

EMC tuotesuunnittelussa

Yleistä EMC.stä

- **Sähkömagneettisella yhteensopivuudella** (engl. *electromagnetic compatibility, EMC*) tarkoitetaan elektronisen laitteen tai järjestelmän kykyä toimia luotettavasti luonnollisessa toimintaympäristössään. Laite ei saa myöskään tuottaa kohtuuttomasti sähkömagneettisia häiriöitä ympäristöönsä. Tämä koskee myös laitteen osien välistä vuorovaikutusta. Sähkömagneettiset häiriöt (engl. *electromagnetic interference, EMI*) ovat ei-toivottua sähkömagneettista vuorovaikutusta laitteen sisällä tai laitteiden välillä.

Käsitteitä ja määritelmiä

- **EMI, sähkömagneettinen häiriö (*electromagnetic interference*).**

Tilanne, jossa häiriö on päässyt jo syntymään.

- **RFI, radiotaajuinen sähkömagneettinen häiriö (*radiofrequency interference, ~10 kHz - 300 GHz*).**

- **ESD, staattinen sähköpurkaus (*electrostatic discharge*)**

Tyypillinen staattisen sähköpurkauksen lähde on ihminen, joka voi varautua useiden kymmenien kilovolttien jännitteisiin, ja varauksen purkaessaan tuhota herkkiä laitteita

- **EMP (NEMP), ydinräjähdyksessä syntyvä sähkömagneettinen pulssi**

Käsitteitä ja määritelmiä

- **Emissio (Emission, EMI)**
Laitteen aiheuttamat häiriöt
- **Suskeptibiliteetti ja immunitetti (Susceptibility, Immunity, EMS)**
Laitteen kyky sietää häiriöitä.

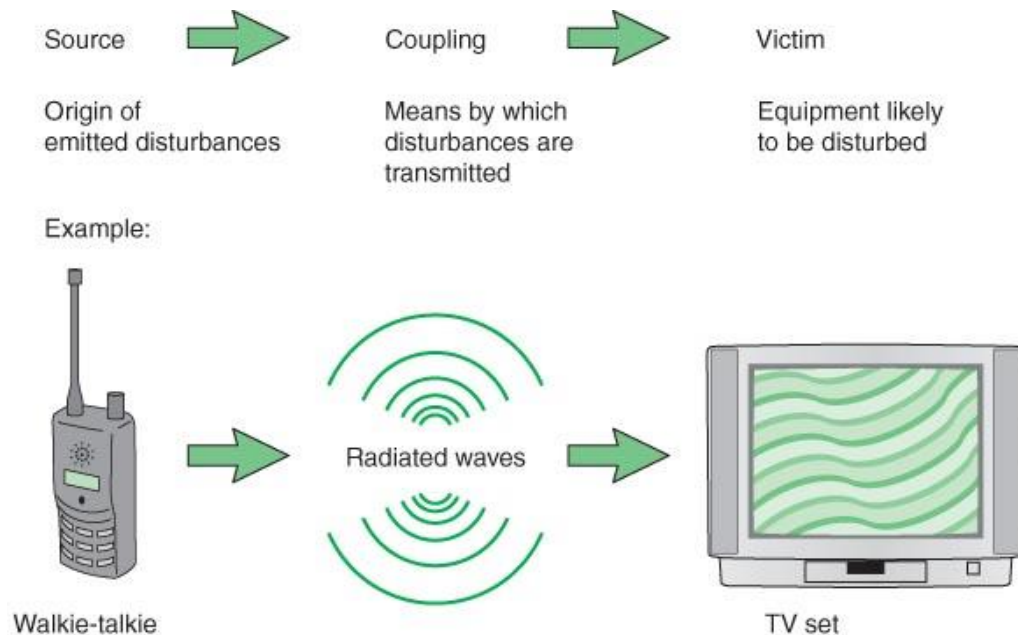
EMC-häiriötyyppejä

- Johtuva RF-häiriö
- Säteilevä RF-häiriö
- Sähköstaattinen purkaus (ESD)
- Kertaluontoiset ja toistuvat transienttihäiriöt
- Sähkömagneettinen pulssi (EMP)

