

EMC-TESTIT

Johdanto

- EMC-testijärjestelmä, joka suorittaisi kaikki testit kerralla, on mahdotonta toteuttaa.
- EMC testit joudutaan siten suorittamaan erikseen.
- Mittauksiin tarvitaan testauspaikka, jossa ympäristöhäiriöt ovat vähäisiä.
- Häiriösuojusta huone on luotettavin testausympäristö. Esim. Radiokaiuton huone: ferriittivaimennettu huone

EMC testejä

- Staattisen sähköön purkaus testi
- Radiotaajuisen kentän sieto testi
- Nopean transienttipurskeen sieto testi (Electrical fast transient)
- Surge - syöksyaallon sieto testi
- Johtuvan radiotaajuisen häiriön sieto testi
- Syöttöjännitteen häiriö testi
- Radiotaajuisen johtuvan häiriön voimakkuuden mittaaminen
- Radiotaajuisen häiriösäteilyn voimakkuuden mittaaminen
- 50 Hz:n harmoniset testi
- Jännitteen vaihtelu ja välkyntä testi

EMC testit

EMISSIONTESTIT:

- Johtuvia häiriöitä mitataan stabilointiverkolla (LISN) ja virtamuuntajalla sekä erilaisilla mittauskytkennöillä.
- Säteileviä häiriöitä mitataan virtaklappilla ja antennilla.
- Molemmissa tapauksissa tarvitaan lisäksi tulokset ilmaiseva mittalaite.

SIETOTESTIT:

- Vakioitu häiriömuoto luodaan testigeneraattoreilla.
- Johtuvat häiriöt kytketään kytkeytymisverkoilla tai virtamuuntajalla.
- Säteilevien häiriöiden kytkemiseen käytetään antennia.
- Häiriövaikutuksien arvioimiseksi testattavan laitteen toiminta on tunnettava hyvin ja sitä on seurattava testin ajan (SW-testaukseen).

Staattisen sähköön purkaustesti

Testataan laitteen kyky sietää staattisen sähköön purkauksia.

Standardi:

IEC 61000-4-2: Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC) - Staattisen purkauksen sieto (ESD)

Testilaitteisto:

EM test ESD simulator ESD 30 1095-96

Staattisen sähköön purkaustesti

Staattisen sähköön purkaustesti (ESD)

- käytetään ESD-generaattoria, josta vakioitu pulssimuoto
- simuloi ihmiskehosta saatavaa ESD-purkausta
- generaattorista kontakti- tai ilmapurkaus
- kontaktipurkauksessa purkauskärki kiinni laitteeseen ennen purkauksen antamista
- ilmapurkauksessa kipinäväli, vastannee paremmin todellista tilannetta
- kontaktipurkauksen toistettavuus parempi
- tyypilliset testitasot alle 20 kV (Taulukko 5)
- purkauksia annetaan vähintään 10 kpl kullakin testattavalla tasolla
- joskus käytetään myös ns. sarjapurkausta

