



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Reeta Hirvilampi

SÄHKÖMOPOAUTON OHJAUSTEKNIIKAN JATKOKEHITYS

Tekniikka ja liikenne
2013

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan ammattikorkeakoulun sähkötekniikan linjalle.

Haluan kiittää Technobothnian henkilökuntaa ja lehtori Juha Niemistä saamastani avusta ja ennen kaikkea kärsivällisyydestä, kun projektin aikataulu osaltani venyi. Kiitos, että sain olla mukana tekemässä mielenkiintoista ja ainutlaatuista projektia.

Vaasa 25.5.2013

Reeta Hirvilampi

TIIVISTELMÄ

| | |
|--------------------|---|
| Tekijä | Reeta Hirvilampi |
| Opinnäytetyön nimi | Sähkömopoauton ohjaustekniikan jatkokehitys |
| Vuosi | 2013 |
| Kieli | suomi |
| Sivumäärä | 46 + 5 liitettä |
| Ohjaaja | Juha Nieminen |

Vuonna 2010 Vaasan ammattikorkeakoulu aloitti projektin, jossa oppilastöinä muunnettiin kevyt nelipyörä eli mopoauto sähkökäyttöiseksi käyttäen laboratoriotöistä tuttuja komponentteja.

Tämän opinnäytetyön tavoite oli kehittää pidemmälle jo olemassa olevaa sähkömopoauton ohjausjärjestelmää. Konkreettinen tavoite oli saada mopoauto sellaiseen pisteeseen, että koeajo voitaisiin suorittaa. Tämä tavoite ei aivan toteutunut mutta mitään suuria esteitä sille ei enää ole.

Alkutilanne oli, että kaikki projektin osa-alueet olivat lähes valmiit, täytyi vain yhdistää ne ja tehdä hienosäätöä hallintaohjelmaan.

Valitettavasti testausvaiheessa ilmeni ongelma taajuusmuuttajan ja ohjelmoitavan logiikan välisessä liikennöinnissä ja ajallisesti suurin osa päättöyöstä menikin ongelman selvittelyyn.

Mopoauton asennustyöt ovat vielä kesken joten koeajoa ei päästy tämän päättöyön puitteissa suorittamaan, mutta ohjelmallisia esteitä sille ei enää ole.

Tässä päättöyössä on kuvailtu projektin tekniikkaa ja nykytilaa sekä vianetsintää.

ABSTRACT

| | |
|--------------------|--|
| Author | Reeta Hirvilampi |
| Title | Further Development of the Control System in an Electric Vehicle |
| Year | 2013 |
| Language | Finnish |
| Pages | 46+ 5 Appendices |
| Name of Supervisor | Juha Nieminen |

The purpose of this thesis was to develop further the control system earlier created for the VAMK electric vehicle project. In the project a light quadricycle is transformed into an electric vehicle, using components that are familiar from laboratory assignments and classes.

The system consists of an electric motor, frequency converter and PLC. At the beginning of the project, almost all the individual parts were finished and the main goal was to get all the components installed in the car and add finishing touches to the control system so that a test drive could be performed.

Unfortunately there was a problem with the communication between the PLC and the frequency converter and a big part of the time was used for troubleshooting which is described in this thesis, along with the current state of the system and project.

There has not been a test drive yet so that goal was not reached, otherwise the control system was finished.

| | |
|----------|---|
| Keywords | Electric vehicle, light quadricycle, squirrel cage motor, frequency converter |
|----------|---|

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| ALKUSANAT | 2 |
| TIIVISTELMÄ..... | 3 |
| ABSTRACT | 4 |
| 1 JOHDANTO | 11 |
| 2 SÄHKÖAUTON TEKNIikka | 12 |
| 2.1 Akusto..... | 12 |
| 2.1.1 Sähköautojen akuista yleisesti..... | 12 |
| 2.1.2 Sähkömopoauton akusto | 13 |
| 2.2 Voimansiirto | 14 |
| 3 HALLINTAJÄRJESTELMÄ | 16 |
| 3.1 Moottori, taajuusmuuttaja, logiikka. | 16 |
| 3.2 Nopeusohje ja momenttiohje | 17 |
| 3.3 Ylikuormituksen estäminen | 18 |
| 3.4 Fyysiset hallintalaitteet..... | 18 |
| 3.5 Käyttöliittymä | 19 |
| 4 TIELIIKENNEKELPOISUUS | 22 |
| 5 ASENNUKSET, TESTAUKSET JA MUUTOKSET | 23 |
| 5.1 Asennukset..... | 23 |
| 5.1.1 Laitteiden sijoitus..... | 23 |
| 5.1.2 Kytkentäkuvat..... | 24 |
| 5.1.3 Puuttuvien osien hankkiminen | 24 |
| 5.1.4 Kytkennät | 25 |
| 5.2 Ohjelman muutokset ja läpikäynti | 25 |
| 5.2.1 Parametrien vertailu | 25 |
| 5.2.2 Analogiakanavat | 26 |
| 5.2.3 Testaus | 27 |
| 5.3 Ongelman selvitys | 27 |
| 5.3.1 Asennusten tarkistus | 28 |
| 5.3.2 Ohjelma | 28 |
| 5.3.3 Kortin resetointi..... | 31 |

| | | |
|-------|--|----|
| 5.3.4 | Toimiva taajuusmuuttaja-moottori yhdistelmä..... | 32 |
| 5.3.5 | Kortin vaihto..... | 37 |
| 5.4 | Testaukset toimivalla järjestelmällä..... | 38 |
| 5.5 | Muut muutokset ohjelmaan | 39 |
| 5.5.1 | Lämpötila | 39 |
| 5.5.2 | Peruutus..... | 41 |
| 6 | JATKOKEHITYS | 44 |
| 6.1 | Jarrupolkimen potentiometri ja jarrutusenergian talteenotto..... | 44 |
| 6.2 | Puuttuvat rajapinnat..... | 44 |
| 6.3 | Käyttöliittymän jatkokehitys..... | 44 |
| | LÄHTEET..... | 45 |
| | LIITTEET | |

TAULUKKOLUETTELO

| | |
|---|-------|
| Taulukko 1. Akkutyypin energiantiheyksiä | s. 10 |
| Taulukko 2. Moottoria suojaavia parametrejä | s. 15 |
| Taulukko 3. Aiemmin asennetun potentiometrin mittaaminen | s. 15 |
| Taulukko 4. Ohjaustapaan vaikuttavia parametrejä | s. 24 |
| Taulukko 5. Sähkökoneiden eristysluokat | s. 36 |

KUVALUETTELO

| | | |
|-----------------|--|-------|
| Kuva 1. | Akkutyypin energiantiheys | s. 14 |
| Kuva 2. | Moottori ja taajuusmuuttajan asennuskehikko | s. 16 |
| Kuva 3. | Kuljettajan perussivu paneelissa | s. 20 |
| Kuva 4. | Salasanan nykyinen arvo näkyy DB41:ssä | s. 21 |
| Kuva 5. | Ohjausjärjestelmä koottuna asennuslevylle | s. 23 |
| Kuva 6. | Ensimmäisen analogiakortin asetukset | s. 27 |
| Kuva 7. | Esimerkki DB13:n vääristä muuttujista | s. 29 |
| Kuva 8. | DB13 aiempi versio | s. 30 |
| Kuva 9. | Nykyinen DB13 | s. 31 |
| Kuva 10. | Virheilmoitus: kenttäväyläkortti puuttuu | s. 32 |
| Kuva 11. | Ohjaustapabitin resetointi | s. 33 |
| Kuva 12. | Tila-lisäsana luetaan väylältä ja siirretään DB103:een | s. 34 |
| Kuva 13. | Momenttiohjausindikointi | s. 34 |
| Kuva 14. | Tila-lisäsanan bitit yksitellen | s. 35 |
| Kuva 15. | Ohjaus-lisäsana | s. 36 |
| Kuva 16. | Ohjaus-lisäsanan bitit listattuna DB103:een | s. 37 |
| Kuva 17. | Ohjaus-apusana lähetetään taajuusmuuttajalle menevään kanavaan | s. 37 |
| Kuva 18. | Ensimmäinen testi, potentiometri ohjaa momenttiohjetta | s. 38 |
| Kuva 19. | Testiajo 2, kiihdytys ja hidastus | s. 39 |

| | | |
|-----------------|---|-------|
| Kuva 20. | Kaikkien lämpötila-antureiden keskiarvo muutetaan prosenteiksi | s. 41 |
| Kuva 21. | Momenttiohje kerrotaan kymmenellä. | s. 42 |
| Kuva 22. | Peruutuksen momenttiohjekertoimen asettaminen | s. 42 |
| Kuva 23. | Peruutus valittuna, momenttiohje kerrotaan kymmenen sijasta pienemmällä luvulla | s. 43 |

LIITELUETTELO

LIITE 1. Esite: Nokeval -viestimuunnin/erotin

LIITE 2. Kyt Kentäkuvat

LIITE 3. Kuvat ohjauspaneelin näytöistä

LIITE 4. FC3

LIITE 5. FC10

1 JOHDANTO

Vaasan ammattikorkeakoulun sähköautoprojekti aloitettiin vuonna 2010. Tarkoituksena oli muuttaa kevyt nelipyörä, myös mopoautona tunnettu ajoneuvo, sähkökäyttöiseksi käyttäen laboratoriotöistäkin tuttuja komponentteja valmiiden muunnossarjojen sijaan.

Suomessa on vuosien varrella muunnettu jonkin verran polttomoottorikäyttöisiä henkilöautoja sähköautoiksi, mutta käsittääkseni Vaasan ammattikorkeakoulun projekti on ensimmäinen sähkökäyttöinen kevyt nelipyörä.

Projekti toteutetaan oppilastöinä, sähkö- ja konepuolen yhteistyönä. Itse tulin mukaan neljännen vuoden projektikurssin myötä, jolloin ryhmämme keskittyi lähinnä kosketuspaneelin toiminnallisuuteen. Pyysin päästä jatkamaan projektia opinnäytetyönä, koska se osoittautui mielenkiintoiseksi.

Tämän opinnäytetyön päämääränä oli saada koko järjestelmä asennettua autoon ja saada ohjelma viimeisteltyä niin, että päästään koeajolle. Alkutilanteessa akusto oli kytketty ja liitetty taajuusmuuttajaan ja moottoriin laboratoriossa, mutta tämän työn aikana ohjelmoitava logiikka liitettiin osaksi järjestelmää. Ohjausjärjestelmän logiikkaohjelma oli jo olemassa, mutta siihen tehtiin hienosäätöä ja muutamia pieniä muutoksia.

Testausvaiheessa ilmeni ongelmia taajuusmuuttajan ja logiikan välisessä liikennöinnissä ja suurin osa projektista kului sen selvittämiseen, eikä varsinaisia lisäyksiä ja muutoksia ohjelmaan ehditty tehdä kovinkaan paljoa. Viimeisimmän tietoni mukaan asentaminen autoon on loppusuoralla eikä ohjelmasta johtuvia esteitä koeajolle ei ole, mutta virallisesti tavoite jäi täyttämättä.

Tässä päättötyössä selvitetään mopoauton valittua tekniikkaa ja ohjausjärjestelmän toimintaa, sekä tilannetta opinnäytetyöprojektin loppuvaiheessa. Lisäksi on kuvailtu vianetsintäprosessia ja kokeiltuja ratkaisuja, koska ne veivät ajallisesti suurimman osan vaikka eivät itse ajoneuvon toimintaan vaikutakaan.

2 SÄHKÖAUTON TEKNIikka

2.1 Akusto

2.1.1 Sähköautojen akuista yleisesti

Sähköauton akustolla on äärimmäisen suuri merkitys käytettävyyden kannalta. Akkujen vertailussa käytännöllisin mittari on energiantiheys, joka kertoo akun kyvyn varastoida energiaa per kilogramma. Tämä on äärimmäisen tärkeä tekijä sähköautoissa, koska ajoneuvon kokonaismassaa ei voi loputtomiin kasvattaa lisäämällä akkuja, mutta toisaalta tarvitaan mahdollisimman pitkä käyttösäde, jotta sähköauto olisi kilpailukykyinen vaihtoehto polttomoottorikäyttöiselle autolle.

Taulukossa 1 on listattu muutamia olemassa olevia akkutyyppejä ja niiden energiantiheys. Vertailun vuoksi, bensiinin energiantiheys on noin 12 000 Wh/kg, joskaan siitä ei pystytä mekaaniseksi energiaksi muuttamaan kuin murto-osa. Mutta vaikkei hyötysuhde olisi kuin 10 %, voittaa bensiini parhaatkin akut moninkertaisesti. /7/

Taulukko 1. Akkutyyppeiden energiantiheys.

| Akkutyyppi | Energiantiheys |
|----------------------------|-----------------|
| Lyijyakku | 20-40 Wh/kg |
| Nikkeli-kadmiumakku | 30 – 60 Wh/kg |
| Nikkeli-metallihydridiakku | 50 – 80 Wh/kg |
| Litium-ioniakku | 70 – 130 Wh/kg |
| Litium-fosfaattiakku | 130 – 170 Wh/kg |
| Litium-polymeeriakku | 140 – 220 Wh/kg |

Nykyisin markkinoilla olevista sähköautoista esimerkiksi Tesla Roadster, Nissan Leaf ja Chevrolet Volt käyttävät litiumioniakkuja. /5/

Keväällä 2012 Envia Systems -niminen yhdysvaltalaisyritys ilmoitti kehittäneensä uudentyyppisen litiumioniakun, jonka energiantiheys on 400 Wh/kg. Tämä mahdollistaisi sähköauton käyttösäteen nostamisen 300 mailiin, eli noin 480 kilometriin. Lisäksi sähköautojen hinta putoaisi, mikä auttaisi niiden

yleistymisessä. Akku ei ole vielä markkinoilla joten lupauksen lunastaminen jää nähtäväksi. /5/

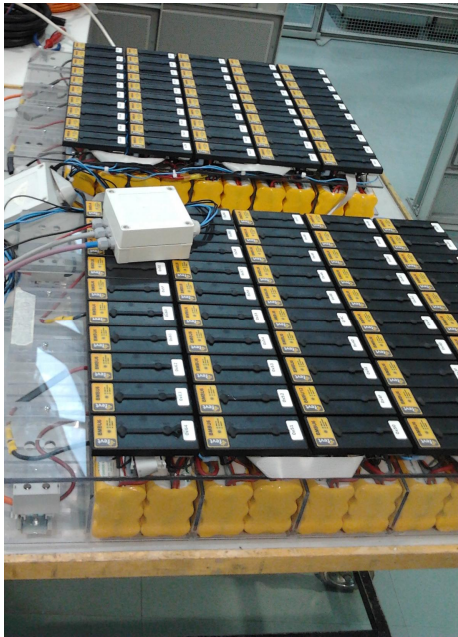
2.1.2 Sähkömopoauton akusto

Mopoautoprojektin akkutyypiksi valikoitui LiFePO₄ (litiumrautafosfaatti)-litiumioniakku. Akusto tilattiin European Batteries yritykseltä, joka toimitti sekä kennot että akunhallintajärjestelmän. Kennot on valmistettu Yhdysvalloissa, mutta akunhallintajärjestelmän on kehittänyt suomalainen FEVT-yritys (Finnish Electric Vehicle Technologies).

Akunhallintajärjestelmän tarkoitus on estää tilanteita, joissa akusto lämpenee ja muuttuu epävakaaksi. Litiumioniakuissa on aina olemassa räjähdysriski, mutta se voidaan minimoida akunhallintajärjestelmää käyttämällä. Tässä projektissa käytetty akunhallintajärjestelmä mittaa jännitteitä, virtoja ja lämpötilaa.

Akusto koostuu 600 yksittäisestä kennosta, joiden kapasiteetti on 3,2 Ah ja jännite 3,2 V. Kennoista on tehty 100 pakettia. Jokainen paketti sisältää kuusi rinnan kytkettyä kennoa ja akunhallintajärjestelmän.

Paketit puolestaan on kytketty sarjaan keskenään. Näin saatiin lopulliseksi jännitteeksi 320 VDC. Akusto on koottu kahdelle asennusalustalle (**Kuva 1.**), 50 pakettia kummallekin. Nämä kokonaisuudet sijoitetaan autossa penkkien alle.



Kuva 1. Akusto ja akunhallintajärjestelmä koottuna asennusalustoille.

2.2 Voimansiirto

Auton tekniikkaa pyrittiin säilyttämään niin paljon kuin mahdollista. Alkuperäinen 400 ccm dieselmoottori korvattiin ABB:n 4kW oikosulkumoottorilla ja sen päälle sijoitettiin Vaconin taajuusmuuttaja.

Alun perin mopoautossa oli variaattori, mutta sähkömoottorikäytössä sitä ei tarvita. Polttomoottorikäytössä variaattori muuttaa välityssuhdetta automaattisesti moottorin kuormituksen ja kierrosluvun mukaan, tavoitteena, että polttomoottori saisi käydä aina optimaalisella kierroslukualueella.

Sähkömoottorin hyötysuhde ei suuresti muutu kierrosluvun mukaan, joten tässä projektissa nopeuden säätö hoidetaan taajuusmuuttajaohjauksella, eikä variaattoria tarvita. Energia siirretään moottorin kampiakselilta kiinteävälityksisellä hammashihnalla.

