

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Jari Kilma

Ohjausjärjestelmä biodieselin valmistuslaitteistolle

Insinöörityo 25.11.2008

Ohjaaja: lehtori Seppo Lahti
Ohjaava opettaja: lehtori Jukka Pirinen

Metropolia Ammattikorkeakoulu Insinööri­työn tiivistelmä

Tekijä	Jari Kilma
Otsikko	Ohjausjärjestelmä biodieselin valmistuslaitteistolle
Sivumäärä	70 sivua
Aika	25.11.2008
Koulutusohjelma	automaatiotekniikka
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja	lehtori Seppo Lahti
Ohjaava opettaja	lehtori Jukka Pirinen
<p>Tässä insinööri­työssä suunniteltiin ja toteutettiin ohjausjärjestelmä biodieselin valmistukseen tarkoitettuun laitteistoon Metropolia Ammattikorkeakoulun kemian koulutusohjelmalle. Järjestelmän tarkoituksena oli valmistaa biodieseliä kasviöljystä. Tässä työssä keskityttiin pääasiassa järjestelmän ohjausohjelmistoon ja sähköiseen toteutukseen.</p> <p>Prosessi itsessään koostuu kolmesta säiliöstä, joista tässä työssä keskitytään kahteen ensimmäiseen. Ensimmäinen säiliö on prosessisäiliö, jossa öljy ja katalyytti sekoitetaan keskenään ja aineet lämmitetään noin 60 °C:seen. Prosessin valmistuttua säiliöön muodostunut glyseroli ja vesi poistetaan säiliöstä ja lopuksi biodiesel pumpataan pesusäiliöön.</p> <p>Pesusäiliössä akvaariopumpulla puhalletaan ilmaa tankin pohjalle, jolloin ilmakuplat kulkevat biodieselin läpi. Säiliöön syötetään myös pesuvettä säiliön kanteen kiinnitetyn sumuttimen avulla. Tällä toimenpiteellä biodieselistä poistetaan epäpuhtauksia.</p> <p>Järjestelmän ohjaukset tehtiin pääosin Siemensin S7-300-logiikalla ja sen I/O:lla sekä Wonderwaren InTouch-valvomolla. Lisäksi lämpötilan hallintaan käytettiin erillistä säätöpiiriä, joka ohjasi lämpötilaa tyristoryksikön avulla. Järjestelmän tiedonkeruu toteutettiin Wonderwaren Industrial SQL -serverillä ja Wonderwaren Active Factor -tiedonkäsittelyohjelmalla.</p>	
Hakusanat	biodiesel, logiikka, InTouch

Author	Jari Kilma
Title	A Control system for the biodiesel production process
Number of Pages	70
Date	25 November 2008
Degree Programme	Automation Technology
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor	Seppo Lahti, Lecturer
Supervisor	Jukka Pirinen, Lecturer
<p>The purpose of this final year project was to design and implement a control system for the biodiesel production process for the division of chemistry at the Metropolia University of Applied Sciences. The idea of the system was to manufacture biodiesel from vegetable oils. This project concentrated on the control software and electrical installation of the system.</p> <p>The process itself consists of three tanks but this project only concentrated on the first two of them. The first tank is a process tank where oil and a catalyst will be mixed and the mixture will be heated to about 60 °C. After the process is completed, glycerol and water that were formed in the process will be removed from the tank and after that biodiesel will be pumped to a cleaning tank.</p> <p>In the cleaning tank an aquarium pump blows air to the bottom of the tank, which will cause air bubbles to flow through the biodiesel. A Sprayer that is mounted on top of the cleaning tank feeds water into the cleaning tank. Spraying removes impurities from the biodiesel.</p> <p>The process control system was made mainly with Siemens a S7-300 programmable logic and its I/O. The System also includes a Wonderware InTouch control room software and uses a separate control unit uses separated control unit that controls temperature with a thyristor unit. Data collection was realized with a Wonderware Industrial SQL server and a Wonderware Active Factory data collection software.</p>	
Keywords	Biodiesel, PLC, InTouch

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Lyhenteet, käsitteet ja määritelmät

1. Johdanto	7
2. Prosessi	8
3. Ohjausjärjestelmän valitseminen	10
3.1. Ohjausjärjestelmävaihtoehdon valinta	10
3.2. Valittu ohjausjärjestelmä Siemens S7-300	11
4. Prosessijärjestelmän laitteet	12
4.1. Red Lion T16 -lämmityksen säädin	12
4.2. Tyristoryksikkö	15
4.2.1. Tyristorin ja triacin toiminta	15
4.2.2. CD3000M-1PH Tyristor Unit	16
4.3. Lämpövastuskaapeli	18
4.4. Pt100-lämpötila-anturi ja HTB 230 -lämpötilalähetin	19
4.5. Heidolph Pumpdrive 5206	20
5. STEP7-logiikkaohjelma	22
5.1. Ohjelman hardware-asetukset	22
5.2. Ohjelmointi STEP7:llä	24
5.2.1. Yleistä STEP7-ohjelmoinnista	24
5.2.2. Ohjelman toiminta	25
6. Wonderware-ohjelmistot	33
6.1. Kommunikointi DASSIDirect-ohjelman avulla	33
6.2. SQL-serveri ja tiedonkeruu	35

6.3. InTouch-valvomo	37
7. Yhteenveto ja kehitysmahdollisuuksia	42
Lähteet	44
Liitteet	
Liite 1: Riviliitin- ja relekytkentäkaavio	45
Liite 2: Logiikkaohjelmakoodi	47
Liite 3: InTouch-tagit	66
Liite 4: Käyttöohje	67
Liite 5: PI-kaaviot	69

Lyhenteet, käsitteet ja määritelmät

A	Ampeeri. Sähkövirran yksikkö
AC	Alternating Current. Vaihtovirta
CPU	Central Processing Unit. Suoritin
DB	Data Block. Tietokenttä
DC	Direct Current. Tasavirta
FB	Function Block. Toimilohko
FBD	Function Block Diagram. Toimintalohkokaavio- Ohjelmointikieli
FC	Function. Toimilohko
MPI	Multipoint interface. Ohjelmointiprotokolla
I/O	Input/Output. Tulot ja lähdöt
OB	Object Block. Toimilohko
PLC	Programmable Logic. Ohjelmoitava logiikka
PID	Proportional, Derivative, Integrative. Suhteellinen, derivoiva ja integroiva säätö
SCL	Structured Text. Tekstipohjainen ohjelmointikieli
V	Voltti. Jännitteen yksikkö
VAT	Variable Table. Muuttujataulu

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tavoitteena oli toteuttaa automatisointi biodieselin valmistusjärjestelmään. Idea työn toteuttamisesta lähti tarpeesta saada biodieselin valmistusjärjestelmä tutkimuskäyttöön, mutta järjestelmää ei ollut tarjolla kaupallisesti oikeassa mittakaavassa ja hintaluokassa. Manuaalisen järjestelmän sijasta haluttiin tehdä prosessi, joka pystytään automatisoimaan mahdollisimman pitkälle. Projekti kuului Tekesin biodieselin kehitystä koskevaan kokonaisuuteen, mistä johtuen se oli osittain Tekesin rahoittama.

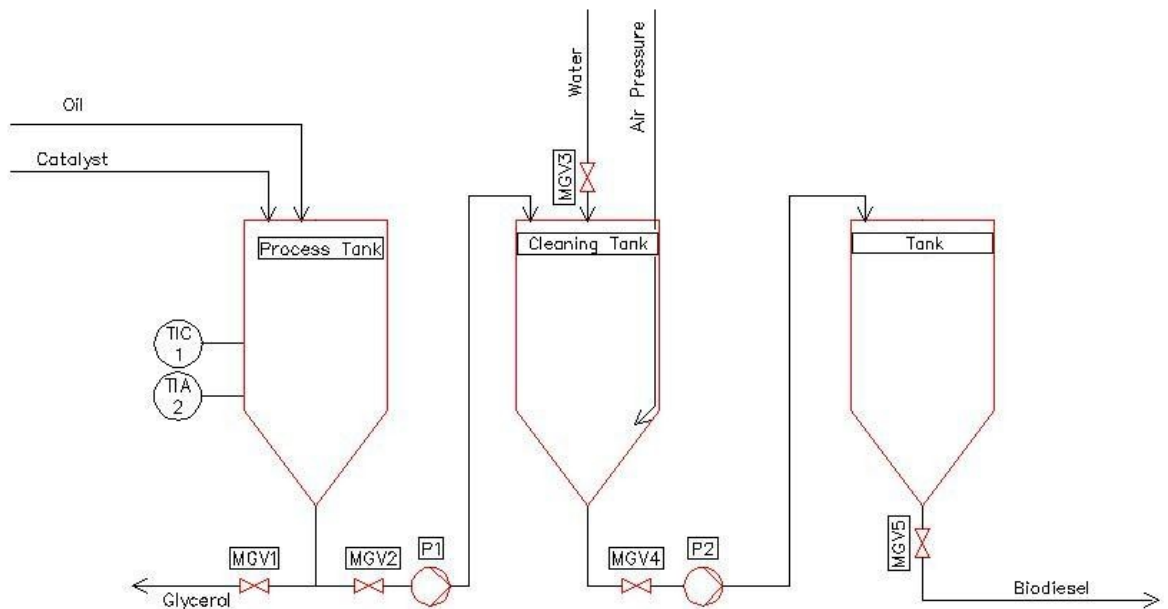
Järjestelmää toteuttamaan lähtiessä mikään ohjaus- tai laitetoiminta ei ollut vielä tarkkaan selvillä. Eri osa-alueiden toimintaa kartoitettiin erikseen, ja tämän perusteella yritettiin muodostaa lopullista käsitystä järjestelmän toteutuksesta. Ainoa kunnolla selvillä oleva asia oli biodieselin valmistustapa ja se, miten prosessi teoriassa tulisi toimimaan.

Työ tehtiin Metropolia Ammattikorkeakoulun Myyrmäen toimintayksikössä. Tämä insinööriyö on kemiantekniikan ja automaatiotekniikan yhteistyöprojekti.

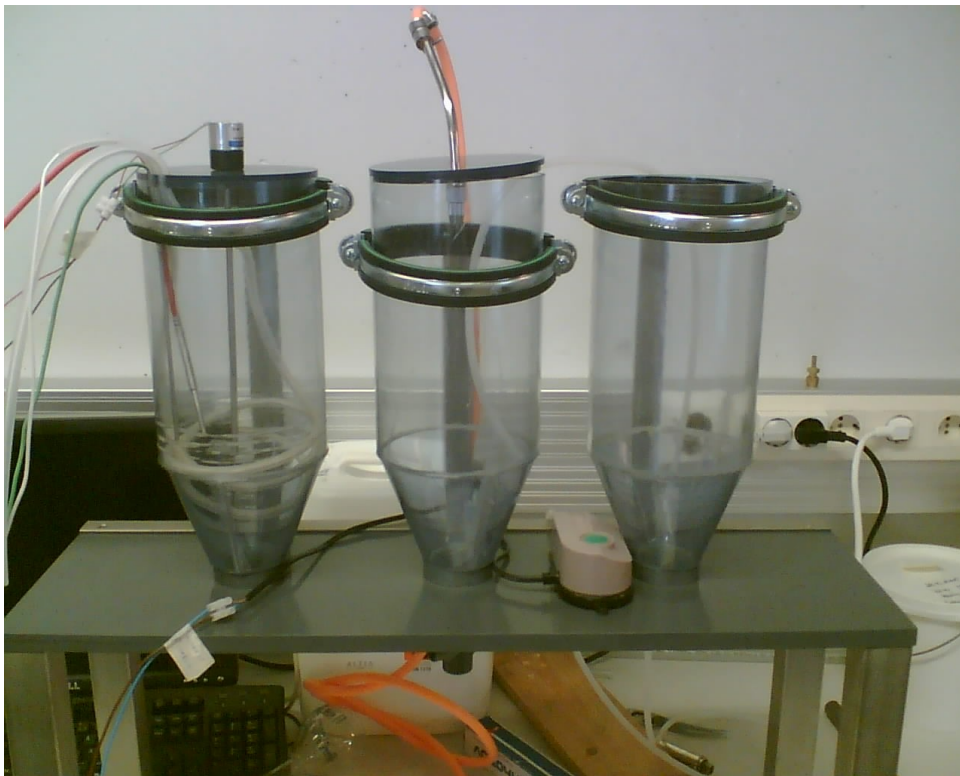
2 Prosessi

Yksinkertaistettuna prosessin kulku menee seuraavasti. Prosessisäiliöön laitetaan puhdistettua öljyä ja pieni määrä katalyyttiä. Prosessisäiliön aineet lämmitetään noin 60 °C:seen ja prosessisäiliön sekoitin sekoittaa aineita. Prosessin valmistuttua lopputuloksena saadaan biodieseliä, glyserolia ja hieman vettä.

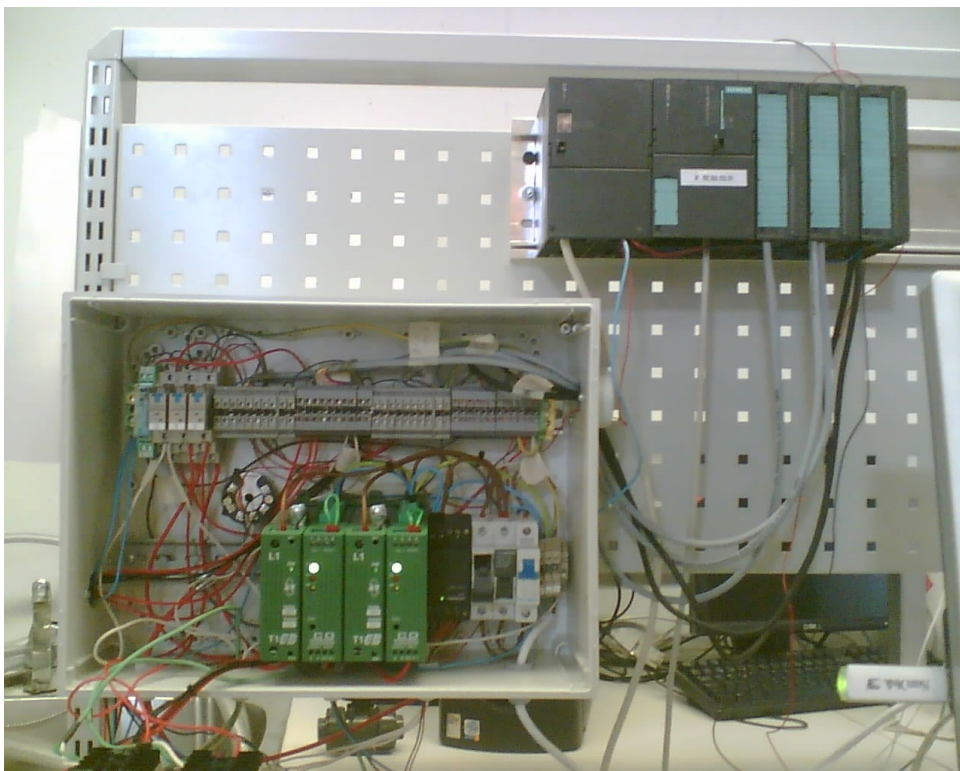
Seuraavaksi sekoitin pysäytetään, ja odotetaan nestepintojen tasaantumista, minkä jälkeen glyseroli ja vesi valutetaan pois säiliöstä, ja lopuksi biodiesel pumpataan pesusäiliöön. Pesusäiliössä biodieseli pestään sumuttamalla säiliöön vettä ja puhaltamalla ilmaa säiliön pohjalta. Puhdas biodiesel tullaan pumpaamaan seuraavaan säiliöön mahdollista jatkokäsittelyä varten. Kuvassa 1 nähdään prosessin manuaaliajon PI-kaavio ja kuvissa 2 ja 3, miltä järjestelmä näyttää käytännössä.



Kuva 1. Prosessin manuaaliajon PI-kaavio



Kuva 2. Järjestelmän säiliöt



Kuva 3. Järjestelmän ohjausjärjestelmä ja sähkökaappi

3 Ohjausjärjestelmän valitseminen

3.1 Ohjausjärjestelmävaihtoehdot valinta

Ohjausjärjestelmää mietittäessä vaihtoehtoina olivat Siemensin S7-200- ja S7-300-logiikat sekä National Instrumentin graafinen LabView-ohjelmointiympäristö. Valintakriteereinä toimivat soveltuvuus tarvittavaan ohjaukseen, laajentamisen mahdollisuus, Ethernet-yhteyshdollisuus ja entuudestaan oleva laitteistoiden ohjelmointikokemus.

LabView-ohjelman etuina olivat hyvät mittauksen analysointimahdollisuudet sekä valvomon sisältyminen samaan ohjelmaan. Toteutus ei kuitenkaan tullut sisältämään paljoa mittaustietoa, mistä johtuen tarkalle mittaustiedon analysoinnille ei ollut tarvetta. Lisäksi todettiin, että erillisen valvomo-ohjelman käyttäminen helpottaisi mahdollista järjestelmän etäkäyttöä ja seuranta LabView'hun verrattuna.

Siemensin logiikkaan päätyksen jälkeen valvomoksi valittiin automaattisesti Wonderwaren InTouch, koska koululla oli siihen lisenssi saatavilla. Samalla haluttiin logiikalle Ethernet-yhteys valvomon ja PLC:n kommunikointia varten. Tämä olisi myös onnistunut MPI:n avulla, mutta tällöin tarvittaisiin erillinen MPI-kortti tietokoneelle kommunikoinnin suorittamiseksi.

Siemens S7-200 -logiikka oli edullinen vaihtoehto tuoteperheestä. Se sisälsi hyvät I/O-ominaisuudet niin digitaalisella kuin analogisellakin puolella. Haittapuolina oli Ethernet-yhteyden puuttuminen logiikan CPU-yksiköstä, minkä takia se olisi vaatinut erillisen moduulin yhteyden saamiseksi. Lisäksi S7-200-luokan logiikka ei tukenut haluttua FBD-ohjelmointimuotoa.

Siemens S7-300 -logiikka oli kehittyneempi versio logiikkaperheessä. Se mahdollisti S7-200:n tapaan hyvät I/O-ominaisuudet niin digitaalisella kuin analogisellakin puolella. S7-300-logiikassa oli mahdollista saada Ethernet-liitäntä suoraan integroituna CPU:hun, joka poisti tarpeen ylimääräiselle moduulille. Logiikka tuki myös FBD-ohjelmointimuotoa, joka mahdollisti helpon ohjelmoinnin. Kommunikointi valvomon kanssa oli myös sujuvampaa ja helpompi toteuttaa kuin S7-200-logiikalla.

3.2 Valittu ohjausjärjestelmä Siemens S7-300

Edellä mainittujen vaihtoehtojen joukosta valittiin ohjausjärjestelmäksi S7-300-logiikka. Suorittimeksi logiikalle valittiin CPU 315-2 PN/DB, joka sisältää integroidun Ethernet-liittimen. Suorittimessa on myös ProfibusDB- sekä MPI-kommunikointivaihtoehdot. ProfibusDB mahdollistaa helpon logiikan yhdistämisen mahdollisiin tulevaisuuden hajautettuihin I/O-laitteisiin ilman, että itse logiikkaa tarvitsee siirtää.

CPU:n valinnan jälkeen tilattiin logiikalle muut tarvittavat komponentit. Nämä olivat logiikalle tarkoitettu 24V/5A virtalähde, asennuskisko sekä S7-300-CPU:n vaatima muistikortti. Lisäksi hankittiin tarvittavat I/O-moduulit ohjausta varten. Ne olivat digitaaliset DI16xDC24V ja DO16xDC24V/0,5A moduulit sekä analoginen AI4/AO2x8/8bit moduuli.

