

BL10A1000 Kandidaatintyö ja seminaari

KANDIDAATINTYÖ

31.03.2010

Henri Montonen

0281064

Säte 4

**Pienloistelamppujen johtuvat RF-häiriöt verrattuna CISPR 15 -
standardin raja-arvoihin**

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Sähkötekniikan osasto

Henri Montonen

Pienloistelamppujen johtuvat RF-häiriöt verrattuna CISPR 15 -standardin raja-arvoihin

Kandidaatintyö

2010

16 sivua, 9 kuvaa, 2 taulukkoa

Ohjaaja ja tarkastaja: Professori Pertti Silventoinen

Hakusanat: pienloistelamppu, johtuva, RF, EMI, energiansäästölamppu, CISPR 15

Hehkulamput tullaan kieltämään Euroopan Unionin alueella vuoden 2016 syyskuuhun mennessä. Hehkulamput korvataan suurimmaksi osaksi pienloistelampuilla, jotka omaavat hehkulamppuihin verrattuna paremman hyötysuhteen. Pienloistelamput aiheuttavat kuitenkin häiriöitä niitä syöttävään sähköverkkoon. Tässä kandidaatin työssä mitattiin 15 erilaisen pienloistelampun aiheuttamat johtuvat RF-taajuiset häiriöt. Tuloksia verrattiin CISPR 15 –standardissa esitettyihin raja-arvoihin, joita pienloistelamppujen tulisi noudattaa. Mittaukset suoritettiin käyttämällä CISPR 16 –standardin kanssa yhteensopivaa mittavastaanotinta (Rohde & Schwarz ESHS30) sekä myöskin CISPR 16 yhteensopivaa keinoverkkoa (Rohde & Schwarz ESH2Z5). Lamput mitattiin CISPR 15 –standardin mukaisesti, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Lamppuja ei mitattu käyttämällä CISPR 15 –standardissa vaadittua lampun pidintä. Eikä lamppuja myöskään esikäytetty ollenkaan.

Lukuun ottamatta yhtä pienloistelamppua, kaikki jäivät raja-arvon alapuolelle. Rajan ylittäneen lampun tulos tosin mahtuu mittavastaanottimen mittavirheeseen. Joten kyseessä ei ollut suuren suuri ylitys. Muiden tutkittujen pienloistelamppujen johtuvat RF-häiriöt ovat hyväksyttävällä tasolla ja ne tuskin tulevat aiheuttamaan ongelmia.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology

Department of Electrical Engineering

Henri Montonen

Conducted RF-emissions of compact fluorescent lamps compared to the limits of the CISPR 15 -standard

Bachelor's thesis

2010

16 pages, 9 pictures, 2 tables.

Advisor and supervisor: Professor Pertti Silventoinen

Keywords: compact fluorescent lamp, CFL, conducted, RF, EMI, CISPR 15

Incandescent lamps will be banned in the European Union by september 2016. Incandescent lamps will be replaced by compact fluorescent lamps, CFLs. CFLs have higher efficiency compared to incandescent lamps. CFLs, however, cause disturbances to the network. This work was about measuring different CFLs and comparing the results to the values given in the CISPR 15 –standard, which defines the maximum conducted RF emissions for CFLs. The measurements were executed using a CISPR 16 compatible Rohde & Schwarz ESHS 30 EMI Test Receiver and a CISPR 16 compatible Rohde & Schwarz ESH2Z5 artificial mains network. The CFLs were measured according to the CISPR 15 –standard, with a few exeptions. The lamp holder was not used, and the lamps were new, not used.

All CFLs, exept one, passed easily. The result of the one CFL that exceeded the limit is within the margin of error of the EMI test receiver. The disturbance level of all the other CFLs was acceptable and they are unlikely to cause problems.

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO.....	4
1.1 Työn taustat	4
1.2 Johtuvat häiriöt.....	4
2 MITTAUKSET	5
2.1 Mittausjärjestelyt ja -laitteet.....	5
2.2 Mittauksissa käytetyt pienloistelamput	6
3 TULOKSET	8
4 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	15
LÄHTEET	16

LIITTEET

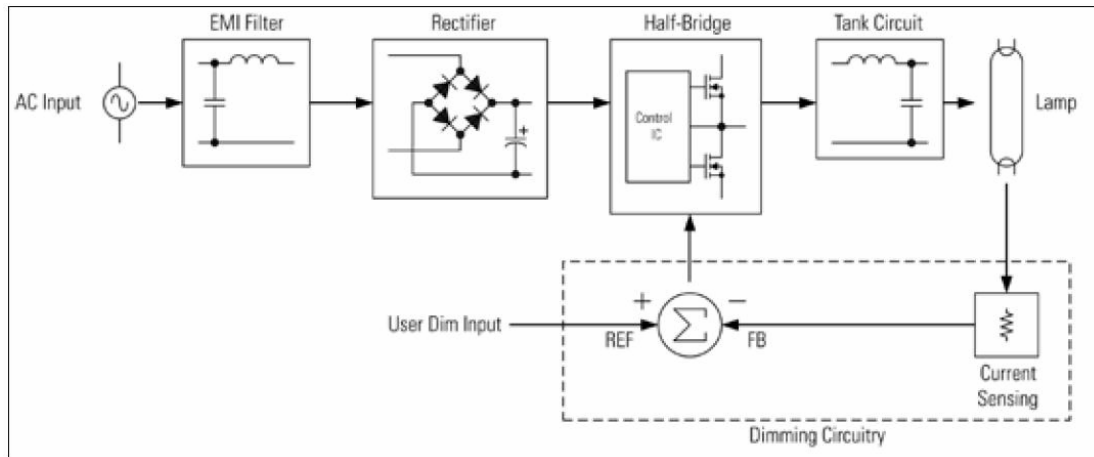
Liite I: Mittaustulokset täydellisenä

1 JOHDANTO

Hehkulamput kielletään EU-maissa porrastetusti vuoden 2009 syyskuusta vuoden 2016 loppuun mennessä. Hehkulamput tullaan korvaamaan suurimmaksi osaksi paremman hyötysuhteen omaavilla pienloistelampuilla. Pienloistelampuista käytetään myös nimitystä energiansäästölamppu (Philips Lighting 2009).

1.1 Työn taustat

Julkisuudessa on oltu huolissaan pienloistelamppujen aiheuttamista häiriöistä ympärillä oleviin laitteisiin. Pienloistelamppujen yleistymisen myötä nämä häiriöt kasvaisivat huomattavasti. Mutta mikä pienloistelampuissa aiheuttaa näitä häiriöitä? Pienloistelamput sisältävät elektroniikkayksikön (kuva 1.1), joka toimii korkealla taajuudella (mitatuissa lamputissa tämä taajuus oli n. 20–50 kHz).



Kuva 1.1 Pienloistelampun elektroniikkayksikön lohkokkaavio (Ribarich 2009)

Yksikkö tasasuuntaa verkosta saatavan jännitteen, suodattaa sen ja vaihtosuuntaa sen takaisin korkeammalle taajuudelle. Korkeampaa taajuutta käytettäessä pienloistelampun hyötysuhdetta voidaan parantaa, lisäksi valon värinä vähenee (Lightsearch 2010). Vaihtosuuntauksessa nopeat kytkennät aiheuttavat lamppua syöttävään verkkoon häiriöitä. Tässä kandidaatintyössä keskityttiin nimenomaan näihin 9 kHz – 30 MHz taajuuskaistalla oleviin johtumalla eteneviin häiriöihin.

1.2 Johtuvat häiriöt

Nopeat muutokset virrassa ja jännitteessä aiheuttavat sähkömagneettisia häiriöitä, jotka häiritsevät muita laitteita ja jopa häiriöitä tuottavaa laitetta. Sähkömagneettiset häiriöt voivat edetä johtumalla tai säteilemällä. Johtuvat häiriöt koostuvat sekä yhteismuotoisesta, että eromuotoisesta häiriöstä. Yhteismuotoinen häiriö on virta tai jännite, joka voidaan mitata

tehonsyöttöjohtojen ja maatasen väliltä. Eromuotoinen taas on virta tai jännite, joka voidaan mitata tehonsyöttöjohtojen väliltä. Yleensä molemmat häiriömuodot ovat läsnä. Kumpiakin häiriömuotoja voidaan suodattaa pois. Nopean kytkennän ja lyhyiden nousu- ja laskuaikojen seurauksena signaali sisältää paljon harmonisia komponentteja perustaajuuden yläpuolella, jotka näkyivät myös mitatuissa tuloksissa. Nämä häiriöt pyrkivät pienloistelampusta johtoja pitkin myös sitä syöttävään verkkoon. (Mohan 2003)

2 MITTAUKSET

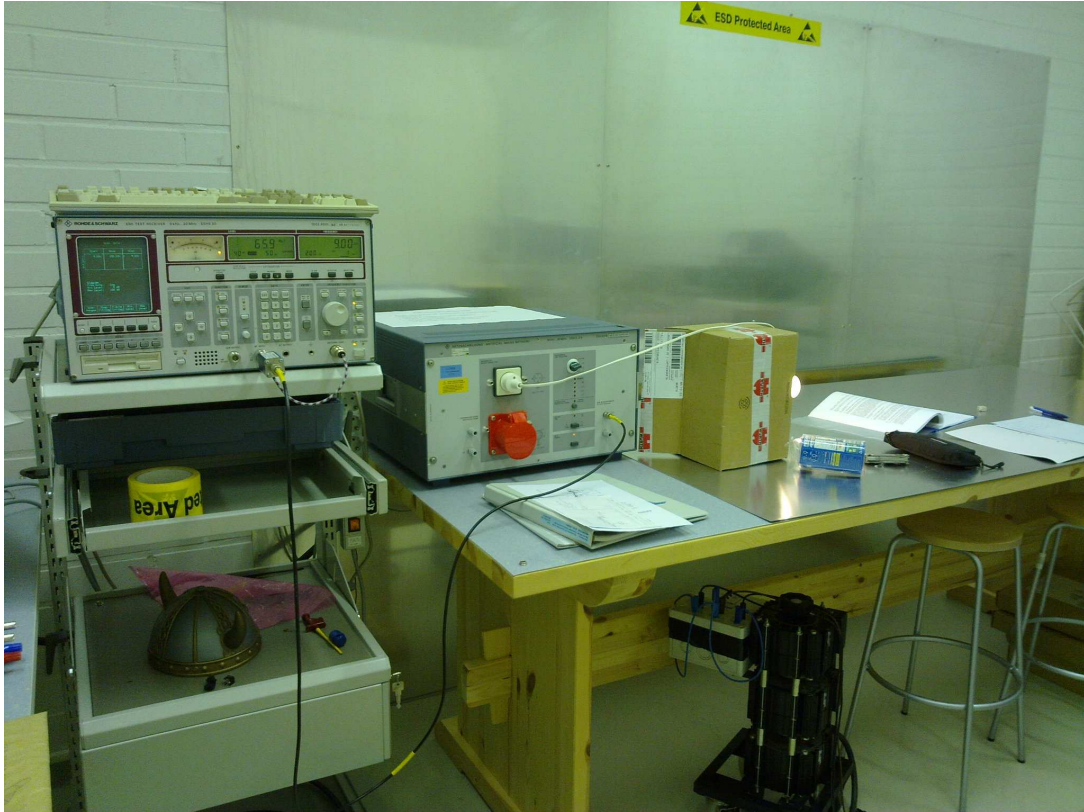
Pienloistelamppujen johtuvien RF-häiriöiden maksimimäärän määrittelee EN 55015 – standardi, jota vastaa CISPR 15 –standardi. Pienloistelamppujen mittaukset suoritettiin noudattamalla CISPR 15 –standardissa annettuja ohjeita. Mittaukset suoritettiin yliopistolla säätötekniikan laboratoriossa (h. 3176) 1.2.2010. Lisäksi jouduimme mittaamaan kolme lamppua uudestaan 11.2.2010, koska mittalaitteen tallentamien tietojen luku ei onnistunut näiden lamppujen kohdalta. Kolmen lampun mittaustulokset menivät yli raja-arvojen, tai kävivät rajan tuntumassa, huipunilmaisulla mitattaessa. Joten mittasimme ne uudelleen 25.2.2010 käyttäen quasi-peak-ilmaisinta. Näistä kahden lampun tulosten lukeminen ei taaskaan onnistunut, joten ne täytyi vielä mitata uudelleen 11.3.2010.

