



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Timo Petteri Rauhala

**SÄHKÖAUTOPROJEKTIN 1.-
VAIHEEN OHJAUSTEKNIIKAN
SUUNNITTELU JA TESTAUS**

Tekniikka ja liikenne

2010

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan ammattikorkeakoulussa, sähkötekniikan linjalla. Työ on ollut koulun oma projektityö ja siihen on osallistunut myös koulun koneosasto. Opinnäytetyön tekeminen on ollut mielenkiintoista ja haastavaa. Olen tehnyt työni yhteistyössä koneosaston kanssa ja haluankin esittää heille kiitokseni hyvästä yhteistyöstä. Erityiskiitokset haluan antaa työni valvojalle ja ohjaajalle lehtori Juhan Niemiselle, joka on ollut suureksi avuksi työn tekemisessä ja jaksanut kannustaa läpi projektin. Kiitokset avusta myös laboratoriomekaanikko Jyrki Isoniemelle, joka avusti suuresti käytännön töissä.

Vaasassa 14.6.2010

Timo Rauhala

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Timo Rauhala
Opinnäytetyön nimi	Sähköautoprojektin I-vaiheen ohjaustekniikan suunnittelu ja testaus
Vuosi	2010
Kieli	suomi
Sivumäärä	32 + 6 liitettä
Ohjaaja	Juha Nieminen

Työn tavoitteena oli suunnitella sähköauton ohjausjärjestelmä. Kohteeksi valittiin tavallinen polttomoottorikäyttöinen mopoauto, josta tehtiin sähkökäyttöinen. Sen lisäksi, että auton polttomoottori vaihdettiin sähkömoottoriin ja autoon asennettiin akusto, piti moottoria myös ohjata jollakin tavalla. Tämä toteutettiin taajuusmuuttajalla ja ohjelmoitavalla logiikalla. Opinnäytetyössä kerrotaan kuinka ohjausjärjestelmä on toteutettu, kuinka ohjaus toimii ja minkälaisista komponenteista ohjausjärjestelmä on koottu. Lähtökohtana suunnittelussa oli, että käytetään standardeja. Moottoriksi valittiin ABB:n valmistama oikosulkumoottori ja taajuusmuuttajaksi Vaconin taajuusmuuttaja. Ohjausjärjestelmäksi valittiin Siemensin S7-300 logiikka, joka sopi erittäin hyvin prototyypivaiheen suunnitteluun. Ohjaustoimenpiteet suunniteltiin suoritettavaksi Siemensin kosketusnäytöltä, joka sijoitettiin auton ohjaamoon.

Opinnäytetyöprosessin aikana suunniteltiin ja myös suurelta osin toteutettiin toimiva ohjausjärjestelmä projektin kohteena olleelle mopoautolle. Suunnitellulla ohjausjärjestelmällä voidaan saman projektin muiden vastualueiden valmistuttua ajaa tulevaisuuden testiajot ja tehdä jonkin verran säätötoimenpiteitä.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Sähkötekniikan koulutusohjelma

ABSTRACT

Author	Timo Rauhala
Title	Design and Testing of a Control System for an Electric Vehicle
Year	2010
Language	Finnish
Pages	32 + 6 Appendices
Name of Supervisor	Juha Nieminen

The aim of this thesis was to construct a control system for a vehicle that runs on electricity. First the car's original combustion engine was changed to an electric motor and then a battery was added. Moreover, the control of the engine was implemented with a frequency converter controlled with a programmable logic.

In this study it will be explained how the control system is implemented, how it works and from what parts the control system consists of. The main idea was to use standard parts. The squirrel motor to be used was sponsored by ABB and the frequency converter by Vacon. The programmable logic controller (PLC) was the Siemens' S7-300 logic which suited very well for this kind of project. All control operations will be made from the touch panel which is installed on the car's cockpit.

A control system for the electric vehicle was designed and also mostly implemented in this thesis. The control system that was developed can be used in future in the electric vehicle project to do the test drives and some adjustments to the vehicle.

Keywords Control System, Frequency Converter, PLC

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LIITELUETTELO

1	SELVITYS PROJEKTISTA	9
1.1	Koko autoprojektin tavoite.....	9
1.2	Miten projekti on jaettu osiin	9
2	SELVITYS ALKUPERÄISEN MOPOAUTON OHJAUSTEKNIIKASTA	10
2.1	Minkälainen toiminnallisuus alkuperäisestä autosta löytyy.....	10
2.2	Miten toiminnot toteutettiin modifioidussa autossa	10
2.3	Mitä alkuperäisestä jäljelle jäävä ja uusi toiminnallisuus ohjaustekniikalta edellyttävät	11
2.4	Ohjaustekniikan hankinta.....	11
2.5	1.-vaiheessa toteutettavat toiminnot	11
2.6	Auton käytön kannalta keskeisimmät toiminnot	12
2.6.1	Ohjaus	12
2.6.2	Säätö.....	12
3	SUUNNITTELU.....	14
3.1	Käyttöliittymän suunnittelu.....	14
3.2	Toimintojen toteutus	14
3.3	Käyttöönoton suunnittelu	15
3.4	Laitteiden asennuksen sähkösuunnittelu.....	15
3.5	Johdotukset.....	16
4	OHJAUSJÄRJESTELMÄ.....	17
4.1	Mitä uusia toimintoja sähkömoottori edellyttää.....	17
4.2	Momentin hallinta.....	17

4.3	Tehon hallinta.....	20
4.4	Kierrosluvun / Nopeuden hallinta.....	20
4.5	Jarrutuksen hallinta.....	21
4.6	Latausjärjestelmän hallinta.....	21
4.7	Ohjelman rakenne.....	22
4.8	Taajuusmuuttajan ja logiikan välinen liikennöinti	22
4.9	Kaasu- ja jarrupolkimen toiminta.....	23
4.9.1	Momenttiohjeen rajoitus	23
4.9.2	Momenttiohjeen ramppaus.....	23
4.10	Lämpötilanmittaus.....	25
5	KÄYTTÖLIITTYMÄ.....	26
5.1	Tarvittavat toiminnot	26
5.2	Käyttäjätasot.....	26
5.2.1	Kuljettaja.....	27
5.2.2	Korjaaja.....	27
5.2.3	Suunnittelija	28
6	TESTAUS.....	29
6.1	Ohjaustekniikan ja ohjelmien testaus Technobotnian moottorikoestuksen testipenkissä.....	29
6.2	Kehityksenaikainen testaus	29
6.3	Lopputestaus väliaikaisella laiteyhdistelmällä	29
7	JATKOKEHITYS.....	30
7.1	Mittausten keruu.....	30
7.2	Analysointi	30
7.3	Auton käyttöönoton ja esittelyn kannalta keskeisimmät toiminnot.....	31
8	LOPPUPÄÄTELMÄT	32

LÄHTEET.....	33
LIITTEET	

LIITELUETTELO

LIITE 1	Piirustukset
LIITE 2	Momenttikäyrät
LIITE 3	Tilausvahvistus
LIITE 4	Kuvia paneelista
LIITE 5	Logiikan tulo- ja lähtökortit
LIITE 6	Logiikoiden kytkentäohjeet

1 SELVITYS PROJEKTISTA

1.1 Koko autoprojektin tavoite

Projektin tavoitteena on konvertoida mopoauto sähkömopootoksi ja säilyttää se tieliikennekelpoisena. Projektin tavoitteena on toteuttaa muutostyö valmiista standardiosista, kuten taajuusmuuttaja, oikosulkumoottori ja Siemensin logiikka. Mopoauto, johon muutostyö tehdään, on uusi ja tehtaalta lähtiessään se toimii pienellä dieselmoottorilla. Projekti päätettiin toteuttaa mopootolla, koska investointien määrä tulisi olemaan huomattavasti pienempi tavalliseen henkilöautoon verrattuna. Toinen valintaan vaikuttanut tekijä oli tila, jossa työ tulisi tekemään. Tilan tarve oli siis huomattavasti pienempi verrattuna siihen, jos muutostyön kohteena olisi ollut normaalin kokoinen henkilöauto. Edellä mainittujen syiden johdosta pidettiin siis järkevimpänä ratkaisuna toteuttaa projekti juuri mopootolla. Teknisten toteutusten kannalta ei olisi ollut suurta eroa sillä, olisiko konvertoinnin kohde ollut henkilö- vai mopoauto.

1.2 Miten projekti on jaettu osiin

Muutostyö jaettiin osa-alueisiin ja eri tehtäville valittiin vastuuhenkilöt. Näin saatiin projektiin selkeyttä ja vastuu jaettua useamman henkilön kesken. Projekti jaettiin kahteen pääryhmään; mekaaninen- ja sähköinen toteutus. Koneosasto otti vastuun kaikista mekaanisista ratkaisuista. Sähköosaston vastuualue jaettiin vielä kahteen ryhmään, jotka olivat moottorikäyttö akustoineen ja ohjausjärjestelmä. Työssä keskitytään jälkimmäiseen edellä mainituista. Jo alkumetreillä oli tärkeää, että työt jaettiin tarkasti, jotta jokainen pystyi kantamaan vastuun omasta osa-alueestaan. Tarkimpana rajapintana olivat niin sanotut kenttälaitteet eli kaikki laitteet, jotka kytketään logiikan tuloihin, kuten kaasua- ja jarrupoljin tai suunnanvalitsimen mikrokytkintieto ajosuunnasta. Vastuu jaettiin siten, että koneosasto hankkii ja asentaa laitteet paikalleen ja sähköosasto johdottaa ja kytkee ne. Ennen toimilaitteiden hankintaa pidettiin palaveri, jossa selvitettiin minkälaisessa muodossa tieto laitteilta halutaan logiikalle.

2 SELVITYS ALKUPERÄISEN MOPOAUTON OHJAUSTEKNIKASTA

2.1 Minkälainen toiminnallisuus alkuperäisestä autosta löytyy

Auton alkuperäinen kokoonpano muutoskohteen osalta on 400 ccm kolmisylinterinen vapaastihengittävä dieselmoottori. Voimansiirto on toteutettu moottorin kampiakselilta variaattorin kautta tasauspyörästölle. Suunnanvaihto on toteutettu samassa paketissa tasauspyörästön kanssa. Auton alkuperäinen tasauspyörästö säilytetään suunnanvaihtoineen, mekaanisen toteutuksen helpottamiseksi. Auton sähköjärjestelmä on täysin vastaava kuin normaalissa henkilöautossa. Auton moottoritilassa on 12V-akku, jota ladataan moottorissa olevalla vaihtovirtageneraattorilla. Akusta saadaan sähkö kaikille auton sähkölaitteille, kuten ajovaloilille, pyyhkijöille ja äänimerkille. Lämmityslaite toimii moottorista saadulla lämmöllä. Tämä on toteutettu kierrättämällä moottorin kuumaa jäähdytysvettä sisätilan kennon kautta. Kun kennon läpi puhalletaan ulkoilmaa, saadaan hyttiin lämmintä. Polttomoottorin poisjääminen voi siis aiheuttaa vielä päänvaivaa, koska moottorin lämmintä vettä ei ole enää käytössä auton sisätilan lämmittämiseen./5/

2.2 Miten toiminnot toteutettiin modifioidussa autossa

Sähköjärjestelmä säilytettiin ennallaan, generaattoria lukuun ottamatta. Auton alkuperäisen akun lataus toteutettiin DC/DC-muuntimella pääakustosta. Akku latautuu aina kun pääkäytön akuissa on virtaa. Auton moottoriksi valittiin 3-vaiheinen oikosulkumoottori. Voima moottorilta vetopyörästölle siirretään hammashihnan välityksellä. Moottori saa syöttönsä akustolta taajuusmuuttajan kautta, joka vaihtosuuntaa akuston DC-jännitteen moottorille sopivaksi AC-jännitteeksi. Moottorin tehonsäätö tapahtuu taajuusmuuttajaa ohjaamalla. Kaikki hallintalaitteet säilytettiin ennallaan, kuten ajovalot, nopeusmittari ja pyyhkijät. Tämä siksi, että niiden toteuttaminen logiikalla olisi ollut liian työlästä saavutettuun hyötyyn nähden. Alkuperäinen sähköjärjestelmä on jo valmiiksi tieliikennehyväksytty./9/

2.3 Mitä alkuperäisestä jäljelle jäävä ja uusi toiminnallisuus ohjaustekniikalta edellyttävät

Ohjaustekniikan kannalta autosta tarvitaan joitakin kosketin- ja asentotietoja, kuten suunnanvalitsimen asento ja kosketintieto virtalukolta. Tärkeimpänä asentotietona, jota logiikka tarvitsee on kaasun – ja jarrupolkimen asento sähköisessä muodossa. Täysin uusina toimintoina voidaan mainita ajonesto, latauksen ollessa kesken. Mitään erityisiä ongelmia vanhan ja uuden ohjausjärjestelmän yhdistämisessä ei ole. Joitakin indikoiteja, kuten suunnanvalitsimen asento, jää alkuperäisestä pois ja se siirretään uuden ohjausjärjestelmän tehtäväksi. Mitään ohjausjärjestelmän ohjaustoimenpiteissä käytettäviä painikkeita ei tarvitse autoon lisätä, koska kaikki hoituu jatkossa kosketusnäytöltä.

2.4 Ohjaustekniikan hankinta

Ennen ohjaustekniikan hankintaa tuli miettiä minkälaista toiminnallisuutta haetaan ja minkälaiset jatkojalostusmahdollisuudet ohjausjärjestelmään halutaan. Pääasiana oli moottorin ohjaukseen tarvittavat ohjaustoiminnot. Toisena pääseikkana olivat akuston valvonnan vaatimat toteutukset.

Jotta kaikki pakolliset toiminnot ja mahdolliset lisätoiminnot saataisiin toteutettua, päädyttiin Siemensin S7-logiikkaan sen lähes rajattomien käyttömahdollisuuksien takia. Ohjauspäätteen kohdalla pohdittiin olisiko valvomo PC vai kosketusnäyttö paras ohjauspaneeli autoon. Pohdintojen jälkeen päädyttiin käyttämään Siemensin 6” paneelia sen riittävän toiminnallisuuden, kohtuullisen hinnan ja käyttövarmuuden takia. Logiikka ja sen tulo- ja lähtökortit valittiin Siplus sarjaa niiden paremman mekaanisen ja ilmastollisen kestävyuden takia. Liitteenä tilausvahvistus (LIITE 3). /7/

2.5 1.-vaiheessa toteutettavat toiminnot

Työn tavoitteena oli toteuttaa auton toiminnan kannalta tärkeimmät toiminnot. Näitä toimintoja ovat moottorin ohjaus joustavasti kiihdytyksessä, matka-ajossa ja jarrutuksessa. Kuljettajan informointia ja säätötoimenpiteitä varten tuli suunnitella ohjauspaneeli, jotta kaikki tarvittava tieto saadaan näkyviin ja tarvittavat säätö-

toimenpiteet voidaan toteuttaa testausvaiheessa. Kuitenkin siten, että paneelia ajetaan virtuaalisesti tietokoneella, koska tällä tavalla muutosten teko on huomattavasti helpompaa.

Tässä vaiheessa ei uhrattu kovinkaan paljon resursseja jarrutusenergian talteenoton suunnitteluun, mutta käytännössä moottorijarrutus tulee käyttöön jarrun painalluksella. Jarrupolkimeen asennetaan potentiometri, jonka avulla saadaan logikalle jarrupolkimen asentotieto. Jarrutusteho määräytyy moottorin pyörimisnopeuden ja jarrupolkimen asentotiedon suhteen. Mitä enemmän jarrua painetaan, sitä enemmän moottori jarruttaa tiettyyn rajaan asti, kunnes käyttöjarrut tulevat avuksi. Idea siitä, että jarrutus tapahtuisi pelkästään moottorilla, ei olisi mahdollista kahdesta eri syystä. Ensinnäkin jarrutus tapahtuu vain etupyöriltä ja toiseksi tieliikennekäytössä vetopyörästä kautta toimiva käyttöjarru ei ole yksistään sallittu./3/

2.6 Auton käytön kannalta keskeisimmät toiminnot

2.6.1 Ohjaus

Paras tapa ohjata moottoria kaasupolkimen asennon mukaan on momenttiohje. Momenttia rajoitetaan rampilla. Tämä tarkoittaa sitä, että kuljettaja pystyy kaasupolkimella säätämään miten auto lähtee liikkeelle, mutta ramppi rajoittaisi momentin muutosnopeuden kasvamista liian suureksi. Jos halutaan tehdä erilaisia ajomoodeja, kuten eco, normal tai sport, voidaan näihin sisällyttää erilaiset rampit. Liitteenä kuva havainnoimassa kaasupolkimen vaikutusta momenttiin (LIITE 2/1).

2.6.2 Sääto

Ohjausjärjestelmän säätötoimenpiteet tullaan tekemään Siemensin kosketusnäyttöä. Tämä tapahtuu paneelin suunnitteluohjelmassa, jossa voidaan ajaa varsinaista paneelia virtuaalisesti. Tämä siksi, että parametrin muuttaminen on huomattavasti helpompaa. Paneeliohjelma tullaan silti tekemään lopullista kokonaisuutta silmäläpityä. Tämä tarkoittaa, että käyttöliittymä, josta ohjaukset tehdään toteutetaan siten, että se on ladattavissa lopulliseen ohjauspaneeliin.

Säätötoimenpiteet hoidetaan kosketusnäytön huoltovalikosta, jonne vain riittävät käyttöoikeudet omaava henkilö pystyy tekemään muutoksia. Kaikki tarvittavat parametrit on tuotu kosketusnäytön parametrisivuille, joilta ne ovat helposti muutettavissa ja seurattavissa testiajojen aikana.

Säätötoimenpiteet ovat lähinnä yhtälöiden eri kertoimien muuttamista, joilla saadaan säädettyä paljonko kaasupolkimen poikkeutus oloarvosta vaikuttaa käyttäytymiseen tai paljonko momenttia on käytettävissä kullakin kierrosluvulla. Momentin muutosnopeutta rajoitetaan myös rampilla, jonka kulmakerrointa pystytään muuttamaan. Kaikki säätötoimenpiteet on mahdollista tehdä erikseen kiihdytykselle ja jarrutukselle. Testiajojen edetessä voidaan paneelille tuoda myös taajuusmuuttajan parametreja, jos niiden säätämiseksi ajon aikana tulee tarvetta.

3 SUUNNITTELU

3.1 Käyttöliittymän suunnittelu

Paneelin kaikki informaatio on esitetty numeerisesti tai I/O-tiedot merkkilampulla. Numeeristen indikointien skaalaukset on tehty sen mukaan kenelle informaatio on haluttu esittää, esimerkkinä moottorin lämpötila. Kuljettajalle tuotu lämpötilatieto on tuotu prosentteina maksimilämpötilasta, kun taas ohjausjärjestelmää säätävälle henkilölle lämpötilatieto on tuotu Celsiusasteina. Syy siihen on, että moottorin lämpötila asteina ei maallikolle välttämättä kerro mitään. Informaation esittämisen estetiikkaan ei ole projektin tässä vaiheessa kiinnitetty paljon huomiota vaan pääasia on ollut selkeys ja helppolukuisuus. Esimerkiksi numeronäyttöjen osalta numeroiden koko on suhteutettu siihen onko näytön oltava luettavissa ajon aikana vai riittääkö että arvo on luettavissa auton ollessa pysähtyneenä. Esimerkkinä edellä mainitusta ovat teho ja sen suunta, jonka mukaan kuljettaja pystyy optimoimaan ajotapaansa taloudellisemmaksi. Kyseiset tiedot on esitetty kohtuullisen suurella fontilla. Pienemmällä fontilla esitettyä tietoa on, esimerkiksi historiatieto, jota kuljettaja voi tutkia mahdollisesti ajon päätyttyä. Ainoat graafiset esitykset paneelissa ovat moottorin lämpötila ja akuston varaus, jotka on toteutettu pylväs-näyttöillä numeronäytön lisäksi. Tämä siksi, että pylväsnäyttö on nopeasti luettavissa ja siihen saadaan hyvin merkittyä hälytysrajat.

3.2 Toimintojen toteutus

Logiikkaohjelman suunnittelu aloitettiin miettimällä sitä, miten kaasupolkimen painamisen tulisi vaikuttaa moottorin toimintaan. Lopputuloksena oli, että momenttia pitää rajoittaa läpi kierrosalueen. Toisena lähtökohtana oli tehdä eräänlaisia viivettä kaasupolkimen reagointiin. Tämä toteutettiin toimilohkolla, joka rampaa asetusarvon oloarvoksi jollakin tietyllä kulmakertoimella. Lohkon kulmakeroin on ulkoisesti määritettävissä ja sitä voidaan muuttaa lähes viiveettömästi kiihdytyksen aikana, nopeuden ja momentin oloarvon muuttuessa.

3.3 Käyttöönoton suunnittelu

Käyttöönotto tulee olemaan seuraavien projektien tehtävä, mutta sen alustava suunnittelu on ajankohtaista. Siinä vaiheessa kun kaikki osat ovat suunnitelmien mukaan asennettuja, täytyy harkita miten testejä aloitetaan kokonaisuudelle tekemään. Ensisijaisena ovat varmasti kaikki toimilaitteet, jotka on kytketty logiikkaan sekä niiden testaus. On varmistuttava, että kaikki toimivat siten kuin ne on suunniteltu ja testipenkissä testattu. Tämän jälkeen voidaan aloittaa varsinaiset moottorikäytön testaukset. Ensin tulee testata kaikki turvallisuuteen liittyvät tekijät, kuten jarrupolkimen toiminta ja vasta sen jälkeen kaasupolkimen, suunnanvalitsimen ynnä muiden toiminta. Jarrutusta voi varmasti aluksi testata siten, että autoa työnnetään ja testataan toimiiko jarrutus oletetulla tavalla ja väärään suuntaan pyöriminen on estetty jotta jarrupolkimella ei vahingossa voi peruuttaa. Toinen vaihtoehto on kytkeä sähköinen jarru kokonaan pois käytöstä ja käytetään aluksi vain mekaanisia jarruja. Kun jarrujen toiminta on varmistettu, voidaan siirtyä varsinaisen kaasupolkimen toiminnan testaukseen. Jos kaikki toimii niin kuin testausvaiheessa, auton pitäisi toimia kaasupolkimen momenttiohjeella kohtalaisen hyvin.

3.4 Laitteiden asennuksen sähkösuunnittelu

Työssä ei oteta kantaa varsinaiseen osien mekaaniseen sijoitteluun, koska niiden fyysinen sijoittelu autoon kuuluu koneosaston vastuualueeseen. Tärkeimpänä tehtävänä oli suunnitella ohjausjärjestelmän eri osien linkittyminen toisiinsa. Suunnitelmissa tuli ottaa huomioon kuinka toimilaitteet ja ohjausjärjestelmä kytketään ja minkälaisia kaapeleita tulee käyttää. Ratkaisuni on, että kaikki logiikan tulot ja lähdöt johdotetaan riviliittimille, joihin varsinaiset toimilaitteet kytketään. Tämä siksi, että ohjausjärjestelmän muutosten teko ja laitteiden lisäykset olisivat jatkossa mahdollisimman yksinkertaiset toteuttaa. Logiikalle kortteineen, riviliittimille ja Ethernet-kytkimelle varataan oma kotelo johon ne sijoitetaan. Itse kotelon sijoittaminen autossa kuuluu koneosaston vastuualueeseen. Oman haasteensa suunnitteluun toi se, että asennuksien olosuhteet vaihtelevat suuresti ja niiden on myös kestettävä jatkuvaa värinää. Siitä syystä logiikan analogiatulojen ja -lähtöjen kenttäkaapeloinnissa käytettävän kaapelin löytäminen oli jonkin verran haastavaa.

Toimilaitteiden sijainti autossa oli melko selvää, logiikkakeskusta lukuun ottamatta, koska moottorin paikka oli itsestään selvä ja suurin osa kosketintiedoista tuli auton alkuperäisiltä kytkimiltä. Kytkimistä esimerkkeinä suunnanvalitsimen asentotiedon mikrokytkimet ja virtalukon asentotieto. Kaikista asennuksista suunniteltiin sähkökuvat, joista selviää kuinka ne tulee kytkeä ja minkälaisilla johdoilla. Logiikalle mitoitettiin keskus jonne logiikka, ethernet-kytkin ja riviliittimet tullan sijoittamaan. Keskukselta piirrettiin layout-kuva jonka mukaan kaikki komponentit keskukseseen sijoitellaan. Keskus suunniteltiin siten että jokainen logiikan tulo ja lähtö tuodaan ensin riviliittimelle. Vasta riviliittimille kytketään toimilaitteet. Tämä helpottaa tulevaisuudessa tekemään jatkojalostuksen vaatimia toimilaitte- tai kytkentämuutoksia. (LIITE 1)

3.5 Johdotukset

Johdotuksen suunnittelussa piti ottaa huomioon se, että kaikkien signaalien tulee siirtyä häiriöttömästi. Lisäksi auto on kohteena vaativa, koska johdotukset altistuvat monenlaiselle rasitukselle. Keskuksen sisälle tulevat johdotukset toteutetaan hienosäikeisellä asennusjohtimella. Kentälaitteiden johdotukseen käytetään kahdenlaista kaapelia. Analogiasignaaleille käytetään hienosäikeistä monijohdinkaapelia, jossa on kierretyt parit ja uloimpana suojavaippa ennen päälimmäistä eristettä. Binääri-signaalien siirtoon käytetään monijohdinkaapelia, jossa on myös suojavaippa, mutta parit eivät ole kierrettyjä. Väyläkaapelina on Profibus-väylälle tarkoitettu kaapeli, jota käytetään esimerkiksi energiansiirtoketjussa. Takometrin kytkennässä taajuusmuuttajaan käytetään Drakan valmistamaa tavallista pulssianturikaapelia.

