

SAVONIA



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN ALA

TAAJUUSMUUTTAJIEN PARA- METRIEN VARMUUSKOPIOINNIN JA PALAUTTAMISEN OHJE

TEKIJÄ Matias Nissilä

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn tekijä Matias Nissilä		
Työn nimi Taajuusmuuttajien parametrien varmuuskopioinnin ja palauttamisen ohje		
Päiväys	28.05.2025	29/0
Yhteistyötaho SSAB Europe Oy		
<p>Työn tilaajana toimi SSAB Europe Oy. Työ tehtiin SSAB:n Raahen tehtaassa nauhavalssaamolle. Opinnäytetyön taustalla oli tarve selkeyttää ja nopeuttaa taajuusmuuttajien parametrien varmuuskopiointia ja palautusta teollisuusympäristössä. Tavoitteena oli laatia ohjeet, joita asentajat voivat hyödyntää vikatilanteissa välttyäkseen ylimääräisiltä viivästyksiltä ja tuotantokatkoksilta. Toisena tavoitteena oli kehittää standardi ohjepohja, jota voidaan soveltaa myös tulevaisuudessa uusille laitteille.</p> <p>Työ suoritettiin tutustumalla fyysisesti käytettäviin taajuusmuuttajiin sekä keräämällä tietoa aiheesta käyttöohjeiden, manuaalien ja aiempien opinnäytetöiden avulla. Työn aikana ohjeistuksia testattiin käytännössä ja ohjeiden toimivuutta arvioitiin myös asentajien palautteen perusteella. Menetelminä käytettiin havainnointia, testaamista ja käytännön kokeiluja.</p> <p>Työn tuloksena syntyi selkeät ja käyttökelpoiset ohjeet Siemens Simovert VC-, ABB ACS880- ja VACON NXI -taajuusmuuttajien parametrien varmuuskopiointiin ja palautukseen. Työn aikana pystyttiin myös rakentamaan selkeä ja toistettava rakenne ohjeille, vaikka laitteiden ja ohjelmistojen erilaisuus estää täysin yhtenäisen ohjepohjan luomisen.</p>		
Avainsanat Taajuusmuuttaja, parametointi, varmuuskopio, kunnossapito, ohje		

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
2	TAAJUUSMUUTTAJA.....	6
2.1	Kehitys ja käyttökohteet	6
2.2	Rakenne ja toimintaperiaate.....	7
2.2.1	Tasasuuntaaja	7
2.2.2	DC-piiri	8
2.2.3	Vaihtosuuntaaja	9
2.2.4	Ohjaus- ja säätöpiiri	9
3	MOOTTORINOHJAUS JA SÄÄTÖ	10
3.1	Tasavirtakäyttö	10
3.2	Taajuussäätö	11
3.3	Vuovektorisäätö.....	11
3.4	Suora momenttisäätö	12
3.5	Parametrit.....	12
4	KUNNOSSAPITO	14
4.1	Korjaava kunnossapito	14
4.2	Ehkäisevä kunnossapito.....	14
4.3	Taajuusmuuttajien huolto ja huoltovälit	15
4.3.1	ABB ACS-880	16
4.3.2	Vacon NXI.....	17
5	MILLAINEN ON HYVÄ OHJE?	18
6	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS SEKÄ OHJEIDEN LUOMINEN	19
6.1	ABB ACS-880 varmuuskopiointi ja palautus	21
6.2	Vacon NXI varmuuskopiointi ja palautus.....	23
6.3	Siemens Simover varmuuskopiointi ja palautus	25
7	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	27
	LÄHTEET	28

KUVALUETTELO

KUVA 1. Taajuusmuuttajan rakenne (mukaillen Sähkönet 2009)	7
KUVA 2. Tasasuuntaus (mukaillen Hartman 2014).....	8
KUVA 3. DC-piiri (mukaillen Hartman 2014)	8
KUVA 4. Vaihtosuuntaajan muodostama jännite (Hartman 2014)	9
KUVA 5. Ohjaus- ja säätöpiiri (Renlund 2019)	9
KUVA 6. Tasavirtakäyttö (ABB 2001).....	10
KUVA 7. Taajuus- tai skalaarisäätö (ABB 2001)	11
KUVA 8. Vuovektorisäätö (ABB 2001)	11
KUVA 9. Suora momentinsäätö (ABB 2001).....	12
KUVA 10. Ennalta ehkäisevä kunnossapito (mukaillen SFS-EN 13306, 2017)	15
KUVA 11. Merkkien selitykset sekä suositellut huoltovälit käyttöönoton jälkeen (ABB 2024)	16
KUVA 12. Huoltovälitaulukko (Vacon 2019).....	17
KUVA 13. Valmiin ohjeen rakenne	20
KUVA 14. ABB ACS-880 (ABB 2025)	21
KUVA 15. Yleisnäkyä Drive Composer Pro sovelluksesta	22
KUVA 16. ABB ACS-880 ohjauspaneeli (ABB 2025)	22
KUVA 17. Muistiyksikön vaihto (ABB 2025)	23
KUVA 18. Vacon NCdrive sovelluksen oletusnäkyä	24
KUVA 19. Vacon ohjauspaneeli (VACON 2019).....	24
KUVA 20. Drive Monitor- navigointisivu.....	25
KUVA 21. OP1S- paneeli (Siemens 2008).....	26

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää ohjeistus valssaamalla toimiville sähköpäivystäjille, kuinka palauttaa parametrit taajuusmuuttajaan vaihdon tai vian sattuessa. Ohjeistuksella on kaksi tavoitetta. Ensimmäinen tavoitteena on luoda standardi ohjeistusmalli, jota voitaisiin hyödyntää ja laajentaa muihin taajuusmuuttajiin. Toisena tavoitteena on nopeuttaa taajuusmuuttajien käyttöönottoa ja vaihtoa vikatilanteen sattuessa. Aihe on tärkeä sähköpäivystäjille, sillä tällä hetkellä päivystäjät käyttävät aikaa tietojen etsimiseen, jonka myötä valssauslinjat seisovat eikä linjastoja voida käyttää.

Tällä hetkellä tehtaalla on taajuusmuuttajista joitain ohjeita laadittuna, mutta kaikilla ei ole tietoa mistä nämä löytyvät. Osassa taajuusmuuttajista ei ohjeita ole lainkaan ja osaavat henkilöt työskentelevät päivävuorossa. Tämän myötä ilta- ja yövuorossa päivystävät henkilöt eivät osaa suorittaa taajuusmuuttajien parametrintia yksin tai sen suorittamisessa kuluu liian paljon aikaa ohjeita etsiessä. Tämän takia opinnäytetyötä ja ohjeita tehdessä mietitään yhteistä linjaa, missä ja miten ohjeita kuuluisi säilyttää, että ne olisivat nopeasti kaikkien asianomaisten saatavilla.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii SSAB Europe Oy. SSAB konserni toimii maailmanlaajuisesti yli 50:ssä eri maassa ja on tämän myötä johtava erikoislujien terästen ja näihin liittyvien palvelujen toimittaja. SSAB tuottaa vuosittain 8,8 miljoonaa tonnia terästä ja työllistää noin 14,5 tuhatta työntekijää. SSAB Europe toimii Pohjoismaissa neljällä eri tuotantolaitoksella, joista kaksi sijaitsee Suomessa ja kaksi Ruotsissa. Ruotsissa laitokset ovat Luulajassa ja Borlängessä, kun taas Suomessa ne ovat Raahessa ja Hämeenlinnassa. SSAB:n Raahen tehdas on integroitu tehdas, eli tehdas pystyy itse tuottamaan terästuotteita raaka-aineista valmiisiin tuotteisiin. Työ suoritetaan SSAB Europen Raahen terästehtaan nauhavalssaamon sähköpäivystäjille. (SSAB 2025.)

2 TAAJUUSMUUTTAJA

Taajuusmuuttajalla tarkoitetaan tehoelektroniikan laitetta, jolla voidaan säädellä moottorin momenttia ja nopeutta portaattomasti säätelemällä sen syöttöjännitteen taajuutta. Taajuusmuuttajien käyttöönmyötä saadaan säästettyä huomattava määrä energiaa ja vähennetään sähköverkon kuormitusta. Taajuusmuuttajilla vähennetään myös moottoreihin kohdistuvaa mekaanista rasitusta rajoittamalla käynnistysvirtoja, jonka vuoksi myös moottoreiden käyttöikä pidentyy. Yleisimpiä taajuusmuuttajien käyttökohteita ovat erilaiset kuljettimet, kelaimet, pumput ja nosturit. (Sähkönet 2009.) Tunnetuimpiin taajuusmuuttajavalmistajiin kuuluvat ABB, Danfoss, Siemens sekä Schneider Electric (Hars 2024). Seuraavissa kappaleissa tullaan tutustumaan tarkemmin taajuusmuuttajien eri osa-alueisiin.

2.1 Kehitys ja käyttökohteet

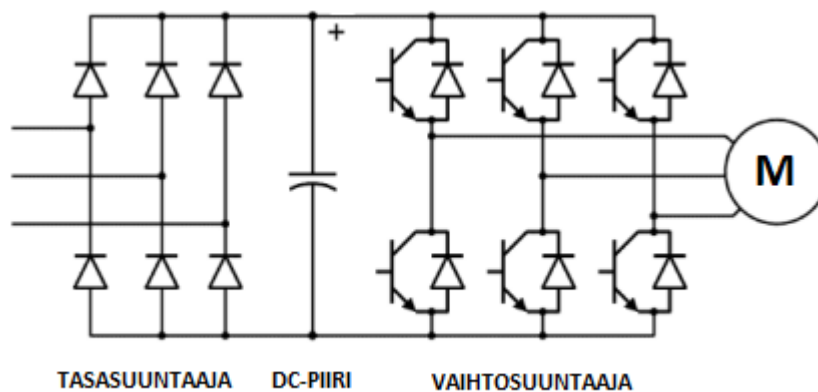
Taajuusmuuttajat mullistivat moottorikäyttöjen maailmaa, kun Suomalaisen Strömbergin elektroniikkatoimiston insinöörit ryhtyivät Martti Harmoisen johdolla kehittämään uutta PWM (Pulse Width Modulation) -teknologiaa. Ensimmäinen prototyyppi saatiin koekäyttöön marraskuussa 1970, jonka myötä taajuusmuuttajakäyttöä hyödynnettiin ensimmäistä kertaa Helsingin metrossa vuonna 1982. Strömberg siirtyi ASEA:n omistukseen vuonna 1988 ja sen jälkeen se yhdistyi Brown, Boveri & Cie:n kanssa muodostaen nykyisin tunnetun ABB:n. (ABB 2025; Partanen 2023.)

