



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Sebastian Rosenblad

IO-Link absoluuttianturin vaihto ja uudelleen ohjelmointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tutkinto-ohjelman nimi

Insinöörityö

3.5.2020

Tekijä Otsikko	Sebastian Rosenblad absoluuttianturin vaihto ja uudelleen ohjelmointi.
Sivumäärä Aika	28 sivua 3.5.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	Automaatiotekniikka
Ohjaajat	lehtori Reijo Leinonen sähköinsinööri Olli Tahvanainen
<p>Opinnäytetyö tehtiin Eisenmann Finland oy:lle, joka tuottaa huolto- ja kunnossapito palvelua Sinebrychoffin Keravan tehtaan logistiikka keskuksen automaatio järjestelmille.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena on varmistaa tilaajayrityksen käytössä olevien IO-Link absoluuttiantureiden nopea ja helppo vaihtotyö uuden tyyppiseen anturiin, mahdollisissa rikkoutumistilanteissa. Antureita käytetään Dolly-rullakko kääntöpöydissä ja niitä on tilaajayrityksen käytössä olevassa konekokonaisuudessa yhteensä noin 30 kappaletta.</p> <p>Työn aloitus hetkellä rakennettiin varsinaista kohdetta vastaava yksinkertaistettu testausympäristö. Testausympäristössä pystyttiin testaamaan, onko käytössä olevaan laitteistoon ja sen konfiguraatioon tehtävissä työn edellyttämia muutoksia. Ohjelmointi osuus ja anturin prosessidataa käsittelevän funktio tehtiin Siemens TIA-Portal-ohjelmointiympäristössä. Ennen kuin muutoksia aloitettiin tekemään varsinaiseen työn kohteena olevaan konekokonaisuuteen uusi ohjelma ja sen toiminnot simuloitiin testausympäristössä.</p> <p>Työn tavoitteena oli luoda huollolle mahdollisuus vaihtaa alkuperäinen anturi uudentyyppiseen anturiin. Tähän tavoitteeseen päästiin ja tästä työstä jäi tilaajayrityksen käyttöön toimiva ohjelmakokonaisuus sekä, wincc-työkalu, jolla pystytään monitoroimaan kääntöpöydien absoluuttikulma-antureiden asentokulmaa, sekä vaihtamaan anturityyppiä.</p>	
Avainsanat	IO-Link, absoluuttianturi, kulma-anturi, step7, Tia-Portal

Author Title Number of Pages Date	Sebastian Rosenblad IO-Link Absolute-encoder Replacement and Programming 28 pages 3 May 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Automation Technology
Instructors	Reijo Leinonen, Senior Lecturer Olli Tahvanainen, Electrical Engineer
<p>This thesis work was made for Eisenmann Finland oy, which provides maintenance service for automation systems of the logistics center of Sinebrychoff's Kerava's plant.</p> <p>The objective of the engineering work was to ensure a quick and easy replacement of the IO-Link absolute sensors used by the subscriber company to a new type of sensor, in case of possible breakdown situations of old type sensors. The sensors are used in Dolly roller turntables and there is a total of about 30 turntables in the machine set used by the customer company.</p> <p>At the start of the work, a simplified testing environment corresponding to the actual site was built. In the test environment, it was possible to test whether the required changes could be made to the existing equipment and its configuration. The programming portion and the sensor process data processing function were made in the Siemens TIA-Portal programming environment. Before making changes to the actual machine set, a new program and its functions were simulated in a test environment.</p> <p>The goal of the work was to create an opportunity for the service to replace the original sensor with a new type of sensor. This goal was achieved, and this work left the subscriber company with a functional program as well as the wincc tool, which can monitor the position angle of the absolute encoder of the turntables, and change the sensor type.</p>	
Keywords	IO-Link, absolute encoder, encoder, step7, Tia-Portal

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	IO-Link	2
2.1	Järjestelmän rakenne	3
2.2	Kytkentä	4
2.3	Hyödyt	5
3	Murr Cube67+ Kenttäväyläjärjestelmä	6
4	Pulssianturi	8
5	Testausympäristön rakentaminen	11
5.1	TIA-Portal HW:n konfigurointi	12
5.2	Antureiden tuottama prosessidata	13
5.3	Ohjelman vaatimus määrittely	15
5.4	Ohjelman rakentaminen	16
5.5	Grafiikka	20
5.6	Anturin vaihto testaus ympäristössä	21
6	Varsinainen ohjelmointi ja käytännön testaus	21
6.1	Laitteisto	21
6.2	Ohjelmointi	21
6.3	Testaus käytännössä	24
7	Yhteenveto	24
	Lähteet	26

Lyhenteet

CPU Central processing unit. Suoritin

DI Digital output. Digitaalinen sisääntulo

DO/DQ Digital output. Digitaalinen ulostulo

PLC programmable logic controller. Ohjelmoitava logiikka ohjain

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehdään Eisenmann Finland Oy:lle, joka vastaa Sinebrychoffin Keravan tehtaan logistiikkakeskuksen automaatio järjestelmien huolto- ja kunnossapito töistä. Työn tarkoituksen on mahdollistaa Eisenmann Finlandin huoltohenkilöstölle dollykeruukoneen dolly-rullakko kääntöpöytien IO-Link kulma-anturin nopea ja helppo vaihto uudentyyppiseen anturiin mahdollisessa vanhan tyyppisen anturin rikkoutumistilanteessa. Vaihtotyö oli tehtävä mahdollisimman yksinkertaiseksi ja nopeaksi tuotantoviivästysten minimoimiseksi. Uusi anturi on fyysisiltä mitoiltaan ja kytkennältään sama kuin vanha, mutta se ei toimi suoraan sellaisenaan vanhan anturin tilalle, vaan vaatii ohjelma muutoksia.

Kaikkia antureita ei haluta vaihtaa kerralla vaan vanhoista luovutaan sitä mukaa, kun niiden käyttöikä tulee tiensä päähän. Huoltohenkilöstön tulee pystyä valitsemaan omalta kannettavalta tietokoneeltaan, minkä tyyppistä anturia kussakin kääntöpöydässä käytetään.

Kääntöpöydällä tarkoitetaan laitteita, joka on osana kuljetinrataa, jota pitkin tässä tapauksessa kulkevat dolly-rullakot, joiden päälle on lastattuna erilaisia virvoitusjuomia ja panimotuotteita. Kääntöpöydän tehtävänä on muuttaa mutka- ja risteyskohdissa dolly-rullakon kulkusuuntaa niin, että dolly-rullakon ollessa kääntöpöydän kyydissä kääntöpöytä kääntyy sille määrättyyn asentoon.

Eisenmann Finland Oy on osa suurempaa saksalaista perheyrittystä nimeltä Eisenmann. Vuonna 1951 Eugen Eisenmann perusti insinööritoimiston Saksan Stuttgartiin. Vuosi perustamisen jälkeen Eisenmann oli mukana suunnitelmassa ensimmäistä puun kuivatus tuotantolaitosta, joka mahdollisti puun nopeamman jatkojalostamisen. Tämän jälkeen Eisenmann on erikoistunut erityisesti erilaisten tuotantolaitosten kuten autotehtaiden pintakäsittely- ja logistiikka järjestelmiin. [1.]

Eisenmann Finland Oy on perustettu vuonna 2006, ja sen tarkoitus on ollut tuottaa huolto- ja kunnossapito Sinebrychoffin Keravan tehtaan korkeavarasto järjestelmälle. Sinebrychoffin konekannan kasvaessa, yhä suurempi osa logistiikkakeskuksen automaatiolaitteistojen kunnossapidosta on siirtynyt Eisenmann Finlandille.

2 IO-Link

IO-Link on sarjaliikenneprotokolla, joka on erityisesti suunniteltu palvelemaan automaation tarpeita. Sen tehtävä on yhdistää kenttätason laitteet kuten anturit ja toimilaitteet ohjaustason ohjelmoitavien logiikoiden kanssa yleisempiä kenttäväyliä hyödyntäen. IO-Link ei siis ole kenttäväylä vaan jatkokehitys olemassa oleville ja valmiiksi kehitetyille teknologioille. IO-Link on määritelty standardissa IEC 61131-9. IO-Link-anturit ja toimilaitteet mahdollistavat mittaustiedon lisäksi diagnostiikka-, parametri- ja tunnistetietojen lukemisen tai kirjoittamisen IO-Link-protokollaa hyödyntäen. [2, s.4.]

IO-Link on kommunikointi standardi, joka on kenttäväylä ja laite valmistaja riippumaton. Se voidaan liittää osaksi lähes mitä vain olemassa olevaa kenttäväylää. [3.]

Master laitteen avulla voidaan kommunikoida IO-Link laitteen ja käytössä olevan kenttäväylän välillä ohjaustason plc:lle tai muulle käytön mukaan olemassa olevalle ohjaimelle. ”Point to point” yhteys muodostetaan suoraan IO-Link Master-laitteen ja IO-Link-laitteen välille, käyttäen maksimissaan 20 metriä pitkää kolme johtimista suojaamatonta kaapelia. Kaapeleiden liittimet ovat standardoituja ja näin ollen IO-Link-standardin täyttämien vaatimusten mukaisissa kentälle asennettavissa laitteissa liitokset tehdään M5, M8 tai M12-pistoliittimillä. [2, s.12.]

