



SAVONIA

PAIKALLISOHJAIN

Savonia Solutions Oy

TEKIJÄ/T:

Markus Riipi

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Automaatiotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Markus Riipi	
Työn nimi Savonia Solutions Oy: paikallisohjain	
Päiväys 5.2.2014	Sivumäärä/Liitteet 26+6
Ohjaaja(t) Jukka Kinnunen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia Solutions Oy, Teemu Riipi	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytteen aiheon Savonia Solutions Oy:n kanssa yhteistyössä rakentamani paikallisohjain. Ohjaimen tarkoitus on omien toimintamahdollisuuksien ja mahdollisen markkinoinnin lisäksi mainostaa yrityksen osaamista automaatiotekniikan alalla. Opinnäytetyö sisältää kokemuksia ohjaimesta ja sen rakentamisesta, paikallisohjaimen toiminnasta ja sen mahdollisuuksista. Tavoitteena oli rakentaa ja saada ohjain toimintakuntoon ja testata sitä ohjaamalla jotakin laitetta. Kaikki tavoitteet onnistuivat täydellisesti.</p> <p>Ohjaimen tarkoituksena on tehdä laitteiden, laitekokonaisuuksien ja teollisuusalueen koneiden hallinnastapaljon tehokkaampaa ja helpompaa. Paikallisohjainta voidaan tarjota esimerkiksi maatiloille, tehdasalueille, voimalateollisuudelle ja jopa yksityishenkilöille.</p> <p>Ohjaimen laitteisto koostuu logiikasta, kosketus/ohjauspaneelistä ja PC:stä. Paikallisohjain ohjaa laitteita kauko-ohjauksen avulla joko langallisen ethernetin tai langattoman yhteyden (GSM/GPRS) avulla.</p>	
Avainsanat Paikallisohjain	
Ohjain, hallinta, hallinnointi	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Automation Technology			
Author(s) Markus Riipi			
Title of Thesis Savonia Solutions Oy's Local Management System			
Date	5.2.2014	Pages/Appendices	26+6
Supervisor(s) Jukka Kinnunen			
Client Organisation /Partners Savonia Solutions Oy			
<p>Abstract</p> <p>The subject of this thesis is a local management unit built with the co-operation of Savonia Solutions Inc. The purpose of this local manager is to sell its own operational qualities and possibly market the company's knowledge on engineering and automation technology. This thesis includes information about my own personal experiences with the local management unit, about its operational qualities and about its usefulness for the industry. The idea was to build and then test the controller with a device. All the objectives were successfully met.</p> <p>The purpose of the local management system is to make managing of different kind of machines and devices easier and more effective. The local management system can be marketed, for example to farms, factories, power plant industry and even for certain private people.</p> <p>The local management system consists of CPU, touching panel and the PC. What these devices include is told in the "operointi" part of the thesis. The local controlling unit will give directions to devices with remote controlling, either using the ethernet or wireless (GSM/GPRS) technology.</p>			
Keywords Local management system, system			
Management, controller			

SISÄLTÖ	sivunumero
SELITTEITÄ	5
1 JOHDANTO	7
2 PAIKALLISOHJAIN JA TIEDONSIIRTO	8
3 PAIKALLIOHJAIMEN TOIMINTAKUVAUS	10
3.1 Keskusyksikkö	10
3.1.1 Ohjelmointiympäristö	13
3.2 Operointi	14
3.2.1 Kosketuspaneeli	14
3.2.2 PC/Tabletti	16
3.3 Muut laitteet	17
3.3.1 Paikallisohjaimen hälytin	17
3.3.2 Työasema ja Tietokanta	18
3.3.3 Muut laitteet	18
4 MOOTTORIN OHJAIN	19
4.1 Fyysinen liityntä	20
4.2 Tiedonsiirto	20
4.3 Toimintojen ohjelmointi	22
4.4 Operointi	24
5 LANGATON JA LANGALLINEN TIEDONSIIRTO	25
6 PAIKALLISOHJAIMEN HYÖTY TEOLLISUUDELLE	27
7 OMAT KOKEMUKSET	29
8 POHDINTA	31
LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	32

SELITTEITÄ

Bluetooth on lyhyen kantaman langaton tiedonsiirtotekniikka, jota voidaan käyttää tabletista tai kännykästä käsin. Bluetooth perustuu lyhyen kantaman radiotekniikkaa. (Wikipedia, Bluetooth)

CFC eli Continuous Function Chart on CoDeSysin käyttämä graafinen editori, joka käyttää sekvenssikaavio-ohjelmointia. (Codesys.com virallinen sivusto, 2013)

CoDeSys on 3S-Smart Software Solutionsin kehittämä ohjelmointiympäristö, jota käytetään yleisesti erilaisissa automaatio ja logiikkasovelluksissa. CoDeSys on laitteistoriippumaton ja se perustuu IEC61131-3 standardiin. (Codesys.com virallinen sivusto, 2013)

Control Builder Plus on ABB:n logiikansuunnitteluohjelma, joka perustuu CoDeSys ohjelmointiympäristöön.

Ethernet on lähiverkkotekniikka, jota tässä tapauksessa käytetään yhdistämään paikallisohjaimen sisäiset laitteet kuten logiikka ja kosketuspaneeli sekä ulkopuoliset laitteet kuten työasema. (Pidgeon, 2013)

GSM/GPRS on kauaskantoinen yhteys tukiasemien kautta. Käytetään, kun paikallisohjainta käytetään pitkän matkan päästä.

GSM SMS Alarm Messenger on tässä kyseisessä paikallisohjaimessa käytettävä GSM -hälytin. Myös muunlaisia hälyttimiä voidaan käyttää.

Hälytin lähettää hälytyksen paikallisohjainta hoitavan työntekijän kännykkään mikäli syntyy vaaratilanteita.

I/O-signaalit lähettävät ja vastaanottavat tietoa paikallisohjaimen logiikan ja koneiden välillä sekä logiikan ja hälyttimen välillä.

Keskitin mahdollistaa tietoliikenteen useiden verkossa olevien kohteiden välillä. Keskitin ei voi lähettää ja vastaanottaa tietoja samanaikaisesti. ([Microsoftin tukisivusto, 2013](#))

Kytkimet toimivat samalla tavalla kuin keskitin, mutta pystyvät tunnistamaan lähettämänsä tietojen tarkoitetut kohteet ja tietokoneet. Kytkin voi lähettää ja vastaanottaa tietoa samanaikaisesti. Kytkimet toimivat myös nopeammin kuin keskittimet. ([Microsoftin tukisivusto, 2013](#))

Lausekieli ST on standardin mukainen ja määrittelemä lausekielinen ohjelmointikieli.

Logiikka toimii paikallisohjaimen ohjausyksikkönä. Se antaa käskyjä koneille I/O-signaalien avulla, vastaanottaa tietoa koneiden tilasta ja tarvittaessa lähettää merkin hälyttimelle.

Ohjauspaneeli on kosketuspaneeli ja paikallisohjaimen osa, jolla paikallisohjaimelle annetaan ohjauksia logiikkaa käyttäen.

OPC:n merkitys on määritelty sanoilla "open connectivity via open standards" ja on avoimen tiedonsiirron standardi, jota käytetään tyypillisesti automaatio-sovelluksissa.

Panel Builder Plus on ABB:n tekemä paneelinsuunnitteluohjelma, jolla tehdään näyttö kosketuspaneelille.

POU:teli Program Organization Unit, ovat ohjelman rakenneyksiköitä. Rakenneyksiköt ovat jaettu kolmeen lohkoon: Ohjelmiin, funktioihin ja toimilohkoihin.

Reititin ohjaa verkon liikennettä. Se voi siirtää tietoja kahden erilaisen verkon välillä ja mahdollistaa tietokoneiden välisen liikenteen. ([Microsoftin tukisivusto, 2013](#))

Simulaattoria käytetään silloin, kun halutaan testata tai harjoitella koneiden tai tietyn laitteen käyttöä ilman riskejä tai vahinkomahdollisuutta.

Modbuson kysely/vastaus-protokolla, jonka toiminta perustuu funktioihin. Ainoastaan yksi viesti voidaan lähettää kerrallaan, eli vastaus tulee odottaa ennen kuin uusi viesti voidaan lähettää. ([Modbus protokollan virallinen sivusto, 2013](#))

Modbus voi olla sarjaliikennepohjainen (MODBUS RTU, MODBUS ASCII), ethernet-pohjainen (MODBUS TCP/IP) tai harvinaisempi token passing-verkkoprotokolla (MODBUS PLUS). Modbus toimii elektronisten laitteiden välisessä kommunikoinnissa.

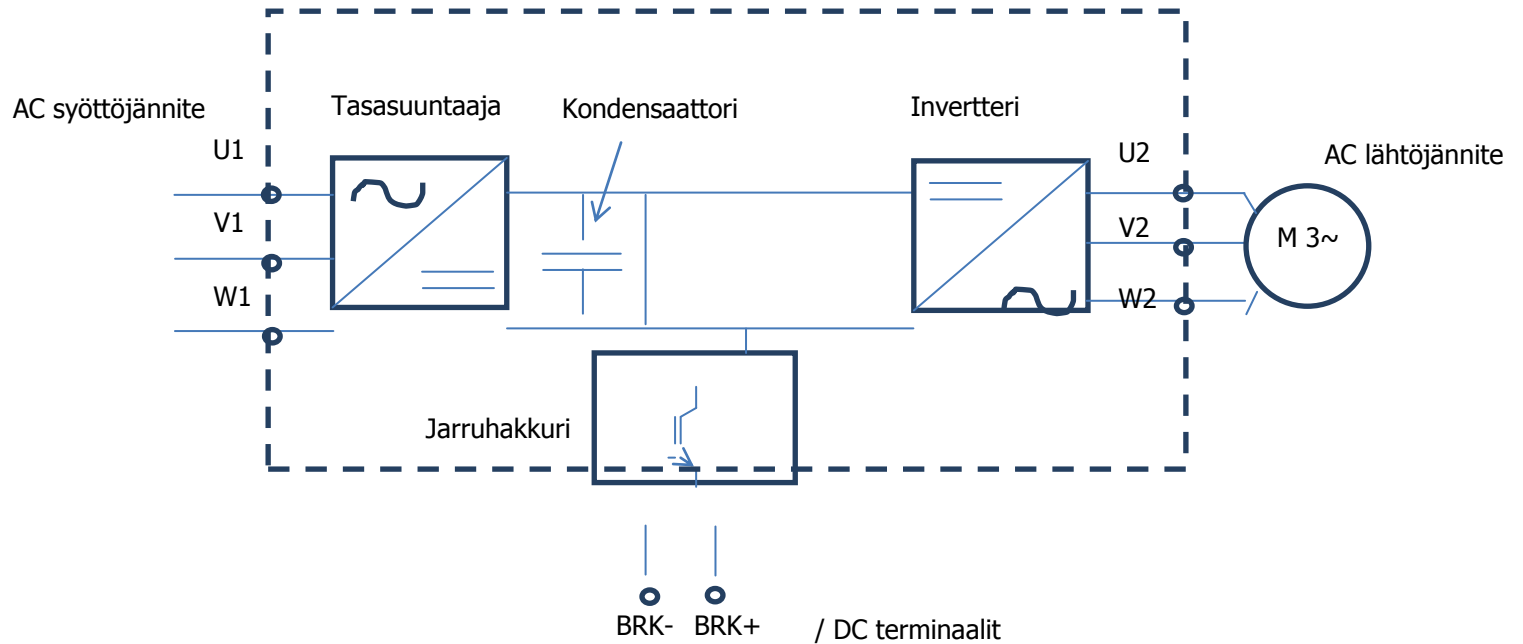
Taulukko 1. Modbus protokollan funktioita

Funktio desimaalina	Toiminta
03(Read multiple holding registers)	Lukee monen peräkkäisen pitorekisterin sisällön
06(Write single holding register)	Kirjoittaa yhden pitorekisterin sisällön
16(Write multiple holding registers)	Kirjoittaa monen peräkkäisen pitorekisterin sisällön
23(Read/Write multiple holding registers)	Kirjoittaa/lukee monen peräkkäisen pitorekisterin

Tukiasemat avustavat kahden tai useamman laitteen yhteyksien muodostamisessa.

