

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Kone- ja laiteautomaatio

Tutkintotyö

Riku Santala

SIEMENS S7 -OHJATTU PROFIBUS / ASI -HARJOITUSLAITTEISTO

Työn ohjaaja

Yliopettaja Olavi Kopponen

Työn teettäjä

JJJ-Automaatio Oy (Jukka Halava)

Tampere 2005

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Kone- ja laiteautomaatio

Santala, Riku	Siemens S7 -ohjattu PROFIBUS / ASI -harjoituslaitteisto
Tutkintotyö	38 sivua + 5 liitesivua
Työn ohjaaja	Yliopettaja Olavi Kopponen
Työn teettäjä	JJJ-Automaatio Oy
Huhtikuu 2005	
Hakusanat	Siemens S7, PROFIBUS, ASI

TIIVISTELMÄ

Teollisuusväylät tehtaissa lisääntyvät nopeasti. Osaajia tarvitaan tehtaissa, ja tästä syytä tarve teollisuusväylä harjoituslaitteistoihin kasvaa.

Tämä tutkintotyö tehtiin JJJ-Automaatio Oy:n pyynnöstä keväällä 2005 Tampereen ammattiopiston Hervannan yksikön tiloissa. Työssä perehdyttiin Siemens S7-300 -sarjan logiikalla ohjelmoitaviin laitteisiin. Liitettävistä laitteista tärkeimpinä ovat PROFIBUS- ja ASI-väylät sekä näihin liitettävät komponentit.

Työ oli monipuolinen, koska siinä yhdistyi laitteiston kokoonpanoa ja ohjelmointia, sekä suunnittelua komponenttien mahduttamisesta kahdelle reikälevylle. Työ tehtiin Jukka Halavan valitsemilla komponenteilla Tampereen ammattiopiston tiloissa. Laitteisto saatiin toimimaan niin kuin haluttiin. Lisäksi tutkintotyön ohessa laadittiin kolme yksinkertaista esimerkkiohjelmaa Siemens Step 7 -ohjelmistolla.

Tutkintotyön tuloksena saatiin toimiva teollisuusväylä-harjoituslaitteisto. Työn tuloksena saatiin myös harjoituslaitteistolle konfigurointiohje, jonka avulla opiskelijat voivat saattaa laitteiston toimintavalmiiksi, sekä kolme yksinkertaista esimerkkiohjelmaa. Laitteiston avulla opiskelijoiden on helppo tutustua PROFIBUS- ja ASI-väyliin sekä kokeilla harjoituslaitteiston toimintaa. Harjoituslaitteisto on yritetty rakentaa mahdollisimman paljon teollisuuden tarpeita vastaavaksi. Harjoituslaitteistossa käytetyt komponentit ovat täysin samoja, joita käytetään teollisuudessa. Esimerkkiohjelmien pohjalta voidaan rakentaa ohjelmia teollisuuskäyttöön.

TAMPERE POLYTECHNIC

Santala, Riku	Siemens S7 programmed PROFIBUS / ASI training device
The purpose of thesis	38 pages + 5 appendices
Supervisor	Olavi Kopponen
Commissioned by	Tampere Polytechnic
April 2005	
Keywords	Siemens S7, PROFIBUS, ASI

ABSTRACT

Manufacturing bus systems increases continuously in factories. Skilled persons are needed in factories and because of that need for manufacturing bus system training devices increases.

This project was made for request of JJJ-Automaatio Oy in Tampere technical college, Hervanta unit in spring 2005. This project familiarizes you with Siemens S7-300 series logic, PROFIBUS / ASI bus systems and components that are connected with these.

Conclusion of this project was fully working manufacturing bus system training device. There was also made a configuration instruction for the students, that they are able to start the system and three simple example programs. It is easy to become familiar with PROFIBUS / ASI bus systems and test bus systems with this training device.

This training device is built to be comparable to manufacturing conditions, as much as possible. The training device components are the same that companies use in manufacturing. The example programs are useful when creating the programs for manufacturing use.

ALKUSANAT

Työn onnistumisesta haluaisin kiittää Jukka Halavaa (JJJ-Automaatio Oy) tutkintotyön tekemahdollisuudesta sekä laboratorioinsinööri Seppo Mäkelää tutkintotyöhön liittyvästä materiaalista. Kiitän myös yliopettaja Olavi Kopposta työni ohjaamisesta.

Tampereella 10.4.2005

Riku Santala

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO	5
1. JOHDANTO	7
2. SIEMENS SIMATIC S7.....	8
2.1 S7-300 -sarjan ominaisuudet.....	10
3. ASI-VÄYLÄ	11
3.1 ASI-väylä yleistä.....	11
3.2 ASI-kaapeli ja ASI-power.....	12
3.3 ASI-master	13
3.4 ASI-slave.....	14
3.5 ASI-väylän tekniset tiedot.....	16
4. PROFIBUS-VÄYLÄ.....	17
4.1 PROFIBUS-väylä yleistä	17
4.2 PROFIBUS-master (PROFIBUS-DP)	18
4.3 Hajautettu I/O eli PROFIBUS-slave.....	18
4.4 Analogiakortti	19
4.5 Älykäs PROFIBUS-slave (Link Structure VDS).....	20
4.6 PROFIBUS-väylän yhteenveto.....	21
5. HARJOITUSLAITTEISTON KOKOONPANO.....	22
5.1 Logiikkakokoonpano	23
5.2 Toimilaitteet.....	25

6. KONFIGUROINTI	26
6.1 Konfigurointi Step 7 -ohjelmalla	26
7. VÄYLIEN TULEVAISUUS	36
8. YHTEENVETO	37
LÄHTEET	38
LIITTEET	

1. JOHDANTO

Teollisuusväylät tehtaissa lisääntyvät erittäin nopeasti. Väylien rakentajia tarvitaan yhä enemmän, joten olisi hyvä jo koulutusvaiheessa saada pohjaa väylien rakentamisesta. JJJ-Automaatio Oy on yksi koulutuslaitteistoja valmistavista yrityksistä. JJJ-Automaation pyynnöstä suunniteltiin teollisuusväyläharjoituslaitteisto, jota ohjataan Siemens Simatic S7 -logiikalla. Väyliä ja logiikoita on monta eri merkkiä. Tässä työssä rakennamme Siemens Simatic S7 -logiikalla (kappale 2) ohjatun PROFIBUS / ASI-laitteiston. Ohjelmointi tapahtuu Siemens Step 7 -ohjelmalla. Laitteisto tulee käsittämään kaksi sylinteriä magneetti-antureineen, kaksi optista anturia ja jänniteohjatun moottorin, sekä niin sanotun älykkään slaven (Link Structure VDS), joka voidaan liittää suoraan PROFIBUS-slaveksi.

ASI-väylä (kappale 3) on jo pitkään käytetty alimman tason väylä, joka tulee säilymään myös tulevaisuudessa nopean ohjelmakiertonsa vuoksi. ASI-väylä on myös yksi yleisimmistä väylistä. ASI-väylä soveltuu vain pieniin kokoonpanoihin, joissa tarvitaan I/O-tyyppistä tietoa.

PROFIBUS-väylä (kappale 4) on myös erittäin yleinen teollisuusväylä, jolla voidaan luoda todella isoja kokoonpanoja. PROFIBUS-väylän tulevaisuusnäkymät eivät ole yhtä hyvät kuin ASI-väylällä, koska epäillään että Ethernet-sovelluksiin perustuvat väylät tulevat korvaamaan tai rinnastamaan esimerkiksi PROFIBUS-väylää.

Väylien käyttäminen vähentää kytkettävien johtojen määrää oleellisesti, koska jokaiselle laitteelle ei tarvitse viedä erikseen plussaa, miinusta ja signaalia, kuten tavallisissa I/O-kytkennöissä. Väylien ainoana hankaluutena on monimutkainen konfigurointi, jos logiikkaan tulee kiinni suuria määriä laitteita. Konfiguroinnissa ohjelmalle kerrotaan, mitä logiikkaan on kiinnitetty, esimerkiksi ASI-master.

2. SIEMENS SIMATIC S7

Siemens S7 -logiikka on yksi yleisimmistä logiikoista teollisuudessa. Työssä käytettiin juuri Siemens S7 -logiikkaa. Siemens S7 on tuoteperhe, johon kuuluu monia eri vaihtoehtoja. Tässä työssä keskitymme vain Siemens S7 -tuoteperheen S7-300 -sarjaan.

Logiikka on koko laitteiston ohjauksen ydin, joka hoitaa kommunikoinnin muiden laitteiden välillä. Logiikka kootaan metalliselle kiskolle, johon kortit eli laitteet kootaan yleensä vasemmalta oikealle virtalähteestä alkaen. Kortit yhdistetään takaa liittimien avulla toisiinsa. Jokainen kortti vie oman korttipaikkansa, joiden numerointi menee myös vasemmalta oikealle, eli virtalähde paikka yksi, keskusyksikkö (CPU) paikka kaksi ja niin edelleen.

Logiikkaan kuuluu yleensä ainakin virtalähde (kuva 2.1), keskusyksikkö ja muutama lähtö ja tulo (I/O). Virtalähde liitetään vain siinä tapauksessa, jos tarvitsee muuttaa verkkojännite (230 V) logiikan käyttämään jännitteeseen (24 V).

Logiikka ohjelmoidaan tietokoneen ja Siemensin Step 7 -ohjelman avulla logiikan keskusyksikköön (CPU). Step 7-ohjelmaan tutustutaan työssä myöhemmin. Kuvassa 2.2 on Siemens S7 -sarjan S7-300 -keskusyksikkö (CPU) kuvassa vasemmalla, I/O-yksiköt kuvassa oikealla.



Kuva 2.1 Virtalähde 230 V~24 VDC /1/



Kuva 2.2 Siemens S7 300 -sarjan keskusyksikkö ja I/O kortit /1/

Tavallisesti logiikassa on I/O-kortteja, joihin tulot ja lähdöt voidaan liittää. Myös useissa keskusyksiköissä (CPU) on mukana muutama lähtö ja tulo (I/O). Tässä tapauksessa jokainen laite on johdotettava erikseen. Tässä työssä ei keskitytä niinkään suoraan keskusyksikköön (CPU) liitettäviin I/O-kortteihin ja

niiden käyttöön, vaan Siemens S7 -logiikkaan liitettyyn PROFIBUS / ASI-väylähdistelmään. Yhdistelmän hyötyjä ovat esimerkiksi, että lähdöt ja tulot voivat olla kaukana keskusyksiköstä (CPU), ja jokaista laitetta ei tarvitse johdottaa erikseen.

