

Henri Jyrinki

TAAJUUSMUUTTAJAN PARAMETROINTI – OLENNAISIMMAT MUUTTUJAT

TAAJUUSMUUTTAJAN PARAMETROINTI – OLENNAISIMMAT MUUTTUJAT

Henri Jyrinki
Opinnäytetyö
Syksy 2021
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Automaatiotekniikka

Tekijä: Henri Jyrinki

Opinnäytetyön nimi: Taajuusmuuttajan parametointi – olennaisimmat muuttajat

Työn ohjaaja(t): Jouni Huotari

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2021

Sivumäärä: 48

Työn taustana on tarve käytännölliselle oppaalle liittyen ABB teollisuuskonsernin valmistamiin ACS880-tuoteperheen taajuusmuuttajiin. Tässä opinnäytetyössä johdatellaan lukija taajuusmuuttajien perusteorian, säätötapojen, kehityksen ja käyttökohteiden kautta ACS880-taajuusmuuttajan parametointiin ja käyttöönnottoon.

Tavoitteena on luoda tietopaketti, jota voidaan soveltaa käytännön tilanteisiin ja käyttää valmistajan manuaalien ohella. Menetelminä käytetään fyysisen taajuusmuuttajan tutkimista sekä erilaisia aineistoja, joita ovat muun muassa laitevalmistajien käyttöohjekirjat ja -oppaat.

Ennen parametroidin ja käyttöönnoton käsittelyä tarkastelussa on ACS880-taajuusmuuttajan fyysinen rakenne liitännöineen ja lisäosineen. Perusteoriaa taajuuden käsitteestä on käsitelty pintapuolisesti mutta taajuusmuuttajan toiminnan osalta teoriaa on käsitelty hieman tarkemmin. Taajuusmuuttajan ACS880 säätötavoista perustason teoreettiseen käsittelyyn ovat valikoituneet skaalarisäätö ja suora momentinsäätö. Kehitystä käsitellään historian ja suomalaisten innovaatioiden kautta. Käyttökohteita käsitellään yleisellä tasolla sekä tutkitaan ACS880-tuoteperheen eri taajuusmuuttajamalleja ja niiden välisiä eroavaisuuksia. Tässä opinnäytetyössä keskitytään seinäkiinnitteiseen ACS880-tuoteperheen malliin.

Parametroidin ja käyttöönnottoa käsitellään siten, että parametroidin ja käyttöönnoton osuutta voidaan käyttää käytännöllisenä ja helposti lähestyttävänä oppaana kyseistä työvaihetta varten. Parametroidin käsiteltäessä käydään läpi ensin käyttöönnotto ja parametrien asettelu taajuusmuuttajan ohjauspaneelia käyttäen. Ohjauspaneelin kautta tehdyn käyttöönnoton jälkeen parametreihin perehdytään tarkemmin ABB Drive Composer -käyttöönottotyökalun avulla. Parametroidin tarkasteltavaksi otetaan olennaisimmat parametrit, joita käytännön tilanteissa usein kohdataan.

Asiasanat: Taajuusmuuttaja, käyttöönnotto, ohjelmointi, parametri, parametroidin

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering, Option of Automation Engineering

Author: Henri Jyrinki

Title of thesis: Programming Variable Frequency Drive – Most Common Parameters

Supervisor: Jouni Huotari

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2021

Number of pages: 48

This thesis is based on a company's need for a practical and accessible guide for ABB frequency converters. In this thesis, the reader is introduced to the parameterization and commissioning of the ACS880 frequency converter through the basic theory, control methods, development and applications of frequency converters.

Before going to the parameter setting and commissioning, this thesis contains a description of physical connectors of ABB ACS880 frequency converter. ABB ACS880 frequency converter physical connectors. The discussed control methods are scalar control and direct torque control. Development is described from a Finnish perspective and innovations. The applications are discussed at general level and different ACS880 frequency converter products are compared. This thesis focuses on wall mounted ACS880 models. Parameterizing and commissioning are presented practically with the idea that this can be used in real-life commissioning. The most relevant and frequently used parameters were selected for review.

Various ABB product guides were utilized in the making of this thesis in addition to studying and using the ABB ACS880-11 frequency converter. The main purpose of this thesis is to be a practical guide that can be used in practical situations.

Keywords: Frequency converter, drive, commissioning, programming, parameter

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	TAAJUUSMUUTTAJAT	8
2.1	Taajuusmuuttajakäytön teoria	8
2.1.1	Taajuus	8
2.1.2	Taajuusmuuttajan toiminta	9
2.1.3	Oikosulkumoottorin tähti- ja kolmiokytkentä	10
2.2	Historia ja kehitys	12
2.3	Säätötavat	12
2.4	Taajuusmuuttajakäyttöjen edut	13
2.5	Käyttökohteet ja sovellettavat tuotteet	14
3	TAAJUUSMUUTTAJAN FYYSSINEN RAKENNE JA LISÄOSAT	16
3.1	Liitännät	17
3.1.1	Yleisimmät turvamoduulit	18
3.1.2	Ulkoinen syöttö	19
3.1.3	Analogiset tulot ja lähdöt	19
3.1.4	Digitaaliset tulot ja lähdöt	20
3.1.5	Relelähdöt	21
3.1.6	Safe torque off -liittimet	21
3.2	Ohjauspaneeli ja käyttöliittymä	22
3.3	Muistiyksikkö	23
3.4	Valinnainen jarrukatkoja ja -vastus	23
3.5	Valinnainen du/dt-suodin	24
4	TAAJUUSMUUTTAJAN PARAMETROINTI JA KÄYTTÖÖNOTTO	26
4.1	Taajuusmuuttajan ensimmäinen käynnistys ja perusasetukset	26
4.2	Tunnistusajo	27
4.3	Ohjauspaneelin toiminnallisuus käyttöönottoavustajan jälkeen	28
4.4	ABB Drive Composer -ohjelmisto ja yhteyden muodostaminen	29
4.4.1	Parametriluettelo	31
4.4.2	Virtuaalinen ohjauspaneeli	32
4.4.3	Monitori	33
4.5	Olellisimmat parametrit	34

4.5.1	Ohjaus ja käyttötila.....	34
4.5.2	Vaihejärjestys.....	35
4.5.3	Digitaalisen tulon ja digitaalisen relelähdön konfigurointi	36
4.5.4	DIO, FI ja FO konfigurointi	38
4.5.5	Analogisen tulon ja lähdön konfigurointi.....	38
4.5.6	Kiihdytys- ja hidastusajat.....	41
4.5.7	Käynnistys, pysäytys ja pyörimissuunta	42
5	POHDINTA.....	44
	LÄHTEET.....	45

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään taajuusmuuttajia yleisesti käyttötarkoituksineen ja etuineen sekä perehdytään ABB teollisuuskonsernin valmistamiin, ACS880-tuoteperheen taajuusmuuttajiin, niiden käyttöönottoon ja parametrintiin. Taajuusmuuttajien yleisessä käsittelyssä johdatellaan lukijaa taajuuden ja taajuusmuuttajien perusteoriaan, hyötyihin, säätötapoihin ja käyttökohteisiin. Lopuksi käsitellään käyttöönottoa, johon kuuluu muun muassa parametrinti, joka on tämän opinnäytetyön keskeisin aihe. Parametrintia pyritään käsittelemään niin, että parametrintiosuutta voidaan käyttää käytännöllisenä ohjeena todellisissa käyttöönottilanteissa. Parametrintiosuudessa avataan eri parametrien tarkoitusta ja pyritään kuvailemaan parametrien tarkoituksia helpommin ymmärrettävästi. Tässä opinnäytetyössä käyttöönottoa ja parametrintia tehdään toimeksiantajayrityksen taajuusmuuttajalle.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda käytännöllinen tietopaketti, joka sisältää taajuusmuuttajien yleistä tietoa sekä käytäntöön sovellettavaa tietoa ABB ACS880 taajuusmuuttajan parametrintinnasta ja käyttöönotosta.

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on PLC-Automation Oy. PLC-Automation Oy on suomalainen vuonna 1987 perustettu teknologia-alan suunnittelu- ja palveluyritys. Yrityksen toimialoja ovat suunnittelu, ohjelmointisuunnittelu, käyttöönotto, valvonta, koulutus, kojeistovalmistus, sähköasennus ja nosturialan palvelut. (1.)

2 TAAJUUSMUUTTAJAT

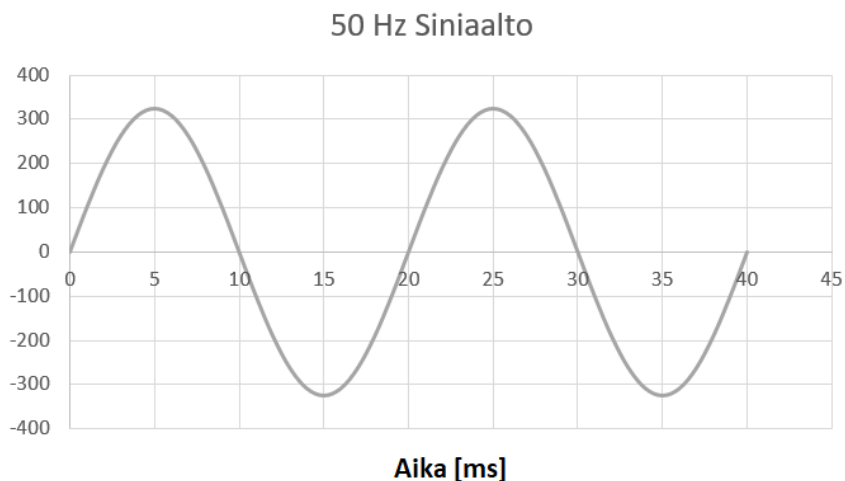
Taajuusmuuttajalla tarkoitetaan sähkölaitetta, joka on sijoitettu esimerkiksi valtakunnallisen sähköverkon ja vaihtosähkömoottorin väliin. Tällaisessa tilanteessa taajuusmuuttajalla pyritään säätelemään prosessia, johon taajuusmuuttajaan kytketty vaihtosähkömoottori kuuluu. Taajuusmuuttajavalmistajia ovat muun muassa ABB, Siemens ja Bosch Rexroth sekä Mitsubishi. (2.)

2.1 Taajuusmuuttajakäytön teoria

Tässä luvussa käsitellään teoreettisesti ja pintapuolisesti taajuutta, taajuusmuuttajan toimintaa sekä taajuusmuuttajaan kytketyn oikosulkumoottorin kytkentää. Taajuusmuuttajan toiminnan käsittelyssä keskitytään yleisemmän, välipiirillisen taajuusmuuttajan teoriaan. Oikosulkumoottorin kytkennöistä käsitellään tähti- ja kolmiokytkentöjä.

2.1.1 Taajuus

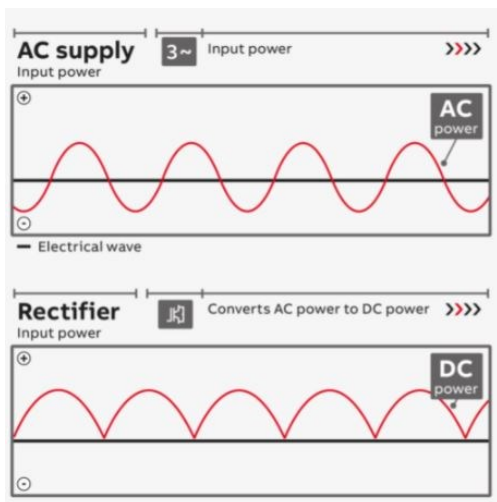
Taajuusmuuttajan teoriaa käsiteltäessä taajuuden käsite ilmenee jatkuvasti. Taajuudella tarkoitetaan tietyn ilmiön esiintymisien määrää tietyssä ajassa. Sähkötekniikassa taajuuden yksikkö on hertsi, jonka tunnus on Hz. Hertsi kuvaa värähtelyliikkeiden määrää sekunnin aikana. Kuvassa 1 on 50-hertsin siniaaltoista värähtelyä. Yhteen värähdykseen kuluva aika kutsutaan jaksonajaksi, joka on tässä tapauksessa 20 millisekuntia. Jaksonaika on taajuuden käänteisarvo. (3.)



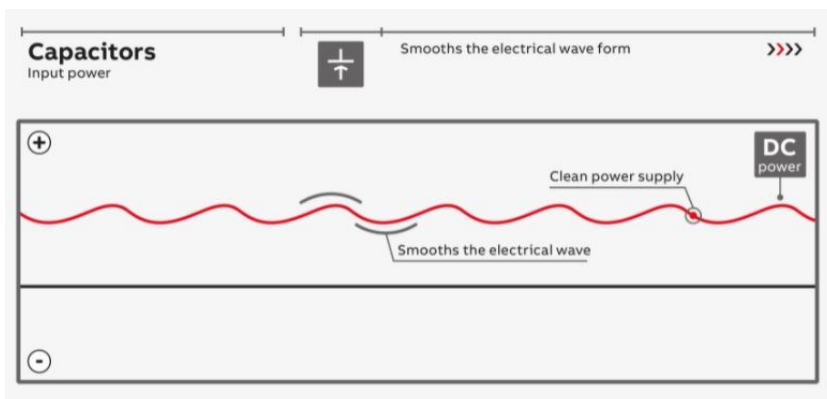
KUVA 1. 50-hertsinen siniaalto

2.1.2 Taajuusmuuttajan toiminta

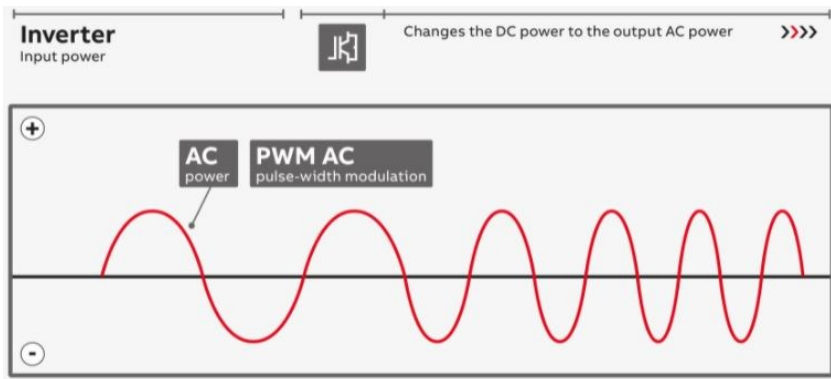
Taajuusmuuttajat voidaan jakaa kahteen tyyppiin: suoriin ja välipiirillisiin taajuusmuuttajiin. Tässä opinnäytetyössä käsitellään yleisempiä välipiirillisiä taajuusmuuttajia. (4.) Välipiirillisten taajuusmuuttajien toiminta voidaan jakaa karkeasti kolmeen osaan. Ensimmäisessä osassa valtakunnan verkosta syötetty 50-hertsinen vaihtosähkö muunnetaan tasasähköksi tasasuuntaamalla se diodien avulla (kuva 2). Toisessa osassa tasasähkön signaalia tasoitellaan kondensaattorien avulla (kuva 3). Kolmannessa vaiheessa tasasähköä syötetään invertterille, joka muuntaa tasasähkön takaisin vaihtosähköksi ja säätää moottorille syötettävää sähkövirran taajuutta (kuva 4). Kuvassa 5 on kuvattuna välipiirillisen taajuusmuuttajan toiminta. (5.) Lisäksi taajuusmuuttajasta voidaan ajatella löytyvän neljäs osa, joka on ohjauspiiri. Sen tehtävänä on ohjailla edellä mainittujen osien toimintaa.



