



Eppu Annala

Sähkömoottorin ohjausjärjestelmän vianmääritys ja palautus opetus- käyttökelpoiseksi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

6.3.2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Eppu Annala
Otsikko:	Sähkömoottorin ohjausjärjestelmän vianmääritys ja palautus opetuskäyttökelpoiseksi
Sivumäärä:	31 sivua + 1 liite
Aika:	6.3.2024
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Automaatiotekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Kai Virta

Insinööriyössä kunnostetaan Metropolia Ammattikorkeakoulun automaatiotekniikka-opiskelijoiden käytännönläheisillä oppitunneilla käytettyä puhallinmoottoriyksikköä ohjaavaa järjestelmää. Laboratorio-oppitunneilla opiskelijat tutustuvat muun muassa taajuusmuuttajakäyttöihin ja moottoreiden ohjaukseen eri järjestelmillä. Vikaantumisen vuoksi järjestelmä ei ole enää käytettävissä oppimateriaalina. Työn tavoitteena on selvittää ohjausjärjestelmän vika, korjata se toimivaksi ja lisätä uusia toimintoja monipuolisempien oppikokemusten saavuttamiseksi. Tavoitteena on palauttaa toimiva kokonaisuus, mikä koostuu ohjausjärjestelmästä, laboratoriotyöohjeesta sekä tehtävistä, joita oppilaat suorittavat käytännönläheisillä oppitunneilla.

Työn ohjausjärjestelmän tärkeimmät komponentit ovat taajuusmuuttaja, PLC eli ohjelmoitava logiikka ja nappipaneeli. Taajuusmuuttajaa ohjataan ulkoisesti logiikalla ja erillisellä nappipaneelilla. Opiskelijoiden tehtävänä on laboratoriotyöohjetta seuraten kytkeä järjestelmä, ohjelmoida logiikka, alustaa taajuusmuuttaja, ohjata moottoria järjestelmällä sekä tehdä työhön liittyvät tehtävät.

Järjestelmän vianmäärityksen tuloksena taajuusmuuttaja todetaan vikaantuneeksi ja tämä vaihdetaan uuteen. Korjattuun järjestelmään lisätään pulssianturi, jolla voidaan seurata moottorin nopeutta sekä pyörimissuuntaa. Puhallinmoottoriyksikkö vaihdetaan sähkömoottoriin, jota voidaan ajaa kumpaankin suuntaan. Näillä parannuksilla järjestelmän toiminnan ohjelmointiin saadaan monipuolisuutta. Järjestelmä uudelleenohjelmoidaan ja laboratoriotyöohje päivitetään vastaamaan uudistetun ohjausjärjestelmän toimintoja.

Tavoitteet, kuten ohjausjärjestelmän vian selvitys, kunnostus sekä uusien toimintojen lisääminen saavutetaan. Kunnostettu laboratoriotyö tarjoaa monipuolisempia oppimahdollisuuksia taajuusmuuttajan, logiikan ja pulssianturin toiminnoista sekä käyttömahdollisuuksista. Ohjausjärjestelmä sekä päivitetty laboratoriotyöohje palautetaan opetuskäyttökelpoisena kokonaisuutena työn antaneelle lehtorille.

Avainsanat: taajuusmuuttaja, ohjelmoitava logiikka

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Eppu Annala
Title: Troubleshooting and Restoration of an Electric Motor Control System for Educational Use
Number of Pages: 31 pages + 1 appendix
Date: 6 March 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Automation Engineering
Supervisors: Kai Virta, Senior Lecturer

This thesis concerns on refurbishing a control system for a fan motor unit used on practical lessons by automation technology students at Metropolia University of Applied Sciences. During laboratory sessions, students familiarize themselves with variable frequency drive drives and motor control using different systems. Due to a malfunction, the system is no longer usable as a learning tool. The project aimed to identify the faults in the control system, rectify them to restore functionality, and introduce new features to enhance diverse learning experiences. The goal was to create a functional entity, consisting of the control system, instructional document and tasks to be performed by students during hands-on laboratory sessions.

The key components of the control system are the variable frequency drive, programmable logic controller, and button panel. The VFD is externally controlled by the PLC and a separate button panel. Following the work instructions, students are tasked with wiring the system, programming the PLC, initializing the VFD, controlling the motor with the system and completing tasks related to the system.

Following the troubleshooting of the system, a malfunctioning VFD was identified and replaced with a new one. The repaired system was enhanced by adding an encoder to monitor motor speed and rotation direction. The fan motor unit was replaced with an electric motor capable of running in both directions, providing versatility in programming the system's operation. The system was reprogrammed, and the laboratory work instructions were updated to align with the new configuration.

The goals, such as identifying and rectifying faults in the control system and adding new functions, were successfully achieved. The refurbished laboratory assignment offers more diverse learning opportunities about the functions and applications of the VFD, PLC, and encoder. The control system and the updated instructional guide document can be used in education.

Keywords: VFD, PLC

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Laitteisto, komponentit ja ohjelmistot	2
2.1	Ohjausjärjestelmä	2
2.1.1	PLC	3
2.1.2	Taajuusmuuttaja	4
2.1.3	Painonapit	6
2.1.4	Pulssianturi	6
2.2	TIA Portal -ohjelmointiympäristö	8
2.3	Työohje	8
3	Työn kulku	10
3.1	Vianmääritys	10
3.2	Kunnostus ja toimintojen lisääminen	13
3.2.1	Taajuusmuuttajan vaihto	13
3.2.2	Moottorin vaihto	17
3.2.3	Pulssianturin lisääminen järjestelmään	18
3.2.4	Järjestelmän uudelleenohjelmointi	20
3.3	Työohjeen päivitys	26
3.4	Järjestelmän testaus	27
4	Yhteenveto	29
	Lähteet	31
	Liitteet	
	Liite 1: Laboratoriotyöohje	

1 Johdanto

Tässä insinööriyössä kunnostetaan puhallinmoottoriyksikköä ohjaava järjestelmä. Kyseistä ohjausjärjestelmää on käytetty Metropolia Ammattikorkeakoulun automaatiotekniikkaopiskelijoiden käytännönläheisillä oppitunneilla, joilla oppilaat ovat tutustuneet taajuusmuuttajakäyttöihin ja moottoreiden ohjaukseen eri järjestelmillä ja menetelmillä. Kyseisillä laboratorio-oppitunneilla oppilaat suorittavat annetun työohjeen mukaisia tehtäviä ja toimenpiteitä. Näihin tehtäviin kuuluu muun muassa ohjelmointia, erilaisiin järjestelmiin ja taajuusmuuttajiin tutustumista ja moottoreiden ohjaamista niiden avulla.

Työn kohteena ollutta ohjausjärjestelmää ei voi käyttää oppimateriaalina vikaantumisen vuoksi. Työn tavoitteina on selvittää alkuperäisen ohjausjärjestelmän vika ja korjata järjestelmä toimivaksi, jotta sitä voidaan hyödyntää oppitunneilla tulevaisuudessa. Lisäksi alkuperäiseen järjestelmään on tavoitteena lisätä toimintoja, jotta järjestelmän käyttäjä saisi monipuolisempia oppikokemuksia laboratoriotyötä tehdessään. Toimintojen tarkoituksena on lisätä työssä käytettävän ohjelmointiympäristön ja laitteiden tuntemusta sekä monipuolistaa työohjeen ohjelmointitehtäviä. Järjestelmän valmistuttua laboratoriotyön työohje päivitetään vastaamaan uuden järjestelmän ominaisuuksia ja laitteita. Lopputuloksena on tarkoitus palauttaa toimiva kokonaisuus, josta on hyötyä sekä opettajille että oppilaille.

Projektin edetessä työssä käytetään suunniteltua monipuolisemmin eri ohjelmistoja ja laitteita pienien esteiden ylittämiseksi ja insinööriyön tavoitteiden saavuttamiseksi. Projekti laajenee siis hieman alkuperäisestä oletetusta laajuudesta, mikä tuo mukanaan toivottua monipuolisuutta tiedonhakuun, erilaisten laitteiden sekä ohjelmien käyttöön ja raportointiin.

Aluksi raportissa kerrotaan ohjausjärjestelmästä ja sen komponenteista, laboratoriotyön työohjeesta sekä työssä käytetyistä ohjelmistoista. Työn kulku -luvussa käydään läpi järjestelmän vianmääritys, korjaus toimivaksi järjestelmäksi,

järjestelmän parantelu ja uudelleenohjelmointi sekä uuden laboratoriotyöohjeen päivitys. Lopuksi käydään läpi järjestelmän testaus ja kokonaisuuden palautus opetuskäyttökelpoisena.

2 Laitteisto, komponentit ja ohjelmistot

2.1 Ohjausjärjestelmä

Työssä käytettävä puhallinmoottoriyksikön ohjausjärjestelmä (kuva 1) koostuu Vacon NXS -taajuusmuuttajasta, Siemensin ohjelmoitavasta logiikasta, nappi-paneelistista, jossa on käynnistyspainike (START), pysäytyspainike (STOP) ja kaksi moottorin nopeutta säätävää painonappia (S1 ja S2), riviliittimestä, kolmesta releestä, joista yksi on käytössä ja virtalähteestä. Komponentit on kiinnitetty asennuslevyyn.



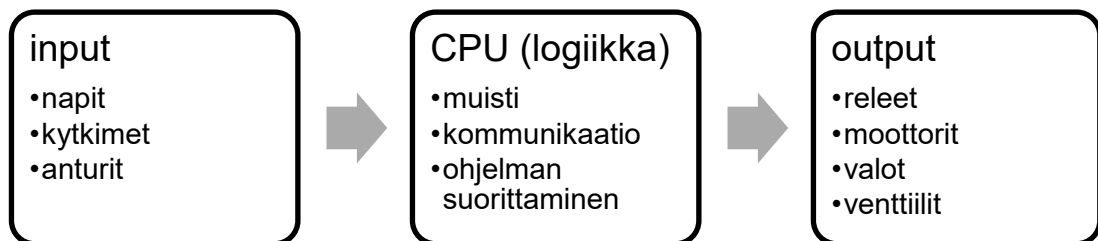
Kuva 1. Moottorin ohjausjärjestelmä

Laboratoriotyössä järjestelmän tulee toimia seuraavalla tavalla: Moottori käynnistyy painamalla start-nappia ja pysähtyy sekä taajuusmuuttajan käyttöpaneelin että nappipaneelin stop-napeilla. Moottorin nopeus kasvaa 2,5 Hz painonapin S1 painalluksella ja nopeus vähenee 2,5 Hz painonapin S2 painalluksella.

2.1.1 PLC

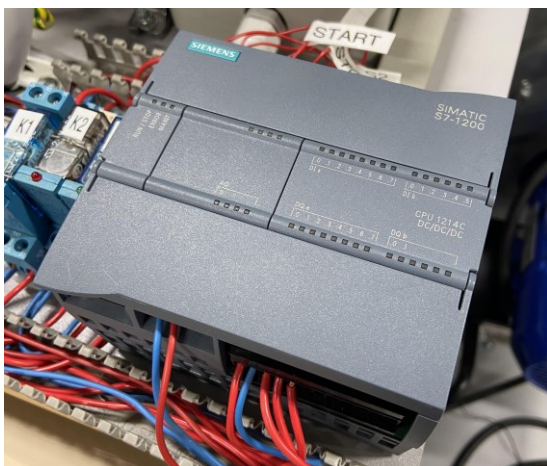
Ohjelmoitavat logiikat eli PLC:t (Programmable Logic Controller) ovat pieniä tietokoneita, jotka on suunniteltu automatisoimaan erilaisia ohjausprosesseja.

PLC:itä käytetään muun muassa tehtaissa ja teollisuuslaitoksissa moottoreiden, pumppujen ja muiden koneiden ohjaamiseen. Ohjelmoitavat logiikat ovat monimutkaisia ja tehokkaita tietokoneita, mutta yksinkertaistettuna PLC vastaanottaa syötteitä (input), suorittaa syötteiden pohjalta loogista pohdintaa prosessorissaan eli CPU:ssa (Central Processing Unit) ja sen jälkeen kytkee päälle tai pois päältä lähtöjä (output) tuon logiikan perusteella. [1.] Kuvassa 2 on esitetty yksinkertaistettu logiikan toimintamalli.



Kuva 2. Yksinkertainen malli PLC:n toiminnasta

Työn ohjausjärjestelmässä käytetään Siemens SIMATIC S7-1200 -logiikkaa, jossa on analog output SB 1232 -moduuli (kuva 3). Kyseinen PLC soveltuu hyvin yksinkertaisiin automaatioprojekteihin kompaktin kokonsa, mutta silti riittävän tehonsa puolesta.



Kuva 3. Järjestelmässä käytettävä SIMATIC S7-1200 PLC

Ohjelmoitava logiikka ohjelmoidaan TIA Portal -ohjelmointiympäristössä ohjaamaan taajuusmuuttajan nopeusohjetta analogisen tulon kautta sekä moottorin käynnistys- ja pysäytystoimintoja digitaalisen tulon kautta. PLC:n digitaalilähtö on kytketty releeseen ja analoginen lähtö riviliittimen kautta taajuusmuuttajan analogiseen tuloon.

2.1.2 Taajuusmuuttaja

Taajuusmuuttaja on laite, jota käytetään sähkömoottorin nopeuden ohjaamiseen. Yleisimmät taajuusmuuttajan käyttötarkoitukset ovat pumppujen, tuulettimien ja kompressorien ohjaus. Taajuusmuuttajalla parannetaan ja optimoidaan sähkömoottoreihin perustuvien sovellusten ja prosessien ohjausta, vähennetään energiankulutusta sekä moottorin mekaanista kulutusta. [2.]

Taajuusmuuttajalla voidaan muuntaa energiaa luonnollisista ja uusiutuvista luonnonvaroista, kuten auringosta, tuulesta tai vedestä, ja siirtää se sähköverkkoon tai käyttää paikalliseen kulutukseen. Hybriditeknologioissa taajuusmuuttajien avulla yhdistetään perinteiset energianlähteet ja energiavarastot erilaisten energianhallintaratkaisujen luomiseksi. [2.]

Taajuusmuuttajan toimintaperiaate voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa kolmivaihejännite syötetään taajuusmuuttajan tasasuuntaajaan. Tasasuuntaaja koostuu useista diodeista, jotka on kytketty rinnakkain. Nämä diodit sallivat sähkövirran kulun vain yhteen suuntaan ja estävät sen virtaamisen takaisinpäin. Täten muodostuu karkeaa tasavirtaa, joka siirtyy toiseen vaiheeseen: DC-väylään. DC-väylä toimii suodattimena käyttäen kondensaattoreita tai induktoreita tasoittaakseen karkeaa tasavirtaa tasaiseksi tasajännitteeksi. Tasoitettu tasavirta etenee sitten kolmanteen vaiheeseen, joka on invertteri. Invertteri koostuu useista elektronisista kytkimistä, jotka avautuvat ja sulkeutuvat pareittain ohjaamaan sähkövirtaa. Vaihtovirtaa voidaan tuottaa tasavirtalähteestä säätämällä sähkön reittiä ja sen kulkuaikaa eri reiteillä. [3.]

