

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Automaatiotekniikka

Tutkintotyö

Eetu Rantala

PAPERIKONEEN PÄÄNVIENTILAITTEIDEN KEHITYS

Työn valvoja

DI Mikko Numminen

Työn teettäjä

Meteco Oy, ohjaajana teknikko Jukka Autio

Tampere 2005

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Automaatiotekniikka

Rantala, Eetu Paperikoneen päänvientilaitteiden kehitys

Tutkintotyö 32 sivua + 2 liitesivua

Työn valvoja DI Mikko Numminen

Työn teettäjä Meteco Oy, ohjaajana teknikko Jukka Autio

Marraskuu 2005

Hakusanat paperin päänvientilaitteisto, rumpumoottori, oikosulkumoottori

TIIVISTELMÄ

Paperin päänvientilaite on kuljetin, jota käytetään paperikoneen ylösajossa. Kuljettimen tarkoitus on viedä paperi telalta toiselle. Päänvientilaitteet koostuvat erimittaisista ja -levyisistä kuljettimista. Paperiraina katkaistaan ja syötetään kuljettimelle, jonka pinnalle on muodostettu alipaine.

Työn tavoitteena oli tutkia erilaisia ohjausjärjestelmiä, joilla kyseisen laitteiston ohjaus voitaisiin tehdä. Toisena tavoitteena oli tehdä moottoritesti. Testissä määriteltiin, voitaisiinko tulevaisuudessa käyttää tavallista oikosulkumoottoria rumpumoottorin sijaan. Nykyisin käytössä oleva rumpumoottori ottaa suuren tehon verrattuna perinteiseen oikosulkumoottoriin. Haluttiin miettiä myös, millaisia mahdollisuuksia olisi laitteiston ohjauksen ohella kerätä siitä historiatietoa.

Työn tuloksena saatiin vaihtoehtoja erilaisista moottoreista ja niiden voimansiirtomahdollisuuksista. Seuraavaksi vaihtoehtoja aletaan kokeilla käytännössä.

TAMPERE POLYTECHNIC

Electrical Engineering

Automation technology

Rantala, Eetu Development of tail threading equipments

Engineering Thesis 32 pages, 2 appendices

Thesis Supervisor MSc. Mikko Numminen

Commissioning company Meteco Oy. Supervisor tech Jukka Autio

November 2005

Keyword tail threading equipments, drum motor, ac motor

ABSTRACT

Tail threading equipment are used in starting up a paper machine, for example after a service break. Tail threading equipment are based on underpressurised conveyers with different width and length. Equipment will guide the paper from roll to another.

The first goal of this engineering thesis was to research different kind of control systems for the tail threading equipment. The second goal was to perform a motor test, which would enlight the possibilities of using a normal shortcircuit motor instead of a drum motor. The drum motor, which is now in use, requires large amount of power comparing to the traditional shortcircuit motor. Both goals were gained and now we have to just wait and see what future brings along.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT	3
Sisällysluettelo.....	4
1 Johdanto.....	5
1.1 Yleistä.....	5
1.2 Työn tavoite.....	5
2 Meteco Oy	7
3 Paperin päänvienti	8
4 Optiforce-tuoteperhe.....	9
4.1 Tuoteperhe	9
4.2 Moottorit	11
5 Moottoritestit	13
5.1 Testin tavoitteet	13
5.2 Testilaitteisto	13
5.3 1,1 kW:n moottori, suora välitys	14
5.4 1,1 kW:n moottori, välityssuhteella.....	16
5.5 1,1 kW:n moottorin testitulosten tarkastelu.....	17
5.6 2,2 kW:n moottori, välityssuhteella.....	18
5.7 Vaijerimoottori	19
5.8 Moottoritestien päätelmät.....	21
6 Ohjausjärjestelmät	23
6.1 Ohjausjärjestelmän vaatimukset.....	23
6.2 Kenttäväylä.....	24
6.2.1 Profibus.....	24
6.2.2 Fieldbus Foundation	26
6.3 Hajautettu I/O	26
6.4 Prosessiasema	28
6.5 Taajuusmuuttaja.....	29
7. Yhteenveto.....	30
Lähdeluettelo	32

Liitteet

1 Vaijerien vaihtoehtotaulukko

2 Vaijerien paksuustaulukko

1 Johdanto

1.1 Yleistä

Tutkintotyön aiheena on paperikoneen päänvientilaitteiden sähköisten osien vertailu. Työ tehdään Meteco Oy -nimiseen yritykseen, jossa ilmeni tarve kehittää uusia sähköisiä toimintamalleja, joilla voitaisiin laajentaa yrityksen toimenkuvaa ja kehittää päänvientilaitteiden järjestelmätoimitusten kokonaisuutta. Päänvientilaitteita käytetään paperikoneen käynnistyksessä kuljettamaan paperirataa telalta toiselle. Päänvientilaite on kuljetin, jonka pinnalle muodostetaan Force-järjestelmän avulla alipaine. Työssä tutkitaan Optiforce-tuoteperheen Double Force -mallia, johon oli tarkoitus tehdä erilaisia vertailumalleja.

1.2 Työn tavoite

Erilaisilla vertailumalleilla tässä tilanteessa tarkoitetaan ohjaus- ja moottorimalleja. Ohjausmalleissa selvitetään, minkätyyppisellä ja -mallisella ohjelmoitavalla logiikalla laitteistoa voitaisiin ohjata. Työssä tutkitaan myös muiden mahdollisten ohjausjärjestelmien vastaavuutta ja niiden historiatietokantojen ylläpidettävyyttä. Lisäksi mietitään, miten ohjaus välitetään logiikasta moottorille ja millaiselle moottorille. Nykyisessä toimintamallissa voidaan käyttää koneohjausta tai erillistä logiikkayksikköä, jonka ohjauksessa käytetään apuna koneohjausta. Työn tavoitteena oli suunnitella tälle erilaisia vaihtoehtoja, jotka voivat toimia myös erillisinä ilman koneohjausta.

Tulevaisuudessa tavoitteena olisi, että Meteco Oy voisi tarjota sähköisiä tuotteita järjestelmätoimituksiin. Paperikoneissa yhden I/O-tiedon löytäminen valtavasta tietomassasta on hankalaa ja pienen ohjelman lisääminen paperikoneen ohjaukseen vaatii runsaasti osaamista ja aikaa. Tässä tilanteessa koneohjauksella tarkoitetaan nopeuden säätöä, vaikka koneohjaus sisältää paljon muutakin. Työn yksi tarkoitus on etsiä sopiva logiikkaratkaisu paperin päänvientilaitteistolle. Logiikan

vaatimuksena on, että siinä on mahdollisuus väyläohjaukseen ja että logiikkaohjauksen suoritusnopeus eli sykli aika on riittävä.

Logiikan ohjauskielen tulee olla sellainen, että sitä voidaan tulevaisuudessa hyödyntää, jos halutaan tehdä entistä suurempia ja enemmän ominaisuuksia sisältäviä kokonaisuuksia. Logiikkavalmistajaksi valittiin Siemens, koska se on Euroopassa hallitseva logiikkavalmistaja ja se tarjoaa kattavan valikoiman erilaisia logiikkaratkaisuja.

Seuraava ongelmatilanne oli, kuinka ohjaus välitetään logiikalta moottorille eli tuleeko ohjaus taajuusmuuttajan vai normaalin releohjauksen kautta. Nykyisessä toimintamallissa ohjaus toteutetaan taajuusmuuttajan ja releohjauksen yhteistoiminnan kautta. Taajuusmuuttaja on käytössä, koska käytössä oleva rumpumoottori toimintaperiaatteellaan pakottaa siihen. Taajuusmuuttajan hyvänä ominaisuutena on, että sillä voidaan säätää kuljettimen nopeutta halutuksi verrattuna perinteiseen releohjaukseen.

Työn tavoitteena oli sähköisen ohjausmallin löytämisen lisäksi tutkia ja testata erilaisia moottorivaihtoehtoja. Nykyisin käytössä olevassa Double Force -laitteistossa käytetään rumpumoottoria. Rumpumoottorin hyvänä ominaisuutena on sen pieni tilantarve. Koko on hyvin merkittävä, koska kuljettimet asetetaan paperikoneen kuivatusosan telojen väliin. Huonoa rumpumoottorissa on sen tehontarve ja hyötysuhde. Koska rumpumoottori vaatii paljon tehoa, sitä syöttävät laitteet ovat suuria ja kalliita. Ongelmien vuoksi on syntynyt halu kehittää uusia ja entistä halvempia ratkaisuja paperin päänvientiin. Lisäksi tutkittavana oli, voitaisiinko käytössä olevat taajuusmuuttajat korvata jollain muulla järjestelmällä.

2 Meteco Oy

Meteco Oy on konepajateollisuuden järjestelmätoimittaja. Meteco Oy on konserni, jolla on toimipisteitä Karstulassa ja Kuhmoisissa. Kuhmoisissa Meteco Oy omistaa enemmistöosakkuuden Vinnilän Konepajasta. Konsernin henkilöstömäärä on tällä hetkellä hieman yli 100. Henkilöstö jakautuu siten, että Karstulassa työskentelee n. 60 ja Kuhmoisissa n. 40 henkilöä. Liikevaihto oli vuonna 2004 n. 10 milj. euroa, joka jakautui seuraavasti: noin 6 milj. Karstulaan ja 4 milj. Kuhmoisiin. Vuoden 2005 liikevaihdoksi on budjetoitu n. 12 milj. euroa. Meteco Oy:n nimi on otettu käyttöön 20.5.2005, aiemmin konsernin nimi oli Oy Teräs-Astra Ab. Teräs-Astra Oy on perustettu vuonna 1992, jolloin se osti Mikromilli-nimisen yrityksen liiketoiminnan. Henkilöstön määrä oli tällöin 34 henkilöä. Mikromilli Oy on muuttanut Karstulaan Suolahdesta vuonna 1975. Keski-Suomessa yritys on aloittanut 1968 Konepajamikron nimellä. Konepajamikro oli silloin keskittynyt työkaluteollisuuteen. Tuotemerkki Mikro, jota Teräs-Astra Oy käytti, on rekisteröity vuonna 1935.

