



IO-LINK-LAITTEIDEN LIITTÄMI- NEN PROFINET-VÄYLÄSSÄ VALMET DNA JÄRJESTEL- MÄÄN

Marko Räsänen

OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2020

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Automaatiotekniikka

TIIVISTELMÄ

**Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus
Automaatiotekniikka**

**RÄSÄNEN, MARKO:
IO-LINK-LAITTEIDEN LIITTÄMINEN PROFINET-VÄYLÄSSÄ VALMET DNA
JÄRJESTELMÄÄN.**

**Opinnäytetyö 56 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Kesäkuu 2020**

Opinnäytetyö tehtiin Tampereen Yliopiston Hervannan kampuksella sijaitsevalle systeemitekniikan laitokselle. Opinnäytetyön tarkoitus oli tuottaa tarvittava dokumentaatio IO-Link-kenttälaitteiden liittämiseksi Valmet DNA:han, joka on laitoksella sijaitsevan binääritislauskolonnin automaatiojärjestelmä. Tarve työlle ilmeni, kun järjestelmään oli hankittu IO-Link-kenttälaitteita eikä niiden liittämiseksi automaatiojärjestelmään ollut saatavilla riittävää dokumentaatiota.

Työn osana perehdytään myös pintapuolisesti binääritislausprosessiin ja kenttäväyliin, joista syvällisemmin PROFINET-kenttäväylään. Teoriaa varten tutkittiin internet- ja kirjallisuutta, laitevalmistajien dokumentaatiota sekä järjestelmämanuaaleja. Työssä selvitettiin IO-Link-laitteiden syklisen tietojen käyttöä ja eri järjestelmien konfiguraatioiden yhteensovittamista.

Valmet DNA:ssa tutkittiin PROFINET-väylän konfigurointia ja luotiin muutamia esimerkkejä toimilohkoista, joilla pystytään saamaan IO-Link-kenttälaitteilta tietoa automaatiojärjestelmän käyttöön.

Opinnäytetyön tulos saavutettiin pääosin. Järjestelmään voitiin ottaa käyttöön hankitut kenttälaitteet mutta syvällisempi laitteistojen integraation dokumentointi jäi osin puutteelliseksi COVID-19 aiheuttaman oppilaitosten sulun johdosta. Myös osassa automaatiojärjestelmään liittyvien toimilohkojen dokumentaatioissa oli puutteita, jotka vaikeuttivat työn tekemistä.

Avainsanat: IO-Link, PROFINET, Valmet DNA, kenttäväylä, tislaukolonni

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering
Automation Engineering

RÄSÄNEN, MARKO:
CONNECTING IO-LINK DEVICES ON THE PROFINET BUS TO THE VALMET
DNA SYSTEM-

Bachelor's thesis 56 pages, including appendices 1 page
June 2020

The thesis work carried out at the Department of Systems Engineering located at the Hervanta campus of the University of Tampere. The purpose of the thesis was to produce the necessary documentation for connecting IO-Link field devices to Valmet DNA, which is an automation system for a binary distillation column located at the campus. The need for the work arose when IO-Link field devices had been acquired for the system and sufficient documentation was not available to connect them to the automation system.

As part of the work, the binary distillation process and fieldbuses were also studied superficially, of which the PROFINET fieldbus was examined more in-depth. For the theory, Internet and literary sources, equipment manufacturers documentation, and system manuals were studied. The use of cyclic data of IO-Link devices and the coordination of different system configurations were investigated.

Inside Valmet DNA the configuration of the PROFINET bus was studied and ~~ere-~~ated a few examples of function blocks were created that could be used to obtain information from IO-Link field devices for use in an automation system.

The aim of the thesis was mainly achieved. The acquired field equipment could be introduced into the system, but in-depth documentation of the equipment integration was partially deficient due to the closure of educational institutions caused by COVID-19. There were also shortcomings in the documentation of some of the function blocks related to the automation system, which made it difficult to carry out the work.

Key words: IO-Link, Valmet DNA, PROFINET, fieldbus, distillation column

SISÄLLYS

Lyhenteet.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 KENTTÄVÄYLÄT.....	7
2.1 HART.....	8
2.2 Foundation fieldbus H1.....	9
2.3 PROFIBUS PA /DP.....	9
2.4 Ethernet kenttäväylät.....	10
2.5 PROFINET.....	11
2.6 IO-Link.....	17
2.6.1 IO-Link-liitäntä.....	19
2.6.2 Protokolla ja siirtonopeudet.....	21
2.6.3 Laiteprofiilit.....	22
2.6.4 Vasteajat IO-Link-järjestelmässä.....	23
3 Tislauskolonni.....	24
3.1.1 Kolonnin toiminta.....	25
3.1.2 Kolonnin instrumentointi.....	27
3.1.3 Tislauskolonnin säätöperiaate.....	27
4 Valmet DNA.....	29
5 IO-Link-LAITTEIDEN LIITTÄMINEN KOLONNIN AUTOMAATIOON .	33
5.1.1 PROFINET--väylän käyttöönotto.....	37
5.1.2 IO-link laitteiden konfigurointi.....	43
5.2 Valmet DNA toimilohkot.....	47
6 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	54
LÄHTEET.....	55
Liite 1:.....	56

Lyhenteet

Acyclic data	Ohjaimelta lähetetyt tiedot vain pyynnön jälkeen (esim. Parametritiedot, diagnoositiedot).
COM1-3	IO-Link-siirtonopeudet (4.8, 38.3, 230.4 kbaud)
Cyclic data	Tiedot, jotka ohjain välittää automaattisesti ja säännöllisin väliajoin (prosessitiedot, arvon tila).
DCS	Distributed Control System, Valmet Automation DNA
DIA	DNA diagnostiikkapalvelin
DNA	Dynamic Network of Applications, Valmet Automaatiojärjestelmä
ERP	Enterprise Resource Planning, Toiminnanohjausjärjestelmä
FBC	Valmet DNA -kenttäväyläohjain
GSDML	PROFINET-laitteen ominaisuudet on kuvattu GSD-tiedostossa (Generic Station Description), joka sisältää kaikki konfigurointiin tarvittavat tiedot.
HMI	Human Machine Interface - Käyttöliityntä
I/O	Tulo/Lähtö (Input/Output)
IEC 61131-2	Kansainvälinen standardi, joka käsittelee ohjelmoitavien ohjaimien perusteita. Osa 2 Laittevaatimukset ja testit - määrittelevät vaatimukset ja niihin liittyvät testit ohjelmoitaville ohjaimille ja niiden oheislaitteille.
IEC 61131-9	Kansainvälinen standardi, joka käsittelee ohjelmoitavien ohjaimien perusteita. Osa 9 kuvaa IO-Link-nimitystä Singledrop-digitaalisen viestinnän rajapinnalla pienille antureille ja toimilaitteille (SDCI).
IODD	IO-Link-laitteen määrittelytiedosto (IO Device Description)
IO-Link device	Kenttälaite IO-Link-isäntälaitteen alaisuudessa
IO-Link master	Esittää yhteyden ylemmän tason kenttäväylän ja IO-Link-laitteiden välillä. IO-Link-isäntä tarkkailee ja ohjaa IO-Link-laitteita.
IRT	PROFINET-standardin lisäys jossa kommunikoinnin sykлинаika on max 1 ms (Isochronous Real-time)
MAC	MAC-osoite (Media Access Control) on verkkosovittimen Ethernet-verkossa yksilöivä osoite.
MES	Manufacturing Execution System, Tuotannonohjaus
OPC UA	Ole for Process Control Unified Architecture
OPS	DNA operointipalvelin
P2P	Peer to Peer. Laitteiden välinen kommunikointi
PCS	DNA Process Controller, prosessiohjauspalvelin
PI-kaavio	Putkitus- ja instrumentointikaavio.
PLC	Programmable Logic Control, Ohjelmoitava logiikkaohjain
PROFIBUS	Teollisuuteen tarkoitettu Ethernet-pohjainen kommunikointistandardi (Process Field BUS)
PROFINET	Teollisuuteen tarkoitettu Ethernet-pohjainen kommunikointistandardi (Process Field NET)
RT	PROFINET-standardin lisäys, jossa kommunikoinnin sykлинаika on max 10 ms (Real Time)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition

1 JOHDANTO

Kenttäväylät ovat kehittyneet 1970 -luvulta lähtien korvaamaan perinteistä laitekaapelointia automaatiojärjestelmissä. Laitekohtainen kaapelointi on ollut monimutkaista ja siitä on aiheutunut huomattavia kustannuksia. Kaapeli- ja liitinmäärät ovat olleet huomattavia verrattuna kenttäväyläpohjaiseen automaatioon. Nykyään käytössä olevien väylätekniikoiden takia on voitu kaapelointimäärät minimoida ja saada käyttöön kehittyntä vikadiagnostiikkaa. Ensimmäiset kenttäväylät pohjautuivat muun muassa 4..20 mA virtaviestiä käyttävään HART- väylään, jota on käytössä nykyäänkin vielä huomattavia määriä. Nykyiset nopeat väylät pohjautuvat paljolti Ethernet -teknologiaan.

PROFINET-väylä on varsinkin Euroopassa yksi eniten käytetyistä kehittyneistä kenttäväylistä. Se pohjautuu PROFIBUS -väylään joka on käytössä varsinkin prosessiteollisuudessa laajalti. PROFINET on Siemensin kehittämä avoin automaation väylästandardi.

Kenttäväyliä kehittyessä on tarve kasvanut myös älykkäille ja edullisille kenttälaitteille. Industry 4.0, älykkäät kenttälaitteet ja automaatiojärjestelmien mukautettavuus asettavat omat vaatimuksensa sensoreille ja toimilaitteille. IO-Link on kenttälaitteille kehitetty alusta, joka mahdollistaa antureiden ja toimilaitteiden, sekä niiden tuottaman laajan diagnostiikkatiedon hyväksi käyttämisen automaation optimoinnissa.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä IO-Link-laitteiden liittämiseen PROFINET-väylässä Valmet DNA automaatiojärjestelmään. TUNI Hervannan kampuksen systeemitekniikan laitoksella on käytössä tislusprosessilaitteisto, jota käytetään opetuksessa. Tähän laitteistoon on hankittu IO-Link-antureita, joiden liittämistä Valmet DNA järjestelmään tutkitaan tässä opinnäytetyössä.

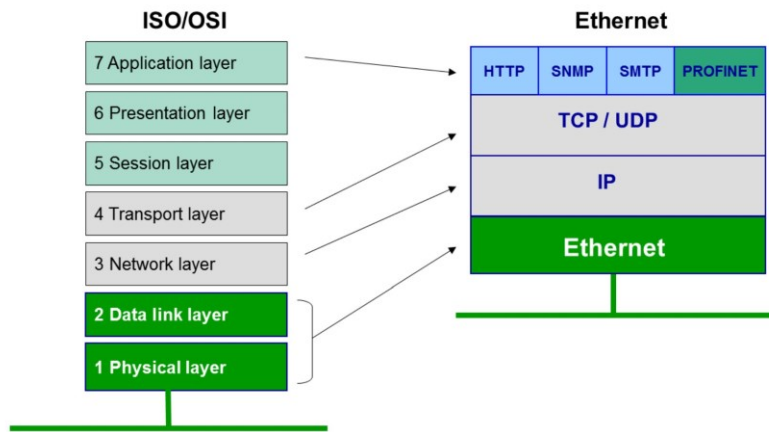
2 KENTTÄVÄYLÄT

Kenttäväylä on teollisuudessa ja automaatioissa käytetty tekniikka eri laitteiden liittämiseksi toisiinsa ilman jokaisen laitteen kaapelointia kontrollereille asti. Kenttäväylien käyttö on vähentänyt huomattavasti juuri kaapelointikustannuksia ja digitaalisuuden ansiosta myös häiriökestävyys ja diagnostiikka ovat parantuneet.

Väyläteknologiat ovat kehittyneet vuosien aikana huomattavasti ensimmäisistä käyttöön otetuista. Ennen kenttäväyliä käytössä teollisuudessa oli laajalti virtasilmukat (4..20 mA) ja jänniteviestit (0..10 V). Näiden heikkouksia olivat muun muassa kaapeleiden pituuksien aiheuttamat virheet tuloksissa ja viesteihin muista kaapeleista mahdollisesti indusoituvat jännitteet ja muut häiriöt.

HART, Foundation Fieldbus H1 ja PROFIBUS ovat kaikki sarjaliikenteisiä kommunikointiprotokollia. Ne ovat half-duplex eli laite voi lähettää ja vastaanottaa, mutta ei yhtä aikaa. Nämä kommunikointiprotokollat ovat PROFINET:in edeltäjiä ja niiden toimintaan myös PROFINET pitkälti pohjautuu.

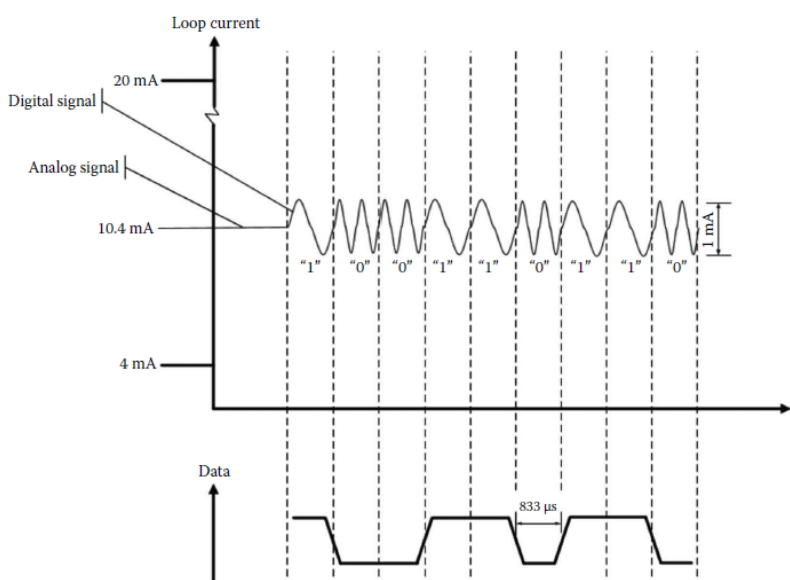
Kenttäväylät perustuvat Open System Interconnection (OSI) malliin (KUVA 1), joka perustuu eri kerroksiin. Malli on seitsemän kerroksinen, jossa edellinen tuottaa palvelun mitä seuraava käyttää. Sarjaliikenteiset protokollat käyttävät 1, 2 ja 7 kerroksen määrittelyitä. Kerros yksi määrittää fyysisen liitännän väylään, kerros kaksi määrittää laiteosoitteet sekä jaksot milloinkaan laite voi kommunikoida väylällä konfliktien välttämiseksi. Seitsemäs kerros on sovellustaso, jolla väylän välittämä tieto hyödynnetään automaatiojärjestelmässä. Ilman sovelluskerroksen määrittelyä jouduttaisiin jokainen erillinen automaatiojärjestelmä ohjelmoimaan erikseen jokaista käyttökohdetta varten. PROFINET käyttää samoin kerroksia 1,2 ja 7 reaaliaikaisen syklisen tiedon välittämiseen.



KUVA 1. OSI-malli kenttävyölyissä (Henning 2015)

2.1 HART

HART (Highway Addressable Remote Transducer) on 4..20 mA virtaviestiin pohjautuva kenttävyöly, missä on yhdistettynä virtaviesti ja yhdistetty digitaalinen viesti. HART kykenee vain 1200 bit/s nopeuteen. Virtaviestissä käytetään taajuuteen perustuvaa BELL 202 standardia missä digitaalisignaali upotetaan virtaviestiin (KUVA 2) AC signaalina (Berge s. 409.). HART väylää voidaan käyttää joko point-to-point tapaan, jolloin väylään kytketään vain yksi laite (Berge s. 68.) tai multidrop -topologialla useampi laite. Multidrop -topologiassa ei voida käyttää virtaviestiä tiedon välittämiseen vaan se vakioidaan 4 mA:n tasoon ja kaikki viestit kulkevat digitaalisesti (Berge s. 71.).



KUVA 2. HART-signaali (Surawksi 2015, 7-3)

2.2 Foundation fieldbus H1

Foundation fieldbus H1 on kokonaan digitaalinen ja se suunniteltiin korvaamaan 4-20 mA standardi. H1 toimii väylässä 31,25 kbit/s nopeudella käyttäen Manchester 2-vaihe-L koodausta IEC 61158-2 standardin mukaan. Koodaus yhdistää kellopulssin data signaaliin, jolloin ei tarvita erillisiä aloitus- ja lopetusbittejä. Tämä mahdollistaa jatkuvat datakehysten lähetykset väylään. (Berge s. 412.) Myös PROFIBUS PA käyttää samaa tekniikkaa.

Foundation fieldbus H1 kommunikaatio käsittää kaksi erityyppistä kommunikaatiotasoa:

- Ajoitettu kommunikointi (etutason liikenne)
- Ajoittamaton kommunikointi (taustaliikenne)

Ylemmän tason väylissä nämä vastaavat syklistä ja ei-syklistä kommunikaatiota. Ajoitetussa kommunikaatiossa välitetään varsinainen prosessidata ja ajoittamattomassa kommunikoinnissa mm. parametointiin ja diagnostiikkaan liittyvä ei aikakriittinen tieto.

2.3 PROFIBUS PA /DP

PROFIBUS PA (Process Automation) toimii PROFIBUS DP:n (Decentralised Peripherals) päällä. PROFIBUS DP määrittelee kaikki protokollan perustoiminnot, joita ylemmät (PA, PROFIsafe, PROFIdrive) käyttävät. PROFIBUS DP fyysinen kerros voi käyttää esim. RS-485, langatonta tai optista siirtoa. PROFIBUS voi myös käyttää MBP (Manchester encoded Bus Powered) kerrosta, joka pystyy toimittamaan kenttälaitteille käyttöjännitteen ja virran, joka on riittävän matala, jotta laitetta voidaan käyttää vaarallisissa ympäristöissä. PROFIBUS käyttää isäntä - orja tapaa kommunikoidessaan kenttälaitteiden kanssa. Väylällä on vain yksi isäntälaitte, joka antaa tietylle kenttälaitteelle luvan lähettää tietoa väylään.

2.4 Ethernet kenttäväylät

Ethernet pohjaisia kenttäväyliä on useita. Kaikkia ei tässä käydä läpi, mutta PROFINET-IO kytkeytyy tähän opinnäytetyöhön, joten se käydään hieman laajemmin läpi.

Vaikka kaikki käyttävät IEEE 802 pohjaista standardia, ne eivät kuitenkaan ole yhteensopivia suoraan keskenään. Niistä osa käyttää standardiohjelmistoja ja osa avoimia ohjelmistoja. Osa taas käyttää standardi Ethernetia ja osa muunneltua Ethernetia. Esimerkiksi PROFINET-IRT käyttää avointa ohjelmistoa ja muunneltua Ethernetia, koska kovaan reaaliaikaisuuteen perustuvana ei standardi Ethernetissa ole tarvittavia protokollia ja laitteita. Avoimiin ohjelmistoihin perustuvissa on kaikki ohjelmistot ovat vapaasti käytettävissä.

Ethernet kenttäväyliä:

- AFDX
- EtherCAT
- EtherNet/IP
- Ethernet Powerlink
- FOUNDATION HSE
- BACnet
- PROFINET-IO
- PROFINET-IRT
- SafetyNET p
- SERCOS III
- TTEthernet
- VARAN
- RAPIEnet
- HD-PLC

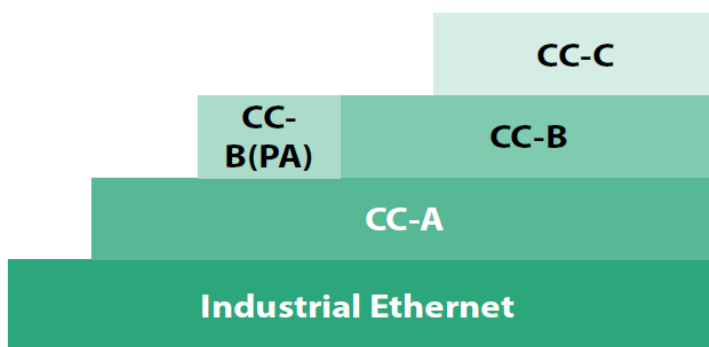
2.5 PROFINET

PROFIBUS on ollut pitkään markkinajohtaja teollisuuden automaatiojärjestelmien ympäristö kenttävylyissä. Automaatiojärjestelmien vaatimukset ovat kasvaneet siitä, kun PROFIBUS kehitettiin ja automaatioissa hyväksi käytettävän tiedon määrä kasvaa jatkuvasti. PROFIBUS ei vanhentuneena standardina pysty suoriutumaan tästä hitaan tiedonsiirtonopeuden takia.

