

Kimmo Selenius

# Tislauskolonnin päivitysprojekti

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (ylempi AMK)

Automaatioteknologia YAMK

Opinnäytetyö

14.01.2015

Tekijä(t) Otsikko	Kimmo Selenius Tislauskolonnin päivitysprojekti
Sivumäärä Aika	26 sivua + 3 liitettä 14.01.2015
Tutkinto	Insinööri (ylempi AMK)
Koulutusohjelma	Automaatioteknologia
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Lehtori Markku Inkinen
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli päivittää Metropolian Leiritiellä prosessilaboratoriossa oleva tislauskolonni Labview käyttöjärjestelmästä Metso DNA automaatiojärjestelmään.</p> <p>Opinnäytetyön alkuun tuli selvittää prosessin ja käyttöjärjestelmän toiminta. Tislauskolonni on 1980-luvun loppupuolelta ja sitä on vuosien mittaan päivitetty muutaman kerran. Viimeisin päivitys sille on tehty 2003.</p> <p>Prosessi tulee olemaan opetuskäytössä, joten siitä ei pyritä tekemään automaattista vaan tarkoitus on säilyttää prosessin yksinkertaisuus ja käyttäjien tekemien säätöjen vaikutus prosessiin.</p> <p>Tislauskolonni on kytketty National instrumentin Fieldpoint-2010 kommunikointimoduuliin, josta on ethernet yhteys 3Com kytkimen kautta tietokoneeseen. Tietokoneessa on Labview ohjauspaneeli, josta voidaan seurata lämpötiloja ja säätää kalvosyöttöpumppujen tehoja. Samasta käyttöjärjestelmästä saadaan valittua myös palautus ja näytteenotto syklien pituudet.</p> <p>Nämä ominaisuudet tulisi siirtää Metso DNA operointinäkömään ja kommunikointimoduuliin ja Metson välinen yhteys toteuttaa OPC-yhteydellä ethernet kaapelin kautta.</p>	
Avainsanat	Metso DNA, Labview, Tislaus, OPC

Author(s) Title	Kimmo Selenius Distillation column automation project
Number of Pages Date	26 pages + 3 appendices 14 January 2015
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Automation Technology
Specialisation option	
Instructor(s)	Markku Inkinen, Senior Lecturer
<p>The purpose of the Master's Thesis is to update the distillation column of the process laboratory at Metropolia Leiritie campus. The current Labview operation system is outdated and the aim was to install a new Metro DNA automation system.</p> <p>The first step was to investigate how the process and operation system works. The distillation column dates back from the late 1980s and it has been updated a few times, the last updated was done in 2003. The new process will be used for teaching and the aim is not to make it fully automatic. The process and the setting made for it will be kept simple.</p> <p>The distillation column is connect to the National Instrument Fieldpoint-2010 communication module with an Ethernet connection and 3Com switch through the computer. The computer has a Labview control panel where temperatures can be monitored and diaphragm metering pump power adjusted. For the same operating system return and sampling cycle lengths can be selected. These features should be transferred to Metso DNA operating display and the connection between Metso and communication module should be implemented through the OPC connection to an ethernet cable.</p>	
Keywords	Metso DNA, Labview, Distillation, OPC

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tislaus	1
3	Tislauskolonni	2
4	Mittaus- ja toimilaitteet	4
4.1	National instrument	5
4.1.1	FP-2010	6
4.1.2	NI FP-AI-100	7
4.1.3	NI FP-AO-200	8
4.1.4	NI FP-RTD-124	9
4.1.5	NI FP-DI-301	10
4.1.6	NI FP-DO-401	11
4.2	PT100	11
4.3	Omron E2K-C25MF1	11
4.4	Gamma/L & Gamma/4	13
5	Labview	13
5.1	Labview ohjelmointikielenä	14
5.2	Measurement & Automation Explorer (MAX)	16
6	Metso DNA	17
6.1	FBCad	17
6.2	Metso DNAuseEditor	18
7	OPC	18
7.1	OPC server	18
7.2	OPC client	19
8	Käytännön toteutus	19
8.1	Käytössä olevasta ohjelmasta tietojen keruu	19
8.2	Metso DNA	22

9	Pohdinta	22
9.1	Tulokset	23
9.2	Jatkokehitys	25
10	Lähteet	26

#### Liitteet

Liite 1. Metropolian Metso DNA System layout

Liite 2. Vanhat FBCAD kaaviot

Liite 3. Riskianalyysi

## 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö käsittelee Metropolian Leiritien prosessilaboratorion tislaukolonnin päivitysprojektia. Opinnäytetyön tarkoitus on päivittää prosessi nykyisestä LABview käyttöjärjestelmästä Metso DNA automaatiojärjestelmään. Käytössä olevia logiikoita, antureita ja toimilaitteita ei vaihdeta uusiin, ellei siihen ole tarvetta. Metson ja käytössä olevan logiikan väliin luodaan OPC-yhteys.

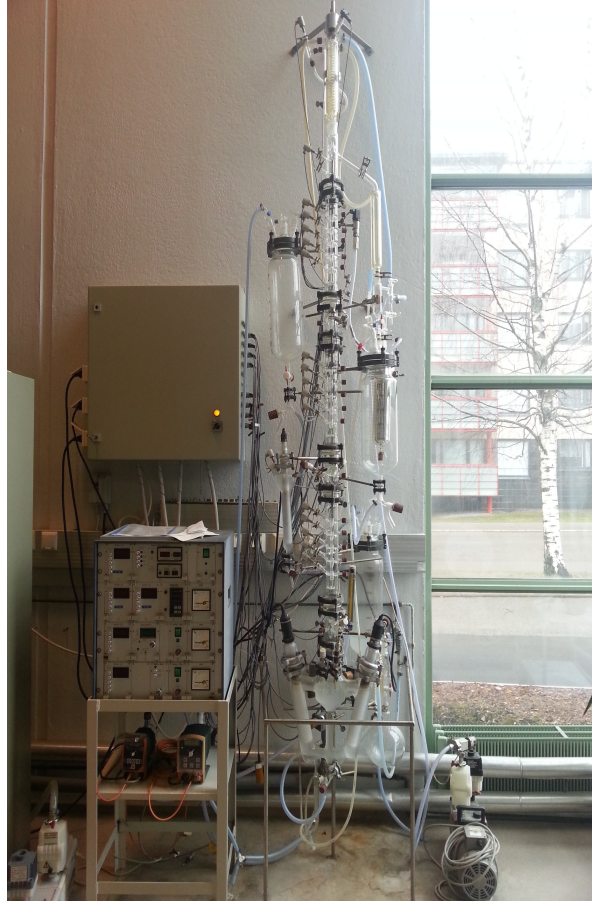
## 2 Tislaus

Tislaus on kahden tai useamman toisiinsa liuenneiden aineiden erottamiseen käytetty menetelmä, joka perustuu seoksessa olevien aineiden eri haihtuvuuksiin. Tislaamalla saadaan erotetuksi toisiinsa liuenneet nestemäiset aineet sekä haihtumattomat aineet haihtuvista aineista. Tislauksessa syntyvää tuotetta kutsutaan tisleeksi ja haihtumatonta osaa pohjatuotteeksi. Tislaus on monimutkaisempi versio haihduttamisesta, jossa haihtumattomat aineet erotetaan haihtuvista. (1)

Tislaus kuluttaa energiaa runsaasti, mutta on siitä huolimatta käytetty menetelmä teollisuudessa. Öljyteollisuudessa raakaöljy tislataan jakeiksi, joilla on kullakin omat ominaisuutensa ja käyttötarkoituksensa. (1)

### 3 Tislauskolonni

Kuvassa 1 on käytössä oleva tislauskolonni 1980-luvun loppupuolelta.



*Kuva 1: Tislauskolonni*

Tislauskolonnissa on 25 kappaletta PT100 lämpötila-antureita, joista on Fieldpointiin kytkettynä 12 kappaletta (lopun 13 anturia eivät ole kytkettyinä mittauskortteihin). Tislauskolonnin nesteen lämmittämisestä huolehtii kolme lämmitysvastusta ja nesteen kiertämisestä järjestelmässä kaksi pumpua. Tislauskolonnin huipulla on paineanturi ja nesteen pinnan korkeudesta huolehtivat kaksi kapasitiivista anturia, jotka on sijoitettu lämmitysvastuksien läheisyyteen. Kuvassa 2 on alkuperäinen ohjausyksikkö.



Kuva 2: Alkuperäinen ohjainyksikkö

Tislauskolonni on ollut aikaisemminkin yhdistettynä Metsoon tai tarkemmin silloiseen Valmet automationin Damatic-logiikkaan. Niiltä ajoilta on FBCadin logiikka ohjainkaaviot. (liite 2.)



#### **4 Mittaus- ja toimilaitteet**

Tislauskolonni sisältää National instrumentin Fieldpoint-2010 kommunikointiyksikön, johon on liitetty kuusi I/O-moduulia. Kolonnin lämpötilan mittaukset tehdään PT100 antureilla, joita on kolonniin kiinnitettynä 25 kappaletta. Niistä 12 on kytketty Fieldpoint mittauskortteihin ja 13 kappaletta ei ole yhdistetty mihinkään. Kiehuttimia on kolme kappaletta, joista kaksi on pohjanlämmittiminä ja yksi syötteen lämmittimenä. Pohjatisleen pinnankorkeutta valvotaan kahdella Omronin kapasitiivisella E2K-C25MF1-anturilla. Toinen mittaa ylärajan ja toinen on alarajan mittauksena. Mikäli pinta laskee alle alarajan, niin ohjelmisto sammuttaa kiehuttimista virran. Lisäksi mikäli jonkun PT100 anturin lämpötila nousee yli 100 °C tai paineanturin mittauservo nousee liian suureksi, katkaisevat nekin virran kiehuttimilta. Tislausnesteen pinnankorkeutta säädetään kahdella Prominent Gamma pumpulla.

#### 4.1 National instrument

National instrumentin laitteita on FP-2010 ethernet kommunikointimoduuli ja siihen liitetyt mittauskortit. Taulukossa 1. on kerrottu toimilaitteiden paikat ja osoitteet mittauskorteilla.

Taulukko 1: National instrument Fieldpointin mittauskortit ja siihen kytketyt toimilaitteet

FP-2010 @0		
AI-100 @1		
Kanava	Toimilaite	Osoite
00	PI04	0001
AO-200 @2		
00	Vakuumi pumppu	0001
01	Vakuumi pumppu	0002
RTD-124 @3		
00	TI33	0001
01	TI41	0002
02	TI42	0004
03	TI43	0008
04	TI44	0010
05	TI45	0020
06	TI51	0040
07	TI53	0080
RTD-124 @4		
00	TI31	0001
01	TI13	0002
02	TI23	0004
03	TI61	0008
DI-301 @5		
00	LS01	0001
01	LS02	0002
02	LZ01	0004
03	LZ02	0008
04	GA03	0010
05	GA05	0020
DO-401 @6		
00	TK03	0001
01	TK01	0002

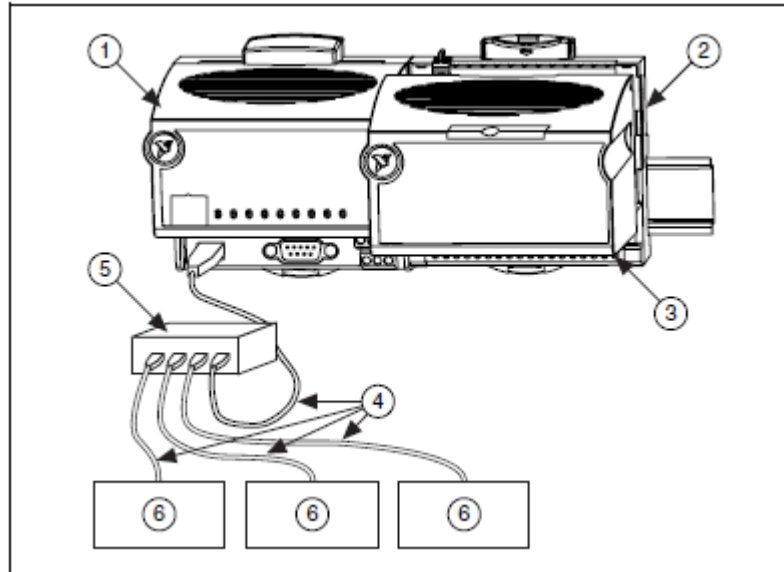
#### 4.1.1 FP-2010

FP-2010 (kuva 3) voi kommunikoida Ethernet-yhteydellä Windowsia käyttävään tietokoneeseen LabVIEW, Measurement studio, Lookout tai kolmannen osapuolen tarjoaman OPC-ohjelmiston välityksellä. Käyttämällä teollisuus standardien mukaista OPC-tekniikkaa Fieldpoint pystyy keskustelemaan automaattisesti Fieldpoint OPC-serverin yli verkkoon ja lukemaan ja kirjoittamaan I/O:t etänä ilman ohjelmointia. Tämä ominaisuus mahdollistaa kommunikoinnin Fieldpointin kanssa olipa käytössä mikä tahansa HMI/SCADA valvontatyökalu, joka tukee OPC-standardia. NI FP-2010:aan voidaan liittää korkeintaan yhdeksän I/O moduulia. (2)



*Kuva 3: FP-2010*

Fieldpoint yksikkö koostuu yhdestä kommunikointimoduulista ja siihen liitetystä yhdestä tai useammasta I/O-moduulista. Jokainen Fieldpoint-yksikkö voi olla yhteydessä rajattomaan määrään tietokoneita tai toisiin Fieldpoint yksiköihin. Ainoa rajoittava tekijä lukumäärän suhteen on Ethernet verkon kapasiteetti. Yhteysmoduuli tunnistaa automaattisesti verkon nopeuden ja määrittää itsensä vastaavasti. Kuvassa 4 on esitetty, miten FP-2010 kytketään käyttöön.(2)



Kuva 4: FP-2010 kytkeminen (2, sivu 10)

Fieldpoint-2010 osat ja kytkemiseen tarvittavat laitteet.

1. FP-2010 kommunikointi moduuli
2. Liitäntä pohja
3. I/O-moduuli
4. Ethernet kaapeli
5. Ethernet kytkin/reititin
6. Tietokone / Ethernet asema

#### 4.1.2 NI FP-AI-100

Kuvassa 5 on NI FP-AI-100 on kahdeksankanavainen jännite- tai virta-analogiakortti.



Kuva 5: FP-AI-100

Kortissa on 11 sisääntuloaluetta alueilla: 0 – 1 V, 0 – 5 V, 0 – 15 V, 0 – 30 V,  $\pm 1$  V,  $\pm 5$  V,  $\pm 15$  V,  $\pm 30$  V, 0 – 20 mA, 4 – 20 mA ja  $\pm 20$  mA. Ainoana analogisena sisääntulona järjestelmään on kolonnissa kytketty paineanturilta tuleva viesti. (3)

#### 4.1.3 NI FP-AO-200

NI FP-AO-200 sisältää kahdeksan 0-20 tai 4-20 mA analogista ulosmenoa. (4)



*Kuva 6: FP-AO-200*

Kolonnissa on analoginen ulosmeno kahdelle vakuumpumpun ohjaukselle.

#### 4.1.4 NI FP-RTD-124

RTD-124 (kuva 7) on kahdeksankanavainen neljän johdon resistanssi-lämpötila moduuli NI Fieldpoint:iin. Yksi RTD (Resistance Temperature Detector) moduuli sisältää kahdeksan tulo kanavaa, joista jokainen tulokanava sisältää neljä liittintä. (5)



Kuva 7: FP-RTD-124

Kolonnissa on kaksi RTD-124 mittauskorttia, joihin on kytketty käytössä olevat 12 kappaletta PT100 antureita. Taulukossa 2 on kanavakohtaiset johtopaikat moduulille.

Taulukko2. RTD-124 johtopaikat (5, sivu 4.)

Channel	Terminal Numbers			
	SENSE+	SENSE-	EXCITE+	COM
0	1	2	17	18
1	3	4	19	20
2	5	6	21	22
3	7	8	23	24
4	9	10	25	26
5	11	12	27	28
6	13	14	29	30
7	15	16	31	32

Jos käytetään suojattuja johtoja, voidaan vähentää tulosignaalien häiriötä kytkemällä toinen pää COM-liittimeen. Kaikkien kahdeksan kanavan COM-liittimet on yhdistetty yhteiseen maakiskoon, joka on eristetty muista mittakorteista. (5)

#### 4.1.5 NI FP-DI-301

DI-301 (kuva 8) on 16-kanavainen digitaalinen sisääntulomittauskortti.



Kuva 8: FP-DI-301

Kaikille 16 kanavalle on taulukon 3. mukaisesti yksi sisääntuloliityntä ja niitä verrataan COM liittymiin, jotka on sisäisesti kytketty yhteen. 16 Vsup liityntää on sisäisesti kytketty toisiinsa ja V liityntään. (6)

Taulukko3. DI-301 liityntäpaikat (6, sivu 4)

Channel	Terminal Numbers		
	V <sub>IN</sub>	V <sub>SUP</sub> <sup>1</sup>	COM
0	1	17	18
1	2	17	18
2	3	19	20
3	4	19	20
4	5	21	22
5	6	21	22
6	7	23	24
7	8	23	24
8	9	25	26
9	10	25	26
10	11	27	28
11	12	27	28
12	13	29	30
13	14	29	30
14	15	31	32
15	16	31	32

Kolonnein on kytketty kuusi kappaletta digitaalisia sisääntuloja.

