

SIMATIC S7 LÄMPÖLAITOKSEN
POLTTOAINEENSYÖTÖN OHJAUKSESSA

Jarkko Turpeinen
TA-213

14.04.1997



Alkusanat

Tämän työn aihe on saatu Sähköfinne Oy:ltä. Sähköfinne Oy:n puolesta työn ohjaajana on toiminut tekninen johtaja Pekka Finne. Oppilaitoksen puolesta työn valvojana on toiminut tekn. lis. Juhani Miettinen.

Kiitän kaikkia työn valmistumisessa minua auttaneita henkilöitä.

Kuopiossa 14.04.1997

Jarkko Turpeinen



SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT

1 JOHDANTO	5
2 AUTOMAATIO	7
2.1 Automaatiomuodot	7
2.2 Automaatiojärjestelmä	9
2.3 Ohjaus ja säätö	9
2.4 Ohjausjärjestelmä	10
3 OHJELMOITAVAT LOGIIKAT	11
3.1 Yleistä	11
3.2 Ohjelmoitavan logiikan rakenne	11
3.3 Logiikan toiminta	13
3.4 Logiikan liittäminen prosessiin	14
3.4.1 Tuloyksiköt	14
3.4.2 Lähtöyksiköt	16
3.4.3 Analogiset tulo- ja lähtöyksiköt	17
4 LOGIIKKALAITTEISTO S7-300	18
4.1 Rakenne	18
4.1.1 Teholähde, Power Supply (PS)	18
4.1.2 Keskusyksikkö, Central Processing Unit (CPU)	19
4.1.3 Liityntäyksikkö, Interface Unit (IM)	19
4.1.4 Tulo- ja lähtöyksiköt, I/O-modules	20
4.2 Ohjelmointi	22
4.2.1 Uusi projekti	22
4.2.2 Laitteiston konfigurointi ja parametointi	23

4.2.3 Ohjelmointikielet	24
4.2.4 Yksiköt	25
4.2.5 Ohjelmointi tikapuukaavion avulla	25
4.2.6 Ohjelman testaus	26
4.2.7 Ohjelmointi käsiohjelmointilaitteella	27
5 LÄMPÖLAITOKSEN AUTOMATISOINTI	28
5.1 Puun palaminen	28
5.2 Ruuvisyöttö	29
5.3 Syöttösiilot	29
5.4 Säätolaitteet	30
6 POLTTOAINEENSYÖTTÖJÄRJESTELMÄN SANEERAUS	31
6.1 Lämpölaite	31
6.1.1 Ilma-savukaasupiiri	31
6.1.2 Polttoaineensyöttö	32
6.1.3 Tuhkanpoisto	33
6.2 Ilma-savukaasupiirin ohjaus	34
6.3 Polttoaineen- ja tuhkanpoistonohjaus logiikalla	35
6.3.1 Organisaatioyksikkö OB1	33
6.3.2 Ohjelmayksikkö FC10	36
6.3.3 Ohjelmayksikkö FC20	41
7 YHTEENVETO	42
8 LÄHTEET	43
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän teknikkotyön aiheena oli suunnitella uusi ohjausjärjestelmä Peltosalmella sijaitsevaan Iisalmen Sahat Oy:n lämpölaitoksen polttoaineensyöttöön. Vanha ohjausjärjestelmä toimii perinteisellä reletekniikalla. Uusi järjestelmä oli tarkoitus suunnitella logiikkaohjatuksi. Suunnitelma rajattiin jo alkuvaiheessa ulottumaan lämmityskattilan kiinteään polttoaineensyötön ja tuhkanpoiston ohjausjärjestelmän saneeraukseen.

Aluksi työ vaati tutustumista laitoksen toimintaan paikan päällä. Lämpölaitoksen käyttöpäällikön Pekka Ruotsalaisen opastuksella sain kokonaiskuvan laitoksen toiminnasta. Sain lisäksi päivitettyt versiot polttoaineensyöttöjärjestelmän piirustuksista. Piirustuksia ja paikan päällä prosessia seurattessani sain kuitenkin selvitettyä järjestelmän toiminnan.

Seuraavaksi aloitin logiikkaohjelman laadinnan. Pekka Finnen toivomuksesta logiikkalaitteeksi valittiin Siemensin Simatic S7. Ensimmäisenä vaiheena ohjelman laadinnassa oli tarvittavien I/O-pisteiden kartoitus. Tämän jälkeen aloitin varsinaisen ohjelman tekemisen. Päätin jo alkuvaiheessa tehdä uudesta ohjausjärjestelmästä, lisäten muutamia parannuksia, toiminnaltaan lähes samanlaisen kuin entinen ohjausjärjestelmä oli ollut. Tästä syystä itse relekaavioiden teko ei ollut kovin monimutkaista. Koska ohjausjärjestelmä vaatii useita kentältä muutettavissa olevia aika-asetuksia, oli ohjausjärjestelmään liitettävä myös analogiatuloja. Analogiatietojen käsittely vaatiikin jo laajempaa tietämystä logiikkaohjelmoinnista.

Valmista ohjelmaa ei voitu testata koulumme laitteilla, koska I/O-pisteiltään tarpeeksi suurta S7-logiikkaa ei ollut käytettävissä. Tästä syystä ohjelmanpuolivalmiin version (ilman analogiatuloja) testasin S5-135-

logiikalla. Analogiatuloja käsittelevän ohjelman osan testasin S7-300 logiikalla.

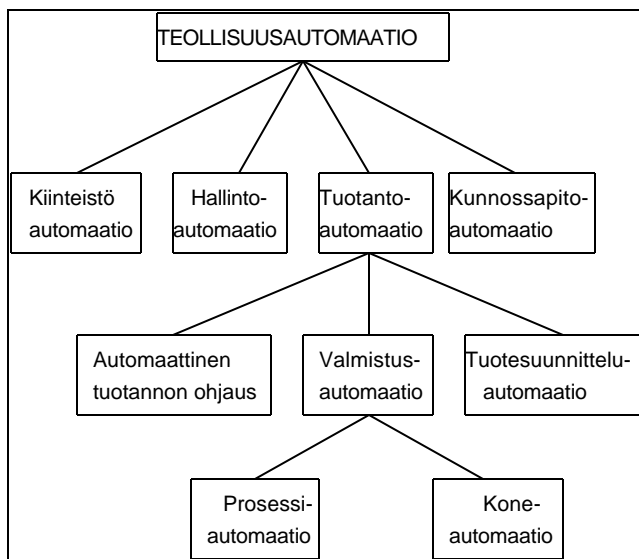
Vanhat piirustukset päivitin sekä uudet piirustukset laadin CADS-ohjelmistolla koulullamme. Piirustukset dokumentoin Pekka Finneltä saamieni ohjeiden mukaisesti.

Varsinaisessa kirjallisessa dokumentissa olen keskittynyt pääasiassa ohjelmitaviin logiikoihin sekä itse logiikkalaitteistoon. Omassa luvussa käsitellään myös puun käyttöä polttoaineena ja lämpölaitosta yleensä.

2 AUTOMAATIO

Automaatiolla tarkoitetaan automaattisten tuotantokoneiden ja -laitosten suunnittelua sekä pitkälle automatisoitujen koneiden ja tuotantolinjojen käyttöä. Teollisuusautomaatio voidaan kuvan 1 mukaan jakaa eri osa-alueisiin. Valmistusautomaation jakamiselle prosessi- ja koneautomaatioon on karkeasti ottaen perusteena tuotteen olomuoto. Koneautomaation piiriin kuuluu tavallisesti tuote, joka liikkuu tuotannossa kiinteänä kappaleena. Jako voidaan tehdä myös tuotantolinjan rakenteen perusteella.

Prosessiautomaatiossa tuote liikkuu putkissa, säiliöissä, kanavissa tai johtimissa. Koneautomaatiossa tuote liikkuu tuotantolinjalla useimmiten kuljettimilla



Kuva 1. Teollisuusautomaation osa-alueet.

2.1 Automaatiomuodot

Prosessi on automaation kohde. Automaatiomuodolla tarkoitetaan sitä konkreettista tapaa, jolla prosessia ohjataan. Automaatiomuodot koskevat lähinnä prosessin tuloja, lähtöjä ja ohjausta. Tulot ovat ne automaatiojärjestelmän osat, jotka ottavat vastaan tietoa prosessista tai käyttäjän

käsiohjauskäskystä. Lähdöt antavat tietoa joko suoraan prosessin toimilaitteiden ohjauksiin tai käyttäjälle tietoina prosessin tilasta. Ohjausosa käsittelee tuloilta saamansa tiedon ja ohjaa lähtöjä ohjausosan määräämällä tavalla. Automaatiomuodot jaetaan viiteen osaan seuraavasti:

1. Mekaaninen automaatio

- vivustot
- rattaat

2. Sähkömekaaninen automaatio

- tuloissa mekaaniset rajakytkimet, painonapit ja kytkimet
- lähdöissä kontaktorit, magneettiventtiilit

3. Elektroninen automaatio

- tuloissa perinteisten kytkimien lisäksi lähestymiskytkimet
- ohjausosassa logiikkajärjestelmä tai tietokoneohjaus
- lähdöissä puolijohdekytkimet

4. Pneumaattinen automaatio

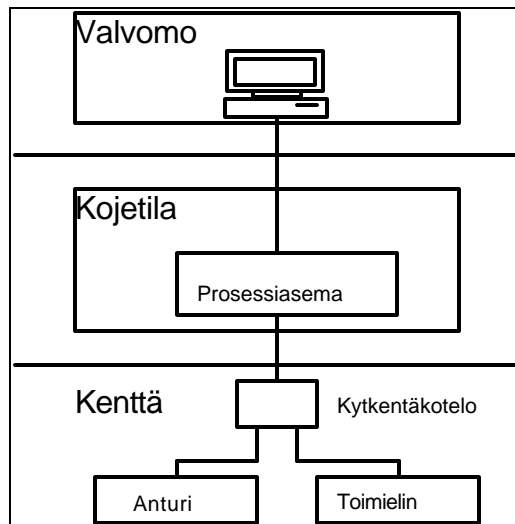
- tuloissa pneumaattiset anturit (räjähdysvaaralliset tilat)
- ohjausosassa pneumaattinen logiikkayksikkö
- lähdöissä ilmaohjatut venttiilit ja sylinterit

5. Hydraulinen automaatio

- hydraulikkaa vain lähinnä toimilaitteina
- lähdöissä hydraulisylinterit ja -moottorit.