Taajuusmuuttaja on sähkölaite, joka kytketään kahden erillisen sähköverkon välille. Yleisin käyttökohde on kytkeä taajuusmuuttaja sähkömoottorin ja sähköverkon väliin. Tällöin taajuusmuuttaja on osa moottorikäyttöä, jossa se vastaa moottorin ohjauksesta. Tässä tapauksessa taajuusmuuttaja on logiikan ja moottorin välissä, missä se ohjaa moottoria.

Virtual Private Network



Kuva 1. Taajuusmuuttajan toimintaperiaate

1 JOHDANTO

Varsinkin teknologia- ja automaatioalan yritykset tarvitsevat nykyaikana järjestelmän, jonka avulla ne kykenevät ohjaamaan ja seuraamaan koneita ja laitteita yhdestä paikasta, myös pitkien matkojen päästä. Tästä syystä on hyvä tarkastella paikallisohjaimen käyttömahdollisuuksia ja sen hyödyllisyyttä näille yrityksille. Vielä nykyäänkin on yrityksiä, jotka käyttävät useiden koneiden ohjaamiseen yhtä ohjainta jokaista konetta varten, tai jotka eivät kykene seuraamaan koneiden toimintaa pitkien matkojen päästä langattoman teknologian avulla. Tällainen epäkäytännöllisyys on haittana yrityksen tehokkuudelle jatoiminnalle.

Ohjausjärjestelmän paikallisohjaimen avulla yritykset kykenevät koneen/koneiden prosessien tehokkaaseen ohjaamiseen milloin ja missä tahansa. Tämä helpottaa myös yrityksen henkilökunnan työntekoa ja matkakustannukset pienenevät. Koska koko järjestelmää voidaan tarkastella yhdeltä näytöltä ja sen ohjaamia koneita voidaan näin pitää jatkuvan tarkkailun ja käytön alaisena, jää manuaalinen valvonta ja jatkuva yksittäisen koneen tilan tarkastaminen pois. Paikallisohjain tekee tällaisen kömpelön koneiden kanssa työskentelyn tarpeettomaksi.

Työ käsittelee Savonia Solutions Oy:ssä kehitettävää paikallisohjainta/ohjausjärjestelmää ja sen sopivuuttakoneiden, laitteiden ja prosessien hallinnassa ja toiminnan seuraamisessa. Tarkoituksena on rakentaa ja testata paikallisohjaimen osa-alueita, kuten keskusyksikköä ja operointiyksikköä. Työssä tarkasteltiin ja valmistettiin selonteko ohjaimen käyttömahdollisuuksista teollisuudessa ja yrityksissä yleisesti. Projektissa paikallisohjainta ei testata todellisessa ympäristössä, vaan toimintaa simuloidaan ohjelmallisesti käyttäen testilaitteistoja jotka sisältävät kytkimiä, lamppuja, potentiometrejä ja mittareita.

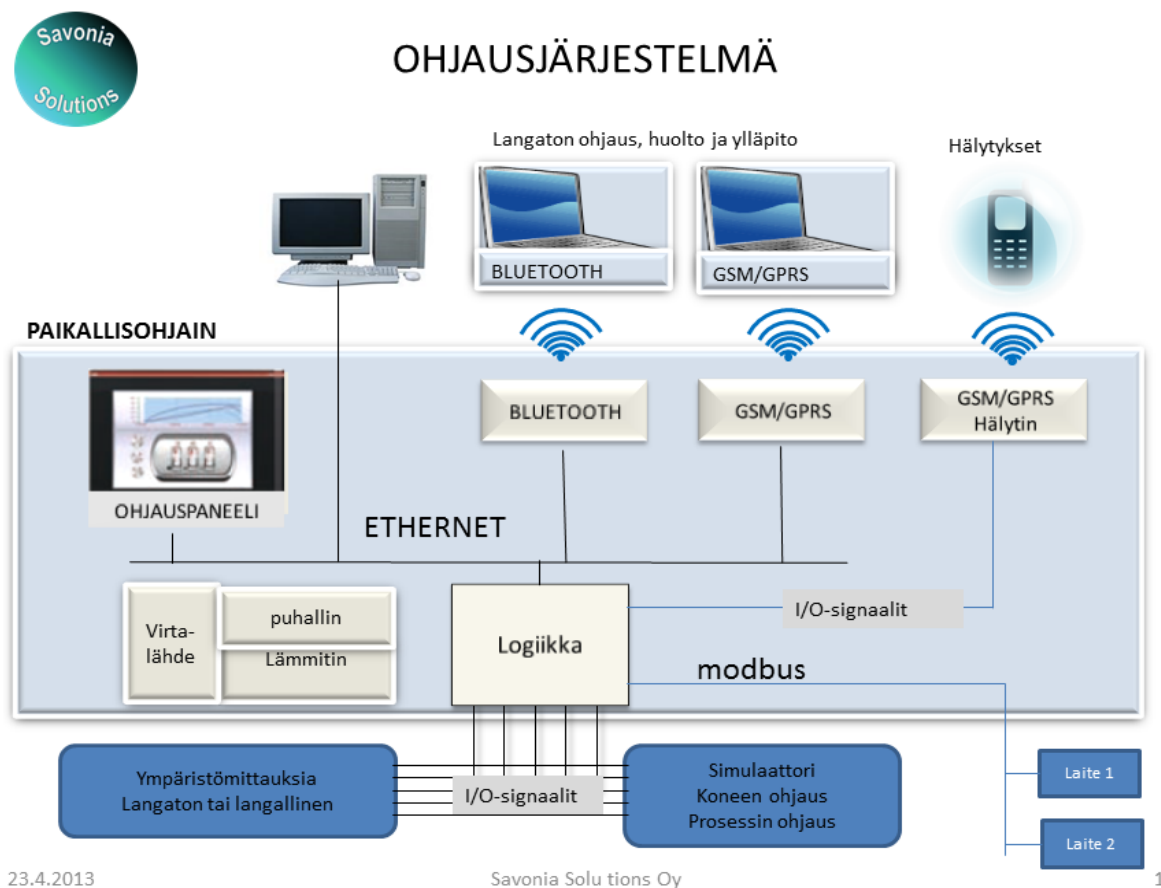
Itse koneiden toimintaan, joita ohjausjärjestelmä ohjaa, ei puututa, mutta kuitenkin esitetään, miten järjestelmä ohjaa erilaisten koneiden kaikkia toimintoja logiikan avulla ja ohjaa hälytyksen järjestelmän käyttäjän kännykkään mikäli jokin on pielessä. Paikallisohjainta testattaessa käytettiin tässä tapauksessa testilaitteistoa, joka sisälsi taajuusmuuttajan ja sen perässä olevan moottorin.

Tehtävän kokonaistavoitteena oli saada paikallisohjain ja sen sisältämät osat toimimaan oikeanlaisesti. Tämä testattiin kokeilemalla, miten paikallisohjain hallitsee Savonia Solutionsille toimitettua moottoria.

2 PAIKALLISOHJAIN JA TIEDONSIIRTO

Paikallisohjaimien historia on käytännössä yhteydessä koko automaatioteknologian historiaa. Ennen automaatioteknologiankäyttöön ottoa joutui yhtä tehtävää tekemään monta työntekijää ja työturvallisuus oli myös tästä syystä alkukantaista. Automaatioteknologian ja paikallisohjainten tarkoitus on ollut helpottaa yksittäisen työntekijän ja yrityksen taakkaa. Varsinainen paikallisohjaimen liittyvä historia alkaa hetkestä, jossa keksittiin miten konetta tai tehdasprosessia voidaan ohjata vivuista vääntämällä. Tämä sama periaate ei itse asiassa ole muuttunut, mutta mekaanisuus on vaihtunut elektroniikaksi ja vivut ja säätimet ovat vaihtuneet ohjauspaneeliksi.

Paikallisohjaimen toiminta perustuu ohjelmitavaan logiikkaan (PLC) ja käyttötarkoituksen mukaan suunniteltuihin logiikkaohjelmiin. Mahdollisuuksien mukaan pyritään tekemään yleiskäyttöisiä ohjelmamoduuleita, joita yhdistelemällä voidaan toteuttaa halutun prosessin tai koneen ohjaus. Paikallisohjain voi myös lukea erilaista anturitietoa ja välittää tiedon keskusvalvomoon.



Kuva 2. Paikallisohjain ja sen käyttöjärjestelmä, sekä kuvaus siitä, miten sitä käytetään ja miten se ohjaa laitteistoa

Yleensä, mutta ei aina, paikallisohjaimessa on myös operointiyksikkö, jonka kautta käyttäjä voi ohjata ja seurata prosessia tai koneen toimintaa. Operointiin voidaan käyttää kosketuspaneelia tai vaihtoehtoisesti PC:tä, tablettia tai jopa kännykkää. Kahdessa jälkimmäisessä tapauksessa käyttöliittymä on yleensä selainpohjainen.

Paikallishajaimenkokonaisuus eli laitteisto koostuu logiikasta, virtalähteestä, ohjauspaneelistaja modeemista/modeemeista. Ohjain sisältää myös hälyttimen, joka on yhteydessä käyttäjän kännykkään. Ohjaimen kuuluu ulkoisena laitteena tietokone, joka toimii paikallishajaimen pääasiallisena hallinnoijana ja muokkaajana.

Paikallishajaimen tiedonsiirto sen hallitsemien laitteiden, sekä mahdollisen ohjauspaneeliin kytketyn tabletin yms. välillä hoidetaan mieluiten langattomalla teknologialla. Kaapelin kautta hallitseminen on myös mahdollista. Onnettomuuksien välttämiseksi tiedonsiirto tulee hoitaa alueelta, josta on näköyhteys laitteelle, tai laite tulee olla suljetussa tilassa. Kameroiden käyttö voi myös olla apuna kauaskantoisessa tiedonsiirrossa. Kauaskantoisessa tiedonsiirrossa voidaan käyttää vaikka GPS-yhteyttä.

Paikallishajaimen laitteet, kuten logiikka ja ohjauspaneeli, keskustelevat keskenään kiinteän ethernet-verkon avulla. Ulkoiset laitteet, kuten PC, voi olla yhteydessä paikallishajaimen joko kiinteän tai langattoman yhteyden kautta. Langaton yhteys voi olla ethernet-pohjainen ja se voi perustua mobiiliverkkoon. Mobiiliverkoista mahdollisia vaihtoehtoja ovat 2G, GPRS, EDGE, 3G ja 4G. Lyhyen kantaman tiedonsiirrossa myös bluetoothin käyttöä pyritään selvittämään. Virtual Private Network (VPN) toimii ohjaimen tietoturvan suojelijana. Kun puhutaan useiden paikallishajaimien käyttämisestä yhden pääaseman kautta, tarvitaan avuksi joko reititin, kytkin tai keskitin, kuten Microsoftin tukisivustolla (2013) kerrotaan. Näistä reititin ja kytkin olisivat paikallishajaimelle parhaimmat vaihtoehdot.

Langattoman yhteyden avulla koneita voidaan ohjata myös muualta kuin varsinaiselta työpaikalta. Yksi syy langattoman yhteyden käyttöön on, että paikallishajain saattaa sijaita hallittavan koneen sisällä tai muuten paikassa, jonne on hankalaa tai vaarallista mennä.

Paikallishajaimen PC-ohjaimessa (sekä web-ohjaimessa) ja ohjauspaneelissa käytettävät visualisoidut ohjaimet suunnitellaan CoDeSys-ohjelmointiympäristössä ja Panel Builder 600-paneelin näytönteko-ohjelmassa. CoDeSys-ympäristössä määritellään myös ohjelmalliset muuttujat ohjaimen mittareille ja kytkimille. Muuttujat pitää siirtää Panel Builder 600-ohjelmalle symbolitiedoston avulla. Muuttujat yhdistetään sen jälkeen paneelin komponentteihin kuten, mittareihin ja painikkeisiin. Tämä aiheuttaa sen, että visualisoitu PC-ohjaus ja ohjauspaneelin näyttö toimivat samaan aikaan. Esim. moottorin nopeuden säätäminen ohjauspaneelista aiheuttaa myös PC-ohjaimen vivun liikkumisen.

