

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Elektroniikan koulutusohjelma

**Satu Ryhänen-Lilley**

**Tilataideteoksen valaistuksen suunnittelu ja toteutus**

Insinööritö 24.4.2009

Ohjaaja: yliopettaja Matti Fischer  
Ohjaava opettaja: yliopettaja Matti Fischer

## Sisällys

Tiivistelmä	3
Abstract	4
1 Johdanto	5
2 Tilataideteoksen valaistuksen toteutus	7
2.1 Valonlähteen valinta	7
2.2 Piirilevyn kuviointi	13
2.3 Valojen ohjaaminen	14
2.3.1 Mikro-ohjaintoteutus	14
2.3.2 Logiikkapiiritoteutus	15
2.3.3 Valo-ohjaintoteutus	17
2.4 Valaistuksen rakentaminen	22
2.4.1 Käyttöjännitteen luominen	22
2.4.2 Ohjauspiirin luominen	24
2.4.3 Kokoonpano	26
2.4.4 Käyttö	29
3 Yhteenveto	30
Lähteet	31
Liitteet	31
Liite 1: HT2051:n datalehti	32
Liite 2: Valo-ohjatun järjestelmän kytkentäkaavio	35
Liite 3: Valo-ohjaimen käyttöohje	36
Liite 4: Lehtileike, Helsingin Sanomat 5.12.2008: artikkeli Kalkamon näyttelystä	47

Tekijä Otsikko	Satu Ryhänen-Lilley Tilataideteoksen valaistuksen suunnittelu ja toteutus
Sivumäärä Aika	47 sivua 24.4.2009
Koulutusohjelma	elektroniikka
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja Ohjaava opettaja	yliopettaja Matti Fischer yliopettaja Matti Fischer
<p>Insinööri­työn tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa valosysteemi tilataideteoksen osaksi. Taideteoksessa oli ryhmä luonnollisen kokoisia ihmishahmoja istumassa penkkiriveillä pimennetyssä huoneessa. Hahmojen kasvoja valaistiin yksi tai kaksi kerrallaan siten, että järjestys vaikutti satunnaiselta ja valaisuaika oli lyhyt. Valaisu sai aikaan varjoja teoksen taakse sijoitetulle valkoiselle seinälle.</p> <p>Työssä vertailtiin erilaisia valonlähteitä sekä kolmea eri tapaa toteuttaa valaistuksen ohjaaminen. Näistä valittiin yksi valonlähde ja yksi ohjaustapa. Valonlähteenä käytettiin ledejä ja niiden ohjaukseen valo-ohjainta. Valo-ohjaimelle valmistettiin piirilevy, joka koteloitiin ja yhdistettiin ledeihin.</p> <p>Piirilevy valmistettiin jyrsimällä ja se kalustettiin läpivientikomponentein. Valo-ohjaimena käytettiin flash-ajuria.</p> <p>Ledit istutettiin metallisiin kauluksiin, jotka kiinnitettiin alustaan. Alustat kiinnitettiin pysyvästi teokseen ja suunnattiin osoittamaan haluttuun kohtaan. Suuntauksesta tehtiin säädettävä. Ledien johdoista tehtiin koottavat systeemin kokoonpanoa ja varastointia helpottamaan.</p> <p>Tuloksena saatiin systeemi, joka vastasi sille asetettuihin vaatimuksiin hyvin.</p>	
Hakusanat	valosysteemi, valo-ohjain, HT2051, piirilevy

Author Title	Satu Ryhänen-Lilley Designing and producing a lighting system for an artwork
Number of Pages Date	47 24 April 2009
Degree Programme	Electronics Engineering
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor Supervisor	Matti Fischer, Principal Lecturer Matti Fischer, Principal Lecturer
<p>The objective of this final year project was to design and manufacture an illuminating system as a part of an artwork. The artwork was composed of natural sized human shapes that were sitting on the benches in a darkened room. The faces of the figures were illuminated one or two at a time to make an incidental impression. The illuminating time was short. The lighting caused shadows on a white wall that was placed behind the figures.</p> <p>In this project, different kinds of light sources were compared as well as three ways to produce the controlling unit for the lights. From these, one light source and one control method were chosen. The chosen light source was light emitting diodes, commonly known as LEDs, which were controlled by a light controlling unit. A circuit board was produced, after which it was encapsulated and connected to the LEDs.</p> <p>The circuit board was produced by milling and the used components were of feed-through type. The light controller used was a flash driver.</p> <p>The LEDs were mounted on metallic collars which were attached to the bases. The bases were permanently attached to the artwork. After this, they were directed to the desired places. The alignments of the lights were made adjustable. The wiring of the lights was made collapsible in order to make assembling and disassembling the system easy.</p> <p>As a result of this project, an illuminating system was created. The system met the requirements well.</p>	
Keywords	illuminating system, LED driver, HT2051, circuit board

## 1 Johdanto

Työn tavoitteena oli valosysteemin suunnittelu ja toteutus taideteoksen osaksi. Lähtökohtana työlle oli kuvanveistäjä Matti Kalkamon teos *Destination Salvation* (2008). Kalkamon teoksessa oli ryhmä luonnollisen kokoisia ihmishahmoja istumassa pimeässä huoneessa penkkiriveillä. Kunkin hahmon kasvoja valaisi valo luoden taustalla olevalle valkeaksi maalatulle seinälle aavemaisia varjoja. Valaisu tapahtui yksitellen siten, että valon välähdysten välillä oli tauko.

Työn tilaajalla ei ollut tarkkaa mielikuvaa valosysteemistä, vaan hänelle oli oleellisesta lopputuote eli teoksen valaistus. Kestävyyden suhteen tilaajan tavoite oli, että se toimisi moitteettomasi ainakin neljäntoista vuorokauden ajan, kymmenen tuntia päivässä. Tämän jälkeen valaistuksen piti toimia tarvittaessa tuntemattoman varastointiajan jälkeen. Toteutuksen tavoitteeksi tilaaja asetti valaistuksen satunnaisuuden siten, että kukin kasvo valaistiin satunnaisessa järjestyksessä yksi kerrallaan. Valaisun keston oli oltava sen mittainen, että valaisun kohde ei jäisi katsojalle epäselväksi. Toisaalta välähdys ei saanut olla niin pitkä, että katsoja olisi kyllästynyt tai saanut liian tarkkaa kuvaa kohteesta. Sama koski pimeää aikaa valovälähdysten välillä.



*Kuva 1. Osa teoksesta Destination Salvation (2008). Kuva on otettu normaalissa valaistuksessa, eikä se näin ollen tee täyttä oikeutta valosysteemille.*

Teos Destination Salvation valmistettiin alumiinista, kankaasta, teräksestä ja puusta (kuva 1). Valosysteemi toi lisäelementiksi muovin, sähköjohdot ja erilaiset elektroniikan komponentit. Ilman tätä insinööriä ei teosta olisi voitu toteuttaa, sillä valaistus oli oleellinen osa sitä.

## **2 Tilataideteoksen valaistuksen toteutus**

Tehtävänä oli suunnitella ja toteuttaa systeemi, joka ohjasi teoksen valoja.

Valojen ohjaaminen voidaan suorittaa komponenttitasolla, jolloin piirilevystä tulisi suuri, tai logiikan avulla. Tällaisia ovat esimerkiksi mikro-ohjain, valo-ohjainpiiri ja logiikkapiiri. Logiikan tehtävänä on ohjata valosekvenssiä eli sitä tapaa, miten valot menevät päälle ja pois päältä.

### **2.1 Valonlähteen valinta**

Valaistukseen sopivia valonlähteitä on useita. Lähemmin tutkittavaksi otettiin hehkulamppu, halogeenilamppu ja ledi (light emitting diode, hohtodiodi). Taulukossa 1 vertaillaan erilaisten lamppujen ominaisuuksia.

Taulukko 1. Valojen vertailua. (\*) Ledin kynnysjännite riippuu sen väristä. Syöttöjännitettä rajoitetaan etuvastuksin.

Muuttuja	Yksikkö	Lyhenne	Hehku-lamppu	Halogeeni	Ledi	Teholedi
teho	watti	<i>W</i>	40	10-50	1,5-5	1-5
jännite	volti	<i>V</i>	230	12	1-5 (*)	3-7 (*)
avautumis-kulma	aste	°	-	20-60	20-120	120-150
valovoima	kandela	<i>cd</i>	-	90-180	15-40	-
valovirta	lumen	<i>lm</i>	400-500	-	-	50-120
hyötysuhde	lumen/watti	<i>lm/W</i>	10-13	-	-	10-24
valon väri	n/a	-	lämmin valkoinen	kylmä valkoinen	kylmä valkoinen lämmin valk. sininen punainen vihreä keltainen vaihtuva	kylmä valkoinen lämmin valkoinen sininen punainen vihreä keltainen vaihtuva
läpimitta	millimetri	<i>mm</i>	-	9,5-16	laaja valikoima	yl. 8-21
maksimipituus	millimetri	<i>mm</i>	70	33-44	60	-
käyttöikä	tunti	<i>h</i>	1000	2 000	100 000	100 000
kanta	n/a	-	E27, E14	G4, GY6.35	GU10, juotettava	-
pakkauskoko	n/a	-	yl. 1 tai 2	yksittäin tai kymmeniä	yksittäisestä satoihin	yksittäisestä kymmeniin tuhansiin
hintaa	euro	€	-	1-60	0,75-2,50	4-13

Taulukkoon on otettu joitakin hehkulampun ominaisuuksia mukaan vertailun vuoksi, jotta muiden valaisimien muuttajat olisivat havainnollisempia.

Vertailun perusteella tutkittiin ledejä ja teholedejä tarkemmin. Teholedit ovat tehokkaita niin valaisuvoimakkuudeltaan kuin käyttökustannuksiltaan. Haittapuolena niissä on, että asentamisen vaatii aikaa, sillä niitä ei voida käyttää sellaisenaan. Teholedi kiinnitetään omaan alustaansa, joka toimii myös jäähdytyslevynä, ja sen päälle asennetaan linssi suuntaamaan ja rajoittamaan valoa (kuva 2). Teholedi voi olla hyvin kirkas ja voi vahingoittaa optisia laitteita ja ihmissilmää.



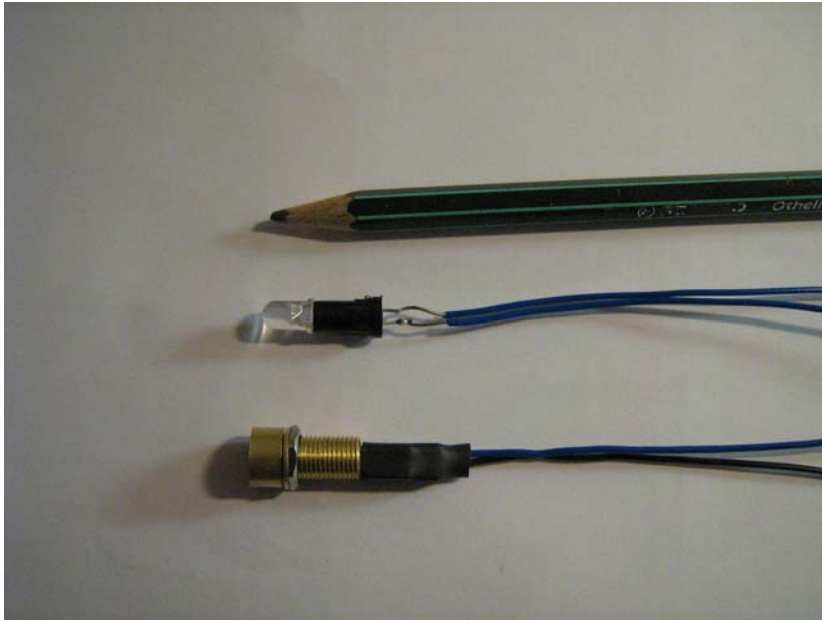


*Kuva 2. Teholedejä (1, s. 1; 2, s. 38). Teholedejä ei voi käyttää sellaisenaan (vasen), vaan asennuksessa on oltava mukana jäähdytyslevy (keskellä) ja linssi (oikealla).*

Sekä teholedit että ledit ovat pieniä kooltaan. Käyttöiltään ne ovat samankaltaisia, mutta valovoimaa on vaikea vertailla numeroiden perusteella, koska ledeistä on saatavilla arvo valovoimalle ja teholedille valovirralle. Koska tiedetään, että teholedi valaisee erittäin voimakkaasti, ei tarkempia vertailuja tehty tässä vaiheessa.

Teholedin avautumiskulma on suurempi kuin ledin, mutta sitä voidaan säätää erilaisilla linseillä sopivaksi. Myös ledin avautumiskulmaa voidaan pienentää erilaisilla kauluksilla (kuva 3). Molemmista on saatavilla lukuisia eri väri vaihtoehtoja: kylmä valkoinen, lämmin valkoinen, sininen, punainen, vihreä, keltainen ja vaihtuvavärinen.

Saatavuudeltaan ledi on selkeästi parempi kuin teholedi, koska sitä voidaan ostaa yksittäin mistä tahansa komponenttiliikkeestä. Teholedejä myydään suurina erinä tai valmiiksi asennettuina kokonaisuuksina, jolloin niiden hinta nousee. Hintaa nostaa teholedeillä myös ylimääräisten osien, kuten jäähdytyslevyn ja linssin, hankkiminen.



