

Leevi Mustajärvi

PYÖRIVÄN LÄMMÖNVAIHTIMEN SÄÄTIMEN TUOTEKEHITYS

PYÖRIVÄN LÄMMÖNVAIHTIMEN SÄÄTIMEN TUOTEKEHITYS

Leevi Mustajärvi
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Leevi Mustajärvi
Opinnäytetyön nimi: Pyörivän lämmönvaihtimen säätimen tuotekehitys
Työn ohjaaja: Ensio Sieppi
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2015
Sivumäärä: 29 + 4 liitettä

Tämä insinöörityö käsittelee pyörivän lämmöntalteenoton säätimen tuotekehitystä. Tavoitteena oli suunnitella, ohjelmoida, kokoonpanna ja tuoteistaa uusi kilpailukykyinen säädin lämmöntalteenottokiekon ohjaukseen. Työn toimeksiantajana oli Fidelix Oy.

Lähtökohtana oli kehittää säädin, joka ohjaisi LTO-kiekkoa pyörittävää moottoria taajuusmuuttajan avulla. Laitteiston tulisi olla toimintavarma kokonaisuus, joka voitaisiin markkinoida usealle ilmanvaihtokoneen valmistajalle. Säätimen kehittämiseen on käytetty uusimpia laitteistoja ja ohjelmia.

Työ aloitettiin tutkimalla laitteistoon valittua taajuusmuuttajaa ja selvittämällä sen toiminta. Työssä suunniteltiin Multi24-säätimellä toteutettava käyttösovellus ja ohjelmoitiin se. Valmis laitteisto ohjelmistoinen testattiin ja optimoitiin. Laitteen käyttöönnoton helpottamiseksi luotiin käyttöohje ja kytkentäkuva.

Lopputuloksena on toimiva säädin, joka on valmis markkinoitavaksi ilmanvaihtokoneiden valmistajille. Laitteisto sisältää vaadittavat ominaisuudet ja toiminnot, mutta säädintä voidaan kehittää vielä valmistajilta tulevan palautteen mukaan.

Asiasanat: lämmön talteenotto, ilmanvaihtolaitteet, taajuusmuuttajat, tuotekehitys, automaatio

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Automation Engineer

Author(s): Leevi Mustajärvi
Title of thesis: Development of rotating heat recovery unit -controller
Supervisor(s): Ensio Sieppi
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2015
Pages: 29 + 4 appendices

This thesis tells about product development of rotating heat recovery unit –controller. Objective was to design, program, assembly and productize a new profitable controller for rotating heat recovery units. Contractor of this job was Fidelix Oy.

Starting point was to develop a controller, which would control the motor of rotating heat recovery unit with frequency converter. Final set of hardware should be reliable product, which could be marketed to several ventilation unit manufacturers. Latest software and equipment was used for developing this product.

Work began by examining the selected frequency converter and studying its properties. Work included application designing and programming for the selected Multi24- programmable controller. Final hardware and software were tested and optimized. Operation manual and wiring diagram were created for easing up the deployment and installation.

The result of the work was functional controller ready for being marketed to ventilation unit manufacturers. Product includes required features and functions but the controller can still be improved based on feedback which comes from manufacturers.

Keywords: heat recovery, ventilation equipment, frequency converters, product development, automation

ALKULAUSE

Kiitokset tuotekehitysinsinööri Kai Kämäräiselle, joka on kiireistään huolimatta pystynyt auttamaan ohjelmoinnin haasteissa. Kiitos kuuluu myös opinnäytetyövalvojalleni Ensio Siepille, joka on ohjannut kärsivällisesti opinnäytetyöni edistymistä. Lopuksi vielä kiitos Timo Koskimäelle, joka on antanut välitöntä teknistä tukea aina tarpeen vaatiessa ja lisäksi helpottanut tätä työtä kehittämällä kätevän pisteidenluontityökalun.

Oulu 3.6.2015

Leevi Mustajärvi

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 LÄMMÖN TALTEENOTTO	9
2.1 Levylämmönsiirrin	9
2.2 Pyörivä lämmönsiirrin	10
2.3 Nestekiertoinen lämmönsiirrin	11
3 MULTI24- OHJELMOITAVA SÄÄDIN	12
3.1 Tekniset tiedot	12
3.2 Ohjelmointi	13
3.3 Käyttösovellukset	13
3.3.1 Huonesäädin	13
3.3.2 Parametroitava IV-säädin	14
4 DANSFOSS VLT MICRO DRIVE -TAAJUUSMUUTTAJA	15
5 LTO-SÄÄTIMEN KEHITTÄMINEN	17
5.1 Suunnittelu	17
5.1.1 Laitteisto	17
5.1.2 Väyläliityntä	18
5.1.3 Pistesuunnittelu	20
5.2 Ohjelmointi	21
5.2.1 Hihnavahdi	21
5.2.2 Pääohjelma	22
5.2.3 Automaattiviritys	22
5.3 Käyttöönotto ja toiminnan testaus	24
5.4 Optimointi	25
6 YHTEENVETO	26
LÄHTEET	27
LIITTEET	29

SANASTO

Firmware	Laiteohjelmisto
IV	Ilmanvaihto
I/O	Fyysiset tulo- ja lähtöliitännät
LED	Valodiodi
LTO	Lämmön talteenotto
Modbus	Sarjaliikenneprotokolla
MultiPointTool	Fidelix Oy:n uusi pisteidenluontityökalu
PWM	Pulssinleveysmodulaatio
Triac	Nopea tehoelektronikan komponentti
UI	Universaali tuloliitäntä

1 JOHDANTO

Tämän insinööriyön tavoitteena oli luoda uusi kilpailukykyinen laitteisto pienien ilmanvaihtokoneiden pyörivän lämmöntalteenottokiekon ohjaamiseen. Työn toimeksiantaja on Fidelix Oy, mutta ehdotus laitteiston kehittämiseen on tullut ilmanvaihtokoneiden valmistajilta. Laitteisto tulisi koostua pienestä ohjelmoitavasta säätimestä ja taajuusmuuttajasta, jonka koko riippuu LTO-kiekon pyörittämiseen vaadittavasta moottorista. Näin sama säädin samoine ohjelmineen olisi sopiva jokaiseen IV-koneeseen riippumatta fyysisistä mitoista ja moottorin koosta.

Työn aluksi selvitettiin, mitä laitteistolta vaaditaan ja suunnitellaan sen mukaan laitteiston kokoonpano. Päädyttiin laatimaan uusi ohjelma Multi24-säätimelle, johon taajuusmuuttaja liitettäisiin. Kyseisellä säätimellä ei ole ohjattu ennen taajuusmuuttajia, joten piti luoda myös kokonaan uusi liityntä.

2 LÄMMÖN TALTEENOTTO

Ilmanvaihto on ollut 1960-luvulle asti pääasiassa painovoimaan perustuvaa ilmanvaihtoa, jossa ilman siirtyminen aiheutui sisä- ja ulkoilman välillä olevista lämpötila- ja paine-eroista. Sittemmin rakennusten tiiveyden parantuessa koneellinen ilmanvaihto on yleistynyt. Koneellisen ilmanvaihdon alkuvaiheilla energiatehokkuutta ei huomioitu ja poistoilman kuljetukseen käytettiin huippuimureita. Huippuimuri puhaltaa suoraan lämpimän ilman ulos ottamatta lämpöä talteen. Lämmön talteenotto kehitettiin 1970-luvun öljykriisin aiheuttamana, koska energiansäästö muuttui tärkeämmäksi. (1.)

Lämmön talteenoton (myöhemmin LTO) tarkoituksena on siirtää huoneistosta tulevasta poistoilmasta lämpöä ulkoa tulevaan kylmään ilmaan, jotta säästettäisiin jälkilämmityskustannuksissa. Keväisin ja syksyisin LTO voi riittää jopa yksistään tuloilman lämmittämiseen, eikä jälkilämmitystä tarvita. Ulkoilman lämmittämiseen kuluva energia on lähes puolet omakotitalon lämmitykseen kuluvasta energiasta. Nykyisin lämmön talteenotto voidaan toteuttaa jo useilla erilaisilla lämmönsiirtimillä, joista jokaisessa on hyvät ja huonot puolensa. (1.)

2.1 Levylämmönsiirrin

Yksinkertaisin ja varmin lämmön talteenotto on levylämmönsiirrin, joka on yleensä ns. ”kuutio-LTO” eli ristivirtalevylämmönsiirrin. Tässä ratkaisussa tuloilma kuljetetaan kuution muotoisen levypakan läpi ristikkäin poistoilman kanssa. Kuutiossa tuloilma ja poistoilma ovat erillään toisistaan levyjen avulla, mutta lämpö pääsee siirtymään levyjen läpi. Levylämmönsiirtimiä käytetään yleisimmin pienissä ilmanvaihtokoneissa, sillä ne ovat erittäin kustannustehokkaita ja ilmavirtojen sekoittuminen on levyillä rajoitettu laadukkaamman tuloilman tuottamiseksi. Yksinkertaisella kuutio-LTO-ratkaisulla lämmön talteenoton vuosihyötysuhteet rajoittuvat kuitenkin noin 45–50 %. (1.)

Tuorein kehitetty levylämmönsiirrin on vastavirtakuutio, joka on kuin venytetty kuutio. Vastavirtakuutiossa ilmavirrat kulkevat jonkin matkaa vastakkain, jonka

ansiosta vuosihyötysuhde on vanhempaa ristivirtalevylämmönsiirrintä parempi. Vastavirtalevylämmönsiirtimeen vuosihyötysuhde on yleensä 49 – 61 %. (1; 2.)

Levylämmönsiirtimeen suurimpia ongelmia on kuution jäätyminen ja sen aiheuttama lämmön talteenoton hyötysuhteen huonontuminen. Huoneesta tulevan poistoilman kosteus tiivistyy kylmän kuution pintaan ja jäätyy. Jäätymistä voidaan estää LTO:n ohituksella, eli ilma kierrätetään LTO:n ohi säädettävien peltien avulla, mutta tällöin LTO:n vuosihyötysuhde pienenee.

