

**Janne Lepistö**

**PUUKAASUKONTIN AUTOMAATIO**

**Opinnäytetyö**

**KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU**

**Sähkötekniikan koulutusohjelma**

**TOUKOKUU 2012**

## TIIVISTELMÄ

<b>Yksikkö</b> Ylivieskan yksikkö	<b>Aika</b> Toukokuu 2012	<b>Tekijä/tekijät</b> Janne Juhani Lepistö
<b>Koulutusohjelma</b> Sähkötekniikan koulutusohjelma		
<b>Työn nimi</b> Puukaasukontin automaatio		
<b>Työn ohjaaja</b> Yrjö Muilu		<b>Sivumäärä</b> 31+13
<b>Työelämäohjaaja</b> Miika Oksanen		
<p>Opinnäytetyön aiheena on CENTRIA:n Sievin energialaboratoriossa sijaitsevan puukaasukontin automaation suunnittelu, jossa nykyinen releratkaisu poistetaan ja korvataan automaatiokeskuksella.</p> <p>Samasta aiheesta on aiemmin tehty opinnäytetyö, mutta se keskittyi pelkästään toiminnallisuuden toteuttamiseen releohjauksena.</p> <p>Olemassa ollut releohjaus oli pohjana opinnäytetyölleni. Sen avulla koko laitteiston toiminnallisuuteen oli helpompaa päästä selville.</p> <p>Laadin automaatiosta suunnitelman, kokosin järjestelmän, asensin laitteet ja suoritin automaation ylösajon. Opinnäytetyö toimii myös käyttäjämanuaalina ja se mahdollistaa jatkokehittelyä tulevien opinnäytetöiden osalta mm. seurannan ja hälytysten osalta.</p> <p>Työn tilaajana oli CENTRIA.</p> <p>Puukaasukontin automaation suunnittelun lisäksi, jouduin perehtymään myös logiikan toimintaan, sekä laatimaan siihen ohjausohjelman, mikä kykenee pyörittämään prosessia ja ilmoittamaan käyttäjälle tapahtumista, sekä ongelmista halutulla tavalla.</p>		

**Asiasanat**

Automaatio, Plc, Puukaasu

## ABSTRACT

<b>CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b>	<b>Date</b> May 2012	<b>Author</b> Janne Juhani Lepistö
<b>Degree programme</b> Electrical engineering		
<b>Name of thesis</b> Wood gas containers automation		
<b>Instructor</b> Yrjö Muilu		<b>Pages</b> 31+13
<b>Supervisor</b> Miika Oksanen		
<p>The subject of this thesis is the automation design of a wood gas container at Sievi Energy laboratory. There the current relay system is removed and replaced with automation center. The work also is carried out in practice.</p> <p>On the same subject has previously been written a thesis, but it focused on only the functionality to implement relay control.</p> <p>The present relay control was the basis for the thesis. It allowed full functionality of the equipment to be evaluated.</p> <p>I have drawn up a plan for automation, I assembled the system, installed the hardware and performed processor automation start-up. The thesis is also a user documentation and allows for the further development of future theses for example monitoring and alerts.</p> <p>The commissioner of this project was CENTRIA.</p> <p>In addition to wood gas container automation design I had to familiarize with action of the logic, and to draw up a control program, which is able to run the process and to inform the user of events, as well as problems in the desired manner.</p>		
<b>key words</b> Automation, Plc, Wood gas,		

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ ABSTRACT

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2. YLEISTÄ AUTOMAATIOSTA</b>	<b>2</b>
2.1 Järjestelmän osat	2
2.2 Instrumentit	2
2.3 Automaatiokeskus	2
2.4 PLC	3
2.5 Automaatio-ohjaus	4
2.6 Manuaaliohjaus	4
2.7 Valvomo	5
2.8 Operointipäätte	5
2.9 Liikennöinti	5
2.9.1 Binääri	6
2.9.2 Analogia	6
2.9.3 I/O	7
2.9.4 Riviliitin	7
2.9.5 Rele	7
2.9.6 Johtimet	8
<b>4 TOIMINNAN ALOITTAMINEN</b>	<b>9</b>
4.1 Järjestelmään perehtyminen	9
4.2 Suunnittelu	9
4.3 Valmistelu	10
4.4 Toteutus	10
4.5 Testaus	11
4.6 Käyttöönotto	11
<b>5 PUUKAASUKONTIN AUTOMAATION KOMPONENTIT</b>	<b>12</b>
5.1 S7-200	12
5.2 Simatic step 7	14
5.3 Td-200	14

<b>6. PUUKAASUKONTIN KOMPONENTIT</b>	<b>16</b>
6.1 Hakesiilo	16
6.2 Kaasutin	16
6.3 Imuri	17
6.4 Arinan pyöritys	18
6.4 Moottori	19
6.5 Generaattori	20
<b>7 PUUKAASUKONTIN AUTOMAATIO</b>	<b>22</b>
7.2 Suunnittelu	23
7.3 Valmistelut	24
7.4 Testaus	24
7.5 Asennukset	25
7.6 Laitteiston testaus	25
7.7 Käyttöönotto	26
<b>8 TOIMINNAT JA OHJAUKSET</b>	<b>27</b>
8.1 Perusteet	27
8.2 Ohjausjännitteet	27
8.3 Huuhtelu	28
8.4 Pesu	29
8.5 Käynnistys	29
8.6 Loppuhuuhtelu	30
8.7 Toimintakokonaisuus	30
<b>9 YHTEENVETO</b>	<b>31</b>
<b>LÄHTEET</b>	

## 1 JOHDANTO

Automaatio on itsetoimiva laite, joka toimii käyttäjän antamien tietojen perusteella. Se kykenee tuottamaan järjestelmistä nopeampia, tuottoisampia sekä energiatehokkaampia toimintoja. Automaatiolla pyritään poistamaan käyttäjältä fyysisen työn tekeminen ja vähentämään laitteiden toiminnan valvomista.

Automaation tullessa yleiseen käyttöön sen pelättiin syrjäyttävän ihmistyö kokonaan. Näin voidaan tietysti ajatella ja osittain se on tottakin, mutta todellisuudessa automaatiota suunnittelee ihminen ja suunnitellaan se ihmisiä varten. Automaation toiminnalla voidaan korvata ihmistyötä vaativa linjasto, mutta samalla voidaan rakennuttaa useampia linjastoja ja lisätä tuotantokapasiteettiä. Tämän vaikutuksesta työpaikat eivät vähene, päinvastoin niiden määrä kasvaa. Tämän seurauksena uudet laitteistot vaatiivat suunnittelua ja huoltoa, sekä lisäksi tuotannon kasvaessa logistiikkahenkilöstä tarvitaan enemmän. Voidaan siis päätellä automaation siirtävän työpaikkoja eikä välttämättä vähentävän niitä.

Automaatio koostuu useista eri komponenteista sekä toimilaitteista. Nykyaikaisessa automaatiojärjestelmässä on usein ohjelmoitava logiikka, joka mahdollistaa useiden tietojen keräämisen, käsittelyn ja lähettämisen ohjattaville laitteille. Logiikassa voi olla jopa tuhansia sisään - ja ulostuloja. Nämä määräävät automaatiokeskuksen suuruuden sekä sen vaatiman tilan.

*(automaatioseura 2010)*

## **2. YLEISTÄ AUTOMAATIOSTA**

### **2.1 Järjestelmän osat**

Automaatiojärjestelmä rakentuu monista komponenteista ja toimilaitteista. Yleensä järjestelmästä löytyy automaatiokeskus, valvomo sekä kentällä toimivat instrumentit. Kentällä tarkoitetaan sitä, että laitteet sijaitsevat keskuksen ulkopuolella.

(Oamk 2012)

### **2.2 Instrumentit**

Instrumenteilla tarkoitetaan sellaisia laitteita, jotka pystyvät lähettämään tai vastaanottamaan tietoja automaatiokeskukselta. Yleisesti näiltä laitteilta vastaanotetaan niiden keräämiä tietoja, joita usein on pitoisuus, paine,- lämpö,- ja niiden muutosnopeustiedot. Nämä laitteet saavat ilmoittavat myös häiriö, - ja käyntitietoja. Nämä tiedot voivat olla joko digitaalisessa tai analogisessa muodossa, jossa digitaalisella tiedolla saadaan päällä-pois-tiedot ja analogisella tiedolla saadaan tarkkailtua haluttua aluetta sekä sen muutoksia. Lähetystiedoilla voidaan puolestaan ohjata laitteistot käynti- ja lukitustilaan ja antaa niille olo- ja tai ohjearvoa. Tietoa keräävät laitteet toimivat järjestelmän aisteina, ilman niiltä kerättävää tietoa ei laitteisto toimisi. Puolestaan ilman lähtötietoja ei prosessia voitaisi käyttää tai sen toimintaa muuttaa.

(Oamk 2012)

### **2.3 Automaatiokeskus**

Automaatiokeskus toimii järjestelmän tietojenkäsittelijänä sekä instrumenttikaapeleiden kytkentätilana. Keskuksen kotelo koostuu usein metalli- tai muovimateriaalista ja sisältää se pääasissa johtokanavia, riviliitinryhmiä, releryhmiä sekä muita komponenteja vaatimusten mukaan. Automaatiokeskusta voidaan pitää proessin

tärkeinänä toimilaitteena, koska se vastaanottaa tulevat tiedot ja käsittelee ne. Käsittelyn jälkeen se lähettää tarvittavat tiedot valvomoon ja instrumenteille. Järjestelmässä voi olla useita automaatiokeskuksia, ja ne voivat olla toisistaan riippuvaisia tai riippumattomia. Yleensä kuitenkin ovat ne toisistaan riippuvaisia, koska se parantaa prosessin toimintaa, valvontaa sekä turvallisuutta. Nykyaikainen automaatiokeskus sisältää yleensä myös ohjelmoitavan logiikan, joka pystyy tehokkaasti korvaamaan vanhoja releohjauksia.



KUVIO 1. Automaatiokeskus

## 2.4 PLC

PLC on lyhenne sanoista Programmable Logic Controller, mikä tunnetaan paremmin nimellä ohjelmoitava logiikka. Sitä voidaan kuvailla pieneksi tietokoneeksi, joka kykenee toimimaan teollisuuden vaatimissa olosuhteissa. PLC käyttää käyttäjän luomaa ohjelmaa ja toimii se juuri niin, kuten se on luotu toimimaan. Vaikka ohjelma toimisi virtuaalisesti oikein, on se syytä testata ennen varsinaista käyttöä. Tällöin vaarat voidaan välttää tai vähintään minimoida ne. PLC-rakenne koostuu sisään- ja



ulostuloista, mitkä voivat olla mallista riippuen digitaalisia- ja tai analogisia. Lisäksi se sisältää prosessorin, mikä on toimilaitteen tärkein osa, koska käsittelee se ohjelman tilaa sekä tulkitsee tiedot ja antaa käskyjä laitteistolle. Ensimmäinen PLC syntyi vuonna 1960 ja yleistyi aluksi teollisuudessa, mutta hintojen laskiessa saattaa PLC ohjausta löytyä nykyään omakotitalostakin. Päättarkoituksena ohjaimella on poistaa ihmiseltä yksinkertainen työ sekä nopeuttaa ja parantaa tuotantoa. Laitteeseen kytkettyjen laitteiden määrän kasvaessa suureksi pystytään valvontaa suorittamaan helposti, mutta sen rikkoutuessa saattaa prosessissa ilmetä suuria käyttökatkoksia. Tämän vuoksi on syytä pitää laitteistolla pieni määrä manuaaliohjauksia. (Ohjaustekniikka 2000)



KUVIO 2. Mitsubishiin fx2n-sarjan logiikka (Mitsubishi 2012)

## 2.5 Automaatio-ohjaus

Automaattisessa ohjauksessa toimintaa ajaa releohjaus tai PLC, siihen suunnitellun ohjausjärjestelmän mukaisesti. Usein käyttäjällä on mahdollisuus muuttaa toimintaa, mutta laitteisto ajaa prosessin alusta loppuun käyttäjän sijasta. (Oamk 2012).

