

Vesa Hanhisalo

TAAJUUSMUUTTAJA-MOOTTORIYHDISTELMIEN
TESTAUSPENKKI

Automaatiotekniikan koulutusohjelma
2013

TAAJUUSMUUTTAJA-MOOTTORIYHDISTELMIEN TESTAUSPENKKI

Hanhisalo, Vesa
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2013
Ohjaaja: Suvela, Timo
Sivumäärä:25
Liitteitä:

Asiasanat: taajuusmuuttaja, moottori, testaus, penkki

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella, valmistaa ja ottaa käyttöön testauspenkki taajuusmuuttajaohjattujen moottorien kokemien sähköisten vääntömomenttien mittausta varten.

Työ tehtiin Metso Paper Pori Oy, Woodhandling yksikön sähköosastolle Porissa. Metsolla oli tarvetta testata projektien mukana myytävien oikosulkumoottorien momentinkestävyyttä pienillä kierrosnopeuksilla, joten tämän opinnäytetyön tuloksena valmistettiin testausympäristö halutuille momentin mittauksille.

Metsolla oli aiemmin käytössä järjestelmä haluttujen momenttien mittaukseen, tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda tilalle modernimpi, helpokäyttöisempi ja paremmin muokattava järjestelmä.

Työ toteutettiin suunnittelu- ja ohjelmointityönä. Testausympäristön laitteisto perustuu Metson tuotekehityslaboratorion olemassa oleviin laitteisiin. Lisäksi erityisesti tätä työtä varten tilattiin pyörimismomenttianturi sekä valmiiksi asennettu kotelo automaatio- ja sähkökomponenteille.

TEST BENCH FOR FREQUENCY CONVERTER-MOTOR COMBINATIONS

Hanhisalo, Vesa

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Automation Technology

April 2013

Supervisor: Suvela, Timo

Number of pages:25

Appendices:

Keywords: frequency converter, motor, test, bench

The purpose of this thesis was to design, produce and commission a testbench for moment measurement of frequency converter driven motors.

Thesis was made for Metso Paper Pori Oy, Woodhandling department in Pori. Metso had a need to test the moment endurance of induction motors at low speeds sold with projects. As the result of this thesis a testing environment for desired moment measurements.

Metso had before an original system for measuring moments, the purpose of this thesis was to create an improved version. More modern, more easy to use and more easily modified system

Thesis was executed as planning and programming job. Equipment in the testing environment is based on existing products in Metso testlaboratory. Additionally a transducing moment sensor and a preinstalled cabinet for automation and electric components.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
1.1	Työn esittely	5
1.2	Valintaprosessi.....	6
1.3	Työn lähtökohdat	7
1.4	Työn vaatimukset.....	7
2	SUUNNITTELU	8
2.1	RATKAISTAVA ONGELMA.....	8
2.1.1	Moottorien kokemat vääntömomentit.....	8
2.1.2	Sähköinen vääntömomentti.....	9
2.2	TESTILAITTEISTO.....	10
2.2.1	Ohjelmoitava Logiikka	10
2.2.2	Human Machine Interface.....	10
2.2.3	Taajuusmuuttajat	10
2.2.4	Moottorit	11
2.2.5	Momenttianturi.....	11
2.3	DOKUMENTOINTI.....	13
2.4	TESTAUSYMPÄRISTÖN OHJELMISTON KEHITYSTYÖKALUT.....	14
2.4.1	Siemens	14
2.4.2	Wonderware	14
3	VALMISTUS.....	15
3.1	TESTIPENKIN RUNKO	15
3.2	KOTELO	16
3.3	KAPELOINTI.....	16
4	KÄYTTÖÖNOTTO	18
4.1	KOMISSIOINTI.....	18
4.1.1	Profibus-väylä	18
4.1.2	Taajuusmuuttajien identifiointiajo.....	22
4.1.3	Moottorien pyöritys	22
4.1.4	Moottorien ohjaus logiikalla	22
4.1.5	Käyttöliittymän käyttöönotto	22
4.1.6	Käyttöliittymän ja logiikan välinen rajapinta.....	23
5	PÄÄTELMÄ	24
6	KEHITYSMAHDOLLISUUKSIA	24
	LÄHTEET.....	25

1 JOHDANTO

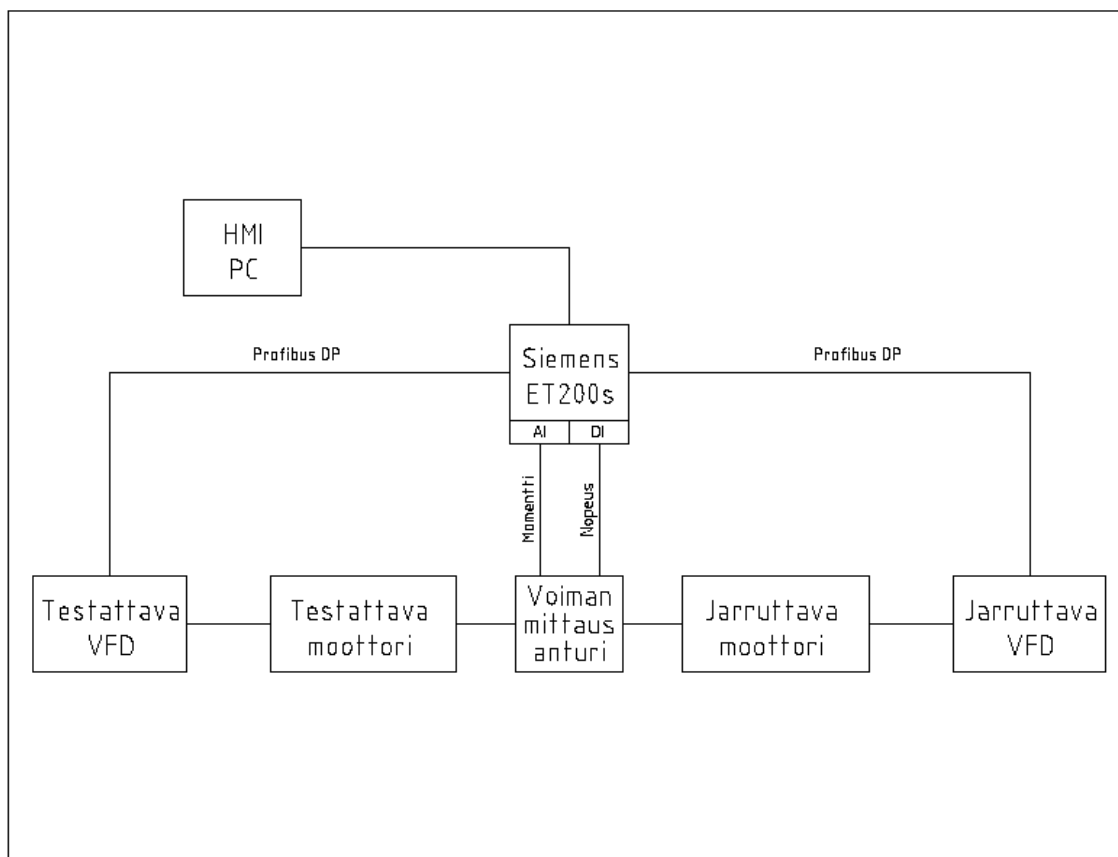
1.1 Työn esittely

Tässä insinööriyössä kehitettiin taajuusmuuttajaohjattujen moottorien momentinmittaus- ja testauspenkki. Työ tehtiin Metso Paper Pori Oy, Woodhandling yksikön sähköosastolle Porissa.

