

Keskipakopumppujen demolaitteisto

Henri Mykkänen

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2015

Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) Mykkänen, Henri	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 9.3.2015
	Sivumäärä 52	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Keskipakopumppujen demolaitteisto		
Koulutusohjelma Automaatiotekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Markku Ström		
Toimeksiantaja(t) Pasram Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Pasram Oy, joka suunnittelee automaatiosovelluksia eri teollisuuden aloille. Opinnäytetyö tehtiin Sulzer Pumps Finland Oy:lle, joka tuottaa erilaisia pumppuja ja sekoittimia teollisuuden tarpeisiin.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Sulzerille demolaitteisto, jolla demonstroidaan Sulzerin pumppujen laatua ja suorituskykyä pumpata erilaisia aineita. Demolaitteistossa demonstroitii veden, paperimassan, siirapin, hiekan, vaahdon sekä vedessä olevien muttereiden pumppausta.</p> <p>Opinnäytetyössä suunniteltiin kuusi kappaletta kytkentäkotelaitteistoon liittyvä sähkösuunnittelu, laitevalinnat, käyttöliittymä ohjauspaneeliin sekä logiikkaohjelma. Tarkoituksena oli operoida ohjauspaneelista pumppua, joka oli kytketty taajuusmuuttajaan. Logiikan ja taajuusmuuttajan välinen kommunikointi tapahtui käyttäen Modbus TCP/IP-kenttäväylää.</p> <p>Demolaitteiston käyttöönotto toteutettiin tehtaalla sekä myöhemmin myös PulpPaper 2014 messuilla. Messuilla ohjattiin näytteilleasettajille demolaitteiston käyttö. Laitteistosta kirjoitettiin myös käyttöohjeet osana opinnäytetyötä.</p>		
Avainsanat (asiasanat) demolaitteisto, Sulzer, Modbus TCP/IP, taajuusmuuttaja, pumppu		
Muut tiedot		



Author(s) Mykkänen, Henri	Type of publication Bachelor's thesis	Date 9.3.2015
	Number of pages 52	Language of publication Finnish
		Permission for web publication: x
Title of publication Demo system of centrifugal pumps		
Degree programme Automation Engineering		
Tutor(s) Markku Ström		
Assigned by Pasram Oy		
Abstract <p>The thesis was assigned by Pasram Oy, which plans automation applications for different forms of industries. The thesis was carried out for Sulzer Pumps Finland Oy, which builds different kinds of pumps and agitators for industries.</p> <p>The aim of this thesis was to build a demo system for Sulzer that demonstrates the pumps' quality and performance to pump different kinds of liquids. This demo system demonstrates the pumping of water, pulp, syrup, sand, foam and nuts in water.</p> <p>Six pieces of junction boxes, electric planning for the system, device choices, operation system for the control panels, and logic programming were designed during the thesis project. The purpose was to operate pumps from the control panels connected to frequency converter. The communication between logic and frequency converter was implemented using Modbus TCP/IP -fieldbus.</p> <p>The implementation was made in a factory and later on also in PulpPaper 2014 exhibition. At the exhibition the exhibitors were instructed to use the demo system. The instruction manual of the system was also written as part of the thesis.</p>		
Keywords/tags (subjects) demo system, Sulzer, Modbus TCP/IP, frequency converter, pump		
Miscellaneous		

Sisältö

1 Opinnäytetyön lähtökohdat	4
1.1 Toimeksianto.....	4
1.2 Pasram Oy	4
1.3 Asiakas Sulzer Pumps Finland Oy	5
2 Demolaitteisto.....	6
3 Pumput.....	7
3.1 Keskipakopumput.....	7
3.2 Pumpun ominaiskäyrät	9
4 Taajuusmuuttaja	11
4.2 Taajuusmuuttajan edut	13
4.3 Taajuusmuuttajan periaatteet	14
5 Ohjelmoitava logiikka	15
5.1 Ohjelmoitavan logiikan rakenne.....	16
5.2 Pienlogiikat.....	17
6 Kenttäväylä.....	17
6.1 Yleistä.....	17
6.1 Ethernetin käyttö teollisuudessa.....	19
6.2 Modbus TCP/IP-protokolla	19
7 Kytöntäkotelo	21
7.1 Kytönnät	21
7.2 Maadoitukset	22
7.3 Kytöntäkotelon rakentaminen.....	23
8 Laitteiden valinta.....	24
8.1 Jännitelähde	24
8.2 Ohjelmoitava logiikka	24
8.3 Operointipaneeli	25
8.4 Ethernet-kytkin	25
9 Sähkösuunnittelu.....	25
9.1 Kokoonpanopiirustus	26
9.2 Piirikaavio.....	26

10 Taajuusmuuttajan parametointi.....	27
11 Logiikkaohjelma	29
12 Käyttöönotto	32
12.1 Testaus	32
12.2 PulpPaper 2014 -messut	33
13 Pohdinta	34
Lähteet.....	36
Liitteet.....	38
Liite 1 Käyttöopas.....	39
Liite 2 Taajuusmuuttajan ACS880 parametrien yhteenveto.....	45
Liite 3 Piirikaavio demolaitteistosta.....	48
Liite 4 Tiedonsiirto- kaapelikaavio.....	49
Liite 5 Keskuksen kokoonpanopiirustus.....	50

Kuviot

Kuvio 1 Demolaitteiston runko	6
Kuvio 2 Keskipakopumpun toimintaperiaate.....	8
Kuvio 3 Keskipakopumpun liitäntä	9
Kuvio 4 Esimerkkikuva pumpun ominaiskäyristä	10
Kuvio 5 Demolaitteisto	11
Kuvio 6 Taajuusmuuttajan toimintaperiaate.	12
Kuvio 7 Yleiskuvaus sähkökäytön mitoituksesta	15
Kuvio 8 Modbus:in fyysiset kerrokset	20
Kuvio 9 Modbus TCP/IP:n kommunikointi	20
Kuvio 10 KytKentäkotelo	22
Kuvio 11 Operointinäytön etusivu	29
Kuvio 12 Moottorin tilatiedon luku.....	30
Kuvio 13 Luku function määrittelyt.....	30
Kuvio 14 Muuttujien käsittely	31
Kuvio 15 Moottorin käynnistysehdot.....	31

Käsitteet

AC/DC	=	Vaihtovirta/Tasavirta
Codesys	=	Ohjelmointiympäristö
DIN-kisko	=	Asennuskisko
IP-luokitus	=	(Ingress Protection) Tiiveysluokka
Johdonsuojakatkaisija	=	Suojaa järjestelmiä ylikuormilta ja oikosuluilta
Kojevastake	=	3-vaihe pistorasia
PLC	=	Programmable Logic Controller eli Ohjelmoitava logiikka
Sähkökäyttö	=	Tarkoittaa järjestelmää, joka muuttaa sähköenergiaa mekaaniseksi energiaksi tehoelektroniikan ja sähkömoottorien avulla
Kavitaatio	=	Ilmiö, jossa neste, yleensä vesi, alkaa kiehua paineen laskun johdosta
Infrastrukturi	=	Teknisen infrastruktuurin piiriin kuuluvat liikenneverkot, energiahuollon verkostot, jätehuolto, vesihuolto (vedenotto, -puhdistus ja -jakelu, sade- ja jätevesiviemärit sekä jäteveden puhdistus)
BI	=	Binäärinen tulo
AI	=	Analoginen tulo
BO	=	Binäärinen lähtö
AO	=	Analoginen lähtö
L1	=	Kolmea vaihetta merkitään sähköjärjestelmässä tunnuksilla L1, L2 ja L3.
N	=	Sähköjärjestelmän nolaa merkitään N:llä.

1 Opinnäytetyön lähtökohdat

1.1 Toimeksianto

Opinnäytetyö tehtiin Sulzer Pumps Finland Oy:lle ja toimeksiannon sain Pasram Oy:lta. Aloitin työharjoittelun Pasram Oy:llä 12.5.2014.

Opinnäytetyössä asiakkaana on Sulzer ja ABB tilasi Pasram Oy:lta sähkö- ja automaatio suunnittelun työhön.

Opinnäytetyössä tavoitteena oli demonstroida Sulzerin pumppuja ja sitä, että niillä voi pumpata käytännössä mitä tahansa ainetta, kuten vaahtoa, hiekkaa, muttereita, melassia, paperimassaa ja vettä. Kokonaisuutena opinnäytetyössä tuli tehdä kuusi kappaletta ruostumattomasta teräksestä valmistettuja koteloita, joissa sisällä ovat kaikki logiikkalaitteet sekä niiden sähköistys, automaatio sovellus ja operointinäyttö eli käytännössä kuusi toisistaan riippumatonta demolaitteistoa.

Opinnäytetyöhön asiakas antoi aikarajan, joka oli kolme viikkoa.

Opinnäytetyön tuli olla valmis PulpPaper 2014 -messuille mennessä.

1.2 Pasram Oy

Pasram Oy:llä on liki 20 vuoden työkokemus usealta automaation alalta.

Pasramin vahvuus on erityisesti logiikkajärjestelmien suunnittelussa, ja siinä käytetään enimmäkseen Siemensin ohjelmointityökalua. Pasramilla on Suomen laajinta Siemens -osaamista, osaamisalueeseen kuuluu mm. Step 5, Step 7, PCS7, Technology CPU, Simotion ja Simatics. Osaamista löytyy myös muista logiikkamerkeistä, kuten Allen-Bradley, Omron, Schneider Electric ja ABB. Markkinoilla yleistynyt ABB:n ACS500-tuoteperhe on tullut uutena

osaamisalueena Pasramille, ja myös lisänä niiden sähkökäytöt, mm. ACSM 1, ACS355 ja ACS800.

Pasramin osaamisalue on hyvin laaja se tarjoaa suunnittelua esimerkiksi mekaaninen metsäteollisuus, paperiteollisuus sekä metalli- ja työstökoneteollisuus. Kokemusta löytyy myös infrastruktuurin osa-alueelta yli viisi vuotta. Kokemusta on kertynyt telematiikkatoteutuksista ja erityisosaamisalueena ovat avattavat maantie- ja ratasillat. Pasram Oy:n liikeidea on tarjota asiakkaille ammattitaitoisia asiantuntijapalveluja sekä automaatio- ja sähkösuunnittelua. Pasram tekee myös servokaapeleita asiakkaille määrämittäisenä ja jokaisen servovalmistajan liittimeen sopivilla liittimillä.

Vuoden 2013 tilikaudella Pasram Oy:n liikevaihto oli 389 000 euroa ja liikevoittoa oli 61 000 euroa. Nettotulokseksi muodostui 45 000 euroa. Tuolloin yrityksessä työskenteli kolme henkilöä ja nykyään vuonna 2015 yrityksessä työskentelee kuusi henkilöä. (Pasram Oy, n.d.)

1.3 Asiakas Sulzer Pumps Finland Oy

Sulzer Pumps Finland Oy on yksi maailman johtavia pumppuvalmistajia. Maailmanlaajuisesti Sulzerilla on valmistustoimipisteitä yli 22 sekä huoltokeskuksia yli 170 sekä lukuisia myyntipisteitä. Sulzerin avainmarkkinat ovat öljyn ja kaasun, öljynjalostus, sähköntuontanto, sellu ja paperi sekä muut teolliset markkinat (Tuotteet ja palvelut n.d.)

Sulzer tuottaa laajan valikoiman pumppausjärjestelmiä ja -ratkaisuja avainmarkkinoille. Sulzer tarjoaa räätälöityjä pumppausratkaisuja ja lisävarusteita, kuten valvonta- ja ohjausjärjestelmiä sekä kompressoreja. (Pumput ja järjestelmät n.d.)

2 Demolaitteisto

Lähtötilanne oli se, että meillä oli demolaitteiston runko tehty valmiiksi, mutta sähköistys, kytkentäkotelot ja ohjelmat puuttuivat (Kuvio 1). Demolaitteiston toimintaperiaate on, että säiliössä on eri viskositeeteillä olevia nesteitä ja niitä pumpataan hullunkierrolla eli kierrätetään neste takaisin säiliöön. Käsiventtiin tarkoitus on kuristaa virtausnopeutta, jotta saamme virtauksen pysymään pumppukäyrällä.

Tarkoituksena oli tehdä demolaitteiston jokaisesta demolaitteistosta itsenäinen, eli näillä ei ole minkäänlaisia liitäntöjä toisiin demolaitteistoihin. Toiveena asiakkaalla oli, että yksittäiset demolaitteistot olisi mahdollista irroittaa toisistaan ja lähettää muille toimipisteille ja, että niiden toiminnallisuus pysyy samana.



Kuvio 1 Demolaitteiston runko

3 Pumput

Pumppu on mekaaninen laite, joka siirtää nestettä ja nostaa painetta.

Pumppausjärjestelmään kuuluu pumppujen lisäksi venttiilit, putkistot ja moottorit. (Energiatehokas pumppausjärjestelmä 2009, 2.) Teollisuudessa hyödynnetään erilaisia pumppuja useiden erilaisten nesteiden siirtämiseen eri nostokorkeuksilla ja tilavuusvirroilla (Energiatehokkaat pumput 2011, 6-7).

Pumput voidaan luokitella kolmeen ryhmään:

- turbopumput
 - keskipakopumppu
 - puoliaksaalipumput
 - aksiaalipumput

- syrjäytyspumput
 - mäntäpumput
 - kiertopumput

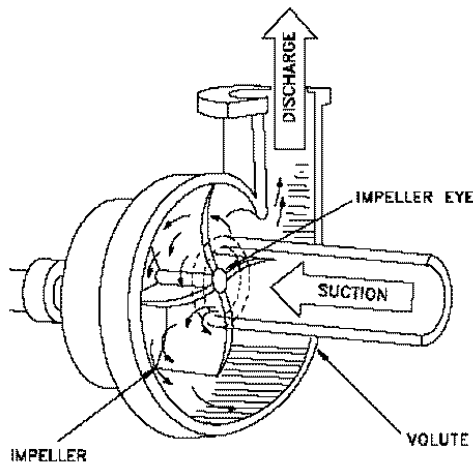
- Muut pumput
 - suihkupumput
 - paineilmapumput.

3.1 Keskipakopumput

Keskipakopumput ovat teollisuudessa yleisin käytetty pumpputyyppe ja ne kattavat prosessiteollisuuden pumppaustarpeesta noin 80 %. (Energiatehokas pumppausjärjestelmä 2009, 2.)

