

Jaakko-Ville Taberman

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULUN
SÄHKÖAUTOPROJEKTIN 12 VOLTIN JÄRJESTELMÄ

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2014

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULUN SÄHKÖAUTOPROJEKTIN 12 VOLTIN JÄRJESTELMÄ

Taberman, Jaakko-Ville
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Helmikuu 2014
Ohjaaja: Pulkkinen, Petteri
Sivumäärä: 31
Liitteitä: 6

Asiasanat: Sähköautomuunnos, ohjausjärjestelmä

Opinnäytetyön aiheena oli käydä läpi sähköautoprojektin kahdentoista voltin ohjausjärjestelmän suunnittelua sekä toteutusta ja integraatiota muihin sähköjärjestelmiin.

Opinnäytetyössä käydään myös läpi auton muita sähköjärjestelmiä niiltä osin kuin ne liittyvät kahdentoista voltin ohjausjärjestelmän toimintaan ja toteutukseen.

Myös suuressa osassa tätä opinnäytetyötä ovat 12V ohjausjärjestelmän sähköpiirrokset ja dokumentaatio.

SATAKUNTA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES ELECTRIC CAR PROJECTS
12 VOLT SYSTEM

Taberman, Jaakko-Ville

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

February 2014

Supervisor: Pulkkinen, Petteri

Number of pages: 31

Appendices: 6

Keywords: Electric car conversion, control system

The purpose of this thesis was to go through the design and planning process of the electric car projects twelve volt controlling system and integration to the other electrical systems in the car.

The thesis will also go through cars other electrical systems from the perspective of function and implementation to the twelve volt system.

A large part of this thesis is also the electric design drawings and documentation of the twelve volt controlling system.

Sisällys

1 JOHDANTO.....	5
2 SÄHKÖKÄYTTÖINEN VW KLEINBUS.....	6
2.1 Auton rungon valintaperusteet.....	6
2.1.1 Olemassa olleet autosähköjärjestelmät.....	6
2.2 Auton käyttötarkoitus ja järjestelmien suunnittelu.....	7
3 AUTON 12 VOLTIN OHJAUSJÄRJESTELMÄN SÄHKÖPIIRROKSET.....	7
3.1 Piirrosten epästandardisuuden perustelu.....	8
3.2 Sähköpiirrosten liitteet.....	9
4 AUTON MUUT KUIN 12VDC JÄRJESTELMÄT.....	9
4.1 Auton 192VDC akusto, moottori ja moottorinohjain.....	10
4.2 Auton 230/400VAC lataus- ja viihdelaitejärjestelmä.....	13
4.2.1 Latausjärjestelmä ja sen ohjaus.....	14
4.2.2 Viihdelaiteverkko ja sen ohjaus.....	16
4.3 Logiikan 24V jännitesyöttö.....	17
5 AUTON 12V JÄRJESTELMÄ.....	18
5.1 Jännitesyötöt 12V ohjaus- ja toimilaitteille.....	19
5.2 Turvallisuus hätä-seis-piirin ja hallintalaitteiden osalta.....	21
5.3 Hallinta- ja toimilaitteet.....	23
5.3.1 Kosketusnäyttö.....	24
5.3.2 Logiikkaohjauksen ulkopuoliset toiminnot.....	25
5.3.3 Logiikkaohjatut toimilaitesyötöt.....	26
5.4 Helppokäyttötoiminnot: Ohjauskytkimet S50-S55 ja logiikan jännitesyöttö.....	27
6 YHTEENVETO.....	29
LÄHTEET.....	30
LIITTEET.....	

IJOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata Satakunnan ammattikorkeakoulun sähköautoprojektin 12 voltin sähköjärjestelmän suunnittelua ja toteutusta sekä auton muiden sähköjärjestelmien ja toimilaitteiden integrointia 12 voltin järjestelmään siten, että auto tulee olemaan käytännöllinen sekä turvallinen.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään sähköpiirrosten lisäksi kuvaamaan tarkasti tärkeimpien järjestelmien toimintaa 12V järjestelmän näkökulmasta tarkasteltuna sekä selostamaan miksi järjestelmien integraatiossa päädyttiin tiettyihin ratkaisuihin.

Tullaan myös selostamaan pääpiirteittäin sähköautoprojektin ideaa sekä toteutusta ja auton käyttötarkoitusta pohjustamaan selontekoa järjestelmien toiminnasta.



Kuva 1. Sähköauto Kokemäenjoen rannassa kesällä 2013 (Taberman 2013)

2SÄHKÖKÄYTTÖINEN VW KLEINBUS

2.1 Auton rungon valintaperusteet

Projektin rungoksi valittiin VolksWagen T2 vuosimallia 1974 pääasiassa koska haluttiin erilaisiin tapahtumiin huomiota herättävä ikoninen auto. Runko sisälsi myös vain minimalistisesti 12V sähköjärjestelmän osia, joka helpotti sähköjärjestelmien täysimittaista uudelleen suunnittelua sekä asennusta. Runkoon oli saatavilla suoraan sopivia osia sähköautomuunnoksen tekemiseksi. Myös se, että kyseessä on paketti-auto edesauttoi valintaa sillä tilanpuute ei tulisi ongelmaksi asennuksissa.

2.1.1 Olemassa olleet autosähköjärjestelmät

Auto sisälsi aikakaudelle tyypilliset ajoneuvosähköt: valot, tuulilasin pyyhkimet pesurilla, äänimerkin ja sytytys- sekä käynnistysjärjestelmät. (TheSamba [www-sivut 2014](#))

Käytännössä kaikki alkuperäisen sähköjärjestelmän osat ajovaloja, tuulilasin pyyhkijöiden moottoria sekä jarrutehostimen kytkimiä lukuunottamatta purettiin autosta uuden järjestelmän tieltä.

2.2 Auton käyttötarkoitus ja järjestelmien suunnittelu

Autosta haluttiin suorituskykyinen ja käyttömukavuudeltaan hyvä sähköauto, josta löytyisi kaikkien ajoneuvon perushallintalaitteiden lisäksi mukavat tilat sekä helpokäyttöinen ja monipuolinen latausjärjestelmä. Lisäksi haluttiin riittävä äänentoistojärjestelmä yleisötapahotelliin, videotuotantomahdollisuudet eri lähteistä sekä ajossa että paikallaan ollessa. Siirtymä liikenteessä olevasta ajoneuvosta yleisötapahotellin keskipisteenä olevaksi viihdekeskukseksi ja jälleen takaisin liikenteeseen haluttiin vaivattomaksi ja nopeaksi.

