

Jussi Laukka

NOPEUSANTURIN ASENTAMINEN SÄHKÖMOOTTORIN TESTAUSLAITTEISTOON

Opinnäytetyö
Sähkötekniikka


Kesäkuu 2010




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>	Opinnäytetyön päivämäärä 7.6.2010	
Tekijä(t) Jussi Laukka	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutus ohjelma Sähkövoimatekniikka	
Nimeke Nopeusanturin asentaminen sähkömoottorin testauslaitteistoon		
Tiivistelmä Tämän työn tarkoituksena oli kehittää Mikkelin ammattikorkeakoulun sähkölaboratoriossa olevan sähkömoottorin testauslaitteistoa. Laitteistoon pitäisi asentaa nopeusanturi, joka oli jo valmiiksi hankittu. Laitteiston tärkeimmät komponentit ovat oikosulkumoottori, pehmokäynnistin, taajuusmuuttaja, momenttianturi, jarru ja kosketusnäyttö. Nopeusanturin asensin neuvojen saattelemana. Tarkoitus olisi että laitteisto pystyittäisiin käyttämään paremmin opiskelijoiden laboratoriotyöskentelyssä.		
Asiasanat (avainsanat) Oikosulkumoottori, taajuusmuuttaja, pehmokäynnistin		
Sivumäärä 15 s.	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Arto Kohvakka	Opinnäytetyön toimeksiantaja Mikkelin Ammattikorkeakoulu	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>	Date of the bachelor's thesis	
Author(s)	Degree programme and option	
Jussi Laukka	Electrical engineering	
Name of the bachelor's thesis		
Speed sensor installation of electric motor test equipment		
Abstract		
<p>Purpose of this work was to develop the Mikkeli University of Applied Sciences, electrical laboratory of the electric motor testing equipment. Hardware should install the speed sensor, which had already acquired</p> <p>The main hardware components are the induction motor, soft start, variable speed drive, torque sensor, braking, and touch screen. Speed sensor installed the advice of fanfare. The goal would be that the hardware be able to make better use of students' laboratory work.</p>		
Subject headings, (keywords)		
Electric motor, variable speed drive, soft start		
Pages	Language	URN
15 p.	Finnish	
Remarks, notes on appendices		
Tutor	Bachelor's thesis assigned by	
Arto Kohvakka	Mikkeli University of Applied Sciences	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	YLEISTÄ VÄYLÄSTÄ JA LAITTEISTA	2
2.1	CAN-väylä.....	2
2.2	Oikosulkumoottori.....	3
2.3	Taajuusmuuttaja.....	4
2.4	Pehmokäynnistin.....	5
3	KESKUS	5
3.1	Keskuksen yläosa.....	6
3.2	Keskuksen ovi ja keskiosa.....	7
3.3	Keskuksen alaosa.....	8
4	MOOTTORIN ALUSTA	9
5	NOPEUSANTURI	10
5.1	Anturin asentaminen.....	11
5.2	Data Translation DT9800	12
6	OHJEMOINTI.....	13
7	OIKOSULKUMOOTTORIN MITTAUKSET	14
8	POHDINTA	15
	LÄHTEET	16

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöhön aiheen sain opettajaltani Arto Kohvakalta. Oppilaitoksen sähkölaboratorioon on hankittu pari vuotta sitten sähkömoottorin testauslaitteisto. Testauslaitteistosta puuttui kuitenkin nopeusanturi, jolla saadaan tarkka arvo suoraan akselilta. Aikaisemmin nopeuden tietoa on saatu vain taajuusmuuttajan kautta.

Laitteisto hyödyntää CAN-väylää , jota ei ole sähkölaboratorion missään muussa laitteessa. Laitteistoon kuuluu oikosulkumoottori, taajuusmuuttaja, pehmokäynnistin, momenttianturi, jarru, kosketusnäyttö, tasasähkögeneraattori ja älykäsnoottorilähtö. Näistä taajuusmuuttaja, pehmokäynnistin, kosketusnäyttö ja CAN-väylän logiikka ovat erillisessä keskuksessa, josta ohjataan koko laitteistoa.

Aluksi tehtävänäni oli tutustua CAN-väylään, koska se oli minulle tuntematon ja uusi. Tutustumista vaikeutti se, että kaikki materiaali oli lähestulkoon englanniksi. Nopeusanturi on tarkoitus asentaa tasasähkögeneraattorin akselinpäähän. Anturi on ollut joskus asennettuna juuri tähän, mutta se pitää asentaa uudestaan.

