

FESTO Vesiprosessin Modernisointi

Matthias Remes

Sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö
Automaation suuntautumisvaihtoehto
Insinööri (AMK)

KEMI 2012

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 PROFINET.....	7
3 LANGATON OHJAUS.....	8
4 ETÄYHTEYS.....	9
5 LAITTEISTO.....	10
5.1 Vesiprosessi.....	10
5.2 Logiikka.....	15
6 LOGIIKAN ASENNUS.....	19
6.1 Mekaaninen asennus.....	19
6.2 Testaus.....	20
7 OHJELMOINTI.....	21
7.1 WinCC käyttöliittymä.....	23
7.2 PID-Säädin.....	25
8 YHTEENVETO.....	26
9 LÄHDELUETTELO.....	27
10 LIITELUETTELO.....	28

TIIVISTELMÄ

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

Tekijä:	Matthias Remes
Opinnäytetyön nimi:	FESTO Vesiprosessin Modernisointi
Sivuja:	28 + 7 liitesivua
<p>Työn tarkoituksena oli modernisoida opetuskäyttöön valmistetun vesiprosessin ohjausjärjestelmä. Vesiprosessi oli jäänyt pois käytöstä pari vuotta aiemmin, ja opinnäytetyössä sen logiikka vaihdettiin. Tutkittiin langattomantiedonsiirron mahdollisuuksia ja etäyhteyden vaihtoehtoja. Käytettäväksi spesifioitiin Siemensin logiikka.</p> <p>Uudistamisen tavoitteena oli saada prosessi opetuskäyttöön. Kaikki tarvittavat laitteet valittiin sen perusteella mitä löytyi. Uusia laitteita ei siis ostettu.</p> <p>Työn tuloksena vaihdettiin prosessin ohjausjärjestelmä, ja tehtiin siihen kuuluva ohjelmointi. Testattiin langaton yhteys logiikan ja PC:n välillä PROFINET:iä ja WLAN:ia käyttäen. Etäyhteysmahdollisuuksia tutkittiin mutta ne jäivät toteuttamatta, koska tekeillä oli toinen etäyhteysprojekti.</p>	
Asiasanat: prosessinohjaus, säätöjärjestelmät, langaton tiedonsiirto, etäkäyttö	

ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Author:	Matthias Remes
Thesis Title:	FESTO Water Process Modernization
Pages:	28 + 7 appendices
<p>The purpose of my thesis was to modernize a water process control system meant for teaching. The process had become idle a couple of years earlier. In my thesis the Process logic controller will be replaced. Wireless data transfer and remote access options will be considered. The specifications stated, that the new PLC should be Siemens.</p> <p>The aim of the thesis was to make the process viable for teaching purposes. All the necessary equipment was selected on the basis of what was found. No new equip will be purchased.</p> <p>The result of my work was a replaced process control system. Including the needed programming for the PLC to function properly. Tested on the wireless connection between the PLC and the PC utilizing PROFINET and WLAN. Remote access options were studied but not introduced, because there was an other remote access project already in the making.</p>	
Keyword: process control, control systems, wireless communication, remote access	

KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET

AI/AO	analog input/output, analogi tulo/lähtö
DI/DO	digital input/output, digitaali tulo/lähtö
I/O	input/output, tulo/lähtö
PID	proportional integral derivative
HMI	human machine interface, käyttöliittymä
CPU	central processin unit, suoritus yksikkö
DC	direct current, tasavirta
TCP	transmission control protocol, lähetyksen ohjaus protokolla
IP	internet protocol

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on tehty Kemi-Tornion ammattikorkeakoululle (KTAMK), sähköautomaatiolaboratorioon. Tehtäväksi annettiin sovelluksen tekeminen Siemens-logiikalla. Työhön pitäisi sisältyä langattomasti toteutettu säätöpiiri, käyttöliittymä ja etäyhteyshäädollisuus.

Työn tavoitteena oli modernisoida vesiprosessi vaihtamalla sen ohjausyksikköä ja tutkimaalla sen etäkäytön sekä langattoman ohjauksen mahdollisuuksia. Ohjausyksikkö vaihdetaan Siemens Sipart -yksikkösäätimestä Siemens S7-300 -sarjan logiikkaan.

Kohteeksi löytyi koululta käytöstä pois jäänyt pieni FESTO vesiprosessi ja siihen sopiva Siemens logiikka. Langattomasta säätöpiiristä luovuttiin laitteiston pienen fyysisen koon vuoksi. Logiikka on paras sijoittaa samaan pakettiin prosessin kanssa ja siinä oli valmiina kaikki kenttälaitteet. Pisimmät kaapelin vedot ovat noin metrin pituisia, eikä ollut mitään hyötyä tehdä niistä langattomia. Sen sijaan tehtiin langaton liitännämahdollisuus logiikan ja PC:n välille. Etäyhteyshäädollisuuden tekeminen oppilaitokseen tulee olemaan haasteellista.

2 PROFINET

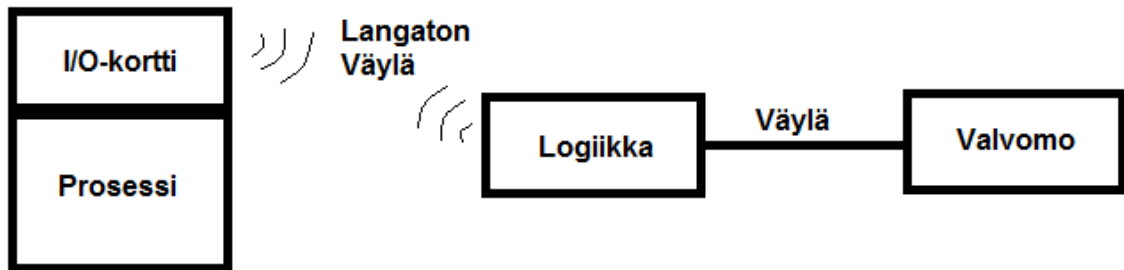
PROFINET on TCP/IP V4 protokollan päällä toimiva automaatioväylä, jonka kautta logiikka pystyy kommunikoimaan PC:n, HMI-panelin tai toisen logiikan kanssa. PROFINET:in kapasiteetti on noin kymmenkertainen verrattuna sen edeltäjään PROFIBUS:iin. Lisäominaisuuksina tulevat myös etäyhteysmahdollisuudet, mahdollisuus kytkeä PROFINET-laitteisto suoraan Ethernetiin ja sen myötä WLAN:iin.

Ethernet on yleisesti tietokoneiden käyttämä lähiverkko. Siinä käytetään CAT kaapeleita ja RJ45 liittimiä. Verkkoa voidaan reitittää ja rakentaa monipuolisesti. Tiedonsiirto hoituu yleensä TCP/IP V4 protokollalla. TCP/IP toimii pohjana monessa tietoliikenneverkossa mm. internetissä. IP-verkossa jokaisella laitteella on oltava IP-osoite esim. 192.168.0.1. Osoitteita tarvitaan kuljettamaan data oikeaan paikkaan. 192.168.xxx.xxx on tyypillinen lähiverkko osoite, lähiverkossa osoitteet määrätään lähinnä mielivaltaisesti. Lisäksi voidaan määrätä aliverkonpeite, jolla voidaan rajata, miten laitteet kommunikoivat keskenään. Aliverkonpeite voi olla muodoltaan esim. 255.255.255.0. Tässä tilanteessa kaikki laitteet, joilla on samat ensimmäiset 3 numeroa, ovat samassa aliverkossa.

WLAN on laitteistoprotokolla, jolla voidaan laajentaa Ethernetiä langattomasti. WLAN muodostuu yleensä tukiasemasta ja tukiaseman lähistöllä sijaitsevista laitteista. Laitteet voivat keskustella toistensa kanssa tukiaseman läpi. Jos tukiasema on liitetty Ethernetiin, WLAN:ssa olevat laitteet voivat keskustella muitten Ethernetissä olevien laitteitten kanssa. WLAN:ssa toimii kaikki TCP/IP V4 pohjautuvat protokollat kuten esim. PROFINET.

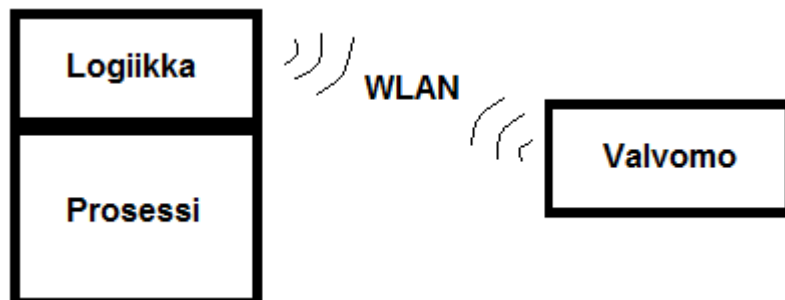
3 LANGATON OHJAUS

Tutkittiin, miten prosessia voitaisiin ohjata langattomasti. Löytyi kaksi eri mahdollisuutta toteuttaa langaton ohjaus vesiprosessiin. On väylään kytkettäviä IO-kortteja, jotka voidaan kytkeä langattomasti logiikkaan. Tässä tapauksessa IO-kortti sijoitetaan prosessin kanssa samaan paikkaan (kuva 1). S7-300 on yhteensopiva PROFINET ja PROFIBUS -väylien kanssa. Langattomia siltoja löytyy kyllä melkein kaikkiin väyliin. PROFINET on Ethernet- yhteensopiva väylä ja se toimii WLAN:in läpi ihan normaalisti. PROFIBUS:ille puolestaan myydään Bluetooth-siltoja. Ne muodostuvat kahdesta palikasta, joista toinen tulee logiikan päähän ja toinen IO-kortille. Näin ne toimivat kaapelin korvikkeena.



Kuva 1. Langaton yhteys I/O:n ja logiikan välillä

Tässä prosessissa järkevämpi ratkaisu oli rakentaa logiikan ja valvomon välinen yhteys langattomasti WLAN:illa ja PROFINET:illa (kuva 2), sillä se vaatii vähemmän laitteita ja toimii luontevammin. Tämä ratkaisu ei varsinaisesti ole langatonta ohjausta, koska ohjausyksikkö eli logiikka on langallisesti prosessissa kiinni.