Metson ulkomaille usein toimitettavan EasySlew purkaimen moottorin epätavallinen kuormitus varsinkin todella pienillä pyörimisnopeuksilla ohjasi testipenkin rakennukseen. Taajuusmuuttajissa on sisäinen momentin mittaus, mutta sen tarkkuus pienillä pyörimisnopeuksilla on havaittu riittämättömäksi ja toisinaan tulokset ovat täysin irrationaalisia. Metsolla on aikaisemmin ollut testilaitteisto, mutta nykyään tarjolla oleva teknologia mahdollistaa tarkemman, nopeamman ja käyttäjäystävällisemmän laitteiston valmistamisen.

Työ on toteutettu suunnittelu- ja ohjelmointityönä. Testausympäristö perustuu Metso Paperin olemassa oleviin laitteisiin. Työssä on tarkoituksena kehittää helppokäyttöinen testausympäristö projekteihin toimitettaville laitteille.

Työn alussa käsitellään ratkaistavaa ongelmaa ja esitellään sähköisen vääntömomentin teoriaa. Tämän jälkeen esitellään testausympäristössä käytetty laitteisto ja ohjelmistot yleisesti. Testausympäristö muodostuu testattavasta taajuusmuuttaja-moottori-yhdistelmästä, pyörimismomentianturista pyörimisnopeus-optiolla, jarruttavasta taajuusmuuttaja-moottori-yhdistelmästä, Siemensin ohjelmoitavasta logiikasta ja koko laitteiston käyttöliittymästä. (Kuva 1) Ohjelmointi tehtiin Siemensin STEP7 ohjelmointiympäristössä ja käyttöliittymä Wonderwaren InTouchilla. Työssä käsitellään myös laitteiston käyttöönottoa ja jatkokehitysmahdollisuuksia.



Kuva 1. Periaatekuva penkin rakenteesta.

1.2 Valintaprosessi

Valitessani opinnäytetyön aihetta oli jo selvää että se tullaan tekemään Metso Paper Pori Oy:lle. Opinnäytetyön ohjaajallani oli ainakin kaksi vaihtoehtoa heti tarjolla, toinen oli instrumentoinnin suunnittelu hakkeen ja turpeen vastaanottorakennukseen projektissa joka sillä hetkellä oli käynnissä. Instrumentointiin olisi ollut hyvä perehtyä, sillä kyseessä oli Metsolle uudenlainen projekti.

Toinen vaihtoehto oli Taajuusmuuttaja-moottoriyhdistelmien testauspenkki. Valintaani vaikutti selkeästi aikataulu ja senhetkinen työtilanne, joka ei antanut tilaa täysipäiväiselle opinnäytetyön tekemiselle, mitä instrumentoinnin suunnittelu olisi silloin vaatinut. Päädyin taajuusmuuttaja-moottoriyhdistelmien testauspenkkiin sen vapaamman aikataulun sekä käytännönläheisyyden takia.

1.3 Työn lähtökohdat

Ennen työn aloittamista minulla oli hyvä käsitys Siemensin ohjelmistoista sekä niiden oleellisuudesta valitsemani työn tekemisessä. Minulle oli myös selvää että taajuusmuuttajien liittäminen järjestelmään tulisi paitsi olemaan osa työtä, mutta myös uusi kokemus minulle. Otin sen haasteena ja oppimismahdollisuutena mielelläni vastaan. Metso Paperin palveluksessa toimiessani näin kuinka olennainen rooli modernissa teollisuudessa taajuusmuuttajilla on.

Käyttöliittymän tekeminen Wonderwaren ohjelmistolla Siemensin sijaan oli muutos, joka tuli osana työprosessia ja toi oman haasteensa työhön. Suurena apuna toimi Metso Paperin Ville Grönroos, jonka asinatuntemus Wonderwaren ohjelmistoista nopeutti työtä valtavasti.

1.4 Työn vaatimukset

Koska työ oli luonteeltaan kehittyvä eikä, piti opinnäytetyölle asettaa tavoitteet, jotka saavuttamalla työ tulisi valmiiksi. Ensimmäisenä ehtona oli momenttianturin valinta ja tilaus. Lisäksi työssä piti tuottaa fyysinen rakennelma, jossa moottorit olisivat testattavissa ja josta olisi hyvä jatkaa tuotekehitystä.

Yksi ehto työn valmistumiselle oli käyttöliittymä, josta voitaisiin tarkkailla moottorien välistä vääntömomenttia ja nopeutta sekä taajuusmuuttajien lähettämää moottorin tilaa josta näkyisi kummankin moottorin ottama virta, nopeus ja vääntömomentti. Käyttöliittymästä käsin piti myös pystyä ohjaamaan moottoreita ja käyntiin ja seis sekä säätämään niiden nopeutta. Lisäksi keskusteltiin trendi-ikkunan tekemisestä käyttöliittymään, mistä voisi seurata momenttia.

Työstä piti myös tuottaa tarpeellinen dokumentaatio, jotta penkki olisi myöhemmin helposti muokattavissa. Tämä tarkoitti Piirikaavioita, väyläkaaviota sekä osalistaa kaikista järjestelmän kaupallisista osista. Piirikaaviot myös sisältävät tarpeellisen informaation kaapeloinneista.

Tämän opinnäytetyön tuloksen, eli testauspenkin avulla olisi tarkoitus saada luotettavaa tietoa siitä miten moottori todella käyttäytyy taajuusmuuttajaohjattuna pienillä kierroksilla ja suurten momenttien vallitessa. Taajuusmuuttajien pysyminen vakiona oli yksi sovituista reunaehdoista työlle. Uutta testausjärjestelmää suunniteltaessa tavoitteena oli systeemi jota on helppo kehittää. Työn yksi perusajatuksista oli saada penkistä pitkäikäinen varaosien yleisyyden ja korvattavuuden avulla.

Aluksi työ oli tarkoitus toteuttaa Siemensin S7-300 sarjan ohelmoitavalla logiikalla, mutta tarvittavien I/O-korttien saatavuuden takia päädyttiin lopulta Siemensin ET 200S itsenäisesti toimivaan, prosessorilla varustettuun etäyksikköön IM151-8 CPU.