EMC häiriöiden kytkeytymismekanismit

- **Kytkeytymismekanismit**
- Häiriön siirtotiet:
- **Galvaaninen kytkeytyminen, johtavan**
yhteyden (johtimien) välityksellä (DM, CM)
- **Kapasitiivinen kytkeytyminen,**
sähkökentän kondensaattorinomaisten rakenteiden
välityksellä
- **Induktiivinen kytkeytyminen,**
Magneettikentän kääminomaisten rakenteiden välityksellä
- **RF-säteily, sähkömagneettisena**
säteilynä sähkö- ja magneettikentän välityksellä (yhteys
kahteen edelliseen)

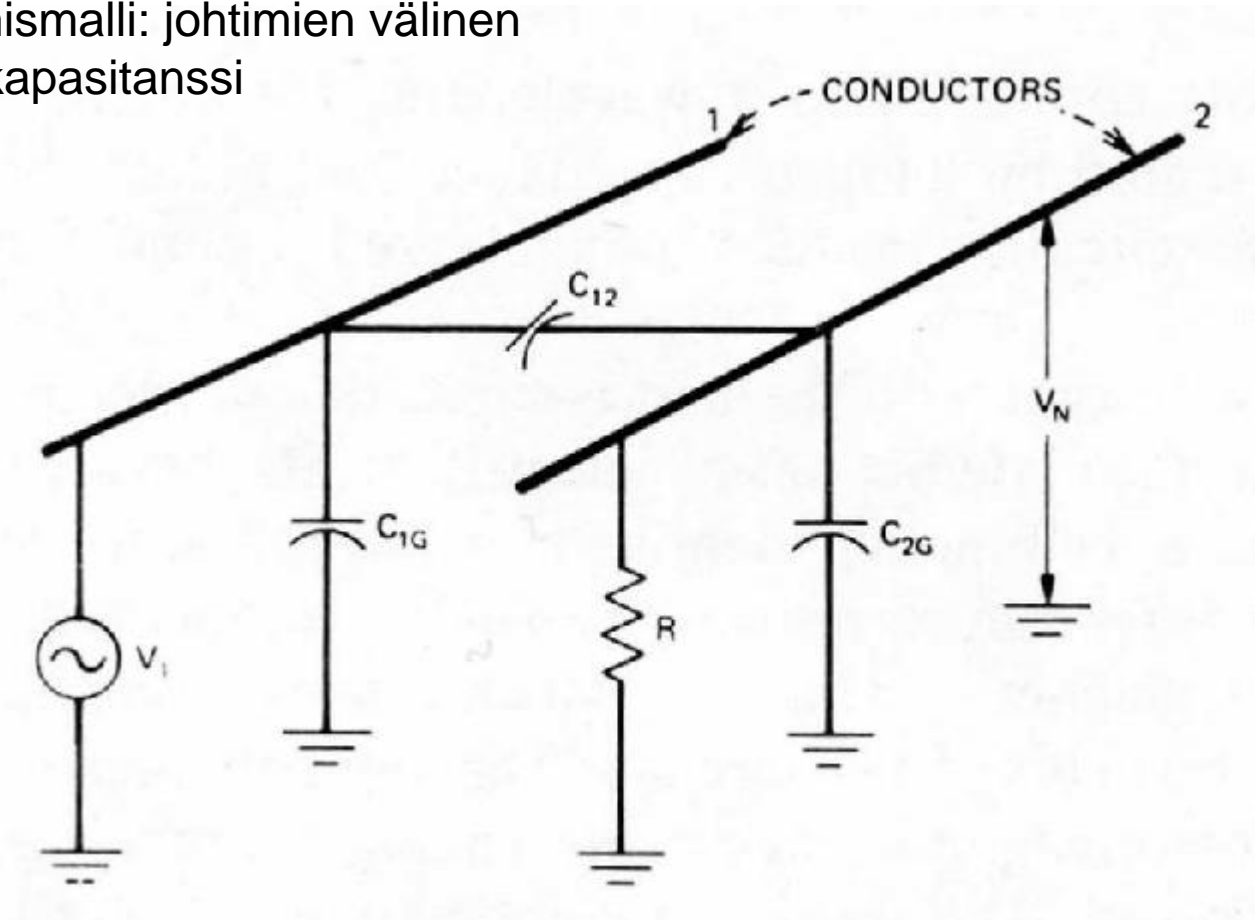
EMC häiriöiden kytkkeytymismekanismit



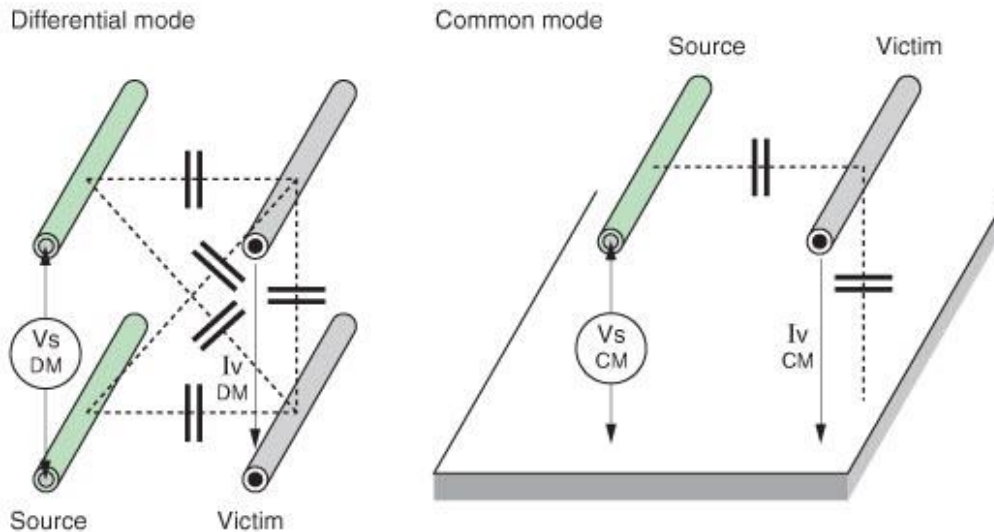
Kuva. EM interferenssi-ilmiö

Kapasitiivinen kytkeytyminen

Kytkeytymismalli: johtimien välinen keskinäiskapasitanssi



EMC häiriöiden kytketymismekanismit



V_s DM: Source of the disturbing voltage (differential mode)

I_v DM: Disturbing current on victim side (differential mode)

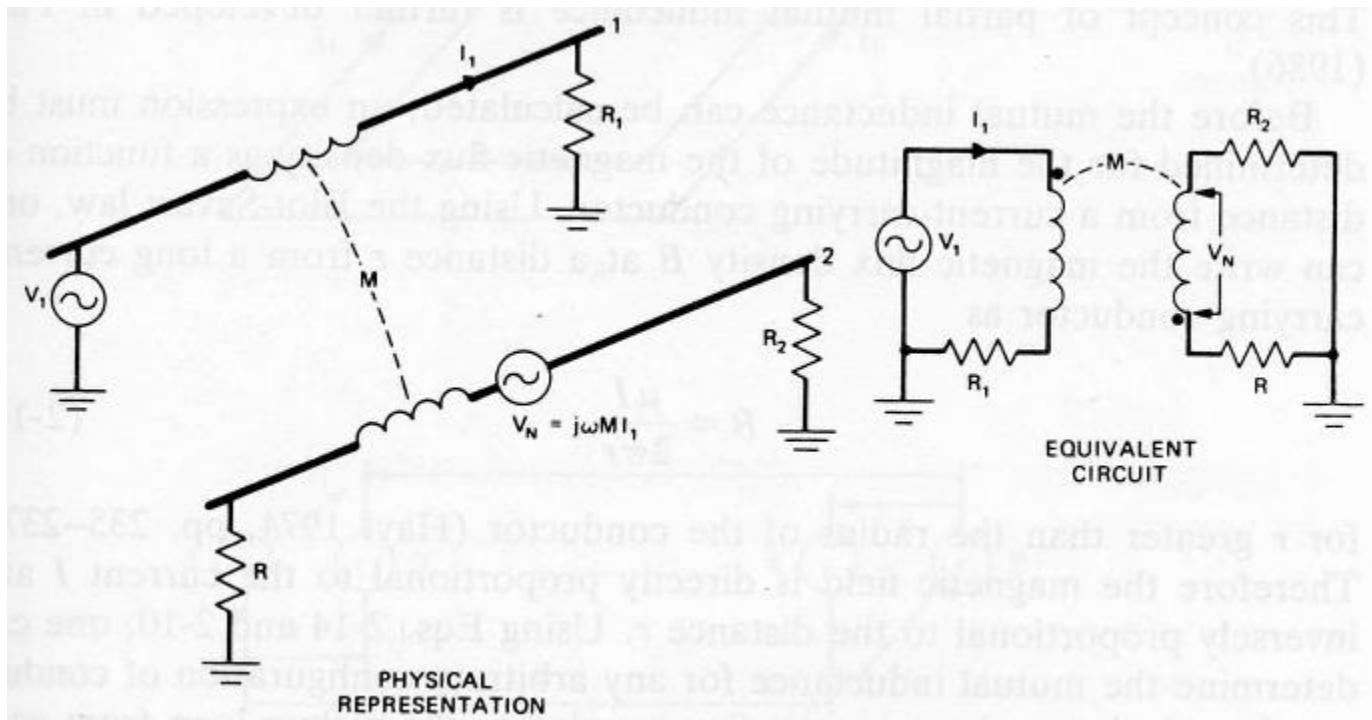
V_s CM: Source of the disturbing voltage (common mode)