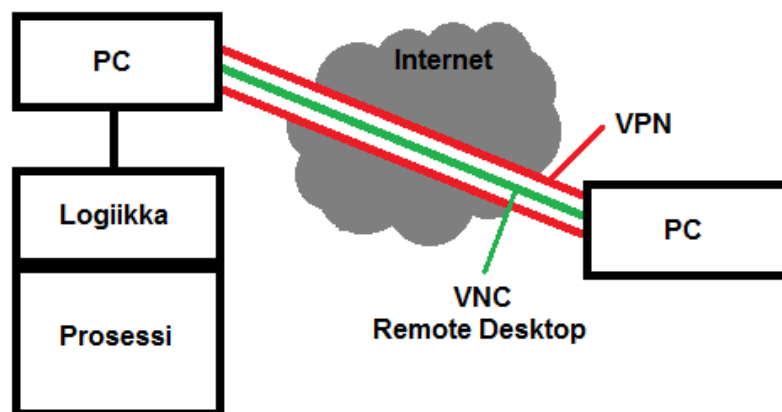
Kuva 2. Langaton yhteys logiikan ja valvomon välillä

Langaton kytkentä toteutettiin koemielessä. Asennettiin tavanomainen WLAN-tukiasema logiikan päälle ja kytkettiin logiikan PROFINET:in tukiaseman LAN liittimeen. PC yhdistettiin WLAN:iin USB-WLAN tikun avulla. S7 manager ja WinCC toimivat ihan moitteetta

4 ETÄYHTEYS

Selvitettiin, miten voitaisiin toteuttaa etäyhteys prosessiin oppilaitoksen ulkopuolelta. Etäyhteys voidaan toteuttaa siten, että kaapataan etätyöpöytäohjelmalla jokin Siemens S7 ohjelmistolla varustettu koulun PC ja käytetään prosessia sen kautta. Etätyöpöytäohjelmia on monia mm. Windowsin oma Remote Desktop ja VNC (Virtual Network Computing) ovat varmaan yleisimpiä. VNC:stä on useita variantteja, jotka kuitenkin pohjimmiltaan toimivat samalla tavalla. Ne kaappaavat kuvan, lähettävät sen etäkäyttäjälle ja toimittavat etäkäyttäjän hiiri- ja näppäimistökäskyt käyttöpaikkaan. VNC on näkymätön koneen toiminnan kannalta ja sopii joka paikkaan. Ainoa haittapuoli on suuri kaistavaatimus. Remote Desktop puolestaan on syvästi sisäänrakennettu käyttöjärjestelmään, eikä vaadi paljoa kaistaa. Remote Desktop voi aiheuttaa ongelmia esim. Siemens WinCC:n kanssa, koska se sulkee Windows session ja samalla WinCC:n etäyhteyden kytkeytyessä.

Windows etätyöpöytä yhteyttä käytetään yleensä VPN (Virtual Private Network) avulla. VPN yhdistää turvallisesti kaksi paikallisverkkoa ja luo niiden välille lähiverkon. Näin saadaan tietoturva hoidettua ja pystytään kuitenkin kommunikoimaan niin kuin oltaisiin lähiverkossa (kuva 3).



Kuva 3. Etäyhteys periaatekuva

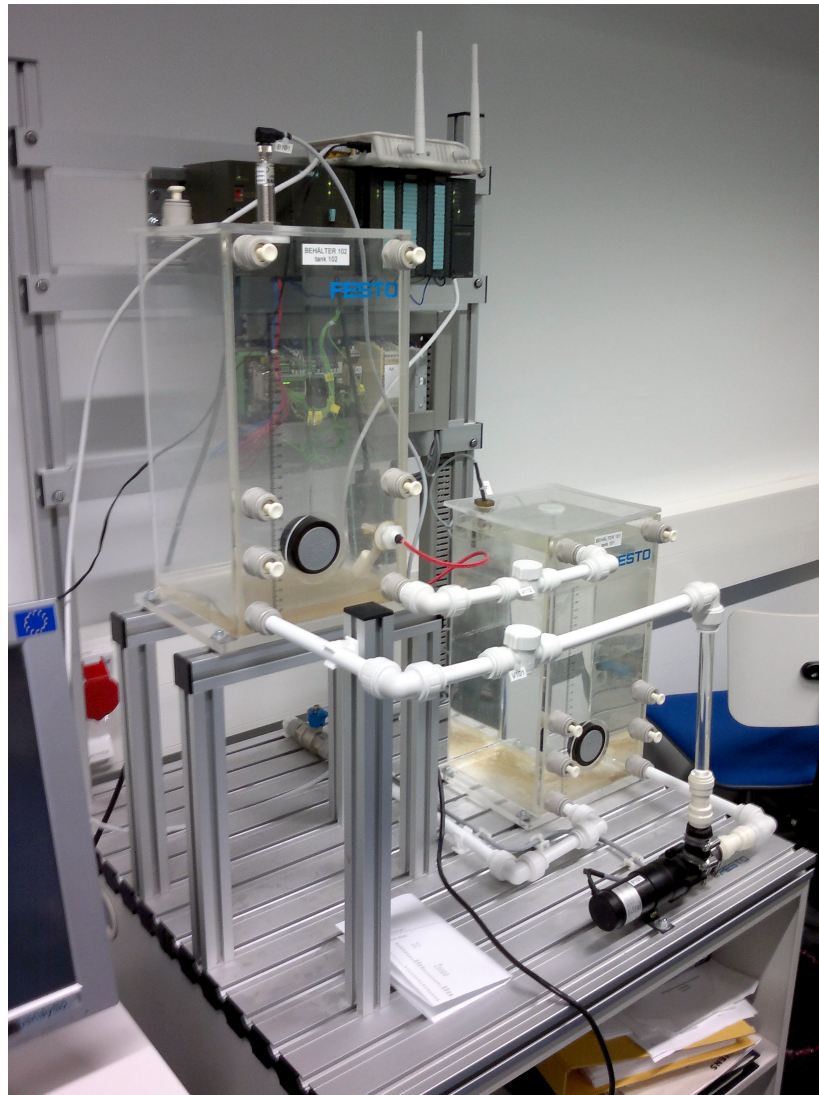
VPN-ratkaisu on hankala kouluympäristössä, sillä käyttäjiä on runsaasti ja hallinnoiminen vaativaa. Koulussa parhaillaan laitetaan etäyhteyksmahdollisuutta MetsoDNA järjestelmiin. Siinä yhdistetään iLink etäopetusohjelmistolla PC:hen, joka ei ole fyysinen kone vaan virtuaalikone palvelimella. Virtual-PC toimii luokkahuoneena, josta sitten voidaan tarvittaessa yhdistää fyysiseen MetsoDNA- tai Siemens S7-ohjelmistolla varustettuun PC:hen. Periaate pysyy samana vaikka yhteysreitti on monimutkaisempi.

5 LAITTEISTO

Laitteisto muodostuu fyysisestä vesiprosessista ja sen ohjausjärjestelmästä. Työn kohteena on ohjausjärjestelmän modernisointi, itse fyysiseen prosessiin ei tehdä muutoksia.

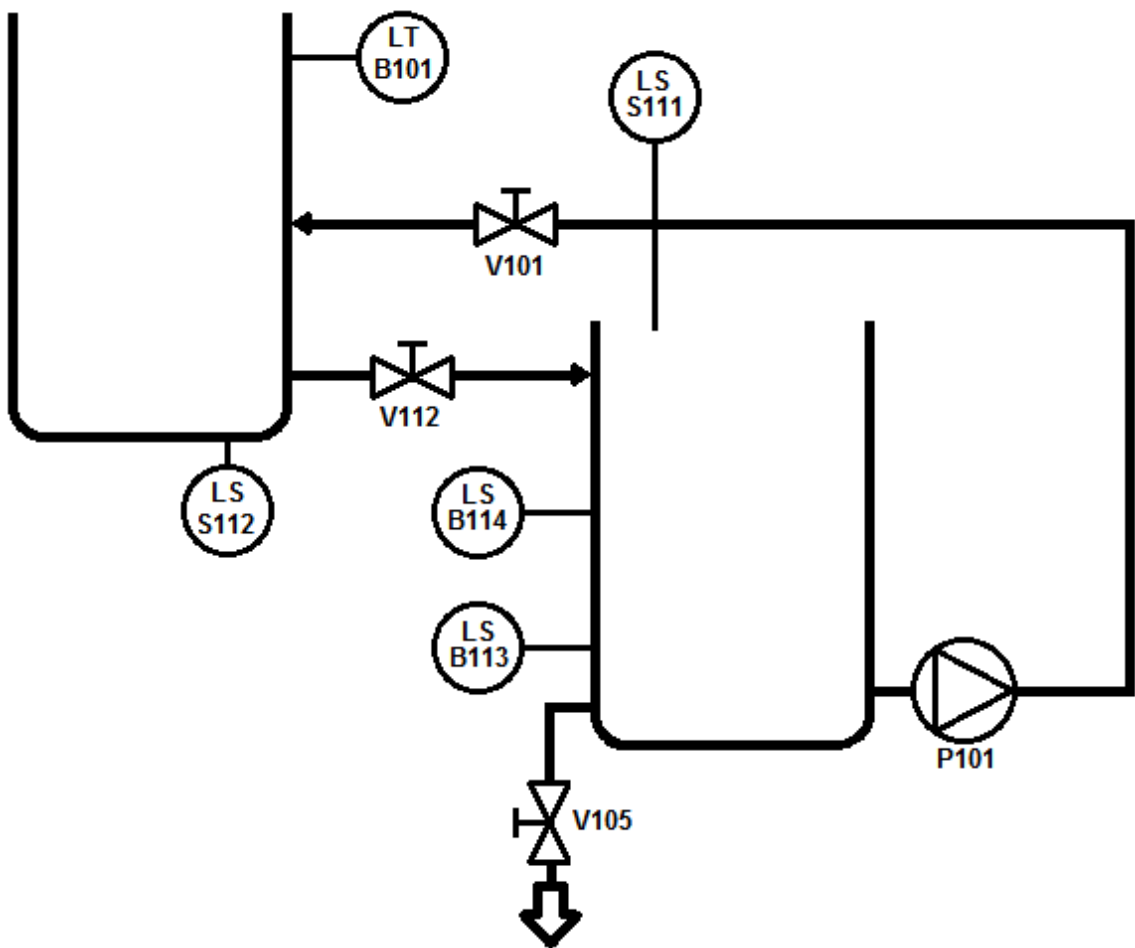
5.1 Vesiprosessi

Käytössä oli FESTO merkinen Didactic-sarjaan kuuluva, opetustarkoitukseen tehty pieni vesiprosessi (kuva 4). Prosessi muodostuu kahdesta vesisäiliöstä, pumpusta, pinnan korkeusmittauksesta ja muutamasta rajakytkimestä. Vettä pumpataan alemmasta säiliöstä ylempään. Vesi valuu ylempästä säiliöstä alempaan käsiventtiin V112 kautta (kuva 2).