Meteco Oy on teknologiapartneri, mikä tarkoittaa kokonaispalvelukonseptia. Konsepti perustuu tuotteen elinkaaren hallintaan, uusien tuotteiden kehittämiseen ja vanhojen päivittämiseen.

Meteco Oy valmistaa muovipursottimien päitä, joilla tehdään erilaisia kaapeleita, muoviputkia ja -kalvoja. Meteco Oy valmistaa myös paperi- ja kartonkikoneiteollisuuteen erilaisia päänvientilaitteistoja, kuivatusosan höyrynsyöttö- ja lauhteenpoistolaitteita sekä telojen laakerointiin liittyviä osia. Massanvalmistuslinjoihin valmistetaan massanjauhien laakerointiosia sekä jauhinterien kunnossapito-osia.

3 Paperin päänvienti

Paperikoneen käynnistyksessä paperin vienti telalta toiselle voi olla vaikean tuntuista, koska paperikone voi olla muutamasta metristä kahteenkymmeneen metriin leveä. Paperiradan leveydellä ei ole merkitystä paperin päälleajoon, koska leveästä paperirainasta leikataan kapeampi noin 20 - 40 cm leveä raina. Kapeammaksi leikattua paperirainaa kuljetetaan päänvientilaitteilla telalta toiselle. Sen jälkeen kun kapea raina on ajettu teloille, leikkuri ajaa paperin jälleen täyteen rataleveyteen. Asia tuntuu helpolta, mutta käytännössä siihen sisältyy monenlaisia huomioon otettavia asioita. Yksi esimerkki on radan katkaisu siten, että paperirata saadaan katkeamaan ja menemään kuljettimen päälle. Radan katkaisussa käytetään monenlaisia järjestelmiä. Katkaisu voidaan suorittaa puhalluskatkaisulla tai erilaisilla leikkauskatkaisuilta. Katkaisutekniikka määräytyy ajettavan paperilaadun mukaan. Esim. kartonkia joudutaan katkaisemaan leikkaamalla, mutta hienopaperia voidaan katkaista myös puhaltamalla. Yhteistä kaikille katkaisuille on saada aikaan nopea ja tehokas katkaisu. Leikkureihin ei tutustuta tässä työssä tämän tarkemmin.

Paperirainan katkaisussa tarvitaan myös paineilmapuhalluksia, joilla ohjataan paperia oikeaan suuntaan. Ensimmäisellä niistä paperiraina painetaan leikkurin teriin ja samalla se ohjaa rainaa kuljettimen päälle. Ilmavirralla vaaditaan, että se on riittävän voimakas ja oikean suuntainen. Seuraava puhallus muodostaa kuljettimen pinnalle alipaineen. Alipaineen avulla kuljetin tarttuu paperirainaan ja siirtää sen eteenpäin. Muita puhalluksia kuljettimissa on erilaiset jättö- ja saattopuhallukset. Vaikka kuljettimissa on erilaisia puhalluksia ja alipaineita, niin silti paperiraina on saatava kuljettimelle mahdollisimman suorassa. Jos yhdessä kuljettimessa tulee suuria poikittaisheittoja ja eivätkä ne korjaannu vaan kertautuvat, voi päänvienti epäonnistua, koska yhdellä katkaisulla voidaan edetä pitkiäkin matkoja. Yleensä yhdellä katkaisulla edetään yksi käyttäjäryhmä. Paperikoneen kuivatusosalla yhden käyttäjäryhmän pituus on useita kymmeniä metriä, mutta paperi kulkee tätä huomattavasti pidemmän matkan. Yhteensä kuivatusosalla paperiradan pituus on 500 - 1000 metriä.

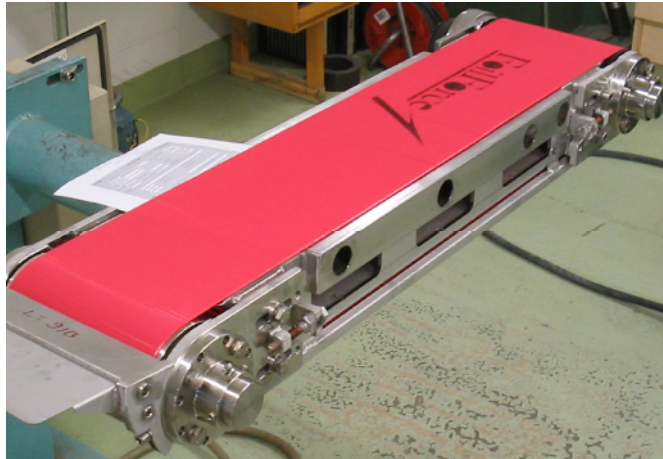
4 Optiforce-tuoteperhe

4.1 Tuoteperhe

Meteco Oy:n järjestelmätoimituksiin kuuluu myös paperiradan katkaisulaitteistoja, mutta tässä työssä tutustutaan ainoastaan kuljetinosuuteen. Teknologiapartnerin tuotevalikoimassa päänvientilaitteet löytyvät Optiforce-tuoteperheestä. Tuoteperheeseen kuuluu kolme erityyppistä kuljetinta, jotka ovat Press Force, Foil Force ja Double Force.

Press Forcea käytetään, niin kuin Press-nimikin kertoo, puristinosan päänvientiin. Paperikoneessa puristinosa sijaitsee ennen kuivatusosaa. Sen vuoksi paperi on puristinosalla kosteampaa. Päänvientiin se vaikuttaa siten, että paperi ei ole yhtä kestävä kuin kuivatusosalla ja se repeää helposti. Press Forcea ei käsitellä tässä työssä tämän tarkemmin, koska työn tavoitteena on keskittyä Double Forceen.

Foil Force (kuva 1) on kuljetin, jota voidaan käyttää useissa sovelluksissa. Esimerkkeinä käyttösovelluksista ovat paperinpäällystysyksiköt, kalanterit tai telojen väliset paperin päänviennit. Foil Forcea on saatavilla puolimetrisestä aina hieman yli kolmenmetrin pituiseksi. Foil Forceen voidaan valita vetomoottoriksi joko rumpumoottori tai normaali oikosulkumoottori. Vetomoottori voidaan asettaa vetävään tai jättävään päähän aina tilanteen vaatimalla tavalla. Jos voimanlähteeksi valitaan oikosulkumoottori, niin veto kuljettimeen välitetään hihnan avulla. Hihnaan voidaan asentaa välityssuhde, jonka avulla kuljettimen nopeutta voidaan kiihdyttää. Foil Forcea ei tulla myöskään käsittelemään tämän tarkemmin tässä työssä, koska työssä keskitytään Double Force -kuljettimeen.



Kuva 1. Foil Force -kuljetin, joka on varustettu rumpumoottorilla.

Seuraavaksi tutustutaan Double Force -kuljettimeen. Nimensä mukaan se on kaksi kertaa leveämpi kuin muut Forcetit.



Kuva 2. Double Force -kuljetin.

Double Forcea (kuva 2) on saatavilla vain yhtä kokoa ja se on tarkoitettu nimenomaan kuivatusosan telojen väliin. Double Forcen viiran alle luodaan alipaine Foil-järjestelmän avulla. Samaa Foil-periaatetta käytetään muidenkin Force-kuljettimien alipaineen luontiin. Foil-järjestelmällä luodaan alipaine pyörivän viiran alle, ja sen avulla saadaan ote paperiradasta. Suurimpia eroja eri Force-kuljettimien välillä ovat niiden koot. Lisäksi eroja on siinä, kuinka paperi siepataan kuljettimelle ja kuinka se poistetaan siltä. Paperin sieppaamisessa kuljettimelle voidaan käyttää erilaisia ilmapeltejä tai paperi voidaan ohjata sille erillisellä ilmavirralla. Kuljettimelta poistamisessa käytetään kaavariputkea, jolla

ohjataan paperirataa ilmavirran avulla. Double Forcessa käytetään ainoastaan rumpumoottoria voimanlähteenä. Syynä rumpumoottorin käyttöön on sen pieni tilantarve, koska kuivatusosan telojen välissä on tilaa hyvin rajallinen määrä.

Double Forcen sähkönsyöttö tulee taajuusmuuttajan kautta. Yhden kuljettimen suojaamiseen on käytettävä erillistä moottorinsuojakytkintä, koska yhden taajuusmuuttajan taakse tulee monta kuljetintayksikköä. Taajuusmuuttaja saa käynnistyskäskynsä ohjelmoitavalta logiikalta. Logiikan muihin tehtäviin kuuluu esimerkiksi paineilman alipaineita muodostavien puhallusten ohjaaminen.

