



VIRTALÄHTEIDEN OPTIMOINTI LED-VALOMAINOKSISSA

Juhani Jaakonsaari

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2015
Sähkötekniikka
Älykkäät koneet

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Älykkäät koneet suuntautumisvaihtoehto

JAAKONSAARI, JUHANI:
Virtalähteiden optimointi LED-valomainoksissa

Opinnäytetyö 33 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Toukokuu 2015

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja oli Neonelektro Oy, joka on erikoistunut suunnittelemaan ja tuottamaan valomainoksia asiakkaiden tarpeiden mukaan. Työn tarkoitus on toimia esitietona, kun kilpailutetaan LED-mainosten virtalähteitä sekä auttaa LED-moduleille sopivan virtalähteen valinnassa. Lisäksi työssä tutkittiin LED-valomainoksen käynnistysvaiheessa syntyviä ongelmatapauksia.

Opinnäytetyössä käsiteltiin puolijohdekomponenttien käyttöä LED-mainosvaloissa ja perehdyttiin tarkemmin diodin ja hakkuriteholähteen teoriaan. Lisäksi työssä käsiteltiin LED-valomainoksia koskevat standardit sekä valomainoksen markkinnoille saattamisen ohjeet.

Opinnäytetyön tavoitteena oli hankkia tuotannon loppuvaiheeseen mittauskalusto, jolla valvotaan laatua. Valmiille valomainokselle suoritetaan käyttöönottomittaukset, joiden avulla saadaan selville käytettävien komponenttien tekninen riittävyys. Mittauksilla estetään väärät kytkennät sekä tarkistetaan mainoksen tasainen valovoimakkuus.

Työn tuloksena saatiin tietoa LED-ketjujen himmenemisestä ja valittiin sopiva virtarajoinen tasaamaan kytkentävirtaa. Käyttöönottomittauksien avulla pyritään estämään puutteellisen valomainoksen lähettäminen asiakkaalle. Tämä menettely tulee liittää osaksi nykyistä laadunvalvontaa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
Option of Intelligent Machines Engineering

JAAKONSAARI, JUHANI:
Power Supply Optimization for LED Signs

Bachelor's thesis 33 pages, appendices 2 pages
May 2015

The client for this thesis was Neonelektro Oy, which is building ad products by customers need, however specialized in LED signs.

Thesis purpose was work as prerequisite on choosing power source, as well to assist in selection of a suitable power source for existing LED modules.

The thesis dealt with the use of semiconductor LED signs and familiarized more closely in diode and a switched-mode power supply theory. In addition, get acquainted about LED signs standards and guideline for placing LED sign in the market.

Main objective for this thesis was add measurement point in production line for performing quality control. Final product of LED sign need to be tested so that components technical sufficiency can be firmed. By the measurements it may prevent false connections and check light intensity smoothness. By the quality control it can prevent sending faulty LED sign to the customer.

Key words: switching power supply, LED

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TOIMEKSIANTAJA NEONELEKTRO OY	7
3	VALOMAINOKSISSA KÄYTETTÄVÄ TEKNIikka.....	8
	3.1 LED-tekniikka.....	8
4	PUOLIJOHDETEKNIIKAN KÄYTTÖ LED-VALOMAINOKSISSA.....	11
	4.1 Valomainoksen teholähde.....	11
	4.2 Hakkuriteholähde.....	11
	4.2.1 Flyback -hakkuri	12
	4.3 Puolijohdediodi	14
	4.3.1 Hohtodiodi.....	15
5	LED-VALOMAINOKSIA KOSKEVAT STANDARDIT	16
6	LED-VALOMAINOKSEN MARKKINOILLE SAATTAMINEN	18
	6.1 Toiminnanharjoittajien velvollisuudet	18
	6.1.1 Valmistaja	18
	6.1.2 Valtuutettu edustaja.....	19
	6.1.3 Maahantuojaja.....	19
	6.1.4 Jakelija.....	20
	6.2 Pienjännitedirektiivi 2006/95/EY	21
	6.3 EMC-direktiivi 2004/108/EY	21
7	MITTAUKSET.....	22
	7.1 Jännitteenalenema	22
8	KÄYTTÖÖNOTTOMITTAUS	28
	8.1 Silmämääräinen tarkastus	28
	8.2 Eristysvastusmittaus.....	28
	8.3 Suojajohtimen jatkuvuus.....	28
	8.4 Valomainoksen valaisuvoimakkuuden mittaus.....	29
9	YHTEENVETO	30
	LÄHTEET.....	31
	LIITTEET.....	32
	Liite 1. Virtarajoitin asennettavaksi valomainoksen rakenteeseen.....	32
	Liite 2. Fluke 1650B-sarjan asennustesteri	33

LYHENTEET JA TERMIT

Topologia	Kuvaa perusrakenteen, kun kyseessä hakkuritetolähde.
Spin-off -yritys	Vanhasta yrityksestä irroitettu uusi yritys.
EMI	Electromagnetic interference.
PWM	Pulssinleveysmodulaatio.
MOSFET	Kanavatransistori.
Transientti	Nopea virran, jännitteen tai taajuuden muutos.
EMC	Electromagnetic compatibility.
Rippeli	Tarkoittaa virran tai jännitteen vaihtelua keskiarvosta.

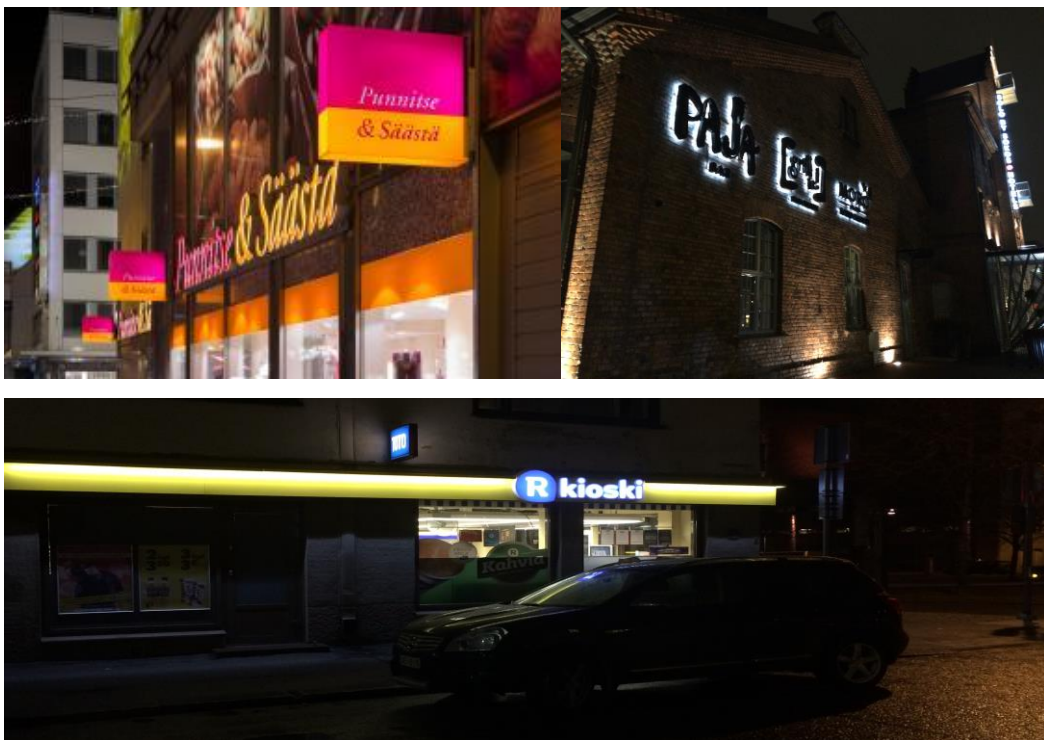
1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajalla esiintyneitä ongelmia oli LED-valomainoksen valovoimakkuuden epätasaisuus sekä valomainoksen käynnistysvaiheessa havaitut vikasuojakytkimen tai syöttö-sulakkeen laukeaminen. Tämän pohjalta työssä käsitellään puolijohteiden ominaisuuksia sekä niistä syntyviä LED-moduleita ja hakkuriteholähteitä. Erityisesti LED-valaistuksessa käytetty, hakkuriteholähteen Flyback topologia on käsittelyssä. Työssä selvitetään myös LED –valomainosalaa koskevat standardit sekä valomainoksen markkinoille saattamisen vaatimuksia EU:n alueella.

Yhtenä osana opinnäytetyötä on suunnitella mittauspiste tuotannon kokoonpano linjastoon, jossa valmiille valomainokselle suoritetaan käyttöönottotarkastus.

