

Jouko Pesu

Putkenkattaisukone

Ohjauksen muutos logiikka- ja servokäytöksi

Opinnäytetyö

Syksy 2010

Tekniikan yksikkö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehto



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Jouko Pesu

Työn nimi: Putkenkatkaisukone

Ohjaaja: Martti Lehtonen

Vuosi: 2010

Sivumäärä: 57

Liitteiden lukumäärä: 4

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on muuttaa putkenkatkaisukoneen reletekniikalla toimiva ohjausjärjestelmä logiikka- ja servokäyttöiseksi ja toteuttaa sitten varsinainen asennustyö suunnitelmien mukaisesti.

Suunnittelu aloitetaan tutustumalla koneeseen. Koneeseen tutustumisella helpotetaan varsinaista suunnittelua. Työ sisälsi vahvavirtajärjestelmän, ohjausjärjestelmän ja logiikkaohjelman suunnittelun sekä logiikan ohjelmoinnin.

Moottoreiden ohjaukseen käytetään ohjelmoitavaa logiikkaa ja putkensiirtoon servomootoria. Käyttöliittymä on rakennettu teräskoteloon, jossa on nokkakytkimet, painonapit ja käyttöpääte koneen ohjaukseen.

Asennukselle ja käyttöönotolle varattua aikaa pyrittiin lyhentämään testaamalla logiikkaohjelmaa ja kytkentöjä ennen varsinaista asennusta käyttöpaikalla. Tämä tapahtui ohjelman avulla simuloimalla ja käyttäen hyväksi logiikan tuloja ja lähtöjä.

Asiasanat: servotekniikka, sähkösuunnittelu, logiikkaohjelmointi

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology
Degree programme: Automation Technology
Specialisation: Machine Automation

Author: Jouko Pesu

Title of the thesis: Pipe Cutting Machine

Supervisor: Martti Lehtonen

Year: 2010 Number of pages: 57 Number of appendices: 4

The objective of the thesis was to change a pipe cutting machine's relay controlling system to logic controlled and servo-operated, and then implement installation work as planned.

First the function of the pipe cutting machine was studied. This was possible because the machine was already in use. Familiarization with the machine eased the planning stage. The work included designing the strong power, control system and logic programs, and also logic programming.

Programmable logic was used to control motors and servo engines were used to transfer pipe. User interface was built on a steel case, where cam switches, push buttons and user interface machine controls are located.

The time reserved for the installation and deployment was shortened by testing the logic program and wiring before actual installation on site. This was implemented by using a program simulator and using logic inputs and outputs.

Keywords: servo technique, electrical planning, logic programming

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO	7
1.1 Työn tausta	7
1.2 Työn tavoitteet ja toteutustapa	7
1.3 Yrityksien esittely	8
1.3.1 Vimpelin Voima Oy:n esittely	8
1.3.2 Tikli Group Oy:n esittely	9
2 LAITTEISTO	10
3 SÄHKÖSUUNNITTELU	12
3.1 Yleistä suunnittelusta	12
3.2 Pääkaavio	12
3.3 Layout-kuva	14
3.4 Piirikaavio.....	15
4 OHJAUSJÄRJESTELMÄ	16
4.1 Yleistä ohjausjärjestelmistä.....	16
4.1.1 Kiinteästi langoitettu logiikka	16
4.1.2 Ohjelmoitava logiikka	17
4.2 Logiikan rakenne.....	18
4.2.1 Keskusyksikkö	19
4.2.2 Muistit.....	19
4.2.3 Digitaalitulot	21
4.2.4 Digitaalilähdöt	22
4.2.5 Toimintaperiaate	24
4.3 Käyttöliittymä.....	24
4.4 Sulautettu tietokoneohjaus.....	25
4.5 Tietokoneohjaus.....	26
4.6 Liikkeenohjausjärjestelmä	27
4.7 Ohjausjärjestelmän valinta	28
5 OHJELMOINTI	29

5.1 Ohjelmointilaitteet.....	29
5.2 Logiikan ohjelmointi.....	29
5.3 Ohjelmointikielet.....	30
5.3.1 Relekaavio-ohjelmointi.....	30
5.3.2 Toimilohko-ohjelmointi	32
5.3.3 Käskylista-ohjelmointi	33
6 SERVOKÄYTTÖ.....	34
6.1 Servotekniikka.....	34
6.2 Servomoottori.....	34
6.3 AC-synkroniservomoottori.....	35
6.4 Servovahvistin.....	36
7 TYÖN TOTEUTUS.....	39
7.1 Ohjausjärjestelmän valinta	39
7.2 Keskuskaavio.....	39
7.3 Turvaluokan määrittäminen hätäseis-piirille	40
7.4 Piirikaavio.....	41
7.5 Keskuslayout.....	41
8 KESKUSVALMISTUS JA KÄYTTÖLIITTYMÄ	42
8.1 Sähkökeskus.....	42
8.2 Keskuksen silmämääräinen tarkastus.....	43
8.3 Käyttöliittymä.....	43
9 ASENNUS KOHTEESSA	44
9.1 Käyttöönottomittaukset.....	44
9.1.1 Suojamaadoituspiirin jatkuvuus mittaus	44
9.1.2 Eristysvastusmittaus	45
10 KÄYTTÖÖNOTTO	47
10.1 Logiikkaohjelma.....	47
10.2 Käsiajo	47
10.3 Automaattiajo	48
10.3.1 Putkenmitta mittarajalla.....	48
10.3.2 Putkenmitta servolla.....	48

11 YHTEENVETO.....	49
LÄHTEET.....	50
LIITTEET.....	52

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Tikli Group Oy pyysi tarjoustä putkenkätksukoneen ohjauksen uusimisesta, tarjous tehtiin, ja he tilasivat työn, jonka tarkoituksena on uusia käytössä olevan putkenkätksukoneen ohjaujärjestelmä logiikka- ja servokäyttöiseksi. Vanha järjestelmä oli toteutettu releteknikalla ja se oli uusimisen tarpeessa. Tällä uusimisella halutaan varmistaa, ettei mahdolliset vikatilanteet aiheuttaisi tuotantoon katkoksia, koska tämän koneen kautta ajettavat putket siirtyvät seuraavalle koneelle. Koneeseen tulevat vikatilanteet aiheuttaisivat tuotantokatkoksia myös seuraaville koneille tässä tuotantolinjassa.

1.2 Työn tavoitteet ja toteutustapa

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella putkenkätksukoneen ohjaujärjestelmä logiikka- ja servokäyttöiseksi ja toteuttaa tämän jälkeen varsinainen asennustyö suunnitelmien mukaisesti. Työ aloitetaan tutustumalla koneen toimintaan ja sen eri työvaiheisiin. Tämä on mahdollista, koska kone on vielä tuotannossa mukana. Seuraavaksi tehdään vahvavirtasuunnittelu ja ohjaujärjestelmän suunnittelu siihen vaiheeseen, että pystytään tilaamaan tarvikkeet, näin tarkennetaan tarvikemääriä tarjouslaskentavaiheessa laskettujen lisäksi. Sitten tehdään sähkökeskuksen ja ohjaukeskuksen pääkaavio sekä piirikaaviot, joka sisältää myös moottoreiden päävirtapiirit, keskuslayoutin ja logiikkaohjelman. Tämän jälkeen tehdään sähkökeskus ja ohjaukeskus suunnitelmien mukaisesti. Ennen varsinaista järjestelmän asennusta kohteeseen tehdään järjestelmän alustavaa testausta. Tällä vähennetään asennuskohteessa koekäytössä tulevia muutostarpeita ja nopeutetaan koneen toimintakuntoon saattamista.

1.3 Yrityksien esittely

Seuraavassa esitellään työhön liittyvät yritykset.

1.3.1 Vimpelin Voima Oy:n esittely

Vimpelin Voima Oy on vuonna 1944 perustettu, 500 osakkeenomistajan omistama, täyden palvelun sähköalan yritys. Yhtiön päätoimialat ovat sähköverkko-toiminta, sähköön myynti sekä sähköasennustoiminta. Yhtiö omistaa sähköverkon ja vastaa sähkönjakelusta omalla verkkoalueellaan, joka käsittää poikkeuksia lukuun ottamatta koko Vimpelin kunnan alueen. Sähköasennuksia yhtiö suorittaa maakunnallisesti pien-, teollisuuskohteissa, yritys- ja julkishallinnon kohteissa. Monipuolisista sähköalan toiminnoista johtuen yhtiöllä on varsin kattavat työvälineet ja kalusto. Kalustoon kuuluvat mm. 2 Unimog-kuorma-autoa nosturein varustettuna, 6 pakettiautoa, jännitetyövälineet, kaapelitutkat, ym. sähköalalla tarvittavia koneita ja kalustoa. Tarvikkeet yhtiö hankkii valmistajilta ja tukkuliikkeiltä suoraan tai Salok-ostokunta jäsenyyttä hyödyntäen.

Vimpelin Voima Oy osti Lappajärven Sähköasennus Oy:n koko osakekannan vuoden 2010 alusta lähtien ja Vimpelin Voiman asennustoiminta siirtyi Lappajärven Sähköasennus Oy:n alaisuuteen. Vimpelin Voima Oy toimii enää vain sähkön jakelu- ja myyntiyhtiönä. (Vuosikertomus 2010.)

1.3.2 Tikli Group Oy:n esittely

Tikli Group Oy on perustettu 1992 Vimpelissä Etelä-Pohjanmaalla. Yhtiöllä on pitkät perinteet kattoturvatuotteiden valmistajana. Yhtiö työllistää nykyisellään (2010) 32 henkilöä ja liikevaihto on n. 6,0 milj.€. Tikli Group Oy muodostuu kahdesta eri yrityksestä: Tikli Group Oy:hyn kuuluu ovi-, ikkuna- ja kattoturvaosasto. Tikli Alu Oy:hyn kuuluu alumiiniosasto. Kattoturvaosastolla valmistetaan teräksestä seinä ja lapetikkaita. Kattoturvaosaston tuotevalikoimaan kuuluu myös asennustarvikkeet seinä- ja lapetikkaiden kiinnitykseen. Alumiiniosastolla valmistetaan pääasiassa alumiinista erilaisia tikkaita kuten jatko-, taso-, nivel- ja poistumistietikkaita, työpukkeja askelmatasoja, sekä erikoistikkaita asiakkaiden tarpeiden mukaan. Ovi- ja ikkunaosasto valmistaa alumiinista ovia ja ikkunoita. Tuotteisiin kuuluu mm. patentoitu nauhaikkunajärjestelmä. (Tikli 2010.)

2 LAITTEISTO

Putkenkatkaisukone koostuu neljästä pääkomponentista: makasiiniasemasta, syöttölaitteesta, sirkkelistä ja purkulaitteesta. Makasiiniasemaan katkaistavat putket nostetaan hallinosturilla. Makasiiniasema (kuva 1) koostuu nostolaitteesta, tärystä ja rajakytkimistä. Asema on aluksi alhaalla, logiikan ohjaamana se täryttää ja nostaa asemaa ylöspäin niin kauan, että täyttörajalta tulee pysäytyskäsky. Makasiiniasema siirtää putket seuraavaksi syöttölaitteelle rajakytkimiltä tulevien käskyjen mukaisesti. Syöttölaite siirtää putkea seuraavaksi sirkkeliin (kuva 2), jossa tapahtuu putken katkaisu. Syöttölaite saa siirtokäskyn logiikalta tulevien ohjeiden mukaisesti. Putkenkatkaisun tapahduttua menee putki purkulaitteeseen (kuva 3), jossa putki ohjataan purkulaitteen oikealle tai vasemmalla puolella olevalle lavalle, tämä valinta tehdään ohjauskeskuksella olevalla valintakytkimellä.



Kuva 1. Makasiiniasema



Kuva 2. Sirkkeli



Kuva 3. Purkkulaitteisto

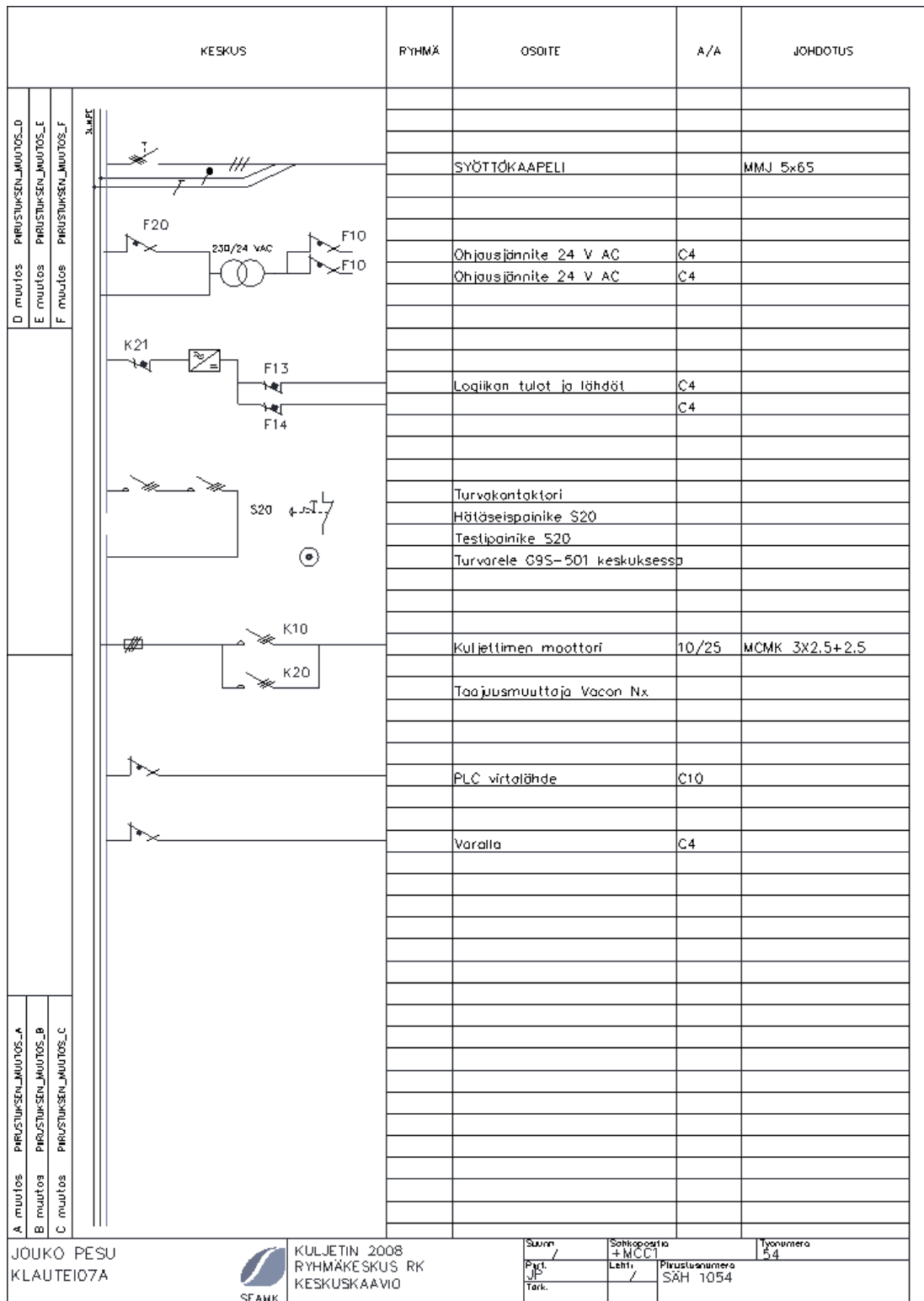
3 SÄHKÖSUUNNITTELU

3.1 Yleistä suunnittelusta

Tietokoneet ovat merkittävässä asemassa nykyään tehtäessä sähkötekniisiä piirustuksia ja loppudokumentteja. Tekninen dokumentaatio on tärkeää asennusvaiheessa ja myöhemmin tukemassa huoltotoimintaa. Dokumentoinnin päätehtävänä on esittää laitteen toiminta mahdollisimman ymmärrettävässä muodossa. Sähkötekniikan kehitys on hyvin nopeaa, ja järjestelmät ovat yhä mutkikkaampia. Hyvän dokumentoinnin avulla voidaan vaikuttaa siihen, että asennukset ja järjestelmät ovat turvallisia, helppoja käyttää ja huoltaa ovat merkittävästi lisääntyneet. Sähköpiirustuksien keskeinen tarkoitus on antaa tietoa kytkennöistä sähkölaitteiden toiminnasta, asennuksesta ja huollosta. Tekninen dokumentaatio on tärkeässä osassa myyntityön jälkeisessä toiminnassa ja kuuluu sopimukseen tärkeänä kohtana. (Pere 1998, 21- 22.)