2 YLEISTÄ VÄYLÄSTÄ JA LAITTEISTA

2.1 CAN-väylä

Can-väylän (Controller Area Network) kehitti Boch vuonna 1986. Se kehitettiin alunperin ajoneuvoväyläksi autoteollisuuteen, koska autojen kaapelointien määrä kasvoi suureksi. Väylällä pystyttiin vähentämään kaapeloinnin määrää huomattavasti. Sen edut levisivät muualle muuhun käyttöön ja sitä käytetään paljon erilaisissa laitteissa, kuten esim. maatalouskoneissa, roboteissa, ohjelmoitavissa logiikoissa, erilaisissa työkoneissa ja mittausjärjestelmissä. CAN-väylässä viestintä tapahtuu broadcasting-tyyppisesti, eli kun toimilaite lähettää viestin väylään, se on kaikkien nähtävissä. Toimilaite tai toimilaitteet, jotka kyseistä tietoa tarvitsevat, ottavat sen vastaan. Siis viestiä ei lähetettäessä kohdisteta millekään tietylle toimilaitteelle. /1, 2/

Kaapelointi CAN-väylässä on kevyt, yksi väyläkaapeli jossa on kaksi kierrettyä paria. Toisessa parissa kulkee viestit ja toisessa jännitteen syöttö. Väylän päihin kiinnitetään 120 ohmin terminointivastukset, jotka estävät viestien heijastumisen väylän päistä takaisin. Parit ovat kierrettyjä paremman häiriösietokyvyn takia. Pari jonka johtimissa viestit kulkevat, on kelluvassa jännitetasossa ja viestintä perustuu näiden kahden johtimen jännite-eroon. Tästä syystä johtimiin indusoituvat häiriöt kumoutuvat, koska molempien johtimien jännite muuttuu yhtä paljon, eikä jännite-ero muutu juuri lainkaan. /1/

Väylän nopeus riippuu väylän pituudesta. Suurin mahdollinen nopeus on 1mb/s, jolloin maksimi pituus on noin 40 metriä. Kun taas 500 metrin pituisen väylän maksiminopeus on 125kb/s. /1/

Suosituin protokolla ja mikä on myös tässä käytössä, on CAN Open. Se on avoin protokolla, jonka lähtökohtana on ollut ohjelmoitavat logiikat, anturit ja toimilaitteet. Muita protokollia CAN-väylälle ovat mm. CAN Kingdom, SDS, DeviceNet. /1/

2.2 Oikosulkumoottori

Oikosulkumoottori on yleisin vaihtosähkömoottorityyppi. Se on asynkronimoottori eli epätahtimoottori. Tämä johtuu siitä, että moottori pyörii hitaammin kuin staattorikenttää. Oikosulkumoottorin yleisimpiä käyttökohteita ovat pumput, puhaltimet, työstökoneet ja kuljettimet. Kuvassa 1 5,5 kW oikosulkumoottori.



KUVA 1. ABB:n oikosulkumoottori

Oikosulkumoottorin pääosia ovat paikallaan oleva staattori ja pyörivä roottori. Molemmissa on käämitykset jotka eivät ole galvaanisesti yhteydessä toisiinsa. Näiden välissä on ilmaräily, jonka yli energia kulkee indusoitumalla. Joten oikosulkumoottoria voidaan myös kutsua induktimoottoriksi. Staattorissa käämitys koostuu vyyhteistä ja roottorissa on häkkikäämitys. Häkkikäämityksen johdosta sitä kutsutaan oikosulkumoottoriksi.

Käynnistysvirta on oikosulkumoottorille ominaista, koska virta on käynnistyshetkellä noin 5-8 kertaa suurempi kuin sen nimellisvirta. Tätä suurta käynnistysvirtaa voidaan rajoittaa käyttämällä taajuusmuuntajaa, pehmokäynnistintä, tai tähtikolmio-käynnistintä. /3/

Teholtaan moottori on 5,5 kW, nimellisvirraltaan se on 11,3 A. Moottorin nimellismomentti on 36 Nm.

2.3 Taajuusmuuttaja

1960-luvulta lähtien taajuusmuuttajia on ollut markkinoilla. Taajuusmuuttajat ovat kehittyneet ajan saatossa, koska tehoelektronikka komponentit ja mikroprosessorit ovat myös kehittyneet. /5/

Taajuusmuuttajalla voidaan säätää oikosulkumoottorin pyörimisnopeutta portaattomasti. Tätä ominaisuutta käytetään hyödyksi pumpuissa, paperikoneissa, kuljettimissa ja puhaltimissa. Taajuusmuuttaja eri vaihtoehtoista paras, kun katsotaan energiataloudellisuuden kannalta.

Taajuusmuuttaja nimensä mukaan muuttaa vaihtojännitteen taajuutta. Taajuusmuuttajan osat ovat tasasuuntaaja, välipiiri, vaihtosuuntaaja ja ohjaus- ja säätöpiiri. Tasasuuntaaja muuttaa vaihtojännitteen sykkiväksi tasajännitteeksi. Välipiirissä saatua tasajännitettä tasataan sekä käytetään energiavarastona. Vaihtosuuntaaja muuttaa tasajännitteen halutun taajuiseksi vaihtojännitteeksi. Vaihtosuuntaus toteutetaan yleensä pulssileveysmodulaation avulla. Ohjaus- ja säätöpiiri ohjaa taajuusmuuttajan tehopuolijohdekomponentteja sekä säätää niiden toimintaa.

Hinnaltaan taajuusmuuttaja on kalliimpi verrattuna pehmökäynnistimeen. Mutta monissa käyttökohteissa taajuusmuuttajalla etuna on parempi energiahyötysuhde, ja pidemmällä aikavälillä kannattavampi käyttö.