2 TOIMEKSIANTAJA NEONELEKTRO OY

Yrityksen pitkä historia alkaa jo vuodesta 1973. Perustajina olivat Kaj Lundqvist ja Matti Partanen vaimoineen. Toiminnan tavoitteena oli pelkästään valmistaa neonputkia. Seuraavien 3 vuoden aikana yrityksen palvelukseen astui merkittäviä tekijöitä ja alkoi neonvalokilpien valmistaminen. Pentti Rahilan johdolla 1980-luvulla kasvua syntyi nopeasti ja sopimuksia solmittiin suurien yritysten kanssa mm. Kesoil, Mobil. Kasvun aikana henkilökuntaa yrityksessä oli parhaimmillaan 30 henkeä. Vuonna 2003 Kaj Lundqvistin poika Jari, osti kaikki Neonelektron osakkeet. Jari Lundqvist johti myös Neontarviketta ja vuonna 2009 yritykset fuusioitiin. Samaan aikaan yhtiön osakkaiksi tulivat Heikki Kantola ja Pekka Makkonen. Tulevaisuuden suunnitelmana oli päästä mukaan kansainvälisille markkinoille ja tytäryhtiö perustettiin Pietariin vuonna 2012. Seuraavana vuonna syntyi Flexbright spin-off-yritys, jonka ideana on tuottaa innovatiivista LED-valaisukalvoa.”– *Kyllä, me keksimme täällä uutta lamppua, Kantola naurahtaa.*” [3][7] Kuvassa 1 on esiteltyä Neonelektron tekemiä LED-valomainoksia Tampereen ympäristössä.



Kuva 1. Punnitse & Säästä kotelovalomainos ja Paja Bar, Grill it!, Moro Sky Bar taaksevalaistut LED-valomainokset sekä R-kioski valomainos LED-valonauhalla [7]

3 VALOMAINOKSISSA KÄYTETTÄVÄ TEKNIikka

Valomainokset syntyivät hehkulampun ja sähkönjakeluverkon keksimisen jälkeen ja tästä alkoi uusi kasvava toimiala. Perinteisistä hehkulampuista siirryttiin matalapainekaasuputkiin, jotka tunnetaan myös nimellä neonputki. Myöhemmin käyttöön otettiin loisteputket ja viimeisimpänä LED-valot.

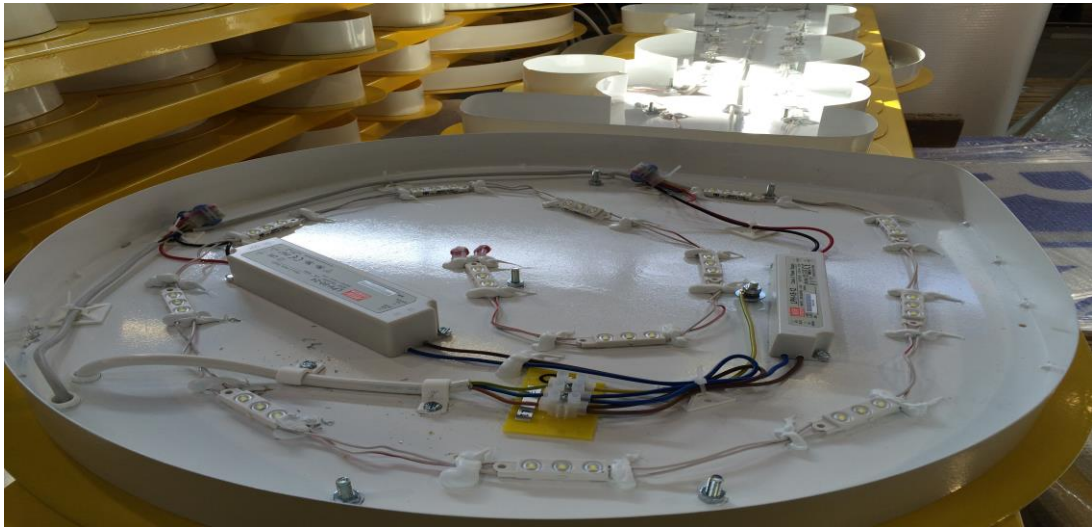
3.1 LED-tekniikka

LEDien tekninen kehitys ja hinnanromahdus 2000-luvun alussa, avasi ovet valomainos urakoitsijoille. LEDien pieni koko ja tarvitsema energia suhteessa tuotettuun valomäärään olivat suurimmat edut verrattuna neontekniikkaan. Pieni koko ja kevyt rakenne mahdollistaa valomainoksen monimutkaisen muotoilun ja LED-modulien helppo asentaminen nopeuttaa valomainoksien rakentamista.

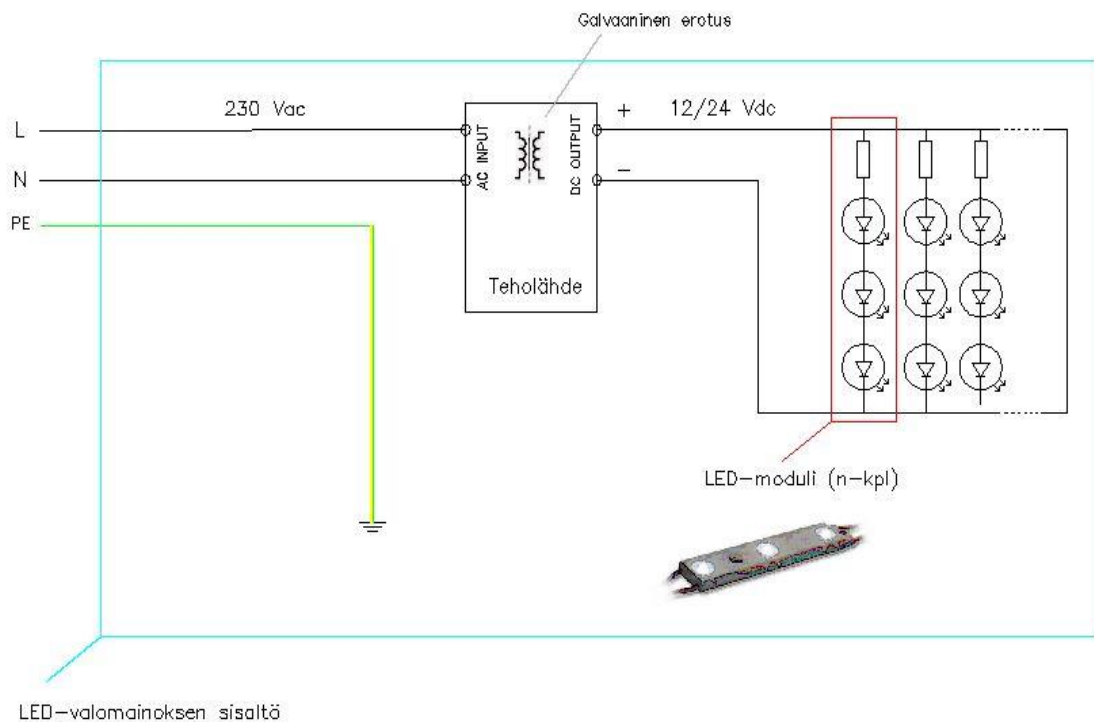
Energiankulutus on LEDien suurin etu. Valaistukseen kuluu koko maailman sähkönkulutuksesta $\frac{1}{5}$ osaa, joten tuotekehitykseen panostetaan valtavasti.

LED-valomainoksen asennuspaikka voi sijaita sisätiloissa tai ulkona joten valomainoksen koteloitualueen tulee olla vähintään IP23. Ensimmäinen numero kertoo laitteen suojauksen vierailta esineiltä, joka tässä tapauksessa tarkoittaa suojasta keskikokoisilta kappaleilta kuten sormelta. Toinen numero kertoo laitteen suojauksesta vettä vastaan, joka vastaavasti tässä tapauksessa kertoo laitteen olevan sateenkestävä. Kuvassa 2 esiintyy valomainoksen rakennekuva johon lisätään vielä etupinta, jolloin vaatimus IP23 luokitukselle täyttyy.

Kuvassa 2 on R-kioskin valomainos LED-nauhalla, jossa LED-nauhan syöttönä toimii vasemmanpuoleinen virtalähde ja oikeanpuoleisella virtalähteellä syötetään LED-moduli ketjuja, jotka valaisevat valomainoksen kirjain osuuden. Ketjutetut LED-modulit ovat kytketty rinnakkain ja syöttö suoritetaan vakiojännitelähteillä. Kuvassa 3 esiintyy LED-valomainoksen kytkentäperiaate.

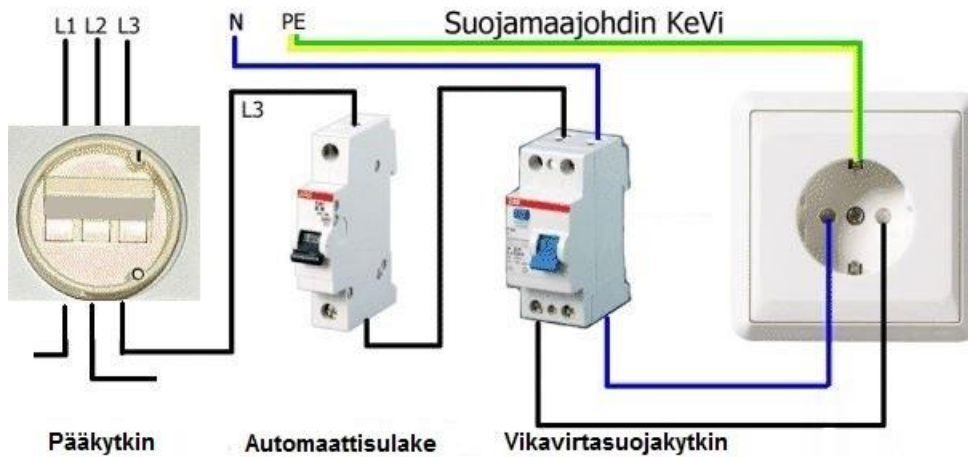


Kuva 2. LED-valomainoksen rakennekuva



Kuva 3. LED-valomainos vakiojännitelähteellä ja kuormana rinnakkain kytketyt LED-modulit

Valomainoksen liittäminen verkkoon tapahtuu yleisimmin vikavirtasuojan kautta, josta tulee syöttökaapeli valomainoksen riviliittimelle. Vaihe- ja nollajohdin kytketään virtalähteelle ja PE- johdin kytketään valomainoksen runkoon. KytKentäperiaate esiintyy kuvassa 4.



