Marko Kauppi

Polymeerin liuotuslaitteiston siirto Honeywell Experion PKS -järjestelmäohjaukseen.

Opinnäytetyö
Syksy 2019
SeAMK Tekniikka
Automaatiotekniikka

SeAMK
SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Sähköautomaatio

Tekijä: Marko Kauppi

Työn nimi: Polymeerin liuotuslaitteiston siirto Honeywell Experion PKS -järjestelmäohjaukseen.

Ohjaaja: Heikki Rajala

Vuosi: 2019 Sivumäärä: 43 Liitteiden lukumäärä: 2

Työn tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa BillerudKorsnäsin Pietarsaaren paperitehtaalla käytössä olevan polymeerijauheen liuotuslaitteiston siirtäminen nykyisestä erillisestä logiikkaohjausjärjestelmästä osaksi tehtaan prosessiautomaatiojärjestelmää.

Polymeerijauheen liuotuslaitteiston ohjauksessa oli käytetty Siemens Simatic S5 -logiikkaa. Kyseinen Simatic S5 -tuoteperhe on kuitenkin jo vanhentunut ja sen tuotanto lopetettu. Tästä syystä laitteiston ohjaus haluttiin uusia ja siirtää osaksi tehtaalla käytössä olevaa Honeywell Experion PKS -prosessiautomaatiojärjestelmää.

Vanhan logiikkajärjestelmän logiikkaohjelmaa ei ollut mahdollista hyödyntää uudessa järjestelmässä, joten logiikkaohjelma suunniteltiin ja toteutettiin kokonaan uusiksi uuteen järjestelmään.

Tehtaalla oli jo aiemmin tehty suunnitelmia kyseisen laitteiston ohjauksen siirtämisestä prosessiautomaatiojärjestelmään. Vaadittavia kytkentämuutoksia varten oli olemassa pääosin valmiit suunnitelmat. Tästä syystä kytkentämuutoksien suunnittelu on rajattu pois tästä työstä.

Tässä työssä on käyty lyhyesti läpi myös polymeerin liuotuslaitteiston toimintaa.

Avainsanat: prosessiautomaatio, automaatiojärjestelmä, Honeywell Exprerion PKS

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Engineering

Specialisation: Electric Automation

Author: Marko Kauppi

Title of thesis: Migrating the Polymer Dissolving Unit Control from Siemens Simatic S5 to Honeywell Experion PKS

Supervisor: Heikki Rajala

Year: 2019 Number of pages: 43 Number of appendices: 2

The subject of the thesis was to design and implement a migration for a polymer dissolving unit at the BillerudKorsnäs paper mill in Pietarsaari. The polymer dissolving unit was earlier controlled by Siemens Simatic S5 PLC. The company wanted to remove the old Simatic S5 logic controller and use their Honeywell Experion PKS process automation system to control the dissolving unit. Simatic S5 is a very old product family and it is no longer manufactured, so it is hard to find spare parts for the system.

It was not possible to use the old logic programs from Simatic S5, so the logic programs had to be completely redesigned for the Experion PKS system. This thesis discussed the design and making of logic programs and human-machine interfaces. Electrical engineering was not included in this project. In the thesis, it was also described briefly how a polymer-dissolving system works.

Keywords: process automation system, Honeywell Exprerion PKS, migration, process automation.

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä 2
Thesis abstract 3
SISÄLTÖ 4
Kuvaluettelo 6
Käytetyt termit ja lyhenteet 8
1 JOHDANTO 9
1.1 Työn tausta ja tavoite 9
1.2 Työn rakenne 9
1.3 Yritysesittely 10
AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT 11
1.4 Siemens Simatic S5 -järjestelmä 11
1.5 Honeywell Experion PKS -järjestelmä 12
1.5.1 Järjestelmäarkkitehtuuri 12
1.5.2 PMD Controller 13
1.5.3 Sovellussuunnittelu 13
1.5.4 PMD-palvelin 14
1.5.5 HMIWeb-käyttöliittymä 15
2 POLYMEERIN LIUOTUSLAITTEISTON TOIMINTA 16
2.1 Jauheen annostelu 16
2.2 Ejektorisekoitin 17
2.3 Polymeerijauheen vaaka 19
3 OHJELMISTOJEN TEKO 21
3.1 Nykyiseen Siemens S5 -logiikkaohjelmaan perehtyminen 21
3.2 Laitteiston toimintakuvaus 21
3.3 Honeywell Experion järjestelmän I/O:n määrittely 23
3.4 Peruspiirien tekeminen Honeywell Experion -järjestelmään 23
3.4.1 Binääripiirit 24
3.4.2 Venttiilipiirit 25
3.4.3 Moottoripiirit 26
3.4.4 Hätäseis-piiri 27

3.4.5 Mittauspiiri 28
3.5 Sekvenssiohjauksen tekeminen Honeywell Experion -järjestelmään 29
3.5.1 Ensimmäinen askel (Begin) 30
3.5.2 Toinen askel (Piirit automaatille) 31
3.5.3 Kolmas askel (Vaakasäiliön täyttö) 32
3.5.4 Neljäs askel (Vesiannostelu) 32
3.5.5 Viides askel (Jauheen annostelu) 33
3.5.6 Kuudes askel (Ejektorien huuhtelu) 34
3.5.7 Seitsemäs askel (Lopputäyttö ja kypsytys) 35
3.5.8 Kahdeksas askel (Sekoittimen pysäytys) 35
3.5.9 Yhdeksäs askel (Siirto varastosäiliöön) 36
3.6 Ohjauskaavioiden tekeminen Honeywell Experion -järjestelmään 37
4 ASENNUKSET 39
4.1 Muutokset ohjauskeskukseen 39
4.2 Muutokset polymeerivaakaan 40
5 POHDINTA JA YHTEENVETO 41
LÄHTEET 42
LIITTEET 43

Kuvaluettelo

Kuva 1. Pietarsaaren tehdasalue (BillerudKorsnäs 2019)..... 10

Kuva 2. Siemens Simatic S5 -logiikka..... 11

Kuva 3. MIXO-polysarjan laitteistojen yksinkertaistettu PI-kaavio (Tohmo 2011, 21) 16

Kuva 4. Ejektorisekoittimen rakenne (Tohmo 2011, 22) 17

Kuva 5. Polymeerin liuotuslaitteisto Pietarsaaren tehtaalla..... 18

Kuva 6. Ejektorisekoittimet polymeerilaitteistossa..... 18

Kuva 7. Vaakapääte..... 19

Kuva 8. Polymeerijauheen vaaka..... 20

Kuva 9. Polymeerin liuotuslaitteiston PI-kaavio 22

Kuva 10. Järjestelmä I/O-taulukko 23

Kuva 11. Ilmanpaineen valvonta PS-4240 24

Kuva 12. Ejektoriveden virtauksen valvonta FS-4238..... 25

Kuva 13. Imusuppilon ylivuoto LS-4241..... 25

Kuva 14. Polymeerin liettosäiliön vesiventtiili HS-4235..... 26

Kuva 15. Polymeeri liettosäiliön pumppu M00500586 27

Kuva 16. Polymeerilaitteiston hätäseis XS-4242..... 28

Kuva 17. Polymeerijauhevaaka WIQ-4243 29

Kuva 18. Sekvenssiohjelman ylin taso..... 30

Kuva 19. Begin-askel..... 30

Kuva 20. Toinen askel (Piirit automaatille) 31

Kuva 21. Kolmas askel (Vaakasäiliön täyttö) 32

Kuva 22. Neljäs askel (Vesiannostelu) 33

Kuva 23. Viides askel (Jauheen annostelu) 34

Kuva 24. Kuudes askel (Ejektorien huuhtelu) 34

Kuva 25. Seitsemäs askel (Lopputäyttö ja kypsytys) 35

Kuva 26. Kahdeksas askel (Sekoittimen pysäytys) 36

Kuva 27. Yhdeksäs askel (Siirto varastosäiliöön) 37

Kuva 28. HMIWeb Display Builder 38

Kuva 29. Valmis ajokuva operointiaseman näytöllä 38

Kuva 30. Liuotuslaitteiston ohjauskotelo 39

Kuva 31. Vaakapäätteeseen lisätty analogialähtökortti 40

Käytetyt termit ja lyhenteet

I/O	Tulon ja lähdön lyhenne.
Migraatio	Tietojen siirtäminen uudempaan järjestelmään.
PLC	Ohjelmoitava logiikka.
Reunaliitin	Experion PKS järjestelmässä kaikki viestit ohjelmalohkosta sisään ja ulos kulkevat reunaliittimien kautta. Niistä voidaan lukea ja kirjoittaa tietoa eri ohjelmalohkoista tai I/O-liitännöistä.
Sekvenssi	Logiikkaohjelmoinnissa käytettävä rakenne, jossa ohjelma etenee askelmaisesti.
Skaalaus	Mitatun signaalin muunnos haluttuun yksikköön ja oikealle mittausalueelle.
Virtaviesti	Mittaus- ja ohjaussignaalin siirtotapa, jossa lähetettävä viesti skaalataan tavallisesti 4 – 20 mA:n virtasignaaliksi.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tavoite

Tämän työn tavoitteena on BillerudKorsnäsin Pietarsaaren paperitehtaalla käytössä olevan polymeerijauheen liuotuslaitteiston siirtäminen nykyisestä erillisestä logiikkaohjausjärjestelmästä osaksi tehtaan Honeywell Experion PKS -prosessiautomaatiojärjestelmää. Nykyinen ohjausjärjestelmä on toteutettu Siemens Simatic S5 -logiikkaohjausjärjestelmällä, joka on poistunut aktiivituotannosta jo useita vuosia sitten.

Ensimmäiset Simatic S5 -mallisarjan tuotteet on julkaistu jo vuonna 1979, ja se on ollut hyvin laajalti käytössä teollisuuslaitosten ja prosessien ohjauksessa. Viimeistenkin S5-tuoteperheen tuotteiden valmistus on kuitenkin lopetettu vuonna 2006. Siitä huolimatta järjestelmää näkee käytössä monessa paikassa vielä nykyäänkin. Siemens ei enää toimita varaosia yhteenkään S5-tuoteperheen malliin. Varaosien saatavuuden lisäksi myös muutoksien tekeminen ja vikatilanteiden selvittäminen on haastavaa, koska vanhaan järjestelmään tarvittavaa ammattitaitoa löytyy enää harvoilta vanhemmilta työntekijöiltä.

Vaihtoehtona olisi päivittää logiikkaohjaus uudempaan Simatic S7 -järjestelmään, mutta tässä tapauksessa tavoitteena on keskittää kaikkien prosessiin liittyvien laitteistojen ohjaus samaan prosessiautomaatiojärjestelmään.

Tavoitteena tässä työssä on suunnitella ja toteuttaa tarvittavat muutokset järjestelmään siirtoa varten, sekä luoda uuteen järjestelmään tarvittavat ohjelmistot.

1.2 Työn rakenne

Työn ensimmäisessä luvussa on kerrottu työn taustoista ja tavoitteista sekä esitelty opinnäytetyön tilannut yritys. Työn toisessa luvussa käsitellään eri automaatiojärjestelmiin liittyvää teoriaa. Kolmannessa luvussa on käyty läpi tehtaalla käytössä olevan polymeerilaitteiston toimintaa. Neljännessä luvussa on käyty läpi logiikkaohjelman suunnittelu ja toteutus. Viidennessä luvussa on käsitelty kenttälaitteiden

asennusta ja kaapelointia. Kuudennessa luvussa käydään läpi loppupäätelmiä työn onnistumisesta ja sen vaiheista.

1.3 Yritysesittely

BillerudKorsnäs on ruotsalainen metsäteollisuusyhtiö, joka on yksi maailman suurimpia pakkausmateriaalien, sellun ja erilaisten pakkausratkaisujen valmistajia. Yrityksellä on yhteensä kahdeksan sellu- ja paperitehdasta Ruotsissa, Suomessa ja Englannissa. Tämän lisäksi asiakaspalvelukeskuksia on kuudessatoista eri maassa. Tehtaista kuusi sijaitsee Ruotsissa, yksi paperitehdas Englannissa ja yksi paperitehdas Suomessa. Konsernin liikevaihto on noin 2 miljardia euroa ja henkilöstöä on yhteensä noin 4400 henkeä. (BillerudKorsnäs 2018.)

Pietarsaaren tehdas Suomessa on maailman johtava säkki- ja voimapaperin valmistaja. Paperia käytetään muun muassa jauho- ja sokeripakkauksiin, paperikasseihin ja teknisiin sovelluksiin, kuten hiomapaperiin sekä paperi- ja riisikääreisiin. Pietarsaaren tehtaalla valmistetaan kymmeniä eri paperilaatuja neliömassa-alueella 50 g/m^2–160 g/m^2.Tuotantokapasiteetti on n. 200 000 t / vuosi. Tehtaalla työskentelee noin 120 henkilöä. (BillerudKorsnäs 2018.)

Kuva 1. Pietarsaaren tehdasalue (BillerudKorsnäs 2019)

AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT

1.4 Siemens Simatic S5 -järjestelmä

Siemens Simatic S5 –tuoteperheen ensimmäiset mallit julkaistiin jo vuonna 1979. Vuonna 2002 Siemens ilmoitti S5-tuoteperheen varaosien saatavuuden ja teknisen tuen päättyvän. Kuitenkin vielä nykyään Simatic S5 -järjestelmää käytetään usein vanhojen laitteistojen ohjauksessa. Sen ylläpito ja huolto saattaa kuitenkin olla hyvin kallista ja varaosien saatavuus haastavaa. Lisäksi järjestelmän tuntevia osaajia on nykyään melko vähän. Tämän takia Siemens suositteleekin vanhojen järjestelmien uusintaa, eli migraatiota uudempaan vuonna 1995 julkaistuun Simatic S7 -järjestelmään. (Siemens 2019.)

Kuva 2. Siemens Simatic S5 -logiikka

1.5 Honeywell Experion PKS -järjestelmä

Experion PKS –automaatiojärjestelmä perustuu Honeywellin PMD (Process, Machinary, Drives) –teknologiaan. Ohjaukset on toteutettu erittäin suorituskykyisellä PMD Controller –kenttäohjaimella, joka myös liittyy useimpiin kenttäväylätyyppeihin ohjaustarpeiden mukaisesti. Ohjaimen suorituskykyä voidaan hyödyntää tuotantolaitoksen säätöjen toteutuksessa, nopeissa koneohjauksissa, sekä prosessisäädöissä. (Honeywell 2007.)

PMD-teknologia hyödyntää avointa Windows-pohjaista palvelin- ja käyttöliittymätekniikkaa sekä Ethernet-verkkotekniikkaa, joka mahdollistaa liitännän järjestelmän asemien välillä. (Honeywell 2007.)

1.5.1 Järjestelmäarkkitehtuuri

Experion PKS -järjestelmän arkkitehtuuri perustuu osastoon, joka rakentuu System Net –järjestelmäverkon ympärille. System Net on Ethernet-pohjainen vikasietoinen TCP/IP-verkko, joka myös integroi automaatiojärjestelmän osaksi tehtaan muita tietojärjestelmiä. Järjestelmän osasto sisältää seuraavia laitteita:

- **PMD Controller** –kenttäohjaimia, jotka huolehtivat I/O- tai kenttäväylään liitettyjen prosessien ja prosessilaitteiden ohjauksesta.
- **Sovellusaseman**, jossa määritellään automaatiojärjestelmän rakenne ja laaditaan sovellusmäärittelyt.
- **PMD-palvelimen**, joka toimii järjestelmän tietojen talletus- ja hakupaikkana, sekä huolehtii tiedonsiirron reitityksestä ja tapahtumien, sekä hälytysten käsittelystä.
- **HMIWeb**-käyttöliittymiä, jotka tarjoavat yhtenäisen ympäristön järjestelmän eri prosessien operointiin ja tietojen esittämiseen. (Honeywell 2007.)

Experion PKS -järjestelmäarkkitehtuurissa PMD Controller -kenttäohjaimet, HMIWeb-käyttöliittymät, sovellusasema ja PMD-palvelin liittyvät kukin suoraa System Net –järjestelmäverkkoon, mikä takaa luotettavan tiedonsiirron niiden välillä (Honeywell 2007).

System Net –verkossa jokaisella asemalla ja käyttäjällä on jatkuva yhteys järjestelmän PMD Controller –ohjaimiin, sekä muihin asemiin. System Net –verkko on rakennettu vikasietoiseksi. Verkko käyttää Honeywellin kehittämään FTE-verkkoprotokollaa (Fault Tolerant Ethernet). FTE-protokollassa vikasietoisuus saadaan aikaan tavallisilla standardinmukaisilla Ethernet-verkkolaitteilla. (Honeywell 2007.)

1.5.2 PMD Controller

PMD Controller sisältää kaksi itsenäistä kenttäväyläliitäntää. Ohjaimeen voidaan liittää niiden kautta erilaisia kenttälaitteita ja I/O-yksiköitä. PMD Controller sisältää myös ohjaussovelluksen ajoympäristön, jolla se hallitsee suoraa kenttäväylän takana olevaa prosessia, sekä kenttäväylään liitettyjä laitteita. Ohjaimeen on myös integroitu kaksikanavainen sarjaliitäntä, johon voidaan kytkeä kaksi RS485-standardin mukaista sarjaliikenneyhteyttä. Lisäksi ohjaimessa on Upline-väyläliitäntä, joka mahdollistaa kehikkopohjaisen I/O:n liittämisen järjestelmään. (Honeywell 2007.)

Ohjaimessa on monipuoliset ajonaikaiset kunnonvalvonta- ja muistinsuojaustoiminnot. Ne mahdollistavat sovelluksille turvallisen ja tehokkaan ajoympäristön. (Honeywell 2007.)

1.5.3 Sovellussuunnittelu

Sovellussuunnittelun työkaluohjelmat on asennettu sovellusasemalle. Järjestelmämäärittelyihin, sovellusmäärittelyihin sekä järjestelmän ylläpitoon käytettävät ohjelmat on sijoitettu PMD Builder -ohjelman alaistuuteen, jolloin ne on helppo avata yhden ikkunan kautta. Ohjelmilla määrätään järjestelmän rakenne, sekä prosessisäätöjen ja -logiikoiden toiminta. Myös järjestelmään liitetty kenttäväylä ja sen laitteet konfiguroidaan sovellusasemalle sijoitetuilla ohjelmilla. (Honeywell 2007.)

Sovellusasemalla on käytettävissä myös kuvaeditori HMIWeb Display Builder, jolla luodaan prosessin ajamisessa käytettävät näytöt ja kuvat (Honeywell 2007).

Experion PKS –järjestelmässä laadittu sovellus voidaan testata lohkokaaviomuodossa simuloimalla sovellusaseman kuvaruudulla. Simulointi voidaan suorittaa pelkällä sovellusasemallla tai sovellus voidaan testata yhdessä muun järjestelmän ja prosessin kanssa. Yhdessä järjestelmän ja prosessin kanssa testaamalla saadaan järjestelmästä ajossa olevista lohkoista elävät prosessisuureiden arvot näkyviin. Silloin voidaan varmistua, että suunniteltu sovellus toimii oikein. Kaikki sovellusmuutokset voidaan tehdä ja testata sovellusasemalla käytön aikana ohjattavan prosessin toimintaa häiritsemättä. (Honeywell 2007.)

1.5.4 PMD-palvelin

Järjestelmän tiedonsiirtoon ja käsittelyyn liittyvistä ydintehtävistä huolehtii PMD-palvelin. Se toimii tietojen talletus- ja hakupaikkana. Lisäksi palvelin huolehtii tiedonsiirrosta ja reitityksestä, hälytyksien ja tapahtumien hallinnasta, historiatietojen keruusta, raportoinnista ja näyttöjen talletuksesta sekä jakelusta käyttöliittymiin. (Honeywell 2007.)

PMD-palvelin toimii järjestelmän ohjelmistojen, järjestelmämäärittelyjen ja sovelluskonfiguraatioiden talletuspaikkana. Järjestelmän käynnistyksen yhteydessä PMD-palvelin lataa tarvittavat ohjelmistot ja sovelluksen PMD Controller –ohjaimille. Se huolehtii myös, että prosessinohjauksessa käytettävät tiedot ovat yhtäpitäviä tietovarastossa olevien tietojen kanssa. PMD-palvelin rakentaa reittikartat, joilla ratkaistaan tiedonsiirron reitit verkon läpi. (Honeywell 2007.)

Järjestelmässä on käytössä myös OPC-standardin mukainen rajapinta. Tämän rajapinnan kautta muut järjestelmät voivat lukea ja kirjoittaa tietoa järjestelmään. (Honeywell 2007.)

PMD-palvelimessa on käytettävissä historiankeruutoiminnot prosessinohjauksen tarpeisiin. Historiatietoja käytetään järjestelmässä trendien piirtoon, sekä raportteihin ja näyttöihin. Palvelin sisältää myös toiminnot hälytysten ja tapahtumien hallin-

taan ja esittämiseen. Prosessissa tapahtuvat hälytykset kerätään kronologiseen listaan, jota voidaan käsitellä erilaisilla toiminnoilla. Hälytykset voidaan esimerkiksi lajitella eri kriteerien, kuten hälytysalueen ja prioriteetin perusteella. Myös tapahtumat kerätään samanlaiseen listaan kuin hälytykset. Tapahtumiin tallentuvat esimerkiksi prosessin operointiin liittyvät käyttäjän tekemät ohjaukset. (Honeywell 2007.)

1.5.5 HMIWeb-käyttöliittymä

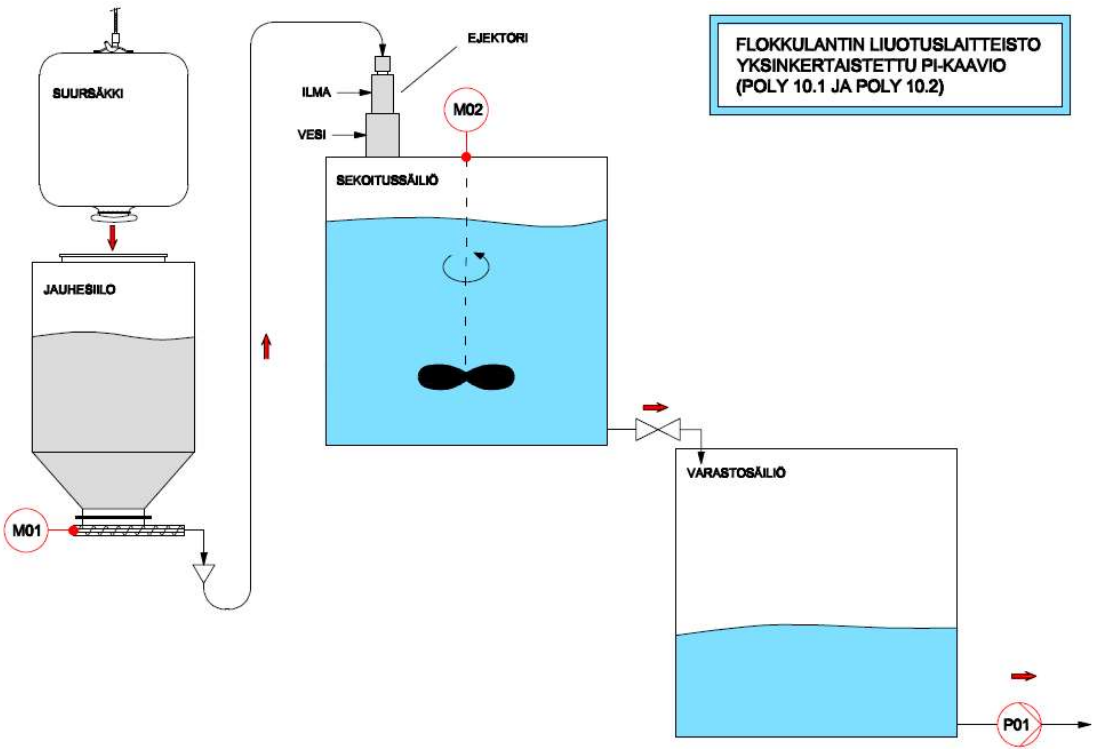
HMIWeb on Experion PKS –järjestelmän käyttöliittymä, joka tarjoaa yhtenäisen ympäristön järjestelmän eri prosessien operointiin ja tietojen esittämiseen. Käyttöliittymä perustuu web-pohjaiseen arkkitehtuuriin. Näyttöjen tallennusmuotona käytetään HTML-kieltä. Näyttöjä voidaan editoida kolmannen osapuolen työkaluilla ja niihin voidaan esimerkiksi liittää ActiveX-dokumentteja. (Honeywell 2007.)

2 POLYMEERIN LIUOTUSLAITTEISTON TOIMINTA

Polymeerin liuotuslaitteistoja valmistaa useita eri valmistajia ja niiden toimintaperiaatteet poikkeavat hyvin paljon toisistaan. Pietarsaaren tehtaalla käytössä oleva laitteisto on Turun asennusteamin toimittama MIXO-polysarjan polymeerin liuotuslaitteisto.

2.1 Jauheen annostelu

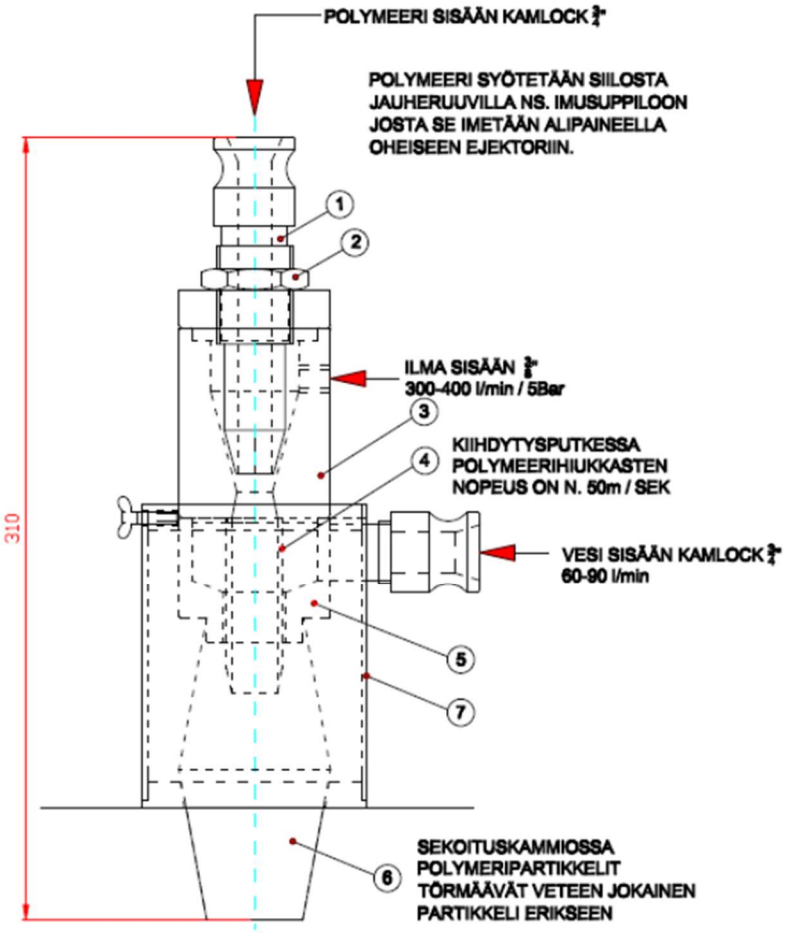
Tehtaalla käytössä olevassa MIXO-liuotuslaitteessa annostellaan aluksi jauhesiilosta haluttu määrä polymeerijauhetta ruuvikuljettimella vaakasäiliöön. Vaakasäiliöstä jauhe siirretään ruuvikuljettimella imusuppiloon, josta jauhe imetään kahdella ejektorilla alipaineen avulla sekoitussäiliöön. Vaakasäiliöön siirrettävän jauheen määrää muuttamalla voidaan seoksen väkevyyttä muuttaa.



