

Jani Karppinen

KAUKO-OHJATTAVAT LAITURIN LÄHESTYMISVALOT

Insinöörityö

Kajaanin ammattikorkeakoulu

Tekniikan ja liikenteen ala

Tietotekniikan koulutusohjelma

Kevät 2006

Osasto	Tekniikka	Koulutusohjelma	Tietotekniikka
Tekijä(t) Jani Karppinen			
Työn nimi Kauko-ohjattavat laiturin lähestymisvalot			
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Sulautetut järjestelmät		Ohjaaja(t) Jukka Heino	
Aika	18.4.2006	Sivumäärä	35 + 6
<p>Tiivistelmä</p> <p>Insinööritöössä tutkittiin, miten voidaan toteuttaa kauko-ohjaus laiturin lähestymisvaloille ja rakennettiin lähetin ja vastaanotin kyseistä tarkoitusta varten. Kauko-ohjauksella ohjataan lähestymisvalot sekä valot laiturin yläpuolelle päälle ja pois päältä. Lähestymisvaloilla pyritään lisäämään turvallisuutta vesiliikenteessä.</p> <p>PADS -piirilevyn suunnitteluohjelmistolla suunniteltiin ja piirrettiin piirilevyt sekä lähetys- että vastaanottopuolelle. Tiedon välitykseen käytettiin PMR -radiopuhelinparia. Itse valoihin käytettiin kirkasvaloledejä ja laiturin päälle asetetaan halogeenivalot. Lähetinpiirillä muodostetaan lähetettävät komennot, jotka lähetetään radiopuhelimien välityksellä vastaanotinpiirille. Vastaanotinpiirillä tulkitaan saatu komento ja ohjataan valoja.</p> <p>Laitteisto tehtiin omaan käyttöön ja mahdollisesti jatkokehityksen jälkeen myös kaupalliseen levitykseen. Laitteisto toimi testauksessa halutulla tavalla.</p> <p>Insinööritöössä perehdyttiin myös silmän toimintaan värinäön sekä pimeänäkemisen kannalta. Lisäksi tutkittiin erilaisten valojen käyttöä vesiliikenteessä.</p>			
Luottamuksellinen Kyllä Ei X			
Hakusanat Kauko-ohjaus, valo, lähetin, vastaanotin			
Säilytyspaikka Kajaanin ammattikorkeakoulu			

School Kajaani University of Applied Sciences	Degree Programme Information Technology
Author(s) Jani Karppinen	
Title Remote Controlled Pier Approaching Lights	
Optional Professional Studies Embedded systems	Instructor(s) Jukka Heino
	Commissioned by Heikki Savolainen
Date 17 April 2006	Total Number of Pages and Appendices 35 + 6
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to become familiar with human sight, especially color vision and seeing in the dark. Another goal was to become familiar with water traffic and what kind of lights are used in there. In order to make traveling on water safer, remote controlled pier approaching lights were designed and built. Remote control should be able to turn the lights and other lights over the pier on and off.</p> <p>First the circuit boards for the transmitter and receiver were designed with PADS program. The communication between the circuit boards was made by the PMR radiotelephones. Bright light LEDs were used to built the lights. The operating voltage in both the circuit boards is 12 volts.</p> <p>The transmitter circuit board and the radiotelephone send the piece of required information while the receiver circuit board interprets it and then controls the lights. The equipment was tested and it worked as planned.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	Remote Control, Light, Transmitter, Receiver
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Kaktus Database at University of Applied Sciences Library <input checked="" type="checkbox"/> Library of University of Applied Sciences

ALKUSANAT

Insinööriyöni on tehty vuonna 2006 Kajaanin ammattikorkeakoulun tietotekniikan ja elektroniikan laboratorioissa. Työn tein omaan käyttööni. Kun veneellä lähestytään pimeällä rantaa, ohjausvalot helpottavat huomattavasti rantautumista ja tekevät sen paljon turvallisemmaksi. Kaikki apuvälineet, jotka lisäävät turvallisuutta vesillä, ovat tervetulleita käyttöön ainakin minun mielestäni.

Haluan kiittää isääni Juhani Karppista hyvästä ideasta ja tutustuttamisesta vesillä liikkumiseen sekä vesiliikenteen sääntöjen opettamisesta. Kiitän myös siskoani Maaret Heickelliä silmän toimintaan liittyvien materiaalien toimittamisesta. Lisäksi edellä mainittujen ohella kiitän äitiäni Marja-Liisa Karppista, toista siskoani Susanna Karppista ja siskoni Maaretin aviomiestä Aaro Heickelliä runsaasta tuesta koko opiskeluajaltani. Ilman heitä en olisi päässyt näin pitkälle.

Kiitokset myös työni valvojalle, tietotekniikan yliopettaja Jukka Heinolle ja laboratorioinsinööri Ismo Talukselle neuvomisesta sekä hyvistä että vähän huonommistakin ideoista. Niistä valitsemalla parhaat ajatukset sain koottua ihan asiallisen laitteiston. Oma harkintakykyä tarvitaan.

”Vaikka suku sammuu,
ei sisu lopu.
Aina on tehty mitä aiottu.
Maita ja metsiä riittäisi,
kun vain kyntäisi.”

– Timo Rautiainen

Kajaanissa 12.4.2006

Jani Karppinen

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	VÄRINÄKÖ PIMEÄSSÄ	9
3	VALOJEN KÄYTTÖ MERILIIKENTEESSÄ	16
4	KAUKO-OHJAUKSEN TOTEUTTAMISMAHDOLLISUUKSIA	21
5	LAITTEEN RAKENNE JA RAKENTAMINEN	24
6	LAITTEISTON TESTAUS JA TULOKSET	30
7	TYÖN TAVOITTEIDEN TOTEUTUMINEN	31
8	YHTEENVETO	32
	LÄHDELUETTELO	34
	LIITTEET	

KÄYTETYT TERMIT

Aksoni	Hermosolun eli neuronin osa, viejähaarake. Aksoni välittää signaalin eli impulssin toisille neuroneille.
Amakriinisolut	Verkkokalvolla sijaitsevia poikittais- ja takaisinkytkentöjä muodostavia soluja. Amakriinisolut yhdistävät ganglio-soluja.
DTMF	(engl. Dual-tone multi-frequency) DTMF on puhelin-laitteissa käytetty numeroiden äänitaajuusvalintatapa. Ääni-taajuusvalinnassa kukin numero on koodattu kahdeksi toi-siinsa epäharmonisessa suhteessa olevan taajuuden muo-dostamaksi ääneksi.
Fovea	Silmän verkkokalvon keskikuoppa, joka on tarkan näkemi-sen alue.
Ganglio-solut	Ganglio-solut kuljettavat informaatiota silmästä aivojen prosessointialueille näköhermoa pitkin.
Korteksi	Isoaivokuori. Harmaata ainetta oleva kolmisen millimetriä paksu isoaivojen pintakerros.
LED	Light Emitting Diode eli valoa lähettävä diodi.
Monokromaattinen	Monokromaattinen valo tarkoittaa sitä että valo sisältää vain yhden aallonpituuden, joten myös valon taajuusalue on kapea. Katsottaessa monokromaattinen valo sisältää vain yhden sävyn. Esimerkiksi laservalo on lähellä mono-kromaattista valoa. Sävy riippuu valoa lähettävän valo-lähteen ominaisuuksista.

Pigmenttiepiteeli	Silmän värikalvon, sädekalvon ja verkkokalvon värisolukerros.
PMR	Professional Mobile Radio. Radiopuhelin, joka toimii lupavapaalla 446 MHz:n taajuusalueella
Pupilli	Silmän mustuainen.
Reseptori	Vastaanotin. Aistinreseptori; aistinsolu tai solun osa, joka on erilaistunut reagoimaan tiettyntyyppisiin ärsykkeisiin (johonkin tiettyyn energiamuotoon) ja muuntamaan ne hermoimpulsseiksi.
Retina	Silmän valoon reagoiva osa eli verkkokalvo. Se on hauras, läpinäkyvä ja ohut hermokudoskerros, joka peittää silmän takaosan sisäpintaa ja on silmän näkevä kudos.
Rodopsiini	Näköpurppura on verkkokalvon sauvasoluissa esiintyvä punainen aine, joka antaa kyvyn nähdä hämärässä. Valossa silmän näköherkkyys vähenee, kun näköpurppura hajoaa valkuaisaineeksi ja keltaiseksi pigmentiksi. Pimeässä näköpurppura alkaa muodostua uudelleen.
Synapsi	Hermosolujen välinen impulsseja välittävä liitos.

1 JOHDANTO

Vesiliikenteessä on eräänä ongelmana se, että miten voitaisiin saada pimeässä rantautuminen turvallisemmaksi. Valo-ohjausta käytetään monissa suuremmissa satamissa, joten se voisi olla hyvä idea myös yksityisille rannoille. Jos omaan rantaan haluaa viralliset linjataulut tai -loistot, niin ne pitäisi hyväksyttää merenkulkuhallituksella. Se ei ehkä onnistuisi, koska on selvää, että ei linjatauluja ihan joka rantaan voida asettaa jo senkään takia, että niiden valoja varmasti sekoitettaisiin toisiinsa ja se ei ainakaan parantaisi turvallisuutta. Turvallisuutta ei voida koskaan liioitella meriliikenteessä tai missään muussakaan liikenteessä. Laivaväylät eivät aina ole erityisen leveitä, joten varsinkin pimeässä saattaa olla todella hankala löytää turvalliset reitit lähestyttäessä rantaa. Yksityisiin rantoihin ei yleensä ole edes varsinaisia väyliä ruopattu, joten varsinkin niitä lähestyttäessä on varovaisuus erityisen tärkeää. Päivänvalossakaan ei aivan varmaksi osaa kaikkia kiviä ja kareja huomata saati sitten hämärässä tai jopa pimeässä. Tämän vuoksi kaikki apuvälineet ovat tervetulleita.

Eräs miettimisen aihe oli se, että kun ohjausvaloissa käytetään aktiivisia valonlähteitä, niin niitä ei saa aina pitää päällä. Niinpä niitä pitäisi voida jotenkin ohjata, esimerkiksi kauko-ohjauksella. Näin päädyttiin suunnittelemaan kauko-ohjattavia lähestymisvaloja, jotka voisi laittaa yksityiseen satamaan. Markkinoilta ei löydy ainakaan yksityiseen käyttöön saatavia laitteita kyseiseen tarkoitukseen, joten senkin takia asia tuntui erittäin kiinnostavalta.