Tasauspyörästä sisältää myös suunnanvaihdon. Koska täyttä varmuutta suunnanvaihdon vaikutuksista ei ollut, päätettiin momenttiohjetta varmuuden

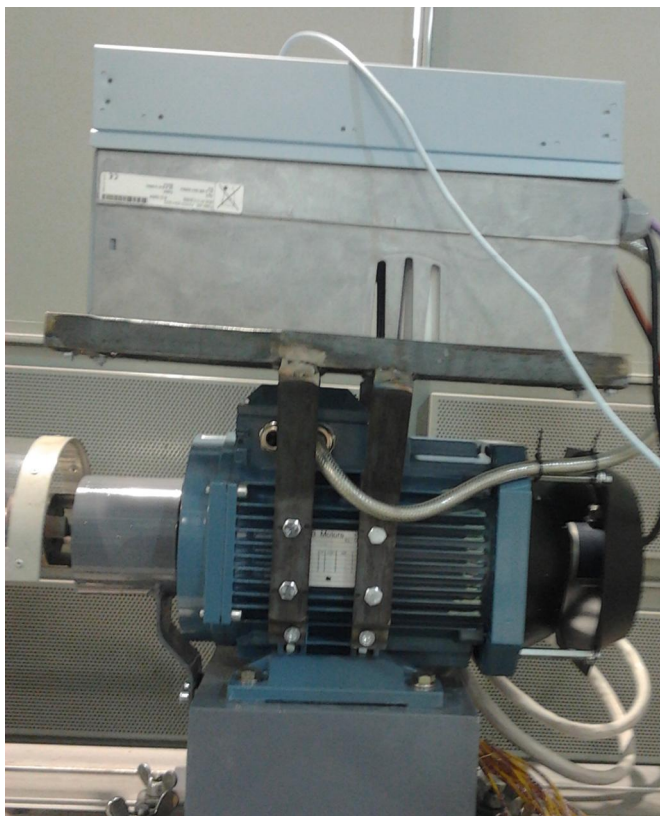
vuoksi rajoittaa peruutettaessa. Tarkat ohjelmalliset muutokset on selvitetty jäljempänä.

3 HALLINTAJÄRJESTELMÄ

3.1 Moottori, taajuusmuuttaja, logiikka.

Moottoriksi valikoitui ABB:n 4 kW 1500 rpm oikosulkumoottori (**Kuva 2.**) Se kytkettiin kolmioon, jolloin pääjännitteeksi saatiin 230 V.

Taajuusmuuttajana on Vaconin NXP 0031 2A1H1SSS (**Kuva 2.**) joka asennettiin moottorin päälle rakennettuun kehikkoon. Sitä ajetaan system interface sovelluksen avulla. Kyseinen sovellus on tarkoitettu erityisesti logiikkakäyttöä varten. /9/



Kuva 2. Moottori ja taajuusmuuttajan asennuskehikko.

Taajuusmuuttajassa on sekä takaisinkytketty että takaisinkytkemätön (open ja closed loop) dynaaminen vektorisäätö, ja sitä voidaan ohjata joko momentti- tai nopeusohjeella. /8/

NXP:llä saavutetaan parhaimmillaan alle 0,01 %:n nopeusvirhe sekä alle 2 %:n momenttitarkkuus. /11/

Mopoautoprojektiin valittiin Siemensin S7-300 logiikka ja tarkemmin sen Siplus-versio, koska se kestää paremmin tärinää ja äärimmäisiä lämpötiloja. /6/

Käytännössä mopoauton kilometrit jäävät vähäisiksi muun muassa akkujen kapasiteetin vuoksi, mutta teoriassa laitteisto kestää pidempääkin ajoa.

3.2 Nopeusohje ja momenttiohje

Oikosulkumoottorin vääntömomentti on päävuon ja roottorivirran vektoritulo. Jos tarkoituksena on säätää vääntömomenttia, myös vuovektorin suunta täytyy ottaa huomioon. /2/

Vaconin NXP-taajuusmuuttajaa voidaan ohjata joko nopeus- tai momenttiohjeella. Kummallekin on omat käyttötarkoituksensa. Esimerkin voisi ottaa teollisuuden kuljetinjärjestelmistä.

Jos peräkkäiset moottorikäytöt ovat yhteydessä toisiinsa esimerkiksi ketjuilla, paras vaihtoehto on momenttisäätö. Tällöin kaikki käytöt varustetaan absoluuttipulssianturilla mikä mahdollistaa pyörimisnopeuksien säädön täsmälleen samaksi. Käytöt liitetään toisiinsa väylällä ja määritellään yksi isännäksi ja loput orjakäytöiksi. /10/

Jos taas eri kuljetinyksiköt eivät ole mekaanisesti yhteydessä toisiinsa, eikä niiden nopeustarkkuusvaatimus ole niin suuri, käytetään usein nopeussäätöä. Vain isännälle tuodaan absoluuttipulssianturiviesti ja se ohjaa orjakäyttöjä väylän kautta. /10/

Sähkömopoautossa käytetään takaisinkytkettyä säätöä ja momenttiohjetta, koska tällöin auton reagointi vastaa paremmin polttomoottoriautoa.

3.3 Ylikuormituksen estäminen

Moottorin ylikuormitus estetään pääasiassa taajuusmuuttajan parametreilla (**Taulukko 2.**)

Taulukko 2. Moottoria suojaavia parametrejä

| Indeksi | Nimi | Arvo | Oletus | Yksikkö | ID |
|---------|------------------|-------|--------|---------|---------|
| 2.1.7 | Process speed | 2500 | 3200 | rpm | 1203 |
| 2.4.7 | FBref scale | 20000 | | | 1242,00 |
| 2.8.3 | Speed maximum | 1425 | 1440 | rpm | 1285 |
| 2.8.5 | Current limit | 14,6 | | A | 107 |
| 2.8.6 | Torque limit mot | 100 | 300 | % | 1287 |
| 2.8.7 | Torque limit gen | 100 | 300 | % | 1288 |
| 2.8.9 | Power limit mot | 100 | 300 | % | 1289 |
| 2.8.10 | Power limit gen | 100 | 300 | % | 1290 |

Keuyen nelipyörän suurin sallittu nopeus on 45 km/h ja Process speed arvo 2500 on karkea arvio siitä, millä moottorin pyörimisnopeudella tuo maksiminopeus saavutetaan.

FBref scale tarkoittaa väylältä tulevan ohjeen vaihteluväliä ja sen maksimiarvolla moottori pyörii nopeudella Process speed. Esimerkiksi tällä hetkellä FBref scale on 20 000, eli jos väylältä luetaan 20 000, se kääntyy nopeusohjeeksi 2500 rpm.

20 000 on oletusarvo, mutta jatkossa se kannattaisi ehkä muuttua 10 000:ksi. Tällöin tietoa käsiteltäisiin suoraan prosentteina, 10 000 vastaisi 100,00 %.

Maksimivirraksi on asetettu 14,6 A ja maksimi kierrosluvuksi 1425 rpm.

3.4 Fyysiset hallintalaitteet

Mopoauton tekniikkaa pyrittiin säästämään niin paljon kuin mahdollista. Kaasupolkimen tilalle kuitenkin vaihdettiin henkilöauton poljin, jossa on sisäänrakennettu potentiometri.

Aiemmin mopoauton omaan kaasupolkimeen oli asennettu erillinen 5 k Ω potentiometri, mutta se oli epäkäytännöllinen, koska kaasupolkimen ylä- ja ala-

asennon resistanssiero oli vain 10 % potentiometrin liikealueesta (**Taulukko 3.**), jolloin olisi ollut vaikeaa saada momenttiohjeen säädöstä tarkka.

Taulukko 3. Aiemmin asennetun potentiometrin mittaaminen.

| | Alku-loppu | Alku-liuku | Liuku-loppu |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Yläasento | 4,81 k Ω | 1,68 k Ω | 3,13 k Ω |
| Ala-asento | 4,81 k Ω | 2,15 k Ω | 2,68 k Ω |
| MUUTOS | 0 | 0,47 kohm | 0,45 kohm |

Jotta kaasupolkimen asentotieto saadaan varmasti oikeassa muodossa logiikkaohjelman käyttöön, tilattiin järjestelmään Nokevalin signaalimuunnin (LIITE 1), joka muuttaa potentiometrin asentotiedon suoraan 4-20 mA virtaviestiksi. Virtaviesti on myös vähemmän altis häiriöille.

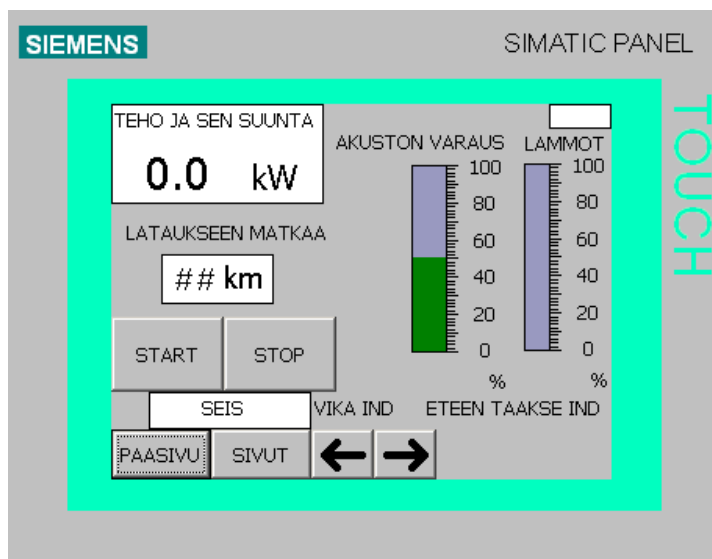
Tässä vaiheessa jarrupoljin käyttää pelkästään mekaanisia jarruja, mutta tarkoitus olisi myöhemmässä vaiheessa lukea myös sen asentotieto ohjelmaan ja ensin hidastaa moottoria ohjelmallisesti ennen varsinaisten jarrujen käyttöä. Tämä mahdollistaisi myös jarrutusenergian talteenoton.

3.5 Käyttöliittymä

Mopopauton käyttöliittymäksi valikoitui Siemensin 6 tuuman kosketuspaneeli. Se toimii tavallaan ajoneuvon ajotietokoneena, jonka avulla kuljettaja pystyy tarkkailemaan ajon aikana tarvittavia tietoja. Kosketuspaneeli mahdollistaa kuitenkin myös muiden toimintojen tuomisen näkyville.

Käyttöliittymä jakautuu kolmeen tasoon aiottujen käyttäjien mukaan (LIITE 3).

Alin taso on tarkoitettu kuljettajalle ja se sisältää tietoja moottorin lämmöistä, akun varauksesta sekä jäljellä olevasta ajoajasta (**Kuva 3.**) Akuston ja logiikan välistä rajapintaa ei vielä ole olemassa, joten toistaiseksi kuljettajan perusnäkyvässä on hyvin vähän aktiivisia kuvakkeita.



Kuva 3. Kuljettajan perussivu paneelissa.

Kuljettajan perussivulta myös käynnistetään ja sammutetaan taajuusmuuttaja.

Kuljettajan apusivulla listataan tilastotietoja, esimerkiksi keskimääräinen ajomatkan pituus tai kesto.

Toinen taso on nimeltään korjaaja- tai huoltotaso, ja sen päätarkoitus on auttaa vianetsinnässä ongelmatilanteessa. Esimerkiksi lämpötilatieto näytetään kuljettajalle prosentteina maksimista, mutta korjaaja näkee jokaisen kuuden lämpötila-anturin antaman tarkan mittaustiedon asteina.

Kolmas taso on ohjelmoijataso, jolla pystyy muuttamaan momenttikäyrien kertoimia. Tätä toimintoa ei vielä ole integroitu ohjelmaan, mutta se on säilytetty paneeleissa antamassa ideoita jatkokehitykselle.

Ylemmille tasoille siirtyminen vaatii salasanan. Huollon salasanalla pääsee vain tasolle kaksi, suunnittelijan salasanalla aukeavat kaikki tasot.

Käytännössä salasana on 4-merkkiä pitkä numerosarja. Salasanan vaihto onnistuu suoraan paneelista, mutta jos nykyinen on päässyt unohtumaan, on kaksi vaihtoehtoa. Ensimmäinen on kytkeä tietokone kiinni logiikkaan ja tarkastaa salasana parametrin nykyinen arvo (**Kuva 4.**) DB:stä.

| Address | Name | Type | Initial value | Actual value | Comment |
|---------|-----------------|------|---------------|--------------|------------------------|
| 4.0 | salasana_2_taso | INT | 2222 | 1122 | 2-tason oikea salasana |
| 6.0 | salasana_3_taso | INT | 3333 | 2233 | 3-tason oikea salasana |

Kuva 4. Salasanan nykyinen arvo näkyy DB41:ssä.

Paneelista itsestään löytyy myös eräänlainen takaportti, jolla salasanat saa resetoitua tarvittaessa oletusarvoihinsa klikkaamalla tiettyä tyhjää kohtaa taustassa. Kohdassa ei ole minkäänlaista painiketta, joten täytyy tietää mitä on tekemässä. Lisäksi resetointi ei auta, jos ei satu tietämään, mitä oletusarvot ovat.

4 TIELIIKENNEKELPOISUUS

Ajoneuvolaki määrittelee vähimmäisvaatimukset, jotka turvallisen tieliikenteessä käytettävän ajoneuvon täytyy täyttää. Näihin kuuluvat mm. peruutuslaite, käyttöjarru sekä riittävä näkyvyys eteen, sivuille ja taakse. /4/

Tämä muutosprojekti ei ole vaarantanut mitään listatuista vaatimuksista, koska alkuperäisen auton tekniikkaa pyrittiin säilyttämään niin paljon kuin mahdollista.

Ongelmia saattaa aiheuttaa laista löytyvä vaatimus siitä, että ”hallintalaitteet, mittarit ja merkkivalot eivät saa poiketa muiden samaan luokkaan kuuluvien ajoneuvojen järjestelmistä siinä määrin, että siitä on haittaa tai vaaraa.” /3/

Siemensin kosketuspaneeli on epätavallinen ratkaisu moottoriajoneuvon käyttöliittymäksi. Tosin kaikki ajon aikana välttämättömät tiedot kuten nopeus ja kuljettu matka ovat edelleen luettavissa auton omista mittareista.

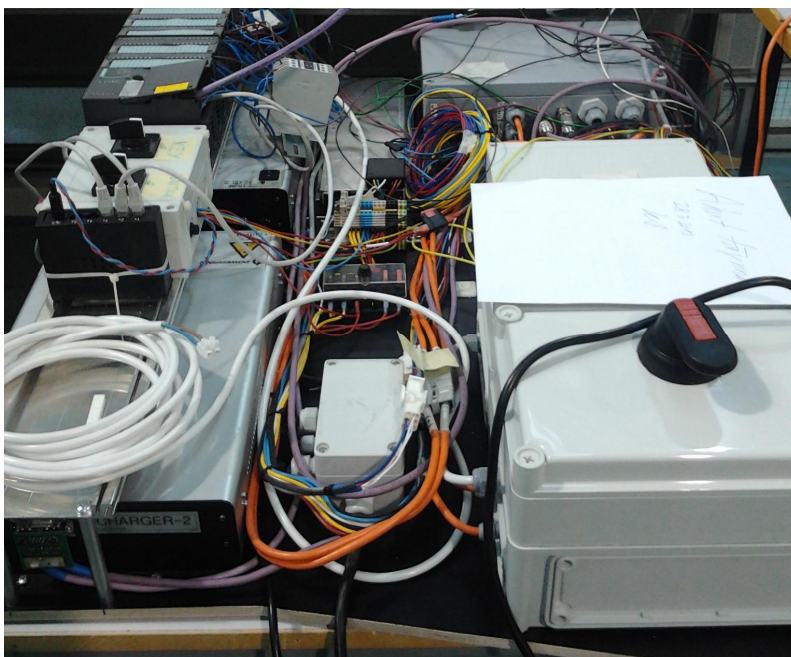
5 ASENNUKSET, TESTAUKSET JA MUUTOKSET

5.1 Asennukset

5.1.1 Laitteiden sijoitus

Logiikka ja sen tarvitsemat muut laitteet sijoitettiin mopoauton tavaratilaan. Laitteet piti sovittaa tilan kokoiselle asennuslevylle, mikä osoittautui yllättävän haastavaksi (**Kuva 5.**) Järjestelmä tarvitsee useita erilaisia DC/DC-muuntimia eri jännitetasoja varten ja nämä veivät paljon tilaa.

Akuston mukana tulivat DC/DC-muuntimet 12 V ja 48 V jännitteille. 12 V tarvitaan auton olemassa oleville sähkölaitteille, esimerkiksi pyyhkijöille. Akunhallintajärjestelmä puolestaan käyttää 48 V jännitettä. Lisäksi asennettiin muunnin, jolla saatiin tehtyä logiikan ja paneelin tarvitsemat 24 V.



Kuva 5. Ohjausjärjestelmä koottuna asennuslevylle.

Vasemmalla näkyvät laturit, niiden päälle on nostettu kisko, jossa logiikka on kiinni. Lisäksi kiskoon on tässä testitilanteessa kiinnitetty starttikytin ja Ethernet-kytkin. Keskellä, johtojen keskellä, näkyvät riviliittimet ja sulakkeet. Oikealla olevissa koteloidissa on DC/DC-muuntimia ja kytkimiä, pääkytkin etuoikealla.

5.1.2 Kytkentäkuvat

Aiemmin tehdyissä kytkentäkuvissa oli lieviä epäselvyyksiä korttien liitinmerkinnöissä. Kytkentäkuvissa liittimet oli numeroitu 2-21 kun fyysisellä kortilla skaala on 1-20. Liittimien järjestys oli kuitenkin johdonmukainen. Esimerkiksi positiivinen jännite kytkettiin ensimmäiseen liittimeen, vaikka itse liittimen numero olikin väärä kuvissa.

Lisäksi autoon lisättiin signaalimuunnin, joka muuttaa kaasupolkimen asentotiedon virtaviestiksi. Tämä lisättiin päivitettyihin kytkentäkuviin (LIITE 2) samalla, kun liitinnumerointi korjattiin vastaamaan kortteihin merkittyjä arvoja.

Toinen muutos tuli analogiakanavien kytkentään. Jarrupolkimen asentotieto päätettiin siirtää samaan kanavapariin kaasupolkimen kanssa. Perustelut ja ohjelmamuutokset on selitetty myöhempanä.

5.1.3 Puuttuvien osien hankkiminen

Alkuperäisessä suunnitelmassa järjestelmään kuului Ethernet-kytkin. Se ei ole auton liikkumisen kannalta välttämätön, koska normaaliin toimintaan riittää Ethernet-kaapeli logiikan ja kosketuspaneelin välillä. Ethernet-kytkin kuitenkin mahdollistaa sen, että johdotusta ei tarvitse muuttaa, jos on tarpeen päästä käsiksi logiikkaohjelmaan. Ohjelmoija voi kytkeä kannettavan tietokoneensa suoraan Ethernet-kytkimeen, jos hänen tarvitsee muuttaa tai tarkastaa ohjelmaa.