2.1 Mittausjärjestelyt ja -laitteet

Mittauksissa käytettiin alustana metallilevyä joka kytkettiin johdolla keinoverkon maahan. Mitattavat lamput sijoitettiin n. 40 cm:n korkeuteen metallilevyn yläpuolelle. Lamppuja ei kuitenkaan kiinnitetty CISPR 15 –standardissa määriteltyyn metallikartioon, joka standardin mukaan olisi pitänyt olla. Emme kuitenkaan saaneet hankittua kartiota. Lamppu yhdistettiin keinoverkkoon 70 cm pitkällä kaapelilla. Keinoverkkona käytettiin Rohde & Schwarz ESH2Z5 keinoverkkoa, joka täyttää CISPR 16-1-2:2006 –standardin vaatimukset. Keinoverkko yhdistettiin koaksiaalikaapelilla CISPR 16-1 yhteensopivaan Rohde & Schwarz ESHS30 mittavastanottimeen (Rohde&Schwarz). Pienloistelamppujen annettiin lämmetä ja vakautua muutaman minuutin ajan ennen mittauksia. Lamppuja ei myöskään esikäytetty 100 tuntia, niin kuin standardi olisi vaatinut.

CISPR 15 –standardi määrittelee lamppujen johtuvien häiriöiden suurimmat sallitut arvot desibeleinä mikrovolttiin nähden quasi-peak-ilmaisimella mitattuna. Mittasimme kuitenkin

käyttäen huipunilmaisinta, jolloin mitatut arvot ovat hieman suurempia kuin mitä quasi-peak-mittauksella olisi saatu. Huipunilmaisinta käyttämällä mittaus onnistui moninkertaisesti nopeammin kuin käyttämällä quasi-peak-ilmaisinta. Huipunilmaisimella mitattuna kahden lampun mittaustulokset ylittivät standardin määrittelemät raja-arvot, jolloin nämä lamput mitattiin uudelleen käyttämällä quasi-peak-ilmaisinta.



Kuva 2.1 Kuva mittausjärjestelyistä

Kuvassa 2.1, vasemmassa reunassa on mittavastaanotin, joka on yhdistetty koaksiaalikaapelilla keinoverkkoon (kuvan keskellä). Mitattava pienloistelamppu on liitetty keinoverkkoon kuvassa näkyvällä valkealla johdolla. Itse lamppu on pahvilaatikon takana, jonka tehtävä oli kannatella mitattavaa lamppua maadoitetun pinnan yläpuolella.

2.2 Mittauksissa käytetyt pienloistelamput

Mittauksissa oli mukana 15 eri pienloistelamppua. Lamppuja pyrittiin valitsemaan mukaan eri hintaluokista, eri valmistajilta ja eri teholuokista. Kalliimman hintaluokan lamppuja testissä edustivat Airamin Megaman –lamput. Edullisemman hintaluokan lamppuja olivat Avec ja Emax. Lamput olivat teholtaan 7, 8, 11, 14, 15, ja 23 W:n tehoisia. Taulukossa 2.1 on esitelty testissä käytetyt lamput ja niiden tärkeimmät tiedot. Joidenkin lamppujen kohdalla olevat merkinnät, esim. 2U ja 6U, tarkoittavat lampun loisteputken muotoa. Esim. 2U tarkoittaa, että loisteputki koostuu kahdesta U-kirjaimen muotoisesta putkesta.

Taulukko 2.1 Mittauksissa käytetyt pienloistelamput

Nro.	Valmistaja	Malli	Teho	Muita tietoja
1	Airam	Megaman Liliput SLU208i	8 W	2700 K
2	Airam	Megaman Liliput SLU211i	11 W	2700 K
3	Airam	Megaman Liliput SLU214i	14 W	2700 K
4	Airam	Megaman Liliput MU223	23 W	2700 K
5	Airam	Megaman GSU 111d	11 W	2700 K, himmennettävä
6	Airam	Longlife	15 W	2700 K
7	Airam	Longlife	11 W	4000 K
8	Airam	Longlife	7 W	2700 K
9	Airam	Longlife	23 W	3000 K
10	Airam	Airalite	15 W	2700 K
11	Newlec	HFST315/827E27	15 W	
12	Emax	Energy Saver	11 W	kierre
13	Emax	Energy Saver	11 W	2700 K, 2U
14	Emax	Energy Saver	11 W	2700 K, 6U
15	Avec		11 W	2700 K



Kuva 2.2 Mittauksessa käytetyt pienloistelamput numeroituna taulukon 2.1 mukaisesti

3 TULOKSET

CISPR 15 –standardin mukaan pienloistelamppujen johtuvien häiriöiden tulee noudattaa taulukon 3.1 mukaisia arvoja.

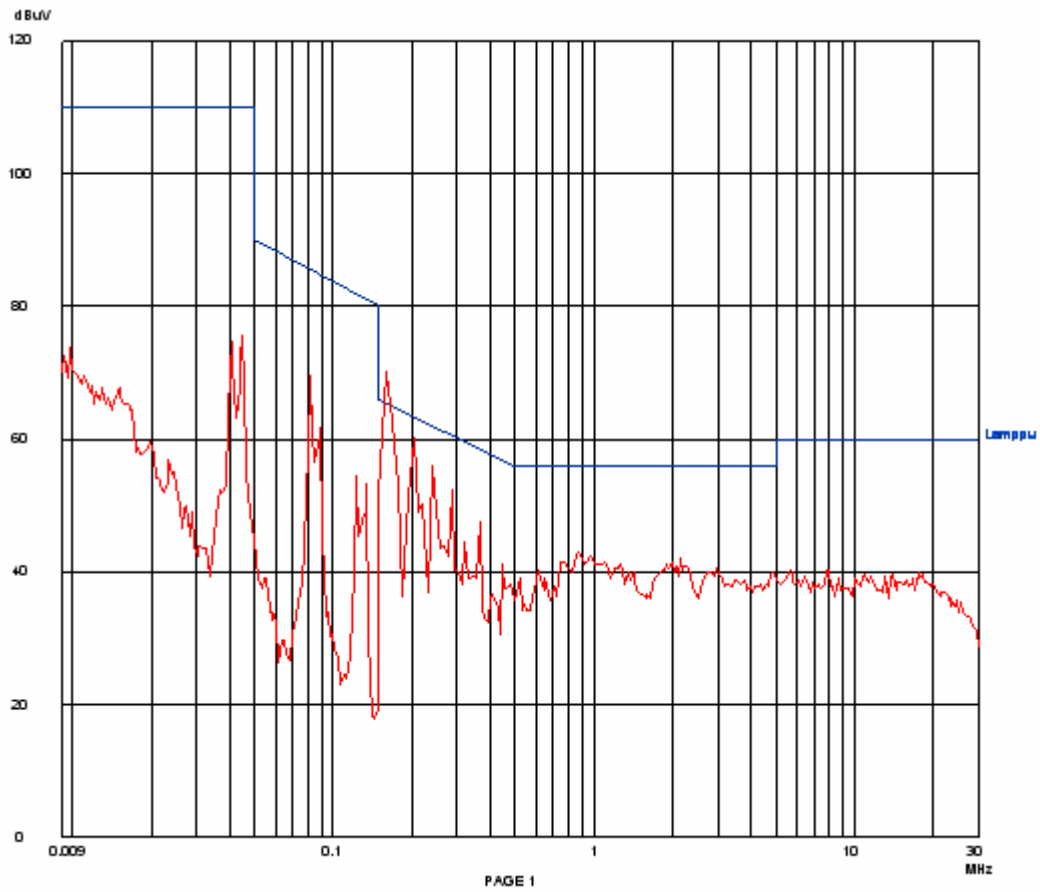
Taulukko 3.1 CISPR 15 –standardin mukaiset arvot pienloistelamppujen johtuville häiriöille (IEC 2009)

Taajuusalue	Raja-arvot: dB(μ V), quasi-peak
9 kHz – 50 kHz	110
50 kHz – 150 kHz	90 – 80
150 kHz – 0.5 MHz	66 – 56
0.5 MHz – 5.0 MHz	56
5.0 MHz – 30 MHz	60

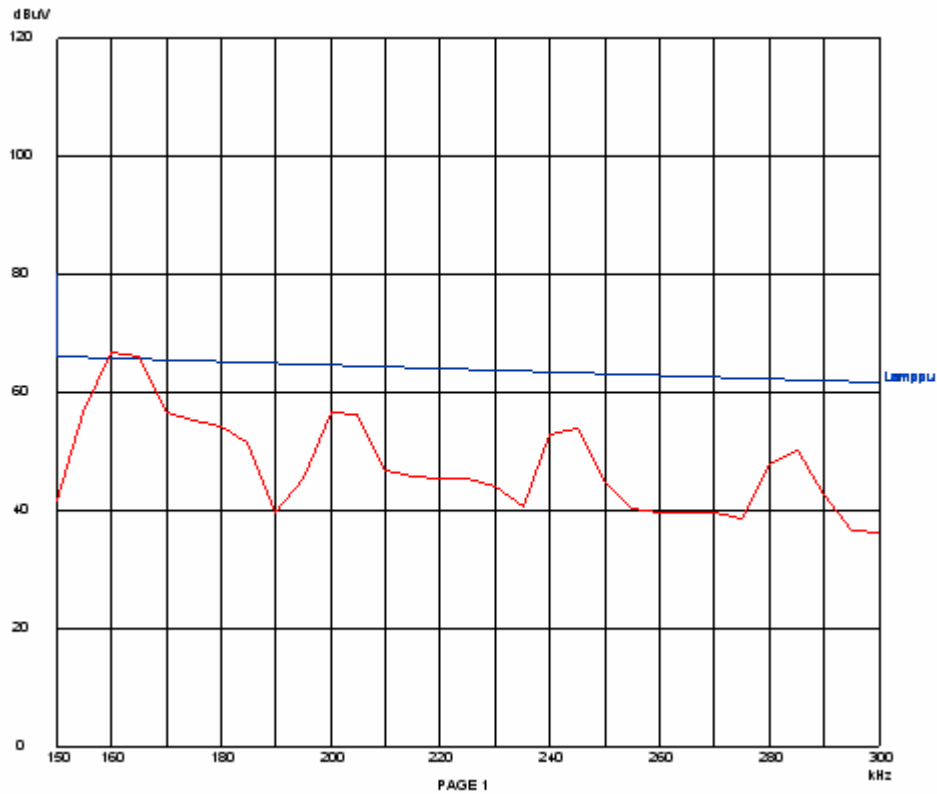
50 kHz – 150 kHz sekä 150 kHz – 0.5 MHz taajuuskaistoilla raja-arvo laskee lineaarisesti taajuuden kasvaessa logaritmisesti. 50 kHz:n ja 150 kHz:n rajataajuuksilla käytetään alempaa raja-arvoa.

