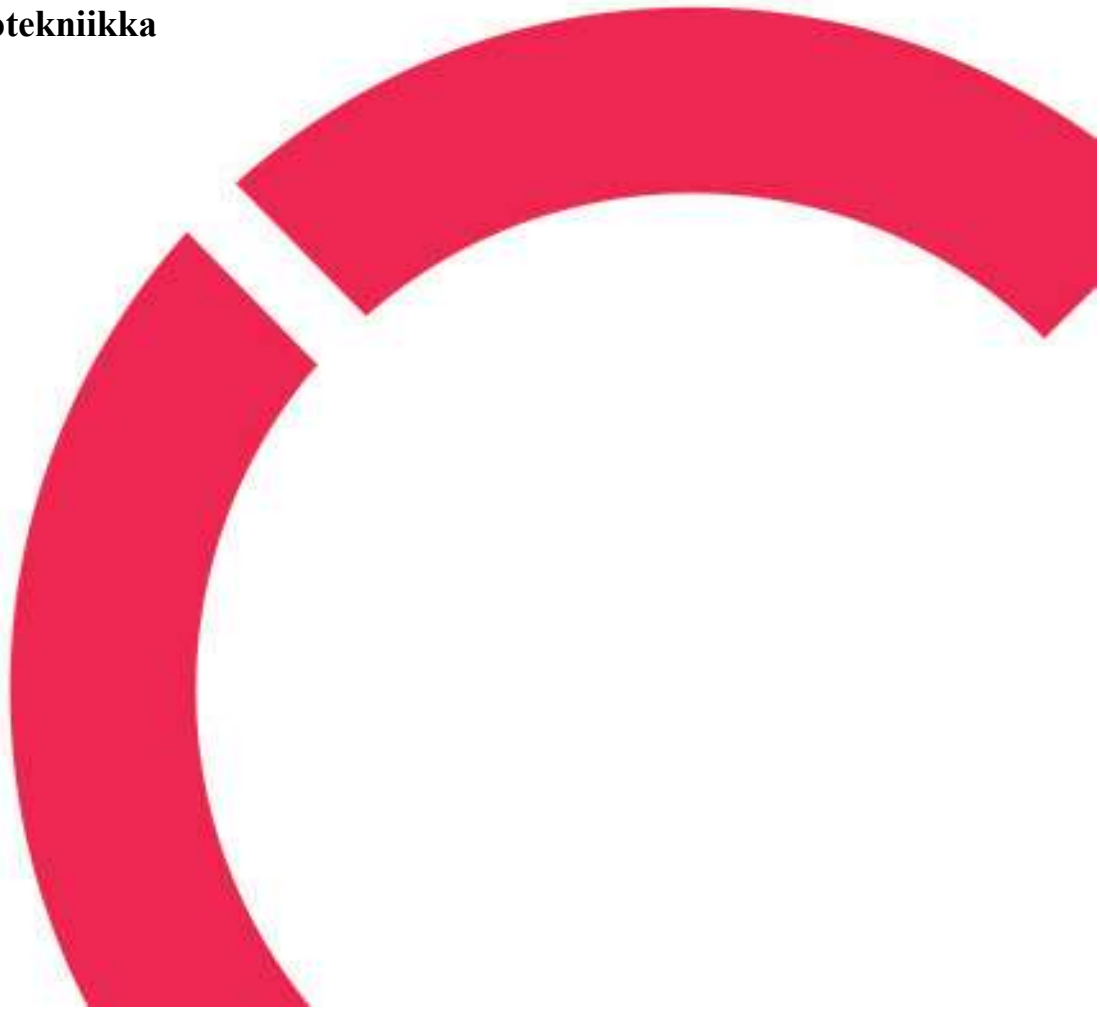


Osku Saunamäki

SPRAYKUIVAIMEN SÄHKÖKESKUKSEN MODERNISOINTI

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Insinöörikoulutus
Sähkö- ja automaatiotekniikka**



Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Maaliskuu 2025	Tekijä/tekijät Osku Saunamäki
Koulutus Sähkö- ja Automaatioinsinööri koulutus		<input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK
Työn nimi SPRAYKUIVAIMEN SÄHKÖKESKUKSEN MODERNISOINTI		
Työn ohjaaja Hannu Puomio		Sivumäärä 23 + 4
Työelämäohjaaja Tommi Mäkelä		
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Kokkolan suurteollisuusalueella sijaitsevan tilaajayrityksen Jervois Finland Oy:n kemikaalituotannossa olevan spraysumukuivaimen sähkökeskuksen modernisoinnista saatavat hyödyt. Opinnäytetyössä asiaa selvitettiin tuotannollisen prosessin sekä ennakoidun kunnossapidon näkökulmasta. Modernisoinnissa otettiin käyttöön uusia sähköisiä komponentteja ja kunnossapidossa tarvittavia ohjelmia, joita tilaajayrityksellä ei ollut ennestään käytössä. Muutostöille, eli uuden laitteiston asentamiselle ja sen käyttöönotolle oli varattu aikaa viisi työpäivää, jonka aikana sumukuivain oli pois tuotantokäytöstä. Opinnäytetyössä toteutettiin keskuksessa uusien sähköisten komponenttien käyttöönotto ja ohjelmointi.</p> <p>Jervois Finland Oy:llä on käytössä spraysumukuivain osana tuotantoprosessia. Vastaavia sumukuivaimia on yhtiöllä tuotannossa useita, joten tämän kuivaimen modernisointi toimii pilottiprojektina yhtiölle. Opinnäytetyössä aiheena olevan kuivaimen sähkökeskus on jo aikansa elänyt, minkä takia sähkökeskuksen uusiminen on ajankohtaista ja oikea-aikaista. Opinnäytetyössä keskityttiin sähkökeskuksen modernisointiin ja älykkäiden moottoriohjaimien käyttöönottoon osaksi prosessiautomaatiota. Opinnäytetyössä on selvennetty älykkään moottoriohjaimen ja spraykuivaimen tärkeimmät komponentit ja toiminnan kuvaukset.</p> <p>Työn lopputuloksena saadaan yleiskuva älykkäiden moottoriohjaimien toiminnasta ja mahdollisuuksista prosessiteollisuudessa. Työstä saadut valmiit ohjelmalliset toiminnot ovat tarpeellisia ja valmiiksi pohjustettuja tilaajayrityksen tulevaisuudessa tulevia investointeja varten.</p> <p>Moottoriohjaimen komponentit, toiminnan kuvaus ja parametointi käsitellään opinnäytetyössä omissa luvuissaan keskeisiä lähteitä hyödyntäen.</p>		
Asiasanat ABB, FIM, Spraykuivain, Sumukuivain, UMC, Älykäs moottoriohjain		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date 5.3.2025	Author Osku Saunamäki
Degree programme Electricity- and automation		
Name of thesis SWITCHBOARD MODERNIZATION OF A SPRAY DRYER		
Centria supervisor Hannu Puomio	Pages 23 + 4	
Instructor representing commissioning institution or company Tommi Mäkelä		
<p>The objective for this thesis was to study the benefits of switchboard modernization of a spray dryer. The ordering company was Jervois Finland Oy, and it is located at Kokkola's industrial park. The company has several spray dryers as part of the chemical process. In this thesis the benefits for modernization were studied regarding the company's chemical process and preventive maintenance. This modernization process included adopting new electrical components and maintenance software that the ordering company was unfamiliar with. The spray dryer was shut down from the process for five days, during which the installations and preparations for this modernization were made. The programming and utilization of electrical components were carried out in this thesis.</p> <p>Jervois Finland Oy has multiple spray dryers as part of the process. The modernization of one of these, worked as a pilot project for the company. The switchboard for the spray dryer that is focused on this thesis, was old and outdated. It was the right time for the company to do modernization investment. This thesis focuses on modernization of a switchboard and utilizing smart motor controllers as part of the process automation. The key functionalities and components are explained in this thesis.</p> <p>As a conclusion from this thesis we will have a comprehensive picture of the functionalities of an intelligent motor controller and its possibilities in process environment. Ready program functions are necessary and well prepared for the ordering company's next investments.</p> <p>The functionalities, parametrization and components for motor controller are being processed in different sections in this thesis.</p>		
<p>Key words ABB, FIM, Intelligent motor controller, Spraydryer, UMC,</p>		

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

ABB

ABB on sähköistämistä ja automaatiota globaalisti tarjoava yritys.

CONTROL BUILDER M

Control Builder M on ABB:n ohjelmointi ja konfigurointityökalu, joka on suunniteltu teollisuusautomaation hallintaan osana ABB:n 800xA -järjestelmää. Se tarjoaa laajan valikoiman työkaluja ohjelmoinnin, konfiguroinnin ja simuloinnin tueksi. Sen avulla voidaan kehittää ja ylläpitää luotettavia ja skaalautuvia ohjausjärjestelmiä teollisuudessa.

FDI

Field Device Integration on standardoitu lähestymistapa, joka mahdollistaa eri valmistajien kenttälaitteiden saumattoman integroimisen ja hallinnan automaatiojärjestelmissä.

FIM

Field information manager on ABB:n lisensoima tietokonesovellus, joka on kehitetty etäohjaamaan älykkäitä moottorilähtöjä eri kommunikointiprotokollien yli.

LIBRARY

Library on ohjelmistokokelma, joka helpottaa laitteiden ohjelmointia ja järjestelmään integrointia. Kirjastossa on valmiita funktioita ja työkaluja, jotka nopeuttavat ja yksinkertaistavat laitteiden ohjelmointia ja hallintaa.

MODUULI

Automaatiossa moduuli on itsenäinen komponentti tai laite, joka suorittaa tietyn tehtävän osana laajempaa automaatiojärjestelmää. Moduulirakenne parantaa järjestelmän hallintaa, vianmäärittystä ja huoltoa sekä mahdollistaa järjestelmän laajentamisen ja mukauttamisen tarpeen mukaan.

PTP

Point-to-point on kommunikointiprotokolla, jonka avulla muodostetaan yhteys kahden laitteen välille. Tässä yhteydessä ei ole välikohtia, kuten kytkimiä tai muita verkkolaitteita, jotka voisivat toimia liikennöinnin välittäjinä.

RFID

Radio Frequency Identification on tiedon etälukuun tai tallentamiseen kehitetty menetelmä. Se mahdollistaa esineiden tunnistamisen ja seurannan radiotaajuisten signaalien avulla. Menetelmä tarjoaa nopean, tehokkaan ja kontaktittoman tavan käsitellä tietoa.

TCP/IP

Transmission Control Protocol/Internet Protocol on internet-liikennöinnissä käytettävä tietoverkkoprotokolla. TCP/IP-malli mahdollistaa monien eri protokollien ja sovellusten toimimisen verkossa. Se on keskeinen osa internetin ja muiden verkkojen toimintaa.

UMC

Universal motor controller on ABB:n valmistava älykäs moottoriohjain, jota käytetään erityisesti suurissa teollisissa sovelluksissa, joissa on tarpeen ohjata ja suojata sähkömoottoreita.