2.2 Automaatiojärjestelmä

Automaatiojärjestelmä (kuva 2) sisältää kaikki ne laitteet, joiden avulla käyttäjä valvoo ja ohjaa prosessia. Prosessiin kuuluvia tulo- ja lähtölaitteita sanotaan kentälaitteiksi. Tietoa hankitaan prosessista tapahtuu mittausten avulla. Toimilaitteohjauksen tehtävänä on ohjaus- ja säätökäskyjen vahvistaminen ja prosessiin vaikuttaminen. Kojetilan laitteet koostuvat tehonsyöttöyksiköistä, viestienkäsittelylaitteista ja järjestelmän vaatimasta kaapeloinnista. Prosessiasema vastaanottaa mittalaitteilta tulevat viestit, muuntaa ne järjestelmän ymmärtämään muotoon sekä sovittaa järjestelmän antamat ohjaukset toimilaitteiden ymmärtämään muotoon. Valvomo muuttaa prosessin mittaus- ja hälytystiedot käyttäjän ymmärtämään muotoon ja tulkitsee käyttäjän antamat käskyt prosessiasemalle.



Kuva 2. Automaatiojärjestelmän rakenne.

2.3 Ohjaus ja säätö

Ohjauksella tarkoitetaan harkittua ja tahdonalaista muutosta prosessin kulkuun. Ohjauspäätös tehdään usein monen eri tiedon perusteella. Ohjaus

voi olla automaattista tai käsiohjausta. Ohjausviesti on usein binäärinen. Esimerkiksi käyntiin/seis ja auki/kiinni ovat ohjausviestejä. Sääto poikkeaa ohjauksesta siinä, että se perustuu jatkuvaan takaisinkytkentään säädön kohteesta. Säädössä verrataan prosessisuureen arvoa säätimeen asetettuun ohjearvoon. Vertailun perusteella ohjataan prosessiin vaikuttavaa toimiyksikköä. Portaittaisessa säädössä (ON/OFF-säätö) ohjausteholla on vain kaksi arvoa: kokonaan päällä tai kokonaan pois. Jatkuvässä säädössä säätösignaalilla voi olla mikä tahansa arvo väliltä 0 %...100 %.

2.4 Ohjausjärjestelmä

Ohjausjärjestelmällä tarkoitetaan sellaista automaatiojärjestelmää, jonka mittaus- ja ohjaussignaalit ovat binäärisiä. Siinä ei ole säätöjä.

Ohjausjärjestelmien automaatio toteutetaan pienautomaatiosovellutuksissa usein ohjelmoitavilla logiikoilla.

3 OHJELMOITAVAT LOGIIKAT

3.1 Yleistä

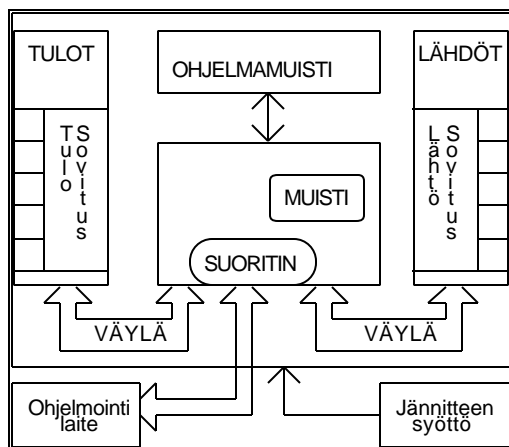
Ohjelmoitavien logiikoiden synty voidaan ajoittaa 1970-luvulle. Silloin USA:n kehittyvässä autoteollisuudessa alettiin etsiä uusia mahdollisuuksia tuotantolinjojen ohjauksiin. Ohjelmoitavat logiikat mahdollistivat tuotanto-ohjelman muuttamisen paljon helpommin kuin perinteinen, reletekniikalla toteutettu ohjausjärjestelmä. Ohjelmoitava logiikka PLC on lyhennys sanoista Programmable Logic Control. Suoraan suomennettuna se merkitsee ohjelmoitavaa loogista ohjausjärjestelmää. Jäljempänä tekstissä sanalla logiikka tarkoitetaan juuri PLC-laitteistoja.

Logiikoiden suorituskyky on parantunut prosessoreiden kehityksen myötä. Lisäksi nykyiset logiikkajärjestelmät on suunniteltu siten, että niiden käyttö on hyvin selkeää. Ohjelman testauksen tapahduttua tietokoneella tai kehittyneellä käsiohjelmointilaitteella on prosessien suunnittelu helpompaa ja havainnollisempaa kuin vanhoilla logiikkajärjestelmillä. Näiden ominaisuuksien myötä ovat logiikoiden käyttökohteet lisääntyneet.

3.2 Ohjelmoitavan logiikan rakenne

Ohjelmoitavat logiikat voidaan jakaa karkeasti pieniin kompakteihin logiikoihin ja modulaarisiin logiikoihin. Pienille ohjelmoitaville logiikoille on tyypillistä kiinteä rakenne. Tulojen ja lähtöjen yhteismäärä on korkeintaan muutamia kymmeniä. Modulaarisen logiikan perusajatus on liittää väylän välityksellä toisiinsa logiikan eri yksiköt. Näin voidaan prosessin ohjauksessa tarvittavien I/O-pisteiden lukumäärän avulla koota eri moduuleista tarvittava logiikkajärjestelmä. Lisäksi järjestelmää on helppo päivittää tarvittaessa jälkeinpäin. SIMATIC-S7 on tyypillinen modulaarinen logiikkalaite.

Logiikat voidaan jaotella myös kapasiteetin perusteella käsitellä tuloja ja lähtöjä. Kun puhutaan pienistä logiikoista, tarkoitetaan laitteita joiden suurin I/O-pistemäärä jää alle sadan. Pienet logiikat ovat yleensä käytössä yhden koneen ohjauksessa. Keskisuurissa logiikoissa I/O-pisteiden määrä on muutamia satoja. Laitteita käytetään useita koneita käsittävän prosessin ohjauksessa. Suurissa logiikoissa päästään tuhansiin tai jopa kymmeneen tuhansiin I/O-pisteisiin. Tällöin voidaan ohjata jo kokonaisia tehtaita.



Kuva 3. Logiikan rakenne.

Kuvassa 3 on esitetty logiikan rakenne. Rakenteellisesti logiikkalaitteisto sisältää peruskokoonpanossaan jännitelähteen, keskusyksikön, I/O-yksiköt ja muistin. Lisäksi logiikkaan voidaan liittää lukuisia erikoisyksiköitä valmistajan ja logiikan mallin mukaan.

Logiikat voidaan toimintansa perusteella jaotella pyyhkäiseviin ja tosiaikaisiin logiikoihin. Tosiainainen logiikka lukee tulojen tilat ja pyrkii asettamaan lähdöt välittömästi ohjelman ohjeiden mukaiseen tilaan. Pyyhkäisevä logiikka toteuttaa tulojen luvut ja lähtöjen asetukset tietyin väliajoin eli se toimii syklisesti.

3.3 Logiikan toiminta

Lyhyesti sanottuna logiikka ottaa tuloilta saamansa informaation vastaan ja asettaa lähdöt tiettyyn tilaan ohjelman määräämällä tavalla. Logiikan toiminta riippuu siis täysin siihen syötetystä ohjelmasta. Logiikalla voidaan toteuttaa joko kombinaatio- tai sekvenssiohjausta.

Kombinaatio-ohjauksessa ohjattavan prosessin toimivaiheet eivät seuraa toisiaan. Toimilaitteita ohjataan tulojen ohjauskytkimiltä ja antureilta saatujen tietojen perusteella.

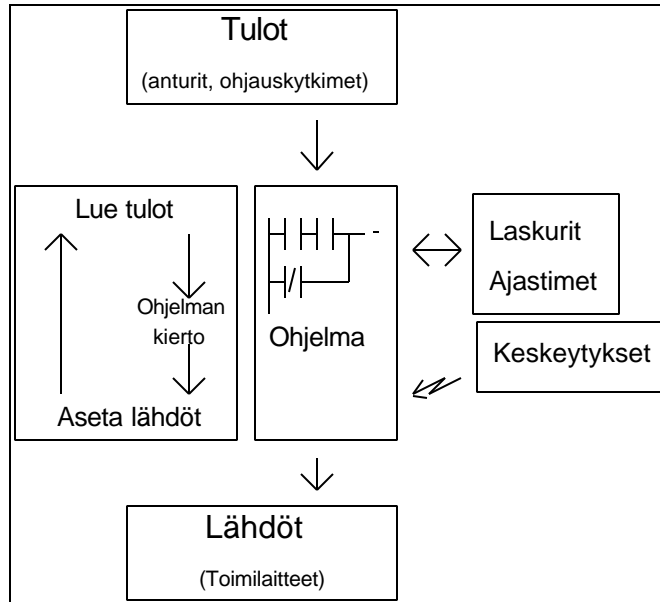
Sekvenssiohjauksessa otetaan huomioon tuloilta saatujen tietojen lisäksi ohjelman vaihe eli askel. Kukin askel sisältää ehdot seuraavaan askeleeseen siirtymiseksi ja tiedot siinä askeleessa suoritettavasta toimilaitteohjauksesta.

Binääritiedon käsittely ohjelmassa toteutetaan yksinkertaisilla loogisilla operaatioilla. Vastaavasti säätöpiireissä tarvittavien analogiatietojen käsittely on huomattavasti monimutkaisempaa. Säätoalgoritmien toteutuksessa tarvitaan kehittyneempiä menetelmiä kuten vertailu- ja laskentakäskyjä.

Pyyhkäisevä logiikka

Kuvassa 4 on esitetty pyyhkäisevän logiikan toiminta. Laite lukee kaikkien tulojen tilat kuvamuistiinsa. Sitten se suorittaa eli tutkii ohjelman kohta kohdalta läpi hakien tarvittaessa tulojen tilan muistista eikä todellisesta tuloliitännästä. Ohjelman kannalta tulojen tilat pysyvät siis muuttumattomana ohjelman kierron ajan. Näin ohjelmoija voi luottaa siihen, että tulon tila tulkitaan samaksi jokaisessa ohjelman vaiheessa. Samoin myös lähtöjen tila

pysyy muuttumattomana ohjelman kierron ajan. Ohjelman asettamat lähtöjen tilat siirretään ensin lähtöjen kuvamuistiin. Vasta ohjelman lopussa asetetaan lähdöt kuvamuistin vaatimiin tiloihin.



Kuva 4. Pyyhkäisevän logiikan toiminta.