4.2 Moottorit

Nykyaikaisten paperikoneiden nopeus on suuri, jopa 2000 metriä minuutissa. Vanhat koneet eivät siihen kykene, vaan jäävät nopeuteen noin 1500 m/min. Nopeus riippuu täysin koneesta ja ajettavasta paperilaadusta. Suuri nopeus aiheuttaa omat ongelmansa päänvientilaitteissa. Tavallisissa hihnavetoa käyttävissä oikosulkumoottoreissa nopeusongelma voidaan ratkaista välityssuhteen avulla. Käytössä olevassa rumpumoottorissa ei ole mahdollisuutta välityssuhteelle. Rumpumoottorissa käämitty staattori on sijoitettu akselille ja ulkovaippa toimii roottorina. Tästä huomataan, että ainoa mahdollisuus moottorin nopeuden lisäämiseksi on taajuuden nostaminen ja se ei onnistu muuten kuin taajuusmuuttajan avulla. Kuten jo edellä on mainittu, rumpumoottorin ongelmina ovat suuri tehontarve ja huono hyötysuhde. Yksi rumpumoottori ottaa virtaa noin 15 A ja sen antama teho on 3 kW. Lisäongelmia ilmenee, kun nostetaan taajuutta. Taajuuden nostamisen vaikutuksesta moottorin jättämä kasvaa. Jättämää saadaan taajuusmuuttajan avulla pienennettyä, mutta suuri tehontarve pakottaa käyttämään suuria ja kalliita taajuusmuuttajia. Yhden taajuusmuuttajan ohjaukseen asennetaan 4 - 8 Double Force -kuljetinta. Rumpumoottorissa on hyviäkin puolia, kuten sen pieni tilantarve. Pienestä koosta on hyötyä, koska tila on rajallinen kuivatusosan telojen välissä.

Normaalissa moottorirakenteessa, kuten oikosulkumoottorissa, roottorikäänitys on staattorikäänityksen sisäpuolella ja niiden välissä on ilmaväli. Staattorin teho välitetään roottorille ilmavälin yli magneettivuon avulla. Käytössä olevassa

rumpumoottorissa toimintaperiaate on päinvastainen. Rumpumoottorissa ulkovaippa toimii roottorina ja se on staattorikäännyksen ulkopuolella. Oikosulkumoottorissa on kaksi erillistä käännystä ja käänien mitoituksella voidaan vaikuttaa moottorin hyötysuhteeseen. Normaalin 2,2 kW:n oikosulkumoottorin nimellisvirta on 4,6 A. Rumpumoottorin vastaava teho on 3 kW ja sen ottama virta on 15 A. Saaduista virta-arvoista voidaan laskea rumpumoottorin ja oikosulkumoottorin hyötysuhteet. Työssä huomataan, että 2,2 kW:n oikosulkumoottoria ei tarvitse kuormittaa edes nimellisvirtaan asti tarvittavan nopeuden saavuttamiseksi. Rumpumoottorin virta-arvo on aikaisemmissa testeissä saavutettu arvo.

Rumpumoottorin hyötysuhde η :

$$\text{Antoteho } P_2 = 3,0 \text{ kW}$$

$$\text{Jännite} = 400 \text{ V}$$

$$\text{Virta} = 15 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = 0,45$$

$$\text{Ottoteho } P_1$$

$$P_1 = \sqrt{3} * U * I * \cos \phi = \sqrt{3} * 400 * 15 * \cos 0,45 = 10391,98 \approx 10 \text{ kW}$$

$$\eta = P_2 / P_1 = 3 \text{ kW} / 10 \text{ kW} = 0,3$$

Oikosulkumoottorin hyötysuhde η :

$$\text{Antoteho } P_2 = 2,2 \text{ kW}$$

$$\text{Jännite} = 400 \text{ V}$$

$$\text{Virta} = 4,6 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = 0,87$$

$$\text{Ottoteho } P_1$$

$$P_1 = \sqrt{3} * U * I * \cos \phi = \sqrt{3} * 400 * 4,6 * \cos 0,87 = 3186,61 \approx 3 \text{ kW}$$

$$\eta = P_2 / P_1 = 2,2 \text{ kW} / 3 \text{ kW} = 0,73$$

Rumpumoottorin hyötysuhde on huomattavasti huonompi kuin oikosulkumoottorin. Huonomman hyötysuhteen vuoksi rumpumoottorin tarvitsema

ottoteho on huomattavasti suurempi kuin oikosulkumoottorin. Suuremman ottotehon vuoksi rumpumoottorissa on käytettävä suurempia taajuusmuuttajia.

5 Moottoritesti

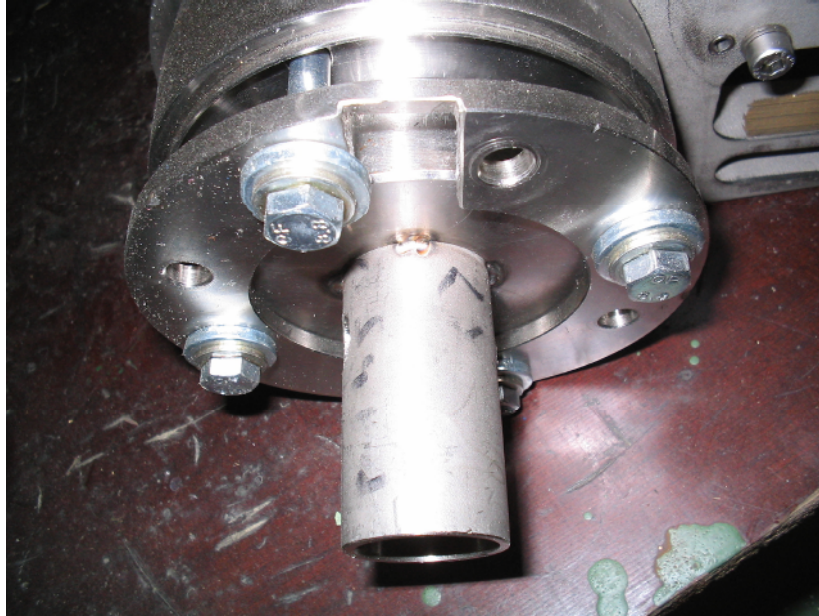
5.1 Testin tavoitteet

Työn tavoitteena on vertailla erilaisia moottorivaihtoehtoja ja välityssuhteita. Kuljettimen tavoiteltavan nopeuden tulisi olla 2000 m/min:ssa. Ensimmäinen vaihtoehto moottoriksi oli normaali oikosulkumoottori. Tämän testin tarkoituksena oli löytää moottorin oikea teho. Voimansiirtotekniikka oli valmiina, koska Foil Force -kuljettimessa käytetään samanlaista tekniikkaa. Kuten jo edellä mainittiin, Foil Force -kuljettimiin voidaan valita joko rumpumoottori tai oikosulkumoottori. Oikosulkumoottorin kehittämä voima välitetään kuljettimelle hihnavälityksellä ja tätä tekniikkaa sovellettiin seuraavissa testeissä. Tämän tekniikan ongelmana on suuri tilan tarve, sillä Double Force -kuljettimissa fyysinen koko on hyvin ratkaiseva. Toinen vaihtoehto olisi käyttää vaijeri moottoria. Vaijerimoottorin avulla voitaisiin ratkaista tila ongelmat. Vaijerimoottorin testin tavoitteena oli määrittää moottorin teho ja kuinka paksu vaijeri tulisi valita.

5.2 Testilaitteisto

Testilaitteistona käytettiin kuvassa 2 esitettyä Double Force -kuljetinta. Kuljettimen rumpumoottorista poistettiin staattorikäänitys ja rummusta tehtiin tavallinen akseli, joka laakeroitiin molemmista päistä. Akseliin kiinnitettiin hammaskiilahihnaratas, johon veto oikosulkumoottorilta välitettiin. Vaijerimoottori kiinnitettiin akseliin erillisen adapterin avulla, joka on esitetty kuvassa 3. Ensimmäisessä testissä käytettyä oikosulkumoottoria ja toisessa testissä käytettyä vaijerimoottoria ohjattiin ABB:n ACS 600 -taajuusmuuttajalla. Taajuusmuuttajaa ohjattiin käsikäyttöisesti ohjauspaneelista. Virta-arvot luettiin suoraan

taajuusmuuttajan näytöltä. Nopeusmittarina käytettiin Shimpo DT-105A digitaalista takometriä.



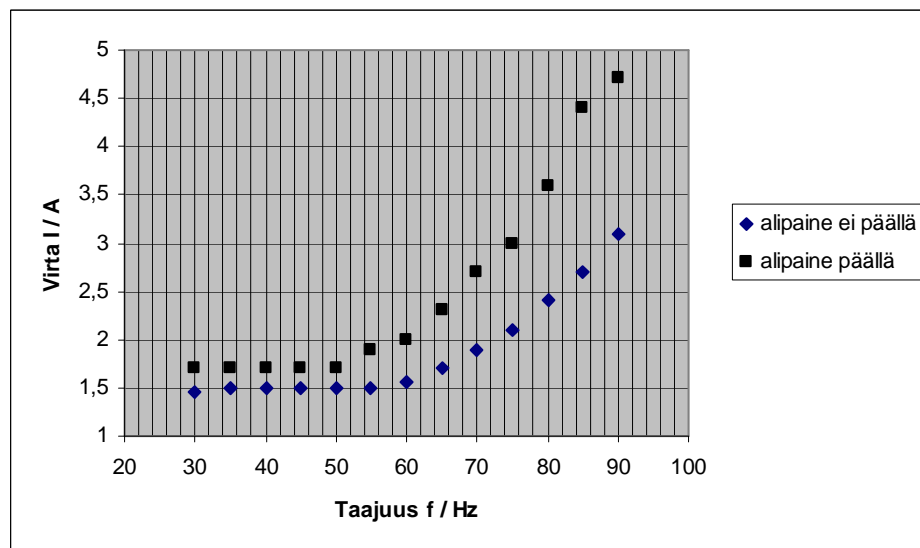
Kuva 3. Vaijerimoottorin kiinnitysadapteri.