Simatic-sarjan Ethernetkytkin olisi tullut liian kalliiksi, joten järjestelmään lisättiin toistaiseksi tavallinen Ethernetkytkin, jolle otettiin 12 V syöttö DC/DC-muuntimelta. Kytkin kiinnitettiin asennuskiskoon nippusiteillä eikä sen pölyn- ja tärinänkesto todennäköisesti vastaa maantieolosuhteita, mutta tällä ratkaisulla saavutettiin haluttu toiminnallisuus ainakin laboratorio-olosuhteissa.

Päädymme tilaamaan signaalimuuntimen, jolla potentiometrin asento muunnetaan virtaviestiksi logiikkaa varten. Tämä siksi, että matkaa konehuoneesta logiikalle on sen verran, että jänniteviesti saattaisi heikentyä matkalla. Lisäksi virtaviesti on vähemmän altis häiriöille.

Toinen järjestelmän Siplus AI-korteista oli kadonnut jonnekin tilaamisen ja asentamisen välillä. Sen tilalle asennettiin tavallinen AI-kortti. Siplus-sarjan kortit on tarkoitettu kestävämpään paremmin lämpötilavaihteluita ja tärinää, mutta auton käyttökilometreillä sillä ei ole kovin suurta merkitystä. Kortti on toiminnaltaan täysin vastaava Siplus-sarjan kortin kanssa, joten se on mahdollista korvata tulevaisuudessa, jos esimerkiksi päädytään tilaamaan S7 sarjan Ethernet-kytkin nykyisen tilalle.

5.1.4 Kytkennät

Laboratorioinsinöörien avustuksella ja ohjauksessa tehtiin testauksiin tarvittavat johdotukset, eli logiikan sähkönsyöttö (24 V) ja lämpötilamittaukset. Kaasupolkimen kanava jäi vielä tässä vaiheessa vapaaksi ja momenttiohjetta oli tarkoitus syöttää ensin VAT-taulukosta.

Laboratorioinsinöörit kytkivät ja maadoittivat Profibus-väyläkaapelin, joka vie tietoa logiikan ja taajuusmuuttajan välillä.

5.2 Ohjelman muutokset ja läpikäynti

5.2.1 Parametrien vertailu

Ohjelmallisen puolen tarkastelu alkoi taajuusmuuttajan parametreihin tutustumalla. Ensimmäinen askel oli tutkia, mitkä parametrit taajuusmuuttajaan oli ladattu viimeksi ja verrata niitä parametreihin, jotka Timo Rauhala teki mopoautoa varten ohjaustekniikan ensimmäistä vaihetta käsittelevässä opinnäytetyössään.

Kävi ilmi, että edelliset testit oli ajettu täysin erilaista sovellusta käyttäen, joten parametrit eivät olleet vertailukelpoisia. Taajuusmuuttajaan ladattiin Rauhalan parametrit, jotka oli laadittu mopoautoprojektia varten.

5.2.2 Analogiakanavat

Analogiakanaviin tuli yksi ohjelmallinen muutos, joka vaikuttaa kytkentäkaavioon (LIITE 2). Kaasupolkimen asentotieto luetaan kanavasta PIW304. Aiemmin jarrupolkimen vastaava tieto tuli kanavasta PIW308.

Kanavat asetellaan pareittain, ja tässä tapauksessa olisi siis lukittu kahden kanavaparin, PIW304/PIW306 ja PIW308/PIW310, sisääntulot tiettyyn yksikköön, esimerkiksi virtaviestiksi.

Kun jarrupolkimen asentotieto siirrettiin ohjelmassa luettavaksi kanavasta PIW306, jäivät PIW308 ja PIW310 täysin vapaiksi siltä varalta, että logiikkaan halutaan myöhemmin tuoda lisää mittauksia tai tietoja. Nyt niihin voidaan tuoda tietoa esimerkiksi virta- tai jänniteviestinä tarpeen mukaan.

Tämä ohjelmallinen muutos tosin tarkoittaa, että kun jarrupolkimen asentotietoa lukeva potentiometri joskus asennetaan ja otetaan käyttöön, sille täytyy tilata samanlainen tai samantyyppinen signaalimuunnin kuin kaasupolkimelle, koska viestin pitää olla 4-20 mA (**Kuva 6.**) molemmilla kanavilla (kanavat 0 ja 1).

| General Addresses Inputs | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Enable | | | | |
| <input type="checkbox"/> Diagnostic Interrupt <input type="checkbox"/> Hardware Interrupt When Limit Exceeded | | | | |
| Input | 0 - 1 | 2 - 3 | 4 - 5 | 6 - 7 |
| Diagnostics | | | | |
| Group Diagnostics: | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| with Check for Wire Break: | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Measuring | | | | |
| Measuring Type: | 2DMU | RT | RT | RT |
| Measuring Range: | 4.20 mA | Pt 100 Std. | Pt 100 Std. | Pt 100 Std. |
| Position of Measuring Range Selection Module: | [D] | [A] | [A] | [A] |
| Interference frequency | 50 Hz | 50 Hz | 50 Hz | 50 Hz |
| Trigger for Hardware Interrupt | | | | |
| High Limit: | Channel 0 | Channel 2 | | |
| Low Limit: | | | | |

Kuva 6. Ensimmäisen analogiatulokortin asettelut

5.2.3 Testaus

Testausta varten laboratoriosta lainattiin potentiometriä, joka johdotettiin signaalimuuntimelle ja siitä edelleen logiikkaan. Tarkoituksena oli tarkastaa, että moottori tottelee kaasupolkimen asentoa niin kuin oli suunniteltu.

Testitilanteessa potentiometrin asentotieto muuttui kyllä VAT-taulukossa ja ohjelmassa, kun sitä tarkkailtiin online-tilassa. Jostain syystä komento moottorin käynnistämisestä ei kuitenkaan koskaan mennyt taajuusmuuttajalle asti.

Kun VAT-taulukosta muutettiin nopeusohjetta, moottori kuitenkin totteli ongelmitta. Vain momenttiohjeeseen siirtyminen ja sen antaminen ei onnistunut.

Päätötyön sisältö muuttui viimeistelystä vianselvittelyksi.

5.3 Ongelman selvitys

Koska momenttiohje lähti logiikasta, muttei vaikuttanut taajuusmuuttajaan, oli loogista lähteä liikkeelle siitä, estääkö jokin parametri taajuusmuuttajaa hyödyntämästä annettua momenttiohjetta ohjaukseen.

Ensin käytiin läpi kaikki sellaiset parametrit, jotka edes mahdollisesti saattaisivat vaikuttaa ohjaustavan valintaan tai momenttiohjeen käsittelyyn (**Taulukko 4.**)

Taulukko 4. Ohjaustapaan vaikuttavia parametrejä.

| Koodi | Parametri | Oikea arvo | Huom! |
|---------|--------------------|--------------------|--|
| 2.7.4 | Motor Control Mode | 3 / CLSpeed/torque | |
| 2.7.5 | Torque Select | 2 / Torque | |
| 7.5.1.4 | Operate mode | 2 / Bypass | Oli ProfiDrive, korjattiin väyläohjaukselle (ByPass) |

Operate Moden muuttaminen ei ratkaissut ongelmaa, joten seuraava askel oli yksinkertaisesti käydä läpi koko parametriluettelo, tarkastaa joka ikisen toiminta ja mahdollinen vaikutus ongelmaan sekä verrata arvoa oletusarvoon.

Selvityksessä ei löytynyt mitään, mikä selittäisi sen, että nopeusohje menee perille mutta momenttiohje ei.

5.3.1 Asennusten tarkistus

Parametreistä ei löytynyt mitään loogista selitystä ongelmalle, joten seuraavaksi tarkastettiin asennukset ja etsittiin, olisiko siellä mahdollisesti virhe.

Johdotuksista ei löytynyt ongelmaa ja kaikki kortit olivat kunnolla kiinni, mutta varmuuden vuoksi Profibus-kaapeli vaihdettiin. Silläkään ei kuitenkaan ollut vaikutusta.

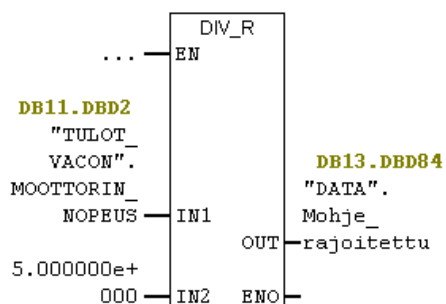
5.3.2 Ohjelma

Koska vika ei näyttänyt olevan taajuusmuuttajassa eikä johdotuksissa, seuraava epäilyksen kohde oli itse logiikkaohjelma.

Ohjelmasta löytyi epäloogisuuksia DB13:n muuttujissa. Niiden nimet ja käyttötarkoitukset eivät tuntuneet täsmävän (**Kuva 7.**)

Network 20: MOOTTORIN KIERROSLUVUN SKAALAUUS KIRROSTA MINUUTISSA

Nopeuden skaalaus => Kierrostaminuteissa



Kuva 7. Esimerkki DB13:n vääristä muuttujista.

Otsikkona on kierrosluvun skaalaus yksikköön kierrosta minuutissa. Lohkon mukaan arvo saadaan siten, että otetaan taajuusmuuttajalta tuleva moottorin pyörimisnopeus, jaetaan se viidellä ja laskettu arvo sijoitetaan muuttujaan, jonka nimi on "Mohje_rajotettu", eli rajoitettu momenttiohje. Tämä ei mitenkään voi pitää paikkaansa.

Alkoi vaikuttaa siltä, että DB13:n muuttujat olivat hypänneet pykälää eteenpäin jossain vaiheessa ja nyt kummittelivat kuka missäkin. Kyseisen DB:n mittaustietoja käytetään laskettaessa momenttiohjetta joten oli hyvin mahdollista, että se aiheutti ongelman.

Kun DB:tä verrattiin aiempaa, projektityössä käytettyyn versioon (**Kuva 8.**), ongelma selvisi nopeasti.

| Address | Name | Type | Initial value |
|---------|----------------------|--------|---------------|
| 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 | RAMPPI_YLOS_K1 | REAL | 1.000000e+000 |
| +40.0 | RAMPPI_YLOS_K2 | REAL | 5.000000e+000 |
| +44.0 | RAMPPI_YLOS_K3 | REAL | 1.000000e+000 |
| +48.0 | RAMPPI_ALAS_K1 | REAL | 1.000000e+000 |
| +52.0 | RAMPPI_ALAS_K2 | REAL | 5.000000e+000 |
| +56.0 | RAMPPI_ALAS_K3 | REAL | 1.000000e+000 |
| +60.0 | Mn_ANNETTU | REAL | 1.000000e+001 |
| +64.0 | RAMPPI_YLOS_F1 | BOOL | TRUE |
| +64.1 | RAMPPI_YLOS_F2 | BOOL | FALSE |
| +64.2 | RAMPPI_YLOS_F3 | BOOL | FALSE |
| +64.3 | RAMPPI_ALAS_F1 | BOOL | TRUE |
| +64.4 | RAMPPI_ALAS_F2 | BOOL | FALSE |
| +64.5 | RAMPPI_ALAS_F3 | BOOL | FALSE |
| +66.0 | RAMPPI_YLOS_K4 | REAL | 1.000000e-001 |
| +70.0 | vapaa2 | BOOL | FALSE |
| +70.1 | VAPAA3 | BOOL | FALSE |
| +70.2 | VAPAA4 | BOOL | FALSE |
| +70.3 | VAPAA5 | BOOL | FALSE |
| +70.4 | VAPAA6 | BOOL | FALSE |
| +70.5 | VAPAA7 | BOOL | FALSE |
| +70.6 | VAPAA8 | BOOL | FALSE |
| +70.7 | VAPAA9 | BOOL | FALSE |
| +72.0 | KULMAKERROIN_MUTTUVA | REAL | 0.000000e+000 |
| +76.0 | Mohje | REAL | 0.000000e+000 |

Kuva 8. DB13 aiempi versio

Senhetkisen DB:n (**Kuva 9.**) ongelmana oli muuttuja ”Lämpötila KA” joka oli lisätty listan keskelle, paikkaan ”vapaa2”. Muistipaikan koko oli kaksi tavua (DBD70 ja DBD71), mutta kyseinen arvo veikin neljä (DBD70-DBD73), jolloin jäljempänä olevat bitit siirtyivät pykälää eteenpäin eivätkä ohjelmassa tehdyt viittaukset enää osuneet oikeisiin muuttujiin.

| Address | Name | Type | Initial value |
|---------|----------------------|--------|---------------|
| 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 | RAMPPI_YLOS_K1 | REAL | 1.000000e+000 |
| +40.0 | RAMPPI_YLOS_K2 | REAL | 5.000000e+000 |
| +44.0 | RAMPPI_YLOS_K3 | REAL | 1.000000e+000 |
| +48.0 | RAMPPI_ALAS_K1 | REAL | 1.000000e+000 |
| +52.0 | RAMPPI_ALAS_K2 | REAL | 5.000000e+000 |
| +56.0 | RAMPPI_ALAS_K3 | REAL | 1.000000e+000 |
| +60.0 | Mn_ANNETTU | REAL | 1.000000e+001 |
| +64.0 | RAMPPI_YLOS_F1 | BOOL | TRUE |
| +64.1 | RAMPPI_YLOS_F2 | BOOL | FALSE |
| +64.2 | RAMPPI_YLOS_F3 | BOOL | FALSE |
| +64.3 | RAMPPI_ALAS_F1 | BOOL | TRUE |
| +64.4 | RAMPPI_ALAS_F2 | BOOL | FALSE |
| +64.5 | RAMPPI_ALAS_F3 | BOOL | FALSE |
| +66.0 | RAMPPI_YLOS_K4 | REAL | 1.000000e-001 |
| +70.0 | LAMPOTILA_KA | REAL | 0.000000e+000 |
| +74.0 | VAPAA3 | BOOL | FALSE |
| +74.1 | VAPAA4 | BOOL | FALSE |
| +74.2 | VAPAA5 | BOOL | FALSE |
| +74.3 | VAPAA6 | BOOL | FALSE |
| +74.4 | VAPAA7 | BOOL | FALSE |
| +74.5 | VAPAA8 | BOOL | FALSE |
| +74.6 | VAPAA9 | BOOL | FALSE |
| +76.0 | KULMAKERROIN_MUTTUVA | REAL | 0.000000e+000 |
| +80.0 | Mohje | REAL | 0.000000e+000 |

Kuva 9. Nykyinen DB13

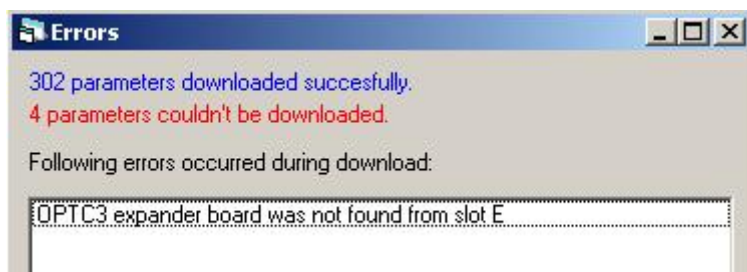
Ongelma ratkesi helposti siirtämällä ”Lämpötila KA” tieto aivan listan loppuun, muistipaikkaan DB13.DBD180. Kyseistä tietoa käytettiin ohjelmassa vain kerran ja kyseinen viittaus korjattiin vastaamaan uutta numerointia.

Taajuusmuuttaja ja moottori eivät totelleet momenttiohjausta korjauksen jälkeenkään, mutta kosketuspaneeli toimi moitteettomasti.

5.3.3 Kortin resetointi

Koska parametrit, asennus- ja ohjelmointivirheet oli ainakin alustavasti suljettu pois, opettaja epäili, että liikennöintivian syy saattaisi olla jonkinlainen vikatila väyläkortissa ja ehdotti sen resetointiä.

Kortti poistettiin taajuusmuuttajasta ja parametrit ladattiin uudestaan. Taajuusmuuttaja antoi odotetun virheilmoituksen (**Kuva 10.**) Tämän jälkeen kortti asennettiin takaisin paikalleen ja parametrit ladattiin uudestaan taajuusmuuttajaan.



Kuva 10. Virheilmoitus: kenttäväyläkortti puuttuu

Toimenpiteellä ei ollut vaikutusta ongelmaan.

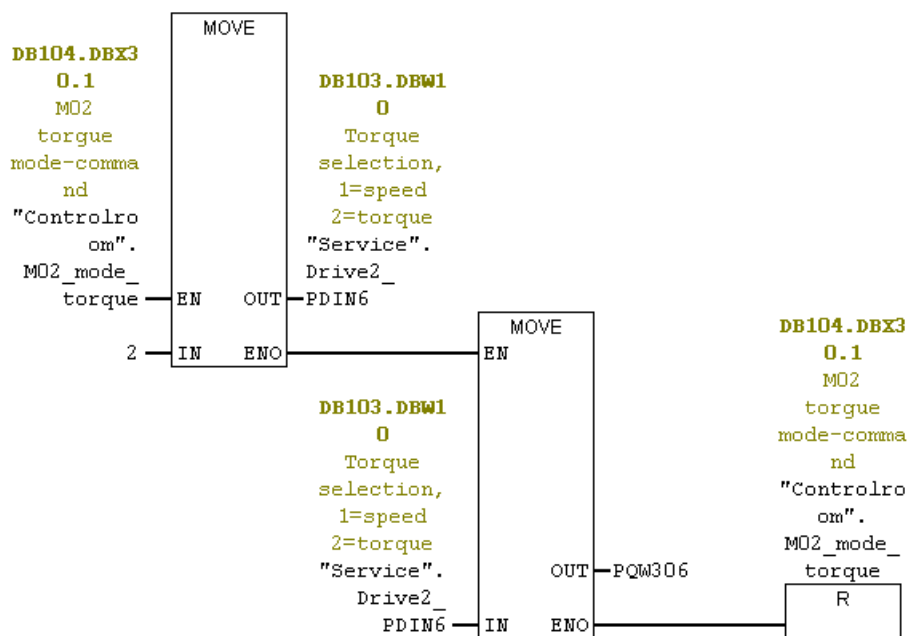
5.3.4 Toimiva taajuusmuuttaja-moottori yhdistelmä

Kun pitkällinen vianetsintäkään ei auttanut löytämään ongelmaa, opettaja teki toiselle työpisteelle samantyyppisen moottori-taajuusmuuttaja-logiikka - kokonaisuuden ja ajoin muutamia testejä sillä selvittääkseni, miksi se toimi mutta autoprojektin kokonaisuus ei.

