

Juha Lumijärvi

TAAJUUSMUUTTAJIEN KÄYTTÖÖNOTTO JA PARAMETROINTI

TAAJUUSMUUTTAJIEN KÄYTTÖÖNOTTO JA PARAMETROINTI

Juha Lumijärvi
Opinnäytetyö
Kevät 2019
Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä: Juha Lumijärvi

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Taajuusmuuttajien käyttöönotto ja parametointi

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Commissioning and Parameterization of Frequency Drivers

Työn ohjaaja: Manne Tervaskanto (Oulun ammattikorkeakoulu)

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019

Sivumäärä: 38

Työ on tehty Oulun ammattikorkeakoulun toimeksiannosta. Oulun ammattikorkeakoulu päivitti Pilot-opetuslaitteistoonsa kolme Siemensin Sinamics G120C -pienjännitetaajuusmuuttajaa. Taajuusmuuttajat ohjaavat kahta pumppua ja sekoitusmoottoria. Työn tavoitteena oli tehdä näille taajuusmuuttajille käyttöönotto- ja parametointiohje. Toinen tavoite oli käyttöönottaa ja parametroida sekoitusmoottorin taajuusmuuttaja.

Käyttöönotto- ja parametointiohje on tehty kohta kohdalta -etenevänä ohjeena Intelligent Operating Panel 2 -paneelille ja TIA Portal V14 -ohjelmalle. Intelligent Operating Panel 2 -paneeli on taajuusmuuttajassa kiinni oleva paneeli, jolla voi ohjata taajuusmuuttajaa ja asettaa taajuusmuuttajan asetuksia. TIA Portal V14 -ohjelma on Siemensin kehittämä tietokoneohjelma, jolla voi luoda virtuaalisen tehtaan ja asettaa laitteisiin asetukset virtuaalisesti tai suoraan keskusteluyhteydessä laitteen kanssa.

Työssä sekoitusmoottorin käyttöönotto ja parametointi on tehty tietokoneella suoralla keskusteluyhteydellä laitteeseen USB-johdon välityksellä, koska se oli parempi tapa kuin paneelilla, sillä siinä saa laitettua enemmän asetuksia. Oli myös helpompaa näppäillä asetukset tietokoneella kuin paneelilla. Työssä käytettiin apuna Siemensin Sinamics G120C-pienjännitetaajuusmuuttajan käyttöohjetta, Intelligent Operating Panel 2 -paneelin käyttöohjetta ja parametointiohjetta.

Työn tavoitteet saavutettiin. Tuloksena on valmis käyttöönotto- ja parametointiohje ja käyttöönotettu ja parametroidu sekoitusmoottorin taajuusmuuttaja. Ohjetta voi käyttää apuna käyttöönottaessaan Siemensin taajuusmuuttajaa.

Asiasanat: taajuusmuuttaja, Siemens, käyttöönotto, parametointi

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Automation technology

Author: Juha Lumijärvi

Title of thesis: Commissioning and Parameterization of Frequency Drivers

Supervisor: Manne Tervaskanto (Oulu University of Applied Sciences)

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2019

Pages: 38

The work has been commissioned by Oulu University of Applied Sciences. Oulu University of Applied Sciences updated three Siemens Sinamics G120C frequency drivers to its Pilot learning equipment. Frequency drivers control two pumps and mixer motor. The goal of the work was to make commissioning and parameterization instructions for these frequency drivers, secondary goal was to commission and parameterize mixer motor's frequency driver.

Commissioning and parameterization instructions were made as a step by step style instruction for Intelligent Operating Panel 2 panel and TIA Portal V14 program. Intelligent Operating Panel 2 panel is a panel attached to the frequency driver, which can direct and set the settings of the frequency driver. TIA Portal V14 program is a computer program developed by Siemens, which can create a virtual factory and either virtually set the settings of the devices or by directly conversing with the device.

Commissioning and parameterization of the mixer motor were made by computer with straight discussion to a device via USB cord. It was better way compared to panel, because more settings can be added and configuring them is easier by computer. Siemens low-voltage Sinamics G120C converter instructions, Intelligent Operating Panel 2 panel instructions and parameterization instructions were used as advice. The goals of the work were achieved. The result was ready for use commissioning and parameterization instruction and commissioned and parameterized mixer motors frequency drivers.

Keywords: frequency driver, Siemens, commissioning, parameterization

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 TYÖN TAUSTATIEDOT	7
2.1 Taajuus	7
2.2 Taajuusmuuttaja	8
2.3 Kytkenät	9
2.3.1 Tähtikytkentä	9
2.3.2 Kolmiokytkentä	10
2.4 Kenttäväylät	11
2.4.1 Profibus DP	11
2.4.2 Profinet	12
3 SIEMENSIN SINAMICS G120C -PIENJÄNNITETAJUUSMUUTTAJAN KÄYTTÖÖNOTTO JA PARAMETROINTI -OHJE	13
3.1 Käyttöön otto ja parametointi taajuusmuuttajan IOP-2-paneelilla	13
3.1.1 Kielen valinta	13
3.1.2 Käyttöön otto IOP-2-paneelilla	14
3.1.3 Parametointi IOP-2-paneelilla	16
3.2 Käyttöön otto ja parametointi TIA Portal V14 -ohjelmalla	17
3.2.1 Uuden projektin luominen	18
3.2.2 Laitteen lisäys	18
3.2.3 Online-tila	19
3.2.4 Käyttöön otto TIA Portal V14 -ohjelmalla	21
3.2.5 Parametointi TIA Portal V14 -ohjelmalla	28
4 PILOT-OPETUSLAITTEISTON SEKOITUSMOOTTORIN TAAJUUSMUUTTAJAN KÄYTTÖÖNOTTO JA PARAMETROINTI	30
4.1 Pilot-opetuslaitteisto	30
4.1.1 Taajuusmuuttaja	31
4.1.2 Sekoitussmoottori	32
4.2 Sekoitussmoottorin taajuusmuuttajan käyttöön otto ja parametointi	33
5 POHDINTA	36
LÄHTEET	37

1 JOHDANTO

Työ suoritettiin Oulun ammattikorkeakoulun toimeksiannosta. Työn tavoitteena oli tehdä yleinen käyttöönotto- ja parametrintiohje Siemensin Sinamics G120C -pienjännitetaajuusmuuttajille. Ohjeiden on tarkoitus auttaa ohjeiden käyttäjää taajuusmuuttajien kanssa työskennellessä. Toinen tavoite oli käyttöönottaa ja parametroida koulun Pilot-opetuslaitteiston sekoitusmoottorin taajuusmuuttaja. Työssä perehdyttiin yleisesti taajuuteen ja taajuusmuuttajan toimintaan, sillä ne liittyivät olennaisesti työn suoritukseen. Työssä perehdyttiin myös kenttäväyliin.

Taajuusmuuttajat ovat yleistyviä taajuuden säätöön tarkoitettuja laitteita. Taajuusmuuttajilla saadaan helposti ohjattua eri laitteita ja optimoitua laitteiden virrankulutus ja kuluvien osien elinkaari. Niillä saadaan helposti esimerkiksi moottori pyörimään haluttua nopeutta tai pumppu pumppaamaan tietyllä nopeudella. Näistä syistä eri laitteistoihin kannattaa hankkia niihin sopivat taajuusmuuttajat.

Työssä käyttöönotto- ja parametrintiohje tehtiin Intelligent Operating Panel 2 -paneelille ja TIA Portal V14 -ohjelmalle kohta kohdalta -eteneväksi ohjeeksi, jotta sen hyödyntäminen taajuusmuuttajan käyttöönoton ja parametroidin avulla olisi mahdollisimman helppoa. Intelligent Operating Panel 2 eli IOP-2 on taajuusmuuttajassa oleva paneeli, jonka kautta pystyy asettamaan asetuksia paneeliin sekä taajuusmuuttajaan. TIA Portal V14 on Siemensin luoma tietokoneohjelma, jolla pystyy luomaan virtuaalisen tehtaan ja asettamaan laitteisiin asetuksia sekä virtuaalisesti että laitteiden kanssa suorassa keskusteluyhteydessä USB-johdon välityksellä.

Pilot-opetuslaitteiston sekoitusmoottorin taajuusmuuttajan käyttöönotto ja parametointi suoritettiin työssä TIA Portal V14 -ohjelmalla suorassa keskusteluyhteydessä taajuusmuuttajan kanssa USB-johdon välityksellä, koska ohjelma oli helppokäyttöisempi kuin IOP-2-paneeli.

2 TYÖN TAUSTATIEDOT

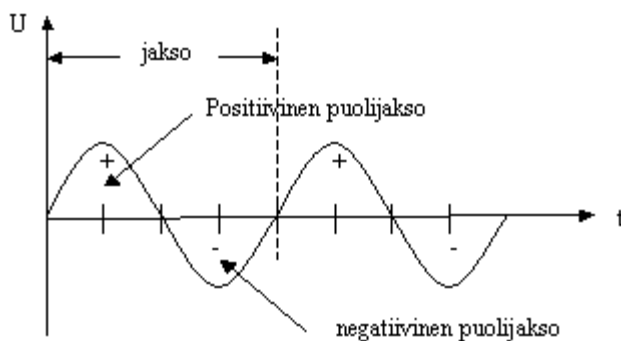
2.1 Taajuus

Taajuus saadaan laskemalla, montako kertaa jaksonaika kerkeää mennä sekunnissa. Jaksonajalla taas tarkoitetaan jonkun toistuvan asian yhteen toistuvuuteen eli alkupisteestä uudelleen alkupisteeseen pääsyyn kuluva aika. Tätä voi esimerkiksi verrata keinuun. Kun keinu lähtee takaa eteenpäin ja palaa takaisin taakse, se on yksi jakso ja siihen kulunut aika on jaksonaika. Esimerkiksi jos aikaa kuuluu 4 sekuntia, jaetaan 1 sekunti 4 sekunnilla. Laskutoimituksen tulos on 0,25 ja näin saadaan taajuudeksi 0,25 hertsiä.

$$\frac{1 \text{ s}}{4 \text{ s}} = 0,25 \text{ Hz}$$

KAAVA 1

Suomessa pistorasiasta tuleva sähkö on 50-hertsistä vaihtosähköä, mikä tarkoittaa sitä, että sähköön menosuunta vaihtuu 50 hertsin taajuudella eli jaksonaika saadaan, kun 1 sekunti jaetaan 50:llä, joka on 20 millisekuntia. Tämä tarkoittaa sitä, että sähkö on nollapisteestä mennyt plussapuolen huippuun, sieltä miinuspuolen huippuun ja takaisin nollapisteeseen 20 millisekunnissa. Plussalla ja miinuksella tarkoitetaan sähköön menosuuntaa. Toisin sanottuna sähköön menosuunta vaihtuu toiseen suuntaan ja takaisin samaan suuntaan 20 millisekunnissa. Kuvassa 1 U kuvaa jännitettä ja t aikaa.