4 OHJAUSJÄRJESTELMÄ

4.1 Mitä uusia toimintoja sähkömoottori edellyttää

Sähkömoottori itsessään on vain pieni osa koko konvertointiprojektia. Työssä tarvitaan myös akustoa, josta teho otetaan moottorille, mutta se pitää ensin vaihtosuunnata moottorille sopivaksi taajuusmuuttajalla. Taajuusmuuttajaa taas pitää ohjata jotenkin ja projektissa tämä ohjaus toteutetaan Siemensin teollisuuslogiikalla. Uusia toimintoja ovat lähinnä erilaiset käyttöturvallisuutta parantavat lukitukset. Toisaalta taas kuljettajalle pitää tuoda monenlaista informaatiota, jota polttomoottorikäyttöisessä autossa ei tarvita. Informaation määrä ei sinällään muutu jos verrataan, esimerkiksi nykypäivän henkilöautoon, jossa on ajotietokone. Normaalisissa henkilöautossa ilmoitetaan polttoaineen määrä ja paljonko autolla vielä pystytään ajamaan, kun taas sähköautossa ilmoitetaan akuston varaus ja montako kilometriä sillä vielä ajaa. Aivan uutena informaationa voidaan pitää latauksen arvioitua kestoaikaa. Kyseinen aika on pitkä tavallisen henkilöauton tankkausaikaan verrattuna. Tämä on asia jota kehitetään jatkuvasti, mutta se on tällä hetkellä yksi sähköauton rasitteista. Normaalisissa kaupunkiajossa se tuskin tuottaa ongelmia, koska latausaika on kuitenkin aina etukäteen tiedossa ja myöskin se kauanko autolla voi vielä ajaa.

4.2 Momentin hallinta

Momenttia hallitaan kaasupolkimen asentotiedolla, mutta sitä joudutaan rajoittamaan läpi kierrosalueen, koska oikosulkumoottorin momenttikäyrä poikkeaa radikaalisti dieselmootorin vastaavasta. Momentinhallinnan tekee logiikka, joka päättää hetkellisen maksimimomentin kullakin kierrosluvulla. Logiikka käyttää hyödykseen taajuusmuuttajan mittaamia mekaanisia ja sähköisiä suureita. Asia kuulostaa yksinkertaiselta, mutta sitä se ei ole. Olemme tottuneet polttomoottorilla toimivissa autoissa siihen, että kaasua painettaessa auto lähtee liikkeelle ja vauhti alkaa kiihtyä. Jos painamme lisää kaasua, auto kiihtyy nopeammin. Siitä huolimatta, vaikka painamme kaasupolkimen pohjaan heti paikaltaan lähettäessä, auto kiihtyy tasaisesti huippunopeuteensa. Tämä selittyy sillä, että polttomoottorin momenttikäyrä on nopeuden suhteen kasvava. Pienillä pyörimisnopeuksilla ei

momenttia ole käytettävissä kuin pieni osa maksiminopeuteen verrattuna. Oikosulkumoottorilla asia on hyvin erilainen, koska maksimimomentti on käytettävissä lähes nolla nopeudesta asti ja siksi sitä joudutaan rajoittamaan. Tämä antaa haasteen suunnittelussa, mutta pääasiassa se on sähköauton puolesta puhuva mahdollisuus. Se, että moottorin momenttia rajoitetaan tarkoittaa, että moottorille voidaan suunnitella aivan minkäläinen momenttikäyrä tahansa. Tämä on sellainen tilanne johon polttomoottorilla tuskin tullaan koskaan pääsemään./2/

Moottori jota käytetään on ABB:n valmistama oikosulkumoottori, jonka nimellisyörimisnopeus on 1500 rpm ja nimellinen momentti 27 Nm. Momentin säätö tapahtuu logiikasta tulevalla momenttiohjeella. Ohjaaminen sinällään ei ole monimutkaista, jos ei tutkita kuinka taajuusmuuttaja momentin moottorille tuottaa. Momenttiohje muodostetaan kaasupolkimen asennosta, jonka logiikka muuttaa järkevään muotoon ja siirtää tietyin ehdoin rajoitettuna väylää pitkin taajuusmuuttajalle. Momenttiohje, jonka taajuusmuuttaja saa on prosenttiosuus moottorin nimellismomentista. Moottorin nimellismomentti on moottorinvalmistajan ilmoittama momenttimäärä, jonka moottori kestää jatkuvaa kuormitusta nimellisyörimisnopeudella. Tämä arvo parametroidaan taajuusmuuttajaan. /1/, /2/

Momentin varsinainen rajoitus toteutetaan logiikkaohjelmassa. Logiikan tulokanavaan on kytketty kaasupolkimen asentotieto. Asentotieto muodostetaan kaasupolkimessa sijaitsevalla potentiometrillä, jonka yli syötetään jännitettä ja sen jakautumisella muodostetaan tieto kaasupolkimen asennosta. Polkimelta saatu tieto suodatetaan, jotta pienimmät vaihtelut joilla ei toiminnan kannalta ole kuin häiritsevä vaikutus suodattuvat pois. Tietoa kirjoitetaan ohjelmassa ylös datablokkiin, josta se on jatkuvasti ohjelman käytettävissä. Tässä vaiheessa polkimen asentotieto on jo 0-100 %. Kaasupolkimen asentotietoa ei voida kuitenkaan suoraan kirjoittaa momenttiohjeeksi, koska sähkömoottori tottelee momenttiohjetta huomattavasti nopeammin ilman viiveitä verrattuna polttomoottoriin. Tämä saadaan toteutettua logiikkaohjelman ramppitoimilohkolla jolle voidaan antaa kulmakerroin, jolla kaasupolkimen muutos siirtyy momenttiohjeeseen. Tässä projektissa on kaasupolkimen poikkeutusmäärä otettu huomioon siten, että mitä enemmän kaasupoljinta painetaan sitä suurempi kulmakerroin rampille annetaan. Tällä saadaan polt-

tomoottorimainen toimintamalli, joka tarkoittaa sitä, että kaasua kevyesti painettaessa auto kiihtyy ja jos kaasua painetaan reilusti, auto kiihtyy nopeammin. Tämä on toteutettu vertailemalla kaasupolkimen asentoa ja momentin oloarvoa. Periaatteessa näiden kahden erotus on kulmakerroin. Ohjelma on rakennettu siten, että yhtälöitä on erilaisia, jotta voidaan testata minkälaisella yhtälöllä auto toimii halutulla tavalla. Lisäksi yhtälön kertoimet ovat helposti muutettavissa testiajon aikana. Kaasupolkimen asennon ja momentin oloarvon vertailu on funktio, jota voidaan kertoimilla muokata. Funktioita voidaan tehdä useita ja ne ovat helposti vaihdettavissa testauksien aikana.

Sen lisäksi, että momenttiohjeen muutosnopeutta joudutaan rajoittamaan hyvän ajettavuuden aikaansaamiseksi, pitää moottorin maksimimomentti rajoittaa jollakin tavalla. Tämä tarkoittaa sitä, että moottorille luodaan momenttikäyrä pyörimisnopeuden suhteen. Tässä projektissa se toteutettiin siten, että suunniteltiin halutunlainen momenttikäyrä, jonka yli momenttiohje ei saa mennä. Tärkeimpänä huomionarvoisena seikkana oli, että mekaaniset osat eivät rikkoudu. Alkuperäisen dieselmoottorin maksimimomentti oli 15 Nm (LÄHDE 2/2). Oikosulkumoottorista voidaan kiihdytyksessä ottaa noin 50 Nm. Asiaa pohdittiin koneosaston kanssa ja tultiin siihen tulokseen, että rajoitetaan alkuun maksimimomentti moottorin jatkuvankuormituksen rajaan, joka näkyy liitteen kuvasta (LIITE 2/1). Kuten liitteen kuvasta näkyy, on momentti suurimmillaan 27 Nm luokkaa, mutta tämä ei aiheuta ongelmia, sillä auton alkuperäistä moottoria on kuristettu maahantuojan toimesta. Tämä siksi, että mopoauton maksimiteho Suomessa saa olla 4 kW /4/. Näiden tietojen pohjalta oletetaan, että mekaaniset osat kestävät kuvan mukaisen momentin. Kuvan momenttikäyrä muodostuu yhtälöstä, jossa verrataan ensin onko pyörimisnopeus alle vai yli nimellisen nopeuden. Sen jälkeen momenttiohje rajoitetaan valitun yhtälön mukaan. Yhtälössä käytettyjä kertoimia voidaan helposti muuttaa testiajon aikana. Samaan tapaan kuin kulmakertoimen rampissa, yhtälöitä voidaan tehdä useita ja niitä voidaan helposti vaihtaa testiajojen aikana. Voidaan siis tehdä erilaisia momenttikäyriä ja testata minkä muotoinen käyrä sopii parhaiten kuhunkin tarkoitukseen.

4.3 Tehon hallinta

Tämän vaiheen projektissa ei otettu erikseen kantaa moottorin tehon hallintaan. Moottorista otettu teho voidaan aina laskea vääntömomentin ja pyörimisnopeuden suhteesta, mutta varsinaista tehonhallintaa ei ollut käytössä. Jos jokin tehoraja pitää mainita, on se tässä vaiheessa neljä kilowattia. Tämä siitä syystä, että tarkkaa tietoa ei ole siitä paljonko vetopyörästä kestää vääntömomenttia. Päädyttiin siihen, että rajoitetaan moottorin momentti jatkuvan kuormituksen yhtälöön (LIITE 2/1). Käyrästä nähdään sähkömoottorin maksimimomentin suhde pyörimisnopeuteen. Samassa kuvassa on alkuperäisen moottorin momenttikäyrä, joka ei korkeimmillaan ole kuin 15 Nm, mutta alkuperäisen vetotavan aiheuttamaa momenttia vetopyörästä ei voida tarkkaan määrittää, koska se tapahtui variaattorilla, joka on muuttuvavälityksinen voimansiirto. Lähtökohtana kuitenkin pidettiin, että moottorin leimattu teho saa olla maksimissaan 4 kilowattia, vaikka sähkömoottorista on otettavissa hetkellisesti paljon enemmänkin. (Lähde Mopoautokirja)

4.4 Kierrosluvun / Nopeuden hallinta

Mopoauton suurin sallittu nopeus Suomen tieliikennelaissa on 45 km/h /4/. Siitä syystä joudutaan rajoittamaan mopoauton maksiminopeus tähän kyseiseen nopeuteen. Rajoitus tehdään rajoittamalla taajuusmuuttajan antamaa maksimitaajuutta. Tavoitteena on, että moottorin pyörimisnopeus 45 km/h nopeudessa olisi noin 2500 rpm. Näin pystymme hyödyntämään parhaiten moottorin momentin ja moottorin pyörimisnopeus pysyy hyvän hyötysuhteen alueella. Varsinainen rajoitus tapahtuu taajuusmuuttajan parametrilla, jossa annetaan moottorin maksimipyörimisnopeus. Tarvittaessa nopeutta voidaan helposti muuttaa, jos laskennan tulos ei ole ollut tarkka ja auton maksiminopeus on jotain muuta kuin 45 km/h. Eroa laskennalliseen tulokseen voi tuoda esimerkiksi oikosulkumoottorissa syntyvä jättämä, joka muuttaa moottorin pyörimisnopeutta laskevasti./2/

4.5 Jarrutuksen hallinta

Jarrutuksen hallinta tullaan toteuttamaan samaan tapaan kiihdytyksen kanssa. Jarrupolkimessa olevaa vapaata liikettä, ennen käyttöjarrun toimimista, tullaan hyödyntämään. Tähän vapaaseen liikkeeseen asennetaan kaasupolkimen tapaan potentiometri, jolla saadaan jarrupolkimen asentotieto selville. Jarrutus tapahtuu ensin sähköisesti, mutta jos sähköinen jarrutus ei riitä ovat mekaaniset jarrut myös käytössä. Jos eteen tulee tilanne, että akustosta loppuu energia tai jonkun vian seurauksena sähkötkä katkeavat, on mekaaninen jarru tavalliseen tapaan käytössä.

Logiikassa jarrutuksen ohjaus on toteutettu samaan tapaan kuin kiihdytys, mutta momenttiohje on pyörimisnopeuteen nähden käänteinen. Lisänä on rajoitus, että moottori ei voi toimia moottorina jarrupoljinta painettaessa. Tämä siksi, että paikallaan ollessa jarrua painamalla ei voida peruuttaa. Jarrupolkimen asentotiedosta saadaan käänteinen momentti kulkusuuntaan nähden. Jarruttavaa momenttia joudutaan kuitenkin rajoittamaan. Tämä toteutetaan nopeuteen verrannollisella funktiolla, joka antaa moottorin jokaiselle pyörimisnopeudelle maksimimomentin. Momentin muutosnopeutta rajoitetaan myös rampilla, jotta jarrutus on jouheva. Logiikkaohjelmassa verrataan jarruttavan momentin ohjetta ja momentin oloa. Näiden erotuksesta lasketaan rampille kulmakerroin. Se onko parempi, että kulmakerroin on kiinteä ja tarvitaanko/saako ramppia olla jarrutuksen tapauksessa, selviää vasta testiajojen yhteydessä.

4.6 Latausjärjestelmän hallinta

Latausjärjestelmän hallinta on vielä epäselvää akkutoimituksen viivästymisen takia. On varmaa, että joitakin lukituksia tulee, esimerkiksi latauksen aikana ajoneuvolla ei voida ajaa. Mahdollisesti voidaan myös tehdä joitakin ohjauksia, kuten latauksen päälle kytkentä. Tähän asiaan ei enempää syvennytty ja se jää tulevaisuudessa toteutettavaksi toiminnaksi. Toinen epäselvä asia on vielä kuinka akusto liitetään ohjausjärjestelmään. Akuston toimittajalta tulee oma paneelinsa ja ohjausyksikkönsä. Akuston rakenteen vuoksi jokaisella sarjassa olevalla akulla tulee olla oma hallintalaitteensa, joka liikennöi ohjausyksikön kanssa. Ohjausyksikkö taas liikennöi paneelin kanssa, josta saadaan tiedot akuston tilasta. Akuston

toimittaja on ilmoittanut, että ohjausyksikössä on mahdollisuus toteuttaa liityntä auton oman ohjausjärjestelmän kanssa. Se mikä on liikennöinti-protokolla, on vielä epäselvää. Tätä tullaan kuitenkin hyödyntämään siinä vaiheessa kun asia selviää.

4.7 Ohjelman rakenne

Ohjelmarakennetta mietittäessä päädyttiin siihen tulokseen, että kaikki ohjelmassa käytetyt muuttajat tallennetaan samaan paikkaan, eikä jokaiselle toimilohkolle tehdä omaa datablokkia. Tämä aiheuttaa joissain tilanteissa ongelmia muistipaikkojen käytössä, mutta selkeyttää muuten ohjelmaa datablokkien vähäisen määrän ansiosta. (LIITTE 6/44, 6/45) Db13 on tallennuspaikka, jonne suurin osa tiedosta siirretään. Väyläliikennöintiä varten on varattu kuitenkin kaksi erillistä datablokkia, joihin kirjoitetaan vain Profibus-väylässä liikkuva tieto. Kaikki tiedot skaalataan ja muutetaan reaalityyppiksi ennen datablokkiin kirjoittamista, sillä kaikki ohjelmassa tehdyt ohjaukset ja laskutoimitukset tehdään reaalityypeillä./6/

4.8 Taajuusmuuttajan ja logiikan välinen liikennöinti

Logiikan ja taajuusmuuttajan välissä olevaa profibus-väylää pitkin kulkee kaikki tieto laitteiden välillä. Profibus-väylä on yleisesti prosessiteollisuuden käytössä oleva tiedonsiirto-protokolla. Profibus-väylässä on jokaisella laitteella oma osoitteensa, jolla ohjataan oikea tieto oikeaan paikkaan. Vaconin tapauksessa siirrettävän tiedon määrä on rajoitettu 10 lähtevään ja 10 saapuvaan kokonaislukuun, jotka voivat muodostaa tietyn määrän binäärisiä tilatietoja. Ohjauksissa ensimmäinen näistä 10:stä on ohjaussana, joka sisältää 16 eri binääri-ohjausta. Näille on vastavasti tilasana, joka on ensimmäinen indikoitien kymmenestä kokonaisluvusta. Nämä ovat ohjelmoitavissa, mutta yleensä näitä käytetään indikoimaan ohjaussanan ohjauksia. Jokaisella kokonaisluvulla voidaan siis siirtää 16 bitin tilat tai 16 bittinen kokonaisluku, esimerkiksi indikoimaan pyörimisnopeutta tai siirtämään momenttiohjeen logiikalta taajuusmuuttajalle./11/

Siinä vaiheessa, kun taajuusmuuttaja lisätään ohjelmallisesti logiikkaan, määritellään kokoonpanoasetuksissa taajuusmuuttajan osoite ja mitkä tulot ja lähdöt taajuusmuuttaja varaa logiikasta. Tämän jälkeen voidaan ohjelmassa kirjoittaa tulo-

kanavien tietoja datablokkiin muistiin ja datablokin muistipaikkojen tiloja siirtää lähtöjen tiloiksi, joista ne siirtyvät väylää pitkin taajuusmuuttajalle.

4.9 Kaasu- ja jarrupolkimen toiminta

Molemmat polkimet sekä kaasu- että jarrupoljin ovat logiikan kannalta samanlaisia. Logiikan tulokanavaan on kytketty potentiometri jonka yli mitataan jännitettä. Näin kaasu ja jarrupolkimen asennot muodostuvat tulokanavien tiloiksi. Tämä tieto on kokonaislukuna 0-25000 väliltä. Kyseinen arvo skaalataan 0-100% arvoon jakamalla se oikealla kertoimella. Sen jälkeen kun asentotieto on muodossa ”prosenttia maksimistaan” se kirjoitetaan yhteiseen datablokkiin, josta se on ohjelman käytössä.

4.9.1 Momenttiohjeen rajoitus

Momenttiohjeen rajoitus tapahtuu käytännössä siten, että momenttiohjetta ei päästetä nousemaan suuremmaksi kuin on ennalta määritetty. Tämä on toteutettu toimilohkolla, joka laskee kullekin pyörimisnopeudelle maksimimomentin arvon. Laskutoimitus käyttää hyväkseen moottorin nimellismomenttia, nimellispyörimisnopeutta ja pyörimisnopeuden hetkellisarvoa. Ensin laskenta vertaa ollaanko yli vai alle nimellispyörimisnopeuden. Jos jäädyään alle nimellispyörimisnopeuden käytetään lineaarista käyrää. Käyrä ei kuitenkaan ala nolasta vaan ehkä kolmanneksen alle nimellismomentin ja jatkuu lineaarisesti kohti nimellisnopeutta, jolloin on käytössä myös nimellismomentti. Jos taas ollaan yli nimellisnopeuden, laskee käyrä loppua kohden loivenevana käyränä. Tätä havainnollistamassa on kuva (LIITE 2/1). Syy siihen miksi juuri tällaiseen käyrään päädyttiin oli, että moottori kestää tämänsuuruista kuormitusta loputtomiin, lämpenemättä liikaa. Toinen syy oli, ettei tiedä paljonko vetopyörästä kestää vääntömomenttia joten päädyttiin rajoittamaan kiihdytyksessä annettavaa momenttia reilusti, jotta välttyttäisiin mekaanisten osien rikkoutumiselta. (LIITE 6/39)

4.9.2 Momenttiohjeen ramppaus

Momenttiohjeen ramppaus on toteutettu ohjelmallisesti samalla tavalla ajon ja jarrutuksen kohdalla. Ramppauksessa käytetään hyväksi valmista ramppitoimiloh-

koa, jonka lähdön kulmakerroin on säädettävissä. Ramppilohkon sisääntuloon tuodaan arvo jonka muutosnopeutta halutaan rajoittaa. Muutosnopeuteen vaikuttavat tekijät ovat tuloastat cycle ja slope. Cycle on aika, jonka kuluessa slopeen annetun luvun verran sisääntulo muuttuu. Jos cycle on yksi ja slope kymmenen, ulostulo voi kasvaa maksimissaan kymmenen yksikköä sekunnissa. Tätä toimintamallia hyödynnetään momenttiohjeen ramppauksessa.(LIITE 6/35)

Muuttuvalle kulmakertoimelle voidaan tehdä erilaisia funktioita, mutta nyt esitellään vain se, jota tässä vaiheessa käytetään. Ensin on saatava toteutettua momentinrajoitus rampille muuttuva kulmakerroin, johon voidaan vielä vaikuttaa muutettavilla kertoimilla. Tätä varten suunniteltiin oma toimilohko, johon tuodaan neljä erilaista kerrointa, jolla kulmakertoimeen voidaan vaikuttaa. Ensimmäinen kerroin on momenttiohjeen ja momentinolon erotuksen vaikutus kulmakertoimeen. Toinen on kiinteä kerroin. Kolmas on toimilohkon sisäisen rampin slope ja neljäs kerroin on samaisen ramppilohkon ramppausaika eli cycle. Rampin sisääntuloon tuodaan laskennasta kertoimilla muokattu arvo, joka rampista ulos tullessaan on muuttuva kulmakerroin.(LIITE 6/38)

Lopullinen rajoitetun momenttiohjeen ramppaus taajuusmuuttajan momenttiohjeeksi tehdään omassa toimilohkossaan, jossa on omat lohkonsa nousevalle ja laskevalle momenttiohjeelle. Päätös siitä, onko nouseva vai laskeva kulmakertoimen muodostus valittuna tehdään vertailulla, onko momenttiohje yli vai alle momentinoloarvon. Tämä tarkoittaa sitä, että voidaan erikseen säätää nousevaa ja laskevaa kulmakerrointa. Vasta tämän jälkeen kulmakerroin kirjoitetaan samaan paikkaan datablokkia lopullisen kulmakertoimen paikalle. Tätä kulmakerrointa käytetään sitten lopullisessa momenttiohjeen ramppauksessa, jossa itse taajuusmuuttajan momenttiohje muodostetaan. Tämä lopullinen momentinramppi on samanlainen ramppilohko kuin kulmakertoimen muodostuksessa. Tämän rampin slopessa käytetään datablokkiin kirjoitettua muuttuvaa kulmakerrointa ja cyclenä käytetään 0,1 sekuntia. Rampin tuloastastaan kytketään momentinrajoituslohkolta tuleva rajoitettu momenttiohje. .(LIITE 6/18 – 6/23)

Jarrutuksessa kaikki momenttiohjeen ramppaukset on tehty samalla tavalla eli kaikki on tehty kahteen kertaan. Poikkeuksena on, että jokaiseen toimilohkoon ja

muistipaikan nimeen on lisätty viittaus jarrutukseen niiden erottamiseksi toisistaan. Jarrutuksen momenttiohje on ohjelman päätteeksi kerrottu miinus yhdellä, jotta momenttiohjeesta tulee miinusmerkkinen, että momenttiohje jarruttaa eikä kiihdytä. Momenttiohjeen kirjoitus väylälle on tehty siten, että jarruttava momenttiohje on aina hallitseva. Tässä sillä ei ole suurta merkitystä, koska jarrutus on vain auton hyötysuhdetta parantava toiminto ja pääasiallinen jarrutus tapahtuu perinteisillä mekaanisilla jarruilla./12/

4.10 Lämpötilanmittaus

Moottorin lämpötilanmittaus toteutetaan PT-100 antureilla, jotka on asennettu moottorin staattorikäimitykseen. Anturit piti erikseen optiona valita moottorilauusta tehdessä. Jokainen lämpötila-anturi vaatii logiikasta yhden analogiatulokanavaparin. Logiikan kokoonpanoasetuksissa pitää jokainen kanavapari vielä määrittää siten, että logiikka tietää kanavaan kytketystä PT-100 anturista /8/. Tämän jälkeen logiikan tulokanavasta saadaan lämpötilatieto, joka on kokonaisluku ja numero yksi vastaa 0,1 Celsiusastetta. Tulokanavasta saatu luku pitää muuttaa reaaliluvuksi ja skaalata oikein. Tämä onnistuu muuttamalla luku ensin reaaliluvuksi sille tarkoitettulla toimilohkolla, ja lopuksi vielä jakamalla tämä luku kymmenellä. Nyt lämpötilatieto voidaan taas kirjoittaa datablokkiin josta se on ohjelman käytävissä. Tieto on muotoa C° ja tarkkuus on asteen kymmenyksen. (LIITE 6/11 – 6/13)

Lämpötilamittaukset on ryhmitelty kahteen kolmen mittauksen ryhmään. Lämpötilatieto moottorista on oleellinen tieto moottorikäytön suunnitteluprojektissa. Toiveena oli, että tehtäisiin keskiarvonlaskenta helpottamaan käytön mitoituksessa tehtäviä lämpenemämittauksia. Keskiarvon laskenta toteutiin lukemalla datablokkiin kirjoitetut lämpötilatiedot kolmen ryhmässä ja laskemalla ne yhteen ja jakamalla saatu luku kolmella. Tulos kirjoitetaan datablokkiin, mistä se tuotiin näkyviin paneelille. (LIITE 6/13, 6/14)

5 KÄYTTÖLIITTYMÄ

5.1 Tarvittavat toiminnot

Käyttöliittymä toteutetaan ohjaamossa sijaitsevalla kosketusnäytöllä, josta saadaan näkyville helposti ja selkeästi normaalikäytön vaatimat tilatiedot. Samaa paneelia käytetään testauksessa ja huoltotoimenpiteissä hyväksi, mutta näihin tietoihin ja parametreihin pääsee käsiksi vain tietyillä tunnuksilla, jotta tahattomat asetusten muuttelut jäävät tekemättä.

Tärkeimmät asiat normaalikäytön kannalta ovat akustojen varaustila eli kuinka pitkälle voidaan vielä kulkea ilman latausta ja onko moottorin lämpötila liian korkea.