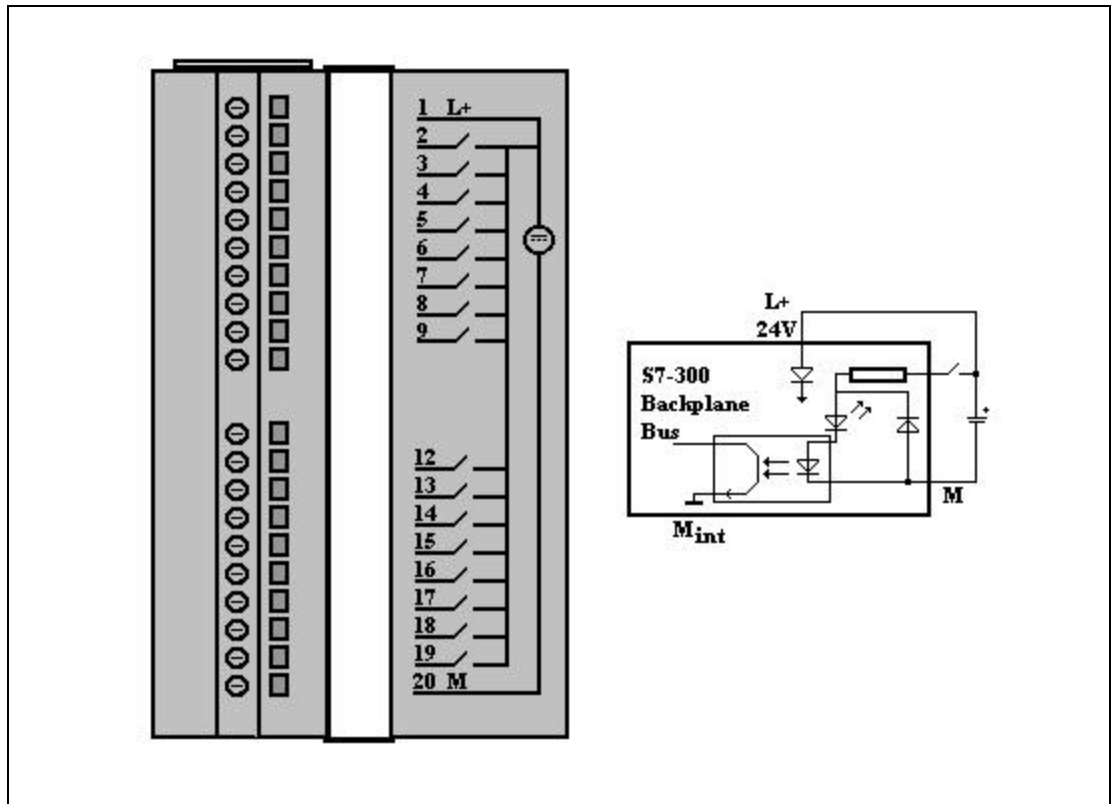
Ohjelman kiertoaika (Scan-time) on tyypillisesti kymmeniä millisekunteja. SIMATIC S7-logiikan ohjelman kiertoaika on asetettu normaalisti 150 ms, mutta sitä voidaan halutessa muuttaa. Pyyhkäisevä logiikka voi sisältää myös ns. keskeytystuloja ja -lähtöjä, joita käsitellään tosiaikaisesti ohjelman kierrosta riippumatta.

3.4 Logiikan liittäminen prosessiin

3.4.1 Tuloyksiköt

Logiikan tuloyksikköön liitetään kaikki tulosignaalit. Näitä ovat esimerkiksi rajakatkaisijat, ohjauskytkimet ja anturit. Tulosignaalit voivat olla binaarisia tai analogisia. Tuloyksikkö toteuttaa myös galvaanisen erotuksen, sovittaa

anturijännitteet logiikan jännitteeseen ja suojaa logiikkaa häiriöiltä. Laitteet, jotka on kytketty tuloihin, saavat tavallisesti käyttäjännitteensä logiikasta.



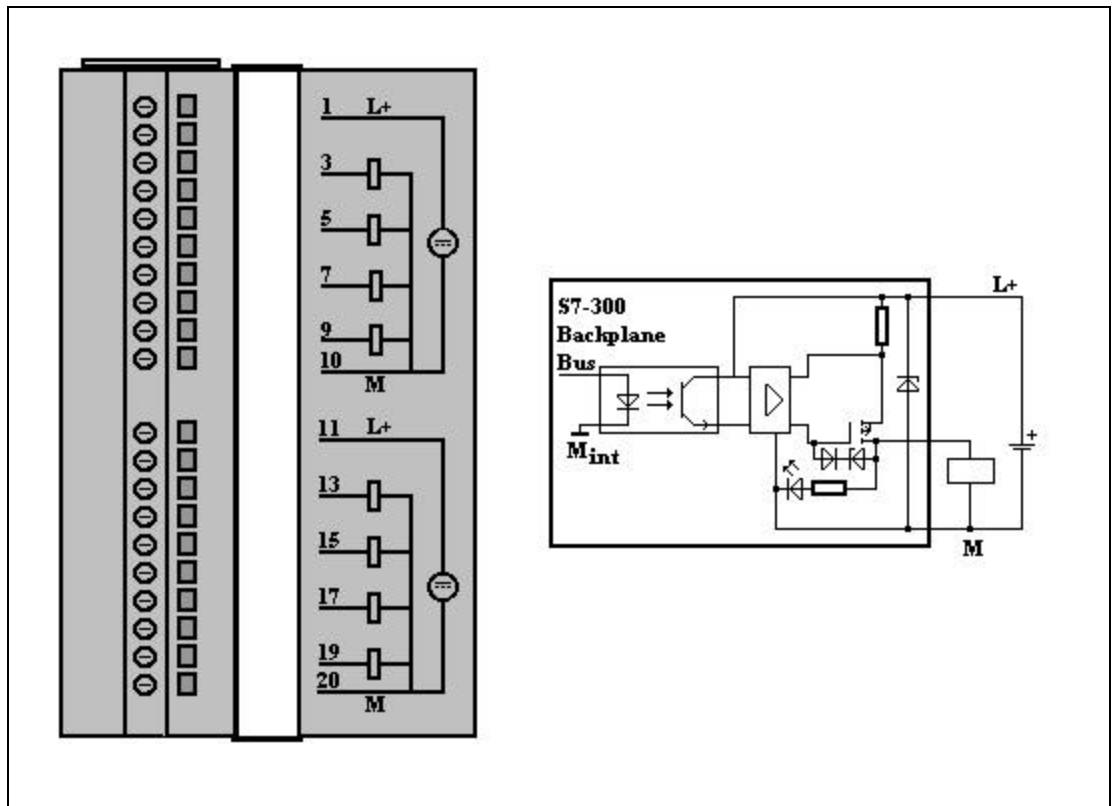
Kuva 5. Tuloyksikkö 6ES7 321-1BH00-A00A.

Tuloyksiköissä käytetään yleensä optoerotettua tulosovitusta. Optoerotin sisältää valoa lähettävän diodin ja sitä vastaanottavan transistorin. Virtapiirin sulkeuduttua tulopiirissä alkaa diodi hohtaa valoa. Valo tekee transistorista johtavan ja logiikka saa tiedon tulon tilan muutoksesta.

Kuvassa 5 on esitetty eräs S7-logiikan tuloyksikkö. Yksikkö sisältää 16 tuloa, jotka kytketään liittimiin 2..9 ja 12...19. Ohjausjännite 24V DC saadaan laitteiston tehonsyöttöyksiköltä.

3.4.2 Lähtöyksiköt

Lähtöyksiköihin liitetään kaikki toimilaitteet kuten kontaktorit, magneettiventtiilit ja merkkilamput. Myös lähtöpuolella käytetään galvaanista erotusta. Lähtöyksikön ohjauskytkimenä toimilaitteille käytetään tavallisesti relettä. Tällöin voidaan ohjata verkkojännitteistä vaihtojännitettä aina muutaman ampeerin kuormitusvirralle saakka. Releen huono puoli on sen koskettimien vanheneminen iän myötä.



Kuva 6. Lähtöyksikkö 6ES7 322-1BF00-0AA0.

Transistorilähtöä käytetään tasasähkön kytkemiseen. Transistori on puolijohde ja sen yli jää pieni jännite myös, kun se on johtavassa tilassa. Tästä seuraa yksiköiden lämpeneminen suurilla virroilla aiheuttaen siten jäähdytystarpeen. Tästä syystä transistorilähdöt jaetaan kahteen eri

ryhmään. Pienteholähdöt pystyvät kytkemään korkeintaan 200 mA:n kuorman. Suurempia tasasähkötehoja kytkettäessä tarvitaan suurteholähtöjä, joissa transistoriin on kiinnitetty jäähdytyslementti.

Triakki on vaihtosähköä kytkevä puolijohdekomponentti. Sen ominaisuuksia on mm. suuri syöksyvirtojen kesto ja ideaalinen virran katkaisu induktiivisilla kuormilla.

Kuvassa 6 on eräs S7-logiikan lähtöyksikkö. Yksikköön voidaan liittää yhteensä kahdeksan toimilaitetta.

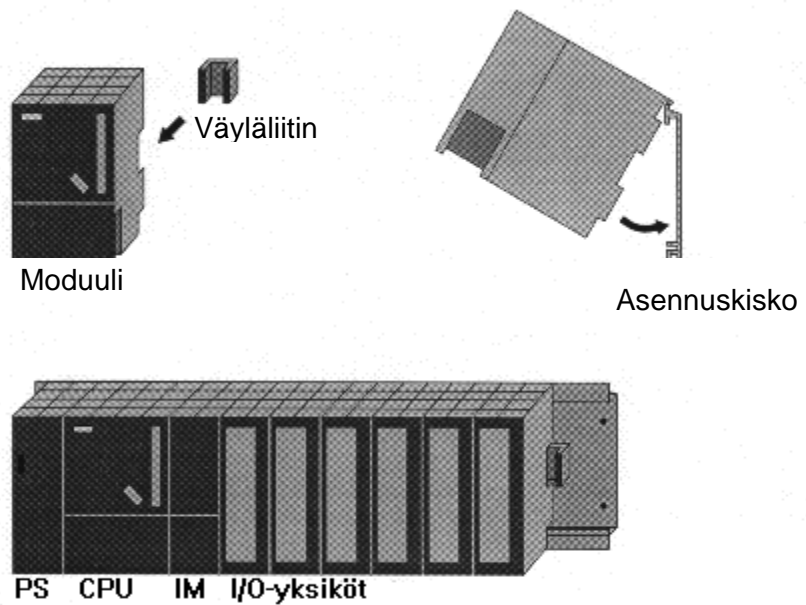
3.4.3 Analogiset tulo- ja lähtöyksiköt

Analogiayksiköitä käytetään logiikkaohjauksessa säätöjen toteuttamiseen. Analoginen tuloyksikkö suorittaa signaalille A/D-muunnoksen. Esimerkiksi yksikkö voi muuttaa 4...20 mA mittaussignaalin 16-bittiseksi digitaalisanaksi. Mitä useampi bittisenä A/D-muunnos tehdään, sitä tarkempi erottelukyky saadaan tulolaitteelta tulevasta informaatiosta. Vastaavasti lähtöyksikkö muuntaa digitaalisanan jännite- tai virta-arvoksi D/A-muuntimen avulla. Signaalina tulo- ja lähtöyksiköissä voidaan käyttää eri standardiviestejä, joita ovat 0...20 mA, 4...20 mA, 0...5 V, 0...10 V, -5...5 V ja -10...10 V. S-7-logiikassa analogiayksiköiden viestien määrittäminen tapahtuu ohjelmallisesti yksikön konfiguroinnin yhteydessä.