I_v CM: Disturbing current on victim side (common mode)

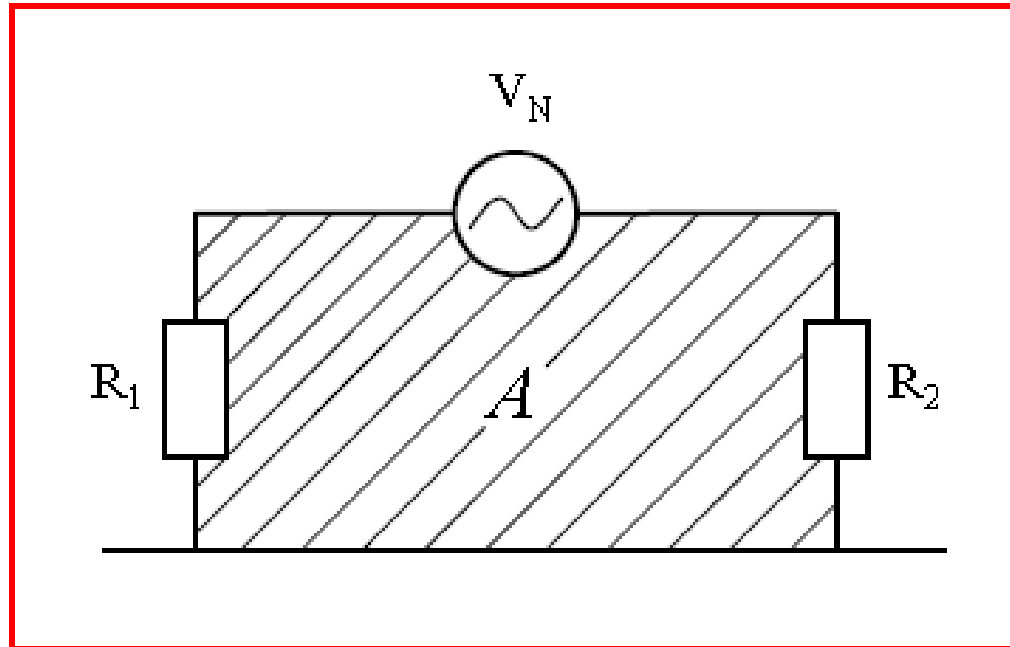
Kuva. Kapasitiivinen kytkettyminen

Induktiivinen kytkeytyminen

Induktiivisen kytkeytymisen sijaiskytkentä:

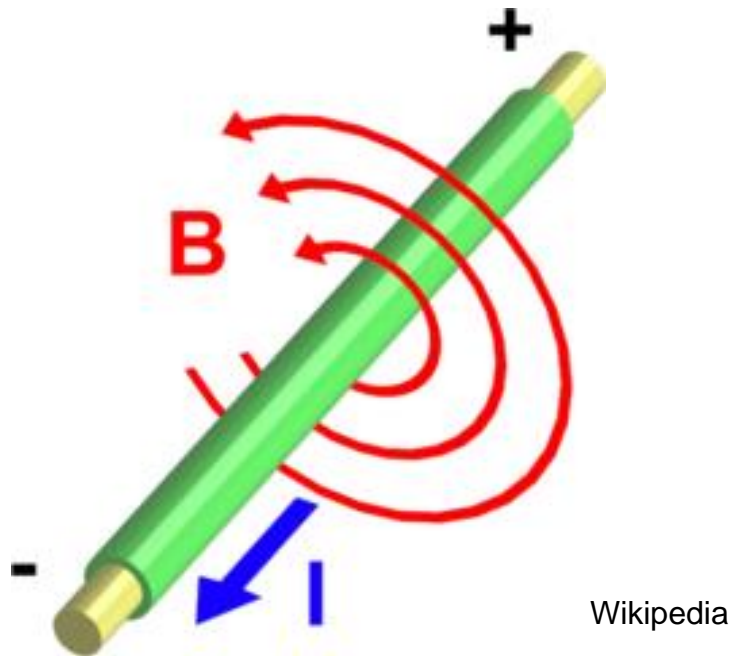


Induktiivinen kytkeytyminen



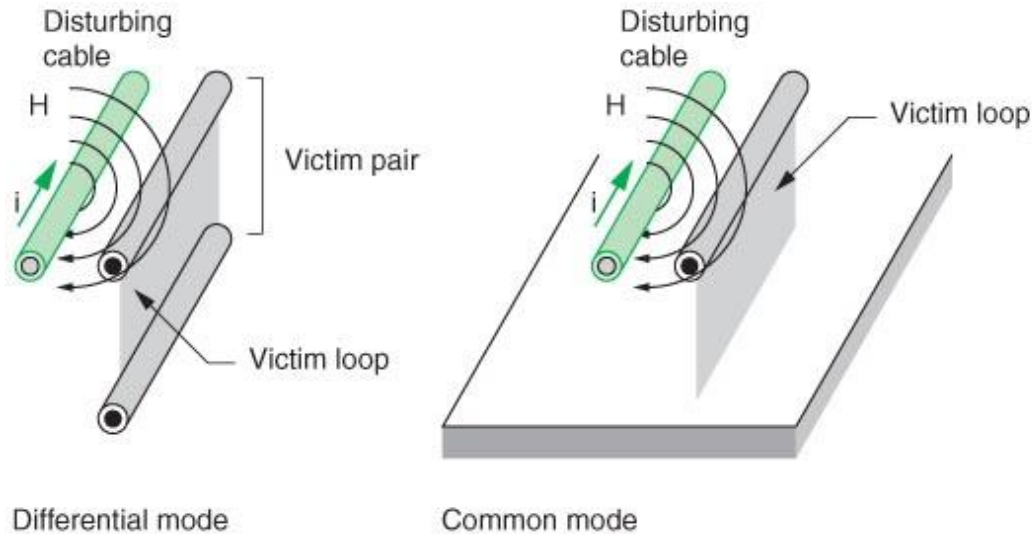
Muuttuvassa magneettikentässä johdinsilmukkaan indusoituu jännite.

Induktiivinen kytkeytyminen



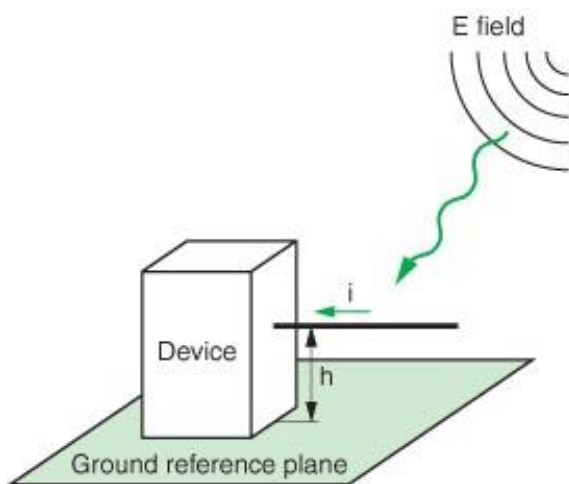
Johtimen ympärille muodostuva magneettikenttä.