Laboratoriotyön alkuperäisessä ohjausjärjestelmässä käytetään Vacon NXS -taajuusmuuttajaa (kuva 4). Järjestelmän kunnostuksen yhteydessä vanha taajuusmuuttaja vaihdetaan uuteen ABB ACS800 -taajuusmuuttajaan (kuva 4).



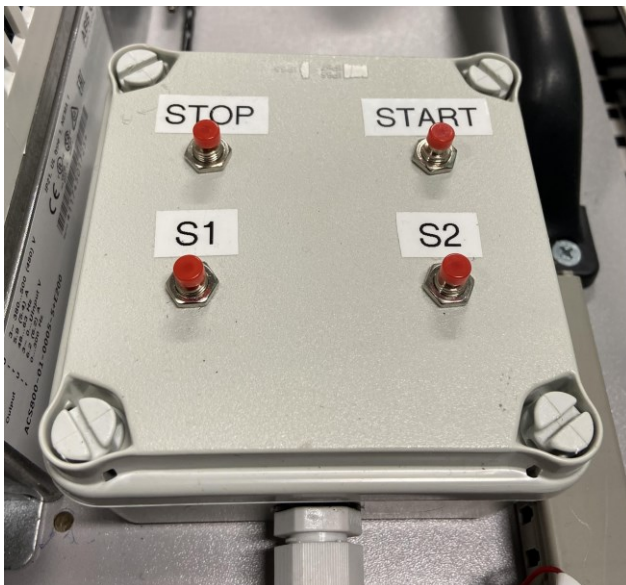
Kuva 4. Vacon NXS- sekä ABB ACS800 -taajuusmuuttajat

Uusi taajuusmuuttaja valikoitui sillä perusteella, että se oli vapaana käyttöön otettavaksi koulun varastosta. Järjestelmään taajuusmuuttaja on toimiva, mutta pienemmälläkin teholla varustettu taajuusmuuttaja olisi kelvannut. ABB:n taajuusmuuttajaan tutustumisella ja sen käytöllä on kuitenkin enemmän arvoa

oppilaille, sillä se on laajemmin käytössä oleva taajuusmuuttaja verrattaessa Vaconiin.

2.1.3 Painonapit

Järjestelmässä on nappipaneeli (kuva 5), jossa on neljä painonappia, joilla käyttäjä ohjaa puhallinmoottoria. Painonappia S1 painamalla moottorin nopeus kasvaa 2,5 Hz ja painonappia S2 painamalla nopeus laskee 2,5 Hz. Nappipaneelin start-nappia painamalla moottori käynnistyy ja stop-napilla pysähtyy. Painonapit on kytketty logiikan tuloihin DI.0, DI.1, DI.2 ja DI.3.



Kuva 5. Ohjausjärjestelmän nappipaneeli

2.1.4 Pulssianturi

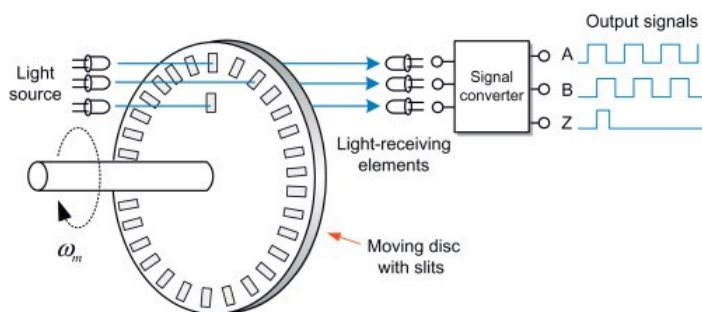
Pulssianturit ovat asentoa ja nopeutta havaitsevia sähkömekaanisia antureita, jotka muuntavat pyörivän mekaanisen siirtymän digitaalisiksi signaaleiksi. Pulssianturit voidaan jakaa absoluuttiantureihin ja inkrementtiantureihin. Absoluuttianturi antaa tarkkaa dataa pulssianturin asennosta ja inkrementtianturi muuttaa akselin asennon tai nopeuden digitaalisiksi signaaleiksi, jonka avulla esimerkiksi pyörimisnopeutta voidaan seurata. [4, s. 375.]

Ohjausjärjestelmään lisätään pulssianturi (kuva 6) järjestelmän kunnostuksen yhteydessä. Pulssianturi kiinnitetään ohjausjärjestelmän moottoriin sekä kytketään logiikkaan ja sen avulla tarkkaillaan moottorin nopeutta.



Kuva 6. Ohjausjärjestelmään lisättävä pulssianturi

Ohjausjärjestelmään lisättävä pulssianturi on inkrementtianturi, jonka resoluutio on 400 PPR (pulses per revolution eli pulssia yhden kierroksen aikana). Inkrementtianturin toiminta perustuu valolähteisiin ja fototransistoreihin, jotka vastaanottavat LED:ien valoa pulssianturin akseliin kiinnitetyn pyörivän levyn raoista. [4, s. 375.] Näitä rakoja on saman verran kuin kyseisen anturin PPR-arvo on eli tässä tapauksessa 400. Kuvassa 7 on esitetty anturin toiminta yksinkertaistettuna.



Kuva 7. Yksinkertainen malli inkrementtianturin toiminnasta [4, s. 376].

Yleisesti antureissa on A-, B- ja Z- pulssit, joista A- ja B-pulssit muodostavat nämä 400 pulssia kierroksen aikana. B-pulssit ovat 90° A-pulsseja jäljessä, mikä mahdollistaa pyörimissuunnan tunnistamisen. Esimerkiksi, kun moottori pyörii eteenpäin, pulssi A on pulssin B edellä ja päinvastoin moottorin pyöriessä taaksepäin. Z-pulssia kutsutaan referenssipulssiksi tai nollapulssiksi. Pulssi Z generoidaan kerran kierrosta kohden ja sitä voidaan käyttää pulssianturin asennon vertailukohtana. [4, s. 376.]

2.2 TIA Portal -ohjelmointiympäristö

TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) on Siemensin kehittämä ohjelmointiympäristö, joka on suunniteltu teollisuusautomaation suunnitteluun, ohjelmointiin ja ylläpitoon. TIA Portal mahdollistaa erilaisten Siemensin automaatiojärjestelmien, kuten teollisuusrobotiikan, PLC-ohjauksen, HMI (Human-Machine Interface) -näyttöjen ja muiden automaatiolaitteiden suunnittelun ja ohjelmoinnin yhden käyttöliittymän kautta. [5.]

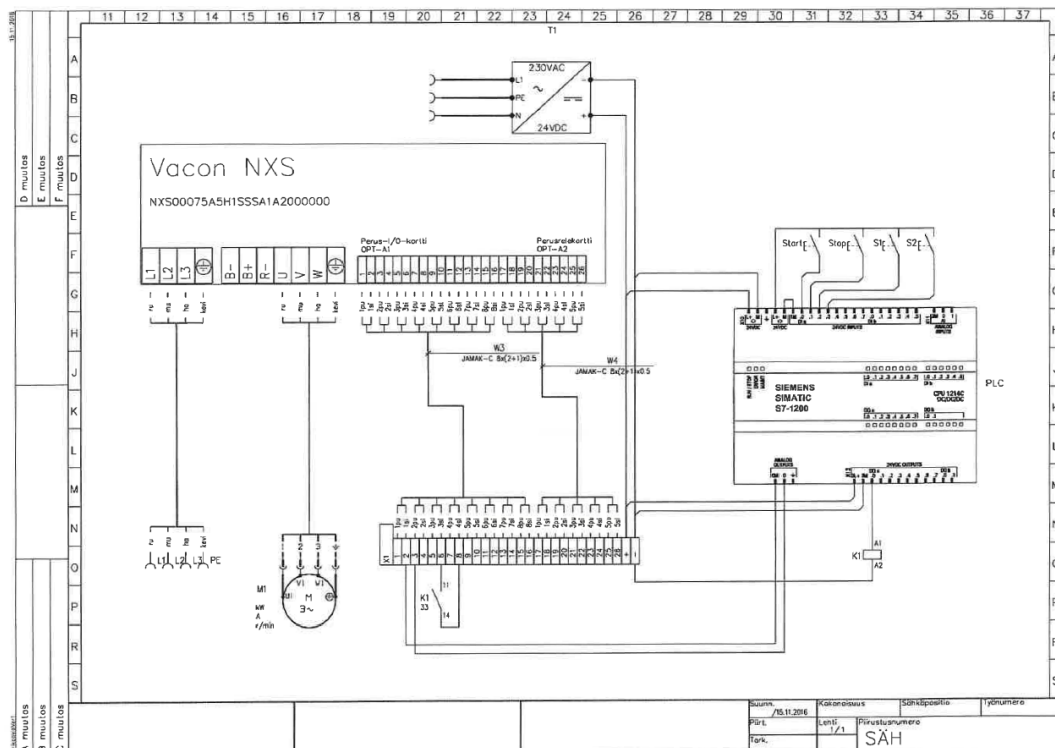
TIA Portal käyttää viittä ohjelmointikieltä, jotka ovat LD (ladder diagram), FBD (function block diagram), SFC (sequential function chart), IL (instruction list) ja ST (structured text), joka tunnetaan TIA Portalissa nimellä SCL (structured control language). [6.]

Laboratoriotyössä käytetään TIA Portalia ohjelmoitavan logiikan ohjelmointiympäristönä. Työssä käytän ohjelmointiympäristöä PLC:n työohjeen vaatimusten mukaiseen ohjelmointiin sekä päivitetyn ohjausjärjestelmän toimintojen ohjelmointiin.

2.3 Työohje

Alkuperäisessä laboratoriotyössä opiskelijat tutustuvat taajuusmuuttajan ja ohjelmoitavan logiikan ominaisuuksiin puhallinmoottoriyksikön avulla. Päivitetystä versiossa puhallinmoottori on vaihdettu perinteiseen sähkömoottoriin. Opiskelijat seuraavat työohjetta ja suorittavat vaaditut tehtävät.

Työohjeen mukaan oppilaat suunnittelevat logiikan ohjelman toimimaan halutulla tavalla sekä tekevät tarvittavat kytkennät laboratoriotyöohjeessa olevan johtokaaviokuvan (kuva 8) mukaisesti riviliittimeltä logiikalle. Tämän jälkeen taajuusmuuttajaan syötetään oikeat parametrit ohjeiden ja käytettävän moottorin arvokilven mukaan. Oppilaat testaavat ohjelman ja järjestelmän toimivuuden ja ohjaavat moottoria työohjeen mukaan painonapeilla. Lopuksi oppilaat pitävät kirjaa moottorin ohjausvirrasta sekä -jännitteestä eri taajuusnopeuksilla.



Kuva 8. Ohjausjärjestelmän kytkennät työohjeessa

Työssä hyödynnän Laboratoriotyön työohjetta järjestelmän vianmäärityksen tukena ja uuden päivitetyn työohjeen pohjana. Työn lopussa teen uuden laboratoriotyöohjeen, joka sisältää myös uuden päivitetyn johtokaaviokuvan.

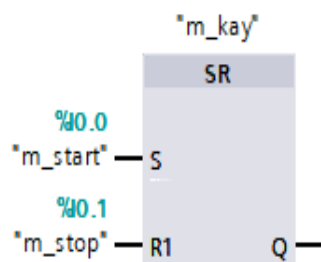
3 Työn kulku

3.1 Vianmääritys

Vianmääritysprosessi alkoi laitteistoon ja työohjeeseen tutustumisella. Tarkoituksena oli tehdä laboratoriotyö työohjetta seuraten ja havaita syy järjestelmän viallisuuteen työn edetessä.

Aluksi ohjelmoin PLC:n toimimaan työohjeen vaatimusten mukaisesti Tia Portal -ohjelmointiympäristössä. Käytin FBD (Function Block Diagram) -ohjelmointikieltä, jossa ohjelmointi tapahtuu graafisten toimintolohkojen avulla.

Moottorin käynnistämiseen ja pysäyttämiseen käytin SR (Set-Reset) -lohkoa (kuva 9), joka toimii pitopiirinä. Painamalla nappipaneelin start-nappia "m_start" saa signaalin, ja moottori käynnistyy ja pysyy käynnissä, kunnes stop-nappia painettaessa "m_stop" saa signaalin ja moottori pysähtyy.

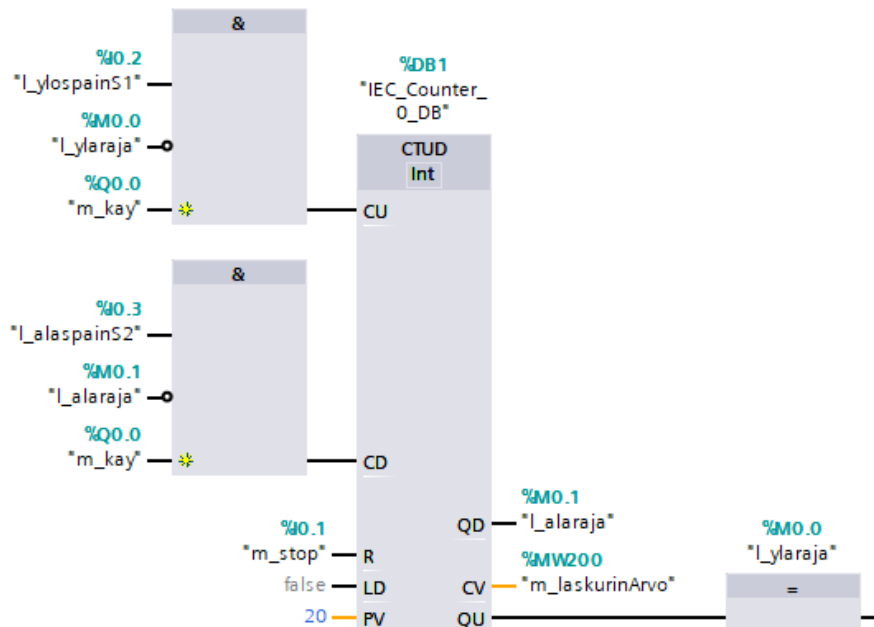


Kuva 9. Moottorin pitopiiri

Työohjeen mukaan yhdellä S1-napin painalluksella moottorin nopeus kasvaa 2,5 Hz ja päinvastoin S2-napilla. Nopeus ei saa kuitenkaan nousta yli 50 Hz:n eli esimerkiksi S1-nappia voi painaa vain 20 kertaa peräkkäin. Ohjausjärjestelmällä ohjataan puhallinmoottoriyksikköä, jota saa ajaa vain yhteen suuntaan.