Master laitteen portit voidaan konfiguroida tarvittaessa neljälle eri toiminnolle. Näitä ovat *DI ”Digital input”*, jossa porttia käytetään digitaalisena sisääntulona. IO-Link Master laitteeseen voidaan siis liittää myös muitakin kuin IO-Link-laitteita, kuten esimerkiksi perinteisiä rajakytkimiä tai valokennoja. DI toimintoa voidaan käyttää esimerkiksi rajakytkimen tilatiedon lukemiseen. Tilatiedon tulee olla digitaalimuotoista, eli tosi tai epätosi. [6]

DQ ”Digital output”, jossa porttia käytetään digitaalisena lähtönä. Tätä toimintoa käytetään esimerkiksi erilaisten toimilaitteiden tai venttiilien ohjaamiseen silloin kun ei tarvita erillistä säätöviestiä, vaan laitetta voidaan ohjata pelkästään päälle tai pois toiminnolla. [6]

IO-Link-toiminto, jossa porttia käytetään IO-Link-laitteiden kommunikointiin. IO-Link-toiminnon kautta on mahdollista ohjata erilaisia toimilaitteita ja antureita ja lukea niiden

tuottamaa prosessi- ja diagnostiikkadataa. Sekä muuttaa laitteen parametreja tietotoja. [6]

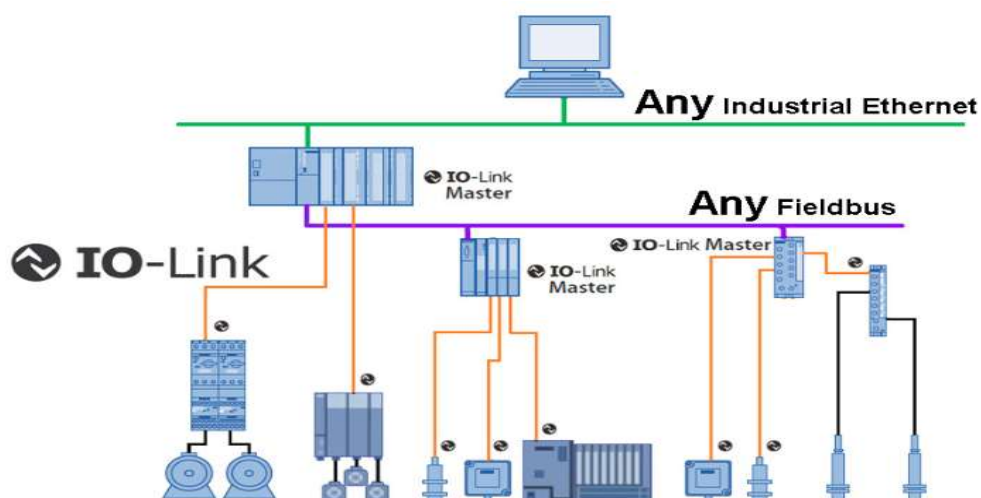
Disabled” eli poissa käytöstä. Tätä toimintoa käytetään silloin kun master-laitteen porttia ei käytetä mihinkään edellä mainituista tarkoituksista. Aina kun portti jää käyttämättömäksi pitää se ottaa huomioon master-laitetta laitetta konfiguroidessa. Tämä tarkoittaa, että portti tulee määritellä käyttämättömäksi. [6.]

IO-Linkin kommunikointi voidaan jakaa kolmeen eri datatyyppiin. Ensimmäistä datatyyppiä kutsutaan prosessidataksi, joka käsittää esimerkiksi anturilta saadun mittaustiedon lämpötilasta tai kulloinkin mitattavasta suureesta. Toista datatyyppiä kutsutaan huolto-dataksi, joka käsittää itse anturin tai toimilaitteeseen liittyviä tietoja. Näitä ovat esimerkiksi laitteen sarjanumero, malli, tyyppi ja parametri tiedot. Kolmas datatyyppi on niin kutsuttu tapahtumadata, joka sisältää tietoa laitteen mahdollisesta vikaantumisesta tai heikentyneestä toimintakyvystä. Tapahtumadatan avulla laitteen kuntoa pystytään seuraamaan ja ongelmiin voidaan reagoida ennen, kuin niistä aiheutuu haittaa tuotannolle. [7.]

2.1 Järjestelmän rakenne

IO-Link-järjestelmä koostuu vähintään yhdestä Master-laitteesta ja vähintään yhdestä siihen kytketystä IO-Link-laitteesta. IO-Link-laitteella tarkoitetaan älykästä anturia tai toimilaitetta, jonka diagnostiikka-, parametri- tai tunnistetiedot ovat luettavissa tai kirjoitettavissa IO-Link-protokollan avulla. [3.]

Masterin tehtävä on kommunikoida IO-Link-laitteiden ja kenttäväylän välillä molempiin suuntiin. Laitteelta pystytään mittaustiedon lisäksi lukemaan sen kunnosta kertovaa diagnostiikka tietoa ja joissakin tapauksissa IO-Link-laite voi olla parametrisoitavissa myös käytön aikana, ilman että itse anturiin tai toimilaitteeseen kosketaan fyysisesti parametrisoinnin aikana. Tämä helpottaa huoltoa ja viankorjausta. Kuvassa yksi on esimerkki IO-Link-järjestelmän rakenteesta. [3]

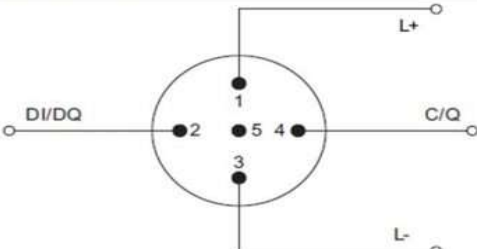
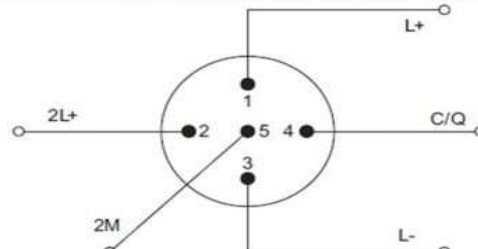


Kuva 1. Esimerkki IO-Link-järjestelmän rakenteesta. [4]

2.2 Kytcentä

Master-laitteessa voi olla määriteltynä kahta eri IO-Link-porttiä tyyppiä. A-luokan portit ovat tarkoitettu vähän virtaa tarvitseville IO-Link laitteilla ja b-luokan portit on tarkoitettu laitteille, joiden virran tarve ylittää yli 200 mA. Kytcentä A-luokan portissa IO-Link-Master laitteen ja IO-Link-laitteen välillä tapahtuu maksimissaan 20 metriä pitkällä suojaamattomalla kolme johtimisella kaapelilla. Kaapelin ensimmäinen johdin on tarkoitettu virran syöttöön, toinen johdin on yhteinen nollapotentiaali ja kolmas on kommunikointia varten. A-luokan porttia käytetään tyypillisesti antureiden kuten valokennojen tai erilaisten kulma-antureiden kytkemiseen, jotka eivät tarvitse toimiakseen yli 200 mA virtaa. On myös mahdollista käyttää A-luokan portissa neljä johtimista suojaamatonta kaapelia. Jossa neljättä johdinta käytetään valmistajan määrittelemään tarkoitukseen. [2, s.5.]

B-luokan portissa IO-Link-Master laitteen ja IO-Link-laitteen välillä tapahtuu maksimissaan 20 metriä pitkällä suojatulla viisi johtimisella kaapelilla. Ensimmäiset kolme johdinta eivät eroa edellä esitellystä A-luokan portin kytkennästä. Ylimääräiset kaksi johdinta on tarkoitettu laitteen lisävirran syöttöön. Lisävirran syöttö on kuitenkin galvaanisesti erotettu IO-linkin omasta virransyötöstä. B-luokan porttia käytetään tyypillisesti erilaisten toimilaitteiden kuten venttiilien kytkemiseen, jotka tarvitsevat toimiakseen yli 200 mA virran. Kuvassa 2 on esimerkki IO-Link anturin kytkennästä m12 pistoliittimellä. [2, s.5.]

Class A IO-Link Master Port	Class B IO-Link Master Port
Port Characteristics: M12 A-coded connector port with 5-poles (female)	Port Characteristics: M12 A-coded connector port with 5-poles (female)
Pin 1 = +24V DC device power	Pin 1 = +24V DC device power
Pin 3 = 0V DC ground for device power	Pin 3 = 0V DC ground for device power
Pin 4 = IO-Link communication or configurable as I/O	Pin 4 = IO-Link communication or configurable as I/O
Pin 2 = Manufacturer's discretion for input, output or configurable I/O with common on pin 3.	Pin 2 = +24V DC output power
Pin 5 = Not used	Pin 5 = 0V DC ground for output power (isolated)
	

Kuva 2. A- ja B-luokan kytkennät esitettynä M12-pistoliittimellä. [5.]

2.3 Hyödyt

IO-Linkin suurimpia etuja ovat liitettävyyden kaikkiin yleisimpiin kenttäväyliin laitevalmistaja riippumattomasti, yksittäisen laitteen diagnostiikkatiedon luku mahdollisuus, nopea konfigurointi ja käyttöönotto, sekä tiedonsiirto ohjaustason logiikan ja kentätason yksittäisen anturin tai toimilaitteen välillä. [6, s1.]

Standardoitu ja yksinkertaistettu kaapelointi 3-johtimisella suojaamattomalla kaapelilla nopeuttaa suunnittelua ja asennusta. Analogisen tiedon kuljettamista erillisiä johtimia pitkin anturilta ei tarvita, vaan tieto kulkee digitaalisessa muodossa. Tämä helpottaa asennuksen ja kaapeloinnin vaatimuksia entisestään. [7.]

IO-Link-laitteiden konfigurointi ja parametrimuutokset onnistuvat etänä. Laitteisiin voidaan siis tehdä tarpeen tullen parametrimuutoksia tuotannon aikana ilman että itse anturiin tarvitsee fyysisesti koskea. Tuotanto siis ei kärsi ylimääräisistä pysäytyksistä. Antureilta saatua mittausta- ja diagnostiikkatietoa pystytään lukemaan reaaliajassa tämä nopeuttaa huolto- ja viankorjaustyötä. [7.]

Tilanteissa, joissa IO-Link-laite rikkoutuu, se voidaan nopeasti vaihtaa uuteen ilman, että tarvitaan erillistä osoitteiden määrittelyä tai uuden anturin parametrisointia. Tätä ominaisuutta kutsutaan ”Auto-Device Replacementiksi” eli automaattiseksi laitteen korvaukseksi. IO-Link Master laitteen konfiguroinnin yhteydessä voidaan määrittää, että Master-laitteeseen kytketyn laitteen konfiguraatio- ja parametritiedot tallennetaan Master-laitteeseen. Tämä mahdollistaa rikkoutuneen tai vioittuneen IO-Link-laitteen nopean korvaamisen uudella samanlaisella laitteella. [7; 8.]