5.3 1,1 kW:n moottori, suora välitys

Ensimmäinen testi tehtiin ABB:n M2VA080B -oikosulkumoottorilla. Tämän moottorin teho on 1,1 kW ja siinä on 3000 kierrosta/min. Voimansiirrossa käytettävän hihnavedon ansiosta pystyttiin muuttamaan välityssuhdetta käyttämällä erikokoisia hihnapyöriä. Ensimmäinen moottoritesti suoritettiin suoralla välityssuhteella. Testissä lisättiin käsikäyttöisesti taajuusmuuttajan ohjauspaneelista moottorin taajuutta 5 Hz kerrallaan. Samalla seurattiin, kuinka virta käyttäytyi nopeuden suhteen. Taulukossa 1 on esitetty moottorin ottama virta, kun taajuutta lisättiin. Virta-arvot on otettu, kun paine on päällä ja kun paine ei ole päällä. Kuvassa 4 on esitetty taulukon 1 mittaustulokset graafisessa muodossa.

Taulukko 1. 1,1 kW:n moottori, suoralla välityssuhteella saadut arvot.

Taajuus Hz	Virta ei alip. A	Nopeus ei alip. m/min	Nopeus alip. m/min	Virta alip. A
30	1,46	742	742	1,7
35	1,5	870	870	1,7
40	1,5	1006	998	1,7
45	1,5	1124	1122	1,7
50	1,5	1250	1246	1,7
55	1,5	1360	1372	1,9
60	1,55	1472	1480	2
65	1,7	1576	1590	2,3
70	1,9	1670	1692	2,7
75	2,1	1766	1792	3
80	2,4	1844	1830	3,6
85	2,7	1864	1932	4,4
90	3,1	1958	1882	4,7



Kuva 4. 1,1 kW:n moottori, suoravälitys, virta I taajuuden f funktiona.

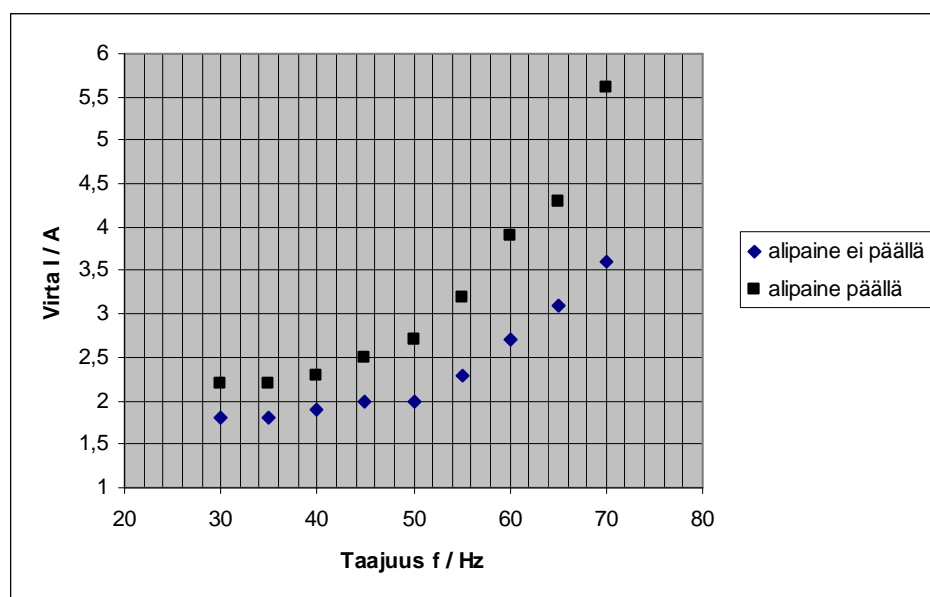
Taulukosta 1 ja kuvasta 4 voi huomata, että 50 Hz:n jälkeen virta-arvot alkavat kohota nopeasti. 1,1 kW:n moottorin tyyppikilpeen on kirjoitettu nimellisvirraksi 2,6 A. Taulukosta 1, kohdasta alipaine päällä, saadaan luettua, että nimellisvirta saavutetaan 65 ja 70 Hz:n välillä ja nopeudeksi saadaan tällöin vähän alle 1700 m/min. Käyrästä, alipaine ei päällä, nähdään alipaineen kuormittavuus kuljettimelle. Ilman alipainettakaan ei päästä yli 2000 m/min, joka on tavoitteena.

5.4 1,1 kW:n moottori, välityssuhteella

Toisessa moottoritestissä käytettiin samaa 1,1 kW:n moottoria. Tässä testissä asetettiin moottoriin ja kuljettimeen erikokoiset hihnapyörät. Taulukossa 2 on esitetty välityssuhteella saadut virta-arvot taajuuden funktiona, kun taajuusmuuttajan ohjauspaneelista käsi käyttöisesti lisättiin taajuutta. Kuvassa 5 on esitetty taulukon 2 arvot graafisessa muodossa.

Taulukko 2. 1,1 kW:n moottori, välityssuhteella saadut arvot.

Taajuus Hz	Virta ei alip. A	Nopeus ei alip. m/min	Nopeus alip. m/min	Virta alip. A
30	1,8	1090	1080	2,2
35	1,8	1252	1244	2,2
40	1,9	1432	1420	2,3
45	2	1600	1610	2,5
50	2	1752	1764	2,7
55	2,3	1876	1898	3,2
60	2,7	1998	2014	3,9
65	3,1	2086	2090	4,3
70	3,6	2136	2068	5,6

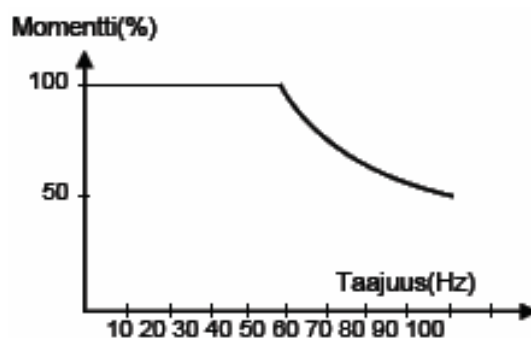


Kuva 5. 1,1 kW:n moottori, välityssuhteella, virta I taajuuden f funktiona.

Taulukosta 2 ja kuvasta 5 voidaan lukea, että virran nousu on tasaisempaa kuin suoralla välityssuhteella. Kuten jo edellä on todettu, 1,1 kW:n moottorin nimellisvirta on 2,6 A. Alipaine päällä nimellisvirralla nopeudeksi saatiin vähän yli 1700 m/min. Taajuus oli tällöin 45 – 50 Hz:n välillä. Alipaineen ollessa pois päältä nimellisvirralla saatiin nopeudeksi vähän alle 1900 m/min, mutta sekään ei riitä testin tavoitteisiin. Moottorin taajuutta on turha tarkkailla korkeammilla taajuuksilla, koska moottoria ei missään tapauksessa voida käyttää pitkiä aikoja suurilla ylivirroilla. Lisäksi, vaikka moottorin virtoja lisättiinkin, moottorin nopeus ei pystynyt seuraamaan taajuuden mukana.

5.5 1,1 kW:n moottorin testitulosten tarkastelu

Välityssuhdetta avuksi käyttäen paineiden ollessa päällä saatiin noin 100 m/min suurempi nopeus kuin suoralla välityksellä. Taulukosta 2 voidaan lukea, että välityssuhteella nimellisvirta saavutettiin 45 – 50 Hz:n välillä. Taulukosta 1 voidaan lukea, että suoralla välityksellä nimellisvirta saavutettiin 65 – 70 Hz:n välillä. Taajuusero selittää, miksi nopeudessa oli eroja. Moottorin maksimivääntömomentin suuruuteen ei vaikuta roottorin resistanssi vaan hajareaktanssi, mutta maksimimomentin paikan, siis jättämän paikan, jolla maksimimomentti esiintyy, määrää roottorin resistanssin ja roottorin hajareaktanssin suhde $/1/$. Roottorin resistanssi mitoitetaan siten, että maksimivääntömomentti sijoittuu lähelle 60 Hz:ä. Suoralla välityksellä nimellisvirta saavutettiin 65 - 70 Hz:n välillä, joten se on maksimimomentti taajuuden yläpuolella.



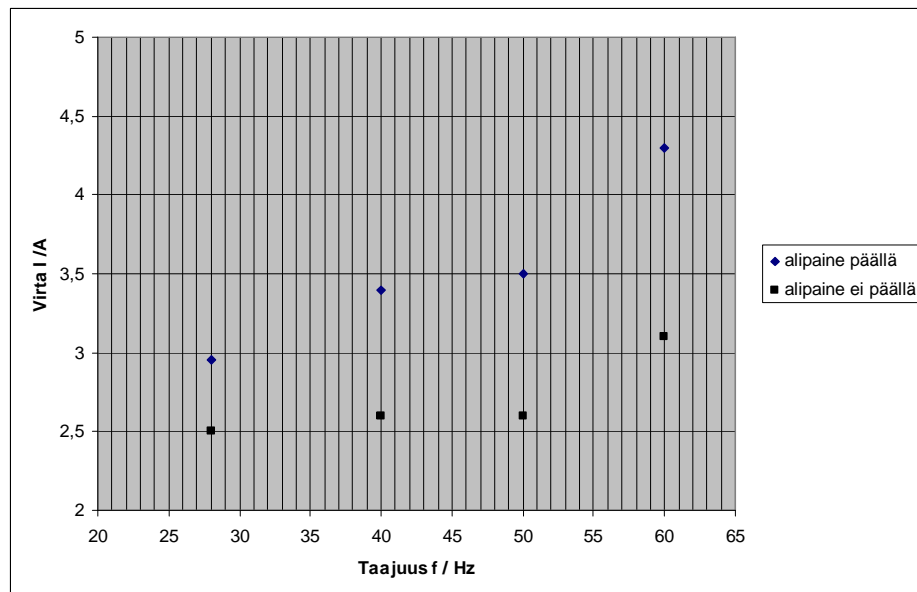
Kuva 6. Oikosulkumoottorin vääntömomenttikäyrä. /6/

5.6 2,2 kW:n moottori, välityssuhteella

1,1 kW:n oikosulkumoottorin teho ei riitä pyörittämään Double Force -kuljetinta riittävällä nopeudella, joten siihen vaihdettiin ABB:n M2AA90L 2,2 kW:n oikosulkumoottori. Testissä tarkoituksena oli selvittää, kuinka suurempi moottori käyttäytyy tässä tilanteessa. Taulukossa 3 ja kuvassa 7 esitetyt nopeuden arvot on saatu, kun moottorissa on käytetty välityssuhdetta.