2.1 S7-300 -sarjan ominaisuudet

S7-300 -sarja on modulaarinen alemman tason ohjausjärjestelmä. Siinä on porrastettu keskusyksikkö (CPU) valikoima. S7-300 -sarjaan löytyy laaja yksikkövalikoima, jota voidaan laajentaa jopa 32 yksikköön. S7-300:n pohjaväylä integroituu muihin yksikköihin. S7-300 -sarjaa voidaan verkottaa monipisteliitännän (MPI) kautta, ja se voidaan liittää joko PROFIBUS-väylään tai Industrial Ethernet-väylään. Väylistä PROFIBUS-väylään tutustutaan tarkemmin tässä työssä. /3/

3. ASI-VÄYLÄ

3.1 ASI-väylä yleistä

ASI on lyhenne sanoista Actuar-Sensor-Interace. ASI-järjestelmä syntyi yhdentoista eurooppalaisen yrityksen yhteistyönä. ASI-väylä on alimman tason väylä, joka on suunniteltu korvaamaan perinteistä rinnakkaiskaapelointia. Alun perin ASI-järjestelmä suunniteltiin vain binäärisiä antureita ja toimilaitteita varten. ASI-järjestelmään on myöhemmin liitetty myös mahdollisuudet analogisignaalin käsittelyyn, mutta tässä työssä ei analogisignaalin käsittelystä ASI-väylällä tarkemmin kerrota. /3/

ASI-väylän hyöty on siinä, että kaikki komponentit voidaan kytkeä helposti ja nopeasti vain yhdellä kaapelilla. ASI-väylällä ei tarvita erillisiä I/O-kortteja, ja sitä on mahdollista laajentaa tulevaisuudessa. /3/

Yleisimmät käyttötarkoitukset ovat kappaletavara- ja koneautomaatioanturit ja toimilaitteet. ASI-väylällä on myös oma hyväksyntälogo, joka varjostettuna todistaa, että tuotteet ovat 100-prosenttisesti yhteensopivia muiden ASI-komponenttien kanssa. Hyväksynnän saamiseksi ASI-tuotteiden on läpäistävä logomerkinnän mukaiset testit. /2/

Harjoitus laitteistossa ASI-väylä laitetaan toimimaan PROFIBUS-väylän alaisena. Tämän tapahtuu siten, että ASI-master tullaan kytkemään PROFIBUS-slaven yhteyteen.

3.2 ASI-kaapeli ja ASI-power

ASI-väylässä käytetään kaksijohtimista kaapelia. Tällä kaapelilla viedään syöttöjännite ja datatiedot kiinnitetyille komponenteille. Yhteiskäytön takia kaapelissa kulkeva jännite on suurimmillaan 2 A, mikä tuo joitain rajoituksia. Kahden ampeerin maksimivirran takia joudutaan laitteille tuomaan useimmiten lisävirta toisella samanlaisella kaapelilla. /3/

ASI-kaapeloinnin hyötynä on se, että jokaista laitetta ei tarvitse johdottaa erikseen, vaan yksi kaapeli kiertää kaikki laitteet. ASI-kaapelin suurin pituus voi olla 100 m, toistimien avulla voidaan käyttää jopa 300 m pitkää ASI-kaapelia. Väyläkaapeli ei ole symmetrinen, jotta asennusvirheet voitaisiin välttää. Hyöty kaapelin epäsymmetrisyydestä tulee siinä, että sitä ei voi kiinnittää väärin päin väylä komponentteihin. ASI-liitäntöjen koteloituokka on IP67. Tämän takia ASI- väylää voidaan käyttää vaativissakin olosuhteissa./3/

ASI-väylä saa syöttöjännitteen ASI-Power nimisestä laitteesta. ASI-Power-kaapeli kiinnitetään suoraan tarkoitukseen suunnitellun liittimen avulla ASI-kaapelin päälle. ASI-Power muuttaa verkkojännitteen ASI-väylän käyttämään jännitteeseen (kuva 3.1).



Kuva 3.1 ASI-Power

3.3 ASI-master

ASI-liikennettä ohjaa ASI-master, joka ottaa vastaan ja lähettää bittejä ASI-slaveihin. ASI-master on niin sanotusti ”ASI-väylän aivot”. ASI-master korvaa logiikan I/O-kortit. ASI-master myös minimoi virheitten määrää tarkkailemalla väylällä liikkuvia virheellisiä ja puutteellisia tilatietoja eli I/O-tietoja. /2/

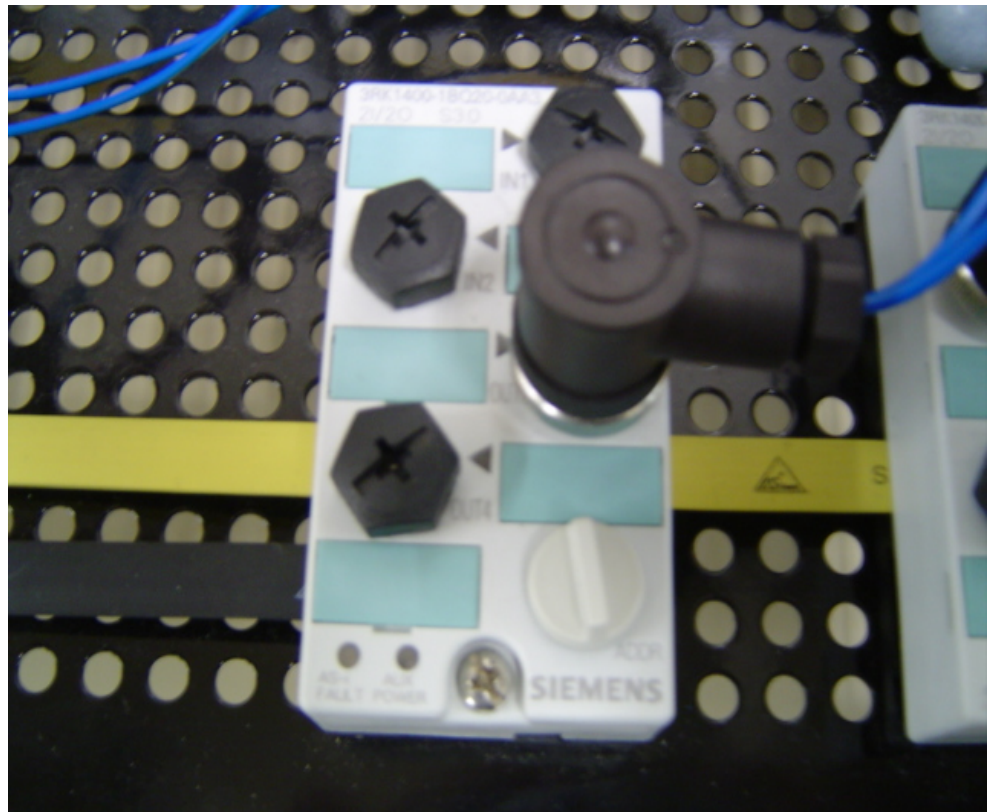
ASI-master hallitsee väylällä tapahtuvaa liikennettä. Kun master lähettää masterkutsun slavelle, slave vastaa ja antaa tilatiedon (I/O)-tiedon masterille. Tätä jatketaan niin kauan kunnes kaikki slavat on käyty läpi. Tämän jälkeen ASI-master aloittaa uuden kyselykierroksen. /3/

3.4 ASI-slave

Slavet ovat ASI-väylän komponentteja, joihin voidaan liittää esimerkiksi antureita ja venttiileitä. Tiedonsiirto slavejen välillä on 0- ja 1-tyyppistä, eli päällä tai pois päältä. Jokaisella slavella on oltava oma slave-osoitteensa joka annetaan ohjelmointilaitteen avulla (kuva 3.3).

Yksi ASI-slave varaa käyttöönsä neljä bittiä, näin ollen yksi tavu käsittää kaksi slavea. Slavet saavat virtansa ASI -kaapelilta, mutta usein slaveihin liitetyt komponentit vaativat suurempaa virtaa toimiakseen. Tässä tapauksessa slaveille tuodaan ylimääräinen lisävirta.

Työssä käytämme kolmea ASI-slavea, joiden käyttötarkoitus selviää kokoonpanokohdasta. Kuvassa 3.2 on harjoituslaitteistossa oleva ASI-slave, kuvassa nähdään myös ASI-kaapeli (keltainen) ja lisävirtakaapeli (musta).



Kuva 3.2 ASI-slave



Kuva 3.3 ASI-slave –ohjelmointilaite

3.5 ASI-väylän tekniset tiedot

ASI-väylän rakenteen saa vapaasti valita (avoin puurakenne). ASI-siirtotienä on kaksinapainen kaapeli, jossa kulkee signaali ja syöttöjännite. Kaapelin pituus on maksimissaan 100 m, jota voi jatkaa vahvistimilla. Slaveja voidaan liittää 31 kappaletta per ASI-verkko. I/O-määrä ASI-verkossa on 124 tuloa ja 124 lähtöä.

ASI-väylässä on yksi master per yksi väylä. Osoitteet ASI-väylässä ovat kiinteät, jokaiselle slavelle on oma osoite. ASI-väylän siirtonopeus (156 kBit/s) ASI-väylän kiertoaika on maksimissaan 5 ms, joka riippuu liitettyjen slavejen määrästä./3/

4. PROFIBUS-VÄYLÄ

4.1 PROFIBUS-väylä yleistä

PROFIBUS-väylä on jo pitkään käytössä ollut ylempään tason teollisuusväylä. Nimitys ”ylempään tason” tulee siitä, että siihen voidaan liittää muitakin väyliä aliväylyksi esimerkiksi ASI-väylä. PROFIBUS-väylä on Siemensin kehittämä väylä, joka on yleisin Euroopassa käytettävä teollisuusväylä. Harjoituslaitteistossa käytetään juuri PROFIBUS- ja ASI-väylän yhdistelmää. ASI-väylä kytketään toimimaan PROFIBUS-slaven alaisena. PROFIBUS-slaven alaisena on myös analogiakortti, jota käytetään moottorin ohjauksen yhteydessä.