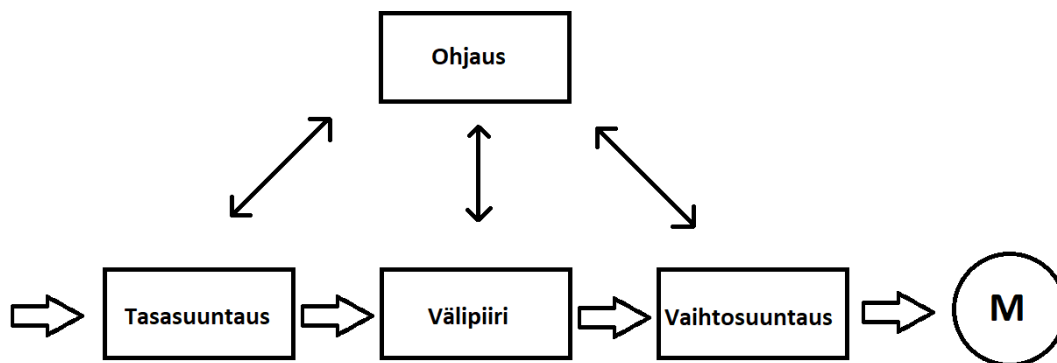


KUVA 1. Sinimuotoisen vaihtosähkön kuvaaja (1.)

2.2 Taajuusmuuttaja

Taajuusmuuttajilla voi ohjata esimerkiksi moottorien pyörimisnopeutta, pumppujen pumpausnopeutta tai puhaltimien puhallustehoa. Taajuusmuuttajat säätelevät jännitettä ja tehoa muuttamalla nimensä mukaan taajuutta, jolla saadaan säädettyä helposti esimerkiksi moottorien pyörimisnopeus haluttuun nopeuteen. Jos taajuusmuuttajaa ei ole verkkovirran ja laitteen välillä, laite toimii verkkovirran taajuudella. Taajuusmuuttajalla saadaan optimoitu pyörimisnopeus ja sen myötä myös virrankulutus ja kuluvien osien kesto.

Taajuusmuuttajan rakenne voidaan jakaa neljään osaan: tasasuuntaus, välipiiri, vaihtosuuntaus ja ohjaus. Taajuusmuuttajien toimintaperiaate perustuu siihen, että sinimuotoista vaihtovirtasähköä syötetään taajuusmuuttajaan, jossa siitä tehdään tasasuuntauksessa sykkivää tasasähköä puolijohtimien avulla. Sykkivästä tasasähköstä tehdään välipiirissä stabiilia kondensaattorien avulla, jotka varastoivat virtaa ja syöttävät sitä tasaisesti. Vaihtosuuntauksessa stabiilista tasasähköstä tehdään uudelleen vaihtosähköä puolijohdekytkimillä. Puolijohdekytkimillä kytketään kuorma toistuvassa sekvenssissä, jotta saadaan haluttu jännitetaso tai vaihejännite. Ohjausyksiköllä määrätään moottorille menevän 3-vaihesähkön taajuus ja jännite. Tämä rakenne on esitetty kuvassa 2. (2, s. 67–68.)



KUVA 2. Taajuusmuuttajan rakenne

Taajuusmuuttajiin voidaan asettaa erilaisia asetuksia, joilla ne saadaan toimimaan eri laitteiden kanssa halutulla tavalla. Näitä asetuksia kutsutaan parametreiksi. Tärkeimmät

parametrit asetetaan käyttöönnoton yhteydessä. Yksi tärkeimmistä parametreista on asettaa oikea kuormitustyyppi ohjattavalle laitteelle.

Yleisimmät kuormitustyyppit ovat vakiomomentti, vakioteho, neliöllinen momentti ja vakio-teho/-momentti. Vakiomomenttia käytetään yleensä ruuvikompressoreissa, kuljettimissa ja syöttölaitteissa. Siinä kierrosluku on suoraan verrannollinen tehoon ja momentti on nimensä mukaisesti vakio. Vakiotehossa taas kierrosluku on kääntäen verrannollinen momenttiin ja teho pysyy vakiona. Vakiotehoa käytetään tilanteessa, jossa materiaalia rullataan ja tämän takia läpimitta muuttuu. Neliöllinen momentti on yleisin kuormitustyyppi, jota käytetään yleensä pumpuissa ja puhaltimissa. Neliöllisessä momentissa momentti on nimensä mukaan neliöllinen ja teho kuutiollisesti verrannollinen kierroslukuun. Vakio-teho/momentissa on sekä teho että momentti vakio ja se mitoitetaan yleensä suurella kierrosluvulla tarvittavan tehon mukaan. Tätä kuormitustyyppiä käytetään usein paperiteollisuudessa. (3, s. 20–22.)

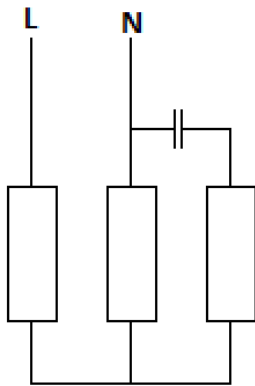
2.3 Kytkenät

Oikosulkumoottoreiden kaksi yleisintä kytkentää ovat tähti- ja kolmiokytkentä. Näillä kytkennöillä voidaan muuttaa virran ja jännitteen suuruutta tehon pysyessä vakiona. Kytkenät voi toteuttaa joko kolmi- tai yksivaiheisina.

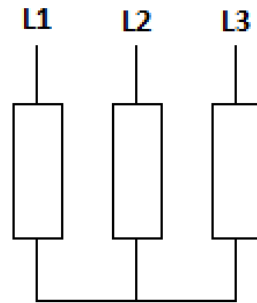
2.3.1 Tähtikytkentä

Tähtikytkentä toteutetaan kolmivaiheisena kytkemällä kaikki kolme vaihetta moottorin käämeihin yksi vaihe kuhunkin käämiin. Käämien toiset päät yhdistetään keskenään ja niistä tulee niin sanottu tähtipiste. Tällä tavoin saadaan yhden vaiheen resistanssi isommaksi, jolloin jännitteen tarve suurenee ja virran tarve pienenee. Tähtikytkennässä yhden käämin yli menevä virta on sama kuin päävirta ja yhden käämin yli menevä jännite saadaan jakamalla pääjännite neliöjuuri kolmosella. Yksivaiheisessa tähtikytkennässä toinen vaihe on korvattu nollajohtimella ja kolmannen vaiheen tarvitsema jännite saadaan kondensaattorin vaihesiirrolla. Kuvassa 3 L, L1, L2 ja L3 kuvaavat vaihteita ja N nollajohtinta. (4.)

Yksivaiheinen tähtikytkentä



Kolmivaiheinen tähtikytkentä

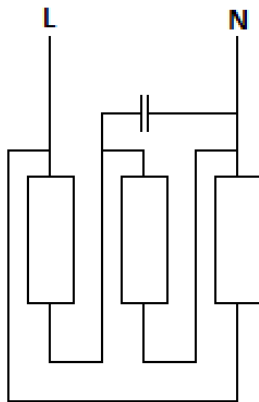


KUVA 3. Yksi- ja kolmivaiheinen tähtikytkentä

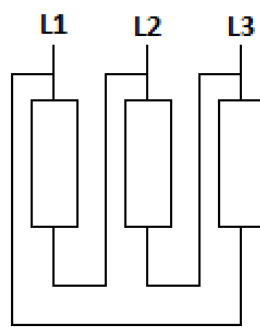
2.3.2 Kolmiokytkentä

Kolmivaiheisessa kolmiokytkennässä johdetaan myös kolme eri vaihdetta kolmeen eri käämiin, mutta käämien jälkeen ne eivät yhdisty tähtipisteeksi, vaan ne johdetaan toisen käämin alkuun. Tällä tavoin saadaan yhden vaiheen resistanssi pienemmäksi, jolloin jännitteen tarve pienenee ja virran tarve suurenee. Kolmiokytkennässä yhden käämin yli menevä jännite on sama kuin pääjännite ja yhden käämin yli menevä virta saadaan jakamalla päävirta neliöjuuri kolmosella. Yksivaiheisessa kolmiokytkennässä toinen vaihe on korvattu nollajohdintella ja kolmannen vaiheen tarvitsema jännite saadaan kondensaattorin vaihesiirrolla. Kuvassa 4 L, L1, L2 ja L3 kuvaavat vaiheita ja N nollajohdinta. (4.)

Yksivaiheinen kolmiokytkentä



Kolmivaiheinen kolmiokytkentä



KUVA 4. Yksi- ja kolmivaiheinen kolmiokytkentä

2.4 Kenttäväylät

Kenttäväylät ovat automaatiotekniikassa käytettyjä tekniikoita, jotka mahdollistavat tiedonsiirron logiikalta laitteiston eri osiin ja toisin päin. Tämä tieto on yleensä digitaalista tietoa, jolla logiikka käskee laitteita ja laitteet antavat mittaustietoa. Tämä helpottaa merkittävästi laitteiden kaapelointia, sillä se vähenee noin 80% tämän tekniikan ansiosta. Väyliä on paljon erilaisia, koska eri väylät on suunniteltu eri tehtäviin. Pilot-opetuslaitteiston sekoitusmoottorin ja sen taajuusmuuttajan välillä on Profinet-väylä, ja pumppujen ja niiden taajuusmuuttajien välillä on Profibus DP -väylä. (5.)

2.4.1 Profibus DP

Profibus DP on yleisesti teollisuudessa käytetty tiedonsiirtoprotokolla, joka mahdollistaa nopean tiedonsiirron laitteiston eri laitteiden välille. Profibus DP -väylän tiedonsiirtonopeus pystyy siirtämään tietoa 12 Mbit/s. Sen suunnittelussa on perehdytty automaatiojärjestelmän ja hajautetun laitteiston kommunikointiin. Sitä käytetään yhdistämään ohjelmoitavia logiikoita, hajautettua I/O:ta ja monimutkaisempia laitteita. Väylästä voidaan poistaa asemia, ja se ei vaikuta muihin asemiin, mikä helpottaa laitteiston kanssa työskentelyä. Väyläkaapeli on violetin värinen, joten se on helppo tunnistaa. (6, s. 5.)

2.4.2 Profinet

Profinet-standardi kehitettiin automaatioteollisuuden käyttöön nopeuttamaan tiedonsiirtoa tavallisen Ethernetin tilalle, koska automaatioteollisuudessa tiedon täytyy kulkea mahdollisimman ennustettavasti ja mahdollisimman reaaliaikaisesti. Kun perinteiselle Ethernetille riittää, että tieto kulkee sekunneissa, on sen automaatiotekniikassa kuljettava millisekunneissa. Profinet pystyy siirtämään tietoa 100 Mbit/s, mikä on yli kahdeksan kertaa nopeammin kuin Profibus DP :llä. Tämä onkin Profinetin suurimpia etuja. (7.)