2.2 Pyörivä lämmönsiirrin

Kesällä 2010 tulleen EU direktiivin mukaan 2020 vuoden loppuun mennessä uudet rakennukset tulisi olla lähes nollaenergiataloja. Tämän direktiivin myötä uusien rakennusten energiatehokkuuteen on kiinnitetty enemmän huomiota. Pyörivä lämmönsiirrin on kehitetty parempaa hyötysuhdetta ajatellen. Pyörivä lämmönsiirrin on pyörivä kennosto, joka on sijoitettu puoleksi tulo- ja puoleksi poistopuolelle. Se varaa lämpöä kennoston lävitse virtaavasta poistoilmasta ja vapauttaa lämpöä tuloilman puolelle. (1; 3.)

Pyörivää lämmönsiirrintä suositellaan käytettäväksi kaikkiin kohteisiin, joihin se soveltuu, sillä suuren massan ja pinta-alan ansiosta sen hyötysuhde on ylivoimainen muihin vaihtoehtoihin verrattuna. Pyörivällä LTO:lla saavutetaan jopa yli 70 % vuosihyötysuhde ja sen jäätymisriski on pienempi kuin passiivisella ristivirtalämmönvaihtimella. Pyörivä lämmönsiirrin ei kuitenkaan ole kaikkiin kohteisiin soveltuva, sillä se siirtää lämmön lisäksi myös hieman kosteutta ja epäpuhtauksia poistoilman puolelta tuloilman puolelle. Tätä siirtymistä voidaan ehkäistä puhtaaksipuhallussektorilla, jossa osa tuloilmasta kulkeutuu poistoilmaan ennen varsinaista lämmönsiirtoa tulopuolelle. Pyörivä LTO on myös hankinta- ja ylläpitokustannuksiltaan kalliimpi kuin muut vaihtoehdot. (1; 2; 3; 4; 5.)

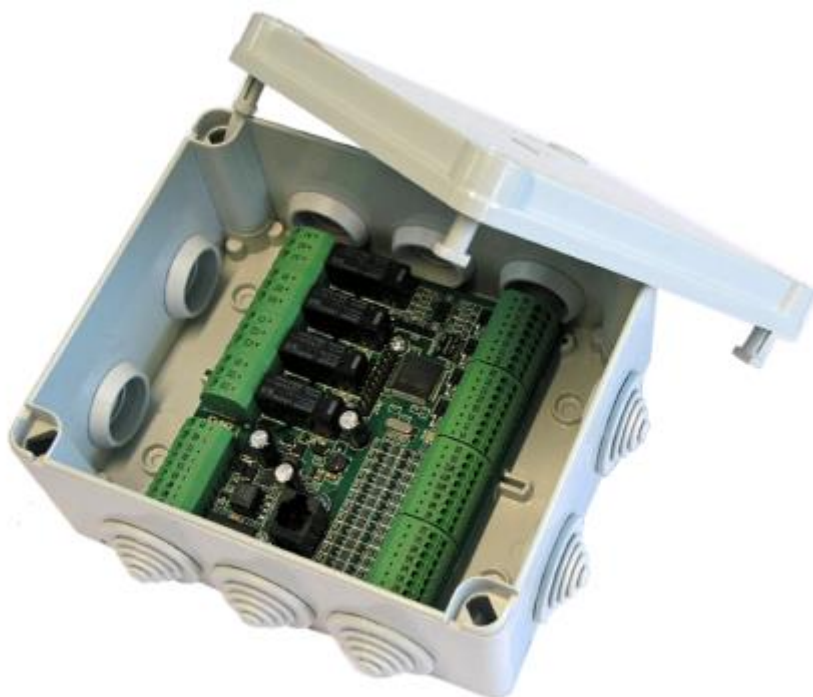
Lämmön siirtymistä voidaan parantaa lisäämällä kiekon pyörimisnopeutta. Kiekon pyörimisnopeutta ei voida kuitenkaan nostaa rajattomasti, sillä jollakin nopeudella lämmönsiirtyminen ei enää lisääny. Tämä rajanopeus riippuu kiekon koosta, sekä ilmavirtojen suuruuksista. (3.)

2.3 Nestekiertoinen lämmönsiirrin

Joissakin tapauksissa ilmanvaihto on rakennettu siten, että tuloilma ja poistoilma eivät ole toisiaan lähellä tai rakennuksen ilmanlaadun varmistamiseksi tuloilma ja poistoilma eivät saa sekoittua. Tällaisessa tapauksessa edellä mainitut lämmönsiirtotavat eivät sovellu käytettäväksi, vaan lämpö on otettava talteen nestekiertoisella lämmönsiirtimellä eli lamellilämmönsiirtimellä. Yleensä nesteenä käytetään vesi-glykoliseosta, joka kulkee lämmöntalteenottopatterien lamellien läpi siirtäen lämpöä poistoilmasta tuloilmaan. Nestettä liikutetaan pumppun avulla ja virtausta voidaan säätää venttiilillä. Lamellilämmönsiirtimellä saavutetaan yleensä vain noin 40 %:n vuosihyötysuhde. Nestekiertoisen lämmönsiirtimen etuna on ilmavirtojen sekoittumattomuus sekä joustavampi IV-koneen tulo- ja poistopuolien sijoittelu. (1; 3.)

3 MULTI24- OHJELMOITAVA SÄÄDIN

Multi24 (kuva 1) on vapaasti ohjelmoitava kenttäsäädin, jolla voidaan ohjata pieniä kokonaisuuksia, kuten yhden huoneen ilmanvaihto ja lämmitys. Moduuli toimii itsenäisenä säätimenä, joka voidaan liittää osaksi isompaa automaatiokeskusta. Moduulin kommunikaatio muiden keskusten ja säätimien kanssa toimii Modbus RTU -yhteydellä. (6; 7.)



KUVA 1. Multi24- vapaasti ohjelmoitava säädin asennuskotelossaan (7)

3.1 Tekniset tiedot

Moduulissa on nimeen viitaten 24 I/O-liitäntää. 12 näistä liitännöistä on UI-tyyppisiä (Universal input), eli niiden mittaustyyppi voidaan määrittää tapauskohtaisesti. Mittaustyyppejä on kolme erilaista: resistiivinen mittausta, jännitemittaus ja digitaalinen mittausta. Lisäksi moduulissa on 12 ohjausliitäntää: neljä relettä (digitaalinen ohjaus), neljä triacia (PWM-ohjaus) ja neljä 0–10VDC:n jänniteohjattua

lähtöä. Tarkemmat tekniset ominaisuudet löytyvät Multi24-datalehdessä, joka on opinnäytetyön liitteenä. (6, liitteet 1 ja 2.)

3.2 Ohjelmointi

Säätimen ohjelmoinnissa käytetään Infoteam Software GmbH:n OpenPCS-ohjelmaa, jonka ohjelmointikieli on IEC-standardin 61131-3 mukainen. Ohjelmointi on lausekielistä ohjelmointia, joka voi olla haastava omaksua, mutta käytettävyydeltään ja muokattavuudeltaan se nousee muiden ohjelmointitapojen yläpuolelle erityisesti uusien sovelluksien luomisessa. Yleensä ennen ohjelmointia tai ohjelmoinnin alkuvaiheessa suoritetaan sovelluksessa tarvittavien pisteiden luonti, joka puolestaan tapahtuu Fidelix Oy:n kehittämällä MultiPointTool-työkalulla. Työkalulla luodaan pisteet, joita käytetään Multi24-säätimen rekisteritietokannassa. Esimerkiksi jokainen erillinen mittauspiste tallentaa mittauksensa arvoa omaan rekisteriinsä.

3.3 Käyttösovellukset

Multi24-säätimen mukautuvuuden ansiosta käyttösovellusmahdollisuudet ovat monipuoliset. Suoritin kykenee suorittamaan monimutkaistakin ohjelmaa nopealla syklillä (ohjelmakierros yleensä 500 ms). Mittauspaikkojen mittaustyyppien vapaa määrittäminen tuo lisää mukautuvuutta ja helpottaa uusien sovelluksien kehittämistä. Yleensä ainoa rajoittava tekijä onkin I/O-liitäntöjen rajallinen määrä. (6.)

3.3.1 Huonesäädin

Säätimellä on toteutettu huoneilman lämpötilaa säätelevä ohjelmaversio. Yleensä säätimeen kytketään paikallinen lämpötila-anturi säädettävällä potentiometrillä, jolla valitaan haluttu huonelämpötila. Potentiometrillä varustetun lämpötila-anturin tilalle voidaan laittaa pieni kosketusnäyttö, josta voidaan lämpötilan asettamisen lisäksi seurata huoneilman lämpötilaa ja säädön tilaa. Säädin ohjailee huoneilman lämpötilaa esimerkiksi säätämällä tuloilman lämpöpatterin venttiiliä. Monissa tapauksissa ilmanvaihdossa on myös jäähdytyspatteristo ja

sen venttiiliä ohjailemalla saadaan lämpimällä säällä huoneilman lämpötila pidettyä halutussa asetusarvossa. Huonesäätimellä on toteutettu myös esimerkiksi lattialämmityksen huonekohtaisia säätöjä sekä peltimoottoreilla ohjattuja ilmamääräsäätöjä.

3.3.2 Parametroitava IV-säädin

Ilmanvaihtokoneen säädin on tuore sovellus, joka on toteutettu Multi24-säätimellä, sekä Room Display -kosketusnäytöllä. Kyseessä on Ilmanvaihtokoneen itsenäinen säädin, joka sijoitetaan koneen sisään tai koneen välittömään läheisyyteen. Säädin soveltuu pakettikoneiden ja riviliitinkoneiden ohjaukseen. Se on ohjelmoitu parametroitavaksi säätimeksi siten, että jokaiseen erilaiseen kohteeseen ei tarvitse ohjelmoida säädintä kokonaan uusiksi, vaan valitaan vain laitteistoon sopivat asetusarvot ja ohjelmahaarat jota kyseisessä laitteistossa käytetään. Esimerkiksi osa ilmanvaihtokoneista käyttää suodatinvahteina paineekykimiä (digitaalinen mittaus) ja toisissa ilmanvaihtokoneissa suodattimen painetta mitataan painelähtetimestä (analoginen mittaus). Mittaustyyppien lisäksi säätimen parametroitavia asetuksia ovat esimerkiksi lämmitystapa ja LTO:n tyyppi.