PROFIBUS-väylän tiedonsiirtoon käytetään kaksijohtimista maadoitettua kaapelia. Kaapelissa kulkevat vain tiedot masterilta slaveille toisin kun esimerkiksi ASI-väylässä, jossa kaapelissa kulkee myös syöttöjännite. PROFIBUS-kaapeli kytketään PROFIBUS-masterista ensimmäiseen PROFIBUS - slaveen, ja siitä aina eteenpäin niin monta kertaa kuin slaveja on järjestelmässä. Kaapelin liittimissä on myös päätevastus, joka kytketään päälle kaapelin lähtöpaikasta (PROFIBUS-master) ja kaapelin viimeiseen liittimeen liitetystä slavesta. Päätevastus kytkee kaapelin toimimaan liitettyjen PROFIBUS-laitteiden välillä. Jos jokin liitetty PROFIBUS-laite halutaan saada pois käytöstä, kytketään päätevastus tästä kohtaa päälle, ja kyseinen laite on kytketty pois järjestelmästä. /2/

PROFIBUS-väylän nopeuden saa valita itse 9.6 kbit/s...12 Mbit/s väliltä. Valittu nopeus on käytössä jokaisessa PROFIBUS-väylään liitettyssä laitteessa. Nopeudessa on kuitenkin rajoituksia, jotka aiheutuvat välimatkasta. Mitä pidempi välimatka, sitä pienempi nopeus on käytettävissä. Esimerkiksi, jos välimatka on 1200 m, käytettävissä oleva nopeus on maksimissaan 9.6 kbit/s. Välimatkan ollessa alle 100 m voidaan käyttää nopeutta 12 Mbit/s. /3/

4.2 PROFIBUS-master (PROFIBUS-DP)

PROFIBUS-master eli PROFIBUS-DP on PROFIBUS-väylän aivot, joka ohjaa väylän liikennettä. PROFIBUS-masterin tarkoituksena on tiedon välittäminen PROFIBUS-slaveille, joita tässä työssä on kaksi kappaletta. PROFIBUS-master voi olla erillinen logiikkaan liitettävä kortti, mutta usein PROFIBUS-master on integroituna keskusyksikössä (CPU)./2/ Harjoituslaitteiston keskusyksikkö (CPU) sisältää PROFIBUS-masterin.

4.3 Hajautettu I/O eli PROFIBUS-slave

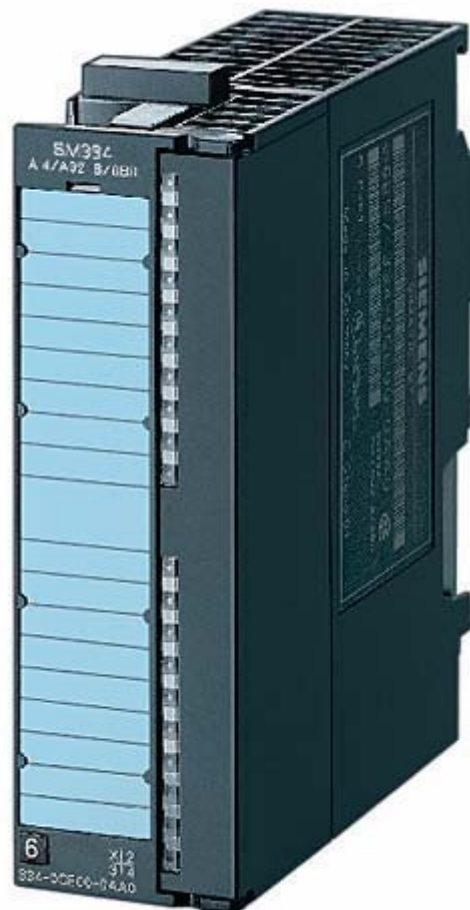
PROFIBUS-slave liitetään PROFIBUS-väylään kaksinapaisen PROFIBUS-kaapelin avulla. PROFIBUS-kaapelissa slaveille tuodaan ohjauksignaali, joka voi olla digitaalinen tai analoginen. Toisin kuin ASI-väylässä, slaveille tuodaan vain ohjauksignaali, ei käyttöjännitettä. Käyttöjännite tuodaan joka slavelle erikseen esimerkiksi 24 voltin virtalähteestä.

PROFIBUS-slaven alaisuuteen voidaan liittää tavallisia I/O-kortteja, ASI-master, analogiakortti tai ihan mikä tahansa kortti, joka on suunniteltu toimimaan PROFIBUS-väylän alaisena. Harjoituslaitteistossa ASI-master ja analogiakortti on liitetty PROFIBUS-slaven alle. Helpon liittämisen vuoksi voidaan PROFIBUS-slavet hajauttaa ympäri tehdasta. Tästä tulee nimi hajautettu I/O. Tämä tapahtuu PROFIBUS-kaapelin avulla, joka kiertää kaikki liitetyt PROFIBUS-slavet ja PROFIBUS-masterin.

4.4 Analogiakortti

Analogiakortti (kuvassa 4.3) on kortti, jonka avulla voidaan esimerkiksi jänniteohjata moottorin pyörimisnopeutta tietyn jännitealueen sisällä (+-10 VDC). Työssä käytetty analogiakortti pystyy säätämään jännitettä (V) ja virtaa (A).

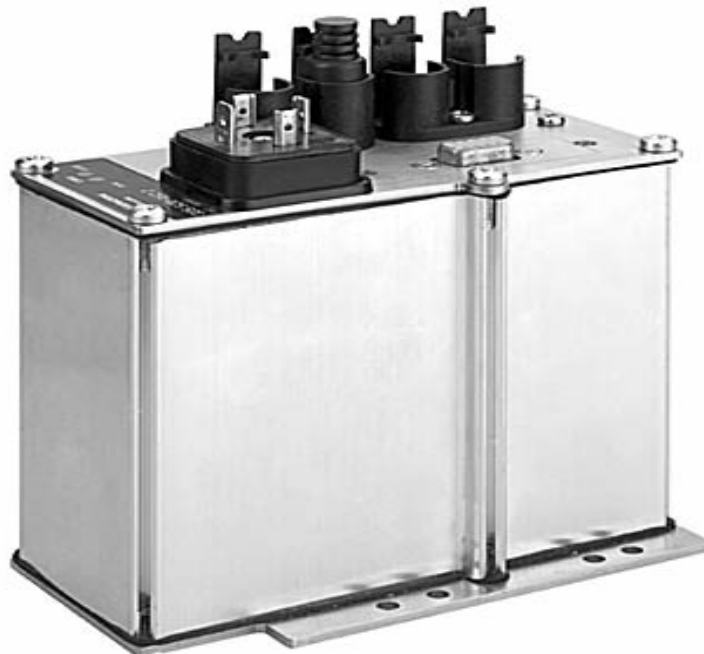
Työssä kortin avulla säädetään moottoria ja signaali vahvistetaan signaalinvahvistimella. Siemens Step 7-ohjelman avulla logiikalle annetaan arvo, jonka se vie kortille PROFIBUS-väylän välityksellä. Annetun arvon mukaan moottori pyörii haluttua nopeutta haluttuun suuntaan.



Kuva 4.1 Analogiakortti /1/

4.5 Älykäs PROFIBUS-slave (Link Structure VDS)

PROFIBUS-kaapeliin voidaan liittää suoraan niin sanottuja linkitettyjä moduuleita eli älykkäitä slaveja. Älykäs slave liitetään suoraan PROFIBUS-kaapeliin ilman ylimääräisiä PROFIBUS-slave I/O-korttityhdistelmiä. Työssä käytämme niin sanottua älykästä PROFIBUS-slavea, johon voidaan liittää suuri määrä tuloja ja lähtöjä (I/O). Työssä käytetty älykäs PROFIBUS-slave on Rexrothin valmistama Link structure VDS laite, johon voidaan liittää 4 x 32 anturitietoa tai 4 x 16 kaksoissolenoidi venttiililähtöä. VDS-slaveen ei tarvitse liittää vain joko tulo- (I) tai lähtö (O)-tietoa, vaan voidaan käyttää näiden yhdistelmiä. Rajana on vain se, että VDS slavessa on 4 liittintä ja yhteen liittimeen voidaan tuoda maksimissaan 32 I/O-tietoa. Voimme siis yhdistellä yhteen liittimeen tulo- ja lähtötietoa. Kuvassa 4.2 on esitelty Rexrothin Link structure VDS. /4/



Kuva 4.2 Rexroth Link structure VDS /4/

4.6 PROFIBUS-väylän yhteenveto

PROFIBUS-väylä on suora väylä, jonka molemmissa päissä on aktiivinen päätelaite. Kaapeli on kaksinapainen suojakerretty pari, jonka päissä käytetään Din9-Pin-liittimiä. Asemien enimmäislukumäärä on 32 segmenttiä, jos ei käytetä toistimia. Toistimien kanssa määrä on 127. Tiedonsiirtonopeuden (9.6 kbit/s -12 Mbit/s) valintaan vaikuttaa laitteiden välimatka. /3/

5. HARJOITUSLAITTEISTON KOKOONPANO

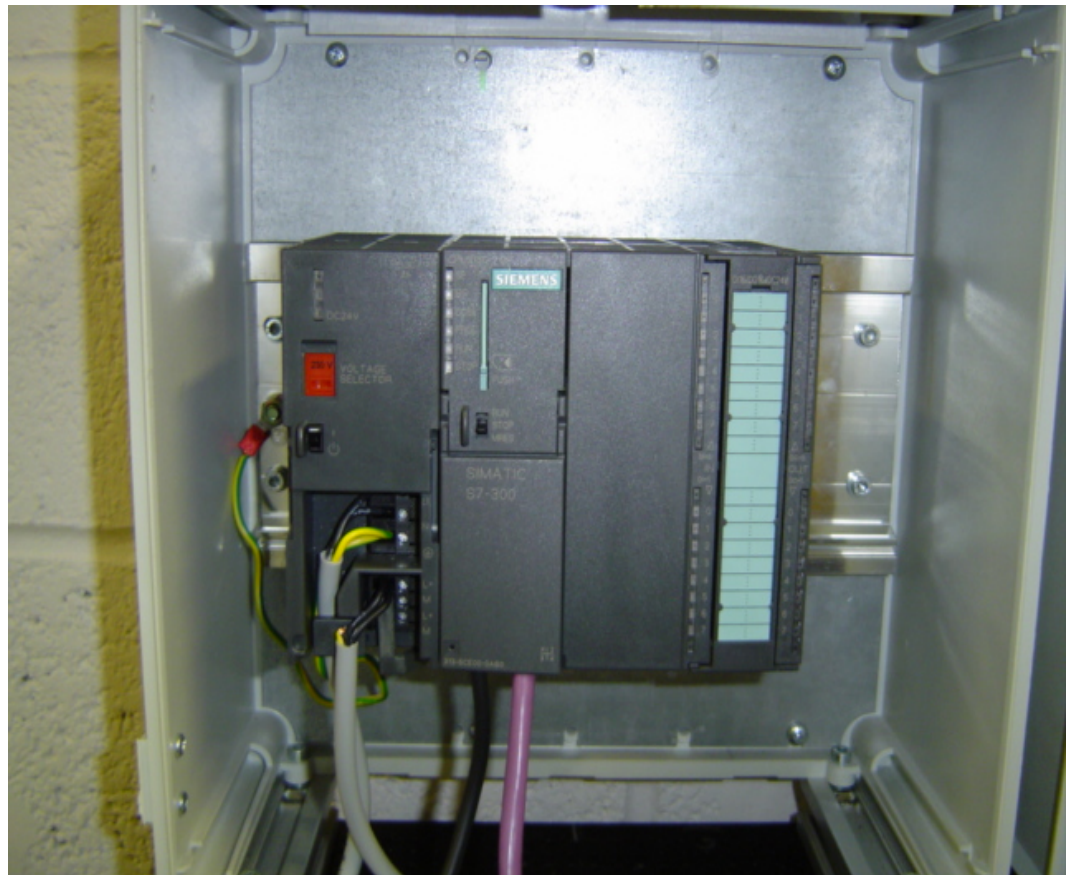
Itse harjoituslaitteisto koottiin Jukka Halavan valitsemista komponenteista Tampereen ammattiopiston Hervannan yksikön tiloissa. Rakentaminen aloitettiin kahdelle tyhjälle reikälevylle, joihin koko laitteisto koottiin. Käytetyt komponentit ja logiikka koottiin samoille reikälevyille. Harjoituslaitteiston on tarkoitus vastata mahdollisimman paljon oikeaa tehdasympäristöä, joten kokoonpano on siltä pohjalta laadittu. Kuvassa 5.1 on harjoituslaitteisto kokonaisuudessaan.



