

Valssausemulsion öljypitoisuuden mittaus



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka, insinööri (AMK)

Syksy 2021

Mika Erkkilä

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus

Tekijä Mika Erkkilä

Työn nimi Valssausemulsion öljypitoisuuden mitta

Ohjaaja Mika Oinonen, Jari Puurtinen

Tiivistelmä

Vuosi 2021

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Hämeenlinnan SSAB:n tandem kylmävalssaimen emulsion öljyprosentinmittausta. Emulsiolla on tärkeä rooli kylmävalssausprosessin onnistumiseksi. Se jäähdyyttää ja voitelee valssaimessa olevia työ- ja tukivalssseja. Voitelua varten öljyprosentin pitää olla tietyn arvon sisällä, jotta kitka valssin ja nauhan välillä pysyy vakiona.

Emulsiojärjestelmiin asennettiin Sensotech Liquisonic keskusyksikkö, johon liitettiin kaksi anturia. Anturit sijoitettiin molempiin emulsiojärjestelmiin, koska niiden öljyprosentit eroavat toisistaan. Keskusyksikkö liitettiin linjan automaatiojärjestelmään ja mittaukset lisättiin valvomojärjestelmään.

Öljyprosenttia on haastava mitata mittausteknisesti emulsiosta, koska siihen sekoittuu nauhan pinnalta epäpuhtauksia, jotka sotkevat mittausta. Projektin myötä saatiin mittaukset toimimaan luotettavasti ja keskusyksikkö integroitua automaatioon. Mittausero laboratoriomittauksiin oli +/- 0.1%.

Avainsanat Automaatio, emulsio, ohjelmointi, kalibrointi

Sivut 26 sivua ja liitteitä 0 sivua

The purpose of this project was to develop concentration measuring of rolling emulsion for the Hämeenlinna tandem cold rolling mill. Emulsion plays an important role in the success of the cold rolling process. It cools and lubricates work rolls and backup rolls. From a lubrication point of view the oil percentage has to be within a set target so that friction between the work roll and the strip remain stable.

The central unit of Sensotech Liquisonic and two sensors were installed in this project. The sensors were placed into both emulsion systems because their oil percentages differed. The central unit was integrated to the automation system and the measurements to the HMI system.

The work manifested how difficult it is to technically measure the percentage of oil in an emulsion because there are impurities on the surface of the strip and they get mixed with the emulsion and confuse the measurement. But overall the project was a success and we managed to make measurements look reliable. The measurement difference compared to laboratory measurements was +/- 0.1%.

Keywords Automation, emulsion, programming, calibration

Pages 26 pages and appendices 0 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Teräsnauhan valmistus	1
2.1	Teräksen kuumavalssaus	2
2.2	Teräksen kylmävalssaus	3
2.3	Emulsion vaikutus teräksen kylmävalssaukseen	4
3	Automaatiojärjestelmä	5
3.1	PLC	6
3.2	HMI	7
3.3	Siemens Simatic TDC	8
3.4	Iba tiedonkeräysjärjestelmä	9
4	Kenttälaitteet ja väylät	10
4.1	Sensotech Liquisonic keskusyksikkö	11
4.2	Anturit	11
4.3	Kenttäväylät	14
5	Sensotech asennus ja käyttöönotto	17
5.1	Suunnittelu ja asennus	17
5.2	PLC-ohjelmointi	19
5.3	HMI-ohjelmointi	23
5.4	Käyttöönotto	25
6	Yhteenveto	26
	Lähteet	27

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena oli parantaa Hämeenlinnan SSAB:n tehtaan tandem kylmävalssaimesa käytettävän emulsion öljyprosentinmittausta ja sitä kautta saada kylmävalssausprosessista vakaampi. Emulsiolla on valssausprosessissa tärkeä rooli. Emulsio on karkeasti määriteltynä veden ja öljyn sekoite ja sitä ruiskutetaan noin 3000 litran minuutti vauhdilla työvalssin, tukivalssin ja nauhan pintaan. Sen tehtävänä on jäähdyttää ja voidella valsseja, jotta valssien ja nauhan välinen kitka pysyy vakiona.

SSAB valmistaa terästuotteita. Se on erikoistunut erikoisteräksiin, joita yhtiö toimittaa maailmanlaajuisesti. SSAB on maailmanmarkkinoiden johtava tuottaja erikoislujissa ja karkaistuissa teräksissä. SSAB:n liiketoimintamalli perustuu läheisiin ja pitkäkestoisiin asiakassuhteisiin. Se kehittää uusia tuotteita, sovelluksia ja palveluita yhdessä asiakkaiden kanssa, jotta se pystyy parantamaan tuotetarjontaa ja jotta asiakas saa parhaimman mahdollisen tuotteen omaan tarpeeseensa. (SSAB, 2021.)

Työn tilaajana toimi SSAB:n tuotanto-osaston kehitysteknikko. Tehtävänä oli hankitun jatkuvatoimisen öljyprosentinmittauslaitteen sähkö- ja automaatioasennukset, suunnittelu, käyttöönotto ja dokumentointi.

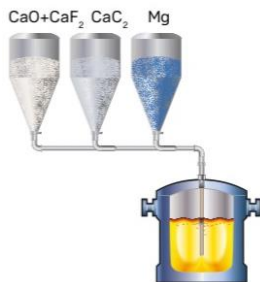
Projektin alussa öljyprosenttia mitattiin kolme kertaa päivässä viemällä emulsiosta näyte tehtaalla sijaitsevaan laboratorioon. Mittaustuloksen välillä oli jopa 8 tunnin viive. Tämän projektin ansiosta saatiin reaaliaikaista mittaustulosta, ja on mahdollisuus reagoida heti, jos mittaustulos poikkeaa halutusta. Lisähyötynä oli saada työntekijöiden resurssit muihin tehtäviin.

2 Teräsnauhan valmistus

Hiiliteräksen valmistaminen on monimuotoinen prosessi. Se voidaan tehdä rautamalmista, hiilestä ja koksista masuunissa ja konvertterissa sulattamalla tai kierrätysteräksestä

valokaariuunissa sulattamalla. Tämän jälkeen sulateräs käsitellään eri vaihtoehtoilla riippuen halutusta teräksen ominaisuudesta. Tavallisin käsittelymuoto on rikinpoisto. Tyypillisin rikinpoistomenetelmä näkyy kuvassa 1. Siinä rautaan injektoidaan jauheita ja niiden seoksia. Näitä ovat esimerkiksi kalkin ja fluspaatin seos. (Metallinjalostajat ry, 2014, s.28.) Kun teräs on käsitelty se valetaan jatkuvavalukoneella teräsaihioksi, jotka sitten kuumavalssataan esimerkiksi levyiksi tai nauhoiksi. (Metallinjalostajat ry, 2014, s.50.)

Kuva 1 Rikinpoisto injektioimalla rautasenkasta. (Teknologiateollisuus, 2021a.)

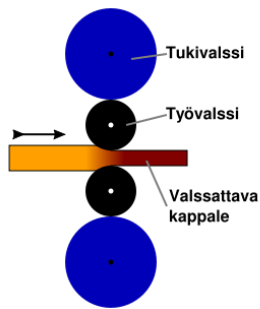


2.1 Teräksen kuumavalssaus

Kuumavalssauksessa yli 1000 asteinen teräsaihi esivalssataan kuvassa 2 näkyvällä nelivalssaimella. Nelivalssaimessa on kaksi tukivalssia, joiden välissä on kaksi työvalssia. Teräsaihi kulkee työvalssien välissä saaden muotonsa. Tukivalssi ottaa valssausvoiman vastaan ja jakaa sen tasaisesti työvalssiin pituussuuntaisesti. Valssausvoima tehdään joko ruuvilla tai hydraulisylinterillä. (Teknologiateollisuus, 2021b.)

Ennen valssausta aihiot kuumennetaan askelpalkkiuuneissa. Uunin jälkeen kuumennuksessa syntyvä hilse poistetaan hilsepesureilla, jonka jälkeen levy siirtyy kuumavalssaimen. Kuumavalssauksessa nauha muokataan haluttuun mittaan ja paksuuteen mikä riippuu tuotteen jatkokäsittelystä. Kuumavalssauksen aikana myös teräksen halutut ominaisuudet saadaan aikaiseksi. (Metallinjalostajat ry, 2014, s. 56.)

Kuva 2 Nelivalssain. (Teknologiateollisuus, 2021b.)



2.2 Teräksen kylmävalssaus

Teräsnauhan kylmävalssauksessa nauha saa lopullisen paksuuden, pituuden, tasomaisuuden ja lujuuden. Siinä teräsnauhaa ei enään lämmitetä, kuten kuumavalssauksessa.