Alunperin työhön oli kaavailtu Siemensin TP177 6” PN/DP Color kosketuspaneelia, mutta työn ja suunnittelun edetessä todettiin työn tarvitsevan joka tapauksessa tietokoneen datan keruuta varten, joten yksinkertaisinta ja tehokkainta oli tehdä myös käyttöliittymä ja HMI suoraan PC:lle.

Työhön ei kuitenkaan sisällytetty varsinaisen mittausdatan keräystä tai sen analysointia.

2 SUUNNITTELU

2.1 RATKAISTAVA ONGELMA

2.1.1 Moottorien kokemat vääntömomentit

Tämän opinnäytetyön pohjana olivat Metso Paper Pori Oy:n hakkeenkäsittelyosaston tuotteen EasySlew (Metso Paper Pori Oy:n [www-sivut](http://www.metso.com). 2010.) polttoainepurkaimen kääntömoottorin kokemat vääntömomentit ja niistä johtuva ajoittainen odottamaton toiminta Kääntömoottoria ohjataan maksimikapasiteettiin siten että pyörintänopeus

saa olla lähes mitä tahansa mutta tarkkailtava ja ohjattava suure on moottorin kokema momentti. Moottoria ohjataan taajuusmuuttajalla ja sieltä saadaan ohjaavaan logiikkaan hetkellinen momentti, jota käytetään moottorin takaisinkytkentänä. Mikäli momentti kasvaa liian suureksi moottori pysäytetään. Purkain pyörii raskaan ja toisinaan kostean hakekasan alla, eikä se välttämättä liiku paljonkaan. Kääntömoottorin momentti säätyy pyörisnopeuden mukaan. Tällä pyritään estämään moottorin turha kuormittaminen, jos kääntö liikkuu helposti. Kääntömoottorin pyörimisnopeuden lähestyessä nolaa, momentti kasvaa taajuusmuuttajalle asetettuun momenttirajaan asti. Taajuusmuuttajista on vaikea saada luotettavaa momentinmittausta pienillä kierrosnopeuksilla.

2.1.2 Sähköinen vääntömomentti

Sähköinen vääntömomentti määräytyy magneetikentässä sijaitsevalle silmukalle lausekkeen $M = IAB\sin\theta$ mukaan jossa M on momentti, I on virran suuruus, A on silmukan muodostama pinta-ala, B on magneettivuon tiheys ja θ on silmukan tason ja magneetikentän suunnan välinen kulma (Inkinen, Manninen & Tuohi 2002, 134).

Sähkömoottorissa hyödynnetään tätä sähköistä vääntömomenttia siten että moottorin vaipassa, paikallaan pysyvässä osassa eli staattorissa on useimmiten käämitys ja moottorin akselilla, pyörivässä osassa eli roottorissa on kestopagneetti. Käämityksessä staattoriin luodaan useimmiten 2, 4, 6 tai 8 silmukkaa joiden keskinäiset kulmat ovat yhtä suuret. Esimerkiksi kaksi napaisessa moottorissa on kaksi silmukkaa 90 asteen kulmassa toisiinsa nähden ja 4 napaisessa moottorissa on neljä silmukkaa 45 asteen kulmassa toisiinsa nähden. Silmukoiden määrä ja ohjausjännitteen taajuus joka suomessa on 50 Hz määräävät moottorin normaalin pyörimisnopeuden.

2.2 TESTILAITTEISTO

2.2.1 Ohjelmoitava Logiikka

PLC eli Programmable Logic Controller. Siemensin S7-300 sarjan logiikat ovat teollisuudessa hyvin käytettyjä ja Metsollakin olisi ollut varastossa tarvittava logiikka ja itseasiassa ohjelmointityö aloitettiin tälle alustalle. 300 sarjan logiikalle toki saa lähes minkälaisia laajennuskortteja tahansa, mutta erikoisempien ja vähemmän käytettyjen korttien saatavuus on vaikeampaa ja niiden toimitusajat usein tuskallisen pitkiä. Aluksi ei ollut selvää että tarvitsisimme erikoisempia kortteja lainkaan. Työhön kuului vaihtoehtojen punnitseminen ja käytettävän laitteiston valitseminen. Logiikan rinnalle vaihtoehtona oli Orbit Digital Measurement System, jonka avulla momenttianturin olisi voinut liittää suoraan tietokoneeseen USB liitännän kautta. Päädyin kuitenkin pelkän logiikan käyttöön, koska taajuusmuuttajien ohjaus ja muu prosessointi tapahtuu myös siellä lisäksi toimintojen keskittäminen vähensi kustannuksia ja helpotti työtä.

2.2.2 Human Machine Interface

HMI eli Human Machine Interface on rajapinta ihmisen ja koneen välillä. Yksinkertaisten datalogging ominaisuuksiensa vuoksi päädyttiin Wonderwaren InTouch käyttöliittymään. Alkuperäisen testilaitteiston ongelmana oli sen käytön hankaluus mutta myös ainutlaatuisuus. Laitteisto oli tehty osista joita ei oltu dokumentoitu kunnolla tai osittain itse rakennetuista osista joita olisi ollut vaikea korvata. Hyötynä uudessa toteutuksessa oli mahdollisuus asentaa valmis käyttöliittymäohjelmisto mille tahansa tietokoneelle.

2.2.3 Taajuusmuuttajat

Työn moottoreita pyörittävät kaksi taajuusmuuttajaa. Taajuusmuuttajat nimensä mukaan muokkaavat niille syötetyn sähkövirran taajuutta ja syöttävät muutetun taajuista virtaa oikosulkumoottoreihin. Taajuus on suoraan verrannollinen

oikosulkumoottorien pyörimisnopeuteen. Molemmat taajuusmuuttajat löytyivän valmiiksi varastosta. Jarruttavaksi taajuusmuuttajaksi valittiin ABB ACS 800 jarruvastuksella ja testattavaa moottoria pyörittäväksi taajuusmuuttajaksi Siemens G120, jossa ohjausyksikkönä CU240S DP.

2.2.4 Moottorit

Moottorit löytyivät valmiiksi testilaboratoriosta. Jarruttavana moottorina käytettiin Siemensin 1,5 kilowattista oikosulkumoottoria ja testattavana moottorina tämän opinnäytetyön aikana Siemensin 1.1 kilowattista oikosulkumoottoria. Moottorit löytyivät Metson varastoista, jarruvastus piti tilata erikseen.