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 SPRAYKUIVAIN	2
2.1 Oikosulkumoottori	2
2.2 Sähkökeskus.....	3
2.3 PTC- termistori	4
2.4 Tyristorisäädin	5
3 SPRAYKUIVAIMEN TOIMINTA PROSESSISSA	6
4 KOMMUNIKOINTIPROTOKOLLAT	8
4.1 Profibus	8
4.2 Devicenet	8
4.3 Modbus.....	9
4.4 CANopen.....	9
4.5 Profinet.....	9
5 VÄYLÄTOPOLOGIAT	11
5.1 Rengstopologia.....	11
5.2 Puutopologia	11
5.3 Ketjumainen topologia.....	12
5.4 Tähtiverkko	12
6 ÄLYKÄS ABB UMC 100.3 -MOOTTORIOHJAIN	13
6.1 Ohjaussovellukset.....	14
6.2 Suojaus	14
6.3 Laajennettavuus	14
7 ETÄKÄYTTÖSOVELLUS FIM ABB UMC	16
8 JÄRJESTELMÄLIITYNTÄ	18
9 POHDINTA	22
LÄHTEET.....	24

LIITTEET

LIITE 1. ABB FIM sovelluksen moottoriasettelu perusnäky

LIITE 2. ABB FIM sovelluksen moottorin hallinta välilehti

LIITE 3. ABB FIM sovelluksesta moottorisuojauksien asettelu ja laukaisukäyrät

KUVIOT

KUVIO 1. Spraykuivaimen toimintaperiaate osana prosessia.....7

KUVIO 2. Rengasverkkomainen topologia..... 11

KUVIO 3. Puutopologia.....	11
KUVIO 4. Ketjumainen verkkotopologia.....	12
KUVIO 5. Tähtiverkko.....	12
KUVIO 6. Parikaapeliliitos laajennusmoduulien välillä.....	15

KUVAT

KUVA 1. Kuvassa oikosulkumoottori irrotettuna staattorista.....	3
KUVA 2. Vasemmalla on spraykuivaimen vanha purettava sähkökeskus. Kuvassa oikealla on uusi paikalleen asennettu sähkökeskus.....	4
KUVA 3. Opinnäytetyössä vanhan ja uuden spraykeskuksen lämmityspaketin tyristorisäätimet.....	5
KUVA 4. ISO/OSI-mallin soveltaminen Ethernet-käytössä.....	6
KUVA 5. Opinnäytetyössä olevassa keskuksessa oleva UMC-moottoriohjausyksikkö, johon on liitetty profinet-moduuli PNU32 ja I/O-lisäyksikkö DX111 parikaapelilla.....	13
KUVA 6. ABB:n kommunikointityökalu Profibus-liikennöintiin UTP22-FBP.0.....	17
KUVA 7. Control Builder M-sovelluksen hardwarenäkyvä.....	18

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Control Builder M-sovelluksen hardware settings-osio.....	19
TAULUKKO 2. Control Builder M-sovelluksen hardware parameters näkyvä.....	20
TAULUKKO 3. Control Builder M-sovelluksen connection parameters-osio.....	20
TAULUKKO 4. Control Builder M-sovelluksen hardware status words-osio.....	21

1 JOHDANTO

Työn tilaajana tässä opinnäytetyössä toimi Kokkolan suurteollisuusalueella sijaitsevan kemiantekniikan yritys Jervois Finland Oy. Yrityksen toimitiloissa tehtävä opinnäytetyö koskee spraykuivaimen moottorilähtökeskuksen modernisointia.

Vanha moottorilähtökeskus on asennettu paikalleen ohjaamaan osaston spraykuivaimen puhallinmoottoreita ja lämmitysvastuksia. Vanhassa uusittavassa sähkökeskuksessa on viisi moottorilähtökennosta ja spraykuivaimen huollon yhteydessä on myös moottorilähtökeskuksen vaihto ajankohtainen.

Uusi keskusrakenne on tehty vanhan keskuksen tietopohjalta, ja se tulee ohjaamaan jo olemassa olevaa lämmityslaitteistoa. Uusi älykäs moottorilähtökeskus on suunniteltu asennettavan vanhan keskuksen paikalle, joten näin varmistetaan jo olemassa olevien kaapeleiden riittävyys uudelleenkäyttöä varten.

Perinteiset moottorilähtökenttien komponentit korvataan uusilla älykkäillä ABB UMC 100.3- moottorilähtöohjaimilla. Keskuksen modernisoinnilla on tarkoitus nykyaikaistaa osaston moottoriohjaustekniikkaa ja lisätä automaatiojärjestelmän ulottuvuutta myös spraykuivaimen ohjaukseen ja diagnostiikkaan. Moottoriohjausyksiköt otetaan käyttöön ja parametroidaan ABB FIM -sovelluksen kautta.

Työssä perehdytään paikalla olevaan ohjattavaan prosessilaitteistoon, uuteen kennokohtaiseen rakenteeseen, liitäntöihin, etäkäyttöliittymään sekä keskuksen modernisoinnista saataviin hyötyihin.

2 SPRAYKUIVAIN

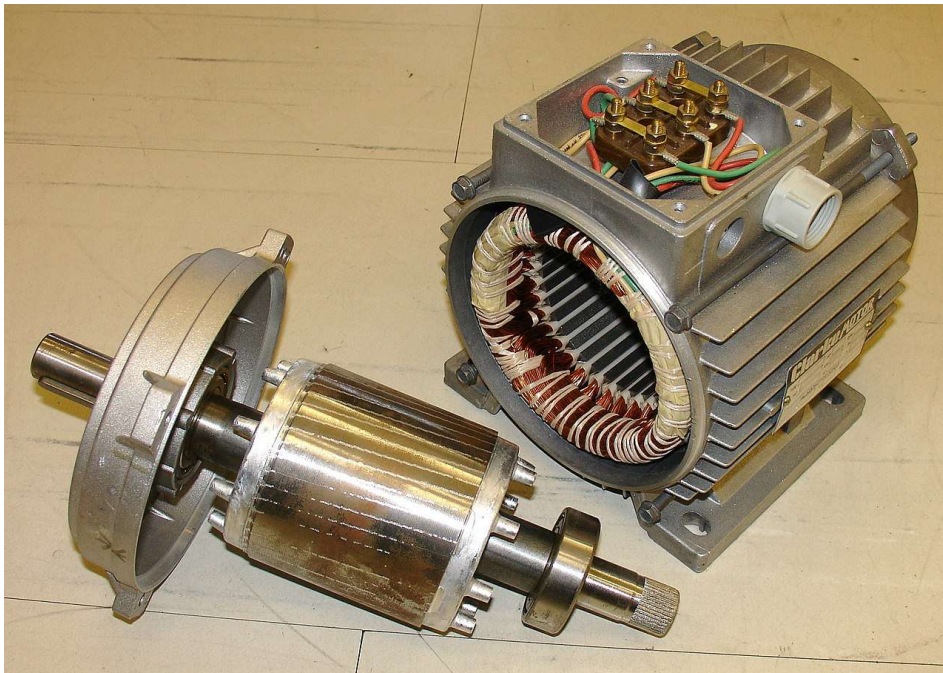
Spraykuivain eli sumukuivain on pääsääntöisesti teollisuudessa käytetty kuivausmenetelmä, jossa nestemäistä ainetta kuivataan pulverimaiseen muotoon. Spraykuivaus on 150 vuotta vanha kuivausmenetelmä. Menetelmän kehitti Samuel R. Percy jatkuvaan maitojauheen tuotantoon vuonna 1872. Percyn kehitelmää hyödynnettiin myöhemmin myös laajasti lääketeollisuuden tarpeisiin Yhdysvalloissa. Spraykuivauksen kehitys teollisuuden tarpeisiin on ollut nopeaa ja nykyään spraykuivaus soveltuu useille monenlaisille raaka-aineille. Kuivaimeen syötetään lietteenä olevaa tuotetta, joka lämpimän il-mavirran avulla kuivataan tietyn partikkelikoon omaavaksi pulveriksi. Spraykuivaus perustuu lämmön siirtoon. Prosessin pääperiaatteena on poistaa kosteutta kuivaimeen syötettävästä lietteestä kuuman il-mavirran avulla. Ilmavirtauksen ollessa suuri partikkelit kuivuvat kuumassa ilma-atmosfäärissä ja kul-keutuvat prosessissa eteenpäin kuivana pulverimaisena tuotteena ja vesihöyryinä. Tällä saavutetaan tuotteen suuri kuivausnopeus ja hyvin hallittavissa oleva prosessin komponentti.

(Anandharamakrishnan & Iswrya 2015, 1.)

2.1 Oikosulkumoottori

Oikosulkumoottori on rakenteensa yksinkertaisuuden vuoksi suosittu moottorityyppi. Muihin mootto-rityyppeihin verrattuna oikosulkumoottorissa ei ole erillisiä magnetointikämmityksiä, vaan verrattain yksinkertaiset staattori- ja roottorikämmitykset. Roottorin kämmitystä kutsutaan kansankielessä häkki-käämmitykseksi. Kämmitys on sijoitettu roottorissa sijaitseviin uriin ja suljettu molemmista päistä oiko-sulkurenkaalla. Roottorikämmitys valmistetaan alumiinista painevalamalla. Kuparilangasta valmistettu staattorikämmitys on sijoitettu staattorissa sijaitseviin uriin symmetrisesti. Staattorin kämmitys voidaan kytkeä kolmio- tai tähtikytkentään. Oikosulkumoottorin toiminnan edellytyksenä oleva pyörivä mag-neettikenttä syntyy staattorin kolmivaihekäämmityksessä ilman erillisiä lisälaitteita. Moottorin ainoat kuluvat osat ovat käytännössä akselin ja rungon välissä olevat etu- ja takalaakerit. (KUVA 1.)

(Korpinen 1998.)



KUVA 1. Kuvassa oikosulkumoottorin roottori irrotettuna staattorista.

2.2 Sähkökeskus

Sähkökeskuksen täytyy olla suojausluokaltaan ja arvoiltaan yhteensopivan sen tilaluokituksen ja kohteen kanssa, johon se tullaan asentamaan. Sähkökeskus valitaan yleisesti sijainnin olosuhteiden, nimellisvirran ja muiden vaatimusten mukaan. Keskuksen sijainnin olosuhteet on yleensäkin otettu jo huomioon keskusta tilattaessa. Olosuhteisiin on yleensä liitetty tietty IP-luokitus. IP-luokitus kertoo, miten kotelointi suojaa rakennetta vettä ja pölyä vastaan. Sähkökeskuksen asennus tulee tehdä suunnitellusti ja sen hetkisten voimassa olevien määräysten mukaisesti. (Säköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135, 84 §)

Sähkökeskus toimii päätekijänä sähkön jakelemisessa prosessissa sijaitseville sähkölaitteille. Teollisuuden sähkö- ja alakeskukset jaetaan usein ohjaamaan sähköä tuotantolaitoksen eri osa-alueille ja eri tarkoituksiin. Näitä voivat olla esimerkiksi prosessisähkökeskus, valaistuskeskus, UPS-akustovarmennettu keskus, tasajännitekeskus sekä monet muut vastaavat sovellukset. Tuotantolaitoksissa sähkökeskukset sijoitetaan pääsääntöisesti lukittuihin sähkötiloihin, joihin sallitaan pääsy usein vain huoltohenkilökunnalle ja opastetuille henkilöille. Lähelle sähköä tarvitsevaa laitetta on voitu prosessista ja sen tarpeista riippuen tuoda myös työpaikkakeskuksia tai muita sähkönjakeluun liittyviä keskuksia. Sähkökeskus on keskeinen osa rakennusten ja teollisuuslaitosten sähkönjakelua ja -ohjausta. Sähkökeskus

vois sisältää komponentteja kuten pääkytkimiä, katkaisijoita, mittareita ja suojalaitteita, jotka varmistavat sähkön turvallisen ja tehokkaan käytön. (Kemikangas 2024.) Opinnäytetyössä käytettiin alla esitetyjä keskuksia (KUVA 2.)