Nykyään taajuusmuuttajia käytetään useissa kohteissa. Rakennusautomaatioissa taajuusmuuttajia käytetään yleensä ilmanvaihtojärjestelmissä. Taajuusmuuttajien käyttö mahdollistaa puhaltimien energiatehokkaan käytön, sekä varmistaa ilmanvaihdon ja jäähdytyksen mukautumisen rakennuksen tarpeisiin. (Riihonrauta 2024.)

Teollisuudessa taajuusmuuttajat ovat tuttu näky erilaisissa pumpuissa, kuljettimissa ja nostureissa. Nostureissa ja kuljettimissa taajuusmuuttajat varmistavat tasaisen ja hallitun liikkeen, jonka myötä voidaan optimoida tuotantolinjojen tehokkuus ja välttää äkilliset kuormitukset, jotka voivat vaurioittaa laitteistoja. Yleisimmin teollisuudessa käytetään taajuusmuuttajia, joko erillis- tai linjakäyttönä. Erilliskäytössä taajuusmuuttaja ohjaa vain yhtä tehtävää. Linjakäytössä taajuusmuuttaja ohjaa kokonaisuutta, joka voi ohjata useampaa moottoria esimerkiksi kuljettimissa. (Nykänen 2020, 6, 20.)

2.2 Rakenne ja toimintaperiaate

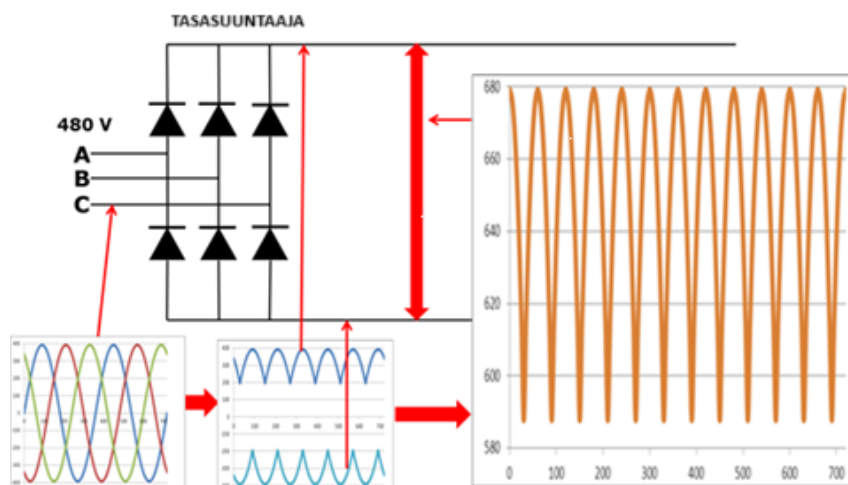
Yksinkertaisimmillaan taajuusmuuttaja koostuu kolmesta osasta: tasasuuntaajasta, välipiiristä sekä vaihtosuuntaajasta. Kuvassa 1 on esitetty taajuusmuuttajan rakenteen periaatekaavio. Lisäksi taajuusmuuttaja sisältää ohjaus- ja säätöpiirin, joka ohjaa taajuusmuuttajan sisäisiä toimintoja. (Sähkönet 2009.)



KUVA 1. Taajuusmuuttajan rakenne (mukaiillen Sähkönet 2009)

2.2.1 Tasasuuntaaja

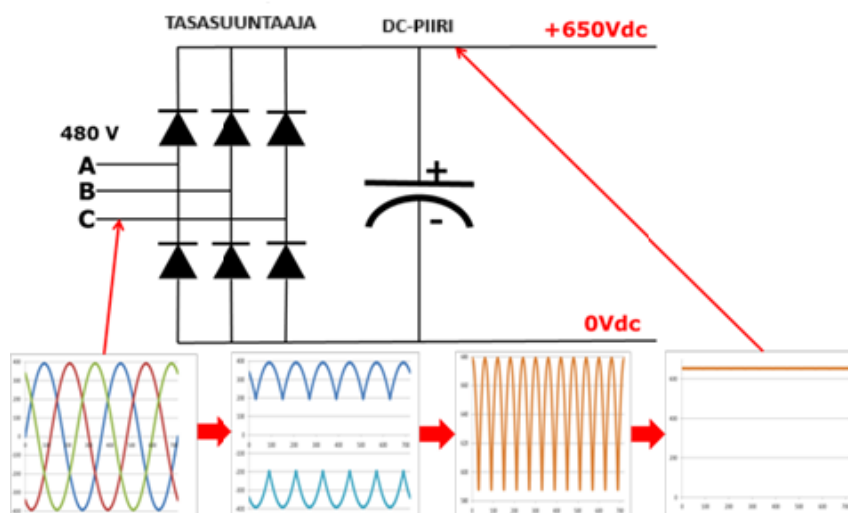
Taajuusmuuttajan ensimmäinen osa on tasasuuntaaja. Useimmiten tasasuuntaaja koostuu kuudesta diodista, jotka muokkaavat vaihtojännitteen kuusi ”pulsseiksi” tasajännitteeksi. Elektronikassa diodiksi kutsutaan komponenttia, joka päästää virran lävitseen vain yhteen suuntaan. Diodin ollessa johtavassa tilassa, kutsutaan päästötilaksi. Tasasuuntaajan pulssit syntyvät, koska tasasuuntaajan diodit siirtyvät päästötilaan, kun se omaa positiivisimman tai negatiivisimman jännitteen. Eli käytännössä diodit toimivat pareittain sykleissä. Tätä kutsutaan ”kuuden pulssin tasasuuntaajaksi”, joka on myös suosituin kokoonpano nykyaikaisissa taajuusmuuttajissa. Kuvassa 2 on esitetty havainnollistava kuva jännitteen käyrämuodoista ennen ja jälkeen tasasuuntauksen. Tasasuuntaajassa voidaan myös käyttää diodien sijaan transistoreita, niiden hyvän ohjattavuuden myötä. Transistorit myös mahdollistavat moottorin luoman jarrutusenergian hyväksikäytön. (Hartman 2014; Kettunen 2015.)



KUVA 2. Tasasuuntaus (mukaillen Hartman 2014)

2.2.2 DC-piiri

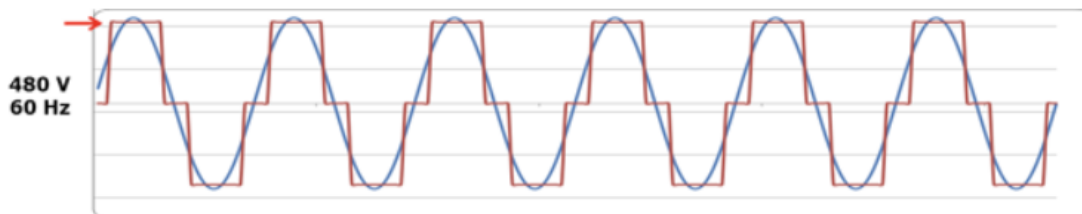
DC- tai välipiirin tarkoituksena on muuttaa tasasuuntaajan luoma pulssimainen jännite tasajännitteeksi, sekä toimia taajuusmuuttajan energiavarastona. Välipiirissä käytetään kondensattoreita, jotka vuoroin latautuvat ja purkautuvat hävittäen tasajännitteen aaltomuodon. Välipiiriin on myös mahdollista lisätä kuristin, joka tasoittaa tasavirran muutoksia entisestään. (Hartman 2014.) Kuvassa 3 on esitetty havainnollistava esitys DC-piiristä ja sen muodostamasta jännitteestä.



KUVA 3. DC-piiri (mukaillen Hartman 2014)

2.2.3 Vaihtosuuntaaja

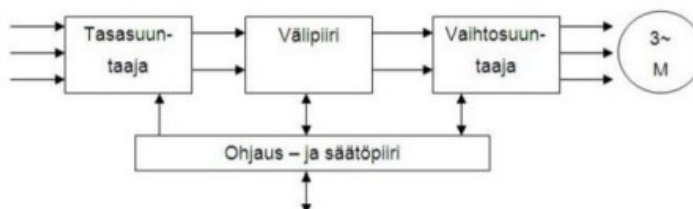
Vaihtosuuntaaja tai toisin sanoen invertteri on taajuusmuuttajan viimeinen osa. Sen tehtävänä on tuottaa moottorille sinimuotoinen vaihtovirta. Se varmistaa, että moottorin saama virta on aina vaihtovirtaa, eli toisin sanoen se tuottaa moottorille myös taajuuden. Vaihtosuuntaaja toteutetaan puolijohdekytkimillä, jotka on toteutettu IGBT-transistoreilla. Puolijohdekytkimien tarkoituksena on kytkeä kuormaa toistuvien väliajoin päälle ja pois, jolloin saadaan halutun taajuinen ja suuruinen jännite moottorille. Kuvassa 1 on nähtävillä IGBT:illä toteutettu vaihtosuuntaaja. Käytännössä IGBT toimii samalla tavalla kuin diodi, mutta IGBT tarvitsee lisäksi ohjausjännitteen päästäkseen johtavaan tilaan. Lyhyesti IGBT toimii siis jännitteen ohjaamana kytkimenä. Kuvassa 4 on havainnollistettu kuvaaja vaihtosuuntaajan muodostamasta jännitteestä. Kuvaajassa siniaaltoa ei todellisuudessa ole, vaan vaihtosuuntaaja muodostaa punaisella näkyvää kanttiaaltoa. Yleisesti jakelujärjestelmässä ei ole kannattavaa käyttää tällaista aaltomuotoa, mutta moottorikäyttöille se sopii riittävän hyvin. (Hartman 2014; Renlund 2019.)