3.2 Pääkaavio

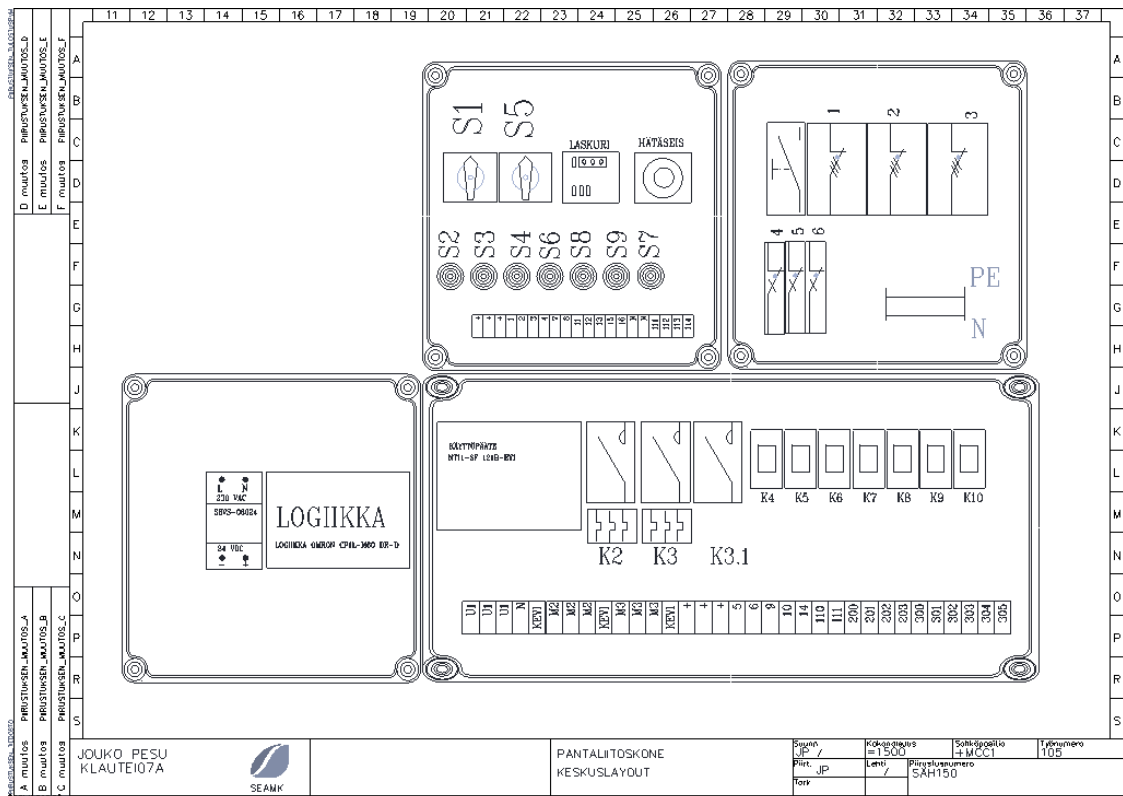
Pääkaaviossa esitetään sähköjärjestelmän päävirtapiirit. Näistä tiedoista tulee selvittää keskuksen pääjännite, kokonaisvirta ja taajuus sekä liittymisteho ja syöttökaapeleiden koko- ja tyyppitiedot. Pääkaavio on keskuksen yleiskuva, josta selviää sähköalalla toimiville henkilöille tiedot keskuksen kokoonpanosta ja rakenteesta. Pääkaavio toimii myös keskusvalmistuksen suunnittelun perusteena. Asentajan kannalta sen tulisi antaa ymmärrettävä kuvaus keskuksen liitettävien kojeiden ja laitteiden määrästä ja tehotiedoista. Siitä tulee selvittää myös oikosulku, ylikuormitussuojien kokotiedot ja käynnistyslaitteiden sijainti. Näitä tietoja tarvitaan keskuksen asennuksen ja myöhemmin huollon kannalta. (Kallio & Mäkinen 2004, 208.)



Kuva 4. Pääkaavio

3.3 Layout-kuva

Layout-kuva eli kokoonpanopiirustus esittää koottavan laitteen tai kojeiston muodostamaa kokonaisuutta. Se piirretään mittakaavassa ja mitoitetaan tarvittaessa, yleensä vain päämitat merkitään näkyviin. Tärkeimpiä sähköpiirustuksiin liittyviä kokoonpanopiirustuksia ovat keskusten ja kojeistojen kokoonpanopiirustukset. Ne piirretään yleensä mittakaavoissa 1:5, 1:10 ja 1:25. Piirustuksissa esitetään päämitat (korkeus, leveys, syvyys), kojeiden sijoitus ja tunnukset, ja kiinnitys- tai kannatinjärjestelmä. Kokoonpanopiirustus on hyvänä apuna keskuksen valmistuksessa koska siitä selviää komponenttien sijoituspaikka. Kokoonpanopiirustus toimii myös apuna suunniteltaessa keskuksen tilantarvetta sijoituspaikalle. (Kallio & Mäkinen 2004, 201.)

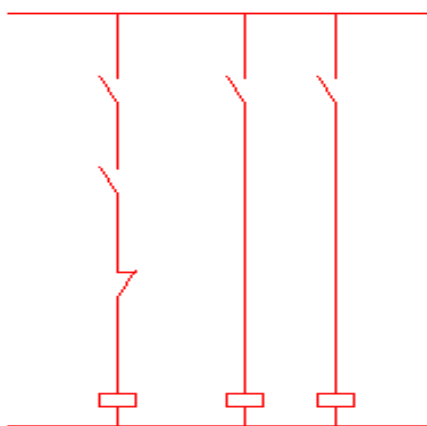


Kuva 5. Layout-kuva

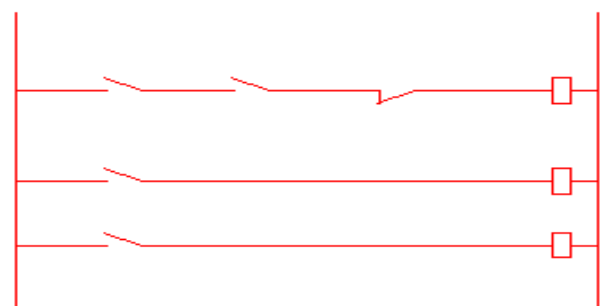
3.4 Piirikaavio

Piirikaavio on sähköpiirustuksien perusdokumentti. Piirikaavio toimii itsenäisenä sähköpiirustuksena mutta se on myös useiden muiden sähköpiirustuksien lähtökohtana. Piirikaavioita käytetään usein myös koulutuksessa, koestuksessa, huollossa ja käyttötoiminnassa. Piirikaavion on esitettävä jokaisen järjestelmän asennuksen toteutuksen yksityiskohdat, mutta sen ei tarvitse ottaa huomioon muodostettavien yksiköiden todellista kokoa, muotoa tai sijaintia. Sen on esitettävä välttämätön tieto, joka on tarpeen piirin toiminnan ymmärtämiseksi. Piirikaavioon on sisällettävä seuraavat asiat: piirin komponentteja tai toimintoja esittävät piirrosmerkit, komponenttien tai toimintojen keskeisten liitännöiden esittäminen, yksikkötunnukset, liitintunnukset, signaalien tunnukset ja sijaintiviitteet ja lisätieto, joka on tarpeen toimintojen ymmärtämiseksi. Tärkein lähtökohta piirikaaviota laadittaessa on piirin osien tarkoituksenmukainen sijoittelu. Piiriviivat piirretään mahdollisimman suoriksi tarpeettomia risteämiä ja mutkia välttäen. Yksittäiset piirit piirretään joko pystysuoraan (kuva 6) tai vaakasuoraan (kuva 7), pystysuora esitystapa on yleisin muoto.

(Pere 1998, 32-33.)



Kuva 6. Piiri piirretty pystysuoraan



Kuva 7. Piiri piirretty vaakasuoraan

4 OHJAUSJÄRJESTELMÄ

4.1 Yleistä ohjausjärjestelmistä

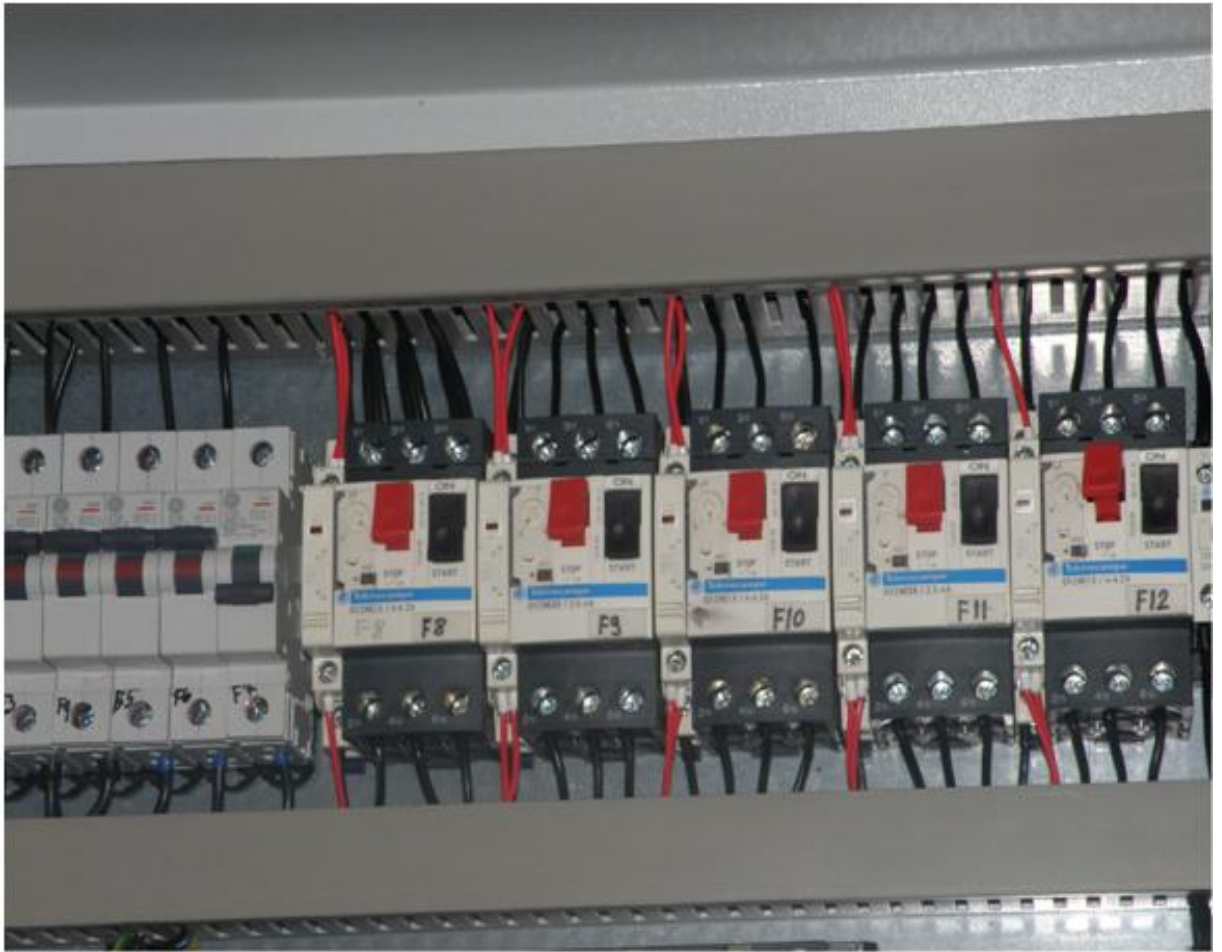
Ohjausjärjestelmän päätehtävänä on toimia käyttäjän ja koneen välisenä rajapintana. Yksinkertaisimmillaan ohjaus koostuu katkaisijasta, joka kytkee jännitteen kontaktorin kelalle ja saa näin aikaiseksi moottorin pyörimisen. Ohjausjärjestelmä voidaan toteuttaa avoimena, jolloin ohjaus antaa käskyn lähtöliitännänsä kautta toimilaitteelle, mikä muuttaa ohjattavan laitteen tilaa. Näin toteutetaan esimerkiksi suuntaventtiilillä tapahtuva hydraulisylinterin ohjaus. (Keinänen ym. 2001, 206.)

Ohjausjärjestelmä voidaan toteuttaa seuraavilla tavoilla

- kiinteästi langoitetut logiikat
 - ohjelmoitavat logiikat
 - sulautettu tietokoneohjaus
 - tietokoneohjaus
 - liikkeenohjausjärjestelmä
- (Keinänen ym. 2001, 206.)

4.1.1 Kiinteästi langoitettu logiikka

Kiinteästi langoitetut loogiset kytkennät soveltuvat yksinkertaisille automaatiolaitteille, joiden toiminta tiedetään etukäteen ja siten voidaan kytkeä kiinteäksi. Tämänkaltaisia kytkentöjä ovat koneissa ja laitteissa käytetyt pito- ja hätäseis-piirit. Turvallisuuden vuoksi on hyvä erottaa nämä varsinaisesta ohjausjärjestelmästä, jolloin ohjaustietokoneen käyttöjärjestelmän ”kaatuminen” ei vaikuta hätäseis-piirin toimintaan. Kiinteästi langoitetuissa virtapiireissä releet ovat pääosassa ja usein puhutaankin relelogiikasta. Muistin korvaa tässä tapauksessa rele ja kaksi kytkintä. (Lehtonen, 2010.)



Kuva 8. Kiinteästi langoitettu looginen kytkentä

4.1.2 Ohjelmoitava logiikka

Ohjelmoitavien logiikoiden käyttö on laajentunut huomattavasti niiden valikoimien lisääntyessä ja tästä johtuen kilpailun tuomana hinnan alennuksena. Etuna näille ohjauslaitteille on mahdollisuus ohjelmoida toiminta uudelleen pienellä työmäärällä ja näin lisätä koneen käyttöikä ja säästää investointikustannuksissa uuteen koneeseen. Nykyisin logiikan lisääminen yksinkertaiseenkin järjestelmään on kannattavaa, koska logiikoiden hinnat ovat melko edullisia.