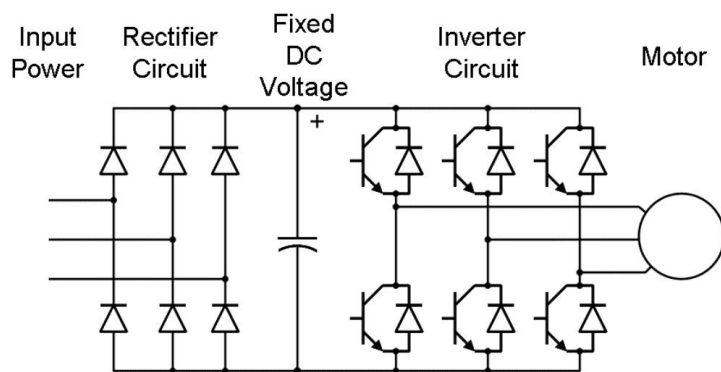
KUVA 2. Vaihtojännitteen tasasuuntaus (5)



KUVA 3. Kondensaattorilla tasoiteltu tasajännite (5)



KUVA 4. Taajuusmuuttajan invertteri (5)



KUVA 5. Välipiirillisen taajuusmuuttajan toimintaperiaate (6)

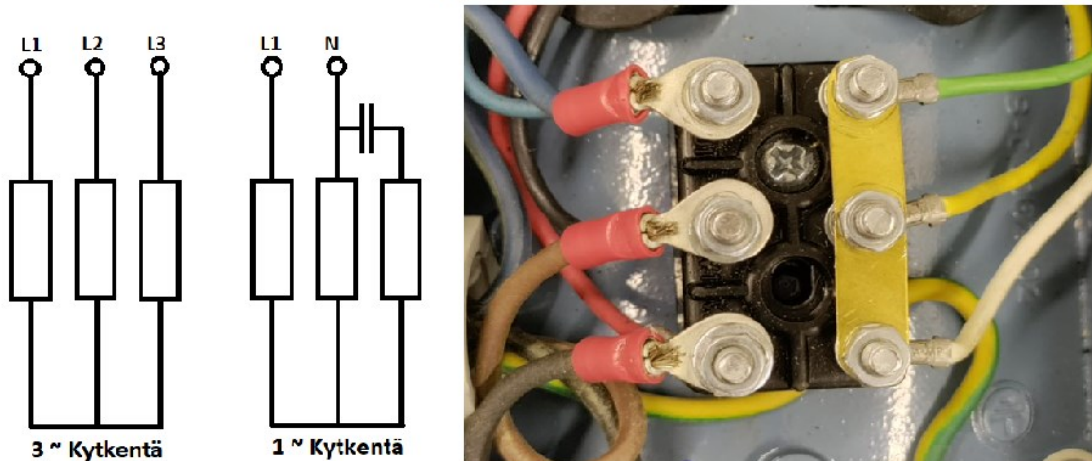
2.1.3 Oikosulkumoottorin tähti- ja kolmiokytkentä

Moottorikaapelin kytkentä oikosulkumoottoriin tehdään yleensä joko tähti- tai kolmiokytkennällä. Tähti- tai kolmiokytkentä voidaan toteuttaa joko yksi- tai kolmivaihejärjestelmässä. Eri sovelluksien oikea kytkentätapa tarkistetaan oikosulkumoottorin tyyppikilvestä. Sähköverkon ja oikosulkumoottorin jännite vaikuttaa kytkentätavan valintaan. Tässä luvussa käsitellään tähti- ja kolmiokytkentöjen perusidea teoriassa ja käytännön kuvauksin.

Kuvasta 6 nähdään tähtikytkennän periaate. Tähtikytkennästä käytetään myös nimitystä Y-kytkentä. Kuvan 6 vasemmanpuoleista kolmivaihekytkentäkuvaa voidaan ajatella niin, että jännitesyöttö tulee moottoriin ylhäältä päin ja kukin vaihe kohtaa moottorin käämit. Käämien jälkeen vaiheet yhdistyvät tähtipisteeseen. Kolmivaiheisessa tähtikytkennässä nollaa ei tarvita.

Yksivaiheisessa tähtikytkennässä moottorin tarvitsemat kolme eri vaihetta saadaan yhdellä vaihejohtimella, nolajohtimella sekä nolajohtimesta "kaapatulla" vaiheella, johon muodostuu vaihesiirto kondensaattorin avulla. Kuvassa 6 oikealla puolella on ABB:n valmistaman kolmivaihemootorin kytkennän toteutus. Kullanväriset kytkentäliuskat on aseteltu tähtikytkennän mukaisesti.

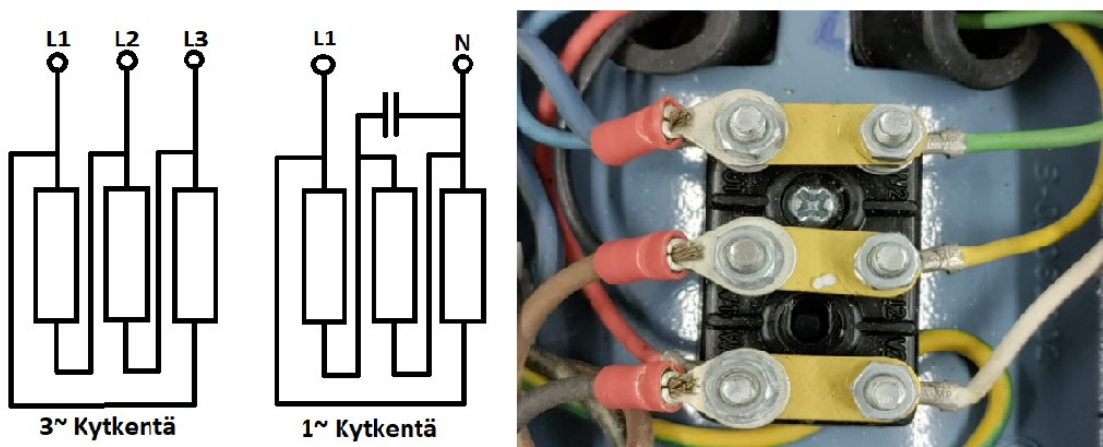
Tähtikytkennät



KUVA 6. Oikosulkumoottorin tähtikytkentä

Kuvasta 7 nähdään kolmiokytkennän periaate. Kolmiokytkennästä käytetään myös nimitystä D-kytkentä. Kuvassa vasemmalla puolella on kolmivaiheinen ja yksivaiheinen kolmiokytkentä. Kolmivaiheisessa kolmiokytkennässä jokainen vaihe on moottorin käämin jälkeen yhteydessä seuraavaan vaiheeseen. Yksivaiheisessa kolmiokytkennässä suoritetaan samaan tapaan vaihesiirto kondensaattorin avulla. Kuvassa 7 oikealla puolella näkyy kolmivaihemootorin kolmivaiheisen kolmiokytkennän toteutus. Kullanväriset kytkentäliuskat on aseteltu eri tavalla kuin tähtikytkennässä.

Kolmiokytkennät



KUVA 7. Oikosulkumoottorin kolmiokytkentä

2.2 Historia ja kehitys

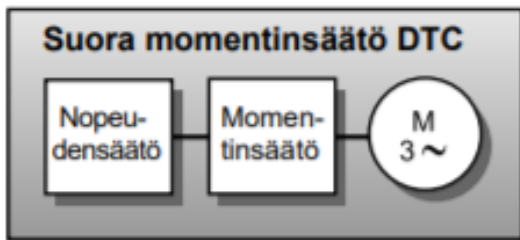
Tässä luvussa kerrotaan taajuusmuuttajien kehityksestä suomalaisten innovaatioiden näkökulmasta. Oy Strömberg Ab oli suomalainen sähköteknisen alan yritys, joka 1970-luvulla al kehittäämään vaihtovirtamoottorille tarkoitettua taajuusmuuttajaa. 1980-luvulla työ vihdoinkin tuotti tulosta ja syntyi laite nimeltään SAMI, (Strömbergin Asynkroni Moottori Invertterikäyttö). Elokuun alussa vuonna 1982 avattiin Helsingin metro, joka oli SAMI-taajuusmuuttajan ensimmäinen käyttökohde. Helsingin metroon suunniteltu taajuusmuuttaja tuli myöhemmin käyttöön myös Loviisan ydinvoimalassa ja eri teollisuudenaloilla. Viisi vuotta myöhemmin SAMI-taajuusmuuttajalla varustettujen metrojen käyttöönotosta suomalainen Strömberg ja ruotsalainen ASEA yhdistyivät. Hieman myöhemmin ASEA yhdistyi sveitsiläisen Brown, Boveri & Cie:n kanssa ja syntyi ABB. Vuonna 2021 ABB on yksi merkittävimmistä taajuusmuuttajien valmistajista. ABB valmistaa taajuusmuuttajia Suomessa, Helsingin Pitäjänmäessä. (7; 8.)

2.3 Sääötötavat

Oikosulkumoottorin yleisimmät sääötötavat taajuusmuuttajalla ovat suora momenttisääötö, vektori-sääötö ja skalaarisääötö. Yksinkertaisin näistä on skalaarisääötö, jossa taajuusmuuttajaa ohjataan nopeus- tai taajuusohjeella. Skalaarisäädöllä ei päästä samaan suorituskykyyn kuin suoralla momenttisäädöllä, mutta se on kannattavaa valita ohjaustavaksi, jos moottorin nimellisvirta on alle kuudosesosan taajuusmuuttajan nimellislähtövirrasta tai jos monimoottorikäytössä moottorit ovat eri kokoisia tai jos moottoreita on muutettu taajuusmuuttajalle tehdyn tunnistusajon jälkeen. Skalaarikäyttöä hyödynnetään neliöllisissä käytöissä muun muassa pumpuissa ja puhaltimissa. (9.)

Suora momenttisääötö eli DTC, (Direct Torque Control), on ABB:n kehittynein moottorinsääötötapa. Tämän sääötötavan säädettävät suureet ovat moottorin momentti ja magneettivuo ja näitä säädetään ohjaamalla taajuusmuuttajan lähdön puolijohteiden kytkentää. Muista sääötötavoista poiketen suoran momenttisäädön vähäiset sääötövaiheet mahdollistavat nopean momenttivasteen. Kuvassa 8 on DTC-sääötöpiirin lohkokaavio. Lohkokaaaviosta voidaan huomata, ettei suoralla momenttisäädöllä ole takaisinkytkentää. Suoran momenttisäädön käyttö ACS880-taajuusmuuttajissa vaatii tunnistusajon suorittamisen käyttöönotossa. Suoralla momenttisäädöllä tavoitellaan moottorin parhainta mahdollista säädettävyyttä. (10; 11, s. 42.)

ACS880-taajuusmuuttajiin ei sisälly vektorisäätöä, joten sitä ei tässä opinnäytetyössä käsitellä tarkemmin (9).



KUVA 8. DTC säätöpiiri (10, s. 12)

2.4 Taajuusmuuttajakäyttöjen edut

Taajuusmuuttajaa voidaan kuvailla ylivoimaiseksi, kun tavoitellaan sähkömoottorikäyttöjen optimointia. Taajuusmuuttajan tuoma portaaton säädettävyyks avaa monia mahdollisuuksia esimerkiksi teollisuuden sähkömoottorikäyttöihin. Vanhanaikaisista mekaanisista säätötavoista voidaan luopua, kun sähkömoottorin pyörimisnopeutta voidaan säätää täysin sähköisesti. Mekaanisten liikkuvien osien väheneminen tarkoittaa parempaa toimintavarmuutta ja näin ollen parempia tuotannollisia tuloksia.

Taajuusmuuttajan etuihin lukeutuu myös mahdollisuus säästää huomattavasti energiaa. Voidaan kuvitella tilanne, jossa putkistossa kulkevaa nestettä pumpataan vakioteholla mutta rajoitetaan venttiilillä. Tällöin vakioteholla pyörivä pumppu tekisi turhaa työtä aina, jos virtausta rajoitetaan samaan aikaan venttiilillä. Tilannetta voitaisiin havainnollistaa myös niin, että henkilöautolla ajettaisiin kaasu- ja jarrupoljin samaan aikaan painettuina. Edellä mainituissa tilanteissa tilanne voi olla prosessin näkökulmasta toimiva, mutta laitteiston kuormittumisen ja energiankulutuksen näkökulmasta ongelmallinen.

Pienillä säätötoimenpiteillä voidaan säästää huomattavasti energiaa. Hidastamalla taajuusmuuttajalla pyöritettävän puhaltimen pyörimisnopeutta 10 %, 50 hertsistä 45 hertsiin, tarvittava teho puuttuu 27 %. Energian tarve pienenee suhteessa nopeuden kolmanteen potenssiin (2).