Ohjaintoimii parhaitentehtaalla, teollisuusalueella, maataloudessa yms. sijaitsevan laitekokonaisuuden hallintajärjestelmänä. Useat paikallishajaimet voivat toimia vaikka metsäalueen sademäärien tai lämpötilojen mittaajina. Paikallishajaimen käyttömahdollisuuksien rajana on periaatteessa vain mielikuvitus.

3 PAIKALLISOHJAIMEN TOIMINTAKUVAUS

Paikallisohjaimen kokonaisuus koostuu kotelosta ja sen sisällä sekä seinämässä kiinni olevista laitteista. Näitä ovat ensinnäkin kotelon seinässä kiinni oleva kosketuspaneeli. Muita kotelon sisällä olevia laitteita ovat logiikka (ABB AC500 -eCo), GSM/GPRS-hälytin, virtalähde sekä puhallin että lämmitin. Lisäksi paikallisohjain voi sisältää modeemin tai mobiilireitittimen langatonta yhteyttä varten.

3.1 Keskusyksikkö

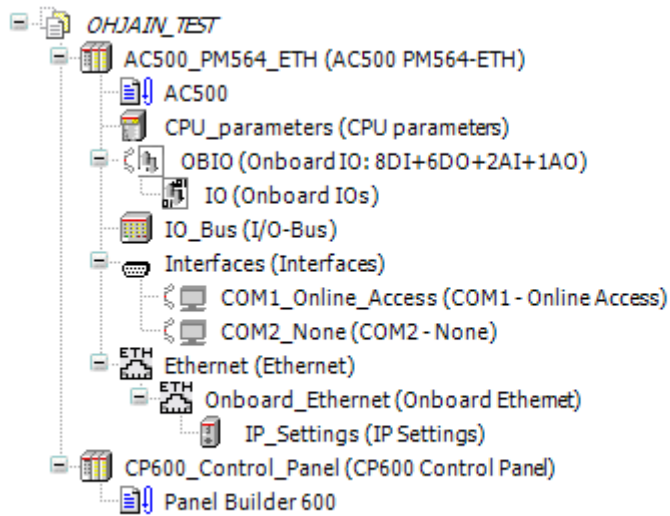
Paikallisohjaimen toiminta perustuu logiikkapohjaiseen keskusyksikköön. Kaikki toiminnot toteutetaan ohjelmallisesti. Paikallisohjaimen suunnittelussa pyritään monikäyttöisyyteen tekemällä valmiiksi yleiskäyttöisiä ohjelmamoduuleita. Yhdistelemällä ohjelmamoduuleita saadaan toteutettua tiettyyn tarkoitukseen soveltuvan paikallisohjaimen toiminnot.

Peruskokoonpanossa käytettävä logiikka sisältää kuusi digitaalista tulokanavaa, kuusi digitaalista lähtökanavaa, kaksi analogista tulokanavaa ja yhden analogisen lähtökanavan. Analogiset tulokanavat voidaan muuttaa ohjelmallisesti digitaalisiksi tulokanaviksi. Lisäksi logiikassa on valmiina sekä ethernet- että sarjaliitännät.

Logiikka on yhteydessä paikallisohjaimen sisäisiin komponentteihin ja paikallisohjaimen ulkopuolella oleviin laitteisiin joko väylien tai I/O-signaalien kautta. I/O-signaalien kautta ohjataan mm. paikallisohjaimen sisäistä hälytintä ja paikallisohjaimen sisäinen operointipaneeli on yhteydessä logiikkaan ethernet-väylän kautta. (Kaario, 2002)

Suunnitteluvaiheessa väylässä on oltava PC, joka sisältää tarvittavat suunnitteluohjelmat projektin luomiseen. Tärkein suunnitteluohjelma on Control Builder Plus -ohjelma, jolla luodaan projekti paikallisohjaimen suunnittelemiseksi. Toinen tärkeä ohjelma on Panel Builder 600-ohjelma, jolla suunnitellaan operointipaneelin käyttöliittymä.

Control Builder Plus – ohjelmalla luodaan puurakenteinen projekti, jossa määritellään mitä logiikkaa ko. paikallisohjaimessa käytetään. Projektiin voidaan lisätä I/O- kortteja, mikäli logiikan sisäinen I/O määrä ei ole riittävä. Mikäli paikallisohjain sisältää kosketuspaneelin operointia varten, on myös kosketuspaneeli lisättävä projektiin.



Kuva 3. Kuva projektista

Logiikalle luotu ohjelma perustuu CoDeSys-ohjelmointiympäristöön, joka perustuu IEC61131-3 standardiin. Tässä logiikalle luodaan visuaalinen näyttö, resurssit, datatyypit ja POU:t (Codesys.com, 2013).

Ohjelmointiympäristön resurssit osiossa määritellään globaalit muuttujat ja resurssin työkalut. Työkaluja ovat hälytyshallinta, järjestelmän kirjastonhoito, loki, PLC-käyttöjärjestelmä ja PLC:n hallinta sekä työkalualusta.

Oheisessa kuvassa näkyy tarkennettu kuva Control Builder Plus-ohjelman oikeassa reunassa olevasta määrittelyosasta. Puurakenteesta on valittu IO(Onboard IOs)-rivi ja määrittelyistä on valittu "I/O signaalien muuttujien määrittely"-sivu. Siinä kaikille tarpeellisille signaaleille annetaan kuvaava nimi. Ohjelmoinnissa voidaan viitata ko. signaaleihin muuttujanimillä.

Variable	Mapping	Channel	Address	Type	Unit	Description
		Interrupt	%IB4001	BYTE		Interrupt
AIO_Temperature		Analog input 0	%IW2001	INT		Analog input 0
AI1_Measure		Analog input 1	%IW2002	INT		Analog input 1
Digital + analog outputs						
		Outputs 0-5	%QB4000	BYTE		Digital outputs 0-5
DO0_Blow		Output 0	%QX4000.0	BOOL		Output 0
DO1_Heater		Output 1	%QX4000.1	BOOL		Output 1
DO2_Alarm		Output 2	%QX4000.2	BOOL		Output 2
		Output 3	%QX4000.3	BOOL		Output 3
		Output 4	%QX4000.4	BOOL		Output 4
		Output 5	%QX4000.5	BOOL		Output 5
AO0_Control		Analog output 0	%QW2001	INT		Analog output 0
PWM						
Fast counter						

Analog output 0 Always update variables

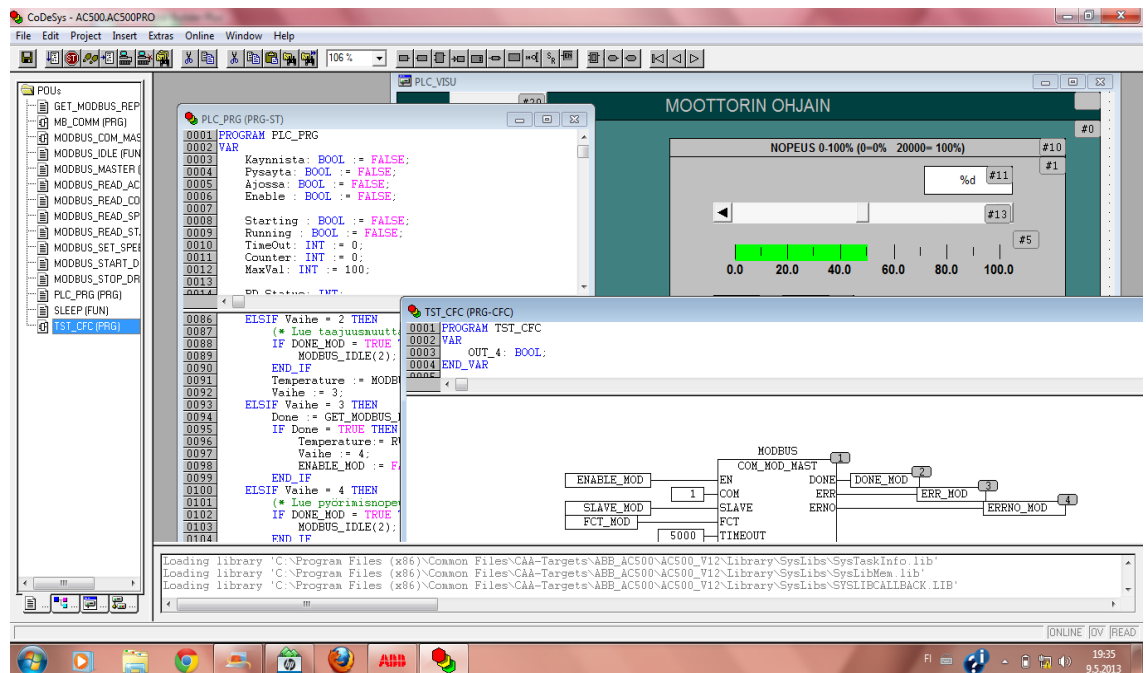
= Create new variable = Map to existing variable

Kuva 4. I/O - signaalien muuttujien määrittely Control Builder Plus - ohjelmalla

Signaalien toiminta voidaan konfiguroida valitsemalla näkymästä konfigurointisivu. Konfigurointisivulla voidaan määrittellä kanavan toiminta. Esimerkiksi digitaalinen kanava 0 voidaan määrittellä normaaliksi digitaalisignaalin tulokanavaksi, keskeytystyyppiseksi kanavaksi tai laskuriksi. Samoin analogiatulo voidaan konfiguroida digitaaliseksi ottokanavaksi. Analogialähtö voidaan konfiguroida joko jännite- tai virtalähdöksi. Mikäli logiikassa jo sijaitsevat digitaali- ja analogikanavat eivät riitä, voidaan logiikkaan lisätä vielä 10 uutta I/O - korttia.

3.1.1 Ohjelmointiympäristö

Puurakenteen ja AC500 rivin kautta päästään CoDeSys –ohjelmointiympäristöön. Vasemmassa kuvan alanurkassa on neljä painiketta, joilla voidaan valita haluttu toiminto. Alla olevassa kuvassa on valittu POU:t (Program Organization Unit) vaihtoehto, jossa suunnitellaan logiikkaohjelmaa käyttäen sekä lausekielistä ohjelmointia että graafista ohjelmointia. Kuvassa näkyy molemmista vaihtoehtoista ikkuna, jossa näkyy osittain paikallishajaimen ohjelmaa. Yhdellä painikkeella valitaan visualisointieditori, jossa voidaan suunnitella käyttäjälähtöistä operointia varten. Kuvassa näkyy myös osittain paikallishajaimen operointinäyttö. Kaksi muuta painiketta ovat tieto tyyppit-painike ja resurssit -painikkeet.