4 Prosessijärjestelmän laitteet

4.1 Red Lion T16 -lämmityksen säädin

Säiliön prosessisäiliön lämmityksen ohjauksesta vastaa Red Lion T16 -mallin lämmityksen säätöyksikkö. Yksinkertaistettuna laite lukee säiliön nesteiden lämpötilaa siihen kiinnitetyn termoparin avulla. Lämpötilatietoa apuna käyttäen se pyrkii saavuttamaan sille annetun tavoitelämpötilan lämmityksen ohjausvirtaa säätämällä. [1]

Termopari antaa säätimelle tiedon lämpötilasta mV-arvona, jonka säädin muuttaa käytännön lämpötilaksi sisäänrakennetun skaalauksen avulla. Saatua lämpötilatietoa käytetään jatkuvasti lämmityksen ohjauksessa. [1]

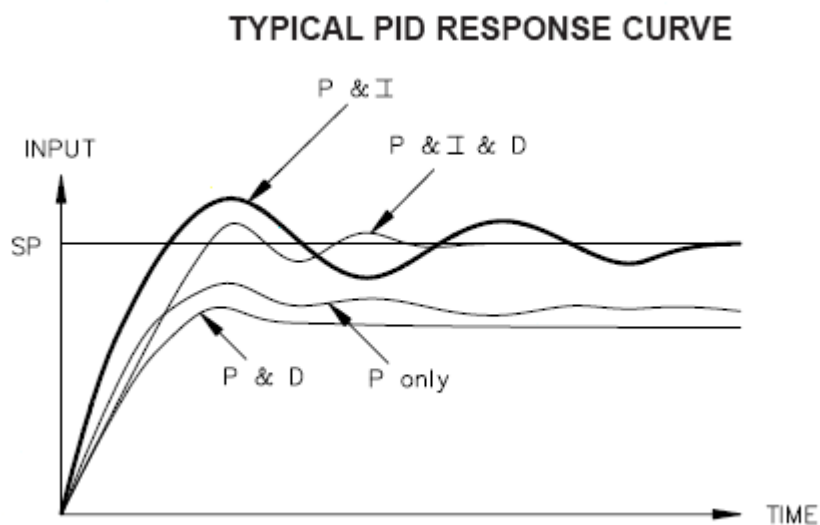
Lämmityksen ohjauksessa laite käyttää PID-säätöä. PID-säätö koostuu kolmesta säätötermistä: P eli suhteellinen säätö, I eli integroiva säätö sekä D eli derivoiva säätö. Näitä säätöjä voidaan käyttää myös erillisinä eri sovelluksissa, mutta tarkimman säädön saa yleensä käyttämällä kaikkia yhdessä.

PID-säädön kolme osaa:

Proportional (K_p)-osassa säädetään lähdön suhdetta erosuureeseen eli asetusarvon ja mittausarvon väliseen virheeseen. Mitä pienempi arvo on, sitä nopeampi säätö, mutta vastaavasti ylisuuri arvo lisää virhettä lopussa ja vaikeuttaa lämpötilan tasaantumista. P-säätö ei kuitenkaan yksinään pysty korjaamaan erosuuretta kokonaan, vaan säätöön jää offset-virhettä eli pysyvää virhettä asetusarvoon nähden. [2; 3, s.45]

Integral-osa integroi erosuuretta ajassa. I-säätö siis käyttää hyväkseen erosuureen historiaa. Integroivan säädön ansiosta P-säädön tyypillinen pysyvä asentovirhe saadaan poistettua. Integrointiosan toimintaa ohjataan muuttamalla integrointiaikaa. [2; 3, s.47]

Derivate-osa tarkastelee erosuureen muutosnopeutta. Se pyrkii kompensoimaan poikkeaman jo ennen sen muodostumista, mistä johtuen sitä kutsutaan myös ennakoivaksi säädöksi. Derivoivaa säätöä käytetään pienentämään järjestelmän vasteaikaa virheen muuttumisnopeutta tarkkailemalla. Säädön toimintaa ohjataan muuttamalla derivointiaikaa. [2]



Kuva 4. PID-säädön osien vaikutus säädön tarkkuuteen. [1, s.21]

Poiketen P-säädön selostuksesta T16-säätöpiirin P-säädössä muutetaan Proportional-muuttujan sijasta Proportional Band (PB) -muuttujaa. Sen suuruus riippuu kääntäen

verrannollisesti P-osan vahvistuksesta ($PB = \frac{100}{K_p} [\%]$). Toisin sanoen $K_p = 1$ vastaa PB-arvoa 100 % ja $K_p = 10$ vastaa PB-arvoa 10 %. [3, s.46]

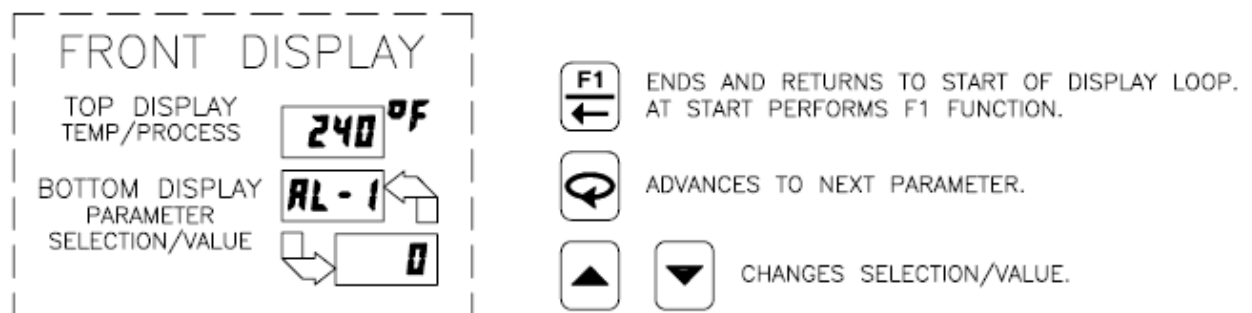
Useiden testauskertojen jälkeen prosessin PID-säädön ohjausarvoiksi annettiin seuraavat:

Proportional Band 10

Integral Time 600

Derivate Time 80

Tämän hetkiset asetusarvot on asetettu veden testauksella käyttämällä 1,5l:aa vettä. Jos nestemäärää muutetaan, tulee säädön arvoja muuttaa. Oikeilla prosessiaineilla voi olla myös pientä heittoa veden suhteen, joten pientä hienosäätöä voidaan joutua tekemän.



Kuva 5. Red Lion T16 -etupaneeli [1, s.7]

Muuttujia voi muuttaa painamalla ”Advances to next parameter”-painiketta pohjaan 5 sekuntia. Ensimmäisenä arvona ruudulle tulee ProP eli proportional band, seuraavasta painalluksesta ruudulle tulee Intt eli integral time ja kolmantena dErt eli derivate time. Takaisin alkuun pääsee painamalla F1-painiketta. Arvojen muuttamiseksi tulee järjestelmä kytkeä ensin päälle manual-ohjauksen Start-painikkeella, jolloin lämmitys menee myös päälle. Muuttamisen jälkeen painetaan Hätäseis painiketta, jolloin järjestelmä arvot palaa alkutilaan ja tämän jälkeen voidaan suorittaa uusi ajo uusilla arvoilla. [1]

Lämmityksen ohjausvirtaa syötetään laitteesta lisäominaisuutena hankitulla analogisella lähdöllä. Lähdön normaali ohjausvirta on 4-20 mA, mutta laite mahdollistaa myös ylä- ja alarajan muuttamisen pienemmäksi tai suuremmaksi. Tässä työssä maksimivirtaa pienennettiin muuttamalla analog high scaling -kohdan vakioarvo 100 %:sta 200 %:tiin, joka käytännössä laskee 20 mA maksimivirran arvoon 12 mA. Näin välttyttiin lämpökaapelin ylikuumentumiselta, joka saattaisi johtaa silikoniletkun vaurioitumisesta. Lisäksi näin saadaan tarkempi säätö pienemmällä lämpötilan asetusarvon ylityksellä. [1, s.15]

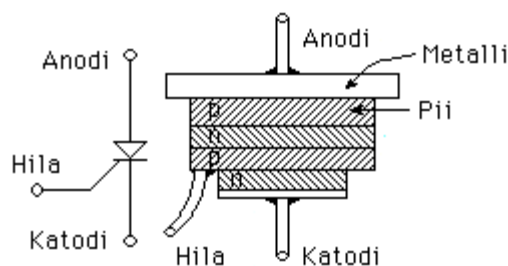
Haittapuolena lisävarusteena tulevassa analogisessa lähdössä on sen kykenemättömyys toimia yhdessä säätöpiirin sisäänrakennetun hälytysrajatoiminnon kanssa. Tästä johtuen lämpötilaa tarkkaillaan myös logiikkaan kytketyllä lämpötilamittauksella, ja lämpötilan noustessa hälytysrajaan asti katkaistaan virta säätimeltä logiikalta ohjatun releen avulla.

Säätöpiirin On/Off-ohjaus tapahtuu myös logiikan ja releen avulla. Näin pystytään välttämään vikatilanteita, jolloin lämmitys olisi päällä vaikka säiliö on tyhjä. Releellä olisi voitu myös ohjata lämmityksen ohjausvirtaa, mutta tällöin PID-säädön olisi luultu säädön toteutuvan koko ajan ja sen toiminta olisi mennyt sekaisin.

4.2 Tyristoriyksikkö

4.2.1 Tyristorin ja triacin toiminta

Tyristori eli piitasasuuntaaja toimii nopeana tehokytkenä. Sitä käytetään nykyään usein korvaamaan releitä ja mekaanisia kytkimiä. Tyristorin rakenne ja symboli käyvät ilmi kuvasta 6. Kuten kuvasta nähdään, tyristori koostuu neljästä puolijohdekerroksesta (pnpn). [3]



Kuva 6. Tyristorin symboli ja rakenne [4]

Tyristori voi toimia piirin avaajana tai tasasuuntaajana riippuen siitä, miten hilaa käytetään. Ilman hilan ohjausvirtaa virran kulku anodin ja katodin välillä estyy kumpaankin suuntaan. Kun hilan ja katodin välille johdetaan pieni ohjausvirta, tyristori

kytkeytyy toimintaan ja suurikin virta voi kulkea komponentin läpi päästösuunnassa. Estosuunnassa hila ei kykene ohjaamaan tyristorin ominaisarvoja. [4]

Toiminnassa oleva tyristori voidaan sammuttaa vain vähentämällä sen läpikulkuvirtaa pienemmäksi kuin sen pitovirta. Pitovirta on tyristorille annettu minimivirran arvo, jolla taataan tyristorin johtavuus jatkuvana. Tämä on normaalisti pari prosenttia maksimivirrasta. Vaihtovirtasäätöpiireissä tyristori sammuttaa aallon puolikkaan, kun verkkojännite kääntyy negatiiviseksi. [4]

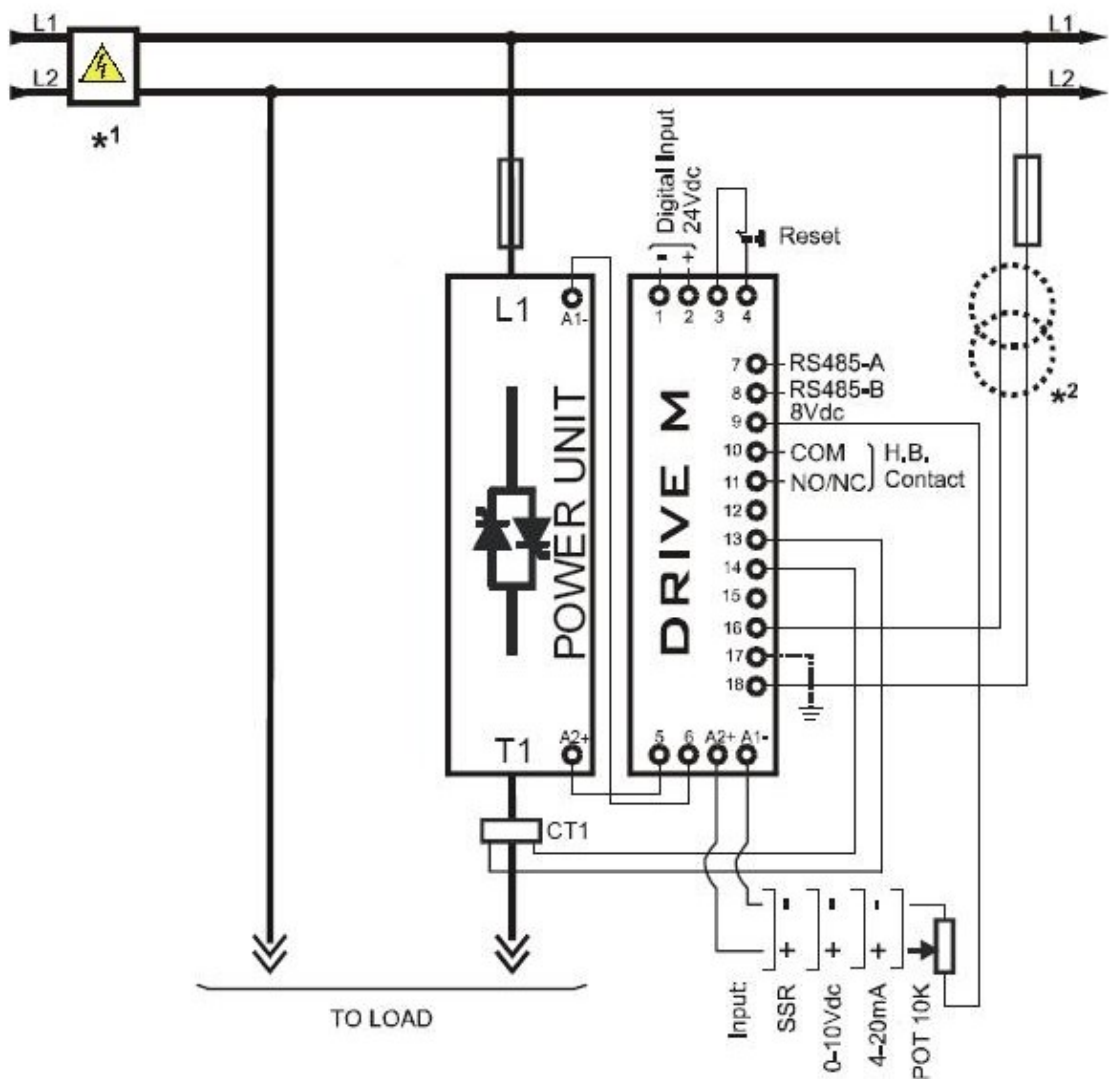
Tyristori voidaan myös saada johtamaan virtaa päästösuunnassa ylittämällä päästösuunnan läpilyöntijännite tai kytkemällä anodin ja katodin välille nopeasti nouseva jännitealto. Normaalisti tyristorin päälle kytkemiseen käytetään kuitenkin hilaohjausta. [4]

Triac on tyristorin tyyppinen komponentti. Se on periaatteessa kaksi vastakkaisesti rinnankytkettyä tyristoria. Erona tyristoriin on, että sen voi kytkeä toimimaan joko esto- tai päästösuunnassa ohjaussignaalin avulla. Pääasiassa sitä käytetään kokoaaltovaihtovirran tehonsäätöpiireissä. [4]

4.2.2 CD3000M-1PH Tyristor Unit

CD3000M-1PH-tyristoriyksikkö on laite, joka yksinkertaisuudessaan säätää yksikön läpipäästettävää tehoa virtaa rajoittamalla. Todellisuudessa tyristoriyksikkö on hieman epätarkka nimi laitteelle, koska virtaa rajaava komponentti on triac. Kuvan 7 mukaan laite koostuu kahdesta osasta, ohjausyksiköstä (Drive M) ja virtayksiköstä (Power Unit). [5]

Ohjausyksikköön on kytketty laitteen käyttöjännitteen lisäksi T16:sta tuleva ohjausvirta, jonka lukualue on 4-20 mA. Ohjausyksikölle on tehtaalla annettu ohjaustyypiksi Phase Angle (PA). Tämä ohjaustyyli tarkoittaa sitä, että esimerkiksi 16 mA (75 %) ohjausvirralla 75 % jokaisesta virtapulssista on päällä ja 25 % pois päältä. [5, s.27]



Kuva 7. Tyristoryksikön kaapelointi. [4, s.19]

Virtayksikkö on kytketty +230VAC (L1) sekä ohjausyksiköltä tuleva ohjausvirta. Triac päästää ohjausvirran osoittaman määrän verkkovirran läpi näin rajoittaen lähtöön (T1) pääsevän tehon suuruutta. Phase Angle -ohjauksen ansiosta ohjausvirta on tasainen ja näin ollen yksikön läpipäästämä teho pysyy myös tasaisena. Lähtö T1 kytketään suoraan lämpökaapeliin, jonka lämpötila on suoraan tehosta riippuvainen. [5]

4.3 Lämpövastuskaapeli

Lämmityslaitteena prosessissa toimii Horstin HS-tyyppinen lämpövastuskaapeli. HS-kaapeli kuuluu joustaviin vastuskaapeleihin. Kaapelin lämpeneminen perustuu vastuksen lämpenemiseen, eli mitä suurempi teho kaapeliin syötetään, sitä enemmän kaapelin vastusosa kuumenee. [6]

Kaapeli laitettiin silikoniputken sisään, koska kaapeli haluttiin sijoittaa itsessään prosessisäiliön sisälle. Siellä se aseteltiin tasaisesti säiliön reunoille, jotta se ei olisi sekoittimen tiellä ja lämmitys olisi tasainen. Riskien välttämiseksi tehdyn T16:n ohjausvirran maksimin pienentämisen takia lämpökaapelin lämpötila voi nousta korkeintaan noin 120 °C:seen.



Kuva 8. Silikoniletkun sisälle pujotettu lämpötilakaapeli

4.4 Pt100-lämpötila-anturi ja HTB 230-lämpötilalähetin

Logiikan lämpötilamittauksen mittalaitteena käytettiin Pt100-lämpötila-anturia. Pt100-anturin lämpötilanmittaus perustuu resistanssin muutokseen lämpötilan funktiona. 0 °C:ssa resistanssi on noin sata ohmia ja resistanssi nousee lähes lineaarisesti lämpötilan noustessa. Anturin 4-johdinkytkentä poistaa johtimen aiheuttaman vastuksen ja epätasapainon tehden mittauksesta hyvin tarkan.