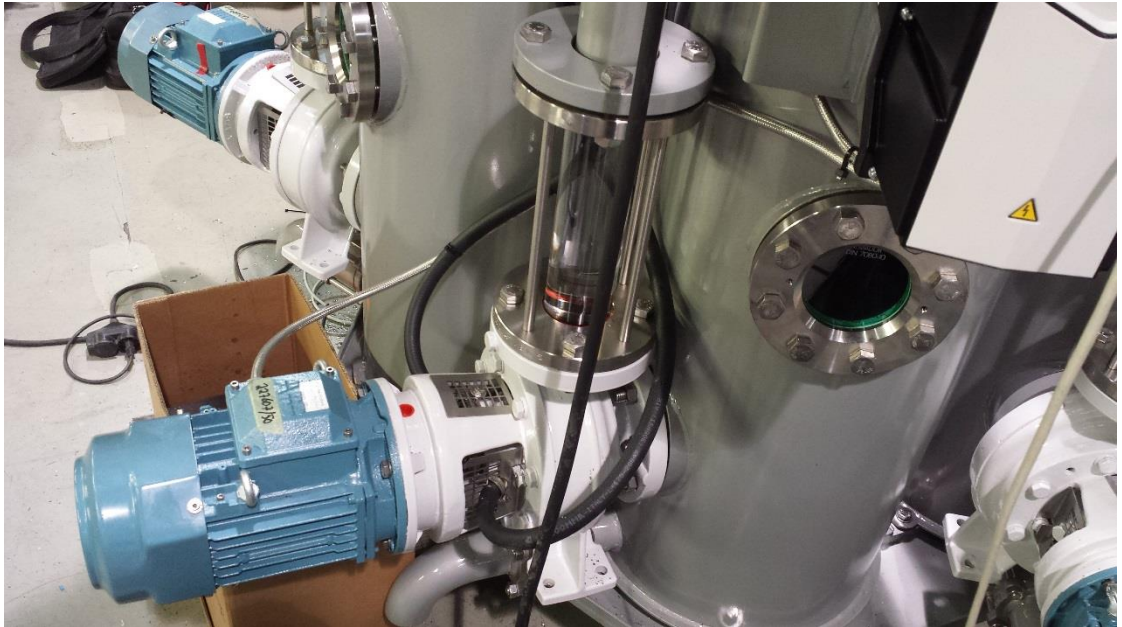
Keskipakopumpun toimintaperiaate yksinkertaistettuna on, että mekaaninen energia joka on tuotu pumpun akselille, muuttuu pumpattavan nesteen paine-

ja liike-energiaksi pumpun juoksupyörässä. Kuviossa 2 tulee ilmi keskipakopumpun toimintaperiaate.



Kuvio 2 Keskipakopumpun toimintaperiaate (Working of centrifugal pump. n.d.)

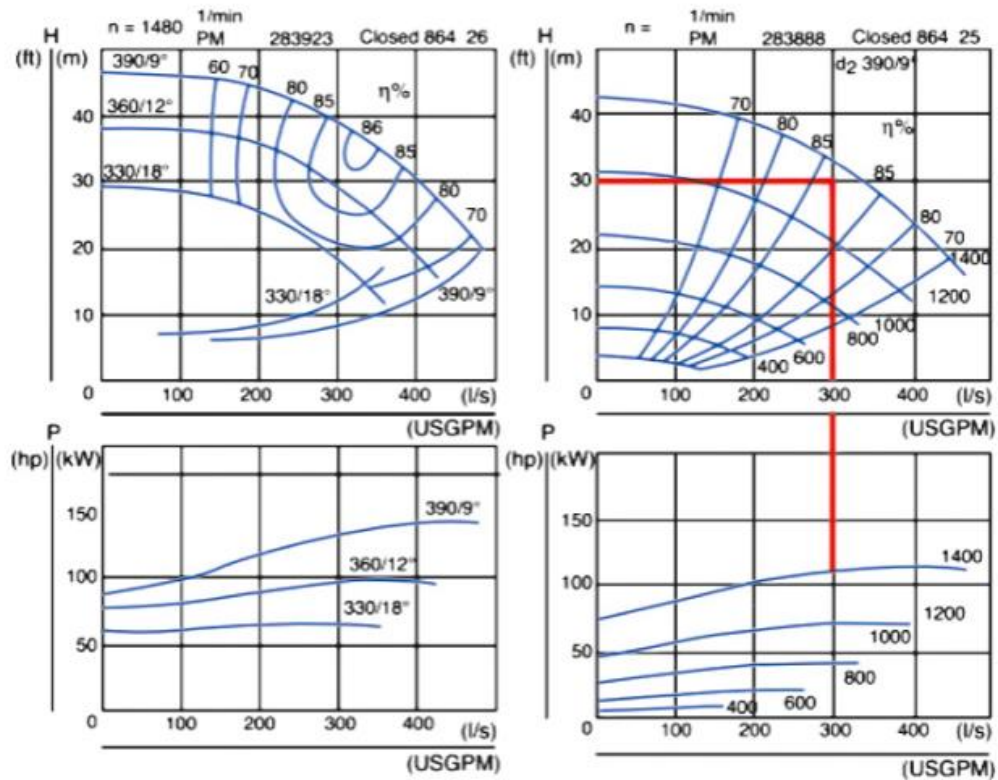
Keskipakopumpun tärkeimpiä osia ovat spiraali, juoksupyörä sekä pumpun akseli laakerointineen ja tiivisteineen. Keskipakopumpussa pumpattava neste syötetään imuaukkoon juoksupyörän keskelle. Sähkömoottori tai jokin muu voimalähde pyörittää pumpun akselia, johon juoksupyörä on kiinnitetty. Neste virtaa imuaukosta juoksupyörän siipien siipisolien kautta juoksupyörän ulkokehälle. Juoksupyörän ulkokehällä pyörimisliikkeen vaikutuksesta työntynyt neste muodostaa kehän tangentin suuntaisen nopeuskomponentin, ja nesteen liike-energia muuntuu osittain paine-energiaksi. Liike-energiaa muunnetaan edelleen paine-energiaksi juoksupyörän jälkeen spiraalin avulla, jossa nesteen virtausta hidastetaan. Pumpun läpi muodostuu jatkuva virtaus, kun juoksupyörön kehältä poistuva neste tuottaa juoksupyörän keskiosaan alipaineen, ja tällöin imuputken alkupäässä olevan paineen vaikutuksesta virtaa uutta nestettä kehältä poistuvan nesteen tilalle. Keskipakopumpun pesän tulee olla täynnä vettä pumpun asianmukaisen toiminnan takaamiseksi (kuvio 3). (Laaksonen 2013, 7.)



Kuvio 3 Keskipakopumpun liitäntä

3.2 Pumpun ominaiskäyrät

Pumput mitoitetaan siten, että ne toimivat parhaalla mahdollisella hyötysuhteella prosessiin nähden. Vakiopyörimisnopeudella pumppua käytettäessä tehontarve, nostokorkeus, hyötysuhde ja tarvittava imukorkeus riippuvat tilavuusvirrasta. Tilavuusvirran kasvaessa keskipakopumpun nostokorkeus vakionopeudella pienenee. Pumpun ominaiskäyrässä esitetään nämä muuttujat ja niiden suhde eli pumpun toiminta prosessissa (Kuvio 4). Pumpun toimintapisteen kautta määritetään ideaaliset toiminta-arvot, joilla pumpun tehokkuus on maksimissaan. (Energiatehokkaat pumput 2011, 9.)



Kuvio 4 Esimerkkikuva pumpun ominaiskäyristä (Energiatehokkaat pumput 2011, 10)

Työssäni parametroitimme taajuusmuuttajalle ominaiskäyrän arvot, nostokorkeudet ja tilavuusvirran, sekä lisäksi jokaiselle demolaitteiston taajuusmuuttajalle parametroitiin pumpattavan aineen viskositeetit, aineet olivat melassi, paperimassa, vaahto, vesi, isot kiinteät aineet, tässä tapauksessa mutterit, ja lopuksi hiekka veden seassa.

Huomasimme, että prosessin arvot eivät pysy pumppukäyrällä, koska kun pumpun kierrosnopeus kasvoi, pumppu tuotti liian paljon ilmaa putkistoon.

Pumppusovellus oli tehty pumppukäyrän arvojen perusteella, joten kun tilavuusvirta muuttui, niin operointinäyttö ei näyttänyt virtausta ollenkaan. Tilavuusvirran arvot täytyi saada pumppukäyrälle, jotta arvot saatiin kohdalleen, ja koska kaikilla aineilla on eri viskositeetti, tämä toteutettiin putkistossa olevalla käsiventtiilillä. Käsiventtiilillä saatiin kuristettua virtausta niin, että saatiin prosessin takaisin pumppukäyrälle. Toinen vaihtoehto oli, että muutettiin kierrosnopeutta operointipaneelista tai vaihdettiin säätöventtiili

käsiventtiin tilalle, mikä pitää sen pumppukäyrällä, mutta helpoimmin se kävi kääntämällä käsiventtiiliä oikeaan asentoon. Demolaitteistossa, jossa oli hiekkaa, täytyi huomioida 90 asteen kulma käsihanan yläpuolella (kuvio 5), koska pumpattaessa hiekkaa. Hiekka tulee mutkaan suurella nopeudella, mikä kuluttaa putken pitkässä ajossa puhki. Pumpattaessa melassia huomattiin, että demolaitteisto alkoi kavitoimaan ja melaasi roiskumaan. Näin ollen jouduimme rakentamaan säiliön sisälle jatkoputken, joka ylettyy pohjaan asti ja tällä estettiin ylimääräiset kavitaatio-ongelmat ja roiskumiset.



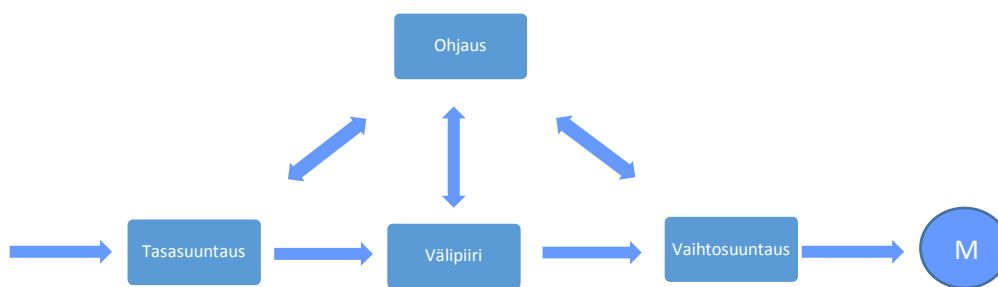
Kuvio 5 Demolaitteisto

4 Taajuusmuuttaja

Taajuusmuuttaja on tehoelektroniikan laite, jolla säädetään kolmivaiheisen oikosulkumoottorin pyörimisnopeutta. Taajuusmuuttajakäyttöisillä moottoreilla käytetään yleisimmin pumppuja, kuljettimia sekä puhaltimia. Taajuusmuuttaja muodostaa moottorille kolmivaiheisen vaihtojännitteen, jonka jännitettä sekä taajuutta voidaan säätää portaattomasti. Säädoillä vaikutetaan moottorin pyörimisnopeuteen. Moottorin käynnistyksessä tarvittava käynnistysmomentti

saadaan säätämällä moottoriin menevää jännitettä. (Mäkinen, Kallio & Tantarimäki 2009, 140.)

Taajuusmuuttajan käyttö moottorisovelluksissa on järkevää, koska moottorit kuluttavat teollisuuden sähköenergiasta yli 65 %. Taajuusmuuttajat säästävät energiaa siten, että se muuttaa sähkömoottorin nopeutta ja moottoriin syötettävää tehoa, näin ollen taajuusmuuttajat maksavat itsensä takaisin 1-2 vuoden kuluessa. (Mikä taajuusmuuttaja on? 2008.)



Kuvio 6 Taajuusmuuttajan toimintaperiaate (Kippo & Tikka 2008, 68).

Kuviossa 1 esitetään taajuusmuuttajan toimintaperiaate.

Sähköverkosta tuleva vaihtovirta muunnetaan tasasuuntauksessa sykkiväksi tasavirraksi. Tasasuuntauksen jälkeen tasasähkövirta stabiloidaan ja suodatetaan välipiirissä. Ohjaus annetaan automaatiojärjestelmän AO-yksikön analogialähdöstä taajuusmuuttajalle joko analogisen viestin avulla tai kenttäväylältä. Vaihtosuuntaaja muuttaa tasavirran takaisin 3-vaiheiseksi vaihtovirraksi, joka syötetään takaisin moottorille. Ohjearvo eli ohjaus määrittelee taajuusmuuttajan taajuuden ja jännitteen. (Kippo & Tikka 2008, 68.)

4.2 Taajuusmuuttajan edut

Taajuusmuuttajaa käyttämällä saadaan erilaisia etuja. Etuna on pieni moottorin käynnistysvirta ja alhainen verkon jännitteen alenema.

Taajuusmuuttajalla säädetään taajuutta ja virtaa niin, että moottori kiihtyy prosessin kannalta edullisesti. Näin ollen käynnistysvirta pysyy kohtuullisena eikä sähköverkon jännite alene. (Mäkinen, Kallio & Tantarimäki 2009, 139-140.)

Etuihin kuuluu myös työlaitteita ja prosessiaineita rasittamaton käynnistys ja pysäytys. Hidas kiihdytys poistaa pumppukäytöissä nesteiden paineiskut putkistoista. Vaihteisto-, kuljetin- ja ruuvikäytöissä vähenevät esimerkiksi kiilahihnojen ja hammaspyörien mekaaninen rasitus ja rikkoutumiset. Myös moottorin pysäyttäminen käy pehmeästi. Hitaalla kiihdytyksellä ja pysäytyksellä pidetään myös siirrettävä prosessiaine tai kappaleet liukuhihnalla tai kuljettimella. (Mäkinen, Kallio & Tantarimäki 2009, 139-140.)

Portaaton ja tarkka pyörimisnopeuden säätö sekä tuotannon kasvattaminen lukeutuvat taajuusmuuttajan etuihin. Moottorin pyörimisnopeutta on mahdollista säätää portaattomasti. Yleisin säätöalue on 0-50 Hz, mutta taajuutta voidaan säätää jopa 500 Hz:iin saakka. Tarkka pyörimisnopeuden säätö parantaa prosessin ominaisuuksia sekä lopputuotteen laatua. Jos nopeuden korottaminen prosessissa on mahdollista, voidaan myös tuotantoa lisätä. (Mäkinen, Kallio & Tantarimäki 2009, 139-140.)

Etuna on myös sähköenergian säästö. Erilaisten laitteiden tuoton tai tehon säätö suositellaan tehtäväksi moottorin pyörimisnopeuden säädöllä. Tällöin moottori pyörii sillä nopeudella, minkä kuormitus vaatii. Eniten energian säästöä saavutetaan laitteilla, joiden kuormamomenttikäyrä on neliöllinen. Tällöin kuormitus lisääntyy pyörimisnopeuden neliöön ja tehonkulutus







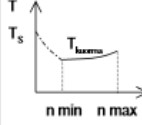

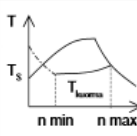

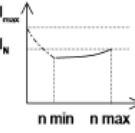

pyörimisnopeuden kuutioon. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi pumput ja puhaltimet. (Mäkinen, Kallio & Tantarimäki 2009, 139-140.)