Ensimmäinen silmiin osunut ero oli, että toimivassa järjestelmässä ohjaustavan valinta resetoitiin (**Kuva 11.**) Heräsi epäily, että kenties mopoauton ohjelmassa on lohko, joka syöttää jatkuvasti nopeusohjetta ohjaustavaksi ja momenttiohjevalinta ei pääse läpi, koska muistipaikkaa ei koskaan nollata.

Network 15 : Select Speed/Torque Control

Torque mode selection from controlroom. Resets command immediately when mode is selected.
 1= Speed Control
 2= Torque Control

**Kuva 11.** Ohjaustapabitin resetointi

Auton ohjelmasta ei kuitenkaan löytynyt lohkoa, joka pyytäisi nimenomaan nopeusohjausta, joten tämä teoria hylättiin nopeasti.

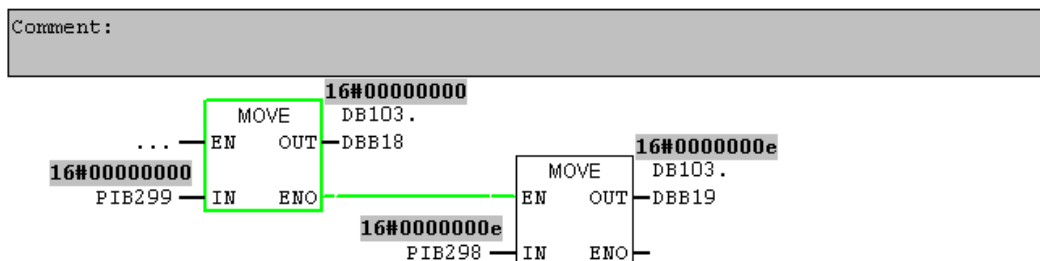
Seuraava tarkastuskohde oli, että momenttiohjetta syötetään varmasti oikeaan lähtökanavaan. Kun molempien järjestelmien ohjelmia verrattiin hardware-määrittelyihinsä, ne osoittautuivat johdonmukaisiksi.

Kun silmämääräinen tarkastelu ei tuottanut toivottua läpimurtoa, seuraava askel oli ottaa toimivan testijärjestelmän logiikkaohjelma muistitikulle ja ladata se mopoautoprojektin logiikkaan. Vaikka testijärjestelmän moottori totteli sekä nopeus- että momenttiohjetta, mopoauton moottori pyöri edelleen vain ja ainoastaan nopeusohjeella. Ongelma vaikutti olevan logiikan ja taajuusmuuttajan välisessä liikennöinnissä.

Seuraava tarkastuksen kohde oli taajuusmuuttajalta tulevan momenttiohjausindikoinnin luotettavuus. Ehkä momenttiohjaus menee päälle, mutta logiikka näyttää edelleen nopeusohjetta, koska indikointi ei toimi.

Indikointibitti on osa taajuusmuuttajalta tulevaa tila-lisäsanaa (auxiliary status word). Sen sisältämä tieto luetaan väylältä ja siirretään data blockiin 103 (**Kuva 12.**)

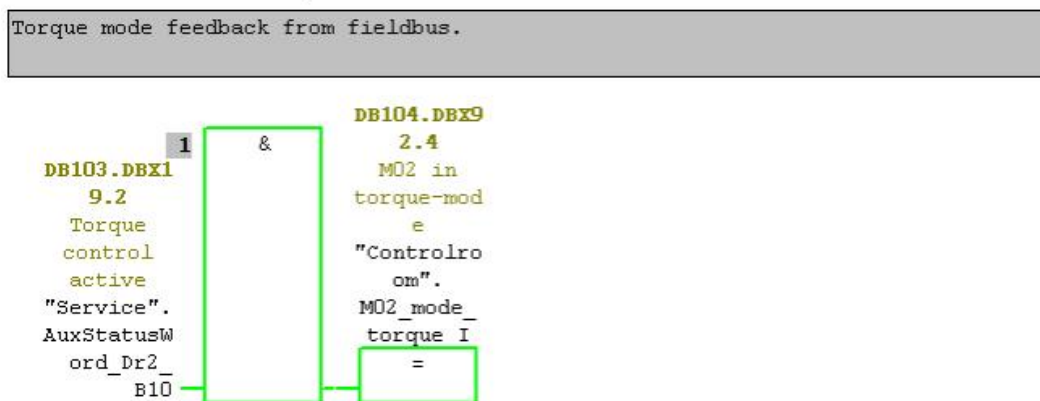
Network 4: Auxiliary Statusword to Drive 2



Kuva 12. Tila-lisäsana luetaan väylältä ja siirretään DB103:een.

DB103.DBX19.2 on se bitti, joka tuo taajuusmuuttajalta tiedon, onko momenttiohjaus valittuna vai ei. Tämän bitin tila kopioidaan toiseen data blockiin ja nimetään momentti-indikoinniksi (**Kuva 13.**)

Network 16: M02 in torque-mode



Kuva 13. Momenttiohjausindikointi.

Seuraavaksi tarkastettiin, että logiikkaohjelma varmasti lukee tietoa oikeasta kanavasta. Tila-lisäsanan (auxiliary status word) koodi on 1163 ja taajuusmuuttajan mukaan se lähetettiin kanavaan Process Data OUT2.

Tämä taas täsmäsi logiikan hardwareen, jonka mukaan kyseisen lähdön tiedot luetaan PIB298:sta.

Momenttiohjauksen indikointi on bitti 10 (**Kuva 14.**), eli toisen tavun toinen bitti. Tämä täsmää logiikkaohjelmassa, jossa indikointibitin tallennuspaikka, DB103.DBX19.2 on luetun tiedon toisen tavun toinen bitti.

Momenttiohjauksen indikointi siis oli luotettava, eli ohjaustavan valinta ei vain mennyt taajuusmuuttajalle asti silloin, kun pyydettiin momenttiohjetta

| Auxiliary Status Word ID1163 | | |
|------------------------------|--|---------|
| | Signal | Comment |
| b0 | Datalogger triggered | |
| b1 | Window Control active and Speed is out of Window | |
| b2 | Motor/Generator torque/current limit active | |
| b3 | Undervoltage/Overvoltage controller active | |
| b4 | Reverse direction | |
| b5 | IO Control Active | |
| b6 | Motor Fan ON command | |
| b7 | Mechanical brake lift command | |
| b8 | DC Charging OK (Pulse) | |
| b9 | DC Charging OK (continuous) | |
| b10 | Drive in Torque control | |
| b11 | Speed Zero | |
| b12 | Reserved | |
| b13 | Reserved | |
| b14 | Reserved | |
| b15 | Reserved | |

Kuva 14. Tila-lisäsanan bitit yksitellen

Seuraavaksi etsittiin bitti, jota ohjaamalla voitaisiin tarkistaa liikennöinnin toimiminen logiikan ja taajuusmuuttajan välillä ilman vakavia sivuvaikutuksia itse moottorin toiminnalle. Sopivaksi kohteeksi valikoitui ohjaus-lisäsanan (auxiliary control word) bitti 9 (**Kuva 15.**), jolla resetoidaan akselin asentotietolaskuri.

5.5 Auxiliary control word ID1161

| Auxiliary Control Word ID1161 | | |
|-------------------------------|---|---|
| | Signal | Comment |
| b0 | Data logger restart | |
| b1 | Data logger force trigger | |
| b2 | Ramp bypass | Ramp generator of the drive is bypassed if set high. |
| b3 | Reference from IO when control place is Fieldbus. | |
| b4 | DC Braking Active | When ramp generator output is less than Zero Speed Level (P2.8.1) then DC braking is active if set to high. |
| b5 | Free | |
| b6 | Free | |
| b7 | Mech. Brake Ctrl | Mechanical Brake control through Fieldbus. |
| b8 | Free | |
| b9 | Reset position | Resets the Shaft Position (V1.2.42) & Shaft Rounds (V1.2.43) to zero. |
| b10 | Free | |
| b11 | Free | |
| b12 | Enable inching | When set high, constant speed inching/running can be done with bit 8 and 9 of the Main Control Word |
| b13 | DO1 control | Activates the Digital output 1 if parameter DO1 = 1161.13 |
| b14 | DO2 control | Activates the Relay output 1 if parameter DO2 = 1161.14 |
| b15 | DO3 control | Activates the Relay output 2 if parameter DO3 = 1161.15 |

Kuva 15. Ohjaus-lisäsana

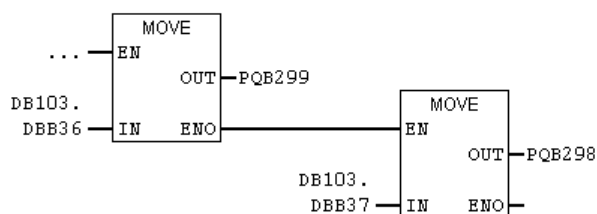
Simaticin puolelle tehtiin tarvittavat muutokset: ohjaus-lisäsanan bitit listattiin DB103:een (**Kuva 16.**) ja lisättiin piiri, jolla kyseinen sana siirretään lähtökanavaan ja taajuusmuuttajalle (**Kuva 17.**) Lisäksi tehtiin taajuusmuuttajan parametreihin tarvittavat muutokset niin, että ohjaus-lisäsana tulee PDIN2:een.

| | | | | |
|-------|------------------------|------|-------|--|
| +36.0 | AuxControlWord_Dr2_B0 | BOOL | FALSE | Data logger restart |
| +36.1 | AuxControlWord_Dr2_B1 | BOOL | FALSE | Data logger force trigger |
| +36.2 | AuxControlWord_Dr2_B2 | BOOL | FALSE | Ramp bypass |
| +36.3 | AuxControlWord_Dr2_B3 | BOOL | FALSE | Reference from IO when control place is Fieldbus |
| +36.4 | AuxControlWord_Dr2_B4 | BOOL | FALSE | DC Braking active |
| +36.5 | AuxControlWord_Dr2_B5 | BOOL | FALSE | Free |
| +36.6 | AuxControlWord_Dr2_B6 | BOOL | FALSE | Free |
| +36.7 | AuxControlWord_Dr2_B7 | BOOL | FALSE | Mech Brake Ctrl |
| +37.0 | AuxControlWord_Dr2_B8 | BOOL | FALSE | Free |
| +37.1 | AuxControlWord_Dr2_B9 | BOOL | FALSE | Reset shaft position |
| +37.2 | AuxControlWord_Dr2_B10 | BOOL | FALSE | Free |
| +37.3 | AuxControlWord_Dr2_B11 | BOOL | FALSE | Free |
| +37.4 | AuxControlWord_Dr2_B12 | BOOL | FALSE | Enable inching |
| +37.5 | AuxControlWord_Dr2_B13 | BOOL | FALSE | DO1 control |
| +37.6 | AuxControlWord_Dr2_B14 | BOOL | FALSE | DO2 control |
| +37.7 | AuxControlWord_Dr2_B15 | BOOL | FALSE | DO3 control |

Kuva 16. Ohjaus -lisäosan bitit listattuna DB103:een.

Network 37: Aux Controlword to Drive 2

Added 28.3.2012 by Reeta



Kuva 17. Ohjaus-apusana lähetetään taajuusmuuttajalle menevään kanavaan.

Tämän jälkeen resetoitibitin (DB103.DBX37.1) arvoa muuteltiin VAT-
taulukossa ja tarkkailtiin asentotietoa taajuusmuuttajan monitorointitilassa, mutta
laskuri ei nollautunut. Vika ei siis koskenut pelkästään momenttiohjauksen
valintaa, vaan taajuusmuuttajan PDIN-porteissa oli suurempikin ongelma.

5.3.5 Kortin vaihto

Raportoin tilanteen opettajalle, joka etsi toisen väyläkortin taajuusmuuttajaan.
Tämän jälkeen järjestelmä totteli momentti-/nopeusohjevalintaa ilman ongelmia.

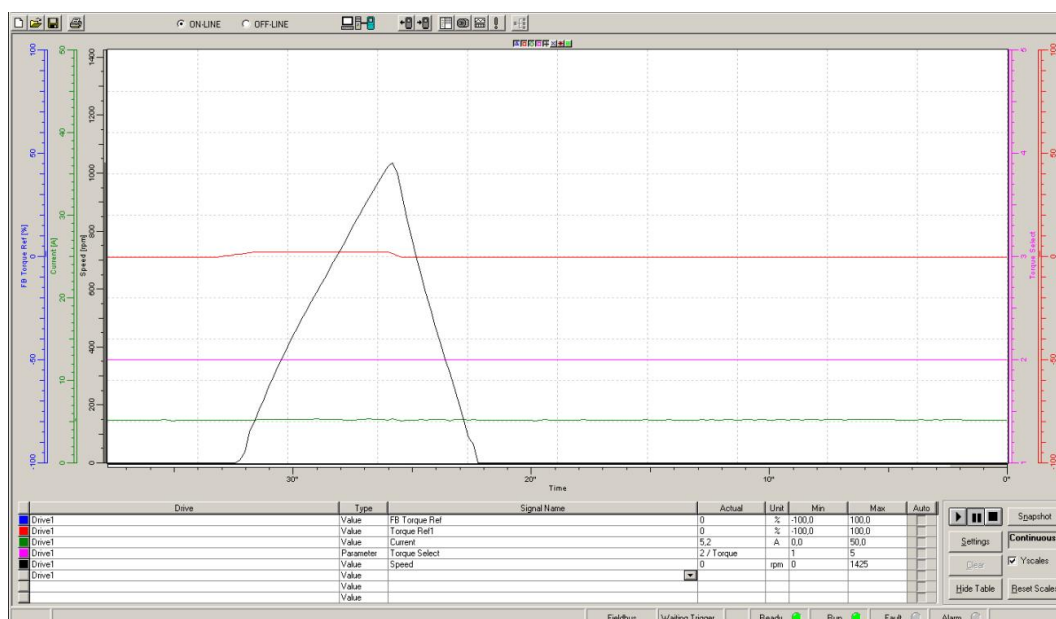
Jostain syystä kortti oli vaurioitunut niin, että vain ohjaustavun alkuosa meni
perille (mm. nopeusohje) mutta loppuosassa oleva momenttiohje ei mennyt enää
läpi.

Uudella kortilla moottori totteli VAT-taulukosta annettua momenttiohjetta ilman ongelmia. Tässä vaiheessa logiikassa oli edelleen sisällä ns. testijärjestelmän ohjelma, jossa ei ollut lohkoja potentiometriohjaukselle.

5.4 Testaukset toimivalla järjestelmällä

Varsinaisia testejä järjestelmällä ei ajettu, koska testauspäivänä laitteisto ei lähtenyt käyntiin akuston tyhjenemisen vuoksi. Muutama yksinkertainen testiajo ehdittiin kuitenkin suorittaa kun kortin vaihtamisen jälkeen ladattiin mopoauton ohjelma sisään logiikkaan.

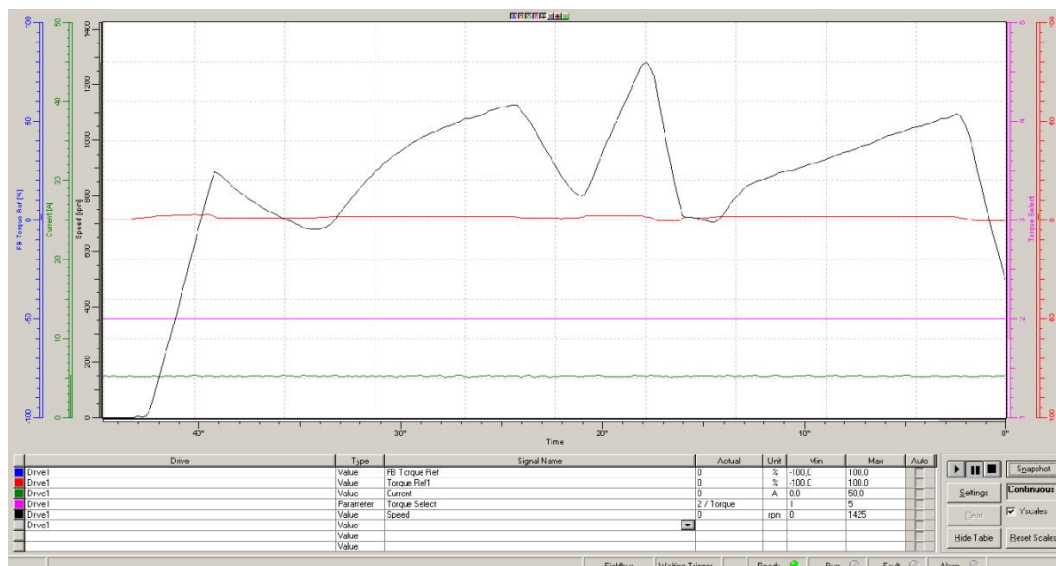
Kuvassa 18 näkyy ensimmäinen toimivalla järjestelmällä suoritettu testiajo. Kuvassa ovat näkyvillä momenttiohje (punainen), ohjaustavan valinta (aniliini), virta (vihreä) sekä pyörimisnopeus (musta).



Kuva 18. Ensimmäinen testi, potentiometri ohjaa momenttiohjetta.