Kuva 5.1 Harjoituslaitteisto

5.1 Logiikkakokoonpano

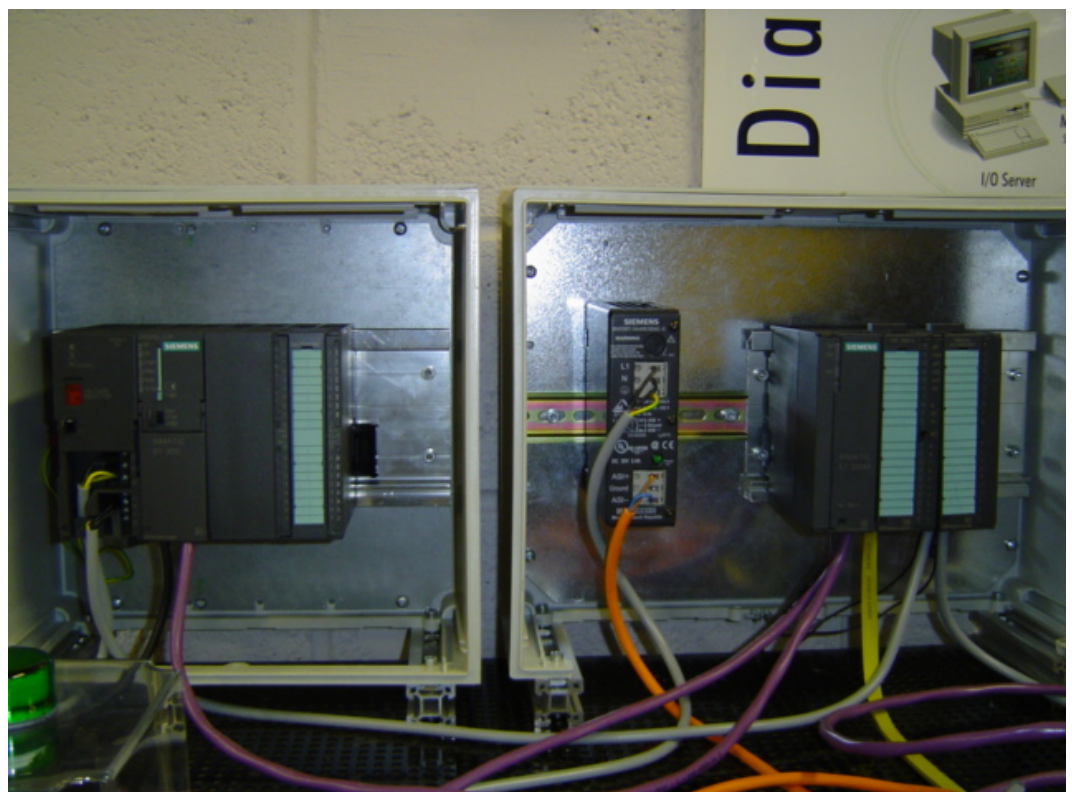
Logiikkakokoonpano käsittää kaikki harjoituslaitteiston ohjelmoimiseen liittyvät osat. Logiikka koottiin kahteen muoviseen sähkökaappiin. Logiikka ja tarvittavat kortit kiinnitettiin sähkölaatikkoihin asennettuihin kiskoihin. Kuvassa 5.2 on esitelty vasemmanpuoleiseen laatikkoon kiinnitetyt laitteet. Vasemmalta alkaen kuvassa 5.2 on virtalähdekortti ja keskusyksikkö (CPU), jonka oikeassa osassa on myös tuloja ja lähtöjä (I/O). Kuvassa 5.3 on oikeanpuoleiseen laatikkoon liitetyt laitteet. Vasemmalta alkaen kuvassa 5.3 on ASI-Power, PROFIBUS-slave, ASI-master ja analogiakortti. Kuvassa 5.4 on esitelty logiikkakokoonpano kokonaisuudessaan.



Kuva 5.2 Vasen logiikkalaatikko



Kuva 5.3 Oikea logiikkalaatikko

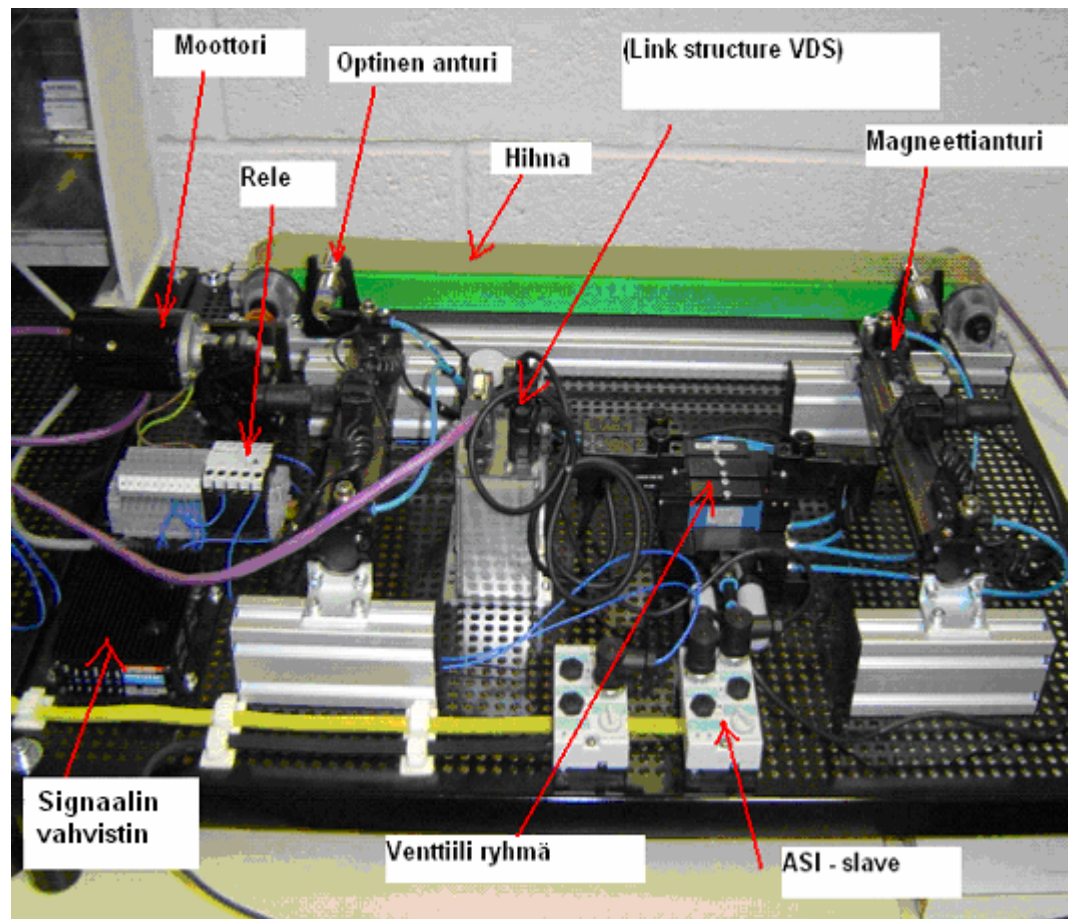


Kuva 5.4 Koko logiikkakokoonpano

5.2 Toimilaitteet

Toimilaitetekoonpano käsittää laitteet, joita ohjataan logiikan avulla.

Yleensä käytettyjä toimilaitteita ovat anturit, venttiilit, sylinterit ja moottorien avulla pyörivät hihnat. Harjoituslaitteistossa käytetään kaikkia näitä ja vielä monia muita toimilaitteita. Kuvassa 5.5 näkyy harjoituslaitteiston toimilaitetekoonpano. Kokoonpanoon kuuluu kaksi optista anturia, kaksi magneettista anturia, kaksi sylinteriä, venttiiliryhmä, älykäs PROFIBUS-slave (Link structure VDS), kolme ASI-slavea, hihna, moottori, rele ja signaalinvahvistin.



Kuva 5.5 Toimilaitetekoonpano

6. KONFIGUROINTI

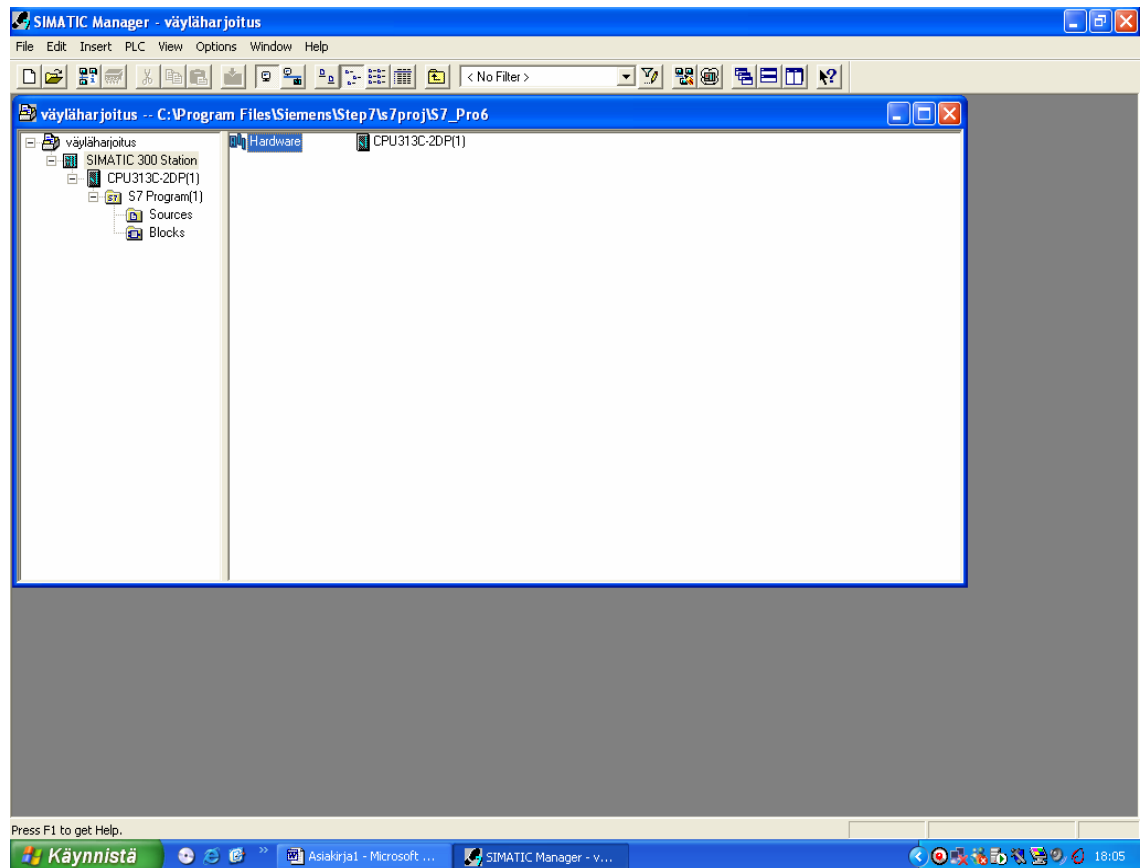
Konfigurointi on tärkein asia koko laitteiston toiminnan kannalta. Konfiguroitaessa keskusyksikölle (CPU) kerrotaan, mitä on kiinni logiikkalaatikoiden kiskoissa ja PROFIBUS-kaapelissa. Konfiguroitaessa annetaan myös osoitteet joka laitteelle.