KUVA 2. Vasemmalla on spraykuivaimen vanha purettava sähkökeskus. Kuvassa oikealla on uusi paikalleen asennettu sähkökeskus.

2.3 PTC- termistori

PTC- termistori on positiivisella lämpötilakertoimella varustettu vastus, jonka resistanssi nousee lämpötilan noustessa. Termistoria käytetään yleisesti ylikuormitussuojana ja lämpöelementtinä. Oikosulkumoottorit on usein varustettu rungossa sijaitsevilla termistorielementeillä, joilla estetään moottorin liiallinen lämpeneminen. (Mörsky 1992, 174.)

Moottorin lämpötila saattaa nousta yli sen normaalin toimintalämpötilan, vaikka moottoria ei kuormiteta. Syitä lämpenemiseen voivat olla esimerkiksi moottorin likaantuminen tai jäähdytysjärjestelmän

häiriö. Moottorin ylikuumentumista ei tavallinen virtaa mittaava rele pysty havaitsemaan. Moottorilähtö olisikin syytä varustaa aina termistorireleellä tai muulla moottorin lämpötilaa valvovalla komponentilla. (Mörsky 1992, 175.)

2.4 Tyristorisäädin

Tyristori on ohjattava tasasuunnin. Tyristori on periaatteessa diodi, joka voidaan ohjata päälle, mutta sitä ei pystytä sammuttamaan, vaan se sammuu itsestään, kun sen läpi kulkeva virta pienenee tarpeeksi. Tyristori leikkaa siniaallon alkupäästä tietyn kokoisen palan pois. Sitä käytetään usein tasasuuntauksessa, valaistuksen himmentämisessä ja lämmitystehon säätämässä. Mikäli tyristori haluttaiisiin sammuttaa kesken puolijakson, tulisi rakentaa ulkoinen kommutointipiiri. Resistiivisellä kuormalla tyristori johtaa vain positiivisen puolijakson tai osan siitä, kunhan tyristorille annetaan ohjauspulssi. Komponenttina tyristoria on saatavilla piirilevyille juotettavasta mallista aina isompiin tyristoriin, joita käytetään teollisuudessa, tuulivoimaloiden säädöissä ja mannerten välisissä suurjännitelinkeissä. (Centria 2023.) Alla olevassa kuvassa (KUVA 3.) on esitetty spraykuivaimen lämmityksen säätövastuspaketin tyristorisäätimet.



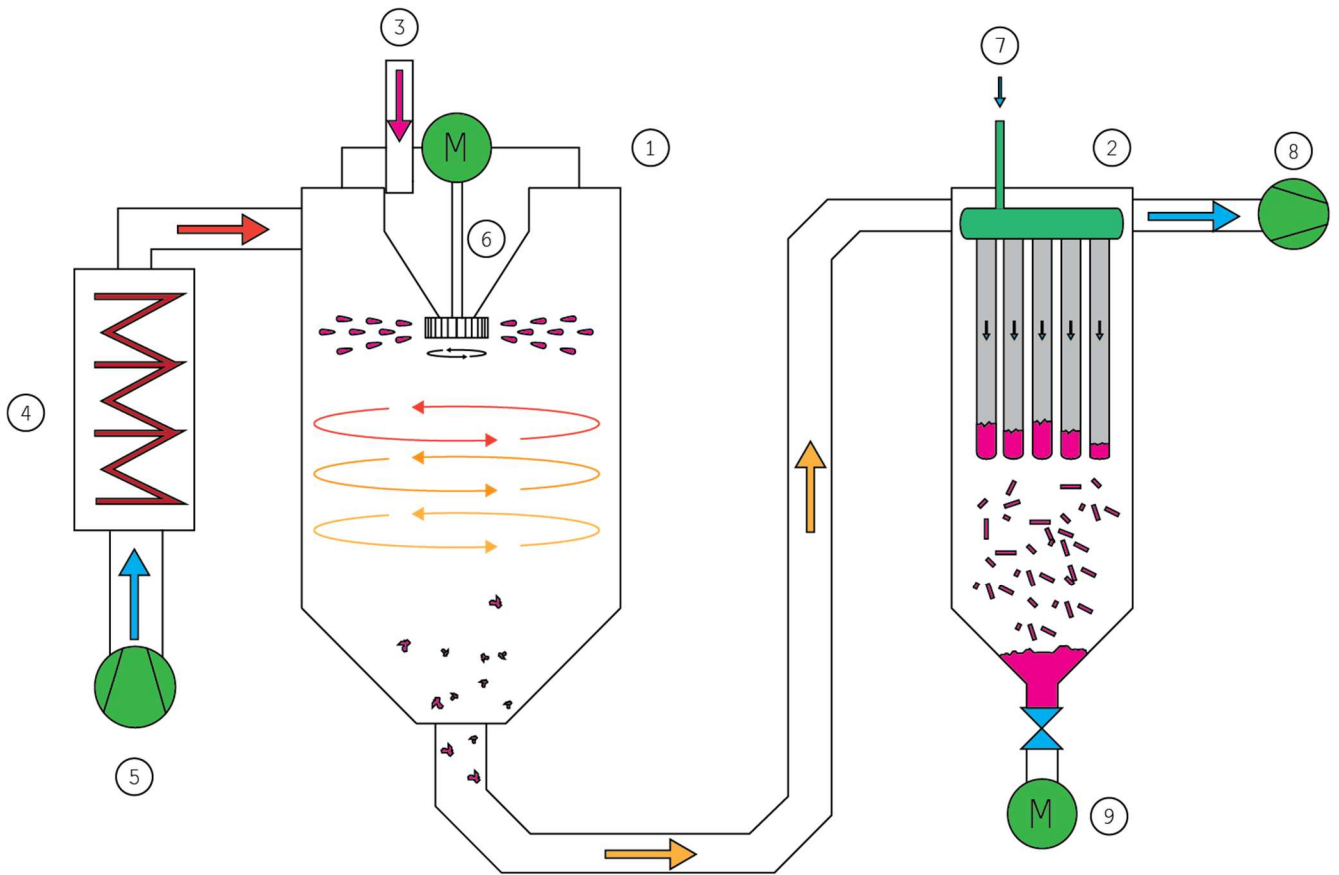
KUVA 3. Opinnäytetyössä vanhan ja uuden spraykeskuksen lämmityspaketin tyristorisäätimet

3 SPRAYKUIVAIMEN TOIMINTA PROSESSISSA

Opinnäytetyöhön liittyvässä kuivaimessa syötetään lietevirta spraykuivaimen päällä olevaan hajotinpyörään, joka hajottaa lietevirran erittäin hienoiksi pisaroiksi spraykuivaimen kammioon. Kuivaimen kammioon puhalletaan puhaltimella ilmaa. Ilma lämmitetään energialla, tässä tapauksessa sähköisen vastuspaketin avulla. Kuumen ilman osuessa hajotinpyörältä tulleisiin pisaroihin kammiossa, saadaan pisarat kuivumaan ja vesihöyry poistumaan tuotepisaroista.

Tuotteen loppulämpötilaa seurataan tarkasti oikean materiaalisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Tuotteen loppulämpötila myös määrittää spraykuivaimen syötettävän materiaalivirran ja ilman massavirran määrän. Ajoaikaisen ilman ja tuotteen määrän on oltava oikeassa suhteessa, jotta saavutetaan laadultaan oikeanlainen lopputulos. Kuivattu tuote ja vesihöyry ohjataan kuivaimen jälkeen olevalle pussisuodattimelle, jossa kuivana oleva tuote ohjautuu pussisuodattimessa oleviin suodatinputkiin kiinni, jolloin vesihöyry pystytään poistamaan puhaltimen avulla.

Suodatinputkiin päästetään hallituin sykäyksin paineilmaa kalvallisilta magneettiventtiileiltä, joilla saadaan suodatinputki paineistettua ja vapautettua halutun kokoiset partikkelit suodatinputken lävitse. Magneettiventtiilien ohjaus voidaan toteuttaa suoraan automaatiosta tai magneettiventtiileitä voi ohjata erillinen tupsutinyksikkö. Tupsutinyksikköön on konfiguroitavissa magneettiventtiilien järjestys, käynti ja tauko aika. Valmiiksi kuiva ja partikkelikooltaan oikeanlainen tuote valuu pussisuodattimen pohjalle, josta se pystytään hallitusti sulkuventtiilin ja lokerosyöttimen avulla annostelevaan jatkoprosessia varten. (KUVIO 1.)



KUVIO 1. Spraykuivaimen toimintaperiaate osana prosessia.

Spraykuivaimen osat koostuvat seuraavista komponenteista. Kuviossa yksi on esitetty laitteiden fyysiset sijainnit. Kuviossa numerolla 1 on esitetty spraykuivaimen kammio, johon kuuma ilmavirta johdetaan. Numero 2 on pussisuodatin, missä partikkelit saadaan tarttumaan suodatinputkiin kiinni. Numero 3 on tuotteen syötevirran liitännä spraykuivaimen kammioon. Numeron 4 osoittamassa paikassa sijaitsee lämpimän ilmavirran tuottamiseen tarkoitettu lämmitysvastuspaketti. Numero 5 kuvaa tuloilmapuhaltimen avulla tuotettua ilmavirtausta, jota prosessi tarvitsee toimiakseen. Numero 6 osoittaa spraykammion sisällä sijaitsevaa hajotinpyörää, joka hajottaa lietevirran pisaroiksi. Numerolla 7 on merkitty liitännä, jolla syötetään pussisuodattimelle paineistettua ilmaa. Numerolla 8 on merkitty poistoilmapuhaltimen fyysinen sijoittelu. Numero 9 osoittaa prosessin viimeisenä osana olevaa lokerosyöntintä.

4 KOMMUNIKOINTIPROTOKOLLAT

Kommunikointiprotokollalla tarkoitetaan kommunikoinnin käytäntöä, joka määrittelee laitteiden ja ohjelmien välisen tiedonsiirron ja yhteyden. Yhteyskäytäntö perustuu standardeihin. Eri valmistajien valmistavat ohjelmat ja laitteet kykenevät kommunikoimaan keskenään, kun ne tuntevat yhteisen protokollan. Tiedonsiirrossa laitteet tai laitteistot kyselevät ja vastaavat kyselyihin tiedonsiirtoprotokollan mukaisesti. (ST-käsikirja 21 2022.)