Kuten kuvasta näkyy, moottori lähtee kiihdyttämään momenttiohjetta nostettaessa ja hidastaa momenttiohjetta laskettaessa, eli toimii kuten pitääkin.

Kuvassa 19 näkyy toinen testiajo, jossa momenttiohjetta muuteltiin edestakaisin. Värien merkitykset ovat samat kuin edellä.



Kuva 19. Testiajo 2, kiihdytys ja hidastus.

5.5 Muut muutokset ohjelmaan

5.5.1 Lämpötila

Moottorin käämitykseen upotettiin jo tehtaalla kuusi PT100-anturia, jotka mittaavat lämpötilaa. Ne on ryhmitelty kahteen kolmen anturin ryhmään. Jokaisen anturin tieto tuodaan erikseen logiikkaan jossa niistä lasketaan keskiarvo, ensin kummallekin ryhmälle omansa ja sitten kaikkien antureiden keskiarvo.

Lisäksi lämpötilamittauksista tarvittiin arvo ”prosenttia maksimista” paneelia varten. Moottorin lämpenemäluokka on B, jolloin maksimilämpö on 120°C (**Taulukko 5.**) /1/

Taulukko 5. Sähkökoneiden eristysluokat.

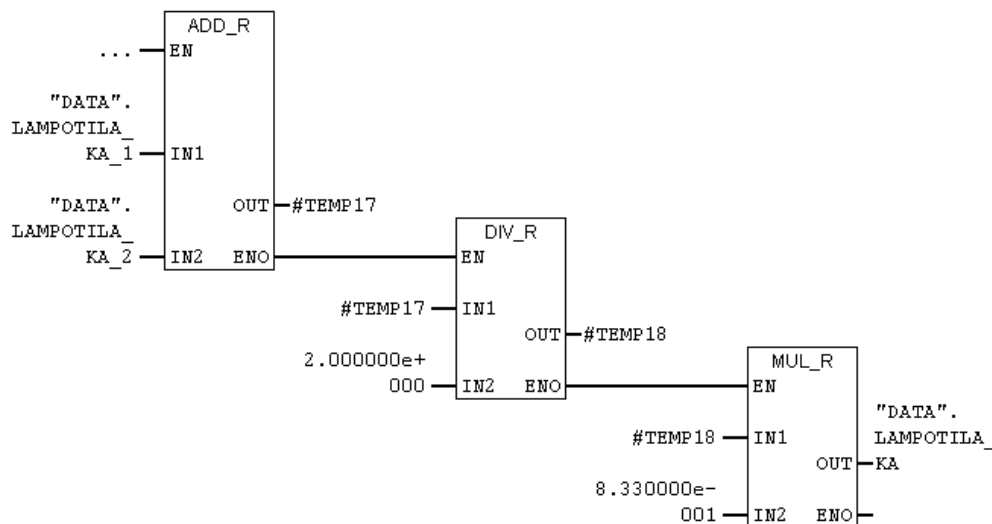
| Määritelmät | Yksikkö | Eristysluokka | | |
|---|---------|---------------|-----|-----|
| | | B | F | H |
| Sallittu ”kuuminman pisteen lämpötila” | °C | 130 | 155 | 180 |
| Sallittu vastusmittauksen avulla määritetty käämityksen lämpötila | °C | 120 | 145 | 165 |
| Sallittu käämityksen lämpenemä, kun ympäristön korkein lyhytaikainen lämpötila on +40°C | °C | 80 | 105 | 125 |

Ensin laskettiin keskiarvot ryhmille 1 ja 2 (lampotila_ka_1 ja lampotila_ka_2). Tämän jälkeen laskettiin keskiarvo näistä kahdesta ryhmästä ja muutettiin se prosenteiksi maksimista. (**Kuva 20.**) Luvut laskettiin yhteen, jaettiin kahdella ja kerrottiin suhdeluvulla 0,8333. Tämä saatiin jakamalla luku 100 (maksimi mittarissa) luvulla 120 (moottorin maksimilämpö).

Tämä luku perustuu yksinkertaistettuun oletukseen, että moottorin lämpö vaihtelee välillä 0–120°C. Näytetty arvo on epälooginen, jos anturit antavat negatiivista lämpötilaa esimerkiksi ulkona säilyttämisen vuoksi. Myöskään ylikuumenemistilanteessa tarkkaa ylitystä ei pysty määrittämään. Tämä arvo on kuitenkin tarkoitettu kuljettajalle suuntaa-antavaksi tiedoksi ajon aikana ja siihen tarkoitukseen tarkkuus riittää kyllä.

Network 9: Title:

Lasketaan lopullinen lämpötilojen keskiarvo ja tämän jälkeen muutetaan prosenteiksi.
Kerroin on 0,833 koska moottorin maksimilämpö on 120 astetta johtuen siitä, että moottorin lämpöluokka on B.



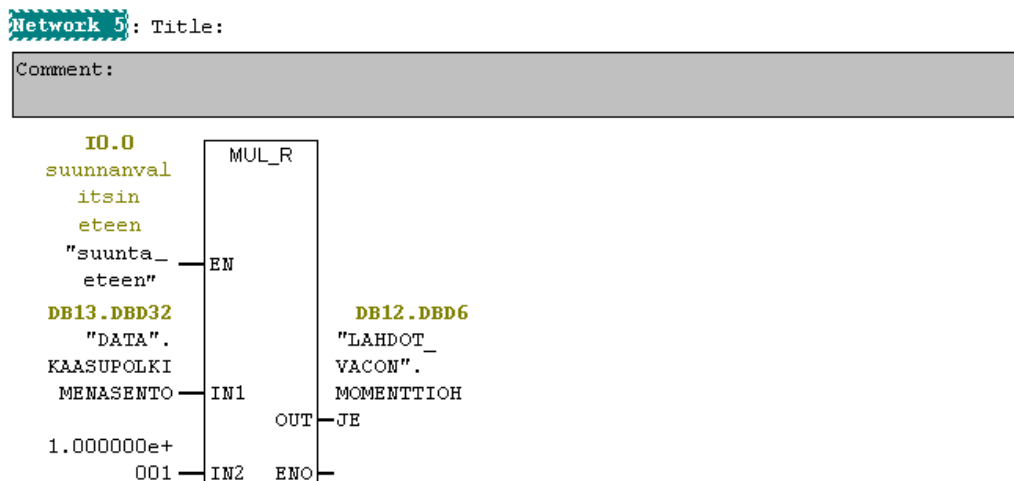
Kuva 20. Kaikkien lämpötila-antureiden keskiarvo muunnetaan prosenteiksi

5.5.2 Peruutus

Kun suunnanvalitsimesta on valittuna peruutusasento, momenttiohjetta rajoitetaan niin, ettei taaksepäin pääse yhtä suurella nopeudella kuin eteen.

Momenttiohjeen laskentaa yksinkertaistettiin huomattavasti, ja nyt se muodostetaan filteröinnin avulla (LIITE 4). Jos momenttiohjetta halutaan rajoittaa vielä rampilla, voidaan ottaa takaisin käyttöön FC10 (LIITE 5).

Kun momenttiohje on muodostettu filteröinnin ja Gas pedal deadbandin avulla, se skaalataan oikeaan muotoon kenttäväylää varten. Jos suunnaksi on valittu eteenpäin, momenttiohje kerrotaan luvulla 10 (**Kuva 21.**)



Kuva 21. Momenttiohje kerrotaan luvulla 10 väylään lähetystä varten.

Yksinkertaisin tapa rajoittaa peruutusmomenttia olikin muuttaa kymmenen tilalle jokin pienempi luku. Päädettiin vaihtoehtoon, jossa haluttu kerroin asetetaan DB:ssä (**Kuva 22.**), jolloin sitä on tarvittaessa helppo muuttaa myöhemmin. Kerroin asetetaan kymmeninä prosentteina, eli 1=10 % ja 10=100 %. Tämän hetkiseksi kertoimeksi valittiin 7 eli 70 %.

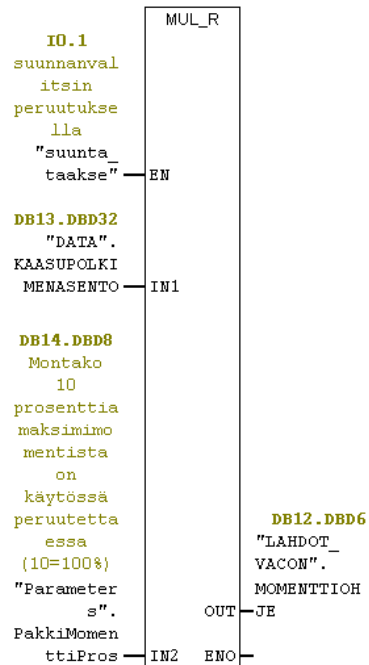
| Address | Name | Type | Initial value | Comment |
|---------|-------------------|------------|---------------|--|
| 0.0 | | STRUCT | | |
| +0.0 | GasDeadB | REAL | 5.000000e+000 | Gas pedal deadband |
| +4.0 | AiKaasuFiltTime | REAL | 1.000000e-002 | |
| +8.0 | PakkiMomenttiPros | REAL | 7.000000e+000 | Montako 10 prosenttia maksimimomentista on käytössä peruutettaessa (10=100%) |
| =12.0 | | END_STRUCT | | |

Kuva 22. Peruutuksen momenttiohjekertoimen asettaminen.

Itse lohko on sama kuin eteenpäin mentäessäkin, mutta laskennan käynnistävä tieto on peruutuksen valitseminen (**Kuva 23.**) ja kiinteän lukuarvon sijaan momenttiohje kerrotaan DB:ssä määritellyllä luvulla.

Network 6 : Title:

(Reeta)4.5.2012
 Jos suunnanvalitsin on laitettu peruutukselle, kaasupolkimen asento kerrotaankin jollakin pienemmällä luvulla, jolloin taaksepäin ei pääse yhtä lujaa kuin eteen. Luku on parameters DB:ssä, josta sitä on näppära muuttaa.



Kuva 23. Peruutus valittuna, momenttiohje kerrotaan kymmenen sijasta pienemmällä luvulla

6 JATKOKEHITYS

6.1 Jarrupolkimen potentiometri ja jarrutusenergian talteenotto

Tulevaisuudessa myös jarrupolkimeen voidaan lisätä potentiometri. Tällöin voitaisiin ohjelmallisesti toteuttaa moottorijarrutus, jossa kevyt jarrutus muuttaisi momenttiohjetta ja vasta voimakas jarrutus ottaisi käyttöjarrut mukaan.

Myös jarrutusenergian talteenotto-ominaisuus on mahdollista lisätä, kun moottoria käytetään generaattorina jarrutustilanteissa.

6.2 Puuttuvat rajapinnat

Alun perin kosketusnäyttöön suunniteltiin tuotavaksi paljon erilaista tietoa auton toiminnasta, mutta monia niistä ei ollut mahdollista toteuttaa tässä projektissa.

Tärkein jatkokehityskohde on akustolta tulevan väylän lisääminen järjestelmään. Kyseisen toiminnon toteuttamiseen ei ollut aikaa eikä resursseja tässä vaiheessa, mutta akuston tilan tarkkailu on äärimmäisen tärkeä osa sähköauton toimintaa.

Ohjelmassa on valmiina paljon lohkoja ja nimettyjä muuttujia, joihin täytyy vain tuoda tarvittavat tiedot sisään, kunhan yhteys akustoon muodostetaan.

6.3 Käyttöliittymän jatkokehitys

Tärkein yksittäinen muuttuja paneelin kannalta tulee olemaan akustotietojen tuominen logiikkaan. Suuri osa indikoinneista liittyy nimenomaan akustoon, sen jännitteisiin, arvioituun ajoaikaan ja niin edelleen.

Osa tiedoista voidaan tuoda sellaisenaan logiikkaohjelmaan ja sieltä paneeliin, esimerkiksi akuston jännite, mutta joillekin tiedoille joudutaan kehittämään monimutkaisia laskentakaavoja.

Esimerkiksi jäljellä olevan ajo-ajan arvioiminen (aikana tai kilometreinä) ei ole aivan yksinkertaista ja vaatii todennäköisesti useampia testiajoja.

LÄHTEET

- /1/ ABB, Teknisiä tietoja ja taulukoita-käsikirja. 9 p. 2000. Vaasa. s. 457, taulukko 17.5b
- /2/ ABB , Teknisiä tietoja ja taulukoita-käsikirja. 9 p. 2000. Vaasa., s 489, 18.4.5
- /3/ L 11.12.2002/1090. Ajoneuvolaki. Luku 1 §4. Säädös säädöstietopankki Finlexin sivuilla. Viitattu 8.5.2013.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20021090>
- /4/ L 11.12.2002/1090. Ajoneuvolaki. Luku 1 §25. Säädös säädöstietopankki Finlexin sivuilla. Viitattu 8.5.2013.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20021090>
- /5/ Mercury News: Startup announces big breakthrough for electric vehicle batteries. Viitattu 19.5.2013.
http://www.mercurynews.com/business/ci_20051131
- /6/ Siemens Automation, Siplus extreme. Viitattu 18.5.2013
<http://www.automation.siemens.com/mcms/topics/en/siplus/extreme/Pages/default.aspx>
- /7/ Sähköturvallisuuden edistämiskeskus: Akku, sähköauton ongelmakohta. Viitattu 19.5.2013.
http://www.stek.fi/energia_ja_ymparisto/sahkokulkuneuvot/sahkoauto/fi_FI/akku_sahkoauton_ongelmakohta/
- /8/ Vacon: Ilmajäähdytteinen Vacon NXP. Viitattu 19.5.2013.
<http://www.vacon.com/fi-FI/tuotteet/Taajuusmuuttajat/nestejaahdytteinen-vacon-nxp/?source=products>
- /9/ Vacon NX applications. Viitattu 19.5.2013
<http://old.vacon.com/Default.aspx?id=463063>

- /10/ VEM Motors Finland Oy, toimialaratkaisut, Kuljetinlinjat helposti synkroniin. Viitattu 17.5.2013.
<http://www.vem.fi/toimialaratkaisut/materiaalinkasittely/kuljetinlinjat-helposti-synkroniin>
- /11/ VEM Motors Finland Oy, tuotteet, Vacon NXP. Viitattu 18.5.2013.
<http://www.vem.fi/tuote/vacon-nxp-fi>

LIITTEET

Nokevalwww.nokeval.com
sales@nokeval.comYrittäjäkatu 12
37100 NokiaPuh. 03-342 4800
Fax. 03-342 2066**Viestimuunnin 641**

- Virtatulot 0/4..20 mA
- Jännitetulot 0..5, 0..10 V, $\pm 10V$
- Potentiometritulot
- Ulostulot 0/4..20 mA, 0..5/10 V, $\pm 10V$,
tai passiivinen 2-johdinlähtö 4..20 mA
- Syöttöjännite 2-johdin lähettimelle
- Galvaaninen erotus
- Neljä aseteltavaa vaimennusta
- Tyypillinen tarkkuus 0,05 % alueesta
- Käyttöjännite 24 VDC $\pm 10\%$
- mV-tulot tilauksesta

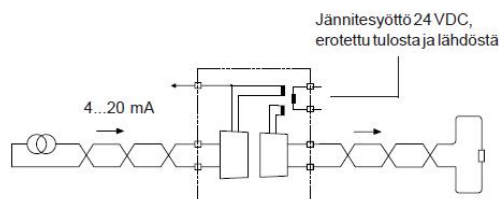


Viestimuunnin 641 on suunniteltu erityyppisten mittausviestimuunnoksiin. Viestimuuntimella voidaan erottaa tulo- ja lähtöviesti galvaanisesti sekä tehdä samanaikaisesti viestimuunnoksia, esim. 4...20 mA muutetaan jänniteviestiksi 0..10V, kaksipuoleiset jännitetulot $\pm 10V$ voidaan muuttaa 0..10V ja toisinpäin sekä pienet mV-alueet voidaan muuttaa standardiviesteiksi. Potentiometritulot myös valittavissa. Lähtöviestinä jännite 0..5V, 0..10V tai virta 0/4..20 mA. Kaksijohdinlähettimet 4..20 mA voidaan liittää ilman erillistä apujännitelähdettä suoraan lähettimeen. Muuntimella voidaan myös vaimentaa viestiä asettamalla

signaalisuotimelle sopiva suodatus, valittavissa 0,1 ms, 250 ms, 500 ms tai 750 ms ($T = 63,3\%$). Viive 100 %:n muutokseen 300 μs . Apujännite 24 VDC on erotettu tulo- ja lähtöpiireistä. Yleisimmät tulo- ja lähtöviestit valitaan DIP-kytkimillä ja hienosäätö potentiometrillä lähettimen etukannesta. Taulukosta poikkeavat alueet tarjouksen mukaan, kuten mV tai suuret jännitteet. Erotin toimitetaan aina valmiiksi kalibroituna tilatulle alueelle. Galvaaninen erotus on paras tapa katkaista häiriövirtojen kulkureitti mittausvahvistimelle ja samalla estää potentiaalieroista johtuvien ongelmien syntyminen.

Kytkeä virta- ja jännitetuloille**Tuloviesti:**

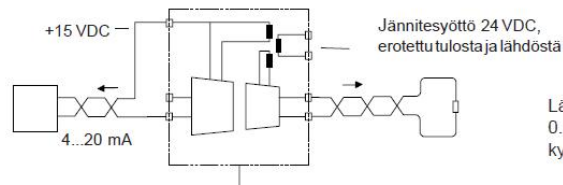
0...20 mA
4...20 mA
0...5V
0...10V
 $\pm 10V$
20...4 mA
10...0V
Potentiometri
mV-tulot

**Lähtöviesti:**

0...20 mA
4...20 mA
0...5V
0...10V
 $\pm 10V$
20...4 mA (käänt)
2-johdin 4...20 mA
passiivinen lähtö

2-johdinlähettimen 4-20 mA kytkeminen

2-johdinlähetin
ilman ulkopuolista
jännitelähdettä.