Staattisen sähkön purkaustesti

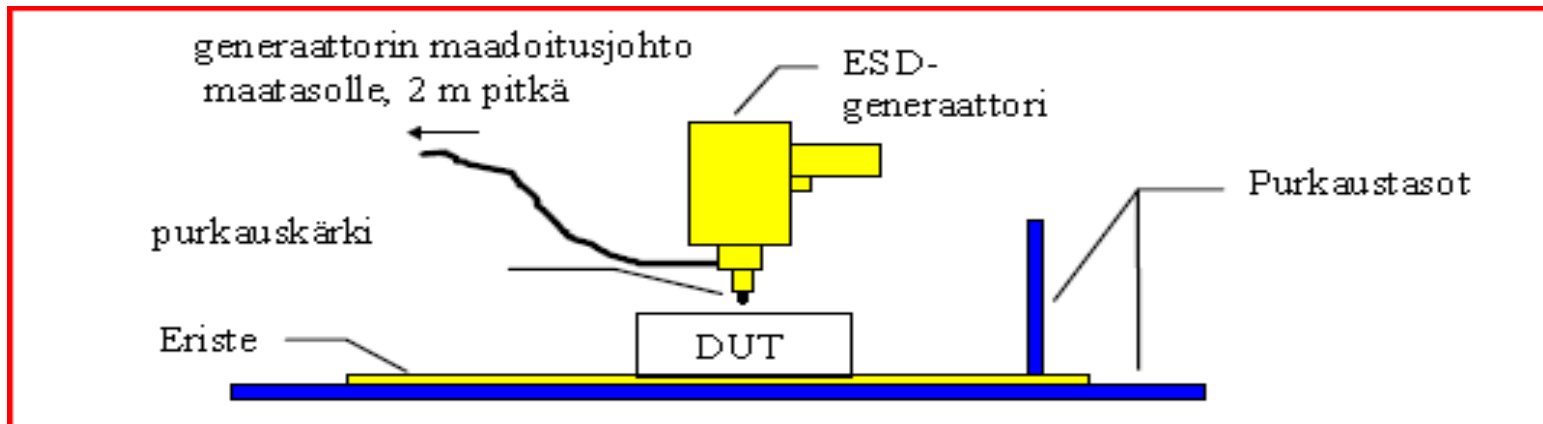
	Taso [\pm V] (posit. ja negat. polarisaatio)			
Ilma eli kipinäpurkaus	2	4	8	15
Kontaktipurkaus	2	4	6	8

Taulukko 5. Tyypillisiä ESD-testissä käytettäviä jännitetasoja

ESD-testit

ESD-testi

- EMC-testeistä helpoimpia suorittaa
- ESD-pulssi hyvin nopea, joten sen kattama taajuusalue laaja
- kannattaa harkita tehtäväksi jo tuotekehitysvaiheessa siedon arviointitestinä



Kuva. ESD-testijärjestely

Radiotaajuisen kentän sietotesti

Testin tarkoituksena on tutkia miten hyvin testattava laite sietää radiotaajuisia kenttää.

Laite altistetaan kentälle ja samalla seurataan tutkittavassa laitteessa mahdollisesti esiintyviä häiriöitä ja tutkitaan sietääkö laite häiriötä standardin mukaisissa raja-arvoissa.

Standardi:

IEC 61000-4-3: Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC) -
Säteilevän radiotaajuisen sähkömagneettisen kentän sieto

Testilaitteisto:

Testissä tarvitaan antennia, vahvistinta, signaaligeneraattoria sekä laitteiden ohjaukseen PC-ohjelmaa. Testi suoritetaan radiokaiuttomassa huoneessa.

Radiotaajuisten kentän sietotesti

Suurtaajuisten RF-kentän sietotesti

- antenni säteilylähteenä
- antennitekijä otettava huomioon
- * TAF = transmit antenna factor ei ole sama kuin emissiotestissä
- * emissioille AF = antenna factor
- kentänvoimakkuudet tarkistetaan mittausanturilla kentän kalibroinnin yhteydessä
- käytettävät kentänvoimakkuudet: testaustasot 1, 3, 10 V/m tai erikseen määritelty suurempi (x)
- RF-signaaligeneraattori testattavalle taajuusalueelle (tyypillisesti 80 MHz...1 GHz)
- käytännössä tarvitaan lisäksi laajakaistainen tehovahvistin

Radiotaajuisen kentän sietotesti

Suurtaajuisen RF-kentän sietotesti

Testausjärjestely

- pyritään käyttämään häiriösuojattua ja häiriövaimennettua huonetta tai GTEM-solua, koska aiheutetaan häiriöitä laajalle taajuuskaistalle suurillakin säteilytasoilla
- huoneessa oltava vaimennusmateriaali kaikilla sivuilla, myös lattiassa
- * emissiotestissä yl. maataso heijastava
- antennia ei liikuteta korkeussuunnassa, koska kenttä kalibroitu etukäteen
- antennin polarisaatiotasoa kääntämällä toinen mittaussuunta
- johtojen pituudeksi määritelty yl. 1 m, yli menevä osa kiepille