4.1 Profibus

Profibus-kommunikointiprotokolla on suunniteltu teollisuuden kenttäväyliä varten. Profibusväylä mahdollistaa luotettavan ja reaaliaikaisen tiedonsiirron laitteiden, antureiden ja ohjelmoitavien logiikoiden välillä. Profibus tukee monia teollisia sovelluksia. Tällaisia sovelluksia ovat Profibus DP eli Decentralized Pheripherals, Profibus PA eli Process Automation ja Profibus FMS eli Fieldbus Message Specification. Sovellukset soveltuvat eri tarpeisiin ja ympäristöihin. Profibus on nopea, luotettava, skaalattavissa oleva ja hyvin yhteensopiva protokolla. Profibus onkin varsin suosittu kommunikointiprotokolla teollisuusautomaatiossa. (Shine Industry 2024.)

4.2 Devicenet

Devicenet on teollisuuden kenttäväyliä varten kehitetty avoin kommunikointiprotokolla, joka käyttää CAN-protokollaa tiedonsiirtoon. Se on suunniteltu erityisesti teollisuusautomaatioon, ja se mahdollistaa kenttälaitteiden ja ohjausjärjestelmien välisen tiedonsiirron tarjoten kustannustehokkaan ja luotettavan tavan yhdistää laitteita. Devicenet on yksinkertainen asentaa sekä laajasti yhteensopiva ja se tuo mahdollisuuden hajautettuun ohjaukseen. Devicenetin tiedonsiirtonopeus on ylimmillään 500 kbps, joka voi olla riittämätön joissakin sovelluksissa tai laitteiden välisessä kommunikoinnissa. Verkon pituus ja verkossa olevien laitteiden määrä on Devicenetissä rajoitettu. Liian pitkät laitteiden etäisyydet tai liian moni verkkoon kytketty laite voi heikentää verkossa kulkevia signaaleja. Signaalin vahvistamiseksi onkin usein käytettävä toistimia tai vahvistimia. Devicenet onkin suosittu monilla teollisuuden aloilla, vaikka protokollalla onkin rajoituksia verkon pituuden ja tiedonsiirtonopeuden suhteen. (Dixon 2018.)

4.3 Modbus

Protokolla perustuu vuonna 1979 perustettuun logiikkaohjaimien MODBUS-protokollaan. Modbus on avoin, yksinkertainen ja laajasti käytetty kommunikointiprotokolla, joka mahdollistaa tiedonsiirron automaatiassa kenttälaitteiden ja ohjausjärjestelmien välillä. Modbus-protokolla on helppo ottaa käyttöön ja se on luotettava ja laajasti yhteensopiva eri laitteiden kanssa. Modbus-protokollasta on kaksi eri versiota: Modbus RTU (sarjaliikennepohjainen) ja Modbus TCP/IP (Ethernet pohjainen). Modbus on laajasti käytössä teollisuus- ja kiinteistöautomaatiassa. Tämä kommunikointiprotokolla on hyvin joustava eri tiedonsiirtoympäristöihin eikä vaadi monimutkaista ohjelmointia käyttöönoton yhteydessä. Protokollan tiedonsiirtonopeus ja turvallisuusominaisuudet ovat kuitenkin rajoittuneita verrattuna nykyaikaisempiin protokolleihin. (Wago 2024.)

4.4 CANopen

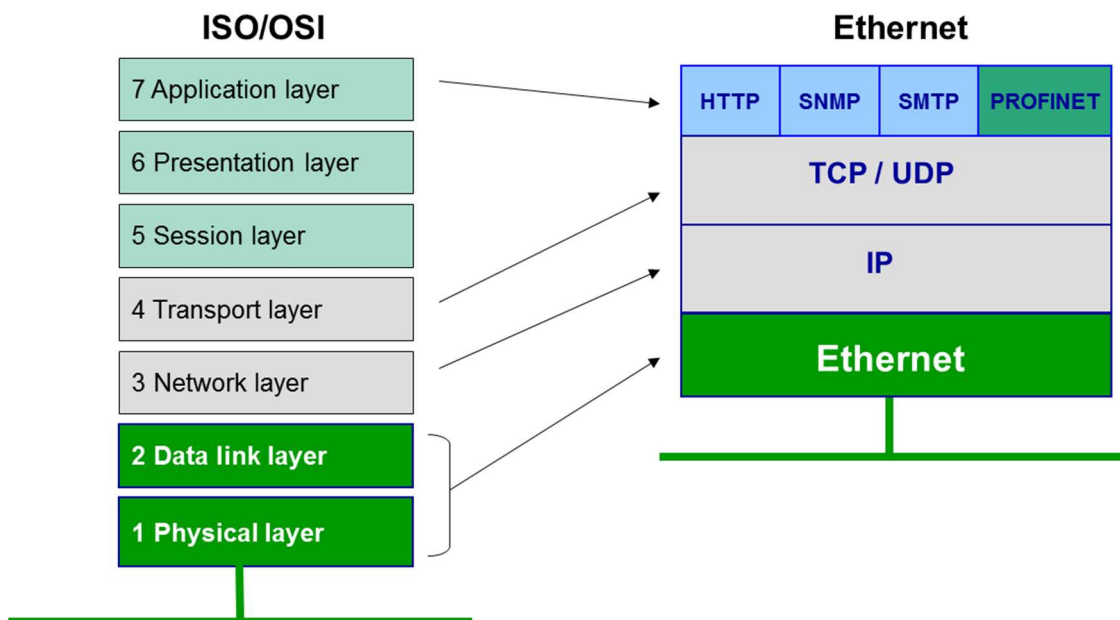
CANopen perustuu CAN-protokollaan (Controller Area Network). Protokolla tukee useita verkkomalleja ja topologioita, mikä tekee siitä joustavan ja helposti laajennettavissa olevan verkon. CANopen on avoin ja standardoitu protokolla, joka tukee monimutkaisia automaatiosovelluksia. Protokolla onkin spesifisti suunniteltu teollisuusautomaation, erityisesti kenttälaitteiden kuten antureiden, toimilaitteiden ja logiikoiden välisten viestien ja tiedonsiirron hallintaan. Vaikka CANopen on luotettava ja nopea, sen kaistanleveys ja turvallisuus on rajallinen verrattuna Ethernet-pohjaisiin protokolleihin. (Falch 2022.)

4.5 Profinet

Profinet-protokolla on TCP/IP-pohjainen teollisuuden tarpeisiin kehitetty väyläliikennöinti-protokolla. Profinetin kehitystyö alkoi tarpeesta parantaa tietoliikenteen tehokkuutta. Kenttälaitteiden mikroprosessoriteknikan tuoman digitalisaation ja laitteilta saatavan tiedon lisääntyessä on keskitytty tiedonsiirron tehokkuuteen ja aikakriittisyyteen. Profinetin kaltaisella menetelmällä verkkoon kytketyiltä laitteilta saadaan tehokkaasti reaaliaikaista tietoa, jota voidaan käyttää laadunparantamiseen tuotannon eri vaiheissa. (PROFINET University 2024.)

Profinet-väyläratkaisulla datan siirtäminen laitteiden välillä tapahtuu osoitepohjaisesti. Laitteet voivat olla ohjelmoitavia logiikoita, itsenäisiä järjestelmiä, ohjelmoitavia automaattisia säätimiä tai laitteita. Laitteistoa voivat olla esimerkiksi konenäkölaitteistot, I/O-yksiköt, RFID-lukijat, taajuusmuuttajat, prosessin instrumentit tai muut älykkäät laitteet. (PROFINET University 2024.)

Profinet käyttää Ethernet-pohjaista mallinnusta, jossa tiedonsiirto jaetaan seitsemään eri tasoon. Profinet käyttää ensimmäistä, toista ja seitsemättä tasoa tiedonsiirtoon reaaliajassa. Ensimmäinen ja toinen taso muodostavat alimman eli Ethernet-tason. Seitsemäs taso on sovellustaso. Kolmas taso kuuluu IP:lle eli Internet protocolille, ja neljäs taso TCP:lle eli Transmission protocolille. Reaaliaikainen tiedonsiirto toteutetaan ensimmäisen, toisen ja seitsemännen tason kesken. Diagnostiset sekä konfigurointitoiminnot tapahtuvat neljännellä ensimmäisellä tasolla ja seitsemännellä tasolla. Teollisen Ethernetin määritykset ovat standardissa IEEE802.3. Standardissa on määritelty ISO/OSI-vertailumalli. (KUVA 4.) Teollisen Ethernetin kaapelit, kytkimet ja päätelaitteet voivat sijaita kohteissa, joissa voi esiintyä tärinää, sähkömagneettisia häiriöitä, öljyisiä höyryjä tai äärimmäisiä lämpötiloja. Profinet-laitteiden komponentit on suunniteltu tarpeeksi lujiksi kestäämään teollisuuden välillä jopa ankaria olosuhteita. (Henning 2015.)



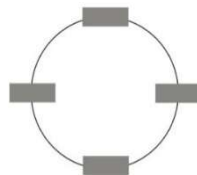
KUVA 4. ISO/OSI-mallin soveltaminen Ethernet-käytössä (Henning 2015.)

5 VÄYLÄTOPOLOGIAT

Väylätologiaksi kutsutaan tapaa, jolla laitteet on liitetty niitä yhdistävään verkkoon. Tämä verkko määräytyy usein tarpeen, luotettavuuden, laitteiden sijainnin ja verkon rakentamisen hinnan perusteella. Kenttäväylän laitteiden liitäntä voi olla fyysisesti rengasmainen, puumainen, haaroitettu tai tähtiverkko. Monissa kenttäväylätyypeissä vaaditaan vielä päättyvälle verkolle päätevastus verkon signaalien heijastuksen estämiseksi. (ST-käsikirja 21 2022.)

5.1 Rengastopologia

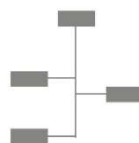
Rengastopologiassa (KUVIO 2) jokainen verkkoon liitetty laite on yhteydessä kahteen muuhun viereisessä olevaan laitteeseen. Topologian etuna on kustannustehokkuus. Laitteet toimivat itsessään verkon toistimina ja vahvistavat signaalia ja lähettävät sen seuraavalle laitteelle. Riippuen käytetystä kenttäväylästä verkon katketessa yhdestä kohtaa toimii laitteiden kommunikointi vielä ehjän verkon suuntaan. Mikäli verkko katkeaa kahdesta kohtaa, putoavat väylästä kaikki ne laitteet, joita ovat väyläkatkosten välissä. (Celduc relais 2024.)



KUVIO 2. Rengasverkkomainen topologia (Celduc relais 2024.)

5.2 Puutopologia

Puutopologian (KUVIO 3) väyläratkaisussa on etuna muuntojoustavuus. Väylälaitteiden ryhmät kaapeloidaan oksamaiseen muotoon, jolla saadaan hallittua väyläverkkoa osio kerrallaan. Tässä ratkaisussa säästetään kustannuksia myös kaapeloinnissa. (ST-käsikirja 21 2022.)



KUVIO 3. Puutopologia (Celduc relais 2024.)