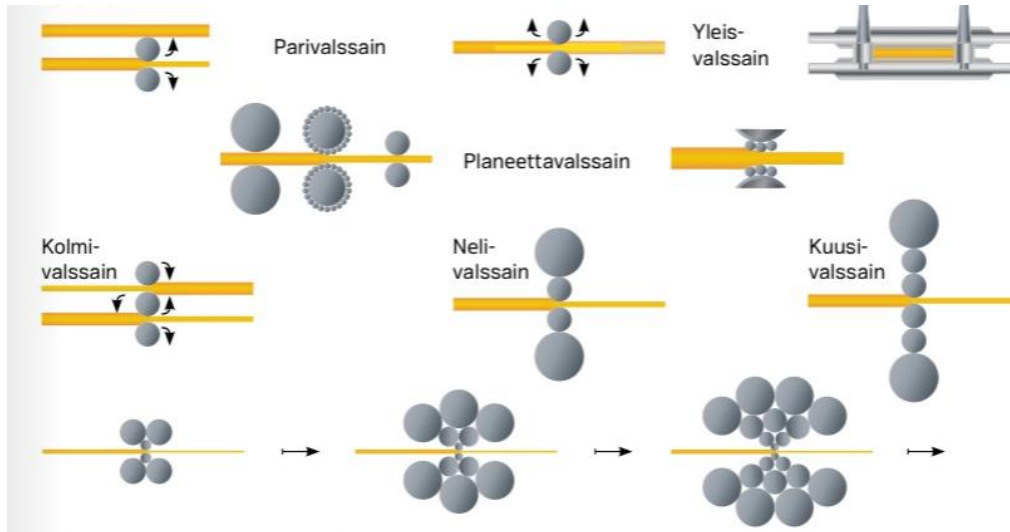
Kylmävalssaimessa on yleensä 3-6 perättäistä valssainta, joiden läpi teräsnauha kulkee.

Teräsnauha voi ohentua jopa 90 % valssauksen aikana leveyden pysyessä kuitenkin samana.

(Metallinjalostajat ry, 2014, s. 69.)

Hämeenlinnan tehtaalla kylmävalssaimessa on 4 perättäistä valssainta. Valssaimet ovat kuvassa 3 näkyviä nelivalssaimia. Ne ovat sarjassa toisiinsa, joten sitä kutsutaan tandemvalssaimeksi. (Metallinjalostajat ry, 2014, s. 56.)

Kuva 3 Valssaimet. (Teknologiateollisuus, 2021c.)



2.3 Emulsion vaikutus teräksen kylmävalssaukseen

Valssausöljyemulsioita käytetään kylmävalssausprosessissa jäähdyttämään työ- ja tukivalssseja ja voitelemaan teräsnauhaa. Valssaus on muovausprosessi, jossa valssattu kappale muuttaa muotoaan kahden valssin välissä. Valssaus prosessissa nauhaa yleensä vain ohennetaan leveyden pysyessä samana. Valssitelojen ja teräsnauhan välinen kitka on erittäin tärkeä tekijä valssausprosessin onnistumiselle. Kitkan aiheuttama lämpö on siirrettävä pois valssausöljyemulsion avulla. (Anton-paar, 2021.)

Jäähdytyksellä on muutama eri tarkoitus. Tärkein tehtävä sillä on pitää valssien lämpötila käyttölämpötila-alueella ylikuumenemisen välttämiseksi. Jos telat ylikuumenevat, niin on riski, että telan pintaan tulee jälkiä ja jäljet merkaavat teräsnauhan pinta. Toimiva jäähdytys takaa telojen pidemmän käyttöiän ja maksimoi omalta osaltaan valssaimen käyttökapasiteetin. Toinen tarkoitus jäähdytyksellä on pestä nauhan pinnasta epäpuhtaudet pois ennen kuin nauha koskettaa valssseja. (Lechler, 2021.)

Valssausöljyemulsion öljypitoisuus on tärkeä parametri valssauksen kannalta. Optimaalinen öljypitoisuus on 1-8 %. Öljypitoisuuden noustessa on vaarana kitkan pieneminen ja sen seurauksena valssien luistaminen nauhan päällä. Se tarkoittaa sitä, että nauhan pintaan

tulee luistamisen jälkiä ja mahdollisesti nauha joudutaan romuttamaan. Myös työvalssit on vaihdettava luiston jälkeen. (Anton-paar, 2021.)

Kun emulsiota ruiskutetaan valssiin, niin öljy erottuu vedestä muodostaen ohuen öljykerroksen valssinpintaan. Tämän öljykalvon tehtävä on pitää valssien ja nauhan välinen kitka oikeana. (Lechler, 2021.)

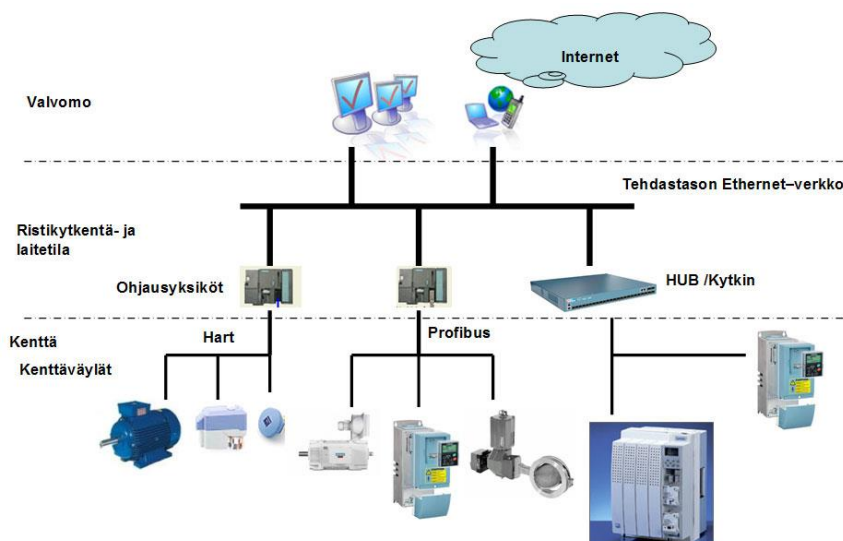
3 Automaatiojärjestelmä

Automaatiojärjestelmällä voidaan tarkoittaa yksinkertaisimmillaan yksittäistä ohjelmoitavaa logiikkaa tai vaikka koko tehtaan toimintaa ohjaavaa järjestelmää. Isoimmissa automaatiojärjestelmissä hierarkia voi olla esimerkiksi kuvan 4 mukainen, jossa kenttälaitteet ja kenttäväylät muodostavat alimman portaan.

Kenttäväylät ovat kytkettyinä automaatiojärjestelmien hajautettuihin I/O asemien ja PLC:n välillä. Niissä käytettävät kaapelit ovat rakenteeltaan kupari- tai valokuitukaapelia.

Seuraavalla portaalla ovat ohjaus- ja logiikkayksiköt, jotka ohjaavat prosessia kenttälaitteilta saadun tiedon perusteella. Ylimmällä tasolla on valvomonäytöt ja mahdolliset liitännät muihin järjestelmiin, kuten tiedonkeräysjärjestelmään. (Edu, 2021a)

Kuva 4 Automaatiojärjestelmä. (Edu, 2021b.)



Kuva 1. Esimerkkikuva tyypillisestä tehdaskohtaisesta automaatiojärjestelmästä

3.1 PLC

Ohjelmoitava logiikka eli PLC (Programmable Logic Controller) on pieni mikroprosessori, joka suorittaa sen muistilla olevaa ohjelmaa. PLC käyttää kenttälaitteilta saamaa tietoa hyväkseen suorittaakseen ohjelmaa halutusti. PLC lukee tietoja (input) ja lähettää tietoja (output). (PJC, 2021.)

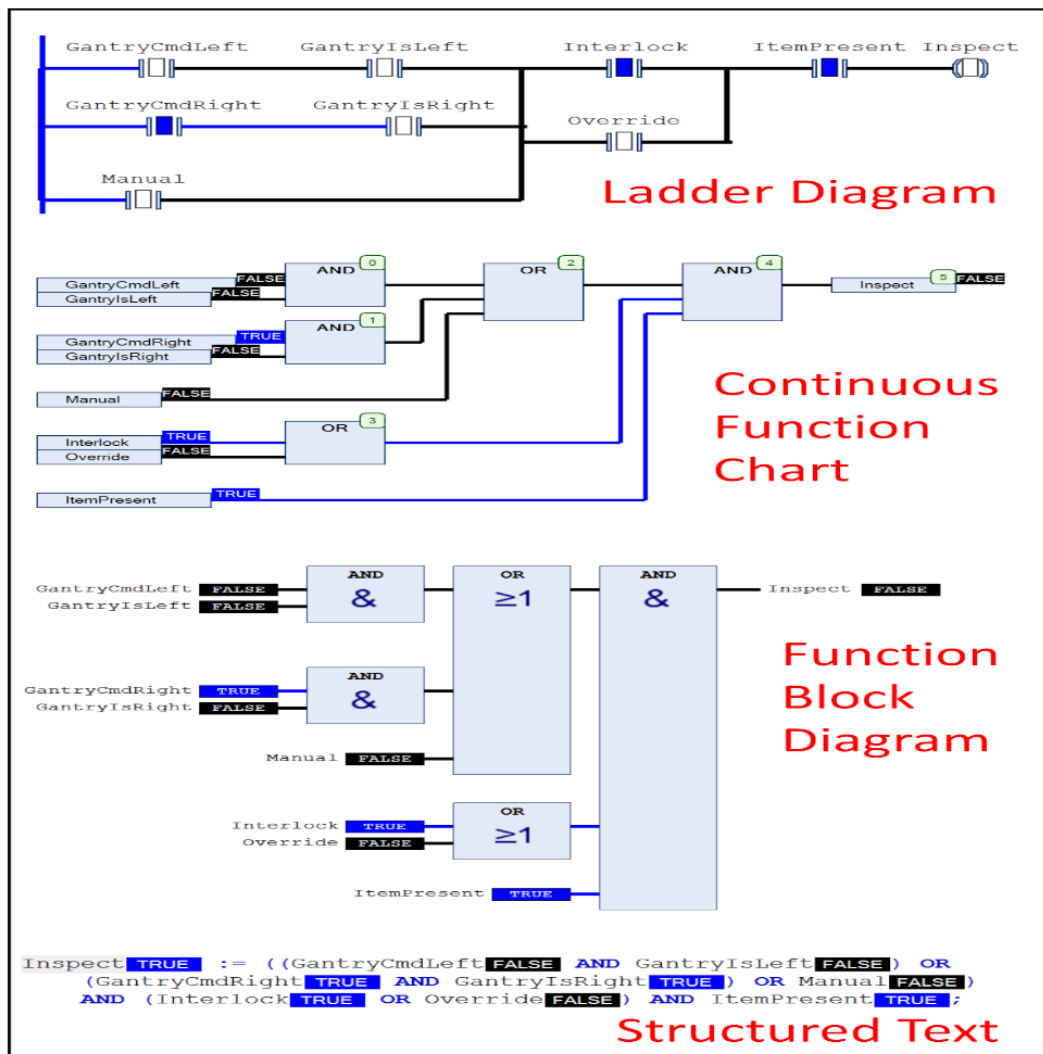
Jotta PLC voi suorittaa I/O-tietoja (input ja output), niin se tarvitsee siihen tarkoitukseen erilliset tulo- ja lähtökortit. Nämä kortit voivat sijaita samassa rivissä prosessorin kanssa, jos automaatiojärjestelmä on pieni, mutta yleensä nämä kortit sijaitsevat lähempänä kenttälaitteita ja niitä kutsutaan hajautetuksi I/O-aseiksi. (PJC, 2021.)