## 2.6 Manuaaliohjaus

Manuaaliohjauksessa käyttäjä ajaa toimilaitteille kaiken sen vaatiman tiedon sekä valvoo järjestelmän toimivuutta. Tällaisessa järjestelmässä käyttäjä joutuu itse ajamaan

prosessin alusta loppuun. Nykyaikaisestakin automaatiojärjestelmästä löytyy manuaaliohjauksia turvaamaan toimintaa vikatilanteissa. (Oamk 2012).

## **2.7 Valvomo**

Valvomo on usein erillinen tila, johon sijoitetaan prosessia tarkkailevat toimilaitteet. Usein toimilaitteena toimii tietokone, joka tehokkaasti korvaa vanhaksi jääneen häiriötaulun. Tärkeimpänä tehtävänä on antaa käyttäjälle tila, josta voidaan valvoa koko järjestelmän toimintaa ja usein kyetään myös muuttamaan prosessin tapahtumia ja sen toiminnan tehtäviä. Tämä helpottaa ja nopeuttaa käyttäjän työtä huomattavasti. Pienissä ja edullisissa ratkaisuissa, kuten omakotitalossa voidaan valvonta suorittaa operointipäätellä.

## **2.8 Operointipäätte**

Operointipäätte voidaan kuvailla näytöksi, jolla kyetään tarkailemaan järjestelmän tapahtumia. Myös sen toimintaa voidaan muuttaa, jollain laitteistotyypeillä. Operointipäätettä voidaan käyttää valvomon korvaajana yksinkertaisissa ratkaisuissa, sekä teollisuudessa prosessin tarkkailupisteinä. Operointipäätteet ovat kehittyneet paljon, sillä perinteinen näppäimillä toimiva rakenne on korvaantunut nopeasti kosketusnäytöllisillä malleilla. Operointipäätte saattaa sisältää myös sisäisen PLC, minkä vuoksi puolestaan laite ei vaadi suuria toimitiloja.

## **2.9 Liikennöinti**

Liikennöintiä käytetään, kun halutaan siirtää tietoa pitkiä matkoja. Matkojen pituutta ei kuitenkaan ole tarkasti määritelty. Yleisimpiä tiedonsiirtotapoja ovat johdin, radioaalto, ääni ja valotekniikka. Valokaapelilla päästään nykyään suuriin siirtonopeuksiin, joissa häiriötasot ovat matalia. Nykyään myös valokaapelin hinta on kasvattanut

kilpailukykyä, minkä vuoksi korvaa se pitkissä siirtomatkoissa perinteikkäämmän johtimen. Johtimessa syntyy pitkillä matkoilla ylikuulumista, mikä tarkoittaa kahden johtimen potentiaalieron tasaantumista ja tämä saattaa vaikuttaa toimilaitteen toimintaa. Johtimen etu on kuitenkin sen galvaaninen yhteys. Tämän vuoksi se ei tarvitse välimuuntimia, kun puolestaan valokaapeli tarvitsee. Radioliikennettä käytetään, jos kaapeliyhteys on kallista tai vaikeaa toteuttaa. Äänitekniikkaa käytetään lähinnä antureissa havaitsemaan tapahtumia. Valotekniikalla ja tarkemmin lasertekniikalla voidaan siirtää tietoa pitkiä matkoja esimerkiksi kuuhun.

(Suomen sähköurakoitsijaliitto ry 1986).

### **2.9.1 Binääri**

Automaatiossa binäärillä tarkoitetaan sitä, että tiloja voi olla 2. Nämä tilat ovat 0 ja 1, jossa 0 voidaan ilmoittaa selkeämmin "poissa päältä"- tilaksi ja vastaavasti 1 tila "päällä" tilaan. Useasti laiteilta mitkä käyttävät binääriä voidaan vastaanottaa häiriö, käynti - ja pulssitietoja. Niille voidaan vastaavasti lähettää- käynti, lukitus - ja pulssitietoja. Binääritietoja käytetään paljon, koska sitä on helppo tulkita sekä siihen valmistettava ohjelma on usein yksinkertainen toteuttaa. Haittana voidaan pitää ylikuulumista sekä anturin hajotessa saattaa tila jäädä 1- tai 0- tilaan, mikä puolestaan voi johtaa toimilaitteiden rikkoutumiseen ja pahimmassa tapauksessa aiheuttaa vaaratilanteen. Tämän vuoksi laitteissa on yleensä tulo- ja lähtötieto, jolla pyritään varmistamaan toimilaitteen todellinen tila ja eliminoimaan virhetiedot. (Ohjaustekniikka 2000).

### **2.9.2 Analogia**

Automaatiossa analogia poikkeaa binääristä sen portaattoman tiedonkeräyksen tai tiedonlähetyksen ansiosta. Tästä johtuen analogialla voi olla tuhansia arvoja. Analogialla voidaankin tarkkailla laitteistolta olo- ja oletusarvot sekä ajaa samat arvot niille. Asetusarvolla tarkoitetaan laitteistolle asetettua arvoa, jonka se pyrkii saavuttamaan tai pitämään. Oloarvo mittaa laitteiston hetkellistä arvoa. Analogia

soveltuukin hyvin arvojen mittaamiseen ja sen portaattomuuden ansiosta voidaan sillä mitata esimerkiksi painetta ja lämpötilaa. Lähetystiedoilla voidaan puolestaan esimerkiksi asettaa taajuusmuuttajille haluttu arvo, johon se pyrkii. Analogia on hiukan kalliimpi toteuttaa kuin binääri, mutta se on todella tehokas. Haittana voidaan pitää horrosaikaa sekä anturien alkaessa ikääntyä saattaa niiden tarkkuuksissa olla pienimuotoisia heittoa, mikä saattaa aiheuttaa ohjausvirheitä. (Säätötekniikka 2000).

### **2.9.3 I/O**

I/O on yleensä automaatiossa vastaan tuleva nimike. I/O on lyhenne sanoista input ja output, jossa input tarkoittaa nimensä mukaisesti sisääntuloja ja output vastaavasti ulostuloja. Näistä muodostetaan yleensä i/o lista, joka luodaan helpottamaan PLC:n ohjelmointia sekä auttamaan vianetsinnässä. (Säätötekniikka 2000).

### **2.9.4 Riviliitin**

Riviliitin on yksinkertainen, mutta automaatiossa paljon käytetty komponentti. Rakenne koostuu usein muovista ja metallista. Sen tehtävänä on toimia esimerkiksi PLC:n ja kentän instrumenttien välisenä kytkentäpisteinä. Sijaitsee usein automaatiokeskuksessa, koska nopeuttaa automaatiokeskuksen rakentamista sekä helpottaa kaapeleiden kytkemistä ja vianetsintää. Riviliittimiä voi olla 1- kerroksisista monikerroksisiin. Lisäksi niissä voi olla katkaistava liitin, joka usein löytyy analogiaan kytkettävästä riviliittimestä. Tällä toiminnalla voidaan analogia testata ennen sen kytkemistä PLC:hen.

### **2.9.5 Rele**

Rele on yksinkertainen vahvistin, joka kykenee pienellä pitovirralla ohjaamaan suuria virtamääriä. Releellä on kaksi tilaa 0 ja 1 ja usein releitä hyödynnetään binäärin lähtöpuolella. Releen toiminta perustuu magneettikenttään, mikä luodaan kelassa, tällä

se kykenee liikuttamaan kosketinosa. Tämän seurauksena ohjausvirtapiiri ja työvirtapiiri ovat käytännössä erotettuja. Haittapuolina on mekaaninen kuluminen sekä harvoin käytettävissä releissä esiintyvä hapettuminen ja likaantuminen, joka saattaa vaikuttaa releen toimintaa. Yleisiä reletyyppejä ovat askelrele, aikarele, kontaktori, lämpörele ja puolijohderele.

### **2.9.6 Johtimet**

Automaation sisäisiä johdotuksi tehdessä on huomioitava niiden väriytykset sekä mitoittaminen ne oikein. Johtimien väriytykset kulkevat seuraavalla värikoodeilla musta, ruskea, violetti, jossa musta kuvaa binääri tuloa, ruskea binäärilähtöjä ja violetti analogiaan. Johtimien mitoitus on tärkeää tehdä oikein, jolla pyritään estämään johtimien kuumeneminen ja syntyvät tehohäviöt. Mitoitus on hyvä toteuttaa hiukan yli, jolloin voidaan suorittaa komponenttien lisäyksiä ilman johtimien uusimista (Suomen sähköurakoitsijaliitto ry 1986).

## 4 TOIMINNAN ALOITTAMINEN

### 4.1 Järjestelmään perehtyminen

Automaationjärjestelmän toteutusta aloittaessa on hyvä perehtyä prosessin toimintaan. Usein järjestelmää rakentaessa toimilaitteiden määrä nousee korkeaksi ja niiden on toimittava oikeassa järjestyksessä. Huonolla perehtymisellä työ hidastuu ja laitteiston toimintakuntoon saaminen voi olla haastavaa. Automaatiossa kannattaa hyödyntää järjestelmän vanhoja osia, mikäli niiden toiminnassa ei ilmene häiriöitä ja jos ne pystyvät toimimaan yhdessä uuden laitteiston kanssa.

Jos järjestelmän osat ovat riittämättömiä tai rikkoutuneita on kuitenkin suositeltavaa hyödyntää niiden sisältämät tiedot. Näiden antamalla tiedoilla voidaan valita korvaava laitteisto sekä arvioida järjestelmän vaatimia kustannuksia. Rakentaessa uutta laitteistoa on syytä valmistaa hiukan ylimitoitettut suunnitelmat sekä varata PLC:stä ja automaatiokeskuksesta tilanvarauksia, koska useimmissa tapauksissa järjestelmän valmistuessa halutaan siihen lisätä toimilaitteita, joita ei huomioitu suunnittelua tehdessä. Tällöin lisättävät toimilaitteet saadaan nopeasti toimintakuntoon. Voidaan siis todeta perehtymisen olevan todella tärkeää.

### 4.2 Suunnittelu

Järjestelmän toiminnan ymmärtämisen sisäistettyä, voidaan siihen tarvittava suunnittelu aloittaa. Jos prosessi on suuri ja siinä käytetään useita suunnittelijoita, on hyvä jakaa alueet jokaiselle suunnittelijalle erikseen.