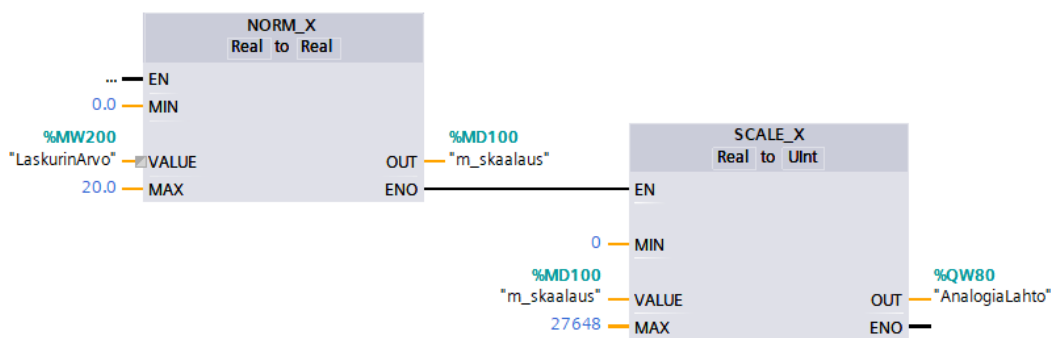
Tähän käytin kahta AND-lohkoa ja yhtä CTUD (Count Up/Down) -laskurilohkoa (kuva 10). Laskuri laskee painalluksia ja pitää painallusten arvon välillä 0-20. Laskuri lisää painallusten arvoon +1 S1-nappia painettaessa, kun moottori käy eli start-nappi on painettuna ja painallusten arvo ei ole ylärajalla. n Alempi AND-

lohko toimii samalla tavalla, mutta painettaessa S2-nappia laskuri vähentää painallusten arvosta -1. Arvon ollessa alarajalla (0) laskuri ei reagoi napin S2 painallukseen. Kun arvo on ylärajalla (20), laskuri ei reagoi napin S1 painallukseen. Moottorin pysäyttäminen stop-nappia painamalla nolaa laskurin.



Kuva 10. Nappien painalluskuri

Taajuusmuuttajan nopeusohjeen ohjaaminen analogiatulon kautta onnistuu skaalaamalla S1- ja S2-nappien painallusten arvon 0-20 mA analogialähdöksi (kuva 11). NORM_X-lohko skaalaa painalluskurin arvon välille 0-1 ja SCALE_X-lohko skaalaa saadun arvon analogialähdöksi.



Kuva 11. Laskurin arvo muunnetaan 0-20 mA:n analogialähdöksi.

Kaava 1 kuvaa NORM_X-lohkon toimintaa.

$$OUT = \frac{VALUE - MIN}{MAX - MIN} \quad (1)$$

Esimerkiksi painalluslaskurin arvolla 17 NORM_X-lohkon ulostulo on 0,85.

$$\frac{17-0}{20-0} = 0,85$$

Kaava 2 kuvaa SCALE_X-lohkon toimintaa.

$$OUT = VALUE \cdot (MAX - MIN) - MIN \quad (2)$$

Esimerkiksi tuloarvolla 0,85 SCALE_X-lohkon ulostulo on 23 501, mikä vastaa 17 mA virtaa analogialähdössä.

$$0,85 \cdot (27648 - 0) + 0 \approx 23501$$

Siispä seitsemällätoista napin painalluksella taajuusmuuttaja ohjaa moottoria 85 %:n nopeudella.

Testasin valmiin ohjelman ja todettuani sen toimivaksi latusin sen PLC:lle. Tarkastin järjestelmän kytkennät, palautin taajuusmuuttajaan tehdasasetukset ja asetin taajuusmuuttajaan tarvittavat parametrit testikäyttöön ottamani puhallinmoottorin arvokilven mukaan. Vaihdoin ohjauspaikan ohjauspaneelistä riviliittimeen ja tarkistin digitaalisen- ja analogisen tulon asetukset.

Painaessani start-nappia taajuusmuuttaja reagoi antamalla vikakoodin, minkä mukaan analoginen tulo ei saa virtasignaalia tai se on pienempi kuin 4 mA. Muutin taajuusmuuttajan asetuksista analogisen tulosignaaliasetuksen väliltä 4-20 mA välille 0-20 mA. Tämän jälkeen vikakoodeja ei tullut, mutta järjestelmä ei silti toiminut.

Tarkistin yleismittarilla virran kulkevan PLC:ltä riviliittimelle. PLC toimi halutulla tavalla säätäen virtasignaalin vahvuutta nolasta milliampeerista

kahteenkymmeneen milliampeeriin S1- ja S2-nappeja painettaessa. Virtasignaalin säätö onnistui vain silloin, kun start-nappia oli painettu ja stop-nappi nolasi virtasignaalin. Totesin ohjelmoitavan logiikan toimivan oikein ja vian olevan muualla.

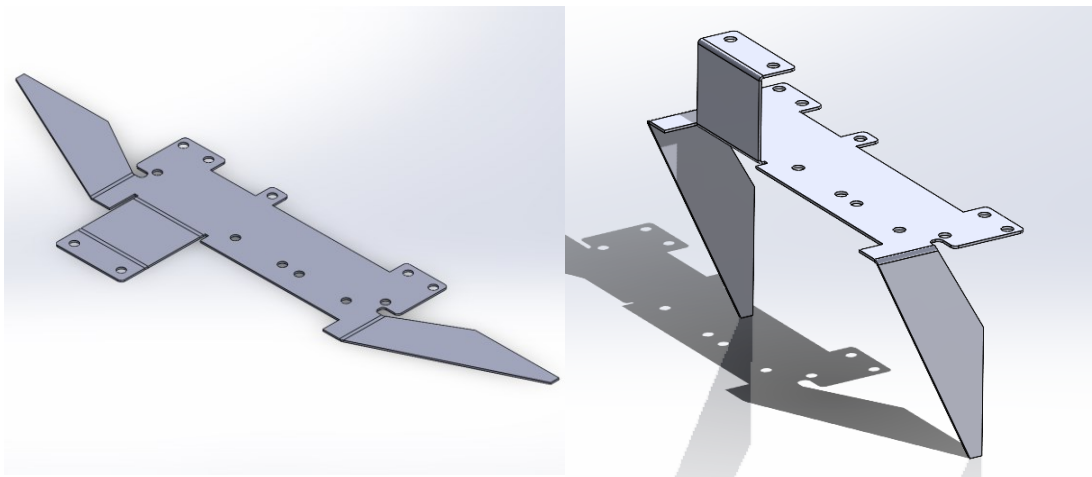
Taajuusmuuttajan valvonta -näytöltä varmistin digitaalitulon toimivan eli taajuusmuuttaja sai start-nappia painettaessa käskyn käynnistää moottorin. Analogiseen signaaliin taajuusmuuttaja ei reagoinut ja valvontanäyttö indikoi virraksi 0 mA. Varmistin vielä taajuusmuuttajan analogisen tulon ja riviliittimen väliset kytkennät ja totesin niiden olevan kunnossa. Johtopäätöksenä epäilin taajuusmuuttajan analogisen tulon olevan rikki.

3.2 Kunnostus ja toimintojen lisääminen

3.2.1 Taajuusmuuttajan vaihto

Vanhan taajuusmuuttajan tilalle asensin ABB ACS800 -taajuusmuuttajan, jonka sain koululta käytettäväksi työhön. Taajuusmuuttajan voimakaapelien kytkentäkotelon suojalevyn kannake puuttui. Ilman kannaketta kytkentäkotelon suojalevy roikkuisi epämääräisesti kaapeleiden varassa ja olisi työturvallisuusriskitekijä. Suojalevyn tarkoituksena on estää esimerkiksi sormien joutuminen päällä olevan taajuusmuuttajan liittimiin ja antaa vedonpoistot kaapeleille.

Päätin valmistaa kyseisen kannakkeen (kuva 12) itse, koska en löytänyt tilattavissa olevaa yksittäistä kannaketta. Mallinsin osan Solidworks-mallinnusohjelmalla käyttäen sheet metal -ominaisuutta, joka on nimensä mukaisesti tarkoitettu peltiosien mallintamiseen. Peltiosa valmistetaan vakiopaksuisesta tasaisesta levystä, jota leikkaamalla ja taittelemalla syntyy lopullinen tuote. Mallinsin osan yhden millimetrin paksuisesta levystä. Suunnittelin kappaleen käyttäen apuna vastaavaa osaa samanlaisesta, toisinaan käytössä olevasta taajuusmuuttajasta.



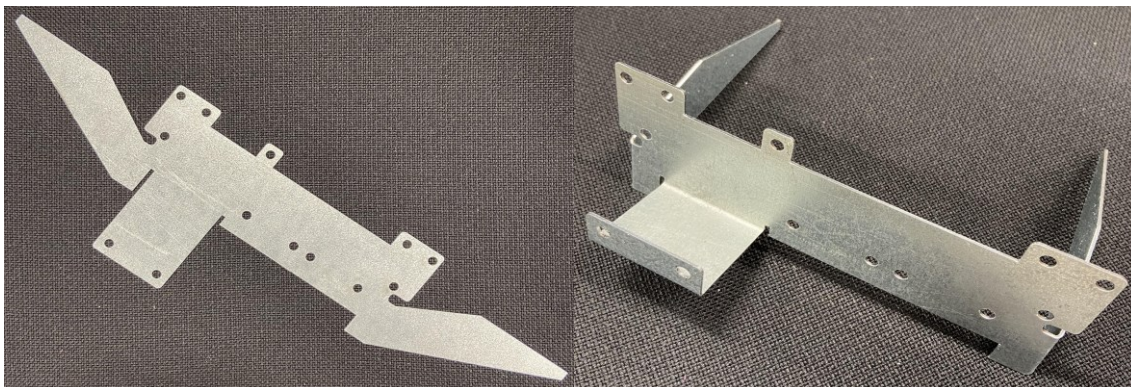
Kuva 12. Kappale mallinnettuna.

Kriittisintä kappaleen mallintamisessa olivat reikien paikat, joista kannake kiinnitetään taajuusmuuttajaan ja kytkentälaatikon suojalevy kannakkeeseen. Näitä reikiä on seitsemän ja niiden täytyy täsmätä tarkasti taajuusmuuttajan ja suojalevyn kiinnitysreikiä. Kolme reikäparia mallinnuksen etureunassa ovat kaapelien kiinnityspaikkoja, joista yksi on korotettu kytkentäpaikkaa vastaavalle korkeudelle. Mallinnuksen ”siipien” tarkoituksena on nojata taajuusmuuttajan runkoon, mikä antaa tukevuutta kannakkeelle.

Valmis malli muutettiin NC Express e3 -ohjelmalla NC (Numerical Control) -koodiksi laserleikkausta varten. NC-koodi tai G-koodi (Geometric Code) on ohjelmointikieli CNC (Computer Numerical Control) -koneille. G-koodi ohjaa komennoillaan koneen liikkeitä, nopeutta ja reittejä. [7.]

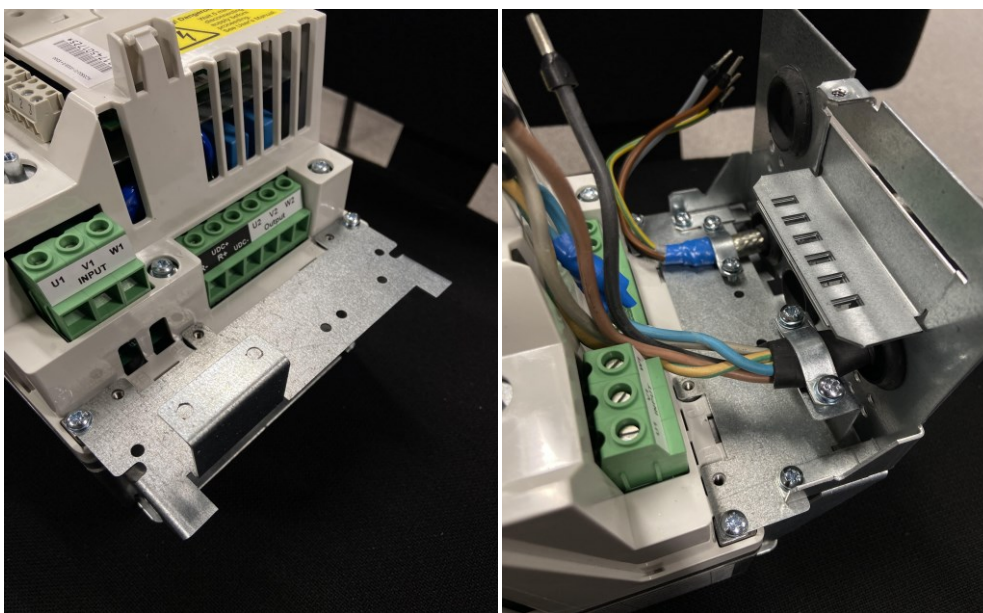
Kappale laserleikattiin 1 mm paksuisesta pellistä Prima Power Platino Fiber -kuitulaserleikkauskoneella. Koneelle ladattiin kappaleen NC-koodi, jonka jälkeen laserleikkuri leikkasi osan automaattisesti.

Leikattu osa taivutettiin oikeaan muotoonsa (kuva 13) Prima Power eP-sarjan särmäyspuristimella. Ennen kappaleen taittelua puristimen parametreihin asetettiin pellin paksuus, taivutuskulma ja kunkin taivutuskohdan mitta kappaleen taivutuskohdan vastakkaisesta reunasta.



Kuva 13. Osa leikattuna ja taiteltuna lopulliseen muotoonsa.

Lopuksi sovitin kannaketta taajuusmuuttajan runkoon sekä suojalevyä kannakkeeseen. Kiinnitin valmiin osan taajuusmuuttajan runkoon sekä kytkentälaatikon suojalevyn kannakkeeseen, vedin voimakaapelit paikoilleen ja kiinnitin ne vedonpoistokiinnikkeillä (kuva 14).



Kuva 14. Kannake kiinnitettynä runkoon ja suojalevy kannakkeeseen.

Tämän jälkeen kytkin taajuusmuuttajan tulo- ja moottorikaapelit sekä kytkennät PLC:ltä työhjeen ja taajuusmuuttajan ulkoisen ohjauksen kytkentätaulukon (kuva 15) mukaisesti. Taajuusmuuttajan nopeusohjetta ohjataan ulkoisesti

virtasignaali, joten kytkin logiikan analogisen lähdön taajuusmuuttajan X21 rimaan liittimiin 4 (AI2+) ja 5 (AI2-). Releen K1 COM-portista lähtevän johtimen kytkin taajuusmuuttajan rimaan X22 liittimeen 8 (+24 V) ja NO-portin johtimen X22 rimaan liittimeen 1 (DI1). Kuva kytkennöistä on nähtävissä laboratoriotyöohjeessa (liite 1).

Default control connections

The figure below shows the external control connections for the Factory macro. The markings of the standard I/O terminals on the RMIO board are shown.

¹⁾ Effective only if parameter 10.03 is switched to REQUEST by the user.