Taulukko 3. 2,2 kW:n moottori, välityssuhteella.

Taajuus Hz	Nopeus alip. m/min	Virta ei alip. A	Virta Alip. A
28	1010	2,5	2,95
40	1480	2,6	3,4
50	1840	2,6	3,5
60	2100	3,1	4,3



Kuva 7. 2,2 kW:n moottori, välityssuhteella, virta I taajuuden f funktiona.

Taulukosta 3 voidaan lukea, että 2,2 kW:n moottorilla päästään yli 2000 m/min:ssa. Tämä nopeus riittää kaikkiin paperikoneisiin. Nimellisvirta 2,2 kW:n moottorissa oli 4,6 A, eli moottoriin jää vielä varaa tarvittaessa nostaa nopeutta. Tilaa kuivatusosassa on sen verran vähän, että tämän moottorin käyttö ei tule kysymykseen tavallisella hinnavedolla.

5.7 Vaijerimoottori

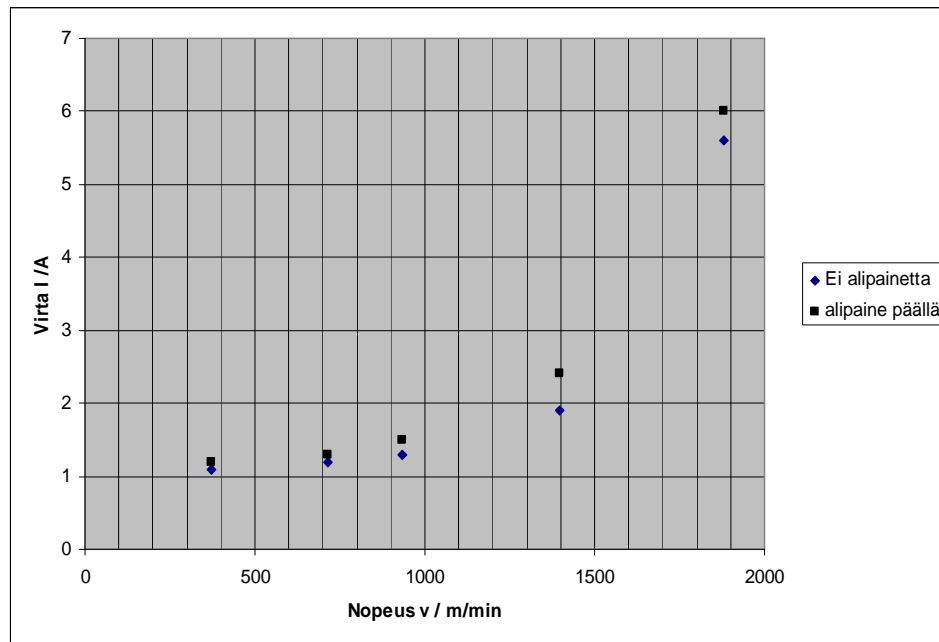
Toisessa testissä testattiin, tilanpuute ongelman ratkaisemiseksi vaijerivetoista moottoria. Testissä käytettiin Suhnerin 1,0 kW:n moottoria. Moottorissa oli valmiina vaihteisto, jonka avulla veto välitettiin vaijeriin ja siitä edelleen kuljettimeen. Vaihteiston avulla saavutettiin jopa 12000 kierr./min. Taulukossa 4 ja kuvassa 9 on esitetty virran kasvu nopeuden funktiona.



Kuva 8. Suhnerin vaijerimoottori.

Taulukko 4. Vaijerimoottorin testiarvot.

Moottorin vaihelaatikosta valittu nopeus kierr/min, kun $f = 50$ Hz	Virta ei alip. A	Virta alip. A	Nopeus m/min
850	1,1	1,2	370
1600	1,2	1,3	714
2100	1,3	1,5	932
3200	1,9	2,4	1396
5700	5,6	6	1882



Kuva 9. Vaijerimoottori, virta I nopeuden v funktiona.

Taulukosta 4 ja kuvasta 9 voidaan päätellä, että tavoiteltuun nopeuteen päästäisiin. Ongelmana oli vain liian pienitehoinen moottori. Moottorin tyyppikilvessä nimellisvirraksi oli annettu 1,65 A, 400 V:lla. Alipaineen ollessa päällä taulukosta 4 voidaan lukea, että nimellisvirta saavutetaan nopeudella noin 1000 m/min. Nopeutta olisi vielä pystytty lisäämään, koska etenimme taulukossa 4 esitettyjen vaihdelaatikon nopeuksien mukaan ja nopeampia välityksiä jäi vielä kaksi käyttämättä. Käyttämättä jääneet nopeudet olivat 8000 ja 12000 kierr./min. Nimellisvirta-arvon ylityksen jälkeen oli kuitenkin turha jatkaa nopeuden lisäämistä. Nopeuden nostamisesta olisi ollut seurauksena moottorin palaminen.

Huomioitavaa vaijerimoottorin käytössä oli se, että vaijeri on punottu ja maksimimomentit ovat määrätty. Punontarakenne oli sellainen, että vetosuuntaan siinä oli kolme kierrosta ja jarrutussuuntaan kaksi kierrosta (ks. kuva 10). Tällainen vaijerirakenne vaatii asettamaan taajuusmuuttajaan kiihdytys- ja hidastusrampit. Rampeilla suojattiin vaijeria liian suurilta äkillisiltä rasituksilta ja estettiin vaijeria rikkoutumasta.

Suhnerin tuotekuvastossa oli viisi vaijerivaihtoehtoa. Testiin valittiin vaijeri, jonka ominaisuuksina olivat hyvä joustavuus ja mahdollisuus käyttää sitä sovelluksissa,

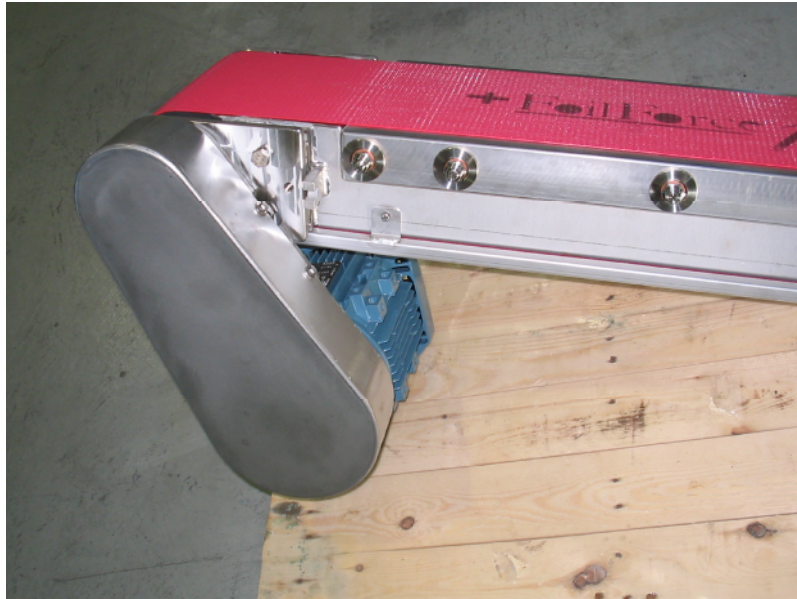
joissa tarvitaan suuria kierrosnopeuksia. Muissa vaijerivaihtoehdoissa oli ominaisuuksina mm. suuren vääntömomentin kesto, pehmeä pyörintä ja lineaarinen pyörintä molempiin suuntiin. Vaijereissa oli mahdollisuutena valita myös paksuus. Testivaijeri oli 10 mm paksu ja siitä luvattiin, että se kestää 15000 kierr./min:ssa. Tarvittaessa olisi voitu käyttää myös 12 mm:n vaijeria, jolle luvataan 12000 kierr./min:ssa, ja käytetyllä vaihteistolla olisi voitu saavuttaa sama 12000 kierr./min:ssa. Vaijerivaihtoehdot on esitetty liitteessä 1 ja paksuustaulukko on esitetty liitteessä 2.



