

**Mikko Kinnunen**

**SEKOITINLAITTEISTON OHJAUS S7-1200-  
LAITTEISTOLLA**

**Opinnäytetyö**

**KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU**

**Automaatiotekniikan koulutusohjelma**

**Kesäkuu 2012**



## TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

<b>Yksikkö</b> Tekniikan ja liiketalouden yksikkö	<b>Aika</b> Kesäkuu 2012	<b>Tekijä/tekijät</b> Mikko Kinnunen
<b>Koulutusohjelma</b> Automaatiotekniikan koulutusohjelma		
<b>Työn nimi</b> Sekoitinlaitteiston ohjaus S7-1200-laitteistolla		
<b>Työn ohjaaja</b> Mikko Mäki-Petäjä	<b>Sivumäärä</b> 19 + 24	
<b>Työelämäohjaaja</b> Staffan Borg		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli modernisoida Chem Plantin opiskelijaharjoituksiin käytettävien sekoitusjärjestelmien ohjauslaitteet.</p> <p>Järjestelmien tarkoituksena on opettaa prosessitekniikan opiskelijoille sekoitusprosessia ja sitä, kuinka se toimii erilaisten sekoitussauvojen ja pyörintänopeuksien kanssa. Järjestelmä opettaa myös laitteistoon ja sekoitettavaan nesteeseen kohdistuvia tehoja ja vääntömomentteja.</p> <p>Tehtävänä oli suunnitella ohjauksen toteutus, valita laitteet ja toteuttaa modernisoitu versio sekoitusjärjestelmien taajuusmuuttajaohjatuista ohjauksista. Järjestelmän kauko-ohjausta PC:n kautta koskevat osat jätettiin toteuttamatta aikataulullisten ongelmien vuoksi. Laitteet valittiin Siemensin uudesta 1200-tuotepiheestä ja työalustaksi valittiin Siemensin TIA-portaali, versio 11.</p>		
<b>Asiasanat</b> kosketusnäyttö, ohjelmoitava logiikka, sähkömoottorikäyttö, taajuusmuuttaja, TIA-portaali		

**ABSTRACT**

Unit	Date	Author
Technology and Business	June 2012	Mikko Kinnunen
Degree programme		
Automation Engineering		
Name of thesis		
Controlling of Blending Process with the S7-1200 system		
Instructor	Pages	
Mikko Mäki-Petäjä	19 + 24	
Supervisor		
Staffan Borg		
<p>The aim of this thesis was to modernize the controls of the blending system used for students' laboratory practices in the Chem Plant.</p> <p>The purpose of the system is to teach chemistry students about blending process and how it operates with different blending shafts and rotation speeds. The system also teaches about efficiency and the torques blending causes in the liquid and the system.</p> <p>The task included designing the implementations of the control, choosing the equipment and implementing a modernized version of the frequency converter controls of the blending system. The parts concerning the remote control via PC were left out due scheduling problems. Parts chosen were from Siemens' new 1200-family and the programming system was Siemens' TIA-portal version 11.</p>		
Key words		
frequency converter, motor control, logic controller, TIA portal, touch screen		

## LYHENTEET

CPU	Central Processing Unit
DB	Data Block
FB	Function Block
FC	Frequency Converter
FDB	Function Block Diagram
HMI	Human Machine Interface
HW	Hardware, laitteisto
IP	Internet Protocol tai International Protection, käytöstavasta riippuen
I/O	Input/Output
LAN	Local Area Network
MMI	Man Machine Interface
OB	Operation Block
PC / PG	Personal Computer
PLC	Programmable Logic Controller
PM	Power Module
SW	Software, ohjelmisto
TIA-portal	Totally Integrated Automation Portal

**TIIVISTELMÄ  
ABSTRACT  
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY  
SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 SEKOITUSLAITTEISTO</b>	<b>2</b>
<b>3 AUTOMAATIOLAITTEISTO</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Taajuusmuuttaja</b>	<b>5</b>
<b>3.2 Ohjelmoitava logiikka</b>	<b>5</b>
<b>3.3 Käyttöliityntä</b>	<b>6</b>
<b>3.4 Lähiverkko</b>	<b>7</b>
<b>3.5 TIA-portaali</b>	<b>7</b>
<b>4 MITTAUKSET</b>	<b>9</b>
<b>5 LAITTEISTOVALINNAT</b>	<b>10</b>
<b>6 RAKENNE- JA SÄHKÖSUUNNITTELU</b>	<b>13</b>
<b>7 PROJEKTINHALLINTA</b>	<b>14</b>
<b>8 TULOKSET JA POHDINTA</b>	<b>16</b>
<b>8.1 Tulokset</b>	<b>16</b>
<b>8.2 Pohdintaa</b>	<b>18</b>
<b>8.3 Jatkokehityskohteita</b>	<b>18</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>20</b>
<b>LIITTEET</b>	

LIITE 1/1–1/6 Sekoitus 2011 laboratorio-ohje  
LIITE 2/1–2/3 Kuvia portaalin toiminnasta  
LIITE 3/1–3/11 Olennaisia osia TIA-portaalista  
LIITE 4/1–4/3 Kuvia Startterin toiminnasta  
LIITE 5 Startterin konfiguroinneista

## 1 JOHDANTO

Työ tehtiin Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun tekniikan ja liiketalouden yksikön Chemplant-koe- ja harjoitustehtaaseen. Työn tavoitteena oli uudistaa Chemplantin sekoituslaitteistojen ohjaukset. Laitteistoilla opiskelijat kokeilevat sekoituksesta oppimiaan asioita käytännön harjoituksissa sekä mahdolliset yhteistyökumppanit testaavat sekoitusprosessien toimivuutta käytännössä. Laitteistoissa sekoitus tapahtuu sähkömoottorin pyörittämän lamellin avulla lieriömäisessä säiliössä. Sekoitusprosessia muutetaan muuttamalla lamellin pyörintänopeutta. Prosessista tarvittavia mittasuureita ovat mm. lamellin pyörintänopeus, moottorin vääntömomentti ja moottoriteho.

Modernisoinnissa tavoitteena oli korvata vanhat taajuusmuuttajat ja niiden ohjaukset nykyaikaisemmilla laitteistoilla sekä luoda helppokäyttöiset etäohjaukset siten, että opiskelijat pystyvät tietokoneelta ohjaamaan prosessia ja keräämään mittausdataa historiatiedoksi helppokäyttöiseen malliin, siis esimerkiksi Excel-tiedostoon. Työ siis sisälsi laitteiston laite-, sähkö-, kone- ja ohjelmistosuunnittelut ja toteutukset. Osia laitteistosta oli hankittu jo ennen projektin aloittamista, joten se rajasi hieman valintoja. Laitteiston suunnittelu ja toteutus veivät huomattavan määrän aikaa, mutta paljon suuremman osan ajankäytöstä haukkasi logiikan, näytön ja taajuusmuuttajan ohjelmien laatiminen TIA-portaalin vikojen vuoksi, joten lopulta työstä karsittiin tietokoneelle tehtävät etäkäytöt täysin pois. Myös käytännön anturointia karsittiin hieman suunnitellusta.

Projektiin myös lisättiin toiseksi tekijäksi varhaisessa vaiheessa saksalainen vaihto-opiskelija, Sebastian Ackerman, jonka kanssa työnjako ja toiminta toivat omat haasteensa työn suorittamiselle ja tavoitteiden saavuttamiselle. Myös jonkin verran synergiaetuja saavutettiin työnjaon sopivalla onnistumisella.

## 2 SEKOITUSLAITTEISTO

Sekoituslaitteistoja on kolme. Ne ovat rakenteeltaan identtisiä, vain kokoluokat eroavat. Kussakin laitteistossa on sekoitusastia, ja astian koko kasvaa noin kolminkertaiseksi aina siirryttäessä suurempaan kokoluokkaan. Sekoitusastian yläpuolella on sekoitinmoottori, johon on kiinnitetty istukka, jolla sekoitinelin on mahdollista vaihtaa. Sekoitusastiaan on mahdollista kiinnittää myös virtausesteitä, joilla on vaikutusta sekoituksen tuloksellisuuteen. (KUVIO 1; TAULUKKO 1.) Harjoitustöissä tehtävänä on muuttaa sekoitinelimen pyörimisnopeutta ja seurata sekoituksen etenemistä. Mitattavia suureita ovat pyörimisnopeus, vääntömomentti ja sekoituselimen akseliteho. (LIITE 1/ 4–5.)



KUVIO 1. Pieni sekoitinlaitteisto

TAULUKKO 1. Moottorit ja säiliöt

Tieto	Pieni	Keskikokoinen	Suuri
Astian sisähalkaisija, D [mm]	250	355	500
Nestetilavuus, kun nestekorkeus = D [l]	9,8	28,1	78,5
Virtausesteen leveys (1/12 D) [mm]	21	30	42
Max kierrosnopeus [rpm]	2750	1410	1410
Teho [kW]	0,25	0,55	1,1
Nimellisjännite (kolmiokytkentä) [V]	400	400	400
Nimellisvirta (kolmiokytkentä) [A]	0,8	1,7	2,9
Cos $\Theta$	0,74	0,68	0,73

Sähkömoottori on kone, jonka tarkoitus on muuttaa sähköenergiaa mekaaniseksi energiaksi. Sähkömoottorit jaetaan edelleen tasa- ja vaihtosähkömoottoreiksi niiden ottaman sähköenergian laadun mukaan. (Niiranen 1999, 17–18.) Vaihtosähkömoottorit jaotellaan edelleen tahti- ja epätahtikoneisiin sen mukaan, pyöriikö roottori (pyörijä) samalla vai eri nopeudella staattorin (seisoja) kehittämän pyörivän magneettikentän kanssa. Epätahtikoneet jaotellaan edelleen yksi- ja kolmivaiheisiin oikosulkumoottoreihin ja liukurengasmoottoreihin. (Aura & Tonteri 1996, 119–120, 214.)

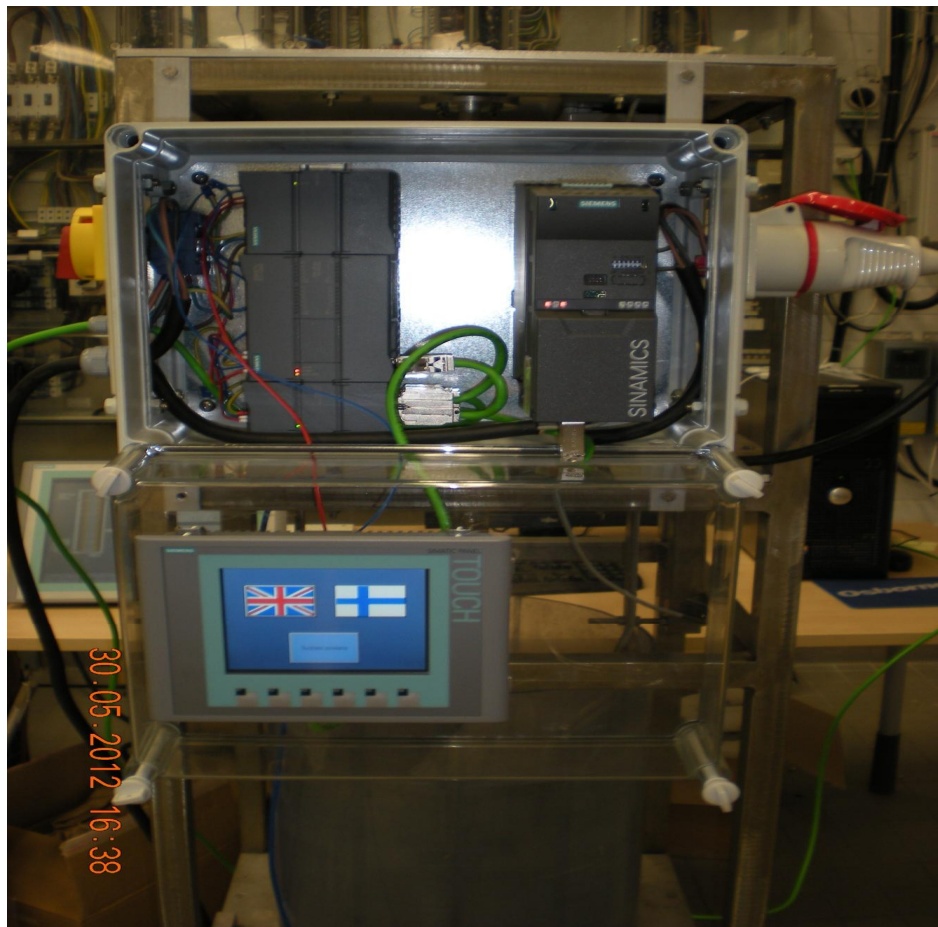
Laitteistojen moottorit ovat kaikki kolmivaiheisia epätahtimoottoreita. Auran ja Tonterin (1996, 120) mukaan kolmivaiheisissa epätahtimoottoreissa pyörivä magneettikenttä syntyy symmetrisen käämityksen ja siinä kulkevan symmetrisen vaihtovirran avulla, mitään lisälaitteita ei tarvita. Fonselius, Pekkola, Selosmaa ja Välimaa (1990, 63) toteavat, että staattorikäämiin johdettu kolmivaiheinen vaihtovirta synnyttää pyörivän magneettikentän. Heidän mukaansa kentän pyörintänopeus on yhtä kuin moottorin synkroninopeus ( $n_s$ ). Synkroninopeus on riippuvainen vaihtojännitteen taajuudesta ja moottorin napaluvusta – joka on moottorin kiinteä ominaisuus – joten moottorin nopeutta voidaan muuttaa jännitteen taajuutta muuttamalla seuraavan kaavan mukaisesti.

$$n_s \text{ (synkroninopeus)} = \frac{f \text{ (vaihtosähkön taajuus)}}{p \text{ (moottorin napaparien lukumäärä)}}$$



### 3 AUTOMAATIOLAITTEISTO

Automaatiojärjestelmällä tarkoitetaan kaikkia niitä laitteita, joilla ihminen ohjaa ja hallinnoi prosessia, oli kyseinen prosessi kodin ilmastointilaitte tai suuri kemiantehdas. Niin sanottuja kenttälaitteita ovat erilaiset anturit, mittalähettimet ja toimielimet moottoreista robotteihin ja venttiileihin. Kenttälaitteet ovat kiinteästi osa prosessia, eikä niitä voida viedä kovinkaan kauaksi siitä. Kojetilaan tai ns. ristikytkentätilaan sijoitellaan tehonsyöttöyksiköitä (esimerkiksi taajuusmuuttajia), viestinkäsittelylaitteita sekä kentän ja automaatiojärjestelmän väliin tulevan kaapeloinnin kytkentätauluja. Järjestelmän kolmas osa on valvomo, jonne järjestelmän hallintaosat on sijoitettu. Sieltä käsin voidaan prosessia valvoa ja ohjata, parhaimmillaan jopa käymättä lainkaan kentällä. (Fonselius, Pekkola, Selosmaa, Ström, & Välimaa, 1999. 7–11.) Joskus prosessi on niin pieni, että koko automaatiolaitteisto kaikkine tasoineen saadaan sovitettua yhteen kenttäkoteloon, kuten kuviossa 2.