Automaatiojärjestelmän suunnittelussa on hyvä lähteä liikkeelle sijoittamalla järjestelmän pääkomponentit. Näitä ovat automaatiokeskukset, valvomo ja instrumentit. Tällaisella toiminnalla saadaan järjestelmä loogisesti rakennettua ja toimintaa parannettua. Ilman hyvää suunnittelua saattaisivat toimilaitteet sijaita

kaukana toisistaan sekä keskuksista. Tämä puolestaan nostaisi rakennuskustannuksia sekä energiankulutusta. Hyvässä järjestelmässä automaatiokeskus sijaitsee instrumenttien läheisyydessä, sekä lähellä valvomoa.

### **4.3 Valmistelu**

Järjestelmää rakennettaessa on hyvä suorittaa tarpeelliset valmistelut ennen työn rakennusvaiheen varsinaista suoritusta. Valmisteluilla tarkoitetaan työtä, mikä voidaan suorittaa muualla kuin rakennuskohteessa. Automaatiokeskus voidaan luetella valmisteltaviin toimintoihin, koska sen kokoonpano harvoin tapahtuu työkohteessa. Keskus voidaan myös testata valmiiksi sisäisten kytkentöjen osalta, jolloin vikatilanteissa voidaan päätellä vian olevan kentänlaitteissa tai niiden kytkennöissä. Hyvällä esivalmisteluilla voidaan säästää huomattava määrä rakennuskohteessaa kuluvaa aikaa.

### **4.4 Toteutus**

Työn toteutus on usein rakennusvaiheen aikaa kuluttavin osio. Toteutuksessa suoritetaan kaikki suunnitellut toimenpiteet (tapahtuu kaikki toteuttavissa oleva rakennus). Näitä ovat esimerkiksi instrumenttien purku ja uusien asennus, kaapelointi ja kaapelireittien asennus, automaatiokeskusten toimitus ja asennus. Jossain tapauksissa pelkkä automaatiokeskuksen kokoonpano, toimitus ja sähköistys vievät vähemmän aikaa, mutta näissä tapauksissa ei voida puhua järjestelmän rakentamisesta.

Usein toteutusvaiheessa tapahtuvat mahdolliset viivästyksset, koska usein suunnittelussa ei oteta huomioon fyysisen työn vaatimaa aikaa. Lisäksi suurissa järjestelmissä on useita urakoitsijoita ja yhden osa-alueen viivästys vaikuttaa kaikkiin järjestelmän kokoonpanosta vastaaviin toimijoihin. Yleensä toteutusvaiheeseen kannattaa varata ylimääräistä aikaa.

## 4.5 Testaus

Toteutusvaiheen valmistuessa tai jonkin järjestelmän osan valmistuessa on syytä toteuttaa tarpeelliset testaukset. Testauksella varmistetaan laitteiston oikeanlainen toiminta. Testausta suorittaessa on suoritettava kentän laitteiden silmämääräinen tarkistus sekä tehtävä tarpeellinen i/o:n testaus. Tämän jälkeen voidaan suorittaa itse toimilaitteiden fyysinen testaus. Tällä toimenpiteellä eliminoidaan asentajan tekemät virheet ja säästytään toimilaitteiden rikkoutumiselta. Suurissa järjestelmissä toimilaitteiden määrän ollessa suuri tapahtuu niissä jatkuvaa testausta, mikä helpottaa koko järjestelmän lopullista testausta ja käyttöönottoa. Tyypillisiä virheitä ovat väärän sulakekoon valinta, etenkin olemassa olevien laitteiden osalta, sillä hyvin usein niiden tehon tarve on arvailun varassa.

## 4.6 Käyttöönotto

Käyttöönotossa järjestelmä otetaan käyttöön kokonaisuudessaan. Toisin sanoen laitteisto testataan ja varmistetaan, että laitteistot ja rakenteet vastaavat suunniteltua. Käyttöönoton jälkeen voidaan aloittaa asiakkaan perehdyttäminen laitteistoon sekä siirtää käyttöä käyttöhenkilökunnalle.



## 5 PUUKAASUKONTIN AUTOMAATION KOMPONENTIT

### 5.1 S7-200

Projektin logiikaksi valittiin Siemensin S7-200, mikä on suunniteltu pienille teollisuuden ratkaisuille. Tämä soveltuu enemmän kuin hyvin projektiin. Kyseinen logiikka sisältää pelkkiä binäärituloja ja lähtöjä. Suuremmissa järjestelmissä usein vaaditaan analogiaakin, mutta puukaasukontin tapauksessa tuloja ja lähtöjä on vähän sekä järjestelmän toiminta melko yksinkertaista, jolloin pelkällä binäärillä pärjätään pitkälle. S7-200:lle voidaan myös liittää lisäkorteja, joilla voidaan mahdollistaa analogian tuominen logiikkaan tai lisätä binäärin lähtö tai tulopaikkoja. Siemens S7-200 ohjelmoidaan Simatic Step 7- ohjelmalla.

(Siemens 2012)

<i><b>Tekniset tiedot</b></i>	
Bin tuloja/lähtöjä integroituna	24 Di/16 DO
Bin tuloja/lähtöjä maks.	128/120/248
Analogia tulojen /lähtöjen määrä lisäkorteilla	28/14/35
Ohjelmamuisti	16/24 ktavua
Tiedostomuisti	10 ktavua
Datamuistin backup-toiminto	190 h
Nopeita laskurituloja	6x30 khz, joista 4x20 khz A/B laskureina käytettävissä
Kommunikaatioliitännät	2xRS 485
Käytettävät protokollat, RS liitännät	PPI, MPI tai Freeport
Optiona liitännät	Profibus dp slave ja/tai as-i master/ethernet/internet/modem
Analogiapotentiometrit	2
Reaaliaikaiskello	Kyllä
24V DC virtalähde	400 mA
Mitat (L x K x S)	196 x 80 x 62 mm

(Siemens 2012)

## 5.2 Simatic step 7

Step 7 on Siemensin luoma logiikkaohjelmisto. Sillä kyetään ohjelmoimaan Siemensin logiikoita ja muokkaamaan niiden toimintoja. Suunnittelutyökaluja ohjelmasta löytyy seuraavasti. *il* (instruction list), *fbd* (funktion block diagram), *ld* (ladder diagram), *sfc* (sequential function chart) ja *st* (structure text). Step 7 on maailmassa paljon käytetty ohjelmointiohjelma.

(Siemens 2012).

## 5.3 Td-200

Työn operointipäätteeksi valittiin td-200. Myös operointipäätte on Siemensin valmistama. Projektiin se valittiin edullisuuden ja pienen kokonsa vuoksi. Päätteellä voidaan muokata ohjelmaa, jos siihen on tehty tarpeellinen ohjelmointi. Operointipäätteessä on 8 ohjelmoitavaa painonappia, mikä on riittävä kyseiseen projektiin. Tämän vuoksi ohjelmaan tehtäessä pieniä muutoksia ei tarvitse siihen liittää pc:tä. Päätte liitetään PLC:hen rs-485 portin kautta. Td-200 ei tarvitse ulkoista virtalähdettä, koska se saa tarvitsemansa virran rs-485 kautta. Myös td-200 ohjelmoidaan simatic Step 7 ohjelmalla.

(Siemens 2012).



KUVIO 3. Td-200 operointipäätte (Siemens 2012).

#### 5.4 Interface-rele 12-24V AC/DC

Projektiin valittiin releiksi hagerin interface- rele jonka kela toimii tasavirralla sekä vaihtovirralla 12-24 voltia. Kosketintieto toimii maksimissaan 5A / 250 VAC sekä minimissään 10mA / 12 VDC. (Hager 2012).

Releiksi ei voitu valita suurempitehoisia releitä, koska PLC:llä ajetaan niitä suoraan. Mikäli niitä ajettaisiin suoraan PLC:llä, kuormittuisi se huomattavasti ja lyhentäisi näin ollen PLC:een ikää. Projektiin valitessa suurempia ja tehoa kestävämpiä releitä on välireleillä ajettava itse kontaktoria. Kontaktori nimikkeellä tarkoitetaan relettä, minkä virran kesto on huomattavan suuri.

## 6. PUUKAASUKONTIN KOMPONENTIT

### 6.1 Hakesiilo

Hakesiilo sisältää järjestelmän polttoaineen ja toimii sen varastotilana. Tämän vuoksi polttoainetta ei tarvitse lisätä jatkuvasti kaasuttimeen, vaan lisäys suoritetaan suoraan hakesiilosta. Tämän vuoksi prosessia voidaan pitää käynnissä pitkiä aikoja.

### 6.2 Kaasutin

CENTRIA:n laboratorion laitteistolla puukaasun tuotanto tapahtuu myötävirtakaasuttimella. Kaasuttimen etuna ovat vähäiset tervapäästöt, mikä helpottaa kaasun käyttämistä suoraan kaasumootorille. Reaktorissa kaasun lämpötila kohoaa yli 1000 °C. Kuviossa 4 kaasutin on oikealla ja kaasumootorin jäähdytin vasemmalla.



KUVIO 4. CENTRIA:n laboratoriolaitteisto.

### 6.3 Imuri

Imurin tarkoituksena on tuottaa myötävirtakaasuttimelle ilmankierto, jolloin saadaan kaasuttimen hake palamaan ja palamisprosessi päälle. Imurilla kierrätetään ilmaa jatkuvasti, paitsi polttomoottoria käyttäessä. Tällöin polttomoottori tuottaa jatkuvan imun.



Kuvio 5. Imuri

### 6.4 Pääkaasu - ja ohjausventtiili

Pääkaasu - ja ohjausventtiilin tarkoituksena on ohjata kaasun kulkua järjestelmässä ja estää kulkeutuminen väärin paikkoihin. Pääkaasuventtiili säätelee järjestelmän kaasun säilytystä. Jos käyttö katkaistaan hetkeksi, niin venttiili estää pääkaasun pakenemisen laitteistosta. Tämän vuoksi voidaan laitteille suorittaa pieniä katkoja ja käynnistää prosessi uudelleen nopeasti. Ohjausventtiili ohjaa kaasun poltin käyttöön tai moottoriin käyttöön. Tällä saadaan puhtaan kaasun kulku turvattu ilman, että moottorin

käynnistyessä se alkaisi kaasun sijasta imeä pelkkää ilmaa, jolloin käynnistymistä ei tapahtuisi.

### 6.3 Vesipesuri

Vesipesurin tarkoituksena on poistaa kaasuttimelta kulkeutuva lentotuhka, jolloin se ei päädy kaasumoottorille. Lisäksi kaasuttimelta tuleva kaasu on lämpötilaltaan korkea noin 600 °C, joten se on jäähdytettävä moottorille sopivaksi noin 40 °C. Ilman vesipesuria polttomoottori luultavasti vaurioituisi.