KUVA 4. Vaihtosuuntaajan muodostama jännite (Hartman 2014)

2.2.4 Ohjaus- ja säätöpiiri

Taajuusmuuttajan eri osat toisiinsa yhdistää ohjaus- ja säätöpiiri. Ohjaus- ja säätöpiiri ohjaa taajuusmuuttajan sisäisiä toimintoja lähettämällä sanomia tasasuuntaajalle, välipiirille sekä vaihtosuuntaajalle. Sanomat ohjaavat vaihtosuuntaajan puolijohteet, joko johtamis- tai katkaisutilaan. Ohjaus- ja säätöpiiri myös kommunikoi lähellä olevien laitteiden kanssa. (Renlund 2019.)



KUVA 5. Ohjaus- ja säätöpiiri (Renlund 2019)

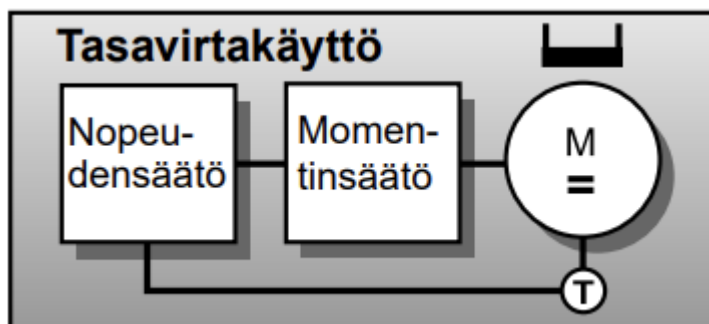
3 MOOTTORINOHJAUS JA SÄÄTÖ

Taajuusmuuttajia tarkastellessa on myös hyvä perehtyä moottorinohjaukseen. Seuraavissa kappaleissa perehdytään tarkemmin neljään eniten käytettyyn ohjaukseen ja säätöön: tasavirtakäyttöön, sekä taajuus-, vuovektori- ja suoraan momenttisäätöön.

3.1 Tasavirtakäyttö

Tasavirtakäytöt ovat olleet ennen yleisiä, mutta oikosulkumoottorien säätöominaisuuksien parantumisessa ne ovat menettäneet suosiotaan. Tasavirtakäyttöjen suosio johtui niiden helposta säädettävyydestä, sekä nopeasta ja tarkasta momentti- ja nopeusvasteesta. Tasavirtakäyttöjen säätösuureina toimii ankkurivirta sekä kenttävirta, jotka mitataan suoraan moottorista. Tasavirtakäytössä moottori luo magneetikentän moottorin staattorin läpi kulkevan virran avulla. Staattorin magneetikenttä on aina kohtisuorassa ankkurikäänin luoman magneetikentän kanssa, jonka myötä moottori tuottaa aina suurimman mahdollisen momentin ja mahdollistaa moottorin pyörimisen. Moottorin sisäiset hiiliharjat ja kommutaattori varmistavat, että magneetikentät pysyvät aina kohtisuorassa toisiinsa nähden riippumatta, missä asennossa moottori on. (ABB 2001.)

Tasavirtakäyttöjen käyttökustannukset ovat korkeat, joten niiden käyttö ei nykypäivänä kuitenkaan ole järkevää. Hiiliharjat ja kommutaattorit kuluvat nopeasti ja niitä joudutaan huoltamaan säännöllisesti. Moottori on myös mekaanisesti monimutkainen, joka vaikeuttaa sen huoltoa entisestään (ABB 2001.) Nykyään on kuitenkin kehitetty hiiliharjattomia moottoreita, joissa käytetään sähköisesti ohjattuja magneetteja moottorin pyörytykseen perinteisten hiiliharjojen sijaan. Tällä tavalla saadaan moottorille pidempi käyttöikä ja vähennetään moottorin huollon tarvetta (Triorakentaa, 2024.)

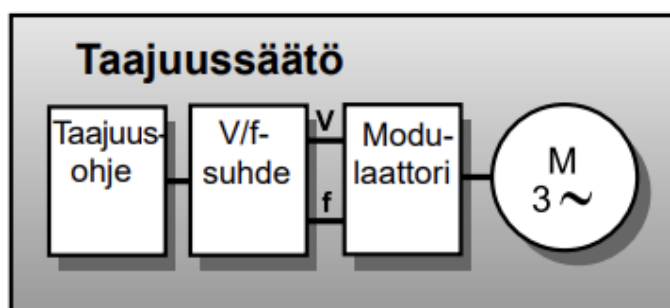


KUVA 6. Tasavirtakäyttö (ABB 2001)

3.2 Taajuussäätö

Taajuus- tai skalaarisäädössä moottorin ohjaus toteutetaan tasavirtakäytöstä poiketen säätämällä moottorin ulkoisia säätösuureita, jännitettä ja taajuutta. Taajuussäätö käyttää samaa pulssinleveysmodulaatiotekniikkaan kuin taajuusmuuttajat. Moottori pyörii halutulla nopeudella ja momentilla muokkaamalla staattorille syötettyä jännitettä ja taajuutta. Taajuussäädön etuina onkin siis sen yksinkertainen toteutus ja alhaiset kustannukset. (ABB 2001.)

Taajuussäädössä ei kuitenkaan käytetä takaisinkytkentää, jonka vuoksi moottorin tilaa tai nopeutta ei oteta huomioon ohjauksessa. Tästä syystä momenttia ei voida säätää tarkasti. Menetelmässä käytetään myös erillistä modulaattoria, jonka vuoksi moottori reagoi hitaasti jännitteen ja taajuuden muutoksiin. Taajuussäätö sopii siis parhaiten käytöille, joissa ei tarvita tarkkaa tai nopeaa säätöä. (ABB 2001)

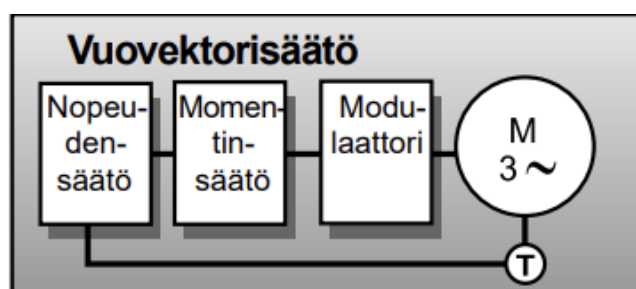


KUVA 7. Taajuus- tai skalaarisäätö (ABB 2001)

3.3 Vuovektorisäätö

Vuovektorisäädössä moottoria ohjataan säatelemällä käänmivuota ja vääntömomenttia erikseen. Tiedot moottorin tilasta saadaan käyttämällä takaisinkytkentää ja pulssianturia. Takaisinkytkennän vuoksi moottorin säätö on tarkkaa ja sen vaste on pieni. Vuovektorisäädössä kuitenkin tarvitaan moottoria syöttävää modulaattoria, jonka myötä aika taajuuden ja jännitteen signaalien muuttumisen ja moottorin reagoimisen välillä pidentyy. (ABB 2001.)

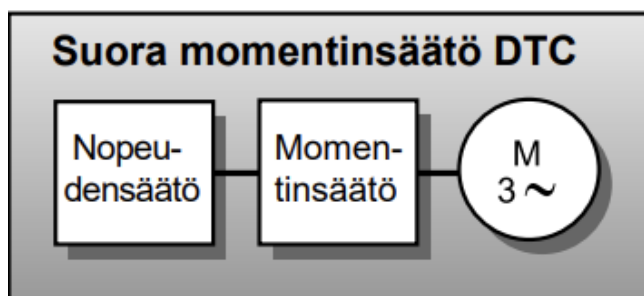
Vuovektorisäädön haittoina kuitenkin pidetään välttämätöntä takaisinkytkentää, joka monimutkaistaa oikosulkumoottorin yksinkertaista rakennetta ja saattaa aiheuttaa lisäkustannuksia (ABB 2001)



KUVA 8. Vuovektorisäätö (ABB 2001)

3.4 Suora momenttisäätö

Suora momenttisäätö eli DTC (Direct Torque Control) on ABB:n kehittämä vaihtovirtakäyttö, jolla voidaan korvata perinteistä taajuusmuuttajaa hyödyntävät käytöt. Suorassa momenttisäädössä moottorin säätösuureina toimivat moottorin magneettivuo ja momentti. Suora momenttisäätö eroaa perinteisestä vaihtovirtakäytöstä siten, että siinä ei tarvitse käyttää takaisinkytkentää eikä modulaattoria. DTC-käytössä siis säätö tehdään moottorin sisällä eikä erillisessä säätölaitteessa. Tämän vuoksi DTC on vasteajaltaan jopa kymmenen kertaa nopeampi kuin mikään vaihto- tai tasavirtakäyttö. (ABB 2001.)



KUVA 9. Suora momentinsäätö (ABB 2001)

3.5 Parametrit

Taajuusmuuttajien perustoimintoihin alusta alkaen on kuulunut niiden kyky erilaisiin toimintoihin, kuten rampittamaan nopeutta ylös ja alas, lisäämään jännitettä sekä erilaisiin jarrutustoimintoihin. Ennen nämä toiminnot olivat kiinteästi rakennettu taajuusmuuttajaan, mutta nykyaikaisten mikroprosessorien myötä nämä ominaisuudet ja toiminnot on siirtynyt ohjelmallisesti käyttöön otettaviksi. Numeroita, jotka on ohjelmoitu taajuusmuuttajan sisään valitsemaan näitä toimintoja, kutsutaan parametreiksi. Jokaisella eri taajuusmuuttajatyypillä on siis erilainen kirjo ja määrä parametrejä, joilla yksilöidä taajuusmuuttaja haluttuun käyttöön. (Kettunen 2015.)

Taajuusmuuttajaan on ohjelmoitu valmiiksi joukko vakioarvoja, joita parametreissä käytetään. Näitä parametrejä kutsutaan oletus- ja tehdasasetuksiksi. Käyttöön oton yhteydessä taajuusmuuttajalle suoritetaan parametrinti, eli nämä toiminta-arvot syötetään vastaamaan kytkettyä moottoria ja siihen liitettyjä laitteita. Parametrinti voidaan suorittaa käsin käyttämällä taajuusmuuttajan omaa paneelia tai vaihtoehtoisesti tietokoneella valmistajan omalla sovelluksella tai väliliittynnän avulla. Taajuusmuuttajat sisältävät nykyään satoja parametrejä, joten näitä kaikkia ei tarvitse muokata. Monimutkaisissa käytöissä on kuitenkin hyvä varmuuskopioida laitteessa käytetyt parametrit, jotta niiden palauttaminen uuteen laitteeseen on helppoa ja nopeaa laiterikkojen sattuessa. Yksinkertaisimmissa käytöissä on vähintään aseteltava seuraavat parametrit:

- Kieli
- Sovellus (esim. pumppu-, puhallinkäyttö)
- Moottorin jännite (V)
- Moottorin nimellinen virta (A)
- Moottorin nimellinen taajuus (Hz)
- Moottorin nimellinen nopeus (rpm)
- Moottorin $\cos \varphi$

- Erilaiset raja- ja toiminta-arvot (esim. maksimi- ja minimitaajuus)
- Ohjearvopaikan valinta (paikallis- tai etäohjaus). (Hietalahti 2013, 89–90.)