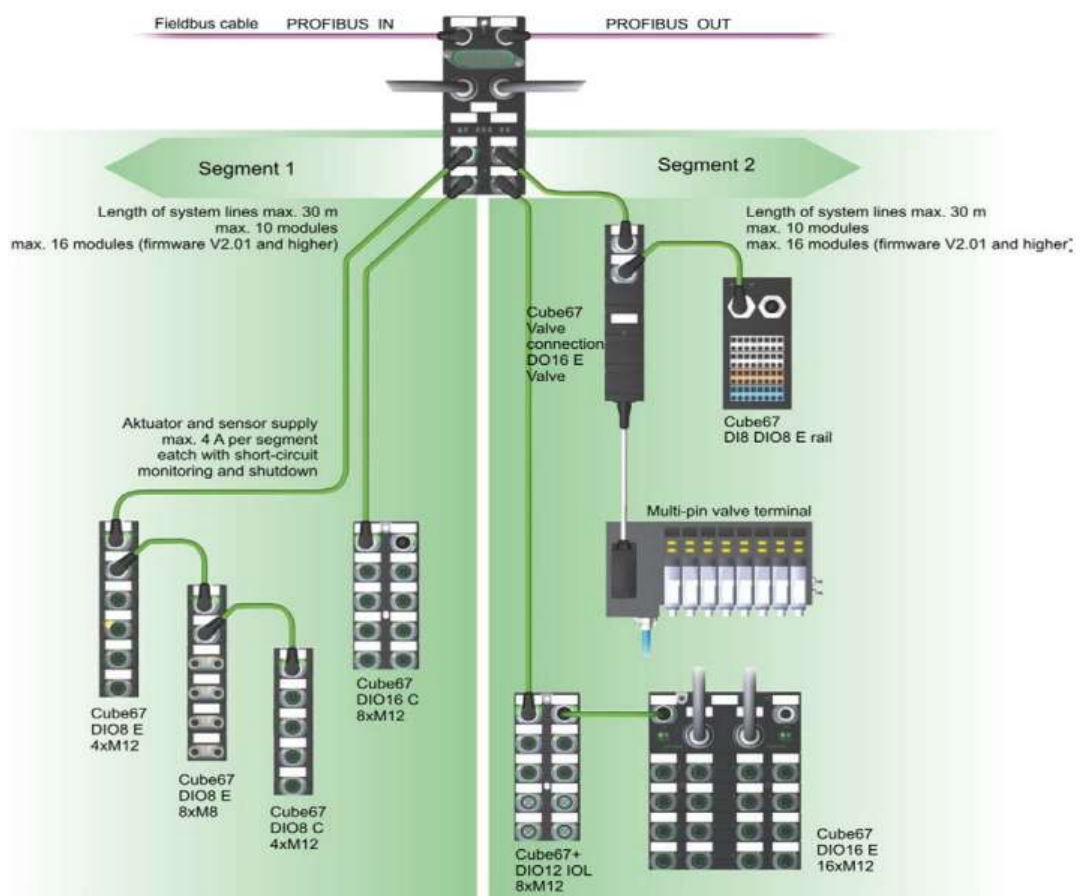
3 Murr Cube67+ Kenttäväyläjärjestelmä

Tähän työhön liittyvässä konekokonaisuudessa on käytetty Siemensin ohjelmoitavia s7-logiikoita, jotka on yhdistetty profinet-kenttäväylän kautta kentällä oleviin modulaariin Cube67+ kenttäväyläjärjestelmiin. Cube67+ on kenttäväyläjärjestelmä, joka perustuu Cube67-järjestelmään. Sen tarkoitus on yhdistää kentällä olevat I/O-tason signaalit hajautetusti, niin että antureilta tai toimilaitteilta tulevat tai lähtevät signaalit ovat luettavissa ja ohjattavissa yleisimpien kenttäväylien, esimerkiksi Profibus, Profinet kautta. Cube67+ erona Cube67-järjestelmään verrattuna on, että Cube67+ on IO-Link-yhteensopiva ja se mahdollistaa pidemmät kaapeleiden asennuspituudet sekä keskusyksikköön on mahdollista kytkeä enemmän I/O-moduuleita. [15.]

Cube67+-järjestelmän etuina ovat sen liitettävyyden merkittävimpään teollisuudessa käytettyihin kenttäväyliin. Tähän työhön liittyvässä konekokonaisuudessa cube67+-järjestelmä on liitetty profinet-kenttäväylään. Profinet on Siemensin ja profinet/profibus internationalin kehittämä teollisuuden ethernet. Profinetin avulla pystytään käsittelemään mm. kenttälaitteiden IO-liikennettä ja viestimään muiden älykkäiden laitteiden välillä. [29.]

Cube67+ Järjestelmän rakenne perustuu käytössä olevan kenttäväylän kanssa kommunikoiwaan keskusyksikköön, jota kutsutaan Cube67 Bus Nodeksi. Bus Noden tehtävä on yhdistää kenttäväylä ja kenttä-I/O-moduulit. Bus Nodeja on useampaa eri mallia ja niiden valinta perustuu kulloinkin käytettävään kenttäväylään. Yhteen Bus Nodeen voi olla kytketty jopa 32 eri I/O-moduulia. Yhden segmentin pituus saa olla maksimissaan 30 metriä Cube67+ järjestelmässä. [16.]

I/O moduulit-yhdistetään Bus Nodeen Murrelektronikin valmistamalla hybridi kaapelilla. Hybridi kaapeli on suojattu, väriltään vihreä kuusinapainen kaapeli. Tätä kaapelia käytetään ainoastaan yhdistämään Bus Node I/O moduuliin tai jatkamaan Bus Noden ”branchia” eli väylä haaraa I/O moduulista toiseen. I/O moduulista ja sen ominaisuuksista riippuen sen portteja voidaan käyttää digitaalisena sisääntulona, digitaalisena ulostulona, analogisena sisääntulona, analogisena lähtönä tai siihen voidaan kytkeä IO-Link laite. Jos moduuliin kytketään IO-Link laite se toimii silloin IO-Link Masterina. Kuvassa 16 on esimerkki Cube67+-järjestelmän rakenteesta. [15.]



Kuva 6. Esimerkki Cube67+ kenttäväylän rakenteesta. [16.]

4 Pulssianturi

Pulssianturi on sähkömekaaninen laite, jonka tehtävä on mitata siihen kiinnitetyn akselin asentokulmaa ja nopeutta. Esimerkiksi tässä työssä käytettyjen absoluuttiantureiden tehtävä on ilmaista kääntöpöydänkuljettimen asentokulmaa kiinteään runkoon nähden. Se siis muuntaa pyörivän liikkeen digitaaliseksi pulssisignaalksi. Pulssianturit voidaan jaotella toimintaperiaatteensa perusteella kahteen eri kategoriaan. Absoluutti- ja Inkrementaaliantureihin. Absoluuttianturi tuottaa jatkuvasti monibittistä tietoa tarkasta sijainnistaan, kun taas inkrementaalianturi tuottaa vain tietyn verran pulsseja kierrosta kohden. Inkrementaalianturin tuottamaa pulssitietoa ei voida siis suoraan sellaisenaan käyttää akselin asennontunnistukseen. Vaan joudutaan usein toteuttamaan erillinen ”kotiin ajo” toiminto, jonka perusteella voidaan laskea akselin todellista kulmaa. Pulssianturit voidaan jaotella neljään eri kategoriaan toteuttamisteknolian perusteella. Näitä ovat mekaaninen, kapasitiivinen, magneettinen ja optinen. [9. s16.]

Tässä työssä keskitytään lähinnä vain optisesti toimiviin antureihin, mutta kaikkien toimintaperiaatteet käydään lyhyesti läpi.

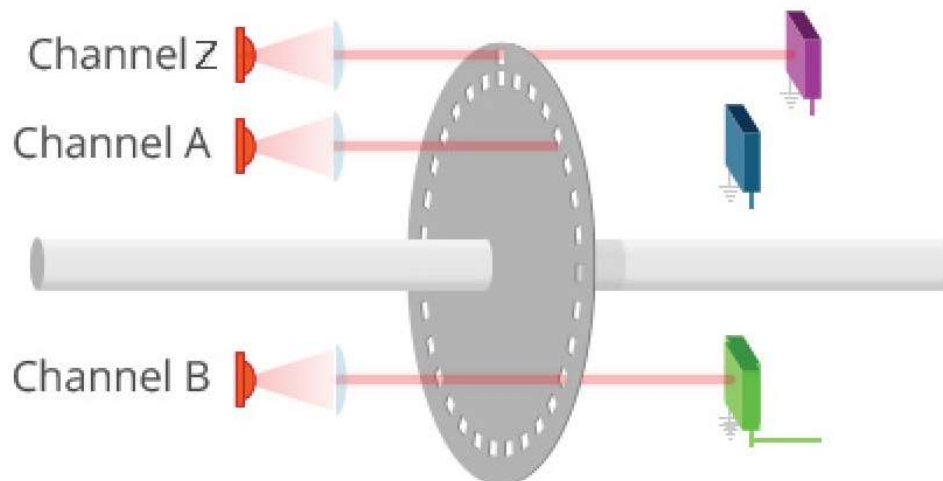
Mekaanisen pulssianturin toiminta perustuu anturin akselille kiinnitetystä kiekosta, jonka pinnalle on tehty liukupintoja, joita pitkin anturin runkoon kiinteästi asennetut liukukoskettimet kulkevat. Akselin asennon mukaan koskettimet muodostavat asentokulmaa vastaan pulssitiedon. Mekaaninen pulssianturi ei sovellu nopeasti pyörivien akseleiden asentokulman mittaukseen. [9. s16.]

Kapasitiivisen pulssianturin toiminta perustuu anturin akselille kiinnitettyyn pulssikiekoon, jonka pinnalle on tehty sinimuotoinen metallinen kuvio. Anturin runkoon kiekon toiselle puolelle on asennettu korkeataajuus lähetin ja toiselle puolelle vastaanotin. Akselin pyörittäessä pulssikiekkoa, kiekko moduloi korkeataajuuslähettimen lähettämän signaalin vastaanottimelle. Vastaanotin muuntaa pulssikiekolta vastaanotetun moduloidun signaalin pulssimuotoiseksi signaaliksi. [9. s17.]

Magneettisen pulssianturi on tyypillisimmin toteutettu niin, että anturin akselille on kiinnitetty magneettirengas, joka on valmistettu tyypillisesti kahdesta eri materiaalista. Kuten ruostumattomasta teräksestä, jonka pinnalle on tehty magneettisia viivoja. Ruostumaton teräs ei ole magneettista, joten anturin runkoon kiinnitetty magneettianturi havaitsee vain

renkaan pinnalla olevat magneettiset viivat. Anturin havaitessa magneettirenkaan viivoja se tuottaa pulssimuotoista signaalia, jonka perusteella pystytään laskemaan nopeus ja asentokulma. [9. s22–24.]