Taajuusmuuttajaa vertailtaessa lähin samankaltaisia ominaisuuksia sisältävä laite on pehmokäynnistin. Pehmokäynnistimellä ei tehdä sähkömoottorin jatkuvaa nopeuden säätöä mutta sillä voidaan rampittaa sähkömoottorin käynnistys- ja pysäytysnopeudet. Pehmokäynnistimen toiminta perustuu

tyristoreihin, joiden sytytyssignaalin ajoitus saa aikaan moottorille menevän jännitteen rampituksen. Käynnistystilanteessa pehmokäynnistimen tyristoreiden sytytyssignaalia aikaistetaan kiihtyvällä tahdilla, joka saa aikaan sen, että yhä suurempi osa siniaaltoisesta jännitteestä saavuttaa kolmi-vaihemoottorin ja moottorin kierrosluku alkaa kasvaa. Pehmokäynnistimellä hidastetussa pysäytyksessä tilanne on päinvastainen ja tyristoreiden sytytyssignaalia myöhäistetään, jotta siniaaltoinen jännite ja moottorin kierrosluku laskevat. (12.)

Voidaan todeta, että taajuusmuuttaja sisältää myös pehmokäynnistimen ominaisuudet, mutta seuraavaksi vertailussa astuvat esiin kustannukset. Vertailtaessa teholtaan vastaavanlaisten taajuusmuuttajan ja pehmokäynnistimen kustannuksia suomalaisen automaatiotuotteiden toimittajan katalogista voidaan huomata, että taajuusmuuttajan hankintakustannukset ovat noin kolminkertaiset pehmokäynnistimen hankintakustannuksiin verrattuna (13). Käsitykseni on, että taajuusmuuttajatekniikan kehittyttyä taajuusmuuttajien hankintakustannukset ovat ajan saatossa pienentyneet ja näin ollen taajuusmuuttajan hankinnasta on tullut entistä kannattavampaa.

2.5 Käyttökohteet ja sovellettavat tuotteet

Taajuusmuuttajan käyttökohteita on mittavasti. Voidaankin todeta, ettei taajuusmuuttajia käytetä pelkästään teollisuus- ja kiinteistöautomaation piirissä, vaan myös valtaosassa koko infrastruktuuria. Taajuusmuuttajien kannalta merkittävimpiä infrastruktuurin osia ovat energialaitokset ja veden käsittely. Tarkasteltaessa taajuusmuuttajien teollisuuden käyttökohteita merkittäviä teollisuudenaloja ovat muun muassa elintarvike-, metalli-, kaivos-, paperi- ja kemianteollisuus.

Elintarviketeollisuuden taajuusmuuttajasovelluksia ovat esimerkiksi sekoittimet, kuljettimet ja jäähdytysjärjestelmät. Kaivosteollisuudessa tyypillisiä sovelluksia ovat suuren kapasiteetin kuljettimet, murskaimet, myllyt sekä ilmanvaihtojärjestelmät. (14.)

ACS880-tuoteperheeseen kuuluu kymmenen eri mallia erilaisiin käyttökohteisiin. Tuoteperheen kymmenestä eri mallista seitsemän on niin sanottuja kaapitettuja malleja, jotka muistuttavat rakenteeltaan kaappia ja ovat kooltaan seinäkiinnitteisiä taajuusmuuttajia suurempia. Kaapitettuja malleja voidaan käyttää silloin, kun moottorikäytön teho on jopa 6 000 kW. Tuoteperheen kolme muuta mallia ovat seinäkiinnitteisiä. Seinäkiinnitteisiä malleja on saatavilla teholuokassa 0,55–250 kW. Tässä opinnäytetyössä keskitytään seinäkiinnitteisiin ACS880-tuoteperheen eri malleihin.

Kummankin asennusmuodon taajuusmuuttajia on saatavilla erityyppisillä ominaisuuksilla, joita ovat esimerkiksi regeneratiivisuus ja yliaaltojen suodatus. Regeneratiivisella eli verkkoon jarruttavalla taajuusmuuttajalla voidaan syöttää jarrutustilanteessa syntynyt energia takaisin verkkoon muun järjestelmän käyttöön. Regeneratiivisuudella voidaan säästää huomattavasti energiaa verrattuna siihen, että jarrutustilanteissa syntynyt energia ohjattaisiin vastukseen. Yliaaltoja suodattava taajuusmuuttaja on varustettu muun muassa integroidulla linjasuodattimella, joka suodattaa tehokkaasti yliaaltoja, jotka voivat aiheuttaa häiriöitä järjestelmissä.

Kaapitettuihin malleihin on saatavilla myös nestejäähdytys. ACS880-tuoteperheen taajuusmuuttajat on nimetty ominaisuuksien mukaan ja koska tässä opinnäytetyössä käsitellään seinäkiinnitteisiä malleja, ovat niiden eri mallit kuvailtuna seuraavasti:

- ACS880-01 sisältää teholuokaltaan myös pienimmät mallit
- ACS880-11 on regeneroiva, verkkoon jarruttava malli
- ACS880-31 on yliaaltoja suodattava malli. (15.)

3 TAAJUUSMUUTTAJAN FYYSINEN RAKENNE JA LISÄOSAT

Tässä luvussa käsitellään ACS880-01 taajuusmuuttajan fyysistä rakennetta ja valinnaisia lisäosia, joiden tarve riippuu sijoituskohteesta. Fyysisen rakenteen määrittelyyn kuuluu liitännöiden kuvaus, ohjauspaneeli ja sen toiminta. Käsiteltäviksi valinnaisiksi lisäosiksi on valittu taajuusmuuttajakäytön jarrutukseen liittyvät komponentit ja du/dt-suodin. Lisäosista on kuvailtuna toimintaperiaate, käyttökohteet ja vaikutus taajuusmuuttajan parametroiintiin ja käyttöönottoon.

Tässä luvussa on myös kuvailtu pintapuolisesti taajuusmuuttajan optiopaikkoihin liitettäviä erilaisia moduuleja. Yleisimpiä turvamoduuleja on kuvailtu hiukan tarkemmin omassa luvussa. ATEX-luokiteltuja turvamoduuleja ei ole käsitelty. Kuvassa 9 on ABB ACS880-01 taajuusmuuttaja, jonka runkokoko on R1.



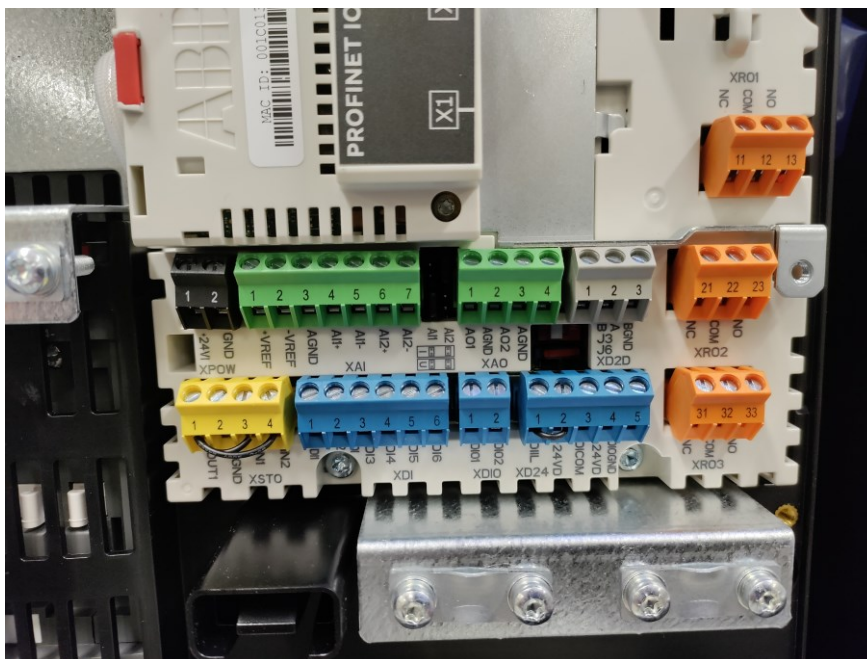
KUVA 9. ABB ACS880-01 taajuusmuuttaja

3.1 Liitännät

Oletusarvoisesti ACS880-01 ohjauspuolen liittimiin kuuluu

- ulkoinen syöttö, XPOW
- kaksi kappaletta analogisia tuloja, AI
- kaksi kappaletta analogisia lähtöjä, AO
- kuusi kappaletta digitaalisia tuloja, DI
- kaksi kappaletta ohjelmoitavaa digitaalituloa tai -lähtöä, DIO
- digitaalinen lukitus DIIL
- kolme kappaletta XRO relelähtöjä (kuva 10).

Taajuusmuuttajan rakenteeseen kuuluu myös kolme optiopaikkaa kenttävyylämoduulille, takaisin-kytkentämoduulille, turvamuulille tai I/O-laajennusmoduulille. I/O-laajennusmoduuleilla voidaan lisätä analogi- ja digitaalitulojen ja lähtöjen sekä relelähtöjen määrää. FIO-01-moduulilla voidaan lisätä neljä DIO-liitäntää sekä kaksi relelähtöä. FIO-11-moduulilla voidaan lisätä kaksi DIO-liitäntää, kolme analogituloliitäntää sekä yksi analogilähtöliitäntä. FAIO-01-moduulilla voidaan lisätä kaksi analogituloa ja -lähtöä. FDIO-01-moduulilla voidaan lisätä kolme digitaalituloa ja kaksi relelähtöä. (9, s. 29.) Turvamuuleita ja niiden käyttötarkoituksia sekä ominaisuuksia on kuvailtu luvussa 3.1.1.



KUVA 10. ACS880-01 liitännät

3.1.1 Yleisimmät turvamuodulit

Yleisimpiä turvamuoduleita ovat FSO-12, FSO-21, FSE-31 ja FSPS-21. Käsiteltävät turvamuodulit ovat taajuusmuuttajan sisäisiin optiopaikkoihin asennettavia lisäosia. Tässä luvussa käsitellään edellä mainittujen moduuleiden ominaisuudet ja käyttötarkoitukset. FSO-12 ja FSO-21 malleihin sisältyy STO-, SS-, SSE-, SBC-, SLS-, SMS- ja POUS-funktiot. FSO-21 moduuliin kuuluu vielä lisäksi SDI- ja SSM-funktiot.

STO-funktiolla tarkoitetaan Safety torque off -toimintoa, jonka aktivoituessa taajuusmuuttajaan kytketty moottori pysähtyy vapaasti riippuen moottoriin vaikuttavasta inertiasta. Safe torque off on toiminto, joka sisältyy ACS880-taajuusmuuttajiin oletusarvoisesti. SS-funktio tarkoittaa Safe stop -toimintoa, jonka tarkoitus on pysäyttää moottori. Safe stop -toiminto voi olla aika- tai ramppiohjattu. Safe stop -toiminnon jälkeen aktivoituu STO-funktio. SSE, eli Safe stop emergency, voidaan konfiguroida tarkemmin Safe stopiksi tai Safe torque offiksi. SBC, eli Safe brake control, on tarkoitettu jarruvastuksen ohjaukseen. Sitä voidaan käyttää silloin, kun moottoriin vaikuttaa pysähtymistä hidastava voima. SLS:llä, eli Safely-limited speed:illä voidaan rajoittaa ja valvoa moottorin nopeutta. Määritellyn maksiminopeuden ylittyessä aktivoituu Safe stop tai Safe torque off -toiminto. SMS- eli Safe maximum speed -funktiolla voidaan estää moottorin liian suuri pyörimisnopeus molempiin suuntiin. Se eroaa SLS-funktiosta niin, että liiallinen pyörimisnopeus voidaan estää aktivoimatta muita turvafunktioita. Muista funktioista poiketen tämä funktio on aktiivisena taustalla koko ajan. POUS, eli Prevention of unexpected startup, estää vahinkokäynnistymiset. Se aktivoi Safe torque off -toiminnon, jonka käyttäjä voi kuitata. Sitä voidaan käyttää huoltotilanteissa.

FSO-21 turvamuoduliin sisältyy myös SSM- ja SDI-funktiot. SSM-funktio, eli Safe speed monitor, seuraa pyörimisnopeutta ja pelkäästään indikoi, jos pyörimisnopeus ei pysy määriteltyjen rajojen sisäpuolella. SDI eli Safe direction -funktio on tarkoitettu estämään moottorin pyöriminen väärään suuntaan. Tämän funktion käyttämiseksi tarvitaan myös FSE-31-pulssienkooderia.

FSPS-21 turvamuoduli mahdollistaa PROFIsafe-yhteyden avulla STO- ja aikaohjatut SS1-turvafunktiot. FSPS-21:n avulla eri ACS-taajuusmuuttajatyyppejä voidaan yhdistää. FSPS-21 turvamuoduli on oikea ratkaisu silloin, kun STO- ja SS1-turvafunktiot riittävät. (16; 17.)

3.1.2 Ulkoinen syöttö

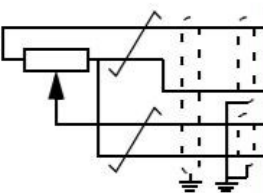
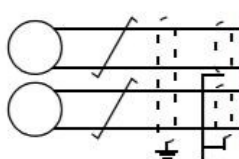
Ulkoinen syötön liittimiin voidaan kytkeä esimerkiksi ulkoinen teholähde. Ulkoinen syöttö on tarpeen, jos ohjaukseen täytyy pysyä jännitteellisenä virtakatkosten aikana. (18, s. 115.) Järjestelmän väyläliikenteen kannalta on tärkeää, että ohjaukseen ei mene jännitteettömäksi, jos taajuusmuuttajan syöttö katkeaa. Ulkoisena syöttönä käytetään 24 V:n tasajännitettä. Ulkoisena syöttönä käytettävän virtalähteen nimellisvirtavaatimuksena on kaksi ampeeria. (Kuva 11.)

XPOW Ulkoinen syöttö		
1	+24VI	24 V DC, 2 A
2	GND	





KUVA 11. Ulkoinen syöttöliitäntä XPOW (18, s. 113)

3.1.3 Analogiset tulot ja lähdöt

Kuvassa 12 ovat analogiset tulot ja lähdöt. J1 ja J2 liittimet on tarkoitettu siirtoliittimille, jotka asetetaan oikeaan asentoon riippuen siitä, halutaanko käyttää virta- vai jänniteohjesignaalia. Kuvasta 11 nähdään, minkä pinnien välille siirtoliitin asetetaan, jotta saadaan määritettyä tulon tyyppi. Analogialähdöt (XAO), on tarkoitettu taajuusmuuttajalta muualle järjestelmään meneviksi signaaleiksi, joista voidaan poimia tieto moottorin kierrosluvusta ja virran määrästä. Analogialähdöt on määritelty virtaviestiksi 0...20 milliampeeria.