Koska kyseessä on ajoneuvo, otettiin se heti päällimmäiseksi lähtökohdaksi, kun lähdettiin suunnittelemaan minkälaisia järjestelmiä ja komponentteja autoon asennettaisiin. Heti alusta alkaen oli selvää, että kustannusten sekä helpon saatavuuden takia auton ohjaus- ja toimilaittejärjestelmä perustuisi 12V ajoneuvosähkökomponenttien pohjalle. Yleisimmin käytettyjä 12V ajoneuvosähkökomponentteja kuten sulakkeita ja releitä on laajasti saatavilla huoltoasemilla sekä varaosaliikkeistä korjaustarpeen ilmaantuessa. (Motonetin www-sivut 2014)

Tämä poistaisi täysin ongelmat osien saatavuudessa sekä niiden hinnassa, kun niitä verrataan teollisuuskäyttöihin tarkoitettujen sähkökomponenttien hintoihin sekä toimitusaikoihin. (SLO OY:n www-sivut 2014)

3AUTON 12 VOLTIN OHJAUSJÄRJESTELMÄN SÄHKÖPIIRROKSET

Sähköauton 12V ohjauksien ja käyttöjen suunnitelmat perustuivat täysin juuri tämän kyseessä olevan sähköautomuunnoksen tarpeisiin. Sähköpiirroksat ovat kokonaisuudessaan tämän opinnäytetyön liitteinä 1-4. Piirroksat on piirretty CADS-ohjelmiston opiskelijalisenssin alaisuudessa.

3.1 Piirrosten epästandardisuuden perustelu

Koska sähköautomuunnoksen 12 voltin ohjaus- ja toimilaittejärjestelmä perustui vahvasti autosähkökomponentteihin, oli hyvin luontevaa ottaa suunnitelmien perusteeksi autosähköpiirrosstandardit. Kuitenkin auton sisältämien helppokäyttöisyystoimintojen sekä runsaan automatisoinnin ja viihde-elektroniikan vuoksi perinteiset autosähköjärjestelmäpiirrokset eivät olisi palvelleet täysin projektin arkistointia potentiaalisen vaikeaselkoisuuden ja muokkaamisen vaikeuden takia. Suunnitteluprosessia työnsi toiseen suuntaan myös se, että autosähköjärjestelmien piirtostandardeita tukevat suunnitteluohjelmistot tai niiden lisenssit ovat suurimmaksi osaksi autonvalmistajien hallinnassa (Society of Automotive Engineers 2014) ja tällöin joko vaikeasti tai erittäin kalliisti saatavissa.

Teollisuuden sähköpiirrosten piirtostandardin suora soveltaminen tämän projektin arkistoinnissa osoittautui myös hankalaksi tai vaikeaselkoiseksi (SFS 600-1 2012, 1), sillä auton sähköjärjestelmät pohjautuvat vankasti autosähkökomponentteihin. Vaikka tukea teollisuuden merkintätapoihin antoi automaatiojärjestelmän käyttö ja pää- sekä jakokeskustyyppinen järjestelmän rakenne, ei haluttu lähteä tekemään työlästä autosähköjärjestelmien sovitusta teollisuuden tyyppisiin piirroksiin jo valmiiksi mittavassa projektissa, jonka oli määrä valmistua todella nopeasti Porin Jazz-festivaaleille 2013.

Päädettiin tekemään kompromissi autosähköjärjestelmien ja teollisuussähköjärjestelmien standardien esitystapojen väliltä käyttäen niiden tähän projektiin sopivia hyviä puolia mahdollisimman selkeästi. Näin ollen piirrokset eivät ole standardin mukaisia, mutta pohjautuvat niihin molempiin voimakkaasti.

Esitystavan pohjana toimii autosähköjärjestelmän pääpiirteinen sommittelu toimilaitteiden sijainnin ja ohjauksen mukaan. Piirrokset kuitenkin sisältävät teollisuuden laitteita, jotka ovat piirretty pienjännitstandardin mukaan. Tehtiin ero kaapeloinnin kuvauksessa ohjauspiirin sekä päävirtapiirin välillä johdinvärein keskuskaaviotyypisesti, vaikka autosähköjärjestelmille ominaisesti samassa kaapelissa saattaa kulkea sekä ohjauksia, että käyttöjä. Ohjaukset merkittiin piirroksissa punaisella ja käytöt vihreällä.

Tulevaisuudessa toisten opiskelijoiden jatkaessa projektia, varmistettiin piirrosten tulkittavuus ja muokattavuus näitä poikkeavia esitystapoja käyttämällä.

3.2 Sähköpiirrosten liitteet

Piirroksien tueksi ja täydennykseksi laadittiin vielä kytkennän jälkeen päivitetty kytkentälista, sekä kattava sulakelista. Koska projekti on elävä ja muutokset järjestelmässä jokseenkin väistämättömiä, varmistettiin näin piirrosten ymmärrettävyys ja selkeys. Kytkentälista ja sulakelista tämän opinnäytetyön liitteinä 5 ja 6.

4 AUTON MUUT KUIN 12VDC JÄRJESTELMÄT

Koko auton muut sähköjärjestelmät pohjautuvat 12V järjestelmällä toteutettuihin ohjauksiin tai käyttöihin. Tämä oli luonnollinen valinta toteuttaa sähköauton ohjaukset, sillä autot normaalisti käyttävät 12V järjestelmää, joten komponentit ovat edullisia sekä helposti saatavilla. Tässä luvussa tullaan käymään läpi pintapuolisesti pääasiassa muut, kuin 12V järjestelmät, jotka ovat autossa käytössä. Samalla selvitetään miten ne ovat integroitu osaksi sähköauton 12V ohjausjärjestelmää.