4 KUNNOSSAPITO

Mitä on kunnossapito? Eurooppalaisen standardin mukaan kunnossapidolla tarkoitetaan kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuutta, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana (SFS-EN 13306, 2017, 5.) Kunnossapito voidaan näin myös jakaa kahteen erilliseen pääluokkaan: korjaava kunnossapito sekä ehkäisevä kunnossapito (SFS-EN 13306, 2017, 22).

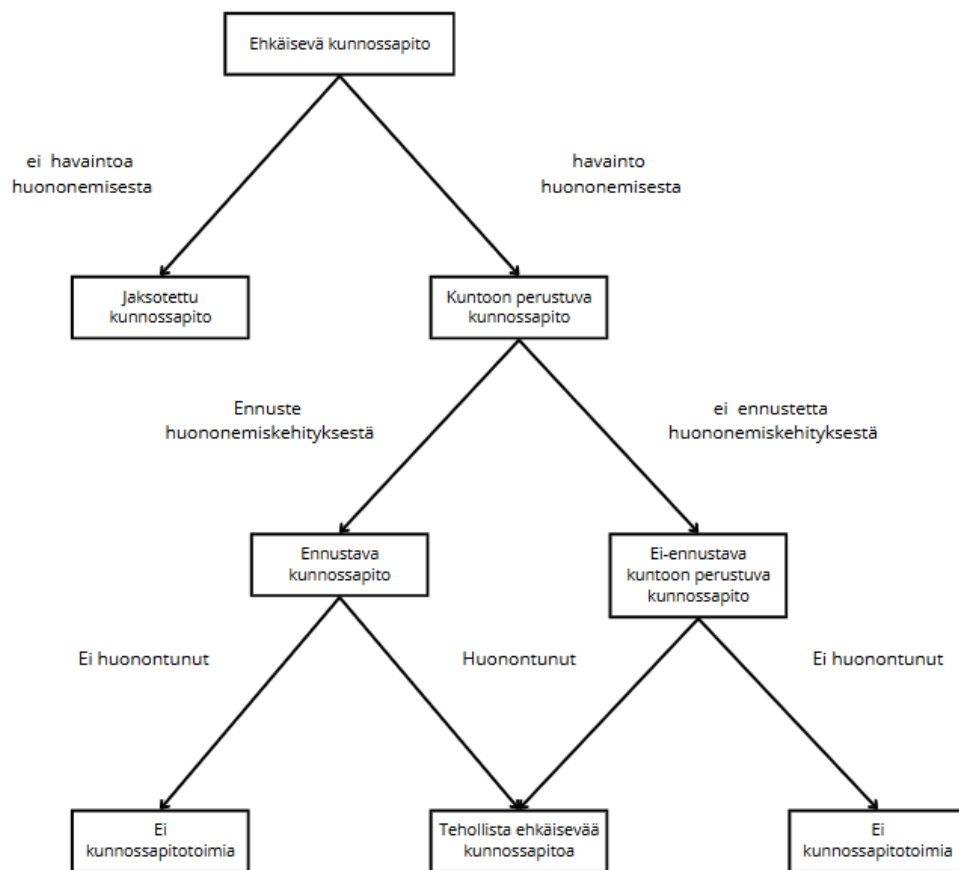
4.1 Korjaava kunnossapito

Korjaavalla kunnossapidolla tarkoitetaan kunnossapitoa, jossa korjaavat toimenpiteet suoritetaan vian havaitsemisen jälkeen. Korjauksen tavoitteena on palauttaa kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa halutun toiminnon. Korjaavaakin kunnossapitoa on kahta tyyppiä. Ensimmäinen näistä on välitön korjaava kunnossapito. Siinä vika korjataan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta välttyttäisiin lisäseurauksilta. Toinen korjaavan kunnossapidon alalaji on siirretty korjaava kunnossapito. Nimensä mukaisesti tässä tapauksessa korjausta ei suoriteta välittömästi, vaan korjausta viivästetään sallitussa puitteissa. (SFS-EN 13306, 2017, 14–15, 22.)

4.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla tarkoitetaan kunnossapitoa, jossa tarkoituksena on arvioida ja vähentää kohteen heikentymistä ja vikaantumisen todennäköisyyttä. Ehkäisevän kunnossapidon perimmäinen tavoite on siis ennakoida ja vähentää suunnittelemattomat huoltoseisakit nolnaan. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu useita vaiheita, joten sen ymmärtämiseen avuksi voidaan käyttää kuvassa 10 esitettyä kaaviota. (SFS-EN 13306, 2017, 14–15, 22.)

Ehkäisevä kunnossapito voidaan jakaa kahteen alalajiin (Jaksotettu tai kuntoon perustuva kunnossapito) riippuen siitä, onko laitteistossa havaittavissa heikkenemistä tietyin aikaväleihin tai tuotantomääräkohtaisesti. Jaksotetussa kunnossapidossa suoritetaan kunnossapito ennalta määrättyjen aikajaksojen mukaan, mutta ilman edeltävää toimintakunnon tutkimusta. Kuntoon perustuva kunnossapito on ehkäisevää kunnossapitoa, joka sisältää myös fyysisen tilan arviointia ja analyysiä. Kuntoon perustuva kunnossapito voidaan, myös määrittellä kahteen alalajiin (ennustavaan – tai ei-ennustavaan kuntoon perustuvaan kunnossapitoon. Ennustavassa menetelmässä laitteistoille suoritetaan jatkuvia kunnossapitotoimia perustuen tunnettuihin tunnusmerkkeihin tai jatkuviin analyyseihin ja joissa pyritään muodostamaan ennuste tarvittavista huoltotoimenpiteistä. Jos laitteessa havaitaan huononemiskehitystä kuitenkin huoltotoimenpiteiden jälkeen, on syytä harkita tehollista ehkäisevää kunnossapitoa. Tehollinen ehkäisevä kunnossapito on osa ehkäisevää kunnossapitoa, jossa toimenpiteet palauttavat kohteen suoraan tai myöhemmän kunnonvalvonnan, tarkastuksen tai testauksen avulla havaitun heikentymisen alkuperäiseen tilaan. (SFS-EN 13306, 2017, 14–15, 22.)



KUVA 10. Ennalta ehkäisevä kunnossapito (mukaillen SFS-EN 13306, 2017)

4.3 Taajuusmuuttajien huolto ja huoltovälit

Taajuusmuuttajien huolto varmistaa niiden pitkän käyttöiän sekä halutun toiminnan. Eri laitteiden valmistajat määrittelevät taajuusmuuttajan eri osille tietyt tarkastus-, huolto-, tai vaihtovälit. Nämä huollot eivät eroa huomattavasti eri merkkien tai laitteiden välillä, vaan pääsääntöisesti huoltovälit pysyvät saman kaltaisina riippuen valmistajasta. Suurimman rasituksen laitteelle aiheuttaa käyttöympäristö. Tehdaskäytössä olevat taajuusmuuttajat altistuvat monesti suurelle määrälle pölyä ja muita hiukkasia, jonka vuoksi taajuusmuuttajien jäähdytys-elementit ja puhaltimet vaativat enemmän huoltoa, kuin ideaalissa käyttöympäristössä. Myös korrosio ja lämpötila vaikuttavat huoltoväleihin. Seuraavissa kappaleissa esitellään ABB:n sekä Vaconin suosittelemia huoltovälejä.

4.3.1 ABB ACS-880

Ohessa esitetty ABB ACS-880- taajuusmuuttajan huoltovälejä. Taajuusmuuttajalle tarvitsee tehdä ensimmäiset vaihdot vasta kuuden vuoden kuluttua käyttöönotosta. Kuuden vuoden iässä taajuusmuuttajaan suositellaan vaihtamaan vain ohjausyksikön paristo. Yhdeksän vuoden iässä vaihdetaan myös ohjauspaneelin paristo, sekä erilaiset jäähdytyspuhallimet. Laiteoppaassa kuitenkin suositellaan, että laite tarkastetaan vuosittain, jolla varmistetaan laitteen optimaalinen toiminta ja suorituskyky. Oppaassa huomautetaan myös käyttöympäristön vaikuttavan laitteen huoltoväleihin. (ABB 2024, 151–153.)

Toiminto	Kuvaus
I	Tarkastus (silmämääräinen tarkastus ja huoltotoimenpiteet tarpeen mukaan)
P	Toimenpide käyttöpaikalla tai tehtaalla (käyttöönotto, koestukset, mittaukset tai muu työ)
R	Vaihto

Vuosittainen toimenpide	Kohde
P	Syöttöjännitteen laatu
I	Varaosat
P	Tasajännitevälipiirin kondensaattorien elvytys. varamoduulit ja varakondensaattorit
I	Liittimien kireys
I	Pölyisyys, korrosio ja lämpötila
I	Jäähdytyslementin puhdistus

Komponentti	Käyttövuodet							
	3	6	9	12	15	18	20	21
Jäähdytys								
Pääjäähdytyspuhallin			R			R		
Piirikorttien lisäjäähdytyspuhallin (runkokoot R1...R9)			R			R		
Lisäjäähdytyspuhallin (IP55-rungot R8 ja R9)			R			R		
Ikääntymisen hallinta								
ZCU-ohjausyksikön paristo		R		R		R		
Ohjauspaneelin paristo			R			R		
Toiminnallinen turvallisuus								
Turvatoiminnon testaus	I Katso turvatoiminnon kunnossapitotiedot.							
Turvakomponentin vanheneminen (toiminta-aika T_M)	20 vuotta							
4FPS10000239703								

KUVA 11. Merkkien selitykset sekä suositellut huoltovälit käyttöönoton jälkeen (ABB 2024)

4.3.2 Vacon NXI

Ohessa esitetty taulukko Vacon NXI-taajuusmuuttajan huoltoväleistä. Huolloissa tarkastetaan samoja asioita kuin ABB:n taajuusmuuttajassa. Ainoana erona voidaan huomata, että Vacon on antanut suuremman aikaikkunan, jolloin suorittaa vaaditut huoltotoimenpiteet. Vacon on myös ohjeistanut, että kondensaattorin on ladattava vuoden välein, jos laitetta varastoidaan käyttämättä. (Vacon, 2019, 14.)