Kuva 4. Valokuva vesiprosessista

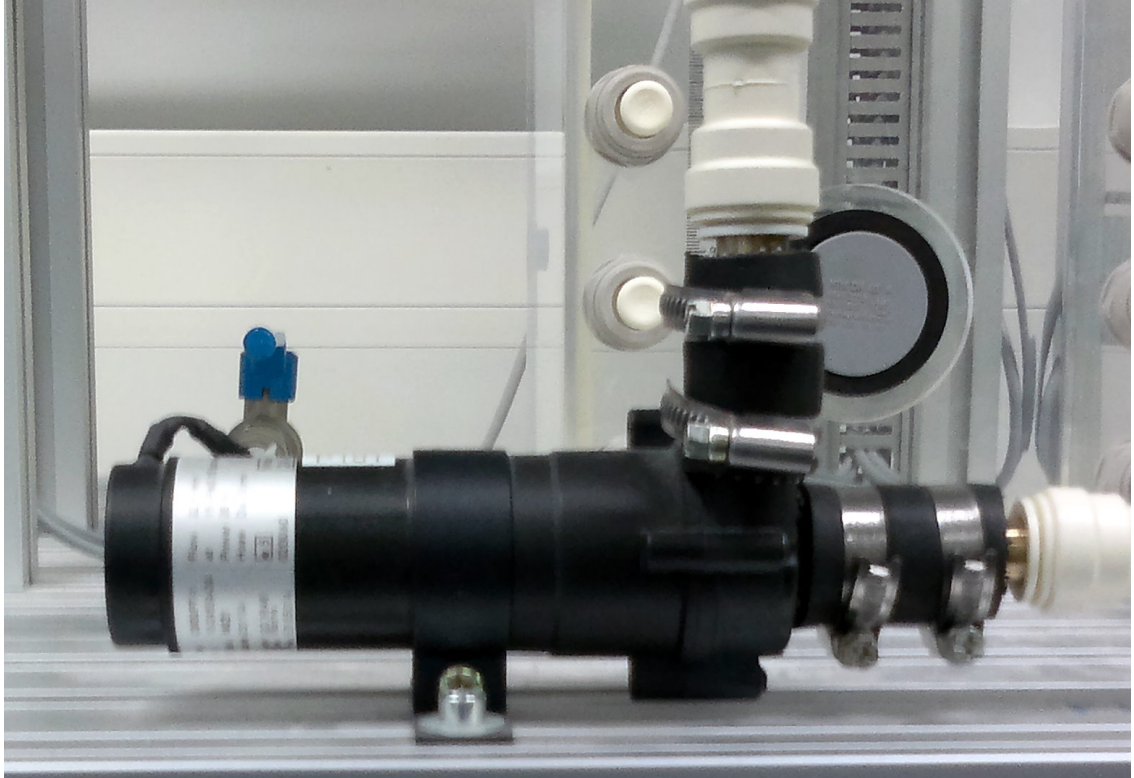
Laitteiston tarkoituksena on opettaa PID-säätimen toiminta ja yleisiä pinnankorkeussäätöjen periaatteita. Toiminta simuloi isoja teollisuusprosesseja. Tällaisen kompaktin laitteiston avulla on helppo opiskella, koska vianhaku ja muu vastaava on helppoa ja nopeaa. Tämän prosessin avulla on hyvä myös tutustua käytössä oleviin toimilaitteisiin ja antureihin. Samoja antureita on käytössä myös teollisuudessa. Toki prosessilla on myös hyvä opiskella Siemens Step7 ja WinCC käyttöä. Prosessin PI-kaavio on esitetty kuvassa 5. (Festo)



Kuva 5. Vesiprosessin PI-kaavio

5.1.1 Pumppu

Veden pumppaamiseen käytetään 24VDC pumppua, jonka nopeutta voidaan säätää käyttöjännitettä muuttamalla. Pumppu on tyypiltään keskipakopumppu (kuva 6). Keskipakopumput käyttäytyvät kovin epälineaarisesti, kun hydrostaattinen paine kasvaa. Pumppua ohjaa moottoriohjain, jonka sisäiseen toiminnan selvittämiseen ei ollut tarvetta. Ohjaimelle ei löytynyt datalehteä. Logiikalta moottoriohjaimelle kulkee 0-10V jänniteviesti nopeuden säätämiseksi. (Festo)



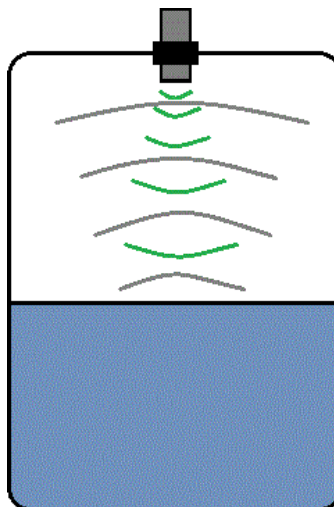
Kuva 6. Pumppu

5.1.2 Pinnankorkeusmittaus

Pinnankorkeusanturi sijaitsee ylempään säiliön kannessa (kuva 7). Se on tyypiltään ultraäänianturi, joka antaa tavanomaisen 4-20mA virtaviestin. Tämä viesti kuitenkin muunnetaan signaalimuuntimella 0-10V logiikkaa varten. (Festo) Ultraäänianturi lähettää äänipulssin ja mittaa heijastumiseen kuluneen ajan. Tämä aika on suoraan verrannollinen etäisyyteen. Tässä tilanteessa se on veden pinnan etäisyys anturista ja samalla pinnan korkeus (kuva 8). Pinnankorkeutta mitataan usein myös painemittareilla säiliön alaosasta, se ei ole ihan yhtä hyvä menetelmä, sillä säiliössä oleva virtaus vaikuttaa paineeseen. Ultraäänianturissa voi tulla systemaattista virhettä ilman lämpötilasta, paineesta ja kosteudesta riippuen.



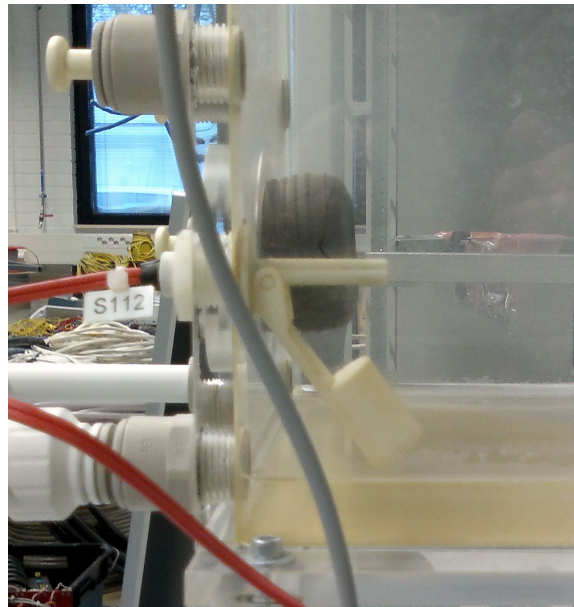
Kuva 7. Pinnankorkeusanturi



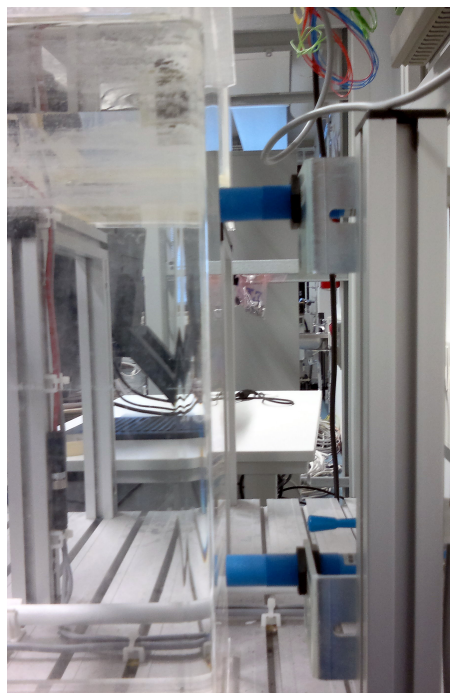
Kuva 8. Periaatekuva

5.1.3 Rajakytkimet

Prosessissa on kaksi mekaanista uimurikytkintä (kuva 9) ja kaksi kapasitiivista lähestymiskytkintä (kuva 10). Lähestymiskytkimien lähdöt ovat PNP-tyyppisiä. Niillä voidaan asettaa haluttaessa rajoja. Teollisuudessa rajakytkimiä käytettäisiin vastaavanlaisessa prosessissa hälytysten ja hätäpysäytyksien ohjaukseen. Vettä ei ole prosessissa niin paljoa, että se voisi tulla yli. Lisäsin käyttöliittymään ainoastaan merkkivalot kuvastamaan rajakytkimien toimintaa.