5.2 Käyttäjätasot

Projektin tämän vaiheen tavoite käyttöliittymän osalta oli suunnitella toimiva kokonaisuus paneeliin, navigointineen, mutta toteuttaa vain säädössä ja testiajossa tarvittavat oleelliset toiminnot. Navigointi sivujen välillä suunniteltiin toimivaksi siten, että aina päästään edelliselle sivulle ja pudotusvalikosta voidaan avata aina mikä tahansa sivu. Pääsivulle pääsyyn on varattu oma nappinsa, jotta sinne paluu olisi aina mahdollisimman vaivatonta. Sivut on jaettu kolmeen ryhmään, sen mukaan minkälaiset käyttöoikeudet omaavalla henkilöllä kullekin sivulle on luvallista päästä. Ensimmäinen taso on kuljettajan taso, jossa ei voida tehdä juuri-kaan muutoksia. Tästä huolimatta kuljettajalle tulee kuitenkin antaa riittävästi informaatiota. Muutokset, joita ensimmäisellä tasolla voidaan tehdä, ovat lähinnä erilaisten trippimittarien nollaaminen ja ajotavan valinta. Toinen taso on niin sanotun mekaanikon sivu, josta voidaan tehdä pieniä muutoksia korjauksien yhteydessä ja mahdollisesti nollata joitakin laskureita, mutta ohjelmassa käytettävien kertoimien muuttaminen on estetty. Kaikki mittaukset on kuitenkin ilmoitettu niiden omissa yksiköissään eikä suhteutettuna 0-100 %. Kolmas taso on ohjelmoijan tai suunnittelijan taso, josta voidaan muuttaa kaikkia mahdollisia parametreja. Jokaisella käyttäjällä on käytettävissään oma tasonsa ja sitä alemmat tasot. Tällaisel-

la hierarkialla on uusien sivujen lisääminen tehty jatkossa mahdollisimman helppoksi.

5.2.1 Kuljettaja

Kuljettajan sivuihin kuuluvat pääsivu, lisäsivu ja molemmat lokitietosivut(LIITE 4/1, 4/2). Pääsivulta löytyy mittari, joka ilmaisee tehon ja sen suunnan eli puretaanko vai ladataanko akustoa. Muita mittauksia ovat moottorin lämpenemä (prosenttia maksimista), akuston varaus prosentteina sekä arvio kuinka pitkään autolla voidaan vielä ajaa lataamatta sitä (ilmaistu omana näyttönään kilometreissä). Indikoiteina ovat suunnanvalinta eteen/taakse/vapaa, vikaindikointi ja käy-seis-indikointi. Ohjauksena Start- ja Stop- painikkeet, joilla auto niin sanotusti startataan ja sammutetaan. Tätä indikoimaan on tehty käy/seis-indikointi. Lisäsivulle suunniteltiin kaikki sellaiset kuljettajan tarvitsemat toiminnot, joiden ei ajon aikana tarvitse olla nähtävissä tai muutettavissa. Näitä olisivat muun muassa latauskesto, vikailmoitukset, ajotavan valinta ja kirjautuminen eri käyttäjätasolle. Kaksi viimeisintä kuljettajalle avautuvaa sivua ovat lokitietosivut. Näihin voidaan tehdä rajoituksia perustason käyttäjälle. Häntä voidaan esimerkiksi estää nollaamasta joitakin kumulatiivisia mittareita. Lokitietojen pääideana on mahdollistaa erilaisien mittauksien minimi- ja maksimiarvojen tallennukset sekä keskiarvon tai kumulatiivisen kertymän jatkuva laskeminen sen mukaan mikä kussakin mittauksessa on järkevintä.

5.2.2 Korjaaja

Korjaajatason sivuja ei ole muita kuin parametrien pääsivu, mutta tämän tason luominen heti alkuunsa helpottaa lisäämään samantasoisia sivuja jatkossa(LIITE 4/2). Parametrisivun päätarkoituksena on antaa mekaanikolle tietoa laitteiden tilasta, jotta vian paikallistaminen olisi mahdollisimman helppoa. Sen lisäksi kaikki mittaukset ovat tällä sivulla oikeissa yksiköissään, kuten lämpötilamittaukset, jotka ovat celsiusasteina eivätkä prosentteina maksimista. Jotta sivulla olisi myös joitakin asetettavia arvoja, on ohjelmassa käytetyt moottorin nimellismomentti, nimellisyörimisnopeus ja maksimipyörimisnopeus syötettävissä parametrien pääsivulta, jonne mekaanikolla on pääsy. Tämä siksi, että jos autoon tulee laitteita,

jotka mekaanikon on kalibroitava vaihdon yhteydessä, olisi siitä jonkinlainen esimerkki jo olemassa.

5.2.3 Suunnittelija

Pääsy kolmannelle tasolle on annettu vain suunnittelijalle. Tämän tason sivuilta tehdään niin sanottuja kehitysasteen muutoksia. Suunnittelijalla on toki käytössään kaikki sivut, mutta tärkeimpinä säätöjen kannalta ovat sivut, joissa kertoimia voidaan muuttaa vapaasti. Kiihdytyksessä on omat ramppinsa nousevalle ja laskevalle rampille. Tältä sivulta voidaan molempien ramppien kertoimia muuttaa erikseen ja jatkossa mahdollisesti valita erilaisia ramppifunktioita. Jarrutuksen ramppisivu on aivan identtinen, joten siitä ei mainita sen enempää. Momentinrajoitukselle on varattu myös oma sivu, jossa on erikseen kiihdytys- ja jarrutusmomentin funktionvalinta ja omat funktiokertoimensa. Nämä kolme sivua ovat tärkeimmät, mutta suunnittelijalla on vielä sen lisäksi käytettävissään kaksi taajuusmuuttajan ohjaukseen liittyvää sivua. Ensimmäisellä näistä kahdesta sivusta on koko taajuusmuuttajan ohjaus- ja tilasana, josta taajuusmuuttajaa voidaan ohjata käsin, bittien tilaa muuttamalla /11/. Toisena on sivu, josta löytyy kaikki muut numeeriset tiedot jotka taajuusmuuttajasta luetaan. (LIITE 4/2 – 4/4)

6 TESTAUS

6.1 Ohjaustekniikan ja ohjelmien testaus Technobotnian moottorikoestuksen testipenkissä

Ohjausjärjestelmän alkuvaiheen testaukset pystyttiin tekemään Technobotnian testipenkissä. Jarruttavana moottorina toimii erillistuuletettu oikosulkumoottori, jota ohjataan omalla taajuusmuuntajallaan. Taajuusmuuttajaan on tehty neliöllinen vastamomentti, jolla pystytään mallintamaan nopeuden kasvaessa suurenevaa vastamomenttia. Neliöllinen vastamomentti ei ole aivan realistinen, mutta sillä saadaan tehtyä suuntaa-antavia mittauksia. Toisena testimahdollisuutena penkissä on käsin määritettävissä oleva, jatkuva pyörimisnopeudesta riippumaton vastamomentti. Tällä testaamaan toimiiko logiikkaohjelman momenttiohjeen ramppaus halutulla tavalla. Lisäksi käytössä on Vaconin taajuusmuuttajalle tarkoitettu NCdrive-ohjelmisto, jolla pystytään niin numeerisesti kuin graafisestikin seuraamaan, esimerkiksi momenttiohjeen muutosta ajan suhteen.

6.2 Kehityksenaikainen testaus

Alkuperäisessä suunnitelmassa oli, että ensimmäiset testaukset tehtäisiin Technobotniassa olevalla perustaajuusmuuttajalla ja moottorilla, jotka ovat kooltaan pienempiä, mutta toiminnaltaan samanlaisia, mikä ei ollut ongelma ohjelman suunnittelun ja testauksen kannalta. Projektin kuitenkin edetessä rauhallisesti ja Vaconin toimittaessa taajuusmuuttajan ja ABB:n toimittaessa moottorin hyvissäajoin voitiin testaukset aloittaa heti lopullisella kokoonpanolla.

6.3 Lopputestaus väliaikaisella laiteyhdistelmällä

Projektin edetessä jouduttiin poikkeamaan suunnitelmasta tehdä viimeiset testaukset lopullisella kokoonpanolla, koska koneosasto tarvitsi moottorin moottoripukin suunnittelua varten. Tämä ei tuottanut minkäänlaisia ongelmia ohjausjärjestelmän suunnittelun kanssa, koska moottorikoon muutos oli pelkkä kertoimien muuttaminen ohjelmaan. Käyttöönottovaiheessa kertoimet tulee muuttaa vastaamaan lopullista moottoria ja taajuusmuuttajaan pitää moottorin sähköisten suureiden parametrit muuttaa.

7 JATKOKEHITYS

7.1 Mittausten keruu

Meneillään olevassa prototyypivaiheessa ei fyysisiä mittauksia ole kovinkaan paljon, koska pyrittiin mahdollisimman yksinkertaiseen ja toimivaan toteutukseen, jolla olisi jatkossa kuitenkin hyvät kehittymismahdollisuudet. Tärkeimpinä mittaussuureina ovat moottorin lämpenemän mittausta, joka on toteutettu kuudella PT-100-anturilla moottorin staattorikäymyksessä. Anturit on kytketty logiikan kuuteen analogiatuloon. Toinen tärkeä mittaussuure on akuston varaustila. Tarkkaa tietoa akuston mittauksista ja ohjausjärjestelmään liittymisestä ei ole, koska akuston toimitus on viivästynyt aikataulusta.

Muut mittaukset on toteutettu taajuusmuuttajassa, joista tärkeimpänä mittauksena on taajuusmuuttajaan kytketty takometri, jolta saadaan tarkasti moottorin pyörimisnopeus. Kaikki taajuusmuuttajalta saatu tieto kerätään logiikkaan Profibus-väylää pitkin. Tärkeimmät taajuusmuuttajalta saadut tiedot pyörimisnopeuden lisäksi ovat momentin oloarvo sekä virta ja sen suunta eli ladataanko vai puretaan-ko akkua. Tärkeimpinä indikoiteina voidaan mainita käy -tieto ja ilmoitus viasta.

Kuljettajalle tuodut tiedot ovat akuston varaustila, moottorin lämpenemä ja tehon suunta, joka riippuu siitä ajetaanko vai jarrutetaanko. Ohjausjärjestelmää säädettäessä kaikki mittaussuureet tuodaan esille paneelin parametrintivälilehdellä, josta asiaan vihkiytynyt pystyy päättämään minkälaisia muutoksia tulee tehdä auton toiminnan parantamiseksi.

7.2 Analysointi

Auton eri mittauksista on tarkoitus tulevaisuudessa tehdä oma sivunsa, jonne kerätään historiatietoa eri tapahtumista. Kuvissa 3. ja 4. (LIITE 4/1, 4/2) näkyy mitä tietoja mahdollisesti voitaisiin kerätä. Jokaisesta mittauksesta ja laskennasta tulisi lokisivulle esimerkin mukaisesti minimi, maksimi ja keskiarvo tai kumulatiivinen kertymä. Lisäksi voitaisiin toteuttaa jonkinlainen trippimittari, jonka kuljettaja tai korjaaja voisi halutessaan nollata. Näitä tietoja analysoimalla voitaisiin ohjausjärjestelmää säätää siten, että moottorikäyttö toimisi mahdollisimman hyvällä hyö-

tysuhteella eli akustosta saatu energia käytettäisiin tehokkaasti. Toisena tärkeänä seikkana olisi kuskille huomaamattomien virhetilanteiden tallentuminen, jotta niihin voitaisiin tulevaisuudessa puuttua. Tietysti tiedonkeruusta olisi hyötyä tutkimustyön kannalta, esimerkiksi akuston vanhenemisen seuraamisen kannalta, jotta päästään selville akustojen todellisesta käyttöiästä ja käyttösuhteesta.

7.3 Auton käyttöönoton ja esittelyn kannalta keskeisimmät toiminnot

Esittelyssä keskeisin asia on, että kuljettavalle henkilölle tuodaan riittävästi informaatiota auton tilasta. Esimerkkejä informaation sisältämisestä tiedosta ovat akuston varaustila, moottorin ottama tai antama teho ja moottorin lämpötila kuljettajalle kertovassa muodossa eli onko lämpötila normaali vai liian korkea. Käyttöönoton kannalta tärkeä seikka on, että kaasua- ja jarrupoljin toimivat saumattomasti eli toiminnassa ei ole mitään epäkohtia ja että ohjaukset toimivat loogisesti.

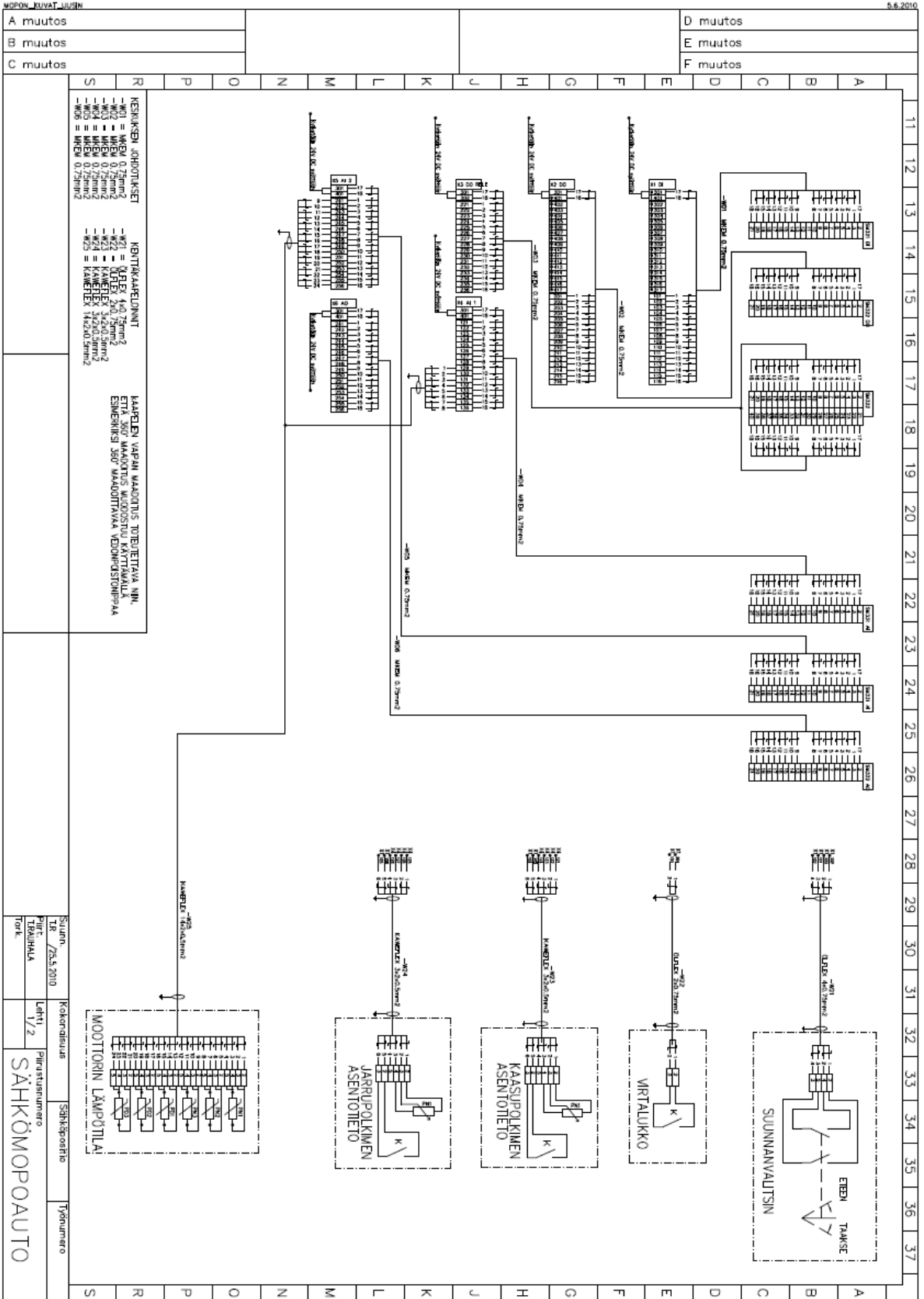
8 LOPPUPÄÄTELMÄT

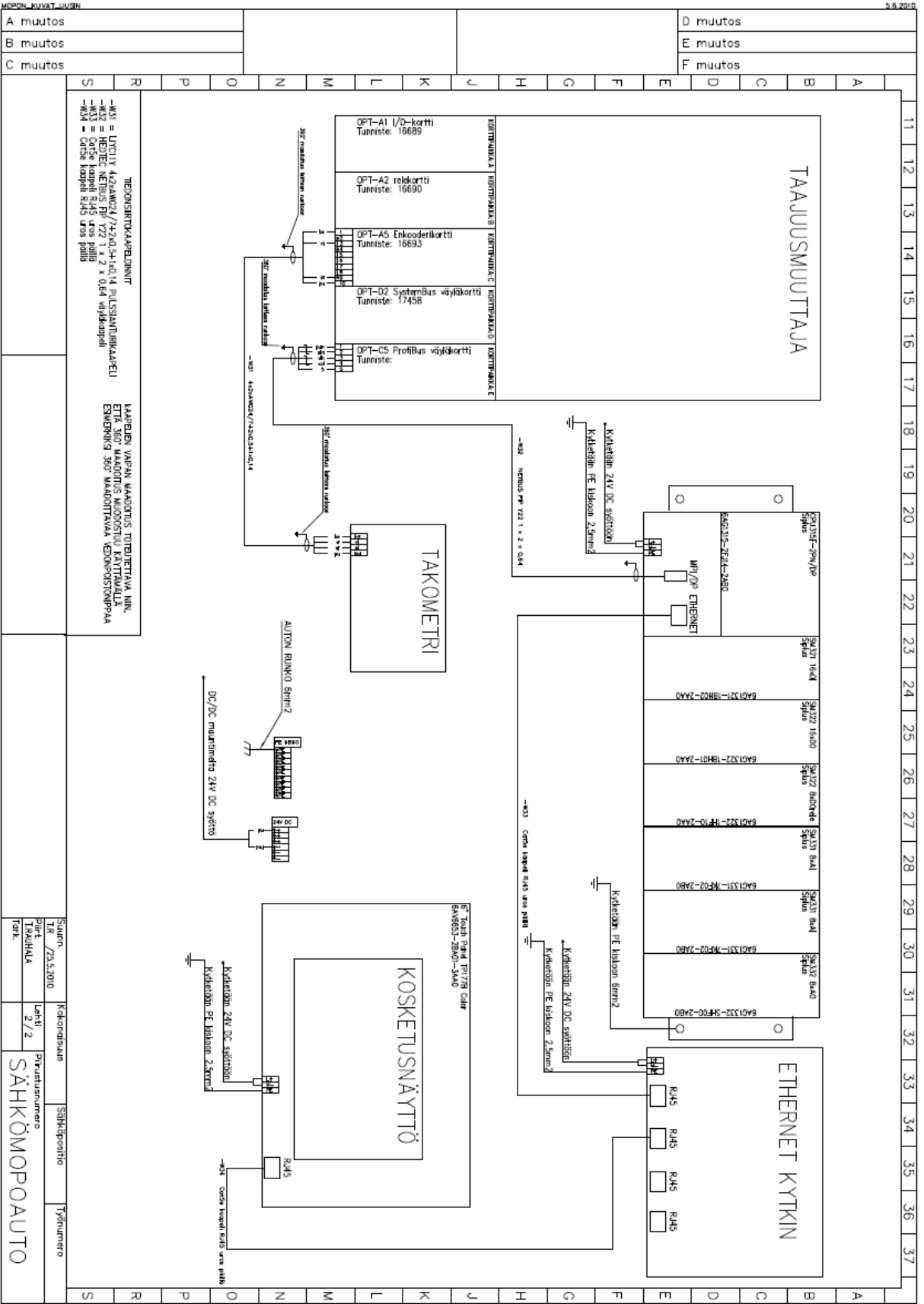
Oma vastualueeni projektissa oli suunnitella toimiva ohjaus moottorikäytölle sekä suunnitella käyttöliittymä, josta voidaan seurata kaikkia auton tietoja. Rajapintana koneosastoon vastualueeni puolesta oli suunnitella mitä mittaustietoja tarvitaan, jotta koneosasto voisi toteuttaa tarvittavat mekaniikan anturoinnit ja käyttölaiteet. Oman osa-alueeni ja varsinaisen käytön rajapinta päättyy ohjaukseen, mutta teimme paljon yhteistyötä sähköosaston vastuuhenkilöiden kanssa testauksen ja suunnittelun osalta. Yhteistyöni koneosaston kanssa oli kahdensuuntaista siinä mielessä, että ohjausjärjestelmässä oli otettava huomioon mekaaniset rajoitukset. Tästä esimerkkinä momentin rajoitus, eli paljonko mekaaniset osat kestävät moottorin momenttia. Tähän tarvittiin mekaniikan ja lujuuslaskennan tietämystä. Toisaalta taas koneosasto tarvitsi paljon tietoa sähköisten osien mitoista ja ilmastollisista vaatimuksista, jotta se pystyi suunnittelemaan jokaiselle komponentille sopivan paikan autossa.

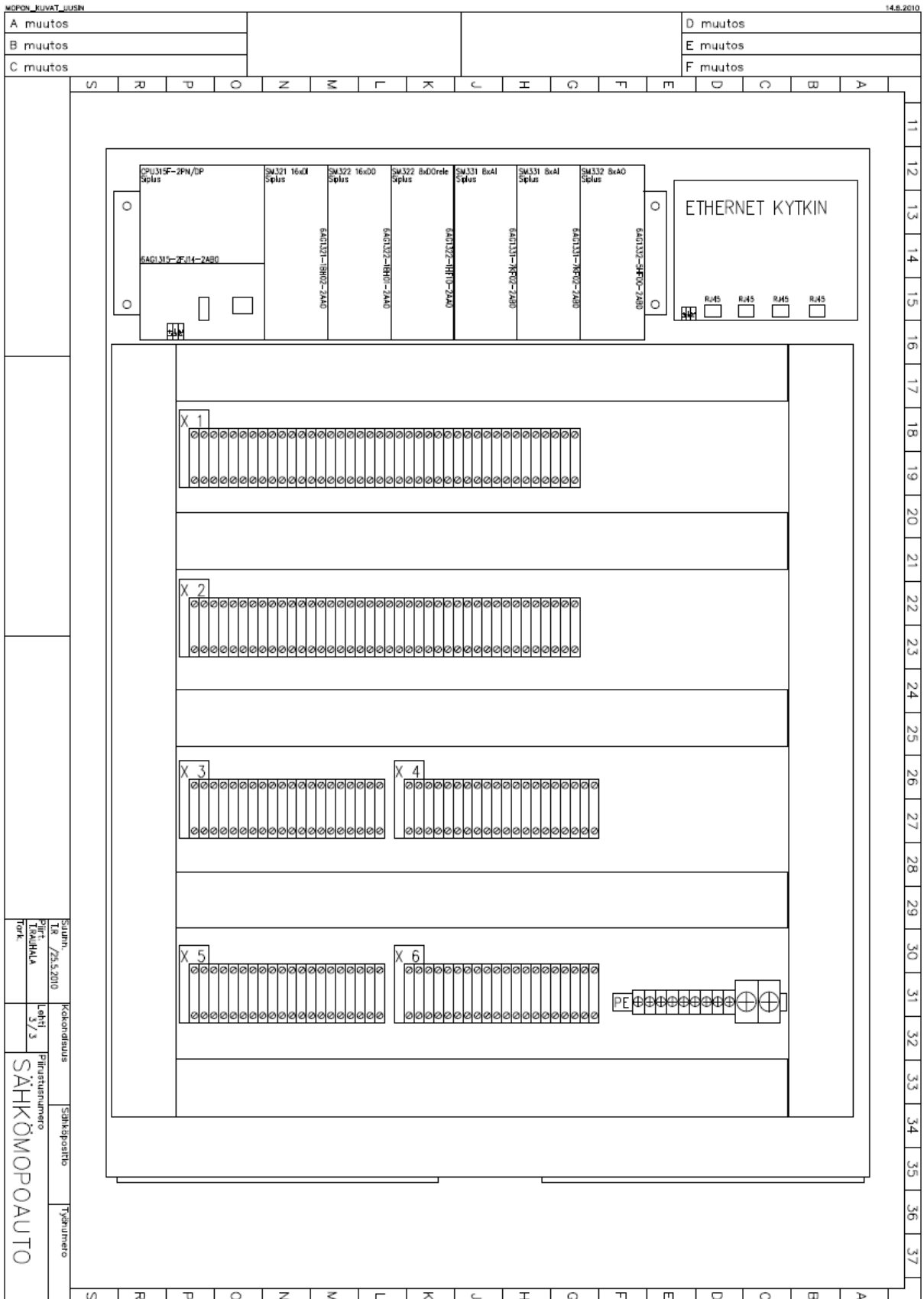
Pääsin mielestäni hyvin asetettuihin tavoitteisiin, vaikka varsinaisen työn valmistumiselle oli tarkka päivämäärä. Paneelin käyttöliittymä toimii mielestäni riittävän hyvin, jotta tulevaisuuden testiajot on mahdollista ajaa. Logiikkaohjelma toimi testipenkissä niin kuin oli suunniteltukin, mutta varma tieto toimivuudesta tullaan saamaan vasta kun autoa voidaan koeajaa. Projekti oli minusta erittäin opettavainen sen monipuolisuuden ansiosta. Pääsin toteuttamaan itseäni laajan ja monipuolisen vastualueen ansiosta. Työssä pääsin käytännössä testaamaan asioita, jotka olen oppinut koulussa vain teoriatasolla tai pintapuoleisesti. Työ on mielestäni hyvin ajankohtainen päästövaatimusten kiristyessä ja sähköautojen yleistyessä. Projektin aihealue tukee myös hyvin suuntautumisvalintojani, koska pääaineeni ovat automaatio ja sähkönkäytöt. Uskon, että opinnäytetyöstäni tulee olemaan paljon hyötyä tulevalla työurallani.