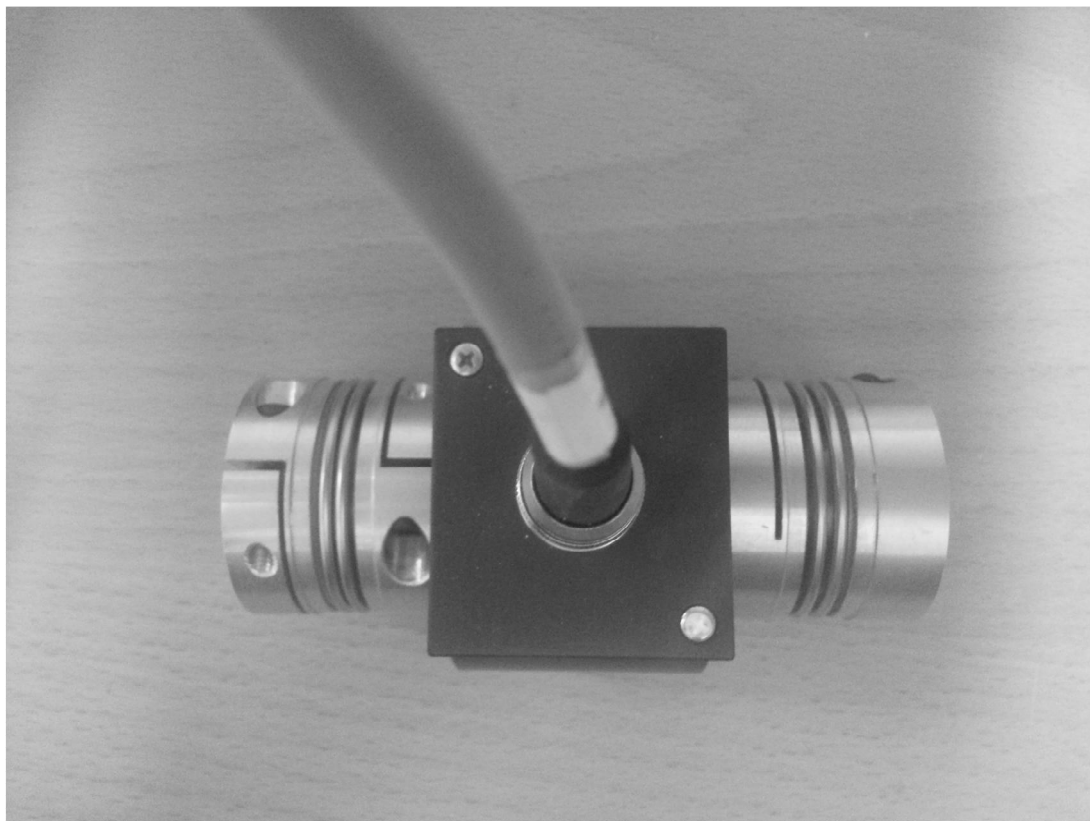
2.2.5 Momenttianturi

2.2.5.1 Yleistä

Momenttianturiksi Metson paikallinen toimittaja suositteli ETH:n DRBK-sarjan pyörimismomenttianturia, joka myös hankittiin. (Kuva 2) Momenttianturissa on momenttimittauksen lisäksi myös nopeusmittausoptio.

2.2.5.2 Momentin mittaus

Anturista saa vääntömomentin kytkennästä riippuen ulos kahdella eri tavalla, 2-johdinkytkentäisenä jänniteviestinä $\pm 5V$ tai vaihtoehtoisesti 2-johdinkytkentäisenä virtaviestinä 10 ± 8 mA, virta siis vaihtelee välillä 2-18 mA. Saatavilla oleva virtaviesti on kuitenkin suoraan logiikkaan kytkettyä sovellusta ajatellen epäsuotuisa, koska Siemensin logiikkaan helposti saatavilla olevat kortit eivät osaa lukea kyseistä viestiä, standardi virtaviesti olisi 4-20 mA. Jänniteviestinä $\pm 5V$ sen sijaan on standardi viesti jota logiikan analogiamittauskortit tukevat. Niimpä momentinmittaus tapahtuu työssä jänniteviestillä.



Kuva 2. ETH DRBK Momenttianturi

2.2.5.3 Pyörimisnopeusmittaus

Nopeusmittaus osoittautui hieman mutkikkaammaksi, sillä nopeus ei tule perinteisenä jännite- tai virtaviestinä. Nopeus anturista saadaan 0-5V kanttiaaltopulssina, joita kierrosta kohden tulee anturista 60. Nopea pulssi tuottaa ongelmia sillä työssä käytetyn prosessointiyksikön ohjelman kiertoaika on vain noin 10 ms joka tarkoittaa maksimissaan 100 Hz virkistystaajuutta. Anturilla on kyettävä mittaamaan yli 2000 rpm nopeuksia ja jo siinä nopeudessa pulsseja tulee $\frac{2000 \text{ rpm}}{60 \text{ s}} \times 60 \text{ ppr} = 2000 \text{ Hz}$ joka vastaa 2 kHz, eli virkistystaajuus täytyisi olla mieluiten vähintään 5 kHz. Ongelma ratkaistiin Siemensin ET 200S etäyksikköön sopivalla laskurikortilla joka kykenee 100 kHz mittausnopeuteen. Kortin oma kiertoaika on riittävä ja se lähettää etäyksikölle sen kiertoaikaan sopivilla hetkillä datapaketteja jotka sisältävät nopeusmittauksen tiedot. Lopputulos on toimiva, riittävän nopea nopeusmittaus.

2.2.5.4 Kytkeä laskurikorttiin

Aivan mutkattomasti ei toiminut myöskään nopeusmittauksen kytkeminen mainittuun laskurikorttiin. Pulssin jännite on 0-5 V ja se tulee vain yhdessä johtimessa. Siemensin laskurikortti, joka on tarkoitettu 5 V pulsseille tunnistaa kuitenkin vain RS422 standardin mukaisen pulssisysteemin, jossa tulee kaksi pulssia 90 asteen keskinäisellä vaihe-erolla. Vanhempi Siemensin 24 V laskurikortti, jollainen Metsolla oli hallussaan tunnistaa kuitenkin myös yksittäisen pulssin. Ratkaisuna siirrettiin transistoria apuna käyttäen 5 V pulssi 24 V piiriin ja käytettiin sitä 24 V laskurikortin kanssa. (Liite 1)

2.3 DOKUMENTOINTI

Suurena tekijänä korvattavuudessa on huolellinen dokumentointi jotta seuraavat käyttäjät voivat helposti uusien ja korvata osia sekä mahdollisesti kehittää tuotetta eteenpäin. AutoCAD ohjelmistolla suunniteltiin kotelo, jonne sijoitettiin logiikka ja tarpeelliset sähköasennukset. Kotelo mahdollisti myös kaiken syöttö- ja ohjaussähkön tuomisen yhtä syöttökaapelia pitkin. Kaikki jännitejako tehdään kotelon sisällä, tuloksena on helppo kytkettävyys, yksi 16A kolmivaihepistorasia kytketään pistorasiaan ja sitä kautta koko järjestelmä on käyttövalmiina. Kotelossa on myös pistorasia kannettavaa tietokonetta varten.

Kotelossa on johdonsuoja-automaatit erikseen 400 VAC taajuusmuuttajalähdöille, 230 VAC pistorasialle, 24 VDC virtalähteelle ja taajuusmuuttajien 24 VDC lähdöille.