3 SIEMENSIN SINAMICS G120C -PIENJÄNNITETAJUUSMUUTTAJAN KÄYTTÖÖNOTTO JA PARAMETROINTI -OHJE

Tässä ohjeessa käydään läpi Siemensin Sinamics G120C -pienjännitetaajuusmuuttajan käyttöönottoa suoraan laitteen IOP-2-paneelilla, sekä TIA Portal V14 -tietokoneohjelmalla. Ohjeet on tehty kohta kohdalta -etenevänä, jotta ne olisivat mahdollisimman helppoja hyödyntää. Niiden tarkoitus on helpottaa käyttöönottoa ja parametointia.

3.1 Käyttöönotto ja parametointi taajuusmuuttajan IOP-2-paneelilla

IOP-2-paneelissa on nuolinapit, joita voi käyttää liikkumiseen paneelin näytöllä. Siinä on myös OK- ja ESC-napit, joilla pääsee etenemään valikoissa eteen- ja taaksepäin. Paneelissa on myös vihreä nappi, jolla saadaan moottori käyntiin ja punainen nappi, jolla saadaan moottori pysähtymään, sekä HAND/AUTO-nappi, jolla taajuusmuuttaja saadaan käsihjojukselle. Paneelissa on lisäksi vielä INFO-nappi, jolla saa lisätietoa esimerkiksi parametreista tai eri valinnoista. Nämä napit on esitetty kuvassa 5. IOP-2-paneelin käyttöön ohjeita löytyy lisää internetistä. (8.)

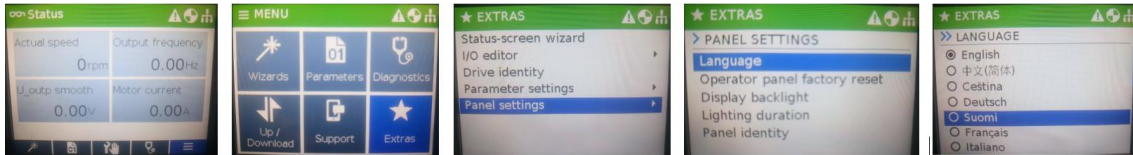


KUVA 5. Taajuusmuuttajan paneelin napit

3.1.1 Kielen valinta

Tämä käyttöohje on tehty IOP-2-paneelilla, johon on valittu suomen kieli. Tehdasasetuksissa kieli on englanti, mutta sen voi vaihtaa suomeksi. Ensimmäiseksi mennään Menu-kohtaan, johon pääsee oikeasta alareunasta. Menusta valitaan Extras-vaihtoehto. Extras-

kohdassa valitaan Panel settings -vaihtoehto. Panel settings -kohdassa valitaan Language-vaihtoehto. Language-kohdasta valitaan haluttu kieli. Tämän jälkeen paneelin kieli on muutettu. Kuvassa 6 on esitetty kielen vaihtamista koskevat ohjeet kohta kohdalta.



KUVA 6. Paneelin kielen vaihtaminen kohta kohdalta

3.1.2 Käyttöönotto IOP-2-paneelilla

Jotta päästään käyttöönoton alkuun IOP-2-paneelilla täytyy ensimmäiseksi päästä Valikko-kohtaan, johon mennään valitsemalla näytön oikeasta alareunasta Valikko-vaihtoehto. Valikosta valitaan Velhot-vaihtoehto. Velhot-valikosta valitaan Peruskäyttöönotto-vaihtoehto, jotta käyttöönotto voidaan aloittaa. Käyttöönotto suoritetaan seuraavassa järjestyksessä:

- Käyttöönoton alussa valitaan, halutaanko palauttaa tehdasasetukset vai ei.
- Valitaan Sovellusluokka, jolla käyttöönotto suoritetaan. Tämä ohje on tehty Asiantuntija-luokalla.
- Valitaan säätötapa. Eri laitteilla on eri säätötapa optimaalinen. Esimerkiksi pumpuille se on U/f neliöominaiskäyrä.
- Valitaan, mitä perusyksiköitä taajuusmuuttaja käyttää. Euroopan alueella valinta on Eurooppa 50 Hz, kW.
- Valitaan, syötetäänkö moottorin tiedot vai ei. Jos kyseessä on Siemensin moottori, voi valita Ei (syötä moottorikoodi) -kohdan ja katsoa, onko koodi listassa. Jos koodia ei löydy listasta, valitaan Kyllä (syötä moottoritiedot) -kohta ja sen jälkeen valitaan moottori.
- Valitaan ominaiskäyrä.
- Seuraavissa vaiheissa asetetaan moottorin arvoja. Arvot ovat moottorin arvokilvestä. Jos jotain arvoa ei löydy suoraan arvokilvestä, täytyy kyseinen arvo katsoa internetistä

moottorin valmistajan sivuilta. Jotta päästään tästä kohdasta eteenpäin, täytyy painaa Jatka-painiketta.

- Asetetaan moottorin taajuus, jännite, virta, teho ja pyörimisnopeus.

- Valitaan taajuusmuuttajan ohjaama laite.

-Seuraavaksi täytyy valita, miten haluaa suorittaa moottorin identifiointiajon vai halutaanko sitä ollenkaan. Identifiointiajo on suositeltavaa, että saadaan mitattua tärkeitä tietoja moottorilta ja tällä tavoin optimoitua moottorin toimintaa. Identifiointiajon voi suorittaa myös moottorin ollessa pysähtynyt, jos moottori ei pysty sillä hetkellä pyörimään.

- Valitaan makrolaite.

- Asetetaan minimikierrosluku.

- Asetetaan maksimikierrosluku.

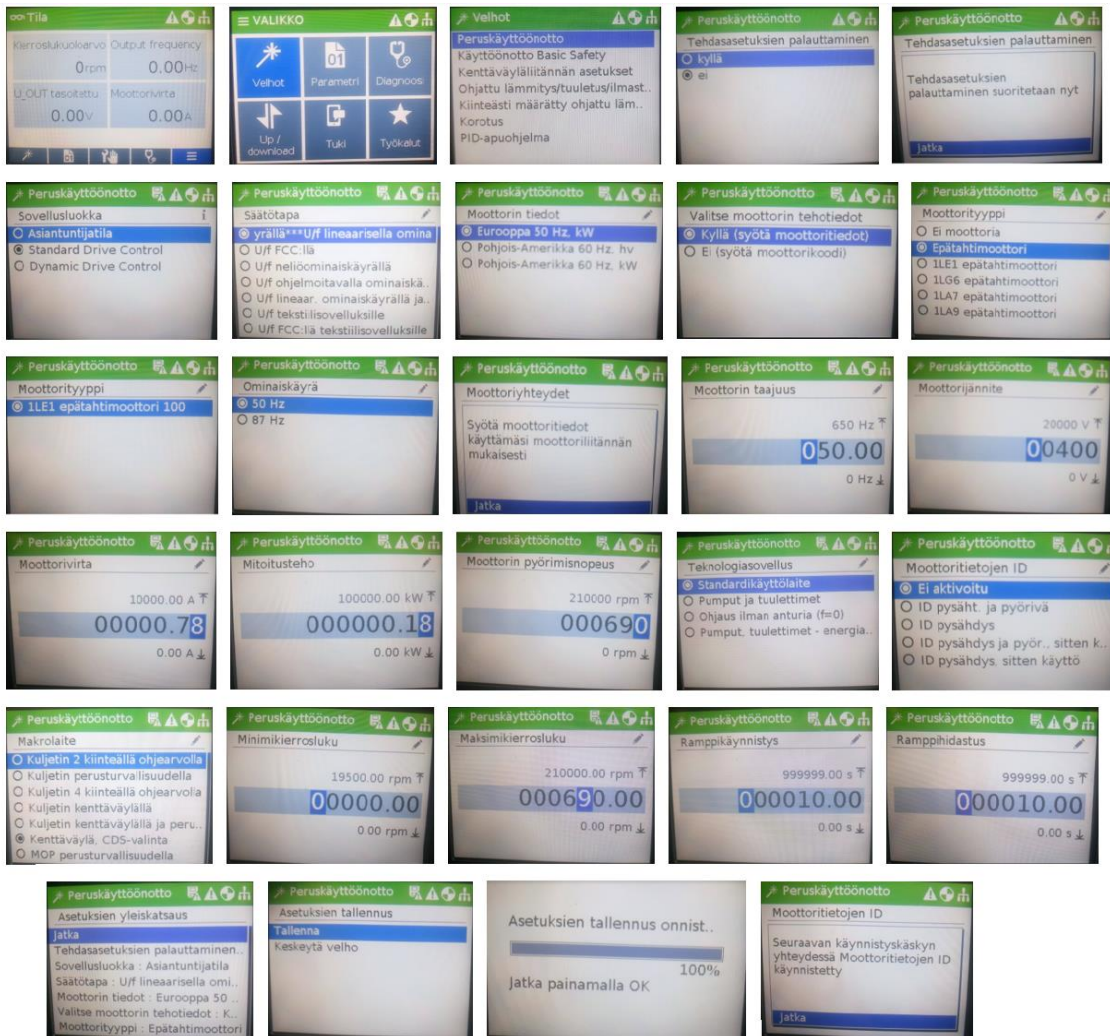
- Asetetaan moottorin kiihdytysaika.

- Asetetaan moottorin hidastusaika.

- Tarkistetaan, että syötetyt tiedot ovat oikein. Tarkistuksen jälkeen painetaan Jatka-painiketta.

- Sitten painetaan Tallenna-painiketta, jotta asetukset tallentuvat.

- Sen jälkeen tulee ilmoitus, että asetusten tallennus onnistunut, jonka jälkeen painetaan OK. Sitten painetaan Jatka, jotta päästään ajamaan ID-ajoa. Kuvassa 7 on esitetty käyttöönottoa koskevat ohjeet kohta kohdalta.



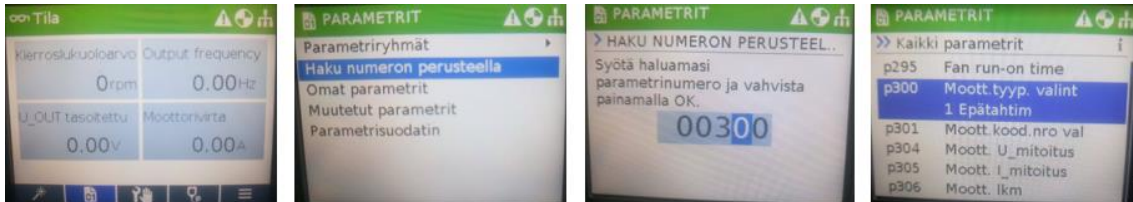
KUVA 7. Käyttöönotto paneelilla kohta kohdalta

Tämän jälkeen näyttö palautuu perustilaan. Jotta ID-ajo voidaan suorittaa, täytyy vaihtaa ajotapa käsiajolle. Käsiajo valitaan painamalla HAND/AUTO-nappia paneelista. Taajuusmuuttaja on käsiajolla, kun oikeassa yläreunassa näkyy käden kuva. Kun taajuusmuuttaja on käsiajolla, painetaan punaista pysäytysnappia ja tämän jälkeen vihreää käynnistysnappia. Kun nappeja on painettu, taajuusmuuttaja lähtee suorittamaan ID-ajoa ja kertoo, kun ID-ajo on suoritettu. Tämän jälkeen taajuusmuuttaja on käyttöön otettu.