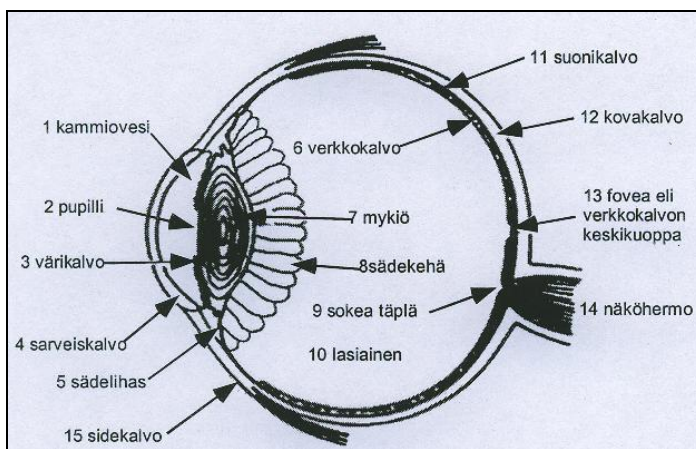
Tavoitteena oli tehdä helppokäyttöinen laitteisto, jonka tulisi toimia vähintään parin sadan metrin kantamalla ja joka ei tulisi kovin kalliiksi valmistaa. Pohdittiin eri vaihtoehtoja kauko-ohjauksen toteuttamiselle ja pyrittiin valitsemaan toteuttamiskelpoisin ja toimintavarmin tapa.

Mietittiin, minkälaiset valot omaan satamaan voi laittaa, jotta ei rikottaisi lakia. Oli siis tutustuttava vesiliikennelakiin ja säädöksiin. Selvitettiin, minkälaisia valoja vesillä on ja minkälaiset omat valot saisivat olla.

2 VÄRINÄKÖ PIMEÄSSÄ

Silmän rakenne

Silmämunan seinämässä on kolme kerrosta. Edessä uloimman kerroksen muodostaa läpinäkyvä verisuoneton sarveiskalvo, sivuilla ja takana läpinäkymätön kovakalvo. Kovakalvon sisäpuolella on suonikalvo, jossa on runsaasti verisuonia. Sisinnä on valoon reagoiva verkkokalvo eli retina. Kuvasta 1 nähdään myös silmän muut tärkeät osat. Värinäön kannalta verkkokalvo on tärkein, koska vain se osallistuu valon havainnointiin ja informaation käsittelyyn sekä lähettämiseen aivoille.



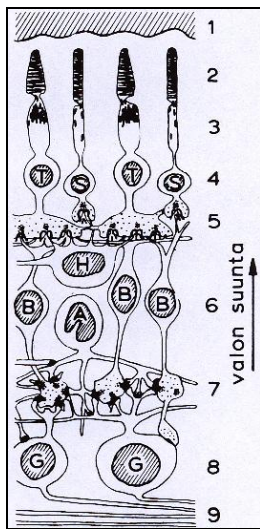
Kuva 1. Silmän vaakasuora leikkauskuva [1]

Silmän toiminta

Silmä toimii siten, että valo saapuu silmään sarveiskalvon ja linssin läpi, siitä se jatkaa matkaa lasiaisnesteeseen läpi verkkokalvolle. Verkkokalvon solut reagoivat saapuvaan valoärsykkeeseen ja lähettävät optista hermoa pitkin tiedon aivoille, jotka käsittelevät sen. [2, s.31.]

Kuvasta 2 nähdään verkkokalvon rakenne, jossa nuoli osoittaa valon suunnan. Valo tulee siis ensin näköhermon säikeille, jotka koostuvat gangliosolujen akso-neista (9), sieltä valo etenee gangliosoluille (8), solunjatkeille (7) ja kaksinapaisille eli bipolaarisille hermosoluille (6,B), jossa on horisontaalisoluja (H) ja amakriinisoluja (A). Kerroksessa 5 on runsaasti synapseja ja seuraavissa kerroksissa on tappien (T) ja sauvojen (S) valoon reagoivia ulkojäseniä (2), sisäjäseniä (3) sekä tumia (4).

Viimeisenä, suonikalvoa vastassa, on pigmenttiepiteeli (1), jonka tumma väriaine estää valon häiritsevän heijastumisen silmän sisällä.



Kuva 2. Silmän verkkokalvon rakenne [3, s.283]

Gangliosolujen toiminta

Bipolaarisolut yhdistävät reseptorit gangliosoluihin (Kuva 2); amakriinisolut ja horisontaalisolut taas välittävät tietoa sivusuunnassa. Amakriinisoluja on kymmeniä eri tyyppisiä, jotka eroavat toisistaan muotonsa, välittäjäaineen, kokonsa ja tehtävänsä suhteen. Tällainen moninaisuus olisi tarpeeton, jos silmän ainoa tehtävä olisi siirtää informaatio reseptorien aistimasta valon intensiteetistä sellaisenaan aivoihin, mikä voitaisiin toteuttaa kustakin reseptorisolusta korteksille eli aivokuorelle ulottuvalla hermosyylillä.

Gangliosolut toimivat pimeässäkin laukoen harvakseltaan aktiopotentiaaleja. Jotkut gangliosolut tuottavat impulssisarjan valoärsyksen loppuessa. Kukaan gangliosolu toimii, kun ärsyke kohdistuu sen reseptiiviseen kenttään, joka on pieni ympyrämuotoinen alue retinalla. Voidaan erottaa *on*-solut, jotka laukovat impulsseja valon syttyessä, ja *off*-solut, jotka aktivoituvat valon sammuesssa

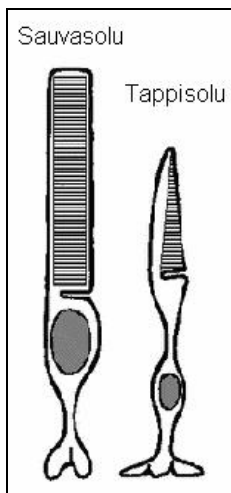
Ihmisellä on tarkka näkö ja hyvä värien erotuskyky vain verkkokalvon keskellä, kun taas verkkokalvon reunoilla havaitaan helposti liike ja valaistusvaihtelut. Jos jotakin tapahtuu näkökentän reunaosissa, siirrämme nopeasti katseemme sinne. [4.] Näin

ollen esimerkiksi vilkkuvaan valoon kiinnitetään huomiota herkemmin kuin kiinteään valoon, koska siinä tapahtuu vaihtelua. Ja kun esimerkiksi televisiota katsotaan syrjäsilmillä eli ei katsota sitä suoraan, niin vaikuttaa siltä, että kuva vilkkuu.

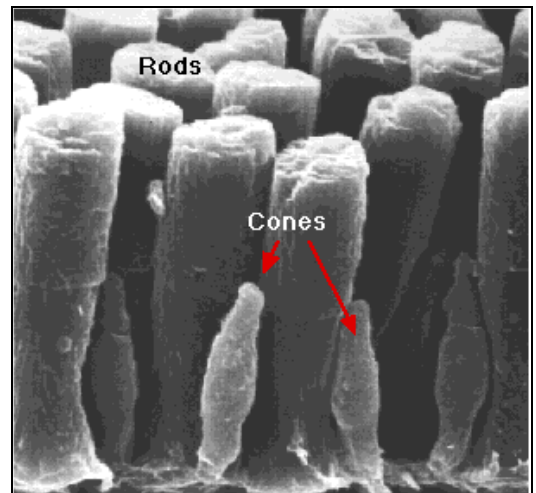
Silmän tarkan näön piste ei ole valolle kaikkein herkin kohta. Kun katsoo hieman kohteen ohi, se näkyy paremmin. Tällöin ei kuitenkaan välttämättä näe värejä tai pieniä yksityiskohtia. Himmeiden kohteiden näkemisestä vastaavat sauvasolut ovat värisokeita ja niiden erotuskyky on huono. Paras kohta käytännön kokemusten perusteella olisi katsoa kohteen yli 8-16 astetta. [5.]

Näköreseptorit

Näköreseptoreita on kahta tyyppiä, sauvoja ja tappeja. Ne ovat saaneet nimensä solujen uloimpien, suonikalvoa kohti olevien ulokkeiden muodosta (kuvat 3 ja 4). Näissä ulokkeissa tapahtuvat valon vaikutuksesta ne kemialliset reaktiot, jotka johtavat näköhermon impulsseihin.



Kuva 3. Sauvasolu ja tappisolu [6]



Kuva 4. Sauvasoluja ja tappisoluja mikroskooppikuvassa [6]

Kummassakin silmässä on yli 100 miljoonaa sauvaa. Ne toimivat jo hämärässäkin, mutta eivät osallistu värien näkemiseen. Tappeja on kummassakin silmässä yli 5 miljoonaa. Ne ovat erikoistuneet värien erottamiseen eivätkä toimi heikossa valaistuksessa. Näköreseptorien valoon reagoivat osat ovat verkkokalvossa pohjimmaisina. Valo joutuu kulkemaan koko verkkokalvon läpi päästäkseen vaikuttamaan niihin.

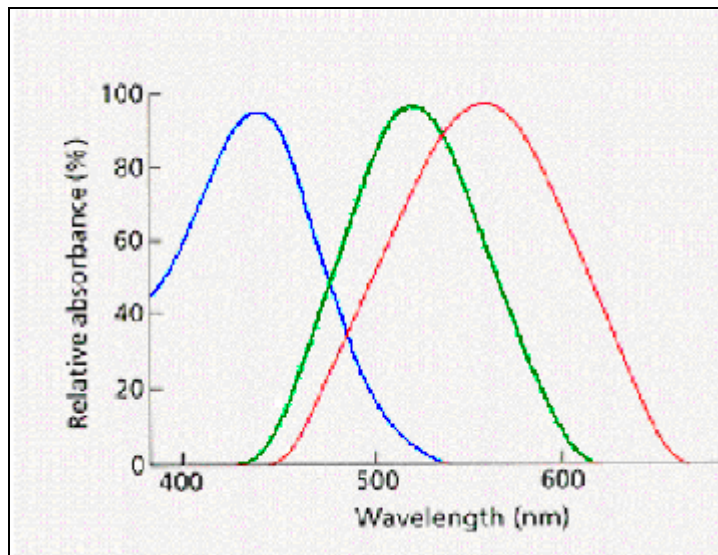
Tarkan näkemisen aluetta sanotaan keltatäpläksi. Keltatäplän keskikohdassa on verkkokalvon keskikuoppa eli fovea. Täällä verkkokalvon muut kerrokset ovat suuntautuneet sivuille kuin lakoon painuneina eivätkä häiritse valon kulkua. Keski-kuopan leveys on noin 1,5 mm. Sen pohjassa läpimitaltaan noin 0,5 mm suurella alueella on runsaasti tappeja, mutta ei lainkaan sauvoja. [7, s.503.]