*Kuva 3. Ylhäältä alas: lyijykynä, ledi muovikannassaan johtoineen ja ledin pronssikaulus kantoineen ja johtoineen.*

Pienen kokonsa vuoksi ledi voidaan asentaa juottamalla se suoraan alustaan tai se voidaan sijoittaa koteloon. Koteloida on saatavilla eri metalleista valmistettuna, ja ne voidaan upottaa erilaisiin rakenteisiin. Tällaista kotelointia käytetäänkin esimerkiksi saunavalaisuksessa. Kotelo sisältää metallisen kauluksen ja muovisen kantaosan, jonka läpi ledin pinnit työnnetään. Tämän jälkeen ledin pinnit voidaan joko juottaa johtoihin (kuva 3 keskellä) tai asentaa pieneen kantaan, johon johdot on liitetty valmiiksi. Paketin voi vahvistaa vielä muovisukalla (kuva 3 alhaalla).

Valojärjestelmällä pyrittiin saamaan aikaan hieman aavemainen katseenvangitsija pimeään huoneeseen. Ideana oli, että pimeässä huoneessa sijaitsevista ihmishahmoja esittävästä veistoksista ei katsoja saanut yhdessä valonvälähdyksessä selkeää kuvaa, vaan ensivaikutelma oli epämääräinen hahmo varjoineen. Jonkin aikaa teosta katsottuaan katsoja tajusi huoneen täyttyneen ihmishahmoista.

Järjestelmän vaatimukset on listattu taulukkoon 2. Vaatimuksia laadittaessa otettiin huomioon lopputuloksen kannalta relevantit seikat, kuten koko, hinta, valojen väri ja välähdysaika. Jotkin ominaisuudet mainitaan taulukossa, mutta niille ei määritetty arvoa

siksi, että vaikka k.o. ominaisuudet oli systeemistä löydyttävä, ei niiden arvoilla ollut merkitystä.

*Taulukko 2. Valosysteemin speksaus. Viimeisessä sarakkeessa P tarkoittaa pakollista ominaisuutta, josta ei voitu luopua. H oli haluttava ominaisuus, jota voitiin tarpeen mukaan muuttaa, mutta jota ei voitu poistaa. V oli ominaisuus, josta voidaan luopua.*

Määrittely	Spesifikaatio	Yksikkö	Lyhenne	P/H/V
<b>Valaisin</b>				
valaisuteho	yhtä tai melkein yhtä voimakas kuin 40 W hehkulamppu	n/a	-	H
malli	ei speksattu	n/a	-	P
jännite	ei speksattu	voltti	V	P
teho	ei speksattu	watti	W	V
valon väri	valkoinen	n/a	-	H
<b>Muuntaja</b>				
pistoketyyppi	CE-hyväksyty	n/a	-	P
sisääntulojännite	170-250	voltti/vaihtovirta	VAC	P
ulostulojännite	4-12	voltti/tasavirta	VDC	P
mitat	180x70x54	millimetri	mm	H
kotelointiluokitus	min IP66	n/a	-	P
oikosulku- ja ylikuormitussuoja	on	n/a	-	P
hinta	max 50	euro	€	H
<b>Kotelo</b>				
kotelon koko	200x200x150	millimetri	mm	H
kotelointiluokitus	min IP55	n/a	-	P
sisääntulo	liitin	n/a	-	P
ulostulot	RCA-liitin	n/a	-	P
materiaali	muovi	n/a	-	H
<b>Elektroniikka</b>				
piirikortin koko	max 100x150	millimetri	mm	H
piirikortin sisääntulo	juotettava/liitin	n/a	-	P
piirikortin ulostulo	juotettava/liitin	n/a	-	P
ulostulojen lukumäärä	12	kappale	kpl	P
komponentit	läpivienti	n/a	-	P
valo-ohjauksen logiikka	ei speksattu	n/a	-	P
kortilla kulkeva jännite	max 9	voltti	V	H
<b>Koko systeemi</b>				
käyttöjännite	verkkovirta (~230)	(voltti)	(V)	P
lamppujen etäisyys toisistaan	1	metri	m	H
johtojen väri	musta	-		H
välähdysaika	n/a	sekunti	s	H
välähdysten satunnaisuus	satunnainen	n/a	-	P
käyttöikä	min 14/10	vuorokautta/tuntia	vrk/h	P
koko	min 12	valo	kpl	P
pituus	min 15	metri	m	H
paino	max 3	kilogramma	kg	H
hinta	max 300	euro	€	H

Valaisimeksi valittiin tavallinen ledi pääasiassa siksi, että se täytti valaisimelle asetetut vaatimukset hyvin ja se oli taloudellinen. Lisäksi se oli pieni kooltaan ja verrattuna teholediin helppo asentaa (kuva 3). Muihin valonlähteisiin verrattuna ledi on myös kestävä: hehkulampun ja halogeenilampun hehkulanka joutuu kovalle mekaaniselle rasitukselle, koska hehkulanka venyy ja kutistuu sytytysten ja sammutusten tahdissa (lämpenee ja jäähtyy), jolloin lampun elinikä lyhenee nopeasti. Valaisuvoimakkuudeltaan ledi osoittautui riittäväksi (kuva 4).



*Kuva 4. Vasemmalta oikealle: hehkulamppu 40 W, ledi 40 cd, ledi 40 cd.*

Valaisuvoimakkuutta ei mitattu, vaan se määritettiin kokeellisesti pimennetyssä huoneessa. Valonlähde suunnattiin alhaalta ylöspäin ilman erillisiä suuntaajia (esimerkiksi kaulukset, varjostimet). Kuvasta 4 havaitaan, että ledit voivat valaista melkein yhtä voimakkaasti kuin 40 W:n hehkulamppu.

Ledi on puolijohdekomponentti, joka säteilee valoa, kun sen läpi johdetaan virtaa. Säteilevän valon väri riippuu ledissä käytetyistä materiaaleista. Ledi tarvitsee vähintään tietynsuuruisen kynnysjännitteen, ennen kuin se alkaa johtaa virtaa. Myös kynnysjännite on riippuvainen käytetyistä materiaaleista. Esimerkiksi kirkasvaloleidin kynnysjännite on suurempi kuin valaisuvoimakkuudeltaan vähäisemmällä ledillä, tai värillisen ledin kynnysjännite on suurempi kuin kirkkaan ledin.

Ledin virta kasvaa jyrkästi kynnysjännitteen yläpuolelle, joten se suojataan vastuksella tuhoutumisen estämiseksi. On tärkeää myös kytkeä ledi oikein päin, sillä jo 3 V:n

estosuuntainen jännite voi tuhota sen. Useat ledityypit kestävät noin 30 mW:n jatkuvan tehon (20 mA, 1,65 V), joten keskimääräinen teho ei saa nousta tätä suuremmaksi. Lediä voidaan ohjata 200 mA:n virralla, jolloin virta saa olla päällä vain 1/10 kokonaisajasta. (3, s. 73.)

Työssä käytettiin lediä, jonka valaisuteho oli 40 000 mcd ja kynnysjännite 4,3 V. Tällaisia ledejä kutsutaan usein kirkasvaloledeiksi erotuksena vähemmän valaisevista ja monessa elektroniikan sovelluksessa käytetyistä ns. tavallisista ledeistä.

## 2.2 Piirilevyn kuviointi

Piirilevy voidaan kuvioida pienessä mittakaavassa, ts. ei-tuotannollisesti kahdella eri tavalla: kemiallisesti syövyttämällä ja mekaanisesti jyrsimällä. Syövytyksessä levy kuvioidaan valottamisen avulla, ja vetoja ympäröivä kuparialue poistetaan jollakin kuparia liuottavalla kemikaalilla, esimerkiksi ferrikloridilla. Mekaanisesti toteutettuna vedot eristetään kuparia mekaanisesti poistamalla eli jyrsimällä, jolloin haluttu kuvio saadaan levyllä tietokoneohjelman (esimerkiksi PADS) avulla.

Syövyttämisen etuna on ainakin se, että kuparin poisto tapahtuu nopeasti. Haittapuolina ovat mm. hankala kuviointi ja aikaa vievä syövytysaikojen määrittäminen sekä kemikaalien työturvallisuus. Jos syövytysaika määritetään empiirisesti, on vaarana usean levyn yli- tai alisyövytys ja sitä kautta kustannusten kasvaminen häviönä. Läpivientikomponenttien reiät joudutaan poraamaan erikseen, sillä niitä ei voida toteuttaa syövyttämällä.

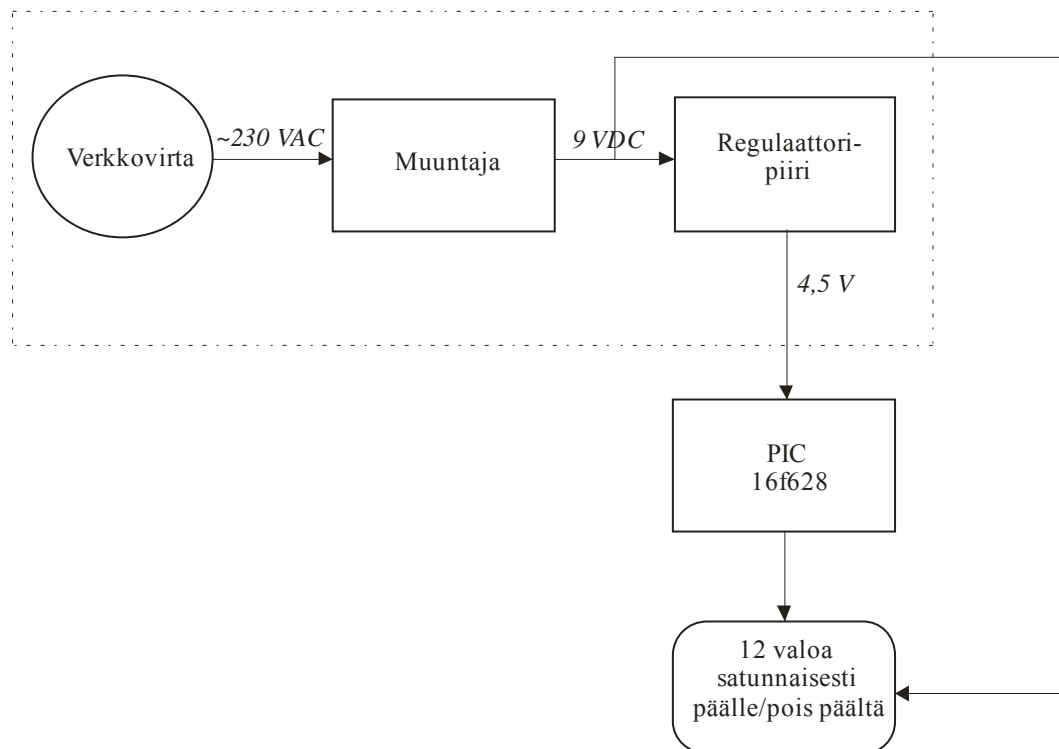
Jyrsiminen etuina ovat ainakin sen turvallisuus ja tarkkuus. Piirilevyn kuparipoistot saadaan alle millimetrin tarkkuudella, eikä vaarana ole kuvion pilaantuminen. Kuviota voidaan korjata lisäjyrsinnällä ja reiät läpijuotoskomponentteja varten saadaan samalla. Haittapuolena on menetelmän hitaus varsinkin, jos suoritetaan laajoja kuparialueiden poistoja.

## 2.3 Valojen ohjaaminen

### 2.3.1 Mikro-ohjaintoteutus

Mikro-ohjaimista valittiin tutkittavaksi PIC16F628, joka on kahdeksanbittinen komplementaarinen metallioksidipuolijohdekomponentti (CMOS-mikro-ohjain). Sillä on 16 nastaa, jotka voidaan ohjelmoida melkein pä minkälaiselle sekvenssille tahansa, ja EEPROM-muistiakin siltä löytyy 128 tavun verran. (4, s. 1.)

Mikro-ohjaintoteutusta on havainnollistettu kuvassa 5. PIC:n sisääntulossa saa olla enintään 5,5 V:n jännite, joka on riittävä myös valonlähteille.



Kuva 5. Yksinkertaistettu vuokaavio mikro-ohjaintoteuksesta.

Mikro-ohjaintoteutuksessa on yksi valoja ohjaava piiri. Piirille voidaan kirjoittaa ohjelmakoodi, joka ohjaa 12 ulostuloa siten, että sekvenssi näyttää näennäisen satunnaiselta ihmissilmällä katsottuna. EEPROM-muistia käytetään satunnaisvälähdyksiä säätämään, ja koska 12 valoa vie tilaa 12 nastaa välähdystä kohden, jää tilaa vielä 4 nastaa, jotka voidaan asettaa "päälläoloaika"-tilaan ja "pimeäaika"-tilaan.

