

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Jari Ylikoski

AUTOMAATTISEN ILMASTOINNIN RAKENTAMINEN

Tekniikan- ja yksikkö Pori
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoima- ja automaatiotekniikka

2007

AUTOMAATTISEN ILMASTOINNIN RAKENTAMINEN

Jari, Ylikoski
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Marraskuu 2007
Nieminen, Esko
UDK: 62-51, 628.84, 681.518
Sivumäärä: 28 + 9 liitesivua

Asiasanat: ohjelmoitavat logiikat, automaatio, ohjelmointi

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella ja rakentaa automaattinen ilmastointilaitte. Ilmastointikonetta varten piti suunnitella ja rakentaa ohjainyksikkö, sekä hyödyntää jo valmiina olevia ilmanvaihto- ja ilmanlauhdutinkonetta. Koneiden ohjaamista varten tulevaan ohjainyksikköön hankittiin Siemensin ohjelmoitava 301C logiikka. Logiikalla ohjataan myös taajuusmuuttajaa, jonka avulla saadaan säädettyä ilmanvaihtokoneen moottorien pyörimisnopeutta. Käyttöliittymäksi hankittiin Siemensin ohjelmoitava operointipaneeli OP7-DP. Logiikan ohjelmoimiseen käytettiin Simatic-ohjelmistoa, ja operointipaneelin ohjelmoimiseen ProTool-ohjelmaa. Kyseiset komponentit valittiin mm. hintojen, yhteensopivuuden, saatavuuden sekä aikaisempien kokemusten perusteella. Tarkoituksena oli saada aikaan helppokäyttöinen ratkaisu yrityksen työskentelytilojen lämpötilan säätöongelmaan.

CONSTRUCTION OF AN AUTOMATED AIRCONDITIONING UNIT

Jari, Ylikoski

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

November 2007

Nieminen, Esko

UDC: 62-51, 628.84, 681.518

Number of Pages: 27 + 9 appendices

Key Words: programmable logics, automation, programming

The purpose of this study was to develop and construct an automated airconditioning unit. A control unit had to be constructed for the airconditioning unit which would control both the airventilation and air cooling units, and it also had to utilize previously installed air ventilation and air cooling machines. A Siemens 301C PLC was purchased for the control unit. The PLC also controls a frequency converter unit, which enables the control of the rotation speed of the motor in the air ventilation unit. As for the interface, a Siemens programmable operation panel OP7-DP was purchased. Simatic-programmes were used for the programming of the PLC, and the ProTool-programme for the programming of the operation panel. All components were chosen on the basis of costs, compatibility, availability and previous experiences. The goal was to create an easily operated solution to the problems in controlling the frequency of a motor in an airconditioning unit.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	AUTOMATISOITU ILMASTOINTI	6
2.1	Ilmastointi	6
2.2	Ohjaus	7
3	LAITTEISTO JA OHJELMOINTI	7
3.1	Laitteisto	8
3.1.1	Kotelointi ja kytkennät	8
3.1.2	Logiikka	10
3.1.3	Operointipaneeli	10
3.2	Ohjelmat	12
3.2.1	Operointipaneelin ohjelman kuvaus	12
3.2.2	Paneelin ohjelman luonti	12
3.2.3	Logiikan ohjelman kuvaus	16
3.2.4	Logiikan ohjelman luonti	17
4	LAITTEISTON TESTAUS JA KÄYTTÖÖNOTTO	24
4.1	Testaus	24
4.2	Käyttöönotto	24
5	TULOKSET	25
6	TULOSTEN TARKASTELU	25
	LÄHTEET	27

LIITTEET

- 1 Logiikan ohjelma
- 2 Paneelin käyttöohje
- 3 Ohjelmoitava logiikan symbolilista

1 Johdanto

Tarve tälle työlle ilmaantui kesällä 2005, kun JAT-Asennus OY oli muuttanut uusiin tiloihinsa. JAT-Asennus tekee teollisuuden automaatioasennuksia sekä ABB:lle alihankintana ABB:n omien taajuusmuuttajakäyttöjen kokoonpanoa. JAT-Asennus tekee myös yhteistyötä kankaanpääläisen KMT:n kanssa erilaisissa projekteissa. Yritys on perustettu vuonna 1989 ja sillä on nykyään työntekijöitä noin seitsemänkymmentä.

Tavoitteena oli kehittää toimiva ja helppokäyttöinen ratkaisu hallin sisälämpötilan hallitsemiseen. Kuumina, aurinkoisina päivinä hallin sisälämpötila nousi työntekijöiden kannalta tukalaksi, ja työtehokkuus kärsi. Kun työympäristön lämpötila nousee 28 asteeseen, tulee työntekijän pitää tauko tunnin välein. Suurella työntekijämäärällä taloudellinen vaikutus on jo huomattava

Hallissa oli entuudestaan asennettu ilmanvaihtokone, joka kierrätti ulko- ja sisäilmaa. Paitsi että ulkoilman kierrätys yksistään ei riittänyt viilentämään hallin sisälämpötilaa, oli sen toisena puutteena puhallusmoottorin pyörimisnopeuden säädön puuttuminen. Lämpötilaongelman ratkaisemiseksi hankittiin ilmanlauhdutin, jonka avulla sisälämpötilaa saatiin laskettua. Ilmanlauhdutinta ja ilmanvaihtokonetta ei kuitenkaan ollut järkevää käyttää yhtä aikaa, koska lauhdutettu ilma olisi poistunut ja tilalle olisi tullut ulkoa lämmintä ilmaa. Lisäksi ilmanlauhdutin oli kytkettävä käsin päälle sekä muis-tettava sammuttaa.

Ilmastointiin päätettiin hyödyntää jo olemassa olevaa ilmanvaihtokonetta sekä ilmanlauhdutinta. Näitä ohjaamaan ohjelmoitaisiin logiikka, jonka käyttöliittymäksi otettaisiin ohjelmoitava operaatiopaneeli. Tarkoituksena oli saada aikaan automaattinen ilmastointikone, joka olisi helposti säädettävissä ja joka huolehtisi taloudellisesti ilman lämpötilan säätämisestä sekä raittiin ilman saannista.

2. AUTOMATISOITU ILMASTOINTI

2.1 Ilmastointi

Ilmastointijärjestelmällä pyritään pitämään huoneilman puhtaus, lämpötila ja ilman liike tietyissä arvoissa, vaikka käyttöolot vaihtelevat /1/.

Sisätilojen oikea lämpötila on ilmastointisuunnittelun tärkein tavoite. Oikealla lämpötilalla luodaan perusteet sisätilojen terveellisyydelle ja viihtyisyydelle. Poikkeamat oikeasta lämpötilasta nähdään helposti lisääntyvinä valituksina, terveydellisenä haittana ja työn tuottavuuden laskuna.

Käyttäjien kannalta keskeisiä tavoitteita ovat usein meluttomuus ja vedottomuus. Lisäksi henkilökohtainen vaikutusmahdollisuus ilmastoinninohjaukseen lämpötilan suhteen kesällä ja talvella koetaan tärkeäksi.

Näiden lisäksi muita tärkeitä ilmanvaihtolaitteiston laatuun vaikuttavia ominaisuuksia ovat mm. /2/

- ilmanvaihdon toiminta normaalin työajan ulkopuolella.
- jäähdytyksen toiminta normaalin työajan ulkopuolella
- ilmastoinnin joustavat käyttöajat
- helppokäyttöisyys
- hankintakustannukset
- energiakustannukset

Tässä työssä ongelmina olivat ilman lämpötilan hallittu säätäminen, puhallusnopeuden säädön puuttuminen sekä laitteiston automatisointi. Jo valmiina ollut ilmanvaihtojärjestelmä oli sinänsä riittävä pitämään huolta ilmanlaadusta, joten ongelmaksi jäi kehittää toimiva tapa ohjata ilman lämpötilaa sekä puhallusnopeutta.

2.2 Ohjaus

Ohjelmoitavat logiikat ovat yleisimpiä ohjauslaitteita. Logiikka ohjauslaitteena ottaa anturilta saamansa informaation vastaan ja reagoi saamansa tiedon perusteella ohjelman määräämällä tavalla. Reagointitapa riippuu lähes yksinomaan ohjelmoijan tekemästä ohjelmasta ja reagointinopeus logiikan ominaisuuksista.

Logiikan valintaan keskeisesti vaikuttavat ohjattavan prosessin I/O-määrä, toteutettavien toimintojen monimutkaisuus, liitettävien yksiköiden määrä ja tyyppi, logiikan nopeusvaatimus ja hinta. Logiikkaa valittaessa on selvitettävä ohjattavasta laitteesta paljonko automatisointiin tarvitaan binäärisiä ja analogisia tuloja ja lähtöjä./3/

3 LAITTEISTO JA OHJELMOINTI

Aluksi piti määritellä, mitä osia toimiva kokonaisuus vaatisi. Ilmanlauhdutinta ja ilmanvaihtokonetta ohjaamaan tarvittaisiin ohjelmoitava logiikka. Logiikalle asetusten syöttämistä sekä mahdollista manuaalista ohjaamista varten piti hankkia käyttöliittymä, joka olisi helppokäyttöinen ja yhteensopiva valitun logiikan kanssa. Kolmanneksi komponentiksi hankittaisiin taajuusmuuttaja, jotta ilmanvaihtokoneen pyörimisnopeutta voitaisiin säätää.

Osien valinnassa päädyttiin Siemens-perheen tuotteisiin. Kun eri valmistajien logiikoita vertailtiin, löydettiin Siemensin S300 sarjan 301C logiikasta kaikki tarvittavat ominaisuudet ilman erillisiä laajennusyksiköitä. Komponenttien valintaan vaikuttivat myös hinta ja aiemmat kokemukset. Logiikan ohjelmointia varten saatiin oppilaitokselta käyttöön SIMATIC -ohjelmisto opiskelijalisenssillä. Logiikan virtalähteenä käytettiin MURR MPS3-230/24 jännitelähdettä. Jännitelähteen ulostulosta sai virtaa 3 ampeeriin asti, joten se pystyi syöttämään paitsi logiikkaa myös operaatiopaneelia sekä antamaan taajuusmuuttajalle tämän tarvitseman herätevirran. Myös loput komponentit päätettiin valita Siemens-perheen tuotteista, näin välttyttiin myös mahdollisilta

yhteensopivuusongelmilta. Käyttöliittymäksi ilmastointikoneelle valittiin Siemensin operaatiopaneeli OP7-DP, joka oli helposti kytkettävissä itse logiikkaan ja johon oli ohjelmointia varten saatavilla ohjelmalaajennus SIMATIC -ohjelmistoon.