#### 4.1.6 NI FP-DO-401

DO-401 (kuvassa 9.) on 16-kanavainen digitaalinen ulosmenomittauskortti.



*Kuva 9: FP-DO-401*

Liityntäpaikat ovat samalla tavalla kuin DI-301 mittauskortissa. Kolonnissa DO-401:seen on kytketty neljä ulosmenoa, kolme kiehutinta ja palautussuhteen säätö. (7)

#### 4.2 PT100

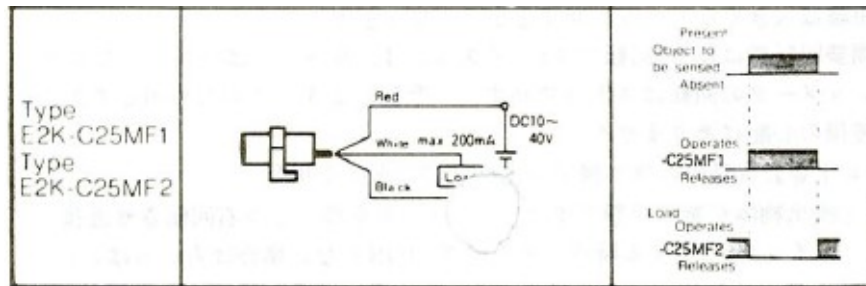
PT100 on platinasta valmistettu vastuslämpötila-anturi. Tämän tyyppiset anturit ovat hyvin yleisiä. PT100 anturin nimellisvastus 0 °C on 100 ohmia ja vastuksen muutos per aste on 0.385 ohmia. 100 celsiusaste lämpötilassa resistanssi nousee 138.5 ohmiin. (8)

Tislauskolonnissa näitä antureita on 25, joista käytössä 12 kappaletta.

#### 4.3 Omron E2K-C25MF1

Omron E2K-C25MF1 on kapasitiivinen tasavirralla toimiva anturi. Anturi toimii jännite alueella +10 – 40 VDC. Kuvassa 10 on anturin kytkentä kaavio. (9)





Kuva 10: Omron E2K-C25MF1 kytkentä (9)

Kuvassa 11 on Omron antureiden sijoittaminen kolonnissa. Anturi havaitsee kun tisleen pinta on riittävän korkealla ja on tällöin vaikutettuna, kun tisleen pinta laskee anturin vaikutus kentän alapuolelle niin piiri avautuu ja virta ei kulje mittauskortille.



Kuva 11: Omronin kapasitiiviset anturit kolonnissa

#### 4.4 Gamma/L & Gamma/4

Gamma/L (kuva 12) ja Gamma/4 ovat molemmat kalvoannostuspumppuja, jotka sopivat monien eri kemikaalien annostukseen. Gamma/L on saatavana matalalle jännitteelle 12 - 24 V DC, 24 V AC/DC. Pumpuissa on säädettävissä iskunpituus välille 0 - 100 % ja iskujen tiheys. (10)



*Kuva 12: Gamma/L kalvoannospumppu*

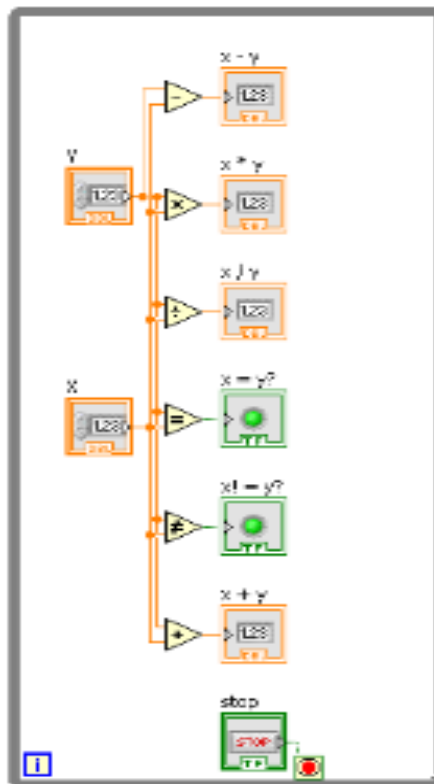
Gamma/L pumppu pystyy tuottamaan 7 barin paineen ja 7,1 litran tuoton tunnissa. LCD-näytöstä nähdään pumpun tuotto. Toisen pumpun tuottamaa virtausta säädetään lisäksi kolonnissa olevan rotametrin avulla. (10)

## 5 Labview

Labview on National Instrumentin tekemä ohjelmointiympäristö, joka perustuu graafiseen G-kieleen. Ensimmäinen Labview julkaistiin vuonna 1986 ja se toimi Macintosh käyttöjärjestelmässä. Tällä hetkellä Labview:stä on saatavilla versiot Windowsiin, Linuxiin, Mac:iin ja Solarikseen ja joillekin PDA-laitteille. Labview:ta käytetään eniten mittaus- ja testaussovelluksissa, mutta myös ohjausjärjestelmissä. Labview tarjoaa yhteensopivuuden useiden eri laitteiden kanssa USB-, Ethernet ja WI-FI-yhteyksien välityksellä. (11)

## 5.1 Labview ohjelmointikielenä

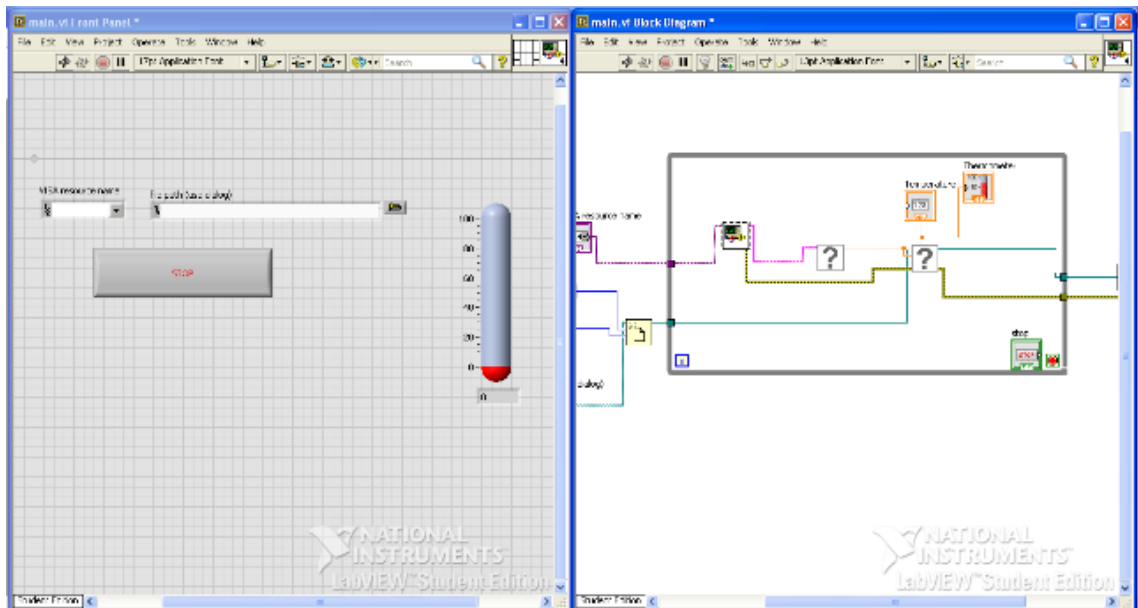
Labview on itse asiassa sovelluskehitin, jolla tuotetaan graafista koodia, joka käännetään konekieliseksi ohjelmaksi kääntäjällä. Tällaista ohjelmakoodia kutsutaan usein G-kieliseksi ohjelmaksi tai G-kieliseksi koodiksi. Kuvassa 13 on yksinkertainen ohjelma tehty Labview:illa, jossa arvot  $y$  ja  $x$  lasketaan yhteen, vähennetään, kerrotaan ja jaetaan, sekä verrataan ovatko samansuuruisia vai erisuuruisia. (11)



Kuva 13: Labview:n perus ohjelmointi näkymä

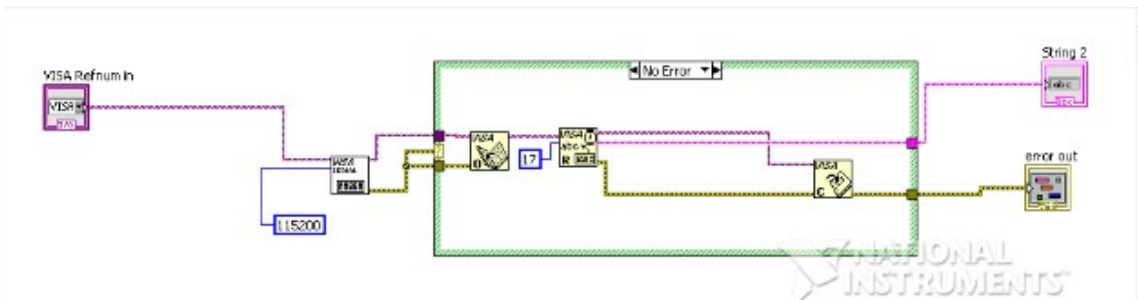
Labview poikkeaa perinteisistä ohjelmointikielistä myös suoritusapansa suhteen. Tavallista tekstipohjaista koodia suoritetaan rivi kerrallaan, kun taas LabVIEW:n graafisessa koodissa useita aliohjelmia voidaan suorittaa samanaikaisesti, tai aliohjelmien avulla voidaan pääohjelmasta saada selkeämmän näköinen. Labview-sovelluksia kutsutaan virtuaali-instrumenteiksi, koska ne muistuttavat reaali maailman mittauslaitteita. Ohjelmien tiedostopäätteinä käytetään lyhennettä ”vi”, joka tulee sanoista ”virtual instrumentation”. (11)

Kuvassa 14 on Labview:lla tehty ohjelma jossa käytetään hyödyksi aliohjelmaa eli Sub vi:ta. Sub vi:ain avulla pääohjelma saadaan pysymään siistimpänä ja johdotukset selkeämpänä. Kun Labview:lla tehdään ohjelma, tulee kaksi näkymää. Kuvassa 14 nähdään molemmat. Front panel eli käyttöliittymäikkuna ja block diagram, joka koostuu G-kielisestä koodista. (11)



Kuva 14: Labview ohjelma, jossa sub vi:ta

Kuvassa 15. on kuvan 14 ohjelmasta otettu yksi Sub vi eli aliohjelma auki. Graafisen koodin luonteesta johtuen Labview on helpommin lähestyttävä kuin monet muut ohjelmointikieliet. Tätä voidaan pitää Labview:n vahvuutena, mutta samalla haasteena, koska graafisesta koodista johtuen ohjelmasta saa helposti tehtyä sekavan ja vaikeasti luettavan. Lisäksi siitä on myöhemmin hankala etsiä virheitä tai kehittää sitä. (11)

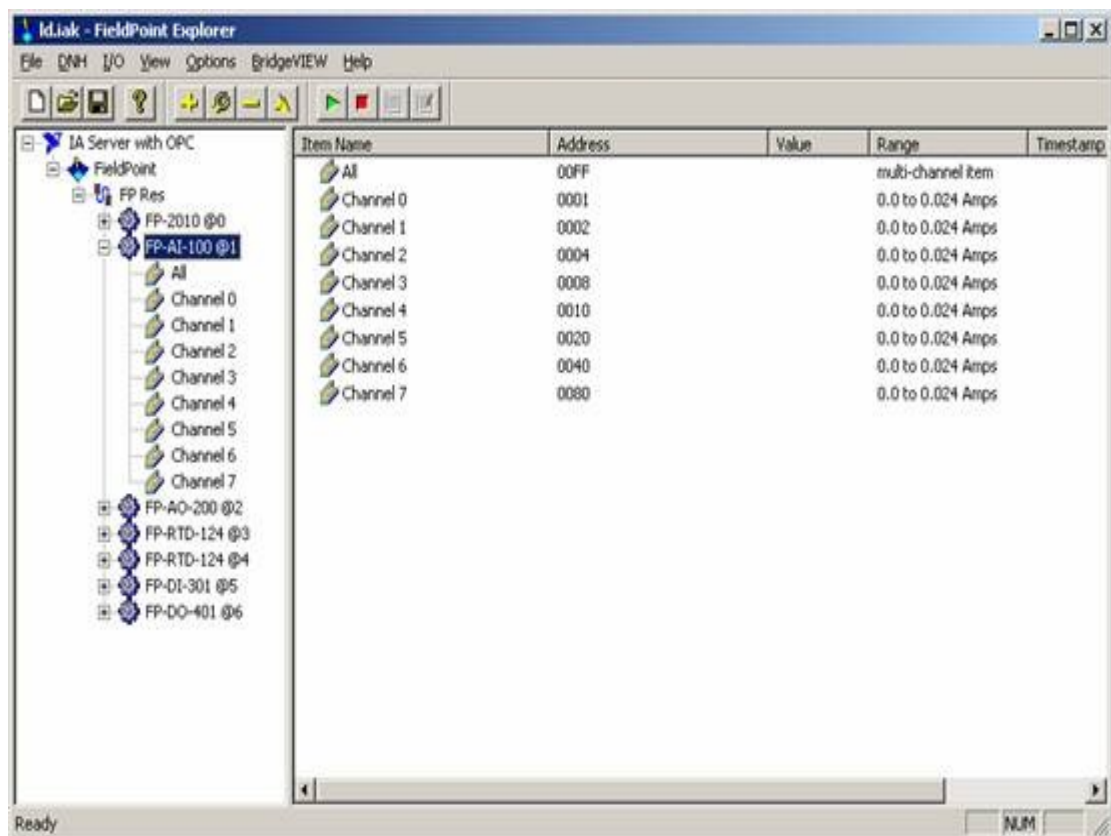


Kuva 15: Sub vi

Tämän takia ohjelmoitaessa Labview:lla olisi hyvä muistaa tärkeät ohjelmointiin kuuluvat seikat, kuten funktioiden sijoittaminen ja selkeät ja suorat johdotukset. Tämän lisäksi graafinen G-koodi on tarkoitettu luettavaksi vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas. (11)

## 5.2 Measurement & Automation Explorer (MAX)

Measurement & Automation Explorer (MAX) on NI:n konfigurointiohjelmisto, jolla hallinnoidaan erilaisia National Instrumentsin komponentteja. Ohjelmassa määritetään I/O-asetukset (kuva 16), laitteiden lähiverkkoasetukset ja testataan NI-laitteiston toimivuus.

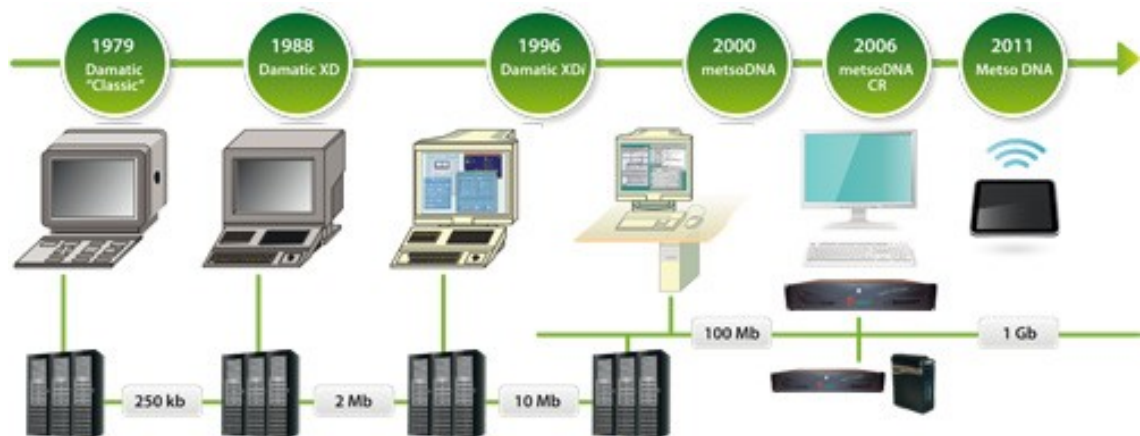


Kuva 16: Measurement & Automation Explorer näkymä

Measurement & Automation Explorer -ohjelmassa luodaan tiedosto, joka sisältää sovelluksen tarvitsemat laitteistot, I/O-asetukset, kanavien asetukset, skaalaukset ja muut määrytykset, kuten IP-osoitteet.

## 6 Metso DNA

Metso DNA:n historia ulottuu vuoteen 1979, jolloin julkaistiin ensimmäinen Valmet Damatic Classic -järjestelmä (kuva 17).



Kuva 17: MetsoDNA:aan kehitys (12)

Metso DNA on taaksepäin yhteensopiva vahojen järjestelmien kanssa, eli Metso DNA voi ohjata vanhempia logiikoita.