²⁾ The US default settings differ as follows:

DI1	Start (Pulse: 0->1)
DI2	Stop (Pulse: 1->0)
DI3	Forward/Reverse

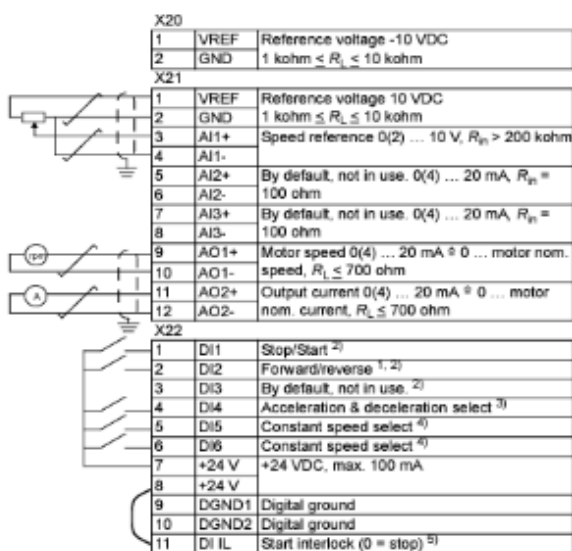
³⁾ 0 = ramp times according to par. 22.02 and 22.03. 1 = ramp times according to par. 22.04 and 22.05.

⁴⁾ See parameter group 12 CONSTANT SPEEDS:

DI5	DI6	Operation
0	0	Set speed through AI1
1	0	Speed 1
0	1	Speed 2
1	1	Speed 3

⁵⁾ See parameter 21.09.

⁶⁾ Total maximum current shared between this output and optional



Kuva 15. ABB ACS800 ulkoisen ohjauksen kytkennät esitettynä FW-manuaalissa [8, s. 88].

Tein uudelle taajuusmuuttajalle manuaalin mukaisen käyttöönoton ja säädin taajuusmuuttajaan puhallinmoottorin arvokilven parametrit. Tämän jälkeen muutin taajuusmuuttajan ohjauspaikan paneeliohjauksesta ulkoiseen ohjaukseen ja määritin ohjaukseksi analogisen virtasignaali-ohjauksen. 0 mA virtasignaali vastaa 0 % moottorin nopeutta eli taajuusohjetta 0 Hz ja 20 mA vastaa 100 % nopeutta eli 50 Hz. Testasin järjestelmää, ja se toimi työohjeen vaatimalla tavalla.

3.2.2 Moottorin vaihto



Alkuperäisessä ohjausjärjestelmässä käytetty puhallinmoottoriyksikkö vaihdettiin perinteiseen sähkömoottoriin. Järjestelmä kaipasi lisää toimintoja, joita on hankalaa tai mahdotonta toteuttaa aiemmin käytössä olleella puhallinmoottoriyksiköllä. Yhtenä toimintovaatimuksena oli moottorin pyörimissuunnan vaihto, joka ei sovellu puhallinmoottorille, koska puhallin toimii kunnolla vain yhteen suuntaan tuulettimen siipien muodon vuoksi. Toisena vaatimuksena oli pulssi-anturin kiinnitysmahdollisuus moottoriin.

Moottoriksi valikoitui ABB:n 0,55 kW sähkömoottori, joka oli vapaana käyttöön otettavaksi. Kytkin moottorin kolmiokytkentään arvokilven mukaisesti (380-420 V, D) (kuva 16) ja asensin moottoriin ohjauskaapelin. Tämän jälkeen asetin moottorin parametrit taajuusmuuttajaan sekä suoritin moottorin magnetoinnin taajuusmuuttajalla sekä testasin järjestelmän toimivan.



Kuva 16. ABB-moottorin arvokilpi

Moottorin suunnanvaihtotoimintoa varten kytkin logiikan digitaalisen lähdön DQ.1 releeseen K2, jonka kytkin taajuusmuuttajan digitaaliseen tuloon DI2 kytkentätaulukon (kuva 15) mukaisesti. Kuva kytkennöistä on nähtävissä laboratoriotyöohjeessa (liite 1). Taajuusmuuttajan parametrin 10.03 vaihdoin kuvan 17 mukaisesti arvoon "REQUEST", jotta suunnanvaihtotoiminto olisi mahdollista toteuttaa.

Index	Name/Selection	Description	FbEq
10	START/STOP/DIR	The sources for external start, stop and direction control	
10.01	EXT1 STRT/STP/DIR	Defines the connections and the source of the start, stop and direction commands for external control location 1 (EXT1).	
	NOT SEL	No start, stop and direction command source.	1
	DI1	Start and stop through digital input DI1. 0 = stop; 1 = start. Direction is fixed according to parameter 10.3 DIRECTION.  WARNING! After a fault reset, the drive will start if the start signal is on.	2
	DI1,2	Start and stop through digital input DI1. 0 = stop, 1 = start. Direction through digital input DI2. 0 = forward, 1 = reverse. To control direction, parameter 10.03 DIRECTION must be REQUEST.  WARNING! After a fault reset, the drive will start if the start signal is on.	3

Kuva 17. ABB ACS800 -taajuusmuuttajan ulkoinen käynnistyksen, pysäytyksen ja pyörimissuunnan ohjaus digitaalituloilla DI1 ja DI2. Manuaalin mukaan digitaalitulon DI2 arvon ollessa 0 moottori pyörii eteenpäin ja arvon ollessa 1 moottori pyörii taaksepäin. [8, s. 105.]

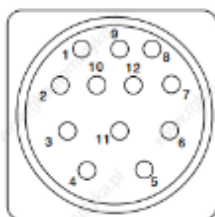
3.2.3 Pulssianturin lisääminen järjestelmään

Lisäsin järjestelmään pulssianturin, jotta opiskelijat saisivat monipuolisemman oppimiskokemuksen järjestelmää käyttäessään. Opiskelijoiden tehtävänä on liittää pulssianturi järjestelmään ja ohjelmoida PLC vastaanottamaan pulssianturin pulssit sekä indikoimaan moottorin nopeutta (rpm).

Sain käyttööni Stegmann DG 90 -anturin, anturiin sopivan 12-pinnisen kaapelin. Kaapelin johtimet juotin pulssianturin datalehden liitântätaulukon (kuva 18) mukaisesti pinneihin 3 (M output), 5 (A output), 8 (B output), 10 (GND) ja 12 (+24V).

Electrical Connections		Standard Cable Length 1.5Mf		
Pin	Signal 24 V	Signal 5 V	Color of Cable	Explanation
1	N.C.	K2	Black	\bar{B} output
2	N.C.	Sense +	Grey	Connected internally to Us (+V _s)
3	K0	K0	Lilac	M output
4	N.C.	$\bar{K0}$	Yellow	\bar{M} output
5	K1	K1	White	A output
6	N.C.	$\bar{K1}$	Brown	\bar{A} output
7	N.C.	N.C.	Orange	Not connected
8	K2	K2	Pink	B output
9	Shield	Shield		Shield
10	GND	GND	Blue	Encoder's ground connection
11	N.C.	Sense -	Green	Connected internally to ground
12	Us (+Vs)	Us (+Vs)	Red	Encoder power supply (+Vs)

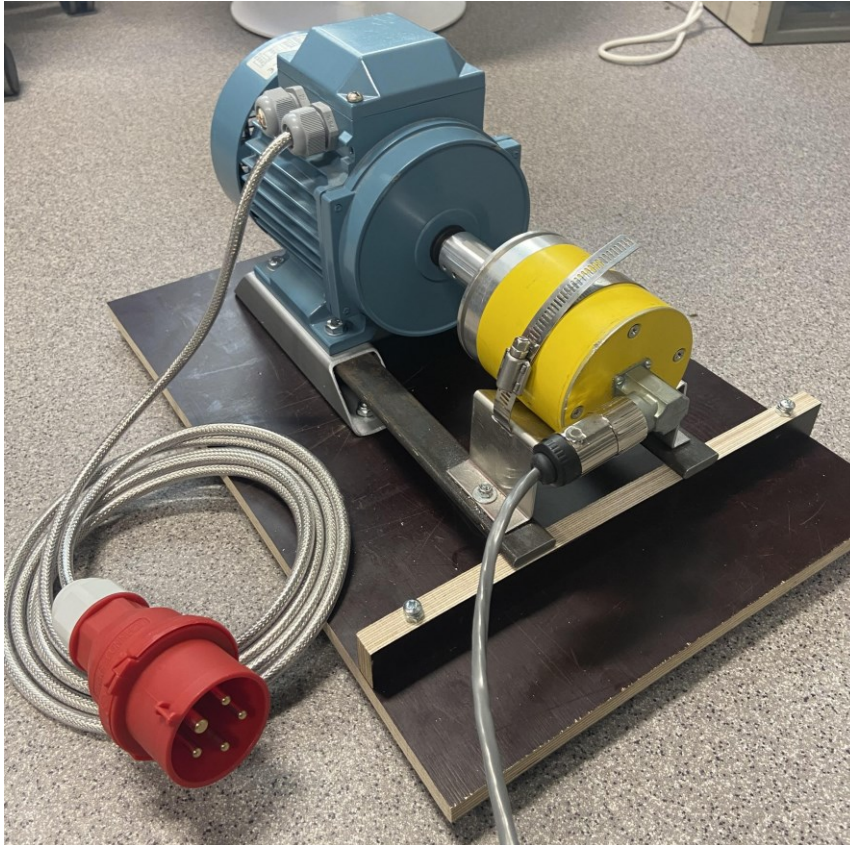
Pin Out of Recepticle Connector on Encoder



Kuva 18. Pulssianturin liitântätaulukko esitetynä datalehdessä [9].

Seuraavaksi kytkin A-, B- ja M-kanavien johtimet PLCn digitaalisiin tuloihin I0.4, I0.5 ja I0.6. Pulssianturin +24 Vdc- ja GND-johtimet kytkin logiikalta lähtevän virtalähteen liittimiin L+ ja M. Kuva kytkennöistä on nähtävissä laboratoriotyöohjeessa (liite 1).

Tämän jälkeen asensin moottorin tukevalle vanerilevylle ja lisäsin kulmiin kumitassut vähentämään tärinää. Sitten valmistin pulssianturin kannakkeen ja kiinnitin pulssianturin moottoriin (kuva 19).



Kuva 19. Moottori sekä pulssianturi kiinnikkeineen asennettuna levyyn.

Pulssianturin kiinnittämiseen käytin kahta moottorin jalustaan kiinnitettyä latta-rautaa, joihin kiinnitin pellistä taitellun jalustan pulssianturille. Pulssianturi on ki-ristetty jalustaan kiristinklemmarilla. Moottorin ja pulssianturin akselit kiinnitin toisiinsa saamalla holkilla, joka kiristetään ruuveilla akseleihin.

3.2.4 Järjestelmän uudelleenohjelmointi

Uuden moottorin myötä ohjausjärjestelmään pystyi lisäämään moottorin pyöri-
missuunnanvaihtotoiminnon sekä pulssianturin toiminnot nopeuden sekä pyöri-
missuunnan seuraamiseksi.

Pyörimissuunnan vaihdon ohjelmointi

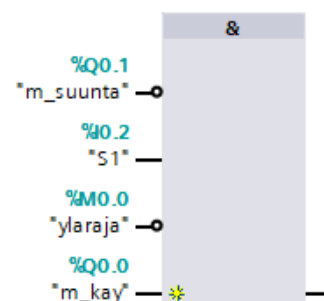
Päätin suunnitella pyörimissuunnan vaihto-ohjelman lisäämättä ylimääristä nap-
pia nappipaneeliin, joka olisi toiminut suunnanvaihtonappina. Suunnittelin

ohjelman toimivan seuraavalla tavalla: S1-nappi lisää ja S2-nappi vähentää moottorin nopeutta moottorin pyöriessä eteenpäin. Suunnan vaihto on sallittu painonappien laskurin arvon ollessa 0 ("alaraja" aktivoituu) eli nopeusohjeen ollessa 0 Hz. S2-napin painallus eli nopeuden vähentäminen laskurin ollessa arvossa 0 aktivoi pyörimissuunnanvaihdoksen taaksepäin ja muuttaa S2-napin nopeuden lisäysnapiksi ja S1-napin nopeuden vähennysnapiksi eli pyörimissuunnan vaihtuessa myös nappien toiminnot vaihtuvat päittäin. Jälleen nappien painalluslaskurin arvon ollessa 0 ja painettaessa S1-nappia (tässä vaiheessa nopeuden vähennys nappi) pyörimissuunta vaihtuu takaisin lähtötilanteeseen eli moottori pyörii eteenpäin. Samalla nappien toiminnot vaihtuvat päittäin takaisin lähtötilanteeseen.

Tämän ohjelman toteutin muokkaamalla vanhaa nappilaskuriohjelmaa sekä luomalla uuden pitopiiriohjelman moottorin suunnanvaihdon aktivointia varten. Vaihdoin vanhan nappilaskuriohjelman AND-lohkot kahteen OR- ja neljään AND-lohkoon. OR-lohkot aktivoivat CTUD-laskurilohkon CU- (Count Up) ja CD (Count Down) -tuloja neljän AND-lohkon ehtojen mukaan. Lohkojen tuloihin on tarvittaessa lisätty invertterit (pieni ympyrä lohkon tulossa), mikä muuttaa tulosignaalin arvon (0 = 1 ja 1 = 0). Ohjelma on pilkottu pienempiin osiin selityksiä varten ja kokonaisuuden hahmottamista varten nappilaskuriohjelma on esitetty kuvassa 25.