Tässä laitteistossa käytetään Telemecaniquen Altivar 71 taajuusmuuttajaa. Se toimii CAN-Open liitännällä, joten sitä voidaan käyttää väylän kautta. Se sisältää graafisen näyttöruudun ja valikot, joita on selkeä käyttää ja helpompaa kuin perinteisten taajuusmuuttajien. Navigointipainikkeella on helppo selailta menu-valikko. Simply-Start valikon avulla on helppo päästä alkuun.

2.4 Pehmökäynnistin

Pehmökäynnistin on hyvä jos halutaan käynnistellä oikosulkumoottoria pehmeästi. Pehmökäynnistintä käytetään pumpuissa, puhaltimissa ja kuljettimissa. Pehmökäynnistin on hieman taajuusmuuttaja halvempi. Pehmökäynnistimien yleisiä käyttökohteita ovat pitkien vesi- ja viemäriinjojen paineenkorotusasemat. Koska silloin vältetään putkistojen paineiskuilta, joita säädellään pehmökäynnistimen pitkillä kiihdytys- ja jarrutusajoilla. Vuosien ajan kertyneet epäpuhtaudet vesi- ja viemäriputkistoissa lähtevät paineiskun sattuessa liikenteeseen, josta kuluttajille seuraa ongelmia.

Laitteistoon kuuluu Telemecaniquen 48 Altistart – pehmökäynnistin. Käyttöön otossa asetetaan tarvittavat parametrit, esimerkiksi oikosulkumoottorin kilpiarvot. Tämä tapahtuu Setmenu valikossa. Kaikissa tapauksissa moottorin nimellisvirta pitää asetella moottorin arvokilven mukaiseen arvoon, joka tässä tapauksessa on 11,3A. Muita parametreja on esimerkiksi virtaraja, käynnistymisaika, pysäytystapa. Pehmökäynnistin on valmis käyttöön kun näytössä lukee rdY.

Laitteessa 4 ohjaustuloa: LI1 on STOP, LI2 on RUN, LI3 on pakotettu vapaa pysäytys (LIA) ja LI4 on pakotettu paikallisohjaus (LIL). Ohjauslähtöjä on 2, LO1 on moottorin terminen hälytys (tA1) ja LO2 on käyntitieto (ml). Relelähtöjä on 3 kappaletta, R1 on häiriörelle (r11). R2 on ohjauskontaktorin ohjaus käynnistyksen päätyttyä ja R3 käyntitieto (ml). Analogilähtöjä on yksi, joka on moottorin virta (OCr). Tiedonsiirto-parametrit ovat sarjaliikenneohjaus, logiikkaosoite, tiedonsiirtonopeus: 19200 bittiä sekunnissa ja tiedonsiirtomuoto: 8 bittiä, ei pariteettia, 1 seis-bitti. Pehmoa voidaan käyttää murskaimissa, joka kohtalaisen raskas käyttö ja tarvitsee S4 käyttötavan: 5 käynnistystä/h 4*In 23 sekunnin ajan. /4/

3 KESKUS

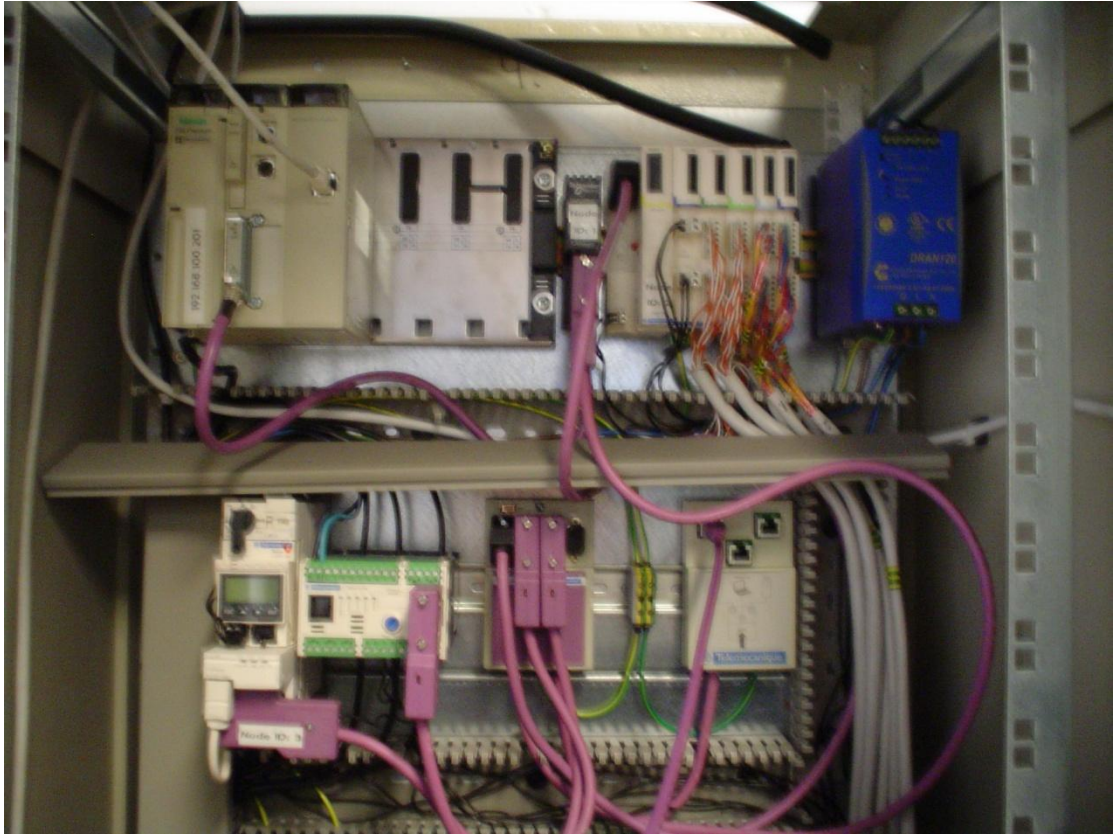
Keskus sisältää moottoripenkin ohjauslaitteet, CAN väylän ohjauskaapelit ja laitteet jota väylä käyttää. Lisäksi keskus sisältää taajuusmuuttajan ja pehmökäynnistimen. Keskuksen oveen on laitettu kosketusnäyttö paneeli, nokka kytkimet ja hätäseis painike. Keskus on suhteellisen kookas, 570 mm leveä ja 1900 mm korkea. Seinät ja ovi