Kuva 3. MIXO-polysarjan laitteistojen yksinkertaistettu PI-kaavio (Tohmo 2011, 21)

2.2 Ejektorisekoitin

Ejektorisekoittimeen annostellaan ilmaa ja vettä. Ilma saa jauhepartikkelit liikkumaan nopeasti kohti ejektorisekoittimen päässä olevaa sekoituskammiota. Sekoituskammiossa yksittäiset polymeeripartikkelit sekoittuvat veteen. Sekoituskammiosta syntynyt liuos siirtyy sekoitussäiliöön, jossa alkaa varsinainen sekoitus.



Kuva 4. Ejektorisekoittimen rakenne (Tohmo 2011, 22)

Sekoitussäiliössä syntynyt seos kypsyy noin 45 minuutin ajan. Sekoitussäiliön sekoitin on käynnissä koko kypsymisen ajan. Kypsymisajan jälkeen seos pumpataan varastosäiliöön ja uuden seoksen valmistus alkaa.

Kuva 5. Polymeerin liuotuslaitteisto Pietarsaaren tehtaalla

Kuva 6. Ejektorisekoittimet polymeerilaitteistossa

2.3 Polymeerijauheen vaaka

Polymeerijauheen punnituksessa käytetään Lahti Precisionin valmistamaa WB-902-annostelunohjausvaakaa. Vaa'an toiminta perustuu kahteen vaakasäiliön alla olevaan venymäliuska-anturiin. Vaa'an ruuvikuljetin ja jauheen imusuppilo ovat osa vaakasäiliötä, joten polymeerijauhe poistuu vaa'alta vasta ejektorisekoittimien imuletkuihin mennessään.

Kuva 7. Vaakapääte

Kuva 8. Polymeerijauheen vaaka

3 OHJELMISTOJEN TEKO

3.1 Nykyiseen Siemens S5 -logiikkaohjelmaan perehtyminen

Tehtaalta löytyi nykyisen ohjelmiston varmuuskopio, jota pystyttiin tutkimaan kytkeytymättä toiminnassa olevaan logiikkaan. Koska alkuperäiseen ohjelmistoon ei ole laitteen käyttöönoton jälkeen ollut tarvetta tehdä muutoksia ja laitteistosta oli olemassa kattava toimintakuvaus, päätettiin uusi ohjelmisto suunnitella tämän toimintakuvauksen pohjalta. Laitteen ohjaukseen tehtiin myös pieniä muutoksia laitteenkäyttäjiltä kerättyjen kommenttien perusteella. Toimintakuvaus päivitettiin tarvittavien muutosten mukaisesti ja siihen lisättiin uudet positiotunnukset.

3.2 Laitteiston toimintakuvaus

Sekvenssin ensimmäisessä vaiheessa käynnistyy jauhesäiliön jauheruuvin moottori *M00500582*, joka siirtää jauhetta polymeerijauheen varastosäiliöstä polymeerivaakasäiliöön. Siilon jauheruuvi pysähtyy, kun polymeerivaaka *WIQ-243* saavuttaa täynnä-rajan.

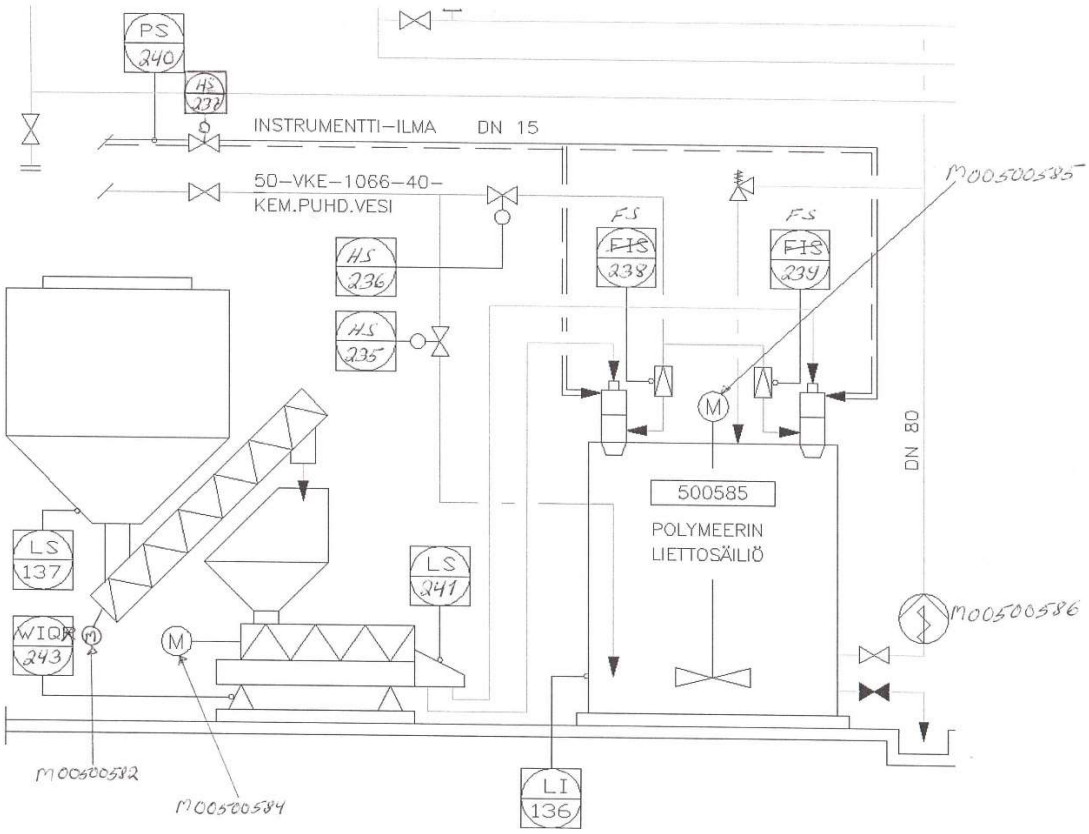
Venttiili *HS-235* avautuu ja polymeerin liittosäiliö alkaa täyttyä vedellä. Liittosäiliön pinnanmittauksen *LI-136* saavuttaessa välipintarajan 15 % alkaa polymeerijauheen annostelu.

Vesiventtiili *HS-235* sulkeutuu ja ejektorivesiventtiili *HS-236* avautuu. Liittosäiliön sekoitin *M00500585* käynnistyy, ejektorien ilmaventtiili *HS-237* avautuu ja polymeerivaa'an ruuvikuljetin *M00500384* käynnistyy. Ruuvikuljetin siirtää polymeerijauheen hitaasti vaakasäiliöstä imusuppiloon, josta se imetään sekoitusejektoreihin. Jos jauheen pinta imusuppilossa nousee ylärajalle *LS-241* yli kolmen sekunnin ajaksi, jauheen kuljetusruuvi pysähtyy ja seuraa hälytys. Kun ehdot palautuvat normaaliin tilaan, sekvenssin voi käynnistää uudelleen.

Vaakasäiliön *WIQ-243* saavuttaessa tyhjä-rajan alkaa 60 sekunnin viive, jonka jälkeen vaa'an ruuvikuljetin pysähtyy, ejektorivesiventtiili *HS-236* ja ejektorien ilmaventtiili *HS- 237* sulkeutuu.

Ejektorivesiventtiili *HS-236* avautuu ejektorien huuhtelemiseksi, ja sulkeutuu kun liettosäiliön pinta saavuttaa 70 %:n pinnankorkeuden. Liettosäiliön täyttöventtiili *HS-235* avautuu. Täyttövesiventtiili sulkeutuu, kun liettosäiliön pinnanmittaus *LI-136* saavuttaa yläpintarajan 98 %. Kypsymisajan kuluttua sekoitin *M00500585* pysähtyy.

Siirtopumppu *M00500586* käynnistyy, kun polymeerin varastosäiliön pinta laskee määrätylle tasolle ja siirtolupa varastosäiliöön on aktiivinen. Siirtopumppu pysähtyy, kun liettosäiliön alapintaraja saavutetaan. Sekvenssi käynnistyy automaattisesti uudelleen.



Kuva 9. Polymeerin liuotuslaitteiston PI-kaavio

3.3 Honeywell Experion järjestelmän I/O:n määrittely

Aiemmin tehdyissä alustavissa suunnitelmissa oli valmiiksi määritetty lähimmässä I/O-kehikossa vapaana olevat kanavat tarvittavia uusia piirejä varten. Koska nämä kyseiset I/O-kanavat olivat edelleen vapaana, päätettiin niitä käyttää vanhojen suunnitelmien mukaisesti.

POLYMEERIN LIETTO

POSITIO NIMI	POS.TUNNUS	JÄRJ.TUNNUS	LIITIN	PA	KP	KAN	SÄHKÖTUNNUS
EJEKTORI 1 VESIVIRTAUS	641-FS-238	FS-4238	BI1	PA6	7	0	
EJEKTORI 2 VESIVIRTAUS	641-FS-239	FS-4239	BI1	PA6	7	1	
EJEKTORIEN ILMANPAINE	641-PS-240	PS-4240	BI1	PA6	7	2	
POLYMEERI IMUSUPPILON YLIVUOTO	641-LS-241	LS-4241	BI1	PA6	7	3	
POLYMEERI LAITTEISTON HÄTÄSEIS	641-XS-242	XS-4242	BI1	PA6	7	4	
POLYMEERIJAUHE VAAKA	641-WIQ-243	WIQ-4243	ME1	PA6	1	2	0...50 kg
VESI POLYMEERIN LIETTOSÄILIÖÖN	641-HS-235	HS-4235	COP	PA6	6	10	
VESI EJEKTOREILLE	641-HS-236	HS-4236	COP	PA6	6	14	
PAINEILMA EJEKTOREILLE	641-HS-237	HS-4237	COP	PA6	6	15	
POLYMEERI VAAKA TÄYTTÖRUUVI		00500582	KES	PA6	7	5	LF0857M2
POLYMEERI VAAKA TÄYTTÖRUUVI			RNG	PA6	7	6	
POLYMEERI VAAKA TÄYTTÖRUUVI			STT	PA6	6	6	
POLYMEERI ANNOSTELURUUVI		00500584	KES	PA6	7	7	LF0857M1
POLYMEERI ANNOSTELURUUVI			RNG	PA6	7	8	
POLYMEERI ANNOSTELURUUVI			STT	PA6	6	7	
POLYMEERI LIETTOSÄILIÖN SEKOITIN		00500585	TUR	PA6	7	9	LF0857M3
POLYMEERI LIETTOSÄILIÖN SEKOITIN			KES	PA6	7	10	
POLYMEERI LIETTOSÄILIÖN SEKOITIN			RNG	PA6	7	11	
POLYMEERI LIETTOSÄILIÖN SEKOITIN			STT	PA6	6	8	
POLYMEERI LIETTOSÄILIÖN PUMPPU		00500586	KES	PA6	7	12	LF0857M4
POLYMEERI LIETTOSÄILIÖN PUMPPU			RNG	PA6	7	13	
POLYMEERI LIETTOSÄILIÖN PUMPPU			STT	PA6	6	9	
POLYMEERIN LIETTO	641-SEQ-244	SEQ-4244		PA6			
KEMIKAALISÄILIÖ 3:N PINTA	641-LI-134	LI-4134	VANHA				
POLYMEERI LIETTOSÄILIÖN PINTA	641-LI-136	LI-4136	VANHA				
POLYMEERIN JAUHESÄILIÖ ALARAJA	641-LS-137	LS-4137	VANHA				
POLYMEERIN LIUOTUSLAITTEISTO HÄL.	641-QS-138	QS-4138	VANHA	POISTUU			

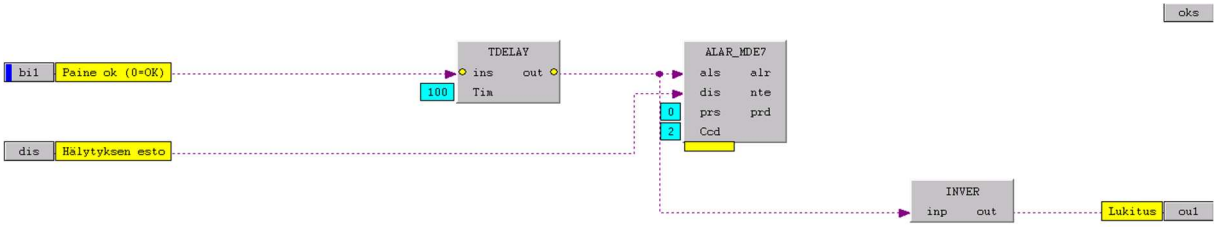
Kuva 10. Järjestelmä I/O-taulukko

3.4 Peruspiirien tekeminen Honeywell Experion -järjestelmään

Järjestelmän ohjelmointi tapahtuu PMD Block Builder -ohjelmalla. Ohjelmat tehtiin noudattamaan samaa ohjelmointikäytäntöä, kuin muut vastaavat piirit järjestelmässä. Myös reunaliittimien nimeämisissä pyrittiin noudattamaan Honeywellin yleistä käytäntöä, sekä yrityksessä ollutta käytäntöä. Jokaisesta piiristä laadittiin ensiksi toimintakuvaus, josta ilmenee sen toiminta ja siihen kytketyt hälytykset ja lukitukset. Nämä toimintakuvaukset ovat HTML-tiedostoja ja prosessinhoitajat saavat avattua ne suoraa operointiaseman ajokuvasta.

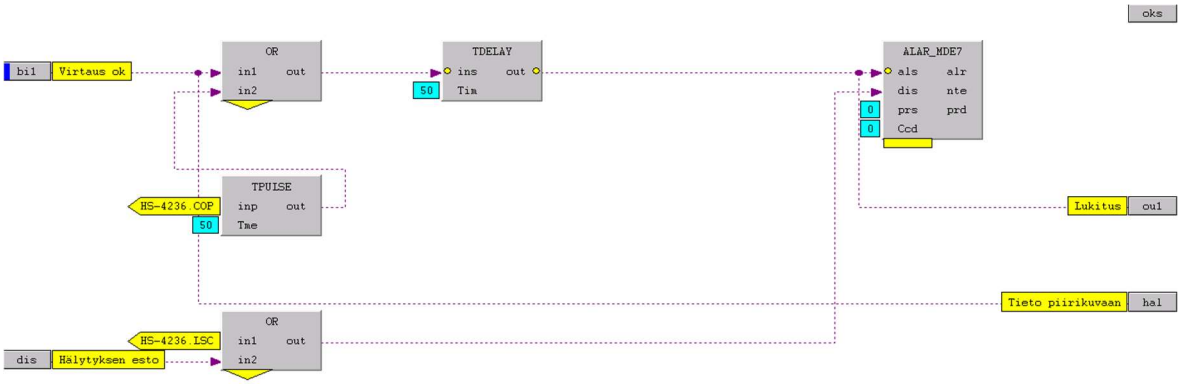
3.4.1 Binääripiirit

Ejektorien ilmanpainetta tarkkailevassa PS-4240-piirissä on käytössä 10 sekunnin viive hälytyksille, jolla estetään turhat hälytykset mahdollisista paineenvaihteluista. Ilmanpainekytkimen tieto on kytketty bi1-reunaliittimeen. Reunaliittimeltä signaali on kytketty TDELAY-lohkon kautta hälytyslohkoon. Mikäli bi1-tulon tila muuttuu ykköseksi, 10 sekunnin viiveen jälkeen TDELAY-lohkon lähdön tila vaihtuu ykköseksi ja hälytyslohko antaa hälytyksen matalasta ilmanpaineesta. Tieto luetaan ou1-reunaliittimestä lukituksena sekvenssiin ja tilatietona ohjauskuvaan.



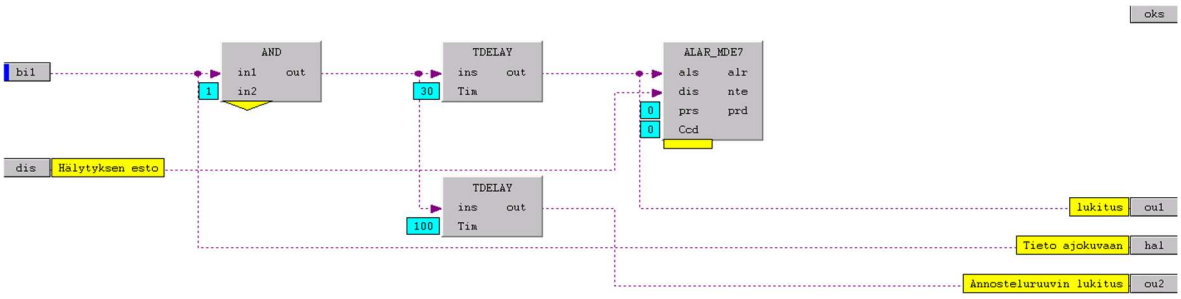
Kuva 11. Ilmanpaineen valvonta PS-4240

Ejektoriveden virtauskytkimen tieto on kytketty bi1-reunaliittimeen. Reunaliittimeltä tila luetaan OR-lohkon ja TDELAY-lohkon kautta hälytyslohkoon. TPULSE-lohkon sisääntuloon on kytketty ejektorivesiventtiilin auki-rajatieto. Kun ejektorivesiventtiili avataan, TPULSE-lohkon lähtö pysyy 5 sekuntia ykköstilassa. Mikäli 5 sekunnin aikana bi1-reunaliittimeen luettu virtaustieto menee ykköstilaan, pysyy OR-lohkon lähtö ykköstilassa. Mikäli virtaustieto jää nollatilaan, OR-lohkon lähtö menee nollaksi. Viiden sekunnin viiveen jälkeen myös TDELAY-lohkon lähtö menee nollaksi ja hälytyslohkosta tulee hälytys virtaushäiriöstä. Reunaliittimestä ou1 saadaan 5 sekunnin viiveellä toimiva lukitustieto ja hal-reunaliittimestä reaaliaikainen tieto ohjauskuvaan. Molempien ejektorien veden virtaukselle on mittaus, joka toimii täysin samalla tavalla.



Kuva 12. Ejektoriveden virtauksen valvonta FS-4238

Imusuppilon ylitäyttöä tarkkailevan kapasitiivisen anturin tieto luetaan piiriin bi1-reunaliittimestä. Tieto menee TDELAY-lohkon kautta 3 sekunnin viiveellä hälytyslohkoon. Ajokuvaan tieto menee reaaliaikaisesti suoraa bi1-reunaliittimeltä. Reunaliittimelle ou2 menee anturilta tieto TDELAY-lohkon kautta 10 sekunnin viiveellä. Tämä tieto pysäyttää ja lukitsee annosteluruuvin moottorin.

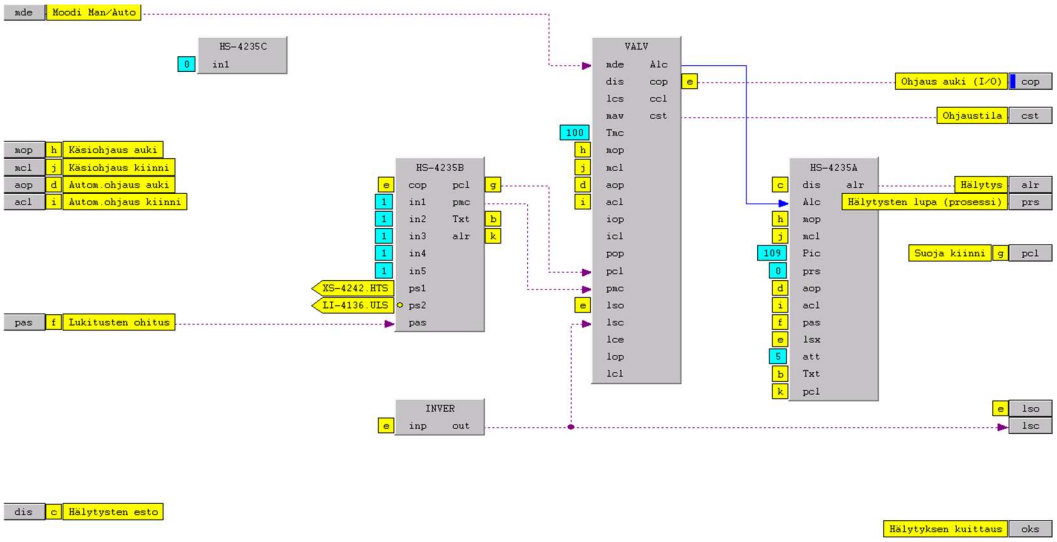


Kuva 13. Imusuppilon ylivuoto LS-4241

3.4.2 Venttiilipiirit

Venttiilipiireissä on käytetty VALV-venttiilinohjauslohkoa. Lohkoon on kytketty reunaliittimillä käsi- ja automaattiohjaukset. Laitteistossa käytetyissä venttiileissä ei ole raja-antureita, joten lohkoon on kytketty auki-raja suoraa VALV-lohkon ohjauslähdöstä ja kiinni-raja samasta ohjauslähdöstä invertoituna. Kaikkiin venttiilipiireihin on kytketty lukitustieto hätäseis-piiriltä. Lukitustilanteessa venttiili pakko-ohjataan kiinni. Hätäseis-piirin lukitus on kytketty HS-4235B-alilohkon in1-liittimeen. Muita lukituksia venttiilipiireihin ei ole kytketty, mutta alilohkorakenne mahdollistaa niiden lisäämisen tarpeen mukaan myöhemmin. HS-4235B-alilohkoon on määritelty myös

hälytykset lukitustilanteista. Venttiilin ohjaukseen liittyvät hälytykset on kytketty VALV-lohkolta HS-4235A-alilohkoon. Molemmissa vesiventtiileissä on lukitus liettosäiliön pinnanmittauksesta, joka asettaa ne suoja kiinni-tilaan pinnanmittauksen saavuttaessa 100 %.

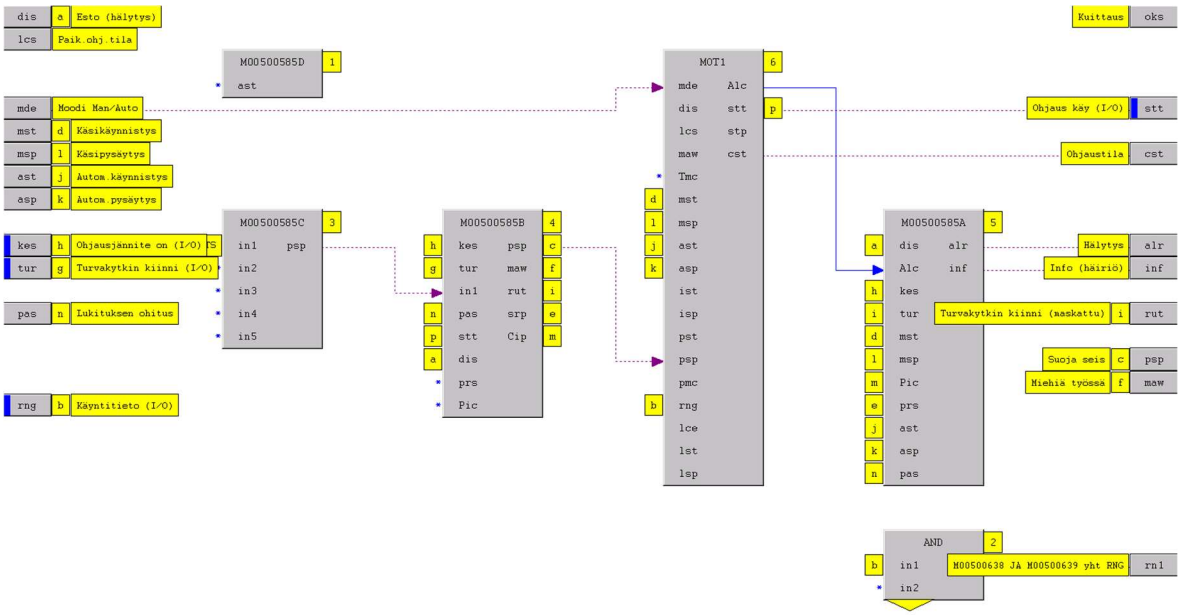


Kuva 14. Polymeerin liettosäiliön vesiventtiili HS-4235

3.4.3 Moottoripiirit

Moottorinohjauspiireissä on käytetty MOT1-moottorinohjauslohkoa, joka soveltuu yhteen suuntaan pyörivän moottorin ohjaukseen. Ulkoiset lukitustiedot on kytketty M00500586C-alilohkoon. Tähän alilohkoon kytketyt lukitukset on kytketty M00500586B-alilohkoon, jossa on määritetty myös lukituksien hälytykset. Alilohkoon M00500586B on kytketty myös lukitustieto keskusviasta ja turvakytkimeltä. Keskusvika moottoripiireissä on otettu moottorisuojakytkimiltä, ja se on kytketty järjestelmässä I/O-kanavan kautta kes-reunaliittimeen. Turvakytkin on käytössä ainoastaan liettosäiliön sekoittimen moottorilla. Turvakytkimen tieto on otettu turvakytkimen apukoskettimelta ja tuotu järjestelmässä I/O-kanavan kautta tur-reunaliittimeen. Kaikissa moottorinohjauspiireissä on kytketty lukitustieto hätäseis-piiriltä M00500586C-alilohkoon. MOT1-ohjauslohkoon on kytketty reunaliittimiltä käsi- ja automaattikäytön pysäytys- ja käynnistysohjaukset. Moottorin käyntitieto on otettu

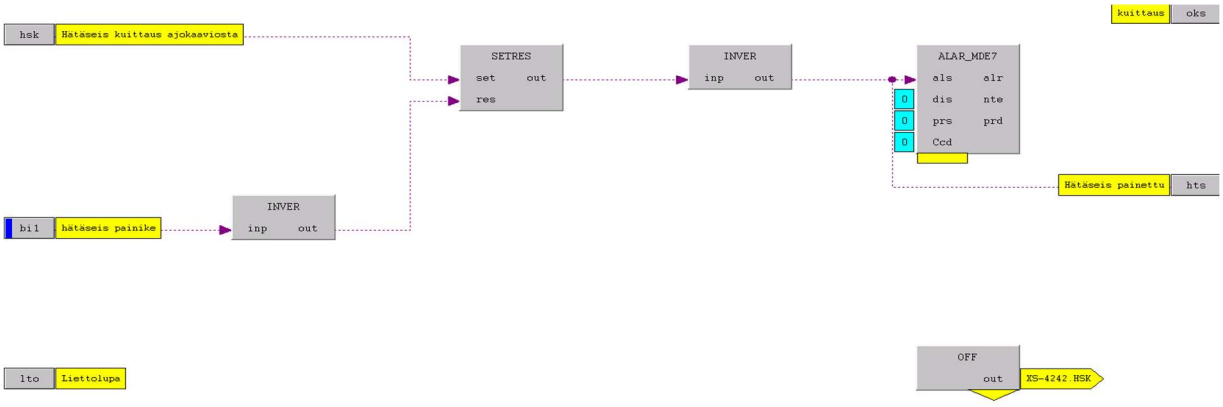
moottorin kontaktorilta ja se on tuotu I/O-kanavan kautta rng-reunaliittimeen. Käyntitieto on kytketty MOT1-lohkoon ja se luetaan myös tilatietona ajokuvaan. Moottorin ohjaukseen liittyvät hälytykset on kytketty MOT1-lohkolta M00500586C-alilohkoon.