KUVIO 6. Vesipesuri

### 6.4 Arinan pyörittäminen

Arinan pyörittämisellä saadaan myötävirtakaasuttimen toimintaa parannettua ja toiminta turvattua. Arina poistaa myötävirtakaasuttimesta tuhkan ja palamattoman materiaalin,

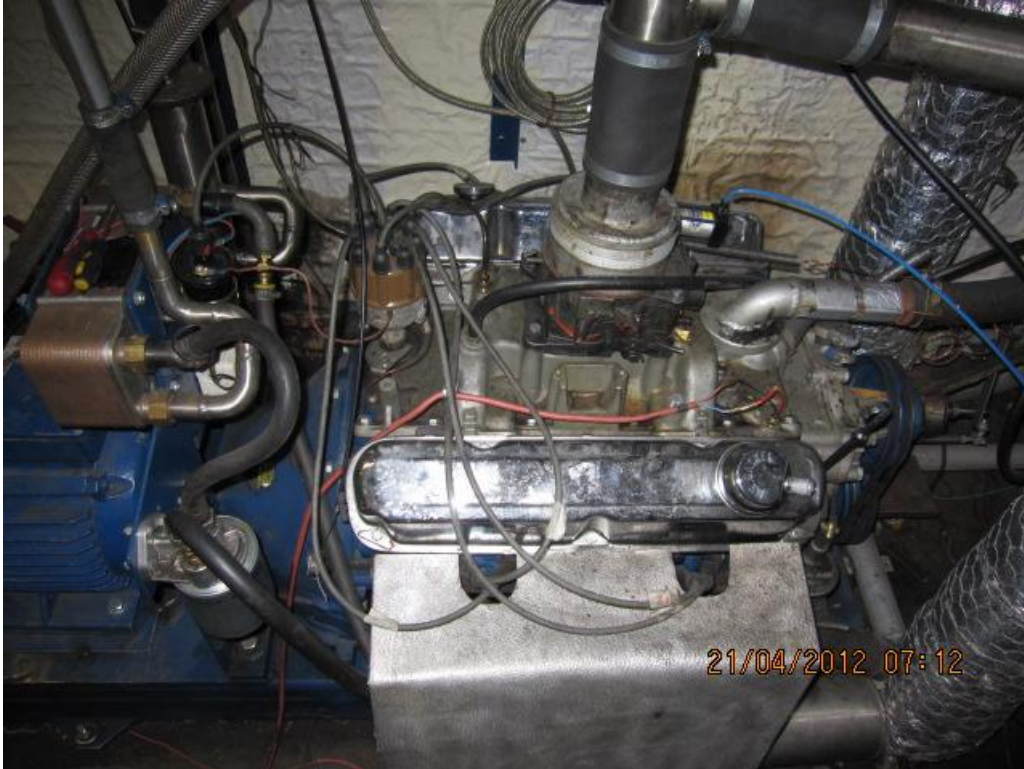
jolloin sen kykenee tuottamaan tehokkaasti kaasua. Arinan pyöritystä ei käytetä usein, mutta on se järjestelmän toiminnan kannalta tärkeä komponentti.

## **6.4 Moottori**

Moottorina käytetään polttomoottoria, joka kyseisessä tapauksessa on Mopar 318. Polttoaineen käytetään häkäkaasua, ja sylintereitä moottorista löytyy 8:n. Kyseessä on siis V-8-moottori, jossa iskutilavuutta on 5.4 litraa. Suurella teholla ja iskutilavuudella voidaan moottorin ja generaattorin yhteiskäyttöä toteuttaa tehokkaasti. Pienemmällä moottorilla saattaisi ilmetä käyntihäiriöitä ja moottorin ylikuormittumista. Kuten aiemmin mainittiin, kierrosten nopeuden tulisi olla 1540 r/min, mikä on suhteellisen pieni polttomoottorille.

Moottori on alunperin toiminut bensiinillä, mutta sitä on muokattu häkäkaasulle sopivaksi. Suurimmat muutokset on tehty moottorin puristussuhteen osalta, koska häkäkaasu kestää huomattavasti korkeampaa puristussuhdetta kuin bensiini. Tästä syystä se on muutettu bensiinin 8.6:1:stä 11:1:een. Tällöin moottori saadaan käymään tehokkaasti. Bensiinin ja puukaasun tehoero on 0.6 kertaa bensiinin hyväksi.





KUVIO 7. Polttomoottori

## 6.5 Generaattori

Sähköntuotanto verkkoon tapahtuu 15 kW:n epätahtikoneella. Sähköntuotanto alkaa tilanteessa, missä synkroninen pyörintänopeus ylittyy. Tämä kierrosnopeus on nelinapaisella epätahtikoneella 1500 r/min, mutta varsinainen nimellistehontuotanto saavutetaan vasta epätahtikoneen pyörintänopeuden ollessa jättämää suurempi. Kyseinen arvo saadaan käyttämällä epätahtikonetta moottorina, jolloin sen nimellisyörintänopeus on 1460 r/min. Näillä tiedoilla kyetään laskemaan moottorin tarvitsema pyörintänopeus verkkotuotantoa varten. Vaadittu pyörintänopeus saadaan kaavalla  $\Delta n = n_s - n$ , johon sijoittamalla tunnetut muuttujat on laskutoimitus seuraavanlainen  $\Delta n = (1500 - 1460) \Rightarrow \Delta n = 40$ . Epätahtikoneen vaatiman pyörintänopeuden todetaan siis olevan  $(1500 + 40) \text{ r/min} = 1540 \text{ r/min}$ .

Puukaasukontissa on myös voimakoneen laturin tilalle sijoitettu Dynawatt-generaattori, mikä on kykeneväinen tuottamaan 5 kW:n tehon. Tällaisella laitteella voidaan tuottaa

puukaasukontin sisäisten laitteiden vaatima sähköteho. Tämänhetkisessä tilanteessa on kuitenkin tuotava ulkoisella johdolla 230 voltin jännite, koska dynawattgeneraattori kykenee tuottamaan jännitettä vasta, kun polttomoottori on käynnistynyt.

## 7 PUUKAASUNKONTIN AUTOMAATIO

### 7.1 Perehtyminen

Puukaasukontin automaatioon perehtyminen aloitettiin keskustelulla. Siinä käsiteltiin mitä työltä haluttaisiin ja miten sitä rajattaisiin. Tavoitteeksi asetettiin toimivan järjestelmän suunnittelu ja toteutus mahdollisimman edullisesti, kuitenkin niin, että laitteisto olisi kykeneväinen ajamaan puukaasukonttia automaattisesti ja turvallisesti.

Perehtyminen aloitettiin kirjallisesti, koska olisi kyettävä ymmärtämään laitteiston toimintaa. Työstä oli suoritettu aiemmin opinnäytetyö, mistä ilmeni laitteisto ja sen tämän hetkinen toiminta. Toimintaan oli kuitenkin hiukan muokattu, koska siinä oli ilmennyt ongelmia ja laitteiston rikkoutumisia.

Vierailu puukaasukontissa paransi hahmotusta ja toimintaa entisestään. Lisäksi kyettiin tutkimaan laitteistolle suunniteltua tilaa ja aloittaa keskuksen hahmottelua. Tällä järjestelyllä automaatiokeskus voitiin kokoonpanna Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun tiloissa sekä suorittaa tarpeelliset testaukset, mittaukset ja ohjelman vaatimat muunnokset kentälle sopivaksi.

Toiminnan sisäistettyä voitiin aloittaa perehtyminen keskuksen komponentteihin ja niiden toimintoihin. Suurimpaa tuntemusta vaati laitteiston PLC. PLC:ksi valittiin Siemensin S7-200, mikä on tarpeeksi laaja toiminta-alueeltaan, käytännössä mitoitettu juuri sopivaksi puukaasukonttiin sen tämänhetkisillä vaatimuksilla. Suurin haaste olisi jättää kaikki analogiatulot- ja lähdöt työstä pois PLC:n sisältäessä vain binäärituloja- ja lähtöjä. Lisäksi nykyisessä laitteistossa oli vähän tulotietoja, jolloin ohjelman olisi toimittava oikein, tai se saattaisi aiheuttaa ongelmatilanteita. Työ olisi siis tehtävä niin varmaksi, ettei tulotietoja tarvittaisi varmistamaan laitteiston käynnissä oloa. Haasteena oli saada puukaasukontin moottori ja generaattori käyttöön vahingoittamatta laitteistoa.

## 7.2 Suunnittelu

Suunnittelua aloittaessa oli tiedossa järjestelmältä toivotut tavoitteet. Työn suunnittelun alkuvaiheessa aloitin hahmottamaan, minkä tyyppinen keskukselta tulisi tulla ja mitä komponentteja olisi saatavilla. Komponenttien puutteellisen saatavuuden vuoksi oli työhön tehtävä suuria muutoksia ja karsittava kaikki ylimääräiset. Työ oli lähellä jäädä pelkästään suunnittelutasolle, mutta suuren karsinnan jälkeen tarpeelliset komponentit löytyivät ja toteutusvaihe saatiin myös työhön mukaan. Suurin ongelma karsimisen takia aiheutui moottorin käynnistykseen ja tahdistukseen. Toteutusta pohtiessani päädyin ratkaisuun, jossa epätahtikone ajetaan epätahtimoottorin käyntiin ja moottorin ollessa kytkettynä suoraan siihen akselilla, jolloin saadaan myös moottori pyörimään varmasti. Moottorin käynnistyessä, kierrokset pyrkivät nousemaan ja saavuttaessa tarpeelliset kierrokset epätahtikone muuttuu generaattoriksi. Tällä tekniikalla työ on toteutettu.

Ongelmien ratkaistua ja komponenttien saatavuuden selvityksessä pystyin aloittamaan automaation suunnittelun, ja kykenin myös perehtymään PLC:hen ja hahmottamaan sen ajallisesti vaatiman tarpeen ohjelmiston osalta sekä käsittelemään sen asettamia toimintarajoitteita.

PLC- ohjelman suunnittelun päämääränä oli tuottaa toimiva ohjelma. Siemensin Step 7 hiukan tutustuessa huomasin sen olevan yksinkertainen ohjelma, mutta uusia haasteita ohjelmalle asettivat vähäiset tulotiedot, jolloin ohjelma ei kykene seuraamaan prosessin tapahtumia vaan olettaa niiden tapahtuvan. Tällaisessa toiminnassa on käyttäjän itse valvottava tapahtumia ja pysäytettävä prosessi vian ilmetessä. Suunnittelussa on kuitenkin huomioitu tulevaisuuden lisäykset automaatiokeskuksen osalta, mutta ohjelmaa on käyttäjän muokattava lisäyksiä tehtäessä. Logiikkaohjelmoinnissa löytyy ohjelmaan usein monia ratkaisuja, mutta oli kuitenkin pyrittävä tekemään vakaa ohjelma, jotta logiikan perustaidot hallitseva käyttäjä olisi kykeneväinen lisäämään toimintoja. Usein ohjelmoija testaa muutamia ajatuksia ja valitsee parhaimman ja helpoimmat. Niin tapahtui myös puukaasukontin tapauksessa.

Sähkösuunnittelu toteutettiin verkontahdistuksen ja muutaman muun ohjauksen osalta, koska pääasiallisesti järjestelmä ajetaan 12, 24 ja 36 voltin tasajännitteellä. Suuremmilla jännitteillä ajetaan vain suurempi tehoisia laitteita.

Automaatio- ja sähkösuunnittelu toteutettiin CADS-plannerilla ja PLC:n ohjelmointi tapahtui Siemensin Step 7:n versio 4:lla.