Lohkodiagrammin ylin AND-lohko (kuva 20) aktivoituu, ja laskuri laskee yhden painalluksen ylöspäin, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

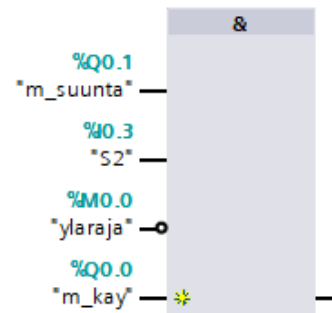
- moottori pyörii eteenpäin
 - "m_suunta" = 0
- S1 -nappia painetaan
 - "S1" = 1
- Painalluslaskuri ei ole ylärajalla
 - "ylaraja" = 0
- moottori käy
 - "m_kay" = 1



Kuva 20. S1-nappi ylöspäin

Lohkodiagrammin toiseksi ylin AND-lohko (kuva 21) aktivoituu, ja laskuri laskee yhden painalluksen ylöspäin, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

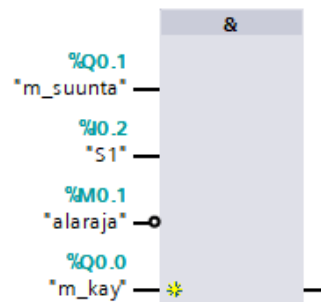
- moottori pyörii taaksepäin
 - "m_suunta" = 1
- S2 -nappia painetaan
 - "S2" = 1
- Painalluskuri ei ole ylärajalla
 - "ylaraja" = 0
- moottori käy
 - "m_kay" = 1



Kuva 21. S2-nappi ylöspäin

Lohkodiagrammin toiseksi alin AND-lohko (kuva 22) aktivoituu, ja laskuri laskee yhden painalluksen alaspäin, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

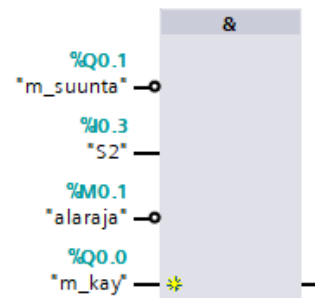
- moottori pyörii taaksepäin
 - "m_suunta" = 1
- S1 -nappia painetaan
 - "S1" = 1
- Painalluskuri ei ole alarajalla
 - "alaraja" = 0
- moottori käy
 - "m_kay" = 1



Kuva 22. S1-nappi alaspäin

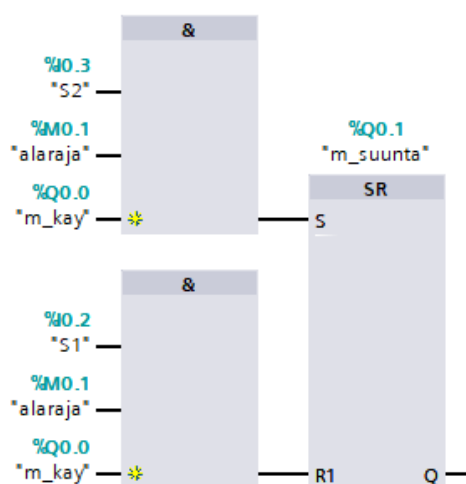
Lohkodiagrammin alin AND-lohko (kuva 23) aktivoituu, ja laskuri laskee yhden painalluksen alaspäin, kun seuraavat ehdot täyttyvät:

- moottori pyörii eteenpäin
 - "m_suunta" = 0
- S2 -nappia painetaan
 - "S2" = 1
- Painalluskuri ei ole alarajalla
 - "alaraja" = 0
- moottori käy
 - "m_kay" = 1



Kuva 23. S2-nappi alaspäin

Tällä tavalla jokainen AND-lohko voi olla aktiivisena vain yksi kerrallaan (ellei S1- ja S2-nappeja paineta samanaikaisesti, millä ei ole vaikutusta järjestelmän toimintaan). Kummallakin napilla on nyt moottorin pyörimissuunnan määräämä moottorin nopeutta lisäävä ja vähentävä toiminto. Pyörimissuunnan määrää logiikan digitaalinen lähtö Q0.1 eli "m_suunta". Pyörimissuunnan vaihto tapahtuu kahdella AND-lohkolla ja SR-lohkolla (kuva 24). AND-lohkot aktivoituvat vain moottorin käydessä nappilaskurin ollessa alarajalla eli arvossa 0 ja joko S1- tai S2-nappia painamalla. SR-lohkon S (Set) -tulosta "m_suunta" saa arvon 1 ja R1 (Reset 1) -tulosta "m_suunta" saa arvon 0.



Kuva 24. Pyörimissuunnanvaihdon ohjelma. Moottori pyörii eteenpäin, kun lähdön Q0.1 arvo on 0 ja taaksepäin, kun Q0.1 saa arvon 1.

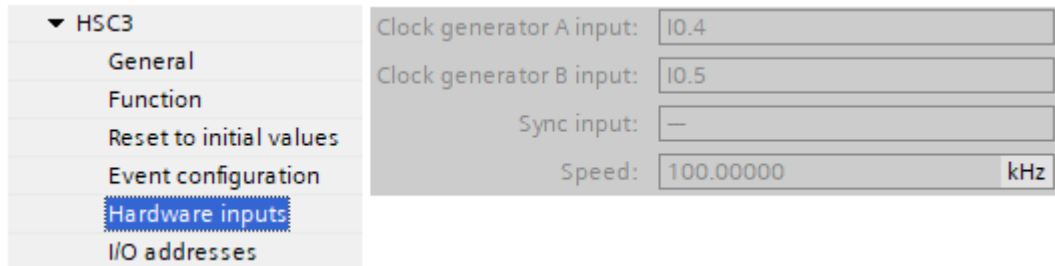
Valmis nappien painalluslaskuri- ja pyörimissuunnanvaihto-ohjelma (kuvat 24 ja 25) toimivat vaatimusten mukaan halutulla tavalla. Suunnanvaihto nappipaneeliin lisättävällä napilla olisi ollut toinen toteutusvaihtoehto, mutta tekemäni ohjelma on mielestäni aika yksinkertainen ja siksi hyvä vaihtoehto.



Kuva 25. Pyörimissuunnasta riippumaton nappien S1 ja S2 painalluslaskuri.

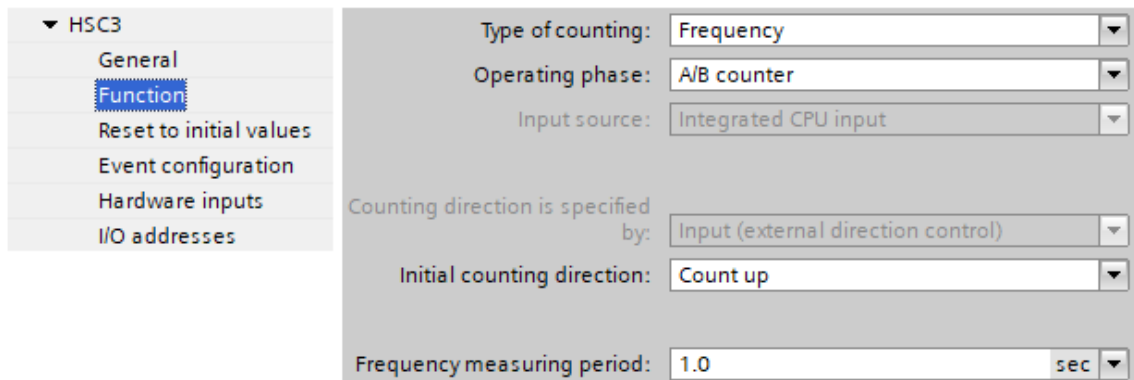
Pulssianturiohjelma

Pulssianturiohjelmaan Tia Portalissa käytin HSC (High Speed Counter) -toimintoa, jolla voidaan laskea hyvin nopeita tulosignaalin muutoksia. Otin käyttöön HSC3-laskurin, jonka digitaalitulojen osoitteet Hardware inputs -välilehdellä (kuva 26) vastasivat PLC:n tuloihin kytkemiäni pulssianturin A- ja B-kanavien lähtöjä.



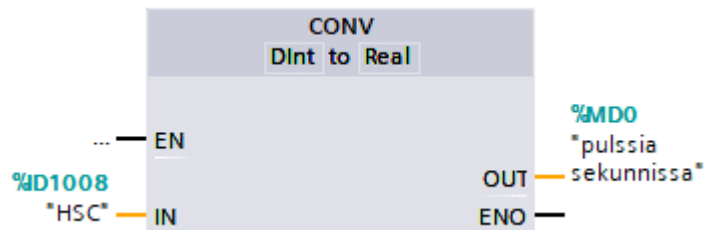
Kuva 26. HSC3 Hardware inputs -välilehti

Funktio -välilehdeltä (kuva 27) valitsin laskentatyyppiä frekvenssin ja laskentajaksoksi yhden sekunnin, jotta ohjelma laskee pulssien esiintymismäärän sekuntia kohden. Käyttövaihteeksi valitsin A/B-laskimen, koska pulssianturi lähettää A- ja B-signaaleja, jotka muodostavat laskettavan pulssijonon. Lisäksi A/B-laskimen avulla voidaan nähdä moottorin pyörimissuunta riippuen pulssien esiintymisjärjestyksestä.



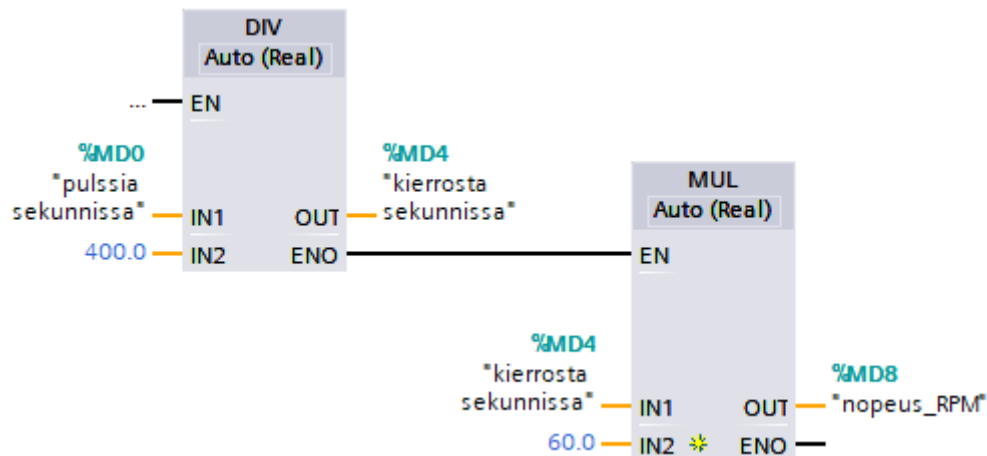
Kuva 27. HSC3 Function -välilehti

Ohjelmoinnissa käytin CONV (Convert) -, DIV (Divide) - ja MUL (Multiply) -lohkoja. CONV-lohko (kuva 28) muuttaa HSC-laskurin antamaa arvoa reaalityyppiseksi, jotta sitä pystytään muokata haluttuun muotoon.



Kuva 28. CONV-lohko muuntaa tulon datatyyppiin (Dint) haluttuun datatyyppiin (Real).

Pulssien määrä sekuntia kohden muokataan indikoimaan moottorin nopeutta (rpm) DIV- ja MUL-lohkojen avulla (kuva 29). DIV-lohko jakaa IN1-arvon IN2-arvolla ja MUL-lohko kertoo IN1-arvon IN2-arvolla. Ensiksi DIV-lohko jakaa pulssien määrän pulssianturin resoluutiolla (400 PPR) ja tuloksena saadaan moottorin kierrosten määrä sekunnissa. MUL-lohko kertoo tämän arvon kuudellakymmenellä, jotta tulona saadaan kierrokset minuuttia kohden (rpm).



Kuva 29. Pulssien määrä sekunnissa muunnetaan moottorin kierrosnopeudeksi (rpm).

3.3 Työohjeen päivitys

Osana tämän insinööriyön loppuun saattamista on myös laboratoriotyön työohjeen (liite 1) ajantasaistaminen. Opiskelijat tulevat tästedes käyttämään uutta työohjetta, joka vastaa päivitetyn järjestelmän toimintoja ja laitteita. Työohjeen

rakenne pysyy pääosin samana pois lukien pulssianturitehtävä ja sen ohje, mikä lisättiin järjestelmään.

Aluksi laboratoriotyöohjeessa on tehtäviä, joiden tarkoituksena on tutustuttaa oppilaita laitteisiin. Oppilaat täyttävät työohjeen vastausriveille laitteiden tietoja sekä vastaavat laitteita koskeviin kysymyksiin laitteiden arvokilpien ja manuaalien avulla. Tämän jälkeen oppilaat tekevät tarvittavat kytkennät sekä ohjelmoivat logiikan työohjeen vaatimusten mukaan. Lopuksi oppilaiden tehtävänä on ohjata moottoria vaaditulla tavalla sekä listata nopeuden, virran sekä jännitteen arvoja eri taajuuksilla.

Työohjetta kirjoittaessani kiinnitin huomiota oikeinkirjoitukseen ja myös vanhan työohjeen virheiden korjaamiseen. Puhuttaessa järjestelmän laitteista Vacon on vaihdettu ABB:n taajuusmuuttajaan ja puhallinmoottoriyksikkö on vaihdettu perinteiseen sähkömoottoriin ja niin edelleen.

Lopuksi piirsin CADMATIC Electrical -sähkösuunnittelutyökalulla johtokaaviokuvan päivitetystä käyttöjärjestelmästä. Tämä kuva toimii kytkentäohjeena laboratoriotyötä suorittaville oppilaille. Johtokaaviosta on myös helpompi hahmottaa järjestelmän toimintaperiaatetta. Kuva on lisätty liitteenä laboratoriotyöohjeeseen (liite 1).

Laboratoriotyöohjeesta tein kopion opettajalle, missä on oikeat vastaukset kysymyksiin ja laskuihin sekä esimerkit PLC:n ohjelmoinnista sekä taajuusmuuttajan parametriasetuksista. Ohjelmoinnin suorittamiseen on useita tapoja eikä oma ohjelmani ole ainoa oikea ratkaisu. Opettajan versio työohjeesta on oppilaille tarkoitetun työohjeen perässä (liite 1).

3.4 Järjestelmän testaus

Lopuksi testasin valmiin järjestelmän (kuva 30) kaikki toiminnot sekä suoritin itse työn laboratoriotyöohjeen mukaan alusta loppuun. Tarkoituksena oli tarkistaa kaiken toimivuus ja työohjeen sekä johtokaaviokuvan vastaavuus fyysisen

ohjausjärjestelmän kanssa, jotta opiskelijat pystyvät suorittamaan työn laboratoriotunnilla.



Kuva 30. Valmis järjestelmä

Samalla testasin pulssianturin ja pulssianturiohjelman toimivuuden käyttäen apunani takometriä sekä moottorin ja pulssianturin välissä olevaan holkkiin teipattua heijastinteippiä. Takometri on laite, millä mitataan moottorin nopeutta (yleensä rpm). Käyttämäni takometrin toiminta perustuu takometrin lähettämään laseriin, joka heijastuu takaisin holkkiin kiinnitetystä heijastinteipistä. Jokaisella moottorin pyörähdyksellä takometri vastaanottaa laser signaalin ja laskee moottorin nopeuden (rpm). Tarkkailin TIA Portalissa pulssianturiohjelmani tuottamaa

kierroslukemaa ja vertasin sitä takometrin antamaan lukemaan. Lukemat vastasivat toisiaan matalilla sekä täysillä kierroksilla, ja päättelin pulssianturin sekä ohjelman toimivan oikein.

Järjestelmän toiminta vastasi työohjetta ja johtokaaviokuva vastasi järjestelmän kytkentöjä. Järjestelmä toimii oikein ja laboratoriotehtävä on suoritettavissa laboratoriotyöohjeen sekä laitteiden manuaalien avulla. Järjestelmän toiminta on esitelty insinööriyön ohjaajalle ja hyväksytty hänen toimesta. Myös päivitetty laboratoriotyöohje on esitelty ohjaajalle.

4 Yhteenveto

Työn tarkoituksena oli palauttaa moottoria ohjaava järjestelmä käyttökelpoiseksi opetustyökaluksi. Työn tulosta hyödynnetään tulevaisuudessa Metropolia Ammattikorkeakoulun käytännönläheisillä laboratorio-oppitunneilla. Sähkö- ja automaatioinsinöörin opinnoissani olen itse kokenut käytännönläheisen opetuksen antoisimmaksi oppimisen kannalta. Pidän käytännönläheistä opetusta tärkeänä osana koulutusta ja siksi toivon myös tämän työn osaltaan edesauttavan tulevien automaatiotekniikan oppilaiden oppimista.

