



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Alexi Kallio

---

# Ohjausten siirto sähkötilaan ja automaatiojärjestelmään

Opinnäytetyö  
Kevät 2021  
SeAMK Tekniikka  
Automaatiotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Sähköautomaatio

Tekijä: Aleksi Kallio

Työn nimi: Ohjausten siirto sähkötilaan ja automaatiojärjestelmään

Ohjaaja: Ismo Tupamäki

Vuosi:2021

Sivumäärä:39

Liitteiden lukumäärä:5

---

Tässä opinnäytetyössä toteutettiin UPM Kymmene Oyj:n Jämsänkosken tehtaan lietteenkäsittelyssä sijaitsevien sekoittimien ohjauksien siirto sähkötilaan. Lietteenkäsittelyn Nalco Floccmaster Inline -sekoittimien ohjaukset sijaitsivat sekoittimien kanssa samassa tilassa, ja tämä aiheutti ongelmia ohjauslaitteiden toiminnassa. Syynä toiminnan ongelmiin oli tilan huono ilmanlaatu ja siinä olevat hapettavat aineosat. Opinnäytetyö käsittelee ohjauslaitteiston siirron eri vaiheita.

Laitteiston siirto suunniteltiin ennen siirtoa siten, että käyttökatkos käynnissä olevassa tehtaassa olisi mahdollisimman lyhyt. Suunnitteluvaiheessa selvitettiin jo olemassa olevat kaapeloinnit ja laitteistot, jotka voitiin jättää edelleen käyttöön. Lisäksi määriteltiin tilat ja uudet tarvittavat kaapeloinnit tehtaan sähkötilaan. Myös aiemmin ohjelmoitavalla logiikalla toteutetut ohjaukset siirrettiin tehtaan Honeywell TotalPlant Alcont -automaatiojärjestelmään.

Työhön sisältyivät osallistuminen sähkö- ja automaatio suunnitteluun sekä järjestelmän ohjelmointiin, varsinaisten asennusten tekeminen ja testaaminen. Viimeisenä vaiheena oli itse käyttöönotto. Työn tuloksena saatiin toimiva sekoitusjärjestelmä.

<sup>1</sup> Asiasanat: Prosessinohjaus, Automaatiojärjestelmä, Sekoitin, Käyttöönotto

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Engineering

Specialisation: Electric Automation

Author: Alekski Kallio

Title of thesis: Transferring the Controls of a Mixer to an Electrical Room and to the Automation System

Supervisor: Ismo Tupamäki

Year:2021

Number of pages:39

Number of appendices:5

---

The purpose of the Bachelor's thesis was to transfer the controls of a mixer from sludge treatment to an electrical room at the UPM paper mill in Jämsänkoski. Previously the controls of Nalco Floccmaster Inline Mixers were in the same location as the mixers, and that caused problems with control components. The reason for these problems was poor indoor air quality and oxidizing particles in the air. This thesis covered the different stages of the control equipment transfer.

The transfer of the equipment was designed and executed so that downtime at the factory would be as short as possible. At the design stage, existing cabling and the equipment that could still be left in use were identified. Also new positions and need for additional cabling were defined. The controls of the mixer that were previously implemented with programmable logic were also transferred to the Honeywell TotalPlant Alcont automation system of the factory.

The thesis project included participating in electrical and automation design, as well as programming, installation and testing work. As the last stage there was a system deployment. As the result of the thesis there was a functional mixing system.

<sup>1</sup> Keywords: Process control, Automation system, Mixer, Deployment

# SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	1
Thesis abstract .....	2
SISÄLTÖ .....	3
Kuvio- ja taulukkoluetelo .....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO .....	8
1.1 Työn tausta .....	8
1.2 Työn tavoite .....	8
1.3 Työn rakenne .....	8
1.4 Nalco Finland Oy.....	9
1.4.1 Yleistä .....	9
1.4.2 Ecolab.....	9
1.4.3 UPM-Kymmene Oyj .....	10
1.4.4 UPM Jokilaakson tehtaat, Jämsänkoski.....	10
2 LAITTEISTO.....	11
2.1 Lietteenkäsittelyn periaate.....	11
2.1.1 Lietteenkäsittelyn laitteet.....	11
2.1.2 Mekaaninen kuivaus .....	12
2.2 Nalco Floccmaster Inline -sekoitin.....	13
2.3 Automaatiojärjestelmä.....	15
2.3.1 Honeywell TotalPlant Alcont .....	16
2.3.2 Alcont -järjestelmän osat.....	17
2.4 Järjestelmän ohjelmointi .....	19
3 TYÖN ETENEMINEN .....	20
3.1 Järjestelmän muutokset .....	20
3.1.1 Taajuusmuuttajat .....	24
3.1.2 Turvakytkimet.....	26
3.1.3 Kaapelointi .....	26

3.1.4	Ohjaukset.....	27
3.2	Asennukset .....	28
3.3	Käyttöönotto .....	31
3.3.1	I/O-testaus .....	33
3.3.2	Ohjausten vaihtotyö .....	33
4	TULOKSET .....	35
5	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	36
	LÄHTEET .....	37
	LIITTEET .....	39

## Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Jämsänkosken paperitehdas (Paperiliitto [viitattu 26.1.2021].) .....	10
Kuvio 2. Suotonauhapuristin (KnowPap [viitattu 26.1.2021].) .....	12
Kuvio 3. Nalco Floccmaster Inline -järjestelmä (Ecolab [viitattu 26.1.2021].).....	13
Kuvio 4. Sekoittimen pääkomponentit (Ecolab [viitattu 26.1.2021].) .....	14
Kuvio 5. Sekoittimen ohjauskeskus .....	15
Kuvio 6. TotalPlant Alcont -järjestelmä (KnowPap [viitattu 02.02.2021].).....	16
Kuvio 7. TotalPlant Alcont väylät (KnowPap [viitattu 02.02.2021].).....	18
Kuvio 8. Esimerkki järjestelmän ohjelmasta.....	19
Kuvio 9. Uusi kytkentäkotelo.....	21
Kuvio 10. Omron-1-SIN 230 VAC-pistokantarele (Omron [viitattu 25.03.2021].) .....	21
Kuvio 11. Galvaaninen erotin (Camille Bauer [viitattu 26.03.2021].).....	22
Kuvio 12. Alcont -keskuskaapin ristikytkentätilassa olevat riviliittimet.....	23
Kuvio 13. ABB ACS880 -taajuusmuuttaja (ABB [viitattu 25.03.2021].) .....	25
Kuvio 14. ABB BWS316TPM -turvakytkin (ABB [viitattu 25.03.2021].) .....	26
Kuvio 15. Taajuusmuuttajien ja kytkentäkoteloiden asennus.....	29
Kuvio 16. Turvakytkimien kiinnitys .....	30
Kuvio 17. Sekoittimen moottorin arvokilpi .....	32
Taulukko 1. UPM-Kymmene Oyj:n liiketoiminta-alat (UPM-Kymmene Oyj, 2021a.) .....	10
Taulukko 2. Sekoittimen 1 I/O-liitännät .....	24

Taulukko 3. Sekoittimen 2 I/O-liitännät .....	24
Taulukko 4 Sekoittimien analogisten lähtöjen liitännät .....	24
Taulukko 5. Asennettujen kaapeleiden pituudet tyypeittäin. ....	30
Taulukko 6. Taajuusmuuttajan parametrit.....	31
Taulukko 7. Ohjaussignaalin parametrit.....	33

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>ACO</b>	Honeywell TotalPlant Alcont -järjestelmän analoginen lähtökortti
<b>Alcont</b>	Honeywell TotalPlant Alcont on avoin hajautettu prosessinohjausjärjestelmä
<b>FFP3</b>	Korkeimman tason hengityssuojain
<b>Interbus</b>	Väyläjärjestelmä, jonka avulla siirretään tietoa ohjausjärjestelmien välillä
<b>JAMAK</b>	Instrumentointikaapeli
<b>Mb/s</b>	Tiedonsiirtonopeus, megabittiä sekunnissa
<b>MMJ</b>	Muovivaippainen ja muovieristeinen asennuskaapeli
<b>MCMK</b>	Muovivaippainen kuparimaakaapeli
<b>MMO</b>	Muovivaippainen ohjauskaapeli
<b>PBO</b>	Honeywell TotalPlant Alcont -järjestelmän binäärilähtökortti
<b>PBI</b>	Honeywell TotalPlant Alcont -järjestelmän binääritulokortti
<b>Upline</b>	Honeywell TotalPlant Alcont -järjestelmän tietoväylä
<b>VAC</b>	Jännite, vaihtosähkö
<b>VDC</b>	Jännite, tasasähkö



# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

UPM-Kymmene Oyj:n Jämsänkosken paperitehtaan lietteenkäsittelyssä on kaksi kappaletta Nalco Floccmaster Inline -sekoittimia. Molempien laitteistojen ohjauskeskukset sijaitsevat lähellä laitteistoja. Ohjauskeskuksiin on sijoitettu sekoittimia ohjaavat taajuusmuuttajat, sekä pienet logiikat. Keskuksissa on ollut paljon vikaantumisia. Viat ovat aiheutuneet suurimmaksi osaksi lietteenkäsittelyn ilman sisältämien kaasujen vaikutuksesta. Erilaiset kaasut hapettavat ja vanhentavat sähkökomponentit ennen aikojaan. Tämän tiedon perusteella suunniteltiin ohjausten siirtoa vieressä olevaan puhtaaseen sähkötilaan. Samalla myös ohjauksesta vastaava ohjelmisto päätettiin siirtää Alcont-automaatiojärjestelmään.

## 1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena on siirtää ohjauskeskuksissa olevat taajuusmuuttajat puhtaaseen tilaan, jolloin niiden käyttöaika saadaan pidennettyä. Taajuusmuuttajia ja logiikoita on uusittu jo useampia, mikä ei ole tavanomaista normaalisti pitkäikäisille laitteille. Ohjausten siirtyessä Alcont-automaatiojärjestelmään ohjauskeskusten omat logiikat jäävät kokonaan pois.

## 1.3 Työn rakenne

Ensimmäisessä luvussa selvitetään työn taustaa sekä työn tavoitteita. Luvussa esitellään myös Nalco Finland Oy ja paperitehdas, jonne työ tehtiin. Toisessa luvussa käsitellään työhön liittyvää teoriaa. Luvussa käydään läpi työhön liittyvien keskeisimpien laitteiden toimintaperiaatteet. Kolmannessa luvussa esitetään laitteiden siirtoprosessi ja se, kuinka työ eteni. Luvussa esitetään työvaiheet suunnittelusta käyttöönottoon. Neljännessä luvussa käsitellään työn tulokset. Luvussa kerrotaan, miten työ onnistui ja mikä oli lopputulos. Viidennessä luvussa on yhteenveto tehdystä työstä. Luvussa kerrataan lyhyesti työn kulku. Siinä myös pohditaan tehdyn työn vaikutusta.

## **1.4 Nalco Finland Oy**

Tässä osiossa kerrotaan Nalco Finland Oy:stä ja Ecolab-konsernista yleisesti. Osiossa käydään läpi yrityksen historia, rakenne ja toimialat. Lisäksi esitellään myös paperitehdas, jonne työ tehtiin.

### **1.4.1 Yleistä**

Nalco Water perustettiin National Aluminate Corporation -nimellä vuonna 1928. Yhtiö syntyi, kun kaksi yritystä Chicago Chemical Company ja Aluminate Sales Corporation yhdistyivät. Molemmat yritykset myivät natriumaluminaattia, jota käytetään veden puhdistamisessa. Vuonna 1959 yrityksen nimi muutettiin virallisesti Nalco Chemical Companyksi, vastaamaan toiminnan laajentumisen haasteisiin. Nalcon tutkimus- ja kehitystoiminnassa tapahtui merkittävää siirtymistä epäorgaanisesta orgaaniseen kemiaan. Nalco oli edelläkävijä vedenkäsittelyssä käytettävien tärkeiden synteettisten polymeerien kehittämisessä. Vuonna 2011 Nalco yhdistyi Ecolabin kanssa. Nalco Finland Oy auttaa asiakkaitaan vähentämään energian, veden ja muiden luonnonvarojen kulutusta, parantamaan ilmanlaatua, minimoimaan ympäristöpäästöjä ja parantamaan tuottavuutta ja lopputuotetta. (Ecolab, 2021a.)

### **1.4.2 Ecolab**

Ecolab on globaali johtaja vesi-, hygienia- ja energiateknologiassa sekä -palveluissa, jotka suojelevat ihmisiä ja elintärkeitä resursseja. Ecolab tarjoaa kokonaisvaltaisia ratkaisuja ja palveluja paikan päällä edistääkseen elintarvikkeiden turvallisuutta, säilyttääkseen puhtaan ympäristön, optimoidakseen veden ja energian käyttöä. Lisäksi yrityksen tavoitteena on parantaa asiakkaidensa tehokkuutta elintarvikkeiden, terveydenhuollon, energian, hotellien ja teollisuuden markkinoilla. Vuonna 2015 Ecolabin liikevaihto oli 13,5 miljardia dollaria. Työntekijöitä Ecolabilla oli 47 000 ja yritys toimii yli 170 maassa. (Ecolab, 2021b.)

### 1.4.3 UPM-Kymmene Oyj

UPM-Kymmene Oyj on biometsätalouden edelläkävijä. Yhtiö tarjoaa uusiutuvia ratkaisuja maailmanlaajuiseen kuluttajakysyntään kuudella liiketoiminta-alueella. Taulukossa 1 esitetään yhtiön kuusi liiketoiminta-alaa. (UPM-Kymmene Oyj, 2021a.)

Taulukko 1. UPM-Kymmene Oyj:n liiketoiminta-alat (UPM-Kymmene Oyj, 2021a.)

Liiketoiminto	Liiketoiminta-ala
UPM Biorefining	Sellu-, saha- ja biopolttoaineet
UPM Energy	Sähkön tuotto ja sähkömarkkinat
UPM Raflatac	Tarramateriaalit brändäämiseen ja myynninedistämiseen, tuote ja informaatioetiketointiin
UPM Specialty Papers	Tarralaminaatit ja toimistopaperit
UPM Communication Papers	Graafinen paperi
UPM Plywood	Vaneri- ja viilutuotteet

### 1.4.4 UPM Jokilaakson tehtaat, Jämsänkoski

UPM-Kymmene Oyj:n Jämsänkosken paperitehtaalla tuotetaan päällystämätöntä aikakauslehtipaperia, tarra- ja pakkauspaperia, sekä C1S-pinta-, -tausta- ja -pakkauspapereita. (UPM-Kymmene, 2021b). Jatkossa Jämsänkosken päällystämättömien mekaanisten paperien tuotevalikoima laajennetaan kattamaan myös sanomalehtipaperilajit. (UPM-Kymmene Oyj, 2021c.) Kuviossa 1 on UPM-Kymmene Oyj Jämsänkosken tehdasalue.



Kuvio 1. Jämsänkosken paperitehdas (Paperiliitto, [viitattu 26.1.2021].)

## 2 LAITTEISTO

### 2.1 Lietteenkäsittelyn periaate

Metsäteollisuudessa muodostuu erilaisia lietejakeita, joiden määrät ja laadut vaihtelevat tehtaittain. Yhteistä kaikille lietteille on kuitenkin se, että ne sisältävät runsaasti vettä ja siksi niiden käsittely on haastavaa ja vaatii usein runsaasti energiaa. (KnowPap, 2021.)

Metsäteollisuudessa lietteet käytetään hyödyksi tehtaalla energian lähteenä tai niitä voidaan hyödyntää maanrakennuksessa ja lannoituskäytössä. Lietteiden hyötykäyttö onnistuu, mikäli vaaditut raja-arvot lietejakeelta täyttyvät. Tulevaisuudessa lietteiden sijoittaminen läjitysalueelle tulee aina vain kalliimmaksi vaihtoehdoksi. (KnowPap, 2021.) Lietteiden määrät kasvavat sekä ympäristölainsäädäntö tiukentuu. Tästä syystä tutkitaan uusia hyötykäyttömahdollisuuksia. Suomessa käytetään hyödyksi 70 % metsäteollisuuden lietteistä energiana. (VTT Energia, 2007.)