PROFINET-on kehitetty PROFIBUS:in pohjalta poistamaan lisääntyneen tiedonsiirron pullonkaula kenttävylyistä. PROFINET-on kehitetty Siemensin ja PROFIBUS / PROFINET-Internationalin toimesta. Se on avoin standardi pohjautuen teollisuus-Ethernet teknologiaan. Se on nykyään laajasti käytössä kaikkialla teollisessa valmistuksessa, laajentuen jatkuvasti uusille alueille kuten meriteollisuuden ja liikennöintiin. PROFINET on standardisoitu IEC 61158 ja IEC 61784 standardeihin ja sitä kehitetään jatkuvasti. (PROFINET-System Description 2014 s. 2.)

PROFINET:n etuina on sen tuoma kustannussäästö asennukseen, suunnitteluun ja käyttöönottoon. Lisäksi se on joustava ja helposti skaalautuva tulevaisuuden tarpeita varten minimoiden kaapelointikustannukset. Myös automaatiojärjestelmien energiankulutus on otettu huomioon integroidussa PROFInergy profiilissa. PROFInergy mittaa jatkuvasti järjestelmän kuluttamaa energiaa kytkien turhia laitteita pois tarpeen mukaan. PROFIsafe ja PROFIdrive ovat standardisoituja protokollia ja liitäntöjä turvallisuuteen liittyviin järjestelmiin ja taajuusmuuttajaohjauksiin. (PROFINET-System Description 2014 s. 15.)

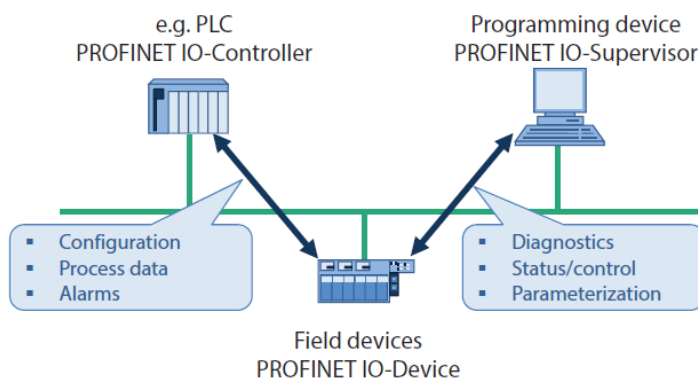
PROFINET-IO noudattaa kolmea vaatimuksenmukaisuus luokkaa, jotka rakentuvat toistensa varaan (KUVIO 1)



KUVIO 1. PROFINET-IO noudatettavuusluokat. (PROFINET-System Description 2014)

CC-A sisältää perusfunktiot PROFINET-IO:lle mukaan luettuna RT (RealTime) kommunikaation. Se mahdollistaa myös SCADA, MES ja ERP tason IT- liitynnät. CC-B laajentaa CC-A:n konseptin käsittämään myös verkon diagnostiikan ja topologian, sekä CC-B(PA):n, joka sisältää erittäin tärkeän järjestelmäreduntanssin, joka turvaa toimivuuden mahdollisissa yhteyshäiriöissä. CC-C määrittää laitteistotason isokroonisen (IRT) kommunikaation. (PROFINET-System Description 2014 s. 2.).

PROFINET-IO noudattaa tuottaja/kuluttaja mallia tiedonsiirrossa (KUVIO 2).



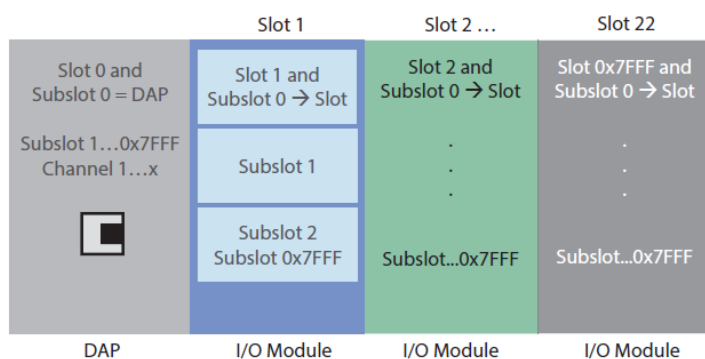
KUVIO 2. Tiedonsiirto PROFINET-IO:ssa (PROFINET-System Description 2014)

IO- kontrolleri on tavallisesti logiikka, jossa automaatiojärjestelmä toimii. Tämä vastaa PROFIBUS järjestelmän ykkösluokan isäntää. Kontrolleri välittää tarvittavat tiedot laitteille tuottajaroolissa ja käyttää IO-laitteiden tuottamaa dataa kuluttajaroolissa. IO-laite, joka on kytketty IO-kontrolleriin vastaa PROFIBUS järjestelmän orjalaitetta, joka toimii isännän tuottaman ohjeistuksen käyttäjänä ja vastaa-vasti tuottajaroolissa lähettää tietoa, jota isäntälaitte käyttää. Valvoja (Supervisor) on esimerkiksi suunnitteluasema tai valvomo, joka toimii PC:ssä tai vastaavassa

ja vastaa PROFIBUS:in kakkosluokan isäntälaitetta. (PROFINET-System Description 2014 s. 3.).

IO-laitteen rakennemalli kuvaa kaikki laitteeseen liittyvät tekniset ja toiminnalliset ominaisuudet. Malli on määritetty DAP:ssa (Device Access Point) ja se on ryhmitelty laiteluokkien mukaan.

Rakennemalli koostuu lokeroista ja niiden alilokeroista (KUVIO 3). Lokero kuvaa laitteen IO-moduulin sijoittumista IO-laitteen rakenteeseen. Konfiguroidut moduulit sisältävät yhden tai useamman alilokeron, joihin viitataan lokeroiden välityksellä. Alilokerot sisältävät varsinaisen tiedon prosessitiedon tuloihin ja lähtöihin. Nämä alilokerot ovat edelleen jaettu osiin valmistajan määritelmien mukaan. Näitä ovat esimerkiksi lokeron sisältämän tiedon pituus (bitti, tavu, sana). Myös alilokeron tiedon tila on aina sisällytetty alilokeron tietosisältöön. (PROFINET-System Description 2014 s. 3.)

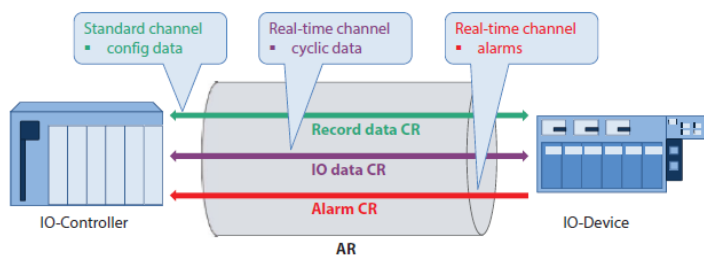


KUVIO 3. PROFINET-IO:n tiedon rakenne. (PROFINET-System Description 2014)

Jokaiseen lokeroon ja alilokeroon voidaan viitata indeksillä ja se on luettavissa ja kirjoitettavissa tämän indeksitiedon perusteella ei-syklisesti. Syklinen tieto on luettavissa lokero/alilokero yhdistelmällä ja ne ovat vapaasti valmistajan määriteltävissä. Jotta PROFINET-laitetta voidaan käyttää, valmistaja toimittaa laitteen mukana GSD (General Station Description) tiedoston. PROFINET-käyttää tämän GSD tiedoston laajennusta, joka on totetutettu XML kielellä ja jonka PROFINET-tuntee nimellä GSDML. (PROFINET-System Description 2014 s. 3-4.)

Kommunikointi ylätasoin laitteen ja kenttälaitteen välillä tehdään käyttäen väyliä, jotka kontrolleri muodostaa käynnistyessään automaatiojärjestelmästä saamien tietojen mukaan. Ne määrittävät tiedon välityksen laitteiden välillä ehdottomasti.

Tiedonvaihto laitteiden välillä tapahtuu AR (Application Relation) paketteina, jotka sisältävät CR (Communication Relation) joka määrittää sen tiedon mitä kenttälaitteelle ladataan (KUVIO 4). Kenttälaitteisiin voidaan määrittää yhteyksiä useiden sovellusten kautta. (PROFINET-System Description 2014 s. 4.)

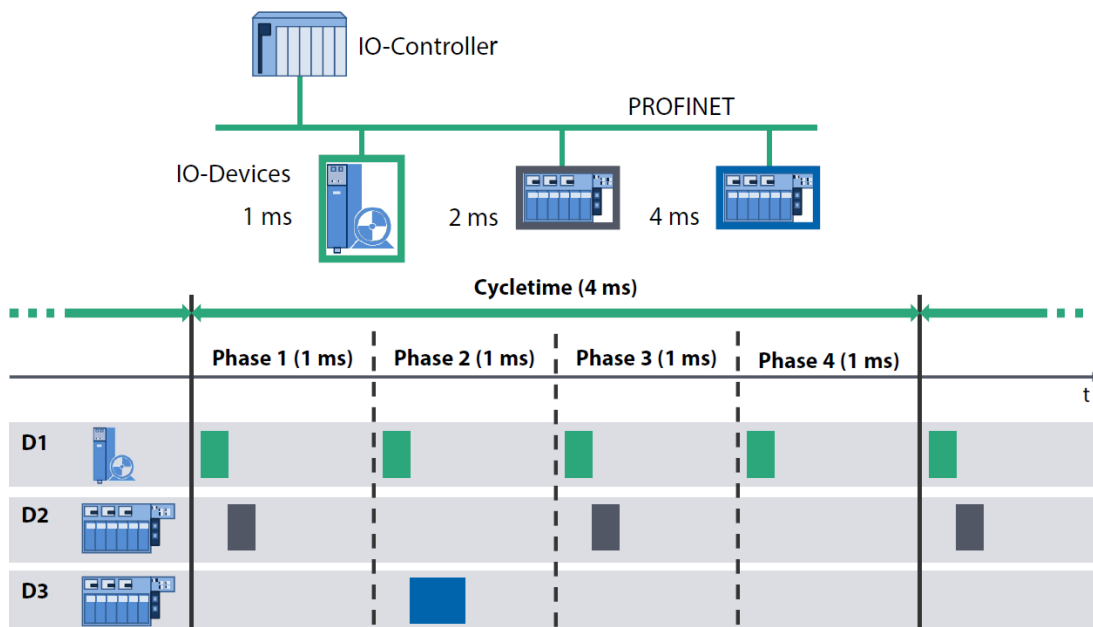


KUVIO 4. Sovellus ja kommunikointi. (PROFINET-System Description 2014)

Ethernet laitteissa laitteet kommunikoivat laiteosoitteen perustella. MAC (Media Access Control) osoite on jokaiselle laitteelle oma ja se koostuu 48-bittisestä osoitteesta. Osoitteesta ensimmäiset 24 bittiä ovat yksilöllisiä jokaiselle laitteelle ja niitä voi olla 16,777,214 jokaisella valmistajalla. Bitit 24..47 ovat laitteen valmistajan tunnus. Näille laiteosoitteille annetaan automaatiojärjestelmässä nimi DCP protokollalla joko yleisesti käytössä olevalla ja myös PROFINET:in käyttämällä DHCP protokollalla tai valmistajan omalla tavalla. (PROFINET-System Description 2014 s. 3-4.)

Koska PROFINET-perustuu Ethernet:iin ja TCP/IP-protokollaan se tukee myös näihin pohjautuvia tekniikoita. Näistä yksi merkityksellisimmistä on web-liityntä kenttälaitteisiin verkon yli. Tällä voidaan lukea tarvittaessa kenttälaitteiden tietoja ja tehdä niihin muutoksia. (PROFINET-System Description 2014 s. 5.)

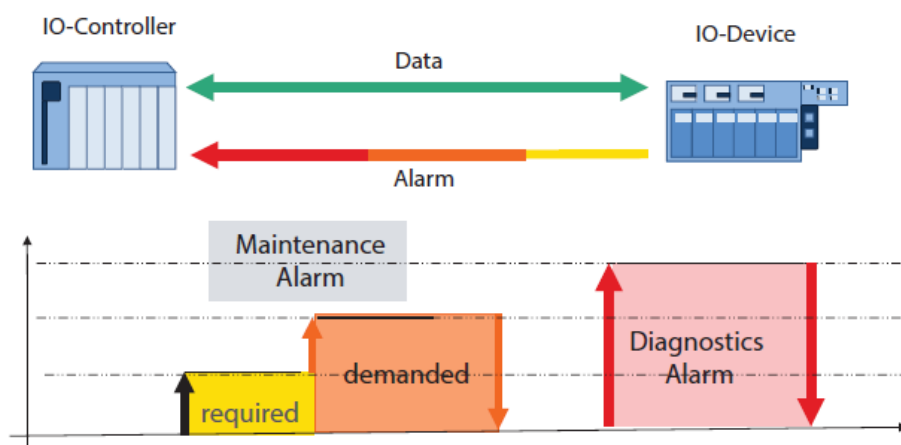
PROFINET:in CC-A:n mukainen tiedonvaihto perustuu syklisen, ei-syklisen ja laitediagnostiikan välittämiseen verkossa. Syklinen tieto kulkee suoraan OSI kerroksesta 2 ilman TCP/IP tietoja. Tieto välitetään ilman vastaanottajan kuittausta aikataulun mukaisesti, joka on sovitettavissa jokaiselle laitteelle sovelluksen vaatimalla tavalla. Sykliaika voi olla välillä 250 μ s .. 512 ms. Syklin toimivuudelle on tärkeää, että kaikilla laitteilla, jotka ovat mukana syklisessä tietojen vaihdossa on sama kello. Kellon poikkeama saa olla korkeintaan 1 μ s. Tiedon siirrossa kehyksissä lähetetään alilokeron tiedot sekä tiedon tila. Kuluttaja arvioi tämän tiedon pohjalta tiedon luotettavuuden. (PROFINET-System Description 2014 s. 6-7.)



KUVIO 5. PROFINET-sykli aika (PROFINET-System Description 2014)

Ei-sykliässä tiedonsiirrossa välitetään konfiguraatio-, parametri- ja statustietoja. Tähän käytetään standardeja IT-palveluja TCP/IP:n ja UDP-protokollan välityksellä. Myös verkon ja laitteiden diagnostiikkatietoja voidaan lukea jokaiselta laitteelta tarpeen mukaan ilman aikariippuvuutta. (PROFINET-System Description 2014 s. 6-7.).

Diagnostiikka tietojen saatavuus on yhä enenemässä määrin tärkeämpää ennakoinnin huollon ja ylläpidon kannalta. Tätä varten PROFINET-IO:ssa on määritelty tapa, kuinka laitteet välittävät hälytys ja diagnostiikkatietoja. Mallissa laite määrittelee tilat, milloinka se on kunnossa tai viallinen, sekä mahdollisen huoltotarpeen (KUVIO 6). (PROFINET-System Description 2014 s.7.)

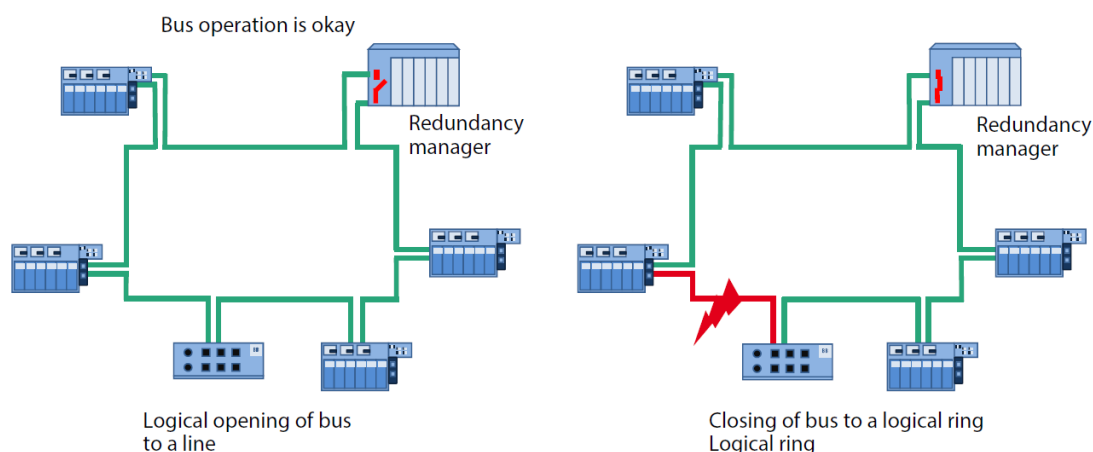


KUVIO 6. Diagnostiikkamalli. (PROFINET-System Description 2014)

Verkkodiagnostiikka ja hallinta kaikille laitteille on määritelty CC-B-luokituksessa ja sitä käytetään verkon topologian tunnistamisessa. Saatu tieto on sisällytetty MIB (Management Information Base) tietokantaan ja laajennukset LLDP-EXT MIB (Link Layer Discovery Protocol) tietokantaan ja ne voidaan lukea käyttäen SNMP (Simple Network Management Protocol) protokollaa.

Tilanteessa, jossa kenttälaite vioittuu tunnetussa topologiassa, on uuden laitteen kytkentä samaan pisteeseen tunnistettavissa. Laite on vaihdettavissa jopa ilman laitteen parametointia, koska laitteen on mahdollista saada vaihdetun laitteen tunnukset ja parametrit. (PROFINET-System Description 2014 s. 8.)

MRP (Media Redundancy Protocol) on PROFINET-verkon kahdennukseen käytetty protokolla, jolla pyritään saamaan mahdolliset verkkokehysten vikojen vaikutukset pieniksi alle 200 ms vasteajalla. Vian kestävään automaatiojärjestelmään kuuluu kahdennuspalvelin ja useita kahdennusasiakkaita rengasverkkoon asennettuna (KUVIO 7). Kahdennuspalvelimen tehtävänä on tarkistaa kytketyn rengasverkon toimivuus lähettämällä testikehyksiä syklisesti rengasverkkoon. (PROFINET-System Description 2014 s. 13.)



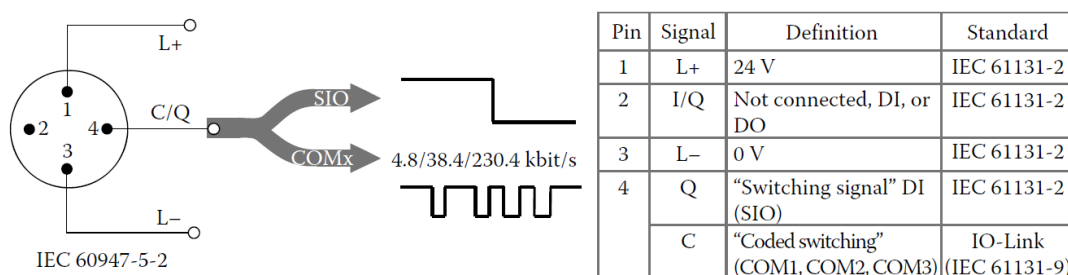
KUVIO 7. Verkon kahdennus PROFINET:ssä (PROFINET-System Description 2014)

PROFINET IRT on isokrooninen reaaliaikaisuus, joka on määritelty vaatimuksenmukaisuus CC-C osiossa. Se sisältää tarvittavat synkronointifunktiot sovelluksille, joilla on tiukat deterministiset vaatimukset. Se mahdollistaa 250 μ s sykliajat 1 μ s synkronointivirheellä. Sykliaika on mahdollista määräytyin kriteerein kuitistaa jopa 31,25 μ s jaksoihin. Jotta tämä saavutetaan, täytyy kaikkien verkon laitteiden ja asemien toimia saman kellon mukaan. Kellon maksimi poikkeama

voi olla korkeintaan 1 μ s. Tämän saavuttamiseksi isäntälaitte lähettää synkronointikehyksiä kaikille IRT alueen laitteiden kellogeneraattoreille. Isokroonisen reaaliaikaisuuden vaatimukset laitteistolta ja kaapeloinnilta ovat paljon suuremmat. Esimerkiksi laitteiden välisien kaapelien pituudet täytyy olla selvillä. (PROFINET-System Description 2014 s. 9.)