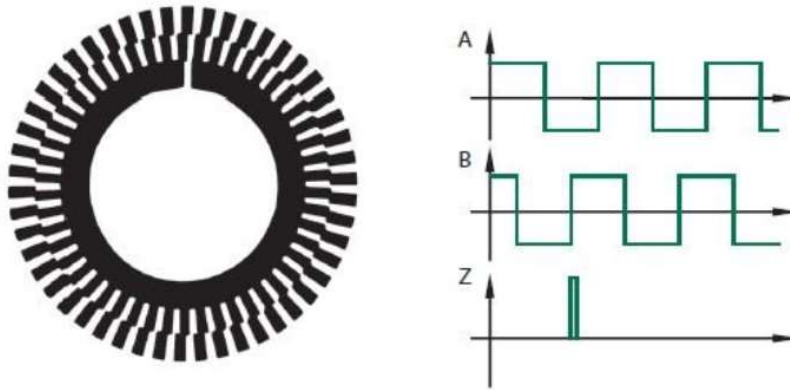
Optisen pulssianturin toiminta voi perustua anturin akselille kiinnitetystä pulssikiekosta, joka päästää valoa lävitseen tai heijastaa valoa. Antureissa, joiden toiminta perustuu valoa läpäisevään pulssikiekkoon, on yksinkertaisemmillaan kiekon toiselle puolelle asennettu kiinteä ledvalo ja toiselle puolelle valoa vastaanottava diodi. Akselin pyöriessä akselille kiinnitetty pulssikiekko pyörii mukana luoden hetkittäin valolle esteen ja toisiinsa päästää valoa lävitseen. Anturit, joissa pulssikiekko heijastaa valoa, on valoa vastaanottava diodi asennettu samalle puolelle kiekkoa kuin valoa lähettävä led. Kuvassa 3 on yksinkertaistettu esimerkki optisen pulssianturin toiminnasta. [9. s17–18.]



Kuva 3. Optisen pulssianturin toimintaperiaate yksinkertaistettuna. [10.]

Optisen inkrementianturin pulssikiekkon ulkoreunalla on tehty tietty määrä valoa heijastavia tai läpipäästäviä viivoja. Viivoja on yleensä useammassa kuin yhdessä rivissä koska muussa tapauksessa anturin pyörimissuuntaa olisi mahdotonta tietää pelkän pulssisignaalin perusteella. Jotta pyörimissuunta saadaan selville, on pulssikiekkon kehän kahden eri rivin viivat asetettu niin että ne ovat toisiinsa nähden 90° vaihesiirrossa. Näitä kutsutaan kanava A:ksi ja B:ksi. Kun anturia pyöritetään esimerkiksi myötäpäivään, muuttuu signaalin B tila ykkösestä nolllaksi, kun signaali A tila on vielä yksi. Ja vastaavasti toiseen

suuntaan pyörittäessä signaalin A tila muuttuu ykkösestä nolllaksi, kun signaali B tila on vielä yksi. Jokaista kierrosta kohden anturin pulssikiekkolla on yksi Z-signaali, jota kutsutaan myös nollasignaalksi. Tätä havainnollistetaan kuvassa 4. [12.]



Kuva 4. Kolme kanavaisen Inkrementaalianturin ulostulosignaalit. [13.]

Optisen absoluuttianturi on perustoiminta periaatteeltaan ja rakenteeltaan sama kuin inkrementaalianturi. Pulssikiekkoo eroaa kuitenkin Inkrementaalianturin pulssikiekkosta siten että akselin asento voidaan päätellä suoraan pulssikiekkon asennosta eikä erillistä referenssipistettä tai "kotiinajo" toimintoa tarvita. Kiekkon kehällä on usein useita eri valoa läpäiseviä tai heijastavia rivejä ja jokaista riviä kohden on vähintään yhtä monta led-valonlähdettä ja vastaanotinta. Absoluuttianturin etuna inkrementtianturiin verrattuna on, että se tietää sijaintinsa virottamattomaksi tekemisen jälkeenkin. Heti kun sähköt palautetaan absoluuttianturille, se on toiminta valmis, eikä tarvitse erillistä kotiinjajoa. Toki absoluuttianturi on inkrementtianturia kalliimpi valmistaa. Kuvassa 5 gray-koodatun absoluuttianturin pulssikiekkoo. [9. s21–22.]



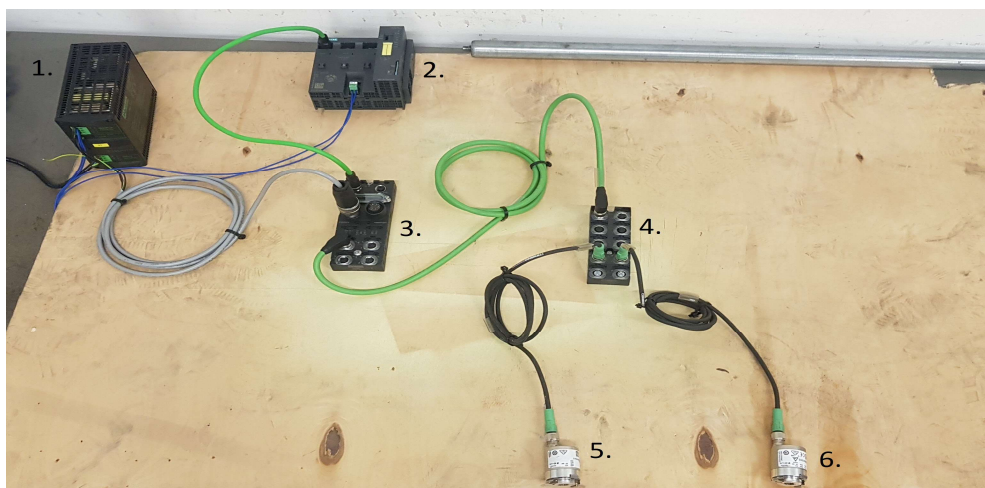
Kuva 5. Gray-koodausta hyödyntävän absoluuttianturin pulssikiekkoo. [13.]

Kulma-anturi ovat valmistajasta ja tyypistään riippuen liitettävissä ohjaustason ohjain laitteisiin erilaisilla menetelmillä. Yksinkertaisimmissa sovelluksissa asentotieto voidaan tuoda ohjainlaitteelle jännite- tai virtaviestinä. Usein tämä ei kuitenkaan ole teollisuusympäristössä ideaalista ulkoisten häiriöiden vuoksi. Siksi tässäkin työssä käytetyt absoluuttikulma-antureiden tuottama prosessidatan kuljettamiseen käytetään väyläteknikkaa, joka hyödyntää IO-Link-protokollaa. Muita yleisiä väyläratkaisuja ovat *Profibus*, *Profinet*, *CAN-väylä (Control area network)* sekä rs-422 standardiin perustuva *SSI (Synchronous serial intrerface)*. [9.]

5 Testausympäristön rakentaminen

Konekokonaisuus, jossa kääntöpöytiä käytetään, on niiden ohjaus toteutettu Siemensin S7-1500-sarjan ohjelmoitavalla logiikalla. Ohjelmointiympäristönä toimii Siemensin kehittämä TIA-Portal.

Ennen kuin anturin vaihto- ja ohjelmointityötä lähdettiin toteuttamaan kentällä, haluttiin varmistua, siitä että käytössä olevaan Murr:in valmistamaan Cube67+-kenttäväylään on mahdollista tehdä tämän työn edellyttämiä muutoksia konfiguroinnin osalta. Päätettiin rakentaa varsinaista työkohdetta vastaava yksinkertaistettu testausympäristö, jossa uuden anturin ohjelmointia pystytään testaamaan ilman tuotannon häiriintymistä.



Kuva 6. Yksinkertaistettu pöydälle rakennettu testausympäristö. 1. 24 VDC virtalähde, 2. Siemens IM151-8 F-CPU, 3. Murr Cube67+ Bus Node, 4. Murr Cube67 I/O Extension Module, 5. Sick Ahm36B-BDQC000S01 Prototype, 6. Sick AHM36B-BDQC012x12

5.1 TIA-Portal HW:n konfigurointi

Tässä työssä ei käydä tarkasti läpi TIA-Portal-ohjelmointiympäristön kaikkia eri toimintoja ja ominaisuuksia. Aihe tulisi olemaan todella laaja, ja se olisi jo itsessään oma opin- näytetyön aiheensa.

Testausympäristön ohjelmointi aloitettiin tyhjästä projektista. Projektiin tehtiin kuvan 6 mukainen laitteistokonfigurointi. Ensimmäisenä laitteistoon määritellään käytössä oleva cpu, jolle määriteltiin nimi ja IP-osoite.

Tämän jälkeen määritetään Cube67+bus Node. Ennen kuin laite voidaan liittää osaksi hardwarekonfigurointia sille pitää ladata GSDML-tiedosto valmistajan verkkosivuilta ja asentaa se Tia-Portaalin kirjastoon.

Bus Node on laite, joka viestii siihen kytkettyjen I/O-moduulien ja kenttäväylän välillä. Tässä tapauksessa kenttäväylänä toimii Profinet. Bus Nodelle määriteltiin Nimi ja IP-Osoite. Testausympäristössä käytössä oli vain yksi I/O moduuli ja näin ollen Bus Nodesta tarvittiin vain yksi "branchi" eli väylähaara. Väylähaaraan määriteltiin yksi I/O moduuli, jossa oli IO-Link valmius. [19]

Seuraavaksi määriteltiin I/O moduuliin liitettävät laitteet. Moduulin portteihin liitettävälle IO-Link anturille tai toimilaitteelle tulee määritellä sen tyyppi ja tarvitseman muistialueen suuruus. [17, s21]

Antureille määriteltiin niiden prosessidatan edellyttämät muistialueet. Kuvan 6 anturi numero 5 on Sick Ahm36B-BDQC000S01 Prototype, jolle tarvitsee varata neljä tavua muistia prosessidatalle. Kuvan 6 anturi numero 6 Sick AHM36B-BDQC012x12 tarvitsee puolestaan kahdeksan tavua muistia prosessidatalle. [18]

5.2 Antureiden tuottama prosessidata

Tässä työssä käytetyt kulma-anturit ovat Sickin valmistamia IO-Link antureita. Alun perin käyttöön otettu anturi on Sick Ahm36B-BDQC000S01 Prototype. Nimensä mukaisesti se on prototyyppi ja eikä ole koskaan päässyt sarjatuotantoon asti. Tästä anturista on todella huonosti tietoa saatavilla internetistä. Joten tiedonhaku perustuu tämän anturin kohdalla ainoastaan sen mukana tulleeseen ohjevihkoon.