Yleisesti ottaen lamput täyttivät standardin vaatimukset helposti, yhtä poikkeusta lukuun ottamatta. Airamin 11 W:n Megaman GSU 111d ylitti standardin asettaman raja arvon n. yhdellä dB(μ V):lla.

Seuraavaksi on esitetty tärkeimpiä mittaustuloksia, kuvissa on merkitty punaisella mitattua dataa ja sinisellä standardin asettamaa raja-arvoa.

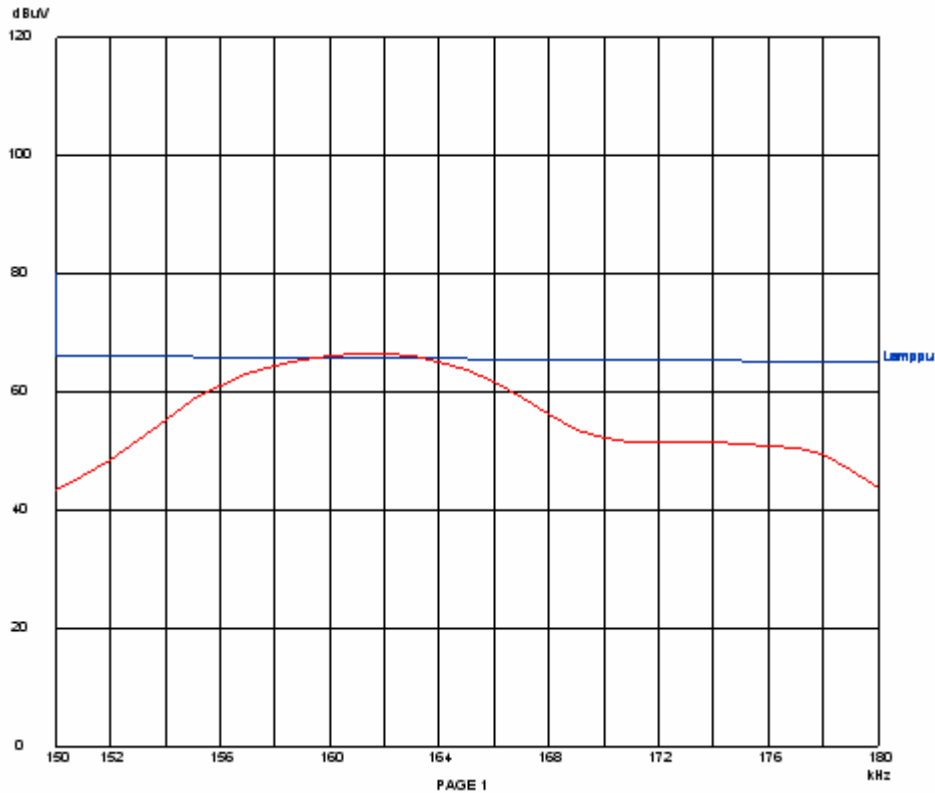


Kuva 3.1 Airam Megaman GSU 111d 11 W mitattuna koko taajuusalueelta käyttäen huipunilmaisinta
 Kuvasta 3.1 voidaan havaita pieni ylitys n. 160 kHz taajuudella, joten seuraavassa kuvassa (kuva 3.2) on mitattu sama lamppu uudelleen käyttäen quasi-peak-ilmaisinta.



Kuva 3.2 Airam Megaman GSU 111d 11 W mitattuna ylityskohdan ympäristöstä käyttäen quasi-peak-ilmaisinta

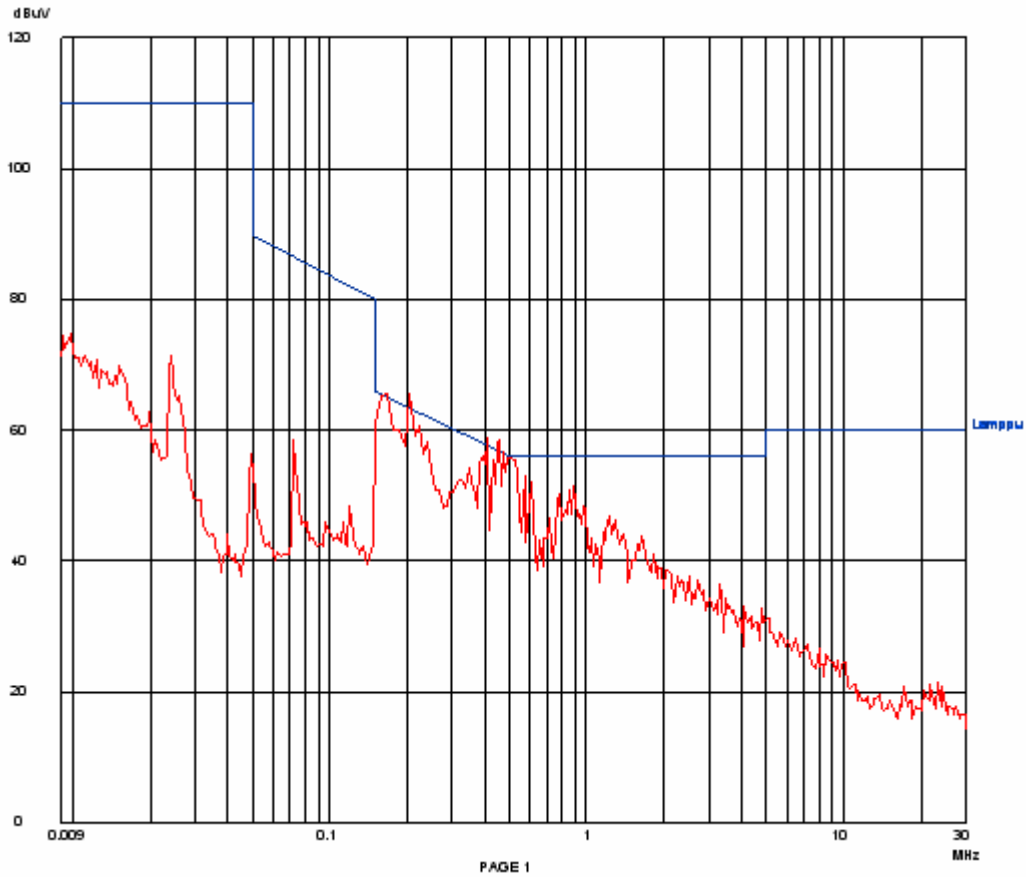
Kuvasta 3.2 nähdään, että sallittu raja-arvo ylittyy myös quasi-peak-ilmaisinta käytettäessä. Seuraavassa kuvassa lamppu on mitattu uudelleen tarkemmin ylityskohdan ympäristöstä.



Kuva 3.3 Airam Megaman GSU 111d 11 W mitattuna tarkemmin ylityskohdan ympäristöstä käyttäen quasi-peak-ilmaisinta

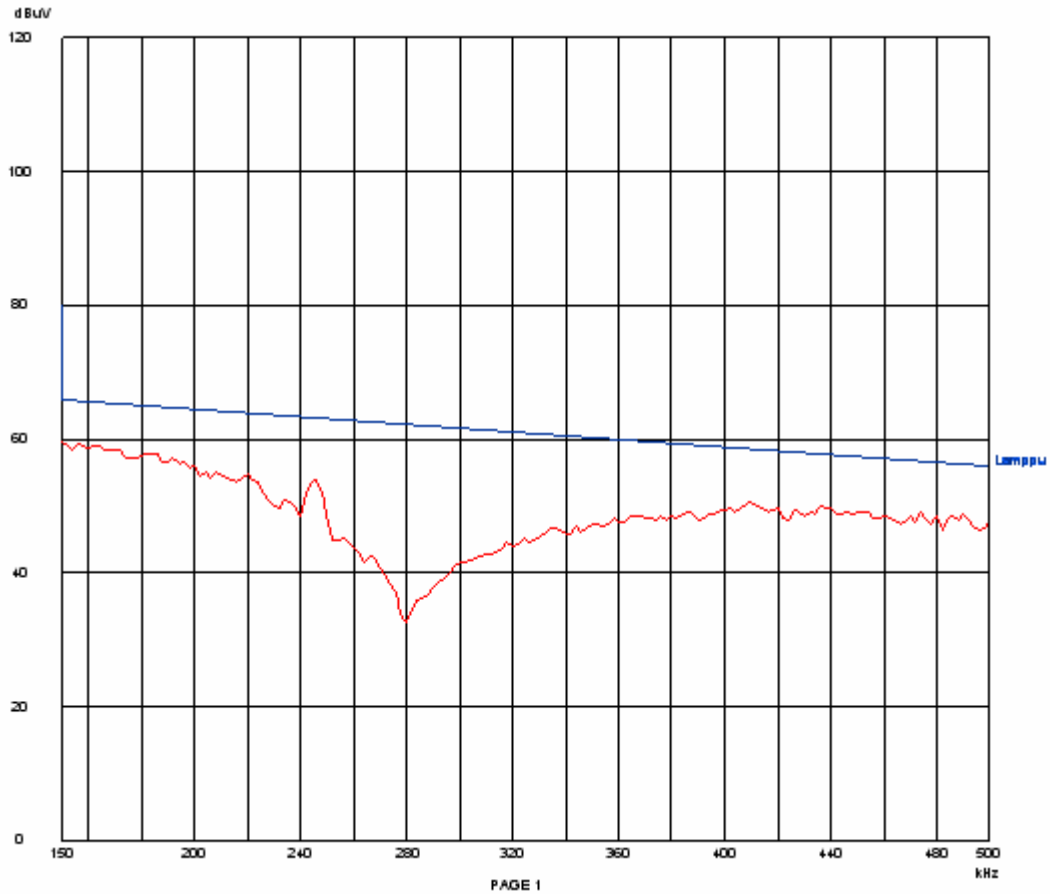
Kuvasta 3.3 voidaan havaita kuinka käyrä käy n. 162 kHz kohdalla juuri raja-arvon yläpuolella. Ylitys on kuitenkin niin pieni, että se voi toisena ajankohtana tai toisessa paikassa mitattuna hävitä, johtuen taustakohinan vaihteluista. Lisäksi se mahtuu mittavastaanottimen virhemarginaaliin, joka datalehden mukaan on n. 1 dB (Rohde&Schwarz). Jos huomioidaan koko järjestelmän mittausepävarmuus on virhemarginaali suurempi.