Kuva 5. Yleiskuva CoDeSys ohjelmoympäristöstä

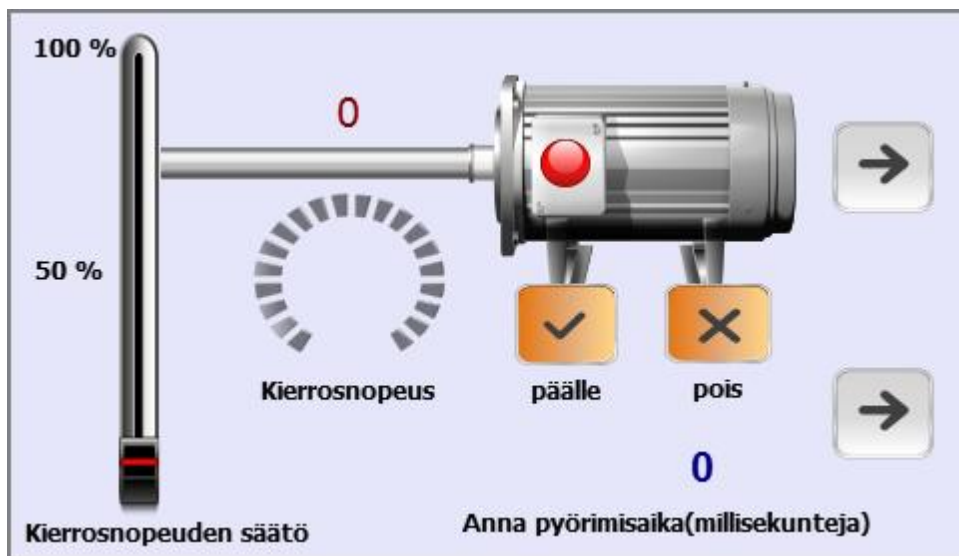
Ohjelmointiympäristön resurssit -osiossa näkyy mm. globaalit muuttujat sekä erilaisia työkaluja esimerkiksi hälytysten konfigurointiin.

3.2 Operointi

Paikallisohjaimen operointiin voidaan käyttää joko kosketuspaneelia ja/tai jotain muuta laitetta, jossa on mahdollista käyttää web-selainta. Myös kännykällä voidaan operoida ohjainta, mikäli siitä löytyy selain. Paikallisohjaimen toimintaa avustamassa voi olla taajuusmuuttaja tai muita mahdollisia laitteita.

3.2.1 Kosketuspaneeli

Ohjauspaneeli on paikallisohjaimen kiinnitetty kosketuspaneeli, jolla voidaan helposti toteuttaa paikallisohjaimen ohjauksen lähettäminenlogiikalle. Ohjauspaneelin näyttö on suunniteltu ohjelmalla nimeltä Panel Builder 600 ja itse fyysisenä ohjauspaneelina käytetään ABB:n C620-paneelia. Panel Builderilla valitaan oikeankokoinen resoluutio ohjauspaneelin näytölle. Testauksessa paikallisohjaimessa käytettävä paneeli oli kooltaan 480x272 ja itse fyysinen näyttö oli viiden tuuman mittainen.



Kuva 6. Ohjauspaneelin näyttö

Näytöstä on luotu mahdollisimman helppokäyttöinen. Laitteiston tiloja tarkistetaan nappia painamalla. Laitteita kuvaa näytöllä näitä vastaavat kuvat. Esimerkiksi moottoria vastaa moottorinäköinen kuva. Tätä painamalla näyttö avaa uuden ruudun, josta nähdään moottorin tilanne ja josta sen tilaa voidaan muuttaa. Näytön kokonaisuus koostuu useista ruuduista ja jokaisessa ruudussa on esimerkiksi nuolet tai vastaavat sivujen vaihtamista varten.

Ohjauspaneelia varten luodaan symbolitiedosto, joka sisältää logiikkaohjelmissa käytetyt muuttujat. Tiedosto ladataan sitten ohjauspaneelille. Toimintaa varten kosketuspaneelin näytöllä oleviin painikkeisiin ja muihin olioihin kytketään ohjelman koodissa käytettyjä muuttujia.

Kun logiikkaohjelma on tehty, luodaan muuttujista symbolitiedosto, joka sisältää symbolit, niiden tyypit ja osoitetiedot logiikassa. Kyseinen symbolitiedosto ladataan Panel Builder 600-ohjelmaan. Esimerkiksi "päälle"-painikkeeseen kytketään logiikkaohjelman muuttuja, joka kertoo, että moottori pitää käynnistää. Kun painiketta painetaan, lähettää paneeli logiikalle tiedon painamisesta eli muuttujan tila muuttuu nolasta ykköseksi. Tämän jälkeen logiikkaohjelma suorittaa kyseisen muuttujan muutokseen liittyvät toiminnot eli käynnistää laitteen.

```
;Version=2
;ProjectId=66083
;Checksum=0
;FileSize=0
.AI0_Temperature:INT:1:4002:2:b:16#02000020
.AI1_Measure:INT:1:4004:2:b:16#02000020
.Ajossa:BOOL:5:2141:1:b:16#02000040
.A00_Control:INT:2:4002:2:b:16#02000020
.DATA_MOD:WORD:5:2320:2:b:16#02000040
.DELAY_CNT:INT:5:2338:2:b:16#02000040
.DI0_Switch1:BOOL:1:32008:0:b:16#02000020
.DI1_Switch2:BOOL:1:32009:0:b:16#02000020
.DI2_Switch3:BOOL:1:32010:0:b:16#02000020
.DI3_Switch4:BOOL:1:32011:0:b:16#02000020
.DI4_Switch5:BOOL:1:32012:0:b:16#02000020
.DI5_Switch6:BOOL:1:32013:0:b:16#02000020
.DO0_Blow:BOOL:2:32008:0:b:16#02000020
.DO1_Heater:BOOL:2:32009:0:b:16#02000020
.DO2_Alarm1:BOOL:2:32010:0:b:16#02000020
.DO3_Alarm2:BOOL:2:32011:0:b:16#02000020
.DO4_Alarm3:BOOL:2:32012:0:b:16#02000020
.DO5_Alarm4:BOOL:2:32013:0:b:16#02000020
.Kaynnista:BOOL:5:2137:1:b:16#02000040
.Laskuri:INT:5:2138:2:b:16#02000040
.RunTime:TIME:5:2144:4:b:16#02000040
.Pysayta:BOOL:5:2140:1:b:16#02000040
PLC_PRG.ActionMode:INT:5:1864:2:b:16#00000040
PLC_PRG.CheckConnection:BOOL:5:1855:1:b:16#00000040
PLC_PRG.ConnectionOK:BOOL:5:1866:1:b:16#00000040
PLC_PRG.ConnectionStatus:INT:5:1868:2:b:16#00000040
PLC_PRG.Counter:INT:5:1878:2:b:16#00000040
PLC_PRG.Current:REAL:5:2000:4:b:16#00000040
PLC_PRG.DC_bus_voltage:INT:5:2012:2:b:16#00000040
```

Kuva 7. Osa symbolitiedostosta

Ohjauspaneelille voidaan määrittää käyttäjät ja käyttäjäryhmät sekä salasanat. Käyttäjien sisäänkirjautumiset voidaan tallentaa tietokantaan. Eri käyttäjille voidaan säätää omat käyttöoikeudet ohjauspaneelille. Paneelin pääkäyttäjälle tai käyttäjille annetaan kaikki oikeudet käyttää ohjauspaneelia ja täten paikallisohjainta. Muille paneelia käyttäville annetaan rajoitetut vierailijan oikeudet. Niille, jotka eivät kuulu pääkäyttäjiin tai vieraileviin käyttäjiin, ei anneta lainkaan oikeutta käyttää ohjauspaneelia ja paikallisohjainta. Ohjauspaneelille voidaan asettaa hälytin, joka toimii yhteistyössä logiikan kanssa. Hälytin voidaan asettaa hälyttämään tietyistä asioista ohjauspaneelin laitteesta riippuen.

Ohjauspaneelin näyttöä ja ruutuja voidaan muokata Panel Builderilla jälkepäin, mikäli ohjelmaan lisätään uusia muuttujia. Tämä vaatii kuitenkin symbolitiedoston uudelleenrakentamista. Paneelista voi tehdä monikielisen. Paneelista on yhteys ethernet-väylän avulla logiikkaan sekä (mahdollisesti) modeemeihin. Ohjauspaneelin näyttöä voi esimerkiksi käyttää Bluetoothia käyttävän tabletin avulla.



Kuva 8. Ohjauspaneelin ruutunäkymää vaihdetaan nuolia käyttämällä

3.2.2 PC/Tabletti

Kosketuspaneelin sijaan voidaan käyttää myös esim. PC:tä tai tablettia. Tällöin PC:n tai tabletin selaimella otetaan yhteys logiikan Web-palvelimeen. Tässä tapauksessa näytöt pitää suunnitella Control Builder Plus-ohjelmalla käyttäen CoDeSys-visualisointityökalua. Koska PC:llä suunnitellaan myös ohjauspaneelin näyttö, on sen käyttö paikallisohjaimen ohjauksessa ilmeistä.

Tabletti on käytännössä valinnainen, joskin hyödyllinen lisä paikallisohjaimen ohjauksessa. Tietyntylaisilla teollisuusalueilla, esimerkiksi tunneleissa, saattaa olla kohtia, joissa tabletin yhteys paikallisohjaimen ei toimi kunnolla ja tämän takia tabletin käytössä saattaa olla myös omat riskinsä. Tabletti käyttää CoDeSys-ohjelmalla suunniteltua web-visualisaatiota paikallisohjaimen ohjelmasta.

Tabletin sijaan voidaan myös käyttää tavallista kännykkää, mutta tässä tulee olla selainpohjaisten ohjelmien hallintamahdollisuus. Kännykällä voi olla samanlaisia yhteyteen liittyviä ongelmia kuin tabletilla, joten sen käytöllä on samanlaisia rajoituksia.

3.3 Muut laitteet

3.3.1 Paikallishajaimen hälytin

Paikallishajaimen hälyttimenä toimii GSM SMS Alarm-hälytin, joka sisältää 16 bitin mikrokontrolleriin ja Siemens MC 39i-modeemiin. Hälytin kykenee teollisten laitteiden valvomiseen, tiedon (datan) hankintaan sekä suurten alueiden että esimerkiksi voimalan valvomiseen.

Hälytin sijaitsee logiikan kanssakotelon sisällä. Hälytin ei ole kiinni muiden komponenttien kanssa ethernet-väylän kautta, vaan ainut yhteys on I/O-kanavien kautta logiikan kanssa. Logiikka käyttää I/O-kanavia, jotta se voi lähettää tiedon ongelmasta hälyttimelle. Kun ongelma huomataan, vaihtaa logiikka I/O-kanavan tilaa. Tämä tarkoittaa sitä, että logiikka antaa hälyttimelle signaalin ongelmasta. Hälyttimen saadessa signaalinse lähettää paikallishajaimen käyttäjälle tekstiviestin kännykkään (hälytin käyttää GSM/GPRS-yhteyttä). Käyttäjän saama tekstiviesti kertoo lyhyesti ongelmasta tilanteesta riippuen. Jokaiselle eri ongelmatyypille tai vian vakavuudelle voi asettaa oman erillisen ilmoituksen. Hälyttimen voi asettaa lähettämään paikallishajaimen statuksen tietyin väliajoin automaattisesti käyttäjälle.

Tekstiviestihälytyksen lisäksi hälytin voi soittaa käyttäjän kännykkään, mikä on tekstiviestihälytystä varmempi, mutta hälytin voi myös soittaa ja sen lisäksi lähettää tekstiviestin. Mikäli viestin lähetys jostain syystä estyy, hälytin tallettaa viestin ja lähettää sen uudelleen, kun yhteys on jälleen kunnossa. Hälytin voi tallettaa näin jopa 10 viestiä ja lähettää ne kaikki jälkepäin (Phoenix Contact, 2013). Hälytin osaa huolehtia myös omasta kunnostaan lähettämällä käyttäjälle viestin, mikäli virta on liian alhainen. Hälytin sisältää kahdeksan input-kanavaa sekä yhden relay output-kanavan. GSM SMS:ään saa talletettua saman määrän puhelinnumeroita, joihin se lähettää hälytykset ja kahden keskusaseman puhelinnumerot.

Varmistaakseen, että käyttäjä saa varmasti tiedon ongelmasta, hälytin voi lähettää tekstiviestin säännöllisin välein kunnes ongelma on korjattu. Käyttäjän saatua viestin voi tämä suorittaa tarvittavat korjaukset. Jos vaaratilanne voidaan hoitaa yksinkertaisesti vaihtamalla asetuksia, voi käyttäjä yksinkertaisesti tehdä tarvittavat toimenpiteet ohjauspaneelin kautta. Mikäli kyseessä on käytöstä johtuva vaaratilanne sen sijaan että jokin laite olisi epäkunnossa, vika näkyy ohjauspaneelin näytössä liian korkeana lämpötilana. Hälyttimen antenniin koskeminen on kielletty turvallisuuden takia.

