



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Antti-Jussi Hautamäki

KUIVAUSSILOJEN OHJAUSKESKUK- SET LOGIIKALLA TOTEUTETTUNA

Ilmajoen Sähkökoje Oy

Tekniikka
2017

ALKUSANAT

Tämä työ on tehty Ilmajoen Sähkökoje Oy:lle Vaasan ammattikorkeakoulun tekniikan yksikössä sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyönä keväällä 2017.

Työn valvojina ovat toimineet Vaasan ammattikorkeakoulun puolesta lehtori Olli Tuovinen ja Ilmajoen Sähkökoje Oy:n puolesta toimitusjohtaja Mikko Alho.

Haluan kiittää työn valvojia työnaikaisesta ohjauksesta sekä mahdollisuudesta toteuttaa tämä työ. Lisäksi haluan esittää kiitokseni myös Ilmajoen Sähkökoje Oy:n suunnittelijoille Martti Rinta-Luomalle ja Ville Rinta-Runsalalle, tarkastaja Tuomo Sihdolle sekä yrityksen muulle henkilökunnalle.

Ilmajoella 3.4.2017

Antti-Jussi Hautamäki

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Antti-Jussi Hautamäki
Opinnäytetyön nimi	Kuivaussiilojen ohjauskeskukset logiikalla toteutettuna
Vuosi	2017
Kieli	suomi
Sivumäärä	51 + 7 liitettä
Ohjaaja	Olli Tuovinen

Työn tavoitteena oli toteuttaa Ilmajoen Sähkökoje Oy:lle logiikalla toteutettu myyntivalmis kuivaussiilojen ohjauskeskuskokonaisuus kustannustehokkaasti.

Kokonaisuuden suunnitteluun ja tarkasteluun sisältyy ohjatun prosessin tarkastelu, ympäristöllisten olosuhteiden huomioiminen ja logiikalla ohjattujen toimintojen kartoitus. Kartoituksen ja tarkastelun jälkeen pystyttiin valitsemaan projektille sopivat logiikat ja pehmokäynnistimet erinäisten tarjouspyyntöjen pohjalta.

Komponenttien valitsemisen jälkeen tuli päivittää pää-, piirikaaviot sekä keskustelu vastamaan logiikan jälkeistä aikakautta.

Lopuksi tuli toteuttaa logiikalle toimiva automaattiosovellus prosessinohjaukseen sekä tehdä kustannuslaskelma ja vertailla tätä aiempiin keskustoteutuksiin.

Tässä työssä kustannusten muutokset käydään lähinnä suusanallisesti läpi Ilmajoen Sähkökoje Oy:n halutessa pitää tarkemmat tiedot salaisina.

Ohjauskeskusten prototyyppi toteutetaan, asennetaan ja testataan todennäköisesti kevään/kesän 2017 aikana.

ABSTRACT

Author	Antti-Jussi Hautamäki
Title	Control Centers for Drying Silos Implemented with a PLC
Year	2017
Language	Finnish
Pages	51 + 7 Appendices
Name of Supervisor	Olli Tuovinen

The aim of this thesis was to implement a ready-to-sell PLC control center unit implemented with a PLC for drying silos in a cost-effective way for Ilmajoen Sähkökoje Oy.

The overall planning and review includes an examination of the controlled process and the study of the logic controlled functions. The study also includes a survey on the environmental conditions to find the final placement for the control center. After the study, it was possible to select suitable PLCs and soft-starters for the project, on based on various requests for quotation.

After selecting the components the circuit diagrams and the center layout were updated to meet the present day requirements. Finally, an automation application for logic and process control was implemented, and the cost estimate was made and compared with the implementation of the previous center units.

Changes in the cost are not discussed in the thesis because Ilmajoen Sähkökoje Oy wants to keep the details secret.

The prototype of the control center will probably be implemented, installed and tested during the spring or summer of 2017.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	10
2	YRITYSESITELY.....	11
3	KUIVAUSSIILOT.....	12
	3.1 Kuivaussiilon rakenne.....	12
	3.2 Sekoitusjärjestelmä / Kuivausjärjestelmä.....	13
	3.3 Tyhjennysjärjestelmä.....	15
4	OHJAUSKESKUKSET JA LOGIIKAN KAUTTA OHJATTAVAT TOIMINNOT.....	16
5	LOGIIKKA.....	17
	5.1 LOGO!.....	18
	5.1.1 LOGO! 8 230RCE.....	19
	5.1.2 LOGO! DM16 230R.....	20
	5.1.3 LOGO! DM8 230R.....	21
6	KÄYNNISTIMET.....	22
	6.1 Tähti-kolmiökäynnistin.....	22
	6.2 Pehmökäynnistin.....	24
	6.3 Pehmökäynnistimien ominaisuuksia.....	24
	6.4 Pehmökäynnistimen valitseminen.....	25
	6.5 Carlo Gavazzi – RSGD.....	25
	6.5.1 RSGD 12-45A ominaisuudet.....	26
	6.5.2 RSGD 55-100A ominaisuudet.....	26
7	PÄÄ-, PIIRIKAAVIOT JA KESKUSLAYOUT.....	27
8	AUTOMAATIOSOVELLUS.....	28
	8.1 LOGO!Soft Comfort V8.....	28
	8.2 Toimintalohkot.....	33
	8.2.1 Input.....	33
	8.2.2 Output.....	33

8.2.3	AND	34
8.2.4	NOT	34
8.2.5	OR	34
8.2.6	Latching relay.....	35
8.2.7	On-delay	36
8.2.8	Off-delay	37
8.2.9	Wiping relay (pulse output)	38
8.2.10	Asynchronous pulse generator	40
8.3	Ohjelman rakenne ja toiminta.....	41
8.3.1	Puhaltimen Y/D-käynnistinohjelma.....	42
8.3.2	Levittimen ohjelma	43
8.3.3	Kairojen portaittainen käynnistys	44
8.3.4	Vaakapuomin ohjauksen ohjelma	45
9	KUSTANNUSTEN MUUTOKSET	47
10	YHTEENVETO	48
	LÄHTEET.....	49

LIITTEET

KUVALUETTELO

Kuva 1. Kuivaussiilon poikkileikkaus	13
Kuva 2. Sekoitus-./ kuivausjärjestelmä	14
Kuva 3. Sekoituskuvio	14
Kuva 4. LOGO! 8 230RCE	19
Kuva 5. LOGO! DM16 230R	20
Kuva 6. LOGO! DM8 230R	21
Kuva 7. Periaatekuva käynnistysvirrasta ja momentista eri käynnistystavoilla .	23
Kuva 8. LOGO! Soft Comfort V8-ohjelmointiympäristö	29
Kuva 9. Esimerkki LAD-kielestä	30
Kuva 10. Esimerkki FBD-kielestä.....	31
Kuva 11. Simulointiominaisuus	31
Kuva 12. Online help.....	32
Kuva 13. Input-toimintalohko	33
Kuva 14. Output-toimintalohko.....	33
Kuva 15. AND-toimintalohko	34
Kuva 16. NOT-toimintalohko	34
Kuva 17. OR-toimintalohko	35
Kuva 18. Latching relay eli LOGO!ssa SR-kiikku	35
Kuva 19. SR-kiikun parametrit	36
Kuva 20. On-delay-toimintalohko.....	36
Kuva 21. On-delay parametrit	37
Kuva 22. Off-delay-toimintalohko	38
Kuva 23. Off-delay parametrit	38
Kuva 24. Wiping relay (pulse output)-toimintalohko	39
Kuva 25. Wiping relay (pulse output) -parametrit	39
Kuva 26. Asynchronous pulse generator-toimintalohko	40
Kuva 27. Asynchronous pulse generator -parametrit	41
Kuva 28. Y/D-käynnistinohjelma.....	43
Kuva 29. Levittimen ohjelma	43
Kuva 30. Kairojen portaittainen käynnistys	44
Kuva 31. Vaakapuomin ohjauksen ohjelma.....	46

LIITELUETTELO

LIITE 1. LOGO! 8 230RCE, Technical data

LIITE 2. LOGO! DM16 230R, Technical data

LIITE 3. LOGO! DM8 230R, Technical data

LIITE 4. Y/D-käynnistinohjelma

LIITE 5. Pehmökäynnistinohjelma

LYHENTEET JA MERKINNÄT

em.	Edellä mainittu
DoL	Direct on line / Suorakäynnistys
Star/Delta	Tähti-kolmio
Y/D-käynnistin	Tähti-kolmiokäynnistin
Softstart	Pehmokäynnistys
Input	Tulo
Output	Lähtö
LCD	Liquid Crystal Display / Nestekidenäyttö
NC	Normally closed / Avautuva kosketin
NO	Normally open / Sulkeutuva kosketin
LAD	Ladder diagram
FBD	Function block diagram
In	Nimellisvirta

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli toteuttaa Ilmajoen Sähkökoje Oy:lle logiikalla toteutettu myyntivalmis kuivaussiilojen ohjauskeskuskokonaisuus vanhojen releillä ohjattujen kuvien pohjalta. Tämä aihe on tällä hetkellä ajankohtainen, sillä kuivaavat viljasiilot ovat viime vuosien aikana lisääntyneet Suomessa merkittävästi.

Työssä tullaan esittelemään aluksi hieman kuivaussiilojen rakennetta ja toimintaperiaatetta, jotta saataisiin parempi kuva prosessista suunnittelun näkökulmasta. Prosessin yleiskuvan ollessa selvillä, käydään läpi, mitä toimintoja logiikalla halutaan ohjata, sekä käydään läpi toteutuksiin valitut logiikat, pehmokäynnistimet ja niiden toimintaperiaatteet ja perustelut, miksi juuri kyseiset tuotteet on valittu.

Perustelun ja tuote-esittelyn jälkeen on luvassa osuus pää-, ja piirikaavio sekä keskuslayoutien muutoksista ja siitä, mitä muutoksissa tuli ottaa huomioon.

Varsinaisesti viimeistä edeltävänä aiheena käydään suhteellisen laajalta osin läpi automaatiosovelluksen toteuttamiseen käytetyn LOGO!Soft comfort V8 toimintaa ja kyseisen ohjelman eri toimintalohkojen toimintaperiaatetta. Lisäksi kyseisen alaotsikon alta löytyy lopuksi suusanallinen kuvaus logiikkaohjelmien toiminnasta ja rakenteesta.

Viimeisenä käydään läpi keskuksen kustannuksellisia muutoksia.

2 YRITYSESITTELY

Ilmajoen Sähkökoje Oy on vuonna 1981 perustettu sähkökeskuksia ja –kojeistoja valmistava yritys, jonka tuotantotilat sijaitsevat Ilmajoen Koskenkorvalla Penttilän teollisuusalueella. Yritys toimii pinta-alaltaan noin 1200 m² tiloissa ja työllistää tällä hetkellä 15-20 henkilöä, sesongista riippuen.

Yrityksen toimintapolitiikkaan kuuluvat oleelliselta osin asiakaslähtöinen ajattelu-tapa sekä hyvien toimitusvarmuuksien ylläpitäminen. Asiakaskuntaan kuuluvat suurimmilta osin urakoitsijat, tukkuliikkeet sekä laitevalmistajat. /1/

Yrityksen viime tilikauden liikevaihto oli noin 2,7 miljoonaa euroa. /2/

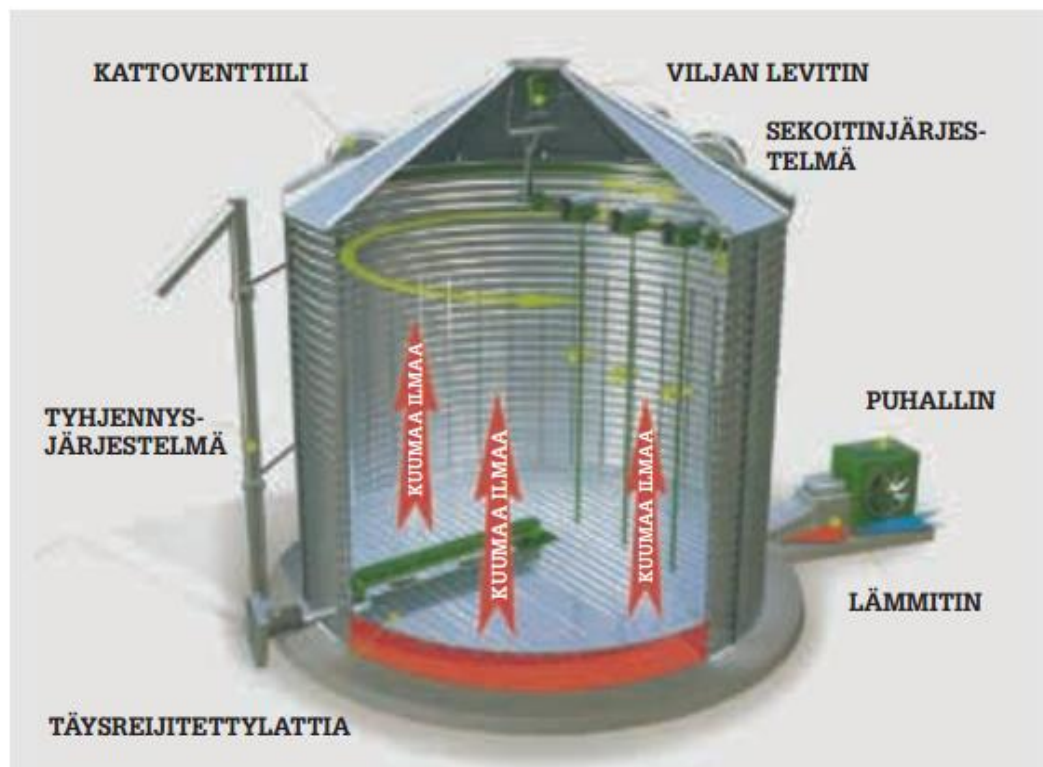
3 KUIVAUSSIILOT

Tässä työssä kuvaillaan ainoastaan Dan-Corn-merkkisen siilon rakennetta ja toimintaa, koska Ilmajoen Sähkökoje Oy:llä valmistetut ohjauskeskukset ovat muutamaa kohdetta lukuun ottamatta, menneet Dan-Cornin valmistamiin siiloihin. Suurimmalta osin siilojen toimintaperiaate on kuitenkin sama, lukuun ottamatta Reikälevy Oy:n valmistamia Sami-siiloja. Dan-Cornin siiloja Suomessa markkinoi Laakeuden Siilo Oy.