Konfigurointi tehdään tietokoneen ja tässä tapauksessa Siemens Step 7 -ohjelman avulla. Ilman konfigurointia laite ei tiedä mikä se on, tai mitä siinä on kiinni, eli laitetta ei voida käyttää tai ohjelmoida.

6.1 Konfigurointi Step 7 -ohjelmalla

1. Avaa STEP 7 -ohjelma
 - > valitse **File**
 - > valitse **New Project Wizard**
 - > valitse **Next**
 - > valitse **CPU313C-2DP** ja **Next**
 - > varmista, että **OB1** on valittu ja valitse taas **Next**
 - > anna työlle nimi esim. **väyläharjoitus** ja valitse **Finish**

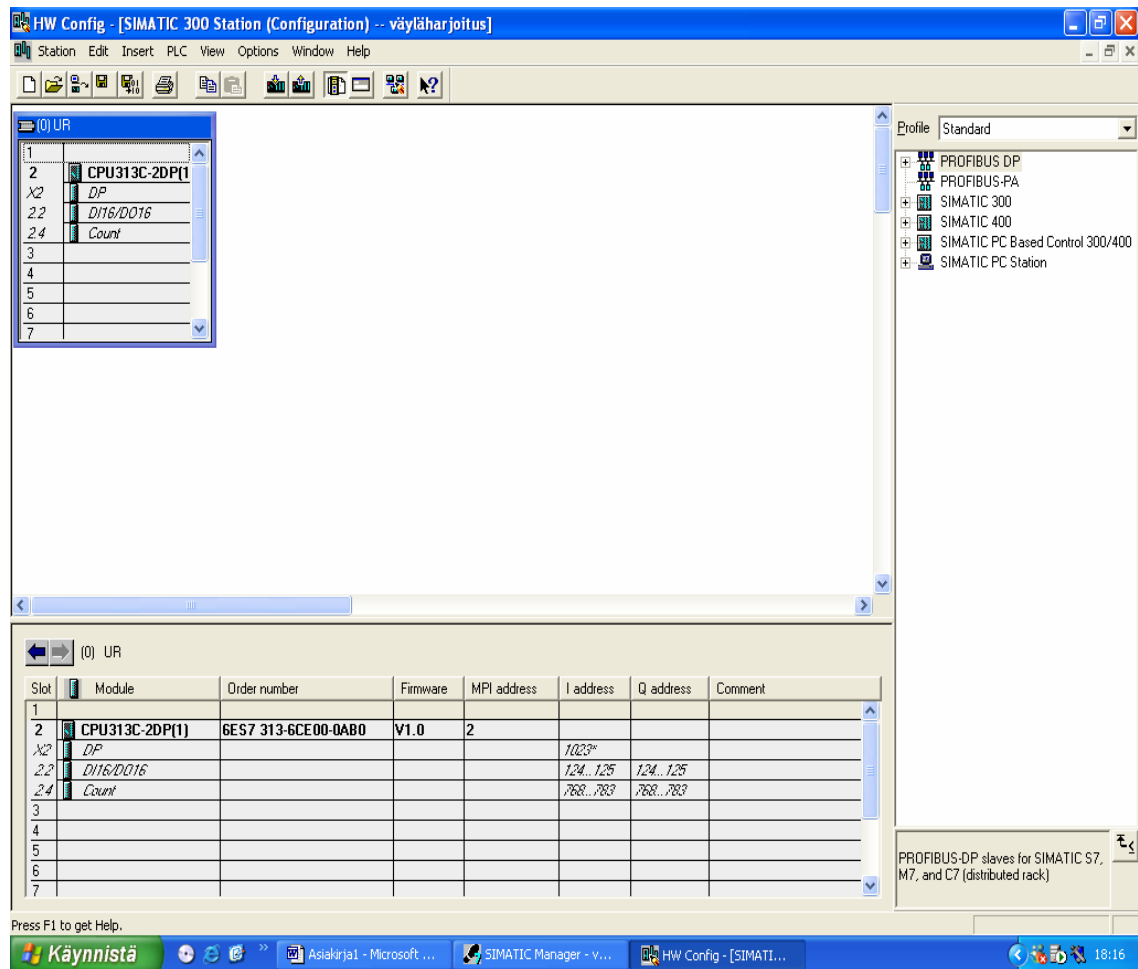
Nyt näytölle avautuu seuraavan näköinen ruutu kuva 6.1



Kuva 6.1 Simatic Manager

- > valitse **SIMATIC 300 station**
- > ”kaksoisklikkaa” **Hardware**-ikonia

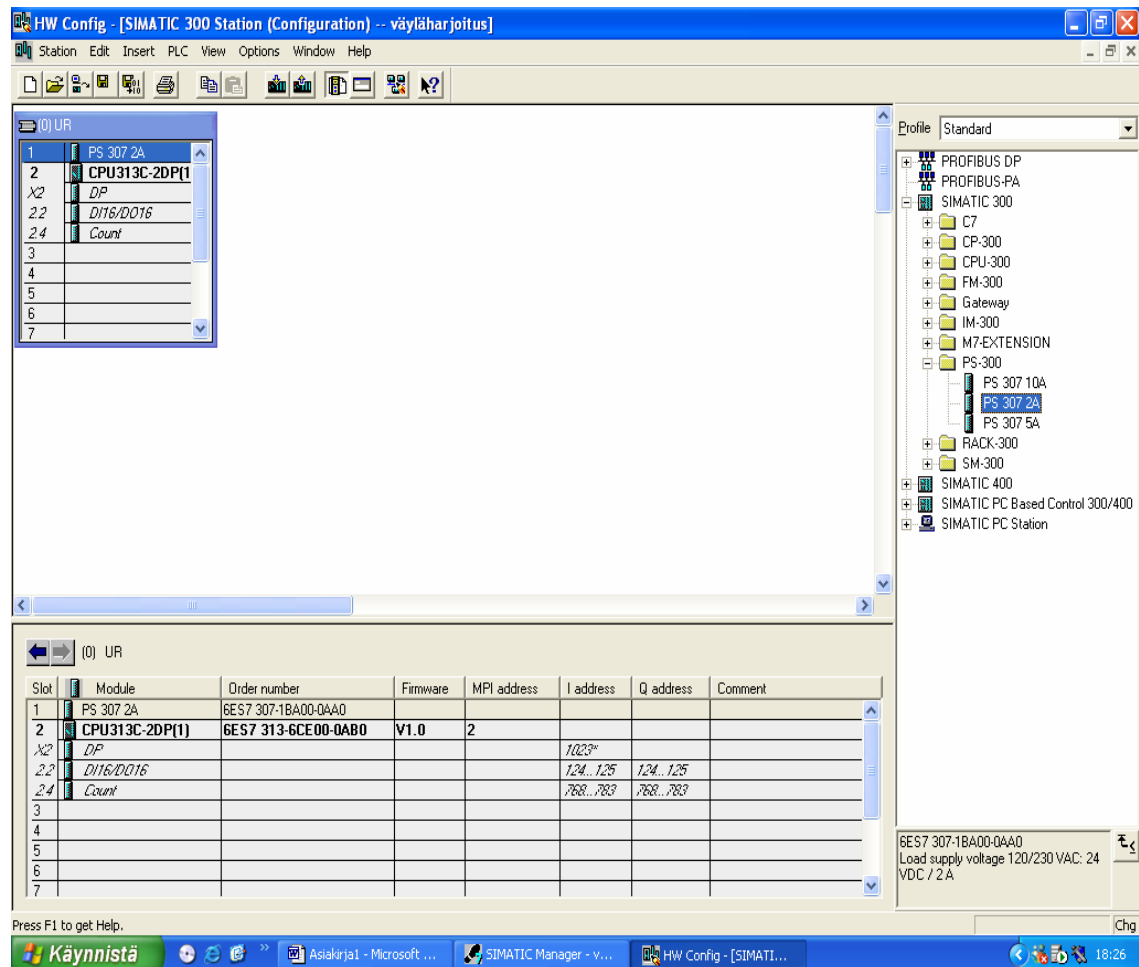
Ruutuun avautuu HW config, kuva 6.2



Kuva 6.2 HW config

- > avaa katalogi **Catalog**-pikanäppäimestä (katalogi voi olla jo avoinna ruudun oikeassa reunassa)
- > klikkaa **UR**-taulukosta kohta **1**
- > valitse **SIMATIC 300** -alavalikko ja sieltä **PS-300**-alavalikko
- > ” kaksoisklikkaa” käytössä oleva virtalähde kohtaan **1. (PS 307 2A)**