KUVIO 2. Sekoitusprosessin ohjauslaitteisto

### 3.1 Taajuusmuuttaja

Koska epätahtimoottoreiden pyörimisnopeutta voidaan säätää niiden syöttösähkön taajuutta muuttamalla, on kehitetty monia erilaisia taajuusmuuttajia sähkömoottorikäyttöjen tueksi. Taajuusmuuttajat jaetaan kahteen päätyyppiin, suoriin ja välipiirillisiin taajuusmuuttajiin. Suorat taajuusmuuttajat pilkkovat puolijohdekytkinten avulla sähkön halutun taajuiseksi. Välipiirilliset taas muuttavat syötetyn sähkön ensin tasasähköksi ja sitten takaisin halutun taajuiseksi vaihtosähköksi. (Niiranen 1999, 22, 48.)

Suorat taajuusmuuttajat jaetaan matriisimuuttajiin ja syklokonverttereihin. Matriisimuuttajien periaate on yksinkertainen, mutta käytännön toteutus muuttuu raskaaksi ja hankalaksi. Syklokonverttereita sen sijaan on kaupallisessakin käytössä, mutta niiden maksimitaajuudet jäävät käytännössä välipiirillisistä kauas jälkeen. Niitä käytetäänkin lähinnä isotehoisissa ja pieninopeuksisissa moottorisovelluksissa. Välipiiritaajuusmuuttajat jaetaan edelleen kolmeen ryhmään, kuormakommutoituihin (LCI), virtavälipiiritaajuusmuuttajiin (CSI) ja jännitevälipiiritaajuusmuuttajiin. Näistä on jokaisesta lisäksi vielä muunnoksia sen mukaan, mitä komponentteja piirien rakentamisessa käytetään. Näistä viimeksi mainittu on käytetyin taajuusmuuttajatyyppejä. (Niiranen 1999, 48–50.)

### 3.2 Ohjelmoitava logiikka

Ohjelmoitavat logiikat ovat yleisimpiä ohjainlaitteita. Logiikka ottaa antureilta ja hallintalaitteilta saamansa informaation vastaan ja reagoi saamaansa tietoon ohjelmointinsa määrittämällä tavalla. Reaktio ja siihen menevä aika riippuvat ohjelmasta ja logiikan ominaisuuksista. Nykyisin logiikoiden laskentateho ja muistikapasiteetti – ja näiden mukana myös mahdolliset käyttötavat ja -kohteet – kasvavat valtavaa vauhtia. Logiikoita löytyy pienistä, vain muutamia tai muutamia kymmeniä I/O:ita sisältävistä pienlogiikoista jopa kymmeneen tuhansiin nousevien I/O-määrien hallintaan kykeneviin suurtehologiikoihin. (Fonselius ym. 1999. 102.)

Logiikan ohjelma voi olla joko kriteeri- eli ehto-ohjattua tai sitten askeltavaa eli niin sanottua sekvenssiohjelmaa. Ehto-ohjattu ohjelma ei välttämättä seuraa mitään tiettyä työjärjestystä, vaan ohjaa toimilaitteitaan suoraan saamansa informaation perusteella. Askeltava

ohjaus taas muodostuu toisiaan seuraavista askeleista ja niiden välillä siirtymisen sallivista tai estävistä siirtoehdoista. (Fonselius ym. 1999, 102.)

Logiikat jaetaan kompakteihin sekä modulaarisiin logiikoihin. Kompaktit ovat pieniä, usein vain muutamista muutamiin kymmeneen I/O:ita sisältäviä pienien laitteistojen ohjajia. Nykyisin usein I/O:n lisäksi logiikassa on myös joko sarjaportti (esim. RS 232) tai lähiverkko-/kenttäväyläliityntä. Kompakteista on myös tulossa yhä modulaarisempia, kun mahdollisuudet lisätä osia kasvavat. Modulaariset logiikat koostuvat jännitelähteestä, laskeutusyksiköstä, muistista sekä I/O- ja viestintämoduuleista, joita voidaan lisätä ja poistaa tarpeen mukaan. Moduulit asennetaan joko jonkinlaisiin korttikehikoihin tai takalevyihin. Modulaariset logiikat ovat usein joko keskisuuria tai suuria. Toinen tapa jakaa logiikoita on jako I/O-määrien perusteella. Pienissä I/O:n maksimimäärä on yleensä alle sadan, keskisuurissa 100–500 ja suurissa yli 500. (Fonselius ym. 1999, 105.)

### **3.3 Käyttöliityntä**

Jotta käyttäjä voisi kommunikoida järjestelmän kanssa ja esimerkiksi käynnistää ja sammuttaa toimilaitteita sekä asettaa toimipisteitä (esimerkiksi pyörintänopeus), tarvitaan jonkinlainen käyttöliityntä, HMI/MMI, jonka kautta tämä onnistuu. Aiemmin se hoidettiin monesti jonkinlaisen ohjauspulpetin ja sen monennäköisten painikkeiden ja säätimien kautta. Nykyisin yleinen ja yhä yleistynyt tapa ovat erilaiset operointipaneelit, esimerkiksi kosketusnäytöt. (Fonselius ym. 1999, 190.)

### **3.4 Lähiverkko**

Lähiverkolla tarkoitetaan maantieteellisesti pienellä alueella toimivaa ja suuren siirtokapasiteetin omaavaa tiedonsiirtoverkkoa. Verkko on tavallisesti yhden organisaation hallussa, ja se koostuu kaapeleista, verkkolaitteista, työasemista ja palvelimista. (Jaakohuhta 2000, 4.) Jotta laitteet voisivat kommunikoida verkoissaan, täytyy niiden kyetä paitsi käyttämään samaa kommunikointijärjestelmää myös tunnistamaan toisensa ja itsensä verkossa. Tätä varten ovat IP ja IP-osoitteet. IP-osoite on 32-bittinen osoite, jolla yksilöidään jokainen

verkossa oleva laite. IP:llä taas tarkoitetaan viestiprotokollaa, joka määrittää viestisähkeiden pituuden ja muodostaa pohjan koko TCP/IP-protokollaperheelle. (Comer 2002, 688.)

Verkkojen kaapeloinnissa kuten verkoissa itsessäänkin on niiden kehityksen aikana ollut valtava määrä standardeja, joista osa on yhä käytössä ja osa on haipunut historiaan tarpeettomiksi tai vanhentuneiksi muuttuneina. Nykyisin yleisin lähiverkkojen kaapelointiin käytetty kaapeli on RJ-45-parikaapeli, suojattuna (varsinkin esim. teollisuussovellukset) tai suojaamattomana, kukin tarpeensa mukaan. Parikaapelin parien kytkentäjärjestys on myös useiden eri standardien tilkuttama. (Jaakohuhta 2000, 73.) Kun laitteita verkossa on paljon, asettaa se verkon rakenteelle vaatimuksia. Näihin vaatimuksiin vastaavat esimerkiksi erilaiset verkon rakenteet, topologiat. Yksi tärkeä osa useimpia verkkotopologioita ovat erilaiset kytkimet ja hubit, jotka jakavat viestiyhteyksien siirtoteitä käyttäjille (laitteille ja ohjelmille) ja kytkävät verkkojen eri osia toisiinsa. (Jaakohuhta 2000, 26.)

### **3.5 TIA-portaali**

Siemens on luonut yhden yhtenäisen automaatio suunnittelu- ja ohjelmointialustan, TIA-portaalin (Totaly Integrated Automation portal). Tähän ohjelmaan pohjana ovat toimineet Siemensin vanhat ohjelmointialustat Step 7 ja WinCC. Portaalin tarkoituksena on helpottaa laitteistojen ja ohjelmistojen määrittelyä sekä luoda keskinäisiä synergiaetuja, kun samat osoitteet ja ohjelmatägit ovat saman projektin käytössä kaikissa siihen kuuluvissa laitteissa. Näin niitä ei tarvitse laskea ja määrittää jokaiseen laitteeseen ja ohjelmaan erikseen. Myös laitteiden IP- ja Mac-osoitteet voidaan konfiguroida kerralla kuntoon. Lisäksi ohjelmointityökalujen selkeyttä ja käytettävyyttä on parannettu. (Siemens AG 2011a, 2.)

#### 4 MITTAUKSET

Perinteisesti automaation mittaukset on suoritettu erilaisten anturien avulla. Mittaukset ja anturointi ovat myös hyvin keskeisessä asemassa automaatiassa. Anturoinneilla saadaan prosessista mittausinformaatiota, jonka perusteella voidaan tehdä säätöjä, lopetuksia tai startteja tai vaikka hälytyksiä. Yksinkertaisimmillaan anturit ovat kaksitilaisia, siis esimerkiksi kytkimiä. Jatkuvaa tilatietoa tuottavat analogiset anturit, siis esimerkiksi lämpötila- tai momentin mittaus. Nykyään yhä useammin antureissa on älykkyyttä itsessään, ja näitä sanotaankin älykkäiksi tai digitaalisiksi antureiksi. Digitaalisista antureista mittaustieto tulee valmiiksi muotoiltuna digitaaliviestinä. Niihin on myös voitu sijoittaa paljon muutakin kuin vain varsinainen mittaus, kuten vikadiagnostiikkaa ja tarkkailua. (Fonselius ym. 1993, 13–16.)

Pyörimisnopeus voidaan mitata paitsi antureilla, myös taajuusmuuttajalta. Tämä onnistuu, kun taajuusmuuttaja laskee pyörimisnopeuden syöttämänsä sähkön taajuudesta ja moottorin tiedoista. Käytännössä taajuus saadaan laskemalla taajuusalueen ja nimellisen pyörimisalueen suhteista vaadittu nopeus, ottaen toki moottorin jättämä huomioon. Jättämä on se luku, jonka verran akselin pyörimisnopeus jää synkroninopeudesta. (Niiranen 1999, 21, 30.) Moottorin tehon eli sähkötehon taajuusmuuttaja laskee jännitteen ja virran mittausten avulla. Sähköteho saadaan edelleen jalostettua akselitehoksi suhteellisen hyvällä tarkkuudella laskennallisesti moottorin tietoja käyttämällä. Käyttämällä tehon ja pyörimisnopeuden mittaustietoja saadaan laskettua myös moottorin vääntömomentti. Nämä ovat toisistaan verrannollisia seuraavan kaavan kuvaamalla tavalla. (Aura & Tonteri 1996, 493.)

$$P = M \times \omega = M \times 2\pi \times n$$

## 5 LAITTEISTOVALINNAT

Kun projektia lähdettiin toteuttamaan, oli osa kalusteista hankittu jo etukäteen. Näistä puolet todettiin lopullisen toteutuksen kannalta virheellisiksi ja vaihdettiin. Jotta vaihtoja, ja niihin kuluvia aikoja, esimerkiksi tilaus- ja toimitusajat, saatiin lyhennettyä, rakennettiin järjestelmä pitkälti tilauksen käyttökelpoisten osien päälle. Sekoitujärjestelmiin valitut taajuusmuuttajat päätettiin pitää. Nämä taajuusmuuttajat ovat tyypiltään jännitevälipiirillisiä. Projektissa käytettyihin taajuusmuuttajiin kytkettiin hallintakomponentiksi Siemensin CU240S PN -mallin hallintayksiköt, jotka myös oli jo tilattu. (KUVIO 2.) Kyseinen hallintayksikkömalli tukee vahvasti Profinet-yhteyksiä ja oli suhteessa halvempi kuin vaihtaa kilpailevaan malliin. Katsottiin myös, ettei näissä käytöissä tarvita erikoisturvakytkentöjä normaalien metodien lisäksi, joten voitiin pitäytyä perusmalleissa.