### **7.3 Valmistelut**

Automaatiokeskuksen suunnittelun lähestyessä loppua kykenin aloittamaan keskuksen kokoonpanon. Kokoonpanolla tarkoitetaan tarvittavien komponenttien kiinnittämistä, johdottamista sekä niiden merkitsemistä. Työn kokoonpano oli tarkoitus suorittaa Sievissä kokoonpanemalla keskusosat suoraan sähkökeskukseen, mutta pohdinnan jälkeen päädyin tulokseen, jossa keskuskokoonpano tapahtuisi pohjalevyllä, ja pohjalevyn asentaisin suoraan keskukseen. Tällä toiminnalla kentällä tapahtuvan kytkennän määrä laskisi ja valmiina oleva työ olisi siisti ja esittelykelpoinen.

### **7.4 Testaus**

Valmistelujen aikana ja sen toteuduttua oli mahdollista suorittaa ohjelman ja keskuksen sisäisten toimintojen testaus ja toimivuus. Puukaasukontin tapauksessa ohjelmaa kyettiin testaamaan Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun sähkölaboratorion testauslaitteistolla. Tällä menettelyllä sain todettua ohjelmassa ilmenevät häiriöt ja kykenin esittelemään automaation toimintaperiaatteen. Logiikkaohjelman testattuani oli helppo testata keskuksen jännitejaot ja muut toiminnot. Näin tehdessäni pystyin toteamaan keskuksen toimivuuden ja asennusvaiheessa ilmenevät viat olisivat kentäntoimilaitteiden vikoja eivätkä keskuksen sisäisiä kytkentävirheitä. Testauksesta täytettiin myös tarpeelliset pöytäkirjat, joita pääasiassa oli i/o- lista ja silmämääräinen tarkastelu.

## **7.5 Asennukset**

Automaatiokeskus asennettiin Sievissä ennalta varattuun tilaan, minkä vuoksi ei automaatiokeskukseen tarvittu erillistä koteloa. Asennustyön aloitus tapahtui vanhojen toimilaitteiden ja kaapeleiden purkamisella. Lisäksi oli selvitettävä mahdolliset puutteet työn ja suoritettava poikkeukset suunnitelmiin. Sähkökeskusta olikin muokattava suunniteltua enemmän, koska sähkökeskukseen ei pystytty tekemään valmistelevia toimintoja. Tämä lisää asennettavassa kohteessa kuluva asennusaikaa nopeasti.

Purkamisen ja sähkökeskuksen muutosten valmistuessa kykenin aloittamaan automaationkeskuksen asennuksen. Automaatiokeskuksen valmistelin ennakkoon ja asennus tapahtui nopeasti ja siististi. Tämän jälkeen oli automaatiolle suoritettava tarpeellinen jännitteiden kytkentä, jolloin voidaan automaation testata ennen muiden toimilaitteiden kytkemistä siihen. Kuljetusvaiheen vauriot kyetään selvittämään alkuvaiheessa eikä mahdollisten vaurioiden syntyä todeta kytkentöjen jälkeen.

## **7.6 Laitteiston testaus**

Asennusten jälkeen oli kyettävä testaamaan laitteiden kokonaistoimivuus. Ensin suoritin automaation sisäisten komponenttien testauksen, josta siirryin sähkökeskusten osien ohjaukseen. Lopuksi kenttälaitteistosta testasin pyörimissuunnat ja varmistin laitteiston silmämääräisesti. Nämä toiminnot suoritettuani oli turvallista aloittaa koko järjestelmän testivaiheen ylös ajaminen. Ylösajamisella laitteisto testataan kokonaisuudessaan, ja silloin on toiminnan valvonnan oltava luotettavaa, ettei laitteisto rikkoudun. Puukaasukontin tapauksessa laitteisto toimi oikein ja toimilaitteet sekä ohjauslaitteet pysyivät toimintakuntoisina.

## 7.7 Käyttöönotto

Käyttöönotto tapahtui samalla kun laitteiston testauskin. Tässä vaiheessa perehdyttiin myös laitteiston käyttäjät ajamaan prosessia. Toki kuten kaikissa automaatioissa käyttöönoton toteuduttua ilmeni puutteita, josta esimerkkinä on arinanpyöritys automaatiolla. Arinan puhdistusta ohjataan erillisellä alipaineanturilla, joten se ei vaatinut muuta muutosta kuin virran syötön käyttömoottorille.

Tämän toteutusta ei voitu kuitenkaan lisätä automaatioon, koska se toiminta ei ollut jatkuvaa ja valvovaa anturia ei ollut asennettu. Toteutus tapahtui yksinkertaisella painonapilla, koska arinan ei tarvitse pyöriä usein, vaan arvioillisesti kerran tunnissa, riippuen polton nopeudesta.

## 8 TOIMINNAT JA OHJAUKSET

### 8.1 Perusteet

Puukaasukontin automaatiolta vaaditaan useita toimintavaiheita, mutta neljänä päävaiheena voidaan pitää huuhtelua, pesua, käynnistystä ja loppuhuuhtelua. Toteutuksessa haluttiin lisäksi ohittaa käynnistysvaihe, jolloin voitaisiin puukaasusta ottaa näytteitä ilman käynnistysvaihetta. Tämä toteutettiin perinteisellä nokkakytkimellä, koska ohjelman vähäisten tulotietojen vuoksi sitä olisi ajettava ajastimilla ja lisäykset saattaisivat häiritä järjestelmää. Ohjelman kaikki vaiheet olisivat mahdollista käynnistää kytkimillä, mutta tällöin automaatiolle ei jäisi tehtäviä, koska valvonta on automaation osalta vielä vähäistä. Valvottavia kohteita voidaan lisätä laitteistoon, mutta rahoituksen ollessa pieni ei näitä voida toteuttaa tällä hetkellä.

### 8.2 Ohjausjännitteet

Jänniteportaita kyseisestä työstä löytyy useita. Tasajännitteen puolelta jännitteitä on saatavilla 12, 24 ja 36 voltia. Näiden saatavuus on toteutettu kytkemällä akustoja sarjaan. 12:sta voltin jännitteellä kyetään ajamaan polttomoottorin osia, koska se sisältää alkuperäisiä tai niitä vastaavia moottorin sähköosia, jolloin toteutus muulla kuin 12:sta voltin jännitteellä vaatisi huomattavia muutoksia. Kyseiset komponentit ovat sytytysvirta ja starttimoottorin herätevirta.

24:n voltin jännite on puolestaan paljon yleisemmin automaatiossa käytetty jännite. Tällä jänniteportaalla käytetään PLC:tä ja automaation komponentteja. Kentän laitteista kaikki muut laitteet käyttävät 24:n voltin jännitettä, paitsi edellä manittut polttomoottorinkomponentin imuri, pesuri ja tahdistus.



36.n voltin jännitettä käyttää olemassa oleva imuri, koska sen on pystyttävä tuottamaan tarpeeksi suuri imuvoima, jolloin prosessin saadaan käynnistymään.

Vaihtojännitteen puolelta löytyy 230 voltin jännite. Tällä jännitteellä ajetaan lähinnä osia, mitkä tarvitsevat suuria tehoja. Suurin tehoa kuluttavin komponentti on pesuri, jos ei oteta huomioon epätahtimoottorin hetkellisesti ottamaa kulutusta. Lisäksi kaikki kontaktorit ajetaan tällä jännitteellä, mikä varmistaa nopean ja tehokkaan kytkennän.

### **8.3 Huuhtelu**

Huuhtelunvaiheen komponentteina toimii imuri, ohjausventtiili, hakesiilonsiilonpyöritys ja pääkaasuventtiili. Myös kaasunsytytys on toteutettu ohjelmallisesti ja voidaan se lisätä käytännössä lähiaikoina. Huuhtelussa ja loppuhuuhtelussa toiminnat ovat samoja, mutta toiminta aika on eri. Ensimmäisessä huuhtelussa toiminta-aika on kymmenen ja loppuhuuhtelussa viisi minuuttia.

Huuhtelun tarkoituksena on saada kaasun tuotanto käyntiin ja samalla saada se tarpeeksi puhtaaksi. Tällöin saadaan myös ilma poistettua laitteista, mikä estää syttymisen kaasuttimessa. Laitteistoon voidaan asentaa jatkossa anturi, mikä tarkkailee kaasun laatua ja kykenee siirtämään laitteiston seuraavaan vaiheeseen laadun ollessa riittävän puhdasta.

Imuri, ohjausventtiili ja sytytys ovat komponentteja, mitkä toimivat huuhtelussa. Näistä imurin tehtävänä on saada kaasun kierto aikaan, ohjausventtiili ohjaa kaasun moottorilta ohitse ja sytytyksellä pyritään sytyttämään ulos virtaava kaasu. Hakesiilo ja pääkaasuventtiili toimivat jatkuvasti, koska niitä tarvitaan jokaisessa toimintavaiheessa. Huuhtelu aloitetaan pääkeskuksessa sijaitsevasta painonapista painamalla.

## 8.4 Pesu

Pesuvaiheessa toimii pesuri, minkä tarkoituksena on puhdistaa kaasusta lentotuhka ja jäähdyttää se moottorikäyttöön sopivaksi. Pesuri toimii 2 minuuttia ennen käynnistystä ja käynnistyksen jälkeen jatkuvasti. Näin saadaan puhtaan kaasun tuotanto pysymään oikeana.

## 8.5 Käynnistys

Käynnistys on puukaasukontin haastavin vaihe. Tässä vaiheessa aletaan tuottamaan jännitettä verkkoon ja käyttämään puukaasua polttoaineena. Käynnistyksen osina toimivat sytytysvirta, starttimoottori, verkkokäyttö, kaasunlisäys ja pesuri. Käynnistys aloitetaan antamalla moottorille sytytysvirta, sytytysvirta on eri kuin edellä mainittu sytytys. Sytytysvirran ollessa päällä aloitetaan moottorin pyörittäminen starttimoottorilla. Pyöriksen lähtiessä liikkeelle kytketään samalla epätahtikone verkkoon, jolloin muuttuu se epätahtimoottoriksi. Tässä vaiheessa epätahtimoottori tahdistuu verkkoon ja samalla ajaa polttomoottorin käyntiin. Samalla kytketään starttimoottori pois päältä ja estetään sen rikkoutuminen. Polttomoottorin käynnistyksen jälkeen lisätään kaasun määrää ja aletaan ajaa epätahtimoottoria yli sen jättämän, jolloin sen verkosta ottama teho muuttuu tuotannoksi. Epätahtimoottori muuttuu siis epätahtigeneraattoriksi. Samalla polttomoottorille generaattori luo vastusta, jolloin polttomoottorin kierrokset alkavat tasaantua. Myös pesuri käynnistyy moottorin ollessa käynnissä ja verkkotuotannon tapahtuessa.

## 8.6 Loppuhuuhtelu

Loppuhuuhteluun siirrytään painamalla pääkeskuksessa sijaitsevasta painonapista. Tällöin polttomoottorilta sammutetaan kaasun syöttö ja sytytysvirta. Myös epätahtikone kytketään irti verkosta, jolloin se ei kykene muuttumaan epätahtimoottoriksi ja pyöriminen saadaan loppumaan epätahtikoneelta ja polttomoottorilta. Samalla ohjataan laitteet huuhtelutilaan, kuten ensinmäisessä vaiheessakin. Huuhtelun suoritettua sammutetaan kaikki toiminnat.