Sauvasolut aistivat siis valon intensiteettiä eli kirkkautta, tappisolut puolestaan pystyvät analysoimaan myös sitä mistä aallonpituuksista valo koostuu. Näin aivoissa syntyy aistimus valon väristä.

Tappisoluja on kolmea eri tyyppiä. Nämä tyypit reagoivat toisistaan poikkeavalla voimakkuudella eri aallonpituuksiin. Kaikki kolme ovat jossain määrin herkkiä kaikentyyppiseen valoon, mutta jokaisella solutyypillä on herkkyysmaksimi eri aallonpituuksilla. Tämän takia ne voidaan nimetä puna- viher- ja sinisoluiksi tai lyhyemmin R-, G- ja B-soluiksi (Red, Green ja Blue) herkkyysmaksimien aallonpituuksia vastaavien värien mukaan.

R-solut ovat herkimmillään pitkän aallonpituuden punaiseen valoon, G-solut keski-aallonpituuden keltavihreään valoon ja B-solut lyhyen aallonpituuden siniseen valoon. Väriaistimus syntyy, kun aivot vertaavat R-, G- ja B-solujen reagointia toisiinsa. Väriaistimus muuttuu monokromaattisen valon aallonpituuden funktiona tasaisesti punaisesta oranssin, keltaisen, vihreän, sinivihreän ja sinisen kautta violettiin. Valo, johon sekä R-, G- että B-solut reagoivat suunnilleen yhtä voimakkaasti, näyttää valkoiselta. [8.]

Väriässä on kolme ominaisuutta: kirkkaus, kyllästeisyys ja värisävy. Värisävy muodostuu valon aallonpituudesta, kirkkaus valon voimakkuudesta ja kyllästeisyys värin puhtaudesta. Sinisen värin aallonpituus on noin 480 nm, vihreän noin 520 nm ja punaisen noin 610 nm (kuva 5).[9, s.70.]



Kuva 5. Värien aallonpituuskäyrät [10]

Ihminen pystyy erottamaan noin 160 väriä. Erilaisten vivahteiden määrä on kuitenkin paljon suurempi, sillä ihminen pystyy myös aistimaan erilaisia väri-intensiteetin eli valoisuuden asteita sekä erilaisia värikyllästeisyysasteita.

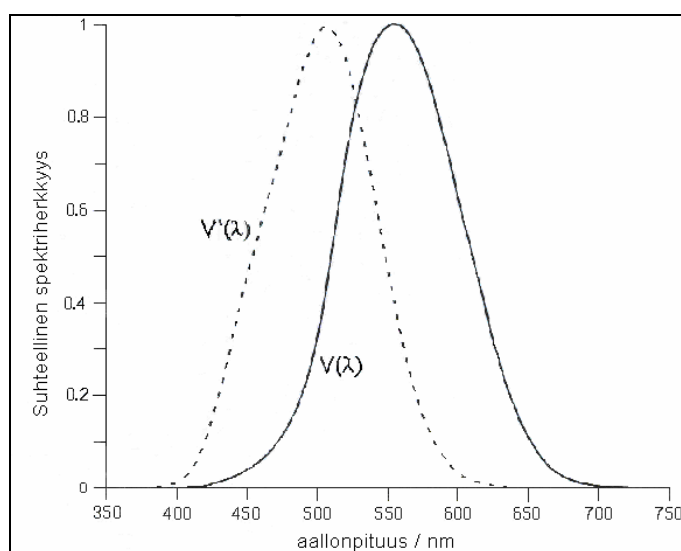
Tappinäkemisessä silmä on herkin kellanvihreälle valolle, jonka aallonpituus on noin 555 nm. Sen aallonpituus on siis lähellä asteikon maksimi- ja minimiarvon puolta väliä. Värien aallonpituuksien näkemisalue on noin 380 - 740 nm (taulukko 1). Herkkyys pienenee mentäessä sekä sinisiä että punaisia aallonpituuksia päin.

Taulukko 1. Värien aallonpituuksien ja taajuuksien vaihteluvälit [11]

väri	aallonpituusväli	taajuusväli
<u>punainen</u>	~ 625-740 nm	~ 480-405 THz
<u>oranssi</u>	~ 590-625 nm	~ 510-480 THz
<u>keltainen</u>	~ 565-590 nm	~ 530-510 THz
<u>vihreä</u>	~ 500-565 nm	~ 600-530 THz
<u>syaani</u>	~ 485-500 nm	~ 620-600 THz
<u>sininen</u>	~ 440-485 nm	~ 680-620 THz
<u>violetti</u>	~ 380-440 nm	~ 790-680 THz

Siirryttäessä voimakkaasta valaistuksesta heikkoon valaistukseen silmän herkkyysmaksimi siirtyy lyhyempiin aallonpituuksiin päin. Hyvin heikossa valaistuksessa, joissa näkeminen tapahtuu yksinomaan sauvojen avulla, silmä on herkin 507 nm aallonpituudella. Silmä siis tulee heikossa valaistuksessa herkemäksi siniselle valolle, samalla kun sen herkkyys punaiselle valolle vähenee. Silmien väriherkkyys ei kuitenkaan kaikilla ihmisillä ole aivan samanlainen.

Kuvassa 6 näkyy silmän herkkyys eri aallonpituuksille tappinäkemisessä ja sauva-näkemisessä. $V(\lambda)$ -käyrä kuvaa silmän herkkyyttä voimakkaassa valaistuksessa ja $V'(\lambda)$ -käyrä heikossa valaistuksessa.



Kuva 6. Suhteellinen silmän spektriherkkyys aallonpituuden funktiona [1]

Kun tappinäkemisestä siirrytään yhä pitemmälle sauvanäkemisen alueelle, värit alkavat menettää kylläisyyttä. Kun ollaan puhtaan sauvanäkemisen alueella, väri-aistimuksia ei muodostu ollenkaan. Tällöin syntyy vain pelkkiä valoisuus-aistimuksia, joiden suuruus riippuu valon väristä. [1.]

Kirkkaasta valosta hämärään siirtynyt henkilö näkee aluksi hyvin huonosti. Hämräadaptaation eli hämärään mukautumisen vaikutuksesta näkökyky kuitenkin melko pian paranee. Nopeinta hämräadaptaatio on 5 - 10 ensimmäisen minuutin aikana, ja se on jokseenkin täydellinen 20 - 30 minuutissa.

Kun ihminen tulee pimeästä kirkkaaseen valoon, hän häikäistyy lyhyeksi aikaa. Valoadaptaatio on kuitenkin hämäräadaptaatiota paljon nopeampi, joten muuttamassa kymmenessä sekunnissa ihminen näkee taas hyvin.

Hämräadaptaatio perustuu ainakin kolmeen tekijään. Värikalvon eli iiriksen keskellä on mustuainen eli pupilli, jonka läpi valo kulkee silmänpohjaan. Värikalvo toimii valokuvauskoneen himmentimen tavoin; Sen liikkeet suurentavat ja pienentävät mustuaista. Hämrässä valaistuksessa mustuainen suurenee ja verkkokalvoo pääsevän valon määrä voi sen takia lisääntyä 15 - 30-kertaiseksi.

Valonkeräyskyky on suoraan verrannollinen mustuaisen läpimitan neliöön. Mustuaisen pinta-ala kasvaa kun siirrytään hämrämpään tilaan. Valoisassa mustuaisen halkaisija on noin 2 mm, mutta pimeässä se voi kasvaa jopa 8 mm:iin. Näin sen halkaisija kasvaa nelinkertaiseksi ja pinta-ala siis 16-kertaiseksi.

Hämrä-adaptaation aikana lisääntyy verkkokalvon väriherkkyys myös siten, että kirkkaassa valaistuksessa hajonnut rodopsiini ja muut näköpigmentit muodostuvat uudelleen. Mitä enemmän reseptorissa on näköpigmenttiä, sitä todennäköisempää on, että fotoni osuu pigmenttimolekyylin ja saa aikaan valokemiallisen reaktion. Tappien väriaine uusiutuu hämrässä jokseenkin täydellisesti 5 - 10 minuutissa, sauvojen rodopsiini hitaammin.

Kolmanneksi tapahtuu neuroniyhteyksien uudelleen järjestymistä siten, että jotkut gangliosolut keräävät verkkokalvon poikittaisyhteyksien avulla vähitellen impulssit yhä suuremmasta sauvajoukosta. Yksityiskohtien erotuskyky vähenee tällöin, mutta silmän valoherkkyys suurenee. [12, s.134 - 135.]

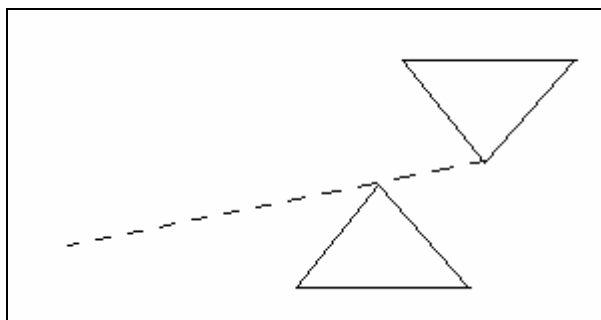
3 VALOJEN KÄYTTÖ MERILIIKENTEESÄ

Meriliikennelaissa on ilmoitettu valoja koskevat säännöt, joita on noudatettava kaikissa sääoloissa auringonlaskusta auringonnousuun. Silloin saa käyttää vain sellaisia valoja, joita ei voida erehtyä käsittämään säännöissä määrätyiksi valoiksi tai jotka eivät heikennä niiden näkyvyyttä tai tunnusten selvyyttä, eivätkä haittaa asianmukaista tähystystä. Näitä säännöissä määrättyjä valoja on näkyvyyden ollessa rajoitettu näytettävä myös auringonnoususta auringonlaskuun, ja niitä voidaan näyttää kaikissa muissakin olosuhteissa, joissa se katsotaan tarpeelliseksi. Kyseisen osan sääntöjä on noudatettava kaikissa olosuhteissa. [13, s.17.]

Vesiliikennemerkit ja valo-opasteet on sijoitettava siten, että ne ovat helposti havaittavissa ja ettei niistä ole haittaa liikenteelle [13, s.106].

Linjamerkki on yksi kahdesta tai kolmesta linjassa olevasta merkistä. Merkki on valaistu ja varustettu päivämerkillä. Niiden kautta kulkeva suora, yhdyslinja, osoittaa väylän kulkua jollakin määrättyllä matkalla. Linjamerkit asennetaan siten, että väylältä katsottuna kauempana oleva merkki on korkeammalla kuin lähempänä oleva. Tästä johtuen puhutaan ylemmästä ja alemmasta linjamerkistä.