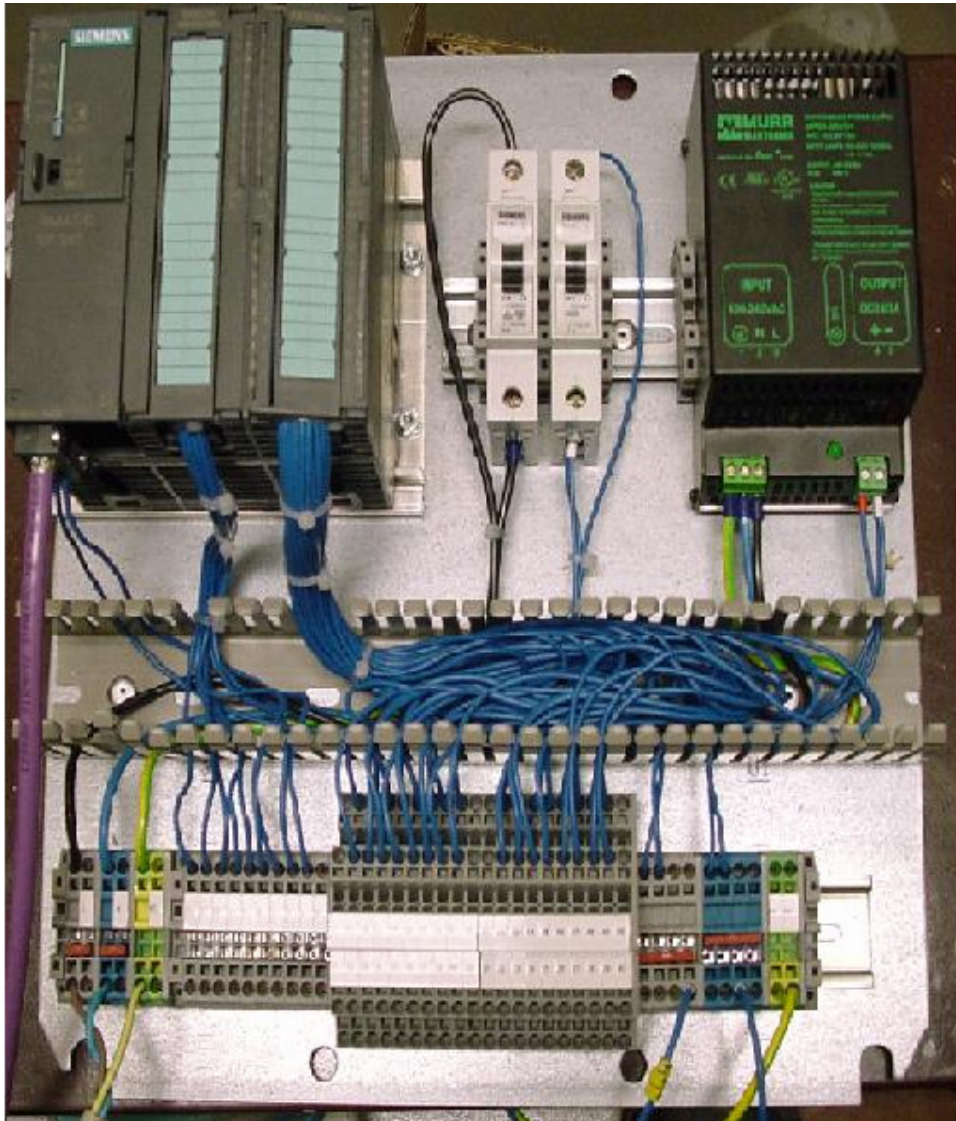
3.1 Laitteisto

3.1.1 Kotelointi ja kytkennät

Logiikka syöttöineen sekä sisään- ja ulostuloriviliittimet sijoitettiin teräksiseen IP54 – luokan sääsuojakoteloon (Kuva 1). Kotelo mitoitettiin niin, että siihen mahtuisi logiikka, logiikan jännitelähde, ylivirtasuojat sekä riviliittimet sisään- ja ulostuloille. Kaapin pohjalle tehtiin läpivientireiät syöttökaapeleita sekä sisään- ja ulostuloja varten.



Kuva 1. Sääsuojakotelo, johon ohjausyksikkö asennetaan. IP-luokka 54, valmistajana Rittal.



Kuva 2. Ohjainyksikkö, jossa on Siemens-logiikka, jännitelähde, ylivirtasuojat ja lähtöjen ja tulojen riviliittimet.

Jännitelähteen syöttäväksi johdoksi kytkettiin 2,5mm² RKH07V-K -tyypin johto ja jännitelähteen eteen asennettiin oikosulkusuojaksi C4-luokan 4A:n ylivirtasuoja. Jännitelähteeltä kytkettiin riviliittimille 0,75mm² RKH05V-K -tyypin johdot, joilta saatiin syöttö edelleen logiikalle, logiikan digitaalisille tuloille ja lähdöille, operaatiopaneelille sekä taajuusmuuttajan herätteelle. Logiikkaa suojaamaan kytkettiin 2A:n ylivirtasuoja. Digitaalisille tuloille ja lähdöille kytkettiin myös 0,75mm² johdot (Kuva 2).

Operaatiopaneelin kytkemiseksi logiikkaan käytettiin kaksinapaista PROFIBUS -kaapelia. Paneelin ohjelmointiin tarvittavaan kaapeliin käytettiin RS-232 sarjaliikennekaapelia, jonka paneelin puoleisessa päässä on viisitoistanapainen DB15-liitin ja ohjelmointiin käytettävän tietokoneen päässä yhdeksännapainen DB9-liitin.

Taajuusmuuttajaa varten kytkettiin herätevirran lisäksi ohjaukset, joita olivat pyörimissuunnan valinta, käynnistys, virhekuittaus sekä taajuudenasetus. Taajuuden asetukseen käytettiin 4-20mA virtaviestiä, kun taas muut ohjaukset toimivat digitaalisilla sisään- ja ulostuloilla.

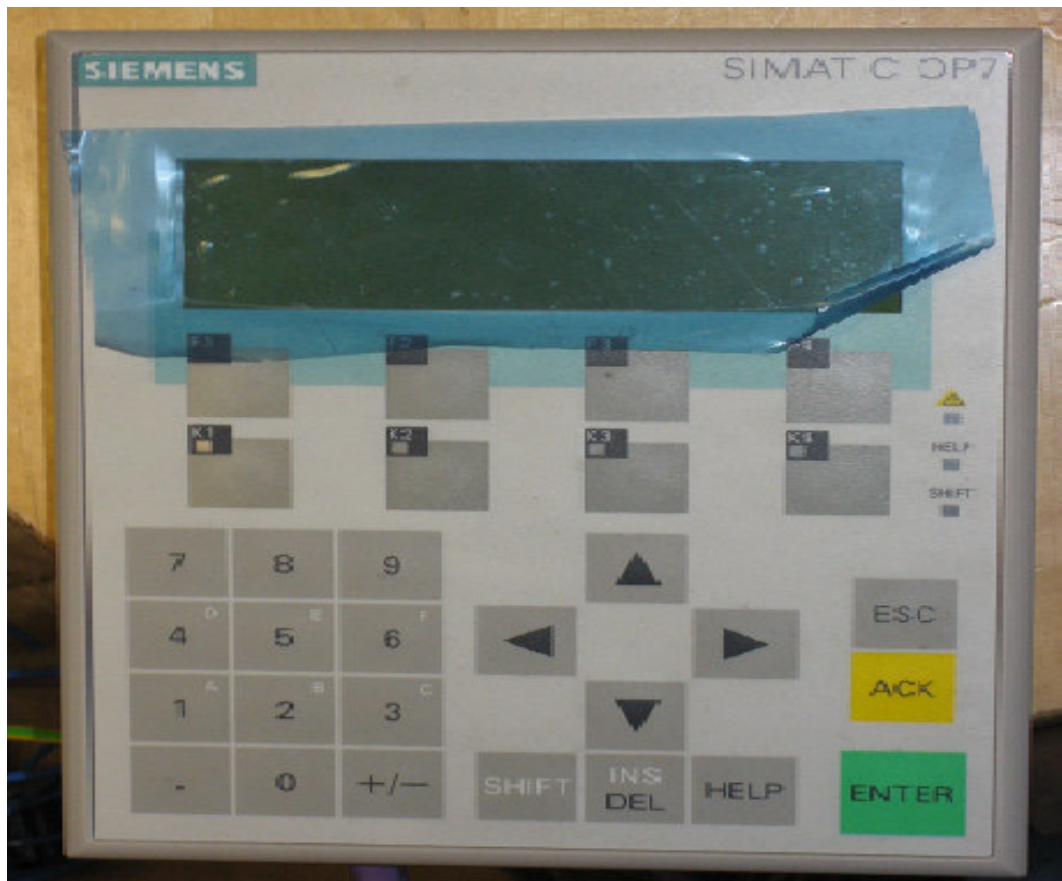
3.1.2 Logiikka

Logiikaksi valittiin Siemensin 301C , johon oli integroitu MPI-portti, kaksi analogista lähtöä, kolme analogista tuloa, kaksi tavua digitaalisia ulostuloja sekä kolme tavua digitaalisia sisääntuloja. Logiikkaan ei kuulunut sisäistä jännitelähdettä, joten jännitelähteeksi kytkettiin jo edellä mainittu MURR MPS3-230/24. Logiikan ohjelmointiin käytettiin tavallista koti PC:tä johon oli asennettu Simatic-7 ohjelmisto. PC:ssä oli 633Mhz AMD Athlon prosessori, 192 megatavua keskusmuistia ja käyttöjärjestelmänä Windows XP Professional. Ohjelmistolle määriteltiin tiedonsiirtonopeudeksi 19.2 kbps ja MPI-osoitteeksi 2, PC:lle määriteltiin tiedonsiirtoon käytettävä portti (COM1), sekä MPI-osoitteeksi 3. Tiedonsiirtoon käytettiin sähkölaboratoriolta lainattua MPI -sovitinta.

3.1.3 Operointipaneeli

Käyttöliittymäksi valittiin Siemensin operointipaneeli OP7-DP. Valintaan vaikuttivat hinta, saatavuus, helppokäyttöisyys ja yhteensopivuus. Koska logiikaksi valittiin jo aiemmin Siemensin logiikka, katsottiin parhaaksi valita myös käyttöliittymä samalta valmistajalta. Paneelin ohjelmointiin käytettiin ProTool-ohjelmaa, joka asennettiin Simatic-ohjelmistojen yhteyteen. ProTool -ohjelmassa paneelille ohjelmoidaan tekstipohjaisia näyttöpohjia (screen), joihin ohjelmoidaan osioita, joihin mahtuu kaksikymmentä merkkiä neljälle riville. Näyttöpohjiin voidaan ohjelmoida useita osioita ja

niihin voidaan määrittellä tekstin lisäksi kenttiä, jotka voivat olla sisään- tai ulostuloja, näiden yhdistelmiä tai muuttujia joihin käyttäjä voi mielensä mukaan asettaa arvoja. Kentille voidaan ohjelmoida myös funktiota, joita varten löytyy valmis funktioliista. Tiedonsiirto PC:n ja paneelin välillä tapahtui sarjaliikennekaapelilla. Tiedonsiirto paneelin ja logiikan välillä tapahtuu MPI -väylän välityksellä. Kaapelina käytettiin kaksinapaista PROFIBUS -kaapelia, jonka päihin tuli MPI -adapterit. Käyttöjännite oli 24V tasajännitettä. Käyttöjännite paneelille syötettiin samalta MURR-jännitelähteeltä, kuin logiikalle.



Kuva 3. Operointipaneeli Siemens OP7-DP.

3.2 Ohjelmat

3.2.1 Operointipaneelin ohjelman kuvaus

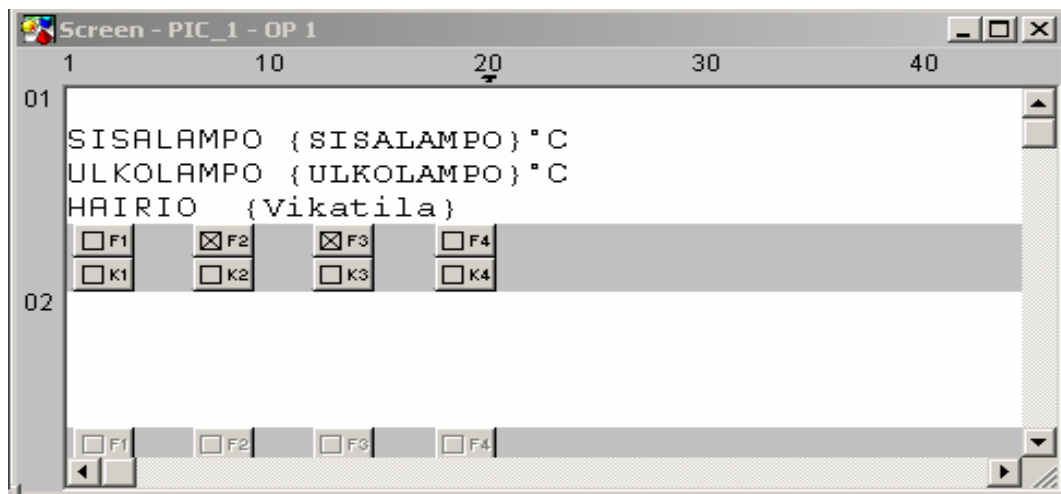
Operointipaneelista tuli käyttäjän käyttöliittymä ilmastointilaitteiston hallintaa varten. Paneelin näytöltä voi lukea sisä- ja ulkolämpötilan sekä asettaa puhallusnopeuden ilmanvaihtokoneelle. Halutessaan käyttäjä voi asettaa automaattiohjauksen pois päältä, jolloin käyttäjä voi asettaa ilmanvaihdon tai ilmanlauhduttimen päälle riippumatta ulko- tai sisälämpötiloista. Lisäksi ilmanvaihtokonetta pyörittävälle taajuusmuuttajalle voidaan asettaa taajuus. Ilmanvaihtokoneella oleville lämmitysvastuksille ohjelmoitiin käsivalintainen ohjaus. Käsivalintaisen ohjauksen avulla saatiin vastuksien tahaton kytkeytyminen estetyksi.