Logiikat vähentävät johdotustyötä verrattuna reletekniikkaan ja näin syntyy huomattavia säästöjä työkustannuksissa. Automaatiosovellusten kannalta logiikat ovat käyttövarmuutensa vuoksi erinomaisia. Logiikan ”kaatuminen” verrattuna tietokoneen käyttöjärjestelmään on erittäin harvinaista, mikä lisää ohjausjärjestelmän toimintavarmuutta. (Keinänen ym. 2001, 207.)



Kuva 9. Ohjelmoitava logiikka (Ohjelmoinnin jatkokoulutus. [Viitattu 10.3.2010].)

4.2 Logiikan rakenne

Omronin logiikka koostuu seuraavista laitteista

- Jännitelähteestä CJ1W-PA202
- Keskusyksiköstä CJ1M-CPU22 NL
- Tuloyksiköistä CJ1W-ID211 CHN
- Lähtöyksiköstä CJ1W-OD212

Jänniteyksikön tehtävänä on syöttää keskusyksikölle sekä tulo- ja lähtöyksiköille niiden tarvitsema teho. Logiikassa käytettävä ohjausjännite on 24 VDC. (Lehtonen, 2010.)

4.2.1 Keskusyksikkö

Keskusyksikkö CPU toteuttaa PLC:lle ohjelmoituja käskyjä yhden kerrallaan. Keskusyksikkö on nykyään logiikoissa toteutettu lähes poikkeuksetta mikroprosessorilla. Tämä mahdollistaa loogiset operaatiot ja aritmeettiset laskutoimitukset. (Keinänen ym. 2007, 225.)



Kuva 10. Keskusyksikkö (Ohjelmoinnin jatkokoulutus. [Viitattu 10.3.2010].)

4.2.2 Muistit

Logiikassa käytettäviä muisteja ovat sovellusohjelmamuisti, muuttujamuisti, parametrimuisti ja kommenttimuisti. Sovellusohjelmamuistissa sijaitsee kirjoitettu ohjelma. Muuttujamuistia käytetään erilaisten muuttujien tallennukseen, muisteja kutsutaan sitten ohjelmasta. Parametrimuistissa on tietoja logiikan asetuksista. Kommenttimuisti on kommentteja ja symboleja varten. Logiikan muistit jaetaan RAM- ja Flash-muistiin. RAM-muistissa on muuttujamuistit. Flash-muisti säilyttää tietonsa sähkökatkoksen aikana ja se sisältää sovellusohjelma-, parametri-, kommentti- ja toimilohkomuistit.

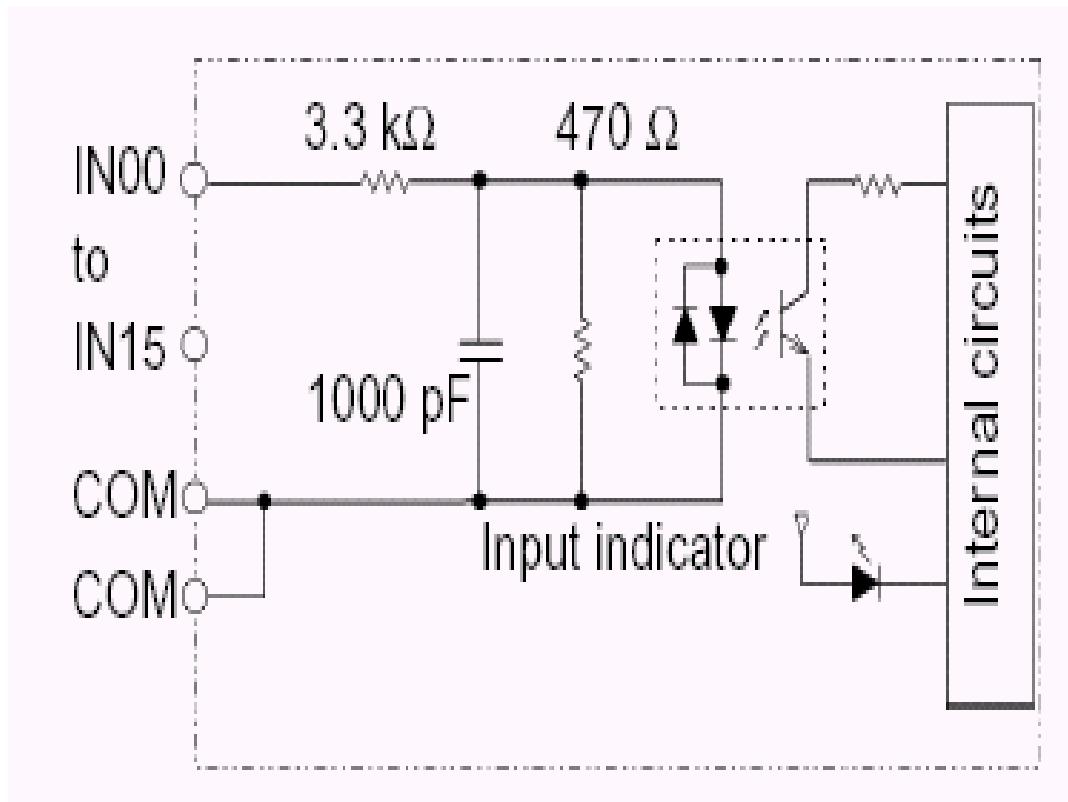
Taulukko 1. CJ1M-logiikan muuttujamuistit.

(CX-one ja logiikkaohjelmointi. [Viitattu 18.7.2010].)

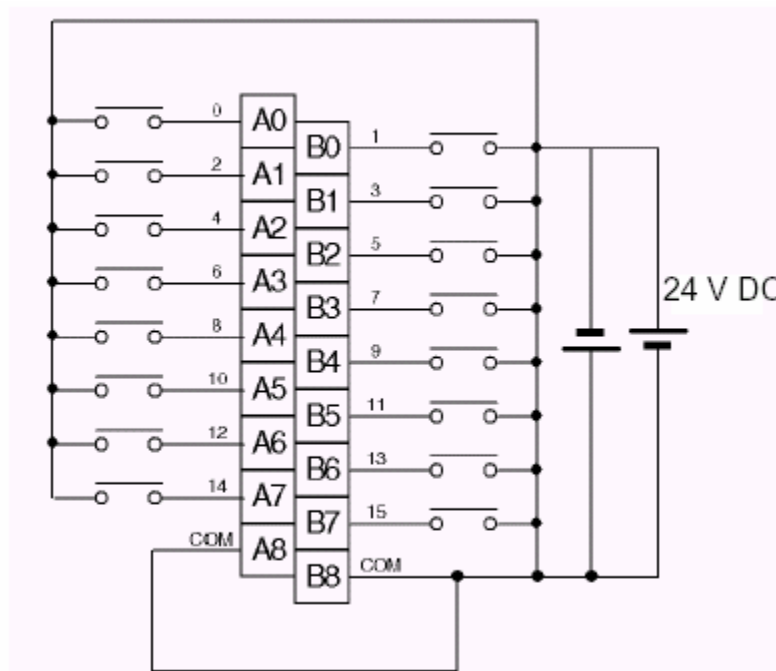
Alue	Laajuus	Sanat	Huomioitavaa
<i>CIO-alue, paristovarmennetun I/O ja apumuistialue</i>			
	6144 W	0000...6143	
Tavalliset tulot ja lähdöt		0000...0900	I/O yhteensä max.640 bit
Erikois-IO-yksiköt		2000...2959	
CPU-väyläyksiköt		1500...1899	
Sisäänrakennettu IO		2960...2961	käytössä 10 tulo- ja 6 lähtöbittia
Apumuistialue			käyttämättömät IO-sanat
<i>W-alue, apumuistialue</i>			
	512 W	W000...W511	vapaaseen apumuistikäyttöön
<i>H-alue, paristovarmennettu apumuistialue</i>			
	512 W	H000...H511	vapaaseen apumuistikäyttöön
<i>A-alue, paristovarmennettu erikoisapumuistialue</i>			
	960W	A000...A959	Sanoja A000...A447 voi vain lukea
<i>D-alue, paristovarmennettu datamuistialue</i>			
	32768W	D00000...D32767	sanamotoisen datan käsittelyyn
Erikois-IO-yksiköt		D20000...D20959	
CPU-väyläyksiköt		D30000...D30159	
<i>T-alue, ajastimet</i>			
	4096W	T0000...T4095	ajastimet eivät ole varmennettuja
<i>C-alue, paristovarmennetut laskurit</i>			
	4096 W	C0000...C4095	laskurit ovat nyt omalla alueella
<i>IR- eli indeksirekisterit</i>			
	16	IR00...IR15	absoluuttiosoitteiden taltioiminen epäsuoraa muistinosoitusta varten.
<i>DR- eli datarekisterit</i>			
	16	DR00...DR15	käytetään IR-rekistereiden yhteydessä offsetin aikaansaamiseksi
<i>CF-bitit, Condition Flags</i>			
		CF...	järjestelmäbittejä, ilmaistaan CX-Programmerissa symbolinimillä
<i>TK-bitit</i>			
	32 bit	TK00...TK31	ilmaisevat syklisten taskien tilaa

4.2.3 Digitaalitulot

Tulopiirit kytkevät kentältä tulevat signaalit ohjelmoitavaan logiikkaan. Signaaleja saadaan mm. antureilta, releiden apukoskettimilta ja käyttöliittymästä. Nämä signaalit ovat yleensä binäärisiä eli kaksitilaisia, mutta myös analogisia signaaleja voidaan tuoda logiikalle, jotka vastaanottavat mittaustietoja antureilta. Logiikan herkän elektroniikan suojaamiseksi käytetään tulopiireissä optoerotusta (kuva 11). Tuloviesti ei siirry logiikan käsittelyyn suoraan, vaan välitys tapahtuu valodiodin ja fototransistorin muodostamalla optoerottimella, mistä käytetään myös nimitystä galvaaninen erotus. Tulopiirien tilasta saadaan tieto valodiodilla, joka on testauksessa ja vikojen etsimisessä hyvä ominaisuus. (Keinänen ym. 2007, 245.)



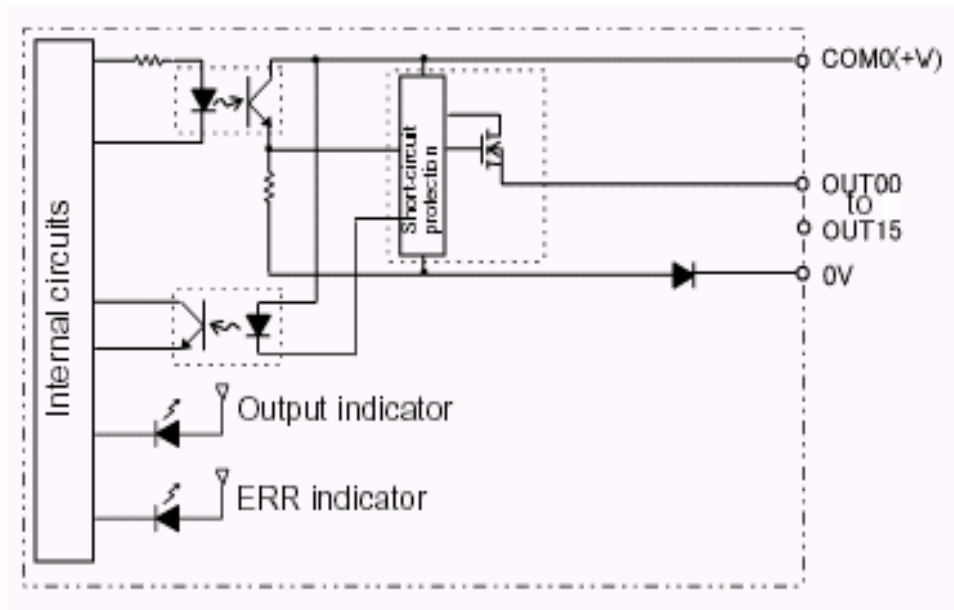
KUVA 11. CJ1M-logiikan tulopiirien optoerotus. (CX-one ja logiikkaohjelmointi. [Viitattu 18.7.2010].)



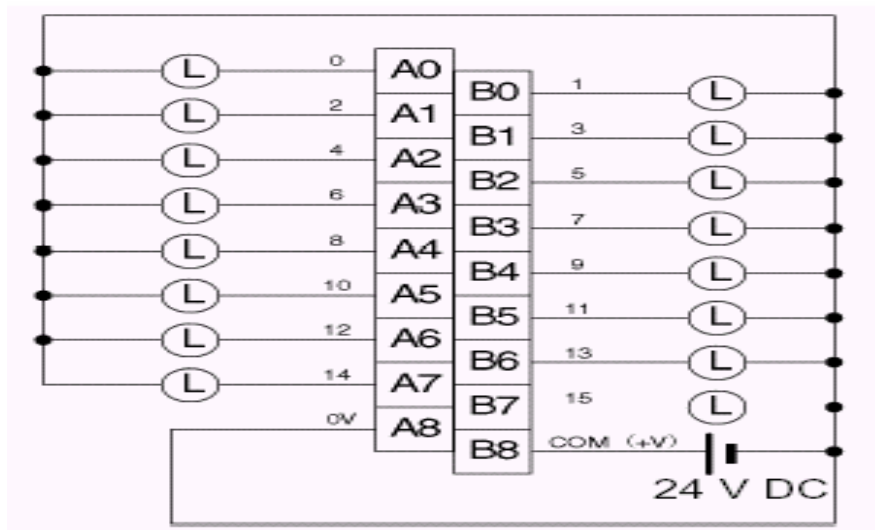
KUVA 12. Kuvassa tulokytkenät. Jännitelähdekytkennät ovat vaihtoehtoiset NPN- ja PNP-tyyppisille antureille. (CX-one ja logiikkaohjelmointi [Viitattu 18.7.2010].)

4.2.4 Digitaalilähdöt

Lähtöpiirien avulla ohjataan järjestelmän toimilaitteita. Näihin kuuluvat mm. kontaktorit, releet, merkkilamput ja magneettiventtiilit. Lähdöt ovat rele- tai transistorilähtöjä. Relelähdoillä voidaan ohjata tasasähkön ohella myös noin kahden ampeerin vaihtovirtaa (230VAC). Niiden toimintaviive on noin 10 ms. Transistorilähtöjä käytetään tasasähkölle, jossa käyttöjännite on yleensä 24 VDC. Käytettäessä logiikassa transistorilähtöjä, ne vaativat myös optoerotuksen. Transistorilähdön toimintaviive on noin 0,2 ms. (Keinänen ym. 2007, 225.)



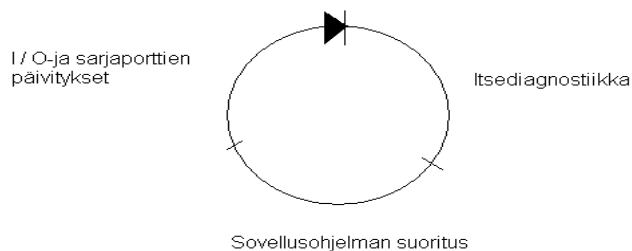
KUVA 13. CJ1M-logiikan lähtöpiirien optoerotus. (CX-one ja logiikkaohjelmointi. [Viitattu 18.7.2010].)



KUVA 14. Kuvassa lähtökytkennät. Yhden transistorilähdön kuormitettavuus on 0.5A. Lähdöt on elektronisesti ylikuormitussuojattu. (CX-one ja logiikkaohjelmointi. [Viitattu 18.7.2010].)