4 LOGIIKKALAITTEISTO S7-300

4.1 Rakenne

Kuvassa 7 on esitetty logiikkalaitteisto S7-300 rakenne. Yksiköt liitetään toisiinsa väylän välityksellä. Laitteisto kiinnitetään alustaan asennuskiskon avulla.



Kuva 7. SIMATIC S7-300.

4.1.1 Teholähde, Power Supply (PS)

Teholähteen tehtävänä on syöttää logiikan yksiköiden tarvitsema teho. Toisaalta se erottaa logiikan verkosta eli tekee niin sanotun galvaanisen erotuksen. Teholähde asennetaan DIN-kiskoon heti keskusyksikön tai liityntäyksikön vasemmalle puolelle. Teholähde pystyy mallin mukaan syöttämään 2...5A virtaa järjestelmän yksiköille.

4.1.2 Keskusyksikkö, Central Processing Unit (CPU)

Laitteiston ydin on keskusyksikkö, joka koostuu prosessorista, muistista ja mahdollisista kommunikointiporteista. Keskusyksikön muistiin syötetyn ohjelman mukaan laite prosessoi tuloyksiköiltä tulevaa tietoa ja ohjaa lähtöyksiköitä. Eri keskusyksikkömallien tärkeimmät tekniset tiedot ovat esitettyinä taulukossa 1.

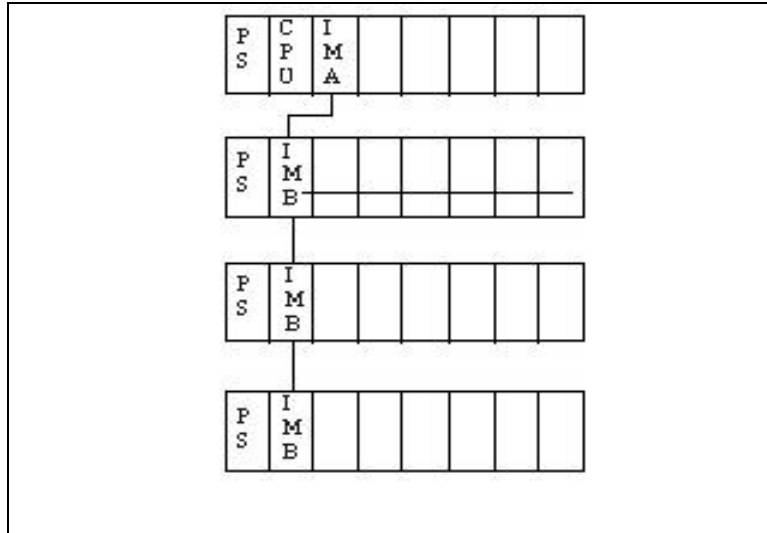
Taulukko 1 Keskusyksiköiden teknisiä tietoja.

Keskusyksikkö	312 IFM	313	314	315	315-2 DB
RAM-muisti	20KB	20KB	40KB	80KB	80KB
Funktiolohkoja	32	128	128	128	128
Laskureita	32	64	64	64	64
Ajastimia	64	128	128	128	128
I/O-pisteet max.	*)				
Analogiset	32	32	64	128	128
Digitaaliset	144	128	512	1024	1024
Mitat (PxKxS) mm	80 x 125 x 130				

*) Nämä sisältävät keskusyksikön omat 10/6 I/O-pistettä.

4.1.3 Liityntäyksikkö, Interface Module (IM)

Liityntäyksikön avulla voidaan logiikkajärjestelmää tarvittaessa laajentaa. Keskusyksikkömallit 315 ja 315-2 DB voivat kuvan 8 mukaan hallita yhteensä 32:ta yksikköä neljässä eri alajärjestelmässä. Alajärjestelmät liitetään IM-yksiköiden välityksellä yhteen.



Kuva 8. Alajärjestelmien ketjutus.

4.1.4 Tulo- ja lähtöyksiköt, Input and output modules (I/O)

Lähtöyksiköt vastaanottavat kentältä tulevaa kytkin- tai anturitietoa ja lähettävät ne edelleen keskusyksikölle. Tuloyksiköt ohjaavat kentällä olevia toimilaitteita. Logiikkaan on saatavana lukuisia erilaisia, sekä binäärisiä että analogisia, I/O-yksiköitä. Taulukoissa 2a ja 2b on esitettyä eri yksiköiden teknisiä tietoja.

Taulukko 2a. Tuloyksiköiden teknisiä tietoja.

6ES7 321 -	1BH00-0AA0	1BL00-0AA0	1EH01-0AA0	1FF01-0AA0
Tulot (kpl)	16	32	16	8
Tulojännite	24 V DC	24 V DC	120 V AC	120/230 V AC
Kaapelin max. pituus suojaamaton suojattu	600 m 1000 m			
Mitat (PxKxS)	(40 x 125 x 120) mm			

Taulukko 2b. Lähtöyksiköiden teknisiä tietoja.

6ES7 322 -	1BH00-0AA0	1BL00-0AA0	1FF01-0AA0	1BF01-0AA0
Lähdöt (kpl)	16	32	8	8
Kuorman jännite	24 V DC	24 V DC	230 V AC	24 V DC
Max. lähtövirta / yksikkö	2A	2A	2A	4A
Kaapelin max pituus suojaamaton suojaattu	600 m 1000 m			
Mitat	(40 x 125 x 120) mm			

Kaikki logiikan tulo- ja lähtöyksiköt ovat tulosovitettuja optoerottimilla.

Yksiköiden johdotus onnistuu ahtaissakin asennustiloissa, koska liitinruuvit ovat laitteen etuseinässä. Lisäksi on saatavilla suoraliitäntäkaapeleita, joiden toinen pää liitetään suoraan yksikön etulevyyn ja johdotus toisessa päässä riviliittimille. Suoraliitäntäkaapeleita käyttämällä asennustyö nopeutuu huomattavasti.

4.2 Ohjelmointi

Tässä yhteydessä esitellään tiivistetysti STEP 7 -ohjelmiston käyttö aseteltaessa laitteisto käyttökuntoon ja ohjelmoitaessa logiikkalaitteistoa. STEP 7 -ohjelmisto toimii Windows 95 -ympäristössä. Ohjelmiston käyttö on helppoa henkilölle, jolla on yleistä tuntemusta tietokoneista ja niiden graafisista käyttöliittymistä. Lähes kaikki ohjelmoinnin vaiheet voidaan suorittaa hiiren avulla. Käyttöliittymän graafisuus tekee ohjelmoinnista sujuvaa ja nopeaa. Tietokoneelle ohjelmisto asettaa seuraavat vähimmäisvaatimukset:

- prosessori 80486
- muistia 16Mt RAM
- värimonitori, näppäimistö, hiiri
- kiintolevytilaa 70...100Mt
- vapaa rinnakkaisportti logiikkalaitteiston liitääntää varten.

Kun STEP 7 -ohjelmisto on asennettu tietokoneelle, tarvitsee käynnistää vain SIMATIC Manager-ohjelma, joka toimii käyttöliittymänä ohjelmoitaessa logiikkalaitteistoa.

4.2.1 Uusi projekti

Projekti on kokonaisuus, joka muodostuu logiikan laitteistomäärittämisestä ja itse ohjelmasta. Projekti on rakenteeltaan samanlainen kuin tietokoneen kovalevyllä oleva hakemistopuu. Projektin nimi vastaa tietokoneen juurihakemistoa. Ohjelma ja laitteistoasetukset vastaavat alihakemistoja. Uuden projektin avaaminen tapahtuu seuraavasti:

- Valitaan hiirellä *File -> New -> Project*.

Tämän jälkeen annetaan ohjelman nimi ja suoritetaan tallennus. Uuden projektin nimi on nyt näkyvissä kuvaruudulla. Tämän jälkeen on määritettävä käytettävä logiikkalaitteisto:

- Valitaan *File -> Hardware -> SIMATIC 300 Station*.

4.2.2 Laitteiston konfigurointi ja parametointi

Konfiguroinnilla tarkoitetaan STEP 7 -ohjelmiston sovittamista käytettävän logiikkalaitteiston kanssa. Koska logiikkalaitteisto voi sisältää tyypiltään erilaisen keskusyksikön ja erilaisia I/O-yksiköitä, on ohjelman toimiakseen tiedettävä laitteiston tarkka kokoonpano. Parametointi on erilaisten asetusten tekemistä laitteiston yksiköille.

Konfigurointi

Ensin avataan Simatic-asema, mikä tapahtuu kaksoisnäpäyttämällä SIMATIC-300- aseman kuvaketta. Sitten valitaan SC-kuvake, jossa laitteiston asetustiedot sijaitsevat ja avataan se:

- Valitaan *Edit -> Open object*.

Ruudulle ilmestyy konfigurointitaulukko. Avataan laiteluettelo:

- Valitaan *View -> Catalog*.

Laiteluettelosta löytyvät kaikki logiikkalaitteistoon saatavat yksiköt.

Laiteluettelosta valitaan ensimmäisenä laitteiston alusta eli asennuskisko:

- Valitaan *SIMATIC 300 -> RACK 300 -> Rail*

Se vedetään hiirellä laiteluettelon ensimmäiselle riville. Tämän jälkeen näpätetään hiirellä ensimmäisen rivin vasemmanpuoleista saraketta +-merkin kohdalta. Ruutuun avautuu lisää rivejä, joihin laitteiston yksiköt sijoitetaan valitsemalla ne samalla tavalla laiteluettelosta. Tehonsyöttöyksikkö tulee riville 1 ja keskusyksikkö riville 2. I/O-yksiköt lisätään riviltä neljä alkaen, koska rivi 3 on varattu liityntäyksikölle.