Muilla pienloistelampuilla ei juuri ollut vaikeuksia täyttää standardin vaatimuksia. Airamin 11 W:n Longlife ylitti raja-arvon useasta kohtaa huipunilmaisimella mitattuna, mutta quasi-peak-ilmaisimella uudelleen mitattuna jäi selvästi raja-arvon alle (kuvat 3.4 ja 3.5).

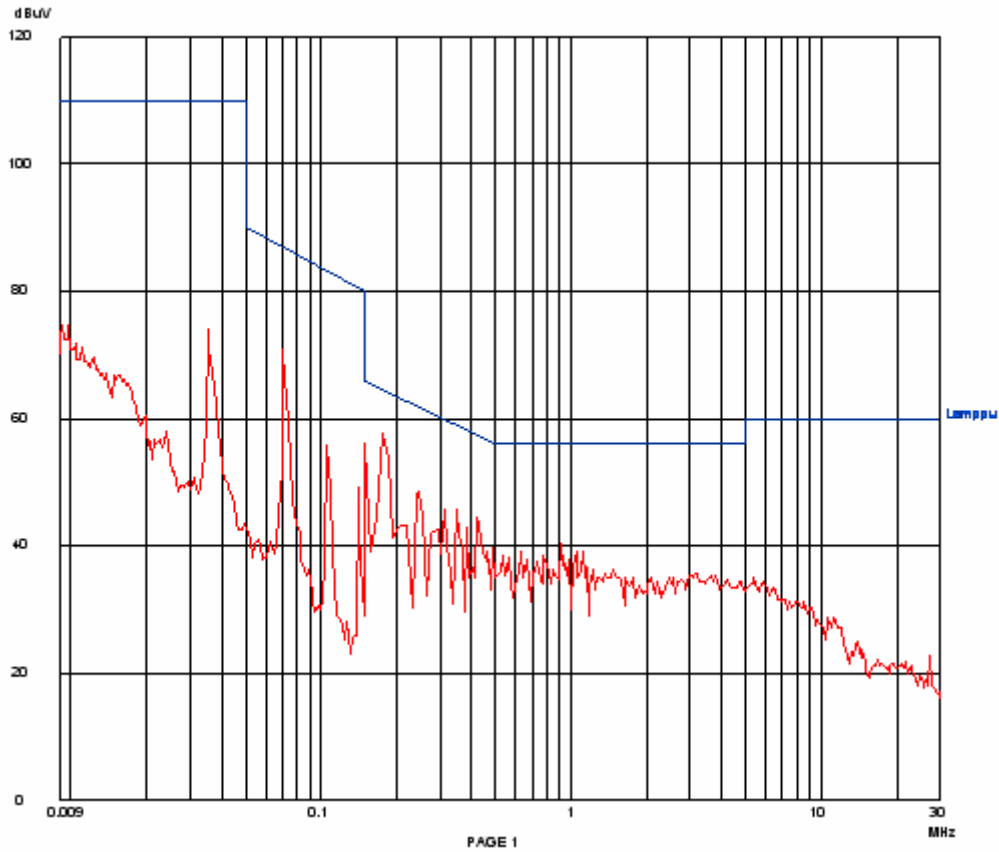


Kuva 3.4 Airam Longlife 11 W mitattuna huipunilmaisimella koko taajuusalueelta

Kuvasta 3.4 havaitaan, että raja-arvo ylittyy muutamassa eri kohdassa 150 kHz:n ja 0.5 MHz:n välillä. Seuraavassa kuvassa sama lamppu on mitattu uudelleen kyseiseltä väliltä käyttäen quasi-peak-ilmaisinta.



Kuva 3.5 Airam Longlife 11 W mitattuna quasi-peak -ilmaisimella taajuusalueelta 150 kHz – 500 kHz
 Kuvasta 3.5 nähdään, että quasi-peak-ilmaisimella mitattuna käyrä jää selvästi raja-arvon alle, eikä ylityksiä tapahdu. Seuraavassa kuvassa tyypillinen mittaustulos, jota muiden lamppujen tulokset noudattelivat. Kuvassa on Emax Energy Saver 11W (2U) -lampun mittaustulos, joka on mitattu koko taajuusalueelta käyttäen huipunilmaisua.



Kuva 3.6 Emax Energy Saver 11W 2700K (2U), mitattu koko taajuusalueelta käyttäen huipunilmaisua. Kuvassa 3.6 oleva käyrä noudattelee samoja piirteitä muiden mitattujen lamppujen tulosten kanssa. Kuvasta erottuu pienloistelampun kytkentätaajuus piikkinä n. 35 kHz:n kohdalla, sekä sen harmonisia siitä suuremmilla taajuuksilla. Niin tämä kuin muidenkin lamppujen mittaustulosten käyrät, pois lukien yllä esiteltyjen, jäivät hyvin standardissa määritettyjen raja-arvojen alle jo huipunilmaisimella mitattuna.

4 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tarkoituksena oli tutkia mittaamalla pienloistelamppujen johtuvia RF-häiriöitä ja verrata kuinka hyvin ne täyttävät CISPR 15 –standardissa asetetut raja-arvot.

Mittaukset onnistuivat hyvin, lukuun ottamatta sitä, että joitakin lamppuja jouduttiin mittaamaan uudelleen koska mittalaitteen kirjoittamaa diskettiä ei pystynyt lukemaan. Vaikka työssä ei noudatettukaan aivan kokonaan CISPR 15 –standardin ohjeita pienloistelamppujen mittaamiseen, tulokset antavat varmasti tarpeeksi hyvän kuvan pienloistelamppujen aiheuttamista johtuvista häiriöistä.

Mitatuissa pienloistelampuissa oli otettu suunnittelussa huomioon johtuvat RF-häiriöt. Lamput noudattelivat hyvin CISPR 15 –standardin asettamia raja-arvoja, eikä merkittäviä ylityksiä havaittu. Ainoastaan Airam Megaman GSU 111d 11 W ylitti sallitun arvon hieman n. 162 kHz kohdalla. Ylitys on kuitenkin pieni, n. 1 dB(μ V), ja mahtuu mittavastanottimen virhemarginaaliin. Muilla lampuilla ei ollut vaikeuksia täyttää standardin vaatimuksia, ja ne tuskin tuottavat ympäristöönsä haitallisia määriä johtuvia häiriöitä.

Työssä käytetty pienloistelamppujen valikoima oli kohtalaisen pieni, joten mittaustulosten perusteella ei voi kunnolla päätellä, kuinka esim. teho tai hinta vaikuttaa häiriöiden määrään. Suuremmalla näytemäärällä tätä olisi voinut testata. Lisäksi lamppuja olisi voinut vanhentaa ja mitata kuinka lampun ikääntyminen vaikuttaa häiriöiden määrään.

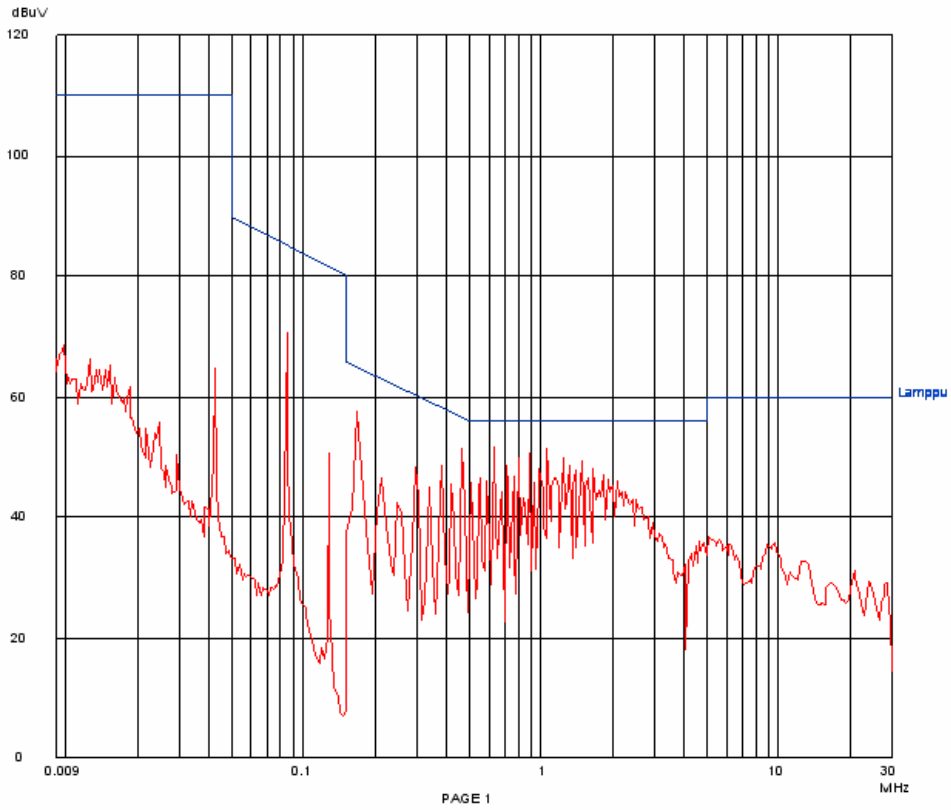
LÄHTEET

- (IEC 2009) IEC 2009. CISPR 15, edition 7.2 2009-01.
- (Lightsearch 2010) Lightsearch 2010. Light Guide: Fluorescent Ballasts. Viitattu 31.3.2010,
<http://www.lightsearch.com/resources/lightguides/ballasts.html>
- (Mohan 2003) Mohan, N., Undeland, T.& Robbins, W. Power Electronics: Converters, Applications and Design. Third edition. s 500.
- (Philips 2009) Philips Lighting 2009. Siirry energiatehokkaampaan valaistukseen, viitattu 29.3.2010,
http://www.lighting.philips.com/fi_fi/trends/gls_ban/pdf/gls_ban_update.pdf
- (Ribarich 2009) Ribarich, T. 2009. How to dim CFLs. Viitattu 29.3.2010,
<http://www.embedded.com/columns/technicalinsights/220000506>
- (Rohde&Schwarz) Rohde&Schwarz. Datalehti: EMI Test Receivers ESHS, viitattu 29.3.2010,
http://www.teknetelectronics.com/DataSheet/ROHDE_SCHW/WE_BROHDEESH30.pdf