Kuva 15. Polymeeri liettosäiliön pumppu M00500586

3.4.4 Hätäseis-piiri

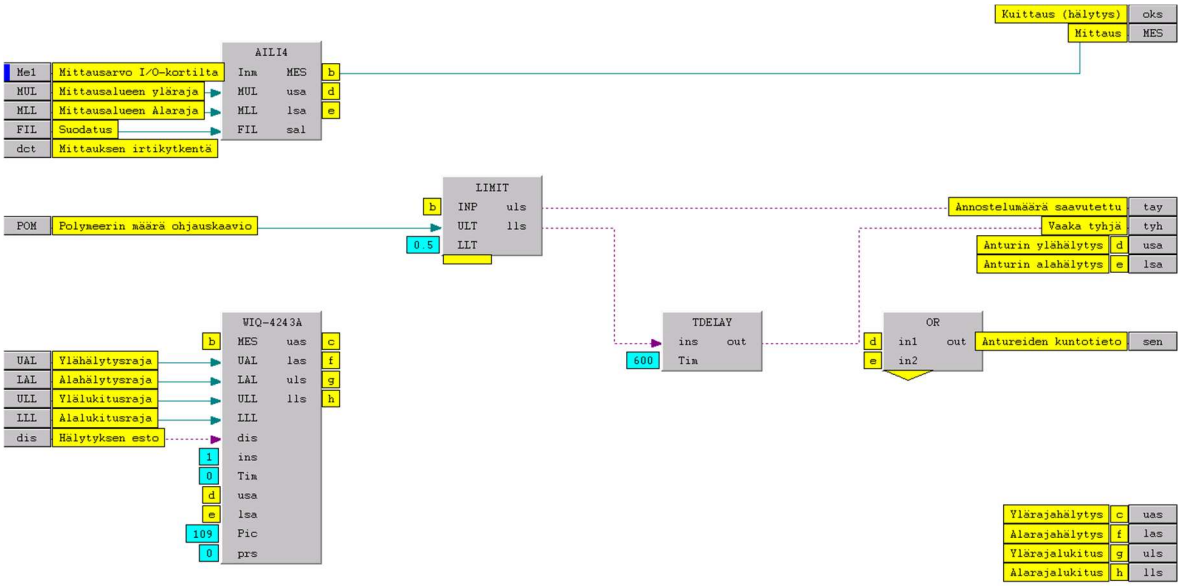
Hätäseis-painike on kytketty järjestelmään I/O-kanavan kautta bi1-reunaliittimeen. Ykköstilassa hätäseis-painike on normaalitilassa. Reunaliitin bi1 on kytketty SETRES-lohkoon ja SETRES-lohkosta INVER-lohkon kautta hälytyslohkoon ja hts-reunaliittimeen. Hätäseis-painiketta painettaessa SETRES-lohkon lähtö jää ykköstilaan, vaikka hätäseis-painike palautettaisiin normaaliasentoon. Tila pysyy, kunnes hätäseis painettu -tieto on kuitattu ajokuvasta. Muihin piireihin luetaan lukitustietona hts-reunaliittimen tilaa. Hätäseis-painikkeen painamisesta seuraa hälytys ja ajokuvassa on teksti hätäseis painettu. Hätäseis-piiri aiheuttaa piireihin suojalukitustilan, jolloin venttiileitä ei voida ohjata auki, eikä moottoreita voida ohjata käyntiin. Liettolupa-tiedon reunaliitin sijaitsee myös samassa piirissä. Tämän reunaliittimen tilaa muutetaan ajokuvasta liettolupa-painikkeella ja reunaliittimen signaali luetaan sekvenssilohkoon.



Kuva 16. Polymeerilaitteiston hätäseis XS-4242

3.4.5 Mittauspiiri

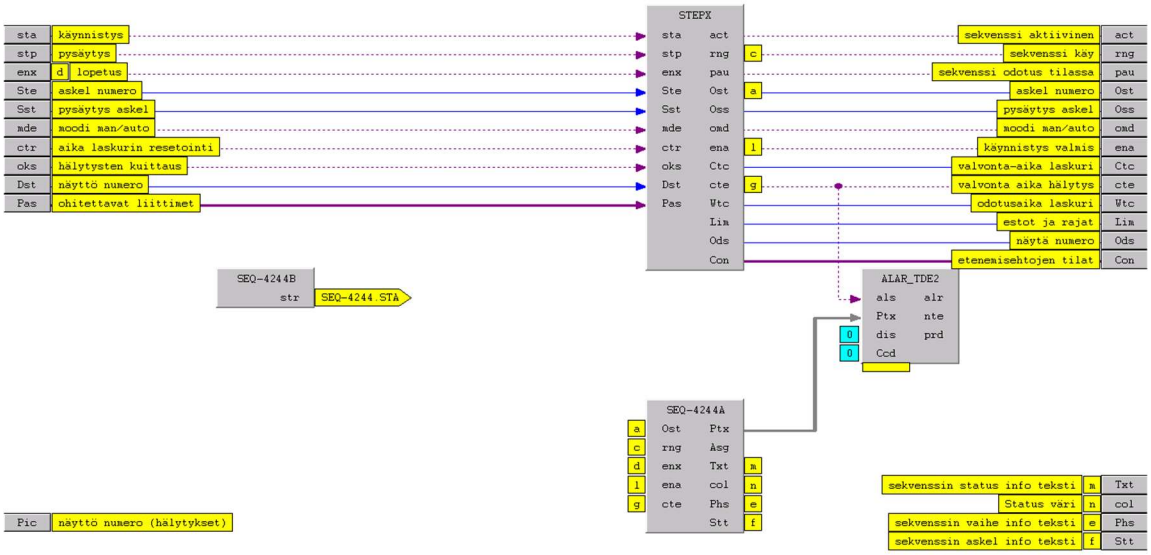
Polymeerijauheen punnitustieto otetaan polymeerijauheen vaa'assa olevalta analogiakortilta. Mittaustieto lähetetään vaa'alta järjestelmään virtaviestinä. Mittaus on kytketty järjestelmään I/O-kanavan kautta Me1-reunaliittimeen. Reunaliittimeltä mittaustieto luetaan AILI4-lohkoon. Lohko skaalaa mittauksen MUL- ja MLL-liittimissä määritellyn alueen välille. MUL-liittimessä määritellään mittausalueen yläraja ja MLL-liittimessä mittausalueen alaraja. Skaalattu mittaustieto luetaan MES-lohkon liittimestä. Mittaustieto luetaan LIMIT-lohkoon, joka vertailee punnittua määrää ohjauskaaviosta syötettyyn haluttuun jauheen määrään. Haluttu jauheen määrä tuodaan lohkolle POM-reunaliittimen kautta. Mikäli punnittu jauheen määrä on yhtä suuri tai suurempi kuin ULT-liittimessä määritetty yläraja, menee LIMIT-lohkon lähtö uls ykköstilaan. Tämä tieto luetaan tay-reunaliittimeen, jota käytetään annostelumäärä saavutettu -tietona sekvenssin ohjauksessa. Mikäli punnittu jauheen määrä on pienempi, kuin kiinteästi syötetty arvo 0,5 kg, menee LIMIT-lohkon lls-litiin ykköstilaan. Tämän liittimen tieto luetaan tyh-reunaliittimeen TDELAY-lohkon kautta. Reunaliittimen tietoa käytetään vaaka tyhjä -tietona sekvenssin ohjauksessa. Vaaka tyhjä -tieto annetaan reunaliittimelle 60 sekunnin viiveen jälkeen. Tämä varmistaa, että vaaka ja imuletkut ehtivät varmasti tyhjentyä jauheesta. Alilohkossa WIQ-4243A voidaan tarvittaessa asettaa mittaukselle ala- ja ylärajahälytykset, mutta tässä mittauksessa ne eivät ole käytössä.



Kuva 17. Polymeerijauhevaaka WIQ-4243

3.5 Sekvenssiohjauksen tekeminen Honeywell Experion -järjestelmään

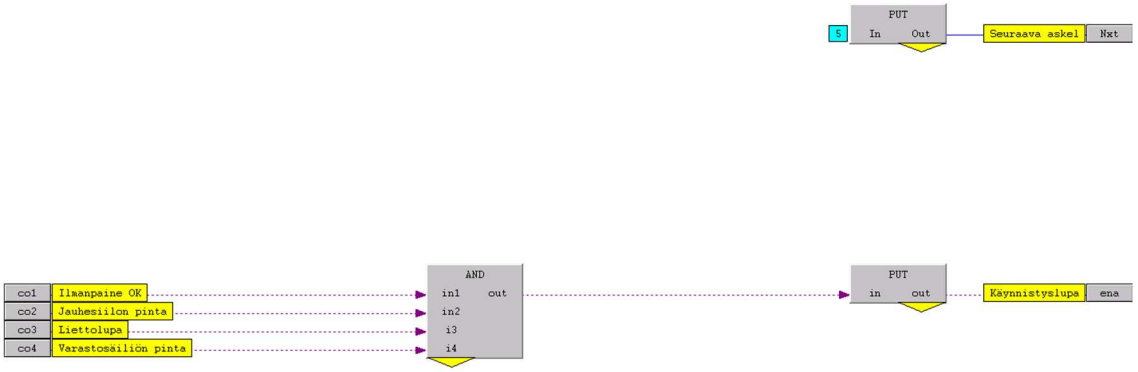
Ohjaussekvenssi koostuu kahdeksasta askeleesta, sekä aloitus- ja lopetusaskeleesta. Sekvenssiohjelman ylimmällä tasolla näkyvät reunaliittimet, joista sekvenssiä ohjataan, ja joista luetaan tietoa sekvenssin piirikuvaan. Ylimmällä tasolla on myös hälytyslohko ja alilohko, josta luetaan hälytyslohkoon hälytystekstiksi hälytyksen syy. Alilohkossa on määritetty lausekielellä eri askeleiden nimet ja tarvittavat hälytystekstit. Alilohkossa SEQ-4244B on sekvenssin automaattinen käynnistys. Varastosäiliön pinnan laskiessa alle 70 %:n luetaan siitä tieto tähän alilohkoon, ja sieltä annetaan käynnistyspulssi sekvenssin käynnistykseen. Sekvenssiohjauslohkot sijaitsevat STEPX-lohkon alla.



Kuva 18. Sekvenssiohjelman ylin taso

3.5.1 Ensimmäinen askel (Begin)

Ensimmäisessä askeleessa on määritetty sekvenssin käynnistysehdot. PUT-lohkossa määritetään seuraavan askeleen numero. AND-lohkoon on kerätty käynnistysehdot ja niiden toteutuessa siirrytään PUT-lohkossa määritettyyn askeleeseen. Käynnistysehtoina sekvenssille on ilmanpaine ok -tieto, jauhesäiliön pinta ei alarajalla -tieto, liettolupa aktiivinen -tieto sekä liettosäiliön pinta alle käynnistysrajan -tieto.



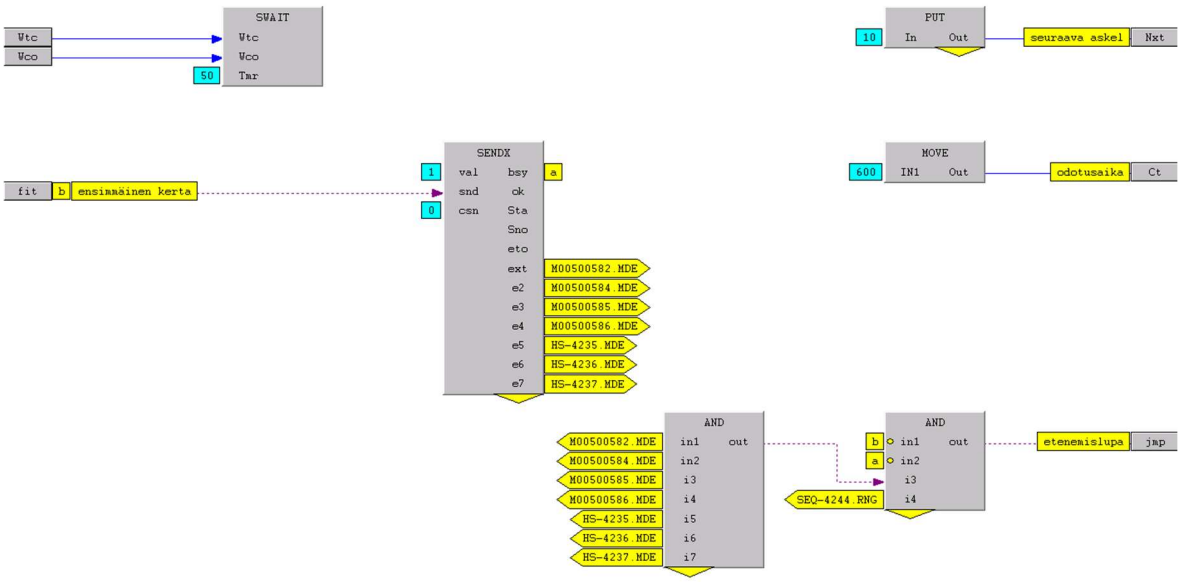
Kuva 19. Begin-askel

3.5.2 Toinen askel (Piirit automaatille)

Sekvenssin toisessa askeleessa asetetaan venttiilipiirit ja moottoripiirit automaattiohjaustilaan. SENDX-lohko suorittaa moodin muutoksen määritetyille piireille. SENDX-lohko käynnistyy snd-liittimen ykköstilalla. Joka askeleen ensimmäisen SENDX-lohkon snd-liitin on kytketty fit-reunaliittimeen, joka on vain askeleen ensimmäisen ohjelmakierron suorituksen ajan ykköstilassa. Silloin se suoritetaan askeleeseen saapumisen jälkeen vain kerran fit-reunaliittimen nousevalla reunalla. SENDX lohkon csn-liittimen arvolla määritellään, toimiiko käynnistys vain signaalin nousevalla reunalla vai jokaisella ohjelmakierrolla.

Sekvenssin kaikissa vaiheissa aloitus- ja lopetusvaihetta lukuun ottamatta on myös Ct-reunaliittimeen kytketty valvonta-aika. Valvonta-ajan pituus on määritetty sekunteina MOVE-lohkon tuloon ja kytketty siitä reunaliittimeen. Jos askeleesta ei siirrytä seuraavaan askeleen valvonta-ajan kuluessa, seuraa hälytys valvonta-ajan ylityksestä.

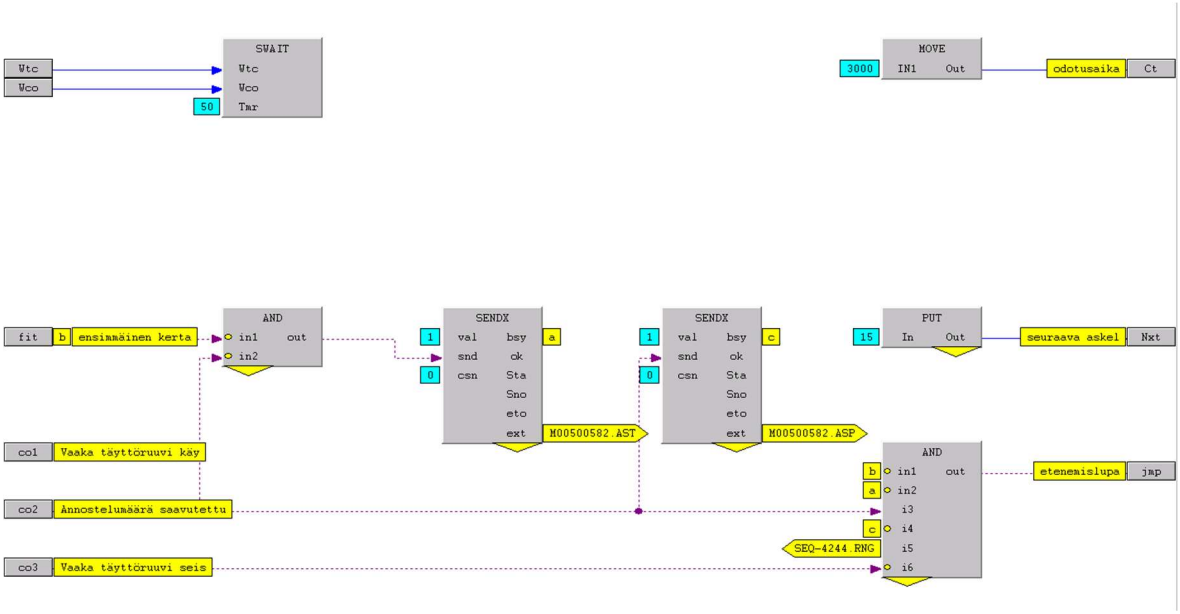
Kun SENDX-lohko on suoritettu ja kaikkien piirien tila on vaihtunut automaatille, siirtyy sekvenssi seuraavaan vaiheeseen.



Kuva 20. Toinen askel (Piirit automaatille)

3.5.3 Kolmas askel (Vaakasäiliön täyttö)

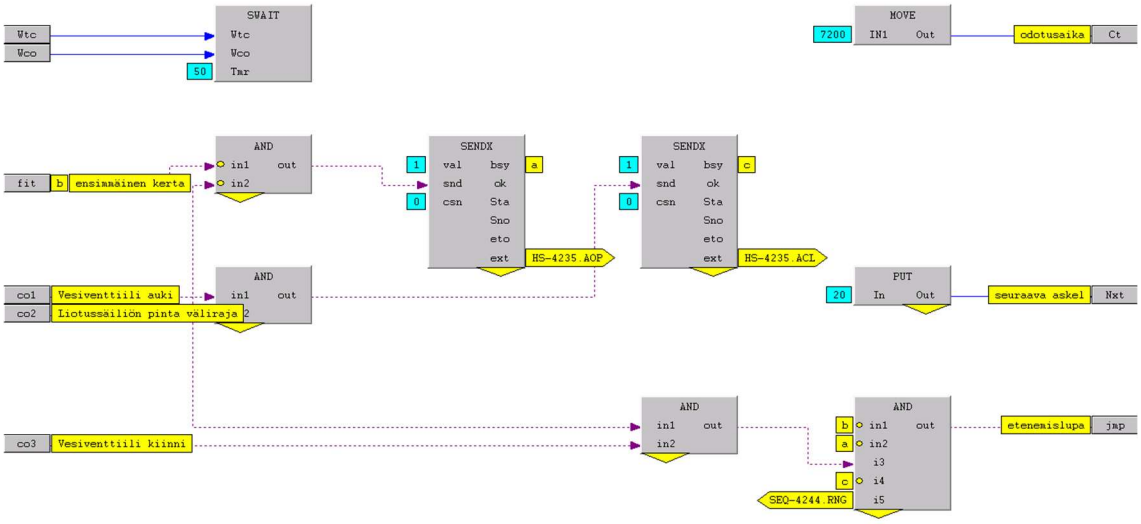
Tässä askeleessa SENDX-lohko käynnistää ensiksi ruuvikuljettimen moottorin, joka kuljettaa jauhetta vaakasäiliöön. Kun vaakasäiliön haluttu jauheen paino on saavutettu, pysäyttää toinen SENDX-lohko kuljettimen moottorin. Kuljettimen moottorin käyntitieto on luettu siirtymisehdoksi, samoin annostelumäärä saavutettu -tieto. Näiden ehtojen toteutuessa siirrytään seuraavaan askeleeseen.



Kuva 21. Kolmas askel (Vaakasäiliön täyttö)

3.5.4 Neljäs askel (Vesiannostelu)

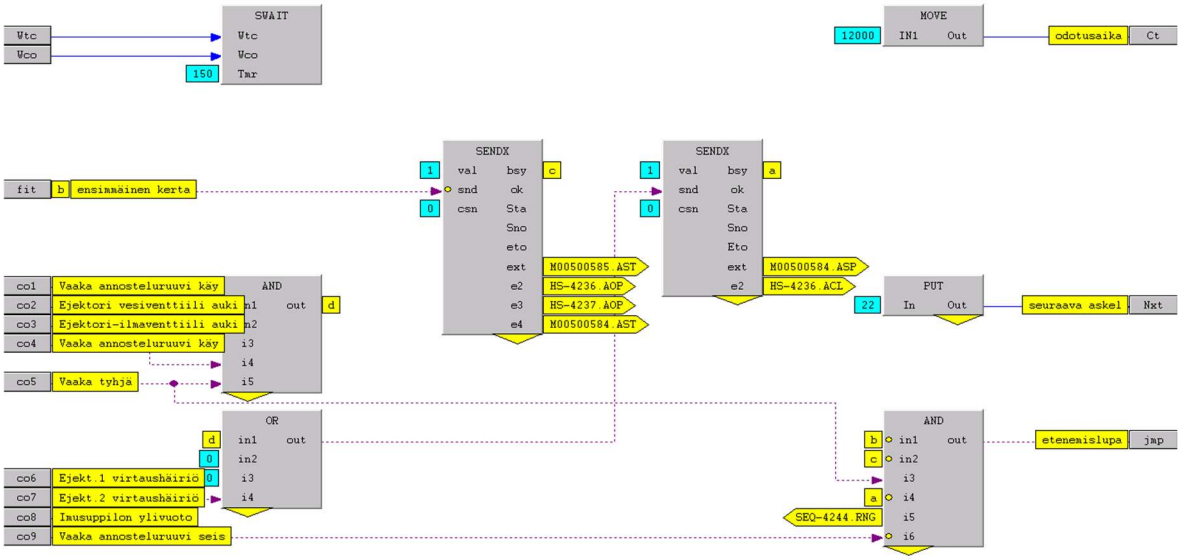
Tässä askeleessa täytetään liettosäiliön pinta välirajalle. Ensimmäinen SENDX-lohko avaa liettosäiliön vesiventtiilin. Kun liettosäiliön pinnanmittaus on saavuttanut välipintarajan, seuraava SENDX-lohko sulkee venttiilin. Siirtymisehtoina on pinnan välirajan tieto sekä vesiventtiili kiinni -tieto.



Kuva 22. Neljäs askel (Vesiannostelu)

3.5.5 Viides askel (Jauheen annostelu)

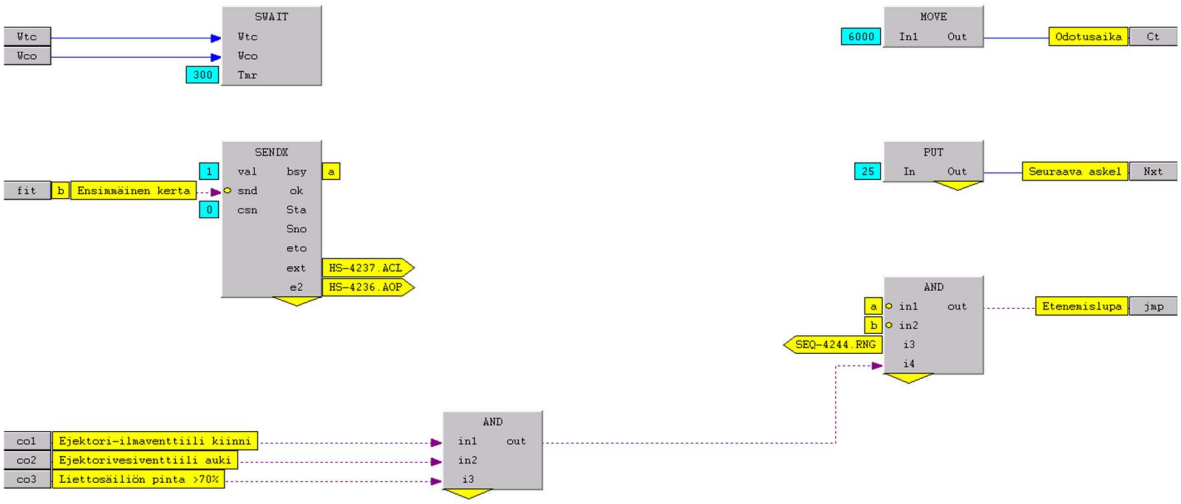
Tässä askeleessa käynnistetään aluksi ensimmäisellä SENDX-lohkolla liettosäiliön sekoitin, avataan ejektorivesiventtiili ja ejektori-ilmaventtiili, sekä käynnistetään vaakasäiliön ruuvikuljettimen moottori. Seuraava SENDX-lohko pysäyttää ruuvikuljettimen moottorin ja sulkee ejektorivesiventtiilin. Tämän SENDX-lohko suoritetaan, kun vaakasäiliö on saavuttanut vaaka tyhjä -rajan. Lohko suoritetaan myös vaa'an imusuppilon ylivuotoraja -hälytyksestä. Tällöin ruuvikuljetin jää pysähdyksiin ja ejektorivesiventtiili menee kiinni ja vikatilasta tulee hälytys. Ejektori-ilmaventtiili jää kuitenkin auki ja kuljetin voidaan tarvittaessa ajaa kuljettimen käsikäytöllä tyhjäksi vian korjaamisen jälkeen. Sekvenssi pysähtyy valvonta-ajan ylityttyä, jolloin se täytyy käynnistää piirikuvasta uudelleen. Sekvenssi jatkaa uudelleenkäynnistyksen jälkeen samasta askeleesta, mihin se on jäänyt. Sekvenssi jatkaa seuraavaan askeleeseen, kun kuljettimen moottori on pysähtynyt, ejektorivesiventtiili kiinni ja vaaka on tyhjä.