XAI Ohjejännite ja analogiatulot			
	1	+VREF	10 V DC, R_L 1...10 kohm
	2	-VREF	-10 V DC, R_L 1...10 kohm
	3	AGND	Maa
	4	AI1+	Nopeusohje 0(2)...10 V, $R_{in} > 200$ kohm ¹⁾
	5	AI1-	
	6	AI2+	Tehdasasetus, ei ohjelmoitu. 0(4)...20 mA, $R_{in} = 100$ ohm ²⁾
	7	AI2-	
	J1	J1	AI1 virran/jännitteen valinnan siirtoliitin
	J2	J2	AI2 virran/jännitteen valinnan siirtoliitin
XAO Analogialähdöt			
	1	AO1	Moottorin nopeus (rpm) 0...20 mA, $R_L < 500$ ohm
	2	AGND	
	3	AO2	Moottorin virta 0...20 mA, $R_L < 500$ ohm
	4	AGND	















KUVA 12. Analogiset tulot ja lähdöt (18, s. 113)

Siirtoliitin/ kytkin	Kuvaus	Paikat
J1 (AI1)	Määrittää analogiatulon AI1 virta- tai jännitetuloksi.	 Virta (I) ○ ○
		○ Jännite (U) ○ 
J2 (AI2)	Määrittää analogiatulon AI2 virta- tai jännitetuloksi.	 Virta (I) ○ ○
		○ Jännite (U) ○ 

KUVA 13. J1 ja J2 siirtoliittimien paikat (18, s. 114)

3.1.4 Digitaaliset tulot ja lähdöt

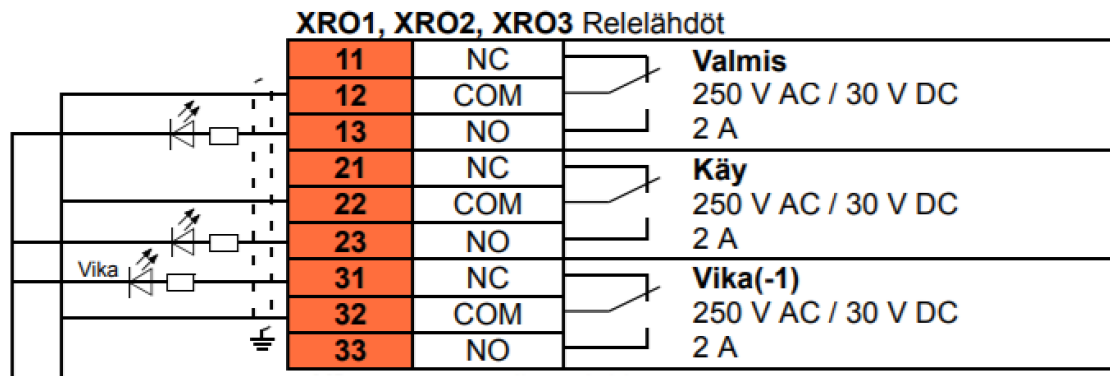
Ohjausyksikössä on digitaalinen käynnistyksen lukituksen tulo DIIL, kaksi ohjelmoitavaa digitaalituloa ja -lähtöä sekä kuusi tavallista digitaalituloa (kuva 14). Digitaalinen käynnistyksen lukituksen tulo voidaan ottaa käyttöön esimerkiksi hätäpysäytyskomentoa varten. Digitaalitulojen DI1 ja DI2 ollessa aktiivisina ohjattava moottori voi olla käynnissä ja pyöriä taaksepäin. Viat kuitataan digitaalitulon DI3 kautta. Digitaalitulon DI4 kautta valitaan kiihdytyksen ja hidastuksen aika ja muoto. Kiihdytys- ja hidastusajat määritellään taajuusmuuttajan parametreillä parametronnin yhteydessä. Parametrien määrittelyä käsitellään myöhemmin. Digitaalinen tulo DI5 aktivoi vakionopeuden 1. Ohjausyksikön digitaalituloja luetaan 0,5 ms:n välein (9, s. 28).

XD24 Digitaalinen lukitus			
	1	DIIL	Käynninesto
	2	+24VD	+24 V DC 200 mA ³⁾
	3	DICOM	Digitaalitulon maa
	4	+24VD	+24 V DC 200 mA ³⁾
	5	DIOGND	Digitaalitulon/-lähdön maa
	J6	Maadoituksen valintakytkin	
XDIO Digitaalitulot/-lähdöt			
	1	DIO1	Lähtö: Ready
	2	DIO2	Lähtö: Running
XDI Digitaalitulot			
	1	DI1	Seis (0) / Käy (1)
	2	DI2	Eteen (0) / Taakse (1)
	3	DI3	Kuittaus
	4	DI4	Kiihdytyksen ja hidastuksen valinta ⁴⁾
	5	DI5	Vakionopeus 1 (1 = Käytössä)
	6	DI6	Tehdasasetus, ei ohjelmoitu.

KUVA 14. Digitaaliset tulot ja ohjelmoitavat tulot ja lähdöt (18, s.113)

3.1.5 Relelähdöt

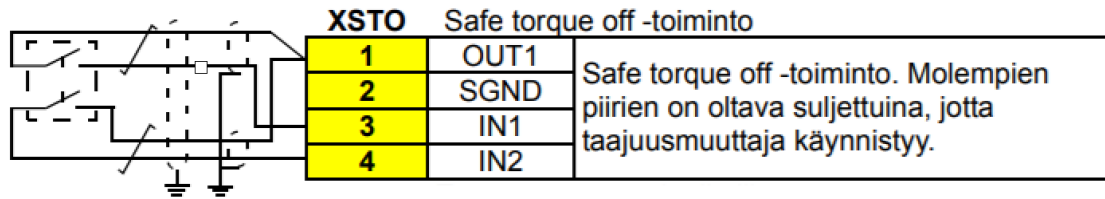
Relelähdöt (XRO1, XRO2 ja XRO3) on tarkoitettu esimerkiksi kuvan 15 mukaisesti kertomaan taajuusmuuttajakäytön tilanteesta. Relelähdöillä voidaan indikoida, onko taajuusmuuttajakäyttö valmiina toimimaan, käy-tilassa vai vikatilassa. Nämä ovat kuitenkin vain oletusasetuksia, joita voidaan muuttaa esimerkiksi ABB:n Drive Composer -ohjelmistolla tai taajuusmuuttajan ohjauspaneelilla parametroidin yhteydessä. Lähdöt ovat määritetty 250 V vaihtojännite- tai 30 V tasajännitekäyttöön maksimissaan kahden ampeerin virralla. Relelähttöjä päivitetään 0,5 ms:n aikavälein.



KUVA 15. Relelähdöt (18, s.113)

3.1.6 Safe torque off -liittimet

Safe torque off -liittimet (XSTO) on tarkoitettu käytettäväksi turva- tai valvontapiiriin yhteydessä (15, s. 235). Kuvan 16 vasemmanpuoleisen piiriin voidaan ajatella olevan esimerkiksi hätäpysäytyspiiri. Toiminnon toimintaperiaatteena on saada OUT1-liittimestä lähtevä signaali palaamaan kumpaankin IN1- ja IN2-liittimeen. Kun piiri on suljettu ja signaali kulkee OUT1-liittimestä IN1- ja IN2-liittimiin, Safe torque off -piiri ei estä taajuusmuuttajan toimintaa. Piiriin ollessa avoin estyy taajuusmuuttajan pääteasteen tehopuolijohteiden ohjausjännite ja näin ollen moottori ei saa pyörittämiseen tarvittavaa vääntömomenttia (18, s. 235).



KUVA 16. Safe torque off -liittimet (18, s.113)

3.2 Ohjauspaneeli ja käyttöliittymä

Taajuusmuuttajan ohjauspaneelin etupuolella on kymmenen painiketta, näyttö, USB-liitäntä sekä taajuusmuuttajan tilaa ilmaiseva led-valo. Ohjauspaneelin takapuolella on RJ45-liitäntä sekä paristokotelo ja sen aukaistava kansi. (Kuva 17.) Alla on kuvailtuna ohjauspaneelin näppäimien toiminnallisuus.

- Vasen musta näppäin on tarkoitettu exit- ja peruutusnäppäimeksi.
- Oikea musta näppäin on tarkoitettu valinta-, hyväksymis- ja vahvistusnäppäimeksi.
- Nuolinäppäimet, vertikaaliset nuolinäppäimet on tarkoitettu valintaluetteloissa navigoimiseen, arvojen, kuten kellonajan tai parametrin arvon säätämiseen sekä kursorin liikuttamiseen. Horisontaaliset nuolinäppäimet on tarkoitettu kursorin liikuttamiseen ja avustajissa etenemiseen.
- Help-näppäin avaa näkymäkohtaisen apuvalikon.
- Start- ja Stop-näppäimet käynnistävät tai pysäyttävät taajuusmuuttajan, jos taajuusmuuttaja on paikallisessa ohjauksessa.
- Loc/Rem -näppäimestä valitaan, onko taajuusmuuttajan ohjaus paikallinen vai muualta järjestelmästä ohjattu. Tarkempi kuvaus on luvussa 4.5.1.

Ohjauspaneelissa on käytettävissä myös näppäinyhdistelmiä, joilla voidaan esimerkiksi ottaa näytönkaappauksia ja säätää näytön kirkkautta tai kontrastia (19, s. 18).



KUVA 17. ACS880-taajuusmuuttajan ohjauspaneelin etu- ja takaosa

3.3 Muistiyksikkö

Muistiyksikkö sijaitsee taajuusmuuttajan ohjausyksikössä ja sen tunnus on X205 (kuva 18). Muistiyksikön tarkoituksena on säilyttää taajuusmuuttajan laiteohjelmisto, I/O-laajennusasetukset, parametriasetukset, sovellusohjelma, muokattava IEC-ohjelma sekä moottorin tunnistetiedot. Taajuusmuuttajan vioittuessa voidaan vaihtaa muistiyksikkö korvaavaan taajuusmuuttajaan ja säästää huomattavasti aikaa. (20.)

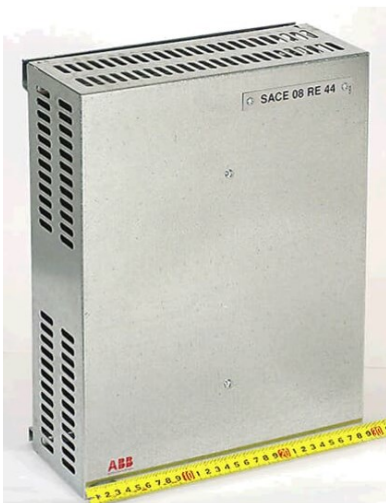


KUVA 18. ACS880 muistiyksikkö

3.4 Valinnainen jarrukatkoja ja -vastus

Jarrukatkoja on elektroninen kytkin, joka kytkee välipiirin jarruvastukseen, johon jarrutuksessa syntynyt energia siirtyy ja muuntuu lämmöksi (21). Jarrukatkoja kytkeytyy päälle aina, kun välipiirin jännite kohoaa yli määritellyn pisteen. Jarruvastus alentaa välipiirin jännitettä kytkettynä, joten välipiirin jännitteen laskiessa tarpeeksi jarrukatkoja kytkee vastuksen pois käytöstä. ACS880-01

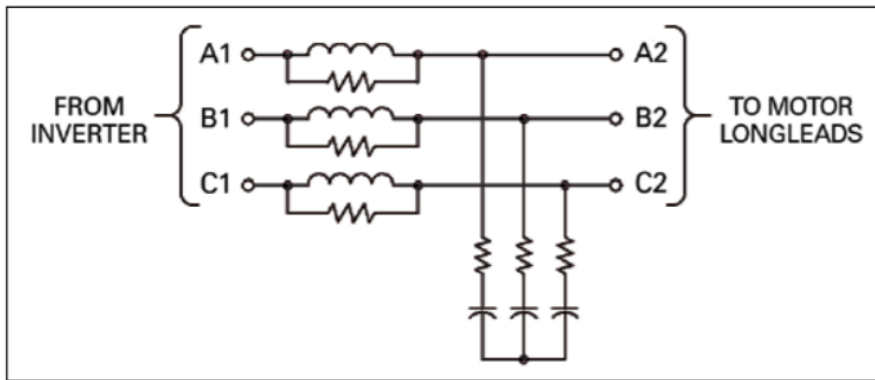
taajuusmuuttajien runkokoot R1 ja R4 on oletuksena varustettu sisäänrakennetuilla jarrukatkojilla. Muihin ACS880-01 malleihin jarrukatkaisija on saatavilla sisäisenä lisäosana. (18, s. 249.) Jarruvastukset ovat erikseen hankittavia laitteita, joiden koko määräytyy taajuusmuuttajan koon mukaan ja niitä käytetään tyypillisesti kohteissa, joissa taajuusmuuttajakäytöllä jarrutetaan toistuvasti. Kuvassa 19 on ABB:n valmistama SACE-typin jarruvastus. Jarruvastuksen resistanssin tulee olla tarpeeksi suuri, sillä taajuusmuuttaja ja jarrukatkoja eivät pysty käsittelemään alhaisen resistanssin aiheuttamaa ylivirtaa (18, s. 250). ABB ilmoittaa ACS880-01 laiteoppaassa vastuskaapelin maksimipituudeksi 10 metriä (18, s. 251).



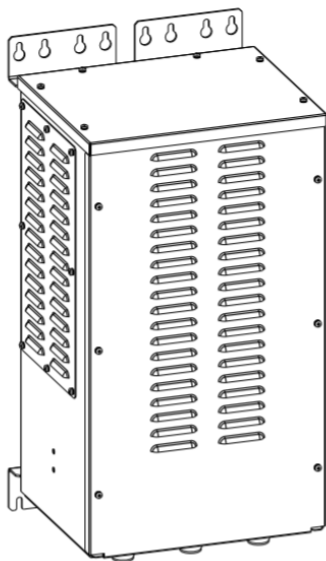
KUVA 19. SACE-jarruvastus (22)

3.5 Valinnainen du/dt-suodin

Nopeussäädetyissä taajuusmuuttajissa nousee nopeasti korkeita jännitepulsseja ja kytkentätaajuuksia, jotka voivat aiheuttaa laakerin välityksellä kulkevia virtapulsseja. Liian suuret virtapulsit kuluttavat vähitellen moottorin laakereiden vierintäpintaa ja rullausominaisuuksia. Lisävarusteena saatava du/dt-suodin auttaa moottorin eristyksen suojausta ja laakerivirtojen vähentämistä. (18, s. 61.) Suositeltavaa on valita suotimeksi virta-arvoltaan ja kaapelikooltaan laitevalmistajan suosittelema suodinkoko. Du/dt-suodin asennetaan taajuusmuuttajan lähtöpuolelle (23, s. 4). Kuvassa 20 on du/dt-suotimen toimintaperiaate. Kuvassa 21 on ABB:n valmistama FOCH du/dt-suodin. Du/dt-suotimesta käytetään myös nimitystä dv/dt-suodin (24).