Kuva 4. Valomainoksen liittäminen pistotulpalla verkkoon

Vikavirtasuojakytkimen toiminta perustuu lähtevän ja tulevan virran erotuksen mittaamiseen. Tämän erotuksen ylittäessä vikavirtasuojakytkimen toimintarajan tapahtuu laukeaminen ja virtatie käyttökohteelle katkeaa. Tämä tuottaa ongelmia valomainoksissa, kun asennusympäristö on sateelle altistuva. Valomainoksen rakenne- tai kokoonpanovirheistä johtuen, vesi voi päästä johtaviin osiin, jolloin syntyy maavuotovirtaa. Kosteuden kertyminen valomainoksiin ehkäistään käyttämällä vesieristettyjä komponentteja esim. vesieristetty liitin ja tekemällä vesireikiä kotelon rakenteeseen.

Käytössä olevan vikavirtasuojakytkimen tyypillä on myös merkitys valomainoksen toimintaan. Nykyisin käytetään yleisimmin A-tyypin vikavirtasuojakytkintä, tämän salliessa myös suuren kytkentävirtapiikin. Aiemmin käytössä ollut AC-tyyppi reagoi pulssimaiseen virtaan jolloin valomainos ei käynnisty.

4 PUOLIJOHDETEKNIIKAN KÄYTTÖ LED-VALOMAINOKSISSA

Raaka-aineet jaetaan sähkönjohtavuutensa mukaan kahteen ryhmään: johteiksi ja eristeiksi. Puolijohteet ei kuulu kumpaankaan ryhmään vaan niiden välille. Alkuaineista mm. piitä, galliumarsenidia ja germaniumia kutsutaan puolijohteiksi. Näitä aineita seostamalla saadan muutettua puolijohteen sähköisiä ominaisuuksia. Puolijohteita hyödynnetään LED-valomainoksen virtalähteessä sekä LED-moduleissa. [8]

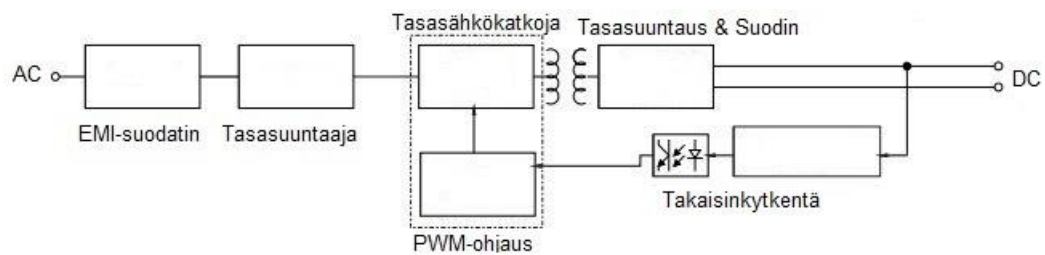
4.1 Valomainoksen teholähde

Suomessa käytettävä verkkovirta on sinimuotoista vaihtosähköä, jonka vaihejännitteen tehollisarvo on 230 V ja taajuus 50 Hz. Käytännössä kaikki elektroniikka piirit toimivat tasasähköllä ja tämän takia verkosta saatava vaihtosähkö tarvitsee muuntaa tasasähköksi. Lyhyesti sanottuna vaihtosähkö tasasuunnataan, jonka jälkeen muutetaan tasasähkö kuormalle sopivaan muotoon. Yleisesti ottaen teholähde sisältää verkkojännitettä alentavan muuttajan, tasasuuntauksen, jännitevakavointikytkennän ja virranrajoituskytkennän. Hyvän teholähteen tulisi myös sisältää suojaus verkolta tulevilta häiriöiltä ja ylijännitteiltä sekä galvaaninen erotus, joka erottaa elektroniikkalaitteen suoran yhteyden verkkoon. Teholähteitä löytyy rakenteeltaan kahta eri tyyppistä ratkaisua, lineaarinen teholähde ja hakkuriteholähde. Näiden erona on taajuus millä ne operoivat, hakkurin kytkentätaajuus on kHz - MHz ja lineaarisen perinteisempi 50-60 Hz. Kytkentätaajuus hakkurilla rajoitetaan tyypillisesti alimmillaan 16 kHz ettei syntyisi ihmisten kuulemaa ääntä. Toiminta korkeilla taajuuksilla mahdollistaa kooltaan pienien komponenttien käytön joka vaikuttaa teholähteen fyysiseen kokoon ja painoon. [13]

4.2 Hakkuriteholähde

Hakkurin toiminta perustuu kuvan 5 mukaisesti kahteen eri osaan. Ensimmäinen osa on ns. verkko tai ts. ohjaava puoli sisältäen EMI- suodattimen ja tasasuuntaajan. EMI-suodattimen tehtävä on vaimentaa korkeataajuisia häiriöitä verkon ja käytettävän laitteen välillä. Tasasuuntaaja sisältää tasasuuntaussillan, joka yleisesti muodostuu neljän diodin kytkennästä ja tämän tehtävänä on muuntaa verkkosähkö tasasähköksi. [9]

Toinen osa on ns. tasasähkö tai ts. ohjattava puoli sisältäen myös suojaerotusmuuntajan. Tasasähkökatkojan sisältämät komponentit kytkeytyvät päälle ja pois korkealla taajuudella luoden pulssimaista tasavirtaa. Tämän seurauksena syntyy korkeataajuuksisia yliaaltovirtoja, joiden vaikutus on haitallista esim. syöttöverkon impedansseissa muodostuu jännitehäviöitä. Yliaaltojen syntyminen johtuu epälinearisesta kuormasta, kuten tasasähkökatkojan ottama vaihteleva virta. Pulssimainen tasajännite muunnetaan vielä kuormalle sopivaksi ja takaisinkytkennän kautta jännite/virta vakavoidaan tarpeen mukaan, virran/jännitteen vaihtelun vuoksi. Kuvassa 5 periaatekuva hakkuriteholähteestä. [9]



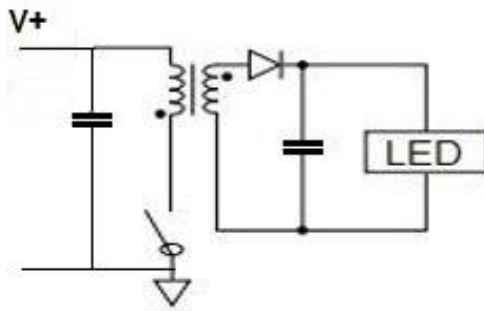
Kuva 5. Esimerkki hakkuriteholähteen diagrammista [6]

Hakkuriteholähteitä kehitetään kokoajan ja tällähetkellä LED-teholähteen elinikää koitetaan parantaa. Elektrolyyttikondensaattorien käyttäminen on ongelmallista koska ne kuivuvat jatkuvasti kuormitettuna. Polypropyleenikondensaattorien käyttöä tasasuuntausilloissa on tutkittu jolloin elinikä kasvaisi. [1]

Työssäni käsittelen tarkemmin hakkuriteholähteen toimintaa ja lineaarinen teholähde jää pimentoon. Valomainoksissa käytettävien teholähteiden vertailussa suurin etu on koko ja paino, lineaarisen ollessa painavampi ratkaisu käyttötarkoitukseen. Lineaarinen vaatii huonomman hyötysuhteensa takia jäähdytysilmiin, johtuen suurista lämpöhäviöistä. Hakkuriteholähteiden sisältämät kondensaattorit aiheuttavat suuren kytkeväävirtasysäyksen verkkopuolelle. Tämä muodostuu ongelmaksi suurissa valomainoksissa aiheuttaen sulakkeen laukeamisen. Liitteessä 1 löytyy valomainoksen rakenteeseen lisättävä virtarajoitin joka, soveltuu ongelman poistamiseen.