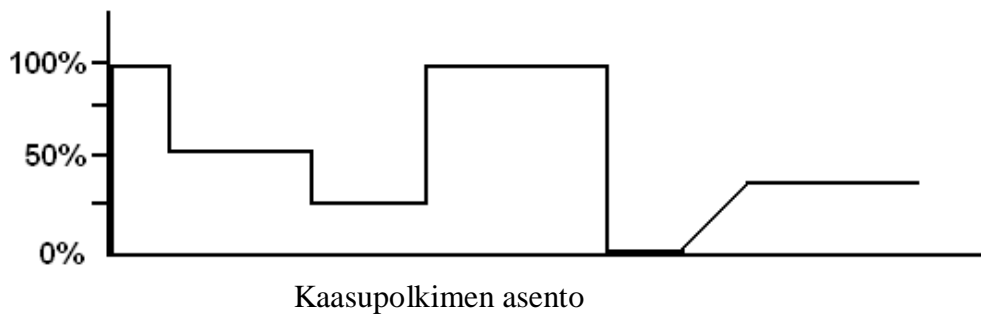
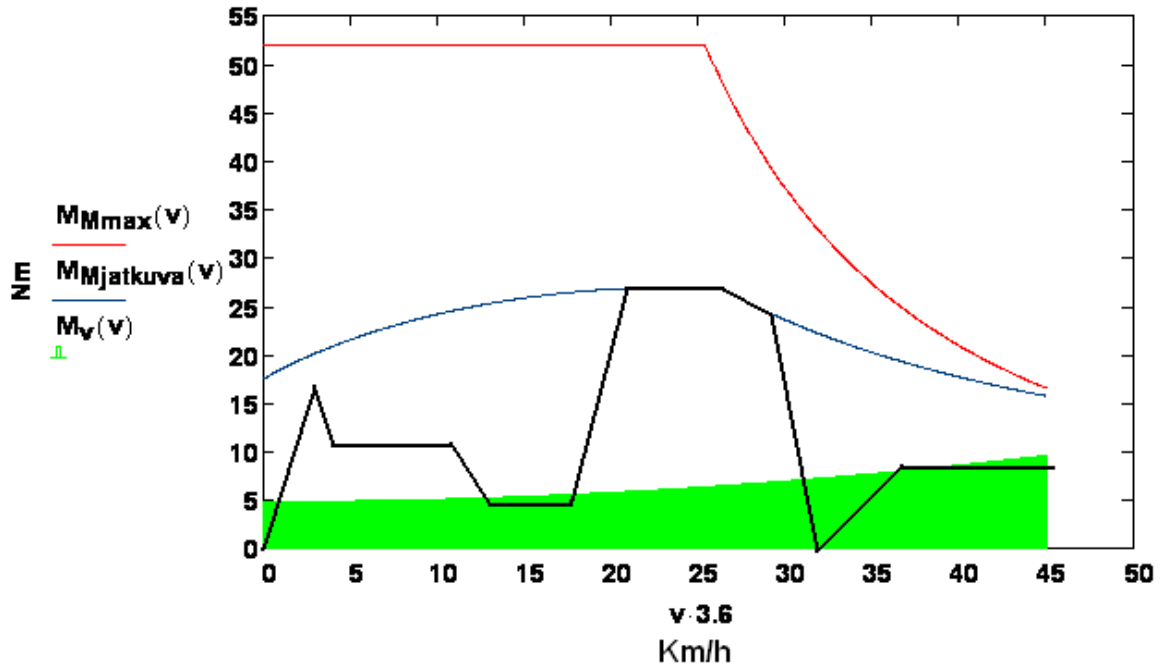
LÄHTEET

- /1/ ABB Oy, 2010. Moottori esittely. Vaasa Technobotnia.
- /2/ Jokinen, Kari Vaasan ammattikorkeakoulu 2009. Suuntaajatekniikka. Luentomateriaali.
- /3/ L1090/2002. Ajoneuvolaki 1 luku 12§. 11.12.2002.
- /4/ L1090/2002. Ajoneuvolaki 2 luku 13§. 11.12.2002.
- /5/ Microcar, Mgo 2009. Mopoauton ohjekirja.
- /6/ Nieminen, Juha Vaasan ammattikorkeakoulu 2010. Sähkökäyttöjen ohjausjärjestelmät. Luentomateriaali.
- /7/ Siemens, Simatic 6/2008. S7-300 CPU Specifications.
- /8/ Siemens, Simatic 8/2009. S7-300 Module data.
- /9/ Vaasan ammattikorkeakoulu, 2010. Projektipalaveri. Vaasa, Technobotnia.
- /10/ Vacon, NX-taajuusmuuttajat 6/2006. Järjestelmäkäyttösovellus.
- /11/ Vacon, NX-taajuusmuuttajat 11/2006. PROFIBUS DP –optiokortti.
- /12/ Vacon, NX-taajuusmuuttajat 7/2007. ”All in one”-sovellusopas.
- /13/ Viitanen, Jaakko 2008. Mopoautokirja. Pori. Kehityksen kirjapaino Oy.









Kuva kaasupolkimen asennosta ja sen muodostamasta momenttiohjeesta

- Punainen viiva = Moottorin maksimimomentti
- Sininen viiva = Jatkuvankuormituksenmomentti
- Musta viiva (ylempi kuva) = Momenttiohje
- Vihreä viiva = Laskennallinen vastamomentti
- Musta viiva (alempi kuva) = Kaasupolkimen asento



* LCA 51 0200 001 08 * Microcar * 61 * 2002/24 * -- *

2.2.1.12.4. Detailed results of measurements (Variant *Y)

	3250	3200	3150	3100	2850	2500	2300	2200	2140	1790	1440	1000	
engine speed	min ⁻¹	3250	3200	3150	3100	2850	2500	2300	2200	2140	1790	1440	1000
engine power	kW	3,95	4,05	4,06	4,03	3,79	3,87	3,59	3,46	3,27	2,61	2,02	1,16
engine torque	Nm	11,6	12,1	12,3	12,4	12,7	14,8	14,9	15,0	14,6	13,9	13,4	11,1
specific fuel consumption	g/kWh	442	422	417	411	404	395	386	385	380	411	445	573
atmospheric pressure	kPa	100,26	100,26	100,26	100,26	100,26	100,26	100,26	100,26	100,26	100,26	100,26	100,26
vapor pressure	kPa	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
correction factor	ad	0,9908	0,9905	0,9903	0,9905	0,9912	0,9904	0,9905	0,9905	0,9897	0,9897	0,9886	0,9886
intake air temperature	°C	14	14	14	14	15	14	14	14	15	15	13	13
cooling liquid temp.	°C	70	70	75	69	70	69	68	75	75	71	69	70
oil temp	°C	95	95	95	94	93	87	83	79	78	76	70	72
exhaust gas temp.	°C	284	283	278	270	256	250	242	239	231	204	184	148
corrected engine power	kW	3,9	4,0	4,0	4,0	3,8	3,8	3,6	3,4	3,2	2,6	2,0	1,1
corrected engine torque	Nm	11,5	12,0	12,2	12,3	12,6	14,7	14,8	14,9	14,5	13,8	13,3	11,0

Maximum net power

- stated by the manufacturer : **4 kW at 3200 min⁻¹**
- measured : **4 kW at 3200 min⁻¹**

Maximum net torque

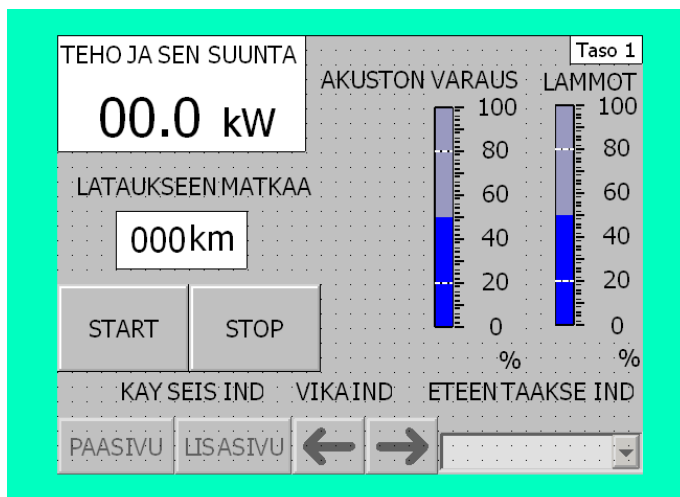
- stated by the manufacturer : **15,0 Nm at 2200 min⁻¹**
- measured : **14,9 Nm at 2200 min⁻¹**

e13*2002/24*0331*00
 Société Nationale de Certification et d'Homologation
 L-5201 SANDWEILER (Luxembourg)
 Organisme accrédité OLAS EN 45011
 Accréditation N° 5/001 (Portée communiquée sur demande)

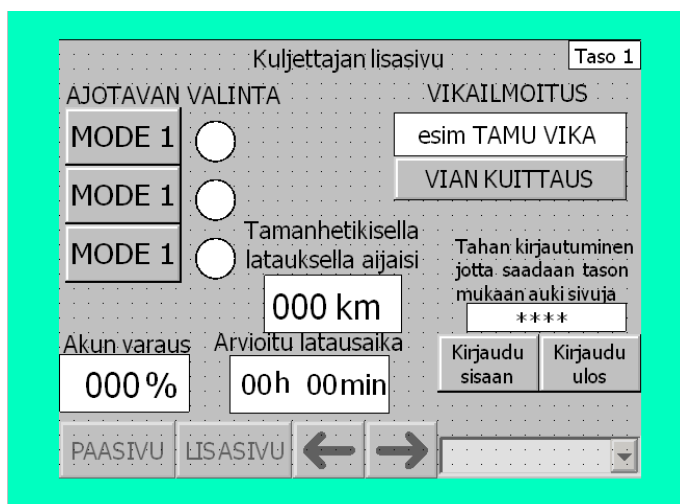
Dieselmootorin suoritusarvot

Tilauserittely:

Tilaukoodi	Nimike	Määrä
6AG1315-2FJ14-2AB0	SIPLUS CPU315F-2PN/DP	1
6ES7953-8LJ20-0AA0	MICRO MEMORY CARD 512KB	1
6AG1321-1BH02-2AA0	SIPLUS S7-300 SM321, 16 DI	1
6AG1322-1BH01-2AA0	SIPLUS S7-300 SM322, 16 DO	1
6AG1322-1HF10-2AA0	SIPLUS S7-300 SM322, 8 DO Relay	1
6AG1331-7KF02-2AB0	SIPLUS SM331, 8AI	1
6AG1332-5HF00-2AB0	SIPLUS SM332, 8AO	1
4025515061960 / 6ES7392-1AJ00-0AA0	ETUPISTOKE 20-nap ruuvil.	3
4025515061977 / 6ES7392-1AM00-0AA0	ETUPISTOKE 40-nap ruuvil.	3
6AV6653-2BA01-3AA0	6" Touch Panel TP177B Color, Trainer Package	1
6ES7972-0CB20-0XA0	PC/PPI CABLE (USB/RS485)	1
6ES7390-1BC00-0AA0	Asennuskisko, 2000 mm	1



Kuva 1. Kuljettajan päänäyttö



Kuva 2. Kuljettajan lisäsivu

Lokitiedot sivu 1

MOOTTORIN	MIN	MAX	AVG	AVG tai KUM	
momnetti	00.0	00.0	00.0	Trip	00.0
teho	00.0	00.0	00.0	Trip	00.0
hyotysuhe	00.0	00.0	00.0	Trip	00.0
Lammot	00.0	00.0	00.0	Trip	00.0
AKUSTON					
lataus	00.0	00.0	00.0	Trip	00.0
lataus kWh	00.0	00.0	00.0	Trip	00.0
jännite	00.0	00.0	00.0	Trip	00.0

PAASIVU LISASIVU ← →

Kuva 3. Lokitietosivu 1

Lokitiedot sivu 2 Taso 1

AUTON	MIN	MAX	AVG	AVG tai KUM	
Kiihtyvyys	00.0	00.0	00.0	Trip	00.0
Ajo jakso min	00.0	00.0	00.0	Trip	00.0
Ajo jakso km	00.0	00.0	00.0	Trip	00.0
Kaasup. asen.	00.0	00.0	00.0	Trip	00.0
Jarrup. asen.	00.0	00.0	00.0	Trip	00.0
?????????					
???????????	00.0	00.0	00.0	Trip	00.0
???????????	00.0	00.0	00.0	Trip	00.0
???????????	00.0	00.0	00.0	Trip	00.0

PAASIVU LISASIVU ← →

Kuva 4. Lokitietosivu 2

Parametrien paasivu Taso 2

OLOARVOT		ANNETTAVAT ARVOT	
Moottorin rpm	00.0	Moot rpm	0000
Moottorin momnetti	00.0	Moot max rpm	0000
Kaasupokimen asento	00.0	Mootorin Mn	00.0
Jarrupokimen asento	00.0		

MOOTTORIN LAMMOT				AKUSTO	
PD1	00.0	PN1	00.0	Jannite	00.0
PD2	00.0	PN2	00.0	Varaustila	00.0
PD3	00.0	PN3	00.0	Virta	00.0

PAASIVU LISASIVU ← →

Kuva 5. Parametrien pääsivu

Ramppien parametrit kiihdytyksessä Taso 3

RAMPPY YLOS		RAMPPY ALAS	
FUNKTIO	KERTOIMET	FUNKTIO	KERTOIMET
F1	K1 00.00	F1	K1 00.00
F2	K2 00.00	F2	K2 00.00
	K3 00.00		K3 00.00
F3	K4 00.00	F3	K4 00.00

PAASIVU LISASIVU ← →

Kuva 6. Kiihdytyksen parametrit

Jarrutuksen rampit Taso 3

RAMPPI YLOS		RAMPPI ALAS	
FUNKTIO	KERTOIMET	FUNKTIO	KERTOIMET
F1	K1 00.00	F1	K1 00.00
F2	K2 00.00	F2	K2 00.00
F3	K3 00.00	F3	K3 00.00
	K4 00.00		K4 00.00

PAASIVU LISASIVU ← →

Kuva 7. Jarrutuksen parametrit

Momentin rajoitus ajossa Taso 3

AJO		JARRUTUS	
FUNKTIO	KERTOIMET	FUNKTIO	KERTOIMET
F1	K1 00.00	F1	K1 00.00
F2	K2 00.00	F2	K2 00.00
F3	K3 00.00	F3	K3 00.00
	K4 00.00		K4 00.00

PAASIVU LISASIVU ← →

Kuva 8. Momentin rajoituksen kertoimet

Taso 3

<input type="radio"/> PAALLA_VALMIS	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> PAALLA
<input type="radio"/> KAY_VALMIS	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> PYSAYTYS_VAP_PYORIEN
<input type="radio"/> OHJE_VALMIS	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> HATASEIS
<input type="radio"/> VIKA	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> KAY
<input type="radio"/> POIS_2_TILA	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> RAMPIN_LAHTO_NOLLA
<input type="radio"/> POIS_3_TILA	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> RAMPIN_PITO
<input type="radio"/> EI_VALMIS	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> RAMPIN_TULO_NOLLA
<input type="radio"/> HALYTYS	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> VIAN_KUITTAUS
<input type="radio"/> ASETETUSSA_PIST	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> ASKELLUS_1
<input type="radio"/> VAYLA_OHJ_IND	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> ASKELLUS_2
<input type="radio"/> RAJAN_YLI	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> SALLI_KENTTAVAYLAOHJ
<input type="radio"/> VARATTU_1	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> VALVONTA
<input type="radio"/> VARATTU_2	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> VARA_1
<input type="radio"/> VARATTU_3	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> VARA_2
<input type="radio"/> VARATTU_4	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> VARA_3
<input type="radio"/> VALVONTA	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/> VARA_4

PAASIVU LISASIVU ← →

Kuva 9. Vaconin ohjaus- ja tilasana

Taajuusmuuttaja		Taso 3
Moottorin nopeus	00.0	
Moottorin momentti	00.0	
Tila lisasana	00.0	
Vikasana 1	00.0	
Vikasana 2	00.0	
Digitalitolon tilasana	00.0	
Halytyssana	00.0	
Moottorin akselin kierrokset	00.0	
Moottorin akselin asento	00.0	

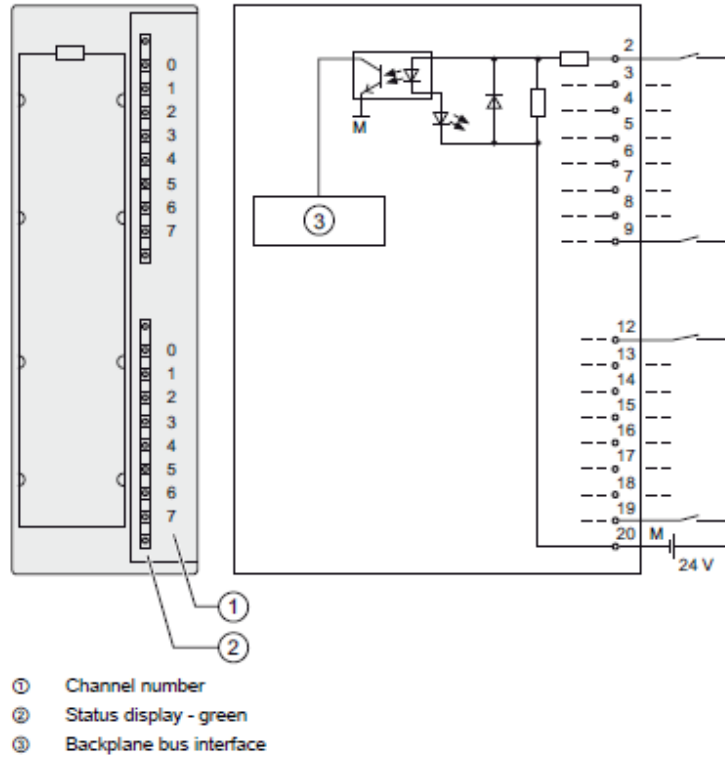
PAASIVU LISASIVU ← →

Kuva 10. Vaconin tiedot

Digital modules

3.9 Digital input module SM 321; DI 16 x DC 24 V; (6ES7321-1BH02-0AA0)

Wiring and block diagrams of SM 321; DI 16 x DC 24 V



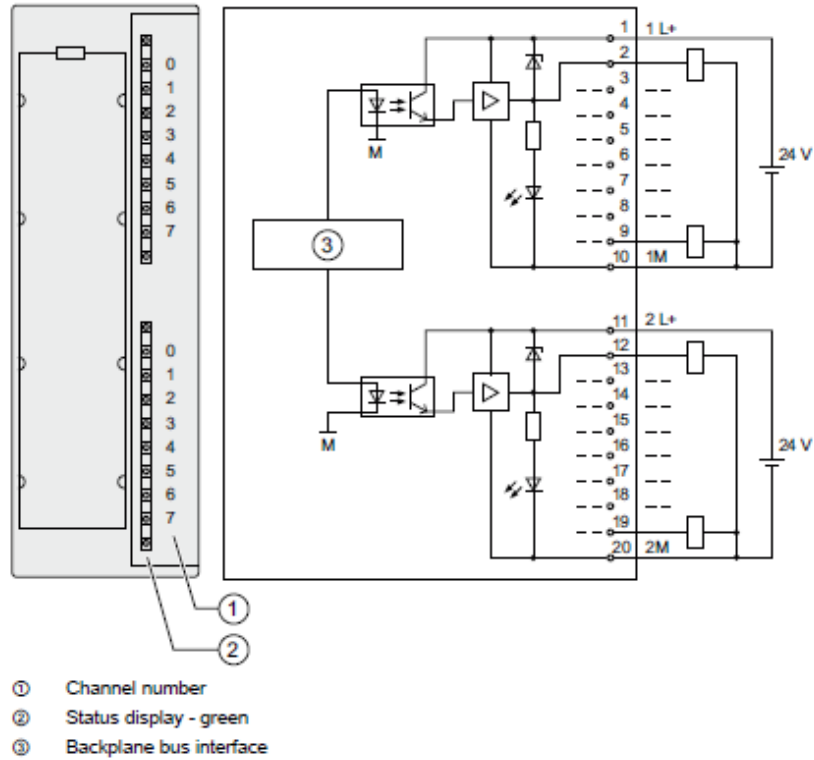
Technical specifications of SM 321; DI 16 x DC 24 V

Technical specifications	
Dimensions and weight	
Dimensions W x H x D (mm)	40 x 125 x 117
Weight	ca. 200 g
Module-specific data	
Supports isochronous mode	no
Number of inputs	16
Cable length	
• unshielded	max. 600 m
• shielded	max. 1000 m

Digital modules

3.22 Digital output module SM 322; DO 16 x DC 24 V/ 0,5 A; (6ES7322-1BH01-0AA0)

Wiring and block diagram of SM 322; DO 16 x DC 24 V/ 0.5 A



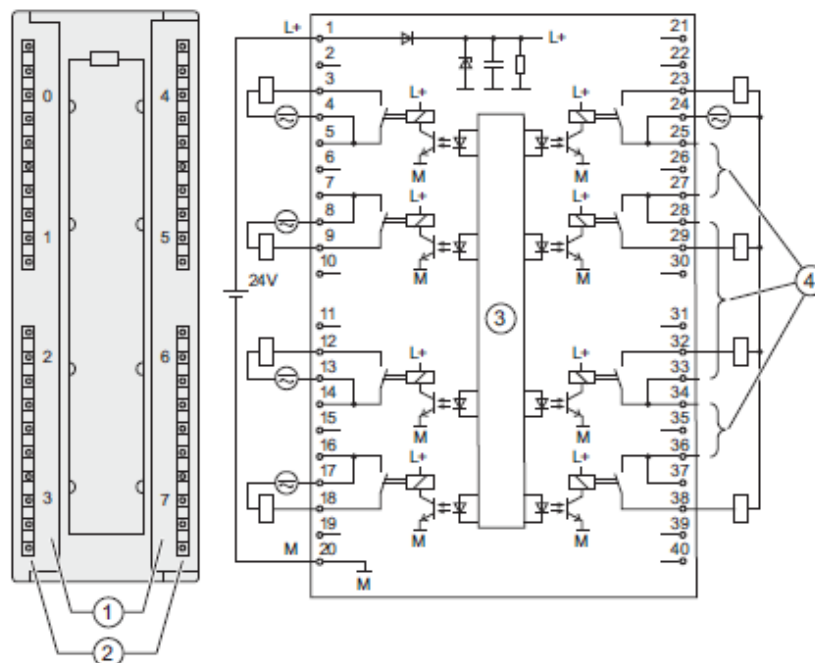
SM 322; DO 16 x DC 24 V/0.5 A - Technical specifications

Technical specifications	
Dimensions and weight	
Dimensions W x H x D (mm)	40 x 125 x 117
Weight	ca. 190 g
Module-specific data	
Supports isochronous mode	no
Number of outputs	16
Cable length	
• unshielded	max. 600 m
• shielded	max. 1000 m

Digital modules

3.34 Relay output module SM 322; DO 8 x Rel. AC 230 V/5 A; (6ES7322-1HF10-0AA0)

Wiring and block diagrams of the SM 322; DO 8 x Rel. AC 230 V/5 A



- ① Channel number
 - ② Status displays - green
 - ③ Backplane bus interface
 - ④ Options of looping the power supply to contacts
- Accumulated current ≤ 8 A at $T_u \leq 30$ °C
 Accumulated current ≤ 5 A at $T_u \leq 60$ °C

Analog modules

6.7 Analog input module SM 331; AI 8 x 12 bit; (6ES7 331-7KF02-0AB0)

Wiring: 2-, 3- and 4-wire connection of resistance transducers or thermoresistors

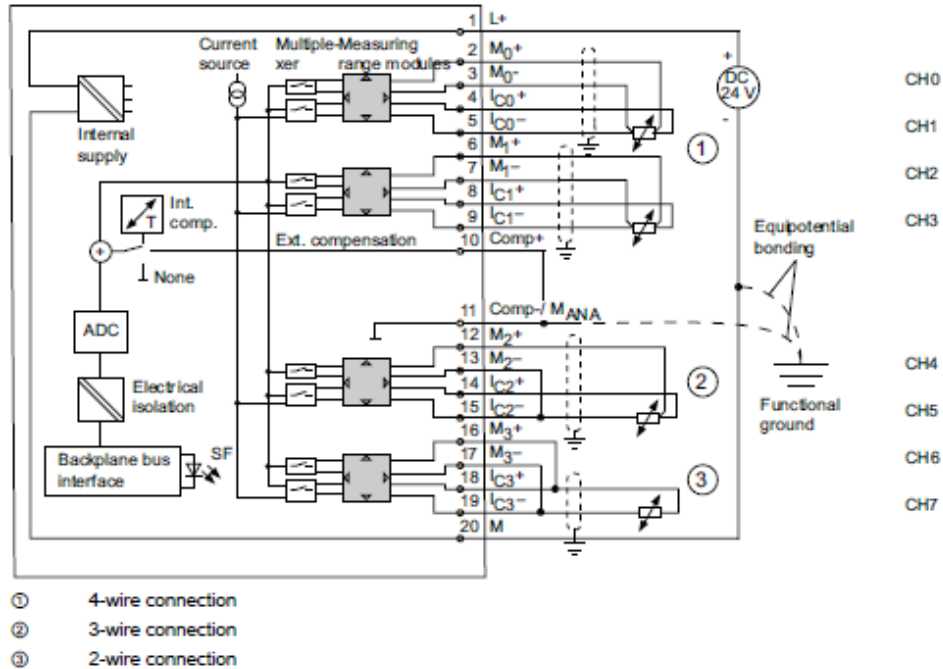


Figure 6-15 Block diagram and terminal diagram

Measuring range module settings

Measuring range		Measuring range module setting
150 Ω 300 Ω 600 Ω		A
Thermoresistor (linear, 4-wire connection) (temperature measurement) RTD-4L	Pt 100 Klima Ni 100 Klima Pt 100 Standard Ni 100 Standard	A

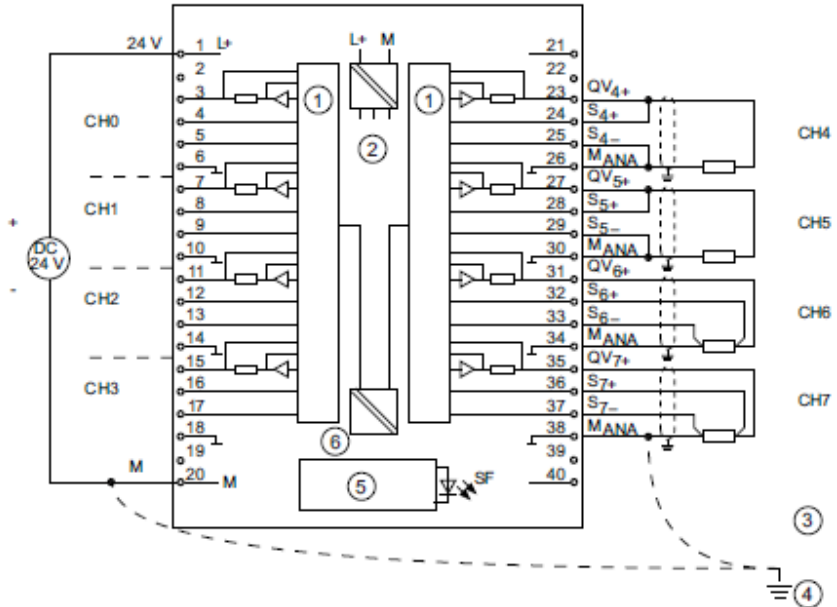
Note

- "Resistance measurement" is only available at one channel per group. The "2nd" channel of the group is used accordingly for current measuring mode (Ic). The "1st" channel of the group returns the measured value. The "2nd" channel of the group is assigned the default overflow value "7FFF_H".
- There is no compensation for power resistors for "2- and 3-wire connections".