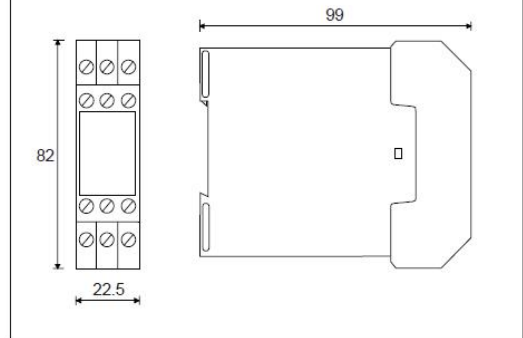
Lähtöviesti 0/4...20 mA,
0...10V tai 2-johdin
kytkentä 4...20 mA

DIP-kytkimet aluevalinnoille

Tekniset tiedot:

| | |
|-------------------|--|
| Tarkkuus | < 0,05 % alueesta |
| Toistuvuus | < 0,05 % alueesta |
| Lämpötilaryömintä | alle 0,006% /°C |
| Tulovastus | 50Ω virtaviesteille > 100 MΩ jännitetuloilla |
| Potentiometri | 500 Ω - 100 kΩ |
| Ulostulokuorma | Max. 600 Ω |
| Käyttöjännite | 24 VDC ± 10 % |
| Eristysjännite | >1000 V tulo-lähtö |
| Tehontarve | 40 mA, jännitelähdöllä 60 mA, mA-lähdöllä 80 mA, 2-johdinlähten tulo/lähtö |
| Aluevalinnat: | DIP-kytkimillä ja oikosulkupaloilla |
| Suodatus: | Neljä aseteltavaa suodatusta T=63,3% 0,1 ms, 250 ms, 500 ms ja 700 ms |
| Nousuviive 100% | 300 μs |
| Taajuusalue | 0..1 kHz, ± 10V tulo/lähtö |
| Ymp. lämpötila | 60°C |
| Kotelon leveys | 22,5 mm |
| Kiinnitys | DIN-kiskoon, DIN46277 |
| Riviliittimet | 2 x 2,5 mm ² |

Mittakuvat:



Tilaukoodi: 641- 4/20mA - 0/10V



Vakioalueet:

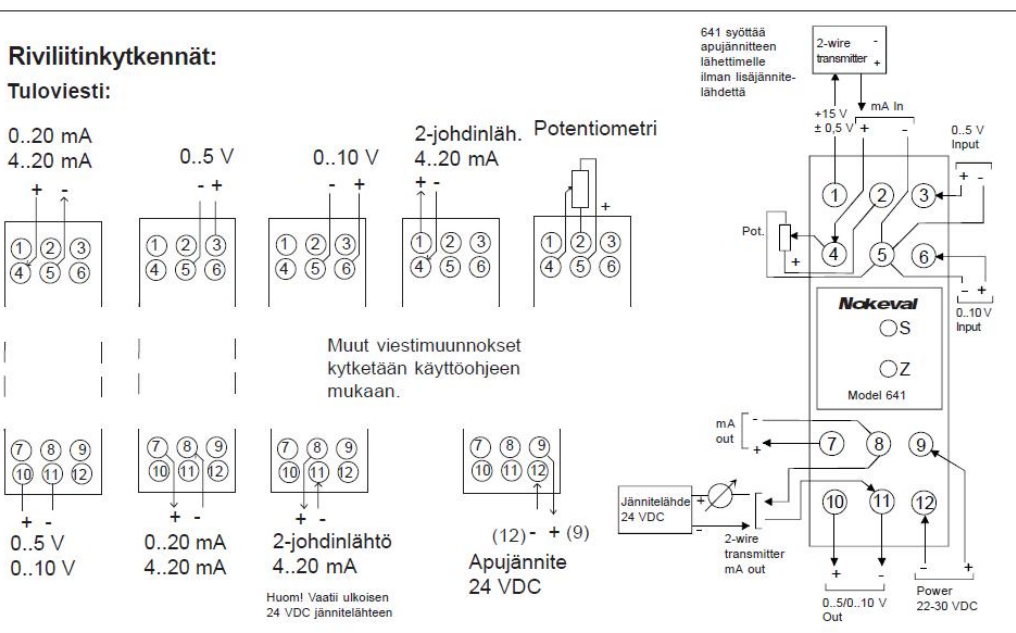
| Tuloviesti | Lähtöviesti | Tuloviesti | Lähtöviesti | Tuloviesti | Lähtöviesti |
|------------|-------------|------------|-------------|---------------|-------------|
| 0/20 mA | 0/20 mA | 0/10 V | 0/20 mA | -20/-4 mA | 4/20 mA |
| 0/20 mA | 4/20 mA | 0/10 V | 4/20 mA | -5/+5 V | -10/+10 V |
| 0/20 mA | 0/10 V | 0/10 V | 0/10 V | -5/+5 V | -5/+5 V |
| 0/20 mA | 0/5 V | 0/10 V | 0/5 V | -10/+10 V | -10/+10 V |
| 4/20 mA | 0/20 mA | 0/5 V | 0/20 mA | -10/+10 V | -5/+5 V |
| 4/20 mA | 4/20 mA | 0/5 V | 4/20 mA | Potentiometri | 0/20 mA |
| 4/20 mA | 0/10 V | 0/5 V | 0/10 V | Potentiometri | 4/20 mA |
| 4/20 mA | 0/5 V | 0/5 V | 0/5 V | Potentiometri | 0/10 V |
| 4/20 mA | -10/+10 V | | | Potentiometri | 0/5 V |
| 4/20 mA | -5/+5 V | | | | |

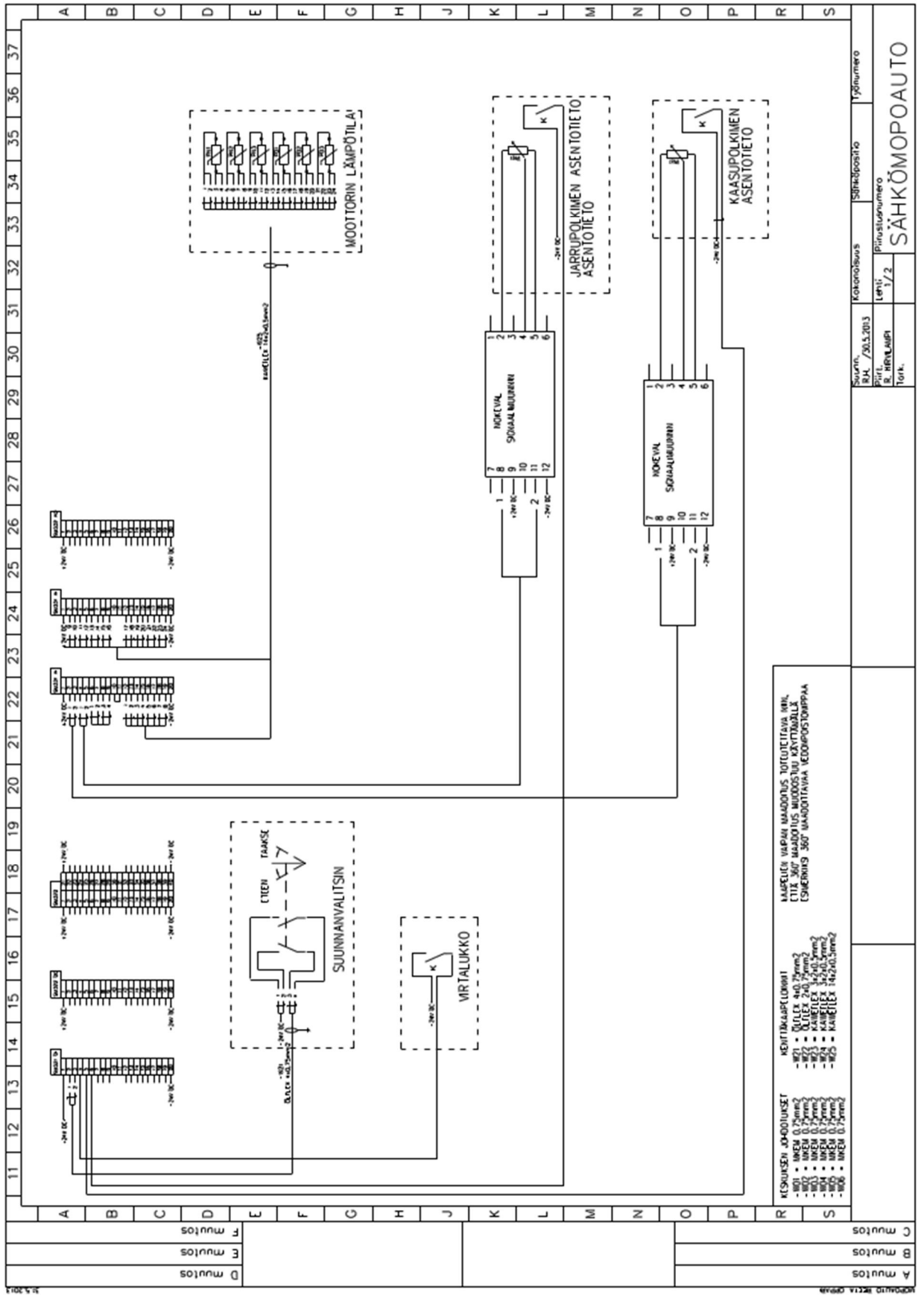
Alueita muutettaessa hienosäätö tehtävä etulevyn potentiometreillä.

Potentiometritulo toimitetaan potentiometrin mukaan, muutettavissa jälkeinpäin aluevastuksella.

Muuntimet toimitetaan valmiiksi aseteltuna ja kalibroituina tilauksen mukaan.

Muut alueet toimitetaan tarjouksen mukaan, kuten mV ja suuret jännitteet.

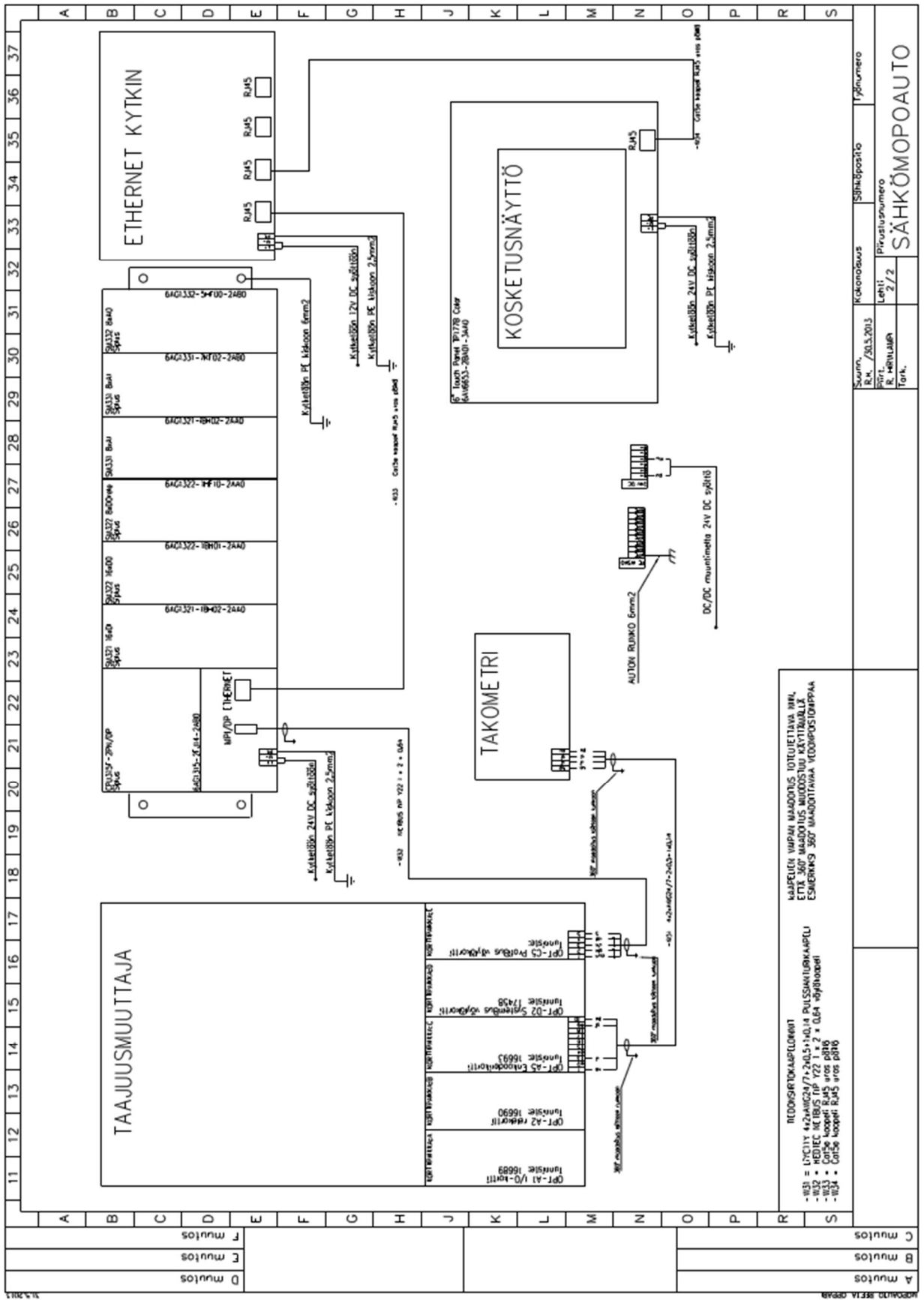




| | | |
|---|---|--|
| A | muitos | |
| B | muitos | |
| C | muitos | |
| D | muitos | |
| E | muitos | |
| F | muitos | |
| G | | |
| H | | |
| J | | |
| K | | |
| L | | |
| M | | |
| N | | |
| O | | |
| P | | |
| R | KÄRVELIEN VÄPÄRI MAHDONUS TOIMITTAVIA MML | |
| S | KÄRVELIEN VÄPÄRI MAHDONUS TOIMITTAVIA MML | |

| | | | |
|--------------------|-------------|-------------------|-----------|
| Suunn. / 2015.2013 | Kokonaisuus | Sähköposito | Työnumero |
| 1/2 | Lehti | Piirustusanumbero | |
| | | | |

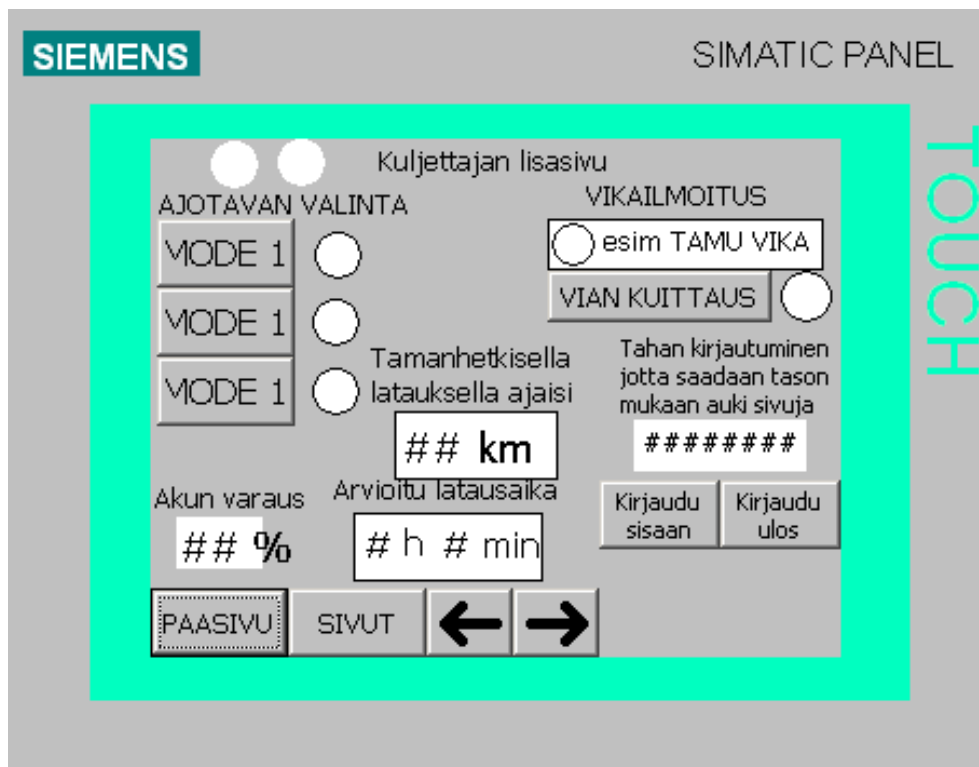
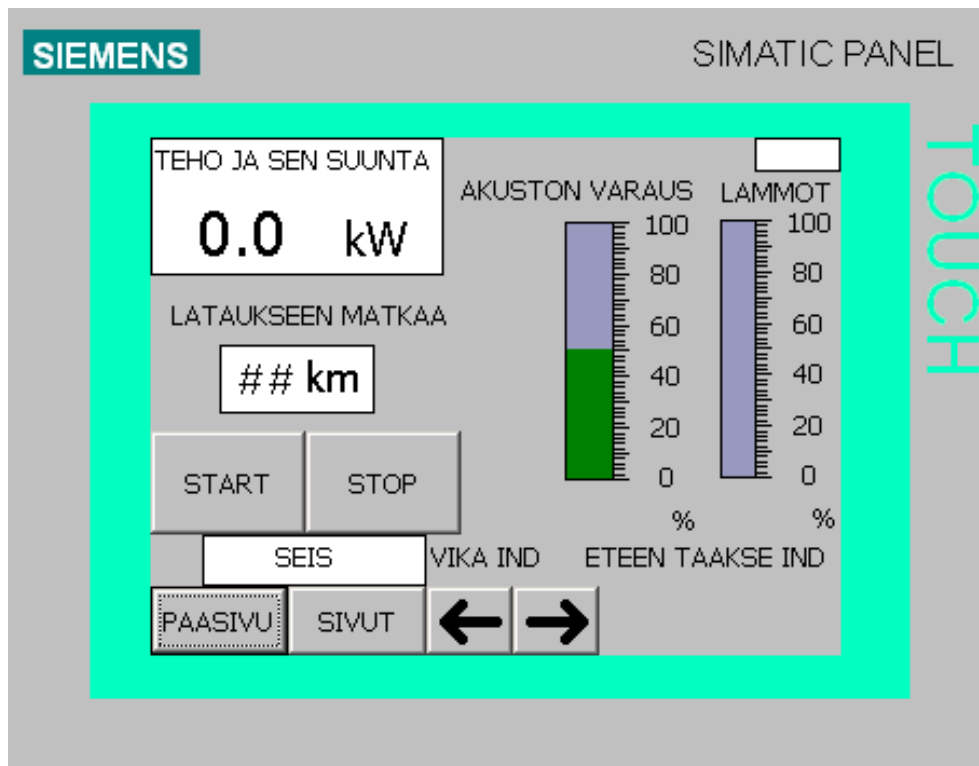
SÄHKÖMOPOAUTO