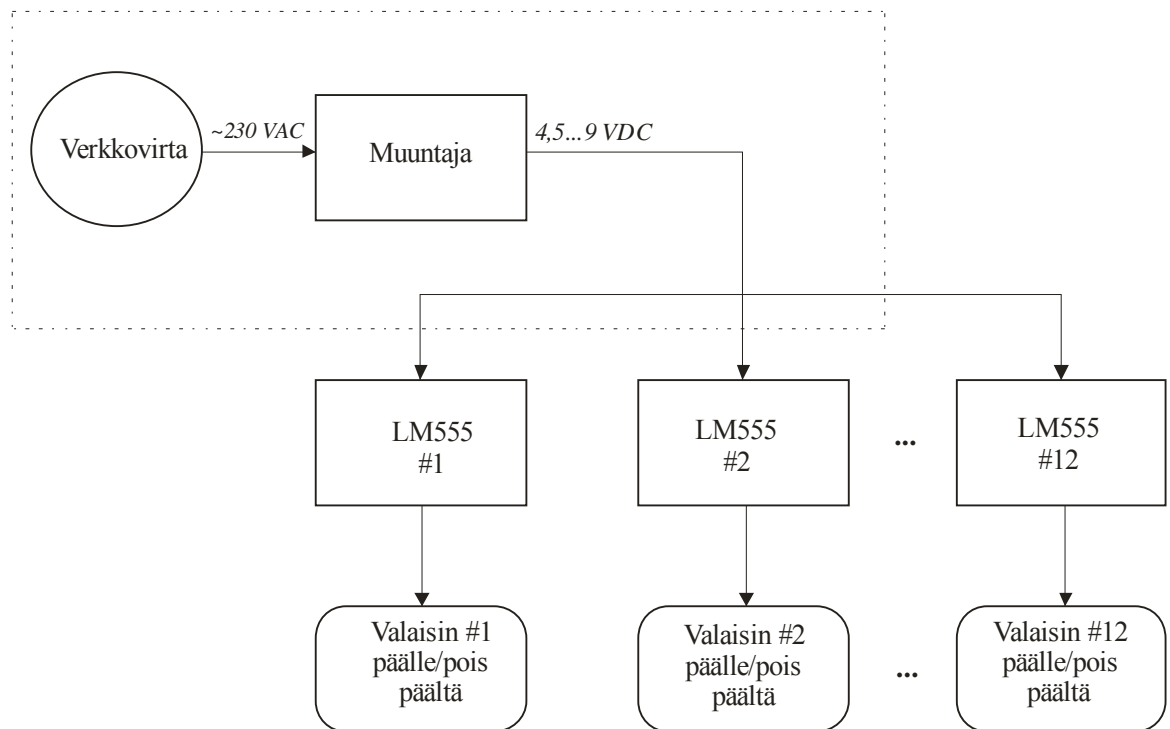
PIC kytketään piiriin, jossa on oskillaattorina kide. Oskillaattorin lisäksi siinä on kaksi hex-invertteriä, joista kiteen kanssa rinnakkain kytketyn tehtävänä on suorittaa 180°:n vaiheensiirto oskillaattorin tarpeisiin. PIC:lle tuleva kellosignaali voidaan viedä myös muille laitteille. PIC:n lähdöt kytketään suoraan valaisimille. (4, s. 98.)

Mikro-ohjaintoteutus vastaa hyvin ohjaimelle asetettuihin vaatimuksiin. Se on monipuolinen ja helposti muunneltavissa, ja koska yhdellä mikro-ohjaimella on tarpeeksi nastoja kattamaan kaikkien valaisimien ohjausta, saadaan piiri tehtyä pieneen tilaan. Haittapuolena on hex-invertterien vaatima minimijännite, joka on 4,5 V (5, s. 2). Toiseksi haitaksi mainittakoon suuritöinen ohjelmointi.

### **2.3.2 Logiikkapiiritoteutus**

Logiikkapiireistä LM555 sopii hyvin valosäätimeen, sillä se on erittäin stabiili mikropiiri, jolla voidaan tuottaa tarkkoja aikaviiveitä tai oskillointia. Aikaviiveen voi asettaa mikrosekunneista tunteihin. (6, s. 1.)

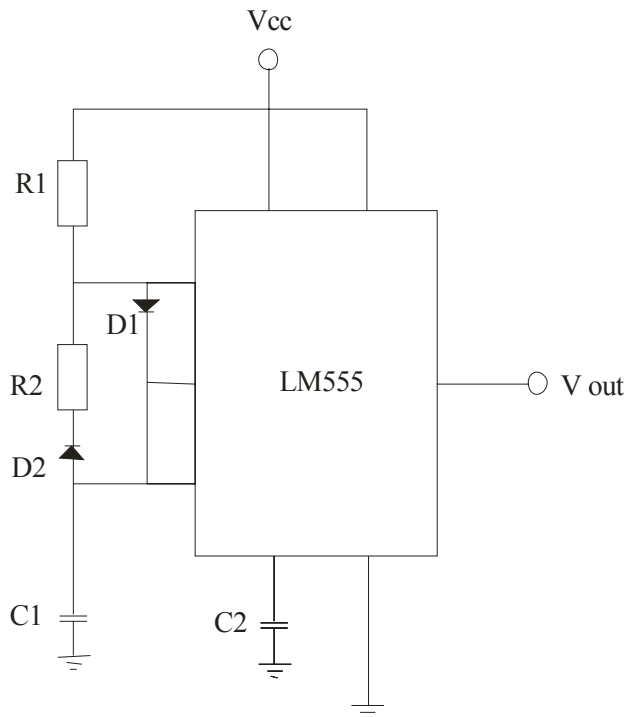
Toteutuksen haittana on, että LM555:lla on vain yksi ulostulo, jolloin jokaista valaisinta ohjaamaan pitää asettaa oma mikropiirinsä. Toimintaa havainnollistetaan kuvassa 6.



Kuva 6. Yksinkertaistettu vuokaavio LM555-piirin toiminnasta.

Koska LM555:n tulojännite saa olla enintään 18 V, ei erillistä regulaattoripiiriä tarvita, vaan voidaan käyttää muuntajan jännitettä suoraan. Toteutuksen etuna on, että satunnaisuus saadaan tarkasti toteutettua mitoittamalla. Mitoituksen apuna voidaan käyttää erilaisia tietokoneohjelmia, joista esimerkiksi Schematica Software laskee komponenttien arvot suoraan (kuva 7).





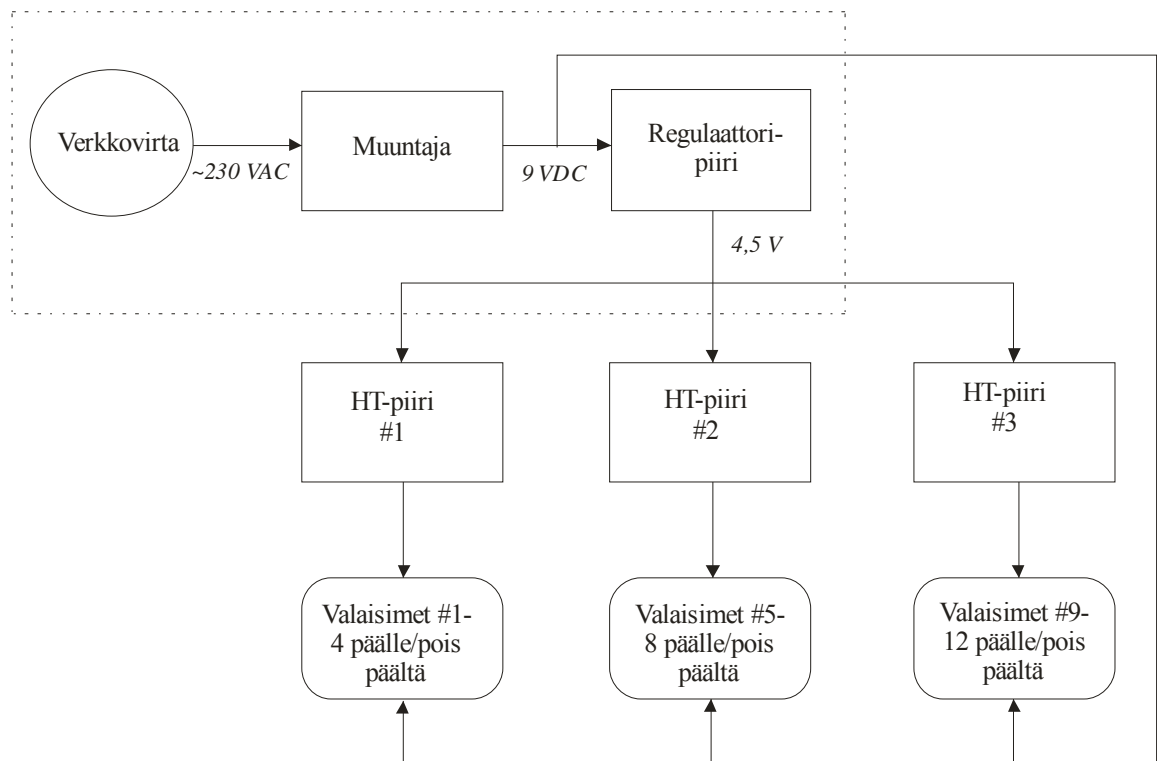
Kuva 7. LM555-kytkentä (lähde: Schematica Software).

Kun kytkentä on kerran tehty, sen muuntaminen on hankalaa, koska kaikki komponentit on mitoitettava uudelleen. Logiikkapiiritoteutus sopiikin parhaiten silloin, kun valoja on systeemissä vähän, eikä sitä haluta muunnella enää rakentamisen jälkeen. Muutoin toteutus on yksinkertainen.

### 2.3.3 Valo-ohjaintoteutus

Valo-ohjaimista valittiin HT2051, joka on halpa, matalatehoinen CMOS LSI -mikropiiri. HT2051 on suunniteltu lampuille ja ledien välähdysajureille. Siinä on viisi epäjatkovaa ulostuloa ja 10 mA:n kapasiteetti, ja se voidaan asettaa satunnaisille välähdyksille, järjestelmällisille ylös/alas-sekvensseille, ONE SHOT-moodille ja ON/OFF-moodille. Normaalisovelluksiin piiri tarvitsee vain yhden ulkoisen vastuksen. HT2051 sopii välketuotteisiin, kuten diskovaloihin, onnittelukortteihin ja jouluvalaistuksiin. (7, s. 1.)

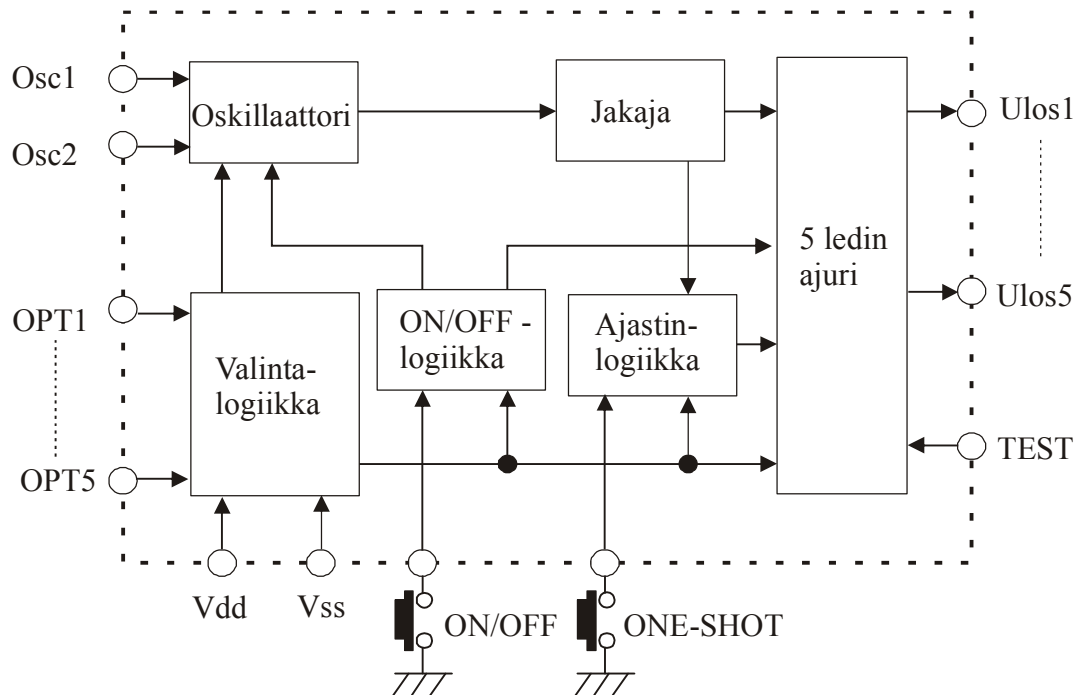
HT2051 on ohjelmoitu kuudelle ulostulolle, ja se voidaan säätää 16 eri sekvenssille, esimerkiksi siten, että ledit syttyvät ja sammuvat järjestyksessä 1-6 tai välkkyvät näennäisen satunnaisesti. HT2051:ä käytetään yleisesti ledisysteemien ohjaimena, esimerkiksi ledeistä koostuvat valotaulut tai jouluvalot (7, s. 1). Kuvassa 8 on yksinkertaistettu vuokaavio valo-ohjaintoteutuksesta.



Kuva 8. Yksinkertaistettu vuokaavio valo-ohjaintoteutuksesta. Katkoviivalla on merkitty se osa, joka on yhteinen kaikille toteutuksille.

Valo-ohjaintoteutuksessa valmistetaan kolme erillistä ohjainpiiriä, joille kaikille tulee regulaattori-piirin tuottama käyttöjännite. Kukin piiri ohjaa neljää valaisinta, ja ne voidaan säätää erikseen omalle oskillointitaajuudelleen, minkä tuloksena saadaan jokaiselle valaisinryhmälle oma välähdysten väli ja kesto. Koska HT-piirin käyttöjännite on enintään 4,5 V, viedään valaisimille myös muuntajalta tuleva 9 V:n jännite, jotta niille riittäisi varmasti virta.