3.2.2 Paneelin ohjelman luonti

Paneelin ohjelmointi aloitettiin luomalla ohjelmoitavia näyttöjä eli screenejä. Paneelin fyysiselle näytölle mahtui kerralla näkyviin neljä riviä, joihin kuhunkin kaksikymmentä merkkiä. Yhteen ohjelmoitavaan näyttöön voi ohjelmoida useampia alinäyttöjä, jotka voidaan ohjelmoida selattavaksi halutulla tavalla. Tässä tapauksessa kuitenkin päätettiin ohjelmoida kuitenkin useampia päänäyttöjä, joihin kuhunkin vain yksi alinäyttö. Päänäyttöjä tehtiin kolme, joille kullekin määriteltiin oma valintanäppäin. Valintanäppäiminä toimivat kolme ensimmäistä funktionäppäintä, F1, F2 ja F3. Näin paneelin käytöstä tuli yksinkertaista ja selkeää. ProTool-ohjelma tukee ainoastaan amerikkalaista näppäimistöä, joten tästä syystä ohjelmoinnissa ei voitu käyttää skandinaavisia aakkosia, vaikka niille olisikin ollut tarvetta.

Ensimmäiseen näyttöön ohjelmoitiin sisä- ja ulkolämpötilojen näyttö sekä vika-tilanosoitus, joka aktivoituu kun taajuusmuuttajalle tulee toimintahäiriö ja se pysähtyy. Tämä näyttö määriteltiin aloitusnäytöksi, asettamalla rasti kohtaan "Start screen". Tällöin se tulee aina käynnistyksen jälkeen oletuksena näkyville. Näyttöön kirjoitettiin tekstit "SISALAMPO", "ULKOLAMPO" ja "HAIRIO" kukin omille riveilleen. Seuraavaksi näiden perään määriteltiin muuttujat, ns. TAG:t, jotka asetettiin

ulostuloiksi, "output". Seuraavaksi määriteltiin, mihin muistipaikkaan muuttujat viittaavat. Kohteet valittiin luettelosta, johon ProTool automaattisesti hakee kaikki tulot ja muistipaikat, jotka on symbolisesti määritelty ja tallennettu symbolilistaan PLC:n ohjelmaan. Samalla muuttujien tyypit asettuvat automaattisesti samoiksi kuin niiden viittaamat tulot ja muistipaikat. Viittaukset asetettiin muistipaikkoihin "Lahto_sisa", "Lahto_ulko" ja logiikan fyysiselle sisääntulolle "Vikatila", jolloin lämpötilojen näytöt saivat lämpötilojen desimaaliluvuiksi skaalatut arvot, ja häiriöosoitus puolestaan osoittaa logiikalta tulevan vikatilanosoituksen tilan. Lopuksi muuttujille määriteltiin tarvittava kentän koko ja mahdollisten desimaalien määrä. Koska katsottiin tarpeelliseksi, että lämpötila esitetään ainoastaan yhden desimaalin tarkkuudella, määriteltiin sisälämpötilan esittämistä varten tila neljälle merkille, joista yksi merkki on varattu desimaalipisteelle. Ulkolämpötila taas vaatii viisi merkkiä, koska ulkolämpötilan mennessä nollan alapuolelle lämpötilan esittämiseen tarvittaisiin etumerkiksi miinusmerkkiä. Sisälämpötila taas ei oletettavasti koskaan menisi nollan alapuolelle. Vikatilanosoitukselle on varattu ainoastaan yksi merkki osoittamaan joko ykköstä tai nollaa, päällä tai pois päältä. Muistipaikka "Vikatila" ohjaa myös logiikan OB:ssa kosketinta, jonka avulla estetään tietyt toiminnot turvallisuussyistä taajuusmuuttajalle tulleen häiriön takia.



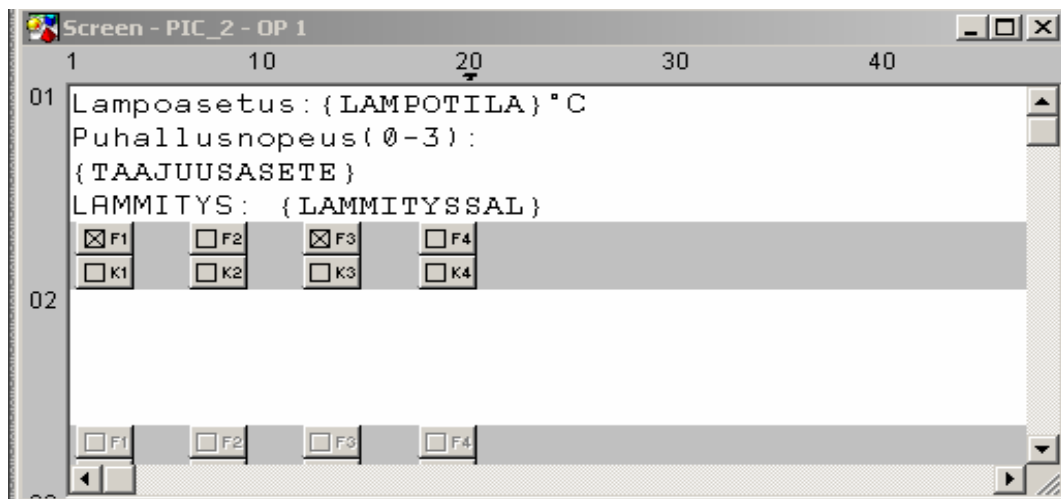
Kuva 4. Ensimmäinen näyttö, jossa lämpötilojen näytöt sekä vikatilan osoitus.

Toiseen näyttöön ohjelmoitiin lämpötilan asetus, puhallusnopeuden asetus (taajuusasete taajuusmuuttajalle) sekä lämmitysvastuksien kytkemisen salliminen. Nämä kaikki saivat muuttujat, jotka määriteltiin sisääntuloiksi, "input". Ensimmäiseen kenttään

"Lampoasetus" syötetään haluttu lämpötila kokonaislukuna. Muuttujalle oli ennalta määritelty ominaisuuksista suurin ja pienin mahdollinen arvo, tässä tapauksessa alarajana oli 18°C ja ylärajana 25°C, oletusarvona 18°C. Muuttuja "LAMPOTILA" viittaa muistipaikkaan "Lampotila_asetus", jonne käyttäjän asettama arvo tallentuu vertailutoimintoja varten. Toiseen kenttään asetetaan puhallusnopeuden taso. Tason voi valita numerolla nollasta neljään. Kukin numero on ohjelmoitu syöttämään taajuusmuuttajalle tietty taajuusohje. Lukuja vastaavat taajuusarvot näkyvät taulukosta 1. Muuttuja on ohjelmoitu siten, että käyttäjän on pakko valita luku väliltä nolla ja neljä, muuten muuttuja asettuu oletusarvoonsa joka on määritelty nollassi. Tässä muuttuja "TAAJUUSASETE" viittaa muistipaikkaan "Taajuus_asetus". Kolmannessa kentässä on sisääntulobitti, jolla käyttäjä voi mahdollistaa lämmitysvastusten käytön. Muuttuja "LAMMITYSSAL" viittaa muistipaikkaan "Lämmitys_OK", jonka mentyä aktiiviseksi ohjelma saa luvan asettaa ilmanvaihtokoneen lämmitysvastukset päälle tarvittaessa.

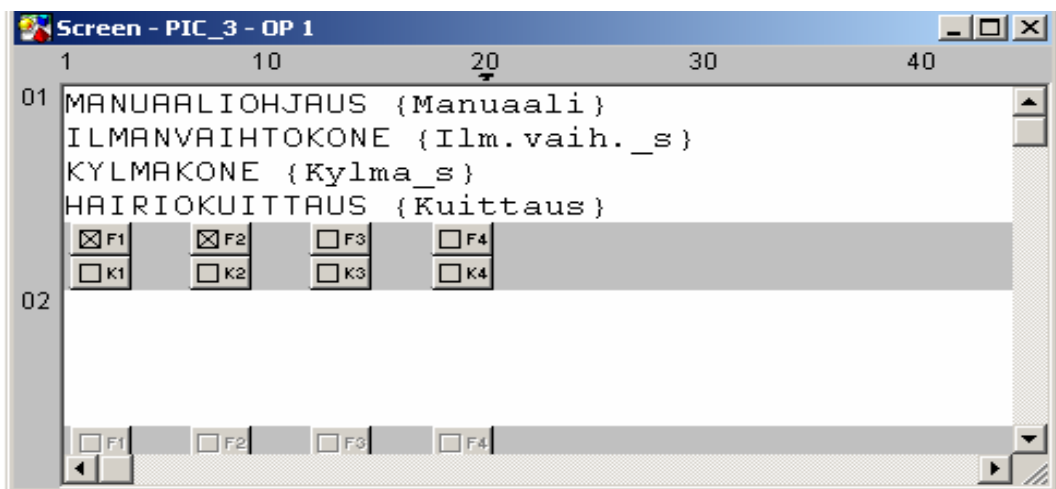
Asetus paneelilla	A/D-muuntimelle menevä arvo	Taajuus hertseinä
0	0	0
1	16338	25
2	22873	35
3	32767	50

Taulukko 1. Paneelilta asetettavat taajuusasetukset.