4.2.5 Toimintaperiaate

Ohjelmoitavat logiikat toimivat syklisellä ohjelmankäsittelyperiaatteella, jossa ohjelmankierto eli sykli koostuu rutiineista. Yhden syklin aikana tehdään kuvassa (13) esitetyt rutiinit. Näin tutkitaan CPU:n ja oheislaitteiden tilaa, tulojen ja lähtöjen tila luetaan ja tulos tallennetaan keskusyksikön I/O-erikoismuistiin. Kaikki ohjelmarivit käydään läpi ja tulokset käsitellään ja toteutetaan ohjelman lukemisjärjestyksessä. Ohjelman päälle- ja poiskäsky suoritetaan lähdöille vasta sitten, kun koko ohjelma on luettu END-käskylle asti. Yhden syklin selausaika riippuu ohjelman pituudesta. Yhden ohjelmarivin lukemiseen kuluva aika on 0,0005 - 0,1 ms. (Keinänen ym. 2001, 243-244.)



Kuva 15. Ohjelmakierrosta (CX-one ja logiikkaohjelmointi. [Viitattu 18.7.2010].)

4.3 Käyttöliittymä

Käyttöliittymä on yksinkertaisimmillaan painikekotelo, jossa on käynnistys- ja pysäytyspainikkeet ja muutamia muita painikkeita, sekä merkkilamppuja koneen tilan osoittamiseen. Käyttäjän tarvitessa enemmän tietoa prosessista voidaan käyttää erillistä operointipanelia. Yleensä operointipaneli tarvitsee jonkun kommunikointiportin logiikkaan, jonka kautta paneli ja logiikka operoivat keskenään. Yleensä tähän käytetään RS-portteja RS232 tai RS 485. Käyttöliittymästä pyritään tekemään mahdollisimman luonnonmukainen käyttöä. Hyvän käyttöliittymän tavoitteita ovat: helppo oppia, nopea käyttö, siisteys ja johdonmukaisuus. (Lehtonen 2008, 10-11.)



Kuva 16. Kuva käyttöliittymästä (Siemens. [Viitattu 3.11.2010].)

4.4 Sulautettu tietokoneohjaus

Sulautettu tietokoneohjausjärjestelmä on teollisuuden ratkaisu alentaa yksikköhintoja, tämä on kannattavaa kun valmistussarjat ovat tuhansia kappaleita. Toteutus tapahtuu räätälöidyllä ASIC piirisarjalla joka asennetaan koneen aivoiksi. Piirien ympärille rakennetut järjestelmät ovat mahdollistaneet logiikkapiirejä monimutkaisemmat ohjausohjelmat automaattilaitteisiin. Käyttöesimerkeistä voidaan mainita matkapuhelin jossa on pitkälle kehitetty ja räätälöity sulautettu tietokoneohjaus (Keinänen ym. 2001. 208)



Kuva 17. Matkapuhelin (Nokia. [Viitattu 3.11.2010].)

4.5 Tietokoneohjaus

Tietokoneohjaus tulee tarpeelliseksi, kun käyttäjälle halutaan antaa runsaasti tietoa järjestelmän tilasta ja vikahistoriasta tai päättelyalgoritmi on erittäin monimutkainen. Oheislaitteena tietokoneella on lähes rajattomat mahdollisuudet ja hintakaan ei ole esteenä. Tietokoneohjauksen ongelmana ovat epävakaat käyttöjärjestelmät. Tietokoneohjausta käytetään yleensä seuraavissa tapauksissa: suuret automaatiojärjestelmät, monimutkaiset järjestelmät ja tuotantoautomaation ohjausjärjestelmät. (Keinänen ym. 2001, 208.)



Kuva 18. Tietokoneohjauksesta (Asitek. [Viitattu 3.11.2010].)

4.6 Liikkeenohjausjärjestelmä

Liikkeenohjausjärjestelmä on yleensä sähköisten servomootoreiden ja askelmootoreiden ohjausjärjestelmä. Tyypillisiä toteutuksia ovat NC-ohjaukset, robottiohjaukset ja yleiset liikkeenohjausjärjestelmät. NC-ohjauksia sovelletaan työstökoneiden ohjauksiin. Robottivalmistajat tekevät yleensä itse myös niiden liikkeenohjausjärjestelmät, tämä johtuu osittain robotin monimutkaisuudesta. (Keinänen ym. 2001, 210.)



Kuva 19. Robotti (Lehtonen. [Viitattu 20.10.2010].)

4.7 Ohjausjärjestelmän valinta

Ohjausjärjestelmän valintaan vaikuttavat seuraavat seikat, ohjattavien laitteiden ja kerättävän informaation määrä, valmistusmäärät, käyttäjälle annettavan informaation määrä, turvallisuus ja järjestelmän muutostarpeet jälkikäteen. Yksinkertaisissa järjestelmissä käytetään kiinteästi langoitettua loogista kytkentää, näin saadaan yksikköhinta alhaiseksi. Tällaisia järjestelmiä ovat esim. muutaman sylinterin ohjaukset. Suuret ja monimutkaiset järjestelmät voidaan ratkaista hajauttamalla logiikkaohjaukset aliohjauksiin tai valitsemalla suuritehoinen tietokoneohjaus. Tällaisia järjestelmiä edustavat mm. tehdastason ohjaukset. Näiden kahden ääripään väliin jää suuri joukko ohjauksia, jotka hoidetaan ohjelmoitavalla logiikalla. (Keinänen ym. 2001, 211.)

5 OHJELMOINTI

5.1 Ohjelmointilaitteet

Ohjelmointilaitteiden tavoitteena oli, että logiikan ohjelmointi olisi niin yksinkertaista ettei tietokoneen ohjelmointitaitoja tarvittaisi. Ohjelmointityön tekisivät samat henkilöt, jotka aiemmin ovat suunnitelleet reletekniikalla ohjausjärjestelmiä. Myös huoltohenkilöstön piti lyhyen koulutuksen jälkeen pystyä ohjelmamuutoksiin käyttöönottovaiheessa ja varsinaisella käyttöpaikalla. Näihin vaatimuksiin pääsemiseksi laitteistoon tuli kuulua käyttöliittymä, helppokäyttöinen ohjelmointilaitte, jolla järjestelmän toimintaa voitiin seurata ja viat paikallistaa. Kun näitä vaatimuksia arvioi, voi todeta, että laitteistojen kehitys on ollut kuvatuunlainen. Nykyisin logiikan ohjelmointi tehdään pääsääntöisesti tietokoneessa olevalla ohjelmistolla ja ohjelman tekijä voi valita useammasta ohjelmointikielestä itselleen sopivamman ohjelmointitavan. (Keinänen ym. 2007, 221-222.)

5.2 Logiikan ohjelmointi

Logiikan ohjelmoinnin lähtökohtana on usein ohjauskohteen toiminnoista laadittu toimintakaavio tai sanallinen toimintaselostus toiminnasta. Suunnittelija muokkaa näistä tiedoista logiikkakaaviot, relekaaviot tai toimintadiagrammit, joiden perusteella varsinainen ohjelma ohjelmointilaitteen avulla logiikalle kirjoitetaan. Mitä ohjelma sisältää, riippuu käytettävästä ohjelmointikielestä ja sen käskyvalinnoista. Myös ohjelmoijan oma tyyli näkyy valinnoissa, koska ohjelmointi on luovaa ja yksilöllistä työtä. Ohjelmaa on syytä testata moottoreiden ja toimilaitteiden ollessa jännitteettömiä, myös monitorointi on hyvä tapa seurata tulosten ja lähtöjen tiloja. Ohjelmasta on tärkeää ottaa paperille listaus, missä näkyy ohjelman rakenne ja kommentointi.

Useat ohjelmointiohjelmat antavat tulostuksena piste- eli varausluettelon, jossa on näkyvissä tulot, lähdöt, apumuistit, ajastimet jne. Nämä asiakirjat ovat tärkeitä, koska projektin valmistumisen jälkeen vastuu ohjelman toiminnasta ja muutoksista siirtyy ainakin osittain tilaajalle. Muutoksia tehtäessä ohjelman runko pysyy useimmin samana, mutta muutoksista tallennetaan eri versioita. (Keinänen ym. 2001, 248-249.)

5.3 Ohjelmointikielet

Ohjelmoitavien logiikoiden toiminta perustuu käytettävään ohjelmointikieleen. Peruselementit tälle toiminnolle muodostuvat logiikkaporteista ja käskysanoista, joilla käsitellään esim. ajastimia, laskureita tai apumuisteja. Nämä eivät ole standardisoituja komentoja ja siksi ne vaihtelevat eri valmistajien kesken. Jos hallitsee yhden logiikkavalmistajan ohjelmoinnin, voi toisen valmistajan logiikkaohjelmoinnin oppia helposti käsikirjojen avulla. Kaikilla PLC-valmistajilla on omat ohjelmistonsa. Ohjelmoinnista on tullut hyvin kirjavaa ja yleensä logiikkamerkki valitaan sen mukaan mihin ohjelmointi tapaan on tottunut. Tämän takia on laadittu PLC-ohjelmointistandardi IEC 1131-3, joka koostuu viidestä eri ohjelmointikielestä. Yleisemmin käytettyjä ovat relekaavio (LD) Ladder Diagram, logiikkaavio (FBD) Function Block Diagram, käskylista(STL), strukturoituteksti (ST) ja sekvenssi-
vuokaavio (SFC). (Keinänen ym. 2007, 223.)

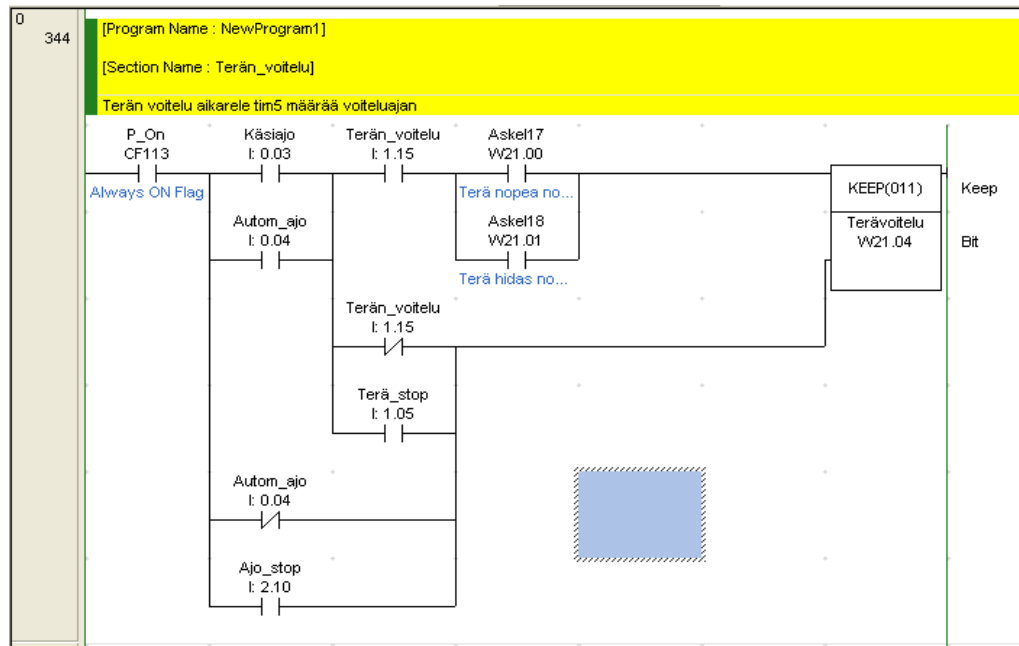
5.3.1 Relekaavio-ohjelmointi

Relekaavio-ohjelmointi on logiikan perinteinen ohjelmointitapa. Sen käyttö juontaa juurensa logiikan kehityksen alkutaipaleelle. Logiikka kehitettiin korvaamaan releohjaukset. Relekaavio muistuttaa sähköpiirikaaviota, mistä paljolti johtuu, että sen käyttö on yleistä, tästä johtuen siirtyminen sähköpiirikaavion käytöstä logiikan relekaavion ohjelmointiin on helppoa.

Relekaavion vasen reuna vastaa piirikaavion virtakiskoa ja oikea reuna nollakiskoa. Ohjelma muodostuu käyttämällä avautuvia ja sulkeutuvia koskettimia, ajastimia ja laskureita ym. niin, että lähtöpiiri saadaan aktivoitua.

(Keinänen ym. 2007. 224)

Kuvassa (20) On teränvoitelu esitetty relekaavio-ohjelmointina

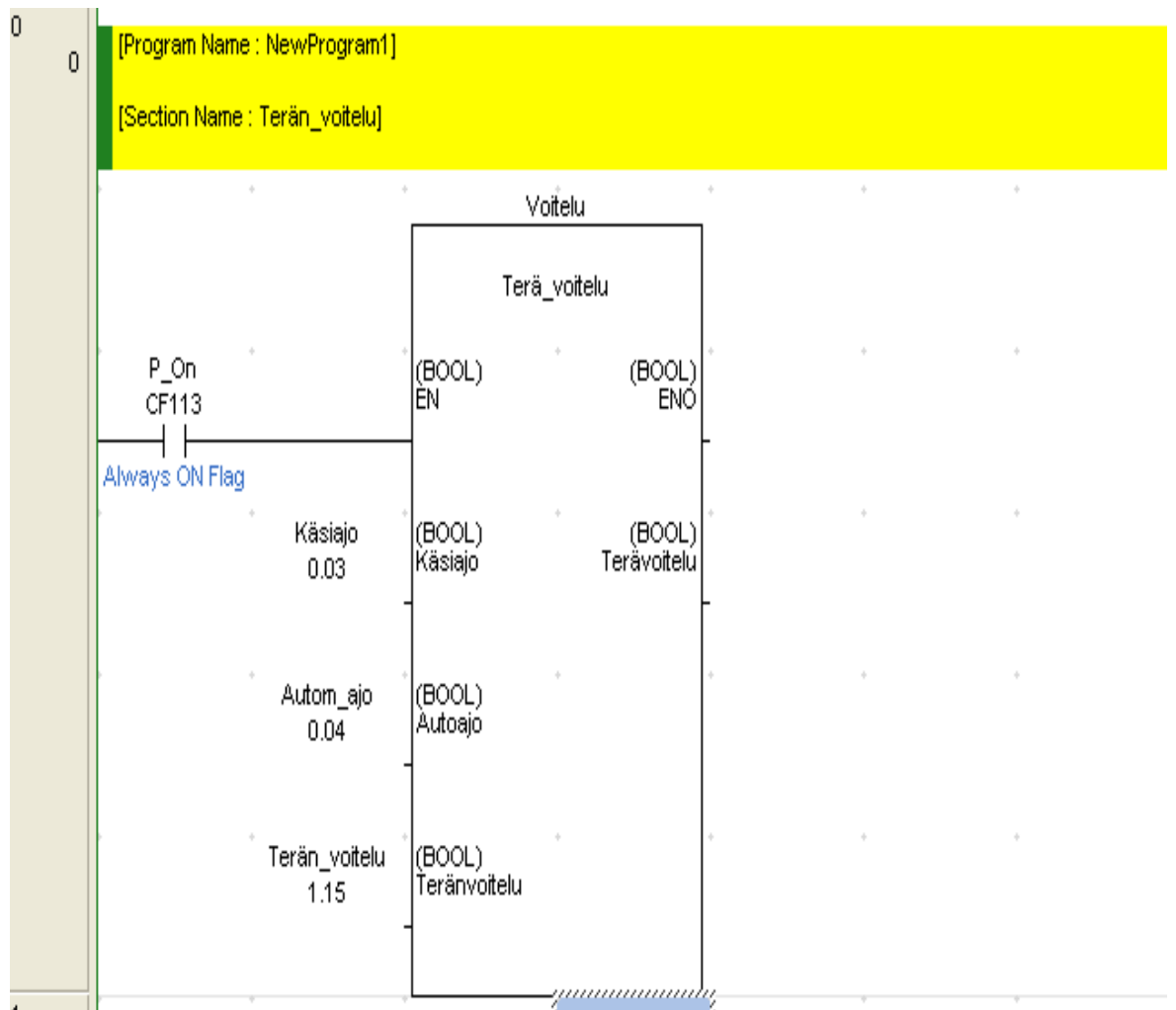


Kuva 20. Relekaavio-ohjelmointi

5.3.2 Toimilohko-ohjelmointi

Toimilohkot ovat ohjelmoijan itse tai laitevalmistajan tekemiä funktioita, jotka esitetään yhdellä käskyllä lohkoa kutsuvassa ohjelmassa. Itse ohjelma yksinkertaistuu, koska mutkikkaatkin toiminnot voidaan esittää yhdellä käskyllä, joka käyttää tarvittavia tulo- ja lähtöparametreja funktion toiminnan suorittamiseksi. (CX-one ja loogikkaohjelmointi. [Viitattu: 18.7.2010].)