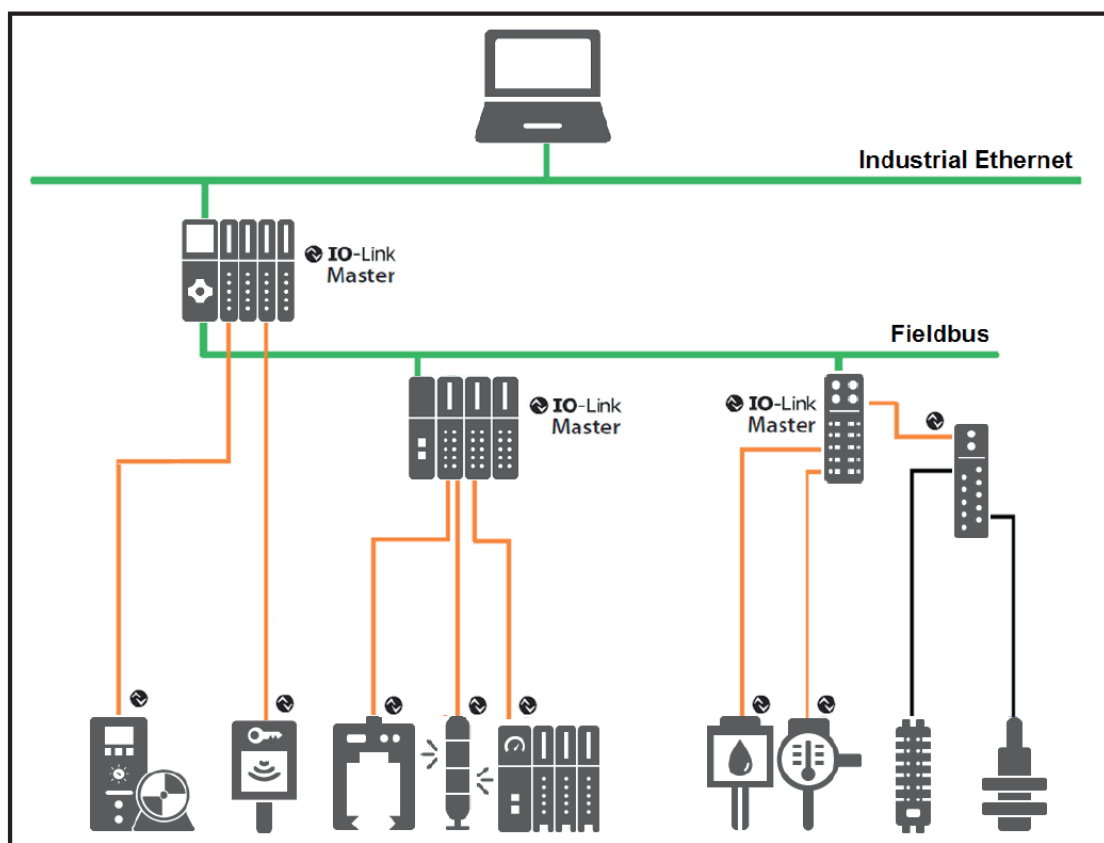
2.6 IO-Link

Lisääntynyt tarve mikrokontrollereilla varustetuille edullisille antureille ja toimilaitteille on IO-Link-tekniikan taustalla. Niiden kykyyn lähettää ja vastaanottaa diagnostiikkatietoja PLC tai PC – kontrollereiden välillä käyttäen edullista väylätekniikkaa ja samalla säilyttäen yhteensopivuuden aikaisempien virtaviestien ja binääristä tietoa välittävien signaalien kanssa. Myös virhealttiit jännitesignaalit kuten 0-10 V, ovat olleet syitä järjestelmän kehityksen takana. Kenttäväylän näkökulmasta katsottuna IO-Link määrittelee perustason liitännät antureiden ja toimilaitteiden liittämiseksi isäntälaitteeseen, joka voidaan määrittää osaksi kenttäväylää I/O solmuksi. Mikä tahansa IO-Link-yhteensopiva laite voidaan liittää isäntälaitteen laiteliitäntään. Laitteet hoitavat sisäisesti fyysisen mittaustiedon muunnoksen digitaaliseen standardin mukaiseen muotoon. Näin vältetään erilaisten binääri- ja analogiakorttien sekä erilaisien kaapelointien tarpeelta. (Surawski 2015 s. 5-1.)



KUVA 3. IO-Link liitäntä (Surawski 2015, 5-1)

IO-Link-järjestelmä koostuu IO-Link-isäntälaitteesta, IO-Link-laitteesta (esim. anturi, toimilaitte), 3- tai 5-johdimisesta suojaamattomasta kaapelista, sekä työkaluohjelmasta, jolla konfiguroidaan ja asetellaan parametrit. Kaapelin maksimipituus on 20 m.



KUVA 4. Esimerkki IO-Link arkkitehtuurista (IO-Link.com. 2020)

IO-Link-isäntälaitte muodostaa liitännän IO-Link-kenttälaitteiden ja automaatiojärjestelmän välille. IO-Link on saatavilla lähes kaikkiin kenttäväyliin. Esimerkiksi valmistaja ifm tukee mm. seuraavia väyläratkaisuja:

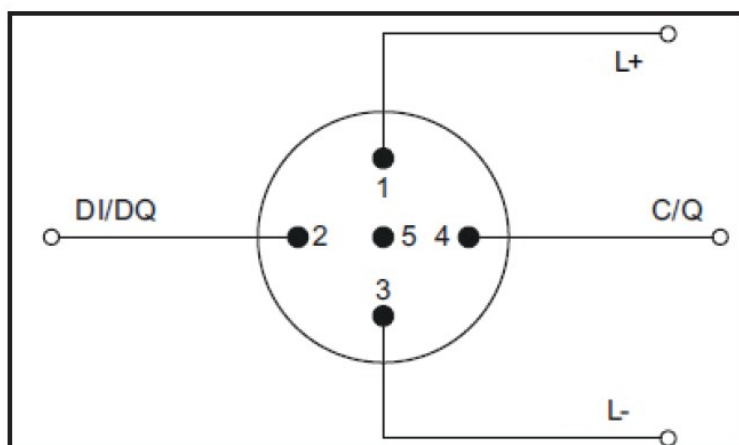
- AS-i
- EtherCat
- EtherNet/IP
- IO-Link
- Modbus TCP
- PROFIBUS
- PROFINET
- MQTT JSON

OPC UA tukee myös IO-Link-järjestelmää. MQTT JSON ei ole varsinaisesti kenttäväylä vaan verkkoprotokolla liitännä IT-verkkoon.

2.6.1 IO-Link-liitäntä

IO-Link-liitäntä on kaksisuuntainen P2P-sarjaliitäntä signaalin ja käyttöjännitteen siirtoon kaikissa verkoissa ja kenttäväylissä. IO-Link välittää syklisesti prosessidatan ja saantiriippuvaisen parametriseoinnin sekä diagnostiikkatiedot väylään. IO-Link on määritelty standardissa IEC 61131-9. (IO-Link System Description s. 3.).

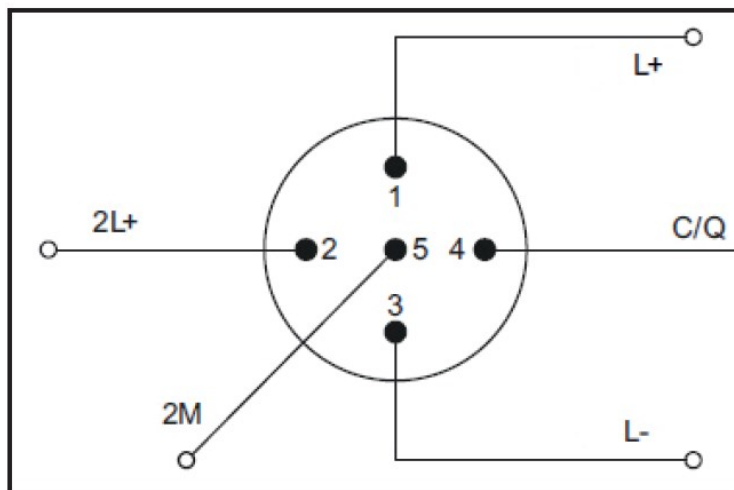
Liitäntää on kahta eri tyyppiä A- ja B. A-tyyppi käyttää kolmea pinniä ja johdinta 1,3,4. Pinniä 2 ei ole erikseen standardissa määritelty, mutta sitä käytetään yleensä ylimääräisenä binäärikanavana. (IO-Link System Description s. 5.).



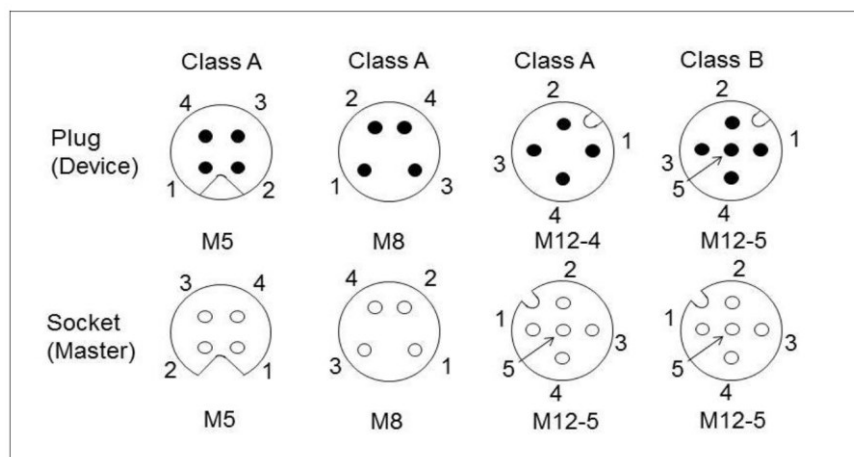
Kuva 5 A-tyypin liitäntä (IO-Link.com, 2020)

B-tyypin liitäntää voidaan käyttää tapauksissa, kun liitettävä laite tarvitsee suuremman tehon kuin isäntälaitte pystyy syöttämään. Tässä tapauksessa pinnejä 2 ja 5 käytetään galvaanisesti erotetun jännitteen syöttämiseen. Kaapelina käytetään 5 -johtimista kaapelia. (IO-Link System Description s. 5.).

Kaapeloinnin väri näkyvät taulukossa (TAULUKKO 1). Liittiminä käytetään M5, M8 ja M12 liittimiä. Kentälaitteessa on uros ja isäntälaitteessa naarastyypin liitäntä. Liitintyytit kuvassa (Kuva 7) Tyyppin B liitäntää voidaan käyttää vain M12-5 liittimillä.



Kuva 6. B-tyypin liitintä (IO-Link.com, 2020)



Kuva 7 Liitintyytit (IO-Link Design Guideline 2018, 13.)

TAULUKKO 1. Kaapelivärit (IO-Link Design Guideline 2018, 12.)

Pin	Signal	Description	Core color ¹
1	L+	24 V power supply (U_{S+})	brown
2	I/Q	not connected (port class A) DI – digital input (port class A) DO – digital output (port class A)	white
	2L+	extra power supply (U_{A+}) (port class B)	not defined
3	L-	24 V power supply (U_{S-})	blue
4	C/Q	SIO standard input/output or IO-Link communication	black
5	NC	not connected (port class A)	
	2L-	extra power supply (U_{A-}) (port class B)	not defined

2.6.2 Protokolla ja siirtonopeudet

IO-Link-isäntälaitteen portteja voidaan operoida neljässä eri tilassa. IO-Link tilaa käytetään IO-Link kommunikointiin, DI tilaa binääritulona, DQ tilaa binäärilähtönä ja Deactivated tilaa ko. portin kytkennässä pois käytöstä. (IO-Link System Description s. 6.).

Siirtonopeudet on määritelty IO-Link V1.1 määrittelyssä. Siirtonopeuksia on kolme:

- COM 1 = 4.8 kbaud
- COM 2 = 38.4 kbaud
- COM 3 = 230.4 kbaud

IO-Link-laite tukee vain yhtä määriteltyä siirtonopeutta. V1.1 määritelmän mukaan isäntälaitte tukee kaikkia siirtonopeuksia ja sopeutuu automaattisesti liitetyn laitteen nopeuteen. (IO-Link System Description s. 6.).

Kaikki IO-Link-tiedonsiirto on isäntälaitte – orjalaitte pohjaista, isäntälaitte lähettämällä pyynnön ja orjalaitteen on siihen vastattava määrätyn ajan puitteissa.

2.6.3 Laitteprofiilit

IODD on IO-Link-laitteiden laitteistokuvaustiedosto, joka on vastaava kuin PRO-FINET:n GSDML tiedosto. Se on XML-pohjainen kuvaus, jossa kerrotaan laitteen oleellinen informaatio laitteen käyttöönottoon. IODD -tiedoston rakenne on sama kaikilla valmistajilla. Master -laitteen valmistajilla konfigurointiohjelmisto esittää IODD-tiedot aina samalla tavalla. Näin varmistetaan yhteneväinen laitteiden käsittely valmistajasta riippumatta (IO-Link System Description s. 8.).

IODD pitää sisällään tietoa, jota tarvitaan järjestelmän liittämiseksi osaksi automaatiojärjestelmää. Näitä ovat:

- Kommunikaatio-ominaisuudet
- Laitteen parametrit alueineen ja oletusarvot
- Tunnistus-, prosessi-, ja diagnostiikkatiedot
- Laitetiedot
- Laitteen kuvaus
- Laitteen kuva
- Valmistajan logo

IODDfinder on tietokanta, johonka viedään kaikkien valmistajien laitetiedot. Siellä on ajantasalla oleva tieto laitteista ja sieltä voidaan ladata IODD-tiedostot laitteelle. Tietokanta löytyy osoitteesta <https://ioddfinder.io-link.com> (IO-Link System Description s.8.).

2.6.4 Vasteajat IO-Link-järjestelmässä

Vasteajat riippuvat monesta tekijästä. IODD-laiteprofiili pitää sisällään tiedon laitteen nopeimmasta vasteajasta. Tämä arvo kertoo isäntälaitteelle, kuinka lyhyin välein laitetta voidaan osoittaa. Tällä on suuri vaikutus vasteaikaan ja sen lisäksi tulee isäntälaitteen oman tiedon käsittelyyn vaatima aika, kun vasteaikoja laskeaan. Eri vasteajalla toimivia laitteita voidaan käyttää samalla isäntälaitteella. Isäntälaitteelle voidaan myös määrittää kiinteä jaksoaika, jota isäntälaitte käyttää. Tähän jaksoaikaan lisätään isäntälaitteen käsittelyaika ja tämä on efektiivinen laitteen vasteaika (IO-Link System Description s. 6.).

3 Tislauskolonni

Tislaus on kemiallisen prosessiteollisuuden tärkeä osaprosessi. Se perustuu aineiden kiehumislämpötiloihin, jotka ovat seurausta aineiden kemiallisista ominaisuuksista. Binääritislaus on perustapa, jossa tislattava liuos muodostuu kahdesta komponentista, joista kevyempi, eli alhaisemmassa lämpötilassa kiehuva, komponentti erottuu höyryn mukana ja raskaampi komponentti jää liuokseen. Erotuskyvyn parantamiseksi kolonnissa käytetään välipohjia. Ylöspäin nouseva höyry tiivistyy välipohjalla ja sen pitoisuus nousee siirryttäessä ylöspäin, kun taas tiivistynyt liuos virtaa alaspäin välipohjalta toiselle. (Virtanen 2014 s. 3.)

Tampereen yliopiston Hervannan kampuksella toimivalla systeemitekniikan laitoksella on käytössä tislauskolonni (KUVA 8). Kolonni on rakennettu vuonna 1983 koulutus- ja testauskäyttöön. Silloisena automaatiojärjestelmänä toimi Valmetin Damatic 60, joka korvattiin samana vuonna Damatic 64 pienvalmomolla. Seuraavaksi automaatiojärjestelmäksi hankittiin Damatic Classic automaatiojärjestelmä, jota seurasi vielä Damatic XD automaatiojärjestelmä. Vuonna 2000 prosessinohjauksessa otettiin käyttöön Metso DNA automaatiojärjestelmä, joka on päivitetty viimeksi vuonna 2007 (Hara s. 71.). Tämän jälkeen on järjestelmään tehty useita päivityksiä sekä laitteistoon, että ohjelmistoon. Kolonnin kenttälaitteista osa on vanhoja ja osa uusia.

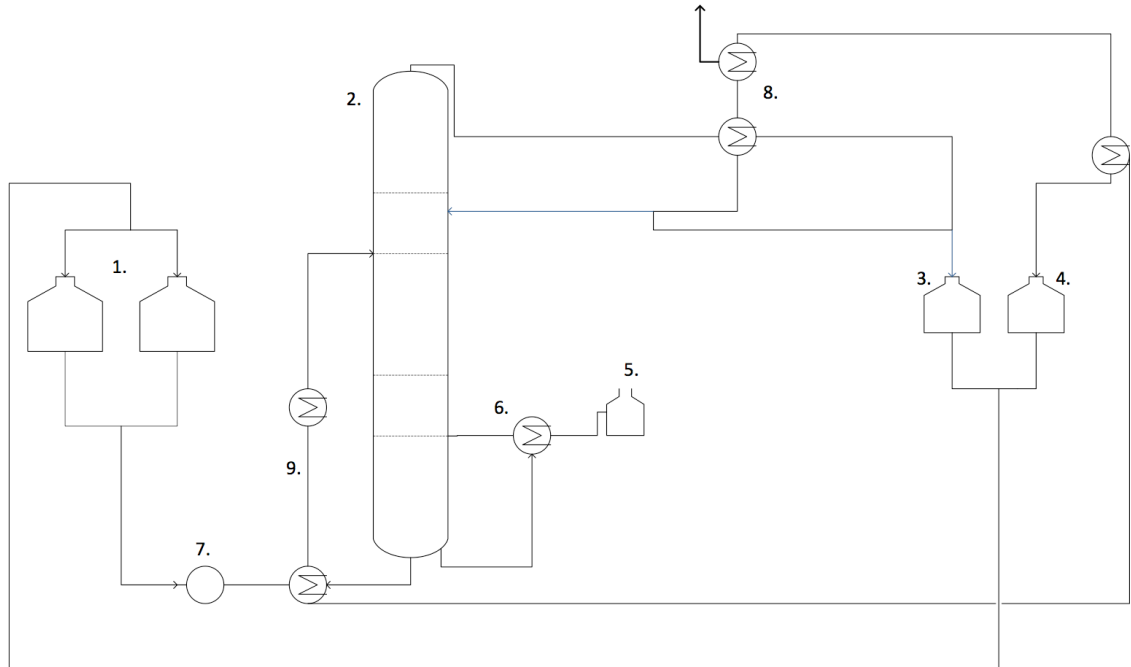


KUVA 8. Systemitekniiikan laitoksen tislaukolonni

3.1.1 Kolonnin toiminta

Kolonni on 5,7 m korkea ja halkaisija 0,3 m. Rakenne sisältää 12 välipohjaa tehtävänä on parantaa tislauksen tehokkuutta. Kooltaan se on huomattavasti pienempi kuin teollisuuden vastaavat kolonnit. Sen toiminta kuitenkin jäljittelee dynamiikaltaan suurten laitosten toimintaa hyvin ja siten antaa hyvän kuvan niiden toiminnasta.

Tislauksessa käytettävä liuos on 30-40 prosenttista etanolia, jota on tarkoitus tislauksessa väkevöittää.



KUVIO 8. Yksinkertaistettu PI-kaavio systeemitekniikan laitoksen kolonnista (Virtanen 2014)

Liuos sijaitsee kahdessa yhden kuutiometrin säiliössä (1.)

Kolonnein pumpattava syöttöneste kulkee kahden lämmönsiirtimen läpi, joista ensimmäisessä, syötön esilämmittimessä, syötteeseen siirtyy kuumasta alitteesta lämpöä, jonka määrää ei voida säätää. Toisessa lämmönsiirtimessä syöte lämmitetään haluttuun lämpötilaan höyryn avulla. Syöte tislautuu osittain höyryvirtaan ja osittain nestevirtaan, kun se saapuu kolonnin välipohjalle. (Virtanen s. 4.)