Ohjelmoitavien logiikoiden ohjelmointia ohjaa standardi IEC 61131-3. Siinä määritellään ohjelmassa käytettävä syntaksi eli lauseoppi. (SESKO, 2021.) Ohjelmoitavissa logiikoissa käytettävät ohjelmointikielet noudattavat kyseistä standardia ja siitä syystä ohjelmointi on samanlaista riippumatta käytettävästä logiikanvalmistajasta. Yleisimmät ohjelmointikielet ovat (Displab, 2021):

- LD (Ladder Diagram)
- FBD (Function Block Diagram)
- ST (Structured Text)
- CFC (Continuous Function Chart)
- IL (Instruction list)

Kuvassa 5 näkyy ylempänä esiteltyt ohjelmointikielet ja niiden erot.

Kuva 5 Ohjelmointikielet (Codesys, 2021).



3.2 HMI

HMI (Human machine interface) on käyttöliittymä, joka yhdistää käyttäjän järjestelmään. Sitä käytetään prosessin tarkasteluun ja valvontaan, ongelmien diagnosointiin ja tietojen visualisointiin. (Inductive automation, 2021.)

Se keskustelee ohjelmoitavien logiikkaohjaimien kanssa ja näyttää visuaalisesti käyttäjälle prosessin tapahtumia. Sitä voidaan käyttää yksittäisiin toimintoihin, kuten valvontaan ja seurantaan tai sillä voidaan suorittaa vaativimpia toimintoja. Vaativimpia toimintoja ovat esimerkiksi koneiden ohjaukset ja parametointi. (Inductive automation, 2021.)

Kosketusnäytöt ja mobiili HMI ovat yleistyneet tavallisten HMI-näyttöjen rinnalla. Ne antavat vapauden ohjata prosessia näyttöjen avulla ilman, että käyttäjän pitäisi olla kytkimien ja painikkeiden vieressä. HMI-näyttöjen etäkäyttö mobiilisesti mahdollistaa käyttäjille suuremman joustavuuden ja saavutettavuuden. Tämän ominaisuuden myötä ulkopuolinen henkilö voi valvoa järjestelmässä tapahtumia muutoksia olematta paikanpäällä. (Inductive automation, 2021.)

3.3 Siemens Simatic TDC

Simatic TDC on digitaalinen automaatiojärjestelmä, jolla on erittäin suuri laskentateho ja kyky käsitellä erittäin suuria ohjelmia. Se sisältää yli 300 valmista toimintalohkoa nopeata ohjelmointia varten. Sitä käytetään erityisesti prosessilaitoksissa, metallurgia- ja valssaamoteknologiateollisuudessa sekä energianjakelualalla. (Siemens, 2021a.)

Järjestelmä on modulaarinen ja yhteen kehikkoon, joka näkyy kuvassa 6 voidaan lisätä maksimissaan 20 korttia. Kortit yhdistyvät kehikon taustalevyssä kulkevan 64-bittisen väylän kautta ja tämä mahdollistaa kommunikoinnin moduulien välillä lähes prosessorin kello syklin mukaan. Maksimissaan 44 kehikkoa voidaan liittää toisiinsa, joka tarkoittaa, että samassa automaatiojärjestelmässä voidaan käyttää yli 800 prosessoria. Simatic TDC:tä ohjelmoidaan STEP7 ohjelmointityökalulla ja ohjelmointikielenä on mahdollisuus valita CFC tai SFC. Ohjelmointia täydentää lisäksi D7-SYS ohjelmistopaketti, joka täydentää normaalia CFC ohjelmointia tuoden käyttöön TDC:n toimintalohkot. (Siemens, 2021b.)

Kuva 6 Simatic TDC kehikko. (Siemens, 2021a.)



3.4 Iba tiedonkeräysjärjestelmä

Prosessinohjausjärjestelmissä on yleensä integroituna mitattujen arvojen analysointiohjelma (trendi). Näiden trendiohjelmien ongelmana on suhteellisen hidas tiedonkeräys sykli ja tämä aiheuttaa ongelmia, koska osa halutuista tiedoista voi jäädä tallentumatta trendiin. Myös vianhaku ja prosessianalyysien tutkiminen näissä on puutteellista. (Siemens, 2021c.)

IbaPDA (process data acquisition) järjestelmä on PC-pohjainen järjestelmä mitattujen signaalien keräämiseen, tallentamiseen ja analysointiin. Se koostuu fyysisestä laitteistosta ja ohjelmistokomponenteista. Mitatut tiedostot voidaan tallentaa laitteiston omalle kovalevyille tai ne voidaan lisäksi tallentaa esimerkiksi erilliselle verkkoserverille tai muuhun palveluun. Mitattuja signaaleja voidaan tallentaa jatkuvasti tai tallennus voidaan aloittaa jostain ennaltamääritellystä tilanteesta. IbaPDA järjestelmässä mittaustietojen tiedonkeräyssykli voidaan määrittää 1 – 1000 millisekunnin välille. Myös tätä nopeammat keräysajat ovat mahdollisia käytettäessä erikoismoduuleita. (Iba AG, 2019a, s.9.)

Järjestelmän olennainen ominaisuus on sen vahva liitettävyyys automaatiojärjestelmiin ja kenttäväyläteknologiaan. Se voidaan liittää lähes mihin tahansa yleiseen automaatiojärjestelmään käytetyn automaatiojärjestelmän laiteajurin, kenttäväyläliitännän

tai ethernetin kautta. Järjestelmään on myös saatavilla analogia- ja digitaalimuuntimia aikakriittisiin mittauksiin, joilla saadaan maksimissaan 100 kHz:n vastaanottonopeus. Nämä muuntimet kytketään ibaPDA:n tietokoneeseen ibaNet-väyläjärjestelmän kautta. (Iba AG, 2019a, s.9.)

IbaPDA:n ohjelmistossa on hardware manager -välilehti, jossa lisätään luettavia moduuleita. Moduuleita on erinlaisia ja ne voivat lukea tietoja automaatiosta esimerkiksi valokuituyhteydellä, kenttäväyläyhteydellä tai käytetyn automaatiojärjestelmän laiteajurilla. Tällä laiteajuria käyttävälle moduulille määritellään käytetty automaatiojärjestelmä esimerkkinä Siemens S7-1500 ja annetaan kyseisen CPU:n IP-osoite. Tämän jälkeen moduuli osaa lukea logiikkaohjelmasta analogia- ja digitaalituloja ja lähtöjä. (Iba AG, 2019b, s.52.)

Toinen tärkeä välilehti ohjelmistossa on Data Storage. Siellä määritetään kaikki tiedostojen tallennuksiin liittyvät asiat. Sinne lisätään halutut tiedostojen tallennus kohteet, joita voi olla useita. Näillä voi olla eri tallennussykli. Esimerkiksi toiseen tallennuspaikkaan voidaan tallentaa tiedostot kahden tunnin välein ja toiseen voidaan tallentaa aina tietyn tapahtuman jälkeen vaikka vain osa signaaleista. (Iba AG, 2019c, s.24.)

4 Kenttälaitteet ja väylät

Kenttälaitteella tarkoitetaan automaatiojärjestelmään liitettävää mittalaitetta tai ohjauslaitetta. Niitä tarvitaan, jotta pystytään mittaamaan ja ohjaamaan eri prosesseja. Kenttälaitteita ovat esimerkiksi erinlaiset pinnanmittausanturit tai toimilaitteventtiilit. (Edu, 2021a.)

Kenttälaitteita on eri tekniikoilla toimivia. Yksinkertaisimpia kenttälaitteita ovat erinlaiset venttiilit ja rajakytkimet, joiden toimintaperiaatteet ovat ON/OFF. Automaatiojärjestelmä ohjaa tai saa näiltä laitteelta 0-1 tiedon. Näiltä laitteilta ei automaatiojärjestelmä saa muuta tietoa ja nämä laitteet ovat kytkettynä automaatiojärjestelmään normaalin johdotuksen kautta ja ne yleisesti kytketään hajautetun I/O aseman tulo- tai lähtökortteihin. Älykkäät kenttälaitteet ovat yleisesti kytkettynä automaatiojärjestelmään kenttäväylän kautta. Näiltä laitteilta saadaan enemmän tietoa, kuin tavallisilta kenttälaitteilta ja ne voivat kertoa

esimerkiksi omasta kunnostaan ja tätä tietoa voidaan hyödyntää ennakoivassa kunnossapidossa. (Mustonen, 2011, s.21.)