Huoltoväli	Huoltotehtävä
12 kuukautta (jos taajuusmuuttajaa säilytetään varastossa)	Lataa kondensaattorit (katso luku 8.7.1 <i>Kondensaattorien lataus</i>).
6–24 kuukautta (Väli on erilainen eri ympäristöissä.)	<ul style="list-style-type: none"> • Tarkista liittimien kiristysmomentit. • Puhdista jäähdytyslementti. • Tarkista verkkokaapelin liitin, moottorikaapelin liitin ja ohjausliittimet. • Puhdista jäähdytystunneli. • Varmista, että puhallin toimii oikein. • Varmista, että liittimissä, kokoojakiskoissa tai muissa pinnoissa ei ole korroosiota. • Tarkista ovisuodattimet, jos laite on asennettu kaappiin.
5–7 vuotta	Vaihda puhaltimet: <ul style="list-style-type: none"> • pääpuhallin • sisäinen IP54-puhallin (UL-tyyppi 12) • kaapin puhallin/suodatin.
5–10 vuotta	Vaihda DC-väylän kondensaattorit, jos tasajännitteen aaltoisuus on voimakas.

KUVA 12. Huoltovälitaulukko (Vacon 2019)

5 MILLAINEN ON HYVÄ OHJE?

Tätä opinnäytetyötä laatiessa on myös hyvä ymmärtää mihin asioihin hyvä ohje pohjautuu. Jollei hyvän ohjeen piirteisiin perehdytä ennen ohjeiden luomista, ohje voi jäädä epäselväksi tai se jättää liikaa asioita arvailun varaan. Työpiste (2021) sivuston mukaan hyvän ohjeen tarkoitus on yksinkertainen: sen tulee auttaa käyttäjää suorittamaan tehtävä oikein, tehokkaasti ja itsenäisesti. Onnistunut ohjeistus ei jätä sijaa arvailulle, vaan toimii selkeänä reittikarttana kohti haluttua lopputulosta.

Ohjeen yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on sen selkeä rakenne. Yleensä ohje aloitetaan määrittämällä ohjeen käyttötarkoitus ja kohderyhmä. Tätä seuraa loogisesti etenevä rakenne, jota voidaan kohta kohdalta seurata työtä suoritettaessa. Kohderyhmän määrittäminen on iso osa ohjeen luontia, sillä se määrittää kuinka tarkkaan eri vaiheet on ohjeeseen avattava. Usein siis ohjeen laatijan on kuviteltava itsensä lukijan asemaan ja miettiä mitkä asiat ovat käyttäjälle itsestäänselvyksiä ja mitkä eivät. (Paakkunainen 2021.) Ohjetta laatiessa on hyvä miettiä minkälaisen kieliasun ohje saa. Hyvän virkakielen ohjeita (n.d.) sivuston mukaan käskymuodon käyttö tekee ohjeesta toimintaan ohjaavan. Esimerkiksi "Tarkista lämpötila" on tehokkaampi ja yksiselitteisempi kuin "Lämpötilaa tulisi seurata". Tämän myötä ohjeen tulisi aina olla käskevässä muodossa, jotta lukijan ei tarvitse miettiä tapahtuuko jokin automaattisesti tai jonkun muun toimesta vai pitääkö hänen itse suorittaa mainittu tehtävä.

Hyvästä ohjeesta ei ole hyötyä, jollei käyttäjä tiedä mistä ohjeen löytää, kun sitä tarvittaisiin. Ohje on siis hyvä arkistoida paikkaan, josta käyttäjät osaavat sitä etsiä esim. Yrityksen omaan intranettiin tai pilvipalveluun. Ajan myötä ja laitteiden vaihtuessa on myös testautettava ohjeet uuteen laitteistoon, jotta ohjeisiin voidaan päivittää tarvittavat muutokset. Kuitenkin on huomioitava, että parametointi tapahtuu pääsääntöisesti tietokoneen sovelluksella, joka voi myös muuttua tai vaihtua päivitysten ja laitemuutosten myötä. (Paakkunainen 2021.)

Yhteenvetona voidaan siis mainita, että hyvän ohje on selkeästi rakennettu, ymmärrettävällä kielellä kirjoitettu ja helposti löydettävissä. Se huomioi kohderyhmän tarpeet ja osaamistason, sisältää tarvittavat yksityiskohdat ilman turhaa informaatiota ja on ajantasainen. Laadukkaat ohjeet eivät ainoastaan helpota yksilön työtä, vaan ne tukevat koko organisaation toimintaa, vähentävät virheitä ja parantavat työtehokkuutta.

6 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS SEKÄ OHJEIDEN LUOMINEN

Työ aloitettiin määrittämällä käytettävät laitteet, sekä rajaamalla opinnäytetyön aihe. Aiheeksi annettiin taajuusmuuttajien parametrien varmuuskopiointi, sekä varmuuskopioiden palautus laitteelle. Aihe jätettiin suppeaksi, koska toimeksiantajan mukaan asentajilla ja muilla asiaan kuuluvilta henkilöiltä löytyi jo tarvittavat tiedot mekaaniseen asennukseen liittyen. Aihe sisälsi kaksi tavoitetta. Ensimmäkin luotiin taajuusmuuttajille varmuuskopiointiohjeet, koska vuorossa toimivilla asentajilla ei ollut kokemusta parametrien latauksesta. Tämän vuoksi asentajilla kului turhaa aikaa etsiessä tietoa ja laitteita varmuuskopiointia varten. Taajuusmuuttajien ollessa rikki, myös linjan oli oltava pysähdyksissä, jonka vuoksi tuotantoa ei voitu jatkaa. Toisena tavoitteena oli luoda standardipohja ohjeille, jota voidaan hyödyntää myös tulevaisuudessa uusille laitteille. Käytettäväksi laitteiksi määräytyivät Siemensin Simovert VC-, ABB ACS880- ja VACON NXI taajuusmuuttajat. Työn aloituksessa ei tarkkaan määritetty aikataulua tai tarkkoja päiviä tehdasvierailuille. Tehtaalla käytiin aina tarvittaessa, ja kun vierailulle oli tarvetta.

Aiheen rajauksen jälkeen tutustuttiin laitteisiin fyysisesti, sekä aloitettiin tiedonkeruu itse ohjeistusta varten. Tietoa haettiin muun muassa lukuisista opinnäytetöistä ja manuaaleista, sekä tietenkin laitteiden omista käyttöohjeista. Käyttöohjeita etsiessä haastetta tuotti muun muassa Siemensin taajuusmuuttaja, josta käyttöohjetta ei löytynyt suoraan verkosta vaan ohje täytyi tiedustella maahan-tuojalta. Parametroinnista luotiin alustavat ohjeet, joilla pystyin itse suorittamaan varmuuskopiointin ja palautuksen. Näiden ohjeiden avulla pystyin testaamaan ohjeiden todenmukaisuuden ja hankki-maan näyttökuvat selkeyttämään viimeisteltyjä ohjeita. Välitestausten jälkeen pystyin hahmottelemaan jo viimeisteltyjen ohjeiden rakennetta ja muotoa, sekä miettimään minkälaisen pohjan annan ohjeille, jotta niitä voidaan käyttää hyödyksi myös tulevaisuudessa.

Opinnäytetyön aloituspalaverissa työn tilaaja määrittä ohjeen rakenteen ja tyylin. Ohje haluttiin luoda niin, ettei työn suorittaja tarvitse aikaisempaa kokemusta työn tekemisestä, vaan hän voi suorittaa työn pelkästään ohjetta seuraamalla. Ohjeisiin lisättiin myös havainnollistavat näyttökuvat, jotka tekevät ohjeista saavutettavammia sekä helpottaa niiden ymmärrettävyyttä. Ohje on luotu niin, että käyttäjä voi halutessaan lukea vain pääotsikon alla olevan tekstin, jossa ohjataan työn valmistelut kuten mistä löytää tarvittavat välineet ja kuinka yhdistää tietokone haluttuun laitteeseen. Tämän jälkeen käyttäjä voi suoraan siirtyä haluamansa otsikon alle, jossa selitetään yksityiskohtaisesti, kuinka kyseinen toiminto voidaan suorittaa. Päädyin tähän, koska se oli mielestäni yksinkertainen ja toteuttavissa myös tulevaisuudessa seuraaviin laitteisiin. Tietenkin jokaisella valmistajalla on erilaiset laitteet ja sovellukset, joilla taajuusmuuttajan parametointi toteutetaan, joten valmista standardipohjaa on mahdoton luoda. Ohjeet pyrittiin kuitenkin toteuttamaan samankaltaisiksi mahdollisuuksien mukaan.

Ohjetta kirjoitettaessa käytettiin apuna teoriassa esitettyjen hyvien ohjeiden ominaisuuksia. Ohje kirjoitettiin käskävään muotoon, jotta lukijan ei tarvitse miettiä, tapahtuuko jokin asia automaattisesti vai täytyykö lukijan tehdä se. Ohjetta luotaessa otettiin myös havainnollistavat näyttökuvat, joita käytettiin hyväksi ohjetta laatiessa. Näyttökuvien tarkoituksena on auttaa lukijaa havainnollistamaan, mitä näytöllä kuuluisi tapahtua parametroidin aikana ja sen jälkeen. Ohjeet sijoitettiin niille kuuluvaan paikkaan, jossa ne ovat asentajien saatavilla, helposti löydettävissä sekä kaikkien tiedossa.