#### 2.1.1 Lietteenkäsittelyn laitteet

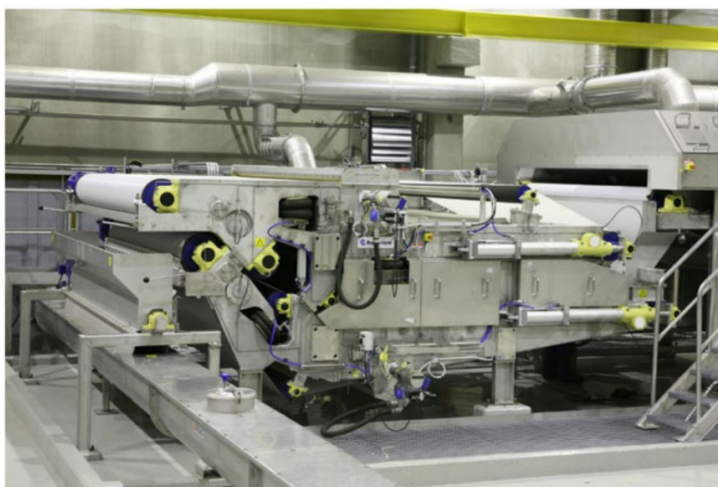
Lietteet tarvitsevat alhaisen kiintoainepitoisuuden vuoksi useita erilaisia käsittelyvaiheita vedenerotuksen lisäksi. Käsittelyvaiheiden määrä riippuu lietteen ominaisuuksista, sekä lietteen loppusijoituksesta ja käytöstä. Lietteiden vedenerotuksessa tarkoituksena on saada erotettua vesi mahdollisimman hyvin kiintoaineesta. Mahdollisimman kuiva kiintoaine helpottaa lietteen jatkokäsittelyä. Vedenerotus voidaan suorittaa mekaanisin käsittelymenetelmin tai se voidaan suorittaa myös termisesti, jolloin vesi haihdutetaan lietteestä lämmön avulla. (KnowPap, 2021.)

Perinteisesti lietteet käsitellään metsäteollisuudessa hyvin yksinkertaisesti. Tiivistämisen jälkeen lietteet käsitellään suotonauhapuristimella ja poltetaan kuorikattilassa yhdessä puunkäsittelystä tulevan kuoren kanssa. Liete voidaan myös sijoittaa kaatopaikalle. Lietteet voidaan käsitellä lisäksi biologisesti mädättämällä, jolloin saadaan biokaasua. (KnowPap, 2021.)

## 2.1.2 Mekaaninen kuivaus

Lietteen kiintoainepitoisuutta pitää yleensä nostaa enne jatkokäsittelyä. Veden erotus on myös tärkeää lietteen hyödyntämismuotoja ajatellen. Lietteiden tiivistämisellä saadaan pienennettyä lietteiden tilavuutta. Lietteiden pieni tilavuus on tärkeää joillekin käsittelyprosesseille. Tällaisia käsittelyprosesseja ovat esimerkiksi mädätys, kompostointi, kuivaus ja poltto. Lietteiden tilavuudella on vaikutusta näiden käsittelyprosessien mitoitusparametreihin, joita ovat tarvittava altainen ja laitteiden kapasiteetti, kemikaalien määrä ja tarvittava lämmön määrä. (Alueelliset ympäristöjulkaisut, 2007.) Mekaanisella kuivatuksella poistetaan suurin osa lietteiden sisältämästä vedestä ennen jatkokäsittelyä tai poisvientiä. Yleisimpiä mekaanisia kuivausmenetelmiä ovat linkous, suotonauhapuristin ja ruuvipuristin. Mekaanisessa kuivauksessa tulee löytää optimipiste, missä erotusaste on riittävän hyvä ja lietteiden kuiva-aine on riittävän korkea. Liete voidaan käsitellä myös termisesti haihduttamalla lietteestä vettä. Ennen termistä käsittelyä liete tulee kuivata mekaanisesti, koska veden haihduttaminen tarvitsee huomattavan määrän energiaa. (Laitinen, Nieminen, Saarinen & Toivikko 2014, 53.)

**Suotonauhapuristin.** Suotonauhapuristimessa (kuvio 2) vesi erottuu lietteestä painovoiman sekä puristus- ja leikkausvoimien avulla. Ensimmäisessä vaiheessa liete syötetään ylemmän viiran päälle, missä vesi suodattuu painovoiman avulla. Toisessa vaiheessa liete joutuu alemmalle tasolle viirujen väliin, jossa puristus- ja leikkausvoimat poistavat vettä. (VTT Energia, 2001.) Suotonauhapuristinta ohjataan säätämällä viiran nopeutta, puristuksen voimakkuutta sekä lietteiden määrää ja sakeutta (KnowPap, 2021).



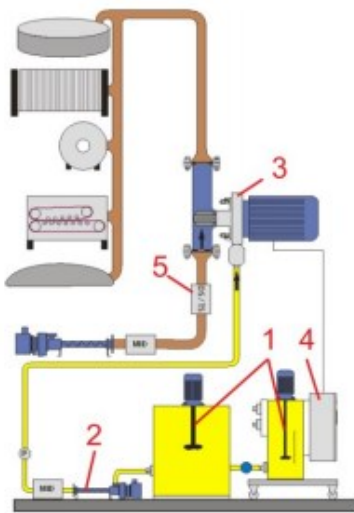
Kuvio 2. Suotonauhapuristin (KnowPap, 2021).

## 2.2 Nalco Floccmaster Inline -sekoitin

Nalco Floccmaster Inline -sekoittimen kaksi perustoimintoa ovat levittää polymeeriliuosta lietteen sekaan, sekä luoda optimaalinen saostuminen kuivatusprosessia varten. Nalco Floccmaster -järjestelmän rakenne esitetään kuviossa 3.

Laite koostuu seuraavista pääkomponenteista:

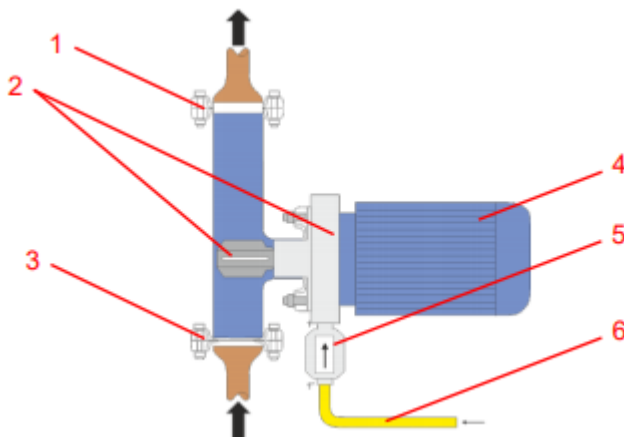
1. Valmistelu (valinnainen puskurisäiliö, jossa siirtopumppu)
2. Annostelu
3. Sekoitus
4. Ohjauskeskus ohjaus- ja säätökomponenteilla
5. Valinnainen DS-anturi (Kuivan aineen mittaus). (Ecolab, 2014.)



Kuvio 3. Nalco Floccmaster Inline -järjestelmä (Ecolab, 2014).

Määritellyn konsentraation omaavaa jauhe- tai nestemäistä polymeeriä valmistetaan sekoitussäiliössä. Sopivan kypsymisajan jälkeen valmis liuos siirretään puskurisäiliöön siirtopumpun avulla. Liuospumppu kuljettaa polymeeriliuoksen sekoittimelle ja sekoitin sekoittaa polymeeriliuoksen lietevirtaan. (Ecolab, 2014.)

**Sekoitin.** Polymeeriliuos syötetään lietevirtaan pyörivän lavan sekä onton akselin kautta. Lavan pyörimisnopeutta säädetään siten, että optimoidaan konsentroidun polymeeriliuoksen jakautuminen lietteeseen. Sekoittimen moottorina toimii 4 kW:n oikosulkumoottori, jonka nimellinen pyörimisnopeus on 2880 rpm. Optimaalisen polymeerisekoituksen saavuttamiseksi tarvitaan sopiva sekoitusenergia. Tämä saavutetaan sekoittimella, joka säätelee lietteen sekoitusnopeutta suhteessa määrään. Kuviossa 4 esitetään sekoittimen rakenne. (Ecolab, 2014.)

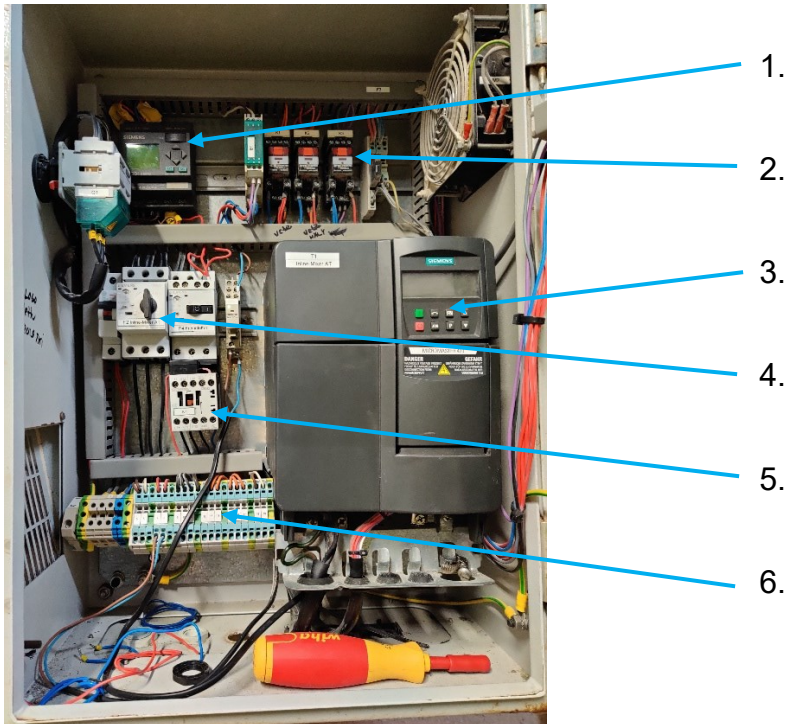


Kuvio 4. Sekoittimen pääkomponentit (Ecolab, 2014.)

Sekoittamisen pääkomponentit:

1. Putkiliitäntä / lietteen ulosmeno
2. Sekoitin
3. Putkiliitäntä / lietteen sisääntulo
4. Moottori
5. Takaiskuventtiili
6. Polymeerin syöttö

**Ohjauskeskus.** Nalco Floccmaster -järjestelmä sisältää ohjauskeskuksen, joka ohjaa sekoittimen toimintaa. Ohjauskeskuksessa sijaitsevalla taajuusmuuttajalla säädetään sekoittimen pyörimisnopeutta. Ohjelmoitava logiikka antaa käyntitiedon ja ohjaa sekoittimen suunnanvaihdon. Tämä opinnäytetyö kohdistuu juuri tämän keskuksen toimintojen siirtämisen tehtaan sähkötilaan. Kuviossa 5 on keskus ennen muutostyötä.



Kuvio 5. Sekoittimen ohjauskeskus

Sekoittimen ohjauskeskuksen pääkomponentit:

1. Logiikkamoduuli
2. Releet
3. Taajuusmuuttaja
4. Moottorinsuojakytkin
5. Kontaktori
6. Riviliittimet.

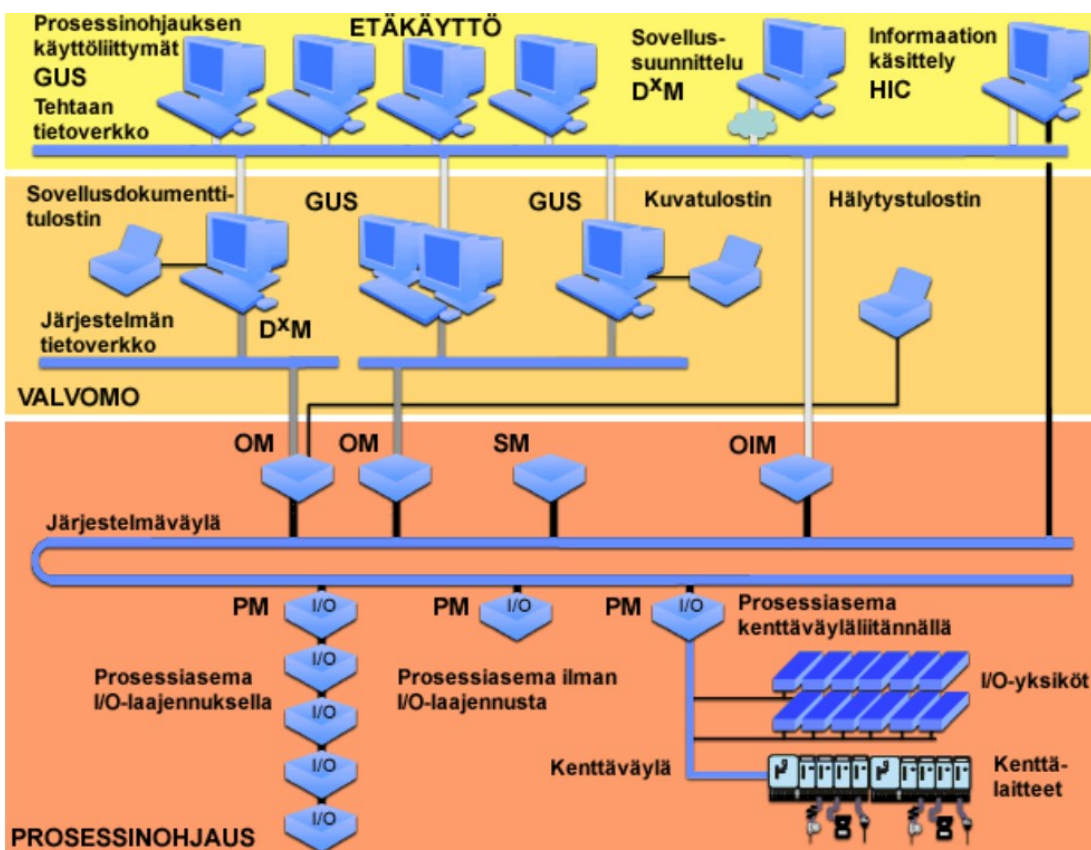
### 2.3 Automaatiojärjestelmä

Automaatiojärjestelmää käytetään prosessiohjauksissa. Järjestelmän tehtävänä on toteuttaa ohjelman mukaisia mittauksia, säätöjä sekä sekvenssi- ja sähkömoottoriohjauksia. Automaatiojärjestelmä kerää prosessista tietoja, joiden perusteella käyttäjä tekee mahdollisia korjaavia säätö- ja asetustoimenpiteitä. Normaalitilanteessa järjestelmä ohjaa toimilaitteita automaattisesti saatujen mittaustietojen perusteella. Automaatiojärjestelmän muita tehtäviä ovat esimerkiksi raportointi ja historiadatan keruu. (Mäkinen, Kallio & Tantarimäki, 2009, 218.)



### 2.3.1 Honeywell TotalPlant Alcont

Honeywell TotalPlant Alcont on avoin hajautettu prosessinohjausjärjestelmä. Sen perustana ovat modulaariset laitteistot ja ohjelmistot, jotka täyttävät yhtä lailla pienimpien sovellusten kuin myös tehtaanlaajusten järjestelmien ohjaustarpeet. (KnowPap, 2021.) TotalPlant Alcont -järjestelmän perusosana on laitteisto, joka käsittelee yhden tehdasosaston tai osaprosessin ohjaamiseen tarvittavat toiminnot. Järjestelmä muodostuu järjestelmäväylästä ja -asemista. Yksi järjestelmä voi sisältää kaikki asematyypit. Järjestelmään kuuluvat tyypillisesti sovellusasema, jota tarvitaan sovelluksen luontiin ja ylläpitoon. Valvomoasemat hoitavat järjestelmäpalveluja ja prosessiasemat ohjaavat prosessia. Mikäli prosessinohjauksen ja perusraportoinnin lisäksi järjestelmässä tarvitaan muita toimintoja, voi siihen kuulua myös tieto- ja liitännäisasiemia. Kuviossa 6 esitetään yksi mahdollinen Total Plant Alcont -järjestelmäkoonpano. (KnowPap, 2021.)



Kuvio 6. TotalPlant Alcont -järjestelmä (KnowPap, 2021.)

### 2.3.2 Alcont -järjestelmän osat

**Prosessiasemat.** Automaatiojärjestelmän prosessiaseman tehtäviin kuuluvat mittaus-tiedon keruu ja peruskäsittely, hälytysten muodostus, säätötoiminnot sekä toimilaitteoh-jaukset (Aalto, 2015b). Prosessiasemat välittävät prosessitiedot järjestelmän asemille ja käyttäjälle. Vastaavasti prosessiasemat saavat muilta asemilta ja käyttäjältä asetusar-voja sekä muita prosessin toimintaan liittyviä ohjauksia. Prosessiasemat sisältävät myös kaikki käytönohjaustason toiminnot. Asemilla voidaan käyttää varsinaisten prosessiase-man työkalujen lisäksi lausekielisiä toimintoja. Myös tietovarastojen käyttöön tarvittavat toiminnot voidaan toteuttaa kyseisellä prosessiasemalla. Näiden toimintojen avulla pys-tytään esimerkiksi optimoimaan prosessin toimintaa. (KnowPap, 2021.)