3.3.2 Työasema ja tietokanta

Työasema liittyy paikallisohjaimen ethernet-verkon kautta joko kiinteästi tai langattomasti modeemin tai mobiilireitittimen kautta. Työasema sisältää tarvittavat työkalut (logiikan, kosketuspaneelin työkalut, ohjelmointi työkalut yms.).

Tietokanta sijaitsee paikallisohjainta ethernet-väylän avulla ohjaavassa PC:ssä. Tietokanta pitää listaa paikallisohjaimen käytöstä eli siitä, mitä ohjaimella on tehty. Esimerkiksi moottorin pyörimisnopeuden muuttaminen tai puhaltimen käyttöönotto tallentuvat tietokantaan, josta niitä voi myöhemmin tarkastella. Osa paikallisohjaimen toiminnoista tapahtuu automaattisesti (joista on kerrottu luvussa 3), joten tietokanta on ainut keino tietää kaikista paikallisohjaimen tapahtumista. Mikäli ohjattavassa laitteistossa on ilmennyt ongelmia, on hyvä tietää, mitä ohjaimella on viimeksi tehty. ABB ohjeistuksessa (2010) todetaan että, tietokannassa voidaan käyttää OPC (OLE for Process Control) teknologiaa.

Tietokannastavoidaan myös tarkistaa, kuka tai ketkä ovat olleet paikallisohjaimen viimekertaiset käyttäjät, eli ketkä ovat kirjautuneet sisään ohjauspaneeliin.

Toisin kuin modeemeilla ohjaimeen yhteydessä olevat kannettava tai bluetoothia käyttävä tabletti, tietokantaa pitävä PC on jatkuvassa kiinteässä yhteydessä paikallisohjaimeen. Kuten muutkin paikallisohjaimen kanssa yhteydessä olevat ja sitä ylläpitävät koneet, PC:n kautta voidaan myös ohjata paikallisohjainta. Tietokannan tallettamia tapahtumia voidaan halutessa poistaa ja muokata.

3.3.3 Muut laitteet

Ohjaimeen kuuluvat komponentitsekä laitteet, jotka liittyvät tavalla tai toisella paikallisohjaimen toimintaan, mutta joilla ei ole yhteyttä paikallisohjaimen hallitsemiin laitteisiin tai jotka eivät ole ohjaimen osien kanssa kiinni ethernetin välityksellä.

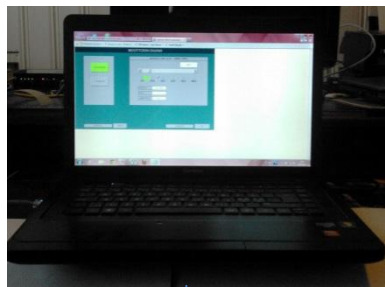
Puhallin tai tuuletin on yksi tällainen osa. Kuten aiemmissa luvuissa on kerrottu, puhallin estää paikallisohjaimen ylikuumentumisen ja hajoamisen ja sitä hallitaan logiikan kautta. Paikallisohjain voi sijaita myös ulkotiloissa, joten puhallin/tuuletin on käytännöllinen varsinkin kuumalla ilmalla tai mikäli ohjain sijaitsee nopeasti kuumenevassa ahtaassa tilassa. Lämpötilaan liittyvistä syistä ohjain tarvitsee myös lämmittimen, jotta komponentit eivät hajoa pakkasessa.

Ohjainkotelossa sijaitsee myös virtalähde aivan kuten tietokoneen kotelossa. Virtalähde voi olla myös kiinni logiikan kanssa. Paikallisohjaimeen on kytketty myös "häätäseis"-painike sellaisen vaaratilanteen varalta, jossa tavanomainen vianhallinta ei riitä. Katkaisintapainamalla paikallisohjain pysäyttää toimintansa.

4 MOOTTORIN OHJAIN

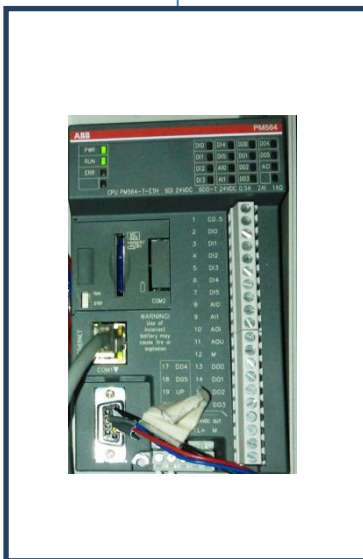
Moottorin ohjauksessa käytetään yleisesti taajuusmuuttajaa varsinkin haluttaessa muuttaa moottorin pyörimisnopeutta portaattomasti. Taajuusmuuttajaa voidaan ohjata joko digitaalisilla ja analogisilla signaaleilla tai vaihtoehtoisesti väylän kautta. Tämän työn tarkoitus on tutkia miten paikallishajaimella voidaan ohjata väylässä olevaa taajuusmuuttajaa ja sen perässä olevaa moottoria. Vaihtoehtoisesti taajuusmuuttajan perässä voisi olla myös puhallin, pumppu tai jokin muukin laite.

Väyläksi valittiin sarjamuotoinen Modbus –väylä, koska sekä paikallishajaimen logiikka että taajuusmuuttaja tukevat oletusarvoisesti ko. väylää. Paikallishajaimen logiikkana oli ABB AC500 sarjan logiikka PM564-T-ETH ja taajuusmuuttajana ABB ACS355 –taajuusmuuttaja.



Operointi PC

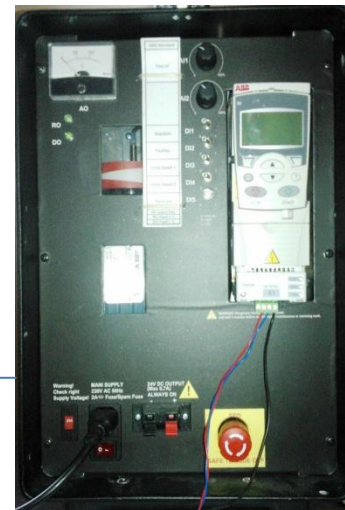
ethernet



Paikallishajain

PM564-T-ETH logiikka

RS485 – parikaapeli
Modbus -protokolla

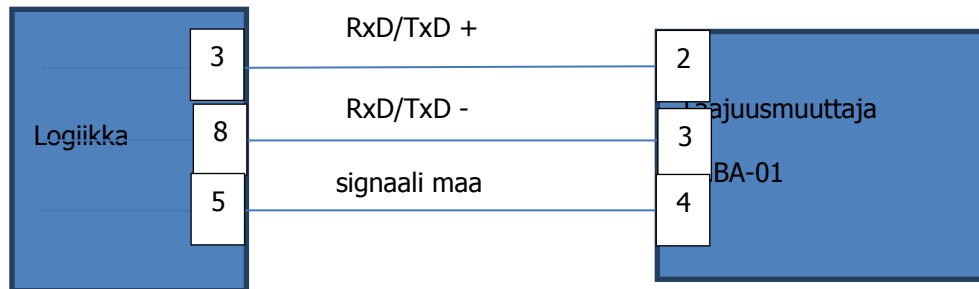


Taajuusmuuttaja ACS355 + moottori

Kuva 9. Moottorin ohjaus taajuusmuuttajan avulla

4.1 Fyysinen liityntä

Logiikan sarjaportti (COM1) on 9-napainen Sub-D 9 RS485-liitäntä, mutta taajuusmuuttajassa oli vain RS232-liitäntä. Tästä johtuen taajuusmuuttajaan piti hankkia ja asentaa FMBA-01-modbus-sovitinmoduli, jotta molemmissa päissä olisi RS485 -sarjaliityntä. Liitynnässä käytetään kierrettyä parikaapelia, joka pitää polarisoida toisesta päästä, jotta se saadaan mahtumaan logiikan kiinnikkeeseen.



Kuva 10. Paikallishjaimen logiikan ja taajuusmuuttajan kaapelointi

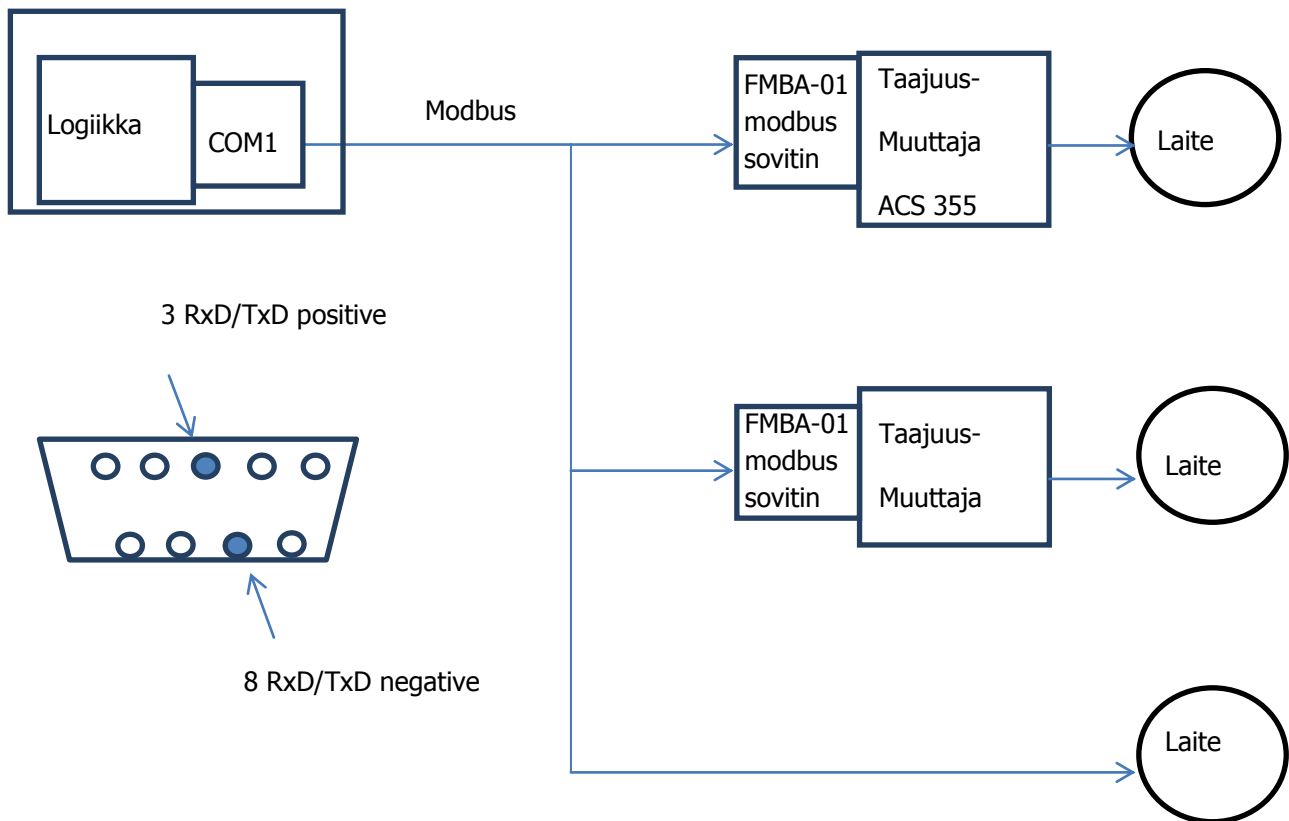
4.2 Tiedonsiirto

Tiedonsiirrossa paikallishjaimen logiikka toimii isäntänä ja se voi ohjata yhtä tai useampaa orjalaitetta.

Ensimmäiseksi COM1 määriteltiin modbus-protokollaksi ja konfiguroitiin tiedonsiirtoparametrit.