Uudeksi korvaavaksi anturiksi valikoitui Sick AHM36B-BDQC012x12. Uuden anturin valinnassa tärkeimpiä kriteereitä olivat, että se on fyysisiltä mitoiltaan ja kiinnitykseltään sama kuin vanha ja sen pitää olla IO-Link yhteensopiva. Nämä kriteerit täyttävä anturi kuitenkin erosi tuottamallaan prosessidatalla vanhasta anturista. Ensimmäiseksi ratkaistavaksi ongelmaksi muodostui antureiden toisistaan eriävän prosessidatan käsittely. Vanha anturi tuottaa neljä tavua prosessidataa ja nämä kaikki ovat varattu asentokulmalle. Uusi anturi tuottaa kahdeksan tavua prosessidataa, joista neljä ensimmäistä on varattu kiihtyvyyden ilmaisuun ja neljä viimeistä asentokulmalle. Tässä työssä anturin tuottamasta prosessidatasta tarvitaan vain asentokulmaan liittyvä tieto. Tällöin uusi anturi ei sovi suoraan vanhan tilalle "plug and play"-periaatteella. [14.]

Taulukko 1. Antureiden prosessidata esitettynä taulukko muodossa. Sinisellä värillä viitataan asentokulmaan ja vihreällä värillä kiihtyvyyteen.

Sick Ahm36B-BDQC000S01
Prototype

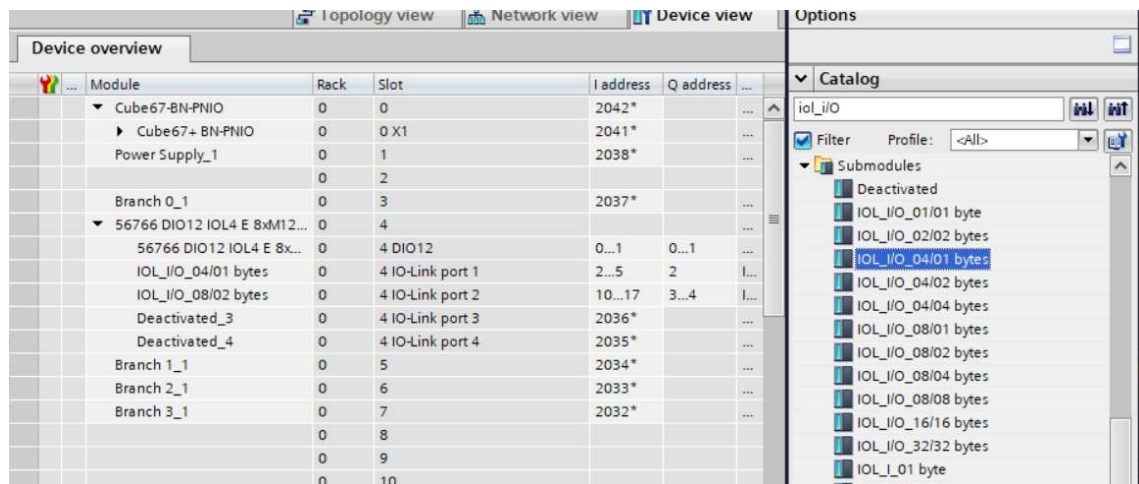
Datatype	Integer 32	Integer 32	Integer 32	Integer 32
Byte	0	1	2	3
Type	Position			

Sick AHM36B-
BDQC012x12

Datatype	Integer 32	Integer 32	Integer 32	Integer 32	Integer 32	Integer 32	Integer 32	Integer 32
Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Type	Velocity				Position			

IO-Link-laitteiden prosessidatalle varataan Tia-Portaalissa aina kulloinkin laitteen vaatima määrä muistia, johon dataa kirjoitetaan. Tilanteessa, jossa neljä tavua muistia vaativan anturin tilalle yritetään vaihtaa anturi, joka tuottaa kahdeksan tavua dataa menee IO-Link laitteen portti häiriölle ja cpu alkaa vilkuttamaan systemfault valoa. Tia-portaalin hardware konfigurointia joudutaan siis muuttamaan siten että uudelle anturille varataan enemmän muistialuetta. Edellä mainittua ongelmaa ei synny, jos neljä tavua prosessidatua tuottava anturi kytketään IO-Link porttiin, jossa prosessidatalle on määritely enemmän muistialuetta mitä anturi tarvitsee.

Kuvassa 7 näkyy kuinka cube67 extension-moduulille varataan kahteen porttiin paikat IO-Link antureille. IO-Link porttiin numero yksi on varattu paikka nelitavuiselle anturille ja porttiin numero kaksi on varattu paikka kahdeksantavuiselle anturille. Käyttämättä jääneet portit, on otettu pois käytöstä.



Kuva 7. Kuvakaappaus Cube67 extension-moduulin konfiguroinnista Tia-Portal-ohjelmointiympäristössä. [23.]

Kuvassa 7 IO-Link portille numero kaksi prosessidatalle varattu muistialue kattaa muistipaikat 10 – 17. Yksimuisti paikka tarkoittaa yhtä tavua. Kun IO-Link laitteen prosessidata tuodaan inputtietona tiettyyn muistipaikkaan, se voidaan silloin nimetä plc tageissa muuttujaksi, jota käytetään itse ohjelmassa. Tässä tapauksessa prosessidatalle varattu kahdeksan tavuinen muistialue jaetaan plc tageissa kahdelle eri muuttujalle. Tavut 10–13 käytetään muuttujalle ” EncoderFirst4bits” ja tavut 14–17 muuttujalle ” EncoderLast4bits”

5.3 Ohjelman vaatimus määrittely

Identtisille kääntöpöydille on tehty yksi funktio, jota kutsutaan ohjelmassa jokaisen kääntöpöydän kohdalla. Alkuperäisessä ohjelmassa anturilta tulevaa tietoa luetaan suoraan inputtietona kääntöpöydän funktiossa. Tässä työssä haluttiin tehdä ohjelmaan funktio, joka käsittelee anturilta luettua dataa ennen kuin kääntöpöydän oma funktio lukee sitä. Uuden funktion tulee olla rakennettu niin, että se voidaan suoraan liittää osaksi vanhaa ohjelmaa tarvittavissa kohdissa.

Ensimmäisenä haluttiin rakentaa toiminto, jossa pystytään valitsemaan minkä tyyppistä anturia halutaan käyttää. Jos käytetään alkuperäistä anturia, luetaan prosessidatasta neljä ensimmäistä tavua, jos taas käytetään uutta anturia, luetaan viimeiset neljä tavua ja kerrotaan niistä saatu arvo neljällä, koska vanhan anturin resoluutio on neljä kertaa suurempi. Toisin sanoen vanhan anturin yksi kierros tuotti neljäkertaa enemmän askelia kuin uuden anturin. Funktiossa käsitelty asentotieto lähetään eteenpäin kääntöpöydän funktiolle.

Anturityypin valinnan haluttiin tapahtuvan aina huollon omasta kannettavasta tietokoneesta, joten valinta biteille tuli tehdä oma wincc käyttöliittymä millä pystytään muuttamaan anturi tyyppiä ja lukemaan tietoa kääntöpöydän asennosta sekä äärirajoista, kun tietokone on yhdistetty saamaan verkkoon cpu:n kanssa. Wincc on Siemensin kehittämä automaation visualisointi ohjelmisto, jolla pystytään rakentamaan valvomo ohjelmia Tia-Portal-ohjelmointiympäristössä.

Toisena ominaisuutena haluttiin lisätä mahdollisuus kääntöpöydän kotiinajolle pelkäämään konekokonaisuuden ohjauspaneeleita hyödyntäen. Tämän toiminto pitää siis jokaisen koneenkäyttäjän ja huoltohenkilön pystyä tekemään ilman erillisiä työkaluja. Kotiinajolla tarkoitetaan toimintoa, jossa kotiutettava kääntöpöytä ajetaan käsiajolla sen toiselle äärirajalle, jossa anturilta luettu arvo määritetään nolla pisteeksi. Alkuperäisessä ohjelmassa ei ole kotiinajotoimintoa. Aikaisemmin jos kääntöpöytä on hävittänyt paikansa, on jouduttu ohjelmaan määrittämään sille uusi nollapiste sekä muuttamaan otto- ja jättöpaikat vastaamaan uutta nollapistettä.

5.4 Ohjelman rakentaminen

Kun laitteisto konfiguraatio on saatu valmiiksi, voidaan aloittaa itse ohjelmointi. Kuten aikaisemmin mainittu alkuperäisessä ohjelmassa kaikki kääntöpöydät ovat keskenään identtisiä. Joten niille on voitu rakentaa yksi yhteinen funktio, jota kutsutaan ohjelman eri kohdissa kunkin kääntöpöydän kohdalla erikseen. Tässä työssä haluttiin rakentaa funktio, joka käsittelee anturilta luettua dataa ennen kuin se syötetään kääntöpöydän omalle funktiolle.

Tia-Portal-ohjelmointiympäristössä on mahdollista käyttää funktioiden rakentamiseen useampaa eri ohjelmointikieltä.

- Ladder Logic
- FBD (Function Block Diagram)
- STL (Statement List)
- S7-Graph
- SCL (Structured Control Language)

Näistä ohjelmointikielistä Ladder Logic, Fbd ja S7-Graph ovat niin sanotusti graafisia ohjelmointikieliä. STL ja SCL ovat tekstipohjaisia. Tässä työssä ohjelmointikieleksi funktion rakentamiseen valittiin SCL. Valinta perustui tarpeeseen käsitellä numeroita ja suorittaa joitakin yksinkertaisia laskutoimituksia. Graafisen kielen käyttäminen olisi tullut työläämmäksi ohjelmoida ja lopputulos olisi ollut sekavampi.

Ensimmäisenä funktiolle annetaan input-tieto, siitä kumpaa anturia halutaan käyttää. Valintabittin ilmaisuun riittää boolean tieto, eli joko tosi tai epätosi. Silloin kun valinta bitti on yhtä kuin epätosi, käytetään alkuperäistä anturia, ja kun taas valintabitti on tosi, käytetään uutta anturia.

