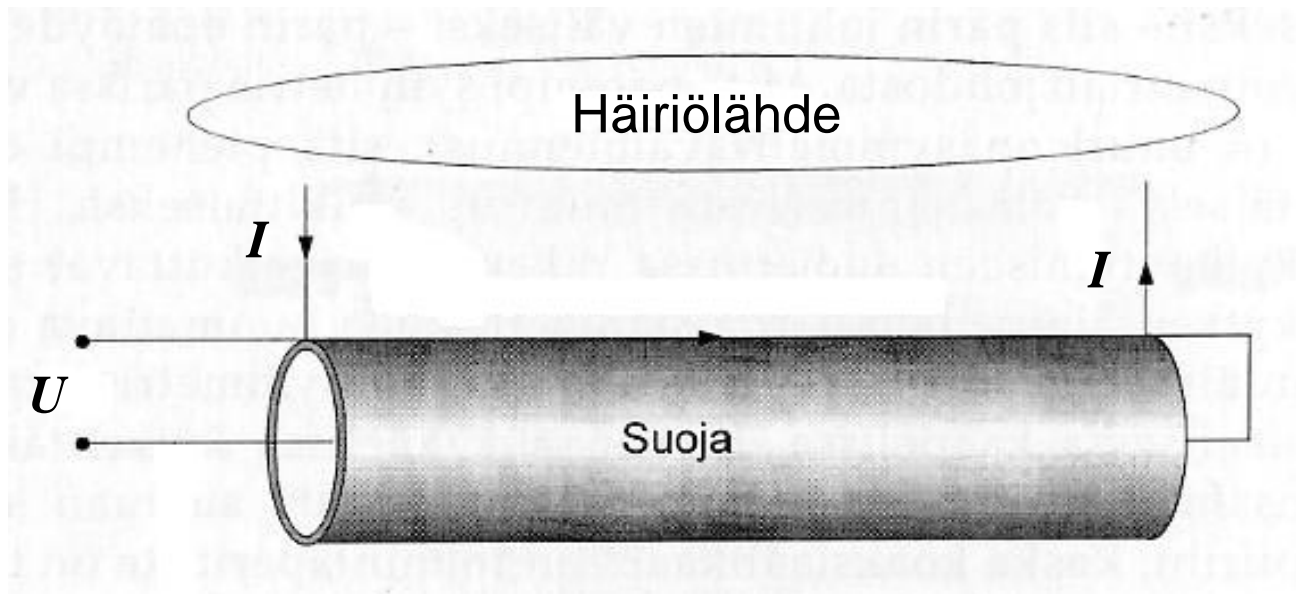
- Käyttöön otossa havaittiin voimakas (S9+30 dB) laaja-kaistainen häiriö, maksimi 4 MHz seutuvilla
- Toimittajan ensireaktio: laitteistokaapi on EMC-hyväksytty
- Standardin mukaan säteilevää häiriötä ei tarvitse mitata alle 30 MHz taajuuksilla
  - sen sijaan mitataan johtumalla siirtyvä häiriö taajuusmuuttajan sähköliittymästä
- Tämä korreloi varsin hyvin säteilevän häiriön kanssa
- Vika oli yksinkertainen: moottorikaapelin vaippa oli irti moottorin päästä
  - vika oli siis laitteistokaapin ulkopuolella
- Vaipan kytkemisen jälkeen häiriötaso putosi 48 dB !!



# Case: Hissin taajuusmuuttajan aiheuttama häiriö



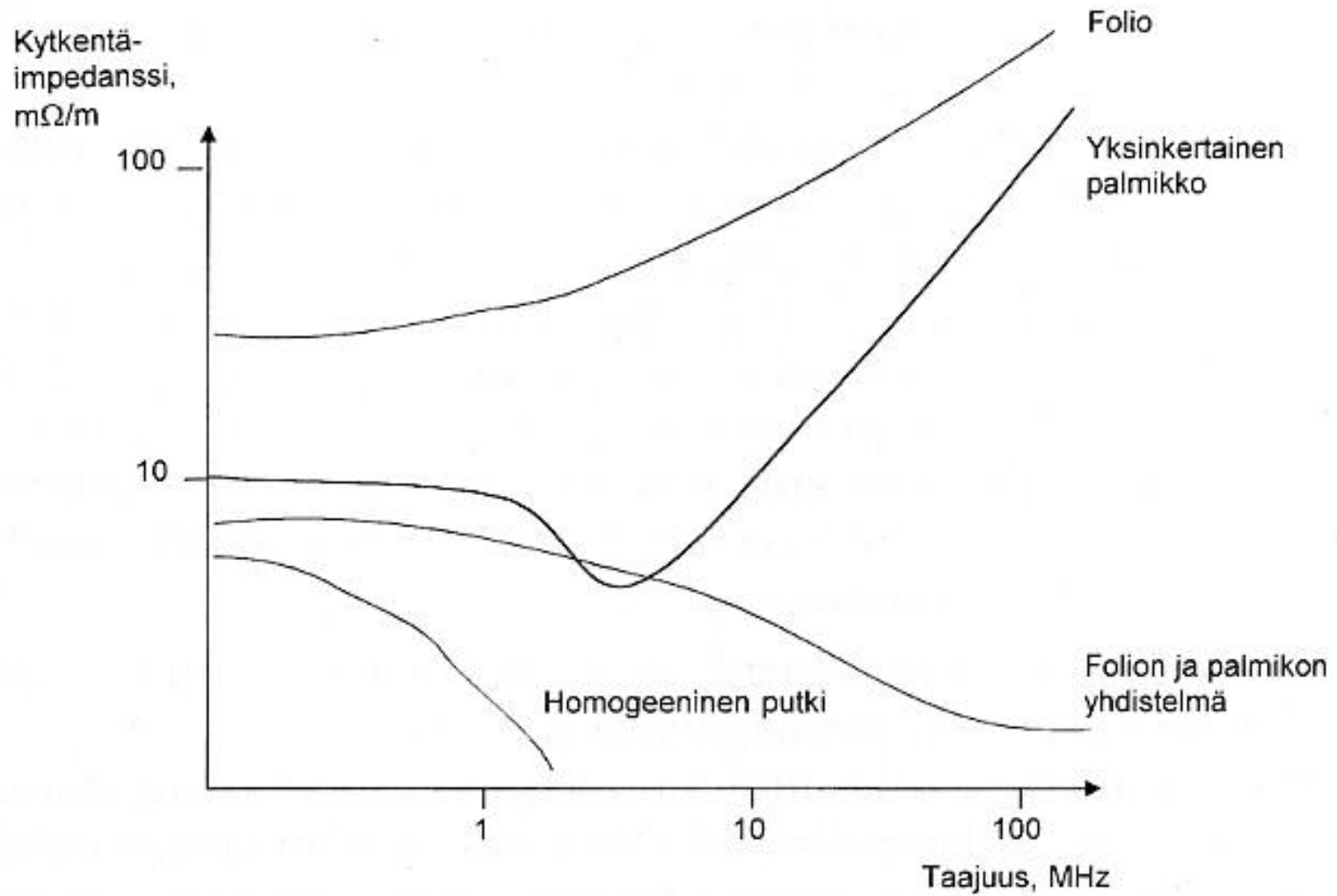
# Kytkentä impedanssi



$$\text{Kytkentä impedanssi } Z_t = U/I$$

- kytkentä impedanssi kuvaa suojan kykyä suojata sen sisäpuolella olevaa johdinta tai johtimia suojassa kulkevalta häiriövirralta
- riippuu voimakkaasti suojan rakenteesta ja taajuudesta
- kytkentä impedanssi ilmoitetaan pituusyksikköä kohti (mohm/m)

# Esimerkkejä eri rakenteiden kytkentäimpedansseista



## Mitä pitäisi tehdä?

- EMC-direktiivi antaa hyvän pohjan, samoin SFS 6000
- SRAL mukaan lausunnonantajaksi määräysten ja standardien kehittämisessä
- Ideana valvoa, ettei EMC-direktiivin antama pohja vesity määräyksissä ja standardeissa
- Sähkösuunnittelijoiden ja -asentajien osaamisen kehittäminen mm. STUL:in kautta, SRAL:in jäseniä työnsä puolesta mukaan ohjeiden laatimiseen ja kouluttajiksi
- Häiriötestaus pakolliseksi käyttöönottotarkastuksissa, tarvitaan osaamista ja laitteita
- Yhteistoiminta muiden HF-alueiden käyttäjäryhmien kanssa, mm. maahanmuuttajat uusi potentiaalinen käyttäjäryhmä, voi olla poliittisesti merkittävämpi kuin radioamatöörit
- Ongelmista pitäisi sopia ensisijaisesti häiriön aiheuttajan kanssa, FICORA apuun vasta toissijaisesti

# Sisällys

EMC

Taajuusmuuttajien aiheuttamista häiriöistä

Sähköverkon aiheuttamista häiriöistä

Potentiaalintasauksesta

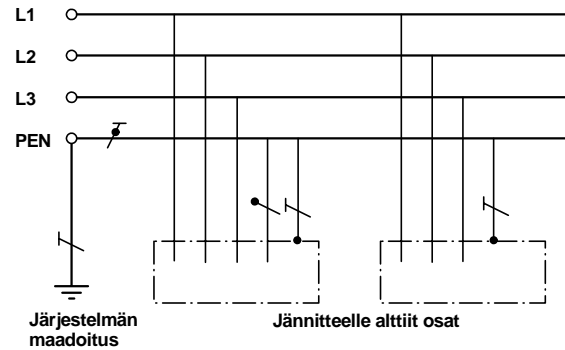
Case SDR

PLC (Datasähkö)