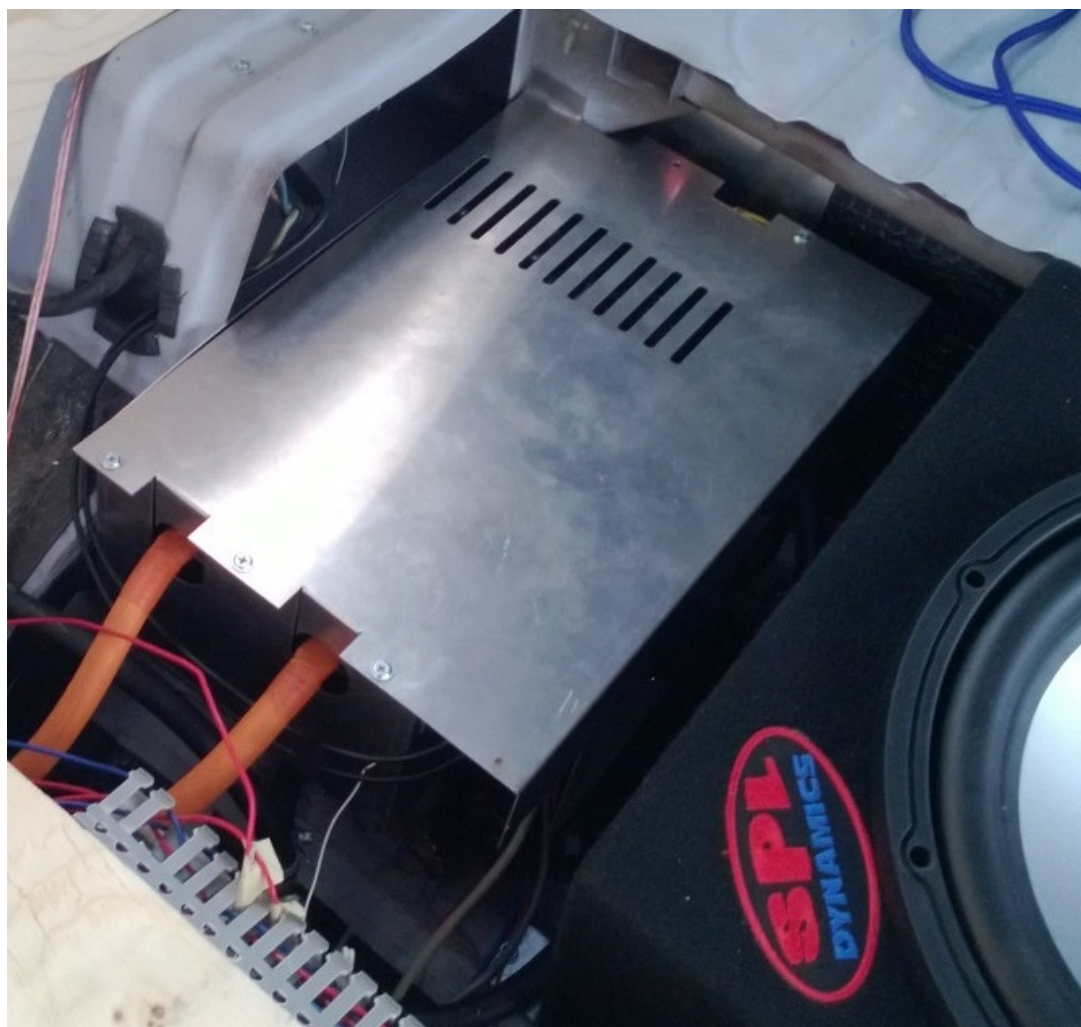
4.1 Auton 192VDC akusto, moottori ja moottorinohjain

Sähköauton voimanlähteenä toimii 192V jännitteellä toimiva tasavirtamoottori, joka on kytketty vaihteistoon. Moottorin jäähdytys on järjestetty 12V moottoripuhaltimella. Peruutusmahdollisuus on toteutettu suunnanvaihtokontaktorilla, jota ohjataan kojelaudassa olevasta vaihdekytkimestä. Moottorikaapelointi on häiriösuojattu. (Myntti henkilökohtainen tiedonanto 12.02.2014)



Kuva 2. Moottorin päällä on suunnanvaihtokontaktori koteloituna ja moottorin perässä sijaitsevat tuuletusritilä sekä moottoripuhallin. (Taberman 2013)

Moottorinohjaimena toimii Soliton JR, joka säätelee virtaa moottorille kaasupolkimen asennon mukaan. Kaasupolkimeen on kytketty potentiometri jolta vastustieto kulkee ohjaimelle. Ohjain on häiriösuojattu elektromagneettisilta häiriöiltä. Akuston pääjännitteen 192VDC virta kulkee ohjaimen läpi. Kuitenkin moottorinohjaimen käyttöjännite on 11-15VDC. Ohjain sisältää suuren määrän pienelektroniikkaa ja tarvitsee toimiakseen erittäin tasaisen jännitteen. Tämän vuoksi moottorinohjaimen jännitelähteeksi valittiin 200VDC/13,8VDC 22A muunnin, joka ottaa virtansa pääakustolta ja tarjoaa hyvin tasaisen pienjännitteen ohjaimelle. Jännitelähteen 13,8V kelluvana erillään muusta 12V järjestelmästä. (Myntti, henkilökohtainen tiedonanto 12.02.2014)



Kuva 3. Häiriösuojattu moottorinohjain. Etualalla oranssit syöttökaapelit (Taberman 2013)



Kuva 4. Moottorinohjaimen 200VDC/13,8VDC 22A jännitelähde (Taberman 2013)

Pääakustona on 192VDC 30kWh LiFePO₄-akusto, joka koostuu kuudestakymmenestä 3,2V 160Ah kennosta. Akuston kennojen jännitteiden tasauksen sekä valvonnan hoitaa BMS-järjestelmä (Battery Management System), joka on välttämätön LiFePO₄-kennoja käytettäessä. Näin ehkäistään kennojen jännite-epätasapaino ja suojellaan kennostoa yli- ja alijännitteeltä, joka voisi pahimmillaan tuhota yksittäisiä kennoja tai jopa koko akuston. (Lintula, henkilökohtainen tiedonanto 12.02.2014)

Akustolta moottorinohjaimelle kulkevaa virtaa katkotaan pääkontaktorilla Q1, joka on 12V ohjattu. Q1 avautuu, jos auton hätä-seis-piiri katkeaa tai auton start-painike S1 ei ole kiinni.



Kuva 5. Pääakuston ja BMS-järjestelmän toinen puolikas (Taberman 2014)

Auton sisäilmapuhaltimen 1kW lämmityselementti on myös 192VDC käyttö. Sisäilmanpuhallin sekä tämän lämmityselementti sijaitsevat auton keulassa. Tästä syystä 192VDC syöttökaapeliksi elementille valittiin selkeästi muista keulaan kulkevista 12VDC kaapeleista erottuva kumikaapeli. Lämmityselementin syötön ohjaus on toteutettu releellä jota ohjataan 12V puhaltimen katkaisijalla. Kytkennät esitetty liitteessä 4.