Kuva 23. Viides askel (Jauheen annostelu)

3.5.6 Kuudes askel (Ejektorien huuhtelu)

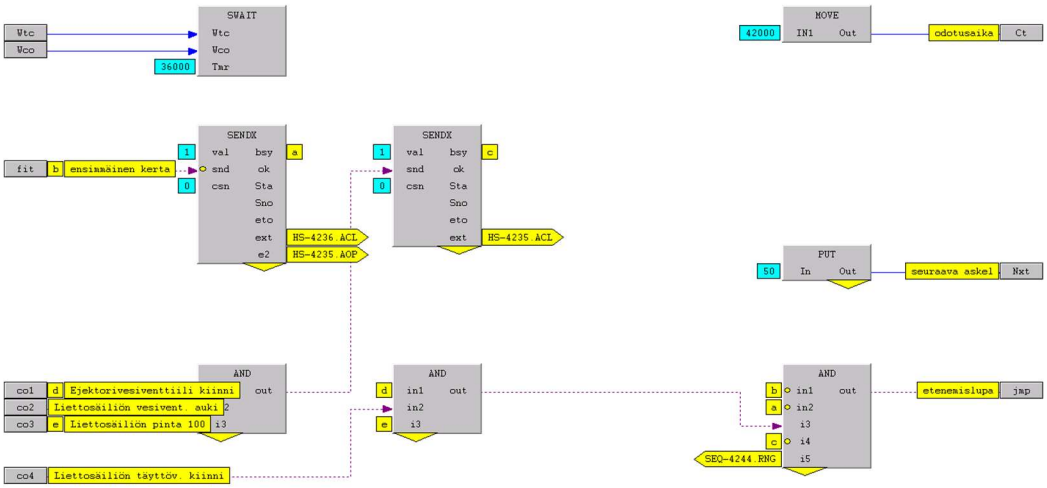
Tässä askeleessa suljetaan aluksi ejektorien ilmaventtiili. Sen jälkeen avataan ejektorivesiventtiilit ejektorien huuhtelua varten. Ejektorien kautta täytetään liettosäiliötä, kunnes liettosäiliön pinta saavuttaa 70 %. Tämän jälkeen sekvenssi siirtyy seuraavaan askeleeseen.



Kuva 24. Kuudes askel (Ejektorien huuhtelu)

3.5.7 Seitsemäs askel (Lopputäyttö ja kypsytys)

Tässä askeleessa suljetaan aluksi ejektorien vesiventtiili ja avataan liettosäiliön täyttöventtiili. Seuraava SENDX-lohko sulkee liettosäiliön täyttöventtiilin, kun liettosäiliö on saavuttanut täynnä-rajan. Sekvenssin lopussa on 60 minuuttia kestävä odotusaika seoksen kypsymistä varten. Sekvenssi siirtyy eteenpäin, kun ejektorien ilmaventtiili ja liettosäiliön pintaventtiilit ovat kiinni ja liettosäiliön pinta on täynnä rajalla.



Kuva 25. Seitsemäs askel (Lopputäyttö ja kypsytys)

3.5.8 Kahdeksas askel (Sekoittimen pysäytys)

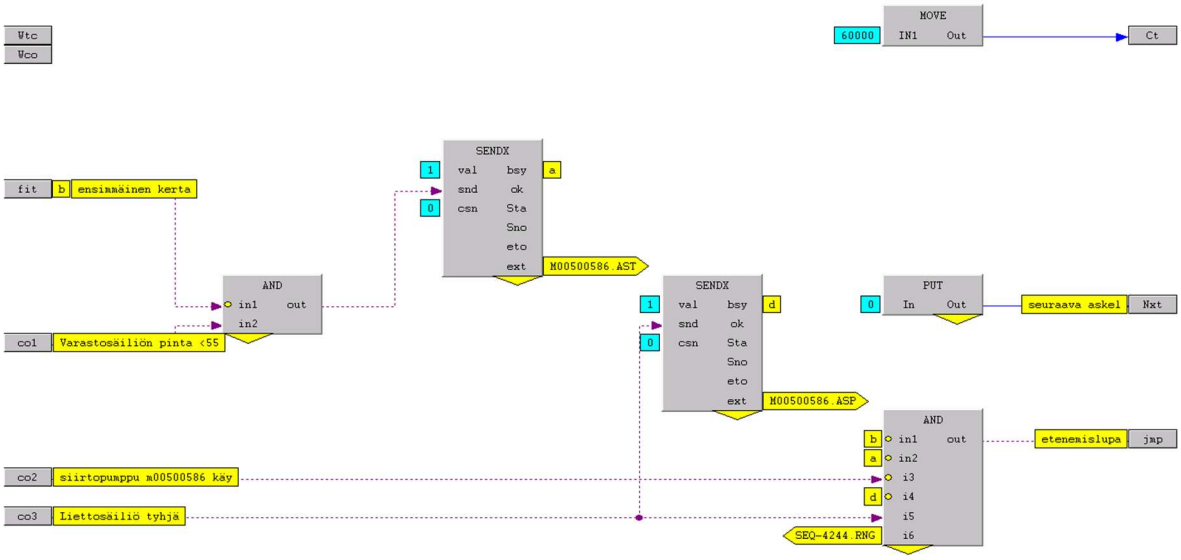
Tässä askeleessa ainoastaan pysäytetään liettosäiliön sekoitin. Seuraavaan askeleeseen siirrytään, kun sekoitin on pysähtynyt.

Kuva 26. Kahdeksas askel (Sekoittimen pysäytys)

3.5.9 Yhdeksäs askel (Siirto varastosäiliöön)

Viimeisessä askeleessa odotetaan aluksi, että polymeerin varastosäiliön pinta on laskenut 55 %:iin, jolloin valmis seos voidaan pumpata liettosäiliöstä varastosäiliöön. Kun varastosäiliön pinta on siirtorajalla, suoritetaan ensimmäinen SENDX-lohko, jossa käynnistetään liettosäiliön pumppu. Liettosäiliön pinnan laskettua liettosäiliö tyhjä-rajalle, pysäyttää seuraava SENDX-lohko liettosäiliön pumpun. Kun säiliö on tyhjä ja siirtopumppu pysähtynyt on sekvenssi valmis.

Tämän askeleen jälkeen tulee vielä END-askel. Tämä askel on tyhjä, mutta se vaaditaan aina sekvenssin loppuun.

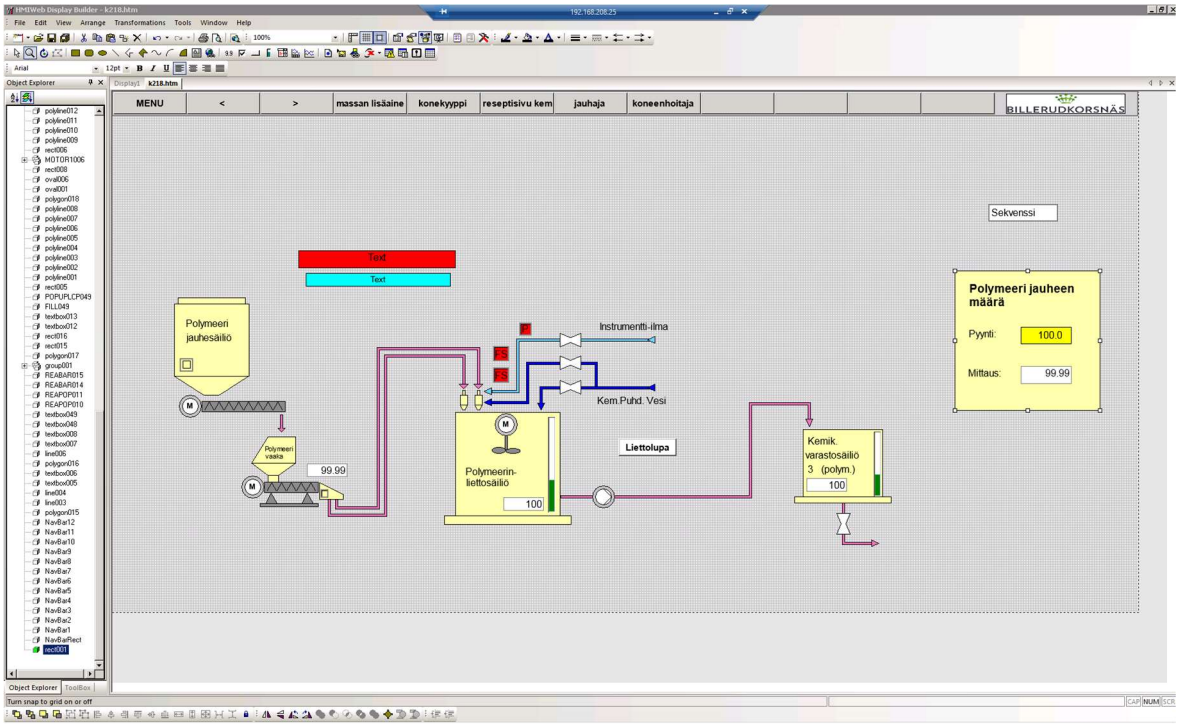


Kuva 27. Yhdeksäs askel (Siirto varastosäiliöön)

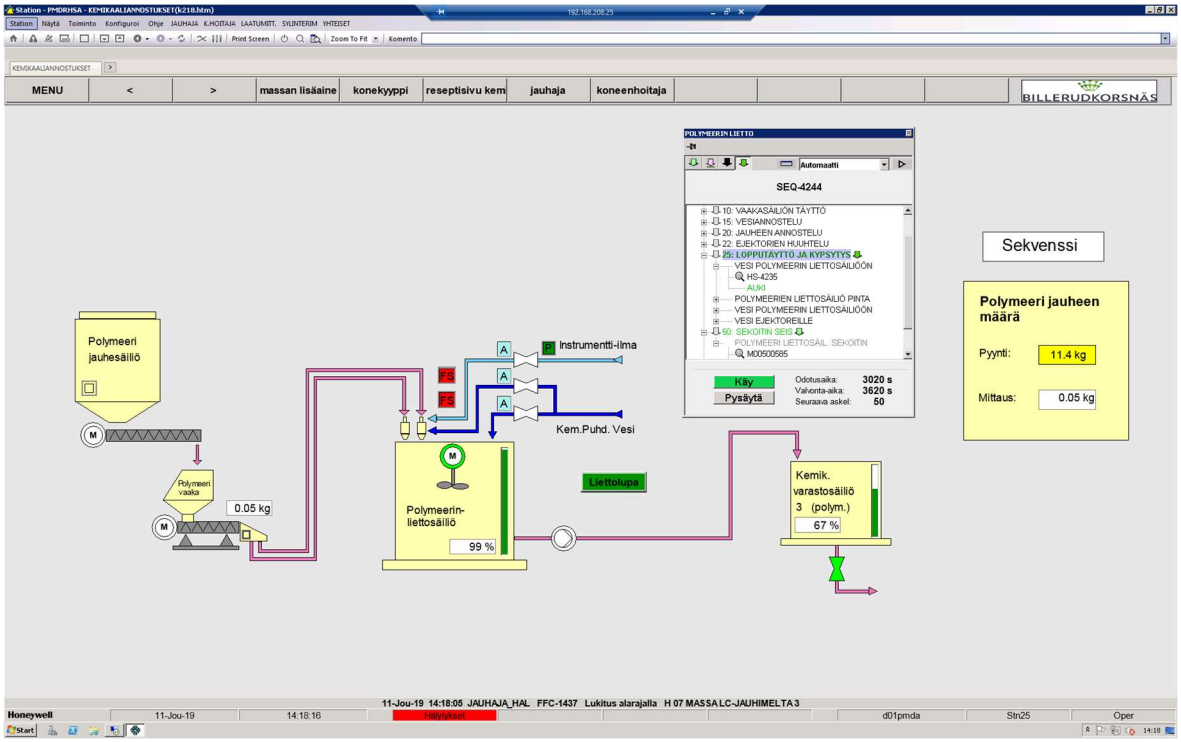
3.6 Ohjauskaavioiden tekeminen Honeywell Experion -järjestelmään

Ajokuvien piirtämisessä käytetään HMIWeb Display Builder -ohjelmaa. Kaavioissa käytetään eri värejä eri prosessilinjojen piirtämiseen. Lisäaineet merkitään tehtaan yleisen käytännön mukaisesti violetilla, vesi tumman sinisellä ja paineilma vaalean sinisellä.

Kaikki polymeerilaitteistoon liittyvät osat ovat näkyvillä samalla sivulla. Samalla sivulla on myös halutun polymeerijauheen määrän syöttö sekä sekvenssin ohjaus. Moottoreiden, venttiilien ja pumpun kuvakkeina on käytetty samoja laitteen tilan perusteella väriä vaihtavia kuvakkeita, kuin tehtaan muissakin ajokuvissa. Niistä pystyy yhdellä silmäyksellä näkemään kyseisen laitteen tilan ja siinä olevan mahdollisen häiriön.



Kuva 28. HMIWeb Display Builder

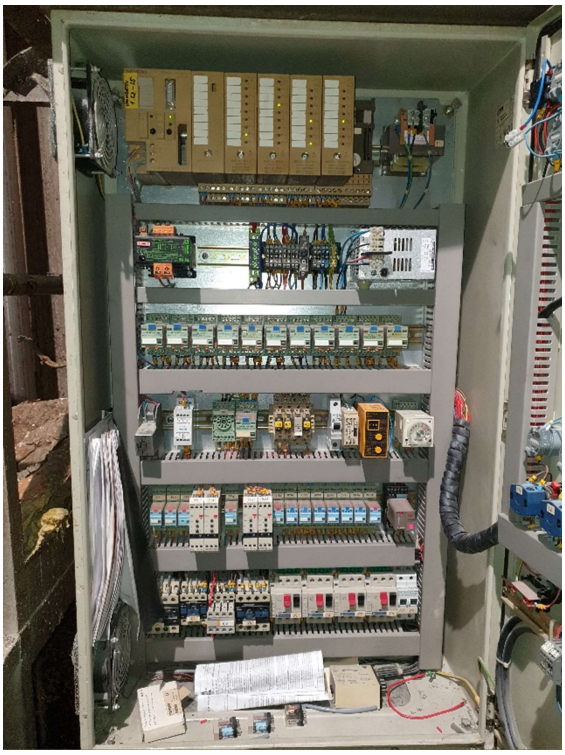


Kuva 29. Valmis ajokuva operointiaseman näytöllä

4 ASENNUKSET

4.1 Muutokset ohjauskeskukseen

Alkuperäisten suunnitelmien mukaisesti järjestelmäohjaus tuotiin runkokaapelilla lähimmässä sähkötilassa (50L10) sijaitsevasta järjestelmäkaapista (L146) polymeerin liuotuslaitteiston vanhaan ohjauskeskukseen. Ohjauskeskuksesta purettiin pois vanha logiikka ja siihen liittyvät ylimääräiset komponentit. Ohjauskoteloon lisättiin uusi riviliitinryhmä, johon järjestelmäohjaus johdotettiin. Tähän uuteen riviliitinryhmään siirrettiin vanhaan logiikkaan kytkettynä olleet piirit. Päävirtapiireihin ei tehty muutoksia. Kontaktoreita ohjaavat apukontaktorit johdotettiin uudestaan, mutta päävirtapiirin kontaktorit säilyivät ennallaan. Moottoreiden käyntitieto johdotettiin kontaktorien apukoskettimilta. Keskusvika johdotettiin suoraa moottorisuojakytkimeltä. Pinnanmittauksiin käytettävät kapasitiiviset ja induktiiviset anturit vaihdettiin kolmijohdinkytkentäisistä uusiin kaksijohdinkytkentäisiin.

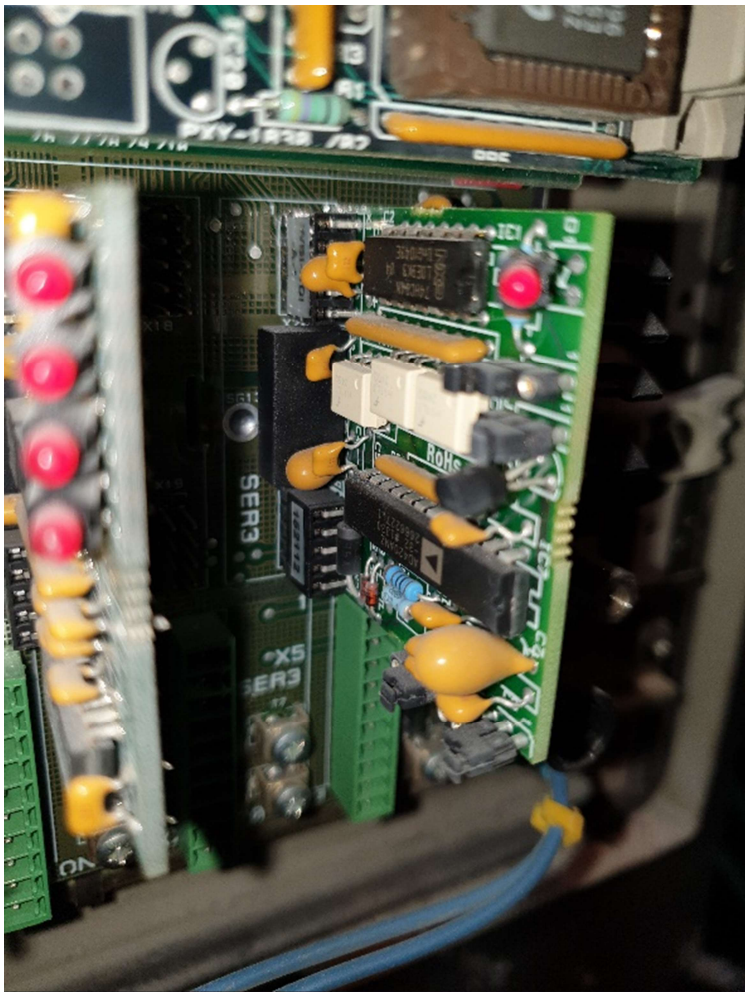


Kuva 30. Liuotuslaitteiston ohjauskotelo

4.2 Muutokset polymeerivaakaan

Logiikkaohjausta varten vaakapääteessä oli käytössä kaksi relelähtöä. Toinen vaaka tyhjä –rajana ja toinen annostelumäärä saavutettu –rajana. Haluttu jauheen määrä syötettiin vaakapäätteen näytöltä. Jauheen määrää haluttiin säätää järjestelmän ajokuvasta, joten mittaustieto piti saada siirrettyä vaa'alta järjestelmään.

Mittauksen siirtoa varten täytyi vaakapäätteeseen lisätä analogialähtökortti. Analogiakortilta saadaan mittaustieto 4-20 mA virtaviestinä järjestelmään. Mittauksen skaalausta pystyy muuttamaan vaakapäätteen näytöltä tarvittaessa.



Kuva 31. Vaakapäätteeseen lisätty analogialähtökortti

5 POHDINTA JA YHTEENVETO

Tässä työssä oli tarkoituksena suunnitella ja toteuttaa polymeerin liotuslaitteiston muutos logiikkaohjauksesta prosessiautomaatiojärjestelmän ohjaukseen. Muutos saatiin tehtyä ja laitteisto toimimaan.

Haastavin osuus työssä oli ohjaussekvenssin ohjelmointi, koska niiden ohjelmoinnista ei ollut ennen tätä työtä aiempaa kokemusta. Honeywellin sekvenssiohjelmointiin liittyvää tietoa oli myös erittäin haastava löytää. Sekvenssiohjelma tarkistettiin moneen kertaan ennen laitteiston käyttöönottoa, mutta siitä huolimatta siihen täytyi käyttöönoton yhteydessä tehdä jonkin verran korjauksia.

Käyttöönoton jälkeen laitteiston ohjaukseen tehtiin vielä pieniä parannuksia käyttökokemusten perusteella. Ejektoreiden todettiin tukkeutuvan helposti, jos niihin jää jäämiä jauheesta. Sekvenssiin lisättiin huuhtelu ejektoreille, ja jauheen annosteluun lisättiin pieni viive imuletkujen tyhjentämiseen. Ejektorien puhdistamisen tarpeen pitäisi näillä toimenpiteillä vähentyä merkittävästi.

Polymeerin liuotuslaitteiston toiminta tuli tätä työtä tehdessä erittäin hyvin tutuksi. Lisäksi työn aikana kerättiin laitteen käyttäjiltä tietoa laitteistossa olleista ongelmista ja mahdollisista parannusehdotuksista. Näiden tietojen pohjalta tehtiin pieniä muutoksia laitteen alkuperäiseen toimintakuvaukseen. Yhtenä muutoksena vaakasäiliön täyttö siirrettiin sekvenssin lopusta sekvenssin alkuun. Vaakasäiliössä olevan jauhe ei silloin ehdi kerätä ilmasta niin paljon kosteutta.

Tämän työn liitteenä oleviin ohjelmakuviin ja toimintakuvauksiin on päivitetty käyttöönoton jälkeen tehdyt muutokset.

LÄHTEET

BillerudKorsnäs. 2019. Our production units. [Verkkosivu]. [Viitattu 8.10.2019]. Saatavissa: www.billerudkorsnas.com.

BillerudKorsnäs. 2018. BillerudKorsnäs Local PPT PIE 2019 FIN. [Ppt-tiedosto]. [Viitattu 08.10.2019]. Saatavissa: Vain yrityksen sisäisessä käytössä.

BillerudKorsnäs. 2018. Pietarsaari paper making_Finnish. [Ppt-tiedosto]. [Viitattu 08.10.2019]. Saatavissa: Vain yrityksen sisäisessä käytössä.

Honeywell. 2007. Experion PKS Laitteistokäsikirja. [pdf-dokumentti]. [Viitattu 11.11.2019]. Saatavissa: Vain yrityksen sisäisessä käytössä.

Siemens. 2019. Automaatiotuotteet. [Verkkosivu]. [Viitattu 08.11.2019]. Saatavissa: https://new.siemens.com/fi/fi.html

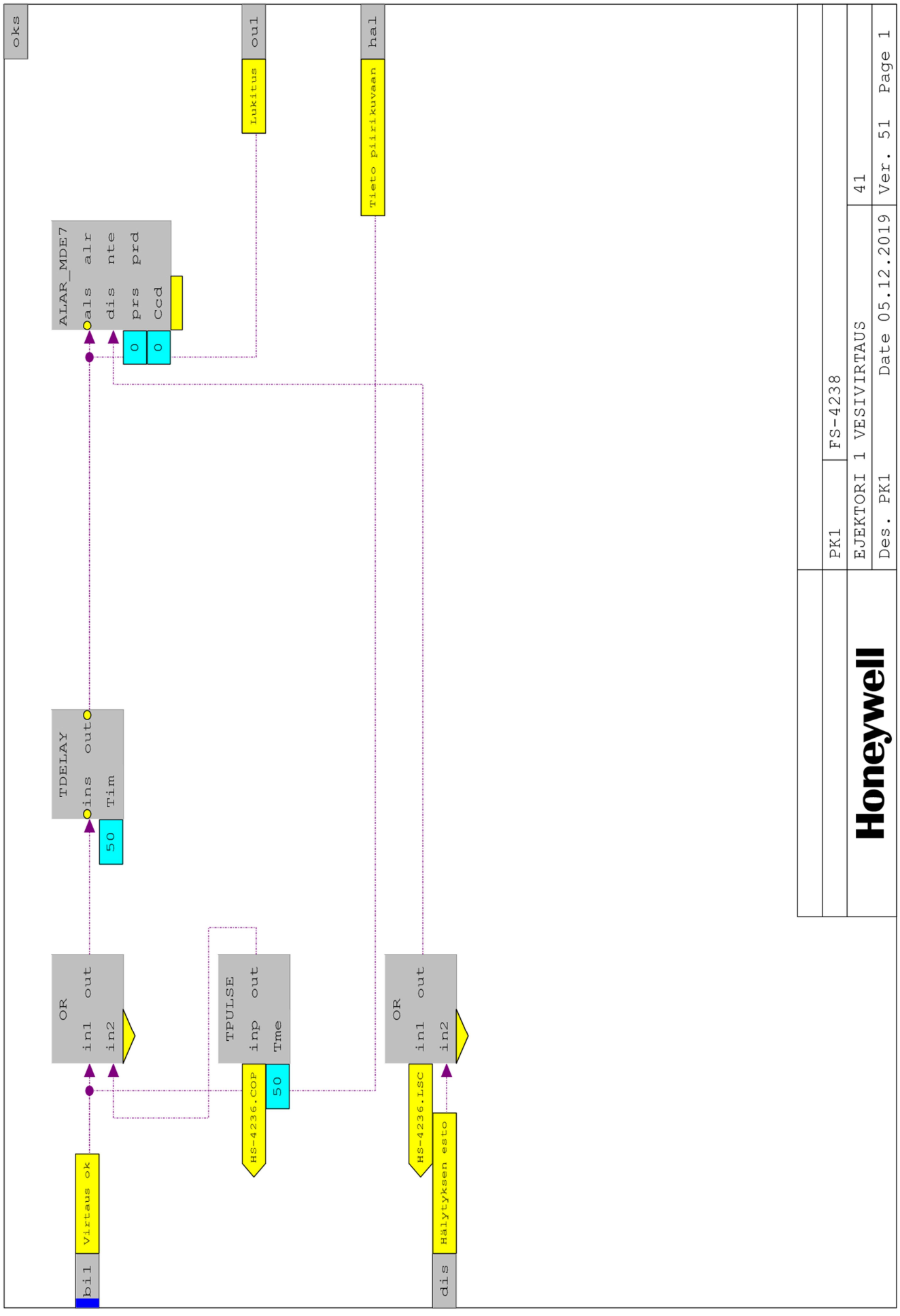
Tohmo, E. 2011. Polymeerijauheen liuotuslaitteistot ja niiden toiminta. [Verkkojulkaisu]. Imatra: Saimaan ammattikorkeakoulu. Tekniikka. Paperitekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 12.11.2019]. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/25641/Tohmo_Erno.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Viitattu 19.9.2019)