4.2.1 Flyback -hakkuri

Perinteisessä Flyback –hakkurissa on kela vähintään kahdella käämityksellä sijoitettuna tulo- että lähtöpuolelle. Mahdollisuus on myös lisätä lähtöpuolelle useampia käämityksiä. Kytkimen ollessa päällä ensiöpuolen kelaan varastoituu energiaa ja kytkimen ollessa pois päältä vapautuu energia induktion avulla lähtöpuolen käämiin kautta kuormalle sekä varasto kondensaattorille. Tämä johtavuus tila jatkuu kunnes käämi ehtyy tai kytkin menee päälle. Perinteinen Flyback –hakkuri voi toimia jatkuvassa ja ei-jatkuvassa tilassa riippuen kuormasta ja syöttöjännitteen suuruudesta. Toimintaperiaate selviää kuvasta 6. [14]



Kuva 6. Flyback –hakkurin toimintaperiaate [14]

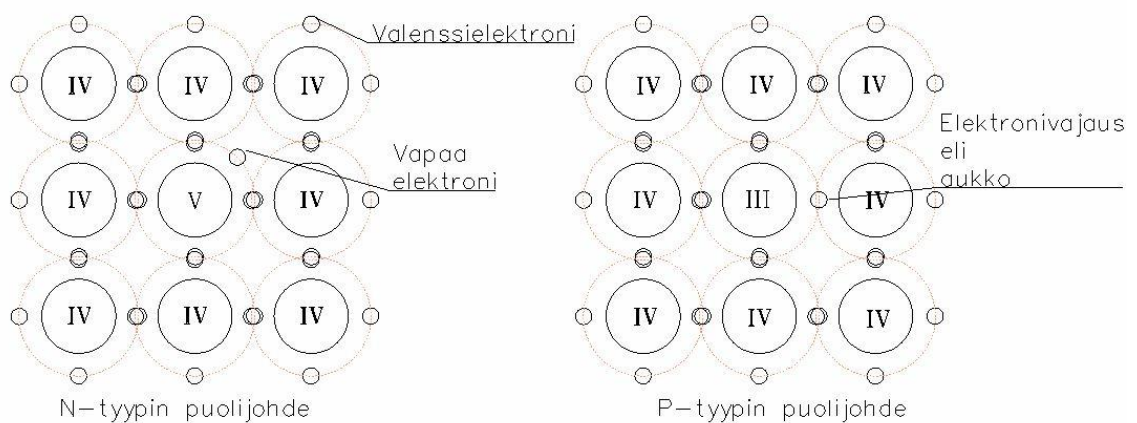
Flyback teholähde sisältää yksinkertaisimmillaan kelan vähintään kahdella käämityksellä muodostaen galvaanisen erotuksen syöttöverkon ja kuorman välille. Muita komponentteja ovat diodi, ohjaen virran kuormalle ja kondensaattori, energia varastona. Flyback soveltuu parhaiten toimivaksi vakiojännitelähteenä, koska energia varastoituu purkauksina kondensaattoriin, jolloin kondensaattorin yli kulkevaa jännitettä on helppo ohjata takaisinkytkennän avulla. Kuorman ollessa eristetty LED-ketju, onnistuu ohjaus vain ensiön ja toision ollessa eristetty toisistaan. [14]

Flyback –hakkurin ei-jatkuvan johtamisen toimintatilassa muuntajalta ei vaadita niin suurta induktanssia kuin jatkuvan johtamisen tilassa, jolloin muuntaja voi olla fyysisesti pienempi ja kevyempi. Yleisesti hakkuri suunnitellaan toimimaan joko jatkuvan tai ei-jatkuvan johtamisen tilassa. Kytkimen ollessa päällä muuntaja toimii suuritaajuisen kelan tavoin ja ensiöpuolen käämiin varastoituu kaikki syklin aikana tuotettu energia. Flyback –hakkurin ollessa suojaeristetty on hankala ohjata kuorman virtaa, koska eristyksen takia ohjauspiiri ei tiedä paljon LEDeillä on virtaa. Ei jatkuvassa tilassa tosin, kytkimen kytkeytyessä pois päältä ja energian siirtyessä toisio puolelle saadaan toisio puolella oleva energia selville joka määrittää LEDien virran. [4]

4.3 Puolijohdediodi

Puolijohteet ovat kiinteää materiaalia jotka johtavat sähköä huonommin kuin johteet mutta paremmin kuin eristeet. Puolijohteiden valmistamiseen käytetään alkuaineita joiden atomien ulkokuoresta löytyy riittävä määrä valenssielektroneja. Valenssielektronit muodostavat metallisidoksia atomien välillä ja ylimääräiset elektronit siirtyvät vapaiksi varauksen kuljettajiksi. Jaksollisesta järjestelmästä selviää kuinka monta valenssielektronia kukin alkuaine sisältää. Esim. Pii(Si) kuuluu IV-ryhmään jolloin piiatomissa on silloin 4 valenssielektronia. [8,13]

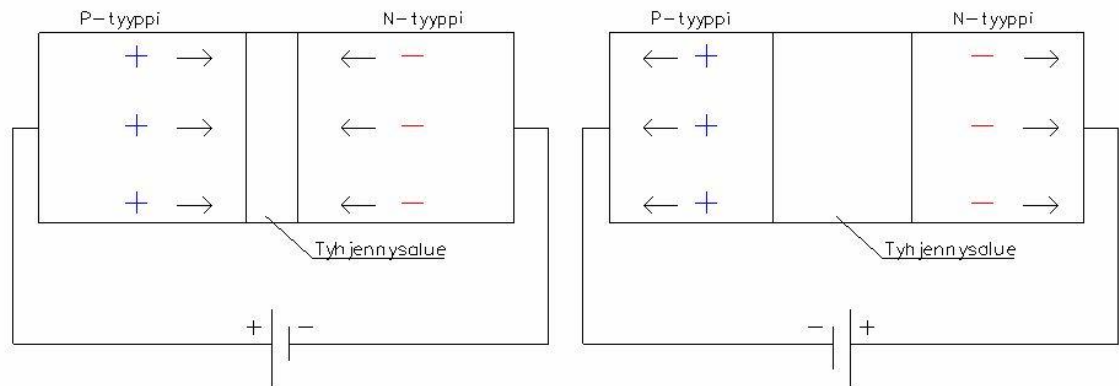
Kun seostetaan IV-ryhmän alkuaineeseen pieni määrä V-ryhmän alkuainetta syntyy yhdisteestä n-tyyppin puolijohde. Syntyneen puolijohteen valenssielektroneita on nyt yhteensä 9. Tämä tarkoittaa että 8 valenssielektronia muodostavat kovalenttisen sidoksen atomien välille ja 1 valenssielektroni toimii nyt vapaana varauksen kuljettajana. Vastaavasti seostamalla IV-ryhmän alkuaineeseen pieni määrä III-ryhmän alkuainetta saadaan aikaiseksi p-tyyppin puolijohde. Tässä tapauksessa sidosta ei synny jokaisen atomien välille vaan elektronivaje eli aukko. Kuvassa 7 havainnollistetaan N-tyyppin ja P-tyyppin puolijohdeiden rakennekuva. [8, 13]



Kuva 7. Seostamalla tehdyt puolijohteet

Pn-liitos syntyy yhdistämällä näitä p- ja n-tyyppin puolijohteita. Aukko joka syntyy p-tyyppin puolijohdeeseen on positiivinen varaus. Tämä positiivinen varaus siis vetää miinus varaukseltaan olevan vapaan elektronin n-tyyppin puolijohdeelta. Tätä ilmiötä kutsutaan rekombinaatioksi ja se tapahtuu tyhjennysalueella. Pn-liitokseen lisäämällä elektrodit saadaan komponentti joka tunnetaan nimellä puolijohdediodi. Diodi johtaa virtaa

ainoastaan yhteen suuntaan joten sen resistanssi on 0 tai ääretön riippuen virran suunnasta. Rajapinnassa oleva tyhjennysalue kapenee tai levenee riippuen jännitelähteen kytkennästä ja suuruudesta. Eri merkkiset varaukset vetävät toisia puoleensa josta johtuen tyhjennysalue kasvaa niin leveäksi että se ei johda virtaa. PN-liitoksen toiminta liitettynä jännitelähteeseen havainnollistetaan kuvassa 8. [8, 13]



Kuva 8. PN-liitos jännitelähteessä

4.3.1 Hohtodiodi

LED lyhenne tarkoittaa Light Emitting Diode, joka on valoa ympärisäteilevä puolijohdekomponentti. Valon syttyminen tapahtuu diodin saadessa tarpeeksi energiaa eli kynnysjännite ylittyy jolloin virta kulkee läpi diodin. Seostamalla eri puolijohteita saadaan diodi emittoimaan eri värejä. LEDejä on eri tehoisia ja ne luokitellaan kahteen eri ryhmään: normaalit ledit sekä teholedit. Työssäni käsitellään ainoastaan teholedejä joiden tehokulutus on 0,4 – 1,5 W. LEDissä ei itsessään ole resistanssia käytännössä lainkaan ja se on todella herkkä jännitteen ja virran vaihteluille. LEDin läpi kulkeva virta kasvaa nopeasti ja ledi helposti tuhoutuu käyttökelvottomaksi. Tämän takia LEDille liitetään etuvastus joka muuntaa virran ja jännitteen sopivan suuruiseksi. Etuvastukselle ei ole tarvetta, jos syöttävänä tehonlähteenä toimii vakiovirtalähde. [8,13]

Yleisimmin diodin rakenne suojataan epoksikotelolla joihin voi lisätä käyttötarkoituksen mukaan vaikka suurentavan kupolilinssin. [2]