### 6.1 FBCad

FBCAD (Function Block Computer Aided Design) on Metso DNA:aan suunnittelutyökalu, jota käytetään suunnittelupalvelimella, suunnitteluasemassa tai itsenäisesti Windows-pohjaisessa työasemassa. FBCAD-työkalulla suunnitellaan toimilohkokaavioita MetsoDNA:aan ohjaamaan prosessin säätöön ja ohjaukseen. Toimilohko kaaviot koostuvat erilaisista konfigurointitoiminnoista, joita voivat olla esimerkiksi jatkuvat säädöt, I/O-toiminnot, positio-, operointi-, tapahtuma- ja historiatoiminnot. Toimilohkokaaviot tallennetaan suunnittelupalvelimella sijaitsevaan suunnittelutietokantaan, josta ne voidaan esimerkiksi DNA explorer -työkalulla avata tai muokata. (13)

FBCAD on rakennettu CAD-ohjelmiston päälle ja se tarjoaa suunnittelijalle havainnollisen ja tehokkaan työympäristön ja hyödyntää CAD:n suunnitteluominaisuuksia. FBCADin toimilohkokaaviot on samalla kertaa sekä ajoympäristöön ladattava sovellus että graafinen dokumentti. Näiden toimintojen avulla sovelluksen dokumentaatio pysyy muutoksia tehdessä ajan tasalla. (13)

## 6.2 Metso DNAuseEditor

DNAuseEditor on ”WYSIWYG” ”What You See Is What You Get” eli ”mitä näet on se mitä saat” -suunnittelutyökalu. Tällä työkalulla voit helposti luoda valvomon prosessille. DNAuseEditor sisältää laajan kirjaston kolmiulotteisia laitteiden, säiliöiden, putkistojen ja muiden prosessien osia. (14)

## 7 OPC

OPC tulee sanoista Object Linking and Embedding for Process Control (nykyisin Open Connectivity via Open Standards) on avoimen tiedonsiirron standardi. Alkujaan vuonna 1995 OPC:n tarkoituksena oli kehittää Microsoftin komponenttitekniikkaa hyödyntävä tiedonsiirtostandardi automaatioalueelle. (15)

Ensimmäisen julkaisun jälkeen perustettiin OPC Foundation-säätiö huolehtimaan standardin ylläpidosta ja kehityksestä. Standardi määrittelee joukon olioita, liittymiä ja menetelmiä. Sitä käytetään automaatiosovelluksissa PC-valvomoiden ja ohjelmoitavan logiikan välillä siirtämässä tietoa valvomon ja logiikan välillä. Standardeja on lähes yhtä monta kuin on laitteiden valmistajakin. Asiakkaalla voi olla oma, esimerkiksi Excelillä tehty valvomo-ohjelma, johon halutaan tietoja logiikkaohjelmalla toteutetusta laitteesta. Tämä ohjelmien välinen tiedonsiirto voidaan toteuttaa OPC-serverillä. Usein puhutaan myös scada-liitynnästä OPC:n sijaan. (16)

Yleisimmät OPC -määrittelyt ovat DA (Data Access), A&E (Alarms and Events) ja HDA (Historical Data Access). Näistä DA on tarkoitettu tosiaikaisen prosessidatan siirtoon prosessilaitteista ja ohjausjärjestelmistä. A&E on tarkoitettu hälytys ja tapahtumatietojen välittämiseen ja HDA puolestaan on tarkoitettu historiatietojen siirtoon. (16)

### 7.1 OPC server

OPC server on tietokoneohjelma, joka siirtää tietoa ohjelmoitavan logiikan tai vastaavan ohjelmoitavan yksikön ja halutun PC-valvomon välillä. Se voi toimia useiden eri valmistajien logiikoiden kanssa yhtäaikaaisesti, joten yhteen tietokantaan voidaan tuoda tietoa useista eri järjestelmistä. Usein laitteenvalmistajan ja asiakkaan järjestelmät ovat eri valmistajien tekemiä, eikä asiakas ole halukas muuttamaan omia

järjestelmiään. Tällöin laitteen valmistaja tekee ohjelmaan muuttujalistan niistä muuttujista, joita asiakas haluaa lukea tai kirjoittaa. Lisäksi tehdään kirjallinen selostus siitä, mistä kohtaa ohjelman muuttujalistaa kyseiset muuttujat löytyvät. Nyt asiakas voi käyttää haluamaansa OPC serveriä tuomaan halutut muuttujat omaan järjestelmäänsä. Tällaisia tietoja ovat muun muassa prosessin mittaukset, laitteen tila- ja hälytystiedot ja logiikan IO-tiedot. Asiakas voi myös halutessaan kirjoittaa laitteelle tietoja, kuten parametreja tai laitteen hallintaan liittyviä käskyjä. (16)

## 7.2 OPC client

Kun tarvittava tiedonsiirto on saatu OPC serverillä kuntoon, voidaan ottaa OPC client käyttöön. OPC client on tietokoneohjelma, joka näyttää serveriltä saadut muuttujat halutuissa, usein graafisissa lokeroissa, joita PC-valvomo käyttää. (16)

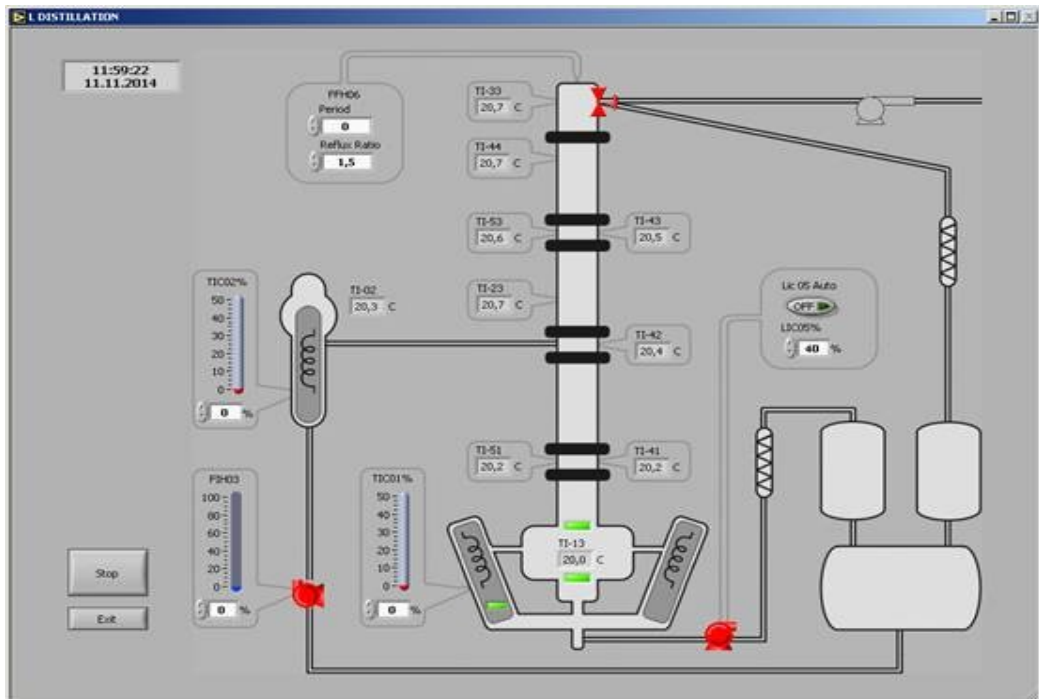
# 8 Käytännön toteutus

Projektin aluksi tutustuttiin tislaukolonnin käyttöön ja toimintaan. Prosessipuolen opiskelijat tekivät omaa tutkimustaan tislaukolonnin parissa ja selvittivät antureiden uusinta tarvetta ja tislaukseen sameuden syytä. Samalla päästi prosessin toimintaan tutustumaan ja näkemään sen käytön realistisessa tilanteessa. Muutama työturvallisuuteen liittyvä seikka tuli samalla ilmi ja niihin päätettiin myös mahdollisuuksien mukaan tehdä parannuksia.

## 8.1 Käytössä olevasta ohjelmasta tietojen keruu

Prosessin ohjaus oli tehty Labview:lle (kuva 18) ja sieltä ohjattiin lämmitysten ja pumppujen tehoja.

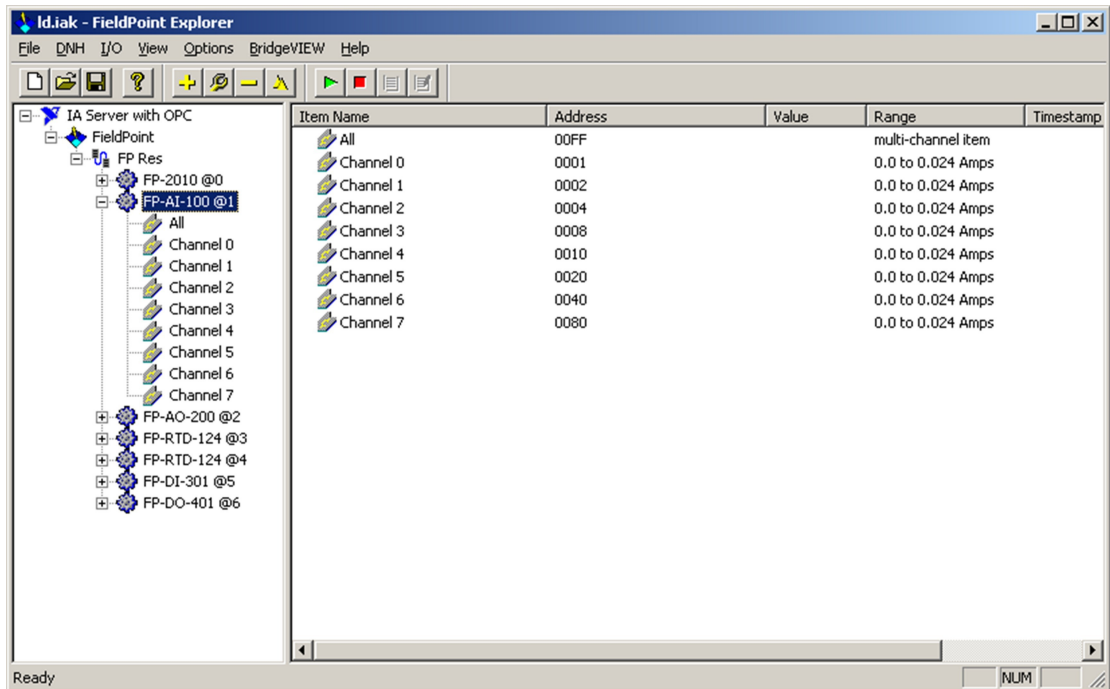




Kuva 18: Labview ohjauspaneeli

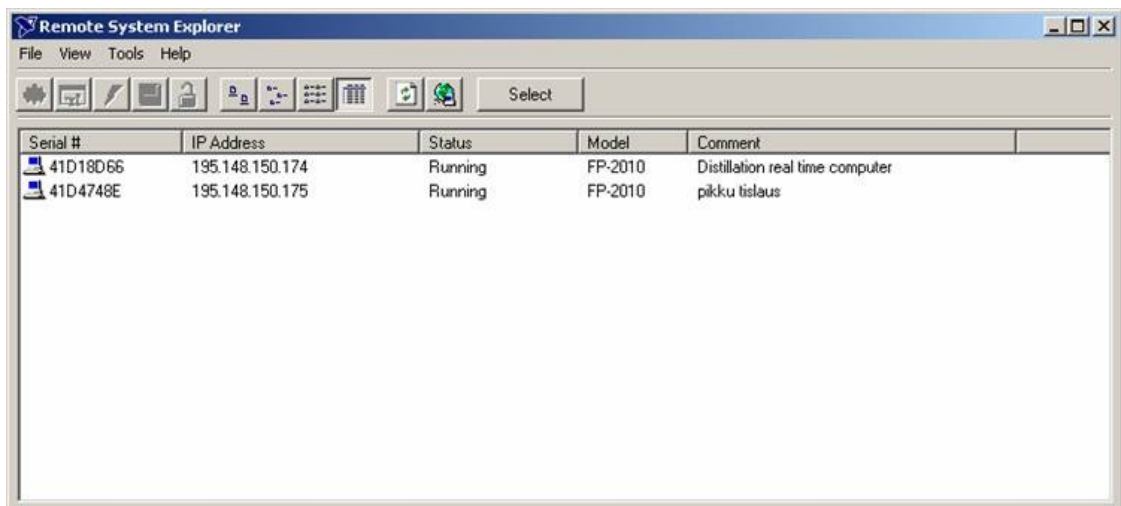
Seurattavina arvoina olivat eri mittauspisteiden lämpötilat ja nesteen pinnankorkeudet. Labview:n käyttöliittymä on yksinkertainen, kuitenkin ohjelmistoa ennen käyttämättömänä on hankala ymmärtää mitä erilaiset graafiset kuvakkeet tekevät ja sisältävät. Labview:sta ei oikeastaan saa paljoakaan irti ilman ohjelman tuntemusta. Esimerkiksi lämmitysten ja pumppujen ohjauksen toiminnasta ei saanut mitään selvyttä.

Id.iak tiedostot (kuva 19) löytyivät koneelta ja sieltä saatiin selville, että AI-100 sisääntulot tulevat 0 – 20 mA virtaviestillä.



Kuva 19: id.iak tiedoston sisältö

Myös muiden kanavien tiedonsiirtotavat saatiin selville. Remote system explorerista (kuva 20.) saatiin selville IP-osoite jota NI fieldpoint käyttää.



Kuva 20: Remote system explorer

Yhteys kokeiltiin Command Promptin kautta koittamalla pingata sinne, niin yhteys vanhasta järjestelmästä toimii, kuten pitääkin. Ja tämän jälkeen siirryttiin Metso DNA

koneelle kokeilemaan samaa ja sieltä ei mikään mene läpi. Metson kone on Cisco reitittimen takana (Liite 1.) sieltä Ethernet kaapelilla yhdistettynä Fieldpoint-2010 logiikkaan.

Ongelmaksi epäiltiin Labview:n ja Fieldpointin välissä olevaa 3Com kytkintä. Kun se vaihdettiin Zyzelin kytkimeen, niin yhteys Fieldpointin ja tietokoneen välillä katkesi.

Aluksi projekti tuntui yksinkertaiselta ja helpolta, mutta mitä pidemmälle ja syvemmälle projektissa päästiin, sitä vaikeammaksi ja enemmän aikaa vieväksi se osoittautui. Viimeisin muutostyö, josta löytyi selkeitä papereita, on 1990-luvulta ja Labview:lle prosessin siirtänyt henkilö ei ole enää Metropolian palkkalistoilla. Tiedostoja tutkiessa löytyi txt-tiedosto, josta sai selville FP-2010 kytkettyjen toimilaitteiden ja antureiden sijainnin korteilla.

## 8.2 Metso DNA

Tiedon etsiminen siitä, miten National Instrumentin FP-2010 tiedonsiirtomoduuli kytketään Metsoon, osoittautui erittäin hankalaksi ja aikaa vieväksi. Usean Metsolle tehdyn yhteydenoton jälkeen se ei vielä kukaan ole oikein selvillä. Ja projekti on tällä hetkellä tässä kohdassa pysähdyksissä. Lisäksi Metson FBCadista löytyisi yksinkertaiset toimilohkot, joilla tiedon saaminen PT100 -antureilta onnistuisi helposti, mutta niiden toiminta muilla kuin Metson omilla I/O logiikoilla on epäselvää. Internetistä löytyi muutama sivusto, joilla oli Metsoon kytketty OPC:n välityksellä eri valmistajan moduuleita, mutta tietoa FBCadin toimilohkojen osalta ei selvinnyt.

## 9 Pohdinta

Tiukan aikataulun projektille loivat se, että prosessi on opetuskäytössä ja sitä ei voi jättää puolivalmiiseen tilaan, vaan sen on oltava luotettava ja toimiva.