ovat peltiä. Lisäksi oveen on tehty reiät taajuusmuuttajalle ja pehmokäynnistimelle, jotta niitä voidaan esimerkiksi parametrien muuttamiseksi käyttää ilman, että avaa keskuksen ovea.

Johtokourut on sijoitettu ja asennettu siten, että 400/230V käyttö- ja ohjauskaapelit ja CAN-väylä ja 24 V:n ohjauksen kaapelit risteilisivät mahdollisimman vähän häiriötilanteiden takia. CANOpen-väylä on hyvin altis häiriöille. Loput komponentit ovat sijoitettu siten, että mahdolliset muutostyöt tai korjaus toimenpiteet ovat helppo tehdä tarvittaessa. Johtokourut ovat asennettu 5-millisillä muoviniiteillä. Tämä sen takia että, yksittäiset johtimet eivät ole missään vaiheessa metallipintoihin. Muuten johdotus keskuksessa menee, että vasemmassa reunassa kulkee 400/230 V:n johdot ja oikeassa 24 V:n johdot.

3.1 Keskuksen yläosa

Keskuksen yläosassa sijaitsee CAN-väylä komponentit ja johdotukset. Keskuksessa pystykiskot, joita voi tarvittaessa säädellä syvyys suunnassa. Takimmaisiin kiskoihin on kiinnitetty lähes koko keskuksen korkeudelta pohjalevy. Pohjapellit ovat kiinnitetty matalakantaisilla Wronic-ruuveilla, koska silloin pystyy asentamaan johtokouruja ilman että ne aaltoilevat. Johtokourut menevät molemmissa reunoissa ja keskellä. Modicon Premium-logiikka on kiinnitetty vasempaan yläkulmaan. Tämän oikealla puolella on DIN-kisko, johon on asennettu TSX CPP 110-moduuli, jolla liitetään logiikka CAN-väylään. Tämän oikealla puolella on Advantys STB hajautusjärjestelmä. DIN-kiskon oikeaan laitaan on asennettu vielä Dran 120 24 Vdc-jännitelähde. Näiden alapuolella menee poikittain johtokouru. Tämän johtokourun alapuolelle on myös asennettu DIN-kisko, johon on kiinnitetty Te Sys U-moottorinkäynnistin ja Te Sys T-moottorinhallintajärjestelmä. Näiden oikealla puolella sijaitsee CAN-väylän jakopaneelit. Kuvasta selviää tarkemmin komponenttien sijoittelu keskuksen yläosassa.



KUVA 2.

3.2 Keskuksen ovi ja keskiosa

Etummaisiiin kiskoihiin on asennettu pohjalevy, johon on kiinnitetty Altivar 71-taajuusmuuttaja ja Altistart 48-pehmokäynnistin. Pohjapellin reunoihiin on asennettu johtokourut, joissa kulkee edellä mainittujen laitteiden johdotukset. Kuva 3a. näyttää keskuksen keskiosan tarkemmin.

Keskuksen oveen on asennettu Magelis-kosketusnäyttö, kaksi nokkakytkintä ja häätäseis-painike. Toisella nokkakytkimellä ohjataan oikosulkumoottorin kytKentä tapaa, eli kolmio- tai tähtikytkentä. Kun toisella valitaan, millä tavalla oikosulkumoottoria käytetään. Tavat on pehmokäynnistin, taajuusmuuttaja tai suorakäynnistys. Keskuksen vasemmassa reunassa on moottorin turvakatkaisija sekä läpiviennit kaapeleille. Kuva 3b. esittää oven komponentit.



KUVA 3a.