Koneen käyntiä voidaan seurata kosketusnäytöltä ja samalla voidaan muuttaa esimerkiksi tuloilman lämpötila-asetuksia koneen käydessä. IV-säädin sisältää kaiken tarpeellisen älykkään IV-koneen automatiikan. Säädin on myös liitettävissä kiinteistössä mahdollisesti sijaitsevaan automaatiokeskukseen joko käyttämällä IV-säätimen hälytysrelettä tai siirtämällä dataa Modbus-väylän välityksellä. (7.)

4 DANSFOSS VLT MICRO DRIVE -TAAJUUSMUUTTAJA

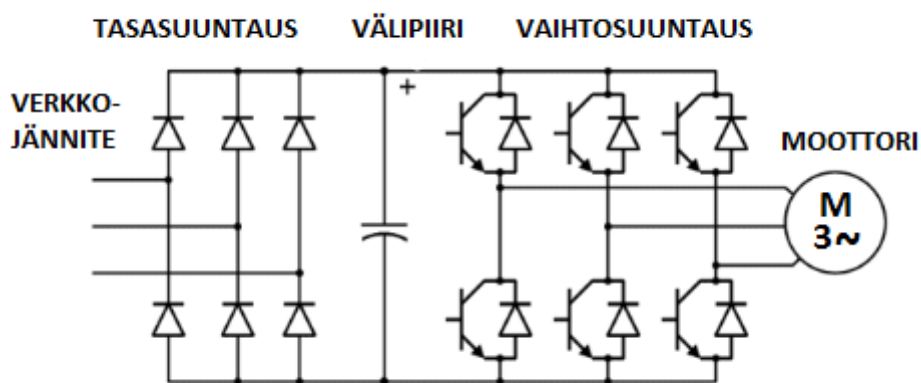
LTO-säätimen kokoonpanoon valittu taajuusmuuttaja on Danfossin VLT Micro Drive (kuva 2), joka sopii käyttösovellukseen erityisesti pienen kokonsa ansiosta. Micro Drive -taajuusmuuttajalla voidaan säädellä jopa 18,5 kW:n vaihtovirtamoottoreita. LTO:n moottorit ovat tosin yleensä reilusti mainitun teholuokan alapuolella. Micro Drive tukee myös väyläliittynnän kautta tulevaa ohjausta, mikä vähentää tarvittavien I/O-liitäntöjen määrää ja kaapelointia. (8; 9.)



KUVA 2. Danfoss Micro Drive -taajuusmuuttaja (10)

Taajuusmuuttaja on yleensä sähkömoottorien ohjaukseen tarkoitettu sähkölaite, joka kytketään valtakunnallisen sähköverkon ja ohjattavan moottorin välille. Taajuusmuuttaja muuntaa kiinteätaajuisesta verkkojännitteestä halutun syöttöjännitteen ja taajuuden moottorille. Taajuusmuuttajalla voidaan siten säätää moottorin pyörimisnopeutta ja vääntömomenttia.

Yleensä taajuusmuuttajan toiminta perustuu kolmeen vaiheeseen, jotka ovat tasasuuntaus, suodatus ja vaihtosuuntaus. Aluksi valtakunnallisesta sähköverkosta otettu syöttöjännite tasasuunnataan esimerkiksi diodisillalla. Välipiirissä suodatetaan tasasuuntauksessa mahdollisesti aiheutuvat häiriöt ja samalla varastoidaan sähköä vaihtosuuntausta varten taajuusmuuttajan sisäisiin kondensaattoreihin. Vaihtosuuntauksessa käytetään esimerkiksi IGBT-transistoreita, joiden johtavuutta säädellään PWM-signaaleilla halutun syöttöjännitteen aikaansaamiseksi (8; 11; 12, kuva 3).



KUVA 3. Taajuusmuuttajan toimintaperiaate

5 LTO-SÄÄTIMEN KEHITTÄMINEN

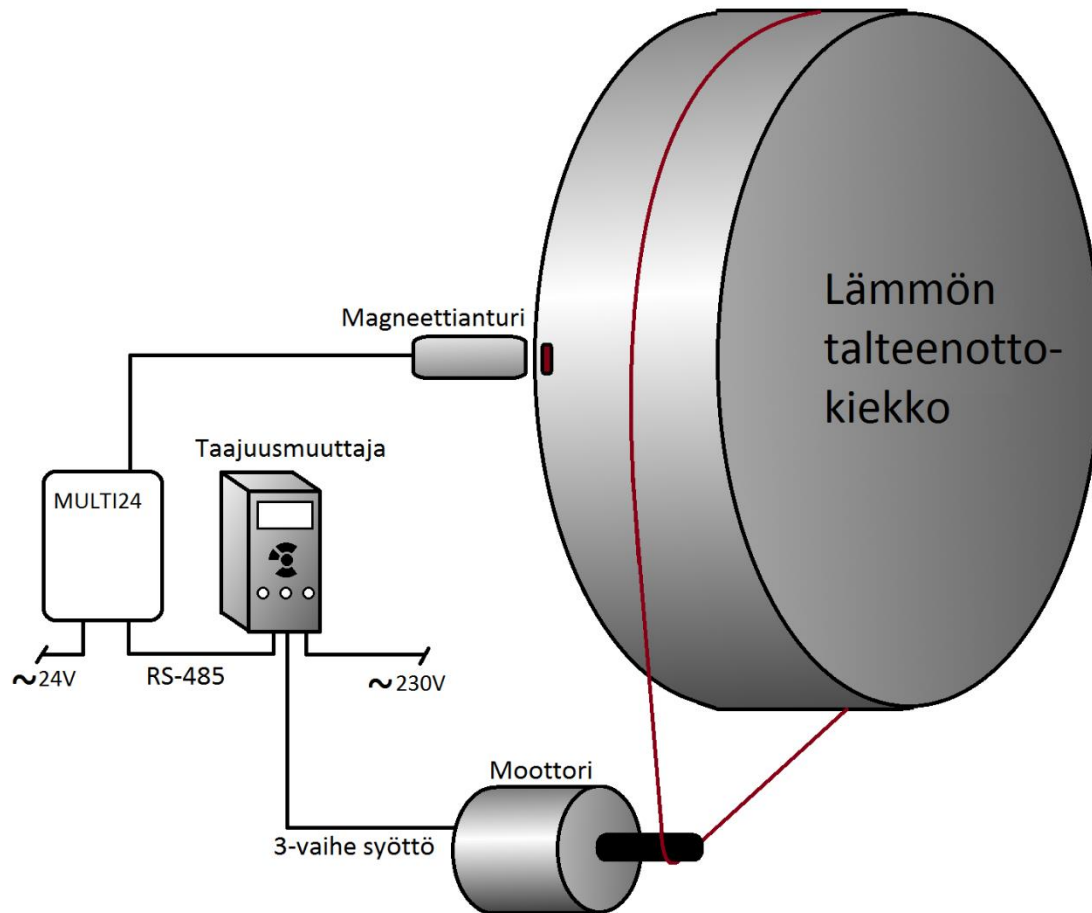
LTO-säädin on ilmanvaihtokoneen pyörivän lämmöntalteenoton ohjain, joka muodostuu yhdestä Multi24-säätimestä ja siihen kytketystä taajuusmuuttajasta. Säätimelle annetaan jänniteviesti, jolla säädetään haluttu lämmöntalteenottokiekon pyörimisnopeus 0 – 100 %. Säädin ohjaa taajuusmuuttajaa, joka pyörittää LTO-kiekkoa moottorin avulla.

5.1 Suunnittelu

Tuotteen suunnittelun lähtökohtana oli saada hinnaltaan ja toimintavarmuudeltaan kilpailukykyinen vaihtoehto ilmanvaihtokoneissa käytetyille invertterille, jolla LTO:n kiekkoa yleensä ohjataan. LTO-säätimen tehtävänä on pyörittää LTO:n moottoria asetetulla nopeudella ja samalla vahtia hinnan mahdollista katkeamista pyörimisanturin avulla. Lisäksi LTO-säätimen tulee ilmoittaa kaikista vika-tilanteista joko hälytysreleen välityksellä tai väyläliitynnän kautta. Paikallinen ohjaus ja testaaminen mahdollistetaan kiinteillä painonapeilla ja laitteen toimintatila ilmaistaan LED-valoilla. Tuotteen suunnitteluun otettiin mukaan myös vapaaehtoiset lisäominaisuudet, kuten puhtaaksipuhallustoiminto sekä uutena ominaisuutena automaattiviritys.

5.1.1 Laitteisto

Laitteisto koostuu yhdestä Multi24-säätimestä, jonka aliväylään on liitetty Danfoss Micro Drive -taajuusmuuttaja. Sähkön syöttö LTO:ta pyörittävälle moottorille kulkee taajuusmuuttajan kautta ja ohjaa siten moottorin nopeutta. Multi24-säätimeen liitetään kaksi painonappia ja neljä LED-valoa. Valoilla ilmaistaan laitteen toimintatila ja hälytykset. LTO kiekon pyörimistä seurataan magneettianturilla, joka antaa pulssin säätimelle joka kerta, kun kiekko on pyörähtänyt täyden kierroksen. (Kuva 4.)



KUVA 4. LTO-säätimen laitteisto

5.1.2 Väyläliityntä

Multi24 tukee tiedonsiirtoa RS-485 väylän kautta. Myös Danfossin Micro Drive -taajuusmuuttaja tukee väyläliitynnällistä kommunikaatiota. Ohjaus säätimeltä taajuusmuuttajalle päätettiin toteuttaa väyläkommunikaation avulla, koska väyläliitynnän kautta saadaan taajuusmuuttajan monipuolisemmat ohjaus- ja seurantamahdollisuudet. Samalla vähennetään kaapelointi tarve minimiin, sillä väyläliityntään tarvitaan vain yksi kaapeli, jossa on kaksi johdinta. Lisäksi Multi24-säätimen I/O-paikkoja jää ylimääräisiksi, mikä on tärkeää mahdollisen jatkokehityksen

tyksen kannalta. Kuvassa 5 on esitetty taulukko, josta selviää Micro Drive -taajuusmuuttajilta luettavat parametrit (8; 9.)