3.1.3 Parametointi IOP-2-paneelilla

Jotta päästään muuttamaan parametreja, alunäytöstä valitaan parametrin-kohta, joka on alhaalla vasemmalla toiseksi viimeinen vaihtoehto. Parametrin-kohdassa valitaan Haku

numeron perusteella -kohta. Haku numeron perusteella -kohdassa asetetaan halutun parametrin numero ja painetaan ok, jotta päästään tutkimaan ja muuttamaan parametreja. Numeron asettamisen jälkeen pääsee parametrilistaan, josta löytyvät kaikki taajuusmuuttajan parametrit. Kuvassa 8 on esitetty parametointia koskevat ohjeet kohta kohdalta.



KUVA 8. Parametroidin kohdat kohta kohdalta

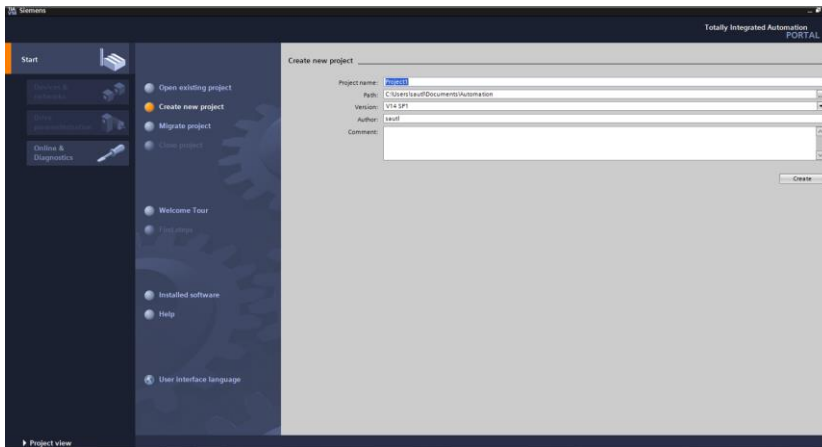
Kaikki r-kirjaimella alkavat parametrit ovat Read only -parametreja, joka tarkoittaa, että ne vain näyttävät tietoa, eikä niitä voi muuttaa. P-kirjaimella alkavat parametrit ovat taas parametreja, joihin voi syöttää arvoja, jotka ohjailevat taajuusmuuttajan toimintaa. Listasta voi muuttaa parametreja, jotka eivät ole lukittuja tai kirjoitussuojattuja, painamalla halutun parametrin kohdalta OK-nappia ja muuttamalla parametri halutuksi. Parametrien kirjoitussuojan saa pois päältä tietyistä parametreista, jos se on päällä. Parametreista saa lisätietoa painamalla INFO-nappia valitun parametrin kohdalla. Parametreista lisää tietoa saa myös Siemensin Sinamics G120C -parametrilistasta, joka löytyy internetistä. (9.)

3.2 Käyttöönotto ja parametointi TIA Portal V14 -ohjelmalla

TIA Portal V14 on Siemensin luoma ohjelma, jolla pystyy tietokoneella luomaan virtuaalisen järjestelmän. Tällä järjestelmällä pystytään suunnittelemaan laitteistoja ja parametroidaan laitteita jo valmiiksi ennen kuin laitteet ovat fyysisesti edes paikalla, tai reaaliajassa yhteydessä laitteeseen USB-johdon välityksellä. Tämän ohjelman saa ladattua Siemensin sivuilta, jonne täytyy rekisteröityä ennen kuin ohjelman voi ladata. Ohjelma vaatii 64-bittisen Windowsin. Tässä ohjeessa perehdytään Siemensin Sinamics G120C -pienjännitetaajuusmuuttajien käyttöönottoon ja parametointiin kyseisellä ohjelmalla.

3.2.1 Uuden projektin luominen

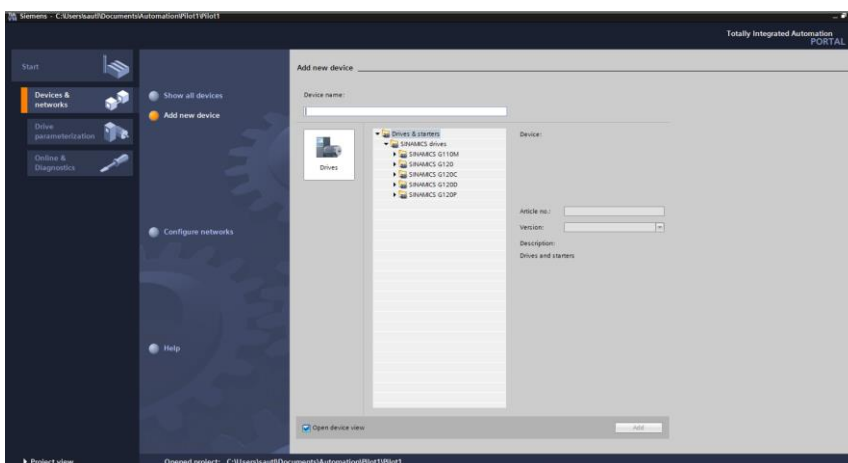
Jotta voidaan aloittaa taajuusmuuttajan käyttöönotto- ja parametointityö virtuaalisesti, luodaan uusi projekti. Tämä tapahtuu painamalla vasemmasta reunasta Create new project -painiketta (Kuva 9). Tämän jälkeen projekti nimetään Project name -kohdassa ja projektin tallennuspaikkaa voi muuttaa Path-kohdassa. Tässä vaiheessa voi myös kirjoittaa tekijän nimen ja kommentteja projektista.



KUVA 9. Uuden projektin luominen

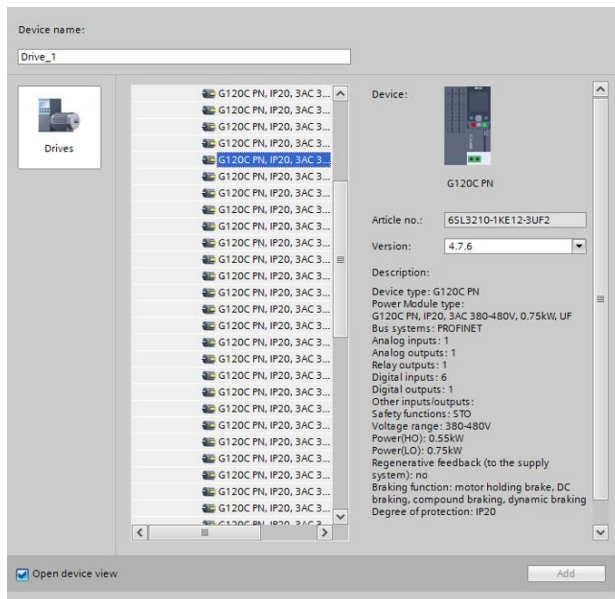
3.2.2 Laitteen lisäys

Kun projekti on luotu, lisätään taajuusmuuttaja, jonka saa lisättyä painamalla vasemmasta reunasta Devices & networks -painiketta ja Add new device -painiketta (Kuva 10).



KUVA 10. Taajuusmuuttajan lisäys 1/2

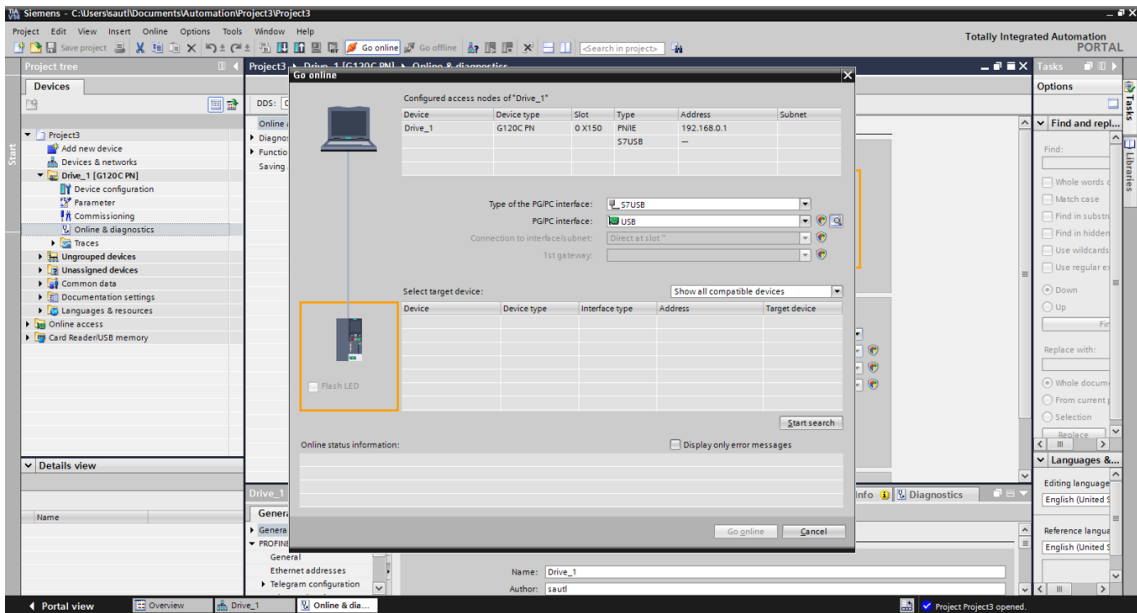
Seuraavaksi valitaan SINAMICS G120C alaspöytävalikosta. Sitten valitaan käytössä oleva taajuusmuuttaja valitsemalla ensin väylä, jota se käyttää, ja sen jälkeen ruutuun tulee erilaisia taajuusmuuttajia. Painamalla kerran listassa olevasta taajuusmuuttajasta saa sen tiedot esiin (Kuva 11). Kun oikea taajuusmuuttaja on haettu valikosta, tarkistetaan Article no. -kohdasta, että sarjanumero vastaa taajuusmuuttajan numeroa. Sarjanumero on taajuusmuuttajan arvokilvessä. Seuraavaksi valitaan alaspöytävalikosta oikea versio ja painetaan Add-painiketta. Nyt taajuusmuuttaja on lisätty.