Kuivaavat viljasiilot eli kuivaussiilot ovat lisääntyneet Suomessa viime vuosien aikana niiden kustannustehokkuuden ja helppokäyttöisyyden ansiosta. Nykypäivän kasvavat polttoainekustannukset ovat saaneet maanviljelijät siirtymään korkean kuivauskapasiteetin omaaviin ja alhaisella sähkönkulutuksella toimiviin siiloihin. Kuivaussiilot toimivat samalla varastona, jäädyttävänä siilona, puskurivarastona ja kuivurina. Siiloihin voidaan puintikauden aikana puida jatkuvasti uutta viljaa, joten näin ollen kiireellisen puintikauden aikana ei tarvitse seisottaa viljaa kärryissä lämpenemässä ja kuivaus jatkuu koko prosessin ajan. Hyvin toteutettujen sekoitusjärjestelmien ansiosta, voidaan siilossa ennestään olleen kuivan viljan sekaan puida uutta kosteampaa viljaa, mutta kosteus pysyy silti tasaisena. Siilot ovat huoltovapaita, helposti toimivia ja niissä on pieni työvoiman tarve, mikä on omiaan helpottamaan kiireellistä puintisesonkia. /3/

3.1 Kuivaussiilon rakenne

Dan-Cornin Suomeen toimitettavat siilomallit ovat räystääskorkeudeltaan yleensä 7,85 m, halkaisijaltaan 4,6 m-32 m ja tilavuudeltaan 100 kuutiosta 1200 kuution, mutta muitakin malleja on saatavilla erikoistilauksena. Kuvassa 1 on poikkileikkauskuva kuivaussiilosta. /4/



Kuva 1. Kuivaussiilon poikkileikkaus /4/

3.2 Sekoitusjärjestelmä / Kuivausjärjestelmä

Dan-Cornin sekoitusjärjestelmään kuuluu siilon kokoluokasta riippuen 2-4 kairaa, levitin sekä vaakapuomi. Kokonaisuuteen kuuluu useimmiten myös lämmitin, jolla saadaan aikaan viljan tasainen kuivuminen.

Vaakasuoraan riippuva puomi on kiinnitetty keskeltä lenkillä, joka lepää siilon seinään asennetun radan varassa. Järjestelmän vaakapuomia ohjataan sähkömoottorin avulla pyörimään hiljalleen eteenpäin, samalla kairojen sekoittaessa siilon sisältöä. Tähän kun lisätään vielä esilämmitetyn ilman puhaltaminen, pystytään mahdollistamaan viljan tasainen kuivuminen siilon joka kohdalta.

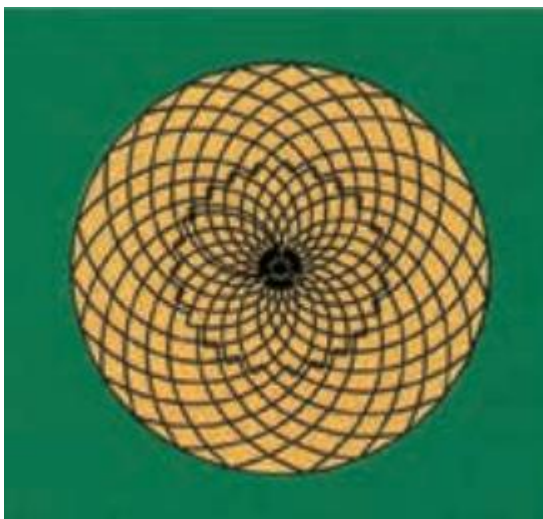
Tämän järjestelmän on todettu parantavan ilman läpäisyä viljassa noin 33 % verrattuna siihen, että viljaa ei sekoitettaisi ollenkaan. Kuivausprosessi voidaan aloittaa heti, kun siilon pohjalla on 0,5-1 m viljaa. Prosessia ei voida käynnistää aikaisemmin, sillä pohjalla sijaitseva reikälattia saattaisi lähteä lentoon.

Siilon puhaltimen tulee olla tarpeeksi tehokas, jotta se pystyisi tehokkaasti puhaltamaan ilman paksun viljakerroksen läpi.

Viljanlevitin on asennettu siilon yläosaan täyttöaukon alle, jotta vilja saataisiin jakaantumaan tasaisesti. Kuvasta 2 löytyy koko sekoitusjärjestelmä, lukuun ottamatta puhallinta, ja kuvasta 3 kuvio, joka muodostuu sekoituksesta. /4/



Kuva 2. Sekoitus-/ kuivausjärjestelmä /4/



Kuva 3. Sekoituskuvio /4/

3.3 Tyhjennysjärjestelmä

Dan-Cornin tyhjennysjärjestelmä koostuu vaaka- ja pystytyhjennysruuvista. Vaakatasossa olevia ruuveja on päällekkäin kaksi, joista alempi vaakatasossa olevista ruuveista sijaitsee lattian alapuolella. Kun pohjassa olevat luukut avataan ja alempi ruuvi käynnistetään, pääsee vilja vapaasti valumaan alemmalle tyhjennysruuville, joka kuljettaa viljan pystytyhjennysruuville, ja ruuvi kuljettaa viljan tyhjennysputkea pitkin kuljetusvälineille.

Kun siilo on lähes tyhjä, kytketään vaakaruuveista ylempään veto. Vaakaruuveista ylempää kutsutaan myös pyyhkäisyruuviksi. Pyyhkäisyruuvi pääsee vapaasti pyörittämään siilon ympäri ja kuljettamaan jäljellä olevan viljan samaa reittiä kuljetusvälineille. Yhden kierroksen jälkeen pyyhkäisyruuvi on tyhjännyt siilon lähes tyhjäksi. Pyyhkäisyruuvi voidaan tarvittaessa varustaa myös omalla moottorilla, mutta yleensä ruuvi käyttää alemman ruuvin moottoria. /5/

4 OHJAUSKESKUKSET JA LOGIIKAN KAUTTA OHJATAVAT TOIMINNOT

Ohjauskeskukset ohjaavat siilon sekoitus-/kuivausjärjestelmän puhallinta, levitintä, kairoja ja vaakapuomia sekä tyhjennysjärjestelmän tyhjennysruuveja. Tähän asti ohjaukset on toteutettu pääasiassa erilaisten aikareleiden avulla, mutta työn edetessä tuodaan esiin logiikalla toimiva vaihtoehtoinen ohjausratkaisu. Työhön kuuluvat siis näin ollen myös olennaiselta osin logiikan valitseminen, ohjauskuvien päivittäminen sekä automaatiosovelluksen toteuttaminen. Ratkaisua suunniteltaessa tuli ottaa huomioon käyttökohteesta johtuvat ympäristöolosuhteet sekä yleisesti ottaen kustannustehokkuus. Työn edetessä kävi ilmi, että sillojen ohjauksia on toteutettu myös pehmokäynnistimiä käyttäen, eikä pelkästään kontaktorein, ja näin ollen myös tähän tuli tehdä vaihtoehtoinen toteutus aina pehmokäynnistimen valintaa myöden.

Alussa tuli kartoittaa tilannetta, mitä mahdollisesti halutaan logiikan kautta ohjata ja mitkä näistä toteutuksista pysyvät hinnallisesti järkevyyden rajoissa. Ideoita ilmoille tuli paljonkin, mutta lopulliseen logiikalla ohjattavaan perustoteutukseen valikoituivat tähti-kolmiokäynnistin sekä levittimen, vaakapuomin ja kairojen ohjaus.

Pehmokäynnistintoteutuksessa mietinnässä oli myös pehmokäynnistinten ohjaaminen logiikalla, mutta tämän kokoluokan projektissa tämä ei kuulostanut miltään osin järkevältä, hinnan noustessa saatujen hyötyjen ollessa minimaalisia. Loppujen lopuksi tässä pehmokäynnistimen perustoteutuksessa logiikalla päädyttiin ohjaamaan pelkästään vaakapuomia ja kairoja.

5 LOGIIKKA

Logiikkaa valittaessa tuli ottaa huomioon käyttökohte sekä automaatiolla korvattavat toiminnot.

Ohjauskeskuksissa päädyttiin käyttämään Siemens LOGO! 8-pienlogiikkaa. Muita vaihtoehtoja toteutuksille olivat Rockwell Automationin Micro800-sarjan Micro820-logiikat, joita Suomessa markkinoi Klinkmann, ja S7-1200-sarjan logiikat. Myös S7-1200-sarjan turvalogiikkaa pidettiin yhtenä vaihtoehtona, sillä tällä ratkaisulla olisi pystytty korvaamaan turvarele sekä turvareleeseen jännitelähde. Tarjouspyyntövastauksen saavuttua, tämä vaihtoehto kuitenkin kuopattiin turvalogiikan hinnan käydessä turhan korkeaksi käyttötarkoituksiinsa nähden. Rockwell Automationin logiikka pysyi vaihtoehtona aivan loppumetreille saakka, mutta viime kädessä, asiakkaan kannalta helpointa ratkaisua mietittäessä tämä kuitenkin päätettiin unohtaa.

Rockwellin logiikassa oli isona plussana vaihtoehtoja puntaroidessa sen loistavat toimintalämpötilaominaisuudet. Esimerkkinä mainittakoon Siemens LOGO!:n toimintalämpötilat, jotka ovat 0-55 °C, kun taas Rockwellin Micro820:n toimintalämpötilat ovat jopa -20-65 °C. Siilojen ohjauskeskuksethan sijaitsevat pihalla siilon kyljessä, mikä aiheuttaa ympäristöolosuhteiden takia hieman päänvaivaa toteutusta mietittäessä. Siemensin LOGO!:n kannalta tähänkin saatiin ratkaisu sijoittamalla keskukseen itsestään säätyvä lämmitin. Lämmitin olisi luultavasti tullut asentaa myös Rockwellillä toteutettuun perusversioon kondenssiveden takia, joten tämäkään ei hintaluokaltaan tuottanut juuri muutoksia suuntaan tai toiseen.

Kummatkin ratkaisut olivat perushintaluokaltaan lähes samat, mutta mietittäessä tilannetta, jossa asiakkaan tai asiakkaan asentajan olisi tarkoitus päästä säätämään ohjelmista, esimerkiksi aikoja, tuottaa Rockwellin logiikalla toteutettu ratkaisu hieman ongelmia. Tähänkin ongelmaan kyllä löytyi ratkaisu, sillä Rockwell tarjoaa erillisiä 3.5” LCD-näyttöjä, joiden avulla on mahdollisuus päästä säätämään aikoja ja ohjelmaa. Tämä näyttö kuitenkin toi kokonaisuuteen yllättävän suuren hinnallisen muutoksen verrattuna Siemensin LOGO!:on. Siemensin toteutuksessa ei tar-

vitse miettiä lisänäytön tuomia kustannuksia sillä LOGO!:n perusversiossa on integroitu näyttö, jonka avulla pienimuotoiset aikojen ja ohjelmien muutokset onnistuvat.

Lisäksi viimeisen kallistuksen Siemensin toteutukseen aiheutti se, että Rockwellin logiikat eivät ole Suomessa läheskään yhtä tunnettuja ja suosittuja asentajien keskuudessa kuin Siemensin, joten mietittäessä kokonaisuutta, loppuasiakkaan ja asentajien kannalta, Rockwellin säätäminen ei välttämättä onnistu yhtä yksinkertaisesti kuin Siemensin pienlogiikka LOGO!:n.

LOGO! 8:n valintaan vaikuttivat yleisesti ottaen sillä tehtävän toteutuksen alhainen hinta ja helppokäyttöisyys loppuasiakkaan näkökulmasta.

5.1 LOGO!

LOGO! on yleiskäyttöinen pienlogiikka Siemensiltä, joka on tarkoitettu pienimuotoisen automaation toteuttamiseen. Logon toiminnoilla pystytään korvaamaan aika- ja ohjausreleitä sekä kellokytkimiä. Normaali logiikkamoduuli ilman laajennusmoduuleita sisältää 8 digitaalituloa sekä 4 digitaalilähtöä. Laajennusmoduulien avulla pienlogiikassa voi olla enimmillään 24 digitaalituloa, 16 digitaalilähtöä, 8 analogituloa ja 2 analogilähtöä. /6/

LOGO!:n tuloihin voidaan yhdistää erilaisia tunnistimia, painikkeita, valokennoja, hämäräkytkimiä jne, kun taas lähtöihin yhdistetään erilaisia kuormia, esimerkiksi lamppuja, loisteputkia, moottoreita, kontaktoreita jne. /6/

Tässä työssä käytettyjä LOGO!:n moduuleita ovat LOGO! 8 230RCE-logiikkamoduuli sekä toteutuksesta riippuen LOGO! DM16 230R ja LOGO!-DM8 230R-laajennusmoduuli.

LOGO! olisi saatavilla myös 24V-versiona, mutta tässä työssä päädyttiin käyttämään 230V-versiota 24 voltin kontaktoreiden nostaessa kustannuksia huomattavasti.

5.1.1 LOGO! 8 230RCE

LOGO! 8 230RCE on logiikkamoduuli, joka sisältää 8 tuloa, 4 relelähtöä ja pienen näytön, jota voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi ohjelmaa muuttaessa. Logiikkamoduulissa on Ethernet-liityntämahdollisuus sekä Micro SD-korttipaikka. Logiikkamoduuli sisältyy sekä perustoteutukseen että pehmokäynnistintoteutukseen. LOGO! 8 230RCE on kuvassa 4 ja tekniset tiedot löytyvät liitteestä 1.



Kuva 4. LOGO! 8 230RCE /7/

5.1.2 LOGO! DM16 230R

LOGO! DM16 230R on laajennusmoduuli, joka sisältää 8 tuloa ja 8 relelähtöä. DM16 230R-laajennusmoduuli sisältyy siilo-ohjauksen perustoteutukseen. LOGO! DM16 230R on kuvassa 5 ja tekniset tiedot löytyvät liitteestä 2.