Projektissa käytettiin Siemensin uuden 1200-sarjan logiikoita, tarkemmin mallia 1214C. Kyseinen logiikka valittiin mm. sen verkko-ominaisuuksien perusteella. Näin logiikan yhteistoiminta taajuusmuuttajan kanssa saataisiin hoidettua mahdollisimman sujuvasti ja päästäisiin samalla testaamaan Ethernet-verkkoja logiikkakäyttöjen yhteydessä. Muita syitä 1214C:n valintaan olivat esimerkiksi laitteen mahdollisuus välittää saamaansa 24 V:n jännitettä edelleen. Tällä ratkaistiin varsinaisen jännitelähteen lähtöjen pienen määrän aiheuttama ongelma. Järjestelmän varsinaisena sähkölähteenä toimi SIMATIC S7-1200 PM 1207

Kun logiikkana oli 1200-sarjan edustaja, oli loogista (käytännössä ainoa vaihtoehto) valita TIA-portaali ohjelmointialustaksi. Samalla voitiin testata TIA-portaalin toimintaa muutenkin kuin vain näytön ja simulointipenkin kanssa. Oli myös arvioita, että kyseinen järjestelmä ja sen laitteistot tulisivat koulun uudeksi automaatioharjoitusalueeksi, joten tämäkin puolsi valintaa. Portaalin käyttöön tullut versio V11.0, (V10.5 päivitettiin versioon V11.0) paljastui kuitenkin vielä osittain raakileeksi, ja sitä on jo vuoden sisään päivitetty kahdella Service Packilla ja kolmella Update Packilla.

Projektin kaapeloinnissa käytettiin Siemensin omaa Profinet-kaapelia, joka todellisuudessa on vain normaalia parikaapelia ja sen liittimet lähes normaaleja RJ45-liittimiä. Ainoat erot yleisimpiin verkkokaapeleihin ovat se, että Profinet-kaapeli on kaksiparista normaalin neljän sijaan ja sen suojaus on huomattavan paljon voimakkaampi, esimerkiksi teollisuuskäyt-

töjen vuoksi. Projektissa jouduttiin turvautumaan myös kytkimeen, jotta kaikki tarvittavat yhteydet saatiin muodostettua. Kytkimenä käytettiin Siemensin CSM 1277 Unmanaged -kytkintä. Sen avulla kaikki verkon laitteet, logiikka, kosketusnäyttö, taajuusmuuttaja ja PC saatiin kytkettyä kerralla toisiinsa, siten että muodostui ns. tähtitopologia kytkin keskipisteinä. (KUVIO 3.) HMI:nä tässä projektissa käytettiin Siemensin KTP600 Basic Color -paneelia. Kuuden tuuman näyttö on riittävän iso, jotta siitä näkee kaiken tarvittavan helposti ja tarvittavat mittaukset ja kontrollit sopivat kaikki samaan näyttökuvaan. Toisekseen sen liitännänä toimiva Ethernet-liityntä ja 24 V:n jännitteen suhteellisen helppo saatavuus puolsivat valintaa. Myöskään logiikoiden ja näyttöjen saaminen samaan tarjoukseen ei vaikeuttanut valinnan tekoa.



KUVIO 3. Verkkotopologia näkyvissä

Sekoitusprosessin mittaustiedot saadaan suoraan taajuusmuuttajalta, joka mittaa ja laskee tarvittuja suureita ja syöttää ne sitten logiikalle Profinet-väylän kautta. Mitattavia suureita ovat (vääntö)momentti, pyörimisnopeus ja teho. Tarkoituksena oli käyttää pyörimisnopeuden mittaukseen induktiivista anturia suoraan akselilta. Akseliin olisi kiinnitetty metallin-

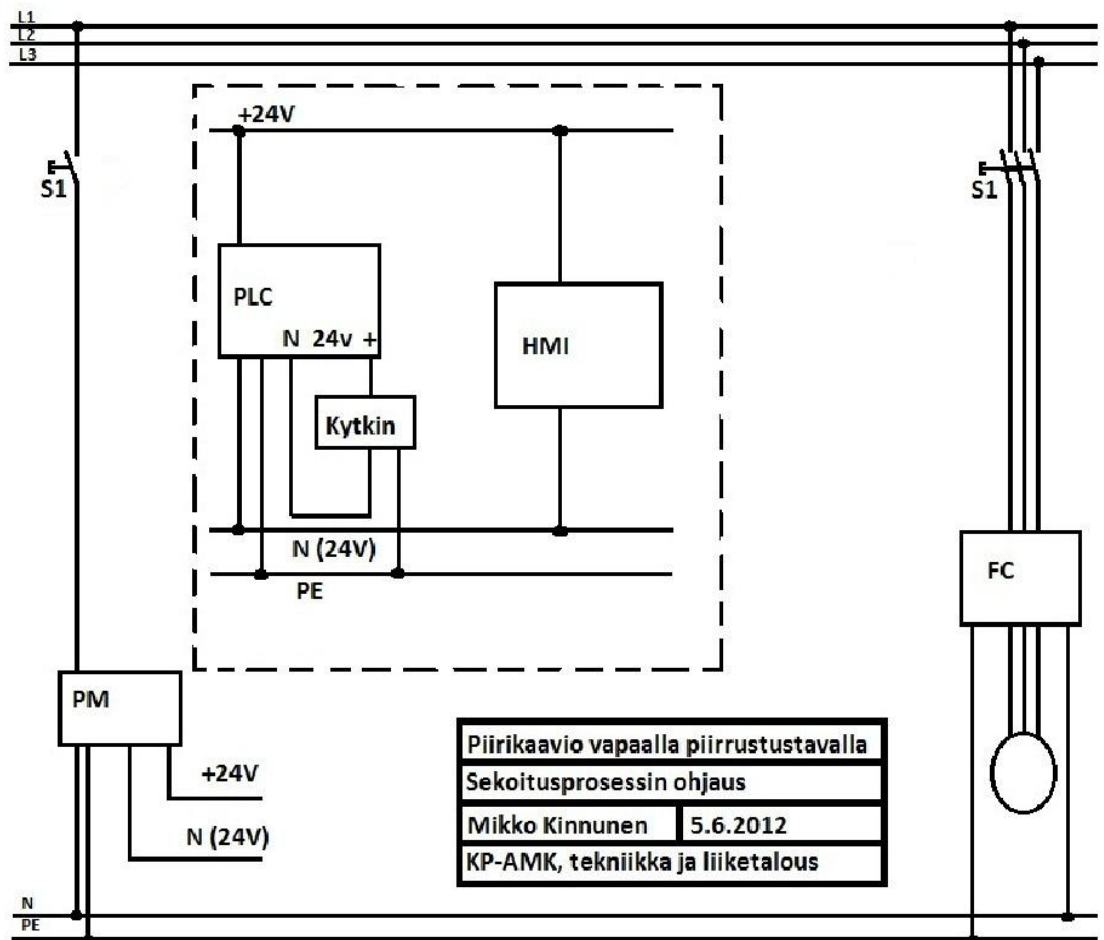
kappale, jonka ohikulkua anturi olisi mitannut. Taajuusmuuttaja arvioitiin kuitenkin riittävän luotettavaksi tämän tiedon tuojaksi.

Momenttia mittaamaan oli tarkoitus valjastaa sekoituslaitteistoista vanhastaan löytyvät venymäliuska-anturit vahvistimiseen, mutta silmämääräinen arvio kertoo, ettei mittaus ole kovinkaan luotettavalla pohjalla. Moottorin pyöriessä mittauspää hyppii, eikä tasaista mitausta näin saada. Myös kokeilemalla todettiin, että jopa isoimmassa järjestelmässä anturin asento lähtötilanteessa vaikuttaa koko mittauksen tuloksiin. Suurin syy tämän mittauksen hylkäämiseen olivat kuitenkin aikataululliset ongelmat. Sebastian Ackerman ennätti omassa työssään kyseisen anturin kytkeä, mutta tuloksissa on ollut ristiriitaisuuksia. Myös tehon mittaus saadaan taajuusmuuttajan mittauksista. Taajuusmuuttaja syöttää suodatettua virtamittaustietoa, josta yhdessä jännitteen kanssa saadaan tieto moottorin ottamasta tehosta.



## 6 RAKENNE- JA SÄHKÖSUUNNITTELU

Sekoituslaitteiston runko ja rakenne olivat valmiina, eikä niihin ollut tarvetta tehdä muutoksia, tai ainakaan ne eivät kuuluneet projektin tehtäväkuvaukseen. Ohjausten kotelointi ja sähkösuunnittelu sen sijaan menivät uusiksi. Osittain laitevalintoihin perustuen, osittain laitevalinnat sähkösuunnitteluun perustuen tehtiin kuvion 4 mukainen kytkentä kenttäkoteloihin, jotka liitettiin sekoituslaitteistoihin (KUVIOT 1, 2 ja 3). Ahorannan (1999, 85) mukaan koteloinnin suojaluokitus täyttää IEC:n standardin 60529 mukaisen suojaluokituksen IP20:n rajat. Kyseisen luokituksen riittävyyttä tällaiseen projektiin voidaan pohtia. Roiskeiden mahdolliset suunnat ja se, että käyttäjinä on aikuisia ihmisiä, pitäisi kyllä suojata riskeiltä käytössä niin laitteistoa kuin käyttäjiäkin, mutta varmaahan tämä tietenkään ei ole.



KUVIO 4. Sähkökaavio ohjauksista

## 7 PROJEKTINHALLINTA

Tultuani projektiin oli se ehditty aloittaa jo, ja (valta-)osa tarvikkeista ja laitteista oli jo tilattu. Taulukossa 2 on lueteltu lähes kaikki varusteet, jotka oli jo tilattu. Taulukosta näkee nopeasti, että hallintalaitteiden tilauksessa ei ole ajateltu asiaa loppuun saakka. Kun työstettävänä on kolme erillistä laitetta, jotka eivät keskenään ole yhteydessä, ei yhdellä logiikalla pärjätä alkuunkaan, jos ei laitteita valeta aloilleen tai hitsata runkoja yhteen. Jokaiseen laitteeseen oli kuitenkin varattu jo taajuusmuuttajat ja näiden hallintayksiköt. Pidimme palaveria ohjaavan opettajani kanssa ja päätimme vaihtaa ET200S-modulaarilogiikan S7 1200 -sarjan logiikoihin ja varusteisiin, joilla laitteistot saadaan pidettyä erillään. 1200-sarjaan päädyttiin siitä syystä, että jo valittu näyttö ja valitut taajuusmuuttajien hallintayksiköt tukevat (näyttö ainoastaan) Ethernet-pohjaista tiedonsiirtoa. TIA-portaalin ja 1200-sarjan laitteiden vahva Ethernet-tuki mahdollisti täten sen, että vain osa laitteista tarvitsi vaihtaa.

TAULUKKO 2. Alkuperäinen tavaralista

Artikkeli	Määrä [kpl]
Pieni kotelo varusteineen	2
Iso kotelo varusteineen	1
Turvakytkin varusteineen	3
Nokkakytkin	3
Potentiometri varusteineen	3
Logo!Power 2.5 virtalähde 24 VDC/2,5 A	3
CU240S PN, Profinet	3
PM240, 3-vaihe; 0,37 kW; 0,55 kW ja 1,1 kW	3, yksi kutakin tehoa
ET200S-logiikka moduuleineen	1 kokoonpano
SIMATIC KTP600 PN -näyttö	1

Toinen kysymysmerkki nousi nokkakytkinten ja potentiometrien tarpeellisuudesta. Näytön kautta tapahtuva kontrollointi kuitenkin käytännössä korvaisi kaikkien painikkeiden ja ruuvien tarpeellisuuden. Tilaajan kanssa asiasta neuvoteltuani korvattiin ET200S-logiikka

kolmella 1214C-logiikalla ja hankittiin kaksi näyttöä lisää. Lisäksi palautettiin ylimääräiset kytkimet ja säätimet.

Varusteiden vaihdon aikoihin projektiin lisättiin toinen tekijä, saksalainen vaihto-opiskelija Sebastian Ackerman. Sebastianin kanssa tehtiin työnjako, jossa Sebastian hoitaa ison sekoittimen ja Mikko keskikokoisen ja pienen. Sebastian myös keskittyy enemmän SW-puolen hallintaan, kun Mikko tekee HW-puolen hankintoineen, suunnitteluineen ja koonpanoineen. Sebastianin kanssa työskentely toi oman, mielenkiintoisen lisänsä projektiin, kun kielitaitoa tarvittiin sekä englanniksi että saksaksi. Myös ylimääräistä työtä kertyi kohtalaisesti toimiessani esimerkiksi tehtävänannon ja varusteiden hankinnan suhteen tulkina ja välittäjänä. Lopulta Sebastianin järjestelmän laitteistoon tuli joitain lisäyksiä, mikä muutti hieman hänen järjestelmänsä luonnetta. Toisen tekijän lisääminen antoi myös mukavan sävöksen tiimityöskentelyä ja työnjohdon ja -valvonnan osuuksia projektiin.

## 8 TULOKSET JA POHDINTA

Tehtävänä oli luoda kemian opiskelijoiden käyttöön helposti hallittava ohjausjärjestelmä sekoituslaitteille, joista he saisivat myös helposti mitattua seuraavat tiedot:

- momentti
- kierrosnopeus
- teho.

Muita tavoitteita olivat, että tietokoneelle tehtäisiin järjestelmä, joka keräisi mittaustietoja historialokiin ja voisi esittää ne kuvaajina, esimerkiksi Excelin avulla, sekä se, että mittaukset tulisivat erillisiltä mittalaitteilta. Myös laitteiston manuaalinen hallinta kytkinten ja potentiometriä avulla oli yksi tavoite. Aikataulutavoitteena oli saada laitteet toimintakuntoon syyskuun 2011 alkuun mennessä.

### 8.1 Tulokset

Kytkimistä ja potentiometreistä luovuttiin jo projektin alkumetreillä, koska näytöltä pystyy tekemään samat säädöt ja hallintatoimet. Mittaukset otettiin taajuusmuuttajalta, joka ainakin sähkötehon ja kierrosnopeuden suhteen on osoittautunut luotettavaksi. Tämän todistavat tehdyt mittaukset, joissa verrattiin keskikokoisen sekoittimen järjestelmän ulos antamaa pyörintänopeutta ja laserkäyttöisen takometrin mittaustuloksia. Ero tuloksissa oli prosentin luokkaa, mikä kyllä toisaalta menee jo takometrin virherajoihinkin. Tulokset tosin olivat sen verran lineaarisia ja loogisia, että niitä voidaan pitää luotettavina. Vastaavat mittaukset pienellä sekoittimella paljastivat isompia eroja, mikä epäilemättä johtuu osittain myös suuremman pyörintänopeuden aiheuttamasta taajuuslaskentaan tulevasta tarkkuuden laskusta. Tällä kertaa ero ei pysynyt lineaarisena ja oli pahimmillaan 10 %:n luokkaa.