KUVA 20. du/dt -suotimen toimintaperiaate (24)



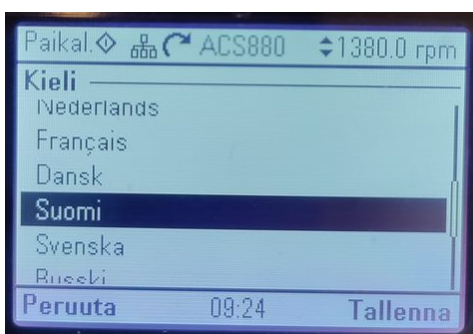
KUVA 21. ABB FOCH du/dt -suodin (25)

4 TAAJUUSMUUTTAJAN PARAMETROINTI JA KÄYTTÖNOTTO

Tässä luvussa käsitellään taajuusmuuttajan käyttöönottoa ja parametointia taajuusmuuttajan ohjauspaneelia ja ABB:n ohjelmistoa apuna käyttäen. ABB tarjoaa Drive Composer -ohjelmistoa, jota käytetään taajuusmuuttajien käyttöönotossa, parametroinnissa sekä monitoroinnissa. Ohjelmistosta on saatavilla ilmaisversio ja monipuolisempi maksullinen versio. Tässä opinnäytetyössä käytetään ohjelmiston ilmaisversiota, sillä sen ominaisuudet riittävät tämän käyttöönoton ja opinnäytetyön tekemiseksi. Aluksi taajuusmuuttajan perusasetuksien määrittely tehdään ohjauspaneelilla, jonka jälkeen tarkempi parametointi tehdään ohjelmistolla. Ennen ohjelmistolla tehtävää perusteellisempaa parametointia tutustutaan ohjelmiston ominaisuuksiin tarkemmin.

4.1 Taajuusmuuttajan ensimmäinen käynnistys ja perusasetukset

Tässä opinnäytetyössä käyttöönotettava taajuusmuuttaja on ABB ACS880-11-09A4, jonka käyttöjännite on 400 VAC. Taajuusmuuttajaan on kytketty kolmivaihesyöttö sekä ABB:n valmistama kolmivaihemoottori. Taajuusmuuttaja käynnistetään, kun kytkennät on tehty. Taajuusmuuttajan käynnistyessä ohjauspaneeli pyytää valitsemaan käytettävän kielen, valitaan suomen kieli (kuva 22). Valikossa liikutaan nuolinäppäimillä ja valinta hyväksytään oikeanpuoleisella, mustalla näppäimellä. Ohjauspaneelissa käynnistyy käyttöönoton avustaja, joka johdattelee käyttäjää asettamaan taajuusmuuttajan perusasetukset.

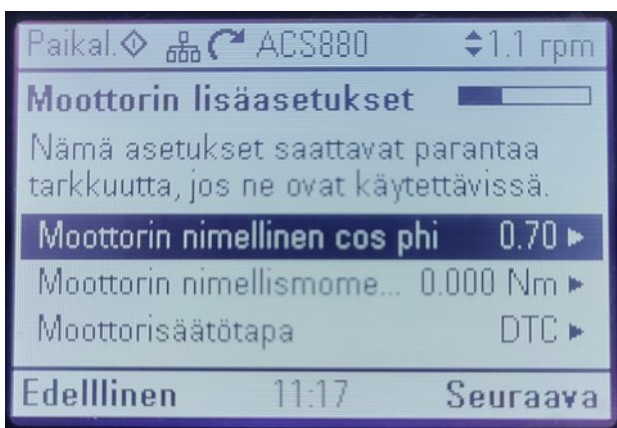


KUVA 22. Kielen valinta

Seuraavaksi määritellään lokalisointi, jossa yksikköjärjestelmäksi valitaan SI-järjestelmä. SI-järjestelmässä käytetään ennalta tuttuja yksiköitä, kuten metri ja kilogramma. Vaihtoehtoisesti on mahdollista käyttää yhdysvaltalaisia mittayksiköitä. Mittayksikön valintaan tulee kiinnittää huomiota, jos

taajuusmuuttajaa otetaan käyttöön Yhdysvalloissa, Liberian tasavallassa tai Myanmarin liiton tasavallassa, sillä näissä valtioissa SI-järjestelmä ei ole virallisesti käytössä (26). Yksikköjärjestelmä on kuitenkin vaihdettavissa käyttöönoton jälkeen.

Avustajan seuraavia vaiheita ovat muun muassa mitattavien suureiden yksikkötunnusien ja valutan asettaminen, päivämäärän ja kellonajan asettaminen, taajuusmuuttajan syöttöjännitteen, moottorin tyypin sekä muiden arvojen kuten nimellisjännitteen, -virran, -taajuuden, -kierrosluvun ja -tehon asettaminen. Näiden vaiheiden jälkeen voidaan asettaa moottorin lisäasetukset, joihin kuuluvat moottorin tehokerroin $\cos \phi$, nimellismomentti sekä moottorin säätötapa (kuva 23).



KUVA 23. Moottorin lisäasetukset

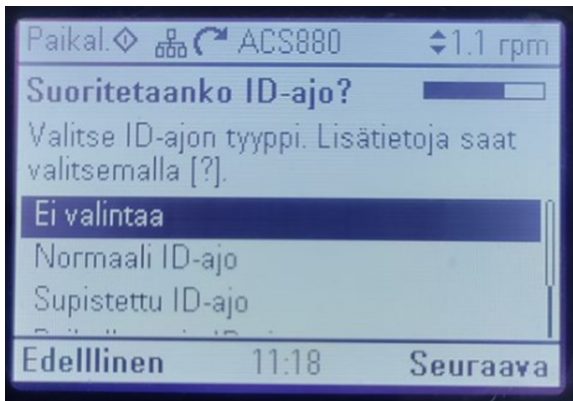
Moottorin nimellinen tehokerroin näkyy yleensä sähkömoottorin tyyppikilvestä, muiden nimellisarvojen joukosta. ACS880-mallin taajuusmuuttajiin voidaan valita moottorinsäätötavaksi joko suora momenttisäätö (DTC) tai skalaarisäätö. Luvussa 2.3 on kuvailtu edellä mainittujen säätöjen toimintaa ja etuja. Valintaan vaikuttaa taajuusmuuttajan käyttökohde ja säätövaatimukset.

Valittaessa säädöksi suora momenttisäätö (DTC) täytyy moottorille suorittaa tunnistusajo. Tunnistusajo ja tunnistusajon eri tyypit on kuvattu tarkemmin luvussa 4.2. Moottorin säätötavan valitsemisen ja mahdollisen tunnistusajon jälkeen taajuusmuuttajalla on tarvittava määrä tietoa moottorista ja moottoria voidaan ohjata taajuusmuuttajalla.

4.2 Tunnistusajo

Tunnistusajon eli ID-ajon tyyppiä on neljä ja valinta riippuu siitä, onko moottori kytkettynä mekaaniseen laitteistoon tai sallitaanko moottorin pyöriä tunnistusajon aikana (kuva 24). Jos moottoria

voidaan pyörittää vapaasti tunnistusajon aikana, voidaan valita normaali tunnistusajo. Normaalissa tunnistusajossa taajuusmuuttaja antaa moottorille muun muassa nopeita pulsseja, jolloin moottorin kierrosluku vaihtelee nopeasti. Tämän takia tunnistettavan moottorin täytyy antaa pyöriä vapaasti. Normaalista tunnistusajoa tulisi ensisijaisesti käyttää, jos se vain on mahdollista. Muita ID-ajon tapoja ovat supistettu ID-ajo, paikallaanajo-ID-ajo sekä kehittynyt paikallaanajo-ID-ajo. Moottori pysyy täysin paikoillaan ainoastaan paikallaanajo-ID-ajossa. ID-ajo tunnistaa ja mittaa tarkempaan säätöön tarvittavat moottoriparametrit. (Kuva 25.) Moottoriparametreihin kuuluvat staattorin resistanssi R_S , moottorin resistanssi R_R , pääinduktanssi L_m ja hajainduktanssi σL_S . Moottorimallin parametrit on kuvassa 25 ilmoitettu yksikköä kohden mutta samassa parametriryhmässä moottorimallin arvot on ilmoitettu myös SI-järjestelmän mukaisilla mittayksiköillä.



KUVA 24. ID-ajon valinta



KUVA 25. ID-ajon tuottamat moottoriparametrit

4.3 Ohjauspaneelin toiminnallisuus käyttöönottoavustajan jälkeen

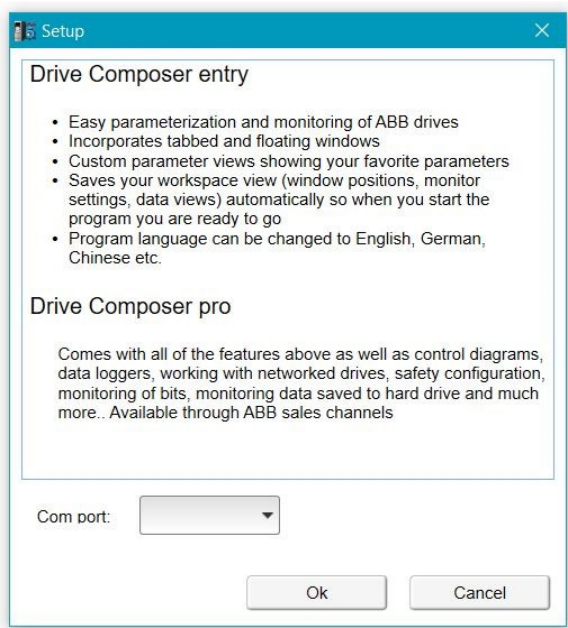
Avustetun käyttöönoton jälkeen voidaan taajuusmuuttajalla ohjata moottoria ohjauspaneelistä. Ohjauspaneelin painikkeet "Start" ja "Stop" ovat nimensä mukaisesti tarkoitettu moottorin

käynnistämiseen ja pysäyttämiseen. Kuitenkin on huomioitava, onko taajuusmuuttaja paikallisessa ohjauksessa vai kauko-ohjauksessa. Kauko-ohjauksessa oleva taajuusmuuttaja ei reagoi ohjauspaneelin käynnistys- tai pysäytyskäskyihin.

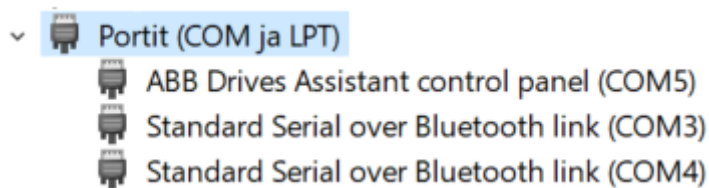
4.4 ABB Drive Composer -ohjelmisto ja yhteyden muodostaminen

ABB Drive Composer on ohjelmisto, joka on tarkoitettu ACS380-, ACS/H/Q580- ja ACS880-taajuusmuuttajatuoteperheen käyttöönotto- ja monitorointityökaluksi (27). Tässä opinnäytetyössä käytettävä ohjelmiston ilmaisversio tarjoaa kaiken tarvittavan tämän opinnäytetyön parametrien aseteluun, käyttöönottoon ja monitorointiin. Ohjelmisto voidaan ladata ABB:n omilta verkkosivuilta. Aiemmin esitelty ohjauspaneelilla tehtävä avustettu käyttöönotto sisältää käyttöönoton perusasiat, jotka mahdollistavat moottorin käynnistämisen ja pysäyttämisen taajuusmuuttajalla. Tässä luvussa käsitellään ABB Drive Composer -ohjelmistoa, jolla voidaan tehdä tarkempia määrittelyitä käyttäjystävällisemmin ja havainnollistavammin.

Käynnistettäessä ohjelmisto ensimmäisen kerran avautuu Setup-ikkuna, josta voidaan valita käytettävä sarjaliikenne- eli COM-portti (kuva 26). Tässä yhteydessä COM-portilla tarkoitetaan käytännössä tietokoneen USB-porttia, johon taajuusmuuttajan ja tietokoneen välinen kaapeli on kytketty. Kytettäessä USB-kaapeli tietokoneen ja taajuusmuuttajan välille voidaan oikea COM-portti tarkistaa tietokoneen laitehallinnasta (kuva 27). Kuvasta nähdään, että COM5-porttiin on yhdistetty ABB taajuusmuuttajan ohjauspaneeli. Valitaan kyseinen COM-portti Setup-ikkunan alavetovalikosta ja painetaan "Ok".

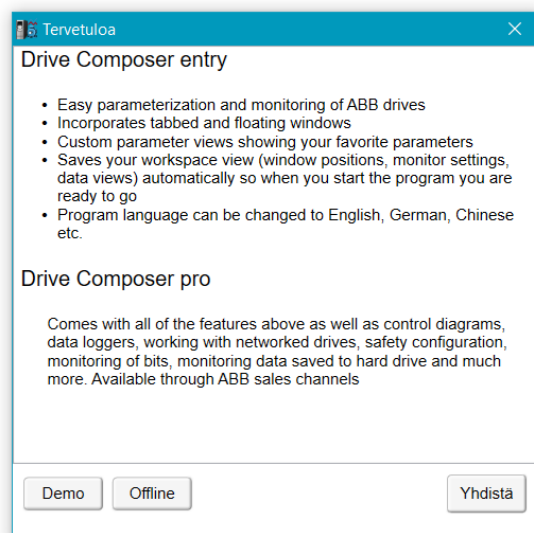


KUVA 26. Drive Composer setup -ikkuna

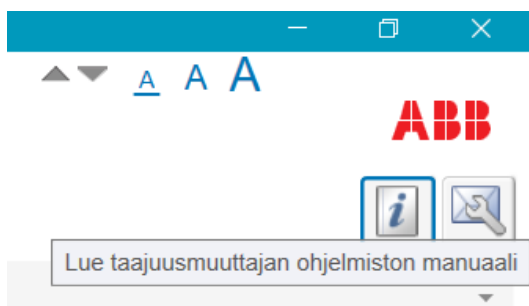


KUVA 27. COM-portin tarkistaminen laitehallinnasta

Seuraavana avautuu ikkuna, jossa voidaan valita, käytetäänkö ohjelmistoa Demo-tilassa, Offline-tilassa vai yritetäänkö muodostaa yhteys taajuusmuuttajaan. Valitaan "Yhdistä". Yhdistäessä ohjelmisto hakee taajuusmuuttajaan tallennetut tiedot ja parametrit jo kytketyn USB-kaapelin välityksellä. (Kuva 28.) Käyttöönoton avuksi voidaan avata taajuusmuuttajan ohjelmiston manuaali kuvan 29 painikkeesta. Luvussa 4.4.1 on kuvailtu ohjelmiston eri osia ja niiden toimintaa.



