

Pullotusprosessin PLC:n kuvaus kurssin *Automaatiojärjestelmien projektityöt AS-84.268* vuoden 2001 Ryhmä 2:n loppuraportista (Ville Hietanen, Aki Hiisilä, Lauri Mäki, Kalle Vuorio)

## 1 Yleistä

Ryhmämme tehtävänä oli kehittää logiikkaohjelma pullotusprosessin ohjaukseen. Lisäksi teimme logiikan sisäisen www-palvelimen sekä piirsimme PI-kaavion prosessista, kuva.1. Meillä oli käytössä edellisvuonna tehty ohjelma mutta luovuimme sen hyödyntämisestä jo varhaisessa vaiheessa. Prosessin toiminnalle asetetut vaatimukset olivat muuttuneet hieman ja puhtaalta pöydältä aloittaminen tuntui järkevämmältä. Ryhmän sisällä jaoimme vastualueet seuraavasti:

Aki Hiisilä: PLC:n sulautettu www-palvelin

Ville Hietanen: Pullotusprosessin säätöpiirien suunnittelu ja implementointi PLC:ssä

Lauri Mäki: Prosessin toiminta- ja ajotapamäärittely, hälytykset, lukitukset ja suojaukset sekä ryhmän www-sivut

Kalle Vuorio: PLC:n ohjelma ja sen toiminnan esittäminen, PLC:n muuttujat ja PI-kaavio

## 2 Laitteisto

Kevään 2001 projektin tarkoitus oli jatkaa siitä mihin edellisen ryhmän projekti jäi keväällä 2000. Pääsimme PLC laitteiston osalta valmiiseen pöytään laajentamaan PLC ohjelmaa ja järjestelmää. Koska emme oikeastaan muuttaneet mitään itse PLC:laitteistossa, viittaammekin tässä kohtaa kevään 2000 loppuraporttiin.

Ainoa muutos oli ASI-väylän teholähteen vaihto, edellisen tuhoutuessa kytkentävirheen takia. Idea oli kytkeä magneettiventtiilejä suoraan ASI väylään, jonka takia siihen piti lisätä erillinen virtalähde. ASI- solmun pohjalevy, johon venttiilit liitettiin oli kuitenkin väärää tyyppiä. Se oli tavallinen ASI jakaja, joka aiheutti virtalähteen ja väylän välille oikosulun ja virtalähteen tuhoutumisen. Tämä havaittiin ASI:n värikoodien perusteella, kun keltaiseen liittimeen oli kytketty musta johto! Solmun pohjalevy vaihdettiin myös oikeaan, jonka jälkeen laitteisto alkoi toimia moitteetta. Toinen takaisku tuli säätöventtiilin kanssa, jonka kontrolliyksikkö tuhoutui huolimattoman asennuksen yhteydessä. Se kuitenkin korvattiin täysin vastaavalla laitteella.

### 2.1 Kevään 2000 projektin kuvaus laitteistosta

Lyhennys PLC tulee sanoista Programmable Logic Controller, eli kyse on ohjelmoitavasta logiikasta. Ohjelmoitavia logiikoita käytetään laajasti teollisuudessa aivan pienistä sovelluksista suuriin. Monesti ohjelmoitavia logiikoita käytetään myös osana laajempaa automaatiojärjestelmää.

Periaatteellisenä ideana on tarjota luotettava ja suhteellisen edullinen sekä helposti hallittavissa ja päivitettävissä oleva systeemi, johon voidaan laajan moduulitarjonnan avulla liittää mittava määrä ohjauksia ja tilatietoja.

#### PLC:n moduulit

Kpl	Tuote	Kuvaus	ominaisuudet
1	TSXRKY12	Korttipohja	12 korttipaikkaa
1	TSXPSY2600	Teholähde 110/240V AC	25kpl 5V ja 15kpl 24V Premiumin omaan käyttöön
1	TSXETY110WS	Ethernet kortti	Mahdollistaa yhteyden valvomoon ja etävalvomoon
1	TSXDEY16D2	Binääritulo	16 binääristä tuloa 0/24V
1	TSXDSY16T2	Binäärilähtö	16 suojattua ulostuloa 0/24V
1	TSXAEY1600	Analogiatulo	16 sisääntuloa (hoidetaan erillisellä kaapelilla)
1	TSXASY410	Analogialähtö	4 lähtökanavaa
2	ABE7CPA03	Analogiatulomoduuli	8 kanavaa analogiatuloille
2	TSXCAP030	Kaapeli	Yhteys tulomoduulilta kortille (TSXAEY1600)
1	TSXP57102M	Proessori	
1	TSXSAY100	AS-I väylä moduuli	
1	TSXSUPA02	Teholähde AS-I:lle	Väylän toimilaitteille teholähde

Kurssin alussa tilattiin uusi PLC-laitteisto, jonka komponentit on esitelty yllä olevassa kaaviossa.