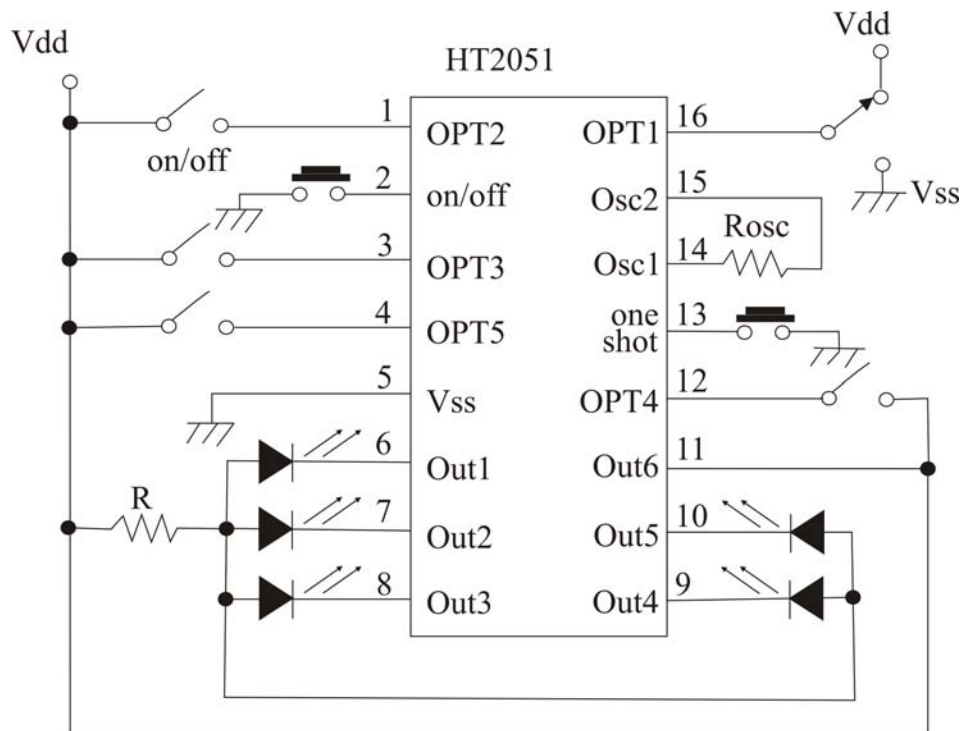
Kuvassa 9 on HT2051-valo-ohjaimen rakenne. HT-piiri koostuu oskillaattorista, jakajasta, lediajuriista ja erilaisista logiikoista.



Kuva 9. HT2051:n rakenne (7, s. 1). OSC ovat oskillaattorin sisääntulot ja OPT ovat valintalogiikan sisääntulot. ONE SHOT on ajastinlogiikan sisääntulo. Vdd on positiivinen käyttöjännite ja Vss negatiivinen käyttöjännite.

HT2051:n toimintaperiaate on seuraava: ON/OFF- ja ajastinlogiikalla valitaan syötteen tyyppi eli se, onko piiri jatkuva- vai kertatoiminen. Tämän jälkeen valitaan valintalogiikalla haluttu välähdystapa eli joku tietty sekvenssi tai satunnaisuus. Oskillaattori määrittää ulostulojen taajuuden, ja tätä kontrolloidaan esimerkiksi vastuksen avulla. Muut sisääntulot voidaan kiinnittää pysyvästi tiettyyn tilaan tai niille kaikille voidaan laittaa kytkin. Valintojen vaikutukset ovat taulukossa 3.

Kuvassa 10 on HT2051:n kytkentä valaisinpiiriin datalehden mukaisesti. Piiriin tuodaan käyttöjännitettä 1,2-4,5 V.



Kuva 10. HT2051-kytkentä (7, s. 4.)

HT-piirille tuodaan jännite 4,5 V nastoille 1, 3, 4, 11 ja 12. Jännite vietään kytkimen kautta kaikille muille nastoille paitsi nastalle 11, joka on piirin käyttöjännite. Kytkimet mahdollistavat valojen sekvenssit, jotka riippuvat siitä, onko jännite kytketty valintanastaan vai ei. ON/OFF-kytkin nastassa 2 kytketään maahan kytkimen kautta. Jos nasta on maadoitettu (= ON), jäävät piirin ohjaamat valot päälle sekvenssin päätyttyä. Päinvastaisessa tapauksessa kaikki valot sammuvat. Kytkimiä havainnollistetaan taulukossa 3. Oskillointinastoihin 1 ja 2 kytketään säätövastus väliin. Vastuksen suuruudella säädetään sekvenssien nopeutta. Ulostulojen nastat kytketään ledeille, tai ne voidaan jättää kytkemättä. Jos ledejä käytetään, on niille mitoitettava etuvastus.

Taulukko 3. Kokeellisesti saadut tulokset valintakytkimien toiminnoista.

Kytkin	Selitys	Tila	Tulos
1	Valinta 1	1	käy sekvenssin yhden kerran läpi
		0	sekvenssi on jatkuva
2	Valinta 2	1	satunnainen järjestys
		0	ei-satunnainen järjestys
3	Valinta 3	1	järjestyksessä ulostulo 5...ulostulo 1
		0	järjestys ulostulo 1...ulostulo 5...ulostulo 1
4	Valinta 4	1	järjestyksessä ulostulo 1...ulostulo 5
		0	järjestystä ei valittu
5	Valinta 5	1	ulostuloissa on virta sekvenssin päätyttyä
		0	ulostuloissa ei lopuksi virtaa
6	ON/OFF	1	ulostuloissa on virta sekvenssin päätyttyä
		0	ulostuloissa ei lopuksi virtaa
7	ONE SHOT	1	käy sekvenssin yhden kerran läpi
		0	sekvenssi on jatkuva

Kokeellisesti saadut tulokset valintakytkimien toiminnoista erosivat hieman datalehdessä mainituista. Datalehden mukaan (liite 1, s. 3) valintakytkin 4 valitsee lyhyen tai pitkän välähdysajan. Kokeiden aikana tämä kytkin aiheutti tietyn sekvenssin ulostuloille.

Valo-ohjaintoteutuksen etuna on, että se on menetelmästä helpoin toteuttaa. Se on valmiiksi ohjelmoitu, joten tehtäväksi ei jää muuta kuin piirin mitoittaminen. Piiri on myös helposti muunneltavissa, sillä jos kaikkiin valintoihin laitetaan omat kytkimet sen sijaan, että ne asetettaisiin kiinteästi johonkin moodiin, mahdollisia välähdystapoja on useita. Toteutuksen huono puoli on, että välähdykset ovat hyvin nopeita, ja jos halutaan pitkiä aikaviiveitä välähdysten väliin tai pitkiä välähdyksiä, piirin mitoittamisesta tulee hankalaa. Myöskään täysin satunnaista välähtelyä ei saada aikaiseksi, vaan satunnaisuus on näennäistä.

## 2.4 Valaistuksen rakentaminen

Ohjauspiiriä suunniteltaessa kiinnitettiin huomiota ensisijaisesti välähdysten säätämiseen ja käyttöjännitteen luomiseen mikropiirille. Asemoinnissa kiinnitettiin erityisesti huomiota siihen, että saataisiin mahdollisimman paljon vetoja piirin yhdelle puolelle (takapinnalle). Tällä haluttiin varmistaa piirilevyn valmistuminen mahdollisen laiteongelman sattuessa, jolloin levy olisi voitu tehdä tarpeen vaatiessa syövyttämällä. Koska levyn koon määritteli kotelon koko, voitiin komponentit asemoida väljästi.

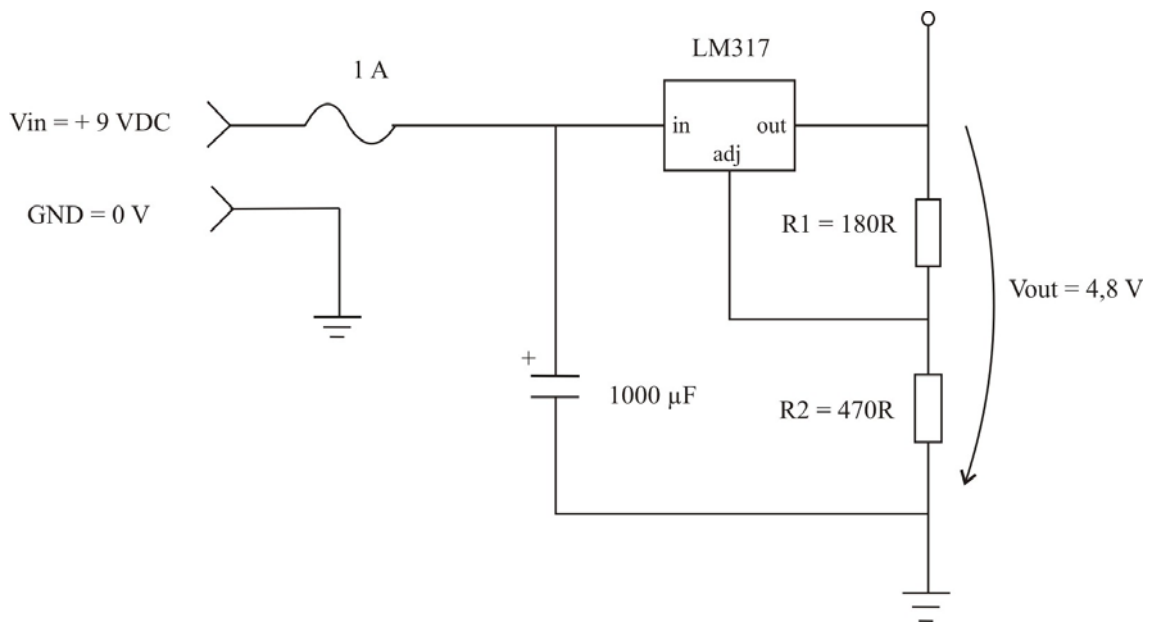
Kotelon koko määräytyi liittimien lukumäärän mukaan. Koska ulostuloja oli kaksitoista ja ne haluttiin RCA-liittimille, oli kotelon oltava kookas mahduttaakseen kaikki liittimet halutusti yhdelle sivulle.

Ohjausyksikkö valmistettiin Myyrmäessä Metropolian tiloissa. Loppukokoonpano suoritettiin näyttelytilassa, jossa johtojen pituus mitoitettiin tilaan sopivaksi ja valot kiinnitettiin alustoihinsa.

### 2.4.1 Käyttöjännitteen luominen

Valo-ohjauksen periaatteena oli, että verkkojännite (230 VAC) muunnettiin ensin yhdeksän voltin tasajännitteeksi, joka edelleen muunnettiin 4,5 V käyttöjännitteeksi. Verkkovirran muuntaminen tehtiin kaupallisella muuntajalla, koska haluttiin varmistaa kokoonpanon turvallisuus.

Muuntajan tuottama 9 VDC on suhteellisen pieni jännite, jolloin valo-ohjaimen kokoonpanosta ei ollut esimerkiksi tulipalovaaraa. Jännite 9 VDC tuotiin piirille 1 A sulakkeen kautta ja vietiin sekä valaisimille että regulaattoripiiriin, joka muunsi sen 4,5 V käyttöjännitteeksi (kuva 11). Regulaattoriksi valittiin LM317, joka on säädettävä positiivinen lineaarinen jänniteregulaattori (8, s. 896).



Kuva 11. Tulojännitteen (9 V) muuntaminen 4,5 V:n käyttöjännitteeksi..

Regulaattoriipiiri mitoitettiin johtamalla kaavasta 1 (9, s. 5).

$$V_{\text{out}} = 1,25 \text{ V} \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} \right) I_{\text{ADJ}} R_2 \quad (1)$$

Kaavassa  $V_{\text{out}}$  on ulostuleva, säädetty jännite. 1,25 V on referenssijännite  $V_{\text{REF}}$ , jolle oli annettu arvo datalehdessä (9, s. 3).  $I_{\text{ADJ}}$  on vuotovirta ja  $R_1$  ja  $R_2$  ovat vastukset. Laskussa on oleellista suhde  $R_2/R_1$ , ei niinkään niiden arvot. Siksi valittiin ensin  $R_1$ :n arvo E12-sarjasta ja sen avulla  $R_2$ :n arvo.

Vastusten arvoiksi saatiin  $R_1 = 180 \Omega$  ja  $R_2 = 470 \Omega$ . Koska  $I_{\text{ADJ}}R_2$ -termi on pieni, ei sitä huomioida tässä tapauksessa:  $I_{\text{ADJ}} \approx 50 \mu\text{A} \rightarrow I_{\text{ADJ}}R_2 \approx 0,0235 \text{ V}$  (9, s. 3).

Regulaattoriin jäävä tehohäviö ei ollut oleellinen seikka piiriä suunniteltaessa, joten sitä ei laskettu. Regulaattoriipiiriin valittu 1000  $\mu\text{F}$ :n kondensaattori oli datalehden suositteleman skaalan yläpäässä ja muutenkin tässä työssä ylimitoitettu, koska valosysteemin ei arvioitu tuottavan merkittäviä piikkivirtoja. Ko. kondensaattorin valintaan vaikutti pääasiassa komponentin saatavuus.

Datalehden kytkennässä oli ulostulolle piirretty pieni kondensaattori (9, s.1). Tämän tehtävänä oli parantaa kytkentävastetta, mutta se päätettiin jättää pois (8, s.71).