Taajuusmuuttajan etuna on, että sen voi liittää osaksi automaatio- tai ohjausjärjestelmään kenttäväylän tai analogia- ja binääri viestien avulla. Näin ollen laitetta voidaan kauko-ohjata ja ohjelmoida valvomosta käsin. Taajuusmuuttajan tulot ja lähdöt ovat yleensä vapaasti ohjelmoitavissa. Taajuusmuuttajassa voi itsessään olla ”automaatiojärjestelmä” eli täysin ohjelmoitavissa oleva PID-säädin. Taajuusmuuttajalla on myös vähäinen huoltotarve, sen huolto on silmämääräistä tarkastamista aika-ajoin. (Mäkinen, Kallio & Tantarimäki 2009, 139-140.)

4.3 Taajuusmuuttajan periaatteet

Sähkökäytön mitoitus tulisi tehdä huolellisesti, koska hyvin mitoitettu taajuusmuuttaja ja moottori pienentävät huomattavasti kustannuksia. Kuviossa 6 havainnollistetaan sähkökäytön mitoituksen periaatteet.

Taajuusmuuttajan valinnassa täytyy valita verkkojännite 380–690 V ja tämän taajuus 50–60 Hz. Verkon taajuus ei rajoita sovelluksen kierrosaluetta. On myös tarkistettava tarvitaanko käynnistysmomenttia ja mikä on käytettävä kierrosalue. Täytyy myös määrittää, minkä tyyppistä kuormitusta taajuusmuuttaja joutuu kestävänsä. Sähkömoottorin valinnassa moottoria tulisi käyttää momenttilähteenä, jonka on pystyttävä tuottamaan tietty momentti ja kestävä ylikuormitusta. Moottorin mitoituksessa on otettava huomioon, että on jätettävä 30 prosentin marginaali moottorin maksimimomentista. Myös moottorin termistä ylikuormitettavuutta ei saa ylittää. Taajuusmuuttajan valinnassa on otettava huomioon moottorin koko ja käyttöolosuhteet ja niihin liittyvä ip-luokitus. (Sähkökäytön mitoitus n.d., 7.)

Mitoituksen vaiheet	Verkko	Muuttaja	Moottori	Kuorma
				
1) Tarkista syöttävä sähköverkko ja kuormitus	$f_N=50\text{Hz}, 60\text{Hz}$ $U_N=380\text{...}690\text{V}$			
2) Valitse moottori näiden tekijöiden mukaan: • Lämpökuormitettavuus • Kierroslukualue • Tarvittava maksimimomentti				
3) Valitse muuttaja näiden tekijöiden mukaan: • Kuormitustyyppi • Jatkuva ja maksimivirta • Syöttöverkko				

Kuvio 7 Yleiskuvaus sähkökäytön mitoituksesta (Sähkökäytön mitoitus n.d., 8.)

Valittiin työhön ABB:n ACS880-taajuusmuuttajan, koska tilaaja oli tehnyt pumppusovelluksen juuri tähän taajuusmuuttajaan. Taajuusmuuttaja tarvitsi vielä FENA-11-Ethernet-adapterin, jonka kautta kommunikointi suoritettiin.

5 Ohjelmitava logiikka

Ohjelmitava logiikka, eli PLC (Programmable Logic Controller), on mikroprosessorilla varustettu tietokone, jota käytetään erilaisissa automaatioprosesseissa, kuten tuotantolinjojen ohjauksissa. Ennen vanhaan automaatio-ohjelmitukset toteutettiin sadoilla tai tuhansilla releillä ja ajastimilla, mutta nykyään käytetään ohjelmitavaa logiikkaa. Ohjelmitavassa logiikassa on input/output-portteja, joihin kytketään kenttälaitteet, kuten anturit. Logiikka ohjaa toimilaitteita antureiden antamien tietojen avulla sekä tehdyn ohjelman mukaisesti. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 212.)

5.1 Ohjelmoitavan logiikan rakenne

Ohjelmoitava logiikka rakentuu erilaisista osista. Niihin kuuluvat logiikan tuloyksiköt BI ja AI. Tuloyksikköön liitetään kaikki käsiteltävät tulosignaalit. Ne ovat binäärisignaaleja, (BI), jotka tulevat raja-, paine- ja lämpötilakytkimiltä, painonapeilta, valokennoilta sekä kytkimiltä. Nykyaikaisiin logiikkoihin pystyy usein myös kytkemään analogiatuloja, (AI), jotka tulevat erilaisilta lähettimiltä tai lämpötila-antureilta. Ohjelmoitavaan logiikkaan kuuluu myös logiikan lähtöyksiköt BO ja AO. Lähtöyksikköön liitetään binäärisignaaleilla, (BO), ohjattavat laitteet kuten esimerkiksi apureleet, kontaktorit sekä magneettiventtiilit. Lähtöyksiköt voivat olla transistori- tai relelähtöjä. Nykyaikaisissa logiikoissa on myös analogialähtöjä (AO), joilla voidaan ohjata esimerkiksi säätöventtiileitä tai taajuusmuuttajaa. Osana ohjelmoitavaa logiikkaa on ohjelmamuisti, johon kirjoitetaan ohjelmointilaitteella halutut loogiset suoritteet eli logiikan ohjelma.

Keskusyksikössä on ohjelmaa suorittava mikroprosessori ja käyttöjärjestelmä. Keskusyksikkö lukee tuloyksiköiden tiedot, suorittaa sovellusohjelman sekä asettaa lähtöyksiköt oikeisiin tiloihin. Keskusyksikkö myös valvoo kaiken viestiliikenteen logiikan sisällä sekä liittynät mahdollisiin ulkopuolisiin laitteisiin. Ohjelmoitavaan logiikkaan kuuluu myös jännitteen syöttöyksikkö, jossa jännitesyötöksi on valittavissa 230 VAC tai 24 VDC. Ohjelmoitavaan logiikkaan kuuluu myös ohjelmointilaitte kaapeleineen, jota tarvitaan sovellusohjelmointiin. Pienissä logiikoissa ohjelmointiin käytetään logiikan omaa näppäimistöä tai logiikkakohtaista käsiohjelmointilaitetta. Yleensä ohjelmointi tapahtuu tietokoneella ja ohjelmointiohjelmalla. (Mäkinen, Kallio & Tantarimäki 2009, 215-216.)

5.2 Pienlogiikat

Pienlogiikoiksi kutsutaan järjestelmiä, joissa on alle sata binäärituloa ja – lähtöä ja mahdollisesti muutamia analogiatuloja ja -lähtöjä. Laite sisältää kaikki tarvittavat komponentit. Se tarvitsee vain verkkosyötön ja tulojen sekä lähtöjen johdotukset erillisine virtalähteineen. Logiikka ohjelmoidaan yleensä tietokoneelta käyttäen esimerkiksi Codysys-ohjelmistoa. Pienlogiikka voidaan asentaa kiinnityskiskoon ja haluttuun koteloon. Joidenkin valmistajien pienlogiikoita on mahdollista laajentaa lisäkorteilla. Pienlogiikoita käytetään yleensä pienten prosessien tai yksittäisten koneiden ohjauksiin. (Mäkinen, Kallio & Tantarimäki 2009, 216.)

6 Kenttäväylä

6.1 Yleistä

Teollisuudessa käytettävät kenttätason tiedonsiirtoväylät, eli kenttäväylät, hoitavat prosessien laitteiden tiedonsiirtoa, joten kenttäväylien tulee olla tarvittavan luotettavia ja nopeita. Kenttäväylillä yhdistetään säätävä laitteisto toimilaitteisiin, esimerkiksi sähkömoottoreihin, venttiileihin ja antureihin. Aiemmin käytetyin menetelmä reaaliaikaiseen tiedonsiirtoon on ollut 4-20 mA:n virtaviestiin perustuva analoginen signaali. Tällä tekniikalla on mahdollista vain kahden laitteen välinen tiedonsiirto, ja se myös vaatii jokaiselle omalle toimilaitteelle oman kaapeloinnin. Tämä lisää järjestelmän monimutkaisuutta ja heikentää sen luotettavuutta. Kenttäväylät mahdollistavat useiden, jopa satojen toimilaitteiden yhdistämisen väylistä riippuen huomattavasti pienemmällä kaapelointimäärällä. (Baumgartner 2009, 5.)

Kenttäväyläteknikka, joka perustuu digitaaliseen tiedonsiirtoon, mahdollistaa ohjauskomponenttien hajauttamisen lähemmäksi kenttälaitteita, tällöin järjestelmän teho ja hallittavuus paranevat. Kenttäväylien etuja ovat virhediagnostiikan paraneminen, yksinkertaisempi kaapelointi ja liitoskohtien väheneminen. Väyläpohjaisen järjestelmän muuntelu on helpompaa, ja tiedonsiirto on monipuolisempaa, esimerkiksi valokuidulla tai langattomasti. (Sundqvist 2008, 28-30.) Taulukossa 1 esitetään kenttäväyläteknologiat ja protokollat.

Taulukko 1. Kenttäväyläteknologiat ja protokollat (Baumgartner 2009, 6.)

	Teknologia	Profiilin numero	Protokolla
1	FOUNDATION Fieldbus™	1/1	FF H1
		1/2	FF HSE
		1/3	FF H2
2	CIP™	2/1	ControlNet™
		2/2	EtherNet/IP™
		2/3	DeviceNet™
3	PROFIBUS, PROFINET	3/1	PROFIBUS DP
		3/2	PROFIBUS PA
		3/3	PROFIBUS CBA
		3/4	PROFINET IO CC-A
		3/5	PROFINET IO CC-B
		3/6	PROFINET IO CC-C
4	P-NET®	4/1	P-NET RS-485
		4/2	P-NET RS-232
		4/3	P-NET on IP
5	WorldFIP®	5/1	WorldFIP
		5/2	WorldFIP with subMMS
		5/3	WorldFIP minimal for TCP/IP
6	INTERBUS®	6/1	INTERBUS
		6/2	INTERBUS TCP/IP
		6/3	INTERBUS minimal subset of CP 6/1
		6/4	
		6/5	
		6/6	
7	-	-	Poistettu
8	CC-Link	8/1	CC-Link/V1
		8/2	CC-Link/V2
		8/3	CC-Link/LT
9	HART	9/1	HART
10	Vnet/IP	10/1	Vnet/IP
11	Tcnet	11/1	Tcnet
		11/2	Tcnet-Loop
12	EtherCAT	12/1	
		12/2	
13	ETHERNET Powerlink	13/1	EPL
14	EPA	14/1	
		14/2	
15	MODBUS® - RTPS	15/1	MODBUS TCP
		15/2	RTPS
16	SERCOS	16/1	SERCOS I
		16/2	SERCOS II
		16/3	SERCOS III

6.1 Ethernetin käyttö teollisuudessa

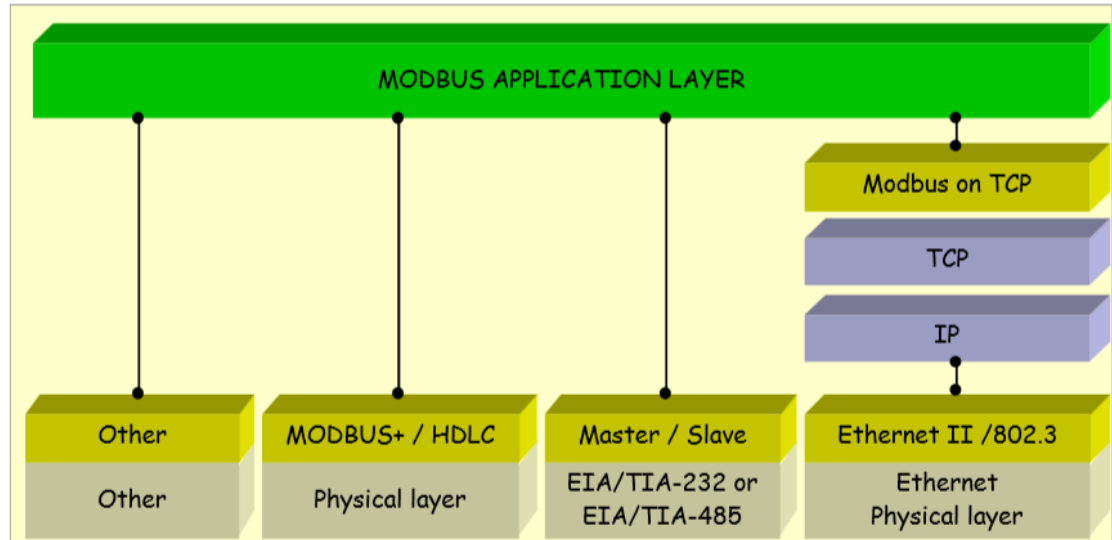
Alun perin Ethernetiä ei käytetty teollisuudessa kenttäväylänä, mutta sillä on useita hyötyjä verrattuna perinteisiin kenttäväyliin. Ethernetin käyttäminen kenttätasolla antaa mahdollisuuden yhtenäistää kenttätason ylemmän tason tiedonsiirtojärjestelmien kanssa. Ethernetin etuina on myös, että useat laitevalmistajat tukevat Ethernetiä ja laitteet ovat edullisia. Suurten verkkojen toteutuksissa Ethernetin etuna on se, että siinä on suuri laiteavaruus sekä se mahdollistaa rinnakkaisten protokollien käytön samassa väylässä. (Taiponen 2006, 23.)

6.2 Modbus TCP/IP-protokolla

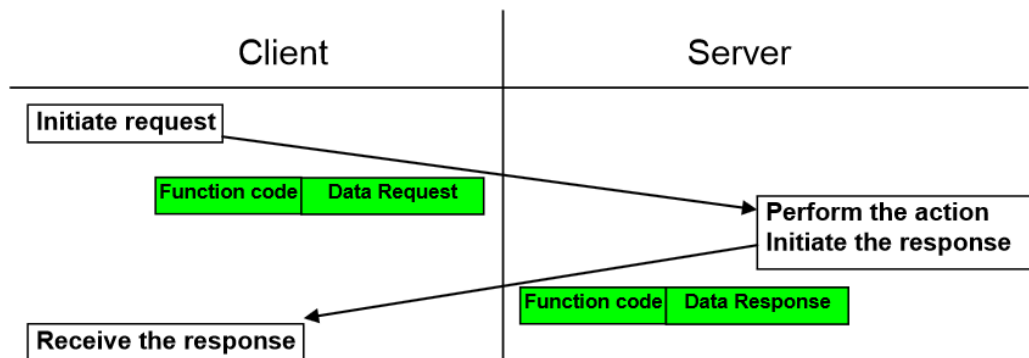
Modicon/Schneider kehitti Modbus TCP/IP:n protokollan vuonna 1998. Omistajuus on nykyään Modbus.org-organisaatiolla. Modbus TCP/IP mahdollistaa useita parannuksia Modbus-kommunikaatioon ja se vähentää kuluja käyttämällä kaupallisia Ethernet komponentteja. Se myös mahdollistaa etäkäytöt käyttämällä internetiä tai lähiverkkoa. Modbus TCP/IP-protokollaa käyttämällä verkon nopeus voidaan määrittää 10/100/1000 Mbps. Käyttämällä Modbus TCP/IP:tä ohjelmoitava on näkyvä kaikille verkossa oleville laitteille, mikä altistaa ohjelmoitavan logiikan tavallisille internetin turvallisuusongelmille, ja näin ollen lähiverkko vaatii suojausta eri menetelmin, kuten palomuurilla. (Caro 2009, 139.)