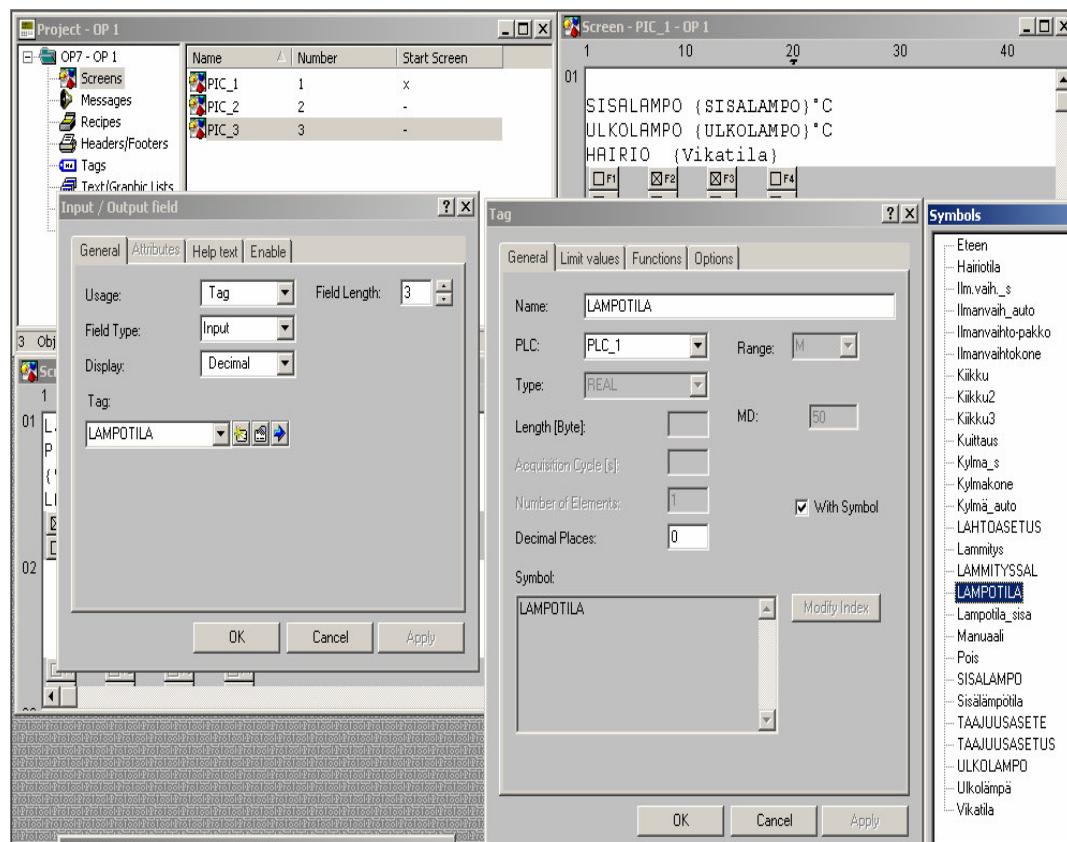


Kuva 5. Toinen näyttö, jossa Lämpötilan asetus, puhallusnopeuden asetus sekä lämmityksen salliminen.

Kolmanteen näyttöön ohjelmoitiin ilmastointikoneen käsikäyttöistä ohjausta varten manuaaliohjauksen päälle/pois- kytkentä, ilmanvaihtokoneen manuaalinen pakko-ohjaus ja häiriötilan kuittaus sekä ilmanlauhduttimen manuaalinen pakko-ohjaus. Manuaalisen ohjauksen saa valittua kohdasta "MANUAALIOHJAUS" asettamalla sen joko ykköseksi tai nollassi. Tilassa yksi muuttuja asettaa logiikan ohjelmasta sen viittaaman avutuvan koskettimen "Manuaali" aktiiviseksi. Aktivoituessaan kosketin kytkee ilmanvaihto- ja ilmanlauhdutuskoneet käsikäyttöiselle ohjaukselle. Tällöin logiikka ei pysty ohjailemaan ilmastointia itsenäisesti. Muuttujat "ILMANVAIHTOKONE" ja "KYLMAKONE" ovat myös tyypiltään "BOOL", ja täten saivat arvoiksi ainoastaan joko ykkösen tai nollan. Muuttuja "ILMANVAIHTOKONE" viittaa koskettimeen "Ilm.vaih_s", joka mahdollistaa ilmanvaihtokoneen päälle kytkennän. Muuttuja "KYLMAKONE" puolestaan viittaa koskettimeen "Kylma_s", jolla aktivoidaan ilmanlauhdutin. Ongelmana oli, että molemmat muuttujat eivät saa olla samaan aikaan kytkettyinä.. Ratkaisuna käytettiin takaisinkytkentää logiikan ohjelmassa, joka selitetään kappaleessa 3.2.4 "Logiikan ohjelman luonti". Tästä syystä on molemmat muuttujat asetettu sekä sisään- että ulostuloiksi. Viimeiseksi ohjelmoitiin häiriökuittaus. Häiriökuittausta ohjaamaan asetettiin "Kuittaus"-niminen kosketin, jolle annettiin osoitteeksi fyysinen ulostulo. Paneelin näytöllä muuttuja näkyy nimellä "HAIRIOKUITTAUS". Samoin kuin kaksi edellistä muuttujaa, "HAIRIOKUITTAUS" ohjelmoitiin myös sekä sisään- että ulostuloksi. Koska häiriökuittauksen ei tule jäädä päälle pitkäksi aikaa, kuittauksen resetointiin käytettiin ratkaisua, joka näkyy kappaleessa 3.2.4.



Kuva 6. Kolmas näyttö, jossa on manuaaliohjauksen valinta, ilmanvaihtokoneen manuaalinen käynnistys, ilmanlauhduttimen manuaalinen käynnistys ja vikatilaa kuittaaminen.



Kuva 7. Muuttujan konfigurointi.

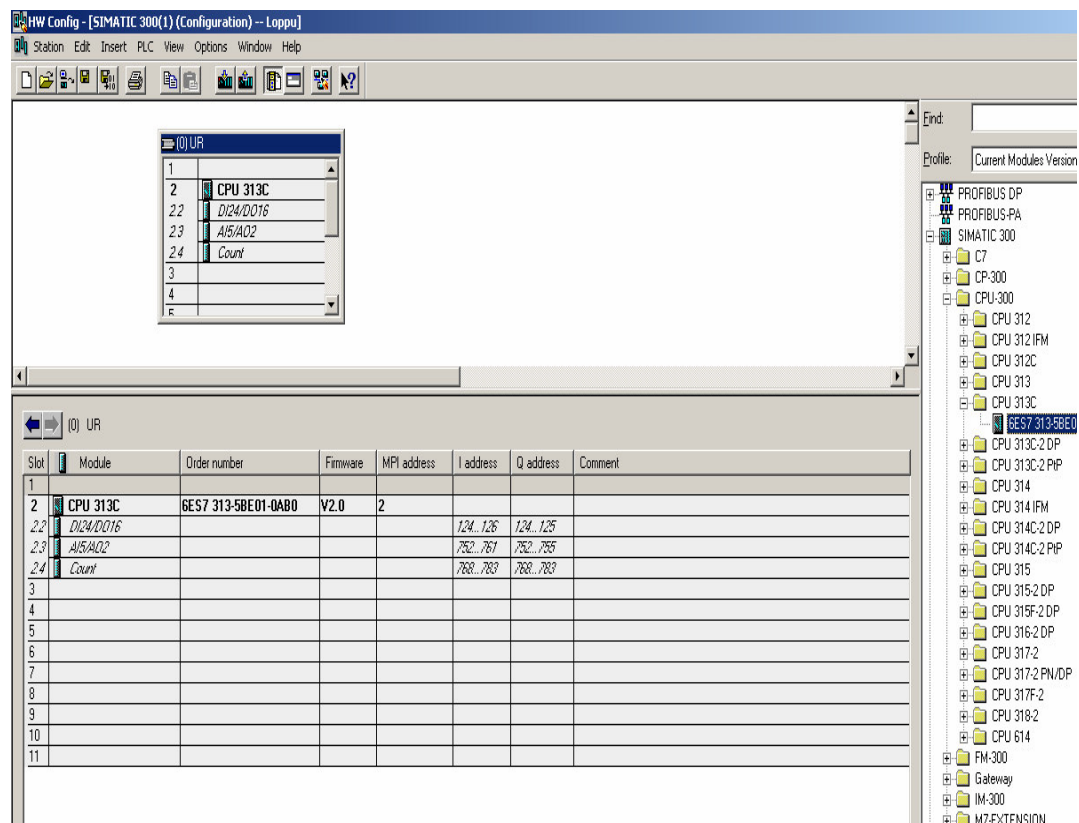
3.2.3 Logiikan ohjelman kuvaus

Ohjelman päätehtävänä oli tarkkailla ja vertailla sisä- ja ulkolämpötiloja, ja käyttäjän asettaman lämpötila-asetuksen perusteella reagoida, ja säätää lämpötilaa haluttuun suuntaan. Mikäli lämpötila nousee toivottua korkeammaksi, ohjelma vertaa lämpötila-asetuksen arvoa ulkolämpötilaan, ja päättää riittääkö ulkoilman käyttö. Tämä säästää energiaa erityisesti ilta-aikaan, kun ulkoilma on jäähtynyt. Mikäli ulkoilma ei ole tarpeeksi viileää, käynnistää ohjelma ilmanlauhduttimet päälle. Haluttaessa ohjelma voi myös asettaa lämmityksen päälle kytkemällä ilmanvaihtokoneen lämmitysvastukset päälle. Ohjelma huolehtii samalla etteivät ilmanlauhduttimet ja ilmanvaihtokone voi olla samanaikaisesti päällä siten, että ilmanvaihtokone puhaltaisi sisäilman suoraan ulos ja korvaisi sen ulkoilmalla. Ohjelmaan lisättiin myös pakko-ohjaustoiminto, jolla käyttäjä voi ohittaa ohjelman ja ohjailta ilmanlauhdutinta ja ilmanvaihtokonetta manuaa-

lisesti toiveidensa mukaan. Ohjelma muuttaa myös käyttäjän syöttämän puhallusnopeuden arvon virtaviestiksi taajuusmuuttajalle.

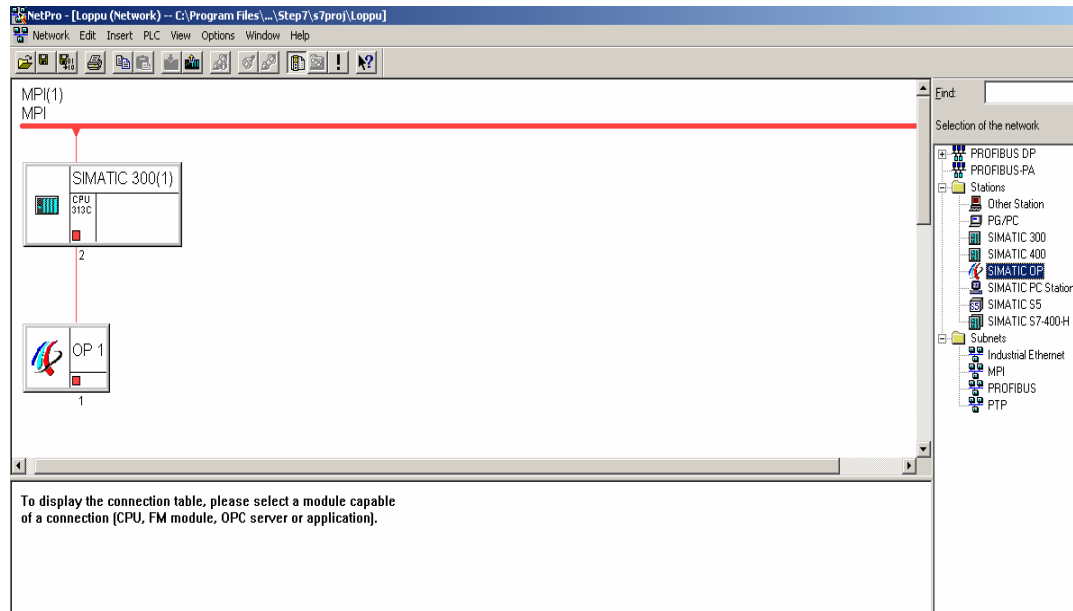
3.2.4 Logiikan ohjelman luonti

Ohjelma luotiin SIMATIC STEP-7 ohjelmistolla. Ohjelmointi aloitettiin luomalla uusi projekti, jonka jälkeen määriteltiin käytettävä laitteisto. Laitteiston konfigurointi aloitettiin asennuskiskon määrittelyllä. Seuraavaksi kiskoon liitettiin itse logiikan osat, jotka löytyvät ohjelman omasta valmiista osaluettelosta. Osaluettelossa määriteltävät osat valitaan koodin perusteella, joka löytyy logiikan jokaisen eri yksikön vasemmasta alakulmasta. Tässä tapauksessa, koska logiikassa ei ollut integroitua teholähdettä eikä lisäyksiköitä, määriteltiin ainoastaan CPU (Central Processing Unit) eli keskusyksikkö. Keskusyksikkönä oli 300-sarjan 301C. Logiikkaan kiinteänä kuuluvat analogiset ja digitaaliset I/O-yksiköt määrittyivät automaattisesti. Logiikan analogiseen I/O:hon kuului kaksi analogista lähtöä ja viisi tuloa. Digitaalisessa I/O:ssa sisääntuloja oli kolme ja ulostuloja kaksi tavua. (Kuva 8)



Kuva 8. Laitteiston määrittely Simatic-ohjelmistossa.