KUVA 11. Taajuusmuuttajan lisäys 2/2

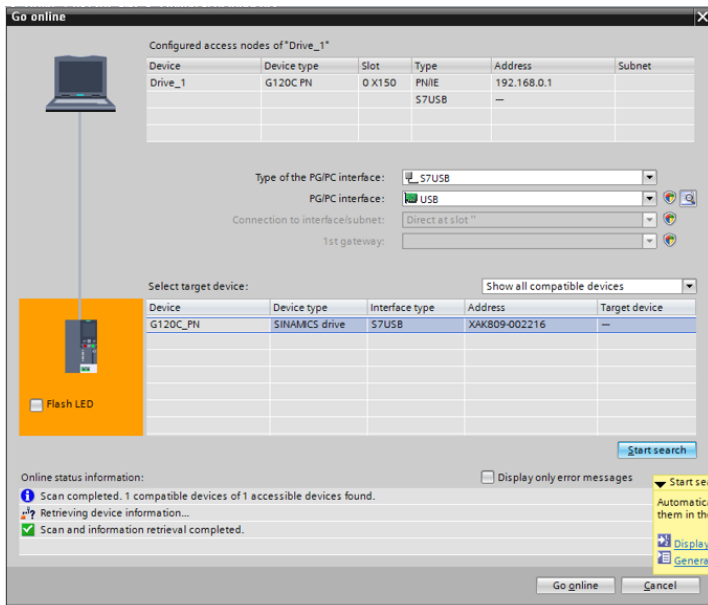
3.2.3 Online-tila

Online-tila tarkoittaa, että pääsee muuttamaan taajuusmuuttajan asetuksia suoraan reaaliajassa taajuusmuuttajalle. Tähän tilaan pääseminen vaatii USB-johdon tietokoneen ja taajuusmuuttajan väliin. USB-johto kytketään taajuusmuuttajan paneelissa olevaan USB-paikkaan ja toinen pää tietokoneeseen. Kun USB-johto on kytketty, painetaan Go online -painiketta TIA Portal V14 -ohjelman yläreunasta. Kun painiketta on painettu, Go online -ikkuna avautuu. Tästä ikkunasta valitaan Type of the PG/PC interface -kohtaan S7USB ja PG/PC interface -kohtaan USB (Kuva 12). Seuraavaksi painetaan Start search -painiketta, jolloin taajuusmuuttajan pitäisi löytyä.



KUVA 12. Keskusteluyhteyteen pääsy 1/2

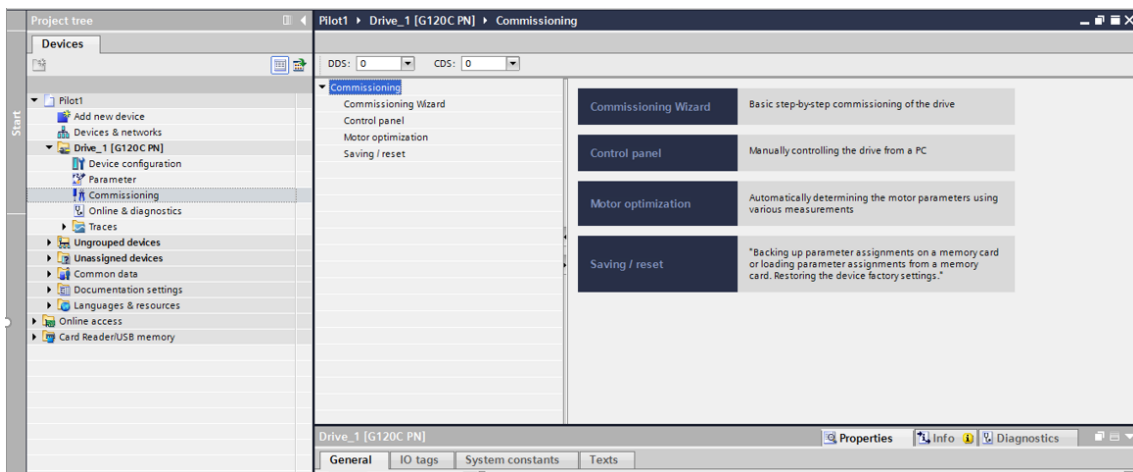
Kun taajuusmuuttaja on löytynyt, voi varmistua keskusteluyhteydestä painamalla Flash LED -painiketta, jolloin taajuusmuuttajassa alkaa vilkkumaan keltainen LED-lamppu (Kuva 13). Seuravaksi painetaan ikkunan oikeassa alalaidassa olevaa Go online -painiketta. Painikkeen painamisen jälkeen pystyy vaihtamaan parametreja ja käyttöönottaamaan taajuusmuuttajan suoraan tietokoneella reaaliaikaisesti.



KUVA 13. Keskusteluyhteyteen pääsy 2/2

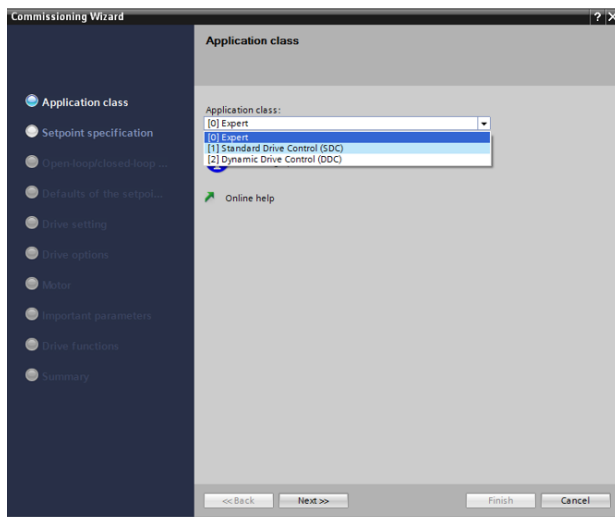
3.2.4 Käyttöönotto TIA Portal V14 -ohjelmalla

Käyttöönoton voi suorittaa joko virtuaalisesti ilman taajuusmuuttajaa tai suoraan yhteydessä taajuusmuuttajaan. Jos käyttöönotto tehdään suoraan yhteydessä taajuusmuuttajan kanssa, sitä ei voi enää peruuttaa, joten se on tehtävä tällaisessa tilanteessa loppuun asti. Käyttöönottoon kannattaa ottaa avuksi Siemensin Sinamics G120C -parametrilista, johon pääsee tutustumaan internetissä. (9.) Listassa kerrotaan jokaisesta parametrilla. Käyttöönotossa voi siirtää kursorin asetuksen päälle ja pitää sitä siinä vähän aikaa, jolloin näkyy mihin parametriin asetus vaikuttaa. Jotta käyttöönotto voidaan aloittaa, painetaan vasemmassa reunassa olevaa Commissioning-painiketta ja Commissioning Wizard -painiketta (Kuva 14).



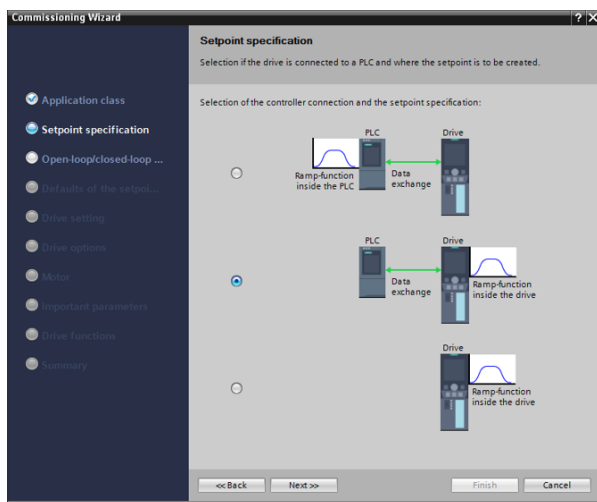
KUVA 14. Käyttöönotto 1/13

Kun painiketta on painettu, avautuu Commissioning Wizard -ikkuna ja käyttöönotto alkaa. Ensimmäiseksi valitaan Application class -kohdassa, minkä tason käyttöönoton haluaa. Tämä ohje on tehty Expert-tason käyttöönotolla (Kuva 15). Muita vaihtoehtoja ovat Standard Drive Control (SDC) ja Dynamic Drive Control (DDC).



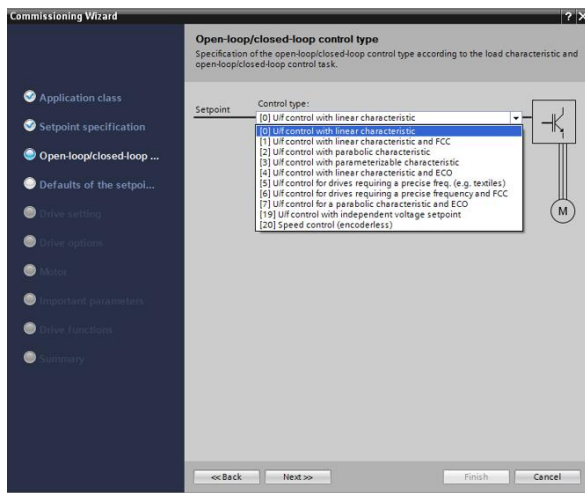
KUVA 15. Käyttöönotto 2/13

Setpoint specification -kohdassa valitaan, ohjaako taajuusmuuttajaa PLC eli logiikka vai ohjataanko taajuusmuuttajaa taajuusmuuttajasta. Jos logiikka ohjaa taajuusmuuttajaa, valitaan myös ohjaako se kiihdytys- ja hidastusaikaa, vai ohjataanko ne taajuusmuuttajalla (Kuva 16).



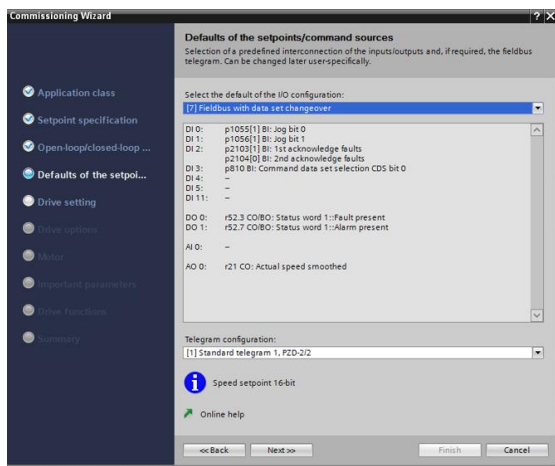
KUVA 16. Käyttöönotto 3/13

Open-loop/closed-loop control type -kohdassa valitaan taajuusmuuttajan avoimen ja suljetun silmukan ohjaustyyppi (Kuva 17). Eri laitteilla on eri ohjaustyyppi optimaalinen. Esimerkiksi monille pumpuille ja puhaltimille käy [0] U/f control with parabolic characteristic -valinta.