Välipohjalta välipohjalle valuva neste joutuu lopulta kolonnin pohjaosaan. Pohjaosaan valuneesta nesteestä osa johdetaan alitteena eli pohjatuotteena kolonnista pois, tämä alite johdetaan lämmönsiirtimen kautta alitesäiliöön. Loppuosa pohjatuotteesta palaa takaisin kolonnein pohjakiehuhtimen kautta. Laimea neste seos kiehuu pohjakiehuhtimessa ja höyry paisuu kolonnein. Höyry alkaa kohota välipohjien kellojen läpi kohti kolonnin huippua. Osa höyryn raskaammasta komponentista tiivistyy ja osa nesteen kevyemmästä komponentista höyrystyy, kun kellot pakottavat höyryn kupliimaan välipohjalla olevan nestekerroksen läpi. Näin ylöspäin virtaava höyry rikastuu kevyemmästä komponentista ja alaspäin virtaava neste raskaammasta komponentista. (Virtanen s. 4-5.)

Väkevoitunut höyry, joka on saavuttanut kolonnin huipun, joutuu lauhtumisen aiheuttaman alipaineen vetämänä päälauhduttimeen. Höyry tiivistyy päälauhduttimessa kylmien lauhdutusputkien pinnalle ja valuu nesteenä tisleakkuun. Tisleakusta osa valmista tuotetta pumpataan takaisin kolonnin ylimmälle välipohjalle, tätä nestevirtaa kutsutaan palautteeksi. Loput nesteet johdetaan jäähdyttimen läpi tisesäiliöön. (Virtanen, 2014 s. 5.)

3.1.2 Kolonnin instrumentointi

Kolonnin kenttälaitteet koostuvat lämpötila-, virtaus-, paine-, ja paine-eroantureista. Kolonnin instrumentointi on suurelta osin alkuperäistä. Lämpötila-anturit ovat Pt100-vastuslämpötilaantureita, virtausanturit pyörivään roottoriin perustuvia, painelähetin kolonnin huipulla elektroninen ja paine-eroanturit elektronisia. Vuonna 2018 kolonnille asennettiin ifm -yrityksen valmistamia IO-Link-järjestelmän lämpötila-, virtaus-, ja painelähettimiä sekä näille kaksi isäntälaitetta PRO-FINET-kenttäväyläliitännällä.

3.1.3 Tislauskolonnin säätöperiaate

Tuotteen laadulla voidaan mitata tislausprosessin laatua. Tislausprosessin tarkoituksena on tuottaa mahdollisimman tasalaatuista tuotetta sekä mahdollistaa järjestelmän tasapainotilan nopeat muutokset. Tärkeimmät säädettävät suureet tuotteen laadun kannalta ovat huipun ja pohjan lämpötilat. Koko prosessin hyvää ja tasapainoista ohjausta ja hallintaa vaaditaan kuitenkin hyvän säätötuloksen saavuttamiseksi. Prosessissa ei ole pitoisuusmittausta, jonka takia tisleen pitoisuutta voidaan säätää ainoastaan höyry-nestekäyrien ja huipun lämpötilan säätöä hyväksikäyttäen. (Virtanen s. 6.)

Huipun lämpötilaa säädetään palautevirtauksen avulla, jonka vaikutuksia havainnoidaan mittaamalla kolmanneksi ylimmän välipohjan lämpötilaa. Sen välipohjan vaste antaa parhaimman kuvan huipun lämpötilassa tapahtuvista muutoksista. Lämpötilasäädin ja palautevirtaussäädin ovat kaskadissa, jossa lämpötilasäädin on pääsäädin ja palautevirtaussäädin aläsäädin. Kaskadisäädöllä tarkoitetaan, että säätöjärjestelmän kaksi säätösilmukkaa ovat sisäkkäin. (Virtanen, 2014 s. 6.)

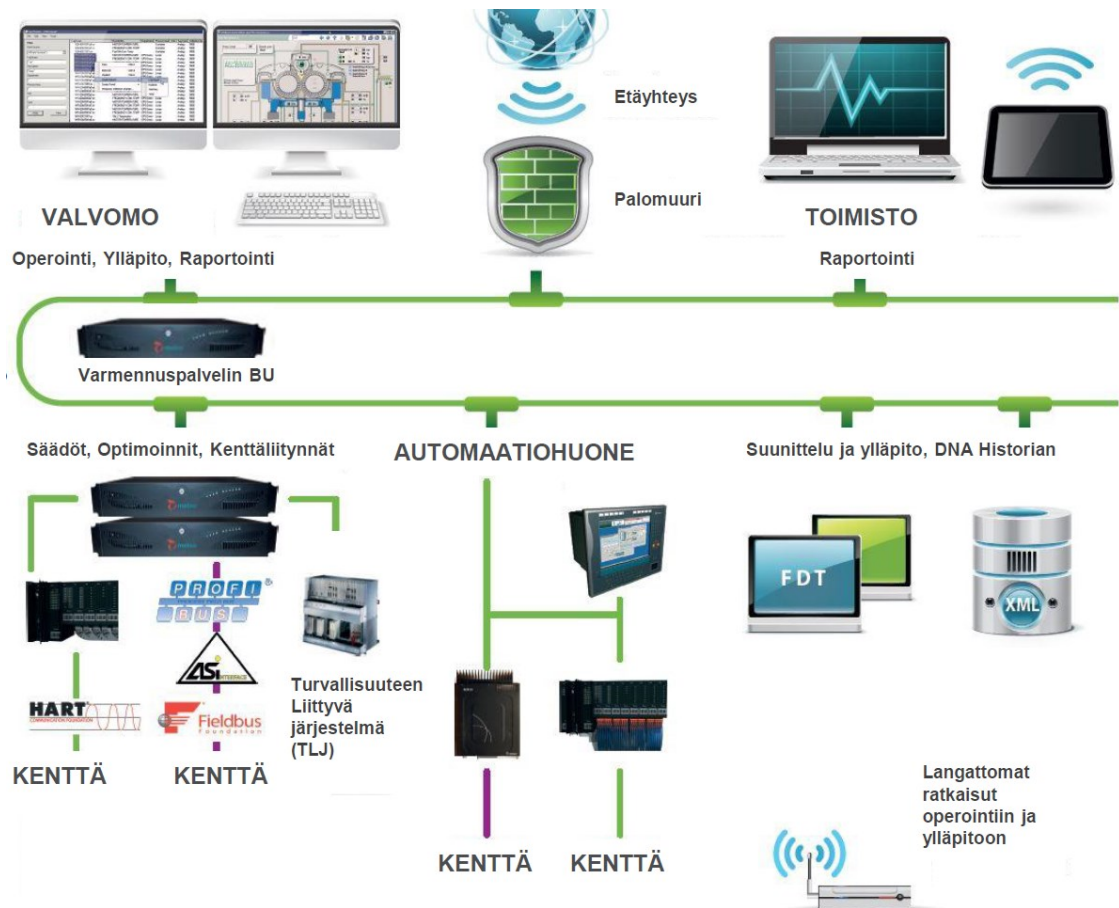
Pohjakiehuhtimen höyryvirtauksella ohjataan kolonnin pohjan lämpötilaa. Parhaiten toimiva ja häiriötön säätö saadaan mittaamalla toiseksi alimman välipohjan lämpötila. Ohjaamalla lämmönvaihtimeen virtaavan höyryn määrää voidaan säätää syöttövirtauksen lämpötilaa. Syöttövirtausta säädetään ohjaamalla säätöventtiiliä, jonka asento määritellään mittaamalla virtausmäärää. (Virtanen, 2014 s. 6.)

Lauhdutustehoa säädetään mittaamalla lauhduttimesta ulos tulevan veden lämpötila, joka pidetään vakiona ohjaamalla lauhdutusveden virtausmäärää. Tisleen määrä, pinnankorkeus, pidetään akussa vakiona kaskadisäädön avulla. Kaskadisäädössä akun pinnankorkeussäädin toimii pääsäätimenä ja tislevirtaussäädin alasäätimenä. (Virtanen, 2014 s. 6.)

Pinnankorkeuden säätimet käyttävät neliöllistä PIDSQ-algoritmia ja muut säätimet ovat normaaleja PI-säätimiä. Neliöllinen PIDSQ-algoritmi reagoi suuriin muutoksiin herkemmin kuin pieniin. Tislausprosessin säätimet toimivat päivitysvälillä 100 ms, mikä on riittävä prosessin dynamiikalle. (Virtanen, 2014 s. 6.)

4 Valmet DNA

Valmet DNA (Dynamic Network of Applications) on laajakäyttöinen hajautettu automaatiojärjestelmä, jolla voidaan hallita vaativia prosessijärjestelmiä teollisuudesta aina valtamerialuksiin. Valmet DNA on skaalautuva järjestelmä pienistä prosesseista suuriin teollisuuslaitoksiin.



Kuva 9 Valmet DNA -automaatiojärjestelmän arkkitehtuuri (Valmet Automation DNA yleisesite 2018??)

Valmet DNA -järjestelmäarkkitehtuuri mahdollistaa saman alustan käytön erityyppisissä säätimissä, kuten prosessi-, kone-, laatu-, käyttöohjauksissa ja optimoinnissa. Arkkitehtuuri on skaalattavissa muutamien kymmenien I/O-järjestelmistä järjestelmiin, joissa on kymmeniä tuhansia I/O-järjestelmiä. (Valmet DNA system architecture, valmet.com, 2020)

Valmet DNA:lla on hajautettu rakenne ja se mahdollistaa myöhemmät laajennukset häiritsemättä olemassa olevia järjestelmän osia. Eri osaprosessit on jaettu eri

ohjaimiin. Jos yksi ohjain pysähtyy tai epäonnistuu, tämä ei vaikuta muihin prosessin osiin. (Valmet DNA system architecture, valmet.com, 2020)

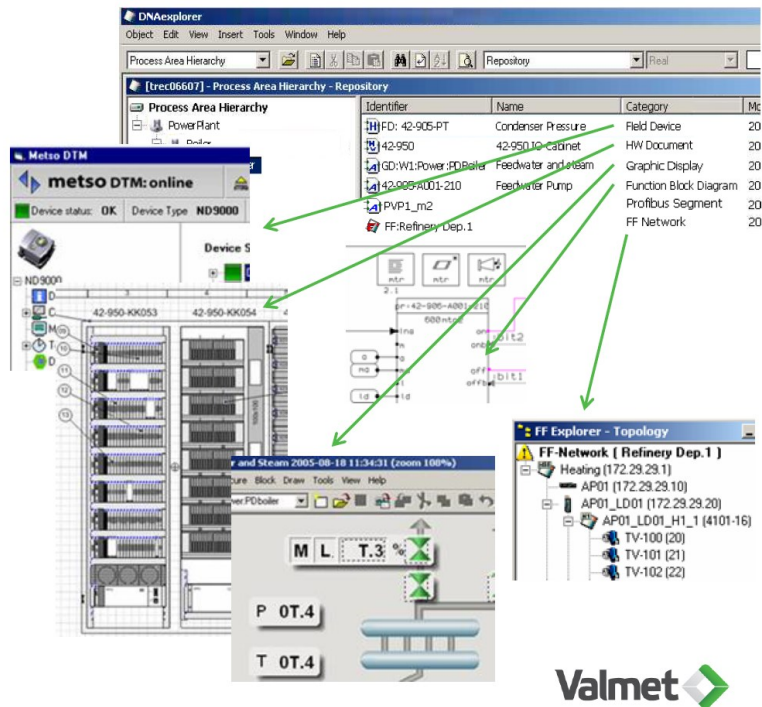
Rengastopologiaa suositellaan Valmet DNA -verkkorakenteelle, mutta myös tähti (kytketty Ethernet) topologia on mahdollista. Kaikki yhteydet ovat yleensä kahdennettävissä. Prosessiohjaimet, käyttöliittymätietokoneet, historiatietokanta ja tekniikkapalvelimet on kytketty verkkoon ilman erillisiä yhdyskäytäviä. Prosessiverkko perustuu 100 Mbit/s tiedonsiirtoon, ja erityistapauksissa voidaan saavuttaa jopa suurempia nopeuksia. Tietoliikenneprotokolla on UDP / IP yhdistettynä Valmet DNA -spesifiseen sovellusprotokollaan. (Valmet DNA system architecture, valmet.com, 2020)

Valmet DNA -verkko on erotettava laitoksen normaalista toimistoverkosta reitittimen avulla. Tämä varmistaa, että toimistoverkon mahdolliset ongelmat eivät vaikuta valvontahuoneväylään ja päinvastoin. Suora Internet-yhteys automaatioverkosta on kielletty. (Valmet DNA system architecture, valmet.com, 2020)



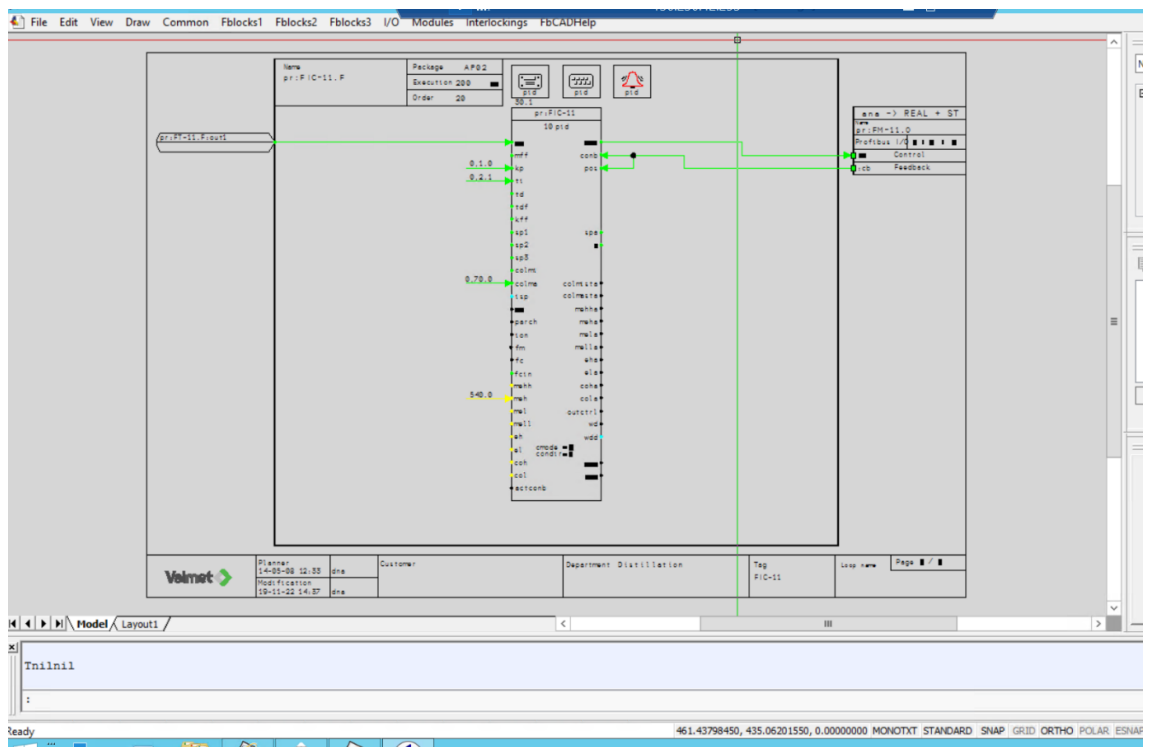
Kuva 10. Valmet DNA ACN MR kontrolleri (Valmet.com 2020)

Valmet DNA automaatiojärjestelmän suunnittelu- ja ylläpitotyökalut koostuvat skaalautuvasta suunnittelu ympäristöstä, jossa on yksi yhteinen tietokanta suunnittelutiedoille ja useita suunnittelutyöasemia. Koko suunnittelu ympäristöä voidaan hallita DNA Explorer -työkalulla (KUVA 11). Tällä työkalulla päästään käsiin kaikkiin DNA automaatiojärjestelmän osiin ja tietokantoihin. Sillä myös ladataan automaatiomoduulit järjestelmään ja tarvittaessa poistetaan. Explorerilla voidaan avata tarvittava moduuli muokattavaksi omaan ohjelmaansa.



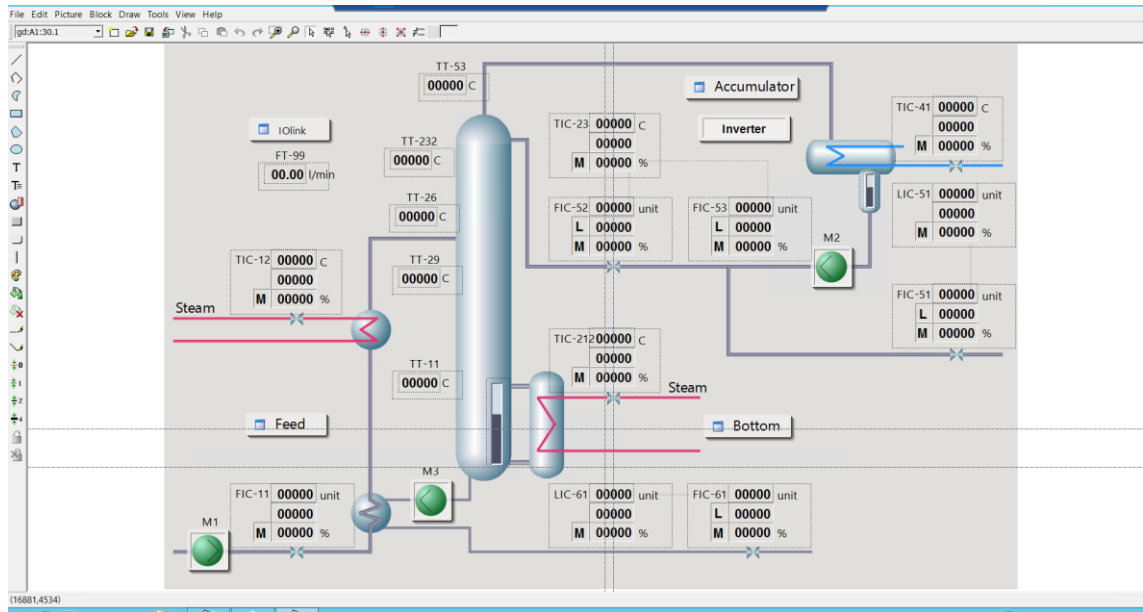
KUVA 11. DNA Explorer -työkalu (Valmet.com. 2015)

Itse suunnittelu tapahtuu erikoisohjelmilla kuten FbCad (KUVA 12) toimilohkojen suunnitteluun. Function Block CAD -työkalulla suunnitellaan toimilohkokaavioita eli Valmet DNA:n ohjaaman prosessin säätöön ja ohjauksiin liittyviä säätöpiirejä.



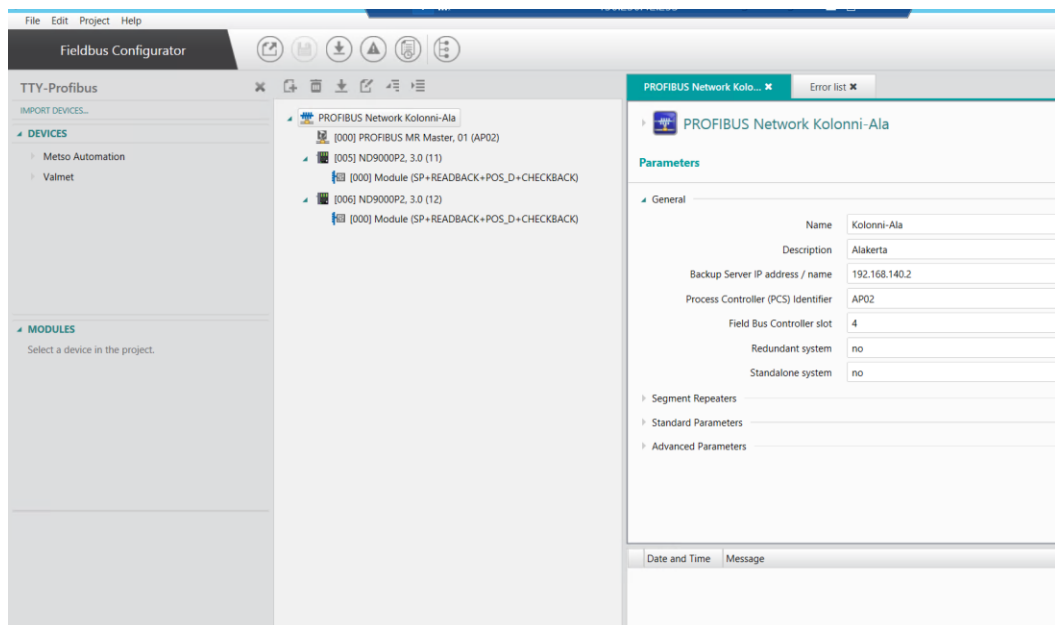
KUVA 12. FbCad -toimilohkojen suunnitteluohjelma

Picture Designer (KUVA 13) valvomonäyttöjen suunnitteluun tarkoitettu piirtosovellus. Ne koostuvat graafisista kuvioista sekä dynaamisista komponenteista joiden avulla saadaan tietoa automaatiojärjestelmästä muutettua helpommin havaittavaan muotoon sekä pystytään ohjaamaan automaatiojärjestelmää.