# Sähköverkon aiheuttamista häiriöistä

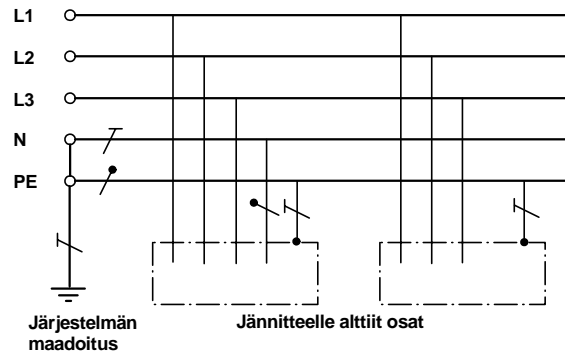
- Tehoelektronikkalaitteita
  - taajuusmuuttajat
  - hakkuriteholähteet, hakkurimuuntajat (esim. halogeenilamppujen syöttö)
  - liiketunnistimet
  - hämäärytkimet
  - eräät tauluTV:t
  - häiriön syynä usein viallinen laite
  - käyttäjä ei välttämättä huomaa laitteessa olevaa vikaa
  - markkinoilla suunnittelultaan ja/tai toteutukseltaan ala-arvoisia laitteita
  - ilmoitus FICORA:n Radiotarkastusyksikköön häiritsevistä laitteista
- Korona
  - haljennut eristin
  - suuntiminen matkaradiolla, ilmoitus sähköyhtiölle
- Energiansäästölamput
  - häiriökohina lisääntyy salakavalasti
  - pelottava tulevaisuus
- PJ-verkon johdinjärjestelmän vaikutus häiriöihin

# Pienjännitejakelun johdinjärjestelmiä



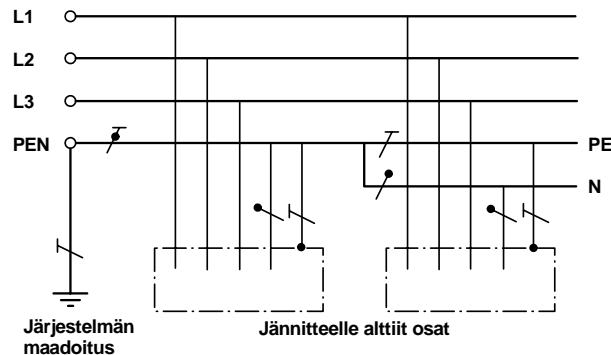
## TN-C-järjestelmä

Järjestelmässä käytetään kauttaaltaan PEN-johdinta, joka toimii sekä suoja- (PE) että nollajohtimena (N)



## TN-S-järjestelmä

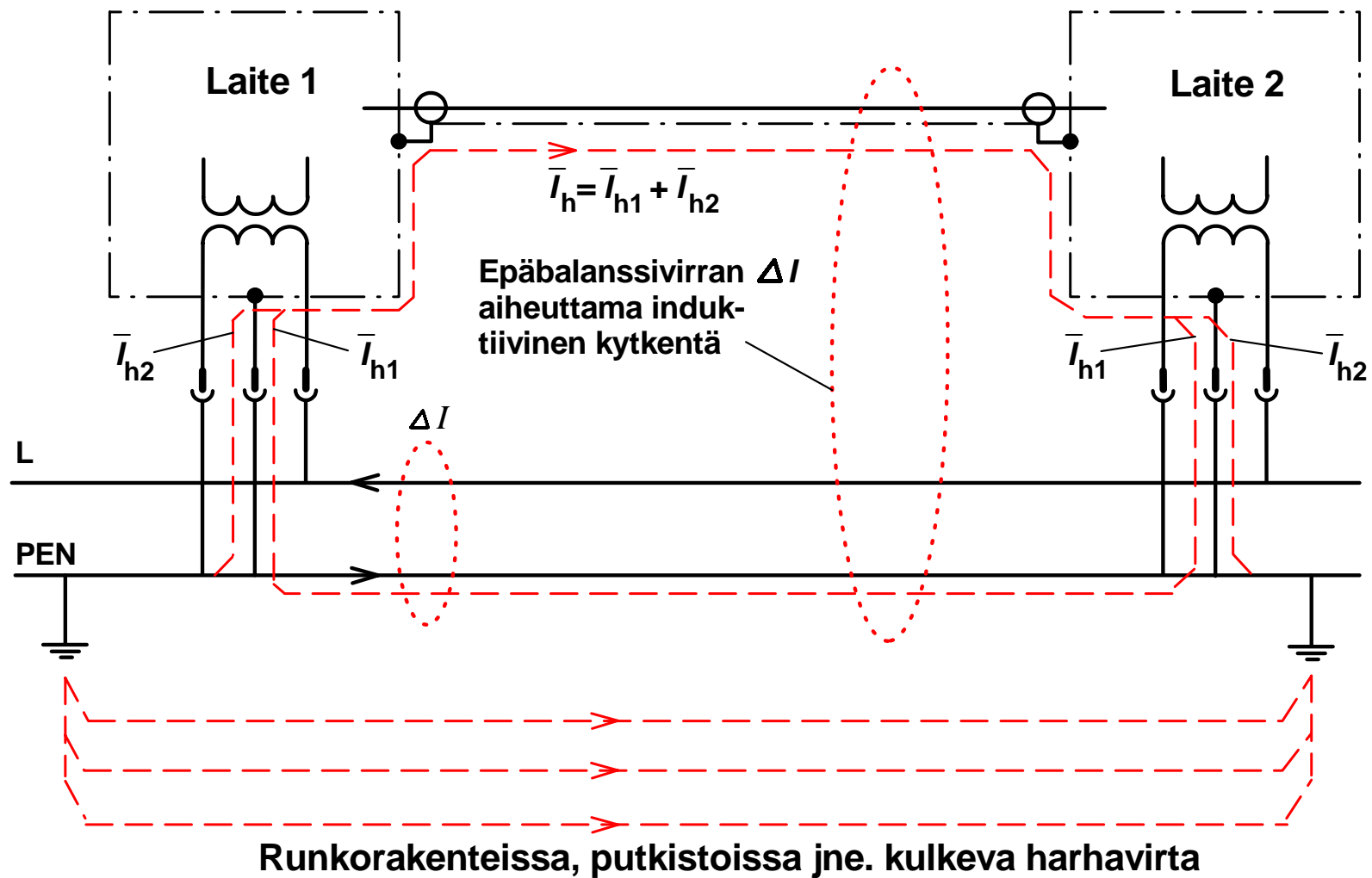
Erillinen nolla- ja suojajohdin koko järjestelmässä (suojajohdinjärjestelmä, 5-johdinjärjestelmä)



## TN-C-S-järjestelmä

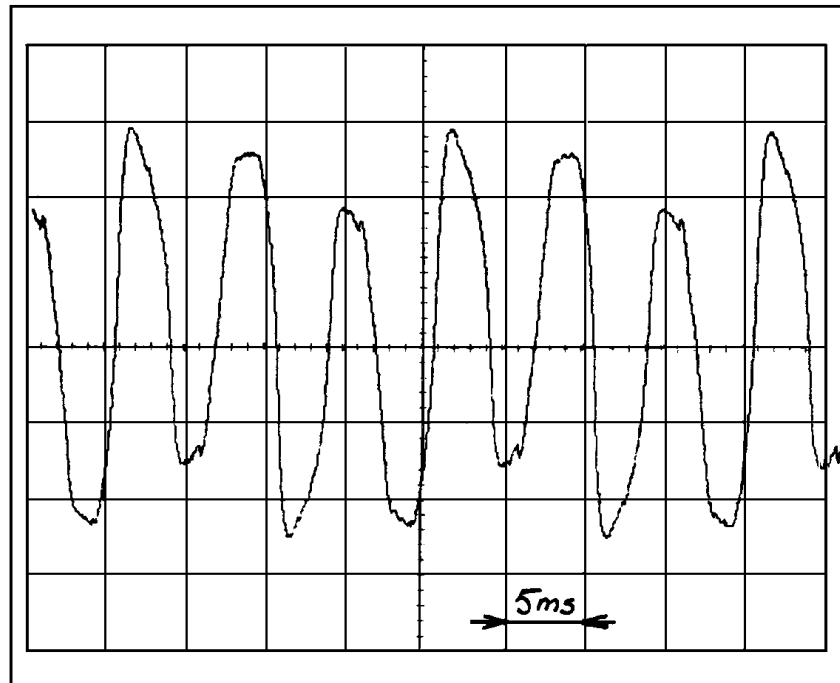
Nolla- ja suojajohdintoiminnot on yhdistetty osassa järjestelmää