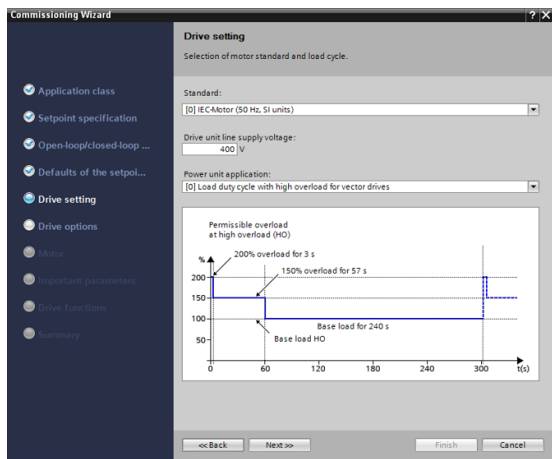
KUVA 17. Käyttöönotto 4/13

Defaults of the setpoints/command sources -kohdassa ensimmäiseksi valitaan alaspetovalikosta I/O:den oletusrakenne. Esimerkiksi jos laite on kenttäväylässä, voi valita Fieldbus with data set changeover -vaihtoehdon. Seuraavaksi alaspetovalikosta määritetään lähetys- ja vastaanottotiedot (Kuva 18).



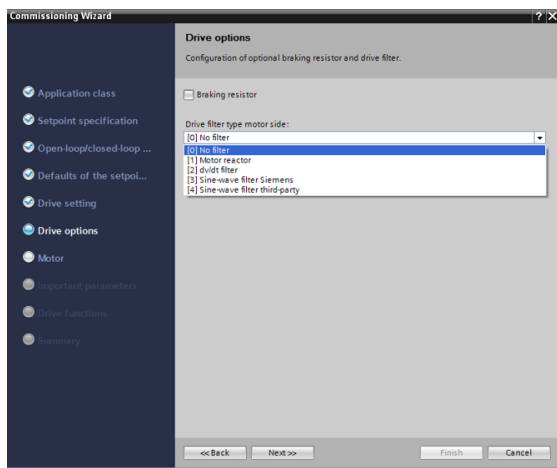
KUVA 18. Käyttöönotto 5/13

Drive setting -kohdassa valitaan ensimmäisestä alaspetovalikosta, miten moottorin ja taajuusmuuttajan tehoasetukset ilmaistaan. Esimerkiksi moottorin nimellistehoon voi valita yksiköksi kW:n tai hp:n. Drive unit line supply voltage -kohtaan asetetaan taajuusmuuttajan syöttöjännite. Power unit application -kohtaan valitaan ylikuormitusasetus (Kuva 19).



KUVA 19. Käyttöönotto 6/13

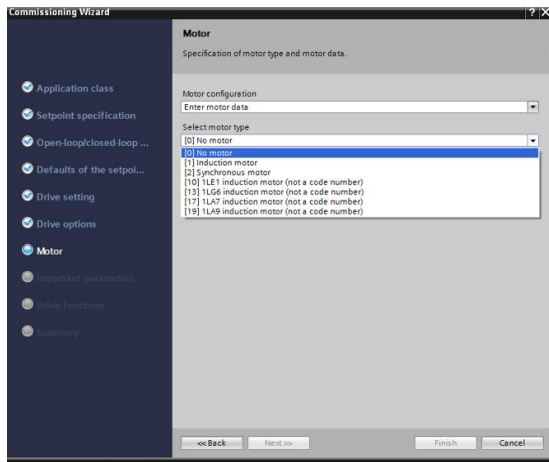
Drive options -kohdassa merkitään, onko jarruvastusta ja jos on, kuinka iso jarruvastuksen kuorma on isoimmillaan. Seuraavaksi valitaan Drive filter type motor side -kohdasta, onko suotimia. Valintamahdollisuutena on ei suotimia, dv/dt-suodin, Siemensin siniaalto-suodin ja kolmannen osapuolen siniaaltosuodin (Kuva 20). Suotimet ehkäisevät johtimissa tapahtuvia häiriöitä. Siemensin taajuusmuuttajien käyttöohjeista saa selville, onko taajuusmuuttajassa suotimia. (10.)



KUVA 20. Käyttöönotto 7/13

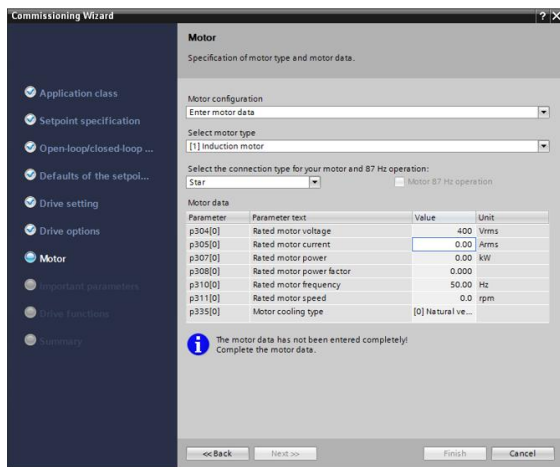
Motor-kohdassa valitaan ensimmäiseksi, onko moottori Siemensin tilausnumerolistassa vai syötetäänkö moottorin tiedot itse. Jos moottori on Siemensin moottori, se saattaa olla suoraan listassa. Jos Select from order number list -kohta on valittu alasvetovalikosta, valitaan seuraavaksi moottori toisesta alasvetovalikosta. Jos taas Enter motor data -kohta

on valittu, valitaan, onko moottori epätahtimoottori eli induktion motor vai tahtimoottori eli synchronous motor (Kuva 21).



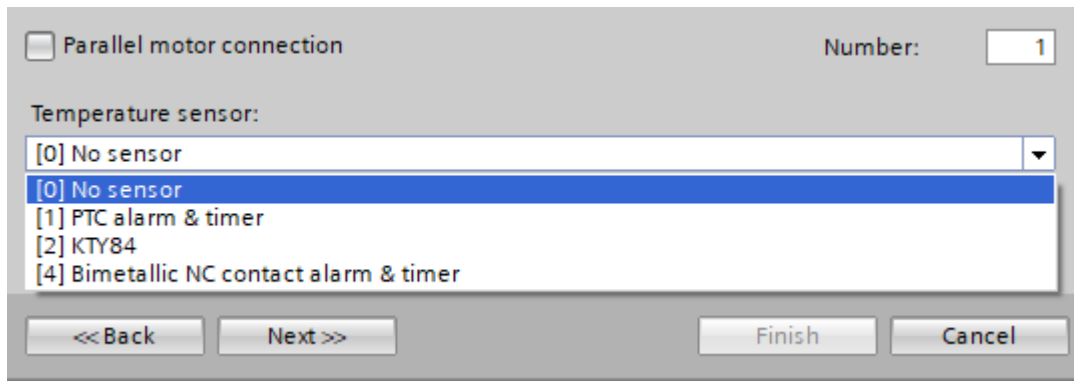
KUVA 21. Käyttöönotto 8/13

Moottorin tyypin asettamisen jälkeen valitaan, onko moottori kytketty tähti- vai kolmiokytkentään, jos moottorin tyypiksi on valittu epätahtimoottori. Sen jälkeen asetetaan moottorin tiedot, jotka näkyvät moottorin arvokilvestä (Kuva 22). Jos jotain tietoa ei löydy, täytyy arvokilvestä katsoa moottorin tyyppi ja etsiä internetistä tyyppikoodilla tarkemmat tiedot. Tiedot, jotka asetetaan, ovat moottorin nimellisjännite, nimellisvirta, nimellisteho, tehokerroin ($\cos \phi$), nimellistaajuus, nimelliskierrosnopeus ja jäähdytystapa. Täytyy huomata myös, että monet tiedot vaihtelevat riippuen siitä, onko moottori kytketty tähti- vai kolmiokytkentään.



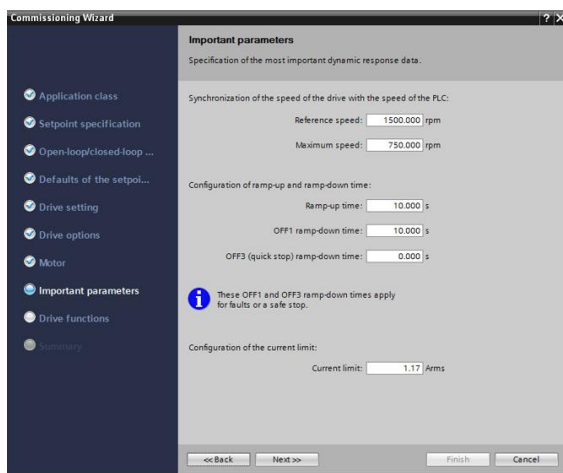
KUVA 22. Käyttöönotto 9/13

Tietojen asetuksen jälkeen, jos taajuusmuuttajaan on kytketty useampi moottori rinnakkain, klikataan raksi Parallel motor connection -kohtaan ja asetetaan Number-kohtaan rinnakkain kytkettyjen moottorien lukumäärä. Tämän jälkeen valitaan alavetovalikosta, onko moottorissa lämpötila-anturia ja jos on, mikä anturi on kyseessä (Kuva 23).



KUVA 23. Käyttöönotto 10/13

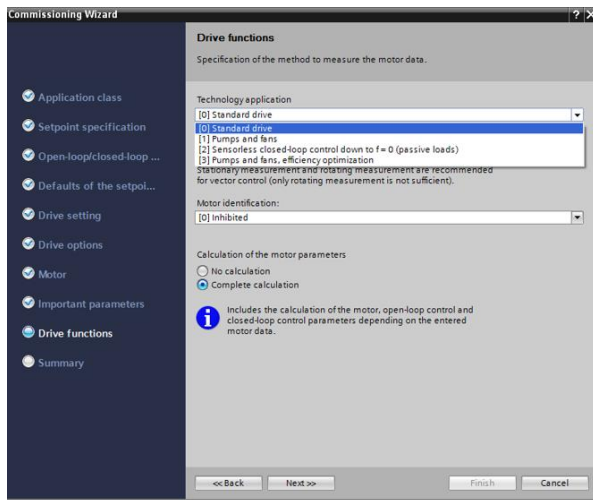
Important parameters -kohdassa asetetaan pyörimisnopeudelle viitetaso ja maksimi pyörimisnopeus. Seuraavaksi asetetaan moottorin kiihdytys- ja hidastusaika ja nopeapysähdysaika. Sitten asetetaan moottorin virtaraja, joka voi olla maksimissaan nelinkertainen moottorin kilpiarvossa olevaan virtaan verrattuna (Kuva 24).



KUVA 24. Käyttöönotto 11/13

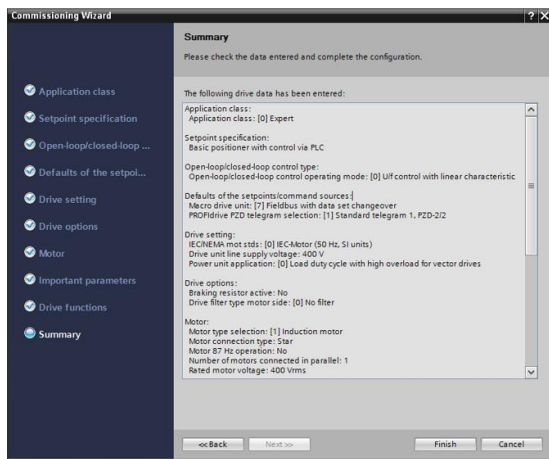
Drive functions -kohdassa ensimmäiseksi asetetaan, mitä laitetta taajuusmuuttaja ohjaa. Valittavana on esimerkiksi tavallinen käyttölaitte, pumput ja puhaltimet. Sitten täytyy valita,

miten haluaa suorittaa moottorin identifiointiajon vai halutaanko sitä ollenkaan. Identifiointiajo on suositeltavaa, että saadaan mitattua tärkeitä tietoja moottorilta ja tällä tavoin optimoitua moottorin toimintaa. Identifiointiajon voi suorittaa myös moottorin ollessa pysähtynyt, jos moottori ei sillä hetkellä voi pyöriä (Kuva 25).