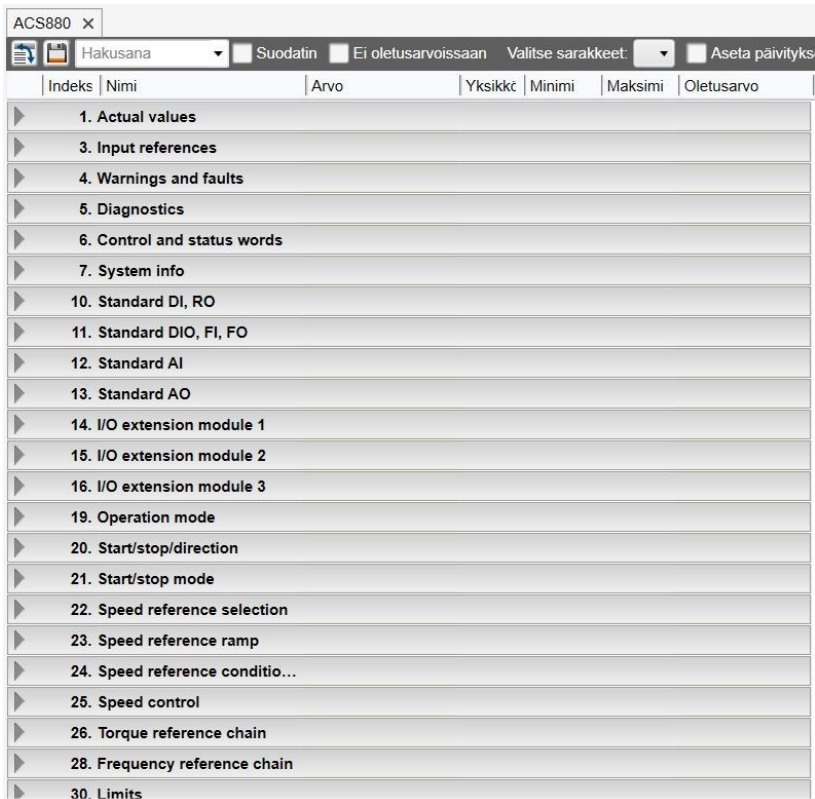
KUVA 28. Tervetuloa-ikkuna



KUVA 29. Taajuusmuuttajan ohjelmiston manuaali

4.4.1 Parametriluettelo

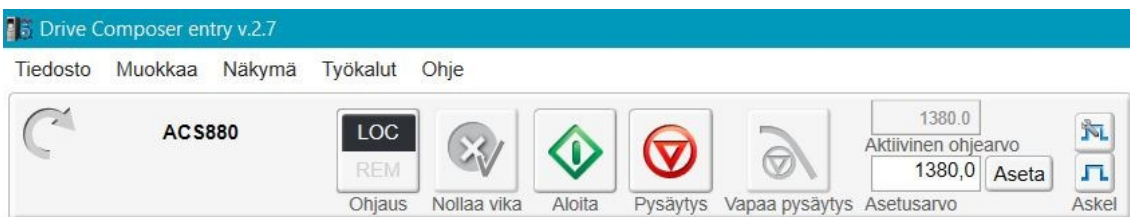
Yhteyden syntyessä taajuusmuuttajan ja ohjelmiston välille avautuu luettelo parametreistä. Yksittäisiä parametrejä on paljon, joten ne on luokiteltu eri kategorioihin selvyden vuoksi. Parametrejä voidaan hakea hakukentän avulla sekä suodattaa esimerkiksi niin, että luettelossa näkyy vain oletusarvostaan poikkeavat parametrit. (Kuva 30.)



KUVA 30. Parametrit ryhmittäin

4.4.2 Virtuaalinen ohjauspaneeli

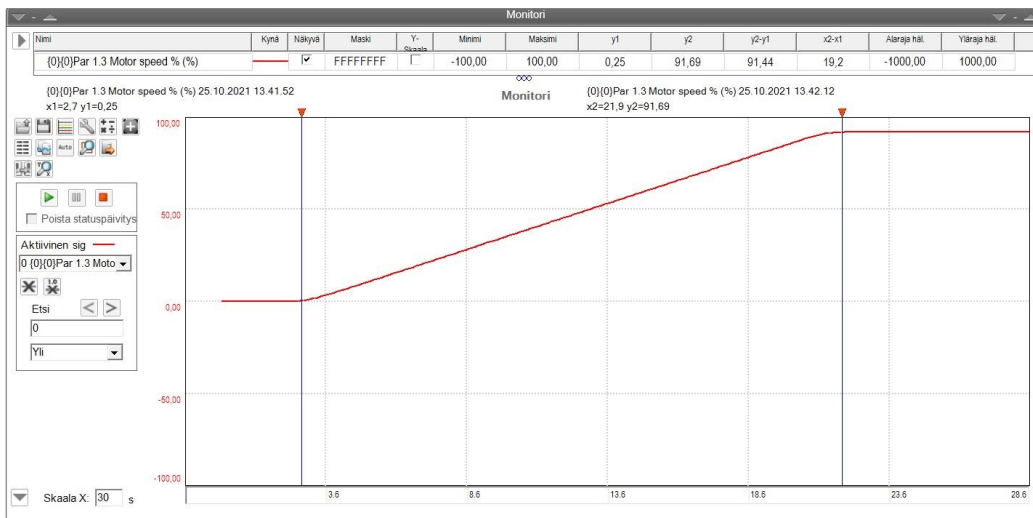
Ohjelman päänäkymän yläosasta löytyy valikko, jossa voidaan asettaa taajuusmuuttajaohjattu moottori pyörimään tai pysähtymään, asettaa ohjaus paikalliseksi tai kauko-ohjatuksi, pysäyttää moottori vapaasti sekä asettaa ohjearvoja moottorin kierrosluvulle (kuva 31). Valikon vasemmassa reunassa on taajuusmuuttajakäytön tilan indikointi. Kuvassa näkyvä harmaa nuoli kertoo, että taajuusmuuttajakäyttö on pysähdyksissä. Vihreä nuoli kertoo, että taajuusmuuttajakäyttö on toiminnassa ja että moottori pyörii. Punainen, valkoisella ristillä merkattu kuvake kertoo, että taajuusmuuttajakäytössä on jokin vika. Lisäksi voidaan indikoida tietokoneen ja taajuusmuuttajan välisen yhteyden katkeamisesta, aktiivisesta hälytyksestä sekä vaadittavasta tunnistaumisesta.



KUVA 31. Drive Composer virtuaalinen ohjauspaneeli

4.4.3 Monitori

Monitoriominaisuudella voidaan seurata taajuusmuuttajakäytön käyttäytymistä valittujen arvojen perusteella. Monitoriin voidaan valita esimerkiksi moottorin nopeus prosentteina, jolloin voidaan seurata moottorin käynnistys- ja pysäytysaikoja. Kuvassa 32 on monitoriin tallennettu tapahtuma, jossa moottori käynnistetään kahdenkymmenen sekunnin käynnistysajalla. Monitoriin voidaan lisätä myös ns. hiusviivoja, joilla voidaan havainnollistaa eri tapahtumia ja mitata aikavälejä.



KUVA 32. Kiihdytyksen kuvaaja monitorissa

Monitoriin voidaan lisätä tarkasteluun erilaisia muuttujia. Tarkasteltavat muuttujat ovat käytännössä taajuusmuuttajakäytön parametreja ja näitä voidaan lisätä monitoriin klikkaamalla kuvaan 33 punaisella merkattua painiketta. Painikkeesta avautuu ikkuna, jossa parametriluettelosta valitaan halutut parametrit. Ikkunasta voidaan yhtä lailla myös poistaa monitoroitavia parametreja. Yksittäisiä parametreja voidaan myös lähettää parametriluettelosta monitorointiin klikkaamalla hiiren oikealla painikkeella parametrin kohdalta ja valitsemalla ”Lähetä monitorointiin”.



KUVA 33. Parametrien lisääminen monitoriin

Monitorointinäkyvää voidaan lisäksi skaalata x- ja y-akselin suuntaisesti, jotta kuvaajasta saadaan mahdollisimman havainnollistava.

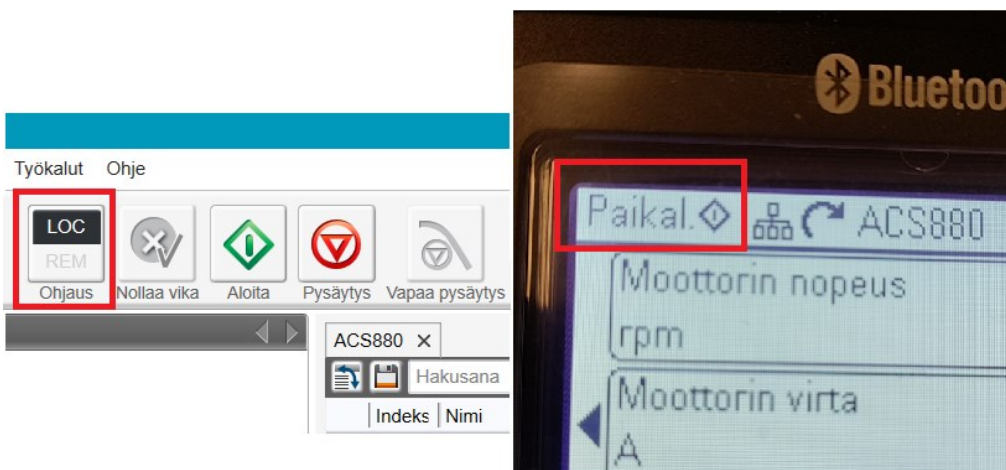
4.5 Olennaisimmat parametrit

Tavanomaiseen taajuusmuuttajan käyttöönottoon liittyy joukko olennaisia parametrejä. Tähän lukuun on koostettu olennaisimpia parametrejä, joita käyttöönottilanteissa usein kohtaa. Parametrien tarkoituksia on pyritty kuvaamaan käytännönläheisesti.

4.5.1 Ohjaus ja käyttötila

ACS880-taajuusmuuttajaa voidaan ohjata paikallisesti tai ulkoisesti. Valinta tehdään ohjauspaneelin Loc/Rem-näppäimellä. Käytössä oleva ohjaustila nähdään ohjauspaneelin näytöltä tai Drive composer -työkalun virtuaalisesta ohjauspaneelistä (kuva 34). Paikallisesti taajuusmuuttajaa voidaan ohjata joko ohjauspaneelistä tai Drive Composer -työkalun kautta. Paikallisessa ohjauksessa taajuusmuuttaja ei huomioi ulkoisia ohjaussignaaleja, vaan sitä ohjataan käytännössä täysin manuaalisesti asettamalla esimerkiksi pyörimisnopeuden tai taajuuden asetusarvo. Paikallinen ohjaus on tyypillisesti käytössä poikkeustilanteissa kuten käyttöönotto- ja huoltotöissä. Ulkoisessa ohjauksessa taajuusmuuttaja voi vastaanottaa ohjaussignaaleja esimerkiksi I/O- tai kenttäväyläliitännän kautta. Ulkoisessa ohjauksessa on käytössä kaksi ohjauspaikkaa: Ext1 ja Ext2. Ohjauspaikan valinnan tapa voidaan määritellä kuvan 35 parametriryhmässä 19. Kuvan 35 parametriryhmässä ensimmäinen parametri kertoo käytössä olevan käyttötilan. Tämä parametri on niin kutsuttua read only -muotoa, joten se ei ole käyttäjän muokattavissa. Parametriryhmän parametrillä 11 määritellään, miten ulkoisten ohjauspaikkojen välinen valinta tehdään. Mahdollisuutena on esimerkiksi pakottaa valikon avulla jompikumpi ohjauspaikka käyttöön, asettaa valinta tehtäväksi digitaalisella tulolla tai käyttää kenttäväylää.

Ulkoisten ohjauspaikkojen ohjaustilan määrittely tehdään parametreillä 19.12 ja 19.14. Vaihtoehtoina ovat nopeussäätö, momenttisäätö sekä eri tavalla käyttäytyviä nopeuden ja momentin yhdistelmiä. Parametriryhmässä 19 on myös paikallisen ohjaustavan määrittely, paikallisohjauksen esiton asettaminen sekä skalaarisäädön ohjeyksikkö.



KUVA 34. Ohjaustila

19. Operation mode				
1	Actual operation mode	Speed	NoUnit	Speed
11	Ext1/Ext2 selection	EXT1	NoUnit	EXT1
12	Ext1 control mode	Speed	NoUnit	Speed
14	Ext2 control mode	Speed	NoUnit	Speed
16	Local control mode	Speed	NoUnit	Speed
17	Local control disable	No	NoUnit	No
20	Scalar control reference unit	Rpm	NoUnit	Rpm

KUVA 35. Parametriryhmä 19

4.5.2 Vaihejärjestys

Vaihejärjestys määrittää moottorin pyörimissuunnan. Mikäli vaihejärjestystä täytyy taajuusmuuttajakäytön asennuksen jälkeen muuttaa, voidaan se tehdä parametrien määrittelyllä. Vaihejärjestysparametrien muokkaaminen voi tulla kysymykseen silloin, jos suurien moottorikaapeliin johtimia on hankala kytkeä haluttuun järjestykseen. Parametriryhmässä 99 on parametri 99.16, "Motor phase order", josta vaihejärjestys voidaan vaihtaa (kuva 36).