KUVA 13. Picture Designer -näyttöjen suunnittelu.

Fieldbus Configurator (KUVA 14) on kenttäväylien konfigurointiin käytettävä työkalu. Tällä kerrotaan prosessikontrollerille tarvittavat parametrit kenttäväylästä ja siinä sijaitsevista laitteista.



KUVA 14. Fieldbus Configurator -väylien hallinta.

5 IO-Link-LAITTEIDEN LIITTÄMINEN KOLONNIN AUTOMAATIOON

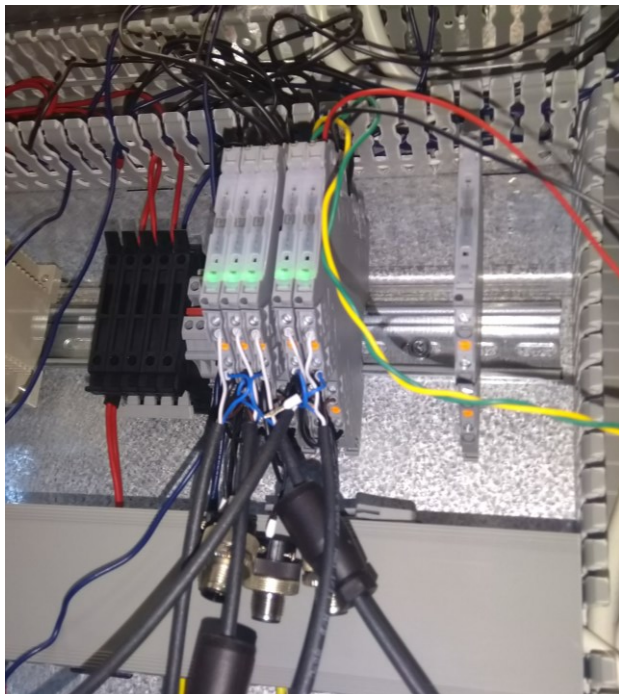
Ensimmäiseksi tehtiin nykyisten asennusten selvitystyö. IO-Link-laitteet olivat valmiiksi asennettu kolonnin instrumentointiin ja kaapeloitu isäntälaitteelle. Laitteessa oli käytetty sekalaisia M12 liittimiä, joista osa oli väärä (KUVA 15). IO-Link-laitteiden liittämiseen käytetään M12-A ja B tyyppin liittimiä. Osaan laitteista oli kuitenkin tullut M12-D tyyppin liittimiä, joita käytetään itse PROFINET-väylän liittämässä.



KUVA 15. M12-A tyyppin liitin vasemmalla ja oikealla M12-D tyyppin liitin.

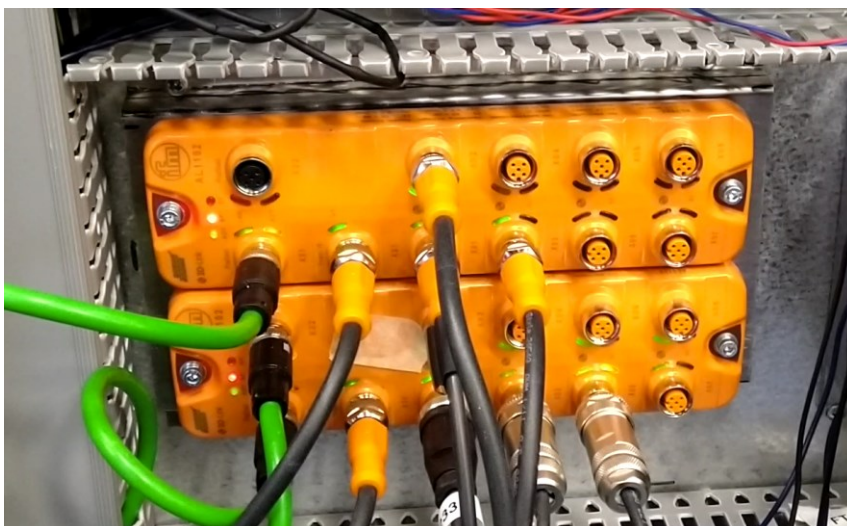
Osa IO-Link-laitteista oli kytketty mA -lähettimiksi ja kytketty Valmet DNA:n AI8 tulokortille PROFIBUS -väylän toimimattomuuden takia, koska asennetut IO-Link-laitteet ovat oleellisia tislusprosessin käytön kannalta (KUVA 16). IO-Link-laitteet valmistajasta riippuen voidaan myös konfiguroida toimimaan virta-/jänniteviestilähtettiminä.

Asennetut IO-Link-kenttälaitteet olivat myös konfiguroitu ja nimetty positioiden mukaan mihinkä ne olivat asennettu.



KUVA 16. Tilapäiskytkentä mA-lähttimiksi.

IO-Link-isäntälaitteet oli asennettu automaatiojärjestelmän kaappiin, johon myös kenttälaitteiden kaapelit olivat tuotu (KUVA 17). Kolonnin instrumenttien etäisyys ei ylitä kaapeleiden ylämittaa, joka on 20 m maksimissaan. Alakeskuksen AP02 prosessiasemalta oli tuotu PROFINET-kaapeli isäntälaitteelle.



KUVA 17. AL1102 isäntälaitteet

Kenttälaitteet oli asennettu vanhojen PT100 ja rotaativirtausmittareiden tilalle. TN2445 (KUVA 18) lämpötilalähetin asennettuna tislauskolonnin yläneljänneeseen ja yhdistetty virtaus- ja lämpötilalähetin SGB233 (KUVA 19). TN2445 on

positioitu järjestelmässä tunnuksella TT-23 ja se on osana lämpötilan säätöpiiriä TIC-23. SBG233 on osa virtauksen säätöpiiriä FIC-61.

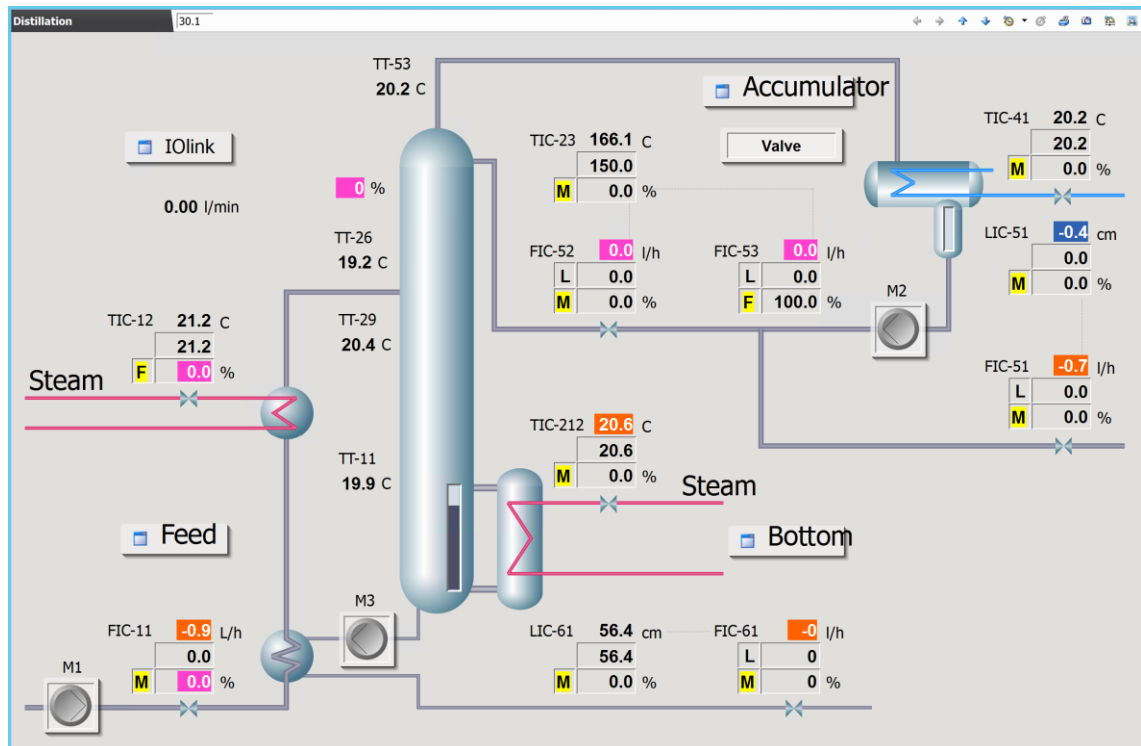


KUVA 18. TN2445 lämpötilalähetin TT-23



KUVA 19. SBG233 virtauslähetin FT-61

Edellä mainittujen positioiden lisäksi IO-Link-lämpötilalähtimiä on mittaamassa pohjan lämpötilaa (TT-212), välisyötön lämpötilaa (TT-28) ja huipun lämpötilaa (TT-53). Virtauslähtimiä on syöttövirtauksessa (FT-11), palautevirtauksessa (FT-52) ja tisleen virtauksessa (FT-51). Kaikkia positiota ei näy valvomon päänäytössä (KUVA 20) ja osa on osana säätöpiiriä kuten FT-52 on osana FIC-53 säädintä.

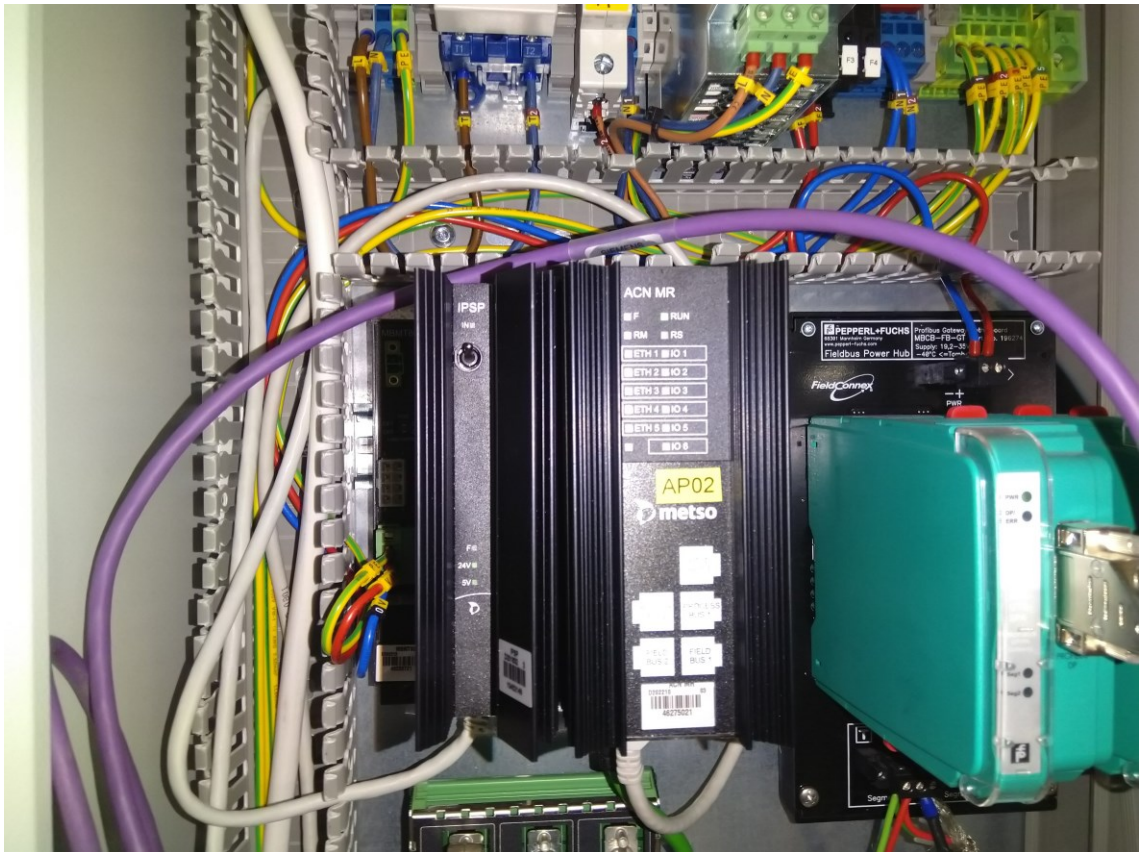


KUVA 20. DNA valvomon päänäyttö

IO-Link-laitteita konfiguroitaessa LR device ohjelmalla ilmeni ongelma, että konfigurointitietoa ei voitu kirjoittaa isäntälaitteelle. LR- device ohjelma kyllä tunnisti laitteet, jotka oli konfiguroitu aiemmin ohjelmistolla. Uusia portteja ei voitu ottaa käyttöön, eikä muuttaa vanhojen tietoja.

5.1.1 PROFINET-väylän käyttöönotto

Kolonnin PROFINET-väylässä, joka toimii AP02 -prosessiasemassa (KUVA 21), on liitettyä kaksi kappaletta ifm AL-1102 V2-isäntälaitetta. Samaiseen AP02-prosessikontrolleriin on myös kytketty kolonnilla oleva PROFIBUS-väylä.

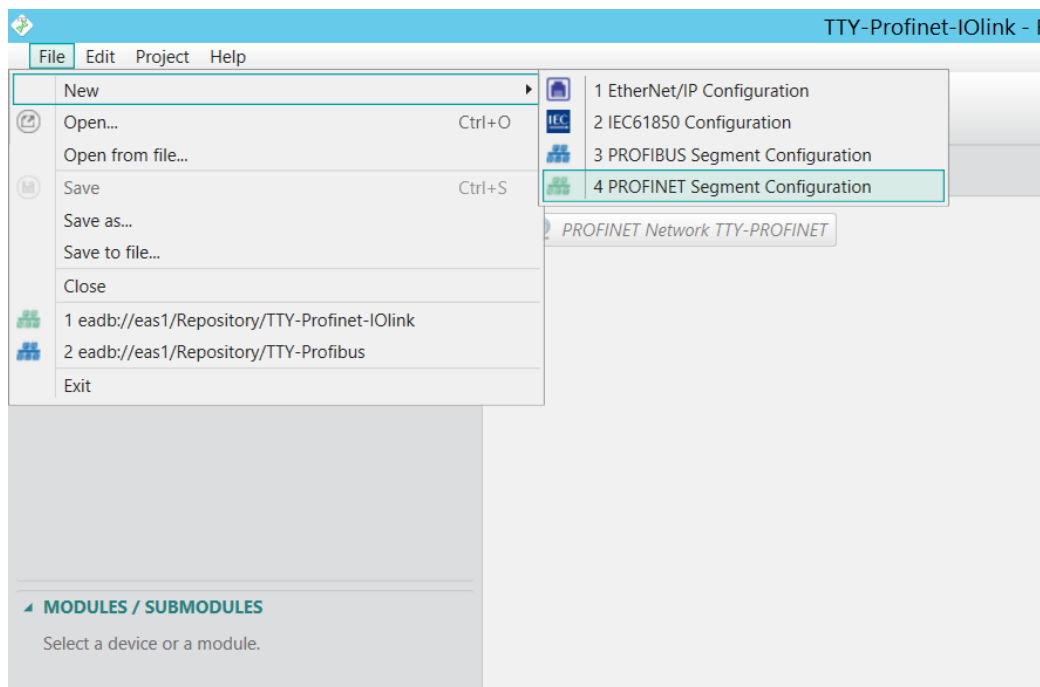


KUVA 21. AP02 Prosessikontrolleri

PROFINET--väylän konfiguroinnin työvaiheet ovat

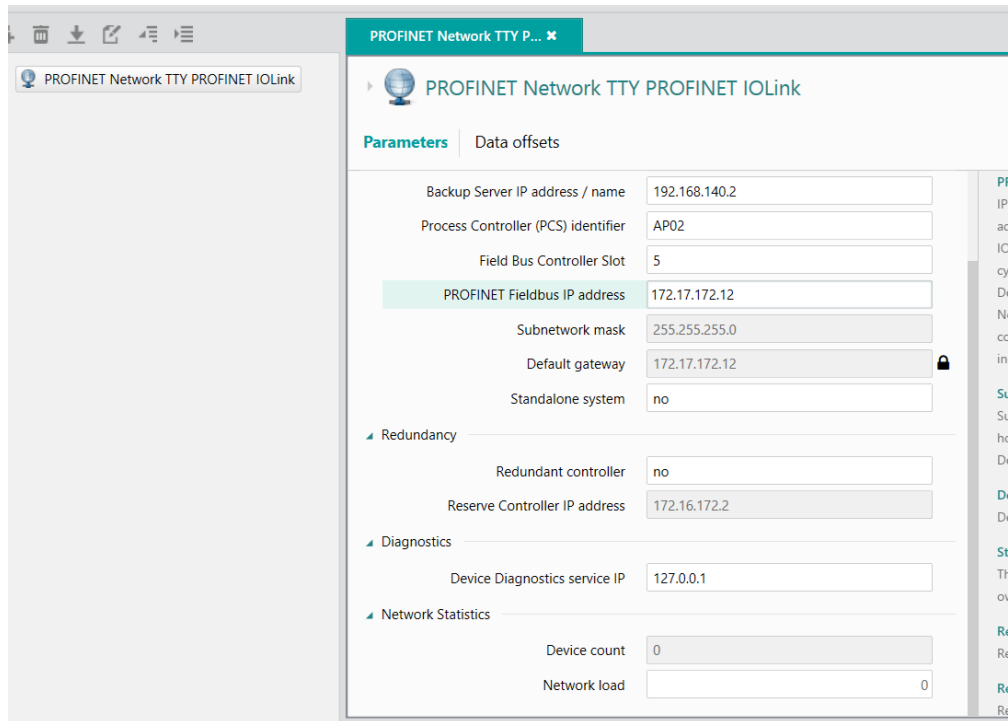
- Luodaan uusi PROFINET-konfiguraatio
- Tuodaan laitetiedot GSDML tiedostosta
- Konfiguroidaan verkkotiedot
- Konfiguroidaan PROFINET-IO laitteet
- Konfiguroidaan laitetietomoduulit
- Nimetään todelliset (nimeämättömät) laitenimet Live-listassa
- Ladataan ja aktivoidaan konfigurointi PCS:llä
- siirrytään automaatio suunnitteluun ja PROFINET-IO konfigurointiin.

PROFINET-konfiguraatiota varten on Valmet DNA:ssa erillinen ohjelma, jolla tämä hoidetaan. Tämä ohjelma on Fieldbus configurator. Konfigurointi aloitetaan luomalla uusi kenttäväylä. Tämä tapahtuu menemällä File valikkoon ja valitsemalla New – PROFINET-Segment Configuration (KUVA 22).



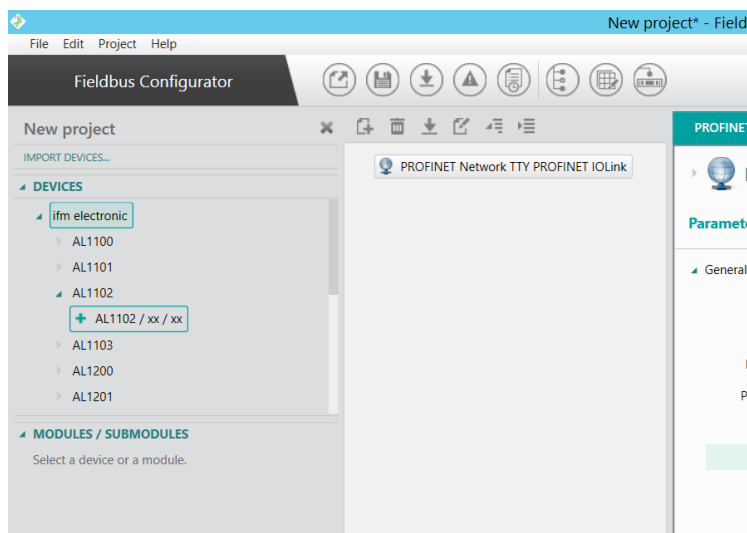
KUVA 22. Uuden PROFINET-segmentin lisääminen

Ohjelma luo uuden PROFINET-segmentin. Tähän tarvitsee täyttää verkon nimi, Backup serverin (BU) osoite, prosessikontrollerin tunniste johon väylä on liitetty, väyläkontrollerin lokeron (FBC Slot) numero ja PROFINET-kenttäväylän osoite (KUVA 23). Muista kohdista ei kolonnin kohdalla tarvitse välittää, koska käytössä ei ole kahdennusta. Lokeron numero on osa laitteen PROFINET-osoitetta.