Kuva 10. Testissä käytetyn vaijerin rakenne./8/

5.8 Moottoritestien päätelmät

Testeissä haluttiin selvittää, kuinka tehokas moottori vaaditaan Double Forcen pyörittämiseen. Moottorintehon selvittäminen oli tärkeää, koska tulevaisuudessa halutaan luopua nykyisin käytössä olevasta rumpumoottorista. Testien perusteella voidaan määrätä käytettävien moottoreiden ominaisuudet. Testien tuloksista voidaan lukea, että hihnavälityksessä on käytettävä 2,2 kW:n moottoria, jos halutaan saavuttaa tavoiteltu nopeus. Hihnavälityksessä on ongelmana sen suuri fyysinen koko (kuva 11). Vaijeriveto olisi hyvä ratkaisu ja se poistaisi tilanpuutteesta johtuvat ongelmat. Ongelmana on, että tällä hetkellä sellaista laitteistoa ei ole olemassa, jolla voitaisiin yhdistää hihnaveto ja vaijeriveto. Suhnerin valmistamalla vaijerimoottorilla veto voitaisiin suorittaa, jos moottorin tehoa lisättäisiin. Suhner valmistaa moottoreita, joiden antoteho on 3 kW. Korkea hinta on kuitenkin tekijä, joka pudottaa tämän vaihtoehdon pois vertailuryhmästä.



Kuva 11. Foil Force -kuljetin, hihnavälityksellä.

Oikosulkumoottoreissa on valinnanvaraa 1,1 kW:n ja 2,2 kW:n välistäkin, mutta moottoria ei kannata mitoittaa liian pieneksi. Moottorin mitoittaminen liian tarkalle tuo ongelmia, jos jostain syystä moottoriin kohdistuu odottamattomia tehontarpeita. Odottamattomat tehontarpeet voivat saada aikaan moottorin liian suuren nopeuden aleneman ja sen vuoksi päänvienti epäonnistuu. Tällaisia tehontarpeita voi syntyä, esim. silloin, kun laakerit alkavat kulua.

Vaijerin käyttö voimavälityksessä on lupaava idea. Vaijerin avulla pystytään ratkaisemaan tilanpuutteesta johtuvia ongelmia. Vaijerimoottorissa on kuitenkin myös omat ongelmansa. Ongelmana on vaijerin huono kestävyys liian suurissa kiihdytyksissä ja hidastuksissa. Kiihdytyksistä ja hidastuksista selvittää taajuusmuuttajan avulla, mutta vaihteistosta ei päästä taajuusmuuttajan avulla eroon. Yksi vaihtoehto olisi käyttää normaalia oikosulkumoottoria vaijerivedon kanssa. Sen vuoksi jouduttaisiin käyttämään niin suurta taajuutta, että valmistaja ei takaa enää normaalin oikosulkumoottorin kestoä. Valmistaja takaa moottorin kestävä 100 Hz:iin saakka, mutta tämä ei riittäisi. Seuraavana vaihtoehtona voisi olla AC-servomoottori. Servomoottorilla voitaisiin saavuttaa tarvittava nopeus. Servomoottorin hinta nousee huomattavasti korkeammaksi kuin oikosulkumoottorin ja sen ohjaaminen on huomattavasti vaikeampaa. Testeistä voidaan päätellä, että paras vaihtoehto olisi laitteisto, jossa olisi yhdistetty

hinnaveto ja vaijeriveto. Tässä tilanteessa voitaisiin käyttää normaalia oikosulkumoottoria, ja fyysisestä koosta ei muodostuisi rajoittavaa tekijää.

6 Ohjausjärjestelmät

6.1 Ohjausjärjestelmän vaatimukset

Ohjausjärjestelmällä ohjataan kuljettimia päänvientiasentoon, lepoasentoon, kuljettimia käyntiin, kuljettimia pois päältä, paineilmapuhalluksia kuljettimille sekä erilaisia paperinpoisto ja -imu puhalluksien ohjauksia. Tästä huomataan, että ohjausjärjestelmän vaatimukset eivät ole suuret. Double Force -ohjauksessa I/O-määrä ei ole suuri, vain 50 - 150 I/O:ta. Ohjelman kiertonopeudella on merkitystä, koska Double Force -ohjaus voi sisältää hyvin nopeita paperinpoisto tai -imu puhalluksia. Näiden puhallusten kesto-aika on luokkaa 0,5 s. Toisaalta nopeutta vaativat puhallukset voidaan suorittaa aliohjelmien avulla. Ohjelman kiertonopeus tulee myös kysymykseen, jos koneohjauksella halutaan ohjata Double Forcen puhalluksia. Esimerkiksi koneohjaus voi käynnistää puhalluksen päälle ja Double Forcen ohjausjärjestelmänkierto on juuri ohittanut kyseisen kohdan. Jos kierto on pitkä, puhallusaika jää huomattavasti suunniteltua lyhemmäksi.

Ohjausjärjestelmässä on oltava väyläliityntä, jolla se voidaan kytkeä muuhun koneohjaukseen tai ohjata taajuusmuuttajaa. Taajuusmuuttajan ohjaukseen väyläkytkentä ei ole pakollinen, koska ohjaus voidaan hoitaa analogiasignaalien avulla. Puhallustoimintojen tallentaminen historiatietokannaksi olisi myös suotavaa, mutta normaalilla logiikalla se on mahdotonta.

Tällä hetkellä toteutetuissa Double Force -projekteissa ohjaus tehdään erillislogiikalla. Syynä erillislogiikan käyttöön on se, että Double Force -kuljettimilla korvataan vanhat päänvientilaitteistot. Vanhoissa päänvientilaitteistoissa ei ole Double Forcen vaatimia ominaisuuksia ja sen vuoksi käytetään erillislogiikkaa. Erillislogiikkana käytetään Siemens 315-2DP -logiikkaa. Siemens-logiikoissa olisi pienempiäkin vaihtoehtoja, mutta 315-2DP on pienin

CPU, jossa on vakiovarusteena Profibus-kenttäväyläliityntä. Muuten tietomäärän käsittelyyn riittäisi pienempikin logiikkayksikkö.

6.2 Kenttäväylä

Kenttäväylällä tarkoitetaan tiedonsiirtoyhteyttä, jolla mahdollistetaan tiedonsiirto erilaisten kenttälaitteiden (antureiden ja toimilaitteiden) ja automaatiojärjestelmän välillä. Kenttäväylä on uusi tietoliikenneprotokolla, joka on digitaalinen ja mahdollistaa kaksisuuntaisen kommunikoinnin. Kaksisuuntaisella kommunikoinnilla mahdollistetaan prosessin mittaaminen ja säätäminen. Kenttäväylä mahdollistaa ohjelmoitavien logiikoiden, automaatiojärjestelmien ja kenttälaitteiden kytkemisen toisiinsa. Valta-asemasta taistelee tällä hetkellä useita kenttäväyläsovelluksia. Useimmiten otsikoihin nousevat Profibus ja Fieldbus Foundation. /2/

6.2.1 Profibus

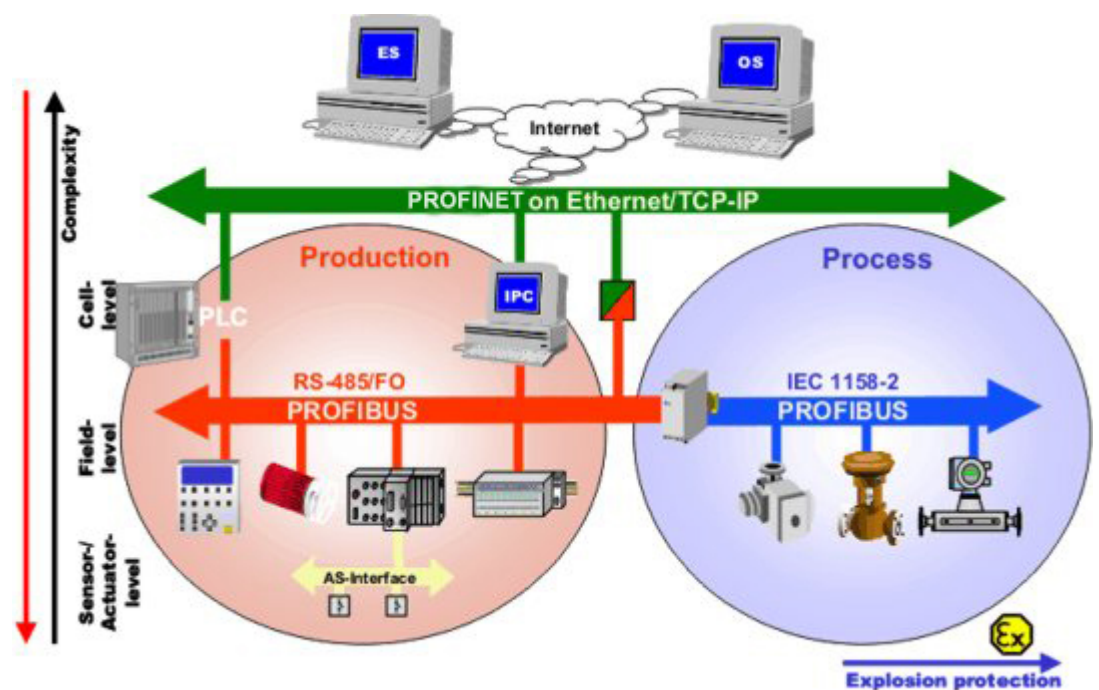
Profibus on Euroopassa yleinen kenttäväylä, joka on pääosin Siemensin kehittämä. Profibus-väyläperhe jakautuu kolmeen erityyppiseen väylään. Kaksi väylistä (FMS ja DB) on ylemmän tason väyliä, jotka on tarkoitettu suurien tietomäärien siirtoon ja niiden siirtonopeudet ovat 9,6 kbit/s:n ja 12 Mbit/s:n välillä. Kolmas (PA) on alimman tason eli kenttälaitteille menevä väylä, jonka siirtonopeus on 31,25 kbit/s:ssa. /5/