4.2 Auton 230/400VAC lataus- ja viihdelaittejärjestelmä

Sähköauton 230VAC ja 400VAC järjestelmä koostuu pääasiassa kahdesta erillisestä osasta. Tärkeämpänä osana auton ajoneuvokäyttöä ajatellen on latausjärjestelmä. Toissijaisena järjestelmänä viihdelaitteverkko, joka mahdollistaa televisioiden, tietokoneiden, äänilaitteiden sekä videopelien liittämisen ajoneuvoon yleisötapahtumissa. 230VAC viihdelaitteverkkoa voidaan käyttää myös ajon aikana syöttämällä viihdelaitteverkon jännite 12VDC/230VAC invertterillä.

4.2.1 Latausjärjestelmä ja sen ohjaus

Latausjärjestelmän keskeisimpänä komponenttina toimii latauskenohjauskeskus OK01, jonka on suunnitellut ja toteuttanut Mikko Myntti.

Auton liitäntä verkkojännitteeseen on toteutettu sekä yksi- että kolmivaiheisena.

Yksivaiheinen liitäntä toteutettiin auton keulaan asennetulla defa-pistokkeella ja kolmivaiheinen moottoritilassa sijaitsevan pistokkeen kautta.

(Myntti, henkilökohtainen tiedonanto 12.02.2014)

Yksivaiheisena käytettäessä ongelmaksi muodostuu väistämättä lämmityspistorasioiden riittämätön mitoitus virran suhteen. 16A yksivaiheiselta pistorasialta ei voida ladata yhtä aikaa akustoja ja käyttää viihdelaiteverkkoa ylikuormittamatta sulaketta. Ongelma on ratkaistu OK01-keskuksessa valintakytkimellä sekä tilan ilmoittavilla merkkivaloilla. Valintakytkimellä voidaan yksivaiheisen latauksen ollessa käytössä valita, ladataanko pääakustoa, 12v apulaiteakkua, vai käytetäänkö vain viihdelaiteverkkoa. Valintakytkimessä on myös automaattiasento, jonka ollessa valittuna ladataan ensin pääakusto täyteen. Sen jälkeen siirrytään lataamaan ja ylläpitämään 12V apulaiteakkua.



Kuva 6. 12V apulaiteakun ja 200V pääakuston laturit sekä 12VDC/230VAC invertteri (Taberman 2014)

16A kolmivaihepistokkeen ollessa kytkettynä ei ole tarvetta käyttää OK01-keskuksen valintakytkintä, vaan tällöin latauksenohjauskeskus ohjaa jännitteen sekä viihdelaiteverkkoon, apulaiteakun laturille, että pääakuston laturille.

OK01-keskuksen kannessa on myös hätä-seis-painike. Hätä-seis-piirin auetessa keskeytyvät sekä lataukset, että viihdelaiteverkon jännitesyöttö. OK01-keskuksen hätä-seis-painike toimii myös 12v ohjauksena ollen kytketty koko muuhun hätä-seis-piiriin. Tällöin se aukaisee myös pääkontaktorin Q1 ja estää ajoneuvolla ajon. OK01-keskus ohjaa 12v-ohjatun Q1 kontaktorin auki myös silloin, kun jompi kumpi latauskaapeleista on kytkettynä. Näin estetään ajoon lähtö, ettei inhimillisen erehdyksen johdosta ajoon lähdetessä kiinni unohtunut pistoke repisi pistorasiaa seinästä ja aiheuttaisi sähkötapaturman vaaraa. OK01 antaa myös logiikalle tiedon latauksen tilasta ja syöttökaapelin jännitteisyydestä, jolloin nämä tiedot saadaan välitettyä ajoneuvon kuljettajalle kosketusnäytön kautta.



Kuva 7. OK01-latauksenohjauskeskus auton moottoritilassa lataamassa pääakustoa 230V Defa-pistokkeen kautta (Taberman 2013)

4.2.2 Viihdelaiteverkko ja sen ohjaus

Viihdelaiteverkko on käytössä oletusarvoisesti silloin, kun ollaan yleisötapahtumassa. Tällöin jännite auton televisioille sekä muille audio- ja videolaitteille tuodaan 3-vaihepistokkeella tai vaihtoehtoisesti 1-vaiheisen lämmituspistokkeen kautta OK01-keskuksen käyttökytkimen ollessa viihdelaiteverkko-asennossa. Ajon aikana tai, jos kohteessa ei ole mahdollisuutta kytkeä autoa verkkovirtaan, voidaan viihdelaiteverkko syöttää 12VDC/230VAC invertterillä (Myntti, henkilökohtainen tiedonanto 12.02.2014)

Invertteri ottaa käyttöjännitteensä auton apulaiteakulta ja on ohjattu sekä 12V ohjauksien, että OK01-keskuksen kautta. OK01-keskus estää invertterin käytön tilanteessa, jossa auto on kytkettynä verkkovirtaan ja viihdelaiteverkko on käytössä. Viihdelaiteverkon ollessa jännitteinen OK01-keskus katkaisee 12V syötön K42 invertterin apureleeltä, jolloin apurele ei voi ohjata invertterin käyttörelettä K45. Tällä on estetty tilanne, jossa 230V viihdelaitepistorasioille tulisi syöttö sekä verkkovirrasta, että invertteriltä. Kaksi eri vaiheista syöttöä viihdelaiteverkkoon aiheuttaisi sulakkeen palamisen. Ohjauskytkennät esitetty liitteessä 4.



Kuva 8. Viihdelaiteverkko käytössä yleisötapahtumassa (Taberman 2013)

4.3 Logiikan 24V jännitesyöttö

24V laitteita autossa syöttää 12VDC/24VDC-muunnin. Sen pääasiallinen käyttötarkoitus on syöttää Beckhoffin valmistamaa ohjelmoitavaa logiikkaa, joka ohjaa auton ajoneuvosähköjärjestelmää. Tällä hetkellä 24V jännitelähde syöttää myös jännitteen BMS-järjestelmälle, mutta tämä tulee tulevaisuudessa poistumaan uuden 12V BMS-järjestelmän asennuksen yhteydessä. 24V- lähteen ohjaus tapahtuu kojelaudassa olevasta erillisestä kytkimestä S20, joka ohjaa relettä K40. Kytkenät esitetty liitteessä 4.