Momentin mittauksessa aiemmin käytettyä venymäliuska-anturia ei ajanpuutteen vuoksi järjestelmiin asennettu, mutta se on kyllä sekoitinlaitteistojen mukana vahvistinpiireineen edelleen. Sen tarkkuuden tosin muutenkin asettaisi kyseenalaiseksi laitteiston rungon keveys ja huojunta sekä leijuvaksi laakeroitujen moottorien nytkähtely pyöriessään. Tämä nykiminen aiheuttaa piikkejä ja tyhjiä kohtia mittaukseen, mikä tekee siitä äärettömän epävarmaa. Toisaalta sitä olisi ehkä kaivattu vertailuarvoksi, sillä pienillä (alle 250 rpm) kier-

roksilla taajuusmuuttaja ei saa laskettua momenttia ja ensimmäiset mittaustulokset ovat muutenkin arvoiltaan jokseenkin epäluotettavia. Myöskään tietokoneelle tehtäviä tiedonkaappausohjelmia ei ehditty tehdä. Selvitysten perusteella ne pystytään esimerkiksi Siemensin WinCC-ohjelmalla tekemään helposti hallittaviksi ja luotettaviksi.

Suurimmat ongelmat projektissa kaikkineenkin ovat olleet enemmän ja vähemmän aikataullisia. HW-puoleltaan laitteet olivat aikataulun mukaisesti käyttökunnossa hyvissä ajoin. SW-puolella ongelmia aiheutti TIA-portaalin keskeneräisyys monessakin vaiheessa. Siemensille tyypilliseen tapaan ohjelmassa oli asioita, joita ei mainittu missään, ne vain ”olisi pitänyt tietää”. Ensimmäinen tällainen tuli taajuusmuuttajan ja PLC:n kommunikoinnissa, kun taajuusmuuttajalle piti lisätä viestintätelegrammi. Tähän telegrammiin liittyi toinenkin ongelma, nimittäin sen sisältämä osoitteisto ja sen käyttö. Kun looginen oletus on, että osoitteiden käyttö alkaa keskeltä, alkoi niiden käyttö vasta kahdeksannesta osoitteesta. Sitä, mille toiminnolle ensimmäiset seitsemän on varattu, ei ole selvinnyt vielä tätä kirjoitettaessakaan. (LIITE 3.)

Kaikista suurimman hidasteen ohjelman luomisessa aiheutti kuitenkin TIA-portaalissa ollut virhe, joka esti ohjelman tarkastuksen ja laitteisiin lataamisen. Kun portaaliympäristössä ohjelman teko aloitetaan, ensin luodaan HW-kuvaus. (LIITE 2/1 & 2.) Seuraavaksi luodaan OB, DB:t ja FB:t, näyttökuvat ja osoitteistot, siis varsinainen ohjelma. Kun ohjelma koottiin (compile), ilmoitti se tunnistamattomasta virheestä HW-kuvauksessa. Tämä ongelma poistui vasta, kun asensin ServicePack 2-päivityksen portaaliin. Tätä kyseistä päivitystä jouduin odottamaan lähes puoli vuotta, mikä kyllä näkyi aikataulujen venymisenä. Myös Startter-ohjelmassa (taajuusmuuttajan ohjelmointityökalu) oli omat niksinsä, sillä ohjeita käskyjen sisällöistä oli lähestulkoon mahdotonta löytää, samoin tiettyjä teknisiä yksityiskohtia laitteista. Kaiken kaikkiaan Startter jätti kuitenkin huomattavasti paremman maun suuhun kuin portaali. (LIITTEET 4 & 5.)

## **8.2 Pohdintaa**

Työn lopullista onnistumisen tasoa voisi luonnehtia kohtalaiseksi. Joitain asioita jäi tekemättä, jotkin onnistuivat jopa yllättävän hyvin. Aikataulu ja siinä pysyminen oli yksi projektin suurista heikkouksista, mutta siitä en ota kaikkea syytä itselleni. Mitä projektista jäi

käteen? Siitä jäi kolme kohtuullisesti toimivaa laitteistoa (Sebastianin työstämä suuri laitteisto toimi aiemmin, mutta aiheutti keväällä lisää ongelmia, jotka jäivät harteilleni) sekä runsaasti kokemusta taajuusmuuttajien ja logiikoiden kanssa työskentelystä, hyvällä tasolla oleva ymmärrys Siemensin järjestelmistä sekä vakaa tieto olla ottamatta käyttöön vasta myyntiin tulossa olevaa tai myyntiin vasta tullutta järjestelmää, koska tuntuu olevan yleinen käytäntö teettää järjestelmien beta-testaukset asiakkailla, eikä vikojen havaitseminen siinä vaiheessa, kun laitetta tarvitaan, ole kovinkaan mieltä ylentävää.

### 8.3 Jatkokehityskohteita

Tähän lopuksi esittäisin vielä joitain mietintöjä siitä, mitä näihin laitteistoihin vielä voisi tehdä esimerkiksi automaation laboratoriokursseilla harjoitustöinä ja projekteina. Ensimmäisenä mainittakoon projektin alkuperäisissä tavoitteissa olleet, mutta myöhemmin tekemättä jätetyt näyttö- ja hallintakuvat tietokoneelta. Näihin sisällöiksi olisi saatava etähallinta lähiverkon kautta, mittausten saaminen näkyviin sekä niiden keräys historialokiin, josta ne voidaan avata esimerkiksi Excel-taulukon ja edelleen kuvaajiksi. Selvitysten perusteella tämän pitäisi onnistua Siemensin WinCC-alustalla ilman suurempia törmäilyjä. Toisen tekemättä jäänyt asia on momentin mittaus antureilla. On ainakin selvittämisen arvoista, antaako jo olemassa oleva mittausjärjestely niin luotettavia tuloksia että niitä kannattaisi viedä edelleen järjestelmään. Loogisena jatkona tietenkin on mittausten vieminen järjestelmään ja esittäminen sitä kautta, aina mahdollisiin etäkäyttöihin saakka.

Kolmantena asiana, joka on herättänyt projektin edetessä ajatuksia, on koteloinnin onnistuminen ja mahdolliset kehittämistarpeet. Kotelot ovat hyvin ahtaita näille kokoonpanoille, jotka hankittiin vasta kauan koteloiden jälkeen. Laitteet, varsinkin taajuusmuuttajat ja näyttöt, käyvät varsin kuumina, mistä seuraa ennen pitkää ongelmia. Myöskään mahdollisesti tarpeellisille laajennuksille ei ole tilaa, vaan kaikki toimet on hoidettava jo olemassa olevalla laitteistolla. Jos katsotaan, että laajennustarpeita, jotka pakottaisivat vaihtamaan kotelaita suuremmiksi, ei ole, on koteloiden ilmanvaihtoa jotenkin tehostettava. Tämä onnistuu parhaiten joko lisäämällä suodattimilla varustetut ilmanvaihtoaukot tai mahdollisesti myös lisäämällä koteloihin tuulettimet, jotka estävät liikalämmön kertymisen koteloihin. Virtaa tuulettimille saa, joko täyttä verkkovirtaa tai vaihtoehtoisesti 24 V:n tasavirtaa, laitteistossa jo valmiina olevista sähkölähteistä. Koteloinnin herättämä kolmas ajatus liittyy suojaus-

luokkiin. Tällä hetkellä suojaus täyttää IP20-luokan vaatimukset, eikä olisi kovinkaan vaikeaa nostaa luokitus IP 55:een, mutta kyseinen toimenpide poistaisi viimeisenkin ilmanvaihdon (ilman vapaavirtauksen koteloiden päistä) koteloista, joten sen suorittaminen ilman ilmanvaihdon järjestämistä ei ole järkevää.

## LÄHTEET

Ahoranta, J. 1999. Sähköasennustekniikka. Helsinki: WSOY.

Aura, L. & Tonteri, J. 1996. Sähkökoneet ja tehoelektronikan perusteet. Helsinki: WSOY.

Comer, D. E. 2002. TCP/IP. Helsinki: Edita.

Fonselius, J., Pekkola, K., Selosmaa, S. & Välimaa, T. 1990. Koneautomaatio – Sähköiset automaatiolaitteet. 3.–4. painos Helsinki: Painatuskeskus Oy.

Fonselius, J., Pekkola, K., Selosmaa, S., Ström, M. & Välimaa, T. 1999. Automaatiolaitteet. Helsinki: Edita.

Jaakohuhta, H. 2000. Lähiverkot – Ethernet. Helsinki: Edita.

Niiranen, J. 1999. Sähkömoottorikäytön digitaalinen ohjaus. 2. korjattu painos 2000. Helsinki: Otatieto.

Siemens AG 2011a. STEP\_7\_Basic\_V11SP2enUS\_en-US.pdf. Pdf-tiedosto. Saatavissa: <http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/57199536>. Luettu 4.6.2012. SIEMENS.





## SEKOITUKSEN TUTKIMINEN

### 1. Työn tarkoitus

Työn tarkoituksena on tutkia sekoitusilmiöitä ja mittaustulosten perusteella tehdä tehokäyrät määrätuille sekoitusolosuhteille sekä verrata tuloksia teoriaan.

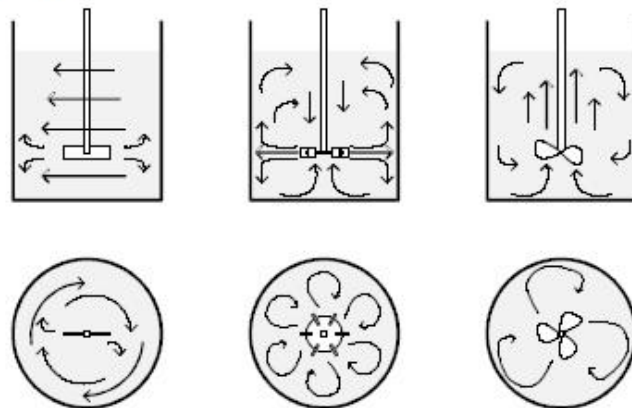
### 2. Teoriaa

Kertaa teorialuennot. Työohjeessa oleva teoriaosuus kattaa vain työn kannalta keskeisimmät asiat.

#### Yleistä

Sekoituksen tavoitteena on tehdä tavalla tai toisella epähomogeeninen seos mahdollisimman homogeeniseksi. Seoksen epähomogeenisuuden voi aiheuttaa esimerkiksi konsentraatio- tai lämpötilaerot. Kemiallisissa reaktoreissa saadaan sekoituksen avulla komponentit mahdollisimman hyvään kontaktiin toistensa kanssa, jotta haluttu reaktio tapahtuisi.

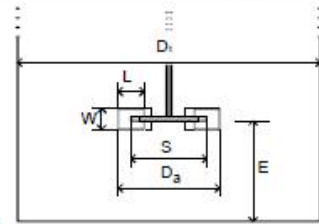
Sekoitineliimiä on hyvin monenlaisia. Osa on hyvinkin yksilöllisiin tarpeisiin kehitettyjä erikoismalleja (esim. vaahdotuskennoissa käytetty malli, joka samanaikaisesti sekoituksen kanssa muodostaa syötetystä ilmasta mahdollisimman tasalaatuisia kuplia). Tyypillisimpiä sekoitinmalleja ovat erilaiset lapa-, turbiini- ja potkurisekoittimet. Näiden aikaansaamat päävirtausmuodot ovat samassa järjestyksessä: tangentialinen, radiaalinen ja aksiaalinen virtaus.



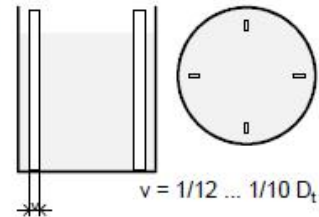
*Standarditurbiinin mitoitustietoja:*



$$\begin{aligned} D_a &= 1/3 D_t \\ W &= 0,2 D_a \\ L &= 0,25 D_a \\ S &= 0,75 D_a \\ E &= 1/3 D_t = D_a \end{aligned}$$



*Virtausesteiden* tarkoituksena on vähentää tangentiaalista virtausta sekoitusastiassa ja siten vähentää vortex-ilmiön syntymistä. Virtausesteiden koko, määrä, sijainti ja asento sekoitusastiassa voi vaihdella tilanteen mukaan, mutta useasti ne ovat oheisen kuvan kaltaiset.