KUVA 25. Käyttöönotto 12/13

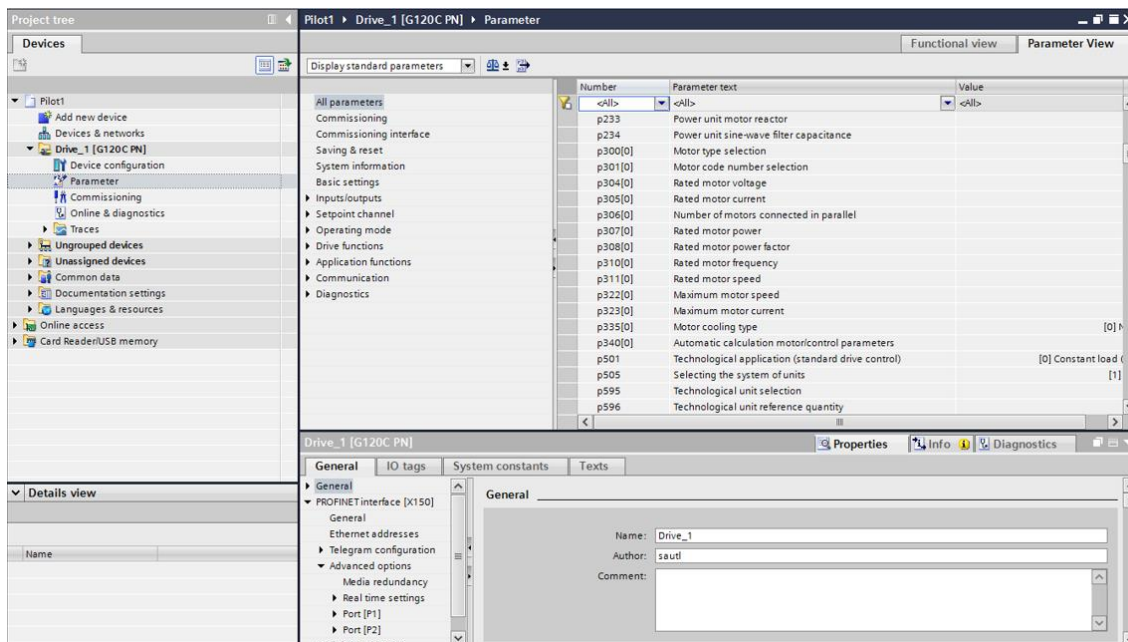
Summary-kohdassa näkyy yhteenveto, josta voi tarkistaa, että kaikki asetukset ovat oikein (Kuva 26). Kun on varmistunut, että asetukset ovat oikein, painetaan Finish-painiketta, jolloin käyttöönotto on valmis ja voidaan suorittaa moottorin identifiointiajo taajuusmuuttajan paneelilla. Jotta ID-ajo voidaan suorittaa, vaihdetaan ajotapa käsiajolle. Käsiajo valitaan painamalla HAND/AUTO-nappia paneelista. Taajuusmuuttaja on käsiajolla, kun paneelin oikeassa yläreunassa näkyy käden kuva. Kun taajuusmuuttaja on käsiajolla, painetaan punaista pysäytysnappia ja tämän jälkeen vihreää käynnistysnappia. Kun nappeja on painettu, taajuusmuuttaja lähtee suorittamaan ID-ajoa ja kertoo, kun ID-ajo on suoritettu.



KUVA 26. Käyttöönotto 13/13

3.2.5 Parametointi TIA Portal V14 -ohjelmalla

Kaikki tärkeimmät parametrit asetetaan käyttöönoton yhteydessä ja käyttöönoton jälkeen tiettyjä parametreja ei voi enää muuttaa kuin käyttöönottamalla uudelleen taajuusmuuttaja, jos käyttöönotto on tehty suoraan taajuusmuuttajalle. Jos taas käyttöönotto on tehty virtuaalisesti tietokoneelle, suurin osa parametreista on muutettavissa. Parametriluetteloon pääsee painamalla vasemmalta Parameter-painiketta ja oikealta ylhäältä Parameter View -painiketta (Kuva 27).



KUVA 27. Parametointi 1/2

Kaikki r-kirjaimella alkavat parametrit ovat Read only -parametreja, joka tarkoittaa, että ne vain näyttävät tietoa, eikä niitä voi muuttaa. P-kirjaimella alkavat parametrit ovat taas parametrejä, joihin voi syöttää arvoja, jotka ohjailevat taajuusmuuttajan toimintaa. Viemällä kursorin parametrin päälle ja pitämällä sen siinä hetken saa tietoa kyseisestä parametrissa. Parametreja voi muuttaa kirjoittamalla uuden arvon tai joissakin parametreissa alasvetovalikosta valitsemalla oikean asetuksen (Kuva 28).

	Number	Parameter text	Value	Unit
All parameters	<All>	<All>	<All>	<All>
Commissioning	p230	Drive filter type motor side		[0] No filter
Commissioning interface	p233	Power unit motor reactor		0.000 mH
Saving & reset	p234	Power unit sine-wave filter capacitance		0.000 µF
System information	p300[0]	Motor type selection		[1] Induction motor
Basic settings	p301[0]	Motor code number selection		0
Inputs/outputs	p304[0]	Rated motor voltage		400 Vrms
Setpoint channel	p305[0]	Rated motor current		0.32 Arms
Operating mode	p306[0]	Number of motors connected in parallel		1
Drive functions	p307[0]	Rated motor power		0.18 kW
Application functions	p308[0]	Rated motor power factor		0.790
Communication	p310[0]	Rated motor frequency	50.00	Hz
Diagnostics	p311[0]	Rated motor speed		900.0 1 rpm
	p322[0]	Maximum motor speed		0.0 1 rpm
	p323[0]	Maximum motor current		0.00 Arms
	p335[0]	Motor cooling type		[0] Non-ventilated
	p340[0]	Automatic calculation motor/control parameters		[1] Complete calculation
	p500	Technology application		[0] Standard drive
	p501	Technological application (standard drive control)		[0] Constant load (linear characteristic)
	p502	Technological application (dynamic drive control)		[0] Standard drive (e.g. pumps, fans)
	p505	Selecting the system of units		[1] SI system of units
	p595	Technological unit selection		[1] %
	p596	Technological unit reference quantity		1.00
	p601[0]	Motor temperature sensor type		[0] No sensor
	p604[0]	Mot_temp_mod 2IKTY alarm threshold		130.0 °C
	p610[0]	Motor overtemperature response	[12] Messages, no reduction of I_max, temperature s...	
	p640[0]	Current limit		0.48 Arms
	r722	CU digital inputs status		0H
	p730	BI: CU signal source for terminal DO 0	r52.3 CO/BO: Status word 1	<input checked="" type="checkbox"/>
	p731	BI: CU signal source for terminal DO 1	r52.7 CO/BO: Status word 1	<input checked="" type="checkbox"/>
	r752[0]	CU analog inputs input voltage/current actual, AIO (T. 3/4)		0.000
	r755[0]	CU analog inputs actual value in percent, AIO (T. 3/4)		0.00 %

KUVA 28. Parametointi 2/2

4 PILOT-OPETUSLAITTEISTON SEKOITUSMOOTTORIN TAAJUUSMUUTTAJAN KÄYTTÖÖNOTTO JA PARAMETROINTI

Toinen osa tätä opinnäytetyötä oli käyttöönottoa ja parametroida Pilot-opetuslaitteiston sekoitusmoottorin G120C-pienjännitetaajuusmuuttaja. Taajuusmuuttaja on yksi kolmesta taajuusmuuttajasta, jotka päivitettiin laitteistoon. Kaksi muuta taajuusmuuttajaa ohjaavat laitteiston pumppuja. Työssä käyttöönotto ja parametointi suoritettiin TIA Portal V14 -tietokoneohjelmalla suorassa keskusteluyhteydessä taajuusmuuttajan kanssa USB-johdon välityksellä, koska tietokoneella käyttöönotto ja parametointi on helpompaa.

4.1 Pilot-opetuslaitteisto

Oulun ammattikorkeakoululla on Pilot-opetuslaitteisto, joka on suunniteltu suorittamaan veden lämmitys-, värjäys- ja annosteluprosessia. Laitteistossa on paljon erilaisia antureita, jotka antavat eri prosessin kohdista mittaustietoja ohjattavalle logiikalle, joka ohjaa prosessia. Työssä perehdyttiin värjäysprosessissa olevan veden sekoitusmoottorin G120C-pienjännitetaajuusmuuttajan käyttöönottoon ja parametointiin. Kuvassa 29 on Pilot-opetuslaitteisto.



KUVA 29. Pilot-opetuslaitteisto

4.1.1 Taajuusmuuttaja

Laitteiston sekoitusmoottorin taajuusmuuttaja on Siemensin Sinamics G120C-pienjännitetaajuusmuuttaja. Taajuusmuuttajan tilausnumero on 6SL3210-1ke12-3UF2. Tämä tilausnumero kertoo, että taajuusmuuttajan nimellinen lähtövirta on 2,2 A, nimellinen lähtöteho on 0,75 kW, se käyttää Profinet-väylää, siinä on IOP-2-paneeli ja se on suodattamaton. Kuvassa 30 on kyseinen taajuusmuuttaja.



KUVA 30. Siemens Sinamics G120C-pienjännitetaajuusmuuttaja

4.1.2 Sekoitusmoottori

Laitteiston sekoitusmoottori on VEM Motors -yrityksen epätahtimoottori. Moottorin tyyppi on K21R 80 K8 ja se on tässä kytketty tähtikytkentään. Moottorin tehtävä laitteistossa on sekoittaa väriainetta veteen. Kuvassa 31 on kyseinen sekoitusmoottori.



KUVA 31. Sekoitusmoottori

4.2 Sekoitusmoottorin taajuusmuuttajan käyttöönotto ja parametointi

Sekoitusmoottorin taajuusmuuttajan käyttöönotto ja parametointi suoritettiin TIA Portal V14 -tietokoneohjelmalla suoralla keskusteluyhteydellä taajuusmuuttajan kanssa. Yhteys luotiin USB-johdolla. Käyttöönotto tehtiin Expert-tasolla.