Kuva 9. 12VDC/24VDC- muunnin sekä 24V- sulakkeet. (Taberman 2013)

5AUTON 12V JÄRJESTELMÄ

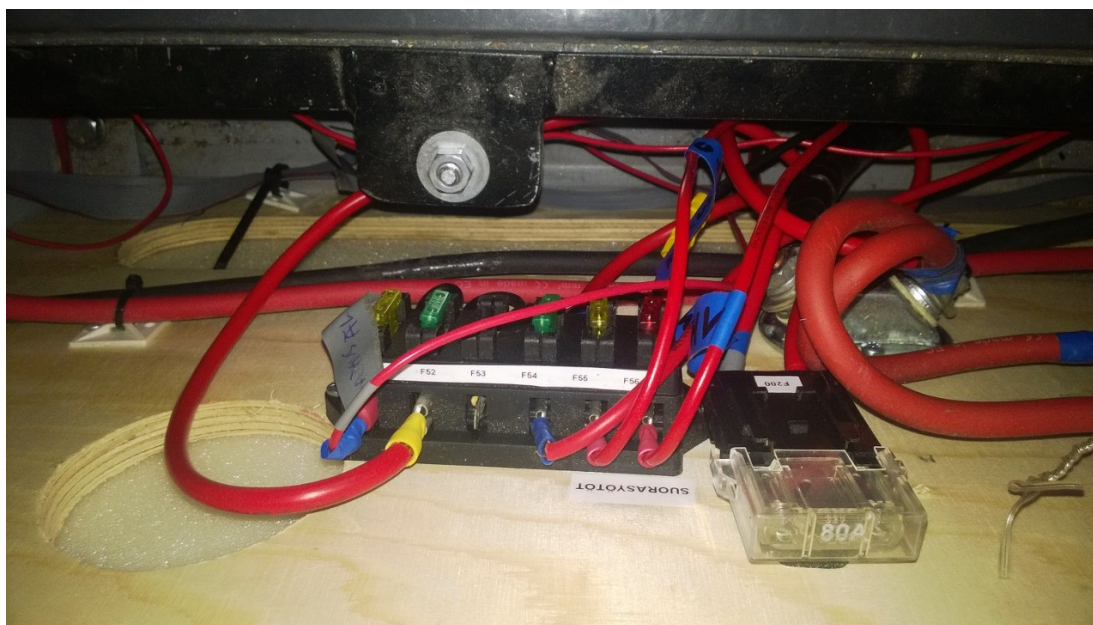
Auton ohjausjärjestelmä koostuu pääasiassa kahdesta erillisestä osasta, jotka toimivat yhdessä toistensa tukena. Tärkeämpänä osana auton muiden sähköjärjestelmien osalta on logiikkaohjauksesta riippumattomat releohjaukset, jotka ovat esitetty liitteessä 4. Ajoneuvosähköjärjestelmä ja hallintalaitteet ovat toisena pääosana. Nämä ovat toteutettu Beckhoffin ohjelmoitavaa logiikkaa hyödyntäen releohjauksin. Kytkenät esitetty liitteissä 2 ja 3. Tässä luvussa tullaan käsittelemään 12V järjestelmä syöttöjen, turvallisuuden, hallintalaitteiden sekä releohjauksien ja logiikkaohjauksien yhteistoiminnallisten helppokäyttöisyysominaisuuksien kannalta.



Kuva 10. OK02-keskuksen 12V- järjestelmän pääkomponentit etupenkkien alla (2013 Taberman)

5.1 Jännitesyötöt 12V ohjaus- ja toimilaitteille

12V järjestelmän tärkeimpänä osana on 12V 200AH lyijyakku, joka on sijoitettu auton keskivaiheille. Akulta ovat suorasyötöt keskuslukitukselle, autosoitinille sekä hätävilkun releelle K45. Suorasyöttö on välttämätön, jotta keskuslukitus toimisi myös ilman pääkytkintä sekä autosoitimen asetusten että kellon säilymisen takia. Muut syötöt releohjauksille ja toimilaitteille kulkevat pääkytkimen S100 läpi. Pääkytkimen jälkeen piirissä sijaitsevat pääsulakkeet. F100 100A pääsulake syöttää autosulakkeet F1-F30. Näistä suurin osa on logiikkaohjattujen relesyöttöjen sulakkeita. Osa kuitenkin on suoria syöttöjä pääkytkimen ollessa kiinni, kuten tupakansytytinpistoke ja sähköikkunat. F200 80A pääsulake syöttää sulakkeet F51-54. Nämä sulakkeet syöttävät suurivirtaiset toimilaitteet ja ovat siksi sijoitettu akun läheisyyteen. F300 pääsulake on yksinomaan autokäyttöön tarkoitettujen audiovahvistimien pääsulake. Jännitesyötöt esitetty liitteessä 1.



Kuva 11. F51-F56, F200 ja pääkytkin akun läheisyydessä (Taberman 2014)

Autosulakkeet F1-F30 ovat mitoitettujen toimilaitteiden sähkönkulutuksen mukaan mittaamalla toimilaitteen käytön maksimivirta ja asentamalla riittävän kokoiset sulakkeet. Sulakelista opinnäytetyön liitteenä 6.



Kuva 12. F1-F30 autosulakkeet (Taberman 2014)

Päävirtakytkimen unohtaminen kiinni-asentoon ei aiheuta nopeaa akun tyhjenemistä, sillä 12V jännitesyötöt eivät ole toiminnassa, jos päävirtakytkin S100 on auki-asennossa.

5.2 Turvallisuus hätä-seis-piirin ja hallintalaitteiden osalta

Kun kyseessä on sähköllä liikkuva ajoneuvo ja hieman perinteistä autoa hankalammin lähestyttävä laite, on turvallisuuteen panostettu huomattavasti.

Autossa on kattava hätä-seis-piiri, jonka laukaisu katkaisee jännitteen sekä 230V-laitteilta että moottorinohjaimelta pääkontaktorin Q1- välityksellä. Hätä-seis-piiri koostuu hätä-seis-painikkeista S0.1 ja S0.2 sekä kolarikytkimestä S0.3. S0.1 sijaitsee OK01-keskuksen kannessa, S0.2 kojelaudassa ja kolarikytkin S0.3 penkin alla keskuksessa OK02. S0.3 aukeaa jos autoon kohdistuu kolarin aiheuttama pysähdysvoima. Hätä-seis-piiri syöttää 12V jännitteen OK01- keskukselle, jolloin jännitteen katketessa aiheutuu hätä-seis toiminto.