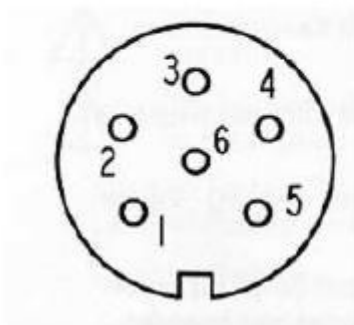
Anturi kytkettiin HTB 230 -lämpötilalähettimeen, joka muuttaa vastustiedon analogiseksi 4-20 mA virraksi. Tehtaalla lähettimeelle on määritelty 0-120 °C mittausalue eli 4 mA vastaa 0 °C:ta ja 20 mA 120 °C:ta. Virtaviesti syötetään logiikan analogiseen tuloon, joka muuttaa sen logiikalle digitaaliseksi tiedoksi. Tämä digitaalinen tieto skaalataan vielä erikseen logiikalla, jotta lämpötila-arvo saadaan suoraan celsiusasteina valvomolle. [7]

4.5 Heidolph Pumpdrive 5206

Heidolph Pumpdrive 5206 on letkupumppu, johon on mahdollista vaihtaa erityyisiä pumppauspäitä. Tässä pumpussa oli valmiina SP quick -pää. Se toimii pujottamalla putki kiristettyyn rakoon, jonka jälkeen neljä akselissa olevaa tappia puristavat putkea pyöriessään ja saavat näin aikaan pumppauksen. [8]

Manuaalisen ohjauksen lisäksi pumppua on mahdollista ohjata RS-232-liitännällä tai analogisella ohjauksella. RS-232-liitäntä olisi tarjonnut enemmän eri ohjausvaihtoehtoja, mutta niiden ei koettu olevan tarpeellisia ohjauksen kannalta. Logiikkaohjauksella pystyttiin helposti luomaan analoginen ohjaus, joten se oli sopiva vaihtoehto. [8, s.74-75]

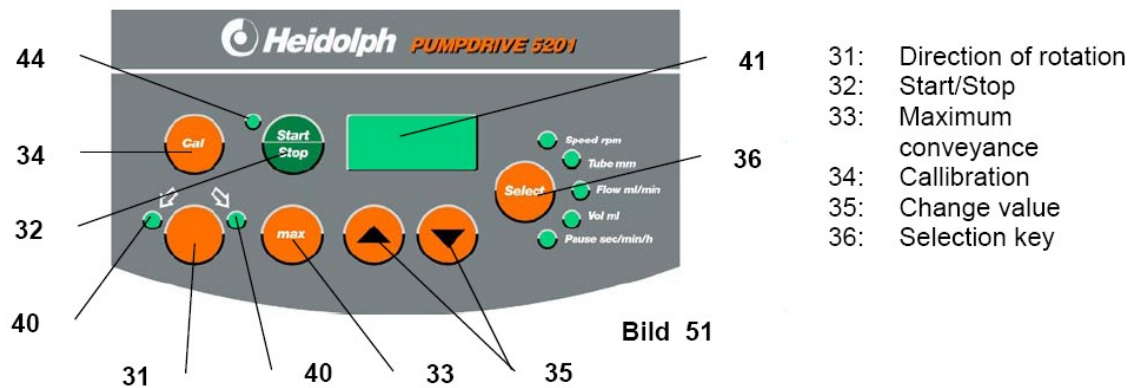
Analoginen ohjaus koostui kuudesta eri ohjauspinnistä. Pumppauksen nopeuden säätöön käytettiin kuitenkin etupaneelilta entuudestaan annettua nopeutta, joten 0-10 V ja 4-20 mA ohjaukset eivät olleet tarpeellisia. Tämän lisäksi pumppaussuunnan muuttamiseen tarkoitettua ohjausta ei koettu tarpeelliseksi. Kytkettäviksi ohjauksiksi jäi kuvan 9 mukaan PIN 1: +5V, PIN 2: digitaalinen Start / Stop sekä PIN 5: 0V (GND). [8, s.73-74]



PIN 1 = +5 volts
 PIN 2 = start/stop
 PIN 3 = 0-10 V
 PIN 4 = sense of rotation
 PIN 5 = 0 V (GND)
 PIN 6 = 4-20 mA

Kuva 9. Pumppujen analoginen ohjausliitin. [7, s.74]

Pumpun nopeus säädetään manuaalisesti etupaneelin nuolinäppäimillä. Nopeus voidaan määrittää viitenä eri tyyppinä: speed rpm, tube mm, flow ml/min, Vol ml tai pause sec/min/h. Tällä hetkellä käytössä on rpm eli kierroksia minuutissa ja arvona on 100. Etupaneeli näkyy kuvassa 10. [7, s.64]



Kuva 10. Heidolph-pumpun etupaneeli [7, s.64]

5 STEP7-logiikkaohjelma

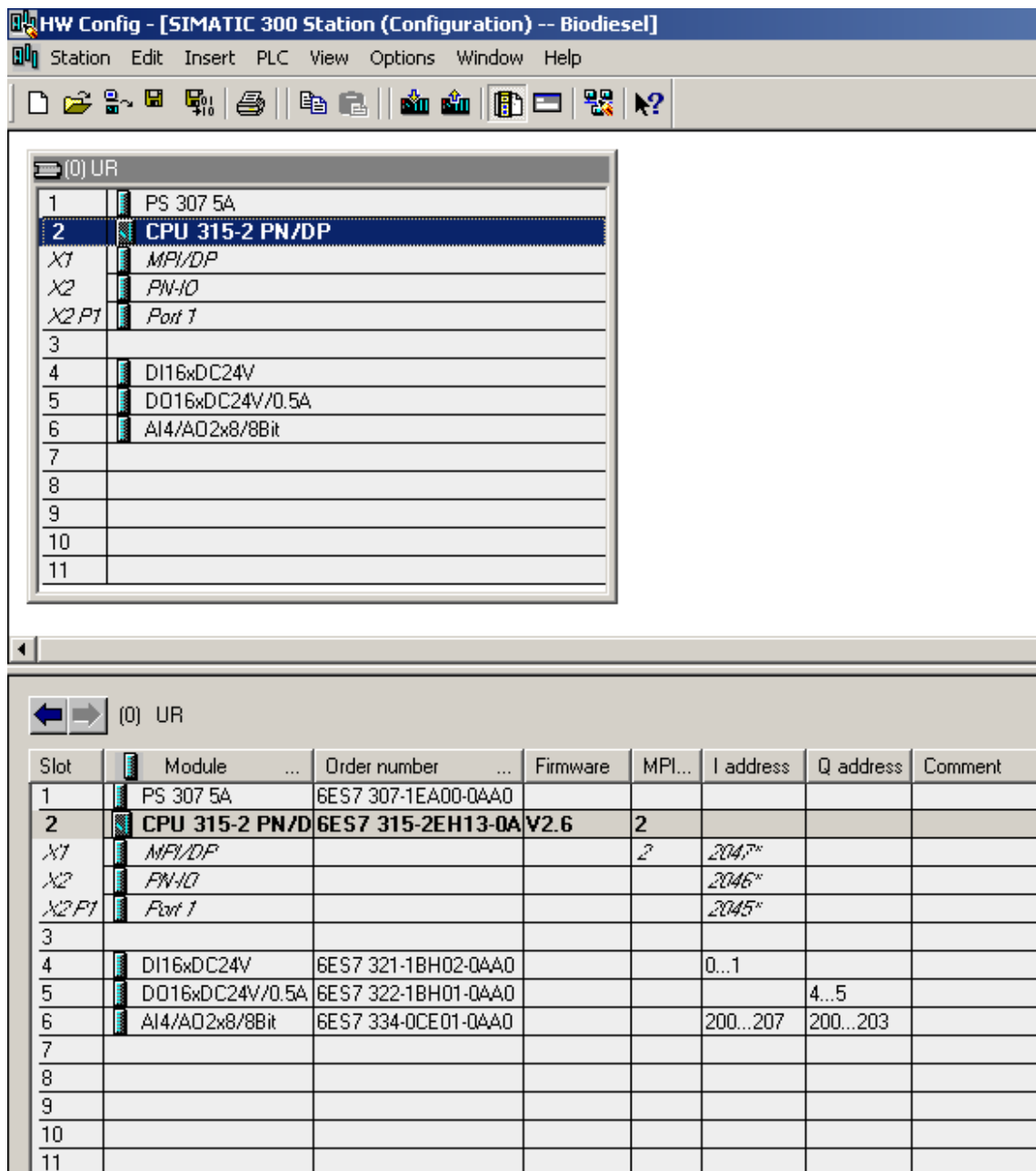
5.1 Ohjelman hardware-asetukset

Ennen varsinaisen ohjelman tekemistä logiikalle pitää STEP7-ohjelmassa määrittellä logiikan rakenne. Tämä tapahtuu menemällä ohjelman hardware-asetuksiin, jossa on käytännössä kaikki tiedot eri Siemensin logiikka-CPU-yksiköistä, I/O-korteista sekä kaikista muista logiikkaan liittyvistä lisälaitteista.

Hardware-asetusten luominen aloitetaan luomalla virtakisko, johon muut laitteet kiinnitetään. Kiskoon ensimmäisenä laitteena määritellään logiikan virtalähde. Toiseen korttipaikkaan tulee logiikan CPU, joka sisältää myös CPU:n tarjoamat liitäntämahdollisuudet. Kolmas kohta jää tyhjäksi ja kohtiin 4 - 6 lisätään logiikan erilliset I/O-kortit.

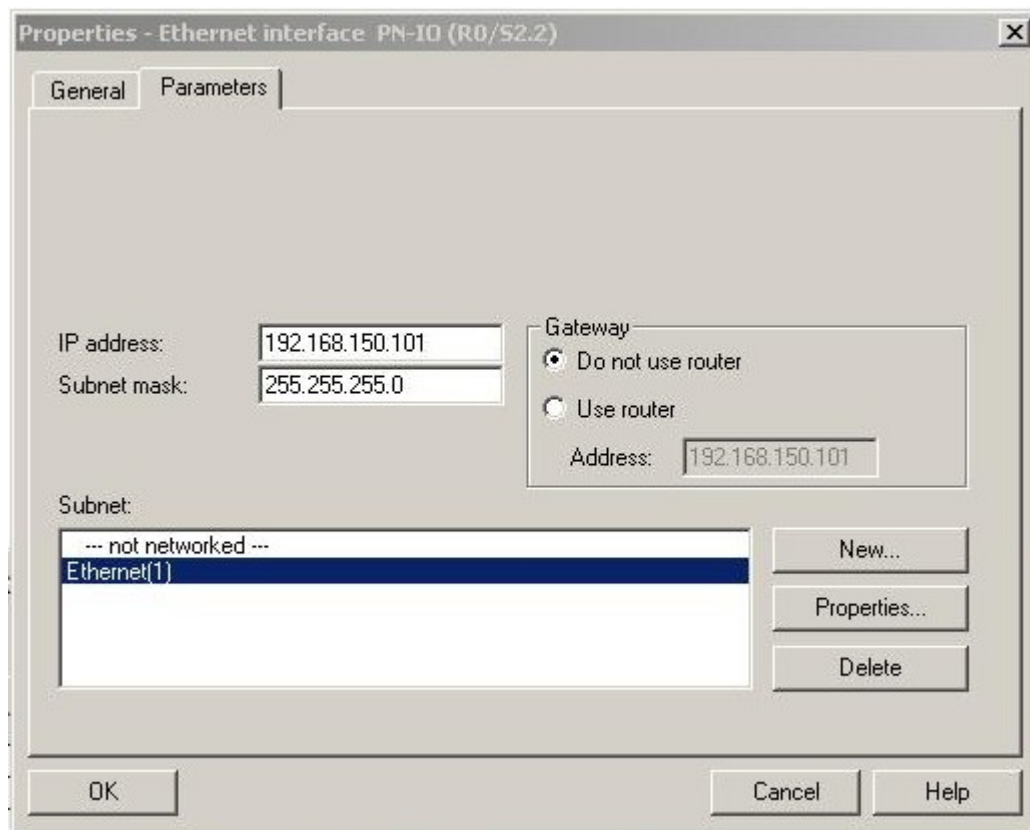
Eri laitteita on monta samantapaista, eikä suoraan nimestä aina voi sanoa, onko osa oikea. Tämän takia on katsottava jokaisen osan tarkka koodi, jotta asetusten ja osien välille ei tule ristiriitaa. Kuvasta 11 näkee jokaisen logiikassa käytetyn laitteen tuotekoodit.

I/O-korttien tiedoissa näkyy myös, millä osoitealueella ne ohjelmassa ovat. Kytkentäpisteillä on tehtaalla valmiiksi annetut vakio-osoitteet, mutta niitä voidaan myös erikseen muuttaa tarvittaessa. Esimerkiksi DOx16-kortin osoite on välillä 4-5, joka käytännössä tarkoittaa, että ensimmäiset kahdeksan pistettä ovat osoitteiltaan Q4.0 - Q4.7 ja toiset kahdeksan Q5.0 - Q5.7. Ilman osoitteita ohjelmassa ei voida ohjata oikeita haluttuja kytkentäpisteitä.



Kuva 11. STEP7-HW-asetukset

CPU-yksikölle pitää myös määritellä, mitä yhteyksiä se tulee käyttämään kommunikointiin PC:n tai etäytetyn I/O:n kanssa. Tässä tapauksessa ainoa yhteys on PC:lle menevä Ethernet-kaapeli. Se muodostetaan kuvan 12 mukaisesti luomalla uusi Ethernet-yhteys ja antamalla sille tietokoneen IP-osoite.



Kuva 12. Ethernet-yhteyden asetukset

5.2 Ohjelmointi STEP7:llä

5.2.1 Yleistä STEP7-ohjelmoinnista

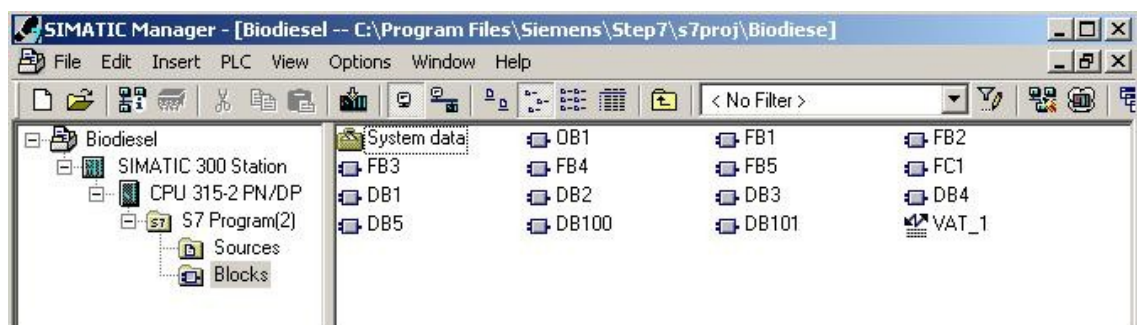
Logiikan ohjaus perustuu STEP7-ohjelmalla tehtyyn ohjaukseen. Ohjelma mahdollista suoraan logiikan fyysisten I/O-pisteiden ohjauksen ja tarkkailun. Tämän lisäksi se tarjoaa suuren määrän erilaisia ohjelman sisäisiä ohjaustoimintoja, joiden avulla fyysisiä toimintoja voidaan lopulta ohjata halutulla tavalla. Se ohjelma, jota ohjauksena halutaan käyttää, tulee aina ladata logiikan CPU:lle ennen ohjauksen toimimista. Tämä toimenpide tulee myös aina toteuttaa uudestaan jokaisen ohjelman muutoksen jälkeen.

Ohjelmien tekemiseen on valittavissa eri ohjelmointimenetelmiä, joista esimerkiksi SCL on täysin tekstipohjainen ohjelmointikieli. LAD (Ladder Diagram) on graafisen ja tekstipohjaisen ohjelmoinnin sekoitus, jossa ohjelma etenee ylhäältä alas sitä mukaa kuin se täyttää etenemisen ehdot.

Tämän työn ohjelmassa on pääasiassa käytetty FBD-ohjelmointityyliä. Se on myös graafisen ja tekstipohjaisen ohjelmoinnin sekoitus, mutta toisin kuin LAD:ssa kaikki sen ohjelmarivit ovat toiminnassa samanaikaisesti. Tällä tavoin ohjelman toimintojen ei aina tarvitse tapahtua samassa järjestyksessä, joka mahdollistaa monitoimisemman ohjelmakoodin. Turvaominaisuuksien lisääminen on myös yksinkertaisempaa.

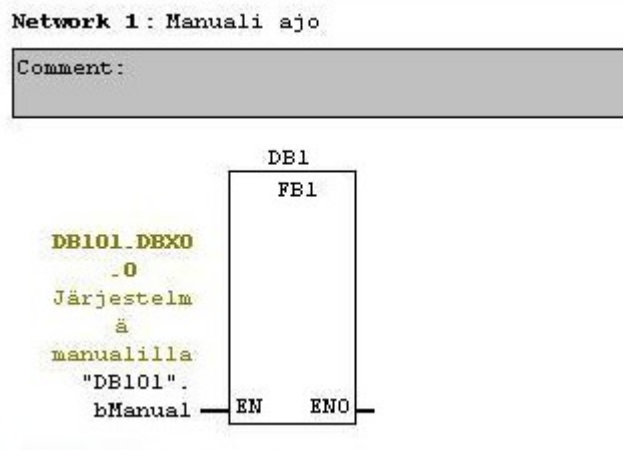
5.2.2 Ohjelman toiminta

Ohjelma koostuu kuvan 13 mukaisesti toimintalohkoista OB, DB, FB ja FC sekä VAT- taulusta. Näistä neljä ensimmäistä lohkoa sisältää ohjelman ohjausta, kun taas VAT- taulu on taulukko, jonka avulla voidaan ohjata ohjelman sisäänrakennettuja muuttujia sekä tarkkailla muuttujien arvoja. Toisin sanoen VAT-taulukko on ohjelman muuttujille niin sanottu ohjaustaulu, jolla voidaan testata ja tarkkailla sen toimintaa ilman ulkopuolista ohjausta.



Kuva 13. STEP7-ohjelman rakenne

Ohjelman OB1 on periaatteessa ohjelman pyörittäjä. Se kutsuu muita toimilohkoja sille annettujen ehtojen mukaan. Kuvan 14 mukaisesti OB1 kutsuu FB1-toimilohkoa, jos ohjaus valvomossa on säädetty manuaalille. OB1 kutsuu myös kaikkia muita ohjelman FB-toimilohkoja, joko jatkuvasti tai ehdon täytyessä. Jokaisessa kutsussa on myös mainittu Function Blockin oma Data Block.



Kuva 14. Toimilohkon FB1 kutsu OB1:ssä.

Ohjelman seitsemästä Data Blockista DB1, DB2, DB3, DB4 ja DB5 ovat suoraan sidottuja vastaaville Function Blockeille. Suoraan sidottujen DB-tietokenttien tiedot ovat vain käytössä sidotun kohteen ohjelmatiedoissa. Tässä ohjelmassa ei kuitenkaan haluttu käyttää sidottuja muuttujia, joten jokainen näistä kolmesta Data Blockista on tyhjä. Niiden luominen oli kuitenkin välttämätöntä, sillä ohjelma haluaa jokaiselle Function Blockille oman tietokentän toimiakseen.

Data Blockit DB100 ja DB101 ovat jaettuja tietokenttiä. Tämä tarkoittaa sitä, että jokainen ohjelman toimintalohko voi käyttää näitä muuttujia toiminnassaan. Kuvassa 15 näkyy DB100:n sisältämät muuttujat. Ohjelmassa niitä voidaan kutsua komennolla DB100.DBX2.0, joka tässä tapauksessa viittaa valvomon prosessisäiliön manuaaliohjauksen Start-nappulaan.

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	DE_VAR	INT	0	Temporary placeholder variable
+2.0	bStart	BOOL	FALSE	Valvomon Start
+2.1	bHataseis	BOOL	FALSE	Valvomon Hata sais
+2.2	bGlyseroli	BOOL	FALSE	Valvomon manuaalinen glyserolin simulointi
+2.3	bBiodiesel	BOOL	FALSE	Valvomon manuaalinen biodieselin simulointi
+2.4	bTyhja	BOOL	FALSE	Valvomon manuaalinen tyhjän putken simulointi
+2.5	bProsessivalmis	BOOL	FALSE	Manuaalinen prosessi valmis
+2.6	bLampotilal_alarml	BOOL	FALSE	Lämpötilan hätäseis raja
+2.7	bNestepintal	BOOL	FALSE	Nestepaasit tasaiset
+4.0	rLampptilal	REAL	0.000000e+000	Valvomoon luettava lämpötila-arvo
=8.0		END_STRUCT		

Kuva 15. Data Block DB100.

FC on yksinkertainen funktio-ohjelma, joka ei tarvitse erillistä tietokenttää. FC toimilohkoja käytetään usein sivuohjelmien tekemiseen, joita voidaan kutsua pääohjelmassa. Tässä projektissa FC1 on tekstipohjaisella SCL-koodilla tehty analogisten inputtien (4-20 mA) skaalausfunktio. Koodin tarkka rakenne näkyy kuvassa 16.

```

FUNCTION AnalogInputFC : VOID

VAR_INPUT
  nPIW:      WORD;    // PIW address where the AI is read
  fMinValue: REAL;    // Scaling minimum value corresponding 4 mA
  fMaxValue: REAL;    // Scaling maximum value corresponding nominal current
  fMaxInput: REAL;

END_VAR

VAR_OUTPUT
  fMeas:     REAL;    // Scaled measurement value
END_VAR

BEGIN
  // Analog (=Integer) value 27648 corresponds the nominal value of current measurement
  fMeas:= ((fMaxValue - fMinValue) * (WORD_TO_INT(nPIW)- 5530) / fMaxInput + fMinValue) * 1.25;
END_FUNCTION

```

Kuva 16. Analog Input FC (FC1)

Skaalausfunktiossa yksinkertaisuudessaan kysytään skaalattavan AI:n osoite, joka sijoitetaan kohtaan nPIW. Tämän jälkeen määritellään, mitkä halutaan olevan skaalauksen minimiarvo (fMinValue) ja maksimiarvo (fMaxValue). Lisäksi kysytään

sisääntulon maksimiarvoa (fMaxInput). Näiden arvojen perusteella lasketaan skaalattu arvo (fMeas). Koska logiikan lukualue on oikeasti 0-20 mA ja luettavan anturin antama arvo 4-20 mA, pitää siitä vähentää aluksi 5530 (4 mA) ja kertoa lopputulos 1,25:llä. Kerroin 1,25 muuttaa skaalausvälin 20 mA:sta 16 mA:iin.