### Sekoituksen tehokkuus

Sekoittimen akseliteho voidaan laskea yhtälöstä:

$$P = M \cdot \omega \quad (1)$$

jossa  $P$  = sekoitusteho, W  
 $M$  = sekoittimen aiheuttama momentti, Nm  
 $\omega$  = sekoittimen kulmanopeus, rad/s

Yleinen yhtälö sekoituksen tehokkuudelle on muotoa:

$$\frac{P}{n^3 D_a^5 \rho} = f \left( \frac{n D_a^2 \rho}{\eta}, \frac{n^2 D_a}{g}, S_1, S_2, \dots, S_n \right) \quad (2)$$

jossa  $P$  = sekoitusteho, W  
 $n$  = sekoittimen pyörimisnopeus, 1/s  
 $D_a$  = sekoittimen halkaisija, m  
 $\rho$  = nesteen tiheys, kg/m<sup>3</sup>  
 $\eta$  = nesteen dynaaminen viskositeetti, kg/(m·s)  
 $g$  = gravitaatiiovakio, m/s<sup>2</sup>  
 $S_i$  = termejä, jotka kuvaavat laitteistogeometriaa (kts. luentomonisteet)



Yhtälön (2) vasemmasta puolesta käytetään nimitystä teholuku, ja merkintänä käytetään:  $N_p$ . Siten:

$$N_p = \frac{P}{n^3 D_a^5 \rho} \quad (3)$$

Yhtälön (2) oikean puolen ensimmäinen termi on Reynolds-luku,  $Re$ , sekoitusolosuhteissa:

$$Re = \frac{n D_a^2 \rho}{\eta} \quad (4)$$

Edelleen yhtälön (2) oikean puolen toinen termi on Froude-luku,  $Fr$ :

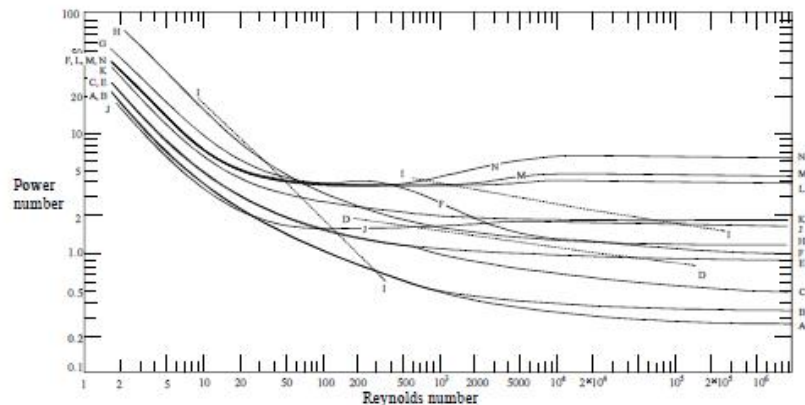
$$Fr = \frac{n^2 D_a}{g} \quad (5)$$

Teholuku, samoin kuin Reynolds-luku ja Froude-luku ovat laaduttomia.

Yleinen tapa esittää sekoituksen tehokkuutta on graafinen esitys:  $N_p = f(Re)$ . Tällöin saatu käyrä riippuu sekoitinelmestä ja astiassa olevien virtausesteistä. Samanmuotoisissa, mutta suuruusluokaltaan erikokoisissa astioissa tulee  $N_p = f(Re)$ -käyrästä samanmuotoinen.

Tehokäyriä eri sekoitinelin- ja virtausesteyhdistelmillä.

(Lähde: Mark H. F. et al. (toim.). 1980. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, third edition, volume 15. New York. John Wiley & Sons Inc., s 604)



- |  |  |
|--|--|
| A, propeller, pitch equal to diameter, no baffles                  | B, propeller, pitch equal to diameter, four baffles each 0.1 T |
| C, propeller, pitch twice the to diameter, no baffles              | D, paddle, no baffles  |
| E, propeller, pitch twice the to diameter, four baffles each 0.1 T | F, Flat six-blade turbine, no baffles                          |
| G, shrouded six-blade turbine, four baffles each 0.1 T             | H, shrouded six-blade turbine, stator ring with 20 blades      |
| I, paddle, no baffles  | J, flat paddle, two blade, four baffles each 0.1 T             |
| K, fan turbine, eight blade, four baffles each 0.1 T               | L, arrowhead six-blade turbine, four baffles each 0.1 T        |
| M, curved six-blade turbine, four baffles each 0.1 T               | N, flat six-blade turbine, four baffles each 0.1 T             |

### Ei Newtonisen nesteen sekoitus

Ei-Newtonisen nesteen viskositeetti riippuu nesteen nopeusgradientista. Jotta  $Re$ -luku ei-Newtoniselle nesteelle voidaan laskea, on määritettävä näennäinen viskositeetti  $\eta_a$ . Tällöin:



$$Re = \frac{n D_a^2 \rho}{\eta_a} \quad (6)$$

Näennäinen viskositeetti määritetään esim. tekemällä koesarja Brookfield-viskosimetrillä, käyttäen eri kokoisia sekoituskaroja ja karan pyörimisnopeuksia.

### 3. Koelaitteisto

Koeajot suoritetaan kolmella erikokoisella sekoitinlaitteistolla, joiden geometria on samanlainen, mutta astian nestetilavuus kasvaa noin kolme kertaa suuremmaksi siirryttäessä seuraavaan suurempaan kokoon.

Kullakin laitteistolla on oma sekoitinmoottori, joka on laakeroitu siten, että moottorin vääntömomentti välittyy voima-anturille. Toinen momenttiarvo saadaan invertterin laskemasta arvosta. Moottorin kierrosnopeutta ohjataan taajuusmuuttajalla ja kierrosnopeus saadaan invertteriltä.

Moottorin ja sekoitinelimien välissä on istukka, jonka ansiosta sekoitinelin on mahdollista irroittaa/vaihtaa.

Virtausesteitä on 4 kpl ja niiden sijainti astian reunaan nähden on säädettävissä. Lisäksi virtausesteet voidaan poistaa astiasta kokonaan.

Laitteistojen ohjaus (moottori seis/käy ja kierrosnopeus) on toteutettu automaatiokaapin kannessa sijaitsevan ohjauspanelin avulla.

Laitteistojen numerotietoja:	Pieni	Keski	Suuri
Astian sisähalkaisija, D [mm]	250	355	500
Nestetilavuus, kun nestekorkeus=D [l]	9,8	28,1	78,5
Virtausesteen leveys (=1/12 D) [mm]	21	30	42
Max. kierrosnopeus [rpm]	3000	1500	1500
Max. momentti (ilm. massana) [kg]	2	2	6

### 4. Työn suoritus

Työn valvoja määrittelee toteutettavan koesarjan. Muuttujina ovat:

- sekoituslaitteistokoot,
- sekoituselin/-elimet,
- virtausesteiden lukumäärä,
- virtausesteiden sijainti ja
- käytetty neste

Mikäli käytettävä neste on ei-Newtoninen, on sen näennäinen viskositeetti määritettävä erillisen ohjeen mukaisesti.

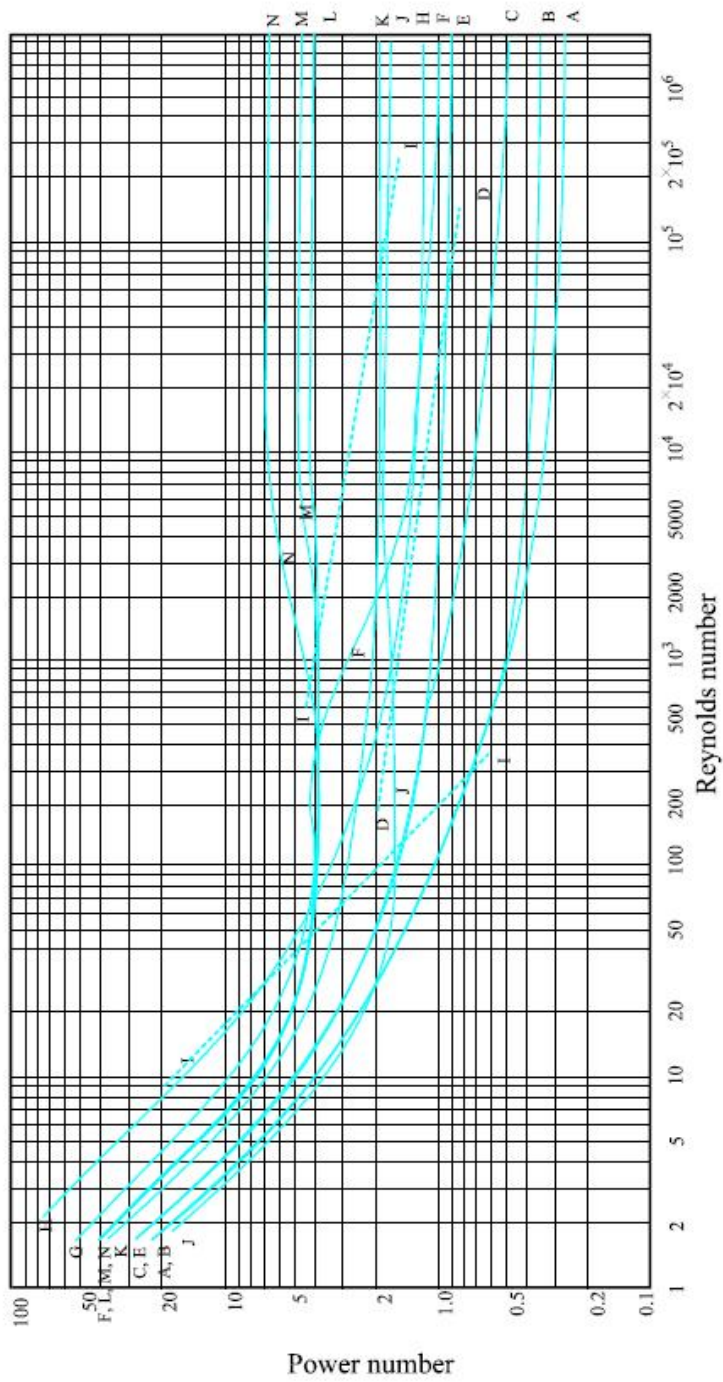


**Toimenpiteet kohta kohdalta:**

- A) Asenna valvojan määräämät virtausesteasetukset sekä sekoituselin määriteltyyn sekoituslaitteistoon.
- B) Täytä astia tutkittavalla nesteellä astian kyljessä olevaan viivaan saakka (nestekorkeus = astian sisähalkaisija)
- C) Aloita koesarja asettamalla kierrosnopeus 100 rpm:ään.
- D) Kasvata sekoituksen kierroslukua 50 rpm askeleina kunnes mielestäsi säiliön sekoitus on täydellistä. Siirry seuraavaan sekoitussäiliöön/sekoittimeen. Ellei kierrosnopeus stabiloidu aloitusnopeudella, kokeile suuremmalla aloitusnopeudella.

**5. Mittaustulosten käsittely**

Laske mittaustulosten perusteella  $Re$ -luku ja  $N_p$ -luku. Tee liitteenä olevaan käyrästöön tulostesi mukainen graafinen esitys  $N_p = f(Re)$ , sekä erikseen graafiset esitykset  $M = f(Re)$ ,  $P = f(Re)$ . Vertaa tuloksiasi kirjallisuuteen.



Start

Devices & networks

PLC programming

Visualization

Online & Diagnostics

Open existing project

Create new project

Migrate project

Close project

Welcome Tour

First steps

Installed software

Help

User interface language

Open existing project

Recently used

Project	Path	Last change
Pieni 2.5	C:\M_Kinnunen oppari\Ohjelmat\Pieni 2.5	6/5/2012
Pieni 2.0	C:\M_Kinnunen oppari\Ohjelmat\Pieni 2.0	6/5/2012
Keskikokoinen 2.1	C:\M_Kinnunen oppari\Ohjelmat\keskikokoinen 2.1	6/5/2012
Keskikokoinen 2.0	C:\M_Kinnunen oppari\Ohjelmat\keskikokoinen 2.0	6/5/2012
Keskikokoinen	C:\M_Kinnunen oppari\Ohjelmat\keskikokoinen	6/5/2012
Mixing Machine	C:\M_Kinnunen oppari\Ohjelmat\Sebastian\Mixing Machine	6/5/2012
Keskikokoinen 2.5	C:\M_Kinnunen oppari\Ohjelmat\keskikokoinen 2.5	6/5/2012
Pieni	C:\M_Kinnunen oppari\Ohjelmat\Pieni	6/5/2012
näytön tappo	C:\M_Kinnunen oppari\Ohjelmat\Sebastian\näytön tappo	6/5/2012
Testiä_06072011_Siemenssin_konffausohj...	C:\Blending_control\project\Testiä_06072011_Siemenssin_konffaus...	5/14/2012
Project1	C:\Blending_control\project\Project1	5/14/2012
Testiä_03072011	C:\Blending_control\project\Testiä_03072011	5/14/2012

Browse

Open

Project view

Opened project: C:\M\_Kinnunen oppari\Ohjelmat\Pieni 2.5\Pieni 2.5

Siemens - Piemi 2.5

Project: Edit View Insert Online Options Tools Window Help

Save project Go online Go offline

Hardware catalog Online tools Tasks Libraries

Totally Integrated Automation PORTAL

Hardware catalog Options

Options

Catalog

Filter

- PLC
- HMI
- Drives & starters
- Network components
- Detecting & Monitoring
- Distributed I/O
- Otherfield devices

Information

Project tree

Devices

- Piemi 2.5
  - Add new device
  - Devices & networks
    - PLC\_1 [CPU 1214C DC(DC/DC)]
    - HMI\_1 [KTP600 Basic PN]
    - Common data
    - Documentation settings
    - Languages & resources
    - Online access
    - SIMATIC Card Reader

Details view

Name

Devices & networks

Topology view Network view Device view

Connections S7 connection

100%

PLC\_1 CPU 1214C

HMI\_1 KTP600 Basic PN

PN/IE\_1

SINAMICS-G12...  
SINAMICS G120...

PLC\_1

Network overview Connections

Device	Type	Address in subnet	Subnet	Master system	Comment
GSD device_1	GSD device				
SINAMICS-G120-CU240S	SINAMICS G120 CU240...				
HMI_1	KTP600 Basic PN				
HMI_FT_1	KTP600 Basic PN				
IE_CP_1	PROFINET interface				
SIMATIC 1200 station_1	SIMATIC 1200 station				
PLC_1	CPU 1214C DC(DC/DC)				

PLC\_1 [CPU 1214C DC(DC/DC)]

Properties Info Diagnostics

General

- General
- PROFINET inte...
- D114-DQ10
- AI2
- High speed c...
- Pulse genera...