Funktioon haluttiin myös rakentaa kotiinajo toiminto, joka mahdollistaa kääntöpöydän nollapaikan uudelleen määrittelyn ilman erillisiä työkaluja. Kotiinajo toiminto rakennettiin siten että kun kääntöpöytä ajetaan käsiajolla miinussuuntaan ja sen saavuttaessa miinus rajan sen hetkinen positio määritetään nollapisteeksi. Molempien antureiden koko mittausalueen suuruus on 1–16777216 askelta. Kun anturia otetaan käyttöön sen, sen hetkinen arvo voi olla mitä vain koko mittausalueelta. Mittausarvoa ei voida suoraan

muuttaa anturille IO-Link protokollaa hyödyntäen vaan arvoa joudutaan käsittelemään ohjelmassa. [18.]

Kotiajotoimintoa rakennettaessa törmättiin ongelmaan alkuperäisen ohjelman kanssa. Alkuperäinen kääntöpöydän funktio oli rakennettu niin että, kun kääntöpöytä on otettu käyttöön, se on ajettu käsin haluttuihin asentoihin ja sille on määritelty näin otto- ja jättöpaikat. Anturin mittaama arvo on ollut silloin jotakin koko mittausalueen väliltä, eikä tätä arvoa ole käsitelty sen jälkeen mitenkään. Tämä tarkoittaa sitä, että yksikään kääntöpöydistä ei ole keskenään identtinen mittausalueeltaan.

Jokaisesta kääntöpöydästä piti siis käydä kirjaamassa sen käyttämän anturin arvot miinus ja plus rajoilla. Näillä tiedoilla pystytään uuden anturin mittausarvo muokkaamaan funktiossa niin, että se vastaa vanhan anturin käytössä olevaa mittausaluetta. Miinus- ja plus-rajojen arvot kirjattiin ohjelmassa globaaliin datablockiin, josta funktiot voivat käydä lukemassa tarvittaessa tarvitsemansa tiedon. Datablockit ovat siemensin ohjelmointi ympäristössä tarkoitettu säilömään ohjelman käyttämää tietoa, kuten muuttujia ja muuta dataa. Globaalit datablockit ovat kaikkien ohjelman funktioiden käytettävissä, mutta instance datablockit ovat vain niille määrätyn funktion tietojen tallentamiseen. Kuvassa 8 näkyy datablock mihin on määritelty eri kääntöpöytien minimi ja maksimi paikka-arvoja. [21.]

Turnconv Actual and homing values						
	Name	Start value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...
21	TurnConv_1640_MinPosition	4906560	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	TurnConv_1660_MinPosition	3898515	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	TurnConv_1700_MinPosition	4412148	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	TurnConv_1720_MinPosition	9812360	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	TurnConv_1740_MinPosition	7797850	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
26	TurnConv_1760_MinPosition	6482670	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
27	TurnConv_1780_MinPosition	10302145	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
28	TurnConv_1800_MinPosition	6900305	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
29	TurnConv_1820_MinPosition	4457905	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
30	TurnConv_2260_MinPosition	6831555	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31	TurnConv_2280_MinPosition	8793885	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
32	TurnConv_2300_MinPosition	16771335	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
33	TurnConv_2320_MinPosition	1203217	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
34	TurnConv_1640_MaxPosition	4973865	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
35	TurnConv_1660_MaxPosition	3965660	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
36	TurnConv_1700_MaxPosition	4479625	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
37	TurnConv_1720_MaxPosition	9879690	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Kuva 8. Kuvakaappaus globaalista datablockista, jota käytetään ohjelmassa kääntöpöytien minimi ja maksimi paikkojen tallentamiseen. [21.]

Kuten aikaisemmin mainittiin, uutta anturia vaihdettaessa vanhan tilalle sen näyttämä paikka arvo voi olla mitä vain koko mittaus alueelta. Funktioon rakennettiin ominaisuus, joka palauttaa anturilta luetun arvon vanhan anturin käyttämälle arvoalueelle, kun kääntöpöydälle tehdään kotiajo. Funktion rakenteesta saatiin melko yksinkertainen, mutta kaikki halutut toiminnot sisältävä kokonaisuus. Lopuksi lisättiin vielä toiminto missä anturin arvoa voidaan muokata ”offset” arvolla jos kääntöpöydän asentoa tulee tarve hieno säätää. Koodissa 1 on esitettyä valmis funktio, jossa on kaikki edellä mainitut toiminnot.

```

REGION ValueRead
  IF #ChooseBit = 1 THEN
    // If choosebit = 1 then 8bit encoder is choosed and only last 4 bytes
    are readed and first 4 are ignored.
    #Value1 := (#EncoderLast4bits)*4;
  ELSE
    // If choosebit = 0 then 4bit encoder is choosed and only first 4
    bytes are readed and last 4 are ignored.
    #Value1 := #EncoderFirst4bits;
  END_IF;
END_REGION

REGION Homing
  // TurnConv homing position is set by driving convoyer in manual mode to
  limitswitch B41.
  IF
    #iManTurn.Minus = TRUE AND #PositionLsMin = TRUE AND #Value1 < #"Turn-
    ingPosition Min" THEN
    #Home := #Value1;
    #Value2 := #"TurningPosition Min" - #Home;
  END_IF;
  IF
    #iManTurn.Minus = TRUE AND #PositionLsMin = TRUE AND #Value1 > #"Turn-
    ingPosition Max" THEN
    #Home := #Value1;
    #Value2 := #Home - #"TurningPosition Min";

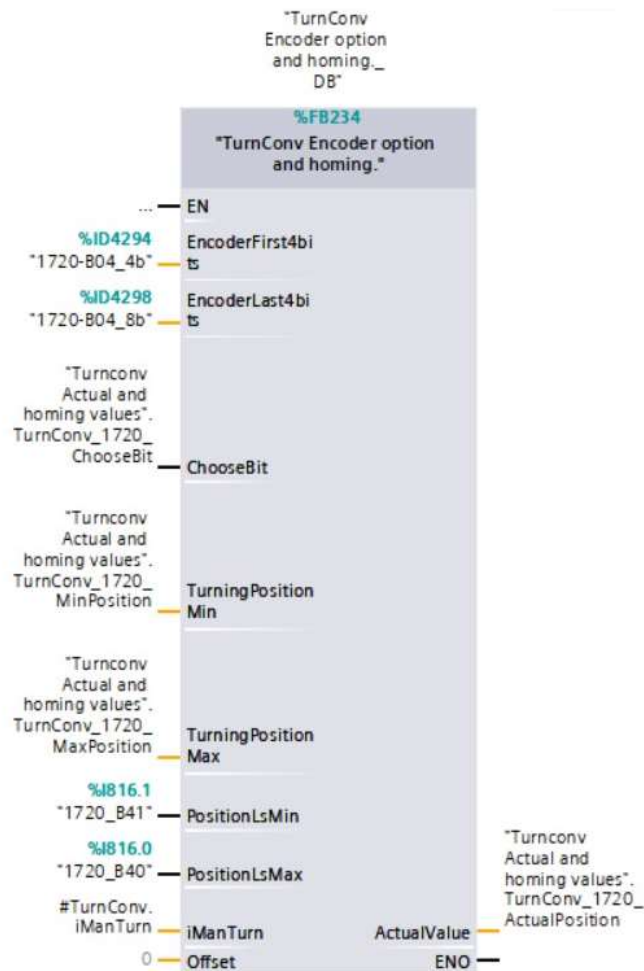
  END_IF;
END_REGION

REGION Output
  // Actual output value.
  IF
    #Home < #"TurningPosition Min" THEN
    #ActualValue := #Value1 + #Value2 + #Offset;
  ELSIF
    #Home > #"TurningPosition Max" THEN
    #ActualValue := #Value1 - #Value2 + #Offset;
  END_IF;
END_REGION

```

Koodi 1. Anturin prosessidataa käsittelevä funktio.

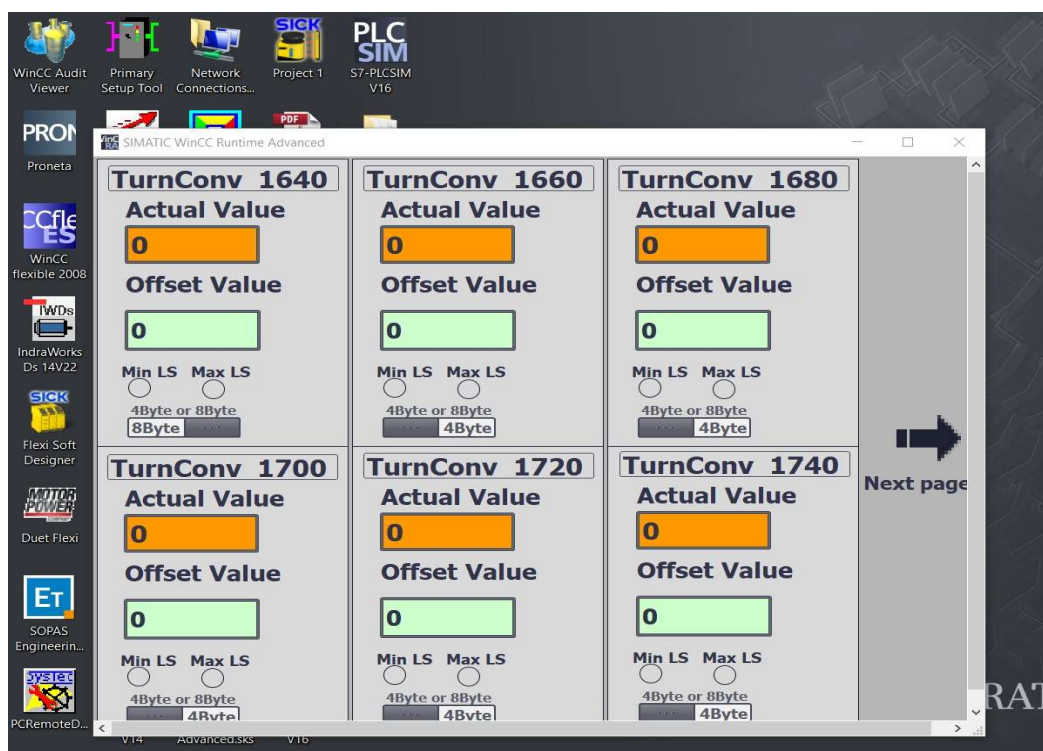
Lopullinen versio funktiosta, johon on rakennettu kaikki halutut toiminnot. kuvassa 9 funktio esitetään FBD muodossa. Functionblockin vasemmalla puolelle tulevat kaikki inputtiedot ja oikealta puolelta lähtevät outputit. Funktioon syötetään sen tarvitsemat tiedot, jotka se käsittelee sille ohjelmoidulla tavalla ja tiedot käsiteltyään se tallentaa outputin arvon globaaliin datablockiin, mistä kääntöpöydän alkuperäinen funktio käyttää sen.