Itse ohjelman pääasialliset ohjaukset ovat FB-toimilohkoissa. FB1 sisältää prosessisäiliön manuaalisen ohjauksen ja FB2 prosessisäiliön automaattisen ohjauksen. FB3 sisältää kaikkien ohjausten tarvitsemia yhteisiä toimintoja, FB4 sisältää analogisten tulojen skaalaukset ja FB5:ssä on pesusäiliön ohjaus.

FB1: Prosessisäiliön manuaaliohjaus ja FB3: Yhteiset toiminnot

Manuaalisen ohjauksen pääasiallinen tehtävä on testata järjestelmän toimivuutta ennen automaattisen järjestelmän käyttöön ottoa. Lisäksi manuaalisella ohjauksella pitää määrittää eri prosessin osa-alueiden kestot, jotta toiminta-ajat voidaan sijoittaa automaattisen ohjauksen ajastimiin.

Ohjelman toiminta etenee seuraavasti olettaen, että Hätäseis-painiketta ei paineta kesken ajon ja ohjelma suoritetaan loppuun asti. Ohjelma alkaa Start (manual) -napin painalluksella, jolloin pumpun ohjauksen virrankatkaisun varmistava rele3 avautuu sekä lämmitys menee päälle rele1:n avauduttua. Lisäksi PQW200 eli sekoittimen ohjaus saa 6 V jännitteen ja PQW202 eli pumppujen analogiaohjaukset saavat 5 V jännitteen ja menevät aktiiviseksi.

Tämän jälkeen odotetaan, kunnes ohjelma saa ilmoituksen, että prosessi on valmis. Tällöin sekoittimen ohjauksen arvo nollataan ja sekoitin pysähtyy. Sekoittimen pysähdyttyä nestepinnat alkavat tasaantua, ja odotetaan tietoa siitä, että nestepinnat ovat tasaantuneet.

Nestepintojen tasaannuttua ohjelman tarvitsee myös saada tieto, mitä ainetta säiliössä on pohjalla. Jos prosessi on mennyt niin kuin on odotettu, pohjalla on glyserolia, mikä ilmoitetaan ohjelmalle myös valvomosta käsin. Kun nestepinta on tasainen ja glyserolin havaitsemisesta saadaan tieto, avautuu MG1, minkä kautta glyseroli ja mahdollinen vesi poistetaan säiliöstä.

Kun kaikki glyseroli ja vesi on poistunut säiliöstä ja putkesta, vuorossa on biodieselin pumppaus pesusäiliöön. Toimenpide toteutuu, kun manuaalinen biodieselin havainnointi menee aktiiviseksi. Tämän seurauksena MG1 menee kiinni ja MG2 eli säiliön ja pumpun välissä oleva magneettiventtiili avautuu. Lisäksi pumpun 1 Start/Stop-signaali kytkee pumpun 1 päälle.

Kun kaikki biodiesel on pumpattu seuraavaan säiliöön, niin valvomolta annetaan tieto, että putki on tyhjä. Tämä tieto sulkee MG2:n ja sammuttaa pumpun 1 sekä nollaa ohjelmaan päälle jääneen tiedon siitä, että prosessi on valmis ja nestefaasit ovat tasaiset. Tämän jälkeen prosessi voidaan aloittaa alusta suoraan Start-nappia painamalla.

Hätäseis-painiketta painettaessa kaikki vaikuttavat muuttujat palaavat alkutilanteeseen eli menevät pois päältä. Toinen ohjaukseen vaikuttava varotoimi on lämpötilan hälytysraja, joka sammuttaa lämmityksen, jos lämpötila nousee hälytysrajaan asti. Hälytysten jälkeen ohjelman voi aloittaa heti alusta painamalla uudelleen Start-nappia, mutta eri vaiheet pitää suorittaa uudelleen.

FB3-toimilohkossa tarkkaillaan myös pumppujen analogiaohjauksen päällä oloa muistipaikan M20.3 avulla. M20.3:n ollessa aktiivinen on pumppujen analogiaohjaus myös päällä. Tätä tietoa tarvitaan pesusäiliön ohjauksessa, jos pesu halutaan suorittaa eri aikaan prosessisäiliön toiminnasta ja pumppujen ohjausjännite on nollattu toimintojen välissä.

FB2: Prosessisäiliön automaattiohjaus

Automaattiohjaus on monin tavoin samanlainen kuin manuaaliohjauskin. Manuaaliset tapahtumien kuittaukset on korvattu ajastimilla ja anturilla. Nesteiden tunnistukseen tarkoitettua johdinanturia ei kuitenkaan ole vielä tässä vaiheessa hankittu, joten se ei tule vielä toimimaan kunnolla. Automaattiohjaus käyttää myös samoja FB3-ohjauksia kuin manuaaliohjaus.

Manuaaliohjauksen ”prosessi valmis” -kuittaus on korvattu ajastimella T1. Ajastin aloittaa ajan laskemisen Start-napin painalluksesta ja mennessään aktiiviseksi tekee samat asiat kuin manuaaliohjauksen vastaava toimenpide. Samalla se käynnistää ajastimen T2, joka korvaa nestepintojen tasaantumisen kuittauksen.

MGV1 aukeaa, kun ajatin T2 on aktiivinen ja glyserolia tai vettä on johtavuusanturin kohdalla. Johtavuusanturin havaitessa biodieseliä ajatin T4 käynnistyy. T4:n tarkoituksena on viivyttää MGV1:n sulkemista, kunnes kaikki loppu glyseroli ja vesi johdinanturin ja venttiilin väliltä on ehtinyt valua pois putkesta. T4:n mennessä aktiiviseksi MGV1 sulkeutuu, MGV2 avautuu ja M20.3 menee aktiiviseksi.

M20.3 on muuttuja, joka käynnistää pumpun 1. M20.3 ei kuitenkaan voi pysyä aktiivisena tai pumpun 1 sammuttaminen ei onnistu. Tästä johtuen ajatin T3 nollaa muistipaikan M20.3 2 sekuntia sen päälle menon jälkeen. Tästä johtuen ajastimen T3 aktivoitumisajan pitää olla aina 2 sekuntia suurempi kuin ajastimen T4 aktivoitumisaika.

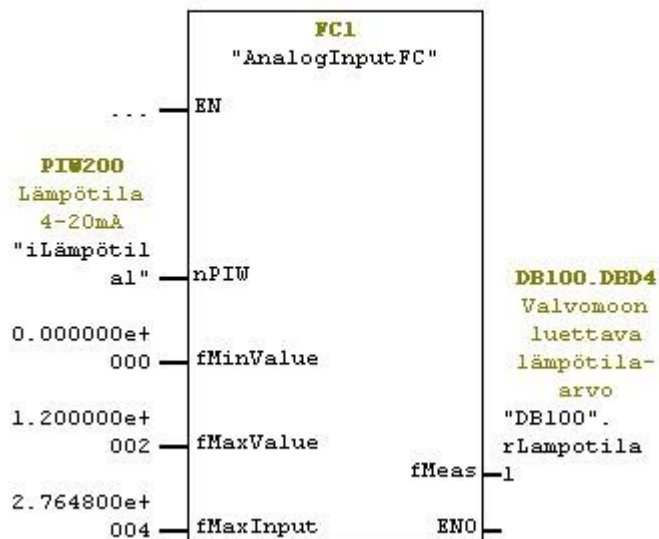
Biodieselin tunnistus ja ajatin T4 käynnistävät myös ajastimen T5. Aktiiviseksi tullessaan tämä ajatin sulkee venttiilin MGV2 ja sammuttaa pumpun 1. Toisin sanoen se on aika sille, miten kauan kaiken biodieselin pumppaaminen seuraavaan säiliöön kestää.

FB4: Analog Input -skaalaukset

Kuvassa 17 näkyy, miten lämpötila-anturin mittausdata muutettiin yksinkertaisempaan muotoon skaalausfunktiota käyttäen. Lämpötilamittauksen 16-bittinen mittausarvo (0-32767) skaalattiin vastaamaan lämpötilaa 0 - 120 °C. Skaalausfunktiossa on otettu huomioon analogisten tulojen ylitysraja, mistä johtuen asetettu yläraja on 27648. Lopuksi skaalattu arvo siirretään tietotaulukon kohtaan DB100.DBD4.

Network 1: Lämpötila 1 skaalaus

Digitaalinen lämpötilas arvo skaalataan välille 0 - 120°C.



Kuva 17. Lämpötila-arvon skaalaus.

FB5: Pesusäiliön ohjaus

Pesusäiliön ohjaus sisältää tässä vaiheessa ainoastaan muutaman ohjauksen. Näistä ensimmäinen ohjaus on akvaariopumpun On/Off-ohjaus, joka nimensä mukaisesti joko käynnistää tai sammuttaa akvaariopumpun.

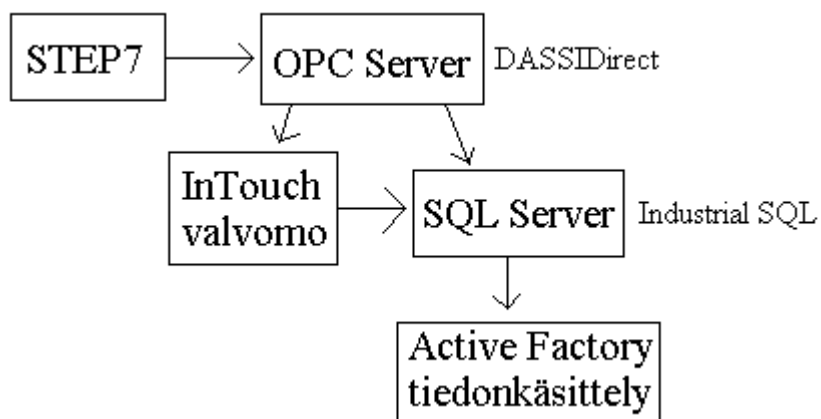
Toisena ohjauksena on pesuveden syötön ohjaus, joka toimii MGV3:n aukioloa säätelämällä. Ohjaus toimii niin sanottuna pulssiohjauksena, jossa T7 kertoo kiinnioloajan pituuden kiertoa kohden ja T8 aukioloajan. Veden syötön pituudet voidaan helposti muuttaa halutuiksi aikoja muuttamalla.

6 Wonderware-ohjelmistot

6.1 Yleisesti ohjelmista

Valvomona työssä käytettiin Wonderwaren InTouch-ohjelmaa, joka mahdollistaa monipuoliset ohjausmahdollisuudet, mutta on myös samalla selkeä ja helposti käytettävä. Valvomon ja logiikan välisen kommunikoinnin onnistumiseksi välipinnaksi hankittiin DASSIDirect OPC -serveriohjelma. Se on Wonderwaren valmis rajapintaohjelma Siemensin logiikkojen ja InTouch-valvomon keskustelua varten.

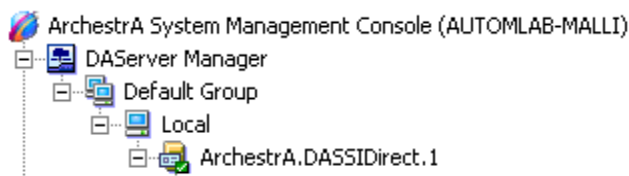
Tiedonkeruuta varten asennettiin Industrial SQL-ohjelma, joka on Wonderwaren oma SQL-serveriohjelma. Se pystyy kommunikoimaan suoraan InTouchin kanssa sekä OPC-serverin kanssa. SQL-serverin keräämää tietoa tarkkailemaan asennettiin Wonderwaren Active Factory -ohjelmisto, jolla tarkkailtu tieto saadaan helposti näkymään käyränä ja samalla ohjelmalla voidaan tarkkailla arvojen historiaa. Kuvassa 18 näkyy kaavakuva ohjelmien toiminnasta keskenään.



Kuva 18. Ohjelmien vuorovaikutus keskenään

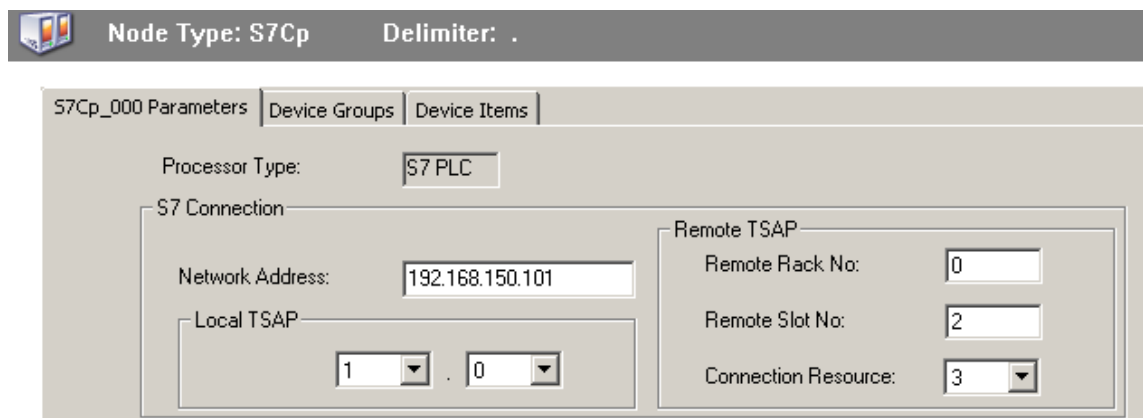
6.2 Kommunikointi DASSIDirect-ohjelman avulla

InTouch-valvomon ja logiikan STEP7-ohjelman välisen kommunikoinnin muodostamiseksi ladataan Wonderwaren sivuilta DASSIDirect Server -ohjelma. Ohjelman asentamisen jälkeen avataan Wonderware ArchestrA SMC (System Management Console), josta pitäisi nyt löytyä uusi serveri ArchestrA.DASSIDirect.1 kuvan 19 mukaan.



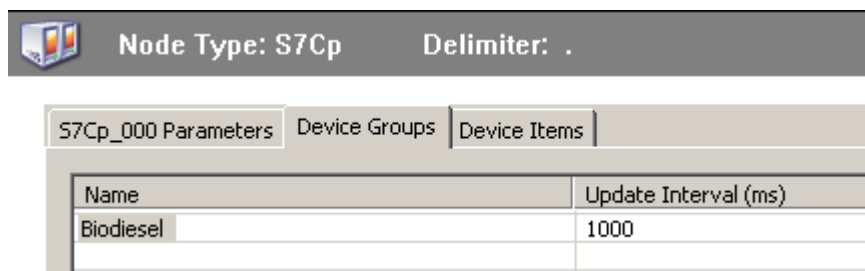
Kuva 19. Serverin sijainti SMC -ohjelmassa

Tämän jälkeen serverin Configurations-välilehden alle lisätään uusi portti PortCpS_000, joka määrittää yhteyden S7-logiikalle. Tämän alle luodaan vielä uusi objekti S7Cp_000, joka määrittää logiikan olevan S7-300- tai 400-sarjaa. Luodulle logiikalle annetaan myös logiikan IP-osoite 192.168.150.101. Tämän lisäksi CPU:n paikka pitää määrittää eli Remote Rack No. on 0 ja Remote Slot No. on 2. Nämä tiedot näkyvät STEP7 HW -asetuksista (kuva 20).



Kuva 20. Logiikan CPU:n tiedot

Tämän jälkeen pitää logiikalle vielä luoda uusi Device Group, tässä tapauksessa Biodiesel ja päivitysaika 1000 ms (kuva 21). Tätä tullaan myöhemmin käyttämään InTouchin puolella, kun luodaan uusi Accessname logiikan I/O-kutsumisia varten.

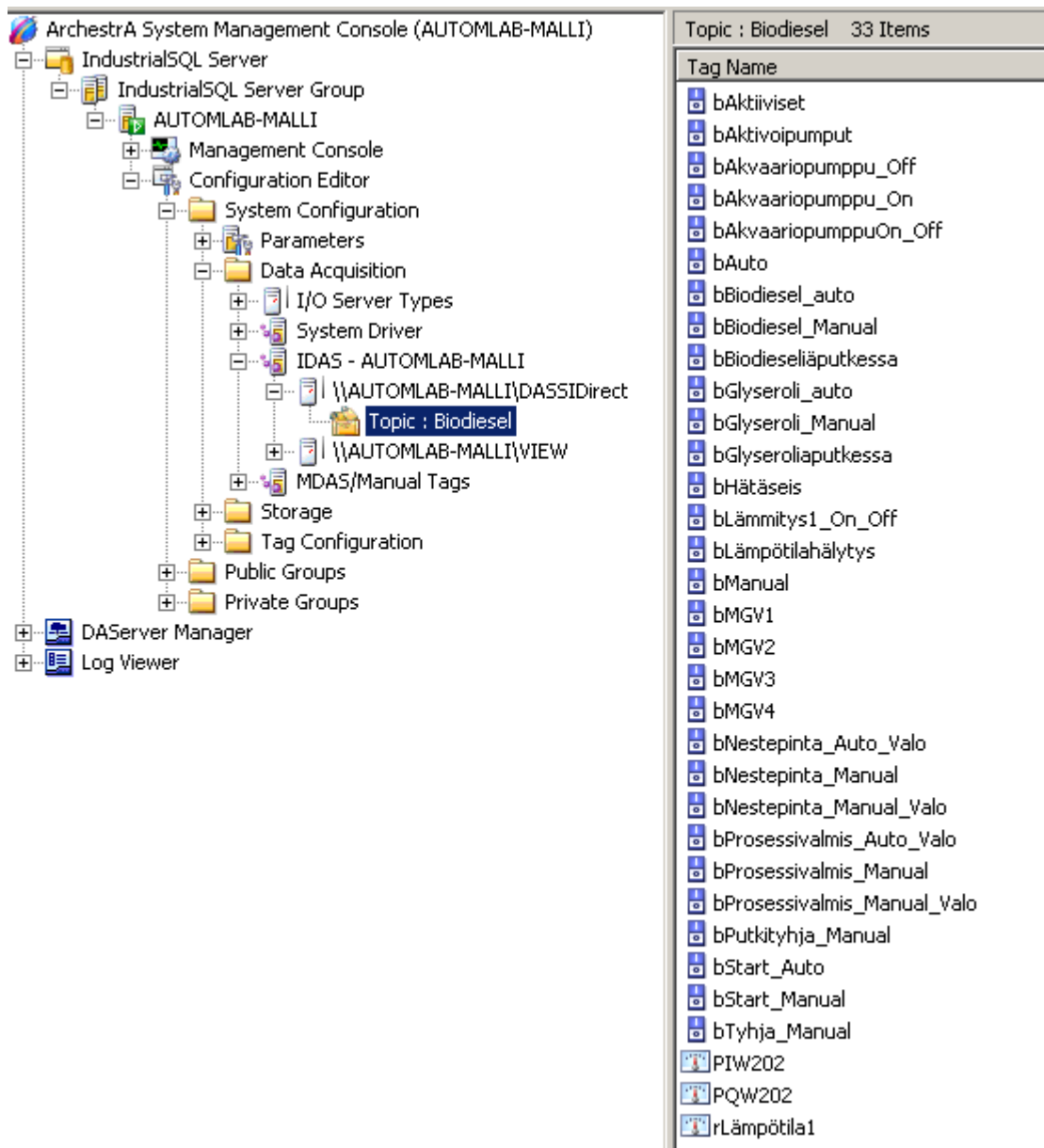


Kuva 21. Device Groups

6.3 SQL-serveri ja tiedonkeruu

SQL-serveri tehtiin Wonderwaren Industrial SQL -serveriohjelmalla. Ohjelma käyttää osittain apunaan Microsoft SQL -serveriohjelmaa, mistä johtuen ohjelma jouduttiin myös asentamaan tietokoneelle. Industrial SQL:n asentamisen jälkeen se muokkasi automaattisesti serverin tiedot ArchestrA SMC -ohjelmalle.