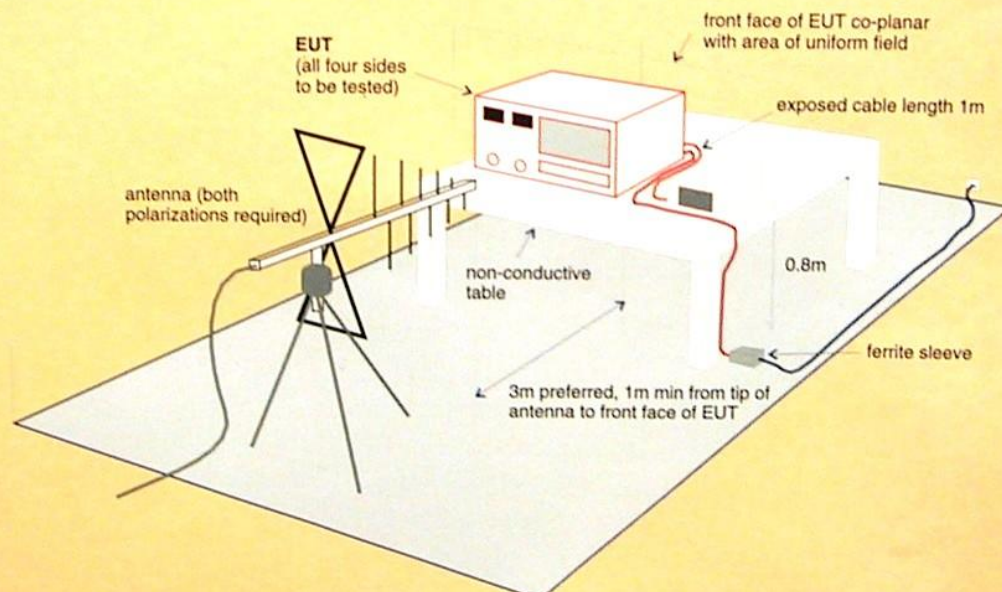
RF-säteilytesti

IEC 61000-4-3:1995 + Amendment 1:1998 - Radiated RF

Requirement Radiated RF field generated by an antenna in a shielded anechoic enclosure using a pre-calibrated field, swept from 80MHz to 1000MHz at slower than 1.5×10^{-3} decades per second, or with a step size not exceeding 1% of fundamental and dwell time sufficient to allow the EUT to respond. The antenna faces each of the four sides of the EUT in each polarization (and top and bottom if these might be affected), hence 8 or 12 tests in all. Amendment 1:1998 adds tests from 800-960MHz and 1.4-2GHz for protection against digital mobile phones. Field uniformity as below is required of the chamber

Alternative methods such as a stripline or TEM cell can be used provided that field homogeneity requirements are met and that the EUT and wires can be arranged as specified (Annex D). Annex H states that the method may be used down to 26MHz

Levels Severity levels of 1, 3 or 10V/m unmodulated; actual applied signal is modulated to 80% with a 1kHz sinewave



Nopean transienttipurskeen sietotesti (Electrical fast transient)

Testin tarkoituksena on tutkia miten hyvin testattava laite sietää kaapelien kautta kytkeytyviä nopeita transientteja.

Laitteen teho- ja signaalikaapeleihin kytketään häiriöpurske ja samalla seurataan testattavassa laiteessa mahdollisesti esiintyviä häiriöitä ja tutkitaan sietääkö laite häiriötä standardin mukaisissa raja-arvoissa.