Overview of addresses

Overview of addresses

Filter:

- Inputs
- Outputs
- Address gaps
- Slot

Portal view

Overview Devices & ne...

Project Piemi 2.5 opened.



Siemens - Pieni 2.5

Project: Edit View: Insert Online Options Tools Window Help

Save project Go offline Go online

Portal

Totally Integrated Automation

Hardware catalog Online tools Tasks Libraries

Hardware catalog Options

Catalog

Filter

- PLC
- HMI
- Drives & starters
- Network components
- Detecting & Monitoring
- Distributed I/O
- Other field devices

Information

Topology view Network view Device view

Connections S7 connection

100%

PLC\_1 CPU 1214C

PN/IE\_1

HMI\_1 KTP600 Basic PN

SINAMICS-G12...  
SINAMICS G120...

PLC\_1

Network overview

Device	Type	Address in subnet	Subnet	Master system	Comment
GSD device_1	GSD device				
SINAMICS-G120-CU240S	SINAMICS G120-CU240...				
HMI_1	KTP600 Basic PN				
HMI_RT_1	KTP600 Basic PN				
IE_CP_1	PROFINET interface				
SIMATIC 1200 station_1	SIMATIC 1200 station				
PLC_1	CPU 1214C DC/DC				

Properties

PLC\_1 [CPU 1214C DC/DC]

General

- General
- PROFINET inte...
- D114/DQ10
- A12
- High speed c...
- Pulse genera...

Overview of addresses

Overview of addresses

Filter:  Inputs  Outputs  Address gaps  Slot

Project tree

- PLC\_1 [CPU 1214C DC/DC]
  - Device configuration
  - Online & diagnostics
  - Program blocks
  - Technology objects
  - External source files
  - PLC tags
  - PLC data types
  - Watch and force tables
  - Program info
  - Text lists
  - Local modules
  - Distributed I/O
  - HMI\_1 [KTP600 Basic PN]
    - Device configuration
    - Online & diagnostics
    - Runtime settings
    - Screens
    - Screen management
    - HMI tags
    - Connections
    - HMI alarms
    - Recipes
    - Scheduled tasks
    - Text and graphic lists
    - User administration
    - Common data
    - Documentation settings

Details view

Name

Portal view

Overview

Devices & ne...

Project Pieni 2.5 opened

## Pieni 2.5

Project			
<b>Name:</b>	Pieni 2.5	<b>Creation time:</b>	10/3/2011 10:24:15 AM
<b>Last change</b>	6/4/2012 12:34:14 PM	<b>Author:</b>	co0601375
<b>Last modified by:</b>	co0601375	<b>Version:</b>	
<b>Comment:</b>	Alusta uusiks		

Operating system	
Name	Description
Operating system	Microsoft Windows XP Professional
Version of the operating system	5.1.2600.196608
Operating system service pack	Service Pack 3
Version of the Internet Explorer	8.0.6001.18702
Computer name	KLATL-019-03
User name	EDU\co0601375
Installation path of the TIA Portal	C:\Program Files\Siemens\Automation\Portal V11

Components		
Name	Version	Release
Totally Integrated Automation Portal V11 - TIA Portal Single SetupPackage V11.0 + SP2 (TIAP11)	V11.0 + SP2	K11.00.02.00_02.08.00.01
TIA Portal Single SetupPackage - Hardware Support Base Package 0 V11.0 (TIAP11)	V11.0	V11.00.00.00_38.01.00.02
TIA Portal Single SetupPackage - S7BASUCL V11.0 + SP12 (TIAP11)	V11.0 + SP12	K11.00.12.00_02.05.00.01
TIA Portal Single SetupPackage - STEP 7 Single SetupPackage V11.0 + SP2 (TIAP11)	V11.0 + SP2	K11.00.02.00_02.08.00.01
TIA Portal Single SetupPackage - Hardware Support Base Package 02 V11.0 (TIAP11)	V11.0	V11.00.00.00_38.01.00.02
TIA Portal Single SetupPackage - Hardware Support Base Package 03 V11.0 (TIAP11)	V11.0	V11.00.00.00_38.01.00.02
TIA Portal Single SetupPackage - Support Base Package TO-01 V11.0 (TIAP11)	V11.0	V11.00.00.00_38.01.00.01
TIA Portal Single SetupPackage - Support Base Package TO-02 V11.0 (TIAP11)	V11.0	V11.00.00.00_38.01.00.01
TIA Portal Single SetupPackage - Hardware Support Base Package WCF-01 V11.0 (TIAP11)	V11.0	V11.00.00.00_38.01.00.02
TIA Portal Single SetupPackage - TIA ESTOUR V11.0 + SP2 (TIAP11)	V11.0 + SP2	K11.00.02.00_01.01.00.02
TIA Portal Single SetupPackage - HWConfig Single SetupPackage V11.0 + SP2 (TIAP11)	V11.0 + SP2	K11.00.02.00_02.08.00.01
TIA Portal Single SetupPackage - WinCC Single SetupPackage V11.0 + SP2 (TIAP11)	V11.0 + SP2	K11.00.02.00_02.08.00.01
TIA Portal Single SetupPackage - WINCCBASUCL V11.0 + SP12 (TIAP11)	V11.0 + SP12	K11.00.12.00_29.01.00.05
SIMATIC HMI License Manager Panel Plugin	11.0.1.0	K11.0.1.0_1.19.0.8
Automation Access Control Component	4.0	V04.00.00.00_01.01.00.01
dcblibV2_0_sinamics2_5_1	02.50.32.09	V02.01.00.01_62.13.04.00
dcblibV2_0_sinamics2_6	02.60.55.00	V02.01.00.01_62.13.04.00

## Pieni 2.5 / PLC\_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Program blocks

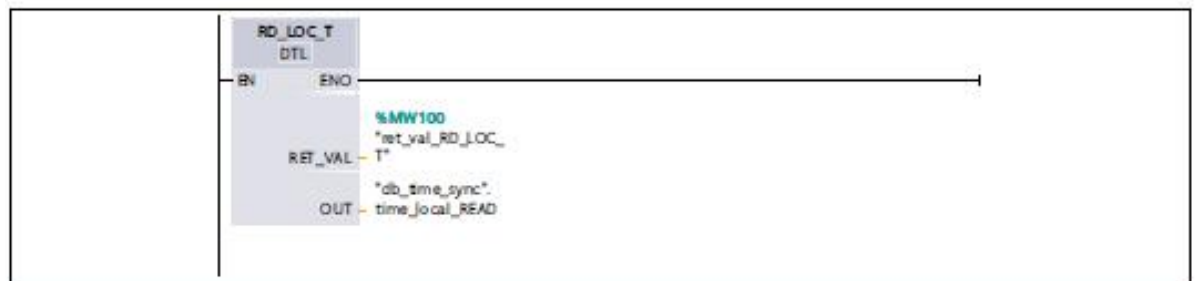
### Main [OB1]

Main Properties			
General			
Name	Main	Number	1
Type	OB.ProgramCycle	Language	LAD
Information			
Title	"Main Program Sweep (Cycle)"	Author	
Comment		Family	
Version	0.1	User-defined ID	

Name	Data type	Offset	Comment
Temp			

#### Network 1:

Synkronoi näytön ja CPU:n ajan



Symbol	Address	Type	Comment
"ret_val_RD_LOC_T"	%MW100	Int	
"db_time_sync"	%DB1	Block_DB	
"db_time_sync".time_local_READ		DTL	

#### Network 2:

Käynnistää varsinaisen ohjelman



Symbol	Address	Type	Comment
"Block_1"	%FC1	Block_FC	

## Pieni 2.5 / PLC\_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Program blocks

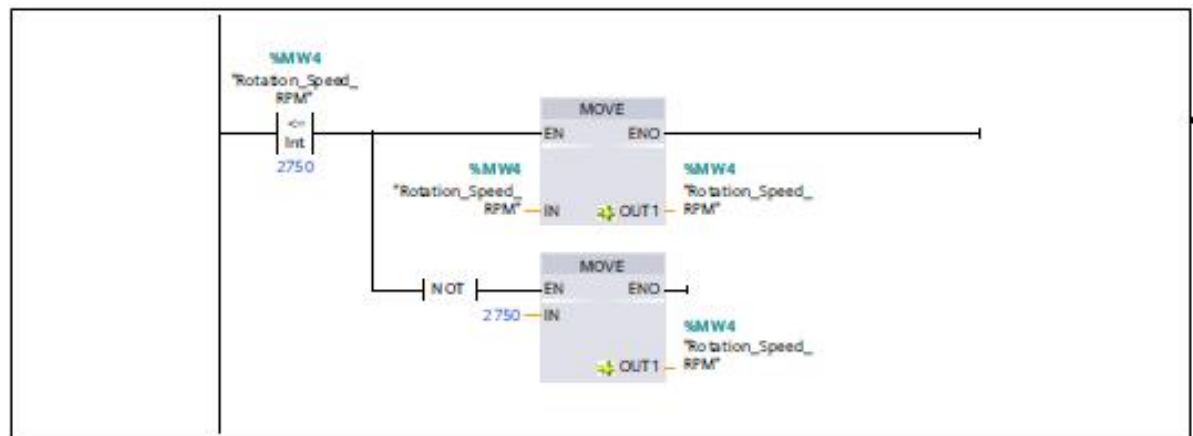
## Block\_1 [FC1]

Block_1 Properties			
General			
Name	Block_1	Number	1
Type	FC	Language	LAD
Information			
Title		Author	
Comment		Family	
Version	0.1	User-defined ID	

Name	Data type	Offset	Comment
Input			
Output			
In Out			
Temp			
▼ Return			
Ret_Val	Void		

## Network 1: Pyörimisnopeuden tarkkailu prosentteina

Tarkkaile pyörimisnopeuden input -arvoa ja muuta kaikki yli 100 takaisin 100.



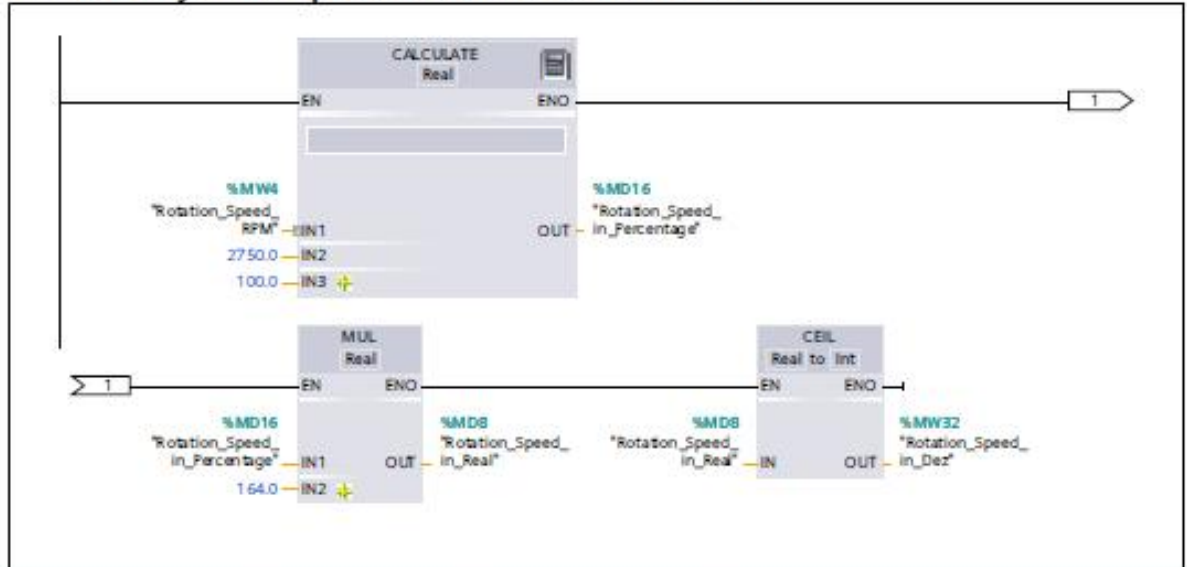
Symbol	Address	Type	Comment
"Rotation_Speed_RPM"	%MW4	Int	
2750	2750	Int	

## Network 2: Pyörimisnopeuden laskenta desimaaliarvoksi

Laskee pyörimisnopeuden desimaaliarvoksi.