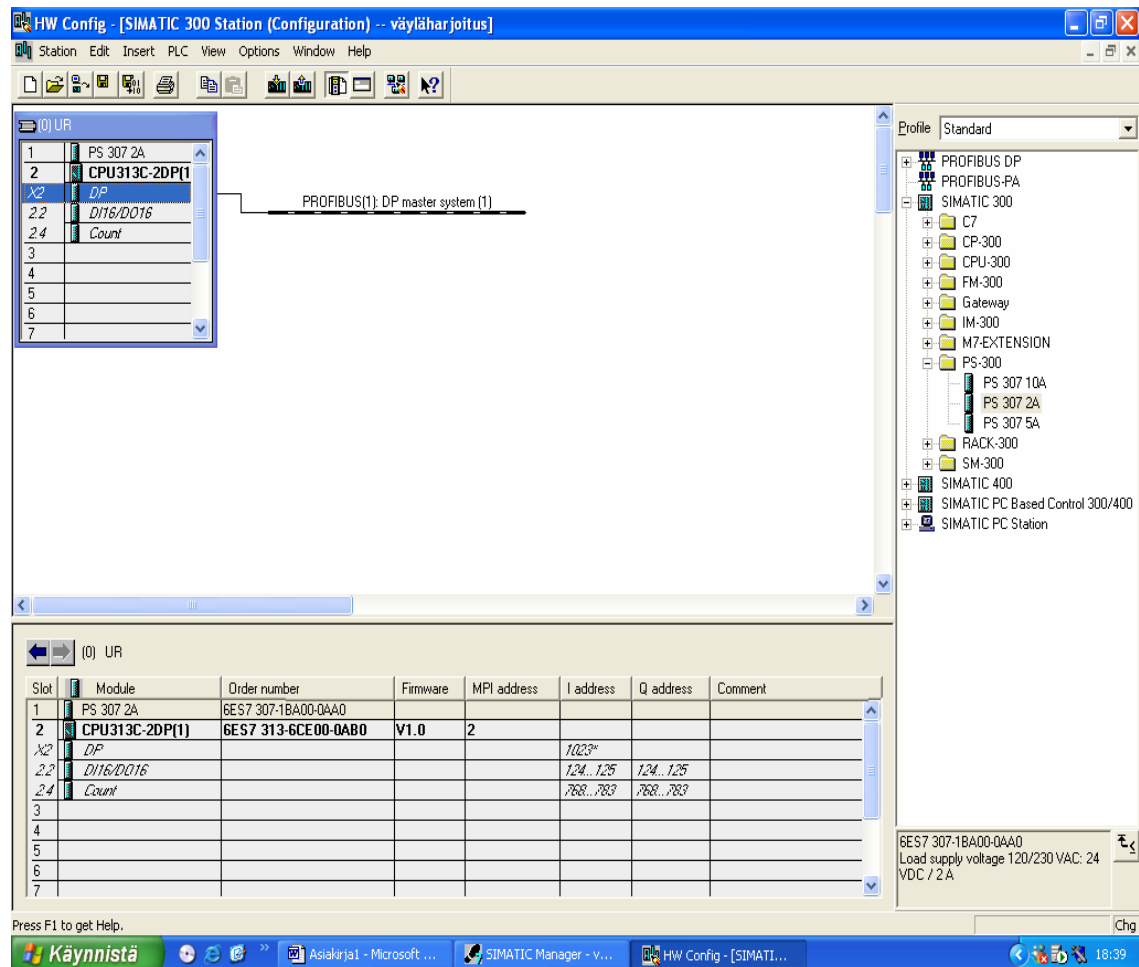
Virtalähde on nyt lisätty, kuva 6.3



Kuva 6.3 Virtalähde on lisätty

- > ” kaksoisklikkaa” UR-taulukosta X2_DP, ruutuun aukeaa **Properties-DP**
- > valitse välilehti **Operating Mode** ja varmista, että valittuna on **DP-master**
- > valitse välilehti **General** ja sieltä **Properties**
- > valitse **Address**-kohtaan **2** ja paina **New**
- > valitse välilehti **Network Settings** ja **Transmission Rate**-kohdasta **12 Mbps**
- > paina **OK** -> **OK** -> **OK**

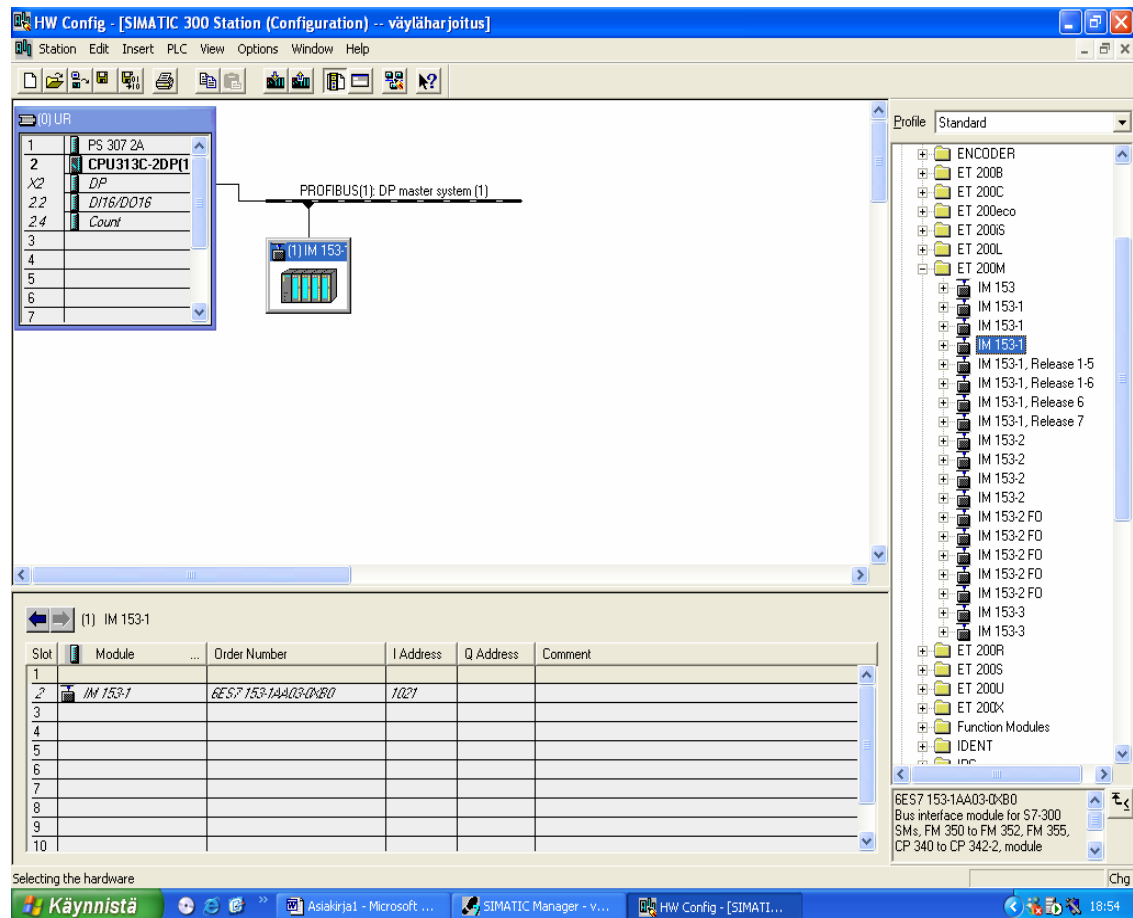
Nyt **HW Config** -ruutuun on lisätty PROFIBUS-väylää kuvaava viiva, kuva 6.4 (**PROFIBUS DP master system**)



Kuva 6.4 PROFIBUS DP master system on lisätty

- > varmista, että käytössä olevasta slave yksiköstä on valittu dippikytkimillä osoite **1**
- > seuraavaksi lisätään PROFIBUS-slave yksikkö valitsemalla katalogista **PROFIBUS-DP**-alavalikko ja sieltä **ET200M**-alavalikko
- > klikkaa **PROFIBUS DP master system** aktiiviseksi
- > **ET200M**:n alavalikosta ” kaksoisklikkaa” **IM 153 -1** -yksikkö (**6ES7 153-1AA03-0XB0**)
- > valitse **Parameters**-välilehden **Addresses**-kohtaan **1** ja paina **OK**

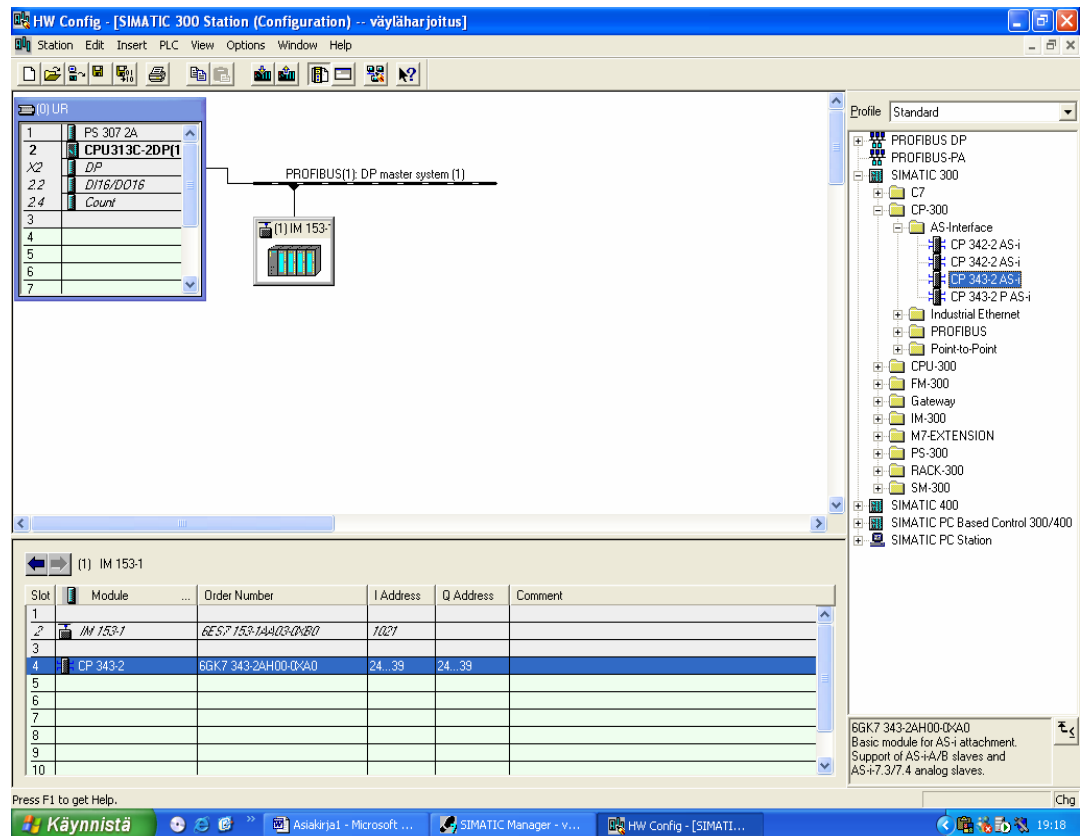
Slave yksikkö on nyt lisätty ja osoite valittu, kuva 6.5



Kuva 6.5 IM153-1 on lisätty

- > seuraavaksi lisätään ASI-master PROFIBUS-slave 1:n alaiseksi
- > klikkaa **IM 153-1** ja alhaalta taulukosta kohta **Slot 4** aktiiviseksi
- > valitse **SIMATIC 300** -alavalikko
- > valitse sieltä **CP-300**-alavalikko ja sieltä **AS-interface**-alavalikko
- > ” kaksoisklikkaa” **CP 343-2 AS-i (6GK7 343-2AH00-0XA0)**
- > ” kaksoisklikkaa” **Slot 4** -kohtaa ja valitse **Address**-välilehti
- > valitse osoite avaruus (**inputs, outputs**) kirjoita kumpaankin **Start**-kohtaan **24** ja paina **OK**