Kuva 5. LOGO! DM16 230R /8/

5.1.3 LOGO! DM8 230R

LOGO! DM8 230R on laajennusmoduuli, joka sisältää 4 tuloa ja 4 relelähtöä. DM8 230R-laajennusmoduuli sisältyy siilo-ohjauksen pehmokäynnistintoteutukseen. LOGO! DM8R on kuvassa 6 ja tekniset tiedot löytyvät liitteestä 3



Kuva 6. LOGO! DM8 230R /9/

6 KÄYNNISTIMET

Keskusten perustoteutuksen sisältäessä kontaktoreilla toteutetun tähti-kolmiökäynnistimen, lienee viisainta avata tähti-kolmiökäynnistimen teoreettista toimintaa ja tarkoitusta. Toteutuksia oli kokonaisuudessaan kaksi: toinen em. versio ja toinen pehmökäynnistinversio, joten edellä mainituista syistä kappaleessa 7 käsitellään pehmökäynnistinten toimintaa ja tarkoitusta.

6.1 Tähti-kolmiökäynnistin

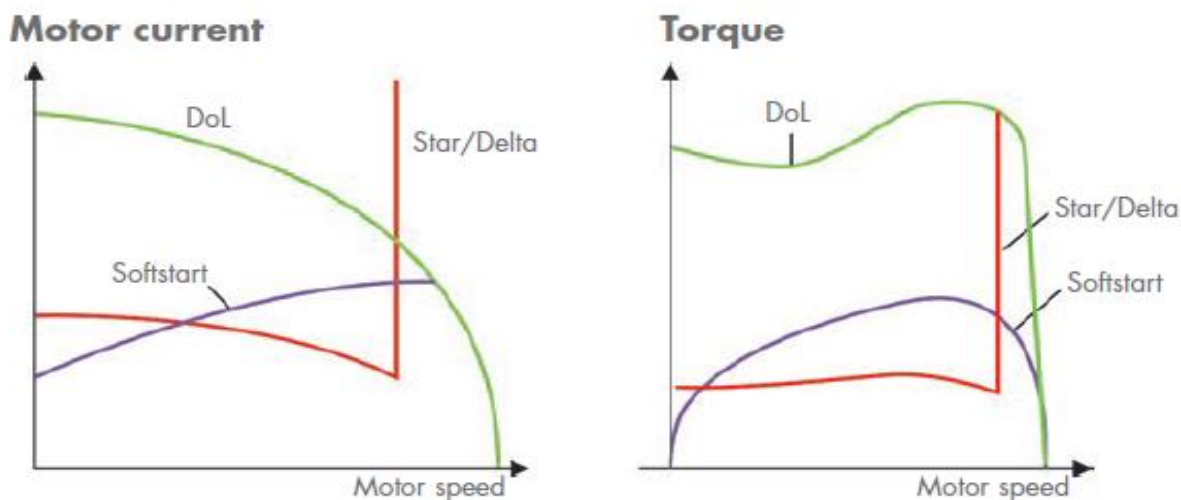
Oikosulkumoottorin käynnistysvirran ja siitä johtuvan jännitteen aleneman pienentämiseksi käytetään usein tähti-kolmiökäynnistystä (toiselta nimeltään Y/D-käynnistin), jossa moottori kytketään käynnistyksen ajaksi tähteen ja lähellä loppunopeutta kolmioon. Y/D-käynnistin edellyttää moottoria, jonka normaali kytkentä on kolmio käytetyllä nimellisjännitteellä. Teollisuusmoottoreilla kytkentä on kuitenkin tavallisesti 400 VD / 690 VY, jolloin moottoria voi käyttää 400 voltilla Y/D-käynnistykseen, mutta 690 voltin verkossa vain suoraan käynnistykseen.

Y/D-käynnistimet voivat olla yksinkertaisia, käsikäyttöisellä vaihtokytkimellä toteutettuja, mutta tavallisimmin Y/D-käynnistin on toteutettu automaattisesti toimivalla kontaktorikytkennällä, jossa aikarele tai logiikka ohjaa moottorin kytkennän käynnistyksen lopussa tähdestä kolmioon.

Moottorin kytkennän ollessa tähdessä, käämin jännite on vaihejännitteen suuruinen, jolloin moottorin virta on kolmanneksen kolmioon kytketyn moottorin vaihevirrasta. Näin ollen moottorin käynnistysvirta on noin $2 \times I_n$ (nimellisvirta).

Moottorin momentin ollessa suoraan verrannollinen jännitteen neliöön, käämijännitteen pudotessa pääjännitteestä vaihejännitteen suuruiseksi, momentti putoaa teoreettisesti kolmannekseen, verrattaessa suoran käynnistyksen momenttiin. Käytännössä kuitenkin moottorin suoran käynnistyksen aiheuttaman magneettisen kyllästymisen väheneminen tähtikytkennässä pienentää momenttia vielä enemmän, jopa

noin viidennekseen suorasta käynnistysmomentista. Kytkenän siirtyminen tähdestä kolmioon vaatii lyhyen jännitteettömän hetken, jotta avautuvan tähtikontaktorin koskettimien välinen valokaari ehtii sammua ennen kuin kolmiokontaktori sulkeutuu. Tämä jännitteetön hetki aiheuttaa sen, että oikosulkumoottorin pyöriesään ylläpitämä jännite saattaa olla vaiheoppositiossa verkon jännitteen kanssa, kun kolmiokontaktori sulkeutuu. Tällainen tippakäynnistys saa aikaan suuren sysäysvirran, joka kuitenkin vaimenee hyvin nopeasti, mutta saattaa aiheuttaa hetkellisen jännitteen aleneman. Kuvassa 7 on periaatekuva Y/D-käynnistimen sekä DoL eli suoran käynnistysvirran käynnistysvirrasta ja momentista. Kuvan avulla voidaan havainnoida, että Y/D-käynnistimen virta ja momentti ovat huomattavasti pienemmät kuin suoran käynnistysvirran kyseiset arvot, lukuun ottamatta suurta sysäystä. Tämä sysäys kuitenkin vaimenee niin nopeasti verrattuna pitkään raskaaseen suoraan käynnistykseen, että moottorin mekaaniset ja sähköiset kuormitukset ovat kokonaisuudessaan huomattavasti pienemmät. /10/



Kuva 7. Periaatekuva käynnistysvirrasta ja momentista eri käynnistystavoilla /11/

6.2 Pehmökäynnistin

Pehmökäynnistin-nimitystä käytetään pääasiassa triakeilla tai tyristoreilla toteutetusta vaihtojännitteen säätimestä, jossa kolmea tai kahta vaihejännitettä leikataan triakeilla tai tyristoreilla siten, että moottori ei saa heti käynnistyksessä täyttä jännitettä.

Kun jännite kasvaa nopeuden noustessa, pehmökäynnistintä käytettäessä ei synny suoraan käynnistykseen verrattavaa suurta käynnistysvirtaa ja momentti-iskua, vaan käynnistys tapahtuu pehmeästi, kuten nimitys pehmökäynnistinkin kuvaa. Käynnistyksen loputtua moottori saa täyden jännitteen triakkien tai tyristorien jotta jatkuvasti. Pehmökäynnistin tulee aina virittää kuormituksen mukaan siten, että moottori lähtee nopeasti käyntiin ja jännite kasvaa sopivalla nopeudella käynnistyksen edetessä. Aiemmin mainitussa kuvassa 7 on periaatekuva pehmökäynnistimen käynnistysvirrasta ja momentista. /12/

6.3 Pehmökäynnistimien ominaisuuksia

Nykypäivänä käynnistimet on yleensä varustettu sisäänrakennetuilla ohitusreleillä, jotka ohittavat triakit tai tyristorit, kun käynnistin on ajanut moottorin täyteen nopeuteensa ja näin ollen virta kulkee triakkien tai tyristorien läpi vain käynnistyksessä. Pysäytyksessä ohitusreleillä varustettu käynnistin avaa kaikki ohitusreleensä, kun käynnistimeltä annetaan pysäytyssignaali tai jokin hälytys aktivoituu. Jos käynnistimelle on säädetty pehmeä pysähtyminen, kuorma siirtyy pysäytyssignaalin jälkeen ohitusreleiltä tyristoreille tai triakeille, jotka sen jälkeen ajavat jännitteen hallitusti nolnaan. Ohitusreleiden ansiosta erillisiä ohituskontakteja ei tarvita.

Käynnistimistä löytyy myös vaihteleva määrä erilaisia suojaustoimintoja ja relelähtiä. Myös niiden toimintalämpötilat vaihtelevat suuresti riippuen täysin valmistajasta ja laitteen hintatasosta. Tarvittaessa pehmökäynnistin voidaan varustaa myös lisätuulettimella, jonka avulla saadaan pehmökäynnistimeen parempi ilmavirtaus ja sitä kautta pystytään nostamaan käynnistysten määrää tuntia kohden.

6.4 Pehmökäynnistimen valitseminen

Pehmökäynnistimiä on ollut aikaisemmissa keskusteluksissa kokonaisuudessaan kolme, yksi puhaltimelle ja yksi kummallekin tyhjennysruuville. Aikaisempien toteutusten pehmökäynnistinmalli on valittu jo muutamia vuosia sitten, joten näin ollen tätä työtä tehdessä tuli ajankohtaiseksi myös uudempien ja kilpailukykyisempien pehmökäynnistinten etsiminen, vertaileminen ja mahdollisesti valitseminen.

Pehmökäynnistimen valintaa tuli aluksi pohjustaa etsimällä eri valmistajia ja näiden käynnistinten ominaisuuksia sekä hintatasoa internetistä ja myöhemmin vielä näitä tietoja tarjouspyynnöillä tarkentaen.

Alla lueteltuna valmistajat, joiden kesken lopullinen valinta tehtiin.

- ABB
- Carlo Gavazzi
- Danfoss
- Rockwell Automation
- Schneider Electric
- Siemens
- Solcon

Lopulliseen valintaratkaisuun vaikuttivat yleisesti ottaen erityisesti toimintalämpötilat sekä hinta-ominaisuus -suhde ja näitä edellä mainittuja kriteereitä eniten vastaavaksi valikoitui lopulta Carlo Gavazzin RSGD-sarjan tuotteet.

6.5 Carlo Gavazzi – RSGD

RSGD on erittäin kompakti ja helppokäyttöinen 3-vaiheinen pehmökäynnistin induktiomoottoreille. RSGD-pehmökäynnistimet ovat ihanteellinen ratkaisu induk-

tiomoottoreiden käyttökohteille, joissa on tarve pienentää käynnistysvirtaa tai minimoida moottorin kuormitusta käynnistys- ja pysäytystilanteissa. Tyypillisimmät käyttökohteet ovat kompressorit, pumput ja erilaiset tuulettimet. RSGD-pehmo-käynnistimiä on olemassa erikseen pienemmille ja isommille moottoreille. Pienemmän pään käynnistimet ovat virrankestoisuudeltaan 12-45A välissä, kun taas isomman pään käynnistimet ovat 55-100A. RSGD-pehmo-käynnistimiä on saatavilla monia tyyppjä eri jännitteille sekä erilaisin relelähdöin varusteltuna.

6.5.1 RSGD 12-45A ominaisuudet

Pienemmän pään pehmo-käynnistimet ovat 45 mm leveitä, 125-132 mm korkeita ja 106-150 mm syviä, kotelointiluokaltaan IP20 ja ne voidaan kiinnittää joko DIN-kiskoon tai vaihtoehtoisesti pohjalevyyn. Pehmo-käynnistin ohjaa kahta vaihetta ja on sisäisesti ohitettu lämmön vähentämiseksi paneelin sisällä, jolloin erillistä ohituskontaktoria ei tarvita. Käynnistysparametrit voidaan helposti määrittää kolmen vääntönupin avulla. Pehmo-käynnistin on lisäksi varusteltuna LED-indikoinneilla, jotka indikoivat hälytyksiä sekä rampia / ohitusta. Käynnistimet sisältävät diagnostisia funktioita, esim. vaihevahti, yli- ja alijännitteen monitorointi sekä jumi-suoja. Lisäksi relelähdöt hälytyksille ja käynnistysrampin loppusignaaleille on saatavilla tarvittaessa. Pienemmän pään pehmo-käynnistimissä ei ole sisäistä oikosulku- tai ylikuormitussuojaa, joten näin ollen nämä suojaukset tulee toteuttaa erikseen. /13/

6.5.2 RSGD 55-100A ominaisuudet

Isomman pään pehmo-käynnistimet ovat fyysiseltä kokoluokaltaan 75 mm leveitä, 170-221 mm korkeita ja 180 mm syviä eli ne ovat huomattavasti suurempia kuin pienemmän kokoluokan pehmo-käynnistimet. Isommat käynnistimet omaavat suurimmilta osin samat ominaisuudet kuin pienemmän pään käynnistimet. Suurimpana erona ovat isomman pään käynnistinten sisäiset ylikuormitussuojaukset. /14/

7 PÄÄ-, PIIRIKAAVIOT JA KESKUSLAYOUT

Kuten olettaa saattoi, aikaisempien ohjauskeskustoteutusten pohjalta löytyivät pääpiirikaaviot ja keskuslayout jo valmiiksi piirrettyinä tietokoneelta, työn ainoana miinuspuolena oli, että kuvat olivat JCAD-muodossa, kun itse käytän CADS-ohjelmistoja. Tämäkään ei kuitenkaan missään vaiheessa ollut varsinainen ongelma, sillä kuvathan olisi pystynyt tarvittaessa avaamaan myös CADS:llä. Koska kuvista täytyi tehdä logiikkatoteutuksille omat versionsa, katsottiin parhaaksi toteuttaa kaavioiden muutokset ja suunnittelut ensin kynällä ja paperilla ja vasta näiden kuvien vaikuttaessa järkeviltä, piirtää kuvat kokonaisuudessaan CADS-muotoon.