Kokonaisuutena ajatellen projekti osoittautui alun yksinkertaiselta vaikuttaneen sijaan paljon itseopiskelua ja tiedonhankkimista vaativaksi. Tiukka aikataulu ei tuonut helpotusta asiaan ja tiedon löytäminen oli hankalaa. Kaikki osa-alueet tässä projektissa olivat uutta ja erityisesti Labview oli ennestään täysin tuntematon järjestelmä. Metson osalta työskentelyä hidasti tiedonsaanti, siitä kuinka NI:n moduulit saa kytkettyä

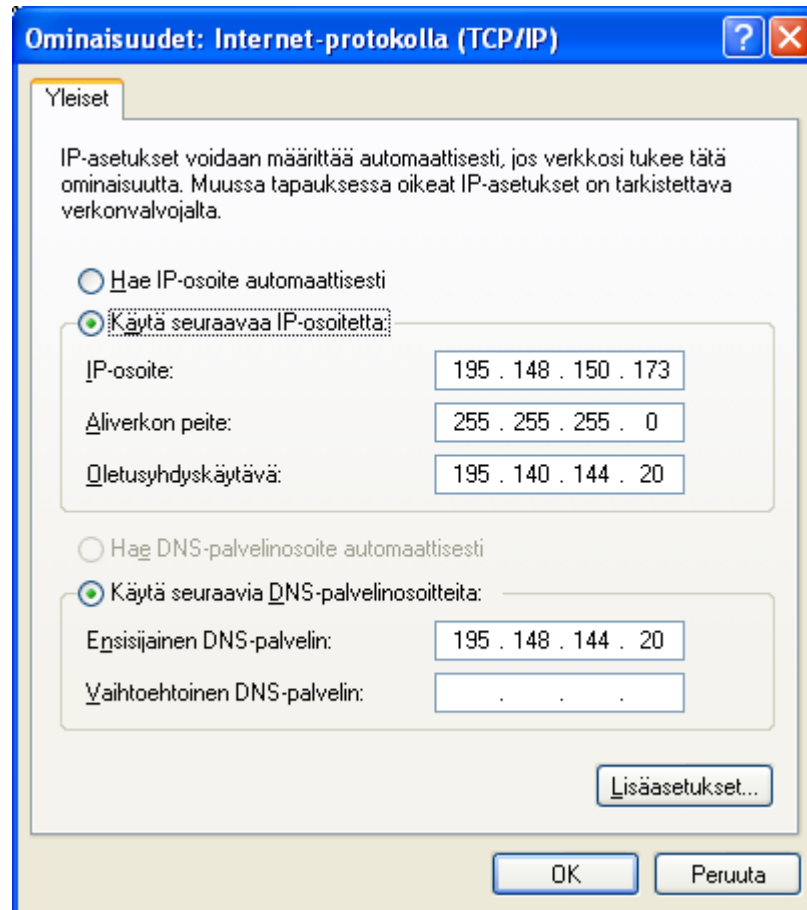
Metsoon ja miten toimilohkokaaviot sinne rakennetaan. Ja kun Labview:sta ei tuntunut saavan mitään irti ja edeltävät dokumentit ovat 1990-luvun puolelta oli niiden paikkansapitävyys kyseenalaistettava ennen Metson piirien luontia. Jokaisen pumpun, anturin ja lämmittimen selvittäminen ja käyttöohjeiden ja manuaalien etsiminen netistä ja toiminnan ja ohjauksen selvittämiseen meni aikaa. Lisäksi oppilaitoksen järjestelmästä ei ole tuntemusta ja molempien (Labview ja Metso DNA) järjestelmien tuntemus on vähäinen. OPC-puoleenkaan ei apua ole mistään oikein saanut ja käsitys siitäkin on pintapuolista. Metson ohjaus olisi tehtävissä vanhojen logiikkakaavioiden perusteella, jos yhteys vain saataisiin toimimaan.

## 9.1 Tulokset

Riskienkartoituksessa tehtyyn turvallisuusanalyysiin (liite 3.) kiinnitettiin huomiota ja uusi valvomotietokone on asennettu kolonnin viereen samalle tasolle, jotta portaissa kulkemisesta syntynyt riski saadaan poistettua.

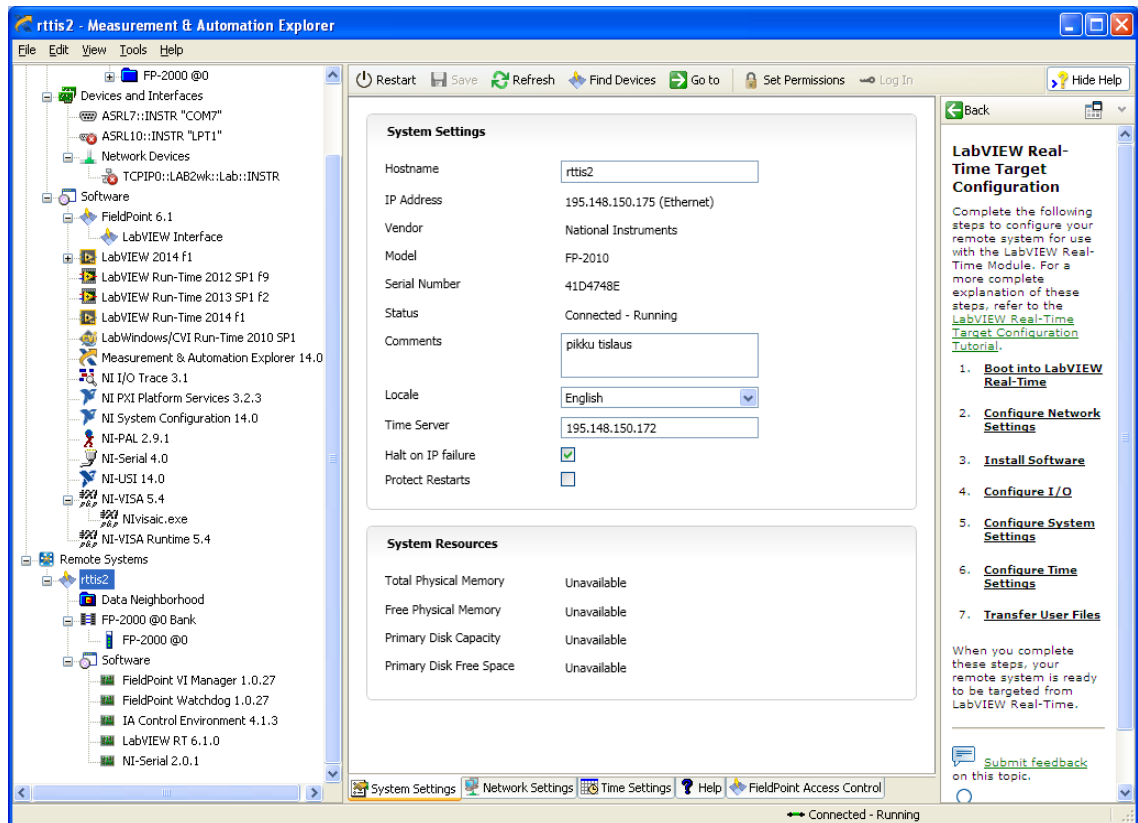
Selvitettyä saatiin toimi- ja mittauslaitteiden osoitteet Fieldpoint-2010 mittauskorteilla ja niiden osoitteet. Yhteydenluomisen ongelma on ilmeisesti automaatioverkon ja Fieldpoint kommunikointi yksikön eri verkkoluokassa sijaitsevat osoitteet.

Kuvassa 21. on kopioitu kannettavalle käytössä olevan prosessivalvomon tietokoneen IP-osoitteet. Kannettavalla oli helpompi kokeilla yhteyden muodostamista eripisteistä verkkoa.



Kuva 21: Toimivan yhteyden IP-osoitteet kopioituna omalle koneelle.

Fieldpoint-2010 näkyy nimellä "rttis2", kuvassa 22. Samalla koneella kokeiltiin command promptissa käskyä "arp -a", jotta nähtäisiin mihin IP-osoitteisiin koneesta on yhteys.



Kuva 22: MAX ikkunasta, kuva kun yhteys toimii

Yhteyden muodostaminen onnistui Cison kytkimen ylikin kyseisillä IP-osoitteilla.

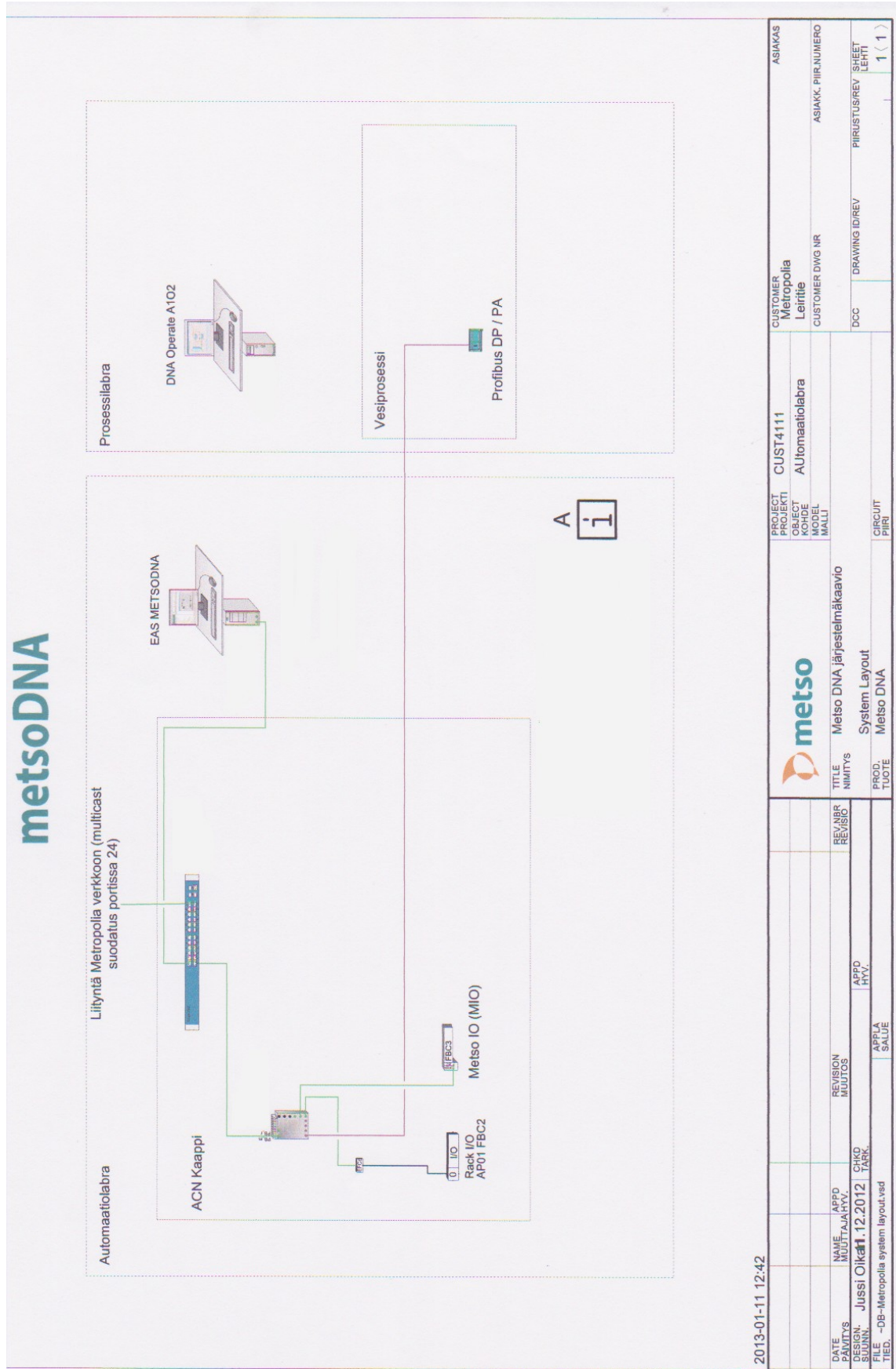
## 9.2 Jatkokehitys

Projekti on suoritettavissa. Yhteys on kuitenkin nykyisen tietokoneen ja Fieldpointin välillä. Ensimmäinen selvitettävä asia projektin jatkamisen kannalta olisi, miksi Fieldpoint ei suostu keskustelemaan automaatioverkon IP-osoitteiden kanssa, vaikka Fieldpointissa ei ole estolistalle laitettu mitään IP-osoitteita. Yksi vaihtoehto tämän suorittamiseen olisi Fieldpointin resetoiminen, mutta pitää ottaa huomioon ajankohta, koska tislaukolonni on opetuskäytössä oleva prosessi. Tämän jälkeen Metson koneelle olisi hyvä asentaa National Instrumentin Fieldpoint 6.1 tai 13.1 -ajurit. Nämä sisältävät Measurement & automation explorerin ja molempien pitäisi toimia Metson tietokoneen Windowsissa. Mahdollisesti hankittavaksi tulee National Instrumentin OPCservern ohjelman lisenssi opetuskäyttöön, jos Matrikonin kautta yhteys ei onnistu. Tämän jälkeen voidaan aloittaa toimilohkokaavioiden ja valvomon tekeminen.

## 10 Lähteet

1. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Tislaus> (Luettu 13.10.2014)
2. FP-2000/2010/2015 User Manual April 2003 Edition  
<http://www.ni.com/pdf/manuals/370705a.pdf> (Luettu 17.10.2014 )
3. FieldPoint™ Operating Instructions FP-AI-100 and cFP-AI-100  
<http://www.ni.com/pdf/manuals/370278a.pdf> (Luettu 17.10.2014 )
4. FieldPoint Operating Instructions FP-AO-200 AND CFP-AO-200  
<http://www.ni.com/pdf/manuals/323343a.pdf> (Luettu 17.10.2014 )
5. FieldPoint Operating Instructions FP-RTD-124 October 2002  
<http://www.ni.com/pdf/manuals/323349a.pdf> (Luettu 17.10.2014)
6. FieldPoint™ Operating Instructions FP-DI-301 and cFP-DI-301  
[http://www.artisanng.com/info/ni\\_fp\\_di\\_301\\_manual.pdf](http://www.artisanng.com/info/ni_fp_di_301_manual.pdf) (Luettu 17.10.2014 )
7. FieldPoint™ Operating Instructions FP-DO-401 and cFP-DO-401  
<http://www.ni.com/pdf/manuals/371886a.pdf> (Luettu 17.10.2014 )
8. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Vastus%C3%A4mp%C3%B6tila-anturi> (Luettu 12.11.2014 )
9. Omron Type E2K Static capacity type proximity switch instruction manual Omron corporation 1990 (Luettu 13.11.2014 )
10. <http://www.prominent.fi/tabid4057/gamma-L-kalvoannostuspumppu.aspx> (Luettu 18.11.2014 )
11. <http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/30339/KehittamistehtavaAnttiKatajala2011.pdf?sequence=1> (sivut 3-8) (Luettu 20.11.2014 )
12. [http://www.metso.com/Automation/ip\\_prod.nsf/WebWID/WTB-110929-2256F-8BF34/\\$File/metsodna\\_kaavio\\_historia.pdf](http://www.metso.com/Automation/ip_prod.nsf/WebWID/WTB-110929-2256F-8BF34/$File/metsodna_kaavio_historia.pdf) (Luettu 17.10.2014 )
13. Metso Automation Oy, Collection 2011 rev 5, Metso DNA Engineering Function Block CAD -Käyttöohje G2010\_FI\_05 (Luettu 17.10.2014 )
14. [http://www.metsoautomation.com/Automation/info.nsf/WebWID/WTB-070125-2256F-F8D07/\\$File/E837210.pdf](http://www.metsoautomation.com/Automation/info.nsf/WebWID/WTB-070125-2256F-F8D07/$File/E837210.pdf) (sivu 11.) (Luettu 17.10.2014 )
15. [http://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/OPC\\_Lisatieto.pdf](http://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/OPC_Lisatieto.pdf) (Luettu 18.12.2014 )
16. <https://wiki.metropolia.fi/display/koneautomaatio/OPC+-+Open+Process+Control> (Luettu 18.12.2014 )

# Metropolian Metso DNA system layout



**metsoDNA**

Liityntä Metropolia verkkoon (multicast suodatus portissa 24)

Automaatiolabra

Prosessilabra

ACN Kaappi

Rack IO AP01 FEC2

Metso IO (MIO)