# Häiriön syntyminen TN-C-järjestelmässä



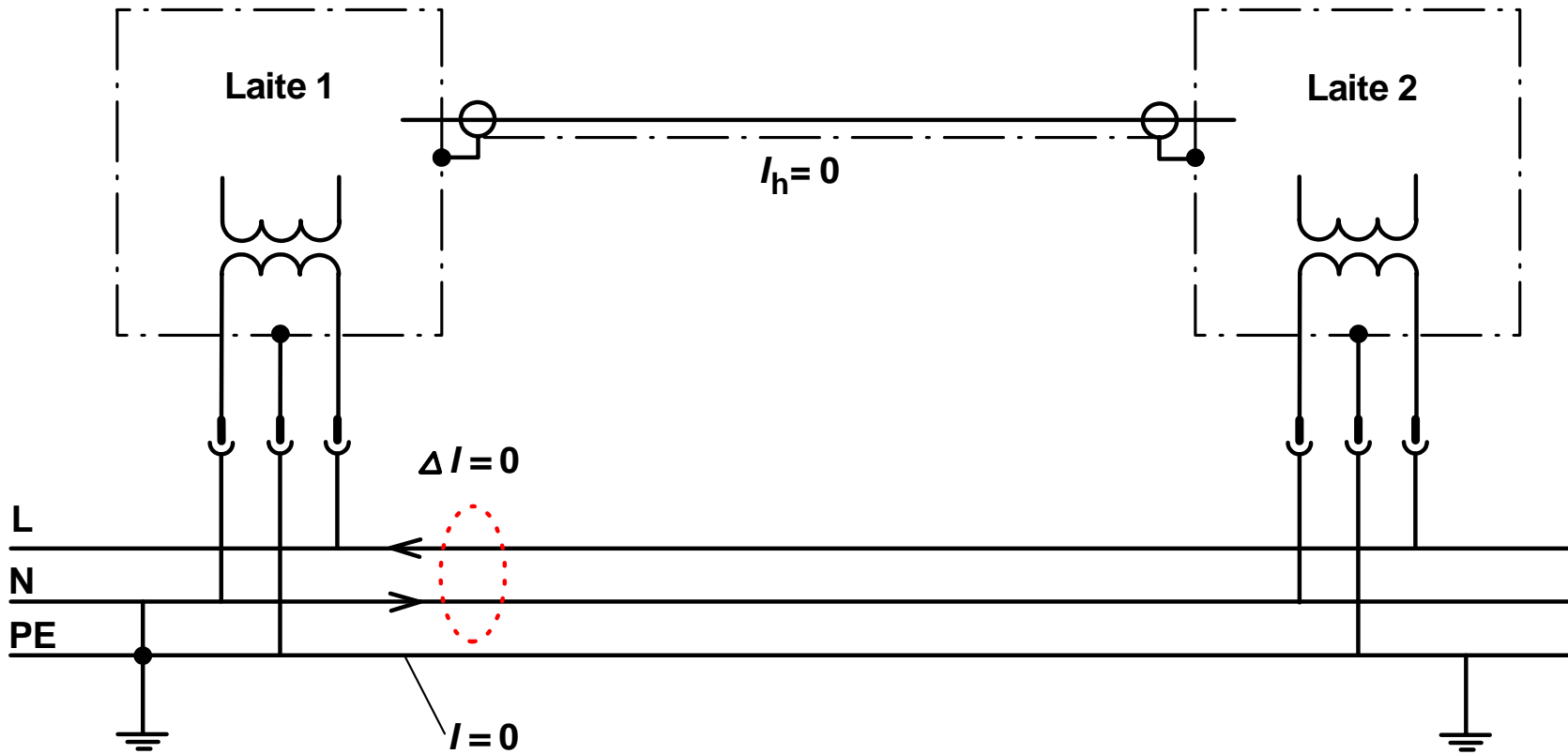


# Toimistorakennuksen pääjohdosta mitattu epäbalanssivirta



- kuormitus pääasiassa loistevalaisimia ja tietokoneita
- 150 Hz komponentti hallitseva
- häiriöiden kannalta myös 450 Hz komponentti merkittävä
- kolmivaihejärjestelmässä parittomat kolmella jaolliset yliaallot samanvaiheisia
- summautuvat nollajohtimessa

# Laitteita kytkettynä TN-S-järjestelmään



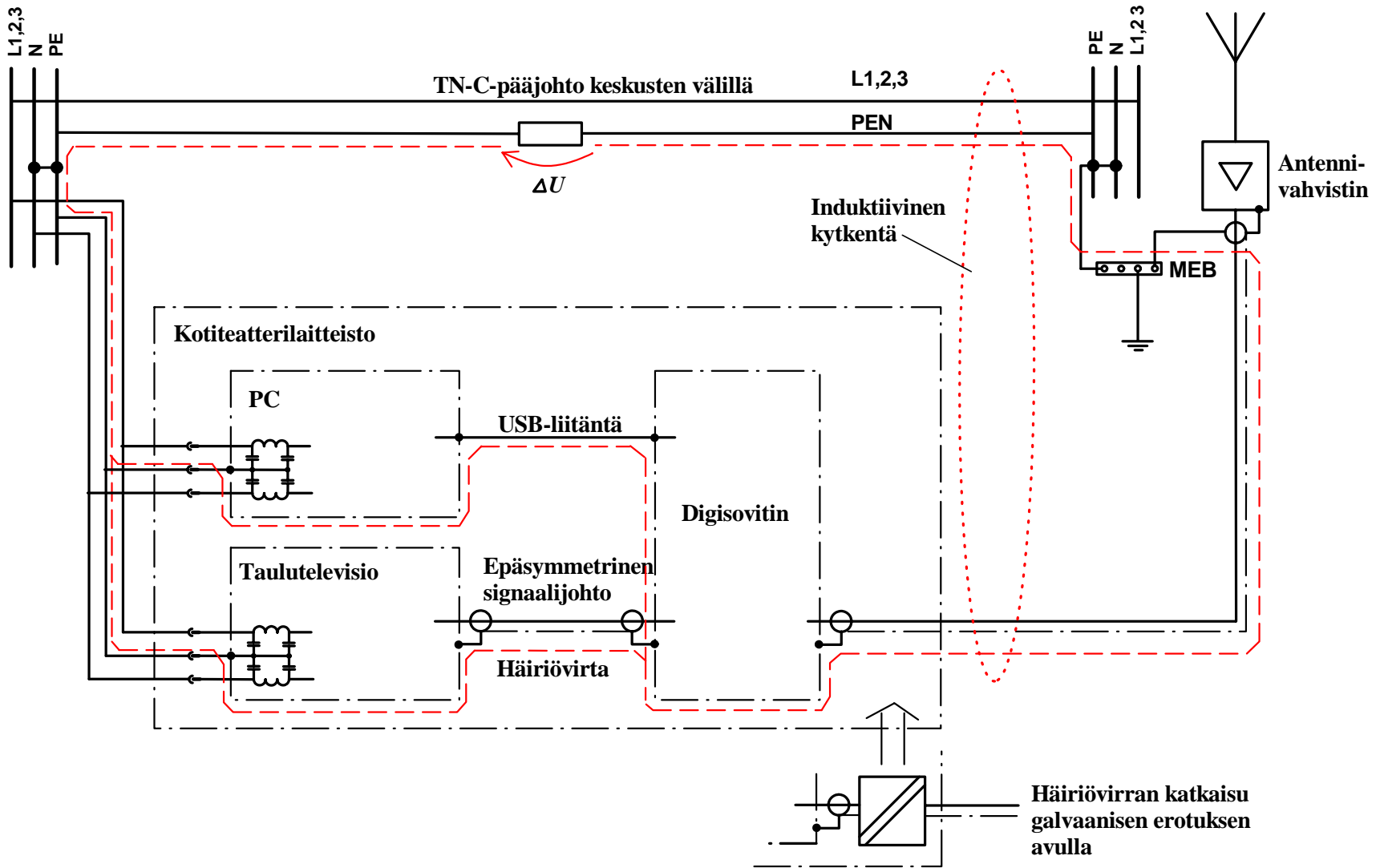
Puhtaassa TN-S-järjestelmässä:

- ei virtojen epäbalanssia
- ei harhavirtoja maapiirissä

## TN-S-järjestelmä

- TN-S-järjestelmällä on keskeinen rooli häiriöiden torjumisessa
- otettiin Suomessa yleisesti käyttöön vasta 1980-luvulla
- häiriöiden torjumisen kannalta tarkoituksenmukaista toteuttaa koko rakennuksessa pääjohdot mukaan lukien (<math><10 \text{ mm}^2</math> sääntö huono häiriöiden torjumisen kannalta)
- HamShakissa kannattaa ehdottomasti käyttää TN-S-järjestelmää
- mieluiten oma ryhmä pääkeskukselta asti