5 LED-VALOMAINOKSIA KOSKEVAT STANDARDIT

Standardointiorganisaatio sähkölaitteille joihin teholähteet ja LED-modulit kuuluu, jaetaan kolmeen eri tasoon. IEC, international electrotechnical commission eli kansainvälinen sähkötekniikan komissio. CENELEC, European Committee for Electrotechnical Standardisation toimii EU:n alueella. Lisäksi vielä suomessa toimiva SESKO (sähkö- ja elektroniikka-alan standardointijärjestö). Seskon tehtävänä on toimia suomen edustajina IEC:n ja CENELEC:n yhteistyössä ja tämän tuloksena saadut tulokset saattaa kansallisiksi SFS standardeiksi. [10]

”Suomalaiset sähköalan standardit perustuvat pääasiassa maailmanlaajuisiin (IEC) tai eurooppalaisiin (CENELEC) standardeihin. Standardien noudattaminen ei ole pakollista, mutta mikäli käytetään standardeista poikkeavia ratkaisuja, joutuu poikkeaman tekijä erikseen osoittamaan, että nämä ratkaisut täyttävät olennaiset turvallisuusvaatimukset.” [10]

Standardeja koskien LED- valaisimia kehitellään vielä kansainvälisellä tasolla, mutta oletettavasti muutoksia tulee koskien tehokerrointa jolloin energiankulutusta saadaan entistä pienemmäksi. SESKO on jo julkaissut kansainväliset esistandardit LED-valaisimille: SFS-käsikirja 651-1 ja 651-2. [10]

”Valomainoksia koskevia asennus- ja rakennestandardeja ovat:

- Sähköturvallisuuslaki (410/1996 muutos 634/1999, 913/2002, 220/2004 ja 1465/2007)
- Sähköturvallisuusasetus (498/1996 muutos 323/2004 ja 402/2008)
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä (516/1996 muutos 1194/1999, 28/2003, 1253/2003 ja 693/2005)
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteiden turvallisuudesta (1694/1993, muutos 922/1994, 1216/1995, 216/1996, 650/1996 ja 29/2003)
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta (1466/2007)
- Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta (1193/1999).” [5]

”Valomainoksia koskevia erityisjulkaisuja ovat:

- Turvatekniikan keskuksen ohje S7-98 toimintailmoitus sähkötöistä
- Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry:n julkaisema D1-käsikirja rakennusten sähköasennuksista (2009)
- Sähkötarkastuskeskuksen julkaisema ST-ohjeisto 6 sähkölaitekorjaajan opas
- Öljy- ja Kaasulämmitys Yhdistys ry:n teknillinen suositus TS-2 lämmityslaitteistojen sähköasennukset.” [5]

”Muita valomainoksia koskevia standardeja:

- SFS-käsikirja 651-1, Ledit: valaisinten, LED-moduulien, LED-lamppujen ja liitäntälaitteiden turvallisuus- ja suorituskystandardit
- SFS-käsikirja 651-2, Ledit: Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC), sähkömagneettiset kentät ja fotobiologinen säteily
- SFS-käsikirja 600
- SFS-6000 Pienjännitesähköasennukset
- SFS-6002 Sähkötyöturvallisuus
- SFS-EN 60439-1 Jakokeskukset
- SFS-EN 60079-14 Räjähdyksivaaralliset tilat
- SFS-EN 60598 Valaisimet.” [5]

6 LED-VALOMAINOKSEN MARKKINOILLE SAATTAMINEN

Sähkölaitteen markkinoille tuominen täytyy todeta turvalliseksi käyttäjälle joko tarkastuttamalla se markkinavalvontaviranomaisella tai todeta valmistajana itse laitteen vaatimustenmukaisuus. Vaatimukset sähkölaitteille säätelee euroopan unioni direktiivien avulla ja kansallinen lainsäädäntö standardeineen. Direktiiveistä löytyy yleisvaatimukset ja standardit antavat yksityiskohtaisemmat vaatimukset sähkölaitteille.

Valmistajalla ja maahantuojalla on ensisijainen vastuu myytävän sähkölaitteen turvallisuudesta. Valomainoksiin liittyen turvallisuusriski voi esimerkiksi olla laitteen tuottama sähköisku tai tulipalon vaara. Sähkölaitteiden myynnin parissa toimivien olisi syytä tuntea laitteen vaatimukset ja niissä esiintyvien tunnusmerkkien tarkoitus. [11, s. 9]

6.1 Toiminnanharjoittajien velvollisuudet

EU:n lainsäädännössä toiminnanharjoittaja jaetaan neljään eri ryhmään: valmistaja, valtuutettu edustaja, maahantuojat ja jakelijat. Kaikki ryhmät vastaavat omalta osaltaan tuotteen vaatimustenmukaisuudesta. [11, s. 10]

6.1.1 Valmistaja

Valmistajalla tarkoitetaan yksityishenkilöä tai yritystä joka valmistaa, suunnittelee tai valmistuttaa sähkölaitetta ja markkinoi sitä omalla nimellään tai tavaramerkillä. Valmistajan vastuulla on, että laite täyttää kaikkien sitä koskevien direktiivien vaatimukset. Velvollinen tekemään tai käyttämällä ulkopuolista tahoa joka suorittaa tarvittavat arviontimenettelyt eli tarkastukset ja testaukset joiden avulla voidaan varmistaa vaatimustenmukaisuus. Kun nämä vaatimukset täyttyvät tulee laatia direktiivien edellyttämät tekniset asiakirjat ja allekirjoittaa EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus. Vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi tulee jokaiseen markkinoille saattettavaan laitteeseen lisätä CE-merkintä. Lisäksi laitteeseen tulee lisätä direktiivien mukaiset merkinnät ja valmistajan omat yksityiskohtaiset

merkinnät mm. sarjanumero, valmistajan nimi, yhteystiedot, rekisteröity laite- tai tavaramerkki. [11, s. 5,6]

Jos laite ei ole vaatimusten mukainen tulee valmistajan välittömästi ryhtyä toimenpiteisiin. Toimenpiteet ovat palautusjärjestelyiden sopiminen, ilmoitus markkinointivalvontaviranomaiselle, laitteen saattaminen vaatimuksen mukaiseksi tai laitteen poistaminen markkinoilta. Valmistajan tulee säilyttää 10 vuoden ajan viimeisen laitteen markkinoille saattamisesta vaadittavat tekniset dokumentit, EU-vaatimuksenmukaisuusvakuutus, tunnistetiedot toiminnanharjoittajasta, tiedot joille se on toimittanut laitteita. [11, s. 7]

6.1.2 Valtuutettu edustaja

Valmistaja voi kirjallisesti nimittää tuotteillaan valtuutetun edustajan. Valmistaja määrittelee mitkä valtuudet edustajalle haluaa antaa. Näitä voi olla esimerkiksi CE-merkinnän lisääminen tuotteisiin, EU-vaatimuksenmukaisuusvakuutuksen laadinta. Valmistaja ei voi kuitenkaan siirtää velvollisuuttaan koskien laitteen suunnittelun tai valmistuksen vaatimusten täyttymisestä tai teknisten dokumenttien laatimista. Edustajan toimipaikan tulee olla EU:n sisällä jolloin yhteistyö markkinointivalvontaviranomaisten kanssa on mahdollista. Edustajan tulee säilyttää 10 vuoden ajan viimeisimmän sähkölaitteen markkinoille saattamisesta tunnistetiedot toiminnanharjoittajista, joille laitteita on toimitettu. [11, s. 8]

6.1.3 Maahantuojaja

Maahantuojalla tarkoitetaan euroopan unioniin sijoittautunutta yksityishenkilöä tai yritystä joka saattaa kolmannesta maasta tuotavan sähkölaitteen euroopan unionin markkinoille. Maahantuojan on varmistettava, että valmistaja noudattaa direktiivien ja suomessa kansallisten standardien vaatimuksia. Tämä tarkoittaa, että laitteeseen on tehty sovellettavan vaatimusten mukaiset arviointimenettelyt ja laitteesta on laadittu tekniset asiakirjat. Lisäksi laitteessa tulee olla asianmukaiset merkinnät kuten CE-merkintä. Jos maahantuojaja epäilee, että sähkölaite ei ole sovellettavien direktiivien ja standardien

mukainen niin laitetta ei saa tuoda markkinoille ennen, kuin vaatimuksenmukaisuus täyttyy. [11, s. 5,8]

Sähkölaitteessa tulee olla ilmoitettuna maahantuojan yhteystiedot, nimi, rekisteröity tuotenimensä tai rekisteröity tavaramerkkinsä ja jos se ei ole mahdollista niin laitteen pakkauksessa tai erillisessä asiakirjassa. Maahantuojaa pidetään myös tietyissä tapauksissa valmistajana, jos se jo kertaalleen markkinoille saatettua laitetta muuntaa tavalla jolla se vaikuttaa sovellettavien vaatimusten täyttymiseen. [11, s. 5, 8]

Maahantuojan tulee myös säilyttää 10 vuoden ajan viimeisen sähkölaitteen markkinoille saatetun jälkeen EU-vaatimustenmukaisuusvakuutus todistuksesta jäjennös. Jäljennöstä säilytetään markkinointivalvontaviranomaista varten ja pyydetessä tulee löytyä myös sähkölaitetta koskien tekniset asiakirjat. Lisäksi tulee säilyttää tunnistetiedot toiminnanharjoittajista jotka ovat toimittaneet sille laitteita ja joille se on laitteita toimittanut. [11, s. 5, 9]