Koteloon liittyen tehtiin myös Microsoft Excel ohjelmistolla osalista, joka sisältää kaikki työssä käytetyt kaupalliset komponentit valmistajien tilausnumeroineen.

2.4 TESTAUSYMPÄRISTÖN OHJELMISTON KEHITYSTYÖKALUT

2.4.1 Siemens

Testilaitteistoa ja sen käyttöliittymää kehittäessä suuressa roolissa oli logiikan ohjelmointi ja PC-käyttöliittymä. Työssä käytettiin logiikan ohjelmoimiseen Siemensin SIMATIC STEP7 ohjelmistoa. Ohjelmointiympäristö oli onneksi minulle entuudestaan hyvin tuttu.

Siemensin ohjelmistot ovat varsinkin euroopassa ja asiassa hyvin käytettyjä ja kehittyviä. Opinnäytetyön tekemisen aikaan Siemens oli jo julkaissut TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) ohjelmiston, mutta se kuitenkin kärsi vielä alkuvaiheen hankaluuksista ja siksi työssä käytettiin vanhempaa, mutta hyväksi havaittua STEP 7 ohjelmistoa.

2.4.2 Wonderware

Wonderwaren Intouch asennus koneelleni sisälsi SMC eli System Management Consolen sekä WindowMakerin, joilla käyttöliittymäohjelmiston tekeminen oli mahdollista.

Minulla ei ollut aikaisempaa kokemusta InTouchista, mikä hieman hidasti kehitystyötä. Sain kuitenkin todella osaavaa opastusta työkavereilta. InTouchin käyttö käyttöliittymänä oli perusteltua, koska datan saaminen tallennettuun muotoon oli järkevää ja hyödyllistä. Tämän takia PC tietokoneesta täytyi tulla osa järjestelmää, ja samalla tuli järkevimmäksi tehdä käyttöliittymän näytöt suoraan koneelle erillisen paneelin sijaan.

3 VALMISTUS

3.1 TESTIPENKIN RUNKO

Metson tuotekehityslaboratoriona toimiva rakennus toimii myös osaltaan toimistotarvikkeiden ja kalusteiden varastona. Aihioita penkkiä varten oli valmiina paljon. Päädyin rakentamaan testausympäristön entisen tietokonepöydän päälle. Pöytä on kaksi osainen ja toista osaa pystyy portaattomasti nostamaan ja laskemaan veivin avulla. Tämä tulee hyödylliseksi koska testipenkin testattava moottori on tarkoitus olla mahdollista vaihtaa ja jarruttavan moottorin ja testattavan moottorin akselien päät on saatava kohdakkoin.

Pöytään on ruuvattu kaksi kappaletta pystylevyjä jotka toimivat kiinnitysalustoina taajuusmuuttajille, jarruvastukselle ja ohjauskotelolle. Levyjen välissä on paikka testattavalle moottorille. (Kuva 3)



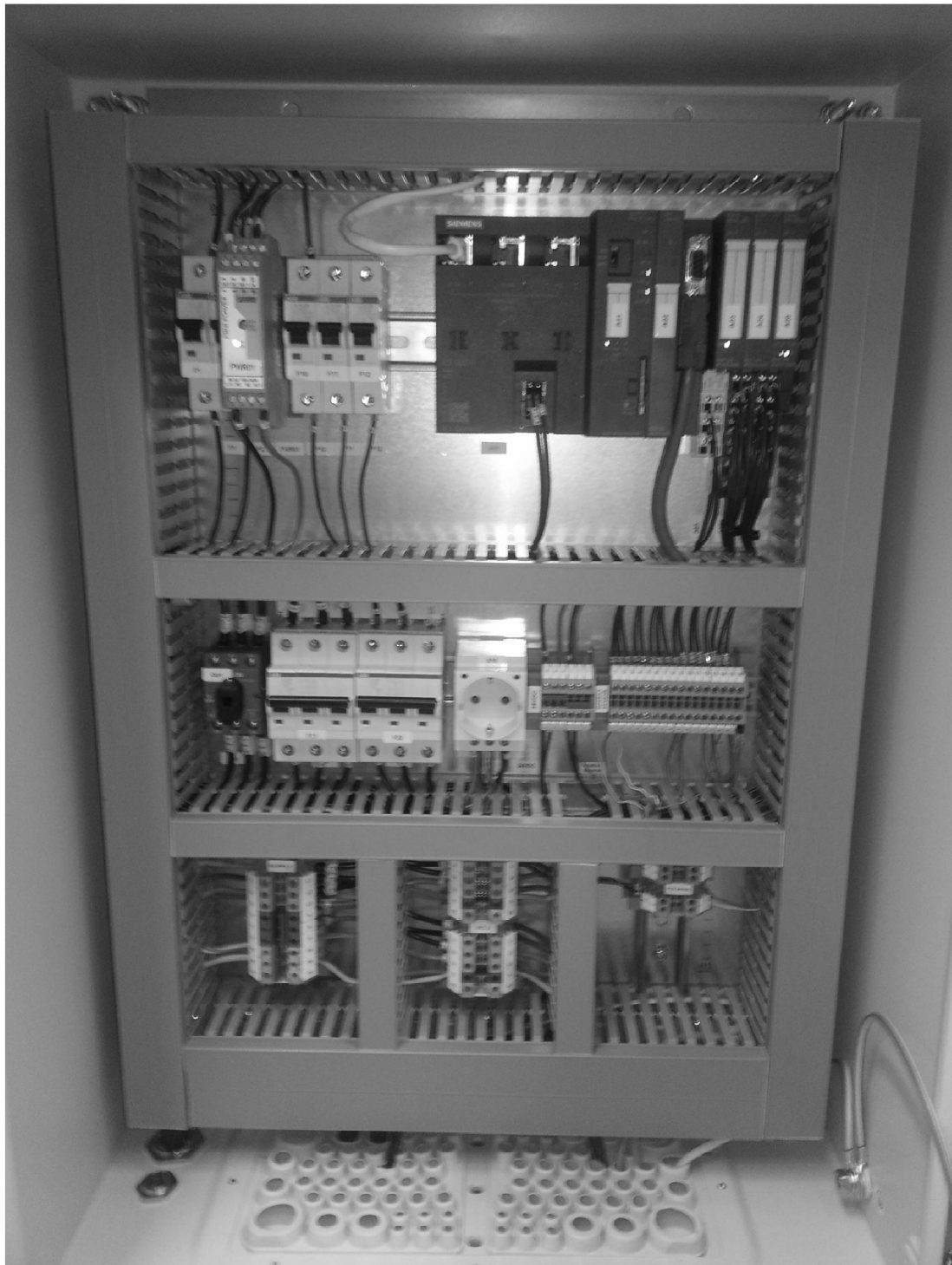
Kuva 3. Etualalla jarruttava moottori, pystylevyjen välissä testattava moottori.