LIITTEET

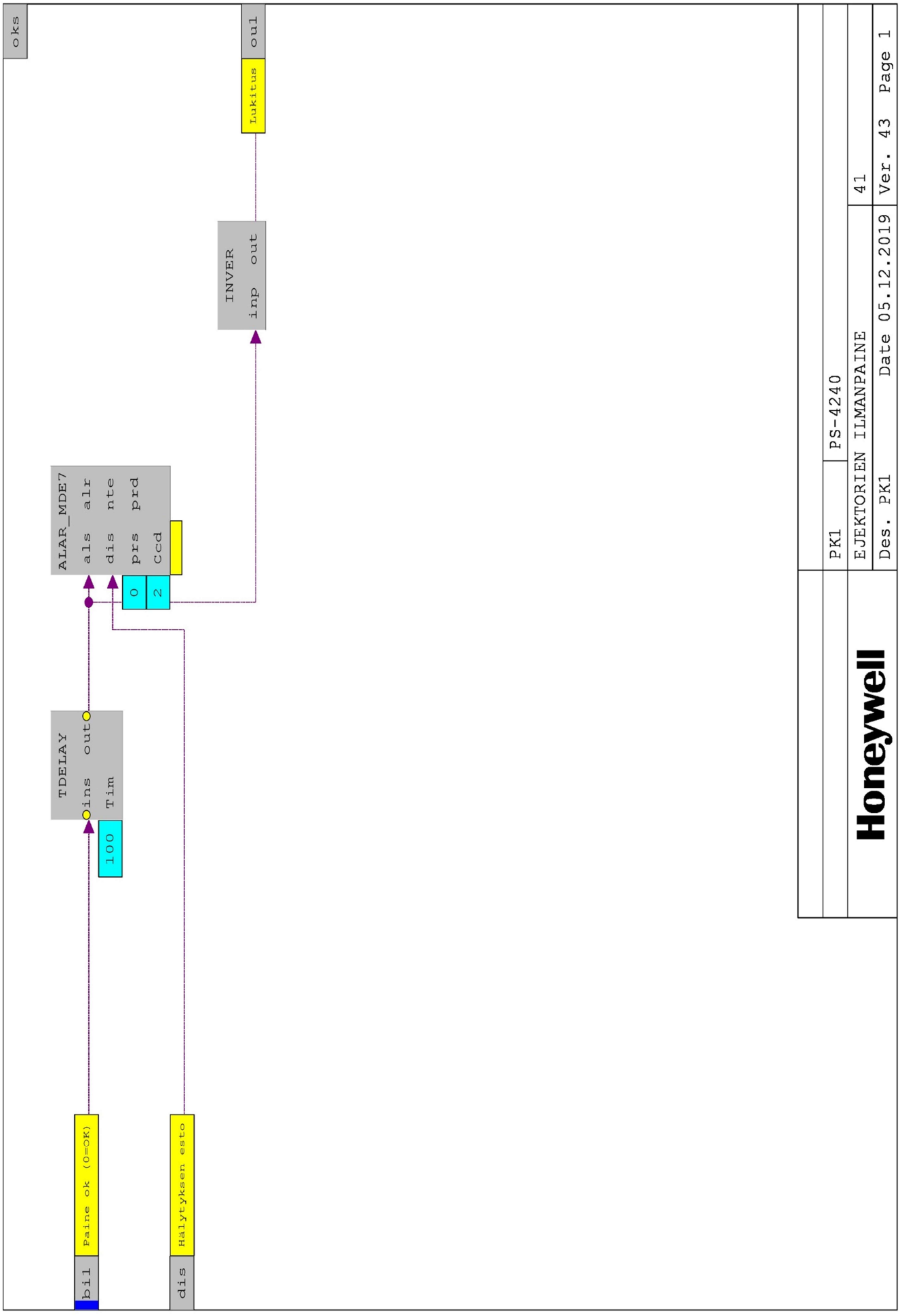
Liite 1. Ohjelmalohkot

Liite 2. Piirikohtaiset toimintakuvaukset

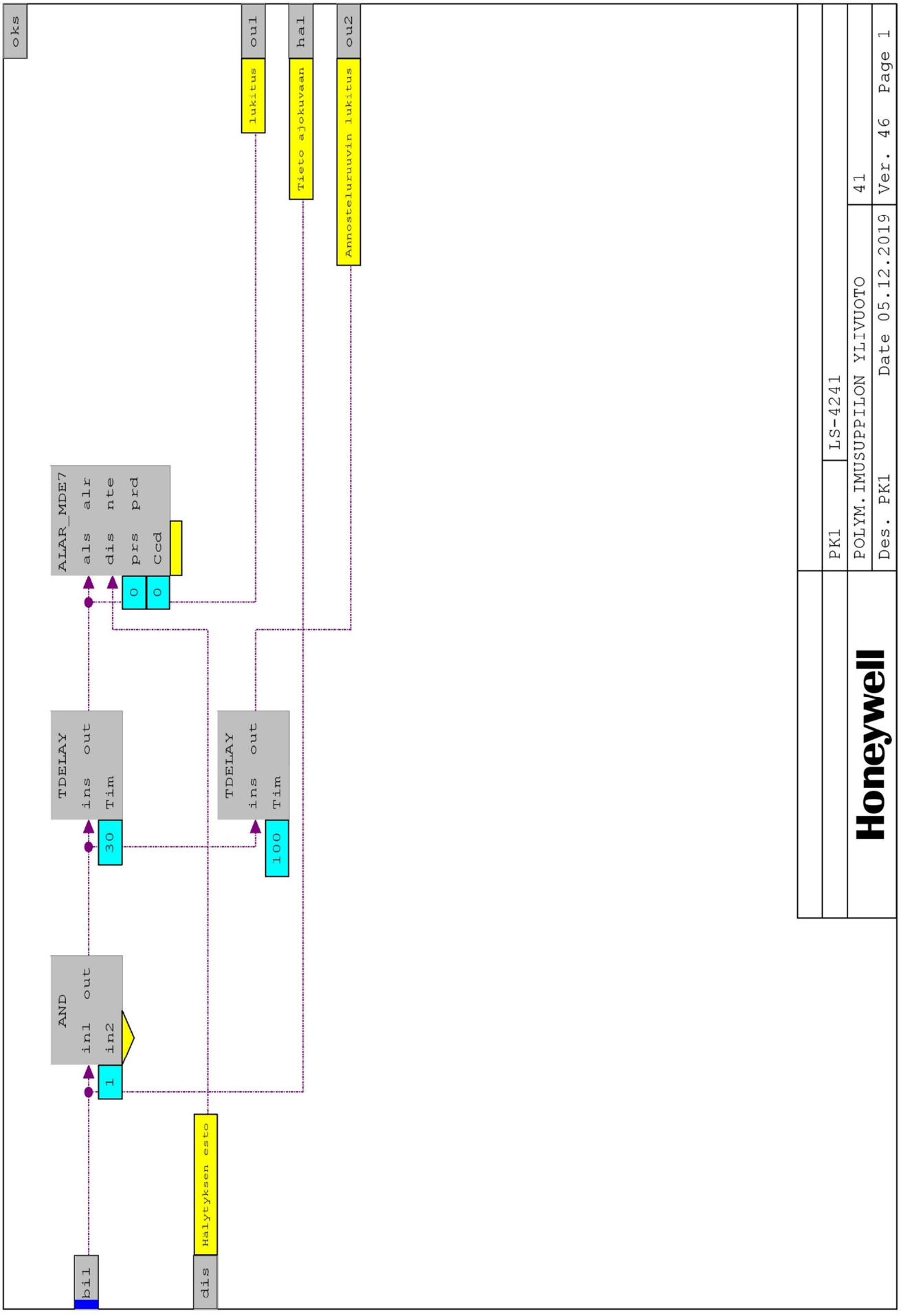
Ejektori 1&2 vesivirtaus FS-4238 & FS-4239