**Valvomoasema.** Valvomoasema huolehtii järjestelmässä ajan jakamisesta, tiedonsiirto-jen reitityksestä sekä hälytysten käsittelystä. Valvomoaseman tehtäviin kuuluu myös va-rusohjelmiston ja sovellusmäärittelyjen tallentaminen. Valvomoasemasta löytyvät tiedot myös järjestelmästä ja sen eri asemista. Yksi valvomoasemapari pystyy vastaamaan järjestelmän koko sovelluksen tallentamisesta sekä varmuuskopioinnista. (KnowPap, 2021.)

**Valvomoliitântäasema.** Valvomoliitântäasemat ovat järjestelmässä yhteysreitteinä val-vomolaitteiden ja automaatiojärjestelmän välillä. Valvomoliitântäasemat voivat myös vä-littää tietoa Upline-väylien välillä. Valvomoliitântäasemat liitetään normaalisti järjestel-mäväylään, mutta ne voidaan liittää myös muihin Upline-väyliin (KnowPap, 2021).

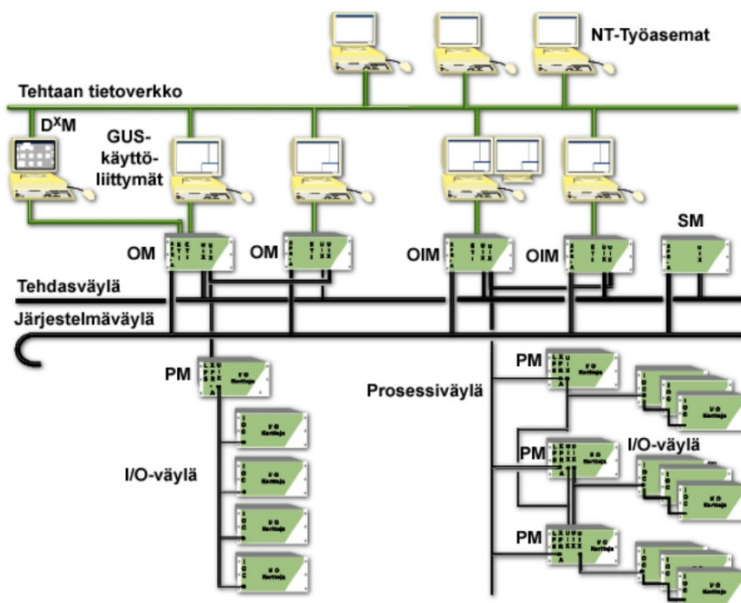
**Käyttöliittymä.** TotalPlant Alcont -automaatiojärjestelmässä on Windows NT -pohjainen käyttöliittymä. Käyttöliittymä on yhteydessä Ethernet-väylien avulla järjestelmään ja teh-taan tietoverkkoon. Käyttöliittymä välittää käyttäjille prosessiin, tuotantoon sekä liiketoi-mintaan liittyvät tiedot. (KnowPap, 2021.)

Nykyisissä valvomoissa hiirellä tai kosketusnäytöllä ohjattavat tietokoneen näytöt ovat ensisijainen liittymä operaattorin ja prosessin välillä. Ne ovat korvanneet vanhemmissa järjestelmissä käytössä olleet seinäpaneelit, joista löytyi merkkivaloja mittareita ja piirtu-reita. Prosessinäyttöjä voidaan seurata myös muista valvomoista, tavallisista toimistotie-tokoneista sekä toisista tehtaista. (Aalto, 2015a.)

**Sovellusasema.** Windows NT -pohjaista sovellusasemaa käytetään sovellussuunnitteluun, sovelluksen testaukseen, ylläpitoon ja dokumentointiin. Asema sijaitsee yleensä tehtaan toiminnasta ja uusien osien käyttöönotosta vastaavan tilassa. Aseman kautta järjestelmään voidaan tehdä kaikki tarvittavat muutokset. (KnowPap, 2021.)

**Tietoasema.** Tietoasemaa käytetään järjestelmissä, joissa tarvitaan historiadataa ja järjestelmissä, joiden toiminnasta tarvitaan laajamittaista raportointia. Tietoasemalle tallennetaan Alcont-järjestelmän suurimmat tietovarastot. Tietoasema liittyy suoraan järjestelmäväylään. (KnowPap, 2021.)

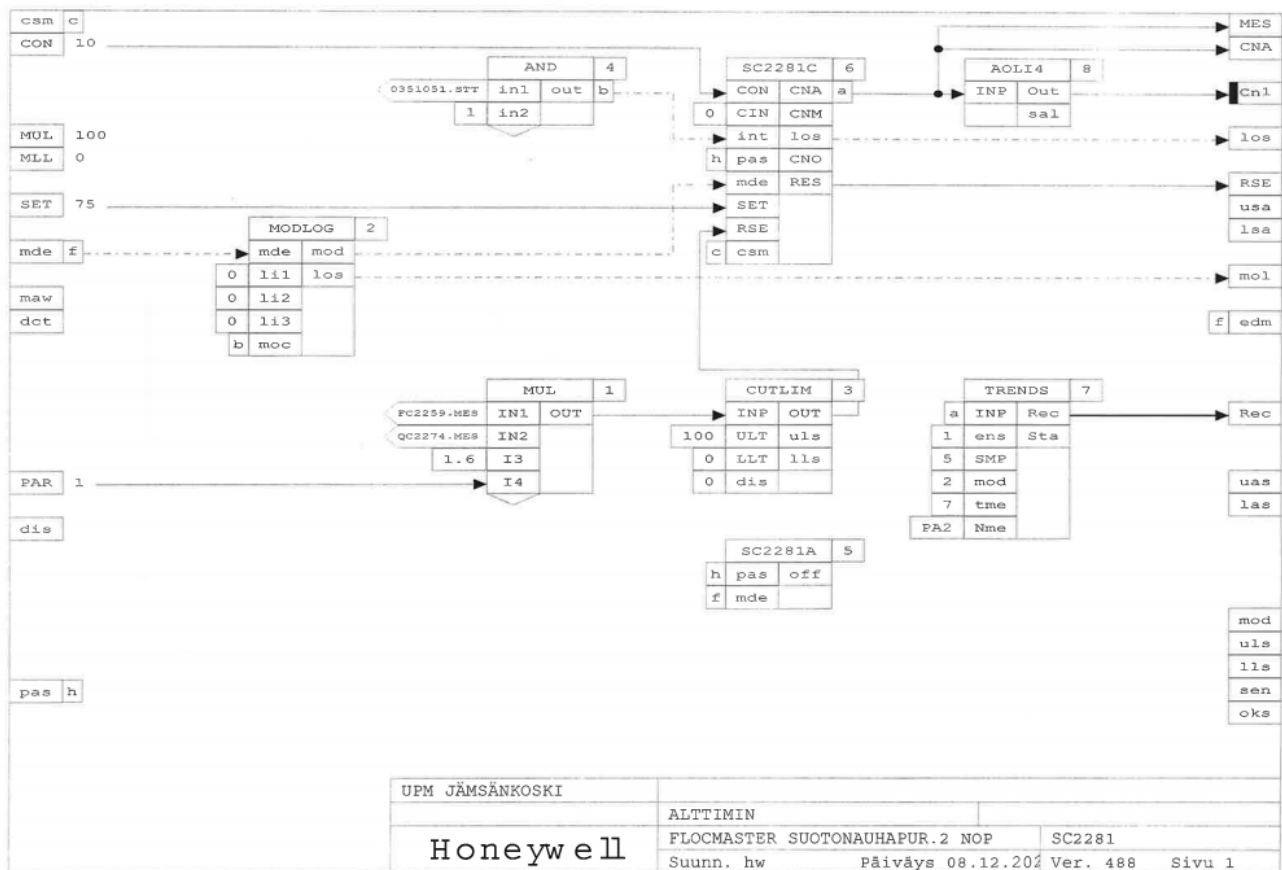
**Kenttäväylät.** Kenttäväylät mahdollistavat tiedonsiirron kentälaitteiden ja automaatiojärjestelmän välillä. Kenttäväylän etuihin kuuluu kaksisuuntainen tiedonsiirto sekä kaapeloinnin ja ristikytkentöjen väheneminen (ABB, 2000.) Alcont-automaatiojärjestelmän asemat liitetään toisiinsa Upline-väylien välityksellä. Upline-väylää voidaan käyttää tietoväylänä koko automaatiojärjestelmässä. Upline-väylän nopeus on yksi, kaksi tai neljä Mb/s. Upline-väylissä käytetään kahdennettua koaksiaalikaapelia. Upline -väylissä voidaan käyttää myös optista kuitua, jos väylien välillä tarvitaan galvaanista erotusta. (KnowPap, 2021.) TotalPlant Alcont -järjestelmässä on käytettävissä myös liitettä INTERBUS-kenttäväylään. (KnowPap 2021.) Kuviossa 7 esitetään Alcont -järjestelmän ja väylien rakenne.



Kuvio 7. TotalPlant Alcont -väylät (KnowPap, 2021.)

## 2.4 Järjestelmän ohjelmointi

Sovellussuunnittelussa määritellään järjestelmän rakenne, logiikoiden ja prosessien toiminta ja näyttökuvien ulkonäkö. Järjestelmäeditorilla lisätään taulukoihin järjestelmän asemat, kaapit, väylät, kortit ja valvomolaitteet. Lohkoeditorilla määritetään prosessinohjaustoiminnot. Prosessinohjaustoimintoihin kuuluu mittaukset, säädöt, moottori- ja venttiiliohjaukset, logiikat ja sekvenssit. TotalPlant Alcont -järjestelmässä sovellus koostuu lohkoista. Sovelluksen lohkot muodostavat lohkoakaavion, jonka ylimpänä lohkona on ohjattava prosessi. Ohjattava prosessi koostuu eri prosessinosista. Alimmalta tasolta hierarkiassa on esimerkiksi mittaus- ja moottoripiirit. (KnowPap, 2021.) Kuviossa 8 on esimerkki sekoittimen nopeusohjeen ohjelmasta.



Kuvio 8. Esimerkki järjestelmän ohjelmasta

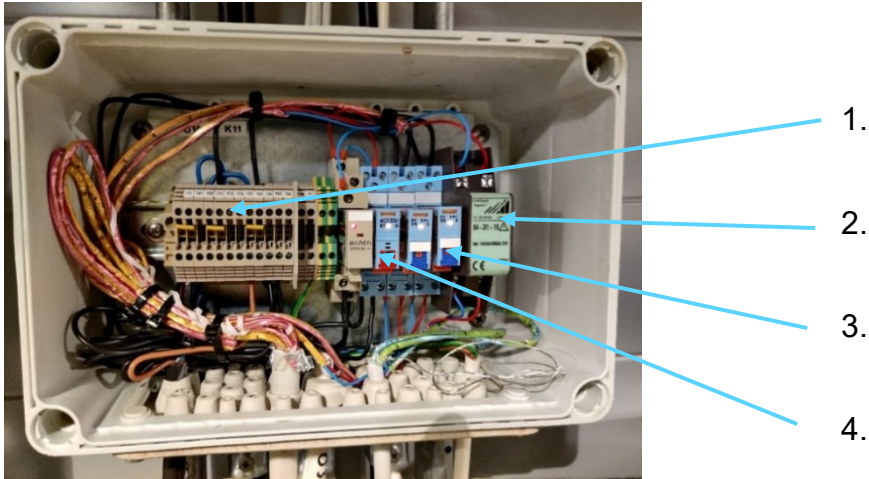
### 3 TYÖN ETENEMINEN

Tässä luvussa käydään läpi eteneminen. Työ sisälsi osallistumisen sähkö- ja automaatio-suunnitteluun sekä toimintojen järjestelmäohjelmointiin. Lisäksi työhön sisältyivät varsinaiset asennukset ja käyttöönotto. Työ alkoi tapaamisella UPM-Kymmene Oyj:n henkilökunnan kanssa. Tapaamiseen osallistui automaatiokunnossapidon toimihenkilö sekä yksi asentaja. Tapaamisessa käytiin tulevaa työtä läpi ja sovittiin, mitkä asiat ovat kenenkin vastuulla. Tapaamisessa myös katsottiin alustavasti sähkötilasta siirrettäville laitteille sopivat paikat. Lisäksi valittiin Alcont-järjestelmästä liityntäpaikat tuloille ja lähdöille.

#### 3.1 Järjestelmän muutokset

Sekoittimia ohjattiin aikaisemmin ohjauskeskuksissa olevilla Siemens Logo! -logiikkamoduuleilla ja Siemensin taajuusmuuttajilla. Muutostyön jälkeen sekoittimien omat logiikkamoduulit jäävät pois ja sekoittimia ohjataan Honeywell TotalPlant Alcont -automaatiojärjestelmästä. Sekoittimille hankittiin myös uudet taajuusmuuttajat. Vanhassa järjestelmässä sekoittimille on tuotu toimintalupa toisesta positiosta, tämä kaapelointi puretaan pois. Toimintaluvalla tarkoitetaan sähköistä signaalia, jonka avulla sekoittimen ohjaukset saavat luvan, että toiminnan aloittaminen on turvallista. Uudessa järjestelmässä lukitus toteutetaan ohjelmallisesti.

Nalco Floccmaster Inline -järjestelmään kuuluvat ohjauskeskukset jäävät myös pois ja tilalle tulevat pienemmät kytkentäkotelot. Kuviossa 9 on uusi kytkentäkotelot. Kytkentäkotelot löytyivät paperitehtaalta valmiina, joten uusia kotelaita ei tarvinnut hankkia.



Kuvio 9. Uusi kytkentäkotelo

Uuden kytkentäkotelon pääkomponentit:

1. Riviliittimet
2. Galvaaninen erotin
3. 24 VDC -välireleet
4. 230 VAC -välireleet.

Yhdessä kytkentäkotelossa on neljätoista kappaletta Weidmüller WDU 2,5 -riviliittimiä, joista kaksi on maadoitusliittimiä. Välireleitä koteloon asennettiin neljä kappaletta. Kaksi kappaletta 230 VAC -välireleitä (4) sekä kaksi kappaletta 24 VDC -välireleitä. Paperitehtaalta löytyi valmiina kolme kappaletta Omron G2R-1-SNI 230 VAC -pistokantareleitä, jotka voitiin hyödyntää uudessa kytkentäkotelossa. Kuviossa 10 on kyseinen pistokantarele.



Kuvio 10. Omron-1-SIN 230 VAC -pistokantarele (Omron, 2021.)

Puuttuva vastaavilla ominaisuuksilla oleva 230 VAC -välirele hankittiin paikallisesta sähköliikkeestä. Korvaava rele oli Relecon C10A10X230A. Myös 24 VDC:n releet hankittiin samasta liikkeestä. Nämä releet olivat myös Releconin valmistamia. Releiden malli oli C10A10X24D. Galvaaniset erottimet löytyivät myös valmiiksi paperitehtaalta. Galvaaniset erottimet olivat Camille Bauerin Sineax 2I1 -tyyppisiä. Kuviossa 11 on kyseinen erotintyyppi.

Galvaanisen erottimen tarkoituksena on eristää analoginen DC-signaali. Galvaaninen erotin myös estää loiskännitteiden ja -virtojen muodostumisen, sekä eliminoi maadoitusongelmat toisiinsa kytkettyjen signaalijohtojen kanssa. (Camille bauer, [viitattu 26.03.2021].)



Kuvio 11. Galvaaninen erotin (Camille Bauer, [viitattu 26.03.2021].)

Alcont -keskuskaappiin lisättiin myös riviliittimiä ristikytkentää varten. Riviliittimiä lisättiin 20 kappaletta ja erotusliittimiä neljä kappaletta. Ristikytkennässä kytkentäkoteloilta tulevat kaapelit liitettiin riviliittimiin. Riviliittimiltä signaali vietiin eteenpäin Alcont-järjestelmän tulo- ja lähtökorteille. Kortit sijaitsevat keskuskaapin toisella puolella. Kuviossa 12 on ristikytkentätilassa sijaitsevat riviliittimet.



Kuvio 12. Alcont-keskuskaapin ristikytkentätilassa olevat riviliittimet

Työtä varten Alcont-laitekaapista varattiin yksi binäärilähtökortti (PBO), yksi binääritulo-kortti (PBI) sekä yksi analoginen lähtökortti (ACO) siirrettävää järjestelmää varten. Taulukoissa 2 ja 3 sarakkeen riviliitin-kohta tarkoittaa kuviossa 12 oikealla puolella näkyviä riviliittimiä. Taulukossa 4 oleva riviliitin-kohta tarkoittaa kuviossa 12 vasemmalla puolella olevia erotusliittimiä. Sarake Crimp-liitin tarkoittaa tulo- ja lähtökorteissa olevien liittimien numeroita.