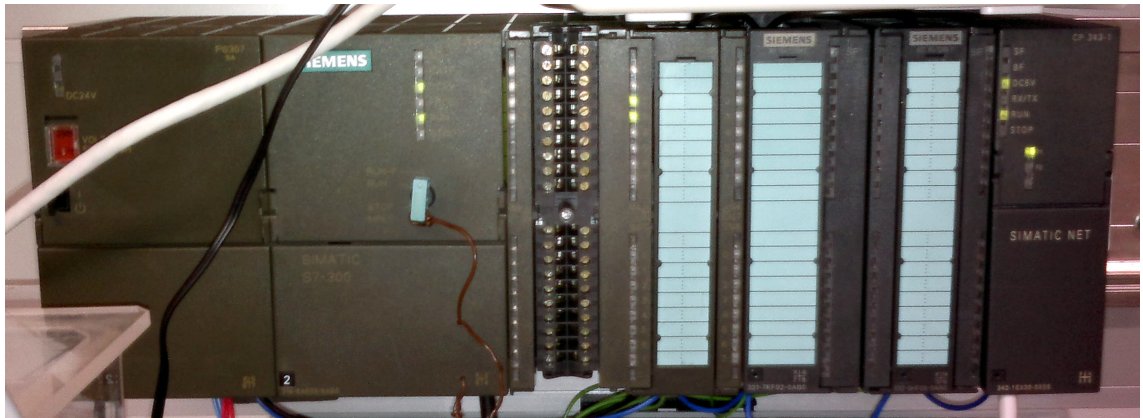
Kuva 9. Uimurikytkin



Kuva 10. Kapasitiiviset lähestymiskytkimet

5.2 Logiikka

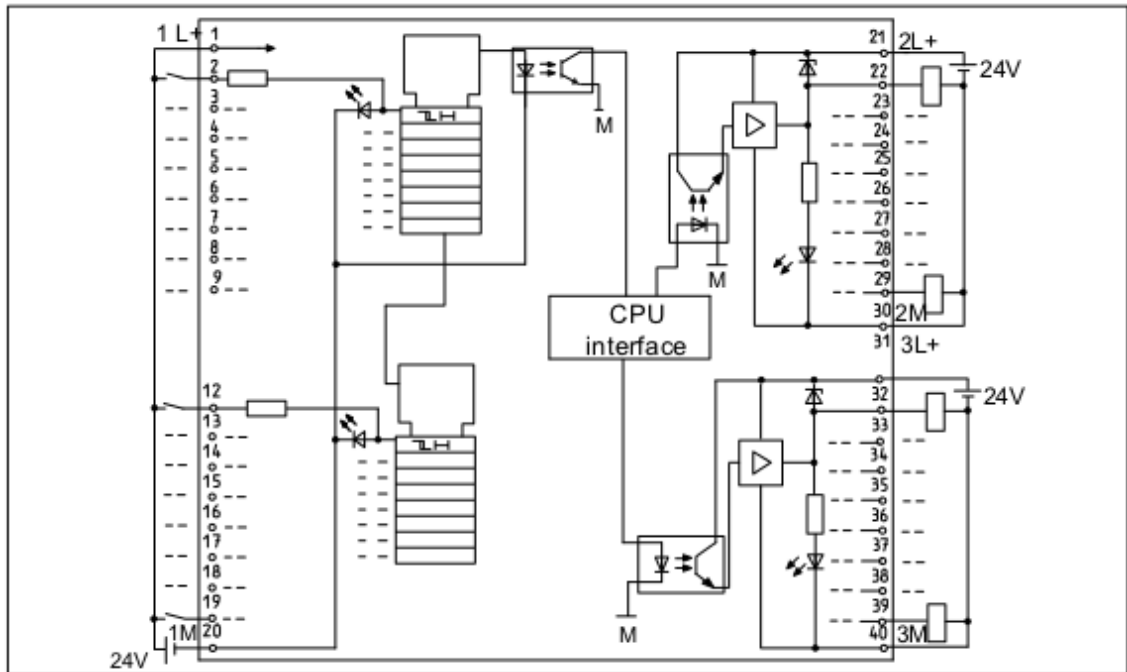
Prosessin ohjaukseen oli tarjolla muutama ylimääräiseksi jääneitä Siemens S7-300 -sarjan 314-IFM logiikoita (kuva 11), jotka soveltuvat hyvin tämäntyyppisen prosessin ohjaukseen. Logiikka voidaan ohjelmoida ja konfiguroida tutun Step7 ohjelmiston avulla ja käyttöliittymänä toimii WinCC-flexible. WinCC mahdollistaa graafisen käyttöliittymän tekemisen PC:lle. IFM on Siemensin integroituja logiikoita, jossa CPU:n kanssa samassa paketissa on tuloja ja lähtöjä mm. 3xAI 1xAO 16xDI 16xDO. Tämän yksilön AI/AO osaa ei saanut toimimaan ja oli käytettävä erillisiä moduuleja. Käyttöön otettiin myös PROFINET-moduuli ja PROFINET-kommunikaatioväylä perinteisen MPI väylän sijaan. PROFINET:in ansiosta prosessi voidaan kytkeä Ethernettiin ja siihen pääsee käsiksi kaikista automaatiolaboratorion koneista.



Kuva 11. Siemens S7-300 314-IFM

5.2.1 Integroitu DI/DO-moduuli

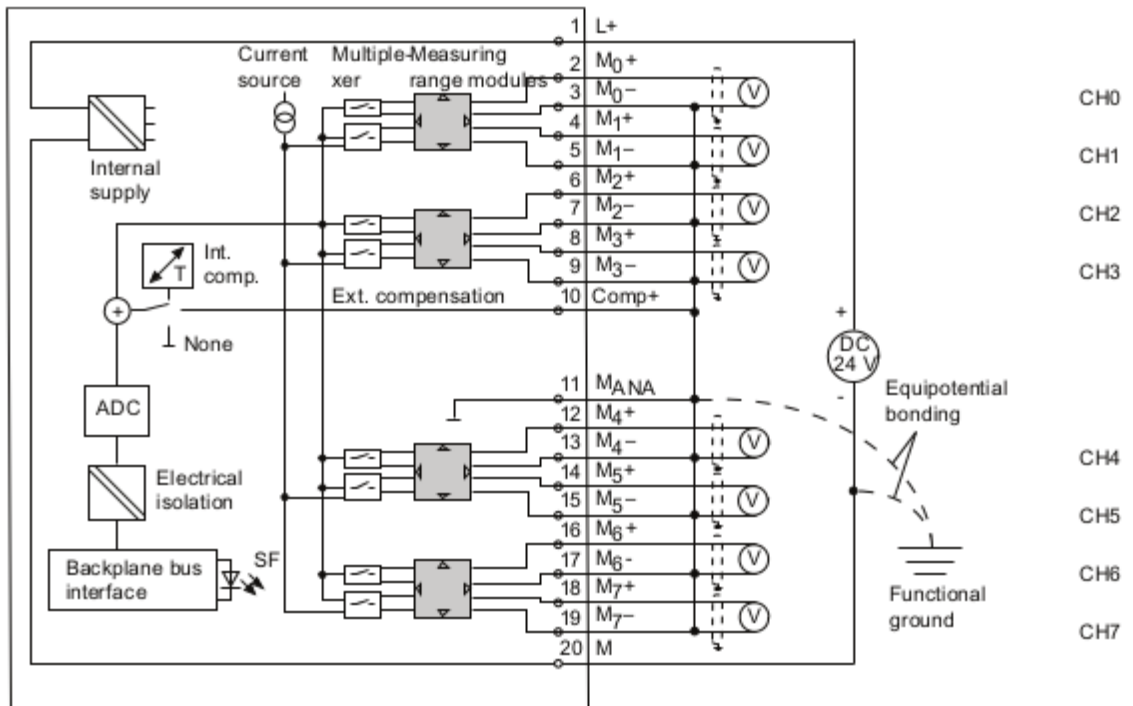
DI/DO-moduulina toimii 314 IFM CPU:n integroitu DI 16 DO 16 moduuli. Moduuli toimii 24VDC:llä. Tulon tuodaan 24VDC ja lähdöstä saadaan 24VDC. Tämän moduulin tulot soveltuvat PNP-tyyppisten antureitten kytkentään. NPN-tyyppiset anturit eivät toimi. Moduuli on optoeristetty, ettei ylijännite pääse särkemään CPU:ta. Tulosten sisäiset kytkennät näkyvät kuvassa 12. (Siemens Simatic 2001)



Kuva 12. Piirikaavio digitaalinen tulo- ja lähtömoduulista (Siemens Simatic 2001)

5.2.2 AI-Moduuli

AI-moduulina käytettiin SM 331 AI 8x12bit moduulia. Siinä on kahdeksan sisääntuloa neljässä ryhmässä ja jokaisen ryhmän voi konfiguroida jännite-, virta-, vastus- tai lämpötilamittaukseen. Konfiguraatio tapahtuu kääntämällä fyysistä palikkaa kortin kyljessä, esitetty kuvassa 13. keskellä harmaat neliöt. Tarpeen oli vain yksi jännitetulo, joten käytettiin jännitemittauskonfiguraatiota. (Siemens Simatic 2011)



Kuva 13. AI-Moduulin piirikaavio jännite käyttöön (Siemens Simatic 2011)

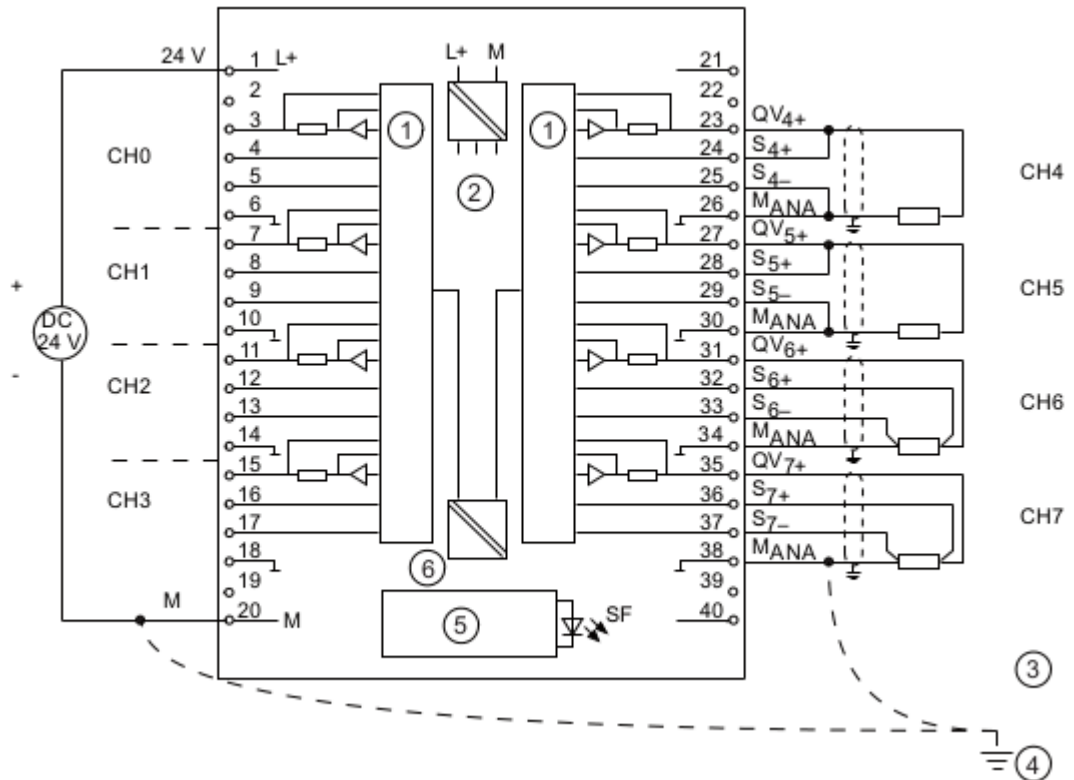
Kortilla on neljä (A B C D) eri mittausaluetta riippuen konfiguroinnista (taulukko 1). A sarake on pienjännitteille ja resistiivisille lämpöantureille. B on perus jännitemittaus. C on virtamittaus nelijohdin- kytkennällä. D on virtamittaus kaksijohdin- kytkennällä.

A	A	B	C	D
± 80mV	150Ω	± 2.5V	± 3.2mA	4-20mA
± 250mV	300Ω	± 5V	± 10mA	
± 500mV	600Ω	1-5V	0-20mA	
± 1000mV		± 10V	4-20mA	
			± 20mA	

Taulukko 1. Mittausalueet (Siemens Simatic 2011)

5.2.3 AO-Moduuli

AO-moduuliksi löytyi SM 322 AO 8x12bit. Moduulissa on kahdeksan lähtöä. Jokainen voidaan kytkeä joko jännite- tai virtakäyttöön. Lähtöjen sisäiset ja ulkoiset kytkennät näkyvät kuvasta 14. (Siemens Simatic 2011)



Kuva 14. AO-moduulin piirikaavio jännite käyttöön (Siemens Simatic 2011)

Kortilla on kolme tuettua jännite- ja virta-alueita (taulukko 2), jotka konfiguroidaan S7 ohjelmistossa.

Jännitealueet	Virta-alueet
1-5V	0-20mA
0-10V	4-20mA
± 10V	± 20mA

Taulukko 2. Tuetut jännite- ja virta-alueet (Siemens Simatic 2011)

6 LOGIIKAN ASENNUS

Muutostyö suunniteltiin siten että se on helppo palauttaa alkuperäiseen muotoon vaihtamalla kaksi pistoliitintä.