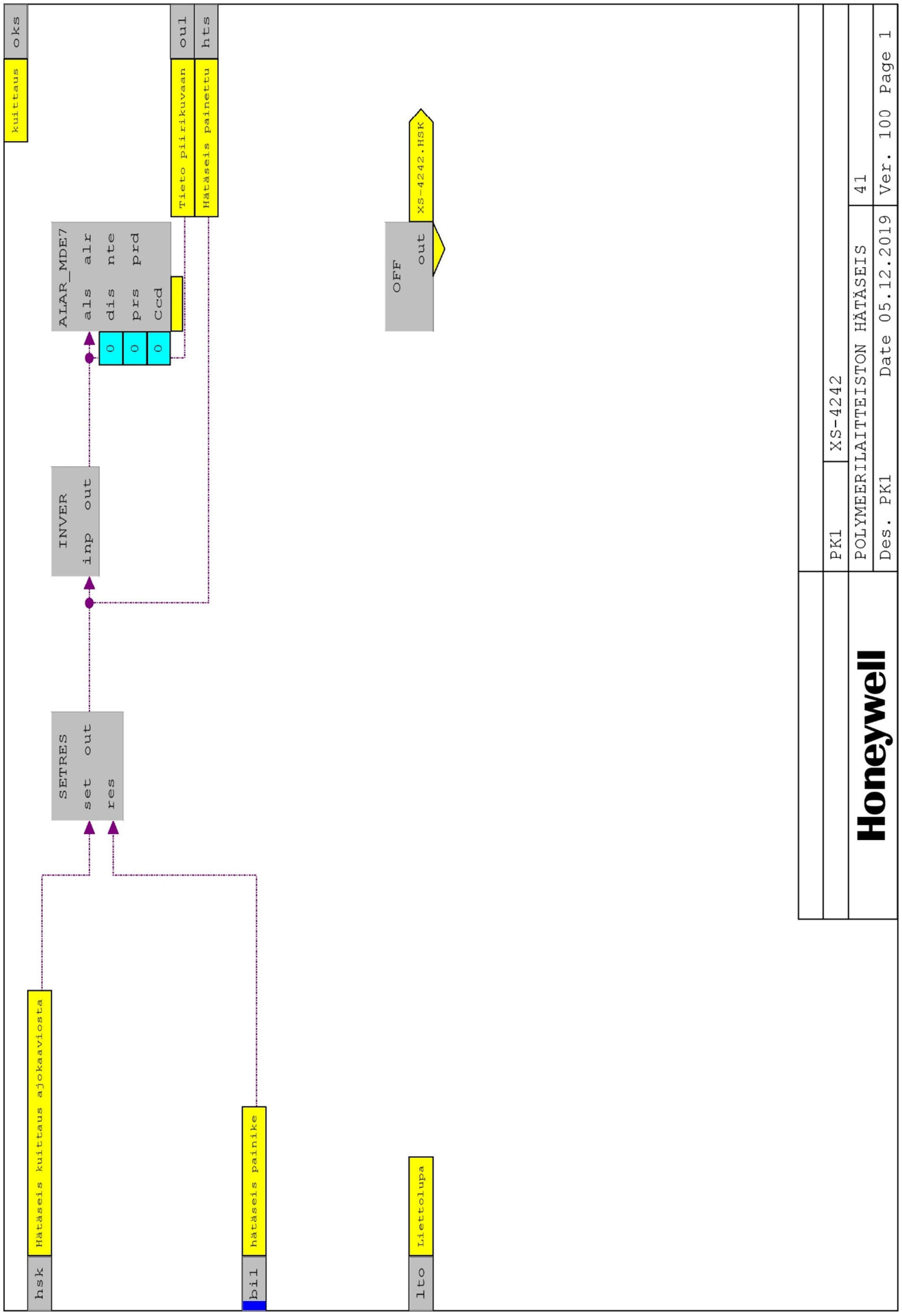
Ejektorien ilmanpaine PS-4240



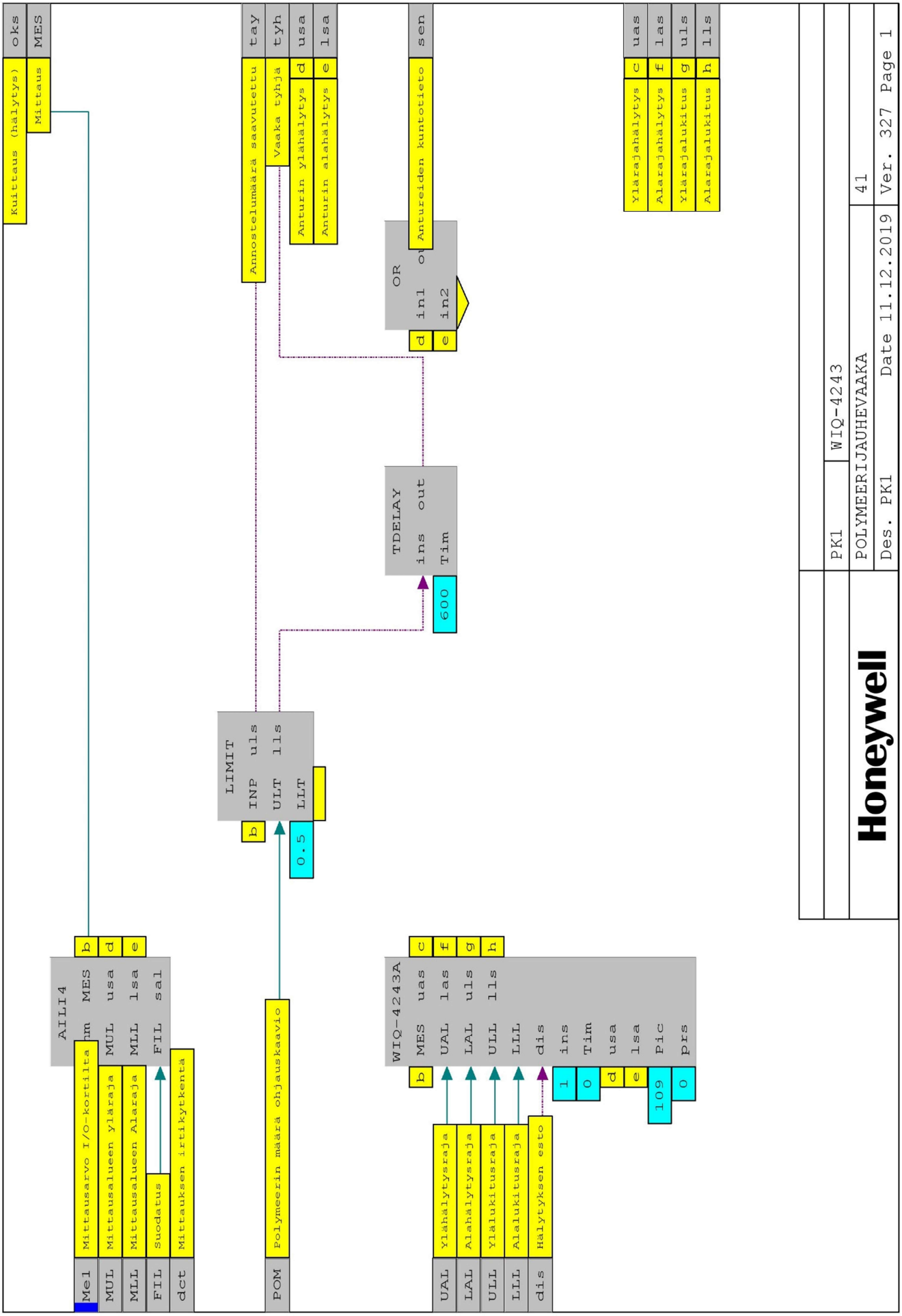
Polymeeri imusuppilon ylivuoto LS-4241



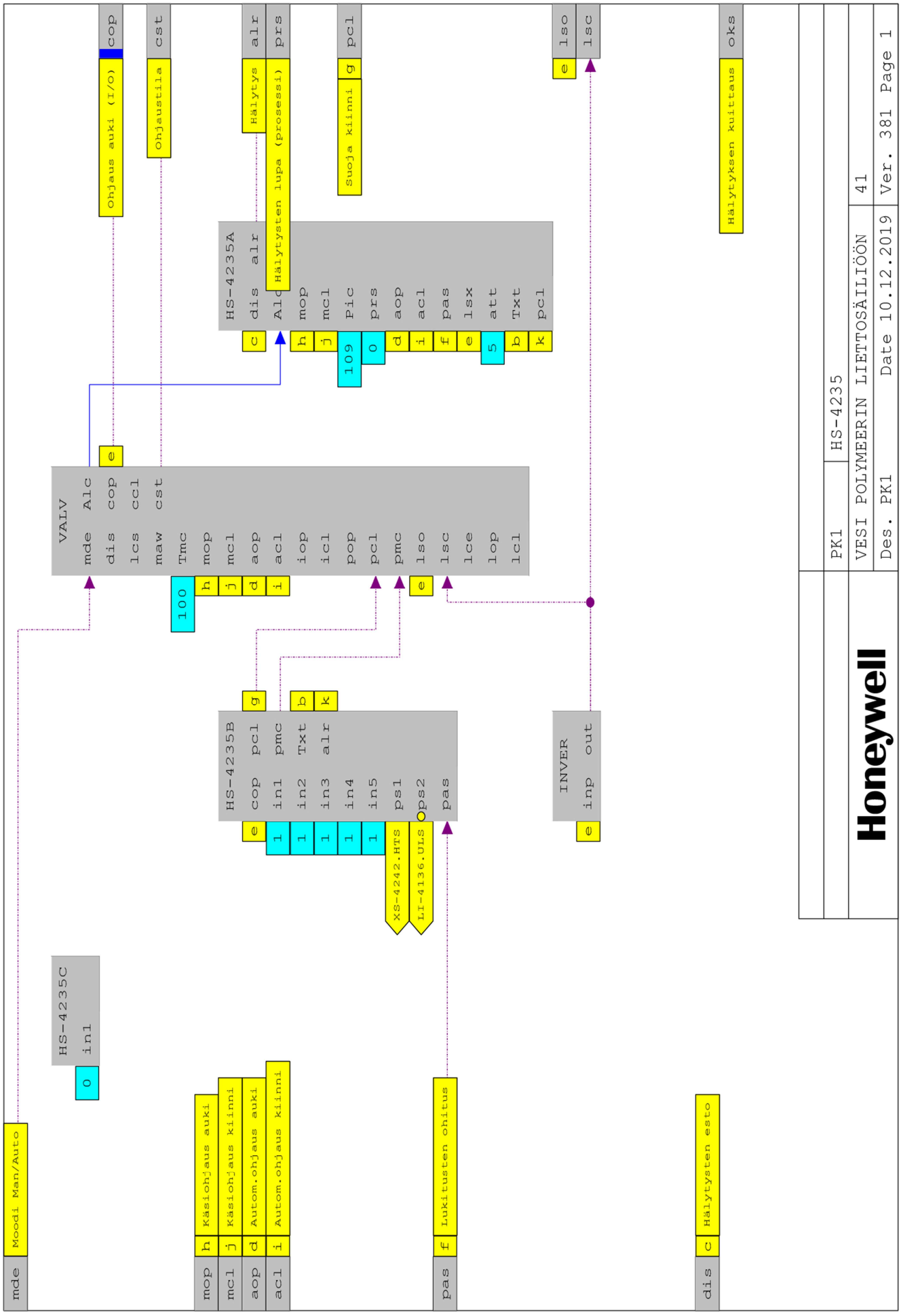
Polymeeri laitteiston hätäseis XS-4242



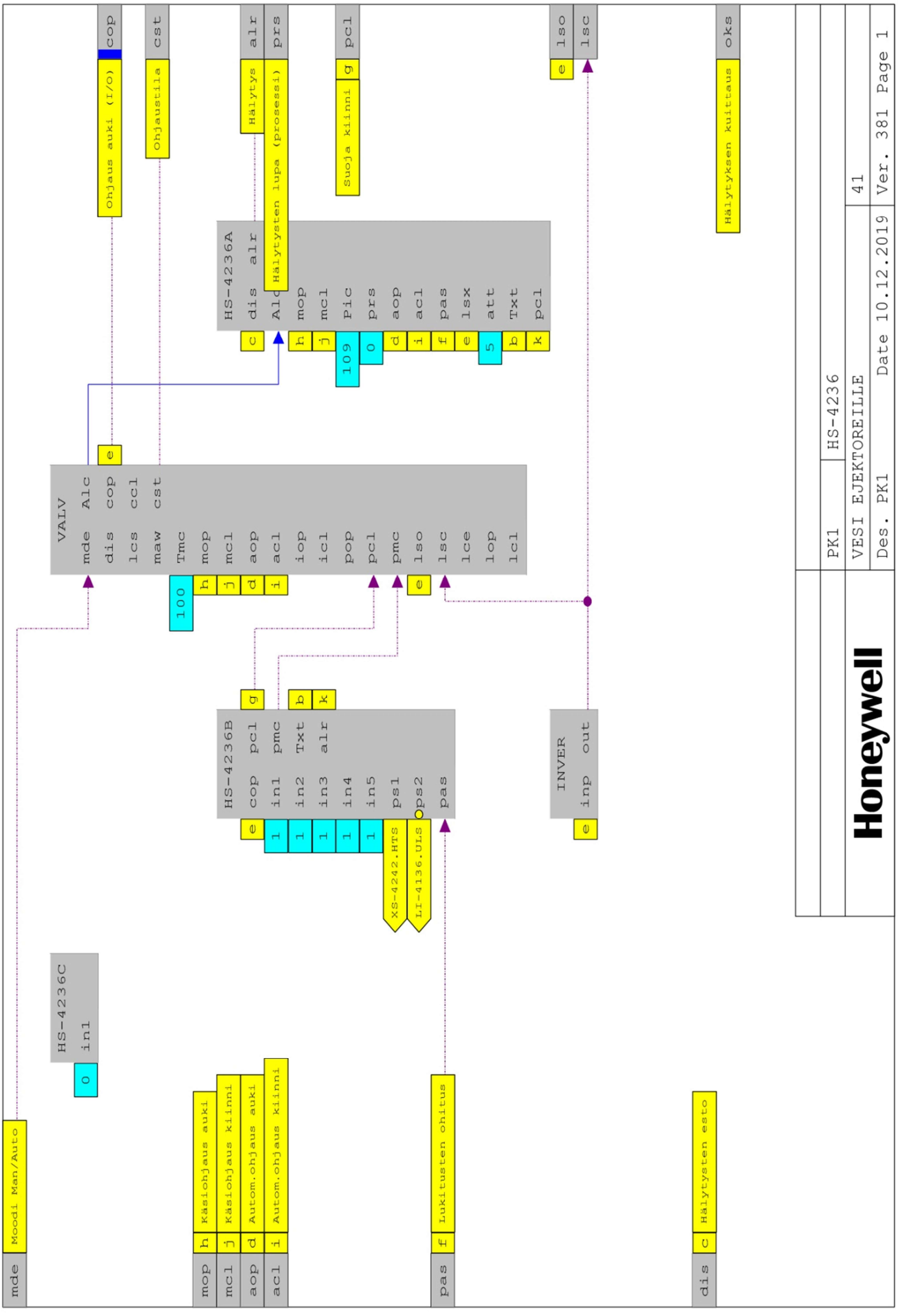
Polymeerijauhe vaaka WIQ-4243



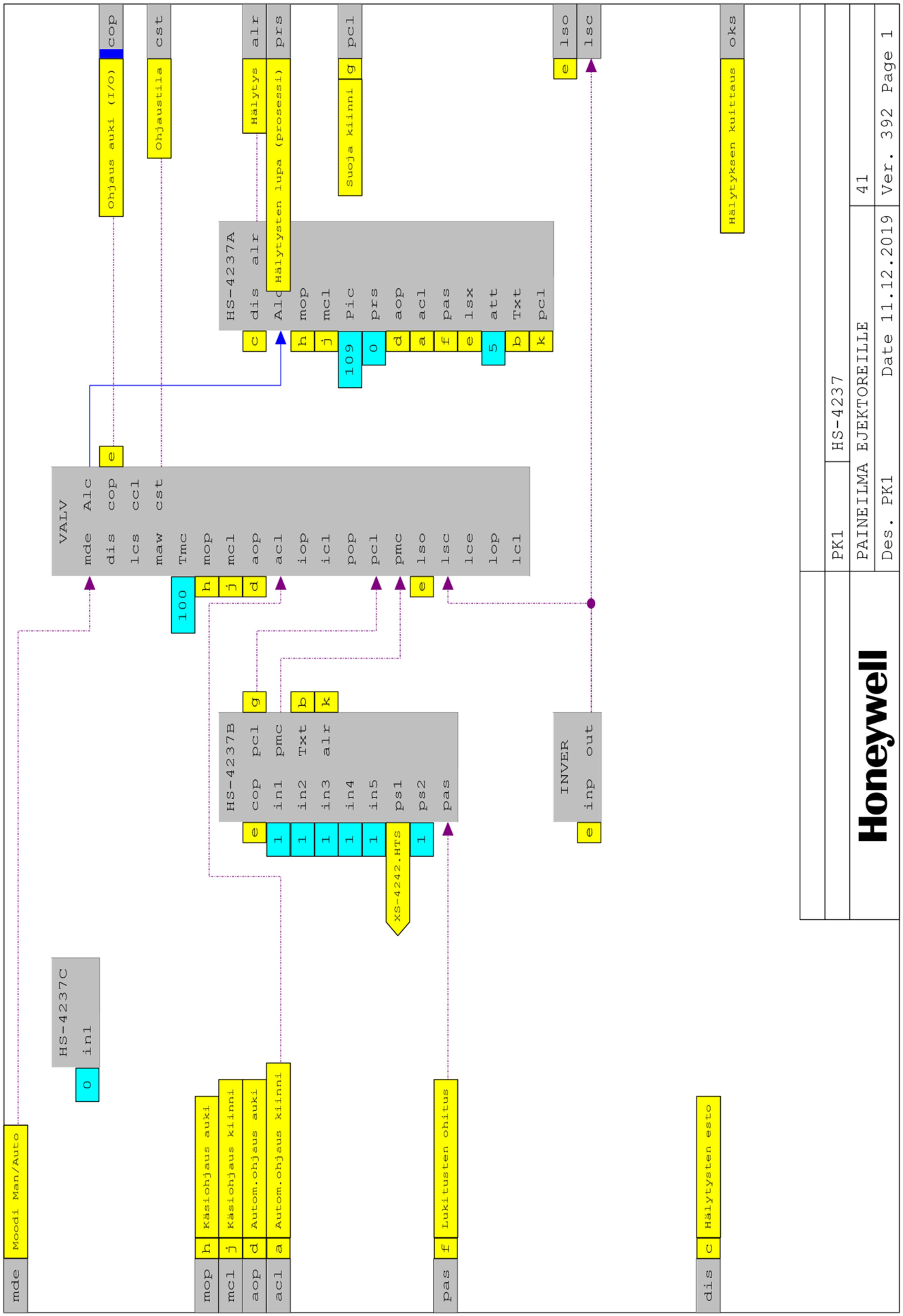
Vesi polymeerin liettosäiliöön HS-4235



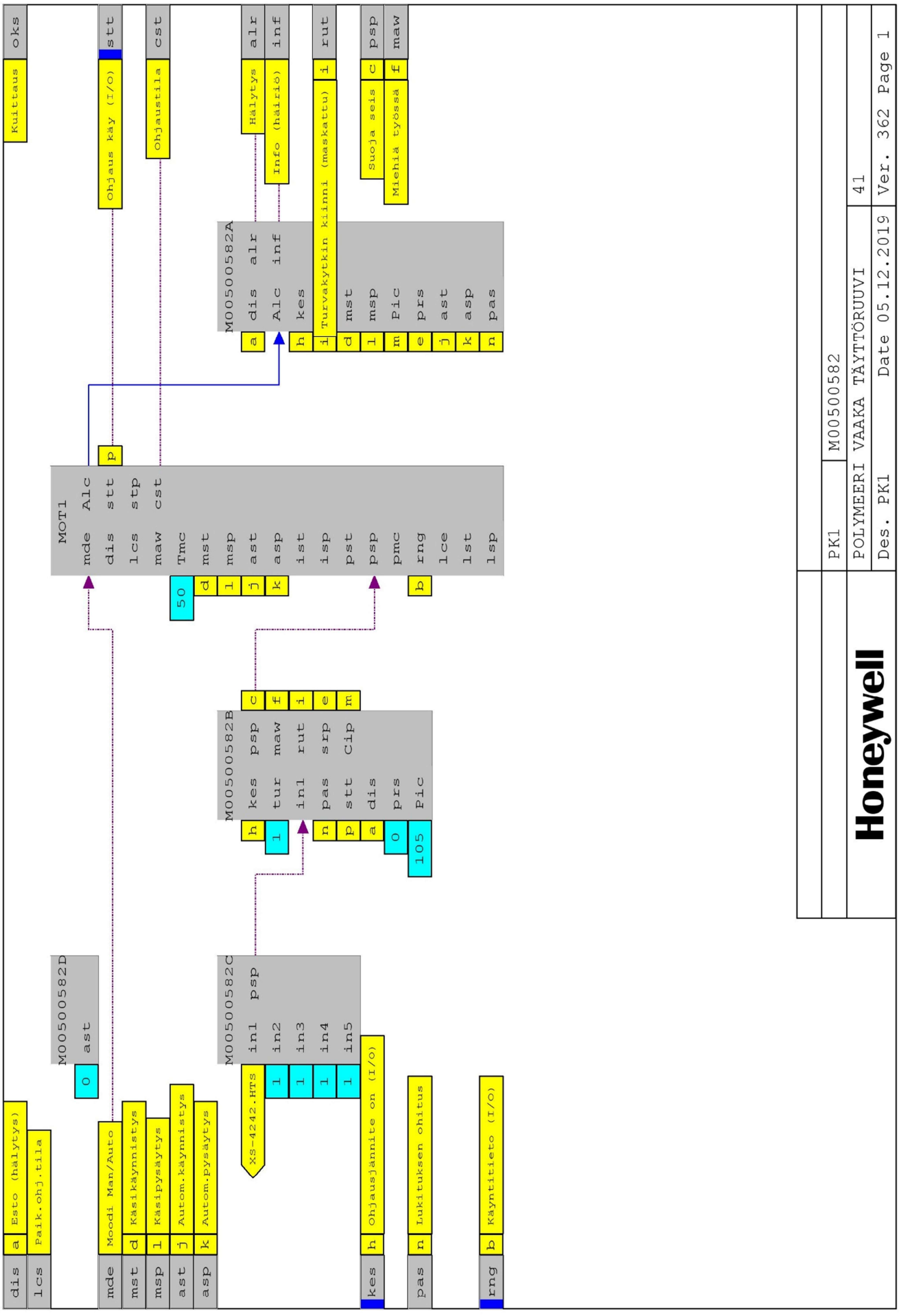
Vesi ejektoreille HS-4236



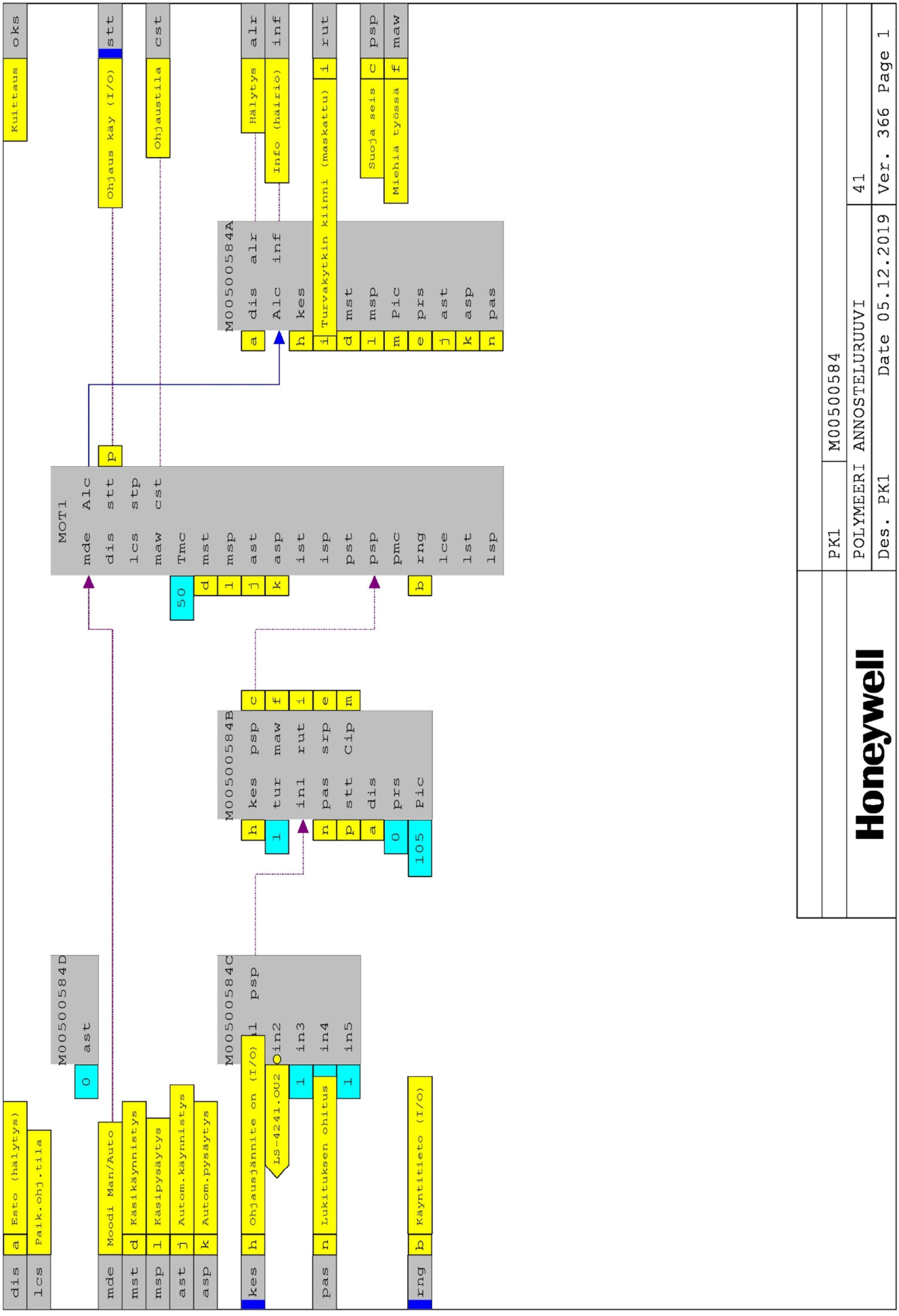
Paineilma ejektoreille HS-4237



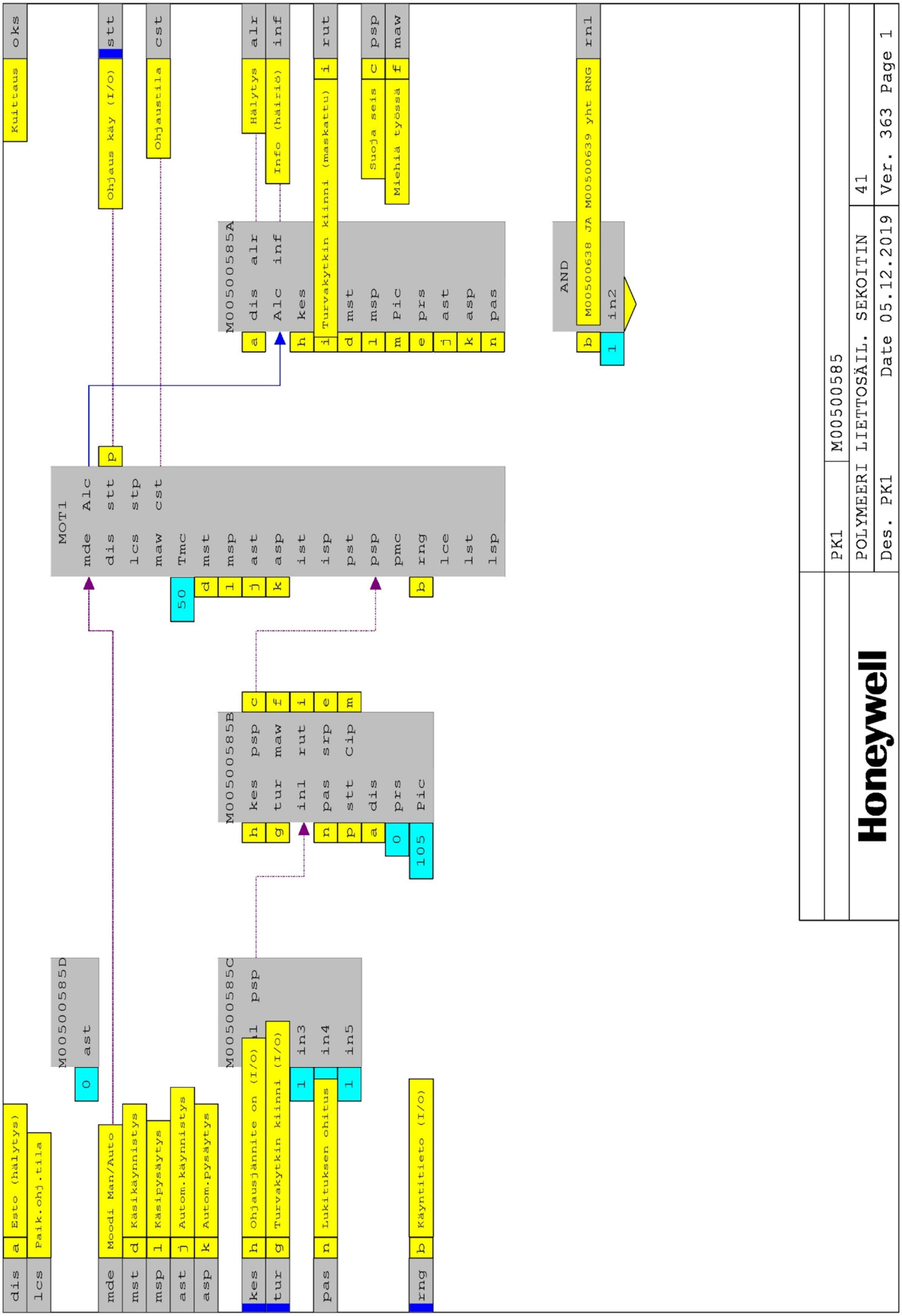
Polymeeri vaaka täyttöruuvi M00500582



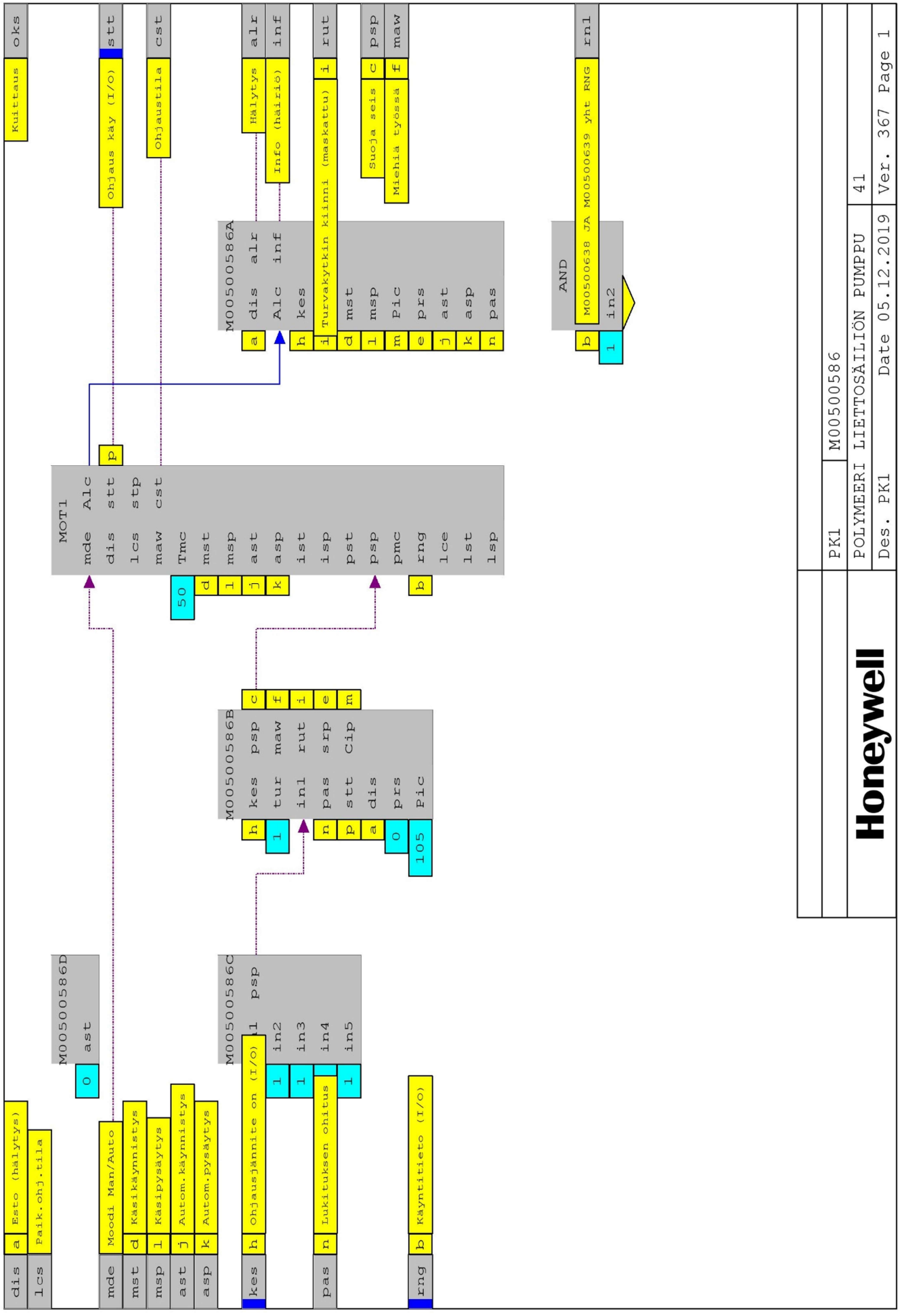
Polymeeri annosteluruuvi M00500584



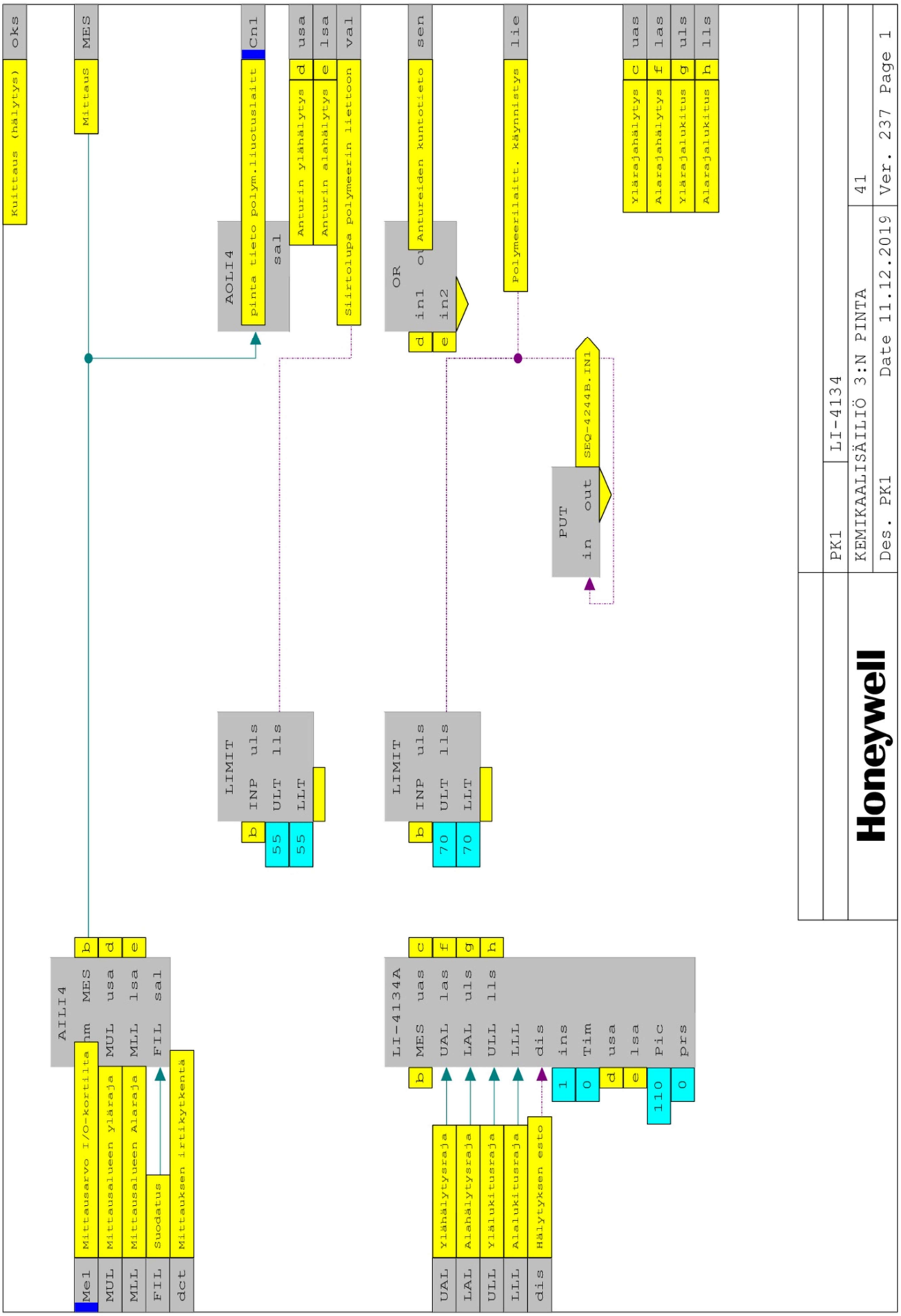
Polymeeri liettosäiliön sekoitin M00500585



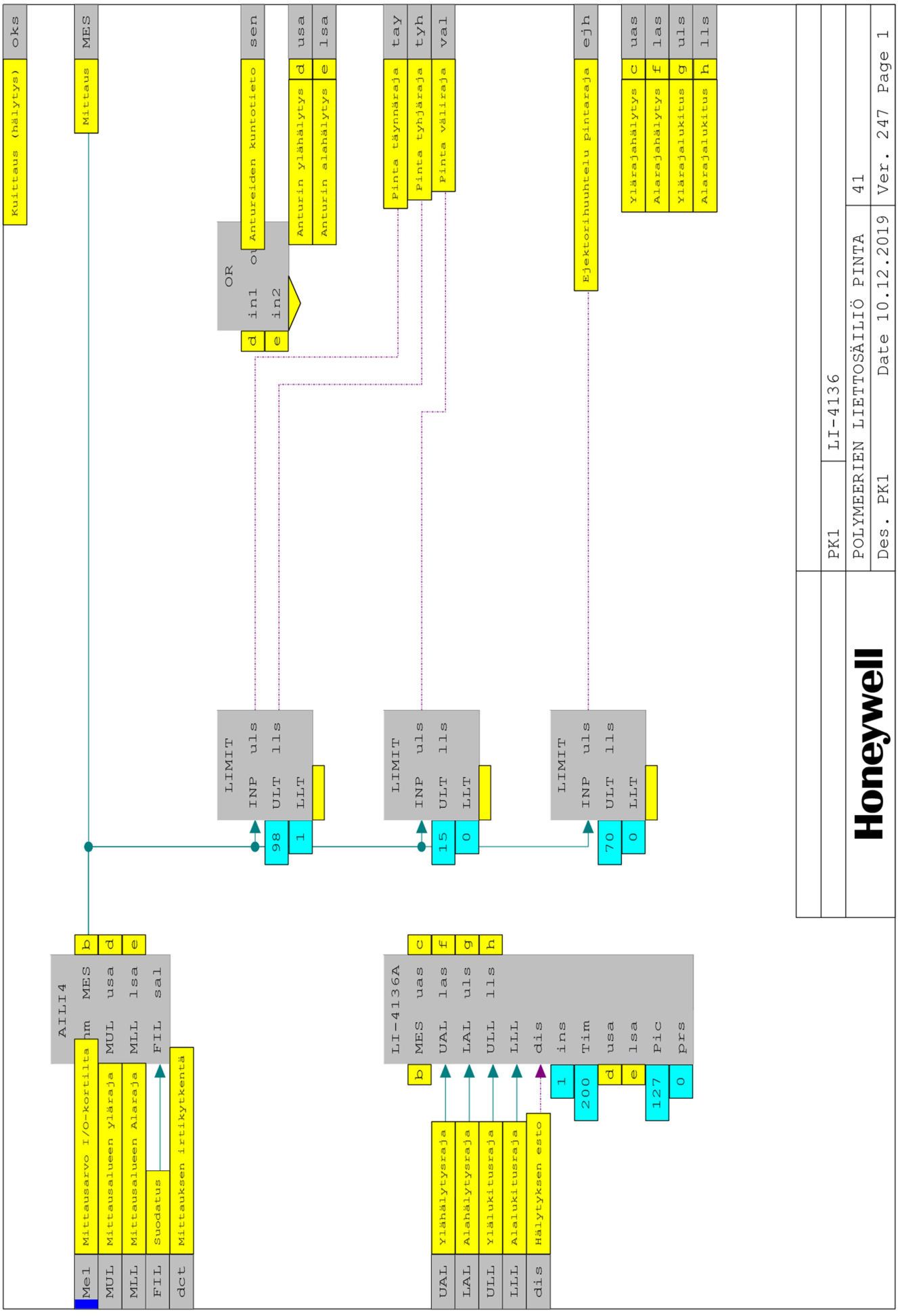
Polymeeri liettosäiliön pumppu M00500586