Ohjeita kirjoitettaessa, oli kuitenkin otettava huomioon opinnäytetyön toinen tavoite, standardipohjan luominen, jota voidaan hyödyntää myös tulevaisuudessa uusille laitteille. Ohjeita luodessa otin ylös kaikkia taajuusmuuttajia yhdistäviä asioita ja muodostin standardipohjan. Pohjassa aloitus tapahtuu tarvittavien laitteiden esittelyllä ja niiden olinpaikkojen kertomisella. Seuraavaksi opastetaan taajuusmuuttajaan yhdistäminen tietokoneella ja sovelluksen käyttäminen. Kaikissa laitteissa oli mahdollista käyttää myös taajuusmuuttajan omaa käyttöpaneelia, jonka vuoksi standardipohjan seuraavassa kappaleessa opastetaan sen käyttö. Viimeisessä kappaleessa opastetaan esimerkiksi taajuusmuuttajan sisältä löytyvän muistiyksikön käyttö ja parametointi sen avulla. Kaikissa laitteissa tätä mahdollisuutta ei kuitenkaan ole, joten kolmas kappale on tarkoitettu ylimääräiselle parametointitavalle.

Ohjeiden valmistuttua ne testautettiin vielä myös asentajilla, jotta voitiin varmistua niiden toiminnasta. Seuraavissa kappaleissa esitellään opinnäytetyössä käytetyt taajuusmuuttajat, sekä pelkistetyt ohjeet, kuinka parametointi ja palautus voidaan niillä suorittaa. Työn tilaaja halusi pitää varsinaiset ohjeet salaisina, koska ne sisälsivät tuotannolle tärkeitä tietoja. Kuvassa 13 on kuitenkin esitetty valmiin ABB:n taajuusmuuttajan ohjeen sisällysluettelo, josta saa konkreettisen käsityksen ohjeiden sisällöstä.

SISÄLLYS

1	PARAMETROINTI TIETOKONEELLA	4
1.1	Yksittäisen käytön varmuuskopiointi	5
1.2	Useiden käyttöjen varmuuskopiointi	8
1.3	Varmuuskopioiden lataus laitteelle	12
2	PARAMETRIEN VARMUUSKOPIOINTI OHJAUSPANEELILLA	16
2.1	Varmuuskopion tallennus paneelille	16
2.2	Parametrien palauttaminen laitteelle	17
3	PARAMETRIEN SIIRTO MUISTIYKSIKÖLLÄ	18

KUVA 13. Valmiin ohjeen rakenne

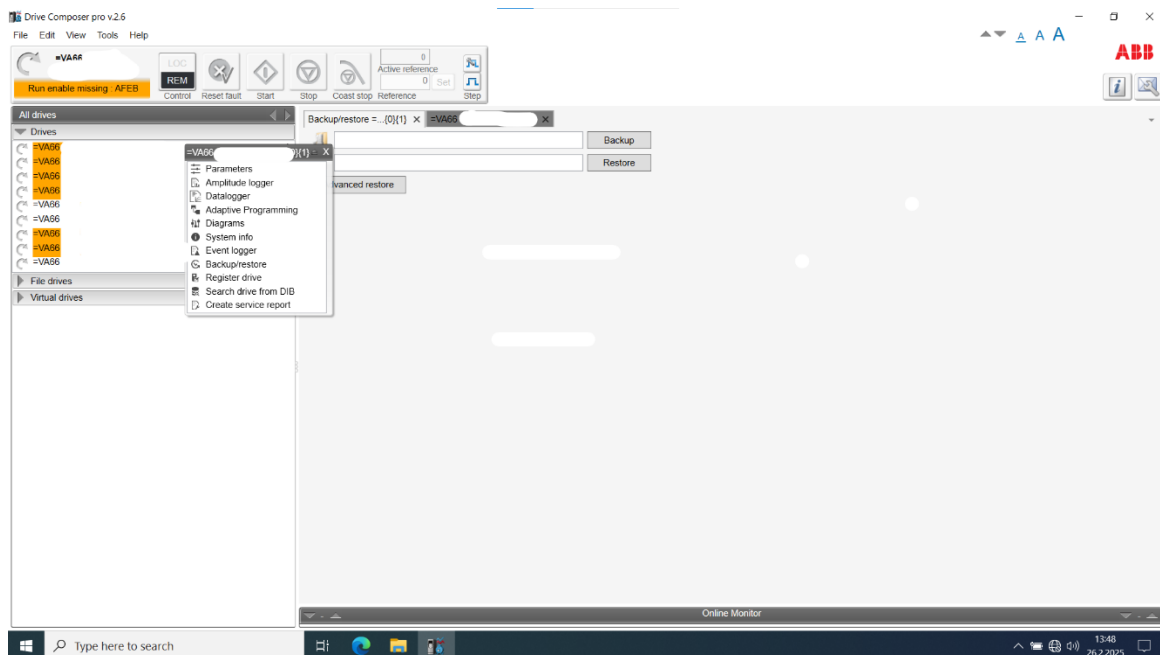
6.1 ABB ACS-880 varmuuskopiointi ja palautus

ABB:n ACS-880 taajuusmuuttajan parametointi ja parametrien palautus voidaan suorittaa kolmella eri tavalla. Tietokoneeseen asennettavalla Drive Composer- ohjelmistolla, josta on saatavilla ilmais-versio, sekä maksullinen pro- versio ammattikäyttöön. Työn tilaajalla oli käytössään pro- versio ohjelmistosta, jota käytettiin työssä. Parametointi voidaan suorittaa myös käsin käyttäen taajuusmuuttajan omaa paneelia tai taajuusmuuttajan sisältä löytyvällä muistiyksiköllä.



KUVA 14. ABB ACS-880 (ABB 2025)

Yksinkertaisin tapa suorittaa taajuusmuuttajan parametointi on käyttää Drive Composer- ohjelmistoa. Taajuusmuuttaja liitetään tietokoneeseen käyttäen Ethernet-kaapelia, jonka jälkeen sovellus avataan ja se etsii automaattisesti verkosta löytyvät taajuusmuuttajakäytöt. Sovelluksessa voidaan halutessaan varmuuskopioida kaikki käytöt kerralla tai valita vain yksi käyttö, josta varmuuskopio muodostetaan. Varmuuskopiota ei voida palauttaa laitteelle kuin yhden kerrallaan. Sovellus on rakennettu todella yksinkertaiseksi, joka lisää sen käyttömukavuutta huomattavasti. Drive Composer-ohjelmisto on myös mielestäni helpoin käyttää verraten muihin työssä käytettäviin sovelluksiin sen helpon ja modernin ulkoasun vuoksi. Kuvassa 14 on esitetty yleisnäkymä Drive Composer Pro- sovelluksesta. Sovelluksen vasemmassa reunassa on nähtävillä kaikki liitetyt käytöt, joista voidaan valita haluttu käyttö.



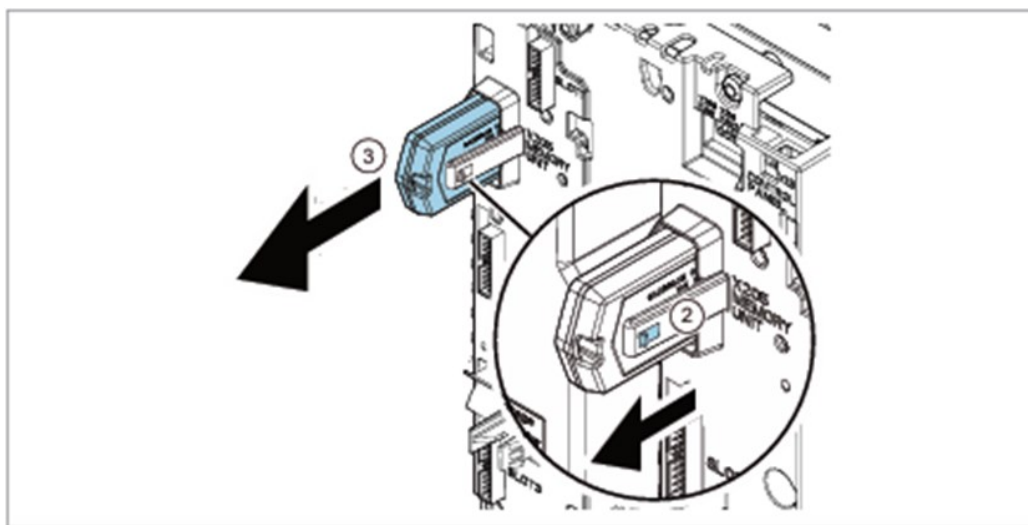
KUVA 15. Yleisnäky Drive Composer Pro sovelluksesta

Toisena vaihtoehtona on käyttää taajuusmuuttajan omaa käyttöpaneelia parametrintiin. Ohjauspaneeliin voi luoda 2 erillistä varmuuskopiota, joita voidaan käyttää halutessaan. Paneeli myös luo automaattisen varmuuskopion huomattessaan joidenkin parametrien muuttuneen. Tämä toiminto on kuitenkin otettava käyttöön halutessaan. Paneelia voidaan käyttää myös, jos halutaan ladata samat parametrit usealle saman merkkiselle laitteelle. Kuvassa 15 on esitetty ABB ACS-880 ohjauspaneeli.