6.2.17 16-** Data Readouts

Parameter Number	Parameter Description	Default Value	2 Setup	Change During Operation	Conversion Index	Type
16 - 00	Control Word	0	1 set-up	TRUE	0	Uint16
16 - 01	Reference [Unit]	0	1 set-up	TRUE	-3	Int32
16 - 02	Reference %	0	1 set-up	TRUE	-1	Int16
16 - 03	Status Word	0	1 set-up	TRUE	0	Uint16
16 - 05	Main Actual Value [%]	0	1 set-up	TRUE	-2	Int16
16 - 10	Power [kW]	0	1 set-up	TRUE	-3	Uint16
16 - 11	Power [hp]	0	1 set-up	TRUE	-3	Uint16
16 - 12	Motor Voltage	0	1 set-up	TRUE	0	Uint16
16 - 13	Frequency	0	1 set-up	TRUE	-1	Uint16
16 - 14	Motor Current	0	1 set-up	TRUE	-2	Uint16
16 - 15	Frequency [%]	0	1 set-up	TRUE	-1	Uint16
16 - 18	Motor Thermal	0	1 set-up	TRUE	0	Uint8
16 - 30	DC Link Voltage	0	1 set-up	TRUE	0	Uint16
16 - 34	Heatsink Temp.	0	1 set-up	TRUE	0	Uint8
16 - 35	Inverter Thermal	0	1 set-up	TRUE	0	Uint8
16 - 36	Inv. Nom. Current	0	1 set-up	TRUE	-2	Uint16
16 - 37	Inv. Max. Current	0	1 set-up	TRUE	-2	Uint16
16 - 38	Sl. Controller State	0	1 set-up	TRUE	0	Uint8
16 - 50	External Reference	0	1 set-up	TRUE	-1	Int16
16 - 51	Pulse Reference	0	1 set-up	TRUE	-1	Int16
16 - 52	Feedback [Unit]	0	1 set-up	TRUE	-3	Int32
16 - 60	Digital input 18,19,27,33	0	1 set-up	TRUE	0	Uint16
16 - 61	Digital input 29	0	1 set-up	TRUE	0	Uint8
16 - 62	Analog Input 53 (V)	0	1 set-up	TRUE	-2	Uint16
16 - 63	Analog Input 53 (mA)	0	1 set-up	TRUE	-2	Uint16
16 - 64	Analog Input 60	0	1 set-up	TRUE	-2	Uint16
16 - 65	Analog Output 42 [mA]	0	1 set-up	TRUE	-2	Uint16
16 - 68	Pulse input 33	20	1 set-up	TRUE	0	Uint16
16 - 71	Relay Output [bin]	0	1 set-up	TRUE	0	Uint8
16 - 72	Counter A	0	1 set-up	TRUE	0	Int16
16 - 73	Counter B	0	1 set-up	TRUE	0	Int16
16 - 86	FC Port REF 1	0	1 set-up	TRUE	0	Int16
16 - 90	Alarm Word	0	1 set-up	TRUE	0	Uint32
16 - 92	Warning Word	0	1 set-up	TRUE	0	Uint32
16 - 94	Ext. Status Word	0	1 set-up	TRUE	0	Uint32

KUVA 5. Danfoss Micro Drive -taajuusmuuttajilta luettavat parametrit (8)

Taulukosta nähdään, että taajuusmuuttajalta on luettavissa monta sovellukseen hyödynnettävissä olevaa parametria. Taulukossa on esitetty sarakkeittain vasemmalta oikealle luettaessa parametrin numero, sisällön kuvaus, vakioarvo, "2 Setup" tyyppi, käynnin aikaisen muuttamisen mahdollistaminen, muuntoindeksi ja parametrin tyyppi. Kohdassa "2 Setup" on määritetty, voiko parametrillä olla kahta eri asetusarvoa. Muuntoindeksillä määritetään parametrin arvon muunto-kerroin. Esimerkiksi muuntoindeksin arvolla -1 on kerroin 0,1. (8.)

Taajuusmuuttajan hetkellistä lämpötilaa voidaan lukea parametrissa 16-34 ja voidaan vaikkapa ohjelmoida säädin estämään taajuusmuuttajan käyttämisen tai antamaan hälytyksen eteenpäin, kun lämpötila on korkea. Muita tärkeitä luettavia parametreja ovat taajuusmuuttajan varoitustila ja hälytystila.

Väyläliitynnän suunnittelussa oli alussa haasteita, sillä Multi24:n firmwaren tuotekehitys oli menneillään ja aliväylän nopeuden muuttamiseen tuli tuolloin muutoksia. Uuden firmwaren tullessa käyttöön pystyttiin valitsemaan Multi24:n aliväylän nopeus vastaamaan Danfossin VLT Micro Drive -taajuusmuuttajan väylännopeutta. Väylänopeudeksi valittiin 19200 bittiä sekunnissa, joka on riittävä kokoonpanossa käytettävien laitteiden väliseen nopeaan kommunikointiin. (8.)

5.1.3 Pistesuunnittelu

Ennen säätimen suorittaman ohjelman luomista määritettiin ohjelman käyttämät muuttujat eli pisteet. Yksi piste voi sisältää esimerkiksi jonkin mittauksen arvon tai asetusarvon. Ohjelmaa varten tehtävä pistesuunnittelu suoritettiin Fidelix Oy:n MultiPointTool-työkalulla, joka on Java-pohjainen pistesuunnittelutyökalu. Ennen kyseistä työkalua pisteet on tehty kopioimalla toisista sovelluksista pisteiden määrittämiset ja muokkaamalla niitä käsin.

Uudella MultiPointTool-ohjelmalla pisteiden luonti tapahtuu lisäämällä pisteitä taulukkoon, johon määritetään pistetunnus (PointId), selitysteksti (Comment), minimi- ja maksimiarvot (MinLimit, MaxLimit), tehdasasetusarvo (FactoryDefault), Modbus-rekisterinumero (ModbusRegister), mahdollinen näytön käyttämä rekisterinumero (DisplayRegister), pisteen skaalauskerroin (RegScaling), pisteen yksikkö (PointUnit), pisteen historiaan tallennuksen aikaväli (HistoryInterval), pisteen lukusuunta (PointAccess) ja pisteen käsittelyn binäärimuuttujat (Save, History, Alarm, Double). "Save"-muuttuja määrittää tallennetaanko pisteen arvo katoamattomaan muistiin. "History" -muuttujalla määritetään historiaan tallennus. "Alarm"-muuttuja otetaan käyttöön, kun pistettä käytetään hälytyspisteenä. "Double"-muuttujaa käytetään, kun pisteen arvo vaatii kahden rekisterin alueen. Työkalu nopeuttaa pisteiden luomista ja helpottaa niiden hallintaa, sillä työkalu mahdollistaa myös pisteiden massamuokkauksen. Lopuksi, kun pisteet on luotu, ne muunnetaan Multi24:n IEC-ohjelmaan sopivaan muotoon Database.poe -tiedostoksi. IEC-ohjelma käyttää kyseistä tiedostoa pistetietokantanaan, johon kaikkien mittausten luennat tallennetaan ja josta luetaan ohjelmaan pisteiden arvot (kuva 6).

...	PointId	Comment	Gro...	MinLi...	MaxL...	FactoryD...	Modbus...	Display...	RegSca...	Point...	HistoryInt...	PointA...	Save	Hist...	Ala...	Doub *
1	LANGUA...	Kieli (0=SUOMI, 1=ENGLANTI, 2=RUOT...	1 SY...	0	2	0	1	1	1		0	ReadWr...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	FACTOR...	Tehdasasetusten palautus (0=OK/PALA...	1 SY...	0	1	0	2	2	1		0	ReadWr...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	ACK_ALA...	Hälytysten kuittaus (0=ODOTETAAN K...	1 SY...	0	1	1	3	3	1		0	ReadWr...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	ALARM_...	Aktiivisten hälytysten määrä	1 SY...	0	100	0	4	4	1		0	ReadOnly	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	SUM_AL...	Summahälytys (0=Ei aktiivisia kuittaam...	1 SY...	0	1	0	5	5	1		0	ReadOnly	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	ALARM_...	Hälytyksen merkinäni (0=EI KÄYTÖSS...	1 SY...	0	1	0	6	6	1		0	ReadWr...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	MULTI_F...	Multi24 firmware versio	1 SY...	0.00	10.00	1.00	7	7	100		0	ReadOnly	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	MULTI_S...	Multi24 sovelluksen ohjelmaversio	1 SY...	0.00	10.00	1.00	8	8	100		0	ReadOnly	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

KUVA 6. Fidelix Oy:n MultiPointTool-ohjelma.

5.2 Ohjelmointi

Ohjelmointi toteutettiin luvussa 3.2 mainitulla OpenPCS-ohjelmalla. Ohjelmoinnin apuna toimi muiden Multi24-sovelluksien ohjelmakoodit, sekä IEC-ohjelmointi opas. Lisäksi Fidelix Oy:n tukisivulla on ladattavissa käyttöopas, josta on apua OpenPCS:n käytössä. Ohjelman lähdekoodia ei julkaista tässä opinnäytetyössä. (14.)

Ohjelmointikielenä toimii hieman Pascal- ja C-kieltä muistuttava tekstipohjainen Structured Text (ST). Siinä käytetään C-kielestä tuttuja If-Else- ja Case-lauseita. Ohjelma rakentuu lauseista, joita luetaan rivi riviltä järjestyksessä ylhäältä alas. (15.)

5.2.1 Hihnavahdi

Tyypillisesti Multi24:n ohjelman kierto on 500 ms. Ohjelman kiertoa voi hiukan nopeuttaa, mutta ei riittävästi, jotta voitaisiin varmistaa nopeiden indikointien lukeminen. Siksi pyörimisanturin indikointi luetaan perinteisen digitaalisen tulon sijaan pulssitulona ja muutetaan se ohjelmallisesti kaksitilaiseksi käyntitiedoksi. Pulssin lukeminen on jatkuva-aikaista, vaikkakin ohjelma saa tiedon pulssin saapumisesta vasta ohjelmakierron viiveen jälkeen.