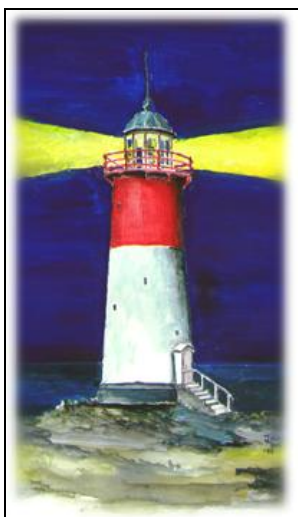
Linjamerkkien valon väri on ensisijaisesti valkoinen. Mikäli tarvitaan väriltään toisenlaista valoa, käytetään yleensä oranssia. Linjamerkkien näkyvyyssektorien astemäärää ei varsinaisesti ole määritetty, mutta yleisen käytännön mukaan ne ovat noin 8-11 astetta.[14, s.52] Linjamerkkien päivämerkit ovat valkoisia kolmioita, joista alempi on kärki ylöspäin ja ylempi vastaavasti kärki alaspäin (kuva 7).



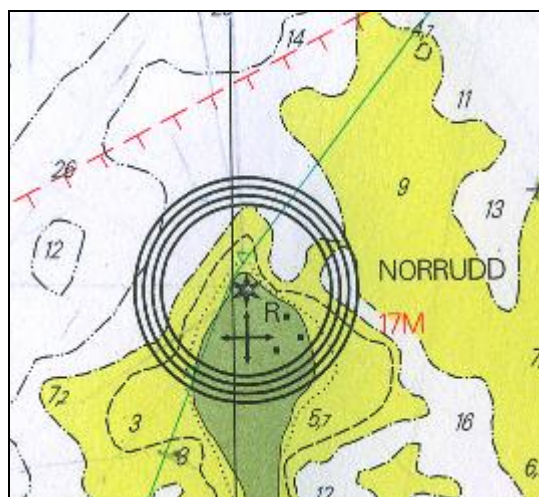
Kuva 7. Linjamerkkien päivämerkit

Alemmassa linjamerkissä on pikavilkku eli 50 - 80 vilkkua minuutissa. Esimerkiksi 0,2 sekuntia valoa, 0,8 sekuntia pimeää, näin vilkkujakso on siis 1 sekuntia. Ylemmässä on tasarytmivalo, jossa on alle 30 vilkkua minuutissa. Siinä on yhtä pitkät valo- ja pimeäjakso, esimerkiksi 2 sekuntia molemmat. Tällöin vilkkujakso on siis 4 sekuntia.

Vesiliikenteessä on tietyn värisillä valoilla omat merkityksensä, joten niitä on käytettävä omissa merkkivaloissa varoen. Valkoista valoa käytetään mm. merimajakoissa, jotka ovat suurempia kuin normaalit loistot (kuva 8 ja kuva 9). Merimajakat ovat paikanmäärityskohteita ulkomerellä tai rannikkoa lähestyttäessä. Valkoista vilkkuvaa valoa käytetään linjaloistojen ja sektoriloistojen yhteydessä, ja loistoluettelosta selviää kunkin loiston vilkkumistiheydet ja täten eri loistot tunnustetaan pelkän valon perusteella.



Kuva 8. Merimajakka [15]



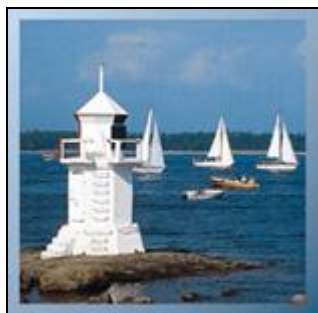
Kuva 9. Norrussin merimajakan kartta-merkki [16]

Vesiliikenteessä puhuttaessa vilkkuvaloista tarkoitetaan aina valoa, joka on tietyn ajan päällä ja tietyn ajan pois päältä. Jos omat valot tehdään siten, että valo ei ole koskaan kokonaan pois päältä eli pimeänä, toisin sanoen jos esimerkiksi seitsemästä ledistä pysyisi 1 - 3 lediä koko ajan päällä ja loput ledit vilkkuisivat, niin silloin niitä valoja ei kukaan voi sekoittaa mihinkään muuhun vesistön valoihin.

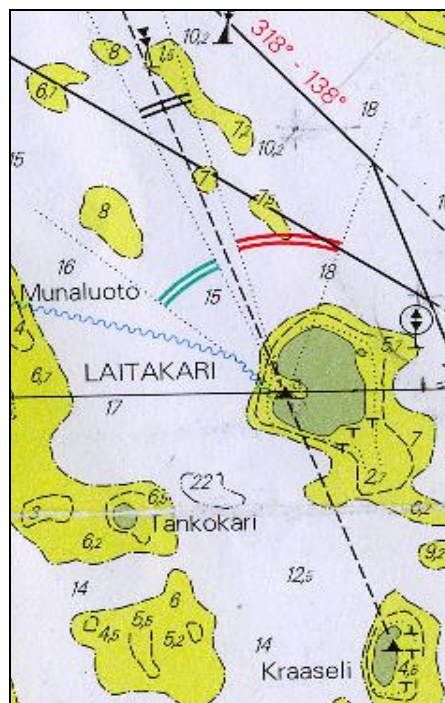
Sinistä vilkkuvaloa käytetään poliisin, tullin, rajavartiolaitoksen, puolustusvoimien, merenkululaitoksen, palokunnan tai meripelastusyksikön aluksissa, kun alus on

kiireellisessä virka- tai pelastustehtävässä tai kun se muun vesiliikenteen varoittamiseksi on tarpeen. Punaista, vihreää, valkoista ja keltaista valoa käytetään erilaisissa aluksissa sivuvaloina, mastovaloina, perävaloina, hinausvaloina ja muina merkkivaloina meriteiden sääntöjen mukaisesti.

Sektoriloistoissa (kuva 10) käytetään punaista, vihreää ja valkoista valoa siten, että ne näyttävät eriväristä valoa eri suuntiin eli sektoreihin. Valkoinen valo osoittaa kulkukelpoiseen eli väylän suuntaan. Sektoriloistoa kohti kuljettaessa rajoittavat valkoista sektoria oikealla puolella vihreä ja vasemmalla puolella punainen sektori (kuva 11). Veneissä käytettävät sivuvalot ovat määrätty sellaisiksi, että menosuuntaan oikealla puolella on vihreä valo ja vasemmalla puolella punainen valo. Näin ollen ne ovat sektoriloistoa kohti tultaessa siten, että kun oikealla puolella venettä on vihreä sivuvalo, niin samalle puolelle osoittaa myös sektoriloiston vihreä valo. Eli jos ajetaan vihreän sektorin alueelle, niin silloin täytyy venettä ohjata pois päin veneen vihreästä sivuvalosta. Erivärisiä valoja käytetään myös merimajakoissa, linja- ja suuntamerkeissä, linjaloistoissa, apuloistoissa, kalastusloistoissa ja varoitusloistoissa.



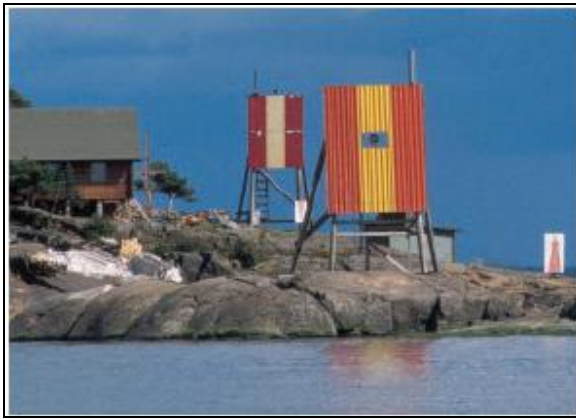
Kuva 10. Sektoriloisto [17]



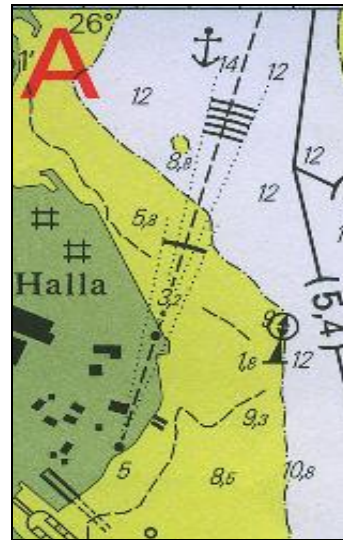
Kuva 11. Laitakarin sektoriloiston

Karttamerkki [16]

Linjaloistoissa on ylempi ja alempi merkki kuten linjamerkeissäkin. Linjaloistojen päivämerkit ovat punakeltaisia. Suorakaiteen muotoiset merkit on jaettu kolmeen yhtä leveään osaan, joista keskimmäinen on keltainen ja reunimmaisets punaisia (kuva 12). Kun niitä lähestytään mereltä päin, niin niiden tulisi olla siten, että sekä ylemmän että alemman merkin keltaiset osat ovat kohdakkain (kuva 13). Silloin ollaan väylällä ja on siis turvallista lähestyä merkkejä kohti. Tässä työssä tehtävät lähestymisvalot ovat luonteeltaan lähinnä linjaloiston kaltaisia.

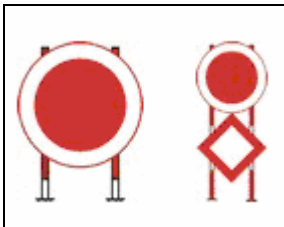


Kuva 12. Linjaloistopari [18]



Kuva 13. Hallan ylempi ja alempi linja-merkki (karttamerkki) [16]

Suuntamerkki (kuva 14) on kohtiajoon tarkoitettu merkki, se on yleensä valaistu. Apuloisto on navigoinnin avuksi asetettu merkki, kalastusloisto on yleensä kalastajien omistama ja ylläpitämä ja se sytytetään tavallisesti vain kalastajien ollessa merellä. Varoitusloisto laitetaan osoittamaan esimerkiksi vedenalaisia kappaleita tai muuta sellaista, jonka kohdalla ankkurointi on kielletty.



Kuva 14. Alempi ja ylempi suuntamerkki [14, s.59]

Myös pysähdysmerkit, kuten silta- ja kanavavalot sekä valaistut vesiliikennemerkkit ja -opasteet lasketaan varoitusloistoihin. Lähellä toisiaan olevat loistot erotetaan toisistaan erivärisin valoin tai järjestämällä valot luonteeltaan erilaisiksi käyttämällä eripituisia pimennyksiä ja siten muodostetaan kullekin loistolle oma tunnusomainen valotunniste.

Suomen rannikoilla ja järvillä olevista majakoista, loistoista ja muista valoista on koottu merenkulkijoille tarpeelliset tiedot niin rannikkoalueen kuin järviolueidenkin loistoluetteloihin. Näistä luetteloista löytyy loistojen sijainnit ja valojen tunnuksat, joiden avulla ne ovat helppo tunnistaa.