6.1 Mekaaninen asennus

Ensimmäinen vaihe oli irrottaa Siemens Sipart-yksikkösäätimen prosessista. Yksikkösäädin oli liitetty kahdella monisäikeisellä kaapelilla prosessiin. Todettiin, että on varmaan helpointa olla koskematta kentälaitteisiin ja moottoriohjaimeen, signaalimuuntimiin jne. ja tehdä vain uudet kaapelit, jolla prosessi kytketään S7 logiikkaan. Toisessa kaapelissa on 15 pin D-liittimet (kuva 15, keskellä) ja toisessa on 24 pin amphenol ribbon-liitin (kuva 15, vasemmassa reunassa). Koska alkuperäisestä järjestelmästä ei ollut kattavaa dokumentointia, selvitettiin yleismittarilla, mikä signaali tulee mistäkin pinnistä. Koululta löytyi tarvittavat liittimet ja niihin sopivaa kaapelia. Kaapelit juotettiin kaasaan. Toiseen päähän asennettiin liitin ja toiseen päähän jäivät kuoritut johtimet, jotka voidaan liittää logiikkaan. Kiinnitettiin S7 logiikan asennuskiskon yksikkösäätimen tilalle itse tehdyillä alumiinipalikoilla, ruuveilla ja muttereilla. Kaapeleiden kytkentä löytyy liitteestä 1.



Kuva 15. Prosessin ja logiikan väliset liitântäkaapelit

6.2 Testaus

Testattiin digitaalitulot ja -lähdöt kaapelin päissä yleismittarilla ja 24V jännitelähteellä. Pinnankorkeusmittauksen 0-10V analogiviesti testattiin myös yleismittarilla. Todettiin liitântäkaapelit toimiviksi. Siemensin manuaalista selvisi, miten nämä signaalit kytetään 314-IFM logiikkaan ja toimittiin sen mukaan. IO-moduuleille ja prosessille kytkettiin myös 24VDC käyttöjännitteen logiikkavirtalähteestä.

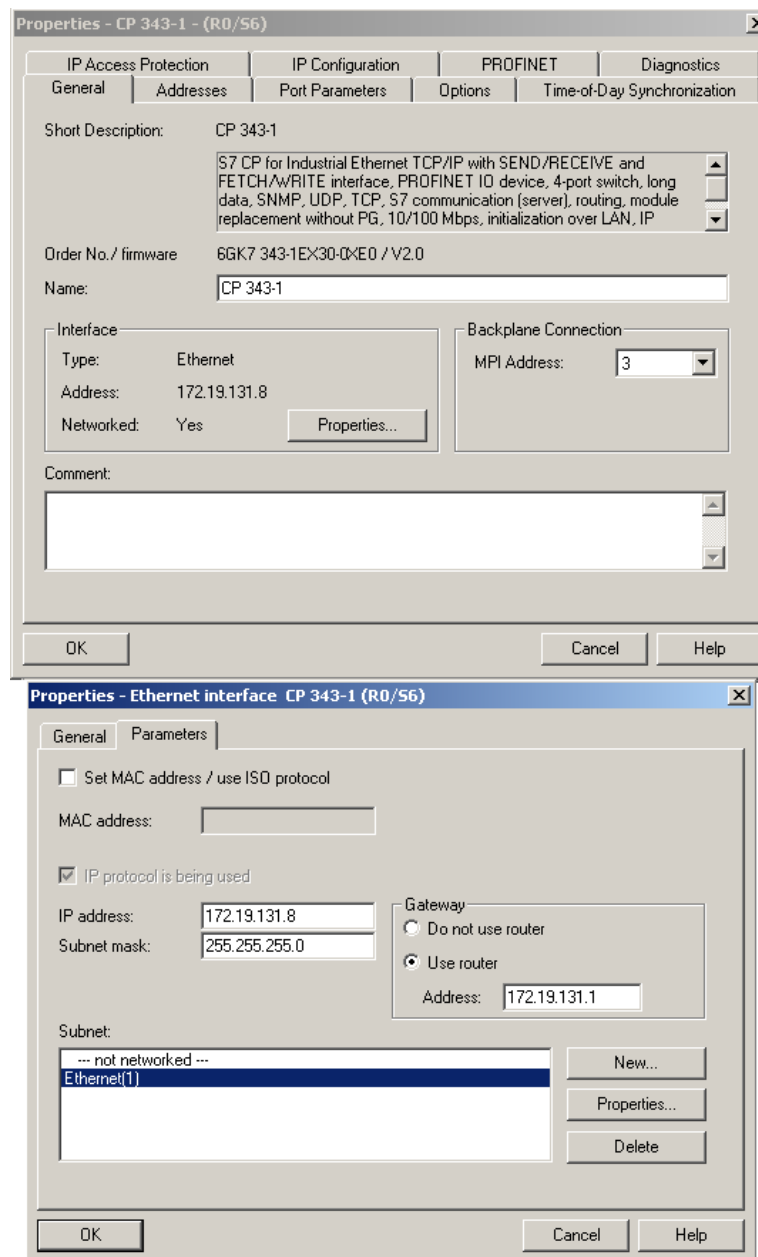
Kun ryhdyttiin ohjelmoimaan logiikkaa, kävi ilmi, ettei se tahdo toimia ja tilalle vaihdettiin toinen yksilö, jolla toimi kaikki muu paitsi integroidut analogiatulot ja -lähdöt. Otettiin käyttöön erilliset analogilähtö- ja tulomoduulit ja prosessi saatiin toimimaan. Lisättiin myös PROFINET-moduuli, jotta prosessia voitaisiin testata langattomalla yhteydellä ja liittää se myöhemmin Ethernetillä koulun verkkoon.

7 OHJELMOINTI

Käytetyt ohjelmat: Siemens Step7 v5.4 sp5 ja WinCC-flexible 2008. Siemens S7-managerilla tehtiin kuvan 16 mukaiset hardwarekonfiguraatiot.

Slot	Module	Order number	Firmware	MPI	I address	Q address
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AA0				
2	CPU 314 IFM	6ES7 314-5AE03-0AB0	V1.1	2	124...135	124...129
3						
4	A18x12Bit	6ES7 331-7KF02-0AB0			256...271	
5	A08x12Bit	6ES7 332-5HF00-0AB0				272...287
6	CP 343-1	6GK7 343-1EX30-0XE0	V2.0	3	288...303	288...303
7						

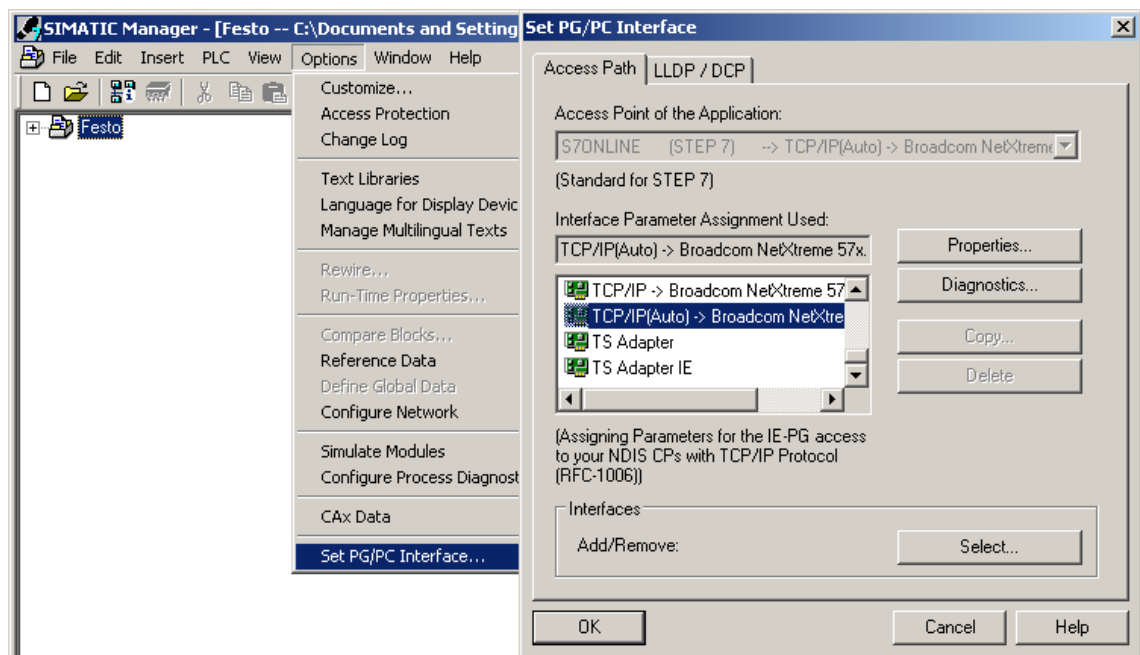
Kuva 16. Hardwarekonfiguraatio S7-Managerissa



Kuva 17. IP-osoitteen asetus

Logiikan PROFINET IP-osoite asetetaan myös hardwarekonfiguraation yhteydessä. Kun tuplaklikataan CP-343-1 PROFINET-moduulia, aukeaa kuvan 17 mukainen ikkuna. 172.19.131.8 oli ensimmäinen varaamaton osoite automaatiolaboratorion verkossa. 172.19.131.1 on reititin. Sen konfiguroiminen mahdollistaa yhteyden muistakin aliverkoista.

Konfiguraatio ladattiin logiikkaan tutun MPI-USB adapterin avulla. Kun logiikka sai toimivan IP-osoitteen, otettiin PROFINET:in S7-managerissa käyttöön (kuva 18).