Hihnavahdi on toteutettu ajastimella, joka nollautuu aina, kun mitataan uusi pulssi. Jos pulssia ei tule ja ajastin käy loppuun samalla kun ohjaus on päällä,

eli kiekon pitäisi pyöriä, niin oletetaan hihnan katkenneen ja laukaistaan hihnavahdin hälytysrele.

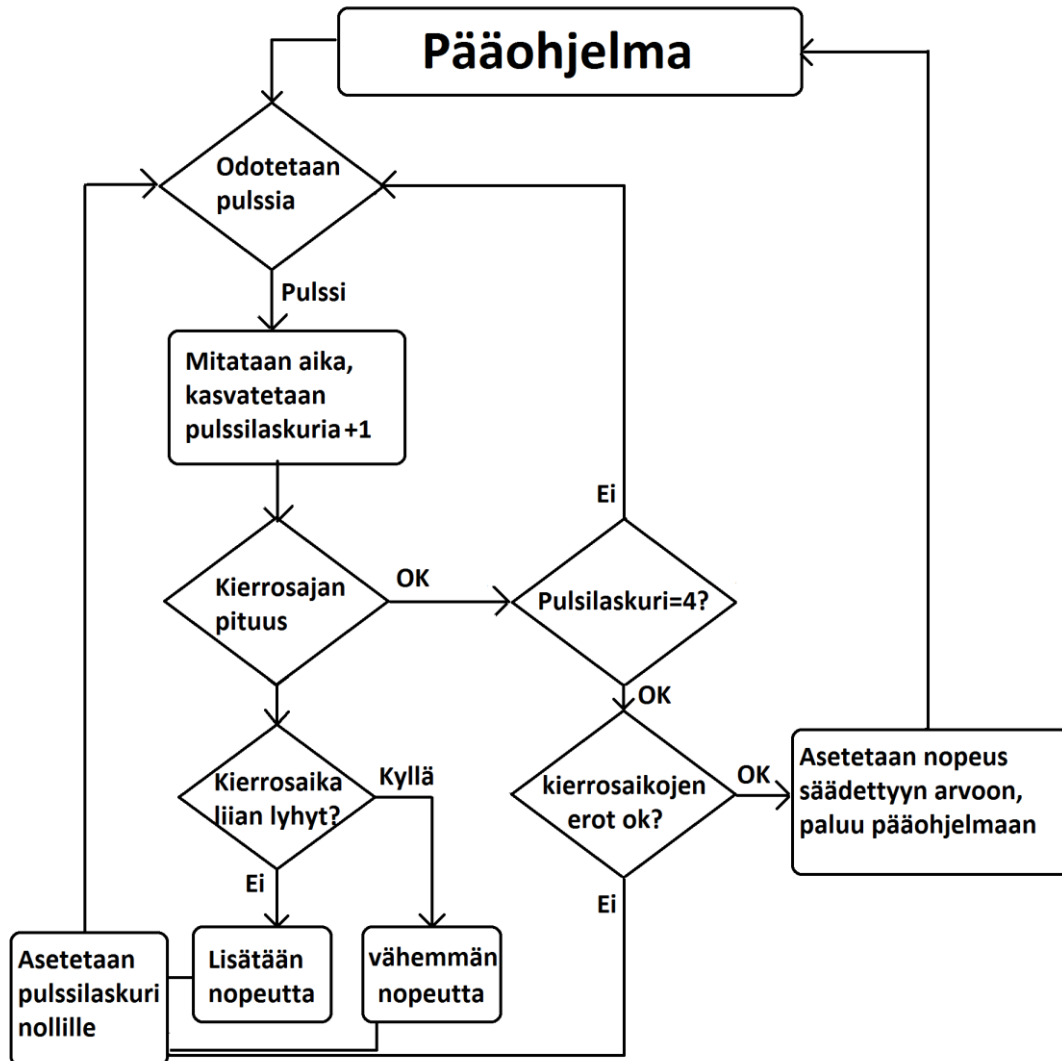
5.2.2 Pääohjelma

LTO-säätimen perustarkoitus on pyörittää LTO:ta automaatiokeskukselta tulevan ohjauksen mukaan. Jatkuvatoiminen pääohjelma lukee mittauspisteisiin tulevat tiedot ja taajuusmuuttajan tilan, sekä ohjaa niiden mukaan taajuusmuuttajalle syötettävää ohjausviestiä. Yksi suurimmista haasteista uuden sovelluksen kehittämisessä on käyttöliittymän toteutus. Tässä tapauksessa kosketusnäytön lisääminen tuntui tarpeettomalta, koska tuotteen haluttiin olevan hinnaltaan kilpailukykyinen. Päädyttiin lopulta ratkaisuun, jossa käyttöliittymän ohjaimina toimivat paikalliset manuaaliajon painikkeet ja tilailmoitusledit, eikä graafista käyttöliittymää ole. Säädin ei varsinaisesti vaadi paikallista ohjausta tai valvontaa, mutta säätimen asennus- ja käyttöönottovaiheessa manuaaliajon painikkeet mahdollistavat pikaisen testauksen.

5.2.3 Automaattiviritys

Säätimen asennuksen jälkeen toiminta on testattava ja laitteiston oikeanlainen toimivuus tarkistettava. LTO-säätimessä on kaksi ulkoista painiketta, joilla säätimen taajuusmuuttajalle antamaa viestiä voidaan ohittaa ja pakottaa LTO:n moottori pyörimään maksimi- tai miniminopeudellaan. Joissain laitteistokokonaisuuksissa voidaan törmätä tilanteeseen, jossa LTO:n vakiomaksiminopeus on tarpeettoman suuri käytettävällä moottorihhnavälityksellä ja siksi maksimipyörimisnopeutta olisi hyvä pystyä rajoittamaan. Mikäli LTO saavuttaa maksimihyötysuhteensa pienemmälläkin nopeudella, voidaan kierrosnopeutta rajoittaa ja säästää siten energiaa. Vakiona ohjelma ei rajoita taajuusmuuttajalle menevää ohjausviestiä, mutta mikäli maksiminopeuden huomataan olevan liian suuri, voidaan ajaa säätimen automaattiviritys painamalla molemmat manuaaliohjauspainikkeet pohjaan kolmen sekunnin ajaksi. Automaattivirityksen voi myös keskeyttää samalla näppäinyhdistelmällä, jolloin maksimikierrosnopeuden asetus palaa edelliseen arvoon.

Automaattivirityksessä säädin rajoittaa maksimikierronnopeuden kymmeneen kierrokseen minuutissa. Säädin pyörittää LTO-kiekkoa taajuusmuuttajan välityksellä aloittaen 40%:in nopeudesta mitaten magneettianturilla kiekon pyörimistä ja muuttaen sen mukaan nopeutta, kunnes kierrosnopeus on kymmenen kierrosta minuutissa. Automaattiviritys päättyy, kun tavoitenopeus saavutetaan ja sen hetkinen nopeusasetus asetetaan säätimen ohjauksen maksimiarvoksi. Mikäli tavoitenopeutta ei saavuteta, niin silloin LTO-kiekon pyörimisnopeus on kohtuullisten rajojen sisällä, eikä pyörimisnopeutta tarvitse rajoittaa ja ohjelma palaa pääohjelman suoritukseen. Asetettava kierrosnopeus minuutissa on muutettavissa tarvittaessa vaikkapa kaksinkertaiseksi. Mikäli automaattiviritystä ei katsota tarpeelliseksi, voidaan se jättää tekemättä. Säädin on silloin valmis käyttöön heti, kun laitteet on kytketty ja virta on päällä. Ohessa periaatekuva kyseisen ohjelmanosan toiminnasta (kuva 6).



KUVA 6. Lohkokaaviokuva automaattivirityksen periaatteellisesta toiminnasta.

5.3 Käyttöönotto ja toiminnan testaus

Opinnäytetyön tekemisen loppuvaiheilla saatiin työksi IV-koneen saneerausurakka, joka koski yhden pyörivällä LTO:lla varustetun LTO:n automatiikan uusimista. Tämän urakan IV-koneen LTO ei kuitenkaan soveltunut LTO-säätimen testauskohteeksi, sillä laitteiston fyysiset ominaisuudet eivät mahdollistaneet LTO-säätimen täysimittaista käyttöönottoa. LTO-säädin testattiin itse rakennetulla systeemillä, joka sisälsi moottorin, taajuusmuuttajan, säätimen sekä

indikointi ledit. Tässä systeemissä pyörimisanturin mittauspulssia simuloitiin painonapin avulla. Säätimen toiminta testattiin testauslistan avulla jokainen ohjelman osa kerrallaan. Lopuksi luotiin käyttöohje (liite 3) ja esite (liite 4), jotka lähetetään laitteen mukana tilaajalle.

5.4 Optimointi

Uuden käyttösovelluksen ohjelman kehittäminen on pitkäaikainen prosessi ja vaatii lukuisia testaus- ja ohjelmointikertoja. Vaikka ohjelman periaatteellinen toiminta olisikin oikein, voi sen lähitarkastelu tuoda esiin asioita, joita muuttamalla ohjelma toimisi paremmin tai olisi yksinkertaisempi. Ohjelmoinnissa pyritään lähes poikkeuksetta aina lyhimpään mahdolliseen tapaan toteuttaa toiminta. Usein ohjelmoinnissa ihminen tulee sokeaksi omille virheilleen eikä välttämättä huomaa testauksessakaan ohjelman epäkohtia. Siksi valmis sovellus olisi hyvä testauttaa testauslistan avulla henkilöllä, jolla ei ole tietoa ohjelman tarkasta sisällöstä.

LTO-säätimen testauksessa keskityttiin parantamaan väyläliitännän nopeus ja toimintavarmuus. Väyläliitynnän nopeutta voidaan parantaa siten, että ohjelma lukee rekisterien arvoja vain silloin, kun niissä on tapahtunut muutosta. Tämä vähentää väylässä tapahtuvaa liikennettä ja vähentää siten säätimen ja taajuusmuuttajan välistä ohjausviivettä. Toimintavarmuuden parantamiseksi lisättiin toiminto, joka seuraa väyläliikennettä ja aiheuttaa hälytyksen, mikäli dataliikenteessä on virheitä asetetun hälytysviiveen ajan.