Työ alkoi vanhan ohjausjärjestelmän vianmäärityksellä, jonka jälkeen järjestelmä korjattiin. Vian selvittyä vaihdoin taajuusmuuttajan järjestelmään, jonka jälkeen ohjausjärjestelmä alkoi toimimaan. Ohjausjärjestelmällä ohjattava puhallinmoottoriyksikkö vaihdettiin monipuolisempaan perinteiseen sähkömoottoriin. Lisäksi järjestelmään lisättiin ominaisuuksia sekä uudelleenohjelmoitiin. Ohjausjärjestelmän uusiin toimintoihin kuuluu moottorin suunnanvaihtotoiminto sekä nopeuden ja suunnan tarkkailutoiminto moottoriin kiinnitetyllä pulssianturilla.

Työssä saatiin aikaiseksi toimiva sekä paranneltu järjestelmä sekä laboratoriotyöohje. Ohjausjärjestelmä on nyt monipuolisempi ja työohjeessa on enemmän tehtäviä opiskelijoille. Vanhassa laboratoriotyössä tutustuttiin taajuusmuuttajaan, ohjelmoitavaan logiikkaan sekä moottorin ohjaamiseen näillä laitteilla.

Uudessa laboratoriotyössä oppilailla on mahdollisuus tutustua myös pulssianturin toimintaperiaatteeseen ja käyttöön muiden laitteiden lisäksi.

Työn tavoitteet saavutettiin mielestäni kaikilta osin. Ensimmäisenä tavoitteena oli ohjausjärjestelmän vian selvitys sekä kunnostus toimivaksi järjestelmäksi. Toisena tavoitteena oli lisätä järjestelmään toimintoja, jotta järjestelmään tutustuminen ja sen käyttäminen olisi antoisampaa oppimisen kannalta. Tämä tosin jää nähtäväksi, mutta uskon ja toivon, että tulevat laboratoriotyön suorittajat saavat työstä paljon irti. Kolmantena tavoitteena oli luoda laboratoriotyöohje oppilaille sekä työohjeen tehtäviin oikeat vastaukset sisältävä versio opettajalle. Lisäksi opettajan versiossa on malliesimerkit logiikan ohjelmoinnista.

Tavoitteiden saavuttamisesta huolimatta työn ohjausjärjestelmää voi jatkossakin parannella esimerkiksi pienemmällä taajuusmuuttajalla tai uusien toimintojen lisäyksellä. Logiikan ohjelmasta voisi myös tehdä vaihtoehtoisia, mahdollisesti paranneltuja versioita. Järjestelmän nappipaneeliin olisi mahdollisuus lisätä suunnanvaihtonappi, jotta logiikan ohjelmasta saisi hieman yksinkertaisemman, mutta tämä on makukysymys.

Tästä insinööriyöstä ei koitunut ylimääräisiä kustannuksia Metropolia Ammattikorkeakoululle, koska kaikki materiaali ja laitteet on otettu työn tekohetkellä tarpeettomina hyötykäyttöön. Mitään laitteita tai muuta materiaalia ei siis ollut tarvetta tilata tätä työtä varten.

Työtä tehdessäni tutustuin entistä paremmin Siemensin TIA Portal -ohjelmointiympäristöön sekä ohjelmointiin, taajuusmuuttajien toimintaan ja ohjausmenetelmiin sekä sähkömoottorin ohjaamiseen taajuusmuuttajan ja PLC:n avulla. Tunnen nyt paremmin työssä käytettyjen laitteiden toimintaperiaatteet sekä sovellukset, missä niitä voidaan käyttää. Uskon osaavani myös itse suunnitella sekä ohjelmoida vastaavia sekä laajempiakin kokonaisuuksia esimerkiksi TIA Portalin tai vastaavan ohjelmointiympäristön avulla. Lisäksi työssä käytettiin monipuolisesti eri koneita, laitteita ja ohjelmia, joiden lisäksi työ vaati käsillä tehtävää käytännöntyötä.

Lähteet

- 1 Gates, Stephen. 2017. A Beginner's PLC Overview, Part 1 of 4: Introduction to PLCs. Verkkoaineisto. Automation.com. <<https://www.automation.com/en-us/articles/2017/a-beginners-plc-overview-part-1-of-4-introduction>>. 28.11.2017. Luettu 3.10.2023.
- 2 What is an AC drive?. Verkkoaineisto. Danfoss. <<https://www.danfoss.com/en/about-danfoss/our-businesses/drives/what-is-an-ac-drive/>> Luettu 3.10.2023.
- 3 Evans, Paul. 2020. Variable Frequency Drives Explained – VFD Basics IGBT inverter. Verkkoaineisto. The Engineering Mindset.com. <<https://theengineeringmindset.com/variable-frequency-drives-explained/>>. 25.4.2020. Luettu 24.1.2024.
- 4 Sang-Hoon, Kim. 2017. Electric Motor Control: DC, AC and BLDC Motors. Elsevier Science & Technology.
- 5 Totally Integrated Automation Portal – Always ready for tomorrow. Verkkoaineisto. Siemens. <<https://www.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal.html>>. Luettu 28.11.2023.
- 6 Aghajani, Mohammadreza. Verkkoaineisto. SolisPLC. <<https://www.solisplc.com/tutorials/introduction-to-scl-programming-in-tia-portal#siemens-plc-programming-languages>>. Luettu 20.1.2024.
- 7 Dejan. G-code Explained | List of Most Important G-code Commands. Verkkoaineisto. How To Mechatronics. <<https://howtomechatronics.com/tutorials/g-code-explained-list-of-most-important-g-code-commands/>>. Luettu 13.1.2024.
- 8 ACS800 Standard Control Program 7.x Firmware Manual. 2011. ABB Oy.
- 9 DG 60 L Incremental Encoder. Datalehti. STEGMANN.

Laboratoriotyöohje

LABORATORIOTYÖOHJE TAAJUUSMUUTTAJA LABRA

Ryhmän numero: _____

Ryhmän opiskelijoiden nimet sekä opiskelijanumerot:

Nimi:

Opiskelijanumero:

Tarkoitus: Laboratoriotyössä tutustutaan ABB ACS800 taajuusmuuttajan ja Siemens S7-1200 logiikan ominaisuuksiin ja toimintoihin moottorin sekä pulssianturin avulla. Ohjausjärjestelmän laitteet on kiinnitetty valmiiksi asennuslevyyn sekä pulssianturi moottoriin.

Laitteet: Taajuusmuuttaja ABB ACS800
Ohjelmoitava logiikka Siemens S7-1200
ABB moottori
STEGMANN pulssianturi
RJ45 kaapeli
Ruuvimeisseli
Kytkenäjohtoja
16 A:n voimavirtakaapeli
asennuskansio
Ohjausrele 3 kpl

Lisäksi logiikan ohjelmointia varten tietokone, jossa on TIA Portal -ohjelma.

Työselostus: Laboratoriotyö tehdään ryhmätyönä ja siitä laaditaan vain tämä työselostus.

Tee ensin esitehtävät, sen jälkeen kytkennät, ohjelmointi ja lopuksi mittaukset.

1. ESITEHTÄVÄT

Etsi kustakin laitteesta tyyppikilpi, täydennä taulukot ja vastaa kysymyksiin. Tarvittaessa käytä apuna asennuskansiossa olevia laitteiden manuaaleja.

Taajuusmuuttaja:

a) Etsi taajuusmuuttajan tyyppikilvestä tyyppikoodi ja kirjoita se alla olevalle viivalle.

Tyyppikoodi: _____

b) Tutki tyyppikoodia manuaalin avulla ja täytä alla oleva taulukko.

Nimellisvirta	_____
Nimellinen käyttöjännite	_____
Kotelointiluokka	_____
EMC häiriöpäästötaso	_____
Jarrukatkoja (alleviivaa oikea vaihtoehto)	ei / sisäinen jarrukatkoja / sisäinen jarrukatkoja ja vastus
Jäähdytystyyppi	_____

c) Mikä on taajuusmuuttajan suurin sallittu maksimivirta (Is)?

d) Mitä huoltotoimenpiteitä taajuusmuuttaja vaatii?

Ohjelmoitava logiikka:

a) Tutki logiikan tyyppikilpiä ja asennuskansiossa olevaa manuaalia, täytä alla oleva taulukko sekä vastaa kysymyksiin.

Logiikan tyyppimerkintä	_____
CPU tyyppi	_____
Digitaalisten sisääntulojen lkm	_____
Digitaalisten ulostulojen lkm	_____
Analogisten tulojen lkm	_____
Analogisten lähtöjen lkm	_____
Logiikan syöttöjännite	_____
Logiikan MAC-osoite	_____

- b) Kuinka paljon yhtä logiikan digitaalista lähtöä voidaan kuormittaa?
- c) Paljonko on logiikan verkosta ottama sähköteho?
- d) Mikä on MAC-osoite?

Moottori:

- a) Tutki moottorin tyyppikilpeä ja täytä alla oleva taulukko sekä vastaa kysymyksiin.

Tyyppimerkintä	_____
Nimellisjännite (V)	_____
Nimellisvirta (A)	_____
Kotelointiluokka	_____
Eristysluokka	_____
Cos φ	_____
Pyörimisnopeus (rpm)	_____

- b) Laske moottorin verkosta ottama sähköinen teho tyyppikilven arvoista. Moottoria käytetään 400V/50Hz verkossa nimellismomentilla.
- c) Mikä on moottorin napapariluku?
- d) Mikä on moottorin jättämä? Laske myös moottorin suhteellinen jättämä, kun moottoria kuormitetaan nimellismomentilla.
- e) Voidaanko moottori kytkeä kolmioon 400V/50Hz:n verkossa?

2. KYTKENNÄT JA OHJELMOINTI

MOOTTORIN OHJAAMINEN JA PULSSIANTURIN KÄYTTÖ:

Tehtävänä on kytkeä logiikan tulot ja lähdöt, tehdä logiikkaan ohjelma TIA Portal-ohjelmalla, alustaa taajuusmuuttaja sekä asetella taajuusmuuttajaan moottorin parametrit.

Moottoria ohjataan ABB ACS800 taajuusmuuttajalla, johon on yhdistetty Siemens Simatic S7-1214C DC/DC/DC logiikka, jossa on ANALOG OUTPUT SB moduuli. Moottorin pyörimisnopeutta ja suuntaa tarkkaillaan pulssianturin avulla. Käytä apuna taajuusmuuttajan FW manuaalin sivuja 88 ja 105.

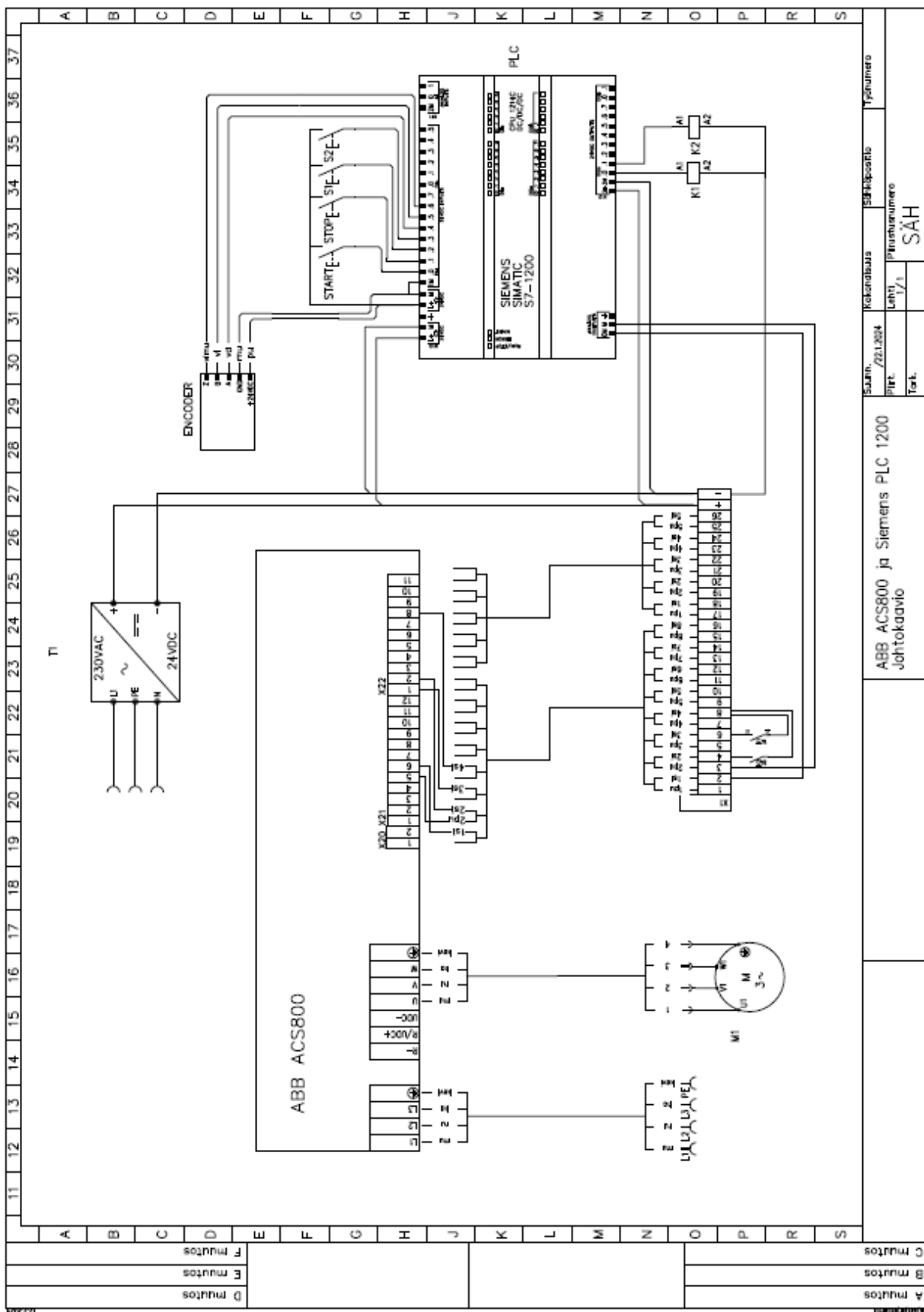
- a) Tee tarvittava kytkentä riviliittimen ja logiikan välille. (Liite 1)
- b) Suunnittele logiikan ohjelma. Laitteiston tulee toimia seuraavanlaisesti:
 - Taajuusmuuttajan nopeusohjetta ohjataan analogisen tulon kautta
 - Painonapilla S1 moottorin nopeus kasvaa 2,5 Hz/painallus moottorin pyöriessä eteenpäin
 - Painonapilla S2 moottorin nopeus vähenee 2,5 Hz/painallus moottorin pyöriessä eteenpäin
 - Moottorin pyörimissuunta vaihtuu, kun nopeutta vähentävää nappia painetaan moottorin nopeuden ollessa 0 Hz.
 - Pyörimissuunnan vaihtuessa painonappi S2 vaihtuu nopeutta lisääväksi napiksi ja S1 nopeutta vähentäväksi napiksi.
 - Moottori käynnistyy nappipaneelin start-napista
 - Moottorin pitää pysähtyä nappipaneelin stop-napista sekä taajuusmuuttajan ohjauspaneelin stop-napista (toimii, kun ohjauspaikka on Local)
- c) Suunnittele myös pulssianturiohjelma toimimaan seuraavanlaisesti:
 - Logiikka laskee moottorin pyörimisnopeutta (rpm)
 - Aktivoi HSC3 (high speed counter) device configuration-välilehdeltä
 - Nopeutta voi mitata 0-pulssin avulla (vähemmän tarkka) tai A/B -pulssien avulla (tarkka + pyörimissuunnan havaitseminen)
 - Ohjelmointiin voi käyttää esim. CONV, DIV ja MUL-lohkoja.
- d) Lataa ohjelma logiikkaan
- e) Alusta taajuusmuuttaja manuaalissa olevien ohjeiden mukaisesti.
- f) Asettele moottorin parametrit arvokilven sekä manuaalin ohjeiden mukaisesti.
 - taajuusrajaksi asetellaan 50 Hz
 - nimellisvirraksi asetellaan 1.8 A
 - aseta lisäksi rpm- sekä virtaraja parametreistä 20.01-03
- g) Kytke moottori
- h) Kytke laitteiden jännitteet ja testaa kytkennän toiminta, sekä tee alla olevat mittaukset Tarkkaile ohjelman toimintaa TIA Portalissa ”kiikarieilla”. Mitä moottorin nopeudelle tapahtuu, kun moottori pyörii taaksepäin?