3.2 KOTELO

Kuten aikaisemmin todettu sähkökomponenttien suojaksi suunnittelin kotelon. Aluksi minun oli tarkoitus suunnitella pienimuotoinen kotelo, ehkä muovia, jonka olisin voinut itse koota ja asentaa. Lopulta järkevin vaihtoehto oli suunnitella kunnollinen maalattu metallikotelo jännitteenjaolla ja se tilattiin SATMATIC Oy:lta Ulvilasta. Kotelo on nyt ammattimaisesti valmistettu, täyttää turvavaatimukset ja siinä on tilaa, mikäli myöhemmin halutaan jotain osia päivittää tai lisätä. (Kuva 4)

3.3 KAAPELOINTI

Poraamisen ja ruuvaamisen jälkeen suurin työ oli enää kaapelien vetäminen kotelolta kaikille laitteille. Kestävät kumikaapelit vedin kotelolta ensin taajuusmuuttajille ja sieltä moottoreille. Kumikaapelin vahvuus on sen rasituskestävyys. Testitilassa kaapeleiden päälle ei astuta, koska ne on vedetty siististi testipenkin alta pöydän runkoa pitkin kohteisiinsa, joten kumikaapelit eivät olisi olleet välttämättömiä, mutta Metsolla olis varastossa sitä tarjolla, joten siihen päädyttiin. 24 VAC kaapeli ja PROFIBUS DP kaapeli vietiin tajuusmuuttajien ohjausyksiköille.



Kuva 4. Kotelon valmiiksi asennettuna.

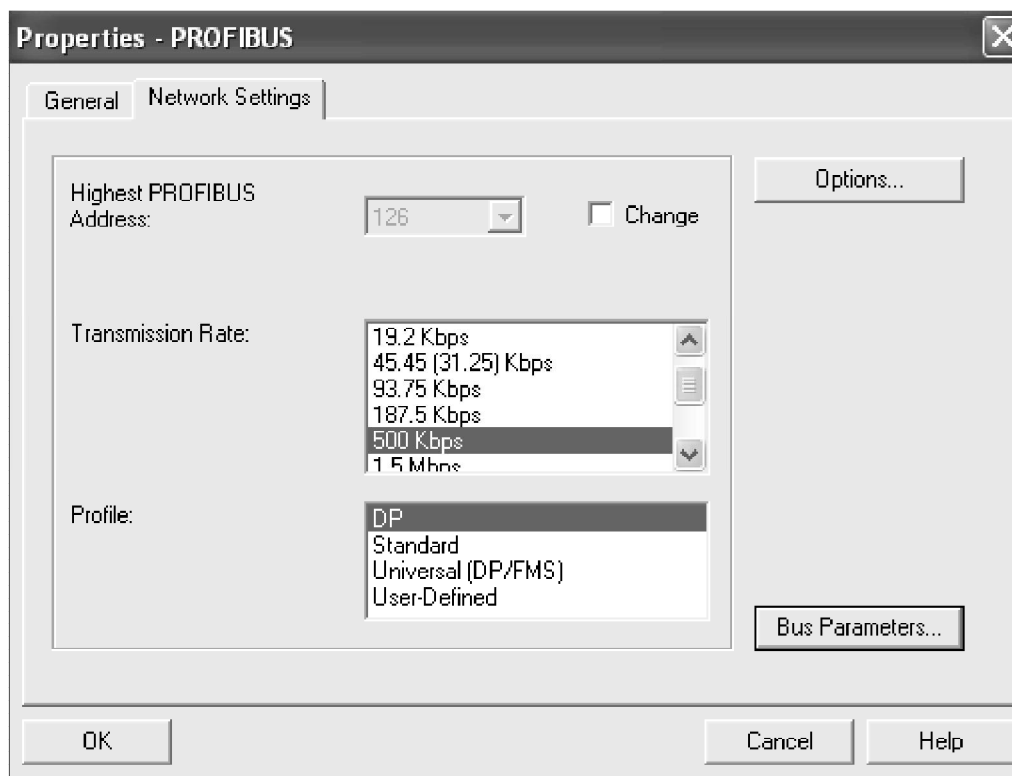
4 KÄYTTÖÖNOTTO

4.1 KOMISSIOINTI

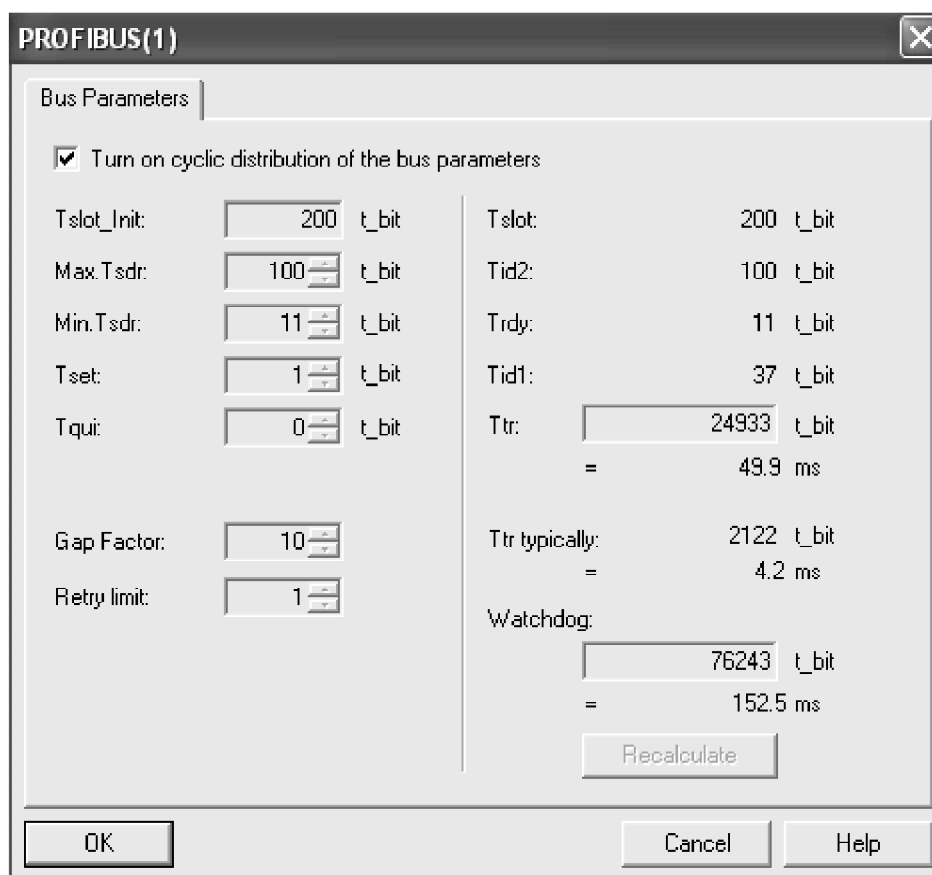
4.1.1 Profibus-väylä

Ensimmäiseksi kytkentöjen tekemisen ja tarkastamisen jälkeen tärkeintä oli saada taajuusmuuttajat kommunikoimaan isännän kanssa PROFIBUS-väylän kautta. Tämä vaihe on usein työläs, koska siinä monen laitteen, tämän opinnäytetyön tapauksessa kolmen laitteen, asetusten tulee olla juuri oikein ja jokaisessa laitteessa asetukset ovat eri paikassa tai eri nimellä.