Kuvassa (21) On teränvoitelu esitetty toimilohko-ohjelmointina.



Kuva 21. Toimilohko-ohjelmointi

5.3.3 Käskylista-ohjelmointi

Käskylistaohjelmointi on niin sanottu rakenteellinen tekstieditori, tämä ohjelmointitapa sisältää yksinkertaisia tekstimuotoisia komentoja ja se muistuttaa Basic tai Pascal- ohjelmointikieltä. Ohjelman peruskäskyt perustuvat IF-THEN-ELSE- rakenteeseen. Käskylista-ohjelmoinnissa on se hyvä puoli, että samaa ohjelmakoodia voidaan soveltaa helposti toisten ohjelmoitavien logiikoiden valmistajien laitteisiin. Peruslogiikan ohjelmointi on tällä tavalla hankalampaa kuin relekaaviolla, mutta mutkikkaampien laskentaoperaatioiden tekeminen on joustavampaa. (Keinänen ym. 2007, 224.)

```
(*Alahinnan ohjaus*)
Hihna hissiin:=1;
(*Paletin ohjaus hissiin*)
IF Paletti_stopparilla
AND Hissi_alhaalla
AND NOT Hissi_taynna THEN
    Stoppari:=1;
    Hissin_hihna_sisaan:=1;
END_IF;
IF Paletti_ohi_stopparin THEN
    Stoppari:=0;
END_IF;
IF Paletti_hississa THEN
    Hissin_hihna_sisaan:=0;
END_IF;
(*Apumuuttuja paletin seuranta varten*)
(*SR*)
SR_2(SET1:=Paletti-ohi_stopparin,RESET:=Paletti_ulos_hissista);
Hissi_taynna:=SR_2.Q1;
(*Hissin nosto*)
IF Hissi_taynna
AND Kuiluanturi THEN
    Hissi_ylos:=1;
ELSE Hissi_ylos:=0;
END_IF;
(*Paletin poisto hissista*)
IF Hissi_ylhaalla
AND Hissi_taynna THEN
    Hissin_hihna_ulos:=1;
ELSE Hissin_hihna_ulos:=0;
END_IF
(*TOF*)
TOF_3(IN:=Hissi_ylhaalla,PT:=time#6s);
Hihna_hissista:=TOF_3.QQ;
(*Hissin lasku*)
IF NOT Hissi_taynna
AND Kuiluanturi
AND NOT Hissi_alhaalla THEN
    Hissi_alas:=1;
ELSE Hissi_alas:=0;
END_IF;
```

Kuva 22. Käskylistaohjelmointi (Ketola 2010)

6 SERVOKÄYTTÖ

6.1 Servotekniikka

Servotekniikassa säädetään dynaamisesti jonkun suureen tilaa tarkasti ja nopeasti. Tällaisia suureita ovat esimerkiksi nopeus, asento, vääntömomentti, voima tai kiihtyvyys. Servojärjestelmä koostuu moottorista, servovahvistimesta, servo-ohjaimesta ja takaisinkytkennästä. Yleisimmin käytettyjä servoja ovat asema- ja nopeusservot. Järjestelmässä on yleensä jonkinlainen käyttöliittymä, jonka avulla järjestelmään voidaan syöttää haluttuja parametreja. Digitaalisissa järjestelmissä servo-ohjain suorittaa säätöarvojen laskennan signaaliprosessorilla. Takaisinkytkennät tuodaan servo-ohjaimelle signaaliprosessori hoitaa takaisinkytkentäarvojen ja ohjearvojen vertailun ja laskee tarvittavat arvot moottorin säätämiseksi. Nämä arvot lähetetään servovahvistimelle, joka syöttää moottorille jännitettä ja virtaa säätöarvojen mukaisesti. Säättöjärjestelmän tehtävänä on pitää eresignaali nollana, tällöin ohjesignaali on sama kuin takaisinkytkentäsignaali ja järjestelmä toimii ohjeen mukaisesti. Servokäytön toiminta voidaan jakaa kahteen tilaan: jatkuvaan ja dynaamiseen tilaan. Jatkuvassa tilassa ohjesignaali pysyy muuttumattomana, silloin järjestelmän on kyettävä ylläpitämään saavutettua tilaa eli esimerkiksi moottorin nopeutta vakiona. Dynaamisella tilalla tarkoitetaan tilaa, kun ohjesignaali muuttuu, tällöin moottoria on kiihdytettävä tai jarrutettava, että se pääsee ohjeen mukaiseen tilaan. (Fonselius ym. 1998, 7-11.)

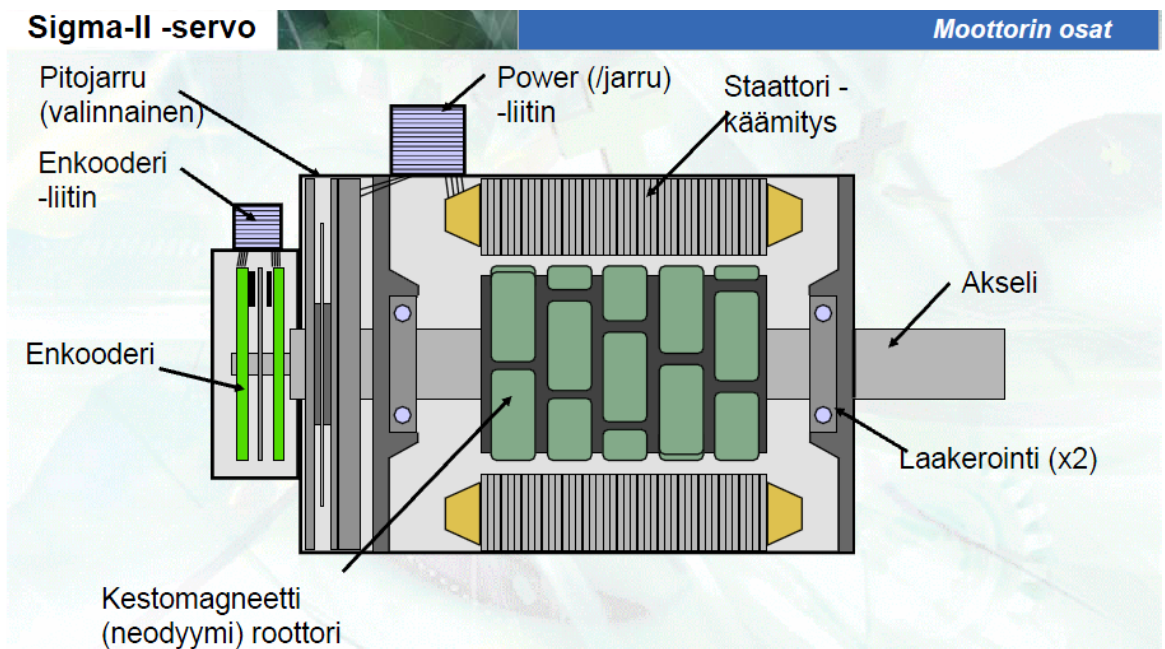
6.2 Servomoottori

Servomoottorit ovat erikoisrakenteisia tasa- tai vaihtovirtamoottoreita. Sähkömoottoreita, joiden ominaisuudet soveltuvat takaisinkytkettyyn säätöön, kutsutaan servomoottoreiksi. Servomoottorit voidaan jakaa toimintaperiaatteen mukaan neljään eri servo-moottorityyppiin seuraavasti: hiiliharjallinen tasavirtaservomoottori (DC) asynkroninen, hiiliharjaton tasavirtaservomoottori synkroninen, synkroni vaihtovirtaservomoottori, asynkroni vaihtovirtaservomoottori. Vanhemmat servomoottorit

olivat yleisemmin tyypiltään DC-moottoreita, koska virransäätö toimi diodi-portin avulla. Transistoreiden kehittyessä suurempien ja korkeataajuisempien virtojen säätöön soveltuviksi on AC-servo-tekniikka yleistynyt. Servomoottoreiden suurin eroavaisuus muihin moottoreihin on niiden pieni hitausmomentti eli kyky vastustaa pyörimistä. Servomoottorit on suunniteltu toimimaan ylikuumenematta laajalla nopeusalueella sekä ylläpitämään nolllanopeudella riittävän suuri momentti kuorman paikallaan pitämiseksi. Moottorin koteloon on integroitu servokäytössä tarvittava takaisinkytkentäanturi, anturitiedon perusteella tiedetään moottoriakselin asema tai nopeus. (VTT. [Viitattu 2.8.2010].)

6.3 AC-synkroniservomoottori

Servomoottoreiden magnetointi on yleensä toteutettu kestopagneeteilla. Kestomagnetoinnilla saavutetaan tasainen magneettikenttä, lineaarinen virta / momentti-riippuvuus ja hyvä hyötysuhde sekä jäähdytysominaisuudet. Kestomagneettimoottoreiden lineaarinen ominaiskäyrä mahdollistaa helpon säädettävyyden. Servomoottoreihin on saatavilla lisävarusteena seisontajarru. Jarru aktivoituu kun moottorin käämi on jännitteetön. Aktivoituessaan jousikuormitetun jarrulevyn jouset painavat jarrulevyn rungossa olevaa kitkapintaa vasten ja estävät moottorin pyörimisen. Staattorissa ei ole ilmvälejä, koska ilmvälit on täytetty lämpöjohtavalla täytteellä, staattori on koottu segmenteistä joten käämien urat ovat täysin suljetut. Roottorissa ei kulje virtaa eikä myöskään synny lämpöä. Moottorin rakenne on yleensä täysin suojattu ja itsejäähdytteinen. (Lehtonen 2008, 12-19.)

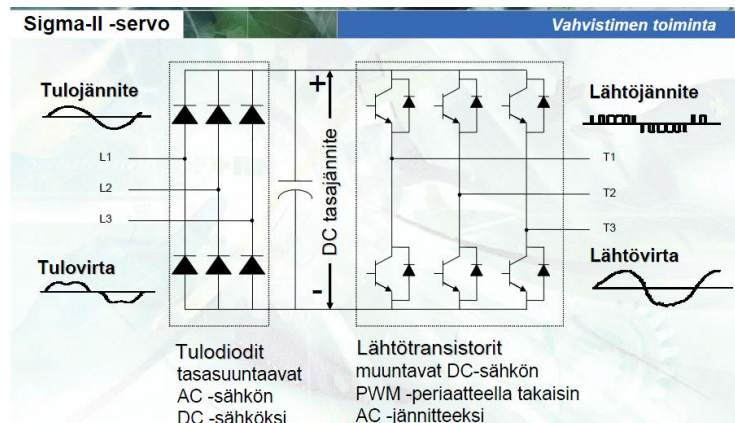


Kuva 23. AC-Synkroniservomoottorin rakenne (CX-one ja servotekniikka. [Viitattu: 25.7.2010].)

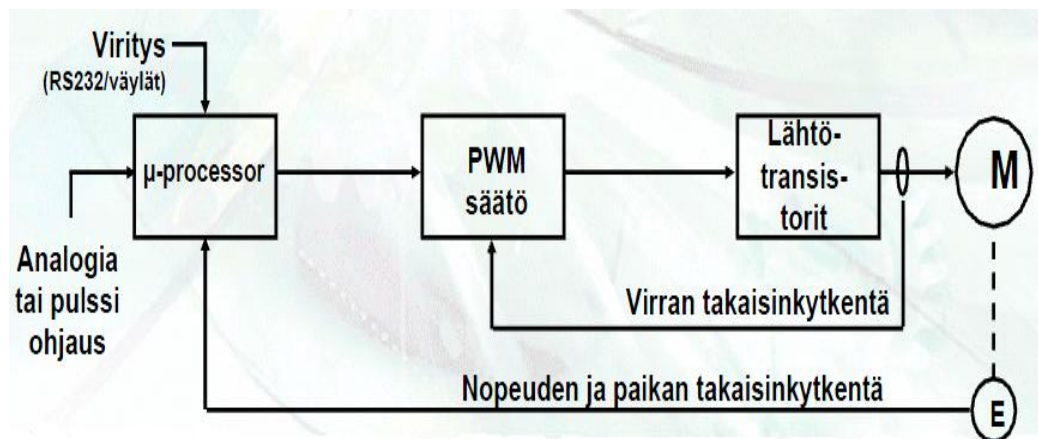
6.4 Servovahvistin

Servovahvistimen tehtävänä on syöttää servomoottorille sen tarvitsema virta. Servovahvistimen syöttöjännite on yleensä vaihtovirtaa. Vahvistimessa tasasuuntaaja muodostaa syöttöjännitteestä halutun tasajännitteen välipiiriin. Välijännitepiirinjännitteestä muodostetaan hakkuriperiaateasteella moottorille sopiva jännite ja virta. Moottorin nopeussäätäjä ja virtasäätäjä ohjaa servovahvistimen hakkuripääteasteen toimintaa. Kuvassa (24) on servon-lohkokaavio. Servovahvistimet on ennen toteutettu analogiatekniikalla, mutta nykyään käytetään pääasiassa digitaalitekniikalla toimivia servovahvistimia. Digitaalisen servon edut verrattuna analogisiin servoihin ovat seuraavat: viritys elektronisesti parametroimalla, parempi toistotarkkuus verrattuna analogiseen servoon, parametrit voidaan lukea tietokoneella, ja mahdollistaa autotunig -toiminnon. Kuvassa (25) on servovahvistimen yksinkertaistettu toimintakaavio.