Taulukko 2. Tiedonsiirtoparametrit ja niiden arvot ja yksiköt

Parametri	Arvo	Yksikkö
Nopeus	19200	bits/s
pariteetti	even	
databitit	8	bits/merkki
loppubitit	1	
toimintamoodi	master	
osoite	0	

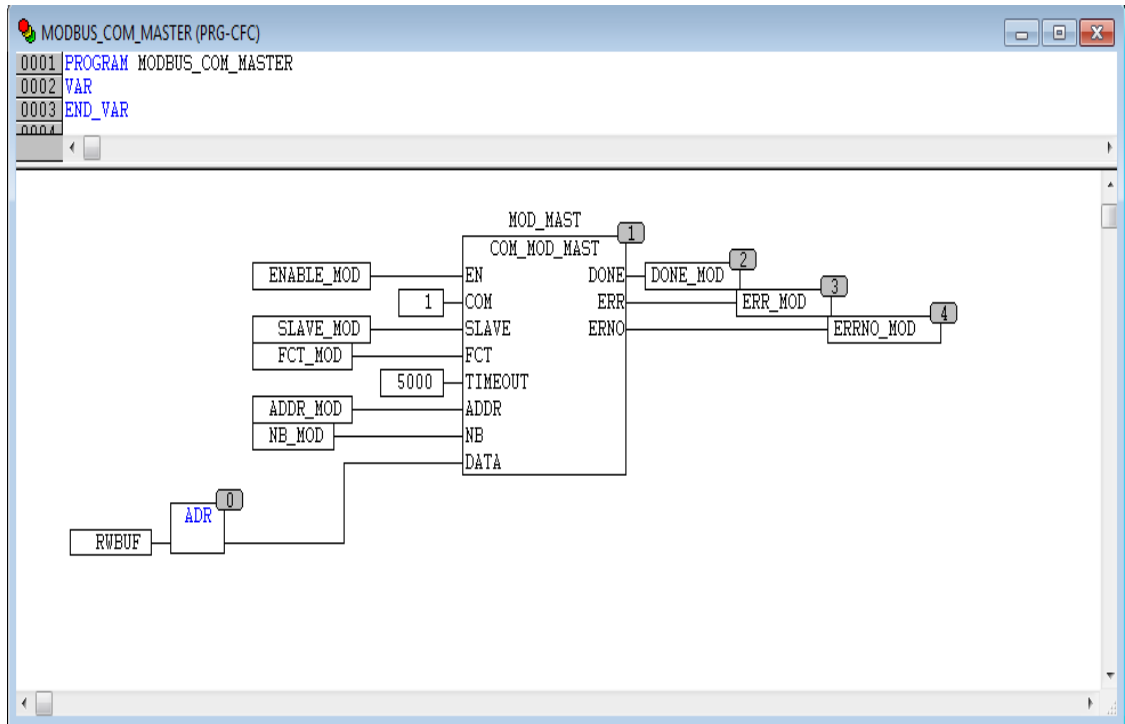


Kuva 11. Paikallisohjain ja sen järjestelmä

Paikallisohjain kykenee modbus ja modbusin-sovittimien kautta hallitsemaan useita eri laitteita. Hallitakseen yhtä laitetta erikseen monesta eri laitteesta tarvitaan taajuusmuuttaja (ABB 2010 ohjekirja, 2013). Ilman taajuusmuuttajia paikallisohjain antaa jokaiselle laitteelle saman käskyn. Tämä ei käy, mikäli jokainen laite hoitaa omia erilaisia toimintoja. Kuvassa oleva FMBA-01 on esimerkki ja sovittimena voidaan käyttää muunlaistakin merkkiä.

4.3 Toimintojen ohjelmointi

Tehtävänä oli suunnitella yleiskäyttöinen ohjelmalohkomodbus –sanomien lähettämiseen ja vastaanottoon. CoDeSys-ohjelmointiympäristössä lisättiin uusi objekti (Program POU), jolle valittiin ohjelmointikieleksi CFC. Logiikan ohjelmakirjastosta Modbus_AC500_V10.lib löytyi lohko COM_MOD_MAST, joka lisättiin objektiin. Tämän jälkeen Modbus-lohkon liittimiin lisättiin tarvittavat globaalit muuttujat.



Kuva 12. Modbus CoDeSys ohjelmointiympäristössä

Taajuusmuuttajalle pitää määritellä vastaavat tiedonsiirtoparametrit paitsi että taajuusmuuttaja toimii orjana ja sille määritettiin osoitteeksikaksi.

Taajuusmuuttajan osoitteet ovat kytketty modbus-rekisteriosoitteisiin. Taajuusmuuttajalla osoite voi olla välillä 40001 – 49999. Logiikan puolella taajuusmuuttajan modbus-rekisterin osoitetta 4xxxx vastaa logiikassa osoite xxxx-1. Esimerkiksi, jos taajuusmuuttajan osoite on 40002, niin sitä vastaa logiikassa osoite 0001.

Taulukko 3. Modbus rekisteriosoitteet

Taajuusmuuttaja	Logiikka	Käyttötarkoitus
40001	0	Ohjaussana
40002	1	Referenssi 1
40003	2	Referenssi 2
40004	3	Statussana
40005	4	Nopeus

Seuraavaksi piti suunnitella sopivia funktioita eli lisätä uusia objekteja. Funktioiden kieleksi valittiin lausekieli ST ja tehtiin funktiot moottorin käynnistämiseen ja pysäyttämiseen. Tätä varten taajuusmuuttajasta löytyy ohjaussana (Control Word), jonka modbus-osoite on 40001. Paikallisohjaimen logiikalta moottori käynnistetään lähettämällä modbus-sanoma funktiolla 16 (Write multiple registers) osoitteeseen nolla. Ohjaussanan arvo on 1151 (heksadesimaalina 47F ja binaarisena 010001111111). Moottori pysäytetään vastaavasti lähettämällä samaan osoitteeseen arvo 1150 eli muuten sama tieto, mutta vähiten merkitsevä bitti pysäytyskomennossa on nolla.

Samoin tehtiin funktio, jolla voitiin muuttaa moottorin pyörimisnopeutta. Tässä tapauksessa osoitteeseen 40002 lähetetään referenssiarvo 0-20000. Arvo nolla vastaa nollanopeutta ja arvo 20000 moottorin maksiminopeutta. Testattavan moottorin arvokilven mukaan maksiminopeus oli 1360 kierrosta minuutissa 50Hz taajuudella.

Seuraava tehtävä oli lukea taajuusmuuttajalta rekistereiden arvoja.

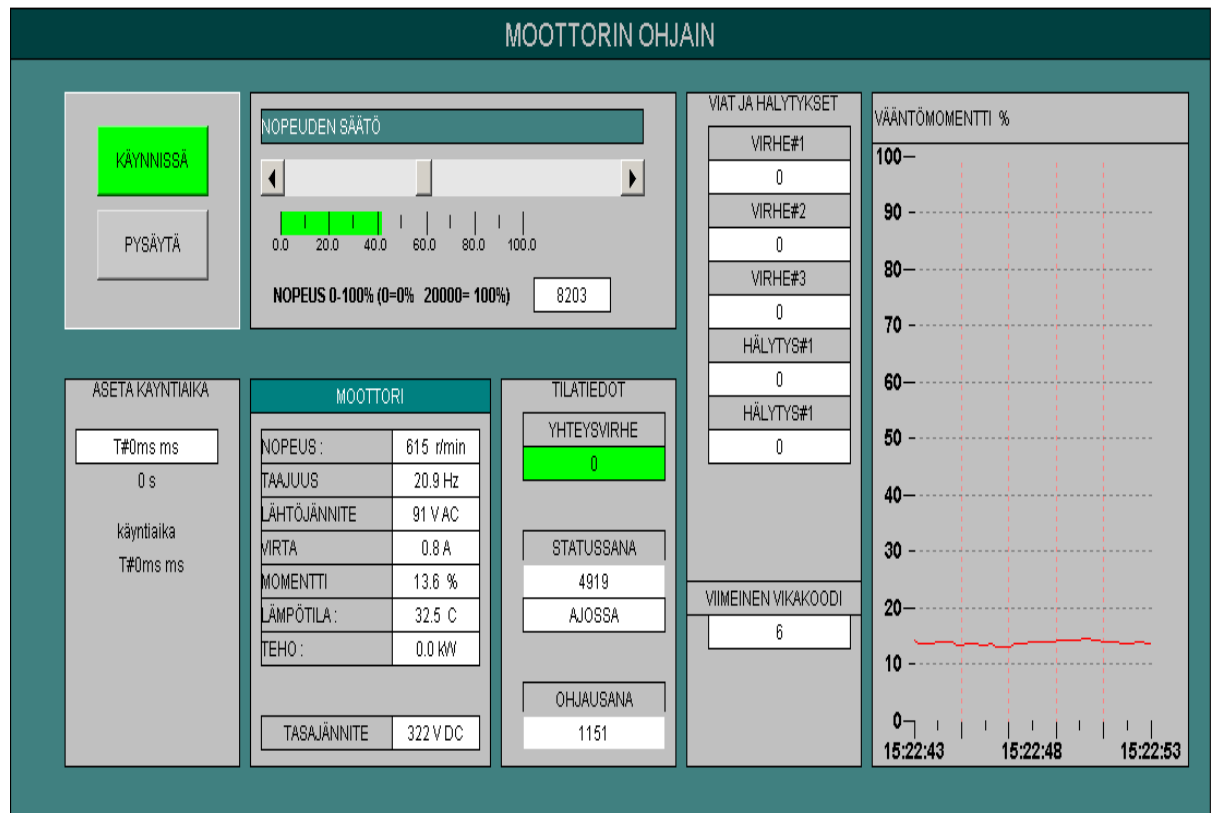
Taulukko 4. Luettavat rekisterit ja niiden osoitteet sekä käyttötarkoitukset

Taajuusmuuttaja	Logiikka	Käyttötarkoitus
40101	100	Laskettu nopeus kierroksina minuutissa. Nopeus ja ohjaus
40102	101	Laskettu nopeus, kierroksia minuutissa.
40103	102	Laskettu taajuusmuuttajan taajuus. Arvo 1 = 0.1 Hz
40104	103	Laskettu moottorin virta ampeereina. Arvo 1 = 0.1 A
40105	104	Momentti laitteen nimellisestä momentista prosentteina laskettuna. 1 = 0.1 %
40106	105	Laitteen teho kilowatteina. 1 = 0.1 kW
40107	106	Mitattu välipiirin jännite DC voltteina. 1 = 1 V
40109	108	Laitteen jännite AC voltteina 1 = 1 V
40110	109	Ajolämpötila celsiusena 1 = 0.1 C
40111	110	Ulkoinen lähde näytetään joko kierroksina minuutissa tai Hz:nä. 1 = 0.1 Hz / 1 rpm

Ensin tehtiin funktio rekisterien lukemiseen. Samoin tehtiin funktio, jolla hallitaan moottorin pyörimisnopeutta. Tietojen lukemiseen käytettiin modbus-funktiota kolme. Taajuusmuuttajan rekisteri 107 puuttuu, joten rekisterit pitää lukea kahdessa osassa. Ensin luetaan rekisterit 100 – 106 ja sitten rekisterit 108 – 110.

4.4 Operointi

Operointinäyttö suunniteltiin käyttäen CoDeSys-ohjelmointiympäristön visualisointityökalua. Operointinäytön koodi ladataan logiikalle samalla kun koko projekti ladataan. Koodia ajetaan logiikan web-palvelimella.



Kuva 13. Kuva operointinäytöstä, kun moottori on käynnissä.

Ottamalla selaimella yhteys palvelimeen saadaan operointinäyttö näkymään selaimen sivuna. Testiympäristössä logiikan osoite oli 192.168.0.10, joten selaimessa on annettava osoite <http://192.168.0.10/webvisu.htm>, jotta operointisivu saadaan näkyviin. Sivulta moottori voidaan käynnistää tai pysäyttää. Liukukytkimellä voidaan muuttaa moottorin nopeutta portaattomasti. Lisäksi sivulla näkyy moottorin ominaisuuksia, kuten esim. moottorin pyörimisnopeus.