Wiring: 2 and 4-wire connection for voltage output

The following image depicts:

- 2-wire connection, no compensation for line impedance and
- 4-wire connection with compensation for line impedance



Numeral	Description
①	DAC
②	Internal supply
③	Equipotential bonding
④	Functional ground
⑤	Backplane bus interface
⑥	Electrical isolation

Figure 6-41 Wiring and block diagrams

Obl : "Main Program Sweep (Cycle)"

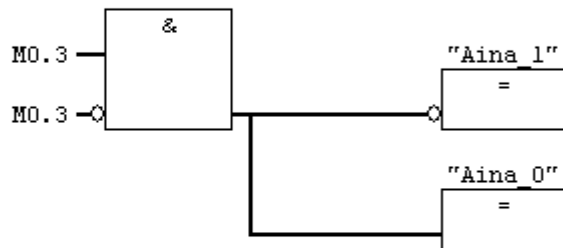
NCdrive
 Lataa taajuusmuutajaan tarvittavat sovellukset ja parametrit

STEP7
 Lataa hardware, ohjelma ja paneli

PANELISTA
 Paina LISÄSIVU ja sieltä KULJETTAJANLISÄSIVU ja kuitta taajuusmuuttajavika jos on
 Paina PÄÄSIVU ja sieltä START
 Avaa LISÄSIVU ja sieltä TAMU OHJAUS. Paina Kay
 Nyt ohjelma tottelee kaasua ja jarru poljinta.

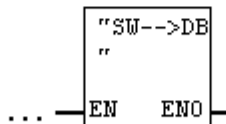
Network 1: Title:

Comment:



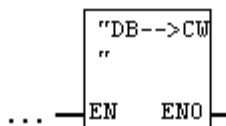
Network 2: Title:

Comment:



Network 3: Title:

Comment:



Network 4 : Title:

Comment:

```
"ANALOGIATULOT_JA_S  
KAALAU"
```

```
... EN ENO
```

Network 5 : Title:

Comment:

```
"TESTAUKSET/MITTAUK  
SET"
```

```
... EN ENO
```

OB35 : "Cyclic Interrupt"

Comment:

Network 1: Title:

Comment:

"MOMENTIN
RAJOITUS/OHJAUS"

... — EN ENO —

Network 2: Title:

Comment:

"PANELIN OHJAUKSET"

... — EN ENO —

Network 3: Title:

Comment:

"JARRUTUKSEN
HALLINTA"

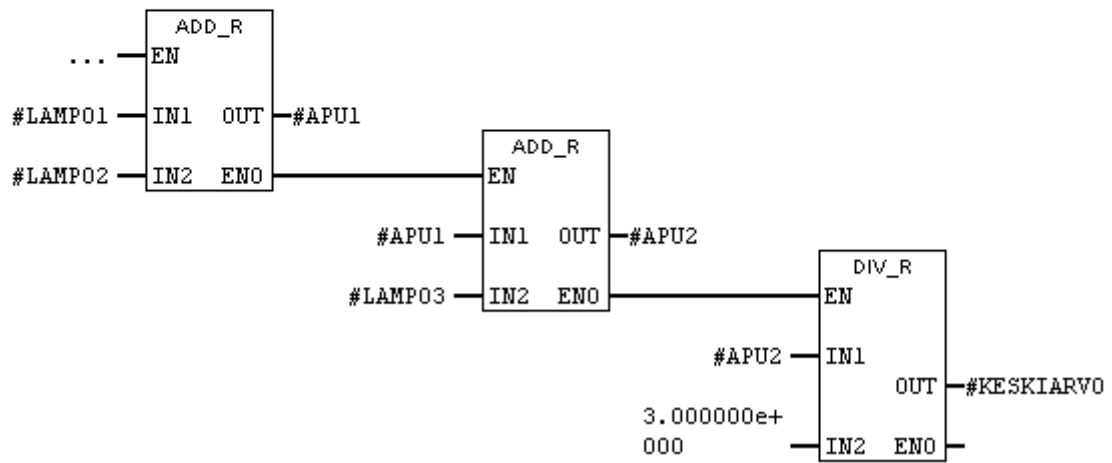
... — EN ENO —

FBI : Title:

Comment:

Network 1: Title:

Comment:

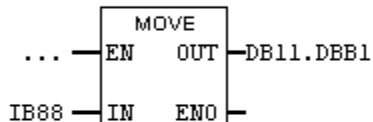


FC1 : Title:

Comment:

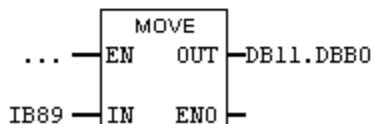
Network 1: Title:

Siirretään murskan tilatiedot DB11.DBW0:aan.



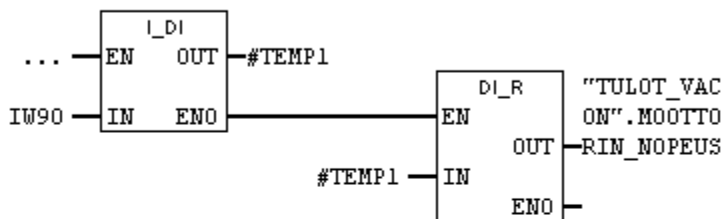
Network 2: Title:

Siirretään murskan tilatiedot DB11.DBW0:aan.



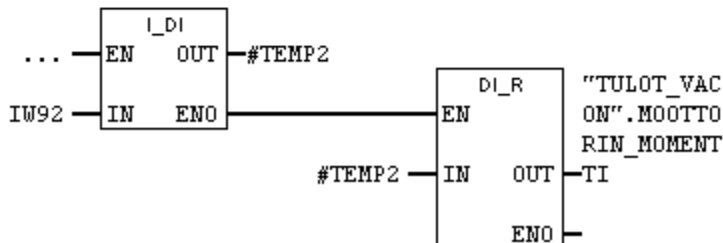
Network 3: Title:

Comment:



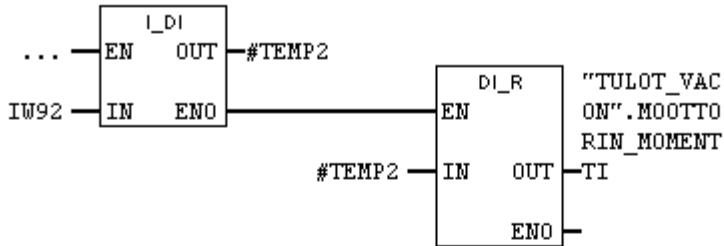
Network 4: Title:

Comment:



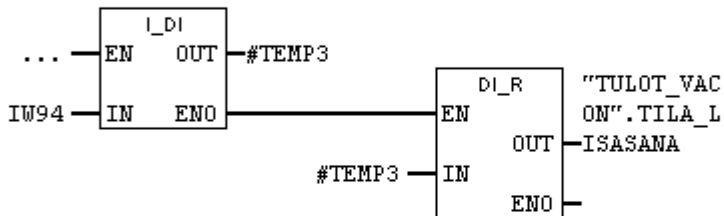
Network 4 : Title:

Comment:



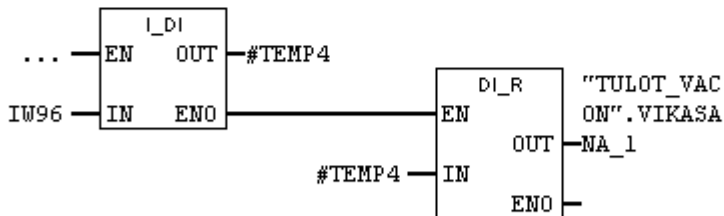
Network 5 : Title:

Comment:



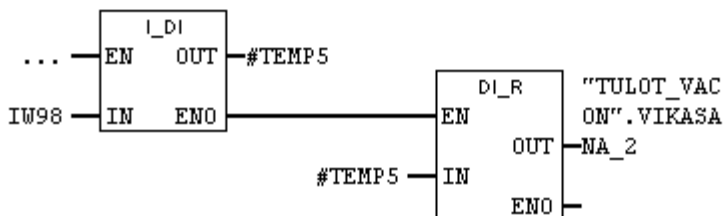
Network 6 : Title:

Comment:



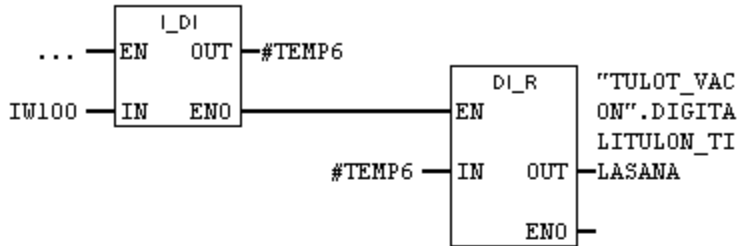
Network 7 : Title:

Comment:



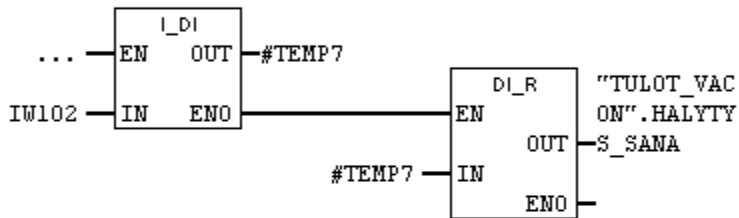
Network 8 : Title:

Comment:



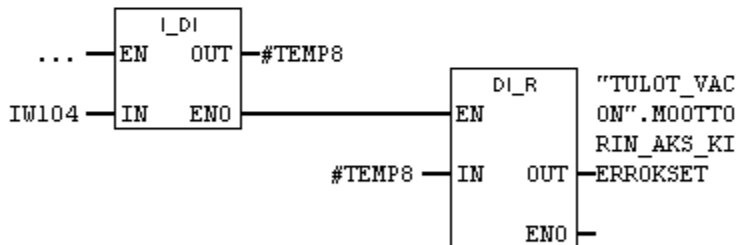
Network 9 : Title:

Comment:



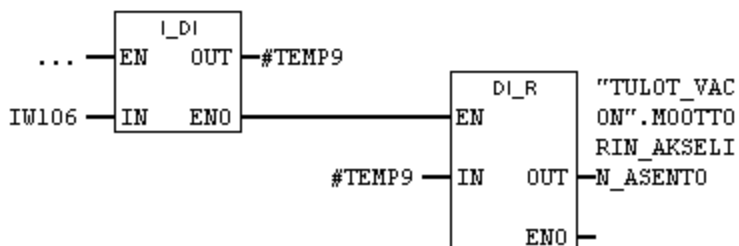
Network 10 : Title:

Comment:



Network 11 : Title:

Comment:

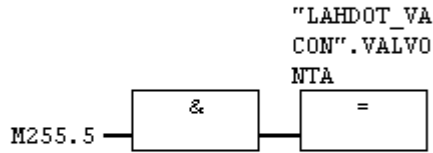


FC2 : Title:

Comment:

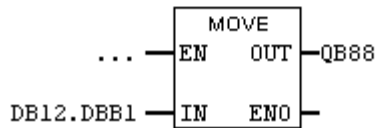
Network 1: Title:

Comment:



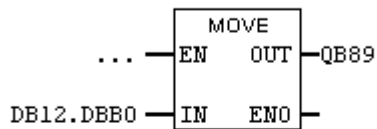
Network 2: Title:

Siirretään murskan tilatiedot DB11.DBW0:aan.



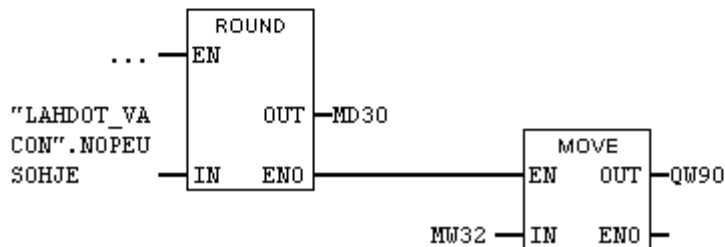
Network 3: Title:

Siirretään murskan tilatiedot DB11.DBW0:aan.



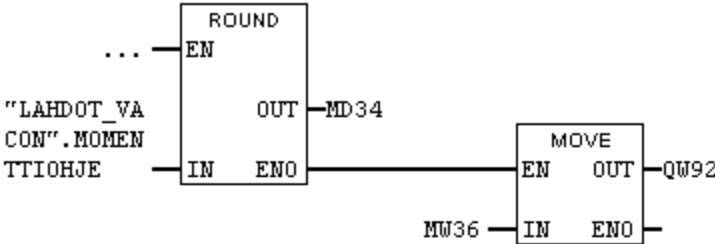
Network 4: Title:

Comment:



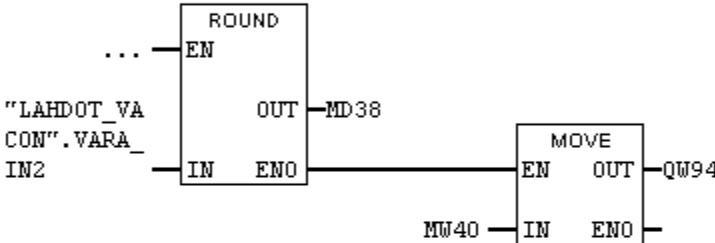
Network 5 : Title:

Comment:



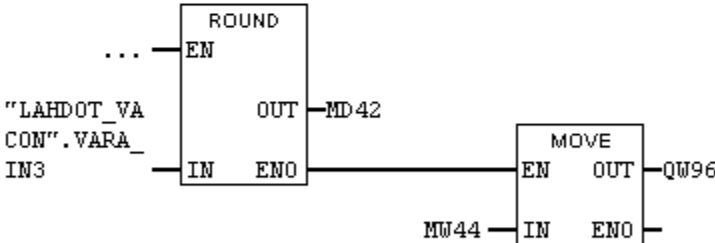
Network 6 : Title:

Comment:



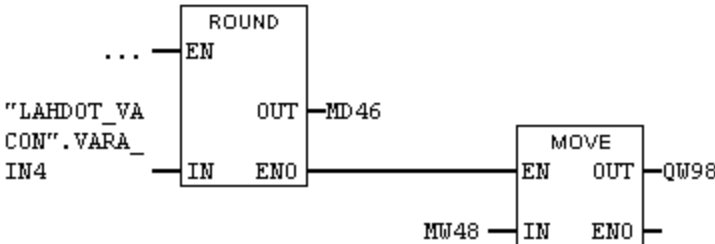
Network 7 : Title:

Comment:



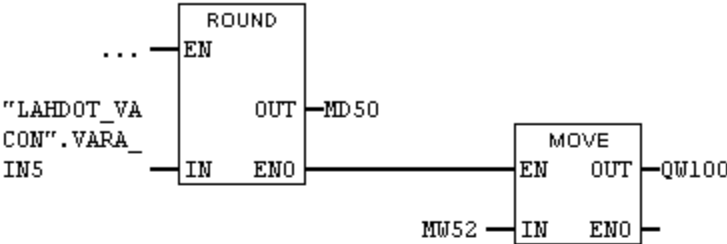
Network 8 : Title:

Comment:



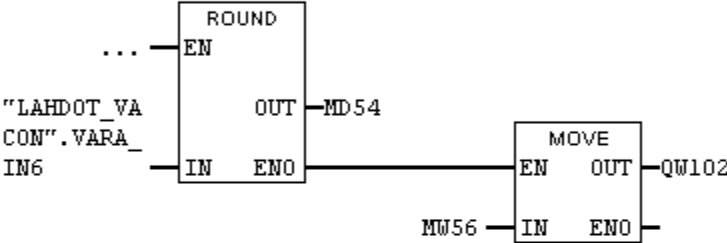
Network 9 : Title:

Comment:



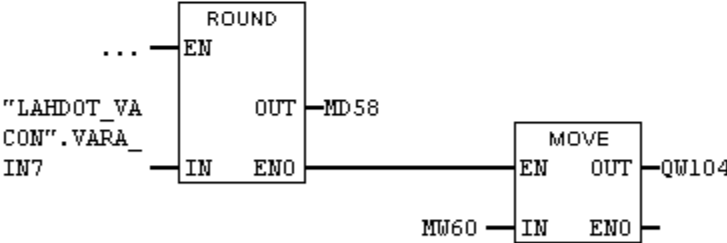
Network 10 : Title:

Comment:



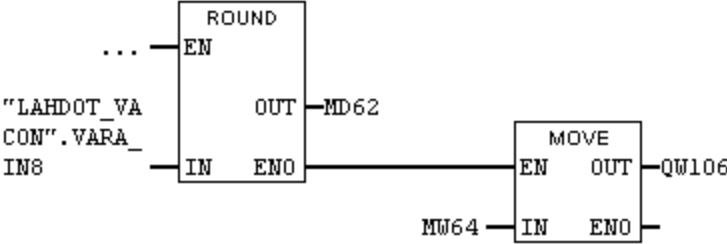
Network 11 : Title:

Comment:



Network 12 : Title:

Comment:

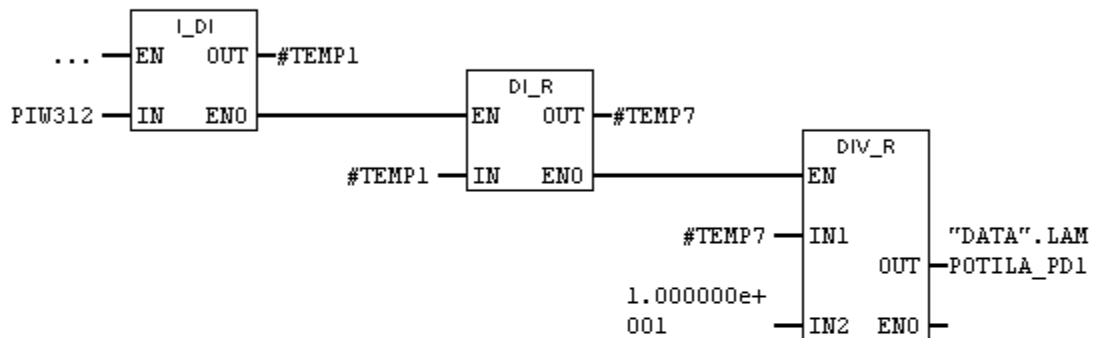


FC3 : Title:

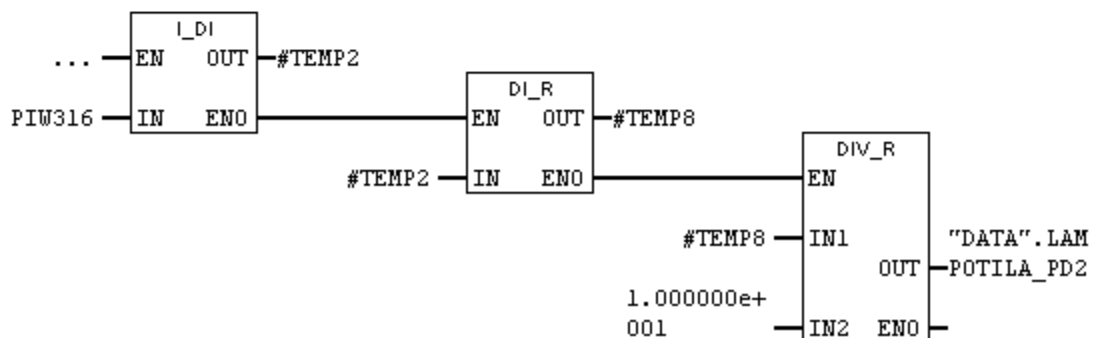
Comment:

Network 1: LAMPOTILAN SKAALAUUS JA KIRJOITUS DB:HEN

Tässä muutetaan logiikan analogiatulokanavasta tuleva lämpötilatieto kokonaisluvusta realiluvuksi ja skaalataan näyttämään yhden desimaalin tarkkuudella.

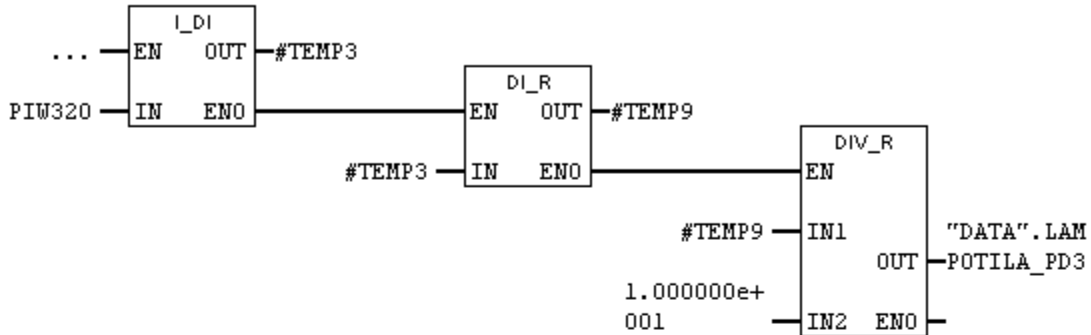
**Network 2:** LAMPOTILAN SKAALAUUS JA KIRJOITUS DB:HEN

Tässä muutetaan logiikan analogiatulokanavasta tuleva lämpötilatieto kokonaisluvusta realiluvuksi ja skaalataan näyttämään yhden desimaalin tarkkuudella.

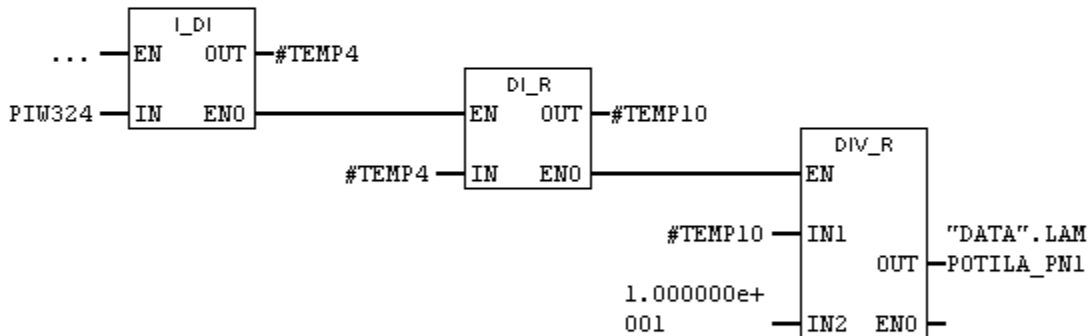


Network 3 : LAMPOTILAN SKAALAUUS JA KIRJOITUS DB:HEN

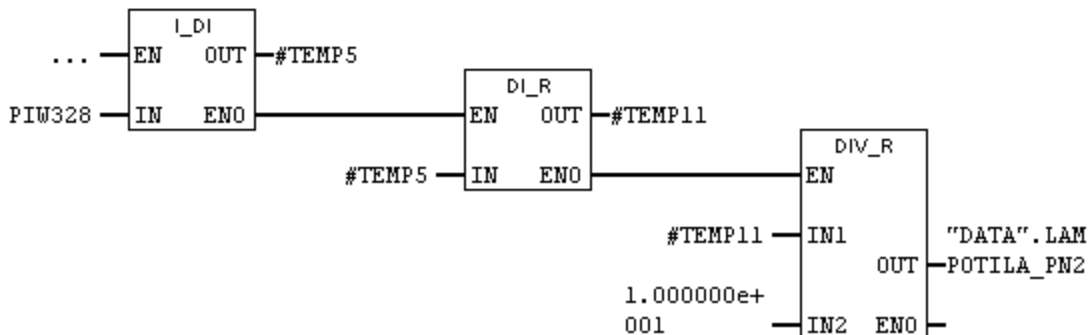
Tässä muutetaan logiikan analogiatulokanavasta tuleva lämpötilatieto kokonaisluvusta realiluvuksi ja skaalataan näyttämään yhden desimaalin tarkkuudella.