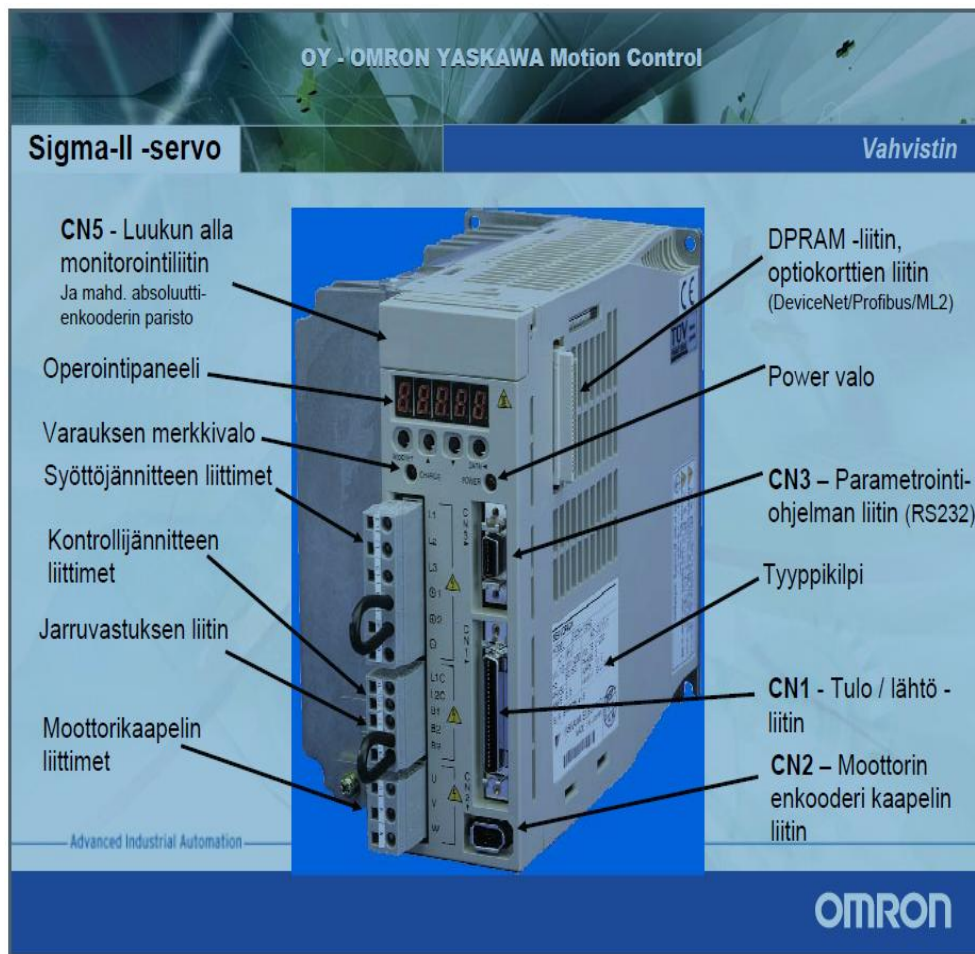
Servovahvistimessa on yleensä seuraavat säädöt: vahvistus, integrointi, takaisinkytkentä, nollapiste, kiihdytys ja hidastusrampien, virranrajoitus säädöt ja säätöpiirin lukitus. Servovahvistin tarvitsee tulopuolelle suodattimen ja maadoitukseen pitää kiinnittää huomiota, että laitevalmistajan ohjeita noudatetaan. Kuvassa (26) on servovahvistimen kytkentäpisteet. (Fonselius ym. 1998,131-133.)



Kuva 24. Sigma-II-servon lohkokaavio (CX-one ja servotekniikka. [Viitattu 25.7.2010].)



Kuva 25. Servovahvistimen toimintakaavio (CX-one ja servotekniikka. [Viitattu 25.7.2010].)



Kuva 26. Sigma-II-servon kytkennät ja ohjauspaneeli (CX-one ja servotekniikka. [Viitattu 25.7.2010].)

7 TYÖN TOTEUTUS

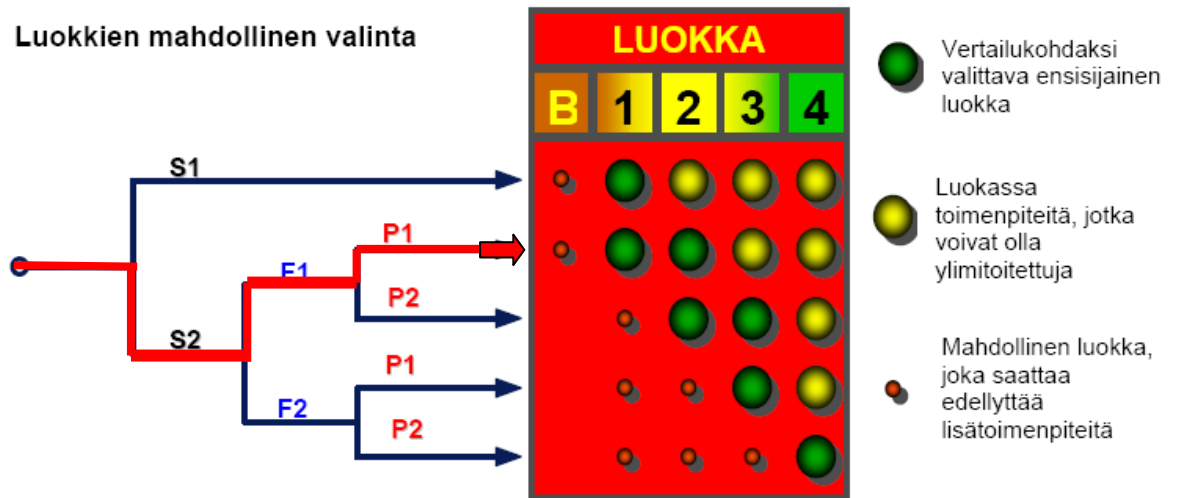
7.1 Ohjausjärjestelmän valinta

Ohjausjärjestelmäksi tähän työhön valittiin ohjelmoitava logiikka ja putken syöttöön servomoottori. Tämän järjestelmän valintaan vaikutti etenkin se, että haluttiin muuttaa vanha reletekniikalla toimiva järjestelmä paremmin nykyaikaa vastaavaksi järjestelmäksi ja helpommin tuleviin muutoksiin sopeutuvaksi järjestelmäksi. Lisäksi tällä järjestelmällä voidaan putkensyötön nopeutta säätää ja siten saada nostettua koneen tehoa suuremmaksi. Ohjelmoitavan logiikan tehtävänä on vastaanottaa tietoa järjestelmään liitetyiltä antureilta, servovahvistimelta ja käyttöliittymästä. Saatujen tietojen perusteella ja logiikkaan tehdyllä ohjelmalla logiikka ohjaisi makasiiniaseman, nostoa/laskua, täryn moottoria, putken siirtoon käytettävää servomoottoria, sirkkelin moottoria ja paineilmaventtiileitä. Järjestelmän toimilaitteiden ohjaukseen valittiin Omronin CJ1M-cpu22 ohjelmoitava logiikka

7.2 Keskuskaavio

Keskuskaavio piirrettiin Cads Planner Electric -ohjelman version 14.0.10 keskuskaaviosovelluksella. Kaaviossa on johdonsuojat kokomerkintöineen, moottoreiden tarvitsemat kontaktorit, moottorisuojakytkimet ja moottoreille vedettävät kaapelityypit. Keskuskaaviosta, on kuva liitteessä 1.

7.3 Turvaluokan määrittäminen hätäseis-piirille



Turvaluokan määrittäminen eteni seuraavasti: ensin arvioitiin parametrin S1 tai S2 valintaan vaikuttavat tekijät. Parametrin S1 valintaan päädyttäisiin, jos vammoista selvitettäisiin ilman jälkivaikutuksia oleviksi ruhjeiksi tai haavoiksi. Valinnassa päädyttiin parametriin S2, koska koneessa on pyörivä terä ja puristin, joista on mahdollisuus saada vakavia vammoja. Parametrin F1 tai F2 valintaan vaikuttavat tekijät eli kuinka suuri on vaaralle altistumisen kesto/taajuus. Parametrin F1 valinta tehtäisiin, jos vaaralle altistumisen kesto/taajuus on vain silloin tällöin. Parametrin F2 valinta tehtäisiin, jos vaaralle altistumisen kesto/taajuus tapahtuu säännöllisesti koneen työkierron aikana. Valinnassa päädyttiin parametriin F1, koska vaaralle altistuminen tapahtuu harvoin. Parametrin P1 tai P2 valintaan vaikuttavat tekijät ovat seuraavat: valvottu tai ilman valvontaa oleva kone, koneen käyttö ammattilaisten tai ammattitaidottomien toimesta, vaaran syntymisen nopeus, vaaran välttämisen mahdollisuus, aikaisemmin saadut käytännön kokemukset koskien koneen turvallisuutta. Todettiin, että vaaratekijöitä on olemassa, mutta ne ovat selvästi nähtävissä ja vältettävissä koneen huolellisella käytöllä. Valinnassa päädyttiin parametriin P1. Valituksi tulivat S2 ja F1 sekä P1, mistä johtuen hätäseis-piirin turvaluokaksi voitiin valita luokka 2.

7.4 Piirikaavio

Piirikaaviot piirrettiin Cads Planner Electric -ohjelman version 14.0.10 piirikaavio-sovelluksella. Kaaviossa on esitetty logiikan tulojen johdotukset riviliitinmerkintöineen. Niistä selviää kaikkien käyttöliittymässä olevien ohjauskytkimien ja painikkeiden ja koneessa olevien antureiden kytkennät. Lisäksi siinä on esitetty logiikan lähtöjen kytkennät välireleille ja välireleiltä lähtevät kytkennät magneettiventtiileille ja moottoreiden kontaktoreille. Häätäseis-painikkeiden ja turvareleen kytkennät on myös esitetty piirikaaviokuvissa. Piirikaaviosta esimerkkikuvat logiikan tulojen, käyttöliittymän kytkimien, välireleiden ohjauksista moottorikontaktoreille ja magneettiventtiileille (LIITE 2)

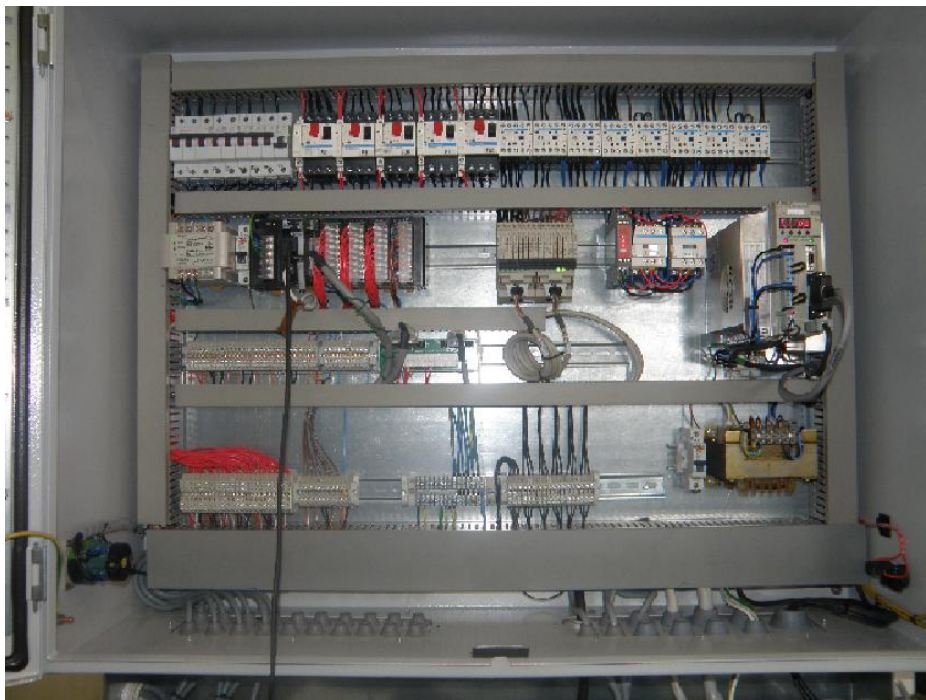
7.5 Keskuslayout

Keskuslayout-kuva on piirrettiin Cads Planner Electric -ohjelman version 14.0.10 keskuslayoutsovelluksella. Layoutkuvassa on piirretty kaikki komponentit niiden oikeilla mitoilla kuvaan, tällä varmistetaan komponenttien sopivuus siihen tilaan mihin ne lopullisesti tulevat. Keskuksen valmistuksessa voidaan tätä kuvaa käyttää sitten hyväksi, ettei komponentteja tarvitse sovitella myöhemmin niille varattuun tilaan. Keskuslayout-kuva on liitteessä 3.

8 KESKUSVALMISTUS JA KÄYTTÖLIITTYMÄ

8.1 Sähkökeskus

Keskus valmistettiin suunnitelmien mukaisesti Enston Cubo E -seinäkaappiin. Keskus valmistettiin Vimpelin Voima Oy:n omana työnä. Keskuksen sähkösyöttö tuotiin keskuksessa olevalle turvakytkimelle kumikaapelilla VSB 5x2.5 S työpaikkakeskuksesta. Keskus sisältää lisäksi johdonsuojakytkimet, moottorisuojakatkaisijat, kontaktorit, virtalähteen 24 VDC, logiikkayksiköt, välireleet, turvareleen, servosuotimen, servovahvistimen, magneettiventtiilien virtalähteen 24 VAC, riviliittimet ja johtokourut. Logiikan transistorilähdöillä ohjataan välireleitä. Välireleinä käytettiin kahdeksasta releestä koostuvaa valmista pakettia, missä käytettiin lisäksi valmista johdinsarjaa, joka on logiikan päästä auki kammattu, tällä vähennettiin kytkentätöitä. Servovahvistimen ja logiikan välillä käytettiin myös valmiita johdinsarjoja kytkentätöiden helpottamiseksi.



Kuva 27. Sähkökeskus

8.2 Keskuksen silmämääräinen tarkastus

Sähkökeskuksen ja sinne asennettujen komponenttien silmämääräinen tarkastus tehtiin jännitteettömänä ennen keskuksen käyttöönottoa. Silmämääräisesti tarkastetaan komponenttien sekä johdinten eristysten kunto. Lisäksi tarkastettiin johdinten poikkipinta-alat sekä asennustavat, suoja- ja kytkinlaitteiden suunnitelmien mukaisuus. Silmämääräisesti tarkastettiin myös käytettyjen johtimien värien oikeellisuus sekä keskuksen vaadittavat merkinnät.

8.3 Käyttöliittymä

Koneen käyttöliittymä (kuva 21) rakennettiin Enston Cubo F -koteloon. Kotelossa on Omronin NT11 -käyttöpääte, hätäseis-painike, yhdeksän nokkakytkintä ja kymmenen painonappia koneen ohjausta varten. Omron NT11 -ohjelmointi tapahtuu NS-Designer-ohjelmalla. Ohjelmat siirrettiin tietokoneelta sarjakaapelia käyttäen logiikan muistiin.



Kuva 28. Käyttöliittymä

9 ASENNUS KOHTEESSA

Asennus kohteessa alkoi purkamalla ensin vanha järjestelmä käytöstä pois. Seuraava vaihe oli, että asennettiin sähkökeskus, käyttöliittymä ja rajakytkimet paikoilleen. Seuraavaksi tehtiin johtoreittien asennus, mitkä koostuivat lankahyllyistä ja alumiiniputkista. Sitten oli vuorossa kaapelointi moottoreille, antureille, magneettiventtiileille ja sähkökeskuksen ja käyttöliittymän välinen kaapelointi. Servovahvistimen ja servomoottorin välinen kaapelointi tehtiin valmiilla johdinsarjoilla, koska tällä tavoin nopeutettiin asennustyötä. Seuraavaksi tehtiin antureiden, moottoreiden ja magneettiventtiileiden kytkennät kyseessä olevien laitteiden päässä. Seuraava vaihe oli kytkeä sähkökeskus ja käyttöliittymän kaapelit riviliittimiin ja tarkistaa asennukset.