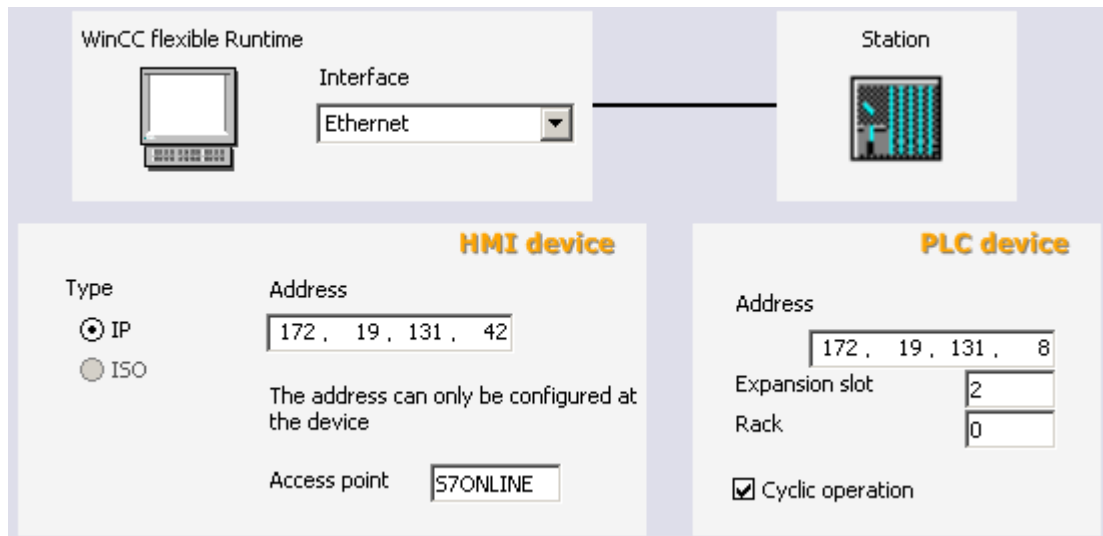


Kuva 18. PROFINET:in vaihto S7-manageriin

Valmiin säätölohkon ansiosta varsinaiseen logiikkaohjelmaan ei tarvinnut kovin montaa lohkoa. Tehtiin kaksi organisaatiolohkoa OB1 ja OB35. OB1:ssä on kaikki jatkuvasti tapahtuvat asiat kuten FC105 ja FC106 skaalaus lohkot, jotka muuttavat analogitul- ja lähtösanat 0-100 reaaliluvuiksi. OB35:lla on 100ms ohjelmakierto ja siellä on PID-säätölohko. Ohjelma löytyy yksityiskohtineen liitteestä 2.

7.1 WinCC käyttöliittymä

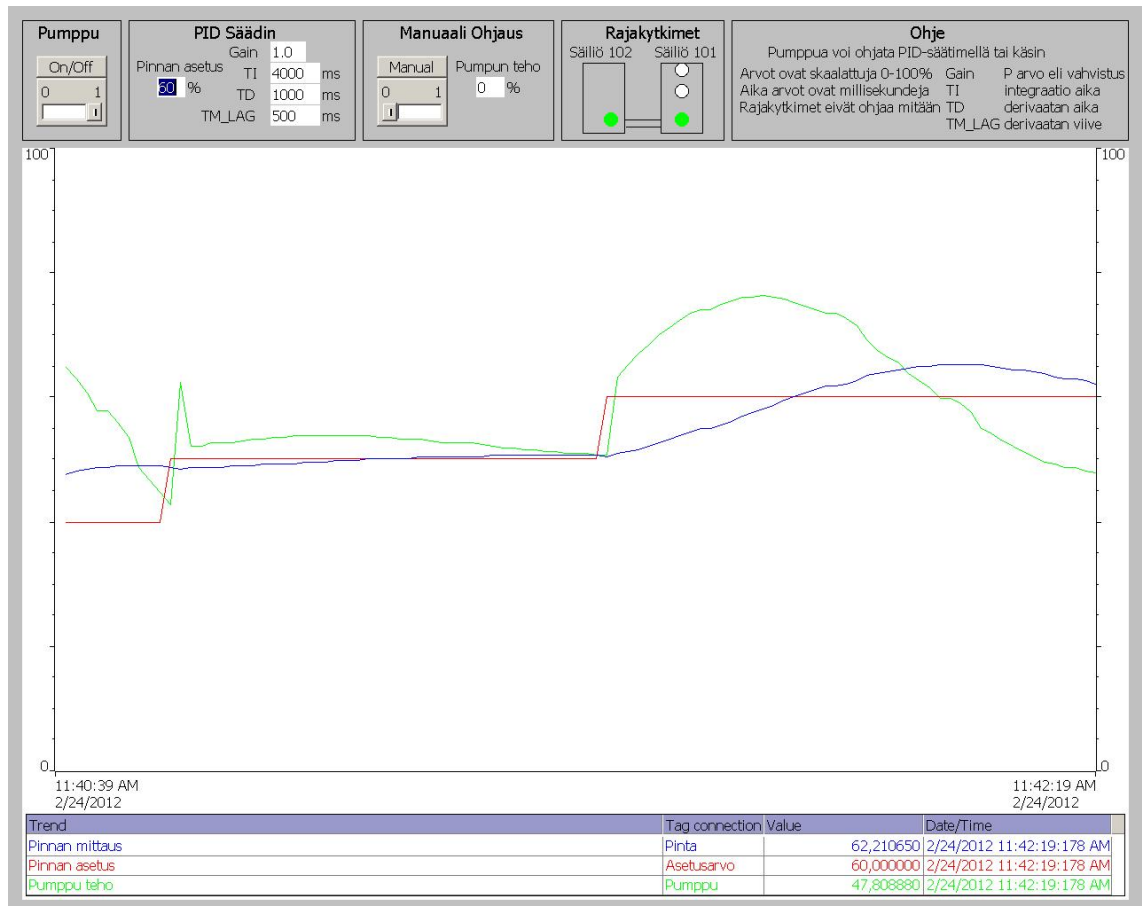
WinCC:n konfiguroiminen PROFINET:lle on yksinkertaista (kuva 19). Siinä asetetaan vain logiikan ja WinCC-PC:n IP-osoitteet. On muistettava laittaa ”PLC device” ”Expansion slot” kakkoseksi, kun S7-300 on käytössä. Tämä asetus on vakiona oikein MPI väylää käytettäessä.



Kuva 19. WinCC PROFINET-konfiguraatio

Tagejen tuominen ja käyttöliittymän rakentaminen onnistuu samalla tavalla kuin PRO-FIBUS:ta käytettäessä. Ainoastaan yhteyskonfiguraatio on erilainen.

HMI käyttöliittymä tehtiin WinCC-flexiblellä. Pyrittiin tekemään käyttöliittymästä mahdollisimman yksinkertainen ja käyttökelpoinen. Käyttöliittymään saatiin tuotua kaikki tarpeelliset prosessin ja säätimen arvot (kuva 20). Säätimen kuvaajaan käytettiin paljon tilaa, koska se on asian ydin. Siitä ilmenee pinnankorkeus, asetusarvo ja pumpun nopeus.



Kuva 20. WinCC HMI käyttöliittymä

7.2 PID-Säädin

Valmis Siemensin tekemä FB41 Cont_C säädin otettiin käyttöön, koska olen onnistuneesti käyttänyt sitä aikaisemminkin. F41 lohko toimii OB35:ssa 100ms kierrosajalla.

FB41 PID-säätimen kaava on (BESTune, Hakupäivä 16.3.2012)

Gain =

Vahvistus

$$CO = Gain * e + \frac{1}{TI} \int e dt + TD \frac{de}{dt}$$

jossa

TI = Integrointi aika

TD = Derivointi aika

PID-säädin säätää säiliön pinnankorkeutta muuttamalla pumpun nopeutta. Kokeiltiin käyttää Ziegler-Nichols viritysmenetelmää. Siinä ensimmäinen vaihe on käyttää ainoastaan P-säätöä ja nostaa P-arvoa niin kauan, että prosessi värähtelee tasaisesti. Se ei kuitenkaan aivan onnistunut, sillä prosessi osoittautui kovin epälineaariseksi ja liian nopeaksi. WinCC:n trendi työkalu päivittyy vain kerran sekunnissa ja jaksonaika on noin 4 sekuntia. Prosessin käyttäytyy eri tavoin riippuen käsiventtiilien asennoista ja pinnan korkeudesta. Siihen ei yhtenäistä hyvää viritystä ole olemassa.

Määriteltiin lopulta kokemuspohjalta $K_u=3.33$ ja $T_u=8s$ ja päätettiin käyttää klassista $T_i=4 \times T_d$ suhdetta (taulukko 3). Näin säätö toimii vähän hitaasti mutta muuten asiallisesti joka tilanteessa. Trendityökalu auttaa todella hyvin hahmottamaan, miten eri PID-parametrit vaikuttavat.

Taulukko 3. Ziegler-Nichols viritystaulukko (Microstar Laboratories, Hakupäivä 16.3.2012)

Rule Name	Tuning Parameters			
Classic Ziegler-Nichols	$K_p = 0.6 K_u$	$T_i = 0.5 T_u$	$T_d = 0.125 T_u$	
Pessen Integral Rule	$K_p = 0.7 K_u$	$T_i = 0.4 T_u$	$T_d = 0.15 T_u$	
Some Overshoot	$K_p = 0.33 K_u$	$T_i = 0.5 T_u$	$T_d = 0.33 T_u$	
No Overshoot	$K_p = 0.2 K_u$	$T_i = 0.5 T_u$	$T_d = 0.33 T_u$	

8 YHTEENVETO

Prosessin ohjausyksikkö vaihdettiin onnistuneesti ja prosessi pelaa. WLAN todettiin toimivaksi PROFINET:ssä. Etäyhteysmadollisuudet selvitettiin, mutta yhteyden luominen jäi teoriatasolle.

Prosessin logiikka S7 314-IFM on vanha logiikka eikä Siemens enää varsinaisesti tue mitään IFM logiikoita. Kun siirrytään käyttämään Step7 V11 ohjelmistoa, on vaihdettava prosessiin vähintäänkin S7 314. Vaihto on kuitenkin yksinkertainen, eikä se vaadi kuin muutaman ruuvin irrottamista.

WLAN:in tai yleensä langattomien väylien soveltuvuus automaatiassa on marginaalinen. Sitä on paras käyttää vain silloin, kun ei ole muita vaihtoehtoja tai jos luotettavuus on toissijainen. Esim. kannettavan ohjauspaneelin liittäminen langattomasti on järkevää. Siinä ei pitäisi sattua vahinkoa, vaikka yhteys pätkisikin välillä. Varsinaisten ohjausyksiköitten langatonta liitämistä kyllä välttäisin.

Etäyhteyden luominen PC:hen koululaitoksen tapaisessa ympäristössä voi olla haastavaa. Suurimpia kompastuskiviä ovat mm. sisäverkkojen monimutkaiset rakenteet, byrokratia ja etäyhteyden hallinnoiminen. Periaatteessa asia on kuitenkin varsin yksinkertainen. Teollisuudessa etäyhteyksiä on käytetty jo pitkään ja erityisesti vikatilanteiden selvittämisessä ne ovat osoittautuneet hyödylliseksi.

9 LÄHDELUETTELO

BESTune. PID Controllers in BESTune. Hakupäivä 16.3.2012.

<<http://bestune.50megas.com/PLC.htm>>

Festo. Compact Workstation Manual. Ohjekirja.

Microstar Laboratories. Zigler-Nichols tuning rule. Hakupäivä 16.3.2012.

<<http://www.mstarlabs.com/control/znrule.html>>

Siemens Simatic 2001. PLC S7-300 CPU Specifications CPU 312 IFM to CPU 318-2 DP. Ohjekirja.

Siemens Simatic 2011. S7-300 Automation System Module Data. Ohjekirja.

10 LIITELUETTELO

Liite 1 Liitäntäkaapelien kytkentätaulukko.