3. MITTAUKSET

Ohjaa moottoria painonapeilla ja täytä alla oleva taulukko. Lue kierrosnopeus TIA Portalista ja loput arvot taajuusmuuttajan ohjauspaneelistä.

painallusta / mA	f (Hz)	n (rpm)	U (V)	I (A)
1				
2				
3				
4				
6				
8				
12				
16				
20				

Liite 1.



A muutokset	ABB ACS800 ja Siemens PLC 1200		Projekti	2921.2024	Kokonaismäärä	Sähkösarja	Työnumero
B muutokset	Johdotkaavio		Lehti	1/1	Puhutusnumero		
C muutokset			Tark.		SÄH		

LABORATORIOTYÖOHJE (Opettajan versio)

TAAJUUSMUUTTAJA LABRA

Ryhmän numero: _____

Ryhmän opiskelijoiden nimet sekä opiskelijanumerot:

Nimi:

Opiskelijanumero:

Tarkoitus: Laboratoriotyössä tutustutaan ABB ACS800 taajuusmuuttajan ja Siemens S7-1200 logiikan ominaisuuksiin ja toimintoihin moottorin sekä pulssianturin avulla. Ohjausjärjestelmän laitteet on kiinnitetty valmiiksi asennuslevyyn sekä pulssianturi moottoriin.

Laitteet: Taajuusmuuttaja ABB ACS800
Ohjelmoitava logiikka Siemens S7-1200
ABB moottori
STEGMANN pulssianturi
RJ45 kaapeli
Ruuvimeisseli
Kytkenäjohtoja
16 A:n voimavirtakaapeli
asennuskansio
Ohjausrele 3 kpl

Lisäksi logiikan ohjelmointia varten tietokone, jossa on TIA Portal-ohjelma.

Työselostus: Laboratoriotyö tehdään ryhmätyönä ja siitä laaditaan vain tämä työselostus.

Tee ensin esitehtävät, sen jälkeen kytkennät, ohjelmointi ja lopuksi mittaukset.

1. ESITEHTÄVÄT

Etsi kustakin laitteesta tyyppikilpi, täydennä taulukot ja vastaa kysymyksiin. Tarvittaessa käytä apuna asennuskansiossa olevia laitteiden manuaaleja.

Taajuusmuuttaja:

e) Etsi taajuusmuuttajan tyyppikilvestä tyyppikoodi ja kirjoita se alla olevalle viivalle.

Tyyppikoodi: ACS800-01-0005-5+E200

f) Tutki tyyppikoodia manuaalin avulla ja täytä alla oleva taulukko. (s. 25-26 ja 105-128)

Nimellisvirta	<u>5.9 A</u>
Nimellinen käyttöjännite	<u>380...500 V AC 3~</u>
Kotelointiluokka	<u>IP21</u>
EMC häiriöpäästötaso	<u>Luokka C3</u>
Jarrukatkoja (alleviivaa oikea vaihtoehto)	<u>ei / sisäinen jarrukatkoja / sisäinen jarrukatkoja ja vastus</u>
Jäähdytystyyppi	<u>Ilmajäähdytys</u>

g) Mikä on taajuusmuuttajan suurin sallittu maksimivirta (Is)? (s. 106)

8.2 A

h) Mitä huoltotoimenpiteitä taajuusmuuttaja vaatii? (s. 97)

Normaaliolosuhteissa vaatii hyvin vähän huoltotoimenpiteitä. Säännöllinen huolto kuitenkin suositeltavaa:

- Jäähdytyslementin lämpötilan tarkastus ja puhdistus (6-12 kk välein)
- Kondensaattorin uusiminen 12 kk välein, jos taajuusmuuttajaa säilytetään varastossa.
- Lisätuulettimen vaihto 36 kk välein, jos käytössä.
- Tuulettimen vaihto 72 kk välein.
- Kondensaattorin uusiminen 120 kk välein.

Ohjelmoitava logiikka:

e) Tutki logiikan tyyppikilpiä ja asennuskansiossa olevaa manuaalia, täytä alla oleva taulukko sekä vastaa kysymyksiin. (s.724)

Logiikan tyyppimerkintä	<u>S7-1200</u>
CPU tyyppi	<u>CPU 1214C DC/DC/DC</u>
Digitaalisten sisääntulojen lkm	<u>14</u>
Digitaalisten ulostulojen lkm	<u>10</u>
Analogisten tulojen lkm	<u>2</u>
Analogisten lähtöjen lkm	<u>0, lisämoduulissa 1</u>
Logiikan syöttöjännite	<u>24 V DC</u>
Logiikan MAC-osoite	<u>00-1C-06-0D-CD-68</u>

- f) Kuinka paljon yhtä logiikan digitaalista lähtöä voidaan kuormittaa?
resistiivistä kuormaa 0.5 A ja lamppu kuormaa 5 W
- g) Paljonko on logiikan verkosta ottama sähköteho?
12 W
- h) Mikä on MAC-osoite?
MAC-osoite on yksilöllinen koodi, jonka valmistaja on määrittänyt tietyille verkkolaitteiden ryhmälle (kuten langattomalle verkkokortille tai Ethernet-kortille). MAC on lyhenne sanoista Media Access Control, ja jokainen koodi on laitekohtainen.

Moottori:

- f) Tutki moottorin tyyppikilpeä ja täytä alla oleva taulukko sekä vastaa kysymyksiin.

Tyyppimerkintä	M2AA 080B 3GAA083002-ADA
Nimellisjännite (V)	380-420 V
Nimellisvirta (A)	1.8 A
Kotelointiluokka	IP55
Eristysluokka	F
Cos φ	0.68
Pyörimisnopeus (rpm)	930

- g) Laske moottorin verkosta ottama sähköinen teho tyyppikilven arvoista. Moottoria käytetään 400V/50Hz verkossa nimellismomentilla.

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\varphi = \sqrt{3} \times 400V \times 1.8A \times 0.68 \approx 848 W$$

- h) Mikä on moottorin napapariluku?
kolme
- i) Mikä on moottorin jättämä? Laske myös moottorin suhteellinen jättämä, kun moottoria kuormitetaan nimellismomentilla.

Jättämä:

$$s = 1000 - 930 = 70$$

Suhteellinen jättämä:

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} = \frac{1000 - 930}{1000} \times 100 = 7\%$$

- j) Voidaanko moottori kytkeä tähteen 400V/50Hz:n verkossa?
Ei

2. KYTKENNÄT JA OHJELMOINTI

MOOTTORIN OHJAAMINEN JA PULSSIANTURIN KÄYTTÖ:

Tehtävänä on kytkeä logiikan tulot ja lähdöt, tehdä logiikkaan ohjelma TIA Portal-ohjelmalla, alustaa taajuusmuuttaja sekä asetella taajuusmuuttajaan moottorin parametrit.

Moottoria ohjataan ABB ACS800 taajuusmuuttajalla, johon on yhdistetty Siemens Simatic S7-1214C DC/DC/DC logiikka, jossa on ANALOG OUTPUT SB moduuli. Moottorin pyörimisnopeutta ja suuntaa tarkkaillaan pulssianturin avulla. Käytä apuna taajuusmuuttajan FW manuaalin sivuja 88 ja 105.

- i) Tee tarvittava kytkentä riviliittimen ja logiikan välille. (Liite 1)
- j) Suunnittele logiikan ohjelma. Laitteiston tulee toimia seuraavanlaisesti:
 - Taajuusmuuttajan nopeusohjetta ohjataan analogisen tulon kautta
 - Painonapilla S1 moottorin nopeus kasvaa 2,5 Hz/painallus moottorin pyöriessä eteenpäin
 - Painonapilla S2 moottorin nopeus vähenee 2,5 Hz/painallus moottorin pyöriessä eteenpäin
 - Moottorin pyörimissuunta vaihtuu, kun nopeutta vähentävää nappia painetaan moottorin nopeuden ollessa 0 Hz.
 - Pyörimissuunnan vaihtuessa painonappi S2 vaihtuu nopeutta lisääväksi napiksi ja S1 nopeutta vähentäväksi napiksi.
 - Moottori käynnistyy nappipaneelin start-napista
 - Moottorin pitää pysähtyä nappipaneelin stop-napista sekä taajuusmuuttajan ohjauspaneelin stop-napista (toimii, kun ohjauspaikka on Local)
- k) Suunnittele myös pulssianturiohjelma toimimaan seuraavanlaisesti:
 - Logiikka laskee moottorin pyörimisnopeutta (rpm)
 - Aktivoi HSC3 (high speed counter) device configuration-välilehdeltä
 - Nopeutta voi mitata 0-pulssin avulla (vähemmän tarkka) tai A/B -pulssien avulla (tarkka + pyörimissuunnan havaitseminen)
 - Ohjelmointiin voi käyttää esim. CONV, DIV ja MUL-lohkoja.
- l) Lataa ohjelma logiikkaan
- m) Alusta taajuusmuuttaja manuaalissa olevien ohjeiden mukaisesti.
- n) Asettele moottorin parametrit manuaalissa olevien ohjeiden mukaisesti.
 - taajuusrajaksi asetellaan 50 Hz
 - nimellisvirraksi asetellaan 1.8 A
 - aseta lisäksi rpm- sekä virtaraja parametreista 20.01-03
- o) Kytke moottori
- p) Kytke laitteiden jännitteet ja testaa kytkennän toiminta, sekä tee alla olevat mittaukset

Tarkkaile ohjelman toimintaa TIA Portalissa ”kiikareilla”. Mitä moottorin nopeudelle tapahtuu, kun moottori pyörii taaksepäin?

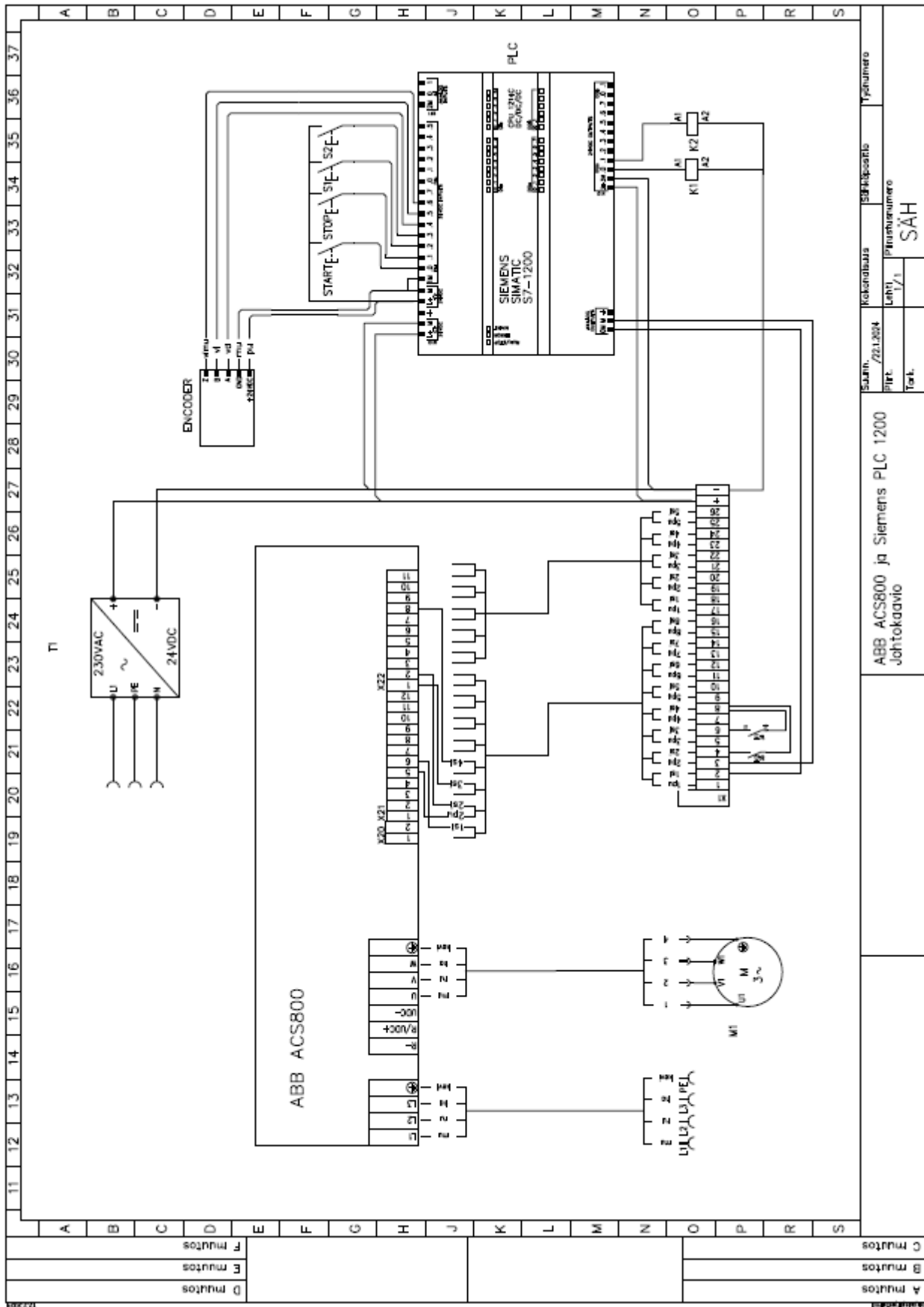
RPM lukema vaihtuu negatiiviseksi, koska B -pulssi on edellä.