14	Last ID run performed	Normal
15	Motor polepairs calculated	2
16	Motor phase order	U V W
18	Sine filter inductance	U V W
19	Sine filter capacitance	U W V

KUVA 36. Vaihejärjestyksen muuttaminen

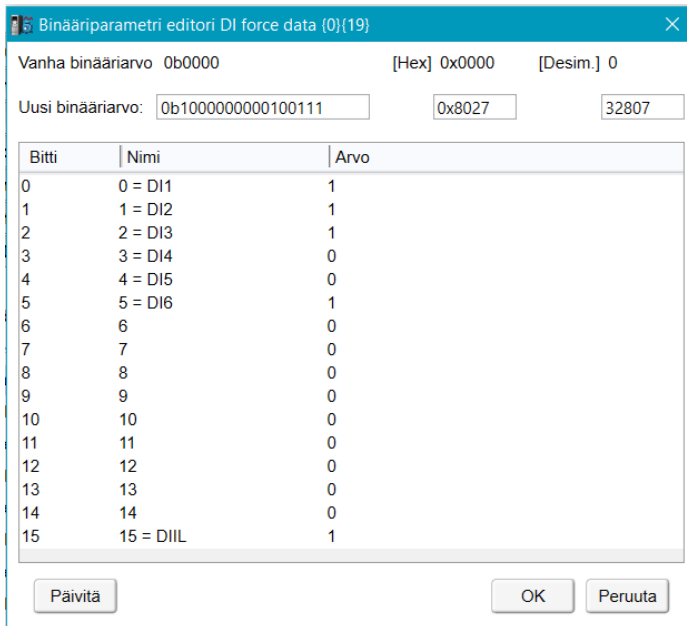
4.5.3 Digitaalisen tulon ja digitaalisen relelähdön konfigurointi

Digitaalisten tulojen (DI1 – DI6) konfigurointiin sisältyy erilaisia viiveitä, digitaalisen tulon suodatusaika ja tulojen tila binääriarvona. Tulojen viiveet ovat veto- ja päästöviiveitä, joita voidaan asettaa kuvan 37 mukaisesti. Digitaalisen tulon suodatusajalla voidaan suodattaa liian nopeasti tuloa tilaa vaihtavia häiriöitä. Digitaalisen tulon suodatusaika on parametri 10.51, ”DI filter time”.

Tulojen tila binääriarvona muodostuu kuvan 38 tavalla. Tulojen DI1L, DI1, DI2, DI3 sekä DI6 ollessa aktiivisia binääriarvoksi muodostuu ”Uusi binääriarvo” -kentän mukainen binääriarvo. Kaikkien tulojen ollessa nolla, eli pois päältä, binääriarvo olisi 0b0000. Digitaalituloja voidaan pakottaa eri tilaan esimerkiksi testaustilanteissa parametrilla 10.04, ”DI force data”.

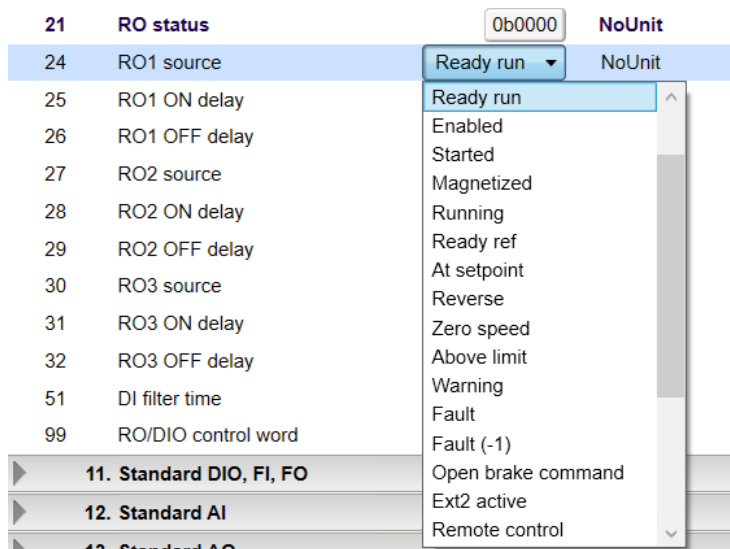
5	DI1 ON delay	1,0	s
6	DI1 OFF delay	0,0	s
7	DI2 ON delay	0,0	s
8	DI2 OFF delay	0,0	s
9	DI3 ON delay	0,0	s
10	DI3 OFF delay	0,0	s
11	DI4 ON delay	0,0	s
12	DI4 OFF delay	0,0	s
13	DI5 ON delay	0,0	s
14	DI5 OFF delay	0,0	s
15	DI6 ON delay	0,0	s
16	DI6 OFF delay	0,0	s

KUVA 37. Tulojen veto- ja päästöviiveet



KUVA 38. Digitaalitulojen tila ja tilan pakottaminen

Relelähdoille (RO1-RO3) voidaan asettaa veto- ja päästöviiveitä sekä valita lähteet relelähtöjen toiminnalle. Lähteitä voivat olla esimerkiksi tieto toimintavalmiudesta, käynnistyksestä, käynnissä olosta, varoituksesta tai virheestä. Oletuksena RO1:ssä on tieto käyntivalmiudesta, RO2:ssä on tieto käynnissä olosta ja RO3:ssä on tieto vikatilanteesta. (Kuva 39.)



KUVA 39. RO1-RO3 määrittely

4.5.4 DIO, FI ja FO konfigurointi

DIO1 ja DIO2 voidaan valita joko digitaaliseksi tuloksi tai lähdeksi, tulon signaalia voidaan suodattaa ja niille voidaan asettaa veto- ja päästöviiveitä. DIO1 voidaan ottaa käyttöön myös taajuustulona ja DIO2 voidaan käyttää taajuuslähtönä. Taajuustulo voidaan skaalata kuvan 40 mukaisesti. Taajuuslähdön lähde voidaan valita ja sen oletusarvoinen signaali on moottorin nopeus. (Kuva 41.)

11. Standard DIO, FI, FO						
1	DIO status	0b0000	NoUnit	0b0000	0b1111...	0b0000
2	DIO delayed status	0b0000	NoUnit	0b0000	0b1111...	0b0000
5	DIO1 function	Output	NoUnit			Output
6	DIO1 output source	Ready run	NoUnit			Ready run
7	DIO1 ON delay	0,0	s	0,0	3000,0	0,0
8	DIO1 OFF delay	0,0	s	0,0	3000,0	0,0
9	DIO2 function	Frequency	NoUnit			Output
10	DIO2 output source	Running	NoUnit			Running
11	DIO2 ON delay	0,0	s	0,0	3000,0	0,0
12	DIO2 OFF delay	0,0	s	0,0	3000,0	0,0
38	Freq in 1 actual value	0	Hz	0	16000	0
39	Freq in 1 scaled	0,000	NoUnit	-32768,...	32767,0...	0,000
42	Freq in 1 min	0	Hz	0	16000	0
43	Freq in 1 max	16000	Hz	0	16000	16000
44	Freq in 1 at scaled min	0,000	NoUnit	-32768,...	32767,0...	0,000
45	Freq in 1 at scaled max	1500,000	NoUnit	-32768,...	32767,0...	1500,000

KUVA 40. DIO, FI ja FO konfigurointi

55	Freq out 1 source	Motor speed us	NoUnit
58	Freq out 1 src min	Zero	NoUnit
59	Freq out 1 src max	Motor speed used	NoUnit
60	Freq out 1 at src min	Output frequency	Hz
61	Freq out 1 at src max	Motor current	Hz
81	DIO filter time	DC voltage	ms

KUVA 41. Taajuuslähdön signaalin valinta

4.5.5 Analogisen tulon ja lähdön konfigurointi

Kuvassa 42 ovat analogisten tulojen määrittelyyn liittyvät parametrit. Analogitulojen määrittelyssä voidaan viritellä tulojen tasot parametrilla 12.01, "AI tune" (kuva 43). Viritettäessä analogituloja kytetään ensin signaali fyysiseen tuloliitäntään ja valitaan viritettävän tulo alarajan viritys "min tune". Tällöin tulo sen hetkinen signaali asettuu tulo alarajaksi. Yläraja määritellään samalla tavalla huomioiden tulo signaalin arvo.

Analogitulosta arvoja voidaan valvoa AI-valvontatoiminnolla, johon on määritetty suoritettava toiminto, jos tulosignaali ei pysy aiemmin viritettyjen rajojen sisäpuolella. Kuvassa 44 ovat valvonnan eri toiminnot. Tulosignaalin perusteella taajuusmuuttaja voidaan asettaa vikatilaa tai se voi antaa varoituksen. Varoitukseen voidaan lisätä myös toiminto, joka asettaa taajuusmuuttajan toimimaan aiemmin toimineella nopeudella tai turvanopeusohjeella. Turvanopeusohje määritellään parametrilla 22.41. Analogitulon yksikkö asetetaan oikeaksi parametrilla 12.15, fyysisen siirtoliittimen asettamisen lisäksi. Parametrilla 12.16 voidaan säätää tulon suodatusaikavakiota. Suuremmalla suodatusaikavakiolla signaalin muutokset pehmenevät. Parametrit 12.19 ja 12.20 ovat sisäisiä reaaliarvoja, jotka skaalautuvat todellisen jännite- tai virtasignaalin mukaisesti. Reaaliarvojen ala- ja ylärajat ovat muutettavissa. Kuvassa 45 on analogisten lähtöjen konfigurointi. AO1- ja AO2-signaalin lähteet voidaan määrittää erikseen parametreilla 13.12 ja 13.22. Lähteitä voivat olla esimerkiksi moottorin käytetty nopeus, momentti tai virta. Lähteiden minimi- ja maksimiarvot sekä signaalin suodatus voidaan myös määrittää. Lähtösignaalien AO1 ja AO2 todellinen virtaviestin arvo näkyy parametreissa paikoilla 13.11 ja 13.21.

12. Standard AI						
1	AI tune	No action	NoUnit			No action
3	AI supervision function	No action	NoUnit			No action
4	AI supervision selection	0b0000	NoUnit	0b0000	0b1111...	0b0000
5	AI supervision force	0b0000	NoUnit	0b0000	0b1111...	0b0000
11	AI1 actual value	2,554	V	-22,000	22,000	0,000
12	AI1 scaled value	383,078	NoUnit	-32768,...	32767,0...	0,000
15	AI1 unit selection	V	NoUnit			V
16	AI1 filter time	0,100	s	0,000	30,000	0,100
17	AI1 min	0,000	V	-22,000	22,000	0,000
18	AI1 max	10,000	V	-22,000	22,000	10,000
19	AI1 scaled at AI1 min	0,000	NoUnit	-32768,...	32767,0...	0,000
20	AI1 scaled at AI1 max	1500,000	NoUnit	-32768,...	32767,0...	1500,000
21	AI2 actual value	0,000	mA	-22,000	22,000	0,000
22	AI2 scaled value	0,002	NoUnit	-32768,...	32767,0...	0,000
25	AI2 unit selection	mA	NoUnit			mA
26	AI2 filter time	0,100	s	0,000	30,000	0,100
27	AI2 min	0,000	mA	-22,000	22,000	0,000
28	AI2 max	20,000	mA	-22,000	22,000	20,000
29	AI2 scaled at AI2 min	0,000	NoUnit	-32768,...	32767,0...	0,000
30	AI2 scaled at AI2 max	100,000	NoUnit	-32768,...	32767,0...	100,000

KUVA 42. Analogisen tulon konfigurointi

12. Standard AI			
1	AI tune	No action	NoUnit
3	AI supervision function	No action	NoUnit
4	AI supervision selection	AI1 min tune AI1 max tune	NoUnit
5	AI supervision force	AI2 min tune	NoUnit
11	AI1 actual value	AI2 max tune	V

KUVA 43. "AI tune" viritystoiminnot

12. Standard AI			
1	AI tune	No action	
3	AI supervision function	No action	
4	AI supervision selection	No action	
5	AI supervision force	Fault Warning Last speed Speed ref safe	
11	AI1 actual value		
12	AI1 scaled value		

KUVA 44. Valvontatoiminnon valinta

13. Standard AO						
11	AO1 actual value	0,000	mA	0,000	22,000	0,000
12	AO1 source	Motor speed used	NoUnit			Motor speed used
16	AO1 filter time	0,100	s	0,000	30,000	0,100
17	AO1 source min	0,0	NoUnit	-32768,0	32767,0	0,0
18	AO1 source max	1500,0	NoUnit	-32768,0	32767,0	1500,0
19	AO1 out at AO1 src min	0,000	mA	0,000	22,000	0,000
20	AO1 out at AO1 src max	20,000	mA	0,000	22,000	20,000
21	AO2 actual value	0,000	mA	0,000	22,000	0,000
22	AO2 source	Motor current	NoUnit			Motor current
26	AO2 filter time	0,100	s	0,000	30,000	0,100
27	AO2 source min	0,0	NoUnit	-32768,0	32767,0	0,0
28	AO2 source max	100,0	NoUnit	-32768,0	32767,0	100,0
29	AO2 out at AO2 src min	0,000	mA	0,000	22,000	0,000
30	AO2 out at AO2 src max	20,000	mA	0,000	22,000	20,000
91	AO1 data storage	0,00	NoUnit	-327,68	327,67	0,00
92	AO2 data storage	0,00	NoUnit	-327,68	327,67	0,00

KUVA 45. Analogisen lähdön konfigurointi

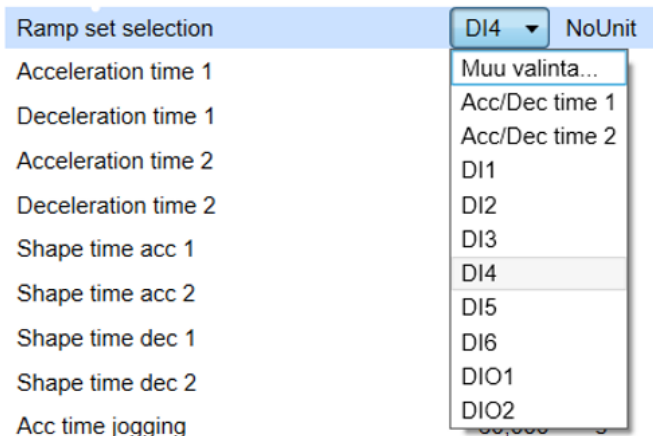
4.5.6 Kiihdytys- ja hidastusajat

Kiihdytys- ja hidastusaikoja on kaksi eri vaihtoehtoa parametriryhmässä 23 (kuva 46). Valinta kahden eri vaihtoehdon välillä tehdään kuvan 47 mukaisesti pudotusvalikon mukaisilla digitaalisilla tuloilla. Kummankin kiihdytys- ja hidastusajan arvo sekunteina voidaan vaihtaa kuvan 46 parametreissa. Kuvassa 47 olevat "Shape time acc" ja "Shape time dec" ovat kiihdytys- ja hidastusaikojen muotoja. Arvolla 0,000 s kiihdytyksen ja hidastuksen kuvaaja on lineaarinen. Nollaa suuremmilla arvoilla kiihdytyksen ja hidastuksen kuvaajasta tulee pehmeämpi, S-kirjaimen muotoinen.