EAS METSODNA

DNA Operate A102

Vesiprosessi

Profibus DF / PA

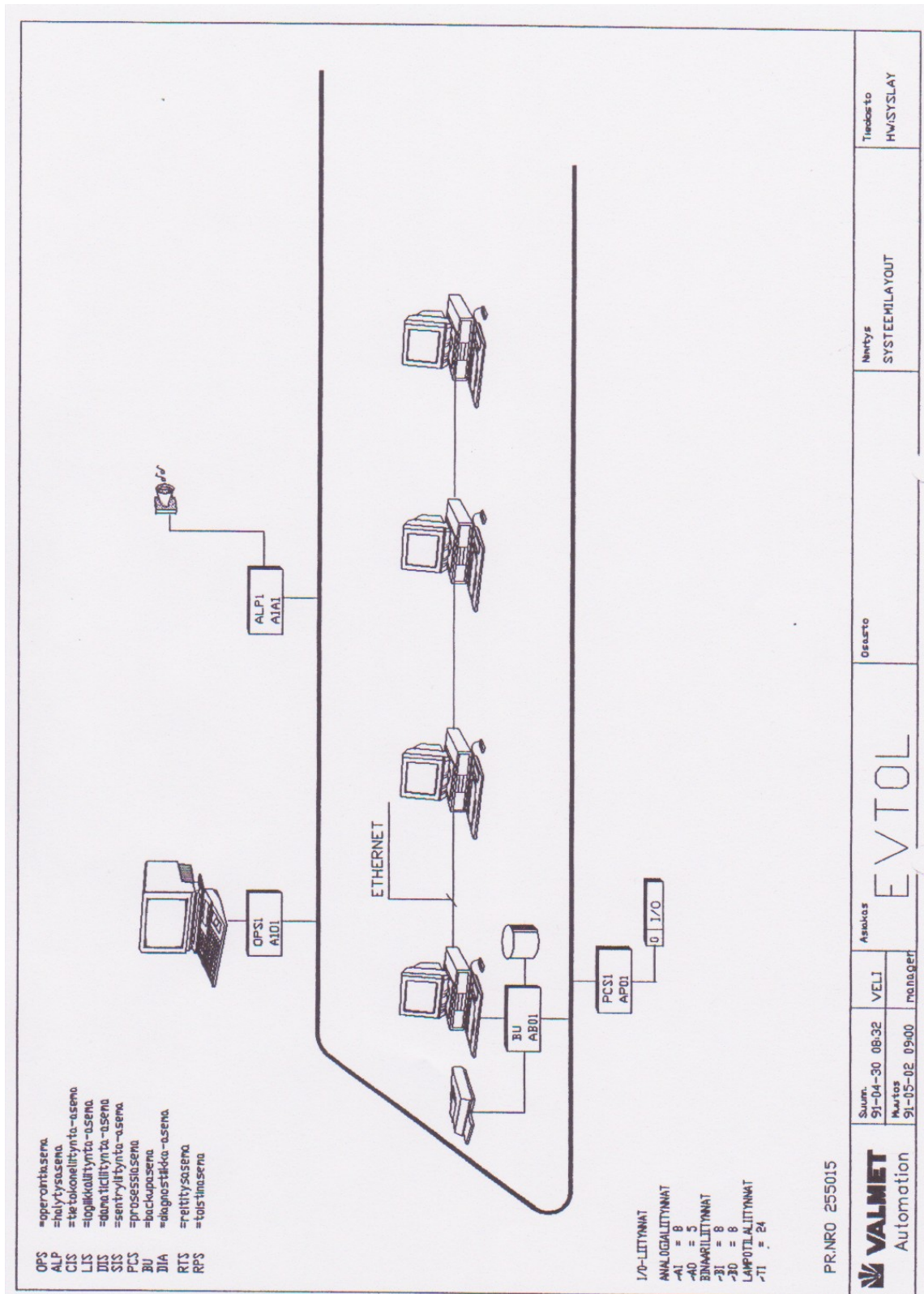
A i

2013-01-11 12:42

DATE PÄIVÄTYS	NAME MUUTTAJA/RYV.	REVISION MUUTOS	REV.NBR REVISIO			PROJECT PROJEKTI	CUSTOMER Metropolia	ASIAKAS
DESIGN SUUNN.	Jussi Oikari	12.2012	CHKD TARKK.	TITLE NIMITYS Metso DNA järjestelmäkaavio System Layout Metso DNA		OBJECT KOHDE	Metropolia	ASIAKAS
FILE TIED.	-DB-Metropolia system layout.vsd		APPLA SALUE	PROD. TUOTE		MALLI	Automaatiolabra	ASIAKAS PIRNUMERO
			APPD RYV.			DCC	DRAWING ID/REV	PIRUSTUS/REV
								SHEET LEHTI
								1 ( 1 )



Vanhat Fbcad kaaviot



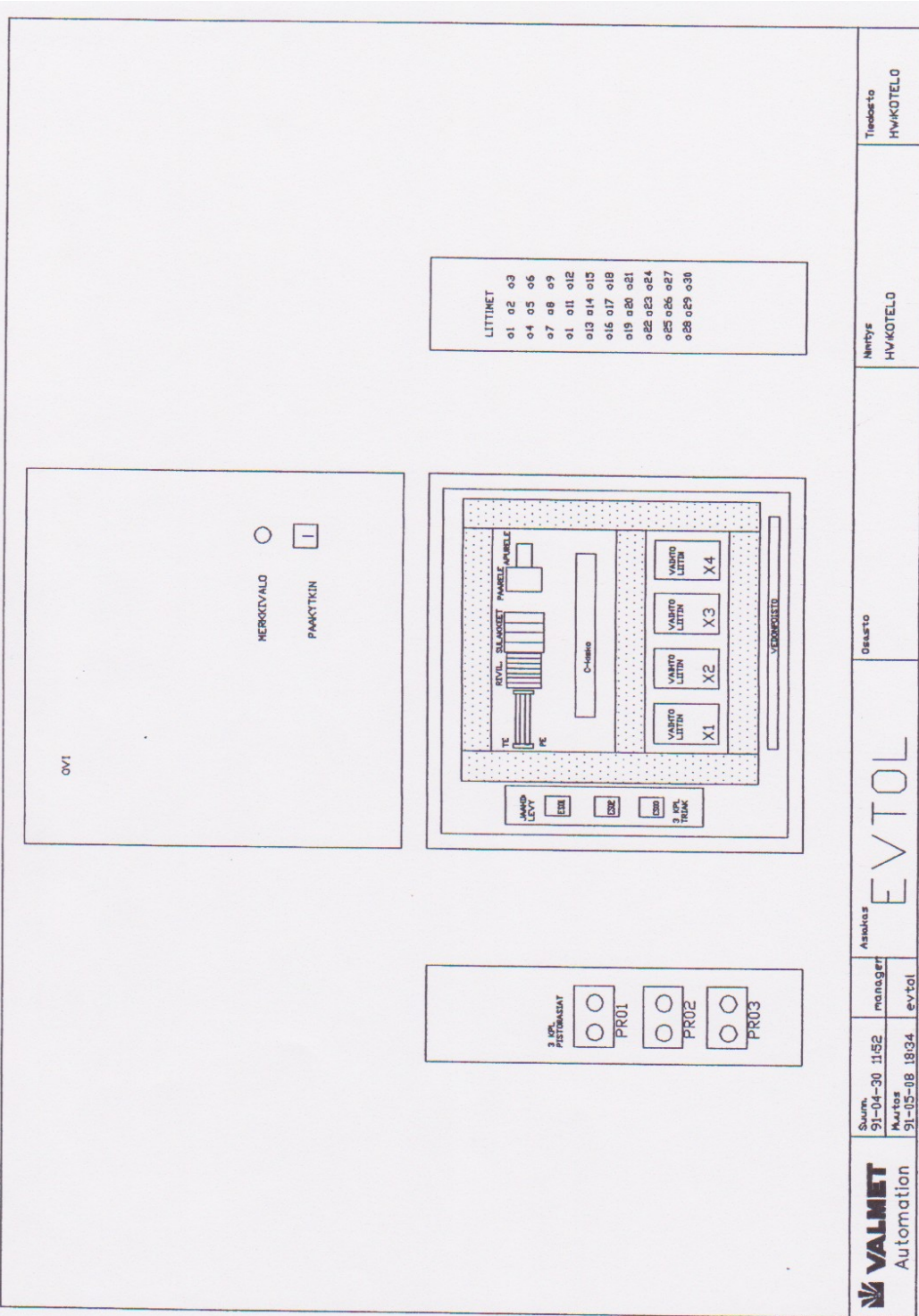
OPSI =operointiasema  
ALP =analyysiasema  
LIS =tie tokoneliityntä-asema  
LIS =logiikkaliityntä-asema  
DAS =data liiityntä-asema  
SIS =senyyllyntä-asema  
PCS =prosessiasema  
BU =backpusama  
DIA =diagnostiikka-asema  
RTS =reititysasema  
RFS =toistinasema

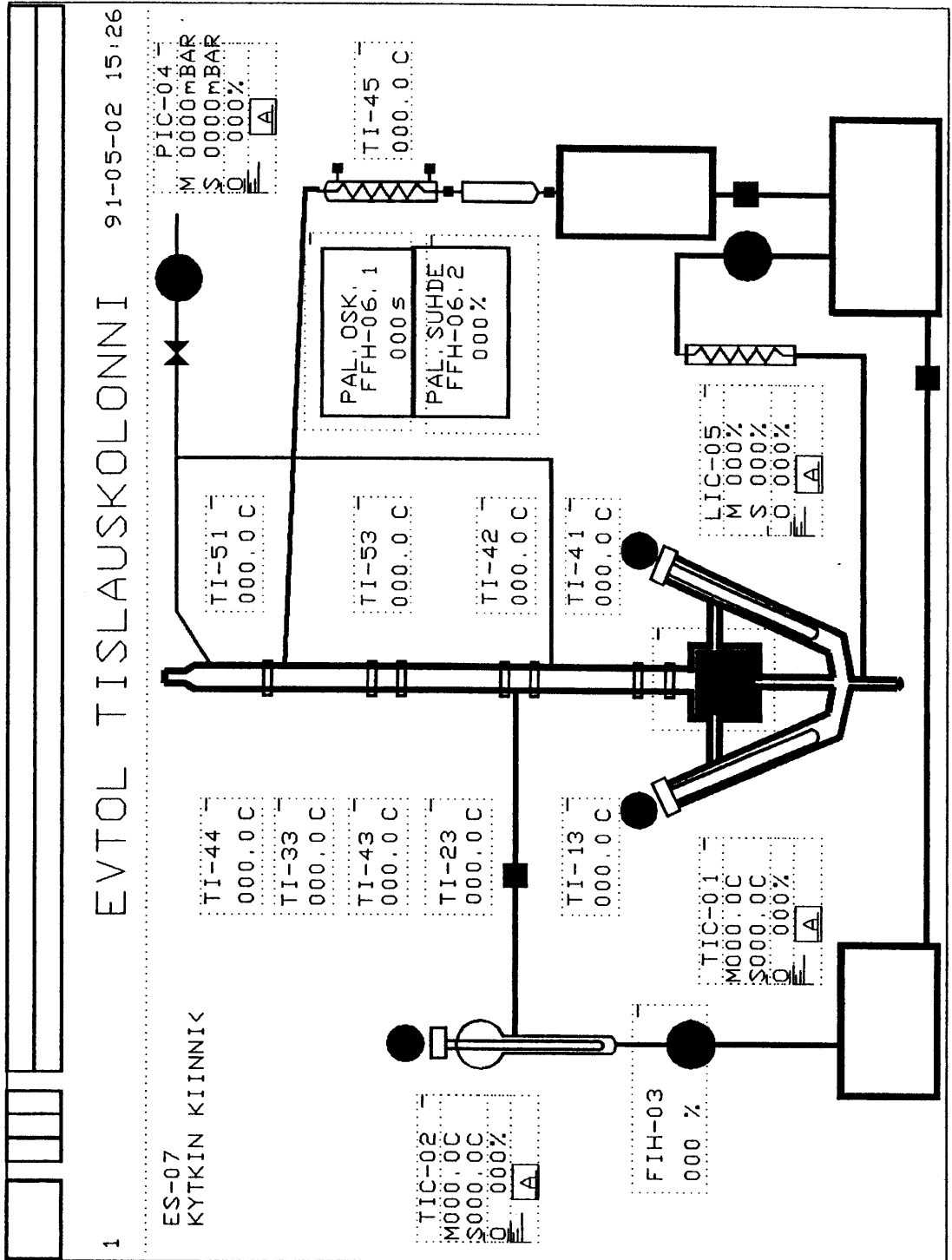
I/O-LIIITYNNAT  
ANALOGILIIITYNNAT  
-A1 = 8  
-A0 = 5  
BINARILIIITYNNAT  
-B1 = 8  
-B0 = 8  
LAMPOTILA-LIIITYNNAT  
-T1 = 24

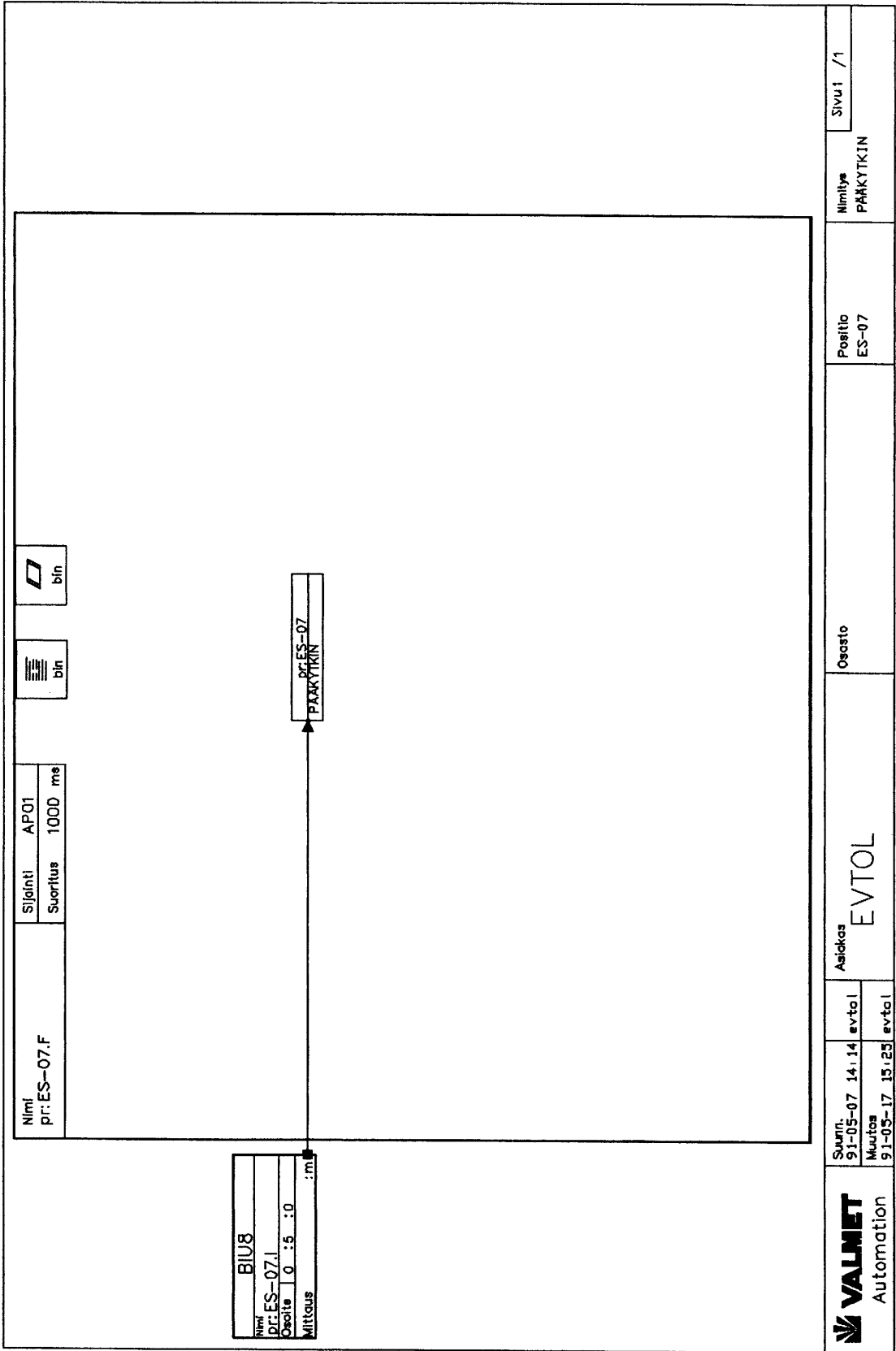
PR:NR0 255015

**VALMET**  
Automation

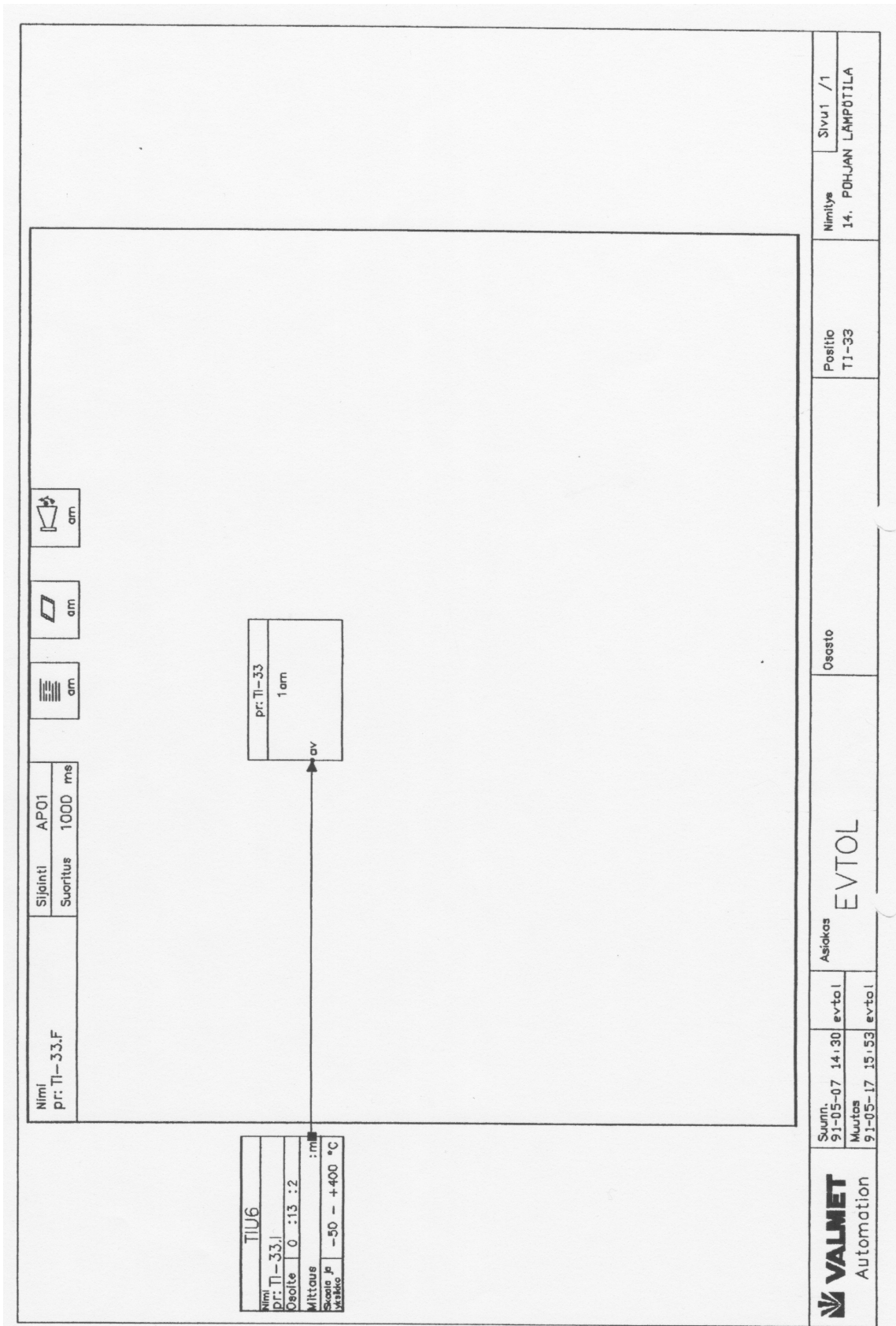
Suunn.	91-04-30	08:32	VELI	Asiakas	EVTOL	Osoite	Nimitys	Tiedosto
Muutos	91-05-02	09:00	manager	SYSTEMLAYOUT				