## 8.7 Toimintakokonaisuus

Puukaasukontin toiminta alkaa huuhteluvaiheen käynnistämällä ja sytyttämällä myötävirtakaasuttimen polttoaine palamaan. Tämän jälkeen kaasutin alkaa tuottaa kaasua, mutta sitä on tuotettava tarpeeksi kauan, että kaasun laatu saavuttaa tarpeeksi korkean laadun. Huuhtelun loppupuolella lisätään myös pesuri mukaan, jolloin kaasun lentotuhka ja lämpötila laskemaan. Tämän jälkeen sammuttaa automaatio huuhteluvaiheen ja valmistautuu seuraavaan vaiheeseen. Seuraavaksi lisätään polttomoottorille sen vaatimat toiminnat ja aloitetaan sen käynnistäminen. On myös mahdollista ohittaa polttomoottorin toiminnat, jolloin saadaan tuotettua kaasua mittaustarkoituksiin. Käynnistyksessä epätahtikone kytketään verkkoon ja ajetaan polttomoottori päälle. Lisäksi aloitetaan moottorin kaasun lisääminen ja pesuri kytketään päälle uudestaan moottorin kuumentumisen estämiseksi. Tämä vaihe pysähtyy, kun käyttäjä sen haluaa pysäyttää. Pysäytyksen asettamalla kytketään polttomoottori jännitteettömäksi sekä epätahtikone verkosta irti. Toimintojen päätyttyä aloittaa automaatio vielä loppuhuuhtelun, jossa on samat toiminnat kuin huuhteluvaiheessa. Tämän jälkeen automaatio sammuttaa ohjaustoiminnat, eli sammuttaa laitteiston.

## 9 YHTEENVETO

Puukaasukontin automaation toteutus tapahtui toivotulla tavalla, vaikka työn aikana muutoksia tapahtui. Järjestelmä saatiin ajettua toimivaksi suunnitellulla tavalla, mikä on aina mukavaa työn tilaajan sekä tekijän kannalta. Aikataulullisesti työn tulisi olla valmis keväällä 2012, ja tämä toteutui.

Puukaasukontin automaatio on hyvä esimerkki edullisesta ja toimivasta ratkaisusta, ainoana puutteena voidaan pitää paneelin pois jättämistä, mutta tämä oli tilaajasta ja tekijästä riippumaton tapahtuma.

Tulevaisuudessa puukaasukonttiin tehtäviä mahdollisia muutoksia tulee olemaan instrumenttien lisäys prosessin valvonnan parantamiseksi. Nämä voidaan kuitenkin toteuttaa nykyiseen automaation, koska siinä on huomioitu tulevaisuuden lisäyksiä mitoittamalla se hiukan yli. Tämän vuoksi voidaan järjestelmän toimintaa parantaa jatkuvasti ilman suuria investointeja.

Myös etävalvontaa on harkittu lisättäväksi tulevaisuudessa, mutta prosessin käynnistyminen etänä ei ole vielä mahdollista, koska käyttäjä joutuu sytyttämään myötävirtakaasuttimen. Tähänkin on suunnitteilla ratkaisuja, mutta niiden toteutuksesta ei ole rahoitussyistä vielä ajallisesti tietoa.

Puukaasukontilla saattaa olla tulevaisuudessa nouseva kysyntä, koska fossiilisten polttoaineiden hinta on kasvusuunnassa. Lisäksi ympäristöpäästöt ovat olleet jo muutaman vuoden keskustelun aiheena. Puukaasu luo kilpailua myös tällä saralla, koska sen päästöt ovat todella vähäisiä. Tämän vuoksi myös kyseinen puukaasukontti on jatkuvan kehityksen alla, ja sen vuoksi siihen on lisätty myös polttomoottorin ohitus, joka mahdollistaa näyttöiden ottamisen kaasusta.

## LÄHTEET

Suomen Sähköurakoitsija ry:n julkaisu. Automaation perustieto, ohjaustekniikka 1986.

Lennart Kördel, Peter Bengtsson. Ohjaustekniikka 2000, peruskurssi. 1996.

Erik Johansson. Säättö- ja mittaustekniikka, oppikirja peruskurssi ja jatkokurssi. 1999.

Björn Wahlström, Automaatio ja ihminen. doc-documentti. Saatavissa: [www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/Ihminen.doc](http://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/Ihminen.doc). Luettu 2/2012.

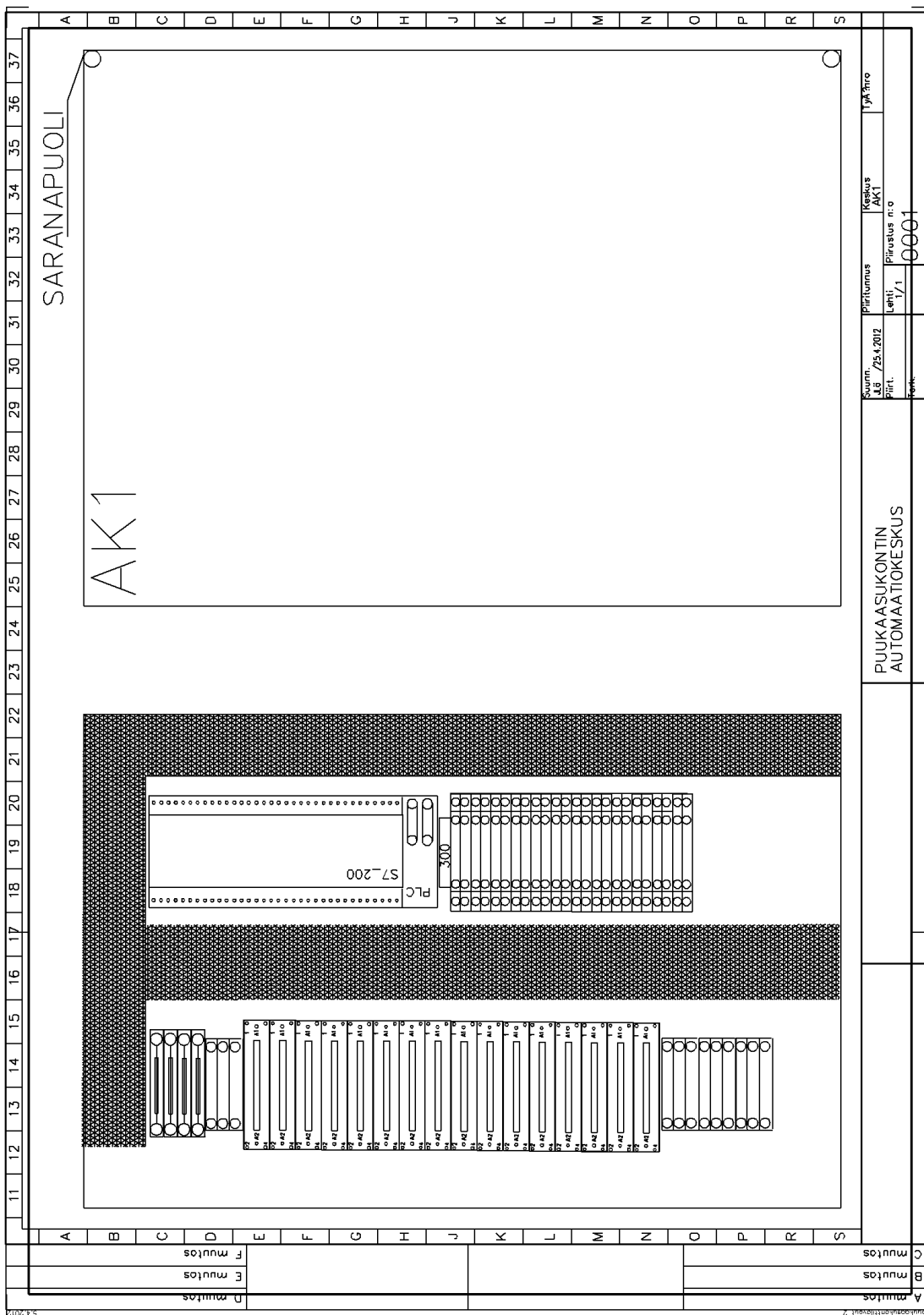
Siemens 2012, Esite.

OAMK. Saatavissa: [http://www.tekniikka.oamk.fi/~terohi/auto1\\_s2006u.htm](http://www.tekniikka.oamk.fi/~terohi/auto1_s2006u.htm). 3/2012

Muilu Yrjö. Luentomateriaali. Biomassojen kaasutus ja biokaasutekniikka.

Halme Jari. Luentomateriaali. Sähkövoimakoneet.