KUVA 16. ABB ACS-880 ohjauspaneeli (ABB 2025)

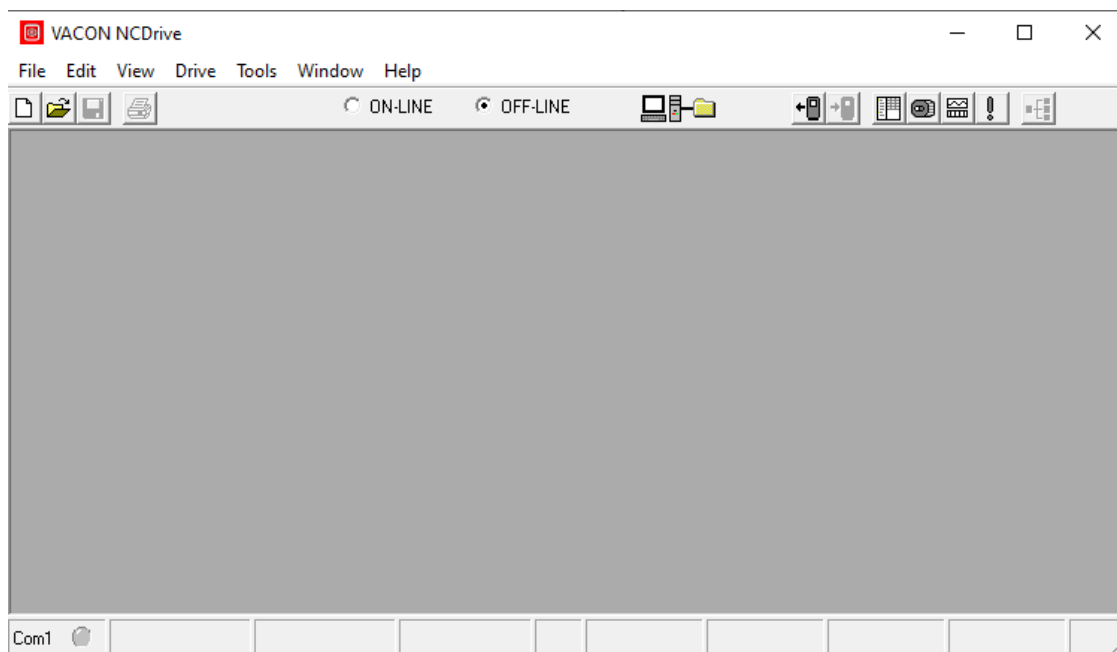
Kolmas vaihtoehto, jolla parametointi voidaan suorittaa, on käyttää taajuusmuuttajan sisältä löytyvää muistiyksikköä. Muistiyksikön käyttö on suositeltavaa silloin, kun taajuusmuuttaja joudutaan vaihtamaan kokonaan uuteen, koska yksikkö sijaitsee taajuusmuuttajan sisällä. Taajuusmuuttaja lukee automaattisesti muistiyksikön tiedot käynnistyessään, jolloin vanhan taajuusmuuttajan muistiyksikkö voidaan vaihtaa suoraan uuteen taajuusmuuttajaan. Kuvassa 16 esitetty muistiyksikön vaihto.



KUVA 17. Muistiyksikön vaihto (ABB 2025)

6.2 Vacon NXI varmuuskopointi ja palautus

Vacon taajuusmuuttajan parametointi voidaan suorittaa käyttämällä sen omaa VACON NCdrive-sovellusta, sekä käyttäen taajuusmuuttajan omaa ohjauspaneelia. ABB:n taajuusmuuttajaan eroten Vaconin taajuusmuuttajasta ei löydy sisäistä muistiyksikköä, jota voitaisiin käyttää kolmantena vaihtoehtona. NCdrive- ohjelmiston sisältävä tietokone liitetään taajuusmuuttajaan käyttäen Ethernet-kaapelia, jonka jälkeen sovellus voidaan avata. Sovelluksen avattaessa on hyvä huomata, että se yhdistää taajuusmuuttajaan offline- tilassa. Siirryttäessä online- tilaan, sovellus noutaa automaattisesti yhdistetyn taajuusmuuttajan parametrit, jonka jälkeen niitä voi muokata reaaliajassa. Mikäli vanha varmuuskopio halutaan ladata laitteelle, on varmuuskopion tiedosto avattava sovellukseen ensin offline- tilassa, jonka jälkeen se voidaan ladata taajuusmuuttajaan. Kuvassa 17 esitetty sovelluksen oletusnäky.



KUVA 18. Vacon NCdrive sovelluksen oletusnäkyvä

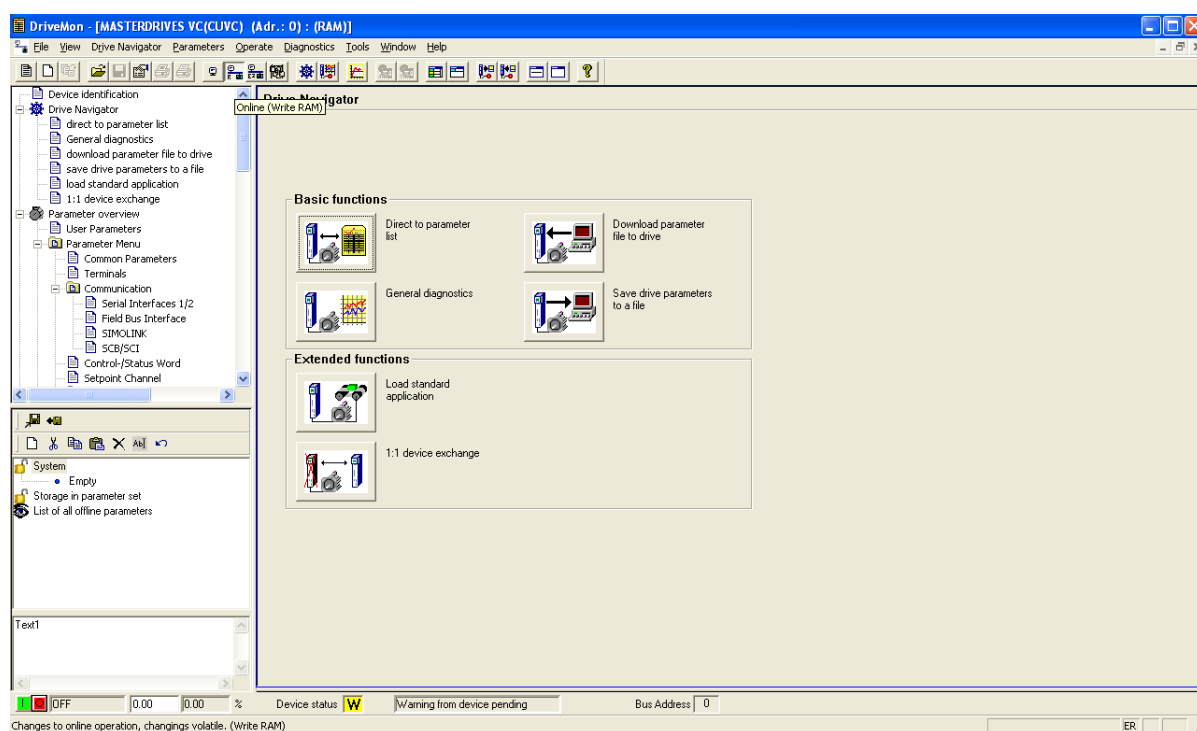
Parametrit voidaan myös varmuuskopioida paneelille, josta ne voidaan myös ladata takaisin laitteeseen tai toiseen saman malliseen taajuusmuuttajaan. Tämän vuoksi parametrit on nopea ladata laitteelta toiselle. Paneelille voidaan varmuuskopioida halutessaan vain moottorin tai sovelluksen parametrit, mutta yleensä paneelilla varmuuskopioidessa valitaan kaikki parametrit. Kuvassa 18 esitetty Vaconin ohjauspaneeli.



KUVA 19. Vacon ohjauspaneeli (VACON 2019)

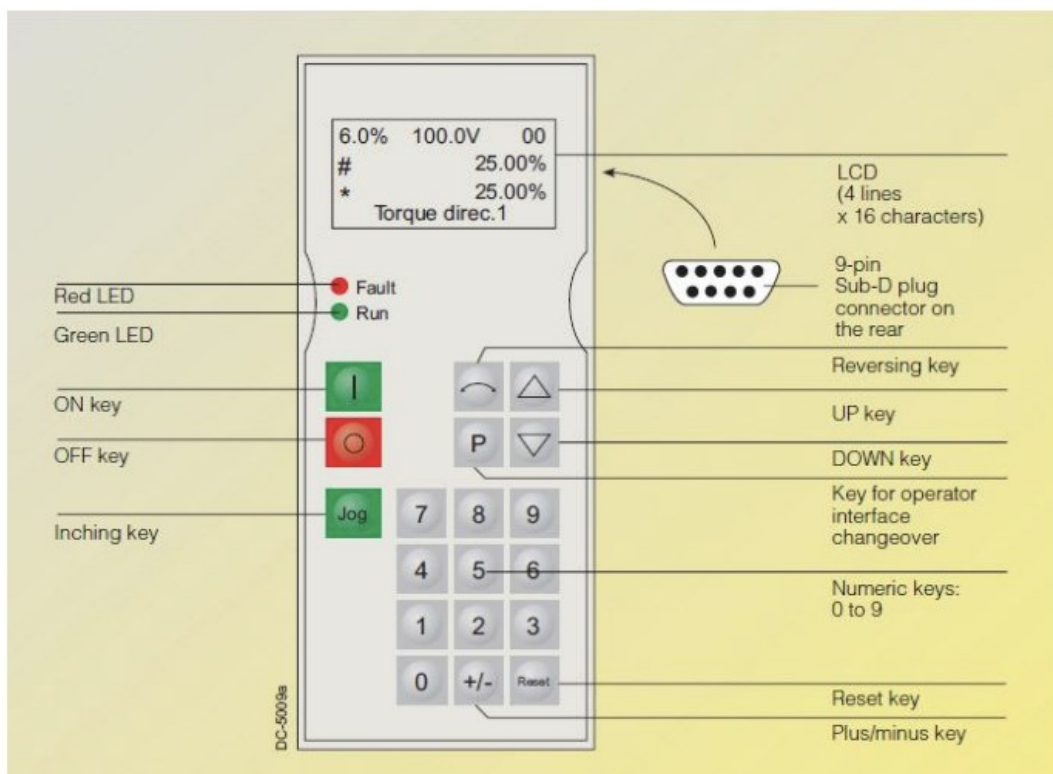
6.3 Siemens Simovert varmuuskopiointi ja palautus

Siemensin taajuusmuuttaja eroaa eniten muista taajuusmuuttajista. Parametrointi voidaan toteuttaa Taajuusmuuttajan omalla paneelilla tai Siemensin kehittämällä Drive Monitor- sovelluksella yhdistämällä tietokone taajuusmuuttajan X300 sarjaporttiin käyttäen sarjaliikennekaapelia. Sovellus avautuu aina OFFLINE-tilassa, jonka vuoksi avataan olemassa oleva parametritiedosto tai muodostetaan uusi parametritiedosto. Tämän jälkeen sovellukseen aukeaa navigointisivu, josta voidaan valita joko parametrien varmuuskopiointi tai lataus laitteelle valitsemalla "download parameter file to drive". Kuvassa 19 esitetty Drive Monitor- sovelluksen navigointisivu.



KUVA 20. Drive Monitor- navigointisivu

Parametrien varmuuskopioinnissa voidaan käyttää myös lisävarusteina saatavaa OP1S- paneelia. Paneelilta voidaan suorittaa samat toiminnot kuin ABB:n ja Vaconin taajuusmuuttajien paneeleista. Tämän paneelin käyttäminen on vain hiukan vaikeampaa useamman painikkeen ja vanhan käyttöliittymän myötä. Kuvassa 20 esitetty OP1S-paneeli.