3. MITTAUKSET

Ohjaa moottoria painonapeilla ja täytä alla oleva taulukko. Lue kierrosnopeus TIA Portalista ja loput arvot taajuusmuuttajan ohjauspaneelistä.

painallusta / mA	f (Hz)	n (rpm)	U (V)	I (A)
1	3.4	67	52	1.4
2	5.6	110	70	1.45
3	7.8	155	89	1.5
4	10	199	107	1.55
6	14.5	290	146	1.55
8	19	380	183	1.55
12	28.3	564	257	1.60
16	37.5	749	330	1.60
20	50	933	400	1.65

Liite 1.



A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	R	S
ABB ACS800 ja Siemens PLC 1200 Johtokaavio																
Sisällysluettelo / 22.1.2014																
Kokonaissivu																
Sivunumero																
Lehti / 1/1																
SÄH																
Teki.																

Taajuusmuuttajan parametrit

99.05-99.09 - moottorin parametrit

10.02 - DI1,2

10.03 - REQUEST

11.02 - EXT2

11.06 - AI2

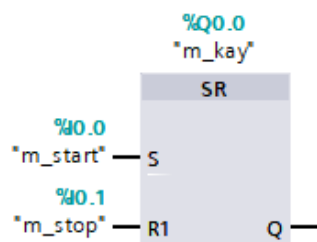
13.06/13.07 - 0mA/20mA

99.03 - YES (resetoi tehdasasetuksiin kaikki parametrit paitsi moottorin parametrit)

Esimerkkiohjelmat

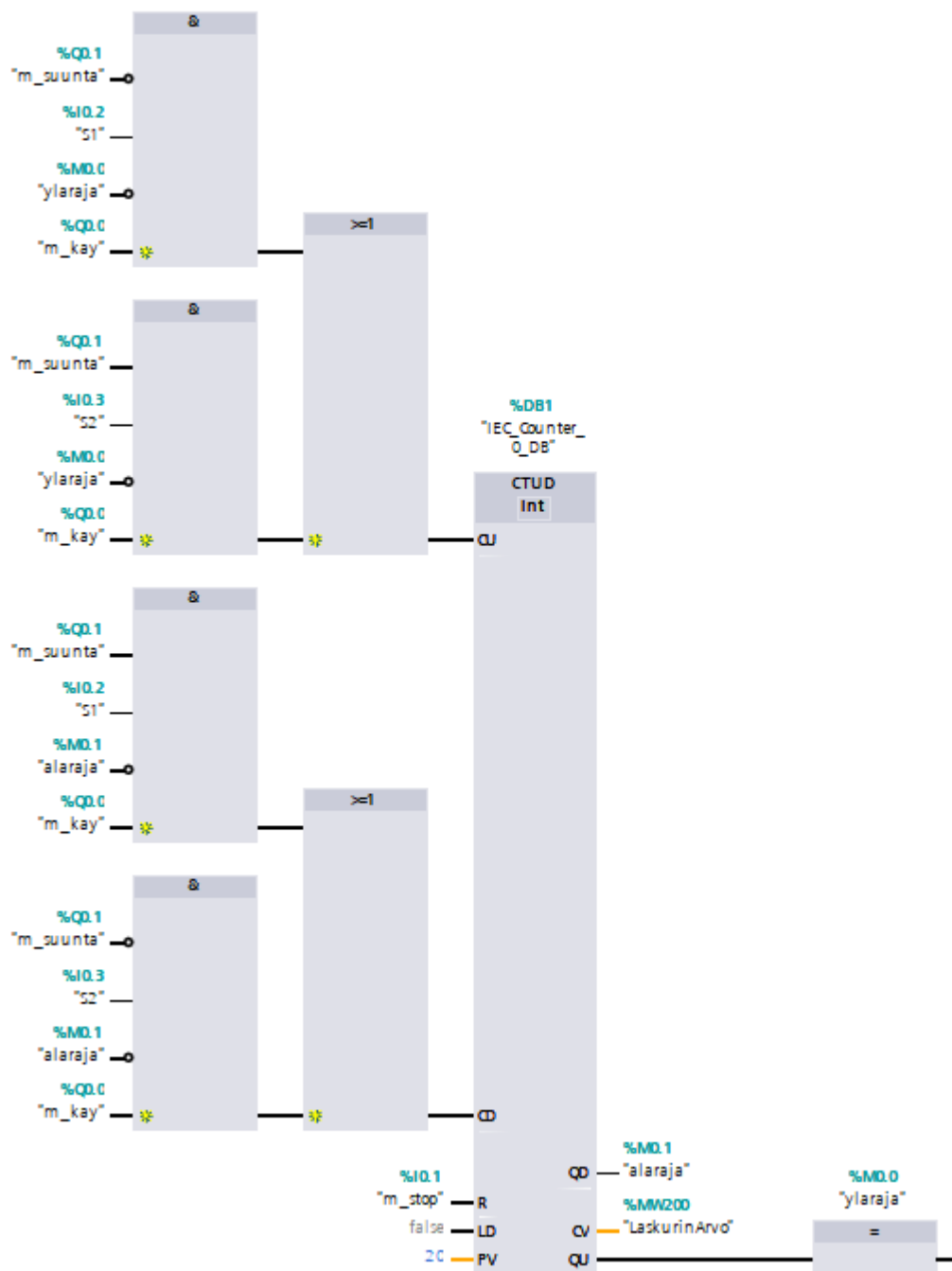
▼ Network 1:

Pitopiiri start/stop



Network 2:

S1 ja S2 -nappien painalluslaskuri



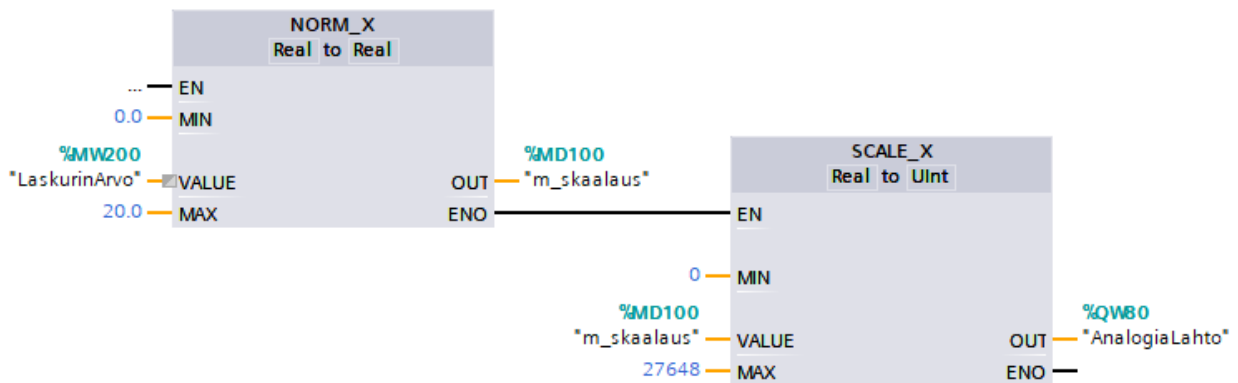
Network 3:

Moottori pyörimissuunnan vaihto, moottori pyörii eteenpäin kun m_suunta = 0

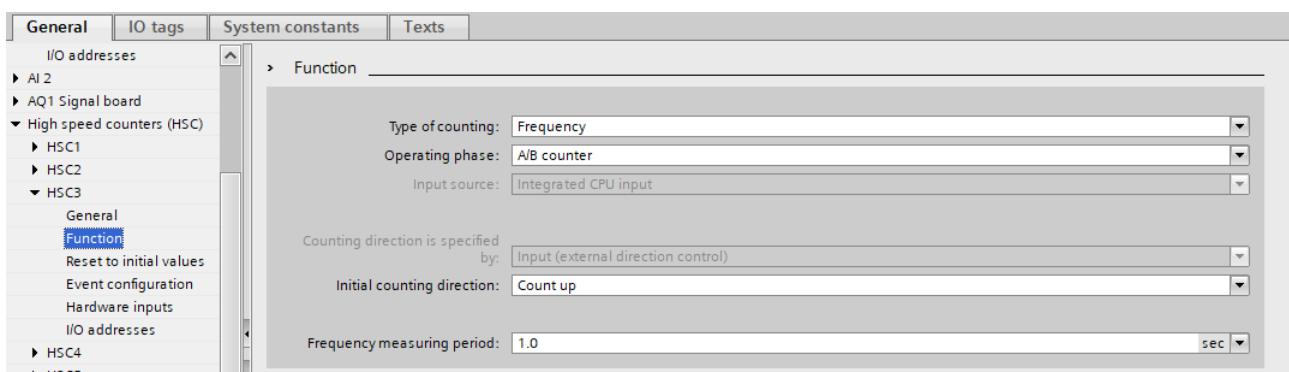


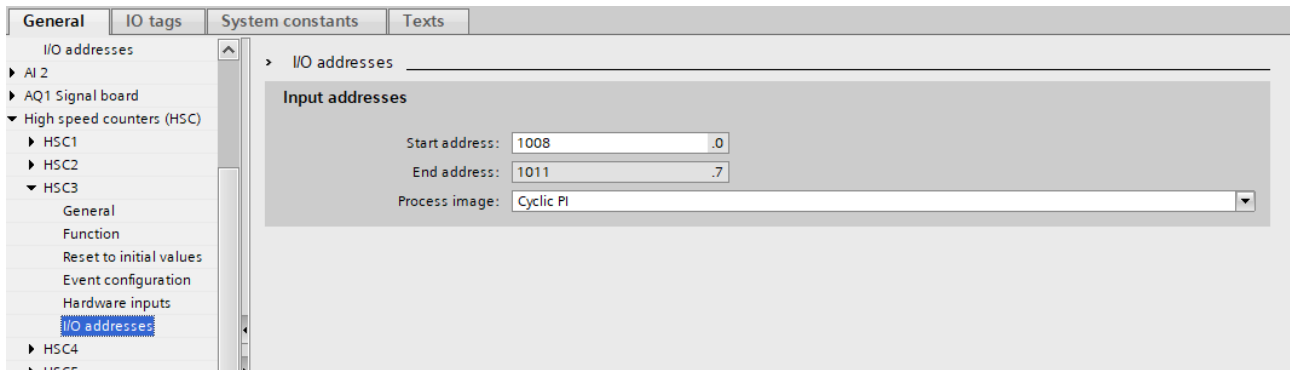
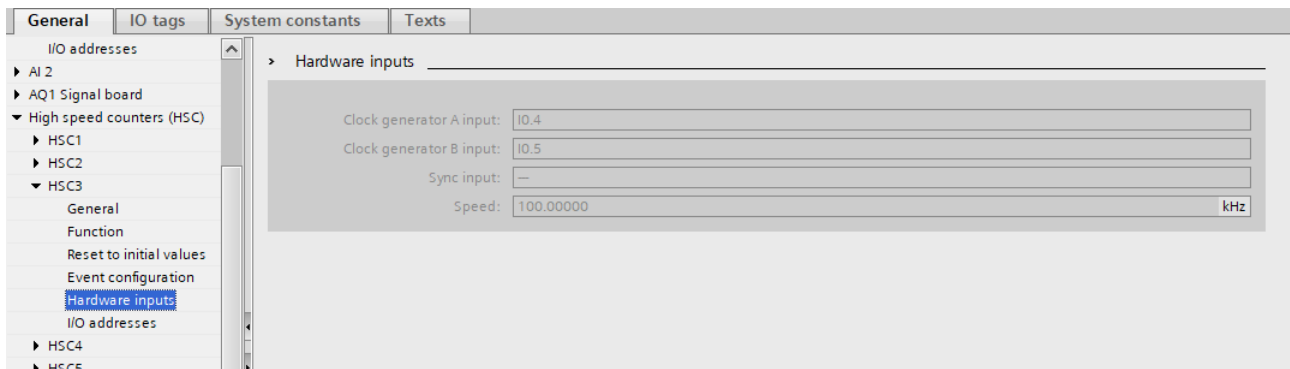
Network 4:

S1 ja S2 -nappien painallusten arvon skaalaus 0mA - 20mA analogilähdöksiksi



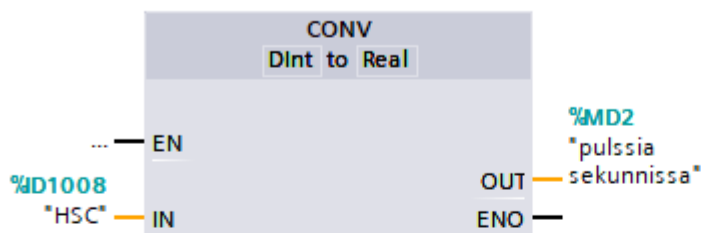
Pulssianturiohjelmat





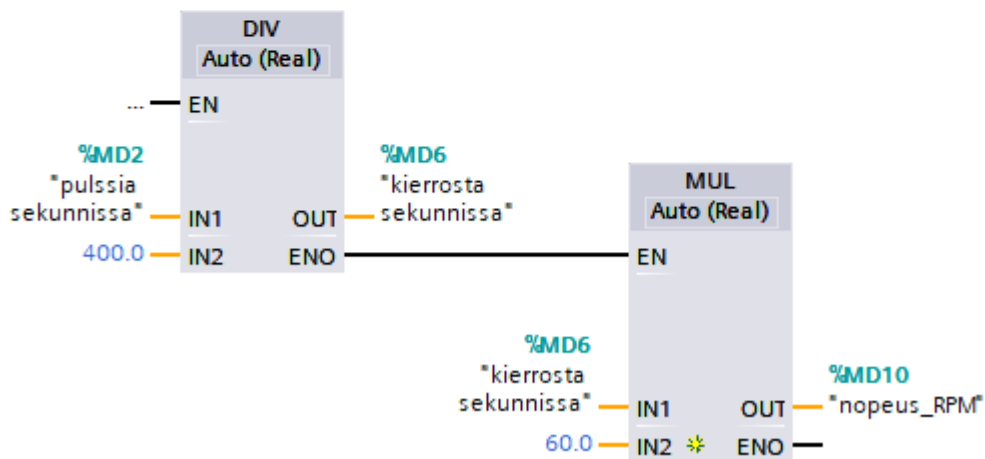
Network 5:

Pulssianturin pulssien määrä sekunnissa muutetaan reaalityyiseksi



Network 6:

Pulssien määrä sekunnissa muutetaan kierroksiksi minuuttia kohden



Nopeuden laskeminen 0-pulssilla vaatii uuden HSC aktivoinnin.

Network 7:

Nopeuden laskeminen nollapulssilla.