ArchestrA SMC -asetuksista avataan valmis SQL-serveri ja lisätään se tiedonkeruupisteisiin InTouchin tagit. Tämä tapahtuu valitsemalla Configuration Editor -kohdasta import new tags, josta valitaan tehdyn InTouch-valvomon tag-luettelo. Kun tiedonkeruulle tarpeelliset tagit on lisätty serverille, voidaan tiedonkeruu käynnistää laittamalla SQL-serveri päälle.



Kuva 22. Industrial SQL -serveri ja siihen liitetyt InTouch-tagit.

InTouch ei itsessään sisällä hyviä tiedontarkkailu- ja tallennusmenetelmiä, mistä johtuen koneelle asennettiin tähän tarkoitettu Wonderware Active Factory -ohjelma. Ohjelmalla pystytään reaaliajassa tarkkailemaan haluttuja muuttujia joko kaaviossa tai taulukossa.

Active Factoryn Trend History -työkalulla saadaan hyvin näkyviin lämpötilanseuranta melkein reaaliajassa. Ohjelma tunnistaa automaattisesti SQL-serverin, jonka jälkeen

pitää vain lisätä tarkasteltava tagi eli rLämpötila1. Tämän jälkeen tiedon tarkastelun voi painaa päälle, jolloin ohjelma alkaa piirtää lämpötila-arvosta käyrää, jossa lämpötilanvaihtelut käyvät ilmi.

Samassa trendikäyrässä, missä lämpötila-arvon tarkkailu tapahtuu, voidaan myös tarkkailla aikaisempien käyttökertojen lämpötilan muutoksia. Tarkkailualueeksi pitää vain valita kyseinen aika, jolloin laitetietoa on mitattu, minkä jälkeen lämpötilakäyrä tältä ajalta tulee esille.

6.4 InTouch-valvomo

InTouch on Wonderware'n valvomon tekemiseen tarkoitettu ohjelma. Ohjelmaan asentamisen jälkeen luodaan uusi valvomoprojekti Biodiesel. Uudelle projektille tehdään ohjelmalle uusi Access Name, jotta saadaan yhteys STEP7-muuttujiin. Kuvassa 23 näkyy uuden Access Namen asetukset.

The screenshot shows a 'Modify Access Name' dialog box with the following fields and options:

- Access:** Biodiesel1
- Node Name:** (empty)
- Application Name:** DASSIDirect
- Topic Name:** Biodiesel
- Which protocol to use:**
 - DDE
 - SuiteLink
 - Message Exchange
- When to advise server:**
 - Advise all items
 - Advise only active items
- Enable Secondary Source

Buttons on the right: OK, Cancel, Fallback.

Kuva 23. InTouch Access Name

Valvomossa pitää määrittää jokaiselle tarkasteltavalle muuttujalle oma tagi ja tagille tarvittavat tiedot. Kaikki tämän valvomon tarkkailupisteet ovat STEP7-ohjelman muuttujia, joten ne ovat tyypiltään I/O-muuttujia. Jokaiselle I/O-muuttujalle pitää valita Access Name -kohtaan uusi Biodiesel1, jotta kommunikointi STEP7:lla on mahdollista.

Jokaiselle muuttujalle tulee myös määrittää niiden sijainti logiikan puolella. Esimerkiksi logiikan Q4.0 pisteen osoitustieto valvomolla on QX4.0 (kuva 24). Tämän lisäksi jokaiselle muuttujalle pitää valita tagityyppi sen mukaan, mitä tyyppiä ne ovat logiikalla. I/O Discrete vastaa logiikan boolean-muuttujaa eli yhden bitin muuttujaa (0 tai 1). I/O Integer vastaa Word-muuttujaa eli kahden tavun muuttujaa (16 bittiä) ja I/O Real vastaa Double Word -muuttujaa eli neljän tavun muuttujaa (32 bittiä). Koko tagiluettelo liitteessä 3.

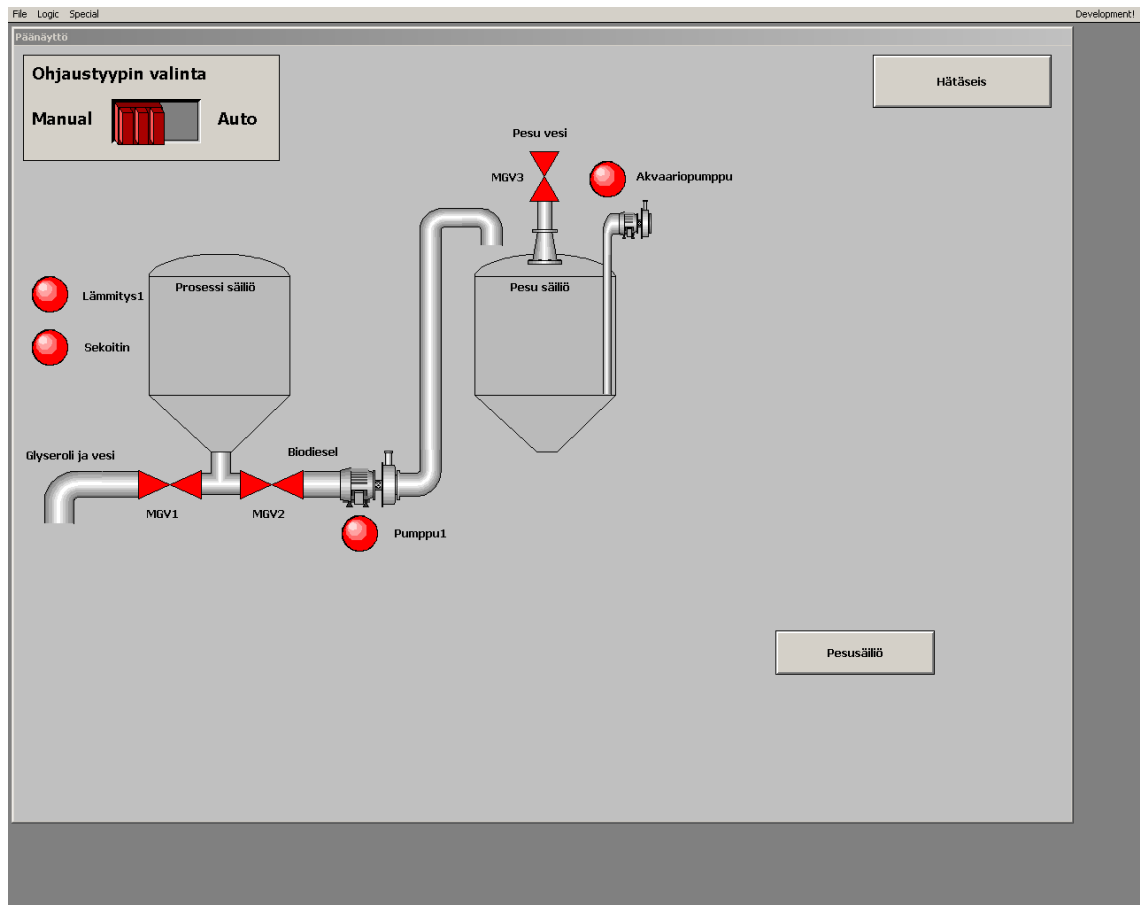
The screenshot shows the 'Tagname Dictionary' dialog box with the following details:

- Tab:** Details
- Buttons:** New, Restore, Delete, Save, Select..., Close
- Tagname:** bMGV1
- Type:** I/O Discrete
- Group:** \$System
- Access:** Read only (unchecked), Read Write (checked)
- Comment:** MGV1 Auki / Kiinni
- Log Data:** unchecked
- Log Events:** unchecked
- Retentive Value:** unchecked
- Initial Value:** On (unchecked), Off (checked)
- Input Conversion:** Direct (checked), Reverse (unchecked)
- On Msg:** (empty field)
- Off Msg:** (empty field)
- Access Name:** Biodiesel1
- Item:** QX4.0
- Use Tagname as Item Name:** unchecked

Kuva 24. Tagin QX4.0 luominen.

Valvomon tekeminen aloitettiin tekemällä Päänäyttö, joka sisältää yleistiedot järjestelmän ohjausten tiloista. Lisäksi sivulla on ohjaustavan valintakytkin (Auto / Manual), Hätäseis-painike sekä painikkeet, joilla pääsee toisille näytöille. Automaatti- ja

manuaaliohjauksen nappulat ovat vain näkyvissä silloin, kun kyseinen ohjaustapa on valittuna.



Kuva 25. Valvomon päänäyttö

Päänäytöllä (kuva 25) on myös pyritty havainnollistamaan järjestelmän toimintaa piirtämällä siitä kuva ja sijoittamalla eri muuttujien tiedot niiden oikeille fyysisille paikoille. Sivulla ei kuitenkaan ole ohjaukseen vaadittavia nappuloita, joten sen pääasiallinen tarkoitus on havainnollistaa prosessin kulkua uudelle käyttäjälle.

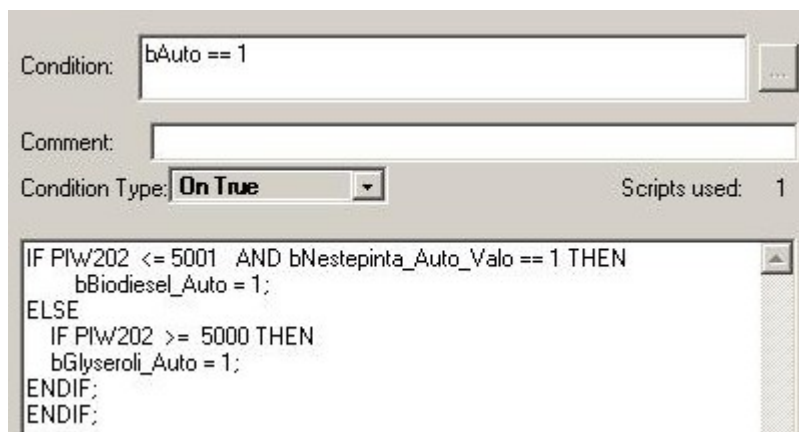
Prosessisäiliön manuaaliohjauksen näytöllä ovat painonappeina kaikki ohjaukseen vaadittavat toiminnot. Lisäksi näytöllä on näkyvillä kaikkien prosessisäiliöön vaikuttavien muuttujien tilat, joiden avulla prosessin kulkua pystytään seuraamaan.

Jokaisen nappulan ja prosessin oloarvo valojen yhteydessä on selostus siitä, mitä valo tarkoittaa ja mitä mistäkin nappulasta tapahtuu.

Manuaalinäytöllä on myös reaaliaikainen tieto prosessin lämpötilasta, hätäseis-painike sekä mahdollisuus siirtyä päänäytön puolelle. Päänäytölle siirtymistä kannattaa kuitenkin välttää siinä vaiheessa, kun seuraavan ohjauksen toteutus painonapilla vaatii ajallista tarkkuutta. Tällainen ohjaustoimenpide on esimerkiksi automaattisen biodieselin havaitsemista korvaava biodieselin havainnointipainonappi, joka lopettaa glyserolin ja veden poiston ja aloittaa biodieselin pumppauksen seuraavaan säiliöön.

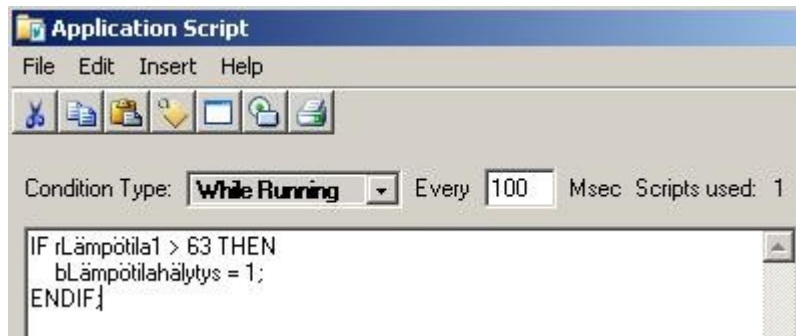
Valvomon automaattiohjauksen näytöllä on vain kolme painonappia: automaatti prosessin Start-painike, Hätäseis-painike ja painike, jolla pääsee päänäytölle. Kaikki muut näytön toiminnoista ovat prosessin kulkuun liittyviä tilatietoja. Tästä johtuen prosessia voi käytännössä myös seurata päänäytöltä prosessin käynnistymisen jälkeen.

Automaattiohjausta varten valvomoon on myös tehty Condition Script, jonka ehtona on prosessin oleminen automaattiohjauksella. Tämä koodi on tehty valvomolle valmiiksi mahdollista johdinanturia varten. Johdinanturin arvot ovat väliaikaisia, sillä oikeat arvot voidaan selvittää vasta anturin testauksen yhteydessä. Koodin rakenne on kuvassa 26.



Kuva 26. Condition Script

Lisäksi ohjelmalle tehtiin koko ohjelman kattava Application Script, jonka tarkoituksena on tarkkailla lämpötila-arvon mahdollista hälytysrajan ylitystä. Jos lämpötila ylittää säädetyn hälytysrajan 62 °C, kytkee koodi lämpötilahälytyksen päälle ja lämmönsyöttö menee pois päältä (kuva 27).



Kuva 27. Lämpötilan hälytysrajan tarkkailu

Valvomon näytöistä viimeisenä on pesusäiliön ohjausnäyttö. Lopullista säiliön toimintaa ei kuitenkaan pystytty ilman käytännön testausta määrittämään kunnolla, joten ainoa sivun ohjaus on akvaariopumpun On/Off-nappi. Tämä toiminto ohjaa myös pesusäiliön vedensyöttöä, joka toimii pulssiohjauksella. Vedensyötön toimintaa kuvaa näytöllä oleva MGV3:n toimintaa vastaava valo.

7 Yhteenveto ja kehitysmahdollisuuksia

Työn varsinaista käytännön testaamista ei päästy suorittamaan, koska putkistoa säiliöiden välille ei saatu asennettua. Prosessisäiliön manuaalinen ohjaus saatiin kuitenkin simuloimalla testattua läpikotaisin.

Prosessisäiliön automaattinen ohjaus tarvitsee vielä paljon tietoa ennen täydellistä toimimista. Jokainen ajastin pitää ajastaa sopivaksi manuaalisen testauksen pohjalta. Lisäksi automaattinen ohjaus vaatii anturin aineiden tunnistukseen. Alustavassa suunnittelussa kyseiseksi anturiksi kaavailtiin johdinanturia, koska glyserolin ja veden johtavuudet ovat paljon biodieselin johtavuutta suurempia.

Jos prosessisäiliössä tullaan valmistamaan paljon erikokoisia valmistuseriä, kannattaa harkita kapasitiivisen anturin hankkimista säiliön tyhjentymisen määrittämiseksi. Tämän avulla pumpun käyntiaika pystytään määrittämään samaksi biodieselin määrästä riippumatta. Muussa tapauksessa käyntiaika tarvitsee määrittää suurimman erän mukaan ja pienemmissä erissä pumppu on osan ajasta turhaan päällä.

Pesusäiliön ilmansyötön ohjaus akvaariopumpulla ja pesuveden syöttö säiliöön sumuttimen kautta saatiin toteutettua. Ongelmaksi toiminnassa jäi kuitenkin epäselvyys siitä, miten pesty biodiesel siirretään seuraavaan säiliöön. Tämän suunnittelemiseen tarvitaan tarkempaa tietoa pesun vaikutuksesta ja siitä, halutaanko vesi erotella biodieselistä jo tässä säiliössä.

Kokonaisuudessaan järjestelmälle pitää rakentaa seuraavaksi putkisto prosessi- ja pesusäiliön välille ja suorittaa paljon testausta manuaaliohjauksella. Tämän jälkeen pystytään jatkamaan lopullisen automatisoinnin suunnittelua ja tekemistä.

Automaattiohjausta varten manuaali ajossa tulee kerätä tietoa seuraavista ajanjaksoista:

- Miten kauan kestää se, että prosessi on valmis eli sekoittimen voi sammuttaa?
- Miten kauan kestää nestepintojen tasaantuminen sekoittimen sammumisen jälkeen?
- Kuin kauan kestää lopun glyserolin valuminen pois prosessista biodieselin ja glyserolin rajan ollessa suunnilleen säiliöpohjan korkeudella (kohta, jossa johdinanturi tulee suunnilleen havaitsemaan biodieselin)?
- Kuinka kauan biodieselin pumppaus toiseen säiliöön kestää pumppauksen aloittamisesta? (Pumpun tyhjäkäynti ei tosin ole vaarallista, joten tämä aika voidaan säätää tarvittaessa ylisuureksi.)

Lähteet

- 1 Models T16 & P16 – temperature/process controllers. Red Lion. Käyttöohje.
- 2 PID-säädin. (WWW-dokumentti.) Wikipedia.
<<http://fi.wikipedia.org/wiki/PID-säädin>>. Luettu 18.9.2008.
- 3 Harju, Timo & Marttinen, Arto. Säättöpiirin virityksen perusteet. Espoo: Otamedia Oy, 2000.
- 4 Tavallisten aktiivisten komponenttien toimintaperiaatteet. (WWW-dokumentti.)
<http://personal.inet.fi/atk/z80project/elvika/1_3.html>. Luettu 18.9.2008.
- 5 CD3000 M-1PH thyristor unit. CD Automation S.r.l. Käyttöohje.
- 6 Operating Instructions HBS / HB / HSS / HS. Horst. Käyttöohje.
- 7 HTB230-anturilähetin. Nokeval. Käyttöohje.
- 8 Pumpdrive PD 5206. Heidolph. Käyttöohje.

Liite 1: Riviliitin- ja relekytkentäkaavio

Taulukko L1.1. Riviliitin- ja relekytkennät

Logiikan kytkentäpiste	Liitoskohta	Laitteiden kytkentäpiste
Maa	0	MGV1,2,3 (GND)
Kortti1, Dlx16		
I0.0 (+) vihreä	1	Kapasitiivinen anturi+ (Ei kytketty)
I0.1 (+) harmaa	2	
I0.2 (+) ruskea	3	
I0.3 (+) valkoinen	4	
I0.4 (+) keltainen	5	
I0.5 (+) pinkki	6	
I0.6 (+) punainen	7	
I0.7 (+) sininen	8	
I0.0 - I0.7 (-)	9	Kapasitiivinen anturi- (Ei kytketty)
I0.0 - I0.7 (-)	10	
Kortti 2, Dlx16		
Q4.0 (+) vihreä	11	MGV1+
Q4.1 (+) harmaa	12	MGV2+
Q4.2 (+) ruskea	13	MGV3+
Q4.3 (+) valkoinen	14	MGV4+ (Ei kytketty)
Q4.4 (+) keltainen	15	MGV5+ (Ei kytketty)
Q4.5 (+) pinkki	16	MGV6+ (Ei kytketty)
Q4.6 (+) punainen	17	Pumppu1 On / Off
Q4.7 (+) sininen	18	Pumppu2 On / Off
Q4.0 - Q4.7 (-)	19	MGV1-, MGV2-, MGV3-
Q4.0 - Q4.7 (-)	20	MGV 4-, MGV5-, MGV6- (Ei kytketty)
Q5.0 (+) vihreä	21	Rele1 ohjaus (+) Lämmitys1 ohjaus
Q5.1 (+) harmaa	22	Rele2 ohjaus (+) Lämmitys2 ohjaus
Q5.2 (+) ruskea	23	Rele3 ohjaus (+) Pumppujen turvarele logiikan sammussa
Q5.3 (+) valkoinen	24	Rele4 ohjaus (+) Akvaariopumpun ohjaus
Q5.4 (+) keltainen	25	
Q5.5 (+) pinkki	26	
Q5.6 (+) punainen	27	
Q5.7 (+) sininen	28	
Q5.0 – Q5.7 (-)	29	Rele1,2,3,4 ohjaus (-)
Q5.0 – Q5.7 (-)	30	

Taulukko L1.2. Riviliitin- ja relekytkennät jatkuu edelliseltä sivulta

Kortti 3 Alx4/AOx2		
A11 (-) Liitin 3 ruskea	31	Lämpötilamittaus1 (-) (Logiikan jännitelähteen miinus)
A11 (+) Liitin 4 sininen	32	Lämpötilamittaus1 (+)
A12 (-) Liitin 6 vih/kel	33	Johdinanturi (-) (Ei kytketty)
A12 (+) Liitin 7valkoinen	34	Johdinanturi (+) (Ei kytketty)
A13 (-) Liitin 9 punainen	35	
A13 (+) Liitin 10 musta	36	
A14 (-) Liitin 12 sininen	37	
A14 (+) Liitin 13 ruskea	38	
PQW200 (+) Liitin 14 valkoinen	39	Sekoitin (+)
PQW200 (-) Liitin 15 vih/kel	40	Sekoitin (-)
PQW202 (+) Liitin 17 musta	41	Rele 3 (+)
PQW202 (-) Liitin 18 punainen	42	Pumppu 1 ja 2 (0V)
Maa	43	PQW200 (-), PQW202 (-)
+24V	Rele1	T16 Lämpötila1 ohjaus (+24V)
+24V	Rele2	T16 Lämpötila2 ohjaus (+24V)
PQW202 (+)	Rele3	Pumppu 1 (+5V), pumppu 2 (+5V)
+230VAC	Rele4	Akvaariopumpun käyttöjännite +230VAC

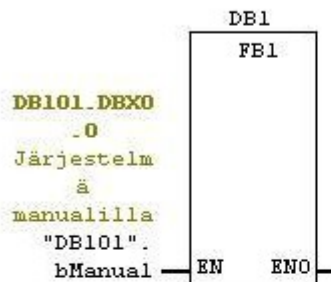
Liite 2: Logiikkaohjelmakoodi

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Ohjelma, jossa kutsutaan muita ohjelman toimintalohkoja.