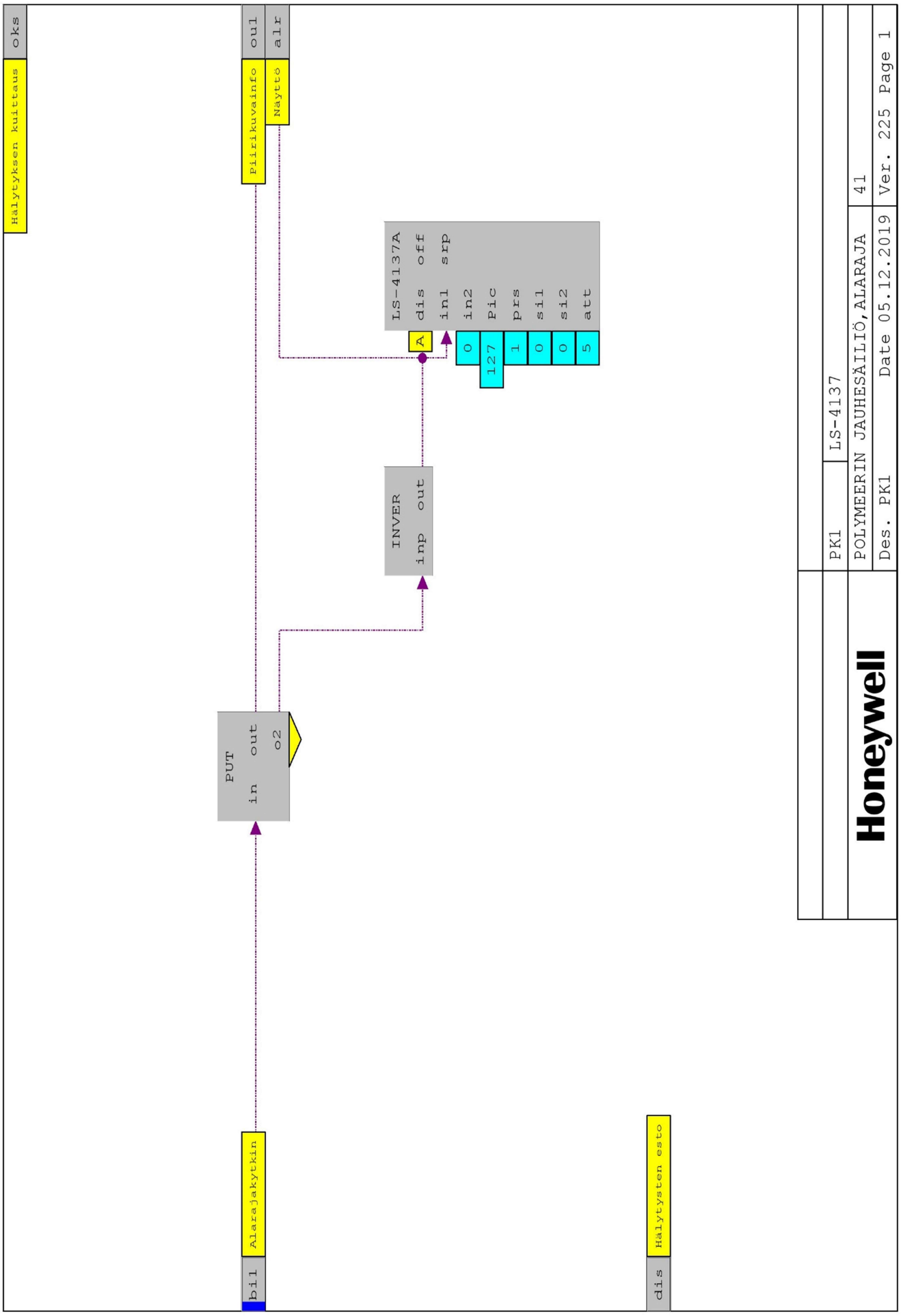
Polymeerin varastosäiliö pinta LI-4134



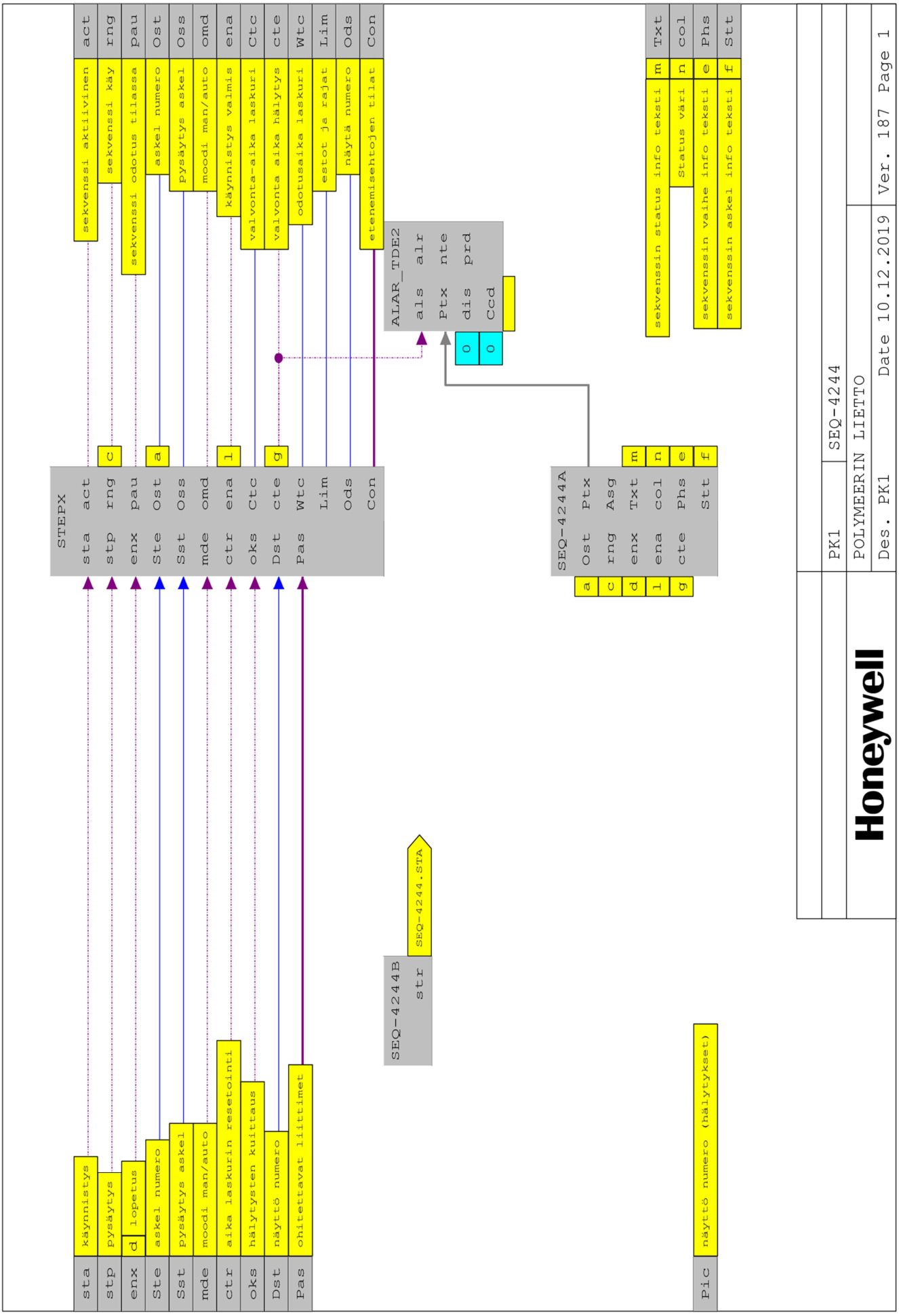
Polymeeri liettosäiliö pinta LI-4136



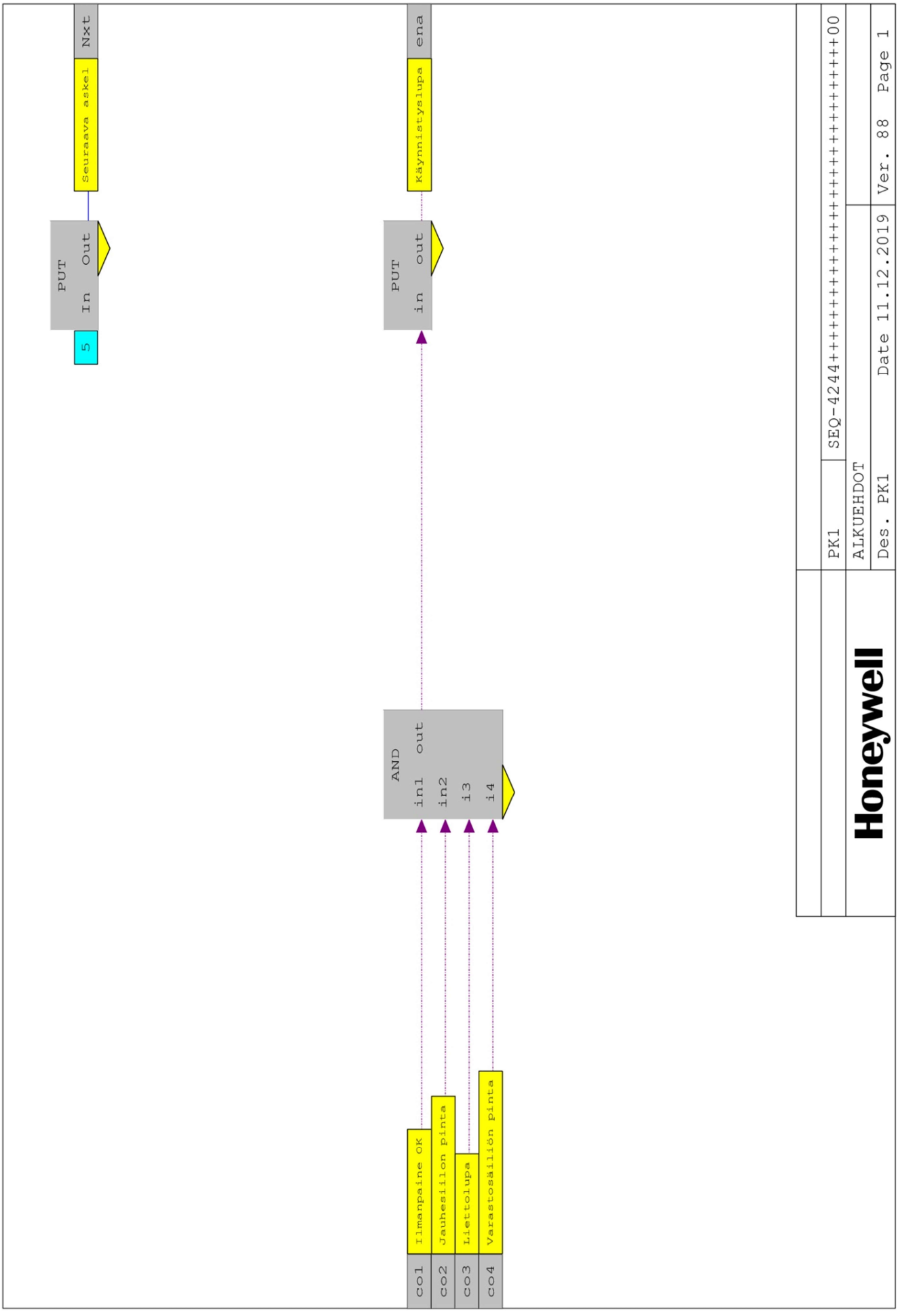
Polymeerin jauhesäiliö alaraja LS-4137



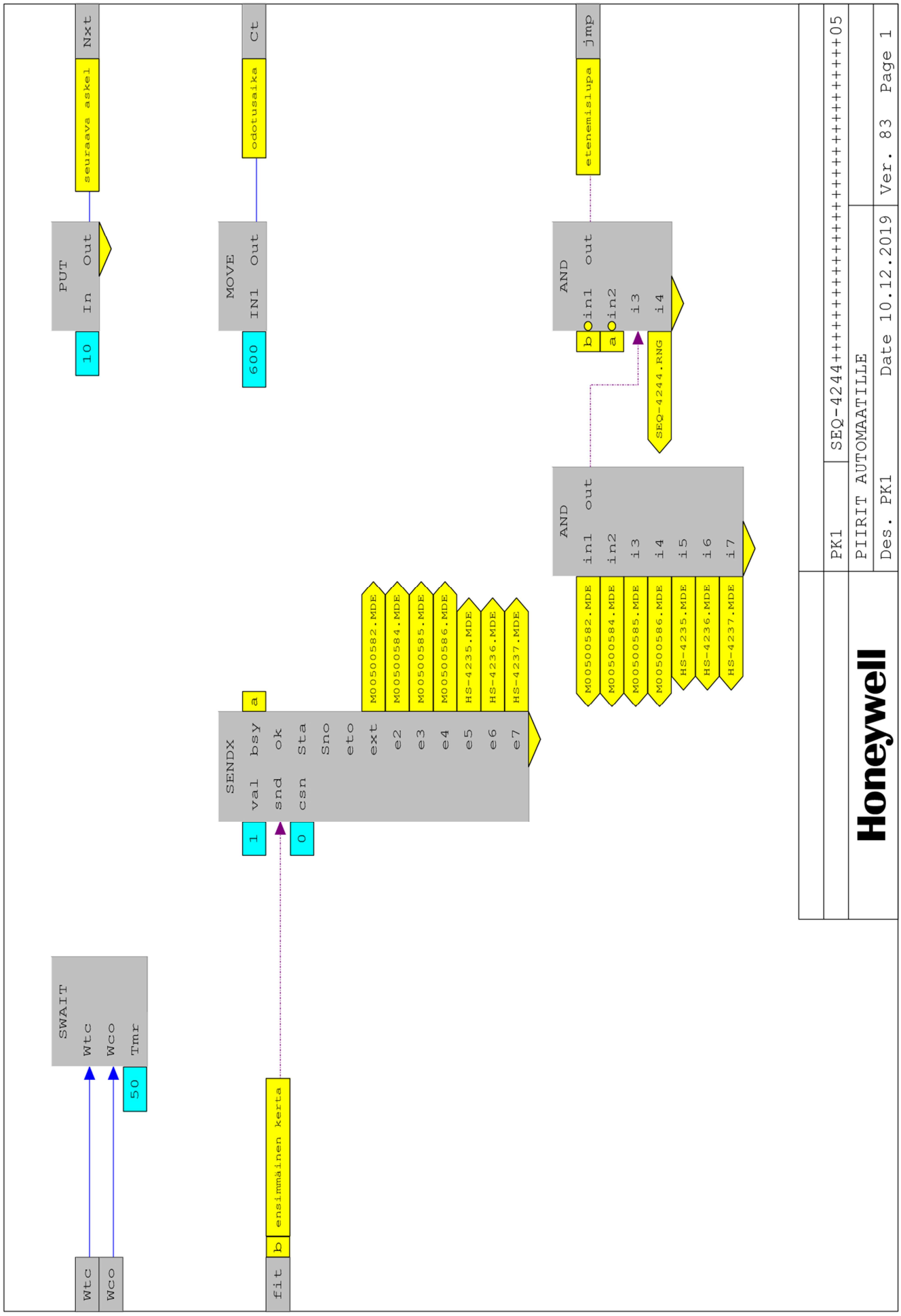
Sekvenssiohjelman ylin taso.



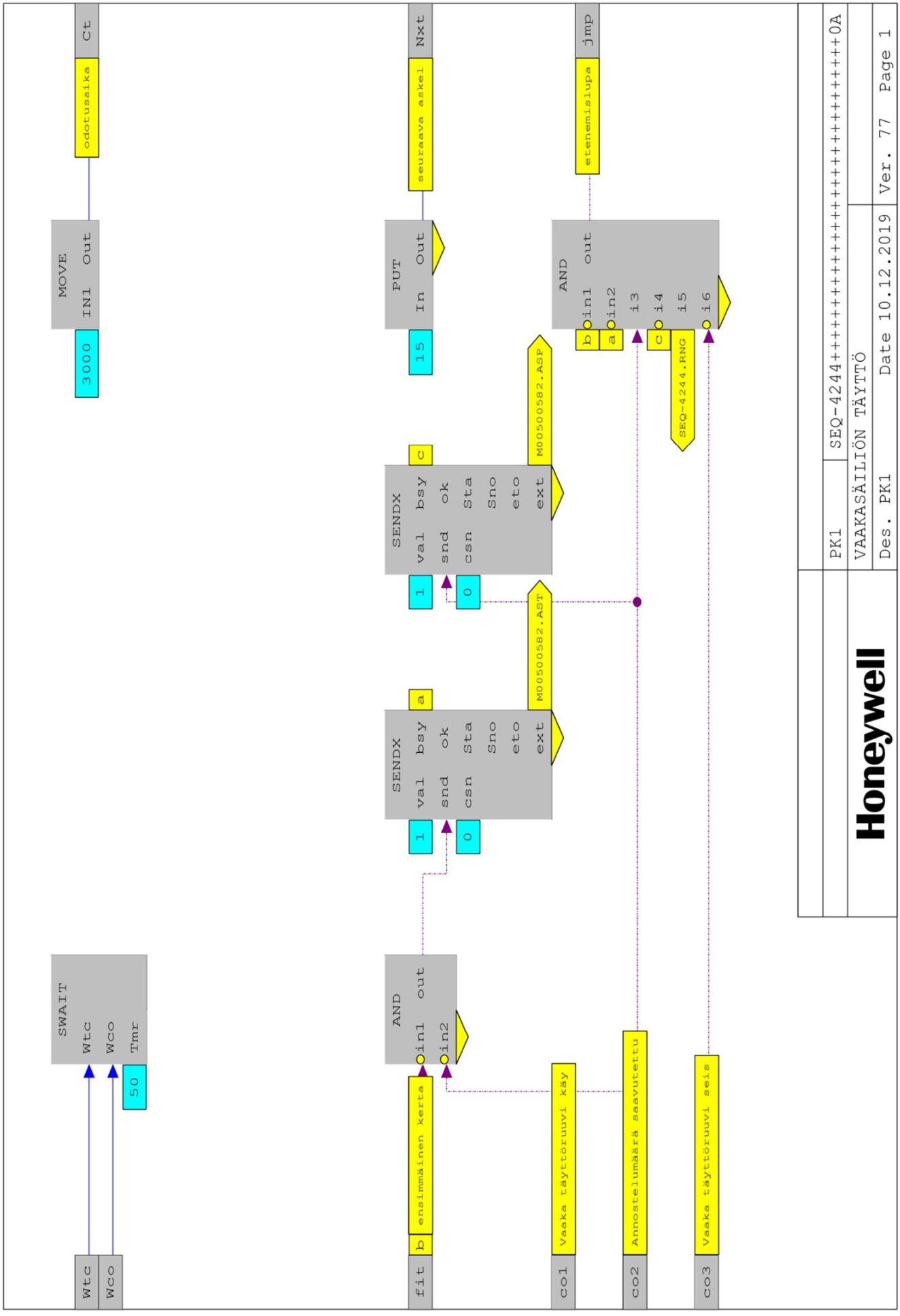
Sekvenssiohjelman ensimmäinen askel (alkuehdot)



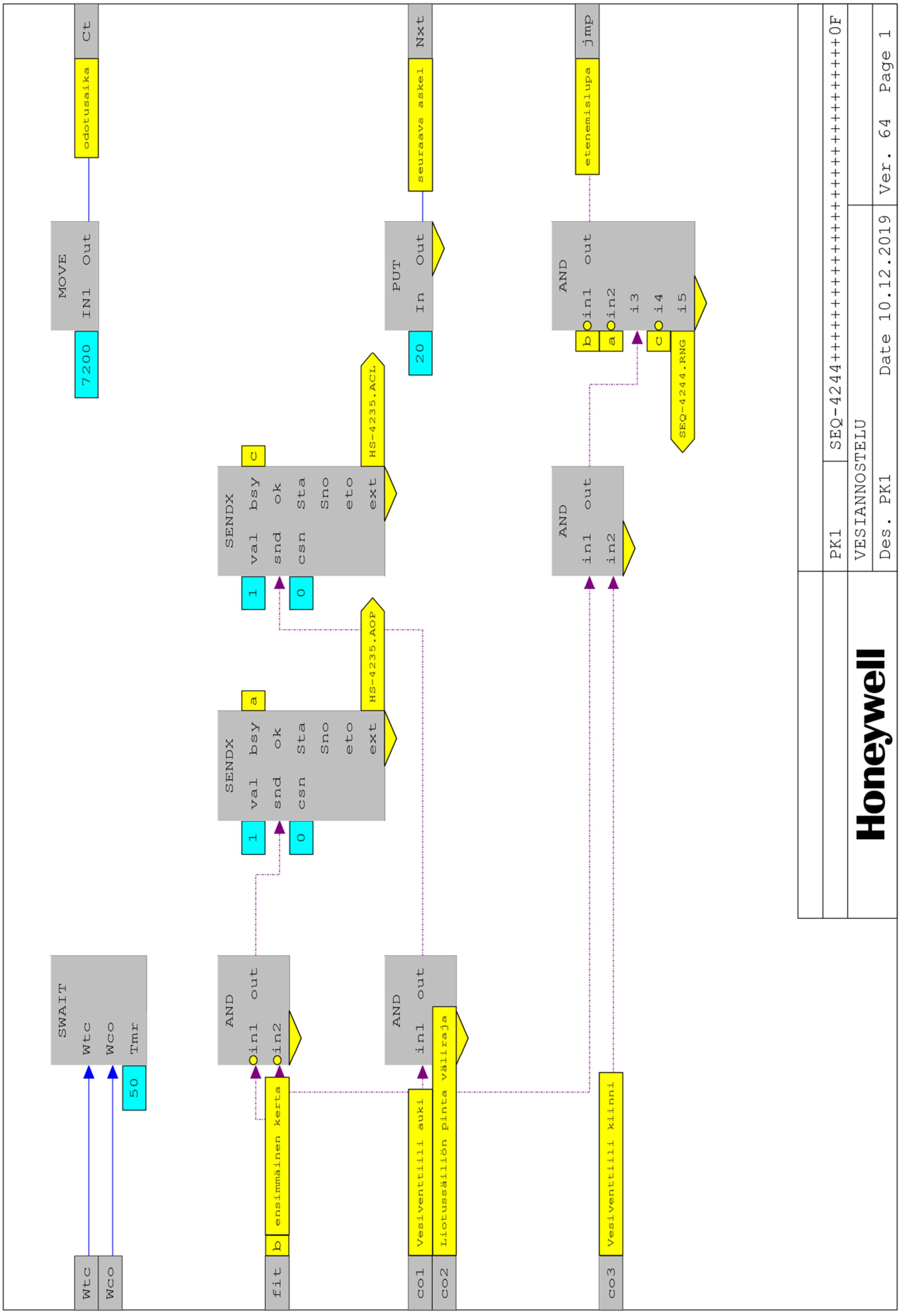
Sekvenssiohjelman toinen askel (piirit automaatille)



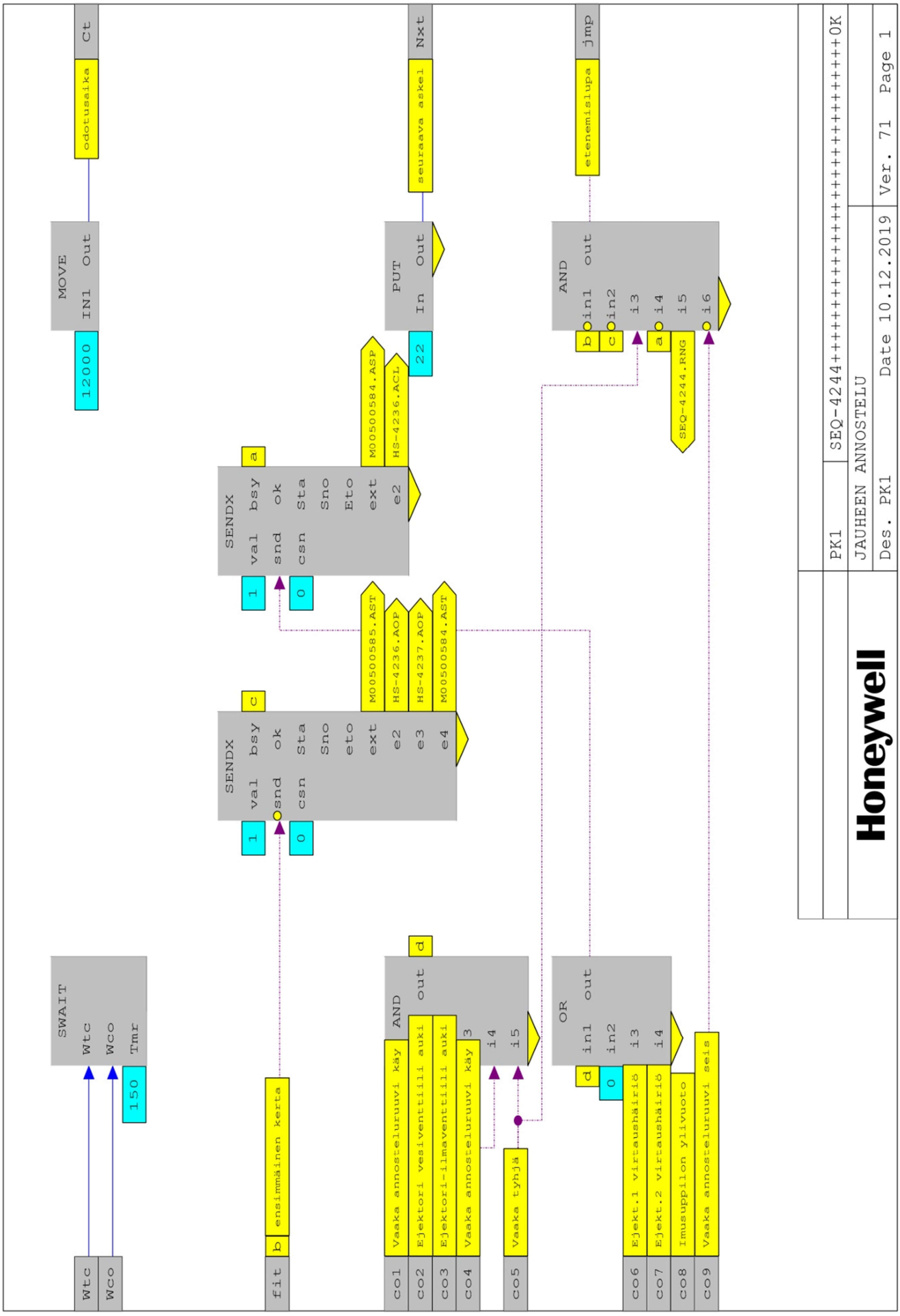
Sekvenssiohjelman kolmas askel (vaakasäiliön täyttö)



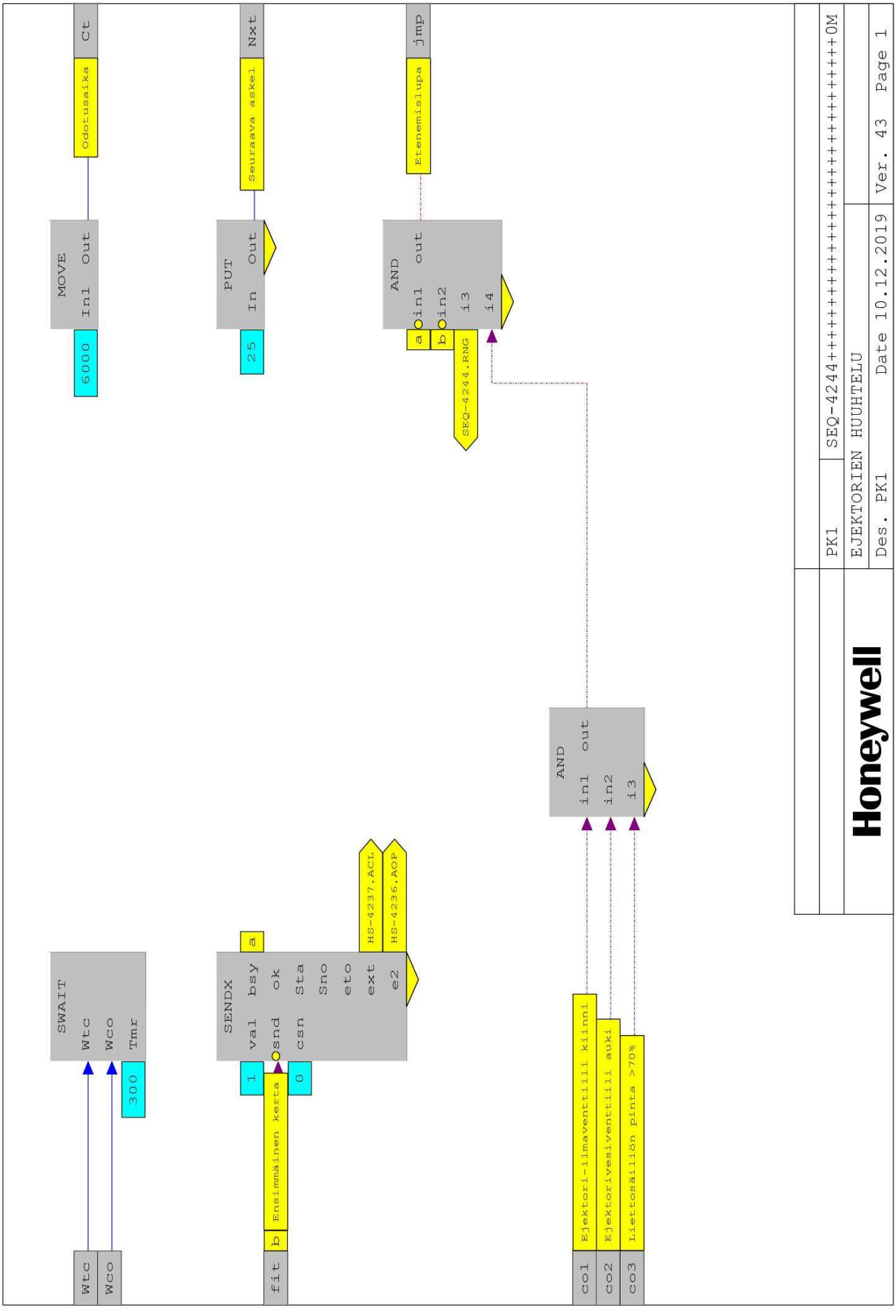
Sekvenssiohjelman neljäs askel (vesiannostelu)