4.1 Sensotech Liquisonic keskusyksikkö

LiquiSonic järjestelmä koostuu kuvan 7 keskusyksiköstä ja enintään neljästä anturista. Anturit kytketään keskusyksikköön digitaalisesti CAN-väylällä, joka takaa korkean mittaustarkkuuden ja häiriöttömän tiedonsiirron aina 1000 metrin etäisyyteen asti. Keskusyksikkö voidaan liittää automaatiojärjestelmään kenttäväyläliitännällä tai laitteesta saadaan halutut mittaustulokset analogia- ja digitaalimuodossa. (Sensotech, 2021a.)

Kuva 7 Keskusyksikkö ja anturi. (Sensotech, 2021b.)



4.2 Anturit

Anturilla mitataan haluttua fysikaalista suuretta. Se mittaa suuretta ja tieto välitetään automaatiojärjestelmälle tai vaihtoehtoisesti näytetään visuaalisesti käyttäjälle. (PR Electronics, 2021.)

Anturin sisällä on tuntoelin, joka reagoi mitattavaan ilmiöön. Ilmiö voi olla esimerkiksi sähköjohtavuuden-, resistanssin- tai ultraäänen etenemisnopeudenmuutos. Anturi sisältää myös mittamuuntimen, joka muuttaa mitatun suureen mittausviestiksi. Mittausviesti on yleensä jännitettä tai virtaa. Mittalähetin muuntaa mittausviestin lähtöviestiksi, joka on yleensä 0-10VDC tai 4-20mA. Nämä lähtöviestit ovat standardeja. Prosessinohjauksessa suositaan 4-20mA viestejä sen paremman sähkömagneettisten häiriön keston vuoksi. (PR Electronics, 2021.)

Sensotech upotusanturi 40-14 mittausperiaate on äänen etenemisnopeuden mittaus. Anturissa on kuvassa 8 oleva haarukka, jossa on lähetin ja vastaanotin. Lähetin lähettää ultraääniaaltoja nesteensä läpi ja vastaanotin ottaa ne vastaan. Signaalin nopeus lasketaan mittaamalla aika, kuinka kauan sillä kestää kulkea lähettimeltä vastaanottimelle. Koska lähettimen ja vastaanottimen välimatka on tiedossa, niin äänen etenemisnopeus voidaan määrittää kaavalla:

$$v = \frac{s}{t}$$

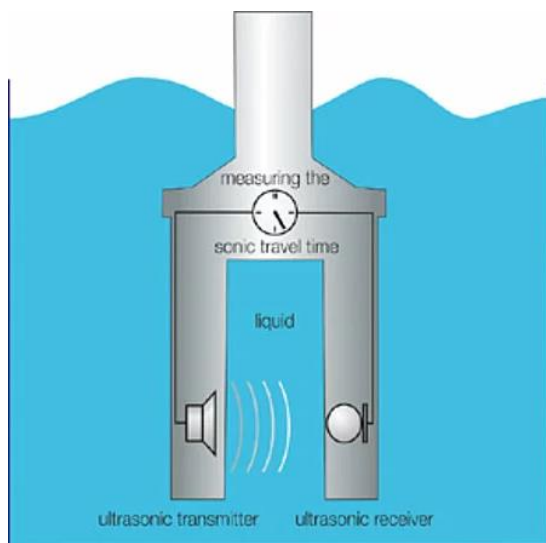
v = äänen etenemisnopeus

s = lähettimen ja vastaanottimen välimatka

t = kulku-aika lähettimestä vastaanottimeen

Anturissa on myös integrointuna lämpötilanmittaus PT-100 anturilla. (Sensotech, 2021c.)

Kuva 8 Mittausperiaate. (Sensotech, 2021c)



Wika S-10-paineanturi mittaa hydrostaattista painetta. Sitä on saatavilla eri painealueilla ja prosessiliitännöillä. (Wika,2021.) Painelähettimen päässä on mittauskalvo, joka painuu anturin sisään paineen aiheuttamasta voimasta. Anturin sisällä on öljy, joka taas painaa sisäistä mittauskalvoa, jonka päällä on venymäliuskia. Venymäliuskojen venyessä vastusarvo muuttuu ja anturissa oleva mittamuunnin muuttaa vastusarvon lähtöviestiksi, joka vieään automaatiojärjestelmälle. (Keuda, 2021b.)

Paineenmittaus on yleinen prosessiteollisuuden mittaus. Paine määritellään kaavalla:

$$p = \frac{F}{A}$$

p = paine

F = voima

A = pinta-ala

Paine on osa SI – järjestelmää ja sen yksikkö on pascal. (Keuda, 2021a.)

Kun puhutaan nesteessä vaikuttavasta paineesta, niin tarkoitetaan hydrostaattista painetta, jossa paine kasvaa mitä syvemmälle mennään. Hydrostaattisen paineen kaava on (Keuda, 2021b):

$$p = \rho g h$$

p = paine

ρ = nesteen tiheys

g = maan vetovoimasta aiheutuva kiihtyvyyys

h - pinnankorkeus

4.3 Kenttäväylät

Kenttäväylä on ohjausjärjestelmä, joka käyttää digitaalista kaksisuuntaista tiedonsiirtoyhteyttä älykkäiden digitaalisten mittaus- ja ohjauslaitteiden välillä. Nämä älykkäät kenttälaitteet käyttävät yhä lisääntyvässä määrin tiedonvaihtoon ylemmän tason ohjausyksiköiden kanssa kenttäväyläjärjestelmiä.

Kenttäväylän hyötyjä perinteiseen rinnakkaiseen 24V ja mA järjestelmään on yksinkertainen kaapelointi ja sitä myöten kustannusten säästö. Kenttäväyläjärjestelmän kautta on saatavilla yhtä kaapelia pitkin kenttälaitteelta vaihteleva määrä tietoa riippuen kenttälaitteen GSD-tiedostosta. Järjestelmän suunnittelu ja dokumentointi on yksinkertaisempaa vähempien kaapelimäärien takia. Kenttälaitteilta saatujen tilatietojen perusteella voidaan myös päätellä onko mitattu arvo luotettava ja onko kenttälaitteet huollon tarpeessa. (Profibus, 2021a.)

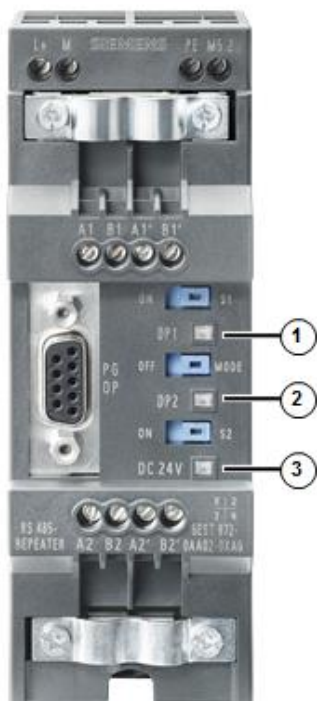
Profibus-DP on nopeusoptimoitu kenttäväylä protokolla, joka on kehitetty erityisesti automaatiojärjestelmien (DP-master) ja hajautettujen periferiaalaitteiden (DP-slave) väliseen kommunikointiin. Se on avoin kommunikointiprotokolla ja perustuu EN-50170 standardiin. (Endress Hauser, 2021.)

Profibus väylä koostuu master- ja slave-laitteista. Master-laitteet määräävät väylän tiedonsiirtoa ja kyselevät tietoja slave-laitteilta. Master-laite saa lähettää sanomia ilman ulkoista kehoitusta, mikäli sillä on väylän käsittelyoikeus. Näitä kutsutaankin aktiiviksi liittymiiksi ja esimerkkinä master-laitteesta on CPU. (Profibus, 1999, s.5.)

Slave-laitteet ovat esimerkiksi kenttälaitteita tai taajuusmuuttajia. Näillä ei ole oikeutta lähettää väylään mitään ilman master-laitteen pyyntöä. Näitä kutsutaankin passiivisiksi liittymiiksi. (Profibus, 1999, s.5.)

Profibus-väylän tiedonsiirtonopeus on 9,6kBit/s-12MBit/s. Yhdessä väyläsegmentissä voi olla liitettynä 32 laitetta laitetta ja väylän pituus voi olla yli 1000 metriä valokuituyhteydellä riippuen tiedonsiirron nopeudesta. Jos yhteen väyläsegmenttiin halutaan lisää laitteita, niin täytyy siihen asentaa kuvan 9 mukainen väylätoistin. (Profibus, 1999, s.7.)

Kuva 9 Profibus toistin. (Siemens, 2021d.)



Jokaiseen väyläsegmenttiin tarvitaan päätevastukset ja nämä päätevastukset asennetaan väyläsegmentin alkuun ja loppuun. Päätevastus voidaan kytkeä väyläliittimessä tai laitteessa aktiiviseksi. Väylän rakenteena voidaan käyttää linja, puu, tähti, rengas tai redundanttista rengasta. (Profibus, 1999, s.7.)

Profibus DP:tä on kolmea eri versiota riippuen kommunikointi tavasta. Eri versiot kattavat master-slave-, master-master- ja slave-slave-kommunikoinnin laitteiden välillä. Nämä versiot ovat DPV0, DPV1 ja DPV2. (Siemens, 2002, s. 13.)