Auton latauskaapelin ollessa kytkettynä aiheutuu seis-toiminto ainoastaan 12V ohjauksien osalta. Tällöin OK01-keskus katkaisee 12V lähdön releelle K44, joka ohjaa pääkontaktorin Q1 toimintaa. Myös apulaiteakun tyhjeneminen katkaisee Q1 toiminnan, jolloin potentiaalisesti vaarallisen valottoman ja hallintalaitteettoman auton ajo estetään. Kytkennät esitetty liitteessä 4.

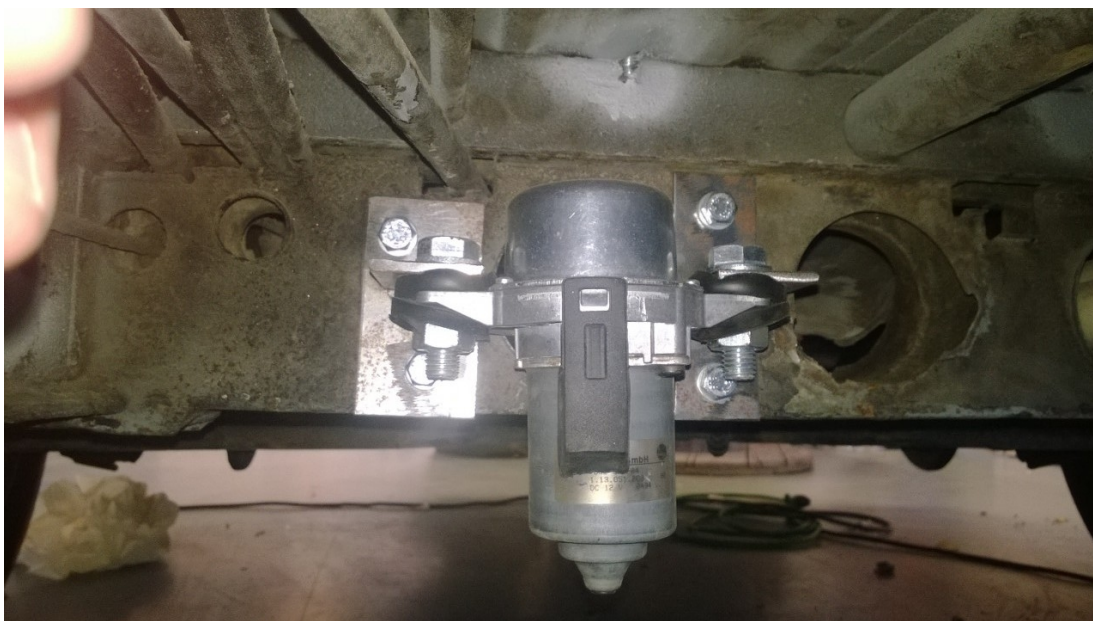


Kuva 13. Hätä-seis-painike S0.2 kojelaudassa (Taberman 2014)



Kuva 14. Kolarikytkin S0.3 penkin alla (Taberman 2014)

Auto on varustettu alipaineella toimivalla jarrutehostimella. Alipaine on tuotettu ennen sähköautomuunnosta polttomoottorissa. Sähköautomuunnoksen jälkeen toiminta täytyi muuttaa toimimaan sähköisellä alipainepumpulla. Alipainepumppu päätettiin toiminnan varmistamiseksi sulkea ulos logiikkaohjauksen piiristä. Jarrutehostimen tilakytkimet S17 ja S18 säilytettiin. Jarrutuksen ja jarruhäiriön tilatiedot kytkettiin logiikan input-korteille. Jarrutehostimen alipainepumppua ohjaa rele K313. Kytkenät esitetty liitteessä 4.



Kuva 15. Jarrutehostimen alipainepumppu (Taberman 2013)

Moottorin suunnanvaihtokontaktorin ohjaus jätettiin myös logiikan ulkopuolelle turvallisuussyistä. Mahdollisessa häiriötilanteessa ajon aikana logiikasta tuleva väärä tieto suunnanvaihtokontaktorille voisi olla hyvin kohtalokas. Suunnanvaihtokontaktorin ohjaus toteutettiin kojelaudassa olevan D-N-R -kytkimen S13 kautta, josta on suora kontaktoriohjaus. Logiikkaan S13:sta on kytketty kytkimen asentotieto. Kytkenät liitteessä 3.

5.3 Hallinta- ja toimilaitteet

Auton hallinta- ja toimilaitteet perustuvat pääasiassa Beckhoffin ohjelmoitavan logiikan ohjaamiin relesyöttöihin. Näillä relesyötöillä on katettu kaikki perusajoneuvosähköt kuten valot ja äänimerkki. Myös muutamat oheislaiteohjaukset kuten invertteri ja audiovahvistimien herätteet ovat logiikkaohjattujen relesyöttöjen takana.

Logiikan tulopuolen ohjaukset perustuvat laajalti alkuperäisiin auton hallintalaitteisiin valo- ja pyyhkijäkytkimien osalta. Kytkenät esitetty liitteessä 3.