11.3.2013

MOPOAUTO, BEETA-08A18

KULJETTAJAN TASO:



SIEMENS SIMATIC PANEL

Lokitiedot sivu 1 Taso 1

| MOOTTORIN | MIN | MAX | AVG | AVG tai KUM | |
|----------------|-----|-----|-----|-------------|-----|
| momentti | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Trip | 0.0 |
| teho | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Trip | 0.0 |
| hyotysuhde | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Trip | 0.0 |
| Lammot | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Trip | 0.0 |
| AKUSTON | | | | | |
| lataus | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Trip | 0.0 |
| lataus kWh | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Trip | 0.0 |
| jannite | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Trip | 0.0 |

PAASIVU SIVUT ← → ↑

TOUCH

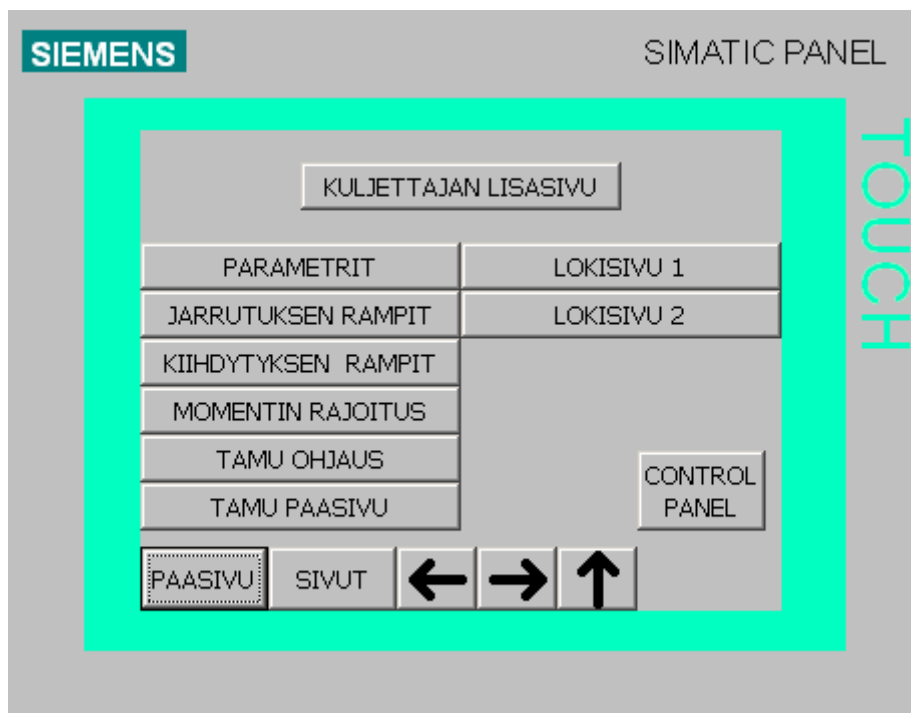
SIEMENS SIMATIC PANEL

Lokitiedot sivu 2 Taso 1

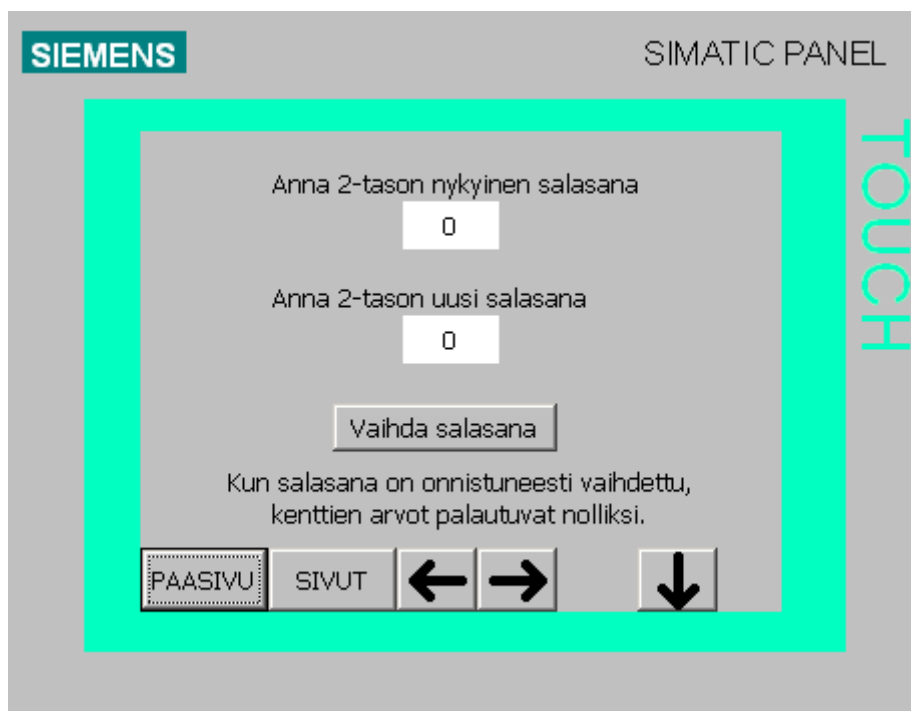
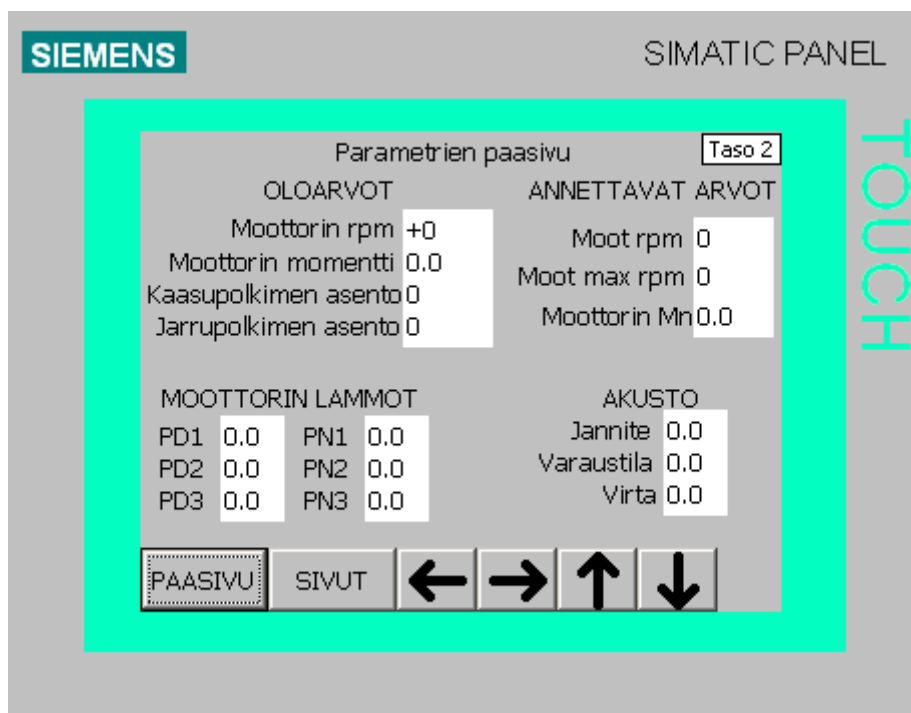
| AUTON | MIN | MAX | AVG | AVG tai KUM | |
|---------------|-----|-----|-----|-------------|-----|
| Kiihtyvyys | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Trip | 0.0 |
| Ajojakso min | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Trip | 0.0 |
| Ajojakso km | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Trip | 0.0 |
| Kaasup. asen. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Trip | 0.0 |
| Jarrup. asen. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Trip | 0.0 |
| ????????? | | | | | |
| ??????????? | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Trip | 0.0 |
| ??????????? | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Trip | 0.0 |
| ??????????? | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Trip | 0.0 |

PAASIVU SIVUT ← → ↑

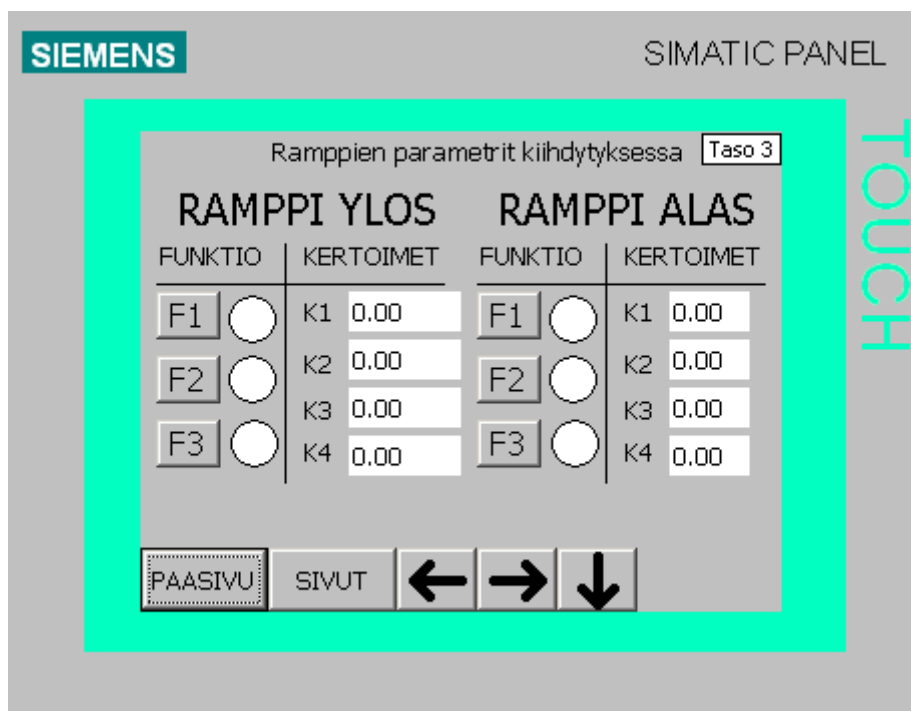
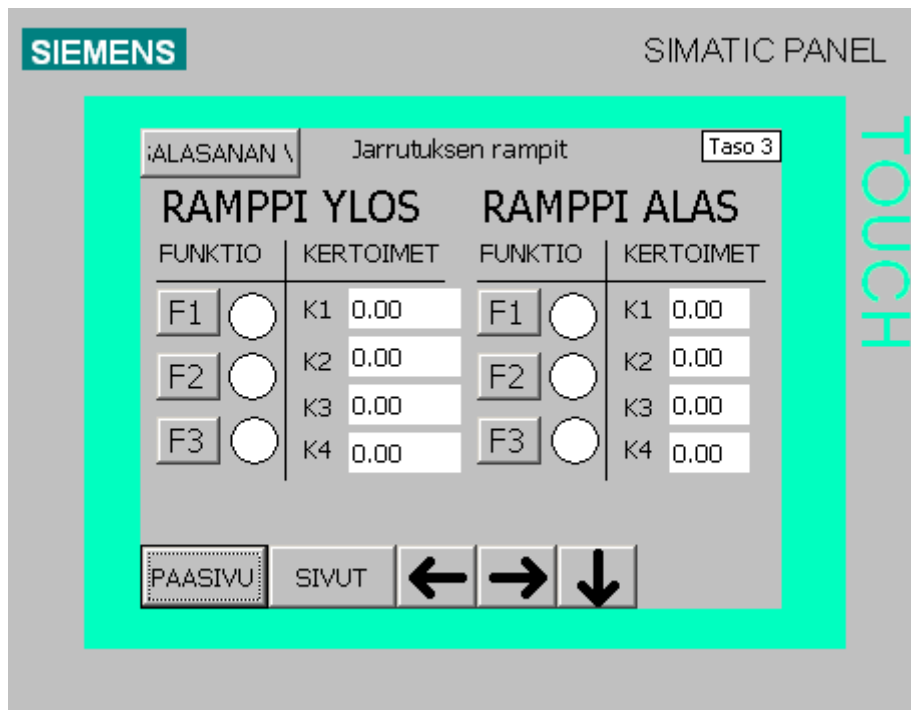
TOUCH

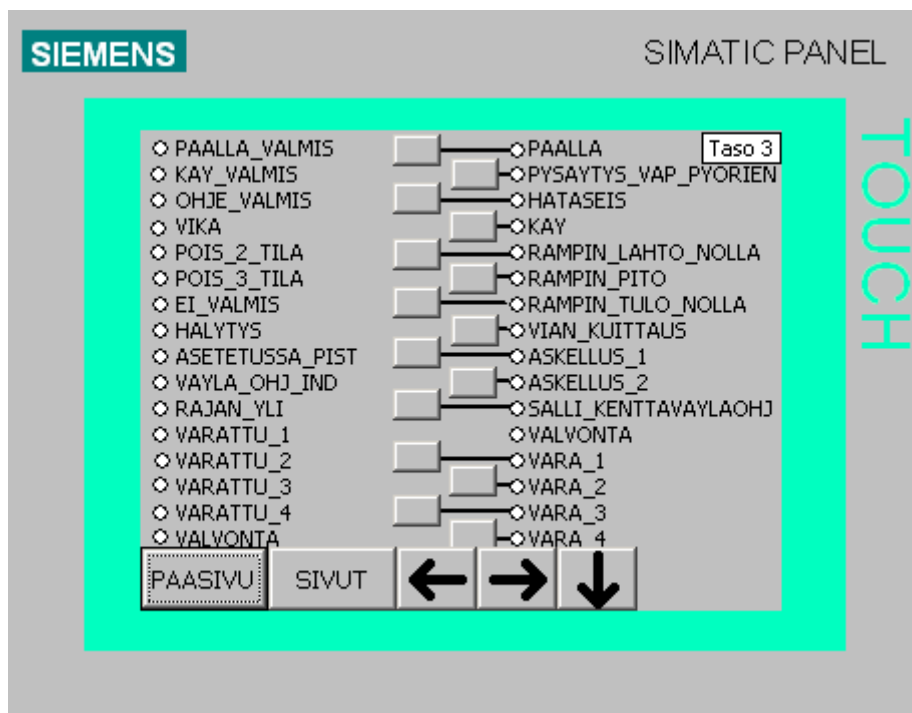
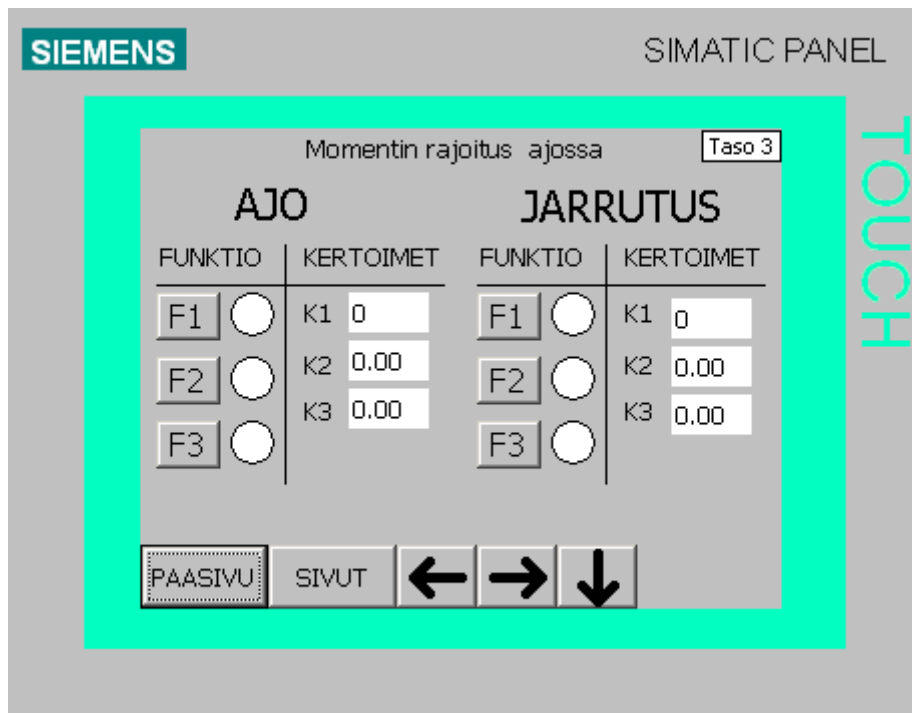