Standardi:

IEC 61000-4-4: Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC) - Nopeiden transienttipurskeiden sieto (EFT/B)

Testilaitteisto:

EM test burst generator EFT 500-0196-18

Nopean transienttipurskeen sietotesti (Electrical fast transient)



Kuva. EM test burst generator EFT 500

Nopean transienttipurskeen sietotesti (Electrical fast transient)

Testi

- laite altistetaan johtojen kautta tuleville nopeille pulsseille, joita lähetetään purskeina
- * testipulssin nousunopeus 5 ns ja kesto 50 ns
- * purskeen kesto $15 \text{ ms} \pm 20 \%$ ja jaksonpituus $300 \text{ ms} \pm 20 \%$
- * impulssien toistotaajuus purskeessa 5 kHz

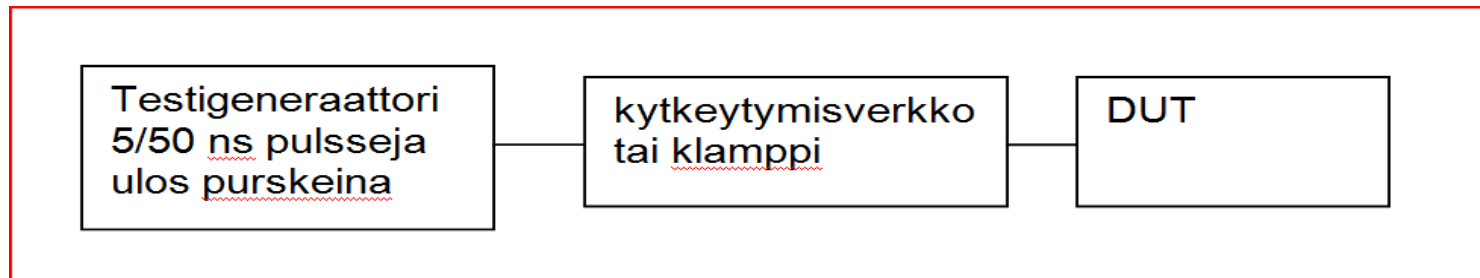
Testigeneraattori

- tuottaa toistettavia pulsseja
- kytkeytyminen laitteen johtoihin kapasitiivisella klampilla tai kytkeytymisverkolla
- kapasitiivisena klamppina testattavan johdon ympärille asetettava metallivaippa
- tavallisesti verkkojohdot testataan kytkeytymisverkolla ja signaali- sekä kontrollijohdot kapasitiivisella klampilla
- testitasot määritellään eri porteille hieman eri tavoin (Taulukko 1)
- * tehonsyöttölinjoilla tiukemmat vaatimukset

Nopean transienttipurskeen sietotesti (Electrical fast transient)

Testijärjestely

- kytkentälaitteen ja EUT:n väli korkeintaan 1m
- testattavan johdon metrin yli menevä osa kiedottava max. 0,4 m kiepille
- testausaika kullakin testitasolla on vähintään 1 minuutti
- laitteen toimintaa tarkkailtava testin aikana
- lisäksi suodatettava verkkoon menevät häiriöt



Kuva. Nopean transientin ja purskeen sietotestin periaate.

Nopean transienttipurskeen sietotesti (Electrical fast transient)

Taso	Tehonsyöttöjohtimet	I/O-, kontrolli- ja signaaliportit
1	0,5	0,25
2	1	0,5
3	2	1
4	4	2
×	×	×

Taulukko 1. Tyypillisiä testitasoja (kV) nopean transientin/purskeen sietotestissä.

Surge - syöksyaallon sietotesti

Standardi:

IEC 61000-4-5: Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC) -
Syöksyaallon sieto

Testilaitteisto:

EM test surge generator VCS 500-0196-12

Suurienerginen syöksyaalto johtuu yleensä salaman iskusta tai kuormien kytkennästä sähköjakeluverkossa. Syöksyaalto aiheuttaa usein pysyvän vaurion laitteelle tai komponenteille.

Surge - syöksyaallon sietotesti



Kuva. EM test surge generator VCS 500-0196-12

Johtuvan radiotaajuaisen häiriön sietotesti

Testin tarkoituksena on tutkia miten hyvin testattava laite sietää radiotaajuista johtuvaa häiriötä.