Taulukko 2. Sekoittimen 1 I/O-liitännät

Kortin tyyppi	Kortti	Kanava	Crimp-liitin	Riviliitin	Ryhmätunnus	Tarkoitus
PBO	18	5	22	508	035104.1	Suunnanvaihto
			24	509		
PBO	18	3	14C	506	035104.1	Käy - ohjaus
			16a	507		
PBI	14	12	26a	505	035104.1	Kenttävika
			26c	502		
PBI	14	11	24a	504	035104.1	Keskusvika
			24c	501		
PBI	14	10	22a	503	035104.1	Käyntitieto
			22c	500		

Taulukko 3. Sekoittimen 2 I/O-liitännät

Kortin tyyppi	Kortti	Kanava	Crimp-liitin	Riviliitin	Ryhmätunnus	Tarkoitus
PBO	18	6	26	508	035105.1	Suunnanvaihto
			28	509		
PBO	18	4	18C	506	035105.1	Käy - ohjaus
			20a	507		
PBI	14	15	32a	505	035105.1	Kenttävika
			32c	502		
PBI	14	14	30a	504	035105.1	Keskusvika
			30c	501		
PBI	14	13	28a	503	035105.1	Käyntitieto
			28c	500		

Taulukko 4 Sekoittimien analogisten lähtöjen liitännät.

Kortin tyyppi	Kortti	Kanava	Crimp-liitin	Riviliitin	ryhmätunnus	Tarkoitus
ACO	4	3	11	1	SIC-2280	Nopeusohje
			12	2		
ACO	4	4	14	1	SIC-2281	Nopeusohje
			15	2		

### 3.1.1 Taajuusmuuttajat

Taajuusmuuttajalla säädetään kolmivaiheisen oikosulkumoottorin pyörimisnopeutta. Taajuusmuuttaja muodostaa moottorille kolmivaiheisen vaihtojännitteen, jonka jännitettä ja taa-

juutta voidaan säätää. Taajuusmuuttajaa käyttämällä saadaan monenlaisia etuja, kuten esimerkiksi pieni moottorin käynnistysvirta sekä tarkka ja portaaton pyörimisnopeuden säätö. (Mäkinen, Kallio & Tantaranmäki 2009, 139.)

Tämä työ piti alun perin toteuttaa UPM Kymmene Oyj:n Kaipolan paperitehtaalle ja uusien taajuusmuuttajien hankinta oli Kaipolan paperitehtaan henkilöstön vastuulla. Lietteenkäsittelyn sähkötilassa suurin osa taajuusmuuttajista oli ABB:n valmistamia, joten myös sekoittimille valikoitui ABB:n taajuusmuuttajat. Valittujen taajuusmuuttajien malli oli ACS880 ja teholtaan ne olivat 5,5 kW. Kaipolan paperitehtaan sulkemispäätöksen jälkeen työ päätettiin siirtää Jämsänkosken paperitehtaalle. Jämsänkosken paperitehtaan sekoittimet ovat teholtaan vain hieman pienempiä. Molemmissa tehtaissa lietteenkäsittelyn käyttöjännite on sama, joten hankitut taajuusmuuttajat sopivat myös Jämsänkosken tehtaalle. Kuviossa 13 on ABB ACS880 -taajuusmuuttaja.



Kuvio 13. ABB ACS880 -taajuusmuuttaja (ABB, 2021a).

### 3.1.2 Turvakytkimet

Turvakytkimien tarkoitus on estää sekoittimien tahaton käynnistys esimerkiksi huoltotöiden ajaksi. Turvakytkimet tekevät laitteet kokonaan jännitteettömiksi. Tässä työssä käytettyjen turvakytkimien malli on ABB BWS316TPM. Kuviossa 14 on kyseinen turvakytkin. Vanhassa järjestelmässä turvakytkimet olivat ohjauskeskusten ovissa.



Kuvio 14. ABB BWS316TPM -turvakytkin (ABB, 2021b).

### 3.1.3 Kaapelointi

Aikaisemmin järjestelmä tarvitsi ainoastaan sähkönsyöttökaapelin ohjauskeskukselle, koska ohjaukset ja mittaukset eri toimilaitteille jaettiin ohjauskeskuksesta. Uudessa järjestelmässä on hieman enemmän kaapelointia, johtuen järjestelmän osien sijoituksista sekä rakenteesta. Järjestelmälle tulee kaksi sähkönsyöttökaapelia. KytKentäkotelolle 230 V:n ja taajuusmuuttajalle 400 V:n syötöt. Keskuslähtöjen (positiot 03K03-0908 & 03K03-0908) ja kytKentäkotelon (positiot 035104.1-KK1 & 035105.1-KK1) välille asennettiin MMJ 3 x 1,5s -muovivaippakaapeli. Keskuslähtöjen ja taajuusmuuttajien (positiot 035104.1-U1 & 035105.1-U1) välillä käytettiin MCMK 4 x 2,5 + 2,5 -maakaapelia. Samaa kaapelia käytettiin taajuusmuuttajien ja turvakytkimien (positiot 035104.1-Q1 & 035105.1-Q1) välillä. Moottorien ja turvakytkimien välillä käytettiin vanhaa jo valmiina moottoreissa olevaa kaapelia. Moottorin lämpötilaa mittaavan termistorin kaapelina käytettiin JAMAK 2(2+1)0,5+0,5 -instrumentointikaapelia. Ohjauskeskusten ja turvakytkimien apukoskettimien välille oli suunniteltu MMJ 2 x 1,5 -muovivaippakaapeli, mutta tässä käytettiin MCMK 3 x 1,5 + 1,5 -maakaapelia, koska sitä löytyi varastosta. Taajuusmuuttajien ja kytKentäkoteloiden välillä käytettiin

JAMAK 8(2+1)0,5+0,5 -instrumentointikaapelia. Kytkenäkoteloiden ja Alcont-kaapin (positio 03AC064.4) välille tuli MMO 7 x 1,5 -runkokaapeli. Samalle välille tuli myös JAMAK 2(2+1)0,5+0,5 -instrumentointikaapeli nopeusohjetta varten.

### 3.1.4 Ohjaukset

Muutostyön jälkeen sekoittimia ohjataan Alcont-järjestelmästä. Ohjauksien ohjelmallinen toteutus löytyy liitteestä 4. Alcont-järjestelmään tehdyt ohjaukset sisälsivät seuraavat toiminnot:

**ON / OFF.** Sekoittimen päälle/pois-ohjausmahdollisuus Alcont-järjestelmästä.

**Käynnistys.** Sekoitin voi käynnistyä, kun lietepumppu sekä polymeerin annostelupumppu ovat päällä.

**Suunnanvaihto.** Lietteessä olevat pitkät kuidut saattavat jäädä sekoittimien lapoihin kiinni. Tästä syystä suunnanvaihto säädetyn ajan välein (0–999 minuuttia). Suunnanvaihtoajan säätömahdollisuus Alcont -järjestelmästä.

**Nopeusohje.** Sekoittimen lavan pyörimisnopeutta voidaan säätää manuaalisesti tai automaattisesti. Säädetävän valinta tehdään Alcont-järjestelmästä. Manuaaliajolla nopeusohje syötetään Alcont-järjestelmästä (0–2880 rpm). Automaattiajolla nopeutta säädetään automaattisesti virtausmittarin mukaan. Tämä tarkoittaa sitä, että virtausmittarin tulovirta 4 mA vastaa minimitaajuutta (taajuus rajoitettu 7 Hz:iin) ja 20 mA vastaa maksimitaajuutta (50 Hz). Tulevaisuudessa automaattiajolla nopeuden laskentaan otetaan mukaan myös lietevirran sakeus.

Ohjelmointi suoritettiin paikan päällä paperitehtaalla. Lietteenkäsittelyn sähköhuoneessa on tietokone valmiina Alcontin-järjestelmän ohjelmointia ja ylläpitoa varten. Laitteistosta tehtiin toimintakuvaus, jonka pohjalta ohjelma tehtiin. Toimintakuvaus on liitteessä 5. Ohjelmaa tehtäessä piti ottaa huomioon, että vanhassa järjestelmässä nopeus on säädetty potentiometrillä 60–70 % alueelle mikä tarkoittaa, että moottori pyörii noin 2000–2200 rpm. Asetuksen ollessa arvossa 0, moottori pyörii 420 rpm. Automaattiajolla haluttiin päästä samaan säätöarvoon.

### 3.2 Asennukset

Työhön kuului myös uuden laitteiston asennukset. Lietteenkäsittelyssä työskennellessä tuli käyttää FFP3-tason hengityssuojainta legionellabakteerin varalta. Suurin osa tarvikkeista hankittiin uutena, mutta tiettyjä osia löytyi valmiiksi tehtaalta. Tarvittavia osia, kuten kaapelihyllyt purettiin paperitehtaan muista sähkötiloista. Sopivan kokoiset kaapelihyllyt löytyivät aiemmin puretun paperikone 5:n läheisyydessä olevasta sähkötilasta. KytKentäkotelot löytyivät myös käytettyinä ja niiden sisältä löytyi valmiina tarvittava määrä riviliittimiä, muutamia oikeantyyppisiä releitä sekä galvaaniset erottimet.

Taajuusmuuttajat ja kytkentäkotelot asennettiin seinälle keskuslähtöjä vastapäätä. Taajuusmuuttajat ja kytkentäkotelot asennettiin kaapelihyllyille. Kaapelihylly olivat 1200 mm pitkiä ja 200 mm leveitä. Seinä oli valmistettu ohuesta pellistä, joten kaapelihyllyt kiinnitettiin seinään ruuviankkureilla. Taajuusmuuttajat kiinnitettiin kaapelihyllyyn sinkitystä teräksestä valmistetulla c-mallisilla asennuskiskoilla. KytKentäkoteloiden oli sinkitystä teräksestä valmistetut pohjalevyt, joiden avulla ne kiinnitettiin kaapelihyllyille. Kuviossa 15 näkyy taajuusmuuttajien ja kytkentäkoteloiden kiinnitykset.



Kuvio 15. Taajuusmuuttajien ja kytkentäkoteloiden asennus

Turvakytkimet kiinnitettiin myös kaapelihyllyille (kuvio 16). Kaapelihyllyt valikoituvat kiinnityspaikaksi, koska ne olivat jo valmiiksi asennettuna, sekä sijaitsivat molempien käyttöjen välittömässä läheisyydessä.

Turvakytkimet kiinnitettiin kaapelihyllylle sinkitystä teräksestä tehdyn levyn avulla. Samaan kaapelihyllyyn asennettiin myös pienet kalvojakorasiat moottorin termistorin kaapelia varten. Turvakytkimet sekä kalvojakorasiat kiinnitettiin kaapelihyllyyn itseporautuvilla ruuveilla.



Kuvio 16. Turvakytkimien kiinnitys

**Kaapelointi.** Ohjauksien siirtyessä toiseen tilaan ja järjestelmän muutoksien takia kaapelointi täytyi tehdä uudelleen. Lietteenkäsittelyn ja sähkötilan puolella jo valmiina olleet kaapelihyllyt sattuiivat osumaan niin hyvin kohdakkain, että uusia kaapelihyllyjä ei tarvinnut asentaa lukuun ottamatta kahta kaapelihyllyä. Näihin uusiin kaapelihyllyihin asennettiin taajuusmuuttajat ja kytkentäkotelot. Kaapelointia asennettiin yhteensä noin 390 metriä. Taulukossa 5 on eriteltynä eri kaapeleiden yhteispituudet. Kaapelihyllyt oli sijoitettu korkealle, joten kaapeloinnin asentamisessa käytettiin apuna saksilavanosturia.

Taulukko 5. Asennettujen kaapeleiden pituudet tyypeittäin.

Kaapeli	Pituus Yhteensä (M)
JAMAK 2 (2+1) 0,5 + 0,5	135
JAMAK 8 (2+1) 0,5 + 0,5	3
MCMK 3 X 2,5 + 2,5	106
MCMK 3 X 1,5 + 1,5	90
MMJ 3 X 1,5s	16
MMO 7 X 1,5	40

### 3.3 Käyttöönotto

Sekoittimien käyttöönotto aloitettiin taajuusmuuttajien konfiguroinnilla. Ennen kuin ABB ACS 880 -taajuusmuuttaja voidaan ottaa käyttöön, pitää laitteelle syöttää muutamia perustietoja kuten käytettävä kieli, päivämäärä sekä kellonaika. Perustietojen ollessa kunnossa aloitetaan parametrien syöttö. Parametrit löytyvät taulukosta 6.

Taulukko 6. Taajuusmuuttajan parametrit.

Parametri	Tarkoitus	Arvo
95.01	Syöttöjännite	400 V
99.04	Moottorin säätötila	DTC
99.06	Moottorin nimellisvirta	7.63 A
99.07	Moottorin nimellisjännite	400 V
99.08	Moottorin nimellistaajuus	50 Hz
99.09	Moottorin nimellinopeus	2880 rpm
99.10	Moottorin nimellisteho	4 KW
99.11	Moottorin nimellinen cosφ	0.88
99.13	Tunnistusajopyyntö	*Supistettu

Konfiguroinnissa syötetään ensimmäisenä taajuusmuuttajan syöttöjännite. Seuraavaksi asetetaan moottorin säätötilan valinta. Tähän valitaan DTC eli suora momentinsäätö, joka on sopiva useimmissa tapauksissa. Tilanteet, joissa on syytä käyttää skalaarisäätöä, selviävät taajuusmuuttajan käyttöoppaasta. Tämän jälkeen taajuusmuuttajalle asetetaan moottorin nimellisvirta, moottorin nimellisjännite, nimellistaajuus, nimellinopeus sekä nimellisteho.

Myös moottorin nimellinen  $\cos\phi$ -arvo asetetaan parametreihin. Nämä syötettävät arvot saadaan moottorin arvokilvestä. Kuviossa 17 on sekoittimen pyörittämisessä käytetyn moottorin arvokilpi.





Kuvio 17. Sekoittimen moottorin arvokilpi

Viimeisenä on tunnistusajopyyntö. Tällä parametrilla valitaan tunnistusajon tila. Tunnistusajon tilat merkitään tähdellä (\*). Merkityissä tiloissa tunnisteajo pyörittää moottoria eteenpäin.

- \*Normaali
- \*Supistettu
- Paikallaan-ajotila

Tässä tapauksessa tunnustusajo suoritettiin \*Supistettu-tilalla, koska moottorin kuormaa ei voitu kytkeä irti. Tunnistusajo on suoritettu taajuusmuuttajan pysähtytyä ja kun parametrin arvoksi palaa Ei.

Ohjaussignaalin asetuksia asetettaessa ensimmäisenä tarkistetaan ohjausyksikön siirtoliittimien J1 ja J2 asennot. J1- ja J2-siirtoliittimet määrittävät, onko analogiatulot AI1 ja AI2 virta- vai jännitetuloja. Tämän jälkeen asetetaan AI1 minimi ja AI1 maksimi. Seuraavaksi syötetään AI1 skaalattu AI-minimiin sekä AI1 skaalattu AI-maksimiin. Nämä parametrit tarkoittavat moottorin haluttua nopeutta AI1-arvon ollessa minimissä ja AI1-arvon ollessa maksimissa. Tämän työn sekoittimien moottorien nopeusalue on 420–2880 rpm

(7–50 Hz), joten AI1 skaalattu AI-minimiin on 420 ja AI1 skaalattu AI-maksimiin on 2880. Viimeisenä asetetaan moottorin minimi- ja maksiminopeudet. Ohjaussignaalin parametrit löytyvät taulukosta 7.

Taulukko 7. Ohjaussignaalin parametrit.