Kuviossa 8 esitetään Modbusin fyysisiä kerroksia. Modbus-sarjaliikenteessä käytetään nimikkeitä "master" ja "slave" eli isäntä- ja orjalaite. Modbus TCP:n yhteydessä nimikkeet ovat "client" ja "server" eli asiakas ja palvelin. Esimerkiksi operointinäyttö ja ohjelmoitava logiikka ovat pyyntöjä tekeviä laitteita, eli "master" ja "client", ja pyyntöön vastaavat laitteet, tavallisesti ohjain- tai mittalaitteita, ovat "slave" ja "server". Kuviossa 8 esitetään Modbus

TCP/IP clientin ja serverin välinen kommunikointi. (Modbus Application Protocol Specification 2012, 2-4.)



Kuvio 8 Modbus'in fyysiset kerrokset (Modbus Application Protocol Specification 2012, 2.)



Kuvio 9 Modbus TCP/IP:n kommunikointi (Modbus Application Protocol Specification 2012, 3.)

Työssäni käytin Modbus TCP/IP protokollaa taajuusmuuttajan, ohjelmoitavan logiikan ja operointinäytön välisessä kommunikoinnissa. Määritimme jokaiselle verkkoon kuuluvalle laitteelle kiinteät ip- osoitteet ja kytkimme ne RJ45-kaapelilla kytkimeen, jota kautta laitteet keskustelevat keskenään. Ohjeavrot taajuusmuuttajalle annettiin operointinäytöstä.

7 KytKentäkotelo

7.1 KytKennät

KytKentäkotelot on valmistettu maalatusta teräslevystä tai ruostumattomasta teräksestä. Kannet ovat yleensä saranattomia, mutta lisävarusteina saa myös saranallisia kotelaita. Koteloiden sisällä on asennuslevy, johon asennuskiskot ja kaapelikourut kiinnitetään. (Mäkinen, Kallio & Tantarimäki 2009, 84.)

KytKennöissä on otettava huomioon standardikirjasta osa 1:SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset seuraavat kohdat:

- 132.8 Suojalaitteet
- 133.2.1 Jännite
- 133.2.2 Virta

Suojalaitteet

Suojalaitteiden ominaisuudet on määriteltävä toiminnan perusteella. Toiminta voi olla suojausta esimerkiksi seuraavilta ilmiöiltä:

- ylivirta (Ylikuormitusvirta, oikosulkuvirta)
- maasulkuvirta
- ylijännite
- alijännite ja jännitteettömyys.

Suojalaitteiden on toimittava sellaisilla virroilla ja jännitteillä sekä sellaisessa ajassa, jotka ovat sopivia ottaen huomioon virtapiirien ominaisuudet ja vaaratekijöiden esiintymismahdollisuudet.

Jännite

Sähkölaitteen on kestävä suurin jatkuva jännite (vaihtojännitteellä tehollisarvo), jolla sähkölaitetta syötetään, sekä todennäköisesti esiintyvät ylijännitteet. (Sähköasennukset 2012, 34–35.)

Virta

Sähkölaitteet on valittava ottaen huomioon suurin jatkuva virta (vaihtovirran tehollisarvo), joka voi kulkea laitteen kautta normaalissa käytössä. Myös poikkeustilanteissa sähkölaitteessa kulkeva virta, ja esimerkiksi suojalaitteen toiminta-ajasta riippuva kestoaika on otettava huomioon. (Sähköasennukset 2012, 34–35.)



Kuvio 10 KytKentäkotelo

7.2 Maadoitukset

Maadoitusten tarkoituksena on lisätä sähköjärjestelmien turvallisuutta. Turvallisuutta parannetaan rajoittamalla vikatapauksissa tulevia kosketus- ja

askeljännitteitä. Maadoituksen tarkoituksena on suojata ihmisiä ja laitteita vikatilanteessa, sekä luoda vikavirralle hallittu kulkureitti maahan, tästä esimerkkinä ukkosen aiheuttama ylijännite.

Sähköturvallisuutta ajatellen maadoituksen tarkoitus on estää vaarallisten jännitteiden siirtyminen järjestelmistä toiseen, ja myös estää vaarallisten vuotovirtojen, valokaarien ja kipinöiden syttyminen. Maadoitukset luovat toimintaedellytykset maasulku- ja vikasuojaukselle, ja näiden avulla voidaan lyhentää vikojen kestoaikaa ja näin ollen estää laitteille ja ihmisille aiheutuvia vaaroja. (Sähköturvallisuusmääräykset käytännössä 14 2010, 19.)

7.3 Kytkentäkotelon rakentaminen

Tehtävänäni oli tehdä kuusi kappaletta kytkentäkoteloida ruostumattomasta teräksestä. Valitsin työhön Rittal:in valmistamat kotelot, jonka koon oli asiakas määrittellyt (300*300*300). Koteloiden kokoamisen aloitin kiinnittämällä DIN-kiskoon kaikki tarvittavat riviliittimet, päätypalat, teholähteen, kytkimen, johdonsuojakatkaisimen ledillä ja logiikan. Tämän jälkeen porasin koteloon reiät kojevastakkeelle, Ethernet-liittimelle ja operointinäytölle. Kun kytkentäkotelossa oli kaikki tarvittavat laitteet, aloitin kytkentöjen tekemisen. Ensimmäisenä kytkin kaikki maadoitukset ja maadoitin kytkentäkotelon kannen, tämän jälkeen kytkin 230 V vaiheen johdonsuojakatkaisimelle ja teholähteelle, josta kytkin jännitteen logiikalle, kytkimelle ja operointinäytölle. Lopuksi asensin johdinkourut ja laitoin johtimet siististi nippuun sekä testasin toiminnan. Ensimmäisen kytkentäkotelon valmistuttua tein loput viisi samanlaisiksi. Tämän jälkeen aloitin logiikkasovelluksen tekemisen demolaitteistoon. Käyttämäni kytkentäkotelon esitetään kuviossa 7.

8 Laitteiden valinta

8.1 Jännitelähde

Hakkuriteholähde eli ns. jännitemuunnin muuntaa vaihtovirran tasavirraksi eli AC/DC-virraksi. ABB:n CP-C-teholähde käyttää ensiohakkuritekniikkaa, joka pienentää lämpöhäviöitä ja antaa hyvän hyötysuhteen. (Hakkuriteholähteet 2009, 3.)

Valitsin opinnäytetyöhöni ABB:n sarjan CP-C-tehonlähteen, koska se oli mitoiltaan sopivan kokoinen sähkökaappiin ja halusin käyttää ABB:n omia tuotteita, jottei tule laitteista johtuvia ristiriitoja. Koteloon jouduin lisäämään kojevastakkeen, eli niin sanotun voimavirtapistokkeen. Pistokkeen lisäsin sitä varten, ettei sähkönsyöttöä voisi asentaa väärin, sillä normaalin pistotulpan voi kytkeä kahdella eri tavalla, mutta voimavirtapistokkeen vain yhdellä tavalla. Näin varmistin, että teholähteeseen ei mene L1- ja N -johdin väärin päin. Kotelosta kytkin vain yhden vaiheen, koska muita vaiheita en työssäni tarvinnut.

8.2 Ohjelmoitava logiikka

Päätin käyttää asiakkaan valmistamia laitteita ja päädyin ABB PM556-logiikkaan, koska se on kooltaan sopiva kytkentäkoteloon ja siinä on valmiina Ethernet-liittymä. Tässä logiikassa ei tarvinnut käyttää logiikan omia input- ja output -portteja, koska kommunikointi hoidettiin Modbus TCP/IP-kenttäväylällä. Ohjelmoitavan logiikan valinnassa mietittiin muutamaa vaihtoehtoa, esimerkiksi Siemensin logiikoita, mutta pienissä malleissa ei ollut Modbus-liittymää, joten jätettiin tämä vaihtoehto pois.

8.3 Operointipaneeli

Operointipaneeli on näyttö, josta ohjataan ja seurataan prosessia.

Operointipaneelissa voi olla omia digitaalisia tuloja ja lähtöjä, ja sillä voi suorittaa jopa pieniä sovelluksia ilman logiikkalaitteita.

Työssäni käytin ABB:n CP600 -sarjan operointipaneelia, koska se oli sopivan kokoinen keskuksen kanteen ja tuo käyttömukavuutta suurella näytöllään. Valintaan vaikutti tärkeimpänä asiana se, että näyttö on yhteensopiva ABB:n PM556-logiikan kanssa ja näytössä on Ethernet-liitin, jota kautta se kommunikoi logiikan kanssa.

8.4 Ethernet-kytkin

Kytkimellä voi yhdistää verkkolaitteita samaan verkkoon ja tällöin jokaiselle verkkolaitteelle määritetään oma IP-osoite, jotta tiedetään mihin osoitteeseen data lähetetään.

Tarvitsimme sellaisen kytkimen, joka soveltuu suoraan DIN-kiskoon, ja josta löytyy 24VDC -liittimet ja neljä Ethernet -porttia. Valitsin näillä tiedoilla teollisuuskytkimen SPIDER 5TX, joka soveltui erittäin hyvin kyseiseen kytkentäkoteloon kokonsa puolesta.

9 Sähkösuunnittelu

Sähkösuunnittelussa suunnittelijan tulee hyödyntää sellaisia teknisiä ratkaisuja, jotka palvelevat asiakkaan toivomuksia annetuissa aikataulu- ja kustannusrajoissa. Suunnittelussa päätöksentekoon vaikuttavia tekijöitä ovat myös lait, erilaiset suositukset ja alan standardit. Sähkösuunnitelman tulee olla riittävän helppolukuinen helpottaa asennusta ja kytkemistä. Tyypillisesti sähkösuunnitelma sisältää tasokuvat, joista tulee ilmi sähkölaitteiden sijoittelu,

sekä myös piirikaavio, keskus-, johdotus- ja logiikkakuvat. Sähkösuunnitelmaa täydennetään esimerkiksi kaapeliluettelolla. (Haikka 2006, 4-7.)

Nykyään sähkösuunnittelu toteutetaan pääasiassa käyttämällä erilaisia suunnitteluun luotuja tietokoneohjelmistoja, sillä ne nopeuttavat ja helpottavat suunnittelijan työtä, koska ne yleensä sisältävät tasokuvioiden ja piirikaavioiden piirtämisen tarvittavat piirrosmerkit. Sähkösuunnittelua tekevän suunnittelijan on hyvä olla ajan tasalla uutuuslaitteista hänen osattava hyödyntää laitevalmistajien katalogeja. (Haikka 2006, 4-7.)

9.1 Kokoonpanopiirustus

Kokoonpanopiirustus kuuluu koneenpiirustuksiin. Se esittää laitetta osista ja komponenteista koottuna täysin valmiiksi kasattuna tai räjäytyskuvana.

Kokoonpanopiirustuksen aloitin määrittelemällä mitä laitteita tarvitsen ja miten sijoitan ne kytkentäkoteloon. Kytkentäkotelon vaatimus (300*300*300) tuli asiakkaalta. Sen tuli mahtua heidän tekemiinsä telineisiin ja valitsemani laitteiden taas piti mahtua pieneen kytkentäkoteloon. Liitteessä 5 nähdään kytkentäkotelon kokoonpanopiirustus.

9.2 Piirikaavio

Piirikaaviossa esitetään piirin sähköinen kytkentä kentältä, toimilaittekeskuksesta tai jakokeskuksesta automaatiojärjestelmään. Piirikaaviossa näkyvät kytkettävien laitteiden liitinnumerot, riviliitinnumerot, kaapelityypit ja -parit ja automaatiojärjestelmän kehikko- tai korttipaikka liitinnumeroineen. Piirikaaviota käytetään laitteiden ja automaatiojärjestelmän kaapeloinnissa ja johdotuksissa, vian etsinnässä sekä kytkemisessä ja testauksessa. Piirikaaviot sisältävät muun muassa mittauspiirit, säätöpiirit,

hälytys- tai kosketintulot sekä moottori- ja venttiiliohjaukset. (Mäkinen, Kallio & Tantarimäki 2009, 247.)

Piirikaavion ja kokoonpanopiirustuksen suunnittelussa käytin CADS-ohjelmistoa, joka on tarkoitettu sähkökuvien piirtoon. Piirikaavioiden osuus suunnittelussa oli suppea, joten päätin yhdistää jännitteenjakopiirikaavioon myös laitteiden kytkennät samaan piirustukseen. Piirikaavioiden mukaan tein myöhemmin kytkentäkoteloiden kytkennät. Liitteessä 3 nähdään työn piirikaavio.

Tiedonsiirtokaaviossa esitetään tiedon kulku. Koska kytkentäkotelossa ei ole kuin Ethernet -kytkin, niin päätin lisätä kaavioon myös kaapelimerkinnät ja riviliittimet. Ethernet -kytkimeltä kulkee RJ45-kaapelit taajuusmuuttajalle, operointipaneelille ja ohjelmoitavalle logiikalle. Liitteessä 4 nähdään työn tiedonsiirtokaavio.

10 Taajuusmuuttajan parametointi

Parametroinnissa taajuusmuuttaja asetetaan vastaamaan käytettävää sähkömoottoria ja siihen liitettyä laitetta tai konetta. Parametointi voidaan tehdä käsin näppäilemällä taajuusmuuttajan paikallisohjauksyksiköstä, taajuusmuuttajaan kytkettävän tietokoneen ja parametrintiohjelman avulla tai väyläliitännäisessä taajuusmuuttajassa suoraan automaatiojärjestelmästä. Käyttäjä voi valita taajuusmuuttajiin asennetuista erilaisista sovelluksista parhaiten tarkoitukseen sopivan vaihtoehdon. Valmistajien käyttöohjekirjoista selviää tarkemmin sovellusten ominaisuudet, liitännät, käyttöönotto ja niiden parametointi. (Mäkinen, Kallio & Tantarimäki 2009, 143.)