KUVA 21. OP1S- paneeli (Siemens 2008)

7 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä toteutettiin selkeä ja helposti ymmärrettävä ohjeistus Siemensin, ABB:n ja Vaconin taajuusmuuttajien parametroiintiin, sekä parametrien varmuuskopiointiin. Toisena tavoitteena oli yhtenäinen pohjarakenne ohjeille, jota voidaan hyödyntää myös tulevaisuudessa.

Taajuusmuuttajien tarkoituksena on säädellä moottoria portaattomasti, jonka vuoksi säästetään huomattava määrä energiaa, sekä vältetään turhilta moottorin rasituksilta. Taajuusmuuttajan parametroiinti yksilöi taajuusmuuttajan asetukset halutulle käytölle ja asettaa sille raja-arvot, jotka suojaavat moottoria ja komponentteja. Parametroiinti myös parantaa huomattavasti moottorin ohjausta.

Tässä työssä käsiteltiin kolmea erilaista taajuusmuuttajaa. ABB ACS-880, Siemens Simover sekä Vacon NXI. Kaikille taajuusmuuttajille oli käytössä niiden omien valmistajien luomat ohjelmistot, joilla taajuusmuuttajien parametroiinti voitiin suorittaa. Mielestäni ABB:n sekä Vaconin taajuusmuuttajien käyttö ja ohjelmistot olivat hyvin saman tyyliisiä. Ainoana erona voidaan pitää ABB:n taajuusmuuttajasta löytyvää muistiyksikköä, sekä sitä että sen ohjelmistolla voidaan varmuuskopioida useampi käyttö kerralla. Muuten nämä kaksi muistuttivat hyvin paljon toisiaan. Siemensin taajuusmuuttaja oli mielestäni monimutkaisin. Tämä saattoi johtua siitä, että Siemensin taajuusmuuttaja oli näistä kolmesta vanhin. Laitteeseen ei voitu yhdistää käyttämällä tavallista Ethernet- kaapelia, vaan siihen oli käytettävä X300 porttiin menevää sarjaliikennekaapelia. Myös paneelin ja sovelluksen käyttö tuntui kankealta ja "vanhan" oloiselta.

Kokonaisuudessaan työn tavoitteet saavutettiin hyvin. Luodut ohjeet ovat käytännöllisiä ja helpottavat työntekijöiden arkea, mikä puolestaan tukee sujuvaa tuotantoa ja vähentävät tuotannon seisakkeja. Vaikka laitteiden ja ohjelmistojen erilaisuus estää täysin yhtenäisen ohjepohjan luomisen, pystyttiin työn aikana rakentamaan selkeä ja toistettava rakenne, jota voidaan soveltaa myös tulevaisuudessa. Jatkoa ajatellen ohjeita voisi kehittää lisää esimerkiksi laitteiden ohjelmistopäivityksiin tai mahdollisiin virhetilanteisiin liittyen. Ohjeisiin voisi myös sisällyttää taajuusmuuttajien mekaanisen asennuksen, vaikka työn tilaaja ei tässä tapauksessa sitä tarvinnutkaan.

Opinnäytetyön tekeminen tarjosi mahdollisuuden perehtyä käytännönläheisesti teollisuusympäristössä esiintyviin haasteisiin sekä siihen, kuinka dokumentaatiolla voidaan parantaa tuotantovarmuutta, sekä vähentää tuotannon seisakkeja. Erityisesti opin hakemaan ja soveltamaan teknistä tietoa sekä kehittämään ohjeistuksia siten, että ne palvelevat mahdollisimman hyvin loppukäyttäjää. Työssä oli myös haasteita, kuten vaikeudet käyttöohjeiden löytämisessä, erityisesti Siemensin taajuusmuuttajan osalta. Näistä tilanteista selvittiin itsenäisesti tiedustelemalla. Työ tuotti myös haasteita oman aikataulutuksen kanssa, koska työn tilaaja ei määrittellyt työlle erityistä aikataulua, muuta kuin ajankohdan, jolloin työn on oltava valmis. Vaikeuksista huolimatta työ saatiin valmiiksi määräaikaan mennessä.

LÄHTEET

- ABB 2001. Tekninen opas nro 1: Suora momentinsäätö - maailman kehittynein vaihtovirtakäyttötekniikka. Verkkajulkaisu. <https://library.e.abb.com/public/d0212381cc29489d96bb455cf16fa101/Tekninenopasnro1.pdf?x-sign=clnS1tTvkW5XrMPzxW3xPIQ02DreFbl1RXcu/ciB4LDIQ/Q5/wFDmqsZTP3HjLMA>. Viitattu 28.03.2025.
- ABB 2024. Laiteopas: ACS880-01-taajuusmuuttajat.
- ABB n.d. Historia. Verkkajulkaisu. <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/historia>. Viitattu 28.03.2025.
- Danfoss n.d. Mikä on taajuusmuuttaja? Verkkajulkaisu. <https://www.danfoss.com/fi-fi/about-danfoss/our-businesses/drives/what-is-a-variable-frequency-drive/>. Viitattu 28.03.2025.
- Evans, J. 2013. Motor Horsepower & Torque Versus VFD Frequency. Pumps & systems- verkkolehti 26.04.2013. <https://www.pumpsandsystems.com/pumps/motor-horsepower-torque-versus-vfd-frequency>. Viitattu 28.03.2025.
- HARS 2024. Top 10 Variable Frequency Drive (VFD) Manufacturers. Verkkajulkaisu. 27.03.2024. <https://www.hars-vfd.com/top-10-variable-frequency-drive-vfd-manufacturers.html>. Viitattu 28.03.2025.
- Hartman, C. 2014. What is a Variable Frequency Drive? VFDs.com julkaisema blogi. 20.03.2014. <https://vfds.com/blog/what-is-a-vfd/>. Viitattu 28.03.2025.
- Hietalahti, L. 2013. Teollisuuden sähkökäytöt. Tampere: Tammertekniikka.
- Hyvän virkakielen ohjeita n.d. Ohjeita ohjeiden tekijöille. Kotimaisten kielten keskus. Verkkajulkaisu. <https://kielitoimistonohjepankki.fi/vk/sopiva-savy-toimivat-ohjeet-ja-kysymykset/ohjeita-ohjeiden-tekijoille/>. Viitattu 06.04.2025.
- Kettunen, H. 2015. Taajuusmuuttajat ja parametrintiohjeen laatiminen. Opinnäytetyö. automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Sähkövoimatekniikka. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2015121420650>. Viitattu 28.03.2025.
- Manninen, J. 2023. Mitä ovat kunnossapitotyypit? Aneon verkkajulkaisu. 04.01.2023. <https://www.aneon.fi/fi/kunnossapito/kunnossapitotyypit>. Viitattu 28.03.2025.
- Määttä, J. 2017. Sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito-ohjelma. Opinnäytetyö. Sähkötekniikan koulutusohjelma, Tekniikan- ja liikenteen ala. Savonia-ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2017061913772>. Viitattu 28.03.2025.
- Nykänen, R. 2020. Taajuusmuuttajan eri kunnossapitostrategiat. Kandidaatintyö. Sähkötekniikka. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe202003057308>. Viitattu 28.03.2025.
- Paakkunainen, T 2021. Millainen on hyvä ohje? Ohje oppaan tekijälle. Opinnäytetyö. Poliisiammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202105046994>. Viitattu 06.04.2025
- Partanen, P 2023. Sähkösäätöjärjestelmien suomalaisen isä Martti Harmoinen on poissa — Helsingin metrosta tekniikka levisi teollisuuteen, sähköautoihin ja hisseihin. Tekniikan Maailma - verkkolehti 22.06.2023. <https://tekniikanmaailma.fi/sahkomoottorin-kaasupolkimen-suomalainen-isa-martti-harmoinen-on-poissa-helsingin-metrosta-tekniikka-levisi-teollisuuteen-sahkoautoihin-ja-hisseihin/>. Viitattu 28.02.2025.
- Renlund, T. 2019. Taajuusmuuttajien elinkaaren hallinta. Opinnäytetyö. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Satakunnan ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019112622730>. Viitattu 28.03.2025.

Riihon rauta 2024. Mikä on taajuusmuuttaja? Verkkójulkaisu. 18.10.2024. <https://riihonrauta.fi/mika-on-taajuusmuuttaja/>. Viitattu 28.03.2025.

Salmela, J. 2023. Eristyslinjan ruuvipuristimien sähkökäyttöjen modernisointi. Opinnäytetyö. Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Lapin ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2023051210307>. Viitattu 28.03.2025.

Siemens 2008. Käyttöohjeet: Simovert masterdrives.

SFS-EN 13306. 2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys.

SSAB 2025. Tietoja SSAB:stä. SSAB lyhyesti. Verkkójulkaisu. <https://www.ssab.com/fi-fi/ssab-konserni/tietoja-ssabsta/ssab-lyhyesti>. Viitattu 28.03.2025.

Taajuusmuuttajat. 2009. Sähkönetin blogi. <https://blogit.gradia.fi/sahkonet/sahko-ja-automaatioasennukset/oppimistehtavat/teollisuuden-sahkoasennukset/moottori-kaytot/taajuusmuuttajat/>. Viitattu 28.03.2025.

Triorakentaa 2024. Kumpi on parempi valinta: Hiiliharjaton vai hiiliharjallinen moottori? Verkkójulkaisu. 22.10.2024. <https://triorakentaa.fi/hiiliharjaton-moottori/>. Viitattu 03.04.2025

Työpiste 2021. Millainen on hyvä ohje? Kahdeksan vinkkiä ohjeiden tekemiseen työpaikalla. Verkkokaartikkeli. 01.06.2021. <https://www.ttl.fi/tyopiste/millainen-on-hyva-ohje-kahdeksan-vinkkia-ohjeiden-tekemiseen-tyopaikalla>. Viitattu 06.04.2025

Vaheri, O. 2019. Paperikoneen linjakäyttöjen modernisoinnin esisuunnittelu: Kaipolan paperikone 6. Opinnäytetyö. Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019121025621>. Viitattu 28.03.2025.

Vacon 2019. Käyttöohjeet: Vacon NXI-taajuusmuuttajat.