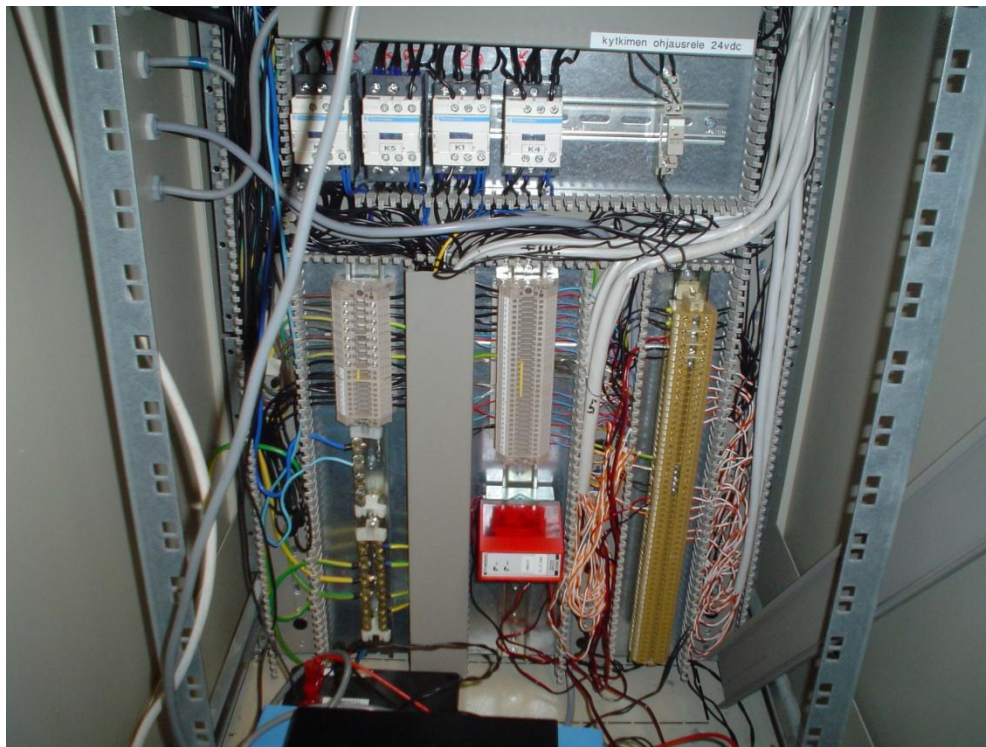


KUVA 3b.

3.3 Keskuksen alaosa

Keskuksen alaosassa sijaitsee kuusi suko-pistorasiaa. Seuraavaksi on suurempi johtokouru. Tämän sisällä on N- ja PE-kiskot sekä 24 voltin jakopiste. Tämän alapuolella DIN-kiskossa sijaitsee pääkytkin, neljä kappaletta johdonsuoja katkaisijoita, kaksi GV2 moottorisuojakatkaisijaa ja kaksi kontaktoria. Seuraavassa poikittain olevassa DIN-kiskossa on neljä kontaktoria ja oikeassa laidassa kytkimen ohjausrele.

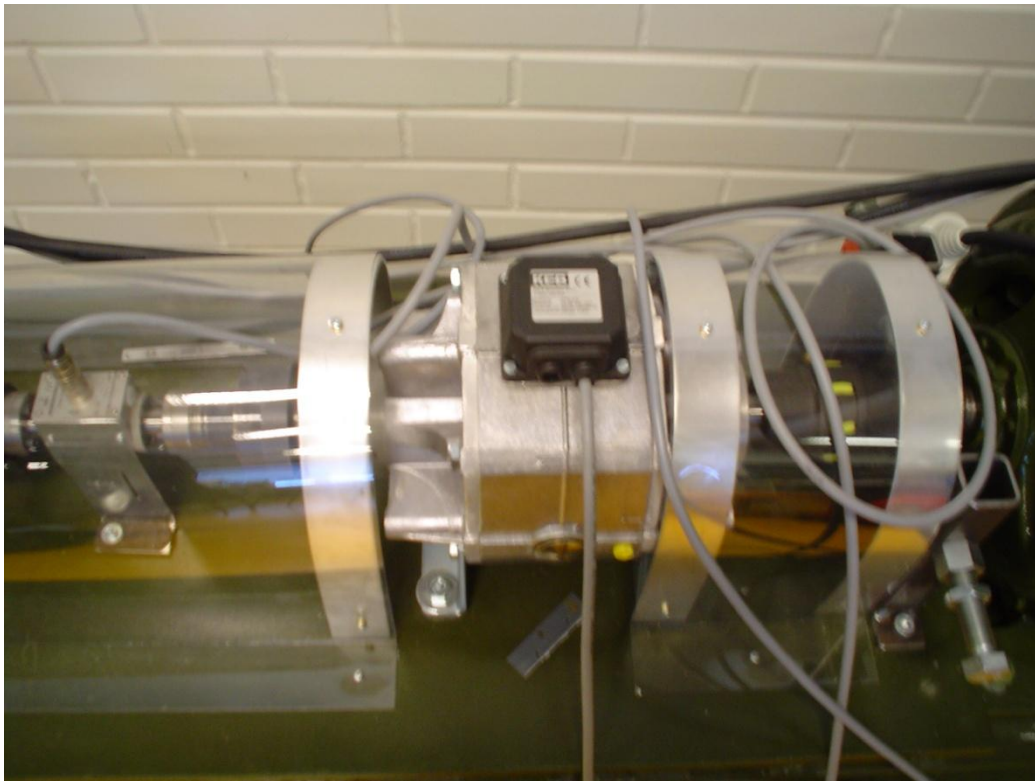
Alimapanana on kolme pystyasennossa olevaa DIN-kiskoa. Oikeanpuoleinen kisko on täynnä riviliittimiä, joihin tulee logiikalta I/O-liitynnät. Johdotus on tehty hienosäikeisillä johdoilla, jonka takia johtojen päihin on asennettu kartion muotoiset kovikeholkit. Holkit saa hyvin puristettua holkkipuristuspihdeillä. Näin saadaan hyvin varma liitos ja johdin helpompi laittaa ahtaaseen riviliittimeen. Keskimmaisessä kiskossa on myös riviliittimiä, joihin on liitetty kontakteja. Vasemmassa reunassa DIN-kiskon yläreunassa on muutamia riviliittimiä ja alaosan PE- ja N-lisäkiskot. Kuvasta 4. selviää paremmin alaosan komponenttien sijoittelu.