Seuraavaksi määriteltiin MPI -väylä, jonka avulla saatiin operointipaneelin ja logiikan välille yhteys. MPI -väylän jokaiselle laitteelle määritellään oma osoite, joiden perusteella laitteet osaavat kommunikoida keskenään. Tässä logiikalle annettiin osoitteeksi numero kaksi. Lopuksi laitteistoon määriteltiin operointipaneeli, jolle annettiin osoitteeksi numero yksi. Jo aiemmin oli itse ohjelmaan asetettu ohjelmointiin käytettävälle PC:lle osoitteeksi numero kolme. (Kuva 9)



Kuva 9. MPI-väylän määrittely.

Itse ohjelman luonti alkoi funktioyksikön FC11 luonnilla. Funktioyksikköön ohjelmoitiin ohjelman runko, joka hoitaa ohjelman itsenäisen toiminnan. Funktioyksikkö luotiin tekstipohjaisella SCL -ohjelmointikielellä (Structured Control Language). Funktioyksikössä nimettiin muistipaikat sisääntuloille, ulostuloille sekä skaalauksen laskutoimituksissa tarvittaville tilapäismuistipaikoille ja määriteltiin niiden tyypit.

Sisääntuloiksi tarvittiin sisä- ja ulkolämpötilojen mittaukset, lämpötilan asetus, lämpötila-asteikon minimi- ja maksimiarvot, lämmityksen sallinta, ilmanvaihtokoneen moottorin taajuuden asetus ja häiriötilan osoitus. Ulostuloiksi tarvittiin lämpötilojen skaalatut arvot, ilmanvaihtokoneen, ilmanlauhdutinkoneen ja lämmitysvastusten ohjaukset, sekä taajuudenasetus. Sisään- ja ulostulojen sekä väliaikaismuistipaikkojen nimet ja tyypit näkyvät kuvassa 10.

```

Skaalaus -- Loppu\SIMATIC 300(1)\CPU 313C
FUNCTION FC11: VOID
VAR_INPUT
  Vika: BOOL;
  Lampotila_sisa: INT;
  Lampotila_ulko: INT;
  Skaalaus_max: REAL;
  Skaalaus_min: REAL;
  Lampotila_asetus: REAL;
  Lammitys_OK: BOOL;
  Taajuus_asetus: REAL;
END_VAR

VAR_OUTPUT
  Hairio:BOOL;
  Lahto_sisa: REAL;
  Lahto_ulko: REAL;
  Lahto_asetus:REAL;
  Kylmakone: BOOL;
  Ilmanvaihtokone: BOOL;
  Lammitys: BOOL;
  Taajuus: INT;
END_VAR

VAR_TEMP
  Sisa:REAL;
  Ulko:REAL;
  Asetus:REAL;
  //Hertsit:INT;
END_VAR

```

Kuva 10. FC11:n Sisään- ja ulostulot sekä väliaikaismuistipaikat.

Seuraavaksi ohjelmoitiin 16 bittisen arvon skaalaus. Logiikan A/D-muunnin muuttaa analogisen signaalin 16 bittiseksi arvoksi, desimaalilukuna luvuksi 0-32767. Tämä luku piti muuttaa käyttäjälle helposti ymmärrettäviksi celsius-asteiksi. Lämpötila-asteikko aseteltiin -50°-100°C välille. Jos alin mahdollinen lämpötila on a, ylin mahdollinen lämpötila on b, lämpötila celsius-asteina on x ja skaalattava sana on y, saadaan lämpötila laskettua kaavalla $x=y*((b-a)/32767)+a$. Ohjelma suorittaa sisälämpötilan laskutoimituksen väliaikaisessa muistipaikassa "Sisa". Vastaavasti ulkolämpötila lasketaan väliaikaisessa muistipaikassa "Ulko". Molemmat muistipaikat määriteltiin REAL-tyyppisiksi. Seuraavaksi lasketut arvot siirrettiin ulostuloille "Lahto_sisa" ja "Lahto_ulko", jotka molemmat olivat myös määritelty REAL-tyyppisiksi.

Seuraavaksi ohjelmoitiin toimintayksikköön lämpötilojen vertailutoiminnot. Vertailutoiminnot toteutettiin IF-lauseilla (Kuva 11). Ensinnä ohjelmoitiin ilmanvaihtokoneen ohjaus. Mikäli muistipaikan "Sisa" arvo olisi suurempi kuin muistipaikassa "Asetus" oleva tavoitelämpötilan arvo, ja samaan aikaan ulkolämpötilan skaalattu arvo

muistipaikassa "Ulko" olisi pienempi kuin "Asetus", asettuisi ilmanvaihtokonetta ohjaava ulostulo "Ilmanvaihtokone" aktiiviseksi. Muussa tapauksessa "Ilmanvaihtokone" pysyy tilassa 0. Lause päätettiin komennolla "END_IF;". Kokonaisuudessaan lause näkyy kuvassa 11. Vastaavanlainen toiminto ohjelmoitiin lauhduttimen ohjaukselle. Lauseessa määriteltiin, että jos sisäilman ja ulkoilman lämpötilojen arvot ovat suurempia kuin asetetun lämpötilan arvo, asettuu ilmanlauhdutinta ohjaava ulostulo "Kylmakone" aktiiviseksi. Muussa tapauksessa se asettuisi tilaan 0. Lopuksi ohjelmoitiin lämmitysvastuksien ohjaukselle IF-lauseet. Lämmityksen aktivoimiseksi on sisälämpötilan oltava pienempi kuin asetetun lämpötilan ja ulkoilman oltava kylmempää kuin asetetun lämpötilan, lämmityksen sallivan manuaalisesti asetettavan tulon "Lammitys_OK" oltava aktiivinen ja muistipaikan "Hairio" ei saa olla aktiivinen. Lämmitysvastuksien aktivointi asettaa samalla ilmanvaihtokoneen ohjauksen päälle, jolloin vastukset eivät lämpene ilman ilmavirtaa.

```

Skaalaus -- Loppu\SIMATIC 300(1)\CPU 313C

IF Sisa > Asetus AND Ulko < Asetus THEN
    Ilmanvaihtokone:=1;
ELSE
    Ilmanvaihtokone:=0;
END_IF;

IF Sisa > Asetus AND Ulko > Asetus THEN
    Kylmakone:=1;
ELSE
    Kylmakone:=0;
END_IF;

IF Sisa < Asetus AND Lammitys_OK =1 AND Ulko< Asetus AND Taajuus_asetus >0 AND Vika=0 THEN
    Lammitys:=1;
ELSE
    Lammitys:=0;
END_IF;
IF Lammitys=1 THEN
    Ilmanvaihtokone:=1;
END_IF;

IF Lampotila_asetus = 0 THEN Taajuus:=0;
END_IF;

IF Taajuus_asetus=1 THEN Taajuus:=16338;
    END_IF;
IF Taajuus_asetus=2 THEN Taajuus:=22873;
    END_IF;
IF Taajuus_asetus=3 THEN Taajuus:=32767;
    END_IF;

```

Kuva 11. FC11:n vertailutoiminnot.

Seuraavaksi suoritettiin organisaatioyksikön ohjelmointi. Organisaatioyksikössä (OB) ohjelmointi suoritettiin relekaavio-ohjelmoinnilla (LAD). Relekaavio-ohjelmoinnissa on ohjelmoinnin pääelementteinä kelat (coil) ja avautuvat sekä sulkeutuvat koskettimet oikeiden releiden tapaan. Simatic-ohjelmisto tuntee myös lukuisia muita toimintoja, joiden avulla voidaan keloja ohjailla ohjelmoijan haluamalla tavalla. Ne kaikki löytyvät ohjelman ikkunan vasemmasta laidasta. Ohjelma jakautuu eri osioihin (network), joihin kuhunkin voidaan asettaa ainoastaan yksi kela. Näiden avulla ohjelma saadaan helpommin ymmärrettäviin osiin.

Ensimmäisessä osiossa OB:ssä kutsuttiin jo luotua FC11-funktioyksikköä, jossa funktioyksikön sisään- ja ulostuloille määriteltiin osoitteet. Sisääntuloille määriteltiin osoitteet suoraan logiikan fyysisille sisääntuloille. Ulostuloista ainoastaan lämmitysvastuksia ohjaava "Lämmitys" ja taajuusasetteen syöttävä "Taajuus" saivat osoitteeksi logiikan fyysisen ulostulon. Lopuille annettiin osoitteeksi muistipaikat, koska niitä tarvittiin vielä myöhemmin muiden toimintojen ohjauksiin tai niille ei ollut tarvetta ollenkaan.

Seuraavissa osioissa ohjelmoitiin manuaalikäyttö ilmanvaihto- sekä ilmanlauhdutinkonetta varten. Network 2:ssa ohjelmoitiin lämmitysvastusten manuaalinen kytkentä. Jotta lämmitysvastukset lähtisivät manuaalisesti päälle, tarvitsee neljän ehdon täytyä samaan aikaan. Muistipaikat "Manuaali" ja "LÄMMITYSSAL" ovat käyttäjän kytkettävissä operointipaneelista tilaan yksi. Näin pienennetään lämmitysvastusten vahingossa päälle kytketymisen mahdollisuutta. Muistipaikka "Ilmanvaihtokone" asetuu aktiiviseksi kun ilmanvaihtokone on päällä, jonka ansiosta vastukset lämpiävät ainoastaan, kun ilmanvaihtokone käy. Neljäntenä ehtona on ettei taajuusmuuttajan häiriötilaa ilmaiseva "Vikatila" ole aktiivisessa tilassa.

Jotta käyttäjä asettaessaan ilmastointikoneen manuaalikäytölle ei voisi käyttää ilmanvaihtoa ja ilmanlauhdutinta yhtä aikaa, piti ohjelmaan saada aikaan esto, joka estäisi yhtäaikaisen käytön. Ongelma päätettiin ratkaista siten, että mikäli käyttäjä kytkisi erehdyksessä molemmat lähdöt päälle, asettaisi jälkimmäisenä kytketty lähtö toisen lähdön nollassi. Molempien tulisi kuitenkin voida olla yhtä aikaa pois päältä. Ratkaisu näkyy osioissa kolme, neljä, viisi ja kuusi. Osioissa kolme ja neljä on kaksi S/R- kiikkua jotka on kytketty toisiinsa nähden ristiin. Lisäksi S ja R- tuloille on

asetettu signaalin positiivisesta reunasta aktivoituvat muistibitit (Positive Edge Detection), joiden ansiosta kiikkujen tulonavat asettuvat aktiivisiksi ainoastaan positiivisen reunan ajaksi. Tällöin aktiiviseksi jätetty muistipaikka ei pakko-ohjaa kiikkujen tuloja, vaan jälkimmäisenä aktiiviseksi kytketty muistipaikka jää aktiiviseksi. Esimerkiksi jos käyttäjä on asettanut ilmanvaihtokoneen aktiiviseksi, on muistipaikan ”ilm.vaih._s” positiivinen reuna asettanut ”kiikku2”:n aktiiviseksi, joka asettaa muistipaikan M1.1 aktiiviseksi. Lisäksi R-tuloille on asetettu TAI-ehtona sulkeutuvat koskettimet, jotka asettavat ilmanvaihdon ja ilmanlauhduttimen ohjaukset tilaan nolla myös silloin, kun paneelilta asetetaan ohjauksen tilaksi nolla. Tämä mahdollistaa sen, että niin ilmanvaihtokoneen kuin ilmanlauhduttimenkin ohjaukset voivat molemmat olla nolla-tilassa. Osiossa kuusi muistipaikka "Ilmanvaihtokone" asettaa resetoinnin muistipaikkaan ”Kylmä_s”, jolloin mahdollisesti aktiivisena oleva muistipaikka asettuu arvoon nolla. Kylmäkonetta ohjaavalla muistipaikalle ”Kylmä_s” on rakennettu täysin vastaavanlainen rakenne.