Sekä perus- että pehmokäynnistintoteutuksessa keskuslayout pysyy pääosin entisellään, lukuun ottamatta aikareleiden vaihtumista logiikkaan sekä kairojen 0-1 kytkinten vaihtuessa START- ja STOP –painikkeeseen, joiden vaihtuminen selviää viimeistään kappaleen [8.3.3](#) aikana.

Pääkaavioihin tuli päivittää lähinnä vanhojen komponenttien tilalle vaihtuneet uudet komponentit.

Suurin ja oleellisin muutos tapahtuu siis näin ollen piirikaavioiden puolella, johtuen luonnollisesti logiikan tulosta aikareleiden tilalle.

Ohjauksia suunniteltaessa tulee erityisen tarkasti kiinnittää huomiota lukituksiin. Esimerkiksi Y/D-käynnistintä logiikalla ohjatessa, jos logiikalle tulee jokin bugi, eivät tähti- ja kolmiokontaktori pääse yhtä aikaa vetämään. Tässä tapauksessa siis logiikan lähdön puolelle ennen kelaa johdotetaan ristikkäisten kontaktoreiden NC-apukärki varmuuden maksimoinniksi.

Tässä työssä käytetyt logiikat on varustettu relälähdöillä ja releiden koskettimet ovat potentiaalierotettuja virransyötöstä ja tuloista.

8 AUTOMAATIOSOVELLUS

Automaatiosovellus toteutettiin Siemensin LOGO!-n omaa ohjelmointiympäristö LOGO!Soft Comfort V8 käyttäen. Mainittakoon, että simuloinnin mukaan toimiva sovellus toteutettiin kyseisen ohjelman demoversiota käyttäen, ennen kuin oli täysin varmaa minkä valmistajan logiikalla toteutus tehdään. Tämä siksi, että logiikasta riippumatta, ohjelmarakenne on pääosin kuitenkin sama ja logiikoiden tarjouspyyntöihin vastauksia odotellessa tämä oli mielestäni järkevin ratkaisu, sillä pitihän ohjelma kuitenkin jossain vaiheessa toteuttaa.

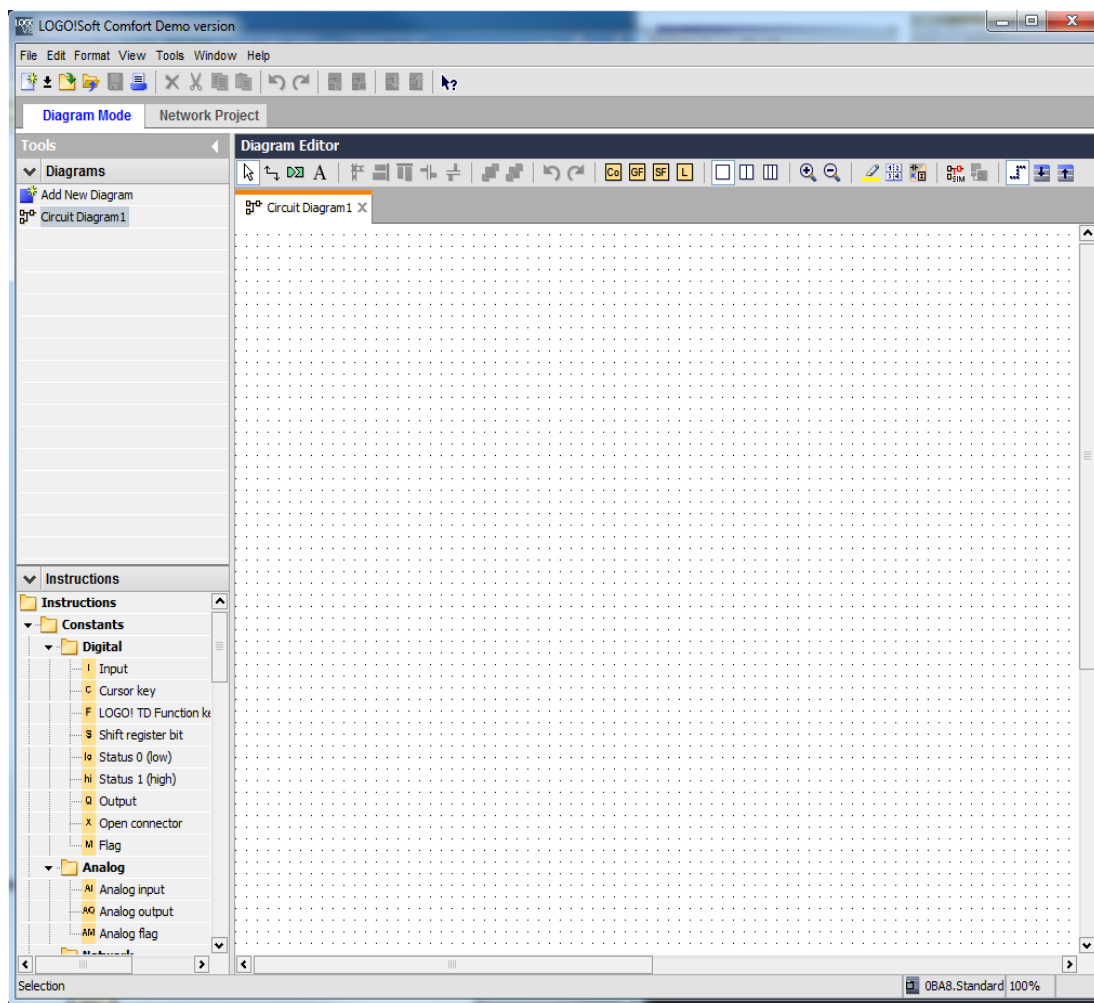
8.1 LOGO!Soft Comfort V8

LOGO!Soft Comfort V8 on tietokoneelle saatavilla oleva käyttäjäystävällinen ohjelmointiympäristö Siemens LOGO!-n ohjelmointia varten.

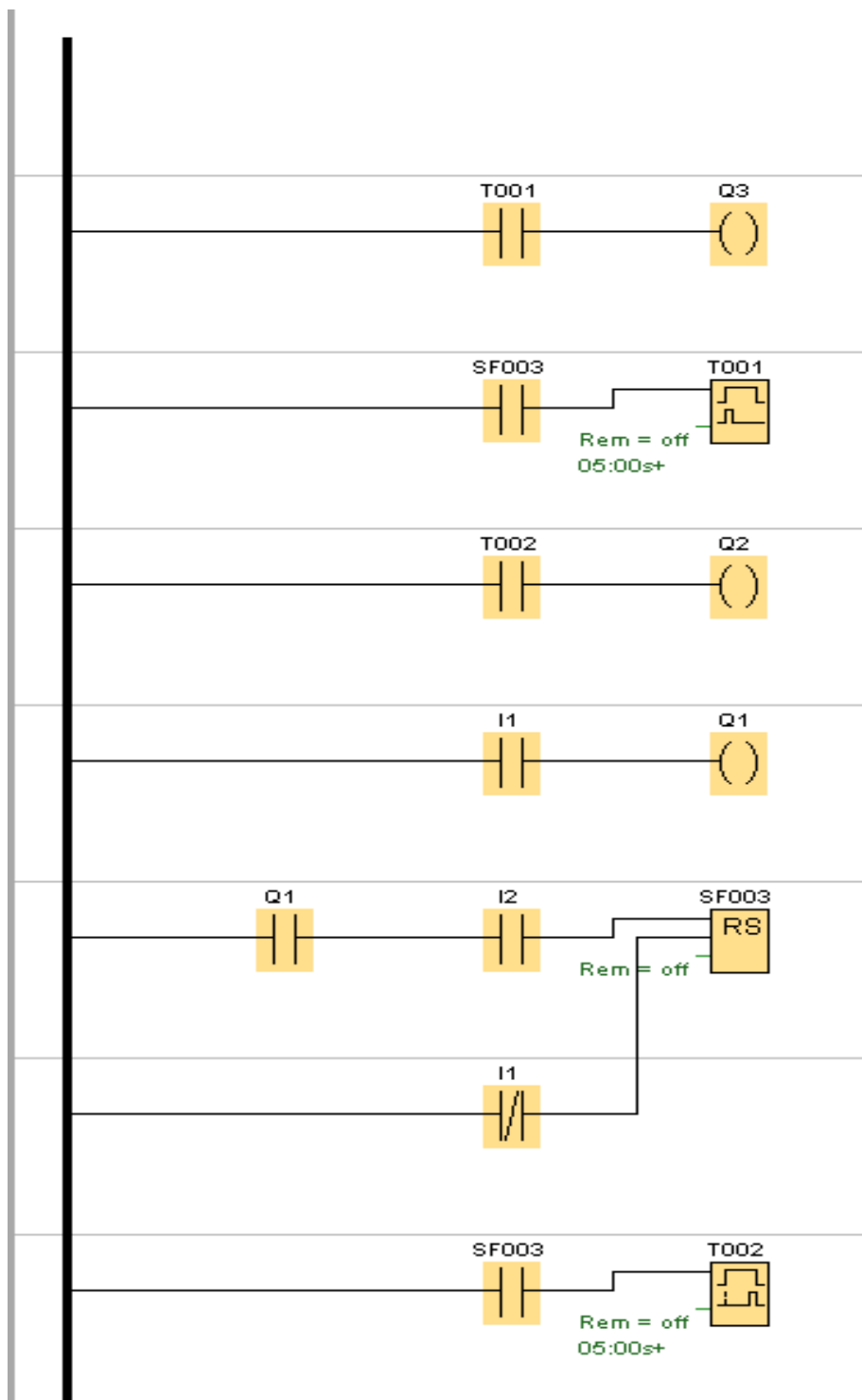
Graafisesti toteutetulla ohjelmointiympäristöllä pystyy toteuttamaan valmiita ohjelmia jopa offlinessa, eli ilman minkäänlaista varsinaista kontaktia LOGO!-n moduuleihin. Kuvassa 8 on kuvattuna ohjelmointiympäristöä.

Ohjelman pystyy toteuttamaan Ladder Diagram eli LAD-kielellä tai vaihtoehtoisesti Function Block Diagram eli FBD-kielellä. Esimerkkikuva LAD-kielestä löytyy kuvasta 9 ja esimerkki FBD-kielestä löytyy kuvasta 10. /6/

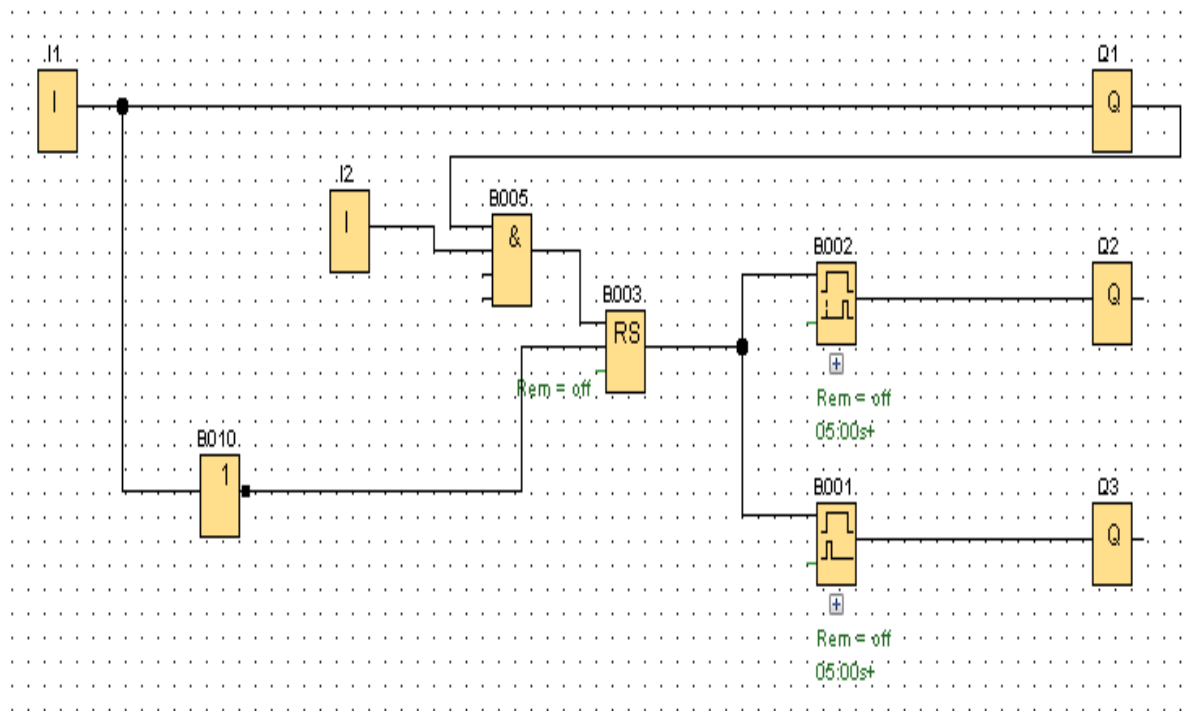
Muuta erityisesti mainitsemisen arvoista on hyvin toteutettu simulointiominaisuus sekä kattava Online help. Simulointiominaisuus on kuvattuna kuvassa 11 ja kuvassa 12 on kuva Online helpistä.