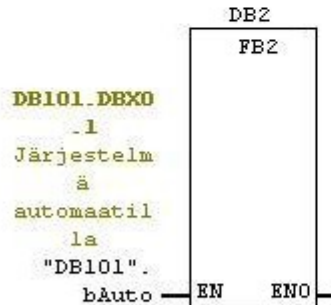
Network 1: Manuaali ajo

Comment:



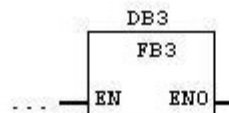
Network 2: Auto ajo

Comment:



Network 3: Yhteiset osatekijät

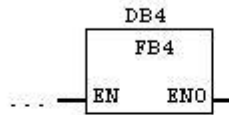
Comment:



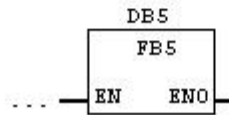
Kuva L2.0. Pääohjelma (OB1)

Network 4 : Analog Input skaalaukset

Comment:

**Network 5** : Pesusäiliön ohjaus

Comment:



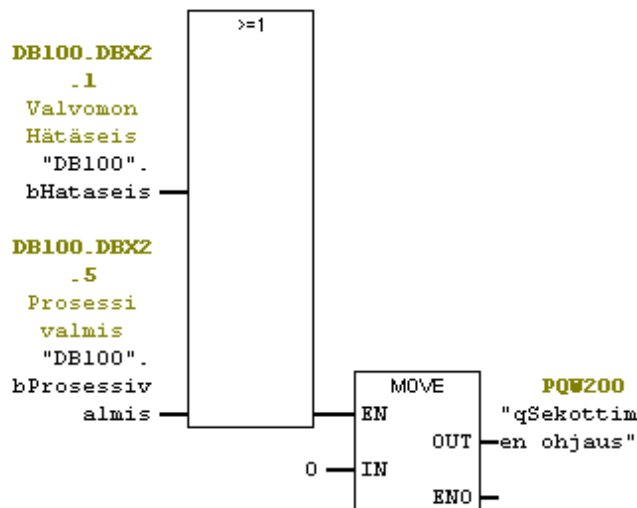
Kuva L2.1. Pääohjelma jatkuu edelliseltä sivulta

FB1 : Prosessisäiliön manuaaliohjaus

Tätä ohjausta käytetään, kun valvomolta valitaan manuaalinen prosessisäiliön ajo.

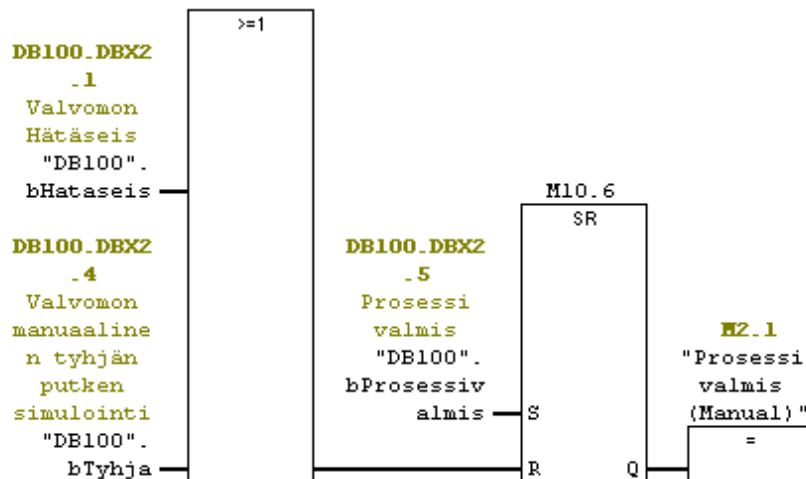
Network 1 : Sekoitin pois päältä

Pysäyttää sekottimen kun prosessi on valmis tai hätäseis menee päälle.



Network 2 : Prosessi valmis

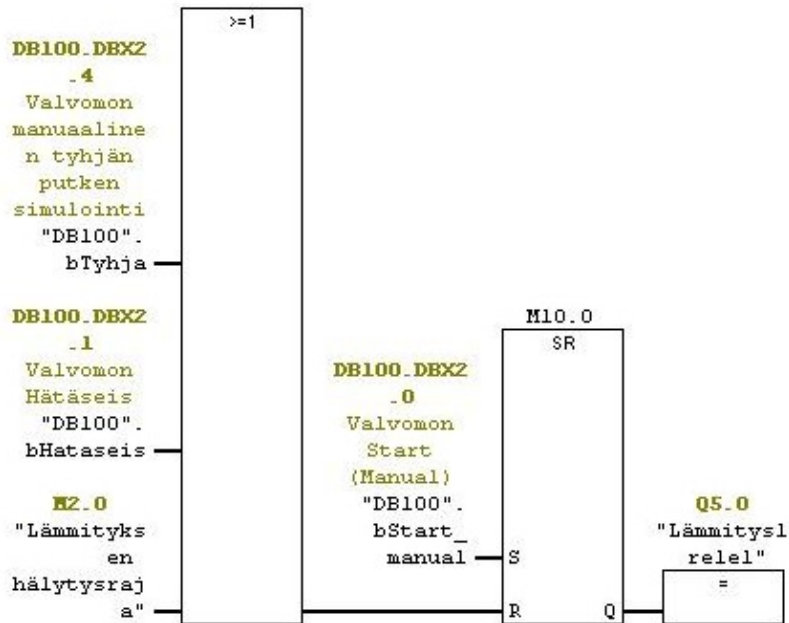
Ilmoittaa, koska prosessin on valmis. Tämän jälkeen sekoitin menee pois päältä ja odotetaan seuraavaksi, että nestepinnan muodostavat tasaiset faasit.



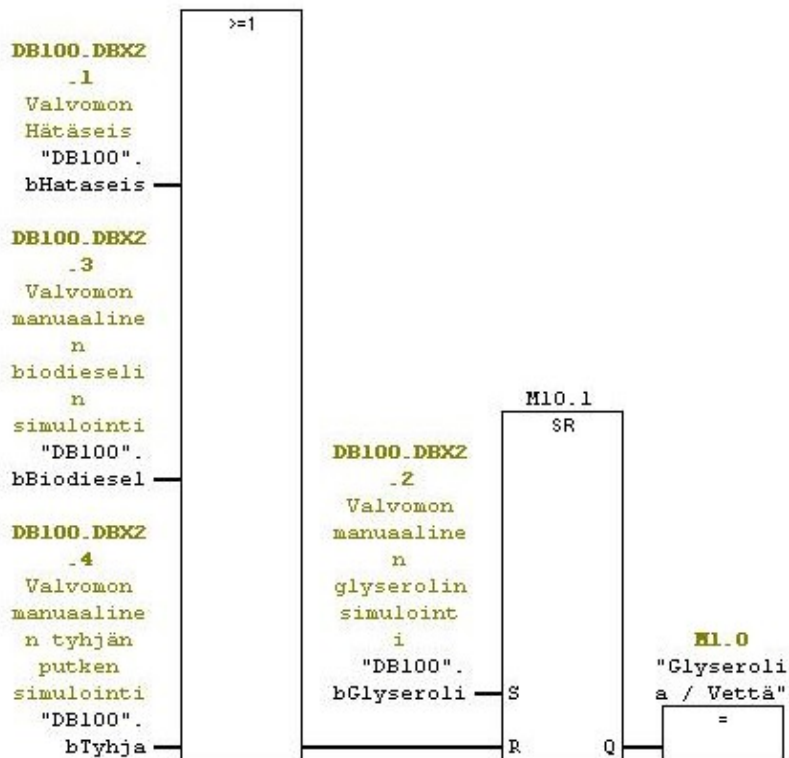
Kuva L2.2. Prosessisäiliön manuaaliohjaus FB1

Network 3 : Lämmitys1 On / Off

Normaalisti päällä, kun prosesse on käynnissä. Menee pois päältä, kun prosessisäiliö on tyhjä, painetaan hätäseis tai prosessilämpötila menee yli hälytysrajan.


Network 4 : Putkessa Glyserolia

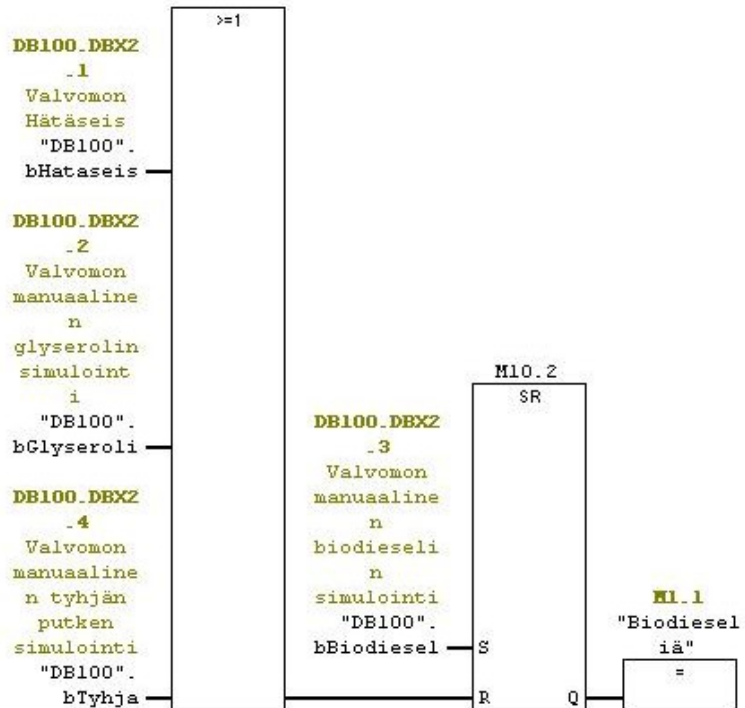
Simuloi anturin antamaa tietoa siitä, koska putkessa on glyserolia tai vettä.



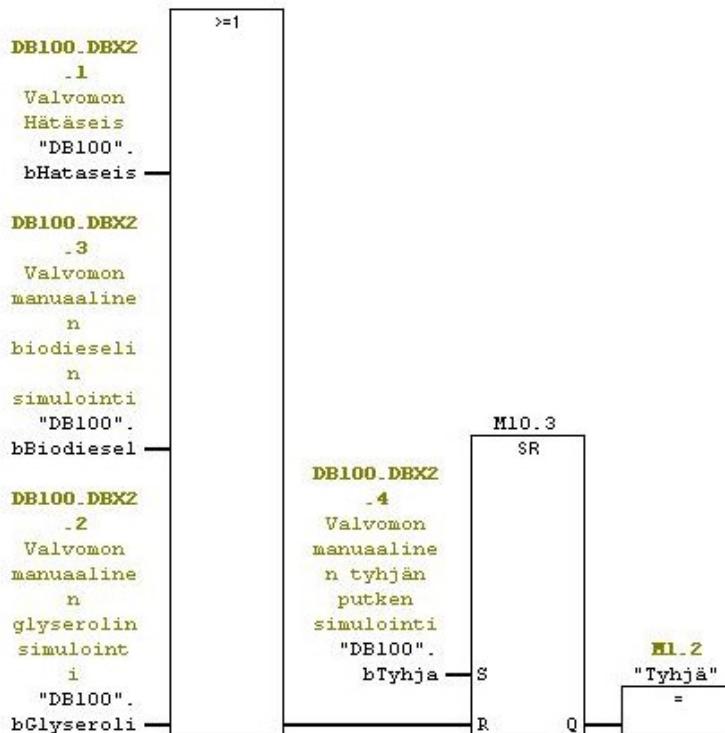
Kuva L2.3. Prosessisäiliön manuaaliohjaus jatkuu edelliseltä sivulta

Network 5 : Putkessa Biodieseliä

Simuloi anturin antamaa tietoa siitä, koska putkessa on biodieseliä.


Network 6 : Putki tyhjä

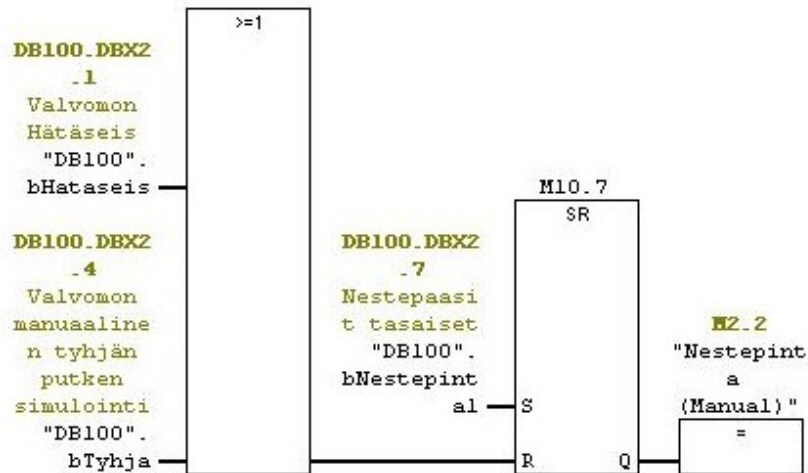
Ilmoittaa, koska kaikki biodiesel on seuraavassa säiliössä.
(Automaattiohjauksella ajastin korvaa tämän ohjauksen.)



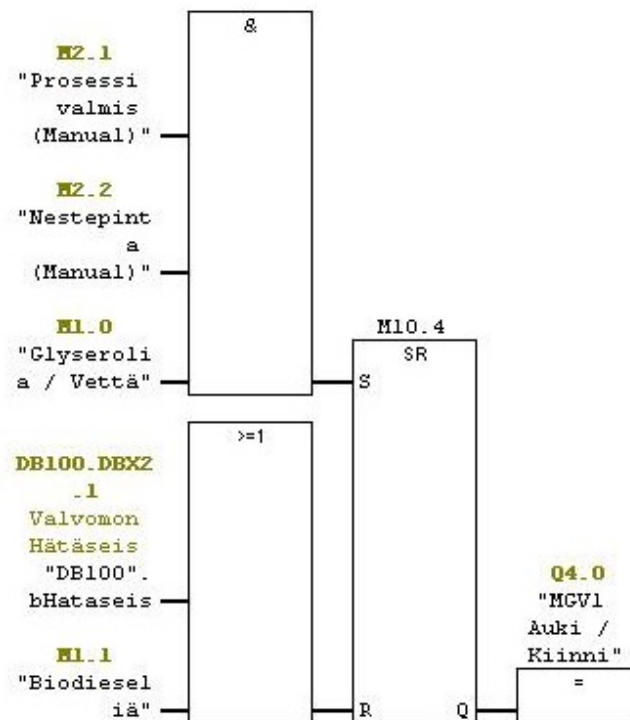
Kuva L2.4. Prosessisäiliön manuaaliohjaus jatkuu edelliseltä sivulta

Network 7: Kuittaus nestepintojen tasaantumisesta

Tämä kuittaus vaaditaan ennen kuin magneettiventtiilit voivat avautua.
(Automaattiohjauksella ajastin korvaa tämän ohjauksen.)

**Network 8: MGV 1 (Glyserolin ja veden poisto)**

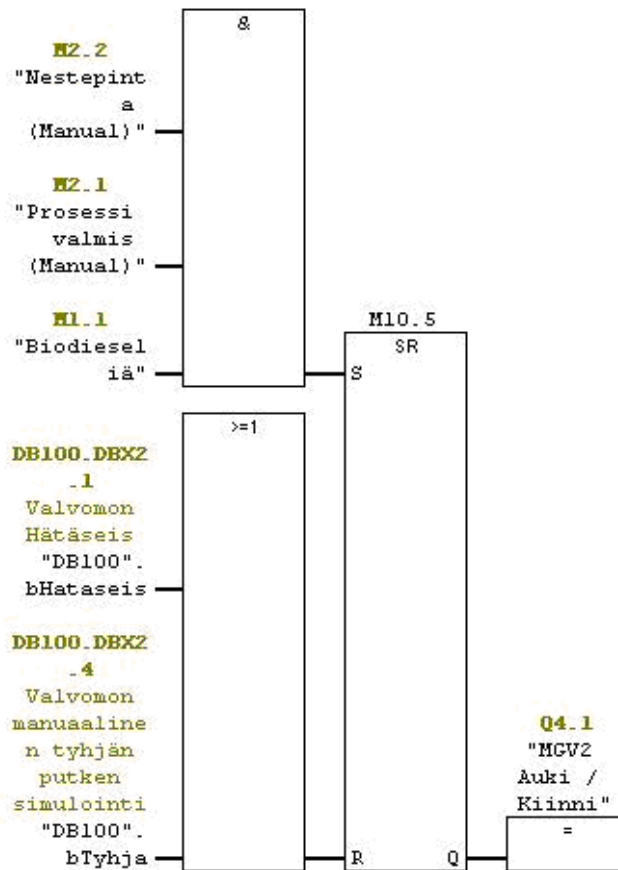
MGV1:n avautumisen ja sulkeutumisen ohjaus.



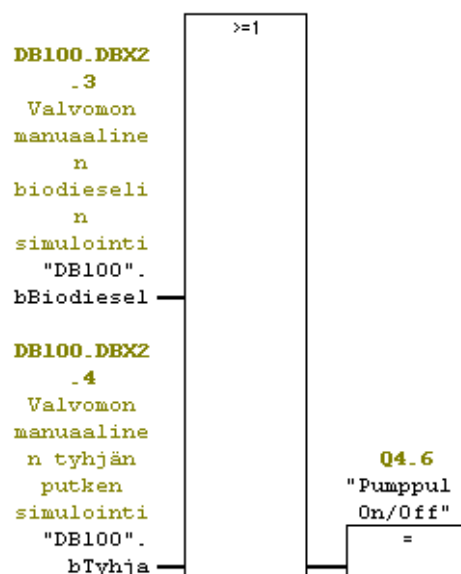
Kuva L2.5. Prosessisäiliön manuaaliohjaus jatkuu edelliseltä sivulta

Network 9 : MGV 2 (Biodieselin siirto toiseen säiliöön)

MGV1:n avautumisen ja sulkeutumisen ohjaus.


Network 10 : Pumpul On / Off

Pumpun 1 digitaalisen Start/Stop signaalin ohjaus.