# Case: kotiteatteri

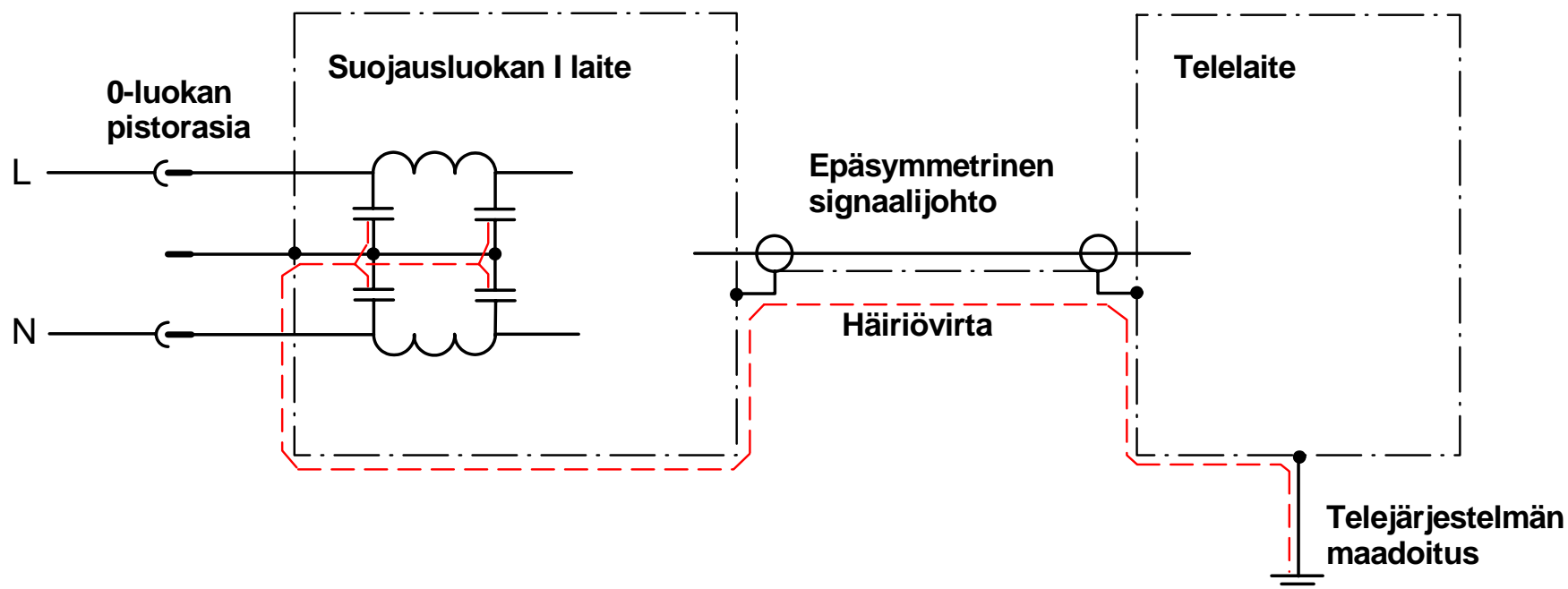


# Vaippavirran katkaisu



- adapteri on varustettu pitkittäisellä yj-suojalla itse adapterin suojaamista varten
- tämä suoja ei kuitenkaan suojaa adapteriin liitettyä vastaanotinta ylijännitteiltä
- vaipan katkaisu voi joskus aiheuttaa vuoto-ongelmia

# I-luokan laite liitettynä 0-luokan pistorasiaan



- ensiön ja toision välinen eristys peruseristyksen varassa
- suodattimen kondensaattorit ilman maadoitusta
- tämä voi olla syynä myös taulutelevisioiden RA-laitteille aiheuttamiin häiriöihin

# Sisällys

EMC

Taajuusmuuttajien aiheuttamista häiriöistä

Sähköverkon aiheuttamista häiriöistä

Potentiaalintasauksesta

Case SDR

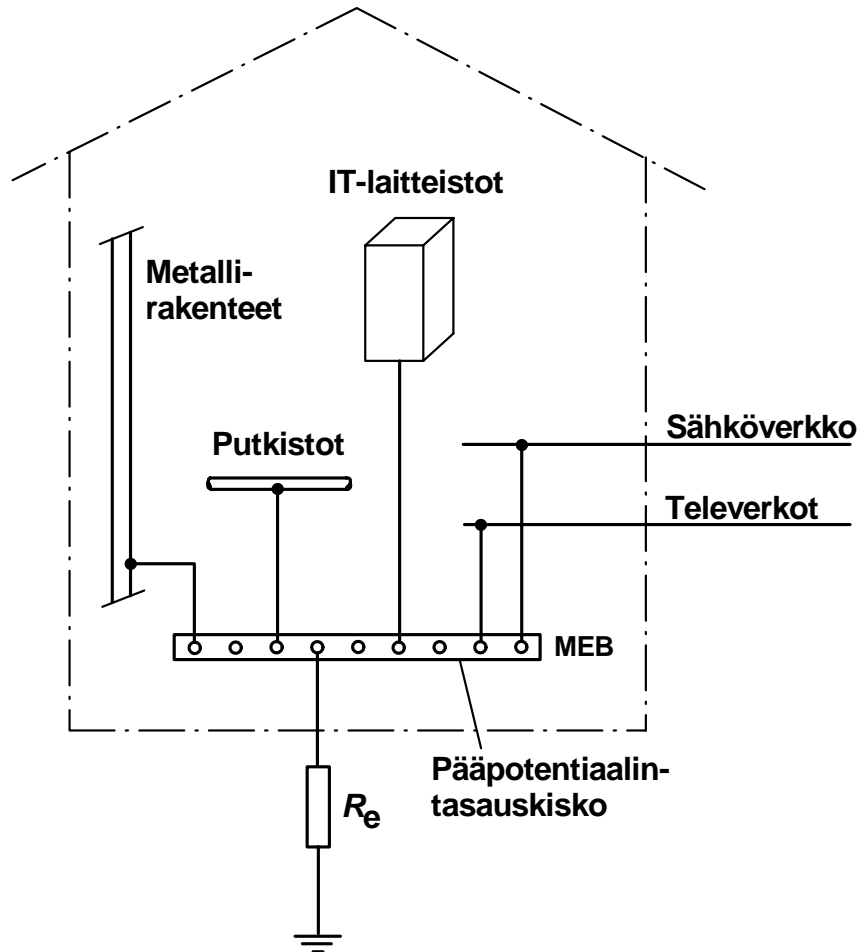
PLC (Datasähkö)

# Potentiaalintasaus

- Suoritetaan yhdistämällä maadoituskiskoon
  - sähköverkon PE- tai PEN-johtimet ja ylijännitesuojat
  - televerkkojen maadoitettavat osat ja ylijännitesuojat
  - rakennuksen metalliputkistot, hissijohteet yms. laajat metalliosat
- Keskeinen merkitys
  - häiriöiden sekä
  - hengen-, palon- ja räjähdysvaaran pienentämisessä rakennuksen sisällä.
- Tarkoituksena on estää häiriö- ja vaarajännitteiden syntyminen sähköä johtavien kohteiden välille
- Keskeinen osa rakennuksen sisäistä ukkossuojausjärjestelmää
- Potentiaalintasauksen suorittaminen voi olla välttämätöntä myös tilanteissa, joissa ulkoista ukkossuojausjärjestelmää ei ole käytetty.
- **Motto: “Metrin mittainen kuparijohtimen pätkä oikeaan paikkaan asennettuna voi pelastaa omakotitalosi”**