Liite 2 S7 ohjelma ja ohjeet

Taulukko 1. XMA1-liittimen (DI/DO) kytkentätaulukko

	Prosessi	Riviliitin	Liitin	I/O-Kortti	Ohjelma
		O0	1		
		O1	2		
P101_On/Off	K1 A1	O2	3	22	Q124.0
P101_D	K1 12	O3	4	23	Q124.1
		O4	5		
		O5	6		
		O6	7		
		O7	8		
		24VA	9		
		24VA	10		
		V0A	11		
		V0A	12		
	A2 IN+	I0	13		
	S111	I1	14	2	I124.0
	S112	I2	15	3	I124.1
	B113	I3	16	4	I124.2
	B114	I4	17	5	I124.3
		I5	18		
		I6	19		
		I7	20		
		24VA	21		
		24VB	22		
		V0A	23		
		V0B	24		

Taulukko 2. X2-liittimen (AI/AO) kytkentätaulukko

	Prosessi	Riviliitin/Liitin	I/O-Kortti	Ohjelma
		1		
P101_Ohje	K1 14	2	3	PQW272
	X2 6 + XMA1 V0A	3		
		4		
		5		
	X2 3	6		
	A2 OUT	7		
B101_Pinta	A1 OUT	8	2	PIW256
		9		
		10		
		11		
		12		
		13		
	A3 OUT	14		
		15		

Pinnit 3 ja 6 ovat maan (V0A) ketjutusta

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Comment:

Network 1: Title:

Analogiviestien skaalaus

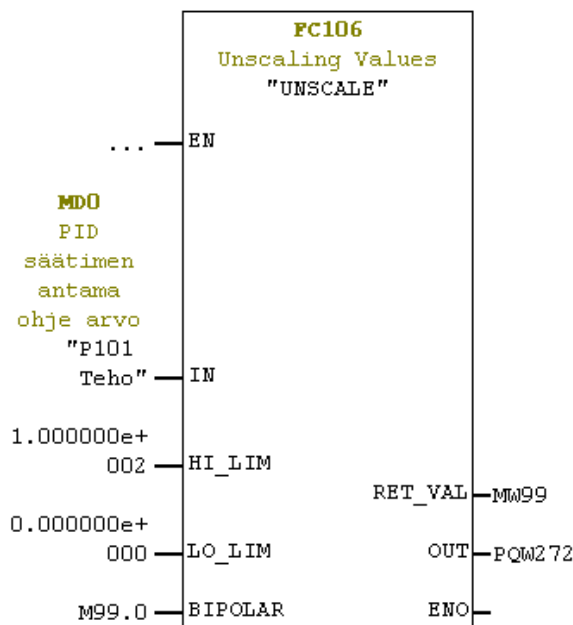
Call FC 1

FC1 : Title:

Analogiviestejen skaalaus

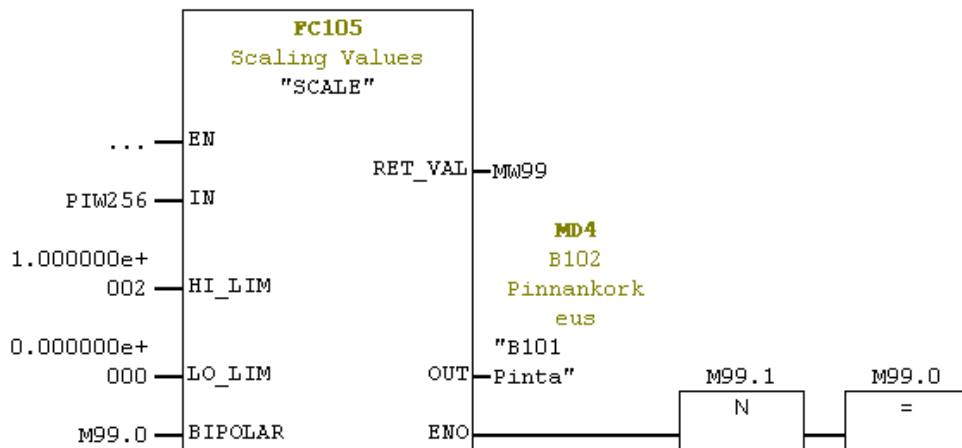
Network 1: Title:

AO



Network 2 : Title:

AI



M99.0 on väkisin nolla, ettei vahingossakaan skaalaus mene bipolaariseksi eli ± 100 .

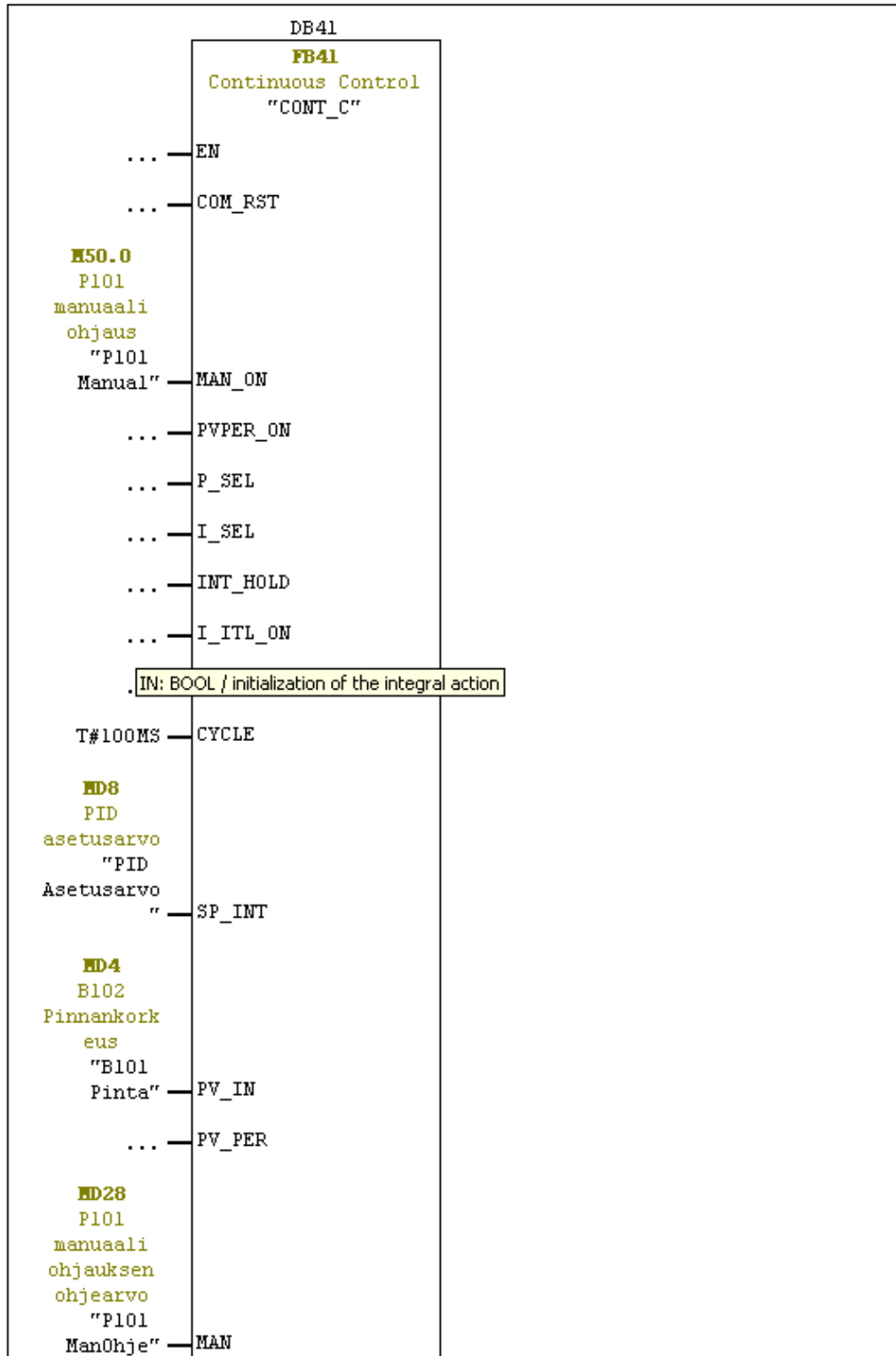
Pahoittelun kommenttirivin virhettä sykli on 100mS ei 1S.

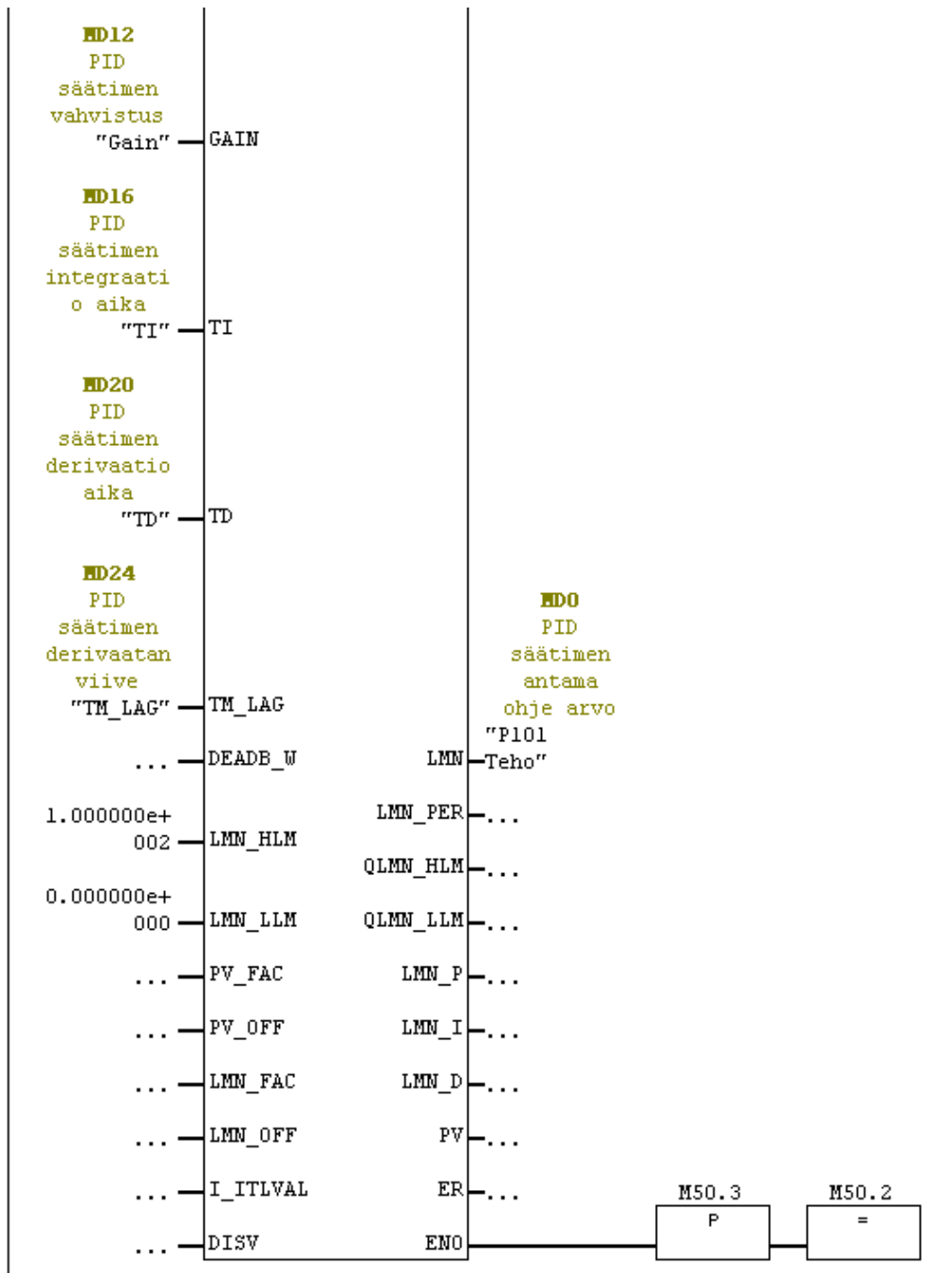
OB35 : "Cyclic Interrupt"