Parametri	Tarkoitus	Arvo
12.17	AI1 minimi	4 mA
12.18	AI1 maksimi	20 mA
12.19	AI1 skaalattu AI-minimiin	420 rpm
12.20	AI1 skaalattu AI-maksimii	2880 rpm
30.11	Miniminopeus	420 rpm
30.12	Maksiminopeus	2880 rpm

### 3.3.1 I/O-testaus

I/O-testauksella katsotaan, että järjestelmän tulot ja lähdöt toimivat. I/O -testaus suoritettiin ilman, että moottorit olivat kiinni uudessa ohjausjärjestelmässä. Tämä johtui siitä syystä, että lietteenkäsittely oli aktiivisesti toiminnassa ja I/O-testaus suoritettiin aiemmin kuin itse ohjausten vaihtaminen. Järjestelmän testaukseen osallistui kaksi henkilöä. Toinen henkilö ohjasi tietokoneelta Alcont-järjestelmää ja toinen henkilö oli kytkentäkoteloiden luona. Molemmilta sekoittimilta testattiin käy-ohjaus, eteen/taakse -ohjaus, kenttävika, keskusvika sekä käyntitieto. Kummallakin moottoripiirillä lukitusehtona on turvakytkimen asentotieto sekä keskusvikatieto. Käy-ohjaus sekä eteen/taakse-ohjaus testattiin ohjaamalla lähtöjä Alcont-järjestelmästä. Toinen henkilö antoi automaatiojärjestelmästä ohjauskäskyjä ja toinen henkilö oli katsomassa releiden toimintaa kytkentäkoteloiden luona. Releen toimiessa todettiin ohjauksen olevan kunnossa. Kenttävika testattiin kääntämällä turvakytkin 1-asentoon. Tämä oli turvallinen ja helppo testi, sillä moottorit eivät olleet tässä vaiheessa vielä kiinni.

### 3.3.2 Ohjausten vaihtotyö

Jämsänkosken lietteenkäsittelyssä on kaksi linjaa, suotonauhapuristin 1 ja suotonauhapuristin 2. Paperitehtaalla oli jokaisella paperikoneella tuotanto päällä, joten lietteenkäsittelyn linjastojen pysähdysaika haluttiin pitää mahdollisimman lyhyenä. Vaihto tehtiin siten, että vuorossa ollut vesimies ajoi yhden linjan kerrallaan alas. Ensimmäisenä pysäytettiin linja

numero yksi. Linjan pysähdyttyä moottorikaapelit irrotettiin vanhasta ohjauskeskuksesta ja kytkettiin uusiin turvakytkimiin. Termistorikaapelit irrotettiin myös vanhoista ohjauskeskuksesta ja kytkettiin pieniin kalvojakorasioihin. Kytkentöjen jälkeen linja ajettiin takaisin ylös. Moottori ollessa kiinni taajuusmuuttajassa, pystyi taajuusmuuttajalla tekemään tunnistusajon. Tunnistusajon ollessa valmis laitettiin sekoittimet käyntiin Alcont-järjestelmästä. Kun kaikki oli kunnossa, tehtiin sama työ myös linjalle 2.

## 4 TULOKSET

Tämän työn tavoitteena on pidentää ohjauskeskuksissa olevien sähkökomponenttien käyttöikää. Taajuusmuuttajia ja logiikoita on vaihdettu useampia johtuen lietteenkäsittelyn ilmanlaadusta. Järjestelmän muutoksien jälkeen sekoittimien omat logiikat jäivät kokonaan pois.

Sekoittimien ohjaukset siirrettiin lietteenkäsittelyn vieressä olevaan sähkötilaan paremman ilmanlaadun toivossa. Uudessa järjestelmässä sekoittimia ohjataan Honeywell TotalPlant Alcont -automaatiojärjestelmästä.

Sähkö- ja automaatio suunnittelu, ohjelmointi ja asennukset ja käyttöönotto sujuivat ilman suurempia murheita ja lietteenkäsittelyn pysäytysaika saatiin pidettyä lyhyenä. Nopeusohjetta lukuun ottamatta järjestelmä saatiin toimivaksi suunnitellulla tavalla. Tällä hetkellä nopeusohjeen laskentaan otetaan huomioon ainoastaan lietteen virtaus. Tulevaisuudessa nopeusohjeen laskentaan otetaan mukaan myös lietevirran sakeus.

Käyttöönottoa tehdessä huomattiin sekoittimien toiminnan näyttävän paremmalta kuin vanhassa järjestelmässä. Kaiken kaikkiaan projekti pysyi hyvin aikataulussa ja mielestäni asetetut tavoitteet saavutettiin.

## 5 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tämän työn tarkoituksena oli siirtää sekoittimien ohjaukset sähkötilaan sekä Honeywell Total Plant Alcont -automaatiojärjestelmään. Työ suunniteltiin alun perin tehtäväksi Kaipolan paperitehtaalle, mutta kyseisen paperitehtaan lopettamispäätöksen jälkeen työ siirrettiin Jämsänkoskelle.

Kaipolan paperitehtaalla ehdittiin tehdä kaapelointi lähes kokonaan, ennen kuin lopetuspäätös tuli julki. Kaipolan paperitehtaalla kaapeloitavat matkat olivat huomattavasti pidempiä kuin Jämsänkoskella, joten kaapeleita hankittiin aivan liian suuri määrä. Lisäksi Kaipolan paperitehtaan sekoittimissa oli erilliset tuulettimet, joita Jämsänkosken tehtaan sekoittimissa ei ollut. Tästä syystä MCMK 3 x 1,5 + 1,5 -kaapelia ei olisi tarvittu ollenkaan. Hankittua kaapelia pystyttiin tosin hyödyntämään muussa käyttötarkoituksessa.

Työ alkoi tapaamisella paperitehtaan henkilökunnan kanssa, jossa alustavasti suunniteltiin tulevaa projektia. Ensi tapaamisen jälkeen tehtiin sähkö- ja automaatio suunnitelmat. Pääsuunnitteluvastuu oli Pinja Digital Oy:llä, mutta pääsin osallistumaan muutoksien suunnitteluun sekä Alcont-ohjelmointiin. Alcont-ohjelmointi oli itselleni täysin uutta ja oli mielenkiintoista päästä kokeilemaan sitä. Järjestelmän vanhasta iästä huolimatta sitä oli hyvä käyttää ja tuntui, että sitä oli helppo oppia.

Kun suunnitelmat olivat valmiina, voitiin tehdä asennukset. Asennukset ja kytkennät olivat helppo toteuttaa hyvin tehtyjen suunnitelmien ansiosta. Käyttöönotto sujui myös ongelmitta ja sekoittimet saatiin pyörimään. Lopputulokseksi saatiin toimiva sekoitusjärjestelmä.

Lietteenkäsittelyn vieressä olevassa sähkötilassa on parempi ilmanlaatu kuin lietteenkäsittelyssä, mutta ei senkään ilmanlaatu ole täysin optimaalinen. Sähkötilassa oli havaittavissa korroosiota sekä muita värjäymiä erilaisissa metalliosissa.

Projektin kaikissa vaiheissa mukana oleminen antoi hyvän käsityksen prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatio suunnittelusta, asennuksista sekä käyttöönotosta. Yhteistyö UPM Kymmene Oy:n, Pinja Digital Oy:n sekä Nalco Finland Oy:n välillä sujui saumattomasti.

## LÄHTEET

- Aalto. 2015a. Automaatiojärjestelmät, perustoiminnot ja toteutustavat. [www-lähde]. Aalto-yliopisto. [Viitattu 29.3.2021]. Saatavissa: [https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/293726/mod\\_resource/content/1/2\\_Toiminnot\\_2015%20Bliitteet.pdf](https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/293726/mod_resource/content/1/2_Toiminnot_2015%20Bliitteet.pdf)
- Aalto. 2015b. Automaatiojärjestelmien rakenne. [www-lähde]. Aalto-yliopisto. [Viitattu 29.3.2021]. Saatavissa: [https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/293726/mod\\_resource/content/1/2\\_Toiminnot\\_2015%20Bliitteet.pdf](https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/293726/mod_resource/content/1/2_Toiminnot_2015%20Bliitteet.pdf)
- ABB. 2021a. ACS880-01, wall-mounted single drives [www-lähde]. ABB Ltd. [Viitattu 25.03.2021]. Saatavissa: <https://new.abb.com/drives/low-voltage-ac/industrial-drives/acs880-single-drives/acs880-01>
- ABB. 2021b. Detailed information for: BWS316TPN [www-lähde]. ABB Ltd. [Viitattu 25.03.2021]. Saatavissa: <https://new.abb.com/products/2CMA142417R1000/bws316tpn-safety-switch>
- ABB. 2000. Automaation tietoliikennetekniikka. [www-lähde]. Oulun ammattikorkeakoulu, automaatiolabrat. [Viitattu 29.3.2021]. Saatavissa: [http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/05\\_0\\_Automaation%20tietoliikenne.pdf](http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/05_0_Automaation%20tietoliikenne.pdf)
- Alueelliset ympäristöjulkaisut. 2001. Sellu- ja paperitehtaidenlietteiden käsittely ja hyötykäyttö sekä niitä rajoittavat tekijät. [www-lähde]. Kaakkois-Suomen Ympäristökeskus. [Viitattu 29.3.2021]. Saatavissa: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/113719/AY223%20Sellu-%20ja%20paperitehtaiden%20lietteiden%20k%C3%A4sitely%20ja%20hy%C3%B6tyk%C3%A4ytt%C3%B6%20sek%C3%A4%20niit%C3%A4%20rajoittavat%20tekij%C3%A4t.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Camille Bauer. Ei päiväystä. Operating Instructions SINEAX 211 Passive DC Signal Isolator [PDF-tiedosto]. Camille Bauer AG. [Viitattu 26.3.2021]. Saatavissa: [https://www.camillebauer.com/src/download/PM-211\\_SIN-BA\\_23-000601-1-L.pdf](https://www.camillebauer.com/src/download/PM-211_SIN-BA_23-000601-1-L.pdf)
- Ecolab. 2021a. Nalco Water. [www-lähde]. Ecolab. [Viitattu 26.1.2021]. Saatavissa: <https://www.ecolab.com/nalco-water/about/our-businesses/nalco-water-and-process-services>
- Ecolab. 2021b. Ecolab. [www-lähde]. Ecolab. [Viitattu 26.1.2021]. Saatavissa: <https://fi.ecolab.com/>
- Ecolab. 2014. Operating Manual FLOCMaster Mixing technology INLINE-MIXER. [PDF-tiedosto]. Ecolab USA Inc. [Viitattu 26.1.2021]. Saatavissa: Vain yrityksen sisäisessä käytössä.

- KnowPap. 2021. Lietteenkäsittely [www-lähde]. Knowpap-oppimisympäristö. [Viitattu 26.1.2021]. Saatavissa: [http://www.knowpap.com/www/suomi/envir\\_contr/water/sludge/frame.htm](http://www.knowpap.com/www/suomi/envir_contr/water/sludge/frame.htm)
- KnowPap. 2021. TotalPlant Alcont järjestelmän rakenne. [www-lähde]. Knowpap -oppimisympäristö. [Viitattu 02.02.2021]. Saatavissa: [http://www.knowpap.com/www/suomi/automation/5\\_automation\\_system/alcont/11\\_architecture/frame.htm?zoom\\_highlightsub=Alcont](http://www.knowpap.com/www/suomi/automation/5_automation_system/alcont/11_architecture/frame.htm?zoom_highlightsub=Alcont)
- KnowPap. 2021. Sovellussuunnittelu [www-lähde]. Knowpap -oppimisympäristö. [Viitattu 02.02.2021]. Saatavissa: [http://www.knowpap.com/www/suomi/automation/5\\_automation\\_system/alcont/5\\_appl\\_plan/frame.htm?zoom\\_highlightsub=Alcont+ohjelmointi](http://www.knowpap.com/www/suomi/automation/5_automation_system/alcont/5_appl_plan/frame.htm?zoom_highlightsub=Alcont+ohjelmointi)
- KnowPap. 2021. Väylät ja tietoverkot. [www-lähde]. Knowpap -oppimisympäristö. [Viitattu 02.04.2021]. Saatavissa: [http://www.knowpap.com/www/suomi/automation/5\\_automation\\_system/alcont/17\\_upline/frame.htm?zoom\\_highlightsub=upline](http://www.knowpap.com/www/suomi/automation/5_automation_system/alcont/17_upline/frame.htm?zoom_highlightsub=upline)
- Laitinen, J., Nieminen, J. Saarinen, R. & Toivikko, S. 2014. Yhdyskuntien jätevesipuhdistamot. Helsinki: Edita Prima Oy
- Mäkinen, M., Kallio, R. & Tantarimäki, R. 2009. Prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatioasennukset. Helsinki: Otava
- Omron. 2021. G2R-1-SN 230VAC (S). [www-lähde]. Omron Corporation. [Viitattu 25.03.2021]. Saatavissa: <https://industrial.omron.fi/fi/products/G2R-1-SN-230VAC-S>
- Paperiliitto. Jämsänkosken osasto 11. Ei päiväystä. [www-lähde]. Paperiliiton Jämsänkosken osasto 11. [Viitattu 26.1.2021]. Saatavissa: <https://osastot.paperiliitto.fi/jamsankosken-osasto-11.html>
- UPM-Kymmene Oyj. 2021a. Liiketoiminnot. [www-lähde]. UPM-Kymmene Oyj. [Viitattu 26.1.2021]. Saatavissa: <https://www.upm.com/fi/liiketoiminnot/>
- UPM-Kymmene Oyj. 2021b. UPM Jämsänkoski. [www-lähde]. UPM-Kymmene Oyj. [Viitattu 26.1.2021]. Saatavissa: <https://www.upmpaper.com/fi/tietoa-meista/missa-olemme/paperitehtaamme/upm-jamsankoski/>
- UPM-Kymmene Oyj. 2021c. UPM laajentaa Jämsänkosken paperitehtaan tuotevalikoimaa. [www-lähde]. UPM-Kymmene Oyj. [Viitattu 27.1.2021]. Saatavissa: <https://www.upmpaper.com/fi/knowledge-inspiration/news/2020/11/upm-laajentaa-jamsankosken-paperitehtaan-tuotevalikoimaa/>
- VTT Energia. 2001c. Lietteiden käsittely Uudet ja käytössä olevat tekniikat. [www-lähde]. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. [Viitattu 26.1.2021]. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2001/T2081.pdf>