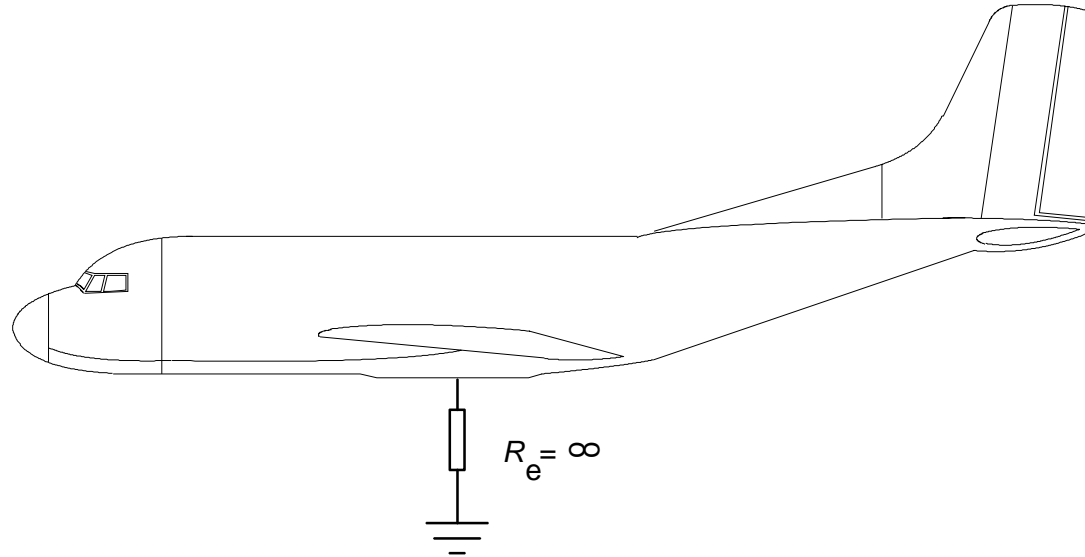


# Potentiaalintasauksen periaate rakennuksessa



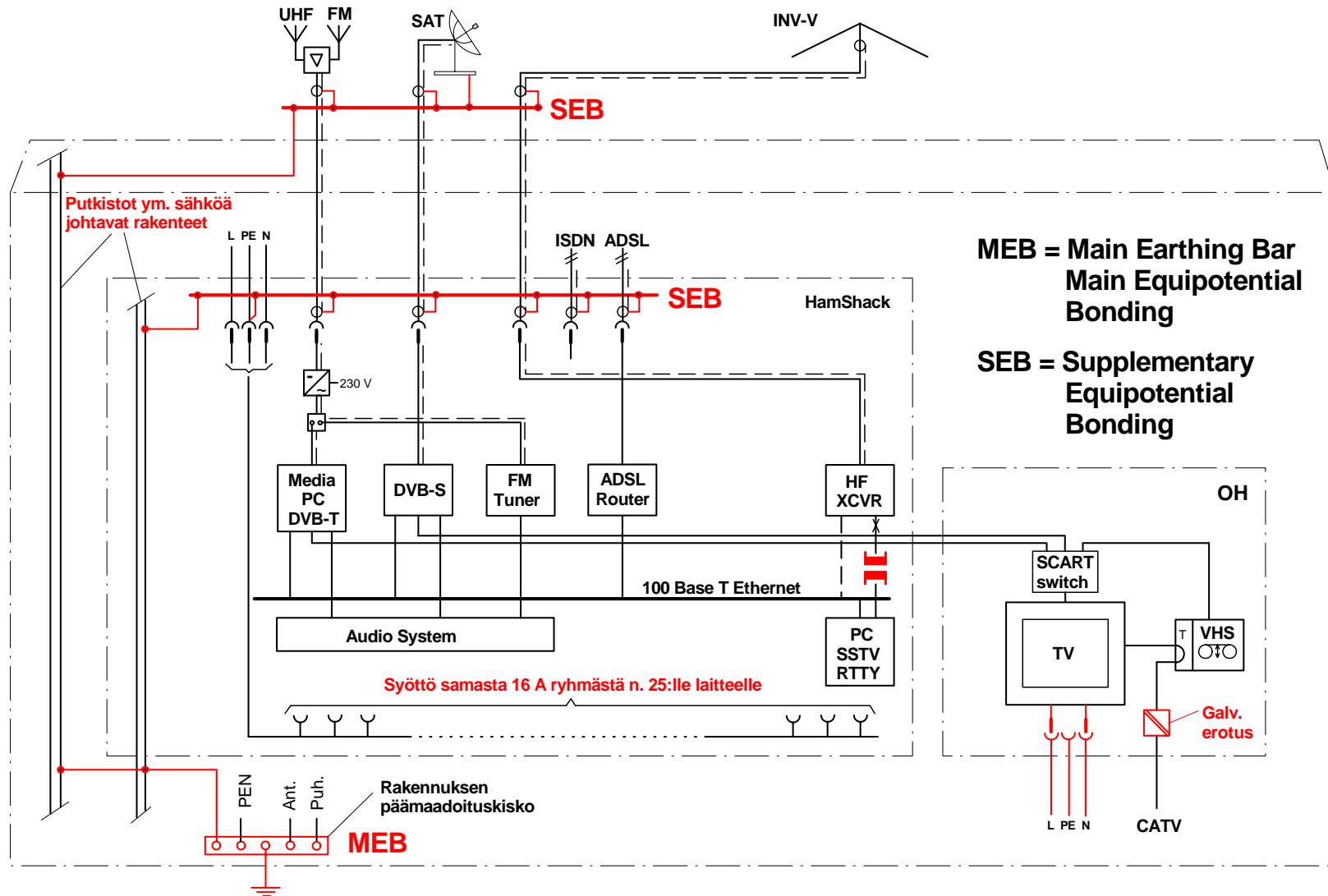
- periaate tuli määräykseen Suomessa 1980-luvulla
- harva Faradayn häkki
- potentiaalintasauksen ansiosta ei maadoitusresistanssin arvolla ole oleellista merkitystä häiriösuojausten kannalta
- maadoitusresistanssin arvolla on kylläkin merkitystä sähköturvallisuuden ja ylijännitesuojauksen kannalta
- **reduktioilmiö** -> induktiivisesti kytkeytyvien häiriöiden pienentäminen
- erityisesti LEMP pienenee rakennuksen sisällä

## Lentokoneen maadoitusresistanssi on lennon aikana ääretön



**Häiriöiden torjuminen perustuu potentiaalintasaukseen, mihin kokometallinen lentokone tai avaruusalus tarjoaa erinomaiset mahdollisuudet**

# RA-aseman maadoitus ja potentiaalintasaus kerrostalossa (OH6TY)



# RA-aseman maadoitus ja potentiaalintasaus kerrostalossa

- Potentiaalintasauksella keskeinen asema häiriösuojauksen kannalta
- Pääpotentiaalintasaus (MEB) tavallisesti sähköpääkeskuksessa
- Lisäpotentiaalintasaus (SEB) katolla lähinnä ukkossuojauksen takia
- Antennien maadoitus putkistojen ym. johtavien rakenteiden kautta
- Toinen lisäpotentiaalintasaus (SEB) HamShakissa
  - antennit
  - sähköverkon PE-johtimet
  - puhelin- ja datayhteydet
- Yhteinen potentiaalintasaus ja maadoitus RA- ja viihde-elektronikalle
- Potentiaalintasausjohtimet mahdollisimman lyhyitä (< 1m)
- Galvaaninen erotus CATV-verkkoon nähden
- **Huom**, sähköverkon maadoituksia ja potentiaalintasauksia saa tehdä vain asennusoikeudet omaava yritys tai henkilö

# Potentiaalintasaus uppoasennuksena



DigiTV ant.