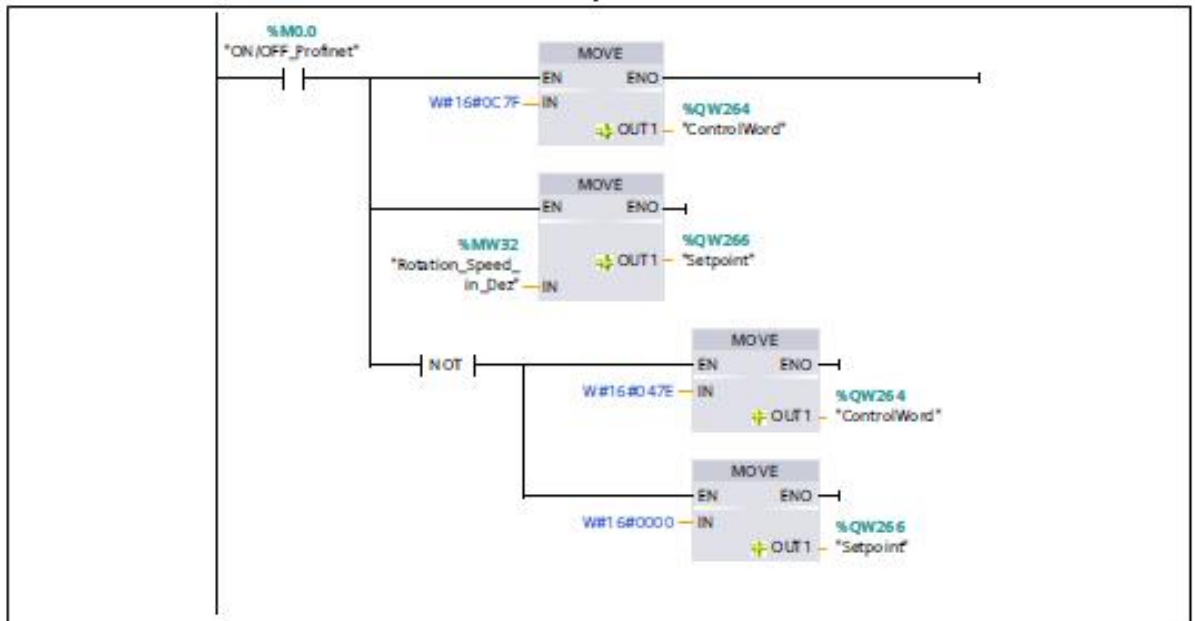
### Network 2: Pyörimisnopeuden laskenta desimaaliarvoksi



Symbol	Address	Type	Comment
"Rotation_Speed_RPM"	%MW4	Int	
100.0	100.0	LReal	
"Rotation_Speed_in_Percentage"	%MD16	Real	
164.0	164.0	LReal	
"Rotation_Speed_in_Real"	%MD8	Real	
"Rotation_Speed_in_Dez"	%MW32	Int	
2750.0	2750.0	LReal	

### Network 3: Moottorin operointi

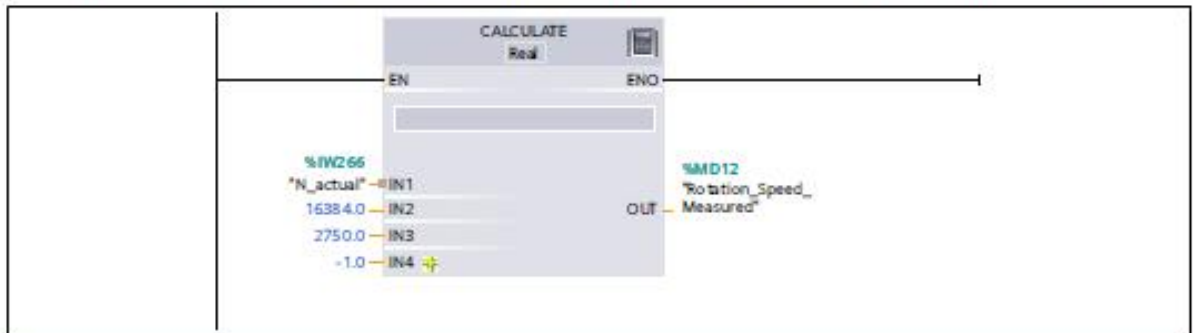
ON/OFF on moottorin käynnistys- ja sammutusfunktio. Jos kytkin on auki, moottori hidastaa ja sammuttaa. Muuten moottori pyöri määrättyä nopeutta.



Symbol	Address	Type	Comment
"Rotation_Speed_in_DeZ"	%MW32	Int	
"ON/OFF_Profinet"	%M0.0	Bool	
W# 16#0C7F	W# 16#0C7F	Word	
"ControlWord"	%QW264	Word	
"Setpoint"	%QW266	Int	
W# 16#047E	W# 16#047E	Word	
W# 16#0000	W# 16#0000	Word	

### Network 4: Pyörimisnopeuden laskenta

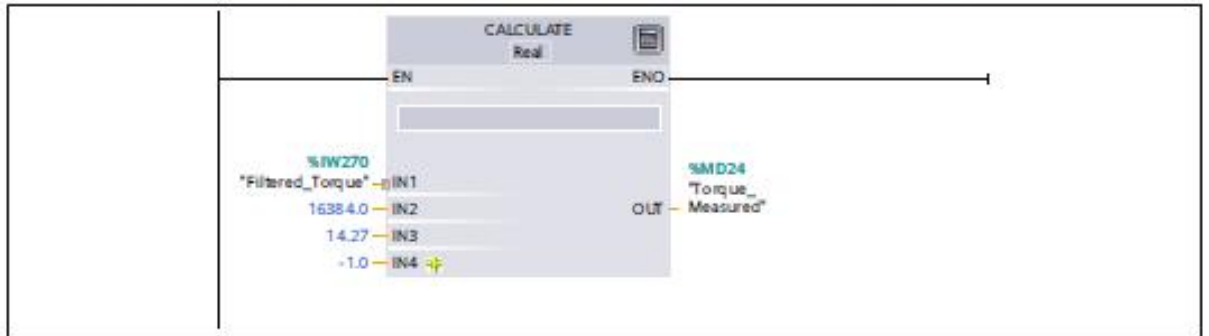
Vastaa notaa pyörimisnopeustiedon taajuusmuuttajalta ja laskee varsinaisen pyörimisnopeuden.



Symbol	Address	Type	Comment
"N_actual"	%IW266	Int	
16384.0	16384.0	LReal	
-1.0	-1.0	LReal	
"Rotation_Speed_Measured"	%MD12	Real	
2750.0	2750.0	LReal	

### Network 5: Vääntömomentin laskenta

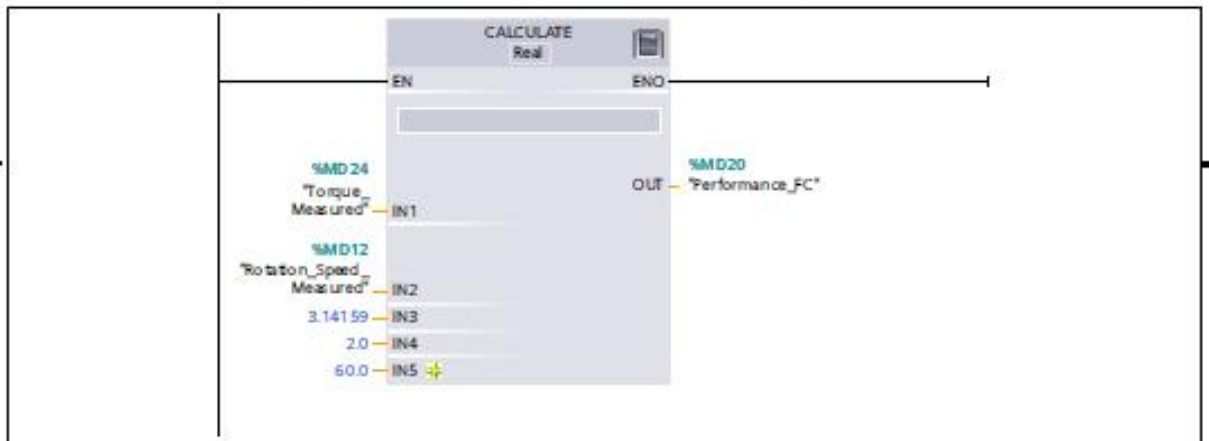
Vastaa nottaa vääntömomentitiedon taajuusmuuttajalta ja laskee vääntömomentin



Symbol	Address	Type	Comment
16384.0	16384.0	LReal	
-1.0	-1.0	LReal	
"Filtered_Torque"	%IW270	Int	
14.27	14.27	LReal	
"Torque_Measured"	%MD24	Real	

### Network 6: Suorituskyvyn laskenta

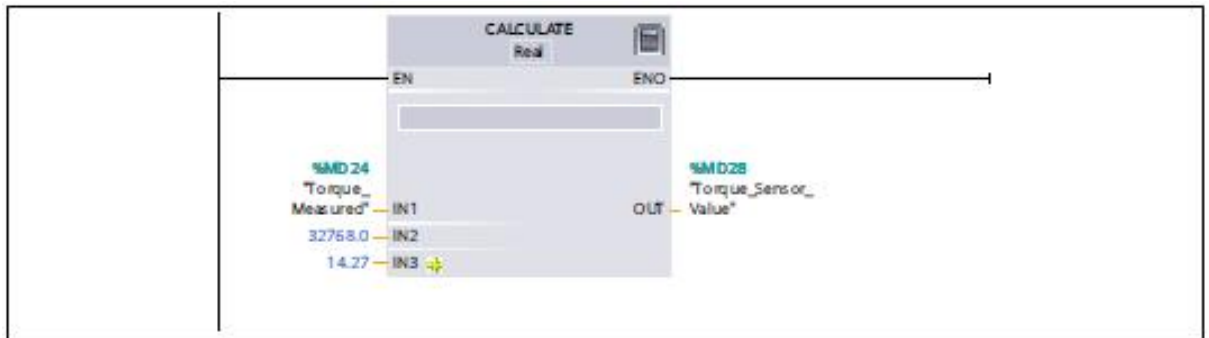
Laskee pyörimisnopeuden ja vääntömomentin mittausarvoista taajuusmuuttajan suorituskyvyn.



Symbol	Address	Type	Comment
"Rotation_Speed_Measured"	%MD12	Real	
"Torque_Measured"	%MD24	Real	
3.14159	3.14159	LReal	
2.0	2.0	LReal	
60.0	60.0	LReal	
"Performance_FC"	%MD20	Real	

### Network 7: Vääntömomentin laskenta anturiarvosta

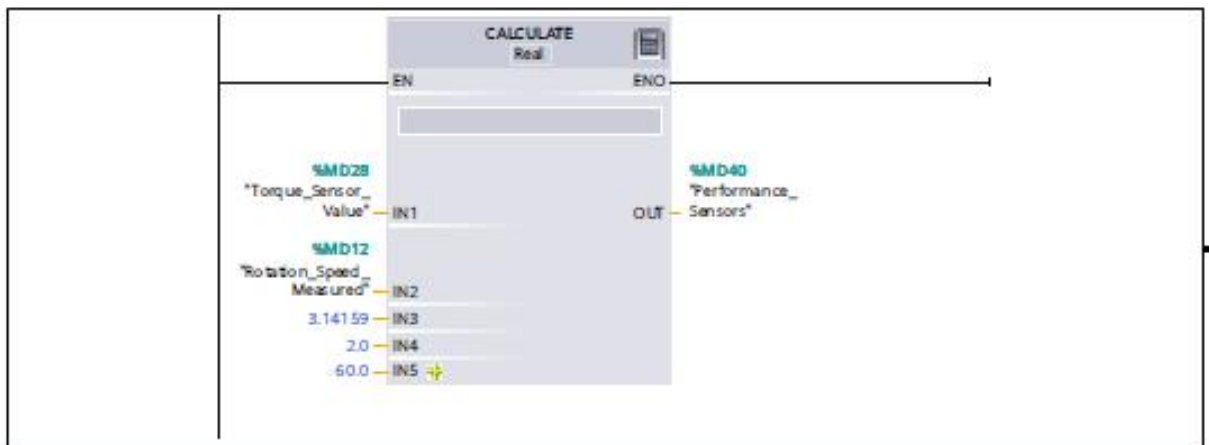
Mittaa venymäliuskoilta arvoa ja laskee vääntömomenttia.



Symbol	Address	Type	Comment
14.27	14.27	LReal	
"Torque_Measured"	%MD24	Real	
32768.0	32768.0	LReal	
"Torque_Sensor_Value"	%MD28	Real	

### Network 8: Suorituskyvyn lasnenta anturiarvoista

Ottaa mittausarvot antureilta ja laskee suorituskykyä.



Symbol	Address	Type	Comment
"Rotation_Speed_Measured"	%MD12	Real	
3.14159	3.14159	LReal	
2.0	2.0	LReal	
60.0	60.0	LReal	
"Torque_Sensor_Value"	%MD28	Real	
"Performance_Sensors"	%MD40	Real	



Pieni 2.5 / PLC\_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Program blocks

db\_time\_sync [DB1]

db_time_sync Properties			
General			
Name	db_time_sync	Number	1
Type	DB	Language	DB
Information			
Title		Author	
Comment		Family	
Version	0.1	User-defined ID	

Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Accessible from HMI	Visible in HMI	Comment
▼ Static							
▼ time_local_READ	DTL		DTL#1970-1-1-0:0:0.0	False	True	True	
YEAR	UInt		1970	False	True	True	
MONTH	USInt		1	False	True	True	
DAY	USInt		1	False	True	True	
WEEKDAY	USInt		5	False	True	True	
HOUR	USInt		0	False	True	True	
MINUTE	USInt		0	False	True	True	
SECOND	USInt		0	False	True	True	
NANOSECOND	UDInt		0	False	True	True	

## Pieni 2.5 / PLC\_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / PLC tags / Default tag table [48]

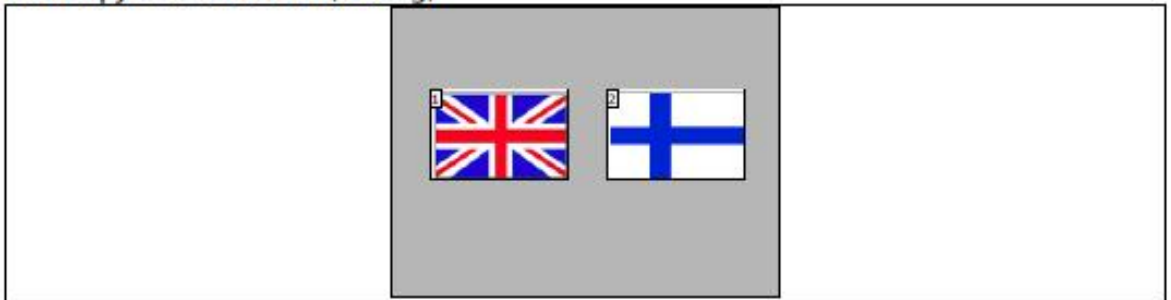
### PLC tags

PLC tags							
	Name	Data type	Address	Retain	Visible in HMI	Accessible from HMI	Comment
<input type="checkbox"/>	AlwaysFALSE	Bool	%M1.3	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	AlwaysTRUE	Bool	%M1.2	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	ControlWord	Word	%QW264	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	Current_actual	Int	%IW268	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	DiagStatusUpdate	Bool	%M1.1	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	Fast_Stop	Bool	%M0.2	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	Filtered_Torque	Int	%IW270	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	First_Warning_Number	Int	%IW272	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	FirstScan	Bool	%M1.0	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	Frequency_Ampere	Byte	%IB64	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	Inductive_Sensor	Bool	%IO.0	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	Last_Fault_Number	Int	%IW274	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	N_actual	Int	%IW266	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	ON/OFF_Profinet	Bool	%M0.0	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	Performance_FC	Real	%MD20	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	Performance_Sensors	Real	%MD40	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	ret_val_RD_LOC_T	Int	%MW100	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	Rotation_Speed_in_Dez	Int	%MW32	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	Rotation_Speed_in_Percentage	Real	%MD16	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	Rotation_Speed_in_Real	Real	%MD8	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	Rotation_Speed_Measured	Real	%MD12	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	Rotation_Speed_RPM	Int	%MW4	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	Setpoint	Int	%QW266	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	System_Byte	Byte	%MB1	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	Torque_Measured	Real	%MD24	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	Torque_Sensor_Value	Real	%MD28	False	True	True	
<input type="checkbox"/>	Voltage_Motor	Byte	%QB80	False	True	True	