9.1 Käyttöönottomittaukset

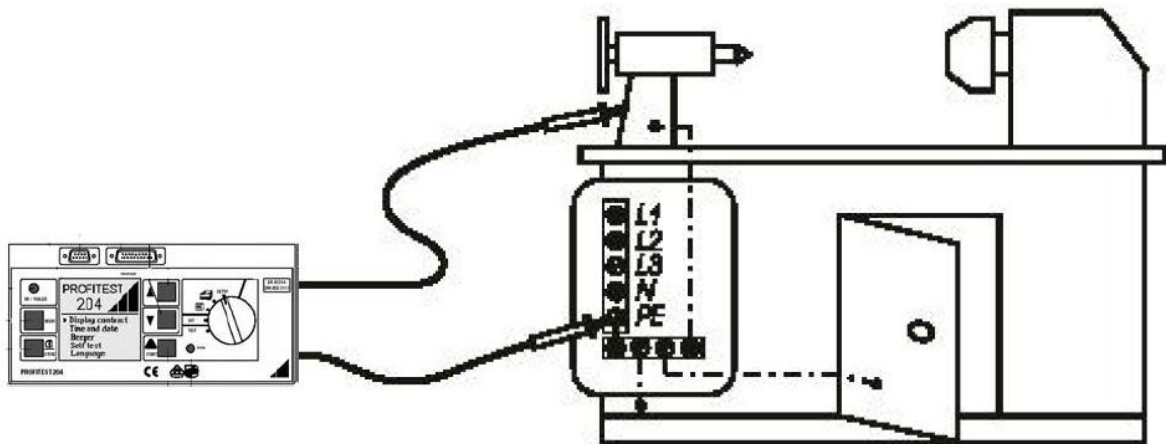
Käyttöönottomittauksissa tehtiin suojamaadoituspiirin jatkuvuusmittaus ja eristysvastusmittaus mitkä kuuluvat lakisääteisiin tarkistuksiin.

9.1.1 Suojamaadoituspiirin jatkuvuus mittaus

Suojamaadoituspiirin jatkuvuusmittauksella varmistettiin riittävä maadoitus asennetun koneen suojamaadoituspiirin eri pisteiden ja sähkökeskuksen maadoitusliittimen välillä. Suojamaadoituspiirin eri pisteillä tarkoitetaan asennetussa koneessa sijaitsevien moottoreiden asennuspetiä. Mittauksessa käytetään mittauslaitteesta johdettua 50 Hz:n taajuista 10A-koestusvirtaa. Mittauksella selvitettiin jännitteenalenuma mitattavassa suojajohdinhaarassa. Mittaustulos on hyväksyttävä, kun koestuspisteen ja maadoitusliittimen välinen jännite ei ylitä taulukossa 2 annettuja arvoja

Taulukko 2. Sallittu jännitteen alenema suojajohtinhaarassa

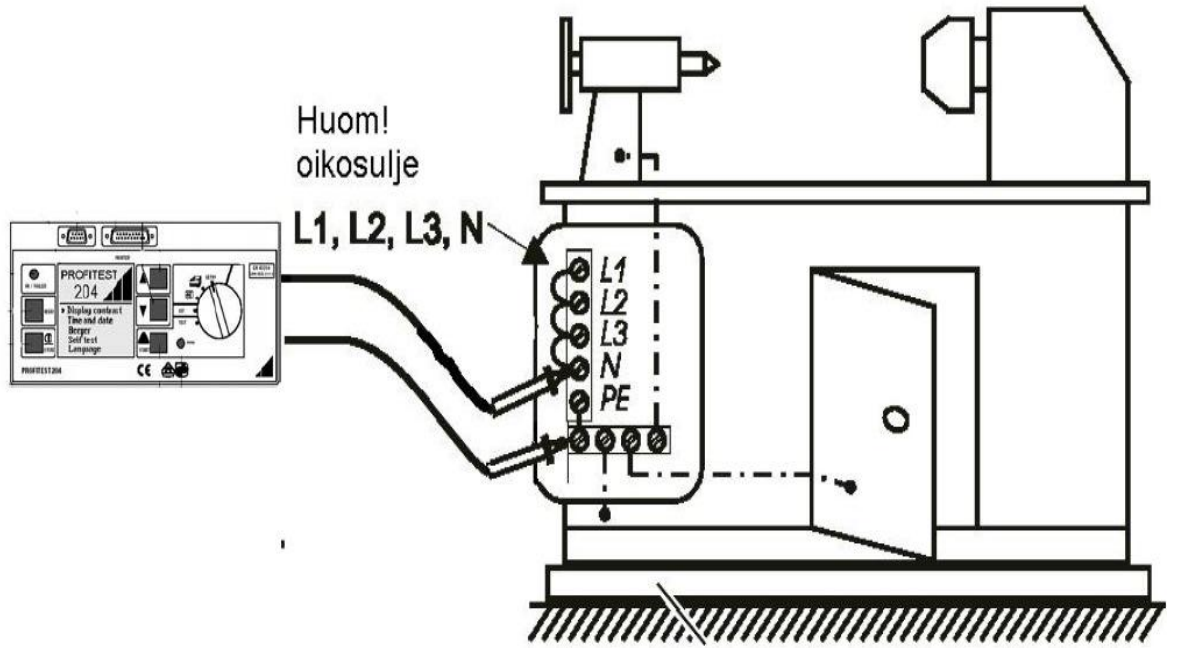
Koestettavan suojajohtimen johdinpoikkipinta-ala [mm ²]	Suurin mitattu jännitteenalenema 10A koestusvirralla [V]
1.0	3.3
1.5	2.6
2.5	1.9
4.0	1.4
>6.0	1.0



Kuva 29. Suojamaadoituspiirin jatkuvuusmittauksesta

9.1.2 Eristysvastusmittaus

Eristysvastusmittauksella varmistettiin, että koneen jännitteiset osat ovat riittävästi eristettyjä maasta. Eristysvastus mitattiin suojajohtimen ja oikosuljettujen vaiheiden ja nollajohtimen väliltä. Testijännitteenä käytettiin 500 tai 1000 V:n tasajännitettä, kun koneen nimellisjännite on alle 1000V. Eristysvastus on hyväksyttävä, kun mitattu arvo on vähintään 1MΩ.



Kuva 30. Eristysvastusmittauksesta

10 KÄYTTÖÖNOTTO

Käyttöönotto aloitettiin säätämällä sähkökeskuksessa olevat moottorisuojakytkimet vastaamaan moottoreiden nimellisvirtoja. Moottoreiden pyörimissuunnat testattiin. Makasiiniaseman toiminta tarkastettiin ja todettiin siinä olevien rajakytkimien toimivuus. Sirkkelin toiminta tarkastettiin käyttämällä sitä ja seuraamalla, että myös terän voitelu toimii. Purkupaikan valintaan liittyvä toiminta myös testattiin. Nämä testit tehtiin käyttöliittymän käsiajotoiminnolla eikä makasiiniasemaan laitettu katkaistavia putkia.

10.1 Logiikkaohjelma

Logiikkaohjelma koostuu kuudestatoista eri osiosta. Ohjelma ohjelmoitiin kosketinkaavioperiaatteella CX-Programmer 7.01 -ohjelmalla. Ohjelman rungosta on kuva liitteessä 4.

10.2 Käsiajo

Ajotavan valintakytkimen ollessa käsiajolla se on tarkoitettu lähinnä laitteiden eri osioiden ajoon. Tällä ajotavalla voidaan nostaa ja laskea makasiiniasemaa, käynnistää makasiiniaseman täry pienemmällä tai suuremmalla teholla, käynnistää sirkkeli pienemmällä tai suuremmalla pyörimisnopeudella, käynnistää terän voitelu, valita purkupaikka vasemmalle tai oikealle puolelle konetta, siirtää ja katkaista putki. Mutta sillä voidaan suorittaa myös ohjelman yksityökierto kun painetaan Tee kappale -painonapista.

10.3 Automaattiajo

Ajotavan valintakytkin automaattiajolle, makasiiniaseman kytkin automaattiajolle, täryn voimakkuuden valinta joko 1 tai 2, sirkkelin nopeus joko 1 tai 2, mitan valintakytkin mittarajalle, valittu mittaraja 1 tai 2, purkupaikan valintakytkin joko vasen tai oikea, terän voitelu päälle, ja käyttöliittymästä annettu tehtävä kappalemäärä. Automaattiajo käynnistyy, kun painetaan Tee kappale –painiketta. Putken siirto lähtee käyntiin ja siirtää putkea mittarajalle, mikä pysäyttää siirron ja käynnistää sirkkelin laskun putken katkaisuun. Putken katkaisun tapahduttua kappale putoaa valittuun purkupaikkaan, sirkkeli nousee ylös ja tämä käynnistää taas putken siirron. Makasiiniasema nousee tarvittaessa ylöspäin ja siirtää lisää putkea katkaisuun. Kone katkaisee niin monta kappaletta kuin käyttöliittymästä annettiin kappalemääriä. Automaattiajo voidaan keskeyttää koska tahansa Stop -napilla.

10.3.1 Putkenmitta mittarajalla

Mittarajalla ajovalinta tehdään kytkimestä jossa vaihtoehtoina on mittaraja tai servovalinta. Putken mitan katkaisuun käytetään mittarajassa olevaa rajakytkintä, jota voidaan säätää hyvin tarkasti rajassa olevalla säätöpyörällä. Tällä vaihtoehdolla päästään hyvin tarkkaan toleranssiin putken mitan katkaisussa.

10.3.2 Putkenmitta servolla

Putkenmitta servolla -ajovalinta tehdään kytkimestä, jossa vaihtoehtoina on mittaraja tai servovalinta. Tällä ajotavalla ei päästy riittävän tarkkaan tulokseen putken mitassa. Tämä johtui lähinnä siitä, että vetopyörästä luistaa öljyisessä putkessa ja aiheuttaa epätarkkuutta katkaisussa. Putken katkaisun toleranssi on pieni ± 0.2 mm.

11 YHTEENVETO

Putkenkatkaisukone saatettiin toimintakuntoon ja tuotanto koneella voitiin aloittaa uudestaan ohjausjärjestelmän uusimisen jälkeen.

Työn aluksi tehtiin suunnitelmat siihen vaiheeseen, että tiedettiin tarvittavat materiaalit ja niistä pyydettiin tarjoukset, minkä jälkeen voitiin tehdä materiaaleista tilaukset.

Sähkösuunnitelmien piirtäminen sujui hyvin, tässä auttoi pitkä työkokemus alalta. Logiikan ohjelmointi sujui melko hyvin lukuun ottamatta servolla tapahtuvaa liikkeen ohjausta. Tähän servo-osuuteen täytyi perehtyä tarkasti ja siitä piti hankkia paljon lisätietoa.

Ajotapa putkenmitta servolla ei onnistunut riittävän tarkasti, mikä johtui lähinnä siitä että putken katkaisutoleranssi on pieni. Suurin syy tähän mittatarkkuuden heittoon oli siinä, että putkea siirtävä vetopyörästä luistaa helposti öljyisessä putkessa ja aiheuttaa epätarkkuutta katkaisussa.

Voidaankin todeta ettei automaatiolla voida korjata mekaniikasta johtuvia ongelmia.

Uusitusta koneen ohjauksesta tuli kuitenkin toimiva kokonaisuus ja koneen tuotantoteho lisääntyi merkittävästi. Tulevaisuudessa tätä voitaisiin kehittää siten, että käytettäisiin hyväksi putkenmitta servolla ja mittarajalla yhdistelmää. Tällä tavalla toteutettuna saataisiin koneen tehoa nostettua varsinkin pitkillä putkenmitoilla.

LÄHTEET

- Asitek. 2010.[Verkkodokumentti]. [Viitattu 3.11.2010] Saatavissa: http://www.asitek.fi/index.php?option=com_content&id=17&Itemid=15&lang=fi
- CX-One ja Logiikkaohjelmointi. [pdf-julkaisu]. Omron [Viitattu 10.03.2010] Saatavissa: ftp://ftp.eu.omron.com/Koulutus-%20ja%20itseopiskelumateriaali/Omron%20koulutusmateriaaleja/CX_One%20ja%20logiikkaohjelmointi%202009_2.pdf Vaatii käyttäjätunnuksen.
- CX-One ja Servotekniikka. [pdf-julkaisu]. Omron [Viitattu 10.03.2010] Saatavissa: ftp://ftp.eu.omron.com/Koulutus-%20ja%20itseopiskelumateriaali/Omron%20koulutusmateriaaleja/CX_One%20ja%20servokaytöt%202009_2.pdf Vaatii käyttäjätunnuksen.
- Fonselius, J., Rinkinen, J. & Vilenius, M. 1998. Servotekniikka. Helsinki: Edita
- Hassinen, H. Koneautomaation koulutus lisää tuottavuutta ”Ei päiväystä”. [www-dokumentti]. Saatavana: http://www.automaatiovayla.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=320&Itemid=26
- Kallio, R. & Mäkinen, M. 2004. Teollisuuden sähköasennukset. Helsinki: Otava.
- Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Lähetkangas, M. & Sumujärvi, M. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjausjärjestelmät. Helsinki: WSOY
- Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Metso, T. & Putkonen, K. 2001. Koneautomaatio 2. Logiikat ja ohjausjärjestelmät. Helsinki: WSOY
- Ketola. 2010.[Verkkodokumentti]. [Viitattu 5.10.2010] Saatavissa: <http://www.tkk.fi/Yksikot/Auttieto/rap4/PLC-ohjelmointi-MStromman.pdf>
- Lehtonen, M. 2010. Kurssimateriaali. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. ICT-yksikkö. Vain sisäisessä käytössä
- Nokia. 2010.[Verkkodokumentti]. [Viitattu 3.11.2010] Saatavissa: <http://nokia.fi/tuotteet/kaikki-puhelimet/nokia-n8/lisalaitteet#galleryTab=demo>

- NT-Käyttöpäätteet. 2010. [pdf-julkaisu]. Omron. [Viitattu 09.03.2010]
Saatavissa: <ftp://ftp.eu.omron.com/Koulutus-%20ja%20itopiskelumateriaali/NTsarjan%20kayttopaatteetNTS46opas.pdf> Vaatii käyttäjätunnuksen.
- Ohjelmoinnin jatkokoulutus 1. [pdf-julkaisu]. Omron [Viitattu 10.03.2010]
Saatavissa: ftp://ftp.eu.omron.com/Koulutus-%20ja%20itseopiskelumateriaali/Omron%20koulutusmateriaaleja/Jatkokoulutus_I_CXP%202005.pdf Vaatii käyttäjätunnuksen.
- Pere, A. 1998. Sähköpiirustus: Kirpe Oy
- Siemens. 2010.[Verkkodokumentti]. [Viitattu 3.11.2010] Saatavissa:
siemens.fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/kayttoliittymat/operointipaneelit/kosketusnaytot.htm
- Tikli. 2010.[Verkkodokumentti]. [Viitattu 15.11.2010] Saatavissa:
<http://www.tikli.com/ovetjaikkunat/yritys/>
- VTT AC-servomoottori rakenne, vikaantuminen ja havainnointimenetelmät.[pdf-julkaisu]. [Viitattu 2.8.2010] Saatavissa:
http://virtual.vtt.fi/proj3/prognos/pdf/servomoottori_rakenne_vikaantuminen&havainnointi.pdf