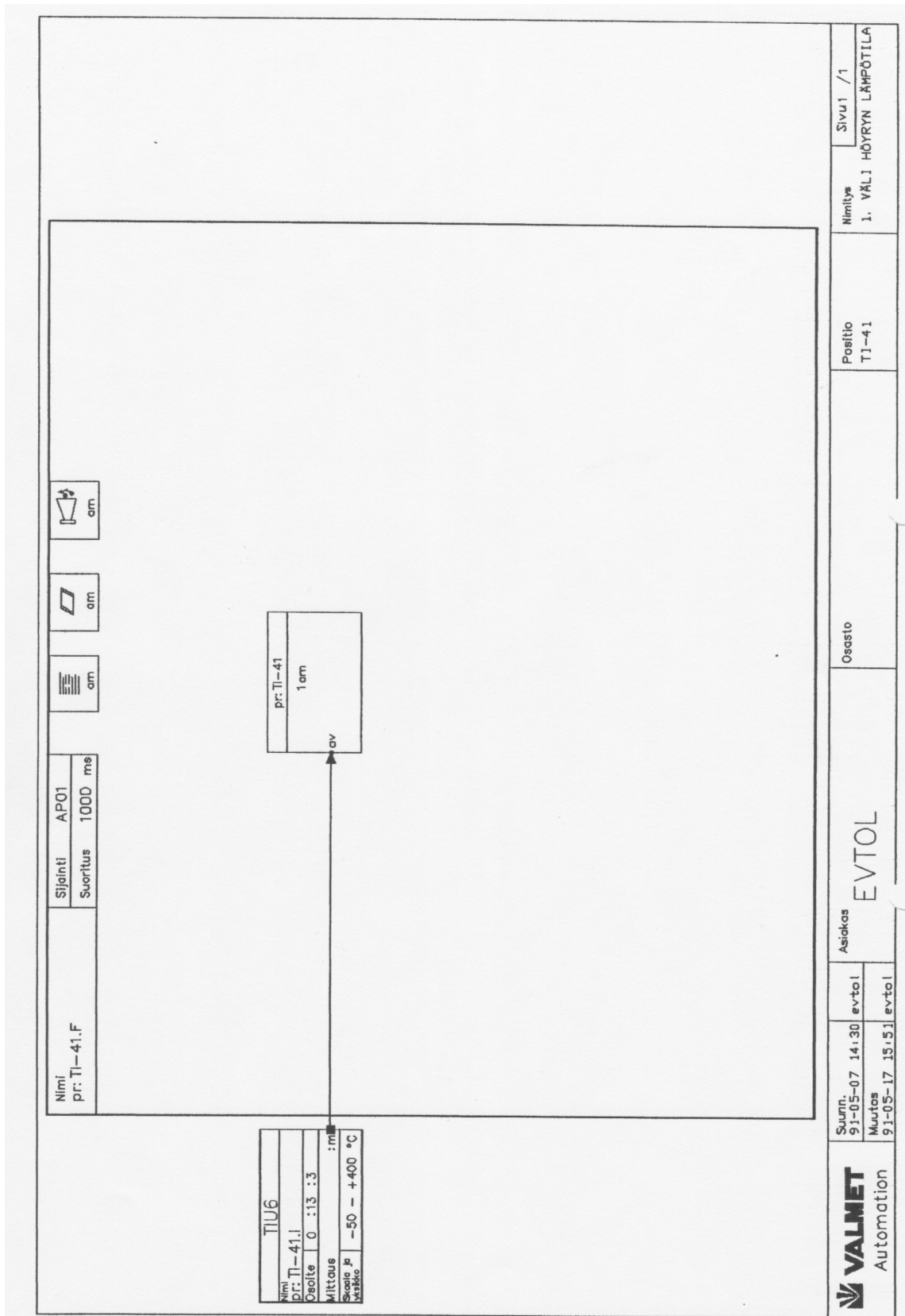
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Nimi pr: TI-13.F</td> <td style="padding: 2px;">Sijainti Suoritus</td> <td style="padding: 2px;">AP01 1000 me</td> </tr> </table>		Nimi pr: TI-13.F	Sijainti Suoritus	AP01 1000 me	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;"> am</td> <td style="padding: 2px;"> am</td> <td style="padding: 2px;"> am</td> </tr> </table>	am	am	am	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Nimitys 3. PÖHJÄN LÄMPÖTILA</td> <td style="padding: 2px;">Sivu 1 / 1</td> </tr> </table>	Nimitys 3. PÖHJÄN LÄMPÖTILA	Sivu 1 / 1
Nimi pr: TI-13.F	Sijainti Suoritus	AP01 1000 me									
am	am	am									
Nimitys 3. PÖHJÄN LÄMPÖTILA	Sivu 1 / 1										
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Nimi TIU6</td> <td style="padding: 2px;">Osoite 0 :13 :0</td> <td style="padding: 2px;">Mittaus :ml</td> <td style="padding: 2px;">Skala -50 - +400 °C</td> </tr> </table>		Nimi TIU6	Osoite 0 :13 :0	Mittaus :ml	Skala -50 - +400 °C	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Asiakas EVTOL</td> <td style="padding: 2px;">Osasto</td> </tr> </table>		Asiakas EVTOL	Osasto		
Nimi TIU6	Osoite 0 :13 :0	Mittaus :ml	Skala -50 - +400 °C								
Asiakas EVTOL	Osasto										
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Summ. 91-05-07 14:30</td> <td style="padding: 2px;">evtol</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Muutos 91-05-18 09:37</td> <td style="padding: 2px;">evtol</td> </tr> </table>		Summ. 91-05-07 14:30	evtol	Muutos 91-05-18 09:37	evtol	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Positio TI-13</td> </tr> </table>	Positio TI-13	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Nimi 3. PÖHJÄN LÄMPÖTILA</td> <td style="padding: 2px;">Sivu 1 / 1</td> </tr> </table>	Nimi 3. PÖHJÄN LÄMPÖTILA	Sivu 1 / 1	
Summ. 91-05-07 14:30	evtol										
Muutos 91-05-18 09:37	evtol										
Positio TI-13											
Nimi 3. PÖHJÄN LÄMPÖTILA	Sivu 1 / 1										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">pr: TI-13 1 am</td> </tr> </table> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">ev</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">pr: TI-13 1 am</td> </tr> </table>	pr: TI-13 1 am	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">ev</td> </tr> </table>	ev				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">pr: TI-13 1 am</td> </tr> </table>	pr: TI-13 1 am	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">ev</td> </tr> </table>	ev								
pr: TI-13 1 am											
ev											

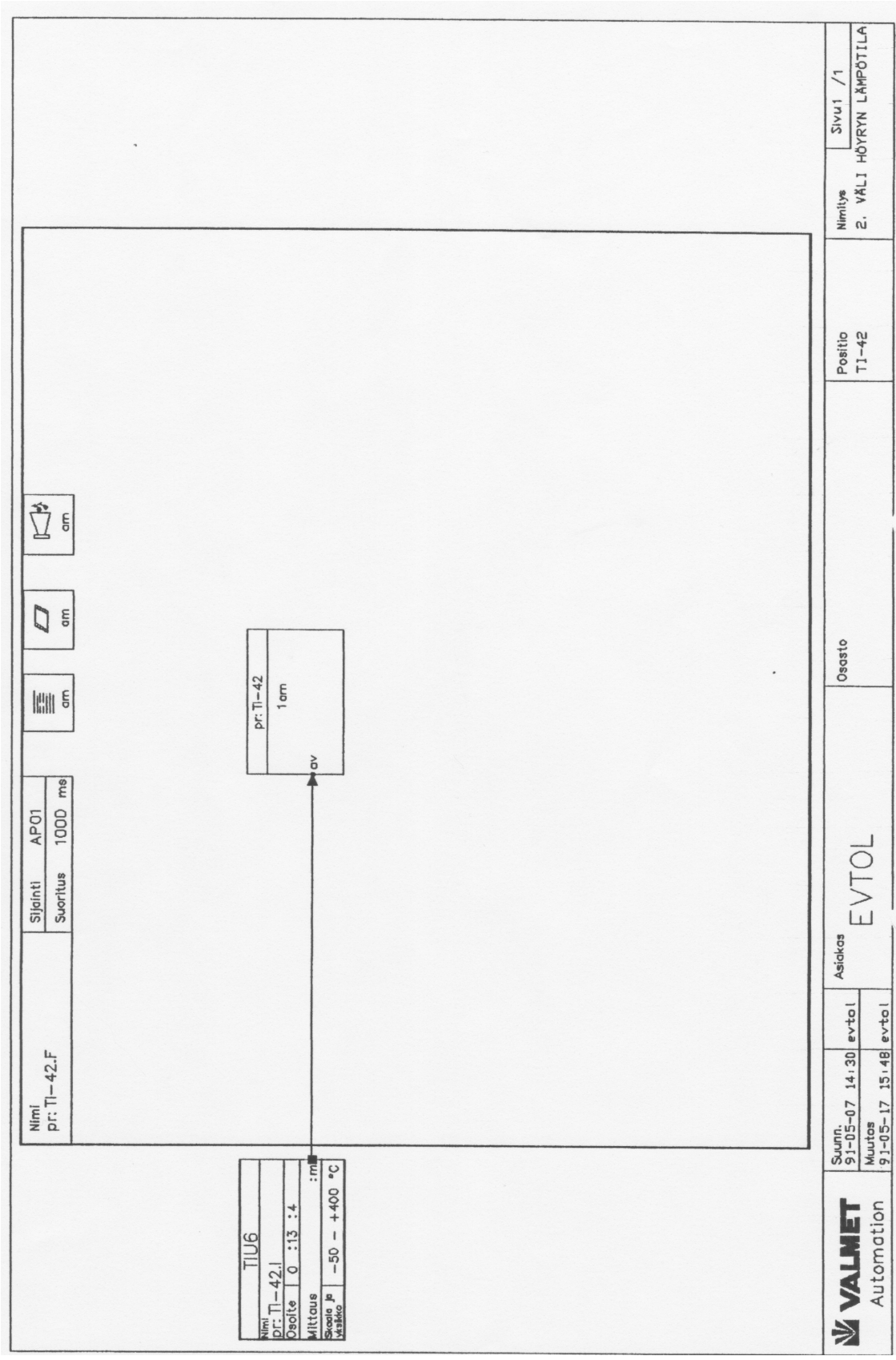


Sijainti AP01  
Suoritus 1000 ms

Nimi TI-33.F

	Suunn. 91-05-07 14.30 evtal	Asiakas EVTOL	Osoite	Postio TI-33	Nimitys 14. POHJAN LAMPÖTILA	Sivu 1 / 1
	Muutos 91-05-17 15.53 evtal					



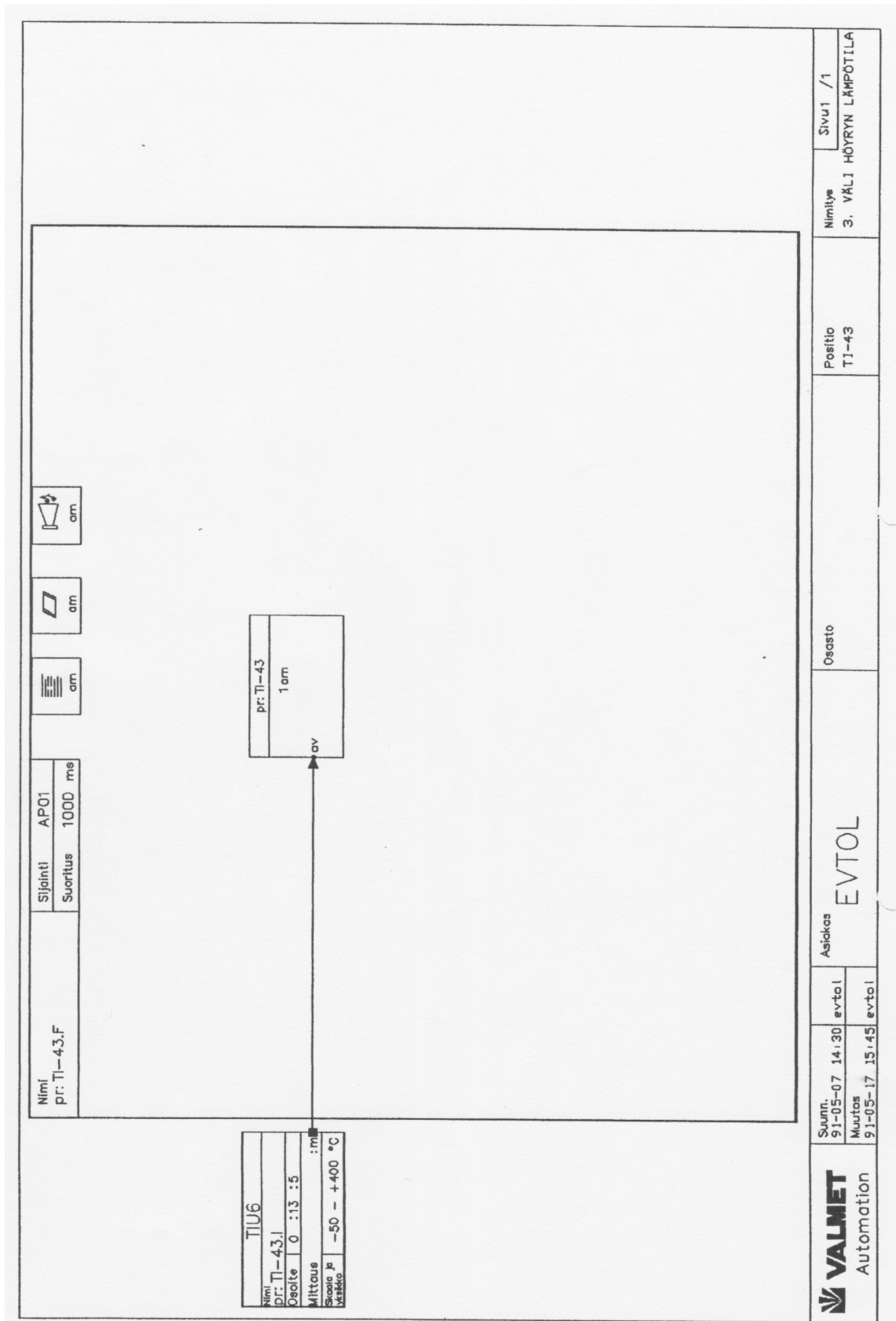


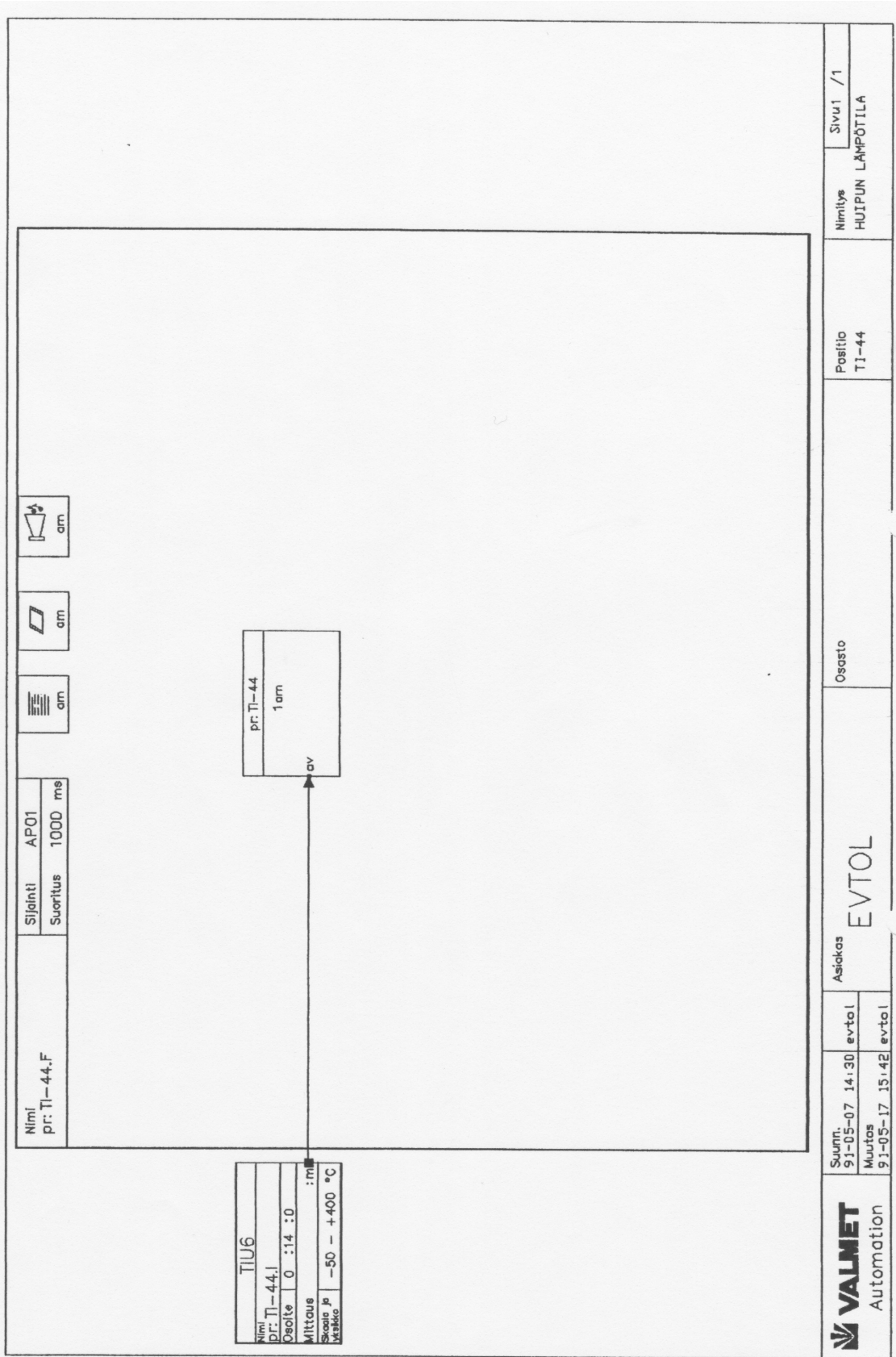
Nimi	Sijainti	AP01
pr: TI-42.F	Suoritus	1000 ms