DPV0 on syklinen tiedonsiirtoprotokolla master-slave laitteen välillä, joka sisältää asema-, moduli- ja kanavakohtaisen diagnostiikan ja se sisältää neljä erinlaista hälytystyyppiä eli diagnoosihälytys, prosessihälytys ja kaksi hälytystä laitteen irroitukselle ja liittämiseksi väylään. (Siemens, 2002, s. 13.)

DPV1 protokolla sallii myös asynkronisen tiedonsiirron. Sillä pystytään parametroimaan laitteita online-tilassa. (Siemens, 2002, s. 13.)

DPV2 protokolla on kehitetty taajuusmuuttajakäyttöön. Protokolla käyttää tahtisynkronoitua kommunikaatiota ja tämä on edellytyksenä taajuusmuuttajakäytössä eri käyttöjen tahdistukselle. Tämä protokolla sallii myös kahden eri slave-laitteen välisen kommunikoinnin ilman master-laitteen käskyä. Tämä mahdollistaa sen, että yksi käyttö voi ottaa pääkäytön tehtävän itselleen ja synkronoida muut käytöt oman liikkeensä mukaan. (Siemens, 2002, s. 13.)

Jokaisella profibusväylälaitteella on GSD (Generic Station Description) tiedosto. Siinä kuvataan muun muassa laitteen nimi ja konfiguraatiotavujen määrä. GSD-tiedosto on tekstimuotoinen ja sitä voidaan lukea ja muokata tekstieditoreilla. Nämä GSD-tiedostot saadaan laitetoimittajalta tai ne voidaan ladata laitetoimittajan kotisivuilta. (Profibus, 2021b.)

CAN-väylä on automaatioväylä, joita käytetään yleisesti ajoneuvoissa ja teollisuuslaitteissa. Se koostuu kahdesta eri kupari johtimesta, joita kutsutaan CAN H (CAN High) ja CAN L (CAN low) johtimiksi. Näiden tiedonsiirto nopeus eroaa toisistaan. CAN L väylän nopeus on 25-125kBit/s ja CAN H väylällä se on 125-1000kBit/s. (Satl, 2021.)

CAN-väylän laitteet toimivat samalla valtuuksilla. Jokainen laite pystyy muodostamaan ja toimittamaan viestejä väylään ilman, että se aiheuttaisi väylään konfliktia. Jokaisessa laitteiden lähettämässä sanomassa on tunnistuskenttä, jossa määritellään viestin prioriteetti. Jos väylässä on monta samanaikaista sanomaa, niin sanomat asettuvat tärkeysjärjestykseen ja ne toimitetaan siinä järjestyksessä. (Satl, 2021.)

5 Sensotech asennus ja käyttöönotto

Tässä projektissa käytettiin Siemensin Simatic TDC automaatiojärjestelmää ja sen ohjelmointiin Simatic Manager STEP7-ohjelmointityökalua. Ohjelmointikielenä käytettiin CFC ohjelmointia. Valvomojärjestelmänä toimii Simatic WinCC ja sen ohjelmointiin käytetään Simatic WinCC Exploreria.

Projektissa käytettävästä Sensotech Liquisonic laitteistossa on keskusyksikkö, johon anturit on kytketty. Antureita on kaksi kappaletta ja ne on sijaitsevat eri emulsiojärjestelmän putkistoissa. Emulsiojärjestelmä 1:stä pumpataan emulsiota valssituoleille 1-3 ja emulsiojärjestelmä 2:sta valssituolille 4.

Keskusyksikkö ja automaatiojärjestelmä kommunikoivat toistensa kanssa profibus väylällä. Painelähettimet, joita käytetään kompensoimaan mittausta on liitetty automaatiojärjestelmään ET-200U hajautetun I/O-aseman kautta.

Mittauksien tiedot lisätään valvomojärjestelmään ”Valssausöljy” kuvakkeelle. Molemmille mittauksille on tehtävä oma kenttä, jossa näkyy öljyprosentti. Tätä kenttää hiirellä painamalla aukeaa faceplate, jossa näytetään anturilta tulevat tiedot kokonaisuudessaan.

Mittauksien tiedot viedään automaatiosta ibaPDA tiedonkeräysjärjestelmään. Sieltä on mahdollisuus tarkastella niitä menneisyyteen offline tilassa tai voidaan tehdä sähköpostihälytys, jos mittauksien tulos menee jonkin tietyn raja-arvon yli.

5.1 Suunnittelu ja asennus

Emulsiojärjestelmien säiliöt, putkistot ja pumput sijaitsevat valssaimen alla öljykellarissa. Antureiden asennuspaikasta putkistossa löytyy laitemanuaalista ohje, mutta pyydettiin laitetoimittaja konsultointi käynnille, jotta varmistuttiin antureiden oikeista sijoitteluista ja niiden sopivuudesta prosessiimme.

Putkistoihin tuli tehdä uudet mittausyhteet antureita varten ja tätä varten toimittaja toimitti asennustyyppikuvan antureista ja mittausyhteestä. Ennen anturityypin valintaa lähetettiin

toimittajalle tietoja putkistojen paineesta ja virtausmäärästä. Koska putkistoissa on noin 7-8 bar paine ja virtausta noin 15000 l/min päädyttiin toimittajan järeimpään anturimalliin, jotta anturin toimintaikä olisi mahdollisimman pitkä.

Antureiden kaapelointi tehtiin toimittajan suosittelemalla Li2YCY (TP) 4x2x0.22 kaapelilla, jonka ulkovaippa on pinnoitettua PVC muovia. Kaapelilla on hyvä suojaus öljyä vastaan. Kaapelissa kulkee 24V jännitesyöttö ja parikierretty CAN-väylä tiedonsiirtoa varten. Väylätopologiana käytettiin linjarakennetta eli kaapelointi jatkuu ensimmäiseltä anturilta toiselle päättyen sinne. Jälkimmäisen anturin kytkentäkopassa täytyy väylä päättää asentamalla jumpperi liittimien 7 ja 8 väliin. Tällä keskusyksikkö tietää, että järjestelmässä ei ole enempää antureita.

Keskusyksikkö asennettiin lähelle antureita öljykellarin seinälle, koska matka antureilta sähkötilaan oli pitkä. Toimittajalla oli tarjota metallikotelo, jonka sisään keskusyksikkö asennettiin. Metallikotelo oli suojausluokaltaan IP65 ja siinä oli läpiviennit kaapeleille ja läpinäkyvä ovi, jotta keskusyksikön näytön näkee avaamatta ovea.

Keskusyksikölle täytyi suunnitella sähkönsyöttö, profibusväylä, ethernet-yhteys ja maadoitus. Sähkönsyötöksi valittiin 230V versio sen ollessa oletuksena keskusyksikössä. 24V sähkönsyöttö olisi ollut myös mahdollinen lisähinnasta. Vapaa B10 automaattisulake valittiin sähkötilasta. Koska mittauksilla ei ohjata prosessissa mitään päätettiin, että ei tarvita varmennettua (UPS) sähkönsyöttöä. Jätettiin kuitenkin kaapeliin sähkötilanpäässä ylimääräistä, että tarvittaessa tulevaisuudessa voidaan kääntää kaapeli varmennetun sähkönsyötön perään.

Profibusväylä suunniteltiin vedettäväksi viereisestä emulsio 2:n +R383 kenttäkaapista. Kenttäkoteloon profibusväylä tulee automaatiotilasta valokuituyhteydellä ja se on kytkettynä valokuitu kupari muuntimeen (OLM), josta väylä jatkuu kuparikaapelilla kahteen ET200U hajautettuun I/O-asemaan. Päätettiin väylärakenteen selviyttämiseksi ja käyttövarmuuden lisäämiseksi asentaa kaappiin kuvan 10 mukainen ProfiHub. Sillä saatiin profibusväylä helposti kytkettyä tähtitopologian mukaiseksi. Tällä väylärakenne saatiin muutettua niin, että valokuitu kupari muuntimelta lähtevä kuparikaapeli liitettiin ProfiHub:n

päätulokanavaan ja lähtökanavista väyläkaapelit lähtevät kaapin ET200U asemille ja Sensotechin keskusyksikölle.

Kuva 10 ProfiHub. (Prosentec, 2021.)



Ethernet-yhteys laitteelle haluttiin etäkäyttö mahdollisuuden vuoksi. Laitteelle asetettiin IP-osoite linjalla käytettävästä IP-verkosta. Tämän jälkeen laitteeseen voitiin ottaa yhteys verkkoselaimella automaatiotilasta.

5.2 PLC-ohjelmointi

Sensotech Liquisonic keskusyksikkö ja automaatiojärjestelmä kommunikoivat toistensa kanssa profibus väylällä. Jotta kommunikointi onnistuu, niin laite on lisättävä STEP7 Hardware configuration ohjelmaan.

GSD-tiedosto ladataan STEP 7-sovellukseen, jonka jälkeen laite ilmestyy laitekatalogiin ja sieltä se voidaan lisätä väyläkaavioon. Kun laite lisätään väyläkaavioon, niin on määritettävä tiedot, jotka halutaan lukea automaatioon ja lähettää automaatiosta laitteelle. Tilaajan kanssa on käyty läpi mitä halutaan ja päädyttiin kuvan 11 mukaisiin tietoihin.

Keskusyksiköltä luetaan (rd) käytössä oleva laiteohjelmistoversio ja vikanumero. Antureilta luetaan lämpötila, äänen etenemisnopeus, öljyprosentti ja anturin vikanumero.

Keskusyksikölle lähetetään (wr) käytettävä tuote ja molempien putkistojen linjapaine, missä kyseiset anturit sijaitsevat. Tätä painetietoa käytetään kompensoimaan mittaustulosta.