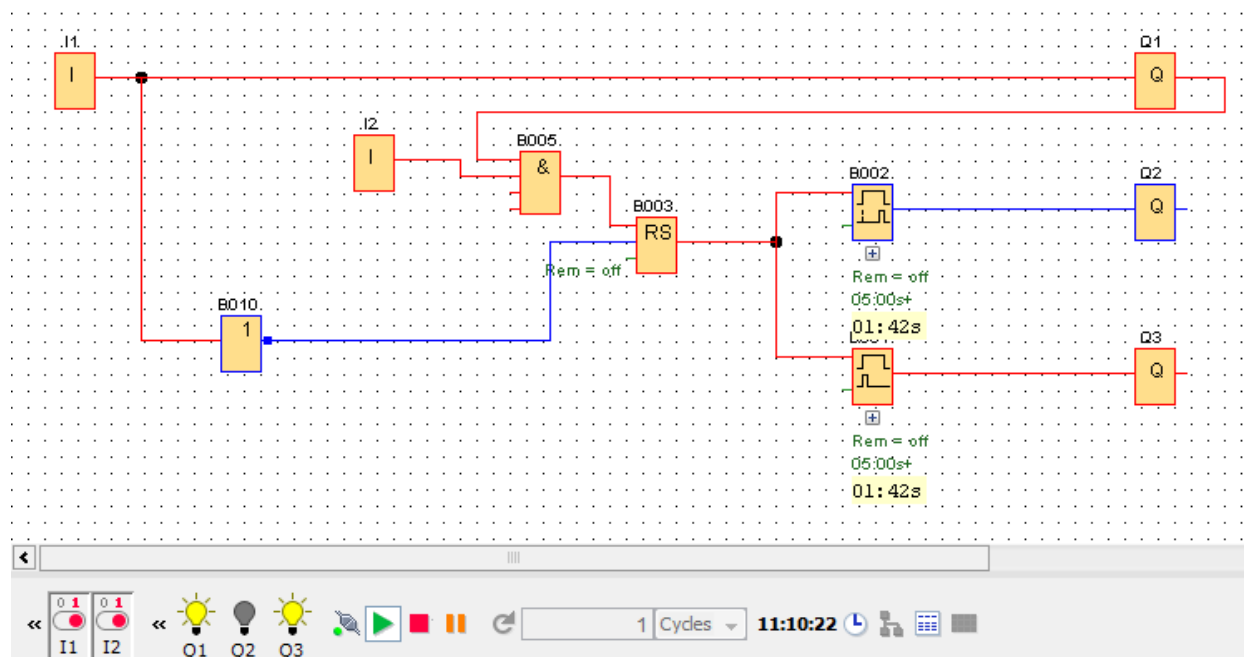
Kuva 8. LOGO! Soft Comfort V8-ohjelmointiympäristö



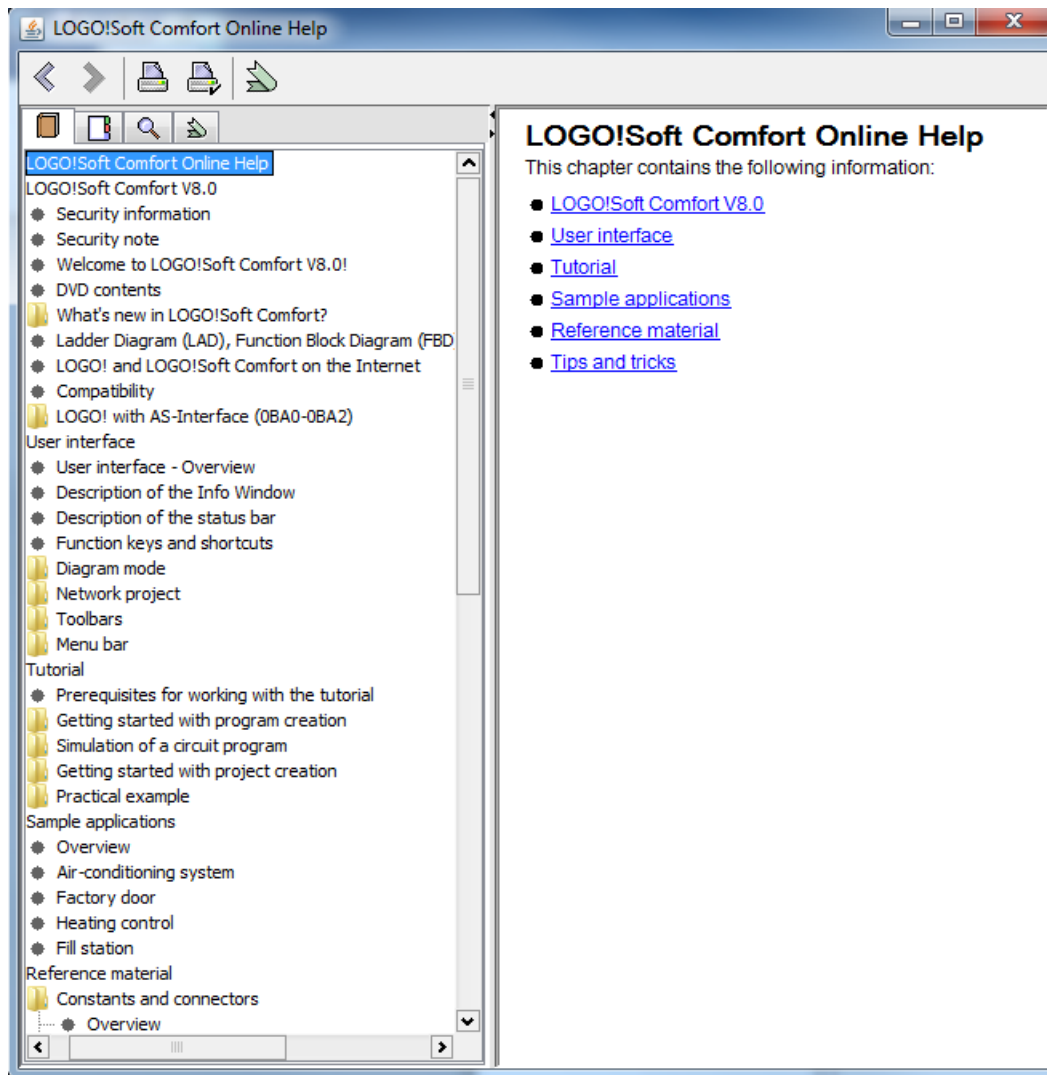
Kuva 9. Esimerkki LAD-kielestä



Kuva 10. Esimerkki FBD-kielestä



Kuva 11. Simulointiominaisuus



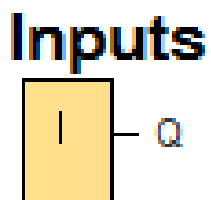
Kuva 12. Online help

8.2 Toimintalohkot

Tämän kappaleen aikana selitetään tarkemmin ohjelmassa käytettyjen toimintalohkojen eli blockien (puhekielessä blokki) toimintaa. Blokkien esimerkkikuvat ovat FBD-muodossa, koska myös alkuperäinen ohjelma on toteutettu FBD-kielellä.

8.2.1 Input

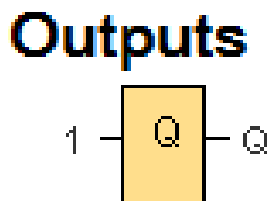
Input-toimintalohkot kuvastavat LOGO!:n tuloja, kappaleessa [5.1](#) on kerrottu tarkemmin mitä tulot voivat pitää sisällään. Kuvassa 13 on Input-toimintalohko.



Kuva 13. Input-toimintalohko

8.2.2 Output

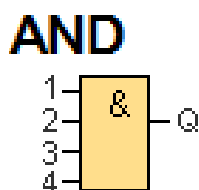
Output-toimintalohkot kuvaavat LOGO!:n lähtöjä, ja kappaleessa [5.1](#) on kerrottu tarkemmin mitä lähdöt voivat pitää sisällään. Kuvassa 14 on Output-toimintalohko.



Kuva 14. Output-toimintalohko

8.2.3 AND

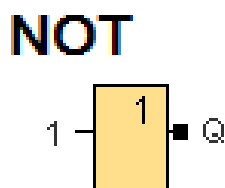
AND-toimintalohko päästää signaalin läpi eli lohkon output on 1 vain siinä tapauksessa, että sen kaikki inputit ovat aktiivisia eli ykkösiä (1). Näin ollen jonkin inputin ollessa 0, myös lähdön tila on 0. Jos lohkon input-nasta ei ole käytössä, on tällöin inputin tila automaattisesti 1. Kuvassa 15 on AND-toimintalohko.



Kuva 15. AND-toimintalohko

8.2.4 NOT

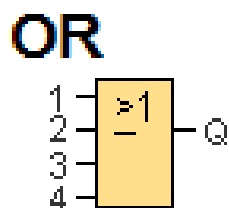
NOT-toimintalohkon outputin eli lähdön tila on 1, jos sen input on 0, eli NOT invertoi tulon tilan lähdölle. Kuvassa 16 on NOT-toimintalohko.



Kuva 16. NOT-toimintalohko

8.2.5 OR

OR-toimintalohkon lähdön tila on 1 siinä tapauksessa, jos edes sen 1 tulon tila on 1. Jos lohkon input-nasta ei ole käytössä, on tällöin inputin tila automaattisesti 0. Kuvassa 17 on OR-toimintalohko.

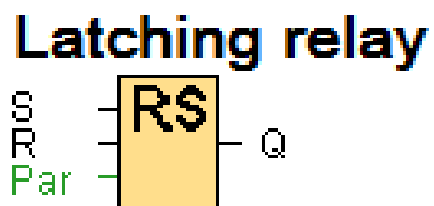


Kuva 17. OR-toimintalohko

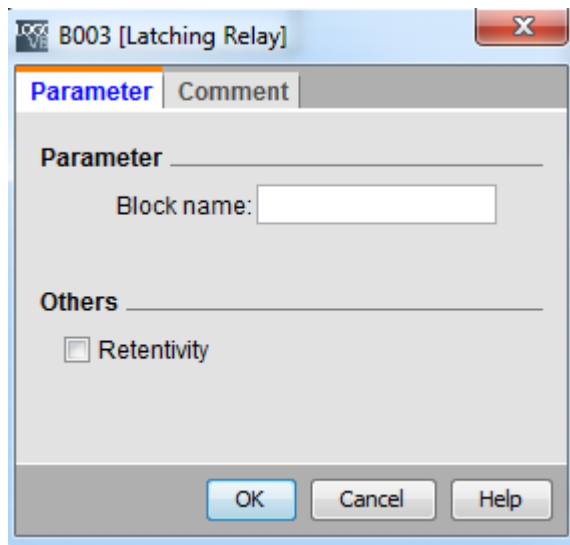
8.2.6 Latching relay

Ohjelmoijien kesken käytetään yleensä nimitystä RS-, tai SR-kiikku, riippuen siitä onko SET vai RESET prioriteettiluokaltaan korkeampi.

Signaali input-nastassa S asettaa lähdön tilan aktiiviseksi eli 1:ksi ja signaali input-nastassa R resettaa lähdön tilan 0:ksi. LOGO!Softia käytettäessä, jos molemmat tulot ovat aktiivisia, on RESET prioriteettiluokaltaan korkeampi kuin SET, joten näin ollen kummankin ollessa yhtä aikaa aktiivinen, on lähdön tila 0, joten LOGO!ssa on käytössä SR-kiikku. Kiikkuun on mahdollista parametroida tila jossa sen muistiin jää viimeisin tila esimerkiksi sähkökatkoksen sattuessa, mitä voidaan sitten joissain tapauksissa käyttää hyödyksi. Kuvassa 18 on kuvattuna SR-toimintalohko ja kuvassa 19 tämän lohkon parametrit.



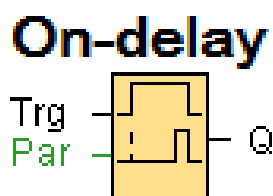
Kuva 18. Latching relay eli LOGO!ssa SR-kiikku



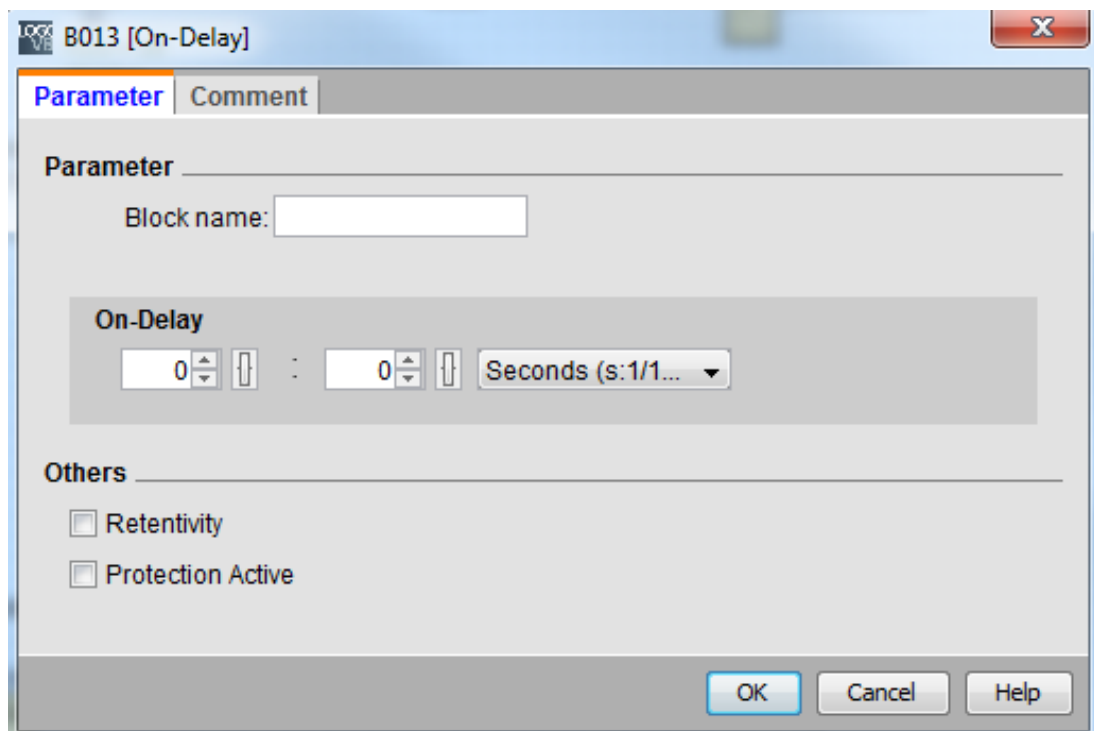
Kuva 19. SR-kiikun parametrit

8.2.7 On-delay

On-delay-toimintalohko eli tuttavallisemmin vetohidastus. Tulon muuttuessa aktiiviseksi eli 1:ksi aktivoituu parametreihin säädetty aika. Jos parametreihin säädellyn ajan kuluttua tulo on yhtä aktiivinen, muuttuu lähdön tila 1:ksi eli aktiiviseksi. Tässä toimintalohkossa on samanlainen mahdollisuus viimeisen tilan kirjaamisesta muistiin kuin SR-kiikussa. Kuvassa 20 on kuvattuna On-delay-toimintalohko ja kuvassa 21 tämän parametrit.