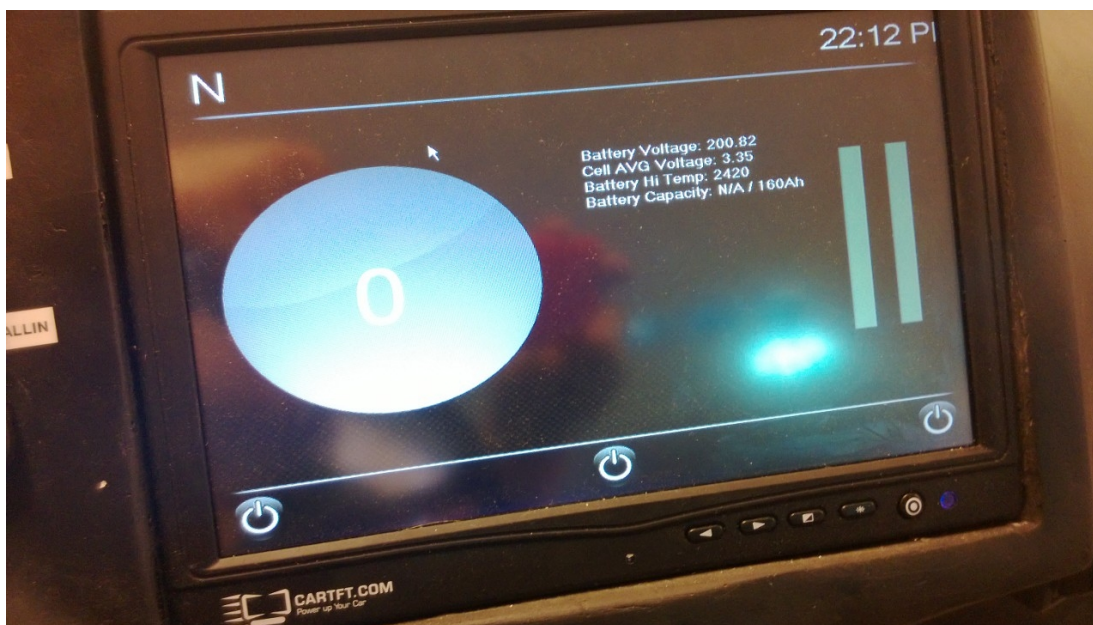
Kuva 16. Hallintalaitteet (Taberman 2013)

5.3.1 Kosketusnäyttö

Auton ajonaikainen hallinta tapahtuu pääosin kosketusnäytön informaation avulla. Kosketusnäyttö on kytketty logiikkaan ja näyttää tärkeimmät ajoon vaikuttavat tiedot. Toimintoihin kuuluvat esimerkiksi nopeuden, akuston varauksen ja lämpötilan esitys. Myös toimintoja, jotka normaaleissa ajoneuvoissa ovat yleensä järjestetty merkkivaloin on siirretty kosketusnäytölle. Näistä esimerkkeinä ovat suuntamerkin ja kaukoajovalojen indikaattorit.

Kosketusnäyttö antaa myös tiedon mahdollisesta hätä-seis-tilasta ja latauskaapelin kytkennästä.

Näytölle tullaan tulevaisuudessa tekemään virtuaaliset kytkimet, joilla voi ajon aikana hallita kytkinten S50-S55 toiminnot. Toiminnot on esitetty opinnäytetyön luvussa 5.4 helppokäyttötoiminnot.



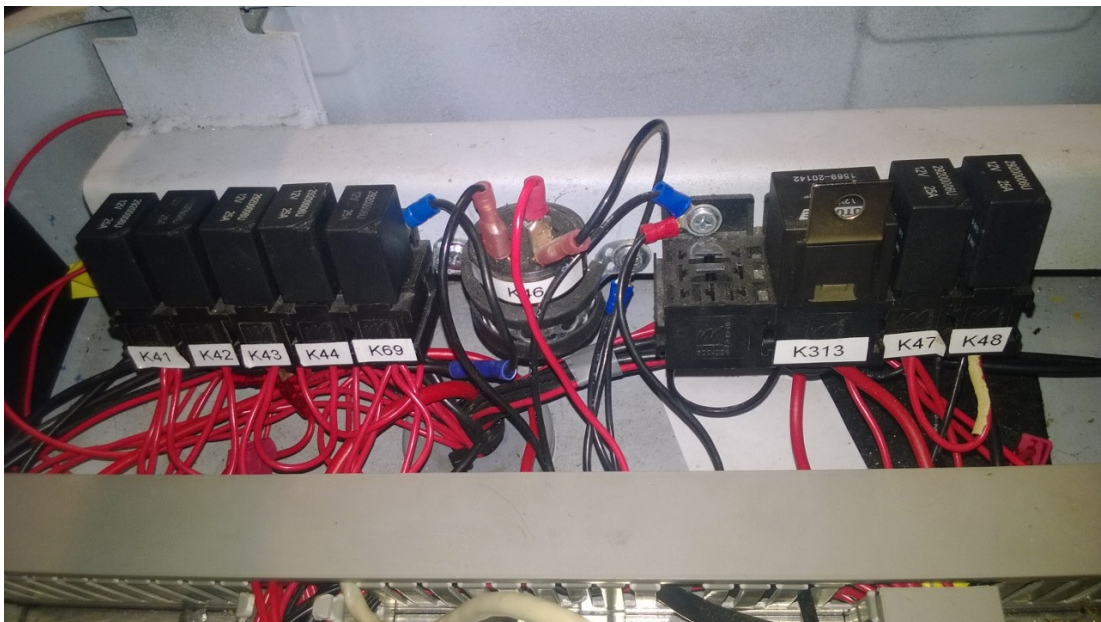
Kuva 17. Kosketusnäytön käyttöliittymä (Taberman 2013)

5.3.2 Logiikkaohjauksen ulkopuoliset toiminnot

Aiemmissä luvuissa ollaan jo käsitelty turvallisuuden osalta logiikan ulkopuolelle jätettyjä toimintoja. Nyt käydään läpi ajoneuvon hallinnalliset toiminnot..

Ajoneuvon pääkytkimen ollessa kiinni saa start-kytkin S1- syöttöjännitteensä. Ajoon lähdetessä S1-kytkimestä kaikki ajoneuvon hallintalaitteiden kytkimet saavat syöttönsä. S1-kytkin antaa ohjauksen liikkeellelähtöön ja hallittavuuteen vaikuttaville releille sekä kytkimille. Näihin kuuluvat: S22, K69, K41 ja K43. S22 ohjaa moottorinohjaimen virtalähteen ohjausrelettä. K69 on apurele, joka antaa logiikan output-korttien 12V jännitteen. K41 syöttää kosketusnäytön jännitteen ja K43 on pääkontaktorin apurele.

Moottorinohjaimen virtalähteen käynnistys S1 jälkeen olevasta S22- kytkimestä oli välttämätöntä, jotta Q1 ehtii syöttää pääjännitteen ennen moottorinohjaimen käynnistystä.



Kuva 18. Logiikkaohjauksen ulkopuolisia releohjauksia (Taberman 2013)

5.3.3 Logiikkaohjatut toimilaitesyötöt

Logiikan output-kortit saavat 12V-käyttöjännitteensä vasta S1 start-kytkimen ollessa kiinni-asennossa ajoon lähdetessä. S1 katkaisee ajon aikana tarvittavien toimilaitteiden virran, jolloin ei tarvitse erikseen avata esimerkiksi valokytkimiä. Logiikkaohjatut releet valittiin ohjaamaan perinteisiä ajoneuvosähköjärjestelmiä kytkentöjen yksinkertaisuuden takia. Perustoimintoja on helppo muuttaa logiikan ohjelmaa muuttamalla, koska toimilaitteet ovat kytketty kaikki pääpiirtein samalla tavalla.