CFC:n ohjelmoinnissa TDC automaatiojärjestelmässä ei tarvitse välittää kuvassa 11 näkyvistä tulo- ja lähtöosotteista toisin, kun normaalissa STEP7 ohjelmoinnissa.

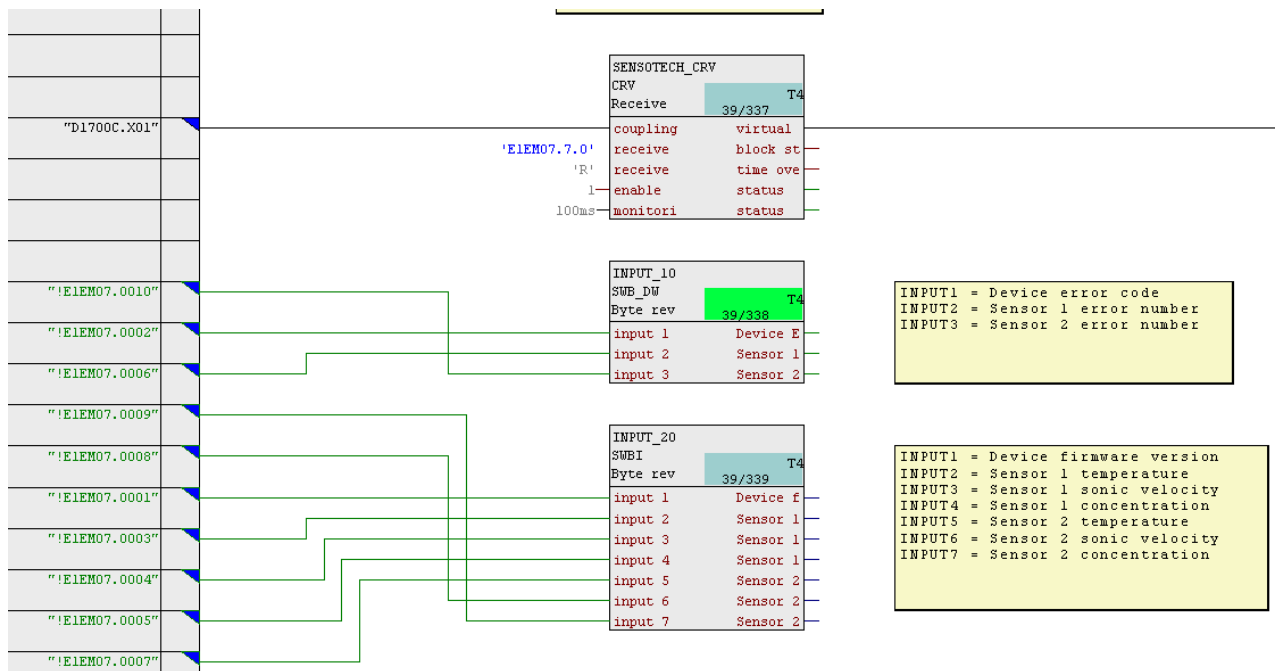
Kuva 11 Tiedot automaatiojärjestelmään

Slot	DP ID	...	Order Number / Designation	I Address	Q Address	C
1	66		Device Firmware version V110. rd	412...415		
2	66		Device Error code rd	416...419		
3	66		S1 Temperature rd	420...423		
4	66		S1 Sonic velocity rd	424...427		
5	66		S1 Concentration rd	428...431		
6	66		S1 Error number rd	432...435		
7	130		S1 Current product wr		312...313	
8	130		Input 1 (phys. value) wr		364...367	
9	66		S2 Temperature rd	440...443		
10	66		S2 Sonic velocity rd	444...447		
11	66		S2 Concentration rd	448...451		
12	66		S2 Error number rd	436...439		
13	130		S2 Current product wr		314...315	
14	130		Input 2 (phys. value) wr		368...371	

Jotta profibusväylässä olevia laitteita voidaan hyödyntää, niin CFC ohjelmassa väylälaite pitää vastaanottaa kuvassa 12 näkyllä CRV loholla. Lohkon ensimmäiseen tuloon määritellään profibuskortti ja kortin portti jonka laitteita halutaan lukea. Tässä tapauksessa luetaan väyläkorttia D1700C ja sen porttia X1. Toiseen porttiin määritetään virtuaalisignaalin nimi. Nimi on vapaamuotoinen, mutta se kannattaa pitää mahdollisimman yksinkertaisena ja kuvaavana. Ensimmäisen pisteen jälkeinen numero on tärkeä, koska siinä määritetään profibuslaitteen väyläosoite, jota halutaan lukea. Toiseen pisteen jälkeinen numero on 0 tai 1 ja sillä määritetään vastaanottavien tavujen (byte) ja sanojen (word) järjestys. Tällä tarkoitetaan sitä, että luetaanko ylätavu vai alatuva ensin.

Tässä tapauksessa nimenä on käytetty E1EM07.7.0, joka kuvaa, että kyseessä on E1EM väylän sisääntulo väylälaiteelta, jonka väylännumero on 07.

Kuva 12 Väylän vastaanotto automaatiassa

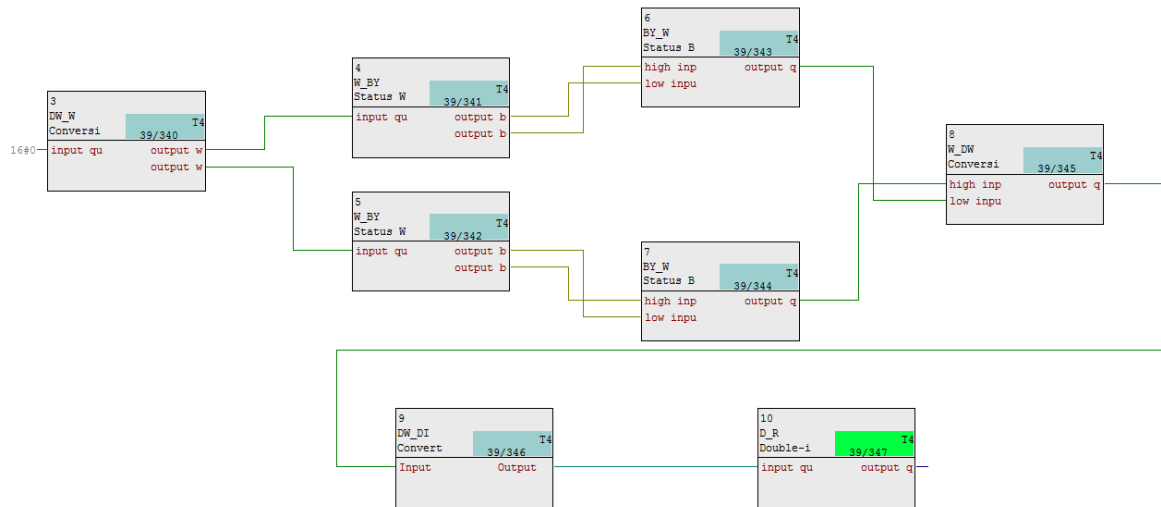


Kun väylälaite on vastaanotettu CRV-lohkolla vastaanotetaan halutut tiedot laitteelta. Jotta halutut tiedot voidaan vastaanottaa täytyy selvittää tietojen laajuus esimerkiksi I412-415 ja tyyppi esimerkiksi REAL, koska se määrittää vastaanottavan lohkon.

Koska CFC-ohjelmoinnissa TDC-automaatiojärjestelmässä ei käytetä suoraan tulo- ja lähtöosoitteita, niin ne määritellään kuvassa 12 näkyvällä tavalla. Hardware managerissa lisätään laite ja laitteelta luettavat tiedot väyläjärjestelmään. !E1EM07.0001 tulo tarkoittaa, että luetaan väylän E1EM väylänumeron 07 laitteelta ensimmäinen tieto 0001. Hardware managerista nähdään, että ensimmäinen haluttu tieto on "Device firmware version" ja sen pituus on I 412-415. Sensotech laitemanuaalista selviää, että kyseessä on REAL tieto ja sen takia vastaanottavaksi lohkoksi valittiin SWBI. Se ottaa DWORD arvon laitteelta vastaan ja muuntaa sen REAL arvoksi.

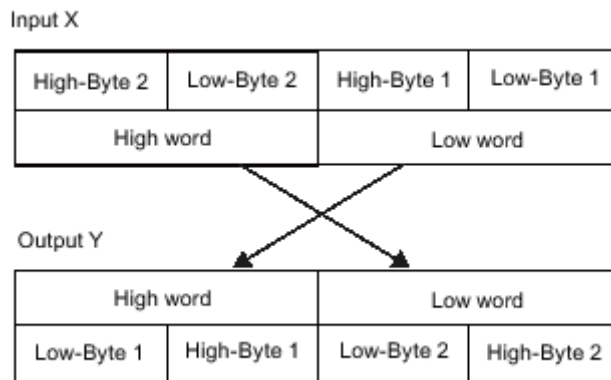
SWBI-lohkon etuna oli myös sen sisältämä sanojen ja tavujen järjestyksen vaihtaminen ja arvon muuntaminen REAL muotoon. Jos päädyttäisiin ottamaan arvo DWORD muodossa sisään ja erillisillä lohkoilla muuntamaan se REAL arvoksi, niin ohjelma olisi kuvan 13 mukainen. Tämä sama ohjelma olisi pitänyt tehdä kaikille signaaleille, jotka ovat REAL lukuja. Käyttämällä SWBI lohkoa säästettiin ohjelmointiaikaa ja ohjelman luettavuus on parempi.