Kuva 9. Kuva funktiosta FBD-muodossa.

5.5 Grafiikka

Ohjelma anturin vaihtotyöhön tehtiin Tia-Portal-ympäristössä Wincc-työkalulla. Grafiikasta haluttiin selkeä ja yksinkertainen sellainen, että se pystytään käynnistämään kannettavan tietokoneen työpöydältä kuten mikä tahansa tavallinen ohjelma. Ohjelmassa voidaan seurata funktion käsittelemää arvoa anturille sekä muokata sitä antamalla offsetille jokin arvo. Grafiikalta pystytään myös näkemään, onko kääntöpöytä jommalla-kummalla äärirajallaan.



Kuva 10. Kuva työpöydältä käynnistettävästä Wincc-anturin vaihto-ohjelmasta.

Vaihto työn kannalta tärkein ominaisuus on pystyä tekemään valinta, kuvasta 10. näkyvästä liukukytimestä kumpaa anturia käytetään. Kun grafiikalta valitaan, neljä tavuinen anturi on silloin valintabitti on yhtä kuin epätosi ja tämä tarkoittaa sitä, että käytössä on alkuperäinen anturi. Jos taas grafiikalla on valittuna kahdeksan tavuinen anturi, on valinta bitti yhtä kuin tosi ja käytössä on uuden tyyppinen anturi.

5.6 Anturin vaihto testaus ympäristössä

Kun kaikki anturin vaihtoa edellyttämät muutokset oli tehty laitteistokonfigurointiin sekä ohjelmaan oli aika testata anturin vaihtoa testausympäristössä. Murr Cube67+ extension moduulin IO-Link portille numero kaksi oli tehty kuvan 7 s.14 mukaiset määrittelyt ja siihen oli testauksen alussa kytkettynä alkuperäinen Ahm36B-BDQC000S01 Prototype-anturi. Alkuperäinen anturi irrotettiin ja sen tilalle asennettiin Sick AHM36B-BDQC012x12-anturi. Tämän jälkeen koeympäristössä simuloitiin valinta bitin muutos 8 tavuiseen anturiin ja tehtiin kotiin ajo toiminto. Anturin arvo siirtyi halutulle alueelle ja se toimi oletetulla tavalla eikä odottamattomia ongelmia esiintynyt. Joten päädyttiin siirtymään varsinaiseen ohjelmointityöhön ja käytännön testauksiin.

6 Varsinainen ohjelmointi ja käytännön testaus

6.1 Laitteisto

Nyt kun tiedettiin että laitteistonkonfigurointiin on mahdollista tehdä työn edellyttämät muutokset, joita testattiin edellisessä kappaleessa, voitiin aloittaa muokkaamaan varsinaista ohjelmaa. Ensimmäisenä aloitettiin tekemällä testausympäristössä toimivaksi todetut muutokset varsinaisen ohjelman laitteistokonfigurointiin. Jokaisen absoluuttianturin portille varattiin kahdeksan tavua muistia prosessidatalle. Kuten kuvassa 7 IO-Link portille 2. Muutos jouduttiin tekemään kaikkiin eri Murr cube67+ extension-moduuleihin, joihin oli liitettyä kääntöpöytien absoluuttiantureita. Samalla kaikille antureille varattu muistialue jouduttiin sen kasvattamisen myötä siirtämään kokonaan uudelle muistialueelle.

6.2 Ohjelmointi

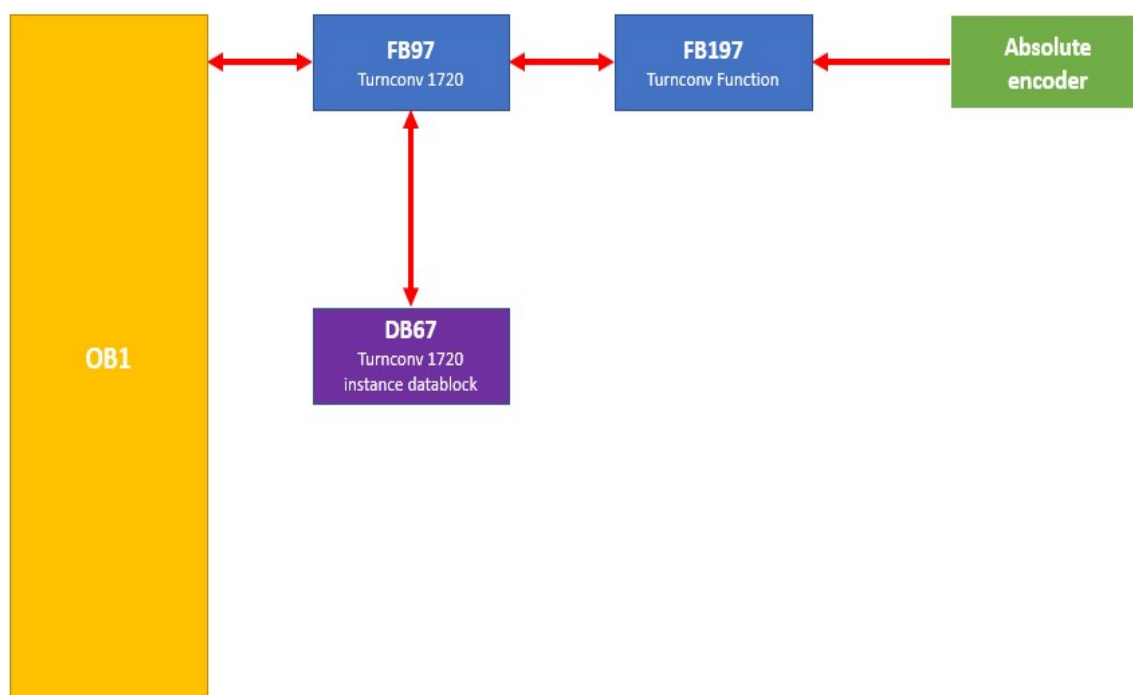
OB1 tarkoittaa ”organization block 1”. Siemens Step7-ohjelmoinnissa sen tehtävä on toimia käyttäjärjestelmän ja ohjelman välisenä pisteenä. OB1 siis kutsuu syklisesti kaikkia siihen liitettyjä ohjelmia. [26.]

FB tulee sanoista "Function block". Function blockit ovat käyttäjän itse ohjelmoituja ohjelmalohkoja. Function blokeilla on määriteltynä muistialue, jota kutsutaan nimellä "instance data block". Instance data blokit ovat function block kohtaisia ja niissä säilötään vain function blokin omia parametreja ja staattisia muuttuja. [26.]

FC tarkoittaa funktiota, jolla ei ole muistia. Tämä tarkoittaa sitä, että sen käyttämä väliaikainen muisti kirjoitetaan paikalliseen data pinoon "local data stack". Kun funktio on suoritettu loppuun, datapinoon tallennetut muuttujat ja niiden arvot häviävät. [26.]

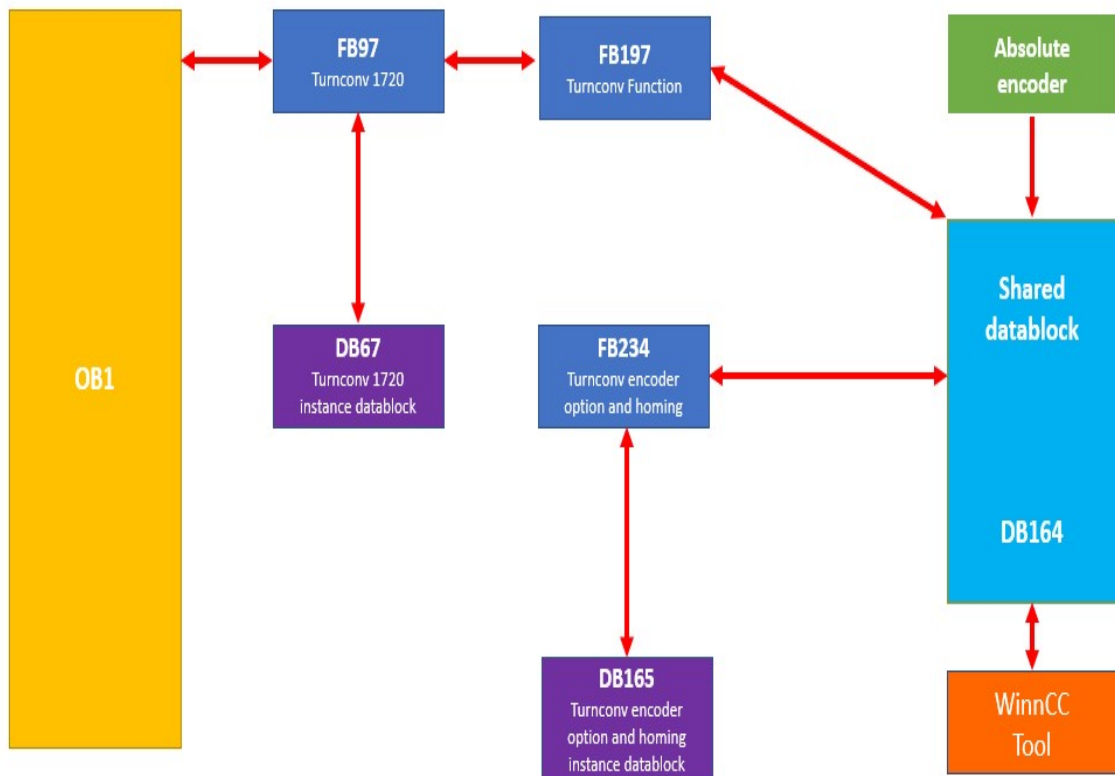
DB tulee sanoista "Data Block". toisin sanoen "shared data block". Datablockin tarkoitus on säilöä käyttäjän määrittelemää tietoa ja muuttuja, joita kaikki ohjelma lohkot pääsevät lukemaan tai muokkaamaan. [26.]

Aikaisemmin anturin tuottamaa kulmatietoa on luettu suoraan inputtietona kääntöpöydän omalla funktiolla. Kuvassa 11. havainnollistetaan alkuperäisen ohjelman rakennetta yksittäisen kääntöpöydän osalta.



Kuva 11. Alkuperäisen ohjelman havainnollistaminen graafisesti.