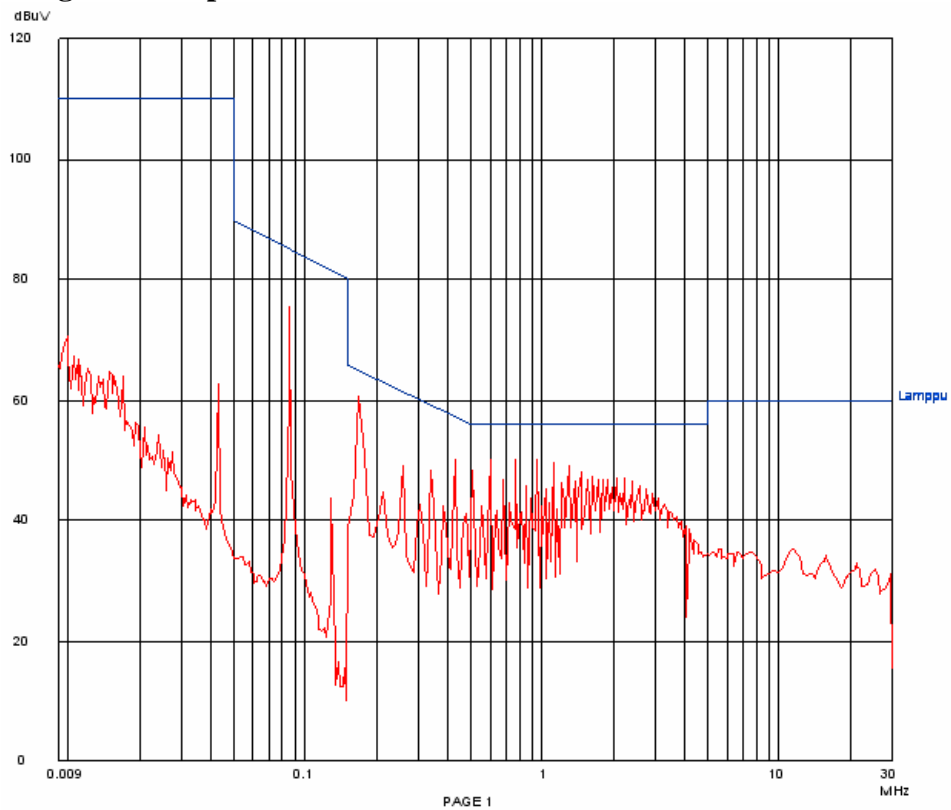
LIITE I: Mittaustulokset täydellisenä

Kaikki mittaukset on suoritettu käyttäen huipunilmaisinta, ellei toisin mainita.

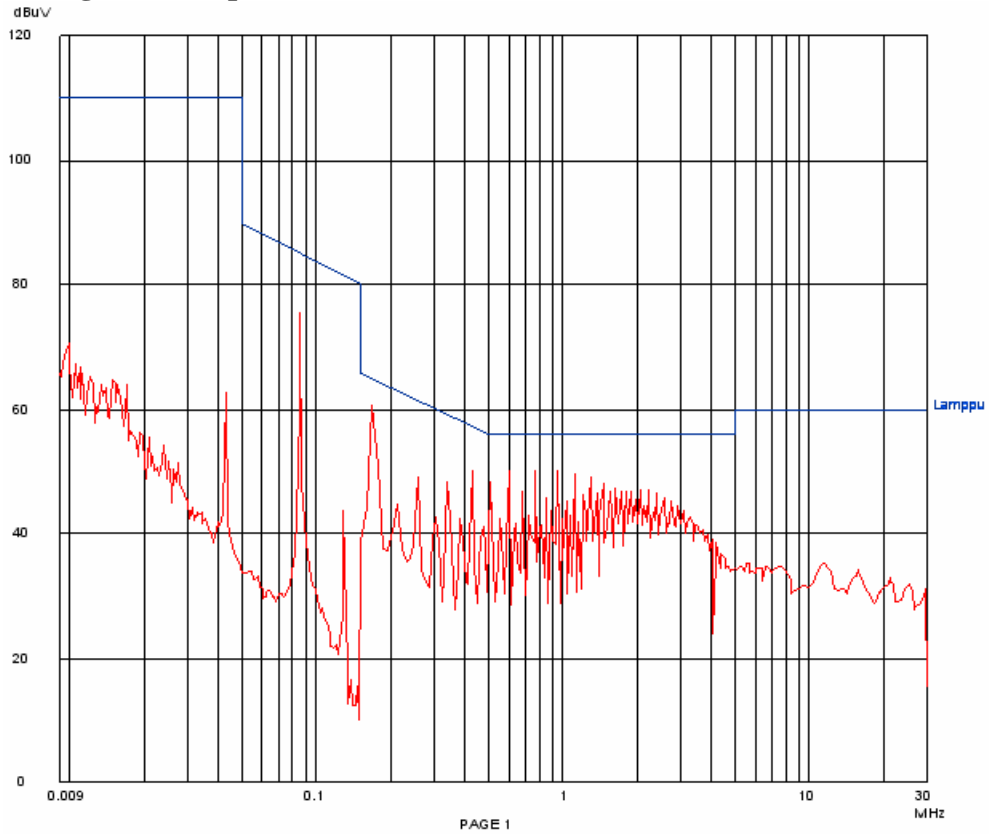
LAMPPU 1: Megaman Liliput SLU 208i 8W 2700K



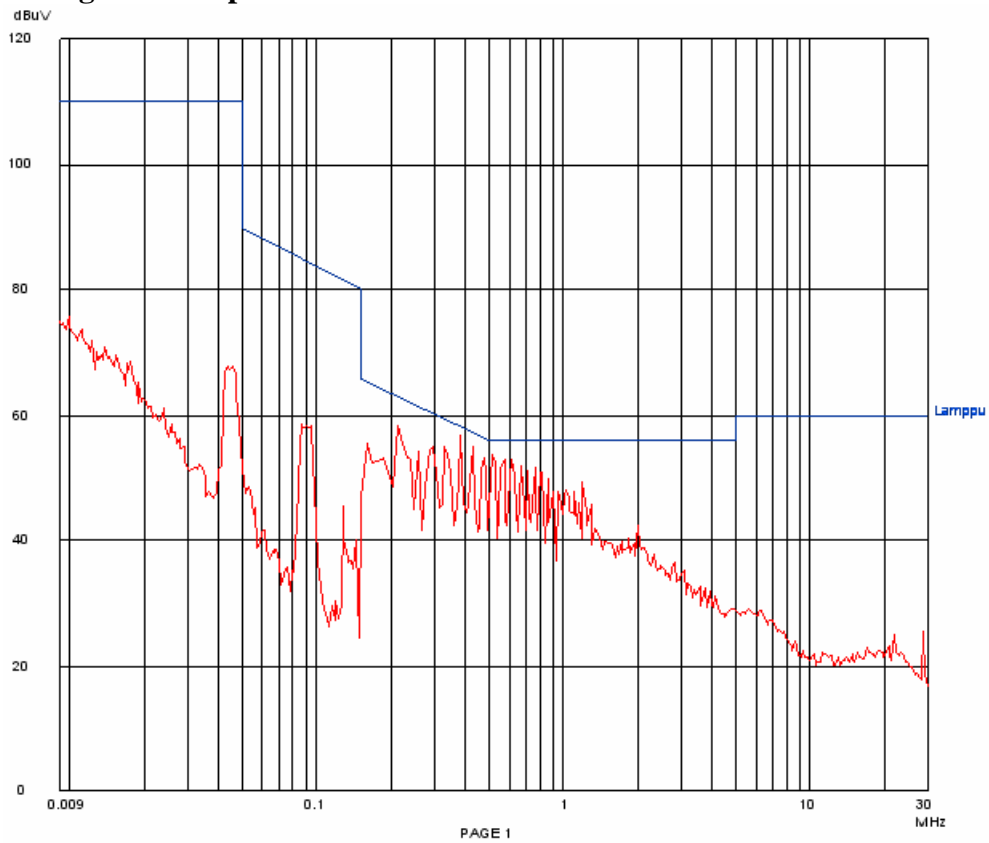
LAMPPU 2: Megaman Liliput SLU211i 11W 2700K



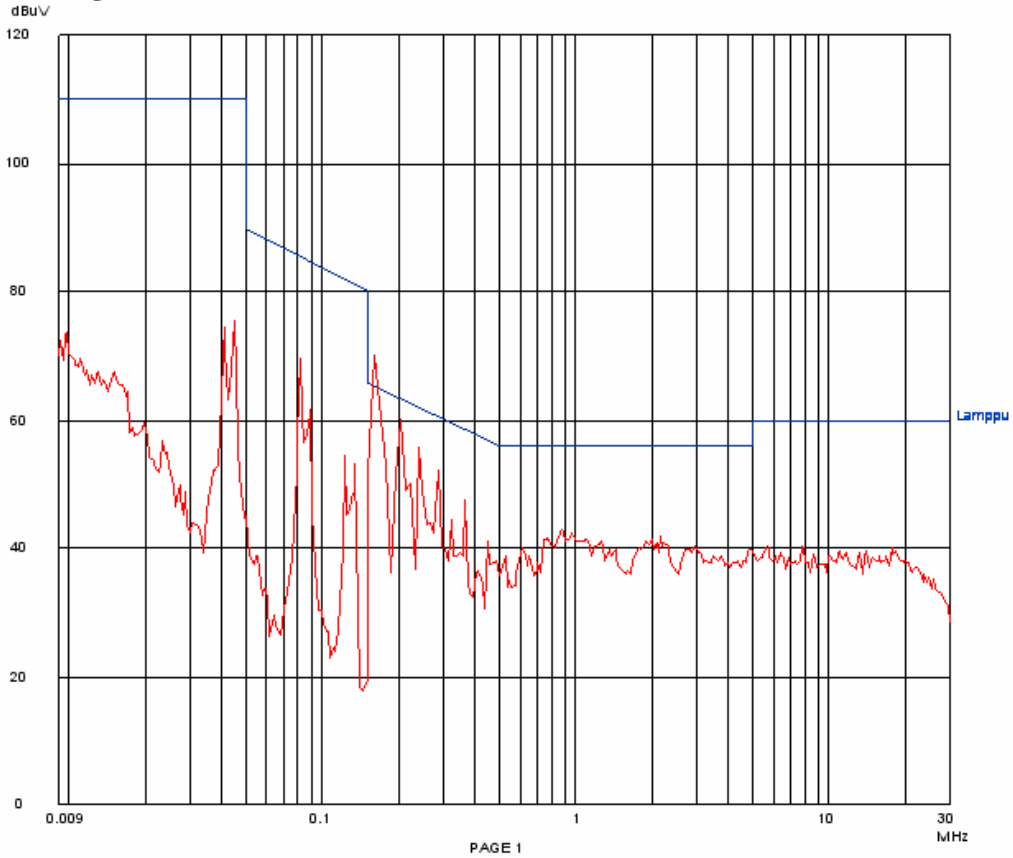
LAMPPU 3: Megaman Liliput SLU214i 14W 2700K