Taajuusmuuttajalle tarvitsee antaa kosketintieto, jolla määritellään taajuusmuuttajalle moottorin pyörimissuunta. Tässä projektissa ei pyörimissuunnan vaihdolle ole järkevää käyttöä, joten taajuusmuuttajalle voitiin tehdä kiinteä pyörimissuunnan ohjaus. Taajuusmuuttajalle syötetään 24 voltin signaali, jolla asetetaan taajuusmuuttajalle pyörimissuunnan eteen asettava digitaalinen sisääntulo aktiiviseksi. Ohjaus toteutettiin yksinkertaisella piirillä osiossa kahdeksan, jossa asetettiin kolme kosketinta rinnan, eli TAI-operaatioksi. Kun jokin kolmesta muistipaikasta jotka ohjaavat ilmanvaihtokonetta asettuu aktiiviseksi, asettuu logiikan digitaalinen ulostulo aktiiviseksi. Tälle ulostulolle annettiin nimeksi "Eteen", ja sille annettiin osoitteeksi Q1.3.

Osioissa 9-15 tehtiin ohjaus ilmanvaihtokoneen lämmön talteenotolle. Ilmanvaihtokoneessa on kaksi ritilää, joita kääntelemällä saadaan säädettyä läpivirtauksen määrää. Kun ilman lämpötilaa yritetään laskea tai nostaa, pyritään ulospuhallettavan ilman määrää rajoittamaan mahdollisimman pieneksi, jotta saataisiin minimoitua energia-hukkaa. Tällöin tulee ilmanvaihtokoneen ritilä ohjata asentoon "kiinni", jotta ilmanvaihtokone kierrättäisi jäähdytettävää/lämmitettävää sisäilmaa ulospuhaltamisen sijasta. Ritilän ohjaus tehtiin kahdella vilkkureleellä, jotka saatiin aikaan kytkemällä kaksi vetohidasteista relettä ristiin (osiot 9 ja 10 sekä 11 ja 12). Kaikille releille on asetettu yhden sekunnin viive, jolloin saatiin aikaan yhden sekunnin ohjauspulssi sekunnin

välein. Näin saatiin aikaiseksi pulssiohjaus. Ririlöiden avaamisen käynnistää ilmanvaihtokoneen käynnistyminen. Vastaavasti sulkemisen käynnistää ilmanlauhduttimen käynnistyminen. Osioissa 9 ja 10 on toteutettu ritilöiden aukiohjaus, joka käynnistyy koskettimien "Ilmanvaihto" tai "Ilmanvaihto_auto" tullessa aktiiviseksi. Aktivoituessaan sekunnin viiveellä vetohidasteisen releen T51 kela Q2.1 asettaa toisen vetohidasteisen releen T52 vetäneeksi. Kun T52:n kela aktivoituu sekunnin viiveellä, sen kela Q2.2 sammuttaa releen T51, jonka seurauksena T52 sammuu myös. Jos ilmanvaihtokoneen tilaa ilmaisevista koskettimista on jokin vielä päällä, alkaa sekunnin viiveellä T51 jälleen vetämään. Tämä sykli toistuu niin kauan kuin ilmanvaihtokone on päällä, tai avautuva kosketin Q2.5 aktivoituu. Osioissa 11 ja 12 on toteutettu ritilöiden kiinniohjaus vastaavanlaisella rakenteella. T53:n ja T54:n muodostaman vilkkureleen toiminnan käynnistää ilmanlauhduttimen käynnistyminen ja lopettaa joko lauhduttimen sammuminen tai avautuvan koskettimen Q2.6 aktivoituminen. Osiossa 13 on ylös/alaslaskuri C10, jonka tuloja ohjaavat kelat Q2.1 ja Q2.3 siten, että Q2.1 aktivoituessaan lisää ja Q2.3 vähentää laskurin arvoa yhdellä. Laskurin arvo tallentuu muistipaikkaan MW4, jota komparaattorit osioissa 14 ja 15 vertaavat niille asetettuihin arvoihin. Osiossa 15 oleva komparaattori valvoo ritilöiden sulkeutumista. Kun aukaisupiirin vilkkureilta tullut pulssi on asettanut C10 arvoon nolla, komparaattori aukaisee koskettimen Q2.6 ja ritilöiden sulkeutuminen pysähtyy. Aukaisupiirin komparaattori asetellaan oikein vasta käyttöönoton yhteydessä.

Taajuusmuuttajalle piti tehdä mahdollisia häiriötilanteita varten häiriötilan kuittaus. Kuittaus annetaan operointipaneelilta, joka asettaa muistipaikan M1.3, "Kuittaus", aktiiviseksi. Vikatilan kuittaus ei kuitenkaan saa jäädä päälle pitkäksi aikaa vaan sen tulee olla pulssinomainen. Vikatilankuittauksen automaattinen nollautuminen on toteutettu osioissa 16-18. Muistipaikan "Kuittaus" aktivoituessa, asettaa sen nouseva reuna osiossa 17 olevan kiikun "Kiikku3" aktiiviseksi, jolloin fyysinen ulostulo Q1.4 tulee aktiiviseksi. Tämä ulostulo asettaa osiossa 16 vetohidasteisen releen T55 aktiiviseksi, joka sekunnin viiveellä aktivoi muistipaikan M4.0. Aktivoituessaan se resatoi kiikun osiosta 17, ja samalla se aktivoi resetointitoiminnon osiosta 18. Tälle toiminnolle on annettu symboliseksi nimeksi "Kuittaus", jolloin se resatoi operointipaneelilla olevan vikatilankuittauksen automaattisesti takaisin tilaan nolla.

Kahdessa viimeisessä osiossa on toteutettu lopulliset ohjaukset ilmanvaihto- ja ilmanlauhdutinkoneelle. Ilmanvaihtokonetta pyörittävää taajuusmuuttajaa ohjaa fyysinen ulostulo Q1.0 ja ilmanlauhdutinta Q1.1. Avautuvat ja sulkeutuvat koskettimet, joita ohjaa muistipaikka "Manuaali", määräävät, ohjaako koneita automaatti- vai manuaali-ohjaus.

4 LAITTEISTON TESTAUS JA KÄYTTÖÖNOTTO

4.1 Testaus

Laitteiston testauksessa keskityttiin ohjelmiston toimimisen varmistamiseen sekä laitteiston kesken tapahtuvan tiedonsiirron testaukseen.

Operointipaneelilta testattiin kaikkien muuttujien toiminta, asetusten siirtyminen logiikalle ja päinvastoin, käyttäytyminen virheellisellä syötöllä, sekä logiikan kanssa tapahtuvan vuorovaikutuksen toiminta. Jokainen muuttuja käytiin yksitellen lävitse syöttämällä niille kaikki ne arvot, jotka niille oli ohjelmoitu mahdolliseksi syöttää. Seuraavaksi muuttujille yritettiin syöttää arvoja, jotka olivat toiminnan kannalta mahdottomia. Tällaisessa tilanteessa paneelin näyttöön tulee virheilmoitus, jonka jälkeen muuttuja palaa oletusarvoonsa. Lopuksi paneelin toimintaa testattiin yhdessä logiikan kanssa, jolloin todettiin tiedonsiirron toiminta molempiin suuntiin, sekä ohjelmien välinen yhteensopivuus.

Logiikan ohjelmasta testattiin itse ohjelman toimivuus halutulla tavalla, vuorovaikutus operointipaneelin kanssa sekä analogisten tulojen toiminta. Analogisten tulojen toiminta testattiin simuloimalla lämpöantureita potentiometreillä. Tällä tavalla saatiin testattua myös itse ohjelman toiminta kaikissa mahdollisissa tilanteissa.

4.2 Käyttöönotto

Ennen lopullista laitteiston asennusta ja käyttöönottoa tulee ilmanvaihtokoneeseen tehdä mekaanisia muutoksia, joiden avulla ilmanvaihtokoneeseen saadaan järkevä sisäilman kierrätys. Tämä mahdollistaa sen, että ilmanvaihtokoneella voidaan ilmanlauhduttimen ollessa päällä kierrättää sisäilmaa. Näiden mekaanisten muutoksien toteutukset siirtyivät kuitenkin määrittelemättömän ajan päähän, joten opinnäytetyön raportointi päätettiin tekijän valmistumiseen liittyvistä syistä hallintalaitteiston testaukseen.

5 TULOKSET

Ilmastointilaitteiston ohjainyksikkö saatiin mekaanisesti valmiiksi. Koko laitteisto jäi käyttöönottoa ja sen yhteydessä tehtäviä kalibrointeja ja hienosäätöjä vaille valmiiksi. Käyttöliittymänä toimivasta operointipaneelistä saatiin helppokäyttöinen ja sen ja logiikan välinen toiminta on häiriötöntä. Simuloinnissa ohjelma todettiin vakaaksi, eikä siinä ilmennyt vakavia puutteita tai virheitä.

6 TULOSTEN TARKASTELU

Työlle asetetut tavoitteet eivät täysin toteutuneet. Projektin viivästymisen ja ilmanvaihtokoneen mekaanisten muutostöiden siirryttyä ennalta määräämättömäksi ajankohdaksi ilmastointilaitetta ei saatu valmiiksi. Ilmastoinnin ohjainyksikkö saatiin kuitenkin mekaanisesti valmiiksi, ja logiikalle sekä operointipaneelille saatiin ohjelmat ohjelmoiduksi. Ohjelmien itsenäinen ja toistensa välinen toiminta testattiin simuloimalla erilaisia tilanteita, eikä virhetiloja tullut ilmi. Ohjelmaan jäi kuitenkin muutama toiminto, joiden kalibrointia ja tarkempia asetuksia ei voitu toteuttaa ennen käyttöönottoa. Laitteiston todellinen toiminta käytännössä jäi näin ollen kokeilematta.

Ohjelmaa testattiin simuloimalla lämpöantureita potentiometreillä. Koska lopullista asennusta ei koskaan tehty, jäi lämpöantureiden asennus ja kalibrointi myös kesken. Käyttöönoton yhteydessä suoritetaan antureiden kytkennät, sekä logiikan skaalauksien raja-arvojen asetus valittujen antureiden ominaisuuksien perusteella. Lämpötilamittaus toteutettiin logiikalla siten, että antureiksi tulee valita sellaiset anturit, joille syötetään 24V DC:tä ja joka syöttää logiikalle lämpötilatiedon virtaviestinä 0-20 tai 4-20mA.

Logiikan ohjelma toteutettiin siten, että kun käyttäjän asettama lämpötila saavutetaan, logiikka sammuttaa välittömästi kaikki ohjaukset. Tämä saattaa aiheuttaa kiusallista ja kuluttavaa on/off-käyttäytymistä varsinkin silloin, kun sisäilmanlämpötila pyrkii muuttumaan voimakkaasti. Tällainen tilanne tulee, kun pihalla on aurinkoinen ja kuuma päivä ja sisäilmaa pyritään jäähdyttämään. Mahdollisina ratkaisuuina voitaisiin käyttää joko ohjelmallista toteutusta, vetohidasteisia releitä tai lämpöreleitä, joissa on hystereesi-säätö.