## **LIITTEET**

Liite 1. Flocmaster 1 uudet sähkökuvat

Liite 2. Flocmaster 2 uudet sähkökuvat

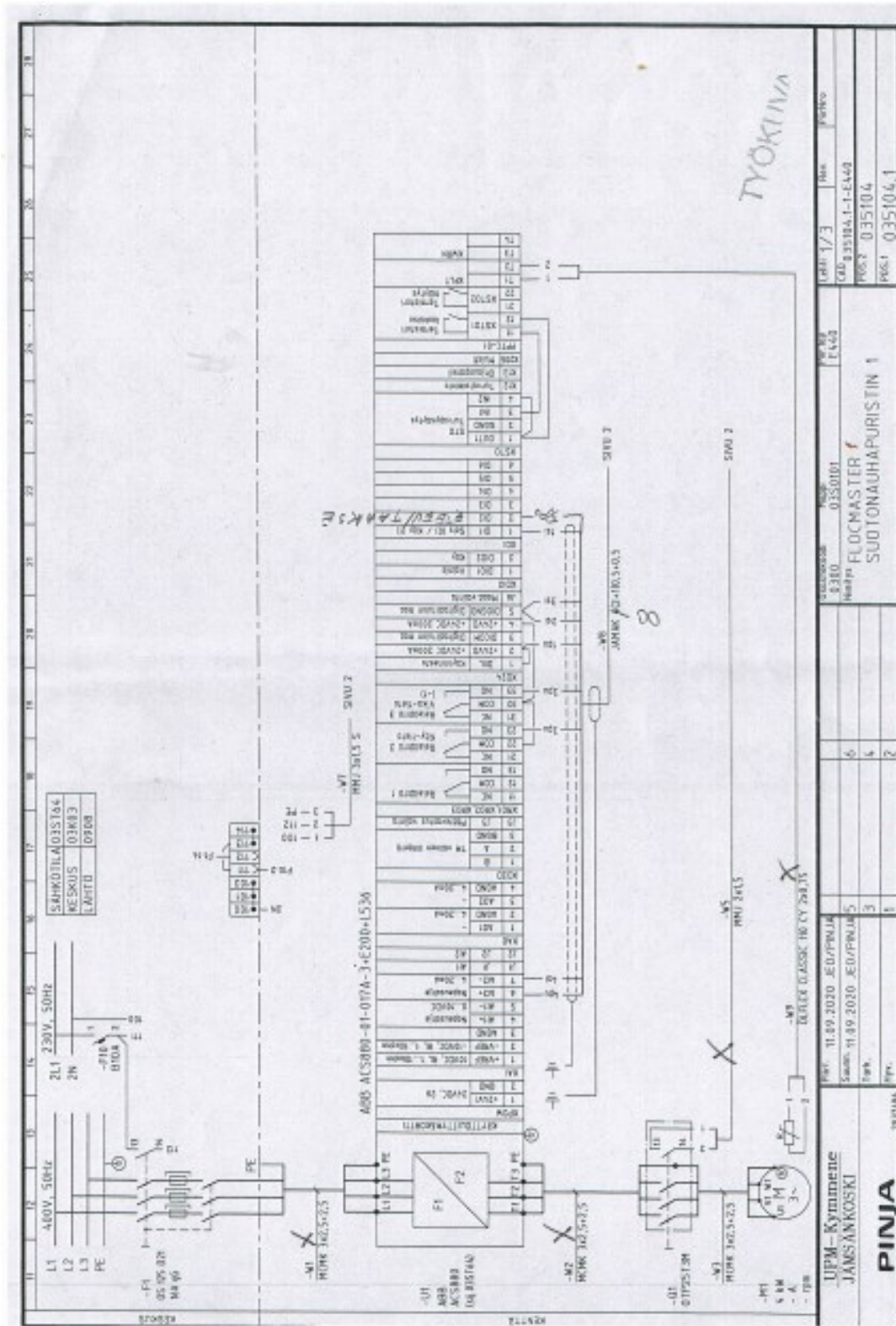
Liite 3. Ristikytkenän sähkökuva

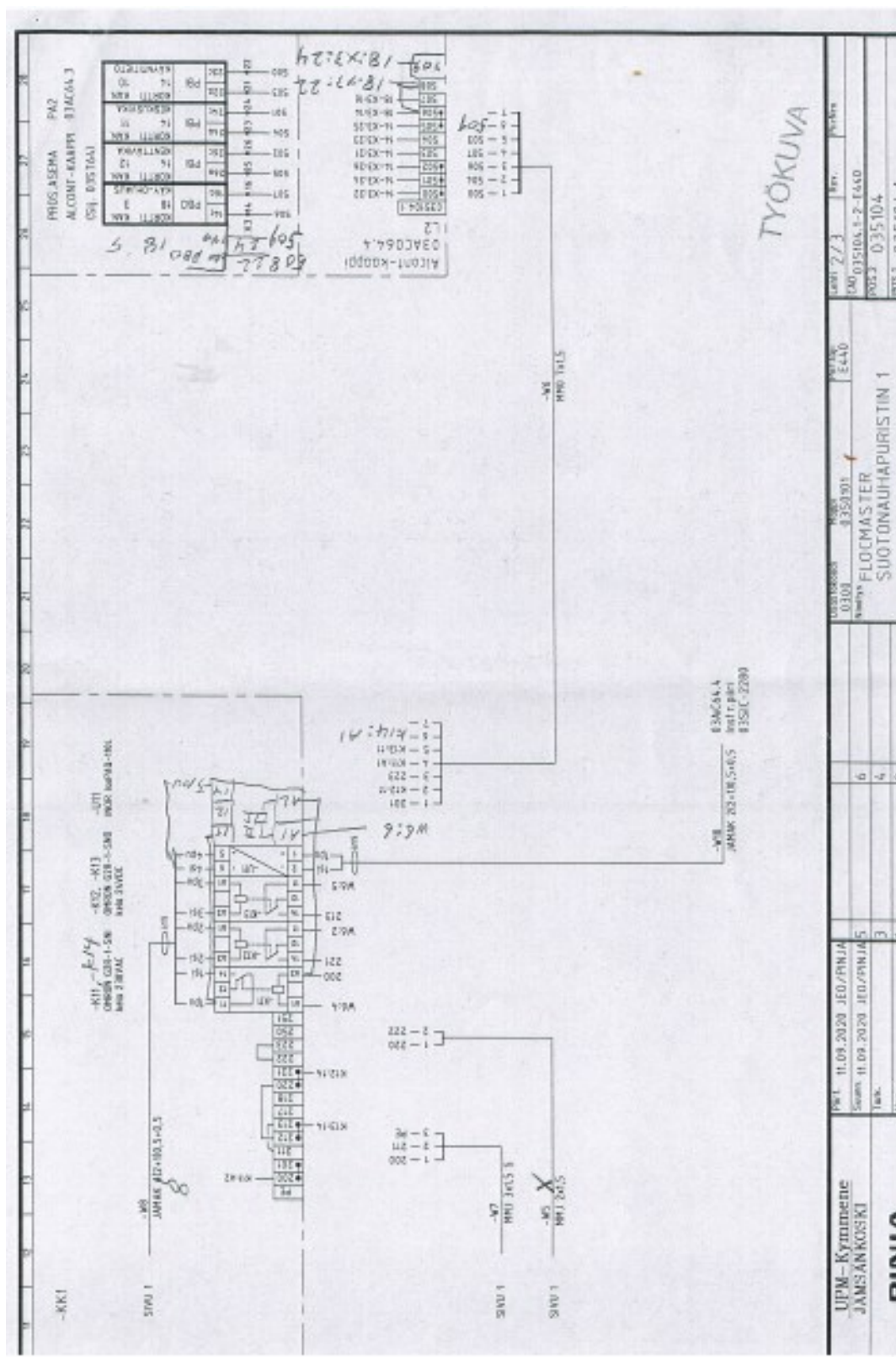
Liite 4. Ohjelma

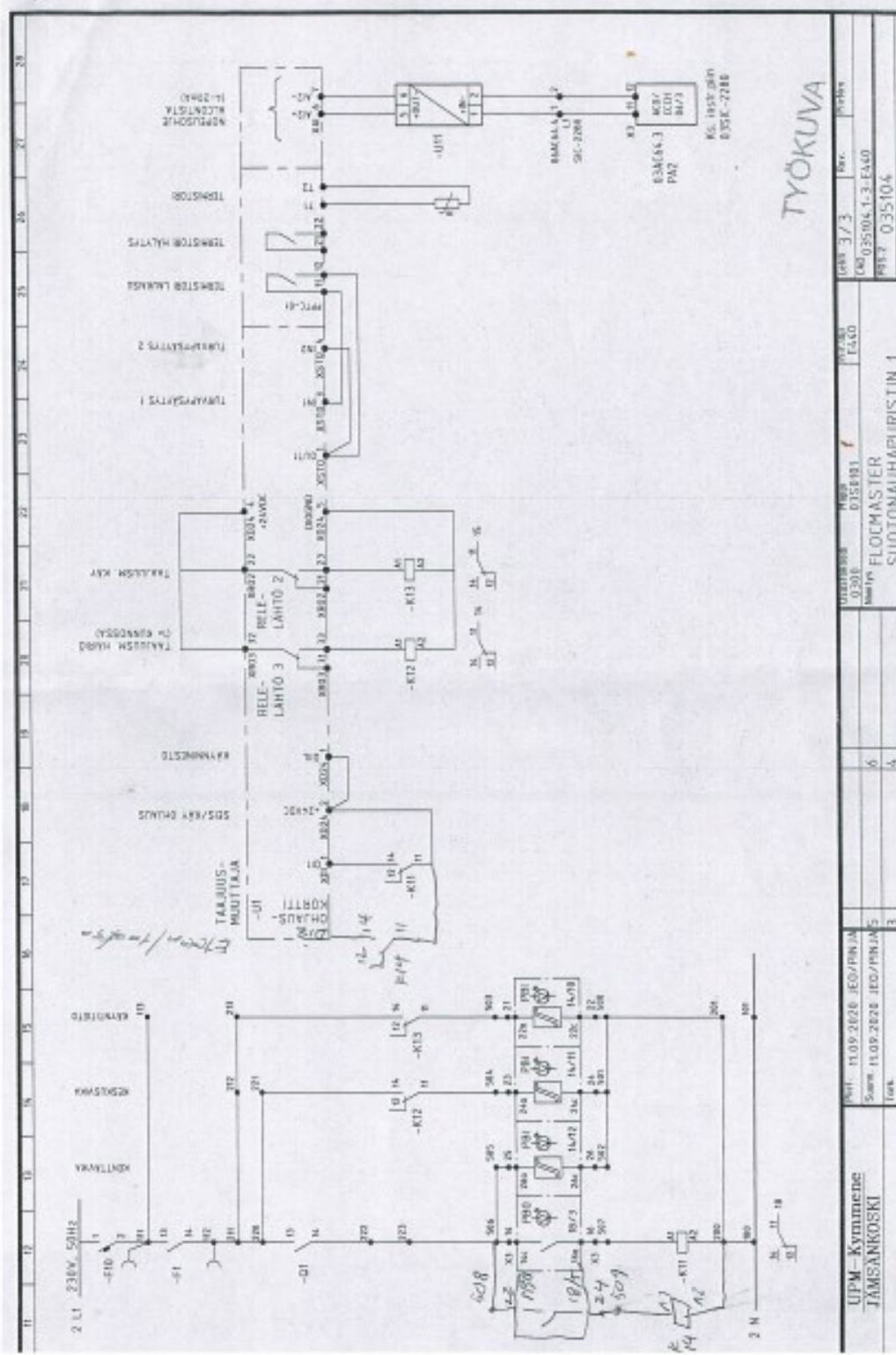
Liite 5. Toimintakuvaus



Liite 1. Floccmaster 1 uudet sähkökuvat

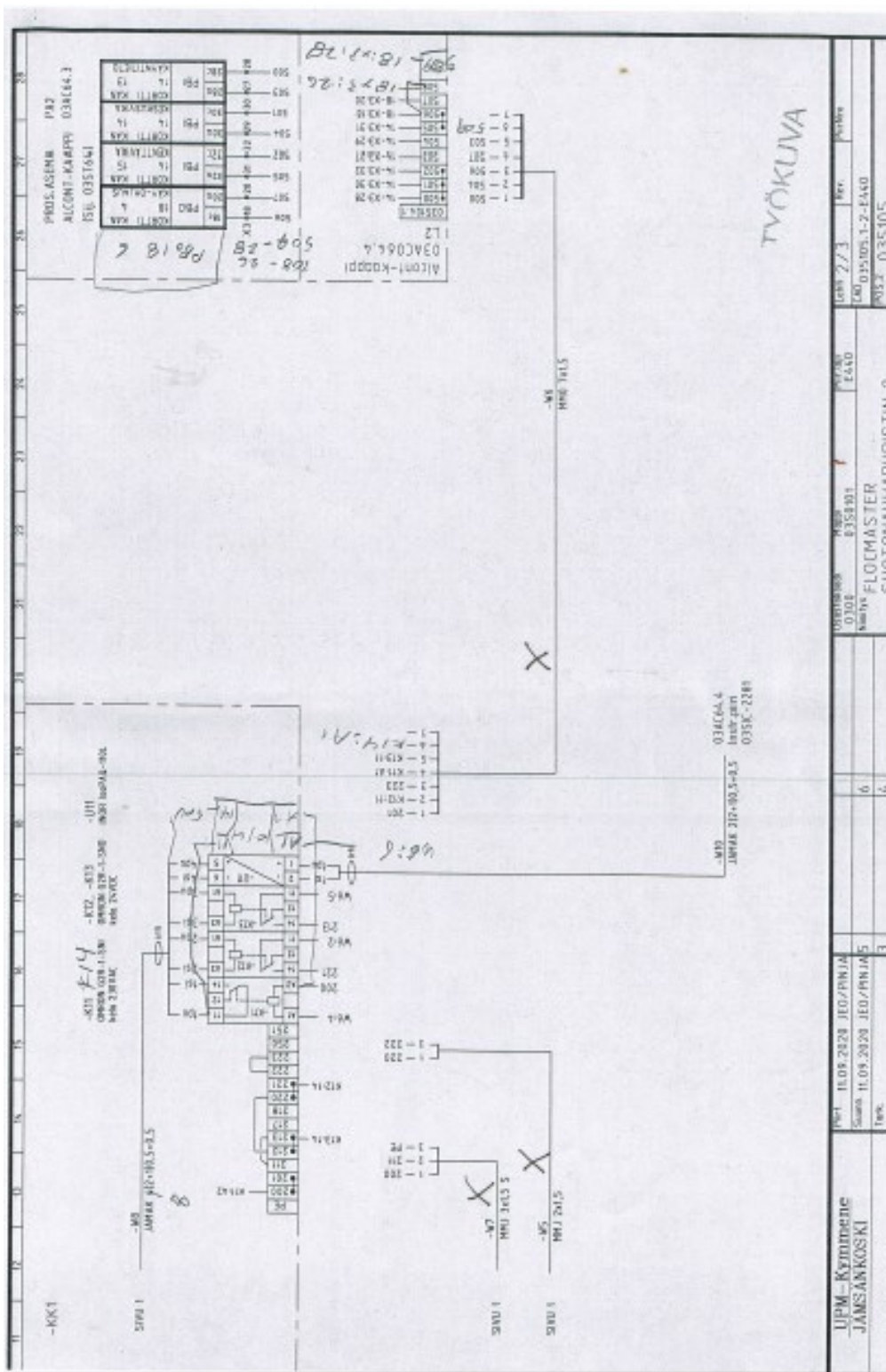


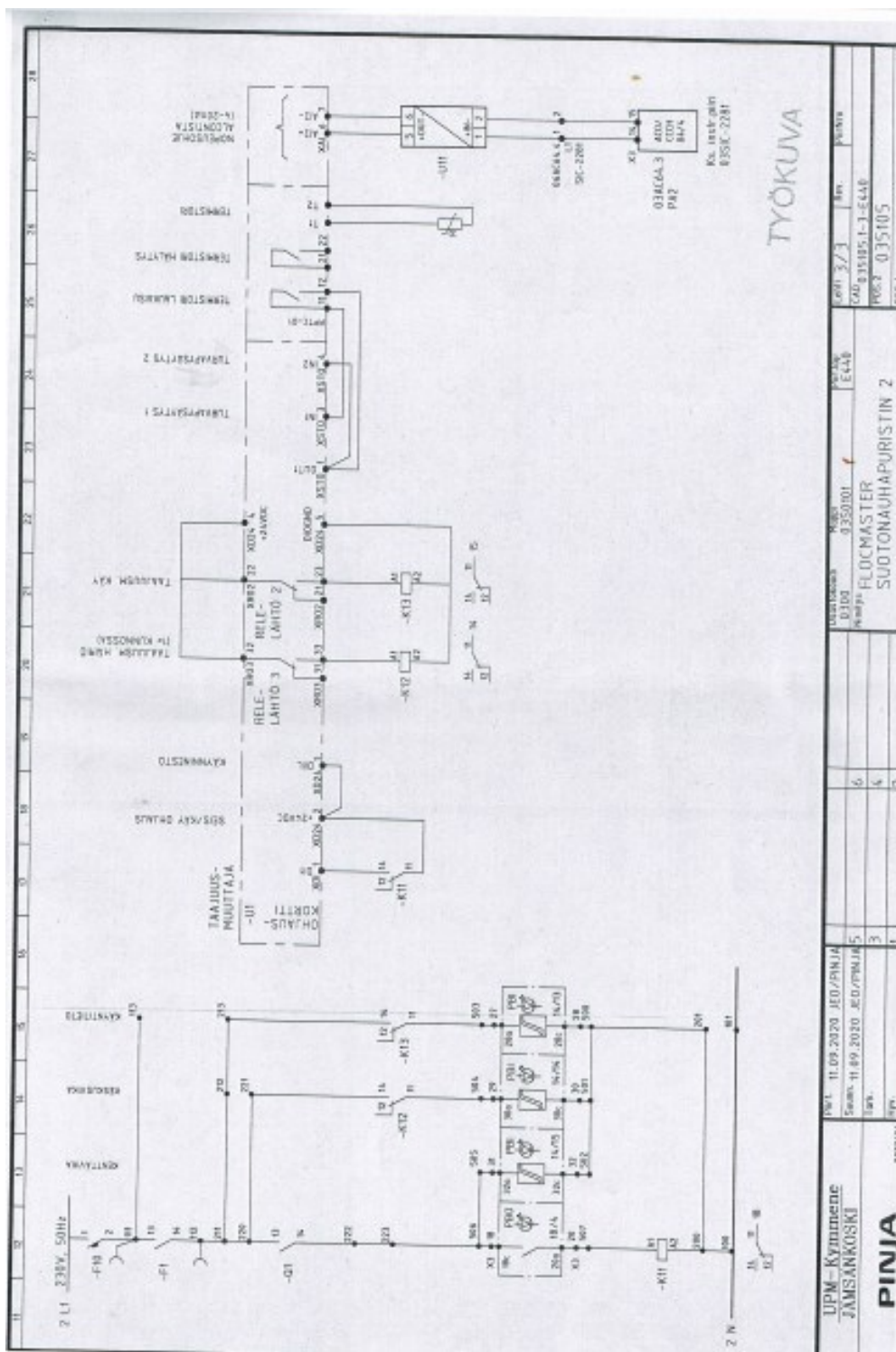










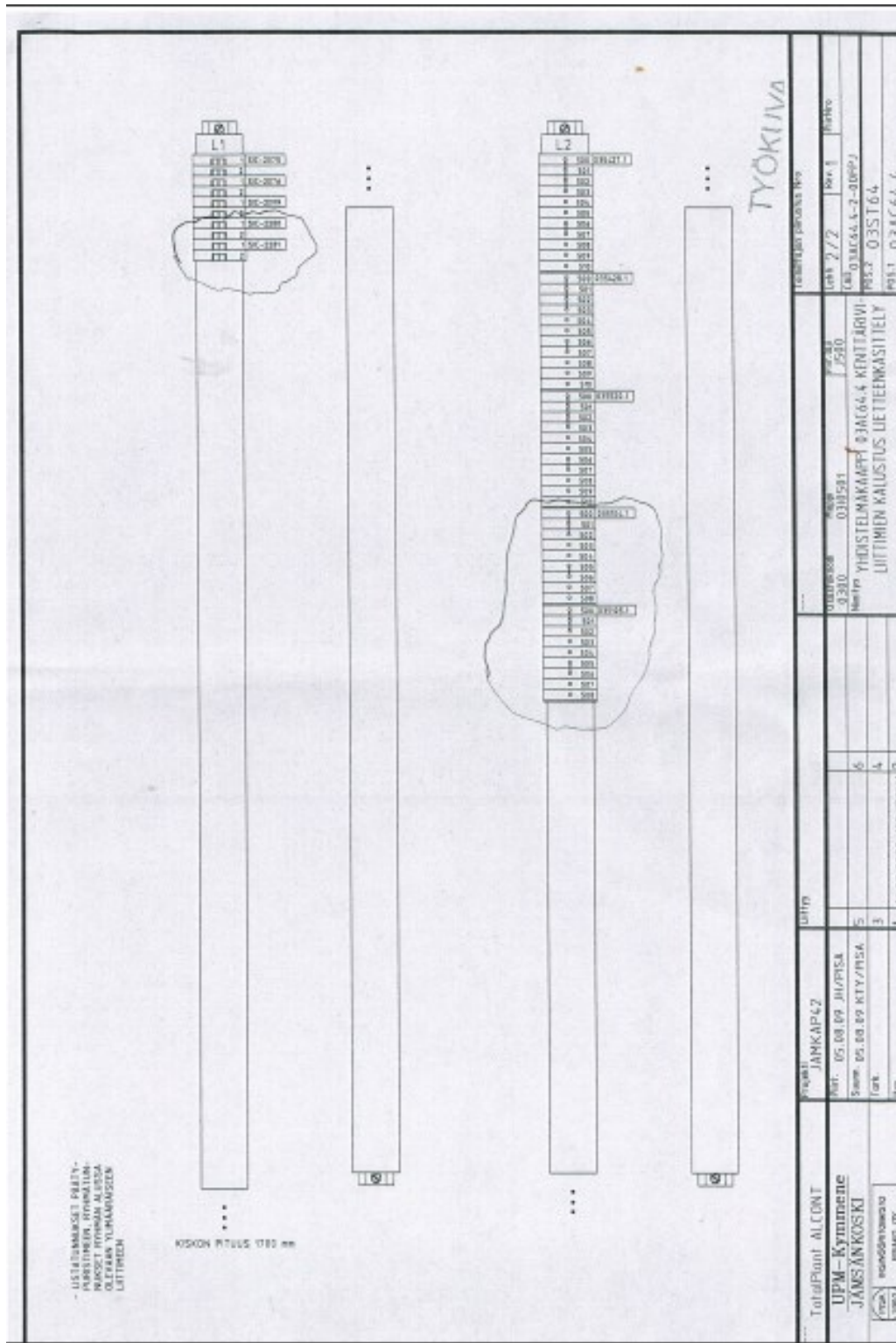


<b>LIPM - Kymmene JÄMSÄN KOSKI</b> <b>PINJA</b>		Pää 11.09.2020 JED/PINJA Suunn. 11.09.2020 JED/PINJA Salk.		Kesk. 0350101 Pää 11.09.2020 E44B		Kesk. 035105 Pää 11.09.2020	
SUOTONAUHAPURISTIN 2		FLOCKMASTER		CAD 035105.1-1-E44B		PAK 035105	
1	1	3	3	6	6	2	2