Parametrointi

Parametrointi tapahtuu valitsemalla hiirellä konfigurointitaulukon riviltä laite, jonka arvoja halutaan muuttaa. Parametroinnilla voidaan vaihtaa esimerkiksi keskusyksikön ohjelman kiertoaikaa tai määrittellä I/O-yksiköiden tulojen ja lähtöjen osoitteistot (osoitteiston määrittäminen ainoastaan keskusyksikkömallissa 315-2 DP).

Lopuksi tiedot tallennetaan:

- Valitaan *File -> Save*.

Asetukset täytyy myös lähettää logiikkalaitteistolle:

- Valitaan *PLC -> Download*.

4.2.3 Ohjelmointikielien

STEP 7-ohjelmistolla voidaan laatia logiikkaohjelmat kahdella eri kielellä. STL (Statement List) eli käskylista-ohjelmointi on rakenteeltaan lähellä tietokoneissa käytettyä konekieltä. Tämä ohjelmointitapa on nopea, mutta vaatii ohjelmoijalta kokemusta logiikkaohjelmoinnista. LAD (Ladder Logic) eli tikapuukaavio on visuaalisesti havainnollisempi ohjelmointimuoto ja sopii siitä syystä henkilölle, jolla on vain vähän ohjelmointikokemusta. Ohjelmointikielen valinta tapahtuu *View*-menusta ohjelmayksikön sisällä.

4.2.4 Yksiköt

Kaikki S7-logiikan ohjelmat koostuvat yksiköistä. Tärkeimmät yksiköt ovat organisaatioyksikkö (OB), ohjelmayksikkö (FC) ja toimintayksikkö (FB). Organisaatioyksikkö on liittymä keskusyksikön käyttöjärjestelmän ja käyttäjän tekemän ohjelman välillä. Organisaatioyksiköihin sijoitetaan muiden yksiköiden kutsuja siihen järjestykseen, jossa yksiköt halutaan käsiteltäväksi. Keskeisin organisaatioyksikkö on OB1. Siihen sijoitetaan niiden yksiköiden kutsut, joihin halutaan syklin mukaan siirtyä. Varsinainen käyttäjäohjelma sijaitsee ohjelmayksiköissä. Toimintoja, jotka esiintyvät ohjelmassa useammin kuin kerran, voidaan sijoittaa toimintayksiköihin. Toimintayksikköä, jonka sisältämä toiminta voi olla hyvinkin monimutkainen, voidaan käyttää ohjelmassa toistuvasti varustamalla sen tulot ja lähdöt kussakin käsittelyssä erilaisilla operandeilla. Standarditoimintoja varten on laitevalmistajalta tarjolla standarditoimintayksiköitä (SFB) valmiina ohjelmina.

Yksikön luominen

Yksikön luominen avattuun projektiin tapahtuu valitsemalla hiirellä kuvake UP (User program). Yksikön lisäys tapahtuu seuraavasti:

- Valitaan *Insert* -> *S7 Block* -> ja haluttu yksikkö.

Polttoaineensyöttöjärjestelmää ohjaavassa ohjelmassa on yksi organisaatioyksikkö (OB1) ja kaksi ohjelmayksikköä (FC10 ja FC20). Yksikön avaaminen onnistuu kaksoisnäpäyttämällä sen kuvaketta.

4.2.5 Ohjelmointi tikapuukaavion avulla

Kun ohjelmayksikkö on avattu, voidaan aloittaa logiikkaohjelman kirjoitus. Ohjelma laaditaan virtapiireittäin, ja jokaisessa virtapiirissä on vain yksi lähtöosoite. Lisäksi kukin lähtöosoite saa esiintyä ohjelmassa vain kerran.

Tämä on edellytys ohjelman toimimiseksi suunnitellulla tavalla. Virtapiirin luominen tapahtuu seuraavasti:

- Valitaan *Insert -> Network*.

Jokaisen virtapiirin alkuun voi lisätä huomautuksia tai kommentteja virtapiirin toiminnasta. Tämä auttaa paljon, kun joudutaan esimerkiksi analysoimaan toisen henkilön laatimaa ohjelmaa. Virtapiirin rakentaminen tapahtuu valitsemalla elementit hiirellä ja kirjoittamalla elementin osoitte sen yläpuolelle. Elementit, joita ei ole pikavalintakuvakkeina ruudulla, esimerkiksi ajastimet ja laskurit, valitaan *Insert*-valikon kautta.

On myös mahdollista käyttää symbolista osoitteistoa laadittaessa virtapiiriä. Kun jokaiselle I/O-pisteelle on määritely oma symbolinen osoite, tulostuu elementin yläpuolelle esimerkiksi "kytkin1" pelkän I/O-osoitteen sijasta. Symboliset osoitteet määritellään siihen tarkoitettussa taulukossa, joka avataan valitsemalla SO-kuvake. Kuvake löytyy käyttäjäohjelman alaisuudesta. Taulukkoon täytetään kunkin I/O-pisteen symbolinen ja absoluuttinen osoite, tyyppi sekä mahdolliset kommentit. Jos halutaan käyttää symbolista osoitteistoa, voidaan muutos tehdä seuraavasti:

- Valitaan *View -> Symbolic Representation*.

4.2.6 Ohjelman testaus

Kun kaikki yksiköt ja niiden sisältämät virtapiirit on laadittu ja tallennettu, voidaan ohjelma lähettää logiikkalaitteelle ja testata ohjelman toimivuus. Ensin valitaan ne yksiköt, jotka halutaan ladata logiikkalaitteelle. Tämä onnistuu valitsemalla yksiköiden kuvakkeet hiirellä ruudulta. Shift-näppäimen pitäminen pohjassa valintojen aikana mahdollistaa useamman yksikön lähettämisen yhdellä kertaa. Ohjelman lähetys:

- Valitaan *PLC -> Download*.

Logiikkalaite saatetaan linja-tilaan:

- Valitaan *View* -> *On-Line*.

Ohjelman käynnistys:

- Valitaan *PLC* -> *Operating Mode...* ja *Complete Restart*.

Nyt logiikkalaite on ajoasennossa ja se suorittaa ohjelmaa olettaen, että laitteen ohjauskytkin on RUN-asennossa.

4.2.7 Ohjelmointi käsiohjelmointilaitteella

Ohjelmointi voidaan toteuttaa 700-sarjan ohjelmointilaitteilla PG 720, PG 740 tai PG 760. Näistä kaksi ensimmäistä ovat kannettavia teollisuus-PC-laitteita ja viimeinen toimistoympäristöön soveltuva kehittyneempi laite.

5 LÄMPÖLAITOKSEN AUTOMATISOINTI

5.1 Puun palaminen

Puun palaminen voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: syttymiseen, kaasujen palamiseen ja hiilen palamiseen. Alle 180°C lämpötilassa puussa kehittyviä kaasuja ei yleensä saa syttymään ilmatilassa liekinkään vaikutuksesta. Lämpötilan ollessa 180...225°C syntyvät palamistuotteet voidaan saada palamaan ulkopuolisen liekin avulla. Puuaineksen lämpötilan ylittäessä 225°C sytytetyt palamistuotteet jatkavat palamistaan itsenäisesti. Tällöinkin edellytetään sopivaa palamistuotteiden ja hapen seosta. Yli 300°C:ssa saattaa palamiskelpoinen kaasuseos syttyä ilman sytytysliekkiä. Puuaineksesta jäävän hiilen lämpötilan on noustava yli 550°C, ennen kuin palaminen alkaa.

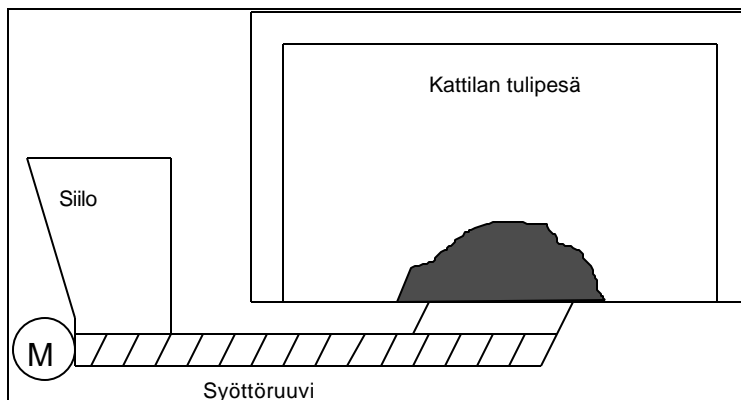
Puun palamistapahtumaan vaikuttavat tärkeimmät seikan ovat puun kosteus ja sen palakoko. Palakoolla on ratkaiseva vaikutus palamisen nopeuteen. Yleensä tulisi pyrkiä mahdollisen pieneen palakokoon ja palakokojakauman tulisi olla mahdollisimman pieni. Näin polttolaitteen suunnittelu ja käyttö yksinkertaistuvat. Kosteuden haihduttaminen puusta vaatii lämpöä. Siten puun tehollinen lämpöarvo laskee kosteuden noustessa. Lisäksi haihtunut vesihöyry aiheuttaa lämpöhäviöitä poistuessaan savukaasujen mukana. Mikäli puu on liian kostea tulipesän lämpötila laskee niin alas, etteivät puusta haihtuvat aineet pala täydellisesti. Tällöin on palamisilmaa lämmitettävä. Kosteus hidastaa myös puun palamisnopeutta ja vastaavasti lämmön kehitystä.

Tuhka on kiinteän polttoaineen palamisjätettä. Tuhka itsessään on haitallista polton kannalta, sillä se on poistettava palotilasta joko jatkuvatoimisesti tai

ajoittain. Puun tuhkapitoisuus on yleensä noin 0.5 % puun kuivapainosta. Kuorijätteestä syntyy tuhkaa huomattavasti enemmän kuin itse puuaineksesta. Puujätteen joukossa oleva hiekka ja maa-aines saattavat nostaa tuhkapitoisuuden jopa useisiin prosentteihin. Tällöin sen poisto voi tuottaa jo vaikeuksia.

5.2 Ruuvisyöttö

Polttoaineen syöttämiseksi kattilan tulipesään käytetään ruuvisyöttöä, jonka syöttöruuvia käyttää sähkömoottori. Polttoaine syötetään kuvan 9 mukaisesti kattilaan arinan alta (altasyöttöarina). Lämpötehon säätö tapahtuu syöttimen käyntiaikaa säätämällä. Suuret polttoainepalat voivat tukkeutua ruuvin ja syöttöputken väliin. Häiriötilanteessa ohjauslogiikka käyttää syöttöruuvia taaksepäin muutamia sekunteja. Mikäli häiriötilannetta ei saada tällä tavoin poistumaan, pysähtyy polttoaineen syöttö kokonaan ja tapahtuu hälytys. Häiriöttömään syöttöön päästään vain rakenteellisesti tasalaatuisella polttoaineella.