Muilu Yrjö. Puukaasukontin toiminta-ajatuksen haastattelu. 2/2012



7

5. KÄYRÄ

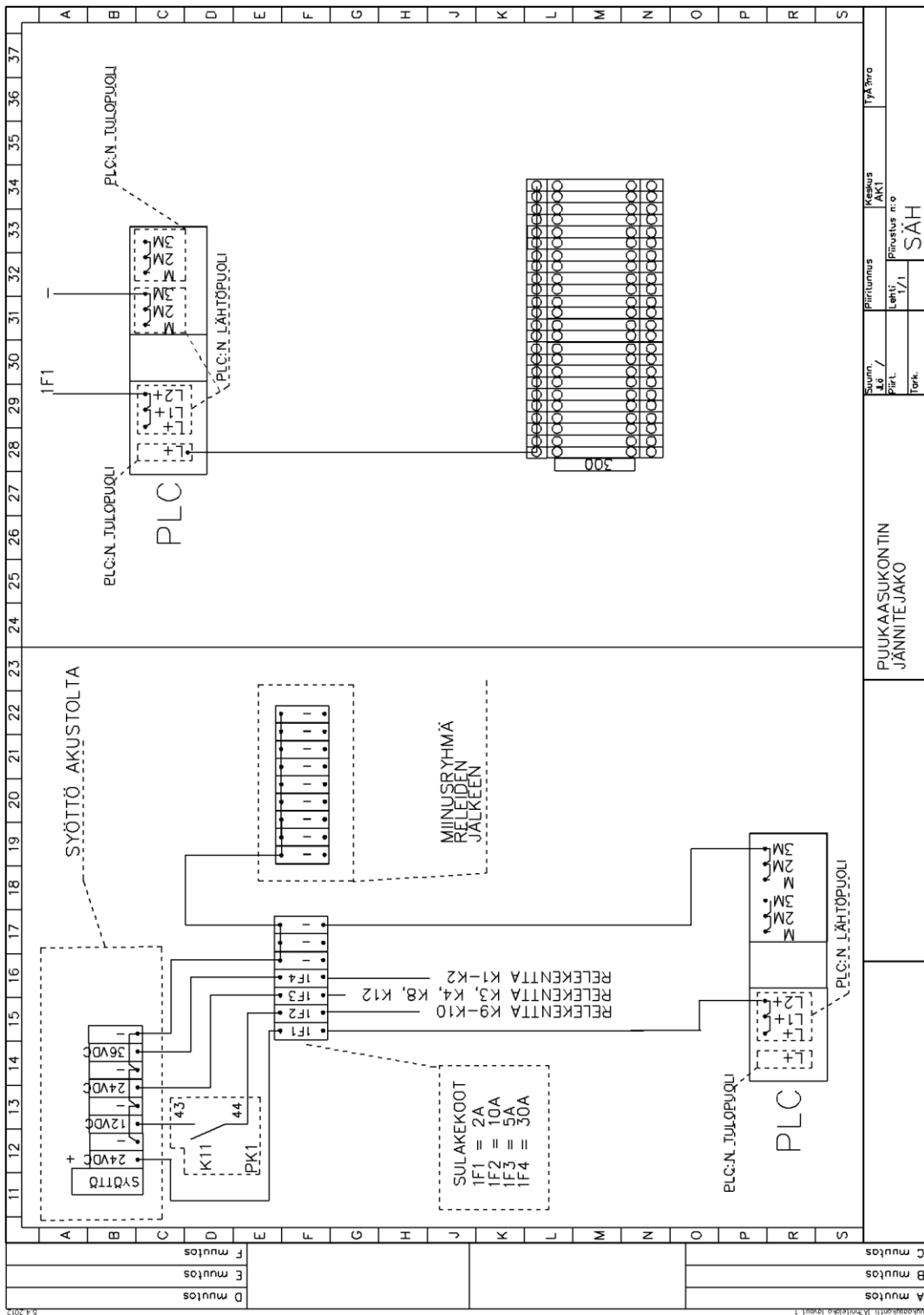
		SAKOT-, VALVONTA- JA OHAUSKOHTEET		LIITYNTÄTIEDOT/PERUSTOIMINNAT		OHJELMATIEDOT		MUUT TIEDOT						
D muutos	E muutos	F muutos	C muutos	No	NIMIYYS	TUUNNUS	LIITYNTÄTIEDOT/PERUSTOIMINNAT		OHJELMATIEDOT		KAAVID	LIITYNTÄ	LISÄKYSKET / HUOMAUTUKSET	
							BI-LIITOT	AL-ÄHD. ANKAL TILOJ	ASETUSARVOALUE	HÄLYTYS				
				1	IMURI	K1								
				2	SYTYTYYS (VARA)	K2								
				3	SILLOPPOBITIS	K3								
				4	PÄRKÄÄSUVENTTIILI	K4								
				5	PESURI	K5								
				6	OHAUSVENTTIILI	K6								
				7	VARA	K7								
				8	VARA	K8								
				9	SYTYTYYSRIITA	K9								
				10	STARTTAUS	K10								
				11	VERKKOKONTAKTISTUS	K11								
				12	KAASUNLISÄYS	K12								
				13	VARA	K13								
				14	VARA	K14								
				15	VARA	K15								
				16	HÄIRÖTETO	K16								
				17										
				18										
				19										
				20	ALKUHUUTTELU	300 1/2								
				21	LOPPUHUUTTELU	300 3/4								
				22	POLITOMOOTTORIN MANUAALI KÄYNNISTYS	300 17/19								
				23	JÄRJESTELMAN PYSÄYTYS	300 9/10								
				24	ÖLJYPAINEN HÄIRÖTETO	300 45/46								
				25										
				26										
				27										
				28										
				29										
				30										
				31										
				32										
				33										
				34										
				35										
				36										
				37										
				38										
				39										
				40										

Alue: 1 TILATIEDOT

2.5.2017

Summ. Piel. Torik. Keskus AK1 Lehti: 1/L Pienus n/a SÄH Työno

PUUKAASUKONTIN AUTOMAATION TILATIEDOT



0.9.2012

A	D muutos	
B	E muutos	
C	F muutos	

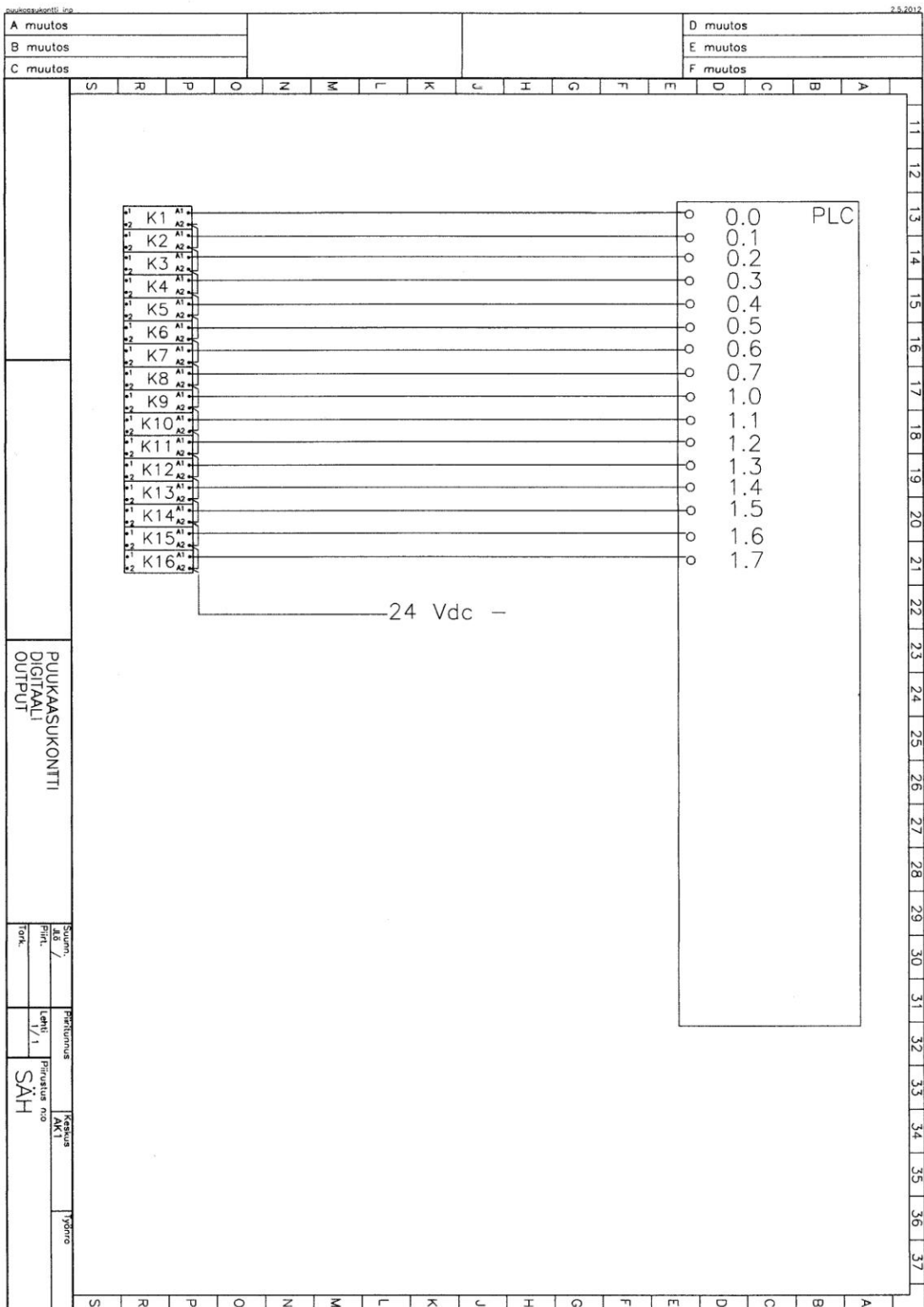
Numero / Pila	Lehti / V/I	Piirustus n:o	Keskus / AK1	Työnumero