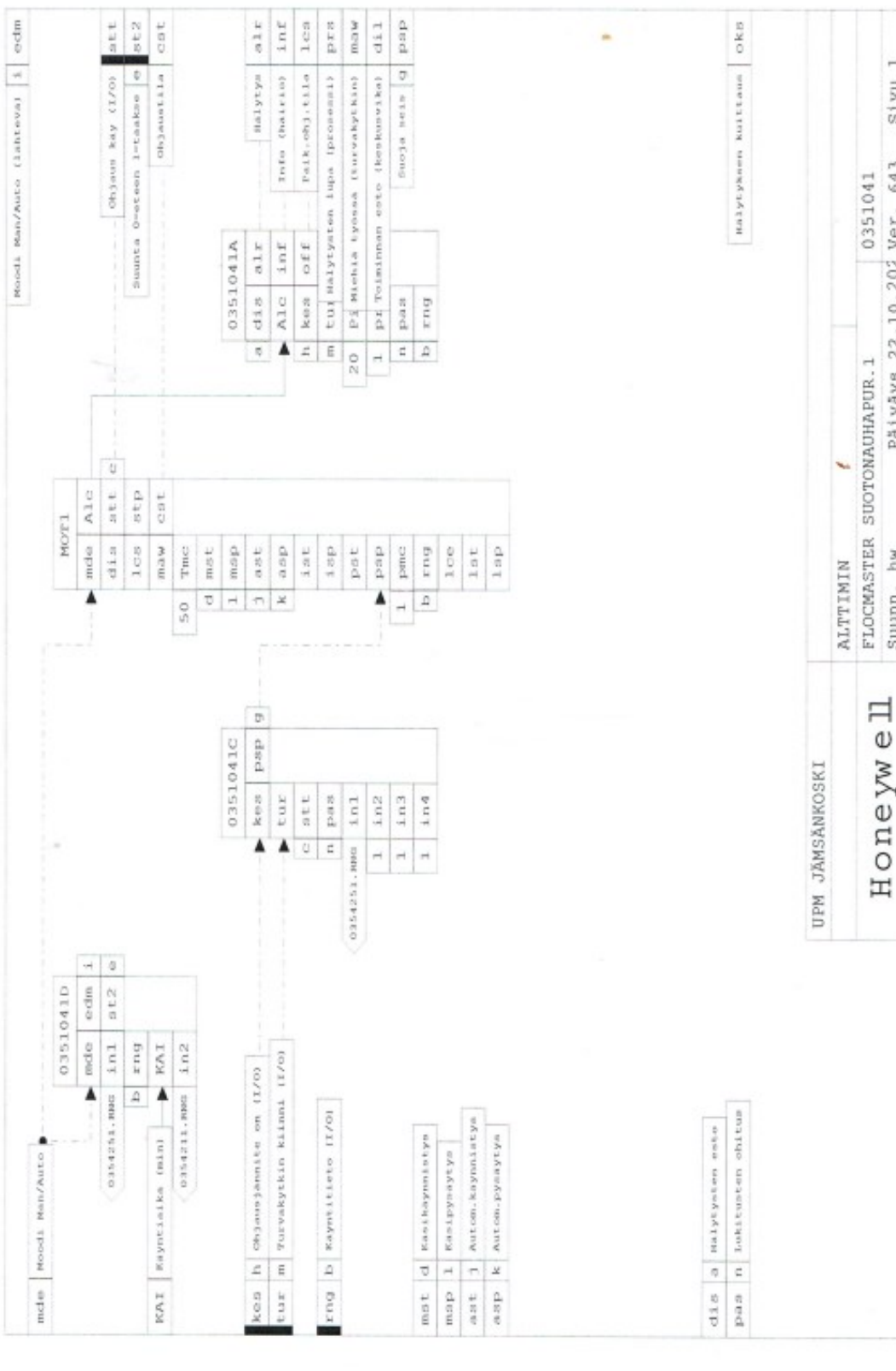




**Liite 3. Ristikytkennän sähkökuva**



Liite 4. Ohjelma



UPM JÄMSÄNKOSKI

Honeywell

ALTTIMIN

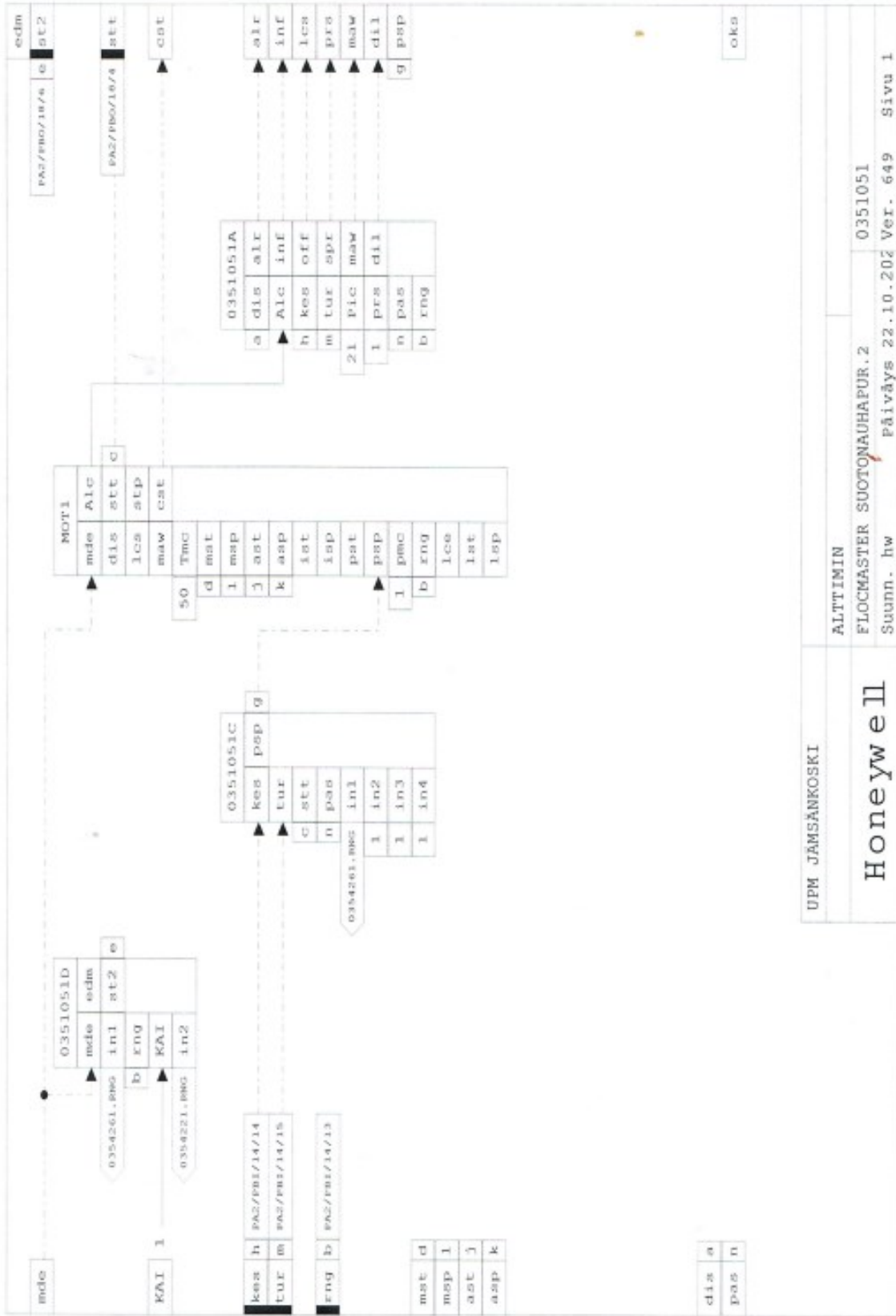
FLOCMASTER SUOTONAUHAUFUR.1

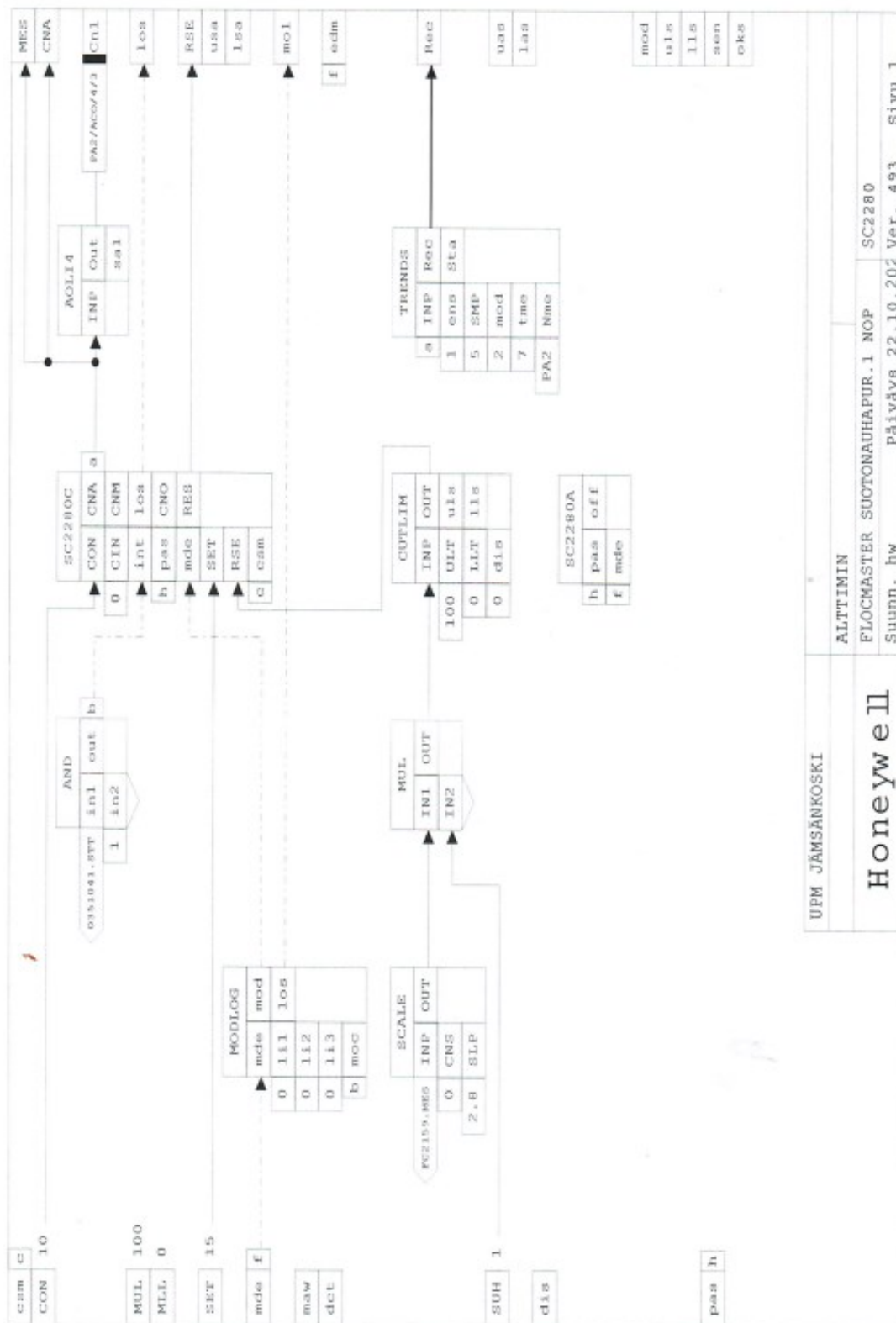
0351041

Suunn. hw Päiväys 22.10.2004 Ver. 643

Sivu 1

Halytyksen kutsuaus OKB





UPM JÄMSÄNKOSKI

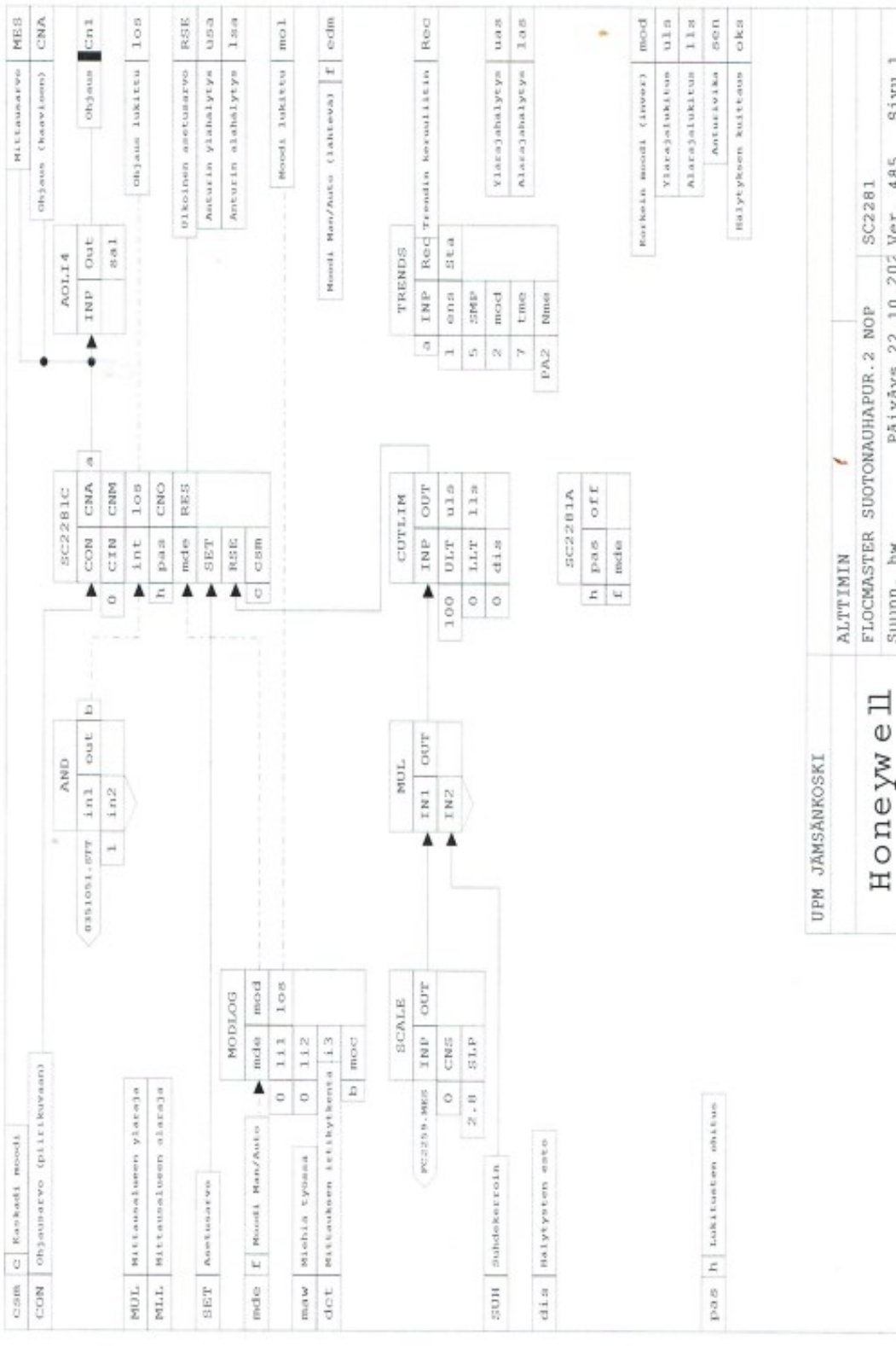
Honeywell

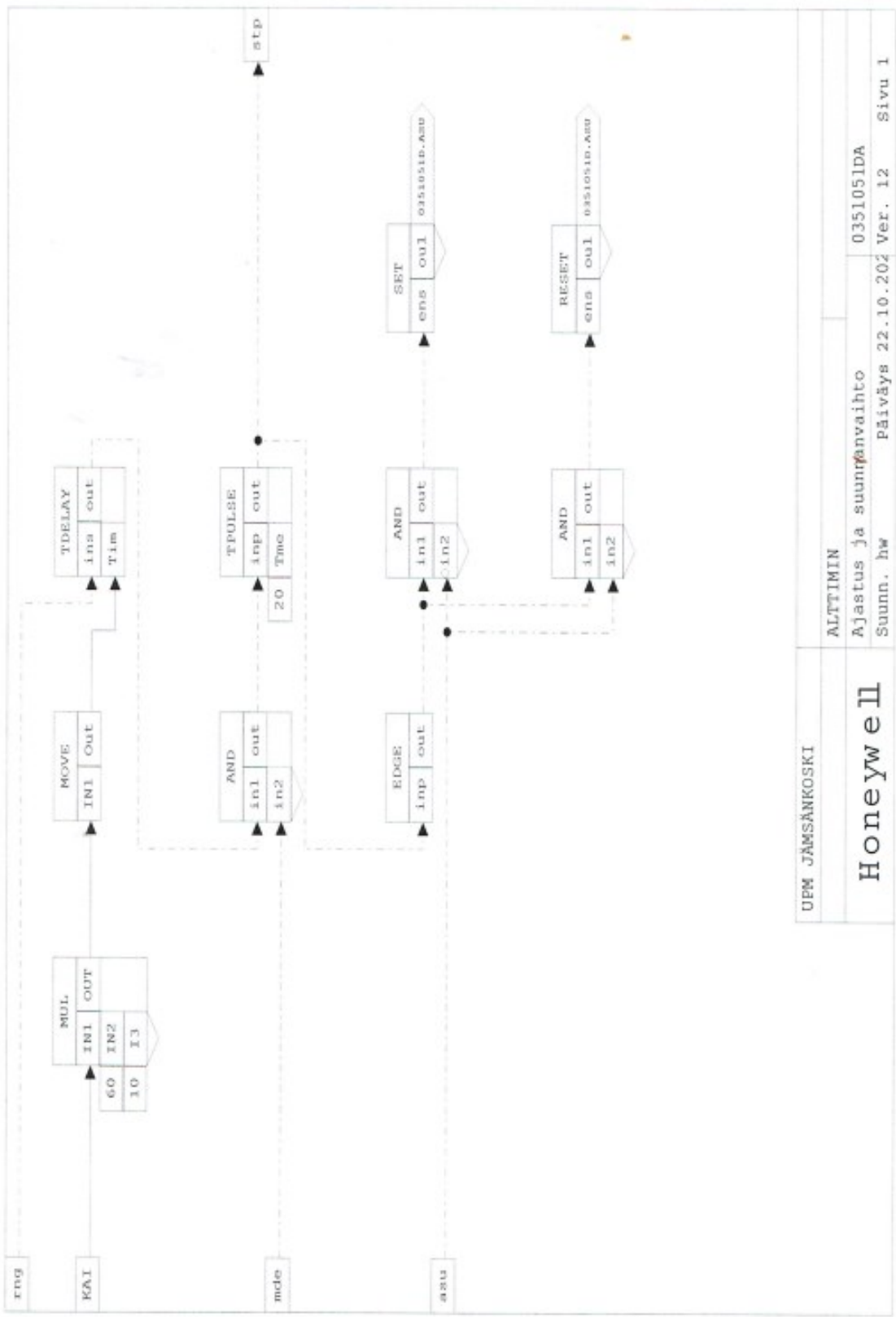
ALTTIMIN

FLOCMASTER SUOTONAUHAPUR.1 NOP

Suunn. hw Päiväys 22.10.2024 Ver. 493

SC2280 Sivu 1





UPM JÄMSÄNKOSKI

ALTTIMIN

Ajastus ja suunnanvaihto

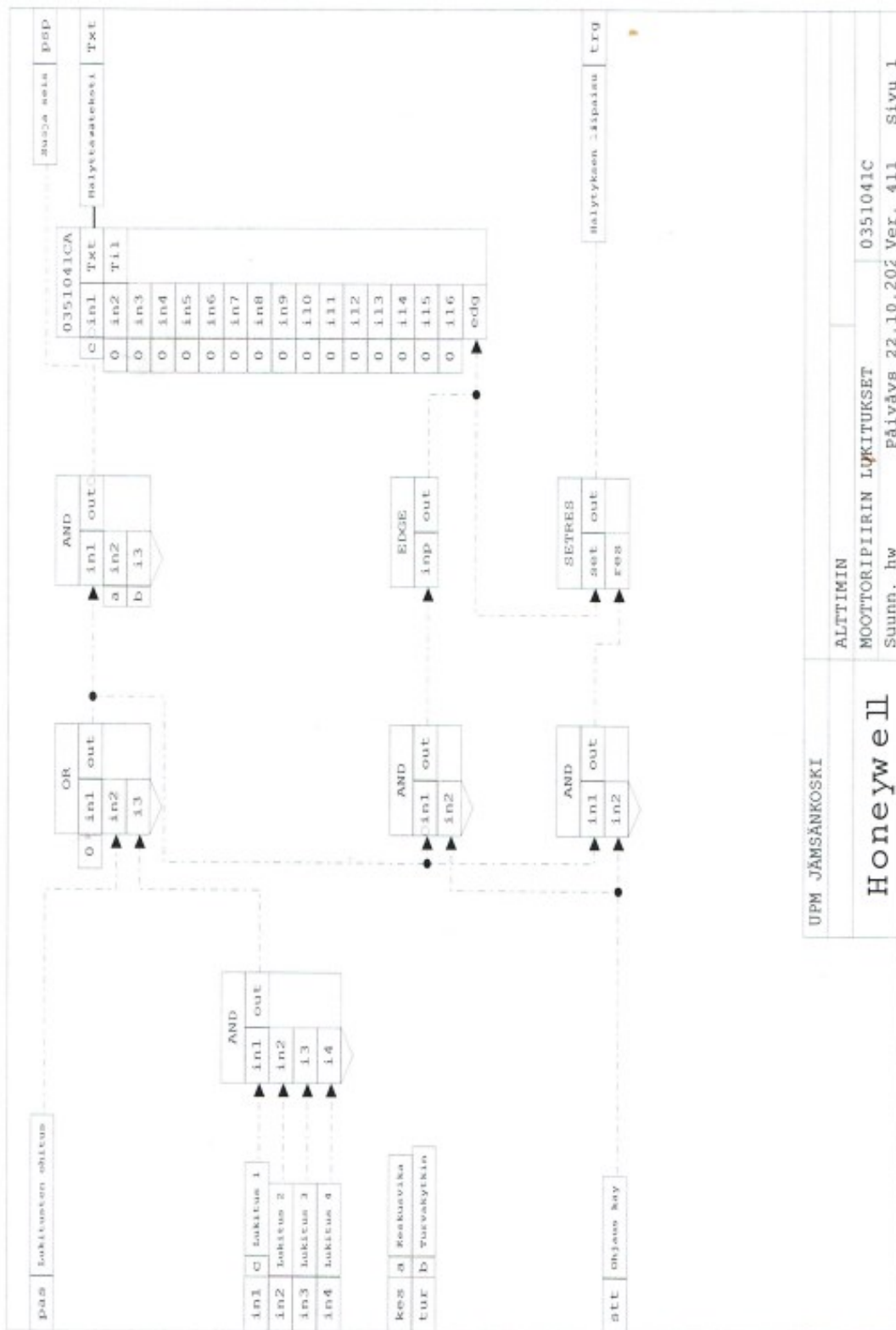
0351051DA

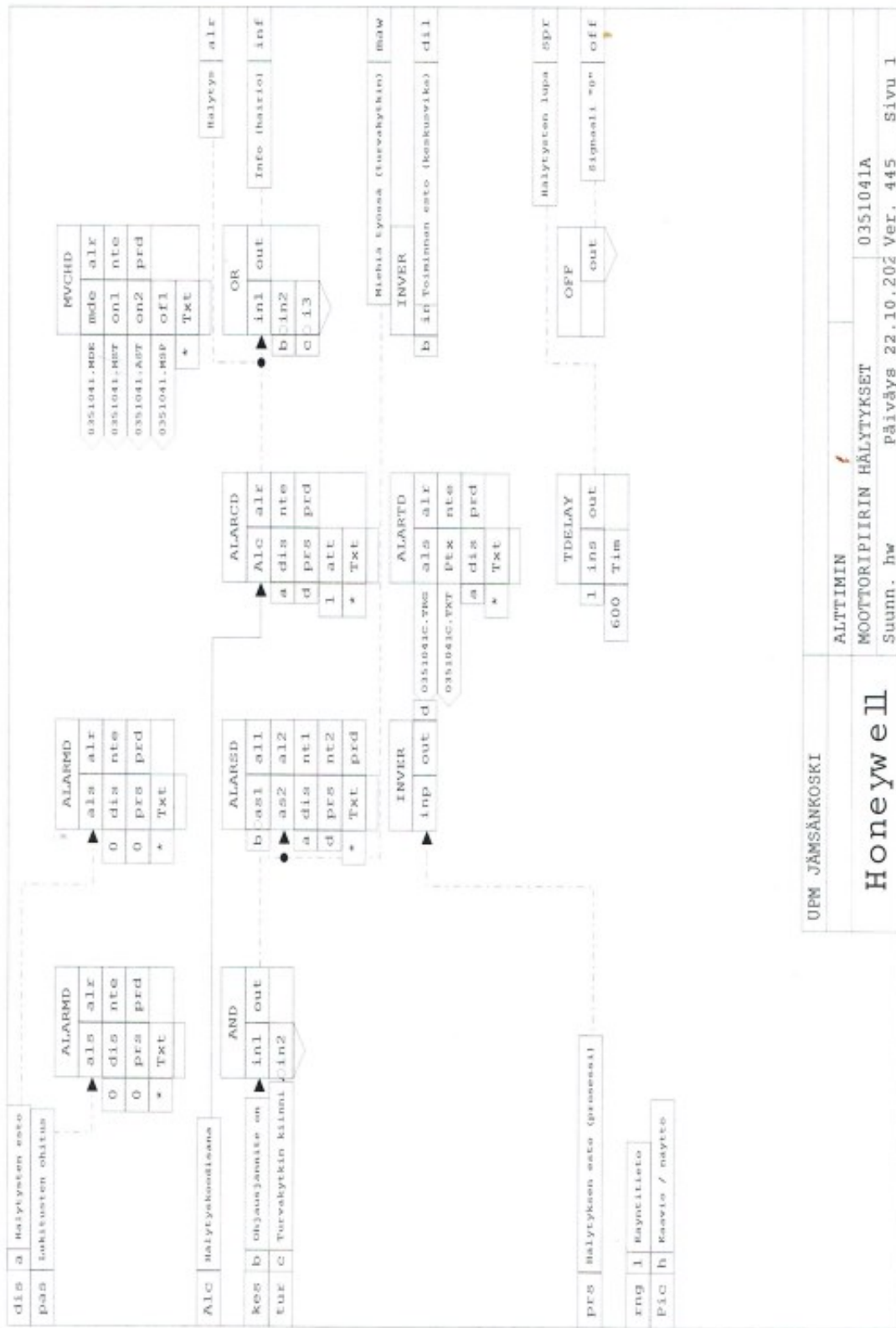
Suunn. hw

Päiväys 22.10.202 Ver. 12

Sivu 1

Honeywell











## Liite 5. Toimintakuvaus

### Toimintaselostus

#### Nalco Floccmaster Inline Mixer

##### Yleistä

Nalco Floccmaster Inline -sekoittajan kaksi perustoimintoa on levittää polymeeriliuosta lietteeseen, sekä luoda optimaalinen saostuminen kuivatusprosessia varten.