5 LANGATON JA LANGALLINEN TIEDONSIIRTO

Langaton yhteys on tarpeen aina, kun käyttäjä joutuu ottamaan yhteyden ohjaimen pitkän matkan päästä tai kun kiinteää yhteyttä ei voi jostain syystä käyttää. Normaali ohjaus/seurantatoiminnan lisäksi etäyhteyttä tarvitaan mm. huolto- ja ylläpitotehtävissä. Tämä tekee ohjaamisen myös käytännöllisemmäksi, sillä taskussa pidettävää tablettia voi pitää jatkuvasti mukana töissä. Ethernet taas toimii paikallisohjaimen sisäisten komponenttien yhdistämistä varten, kertoo Pidgeon sivulla howstuffworks.com.

Langattoman yhteyden muodostamiseen voidaan käyttää vaikka 2G GSM-verkkoyhteyttä tai 2,5 EDGE/GPRS-yhteyttä. Yhteytenä voidaan vaihtoehtoisesti käyttää myös erilaisia 3G tai 4G-yhteyksiä, mutta 2G ja 2,5G ovat niitä, joita paikallisohjaimen tapauksessa ajateltiin käytettäväksi. Tietysti 3G ja 4G-verkot olisivat yhteyden varmuuden kannalta parempia. Schillerin (2001) mukaan tämä riippuu siitä, millaista modeemia käytetään.

Vaikka jokainen paikallisohjain toimii itsenäisesti, seuranta voidaan keskittää yhteen valvomoon, josta on langaton yhteys jokaiseen eri paikoissasijaitsevaan ohjaimen. Yhteys voi olla myös langallinen, mikäli ohjaimet toimivat rakennuksen sisällä joihin menee internet-johdotus.

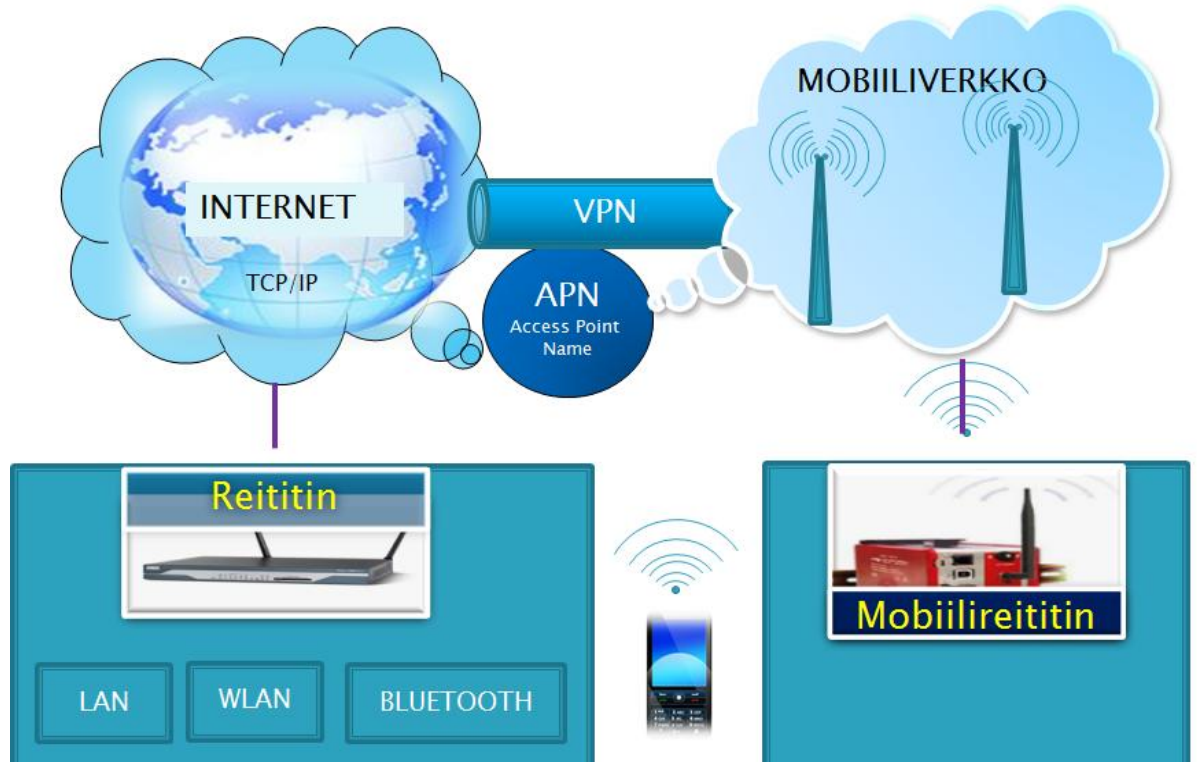
Keskittimen avulla PC kykenee hallitsemaan monta paikallisohjainta samalla kertaa. Tämä vaatii tietysti langallisen ethernet-yhteyden. Koska reititin ei tunnista tietojen lähettä, lähettää se saman komennon jokaiselle eri paikallisohjaimelle, joten jokaisen ohjaimen tulee hoitaa samanlaista tehtävää. (Microsoft, virallinen sivu)

Kytkin on keskitintä kehittyneempi verkkojen yhdistin, sillä se pystyy tunnistamaan eri tietojen lähteet ja kohteet sekä pystyy lähettämään ja vastaanottamaan tietoja samanaikaisesti. Kytkin olisi siis paikallisohjaimien toiminnan kannalta hyvin selkeä ratkaisu. Kytkin on kuitenkin keskitintä kalliimpi, mutta on kuitenkin hintansa arvoinen. (Microsoft, virallinen sivu)

Reitittimen kanssa paikallinen paikallisohjainta pitävä verkko ja joku toisen tyyppinen verkko voidaan yhdistää toisiinsa. Reitittimien käyttö tulee kuitenkin kytkimiä ja keskittimiä kalliimmaksi. Reitittimen avulla paikallisohjaimet ja niitä ohjaavat koneet voidaan hoitaa yhden modeemin kautta. Yhdistäjistä reititin olisi juuri se mitä ohjaimen olisi parasta käyttää. Reititin ja kytkin voidaan yhdistää yhdeksi laitteeksi luotettavan ja nopean tiedonsiirron saamiseksi. (Microsoft, virallinen sivu)

Ohjaimessa käytettävä Virtual Private Networks alaa verkon ja näin estää ulkopuolisten pääsyn sen suojaamaan väylään. Tämä tulee hyödylliseksi, kun siirretään tärkeää informaatiota paikasta toiseen.

Langaton ohjaus voidaan toteuttaa käyttäen WLAN-yhteyttä tai mobiiliyhteyttä tai lyhyen matkan bluetoothia. Paikallishajain voi sisältää esim. modeemin tai mobiilireitittimen, joista Savonia Solutionsilla käytimme modeemia.PC:llä tai kannettavalla otetaan yhteys esim. GPRS-verkon kautta. Langattomassa tiedonsiirrossa otetaan sitten yhteys logiikan web-palvelimeenselainta käyttäen. Operointinäyttö saadaan näin näkyviin suoraan selaimen näytöllä.



Kuva 14. Kuvaus langallisesta ja langattomasta tiedonsiirrosta

Logiikan, ohjauspaneelin, modeemien ja PC:n välillä kulkee ethernet-väylä, joka pitää paikallishajaimen kyseiset osat yhteydessä toisiinsa. Paikallishajaimen komponenttien IP-osoitenumerot ovat samat neljättä viimeistä numeroa lukuunottamatta.

Paikallishajaimen yhteydessä olevaan PC:n tai paikallishajaimessa olevaan ohjauspaneeliin asennettiin yhteyden virheistä ilmoittavia kenttiä, joihin ilmaantuu tietty sarja numeroita, mikäli yhteydessä on vikaa. Myös yhteyden toimivuudesta on oma ilmoituksensa.

6 PAIKALLISOHJAIMEN HYÖTY TEOLLISUUDELLE

Paikallisohjaimen tarkoitus on tehdä koneiden ja prosessin hallinta mahdollisimman helppokäyttöiseksi. Työnteko on paljon helpompaa ja tehokkaampaa, koska koneiston hallinnointi voidaan suorittaa helposti, missä tahansa ja milloin tahansa.

Paikallisohjaimen avulla kokonaisen teollisuuskoneiston hallinta hoituu tehokkaasti mahdollisimman pienellä vaivalla, eikä koneiden jatkuvaa manuaalista valvomista ja käyttöä tarvita. Ohjain kykenee modbusin avulla käskyttämään niin montaa laitetta kuin on tarvetta. Ohjain on hyödyllinen varsinkin teollisuudessa, joka toimii kierrosnopeuksien, lämpötilan säätelyn, paineen säätelyn ja muun numerotietoa vaativan säätelyn parissa, sekä teollisuudessa, jossa laitteet tai niiden osat vaativat jatkuvaa tilanmuutosta. Esimerkiksi tehtaan laitekokonaisuuden toiminnan hoitaminen ja koneiston säätäminen olisi juuri paikallisohjaimelle sopiva tehtävä. Jossakin teollisuuslaitteistossa sijaitsevan laitekokonaisuuden hallitseminen olisi varsinkin paikallisohjaimen erikoisuus.

Kun puhutaan vaarallisista alueista, paikallisohjain pystyy langattoman yhteyden kautta tai suojaisasta paikasta ohjaamaan laitteistoa, joka on esimerkiksi säteilyn tai hengityselimille vaarallisten kaasujen takia pahassa paikassa. Esimerkiksi vaaratilanteessa, jossa kaasuja tai säteilyä pääsee ulos, ohjain voi hoitaa tarvittavat toimenpiteet suojaisasta paikasta eikä työntekijöitä näin vaaranneta. Ohjaimen voi asentaa aukomaan ja sulkemaan palo-ovia ja hätäluukkuja tai päästämään painetta ylipaineesta kärsivästä kattilasta. Koneet, joita voidaan hoitaa vain manuaalisesti paikan päältä ja joilla ei ole ulkoista hallitsevaa ohjainta, joudutaan vaaratilanteessa hylkäämään, jolloin ongelma voi pahentua näiden koneiden jäädessä hallinnan ulkopuolelle.

Paikallisohjainta testattaessa yhdistettiin logiikkaan I/O-kanavan kautta yksinkertainen moottori ja kokeiltiin, miten paikallisohjain pyörittää moottoria eri kierrosnopeuksilla taajuusmuuttajan avulla PC:n kautta. Testaamistilanteessa ajateltiin kokeilla myös muunlaisia laitteita, mutta koska paikallisohjain hallitsee kaikkia laitteita melko samankaltaisesti, tästä luovuttiin.

Paikallisohjaimet kykenevät toimimaan myös mittarina/mittareina sijoitettuna maastoon tai metsään. Paikallisohjaimia voi olla useita yhdellä alueella, tai yksi jokaista aluetta kohden. Näin mitataan esimerkiksi alueen kosteutta, lämpötiloja tai tuulen voimakkuutta tai kerätään muuta tämänkaltaista tietoa.

Ohjaimella voidaan tietysti hallita myös vähemmän kunnianhimoisia asioita, kuten yksittäisiä erilaisia koneita, esim. jätteenpuristimia tai puusilppureita. Muita hallittavia asioita voivat olla monenlaiset pienprosessit, kuten pumput erilaisilla asema-alueilla.

Seuraavassa luvussa kerrotaan esimerkkejä paikallisohjaimen hyödyllisyydestä erilaisten laitteiden, koneiden ja yleisesti teollisuuden parissa. Esimerkkejä on yksi jokaista konetyyppiä kohden, kuten esimerkki siitä, miten järjestelmä ohjaa kattilan lämpötilaa säätelevää laitteistoa. Näissä myös esitellään paikallisohjaimen eri komponenttien toimintaa, yhtä jokaista esimerkkiä kohden.