Uudessa ohjelmassa absoluutti anturin tuottamaa kulmatietoa kirjoitetaan globaaliin jaettuun datablockiin, josta sen käy kunkin kääntöpöydän funktio lukemassa ja käsittelee tiedon ja lähettää takaisin datablockille. Kääntöpöydän oma funktio taas käy lukemassa datablockista käsitellyn tiedon ja toimii taas sen mukaisesti.



Kuva 12. Uuden ohjelman havainnollistaminen graafisesti yksittäisen kääntöpöydän osalta.

Jaetussa datablokissa säilötään kääntöpöytien minimi- ja maksimipaikkojen arvoja kuten kuvassa 8 sekä booleantietoa jokaisesta kääntöpöydästä kumpaa anturia halutaan käyttää. Ja myös "offset"-arvot kirjoitetaan suoraan jaettuun datablockiin, mistä ne luetaan ohjelmassa kääntöpöytä kohtaisesti.

Wincc-työkalulla pystytään lukemaan datablokista käsiteltyä anturin kulmatietoa sekä, muuttamaan offset arvoa ja määrittelemään kumman tyypistä anturia käytetään.

Kuvan 12. mukaiset muutokset tehtiin kaikkiin kääntöpöydän ohjelmiin, joita oli yhteensä noin 20 kappaletta. Muutokset olivat suoraviivaisia ja yhden mukaisia, joten niiden tekemiseen ei mennyt paljoa aikaa, kun tässä työssä tehty funktio oli valmis.

6.3 Testaus käytännössä

Kun laitteistokonfiguraatioon ja ohjelmaan oli tehty tarvittavat muutokset, pystyttiin niitä testaamaan käytännössä kentällä. Ensimmäisenä kentälle ladattiin uusi ohjelmistokonfiguraatio. Tämä edellytti plc:n asettamista stop-tilaan. Kun uusi ohjelmistokonfiguraatio oli ladattu, voitiin seuraavaksi ladata kaikki ohjelmamuutokset ja asettaa plc taas runtilaan. Kun ohjelma muutokset ja hardware oli ladattu, valikoitiin helpoiten luokse päästävää kääntöpöytä, josta purettiin vanhan tyyppinen anturi ja asennettiin sen tilalle uusi. Sille valittiin käytettäväksi wincc-työkalusta uudentyyppisen anturi. Samassa yhteydessä huomattiin, että yhdeltäkään anturilta ei ole luettavissa kulmatietoa. Tähän ongelmaan ei löytynyt muuta ratkaisua kuin sammuttaa kaikki Murr Cube67+laitteet, joihin oli tehty muutoksia konfiguroinnin osalta. Uudelleen käynnistyksen jälkeen antureilta saatiin taas luettua asentokulma tietoa.

Kääntöpöytä, johon uusi anturi vaihdettiin, testattiin siinä ensimmäisenä kotiinajo toimintoa. Kotiinajo toiminto toimi halutulla tavalla ja kääntöpöytä pystyi sen jälkeen taas opeoimaan normaalisti. Kun oli todettu, että kääntöpöytä toimii uuden anturin kanssa, voitiin vanha anturi asentaa takaisin paikalleen ja muuttaa wincc-työkalulla kääntöpöydän asetukset niin, että se käyttää vanhan tyyppistä anturia.

7 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli mahdollistaa tilaaja yrityksen kunnossapidolle dollykeruukoneen dolly-rullakko kääntöpöytien alkuperäisen absoluuttikulma-anturin nopea vaihto uudentyyppiseen anturiin, joka eroaa vanhan tyyppisestä anturista tuottamallaan prosessidatalla.

Anturin vaihdosta pyrittiin tekemään mahdollisimman yksinkertainen työ huoltohenkilökunnalle. Alkuperäisen anturin mahdollisissa hajoamistilanteissa se pitää kyetä

vaihtamaan mahdollisimman nopeasti tuotanto viivästysten minimoimiseksi. Toisena ominaisuutena haluttiin lisätä kääntöpöytiin niistä puuttunut kotiin ajo toiminto, joka mahdollistaa kääntöpöydälle uuden nollapisteen asettamisen ilman erillisiä työkaluja.

Opinnäytetyössä käsitellään ja tutkitaan IO-Link antureita ja niiden hyötyjä sekä ominaisuuksia, joita IO-Link protokolla mahdollistaa. Myös eri tyyppisten kulma-antureiden toiminta periaatteita ja rakennetta käydään läpi.

Työssä käytetty Murr Cube67+ kenttäväylä kuuluu myös IO-Link-protokollaa tukeviin väyläratkaisuihin. Työssä esiteltiin myös Murr Cube67+kenttäväyläjärjestelmän rakennetta ja ominaisuuksia.

Työn tavoitteeseen kuului luoda huollolle mahdollisuus vaihtaa alkuperäinen anturi nopealla aikataululla uudentyyppiseen anturiin. Tähän tavoitteeseen päästiin. Tästä työstä jäi tilaajayrityksen käyttöön toimiva ohjelmakokonaisuus sekä, wincc-työkalu, jolla pystytään monitoroimaan kääntöpöytien absoluuttikulma-antureiden asentoa sekä vaihtamaan anturityyppejä.

Lähteet

- 1 Eisenmann. Verkkoaineisto <https://www.eisenmann.com/de/ueber-uns/meilensteine-und-geschichte-neu.html> Luettu 11.4.2020
- 2 IO-Link suunnittelu ohjeet. Verkkoaineisto. https://io-link.com/share/Downloads/Planung/IO-Link_Design_Guideline_eng_2018.pdf Luettu 11.4.2020.
- 3 IO-Link standardointi. Verkkoaineisto <https://www.io-link.com/en/Technology/standardization.php?thisID=74> Luettu 11.4.2020.
- 4 Verkkoaineisto. <https://profinews.com/2017/02/io-link-did-you-know-18/>
- 5 Verkkoaineisto <https://automation-insights.blog/2017/11/01/demystifying-class-a-and-class-b-type-io-link-ports/>
- 6 IO-Link system description. Verkkoaineisto. [https://www.ifm.com/download/files/IO-Link%20Handout_en%20V1/\\$file/IO-Link%20Handout_en%20V1.7.pdf](https://www.ifm.com/download/files/IO-Link%20Handout_en%20V1/$file/IO-Link%20Handout_en%20V1.7.pdf)
- 7 IO-Link benefits Banner Engineer. Verkkoaineisto. <https://www.bannerengineering.com/us/en/company/expert-insights/io-link.html#> Luettu 12.4.2020
- 8 Sickin IO-Linkkiin liittyviin yleisiin kysymyksiin. Verkkoaineisto <https://sickusablog.com/io-link-101-faq/> Luettu 12.4.2020
- 9 Rantanen, Joonas. 2017 - Inkrementaalipulssianturin käyttö nopeasti pyörivässä oikosulkumootorissa. Diplomityö. Tampereen yliopisto, Trepo tietokanta.
- 10 Verkkoaineisto. <https://www.applied-motion.com/news/2017/11/whats-difference-between-optical-and-capacitive-encoders>
- 11 Verkkoaineisto https://www.researchgate.net/figure/Incremental-encoder-principle-25_fig19_309674149
- 12 OEM pulssianturi teoriaa. Verkkoaineisto https://www.oem.fi/tuotteet/anturi/pulssianturit/yleist%C3%A4-pulssiantureista-_450649/pulssianturien-teoriaa-_164972 Luettu 23.4.2020
- 13 Verkkoaineisto <https://www.motioncontroltips.com/faq-what-is-the-difference-between-absolute-and-incremental-encoders/>

- 14 Verkkoinfo https://www.kmecs.com/technical_info/download.php?id=375 Luettu 23.4.2020
- 15 Taulukko 1. Sick Ahm36B-BDQC000S01 Prototype ja Sick AHM36B-BDQC012x12 antureiden tuottamasta prosessidatasta.
- 16 Cube67+ manual. Verkkoinfo. https://www.comoso.com/uploads/products/downloads/Murr_Comoso_Cube67.pdf Luettu 23.4.2020
- 17 Cube67+ datasheet. Verkkoinfo https://www.kmecs.com/technical_info/download.php?id=375 Luettu 23.4.2020
- 18 Siemens IO-Link System. Verkkoinfo https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Dhn9OmdNNXQJ:https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/65949252/io_link_system_function_manual_en-US_en-US.pdf%3Fdownload%3Dtrue+%&cd=11&hl=fi&ct=clnk&gl=fi Luettu 23.4.2020
- 19 Sick Absolute encoder Ahm36 Datasheet. Verkkoinfo https://cdn.sick.com/media/docs/2/92/092/Operating_instructions_AHS_AHM36_IO_Link_Inox_Absolute_encoder_de_en_IM0078092.PDF Luettu 23.4.2020
- 20 Siemens. Verkkoinfo [https://support.industry.siemens.com/cs/document/109738401/how-do-you-install-a-gsd-file-and-which-gsd-file-version-is-released-for-which-version-of-step-7-\(tia-portal\)-?dti=0&lc=en-CY](https://support.industry.siemens.com/cs/document/109738401/how-do-you-install-a-gsd-file-and-which-gsd-file-version-is-released-for-which-version-of-step-7-(tia-portal)-?dti=0&lc=en-CY) Luettu 28.4.2020
- 21 Kuva 7. Verkkoinfo Kuvakaappaus Cube67 extension moduulin konfiguroinnista Tia-Portal ohjelmointi ympäristössä.
- 22 Siemens manuaali datablockien käytöstä. Verkkoinfo <https://www.automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/classic/advanced-programming/b04-data-blocks-en.pdf> Luettu 1.5.2020
- 23 kuvakaappaus globaalista datablockit, jota käytetään ohjelmassa kääntöpöytien mini- ja maksimi arvojen tallentamiseen.
- 24 Kuva rakennetusta funktiosta FBD muodossa.
- 25 Kuva Winncc:llä tehdystä grafiikasta.
- 26 Alkuperäisen ohjelman havainnollistaminen graafisesti.

- 27 Uuden ohjelman havainnollistaminen graafisesti
- 28 Siemens Step7 ohjelmointi manuaali https://cache.industry.siemens.com/dl/files/056/18652056/att_70829/v1/S7prv54_e.pdf Luettu 3.5.2020
- 29 Nieminen, Ismo. 2019 - PROFINET prosessiteollisuuden automaatio suunnittelussa. Opinnäytetyö. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Theseus tietokanta.