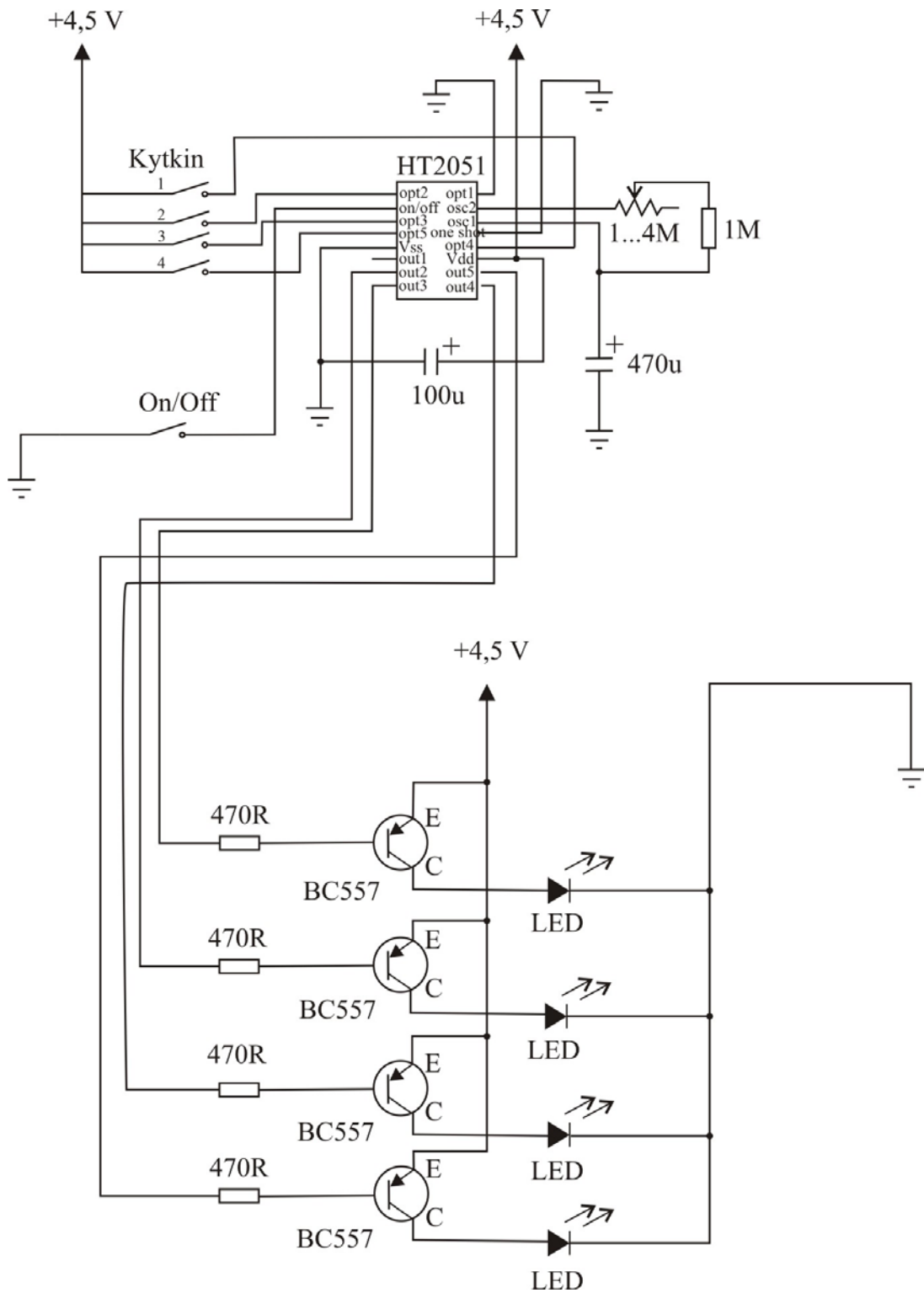
#### **2.4.2 Ohjauspiirin luominen**

Ohjauspiiri toteutettiin HT2051-valo-ohjaimella. Valittuun menetelmään päädyttiin sen perusteella, että aikaa toteutukseen oli vähän ja tarvikkeet olivat helposti saatavilla. Koska työssä valoja oli kaksitoista, tehtiin koko piiri siten, että siinä oli kolme HT2051-piiriä. Kukin HT-piiri ohjasi neljää valaisinta. Tällä saatiin lisää satunnaisuutta valojen syttymis- ja sammumisjärjestykseen.

Piirilevy toteutettiin pääosin yksipuolisena, koska haluttiin varmistaa sen valmistuminen aikataulussa siinäkin tapauksessa, että jyrshintä ei olisi voitu käyttää. Vaihtoehtoisena menetelmänä oli syövytystoteutus, joka olisi ollut helpompi toteuttaa yksi- kuin kaksipuoliselle levyille.

Yhtä valaisinta ohjaava kytkentäkaavio on kuvassa 12, jossa HT-piirin ulostulo #1 on jätetty vapaaksi. Muilla piireillä jätettiin ulostulot #3 ja #6 vapaiksi. Koko systeemin kytkentäkaavio on liitteessä 2. Ensimmäinen prototyyppi rakennettiin koekytkentälevylle ja havaittiin, että valojen välähtelyaika oli aivan liian taaja. Tätä haluttiin muokata, ja päädyttiin helpoimpaan ja nopeimpaan vaihtoehtoon eli RC-kytkentään HT-piirin oskillointituloihin. Lisäämällä kytkentään RC-piiri saatiin välähdysten aika säädettyä sopivaksi. Komponenttien suuruudet määritettiin kokeellisesti.





Kuva 12. Yhden HT2051:n kytkentä neljälle valaisimelle. HT2051:n yksi ulostuloista jätettiin vapaaksi, jotta välähtelyihin saataisiin vaihtelua; jokaisessa piirissä oli eli nasta vapaana. Piirissä olevat kytkimet 1-4 sekä On/Off-kytkin olivat yhteiset kaikille valaisimia ohjaaville piireille. HT-piirin nastat esitellään tarkemmin kuvassa 10.

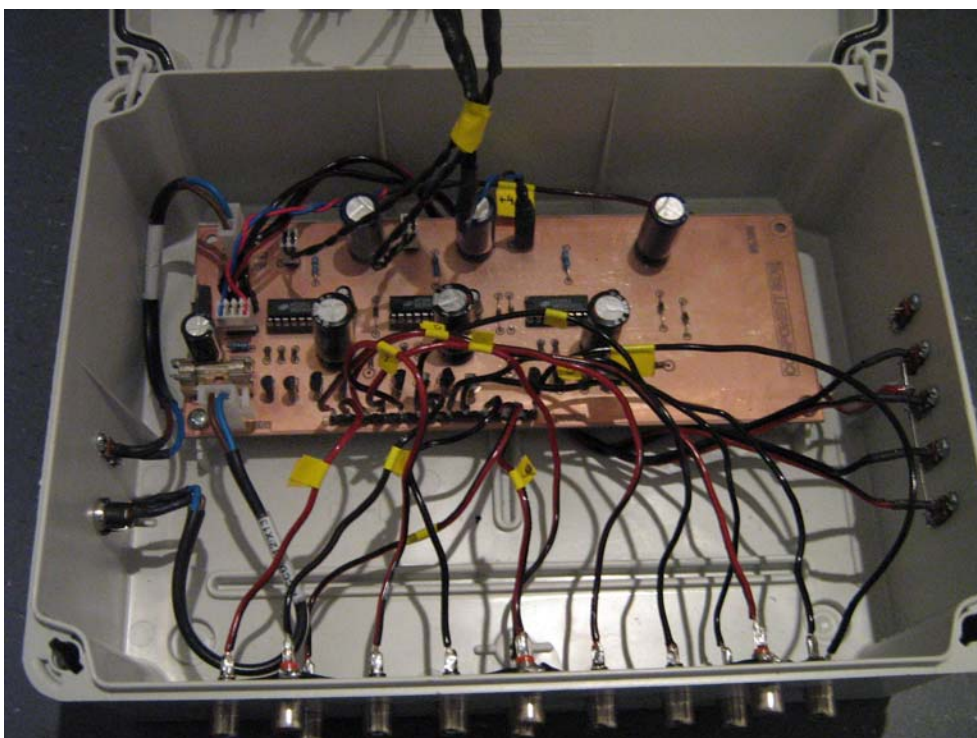
HT-piirille tuli käyttöjännitetulon VDD lisäksi kytkinten 1-4 kautta valintanastoihin 1-4 4,5 V. On/Off-sisääntulo liitettiin kytkimen SW4 kautta maihin. Valinta 1, VSD- ja ONE SHOT –liitännät kytkettiin myös maihin, koska valojen haluttiin jäävän sekvenssin keskeyttäessä päälle ja ONE SHOT –toiminnolla todettiin olevan mitätön vaikutus valaisinpiirin toimintaan. Koko piirissä oli kolme erillistä HT-piiriä, joita ohjasivat samat sekvenssikytkimet. Kaikkia piiriä ohjasi myös yksi ON/OFF-kytkin, josta systeemi nollattiin.

HT:n oskillointinastoihin kytkettiin säädettävä vastus sekä kondensaattori, jotka säätivät valojen välähdysten kestoja: mitä suuremmaksi vastus säädettiin, sitä hitaammin ledit välähtelivät ja sitä pidemmän ajan kerrallaan niissä kulki virta. Piiristä haluttiin saada säädettävä, jotta käyttäjä voisi itse määrittellä sopivan välähdystaajuuden. Vastuksen ja kondensaattorin suuruudet määritettiin empiirisesti.

HT-piirin positiivisen (V<sub>dd</sub>) ja negatiivisen (V<sub>ss</sub>) käyttöjännitteen väliin kytkettiin pieni kondensaattori tasoittamaan virtaa. Ulostuloihin kytkettiin pnp-tyypin transistorit, jotka toimivat kytkiminä valoille. Transistoreja käyttämällä haluttiin varmistaa, että valaisimet saivat tarpeeksi virtaa. Suurempi lähdejännite (9 V) voitiin ohjata yhteisemitterikytketyille transistoreille, jolloin pieni, 4,5 V:n kantajännite mahdollisti valaisimien virransaannin. Piiri suunniteltiin näin, koska suunnitteluvaiheessa ei ollut vielä täysin selvää, millaiset valaisimet hankittaisiin, ja näin valmistettuna se oli muunneltavissa. Koska valaisimiksi valittiin lopulta ledit, ohjattiin transistorien emittereillekin 4,5 V, koska kokeellisesti todistettiin valojen toimivan paremmin tällä jännitteellä.

### 2.4.3 Kokoonpano

Piirilevy valmistettiin jyrsimällä ja kalustettiin läpivientikomponentein, koska se oli helppointa. Osa levyn tuloista ja lähdöistä juotettiin suoraan levyyn ja osa kiinnitettiin siihen liittimin. Liittimin kiinnitettiin hankalasti juotettavat kohdat sekä sellaiset johdot, jotka häisitsivät levyn koteloimista. Koteloitu piirilevy on kuvassa 13.



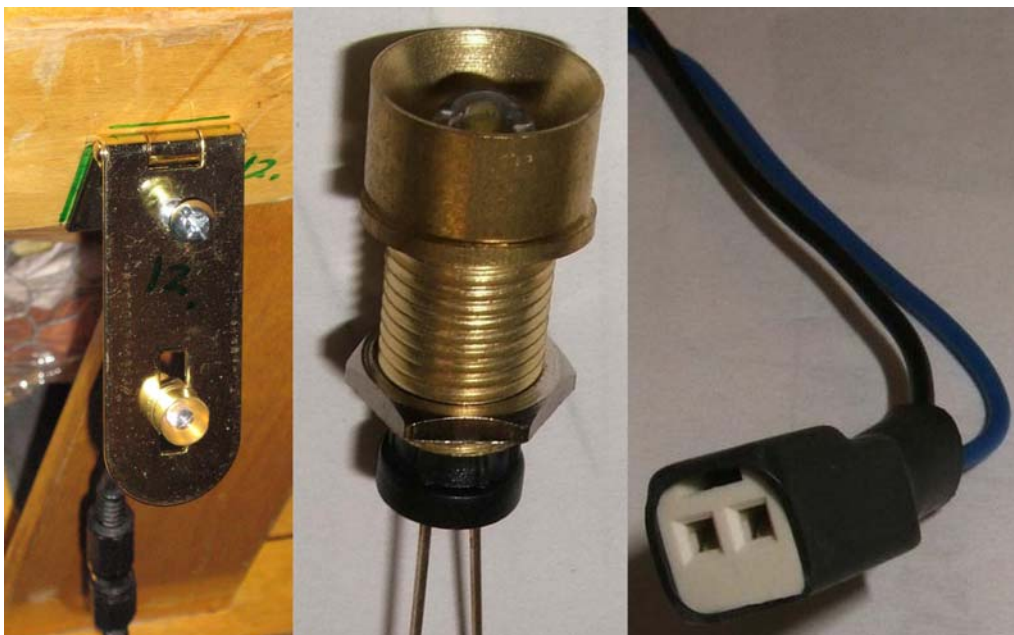
*Kuva 13. Koteloitu piirilevy. Levyn juotospuoli on piilossa alapinnalla.*

Piirikortin ulostulot juotettiin kotelon RCA-naarasliittimiin, joihin liitettiin RCA-urosliittimillä valojen johdot. RCA-liittimessä on sisäosassa jännitteeseen kytkettävä pinni ja sen ympärillä kuorena maadoituspinni. Liittimiä on saatavilla erivärisiä, ja toteutukseen valittiin punaisia ja mustia liittimiä visuaalisuuden vuoksi. Toimintaan värit eivät viitanneet millään tavalla.