Satelliittiant.  
Maadoitus

HF-antenni  
230 V

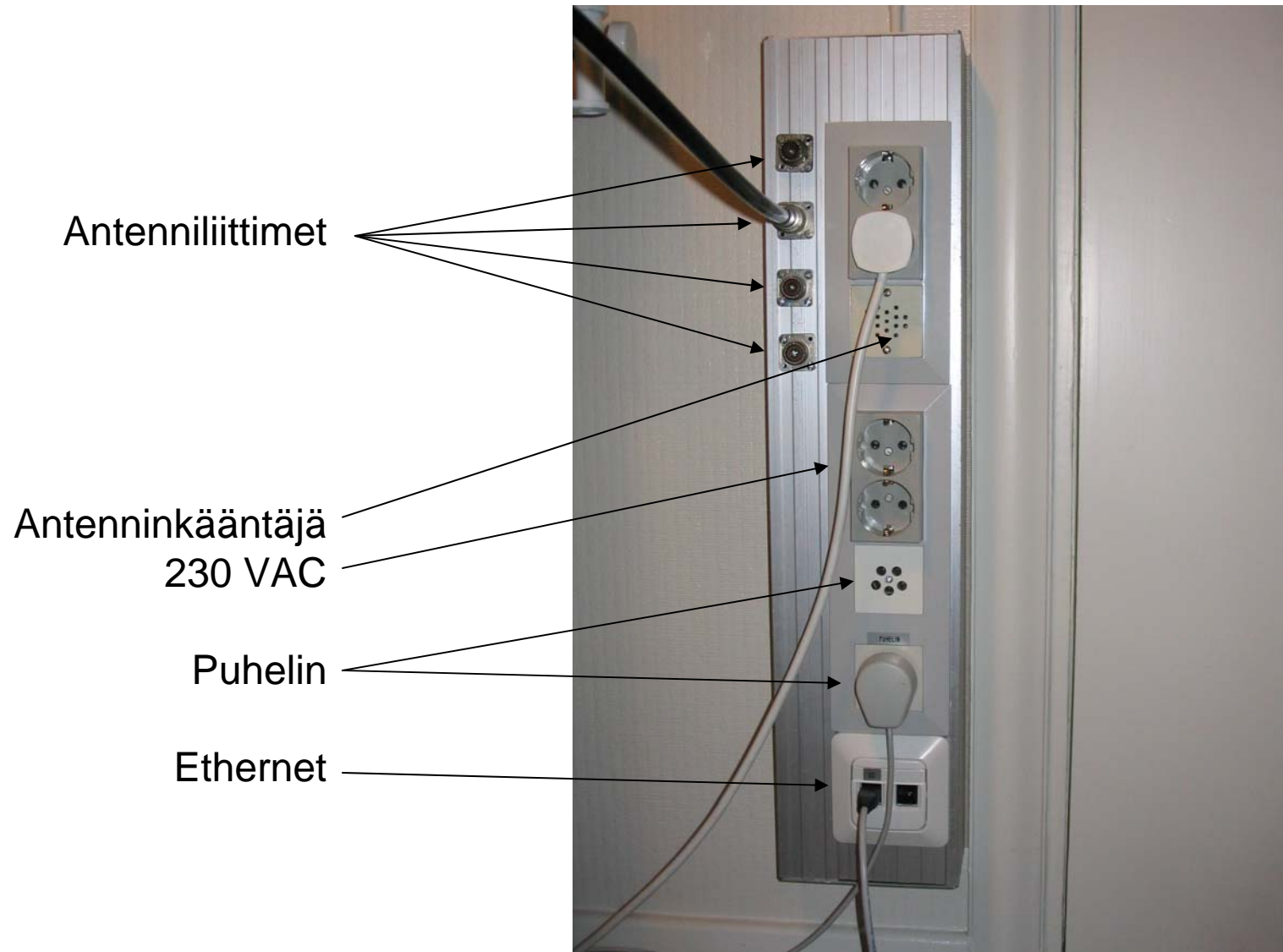
230 V

ADSL  
ISDN

Ohjaus

24 VDC

# Johtokanava potentiaalintasauskiskona

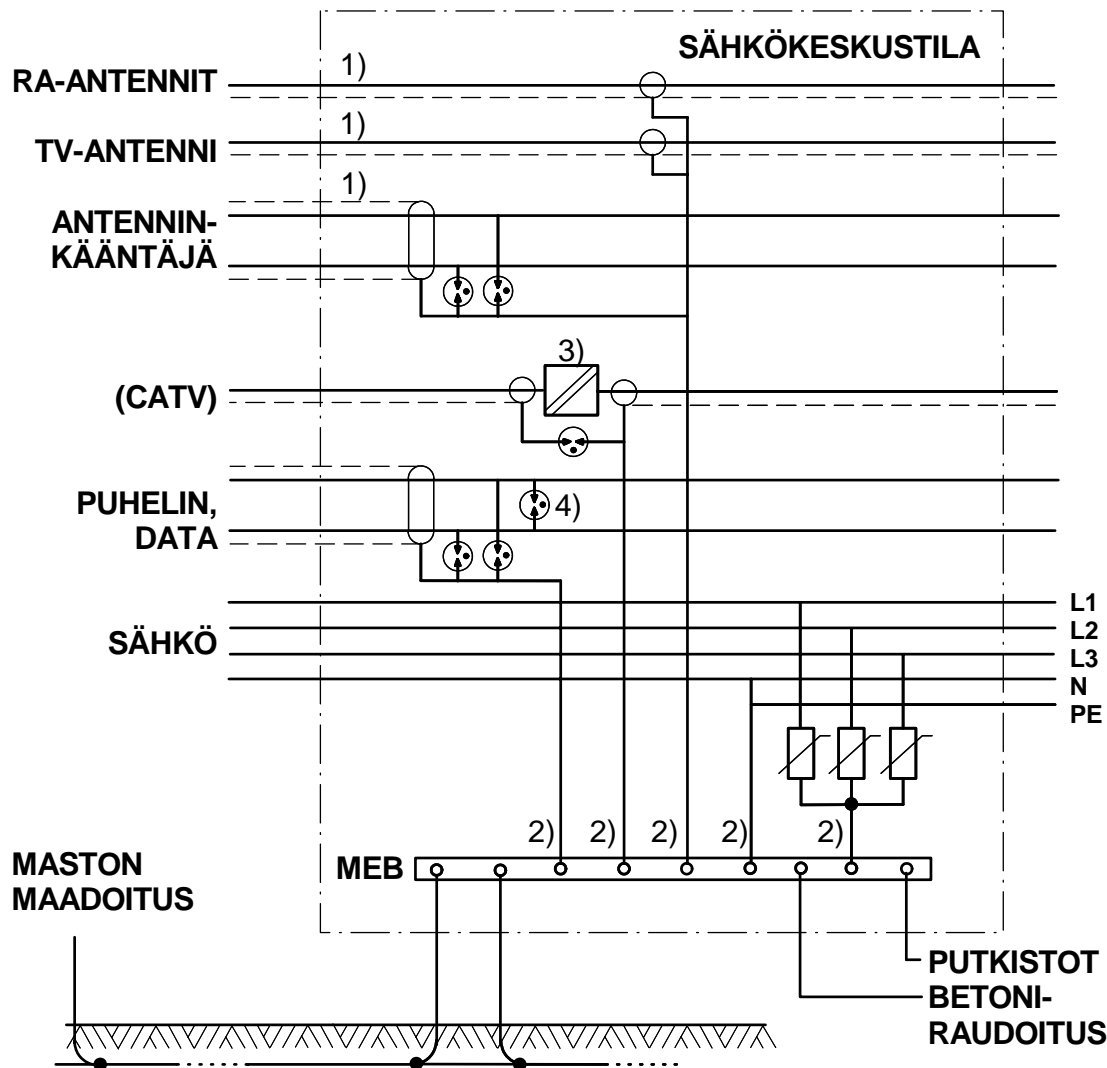


21.11.2007

S. Taimisto ©

30

# Pääpotentiaalintasaus (MEB) omakotitalossa (optimiratkaisu)



- 1) Antennikaapelit otetaan sisään taloon sähkökeskuksen kautta
- 2) Maadoitusjohtimien maksimipituus 1 m (IEC 62305-5)
- 3) Galvaaninen erotus tarvittaessa
- 4) Poikittainen yj-suoja ISDN- tai ADSL-yhteydelle
- 5) Perusidea: kaikkien taloon tulevien johtojen potentiaalintasaus samassa paikassa **lyhyin johtimin**
- 6) Sähköverkon maadoituskia saa tehdä vain luvan omaava yritys tai henkilö

21.11.2007

S. Taimisto ©

31

# Sisällys

EMC

Potentiaalintasauksesta

Taajuusmuuttajien aiheuttamat häiriöt

Sähköverkon aiheuttamat häiriöt

Case SDR

PLC (Datasähkö)



# Case SDR, Software Defined Radio, ohjelmistoradio

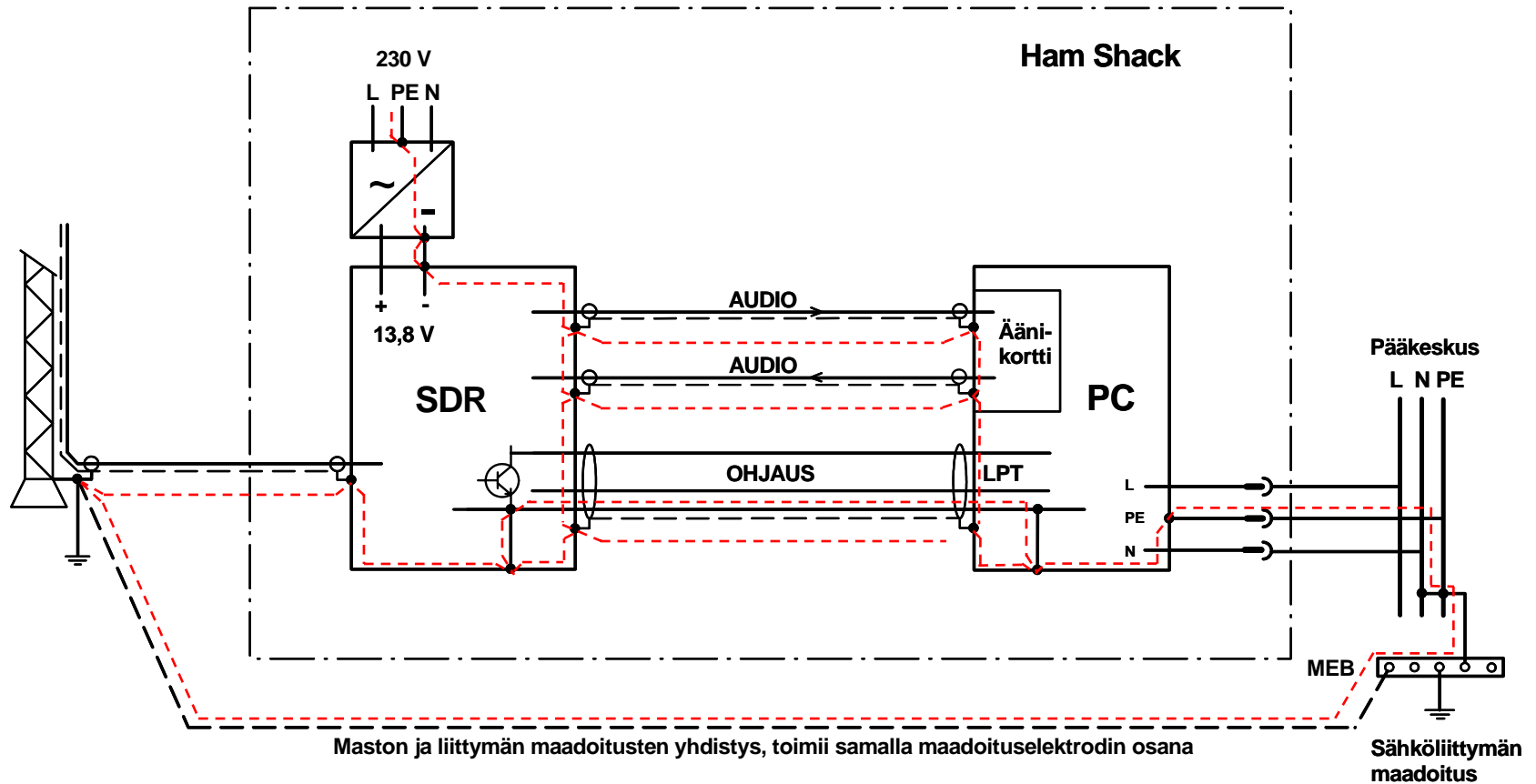
## Mikä SDR?