KUVA 4.

4 MOOTTORIN ALUSTA

Moottorin alusta on tehty paksusta teräksestä, jotta se kestää laitteiden tuoman painon. Vasemmassa päässä sijaitsee oikosulkumoottori, jonka jälkeen tulee kytkin, jolla momenttianturi on kytketty akseliin. Anturi on tuettu alumiinisista valmistetulla tukilevyllä, jottei se lähtisi pyörimään akselin mukaan. Momenttianturin jälkeen tulee jarru. Jarrun rakenne selviää kuvasta 5. Jarrun jälkeen tulee kytkin, jonka avulla tasasähkögeneraattori on kytketty tekemään kuormaa moottorille.



KUVA 5.

Akseli, joka menee moottorilta generaattorille, täytyy olla täysin suorassa ja akselikorkeus tismalleen sama koko matkaltaan. Tämän takia jarrun jalvoja on säädetty korkeammalle ja oikosulkumoottorille myös hieman korkeutta. Mutta siinä ei ole jarrun tapaista säätöä, joten moottorin jalkojen ja alustan väliin on laitettu peltiset korotuspalat.

5 NOPEUSANTURI

Nopeusanturi toimii pulssitieto periaatteella ja on rakenteeltaan sellainen, että sen pystyy asentamaan akselin päähän, pysty tai vaaka asennossa. Kyseinen anturi on ollut aikaisemmin samaisen tasasähkögeneraattorissa asennettuna, mutta jostakin syystä se on otettu pois.

Nopeusanturilta tieto menee NOMAK-kaapelia pitkin boksiin, josta nopeustieto lähetetään jännitetietona eteenpäin. Boksi tarvitsee 24 Vdc toimiakseen.

5.1 Anturin asentaminen

Tutkittuani anturia jonkin aikaa, huomasin anturin olevan jumissa. Epäilin anturin sisällä olevan akselin ottavan kiinni kuoreen. Tämän kuoren sai auki avaamalla kolme pientä ruuvia ja vetämällä tämän kuoren pois. Pyörivässä akselissa on kaksi kiinnikettä, joilla puristetaan tappi joka tulee generaattorin akselilta. Juuri nämä puristuskiinnikkeet hankasivat ulkokuoreen, koska ne olivat liian auki.

Seuraavana piti miettiä miten nopeusanturi tulisi asentaa tasasähkögeneraattorin päähän. Tähän asiaan sain apua laboratorioteknikko Timo Vitikaiselta, joka tuntee paremmin tämäntapaiset asiat. Yllätys oli aika suuri kun Timo avasi akselin pään suoja-pellin, jolloin ilmeni seuraava ongelma. Ongelmana oli katkennut akselitappi, mikä oli vielä katkennut ihan juuresta, jolloin sitä ei saanut millään muulla tavalla pois kuin ulosvetotapin avulla. Seuravana päivänä Timolla oli työkalut operaatiota varten. Ulosvetotappi oli saatava keskelle katkennutta päätä, jossa hän onnistui täydellisesti. Seuraavana oli katkenneen pään pyörittäminen pois, jota haittasi lukite kierteessä. Onneksi katkennut tappi saatiin pois ilman vahinkoja kierteessä ja laakerissa. Kuvassa 6. ilmenee tilanne kun katkennut akseli on saatu pois.