Käyttäjä voi itse vaikuttaa taajuusmuuttajan toimintaan monella eri tapaa, kuten parametroimalla. Parametri on käyttäjän asettama komento

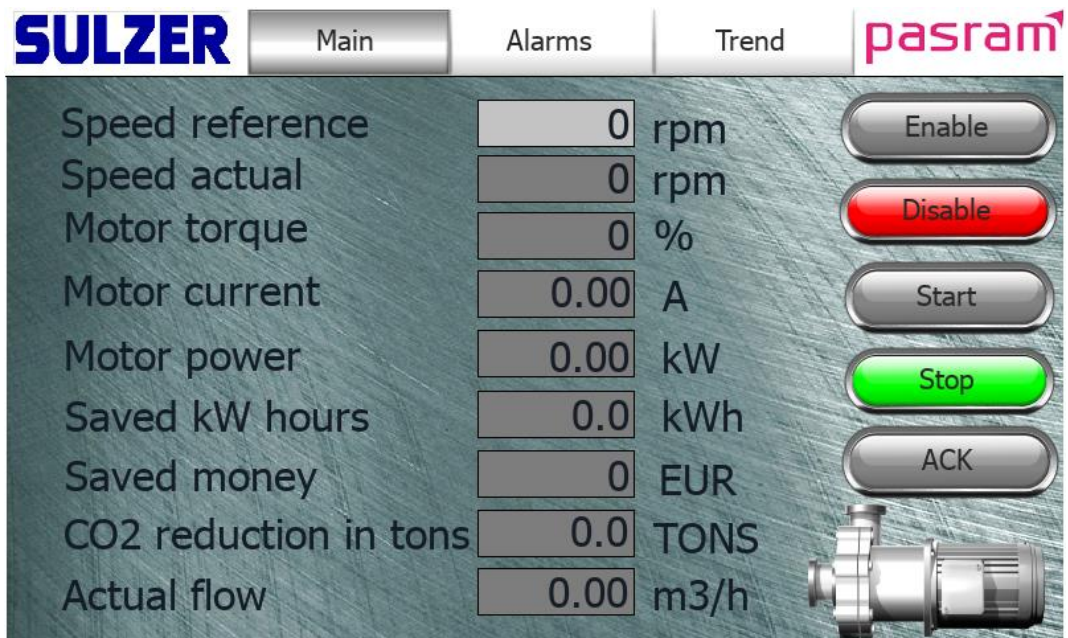
taajuusmuuttajalle, ja oloarvolla tarkoitetaan taajuusmuuttajan mitattua tai laskettua signaalia. Taajuusmuuttajassa on sadoittain erilaisia parametreja, joista voidaan vaikuttaa moottorin toimintaan.

Työssäni parametroidin taajuusmuuttajan käyttämällä ABB:n Driver Composer -ohjelmaa, joka on suunniteltu taajuusmuuttajien parametointiin.

Ensimmäiseksi parametroidin kommunikointiasetukset taajuusmuuttajan ja logiikan välille käyttämällä ModBus TCP/IP-protokollaa. Tämän jälkeen saatiin taajuusmuuttajan mittaavat arvot logiikkaan ja ohjauspaneeliin. Kuviossa 11 esitetään ohjauspaneelin etusivulla taajuusmuuttajan laskemat ja mitaamat arvot.

Etäkäytön valinta piti määrittää taajuusmuuttajan parametreista ja käyttää arvoa "remote", koska käytössäni oli ABB:n CP600 -sarjan ohjauspaneeli. Käytin taajuusmuuttajan omia muistipaikkoja, johon tallennettiin ABB:n pumppusovelluksen arvot. Taajuusmuuttajassa on ABB:n tekemä pumppusovellus, josta saadaan logiikan kautta operointinäytölle tarvittavat arvot. Pumppusovellus laskee Bernoullin yhtälöllä taajuusmuuttajan mittaamista arvoista ja määritetyistä parametreista esimerkiksi virtauksen. Liitteessä 2 on tiivistelmä taajuusmuuttajan ACS880-sarjan parametriryhmästä.

ABB:n tekemä pumppusovellus on salassa pidettävä, joten opinnäytetyössäni sitä ei voi käsitellä. Sovellus on vielä testikäytössä, joten se on nähtävissä vain messuilla.

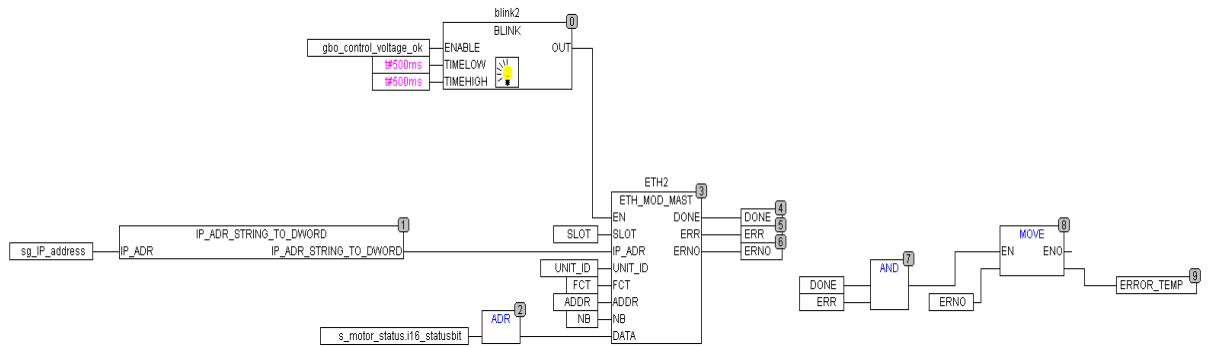


Kuvio 11 Operointinäytön etusivu

11 Logiikkaohjelma

Logiikkaohjelman kuuluu toimia niin, että paneelista annetaan käyntivalmius, käynnistyskäsky ja nopeusohje, joilla moottori lähtee käyntiin. Moottorin pysäytys tapahtuu niin, että painetaan käyntivalmius pois päältä, jolloin moottori pysähtyy rampilla tai painetaan stop-painiketta, jolloin moottori pysähtyy heti. Paneelilla on myös trendikäyriä, johon tallennetaan kuvaajat kierroksista, virtauksista, momentista ja virrasta. Paneelille haluttiin myös aktiiviset hälytykset sekä hälytyshistoriat, jotka näkyvät liitteessä 1.

Logiikkaohjelmassa luetaan arvot käyttäen ETH_MOD_MAST function block:ia, joka on tarkoitettu MODBUS-kommunikointiin. Arvot luetaan ohjelmassa 500ms välein. Function block tallentaa taajuusmuuttajan arvot määrittelemääni muuttujaan. Samasta funktion blockista saan kommunikointivirheet taajuusmuuttajan ja logiikan välillä muuttujaan ERNO tätä muuttujaa käytän paneelilla lehdellä alarms. Kuviossa 12 esitetään taajuusmuuttajasta luku -toiminto.



Kuvio 12 Moottorin tilatiedon luku

Taajuusmuuttajaan kirjoittaminen tapahtuu samanlaisella function blockilla, mutta muuttujan ADDR-kirjoitusalue muuttuu. Kuviossa 12 näytetään luku function määrittelyt.

```

0001 PROGRAM motor_status
0002 VAR
0003   ETH1: ETH_MOD_MAST;
0004   ENABLE: BOOL;
0005   SLOT: BYTE := 0;
0006   sg_IP_address: STRING := '192.168.0.12';    (*M258:n osoite*)
0007   UNIT_ID: BYTE := 0;                        (*PM554 Ethernet portin numero on 0*)
0008   FCT: BYTE := 3;                            (*Lukukomento, luetaan n kpl sanoja*)
0009   ADDR: WORD := 50;                          (*ABB frequency converter read address 40051 = 50*)
0010   NB: WORD := 15;                            (*Luettavien sanojen lkm*)
0011   DATA: DWORD;                             (*tähän tulee M258:ita luettavat sanat/muuttujat*)
0012
0013   DONE: BOOL;
0014   ERR: BOOL;
0015   ERNO: WORD;

```

Kuvio 13 Luku function määrittelyt

Paneelilta kirjoitettavat muuttujat siirretään logiikan muuttujiin, koska paneelille on helpompaa ladata muuttujat jos ne on määritelty omassa muuttujalistauksessa. Kuviossa 14 esitetään osa ohjelmassa käytetyistä muuttujista ja tehdyistä muunnoksista.

```

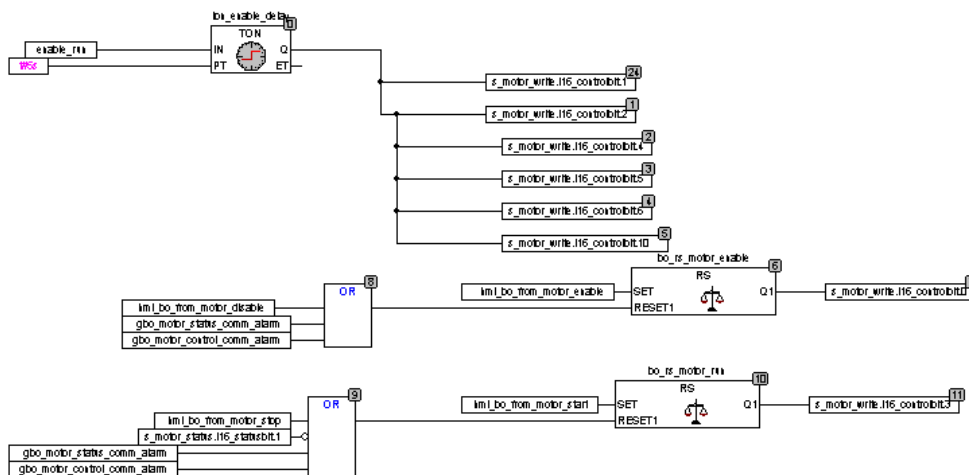
0001 hmi_i16_to_actualspeed := REAL_TO_INT (INT_TO_REAL(s_motor_status.in_speed_status)/13.33);
0002
0003
0004 hmi_i16_to_motor_status :=s_motor_status.i16_statusbit0;
0005 hmi_bo_to_motor_alarm :=s_motor_status.i16_statusbit3;
0006
0007
0008 gbo_hmi_bo_to_motor_control_alarm:=gbo_motor_control_comm_alarm;
0009
0010 hmi_bo_to_motor_status_alarm:=gbo_motor_status_comm_alarm;
0011
0012 gpo_alarm_reset_on :=s_motor_write.i16_controlbit7;
0013
0014 hmi_i16_to_motor_torque := REAL_TO_INT (INT_TO_REAL(s_motor_status.in_motor_torque)/100);
0015 hmi_i16_to_motor_power :=s_motor_status.in_motor_power;
0016 hmi_i16_to_rmotor_current :=s_motor_status.i16_rmotor_status;
0017 hmi_i16_to_flow_actual :=s_motor_status.i16_flow_actual;
0018 hmi_i16_to_saved_kw_hours :=s_motor_status.in_saved_kw_hours;
0019 hmi_i16_to_saved_money :=s_motor_status.in_saved_money;
0020 hmi_i16_to_co2_reduction :=s_motor_status.in_co2_reduction;
0021
0022 hmi_bo_from_motor_start:=FALSE;
0023 hmi_bo_from_motor_stop :=FALSE;
0024 hmi_bo_from_motor_enable:=FALSE;
0025 hmi_bo_from_motor_disable:=FALSE;
0026 hmi_bo_from_motor_ack:= FALSE;
0027
0028
0029 s_motor_write.in_speed_ref1:= REAL_TO_INT (INT_TO_REAL(hmi_i16_from_speedref)*13.33);
0030 s_motor_write.in_data1:=hmi_i16_from_par1;
0031 s_motor_write.in_data2:=hmi_i16_from_par2;
0032 s_motor_write.in_data3:=hmi_i16_from_par3;
0033 s_motor_write.in_data4:=hmi_i16_from_par4;
0034 s_motor_write.in_data5:=hmi_i16_from_par5;
0035 s_motor_write.in_data6:=hmi_i16_from_par6;
0036
0037 hmi_bo_to_rdy_connect_voltage :=s_motor_status.i16_statusbit0;
0038 hmi_bo_to_rdy :=s_motor_status.i16_statusbit1;
0039 hmi_bo_to_rdy_ctrl :=s_motor_status.i16_statusbit2;
0040 hmi_bo_to_fault :=s_motor_status.i16_statusbit3;
0041 hmi_bo_to_off2_disable :=s_motor_status.i16_statusbit4;
0042 hmi_bo_to_off3_disable :=s_motor_status.i16_statusbit5;
0043 hmi_bo_to_connect_voltage_denied:=s_motor_status.i16_statusbit6;
0044 hmi_bo_to_warning :=s_motor_status.i16_statusbit7;
0045 hmi_bo_to_ctrl_value :=s_motor_status.i16_statusbit8;
0046 hmi_bo_to_ext_ctrl :=s_motor_status.i16_statusbit9;
0047 hmi_bo_to_speedref_greater :=s_motor_status.i16_statusbit10;
0048 hmi_bo_to_userbit1 :=s_motor_status.i16_statusbit11;
0049 hmi_bo_to_userbit2 :=s_motor_status.i16_statusbit12;
0050 hmi_bo_to_userbit3 :=s_motor_status.i16_statusbit13;
0051 hmi_bo_to_userbit4 :=s_motor_status.i16_statusbit14;
0052 hmi_bo_to_fieldbuss_fault :=s_motor_status.i16_statusbit15;
0053

```

(* 1= Ready to use 0= not ready*)
(* 1= Ready to use 0= off active *)
(* 1= Permission granted 0= not granted*)
(* 1= Fault 0= no fault*)
(* 1= disable 0= enable*)
(* 1= disable 0= enable*)
(* 1= disable 0= enable*)
(* 1= Active 0= deactive*)
(* 1= Active 0= deactive*)
(* 1= frequency converter external control 0= local*)
(* 1= speed reference equal or greater than monitor limit 0= speed,torque, frequency in monitoring limit*)
(* 1=ext2 0= ext1 *)
(* free to use*)
(* free to use*)
(* free to use*)
(* 1= fault 0= ok*)

Kuvio 14 Muuttujien käsittely

Laitomme ohjelmaan pienen viiveen ennen kuin kirjoitimme moottorille ohjausbitit, tällä estimme sen, että jos taajuusmuuttaja ei ole ehtinyt käynnistyä, niin logiikka ei lähetä ohjausta taajuusmuuttajalle turhaan. Kuviossa 14 esitetään moottorin käynnistys ehdot ja keskeytykset.



Kuvio 15 Moottorin käynnistys ehdot

12 Käyttöönotto

12.1 Testaus

Käyttöönotto tapahtui Sulzer Pumps Finland Oy:n vanhalla tehtaalla, joka nykyään tunnetaan nimellä Javasko. Ensimmäisenä tehtävänä oli saada kytkettyä kytkentäkotelo demolaitteistoon. Asennuksessa huomasimme, että meillä ei ollut valmiina porattuja kiinnitysreikiä, ja tämän takia jouduimme purkamaan hieman kytkentäkoteloita, jotta saimme reiät porattua. Kun kytkentäkotelot olivat paikoillaan, kutsuimme sähkömiehen tekemään moottorin ja taajuusmuuttajan välisen kytkennän.