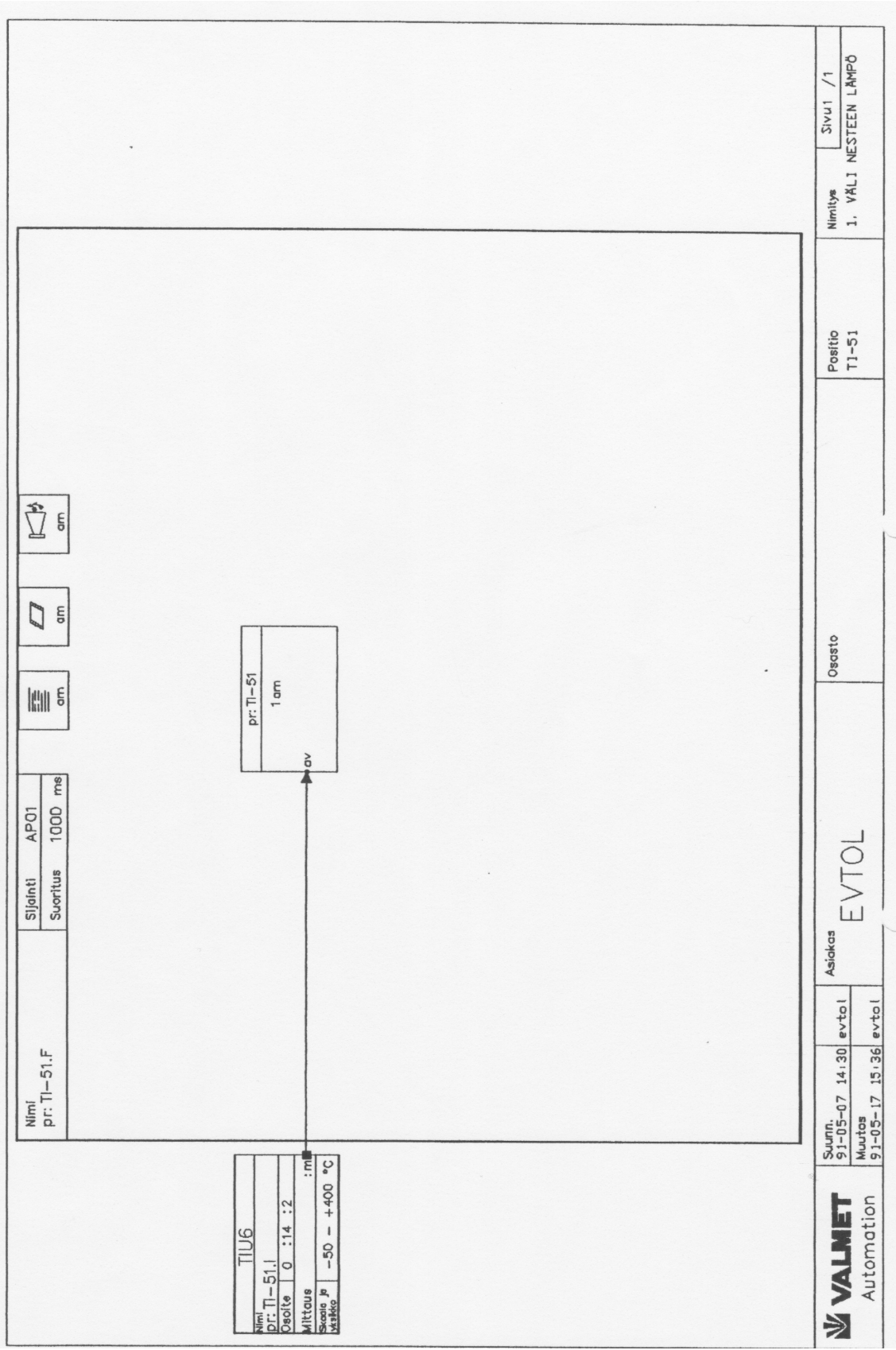
Nimi	TIU6
pr:	TI-42.I
Osote	0 :13 :4
Mittaus	:m
Skala	1
Yksikkö	-50 -- +400 °C

	Suunn. 91-05-07 14:30 evtol	Asiakas EVTOL	Osasto	Positio TI-42	Nimitys 2. VÄLI HöRYN LÄMPÖTILA	Sivut /1
	Muutos 91-05-17 15:48 evtol					









TIU6  
Nimi pr: TI-51.I  
Osote 0 :14 :2  
Mittaus :m  
Suoritustemperatuuri -50 - +400 °C