LIITTEET

LIITE 1:Keskuskaavio

LIITE 2: Logiikan tuloista

LIITE 2: Käyttöliittymän kytkimistä

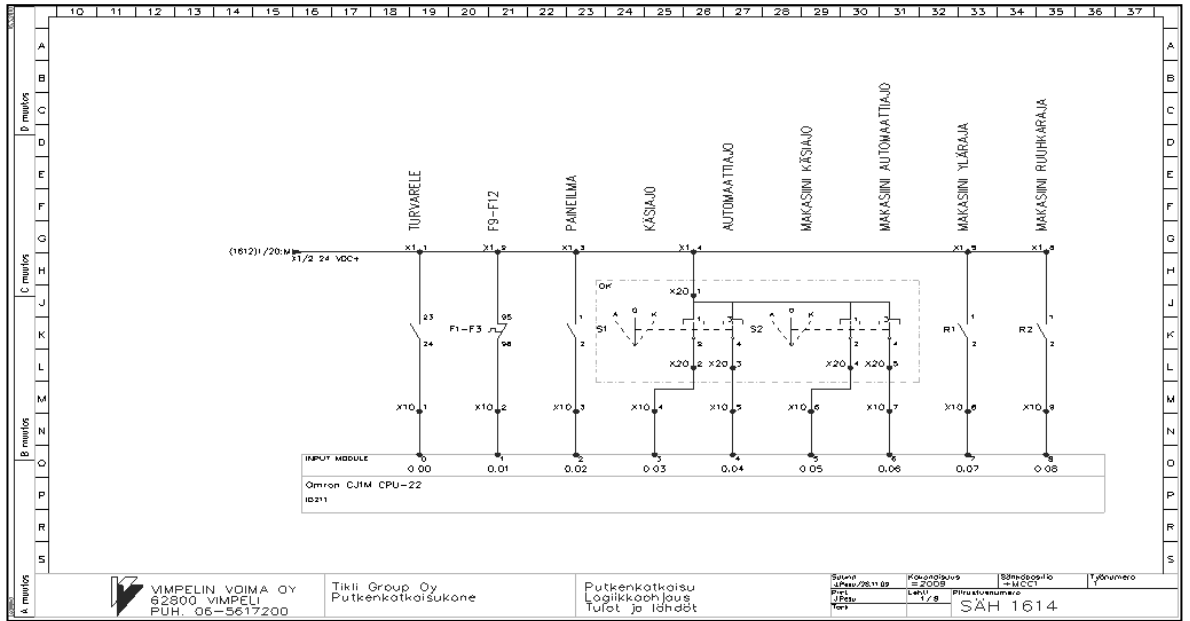
LIITE 2: Moottoreita ohjaavista välireleistä

LIITE 2: Magneettiventtiileitä ohjaavista välireleistä

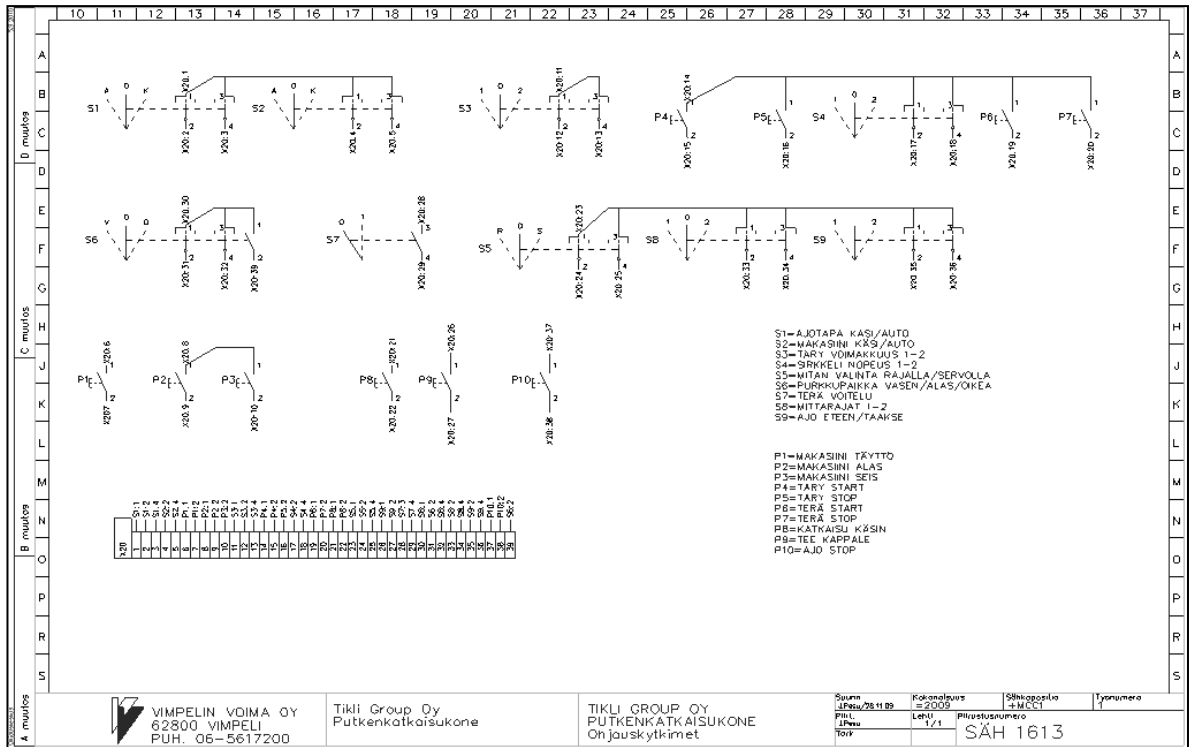
LIITE 3:Keskuslayout

LIITE 4: Logiikan osiot

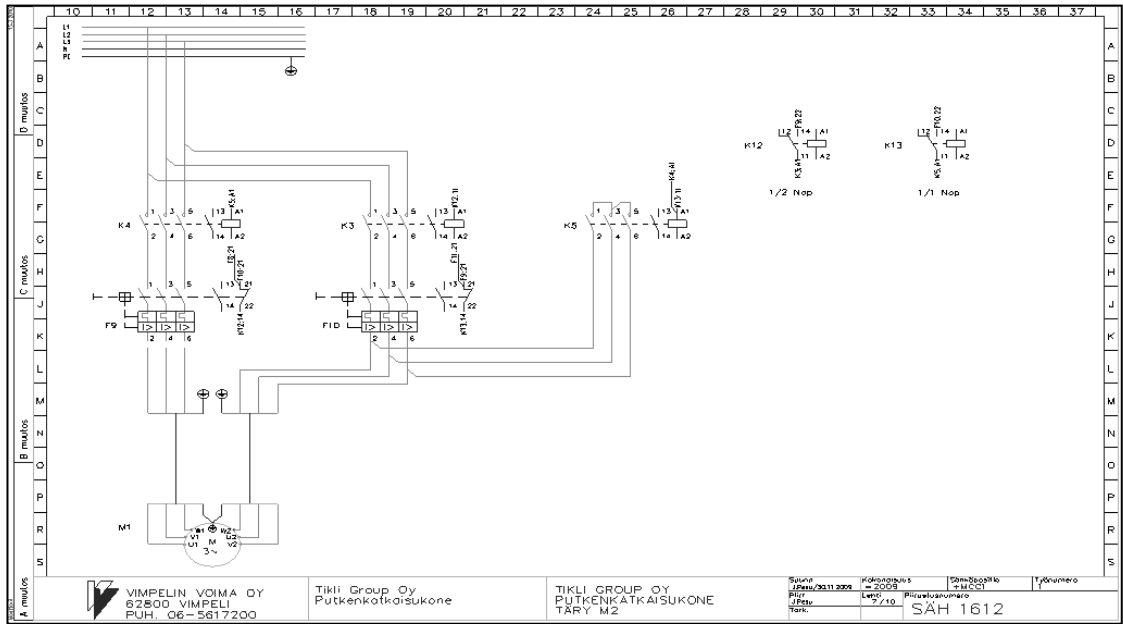
LIITE 2: Logiikan tuloista



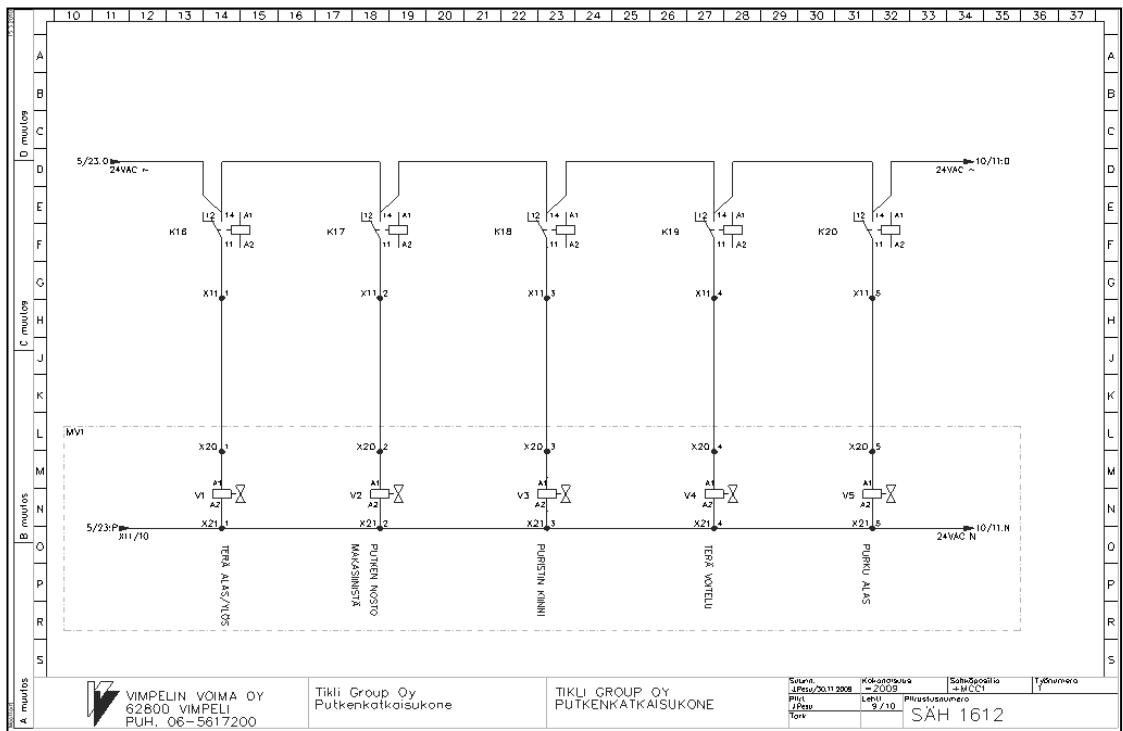
LIITE 2: Käyttöliittymän kytkimistä



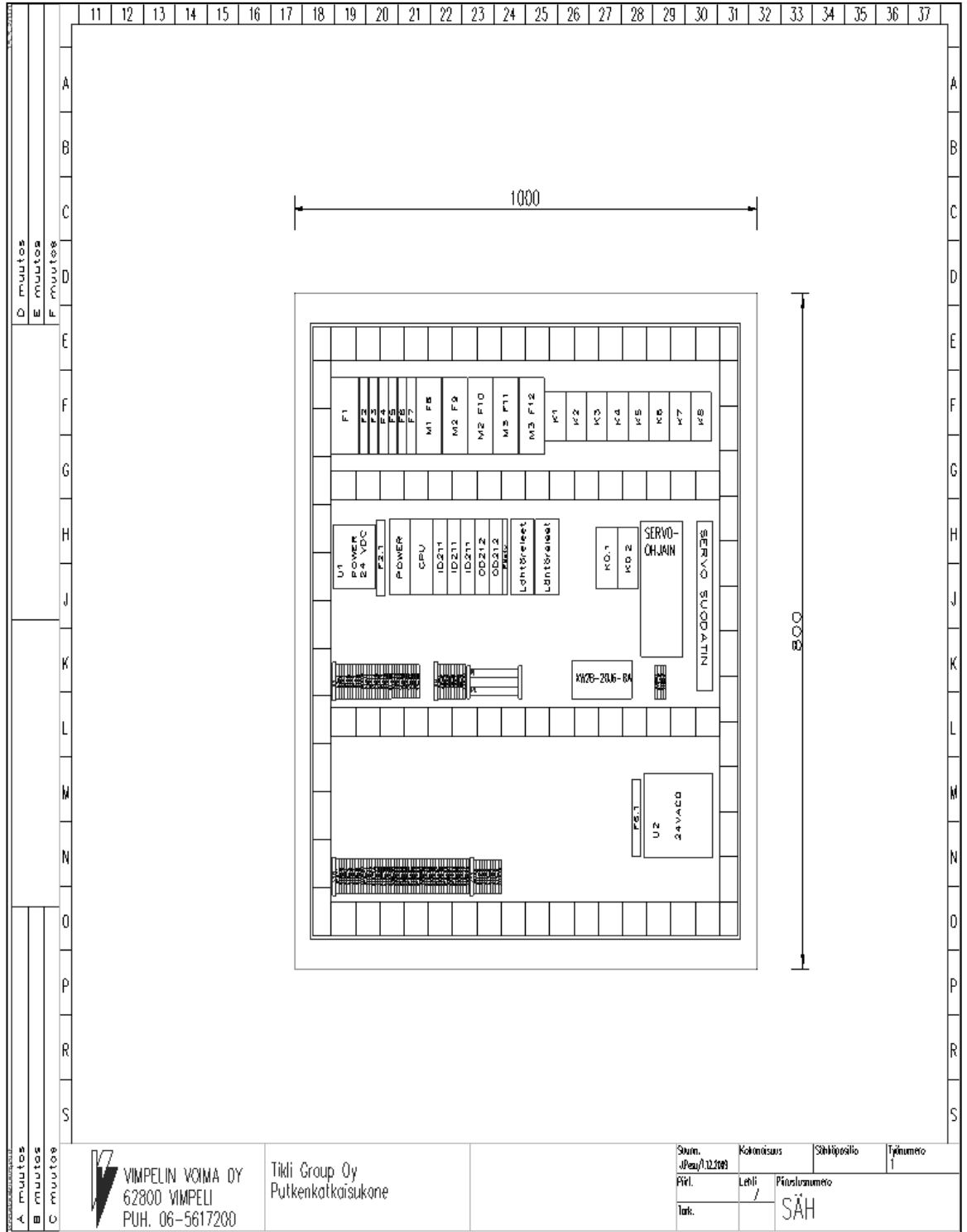
LIITE 2: Moottoreita ohjaavista välireleistä



LIITE 2: Magneettiventtiileitä ohjaavista välireleistä



LIITE 3:Keskuslayout



LIITE 4: Logiikan osiot

The screenshot displays the SIMATIC Manager interface for a project named 'Putkenkatkaisu17.3.2010ver1 - CX-Programmer - [Putkenkatkaisu.NewProgram1.Ohjaus [Diagram]]'. The project tree on the left shows the following structure:

- NewProject
 - Putkenkatkaisu[CJM] Offline
 - Symbols
 - IO Table and Unit Setup
 - Settings
 - Memory
 - Programs
 - NewProgram1 (00)
 - Symbols
 - Ohjaus
 - Makasini
 - Täry
 - Terän_nopeuden_valinta
 - Putken_pidin
 - Servo_lupa_ajaa
 - Putken_mitta_servolla
 - Putken_mitta_rajalla
 - Terän_voitelu
 - Mittaraja
 - Mitta_skaalaus
 - Katkaisu
 - Paneli_luvut
 - Purkupakka
 - Lähdöt
 - Sivunvaihto
 - Loppu
 - Function Blocks

The right side of the tree shows a vertical scale with numerical values: 0, 1, 3, 2, 7, 3, 11, 4, 16. An arrow points from the text 'Ohjelman eri osiot' to the 'Putken_mitta_servolla' object, which is located between the values 2 and 7.