Tämän jälkeen alkoi logiikkaohjelman testaus. Heti alkuun huomasimme, että kommunikointi ei toimi. Saimme korjattua kommunikointivian parametroimalla taajuusmuuttajaa muun muassa vastaanottamaan ModBus TCP/IP -protokollaa. Kun logiikan ja taajuusmuuttajan yhteys alkoi toimimaan, käynnistimme moottorin, mutta operointinäytölle ei tullut haluttuja arvoja. Huomasimme, että lueimme taajuusmuuttajan käyttäjän omia parametriryhmiä väärästä paikasta. Tämä ongelma korjaantui sillä, että vaihdoimme kommunikointiasetuksiin lukualueen alkamaan yhden sanan aikaisemmin. Operointinäytölle tuli osa arvoista, mutta vielä puuttuivat pumppuohjelmasta saadut arvot, eli virtaus ja säästetyt kW tunnit. Seuraavana päivänä saapui ABB:n henkilö, joka latsi taajuusmuuttajaan heidän tekemänsä pumppusovelluksen. Tämän jälkeen parametroimme taajuusmuuttajat eli muun muassa nostokorkeudet, moottorin tehot ja jokaiselle demolaitteistolle eri viskositeetit. Teimme varmuuskopiot taajuusmuuttajan paneeliin ja kopioimme paneelista kaikille taajuusmuuttajille samat parametrit lukuun ottamatta viskositeettiä.

Laitoimme operointinäytössä olevat trendiviivat kuntoon eli lisäsimme siihen skaalaukset, jotta trendiviivat näyttävät oikeita yksiköitä. Lisäsin vielä logiikkaohjelmaan hälytyksiä, eli kun taajuusmuuttaja antaa jonkun vikabiteistä, siitä tulee hälytys operointinäyttöön näytöstä käy ilmi, minkä vian taajuusmuuttaja on antanut. Testasimme hälytykset ja pumpaamalla aluksi vettä, ja kaikki toimi hyvin. Tämän jälkeen laitoimme säiliöihin vettä, massaa, hiekkaa, muovimuttereita, vaahtoa ja melassia. Melassia pumpattaessa huomasimme, että tätä demolaitteistoa ei kannata ajaa yli nopeudella 950rpm, koska moottorin ottama teho on 1.5kW ja moottorin nimellisteho on 1.5kW. Rajoitin operointinäyttöön kierrosnopeudet 950, jotta moottori ei rasittuisi liikaa.

Koeajoinme demolaitteistot halutuilla nesteillä ja huomasimme, että melassi - demolaitteistossa on pientä tärinää. Putkisto on rakennettu niin, että nostokorkeutta on 2 metriä. Putki menee säiliöön yläkautta, ja tekee noin 90 asteen kulman ja säiliön sisällä vielä 45 astetta. Pumppu pumpkaa nesteen säiliön sisäreunaan, mikä tuottaa tärinää, roisketta sekä ylimääräistä ääntä. Teimme pienen mekaanisen muutoksen eli teimme putken melkein säiliön pohjaan asti ja tämä muutos poisti ylimääräiset melut ja kavitaatio-ongelmat. Tämän jälkeen tein operointinäyttöön pieniä visuaalisia muutoksia, jotka paransivat käytettävyyttä ja näyttävyyttä.

12.2 PulpPaper 2014 -messut

PulpPaper 2014-messut järjestettiin Helsingin messukeskuksessa 3-5 kesäkuuta, ja opinnäytetyön täytyi olla tällöin valmis. Lähdin mukaan näytteilleasettajaksi varmistamaan, että demolaitteisto toimii vielä messupäivänä. Huomasimme yhdessä demolaitteiston taajuusmuuttajassa vian, tämä taajuusmuuttaja käynnisteli itseään koko ajan. Epäilimme, että vika

on I/O-kortissa ja vaihdoimme sen uuteen, mutta vika ei korjaantunut ja niinpä mittasimme jännitemittarilla taajuusmuuttajan vaiheet ja huomasimme, että jännite heittelee. Tämän jälkeen tutkimme johdot läpi ja huomasimme, että yhden kytkentäkotelon kojevastakkeen ruuviliittimet ovat löysällä ja johdin oli päässyt liikkumaan. Vika korjaantui kun kiristin ruuviliittimet ja käynnistin taajuusmuuttajan uudelleen. Messupäivänä koulutin esittelijöille demolaitteiston käytön ja tein viimeiset koeajot. Seurasin messuilla, että demolaitteisto toimii eikä siihen tule ongelmia.

13 Pohdinta

Opinnäytetyössä tavoitteena oli tehdä Sulzer Pumps Finland Oy:lle demolaitteisto, jossa demonstroidaan pumppujen toimintaa ja sitä, että Sulzerin pumpuilla voidaan pumpata erilaisia aineita ja pieniä kiinteitä esineitä. Työni sisälsi kuuden kytkentäkotelon suunnittelun, logiikkaohjelman ja paneeliohjelman. Työhön kuului myös kytkentäkoteloiden kokoonpano ja sähkökuvien piirto. Opinnäytetyössäni saavutin tavoitteeni ja tuote valmistui määräaikaan mennessä.

Pieniä ongelmiaakin tuli vastaan työprosessissa, esimerkiksi taajuusmuuttajan ja ohjelmoitavan logiikan välillä olevassa kommunikoinnissa. Ongelmana oli se, että lukusana joka lähetettiin taajuusmuuttajalle, luki väärästä paikkaa, ja että taajuusmuuttaja varasi ensimmäiset bitit omaan käyttöönsä. Tämän huomasin luettuani taajuusmuuttajan manuaalia, jossa kerrottiin kyseinen asia. Asia korjaantui muuttamalla lukualuetta yhdellä tavulla eteenpäin, jolloin saimme operointinäyttöön tarvittavat arvot.

Kehitettävää työssäni olisi ollut parametrien muuttamisessa. Paneeliin olisi voinut lisätä sivun, josta voisi muuttaa suoraan taajuusmuuttajalle syötettyjä parametreja. Tämä olisi tehnyt demolaitteistosta monipuolisemman.

Esimerkiksi jos halutaan pumpata eri ainetta demolaitteistossa, tämä vaatii taajuusmuuttajan parametroidin, mutta jos olisin tehnyt sivun jossa voi valita mitä ainetta pumpataan, tämä toiminto olisi lähettänyt parametrit taajuusmuuttajalle.

Työssäni pääsin tutustumaan pumppaustekniikkaan, pumppuihin ja taajuusmuuttajiin sekä pääsin tekemään kytkentöjä, joita aikaisemmin en ollut tehnyt. Ohjelmistoympäristönä oli Codesys ja sähkösuunnittelussa CADs, näitä ohjelmistoja en ollut ennen käyttänyt, joten uuden asian opettelemiseen meni oma aikansa. Kenttäväylänä Modbus TCP/IP tuli uutena asiana minulle. Työssäni kohtasin siis paljon uusia asioita, joiden oppimisen myötä oma ammattitaitoni vahvistui. Mielenkiintoista työssäni oli se, että pääsin tekemään opinnäytetyön alusta asti itse, ja se, että pääsin myös suorittamaan sen käyttöönoton.

Mielestäni opinnäytetyö onnistui erittäin hyvin. Sain tehtyä kuusi kappaletta asiakkaan toiveiden mukaisia, toimivia, demolaitteistoja. Jos aikaa olisi ollut enemmän, olisin tehnyt paneelista vielä visuaalisesti näyttävämmän ja se sisältäisi enemmän vikadiagnostiikkaa.

Nykyään demolaitteistot on irrotettuna toisistaan ja lähetetty maailmalle Sulzerin muille toimipisteille. Asiakas oli tyytyväinen lopputulokseen ja työpanokseeni.

Lähteet

ACS880 Ohjelmointi opas. 2012. ABB. Viitattu 19.10.2014

http://www.auser.fi/data/attachments/FI_ACS880_primary_control_program_FW_C_screen.pdf

Baumgartner, H. 2009. Profibus ja Sercos II kenttäväylien nopeusvertailu.

Kandidaatintyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Viitattu 21.12.2014

<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/59485/nbnfi-fe201003221535.pdf>

Caro, D. 2009. Automation network selection: A reference manual 2nd edition. International Society of Automation.

Energiatehokas pumppausjärjestelmä. 2009. Motiva. Viitattu 6.1.2015

http://www.motiva.fi/files/2419/Energiatehokas_pumppaus_j_rjestelm_.pdf

Energiatehokkaat pumput. 2011. Motiva. Viitattu 6.1.2015

http://www.motivanhankintapalvelu.fi/files/379/Energiatehokkaat_pumput.pdf

Haikka, M. 2006. Massaluetteloiden tuottaminen CAD-ohjelmista:

Sähkösuunnittelijan näkökulmasta. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu,

Sähkö- ja tietoliikennetekniikan osasto.

Hakkuriteholähteet. 2009. ABB. Viitattu 17.12.2014

[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/9bbb7e99eff13444c125782d002f415b/\\$file/cp1fi01_11.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/9bbb7e99eff13444c125782d002f415b/$file/cp1fi01_11.pdf)

Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Lähetkangas, M. & Sumujärvi, M. 2007.

Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. Helsinki: WSOY,

Kippo, A. & Tikka, A. 2008. Automaatiotekniikanperusteet. Helsinki: EDITA.

Laaksonen, P. 2013 Keskipakopumpun suorituskyvyn mittaus. Kandidaatintyö.

Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Viitattu 6.1.2015

http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/88046/Keskipakopumpun_suorituskyvyn_mittaus_Pinja_Laaksonen.pdf?sequence=1

Mikä taajuusmuuttaja on? 2008. ABB. Viitattu 18.10.2014

<http://www.abb.fi/cawp/db0003db002698/d5b664f5dd909412c1257291003ef7cc.aspx>

Modbus Application protocol specification. 2012. Modbus. Viitattu 3.1.2015

http://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf

Mäkinen, M., Kallio, R. & Tantarimäki, R. 2009. Prosessiteollisuuden sähkö- ja automaatioasennukset. Helsinki:Otava.

Pasram Oy. n.d. Yritystele. Viitattu 19.10.2014
<http://www.yritystele.fi/yrityksen-tiedot/pasram-oy/taloustiedot/749200>

Pumput ja järjestelmät. n.d. Sulzer Pumps Finland Oy . Viitattu 18.10.2014
<http://www.sulzer.com/fi/Products-and-Services/Pumps-and-Systems>

Sundqvist, M. 2008. Turvaväylät – teollisuusautomaation tiedonsiirtoliikenne. Inspecta Oy.

Sähkökäytön mitoitus n.d. ABB Industry Oy. Viitattu 8.11.2014
[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/b11dafa92973be93c1256d2800415027/\\$file/tekninen_opasnro7.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/b11dafa92973be93c1256d2800415027/$file/tekninen_opasnro7.pdf)

Sähköturvallisuusmääräykset käytännössä 14 artikkeli- ja tulkintakokoelma 2010 Henkilö- ja yritysarviointi Seti Oy. Tampere:Tammerprint Oy.

Sähköasennukset. Osa 1:SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. 2012 SFS käsikirja 600-1. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Helsinki: SFS

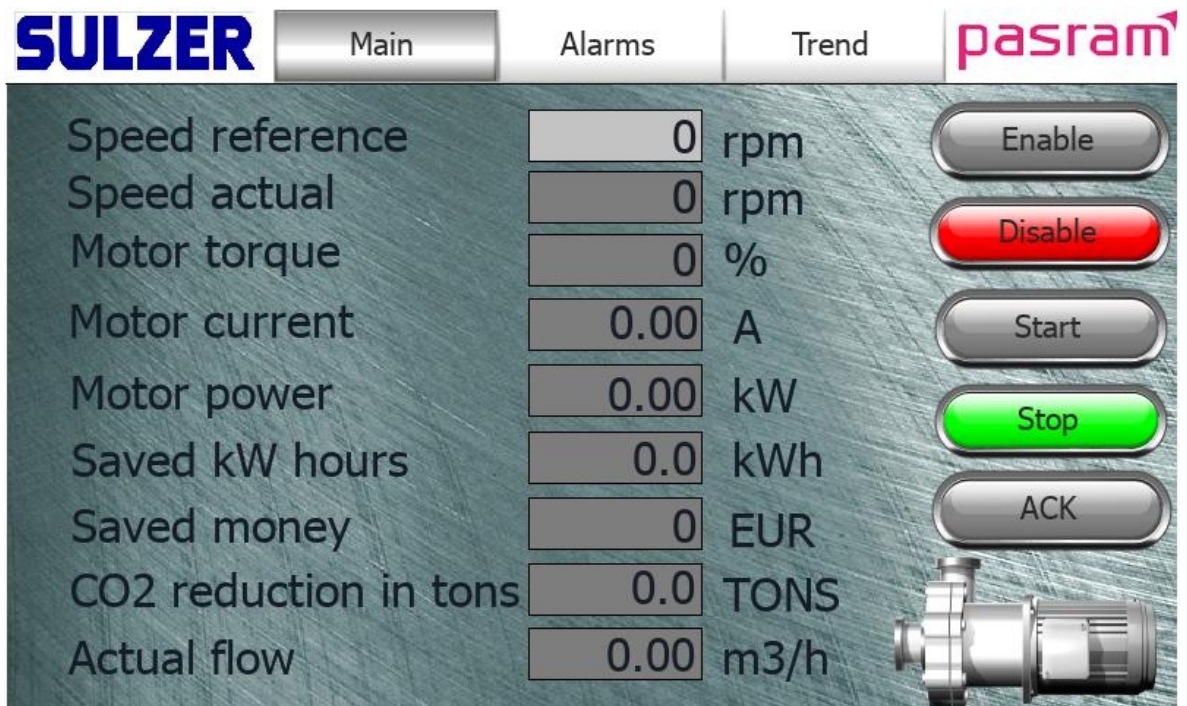
Taiponen, A. 2006. Teollisuus-Ethernetin teknistaloudellinen selvitys sähkötukkukaupan näkökulmasta. Diplomityö. Lappeenranta teknillinen yliopisto. Viitattu 22.12.2014.
<https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/30404/nbnfi-fe200902241195.pdf?sequence=1>

Tuotteet ja palvelut. n.d. Sulzer Pumps Finland Oy. Viitattu 18.10.2014
<http://www.sulzer.com/fi/About-us/Our-Businesses/Pumps-Equipment/Industries>

Working of centrifugal pump. n.d. Viitattu 20.3.2015
<http://www.tutorsglobe.com/homework-help/electrical-engineering/working-of-centrifugal-pump-71671.aspx>