Kuva 13 DWORD-->REAL muunnos



Kuvassa 14 näkyy SWBI-lohkon toiminta periaate. Se vaihtaa vastaanotettavan tiedon yläosan ja alaosan paikkoja sekä näiden sanojen sisältämien tavujen paikkoja ja asettaa ne lähtöön Y. Ilman tätä muunnosta vastaanotettava tieto näyttää väärää lukemaa.

Kuva 14 SWBI

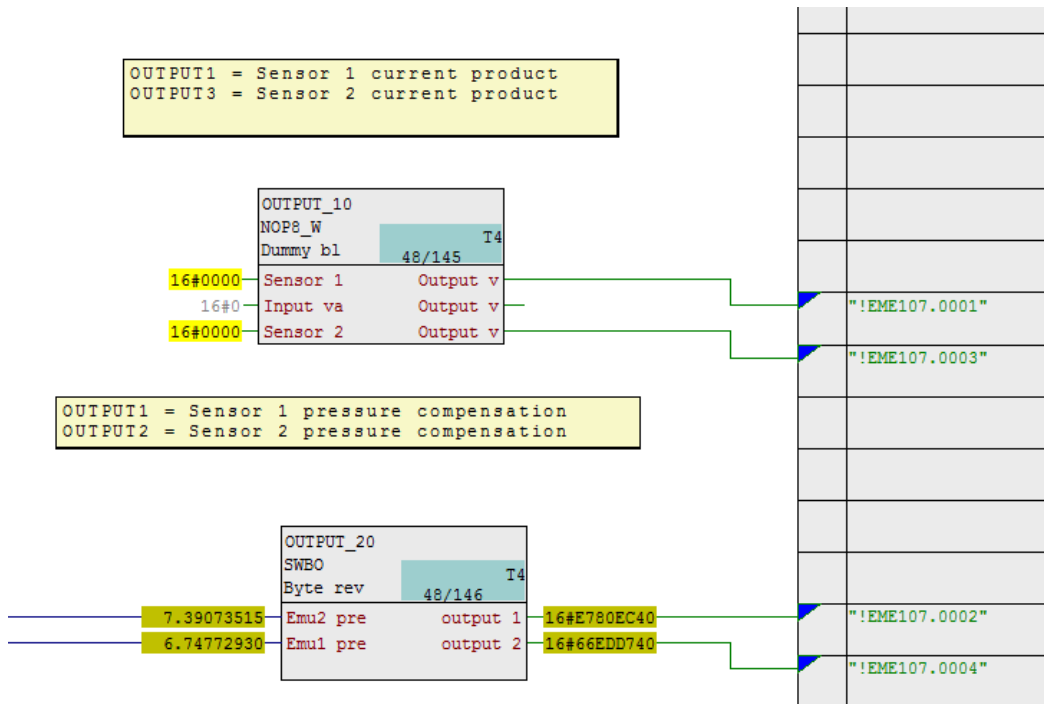


Keskusyksikölle lähetetään automaatiosta käytettävä tuote ja putkistojen linjapaineet. Koska järjestelmässä on käytössä aina sama valssausöljy, niin käytettävä tuote pysyy samana. Putkistojen paineet vaihtelevat hieman ja tätä painetietoa käytetään kompensoimaan mittaustulosta keskusyksiköllä. Paineetietoa voidaan viedä keskusyksikölle mA tietona erillistä

johtoa pitkin. Koska käytössä on automaatioon tuodut olemassa olevat paineanturit, tieto välittyy profibusväylää pitkin pienemmällä työllä ja kustannuksilla.

Painetiedot lähetetään automaatiosta kuvan 15 SWBO-lohkon kautta. Se toimii samalla tavalla, kuin SWBI-lohko, mutta päinvastoin eli se muuntaa REAL-luvun DWORD-luvuksi.

Kuva 15 SWBO



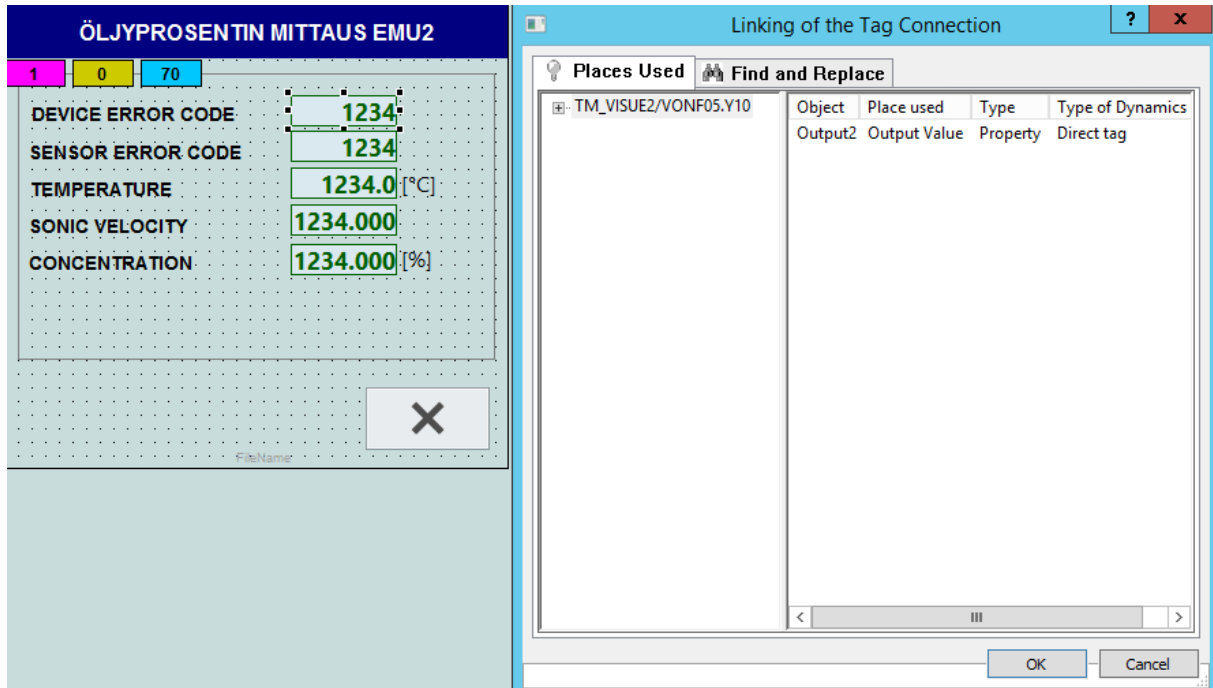
5.3 HMI-ohjelmointi

Mittausarvot haluttiin käyttäjien nähtäväksi valvomonäytölle, jotta heidän ei tarvitse kävellä paikallisiinäytöstä katsomaan arvoja. Ne lisättiin olemassa olevalle kuvakkeelle "Valssausöljy", jossa molemmat emulsiojärjestelmät on kuvattuna. Mittauksille tehtiin omat mittauskentät, joissa näytetään öljyprosentti. Tätä kenttää hiirellä painettaessa avautuu mittauksen oma faceplate, jossa on näkyvissä kaikki arvot ja vikanumerot mitä antureilta saadaan.

Uusi faceplate tehtiin kopioimalla jo olemassa oleva faceplate. Se oli helpoin tehdä avaamalla haluttu faceplate WinCC Explorerissa ja nimeämällä kuvatiedosto uudella nimellä. Tässä täytyi olla huolellinen, että alkuperäinen kuva jäi myös omalla nimellään kuvien

tiedostokansioon, jotta se aukeaa oikein valvomokuvakkeelta. Kuvatiedostojen uudelleen nimeämisen jälkeen muokattiin uusi faceplate halutun malliseksi ja lisättiin kentät mittauksille. Mittauskenttiin määritetään miten arvo näytetään ja mikä tag siihen linkitetään. Kuvassa 16 näkyy, että valittuun mittauskenttään on linkitetty tag TM_VISUE2/VONF05.Y10.

Kuva 16 Faceplate ja tagin linkitys



Automaatiojärjestelmässä Simatic Managerin puolella on Chart tiedosto VISUE2. Tämän kansion sisällä on CFC-lohkoja esimerkiksi VONF05. Lohkoja on erityyppisille muuttujille kuten BOOL, REAL ja INT. Näihin lohkoihin yhdistetään ohjelmassa tiedot, jotka halutaan näyttää WinCC:llä. Näistä CFC-lohkoista on tehty WinCC:lle valmiiksi tagit, joita pystyttiin hyödyntämään tässä työssä.

Faceplaten avaaminen kuvakkeelta toteutettiin samalla tavalla, kuin jo olemassa olevien. Kopioitiin c-kielellä toteutettu faceplaten avauskutsu toisesta kohteesta ja lisättiin se uusiin mittauskenttiin. C-ohjelmassa muutettiin kutsutun faceplaten nimi oikeaksi.

5.4 Käyttöönotto

Ennen laitteen käyttöönottoa lähetettiin toimittajalle emulsioista ja valssausöljystä näytteitä, joiden perusteella toimittaja teki tuotetiedoston emulsioistamme. Siinä määritellään mittauksien kalibrointi ja vertailuarvoja. Tiedosto ladattiin keskusyksikölle hyödyntäen siinä olevaa USB-porttia. Laitteessa on toiminto, kun painetaan dataset valikossa olevaa ”execute dataset”-painiketta, niin laite tunnistaa muistitikulla olevan tuotetiedoston ja lataa sen laitteeseen.