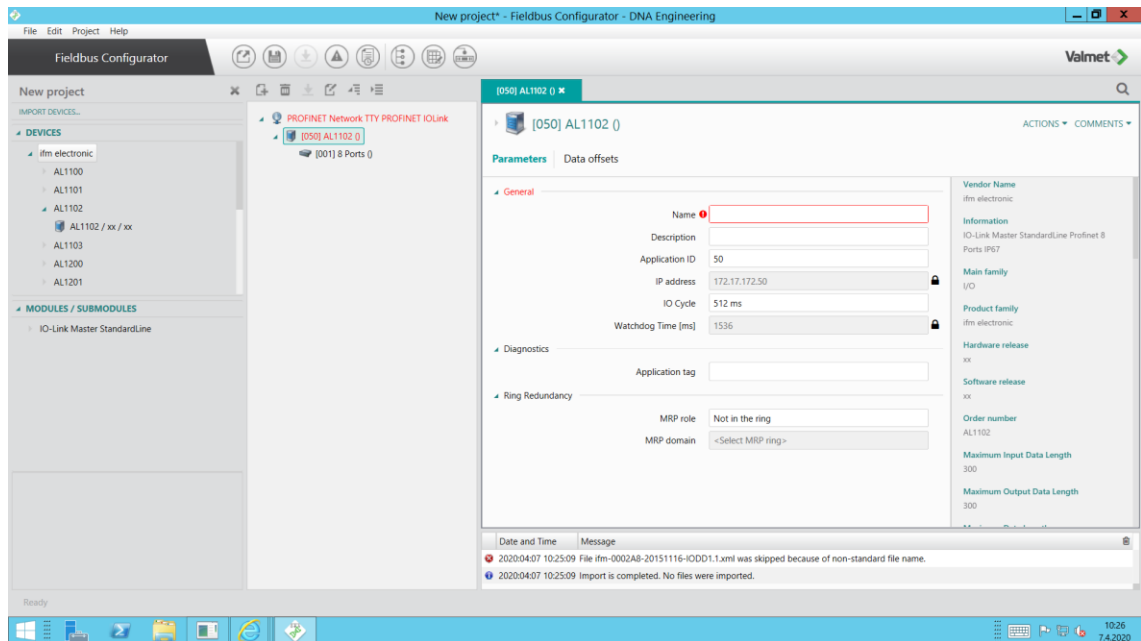
KUVA 23. PROFINET-väylän tiedot

Seuraavaksi lisätään väylälle PROFINET-IO-laitteet eli tässä tapauksessa IO-Link-isäntälaitteet. Jotta ne voidaan lisätä, tarvitaan niiden valmistajan toimittama GSDML tiedosto. Tässä tiedostossa on kaikki tarvittava tieto laitteen lisäämiseksi osaksi PROFINET-väylää. Configuraattoriin lisätyt laitteet näkyvät DEVICES valikon alla listattuna. Mikäli tarvittavia laitteita ei listalta löydy, ne voidaan lisätä valitsemalla 'IMPORT DEVICES...' ja lataamalla kyseisen laitteen GSDML tiedosto. Kun tiedosto on ladattu, voidaan valita listalta oikea laite ja lisätä se väylään (KUVA 24).



KUVA 24. IO laitteen lisääminen PROFINET--väylään

Laite siirtyy osaksi väylän rakennetta ja sille annetaan tarvittavat tiedot. Oleelliset tiedot ovat laitteen Application ID sekä IO sykli aika (KUVA 25). Application ID muodostaa toisen osan PROFINET-IO osoitetta. Syklijajan listassa on valittavina DAP:N (Device Access Point) tukema aika syklisen tiedon välittämiseksi. Tämä riippuu PROFINET-verkon topologiasta.



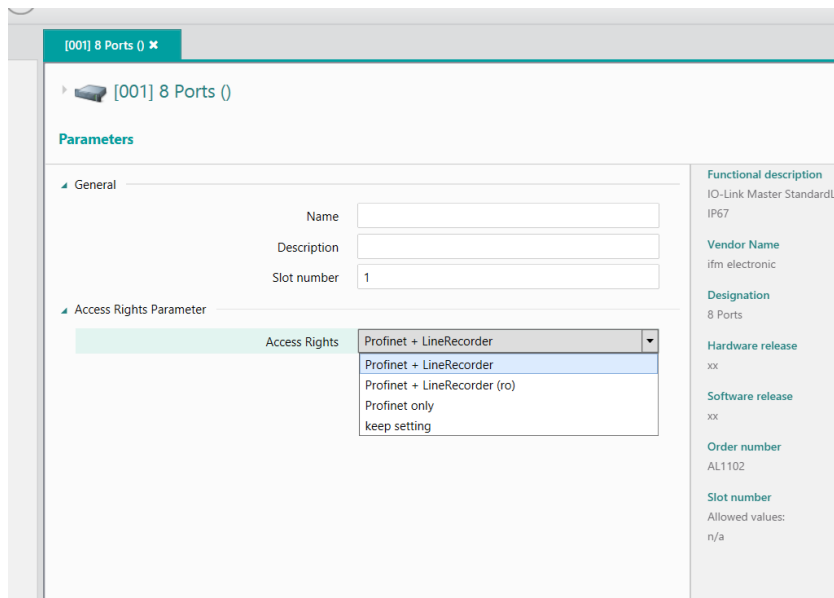
KUVA 25. IO laitteen konfigurointi

Seuraava vaihe on konfiguroida isäntälaitteen portit. Merkitseviä parametrejä ovat Slot -numero, joka voi olla välillä 2-9, sekä käyttöoikeudet (KUVA 26). Portti voidaan tarvittaessa myös nimetä ja kirjoittaa sille kuvaus. Käyttöoikeuksia on neljä erilaista. Valmet DNA fieldbus konfiguraattorissa porttitason oikeudet ovat seuraavat:

- PROFINET + LineRecorder
- PROFINET + LineRecorder(ro)
- PROFINET-only
- Keep setting

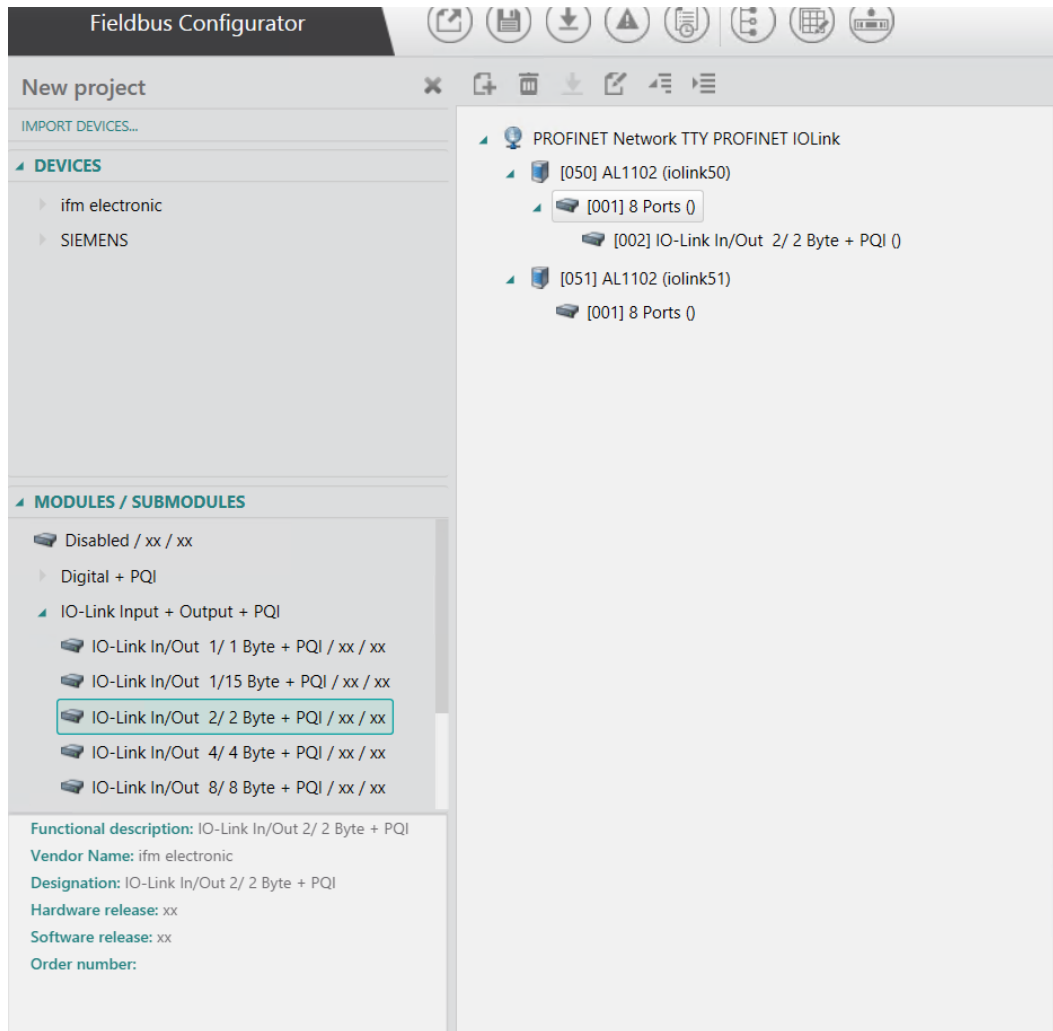
PROFINET + LineRecorder antaa teoriassa oikeuden myös ulkopuoliselle konfigurointiohjelmalle päästä käsiksi porttien konfigurointiin. Tämä toimii mutta määrittäin rajoituksin. PROFINET + LineRecorder(ro) päästää ulkopuolisen konfigurointiohjelman lukemaan porttien tietoja, mutta ei muuttamaan niitä. PROFINET-

only asetus sulkee pois ulkopuoliset muutokset. Keep Setting säilyttää nimensä mukaisesti annetut asetukset.



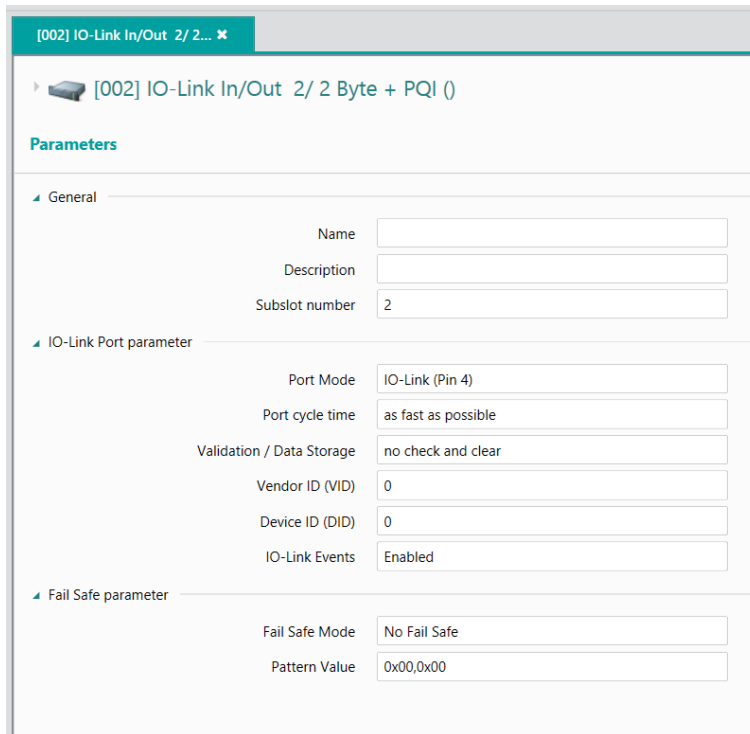
KUVA 26. PROFINET-käyttöoikeudet

Portin moodi pitää valita sen käyttötavan mukaan (KUVA 27). Portti voi olla joko pois käytöstä (Disabled), binääritulona tai lähtönä (Digital + PQI) tai se voi välittää IO-Link tietoa (IO-Link Input + Output + PQI). IO-Link moodissa tarvitaan tieto siitä, käytetäänkö porttia sisään vai ulostuloon vai molempiin sekä tavujen (Byte) määrä sisään ja ulos. Mikäli IO-link laite välittää tietoa sanan (16 bit) kokoisina tarvitaan kaksi tavua. PQI on Port Qualifier Information, joka kertoo syklisen tiedon kunnon. Tavujen määrä vaikuttaa laitteen luku- ja kirjoitusnopeuteen, koska jokaisella lukukerralla luetaan ilmoitettujen tavujen määrä, vaikka niissä ei olisi mitään tietoa. Näin ollen kannattaa valita sopiva määrä tavuja lukunopeuden säilyttämiseksi.



KUVA 27. Portin tyyppin valinta

Viimeiseksi asetellaan porttiin liitetyn laitteen tiedot (KUVA 28). Subslot numero muodostaa laitteen osoitteen viimeisen numeron IO-Link-laitteen tietorakenteen pohjalta. Tämä numero voi olla 1 + isäntälaitteessa olevien porttien määrä eli tässä tapauksessa numero voi olla välillä 2..9. Tämän osoitteen muodostamisesta, sekä muista asetusarvoista kerrotaan tarkemmin Valmet DNA järjestelmän toimilohkojen yhteydessä.



[002] IO-Link In/Out 2/ 2... ✕

▶ [002] IO-Link In/Out 2/ 2 Byte + PQI ()

Parameters

▾ General

Name

Description

Subslot number

▾ IO-Link Port parameter

Port Mode

Port cycle time

Validation / Data Storage

Vendor ID (VID)

Device ID (DID)

IO-Link Events

▾ Fail Safe parameter

Fail Safe Mode

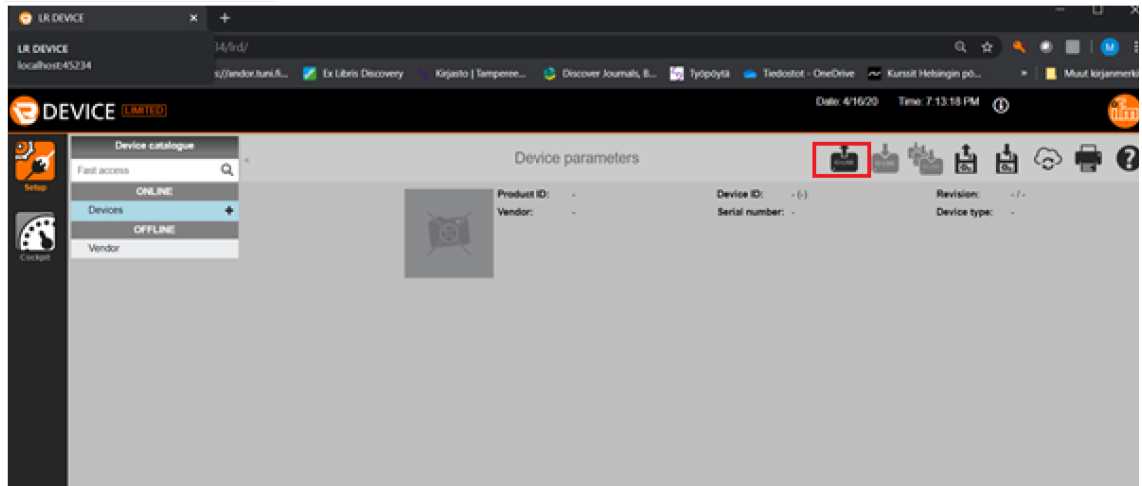
Pattern Value

KUVA 28. Porttiin liitetyn laitteen konfigurointi.

Kun kaikki Valmet DNA:n PROFINET-väylän tarvittavat tiedot on aseteltu, ladataan profiili prosessiasemalle ja aktivoidaan se. Isäntälaitteen asetuksia kirjoitettaessa tulee PROFINET-verkkoon muutaman sekunnin mittainen häiriötila, jolloin laiteita ei voida PROFINET-väylässä lukea. Mikäli kaikki asetukset on tehty oikein IO-Link-isäntälaitteen valojen pitäisi ilmaista laitteen olevan kommunikaatiossa PROFINET-väylään. Mikäli vain yhden isäntälaitteessa olevan laitteen tietoja muutetaan, pystytään se tekemään PROFINET-verkon häiriintymättä. Tällöin vain kyseisen laitteen konfigurointi ladataan järjestelmään.

5.1.2 IO-link laitteiden konfigurointi

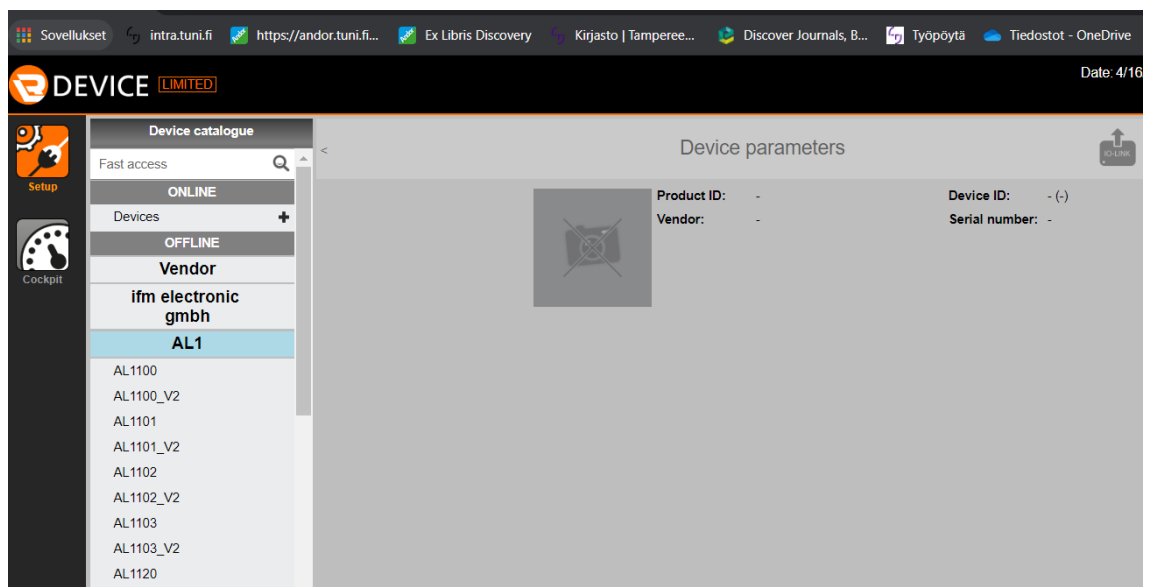
IO-Link-laitteiden konfiguroinnissa käytetään valmistajan toimittamaa ohjelmistoa. Tässä tapauksessa valmistajan ohjelma on LR Device (KUVA 29), joka on selainpohjainen sovellus ifm:n IO-Link-laitteiden konfigurointiin. Ohjelmalla voidaan konfiguroida laitteet joko online tai offline tilassa. Kuvassa oleva limited versio on vapaasti saatavilla, mutta sillä ei voida suorittaa kaikkia konfigurointiin liittyviä tehtäviä. Mikäli isäntälaitte on liitetty koneeseen, jolla konfigurointi suoritetaan, voidaan valita ympyröity latauspainike ja liitetyn laitteen olemassa olevat tiedot latautuvat ohjelmaan.



KUVA 29. LR Device ohjelma

Laitteet voidaan konfiguroida joko valmiiksi ennen asennusta tai ne voidaan konfiguroida paikan päällä. Tässä tapauksessa joudutaan konfigurointi suorittamaan näyteluonteisesti simuloiden korona -viruksen suljettua pääsyn opinnäytetyön kohteena olevalle laitokselle. Näin ollen tulee suhtautua varauksella seuraavassa esitettyihin asetuksiin koska niiden toimivuutta ei ole päästy paikan päällä testaamaan.