Ilmanvaihtokoneen ilmanvirtausta ohjaavan säleikön pulssiohjaus jäi myös testaamatta. Käyttöönoton yhteydessä tulee pulssiohjaus säätää siten, että säleiköt ohjautuvat varmasti kunnolla ääriasentoihinsa, kuitenkin niin, ettei moottorit jää ääriasennon saavutettua päälle. Ohjausta voidaan parantaa lyhentämällä vilkkureleiden pulsseja ja muuttamalla niiden määrää. Mikäli ohjausta ei pelkällä ohjauspulssin säädöllä saada riittävän tarkaksi, voidaan harkita esimerkiksi asema-antureiden hyväksi käyttöä.

Taajuusasetteiden kokeileminen käytännössä jäi myös toteutumatta. Taajuusasetukset ovat ns. tuulesta temmattuja, ja niiden kokeileminen käytännössä on välttämätöntä, jotta voidaan määrittellä viihtyvyyden ja tehokkuuden kannalta järkevimät arvot.

LÄHTEET

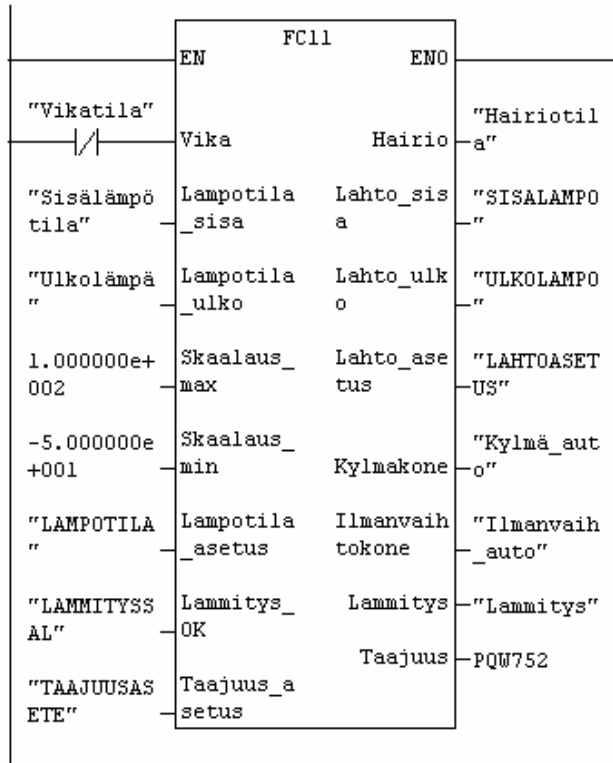
- /1/ Halminen E., Kuvaja O., Köttö R. 1994 Ilmastointitekniikka. Helsinki: Saarijärven Offset Oy
- /2/ Seppänen O. 2004 Ilmastoinnin suunnittelu. Forssa: Talotekniikka-Julkaisut Oy
- /3/ Fonselius J., Pekkola K., Selosmaa S., Ström M., Välimaa T. 1996 Automaatiolaitteet Helsinki: Oy Edita Ab
- /4/ OP7-DP Manuaali, A&D PT1 Fürth. [Manuaali] Saatavissa:
http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/csfetch/1145112/Op717_e.pdf?func=cslib.csFetch&nodeid=1142912&forcedownload=true
- /5/ CPU 31xC and CPU 31x: Installation, A&D AS SM ID. [Manuaali] Saatavissa:
http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/csfetch/13008499/S7-300_BA_EN_en-US.pdf?func=cslib.csFetch&nodeid=13151136&forcedownload=true

OBI : "Main Program Sweep (Cycle)"

Sisältää koko ohjelman.

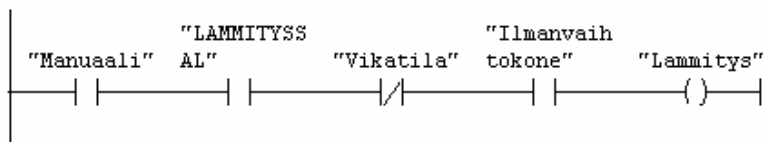
Network 1: Pääpiiri

Sisältää lämpöantureiden skalaukset, sekä logiikan joka ohjaa lämmityksen, kylmäkoneen ja ilmanvaihtokoneen käyttöä.



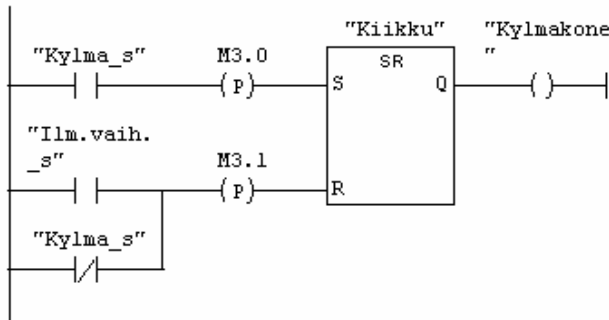
Network 2: Manuaalikäyttö Lämmitys

Lämmityksen manuaalinen päällekytkentä. Lämmityksen sallinta pitää erikseen asettaa päälle operointipaneelilta.

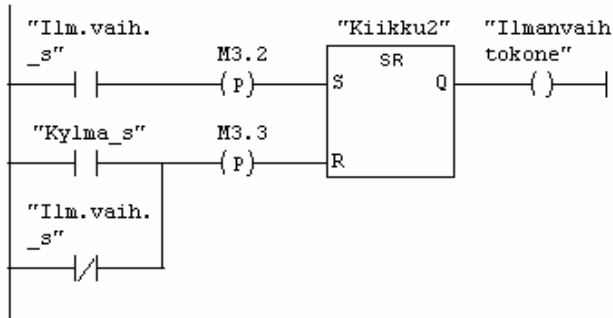


Network 3 : Kylmäkone

Kylmäkoneen manuaalinen käynnistys. Ilmanvaihtokoneen päälle kytkeminen sammuttaa kylmäkoneen.

**Network 4 : Ilmanvaihtokone**

Kylmäkoneen manuaalinen käynnistys. Ilmanvaihtokoneen päälle kytkeminen sammuttaa ilmanvaihtokoneen.

**Network 5 : Ilmanvaihdon tai kylmäkoneen valinta**

Ilmanvaihto ja kylmäkone eivät voi olla yhtäaikaan päällä. Toisen päällekytkeminen sammuttaa toisen. Resetointi asettaa muistipaikan "Ilm.vaih._s" tilaan nolla. Network 3&4

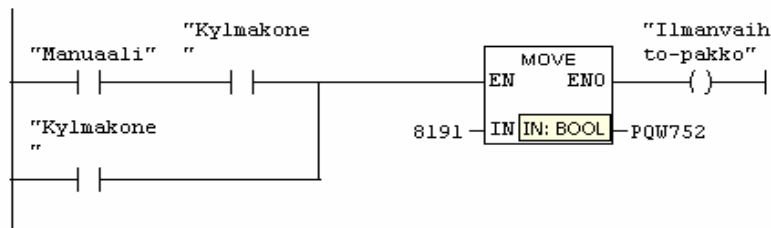
**Network 6 : Ilmanvaihdon tai kylmäkoneen valinta**

Ilmanvaihto ja kylmäkone eivät voi olla yhtäaikaan päällä. Toisen päällekytkeminen sammuttaa toisen. Resetointi asettaa muistipaikan "Kylma_s" tilaan nolla. Network 3&4

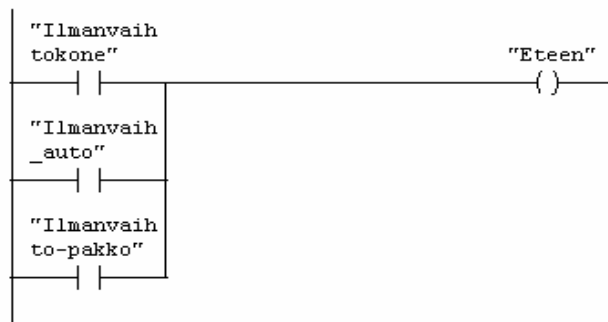


Network 7 : Minimitaajuus

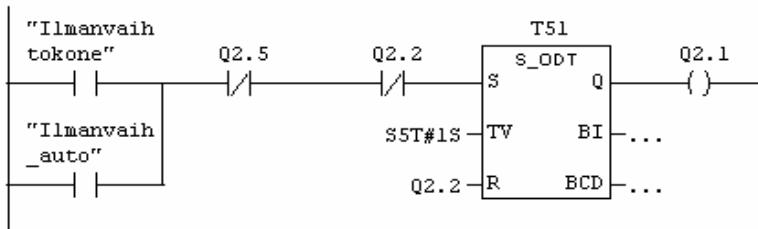
Kun kylmäkone on päällä, menee ilmanvaihtokone automaattisesti 25Hz:lle

**Network 8 : Suunnan määräys**

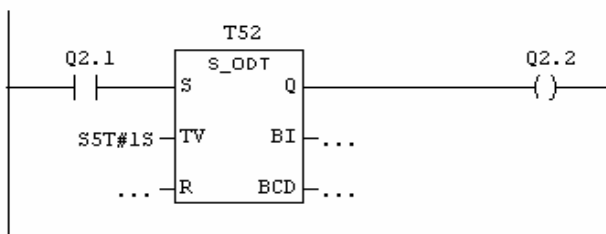
Taajuusmuuttajalle menee tieto käytäsuunnasta samalla, kun se menee tilaan start

**Network 9 : Vilkkurele säleikölle**

Muodostaa Network10:n kanssa vilkkureleen, jolla pulssiohjetaan säleikön moottoria auki-asentoon. Q2.5:n tila tulee komparaattorilta, joka pysäyttää releen kun laskurion lasketut asetettuun arvoon saakka.

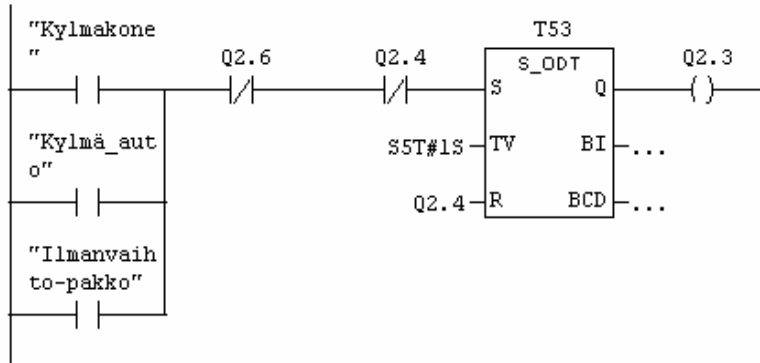
**Network 10 : Vilkkurele säleikölle**

Muodostaa Network9:n kanssa vilkkureleen, jolla pulssiohjetaan säleikön moottoria auki-asentoon.

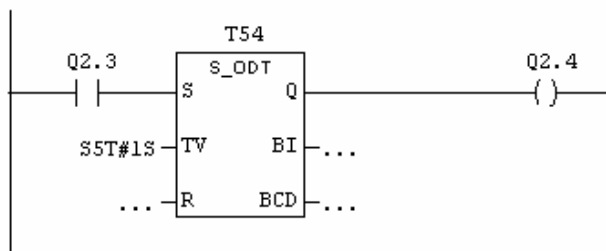


Network 11: Vilkkurele säleikölle

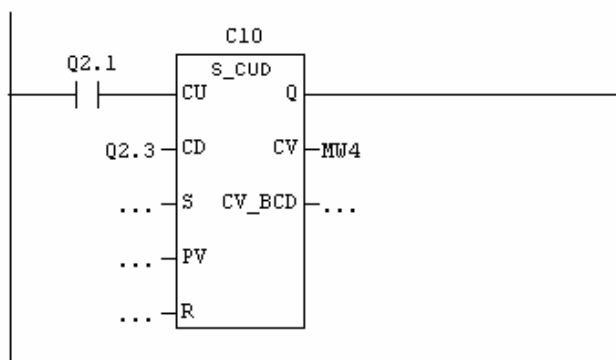
Muodostaa Network12:n kanssa vilkkureleen, jolla pulssiohjetaan säleikön moottoria kiinni-asentoon. Q2.6:n tila tulee komparaattorilta, joka pysäyttää releen kun laskurion laskenut asetettuun arvoon saakka.