Simatic Managerin Hardware konfiguraatiossa piti ensin luoda käytettävä PROFIBUS DP väylä. ja sen asetuksiksi asetettiin profiiliksi DP, siirtonopeudeksi 500 Kb sekunnissa ja suurimmaksi osoitteeksi 126. (Kuva 5) Siirtonopeudeksi valittiin 500 Kb sekunnissa normaalin 1,5 Mb sekunnissa sijaan, koska haluttiin mukailla ympäristöä, minne moottorit projekteissa sijoitetaan. Purkaimissa, joihin moottorit sijoitetaan, PROFIBUS –väylä viedään liukurengaspakettien läpi, liukurenkaiden yli mentäessä signaalia vahvistetaan ja vahvistin yksikkö tukee maksimissaan 500 Kbps nopeuksia. Väyläparametrit olivat vakiot. (Kuva 6)



Kuva 5 PROFIBUS DP väylän asetukset.



Kuva 6 PROFIBUS DP väylän parametrit.

ABB ASC800 taajuusmuuttaja lähti toimimaan suhteellisen pienellä vaivalla. ABB:n Profibus adapterista pitää valita manuaalisesti kahdesta pyörövalitsimesta väyläosoite. (kuva 7) Hankaluus tässä on, että valitsin ei napsahda mitenkään numeroiden kohdalle vaan pyörii tunnottomasti. Numeroiden välissä on kuollutta aluetta, mikäli valitsin jää sinne, osoite ei toimi lainkaan. Myös väylän tilaa ilmaisevat LED-valot ovat piilossa adapterin kyljessä varsinaisen kotelon sisällä. Kun osoite oli saatu valittua haluttuun arvoon, piti vielä ladata ABB:n verkkosivuilta Siemensin S7 ympäristöön sopiva GSD-ohjaintiedosto..

ABB:n osalta Hardware konfiguraatiossa piti valita viestityyppi, millä taajuusmuuttaja kommunikoi PROFIBUS –väylän kautta. Tyypiksi valittiin PPO Type 5, joka varaa keskusteluun logiikan kanssa 14 sanaa. Sanoista kaksi ensimmäistä on käytössä taajuusmuuttajalle päin, ensimmäisessä viedään ohjaussana ja toisessa taajuusohje. Taajuusmuuttajalta logiikalle varatut sanat sisältävät järjestyksessä moottorin statuksen, nopeuden, virran ja momentin. ABB:n väyläosoitteeksi valittiin 4 ja PROFIBUS nopeudeksi valittiin Siemensissä määritelty 500 kbps parametrissa 52.02.

Jarruvastuksen liittämistä varten ABB:n asetuksiin piti asettaa vastuksen resistanssi, parametri 27.03, joka tässä sovelluksessa oli 44Ω . Teho syötettiin parametrissa 27.05 johon syötettiin valmistajan mukaan 1kW ja terminen aikavakio parametrissa 27.04, joka jarruvastuksen sace tyypistä johtuen asetettiin ABB:n manuaalin mukaan 200 sekuntiin.



Kuva 7. Vasemmalla neljä reikää LED-valoille, oikealla ylhäällä pyörövalitsimet.

Siemensin kanssa oli enemmän vaikeuksia. Ongelma ratkesi lopulta kun asensin Siemensin Starter-ohjelmiston, jonka mukana tarvittava GSD-ohjaintiedosto asentui. Starter ohjelmiston avulla Siemensin parametrien konfiguroiminen oli myös huomattavasti helpompaa kuin taajuusmuuttajan näytöltä. Siemensin tapauksessa väyläosoite annettiin ohjelmallisesti parametrissa p918. Lisäksi parametrissa p922 valittiin telegrammiksi Siemensin Standard Telegram 352 PZD 6/6, joka keskusteleekin kuuden sanan avulla kumpaankin suuntaan, logiikalta kuusi sanaa taajuusmuuttajalle ja taajuusmuuttajalta kuusi sanaa logiikalle. Ensimmäisessä sanassa taajuusmuuttajalle päin viedään ohjaussana ja toisessa taajuusohje. Kolmas ja neljäs sana konfiguroitiin itse ja niissä viedään taajuusmuuttajalle maksimi ja minimi momentti. Taajuusmuuttajalta logiikalle varatut sanat sisältävät järjestyksessä moottorin statuksen, nopeuden, virran ja momentin.

4.1.2 Taajuusmuuttajien identifiointiajo

Kun väylä oli saatu kuntoon, oli aika tehdä kokeelliset identifiointiajot moottoreille. Tässä identifiointiajossa taajuusmuuttaja magnetoi kokeellisesti moottorin käämejä ja tunnistaa sen ominaisarvot. ID-ajon aikana moottori pitää jonkin verran erilaisia ääniä, mutta akseli ei pyöri lainkaan. Molempien taajuusmuuttajien kanssa ID-ajot piti ajaa myöhemmin uudestaan, koska ID-ajoa ajaessa moottorin akselilla ei saa olla kuormaa ja ensimmäisellä kerralla moottorit oli kytketty toisiinsa momenttianturin kautta. Ajot kuitenkin onnistuivat tyhjillä moottoreilla hyvin.

4.1.3 Moottorien pyöritys

Kun ID-ajot oli suoritettu, seuraava vaihe komissioinnissa oli moottorien todellinen testaus ja niiden käynnistys. Tässä vaiheessa ensimmäistä kertaa koko opinnäytetyön aikana moottorit lähtivät pyörimään. ABB:n taajuusmuuttajasta ajoin toista moottoria suoraan kokeeksi, vain nähdäkseni että kaikki toimii. Siemensin kohdalla käytin Starter-ohjelmistoa, josta kaikesta monipuolisuudestaan huolimatta kontrollit löytyivät helposti.