Koteloon tehtiin viisi valintakytkintä, joista neljällä ohjattiin valaistuksen sekvenssiä ja yksi ei tehnyt mitään. Toimimaton kytkin tehtiin tasapainoisen näkymän luomiseksi. Kotelon kannen läpi tulivat HT-piirien oskillointeihin kiinnitetyt kolme potentiometriä. Näin kullekin neljän valon setille oli oma säätönsä. Koteloon tuli vielä nollauskytkin, josta HT-piirit nollautuivat. Erillistä virtakytkintä ei laitettu, koska toiminnan ja turvallisuuden kannalta varmempaa, että laite sammutettiin aina kytkemällä systeemi irti verkkovirrasta. Kotelon yksi sivu jätettiin tyhjäksi tarkoituksella, jotta se voitaisiin asettaa seinää vasten. Tällä haluttiin varmistaa tulevaisuuden mahdollisuus asentaa kotelo esimerkiksi pienelle hyllylle.

Valojen johdoksi valittiin parikaapeli, koska siinä saatiin maadoitus hoidettua samalla kertaa kätevästi ilman erillisiä maadoituskaapeleita. Parikaapelissa on kaksi johtoa kiinnitetty toisiinsa eristeen avulla. Valitussa parikaapelissa oli toinen johto musta ja toinen punainen, joka valittiin jännitteelliseksi johdoksi.

Kukin ledi kiinnitettiin pronssiseen kantaan, joka vuorostaan kiinnitettiin saranasta kehitettyyn alustaan (kuva 14). Saranaratkaisu mahdollisti, että valoa voitiin suunnata haluttuun kohtaan ylös-alas-suunnassa. Koska alustat kiinnitettiin teokseen pysyvästi, tehtiin valojen yhteyteen toinen RCA-liitäntä johtojen irrottamiseksi esimerkiksi kuljetuksen tai varastoinnin ajaksi.



*Kuva 14. Yksi systeemin valoista. Vasemmalla saranaan kiinnitetty ledi kantoineen ja johtoineen, jossa on näkyvissä RCA-liitin näppärää irrotusta varten. Saranassa olevalla ruuvilla suunnataan ledi. Keskellä ledi kantoineen. Oikealla ledin johtoa valmiiksi asennetun kannan kera.*

Ennen kuin systeemi asennettiin paikoilleen, ohjausyksikön toiminta testattiin pariston (4,5 V) avulla. Näin varmistettiin, ettei se ollut vahingoittunut kokoonpanovaiheessa. Vahingoittumattomaksi todettu yksikkö asennettiin kohteeseensa Destination Salvation (2008) –teokseen paikan päällä näyttelytilassa, jossa lopputestaus suoritettiin.

Lopputestaus tehtiin siinä kokoonpanossa, jossa laitetta käytettiin. Tässä vaiheessa huomattiin, että laitteen nollaus vei enemmän aikaa kuin mitä oli alun perin mitattu. Vianetsinnän yhteydessä huomattiin, että piirilevyn suuret komponentit (kondensaattorit) olivat tärähtäneet kuljetuksen aikana ja juotokset olivat osittain irronneet. Tämä korjattiin juottamalla hyppylangat suoraan komponentin nastoista kohteisiin. Korjauksen jälkeen ohjausyksikkö toimi moitteettomasti. Tämä olisi voitu estää kiinnittämällä ne kuumaliimalla piirilevylle heilumisen ja irtoamisen estämiseksi.

#### **2.4.4 Käyttö**

Laite sijaitsi sisätiloissa kontrolloiduissa olosuhteissa, joten ympäristö ei tuonut sille kovinkaan kummoisia vaatimuksia kosteuden tai lämmön siedon suhteen. Käyttöaika määriteltiin 14 vuorokautta, 10 tuntia kerrallaan, minkä laite toteutti hyvin.

Jatkuvassa käytössä odotettiin ongelmaksi syntyvän laitteen ylikuumentuminen. Testausvaiheessa kuitenkin todettiin, että laite ei kuumene 12 tunnin jatkuvassa käytössä, joten ylimääräistä jäähdytintä ei systeemiin rakennettu.

Jatkuvan käytön yhteydessä havaittiin, että jos systeemin nollaus suoritettiin hätäisesti, ei piiri nollautunutkaan. Seurauksena tästä oli vikatoiminto. Asia ratkaistiin laatimalla käyttäjän opas (liite 4). Käyttäjän opas keskittyi siihen, miten valo-ohjausyksikköä käytettiin ja miten valot asennettiin uudestaan varastoinnin jälkeen sekä miten käyttäjä selviäisi mahdollisista vikatilanteista. Tämän jälkeen ongelmia ei esiintynyt.

Kalkamon teos *Destination Salvation*, jonka osana valaistus oli, esitettiin Galleria Sculptorissa syyskuussa 2008. Näyttelystä kirjoitettiin Helsingin Sanomissa artikkeli, joka on liitteessä 4. Artikkelissa mainitaan myös valaistus lyhyesti ja sen tekijä kuvatekstissä.

### 3 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli valosysteemien suunnittelu ja toteutus taideteoksen osaksi. Lähtökohtana työlle oli kuvanveistäjä Matti Kalkamon teos *Destination Salvation* (2008). Valaistuksen tuli toimia moitteettomasi ainakin neljäntoista vuorokauden ajan, kymmenen tuntia päivässä.

Työssä tutkittiin kolmea vaihtoehtoista toteutusta ja päädyttiin näistä yhteen, valo-ohjaintoteutukseen. Valo-ohjaintoteutuksessa tehtiin kolme HT2051-piiriä, jotka ohjasivat neljää valoa kukin. Valot välähtelivät näennäisen satunnaisessa järjestyksessä. Valoiksi valittiin kirkasvaloledit, koska ne ovat halpoja ja helppoja komponentteja. Ledit kiinnitettiin pronssisiin kauluksiin ja saranoiden avulla taideteokseen.

Valosysteemi toimi hyvin halutun ajan ja työn tilaaja oli siihen tyytyväinen. Valojen välkyntä näytti satunnaiselta ja oli taajuudeltaan sopiva. Koko työn tekemistä ja ajan käyttöä määritteli erittäin tiukka aikataulu, joten suunnitteluvaihe jäi liian lyhyeksi. Tämän takia päädyttiin useisiin ratkaisuihin, joiden toteutus olisi voinut olla erilainen.

Kehittämiskohteena on ainakin ohjauksen toteutus: yksi mikro-ohjain olisi saattanut olla parempi ratkaisu kuin kolme valo-ohjainpiiriä. Myös levyn asemointiin voitaisiin käyttää enemmän aikaa, jolloin vedoista tulisi järkevempiä kuin lopullisessa toteutuksessa, jossa ne mutkittelevat monessa paikassa aivan turhaan. Komponenttien kiinnittämiseen pitäisi kiinnittää enemmän huomiota, ja esimerkiksi suurikokoiset komponentit voisi kiinnittää kuumaliimalla heilumisen ja irtoamisen estämiseksi.

## Lähteet

1. Dominant Semiconductors: SPNovaLED™, datalehti. 2008. Versio 5.0.
2. Partco Oy: Tuoteluettelo 2007. Päivitetty 1.10.2008.
3. Luukkala, Mauri: Elektroniikka. Helsinki: Limes ry:n graafiset laitokset, 1992. 5. korjattu painos.
4. Microchip Technology Inc.: PIC16F62X, datalehti. 1999. Preliminary.
5. Texas Instruments Incorporated: SN54ALS04B, SN54AS04, SN74ALS04B, SN74AS04 HEX inverters, datalehti. 2005, 1994, 1984.
6. National Semiconductor Corporation: LM555/LM555C Timer, datalehti. U.S.A., 1995.
7. Holtek: HT2051 Five LAMP/LED Flash Driver, datalehti. 1997.
8. Floyd, Thomas L.: Electronic Devices. New Jersey: Pearson Education, Inc., 2002, 1999, 1996, 1992, 1988, 1984. 6. painos.
9. National Semiconductor Corporation: LM1117/LM317A/LM317 3-Terminal Adjustable Regulator, datalehti. U.S.A., 1996.

## Liitteet

1. HT2051:n datalehti
2. Kytkenäkaavio
3. Valo-ohjaimen käyttöohje
4. Lehtileike



# HT2051

## Five LAMP/LED Flash Driver

### Features

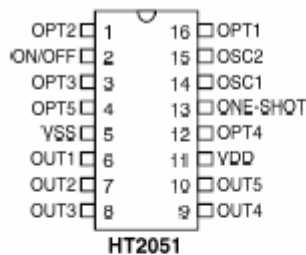
- CMOS Metal-Gate process technology
- Operating voltage: 1.2V–4.5V
- Low stand-by current: 1µA at 3V (Typ.)
- A five lamp flash driver with a 10mA driving capability
- Random or sequential flash selection
- Up or Down sequential flash selection
- One-shot mode or on/off mode selection
- Two flash timer selection in one-shot mode
- Output all-On or all-Off selection in stand-by mode
- 1/10 duty cycle output
- A built-in oscillator
- Minimum external components

### General Description

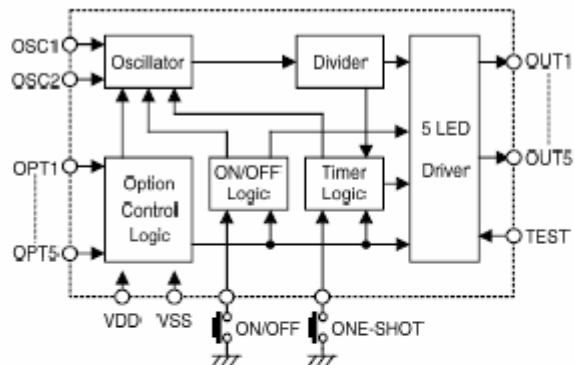
The HT2051 is a low cost, low-power CMOS LSI chip designed for lamps and LED flash drivers. It contains five flash outputs with a 10mA driving capability that can be implemented in many different ways such as random flashers, sequential Up/Down flashers, One-Shot mode and

On/Off mode — all of which are controlled by the options selected on pads. The chip requires only one external resistor for normal applications. It is very suitable for use in flash products such as disco lights, fancy hats, gift cards, X'mas decoration, etc.

### Pin Assignment



### Block Diagram







- Note: (a) OPT1 = VSS → On/Off type  
           OPT1 = VDD → One-shot type  
 (b) OPT2 = Open → Random flash  
           OPT2 = VDD → Sequential flash  
 (c) OPT3 = Open → Down sequence flash  
           OPT3 = VDD → Up/Down sequence flash  
 (d) OPT4 = Open → Short flash time  
           OPT4 = VDD → Long flash time in the one-shot mode  
 (e) OPT5 = Open → Stand-by output all-off  
           OPT5 = VDD → Stand-by output all-on

**Absolute Maximum Ratings**

Supply Voltage ..... -0.3V to 5V      Storage Temperature..... -50°C to 125°C  
 Input/Output Voltage ... V<sub>SS</sub>-0.3V to V<sub>DD</sub>+0.3V      Operating Temperature..... 0°C to 70°C

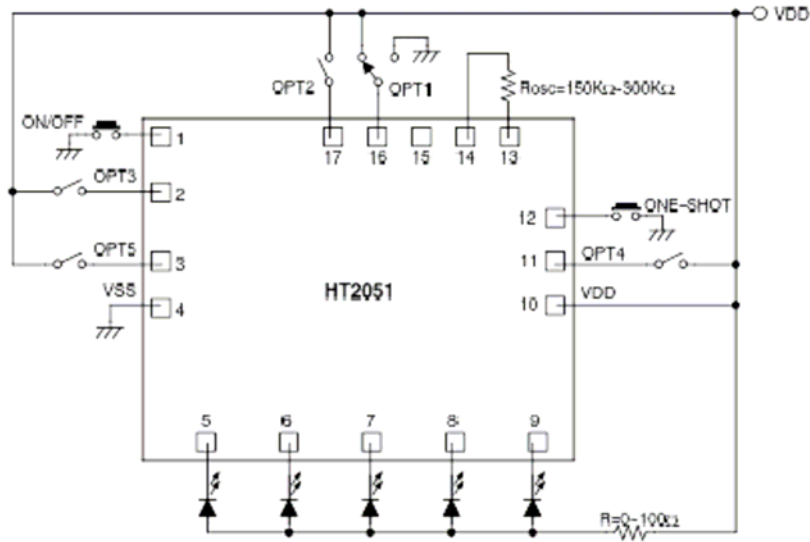
**Electrical Characteristics**

(T<sub>a</sub>=25°C)

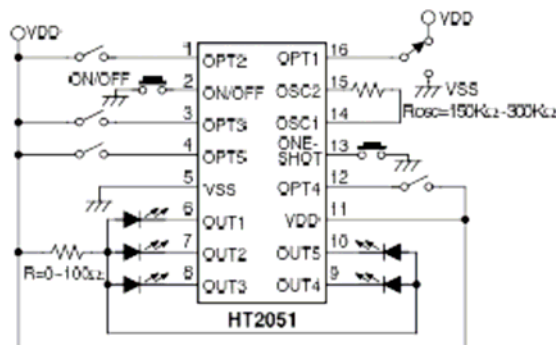
Symbol	Parameter	Test Condition		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V <sub>DD</sub>	Condition				
V <sub>DD</sub>	Operating Voltage	—	—	1.2	3	4.5	V
I <sub>STB</sub>	Stand-by Current	3V	—	—	1	2	μA
I <sub>DD</sub>	Operating Current	3V	No load	—	200	500	μA
I <sub>OL</sub>	Output Sink Current	1.5V	V <sub>OL</sub> =0.5V	5	8	—	mA
		3V	V <sub>OL</sub> =0.5V	10	15	—	mA
F <sub>OSC</sub>	Oscillator Frequency	—	R=150K-300KΩ	—	64K	—	Hz