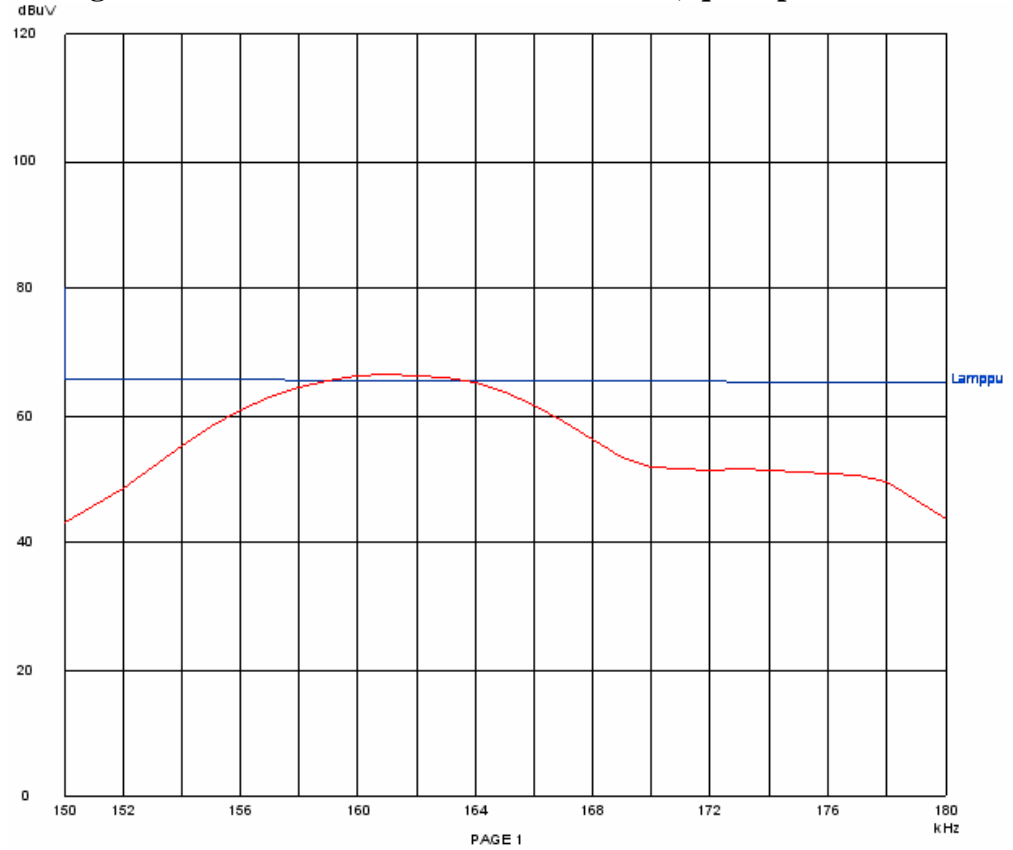
LAMPPU 4: Megaman Liliput MU223 23W 2700K



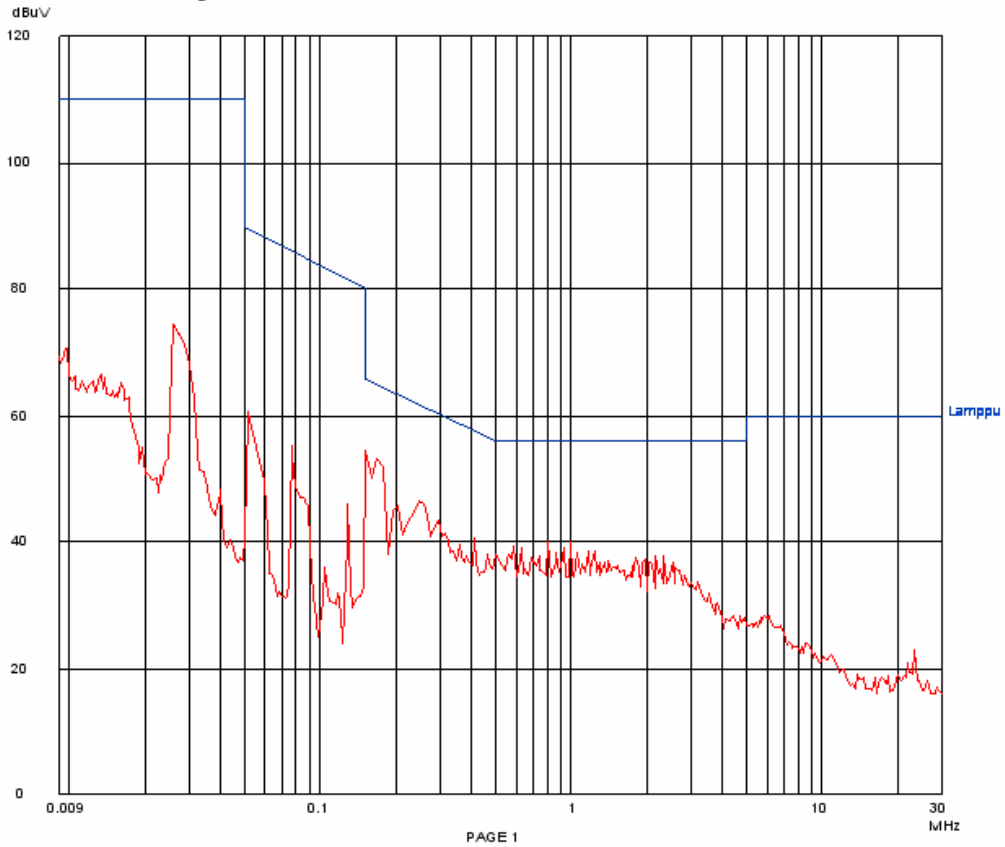
LAMPPU 5: Megaman GSU 111d 11W Dimmerable 2700K



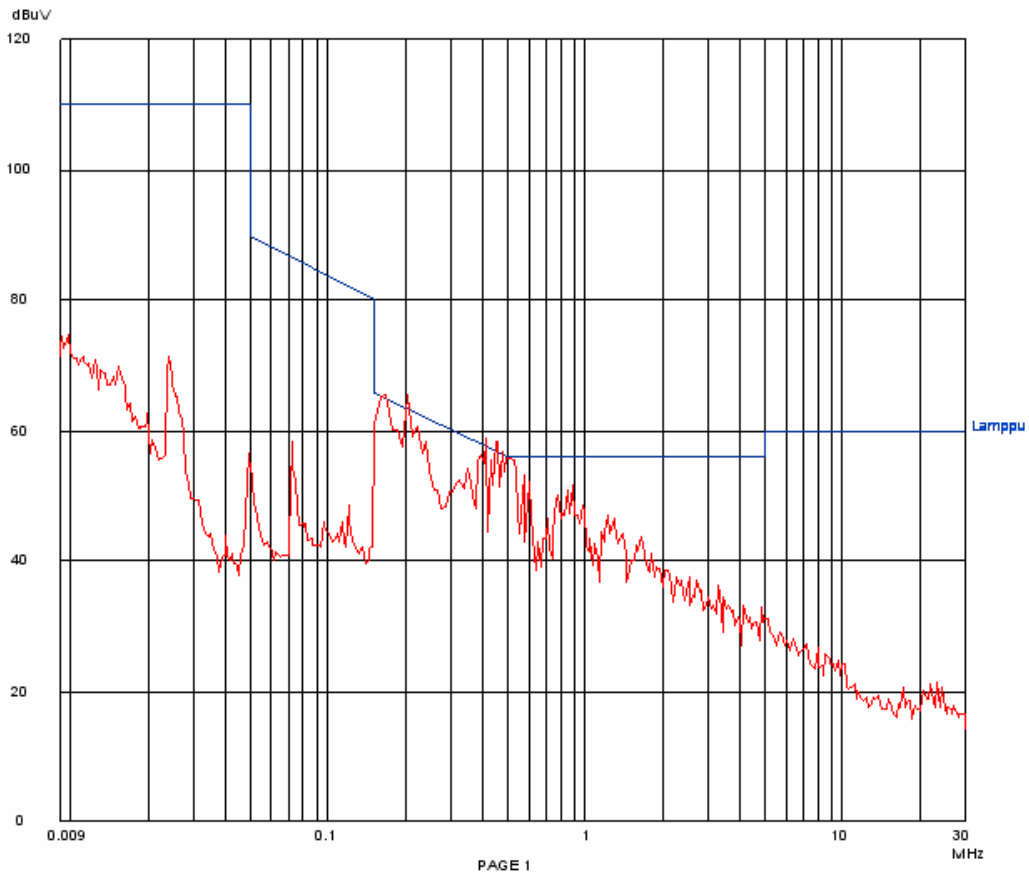
LAMPPU 5: Megaman GSU 111d 11W Dimmerable 2700K, quasi-peak