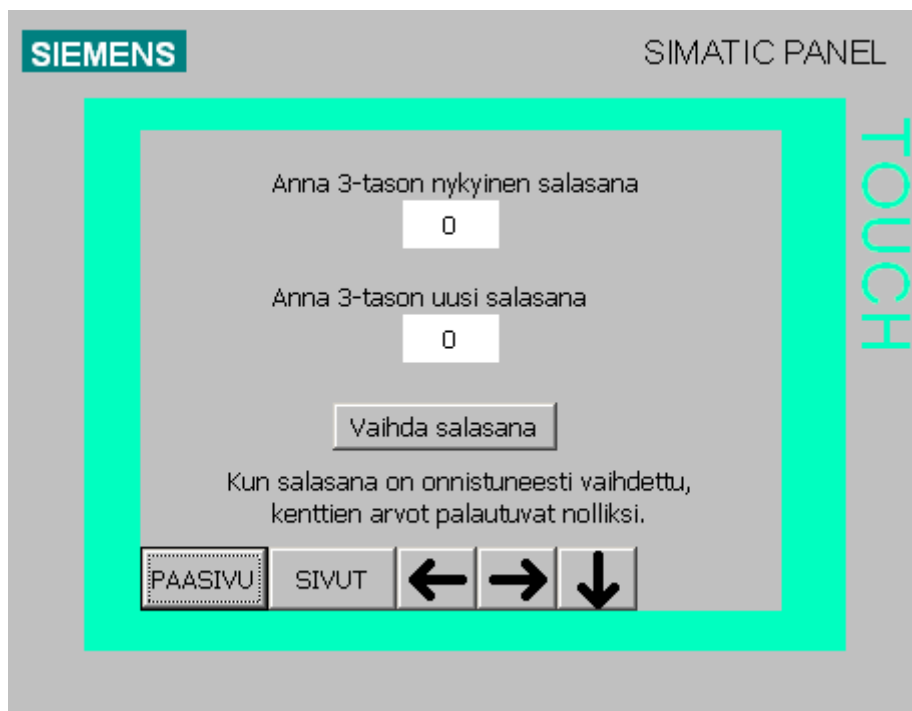
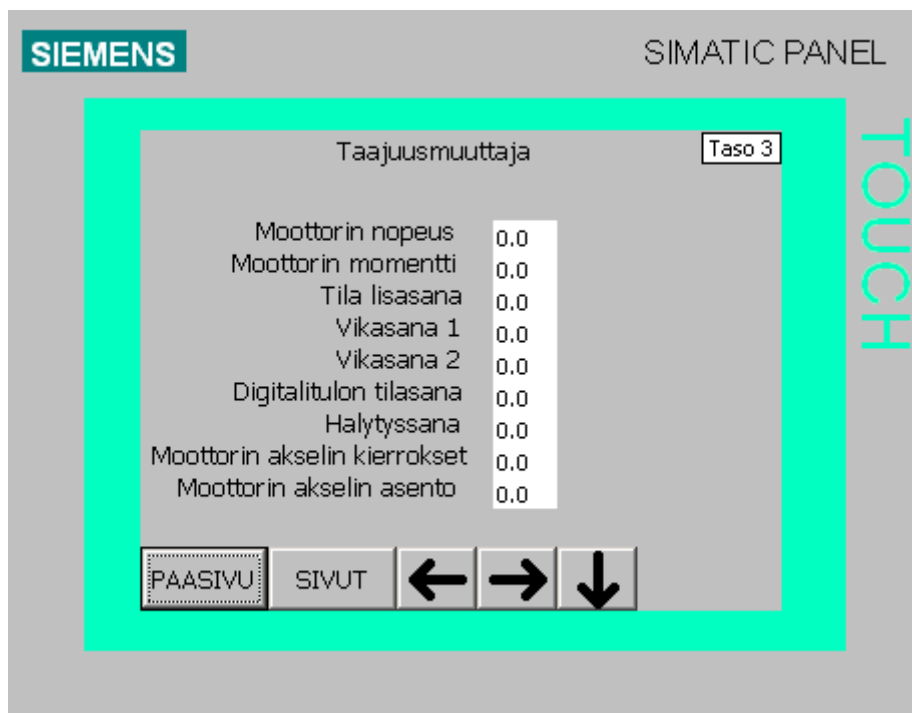
HUOLTOTASO:



OHJELMOIJATASO:

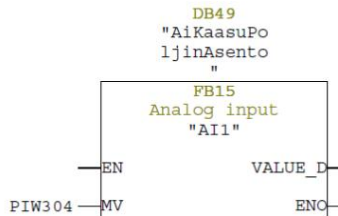






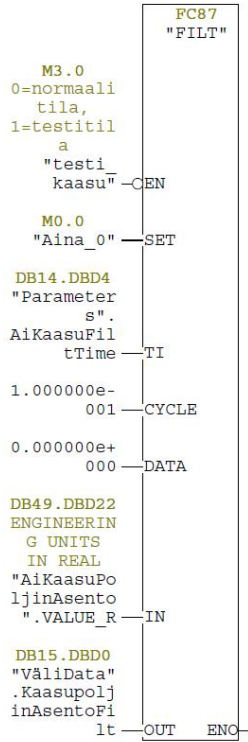
FC3 - <offline> "Kaasupoljin"

Network: 1

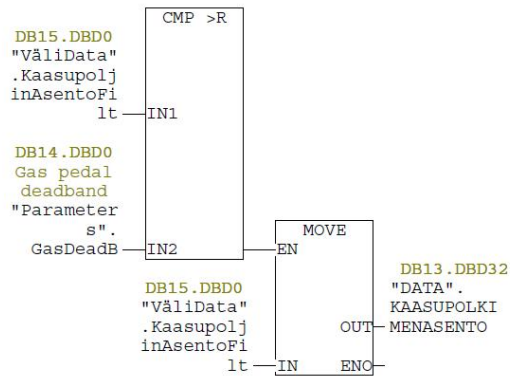


Network: 2 KAASUPOLKIMEN ASENTOTIEDON SKAALAUUS JA KIRJOITUS DB:HEN

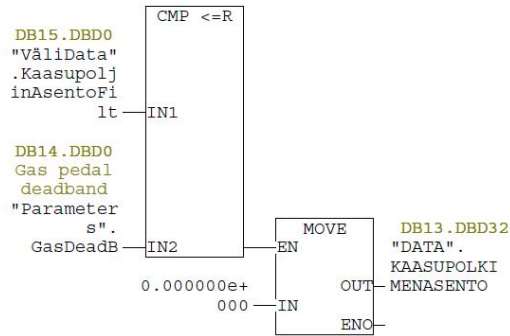
Tässä analogiatuloon kytketyn kaasupolkimme asento skaalataan kokonaisluvusta realiluvuksi 0-1000%. Lisäksi reali luku filteröidään.



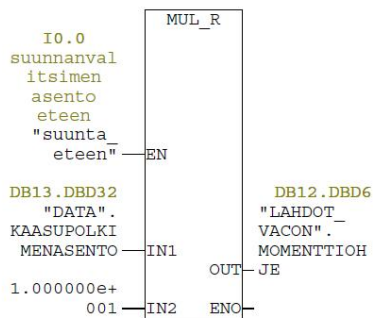
Network: 3 KAASUPOLKIMEN ASENTOTIEDON KIRJOITUS DB:HEN
 Asentotieto kirjoitetaan kun se on riittävästi nollasta poikkeava



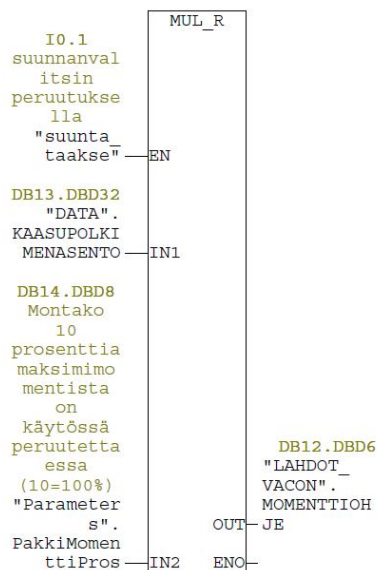
Network: 4 KAASUPOLKIMEN ASENTOTIEDON NOLLAUS
 Tässä Muutetaan kaasupolkimen asentotieto nollassi, kun se on melkein nolla ja kirjoitetaan DB:hen



| Network: 5 |
|--|
| <p>2.4.9 Tref Filter Suodatusaika millisekunteina =0 2.4.10 Tref Hysteresis prosenttia nimellismomentista =0 2.4.11 Torque reference dead zone =0 2.4.12 Torque reference scale "0"= 1000 = Nimellinen momentti =0 2.4.14 Torque reference ramp time, Muutos 0--> nimellinen millisekunteina =0</p> <p>P2.8.3 Speed Maximum =1425 rpm P2.8.5 Current Limit 14.6 A</p> <p>2.1.7 Process speed =2500 rpm (2500 rpm = 45 km/h, arvio) (oli 4000) 2.1.9 Field weakening point 50Hz 2.1.10 Voltage at field weakening point =100%</p> <p>P2.8.6 Torque Limit Mot =100 (oli 200) P2.8.7 Torque Limit Gen =100 (oli 200) P2.8.9 Power Limit Mot =100 (oli 200) P2.8.10 Power Limit Gen =100 (oli 200) 2.8.11 Pullout torque =500</p> <p>2.13.21 Motor calculated temperature protection = Fault Drive has internal temperature calculation for the motor based on motor data and setting of Thermal time constant (P2.13.22)35 min, Zero speed cooling (P2.13.23) 40% and Motor duty cycle (P2.13.24) 120%. The calculated motor temperature can be seen in monitor value V1.1.12 as a percentage of motor nominal temperature.</p> <p>(Reeta) 4.5.2012 Lisäsin EN-nastaan (oli tyhjä) suunnanvalitsimen asentotiedon (bitti i0.0, "suunta eteen") Eli asentotieto kerrotaan luvulla 10, jos suunnaksi on valittu eteen.</p> |

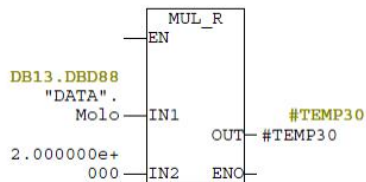


| Network: 6 |
|--|
| <p>(Reeta)4.5.2012 Jos suunnanvalitsin on laitettu peruutukselle, kaasupolkimen asento kerrotaan jollakin pienemmällä luvulla, jolloin taaksepäin ei pääse yhtä lujaa kuin eteen. Luku on parameters DB:ssä, josta sitä on näppärä muuttaa.</p> |

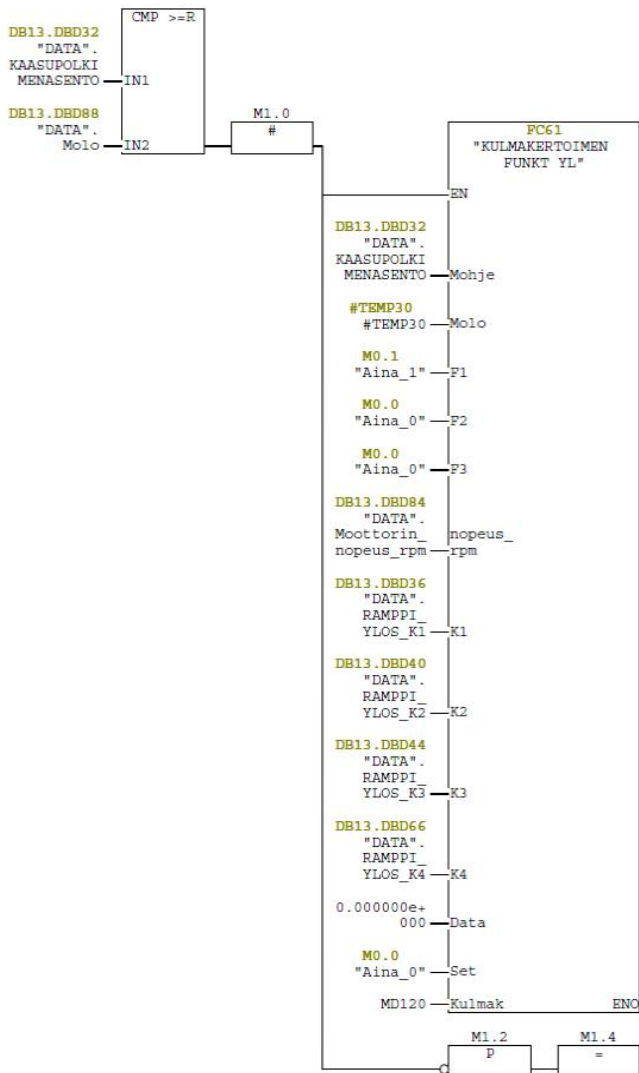


FC10 - <offline> "MOMENTIN RAJOITUS/OHJAUS"

Network: 1 TESTIEN TAKIA TEHTY SKAALAUUS MOMENTTIN OLOARVOLLE
1,5kW MOOTTORILLE IN2=5.882
LOPULLISELLE 4kW MOOTTORILLE IN2=2

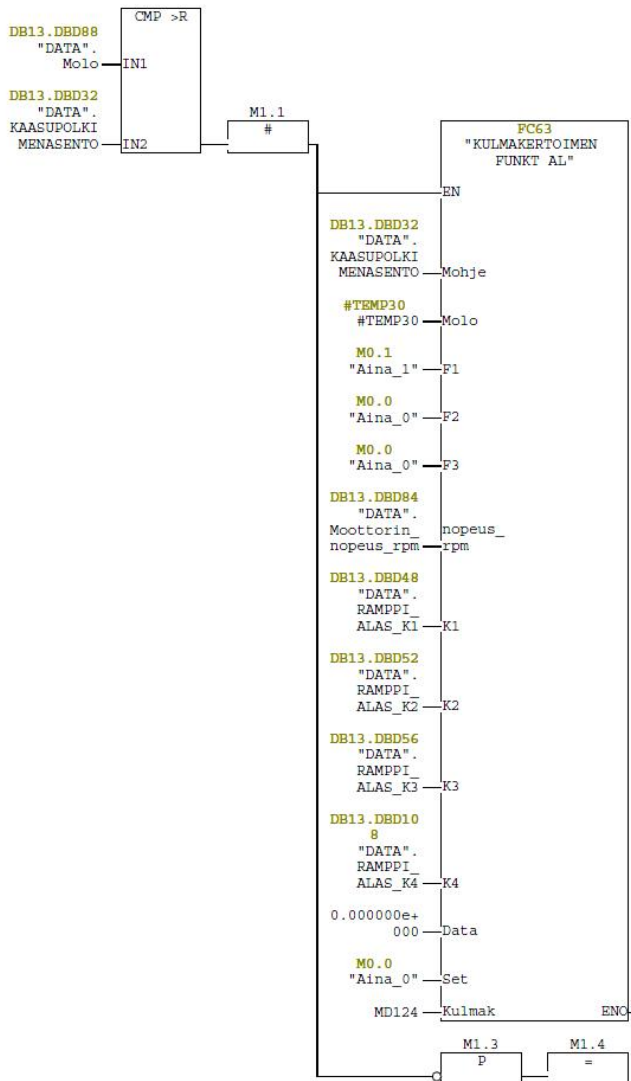


Network: 2 MUUTTUVAKULMAKERROIN NOUSEVA MOMENTTI
Tässä kytketään momenttiohjeen kulmakertoimen muutosramppi käyttöön, kun momenttiohje on suurempi kun momentin oloarvo.



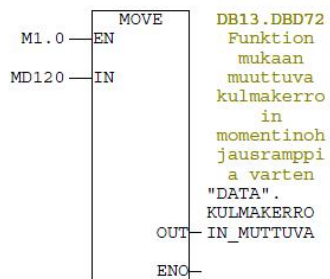
Network: 3 MUUTTUVAKULMAKERROIN LASKEVA MOMENTTI

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

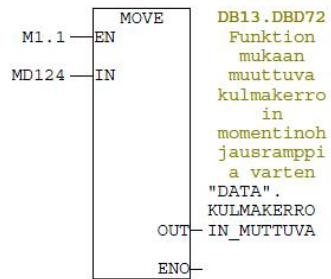


Network: 4

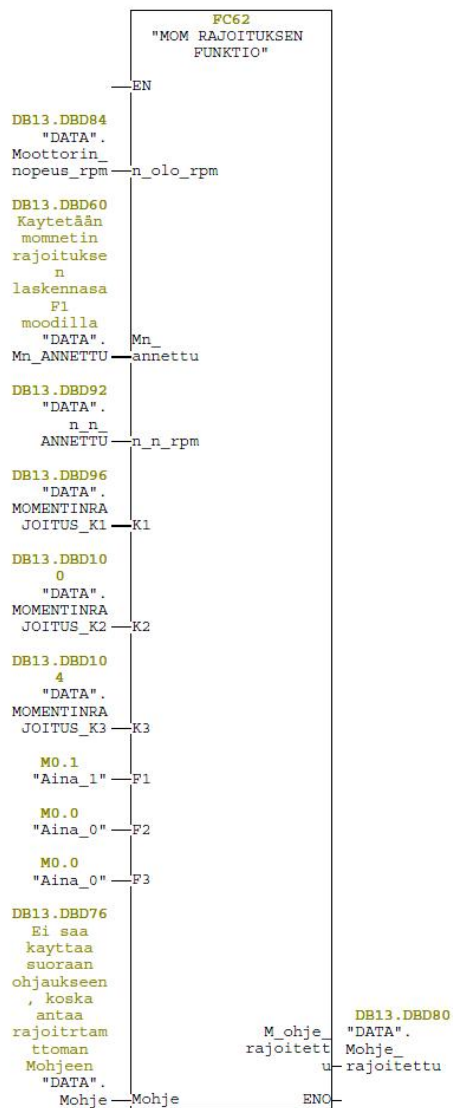
Tässä kirjoitetaan muuttuvaa kulmakerrointa DB:hen kun käytössä nouseva ramppi.



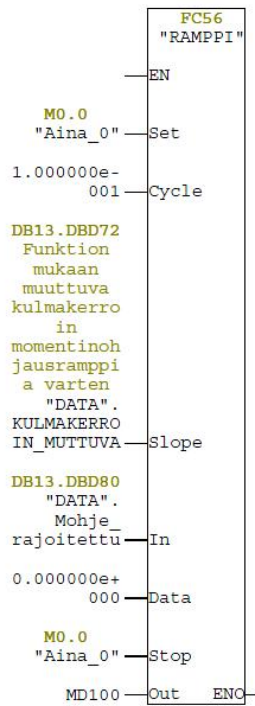
Network: 5
 Tässä kirjoitetaan muuttuvaa kulmakerrointa DB:hen kun käytössä laskeva ramppi.



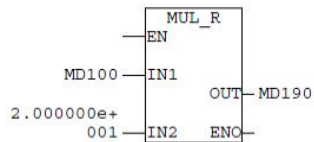
Network: 6 RAJOITETUN MOMENTIN LUONTI
 Tässä rajoittamaton momenttiohje rajoitetaan valitun funktion mukaan.



Network: 7
 Tässä rajoitetun momenttiohjeen muutosnopeutta 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