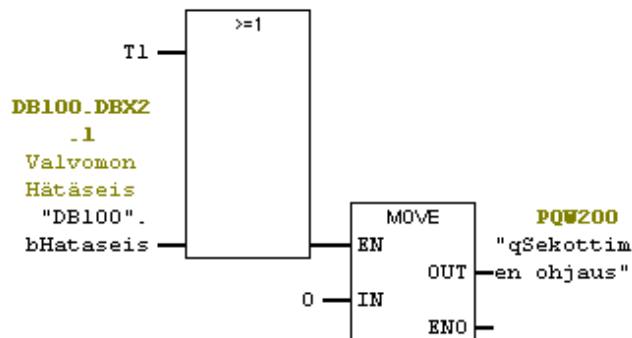
Kuva L2.6. Prosessisäiliön manuaaliohjaus jatkuu edelliseltä sivulta

FB2 : Prosessisäiliön automaattiohjaus

Tätä ohjausta käytetään, kun valvomolta valitaan automaattinen prosessisäiliön ajo.

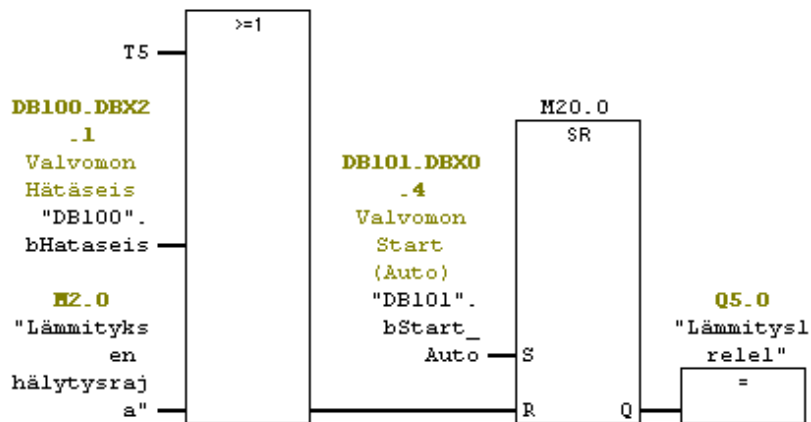
Network 1: Sekoitin pois päältä

Sekoitin menee pois päältä, kun prosessin valmistumista ohjaava ajastin tulee aktiiviseksi.



Network 2 : Lämmitys1 On / Off

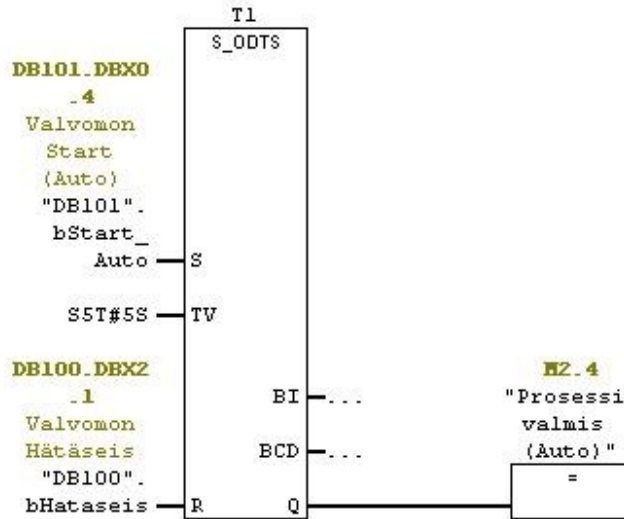
Normaalisti päällä, kun prosesse on käynnissä. Menee pois päältä, kun prosessisäiliö on tyhjä (T5), painetaan hätäseis tai prosessilämpötila menee yli hälytysrajan.



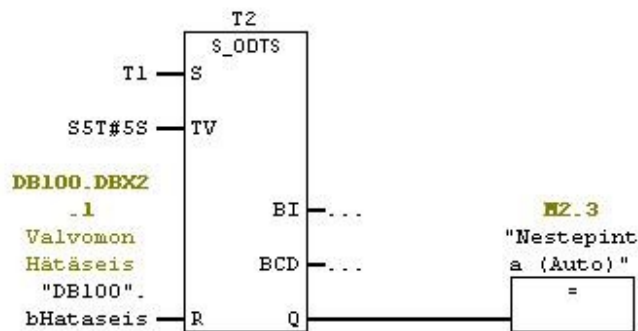
Kuva L2.7. Prosessisäiliön automaattiohjaus FB2

Network 3 : Prosessin kesto

Kun valmistusprosessin aika tiedetään laitetaan se tähän ajastimeen. (5s väliaikainen aika)

**Network 4 : Tasaantumis aika**

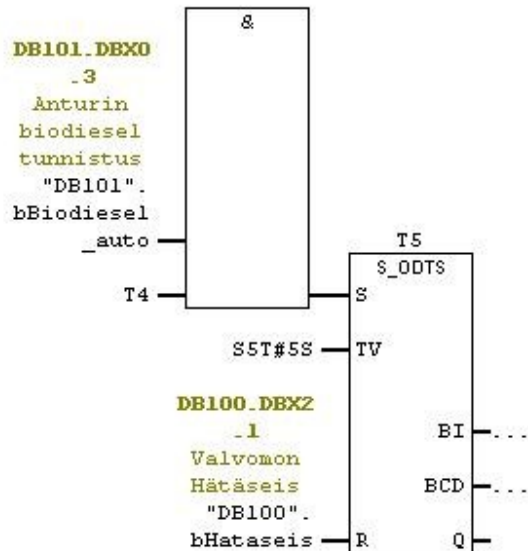
Aika joka menee nestepintojen tasaantumisessa. Asetetaan ajastimeen, kun se on saatu selville. (5s väliaikainen aika)



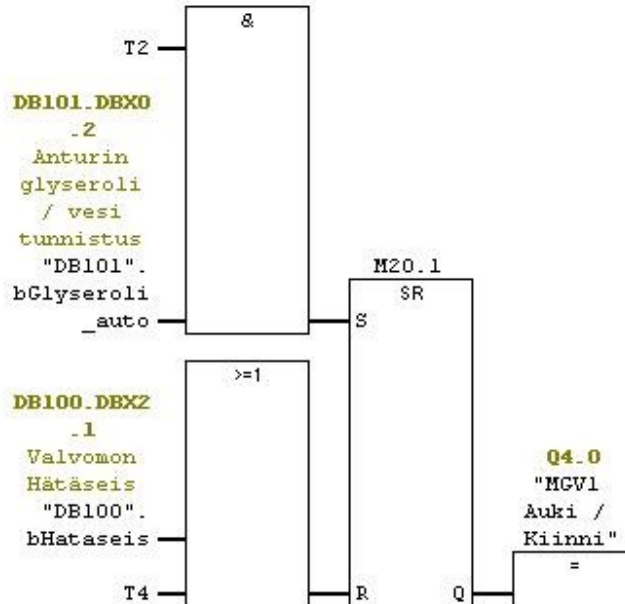
Kuva L2.8. Prosessisäiliön automaattiohjaus jatkuu edelliseltä sivulta

Network 5 : Putki tyhjä

Aika joka menee pumppauksen alkamisesta siihe, että putki on tyhjä.
(5s väliaikainen aika)


Network 6 : MGV 1 (Glyserolin ja veden poisto)

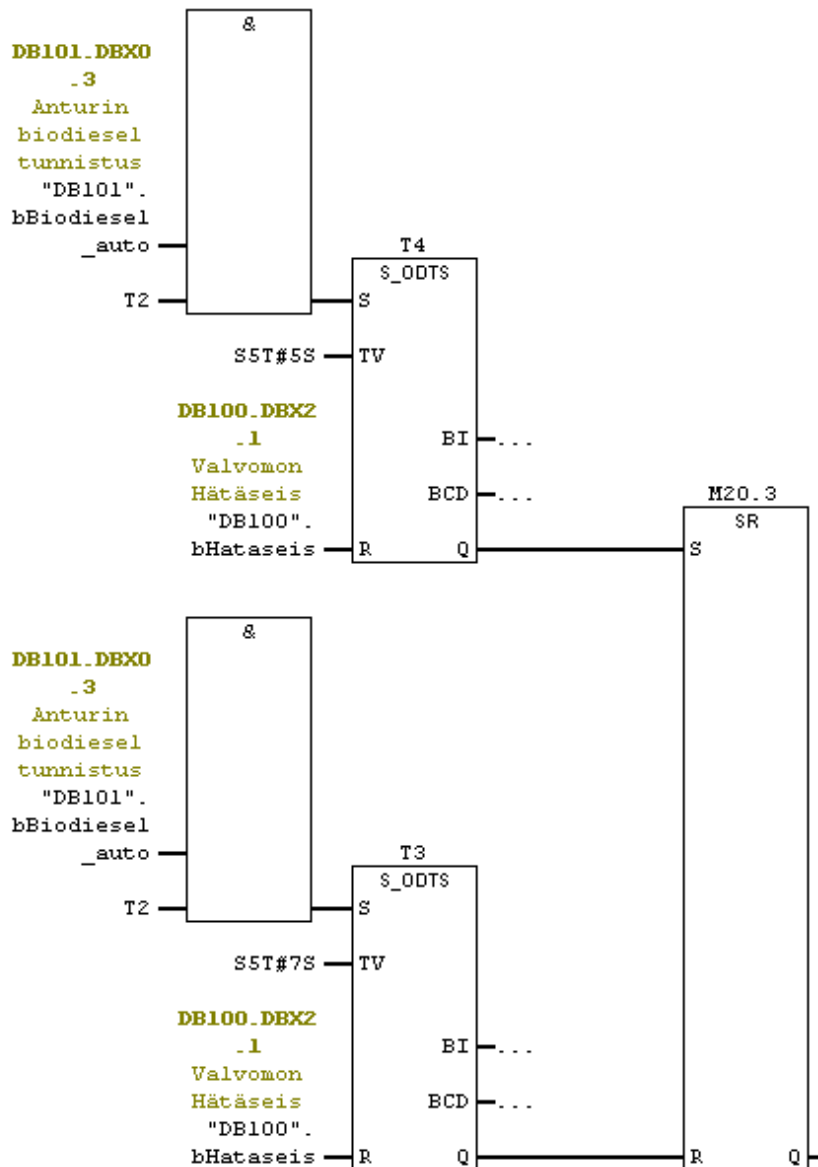
MGV1:n avautumisen ja sulkeutumisen ohjaus.



Kuva L2.9. Prosessisäiliön automaattiohjaus jatkuu edelliseltä sivulta

Network 7 : Lopun glyserolin pois valumis aika

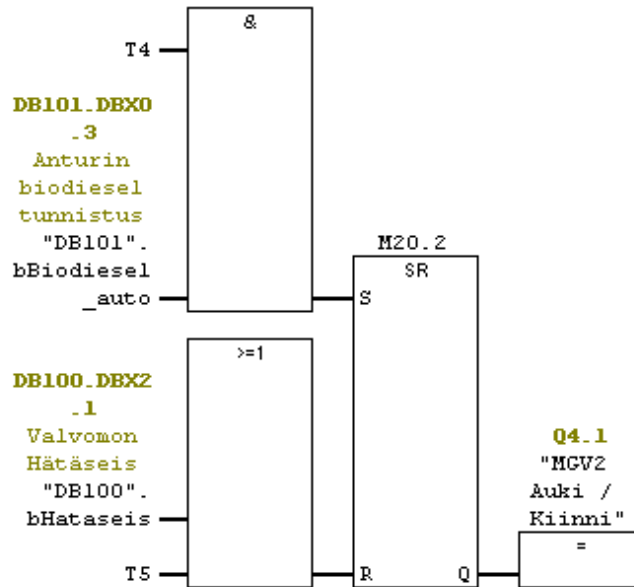
Anturin havaitessa biodieseliä menee vielä pieni aika ennen, kun kaikki glyseroli on valunut pois putkesta. Tämä ajasti kuvaa sitä aikaa. M20.3 käynnistää pumpun, mutta pitää mennä pois päältä jotta pumpun pysäytys onnistuu myöhemmin. T3 aika tulee olla 2s suurempi kuin T4 aika.



Kuva L2.10. Prosessisäiliön automaattiohjaus jatkuu edelliseltä sivulta

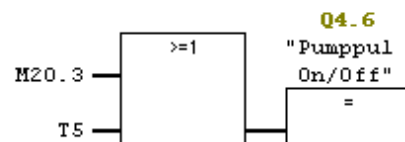
Network 8 : MGV 2 (Biodieselin siitro toiseen säiliöön)

MGV2:n avautumisen ja sulkeutumisen ohjaus.



Network 9 : Pumppul On / Off

Pumpun 1 digitaalisen Start/Stop signaalin ohjaus.



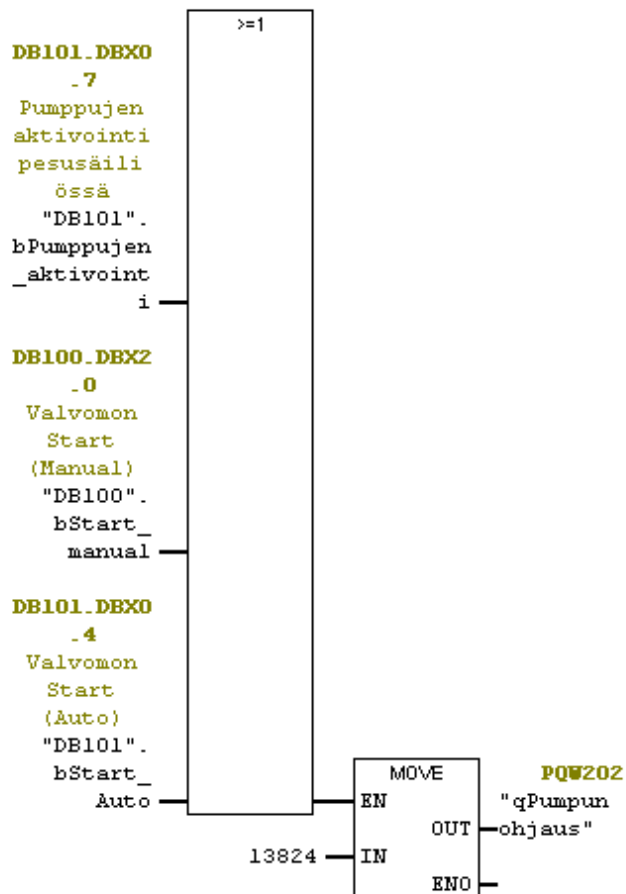
Kuva L2.11. Prosessisäiliön automaattiohjaus jatkuu edelliseltä sivulta

FB3 : Yhteiset toiminnot

Riippumatta onko järjestelmä automaatti- vai manuaaliohjauksella nämä toiminnon kuuluvat ohjelmaan.

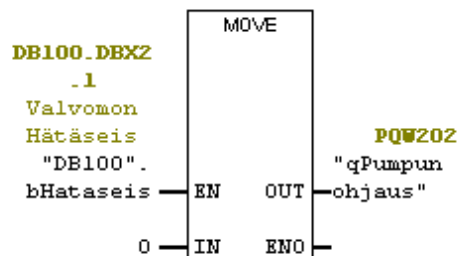
Network 1 : Pumppujen ohjausjännite 5V

Analoginen 5V:n ohjaus pumpuille. (Int 13824 = 5V)



Network 2 : Pumppujen ohjausjännite 0V

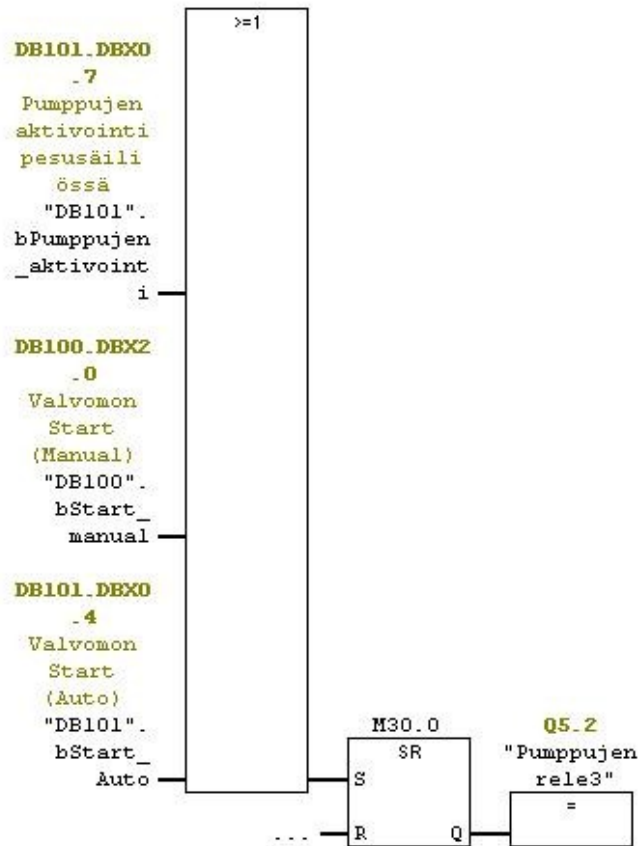
Analoginen 0V:n ohjaus pumpuille.



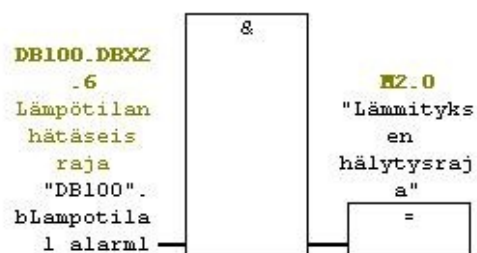
Kuva L2.12. Prosessin yhteiset toiminnot FB3

Network 3 : Rele3 (Pumppujen turvarele)

Poistaa ongelman, jossa pumppu menee päälle logiikan sammussa.

**Network 4 : Lämpötila saavuttaa hälytysrajan**

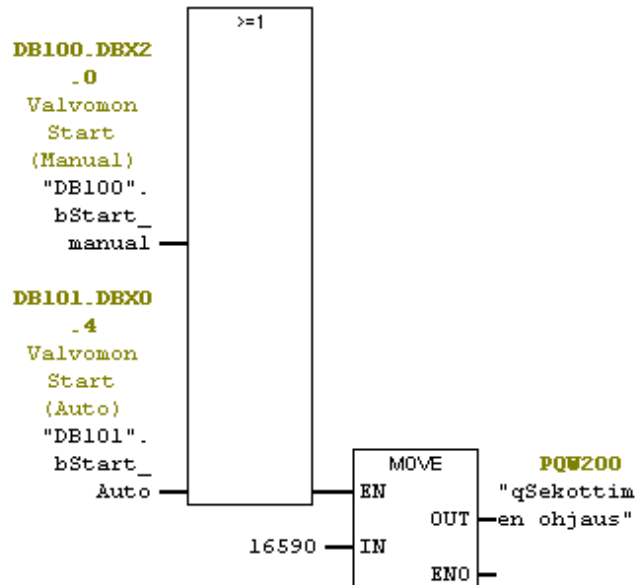
Lämpötilan noustessa hälytysrajaan kytkee logiikka ohjausken, joka sammuttaa lämmityksen.



Kuva L2.13. Prosessin yhteiset toiminnot jatkuu edelliseltä sivulta

Network 5 : Sekoitin päälle

Analoginen 6V:n ohjaus sekoittimelle. (Int 16590 = 6V)

**Network 6 : Pumput aktiiviset.**

Tieto pesusäiliölle onko pumput aktiiviset vai pitääkö ne aktivoida uudelleen ennen kuin pumppu2 voidaan käynnistää.



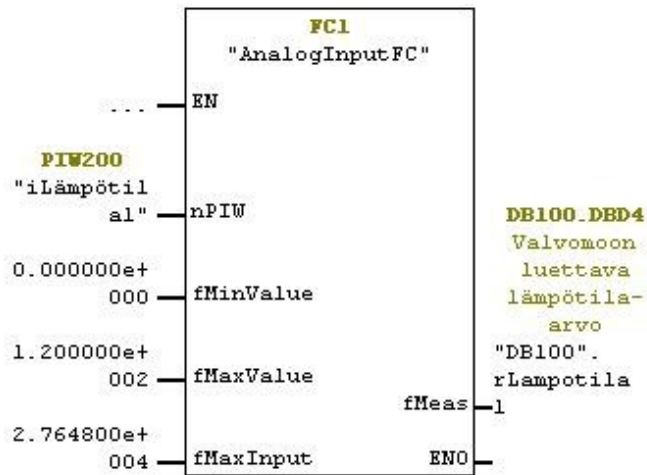
Kuva L2.14. Prosessin yhteiset toiminnot jatkuu edelliseltä sivulta

FB4 : Analog Input Skaalaukset

Comment:

Network 1: Lämpötila 1 skaalaus

Digitaalinen lämpötilas arvo skaalataan välille 0 - 120°C.