Erilaisissa loistoissa käytetään punaista, vihreää, valkoista tai oranssia valoa. Vesiliikenteessä yleisesti käytetään kiinteätä valoa, katkovaloa, tasarytmivaloa, vilkkuvaloa, kestovilkkuva, vilkkua, pikavilkkuva, nopeaa tai erittäin nopeaa pikavilkkuva sekä morsevaloa. [14.]

4 KAUKO-OHJAUKSEN TOTEUTTAMISMAHDOLLISUUKSIA

On ilmeisen selvää, että kauko-ohjaus tulee toteuttaa langattomalla tiedonsiirrolla, joten mahdollisuuksia ovat radiotaajuus, laser- tai infrapunaohjaus, mikroaallot tai matkapuhelinohjaus.

Radioaallot

Radiotaajuuudet ovat 30 MHz - 1 GHz:n alueella. Radioaaltoja on suhteellisen helppo generoida. Radioaallot kulkevat pitkiä matkoja ja läpäisevät esteitä hyvin. Radio-aallot leviävät kaikkiin suuntiin lähteestä joten nämä ominaisuudet tekevät radio-aalloista käyttökelpoisia sellaisessa kommunikaatiokäytössä jossa lähettäjän ja vastaanottajan paikan ei tarvitse olla tarkkaan määritelty.

Toisaalta radioaaltojen pitkän kantaman vuoksi eri lähteet voivat häiritä toisiaan. Tässä lähestymisvalojen ohjauksen tapauksessa radio-ohjaus saattaisi olla ehkä toimivin ratkaisu. Kauko-ohjaus voitaisiin toteuttaa mahdollisesti kahta radio-puhelinta käyttäen toista lähetinpäässä ja toista vastaanotinpäässä. Radio-puhelimien kantama voi olla jopa 3 km ja ne toimivat lupavapaalla 446 MHz:n taajuusalueella.

Mikroaallot

Mikroaallot ovat 300 MHz - 30 GHz:n alueella. Taajuusalueen yläosan aallot kuitenkin absorboituvat sateesta. Näitä taajuuksia ei voida käyttää jos sataa. Mikroaallot kulkevat suoraviivaisesti joten näitä aaltoja käytettäessä on vastaanottajan paikka suhteessa lähettäjään määriteltävä tarkoin. Mikroaaltoja vastaanotettaessa käytetään satelliittien välityksellä lähetettävistä televisio-ohjelmista tuttua lautasantennia. Tällä tavalla vastaanotettu signaali sisältää varsin vähän kohinaa.

Mikroaallot eivät myöskään kulje kovin hyvin rakennusten läpi. Mikroaalloilla on taipumus taajuudesta ja säästä riippuen joskus vääristyä, johtuen ns. monitie-etenemisestä. Tällöin jonkin taajuuden signaali viivästyy ja menee päällekkäin seuraavan aallon kanssa. Tämä vaihtoehto on todennäköisesti liian hankala toteuttaa kyseessä olevaan tilanteeseen.

Lasersäde

Myös lasersädettä voidaan käyttää viestintään. Tällöin viestintään tarvitaan tarkkaan kohdistettu lähettäjä ja vastaanottaja. Lasersäde käyttäytyy aivan kuin valo, eli sade ja sumu aiheuttavat vaikeuksia viestintään. Laser ei pysty läpäisemään esineitä ja voi vääristyä matkalla vastaanottajalle. Tämä tapa ei ole kovin hyvä ohjaamaan laiturin lähestymisvaloja, koska voi olla melko vaikeata löytää vastaanottimen tarkka sijainti pimeässä ja kaukaa katsottuna.

Infrapuna-aallot

Infrapunaiset aallot ovat oivallisia lyhyeen viestimiseen sisätiloissa. Näitä aaltoja käytetään yleisesti kodin elektroniikan kauko-ohjaamiseen. Nämä aallot eivät läpäise esineitä kovin hyvin, jotta eri huoneissa olevien laitteiden kauko-ohjaus ei häiriinny. Lisäksi infrapunaiset aallot suuntautuvat suoraviivaisesti ja aaltoja on suhteellisen helppoa generoida halvoilla laitteilla.

Infrapunaisten aaltojen käyttöön ei tarvita mitään lisenssiä, kuten esimerkiksi radioaaltojen käyttöön tarvitaan. Infrapunaisia aaltoja käyttäviä laitteita ei voi käyttää ulkotiloissa, sillä auringon paiste sisältää runsaasti infrapunaista säteilyä. Sikäli infrapunaohjaus ei varmasti tule kysymykseen tässä tapauksessa. [19]

Ultraääniäallot

Ultraääni on mekaanista aaltoliikettä eli akustista värähtelyä, jonka taajuus on ihmisen korvan kuuloalueen yläpuolella (> 20 kHz). Ultraääni kuitenkin vaimenee nopeasti korkeilla taajuuksilla. Niillä on samankaltaisia ominaisuuksia kuin valolla, esimerkiksi taittuminen, heijastuminen ja fokusoitavuus. Lisäksi ultraääniohjaus vaatii suuritehoisia laitteita, eikä sen kantomatkaa siltikään saada missään nimessä riittävän pitkäksi tämän työn vaatimuksiin nähden. Näin ollen ultraääniohjauskaan ei ole kovin varmatoiminen, eikä se ole sopiva käytettäväksi ulkona. Tämäkään vaihtoehto ei siis ole järkevä ratkaisu kauko-ohjauksen toteuttamiseen. [20]

Matkapuhelinohjaus

Matkapuhelinohjaus esimerkiksi tekstiviestillä saattaisi olla yksi mahdollisuus. Se kuitenkin tulisi oletettavasti ilmeisen kalliiksi, koska vastaanotinpuoli vaatisi monimutkaisen systeemin. Mutta jos tämä mahdollisuus olisi kohtuullisen helposti toteutettavissa, saattaisi se olla jopa varmin ja helpoin keino ohjata valoja. [19]

Kaiken kaikkiaan vaikuttaa siltä, että laser, infrapuna, mikroaallot tai ultraääni eivät ole kovinkaan käyttökelpoisia kyseisessä tarkoituksessa, koska lähettäjän paikka ei voi olla tarkasti määritelty ja kohdistus on erittäin hankalaa olosuhteiden ollessa lähes mitä vain. Kaikissa näissä neljässä tapauksessa myös sääolot aiheuttavat mahdollisesti häiriöitä.

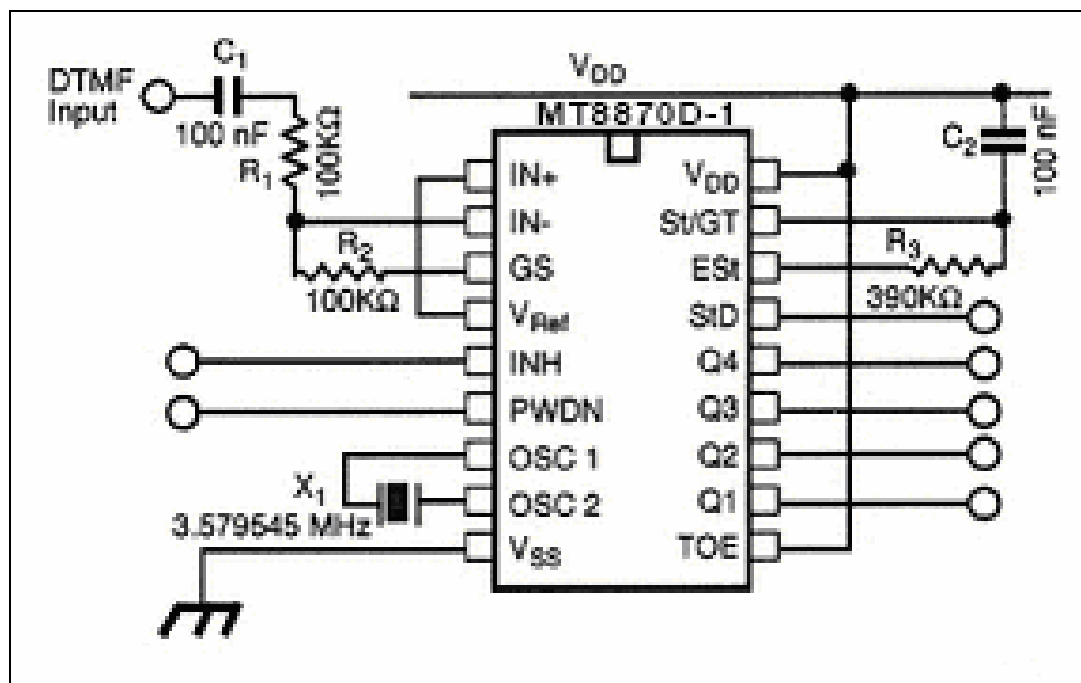
Vaihtoehdot ovat siten joko radio-ohjaus tai matkapuhelinohjaus. Nämä molemmat ovat aika varmatoimisia ja sääoloilla tai lähettimen / vastaanottimen paikalla ei ole suurta merkitystä. Matkapuhelinohjauksen toteuttaminen saattaa olla ongelmallista ja ehkä myös selvästi kalliimpaa, mutta radiotaajuuksien käyttö ei vaikuta mahdolliselta vaihtoehdolta.

5 LAITTEEN RAKENNE JA RAKENTAMINEN

Kun kauko-ohjauksen toteutukseen valittiin lopulta radiopuhelimet, niin niiden lisäksi löydettiin sopivat elektroniikkapiirit sekä lähetinpuolelle että vastaanotinpuolelle. Näillä piireillä saadaan aikaiseksi sopivat signaalit, jotka voidaan ohjata radiopuhelimen kuulokeliitännän kautta radiopuhelimelta toiselle. Näiden piirien avulla saatiin suunniteltua sopivat kytkennät lähettimelle ja vastaanottimelle.

Laite koostuu siis kahdesta erillisestä osasta, lähetin- ja vastaanotinyksiköstä. Lähetin-yksiköllä muodostetaan haluttu komento, joka sitten lähetetään PMR-radiopuhelimien avulla vastaanotinyksikölle. Se tulkitsee vastaanotetun tiedon ja ohjaa sitten halutut valot päälle.