Setpoint specification -kohdassa valittiin, että taajuusmuuttaja ohjaa itse kiihdytys- ja hidastusaikaa, ja logiikka ohjaa taajuusmuuttajaa. Open-loop/closed-loop control type -kohdassa valittiin ohjaustyyppiä [0] U/f control with linear characteristic -valinta. Defaults of the setpoints/command sources -kohdassa valittiin I/O:n oletusrakenteeksi kenttäväylä tietojen vaihdolla. Sitten valittiin alavetovalikosta lähetys- ja vastaanottotiedoiksi [1] Standard telegram 1, PZD-2/2 -valinta. Drive setting -kohdassa valittiin moottorin ja taajuusmuuttajan yksiköiksi SI-järjestelmän perusyksiköt ja syöttöjännitteeksi 400 V. Sitten valittiin kuormitusasetukseksi [0] Load duty cycle with high overload for vector drives -kohta. Drive options -kohdassa ei valittu jarruvastusta, eikä valittu suotimia.

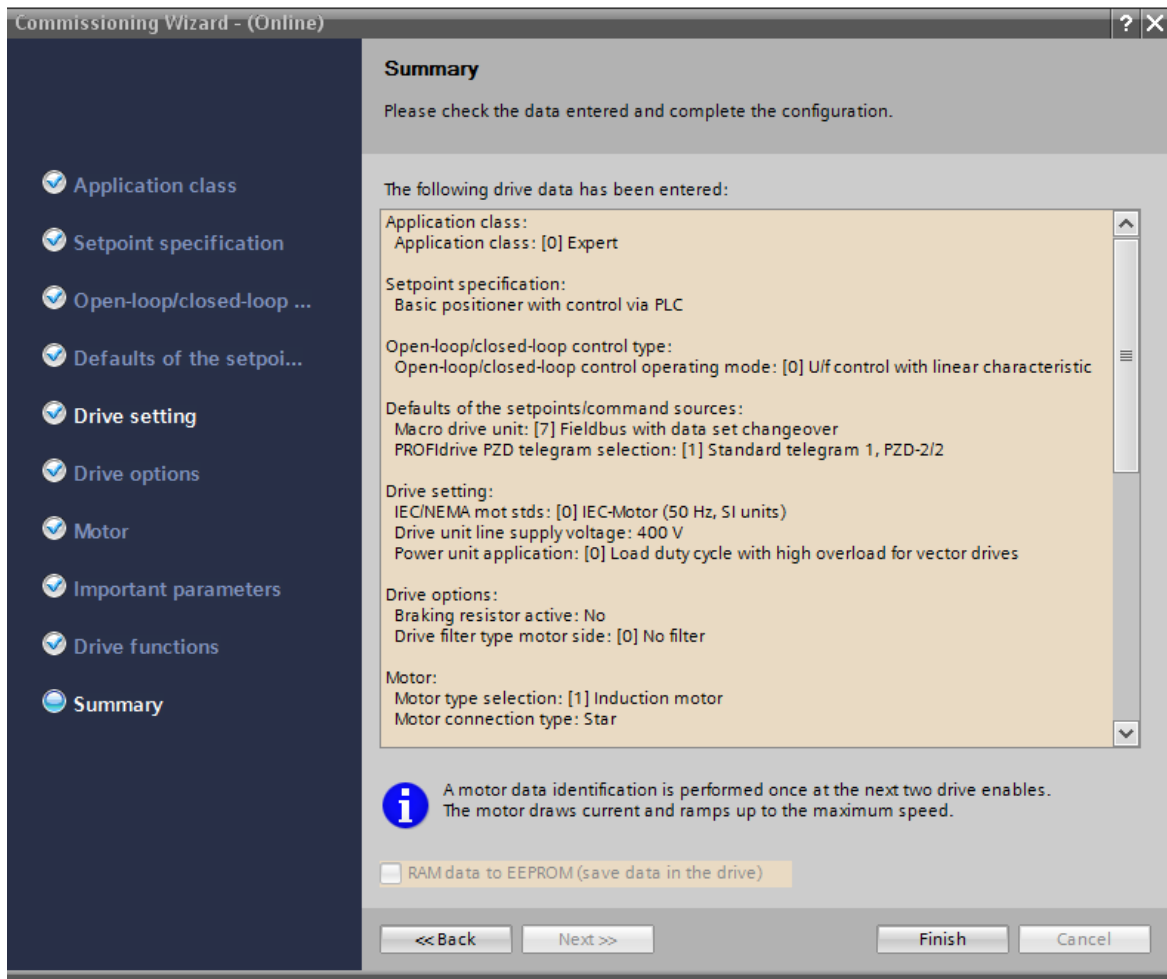
Motor-kohdassa valittiin epätahtimoottori tähtikytkennällä ja asetettiin moottorin arvot Taulukon 1 mukaisesti. Moottorin arvokilvestä nähtiin moottorin nimellisjännite, nimellisvirta, nimellisteho, tehokerroin ja nimellistaajuus. Nimelliskierrosnopeutta ei arvokilvessä ollut, joten se katsottiin moottorin valmistajan verkkosivuilta.

TAULUKKO 1. Moottorin kilpiarvot

Parameter	Parameter text	Value	Unit
p304[0]	Rated motor voltage	400	Vrms
p305[0]	Rated motor current	0,78	Arms
p307[0]	Rated motor power	0,18	kW
p308[0]	Rated motor power factor	0,57	
p310[0]	Rated motor frequency	50	Hz
p311[0]	Rated motor speed	690	rpm
p335[0]	Motor coolin type	[0] Natural ventilation	

Moottorin arvojen syöttämisen jälkeen asetettiin, ettei moottoreita ole enempää kuin yksi ja että moottorissa ei ole lämpötila-anturia. Important parameters -kohdassa asetettiin pyörimisnopeuden viitetasoksi ja maksimipyörimisnopeudeksi 690 rpm, koska se luki moottorin kilpitiedoissa. Kiihdytys- ja hidastusajaksi asetettiin 10 sekuntia ja nopeapysähdysajaksi 0 sekuntia. Virtarajaksi asetettiin 0,78 A moottorin kilpitietojen mukaisesti.

Drive functions -kohdassa valittiin tavallinen käyttölaite taajuusmuuttajan ohjaamaksi laitteeksi, ja ID-ajoksi valittiin moottorin identifiointimittaus ja moottorin nopeuden ohjauksen optimointi. Käyttöönoton viimeisessä kohdassa tarkistettiin, että kaikki asetetut asetukset olivat oikein (Kuva 32), jonka jälkeen käyttöönotto oli suoritettu. Tämän jälkeen suoritettiin vielä ID-ajo IOP-2-paneelilla, jonka jälkeen testattiin, että moottori lähti pyörimään käsiohjauksella. Tämän jälkeen työ oli valmis.



KUVA 32. Sekoitusmoottorin käyttöönoton yhteenveto

5 POHDINTA

Työn tavoitteet saavutettiin. Työn ensimmäisen osan tavoitteena oli tehdä käyttöönotto- ja parametointiohje Siemens Sinamics G120C-pienjännitetaajuusmuuttajille. Ohjeet tehtiin IOP-2-paneelilla sekä TIA Portal V14 -tietokoneohjelmalla. Ohjeiden on tarkoitus auttaa ohjeiden käyttäjää taajuusmuuttajien kanssa työskenneltäessä. Työn toisena tavoitteena oli käyttöönotettu ja parametroidu Pilot-opetuslaitteiston sekoitusmoottorin G120C-pienjännitetaajuusmuuttaja. Taajuusmuuttaja päivitettiin vanhan taajuusmuuttajan tilalle. Käyttöönotto ja parametointi suoritettiin TIA Portal V14 -tietokoneohjelmalla.

Mielestäni työ sujui hyvin ja oli opettavainen. Sain tärkeää lisätietoa jatkoa ajatellen taajuusmuuttajista. Siemensin taajuusmuuttajat olivat minulle uutta asiaa, sillä olin aikaisemmin tutustunut vain ABB:n taajuusmuuttajiin. Koen työn laajentaneen tietojani taajuusmuuttajista, niiden toimintaperiaatteesta, käyttömahdollisuuksista, käyttöönotosta ja parametroinnista.

LÄHTEET

1. Nieminen, Mika. 2015. Otavan Opisto. Vaihtovirta. Saatavissa: http://opinnot.internetix.fi/fi/muikku2materiaalit/lukio/fy/fy7/4_vaihtovirta_ja_sen_sovelluksia/02?C:D=iGv6.iFKv&m:selres=iGv6.iFKv. Hakupäivä 26.4.2019.
2. Kippo, Asko K. – Tikka, Aimo 2008. Automaatiotekniikan perusteet. Helsinki: Edita Prima Oy.
3. ABB Industry Oy. 2001. Sähkönkäytön mitoitus. Saatavissa: https://library.e.abb.com/public/b11d4fe92973be93c1256d2800415027/Tekninen_opasnro7.pdf. Hakupäivä 26.4.2019.
4. Wikipedia. 2018. Tähti-kolmiomuunnos. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/T%C3%A4hti-kolmiomuunnos>. Hakupäivä 26.4.2019.
5. Wikipedia. 2019. Kenttäväylä. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Kentt%C3%A4v%C3%A4yl%C3%A4>. Hakupäivä: 26.4.2019.
6. Automaatio 1. 2014. Kenttäväylät. Saatavissa: https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/293729/mod_resource/content/1/ELEC-C1210_4.1_automaation_kenttavaylat.pdf. Hakupäivä: 26.4.2019.
7. Siemens. 2008. Profinet. Saatavissa: http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/automaatiotekniikka/teollinen_tiedonsiirto/profinet/br_profinet.pdf. Hakupäivä: 26.4.2019.
8. Siemens. 2017. Intelligent Operating Panel 2 (IOP-2). Saatavissa: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/352/109750352/att_929766/v1/iop2_op_instr_0917_en-US.pdf?fbclid=IwAR2daI7MFG EaO_VqZVzolJpVLdV8sEN6m0TdJSn0cEdMJMsEL-ByCd-fymLI. Hakupäivä: 26.4.2019.

9. Siemens. 2012. SINAMICS G120C List Manual. Saatavissa: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/599/59745599/att_65935/v1/LH13_0112_eng.pdf?fbclid=IwAR3II0bs5QltuUXMgAVakmgpXJFWAJK2uINRq0-89xrmU90ZUNih1YuXLJw. Hakupäivä: 26.4.2019.
10. Siemens. 2011-2014. SINAMICS G120C -taajuusmuuttaja: Pikaohje. Saatavissa: http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/moottorit_moottori-kaytot_ja_liikkeenohjaus/sahkokaytot/sinamics_g/kayttoohjeet/g120c_gs4_0414_fi.pdf?fbclid=IwAR3kAvKUcXgiTeO2E7CxxwIZJCqdJMv5oXxCTPicZ-MdD1qg1Ya3ygvGMlc. Hakupäivä: 26.4.2019.