Kattilan paineen, ja monen muun asian, tarkastamiseen käytetään logiikan ja ohjauspaneelin yhteistyötä. Logiikka vastaanottaa I/O-signaalien avulla tietoa kattilan tilasta ja tämä tieto näkyy ohjauspaneelin kosketusnäytöllä. Kattilan symbolina toimivaa kuvaa painetaan ja tämä avaa kattilan valikon. Valikosta taas pystyy vaihtamaan kattilan paineen sekä käynnistämään tai sulkemaan kattila kokonaan.

Toisenlaisessa skenaariossa paikallisohjain tarkkailee jonkin koneen lämpötiloja, jotka ovat nousseet vaarallisen korkeiksi. Käyttäjä ei ole paikalla, mutta paikallisohjaimen logiikka saa tiedon ylikuumentumisesta ja vaihtaa normaalitilanteessa olevan nollatilan epänormaaliin ykköstitilaan, mikä on merkki I/O-signaalien lähettämistä hälyttimelle. Hälytys lähettää tämän jälkeen tekstiviestin käyttäjän kännykkään. Käyttäjän saatua viestin tämä voi suorittaa tarvittavat toimenpiteet paikallisohjaimen ja koneiden toiminnan korjaamiseksi.

7 OMAT KOKEMUKSET PAIKALLISOHJAIMEN VALMISTAMISESSA JA KÄYTÖSSÄ

Karkea suunnitelma paikallisohjaimesta oli olemassa jo ennen kuin ryhdyin työharjoitteluun Savonia Solutions yrityksessä. Yksi ensimmäisistä asioista, joita tehtiin, oli kaaviokuvan piirtäminen käyttäen Microsoft PowerPoint-ohjelmaa. Paikallisohjaimen logiikan ja ohjauspaneelin ohjelmointiin tarvittavat ohjelmat olivat käytettävissä jo ennen kuin itse komponentit oli hankittu ja vastaanotettu. Käyttäen näitä ohjelmia työ eli paikallisohjaimen tekeminen aloitettiin, ensiksi luomalla ohjauspaneelin näyttö ja ruudut Control Panel 600-ohjelmalla ja nimeämällä muuttujat logiikan kanavalle. Control Builder Plusin CodeSysissä tehtiin moottorin kierroksia tarkkaileva esimerkki. Tämä oli lähinnä näyttöstaroituksessa messuille tarkoitettu sovellus.

Itse komponenteista ainoastaan ohjauspaneeli oli lainattu ABB:ltä jo valmiiksi. Logiikasta ja virtalähteestä tehtiin tilaus maaliskuun alussa. Ennen kuin logiikka ja virtalähde olivat tulleet, yritys hankki lainaksi ABB:ltä moottorin ja taajuusmuuttajan, joita oli tarkoitus käyttää ohjainta testattaessa. Moottori ja taajuusmuuttaja sijaitsevat Demo-testilaatikossa. Logiikka ja virtalähde tulivat lopulta huhtikuun alussa. Nämä yhdistettiin toisiinsa ja lisäksi taajuusmuuttaja logiikan COM-1 liittimeen RS-485 kaapelin avulla.

Paikallisohjaimelle luotiin ohjelma CoDeSys-ohjelmaympäristössä, jonka avulla moottoria voitaisiin hallita PC:n kautta. Ohjelmaa laajennettaisiin myöhemmin koskemaan ohjauspaneelia. Ohjauspaneeli kiinnitettiin logiikkaan ethernet-kaapelin avulla. Tässä vaiheessa koettiin ensimmäinen vastoinkäyminen sillä paneeli ei saanut yhteyttä logiikkaan, koska se ei tunnistanut muuttujia. Tästä syystä moottoria ei haluttu vielä käynnistää. Moottori ja taajuusmuuttaja sijaitsevat Demo-testilaatikossa, joka on nimennetty tarkoitettu ohjaimen yms. testiajoon.

Ohjaimessa olevaa vikaa yritettiin paikantaa ja korjata viikon ajan ja lopulta logiikkaan saatiin yhteys. Yhteyttä taajuusmuuttajaan ja moottoriin ei kuitenkaan saatu. Juuri ennen vappua taajuusmuuttajaa ja moottoria kokeiltiin itsenäisesti ilman paikallisohjainta.

Seuraavaksi harjoiteltiin taajuusmuuttajan käyttöä ja ajettiin ohjelmaa, joka simuloi paikallisohjaimen käyttöä. Taajuusmuuttaja näytti, että jossakin kohtaa ohjelmaa oli virhe. Ohjelmaa ajettiin kohta kohdalta, jotta virhe voitaisiin paikantaa. Loppujen lopuksi huomattiin, että virhe johtuikin ohjelman liian nopeasta ajosta, joten ohjelman ajonopeutta pudotettiin puoleen. Tämän jälkeen ohjelma saatiin viimein toimimaan ja paikallisohjainta voitiin nyt käyttää PC:n kautta ABB:n CoDeSys-ohjelmaympäristössä ja web-sivun kautta. Ohjauspaneelin avulla hallitseminen ei kuitenkaan vielä onnistunut.

Tämän jälkeen päätettiin muokata hallintaohjelmaa CoDeSysillä testimielessä. Ohjelma toimi kyllä aiemminkin, mutta päätettiin kokeilla myös muunlaisia koodeja. Ohjelmoinnin parissa vietettiin noin kaksi viikkoa, parantaen ohjelmaa ja kokeillen erilaisia koodeja. Paikallisohjaimen visualisoidulle ohjaimelle luotiin mittareita, vipuja ja muita sellaisia. Visualisaatio on kuvattu luvussa 4.

Tässä vaiheessa paikallisohjaimen ohjelma ja PC:n kautta käyttö oli käytännössä valmis ja seuraava tehtävä oli saada paikallisohjaimen käyttö ohjauspaneelin ja GSM-yhteyden kautta valmiiksi. Ensiksi ohjauspaneelin näytön toiminnot ja mittarit laitettiin samanlaiseen järjestykseen, kuten CoDeSys-ohjelmointiympäristön visualisoidussa ympäristössä, sekä yhdistettiin CoDeSyksen käyttämien muuttajien kanssa.

Yksi jatkuva ongelma ohjelmoinnissa ja paneelin rakentamisessa tarkoitetussa ABB:n Control Builder Plus-ohjelmassa oli sen tallennuksien hävittäminen. Ohjelma saattoi estää muutoksien tallentamisen, jolloin se piti sulkea ja tehdä muutokset uudelleen. Tallennus kuitenkin onnistui viimeistään toisella yrityksellä.

Loppujen lopuksi ohjauspaneeli saatiin toimimaan melko pienellä vaivalla. Aiemmat ongelmat johtuivat IP-osoitteiden eriävyyksistä ja itse ohjauspaneelissa olevasta laitteen/moottorin käynnistävästä painikkeesta. Painike oli asetettu käynnistämään moottori hetkellisesti (momentary) ja se piti asettaa käynnistämään moottori pysyvästi. Ohjauspaneelissa ei tämän jälkeen enää suurempia ongelmia ilmennyt ja kaikki, mitä tarvitsi tehdä, oli lisätä paneeliin kaikki tarvittavat mittarit, joita tarvittiin laitteen ohjauksessa. Paikallisohjaimelle ja paneelille luotiin myös uusia toimintoja. Esimerkiksi toiminto, jolla voidaan säätää minkä ajan jälkeen laite lopettaa toimintansa.

Tässä vaiheessa paikallisohjain ja sen ohjelma olivat periaatteessa valmiita ja paikallisohjain kykeni pyörittämään virheettömästi moottoria, jota käytettiin laite-esimerkkinä. Ohjain vaati kuitenkin vielä testaamista langattoman yhteyden kanssa. Myös ohjaimen liittyvää hälytintä piti vielä testata. Myös ohjaimen ohjelmaa hienosäädettiin laittamalla siihen yhteysvirheistä ilmoittava osio. Paikkaa, josta hankkia reitittämiä, modeemeja yms. yhteyteen liittyviä laitteita mietittiin. Ohjaimen tietokanta oli paikallisohjaimen valmistamisen viimeinen vaihe.

8 POHDINTA

Paikallisohjaimen rakentaminen ja käyttöön ohjelmointi onnistui joistain välillisistä ongelmista huolimatta hyvin ja oli valmis jo kaksi kuukautta ennen kuin työharjoittelujaksoni Savonia Solutions Oy:ssä päättyi. Ohjaimen tehtiin myöhemmin vielä pieniä toimintaan liittymättömiä muokkauksia, mutta oli pääasiallisesti valmis. Ohjaimen valmistamisen ja käytön yhteydessä opin myös useiden uusien ohjelmien ja ohjelmointiympäristön käyttöä. Kokemukseni paikallisohjaimen valmistamisen ja testaamisen yhteydessä olivat kaiken kaikkiaan opettavaisia sekä omien insinööriopintojenisellä myös itse alan kannalta, ja uskoisin niistä taidoista olevan hyötyä tulevaisuuden mahdollisten töiden kannalta. Paikallisohjaimen tekemisen parissa sattuneet ongelmat puolestaan olivat opettavaisia ongelmanratkaisun kannalta.

Vastaavat paikallisohjaimen valmistamisen kaltaiset projektit voisivat olla omaa tulevaisuutta ajatellen sopivia työtehtäviä omalla alallani. Tämä ei tietysti tarkoita, että nimenomaan paikallisohjaimet olisivat juuri se ainoa asia, joihin erikoistuisin, vaan että ne olisivat yksi niistä asioista, joita voisin tehdä muiden insinöörin tehtävien ohella. Tietysti myös paikallisohjainten ja niiden kaltaisten laitteiden käyttö kuuluu alaani.

Mielipiteeni itse paikallisohjaimista yleisesti on suurimmalta osalta positiivinen, mutta huonojakin puolia niistä löytyy. Esimerkiksi se, että ne tappavat työpaikkoja manuaalistententävien työvoiman alalla. Tosin ne myös lisäävät työturvallisuutta, vähentävät työntekijän työtaakkaa sekä vähentävät kustannuksia ja niiden rakentaminen lisää työtarvetta omalla alallani.

Toivottavasti paikallisohjain, jota olin mukana tekemässä, tulisi olemaan hyödyllinen yritykselle ja/tai henkilöille ja yrityksille, joille sitä mahdollisesti markkinoitaisiin. Toivoisin että ainakin paikallisohjaimen tekoon tarvittavaa osaamista mainostettaisiin yrityksen puolesta.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

ABB Industrial Drives 2010. ABB: n User's manual ACS355 drives. Ei kustannuspaikkaa, ei kustantajaa

ABB 2010. AC500 Communication with a MS Excel OPC Client. Ei kustannuspaikkaa eikä kustantajaa

Bluetooth. [Viitattu 15.6.2013] Saatavissa: fi.wikipedia.org/Bluetooth.

CoDeSys ohjelmointiympäristö. [Viitattu 5.6.2013] Saatavissa: www.codesys.com.

Pidgeon, Nick. Ethernet. [Viitattu 10.6.2013] Saatavissa: www.howstuffworks.com/ethernet.

Modbus Protokolla ja sen käyttö. [Viitattu 20.8.2013] Saatavissa: http://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_v1_1b.pdf

Modbus. [Viitattu 29.5.2013] Saatavissa: fi.wikipedia.org/Modbus.

Kaario, Kimmo 2002. TCP/IP-verkot. Jyväskylä: Docendo Finland Oy

Mitä eroa on keskittimellä, kytkimellä, reitittimellä ja tukiasemalla. [Viitattu 13.6.2013] Saatavissa: <http://windows.microsoft.com/fi-fi/windows-vista/how-do-hubs-switches-routers-and-access-points-differ>.

Phoenix Contact: Automaatiokomponentit. [Viitattu 15.6.2013] Saatavissa: <http://www.phoenixcontact.fi/automaatiokomponentit>.

Schiller, Jochsen 2001. Mobiili tietoliikenne. Helsinki: Edita Oyj

Taajuusmuuttaja. [Viitattu 14.6.2013] Saatavissa: fi.wikipedia.org/taajuusmuuttaja.