Profibus FMS (Fieldbus Message Specification) tunnetaan myös nimellä Profinet. Tämä väylä toimii Ethernet-tekniikalla ja mahdollistaa deterministisen ja reaaliaikaisen tiedonsiirron. Profibus FMS toimii pääasiallisesti ohjelmoitavien logiikoiden ja tietokoneiden välisessä tiedonsiirrossa. /5/

Profibus DP (Decentral Periphery) on tarkoitettu automaatiojärjestelmän ja hajautettujen laitteistojen väliseen aikakriittiseen tiedonsiirtoon. Profibus DB tukee väylänsaantimenetelmiä, joilla määritellään asemien lähetysoikeudet ja

varmistetaan, että vain yksi isäntä kerrallaan voi lähettää tietoa. Lisäksi Profibus tukee väyläsaantimenetelmää, jolla määritellään keskitetty ja hajautettu väyläsaanti. Keskitetyllä väyläsaantimenetelmällä tarkoitetaan, että yksi isäntä (master) ohjaa orjalaitteita (slave) yksi kerrallaan. Hajautetulla väyläsaantimenetelmällä tarkoitetaan, että voi olla useita isäntiä ja orjia. Isäntien vuoro puhua (token) määritetään ennalta. Isännille määrätään sopivan mittainen aika, jonka jälkeen puhevuoro siirretään seuraavalle isännälle. Isäntä voi lähettää orjille kolmella tavalla tietoa. Lähetys voi tapahtua yhdelle orjalle, määrätyle orja-ryhmälle tai kaikille orjille. /5/

Profibus PA toimii logiikan ja kentälaitteiden välissä. Profibus PA korvaa perinteisen johdotuksen johdinparilla, joka toimii väylänä. Profibus PA toimii yleensä Profibus DP:n alla ja Profibus DP näkee vain Profibus PA:n yhtenä orja-laitteena. Profibus PA voi antaa käyttöjännitteen anturille, johon se on kytketty. Muissa ylemmän tason väylissä ei ole tätä ominaisuutta. Lisäksi Profibus PA:ssa on sovelluksia, jotka voidaan asentaa erilaisiin räjähdysvaarallisiin tiloihin. /5/



Kuva 12. Profibus-hierarkia. Ylin väylä on Profibus FMS, alavasemmalla on Profibus DP ja alaoikealla on Profibus PA. /5/

6.2.2 Fieldbus Foundation

Fieldbus Foundation on kenttäväylä, jota ei mikään yksittäinen taho omista. Fieldbus Foundation eroaa Profibus-väylästä sen verran, että sen jokaisessa sovelluksessa on sisällytetty kenttälaitteiden tehon syöttö.

Fieldbus Foundation HSE (High Speed Ethernet) on Ethernet-pohjainen väylä, jota Profibus-väylissä vastaa Profibus FMS. Fieldbus Foundation H2 on alimman tason väylä, joka vastaa Profibus PA -kenttäväylää. Fieldbus Foundation H1 vastaa Profibus DP -kenttäväylää. /2/

Fieldbus Foundation kenttäväyliä ei tässä yhteydessä käsitellä enempää, koska hajautetun I/O-järjestelmän toiminnan pohjalla on Profibus DP -kenttäväylä.

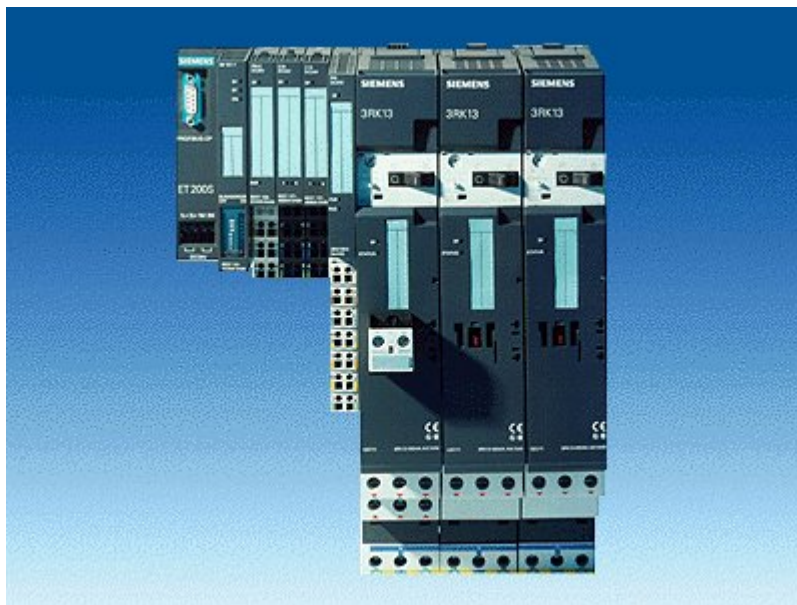
6.3 Hajautettu I/O

Hajautetulla I/O:lla pyritään vähentämään kustannuksia. Hajauttamalla I/O-kortit kentälle mahdollisimman lähelle prosessia ja keskittämällä ne kenttäväyliä avulla prosessiasemiin, säästetään kaapelointikustannuksissa. /3/

Double Force -projekteissa voisi käyttää hajautettua I/O-järjestelmää. Siemens tarjoaa hajautettuihin I/O-järjestelmiin Simatic ET 200 -logiikkaperhettä. Double Force -ohjauksessa tulojen ja lähtöjen määrä on noin 100 I/O:n luokkaa. Pienen I/O-määrän vuoksi ET 200 -logiikkaperheestä käyttöön soveltuisi ET 200S. ET 200S hajautettuun I/O-järjestelmään on mahdollista asentaa 64 erillistä laitetta. Laitteita ovat mm. CPU, I/O-yksiköt, teholähteet, moottorikäynnistimet ja taajuusmuuttajat. ET 200S:n teoreettinen maksimi I/O-määrä on 256 I/O:ta, koska digitaalisessa signaalissa tulojen tai lähtöjen määrä yhdessä kortissa on rajoittunut neljään kappaleeseen. Siis 64 laitetta ja yhdessä kortissa neljä tuloa tai lähtöä, yhteensä 256 I/O:ta. Käytännössä I/O-määrä on huomattavasti tätä pienempi. I/O-määrää laskee CPU tai väyläsovitin ja normaalista logiikasta poiketen suuri teholähde-

moduuleiden määrä. Suositeltavaa olisi, jos joka 5 – 7 moduuli olisi tehölähdemoduuli. /9/

ET 200S hajautettuun I/O-järjestelmään voidaan liittää suoraan moottorikäynnistinmoduuli. Käynnistysmoduulilla voidaan käynnistää maksimissaan 7,5 kW:n moottori. Käynnistysmoduuliin on sisäänrakennettuna oikosulku- ja ylikuormitus-suojaukset. Lisäksi järjestelmään on mahdollista liittää taajuusmuuttaja ET 200S FC, jolla voidaan ohjata 4,0 kW:n moottoria.

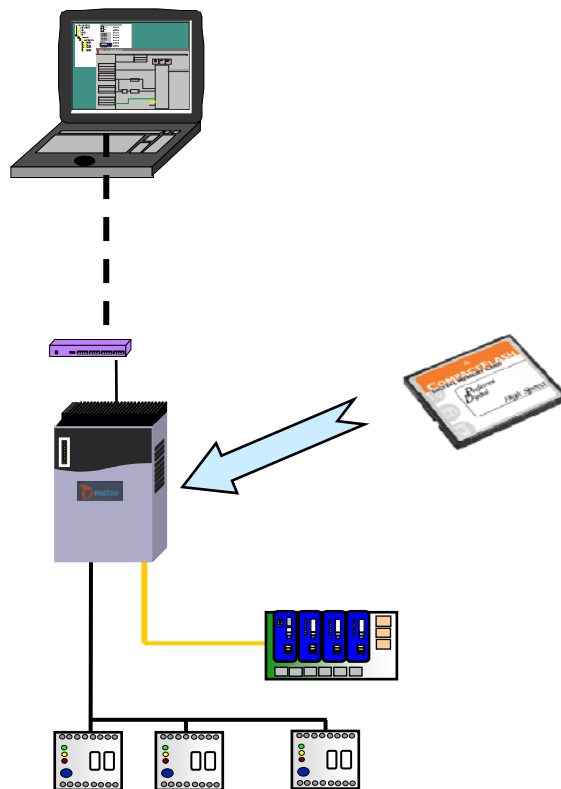


Kuva 13. ET 200S, hajautettu I/O-järjestelmä.

Kyseinen hajautettu I/O-järjestelmä toimii Profibus DP -kenttäväylän pohjalta. Aikaisemmin ET 200S toimi ainoastaan orjana (slave) ja vaati erillisen prosessoriyksikön (master). Nykyisin markkinoilla on saatavana ET 200S -malli, jossa CPU on integroituna valmiina. Integroitu CPU perustuu S7-314 CPU:hun. CPU:ssa on uusi vaihdettava MMC (Micro Memory Card) muistikortti, jolloin varmistusparistoa ei tarvita. Muistikortin avulla ohjelmisto voidaan varmistaa ja ladata uudelleen sähkökatkoksen jälkeen. /9/

6.4 Prosessiasema

Metso Automation on tuonut markkinoille uuden pienemmän prosessiasemasarjan. Prosessiasema kuuluu Compact metsoDNA-automaatiojärjestelmäkonseptiin. Järjestelmä perustuu metsoDNA-teknologiaan. Compact metsoDNA tarjoaa kaikki samat ominaisuudet kuin suuremmatkin prosessiasemat. Compact metsoDNA -automaatiojärjestelmäkonseptiin kuuluu kaksi prosessiasemaa ACN C20 ja ACN C65. Tyypit saadaan IP suojausluokituksista IP20 ja IP65, muuten laitteistot sisältävät samat toiminnot. Hyvänä ominaisuutena ACN-prosessiasemissa on Flash-muistikortti. Muistikortin avulla ACN-prosessiasema voi toimia prosessinohjauspalvelimena (PCS, Process Control Server) tai varmistuspalvelimena (BU, Backup Server). Paikalliselta muistikortilta voidaan ladata toimintajärjestelmä, prosessinohjauspalvelimen ohjelmisto ja sovellukset. /7/



Kuva 14. Compact ACN C20 -järjestelmä.