5.3 Ketjumainen topologia

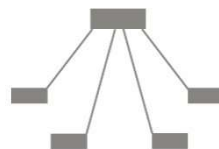
Ketjumaisessa väyläratkaisussa (KUVIO 4) laitteet ketjutetaan suoraan toisiinsa jatkumaan yhtenä laiteketjuna. Tämän topologian heikkoutena on mahdollisuus väylän katkeamiseen, joka aiheuttaisi verkon loppupään täydellistä eristäytymistä muusta väyläverkosta. (ST-käsikirja 21 2022.)



KUVIO 4. Ketjumainen verkkotopologia (Celduc relais 2024.)

5.4 Tähtiverkko

Tähtiverkko (KUVIO 5) on rakennettu siten, että verkon jokainen laite on kaapeloitu yksittäin verkkokytkimelle. Tämä verkkoratkaisu tarjoaa parhaimman luotettavuuden verkon ylläpitämiseksi. Väyläkaapeloinnin katketessa poistuu verkosta vain yksi laite vaikuttamatta muiden laitteiden toimintaan. Tämä väylätopologia on toimintavarmoin ja se on myös investointikustannuksiltaan suurin toteuttaa. Ainoana heikkoutena on verkkokytkimen rikkoontuminen, jolloin verkosta tulee toimintakyvytön. (ST-käsikirja 21 2022.)



KUVIO 5. Tähtiverkko (Celduc relais 2024.)

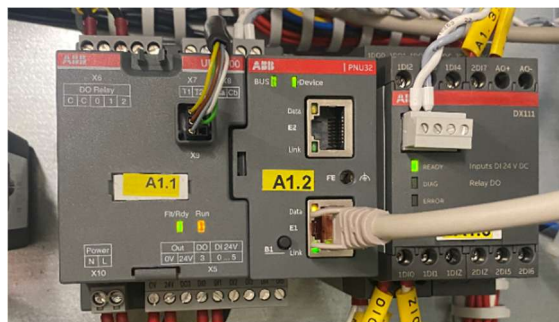
6 ÄLYKÄS ABB UMC 100.3 -MOOTTORIOHJAIN

Universal Motor Controller 100.3, eli ABB:n älykäs moottoriohjain, tarjoaa älykästä moottoriohjausta, suojausta ja vikadiagnostiikkaa samasta laitteesta. Moottoriohjaimen on saatavilla hyvin liitäntöjä, ja se on suunniteltu vastaamaan teollisuuden kommunikointitarpeita kenttäväylän ja teollisen Ethernetin osalta. Moottoriohjain on modulaarinen ja laajennettavissa oleva moottorien hallintajärjestelmä. Sen tehtävänä on suojata ja ohjata moottoria. (Viljanen 2024.)

Etuna moottoriohjaimen asennuksessa ja käytössä on johdotusten vähäisyys. Tällä säästetään asennus- ja huoltoaikoja, koska varaosat voi vaihtaa ja korvata nopeasti. Moottoriohjaimella saadaan prosessien käyttökatojen ajat minimiin ja säästetään kustannuksissa. Moottoriohjaimesta saadaan myös kunnonvalvontadiagnostiikkaa, jolloin voidaan ennakoida mahdolliset huollon tarpeet. Moottoriohjain on suunniteltu yksi- ja kolmivaiheisille sähkömoottoreille. Moottorien nimellisvirtojen tulee olla välillä 0,24-63A. Suojaus- ja laukaisuluokat ovat EN/IEC 60947-4-1- standardin mukaiset. Moottoriohjainta on mahdollista käyttää itsenäisenä elementtinä tai liittää moottoriohjain kenttäväylään. (Viljanen 2024.)

UMC 100 -pääyksikössä on kuusi tuloliitintä, kolme relelähtöä ja yksi transistorilähtö. Ohjaustavaksi on myös mahdollista liittää lisämoduuli kenttäväyläohjausta varten. Opinnäytetyön projektissa moottoriohjain liitetään Profinetin avulla ABB:n system 800xA-prosessijärjestelmään. (KUVA 5.)

Moottoriohjaimesta saadaan kerättyä ja hyödynnettyä suuri määrä dataa verrattuna vanhoihin moottorin ohjauslaitteisiin, jolloin jokaiselle toiminnolle ja mittaukselle olisi moottorilähdöllä oltava oma komponenttinsa.



KUVA 5. Opinnäytetyössä olevassa keskuksessa oleva UMC-moottoriohjausyksikkö, johon on liitetty profinet -moduuli PNU32 ja I/O-lisäyksikkö DX111 parikaapelilla.

6.1 Ohjaussovellukset

UMC100:ssa on sisäänrakennettuna ohjaustoimintoja, jotka ovat valmiina vakiosovellutuksia varten. Vakiosovelluksina on Transparent, suora käynnistys, suunnanvaihto, tähti- ja kolmiokäynnistys, Dahlander- kytkentä ja kaksinopeusmoottorien ohjaukset. Moottoriohjaimella on sovellus myös moottoriventtiilin ajamiseksi. Esimerkiksi Transparent-toiminossa moottoriohjain toimii kuin I/O-moduuli sisäänrakennetulla ylivirran valvonnalla. Ulostulot DO0-3 ja sisääntulot DI0-DI5 ovat suoraan yhteydessä kenttäväylään ja toimivat itsenäisesti riippumatta kuormituksen tasosta. (Viljanen 2024.)

6.2 Suojaus

Moottoriohjaimen suojausfunktiot voidaan asettaa aktiiviseksi tai pois käytöstä. Aktiivisena ollessaan voidaan hälytystoimintoja valita käyttöön, jolloin saadaan aikaiseksi hälytyksiä tai laukaisuja. Ylikuormitussuojat ovat parametreista ainoat, jotka ovat toiminnassa ja aktivoivat laukaisun. Tietyt suojausten parametrit ovat toiminnassa käynnistyksen aikana ja osa vasta käynnistyksen jälkeen. Osalle suojausien funktioille voidaan parametroida laukaisukäyrään viivettä. Näitä toimintoja ovat ali- ja ylivirtatilanteet sekä vaiheiden epätasapaino. Moottoriohjausyksikkö saa jännitemoduulista pääjännitteen ja vaihekulman. Näiden avulla moottorinohjausyksikkö osaa laskea kulutetun tehon ja energiankulutuksen. Näiden mittausten pohjalta voidaan määrittää lisää suojaustoimintoja eri tilanteisiin, kuten ali- ja ylijännitteet, jännitetasojen epätasapaino, jännitteenalenema, tehokertoimen muutokset ja pätötehoon perustuva suojaustoiminto ali – ja ylikuormitukselle. Sisäänrakennetun virtamittauksen perusteella voidaan suojaustoimintointa käyttää ali- ja ylivirtasuojasta jumiutuneelle moottorille, vaihevirtojen epätasapainoille, vaihekatkoksille, maavuotovirroille, maasululle ja termistorisuojaukselle. Nämä kaikki suojausten liittyvät tiedot on mahdollista näyttää moottoriohjaimen paikallisessa paneelissa tai viedä kenttäväylän kautta prosessinohjausjärjestelmään. (Viljanen 2024.)

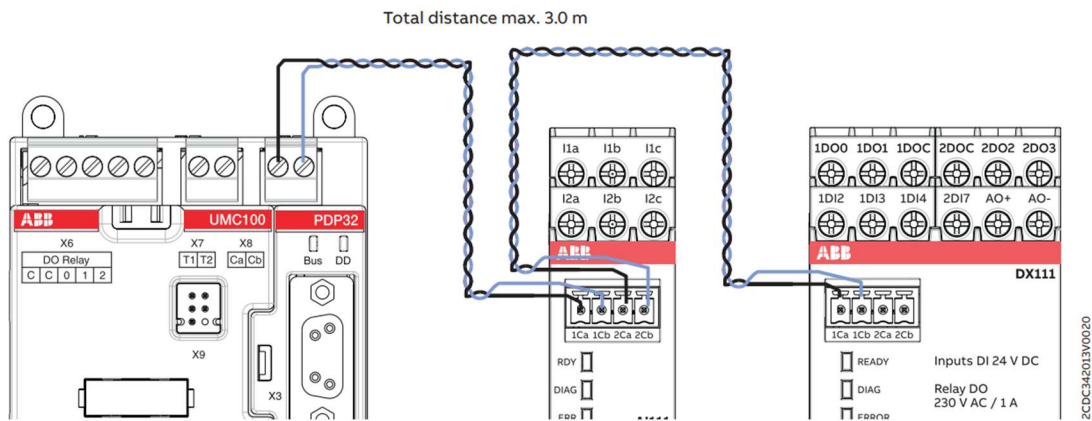
6.3 Laajennettavuus

UMC100-moottoriohjaimen on mahdollista lisätä ominaisuuksia ja toimintoja laajennusmoduulien avulla. Laajennusmoduuleita on erilaisia, kuten tiedonsiirtomodula, analoginen / lämpötilamoduuli, I/O-moduuli ja jännitemoduuli. Tiedonsiirtomodula lisätään UMC-perusmoduulin kylkeen kiinni, tiedonsiirtomodulaalle varattuun liitinpaikkaan. Tiedonsiirtomodula sisältää mallin mukaan tiedonsiirron

seuraavien protokollien välillä: Profibus DP, DeviceNet, Modbus RTU, Modbus TCP, Profinet, Ethernet/IP. I/O-moduulin avulla saadaan kahdeksan parametroitavaa digitaalituloa, neljä potentiaalivapaata relelähtöä sekä yksi säädettävä analoginen lähtökanava. (Viljanen 2024.)

Tulot ja lähdöt ovat vapaasti konfiguroitavissa eri toimintoja varten. Jännitemoduulin avulla voidaan moottoriohjaimen ominaisuuksia laajentaa mittaamalla pääjännitettä, tehoa, tehokerrointa, särökerrointa ja energiaa. Jännitemoduulissa on lisäksi myös yksi vapaasti käytettävissä oleva relelähtö. Analoginen moduuli sisältää kolme analogista tuloa, jotka ovat konfiguroitavissa eri lämpötila-anturityypille tai vakiosignaaleille. (Viljanen 2024.)

Laajennusmoduulit on mahdollista liittää eri paikkaan kuin itse moottoriohjain. Tähän käytetään kierrettyä parikaapelia alla esitetyn kuvan (KUVIO 6.) mukaisesti. Ainoana rajoituksena moduulin erillis-sijoittelussa on kuitenkin, että parikaapelin pituus ei saa ylittää kolmea metriä. Laajennusmoduulit tarvitsevat myös 24V:n DC- syöttöjännitteen. UMC100:lle voidaan liittää monikielinen LCD-paneeli, josta voidaan lukea moottoriohjaimen asetettuja laskenta- ja mittaustietoja, muuttaa ja asettaa parametreja sekä ohjata moottoria. LCD-paneelia ei välttämättä tarvitse pitää moottoriohjaimessa kiinni, vaan se voidaan myös kaapeloida ja asentaa paneelisarjalla esimerkiksi keskuksen moottorilähtökennon kansiluukkuun. (ABB 2015 a, 8.)