#### 2.1.1 Schneiderin automaatiojärjestelmä

Käytössämme oli Schneider Premium järjestelmä. Meidän järjestelmässämme on käytössä 12-paikkainen räkki. Räkkiin voi siis

kytkeä 12 erillistä korttia, diskreettejä tuloja ja lähtöjä, analogiset kortit, prosessori ja virtalähde jne.

Premium automation järjestelmässä on myös rakkien toisiinsa liittämiseksi BusX -väylä. Kurssin puitteissa käytettyyn rakkiiin ei voida kytkeä toisia räkkeitä, sillä siinä ei ole liityntäkaapelille paikkaa. Laajennettavissa räkeissä on kaksi 9-kanavaista liitintää kaapelille, jolla räkkeitä voi yhdistää toisiinsa. Räkkeitä yhdistettäessä riittää, että yhdessä räkissä on prosessorikortti. Tätä rakkia kutsutaan master-räkiksi. Tähän master rakkiiin voidaan liittää slave-asemassa olevia räkkeitä. 12-paikkaisia räkkeitä voidaan kytkeä toisiinsa kahdeksan kappaletta, ja 4-, 6-, 8-paikkaisia räkkeitä voidaan kytkeä 15 kappaletta masterin alaisuuteen.

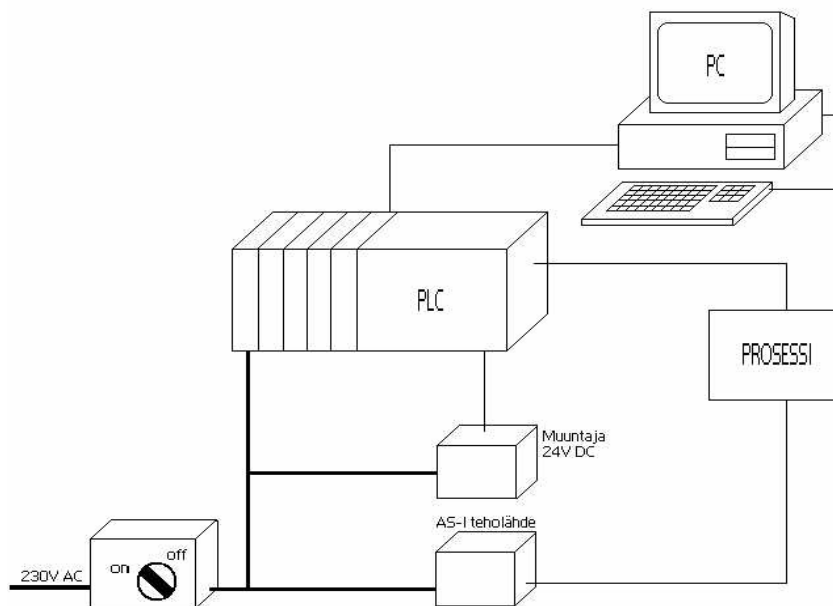
KytKentäetäisyyden mukaan tarvitaan järjestelmään erillisiä moduuleja. Räkit voidaan yhdistää toisiinsa sataan metriin asti pelkällä busX -kaapelilla. Rakkien välinen etäisyys on kasvatettavissa 250 metriin asti, kun käytetään erillistä moduulia (TSX REY 200). Rakkiiin, jossa on prosessori, nimetään master moduuli (TSX REY 200). Tämän alaisuuteen voidaan liittää slave-räkkeitä samanlaisen moduulin välityksellä. Nämä moduulit toimivat siis masterin alaisuudessa, ja näiden moduulien välille laitetaan TSX CBRY 2500- väyläkaapeli, joka voi tällöin olla maksimissaan 250 metriä pitkä. Näitä slave räkkeitä on mahdollista kytkeä masteriin 1 tai 2 kappaletta. Slave-räkit voidaan edelleen liittää busX-väyläkaapelilla (100m) toiseen rakkiiin. Ilmeisesti liitintämoduuli (TSX REY 200) sisältää jonkinlaisen signaalin vahvistimen, jonka turvin etäisyyttä voidaan kasvattaa. Rakkien molemmissa päissä on siis paikat busX- kaapelille. Se pää, joka ei yhdisty kaapelin välityksellä toiseen rakkiiin täytyy päättää line terminator moduulilla. Tilannetta on selvitetty Premium Automation Platform- kirjassa sivulla 1/8.