Kuva 9. Polttoaineen syöttö tulipesään.

5.3 Syöttösiilot

Polttoaineen saattamiseen varastosta tulipesään ruuvikuljettimien kautta käytetään välisiiloja. Sahajätteen valuminen siilossa ei tapahdu yhtä helposti kuin esimerkiksi kivihieillä. Sahajäte saattaa sisältää eri suuruisia paloja,

joukossa pitempiä tikkujakin, jotka edistävät polttoaineen holvaantumista siilossa. Tämä voidaan estää käyttämällä pystysuoraseinäisiä siiloja tai keventämällä polttoaineen painoa siilon seinässä olevilla kannattelevilla rivoilla.

5.4 Säätolaitteet

Polttoaineensyöttöä säädettäessä on samalla säädettävä myös palamisilmavirtaa niin, että saavutettaisiin mahdollisimman edullinen palamistulos. Ilmavirtaa säädetään palamisilmapuhaltimen pyörimisnopeutta säätämällä. Automatiikan avulla palamisprosessi saadaan tapahtumaan paremmalla hyötysuhteella. Palamisilman säätämiseksi oikeassa suhteessa syötettyyn polttoainemäärään nähden ohjataan säätölaitteistoa savukaasussa esiintyvän vapaan hapen perusteella. Happipitoisuus on verrannollinen savukaasujen ilmaylimäärään käytetystä polttoaineesta riippumatta.

6 POLTTOAINEENSYÖTTÖJÄRJESTELMÄN SANEERAUS

6.1 Lämpölaite

Lämpölaite koostuu kahdesta eri yksiköstä: vanha ja uusi puoli. Lämpölaitoksen molempia yksiköitä ohjataan ja valvotaan keskusvalvomosta. Tämä työ keskittyy ainoastaan vanhemman yksikön ohjausjärjestelmän uudistukseen. Vanhemman yksikön ohjausjärjestelmä on alunperin toteutettu puhtaalla reletekniikalla. Kuitenkin aikojen kuluessa on yksikön ilma-savukaasupiiri muutettu toimimaan logiikkaohjauksen avulla. Tässä työssä on tavoitteena suunnitella vastaava logiikkaohjaus myös yksikön polttoaineensyöttö-tuhkanpoistopiiriin.

Vanhempi yksikkö koostuu kahdesta erillisestä lämmityskattilasta. Toinen kattiloista on öljykattila ja toinen käyttää polttoaineena sahajätettä. Molempia kattiloita ei käytetä samanaikaisesti. Öljykattilaa käytetään ainoastaan, kun toinen kattiloista on nuohouksen takia seisauksissa tai muun syyn takia poissa käytöstä.

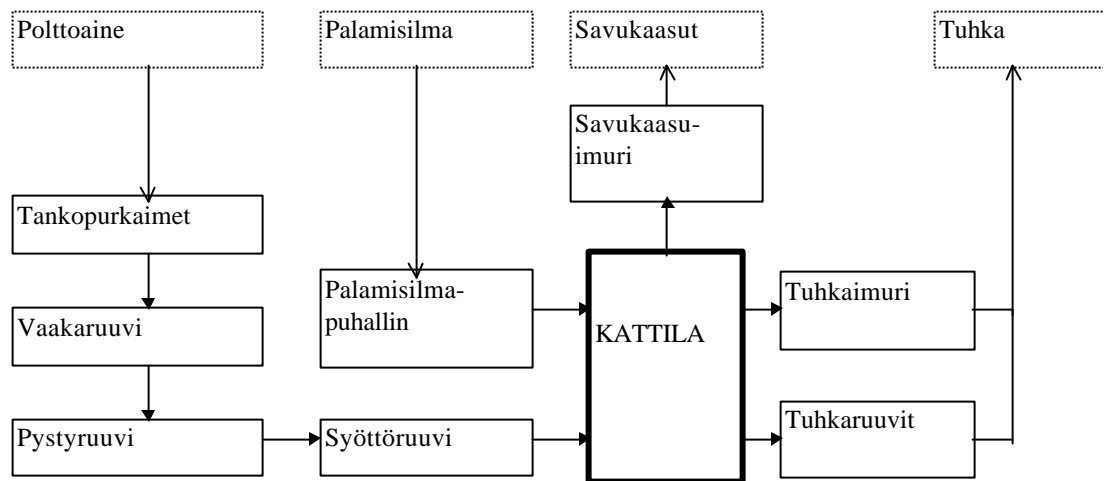
6.1.1 Ilma-savukaasupiiri

Palamisilma johdetaan kattilaan palamisilmapuhaltimen kautta. Puhallinta pyörittää taajuusmuuttajaohjattu oikosulkumoottori. Puhaltimen pyörimisnopeutta ohjataan valvomosta käsin. Savukaasuimuri johtaa palamiskaasut savupiipun kautta ulos. Savukaasuimurin toiminta on polttoaineensyötön ohjauksessa avaintekijä. Polttoaineensyötön ohjaus logiikalla perustuu suuresti juuri savukaasuimurin päälläoloon. Lämmityskattilassa on kaksi kuivakeittosuojaa (kuiviin käymisen estintä). Nämä suojalaitteet on kytketty varmennetusti sarjaan niin, että jo toisen suojan lauettaessa koko järjestelmä

pysähtyy. Ilma-savukaasupiiriin kuuluu lisäksi vedonsäädin ja korvausilmapuhallin.

6.1.2 Polttoaineensyöttö

Kattilan käyttämä polttoaine on sahajätettä. Sahajätteeksi katsotaan kaikki se puutavara, jota ei voida käyttää jalostuksessa hyväksi. Jotta polttoaine olisi tasalaatuista rakenteensa suhteen, on sitä esikäsitelty ennen lämpökeskuksen varastosiilon tuontia. Kaikki suurempi kokoinen polttoaine kuten puun kuoriosat ja muut hukkapalat on hienonnettu pieniksi palasiksi. Joukossa on myös luonnollisesti vieläkin hienompaa sahanpurua. Kuvassa 10 on esitetty kattilan materiaalivirrat lohkokaaavioesityksenä. Polttoaine on välivarastoitu ulkotilaan, josta sitä tarpeen tullen siirretään lämpökeskuksen varastosiilon.



Kuva 10. Kattilan materiaalivirrat. Lohkokaaavioesitys.

Varastosiilosta polttoaine johdetaan ruuvikuljettimille hydraulisten tankopurkaimien avulla. Käytössä on kaksi tankopurkainta, jotka toimivat samanaikaisesti niin, että toisen purkaimen työntäessä polttoainetta

vaakaruuville on toinen purkain palaamassa takaisin toiseen suuntaan. Vanhassa järjestelmässä tankopurkaimia ohjattiin vuorottelukytkettyjen aikareleiden avulla. Järjestelmän huonona puolena oli se, että purkaimien ollessa jo ääriasennossaan niiden liikesuunta ei vaihtunut kuin vasta aikareleiden ajan kuluessa umpeen. Tällöin hydraulikka ikään kuin jumittui paikolleen ja vaakaruuvi ei saanut polttoainetta eteenpäin kuljetettavakseen.

Uudessa suunnittelemassani prosessissa on tankopurkaimien toimiajat korvattu rajakytkimillä, jotka asennetaan ilmaisemaan molempien purkaimien eturajaa. Tällöin kun tankopurkain saavuttaa eturajapisteensä, vaihtaa logiikka hydraulikan liikesuuntaa ja toinen purkain alkaa liikkua kohti vaakaruuvia. Näin saadaan tasainen polttoaineensyöttö vaakaruuville, eikä hydraulikka ole päällä turhaan. Vaakaruuvi kuljettaa polttoainetta edelleen pieneen välisiiloon. Koska vaakaruuvi on asennettu avoimesti näkyville paikkaan, jossa voisi olla vaaraa työntekijöille, on sen yläpuolelle asennettu narukatkaisija, joka toimii hätäseis-kytkimenä.

Välisiilossa, johon vaakaruuvi polttoainetta syöttää, on ylärajakytkin. Rajakytkimen tehtävänä on ilmoittaa logiikalle, milloin välisiilo on täynnä. Tällöin logikkaohjelma pysäyttää vaakaruuvin. Välisiilosta eteenpäin polttoaine kuljetetaan pystyruuvia pitkin toiseen välisiiloon. Myös täällä sijaitsee ylärajakytkin huolehtien siilon täyttymisestä. Tämän jälkeen polttoaine siirtyy syöttöruuvia pitkin kattilaan.

6.1.3 Tuhkanpoisto

Järjestelmässä on tuhkanpoisto jaettu kahteen osaan. Kiinteä ja painavampi tuhka ja muu palamisjäte johdetaan kuljettimien avulla pois kattilasta. Ensin tuhka siirtyy tuhkanpoiston vaakaruuville ja siitä tuhkanpoiston pystyruuville ja edelleen tuhkaravastoon. Kevyempi lentotuhka poistetaan sulkusyöttimen ja tuhkaipurin avulla. Tuhkanpoiston ohjaus tapahtuu joko ohjaamalla prosessia kytkimillä manuaalisesti tai logiikan avulla automaattisesti, jolloin

tuhkanpoiston laitteiden käyntisekvenssi määräytyy logiikassa määritettyjen aikojen perusteella.