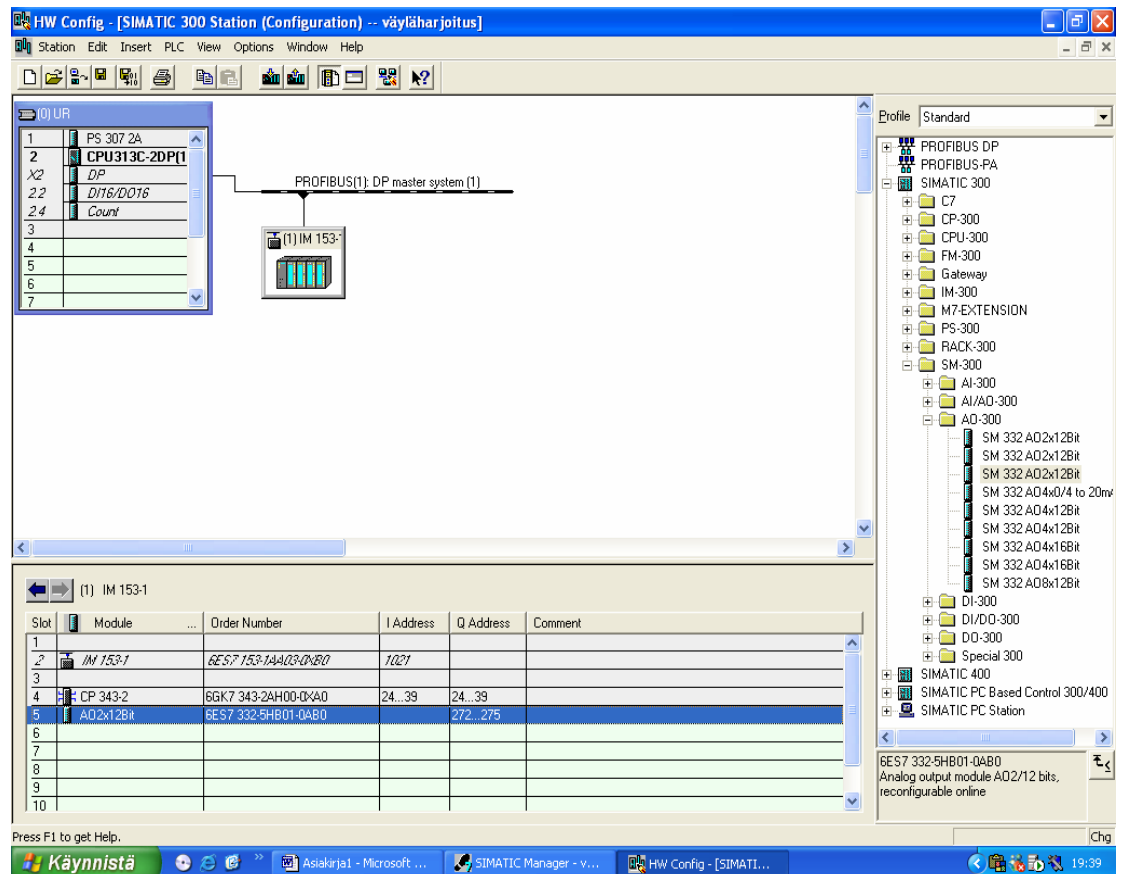
Nyt ASI-master on lisätty ja osoiteavaruus määritelty, kuva 6.6



Kuva 6.6 ASI-master on lisätty

- > seuraavaksi lisätään analogiakortti PROFIBUS-slave 1:n alaiseksi
- > klikkaa **IM 153-1** ja alhaalta taulukosta kohta **Slot 5** aktiiviseksi
- > valitse **SIMATIC 300** -alavalikko
- > valitse sieltä **SM-300**-alavalikko ja sieltä **A0-300** -alavalikko
- > ” kaksoisklikkaa” **SM 332 AO2x12Bit (6ES7 332-5HB01-0AB0)**
- > ” kaksoisklikkaa” **Slot 5** -kohtaa ja valitse **Addresses**-välilehti
- > kirjoita **Start**-kohtaan **272** ja valitse **Outputs**-välilehti
- > klikkaa **Type of Output** -kohdan oikeanpuoleista ruutua ja valitse **Deactivated**
- > klikkaa **Type of Output** -kohdan vasemmanpuoleista ruutua ja valitse **E voltage**
- > klikkaa **Output Range**-kohdan vasemmanpuoleista ruutua ja valitse **+/-10V**
- > lopuksi paina **OK**

Nyt analogikortti on lisätty ja osoitevaruus määritelty, kuva 6.7

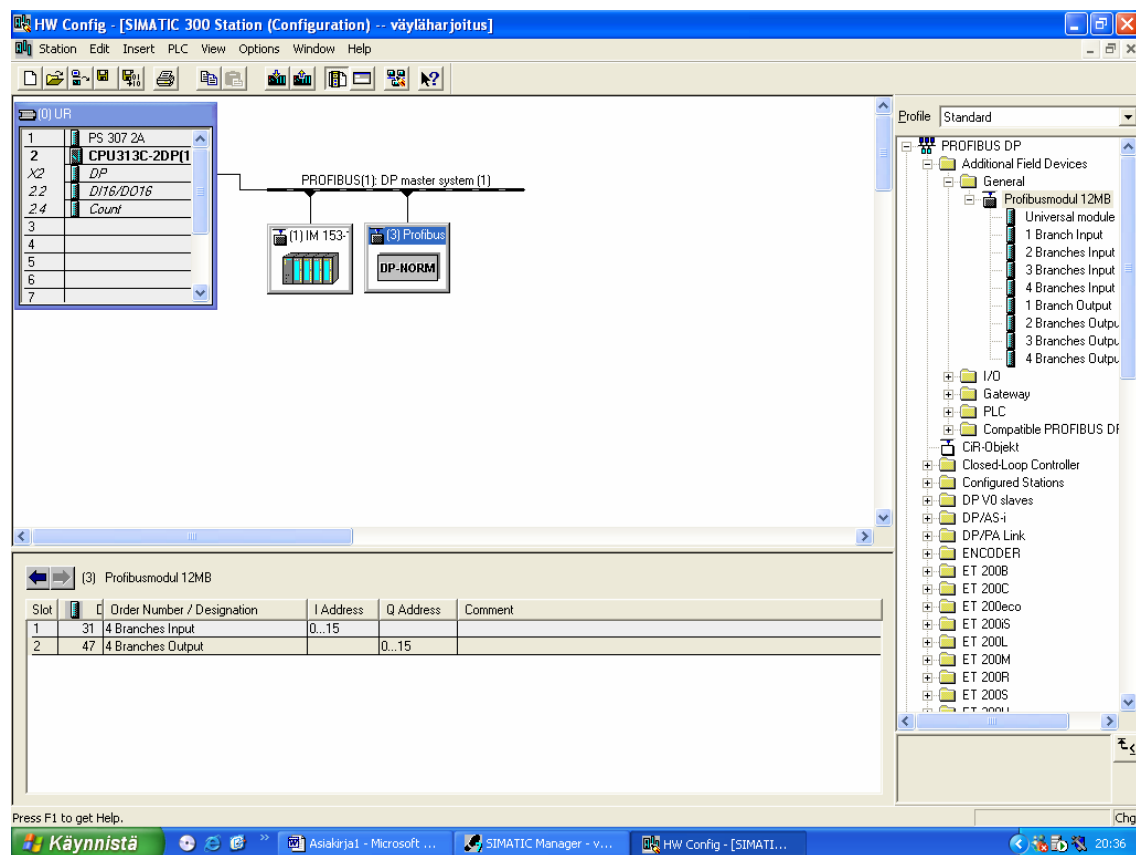


Kuva 6.7 Analogiakortti on lisätty

- > varmista, että Rexroth Link Structure VDS:n dippikytkimistä kytkin **3** ”ON” asennossa
- > seuraavaksi lisätään ns. älykäs PROFIBUS-slave (Rexroth – Link Structure VDS)
- > tämä slave vaatii valmistajalta saadun **GSD**-tiedoston, joka lisätään katalogiin
- > valitse **Options**-valikko ja **Install New GSD**
- > valitse **Mrexcd12.gsd** tallennetusta sijainnista (esim. levyke) ja paina **Avaa**
- > klikkaa **PROFIBUS DP master system** aktiiviseksi
- > valitse katalogista **PROFIBUS-DP** -alavalikko ja sieltä **Additional Field Devices** -alavalikko
- > valitse **General**-alavalikko ja ” kaksoisklikkaa” **Profibusmodul 12MB**
- > valitse **Parameters**-välilehti ja sieltä **Address**-kohdasta **3**

- > Paina **OK** ja valitse alhaalta taulukosta **Slot 1** aktiiviseksi
- > valitse katalogista **Profibusmodul 12 MB** -alavalikko
- > ” kaksoisklikkaa” **4 Branches Input** sekä **4 Branches Output**
- > ” kaksoisklikkaa” **Slot 1** ja kirjoita **Start**-kohtaan **0** ja paina **OK**
- > tee sama kohtaan **Slot 2**

PROFIBUS – slave (Rexroth – Link Structure VDS) on nyt lisätty ja osoitteet valittu, kuva 6.8



Kuva 6.8 Rexroth Link Structure VDS on lisätty

- > valitse **Save**, jonka jälkeen tallennetaan konfiguraation keskusyksikköön (CPU) valitsemalla **Download to Module** pikavalintakuvakkeista
- > Paina **OK** -> **OK**

Hardware konfigurointi on nyt valmis.

2. ASI-väylän konfigurointi

- > tarkista / ohjelmoi ASI-slavet haluamillesi osoitteille (**ÄLÄ KÄYTÄ ”0”-OSOITETTA TAI KAHTA KERTAA SAMAA OSOITETTA**)
- > varmista, että keskusyksikkö (CPU) on **STOP**-tilassa
- > varmista, että slavet on kytketty **ASI-kaapeliin** ja **ASI-Poweriin**
- > paina ASI-masterista (**CP 343-2**) **SET**-nappia
- > kun **CM**-ledi sammuu, konfigurointi on onnistunut
- > Tarkista ASI-masterin valoista, että kaikki slavet löytyvät

Nyt harjoituslaitteisto on valmis käytettäväksi.