Käytössämme oleva automaatiojärjestelmä soveltuu ohjaamaan laajaakin järjestelmää. Järjestelmään voidaan siis parhaimmillaan liittää noin 100 erillistä korttia. Esimerkiksi yhdessä digitaalisissa tulo- ja lähtökortissa on 16 kanavaa. Kun tällaisia kortteja otetaan käyttöön useita, voidaan ohjata varsin suurta määrää toimilaitteita, ja samaten kerätä tietoa prosessista. Sama pätee analogisiin mittauksiin. Analogisia ohjauksia on yhdellä kortilla vähemmän (4kpl). Premium automaatiojärjestelmä voidaan hajauttaa fyysisestikin suurelle alueelle, esim. suurehkoon tehdashalliin väyläkaapeleiden välityksellä. Järjestelmän laajuuden mukaan on saatavissa erilaisia prosessoreja. Rakkien määrä vaihtelee välillä 4-16. Diskreettejä tuloja ja lähtöjä eri prosessorit pystyvät käsittelemään 512 – 2048 ja analogisia 24 – 256. Järjestelmää ohjelmoidaan PL7 Junior/Pro ohjelmointikielellä, joka toimii Windows 95/98 ja Windows NT4 järjestelmissä. Varsinaista ohjelmointia voidaan tehdä neljällä eri kielellä, joita ovat Grafcet, Ladder language (tikapuu kaavio), Structured Text ja Instruction list language. Ohjelmaa voi päivittää prosessin ajon aikana. Ladder ohjelmointi soveltuu pieniin järjestelmiin. Ohjelma menee sekavaksi, ja hankalasti luettavaksi sen kasvaessa. Täten ylläpito vaikeutuu.

## 2.1.2 Korttien asennus rakkiiin

Erilliset kortit piti siis asentaa korttipohjaan. Korttipohjaan kiinnitettiin kahdeksan erillistä korttia. Teholähdekortille syötetään verkkojännite 230V. Teholähde muuntaa muille korteille niiden tarvitsemat jännitteet, eli 24V DC. Ethernet-kortti toimii rajapintana PLC:n ja verkon välillä. Analogisille ja binäärisille lähdöille ja tuloille on omat korttinsa.

***Binääriset ohjaukset ja tilatiedot tulevat korteille suoraan riviliittimiltä. Analogiset mittaustiedot (tässä projektissa lämpötila –ja pinnankorkeusmittaus) tulevat erillisen moduulin kautta. Analogisia tuloja varten käytettävissä on kaksi moduulia, joissa kummassakin on kahdeksan kanavaa. Kanavissa on erilliset kytkentäpisteet virta- ja jänniteviesteille. Lisäksi PLC:ssä tarvitaan kortti, joka sisältää prosessorin. Prosessorikortti ohjaa tiedonkulkua PC:lle, prosessille ja ulkomaailmaan. Järjestelmään hankittiin lisäksi AS-I väylä. Tarkempi selonteko tästä on R1:n dokumenteissa. AS-I väylällä on oma teholähde, joka syöttää väylän toimilaitteille 24V:n tasajännitettä. Teholähteeltä lähtee sekä tietoliikennekaapeli, että syöttökaapeli. Kuvassa 1 on esitetty karkea kaavio laitteistosta.***



Kuva 1.

Verkojännite syötetään laitteistolle manuaalisen katkaisimen kautta. Katkaisimen takaa jännite on ohjattu PLC:n teholähteelle, muuntajalle ja AS-I väylän teholähteelle. Osa korteista tarvitsee ulkoisen teholähteen, ja tätä varten järjestelmään kuulu muuntaja, joka muuntaa normaalin verkkojännitteen (230V AC) 24V:n tasajännitteeksi.

PLC:tä ohjelmoidaan tavallisella PC:llä. Lisäksi PLC on yhteydessä Ethernet-kortin välityksellä valvomo koneeseen ja etävalvomoon. Prosessi on ajettavissa etävalvomosta ja valvomosta. Molemmista voi

syöttää ohjelmalle reseptin, joka koostuu veden lämpötilasta, pullojen määrästä ja pulloon syötettävän veden määrästä.

### 3 Ohjelmointi

Logiikan ohjelmointi tapahtui Schneiderin toimittamalla PL7Pro ohjelmointi työkalulla. Tämä ohjelma on asennettuna logiikka räkin viereiseen PC:hen. Ohjelma mahdollistaa neljän eri ohjelmointi kielen käytön grafcet, strukturoitu teksti ST (structured text), tikapuu LD (ladder diagram) sekä käskylista IL (instruction list). Ohjelman sekvenssi kaavio toteutetaan grafcetilla ja yksittäiset sekvenssit ST:llä tai IL:llä. Harjoituksen vuoksi käytimme LD ja IL kieliä hyväksi. Kaikista ohjelmointi kielistä löytyy hyvin yksityiskohtaiset ohjeet Schneiderin dokumentointi CD:ltä kohdasta "reference manual". Erikoisesti täytyy mainita ohjelman vakaus Windows-pohjaisessa käyttöjärjestelmässä. Koko projektin aikana ohjelma ei kovasta käytöstä huolimatta kaatunut kertaakaan.