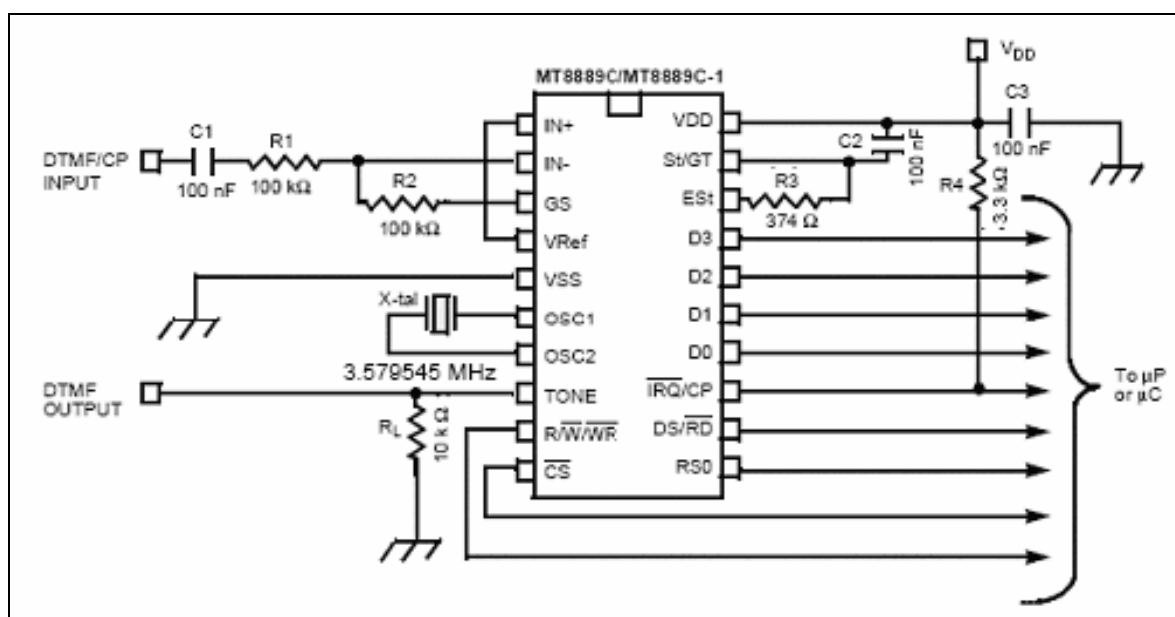
Lähetinyksikkö koostuu MT8870 - lähetinpiiristä (kuva 15), mikroprosessorista ja kytkimestä. Kytkimellä annetaan pulssi prosessorille, joka tulkitsee sen ja ohjaa halutun komennon lähetinpiirille. Tämä muodostaa lähetettävän signaalin ja vie sen eteenpäin radiopuhelimen kautta.



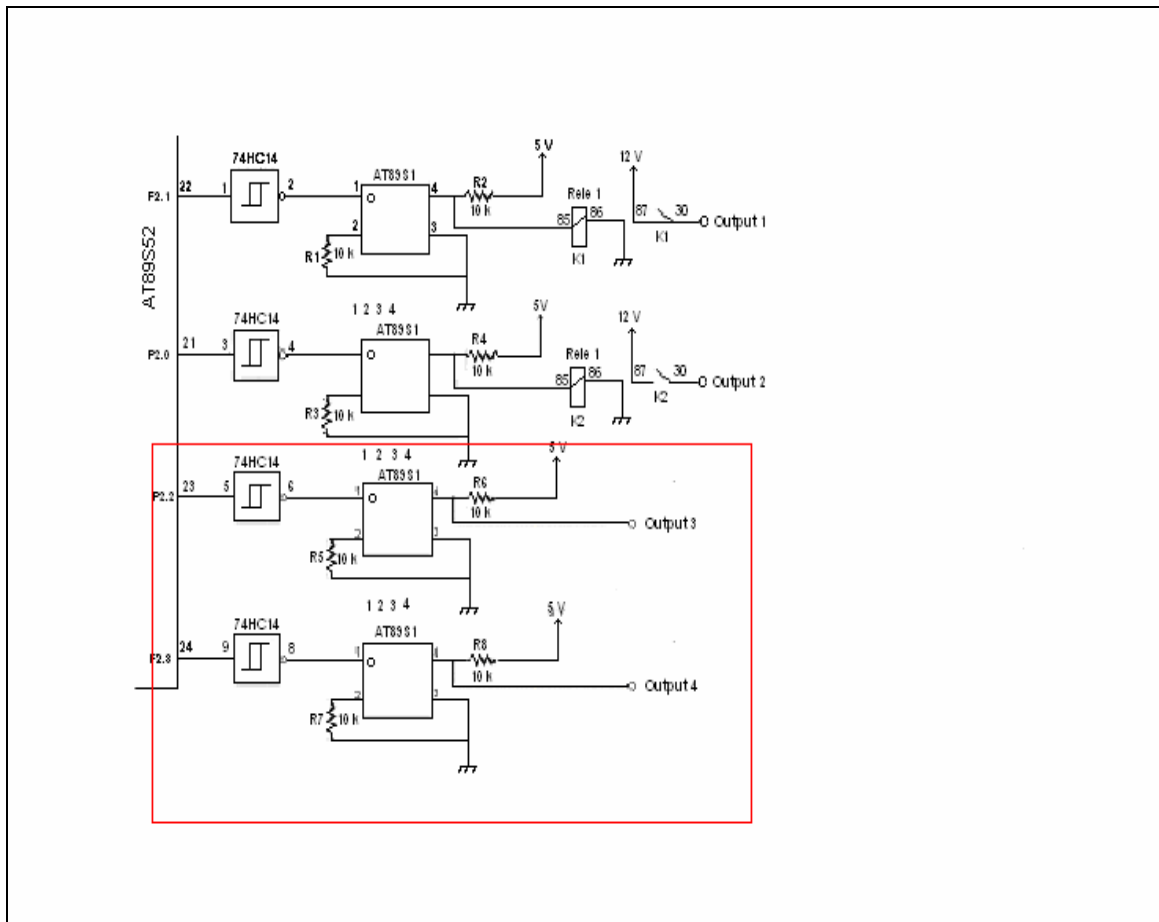
Kuva 15. Lähetinpiirin MT8870 kytkentä

Vastaanotinyksikkö koostuu MT8889 - vastaanotinpiiristä (kuva 16), mikroprosessorista ja relekytkennästä, johon kuuluu Schmitt-trigger-piiri, MOSFET - relekytkimiä sekä releitä. Vastaanotettu signaali tulee vastaanotinpiirille, joka ohjaa komennon prosessorille. Prosessori tulkitsee komennon ja lähettää ohjauksen oikealle/oikeille linjoille sytyttäen halutut valot päälle. Prosessori siis lähettää ohjaussignaalin relekytkennälle (kuva 17). MOS FET releen datasivut ovat liitteessä A.

Ohjaus menee Schmitt-trigger-invertterin kautta MOSFET-releelle, josta signaali etenee varsinaiselle releelle. Kun releen kelalle tulee riittävä virta, rele aukeaa ja ohjausvirta kytkeytyy liittimelle. Invertoiva eli kääntävä Schmitt-trigger suodattaa tulossignaalin häiriöitä ja muodostaa selkeän kanttiaallon.



Kuva 16. Vastaanotinpiirin MT8889 kytkentä

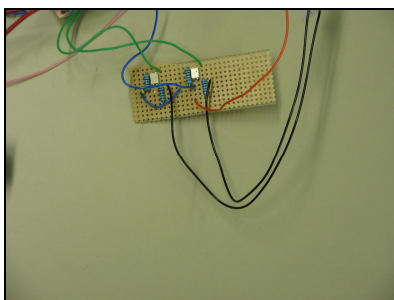


Kuva 17. Vastaanottimen relekytkentä

Laitteet eli sekä lähetin- että vastaanotinyksikkö suunniteltiin ja piirrettiin PADS -piirilevyn suunnitteluohjelmistolla. PADS LOGIC -ohjelmalla piirrettiin ensin suunnitellut kytkennät ja PADS LAYOUT -ohjelmalla tehtiin piirilevyille tulevat komponenttisijoittelut ja johdotukset. Tässä vaiheessa otettiin huomioon, että johdinleveydet ovat riittävän paksut, jotta komponenttien juottaminen olisi helpompaa. Lisäksi asetettiin komponenttien juotoskohdat niin suuriksi, että komponenttien juottaminen onnistuisi. Ohjelmassa olevat oletusasetukset ovat ehdottomasti liian pienet, joten nämä muutokset on järkevää tehdä. Liitteessä B on lähettimen kytkentäkaavio ja liitteessä C vastaanottimen kytkentäkaavio. Lähettimen piirilevyn kuvat ja komponenttisijoittelukuva löytyvät liitteestä D ja vastaanottimen vastaavat kuvat liitteestä E.

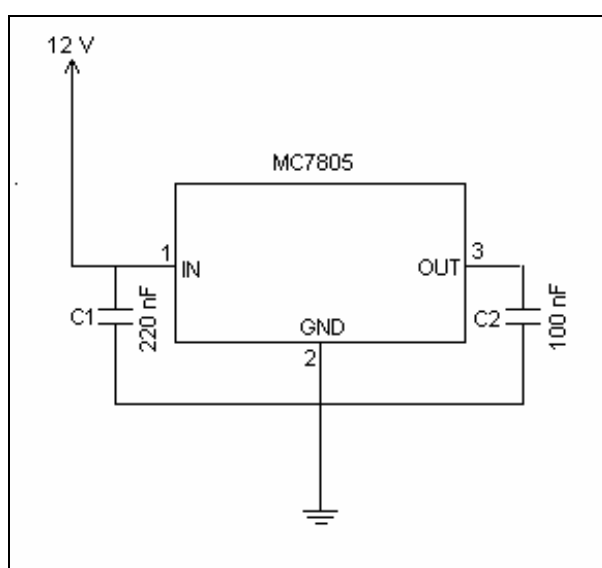
Tämän jälkeen piirilevyt jyrrettiin valmiiksi ammattikorkeakoululla olevalla Bungard-piirilevyjyrsimellä. Seuraavaksi komponentit aseteltiin levyille ja ne tinattiin kolvilla paikoilleen.

Kun levyt oli jyrstetty, niin huomattiin, että vastaanotinpuolella ohjauslinjoja tarvitaankin neljä eikä kaksi. Näin jouduttiin lisäämään kaksi linjaa jälkikäteen. Lisätyt linjat ovat kuvassa 19 punaisen laatikon sisällä olevat kytkennät. Lisäykset tehtiin erilliselle reikälevylle (kuva 20), joka kytkettiin varsinaiselle vastaanotinyksikölle johtimien avulla.



Kuva 20. Lisäyspiiri reikälevyllä

Sekä lähetin- että vastaanotinyksikössä piirien käyttöjännitteet muodostettiin regulaattorikytkennällä (kuva 21). Kun koko systeemi suunniteltiin 12 voltin jännitteelle, jotta jännitelähteenä voitaisiin käyttää esimerkiksi auton akkua, niin regulaattori muodostaa siitä sopivan 5 voltin jännitteen, joka sitten ohjattiin eri komponenteille. Samaa jännitettä käytetään myös radiopuhelimissa.