EMC häiriöiden kytketymismekanismit

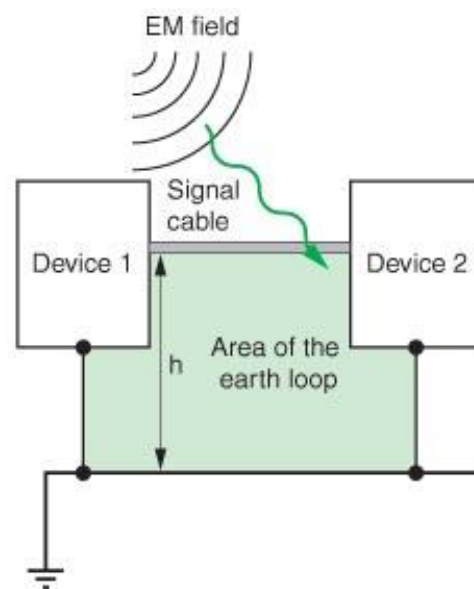


Kuva. Induktiivinen kytketyminen

EMC häiriöiden kytketymismekanismit



Example of field-to-cable coupling



Example of field-to-loop coupling

Kuva. RF- säteilyn kytkettyminen

RF-antenni EMC-laboratoriossa.



EMC-säännökset

- EU:ssa elektroniikkalaitteiden sähkömagneettista yhteensopivuutta säännellään EMC-direktiivi 2004/108/EY. Ajoneuvojen EMC-vaatimuksia käsittelee direktiivi 2004/104/EC.
- Teknisesti EMC-vaatimuksia ja vaatimustenmukaisuuden testausta säätelee mm. monet CISPR:n, IEC:n ja CENELEC:n standardit.

EMC-direktiivi

- EMC-direktiivin ydintavoitteita on, että valmistaja huolehtii laitteen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta
- Direktiivin soveltaminen takaavat laitteiden vapaan liikkuvuuden (kaupan) ja luovat hyväksyttävän sähkömagneettisen ympäristön Euroopan yhteisön alueella

EMC-direktiivi

- Euroopan alueella vuonna 1996 voimaanastunut EMC-direktiivi viimeistään pakotti valmistajat liikkeelle
- Nykyisin EMC-direktiivi 2004/108/EY
- EMC-direktiivi koskee ***kaikkia sähkölaitteita.***
- **Direktiivien mukaisuudesta EU:n alueella kertoo CE -merkintä.**
- **Huom. CE tarkoittaa, että laite voi täyttää myös muita CE-direktiivin mukaisia vaatimuksia**

Direktiivin olennaiset vaatimukset

- ”1. **Suojausvaatimukset**
- Laitteisto on suunniteltava ja valmistettava tekniikan taso huomioon ottaen niin, että varmistetaan, että
- a) **laitteiston aiheuttama sähkömagneettinen häiriö ei ylitä tasoa, jonka ylittyessä radio- ja telelaitteet tai muut laitteistot** eivät voi toimia tarkoitetulla tavalla
- b) laitteiston sille tarkoitetussa käytössä odotettavissa olevan sähkömagneettisen **häiriön siedon taso on sellainen, että** laitteisto toimii tarkoitetun käytön heikentymättä kohtuuttomasti.” ***Laite, esim. kuluttajalle myytävä irrallinen laite***

Direktiivin olennaiset vaatimukset

- **“2. Kiinteitä asennuksia koskevat erityisvaatimukset**
- Komponenttien asennus ja aiottu käyttötarkoitus:
- Kiinteän asennuksen asentamisessa on noudatettava hyviä teknisiä käytäntöjä ja otettava huomioon komponenttien aiottua käyttötarkoitusta koskevat tiedot, jotta varmistetaan, että kohdassa 1 esitetyt suojausvaatimukset täyttyvät. Nämä hyvät tekniset käytännöt on kirjattava asiakirjoihin, ja vastuuhenkilö(ide)n on säilytettävä nämä asiakirjat kyseeseen tulevien kansallisten viranomaisten saatavilla tarkastuksia varten niin kauan kuin kiinteä asennus on käytössä.”
- Kiinteiden asennusten ja laitteiden vaatimukset ovat erilaiset