Kun laitteille tehdään asetukset offline tilassa valitaan OFFLINE tilan alta valmistaja (ifm) jolloin valmistajan laitelista aukeaa (KUVA 30). Tästä valitaan asennettava laite (AL1102_V2).



KUVA 30. Master -laitteen valinta

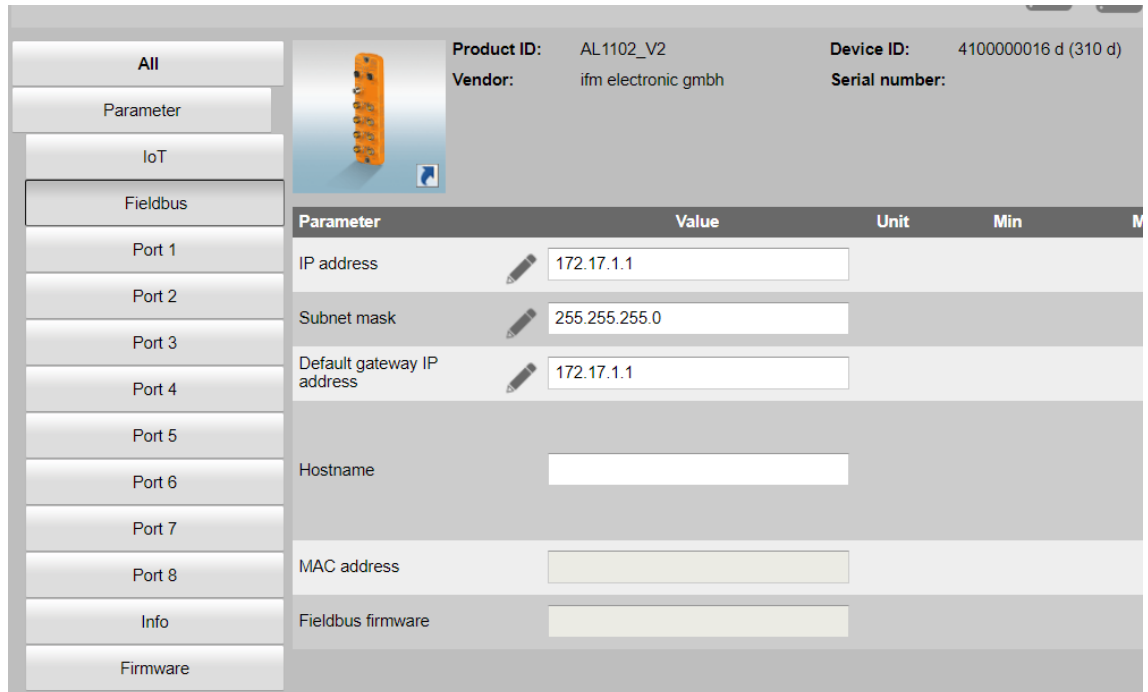
Kun laite on valittu päästää asettamaan laitteen asetusarvot (KUVA 31). Tarvitavat tiedot ovat Access rights, jolla asetetaan käyttöoikeudet samaan tapaan kuin PROFINET-profiilissa. Mikäli näitä oikeuksia vaihdetaan, täytyy IO-Link-isäntälaitte käynnistää uudelleen. Seuraavana valitaan konfigurointiin käytettävän, esim. kannettavan IP-osoite. Tämä tarvitaan, jotta isäntälaitte pystyy kommunikoimaan LR Devicen kanssa. Tässä tapauksessa kannettavan IP-osoite oli 172.17.1.21. Port on TCP/UDP-portti mihin isäntälaitte lähettää paketteja. Interval määrittää ajan, jonka välein laite lähettää sovellukselle (LR Device) tietoja. Haluttaessa voidaan määrittää laitteelle nimi (Application tag) joka näkyy sovelluksessa.

The screenshot shows the 'Device parameters' configuration screen. On the left, a 'Device catalogue' sidebar lists the device 'AL1102_V2' under the vendor 'ifm electronic gmbh'. The main area displays the following parameters:

Parameter	Value	Unit	Min	Max
Access rights	Fieldbus + IoT			
IP address LR Agent or SMARTOBSERVER	172.17.1.21			
Port LR Agent or SMARTOBSERVER	35100		0	65535
Interval LR Agent or SMARTOBSERVER	500	ms	50 ms	2147483647 ms
Application Tag				

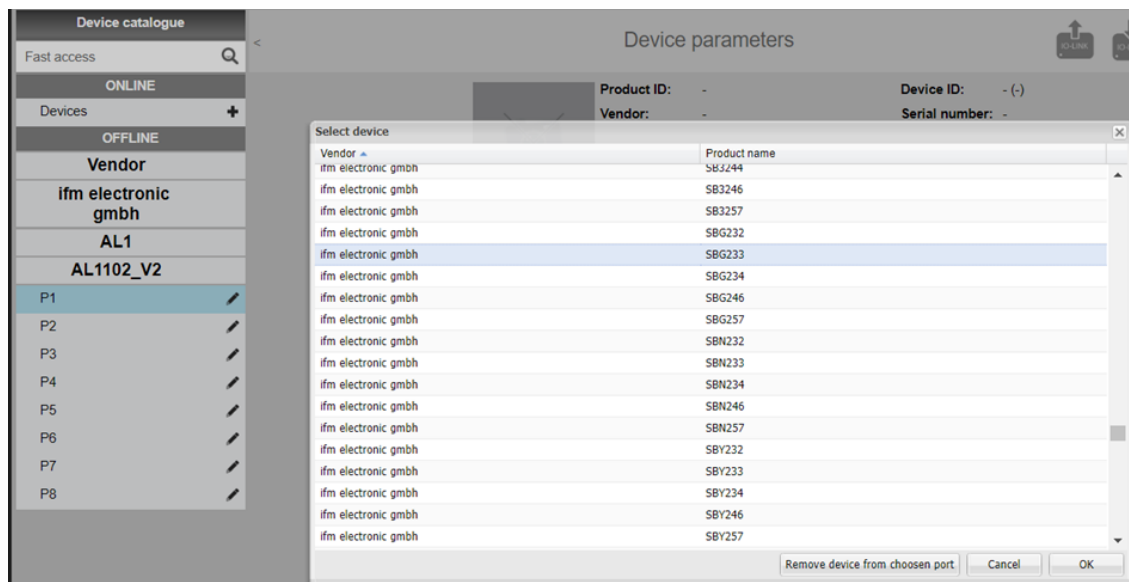
KUVA 31. Master -laitteen asetusarvot

Seuraava vaihe on kenttäväylän (PROFINET) määrittäminen (KUVA 32). Tätä varten tarvitaan PROFINET-väylä osoite 172.17.1.1, gateway 172.17.1.1 ja aliverkon peite 255.255.255.0. Nämä osoitteet ovat projektiokohtaisia. Valmet DNA oletus osoitteena PROFINET-verkolle on 172.16.172.X/24 (Valmet Manuals).



KUVA 32. Kenttäväylän asetus

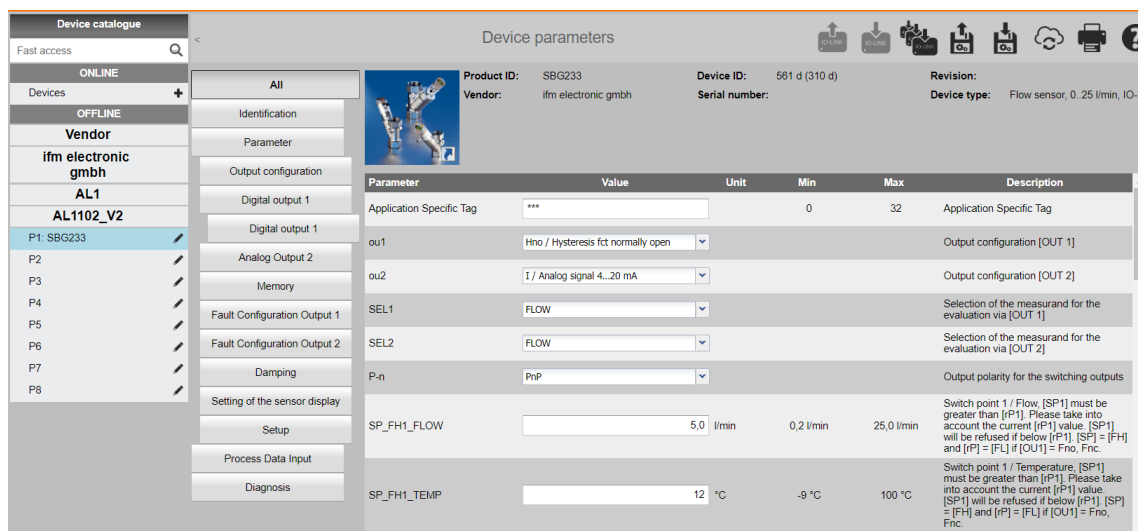
Kun kenttäväylä on konfiguroitu, voidaan valita laitteen porteille IO-Link-kenttälaitteet. Mikäli LR Device olisi kytkettynä isäntälaitteeseen voitaisiin portteihin kytkettyjen laitteiden tiedot lukea sovellukseen. Nyt kenttälaite joudutaan valitsemaan porttikohtaisesti valmistajan tuotelistasta (KUVA 33).



KUVA 33. Kenttälaitteen valitseminen

Kun laite on ladattu portille päästään muuttamaan kenttälaitteen asetusarvoja tarpeen mukaan. Konfiguroitavien tietojen määrä riippuu laitteesta. Niitä voi olla muutama tai niitä voi olla satoja. Nyt valittu laite on virtausanturi SBG233, joka

pitää sisällään myös lämpötilan mittauksen (KUVA 34). Näiden asetusarvojen läpikäynti ei mahdu tämän opinnäytetyön sisältöön.



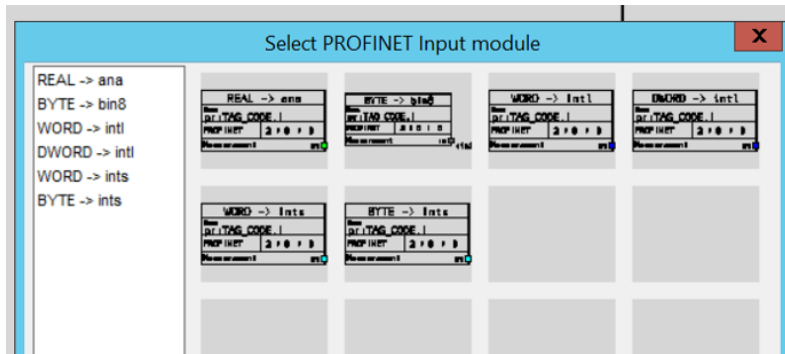
Parameter	Value	Unit	Min	Max	Description
Application Specific Tag	***		0	32	Application Specific Tag
ou1	Hno / Hysteresis fct normally open				Output configuration [OUT 1]
ou2	I / Analog signal 4...20 mA				Output configuration [OUT 2]
SEL1	FLOW				Selection of the measurand for the evaluation via [OUT 1]
SEL2	FLOW				Selection of the measurand for the evaluation via [OUT 2]
P-n	PnP				Output polarity for the switching outputs
SP_FH1_FLOW	5,0	l/min	0,2 l/min	25,0 l/min	Switch point 1 / Flow. [SP1] must be greater than [P1]. Please take into account the current [P1] value. [SP1] will be refused if below [P1]. [SP] = [FH] and [P] = [FL] if [OU1] = Fnc, Fnc.
SP_FH1_TEMP	12	°C	-9 °C	100 °C	Switch point 1 / Temperature. [SP1] must be greater than [P1]. Please take into account the current [P1] value. [SP1] will be refused if below [P1]. [SP] = [FH] and [P] = [FL] if [OU1] = Fnc, Fnc.

KUVA 34. Virtausanturi SBG 233

5.2 Valmet DNA toimilohkot

Kun toimilohkoja aletaan suunnittelemaan, on hyvä olla selvillä muutama asia. Ensimmäiseksi tarvitaan tieto minkä tyyppin dataa sovellukseen luetaan sisään. Se voi pitää sisällään syklistä dataa eri muodoissaan kuten esim. tavu, sana tai tuplasana. Jos kenttälaite lähettää suoraan reaali muodossa olevia tietoja, myös niitä pystytään lukemaan. Toimilohkoon tämä tieto saadaan sopivalla I/O-lohkolla. Ei-syklistä dataa pystytään tarvittaessa lukemaan ja kirjoittamaan kenttälaitteille. Tälle on oma lohko pniomsg, mutta sitä ei käsitellä tässä työssä muuta kuin pintapuolisesti sen käytön vähyyden vuoksi.

Valmet DNA:ssa on käytettävissä kuusi eri tyyppin muunnos-I/O lohkoa, jolla tuodaan tietoa kenttälaitteelta automaatiojärjestelmään (KUVA 35).



KUVA 35. PROFINET I/O-lohkot DNA:ssa

TTY:n kolonnilla on yksi ylimääräinen irtomainen ifm:n SBG233 -virtausanturi (KUVA 36) johonka seuraavassa esimerkissä tehdään toimilohko. Tätä oli hyvä käyttää demossa, koska sitä pystyi manipuloimaan ulkoisesti ja siten saada vertailudataa, jota voi käyttää varmistamaan oikean lokeron datan lukemisen. SBG233 -anturista saadaan syklisesti neljä eri tietoa. Ne ovat anturin lämpötila, joka on käytännössä virtaavan aineen lämpötila, virtaus, sekä anturissa olevien kahden tilabitin tilat (KUVA 37).



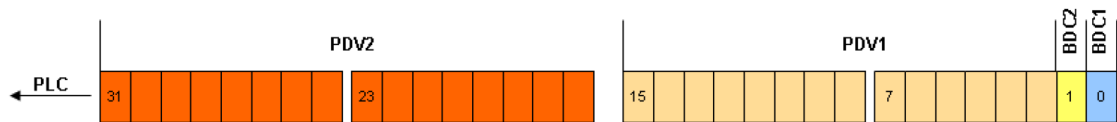
KUVA 36. SBG233 irtoanturi

Process data Total bit length = 32
(Process data input)

Name	Description	Data type	Bit offset	Bit length	Value range	Gradient	Offset	Unit
Flow	Current flow	IntegerT	16	16	(301) OL 0 to 250	0.1	0	l/min
Temperature	Current temperature	IntegerT	2	14	(123) OL -10 to 122 (-33) UL	1	0	°C
OUT2	Status depends on [OU2]	BooleanT	1		(false) inactive (true) active			
OUT1	Status depends on [OU1]	BooleanT	0		(false) inactive (true) active			

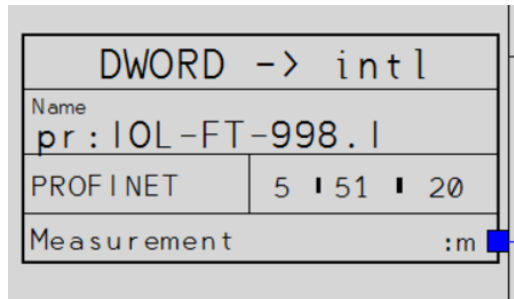
KUVA 37. SBG233 -anturin prosessidatan sisältö (ifm electronic, 2015)

Anturin prosessitieto tulee yhtenä tuplasanana, josta täytyy purkaa tarvittava data.



KUVA 38. Prosessidata

Koska virtausanturin tärkein tieto on virtaus, puretaan se ensimmäiseksi. Tätä varten tehtiin kaksi eri toimilohkoa. IOL-FT-998 PROFINET I/O-lohko:n (KUVA 39) osoite muodostuu seuraavasti. Ensimmäinen numero (5) on FBC-kontrollerin lokero, toinen (51) on PROFINET-kontrollerin osoite ja viimeinen on IO-Link-kenttälaitteen tietolokeron offset. Tämä offset saadaan Fieldbus Configurator:in tiedoista (KUVA 40), jotka löytyvät Data offsets välilehdeltä. Kyseinen kenttälaite on toisen (iolink51) isäntälaitteen kuudennessa portissa, jonka lokero on 7 (FT-99) ja kyseisen lokeron offset lasketaan ko. laitetta ennen olevista konfiguroitujen laitteiden tavujen määrästä. Tässä laitetta ennen on neljä laitetta, joiden tavujen määrä on 20 (0..19). Näin ollen laitteen offset syklisessä datassa on 20. Yksi huomioitava asia on, että IO-Link-isäntälaitteen portista kolme (lokero 004) puuttuu konfiguroitu laite. Jos nyt laite lisättäisiin, jouduttaisiin kaikkien sen jälkeen olevien laitteiden offset-osoitteet päivittämään järjestelmään. Näin ollen laitteen portit kannattaa käyttää järjestyksessä.



KUVA 39. I/O-lohko anturille

PROFINET Network TTY-PROFINET

- [050] AL1102 (iolink50)
 - [001] 8 Ports 0
 - [002] IO-Link In 16 Byte + PQI (TT-28)
 - [004] IO-Link In 4 Byte + PQI (TT-53)
 - [007] IO-Link In 4 Byte + PQI (TT-23)
 - [008] IO-Link In 4 Byte + PQI (TT-212)
 - [051] AL1102 (iolink51)
 - [001] 8 Ports 0
 - [002] IO-Link In 4 Byte + PQI (FT-52)
 - [003] IO-Link In 4 Byte + PQI (DT-01)
 - [005] IO-Link In 4 Byte + PQI (FT-11)
 - [006] IO-Link In 4 Byte + PQI (FT-51)
 - [007] IO-Link In 4 Byte + PQI (FT-99)
 - [008] IO-Link In 4 Byte + PQI (FT-61)

PROFINET Network TTY-PROFINET

Parameters | Data offsets

PROFINET Network TTY-PROFINET

Export to Excel Including bits

FILTER: All Inputs Outputs

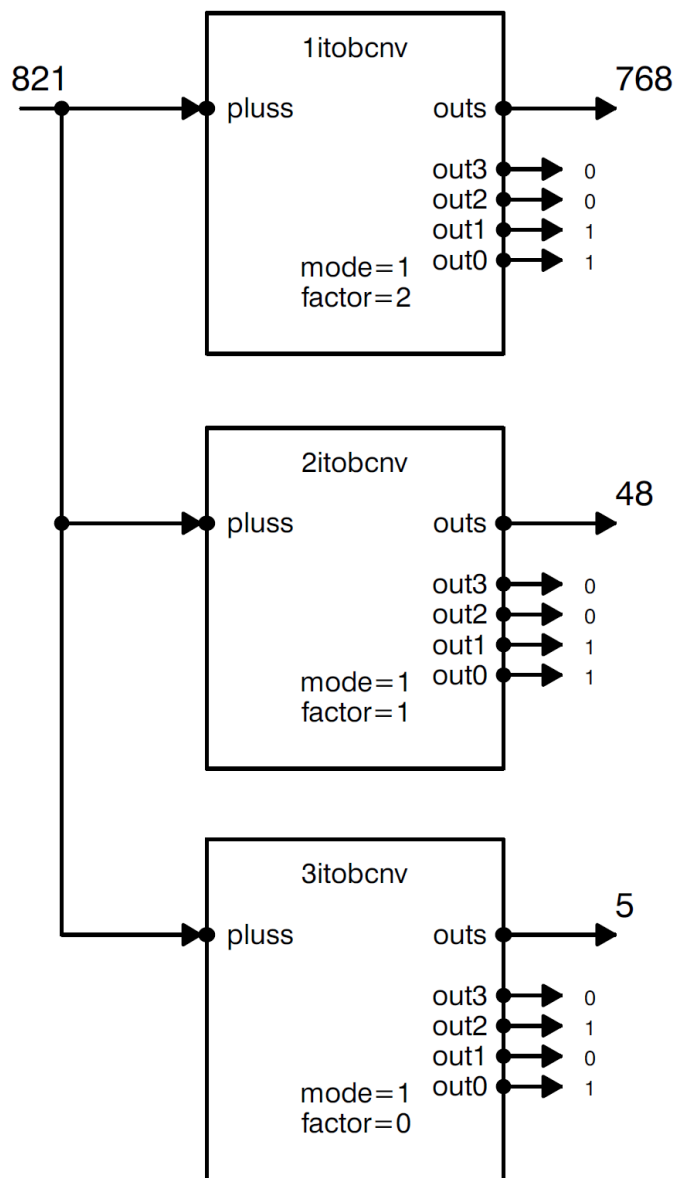
Device	Type (device/module)	IO Ad...	Role	S...	Data Description	S
> 50 iolink50	AL1102 8 Ports	5:50:31	Input	1	Port Status	
51 iolink51	AL1102 8 Ports	5:51:0	Input	4	Input data 4 Bytes	
> 51 iolink51	AL1102 8 Ports	5:51:4	Input	1	Port Status	
51 iolink51	AL1102 8 Ports	5:51:5	Input	4	Input data 4 Bytes	
> 51 iolink51	AL1102 8 Ports	5:51:9	Input	1	Port Status	
51 iolink51	AL1102 8 Ports	5:51:10	Input	4	Input data 4 Bytes	
> 51 iolink51	AL1102 8 Ports	5:51:14	Input	1	Port Status	
51 iolink51	AL1102 8 Ports	5:51:15	Input	4	Input data 4 Bytes	
> 51 iolink51	AL1102 8 Ports	5:51:19	Input	1	Port Status	
51 iolink51	AL1102 8 Ports	5:51:20	Input	4	Input data 4 Bytes	
> 51 iolink51	AL1102 8 Ports	5:51:24	Input	1	Port Status	
51 iolink51	AL1102 8 Ports	5:51:25	Input	4	Input data 4 Bytes	
> 51 iolink51	AL1102 8 Ports	5:51:29	Input	1	Port Status	