6.1.4 Jakelija

”Jakelijan on tarkastettava, että sähkölaitteessa on vaaditut merkinnät ja että laitteen mukana on toimitettu vaaditut asiakirjat, ohjeet ja turvallisuustiedot suomeksi ja ruotsiksi. Kun laite on jakelijan vastuulla, hänen on varmistettava, ettei varastointi- tai kuljetusolosuhteet vaaranna laitteen vaatimustenmukaisuutta.” [11, s. 9]

Jakelija on yksityishenkilö tai yritys joka asettaa kansalliselle markkinoille EU:n sisällä valmistetun sähkölaitteen tai jo aikaisemmin EU:n markkinoille saatetun laitteen. Jakelija voi olla myös valmistaja jos se saattaa markkinoille sähkölaitteen omalla nimellään tai tavaramerkillään. Jakelijaa ei kuitenkaan koske valmistajan velvollisuudet jos alkuperäinen valmistaja on laatinut EU-vaatimustenmukaisuusvakuutuksen ja valmistajan nimi, osoite ilmoitetaan laitteessa tai sen pakkauksessa, erillisessä asiakirjassa. Valmistajan kriteerit täyttyvät myös jos markkinoille saatettua laitetta muutetaan tavalla jolla se vaikuttaa sovellettavien vaatimusten täyttymiseen. [11, s. 5, 9]

6.2 Pienjännitedirektiivi 2006/95/EY

Direktiiviä sovelletaan sähkölaitteisiin jotka toimivat nimellijännitealueella 50 – 1000 V vaihtovirralla ja nimellijännitealueella 75 – 1500 V tasavirralla. Tarkoituksena on suojata ihmisiä, kotieläimiä ja omaisuutta sähkölaitteiden aiheuttamilta vahingoilta mm. sähkömagneettisilta kentiltä, tulipaloilta ja sähköiskuilta. [12]

6.3 EMC-direktiivi 2004/108/EY

”Tavoitteena on taata tuotteiden vapaa liikkuvuus sekä luoda hyväksyttävä sähkömagneettinen ympäristö yhteisön alueella. Näin suojataan radiotietoliikennettä, sähkö- ja tietoliikenneverkkoja sekä niihin liittyviä laitteita sähkömagneettisilta häiriöiltä.” [12]

EMC- arviointi on tehtävä noudattamalla jotakin seuraavista menettelytavoista

- a) Yhdenmukaistettujen EMC-standardien soveltaminen
- b) EMC-arviointi, jossa ei sovelleta yhdenmukaistettuja standardeja vaan valmistaja käyttää omaa menetelmää
- c) Edellämainittujen menetelmien yhdistetty arviointi

LED-valomainoksista syntyviä EMC-ongelmia esiintyy ostoskeskuksissa, jolloin monen valomainoksen vierekkäin asettelu tuottaa sähkömagneettista häiriötä ympäristöönsä. LED-valomainoksen tuottama EMC-häiriö johtuu käytännössä ainoastaan hakkuriteholähteestä. Häiriöt ovat joko säteileviä tai johtavia ja johtavien minimointi tapahtuu hyvällä maadoittamisella ja suotimella.

LED-valomainos on mahdollista tarkastuttaa asiaan perehtyneeltä taholta mm. SGS Fimko Oy.

7 MITTAUKSET

Mittauskohteina oli Meanwell ja Osram valmistajien LED-muuntajia teholuokassa 18 – 80 W. Kaikki muuntajat ovat 1-vaiheisia vakiojännitelähteitä ja toimintaperiaatteeltaan hakkureita.

Virtalähteille tehtiin perusmittaus jolla voidaan todeta tekninen riittävyys sekä kuormitettavuus eri LED-moduleilla. Lähtökohtana mittauksille oli esiintyneet ongelmat koskien jännitteenaleneman vaikutusta valovoimakkuuden tasapainoon. Mittaukset suoritettiin Tampereen ammattikorkeakoulun sähkölaboratoriossa lämpötilan ollessa 20°C. Mittaukset tehtiin jokaisessa teholuokassa vähintään kahteen kertaan ja tuloksista laskettiin keskiarvot jotka löytyvät taulukoista.

7.1 Jännitteenalenema

Ensimmäiset mittaukset suoritettiin Meanwell valmistajan teholähteille joiden lähtöjännite on 12V. Kuormana käytettiin Ge valmistajan powerMAX 3 LED-moduleita joiden tehonkulutus on 1,32 W/moduuli. LED –moduleita kytkettiin teholähteisiin niin monta, kuin valmistajan ilmoittama tehonkulutus antaa myöten esim. 18 W, 12 V teholähdettä kuormitettiin kolmellatoista PowerMAX LEDillä, koska $\frac{18 \text{ W}}{1,32 \text{ W}} = 13 \text{ kpl}$. Syöttöjännite otettiin verkosta suojaerotusmuuntajan kautta.

Taulukosta 1 selviää 18W ja 35W teholähteiden suoriutuvan tehtävistään ihan hyvin jännitteenaleneman ollessa muutaman prosentin luokkaa. LPV-60-12 teholähde suoriutuu tehtävästään huonosti jännitteenaleneman ollessa 20% luokkaa, täydellä kuormalla. Johtopäätöksenä voisi tästä teholähteestä luopua ja vaihtaa se eri valmistajan tuotteeseen jossa olisi parempi jännitteen regulointi tai vaihtoehtoisesti jakaa LED-ketjut lyhyempiin ketjuihin. Mittaus LPV-60-12 teholähteen kohdalla suoritettiin kolmeen kertaan eri yksilöllä.

Mittauksissa käytetyt mittalaitteet:

- Fluke 189 yleismittari, hauenleuka mittapäät
- Fluke 87 yleimittari
- Farnell E30-2B-T tasasähkölähde

- Canon Powershot G10 digitaalikamera

LPH-18-12		LPV-35-12		LPV-60-12	
LED-modulit (kpl)	Jännite (V)	LED-modulit (kpl)	Jännite (V)	LED-modulit (kpl)	Jännite (V)
1	12,06	1	12,01	1	12,01
10	11,84	10	11,34	20	10,72
13	11,80	26	11,29	40	10,10
				45	10,01

Taulukko 1. Meanwell LED-muuntajat teholuokassa 18 – 60 W

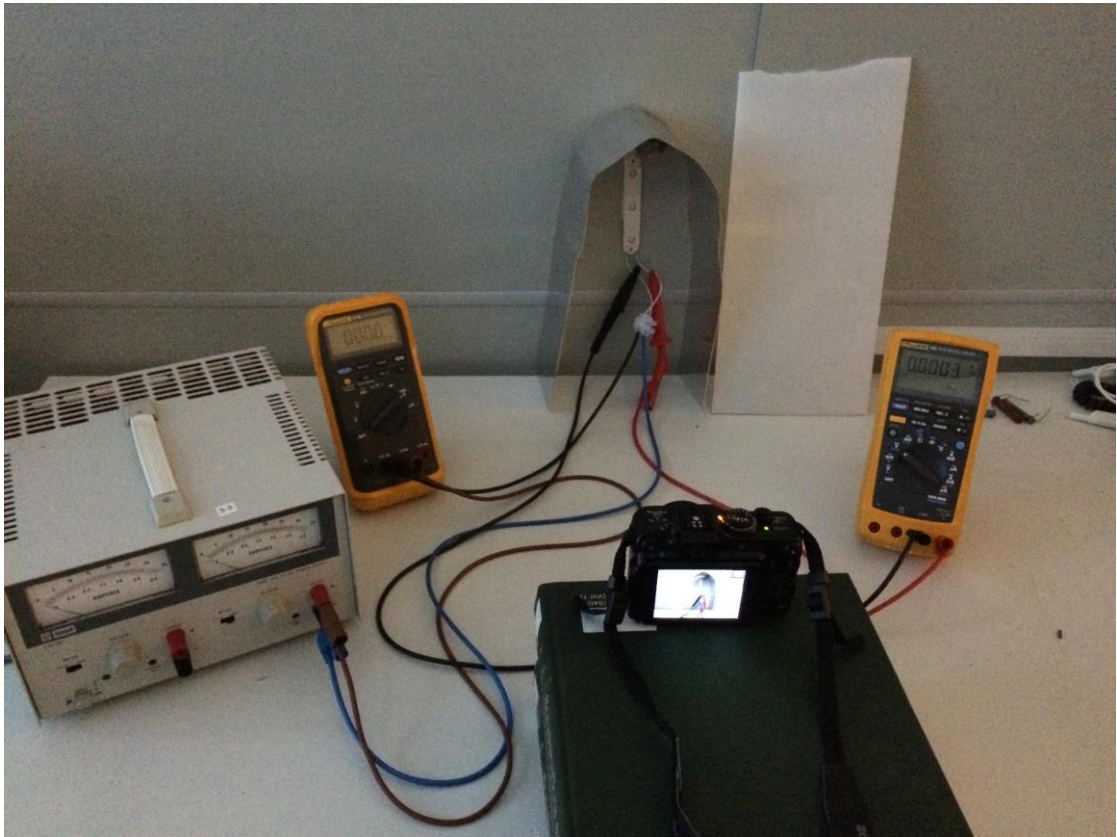
Seuraavat mittaukset suoritettiin Meanwell ja Osram valmistajien teholähteille joiden lähtöjännite on 24V. Kuormana käytettiin Osram valmistajan BoxLED Side 6500K LED-moduleita joiden tehonkulutus on 3,6 W/module. Taulukon viimeinen mittausta vastaa tehonkulutukseltaan teholähteen maksimi kuormitusta.