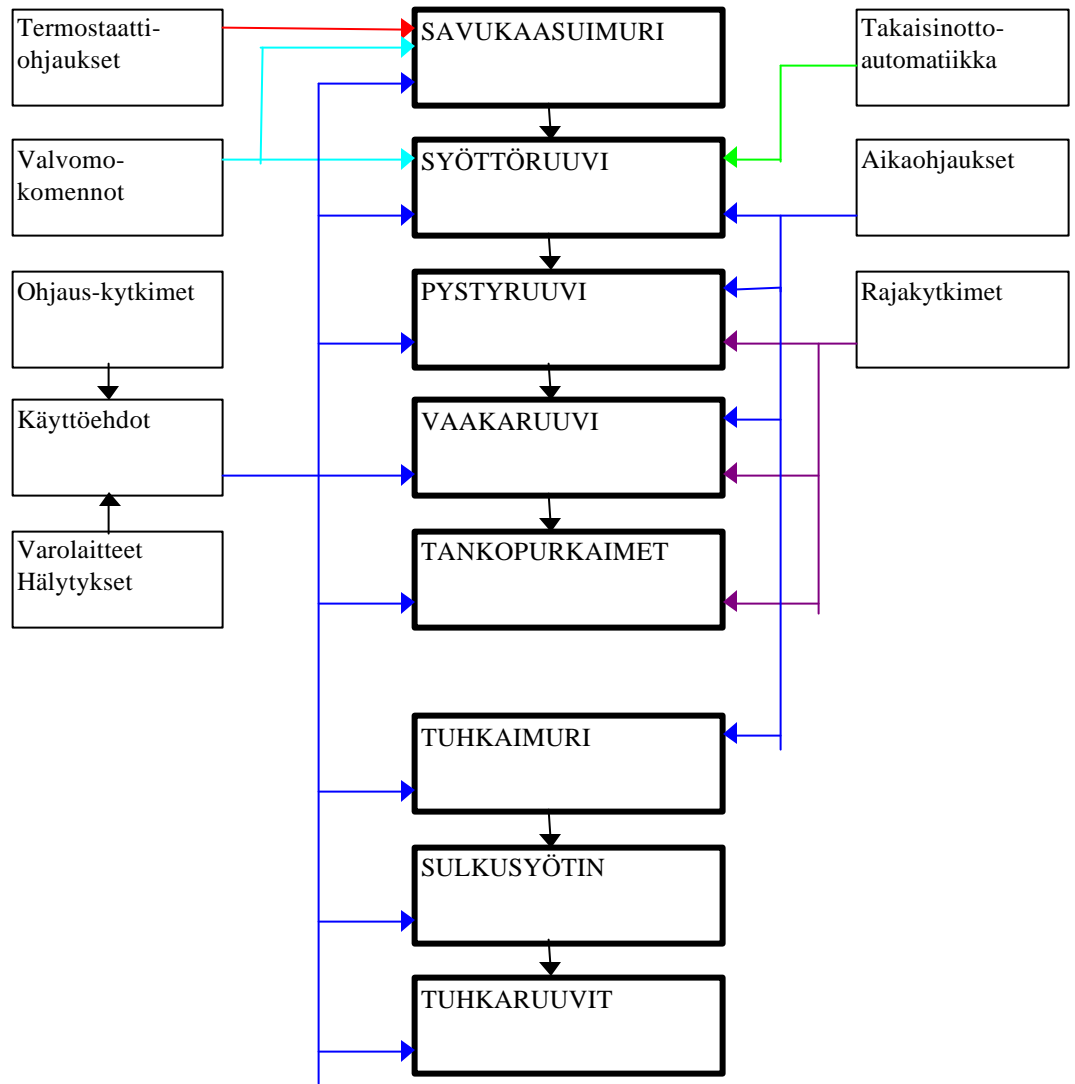
6.2 Ilma-savukaasupiirin ohjaus

Ohjausvirtapiirin laitteet sijaitsevat pääasiallisesti keskuksessa RK-1. Ohjausvirtapiirit on esitettyä liitteessä 3. Seuraavassa esitetään ilma-savukaasupiirin ohjauksen toiminta. Pääkytkin S1 ohjaa pääkontaktoria C1 ja apukontaktoria D100. Tällöin on ehtona, ettei kuivakeittosuojat ole lauenneina eli kontaktori C20 on vetäneenä. Kuivakeittosuojien tila välittyy myös öljypoltinkeskuksen kontaktorille K8. Pääkontaktorin koskettimet 13 - 14 ohjaavat kompensoinnin apukontaktoria C1.1 ja lämmityskattiloiden käyttökytkintä S4. Asennossa K on kytkin S4 normaalissa käyttömuodossa ja asennossa N nuohoustilassa. Nuohoustilassa on savukaasuimurin toiminta mahdollista, mutta polttoaineen ja palamisilman syöttö on estetty. Logiikka saa tiedon käyttökytkimen päälläolosta apureleen D40 välityksellä. Apurele toimii logiikkaohjelmassa tuhkanpoiston käyntiehtona. Kytkimen S4 tila välittyy myös apukontaktoreille D102. Termostaatti T_{max} katkaisee savukaasuimurin toiminnan, jos kattilan lämpötila ylittää tietyn pisteen. Vastaavasti termostaatti T_{min} toimii, jos lämpötila alittaa sille säädetyn alarajan. Kytkimellä S5 voidaan termostaatin T_{min} toiminta ohittaa. Molemmat termostaatit aiheuttavat toimiessaan hälytyksen. Käyttötermostaatti $T_{käyttö}$ katkaisee savukaasuimurin toiminnan, jos kattilan lämpötila on sille säädetyn alueen ulkopuolella. Keskuksessa RK-4A oleva kontaktori D112 toimii valitsimena savukaasuimurin käyttömuodolle. Paikallishjauksessa savukaasuimurin toimintaa säätelee termostaatti $T_{käyttö}$. Valvomo-ohjauksessa termostaatti ohitetaan ja savukaasuimurin toimintaa ohjataan kontaktorin D113 välityksellä. Apukontaktorin D5 ja D8 avulla ohitetaan koko ohjauspiiri. Tällöin käyttömuotona on öljypoltinkäyttö. Savukaasuimurin moottori kytkeytyy ensin tähteen kontaktorin C4 avulla ja verkkokontaktorin D1 toimittua kolmioon kontaktorin C3 avulla. Tällöin toimivat myös apukontaktorit C3.1 ja D104. Kytkimen S2 avulla ohjataan tuulettimen toimintaa. Kun käyttökytkin S4 on asennossa K, mahdollistuu myös muiden ohjausvirtapiirin komponenttien toiminta. Kontaktorin C1.1 koskettimien 13 -

14 avulla toimii kompensoinnin apurele. Savukaasuimurin apureleen C3.1 koskettimien 13 - 14 avulla toimii vedonsäädön magneettiventtiili Mg1. Täällöin myös logiikan apurele D42 vetää. Apurele toimii logiikkaohjelmassa syöttöruuvien käyntiehtona. Korvausilmapuhallin kytketään päälle kytkimestä S6. Kytkimellä S7 valitaan yksikön käyttömuoto. Asennossa Ö on valittuna öljypoltinkäyttö ohjaten apureleita D5 ja D8. Asennossa S on käytössä syöttöruuvikäyttö, jolloin on mahdollista käyttää kiinteää polttoainetta käyttävä kattila. Kytkimen asennosta välittyy tilatieto keskuksen RK-4A kontakteille D105 ja D107. Palamisilmapuhallinta ohjataan kytkimestä S8. Apupuhallinta ohjataan kytkimestä S3. Molempien ohjaus tapahtuu joko paikallisesti savukaasuimurin käyntitietoon perustuen kontaktorin C3.1 koskettimien 33 - 34 avulla tai keskuksen RK-4A apureleiden D112 ja D114 avulla. Puhaltimien käyntitieto välittyy apureleille D106 ja D101 keskuksessa RK-4A. Savukaasupuhaltimen käyntitieto välittyy myös öljypoltinkeskukseen kontaktorin C3.1 koskettimien 43 - 44 välityksellä kontaktorille K8, kun käyttökytkin S7 on öljypoltinkäyttö-asennossa ja apurele D5 vetäneenä. Ylivirtarele D54 toimii syöttöruuvien takaisinoton ohjauksessa syöttöruuvien moottorin kuormittuessa liikaa. Logiikkaohjelma ohjaa syöttöruuvia hetken aikaa taaksepäin, kun ylivirtareleelta tulee ylivirtaimpulssi.

6.3 Polttoaineensyötön- ja tuhkanpoistonohjaus logiikalla

Ohjausjärjestelmän lohkokaavio on esitetty kuvassa 11. Logikkalaitteiston kokoonpano ja asetukset on esitetty liitteessä 1. Liitteen 2 logiikkaohjelma koostuu kolmesta eri ohjelmayksiköstä. Organisaatioyksikössä OB1 sijaitsee pääohjelma. Tämä yksikkö sisältää hyppykäskyt ohjelmayksiköihin FC10 ja FC20, joissa varsinainen ohjelma sijaitsee.



Kuva 11. Polttoaineensyöttö ja tuhkanpoisto. Ohjauksen lohkokaavio.

6.3.1 Organisaatioyksikkö OB1

Yksikössä määritetään hyppy ohjelmayksiköihin FC10 ja FC20.

6.6.2 Ohjelmayksikkö FC10

Virtapiiri 1: Ohjausehdot syöttöruuville.

Syöttöruuvien ohjauskytkimen tulee olla käsiohjaus- tai automaattiohjaus-asennossa. Automaattiohjauksessa tulee ohjausehdot olla täytettyinä. Syöttöruuvien käyttöehdot tulee olla toteutettuina. Takaisinotto tai hälytys ei saa olla voimassa.

Virtapiirit 2 ja 3: Syöttöruuvien käyntisekvenssi savukaasuimurin pyöriessä. Savukaasuimurin käyntitieto aktivoi vetohidastuselimen. T1 määrää seisokkiajan ja T2 käyntiajan. M10.0:n tila ohjaa syöttöruuvien käyntiä.

Virtapiirit 4 ja 5: Syöttöruuvien käyntisekvenssi savukaasuimurin seisoessa. Sama toiminto kuin virtapiireillä 2 ja 3. T3 määrää seisokkiajan ja T4 käyntiajan. M10.2:n tila ohjaa syöttöruuvien käyntiä.

Virtapiiri 6: Syöttöruuvien käyntiaikojen päästöhidastus. Päästöhidastuselin toimii, kun M10.0 ei ole asetettuna savukaasuimurin pyöriessä tai M10.2 ei ole asetettuna savukaasuimurin seisoessa.

Virtapiiri 7: Syöttöruuvien automaattinen ohjaus. Kun edellinen ehto on toteutunut ja ohjausmuoto on logiikan sisäisillä ajoilla, asettuu M10.5. Vaihtoehtoisesti kun ohjausmuoto on valvomo-ohjaus ja ohjauskäsky on annettu valvomosta, asettuu M10.5.

Virtapiiri 8: Takaisinoton ohjaus. Ylivirtareleen havahtuessa sen antama virtapulssi ohjaa M10.6:n 10 sekunnin ajaksi päälle.

Virtapiiri 9: Ylivirran aikatoiminto. Jos ylivirta kestää yli 5 sekuntia, tapahtuu hälytys.

Virtapiiri 10: Takaisinottojen laskuri. Jos takaisinottoja on tapahtunut viisi, tapahtuu hälytys.

Virtapiiri 11: Hälytyksen ohjaus. Hälytyksen ohjaus pitopiirillä sekä hälytyksen kuittaus.

Virtapiiri 12: Takaisinoton käynnistyksen viive.
Syöttöruuvi pysähtyy sekunniksi ennen takaisinottoa.

Virtapiiri 13: Takaisinotto.
Syöttöruuvi ohjautuu taakse, kun ohjauskytkimet ja käyntiehdot ovat kunnossa. Sen lisäksi takaisinoton ohjauksen tulee olla voimassa. Hälytys ei saa olla voimassa.