Is sykliajalla pyörivä ob lohko

Network 1: Title:

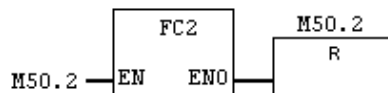
PID säädin





Network 2 : Title:

Oletusaroven asetus



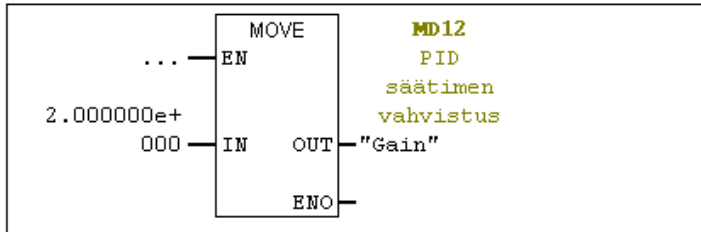
FC2 ajetaan yhden kerran kun PID-säädin käynnistyy eli käytännössä silloin kun logiikka käynnistetään.

FC2 : Title:

Oletusarvojen asetus

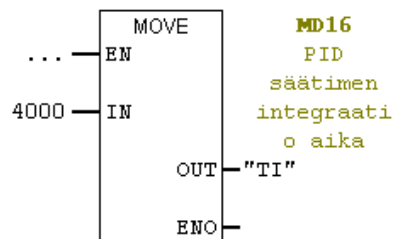
Network 1 : Title:

Comment:



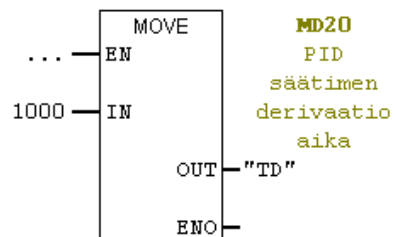
Network 2 : Title:

Comment:



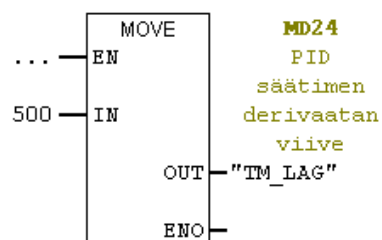
Network 3 : Title:

Comment:



Network 4 : Title:

Comment:



DB Param - [@DB41 -- Festo\SIMATIC 300(1)\CPU 314 IFM ONLINE]								
Data block Edit PLC Debug View Window Help								
	Adresse	Decla	Name	Type	Initial value	@Actual value	Actual value	Comment
1	0.0	in	COM_RST	BOOL	FALSE	FALSE	FALSE	complete restart
2	0.1	in	MAN_ON	BOOL	TRUE	FALSE	FALSE	manual value on
3	0.2	in	PVPER_ON	BOOL	FALSE	FALSE	FALSE	process variable peripherie on
4	0.3	in	P_SEL	BOOL	TRUE	TRUE	TRUE	proportional action on
5	0.4	in	I_SEL	BOOL	TRUE	TRUE	TRUE	integral action on
6	0.5	in	INT_HOLD	BOOL	FALSE	FALSE	FALSE	integral action hold
7	0.6	in	I_ITL_ON	BOOL	FALSE	FALSE	FALSE	initialization of the integral action
8	0.7	in	D_SEL	BOOL	FALSE	TRUE	TRUE	derivative action on
9	2.0	in	CYCLE	TIME	T#1S	T#100MS	T#1S	sample time
10	6.0	in	SP_INT	REAL	0.000000e+000	65.0	0.000000e+000	internal setpoint
11	10.0	in	PV_IN	REAL	0.000000e+000	1.707176	0.000000e+000	process variable in
12	14.0	in	PV_PER	WORD	W#16#0	W#16#0000	W#16#0	process variable peripherie
13	16.0	in	MAN	REAL	0.000000e+000	0.0	0.000000e+000	manual value
14	20.0	in	GAIN	REAL	2.000000e+000	2.0	2.000000e+001	proportional gain
15	24.0	in	TI	TIME	T#20S	T#4S	T#2S	reset time
16	28.0	in	TD	TIME	T#10S	T#1S	T#0MS	derivative time
17	32.0	in	TM_LAG	TIME	T#2S	T#500MS	T#0MS	time lag of the derivative action
18	36.0	in	DEADB_W	REAL	0.000000e+000	1.0	1.000000e+000	dead band width
19	40.0	in	LMN_HLM	REAL	1.000000e+002	100.0	1.000000e+002	manipulated value high limit
20	44.0	in	LMN_LLM	REAL	0.000000e+000	0.0	0.000000e+000	manipulated value low limit
21	48.0	in	PV_FAC	REAL	1.000000e+000	1.0	1.000000e+000	process variable factor
22	52.0	in	PV_OFF	REAL	0.000000e+000	0.0	0.000000e+000	process variable offset
23	56.0	in	LMN_FAC	REAL	1.000000e+000	1.0	1.000000e+000	manipulated value factor
24	60.0	in	LMN_OFF	REAL	0.000000e+000	0.0	0.000000e+000	manipulated value offset
25	64.0	in	I_ITLVAL	REAL	0.000000e+000	0.0	0.000000e+000	initialization value of the integral action
26	68.0	in	DISV	REAL	0.000000e+000	0.0	0.000000e+000	disturbance variable
27	72.0	out	LMN	REAL	0.000000e+000	100.0	0.000000e+000	manipulated value
28	76.0	out	LMN_PER	WORD	W#16#0	W#16#6C00	W#16#0	manipulated value peripherie
29	78.0	out	QLMN_H...	BOOL	FALSE	TRUE	FALSE	high limit of manipulated value reached
30	78.1	out	QLMN_LLM	BOOL	FALSE	FALSE	FALSE	low limit of manipulated value reached
31	80.0	out	LMN_P	REAL	0.000000e+000	124.5856	0.000000e+000	proportionality component
32	84.0	out	LMN_I	REAL	0.000000e+000	100.0	0.000000e+000	integral component
33	88.0	out	LMN_D	REAL	0.000000e+000	0.0	0.000000e+000	derivative component
34	92.0	out	PV	REAL	0.000000e+000	1.707176	0.000000e+000	process variable
35	96.0	out	ER	REAL	0.000000e+000	62.29282	0.000000e+000	error signal
36	100.0	stat	sInvAlt	REAL	0.000000e+000	124.5856	0.000000e+000	
37	104.0	stat	sIanteilAlt	REAL	0.000000e+000	100.0	0.000000e+000	
38	108.0	stat	sRestInt	REAL	0.000000e+000	0.0	0.000000e+000	
39	112.0	stat	sRestDif	REAL	0.000000e+000	2.843074E-0...	0.000000e+000	
40	116.0	stat	sRueck	REAL	0.000000e+000	124.5856	0.000000e+000	
41	120.0	stat	sLmn	REAL	0.000000e+000	100.0	0.000000e+000	
42	124.0	stat	sbArwHL...	BOOL	FALSE	TRUE	FALSE	
43	124.1	stat	sbArwLL...	BOOL	FALSE	FALSE	FALSE	
44	124.2	stat	sbILimOn	BOOL	TRUE	TRUE	TRUE	

Messages

Press F1 for help.

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1	B101 Pinta	MD 4	REAL	B102 Pinnankorkeus
2	B113	I 124.2	BOOL	Säiliö 101 alaraja
3	B114	I 124.3	BOOL	Säiliö 101 yläraja
4	CONT_C	FB 41	FB 41	Continuous Control
5	CYC_INT5	OB 35	OB 35	Cyclic Interrupt 5
6	Gain	MD 12	REAL	PID säätimen vahvistus
7	P101 Analog On/Off	Q 124.0	BOOL	Pumppu päälle/pois analogi käytössä
8	P101 ManOhje	MD 28	REAL	P101 manuaali ohjauksen ohjearvo
9	P101 Manual	M 50.0	BOOL	P101 manuaali ohjaus
10	P101 On/Off (TURHA)	Q 124.1	BOOL	Pumppu päälle/pois digi (0%/100%) käytössä
11	P101 Teho	MD 0	REAL	PID säätimen antama ohje arvo
12	PID Asetusarvo	MD 8	REAL	PID asetusarvo
13	S111	I 124.0	BOOL	Säiliö 101 Yläraja kellukytin
14	S112	I 124.1	BOOL	Säiliö 102 kellukytin
15	SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
16	TD	MD 20	TIME	PID säätimen derivaatio aika
17	TI	MD 16	TIME	PID säätimen integraatio aika
18	TM_LAG	MD 24	TIME	PID säätimen derivaatan viive
19	UNSCALE	FC 106	FC 106	Unscaling Values
20	VAT_1	VAT 1		
21				

Address	Symbol	Display format	Status value	Modify value
	//Digitaali /O			
I 124.0	"S111"	BOOL		
I 124.1	"S112"	BOOL		
I 124.2	"B113"	BOOL		
I 124.3	"B114"	BOOL		
Q 124.0	"P101 Analog On/Off"	BOOL		
Q 124.1	"P101 On/Off (TURHA)"	BOOL		
	//Prosessin Tila			
MD 0	"P101 Teho"	FLOATING_POINT		
MD 4	"B101 Pinta"	FLOATING_POINT		
	//Manuaali Ohjaus			
M 50.0	"P101 Manual"	BOOL		
MD 28	"P101 ManOhje"	FLOATING_POINT		80.0
	//PID Säätimen arvot			
MD 8	"PID Asetusarvo"	FLOATING_POINT		20.0
MD 12	"Gain"	FLOATING_POINT		2.0
MD 16	"TI"	TIME		T#30s
MD 20	"TD"	TIME		T#5s
MD 24	"TM_LAG"	TIME		T#1s