Laitteeseen kytkettäviin kaapeleihin aiheutetaan johtuva häiriö ja samalla seurataan testattavassa laitteessa mahdollisesti esiintyviä häiriöitä ja tutkitaan sietääkö laite häiriötä standardin mukaisissa raja-arvoissa.

Standardi:

IEC 61000-4-6: Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC) -
Johtuvien radiotaajuisten häiriöiden sieto

Testilaitteisto:

EM TEST CWS 500 Signal Generator

Johtuvan radiotaajuaisen häiriön sietotesti



Kuva. EM TEST CWS 500 Signal Generator

Syöttöjännitteen häiriötesti

Testin tarkoituksena on tutkia miten hyvin testattava laite sietää käyttöjännitteessä ilmeneviä häiriötä.

Laitteen tehonsyöttöön aiheutetaan häiriö, esim. katkos tai vajoama ja samalla seurataan testattavassa laiteessa mahdollisesti esiintyviä häiriöitä ja tutkitaan sietääkö laite häiriötä standardin mukaisissa raja-arvoissa.

Käyttöjännitteen häiriöt johtuvat yleensä sähkönjakelujärjestelmän vikatilanteeseen liittyvästä kytkinten ajosta tai muusta isojen kuormien kytkennöistä.

Standardi:

IEC 61000-4-11: Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC) - Jännitevaihteluiden ja -katkosten sieto

Testilaitteisto:

EM TEST Power Fail Simulator PFS 500-0798-01

Power fail simulator according to IEC / EN 61000-4-11

Syöttöjännitteen häiriötesti



Kuva. EM TEST Power Fail Simulator PFS 500-0798-01

Radiotaajuisten johtuvan häiriön voimakkuuden mittaaminen

Johtuva häiriö mitataan testivastaanottimella, Test Receiver, joko quasi-peak tai average –detectorilla. Mittauksen toistettavuus varmistetaan käyttämällä laitetta, jolla verkon impedanssit vakioidaan, AMN, Artificial Mains Network tai LISN, Line stabilisation Network). Standardit määrittelevät emission raja-arvot jännitteenä, dB μ V.

Standardeja:

EN 55014-1: Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC) - Vaatimukset kotitalouslaitteille, sähkötyökaluille ja vastaaville laitteille: Päästöt

Testausympäristö:

EN 55022 shielded enclosure

Mittavastaanotin:

Rohde & Schwarz ESPI 7 Test Receiver

Keinoverkko:

Artificial mains network, PMM L3-25 50? | 50 μ H (CISPR Pub. 16)

Radiotaajuisten johtuvan häiriön voimakkuuden mittaaminen



Kuva. Rohde & Schwarz ESPI 7 Test Receiver

Radiotaajuisen johtuvan häiriön voimakkuuden mittaaminen



Kuva. Artificial mains network, PMM L3-25

Radiotaajuisten häiriösäteilyn voimakkuuden mittaaminen

Säteilevien häiriöiden emissio. Sähkömagneettiset häiriöpäästöt saattavat aiheuttaa häiriötä muille laitteille, esim. radiovastaanottimille.

Testin tarkoituksena on mitata laitteesta säteilevän häiriön voimakkuus. Standardeissa on määritelty laitteille rajat ja testausmenetelmät. Häiriöpäästömittaus suoritetaan radiokaiuttomassa huoneessa.

Säteilevien häiriön mittauslaitteisto koostuu antennista ja testivastaanottimesta.

Standardi:

EN 55022: Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC) - Tietotekniikan laitteet - Radiohäiriöt - Raja-arvot ja mittausmenetelmät. (CISPR 22)

Testausympäristö:

EN 55022 shielded enclosure

Antenni:

EMCO 3143 biconilog log-periodic/bow-tie antenna

Mittavastaanotin:

Rohde & Schwarz ESPI 7 Test Receiver

Keinoverkko:

Artificial mains network PMM L3-25 50V/50μH (CISPR Pub. 16)