Nimi pr: TI-51.F  
Sijainti Suoritus  
AP01 1000 ms



pr: TI-51  
1 am



Suunn. 9.1-05-07 14.30 evtal  
Muutos 9.1-05-17 15.36 evtal

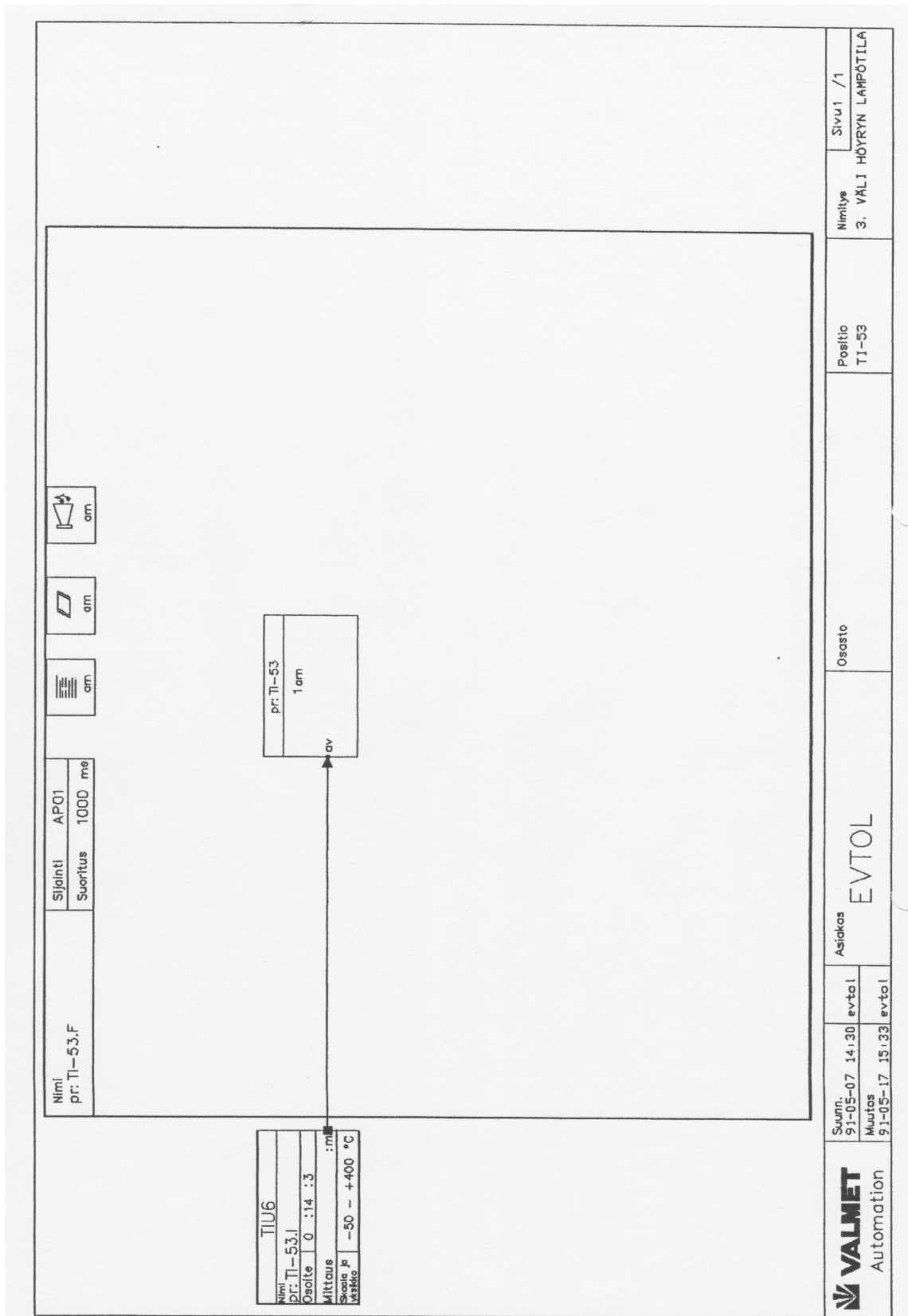
Asiakas  
EVTOL

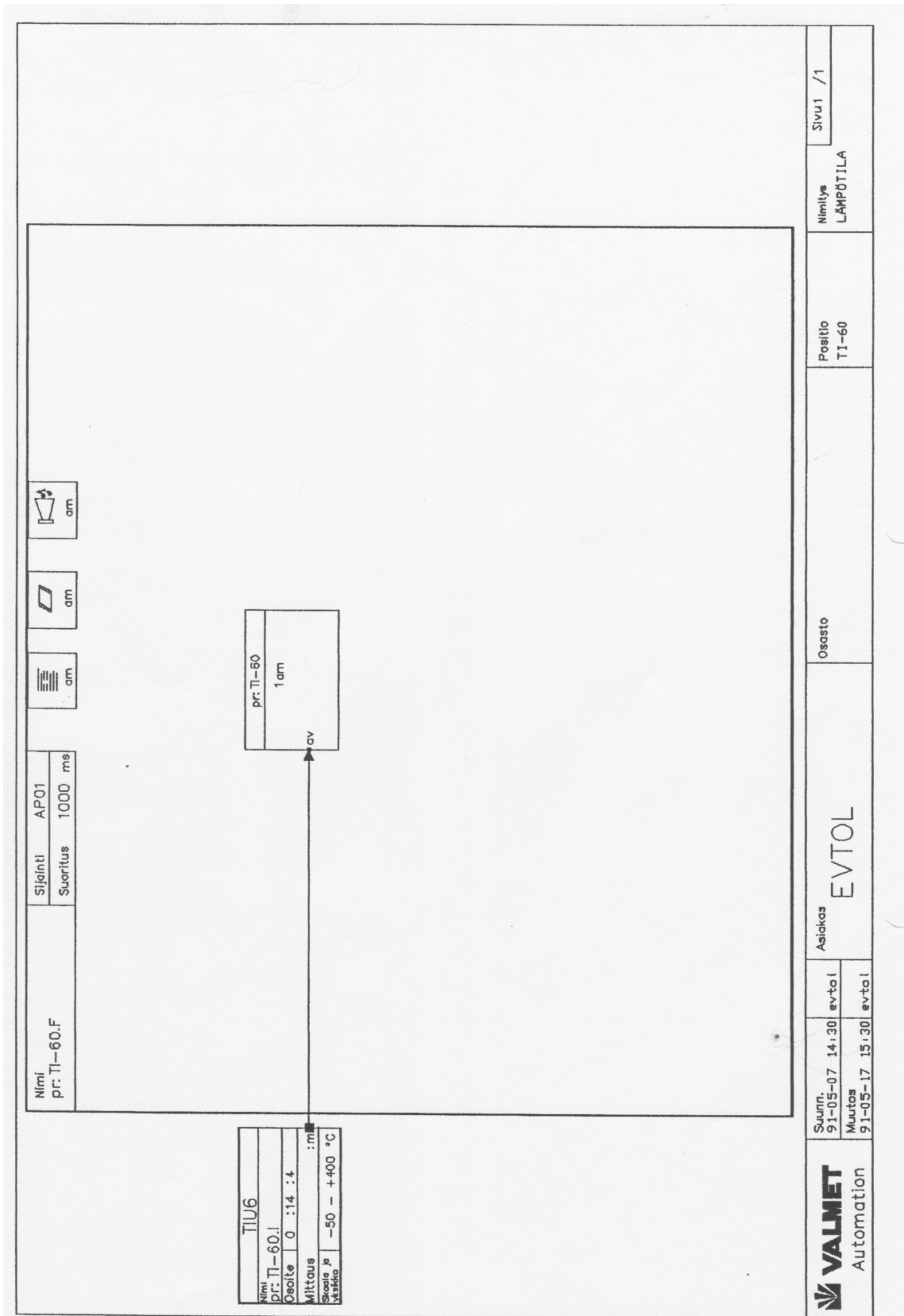
Osasto

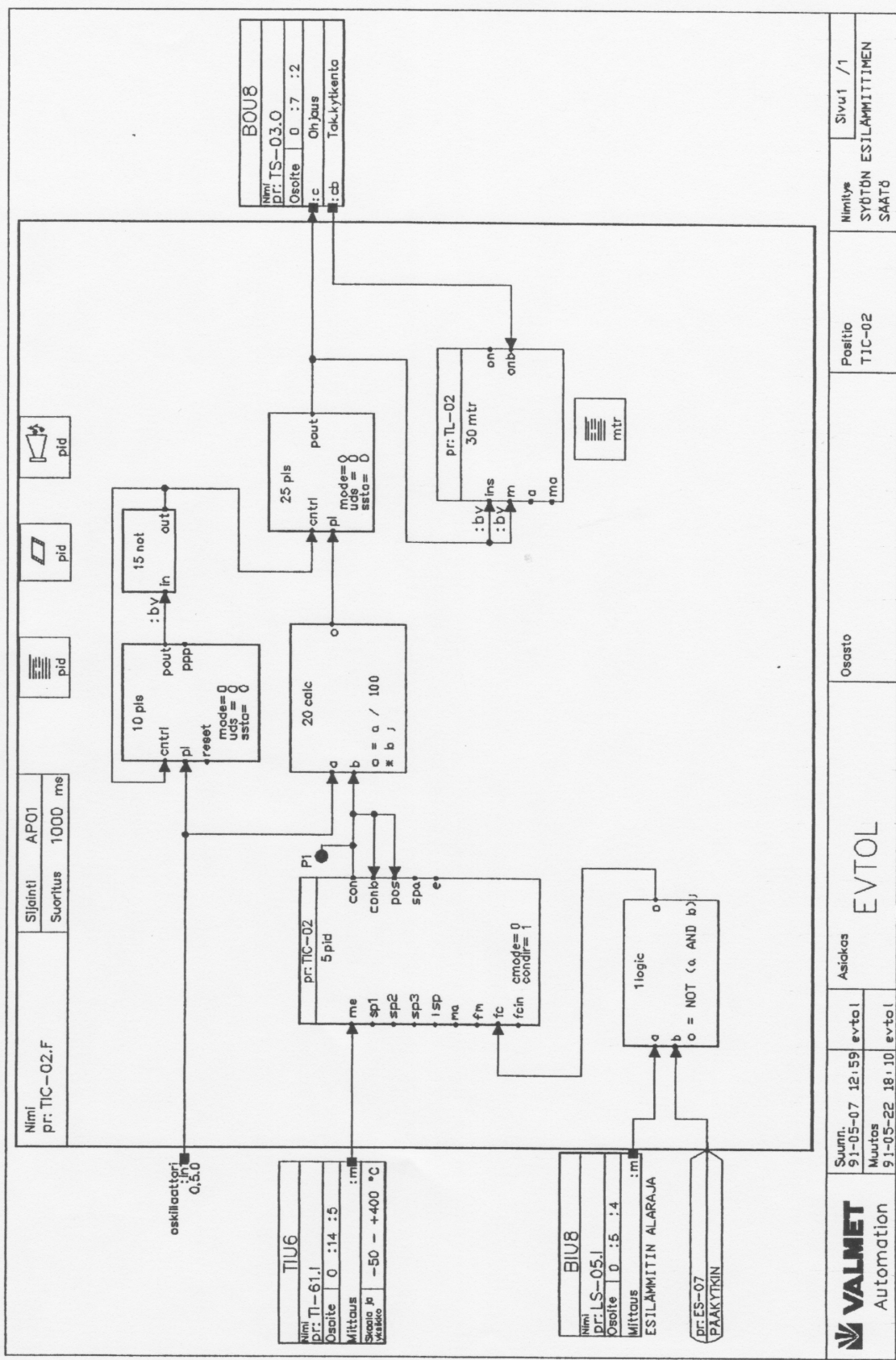
Positio  
TI-51

Nimitys  
1. VÄLI NESTEEN LAMPÖ

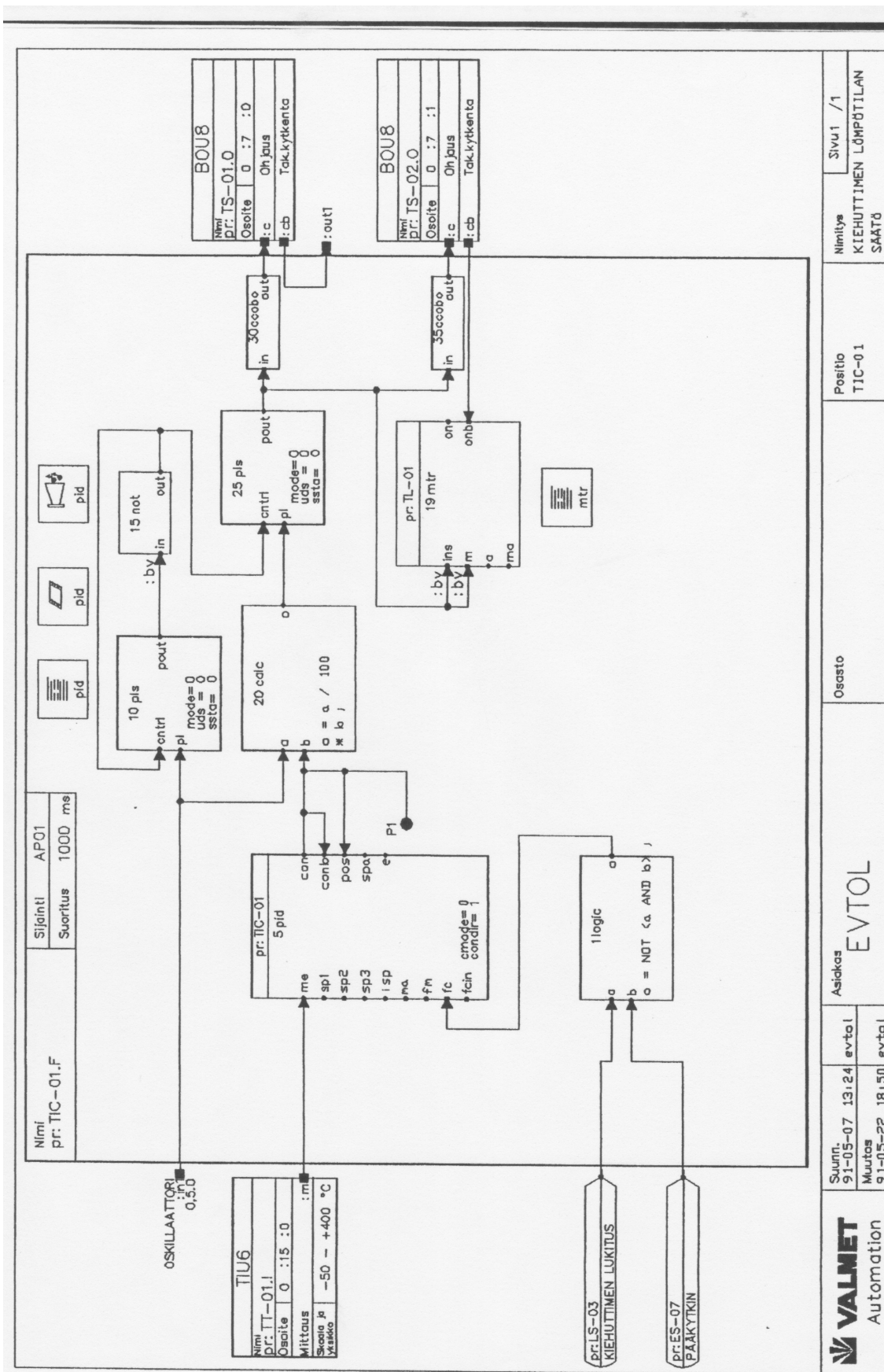
Sivu 1 / 1





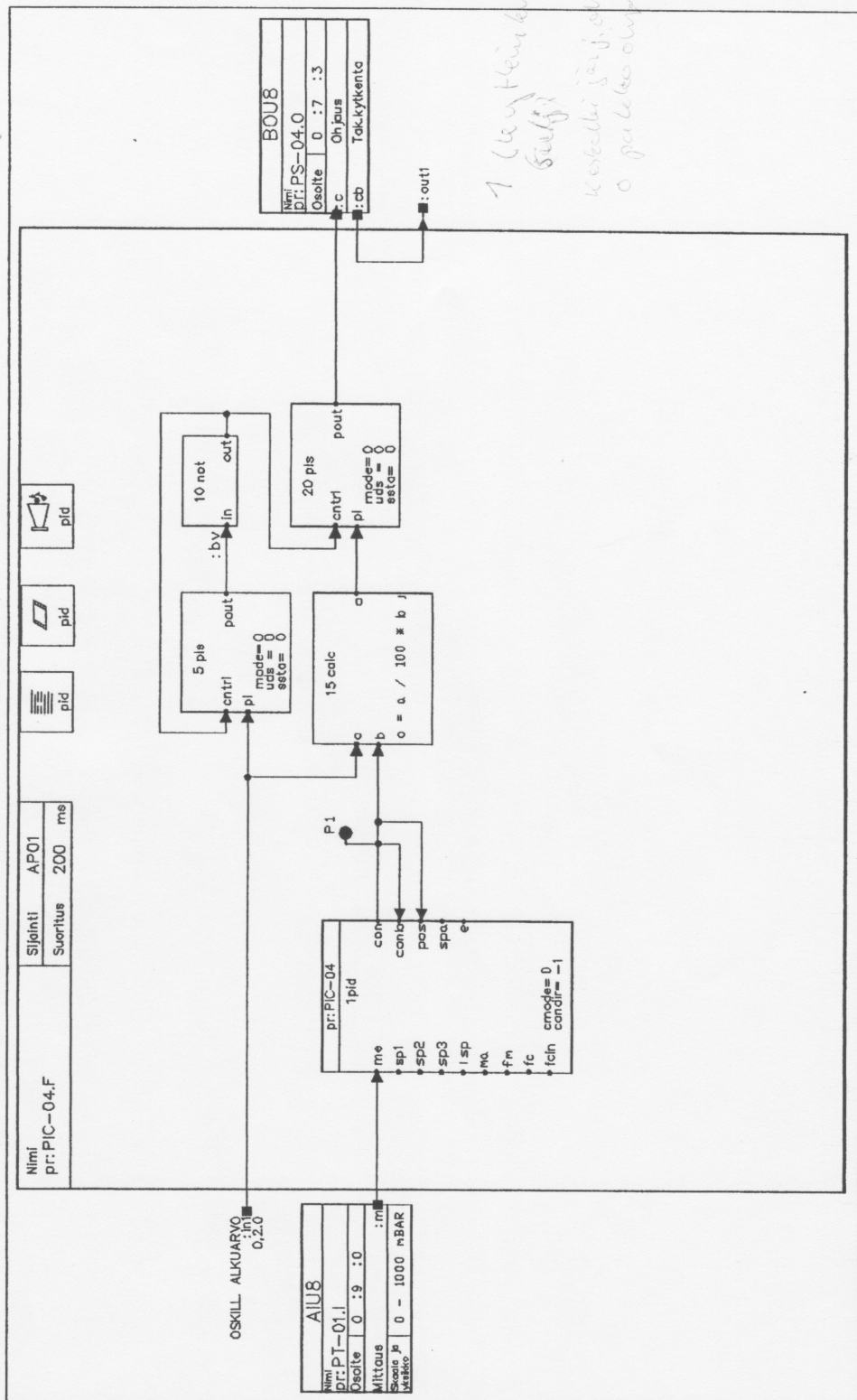


	Suunri. 91-05-07 12:59 evtal	Asiakas	EVTOL		Osasto	Positio TIC-02	Nimitys SYÖTÖN ESILÄMMITTIMEN SAATÖ	Sivu1 /1
	Muutos 91-05-22 18:10 evtal							



<b>VALMET</b> Automation	Suunn. 9.1.05-07 13.1.24 evta l Muutos 9.1.05-22 18.1.50 evta l	Asiakas <b>EVTOL</b>	Osoite	Positio TIC-01	Nimitype KIEHUTTIMEN LÖMPÖTILAN SÄÄTÖ	Sivuu 1 / 1
-----------------------------	--	-------------------------	--------	-------------------	---	-------------

*EL-Logot*



*1 Käynnin alkuarvo  
Käynnin säätö  
0 parakeho*

Nimi	Sijainti	AP01
pr: PIC-04,F	Suoritus	200 ms



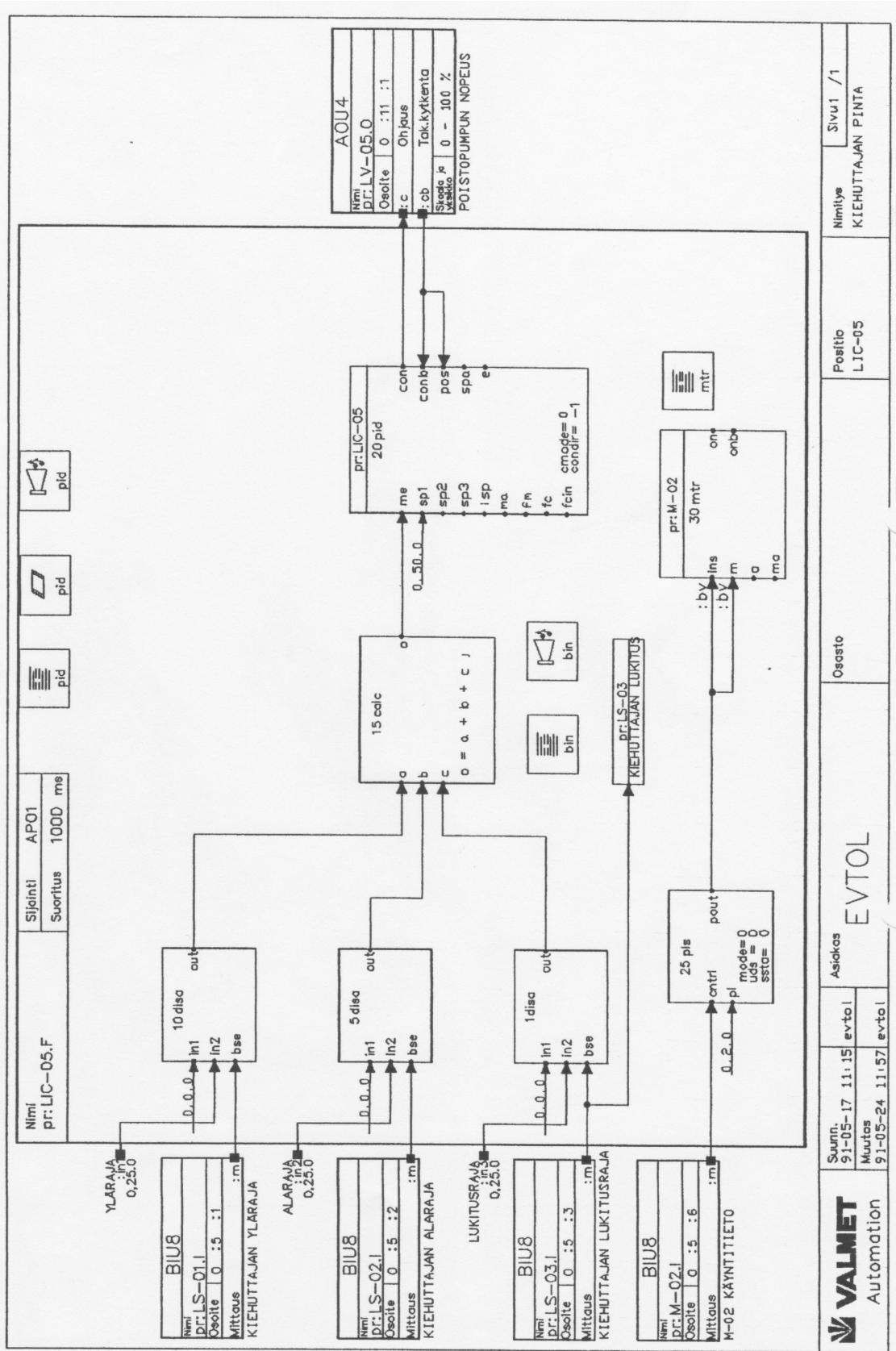
Nimi	AIUB
Dr: PT-01.i	
Oskite	0 : 9 : 0
Mittaus	: m
Skala	0 - 1000 mBAR

Nimi	BOUB
Dr: PS-04.0	
Oskite	0 : 7 : 3
Ohjaus	: c
Takkytkenta	: cb

Suunn. 91-05-07	13.34	evtol	Asiakas EVTOL	Oscosto	Positio PIC-04	Nimitys PAINEN SÄÄTÖ	Sivu 1 / 1
	Muutos 91-05-24	11.36					







<b>TYÖN TURVALLISUUSANALYYSI</b>	Analyysin pvm: 24.2.2014 Liite: Etanolin KTT Versio 1.0 Sivu 1(1)
Kohde: <u>Prosessilaboratorio A141 / Metropolia Ammattikorkeakoulu</u>	
Työ: <u>Tislauskolonnin ajo</u>	
Laajajat: <u>Anette Gustafsson, Sanna Järvinen ja Lauri Toivonen</u>	

Tehtävän vaihe/työvaihe	Vaara	Vaaran syy	vakavuus	riski	Parannustoimenpiteet
Portaissa kulkeneminen	Kaatuminen	Kompastuminen/liukastuminen portaissa siirryttäessä kerroksien välillä ajon aikana.	Suuri	Kohtalainen	Kaiteesta kiinni pitäminen, matalapohjaiset työkenkät. Tietokoneen siirto alakertaan, jossa kaikki muu käyttö.
Jäähdytysveden päälle laitto	Veden joutuminen sähkölaitteisiin/-kaappiin, liukastuminen	Vesiletkojen irtoaminen liian suuresta käyttöpaineesta joltuen ja veden joutuminen kolonnin takana olevaan sähkökaappiin	Suuri	Pieni	Virtauksen rajoittaminen asemiss
Virtojen kytkeminen laitteistoon	Sähköisku	Märät kädet / voittuneet johdot	Suuri	Pieni	Pumppujen johrojen silmämääräinen tarkistus ennen kytkentää, käsien kuivaus
Virtauksen luku rotametritä	Päävamma	Rotametri tislaukolonnin vieressä kehikon sisällä	Suuri	Kohtalainen	Luku työkalverin kanssa, joka voi vaihtia pään liikeratoja
Näytteiden otto	Vuiloahaavat / palovamma / silmävamma	Kuunmia pintoja / nestettä ja lasitavarat	Pieni	Kohtalainen	Suojakäsineet, lasit ja laboratoriotakki
Tuoteanalyysit refraktometrillä	Kaatuminen / vuiloahaavat / silmävamma	Kävely näytteet kädessä viereiseen laboratorioon / lasitavarat	Pieni	Kohtalainen	Suojakäsineet, kori näytteille
Kolonnin alasaajo	Vuiloahaavat / palovamma / silmävamma / sähköisku	Virtheelminen alasaajo esim. jäähdytysveden sammumus ennen kuin kolonni jäähtynyt, voi jolttaa lasikolonnin rikkoutumiseen.	Suuri	Pieni	Suojakäsineet, lasit ja laboratoriotakki. Jäähdytysveden käsiventtiilille muustunskyftri kolonnin jäähdyttämisestä ennen veden katkaisua.
Yleinen työskentely	Tajuttomuus / sairaskohtaus	Vaaratilanteesta johnuut tajuttomuus/kyvyttömyys hakeutua hoitoon	Suuri	Pieni	Työskentely vain työparin läsnä ollessa.