Multi24:n ylimääräisiksi jääneet I/O-paikat voitaneen hyödyntää tulevaisuudessa esimerkiksi muun automatiikan lisäliitännöinä. Tämä onnistuu liittämällä Multi24 muuhun automatiikkaan toisen väyläliityntäpaikkansa kautta. Silloin Multi24:n paikallinen I/O tallentaisi mittauksia omiin rekistereihinsä, joista ylempi automatiojärjestelmä lukisi ne.

6 YHTEENVETO

Insinööriyön lopputuloksena valmistui toimiva Multi24-säätimen ja taajuusmuuttajan kokoonpano, joka on valmis markkinoitavaksi ilmanvaihtokoneiden valmistajille. Tuotteesta luotiin esite ja käyttöohje, jotka lähetettiin konevalmistajille. Tuote jää odottelemaan mahdollista jatkokehitystä valmistajilta tulevan palautteen mukaan.

Tuote on valmistushinnaltaan kilpailukykyinen ja sisältää vaadittavat ominaisuudet. Taajuusmuuttaja tuo lisää toimintavarmuutta moottorin ohjaukseen ja helpottaa vikatilanteiden hallintaa. Tämän laitteiston etuna on se, että isomman moottorin ohjaukseen käy sama säädin ja vain taajuusmuuttaja vaihtuu. Siten valmistajille toimitetaan aina sama tuote ja sopivan kokoisen taajuusmuuttajan voi tilata IV-koneen valmistaja itse suoraan tehtaalle.

LÄHTEET

1. Enervent. Energiatehokas ilmanvaihto. 2011. Saatavissa: [http://www.pori.fi/material/attachments/ymparistovirasto/energianeuvonta/5zHmMe8bJ/Energiatehokas ilmanvaihto Enervent Viikila.pdf](http://www.pori.fi/material/attachments/ymparistovirasto/energianeuvonta/5zHmMe8bJ/Energiatehokas_ilmanvaihto_Enervent_Viikila.pdf). Hakupäivä 25.5.2015.
2. Ilmankäsittelylaitteita energiatehokkaksiin kerrostaloihin. 2013. Intervent. Envistar Home Concept. Saatavissa: [http://www.intervent.fi/pdf/ENVISTAR-sarja/Envistar Home Concept Sales%20Brochure Finnish.pdf](http://www.intervent.fi/pdf/ENVISTAR-sarja/Envistar_Home_Concept_Sales%20Brochure_Finnish.pdf). Hakupäivä 25.5.2015.
3. Harju, Pentti. Talotekniikan automaatio, mittaus ja säätö. 2008. http://www.penantieto-opus.fi/files/talotekniikan_automatio_oppikirja.pdf. Hakupäivä 25.5.2015.
4. Usein kysyttyä. 2015. Enervent. http://enervent.fi/faq.asp?menuid=60000&countryid=100&langid=1&id=4#id_4. Hakupäivä 25.5.2015.
5. Lämmöntalteenotto Roottoriosa EXA. 2012. Intervent. Saatavissa: <http://www.intervent.fi/pdf/huolto-ohjeet/ltoroottori.pdf> Hakupäivä 25.5.2015.
6. Multi24 vapaasti ohjelmoitava kenttäsäädin. 2015. Fidelix Oy. Saatavissa: Http://www.fidelix.fi/documents/tuki/MULTI24_FI.pdf. Hakupäivä 12.5.2015.
7. Modbus over Serial Line. 2005. Modbus.org. Saatavissa: http://www.modbus.org/docs/Modbus_over_serial_line_V1.pdf. Hakupäivä 13.5.2015.
8. VLT Micro Drive FC 51 Programming Guide. 2011. Danfoss. Saatavissa: <http://vlt-drives.danfoss.com/support/technical-documentation-database/?ref=17179889132>. Hakupäivä 22.8.2014.
9. VLT® Micro Drive. 2015. Danfoss Suomi. Saatavissa: <Http://www.danfoss.com/Finland/BusinessAreas/DrivesSolutions/frequency+converters/VLT+Micro+Drive.htm>. Hakupäivä 12.5.2015.

10. Danfoss VLT Micro Drive FC 51. 2015. CSE industrial Electrical Distributors. Saatavissa: <http://www.cse-distributors.co.uk/danfoss-drives/danfoss-vlt-micro-drive-fc-51>. Hakupäivä 12.5.2015.
11. Mikä taajuusmuuttaja on? . 2015. ABB. Saatavissa: <http://www.abb.fi/cawp/db0003db002698/d5b664f5dd909412c1257291003ef7cc.aspx>. Hakupäivä 25.5.2015.
12. Taajuusmuuttaja säästää sähköä. 2012. Nylund. Saatavissa: <http://www.nylund.fi/fi/yritys/ajankohtaista/asiantuntija-artikkeleita/taajuusmuuttaja-saastaa-sahkoa.html#.VWRhfEbemFU>. Hakupäivä 25.5.2015.
13. Fidelix koulutus. 2010. Fidelix Support. Saatavissa: http://support.fidelix.fi/help/openpcs/Fx_trainingday_080919.pdf. (avaaminen vaatii tunnukset). Hakupäivä 13.5.2015.
14. IEC 61131-3 Protocol Overview. 2015. RTA. Saatavissa: <http://www.rtaautomation.com/technologies/control-iec-61131-3/>. Hakupäivä 25.5.2015.
15. IEC 61131-3: A standard programming resource. 2008. PLCopen. Saatavissa: http://plcopen.org/pages/pc2_training/downloads/downloads/new_intro_iec.doc. Hakupäivä 26.5.2015.

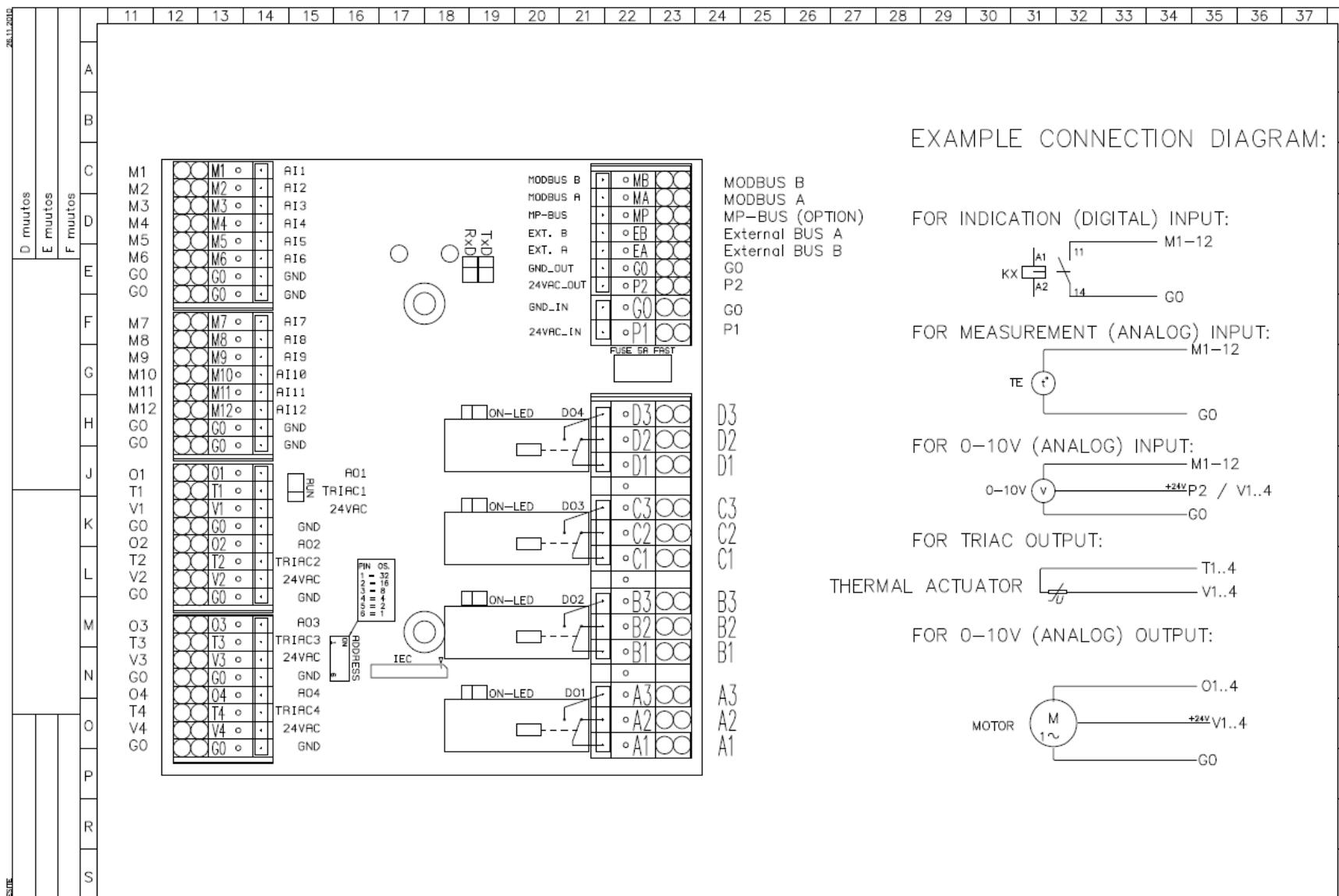
LIITTEET

Liite 1 Multi-24 kytkentäkuva

Liite 2 Multi-24 esite

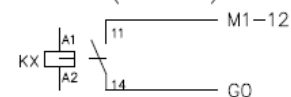
Liite 3 LTO-säätimen käyttöohje

Liite 4 LTO-säätimen esite

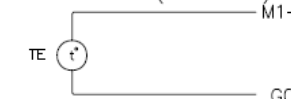


EXAMPLE CONNECTION DIAGRAM:

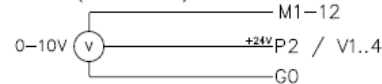
FOR INDICATION (DIGITAL) INPUT:



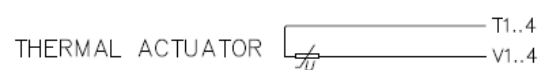
FOR MEASUREMENT (ANALOG) INPUT:



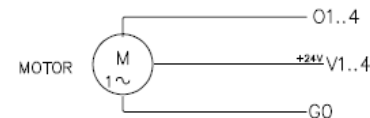
FOR 0-10V (ANALOG) INPUT:



FOR TRIAC OUTPUT:



FOR 0-10V (ANALOG) OUTPUT:



A muutos
B muutos
C muutos

Fidelix
Fidelix OY
Martiinkyläntie 41
FI-017200 Vantaa
puh. +358-9-250 1228
fax. +358-9-250 1299

Fidelix - MULTI24
Connection Diagram

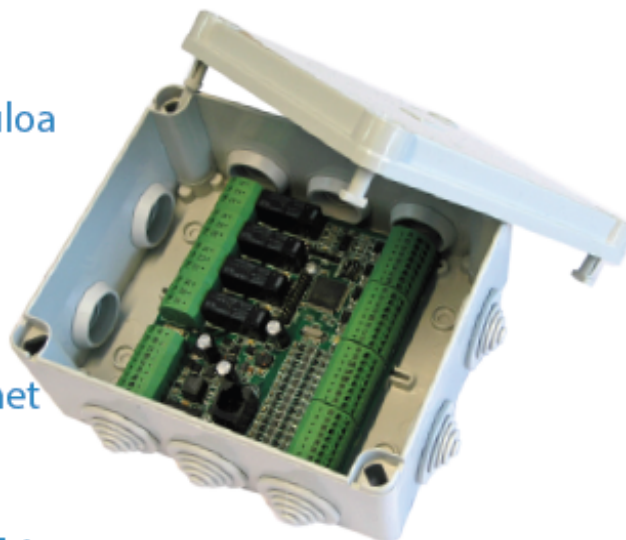
Suunn. KK /26.11.2010	Kokonaisuus	Sähköpaatio	Työnumero
Piirt. SF	Lehti 1/1	Piirustusnumero SÄH	
Tark. TK			



>> **MULTI-24**

Vapaasti ohjelmoitavissa oleva kenttäohjain

- >> 12 yleiskäyttöistä sisääntuloa
- >> 4 digitaalista ulostuloa
- >> 4 TRIAC-ulostuloa
- >> 4 analogista ulostuloa
- >> Vapaasti ohjelmoitavissa
- >> Irrotettavissa olevat liittimet



Ohjelmoi, kytke, mittaa ja ohjaa

Multi-24 on ohjain, jota voi käyttää useissa sovelluksissa, kuten hotellihuoneissa, kaukolämpöratkaisuissa tai pienissä ilmanvaihtojärjestelmissä.

Moduulin suoritin suorittaa koodiaan itsenäisesti, joten moduuli kykenee reagoimaan mittaustulosten muutoksiin nopeasti ja tarkasti. Multi-24 käyttää kansainvälistä IEC 61131-3 -standardia sovellusohjelmoinnissa ja tietoliikenteessä melkein minkä tahansa laitteen tai ohjaimen kanssa.

Moduuli voidaan haluttaessa kytkeä Modbus RTU -yhteyden välityksellä Fidelix-rakennusautomaati ojärjestelmään, asetusten ja komentojen vastaanottamista varten tai hälytysten tai muiden tietojen lähettämistä varten. Moduulin sisäinen Flash-muisti varmistaa, että kaikki tiedot pysyvät tallessa myös sähkö- tai tietoliikennekatkoksen aikana.

Ohjain voi myös toimia Modbus-master-laitteena älykkäille paikallisille antureille tai päätteille, kuten Fidelix Modbus multiDisplay.

Tekniset ominaisuudet

Koko (DIN-kiskokiinnikkeiden kanssa): 122 mm x 108 mm x 65 mm

Käyttöjännite: 24 VAC / 16–26 VAC

Käyttölämpötila: 0 – +50 °C

Tuetut sisääntulot: dig. tai anal. sisääntulo (0(2)–10 V, resistiivinen, ...)

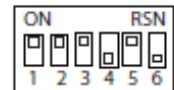
Analoginen ulostulojännite: 0–10 VDC

TRIAC-ulostulot: PWM, enintään 1 A

Ulostuloreleet: 230 VAC / enintään 6 A

Kotelo (valinnainen, ilman DIN-kiskokiinnikkeitä): IP55, palamaton polystyreeni, IEC 695-2-1

Modbus-osoite: Multi-24-moduulin osoite asetetaan dip-kytkimillä 1–6. Kukin dip-kytkin edustaa binaariarvoa: dip-kytkin 1 = 32, dip-kytkin 2 = 16, dip-kytkin 3 = 8, dip-kytkin 4 = 4, dip-kytkin 5 = 2, dip-kytkin 6 = 1.

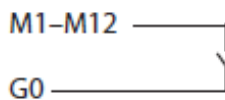


Esimerkki: Jos haluat asettaa moduulin Modbus-osoitteeksi 21, aseta dip-kytkimet 2, 4 ja 6 asentoon ON ja dip-kytkimet 1, 3 ja 5 asentoon OFF (dip-kytkin 2 = 16, dip-kytkin 4 = 4, dip-kytkin 6 = 1. 16+4+1 = 21).

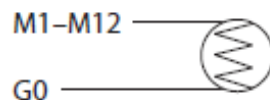
Modbus-väylänopeus: Multi-24-moduulin tietoliikennenopeus on 9 600–57 600 bps ja moduuli tunnistaa väylänopeuden automaattisesti. Jos Multi-24 on Modbus-silmukan viimeinen moduuli, silmukka on suljettava kytkemällä 120 ohmin vastus RS-485-silmukan A- ja B-puolen väliin (MA ja MB).

Mittaukset: Mittauksen tyyppi (digitaalinen tai analoginen, jännite vai vastus) asetetaan ohjelmallisesti. Kytkennät tehdään seuraavien kaavioiden mukaisesti:

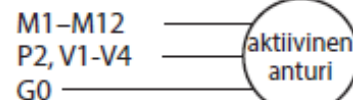
digitaalinen ilmaisu



analoginen resistiivinen mittaus



analoginen mittaus 0–10 V

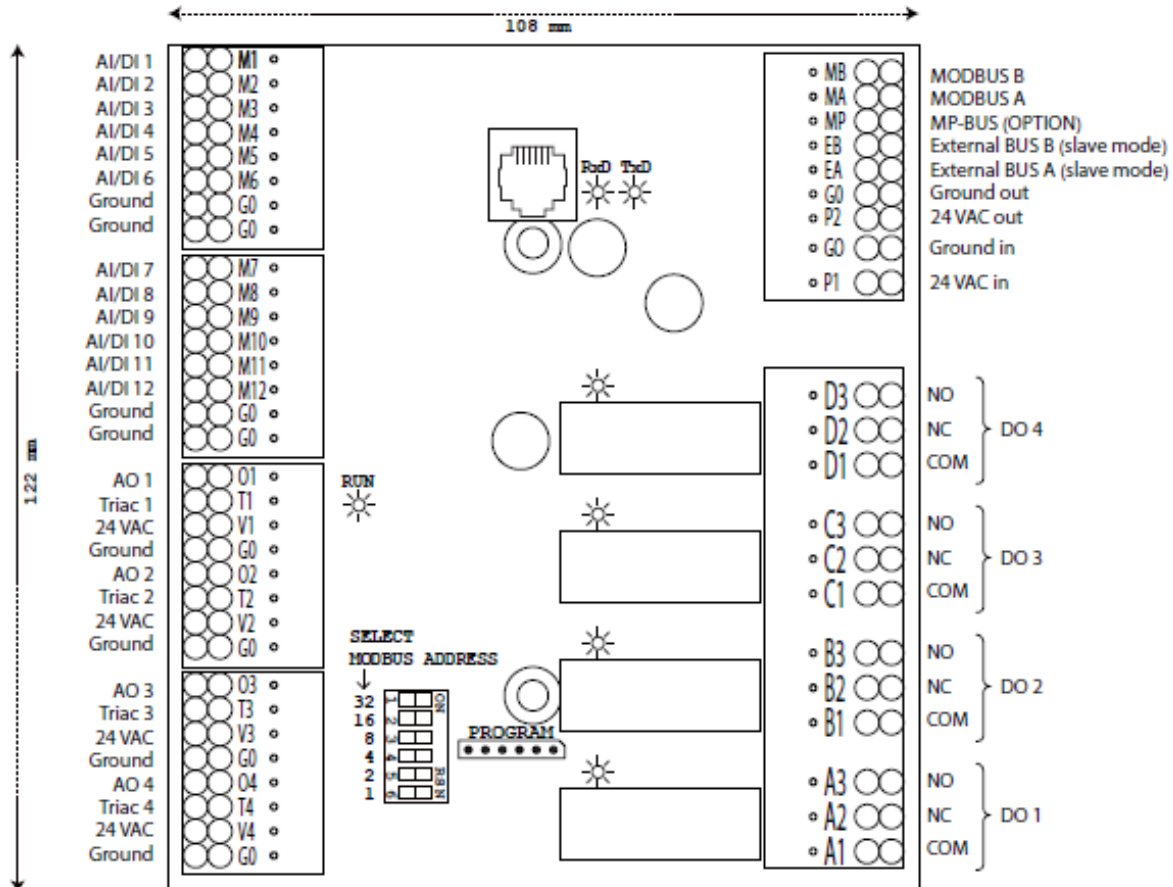
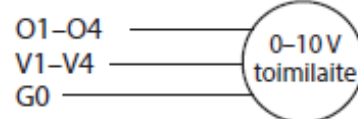


Ulostulo: Multi-24-moduulissa on neljä 0–10 voltin analogista ulostuloa ja neljä TRIAC-ulosuloa. Analogisten ulostulojen vähimmäis- ja enimmäisarvot voi asettaa ohjelmallisesti. Kytkennät tehdään seuraavien kaavioiden mukaisesti:

TRIAC-ulosulo



analoginen ulostulo 0–10 V:



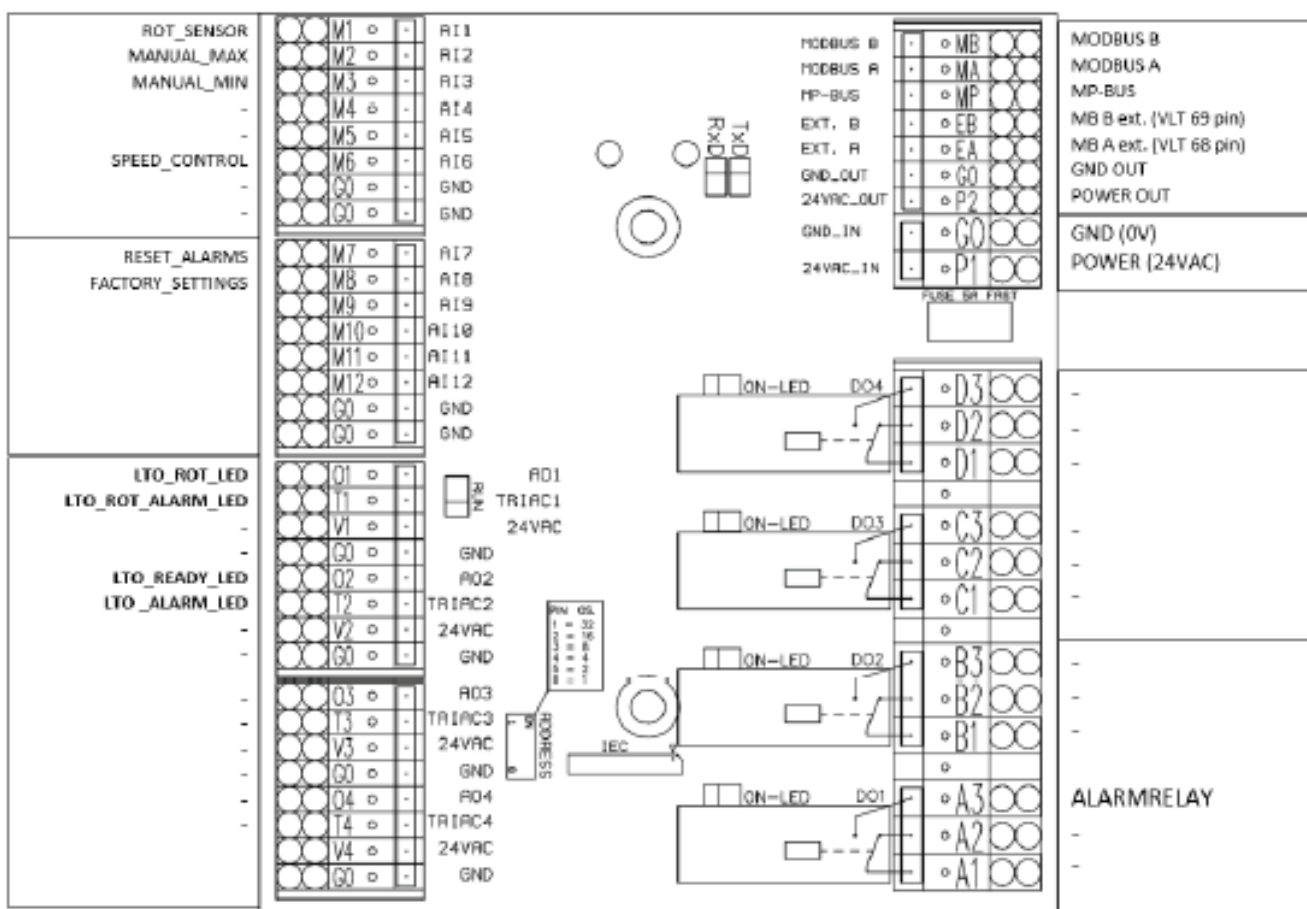
LTO-SÄÄDIN

SISÄLLYS

Kytkenät	2
Käyttöönotto	3
Väyläparametrit	3
Manuaaliajot	3
Puhallustoiminto	3
Automaattiviritys	3
LED-Merkkivalot	4
Vianetsintä	4
Asetusten muuttaminen	4

KYTKENNÄT

ROT_SENSOR	Magneettianturin indikointi
MANUAL_MAX	Maksimiajon painonappi
MANUAL_MIN	Minimiajon painonappi
SPEED_CONTROL	Ohjausviesti VAK:lta
RESET_ALARMS	Hälytysten kuittaus
FACTORY_SETTINGS	Tehdasasetusten palautus
LTO_ROT_LED	Pyörimisanturin pulssi
LTO_ROT_ALARM_LED	Hihnavahdin hälytys
LTO_READY_LED	Säätimen valmius
LTO_ALARM_LED	Taajuusmuuttajan hälytykset
ALARMRELAY	Hälytysrele



KÄYTTÖNOTTO

- Tarkista, että kaikki kytkennät ovat kunnossa.
- Tarkista, että taajuusmuuttaja on säätimen aliväylässä (ks. KytKentäkuva)
- Tarkista, että säätimelle JA taajuusmuuttajalle tulee virta (Säätimessä RUN-led valo palaa/vilkkuu)
- Aseta taajuusmuuttajan väyläparametrit ohjeen mukaiseksi (Ks. Väyläparametrit)
- Aseta taajuusmuuttajan virta-arvot ja hertsit moottorin mukaan.
- Aseta taajuusmuuttaja Auto On -tilaan.

VÄYLÄPARAMETRIT

Taajuusmuuttajan väylän parametrit täytyy asettaa seuraavasti:

Paina MENU-näppäintä, kunnes olet Main Menu -kohdassa. Valitse nuolinäppäimillä parametriryhmä 8- ja paina OK. Valitse sitten parametri 8-30 nuolinäppäimillä ja paina OK. Aseta se arvoon 2 (arvosta 0) nuolinäppäimillä ja ota muutos käyttöön painamalla OK. Muuta samalla tavalla parametri 8-32 arvoon 3 ja parametri 8-33 arvoon 2.

Parametri	Muutos	Alkuarvo	Selite
8-30	2	0	Protocol (Modbus)
8-32	3	3 (2)	Baud Rate (19200)
8-33	2	0	Parity (No Parity, 1 stop bit)

MANUAALIAJOT

Vaihdinta voidaan ajaa nykyisillä maksimi- ja miniminopeuksillaan käyttämällä manuaaliajon painikkeita.

PUHALLUSTOIMINTO

Lämmönvaihdin pyörii miniminopeudella 10 sekunnin ajan puolen tunnin välein, jollei roottori ole käytössä.

Puhallustoiminto voidaan asettaa pois käytöstä. (ks. Asetusten muuttaminen)

AUTOMAATTIVIRITYS

Automaattiviritys käynnistyy/keskeytyy painamalla molemmat manuaaliajon painikkeet pohjaan kolmen sekunnin ajaksi. Viritys kestää 3-5 minuuttia, jolloin LTO-säädintä ei voida ohjata säätöviestin mukaan. READY-ledi palaa, kun viritys on suoritettu.

LTO-säätimen maksiminopeus on vakiona 100 % (Taajuusmuuttajalla vakiona 50 Hz)

Automaattivirityksessä LTO-säädin pyörittää LTO:ta ja asettaa pyörimisnopeuden asetetun maksimikierto-
sluvun mukaiseksi. (Vakiona 10 rpm).

Huomioi, että kaikki kytkennät ja käyttöönotto täytyy olla tehtynä, jotta virityksen voi aloittaa!

LED-MERKKIVALOT

ROT Pulse	- Pyörimisanturin indikointi (vilkahtaa kiekon pyörähtäessä)
ROT Alarm	- Hihnavahdi hälytys
LTO Ready	- Säätimen valmius
LTO Alarm	- VLT:n hälytykset

VIKATILANTEET

ROT Alarm-LED palaa:

- Hihna poikki
- Hihna venynyt
- Pyörimisanturi rikki
- Roottori pysähtynyt

LTO Alarm-LED palaa:

- VLT-taajuusmuuttajalla on hälytys päällä (ks. Taajuusmuuttajan näyttö)

Molemmat hälytysledit palaa:

- Modbus-aliväylän kommunikaatiovirhe
- VLT-taajuusmuuttaja on käsiohjaustilassa

ASETUSTEN MUUTTAMINEN

Modbusväylän kautta voidaan muuttaa säätimen asetusarvoja. Rekisterit ovat Holdingregister-tyyppiä ja aikayksikkönä käytetään sekunteja.

Asetusarvo	Rekisteri	Tehdasasetus	Maksimiarvo	Seloste
LTO_ROT_MAX	101	10	20	Pyörimisen maksimikiertoaika
LTO_ROT_TIME	102	300	1000	Hihnavahdin laukeamisaikaraja
LTO_CLEANING_TIME	103	1800	3000	Puhallustoiminnon viive
LTO_AUTO_MAX_SET	104	100	100	Säädön maksimiraja
CLEANING_MODE	190	1	1	Puhallustoiminnon käyttö (1 = ON)



LÄMMÖNTALTEENOTON-SÄÄDIN



TOIMINTAKUVAUS

LTO-säädin on pyörivän LTO:n ohjaukseen tarkoitettu säädin. Multi24 ohjaa taajuusmuuttajaa, jolla LTO:n moottoria pyöritetään. Säätimelle annetaan automaatiokeskukselta 0-10VDC nopeusohjausviesti ja säädin huolehtii muusta toiminnasta. LTO-säädin tarkkailee LTO:n pyörimistä magneettianturin avulla ja hälyttää hihnakatkon sattuessa. Taajuusmuuttaja pitää huolen siitä, että moottorille menevä jännite on kunnossa. Taajuusmuuttajan vika- tai hälytystilanteessa LTO-säädin antaa myös hälytyksen eteenpäin. Hälytykset voidaan lukea säätimeltä joko Rele-ulosuloista tai Modbus-väylän kautta. Säätimessä on myös puhtaaksipuhallustoiminto, joka pyörittää lämmönvaihdistinta puolen tunnin välein, jos ohjaus on pois päältä.

TEKNISET TIEDOT

Käyttöjännite (Multi24)	16-26VAC
Käyttölämpötila	0-50°C
Ympäristön suhteellinen kosteus	max. 95%, ei kondenssivettä
Taajuusmuuttajan syöttöjännite	1 x 200-240 V ±10%, 3 x 200-240 V ±10%, 3 x 380-480 V ±10%
Taajuusmuuttajan syöttötehot	0.18-2,2kW (230 V) / 0.25-3.7 kW (3 x 230V) / 0.37-22kW (3 x 380V)
Taajuusmuuttajan kotelon suojaluokitus	IP20