Radiotaajuisen häiriösäteilyn voimakkuuden mittaaminen

EMISSIO: SÄTEILEVIEN HÄIRIÖIDEN MITTAAMINEN

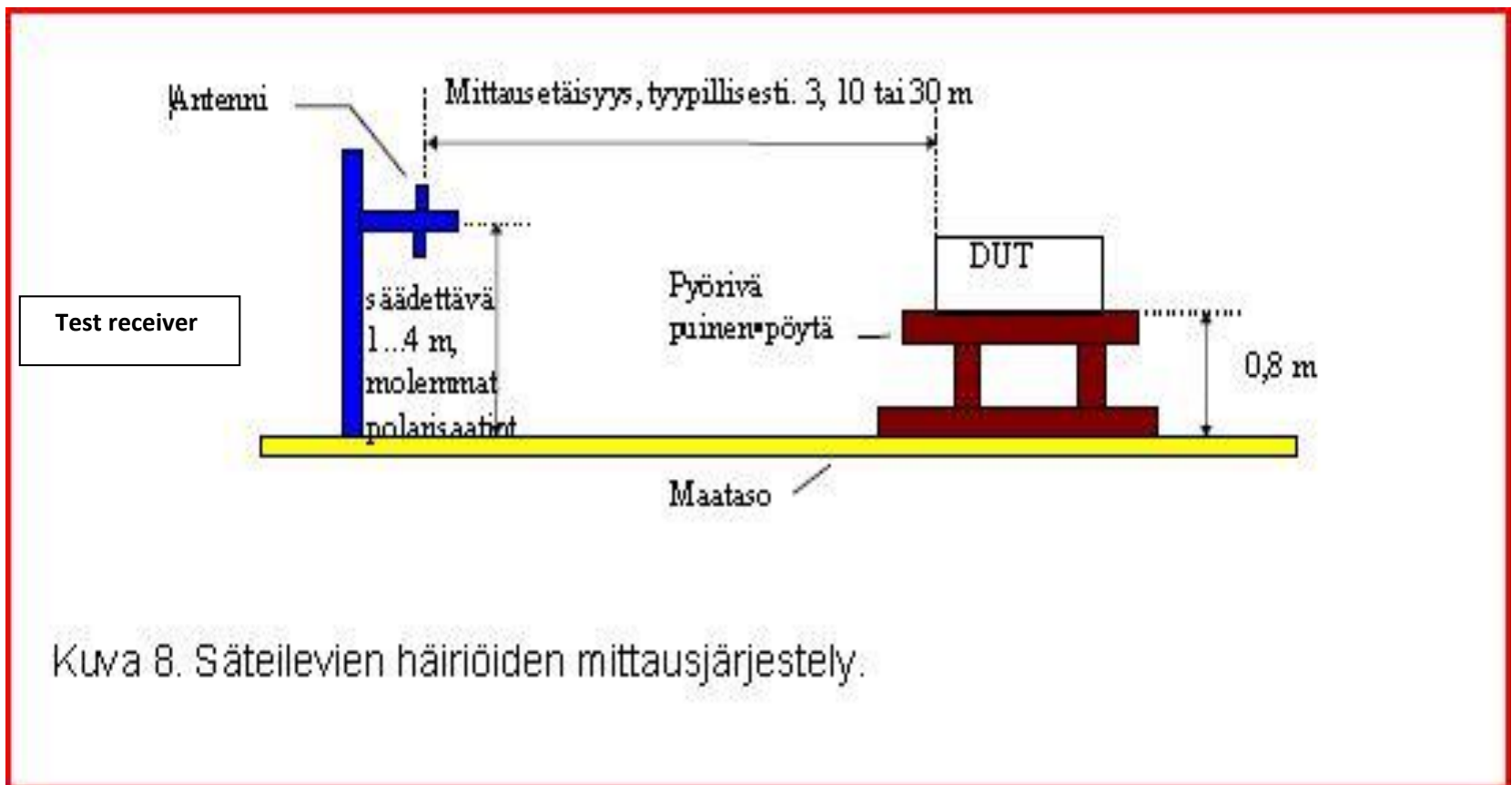
Sähkömagneettisen häiriökentän mittaaminen