Painetietojen lähetys profibusväylää pitkin aiheutti vaikeuksia. Koska keskusyksikköön painetiedot tuodaan oletuksena virtaviestillä analogiatuloihin ei keskusyksikkö osannut lukea väylää pitkin tulevia arvoja. Laitetoimittaja lähetti uuden laiteohjelmisto version, joka ladattiin laitteelle. Uuden laiteohjelmiston myötä keskusyksikkö pystyi lukemaan painetiedot väylältä oikein.

Käyttöönoton alusta vertailtiin keskusyksikön näyttämiä lukemia laboratorian lukemiin. Nämä luvut kirjattiin ylös, jotta pystyimme laitetoimittajalle raportoimaan ja todistamaan mitä laite näyttää ja mikä on oikea mittaustulos. Aluksi antureilta tuleva mittaus- ja laboratoriotulos olivat lähellä toisiaan. Vähitellen antureiden mittaustulos alkoi kasvaa lopulta niiden ollessa yli sallitun mittausalueen. Tätä yritettiin korjata offset-kalibroinnilla, jossa mittaustulosta muutetaan määritellyn offsetin verran ylös- tai alaspäin. Tämä auttoi hetkeksi, kunnes mittaustulos alkoi jälleen nousta laboratorioarvoon verrattuna.

Laitetoimittajalle toimitettiin vertausmittaustaulukko ja laitteesta saatava palvelutiedot tiedosto. Siihen tallennetaan 2 minuutin välein laitteelta tietoja, joita laitetoimittaja käyttää luodakseen uudet kalibrointi-arvot ja tuotetiedot tiedoston. Näiden perusteella toimittaja lähetti molemmille mittauksille uudet 2-piste kalibrointi-arvot. Niissä laitteelle annettiin vertailuarvot mittauksien ala- ja yläpäästä. Nämä arvot asettamalla saatiin mitatut arvot jälleen laboratoriotulosten lähelle. Jatkettiin vertaustulosten kirjaamista ja kahden viikon välein toimitimme ne laitetoimittajalle, joka lähetti uudet kalibrointi-arvot.

6 Yhteenveto

Opinnäytetyössä päästiin hyödyntämään jo aiemmin opittua taitoa sekä syventämään osaamista erityisesti antureiden mittaustekniikasta. Työ sisälsi kaikki vaiheet laitteen suunnittelusta käyttöönottoon. Laitteen fyysiset asennukset suorittivat muut SSAB:n työntekijät.

Mittauksen luotettavuudessa oli käyttöönoton alkuvaiheessa ongelmia, mutta niistä päästiin yli laitetoimittajan yhteistyön avulla. Laitteiston mittaustarkkuus ja luotettavuus päätyi hyvälle tasolle. Kuitenkin tavoitteena olleeseen laboratoriomittausten vähentämiseen emme vielä päässeet. Laitteiston integroiminen automaatioon ja valvomojärjestelmään sujui hyvin.

Projektin edetessä kehitysehdotukseksi nousi, että tulevaisuudessa mittauksien perusteella voitaisiin alkaa säätämään emulsion öljyprosenttia automaattisesti. Tällä säästettäisiin ihmisen tekemää työtä ja saataisiin nopeampi reagointi muuttuneeseen öljyprosenttiin.

Opinnäytetyöprosessi oli mielekäs kokonaisuus ja onnistui hyvin. Työn laajuus oli hyvä, jotta prosessi pysyi hyvin hallinnassa ja oli yhden ihmisen toteutettavissa.

Lähteet

Anton paar. 2021. *How can the oil content in rolling oil emulsions be monitored*. Haettu 30.10.2021 osoitteesta

<https://www.anton-paar.com/corp-en/products/applications/how-can-the-oil-content-in-rolling-oil-emulsions-be-monitored/>

Codesys. 2021. *IEC 61131*. Haettu 15.10.2021 osoitteesta

https://www.codesys.com/fileadmin/processed/b/a/csm_CODESYS-IEC-61131-3-04_2ca332e5f6.png

Displab. 2021. *Different types plc programmin languages*. Haettu 1.11.2021 osoitteesta

<https://dipslab.com/different-types-plc-programming-languages/>

Edu. 2021a. *Automaatiojärjestelmä*. Haettu 30.10.2021 osoitteesta

http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/sahkotekniikka_a2_automaatiojarjestelma.html

Edu. 2021b. *Automaatiojärjestelmä*. Haettu 30.10.2021 osoitteesta

http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/automaatio/a2_kuva1esim_iso.jpg

Endress Hauser. 2021. *Profibus network*. Haettu 28.10.2021 osoitteesta

<https://netilion.endress.com/blog/profibus-network-iiot-services/>

Lechler. 2021. *General aspects of roll cooling for hot and cold rolling mills*. Haettu 30.10.2021 osoitteesta

https://www.lechler.com/fileadmin/media/fachberichte/metallurgy/lechler_fachbericht_wa_zenkuehlung_general-aspects-of-roll-cooling-for-hot-and-cold-rolling-mills_hwenig_en.pdf

Iba AG. 2019a. *ibaPDA Introduction and Installation*.

Iba AG. 2019b. *ibaPDA I/O Manager*.

Iba AG. 2019c. *ibaPDA Data Storage*.

Inductive automation. 2021. *What is HMI*. Haettu 3.11.2021 osoitteesta
<https://www.inductiveautomation.com/resources/article/what-is-hmi>

Keuda, 2021a. *Prosessin ohjaus*. Haettu 31.10.2021 osoitteesta:
<https://keuda.moodle.fi/mod/page/view.php?id=351399>

Keuda, 2021b. *Painelähttimen toimintaperiaate*. Haettu 31.10.2021 osoitteesta
<https://keuda.moodle.fi/mod/page/view.php?id=351401&forceview=1>

Metallinjalostajat ry. (2014). *Teräskirja*.

Mustonen, J. (2011). *Profibus-kenttäväylien testausympäristö ja mittauksien kehittäminen*.
[opinnäytetyö, Oulun seudun ammattikorkeakoulu].
<https://manualzz.com/doc/o/hhsx5/mustonen-juha-pekka-4-pohdinta>

PJC, 2021. *Automaatio, hajautus io*. Haettu 6.10.2021 osoitteesta
<https://www.pjc.fi/automaatio/hajautus-io>

PR Electronics. 2021. *The fundamentals of 4-20ma current loops*. Haettu 2.9.2021 osoitteesta
<https://www.prelectronics.com/fi/the-fundamentals-of-4-20-ma-current-loops/>

Profibus. 1999. *Technical description*.

Profibus. 2021a. *Fieldbuses in general*. Haettu 30.10.2021 osoitteesta
<https://us.profinet.com/technology/profibus/#Fieldbuses%20in%20General>

Profibus. 2021b. *Gsd-files*. Haettu 1.11.2021 osoitteesta
<https://www.profibus.com/products/gsd-files>

Prosentec. 2021. *Profihub*. Haettu 1.11.2021 osoitteesta
<https://procentec.com/products/profihub/?content-1>

Satl, 2021. *CAN-väy lä*. Haettu 28.10.2021 osoitteesta

https://satl.fi/wp-content/uploads/2019/06/Verk_jarj_lukunayte.pdf

Sensotech. 2021a. *Controller*. Haettu 1.11.2021 osoitteesta

<https://www.sensotech.com/en/products/controller>

Sensotech. 2021b. *Liquisonic*. Haettu 1.11.2021 osoitteesta

<https://www.sensotech.com/en/products/systems/liquisonicr>

Sensotech. 2021c. *Measuring method*. Haettu 31.10.2021 osoitteesta

<https://www.sensotech.com/en/products/measuring-method/measuring-method>

SESKO. 2021. *Teollisuusautomaation standardit*. Haettu 6.10.2021 osoitteesta

[osio_9.pdf \(sesko.fi\)](#)

Siemens. 2002. *Profibus useamman tason kenttäväylä*

Siemens. 2021a. *Mall Industry*. Haettu 7.10.2021 osoitteesta

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/catalog/products/9990124?activeTab=order®ionUrl=#Integration>

Siemens. 2021b. *Control systems*. Haettu 7.10.2021 osoitteesta

<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/control-systems.html>

Siemens. 2021c. *Mall Industry, ibaPDA*. Haettu 31.10.2021 osoitteesta

<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/de/Catalog/Products/10020984>

Siemens. 2021d. *What do the leds indicate on the standard repeater*. Haettu 31.10.2021 osoitteesta

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/103709539/what-do-the-leds-indicate-on-the-standard-repeater-?dti=0&lc=en-RO>

SSAB. 2021. SSAB lyhyesti. Haettu 10.11.2021 osoitteesta

<https://www.ssab.fi/ssab-konserni/tietoja-ssabsta/ssab-lyhyesti>

Teknoliateollisuus. 2021a. Teräskirja. Haettu 5.11.2021 osoitteesta

https://teknoliateollisuus.fi/sites/default/files/teraskirja_flip/mobile/index.html#p=30

Tegnoliateollisuus. 2021b. Teräskirja. Haettu 5.11.2021 osoitteesta

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e3/Metallivalssi.svg/300px-Metallivalssi.svg.png>

Tegnoliateollisuus. 2021c. Teräskirja. Haettu 5.11.2021 osoitteesta

https://teknoliateollisuus.fi/sites/default/files/teraskirja_flip/mobile/index.html#p=62

Tietosähkö. 2021. Tietosähkö teknistä tietoa. Haettu 8.10.2021 osoitteesta

https://www.tietosahko.fi/epages/tietosahko.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/2016061603/Categories/Teknista_tietoa

Wika. 2021. S-10. Haettu 3.11.2021 osoitteesta

https://www.wika.fi/s_10_fi_fi.WIKA