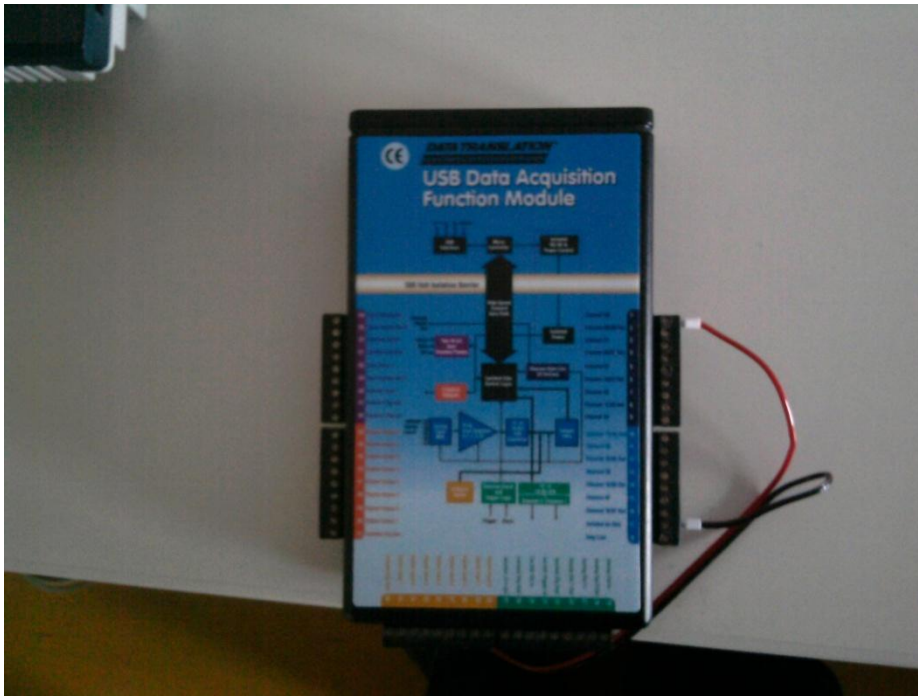
KUVA 6.

Sitten oli saatava uusi tappi ja se olisi teetettävä. Apua sain koneteknikko Simo Hirvimäeltä, joka teki uuden tapin sorvissa. Seuraavana päivänä Simo oli jo tehnyt tapin ja asentanut lisäksi nopeusanturin paikoilleen.

Tämän jälkeen kiinnitin kaapelin nopeusanturiin ja toisen pään takoboksiin. Mutta tähän boksiin täytyi tehdä sitä ennen muutoksia. Koska boksi lähettää jännitetietoa ja logiikka ymmärtää vain virtatietoa, joten boksin ja logiikan välin täytyi asentaa jännitevirta muunnin. Tämä aiheutti vielä sen, että kun boksi syötti ulos 0-15 Vdc ja muuntimen jännitealue on 0-5 Vdc, täytyi boksiin asentaa kolme 10 k Ω vastusta boksiin. Tarkemmin ulostuloliittimien + ja – napojen väliin. Tässä hommassa oli iso apu Mannisen Teemusta. Hän lisäksi neuvoi miten muunnin asennetaan. Muuntimen asensin keskimmäiseen DIN-kiskoon keskuksen alaosassa. Muuntimelta menee sitten johdot riviliitimille, josta virtatietona logiikalle. Johdotuksessa käytin hienosäikeistä johtoa ja asensin jokaisen johtimen päähän kovikeholkit, jotta johdotus on luotettava.

5.2 Data Translation DT9800

Lisäksi asensin tiedonkeruomodiuulin, joka on Data Translationin USB-väylään asennettava DT9800. Tämän laitteen antoi minulle Teemu Manninen. Tämä siitä hyvä moduuli, että asennuksessa ei tarvita kuin kytkeä USB kaapeli tietokoneeseen ja mitaus voidaan aloittaa, erillistä virtakaapelia ei tarvita. DTScope ohjelmalla pystyy seuraamaan viivadiagrammina tuloksia. Kuvassa 7. on DT9800 tiedonkeruomodiuuli.



KUVA 7.

Perusominaisuuksia laitteessa on, 8-16 A/D-kanavaa 2 D/A-kanavaa, 2 laskuria, 16 I/O-linjaa, 12/16bit resoluutio, ja 100 khz näytteenottotaajuus. Laite ymmärtää 0-10 Vdc tulojännitettä. Lisäksi Data Translationin tiedonkeruulaiteet toimivat myös muiden valmistamilla mittausohjelmilla, mm. LabVIEW:lä. /6/

6 OHJEMOINTI

Ohjelmointi alkoi tutustumalla Sycon ohjelmaan, koska ohjelmalla konfiguroidaan laitteisto väylään. Eds-tiedostojen tiedoilla laitteistot kommunikoivat CAN-väylän kanssa. Teemu Manninen ehdotti, että ottaisin kaikista tärkeimmistä tiedostoista varmuuskopiot ja tekisin harjoittelun vaikka moottorikäynnistimellä. Teemun avulla sitten sain jotain järkeä tähän hommaan ja ymmärsin jotenkuten miten CAN-väylä toimii.

Kaiken tämän jälkeen logiikkaa piti ohjelmoida Unity Pro M-ohjelmalla. Logiikan muistissa oli jo olemassa oleva kokoonpano ladattu, mutta nyt piti vain lisätä nopeusanturin tiedot logiikkaan. Mutta taas tuli ongelmia matkaan, koska logiikka ei jostakin syystä ottanut uutta tietoa muistiinsa. Herjausvirhe viittasi jotenkin muistikorttiin joka sijaitsee TSX CPP100-moduulissa. Virhe sanoma oli ”flashcart bridge”, jota ei Man-

ninenkaan ymmärtänyt. Kaikenlaisten temppujen jälkeenkään en saanut ongelmaa ratkottua ja Nopeusanturin asennuksen viimeistely jäi vaiheeseen.