- käytetään antennia, antenni kalibroitava
- antennitekijä (antenna factor) otettava huomioon, jotta antennilla mitatusta jännitteestä saadaan laskettua sähkökenttä

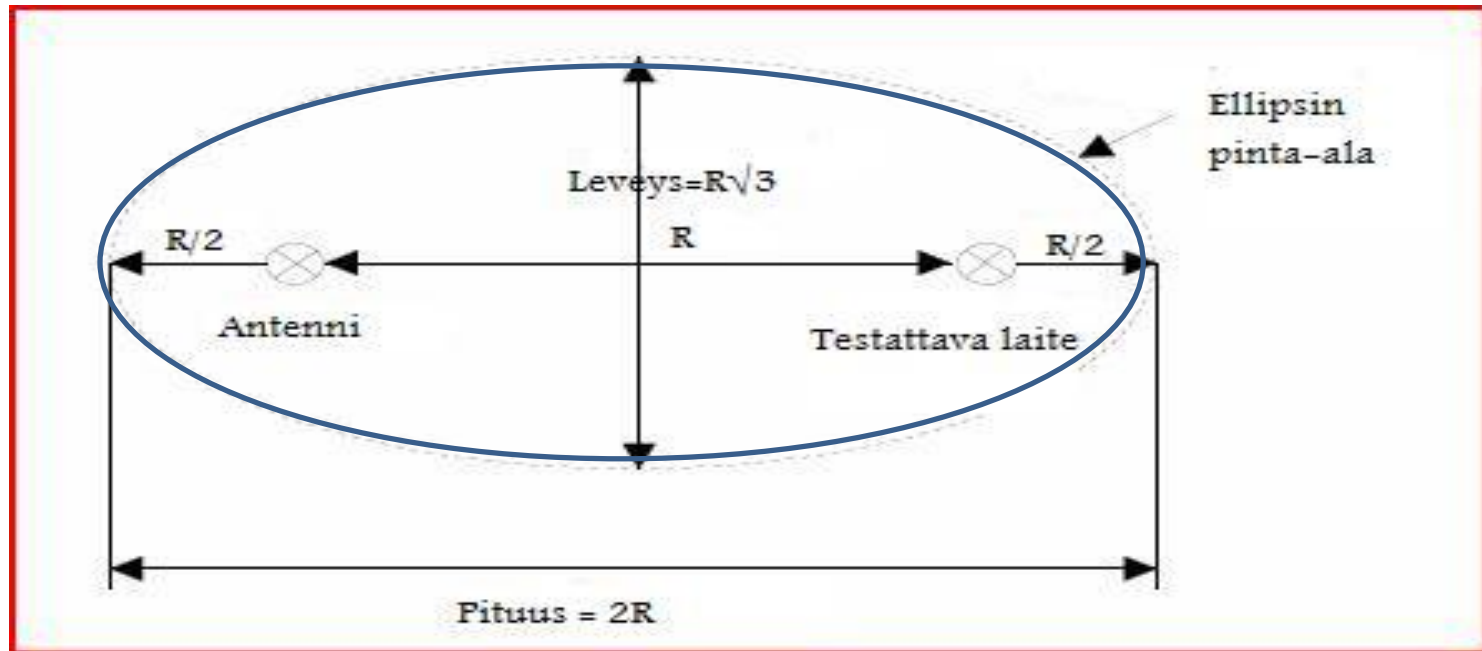
Mittaus

- antenni riittävän kaukana testattavasta laitteesta, kaukokentässä
- * standardien mittaustaajuuden alaraja 30 MHz edellyttää vähintään 1,6 m:n etäisyyttä mitattavan laitteen ja antennin välillä
- * tyypillisesti pienin mittausetäisyys 3 m (kaukokenttävaatimus)
- testattavan laitteen ja antennin ympärille tarvitaan riittävästi vapaata tilaa
- jos laite kyllin pienikokoinen ja pyörivällä pöydällä (Kuva 8) vapaaksi tilaksi riittää Fresnelin ellipsoidin määrittelemä alue
- suurin osa RF-kentästä siirtyy testattavalta laitteelta antennille Fresnelin ellipsoidin sisällä (Kuva 9)
- useissa std-mittauksessa johtava maataso (maaheijastus)

EMISSION: SÄTEILEVIEN HÄIRIÖIDEN MITTAAMINEN



EMISSION: SÄTEILEVIEN HÄIRIÖIDEN MITTAAMINEN



Kuva 9. Fresnelin ellipsin määrittämä vapaan tilan tarve.