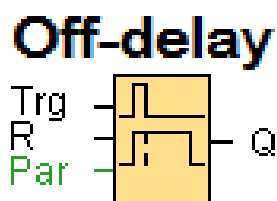
Kuva 20. On-delay-toimintalohko



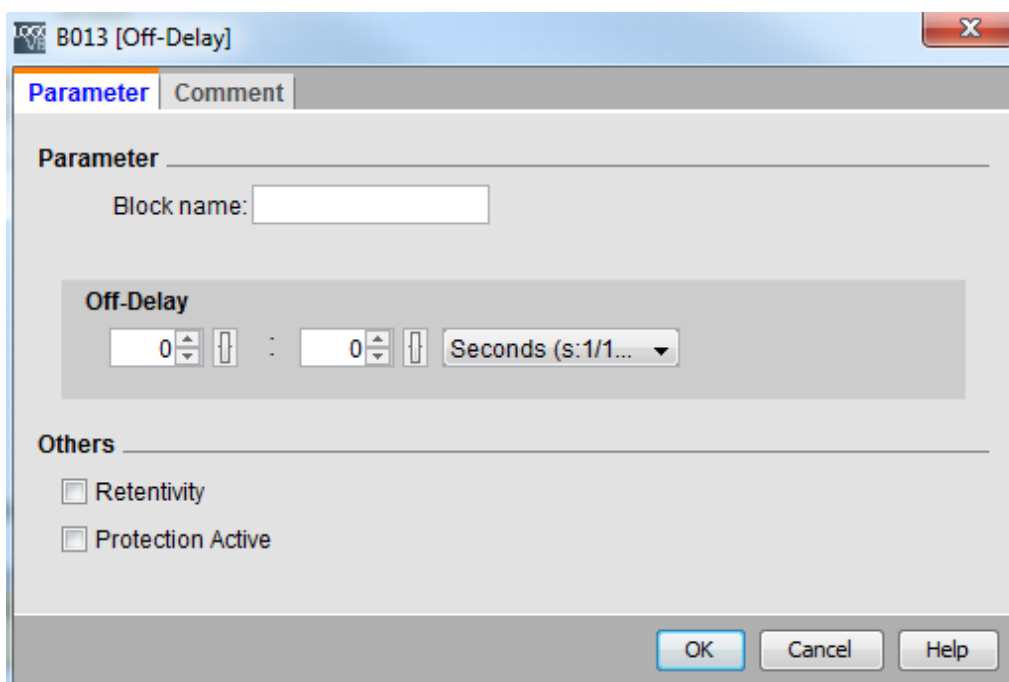
Kuva 21. On-delay parametrit

8.2.8 Off-delay

Off-delay eli päästöhidastuslohko on kuin vetohidastus, mutta käänteisesti. Tällöin tulo muuttuessa aktiivisesta eli 1 -> 0, aktivoituu parametriin säädetty aika. Jos säädellyn ajan kuluttua tulo on yhä 0, muuttuu lähdön tila 0:ksi. Tässä toimintalohkossa on samanlainen mahdollisuus viimeisen tilan kirjaamisesta muistiin kuin kahdessa edellä mainitussa lohkoissa. Kuvassa 22 on kuvattuna Off-delay-toimintalohko ja kuvassa 23 tämän parametrit.



Kuva 22. Off-delay-toimintalohko



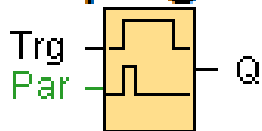
Kuva 23. Off-delay parametrit

8.2.9 Wiping relay (pulse output)

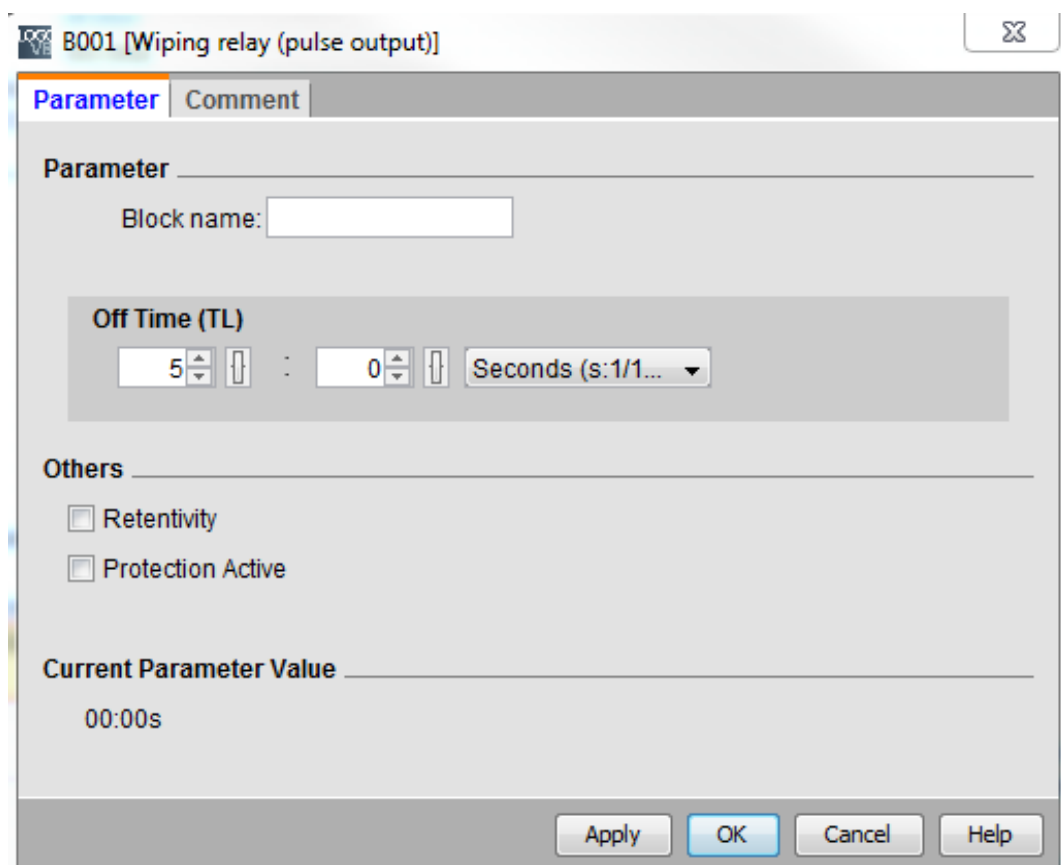
Wiping relay eli impulssirele pulssilähdöllä. Tulon muuttaessa tilaansa aktiiviseksi, muuttaa myös lähtö tilansa aktiiviseksi, jolloin aktivoituu parametreihin säädetty aika. Parametreihin säädetyn ajan kuluttua lähdön tila muuttuu takaisin 0:ksi. Myös tilanteessa, jossa tulo muuttuu takaisin 0:ksi ennen kuin parametreihin säädetty aika on kulunut, muuttuu lähdön tila välittömästi 0:ksi. Tässäkin toimintalohkossa on

viimeisen tilan kirjaus mahdollista. Kuvassa 24 on kuvattuna Wiping relay-toimintalohko ja kuvassa 25 tämän parametrit.

Wiping relay (pulse output)



Kuva 24. Wiping relay (pulse output)-toimintalohko

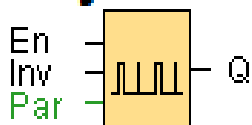


Kuva 25. Wiping relay (pulse output) -parametrit

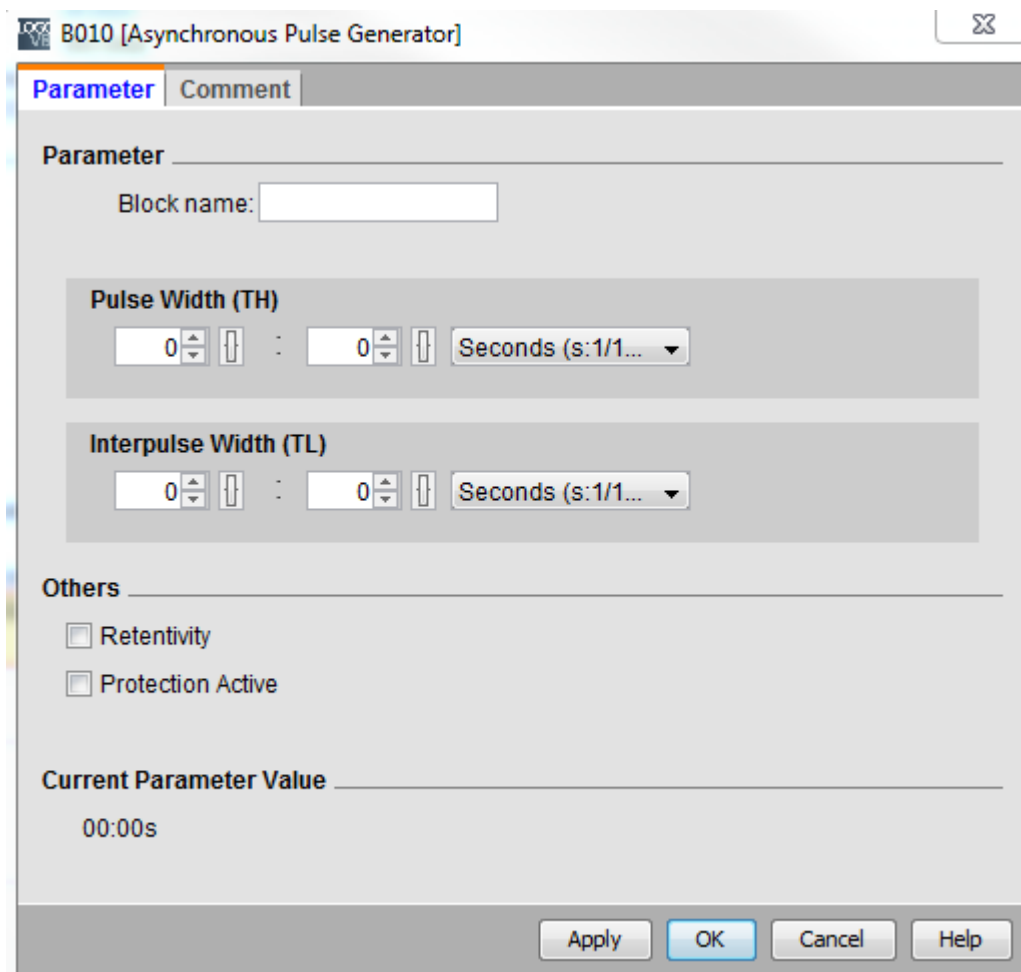
8.2.10 Asynchronous pulse generator

Asynchronous pulse generator eli epäsynkroninen pulssigeneraattori, jonka toimintaperiaate on sama kuin työ-tauko aikareleellä. Aktiivinen tulo En-nastassa aktivoi lähdön. Lähtö lähettää parametreihin säädettäviä kahta erilevyistä pulssia. Parametreihin parametroidaan siis näiden kahden eri pulssin leveys. Toinen parametroitavista leveyksistä on aktiivisen eli lähdön tilan ollessa 1 pulssin leveys ja toinen lähdön tilan ollessa 0 pulssin leveys. Inv-nastalla pystyy pulssin signaalin kääntämään käänteiseksi. Kuvassa 26 on kuvattu Asynchronous pulse generator-toimintalohko ja kuvassa 27 tämän parametrit.

Asynchronous pulse generator



Kuva 26. Asynchronous pulse generator-toimintalohko



Kuva 27. Asynchronous pulse generator -parametrit

8.3 Ohjelman rakenne ja toiminta

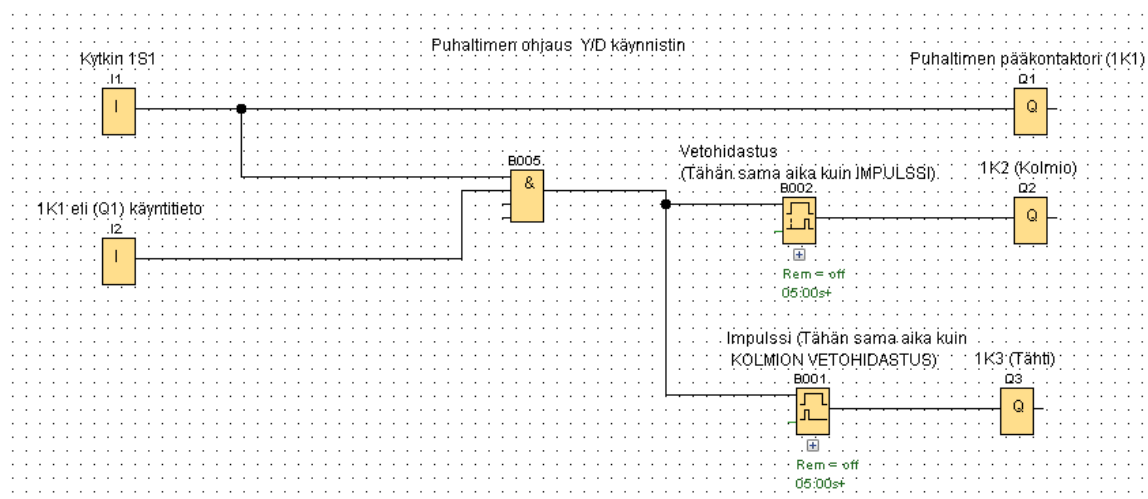
Kummankin ohjelman rakenteet ovat yleisesti ottaen perustaltaan samanlaiset. Pehmokäynnistintoteutus on periaatteessa vain karsittu versio Y/D-toteutuksesta, sillä pehmoversiolla ei tarvita logiikan kautta toimivaa tähti-kolmio-ohjausta. Lisäksi levittimen logiikkaohjaus on jätetty pehmoversiossa toteuttamatta. Syy tähän on niinkin yksinkertainen kuin lähtöjen säästäminen. Kun levitin ja tähti-kolmio jäävät logiikalta pois, pystytään toteutus tekemään pienempää laajennusmoduulia käyttäen.