- signaaliprosessointi enemmän tai vähemmän digitaalisessa muodossa, digitaalitekniikka mukana myös käyttöoperaatioiden toteutuksessa
- toteutus tavallisesti PC:n avulla, kalliimmissa laitteissa DSP-piirit

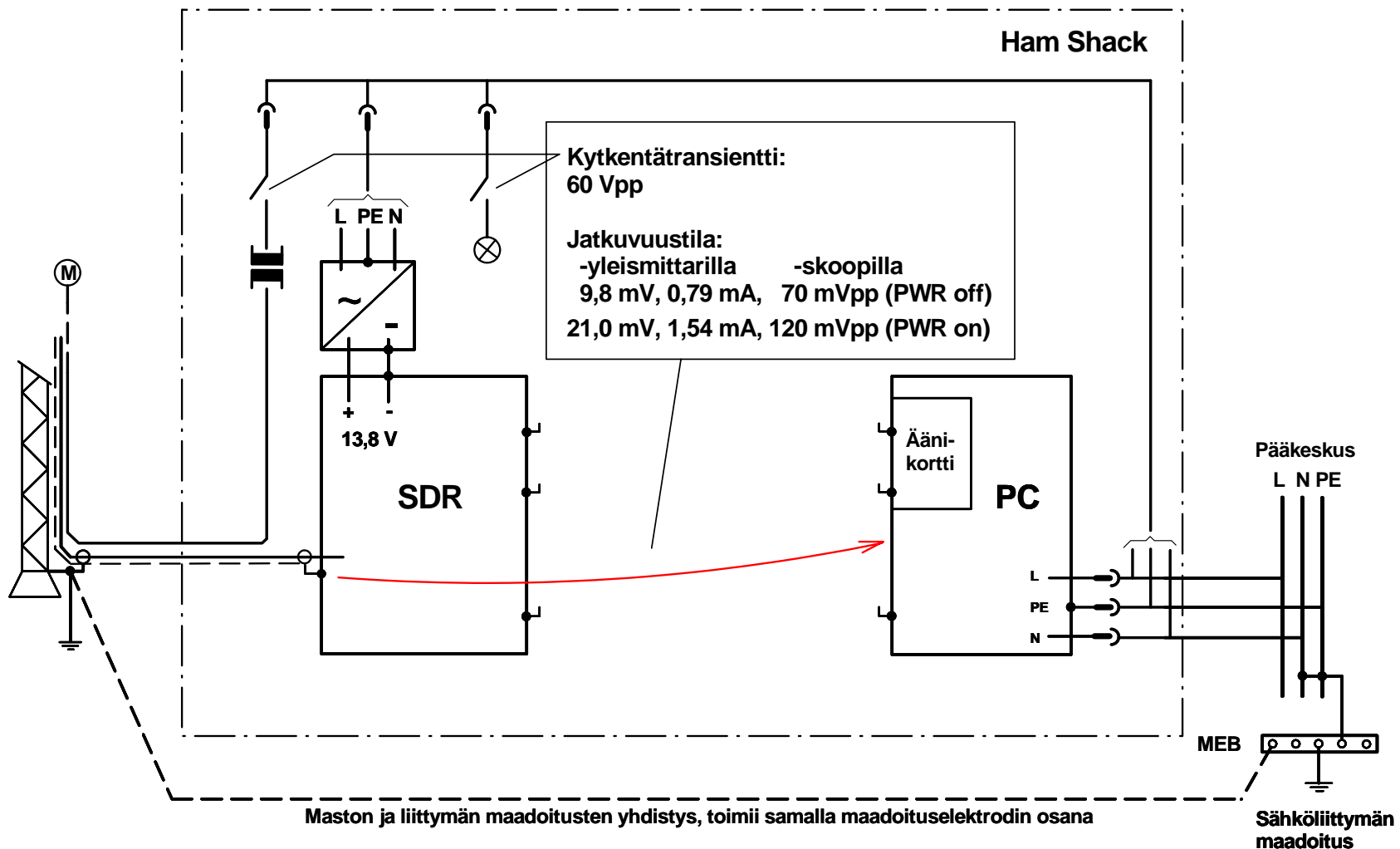
## Haasteita EMC:n kannalta:

- laaja dynamiikka, esim. kohinataso -135 dBm, leikkaustaso 0 dBm (OH2RZ)
- PC:n ongelmat: hakkuripoweri, epäsymmetriset audiolitännät, signaalimaa ja suojamaa yhdessä
- sähköverkon aiheuttamat tai sen kautta kytkeytyvät häiriöt
- monen maadoituksen ongelmat
- hakkuripoweri

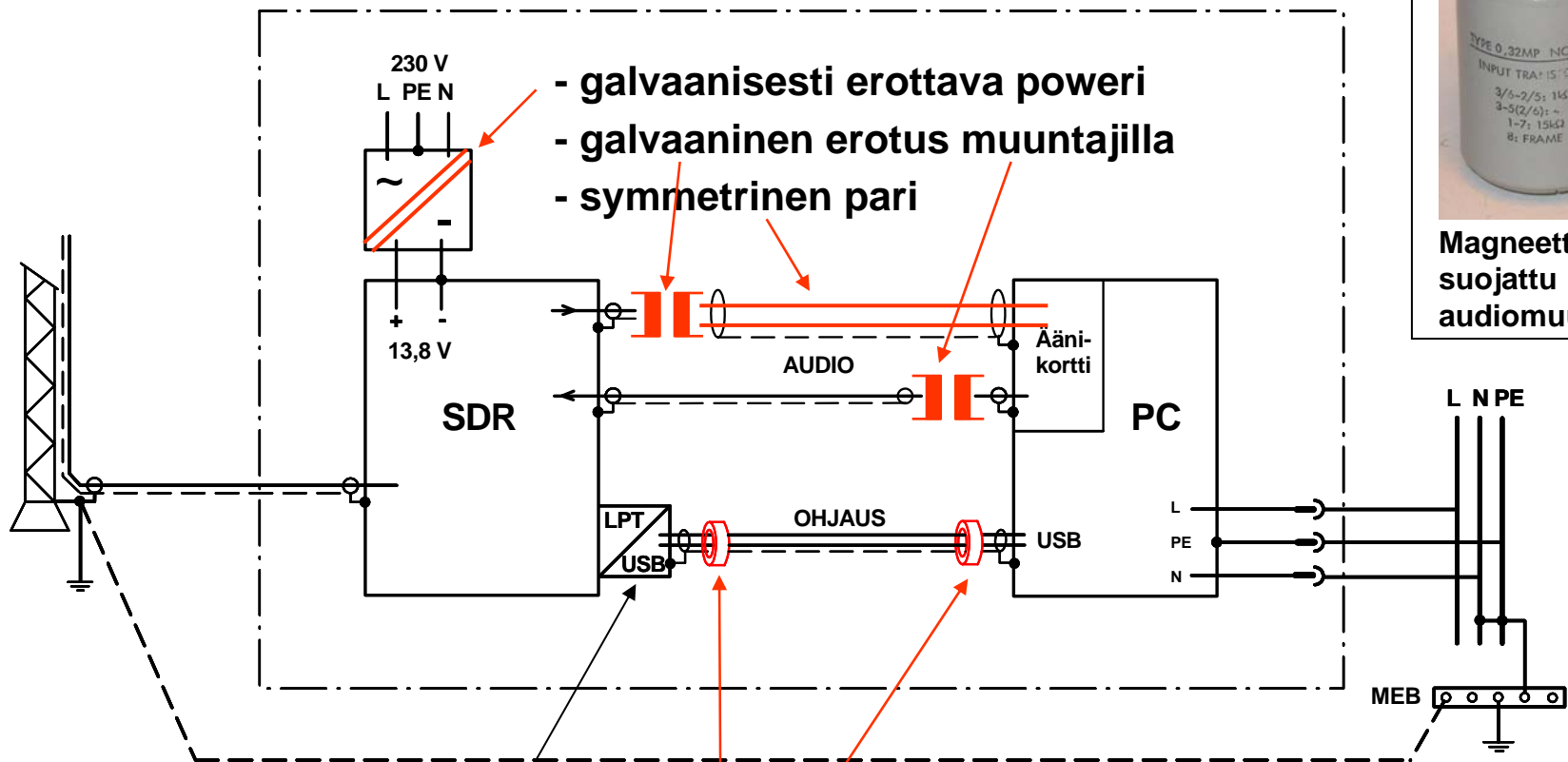
# Häiriösignaalien reittejä



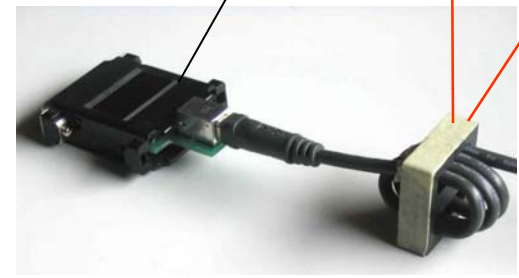
# SDR, mittauksia (by OH2RZ)