Jännitetason noustessa ei suurempia alenemia tapahdu ja jokainen teholäde suoriutui tehtävästään hyvin.

LPH-35-24		OT 50/220-240/24		OT 80/220-240/24	
LED-modulit (kpl)	Jännite (V)	LED-modulit (kpl)	Jännite (V)	LED-modulit (kpl)	Jännite (V)
1	23,93	1	24,33	1	24,42
6	23,85	6	24,22	15	23,92
10	23,82	14	24,13	22	23,85

Taulukko 2. Meanwell ja Osram LED-muuntajat teholuokassa 35 – 80 W

Tarkempaan tarkasteluun pääsi LPV-60-12, ollen heikoin suorittaja kuormitusmittauksessa. Seuraavaksi tutkitaan jännitteenalenen vaikutus LED-modulin valovoimakkuuteen ja todetaan onko alenen vaikutus silmin havaittavissa. Mittausjärjestelyt näkyvät kuvassa 9.



Kuva 9. Jännitteenaleneman vaikutus valovoimakkuuteen kuvausjärjestely

PowerMAX 3 LED-modulia syötetään tasasähkölähteellä ja jännite/virta asetetaan kuvaamaan tilannetta missä alenema on pienin ja suurin eli LED –ketjun ensimmäinen ja viimeinen moduli. LED-moduli on kiinnitetty seinään kaksipuolisella tarralla ja eteen laitettiin 3 mm paksu valkoinen akryylilevy. Valokuvat otettiin samalta etäisyydeltä ilman automaattiasetuksia ja huone pimennettiin. Tulokset näkyvät kuvassa 10.

	Vasen kuva	Oikea kuva
<i>Jännite (V)</i>	10,01	12
<i>Virta (mA)</i>	85	111,5

Taulukko 3. PowerMAX 3 LED-modulia syötettiin kahdella eri jännitteellä

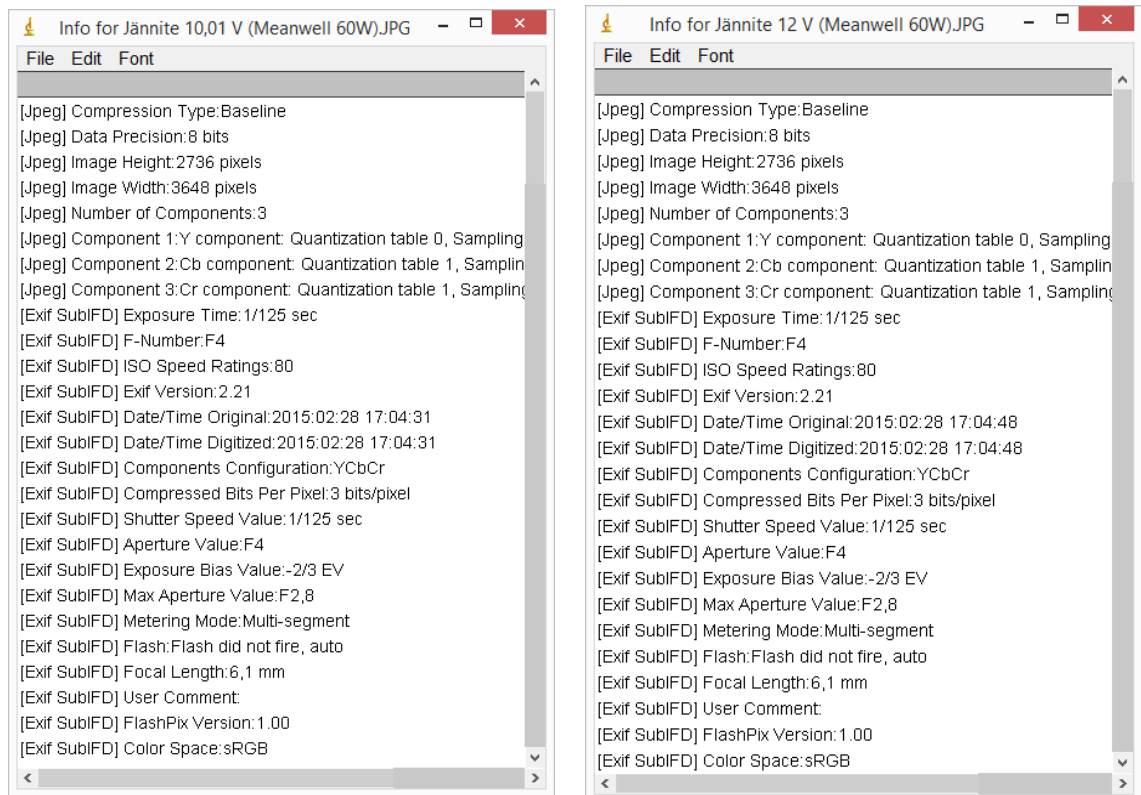


Kuva 10. Jännite vasemmassa kuvassa 10,01 V ja oikeassa 12 V

Jännitteenaleneman vaikutusta LED-modulin valovoimakkuuteen voidaan kvantitatiivisesti arvioida mittaamalla intensiteettiä digikameralla otetuista kuvista.

Tämä voidaan tehdä esim. ilmaisella ImageJ-ohjelmalla (www.imagej.net)

Kuvat avataan ohjelmalla. Ensinnäkin on hyvä tarkistaa kuvien EXIF-tiedoista, että ne on otettu samoilla asetuksilla. Tämä onnistuu valitsemalla valikosta Image -> Show Info

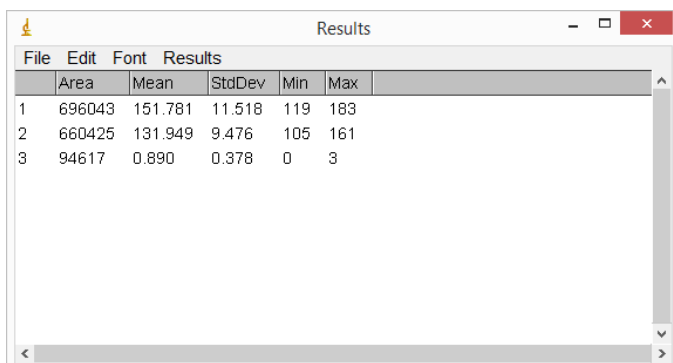


Kuva 11. Valokuvien kuva-asetukset, vasemmalla 10,01 V ja oikealla 12 V

Intensiteettimittaukseen vaikuttavia asetuksia ovat kuvan valotusaika (Exposure Time), kameran aukko (F-Number, Aperture Value), ISO-arvo (ISO Speed Ratings) sekä valotuksen korjaus (Exposure Bias Value). Kuten nähdään, eri jännitteillä otetuissa

kuvissa nämä ovat samat, joten mitattavat intensiteetti-arvot ovat suoraan vertailukelpoisia.

Kuvien vertailu tehdään valitsemalla kummastakin kuvasta vastaavasta kohtaa suurin piirtein saman kokoinen alue esim. ellipsi-valintatyökalulla (ks. Kuva 13). Tämän jälkeen valitaan Analyze-valikosta ”Measure”, kummallekin kuvalle erikseen. Tulokset tulevat ”Results”-ikkunaan.



	Area	Mean	StdDev	Min	Max
1	696043	151.781	11.518	119	183
2	660425	131.949	9.476	105	161
3	94617	0.890	0.378	0	3

Kuva 12. Mittaustulokset jokaiselle valitulle alueelle

Vaikka valitut alueet eivät ole täysin samankokoiset, keskimääräinen kirkkaus (intensiteetti) on vertailukelpoinen alueiden välillä. Tuloksista nähdään että 12 V jännitteellä (alue 1) kuvan intensiteetti on n. 151.8 ja 10 V jännitteellä (alue 2) 131.9. Jännitteenalennus aiheuttaa siis n. 13%. Mittaamalla kuvan intensiteetti myös taustasta (alue 3, 0.89) varmistettiin että taustan vaikutus mitattuihin intensiteetteihin on merkityksetön.



Kuva 13. Keltaisen ellipsin (alue 1) intensiteetti on n. 151.8 ja vaaleansinisen ellipsin (alue 2) 131.9

8 KÄYTTÖÖNOTTOMITTAUS

Valmiille valomainokselle suoritetaan käyttöönottomittaus ennen asiakkaalle toimittamista. Mittauksien suorittamista varten on liitteessä 2, ehdotus asennustesterin valintaan.

8.1 Silmämääräinen tarkastus

Tarkastus tehdään jännitteettömälle valomainokselle ennen käyttöönottoa. Tavoitteena on tarkistaa kosketussuojauksen kunto jotta sähköiskuilta vältytään. Teholähteen kuoren on oltava ehjä, samoin kaikkien johtimien eristys. Kytkennät käydään lävitse ja liittimien tulee olla kunnolla kiinni. Johtimien poikkipinta-alojen riittävyys tarkistetaan kuormittavuuden kannalta.