Periaatteessa kyseinen laajennusmoduuli riittäisi, vaikka levitin tulisi logiikan kautta, mutta logiikalle on haluttu jättää yksi lähtö varalle tulevaisuutta ajatellen.

Valmiit ohjelmat on toteutettu alkuperäisesti FBD-kielellä, mutta tarvittaessa ne voidaan LOGO!Softilla avata myös LAD-kielellä. Valmiit kuvat löytyvät kokonaisuudessaan liitteistä 4 ja 5.

8.3.1 Puhaltimen Y/D-käynnistinohjelma

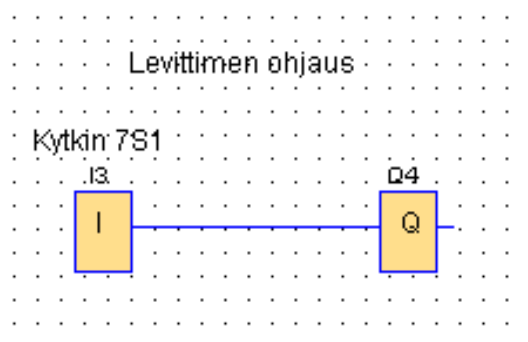
Y/D-käynnistimen logiikkaohjauksella saavutettiin aikareleiden korvaaminen ohjelmallisesti. Käännettäessä 0-1-kytkin eli nokkakytkin asentoon 1, lähtee puhaltimen pääkontaktori 1K1 vetämään. Kytkimen asennon ollessa 1 ja kontaktorin käynnitiedon ollessa 1, asettuvat impulssirele ja vetohidastus päälle. Impulssireleen johtaessa heti, tähtikytkennän kontaktori 1K3 vetää. Impulssireleen parametreihin säädetyn ajan kuluttua kontaktori 1K3, päästää ja täysin samalla hetkellä vetohidastuksen ansiosta kontaktori 1K2 vetää kytkennän kolmioon. Nokkakytkimen asento 0 toimii luonnollisesti koko ohjelman resetoijana. Yhteenvetona voi todeta, että impulssireleen ja vetohidastuksen parametroitavien aikojen tulee olla samat kytkennän onnistumiseksi, sillä tilannetta ei luonnollisesti haluta, jossa kytkentä on yhtä aikaa sekä tähdessä että kolmiossa. Ohjelma löytyy kuvasta 28.



Kuva 28. Y/D-käynnistinohjelma

8.3.2 Levittimen ohjelma

Levittimen ohjaus on toteutettu ohjelmassa niin yksinkertaisesti kuin mahdollista. Nökkäkytkimen ollessa asennossa 1 levitin käy ja kytkimen ollessa asennossa 0, levitin on pysähdyksissä. Tätä ei periaatteessa ole pienintäkään syytä ohjata logiikalla, mutta koska lähtönastoja on vapaana, on tämäkin päätetty logiikan taakse perustoteutuksessa laittaa. Pehmokäynnistintoteutuksessa levitintä ei ohjata logiikan kautta. Levittimen ohjelma on kuvattuna kuvassa 29.

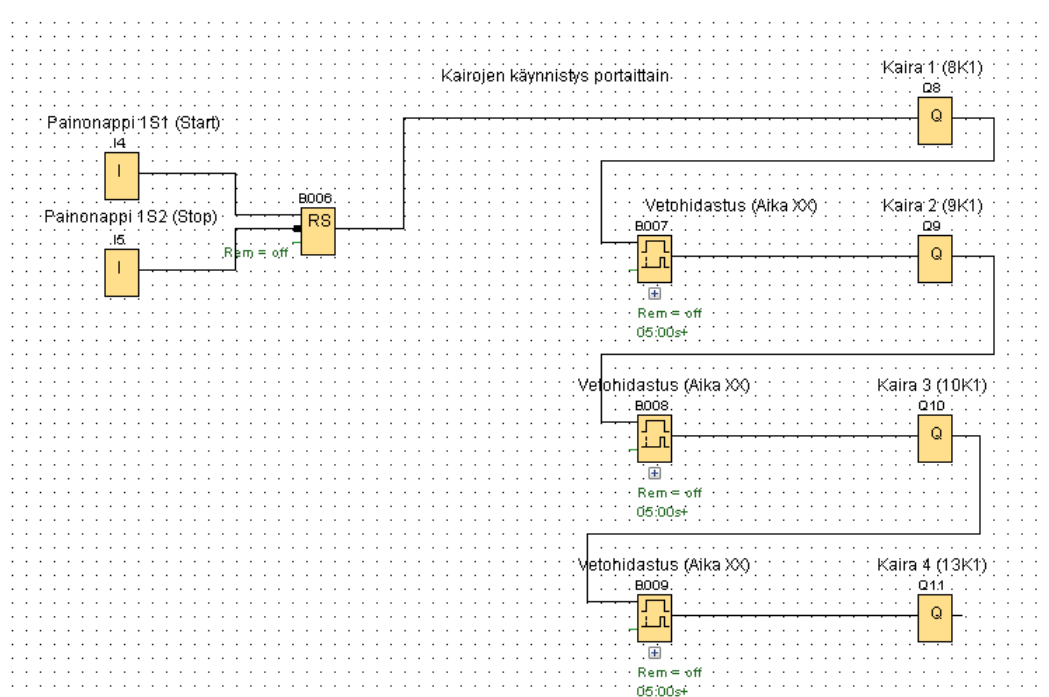


Kuva 29. Levittimen ohjelma

8.3.3 Kairojen portaittainen käynnistys

Alun perin jokainen kaira käynnistettiin omalla erillisellä nokkakytkimellä. Tämä siitä syystä, että kairat eivät saa lähteä pyörimään yhtä aikaa, sillä kairojen lähtiessä yhtä aikaa pyörimään, on riski vaakapuomin vahingoittumiselle suuri. Tämän nokkakytkimillä toteutetun version tilalle haluttiinkin hieman uudempi ratkaisu, joten ohjaus päätettiin toteuttaa START- ja STOP-painonappiohjauksella ja portaittainen käynnistys hoitaa logiikalla ohjelmallisesti.

Ohjelma sinällään on erittäin yksinkertainen: START-painonappi asettaa SR-kiihkun vetämään, joka vuorostaan antaa kairalle 1 käskyn käynnistyä. Kairan käynnistys asettaa vetohidastuksen aktiiviseksi. Vetohidastukseen parametroidun ajan kulluttua kaira 2 saa käskyn käynnistyä ja edellä mainittua kaavaa käyttäen kairat 3 ja 4 saavat myös käynnistymiskäskynsä. STOP-painonappi toimii luonnollisesti koko ohjelman resettinä. Käynnistys ohjelma löytyy kuvasta 30.



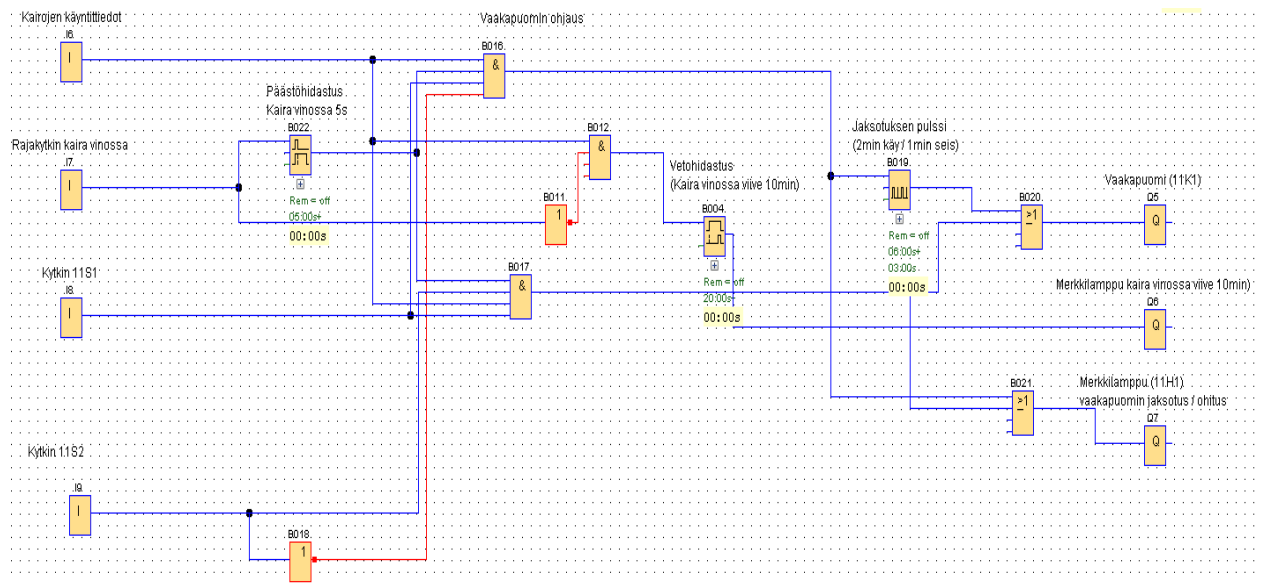
Kuva 30. Kairojen portaittainen käynnistys

8.3.4 Vaakapuomin ohjauksen ohjelma

Vaakapuominkin ohjaus oli alun perin toteutettu erilaisin aikarelein, joten logiikalla saavutettiin tässäkin tilanteessa aikareleiden korvaaminen.

Vaakapuomin ohjelma oli tämän työn toteutuksista hankalin, mutta kuitenkin yllättävän yksinkertainen.

Kairojen tulee olla käy-tilassa ja kairojen vinouden rajakytkimen tulee olla asennossa 1, että on mahdollista saada kairat pyörimään. Nämä kaksi asiaa eivät pelkääntään riitä vaan lisäksi nokkakytkimen 11S1 tulee olla asennossa 1. Kun nämä kolme ehtoa ovat yhtä aikaa 1, lähtee vaakapuomi pyörimään kahdessa eri jaksossa. Nämä jaksot ovat 2 minuutin käy-jakso ja 1 minuutin kestävä seis-jakso. Jaksotuksen pysyy kuitenkin ohittamaan kytkimellä 11S2. Silloin kun vaakapuomi on käy-tilassa, palaa merkkilamppu 11H1 koko ajan. Mikäli kairat menevät vinoon eli rajakytkin asentoon 0, pysähtyy vaakapuomi ja merkkilamppu 11H1 sammuu. Lisäksi merkkilamppu 2H2 syttyy ilmoittamaan, että kaira on vinossa siinä tapauksessa, että kaira on vinossa kauemmin kuin vetohidastukseen parametroitu aika. Koska rajakytkin on aikaisempien kokemusten perusteella antanut hyvin hetkellisiä ja nopeasti vaihtuvia kaira vinossa -signaaleita on rajakytkimen perään ohjelmassa laitettu päästöhidastus, että tällaisten virhesignaalien takia ei tule turhia prosessin pysäytyksiä. Puomin ohjauksen välittömästi pysäyttäviä ehtoja ovat kairojen käyntitieto sekä nokkakytkin 11S1. Vaakapuomin ohjauksen ohjelma löytyy kuvasta 31.



Kuva 31. Vaakapuomin ohjauksen ohjelma

9 KUSTANNUSTEN MUUTOKSET

Logiikan tulo perustoteutukseen aiheuttaa kustannuksiin pienehkön nousemisen logiikalla korvattavien releiden hinnan ollessa alhainen. Hienon nykyaikaisemman teknologian korvattaessa vanhat releet hinnan pienehkö nouseminen kuitenkin oli odotettavissa. Näin ollen voisimme enemmänkin keskittyä siihen, mitä logiikalla pystyimme nyt perustoteutuksen ensimmäisessä versiossa saavuttamaan, ja mitä logiikan avulla pystymme mahdollisesti saavuttamaan tulevaisuudessa.

Pehmokäynnistin-toteutuksessa logiikan tuomat hinnalliset muutokset ovat odotetusti samankaltaiset kuin perustoteutuksessa, mutta pehmokäynnistinten hinnan avulla pystyttiin kuitenkin hieman vaikuttamaan kokonaiskustannuksiin.

10 YHTEENVETO

Tämän työn tavoitteena oli toteuttaa myyntivalmis logiikan avulla toteutettu ohjauskeskuskokonaisuus Ilmajoen Sähkökoje Oy:lle.

Työtä tehdessä sai luotua itselleen laajan ja hyvän kokonaiskuvan siitä, mitä sähkökeskusten myynti ja suunnittelu käytännössä pitävät sisällään.

Työn edetessä kävi selväksi, että loppuasiakas täytyy aina ottaa huomioon kokonaisuuksia toteutettaessa. Kokonaisuus täytyy yrittää toteuttaa loppuasiakkaalle mahdollisimman käyttäjäystävällisesti. Lisäksi suunniteltaessa keskusta ja mietittäessä sen sisältämiä komponentteja, täytyy ottaa huomioon myös käyttöympäristö ja sen lämpötilat sekä käyttöolosuhteet, jotta olosuhteiden aiheuttamat käyttökatkot pystyttäisiin välttämään.

Logiikalla toteutetuissa ohjauksissa täytyy myös yrittää huomioida loppuasiakasta ja loppuasiakkaan kannalta tilannetta, jossa logiikalle pitäisi päästä tekemään ohjelmallisia muutoksia tai se tulisi vaihtaa uuteen mahdollisimman nopeasti, jotta prosessinaikaiset katkokset voitaisiin pitää mahdollisimman pieninä.

Automaatiosovelluksen pitäisi simuloinnin mukaan toimia, mikä on luonnollisesti välttämätön asia kokonaisuuden toimimisen kannalta.

Koko keskuskokonaisuuksien kustannuslaskelmat on myös tehty, mutta niihin liittyvät tiedot jäävät kokonaisuudessaan pelkästään Ilmajoen Sähkökoje Oy:n tietoon.

Ohjauskeskuksien niin sanottu prototyyppi toteutetaan, asennetaan ja testataan tällä tietoa kevään/kesän 2017 aikana.