7 OIKOSULKUMOOTTORIN MITTAUKSET

Tein vielä oikosulkumoottorille tehomittauksia eri käyttötavoilla, eli taajuusmuuttajalla, pehmokäynnistimellä ja suoraikäytöllä. Mittauksissa käytin hyödyksi kuormana tasasähkögeneraattoria. Koska generaattorin ankkuri tarvitsee tasasähköä, joten minun piti muuttaa vaihtosähkö tasasähköksi tasasuuntaajasillan avulla. Käyttämäni tasasuuntaajasilta oli kolmivaiheinen ja generaattori tarvitsi vain yksivaiheista tasajännitettä magnetoitumiseen. Joten kytkin tasasuuntaajasillan yksivaiheisesti työpöytäni, josta otin jännitteen. Tasasuuntaajasillan ja generaattorin väliin laitoin virta ja jännitemittarit, joista näki tasavirran ja – jännitteen suuruuden mitä syötettiin generaattoriin. Johdot kytkin generaattorin kyljessä olevaan laatikkoon, jossa on ankkurin kytkin ja sekä kolme kytkettävää vastusta, kukin 17,2 ohmin suuruisia. Laitoin vielä virta- ja jännitemittarit, joista näki generaattorin antamat arvot.

Mittaukset tein siten että annoin oikosulkumoottorin pyöriä nimellisa nopeudella, eli 1500 rpm. Oikosulkumoottorin teholaskuissa käytin kolmivaiheteho kaavaa $P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$, tehokertoimena käytin kilpiarvoa 0,86 ja jännitteenä vakioarvona käytin 395 V, virta-arvot otin keskuksen kosketusnäytöltä. Generaattorin teholaskelmissa käytin normaalia yksivaiheen kaava $P = UI$, jännitteenä käytin vakio 175 Vdc, jota pidin samana lisäämällä jännitettä työpöydästä. Virta-arvot sain laatikkoon kytketystä yleismittarista. Hyötysuhteen laskin kaavalla $\eta = \frac{P_2}{P_1}$, jossa P_2 on generaattorinteho ja P_1 on moottorinteho. Taulukoista 1,2 ja 3 näkee saadut tulokset.

TAULUKKO 1. Taajuusmuuttaja

Vastus(kpl)	KytKentä	Moottorinteho (kW)	Generaattorin teho (kW)	Hyötysuhde (%)
0	Tähti	1,12	0,26	23,2
1	Tähti	2,53	1,95	76,9
2	Tähti	6,41	3,60	56,2
3	Kolmio	7,18	5,40	75,2

TAULUKKO 2. Pehmökäynnistin

Vastus(kpl)	KytKentä	Moottorinteho (kW)	Generaattorinteho (kW)	Hyötysuhde (%)
0	Kolmio	2,77	0,22	8,1
1	Kolmio	3,59	1,94	54,1
2	Kolmio	4,82	3,66	75,9
3	Kolmio	6,70	5,40	80,6

TAULUKKO 3. Suorakäyttö

Vastus(kpl)	KytKentä	Moottorinteho (kW)	Generaattorinteho (kW)	Hyötysuhde (%)
0	Tähti	0,79	0,32	40,8
1	Tähti	2,59	1,70	65,6
2	Kolmio	5,17	3,69	71,4
3	Kolmio	7,05	5,40	76,5

8 POHDINTA

Työn tekeminen vei pitempään kuin etukäteen arvelin, koska en ollut aikaisemmin ollut tekemisessä CAN-väylän ja tämän tyyppisen laitteiston kanssa. Lähes kaikki tieto oli englanniksi, joka myös hidasti etenemistä työssä.

Työ alkoi tutustumalla rakennettuun laitteistoon ja sen ominaisuuksiin. Luin ohjekirjat ja sen lisäksi etsin tietoa internetistä. Näiden pohjalta alkoi muodostua minkälainen työstä tulisi. Työn etenemistä haitanneet ongelmat aiheuttivat sen, etten saanut työtä valmiiksi niin kuin piti. Laskelmat menivät ihan hyvin. Ajankäyttö ongelmia myös aiheutti siirtymiseni jo työelämään.

LÄHTEET

1. VTT. WWW-dokumentti.
<http://www.automationit.hut.fi/file.php?id=324>
Ei päivitystietoa. Luettu 5.3.2010.
2. WWW-dokumentti. http://www.iha.tut.fi/education/IHA-3100/can_perusteet.pdf
Ei päivitystietoa. Luettu 5.3.2010.
3. Jukka, Ahoranta. Sähkötekniikka. Helsinki: WSOY. 2006. ISBN 951-02291-7
4. Altistart 48 käyttäjän käsikirja.
5. Danfoss. Tietämisen arvoista asiaa taajuusmuuttajista. 1992. ISBN 87-87411-00-8
6. Mespek Oy. WWW-dokumentti.
http://www.mespek.com/u_tiedonkeruumuoduuli.html
Ei päivitystietoa. Luettu 27.4.2010.