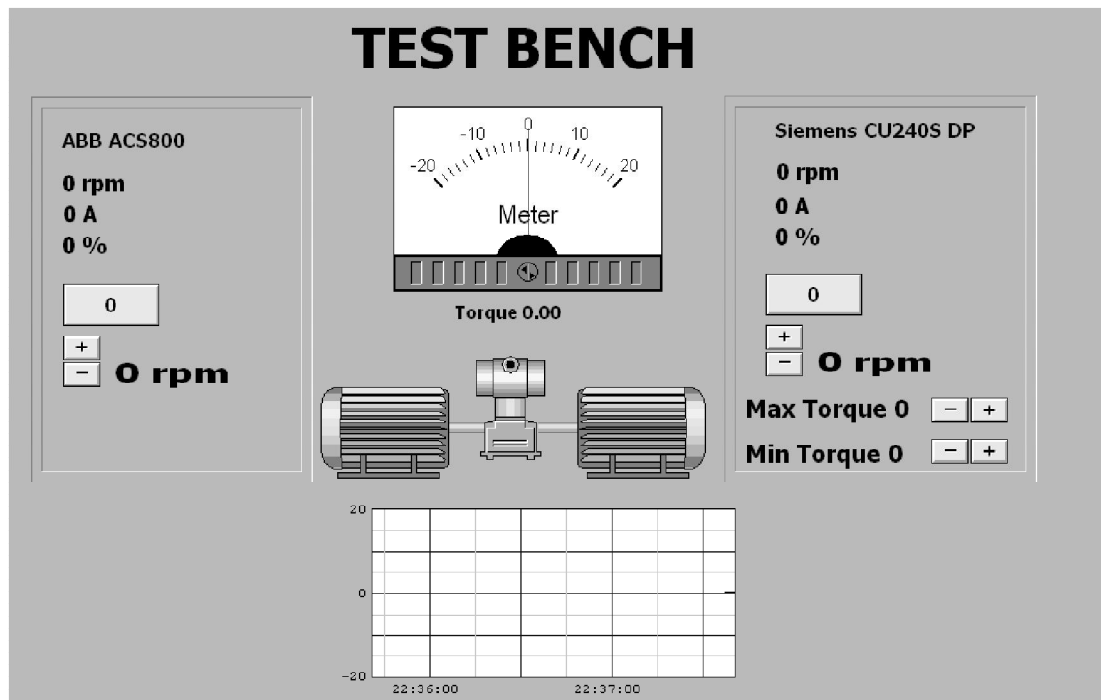
4.1.4 Moottorien ohjaus logiikalla

Ennen kuin moottorien käynnistykset ja testiajot onnistuivat InTouchin käyttöliittymästä, piti taajuusmuuttajia pystyä ohjaamaan logiikan ohjelmasta. Metson kirjastoista löytyi valmiita ohjelmalohkoja, joilla taajuusmuuttajien liittäminen ohjelmaan kävi suhteellisen helposti.

4.1.5 Käyttöliittymän käyttöönotto

Käyttöliittymän käyttöönotto onnistui todella helposti. InTouchilla tehty näyttö oli helppokäyttöinen ja kehitysvaiheessa kaikki toiminnot oli valmiiksi testattu.

Käyttöliittymässä näkyvät molempien moottorien taajuusmuuttajien kautta saadut tiedot pyörimisnopeudesta, otetusta virrasta ja prosentuaalinen mittaus vääntömomentista. Keskellä on mittari josta näkee momentin, anturin antama nopeus ja momentti piirtyvät alhaalla keskellä olevaan trendi-ikkunaan. (kuva 8)



Kuva 8 Käyttöliittymä.

4.1.6 Käyttöliittymän ja logiikan välinen rajapinta

InTouchissa on hyvät työkalut tagien luomiseen ja logiikan sisäisiin muuttujiin viittaamiseen. Tässä työssä kerättiin vaihdettavat bitit ja sanat yhteen tiedostoon logiikassa ja käyttöliittymästä viitattiin suoraan sinne. DB100 sisältää sanat jotka on tuotu väylässä taajuusmuuttajilta sisältäen kummankin moottorin hetkellisen nopeuden, virran ja momentin. Tiedostoon myös kirjoitetaan momenttianturin mittaama mometti. Ojausta varten tiedostoon luotiin sanoja joita logiikka lähettää väylässä taajuusmuuttajille, kun käyttöliittymästä muokataan näitä sanoja logiikka lähettää ne eteenpäin. Esimerkkinä viittauksesta Siemensin DB100.DBW10:een viitataan InTouchin Tagname Dictionaryssä seuraavasti: DB100,INT10, jos halutaan DB100 sana 10:n sisältämä tieto kokonaislukuna.

5 PÄÄTELMIÄ

Tämä opinnäytetyö oli hyvin monipuolisesti hyödyllinen minulle. Työn aikana minulle tuli kokemusta WonderWaren ohjelmistoista, vahvistin osaamistani Siemensin kehitysympäristössä. Taajuusmuuttajien kanssa toimiminen vahvisti osaamista niiden kanssa ja aikataulun pitäminen tavaroita tilaillessa ja sitä kautta avainhenkilöiden muistutteleminen aikatauluista antoi realistista kuvaa projektitoiminnasta.

Parasta projektissa kuitenkin oli sen täysi elinkaari suunnittelusta valmistuksen kautta käyttöönottoon. Tällä tavalla mikään osa projektia ei jäänyt huomiota vaille ja työn osat tukevat toisiaan, kun on totetuttanut käytännössä, osaa suunnitella paremmin ja kun on ottanut laitteen käyttöön, tietää mitä ominaisuuksia laitteelta vielä haluaa jatkossa.

Työn alkuvaiheessa työnteko ja koulunkäynti hidastivat etenemistä opinnäytetyön kanssa, mutta jälkikäteen ajatellen on ollut hyvä, että kokonaisuutena työtä tehtiin pitkällä aikavälillä. Tämän ajan aikana olin ehtinyt oppia paljon lisää esimerkiksi taajuusmuuttajien käytöstä teollisuudessa omakohtaisen kokemuksen myötä.

6 KEHITYSMAHDOLLISUUKSIA

Tämän työn lopputuotteena valmistui hyvä pohja testauspenkistä Metsolle. Mikäli penkkiä haluaa vielä kehittää, on käyttöliittymään mahdollista lisätä toimintoja ja ehkä suurimpana kehitysaskeleena jarruttava moottori voitaisiin korvata tehokkaammalla, näin jarrutusteho riittäisi paremmin.

Penkin fyysisessä rakenteessa on mahdollisuuksia parantamiseen. Todella hyödyllinen parannus olisi mottorien kiinnityksessä. Moottoreille voisi olla säädettävät kiinnikkeet, joihin sopisivat erilaiset moottorit ja jotka voitaisiin säätää aina linjaan momenttianturin kanssa.

LÄHTEET

Inkinen, P., Manninen, R. & Tuohi, J. 2002. Momentti 2 Insinöörifysiikka. 2.-3. p. Keuruu: Otava.

Metso Paper Pori Oy:n www-sivut. 2010. Viitattu 29.11.2012.
[http://metso.com/MP/Marketing/vault2mp.nsf/BYWID/WID-100407-2256E-EC897/\\$File/WHDU_R_2080_028-02.pdf](http://metso.com/MP/Marketing/vault2mp.nsf/BYWID/WID-100407-2256E-EC897/$File/WHDU_R_2080_028-02.pdf)