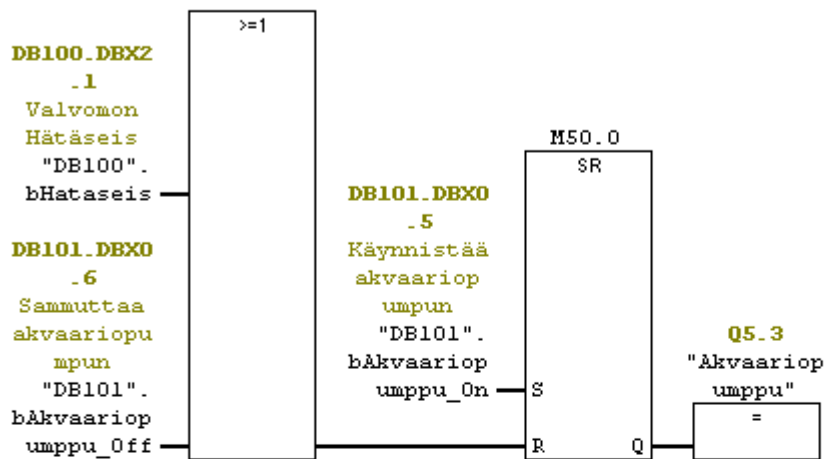
Kuva L2.15. Analog Input -skaalaukset FB4

FB5 : Pesusäiliön ohjaus

Comment :

Network 1 : Akvaariopumppu On/Off

Akvaariopumpun ohjaus valvomosta.



Network 3 : Vedensyötön ohjaus. (MGV3)

MGV3 On / Off ohjaus.



Kuva L2.16. Pesusäiliön ohjaus FB5

```

FUNCTION AnalogInputFC : VOID

VAR_INPUT
  nPIW:      WORD;    // PIW address where the AI is read
  fMinValue: REAL;    // Scaling minimum value corresponding 4 mA
  fMaxValue: REAL;    // Scaling maximum value corresponding nominal current
  fMaxInput: REAL;
END_VAR

VAR_OUTPUT
  fMeas:     REAL;    // Scaled measurement value
END_VAR

BEGIN
  // Analog (=Integer) value 27648 corresponds the nominal value of current measurement
  fMeas:= ((fMaxValue - fMinValue) * (WORD_TO_INT(nPIW)- 5530) / fMaxInput + fMinValue) * 1.25;
END_FUNCTION

```

Kuva L2.17. Lämpötila-anturin skaalausfunktio (FC1)

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	DE_VAR	INT	0	Temporary placeholder variable
+2.0	bStart	BOOL	FALSE	Valvomon Start
+2.1	bHataseis	BOOL	FALSE	Valvomon Hata sais
+2.2	bGlyseroli	BOOL	FALSE	Valvomon manuaalinen glyserolin simulointi
+2.3	bBiodiesel	BOOL	FALSE	Valvomon manuaalinen biodieselin simulointi
+2.4	bTyhja	BOOL	FALSE	Valvomon manuaalinen tyhjän putken simulointi
+2.5	bProsessivalmis	BOOL	FALSE	Manuaalinen prosessi valmis
+2.6	bLampotilal_alarml	BOOL	FALSE	Lämpötilan hätäseis raja
+2.7	bNestepintal	BOOL	FALSE	Nestepaasit tasaiset
+4.0	rLampptilal	REAL	0.000000e+000	Valvomoon luettava lämpötila-arvo
=8.0		END_STRUCT		

Kuva L2.18. Datataulukko DB100

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	bManual	BOOL	FALSE	Järjestelmä manualilla
+0.1	bAuto	BOOL	FALSE	Järjestelmä automaatilla
+0.2	bGlyseroli_auto	BOOL	FALSE	Anturin glyseroli / vesi tunnistus
+0.3	bBiodiesel_auto	BOOL	FALSE	Anturin biodiesel tunnistus
+0.4	bStart_Auto	BOOL	FALSE	Valvomon Start (Auto)
+0.5	bAkvaariopumppu_On	BOOL	FALSE	Käynnistää akvaariopumpun
+0.6	bAkvaariopumppu_Off	BOOL	FALSE	Sammuttaa akvaariopumpun
+0.7	bPumppujen_aktivointi	BOOL	FALSE	Pumppujen aktivointi pesusäiliössä
=2.0		END_STRUCT		

Kuva L2.19. Datataulukko DB101

Symbol Editor - [S7 Program(2) (Symbols) -- Biodiesel\SIMAT

Symbol Table Edit Insert View Options Window Help

All Symbols

	Status	Symbol	Address ▲	Data type
1		DB100	DB 100	DB 100
2		DB101	DB 101	DB 101
3		AnalogInputFC	FC 1	FC 1
4		Glyserolia / Vettä	M 1.0	BOOL
5		Biodieseliä	M 1.1	BOOL
6		Tyhjä	M 1.2	BOOL
7		Lämmityksen hälytysraja	M 2.0	BOOL
8		Prosessi valmis (Manual)	M 2.1	BOOL
9		Nestepinta (Manual)	M 2.2	BOOL
10		Nestepinta (Auto)	M 2.3	BOOL
11		Prosessi valmis (Auto)	M 2.4	BOOL
12		Pumput aktiiviset	M 2.5	BOOL
13		CYCL_EXC	OB 1	OB 1
14		iLämpötila1	PIW 200	WORD
15		iJohtavuusanturi1	PIW 202	WORD
16		qSekottimen ohjaus	PQW 200	WORD
17		qPumpun ohjaus	PQW 202	WORD
18		MGV1 Auki / Kiinni	Q 4.0	BOOL
19		MGV2 Auki / Kiinni	Q 4.1	BOOL
20		MGV3 Auki / Kiinni	Q 4.2	BOOL
21		MGV4 Auki / Kiinni	Q 4.3	BOOL
22		MGV5 Auki / Kiinni	Q 4.4	BOOL
23		MGV6 Auki / Kiinni	Q 4.5	BOOL
24		Pumppu1 On/Off	Q 4.6	BOOL
25		Pumppu2 On/Off	Q 4.7	BOOL
26		Lämmitys1 rele1	Q 5.0	BOOL
27		Lämmitys2 rele2	Q 5.1	BOOL
28		Pumppujen rele3	Q 5.2	BOOL
29		Akvaariopumppu	Q 5.3	BOOL
30		VAT_1	VAT 1	

Kuva L2.20. Symbol Table

Liite 3: InTouch-tagit

Tagname	Tag Type	Access Name	Alarm Group	Comment
bAktiiviset	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Tieto onko pumput aktiiviset.
bAktivoipumput	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Tarpeellinen jos pesu suoritetaan erikseen.
bAkvaariopumppu_Off	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Akvaariopumppu pois päältä.
bAkvaariopumppu_On	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Akvaariopumppu päälle.
bAkvaariopumppu...	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Akvaariopumppu On/Off tieto.
bAuto	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Automaatti ohjaus
bBiodiesel_Auto	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Anturi havaitsee biodieseliä
bBiodiesel_Manual	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Manuaalinen biodieselin kuittaus..
bBiodieseliäputkessa	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Biodieseliä pustkessa tieto.
bGlyseroli_Auto	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Anturi havaitsee glyserolia/vettä
bGlyseroli_Manual	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Manuaalinen glyserolin kuittaus.
bGlyseroliäputkessa	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Glyserolia pustkessa tieto.
bHätäseis	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Hätäseis painike.
bLämmitys1_On_Off	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Lämmitys1 On/Off tieto.
bLämpötilahälytys	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Lämpötilan hälytysraja
bManual	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Manuaali ohjaus.
bMGV1	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	MGV1 Auki / Kiinni
bMGV2	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	MGV2 Auki / Kiinni
bMGV3	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	MGV3 Auki / Kiinni
bMGV4	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	MGV4 Auki / Kiinni
bNestepinta_Auto_Valo	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Nestefaasit tasaiset tieto.
bNestepinta_Manual	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Manuaalinen nestefaasit tasaiset kuittaus.
bNestepinta_Manu...	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Nestefaasit tasaiset tieto.
bProsessivalmis_Au...	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Prosessi valmis tieto.
bProsessivalmis_Manual	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Manuaalinen prosessivalmis kuittaus.
bProsessivalmis_M...	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Prosessi valmis tieto.
bPutkityhjä_Manual	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Putki tyhjä tieto.
bStart_Auto	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Automaatti ajon start
bStart_Manual	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Manual ajon start
bTyhjä_Manual	I/O Discrete	Biodiesel1	\$System	Manual putki tyhjä kuittaus.
PIW202	I/O Integer	Biodiesel1	\$System	Johtavuusanturi1
PQW202	I/O Integer	Biodiesel1	\$System	Sekoitin On / Off
rLämpötila1	I/O Real	Biodiesel1	\$System	Lämpötilamittaus 0 - 120 astetta

Kuva L3.0. InTouch-tagiluettelo.

Liite 4: Käyttöohje

1. Kytke kaikki järjestelmän laitteet päälle.
 - Käynnistä tietokone.
 - Laita pumpput päälle pumppujen takana olevasta mustasta napista (toistaiseksi vain P1).
 - Laita Siemensin S7-300 -logiikka päälle etupaneelin virtakytkimestä ja varmista, että se on run-tilassa.

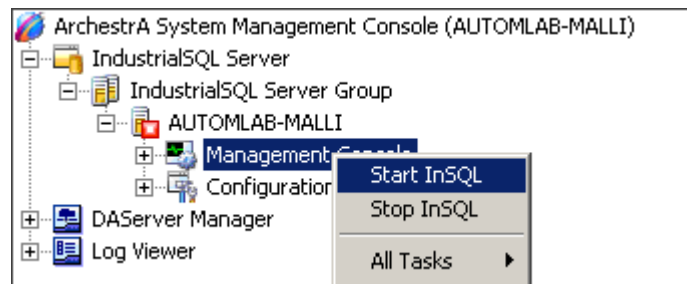
2. Käynnistä tietokoneelta Simatic Manager -ohjelma (työpöytä). Jos projekti Biodiesel ei käynnisty automaattisesti, valitse se open-valikosta.

3. Käynnistä System Management Console -ohjelma (työpöytä).
 - Käynnistä ohjelmasta DASSIDirect-serveri.



Kuva L4.0. DASSIDirect-serverin käynnistys

- Käynnistä ohjelmasta IndustrialSQL-serveri.



Kuva L4.1. IndustrialSQL-serverin käynnistys

4. Käynnistä Wonderware ActiveFactory-ohjelman Trend-osio.

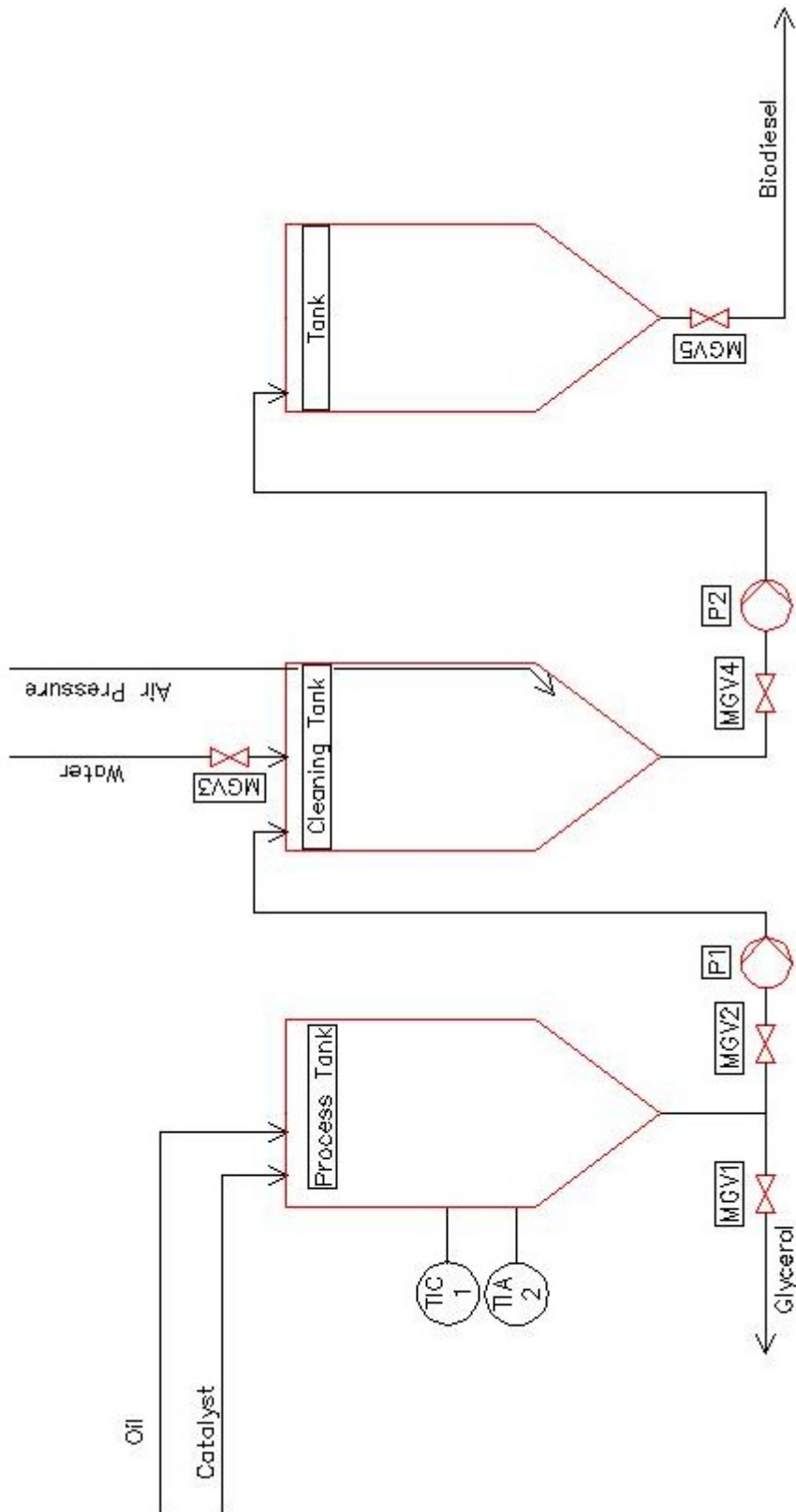
- Ylhäällä olevasta palkista pystyy säätämään, mikä ajanjakso tiedonkeruuta halutaan tarkastella. Oletuksena on viimeiset 10 minuuttia, mutta ohjelmalla on myös mahdollista tarkastella aikaisempia mittauksia, kunhan mittausajankohdat tiedetään.



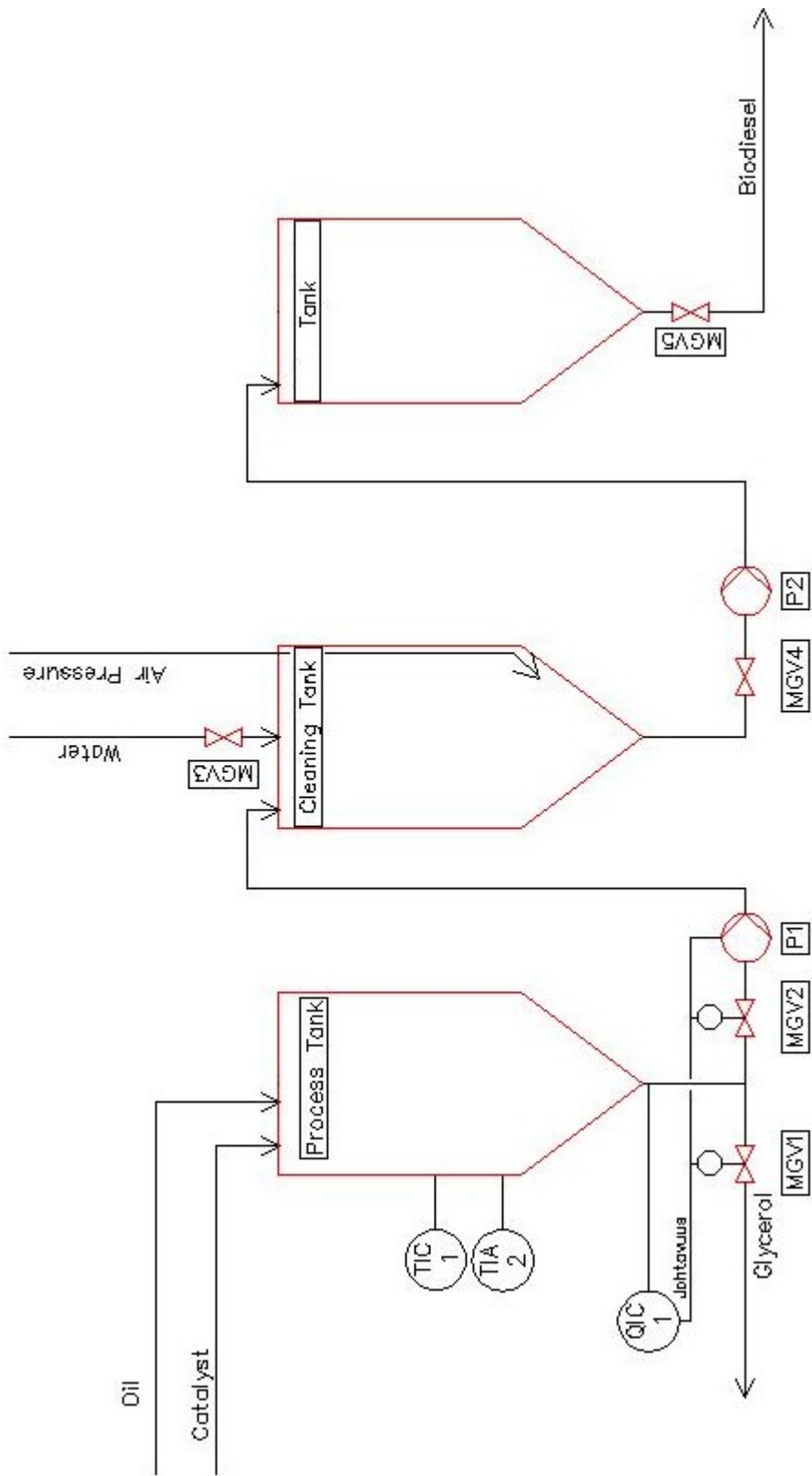
Kuva L4.2. Trend-ohjelman tiedonkeruualueen valinta

5. Käynnistä InTouch-ohjelma ja siitä projekti Biodiesel

- Paina Runtime-nappulaa näytön oikeassa ylänurkassa päästäksesi järjestelmän ohjaustilaan. Oletuksena ohjelma avaa Päänäytön, mutta jos ei, niin paina sivulla olevaa Päänäyttö-painiketta. Päänäytöstä voidaan valita ohjauksen manuaali- tai automaattiajo. Tässä vaiheessa vain manuaaliajo on toiminnassa, joten valitaan se. Tämän jälkeen näytölle ilmestyy painike Prosessisäiliö (manual), jota painamalla päästään manuaaliohjauksen näyttöön.
- Manuaaliohjauksen näytössä lukee ohjeet jokaisen napin toiminnalle. Oletuksena nappien painojärjestys on seuraava: Star (manual), Prosessi valmis, Glyseroli, Nestepinnat tasaiset, Biodiesel ja Tyhjä. Hätäseis-painike nolaa kaikki järjestelmäohjaukset, ja sen painalluksen jälkeen ohjaus pitää aloittaa alusta.

Liite 5: PI-kaaviot

Kaavio L5.0. PI-kaavio (manual)



Kaavio L5.1. PI-kaavio (auto)