Kuva 21. Regulaattorikytkentä

Radiopuhelimet

RD-688 radiopuhelin (kuva 22) on yleiskäyttöön saatavilla oleva kannettava kaksisuuntainen yksityinen radiopuhelinpari. Sen käyttöön ei tarvita käyttöaika- tai lisenssimaksuja. Valmistaja lupaa kantavuudeksi jopa 3 kilometriä. Puhelimessa on 8 yksityistä radiokanavaa, 38 yksityiskoodia sekä automaattinen kanavanetsintä.

Radiopuhelin saavuttaa maksimitoimintasäteensä viestittäessä muiden laitteiden kanssa avoimella alueella, jossa ei ole sen signaalia häiritseviä puita tai rakennuksia. Tällaisissa olosuhteissa käyttöalue voi olla jopa kaksi mailia eli noin 3,2 kilometriä. Esteet, kuten puut, rakennukset ja vuoret rajoittavat radiopuhelimen tehokasta toimintasädettä. Kun puhelimia käytetään järvi- tai merialueilla, esteitä on suhteellisen vähän, joten toimintasäteen pitäisi olla suhteellisen pitkä, sopivissa olosuhteissa voidaan yltää jopa yli 5 kilometriin.

Kun koodattu äänikontrollin sulkukytken koodivalinta, CTCSS, on käytössä, radiopuhelin ottaa vastaan vain muiden samalle kanavalle ja yksityiskoodille säädettyjen radiopuhelimien lähettämiä signaaleja. Jos CTCSS-toiminto ei ole käytössä, radiopuhelin ottaa vastaan kaikkien samalle kanavalle säädettyjen radiopuhelimien lähettämiä signaaleja. Tällöin saattaa häiritseviä signaaleja siis ilmaantua. Kanavaväli on 12,5 kHz, käyttöjännite 4,8 V - 6,0 V. PMR-radiopuhelimien toimintataajuus on 446 MHz.

Lähetinpiiri MT8889

Mitelin MT8889C on integroitu DTMF transceiver eli lähetin/vastaanotinpiiri. Tässä työssä sitä käytetään pelkästään lähettimenä. Se on valmistettu CMOS -tekniikalla, joka tarjoaa pienen virrankulutuksen ja luotettavuutta. Sen vastaanotinpuoli perustuu MT8870 DTMF vastaanottoon, jota käytetään tässä työssä vastaanottopuolella. Lähetinpuoli hyödyntää D/A-muunninta vähentämään säröjä ja aikaansaamaan tarkkaa signaalia. Sisäiset laskurit mahdollistavat signaalin oikea-aikaisen lähetyksen.

Komponentissa on adaptiivinen eli mukautuva rajapinta, jonka ansiosta laite voidaan kytkeä useimpiin mikrokontrollereihin. Sitä käytetään mm. luottokorttilaitteissa, hakulaitteissa, puhelinvastaajissa ja tietokoneissa.

Vastaanotinpiiri MT8870

Mitelin MT8870D on integroitu DTMF receiver eli vastaanotinpiiri. Se on täydellinen DTMF-vastaanotin. Se yhdistää taajuussuodattimen ja digitaalisen dekooderin toiminnot. Suodatinpuoli käyttää kondensaattoritekniikkaa ja dekooderi käyttää digitaalisia laskutekniikoita havaitakseen ja dekodatakseen kaikki 16 DTMF ääniparia 4 bittiseksi koodiksi. Komponentissa on differentiaalinen vahvistin sisäänmenopuolella, joka erottaa korkeat ja matalat taajuudet. Digitaalinen laskuosio varmistaa vastaanotetun signaalin taajuuden ja kestoajan ennen kuin lähettää vastaavan koodin ulostuloväylään.

MT8870 on pienikokoinen, pienen virrankulutuksen ja korkean suoritustason omaava laite. Sitä käytetään mm. British Telecomin vastaanottimissa, hakulaitteissa, puhelinvastaajissa, luottokorttilaitteissa, kauko-ohjaimissa ja tietokoneissa.

DTMF (Dual-tone multi-frequency) on puhelinlaitteissa käytetty numeroiden äänitaajuusvalintatapa. Aikaisemmin käytettiin hidasta impulssivalintaa, jossa valittava numero ilmoitettiin pulssien määrällä pulssisarjoissa. Äänitaajuus-valinnassa kukin numero on koodattu kahdeksi toisiinsa epäharmonisessa suhteessa olevan taajuuden muodostamaksi ääneksi. Näin varmistetaan että käytännössä mitkään luonnolliset äänet eivät puhelimen mikrofoniiin tullessaan pääse aiheuttamaan virheellistä numerovalintaa.

Mikroprosessori AT89S52

Työssä käytetään molemmissa yksiköissä Atmelin AT89S52 – prosessoria. Se on 8-bittinen mikrokontrolleri, jossa on sisäinen 8 kB:n ohjelmoitava Flash-muisti. Flash-muisti voidaan ohjelmoida ja pyyhkiä 1000 kertaa.

6 LAITTEISTON TESTAUS JA TULOKSET

Laitteiston testaus tehtiin siten, että prosessori otettiin lähetinyksikön piirilevyltä irti ja lähetinpiirille pulssi saatiin aikaiseksi kytkemällä piirin tulot "1" -tilaan eli ne kytkettiin 5 voltin käyttöjännitteeseen. Lähetinpiirin datasivuilta nähtiin, että CS eli chip select (=piirin valinta) on nolla-aktiivinen eli se täytyy kytkeä "0"-tilaan, joten se kytkettiin maahan (ground). Oskilloskoopilla seurattiin lähetinpiirin lähtöä ja havaittiin piirin muodostaneen tietyn taajuista pulssia. Seuraavaksi pulssi ohjattiin vastaanotinyksikölle. Oskilloskoopilta nähtiin, että pulssi tuli vastaanotinpiirille ja sen lähdöstä pulssi siirtyi prosessorille.

Seuraavaksi kytkentään liitettiin radiopuhelimet. Lähetettävä signaali ohjattiin radiopuhelimen mikrofonin ja kuulokeliittimeen. Vastaanottopuolella radiopuhelimen mikrofonin ja kuulokeliitin kytkettiin vastaavasti signaalin sisääntulolinjaan.

Kirjoitettiin C-kielinen ohjelma, joka käännettiin IAR Embedded Workbench -ohjelmalla ja käännetty tiedosto ajettiin lähetinpuolen mikroprosessorille koululta löytyvällä Dataman-ohjelmointilaitteella. Tämän jälkeen prosessori asetettiin takaisin paikoilleen ja piireille kytkettiin virta. Oskilloskoopilla seurattiin lähettimen lähtöä sekä vastaanottimen tuloa.

Havaittiin, että pulssi lähti radiopuhelimelle ja se välitti sen toisen radiopuhelimen kautta vastaanotinyksikölle. Kun vastaanotin sai komennon, se välitti tietoa eteenpäin prosessorille. Sitten koodiin lisättiin valintalause (IF-lause), joka ottaa huomioon, missä asennossa kytkin on, ja sen perusteella lähettää oikean viestin eteenpäin.

Myös vastaanotinyksikölle tehtiin oma koodi, jotta se komennon saatuaan osaisi lähettää ohjauksen oikeaan osoitteeseen. Koodi ajettiin kääntämisen jälkeen vastaanottoyksikön prosessorille. Ohjausvirtoja saatiin menemään eteenpäin prosessorilta.

7 TYÖN TAVOITTEIDEN TOTEUTUMINEN

Insinööritöissä tutkittiin eri vaihtoehtoja kauko-ohjauksen toteuttamiselle ja valittiin radiopuhelinpari, koska se olisi toteuttamiskelpoisin ja toimintavarmin tapa ratkaista kauko-ohjaus laiturin lähestymisvaloille. Lisäksi se olisi edullisin ratkaisu. Radiopuhelimilla saavutetaan haluttu toimintasäde eli yli pari sataa metriä. Niiden kantomatka on selvästi yli kilometrin.

Laitteisto on myös helppokäyttöinen, molempiin yksiköihin tarvitaan 12 voltin käyttöjännite, joka saadaan esimerkiksi auton akusta tai verkkovirrasta muuntajan avulla. Lähetinyksikössä on kolmeasentoinen kytkin. Kesbiasennossa lähetys ei ole päällä, toisella asennolla sytytetään varsinaiset lähestymisvalot ja kolmannella sytytetään laiturin valot.

Laitteisto on myös sellainen, jonka voi asentaa yksityiseen rantaan, koska valot ovat luonteeltaan sellaiset, että niitä ei voi erehtyä luulemaan miksikään muuksi vesiliikenteessä käytettäväksi valoiksi. Työtä tehdessä muodostui hyvä käsitys vesiliikenteessä käytettävistä valoista sekä silmän toiminnasta värinäön sekä pimeänäkemisen kannalta. Silmä näkee pimeällä sinisen valon parhaiten, mutta sinisillä valoilla on tietty merkitys vesiliikenteessä eikä se siksi ole sopiva väri omiin lähestymisvaloihin. Myös liike havaitaan hyvin ja sen takia osa LEDeistä laitetaan vilkkumaan.

Kytkenät saatiin suunniteltua sekä lähetin- että vastaanottopuolelle, niille jysittiin piirilevyt ja komponentit tinattiin paikoilleen. Laitteistoa testattiin laboratoriossa ja elektroniikka toimi halutulla tavalla. Ohjelmistopuoli jäi hieman keskeneräiseksi, joten se vaatii vielä jonkun verran työstämistä.

Näin ollen aivan kaikkia työlle ennalta asetettuja tavoitteita ei saavutettu. Itse laitetta ei siis ehditty saada täysin valmiiksi. Tarkoitus on kuitenkin saattaa sekin valmiiksi kevään aikana. Kun ohjelmointipuoli toimii halutulla tavalla, päästään laitetta testaamaan enemmän ja oikeissa olosuhteissa. Silloin havaitaan mahdolliset puutteet ja parantamista vaativat asiat. Viat korjataan, jos niitä on, mutta laite on tarkoitus ottaa käyttöön ensi kesänä.

8 YHTEENVETO

Työssä tutustuttiin silmän toimintaan värinäön sekä pimeänäkemisen kannalta. Perehdyttiin myös vesiliikenteessä käytettäviin valoihin ja vesiliikennesääntöihin muutenkin. Näiden lisäksi tutkittiin, mitä vaihtoehtoja olisi ohjausvalojen kauko-ohjauksen toteuttamiselle ja sitten myös rakennettiin kauko-ohjauksella toimivat laiturin lähestymisvalot.