Virtapiiri 14: Pystyruuvien ohjaus eteen.
Ohjauskytkimen täytyy käsiohjausasennossa tai automaattiohjauksessa M11.4 asetettuna. Pystyruuvia ei saa olla ohjaamassa taakse.

Virtapiiri 15: Käynnistyksen hidastus.
Asetetaan pystyruuvien käynnistyksen hidastus automaattiohjauksessa.

Virtapiiri 16: Pystyruuvien automaattiohjausehdot.
Syöttöruuvien tulee olla käynnissä tai pystyruuvien on oltava jo käynnissä sekä pitkäkuoriajokytkimen on oltava päällä. Ohjauskytkimen tulee olla automaattiohjaus-asennossa. Rajakytkin ei saa olla toimineena. Pystyruuvia ei saa olla ohjaamassa taakse.

Virtapiiri 17: Pystyruuvi taakse.
Pystyruuvien ohjaus taakse toteutuu, kun ohjaus eteen on päättynyt.

Virtapiiri 18: Vaakaruuvien ohjaus eteen.
Ohjauskytkimen tulee olla käsiohjaus-asennossa tai automaattiohjauksessa M11.6 asetettuna. Vaakaruuvia ei saa olla ohjaamassa taakse.

Virtapiiri 19: Käynnistyksen hidastus.
Asetetaan vaakaruuvien käynnistyksen hidastus automaattiohjauksessa.

Virtapiiri 20: Vaakaruuvien automaattiohjausehdot.

Pystyruuvien tulee olla käynnissä tai vaakaruuvien jo valmiiksi käynnissä.

Ohjauskytkin tulee olla automaattiohjaus-asennossa. Rajakytkin ei saa olla toimineena. Vaakaruuvia ei saa olla ohjaamassa taakse.

Virtapiiri 21: Vaakaruuvi taakse.

Vaakaruuvien ohjaus taakse toteutuu, kun ohjaus eteen on päättynyt.

Virtapiiri 22: Tuhkanpoiston vaaka/pystyruuvi.

Tuhkaruuvien ohjaus sulkusyöttimeltä. Päästöhidastuselin asettaa M12.3:n.

Virtapiiri 23: Tuhkanpoiston pystyruuvien ohjaus.

Ohjauskytkin tulee olla päällä tai pitopiiri toimineena. M12.3 ei saa olla päällä.

Vaihtoehtoisesti sulkusyöttimen tulee olla käynnissä. Seis-kytkin ei saa olla toimineena.

Virtapiiri 24: Tuhkanpoiston vaakaruuvien ohjaus.

Ohjauskytkimen tai pitopiirin tulee olla päällä. Tuhkanpoiston pystyruuvi tulee olla käynnissä. Seis-kytkin ei saa olla toimineena.

Virtapiiri 25: Sulkusyötin / Tuhkaimuri ohjausehdot.

Ohjauskytkimet käsiohjaus-asennossa tai automaattiohjauksessa M12.2 asetettuna. Tuhkanpoiston käyntiehto tulee olla toteutettuna. Tuhkaimuri käynnistyy.

Virtapiiri 26: Sulkusyötin / Tuhkaimuri. Automaattiohjausehdot.

Ohjauskytkimet tulee olla automaattiohjaus-asennossa. Tuhkanpoiston käyntiehto tulee olla toteutuneena.

Virtapiiri 27 ja 28: Käyntisekvenssi automaattiohjauksessa.

T12 määrää seisokkiajan ja T13 käyntiajan sulkusyöttimelle ja tuhkaimurille. M12.0:n tila ohjaa tuhkaimurin käyntiä.

Virtapiiri 29: Automaattiohjaus.

Tuhkaimuria ohjataan käyntisekvenssin avulla.

Virtapiiri 30: Sulkusyöttimen ohjaus.

Sulkusyötintä ohjataan viiveellä tuhkaimurin käynnistyttyä.

Virtapiiri 31: Varastosiilon luukun raja.

Varastosiilon rajakytkimen toimiessa tapahtuu hälytys viiden sekunnin kuluttua.

Virtapiiri 32: Öljyn pintaraja.

Öljyn pintaraja-anturin tai siilon luukun rajakytkimen toimiessa tapahtuu hälytys.

Virtapiiri 33: Hydrauliiikkamoottorin ohjaus.

Ohjauskytkin tulee olla päällä. Automaattiohjauksessa vaakaruuvien tulee olla päällä. Hälytys ei saa olla voimassa.

Virtapiiri 34: Magneettiventtiili 2.

Hydrauliikkamoottorin käyntitieto asettaa kiikun. Resetointi tapahtuu joko Magneettiventtiili 3 päälläolotiedosta tai hydrauliikkamoottorin pysähtymisestä.

Virtapiiri 35: Magneettiventtiili 3.

Tankopurkain 1. eturajakytkin asettaa kiikun. Resetoinnin aiheuttaa joko tankopurkain 2 eturajakytkin tai hydrauliikkamoottorin pysähtyminen.

Virtapiiri 36: Hälytykset.

Syöttöruuvien takaisinotosta, hydrauliikkasta tai lämpöreleiltä tulevat hälytykset ohjaavat hälytyslähdön päälle.

6.6.3 Ohjelmayksikkö FC20

Virtapiirit 1-8: Analogiatuloilta saadut jänniteviestit muutetaan logiikan ymmärtämään muotoon ajastimien ohjaamiseksi. Jokaisen virtapiirin toiminta on sama. Ainoastaan tulo-osoite PIW ja muistisana MW ovat erilaiset, koska ohjelma ohjaa kahdeksaa eri ajastinta ohjelmayksikössä FC10. Seuraavassa on esitetty virtapiirissä 1 olevan ohjelman toiminta käsky käskyltä.

L "Ana in1"

Lataa akkuun analogiatulon PIW256 arvon 16-bittisenä binäärisanana.

RRD 7

Siirrä tulosanan bittejä oikealle seitsemän kertaa. A/D-muunnettu jännitearvo saadaan näin siirrettyä sanan alimmille biteille.

ITB

Muunna tulos BCD-formaattiin. Logiikkalaite ymmärtää aika-asetuksen vain binäärikoodatussa desimaalimuodossa.

L 2#111111111111

Lataa ylläoleva binääriluku akkuun AND-maskausta varten.

AW

Suorita AND-maskaus ylemmille neljälle bitille. Aika-arvo sijaitsee kolmessa alemmassa neljän bitin ryhmässä.

L 2#10000000000000

Lataa yllä oleva binääriluku akkuun OR-maskausta varten.

OW

Suorita OR-maskaus ajan määrittystä varten. Kun bitti 13=1 ja bitti 12=0, aikayksikkö on 1 sekunti.

T "T1 asetus"

Talleta saatu tulos muistisanaan MW10.

7 TULOSTEN TARKASTELU

Vanhojen reletekniikalla toteutettujen ohjausjärjestelmien saneeraus logiikka-ohjatuiksi on kannattavaa. Jos ohjauksen kohdetta tai itse ohjausjärjestelmää on päivitettävä, muutosten teko ohjelmaan on yksinkertaista verrattuna vanhoihin ohjausjärjestelmiin. Lisäksi uusi tekniikka tuo tullessaan lukuisia lisäetuja prosessin valvonnan keskittämisen yhteydessä. Nykyisellä kenttäväylä- ja PC-ohjaustekniikalla voitaisiin tässäkin työssä käsitellyn prosessin ohjaus ja säätö toteuttaa keskitetysti yhdeltä valvomon tietokoneelta.

Suunnitelmassani olen pyrkinyt tekemään dokumenteista valmiita ja oikeaoppisesti laadittuja. Kun ohjausjärjestelmän saneeraus tehdään aikanaan lämpölaitokseen, voisivat suunnitelmani olla pohjana lopullisessa ohjausjärjestelmän saneerauksessa. Suunnittelemani analogiatulojen käyttö logiikan ajastimien ohjauksen yhteydessä on halpa ratkaisu ja riittävän tarkka useihin muihinkin ohjausjärjestelmiin. Työni logiikoita käsittelevä osuus käy sellaisenaan oppimateriaaliksi henkilölle, joka tarvitsee perustietoa ohjelmoitavista logiikoista ja Simatic S7-logiikkalaitteistosta.

Jos tähän työhön tehtäisiin jatkotutkimus, sen aiheena voisi olla ohjausjärjestelmän liittäminen kenttäväylän välityksellä valvomo-ohjauksen alaisuuteen. Tietokoneohjauksen avulla lämpölaitoksen hyötysuhde saataisiin paranemaan merkittävästi. Samoin kävisi, jos lämpötehon säätö tapahtuisi syöttöruuvin pyörimisnopeutta säätämällä. Puu on Suomessa ehtymätön luonnonvara. Sen käyttöarvo polttoaineena tulee varmasti lisääntymään merkittävästi lähitulevaisuudessa. Pienimuotoisten hakkuujätettä polttavien laitosten suunnittelu ja valmistus voi olla tulevaisuudessa kannattavaa liiketoimintaa. Nykyisen ohjaus- ja säätötekniikan avulla niistä voitaisiin valmistaa turvallisia ja helppokäyttöisiä laitteita kotitalouksia ajatellen.

8 LÄHTEET

Asplund, Dan - Solantausta, Yrjö, Puun käyttö polttoaineena 1. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Espoo 1979

Fonselius, Jaakko - Pekkola, Kari - Selosmaa, Seppo - Välimaa, Taisto, Koneautomaatio - Sähköiset automaatiolaitteet. Painatuskeskus Oy. Helsinki 1990.

Fonselius, Jaakko - Pekkola, Kari - Selosmaa, Seppo - Ström, Markku - Välimaa Taisto, Koneautomaatio - Automaatiolaitteet. Oy Edita Ab. Helsinki 1996.

Siemens AG, Automation Group
<http://www.aut.siemens.de/s7-300>

Suomen Sähköurakoitsijaliitto ry, Automaation perustieto - Ohjaustekniikka. Sähköurakoitsijaliiton Koulutus ja Kustannus Oy. Helsinki 1986.

Vuorelainen, Olavi, LVI-tekniikka - Polttoaineet ja polttolaitteet. Otakustantamo. Espoo 1979.

Wahlroos, Lasse, Kotimaiset polttoaineet ja keskuslämmityskattilat. Energiakirjat Oy. Kokemäki 1980.

Painamaton lähde.

Miettinen, Juhani, Ohjelmoitavat logiikat ja johdatus sumeaan säätöön. Opintomoniste ja luentomuistiinpanot.