EMISSION: SÄTEILEVIEN HÄIRIÖIDEN MITTAAMINEN

Mittalaite

- tarvittavan vapaan tilan ulkopuolella
- jos mittaus häiriösuojatussa huoneessa, mittalaite huoneen ulkopuolella
- mittalaitteen pystyttävä ilmaisemaan kvasihuippuarvoa (QP)
- mittaustaistaleveydet määritelty julkaisussa CISPR 16-1

Mittausetäisyydet

- tavallisesti 3 m, 10 m tai 30 m
- mittausulokset joudutaan normalisoimaan standardin mukaiseen mittausetäisyyteen
- normalisointiin käytetään 20 dB/dekadi käänteistä korjauskerrointa, mikä vastaa sähkökentän vaimenemisen $1/r$ -verrannollisuutta kaukokentässä

Antennimittaus on EMC-mittauksista vaativin ja virhetekijöitä voi olla runsaasti

- esim. heijastukset häiriösuojatussa, mutta vaimentamattomassa huoneessa
- mikäli laitteeseen menevät johdot ovat pitkiä (useita metrejä), niin mittausulokset voivat muuttua kymmeniä desibelejä johtojen asentoa muutettaessa

EMISSION: SÄTEILEVIEN HÄIRIÖIDEN MITTAAMINEN



50 Hz:n harmoniset testi

Sähkölaitteen 230 V:n verkkoon aiheuttamien 50 Hz:n harmonisten mittaus. Laitteet on jaettu A, B, C ja D luokkiin, kullekin luokalle on olemassa määrätty harmoniset raja-arvot.

Standardi:

EN 61000-3-2: Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC) -
Raja-arvot - Harmoniset virrat (laitteet, joiden ottovirta on enintään 16 A/vaihe)

Testilaitteisto:

DPA 500



Jännitteen vaihtelu ja välkyntä -testi

Sähkölaitteen 230 V:n verkkoon aiheuttamien jännitteenvaihteluiden ja välkynnän mittaus.

Standardi:

EN 61000-3-3: Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC) - Raja-arvot - Yleiseen pienjänniteverkkoon aiheutuvat jännitteenvaihtelut ja välkyntä - Laitteet, joiden nimellisvirta on enintään 16 A

Testilaitteisto:

DPA 500



SIETOTESTEISTÄ

- Vakioitu häiriömuoto luodaan testigeneraattoreilla.
- Johtuvat häiriöt kytketään kytketymisverkoilla tai virtamuuntajalla.
- Säteilevien häiriöiden kytkemiseen käytetään antennia.
- Häiriövaikutuksien arvioimiseksi testattavan laitteen toiminta on tunnettava hyvin ja sitä on seurattava testin ajan (SW-testaukseen).

RF Immunity Test Equipment



amplifiers



signal generators



CDNs



antennas

EMISSIONTESTEISTÄ

- Johtuvia häiriöitä mitataan stabilointiverkolla (LISN) ja virtamuuntajalla sekä erilaisilla mittauskytkennöillä.
- Säteileviä häiriöitä mitataan virtaklappilla ja antennilla.
- Molemmissa tapauksissa tarvitaan lisäksi tulokset ilmaiseva mittalaite.

RF Emissio Testauslaitteita



EMI
vastaanottimet



esivahvistimet



spektrianalysaattorit



LISNs

ESD testilaitteita



EM test ESD simulator

ESD testilaitteita