# USB-liitäntä, häiriöiden pienentäminen

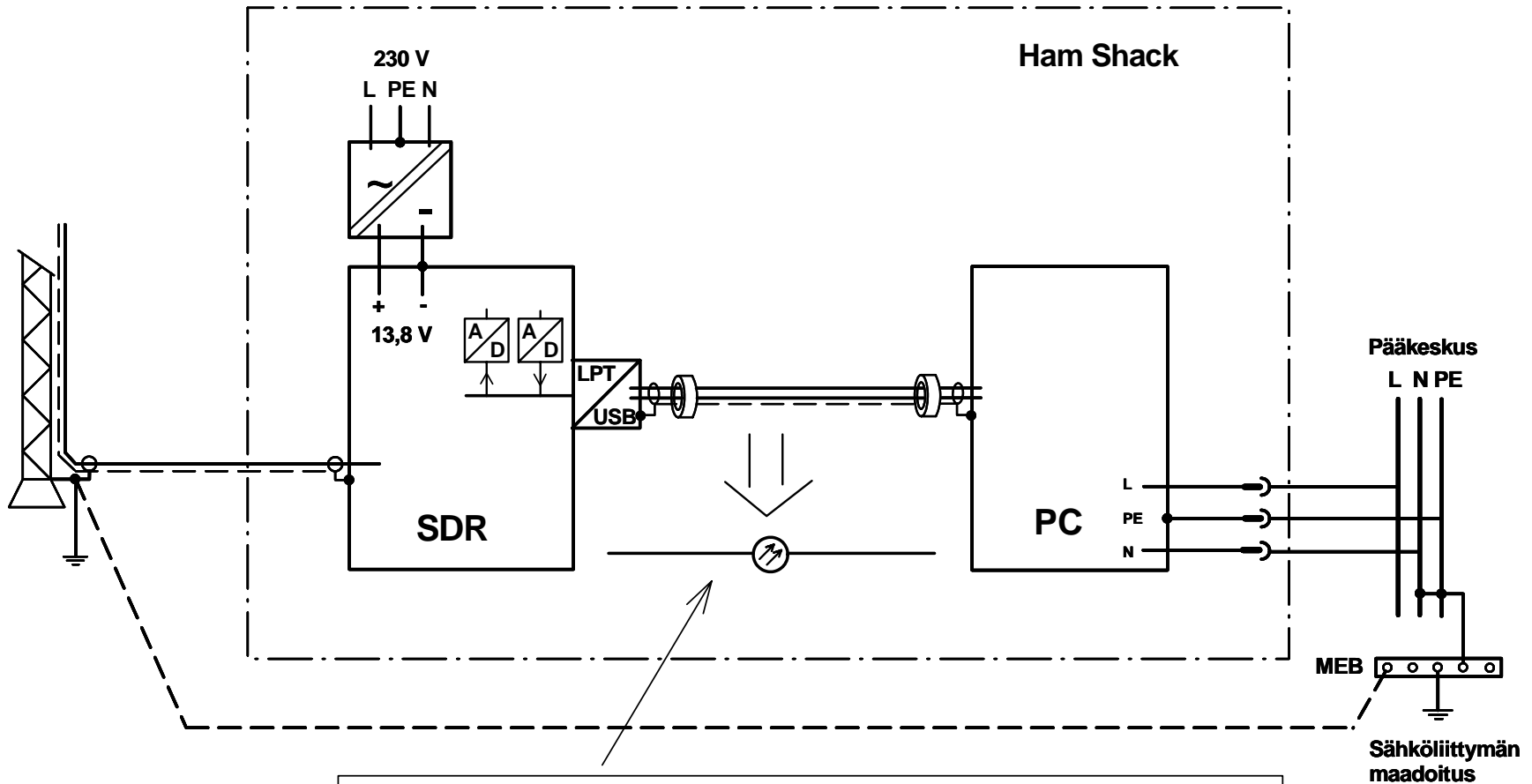


- galvaanisesti erottava poweri
- galvaaninen erotus muuntajilla
- symmetrinen pari



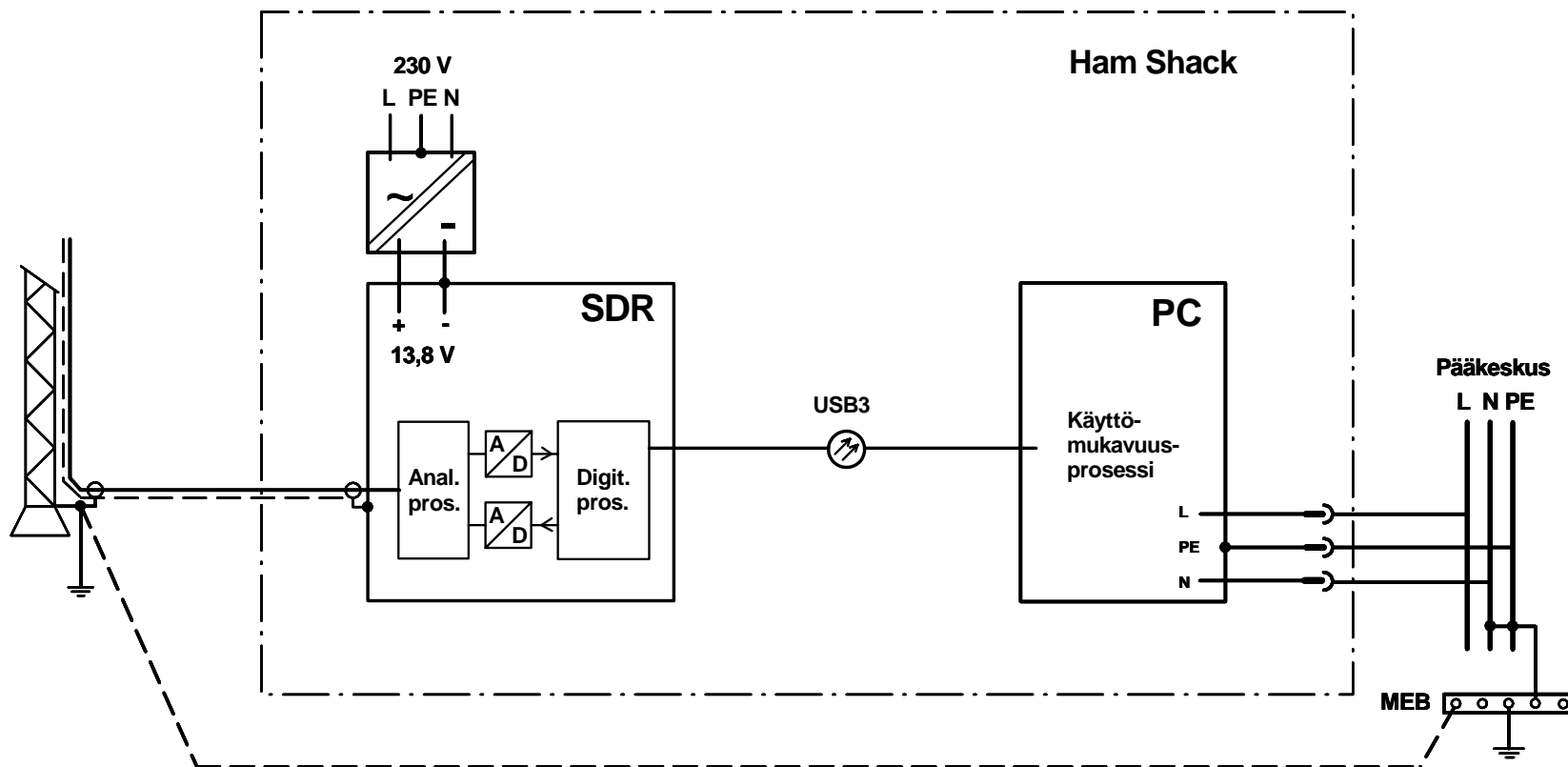
- common- mode kuristimet

# SDR, USB-yhteyden kehittelyä



- seuraava askel: optinen USB3 ??? nopeus 5 Gbps asti
- haasteellinen, koska prosessi on hyvin intensiivinen
- SDR-PC- yhteyden tulee olla isokroninen

# Vaihtoehtoinen ratkaisu: autonominen SDR



- SDR:n kriittiset prosessit häiriösuojatussa metallikotelossa
- SDR täysin autonominen
- Analoginen poweri ??
- PC vain lisäämässä käyttömukavuutta

# Sisällys

EMC

Taajuusmuuttajien aiheuttamista häiriöistä

Sähköverkon aiheuttamista häiriöistä

Potentiaalintasauksesta

Case SDR

PLC (Datasähkö)

## Datasähkö

- Käyttö hiipunut Suomessa
- Datasähköstä ei muodostunut kannattavaa liiketoimintaa
- Mukana todennäköisesti enää vain Kuopion Energia
- Sama trendi myös muualla Euroopassa
- Syynä teleoperaattoreiden välinen kilpailu, joka pudotti hintoja
  
- Häiriöiden riski kuitenkin HomePlug –järjestelmistä



# HomePlug

- Ethernet sähköverkon kautta
- Nopeus 200 Mbps asti
- Helppo asennus
- Home Plug Alliance, n. 50 yritystä
- Useita valmistajia, kirjava laatu
- Häiriöriski HF-alueella
- Ongelmia, jotka rajoittavat HomePlug:in käyttöä:
  - häiriöherkkyys
  - lyhyet etäisyydet
  - tarvitaan tavallisesti siltaus vaiheiden välillä
  - korkeat kustannukset verrattuna esim. WLAN:iin



Esimerkki  
HomePlug-  
laitteesta

## Kirjallisuutta

- 1) EMC ja rakennusten sähkötekniikka  
Sähköinfo Oy, Espoo 1997 (uusi painos 2008)
- 2) Maadoituskirja  
Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry, Espoo 2007
- 3) Rakennusten ylijännite- ja ukkossuojaus,  
Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry, Espoo 2005
- 4) Taimisto, S., Ehitiste madalpinge ja sidevõrkude  
maandamine ohutuse ja häirekindluse seisukohalt,  
Magistritöö, Tallinna tehnikaülikool, Tallinn 1993
- 5) Pienjännitesähköasennukset SFS 6000, Suomen  
Standardisoimisliitto ry, Helsinki 2007, (SFS 6000-  
standardit sisältävä SFS-käsikirja 600 ilmestyy  
lähiaikoina)