**Network 4 : LAMPOTILAN SKAALAUUS JA KIRJOITUS DB:HEN**

Tässä muutetaan logiikan analogiatulokanavasta tuleva lämpötilatieto kokonaisluvusta realiluvuksi ja skaalataan näyttämään yhden desimaalin tarkkuudella.

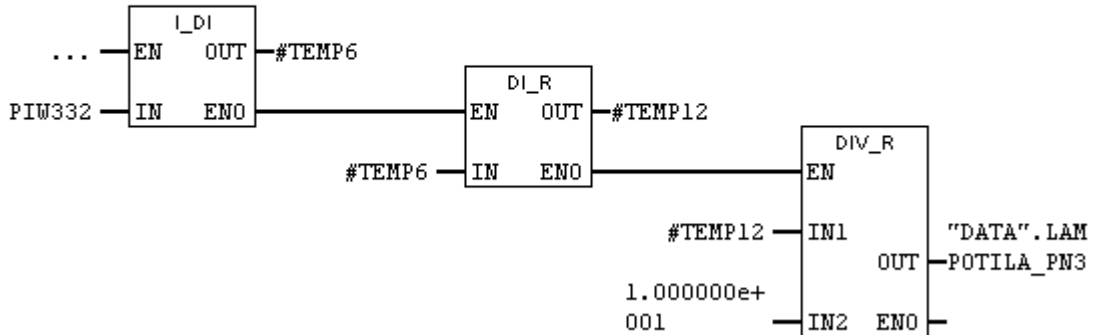
**Network 5 : LAMPOTILAN SKAALAUUS JA KIRJOITUS DB:HEN**

Tässä muutetaan logiikan analogiatulokanavasta tuleva lämpötilatieto kokonaisluvusta realiluvuksi ja skaalataan näyttämään yhden desimaalin tarkkuudella.

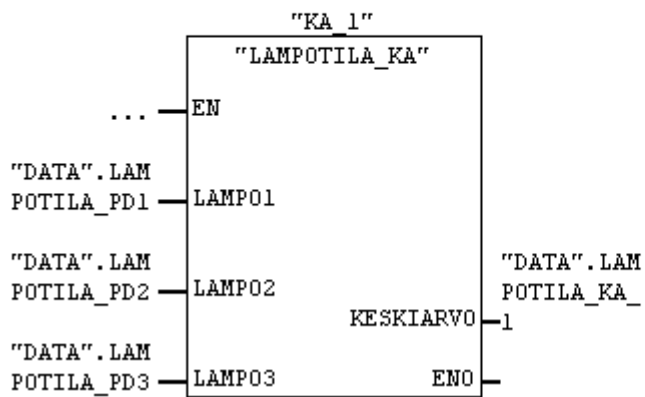


Network 6 : LAMPOTILAN SKAALAUUS JA KIRJOITUS DB:HEN

Tässä muutetaan logiikan analogiatulokanavasta tuleva lämpötilatieto kokonaisluvusta realiluvuksi ja skaalataan näyttämään yhden desimaalin tarkkuudella.

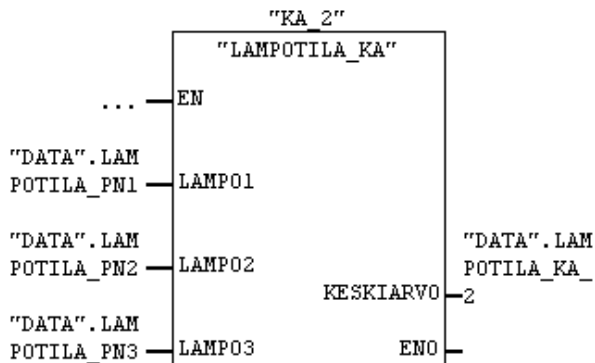
**Network 7 : LAMPOTILOJEN PD1-PD3 KESKIARVON LASKENTA JA KIRJOITUS DB:HEN**

Comment:



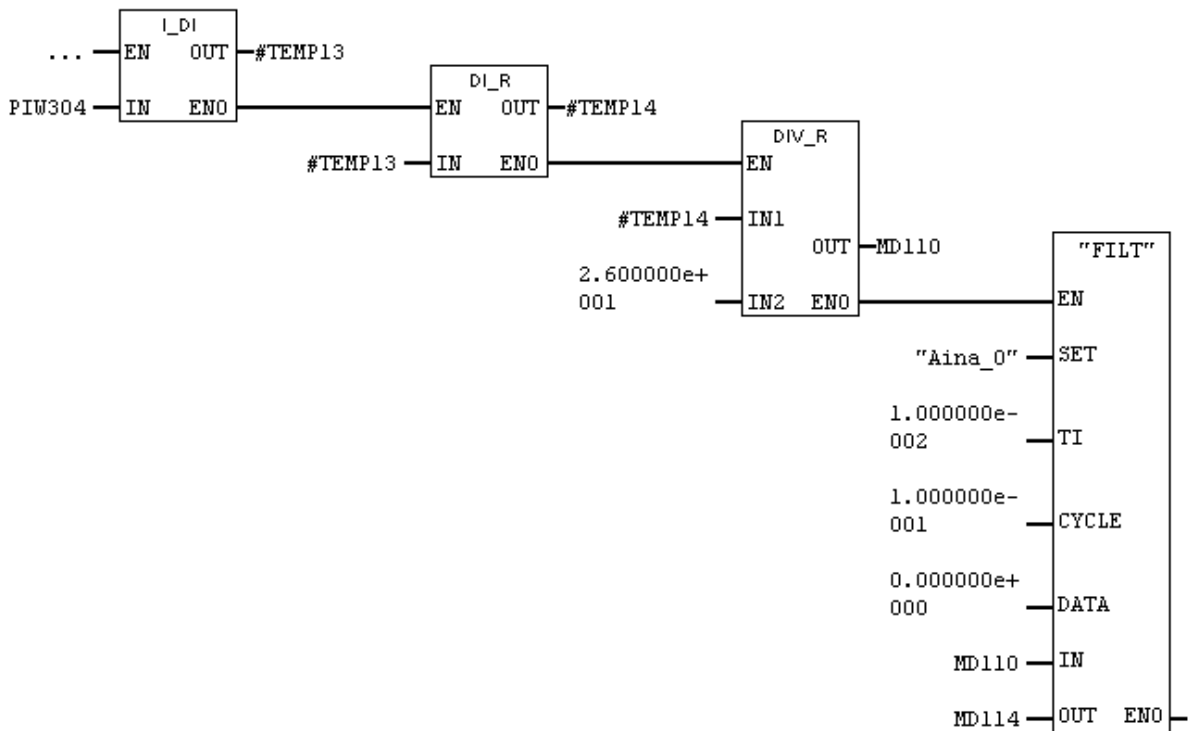
Network 8 : LAMPOTILOJEN PN1-PN3 KESKIARVON LASKENTA JA KIRJOITUS DB:HEM

Comment:



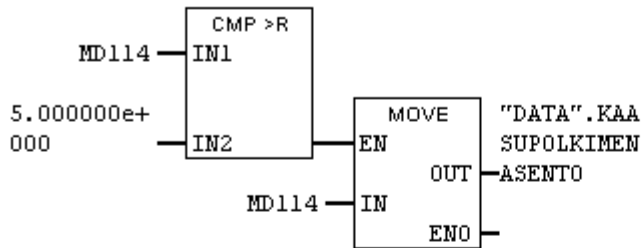
Network 9 : KAASUPOLKIMEN ASENTOTIEDON SKAALAUUS JA KIRJOITUS DB:HEM

Tässä analogiatuloon kytketyn kaasupolkimen asento skaalataan kokonaisluvusta realiluvuksi 0-1000%. Lisäksi reali luku filteröidään.



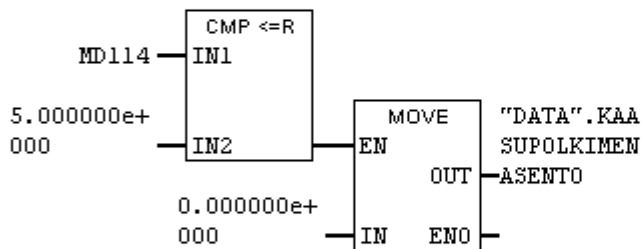
Network 10 : KAASUPOLKIMEN ASENTOTIEDON KIRJOITUS DB:HEN

Asentotieto kirjoitetaan kun se on riittävästi nolasta poikkeava



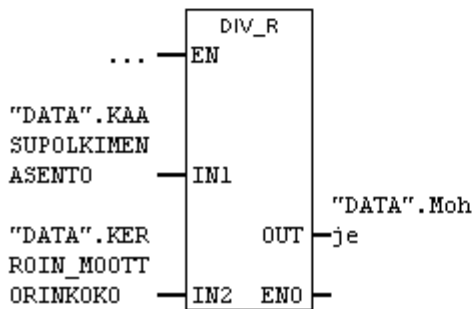
Network 11 : KAASUPOLKIMEN ASENTOTIEDON NOLLAUS

Tässä Muutetaan kaasupolkimen asentotieto nolaksi, kun se on melkein nolla ja kirjoitetaan DB:hen



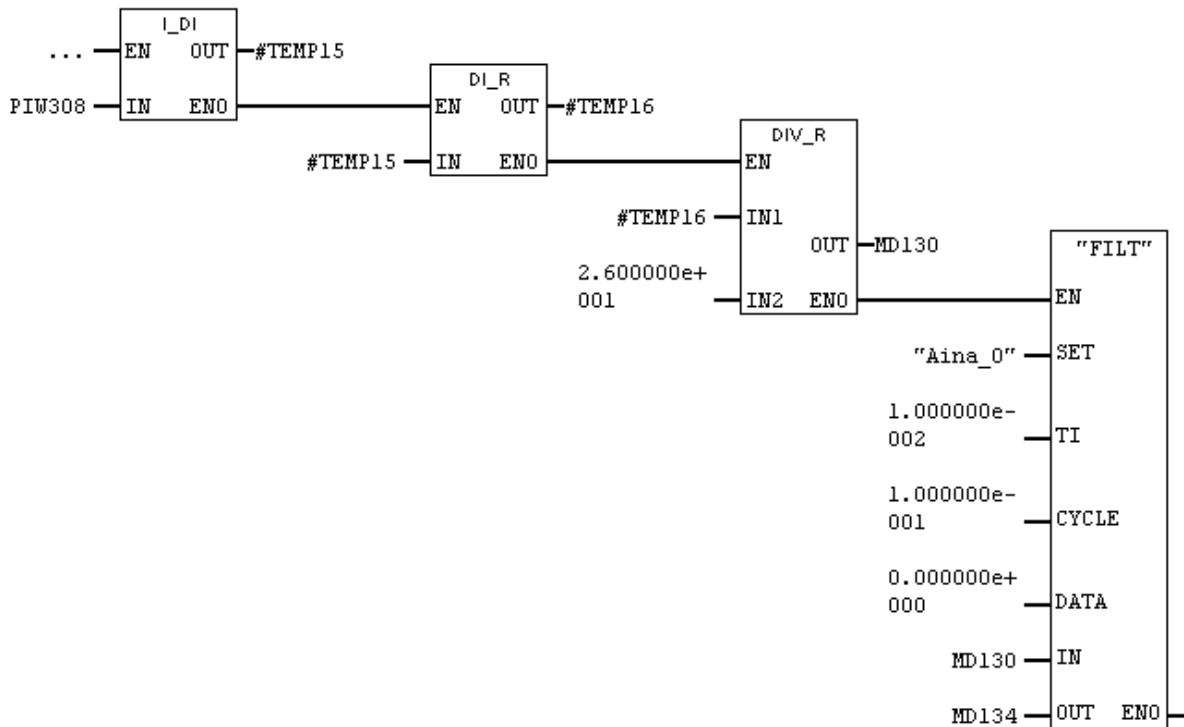
Network 12 : Title:

Comment:



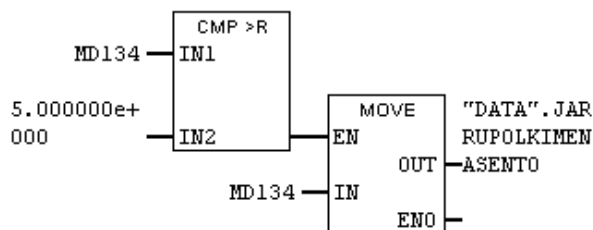
Network 13: JARRUPOLKIMEN ASENTOTIEDON SKAALAUUS JA KIRJOITUS DB:HEN

Tässä analogiatuloon kytketyn jarrupolkimne asento skaalataan kokonaisluvusta realiluvuksi 0-1000%. Lisäksi reali luku filteröidään.



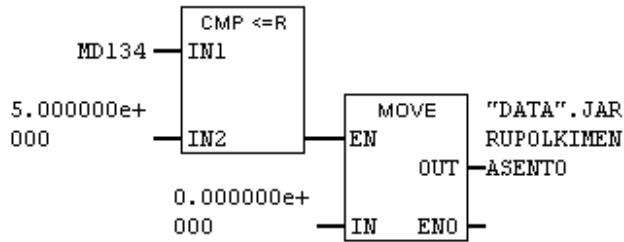
Network 14: JARRUPOLKIMEN ASENTOTIEDON KIRJOITUS DB:HEN

Asentotieto kirjoitetaan kun se on riittävästi nolasta poikkeava



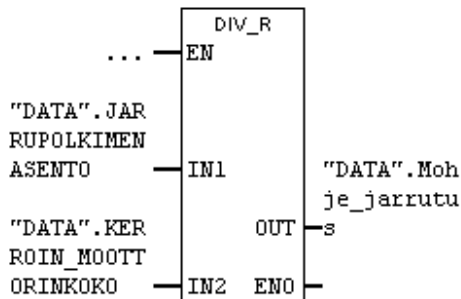
Network 15 : JARRUPOLKIMEN ASENTOTIEDON NOLLAUS

Tässä Muutetaan jarrupolkimen asentotieto nolaksi, kun se on melkein nolla ja kirjoitetaan DB:hen



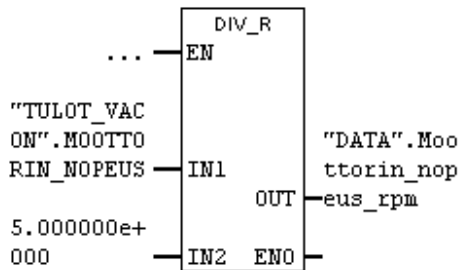
Network 16 : Title:

Comment:



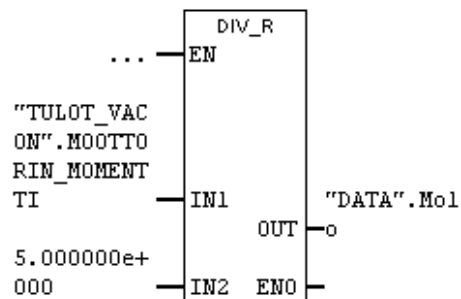
Network 17: MOOTTORIN KIERROSLUVUN SKAALAU S KIRROSTA MINUUTISSA

Nopeuden skaalaus => Kierrostaminuuteissa



Network 18 : MOOTTORIN VALLITSEVAN MOMENTIN SKAALAU PROSENTTIA NIMELISESTÄ

Comment:

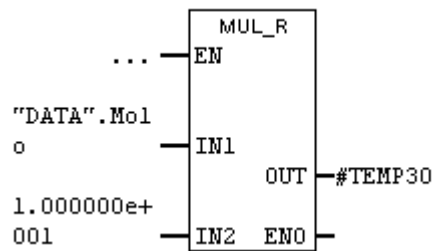


FC10 : Title:

Comment:

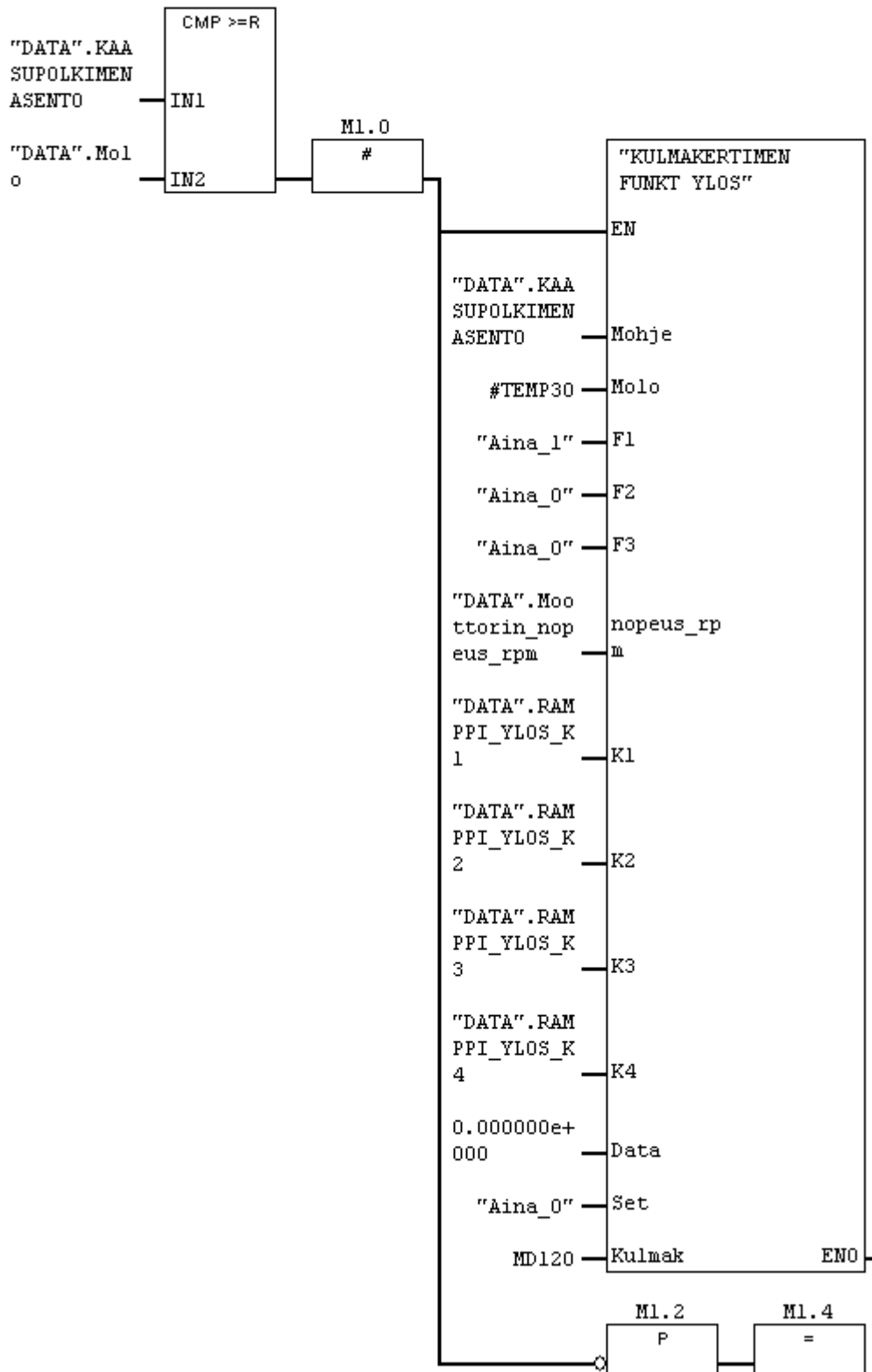
Network 1: TESTIEN TAKIA TEHTY SKAALAUUS MOMENTTIN OLOARVOLLE

1,5kW MOOTTORILLE IN2=5.882
 LOPULLISELLE 4kW MOOTTORILLE IN2=2



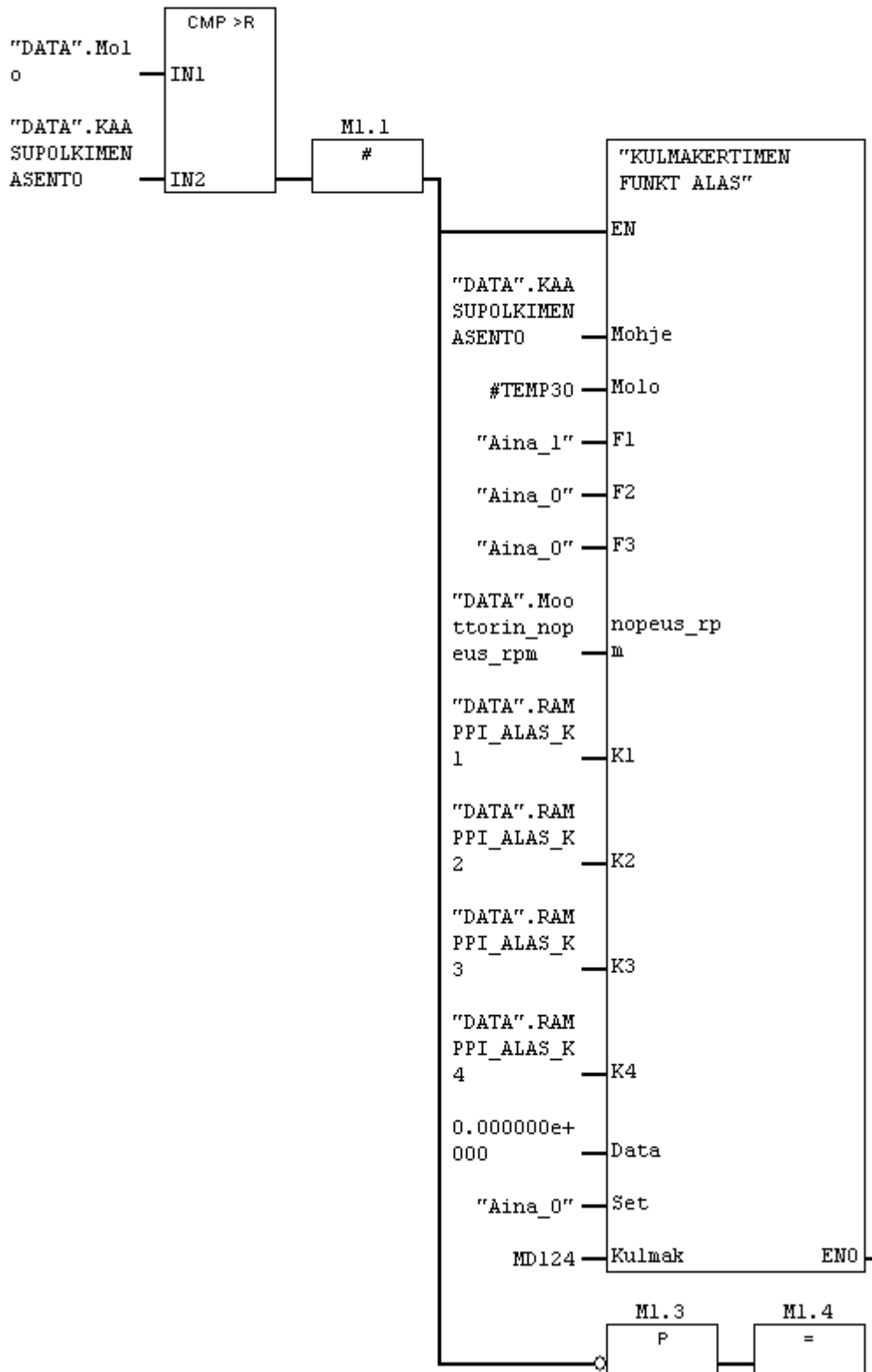
Network 2 : MUUTTUVAKULMAKERROIN NOUSEVA MOMENTTI

Tässä kytketään momenttiohjeen kulmakertoimen muutosramppi käyttöön, kun momenttiohje on suurempi kuin momentin oloarvo.



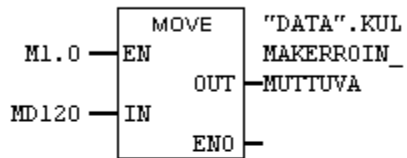
Network 3 : MUUTTUVAKULMAKERROIN LAKEVA MOMENTTI

Tässä kytketään momenttiohjeen kulmakertoimen mutosramppi käyttöön, kun momenttiohje on pienempi kuin momentin oloarvo.

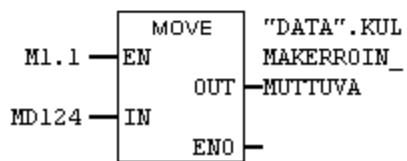


Network 4 : Title:

Tässä kirjoitetaan muuttuvaa kulmakerrointa DB:hen kun käytössä nousva ramppi.