## Pieni 2.5 / HMI\_1 [KTP600 Basic PN] / Screens

### Root screen(Mixing)

#### Hardcopy of Root screen(Mixing)

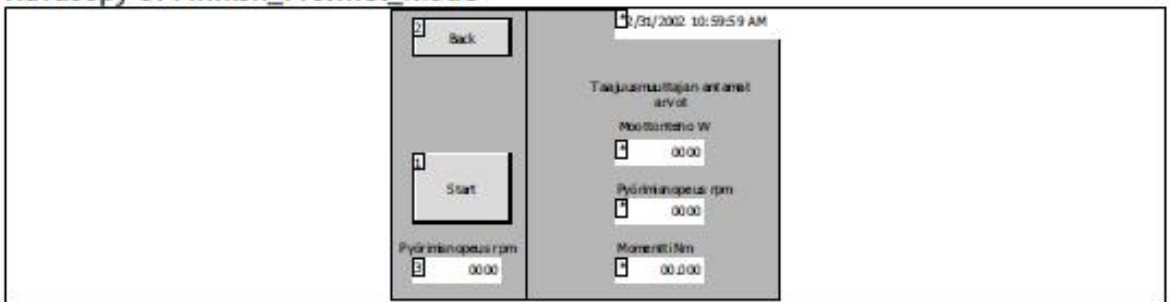


General			
Name	Root screen(Mixing)	Background color	182, 182, 182
Grid color	0, 0, 0	Number	9
Template	Template_2	Tooltip	
Layers			
Active layer	0		

## Pieni 2.5 / HMI\_1 [KTP600 Basic PN] / Screens

### Finnish\_Profinet\_Mode

#### Hardcopy of Finnish\_Profinet\_Mode



General			
Name	Finnish_Profinet_Mode	Background color	182, 182, 182
Grid color	0, 0, 0	Number	8
Template		Tooltip	
Layers			
Active layer	0		

## Pieni 2.5 / HMI\_1 [KTP600 Basic PN] / HMI tags

## Default tag table [11]

## ControlWord

General			
Name	ControlWord	Connection	HMI_connection
Data type	Word	Array elements	0
Length	2	Address	
AddressAccess-Mode	<symbolic access>	PLC tag	ControlWord
Coding	Binary	PlcName	PLC_1
TagTable	Default tag table		
Settings			
Acquisition cycle	1 s	Acquisition mode	Cyclic in operation
ID tag			
Linear scaling			
Linear scaling	Unchecked	PLC value range end value	10
PLC value range start value	0	HMI device value range end value	100
HMI device value range start value	0		
Miscellaneous			
Start value			
Comment			
Comment			
Multiplexing			
Multiplexing	Unchecked	Index tag	

## db\_time\_sync\_time\_local\_READ

General			
Name	db_time_sync_time_local_READ	Connection	HMI_connection
Data type	DTL	Array elements	0
Length	12	Address	
AddressAccess-Mode	<symbolic access>	PLC tag	time_local_READ
Coding	Binary	PlcName	PLC_1
TagTable	Default tag table		
Settings			
Acquisition cycle	1 s	Acquisition mode	Cyclic in operation
ID tag			
Linear scaling			
Linear scaling	Unchecked	PLC value range end value	10
PLC value range start value	0	HMI device value range end value	100
HMI device value range start value	0		



The screenshot displays the SIMATIC Manager configuration interface for a drive unit. The main window is titled "STARTER - pieni 2 - [Drive\_unit\_1.SINAMICS\_G120 - Configuration]". The interface includes a menu bar (Project, Edit, Target system, View, Options, Window, Help), a toolbar with various icons, and a project tree on the left. The project tree shows a hierarchy: "pieni 2" > "Insert single drive unit" > "Drive\_unit\_1" > "Configure drive unit" > "SINAMICS\_G120" > "Configuration".

The main configuration area is divided into several sections:

- Drive data set:** DDS 0
- Command data set:** CDS 0
- Configuration:** Includes tabs for "Drive data sets", "Command data sets", and "Reference parameter".
- Name:** SINAMICS\_G120
- Control type:** [0] V/f with linear characteristic
- Interfaces:** A button to open the interfaces configuration.
- SINAMICS\_G120: Closed-loop control module:**
  - Type: G120 CU240S PN
  - Order no.: 6SL3244-0BA20-1FA0
  - Firmware version: 3.27
- SINAMICS\_G120: Power unit:**
  - Type: G120 PM240
  - Order no.: 6SL3224-0BE13-7UA0
  - Input voltage: 400 V
  - Power: 0.37 kW
- SINAMICS\_G120: Motor:**
  - Motor type: [1] Asynchronous rotational mot
  - Motor rated speed: 2750 RPM
  - Motor rated current: 0.75 A
  - Motor rated power: 0.25 kW
  - Motor rated voltage: 400 V
  - Motor rated frequency: 50.00 Hz

At the bottom of the main window, there are dropdown menus for "CDS: 0" and "DDS: 0", and a "Help" button. The status bar at the bottom right shows "Project: SINAMICS\_G120" and "TCP/IP(Auto) -> Intel(R) 82567LM-3 Gig... Offline mode". A note at the bottom left says "Press F1 to open Help display."

STARTER\_piemi\_2 - [Drive\_unit\_1.SINAMICS\_G120 - PROFINET]

Project Edit Target system View Options Window Help

Receive direction Transmit direction

Message frame configuration: [354] Standard Telegram 354

Suppress inactive interconnections

Receive direction	Transmit direction	Hex	STW1	Interconnection
1	047E	hex	STW1	1. PZD BICO interconnection
2	0000	hex	NSOLL_A	p840[0], ON/OFF1, Command Date
3	0000	hex		p844[0], 1. OFF2, Command Dc
4	0000	hex		p848[0], 1. OFF3, Command Dc
5	0000	hex		p852[0], Pulse enable, Commar
6	0000	hex		p1140[0], RFG enable, Commar
7	0000	hex		p1141[0], RFG start, Command
8	0000	hex		p1142[0], RFG enable seipoint,
				p2104[0], 2. Faults acknowledg
				p1055[0], Enable JOG right, Cor
				p1056[0], Enable JOG left, Com
				...
				p1113[0], Reverse, Command Date
				p1035[0], Enable MOP (UP-con
				p1036[0], Enable MOP (DOWN
				p810, Bi: CDS bit 0 (Hand/Aut

Project: SINAMICS\_G120

Level Message

- Information Drive\_unit\_1: Bit sinks...DK
- Information Loading terminal/signal interconnections!
- Information Drive\_unit\_1: Bit sources...DK
- Information Terminal/signal interconnections are being updated!

BICO server

Press F1 to open Help display.

TCP/IP(Auto) -> Intel(R) 82567LM-3 Gig... / Offline mode

**STARTER - piemi 2 - [Drive\_unit\_1.SINAMICS\_G120 - Control/status words]**

Project Edit Target system View Options Window Help

piemi 2  
 Inset single drive unit  
 Drive\_unit\_1  
 Configure drive unit  
 SINAMICS\_G120  
 > Configuration  
 > Expert list  
 Drive navigator  
 > Inputs/outputs  
 > Setpoint channel  
 > Open-loop/closed-loop control  
 > Functions  
 > Messages and monitoring  
 > Technology controller  
 > Commissioning  
 > Communication  
 > Interfaces  
 > PROFINET  
 > Diagnostics  
 > Control/status words  
 > Interconnections  
 > Alarm history  
 SINAMICS LIBRARIES  
 MONITOR

The signals actually evaluated or used by the controller are displayed here.  
 Where the signals come from, can be seen in the individual parameter dialog boxes.

Control/status words | Drive enables

Control word 1

- 0  DN/OFF1
- 1  OFF2: Electrical stop
- 2  OFF3: Fast stop
- 3  Pulse enable
- 4  RFG enable
- 5  RFG start
- 6  Setpoint enable
- 7  Fault acknowledge
- 8  JOG right
- 9  JOG left
- 10  Control from PLC
- 11  Reverse (setpoint inversion)
- 13  Motor potentiometer MOP up
- 14  Motor potentiometer MOP down
- 15  CDS Bit 0 (Hand/Auto)

Control word 2

- 0  Fixed frequency Bit 0
- 1  Fixed frequency Bit 1
- 2  Fixed frequency Bit 2
- 3  Fixed frequency Bit 3
- 4  Drive Dataset (DDS) Bit 0
- 5  Drive Dataset (DDS) Bit 1
- 8  Enable PID
- 9  Enable DC brake
- 11  Enable Droop
- 12  Torque control
- 13  External fault 1
- 15  Command Dataset (CDS) Bit 1

Status word 1

- 0  Drive ready
- 1  Drive ready to run
- 2  Drive running
- 3  Drive fault active
- 4  OFF2 active
- 5  OFF3 active
- 6  DN inhibit active
- 7  Drive warning active
- 8  Deviation setpoint / act. value
- 9  PZD control
- 10  If\_act >= P1082 (I\_max)
- 11  Warning: Motor current/torque limit
- 12  Brake open
- 13  Motor overload
- 14  Motor runs right
- 15  Inverter overload

Act. status word 2

- 0  DC brake active
- 1  If\_act > P2157 (I\_off)
- 2  If\_act > P1080 (I\_min)
- 3  Act. current (I0068) >= P2170
- 4  If\_act > P2155 (I\_1)
- 5  If\_act <= P2155 (I\_1)
- 6  If\_act >= setpoint (I\_set)
- 7  Act. unfill. Vdc < P2172
- 8  Act. unfill. Vdc > P2172
- 9  Ramping finished
- 10  PID output t2294 == P2292 (PID\_mir
- 11  PID output t2294 == P2291 (PID\_ma
- 14  Download Dataset 0 from OP
- 15  Download Dataset 1 from OP

Project SINAMICS\_G120

Level Message  
 Information Drive\_unit\_1: Bit sinks...DK  
 Information Loading terminal/signal interconnections!  
 Information Drive\_unit\_1: Bit sources...DK  
 Information Terminal/signal interconnections are being updated!  
 BICD server

Press F1 to open Help display.

TCP/IP(Auto) -> Intel(R) 82567LM-3 Gig... / Offline mode



Drive_unit_1.SINAMICS_G120	6.6.2012 17:51:24
SINAMICS G120 V3.2x	
pieni 2	

Parameter	Parameter text	Offline value Drive_unit_1	Unit
p840[0]	ON/OFF1, Command Dataset 0 (CDS0)	SINAMICS_G120 : r8890 : Bit0	
p844[0]	1. OFF2, Command Dataset 0 (CDS0)	SINAMICS_G120 : r8890 : Bit1	
p848[0]	1. OFF3, Command Dataset 0 (CDS0)	SINAMICS_G120 : r8890 : Bit2	
p852[0]	Pulse enable, Command Dataset 0 (CDS0)	SINAMICS_G120 : r8890 : Bit3	
p1140[0]	RFG enable, Command Dataset 0 (CDS0)	SINAMICS_G120 : r8890 : Bit4	
p1141[0]	RFG start, Command Dataset 0 (CDS0)	SINAMICS_G120 : r8890 : Bit5	
p1142[0]	RFG enable setpoint, Command Dataset 0 (CDS0)	SINAMICS_G120 : r8890 : Bit6	
p2104[0]	2. Faults acknowledgement, Command Dataset 0 (CDS0)	SINAMICS_G120 : r8890 : Bit7	
p1055[0]	Enable JOG right, Command Dataset 0 (CDS0)	SINAMICS_G120 : r8890 : Bit8	
p1056[0]	Enable JOG left, Command Dataset 0 (CDS0)	SINAMICS_G120 : r8890 : Bit9	
p1113[0]	Reverse, Command Dataset 0 (CDS0)	SINAMICS_G120 : r8890 : Bit11	
p1035[0]	Enable MOP (UP-command), Command Dataset 0 (CDS0)	SINAMICS_G120 : r8890 : Bit13	
p1036[0]	Enable MOP (DOWN-command), Command Dataset 0 (CDS0)	SINAMICS_G120 : r8890 : Bit14	
p810	BI: CDS bit 0 (Hand/Auto)	SINAMICS_G120 : r8890 : Bit15	
p820	BI: DDS bit 0	SINAMICS_G120 : r8890 : Bit15	
r21	CO: Act. filtered frequency	0.00	Hz
r27	CO: Act. output current	0.00	A
r31	CO: Act. filtered torque	0.00	Nm
r2131	CO: Last fault number code	0	
r2132	CO: First warning number code	0	