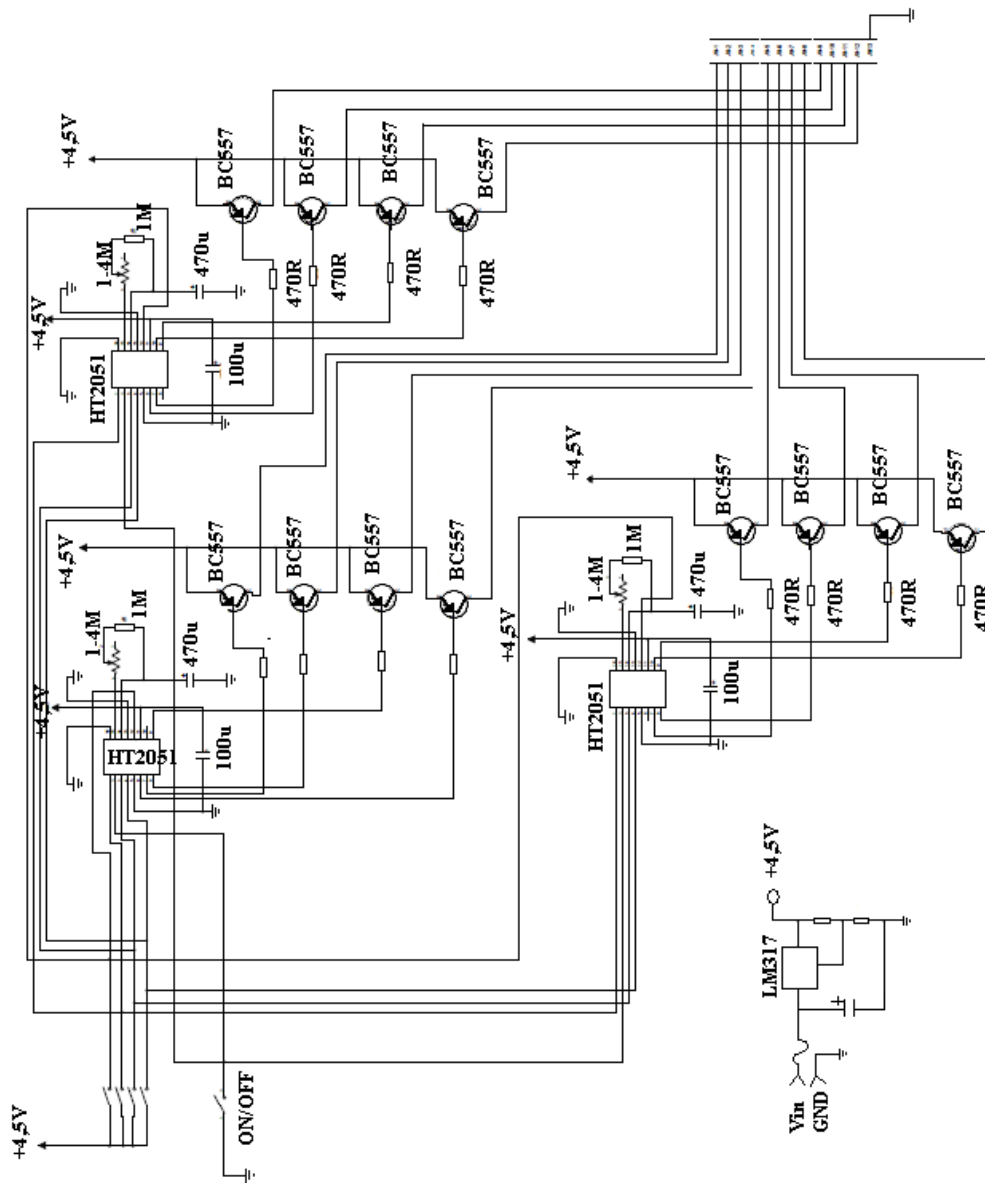


Application Circuit



\* The IC substrate should be connected to VDD in PCB layout artwork.





# **KÄYTTÖOPAS**

## **FID2008**

## SISÄLTÖ:

1	Tarkoitus .....	38
2	Varoitukset / Cautions.....	38
3	Toimintaperiaate .....	39
3.1	Virtalähde.....	39
3.2	FID2008 .....	41
3.3	Valot.....	42
4	Valon vaihtaminen .....	42
5	Kokoonpano .....	43
5.1	Valojen kiinnittäminen.....	43
5.2	Johtojen yhdistäminen.....	44
6	Vikatilanteita.....	45
7	Yhteystiedot .....	46
8	Muutoshistoria .....	46

## 1 Tarkoitus

Tämän ohjeen tarkoituksena on selvittää laitteen Figure Illuminating Diodes (FID2008) – ohjausyksikön käyttöä. Käyttöohjeen kieli on suomi. Käyttöohjeen voi tilata myös englannin kielisenä.

## 2 Varoitukset / Cautions

Lue nämä varoitukset tarkasti ja noudata niitä. FID2008 ei ole kaupallinen ohjausyksikkö ja sitä ei saa kohdella sellaisena. Valmistaja ei vastaa virheellisen käytön seurauksista eikä mene takuuseen laitteesta.

### SUOJELTAVA KOSTEUELTA / KEEP DRY

Ohjausyksikkö FID2008 vahingoittuu kosteudesta, joten älä päästä sitä kastumaan.

Jos olet säilyttänyt FID2008:ta alle +15 asteessa, anna sen tasaantua huoneenlämmössä muutamia tunteja ennen virran kytkemistä.

### ÄLÄ RAVISTA TAI PUDOTA / DO NOT SHAKE OR DROP

FID2008 sisältää elektronisia komponentteja, jotka voivat vahingoittua yksikköä ravistettaessa tai sen pudotessa/kolahtaessa. Jos näin pääsee käymään, varmista yksikön toiminta ennen käyttöä.

### ÄLÄ JÄTÄ VALVOMATTA / DO NOT LEAVE WITHOUT SUPERVISION

Käytä FID2008:ta vain valvotuissa olosuhteissa äläkä jätä siihen virtaa kytketyksi, jos poistut tiloista pysyvästi tai esimerkiksi yön ajaksi.

### KÄYTÄ VAIN SISÄTILOISSA / FOR INDOOR USE ONLY

FID2008 on tarkoitettu ainoastaan sisäkäyttöön.



tämä puoli ylöspäin /  
this side up

**DO NOT  
SHAKE**

älä ravista /  
do not shake



**KEEP  
DRY**

suojattava kosteudelta /  
keep dry

### 3 Toimintaperiaate

FID2008 sisältää

- 1 kpl virtalähde
- 1 kpl ohjausyksikkö
- 12 + 12 + 12 kpl LED-valojen johtoja
- 12 kpl LED-valoja koteloineen.

Irroittaessasi minkä tahansa liittimien FID2008:sta, **ÄLÄ KOSKAAN VEDÄ JOHDOSTA** vaan vedä liittimestä.

#### 3.1 Virtalähde

Virtalähteen jännitteeksi asetetaan 7,5 tai 9 V sen takapinnalla sijaitsevasta säätönupista (kuva 1) ja se kytketään suoraan verkkovirtaan (~230 V AC). Kun jännite on asetettu oikein, virtalähteen etupaneelissa näkyy punainen merkkivalo (kuva 2). Jos valo ei pala, irroita virtalähde verkkovirrasta ja säädä jännite uudestaan.



**Kuva 1.** Jännitteen säätäminen virtalähteen takaa.



**Kuva 2.** Jännite on valittu oikein.

Johdon päässä oleva keltainen liitin kytketään ohjausyksikköön käyttöjännitepistokkeeseen. Jos keltainen liitin on irronnut siinä olevista kahdesta pinnistä, **älä kytke** sitä ohjausyksikköön **varmistamatta**, että siitä tuleva jännite on **+7,5-9,5 V**.

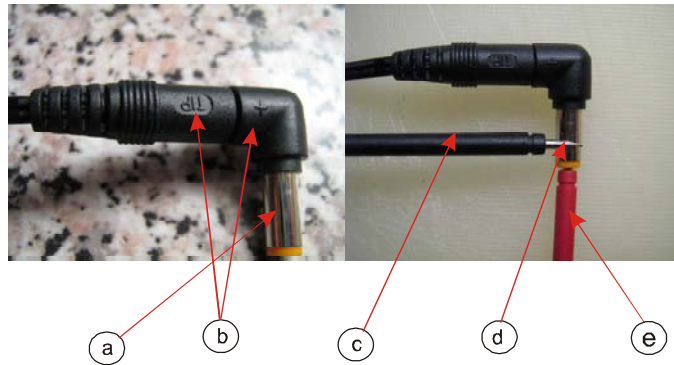
#### **Varoitus:**

**Ohjausyksikkö voi vahingoittua pysyvästi, jos siihen kytketään miinusjännite (-).**

Varmistaminen tapahtuu seuraavasti:

Laita keltainen liitin paikoilleen. Aseta yleismittari sopivalle mittausalueelle (tasavirta). Mittaa yleismittarilla liittimen metallisen keskiosan ja metallisen kuoriosan väliltä. Mittarissa on oltava lukema noin +7,5...9,5 V. Jos lukema on -7,5...-9,5 V, käännä keltainen liitin toisin päin pinneihin ja suorita mittaus uudelleen.

Tulevan jännitteen tarkistaminen:



Keltainen liitin (a) on paikallaan oikein päin, kun siinä oleva (+)-symboli on vastinkappaleessa lukevan TIP-tekstin kohdalla (b). Aseta yleismittarin maadoituspiikki (c) keltaisen liittimen metallikuorelle (d). Työnnä yleismittarin mittapiikki (e) keltaisen liittimen sisään. Lue lukema yleismittarin näytöltä:





### 3.2 FID2008

Ohjausyksikkö koostuu sarjasta kytkimiä ja liittimiä.

Yksikön päällä on kolme säätönappia, jotka säätelevät valojen välähdysnopeutta ja –väliä. Kääntämällä nappia vastapäivään välähdysaika ja –väli kasvavat ja kääntämällä sitä myötäpäivään nopeus ja väli lyhenevät.

Yksikön vasemmalla sivulla valojen liittimistä katsottuna on RESET-kytkin ja käyttöjännitteen pistoke. Jos valot eivät välky, resetoï (= nolaa) laite kytkimestä:

1. Käytä kytkintä ala-asennossa ja odota vähintään viisitoista (15) sekuntia (= OFF1).
2. Käytä kytkintä yläasennossa ja odota vähintään viisitoista (15) sekuntia (= OFF2).
3. Laita kytkin ala-asentoon ja odota vähintään viisitoista (15) sekuntia (= RESET).
4. Laita kytkin yläasentoon. Valot aloittavat välkkymisen.

***Huom! On tärkeää, että resetoïnti suoritetaan oikein! Jos resetoïnti suoritetaan hätäisesti, laite ei nolaaannu ja seurauksena on vikatoïminto.***



**Kuva 3.** Resetoïntikytkin.

Yksikön oikealla sivulla valojen liittimistä katsottuna on viisi kytkintä. Näiden eri yhdistelmillä saadaan säädettyä valojen välkkymisjärjestystä. Eri yhdistelmiä on 16.

Valittu yhdistelmä:



**Valittu yhdistelmä vasemmalta oikealle luettuna:**

ylös alas ylös alas ylös

### 3.3 Valot

Valoina käytetään valaistusvoimakkuudeltaan 40 000 mcd 5 mm kirkkaita LED-valoja<sup>1</sup>. Piiri on mitoitettu kahdelletoista (12) kynnysjännitteeltään yli 3 V olevalle LEDille. Valoina voidaan käyttää muunkin kirkkausluokan tai muun värisiä LEDejä, kunhan LEDin kynnysjännite on yli 3 V.

## 4 Valon vaihtaminen

Valo vaihdetaan vetämällä kaulus varovaisesti erilleen liittimestä (kuva 1) ja korvaamalla kauluksessa ollut LED toisella vastaavalla. Valoja myyvät elektroniikka-alan komponenttimyymälät, esim. Partco.



**Kuva 4.** Pelkistetty kuvaus valon pidikkeestä.

Suorita valon vaihtaminen seuraavasti:

1. Vedä kaulus varovaisesti erilleen liittimestä
2. Vedä musta, muovinen pohja erilleen kauluksesta. Jos joudut käyttämään pihtejä, voit vetää näkyvissä olevista pinneistä.
3. Vedä LED ulos kauluksesta ja korvaa se toisella. LEDin voi laittaa miten päin tahansa.
4. Työnnä musta pohja paikoilleen ja varmista, että se pysyy lujasti kiinni. Voit varmistaa liitoksen liimalla.
5. Aseta LEDin sisältämä kaulus liittimeen siten, että pidempi pinni tulee punaisella merkittyyn reikään. Varmista visuaalisesti tai mittaamalla, että pinni on metallikosketuksessa reiän sisällä olevan pinnin kanssa.