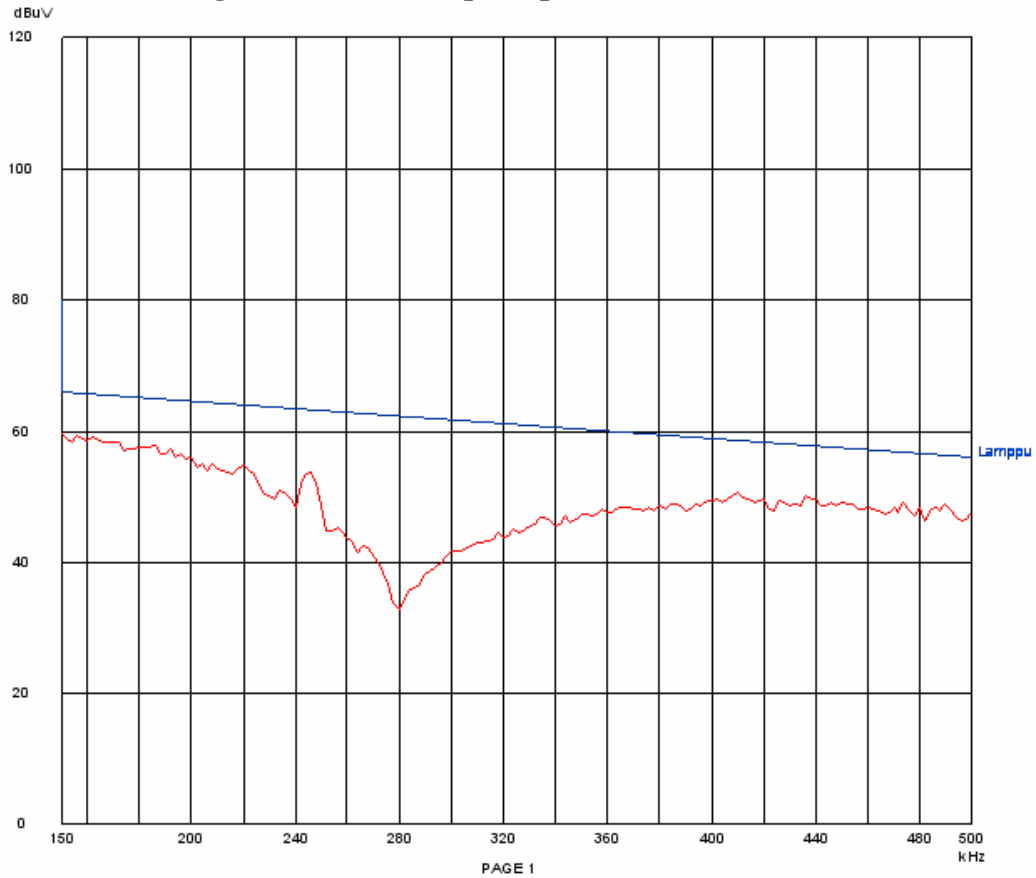
LAMPPU 6: Airam Longlife 15 W 2700K



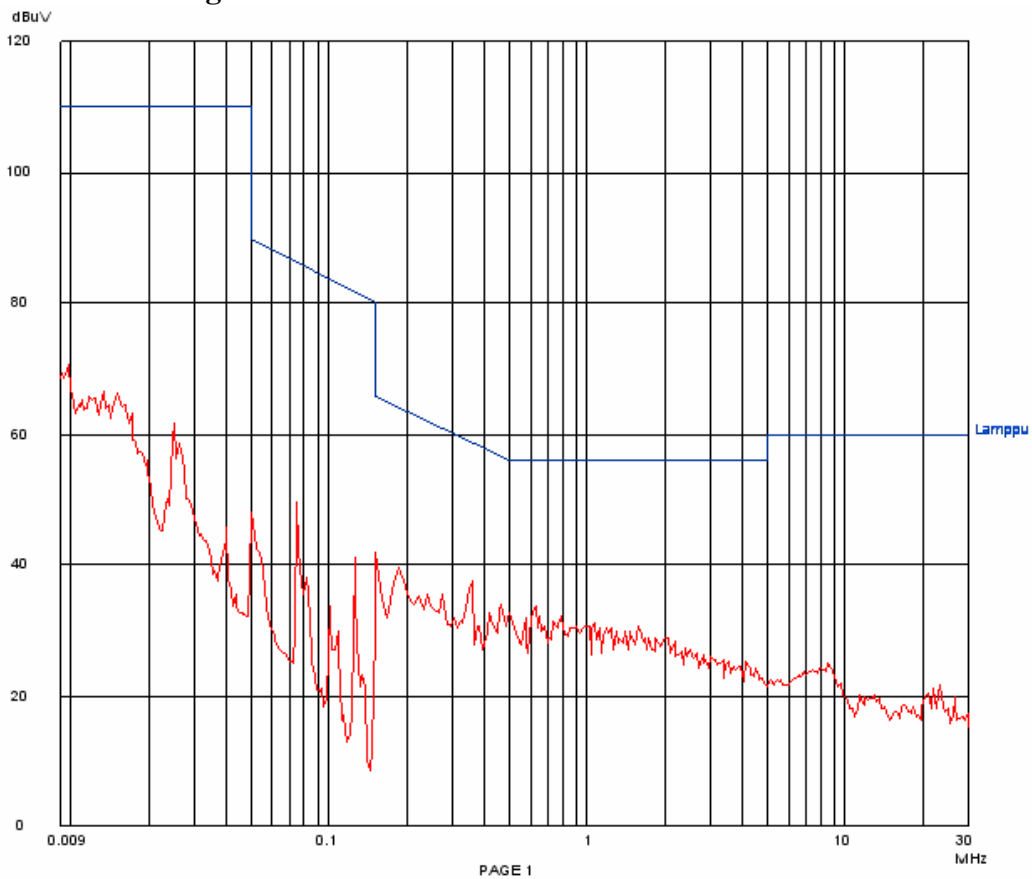
LAMPPU 7: Airam Longlife 11W 4000K



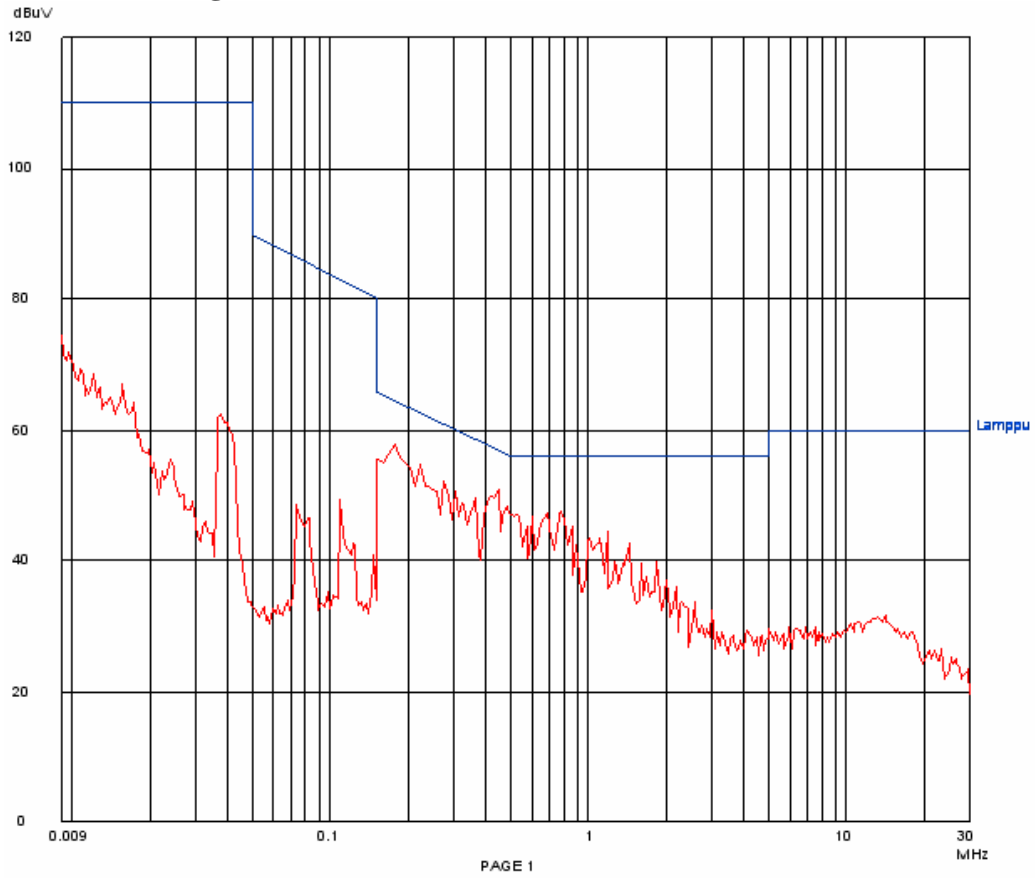
LAMPPU 7: Airam Longlife 11W 4000K, quasi-peak