Työ oli hyvin mielenkiintoinen ja erittäin monipuolinen. Aihe on laaja, joten alkututkimuksissa piti lukea monen eri alan kirjallisuutta. Kun työ lisäksi pitää sisällään elektroniikkasuunnittelua, -rakentamista sekä ohjelmointia ja langatonta tiedonsiir-totekniikkaa, vaatii se osaamista monella eri alueella. Toisaalta työhön sisältyvät sulautettujen järjestelmien eri alueet, joten se tukee suuntautumisopintojani.

Silmä näkee pimeässä sinisen valon parhaiten, mutta sinisellä valolla on vesiliikenteessä omat käyttökohteensa, joten niitä ei voinut laittaa lähestymisvaloihin. Vesiliikenteessä on muutenkin hyvin tarkkaa, minkälaisia valoja omaan rantaan saa laittaa. Niitä ei saa sekoittaa mihinkään muuhun valoon. Vilkkuvalla valolla ratkaistiin kyseinen ongelma siten, että kaikkia LEDejä ei laiteta vilkkumaan, vaan jätetään kolme niistä palamaan koko ajan ja vain neljä vilkkuu. Näin kyseessä ei ole varsinaisesti vesiliikenteessä tunnettu vilkkuvalo, koska ei ole selkeitä valo- ja pimeäjaksoja. Silmä erottaa vilkkuvan valon paremmin kuin kiinteän valon, joten on järkevää laittaa edes osa valoista vilkkumaan.

Työssä päädyttiin rakentamaan kauko-ohjaus radiopuhelimien avulla, koska silloin se on helpointa ja halvinta toteuttaa. Radiopuhelimien kantama on riittävän suuri avomaastolla, eikä lähettimen tai vastaanottimen paikalla ole suurta merikystä.

Piirilevyt suunniteltiin ja valmistettiin ammattikorkeakoululla. Testauksissa lähetinyksikkö saatiin lähettämään signaalia ja se saatiin siirrettyä radiopuhelimien kautta myös vastaanotinyksikölle.

Piirilevyistä saatiin tehtyä pienikokoisia, joten ne on helppo sijoittaa samaan koteloon radiopuhelimien kanssa. Laitteet tulivat myös suhteellisen halvoiksi.

Valojen ohjauksen lisäksi radiopuhelimia voi edelleen käyttää myös muuhun viestintään, koska laitteistossa hyödynnettiin radiopuhelimien kuulokeliitäntöjä.

Työn vaativuus ja siihen käytettävä aika arvioitiin väärin, joten laitetta ei saatu aivan valmiiksi asti. Ohjelmointipuoli vaatii vielä perehtymistä ja testaamista.

LÄHDELUETTELO

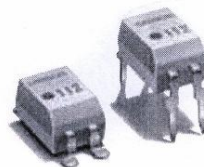
- 1 Internet: <http://lightninglab.fi/VL/Teaching/101/S118101opetusmoniste.pdf>, 14.2.2005
- 2 Newell F. Ophthalmology: Principles and concepts. 6 painos. The Mosby Company. 1986. 609 s. ISBN 0-8016-3643-4
- 3 Nienstedt, W., Hänninen O., Arstila A. & Nienstedt I. Fysiologian ja anatomian perusteet. 2. painos. Porvoo: WSOY:n graafiset laitokset, 1984. 363 s. ISBN 951-0-11996-2
- 4 Helsingin yliopistollisen keskussairaalan BioMag-laboratorio, <http://www.biomag.hus.fi/braincourse/L5.html#RTFTtoC3>, 31.10.2006
- 5 Tähtitieteellinen yhdistys Ursa ry, <http://www.ursa.fi/ursa/jaostot/deepsky/opas.html>, 31.10.2005
- 6 Helsingin teknillinen korkeakoulu, <http://foto.hut.fi/opetus/350/k03/luento5/luento5.html>, 31.10.2005
- 7 Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkqvist, S. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 5. painos. Porvoo: WSOY:n graafiset laitokset, 1987. 635 s. ISBN 951-0-14414-2
- 8 Helsingin teknillinen korkeakoulu, <http://users.tkk.fi/~hsaariko/Ilfochrome.html>, 31.10.2005
- 9 Saari K.M. Silmätautioppi. 5., uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 2001. 502 s. ISBN 951-8951-18-7.
- 10 Tampereen teknillinen yliopisto, <http://www.mit.tut.fi/7503040/Luennot/Luento1.pdf>, 25.1.2006
- 11 Wikipedia, vapaa tietosanakirja, <http://fi.wikipedia.org/wiki/V%C3%A4ri>, 25.1.2006
- 12 Ganong W. Review of Medical Physiology. 14. painos. A Publishing Division of Prentice Hall. 1989. 673 s. ISBN 0-8385-8429-2.
- 13 Linhala J. Vesiliikenteen säädökset. Helsinki: Edita Prima Oy, 2003. 182 s. ISBN 951-37-3862-0.
- 14 Löfgren K. Veneilijän merenkulkuoppi I Saaristonavigointi. Helsinki: Yliopistopaino, 2000. 199 s. ISBN 952-9503-50-4.

- 15 Vaasan kaupungin painatuskeskus,
<http://www1.vaasa.fi/painatuskeskus/majakka.htm>, 31.1.2006
- 16 Carta Marina. Helsinki: Karttakeskus Oy, 1998. ISBN 952-9503-45-8
- 17 Kotkan kaupunki, www.kotka.fi/matkailu/gif/majakkapieni.jpg, 25.1.2006
- 18 Venelehti, www.venelehti.fi/venelehti/pdf/783985.pdf, 25.1.2006
- 19 Helsingin teknillinen korkeakoulu, http://www.tml.hut.fi/Studies/Tik-110.300/1999/Wireless/signal_3.html, 27.4.2005
- 20 Wikipedia, vapaa tietosanakirja,
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Ultra%C3%A4%C3%A4ni>, 26.4.2006

OMRON**MOS FET Relays****G3VM-61A1/D1**

Compact, General-purpose, Analog-switching MOS FET Relay, with Dielectric Strength of 2.5 kVAC between I/O Using Optical Isolation

- Upgraded G3VM-61 A/D Series.
- Switches minute analog signals.
- Leakage current of 1 μ A max. when output relay is open.

**NEW****Application Examples**

- Measurement devices
- Security systems
- Amusement machines

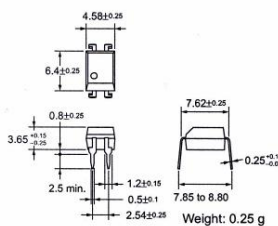
Note: The actual product is marked differently from the image shown here.

List of Models

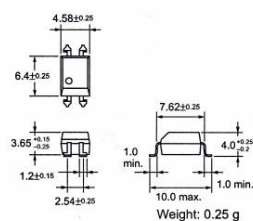
Contact form	Terminals	Load voltage (peak value)	Model	Number per stick	Number per tape
SPST-NO	PCB terminals	60 VAC	G3VM-61A1	100	---
	Surface-mounting terminals		G3VM-61D1		
			G3VM-61D1(TR)	---	1,500

Dimensions

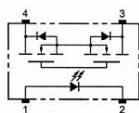
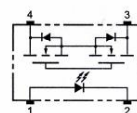
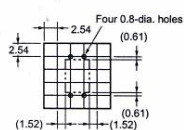
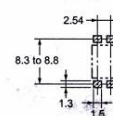
Note: All units are in millimeters unless otherwise indicated.

G3VM-61A1

Note: The actual product is marked differently from the image shown here.

G3VM-61D1

Note: The actual product is marked differently from the image shown here.

Terminal Arrangement/Internal Connections (Top View)**G3VM-61A1****G3VM-61D1****PCB Dimensions (Bottom View)****G3VM-61A1****Actual Mounting Pad Dimensions (Recommended Value, Top View)****G3VM-61D1**

G3VM-61A1/D1

OMRON

G3VM-61A1/D1

■ Absolute Maximum Ratings (Ta = 25°C)

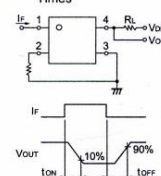
Item	Symbol	Rating	Unit	Measurement Conditions
Input	LED forward current	I _F	50	mA
	Repetitive peak LED forward current	I _{FP}	1	A
	LED forward current reduction rate	ΔI _F /°C	-0.5	mA/°C
	LED reverse voltage	V _R	5	V
	Connection temperature	T _J	125	°C
Output	Output dielectric strength	V _{OFF}	60	V
	Continuous load current	I _O	500	mA
	ON current reduction rate	ΔI _{ON} /°C	-5.0	mA/°C
	Connection temperature	T _J	125	°C
Dielectric strength between input and output (See note 1.)		V _{I-O}	2,500	Vrms
Operating temperature		T _a	-40 to +85	°C
Storage temperature		T _{stg}	-55 to +125	°C
Soldering temperature (10 s)		---	260	°C

Note: 1. The dielectric strength between the input and output was checked by applying voltage between all pins as a group on the LED side and all pins as a group on the light-receiving side.

■ Electrical Characteristics (Ta = 25°C)

Item	Symbol	Minimum	Typical	Maximum	Unit	Measurement conditions
Input	LED forward voltage	V _F	1.0	1.15	1.3	V
	Reverse current	I _R	---	---	10	μA
	Capacity between terminals	C _T	---	30	---	pF
	Trigger LED forward current	I _{FT}	---	1.6	3	mA
Output	Maximum resistance with output ON	R _{ON}	---	1	2	Ω
	Current leakage when the relay is open	I _{LEAK}	---	---	1.0	μA
	Capacity between I/O terminals	C _{I-O}	---	0.8	---	pF
Insulation resistance		R _{I-O}	1,000	---	---	MΩ
Turn-ON time		t _{ON}	---	0.8	2.0	ms
Turn-OFF time		t _{OFF}	---	0.1	0.5	ms

Note: 2. Turn-ON and Turn-OFF Times



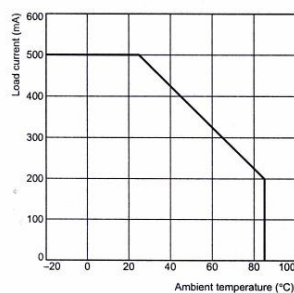
■ Recommended Operating Conditions

Use the G3VM under the following conditions so that the Relay will operate properly.

Item	Symbol	Minimum	Typical	Maximum	Unit
Output dielectric strength	V _{DO}	---	---	48	V
Operating LED forward current	I _F	5	7.5	25	mA
Continuous load current	I _O	---	---	500	mA
Operating temperature	T _a	-20	---	65	°C

■ Engineering Data

Load Current vs. Ambient Temperature
G3VM-61A1(D1)



■ Safety Precautions

Refer to page 6 for precautions common to all G3VM models.