**Network 12:** Vilkkurele säleikölle

Muodostaa Network11:n kanssa vilkkureleen, jolla pulssiohjetaan säleikön moottoria kiinni-asentoon.

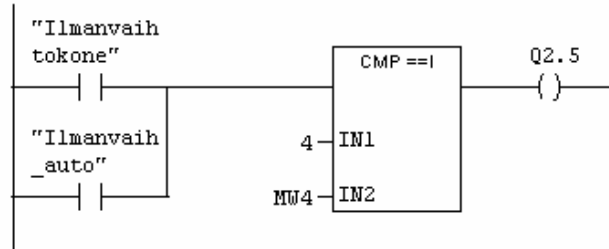
**Network 13:** Laskuri

Ylös/alasaskuri antaa asema-arvon pulssi ohjatulle säleikön asennolle.

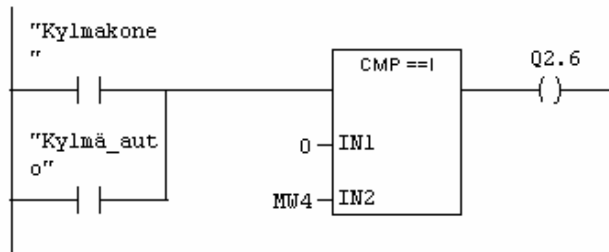


Network 14 : Komparaattori "kiinni"

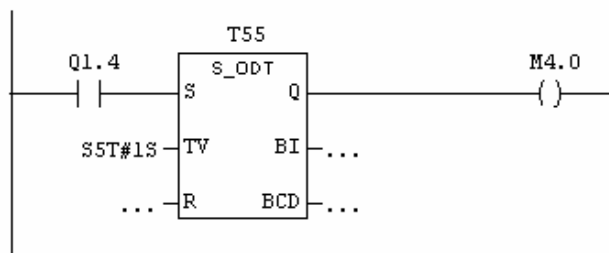
Komparaattori vertaa laskurin C10 arvoa ennelta asetettuun arvoon, ja pysäyttää säleikön moottorin ohjauksen kun säleikkö on kiinni-aennossa. (Laskurin arvo "4")

**Network 15 : Komparaattori "auki"**

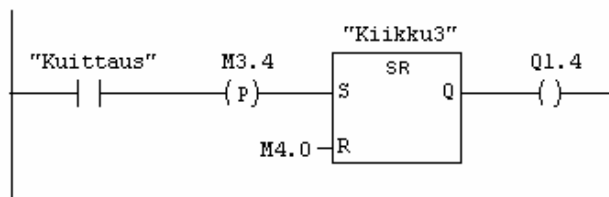
Komparaattori vertaa laskurin C10 arvoa ennelta asetettuun arvoon, ja pysäyttää säleikön moottorin ohjauksen kun säleikkö on auki-aennossa. (Laskurin arvo "0")

**Network 16 : Operointipaneelilta tulevan kuittauksen tilan resetointi**

Muistipaikan-"Kuittaus" mentyä tilaa "1" operointipaneelilla, menee sekunnin viiveellä muistipaikka M4.0 myös tilaan "1" jolloin se asettaa Network18:ssa päälle resetoinnin, joka asettaa muistipaikan "Kuittaus" takaisin tilaan "0".

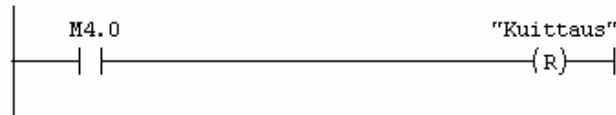
**Network 17 : Häiriökuittaus**

Häiriökuittaus-bitti tulee operointipaneelilta logiikalle, josta menee edelleen taajuusmuuttajalle. Kuittausbitti asettuu automaattisesti takaisin noltilaan sekunnin viiveen jälkeen. (T55 Network 16)



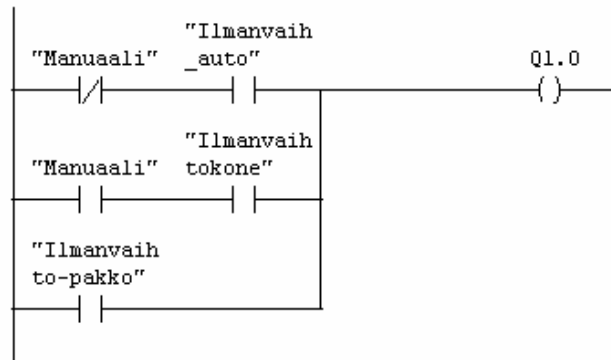
Network 18 : Resetointi

Resetointi asettaa muistipaikan "Kuittaus" tilaan nolla.



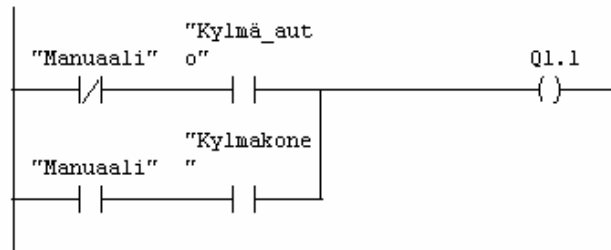
Network 19 : Ilm. vaihtokone

Lopullinen fyysisen lähdön aktivoiminen











Network 20 : Kylmäkone

Lopullinen fyysisen lähdön aktivoiminen



Symbol Editor - [S7 Program(2) (Symbols) -- Loppu\SIMATIC 300(1)\CPU 313C]

Symbol Table Edit Insert View Options Window Help









 All Symbols

	Status	Symbol	Address ▲	Data type	Comment
1		Vikatila	I 0.1	BOOL	
2		Kiikku	M 0.1	BOOL	
3		Kiikku3	M 0.2	BOOL	
4		LAMMITYSSAL	M 0.3	BOOL	
5		Manuaali	M 0.4	BOOL	
6		Ilm.vaih_s	M 0.5	BOOL	
7		Pois	M 0.6	BOOL	
8		Kylma_s	M 0.7	BOOL	
9		Kylmakone	M 1.0	BOOL	
10		Ilmanvaihtokone	M 1.1	BOOL	
11		Ilmanvaihto-pakko	M 1.2	BOOL	
12		Kuittaus	M 1.3	BOOL	
13		Kylmä_auto	M 1.4	BOOL	
14		Ilmanvaih_auto	M 1.5	BOOL	
15		Kiikku2	M 2.0	BOOL	
16		Hairiotila	M 2.1	BOOL	
17		Lampotila_sisa	MD 2	DWORD	
18		LAHTOASETUS	MD 5	REAL	
19		SISALAMPO	MD 40	REAL	
20		ULKOLAMPO	MD 42	REAL	
21		LAMPOTILA	MD 50	REAL	
22		TAAJUUSASETE	MD 60	REAL	
23		TAAJUUSASETUS	MW 100	INT	
24		Sisälämpötila	PW 752	INT	
25		Ulkolämpä	PW 754	INT	
26		Lammitys	Q 1.2	BOOL	
27		Eteen	Q 1.3	BOOL	
28		VAT_1	VAT 1		
29					

1 OPEROINTIPANEELIN KÄYTTÖ

Operointipaneelille on ohjelmoitu kolme eri näyttöä. Näiden näyttöjen väliseen navigointiin käytetään funktionäppäimiä F1, F2 ja F3, joista kukin funktionäppäin osoittaa omaan näyttöönsä. Näytöissä olevien muuttujien väliseen navigointiin käytetään puolestaan nuolinäppäimiä. Sisääntulojen muuttujien arvojen muokkaamiseen käytetään numeronäppäimistöä, ja asetuksen vahvistaa Enter. Esc-näppäimellä voidaan perua aiottu asetus.

1.1 Ensimmäinen näyttö

Ensimmäisessä näytössä on sisä- ja ulkolämpötilojen näyttö sekä vikatilän osoitus. Tämä näyttö on oletusnäyttönä, eli jos laite esim. sähkökatkoksen takia sammuu, tulee oletusnäyttö ruutuun laitteen käynnistyessä uudelleen.

Näytössä olevat lämpötilan osoitukset ovat ulostuloja, eikä niiden arvoja näin ollen pysty muokkaamaan. Muuttujat osoittavat lämpötilan yhden desimaalin tarkkuudella.

Kolmannella rivillä näytössä on vikatilän osoitus, joka ilmoittaa taajuusmuuttajalla olevan mahdollisen häiriötilän. Tämä muuttuja on myös ulostulo, ja se voi saada arvoikseen ainoastaan nolla tai yksi, joista yksi tarkoittaa vikatilaa.

1.2 Toinen näyttö

Toisessa näytössä on muuttujina lämpötilan asetus, puhallusnopeuden asetus ja lämmityksen salliminen.

Lämpötilan asetuksessa käyttäjä määrittelee sisätilojen lämpötila-asetuksen, johon logiikka pyrkii sisälämmön säätämään. Lämpötilan asetuksen voidaan antaa kokonaisluku väliltä 18-25 astetta celsiusta.

Toisena muuttujana on puhallusnopeuden asetus, johon voidaan antaa luku väliltä 0-3. Taajuudet ovat ennalta asetettuja logiikan ohjelmaan. Lukuja vastaavat taajuusarvot näkyvät taulukosta 1.

Kolmas muuttuja on lämmitysvastuksien päällekytkemisen sallinta. Tälle muuttujalle voidaan antaa tilaksi ainoastaan yksi tai nolla, joista yksi tarkoittaa aktiivista. Jos ilmastoinnin ohjaus on automaattilla, lämmitysvastukset aktivoituvat ainoastaan, jos sisäilmaa tarvitsee lämmittää eikä se ilman vastuksia onnistu (ulkoilma kylmempää kuin asetus), eikä vikatila ei ole aktiivinen. Ohjauksen ollessa manuaalilla lämmitysvastukset aktivoituvat kun ilmanvaihtokone pyörii eikä vikatila ole aktiivinen.

1.3 Kolmas näyttö

Kolmannessa näytössä on manuaaliohjauksen valitseminen, ilmanvaihtokoneen manuaalinen käynnistys, ilmanlauhduttimen manuaalinen käynnistys ja vikatilankuittaaminen. Näistä jokainen muuttuja on tyypiltään sisääntulo, ja ne voivat saada arvoikseen yksi tai nolla, joista yksi tarkoittaa aktiivista.

Muuttuja "Manuaaliohjaus" asettaa tilassa yksi ilmanvaihto- ja ilmanlauhdutinkoneen sekä lämmitysvatukset käsikäyttöiselle ohjaukselle. Ilmanvaihto- ja ilmanlauhdutinkoneiden manuaaliohjaukset tulevat käyttöön siis vasta, kun manuaaliohjaus on aktivoitu. Tämän jälkeen voi käyttäjä asettaa koneiden ohjaukset päälle oman halunsa mukaan. Kuitenkaan molempien koneiden ohjaukset eivät voi olla yhtäaikaan päällä, vaan jälkimmäiseksi kytketty kone sammuttaa edellisen. Molemmat koneet voivat olla kuitenkin pois päältä yhtäaikaan.

Neljäntenä muuttujana on vikatilankuittaus. Kuittaukseen on ohjemoitu kuittauksen automaattinen nollaus. Tämän ansiosta kuittaus asettuu automaattisesti takaisin tilaan nolla sekunnin aktiivisena olon jälkeen. Näin kuittaus ei jää "makaamaan" päälle.