7. VÄYLIEN TULEVAISUUS

Väylien tulevaisuudesta käydään paljon keskustelua. Nyt näyttääkin siltä, että PROFIBUS-väylä ja kaikki PROFIBUS-väylän tapaiset teollisuusväylät tullaan asiantuntijoiden mukaan korvaamaan tai rinnastamaan Ethernet väylillä. ASI-väylän ja mobileteknikassa käytettävien CAN-väylien tulevaisuus on kuitenkin asiantuntijoiden mukaan turvattu. /3/

WLAN eli langaton verkko on myös tulossa mukaan teollisuusverkkojen rakentamiseen. WLAN on erittäin kätevä ratkaisu, jossa ei tarvitse vetää johtoja ympäri tehdasta, koska tieto siirretään langattomasti. WLAN on kuitenkin tällä hetkellä vasta tulossa tehtäisiin, koska kaikkia tietoturvallisuuteen liittyviä asioita ei ole saatu vielä tarpeeksi varmistetuiksi. /3/

Jos nämä kaikki väylät saadaan yhdistettyä, niin voidaan rakentaa massiivisia verkkoja teollisuuden käyttöön. Tällä tarkoitetaan sitä, että rakennetaan teollisuusverkko, jossa on yhdistettynä PROFIBUS-, WLAN- ja Ethernet-väylät. Kuitenkin näyttää siltä, että Ethernet-väylä tulee korvaamaan lähes kaikki muut teollisuusväylät. Konfiguroinnista voi tulla kuitenkin erittäin vaikeaa näin monen väylän yhdistämisen vuoksi, mutta eihän konfigurointi koskaan ole helpoin osa työstä. /3/

8. YHTEENVETO

Työ oli erittäin mielenkiintoinen ja PROFIBUS- ja ASI-osaamisesta on varmasti hyötyä myös tulevaisuudessa. Ohjelmointipuoli saatiin toimimaan myös täysin, mistä esimerkkinä kolme yksinkertaista ohjelmaa liitteinä (Liitteet 1-4). Harjoituslaitteisto saatiin koottua juuri sellaiseksi kuin alussa haluttiin.

Työ oli sopivan haastava, koska työ ei rajoittunut vain kokoonpanoon, vaan laitteisto oli saatava myös konfiguroitua ja toimivuus testattua. Mitään suurempia ongelmia ei esiintynyt, mutta muutamia pienempiä kylläkin. Ohjelmointiongelmia synnytti se, että väärän tiedon takia meillä oli logiikkakokoonpanossa ylimääräinen PROFIBUS-master kiinni. Tämä johtui siitä, että olimme saaneet aluksi tiedon, että keskusyksikössä (CPU) ei ole masteria integroituna. Tieto osoittautui myöhemmin vääräksi. Tämän jälkeen konfigurointi saatiin tehtyä kohtuullisen helposti. Toinen mainittava ongelma oli toimitusongelma. Rexroth Link Structure linked VDS PROFIBUS-slaveen liitettävien magneettianturien välille ei tahtonut löytyä valmiita kaapeleita, saati oikeita liittimiä. Valmiiden kaapeleiden toimitusajaksi tuli yli kaksi kuukautta, joten päädyimme tilaamaan vain liittimet. Liittimet saatuamme kokosimme kaapelit, ja magneettianturit saatiin liitettyä järjestelmään.

Tällä harjoituslaitteistolla voidaan tehdä teollisuutta vastaavia harjoitusohjelmia pienemmässä mittakaavassa.

LÄHTEET

- /1/ Siemens Oy. [www-sivu]. [viitattu 7.4.2005] Saatavissa: www.siemens.com
- /2/ Koiranen, Mikko Juhani, Hajautetun I/O:n ja ASI-väylän liittäminen Simens S7-300 -logiikkaan. Vaasan teknillinen oppilaitos. Sähköosasto. Vaasa 1997.
- /3/ Tampereen ammattikorkeakoulun kurssimateriaalit 2004 - 2005, Seppo Mäkelä
- /4/ Rexroth Oy. [www-sivu]. [viitattu 6.4.2005] Saatavissa: www.rexroth.com

SIMATIC

S7 Program(1 (Symbols) -- Koe1\SIMATIC 300(1)\CPU
313C-2 DP

04/11/2005 20:44:04 **LITE 1**

Properties of symbol table

Name: Symbols
 Comment:
 Created on: 4.4.2005 11:17:04
 Last modified on: 11.4.2005 16:29:37
 Last filter criterion: All Symbols
 Number of symbols: 15/15
 Last Sorting: Symbol Ascending

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	Mag. tun. Syl 1-	E 0.2	BOOL	Magneettinen tunnistin sylinterin 1 miinus päässä
	Rele	A 26.6	BOOL	Moottorin käynnistys rele
	Stop nappi	E 27.5	BOOL	Stop-painike NC (normal closed)
	Optinen vasen	E 25.4	BOOL	Optinen tunnistin hihnan vasen reuna
	Mag. tun. Syl 2+	E 0.4	BOOL	Magneettinen tunnistin sylinterin 2 plus päässä
	Kela Syl. 2 -	A 0.4	BOOL	Sylinterin 2 miinus-liike
	Optinen oikea	E 25.5	BOOL	Optinen tunnistin hihnan oikea reuna
	Analogialähtö	PAW 272	WORD	Analogialähdön osoite
	Kela Syl. 2 +	A 0.0	BOOL	Sylinteri 2 plus-liike
	Start nappi	E 27.4	BOOL	Start-painike NO (normal open)
	Mag. tun. Syl 2-	E 0.5	BOOL	Magneettinentunnistin sylinterin 2 miinus päässä
	Kela Syl. 1 +	A 0.2	BOOL	Sylinteri 1 plus-liike (jousipalautteinen)
	Mag. tun. Syl 1+	E 0.3	BOOL	Magneettinen tunnistin sylinterin 1 plus päässä
X				
X				Ohjelmissa käytetyt tulot ja lähdöt

SIMATIC Koel\SIMATIC 300(1)\CPU 313C-2 DP\...\FC1 - <offline> 04/11/2005 20:44:35 **LITE 2**

FC1 - <offline>

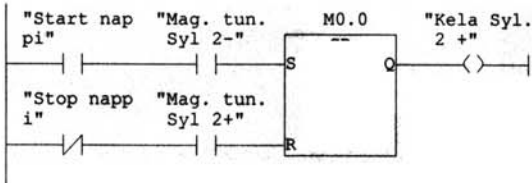
```

Name:                               Family:
Author:                              Version: 0.1
Block version: 2
Time stamp Code:                    11.4.2005 20:24:17
Interface:                          11.4.2005 10:39:28
Lengths (block/logic/data): 00116 00022 00000
    
```

Name	Data Type	Address	Initial Value	Comment
IN		0.0		
OUT		0.0		
IN_OUT		0.0		
TEMP		0.0		
RETURN		0.0		
RET_VAL		0.0		

Block: FC1
Ohjelma 1.
Sylinteri plus- ja miinusajo SR-piirin avulla.

Network: 1
Sylinterin ajo plussuuntaan. Start-painikkeesta käynnistyy plus-liike ja stop-painikkeesta miinus-liike.



Network: 2 Sylinterin 2 miinus-liike
Sylinterin ajo miinussuuntaan.



SIMATIC

Koel\SIMATIC 300(1)\CPU 313C-2 DP\...\FC2 - <offline>

LITE 3
04/11/2005 20:44:46

FC2 - <offline>

```

Name:                               Family:
Author:                              Version: 0.1
                                       Block version: 2
Time stamp Code:                     11.4.2005 20:33:27
                                       Interface: 11.4.2005 10:47:28
Lengths (block/logic/data): 00118 00024 00000
    
```

Name	Data Type	Address	Initial Value	Comment
IN		0.0		
OUT		0.0		
IN_OUT		0.0		
TEMP		0.0		
RETURN		0.0		
RET_VAL		0.0		

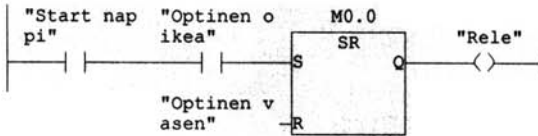
Block: FC2

Ohjelma 2.

Hihnan pyöritys SR-piirin avulla oikealta anturilta vasemmalle anturille.

Network: 1

Moottori käynnistyy kun oikeanpuoleinen optinen tunnistin tunnistaa (kappaleen) ja start-painiketta painetaan. Moottori pysähtyy kun kappale tulee vasemmanpuoleisen optisen tunnistimen tunnistusalueelle.



Network: 2

Ladataan analogikortille arvo 12000 (moottorin pyörimisnopeuden määrittäminen (noin 12V)). Moottoria voidaan pyörittää toiseen suuntaan lataamalla arvo miinusmerkkinä analogikortille (esimerkiksi -10000).

```

L 12000
T "Analogialähtö"
    
```

SIMATIC

Koel\SIMATIC 300(1)\CPU 313C-2 DP\...\FC3 - <offline>

LIITE 4/ 1(2)
04/11/2005 20:44:57

FC3 - <offline>

```

""
Name:                               Family:
Author:                              Version: 0.1
Block version: 2
Time stamp Code:                     11.4.2005 20:44:52
Interface:                            11.4.2005 10:47:40
Lengths (block/logic/data): 00150 00052 00000
    
```

Name	Data Type	Address	Initial Value	Comment
IN		0.0		
OUT		0.0		
IN_OUT		0.0		
TEMP		0.0		
RETURN		0.0		
RET_VAL		0.0		

Block: FC3

Ohjelma 3.

Hihnanajo oikeanpuoleiselta optiselta tunnistimelta vasemmanpuoleiselle optiselle tunnistimelle, jonka jälkeen sylinteri 1 suorittaa plus- ja miinusajon.

Network: 1

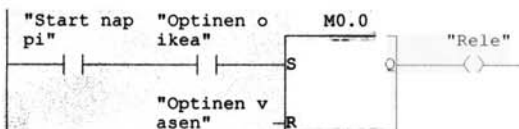
Ladataan analogikortille arvo 12000 (moottorin pyörimisnopeuden määrittäminen (noin 12V)). Moottoria voidaan pyörittää toiseen suuntaan lataamalla arvo miinusmerkkisenä analogikortille (esimerkiksi -10000).

```

L 12000
T "Analogialähtö"
    
```

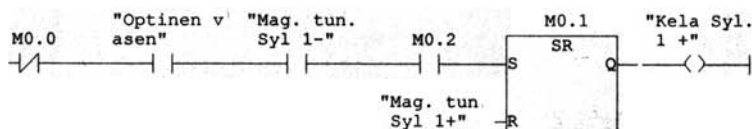
Network: 2

Moottori käynnistyy kun oikeanpuoleinen optinen tunnistin tunnistaa (kappaleen) ja start-painiketta painetaan. Moottori pysähtyy kun kappale tulee vasemmanpuoleisen optisen tunnistimen tunnistusalueelle.



Network: 3

Sylinterin plus- ja miinusajo.



SIMATIC

Koel\SIMATIC 300(1)\CPU 313C-2 DP\...\FC3 - <offline>

LIITE 4/2(2)
04/11/2005 20:44:57

Network: 4

Sylinterin käynnistymisen esto, jos start-painiketta ei ole painettu.