Liitteet

Liite 1 Käyttöopas



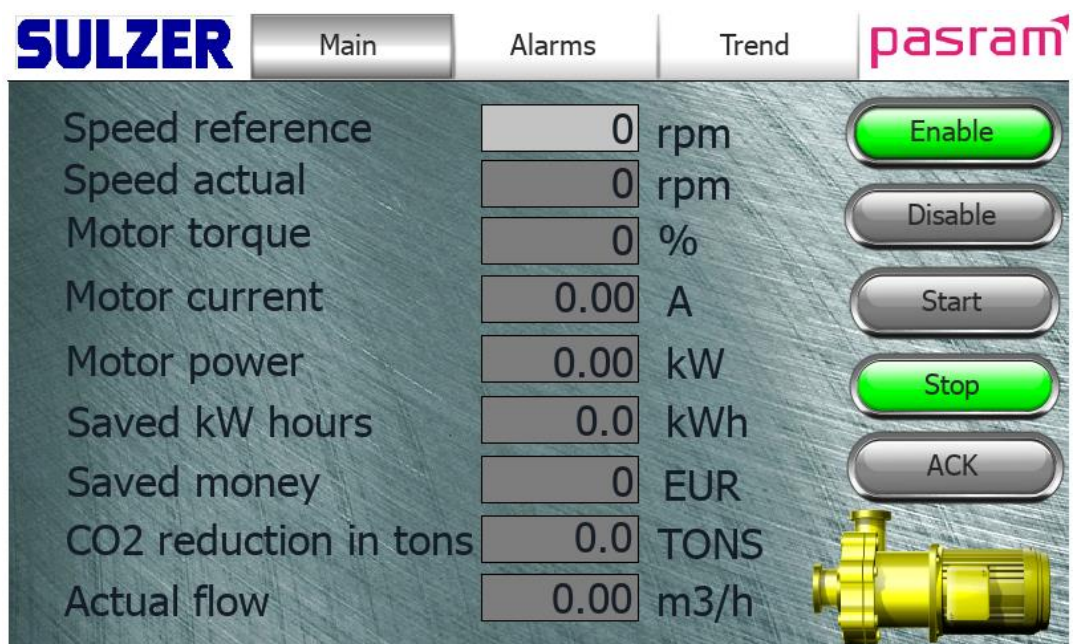
Kuva 1 Perusnäky

1. Yleistä

Painikkeiden värit näyttävät tämän hetkisen tilan, harmaalla olevia painikkeita voi painaa ja värilliset tarkoittavat, että ne ovat jo aktiiviset. Myös pumpun värillä on merkitys, eli valkoinen tarkoittaa että pumppu on ns. lepotilassa ja keltainen käyntiluvan saanut ja vihreä on käynnissä sekä punainen on hälytys. Etusivulla näkee moottorin tiedot, haluttu nopeus, säästöt ja virtauksen. Virtauksen "Actual flow", jos tämä näyttää nolaa se tarkoittaa sitä, että virtaus ei ole pumppukäyrällä, mutta kun kääntää venttiiliä tai vaihtaa kierrosnopeutta niin päästään takaisin pumppukäyrän arvoille ja virtauksen pitäisi näkyä.

2. Moottorin käynnistys


Moottorin voi käynnistää kun moottori on saanut käyntiluvan "Enable", jonka jälkeen voidaan painaa moottorin "start" painiketta. Moottorin Rpm "Speed reference" pitää antaa 0-1500 välillä, jotta moottori lähtee pyörimään. Yhdessä säiliössä, jossa on melassia, ei voi ajaa kuin 950 rpm, koska melassi on sitkeää niin moottorin ottama teho on 1.5 Kw omasta nimellistehosta näillä kierroksilla. Melassin sitkeyden vuoksi kierrosnopeudet ovat rajoitettu 950 rpm.



Kuva 2 Käyntilupa saatu

SULZER Main Alarms Trend **pasram**

Speed reference	1200	rpm	Enable
Speed actual	0	rpm	Disable
Motor torque	0	%	Start
Motor current	0.00	A	Stop
Motor power	0.00	kW	ACK
Saved kW hours	0.0	kWh	
Saved money	0	EUR	
CO2 reduction in tons	0.0	TONS	
Actual flow	0.00	m3/h	




Kuva 3 Starttia painettu ja kierrosluvut annettu

3. Moottorin pysäytys

Moottorin voi pysäyttää kahdella eri tavalla, esimerkiksi painamalla käyntiluvan pois eli "Disable" jolloin moottori pysähtyy rampilla eli vapaasti pyörien. Toinen pysäytystapa on painamalla "Stop" painiketta, jolloin moottori pysähtyy heti nappia painettua.

SULZER Main Alarms Trend **pasram**

Speed reference	0	rpm	Enable
Speed actual	0	rpm	Disable
Motor torque	0	%	Start
Motor current	0.00	A	Stop
Motor power	0.00	kW	ACK
Saved kW hours	0.0	kWh	
Saved money	0	EUR	
CO2 reduction in tons	0.0	TONS	
Actual flow	0.00	m3/h	



Kuva 4 Hälytys

4. Hälytys

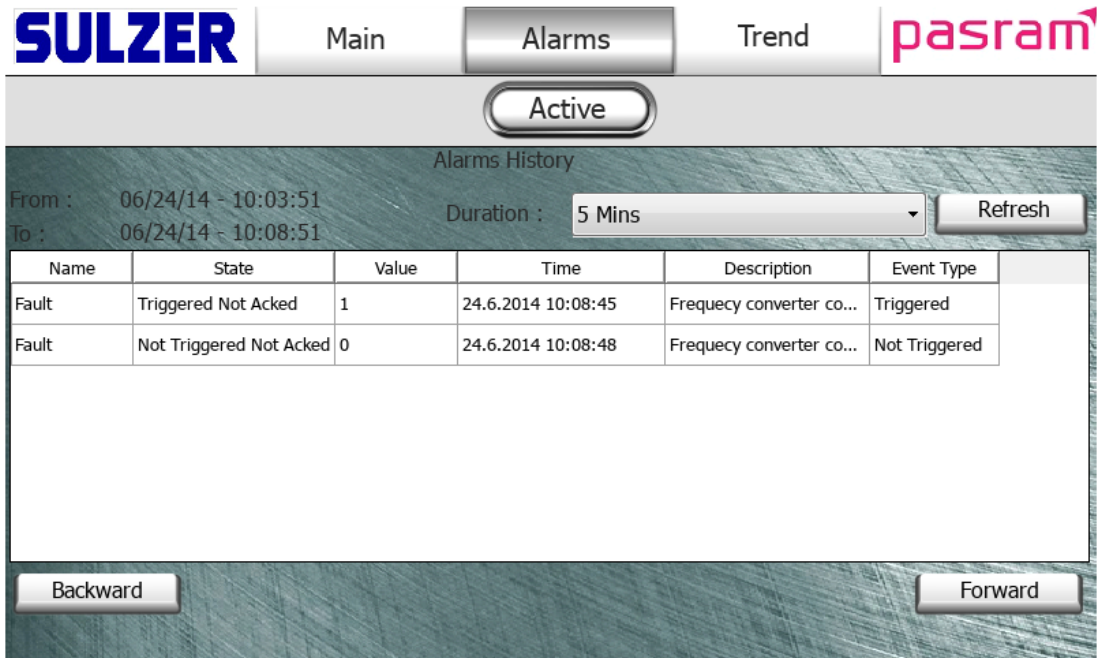
Hälytys menee päälle kun taajuusmuuttajaan tulee vika tai kun kommunikaatio ei toimi, eli tässä tapauksessa kannattaa katsoa Ethernet johdot läpi. Hälytyksen kuittaus tapahtuu vain etusivun "ACK" painikkeesta, kun painiketta on painettu, paneeli palautuu perusnäkymään. Hälytys sivulla "Alarms" näkyy aktiivinen hälytys, joka joudutaan kuittaamaan etusivulta, jotta se saadaan pois. Hälytys sivulla on myös historia sivu, jossa voi selaila vanhoja hälytyksiä. Hälytyksiä voi simuloida ottamalla taajuusmuuttajalta tulevan Ethernet johdon irti ja laittamalla takaisin niin saadaan hälytys aktiiviseksi.

The screenshot shows the 'Alarms' section of a control interface. At the top, there are navigation tabs for 'Main', 'Alarms', and 'Trend'. The 'Alarms' tab is active, and a 'History' button is visible. Below this, the 'Active Alarms' section contains a table with the following data:

Select	Name	State	Value	Time	Description	Severity	Enable
<input type="checkbox"/>	Fault	Triggered Not Acked	1	24.6.2014 10:01:07	Frequency converter co...	1-low	<input checked="" type="checkbox"/>

At the bottom of the interface, there are several control buttons: 'Check/Uncheck All', a 'Filter' dropdown menu currently set to 'Hide Not Triggered', and three buttons labeled 'Ack', 'Reset', and 'Save'.

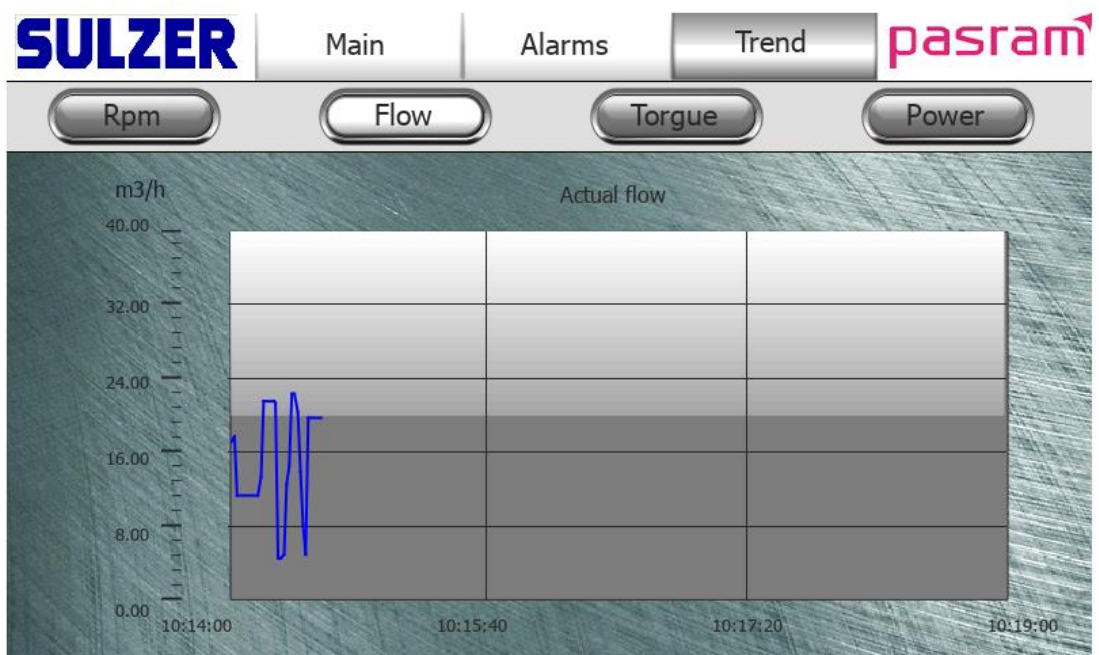
Kuva 5 Aktiiviset hälytykset



Kuva 6 Hälytys historia

5. Trendi sivut

Trendi sivuilla nähdään moottorin ottama teho, momentti ja rpm joka on asetettu etusivulla. Sivulla on myös virtausta kuvaava näyttö, joka näyttää tämän hetkisen arvon.



6. Riviliitinsulake

Keskuksen sisällä on riviliitinsulake, joka on varustettu ledillä, eli kun lasiputkisulake on lauennut niin riviliitinsulakkeessa palaa punainen valo. Lasiputkisulakkeita 2A on hyvä olla jokaisessa kaapissa varalla, jos sulakkeet sattuvat palamaan. Myös johdonsuojakatkaisia 230v voi laueta, joka on helppo korjata nostamalla kytkin eri asentoon.

Liite 2 Taajuusmuuttajan ACS880 parametrien yhteenveto

Parametriryhmien yhteenveto

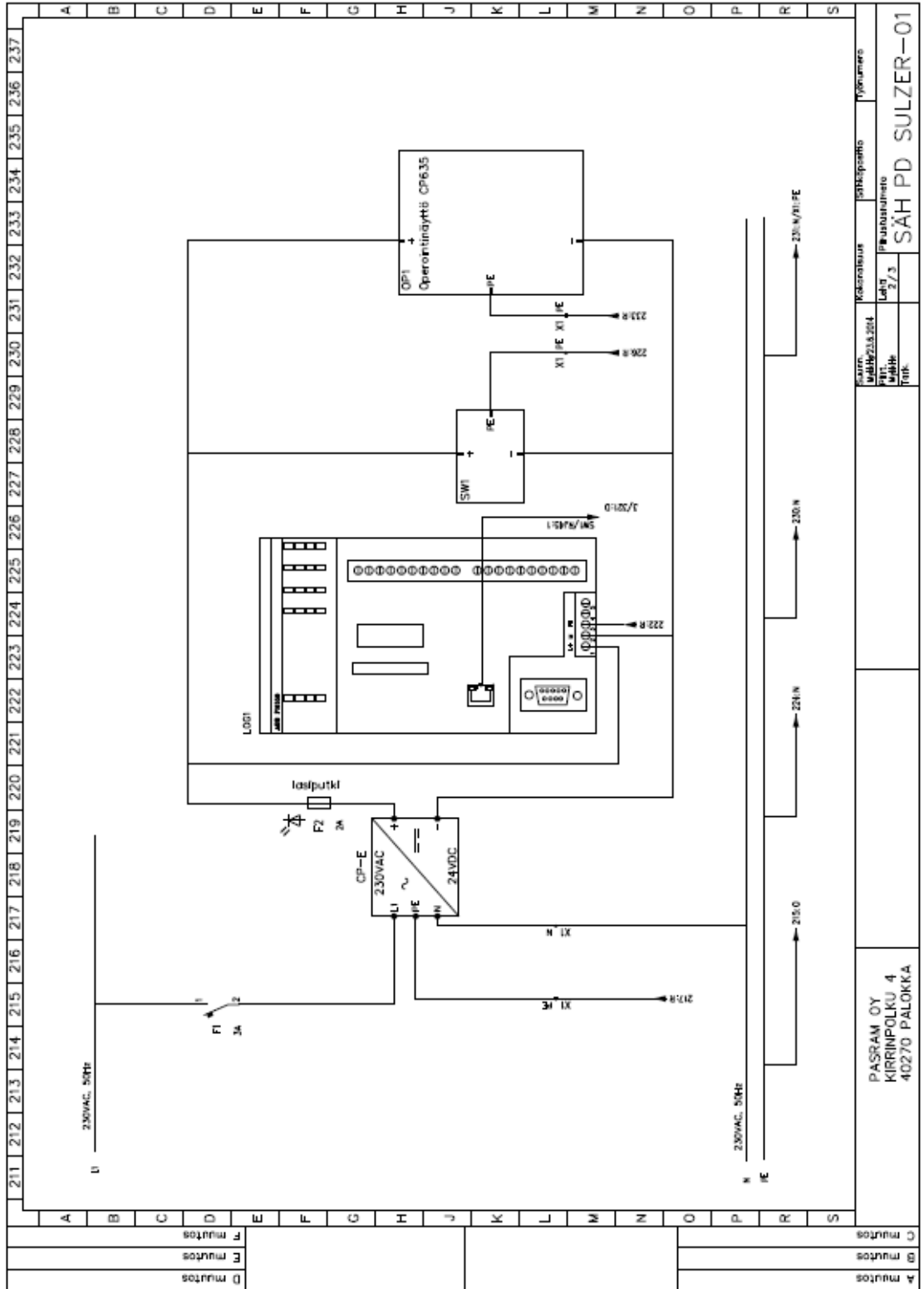
01 Oloarvot	Perusoloarvot taajuusmuuttajan valvontaan.
03 Ohjearvotulot	Eri lähteistä saatujen ohjearvojen arvot.
04 Varoitukset ja viat	Sisältää tietoja viimeksi ilmenneistä varoituksista ja vioista.
05 Vianmääritys	Eri käyttöaikalaskurit ja taajuusmuuttajan huoltoon liittyvät mittaukset.
06 Ohjaus- ja tilasanat	Taajuusmuuttajan ohjaus- ja tilasanat
07 Järjestelmätiedot	Taajuusmuuttajan laitteisto- ja laiteohjelmätiedot
10 Vakio DI, RO	Digitaalitulojen ja relälähtöjen konfigurointi.
11 Vakio DI, FI, FO	Digitaalitulojen/-lähtöjen ja taajuustulojen/-lähtöjen konfigurointi
12 Vakio-AI	Analogiatulojen konfigurointi
13 Vakio-AO	Analogialähtöjen konfigurointi
19 Käyttötila	Ulkoisen ohjauspaikan lähteen ja käyttötilojen valinta.
20 Käy/seis/suunta	signaalilähteen valinta; positiivisen/negatiivisen ohjeen sallinnan lähteen valinta.
21 Käy/seis-tapa	Käynnistys- ja pysäytystavat, hätäpysäytystapa ja signaalilähteen valinta, DC-magnetointiasetukset, automaattisen vaiheistuksen tavan valinta
22 Nopeusohjeen valinta	Nopeusohjeen valinta
23 Nopeusohjeen ramppi	Nopeusohjeen ramppi asetukset
24 nopeusohjeen käsittely	Nopeuseron laskenta, nopeuseroikkunan ohjauksen konfigurointi, nopeuden eroaskel.
25 Nopeussäätö	Nopeussäätimen asetukset.
26 Momenttiohjeketju	Momenttiohjeketjun asetukset
28 Taajuusohjeketju	Taajuusohjeketjun asetukset
30 Rajat	Taajuusmuuttajan toimintarajat