Perustoimilaitteiden kytkennät esitetty liitteessä 2.



Kuva 19. Logiikkaohjatut toimilaitereleet (Taberman 2013)

5.4 Helppokäyttötoiminnot: Ohjauskytkimet S50-S55 ja logiikan jännitesyöttö

Auton alkuperäisen käyttöönoton jälkeen kesällä 2013 auton käytön aikana huomattiin, että käytettävyys ei täysin joka osa-alueelta vastannut odotuksia. Autoon tehtiin käyttömukavuutta lisääviä kytkentöjä tarpeen mukaan. Tässä luvussa käsitellään näitä auton helpompaan käyttöön liittyviä ratkaisuja.

Auton käytössä hankalaksi muodostui siirtyminen ajosta viihdekeskukseksi takatilan riittämättömien hallintalaitteiden takia. Autoon päädyttiin lisäämään kytkimet S50-S55, S60 ja vaihtorele K50. Kytkimet S50-S55 ohjaavat sellaisia toimintoja, joita tarvitaan useimmin auton ollessa paikallaan kuten invertteri, sisävalaistus, autosoitin ja audiovahvistimien herätteet. K50- vaihtorele poistaa kytkimet käytöstä ajoon lähdeettäessä. Tällöin mainittujen toimintojen ohjaus tapahtuu kosketusnäytöltä. S60-pakotuskytkin lisättiin myös harvinaisempaa tilannetta varten, jossa ollaan ajomoodissa S1-kytkin kiinni-asennossa, ja halutaan silti takatilasta pakottaa joitain laitteita päälle. Kuitenkaan pakotuskytkimen ollessa kiinni ei laitteita voida sammuttaa, jos logikkaohjaus toimilaitteen releelle on päällä.

Releiden pakkosyöttömahdollisuuden johdosta jouduttiin logiikan näihin lähtöihin lisäämään diodit estämään logiikalle tulevaa jännitetietoa silloin, kun logiikan input ei ohjaa outputia ja logiikka kuitenkin rekisteröisi jännitteen outputissa. Diodien puuttuminen olisi saattanut aiheuttaa häiriöitä output-korttien toimintaan. (Beckhoffin www-sivut 2014)

Myös kytkinten S50-S55 taakse syötön puolelle asennettiin diodit estämään logiikan ohjauksien kiertoa kahden tai useamman kiinni-asentoisen kytkimen kautta toimilaitteen releohjaukselle. Kytkennät esitetty liitteissä 3 ja 4.



Kuva 20. Takatilan kytkimet S50-S55 ja S60 (Taberman 2014)

Myös Beckhoffin logiikan käynnistyksen kesto aiheutti ongelmia nopeaan liikkeelle lähtöön. Tämän vuoksi logiikan käyttöjännitteelle tehtiin erillisohjaus kytkimen S20 kautta. Nyt voidaan tarvittaessa jättää logiikka päälle lyhyen pysähdyksen ajaksi tai vaihtoehtoisesti käynnistää logiikka jo hyvissä ajoin ennen ajoon lähtöä.

Myös jo turvallisuuteen viittaavassa luvussa käsitelty vaihteiden logiikkaohjauksen ulkopuolelle jättö oli osittain tulosta myös siitä, että haluttiin mahdollisuus siirtää autoa lyhyitä matkoja ilman logiikan käynnistystä.

6YHTEENVETO

Sähköjärjestelmien suunnittelu ja yhteensovittaminen projektin tavoitteiden sekä auton käyttötarkoituksen suhteen onnistui hyvin. Autosta saatiin muunnoksessa suorituskykyinen ja helppokäyttöinen sähköauto toimimaan yleisötapahtumien vetonaulana.

12V järjestelmästä saatiin rakennettua suhteellisen edullinen ja selkeä valitsemalla sekä edullisesti että helposti saatavilla olevat komponentit.

Kesän 2013 testiajoissa ja tapahtumissa käytöstä saadut käyttökokemukset saivat aikaan tarvetta ohjausjärjestelmien muutoksille, jotka toteutettiin. Näin saatiin auton käyttömukavuus paremmaksi.

Kattava dokumentaatio helpottaa projektin jatkoa ja ylläpitoa tulevien opiskelijoiden jatkaessa projektia.

LÄHTEET

TheSamba www-sivut. 2014. Viitattu 12.2.2014

http://www.thesamba.com/vw/archives/info/wiring/baybus_7374.jpg

Motonetin www-sivut. 2014. Viitattu 12.2.2014.

<http://www.motonet.fi/fi/kategoria/2035/Autosahko>

SLO OY:n www-sivut. 2014. Viitattu 12.2.2014

<http://www.slo.fi/www/fi/Sivut/default.aspx>

Society of Automotive Engineers. 2014. Viitattu 12.2.2014

<http://www.sae.org/automotive/>

SFS-käsikirja 600-1:2012 Sähköasennukset Osa 1: SFS 6000

Pienjännitesähköasennukset

Myntti, M. 2014. *Opiskelija, Satakunnan ammattikorkeakoulu. Pori.*

Henkilökohtainen tiedonanto 12.2.2014.

Lintula, T. 2014. *Opiskelija, Satakunnan ammattikorkeakoulu. Pori.*

Henkilökohtainen tiedonanto 12.2.2014.

Beckhoffin www-sivut 2014. Viitattu 12.2.2014

http://www.beckhoff.de/default.asp?ethercat/el2024_el2034.htm

OK02_Kuva1_12V syötöt sähköpiirros. Erillinen tiedosto.	LIITE 1
OK02_Kuva2_Toimilaittekytkennät sähköpiirros. Erillinen tiedosto.	LIITE 2
OK02_Kuva3_OUTPUT-INPUT kytkennät sähköpiirros. Erillinen tiedosto.	LIITE 3
OK02_Kuva4_Logiikan ulkopuoliset ohjaukset sähköpiirros. Erillinen tiedosto	LIITE 4
Kytkentälista. Erillinen tiedosto.	LIITE 5
Sulakelista. Erillinen tiedosto.	LIITE 6