LÄHTEET

/1/ Ilmajoen Sähkökoje Oy:n yritystietoja. Viitattu 20.3.2017

[/http://www.isk.fi/yritys.html](http://www.isk.fi/yritys.html)

/2/ Taloussanommat.fi yrityshaku. Ilmajoen Sähkökoje Oy. Viitattu 20.3.2017

[/http://www.is.fi/yritys/ilmajoen-sahkokoje-oy/ilmajoki/0415399-5/](http://www.is.fi/yritys/ilmajoen-sahkokoje-oy/ilmajoki/0415399-5/)

/3/ Hietala, J. & Keskipalosaari, A. 2014. Kuivaavat viljasiilot. Opinnäytetyö. Seinäjoen Ammattikorkeakoulu

/4/ Lakeuden Siilo Oy, Dan-Corn Sukup siiloesite. Viitattu 17.3.2017 [/https://asia-kas.kotisivukone.com/files/lakeudensiilo.palvelee.fi/Siilot.pdf](https://asia-kas.kotisivukone.com/files/lakeudensiilo.palvelee.fi/Siilot.pdf)

/5/ Dan-Corn, tuoteluettelo. Viitattu 17.3.2017 [/http://www.dancorn.de/files/files/Dancorn-produktkatalog_finsk.pdf](http://www.dancorn.de/files/files/Dancorn-produktkatalog_finsk.pdf)

/6/ Siemens LOGO! 0BA8 manual. Viitattu 17.3.2017 [/https://support.industry.siemens.com/cs/document/100761780/logo!?dti=0&lc=en-WW](https://support.industry.siemens.com/cs/document/100761780/logo!?dti=0&lc=en-WW)

/7/ Siemens LOGO! 230RCE, 6ED1052-1FB-0BA0 Product details. Viitattu 17.3.2017 [/https://support.industry.siemens.com/cs/pd/337283?ptdi=pi&pnid=13617&lc=en-WW](https://support.industry.siemens.com/cs/pd/337283?ptdi=pi&pnid=13617&lc=en-WW)

/8/ Siemens LOGO! DM16 230R, 6ED1055-1FB10-0BA2 Product details. Viitattu 17.3.2017 [/https://support.industry.siemens.com/cs/pd/113912?ptdi=pi&pnid=13617&lc=en-WW](https://support.industry.siemens.com/cs/pd/113912?ptdi=pi&pnid=13617&lc=en-WW)

/9/ Siemens LOGO! DM8 230R, 6ED1055-1FB00-0BA2, Product details. Viitattu 17.3.2017 [/https://support.industry.siemens.com/cs/pd/249274?ptdi=td&pnid=13617&lc=en-WW](https://support.industry.siemens.com/cs/pd/249274?ptdi=td&pnid=13617&lc=en-WW)

/10/ Jokinen K. Moottorikäyttöjen ohjaus ja suojaus, Vaasan ammattikorkeakoulun luentomateriaali. s. 69-72.

/11/ Carlo Gavazzi RSGD-series soft starter catalog. Viitattu 17.3.2017

/ <https://www.gavazzionline.com/pdf/RSGDBRO.pdf>

/12/ Jokinen K. Moottorikäyttöjen ohjaus ja suojaus, Vaasan ammattikorkeakoulun luentomateriaali. s. 72-73.

/13/ RSGD Three phase general purpose soft starter (12-45A) catalog
/ <https://www.gavazzionline.com/pdf/RSGDeng.pdf>

/14/ RSGD Three phase AC motor soft starter (55-100A) catalog / http://www.productselection.net/Pdf/UK/MC_RSGD_75mm.pdf

LIITE 1

6ED1052-1FB00-0BA8

LOGO!230RCE, 8DI/4DO, 400 BLOCKS

Product details

Technical data

Technical data



LOGO!230RCE, LOGIC MODULE, DISPL. PU/I/O: 115V/230V/RELAY, 8 DI/4 DO; MEM 400 BLOCKS EXPANDABLE, ETHERNET BUILD IN WEB-SERVER, DATALOG STANDARD MICRO SD CARD FOR LOGO! SOFT COMFORT V8 PREVIOUS PROJECT USABLE

Display	
with display	Yes
Installation type/mounting	
Mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide
Supply voltage	
Rated value (DC)	
• 115 V DC	Yes
• 230 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	100 V
permissible range, upper limit (DC)	253 V
Rated value (AC)	
• 115 V AC	Yes
• 230 V AC	Yes
Line frequency	
• permissible range, lower limit	47 Hz
• permissible range, upper limit	63 Hz
Time of day	
Time switching clocks	
• Number	8
• Power reserve	480 h
Digital inputs	
Number of digital inputs	8
Digital outputs	
Number of digital outputs	4; Relays
Short-circuit protection	No; external fusing necessary
Relay outputs	
Switching capacity of contacts	
— with inductive load, max.	3 A
— with resistive load, max.	10 A
EMC	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
• Limit class B, for use in residential areas	Yes

Degree and class of protection	
Degree of protection acc. to EN 60529	
• IP20	Yes
Standards, approvals, certificates	
CE mark	Yes
CSA approval	Yes
UL approval	Yes
FM approval	Yes
developed in accordance with IEC 61131	Yes
according to VDE 0631	Yes
Marine approval	
• Marine approval	Yes
Ambient conditions	
Ambient temperature during operation	
• min.	0 °C
• max.	55 °C
Dimensions	
Width	71.5 mm
Height	90 mm
Depth	60 mm
last modified:	03/11/2017

LIITE 2

6ED1055-1FB10-0BA2

LOGO! DM16 230R, EXP. MODULE,

Product details **Technical data**

Technical data



LOGO! DM16 230R, EXP. MODULE, PU/I/O: 230V/230V/RELAIS, 4TE, 8 DI/8 DO FOR LOGO! 8

Installation type/mounting	
Mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide
Supply voltage	
Rated value (DC)	
• 115 V DC	Yes
• 230 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	100 V
permissible range, upper limit (DC)	253 V
Rated value (AC)	
• 115 V AC	Yes
• 230 V AC	Yes
Line frequency	
• permissible range, lower limit	47 Hz
• permissible range, upper limit	63 Hz
Digital inputs	
Number of digital inputs	8
Input voltage	
• Type of input voltage	AC/DC
• for signal "0"	< 40 V AC, < 30 V DC
• for signal "1"	> 79 V AC, > 79 V DC
Input current	
• for signal "0", max. (permissible quiescent current)	0.06 mA; 0.05 mA with AC, 0.06 mA with DC
• for signal "1", typ.	0.13 mA
Input delay (for rated value of input voltage)	
for standard inputs	
— at "0" to "1", max.	40 ms
— at "1" to "0", max.	75 ms
Digital outputs	
Number of digital outputs	8; Relays
Short-circuit protection	No
Controlling a digital input	Yes
Switching capacity of the outputs	
• on lamp load, max.	1 000 W; 500 W at 115V AC

Output current	
• for signal "1" rated value	5 A
• for signal "1" minimum load current	100 mA
Parallel switching of two outputs	
• for uprating	No
Switching frequency	
• with resistive load, max.	2 Hz
• with inductive load, max.	0.5 Hz
• mechanical, max.	10 Hz
Relay outputs	
Switching capacity of contacts	
— with inductive load, max.	3 A
— with resistive load, max.	5 A
EMC	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
• Limit class B, for use in residential areas	Yes
Degree and class of protection	
Degree of protection acc. to EN 60529	
• IP20	Yes
Standards, approvals, certificates	
CE mark	Yes
CSA approval	Yes
UL approval	Yes
FM approval	Yes
developed in accordance with IEC 61131	Yes
according to VDE 0631	Yes
Marine approval	
• Marine approval	Yes
Ambient conditions	
Ambient temperature during operation	
• min.	0 °C
• max.	55 °C
Dimensions	
Width	71.5 mm
Height	90 mm
Depth	58 mm
last modified:	03/15/2017

LIITE 3

6ED1055-1FB00-0BA2

LOGO! DM8 230R, EXP. MODULE,

Product details **Technical data**

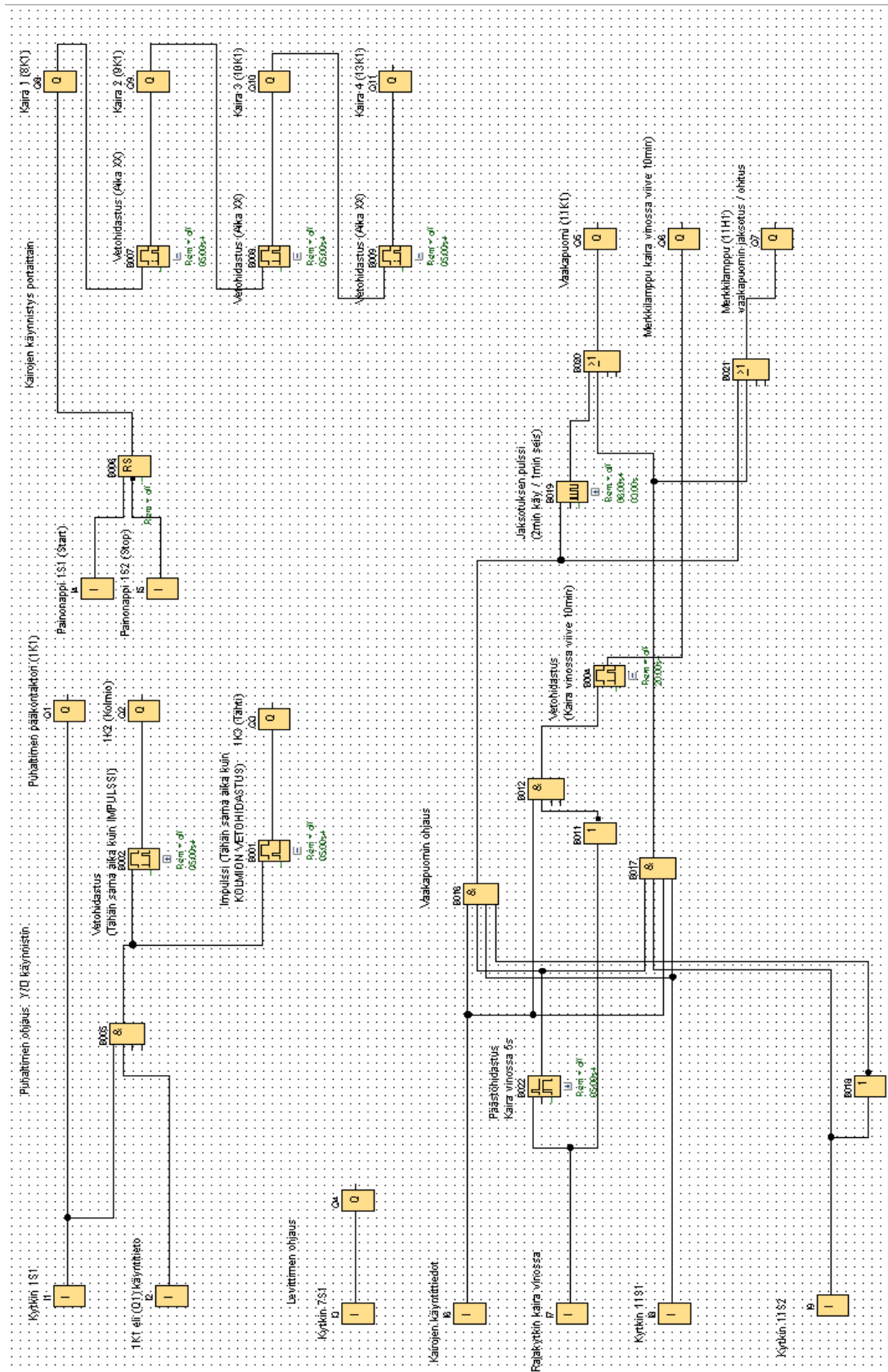
Technical data



LOGO! DM8 230R, EXP. MODULE, PU/I/O: 230V/230V/RELAIS, 2TE, 4 DI/4 DO FOR LOGO! 8

Installation type/mounting	
Mounting	on 35 mm DIN rail, 2 spacing units wide
Supply voltage	
Rated value (DC)	
• 115 V DC	Yes
• 230 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	100 V
permissible range, upper limit (DC)	253 V
Rated value (AC)	
• 115 V AC	Yes
• 230 V AC	Yes
Line frequency	
• permissible range, lower limit	47 Hz
• permissible range, upper limit	63 Hz
Digital inputs	
Number of digital inputs	4
Input voltage	
• Type of input voltage	AC/DC
• for signal "0"	< 40 V AC, < 30 V DC
• for signal "1"	> 79 V AC, > 79 V DC
Input current	
• for signal "0", max. (permissible quiescent current)	0.06 mA; 0.05 mA with AC, 0.06 mA with DC
• for signal "1", typ.	0.13 mA
Input delay (for rated value of input voltage)	
for standard inputs	
— at "0" to "1", max.	40 ms
— at "1" to "0", max.	75 ms
Digital outputs	
Number of digital outputs	4; Relays
Short-circuit protection	No
Controlling a digital input	Yes
Switching capacity of the outputs	
• on lamp load, max.	1 000 W; 500 W at 115V AC

Output current	
• for signal "1" rated value	5 A
• for signal "1" minimum load current	100 mA
Parallel switching of two outputs	
• for uprating	No
Switching frequency	
• with resistive load, max.	2 Hz
• with inductive load, max.	0.5 Hz
• mechanical, max.	10 Hz
Relay outputs	
Switching capacity of contacts	
— with inductive load, max.	3 A
— with resistive load, max.	5 A
EMC	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
• Limit class B, for use in residential areas	Yes
Degree and class of protection	
Degree of protection acc. to EN 60529	
• IP20	Yes
Standards, approvals, certificates	
CE mark	Yes
CSA approval	Yes
UL approval	Yes
FM approval	Yes
developed in accordance with IEC 61131	Yes
according to VDE 0631	Yes
Marine approval	
• Marine approval	Yes
Ambient conditions	
Ambient temperature during operation	
• min.	0 °C
• max.	55 °C
Dimensions	
Width	35.5 mm
Height	90 mm
Depth	58 mm
last modified:	03/15/2017



LIITE 5