KUVIO 6. Parikaapeliliitos laajennusmoduulien välillä. (ABB installation manual)

7 ETÄKÄYTTÖSOVELLUS FIM ABB UMC

ABB Field Information Manager, eli FIM, on konfigurointi- ja diagnostiikkasovellus kenttälaitteille pääsääntöisesti prosessiteollisuudessa. Ohjelma perustuu Field Device Integration tekniikkaan ja on varustettu suorituskykyisellä käyttöliittymällä ja sovellukselle edistyksekkäällä laitehallinnalla. Ohjelma tarjoaa online- ja offline- konfiguroinnin, joten muutoksia ja parametrinteja voidaan tehdä valmiiksi muistiin moottoriohjaimille ennen kommunikointia moottoriohjaimen kanssa. Mikäli sovelluksessa luodaan projekti on sen alle mahdollista liittää enintään 2500 yhdistettävää laitetta. (ABB FIM 2015 a, 3.)

Tietokonesovellusta asennettaessa on asennettava myös ABB:n UMC- laitepaketti tietokoneelle. Sovelluspaketin mukana asentuu automaattisesti kolme protokollaa Windows käyttöjärjestelmällä varustettuun koneeseen. Näistä kaksi kommunikointiprotokollaa toimii UMC100.3 moottoriohjaimen kanssa. Nämä protokollat ovat Profibus FDI ja UMC-serial USB. Kolmas kommunikointiprotokolla on HART FDI. Tämä kuitenkin tarvitsee saman kommunikointiportin kuin sarjaliikennekommunikointi, joka voi häiritä liikennöintiä UMC- moottoriohjaimen kanssa. HART FDI- protokolla suositellaankin ottamaan pois käytöstä sovelluksen asetuksista. (ABB FIM 2015 a, 6–10.)

Profibus- kommunikoinnin käyttäminen vaatii ABB:n oman UTP22-FBP.0 -kommunikointityökalun. Kommunikointityökalu liitetään UMC100.3 Profibus- liikennöintikorttiin asianmukaisilla Profibusliitimillä ja profibusliikennöintiin tarkoitettulla kaapelilla. (KUVA 7.)

Kytcentöjen jälkeen voidaan avata FIM UMC- tietokonesovellus ja kommunikointitavaksi valitaan Profibus FDI communication. Tämän jälkeen valitaan sovelluksesta hardware scan -toiminto, jolloin sovellus alkaa etsimään Profibusverkkoon liitettyjä laitteita. Aina uuden laitteen asennuksen jälkeen on hardware scan -toiminto suoritettava uudelleen laitteiden löytymiseksi. UTP22-FBP.0- kommunikointimoduuli voi toimia Profibusverkossa master -protokollalla tai rinnakkain jo olemassa olevan master laitteen kanssa. Parametreiltaan kommunikointimoduuli on asetettava verkon vaatimusten mukaisesti aikaansaadakseen onnistuneen yhteyden jo olemassa olevaan verkkoon. Moduulilla on kuitenkin oltava eri osoite Profibusverkossa kuin muilla verkkoon liitetyillä laitteilla. (ABB 2015 b, 17.)



KUVA 6. ABB:n kommunikointityökalu Profibus-liikennöintiin UTP22-FBP.0

PtP-kommunikointiprotokolla, joka saadaan muodostettua PC:n ja moottoriohjaimen välille USB-kaapelilla. USB-kaapeli kytketään moottoriohjaimen käyttöpaneelin USB-porttiin. Soveltuva kaapeli paneelille on B-tyyppin micro-USB. Tämän jälkeen on ABB FIM -ohjelmasta valittava oikea kommunikointiprotokolla. Sovellus tunnistaa käytetyn kommunikointiportin ja alkaa automaattisesti etsiä yhdistettäviä laitteita. (Viljanen 2024.)

Vianhaku voidaan hoitaa myös ilman PC:tä. LCD-näytössä on selkokieliset selosteet. LCD-näytöllä on käytännölliset laskurit esimerkiksi huoltojen suunnitteluun. Näytöltä on saatavissa näkyville myös käyttötunnit, käynnistyskerrat, käynnistyksen kesto ja vikahistoria. Vikadiagnostiikassa LCD-näytöltä pystytään määrittelemään vaihevahti, vinokuorma, jumisuoja sekä ali- ja ylikuorman asetukset.

ABB FIM -sovelluksella päästään konfiguroimaan moottoriohjainta etäkäyttöpisteestä sekä tekemään kunnonvalvontaa Profinet- tai Profibus-yhteyden välityksellä. FIM-sovelluksen näkymässä saadaan käyttäjäystävällinen näkymä moottorin parametreista, käynnistyskerroista ja vikahistoriasta. (LIITE 1.)

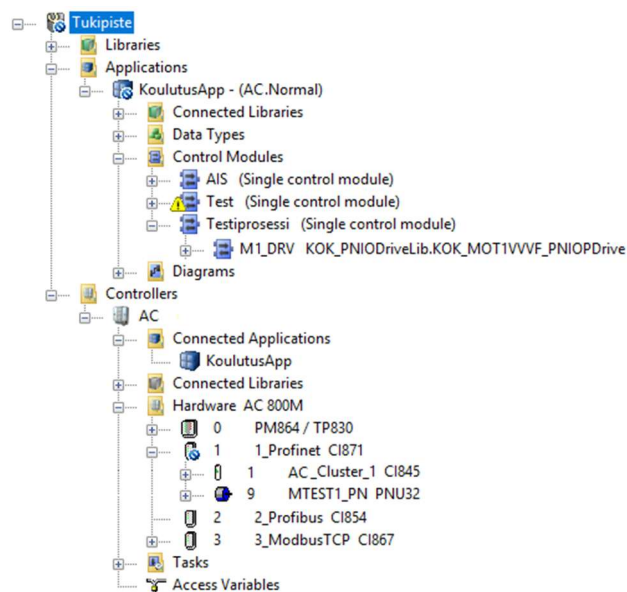
Moottoriohjaimen ollessa liitettynä Profinet-yhteyden välityksellä voidaan käyttäjän halutessa kaikki moottoriohjaimelta saatava diagnostiikka tuoda kenttäväylän välityksellä automaatiojärjestelmään. Mittauksista valitaan vain tarvittavat tiedot ja tuodaan nämä automaatiojärjestelmään. (Viljanen 2024.)

8 JÄRJESTELMÄLIITYNTÄ

Opinnäytetyössä olevaan ohjauskeskukseen väylätopologiana käytettiin tähtiverkkotopologiaa sen toimintavarmuuden vuoksi sekä moottoriohjaimien läheisten sijaintien vuoksi. Kommunikointiprotokollaksi moottoriohjaimen ja järjestelmän välille oli valittu Profinet-protokolla.

Moottoriohjaimen liittäminen osaksi ABB 800xA-automaatiojärjestelmää tapahtuu Control Builder M-sovelluksen kautta. Käynnistetään Control Builder M -sovellus ja avataan tai luodaan uusi projekti. Projektipuun alta löytyy ohjelmakirjastot -valikko. Ohjelmakirjastoista löytyy Hardware-osio, jonka valitsemalla voidaan lisätä uusi kirjasto. Käytettävissä olevista ohjelmakirjastoista valitaan moottoriohjainta koskeva PNQ_V23 1.0.0 -kirjasto. (KUVA 7.)

Seuraavana toimenpiteenä lisätään PNQ-yksikkö Profinet -moduuliin. Tämä valinta tehdään Controllers-alavalikon kautta. Kun Profinet-moduuliin on lisätty PNQ-yksikkö, voidaan tämän asetukset avata ja aloittaa yksikön konfigurointi. Asetetaan aseman nimi, IP-osoite, aliverkon peite sekä muut reitittimelle tarvittavat asetukset. Näiden parametrien ollessa asetettuina voidaan lisättyyn PNQ-yksikköön lisätä laite insert unit -toiminnolla. Valinnaksi laitetaan opinnäytetyötapauksessa UMC100.3 -yksikkö. Valitun yksikön parametrilohkoon voidaan nyt tehdä tarvittavat muutokset moottorikohtaiseen ohjaukseen. Parametriasetteluun jälkeen muutokset talletetaan ja ladataan ABB 800xA -ohjaimelle. (KUVA 7.) (ABB 2016, 4.)



KUVA 7. Control Builder M-sovelluksen hardwarenäköymä

Opinnäytetyössä ennen varsinaista moottoriohjaimien lisäystä prosessiin tehtiin väyläliitännälle erillinen järjestely. Profinet-liitäntä moottoriohjainyksiköihin järjestettiin erillisten kytkinporttien kautta ABB:n prosessijärjestelmän Profinet-CI871 -kortille. Järjestely suoritettiin laitteiston koestamiseksi ja ohjelmafunktioiden luomiseksi ennen varsinaista prosessiliityntää. UMC-yksikön ollessa liitettynä Profinet-verkkoon pystytään ABB 800xA Profinet -kortilta käynnistämään selainpohjainen verkkosivu. Sivulle siirryttäessä aloitetaan Profinet-verkon luenta verkkosivun kautta. Uuden moottoriohjausyksikön kytkeytyessä verkkoon näkyy yksikön IP-osoite tehdasasetusten jäljiltä muodossa 0.0.0.0. Yksikölle voidaan asettaa nimi, jo ABB:n control builder -ohjelmassa annetulla nimellä, jolloin yksikkö hakee Profinet-kortilta annetun nimen perusteella itselleen uuden IP-pohjaisen osoitteen. (TAULUKKO 1.)

Parameter	Value	Type	Unit	Min	Max
Station Name	mtest1	string			239
IP Address		string			15
Subnet Mask		string			15
Default Gateway		string			15
Interval Time Inputs	32 ms	enum			
Input-Watchdog Intervals requested	9	dint		3	1920
Input-Watchdog Intervals calculated	9	dint		3	1920
Interval Time Outputs	32 ms	enum			
Output-Watchdog Intervals requested	9	dint		3	1920
Output-Watchdog Intervals calculated	9	dint		3	1920
Write FBP Blockparameters	Disabled	enum			
Expected FBP Address	1	dint		0	255
SNTP Server Address First octet		dint		0	255
SNTP Server Address Second octet		dint		0	255
SNTP Server Address Third octet		dint		0	255
SNTP Server Address Fourth octet		dint		0	255
Diagnosis Model	Standard	enum			
Enable NTP Client	Disable	enum			
Enable Modbus Server	Disable	enum			

TAULUKKO 1. Control Builder M-sovelluksen hardware settings-osio

Mahdollisuuksia UMC-moottoriohjausyksikön käyttöönottamiseksi oli käytössä kaksi vaihtoehtoa. Ensimmäinen vaihtoehto oli konfiguroida ABB 800xA:n control builder-sovelluksella UMC Profinet-node, jossa parametrit näyttyvät listamuodossa konfiguroijalle. (TAULUKKO 2.)