Double Force -projekteissa ACN C20 saattaisi olla hyvä ratkaisu. Pienen prosessiaseman etuina perinteiseen logiikkajärjestelmiin verrattuna on sen

yhteensopivuus muihin järjestelmiin, sekä sen mahdollisuus luoda historiatietokanta. Compact metsoACN on liitettävissä suoraan metsoDNA- ja Damatic XD/XDi -sovelluksiin. Compact metsoACN tarjoaa liityntävaihtoehtoja muihin järjestelmiin ja logiikoihin sarja- tai Ethernet-väylillä. Liityntäprotokollina voidaan käyttää Modbus-, OPC Server/client- tai XML-pohjaista tiedonsiirtoa. Compact metsoACN voidaan liittää digitaalisiin kenttäväyliin, kuten Profibus DP, Profibus PA, Foundation Fieldbus, AS-i ja CANopen. Ohjelmointi tapahtuu FieldCare-ohjelmiston avulla. Historiatietokanta on oiva työkalu, kun jälkikäteen halutaan jäljittää, mistä häiriö on aiheutunut. Historiatietokanta voidaan raportoida Excel- tai web-pohjaisella työkalulla. /7/

Kuten jo edellä on todettu, Compact metsoACN -prosessiasemaan voidaan yhdistää Profibus-kenttäväylä. Siemens ET 200s hajautetun I/O-järjestelmän toiminta perustuu Profibus DP -kenttäväylään. Tästä voidaan todeta, että näitä järjestelmiä voidaan käyttää yhdessä. Yhdessä näillä voidaan saavuttaa parempi prosessin hallinta kuin perinteisellä logiikkaratkaisulla. Suurimpina etuina laitteistojen yhteiskäytössä olisi kustannuksien säästö johdotuksissa, mukautuvuus muihin järjestelmiin ja operaattorille tarjottavat monipuoliset työkalut tietojen analysointiin ja raportointiin.

6.5 Taajuusmuuttaja

Yksi työn tavoitteista oli tutkia, voidaanko taajuusmuuttajan tehoa pienentää ja voidaanko taajuusmuuttajan käyttöä monipuolistaa. Double Force -projekteissa käytetään ABB:n ACS 800-taajuusmuuttajia. ACS 800-taajuusmuuttajissa on mahdollisuus liittää I/O-tietoa laajennusmoduulien ja sovittimien avulla. ACS 800-taajuusmuuttajan ohjauskortissa on kaksi korttipaikkaa laajennusmoduuleita varten. Haluttaessa enemmän laajennusmoduuleita on käytettävä laajennussovittinta, johon menee kolme laajennusmoduulia. I/O-laajennussovittin yhdistetään taajuusmuuttajan ohjauskorttiin optisella liittimellä. Taajuusmuuttajissa on vakiona adaptiivinen ohjelmointi, joka sisältää 15 toimilohkoa ja se tukee kahta analogista ja kahta digitaalista laajennusmoduulia. Adaptiivisten toimilohkojen ohjelmointi tapahtuu DriveAP 1.1 -PC-työkalulla. Lisäsovellusohjelmana on saatavilla

DriveAP 2 -sovellus, jolla voidaan suorittaa sekä adaptiivista että multiblock-ohjelmointia ja se sisältää yli 200 toimilohkoa. Tämä mahdollistaa sen, ettei erillistä logiikkaa tarvita prosessin ohjaukseen. Lisäksi taajuusmuuttaja voidaan liittää erilaisiin kenttäväyliin. DriveOPC-ohjelmistopakettin avulla mahdollistetaan OPC-tiedonsiirto Windows-sovellusten ja ABB:n taajuusmuuttajien välillä. DriveWindow on PC-työkalu taajuusmuuttajien käyttöönottoon ja ylläpitoon. Sen ominaisuudet ja graafiset esitykset antavat tietoa vikojenetsintään, kunnossapitoon, huoltoon ja koulutukseen.

Taajuusmuuttajan tehoa luokkaa voidaan pienentää, jos tulevaisuudessa vaihdetaan rumpumootorit tavallisiin oikosulkumootoreihin. Tavallinen oikosulkumoottori kuluttaa huomattavasti vähemmän tehoa verrattuna nykyisiin käytettäviin rumpumootoreihin. Sen vuoksi taajuusmuuttajan tehoa voitaisiin laskea ja näin saavutettaisiin kustannussäästöjä. /4/

7. Yhteenveto

Työssä tutkittiin Double Force -kuljettimia. Double Force -kuljetin on tarkoitettu paperikoneen kuivatusosan päänvientiin. Tutkimuksessa keskityttiin moottorin tehon määrittämiseen, vetolaitteistojen vertailuun ja erilaisten ohjausjärjestelmien vertailuun. Moottorin tehon määrittäminen suoritettiin, koska nykyisin käytetään rumpumootoria. Rumpumootorista halutaan eroon, koska rumpumootorissa on suuri tehon tarve. Vetolaitteistona käytettiin erilaisia hihnavälityksiä ja vaijerivetoa. Ohjausjärjestelmänä testissä käytimme ainoastaan ABB:n ACS 600 -taajuusmuuttajaa käsikäytöllä. Testissä ei käytetty ohjausjärjestelmiä, vaan mietittiin, millaisia ohjausjärjestelmiä olisi mahdollista käyttää ohjauksessa.

Rumpumootorin sijasta tulisi ottaa käyttöön normaali oikosulkumoottori. Tarvittavan oikosulkumootorin tehoksi määritettiin 2,2 kW. Vetolaitteistoksi tulisi kehittää hihnavedon ja vaijerivedon yhdistelmä. Ohjausjärjestelmäksi riittää nykyisin käytetty Siemens 315-2DB -logiikka.

Vetolaitteistosta voidaan saada prototyyppi testattavaksi vielä syksyn 2005 aikana. Ohjausjärjestelmien uudistamisesta ei tässä vaiheessa tulla tekemään suunnitelmia, koska nykyinen järjestelmä toimii tarpeeksi tehokkaasti ja sillä osa-alueella ei ole mahdollista saavuttaa säästöjä. Nykyisen ohjausjärjestelmän kehitysmahdollisuutena olisi historiatietokannan luominen halutuista I/O-tiedoista, kuten esimerkiksi erilaisista puhalluksista.

Lähdeluettelo

Painetut lähteet

- 1 Aura, Lauri – Tonteri, Antti J., Teoreettinen sähkötekniikka ja sähkökoneiden perusteet. WSOY, Porvoo, 1995. 446 s.

Sähköiset lähteet

- 2 ABB - Automaation tietoliikennetekniikka.[www-sivu]. [viitattu 10.5.2005] Saatavissa:
[http://www.abb.fi/global/fiabb/fiabb255.nsf/viewunid/C46D5509D325D21AC225695B002FB07B/\\$file/050_0007.pdf](http://www.abb.fi/global/fiabb/fiabb255.nsf/viewunid/C46D5509D325D21AC225695B002FB07B/$file/050_0007.pdf)
- 3 ABB - Prosessiautomaatio.[www-sivu]. [viitattu 11.5.2005] Saatavissa:
[http://www.abb.fi/global/fiabb/fiabb255.nsf/viewunid/C46D5509D325D21AC225695B002FB07B/\\$file/240_0007.pdf](http://www.abb.fi/global/fiabb/fiabb255.nsf/viewunid/C46D5509D325D21AC225695B002FB07B/$file/240_0007.pdf)
- 4 ABB. [www-sivu]. [viitattu 11.5.2005] Saatavissa:
<http://search.abb.com/library/ABBLibrary.asp?DocumentID=3AFE645789059&LanguageCode=fi&DocumentPartID=1&Action=Launch>
- 5 Tampereen teknillinen yliopisto - Automaatio- ja säätötekniikanlaitos. [www-sivu]. [viitattu 14.4.2005] Saatavissa:
http://www.ad.tut.fi/aci/courses/76490/Seminaarit_05/Profibus_sovelluksia.pdf
- 6 Tampereen teknillinen yliopisto - Tehoelektroniikan laitos. [www-sivu]. [viitattu 27.5.2005] Saatavissa:
<http://www.ee.tut.fi/tel/kurssit/2010/vaihto.pdf>
- 7 Metso. [www-sivu]. [viitattu 8.6.2005] Saatavissa:
[http://www.metsoendress.com/metsoendress/MEHcontent.nsf/WebWID/WTB-050401-2256B-986F9/\\$File/Kenttavayla_nettiluhti2005-ok.pdf](http://www.metsoendress.com/metsoendress/MEHcontent.nsf/WebWID/WTB-050401-2256B-986F9/$File/Kenttavayla_nettiluhti2005-ok.pdf)
- 8 Suhner-transmission-expert. [www-sivu]. [viitattu 2.11.2005] Saatavissa:
<http://www.suhnertransmission-expert.com/>
- 9 Catalog CA 01 – the offline mall of automation and drives, 10/2003. [CD-rom]. Siemens.