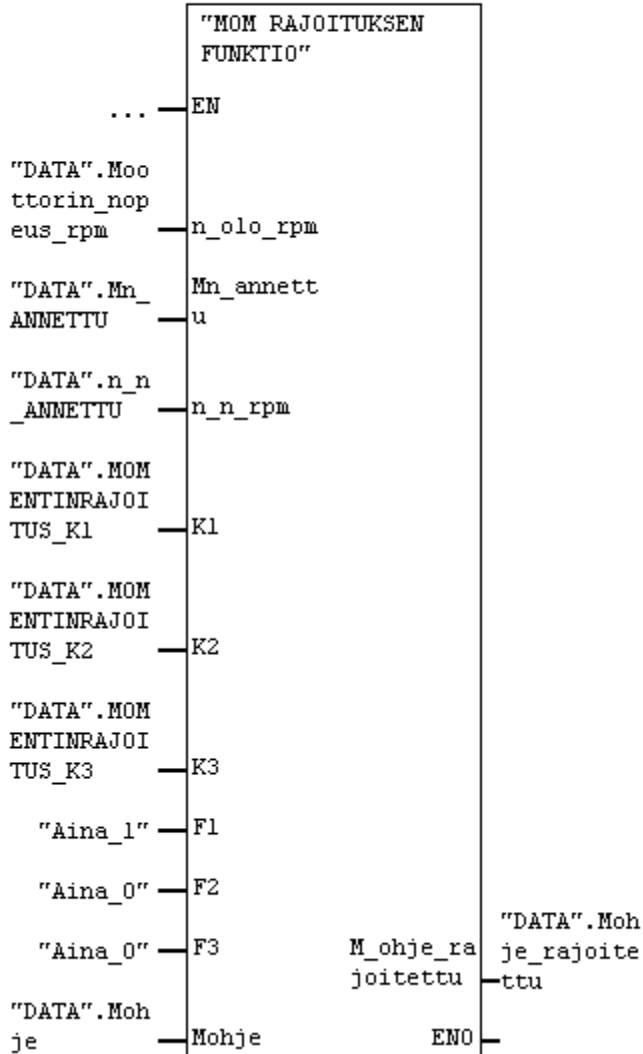
**Network 5 : Title:**

Tässä kirjoitetaan muuttuvaa kulmakerrointa DB:hen kun käytössä laskeva ramppi.



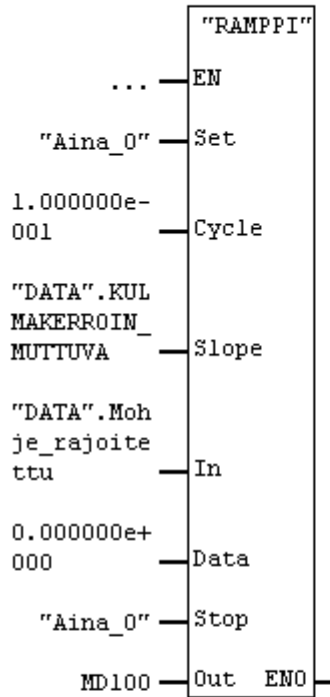
Network 6 : RAJOITETUN MOMENTIN LUONTI

Tässä rajoittamaton momnettiohje rajoitetaan valitun funktion mukaan.



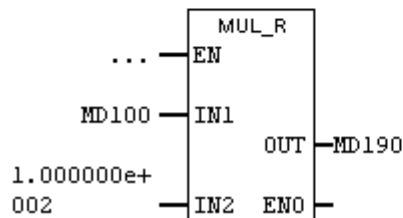
Network 7 : Title:

Tässä rajoitetun momenttioshjeen mutosnopeutta rajoitetaan muuttuvalla kulmakertoimella.



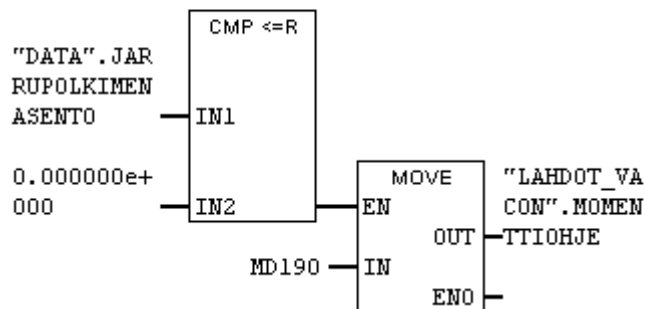
Network 8 : RAJOITETTU MOMNETTIOHJE ANNETAAN TAMULLE

MUISTA VAIHTAA OIKEALLE MOOTTORILLE IN2=20
TESTIKONEELLA (1,5kW) tuo arvo on 100.0



Network 9 : Title:

Comment:

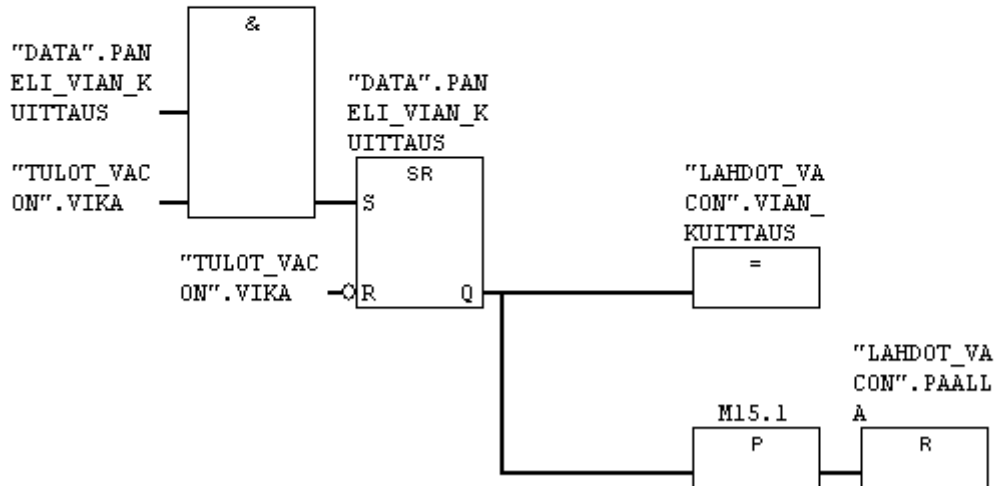


FC11 : Title:

Comment:

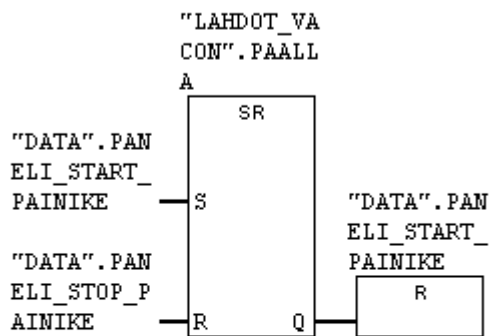
Network 1: Vian kuittaus

Comment:



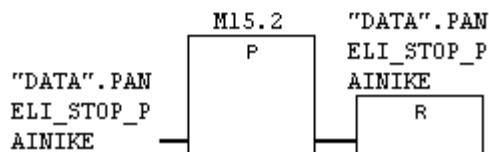
Network 2: START/STOP-painike

Comment:



Network 3: START/STOP-painike

Comment:

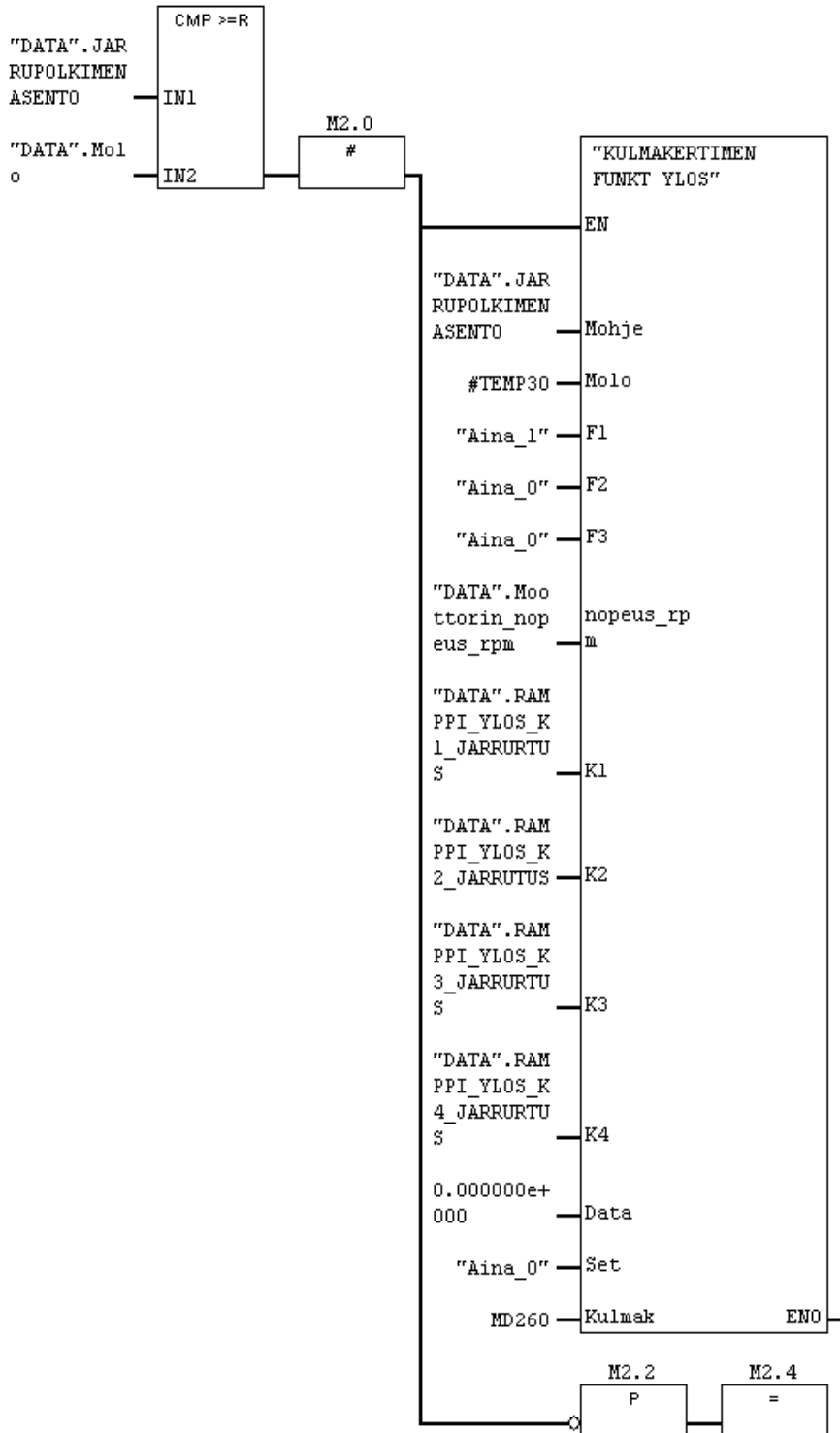


FC12 : Title:

Comment:

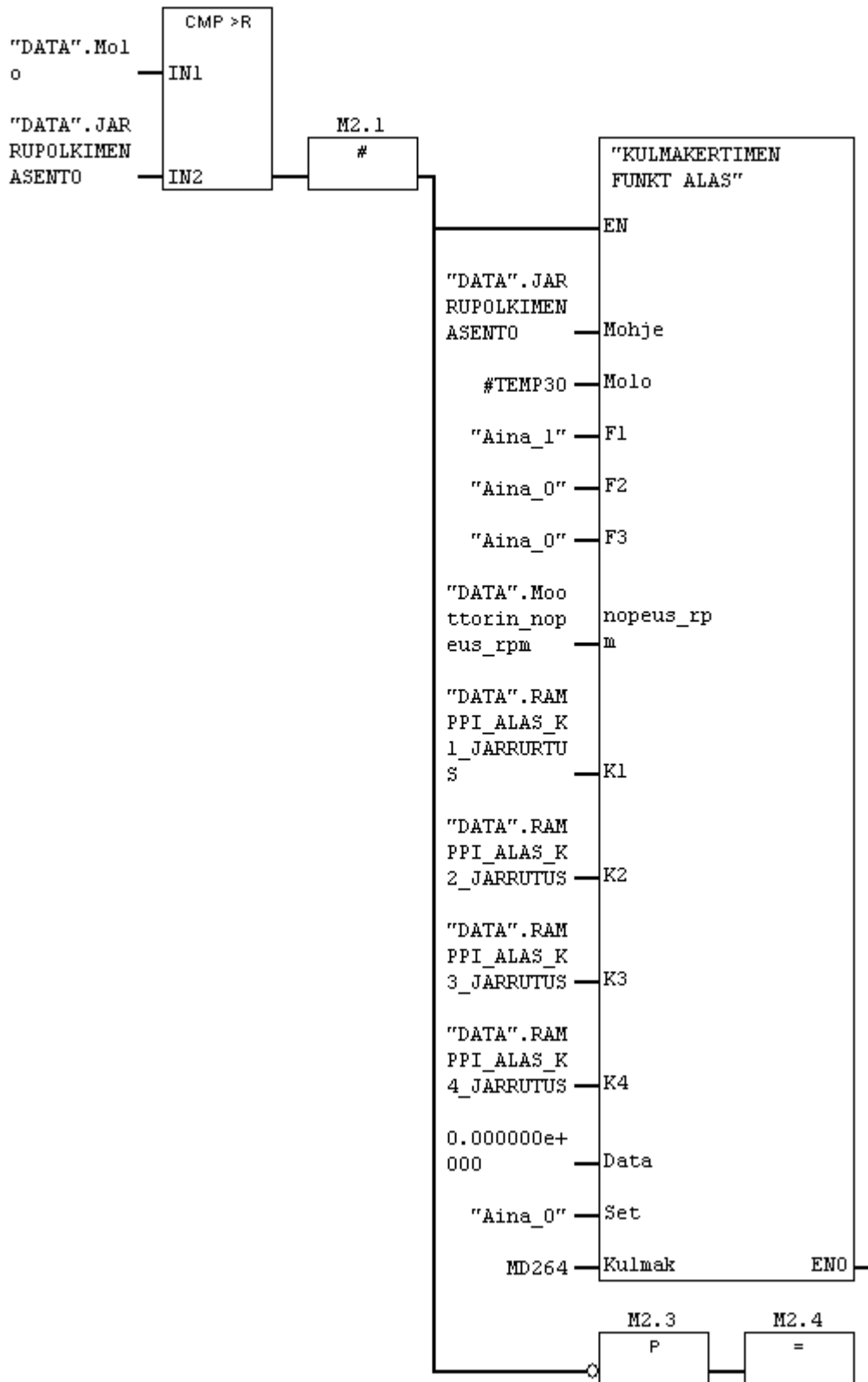
Network 1: MUUTTUVAKULMAKERROIN NOUSEVA MOMENTTI

Tässä kytketään momenttiohjeen kulmaketoinen mutosramppi käyttöön, kun momenttiohje on suurempi kuin momentin oloarvo.



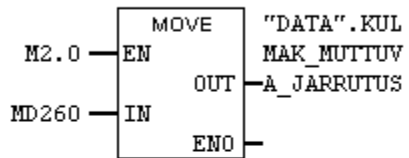
Network 2 : MUUTTUVAKULMAKERROIN LAKEVA MOMENTTI

Tässä kytketään momenttiohjeen kulmaketoinen mutosramppi käyttöön, kun momenttiohje on pienempi kuin momentin oloarvo.

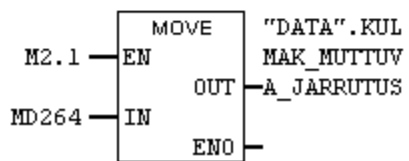


Network 3 : Title:

Tässä kirjoitetaan muuttuvaa kulmakerrointa DB:hen kun käytössä nousva ramppi.

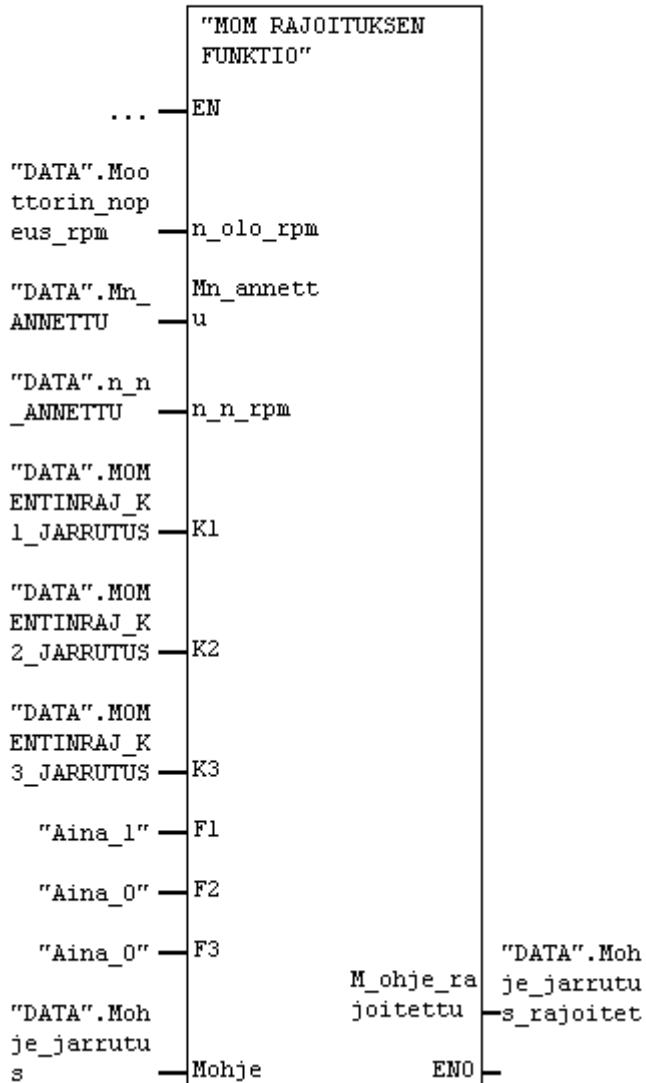
**Network 4 : Title:**

Tässä kirjoitetaan muuttuvaa kulmakerrointa DB:hen kun käytössä laskeva ramppi.



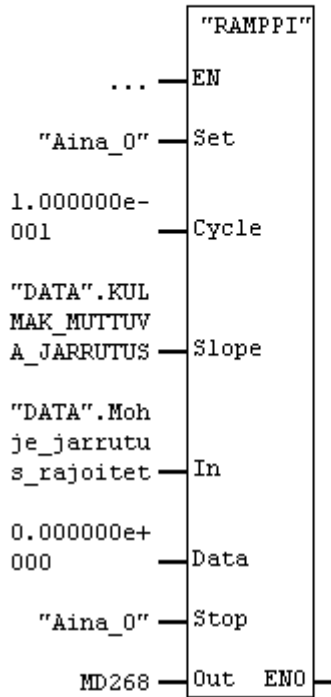
Network 5 : RAJOITETUN MOMENTIN LUONTI

Tässä rajoittamaton momnettiohje rajoitetaan valitun funktion mukaan.



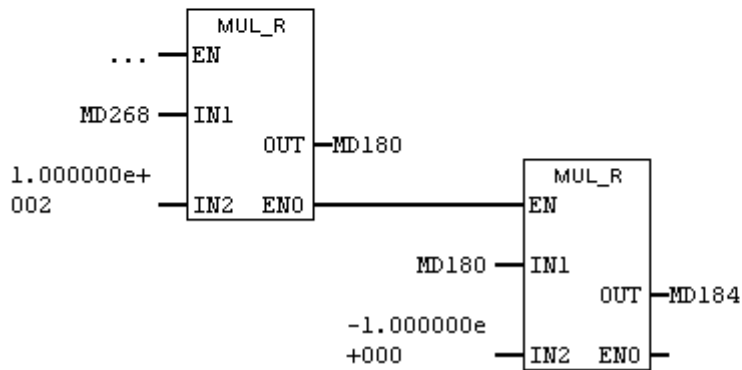
Network 6 : Title:

Tässä rajoitetun momenttioshjeen mutosnopeutta rajoitetaan muuttuvalla kulmakertoimella.



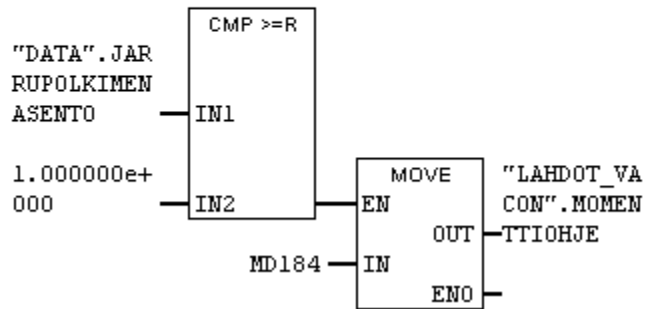
Network 7 : RAJOITETTU MOMNETTIOHJE ANNETAAN TAMULLE

MUISTA VAIHTAA OIKEALLE MOOTTORILLE IN2=20
 TESTIKONEELLA (1,5kW) tuo arvo on 100.0



Network 8 : Title:

Estetään momenttiohjeen siirto väylälle testejä varten

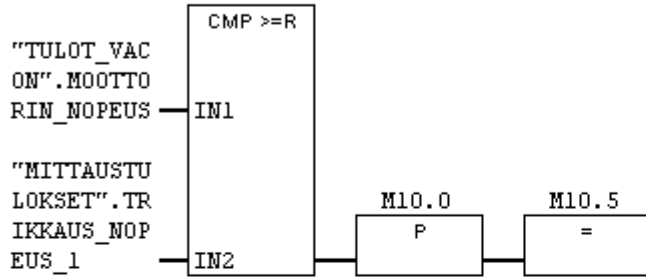


FC40 : Title:

Comment:

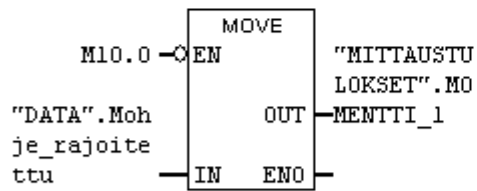
Network 1: Title:

TRIKKAUS 1 PULSSIN MUODOSTUS



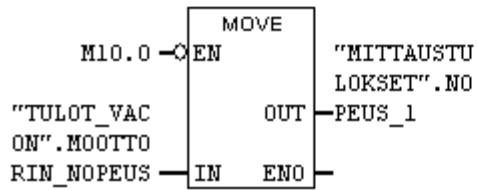
Network 2: Title:

Comment:



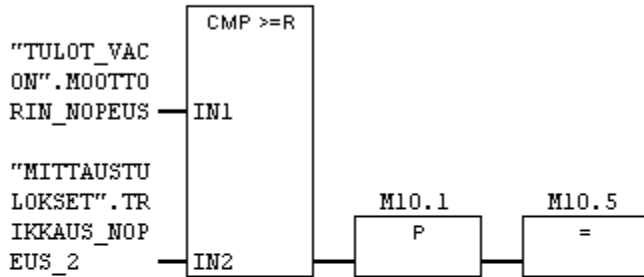
Network 3: Title:

Comment:



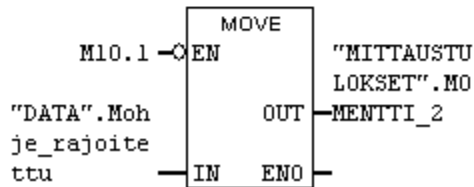
Network 4 : Title:

TRIKKAUS 2 PULSSIN MUODOSTUS



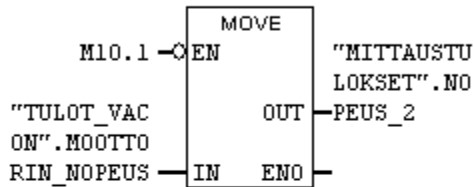
Network 5 : Title:

Comment:



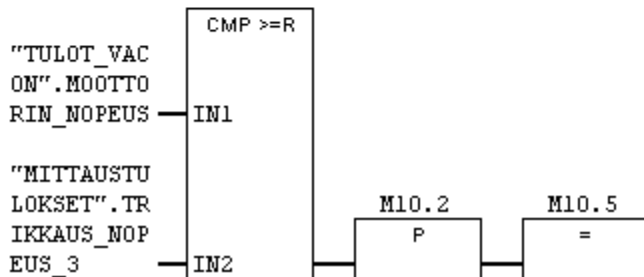
Network 6 : Title:

Comment:



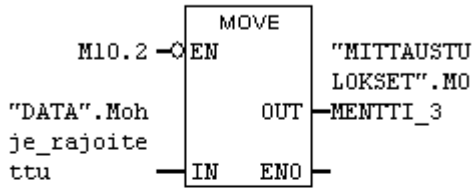
Network 7 : Title:

TRIKKAUS 3 PULSSIN MUODOSTUS



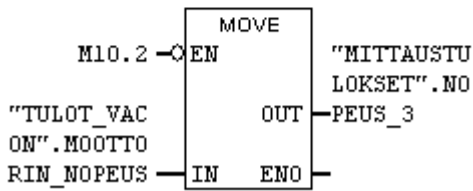
Network 8 : Title:

Comment:



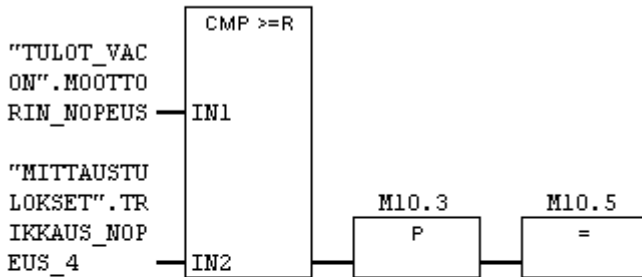
Network 9 : Title:

Comment:



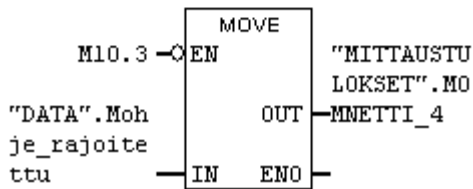
Network 10 : Title:

TRIKKAUS 4 PULSSIN MUODOSTUS



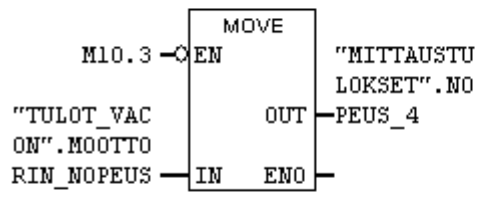
Network 11 : Title:

Comment:



Network 12 : Title:

Comment:



Network 13 : Title:

Comment:

FC56 : Title:

Comment:

Network 1: Title:

Comment:

```

A    #Set                //If #set=1, jumps to LAB4
JC   LAB4

A    #Stop              //If #stop=1, jumps to end
JC   LABE

L    #In
L    #Out
>R                      // Increasing direction
JCN  LAB1
L    #Cycle             //program cycle
L    #Slope             //Slope in seconds
*R
L    #Out
+R                      // Increment out upwards
T    #HELP1

L    #HELP1
L    #In
>R                      //New out is going greater than in
JCN  LAB2
L    #In
T    #HELP1

LAB2: L    #HELP1       //Update output
      T    #Out
      JU   LABE        // Jump to end, omit rest

LAB4: L    #Data        // Writes #Data to #Out
      T    #Out
      JU   LABE

LAB1: <R                // Decreasing direction
      JCN  LABE        // In - Out are equal
      L    #Cycle      //program cycle
      L    #Slope      //Slope in seconds
      *R
      L    #Out
      TAK                //Swap accul and 2
      -R                // decrement out upwards
      T    #HELP1

      L    #In
      <R                //out is going less than in
      JCN  LAB3
      L    #In
      T    #HELP1

LAB3: L    #HELP1       //Update output
      T    #Out

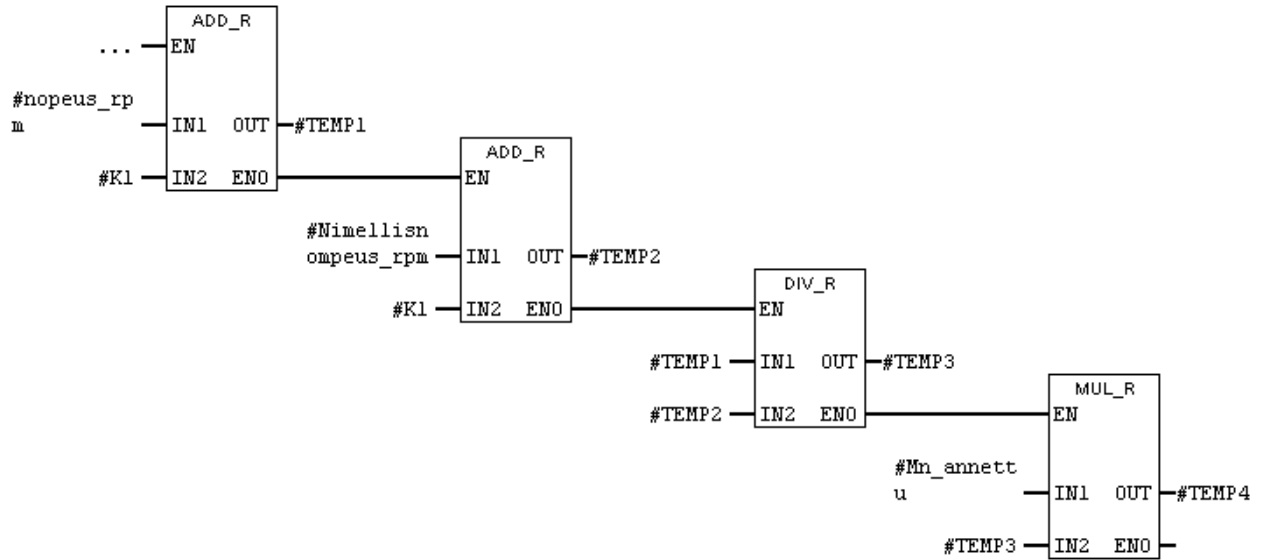
LABE: NOP    0

```

FC57 : Title:

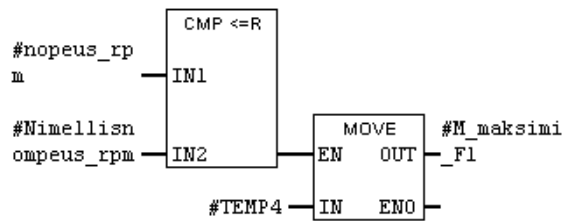
Comment:

Network 1: FUNKTIO 1



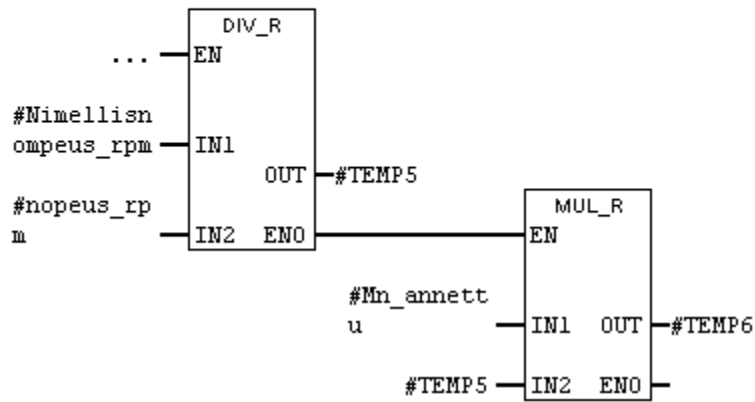
Network 2: Title:

Comment:



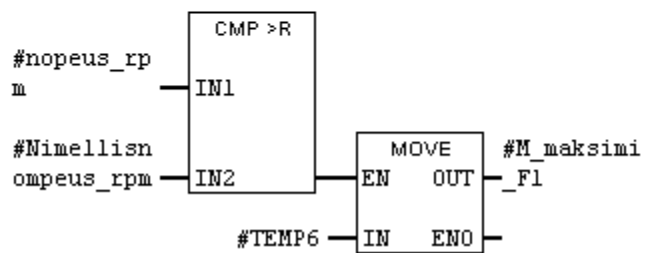
Network 3 : Title:

Comment:



Network 4 : Title:

Comment:

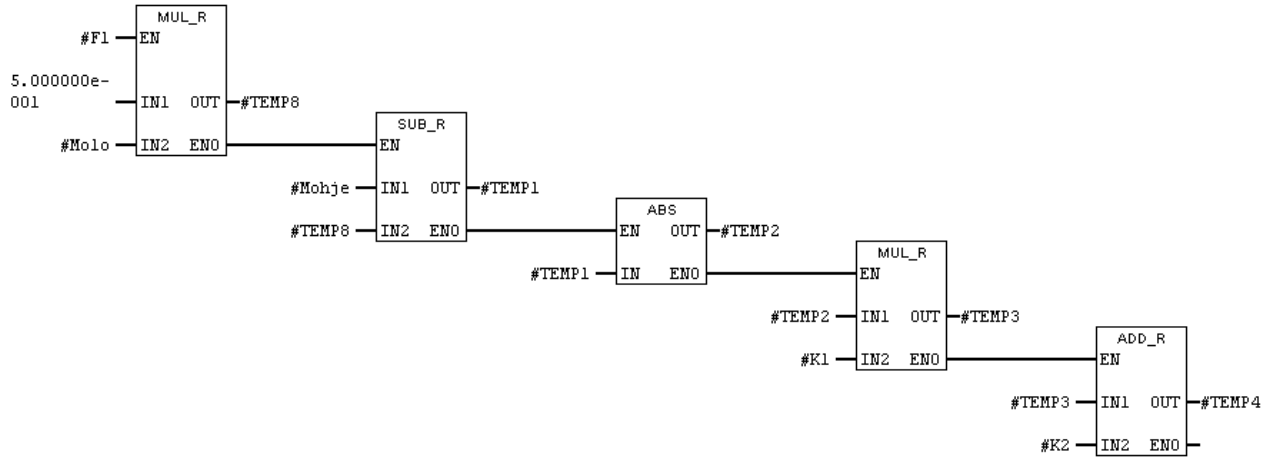


FC61 : Title:

Comment:

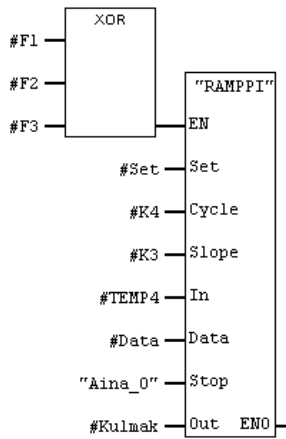
Network 1: FUNKTIO 1

ENSIMMÄINEN MUL_R ON PIKKUMOOTTORIA VARTEN TEHTY SKAALAUUS, ELI SEN VOI POISTAA 4KW MOOTTORIN KANSSA.



Network 2 : Title:

Comment:

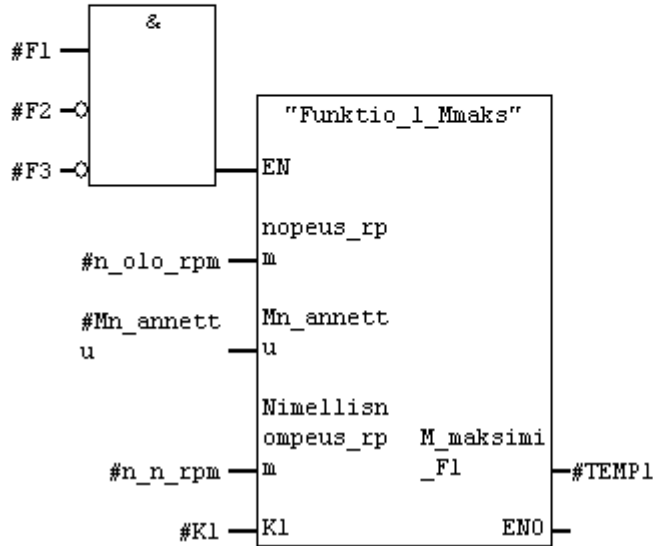


FC62 : Title:

Comment:

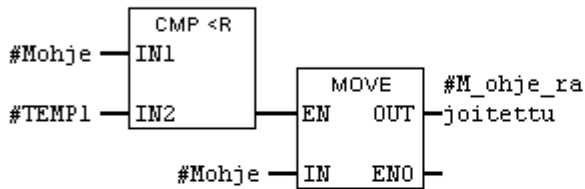
Network 1: Title:

Comment:



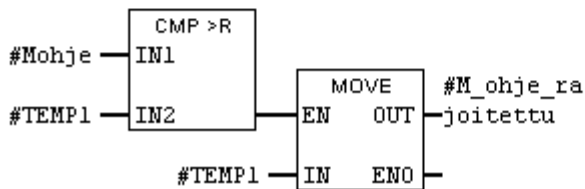
Network 2: Title:

Comment:



Network 3: Title:

Comment:

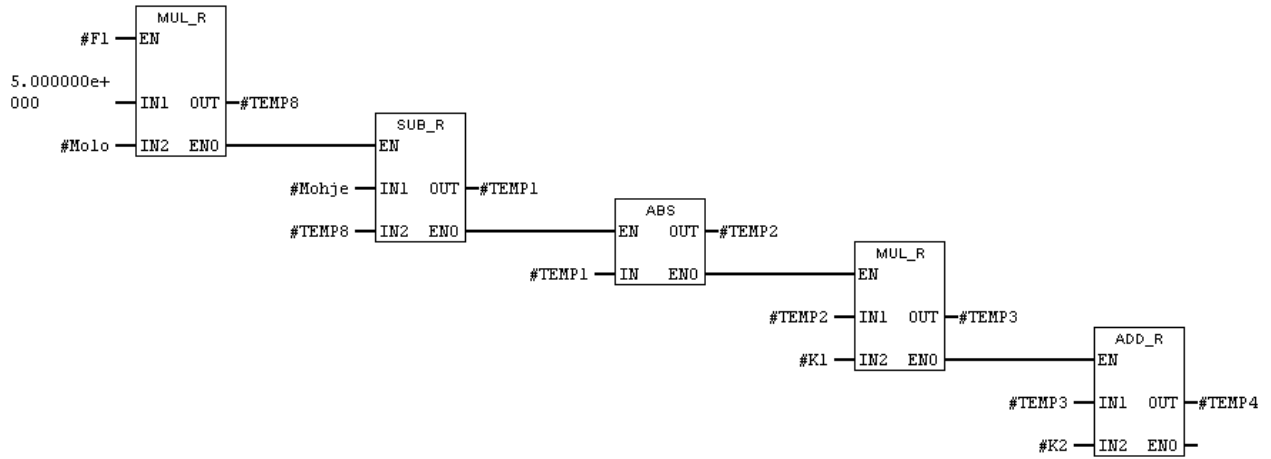


FC63 : Title:

Comment:

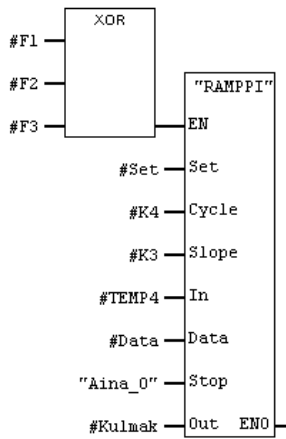
Network 1: FUNKTIO 1

ENSIMMÄINEN MUL_R ON PIKKUMOOTTORIA VARTEN TEHTY SKAALAUUS, ELI SEN VOI POISTAA 4KW MOOTTORIN KANSSA.



Network 2: Title:

Comment:



FC87 : Title:

Comment:

Network 1): Title:

Comment:

```

A      #SET
JC     LAB3

L      #IN                // Increasing direction
L      #OUT
>R
JCN    LAB1

L      #IN
L      #OUT
-R
T      #Calc1
L      #CYCLE
L      #TI
/R
L      #Calc1
*R
L      #OUT
+R
T      #Temp1
L      #IN
>R                // Checks if out is going
JCN    LAB2        // greater than in
L      #IN
T      #OUT
JU     LABE

LAB1: <R           // Decreasing direction
JCN    LAB4        // In and out are equal
L      #IN
L      #OUT
-R
T      #Calc1
L      #CYCLE
L      #TI
/R
L      #Calc1
*R
L      #OUT
+R
T      #Temp1
L      #IN
<R                // Checks if out is going
JCN    LAB2        // lesser than in
L      #IN
T      #OUT
JU     LABE

LAB2: L      #Temp1
T      #OUT
JU     LABE

LAB4: L      #IN
T      #OUT
JU     LABE

LAB3: L      #DATA
T      #OUT

LABE: NOP 0
    
```

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	PAALLA_VALMIS	BOOL	FALSE	
+0.1	KAY_VALMIS	BOOL	FALSE	
+0.2	OHJE_VALMIS	BOOL	FALSE	
+0.3	VIKA	BOOL	FALSE	
+0.4	POIS_2_TILA	BOOL	FALSE	
+0.5	POIS_3_TILA	BOOL	FALSE	
+0.6	TAMU_EI_VALMIS	BOOL	FALSE	
+0.7	HALYTYS	BOOL	FALSE	
+1.0	ASETETUSSA_PISTEESSA	BOOL	FALSE	
+1.1	KENTTAVAYLAOHJAUS_IND	BOOL	FALSE	I=PAALLE JA 0=POIS
+1.2	RAJAN_YLI	BOOL	FALSE	
+1.3	VARATTU_1	BOOL	FALSE	
+1.4	VARATTU_2	BOOL	FALSE	
+1.5	VARATTU_3	BOOL	FALSE	
+1.6	VARATTU_4	BOOL	FALSE	
+1.7	VALVONTA	BOOL	FALSE	
+2.0	MOOTTORIN_NOPEUS	REAL	0.000000e+000	
+6.0	MOOTTORIN_MOMENTTI	REAL	0.000000e+000	
+10.0	TILA_LISASANA	REAL	0.000000e+000	
+14.0	VIKASANA_1	REAL	0.000000e+000	
+18.0	VIKASANA_2	REAL	0.000000e+000	
+22.0	DIGITALITULON_TILASANA	REAL	0.000000e+000	
+26.0	HALYTYS_SANA	REAL	0.000000e+000	
+30.0	MOOTTORIN_AKS_KIERROKSET	REAL	0.000000e+000	
+34.0	MOOTTORIN_AKSELIN_ASENTO	REAL	0.000000e+000	
=38.0		END_STRUCT		

DB11

Adresse	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	PAALLA	BOOL	FALSE	
+0.1	PYSAYTYS_VAP_PYORIEN	BOOL	TRUE	
+0.2	HATASEIS	BOOL	TRUE	
+0.3	KAY	BOOL	FALSE	
+0.4	RAMPIN_LAHTO_NOLLA	BOOL	TRUE	
+0.5	RAMPIN_PITO	BOOL	TRUE	
+0.6	RAMPIN_TULO_NOLLA	BOOL	TRUE	
+0.7	VIAN_KUITTAUS	BOOL	FALSE	nousevasta reunasta
+1.0	ASKELLUS_1	BOOL	FALSE	
+1.1	ASKELLUS_2	BOOL	FALSE	
+1.2	SALLI_KENTTAVAYLAOHJAUS	BOOL	TRUE	
+1.3	VALVONTA	BOOL	FALSE	
+1.4	VARA_1	BOOL	FALSE	
+1.5	VARA_2	BOOL	FALSE	
+1.6	VARA_3	BOOL	FALSE	
+1.7	VARA_4	BOOL	FALSE	
+2.0	NOPEUSOHJE	REAL	0.000000e+000	
+6.0	MOMENTTIHJE	REAL	0.000000e+000	
+10.0	VARA_IN2	REAL	0.000000e+000	
+14.0	VARA_IN3	REAL	0.000000e+000	
+18.0	VARA_IN4	REAL	0.000000e+000	
+22.0	VARA_IN5	REAL	0.000000e+000	
+26.0	VARA_IN6	REAL	0.000000e+000	
+30.0	VARA_IN7	REAL	0.000000e+000	
+34.0	VARA_IN8	REAL	0.000000e+000	
=38.0		END_STRUCT		

DB12

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	LAMPOTILA_PD1	REAL	0.000000e+000	
+4.0	LAMPOTILA_PD2	REAL	0.000000e+000	
+8.0	LAMPOTILA_PD3	REAL	0.000000e+000	
+12.0	LAMPOTILA_PN1	REAL	0.000000e+000	
+16.0	LAMPOTILA_PN2	REAL	0.000000e+000	
+20.0	LAMPOTILA_PN3	REAL	0.000000e+000	
+24.0	LAMPOTILA_KA_1	REAL	0.000000e+000	
+28.0	LAMPOTILA_KA_2	REAL	0.000000e+000	
+32.0	KAASUPOLKIMENASENTO	REAL	0.000000e+000	
+36.0	RAMPPY_YLOS_K1	REAL	1.000000e+000	
+40.0	RAMPPY_YLOS_K2	REAL	5.000000e+000	
+44.0	RAMPPY_YLOS_K3	REAL	1.000000e+000	
+48.0	RAMPPY_ALAS_K1	REAL	1.000000e+000	
+52.0	RAMPPY_ALAS_K2	REAL	5.000000e+000	
+56.0	RAMPPY_ALAS_K3	REAL	1.000000e+000	
+60.0	Mn_ANNETTU	REAL	1.000000e+001	Kaytetään momnetin rajoituksen laskennassa Fl moodilla
+64.0	RAMPPY_YLOS_F1	BOOL	TRUE	
+64.1	RAMPPY_YLOS_F2	BOOL	FALSE	
+64.2	RAMPPY_YLOS_F3	BOOL	FALSE	
+64.3	RAMPPY_ALAS_F1	BOOL	TRUE	
+64.4	RAMPPY_ALAS_F2	BOOL	FALSE	
+64.5	RAMPPY_ALAS_F3	BOOL	FALSE	
+66.0	RAMPPY_YLOS_K4	REAL	1.000000e-001	
+70.0	vapaa2	BOOL	FALSE	Ei kaytossa, voi ottaa kayttoon
+70.1	VAPAA3	BOOL	FALSE	Ei kaytossa, voi ottaa kayttoon
+70.2	VAPAA4	BOOL	FALSE	Ei kaytossa, voi ottaa kayttoon
+70.3	VAPAA5	BOOL	FALSE	Ei kaytossa, voi ottaa kayttoon
+70.4	VAPAA6	BOOL	FALSE	Ei kaytossa, voi ottaa kayttoon
+70.5	VAPAA7	BOOL	FALSE	Ei kaytossa, voi ottaa kayttoon
+70.6	VAPAA8	BOOL	FALSE	Ei kaytossa, voi ottaa kayttoon
+70.7	VAPAA9	BOOL	FALSE	Ei kaytossa, voi ottaa kayttoon
+72.0	KULMAKERROIN_MUTTUVA	REAL	0.000000e+000	Funktion mukaan muuttuva kulmakerroin momentinohjausrampin varten
+76.0	Mohje	REAL	0.000000e+000	Ei saa kayttää suoraan ohjaukseen, koska antaa rajoitettamattoman Mohjeen
+80.0	Mohje_rajoitettu	REAL	0.000000e+000	
+84.0	Moottorin_nopeus_rpm	REAL	0.000000e+000	
+88.0	Molo	REAL	0.000000e+000	
+92.0	n_n_ANNETTU	REAL	1.500000e+003	
+96.0	MOMENTINRAJOITUS_K1	REAL	1.500000e+003	
-100.0	MOMENTINRAJOITUS_K2	REAL	0.000000e+000	
-104.0	MOMENTINRAJOITUS_K3	REAL	0.000000e+000	

DB13 1/2

-108.0	RAMPPI_ALAS_K4	REAL	1.000000e-001	
-112.0	KERROIN_MOOTTORINKOKO	REAL	5.000000e+001	4kW moottorilla 20 ja 1,5 kW moottorilla 50
-116.0	PANELI_VIAN_KUITTAUS	BOOL	FALSE	
-116.1	PANELI_START_PAINIKE	BOOL	FALSE	
-116.2	PANELI_STOP_PAINIKE	BOOL	FALSE	
-116.3	vapaa_10	BOOL	FALSE	
-116.4	vapaa11	BOOL	FALSE	
-116.5	vapaa12	BOOL	FALSE	
-116.6	vapaa13	BOOL	FALSE	
-116.7	vapaa14	BOOL	FALSE	
-118.0	JARRUPOLKIMENASENTO	REAL	0.000000e+000	
-122.0	Mohje_jarrutus	REAL	0.000000e+000	Ei saa käyttää suoraan ohjaukseen, koska antaa rajoitettamattoman Mohjeen
-126.0	Mohje_jarrutus_rajoitet	REAL	0.000000e+000	
-130.0	RAMPPI_YLOS_K1_JARRUTUS	REAL	1.000000e+000	
-134.0	RAMPPI_YLOS_K2_JARRUTUS	REAL	5.000000e+000	
-138.0	RAMPPI_YLOS_K3_JARRUTUS	REAL	1.000000e+000	
-142.0	RAMPPI_YLOS_K4_JARRUTUS	REAL	1.000000e-001	
-146.0	RAMPPI_ALAS_K1_JARRUTUS	REAL	1.000000e+000	
-150.0	RAMPPI_ALAS_K2_JARRUTUS	REAL	5.000000e+000	
-154.0	RAMPPI_ALAS_K3_JARRUTUS	REAL	1.000000e+000	
-158.0	RAMPPI_ALAS_K4_JARRUTUS	REAL	1.000000e-001	
-162.0	KULMAK_MUTTUVA_JARRUTUS	REAL	0.000000e+000	Funktion mukaan muuttuva kulmaeroin momentinohjausrampia varten
-166.0	RAMPPI_YLOS_F1_JARRUTUS	BOOL	TRUE	
-166.1	RAMPPI_YLOS_F2_JARRUTUS	BOOL	FALSE	
-166.2	RAMPPI_YLOS_F3_JARRUTUS	BOOL	FALSE	
-166.3	RAMPPI_ALAS_F1_JARRUTUS	BOOL	TRUE	
-166.4	RAMPPI_ALAS_F2_JARRUTUS	BOOL	FALSE	
-166.5	RAMPPI_ALAS_F3_JARRUTUS	BOOL	FALSE	
-166.6	vapaa15	BOOL	FALSE	
-166.7	vapaa16	BOOL	FALSE	
-168.0	MOMENTINRAJ_K1_JARRUTUS	REAL	1.500000e+003	
-172.0	MOMENTINRAJ_K2_JARRUTUS	REAL	0.000000e+000	
-176.0	MOMENTINRAJ_K3_JARRUTUS	REAL	0.000000e+000	
-180.0	END_STRUCT			

DB13 2/2

Addr:	Declaration	Name	Type	Initial value	Comment
0.0	in	LAMP01	REAL	0.000000e+000	
4.0	in	LAMP02	REAL	0.000000e+000	
8.0	in	LAMP03	REAL	0.000000e+000	
12.0	out	KESKJARVO	REAL	0.000000e+000	

DB20

Addr:	Declaration	Name	Type	Initial value	Comment
0.0	in	LAMP01	REAL	0.000000e+000	
4.0	in	LAMP02	REAL	0.000000e+000	
8.0	in	LAMP03	REAL	0.000000e+000	
12.0	out	KESKJARVO	REAL	0.000000e+000	

DB21

Adresse	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	MOMENTTI_1	REAL	0.000000e+000	Temporary placeholder variable
+4.0	MOMENTTI_2	REAL	0.000000e+000	
+8.0	MOMENTTI_3	REAL	0.000000e+000	
+12.0	MOMNETTI_4	REAL	0.000000e+000	
+16.0	NOPEUS_1	REAL	0.000000e+000	
+20.0	NOPEUS_2	REAL	0.000000e+000	
+24.0	NOPEUS_3	REAL	0.000000e+000	
+28.0	NOPEUS_4	REAL	0.000000e+000	
+32.0	TRIKKAUS_NOPEUS_1	REAL	0.000000e+000	
+36.0	TRIKKAUS_NOPEUS_2	REAL	0.000000e+000	
+40.0	TRIKKAUS_NOPEUS_3	REAL	0.000000e+000	
+44.0	TRIKKAUS_NOPEUS_4	REAL	0.000000e+000	
=48.0		END_STRUCT		

DB40