Parametriryhmässä on myös jog-toiminnon kiihdytys- ja hidastusaikojen määrittäminen (kuva 46). Jog-toiminnolla voidaan pyörittää moottoria tilapäisesti tietyllä nopeusohjeella. Jog-toiminnon nopeusohjeita on kaksi ja ne määritellään parametreilla 22.42 ja 22.43 (kuva 48). Jog-toiminnon käynnistyslupa voidaan määrittää parametriryhmässä 20 parametrilla 20.25, "Jogging enable". Käynnistytksen lähteet määritellään parametreilla 20.26 ja 20.27. (Kuva 49.)

23. Speed reference ramp						
1	Speed ref ramp input	0,00	rpm	-30000,00	30000,00	0,00
2	Speed ref ramp output	0,00	rpm	-30000,00	30000,00	0,00
11	Ramp set selection	DI4	NoUnit			DI4
12	Acceleration time 1	20,000	s	0,000	1800,000	20,000
13	Deceleration time 1	20,000	s	0,000	1800,000	20,000
14	Acceleration time 2	60,000	s	0,000	1800,000	60,000
15	Deceleration time 2	60,000	s	0,000	1800,000	60,000
16	Shape time acc 1	0,000	s	0,000	1800,000	0,000
17	Shape time acc 2	0,000	s	0,000	1800,000	0,000
18	Shape time dec 1	0,000	s	0,000	1800,000	0,000
19	Shape time dec 2	0,000	s	0,000	1800,000	0,000
20	Acc time jogging	60,000	s	0,000	1800,000	60,000
21	Dec time jogging	60,000	s	0,000	1800,000	60,000
23	Emergency stop time	3,000	s	0,000	1800,000	3,000

KUVA 46. Kiihdytys- ja hidastusajat



KUVA 47. Kiihdytys- ja hidastusrampin valinta

32	Constant speed 7	0,00	rpm	-30000,00	30000,00
41	Speed ref safe	0,00	rpm	-30000,00	30000,00
42	Jogging 1 ref	0,00	rpm	-30000,00	30000,00
43	Jogging 2 ref	0,00	rpm	-30000,00	30000,00
51	Critical speed function	0b0000	NoUnit	0b0000	0b1111...
52	Critical speed 1 low	0,00	rpm	-30000,00	30000,00

KUVA 48. Jog-toiminnon nopeusohjeet

23	Positive speed enable	Selected	NoUnit		
24	Negative speed enable	Selected	NoUnit		
25	Jogging enable	Not selected	NoUnit		
26	Jogging 1 start source	Not selected	NoUnit		
27	Jogging 2 start source	Not selected	NoUnit		
30	Enable signals warning fun...	0b0000	NoUnit	0b0000	0b1111...

KUVA 49. Jog-toiminnon käynnistyslupa ja käynnistyksen lähteet

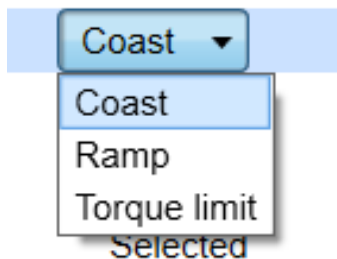
4.5.7 Käynnistys, pysäytys ja pyörimissuunta

Parametriyhmässä 20 määritellään ulkoisten tulojen tarkoitus käynnistyksen, pysäytyksen ja pyörimissuunnan suhteen. Kuvassa 50 on määriteltynä ulkoiseksi tuloksi 1 digitaalinen tulo DI1. Digitaalinen tulo DI2 on määriteltä ulkoiseksi tuloksi 2. Ulkoisten tulojen komennoiksi on määriteltä

käynnistys ja suunta. Ulkoisia tuloja on mahdollista ottaa käyttöön enemmänkin oletuksena määritelyjen lisäksi. Taajuusmuuttajakäytön käyntiluvan lähde on myös määriteltävissä ja sen oletusarvoinen lähde on DIIL-tulo. Käyntiluvan päättyessä moottori pysähtyy ja pysäytystapa voidaan määritellä parametrillä 20.11. Oletuksena pysäytystapana on ”Coast”, eli vapaasti pyörien. Muita tapoja ovat lineaarinen ramppi ja momenttirajojen mukaan pysäyttäminen. (Kuva 51.) Parametriryhmässä 20 määritellään myös jog-toiminnon käyttöönotto- ja aktivointisignaalien lähteet.

20. Start/stop/direction		
1	Ext1 commands	In1 Start; In2 Dir
2	Ext1 start trigger type	Edge
3	Ext1 in1 source	DI1
4	Ext1 in2 source	DI2
5	Ext1 in3 source	Not selected
6	Ext2 commands	Not selected
7	Ext2 start trigger type	Edge
8	Ext2 in1 source	Not selected
9	Ext2 in2 source	Not selected
10	Ext2 in3 source	Not selected
11	Run enable stop mode	Coast
12	Run enable 1 source	DIIL
19	Enable start command	Selected
23	Positive speed enable	Selected
24	Negative speed enable	Selected
25	Jogging enable	Not selected
26	Jogging 1 start source	Not selected
27	Jogging 2 start source	Not selected
30	Enable signals warning fun...	0b0000

KUVA 50. Käynnistys, pysäytys ja pyörimissunnan parametrit



KUVA 51. Pysäytystapa

5 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tietoa, tutkia ja luoda käytännöllinen tietopaketti taajuusmuuttajan parametroidusta ja käyttöönotosta. Opinnäytetyön sisältöön kuului myös pohjustavasti esitettyä perusteoriaa taajuuden käsitteestä, taajuusmuuttajan toimintaperiaatteesta, säätötavoista, saavutetuista eduista, kehityksestä, historiasta sekä käyttökohteista. Pohjustavan tiedon jälkeen käsiteltiin taajuusmuuttajan käyttöönottoa ja parametroiin liittyviä asioita. Näitä olivat ABB:n taajuusmuuttajien opastettu käyttöönotto, ABB:n Drive Composer -ohjelmiston käyttö ja ominaisuudet sekä olennaisimpien parametrien tarkoitus ja määrittäminen myös ohjelmiston avulla.

Taajuusmuuttajien teoreettinen toiminnan tarkastelu tätä opinnäytetyötä varten oli tarpeen, sillä minulla ei ollut juurikaan aiempaa kokemusta siitä. Aiempi kokemukseni perustui taajuusmuuttajien asennuksiin, mutta sain siitä huomattavasti tukea niin pienten osa-alueiden kuin suurempienkin kokonaisuuksien ymmärtämiseen. Kokemus taajuusmuuttajien asennuksesta oli avuksi esimerkiksi opinnäytetyössä tehtävissä pienimuotoisissa kytkennöissä.

Taajuusmuuttajien toiminnan teoria ja säätötavat käsiteltiin kevyesti, koska se ei ollut tämän opinnäytetyön keskeisin asia. Kuitenkin näiden asioiden tutkiminen oli tarpeellista. Lukijalle pohjustava tieto voi auttaa hahmottamaan opinnäytetyön pääaihetta.

Ymmärrykseni taajuusmuuttajien liitännöistä ja valinnaisista lisäosista oli opinnäytetyötä aloittaessani pintapuolista, joten koin hyödylliseksi myös näiden asioiden perusteellisemmän tarkastelun. Jarruvastuksesta tai du/dt -suotimesta löytyi tietoa hieman niukasti, mutta käsitys näistäkin lisäosista avartui. Turvamoduulit olivat minulle ennestään tuntematon asia, mutta perehdyttyäni niiden toimintaan saavutin mielestäni hyvän ymmärryksen niistä.

ABB:n Drive Composer -ohjelmiston käyttö oli minulle uutta ja sain opinnäytetyötä tehdessäni harjoitella ohjelmiston käyttöä ja tutkia sen eri ominaisuuksia. Keskeisimpiä asioita minulle ohjelmiston käytössä oli parametrien hallinta sekä monitorin käyttö. Opinnäytetyön aikana sain mielestäni hyvän kokemuspohjan ohjelmiston käytöstä.

LÄHTEET

1. PLC-Automation Oy. Yritys. Hakupäivä 15.10.2021. <https://www.plc.fi/yritys.html>
2. Wikipedia 2021. Taajuusmuuttaja. Hakupäivä 15.10.2021. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Taajuusmuuttaja>.
3. Wikipedia 2021. Taajuus. Hakupäivä 15.10.2021. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Taajuus>.
4. Gradia-blogit 2009. Sähkönet. Taajuusmuuttajat. Hakupäivä 15.10.2021. <https://blogit.gradia.fi/sahkonet/sahko-ja-automaatioasennukset/oppimistehtavat/teollisuuden-sahkoasennukset/moottori-kaytot/taajuusmuuttajat/>
5. ABB 2021. What is an AC drive? Hakupäivä 15.10.2021. <https://new.abb.com/drives/what-is-a-drive>.
6. Wikipedia commons 2005. PWM VFD diagram. Hakupäivä 15.10.2021. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2b/PWM_VFD_Diagram.png
7. Wikipedia. Strömberg. Hakupäivä 15.10.2021. [https://fi.wikipedia.org/wiki/Str%C3%B6mberg_\(yritys\)](https://fi.wikipedia.org/wiki/Str%C3%B6mberg_(yritys))
8. ABB. Power 2013. 125 vuotta sähköistä sankaritarinaa. Hakupäivä 15.10.2021. <https://resources.news.e.abb.com/attachments/published/20035/fi-FI/C1A9CB2F4D19/ABB-power-3-2013-HQ.pdf>
9. ABB. Webinaaritalenne 2021. ACS880-taajuusmuuttajat. Hakupäivä 15.10.2021. <https://youtu.be/UR-D7lq8-5c>
10. ABB. Tekninen opas nro 1. Suora momentinsäätö. Hakupäivä 15.10.2021 <https://library.e.abb.com/public/fdba0b31a34b89d1c1256d280040b4ae/Tekninenopasnro1.pdf>

11. ABB. ACS880-perusohjousohjelma. Ohjelmointiopas. Hakupäivä 15.10.2021. <https://www.auser.fi/wp-content/uploads/ACS880-ohjelmointiopas-1.pdf>
12. ABB. Pehmökäynnistinopas. Yleistä pehmökäynnistimistä. Hakupäivä 15.10.2021. https://library.e.abb.com/public/d11f99611045fef8c125796e00473a8a/OPAS%20Pehmokaynnistys%20FI12_01.pdf
13. SLO Verkkokauppa 2021. Taajuusmuuttajat ja pehmökäynnistimet. Hakupäivä 15.10.2021. <https://verkkokauppa.slo.fi/fi/tuoteluettelo/teollisuustuotteet/taajuusmuuttajat-ja-pehmokaynn?p=1>
14. ABB 2021. Drives. Industries and applications. Hakupäivä 15.10.2021. https://new.abb.com/drives?_ga=2.223126429.720106099.1634535971-985431152.1633684315
15. ABB 2021. Drives. All-compatible ACS880 single drives. Hakupäivä 15.10.2021. <https://new.abb.com/drives/low-voltage-ac/industrial-drives/acs880-single-drives>
16. ABB 2021. Drives. Connectivity. Safety functions module, FSO-12/-21. Hakupäivä 10.11.2021. <https://new.abb.com/drives/connectivity/safety-functions-module>
17. ABB 2021. Drives. Connectivity. Safety functions module, FSPS-21. Hakupäivä 10.11.2021. <https://new.abb.com/drives/connectivity/profisafe-safety-function-module-fsps-21>
18. ABB 2021. Laiteopas. ACS880-01-taajuusmuuttajat. Hakupäivä 15.10.2021. <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3AUA0000103704&LanguageCode=fi&DocumentPartId=1&Action=Launch>
19. ABB 2018. Operointipaneelin manuaali. Hakupäivä 15.10.2021. https://library.e.abb.com/public/84155b51c04a401581c9bab076292054/EN_AssistantPanel_UM_E_A4.pdf
20. ABB 2015. ACS880 tuoteluettelo. Irrotettava muistiyksikkö. Hakupäivä 15.10.2021. https://library.e.abb.com/public/cb0da58246ba4a62aaae948d808fcc7d/FI_ACS880_single_drives_3AUA0000124140_RevJ.pdf

21. ABB. Tekninen opas 8. Sähköinen jarrutus. Hakupäivä 15.10.2021. https://library.e.abb.com/public/2e30f9c0e2d07b9ac1256d28004152df/Tekninen_opasnro8.pdf
22. ABB 2021. Lisävarusteet taajuusmuuttajille. Jarrutusoptiot. SACE 08 RE 44. Hakupäivä 15.10.2021. <https://new.abb.com/products/fi/61353925/sace-08-re-44>
23. OEM Automatic 2011. Yleistä verkkosuodattimista. Hakupäivä 15.10.2021. <https://isu.com/oeminternational/docs/verkkosuodattimet>
24. EATON 2014. Applying dV/dT filters with AFDs. Hakupäivä 15.10.2021. <https://www.eaton.com/content/dam/eaton/products/low-voltage-power-distribution-controls-systems/motor-controls/vfd-dvdt-filter-ap043001en-application-note.pdf>
25. ABB 2015. Drives. Hardware manual. FOCHxxx-xx du/dt filters. Hakupäivä 15.10.2021. <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3AFE68577519&LanguageCode=en&DocumentPartId=1&Action=Launch>
26. Wikipedia 2021. Kansainvälinen yksikköjärjestelmä. Hakupäivä 25.10.2021. https://fi.wikipedia.org/wiki/Kansainv%C3%A4linen_yksikk%C3%B6j%C3%A4rjestelm%C3%A4
27. ABB 2021. Tuotteet ja palvelut. Taajuusmuuttajat. Drive Composer. Hakupäivä 10.11.2021. <https://new.abb.com/drives/fi/ohjelmistotyokalut/drive-composer>