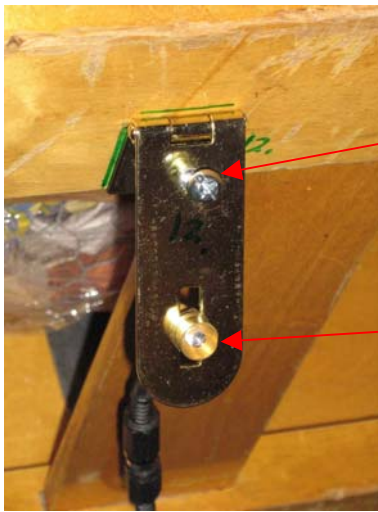
---

<sup>1</sup> LED = light emitting diode

## 5 Kokoonpano

### 5.1 Valojen kiinnittäminen

Kiinnitä kukin valo hahmon kasvojen kohdalle edessä olevan penkin selkänojaan kuvan 3 mukaisesti. Säädä valon suunta sopivaksi ruuvista 1. Eturivin hahmojen valot kytketään niiden jalkoihin.



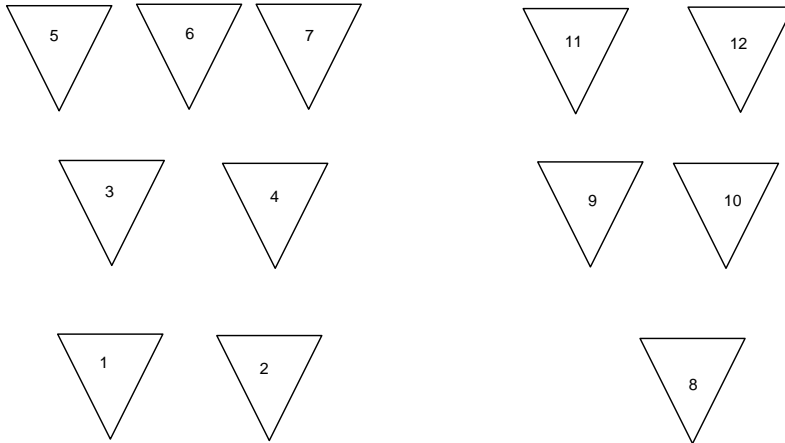
Ruuvi 1: valon  
suunnan säätäminen

Valo kauluksineen

**Kuva 5.** Valon pidike.

## 5.2 Johtojen yhdistäminen

Kytke johdot valoihin numerojärjestyksessä seuraavan kaavion mukaisesti:



#1 = pisin johto  
#12 = lyhin johto

1. Kytke johdot lampuihin. Kiinnitä johdon alaosa pienellä pidikkeellä puupenkkiin siten, että se ei rasita painollaan valon liittimiä.
2. Vedä johdot penkkien alta ja sido ne nippusiteillä nippuihin (kuva 6).
3. Teippaa johtokimput lattiaan siten, että kompastumisvaaraa ei ole.
4. Kiinnitä johdot FID2008:n etupaneeliin numeroitaan vastaavaan järjestykseen (kuvat 5 ja 7).



**Kuva 6.** Johtojen niputus



**Kuva 7.** Etupaneeli.

Numerointi:					
1		5		9	
2	3	6	7	10	11
4		8		12	

**HUOM!** Älä koskaan vedä johdosta, vaan irroita kytkennät aina vetämällä liittimestä.

## 6 Vikatilanteita

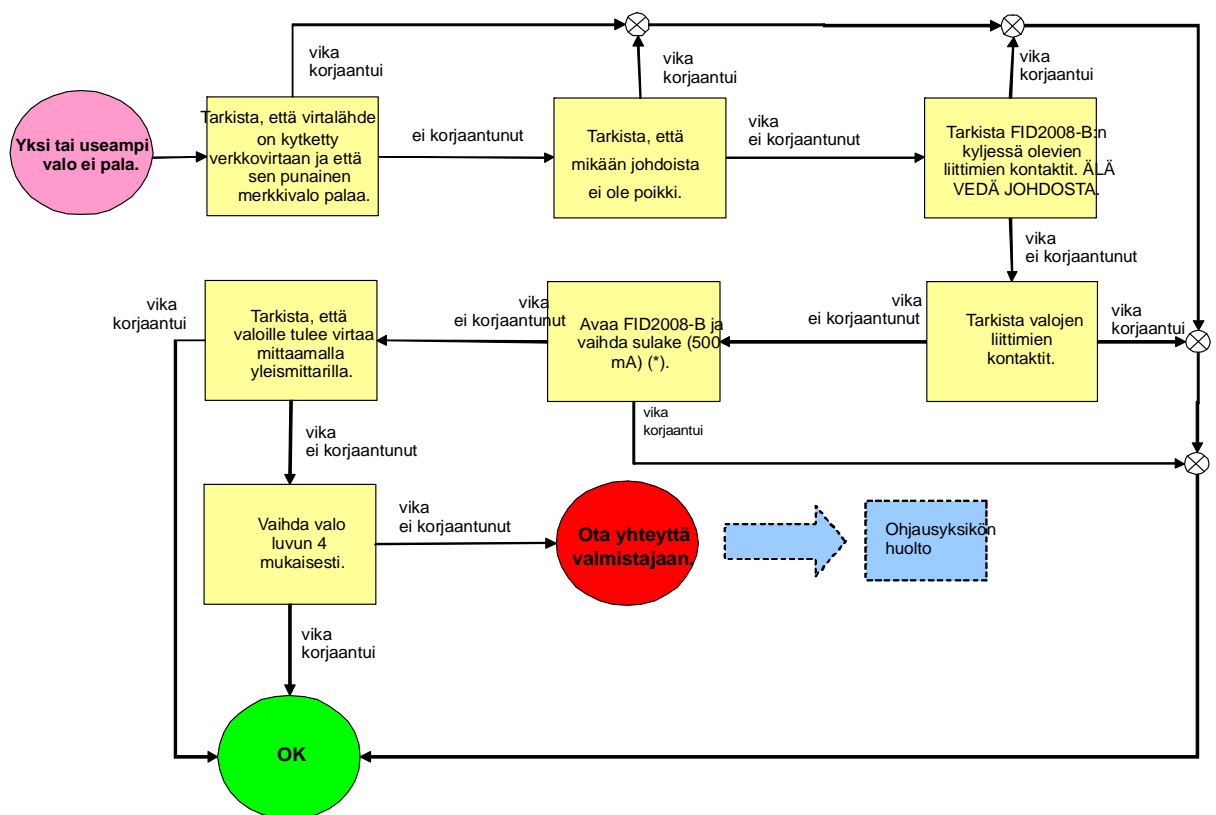
Katso kaavio seuraavalta sivulta.

### Kaikki valot ovat päällä eivätkä välky.

1. Poista virtapistoke pistorasiasta. Odota kaksi minuuttia.
2. Resetoi laite kohdan 3.2 mukaisesti. Varmista, että käytät vähintään 30 sekuntia kuhunkin vaiheeseen.
3. Jos vika ei korjaantunut, ota yhteyttä valmistajaan.

### Yksi tai useampi valo ei pala.

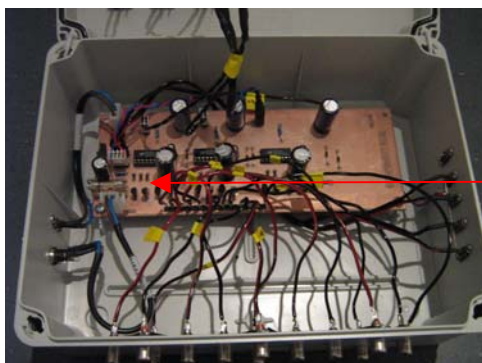
1. Tarkista, että virtalähde on kytketty verkkovirtaan ja että sen punainen merkkivalo palaa.
2. Tarkista FID2008:n kyljessä olevien liittimien kontaktit. ÄLÄ VEDÄ JOHDOSTA.
3. Tarkista, että mikään johdoista ei ole poikki.
4. Tarkista valojen liittimien kontaktit.
5. Avaa FID2008 ja vaihda sulake (500 mA).
6. Tarkista, että valoille tulee virtaa mittaamalla yleismittarilla. Jos virtaa ei tule, ota yhteyttä valmistajaan.
7. Vaihda valo luvun 4 mukaisesti. Jos vika ei korjaantunut, ota yhteyttä valmistajaan.



Kuva 8. Jos yksi tai useampi valo ei pala / tarkastusvuokaavio.

(\*) Sulakkeen vaihtaminen:

1. Varmista, että virtapistoke ei ole kytkettynä pistorasiaan.
2. Aseta FID2008 eteesi siten, että valopistokkeet ovat itseäsi päin, resetointinappula ja sisääntulo vasemmalla sivulla ja sekvenssinappulat oikealla sivustalla.
3. Avaa FID2008 nurkista olevista ruuveista kääntämällä ja nostamalla kansi varovaisesti rasian pitkän sivun mukaisesti itsestä pois päin kääntämällä.
4. Piirilevyn vasemmassa alakulmassa on sulake heti sisääntulon jälkeen.



5. Nosta sulake varovaisesti pois paikoiltaan. Apuna voi käyttää pihtejä, mutta varo rikkomasta lasikuorta.
6. Aseta uusi sulake paikoilleen. Sulakkeen on oltava kooltaan max 1 A, mielellään 500 mA. Sulakkeen voi asettaa paikoilleen miten päin tahansa, napaisuudella ei ole väliä. Sulakkeita myyvät komponenttiliikkeet sekä hyvin varustetut (sähkö-)sekatavaraliikkeet.

## 7 Yhteystiedot

Valmistaja: Satu Ryhänen-Lilley, Metropolia-ammattikorkeakoulu, elektroniikka (050 400 2329)

Virtalähde VRN SON© jakelija: Clas Ohlson myymälä, takuu voimassa 17.10.2009 asti.

## 8 Muutoshistoria

- |            |  |
|------------|--|
| 20.10.2008 | Alkuperäinen versio / FID2008-A. (Satu Ryhänen-Lilley)   |
| 12.12.2008 | Päivitetty versio FID2008-A. Käyttöohjetta tarkennettu. Lisätty kytkentäkaavio ja vikatilannevuokaavio. Lisätty selventäviä kuvia. (Satu Ryhänen-Lilley) |



Matti Kalkamo: Destination Salvation, osa tilateosta, 2008. Valaistus Satu Ryhänen-Lilley.

## Kivisilmäinen sanansaattaja

► Kalkamon veistoksissa huumori näyttää yli-ihmisen

► Näin Matti Kalkamon (s. 1968) suuren *The Seeds of a Bitter Heart* -veistoksen ensi kertaa kesällä Honkahovissa Mäntässä.

Teoksessa on huovasta valmistetussa harmaassa puvussa kivisilmäinen pronssimies, joka istuu puutuolilla ja tuijottaa käsissään ja jaloissaan lattialla olevia suuria kivisiemeniä. Katkeran sydämen siemeniä.

Honkahovin huonetila oli teokseen nähden matala, ja katto ikään kuin painoi jättimäistä veistosta.

Alkusyksystä teos oli esillä Kiasmassa, uutena hankintana. Studio K:n korkeassa ja avarassa tilassa pronssimiehen monumentaalisuus korostui.

**Veistos näkyy** nyt heti Galleria Sculptorin ovelta. Se on osa vaikuttavaa yksityisnäyttelyä: sakraalina näyttäytyvässä galleriatilassa on Kalkamon teoksia viiden vuoden ajalta.

### KUVAT

Matti Kalkamo 9. 11. saakka Galleria Sculptorissa, (Eteläranta 12). Ti–pe 11–17, la–su 12–16.

Nähtävillä on prosessi, jonka aikana taiteilija on päätenyt rakentamaan mustan huumorin läpäisemää, mutta hyytävän todellista maailmankuvaa. Tarkastelemaan ja kuvaamaan kylmiä yli-ihmisiä, jotka leikittelevät toisten elämällä.

Veistosten viitekehystenä on uskonnollinen, erityisesti ankarista kristillisistä morali-teeteista muistuttava taide. Jo vuoden 2003 *Frankenchristin* ristiinnaulitulla on alkuihmisen elämelliset kasvot.

**Kivisilmäinen** mies muistuttaa kuoleman sanansaattajaa, joka pallottelee kivisiemeniä kuin ihmiskohtaloita.

Lisää sanansaattajia on mustalla verholla eristettyyn, pimeään tilaan asetetussa *Destination Salvation* -teoksessa. Puutuoleilla istuu mustissa kangaskaavuisissa joukko teräsjä alumiinihahmoja kuin linja-autoaseman odotushuoneessa, tuijottaen eteensä silmäkuopat tyhjiin.

Tilassa liikkueissa valot syytyvät ja sammuvat kohdistuen yhteen hahmoista. Tunnistan dramaturgian, tunnen olevani väistämättömän edessä.

**Olemassaolon** kysymysten lisäksi liikutaan elämän valinnoissa. Siinä suuressa arvolutautuneessa kertomuksessa, jonka väistämättömänä loppuna on viimeinen tuomio.

Ei ole muita kuin syyllisiä, puhtain silmilasein katsottuna se tarkoittaa välinpitämättömiä.

Kalkamon taide on veistokselliselta ilmaisultaan tehokasta, puhuttelevaa. Niin taiten toteutettua ja tarkkasilmäistä, että se saa ajattelemaan – ja tuntemaan.

Marja-Terttu Kivirinta