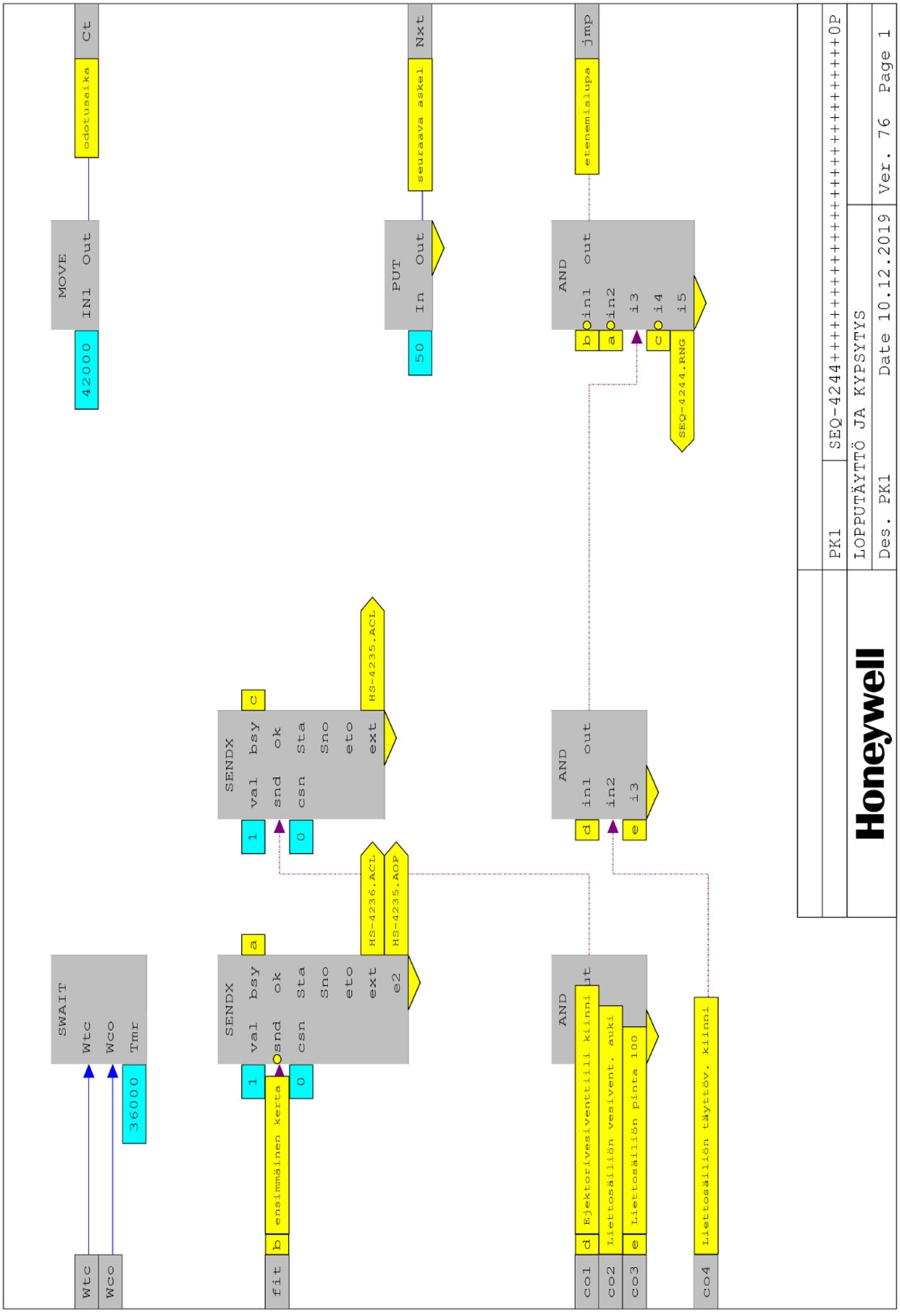
Sekvenssiohjelman viides askel (jauheen annostelu)



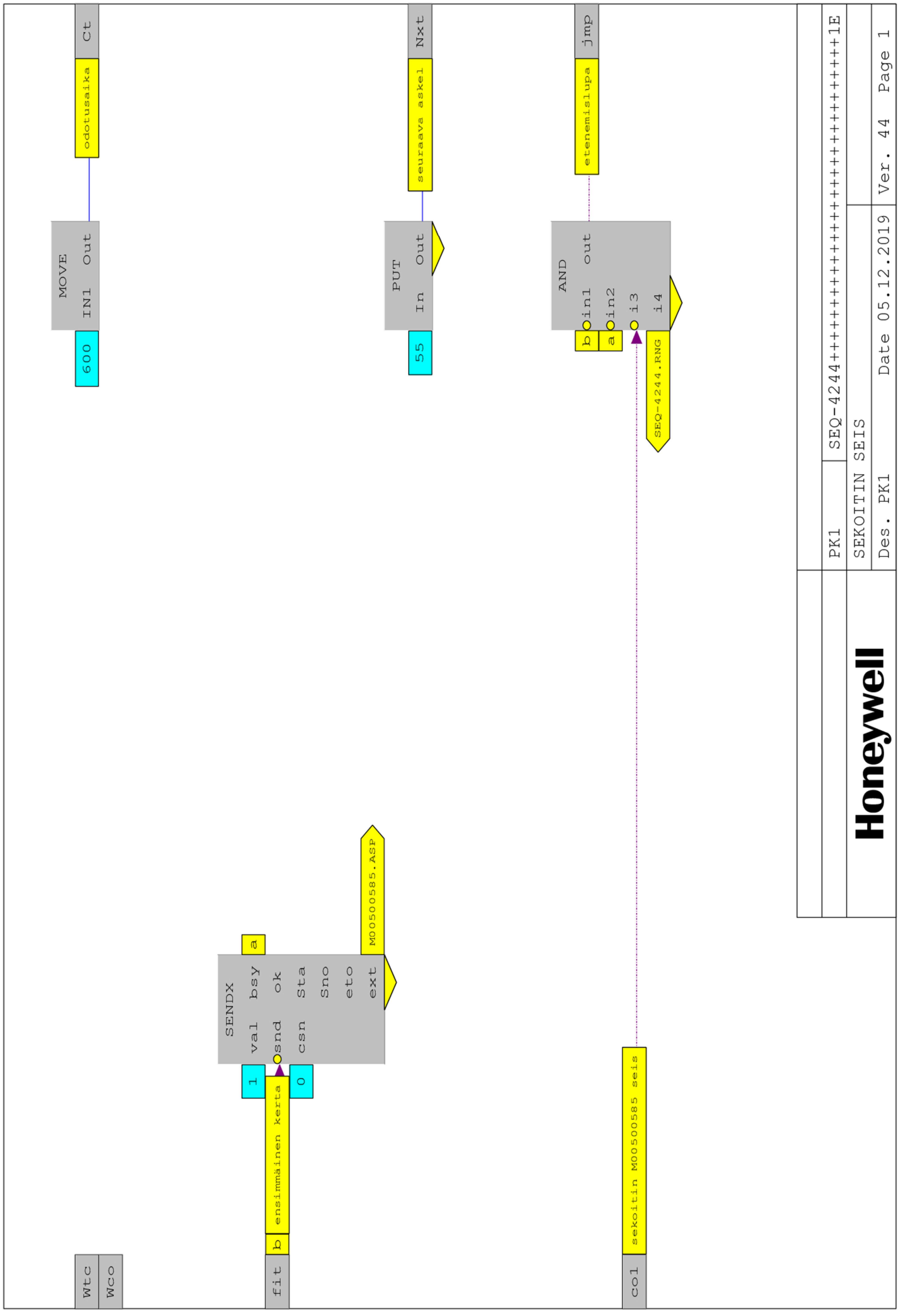
Sekvenssiohjelman kuudes askel (ejektorien huuhtelu)



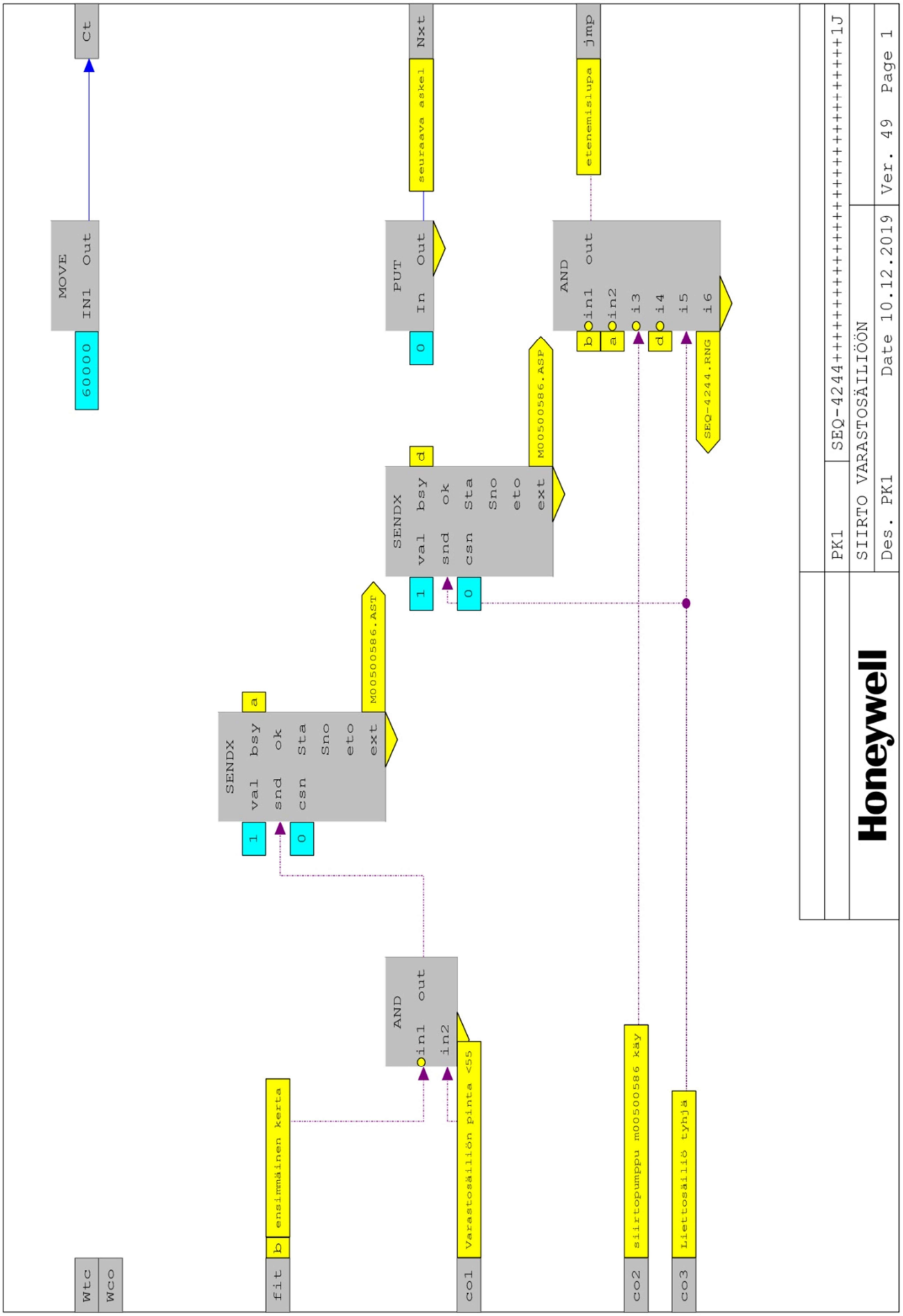
Sekvenssiohjelman seitsemäs askel (lopputäyttö ja kypsytys)



Sekvenssiohjelman kahdeksas askel (sekoitin seis)



Sekvenssiohjelman yhdeksäs askel (siirto **varastosäiliöön**)



FS-4238

EJEKTORI 1 VESIVIRTAUS

Toiminta:

Piiri valvoo kem.puhd. veden virtausta ejektorille 1.

Virtaushäiriöstä tulee hälytys 5 sekunnin viiveellä. Ajokuvassa hälytystieto näkyy ilman viivettä.

Hälytykset:

Alarajahälytys (viive 5 s)

Tiedot muihin piireihin:

Ei

Lukitukset:

Ei

FS-4239

EJEKTORI 2 VESIVIRTAUS

Toiminta:

Piiri valvoo kem.puhd. veden virtausta ejektorille 2.

Virtaushäiriöstä tulee hälytys 5 sekunnin viiveellä. Ajokuvassa hälytystieto näkyy ilman viivettä.

Hälytykset:

Alarajahälytys (viive 5 s)

Tiedot muihin piireihin:

Ei

Lukitukset:

Ei

HS-4235

VESI POLYMEERIN LIETTOSÄILIÖÖN

Toiminta:

Venttiilillä annostellaan vettä polymeerin liettosäiliöön.

Polymeerin liettosekvenssi SEQ-4244 asettaa piirin automaatille ja ohjaa venttiilin toimintaa.

Käyttäjä voi ohjata venttiiliä käsin, kun polymeerin lietto sekvenssi ei ole käynnissä.

Hälytykset:

-

Tiedot muihin piireihin:

Aukiraja:
SEQ-4244 polymeerin lietto sekvenssi

Kiinniraja:
SEQ-4244 polymeerin lietto sekvenssi

Lukitukset:

Suoja kiinni:

XS-4242 Polymeeri laitteiston hätä-seis
LI-4136 Liettosäiliön pinta ylärajalukitus

HS-4236

VESI EJEKTOREILLE

Toiminta:

Venttiilillä ohjataan vettä liettosäiliön sekoitusejektroreihin.

Polymeerin liettosekvenssi SEQ-4244 asettaa piirin automaatille ja ohjaa venttiilin toimintaa.

Käyttäjä voi ohjata venttiiliä käsin, kun polymeerin lietto sekvenssi ei ole käynnissä.

Hälytykset:

-

Tiedot muihin piireihin:

Aukiraja:
FS-4238 Ejektori 1 vesivirtaus
FS-4239 Ejektori 2 vesivirtaus

Lukitukset:

Suoja kiinni:

XS-4242 Polymeeri laitteiston hätä-seis
LI-4136 Liettosäiliön pinta ylärajalukitus

HS-4237

PAINEILMA EJEKTOREILLE

Toiminta:

Venttiilillä ohjataan paineilma liettosäiliön sekoitusejektroreihin.

Polymeerin liettosekvenssi SEQ-4244 asettaa piirin automaatille ja ohjaa venttiilin toimintaa.

Käyttäjä voi ohjata venttiiliä käsin, kun polymeerin lietto sekvenssi ei ole käynnissä.

Hälytykset:

-

Tiedot muihin piireihin:

Aukiraja:
SEQ-4244 polymeerin lietto sekvenssi

Kiinniraja:
SEQ-4244 polymeerin lietto sekvenssi

Lukitukset:

Ei

LS-4241

POLYMEERI IMUSUPPILON YLIVUOTO

Toiminta:

Piiri valvoo jauheen pintaa imusuppilossa.

Pinnan ylärajahälytys tehdään 3 sekunnin viiveellä pinnan noustua hälytysrajalle.

Ylärajahälytys pysäyttää polymeerin liettosekvenssin askeleen 20 (jauheen annostelu). Hälytys sekvenssin askeleen 20 aikana sulkee ejektorien vesiventtiilin ja pysäyttää annosteluruuvin.

Ylärajalukitus (viive 10s) lukitsee polymeerin annosteluruuvin. Käsikäyttö paikalliskytkimistä toimii lukituksesta huolimatta.

Hälytykset:

Polymeerin imusuppilo tukossa (viive 3s)

Tiedot muihin piireihin:

Ylärajahälytys:
SEQ-4244 polymeerin lietto

Ylärajalukitus (viive 10s):
M00500584 Polymeeri annosteluruuvi

Lukitukset:

Ei

M00500582

POLYMEERI VAAKA TÄYTTÖRUUVI

Toiminta:

Polymeeri vaa'an täyttöruuvi siirtää polymeerijauheen polymeerin jauhesäiliöstä vaakasäiliöön.

Polymeerin liettosekvenssi SEQ-4244 asettaa piirin automaatille ja ohjaa täyttöruuvin toimintaa.

Käyttäjä voi käynnistää ja pysäyttää moottorin, kun polymeerin lietto sekvenssi ei ole käynnissä.

Hälytykset:

Moottorin toimintahälytykset

Tiedot muihin piireihin:

Käyntitieto:
SEQ-4244 Polymeerin lietto sekvenssi

Lukitukset:

Suojaseis:
XS-4242 – Polymeerilaitteiston hätäseis

M00500584

POLYMEERI ANNOSTELURUUVI

Toiminta:

Polymeerin annosteluruuvi siirtää polymeerijauheen vaakasäiliöstä imusuppiloon.

Polymeerin liettosekvenssi SEQ-4244 asettaa piirin automaatille ja ohjaa annosteluruuvin toimintaa.

Käyttäjä voi käynnistää ja pysäyttää moottorin, kun polymeerin lietto sekvenssi ei ole käynnissä.

Hälytykset:

Moottorin toimintahälytykset

Tiedot muihin piireihin:

Käyntitieto:
SEQ-4244 Polymeerin lietto sekvenssi

Lukitukset:

Suojaseis:
XS-4242 – Polymeerilaitteiston hätäseis
LS-4241 – Imusuppilon pinta ylärajalukitus

M00500585

POLYMEERI LIETTOSÄILIÖN SEKOITIN

Toiminta:

Polymeerijauheen liettosäiliössä oleva sekoitin.

Polymeerin liettosekvenssi SEQ-4244 asettaa piirin automaatille ja ohjaa sekoittimen toimintaa.

Käyttäjä voi käynnistää ja pysäyttää moottorin, kun polymeerin lietto sekvenssi ei ole käynnissä.

Hälytykset:

Moottorin toimintahälytykset

Tiedot muihin piireihin:

Käyntitieto:
SEQ-4244 Polymeerin lietto sekvenssi

Lukitukset:

Suojaseis:
XS-4242 – Polymeerilaitteiston hätäseis

M00500586

POLYMEERI LIETTOSÄILIÖN PUMPPU

Toiminta:

Polymeeri liettosäiliön siirtopumppu pumppaa valmiin polymeeriliuoksen varastosäiliöön.

Polymeerin liettosekvenssi SEQ-4244 asettaa piirin automaatille ja ohjaa siirtopumpun toimintaa.

Käyttäjä voi käynnistää ja pysäyttää pumpun, kun polymeerin lietto sekvenssi ei ole käynnissä.

Hälytykset:

Moottorin toimintahälytykset

Tiedot muihin piireihin:

Käyntitieto:
SEQ-4244 Polymeerin lietto sekvenssi

Lukitukset:

Suojaseis:
XS-4242 – Polymeerilaitteiston hätäseis

PS-4240

EJEKTORIEN ILMANPAINE

Toiminta:

Piiri valvoo ejektorien ilmanpainetta.

Hälytykset:
Alarajahälytys (viive 5 s)

Tiedot muihin piireihin:

Alarajalukitus (viive 10 s)
SEQ-4244 polymeerin lietto

Lukitukset:
Ei

WIQ-4243

POLYMEERIJAUHE VAAKA

Toiminta:

Piiri mittaa polymeerijauheen painoa vaakasäiliössä.
Käyttäjä antaa halutun jauhemäärän painon ja sekvenssi pysäyttää polymeeri vaa'an täyttöruuvin mittauksen saavutettua tavoitepainon.

Hälytykset:

Ei hälytyksiä

Tiedot muihin piireihin:

Tyhjäpaino, vaaka tyhjä:
SEQ-4244

Tavoitepaino, vaaka täynnä:
SEQ-4244

Lukitukset:

Ei

XS-4242

POLYMEERI LAITTEISTON HÄTÄSEIS

Toiminta:

Piiri valvoo polymeeri laitteiston hätäseis painiketta.

Hälytykset:

Polymeerilaitteiston hätäseis painettu.

Tiedot muihin piireihin:

M00500582 Polymeeri vaaka täyttöruuvi
M00500584 Polymeeri annosteluruuvi
M00500585 Polymeeri liettosäiliön sekoitin
M00500586 Polymeeri liettosäiliön pumppu
HS-4235 Vesi polymeerin liettosäiliöön
HS-4236 Vesi ejektoreille
HS-4237 Paineilma ejektoreille

Lukitukset:

Ei

SEQ-4244

POLYMEERIN LIUOTUS

Käyttö:

Järjestelmässä

Toiminta:

Sekvenssin avulla valmistetaan polymeeriliuosta polymeerijauheesta ja vedestä, sekoitetaan se ja pumpataan polymeerin varastosäiliöön.

Ajokaaviosta 218 tehdään seuraavat määrittelyt:
-Polymeerijauheen määrä annoksessa (kg)

Sekvenssi voidaan käynnistää ajokaaviosta 218 sivulta sekvenssi painikkeen takaa aukeavasta ikkunasta. Sekvenssi pysäytetään ottamalla liettolupa pois päältä. Sekvenssi suoritetaan loppuun, mutta sitä ei aloiteta uudestaan. Sekvenssi käynnistyy uudelleen, kun liettolupa laitetaan takaisin päälle ja painetaan piirikuvasta käynnistä painiketta.

Siirtolupa varastosäiliöön on aktiivinen, kun varastosäiliön pinta on alle 50%.

Sekvenssi käynnistyy automaattisesti uudelleen, kun varastosäiliön pinta on laskenut alle 65%, liettolupa on päällä ja muut käynnistysehdot täyttyvät.

Jos liettolupa otetaan pois kesken sekvenssin ajon, niin sekvenssi suoritetaan loppuun, mutta sitä ei käynnistetä uudelleen.

Alkuehdot käynnistykselle:

Tyhjennyspumppu M00500586 seis
Ejektorien ilmanpaine PS-4240 riittävä
Polymeerin jauhesäiliön pinta LS-4137 ei ole alarajalla
Liettolupa päällä
Polymeerin varastosäiliön pinta alle 65%

Askel 5:

PIIRIT AUTOMAATILLE

Valvonta-aika 60s

Seuraavat piirit asetetaan automaatille:
-M00500582 Polymeeri vaaka täyttöruuvi
-M00500584 Polymeeri annosteluruuvi
-M00500585 Polymeeri liettosäiliön sekoitin
-M00500586 Polymeeri liettosäiliön pumppu
-HS-4235 Vesi polymeerin liettosäiliöön

-HS-4236 Vesi ejektoreille
-HS-4237 Paineilma ejektoreille

Sekvenssi siirtyy askeleeseen 10 kun edellä mainitut piirit ovat automaatilla.

Askel 10:
VAAKASÄILIÖN TÄYTTÖ

Valvonta-aika 5 min

-Polymeeri vaaka täyttöruuvi M00500582 käynnistyy ja käy, kunnes polymeerivaaka saavuttaa pyydetyn arvon.

Sekvenssi siirtyy askeleeseen 15 kun vaakasäiliön mittaus on saavuttanut asetetun painon.

Askel 15:
VESIANNOSTELU

Valvonta-aika 12 min

-Liettosäiliön vesiventtiili HS-4235 avautuu. Venttiili sulkeutuu, kun liettosäiliön pinta saavuttaa välipintarajan.

Sekvenssi siirtyy askeleeseen 20 kun liettosäiliön veden pinta LI-4134 on saavuttanut välipintarajan

Askel 20:
JAUHEEN ANNOSTELU

Valvonta-aika 20 min

- Ejektorivesiventtiili HS-4236 avautuu.
- Liettosäiliön sekoitin M0000585 käynnistyy.
- Ejektorien paineilmaventtiili HS-4237 avautuu.
- Vaa'an ruuvikuljetin M00500584 käynnistyy.

Polymeerijauheen imusuppilon ylivuoto LS-4241 lukitusraja pysäyttää vaa'an ruuvikuljettimen ja sulkee ejektorivesiventtiilin. Sekoitin jää käymään ja ejektorien paineilmaventtiili jää auki, kunnes ne pysäytetään käsin tai ylivuodon lukitusraja palautuu.

- Polymeerijauhe vaa'an saavuttaessa vaaja tyhjä rajan pysähtyy vaa'an ruuvikuljetin M00500584 ja ejektorivesiventtiili HS-4236 sulkeutuu. Vaaka tyhjä rajatiedossa on 60 sekunnin viive, joka varmistaa ejektoriletkujen ja vaa'an tyhjentymisen.

Sekvenssi siirtyy askeleeseen 22 kun polymeerijauhe vaaka WIQ-4243 saavuttaa vaaka tyhjä rajan.

Odotus 30s

Askel 22:

EJEKTORIEN HUUHTELU

Valvonta-aika 10 min

- Ejektorien paineilmaventtiili HS-4237 sulkeutuu.
- Ejektorivesiventtiili HS-4236 avautuu.
- Ejektorivesiventtiili HS-4236 sulkeutuu polymeerin liuotussäiliön pinnanmittauksen LI- 4136 saavuttaessa 70% rajan.

Askel 25:

LOPPUTÄYTTÖ JA KYPSYTYS

Valvonta-aika 70 min

-Liettosäiliön vesiventtiili HS-4235 avautuu. Vesiventtiili sulkeutuu, kun liettosäiliön pinta saavuttaa yläpintarajan.

Odotus 60 min

Sekvenssi siirtyy askeleeseen 30, kun liettosäiliön veden pinta LI-4134 on saavuttanut yläpintarajan ja 60 min kypsytysaika on kulunut loppuun.

Askel 30:

SEKOITIN SEIS

Valvonta-aika 60s

- Liettosäiliön sekoitin M00500585 pysähtyy.

Sekvenssi siirtyy askeleeseen 35 kun sekoitin on pysähtynyt.

Askel 35:

SIIRTO

Valvonta-aika 1h 40min

- Polymeerin liettosäiliön pumppu M00500586 käynnistyy, kun varastosäiliön pinta on alle alarajan (50%). Pumppu pysähtyy, kun liettosäiliön pinta laskee alarajalle.

Sekvenssi siirtyy askeleeseen 40 kun polymeerin liettosäiliön pinta saavuttaa alarajan ja pumppu on pysähtynyt.

Hälytykset:

AIKAVALVONTAHÄLYTYS ASKELNo

Tiedot muihin piireihin:

Ei.