8.2 Eristysvastusmittaus

Asennuksen eristysresistanssi mitataan kaikkien jännitteisten johtimien ja suojajohtimen väliltä. Mitattavan sähkölaitteen ollessa 1-vaiheinen voidaan vaihe ja nolla johdin yhdistää tässä mittauksessa. Mittauksella varmistetaan että jännitteiset osat, vaihe ja nolla, ovat riittävästi eristettyjä maasta. Mitattavan kohteen ollessa LED- valomainos eli SELV piiri (maasta erotettu), mittaukseen käytettävä koejännite on 250V tasajännite.

Virtapiirin nimellisjännite (V)	Koejännite (V)	Eristysresistanssi (MΩ)
<i>SELV ja PELV</i>	250	≥ 0,5
<i>Enintään 500 V, FELV mukaan luettuna</i>	500	≥ 1,0
<i>Yli 500 V</i>	1000	≥ 1,0

Taulukko 4. Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot [9]

8.3 Suojajohtimen jatkuvuus

Suojajohtimen jatkuvuus mittausta on laitekohtainen ja tarkoituksena on varmistaa kosketussuojauksen kunto. Mittauksella selvitetään onko vikasuojauksen edellyttämät suojajohdinpiirit koko matkaltaan ja niiden liittimet asennettu kunnolla. Testaus suoritetaan jännitteettömässä laitteistossa mittaamalla jännitteelle alttiin osan sekä tätä lähinnä olevan pääpotentiaalitasaukseen liitetyn pisteen välinen suojajohtimen resistanssi. Jokainen suojajohdinyhteys mitataan erikseen. [23]

”Hyväksyttävälle mittaustulokselle ei ole tarkkaa raja-arvoa. Saatua tulosta tulee verrata mitattavan johtimen poikkipinnan ja pituuden perusteella arvioitavissa olevaan arvoon. Jos nämä arvot poikkeavat toisistaan oleellisesti, on selvitettävä poikkeaman syy. Resistanssiarvo saa yleensä olla noin 1Ω . Mittalaitestandardin mukainen mittauksessa käytettävä kuormittamaton jännite on 4-24 V tasa- tai vaihtojännitteellä ja minimimittausvirta on 200 mA.” [23]

8.4 Valomainoksen valaisuvoimakkuuden mittausta

Valomainoksista toivottu mittasuure on luminanssi josta puhutaan myös valotiheytenä tai pintakirkkautena. Luminanssi kuvaa pinnalta tai pisteestä tiettyyn suuntaan lähtevän valon kirkkautta. Mittausyksikkö on kandela per neliömetri (cd/m^2).

Valaisuvoimakkuuteen vaikuttavat valomainoksen etupintana käytettävä materiaali sekä käytettävien LEDien tarjoama valovoima. Etupinta yleisesti koostuu valonläpäisevästä akryylimuovista ja valaisuvoimakkuus riippuu minkä väristä muovia käytetään sekä pinnoitetaanko se tarralla.

Valaisuvoimakkuuden mittauksia varten tulee selvittää raja-arvot toivotulle valomainoksen kirkkaudelle ja suorittaa mittausta jokaiselle valomainokselle testausvaiheessa.

9 YHTEENVETO

Tässä työssä käsiteltiin yleisesti LED-valomainoksia koskevia standardeja sekä toiminnanharjoittajan vastuualueista, tuodessa valomainoksen markkinoille EU:n alueella. LED –tuotteet elävät kovaa nousukautta ja standardeja kehitellään kokoajan joten toiminnanharjoittajan on välillä vaikea pysyä vauhdissa mukana. Toiminnanharjoittajan tulee olla tietoinen laitteen vaatimustenmukaisuudesta ja hankkia tarvittava SFS-kirjallisuus yrityksen käyttöön.

Keskeinen osuus työssä oli tutustua LED-valomainoksissa käytettäviin teholähteisiin ja niiden ominaisuuksiin. Lineaarinen teholähde soveltuu kohteille joissa sähkömagneettista häiriötä ei sallita, näitä on esim. auto- ja sairaalaympäristö. Näissä tapauksissa heikosta hyötysuhteesta johtuva lämpöhäviö on toissijainen haitta eli sähkömagneettinen häiriötön toiminta on perusedellytys. Valomainoksien asennusympäristö huomioonottaen voidaan valita hakkuri-tyyppinen ratkaisu virtalähteeksi.

Työssä pohdittiin LED-valomainoksen kytkentävaiheessa tapahtuvaa sulakkeen ja vikavirtasuojakytkimen laukeamista. Sulakkeen laukeamisen estämiseksi valittiin sopiva komponentti tasaamaan kytkentävirtaa. Vikavirtasuojakytkimen laukeamisen mahdollinen syy on asennuspaikasta löytyvä AB-tyypin vikavirtasuojakytkin.

Mittaustulosten perusteella tulisi vaihtaa Meanwell valmistajan LPV-60-12 LED-muuntaja toisen valmistajan vastaavaan tai vaihtoehtoisesti kytkeä LED-kejuja rinnakkain.

Käyttöönottomittauksen suorittamiseen on tehty alustavat ohjeet ja valittu mittauskalusto. Mittaustulokset tulee sisällyttää valomainoksen työmääräykseen jotka arkistoidaan.

LÄHTEET

- [1] Elimination of Electrolytic Capacitor in AC-DC System of LED driver. Mustapa, R. Hidayat, N. Tukiman, R. The 2014 International Power Electronics Conference. IEEE, 2014.
- [2] Hidealite, LED-koulu. OEM Finland Oy (luettu 28.3.2015)
http://www.hidealite.fi/?page_id=55
- [3] Kauppakamarilehti, Neonelektro Oy:n Toimitusjohtajan Heikki Kantolan haastattelu. (luettu 28.3.2015)
<http://www.tampereenkauppakamarilehti.fi/kauppakamarilehti/neonelektro-sytyttaamaaratietoisesti-uutta-valoa-97>
- [4] Lenk, R. Lenk, C. Practical AC Drive Circuitry for LEDs. Wiley-IEEE Press 2011, E-book
- [5] Markkanen, M. 2010. Ledien tutkiminen valomainosten valonlähteenä. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Savonia ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö
- [6] Meanwell Oy, tuotteen LPH-18 data sheet lehti (luettu 26.3.2015)
<http://www.meanwell.com/webapp/product/search.aspx?prod=lph-18>
- [7] Neonelektro Oy Yritys (luettu 18.2.2015)
<http://www.neonelektro.fi/yritys>
- [8] Silvonon, K. 2005. Sähkötekniikka ja elektroniikka. Helsinki: Otatieto Oy.
- [9] Switchmode power supplies meet EMC demands and more (luettu 25.3.2015)
http://www.digikey.com/Web%20Export/Supplier%20Content/Lambda_285/PDF/TDKLambda_all_about_emi_epmag.pdf?redirected=1
- [10] Sähkö- ja tele-alan ammattilaiset (luettu 13.3.2015)
http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/teknisetmaaraykset/fi_FI/standardit/
- [11] Tukesopas: Sähkölaitteiden valmistus, maahantuonti ja myynti. Julkaistu: 6/2014 (luettu 20.3.2015)
http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko_ja_hissit/esitteet_ja_oppaat/sahkolaitteiden_valmistus_maahantuonti_ja_myynti.pdf
- [12] Turvallisuus ja kemikaalivirasto (luettu 25.3.2015)
<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/>
- [13] Volotinen, V. 2000. Analoginen elektroniikka: Komponentit ja peruskytkennät. Porvoo: WS Bookwell
- [14] Winder, S. Power Supplies for LED Driving. Newnes 2008, E-book

LIITTEET

Liite 1. Virtarajoitin asennettavaksi valomainoksen rakenteeseen



ESB201.LED

Made in Germany

Inrush Current Limiter, Inrush Current Protection, active

For LED Power Supplies and Electronic Ballast for Lighting

115Vac/230Vac 16A, 16 ⅓ Hz – 440Hz, -20°C...+45(55)°C

Short Specification:

- Peak- / R.M.S. current limiter
- 90-130Vac / 184-265Vac, 16A continuous
- Flat housing
- Springtype terminals 0,5-6mm² / 21-10AWG
- Integrated bypass relay
- Capacitive load 6000uF and 10.000uF
- Integrated temperature protection
- IP20 UL94V-0 ABS-PA765 housing

The ESB is a budget-priced inrush peak current limiter for high loads in LED-applications. The ESB201 offers high recommended and interference free operation with both, the LED drivers & the electronic ballast. It is simple to integrate into existing equipment. The ESB101 is self-powering and does not require an external power supply.

16 ⅓ Hz – 440Hz

No simple NTC-solution! It allows to reduce cabling sections and to install fast circuit breakers in the lighting business. It offers 100% protection from tripping pre-installed circuit. It protects line switchers and contactors from wear.



Liite 1. Virtarajoitin, kotelointiluokka IP20 ja korkeus 35 mm. Tarvitsee lisäksi vesitiiviin kotelon, asennettaessa valomainoksen rakenteeseen (www.camtec.com)

Liite 2. Fluke 1650B-sarjan asennustesteri



Liite 2. Fluke 1650B, hinta 943,55€ (alv 0%) (www.elektrolinna.fi)