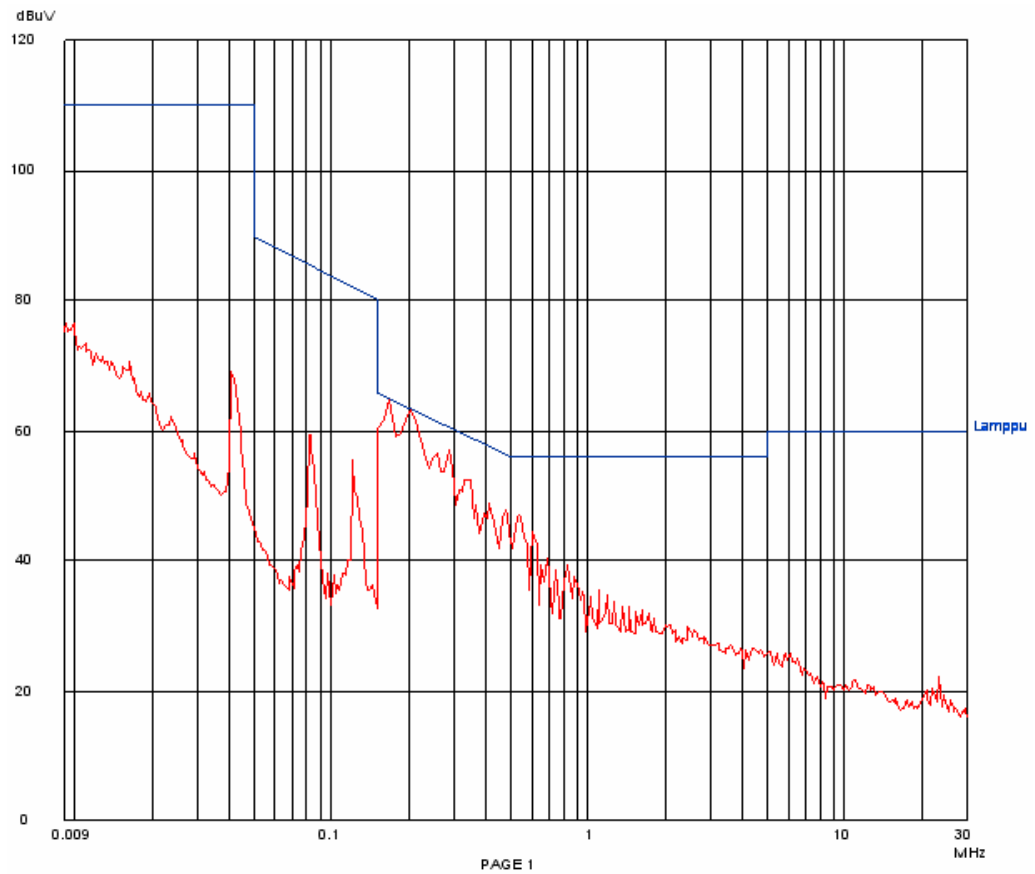
LAMPPU 8: Airam Longlife 7W 2700K



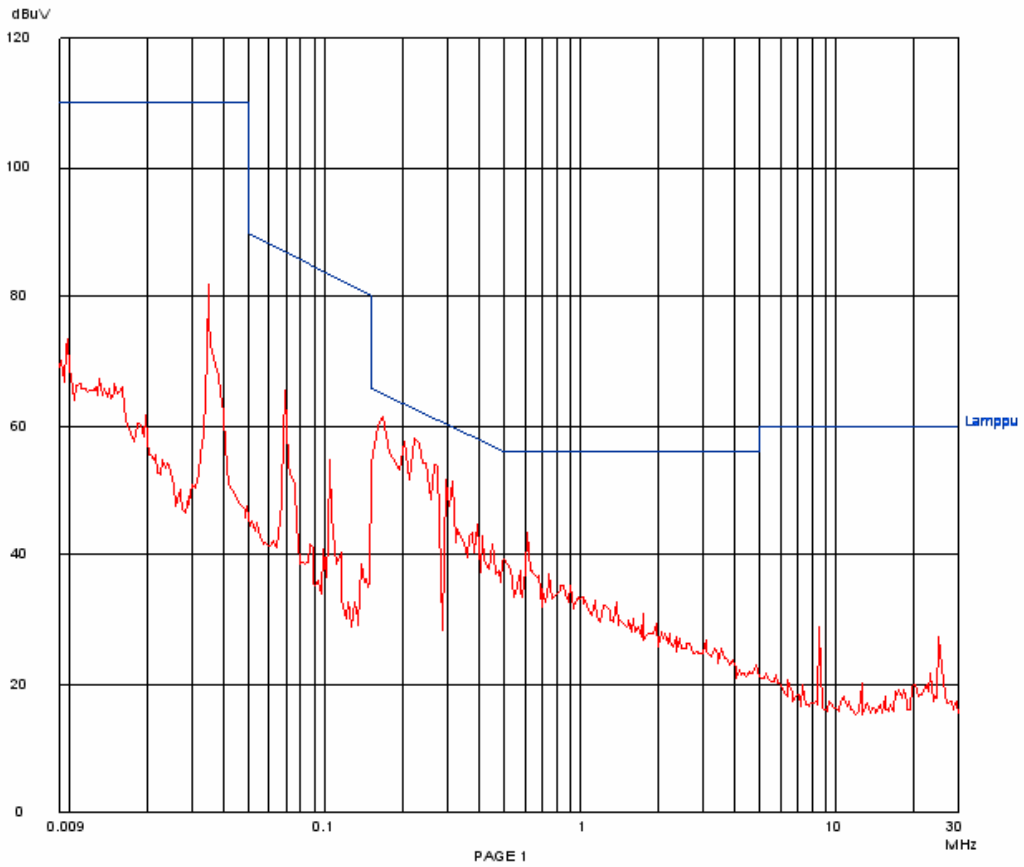
LAMPPU 9: Airam Longlife 23W 3000K



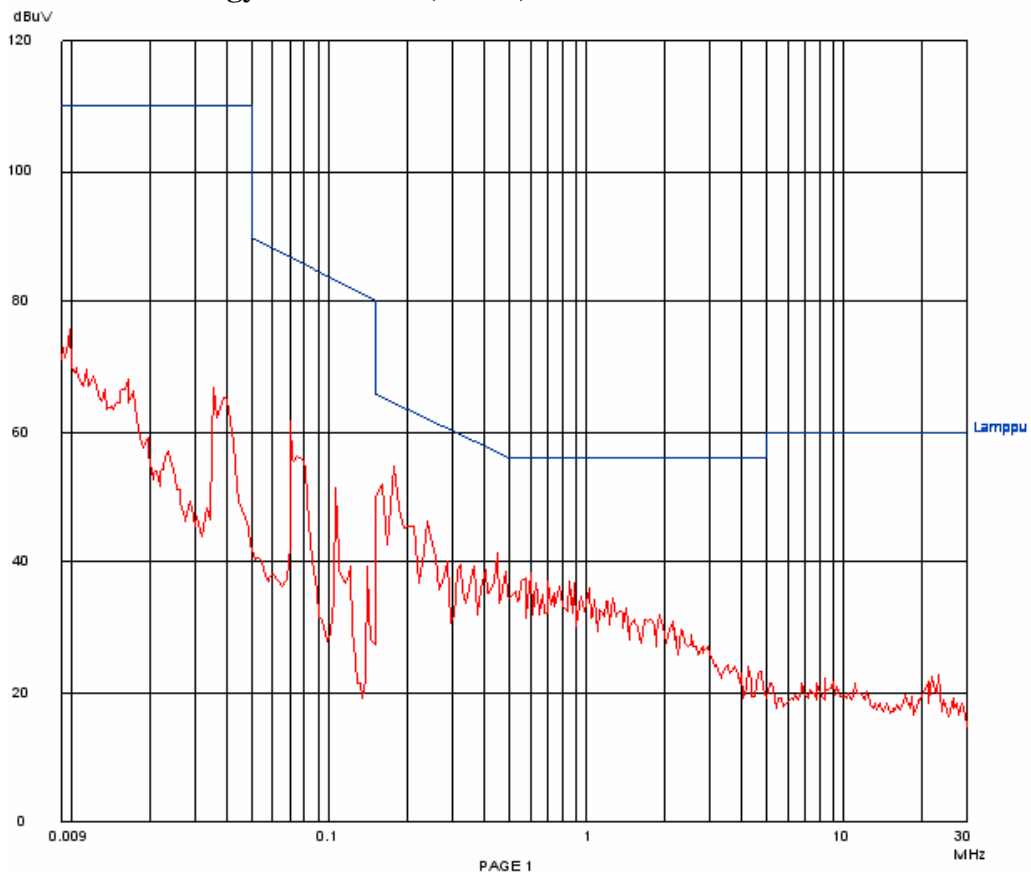
LAMPPU 10: Airalite 15W 2700K



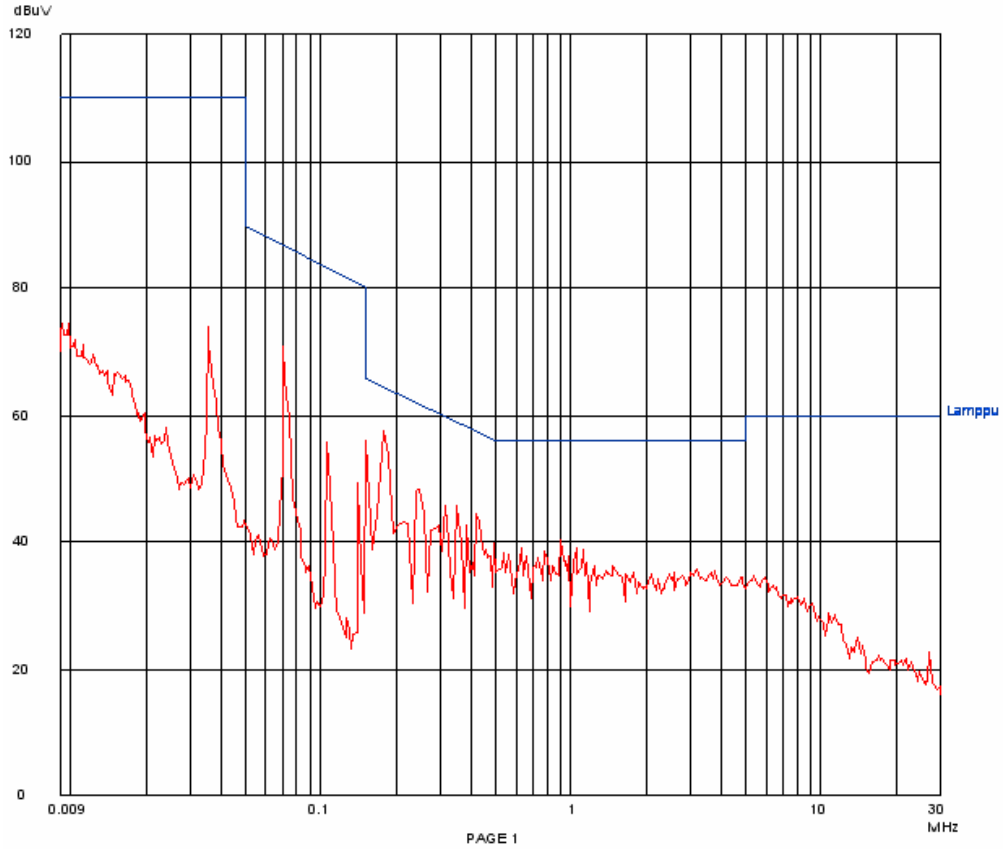
LAMPPU 11: Newlec HFST315/827E27 15W



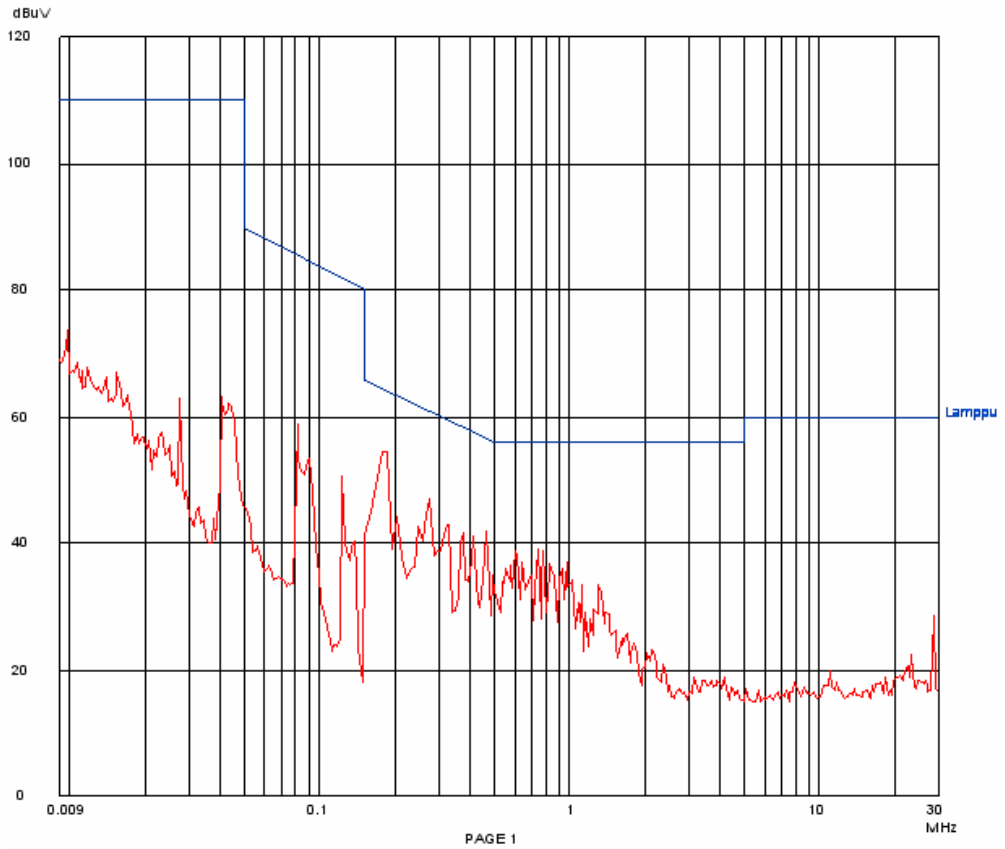
LAMPPU 12: Emax Energy Saver 11W (kierre)



LAMPPU 13: Emax Energy Saver 11W 2700K (2U)



LAMPPU 14: Emax Energy Saver 11W 2700K (6U)



LAMPPU 15: Avec 11W 2700K