Nalco Floccmaster Inline-sekoitinjärjestelmät sekoittavat polymeeriliuosta lietteen sekaan. Polymeeriliuos syötetään lietevirtaan pyörivän lavan, sekä onton akselin kautta. Lavan pyörimisnopeutta säädetään siten, että optimoidaan konsentroidun polymeeriliuoksen jakautuminen lietteeseen.

##### Ohjaukset

###### On/Off

Sekoittimen On / Off syöttömahdollisuus Alcontista.

###### Käynnistys

Sekoitin voi käynnistyä, kun lietepumppu sekä polymeeriannostelu ovat päällä.

###### Suunnanvaihto

Lietteessä olevat pitkät kuidut saattavat jäädä sekoittimen lapaan kiinni. Tästä syystä suunnanvaihto säädetyn ajan välein (0-999min). Säättömahdollisuus Alconttiin.

###### Nopeusohje

Sekoittimen lavan pyörimisnopeutta voidaan säätää manuaalisesti tai automaattisesti. Säädetävän valinta Alconttiin.

###### Manuaalinen

Syöttömahdollisuus Alcontista (0-2880rpm)

###### Automaattinen

Lietevirtauksen mukaan (0-2880rpm)

Automaattitilassa nopeutta säädetään automaattisesti virtausmittarin mukaan. Tämä tarkoittaa sitä, että virtausmittarin tulovirta 4 mA vastaa minimitaajuutta ja 20 mA vastaa maksimitaajuutta (50Hz). Tulevaisuudessa nopeuden laskentaan otetaan huomioon myös lietteen sakeus.