PUUKAASUKON TIN JÄNNITE-JAKO

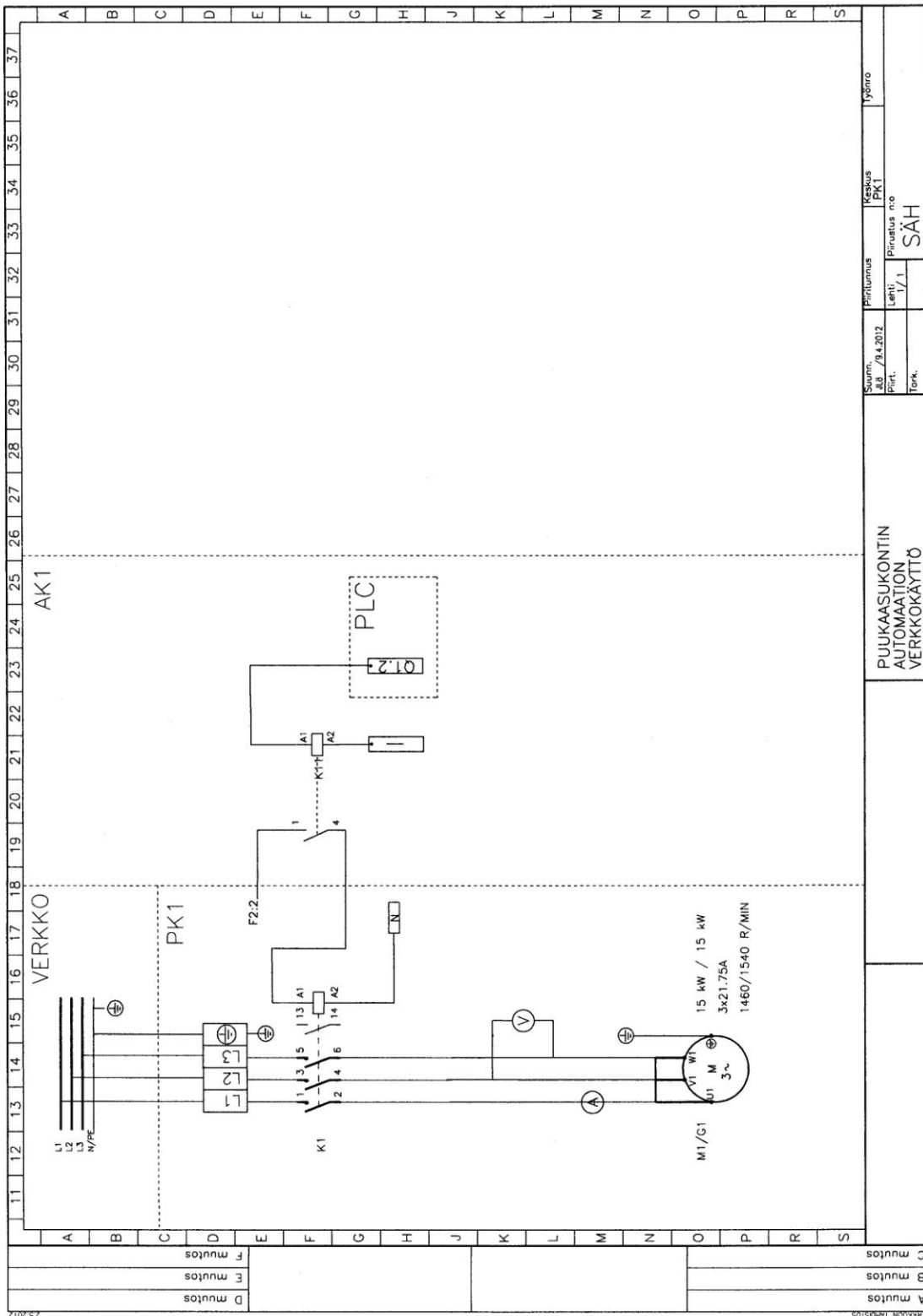
SÄH











A	D muutos	
B	E muutos	
C	F muutos	

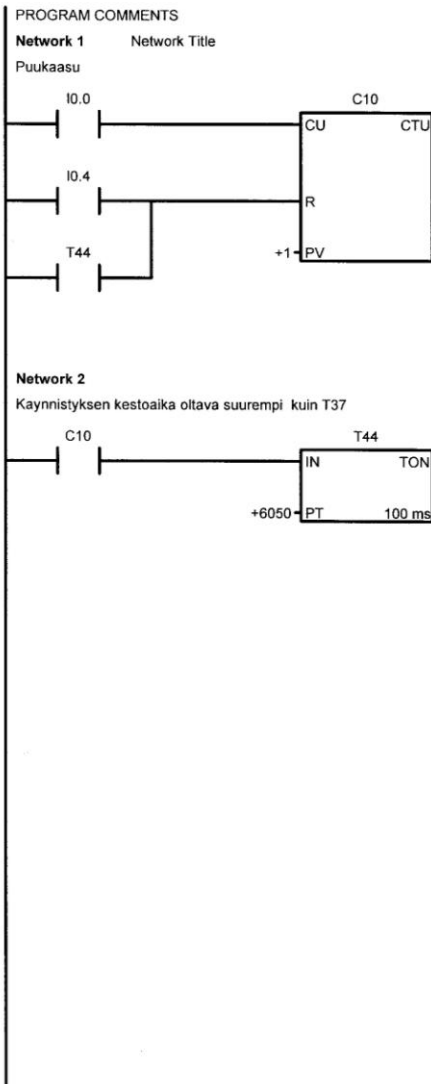
Suunn. / 18.4.2012		Keskus PK1		Yönte	
Perit.	Lehti	Perustus no	SÄH		
Terä.	1/1				

PUUKAASUKONTIN  
AUTOMAATION  
VERKKOKÄYTTÖ

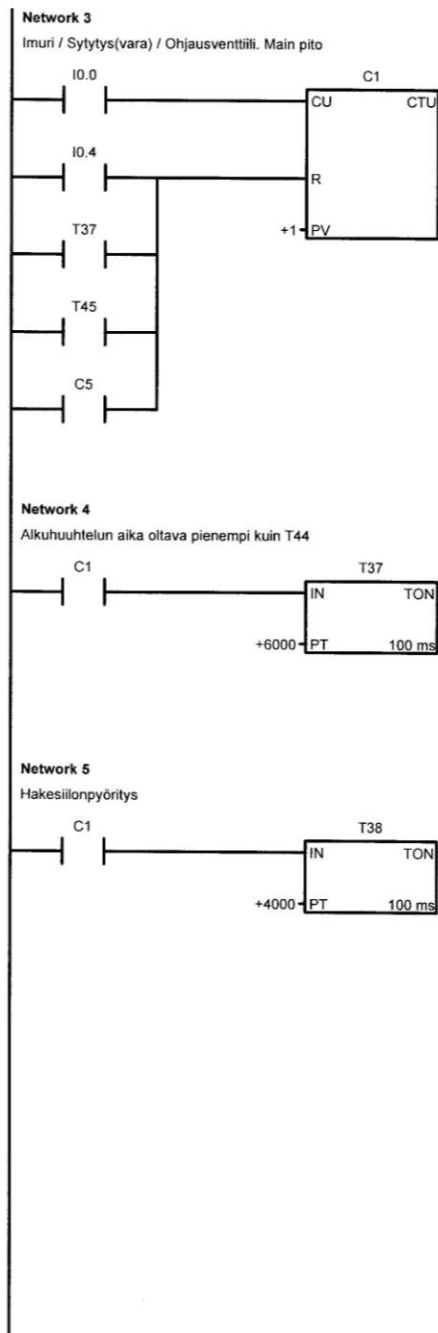
puukaasu versio 1 / Puukaasukontti (OB1)

Block: Puukaasukontti  
 Author: Janne Lepistö  
 Created: 04/10/2012 02:21:12 pm  
 Last Modified: 04/17/2012 03:13:40 pm

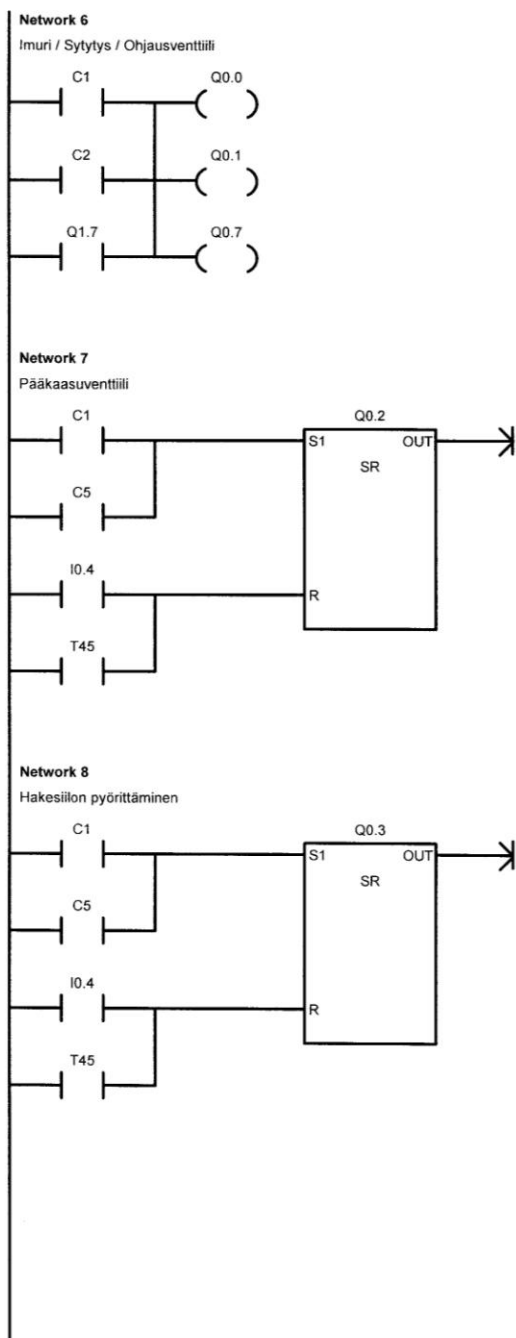
Symbol	Var Type	Data Type	Comment
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		



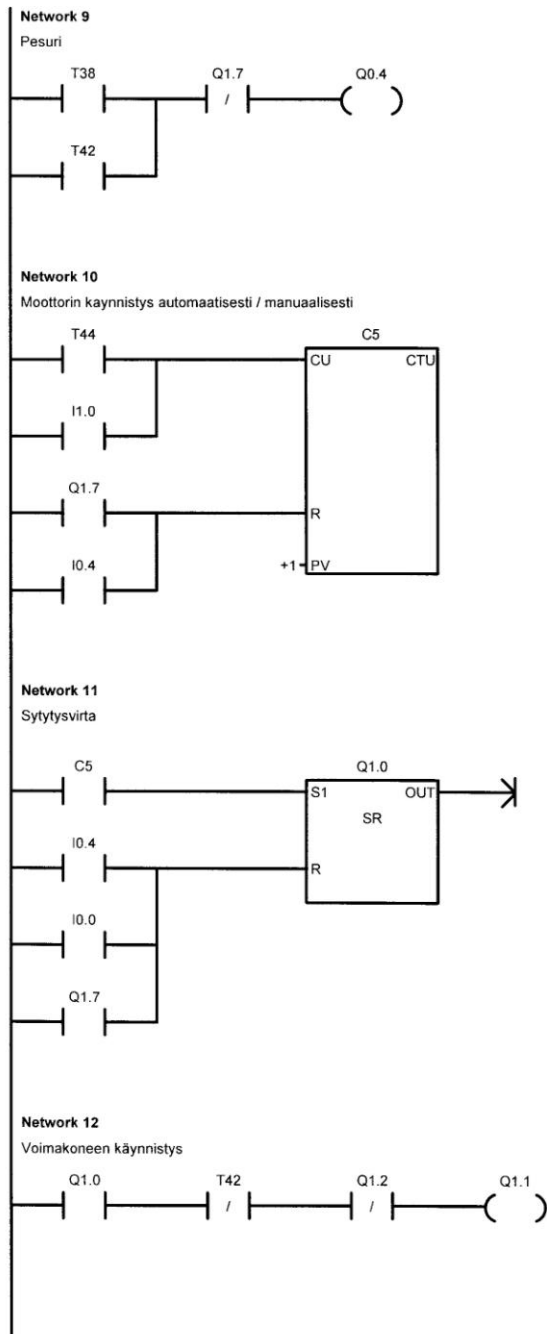
puukaasu versio 1 / Puukaasukontti (OB1)



puukaasu versio 1 / Puukaasukontti (OB1)

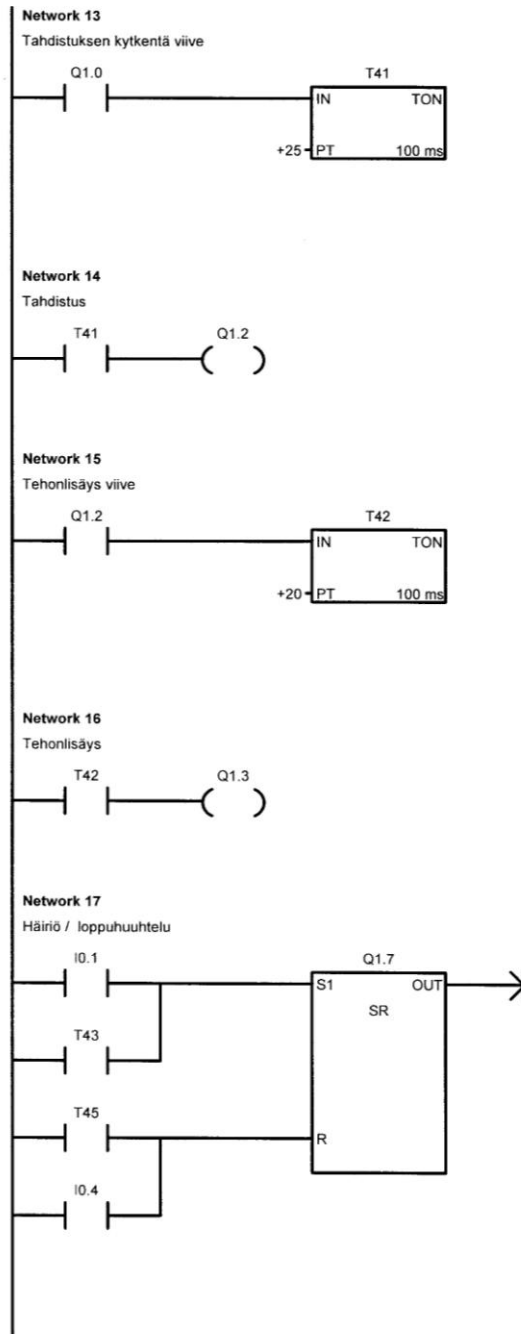


puukaasu versio 1 / Puukaasukontti (OB1)





puukaasu versio 1 / Puukaasukontti (OB1)



puukaasu versio 1 / Puukaasukontti (OB1)