Parameter	Value	Type	Unit	Min	Max
Setting le 1 [0.01A]	100	dint		24	320000
Setting le 2 [0.01A]	100	dint		24	320000
YD Starting Time [0.1s]	600	dint		10	36000
Current Factor [%]	100	dint		2	64000
Cooling Time [s]	120	dint		30	64000
Earth Flt Trip Level [%]	255	dint		20	255
Earth Flt Trip Delay [0.1s]	5	dint		0	255
Language	Finnish	enum			
Rev Lock-Out Time	1	dint		1	255
Fault Output	Off	enum			
Trip Class	Class 10	enum			
Low Curr Warn Level [5%]	1	dint		0	20
Low Curr Trip Level [5%]	0	dint		0	20
High Curr Warn Level [5%]	30	dint		20	160
High Curr Trip Level [5%]	20	dint		20	160
Locked Rotor Level [5%]	88	dint		20	160
Locked Rotor Delay [0.1s]	5	dint		0	255
Custom App Parameter	0	dint		0	255
Multif In 0	Off	enum			

TAULUKKO 2. Control Builder M-sovelluksen hardware parameters näkymä

Tämän toiminnon avulla voidaan Profinet-yhteyden kautta ladata parametrintiedot moottoriohjaimelle. Suoraan Profinet-yhteyden välityksellä parametrintointi on kuitenkin osin puutteellista puuttuvien parametrintivalintojen takia. Parametristauksessa ei ole listattuna kaikkia parametreja, joita moottoriohjainyksikölle voidaan asettaa. Suoraan ABB 800xA:n kautta ohjelmointi on kuitenkin täysin riittävä moottoriohjaimen täyden toiminnan takaamiseksi. Tämä toiminto ei vaadi ylimääräisiä kustannuksia moottoriohjaimen konfiguroimista varten. (TAULUKKO 3.)

Name	Data Type	Initial Value	Parameter	Start #/Attrib	Director	Description
1 Name	string[20]	'_Name'	'M1_DRV'		in	INIT: Tag name of the serial object (. - ok, no blanks allowed!)
2 Motor_Name	string[24]	'Name'	'M1'		in	INIT: Tag name of the motor (. - ok, no blanks allowed!)
3 Description	string[40]	'Description'	'Tukipiste testip		in	IN: Description text of the motor
4 DrvSelector	bool	0	true		in	IN: Drive selector. 0=ACS880, 1=Vacon 100
5 IO	MOT1VVVFData	default	IO.Testiprocess		in_out	IN/OUT: MOT1VVVFData Variable
6 IOInterface	PNIODriveInterface		IO.MOT.M1		in_out	IN/OUT: Interface Variable
7 SPExtRef	LoopControlData	default			in	IN(OUT): External Setpoint Connection from Controller
8 AllowOrdToIO	bool	1			in	IN: Allow Ord to IO. Used for valve opening before start etc.
9 EnRemFaultReset	bool	true			in	IN: Enabling of fault reset pulse to reset faults in Drive
10 FreezeBusAtError	bool	false			in	IN: Freeze Statusword at bus connection error
11 SpeedRef_Min	real	0			in	INIT: Speed Reference Scaling Parameter Range.
12 SpeedRef_Max	real	100			in	INIT: Speed Reference Scaling Parameter Range Max.
13 SpeedRef_Unit	string[5]	'%'			in	INIT: Speed Reference Scaling Parameter Unit.
14 SpeedRef_Fraction	dint	0	1		in	INIT: Speed Reference Fraction (Number of Decimals).
15 ExternalSPLimits	bool	false			in	IN: if true, SetpH, SetpL are controlled from the application, if false from
16 SetpH	real	100			in	COLD INIT: initial Setpoint high limit
17 SetpL	real	0			in	COLD INIT: initial Setpoint low limit
18 ExternalStartSpeedSP	bool	false			in	IN: if true, StartSpeedSP is controlled from the application, if false from
19 StartSpeedSP	real	0			in	IN: SpeedSP when starting the drive
20 RFSonSigErr	bool	true			in	IN False: If true, the drive remains Ready for Start even if SpeedSp Sig
21 Stw	STWData	default			in_out	IN/OUT: Connection to control module STW (startwarning)
22 Group	GrpDrvCon	default			in_out	IN/OUT: Connection to control module GROUP (sequence)
23 GrpStartStep	dint	cBMI.DINT_0			in	IN: Start step no 1..999, if set to 0 -> not part of group sequence
24 GrpStopStep	dint	cBMI.DINT_0			in	IN: Stop step no 1001..1999, if set to 0 -> not part of group sequence

TAULUKKO 3. Control Builder M sovelluksen connection parameters-osio

Seuraavana vaihtoehtona oli ABB:n FIM UMC -sovellus, joka toimii saman Profinet-verkon yli, mutta vain erillisen sovelluksen kautta. Sovellus tarjosikin paremman visuaalisen näkymän moottoriohjaimen

parametroimiseen ja ohjaamiseen. FIM-sovellus soveltui tehtaan tarpeisiin paremmin. Sovelluksen va-
 kituisella käyttönotolla tähdätään tulevaisuuden laitehankintoihin, jolloin voidaan vaivattomasti lisätä
 moottoriohjaimia tehtaan Profinet-verkkoon. Sovellus myös tarjoaa kunnossapitohenkilöstölle parem-
 man yleiskuvan verkossa olevien moottoreiden toiminnasta, vikatiloista ja huollon tarpeista. Sovellus
 tarjoaa myös reaaliaikaiset parametrien muutokset kenttälaitteille, jolloin saadaan nopeasti muutettua
 moottoriohjaimen parametreja prosessin tarpeen mukaan. (LIITTEET 1, 2, 3)

Koestuksen ajaksi laitettiin yksi moottoriohjausyksikkö ohjaamaan sähkötilaan sijoitettua pienempää
 kolmevaihdemoottoria. Moottoria ohjaamalla saatiin reaaliaikaisesti koestettua ohjaimen toiminta ja
 ohjaukset sekä paneelilta että järjestelmästä Profinet-verkon yli. Näin voitiin varmistua parametroiden
 ja kommunikoinnin toimivuudesta. Moottoriohjaimelta haluttiin prosessijärjestelmään väyläver-
 kon yli tuoda vika- ja käyntidiagnostiikkaa myös prosessia ajaville henkilöstöille. Muuttujina tuotiin
 Control Builder M -sovelluksen kautta halutut muuttujat moottoriohjaimen parametreista. (TAU-
 LUKKO 4.)

Channel	Name	Channel Value	Forced	Variable Value	Variable
IW1.9.1.1	Monitoring Word 1		<input type="checkbox"/>		KoulutusApp.IO.MOT.MTEST1.In.StatusWord1
IW1.9.1.2	Monitoring Word 2		<input type="checkbox"/>		KoulutusApp.IO.MOT.MTEST1.In.MotorCurrent
IW1.9.1.3	Monitoring Word 3		<input type="checkbox"/>		KoulutusApp.IO.MOT.MTEST1.In.ThermalLoad
IW1.9.1.4	Monitoring Word 4		<input type="checkbox"/>		KoulutusApp.IO.MOT.MTEST1.In.TimeToTrip
IW1.9.1.5	Monitoring Word 5		<input type="checkbox"/>		KoulutusApp.IO.MOT.MTEST1.In.TimeToRestart
IW1.9.1.6	Monitoring Word 6		<input type="checkbox"/>		
IW1.9.1.7	Monitoring Word 7		<input type="checkbox"/>		
IW1.9.1.8	Monitoring Word 8		<input type="checkbox"/>		KoulutusApp.IO.MOT.MTEST1.In.FaultWord1
QW1.9.1.9	Command Word 1		<input type="checkbox"/>		KoulutusApp.IO.MOT.MTEST1.Out.CommandWord1
QW1.9.1.10	Command Word 2		<input type="checkbox"/>		
QW1.9.1.11	Command Word 3		<input type="checkbox"/>		
QW1.9.1.12	Command Word 4		<input type="checkbox"/>		
QW1.9.1.13	Command Word 5		<input type="checkbox"/>		
QW1.9.1.14	Command Word 6		<input type="checkbox"/>		

TAULUKKO 4. Control Builder M Hardware status words-osio

9 POHDINTA

Spraykeskuksen uusinta ja käyttöönotto sujui yrityksen asettaman aikataulun mukaisesti. Moottoriohjaimien oikean toiminnan takaamiseksi ja koestamiseksi oli projektiin varattu kaksi päivää aikaa. Moottoriohjaimien käyttöönotto sujui varsin kivuttomasti ABB 800xA-prosessiaseman kautta. Yrityksellä oli ollut aikaisemmin kokeilussa yksi UMC-moottoriohjain kommunikoinnin testausta varten. Tästä syystä projektin alkaessa oli työryhmällä jo alustava käsitys kommunikoinnin toimimisesta ja parametrien asettelusta.

Moottoriohjaimien asennus oli spraykuivaimen ohjauskeskukselle oiva ratkaisu. Se tarjosi modernimman näkymän moottoriohjaukseen verrattuna vanhan malliseen sähkökeskuksessa olevaan moottori-kennorakenteeseen. Opinnäytetyössä moottoriohjaimia käytettiin pääsääntöisesti spraykuivaimen lämmitysvastusten älykkääseen ohjaamiseen. Käyttöönotossa huomattiin moottoriohjaimen toimivan hyvin myös täysin resistiivisen kuorman kanssa.

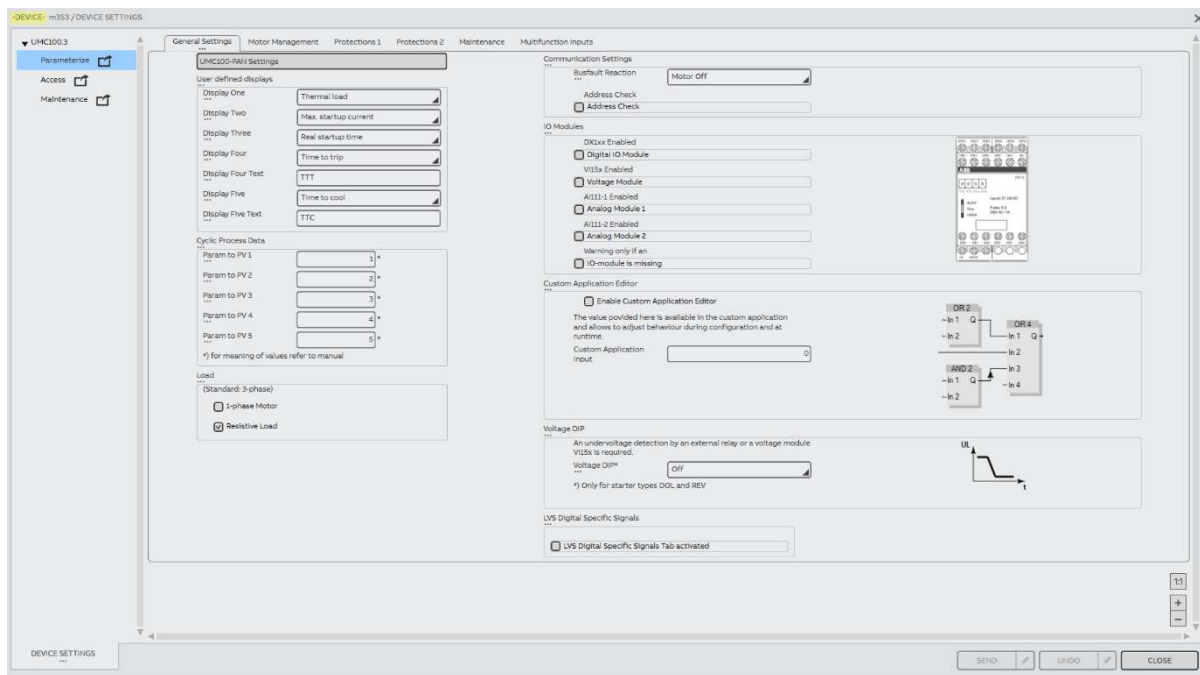
Käyttöönottoa helpotti huomattavasti oli ABB FIM-sovelluksen käyttö. Sovellus tarjosi huomattavasti selkeämmän näkymän moottoriohjaimen hallintaan ja parametrien asetteluun. Diagnostiikkaa voitiin hyvin hyödyntää prosessin aikaiseen moottoriohjaimen valvontaan. Sovelluksesta voitiin lukea myös moottoriohjaimen vikahistoria, mikäli tätä ei tuotu automaatiojärjestelmään. Sovelluksesta saatiin myös aseteltua oikeudet LCD-paneelin toiminnoille. Näin voitiin varmistua työn turvallisuudesta, ettei esimerkiksi väyläverkon ollessa aktiivisena pysty yksikään henkilö epähuomiossaan käynnistämään moottoria LCD-paneelin kautta.