Date and Time | Message

KUVA 40. Data offsetit

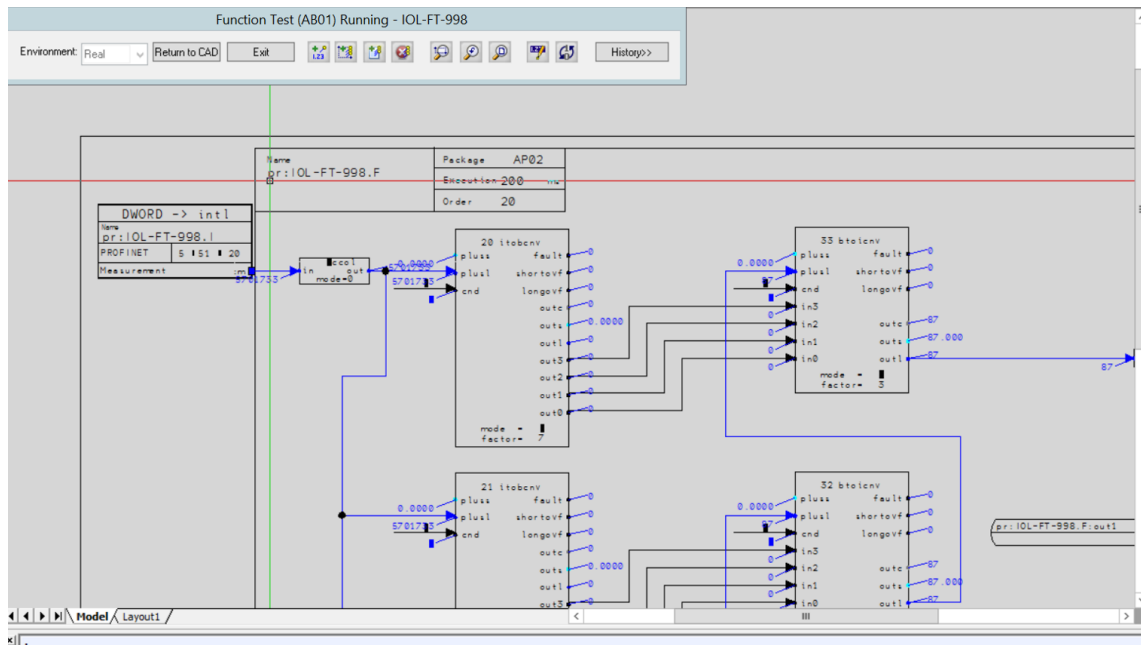
Seuraavana tuplasana pilkotaan osiin ja siitä otetaan tarvittavat osat. I/O-lohko on jo muuttanut tuplasanan pitkäksi kokonaisluvuksi. Tämä tapahtuu itobcnv - Kokonaisluku -> BCD-/binääriluku -muunnostoimilohkolla (KUVA 41). Pilkkominen tehdään 4 bitin sarjoissa. Lohkon factor arvo on vakio, jolla muunnos kohdistetaan haluttuun dekadtiin. (Valmet DNA manuals, 2020)

Kokonaisluku binääriluvuksi

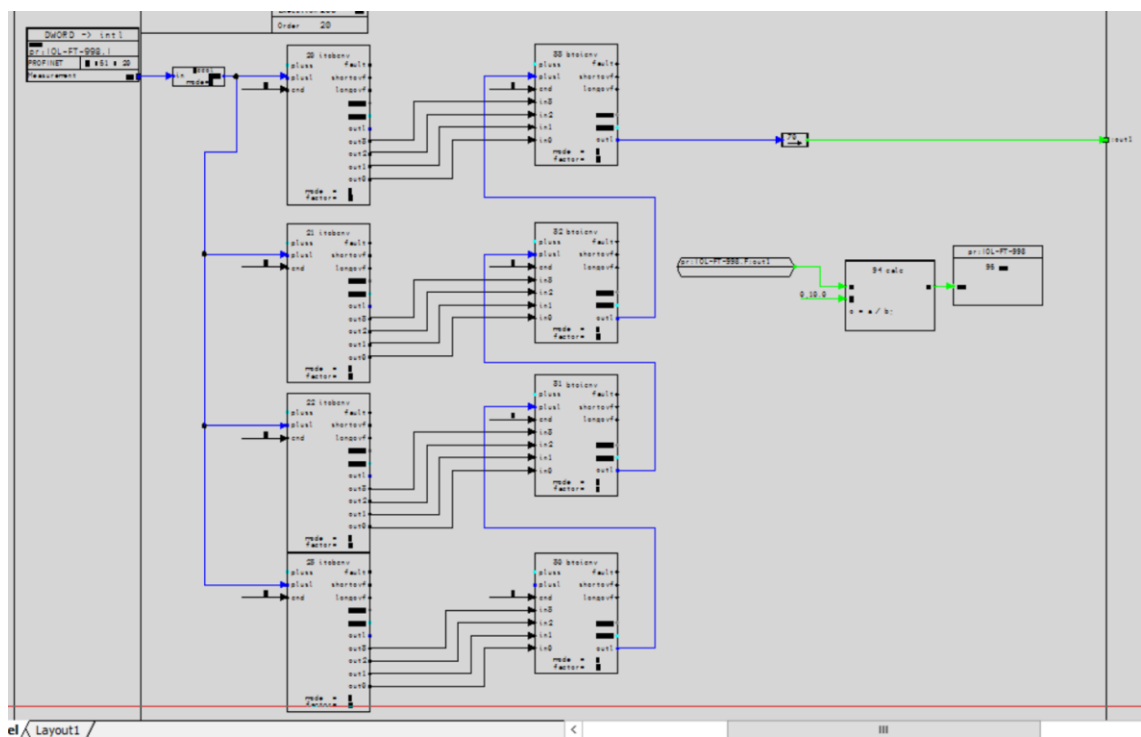


Kuva 41. itobcnv muunnoslohko (Valmet DNA manuals)

Virtauksessa tarvittavat bitit ovat 16-32, joten factor arvoiksi tulee 4-7. Tämän jälkeen muodostetaan näistä biteistä uusi kokonais-sana muunnoslohkolla btoicvn, joka toimii toisinpäin. Nyt vain factor arvoiksi tulee 0-3. Näin on saatu virtausarvo purettua prosessidatasta. Alla olevissa (KUVA 42 ja KUVA 43) nähtävissä osa tämän tekevästä toimilohkosta.

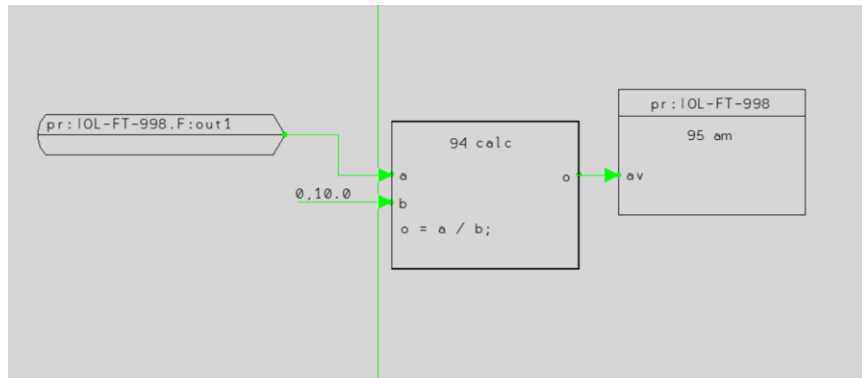


KUVA 42. Toimilohko virtauksen lukuun.



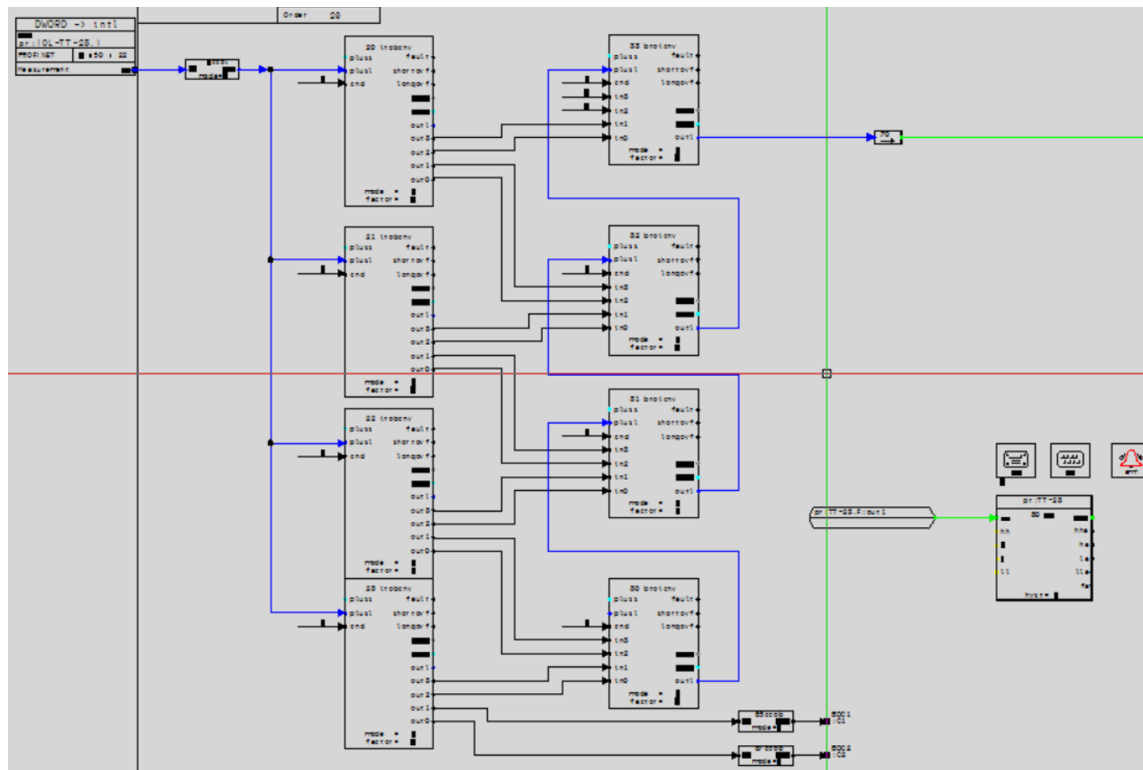
KUVA 43. Koko toimilohko

Anturin prosessitiedoissa annetaan virtauksen yksiköksi 0,1. Näin ollen täytyy saatu lukema vielä jakaa kymmenellä (KUVA 44), jotta saadaan haluttu l/min arvo.



KUVA 44. Jako kymmenellä

Lämpötila-anturin (esim. TN2445) lukemiseen tarvitsee käyttää samaan tekniikkaa, mutta nyt joudutaan kokonaisluvusta ottamaan talteen alun kaksi tilabittiä. Tämä voidaan tehdä oheisella (KUVA 45) tavalla. Mikäli tilabittejä ei tarvita, voidaan kokonaisluku jakaa luvulla 4 jolloin saadaan kyllä oikea lukema. Tämä tapa (jakaminen) ei toimi virtausanturin tapauksessa.



KUVA 45. TT-23 anturin lämpötilan lukeminen

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoite oli saada IOL-link-laitteet toimimaan TTY:n tislaukolonnilla. Tämä onnistui lopuksi kaikkien laitteiden osalta. Moni aiottu asia jäi kuitenkin toteuttamatta koska järjestelmän toimivuus ei ollut ollenkaan sillä tasolla mitä teollisuuskäytössä olevalta automaatiojärjestelmältä voisi odottaa. Esimerkiksi IO-Link-laitteiden diagnostiikkaan ja ei-sykliseen tietoon liittyvät toiminnot jäivät kokonaan työn ulkopuolelle. TTY:llä käytössä oleva Valmet DNA automaatiojärjestelmä on myös opetuskäytössä mikä toi omat haastavuutensa työhön. Tietokannat olivat useasti sekaisin ja esimerkiksi operaationäytöt eivät enää keväällä toimineet. Järjestelmä on suhteellisen vanha ja sen dokumentaatio oli osiltaan puutteellista. Lisänsä ongelmiin toi COVID-19, joka sulki laitoksen pois käytöstä. Tämän takia ei teorioiden testaamiseen jäänyt käytännössä ollenkaan aikaa.

Opinnäytetyö oli todella mielenkiintoinen. Sen aikana täytyi perehtyä moniin eri alueisiin. Myös Valmet DNA automaatiojärjestelmän vaatavuus ja laajuus tulivat hyvin esille. Tähän koulussa saatu koulutus aiheesta pystyi vain raapaisemaan pintaa. Tavoitteena oli syventää tätä saatua tietoa Valmetin järjestämällä automaatio kurssilla, mutta se peruuntui.

Industry 4.0 tulee tulevaisuudessa lisäämään varsinkin teollisuudessa käytettävien antureiden ja toimilaitteiden määrää valtavasti. Tämä vaatii automaatiojärjestelmiltä nopeutta ja joustavuutta sopeutua jatkuvasti kehittyviin järjestelmiin ja kykyä sulauttaa ne osaksi automaatiojärjestelmää. Opinnäytetyö toi hyvin esille sen kuinka suurta perehtyneisyyttä vaaditaan tällaisten järjestelmien kehityksessä toimivilta.

LÄHTEET

Hara, Sami. 2014. MALLIPOHJAINEN SYSTEEMISUUNNITTELU AUTOMAATION OPPIMISYMPÄRISTÖN UUDISTUKSESSA. Diplomityö. TTY.

Virtanen, Annimaria. 2014. MONIKÄYTTÖISEN OPPIMISYMPÄRISTÖN RISKINARVIOINTI JA KEHITYSSUOSITUKSET. Diplomityö. TTY

Zurawski, Richard. 2015. Industrial Communication Technology Handbook, Second edition. New York. CRC Press

Berge, Jonas. 2002. Fieldbuses for Process Control, ISA – The instrumentation, Systems, and Automation Society.

Valmet Automation, 2020 <https://www.valmet.com/automation/control-systems/valmet-dna/system-architecture/>, luettu 2.3.2020

PROFINET-System Description. PROFIBUS Nutzerorganisation e. V. (PNO) http://us.profinet.com/wp-content/uploads/2012/11/PROFINET_SystemDescription_ENG_2014_web.pdf (luettu 14.3.2020)

IO-Link System Description, IO-Link Community c/o PROFIBUS Nutzerorganisation e. V. (PNO) https://io-link.com/share/Downloads/At-a-glance/IO-Link_Systembeschreibung_engl_2016.pdf (luettu 14.3.2020)

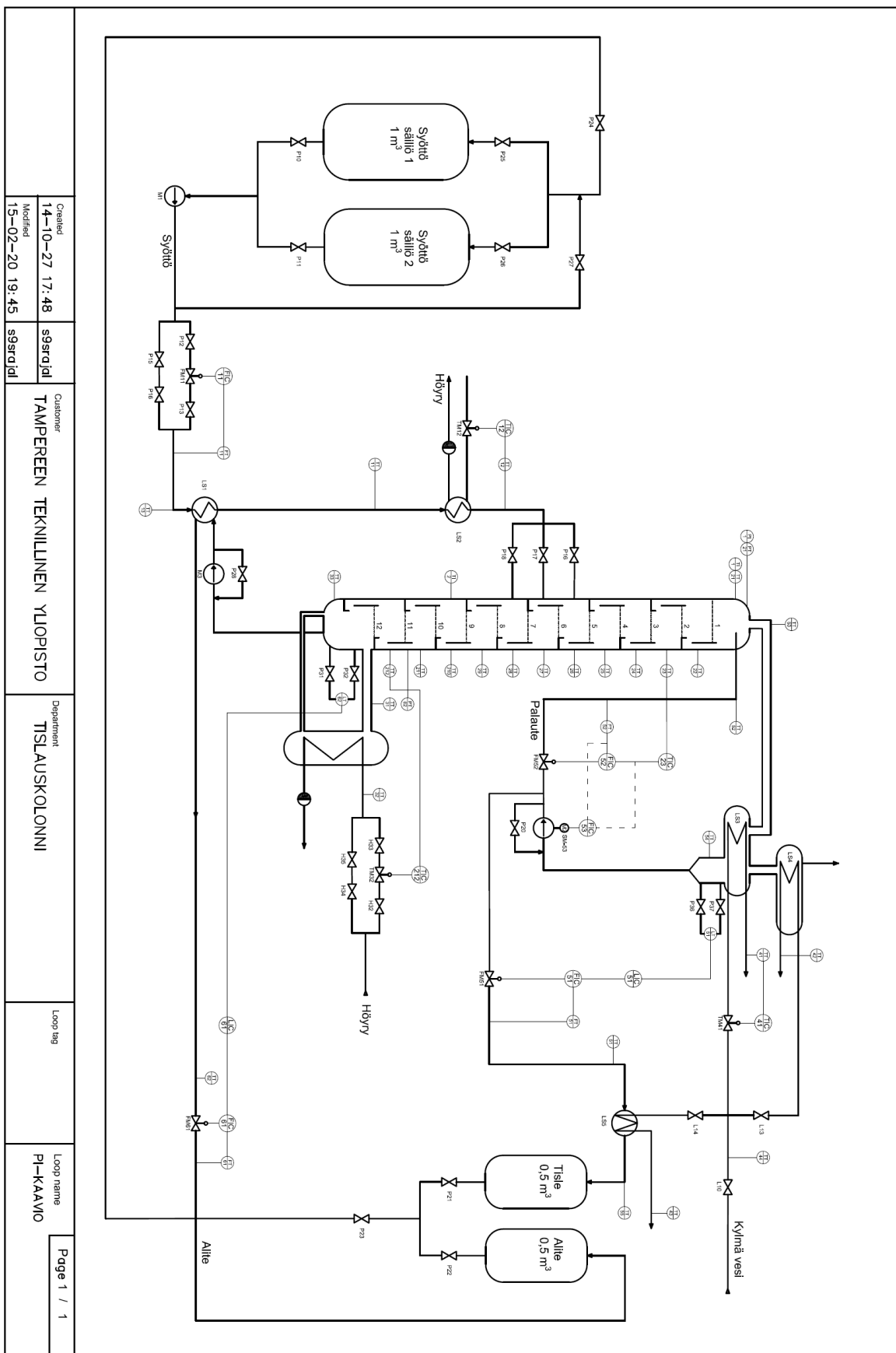
ifm manuals. 2020. <https://www.ifm.com/fi/fi>, (luettu 12.3.2020)

LRDevice manual. 2020. <https://www.ifm.com/fi/fi>, (luettu 12.3.2020)

Valmet Automation. 2020. Valmet DNA manuals, (ei julkisia)

Henning, Carl. 2015. A BEGINNER'S GUIDE TO PROFINET. <https://us.profinet.com/beginners-guide-profinet/> (luettu 5.6.2020)

Liite 1: Tislauskolonnin PI-kaavio

Created
14-10-27 17:48Modified
15-02-20 19:45Customer
TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTODepartment
TISLAUSKOLONNI

Loop tag

Loop name
PI-KAAVIO

Page 1 / 1