31 Vikatoiminnot	Asetukset, joilla määritetään taajuusmuuttajan toimintaa vikatilanteissa.
32 Valvonta	Signaalin valvontatoimintojen 1..3 konfigurointi
33 Huoltoajastin ja – laskuri	Huoltoajastimien/-laskurien konfigurointi
35 Moottorin lämpösuojaus	Moottorin lämpösuojausasetukset.
36 Kuormitusanalyysi	Huippuarvon ja amplitudin kirjaustoiminnon asetukset
40 Prosessi PID sarja 1	Prosessi-PID-säädön parametriarvojen sarja
41 Prosessi PID sarja 2	Toinen prosessi-PID-säädön parametriarvojen sarja
43 Jarrukatkoja	Sisäisen jarrukatkojen asetukset
44 Mekaanisen jarrun ohjaus	Mekaanisen jarrun ohjauksen konfigurointi
45 Energiatehokkuus	Energiansäästö-laskurin asetukset
46 Valvonta- /skaalausasetukset	Nopeuden valvonta-asetukset. oloarvosignaalin suodatus; yleiset skaalausasetukset
47 Muistipaikat	Tietojen tallennusparametrit, jotka voidaan kirjoittaa ja lukea käyttämällä muiden parametrien lähde- ja kohdeasetuksia
49 Paneelin yhteysskatko	Taajuusmuuttajan ohjauspaneeliliittymän tiedonsiirtoasetukset
50 Kenttäväyläsovitin (KVS)	Kenttäväylätiedonsiirron konfigurointi
51 KVS A asetukset	Kenttäväyläsovittimen A konfigurointi
52 A datatulo	Parametrillä valitaan taajuusmuuttajasta kenttäväyläsovittimen A kautta kenttäväyläohjaimen siirrettävä data

53 A datalähtö	Parametrilla valitaan kenttäväyläohjaimesta kenttäväyläsovittimen A kautta taajuusmuuttajaan siirrettävä data.
90 Takaisinkytkennän valinta	Moottorin nopeuden takaisinkytkennän konfigurointi
91 Anturimoduulin asetukset	Anturin liitäntämoduulin konfigurointi
92 Anturin 1 konfigurointi	Anturin 1 asetukset
93 Anturin 2 konfigurointi	Anturin 2 asetukset
95 Laitteiston konfigurointi	Sekalaisia laitteistoon liittyviä asetuksia
96 Järjestelmä	Kielen valinta, parametrin tallennus ja palautus, ohjausyksikön uudelleenkäynnistys
97 Moottorisäätö	KytKentätaajuuden muuttaminen, jättämän kompensointi, jännitereservi, vuoJarrutus, signaalin syöttö, IR-kompensointi
98 Käyttäjän moottoriparametrit	Näiden parametrien avulla käyttäjä voi muuttaa moottorimallin arvoja
99 Moottorin tiedot	Moottorin konfigurointiasetukset

(ACS880 Ohjelmointi opas 2012)

Liite 3 Piirikaavio demolaitteistosta

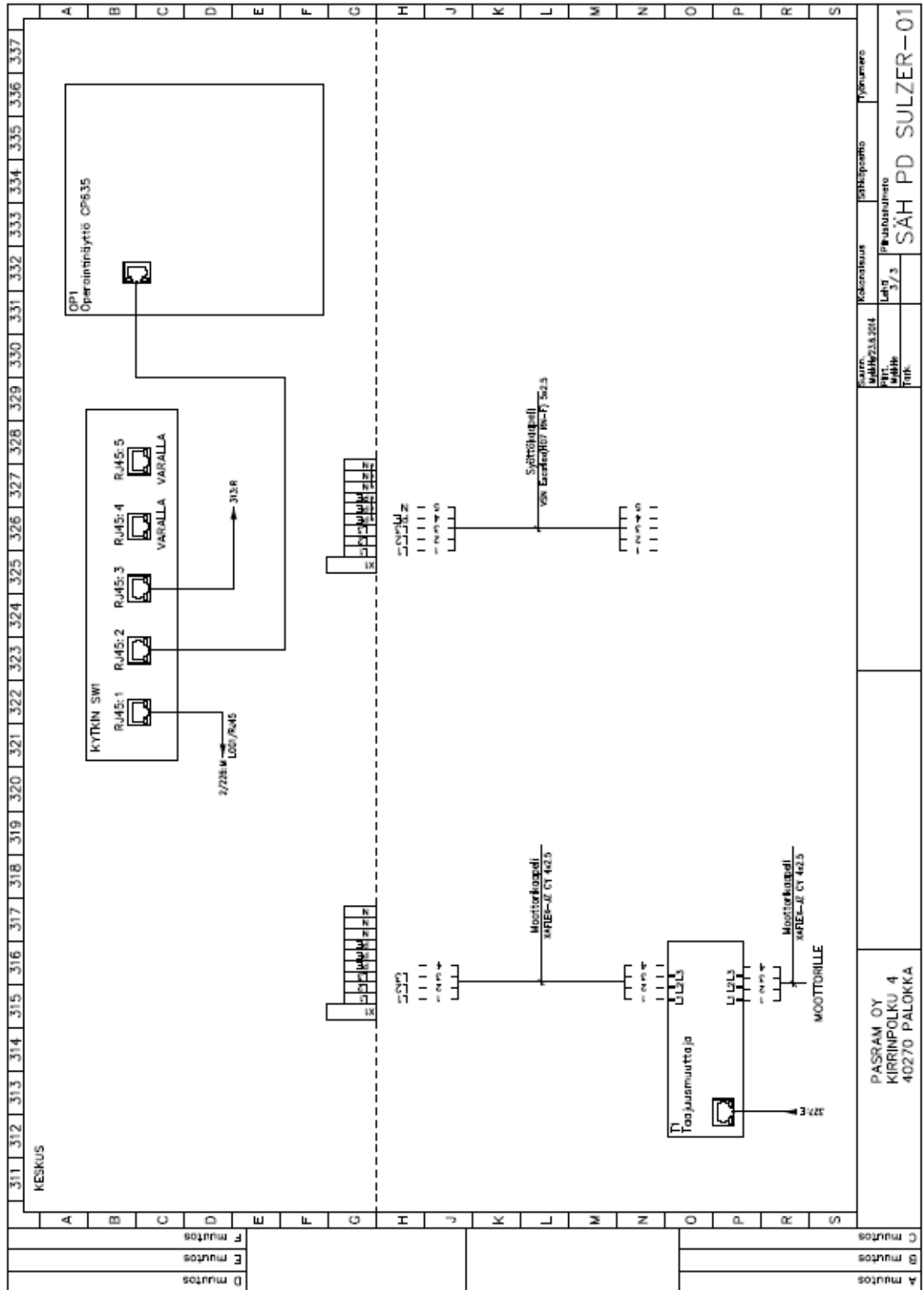


211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237

A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	R	S
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

A muutos		B muutos		C muutos	
D muutos		E muutos		F muutos	
PASRAM OY KIRRINPOLKU 4 40270 PALOKKA				SÄHKÖ SUKUNUMERO	
Käyttökäyttö		Käyttökäyttö		Käyttökäyttö	
Lehti		Lehti		Lehti	
2/3		2/3		2/3	
Tark.		Tark.		Tark.	
SÄHKÖ SUKUNUMERO					

Liite 4 Tiedonsiirto- kaapelikaavio

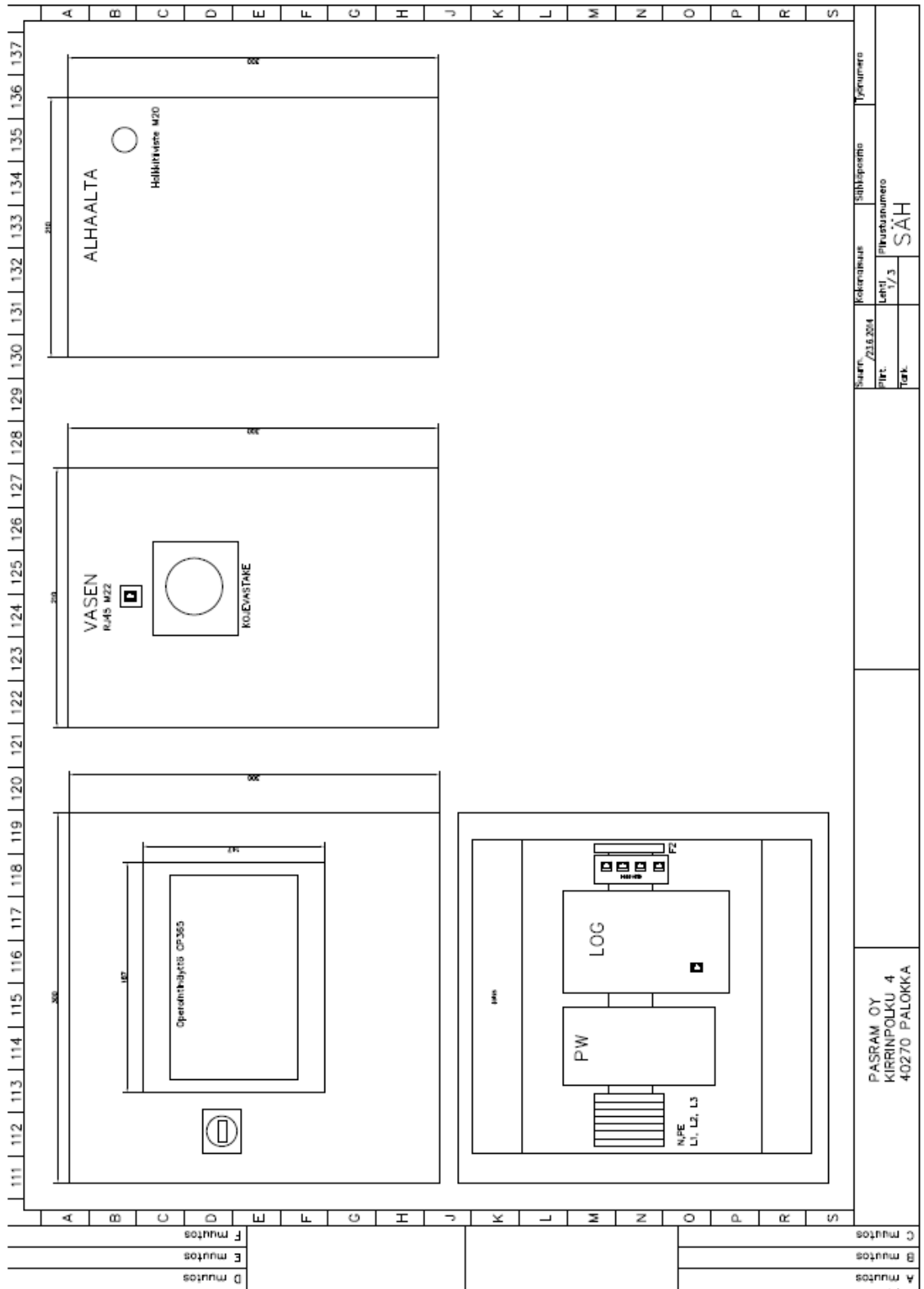


311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	R	S
D muutos		E muutos		F muutos		KESKUS										
A muutos		B muutos		C muutos		KYTRIN SWI RJ45:1 RJ45:2 RJ45:3 RJ45:4 RJ45:5 VARALLA VARALLA 27208M L00/R45 OP1 Operointinohjelma CP635 SERVERIT Toujusuunnittaja 327E MOOTTORILLE MOOTTORIKÄDEL 34REB-JE CY 4025 MOOTTORILLE MOOTTORIKÄDEL 34REB-JE CY 4025 SERVERIT SYNTYKÄKÄDEL 34REB-JE CY 4025										
Kokonaismäärä		Kokonaismäärä		Kokonaismäärä		KÄYTTÖ MÄÄRÄ 23.8.2014 PÄIVÄ MÄÄRÄ TILK.										
SÄH PD SULZER-01		SÄH PD SULZER-01		SÄH PD SULZER-01		Työnumero 3/3										

PASRAM OY
KIRRINPOLKU 4
40270 PALOKKA

Liite 5 Keskuksen kokoonpano kuva



Kokoennäköinen
 Lehti 1/3
 Sivestapaus
 Piirustusnumero
 SÄH
 Työnumero

PASRAM OY
 KIRJINPOLKU 4
 40270 PALOKKA

A muutos
 B muutos
 C muutos
 D muutos
 E muutos
 F muutos