Opinnäytetyössä havaittiin, että keskuksen modernisoinnilla saatiin aikaan kustannussäästöjä asennuksessa, parannettiin automaation tehokkuutta ja joustavuutta, sekä pystyttiin parantamaan laitteiston huoltovarmuutta. Opinnäytetyössä uusittu sähkökeskus toimi hyvänä esimerkkinä myös tulevaisuudessa uusittaville keskuksille.

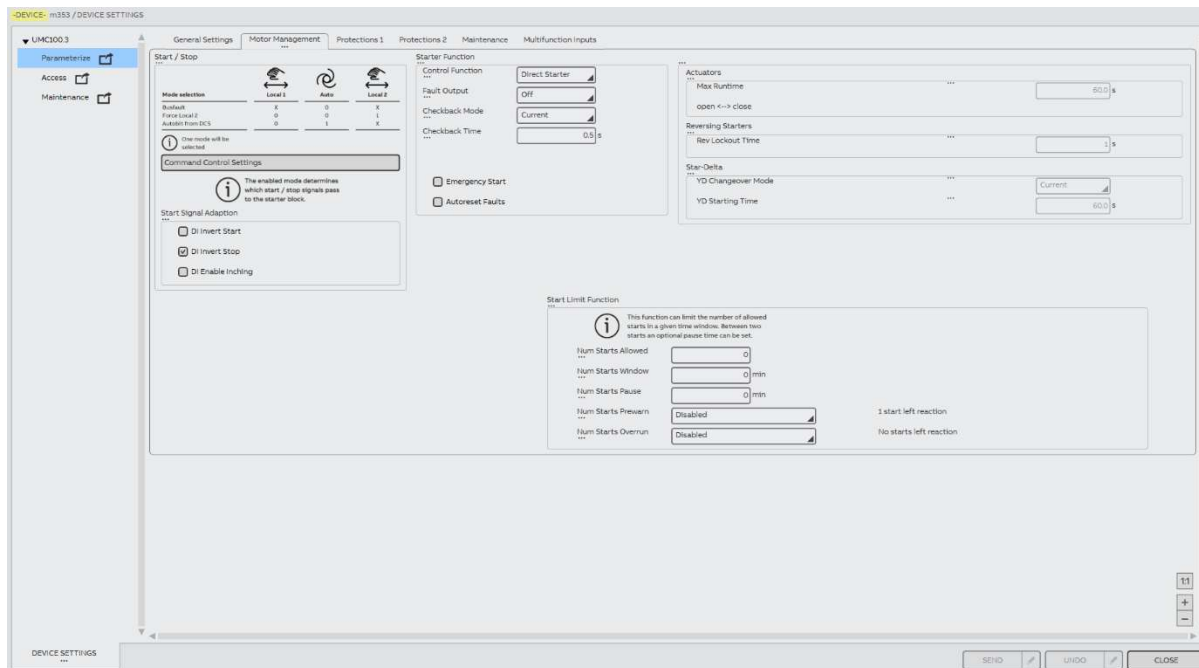
Opinnäytetyötä tehdessäni opin jäsentämään prosessin kulkua, aikatauluttamaan omaa työskentelyäni, sekä toimimaan muun työtiimin kanssa prosessin suunnitelman mukaisesti siten, että huolimattomuusvirheitä välttyttiin ja että työ saatettiin loppuun määräajassa.

Moottorikeskuksen uusinta tietyssä aikataulussa tuotannon ollessa pois käytöstä voi olla haastava toteuttaa, jos laitteiston käyttöönotto tai järjestelmien yhteensopivuutta ei ole esivalmisteltu riittävästi. Tässä työssä pystyin aikatauluttamaan työvaiheet ja valmistelemaan laitteiston käyttöönottoa varten. Näin pystyttiin varmistumaan siitä, että laitteiston asennus- ja käyttöönottoissa pysytään aikataulussa eikä spraykuivaimen suunniteltu käynnistyminen estyisi.

Laitteiston käyttö edellyttää huoltohenkilökunnalta kouluttautumista ja laitteistoon perehtymistä ennen sen käyttöä, jotta moottoriohjaimista saadaan mahdollisimman paljon hyötyä. Yritys kuitenkin näkee moottoriohjaimien käyttökoulutuksen osana kunnossapidon kehitysstrategiaa, jossa painotetaan vikoja ennakoivaan ja ehkäisevään toimintaan ja sen merkitykseen. Tämä toimintatapa tukee prosessin pitkäjänteistä kunnossapitoa ja lisää huoltovarmuutta. Tämä säästää yrityksen kustannuksia pitkällä aikavälillä ja tehostaa resurssien käyttöä.



FIM-sovelluksen moottoriasettelu perusnäky



FIM-sovelluksen moottorin hallinnan välilehti

DEVICE: m353 / DEVICE SETTINGS

▼ UMC300.3

Parameters
Access
Maintenance

General Settings Motor Management Protections 1 Protections 2 Maintenance Multifunction Inputs

Motor Current Measurement

Is1 130.00 A
Is2 0.50 A
Current Factor* 7750

*1: 2 to 5: Multiple loops
100: No loops; no ext. CT
>100: Ext. CT (e.g. 12500 -> 125.1)

Thermal Overload Protection

Trip Class Class A0

Thermal Load Warm Level 100 %

Cooling Behaviour after Thermal Overload Trip

Cooling Mode Time based

Fix cooling time 30 s

Thermal Restart Level 30 %

Current Protection

Blocked Rotor Trip Level** 800 % [I/ie]
Blocked Rotor Trip Delay 0.5 s

High Current Protection

High Current Trip Level (HCTL)** 800 % [I/ie]
High Current Trip Delay 0.5 s
High Current Warm Level (HCWL)** 150 % [I/ie]
High Current Warm Delay 0.5 s

** 800% = function is switched off

Low Current Protection

Low Current Trip Level (LCTL)*** 0 % [I/ie]
Low Current Trip Delay 0.5 s
Low Current Warm Level (LCWL)*** 50 % [I/ie]
Low Current Warm Delay 0.5 s

*** 0% = function is switched off

DEVICE SETTINGS

SEND UNDO CLOSE

FIM-Sovelluksessa oleva moottorisuojauksien asettelu- ja laukaisukäyrien hallintanäkymä

LÄHTEET

ABB 2015 a. *Technical description UMC 100.3*. Saatavissa: <https://library.e.abb.com/public/00c5e886fce94931a3a2f18627421813/2CDC135032D0203.pdf> . Viitattu 2.10.2024.

ABB 2015 b. *Installation instructions – UMC100.3 Universal motor controller*. Saatavissa: <https://new.abb.com/low-voltage/fi/tuotteet/moottoriohjaimet/umc>. Viitattu 8.10.2024.

ABB 2016. *Connecting a Profinet slave to 800xA*. Saatavissa: <https://library.e.abb.com/public/814bf9afab2940cfab12245d3ca374ba/2CDC119019M0201.pdf>
Viitattu 9.10.2024.

ABB 2019. *Manual FIM UMC edition*. Saatavissa: <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=2CDC135075M0201>. Viitattu 2.10.2024.

Anandharamkrishnan, C. & Ishwarya, S. P. 2015. *Spray Drying Techniques for Food Ingredient Encapsulation*. Newark: John Wiley & Sons, Incorporated. Saatavissa: <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.centria.fi/lib/cop-ebooks/detail.action?docID=2006102&query=Spray%20Drying%20Techniques%20for%20Food%20Ingredient%20Encapsulation>. Viitattu 23.9.2024.

Celduc Relais. 2024. *Fieldbuses: To a world of communication*. Saatavissa: <https://www.celduc-relais.com/en/fieldbuses-to-a-world-of-communication/>. Viitattu 23.10.2024.

Centria Ylivieska. 2024. *Perinteinen suuntaajatekniikka*. Luentomuistiinpanot.

Dixon, M. 2018. *What is Devicenet?* Saatavissa: <https://www.realpars.com/blog/devicenet>. Viitattu 2.1.2025.

Falch, M. 2022. *CANopen explained*. Saatavissa: <https://www.csselectronics.com/pages/canopen-tutorial-simple-intro>. Viitattu 2.1.2025.

Heinonkoski, R. 2013. *Kone- ja prosessiautomaation kunnossapito*. Helsinki: Opetushallitus.

Henning, C. 2015. *Beginners guide to PROFINET*. Saatavissa: <https://us.PROFINET.com/beginners-guide-PROFINET/>. Viitattu 24.9.2024.

Keminkangas, M. 2024. *Tämän haluat tietää erinlaisista sähkökeskuksista*. Utu Konserni. Saatavissa: <https://www.utugroup.com/fi/uutiset/taman-haluat-tietaa-erilaisista-sahkokeskuksista/>. Viitattu 3.1.2025.

Korpinen, L. 1998. *Sähkövoimatekniikkaopus*. Saatavissa: <http://leenakorpinen.com/fi/julkaisut/opetus-aineistoja> Viitattu 20.9.2024.

Mörsky, J.1992. *Relesuojaustekniikka*. Espoo: Otatieto Kustantamo.

PROFINET University. 2024. *What is Profinet*. Saatavissa: <https://profinetuniversity.com/profinet-basics/definition-profinet/>. Viitattu 24.09.2024.

Shine industry. 2024. *Mitä ovat kenttäväylä- ja kenttäväyläkaapelit*. Saatavissa: <https://fi.shineindustrygroup.com/whats-fieldbus-and-fieldbus-cables/>. Viitattu 2.1.2025.

Sähkötieto Ry, 2022. *Taloteknisten järjestelmien tiedonsiirto*, ST-käsikirja 21. Espoo: Sähkötieto Oy

Sähköturvallisuuslaki. 16.12.2016/1135. Saatavissa: <https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/2016/1135>. Viitattu 5.3.2025.

Viljanen, M. 2024. *ABB Käyttöönottokoulutusmuistiinpanot: UMC100.3 Edistynyt moottorin käynnistys ja valvonta*.

Wago. 2024. *Nopea tiedonsiirto automaatio- ja kenttälaitteiden välillä: MODBUS*. Saatavissa: <https://www.wago.com/fi/modbus>. Viitattu 2.1.2025.