

Toni Mertala

**ETHERNET APL -TEKNIIKAN KÄYTTÖNOTTO 800XA-JÄRJESTELMÄSSÄ JA
PA-LAITTEIDEN INTEGROIMINEN**

ETHERNET APL -TEKNIIKAN KÄYTTÖNOTTO 800XA-JÄRJESTELMÄSSÄ JA PA-LAITTEIDEN INTEGROIMINEN

Toni Mertala
Opinnäytetyö
Kevät 2024
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikka, koneautomaatio

Tekijä: Toni Mertala

Opinnäytetyön nimi: Ethernet APL -tekniikan käyttöönotto 800xA-järjestelmässä ja PA-laitteiden integroiminen

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Implementation of Ethernet APL technology in the 800xA system and integration of Profibus PA field devices

Työn ohjaaja: Lari Kylmänen

Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: kevät 2024

Sivumäärä: 42 + 0 liitettä

Tämän opinnäytetyön aiheena tutkittiin Ethernet APL -teknologiaa ja rakennettiin demolaitteisto käyttäen ABB:n 800xA-automaatiojärjestelmää. Opinnäytetyössä perehdyttiin myös väylätekniikan historiaan ja sen kehitykseen, kunnonvalvontaan ja 800xA-automaatiojärjestelmään.

Opinnäytetyö kokoaa teoria-aiheita kunnonvalvonnasta, Ethernet APL -teknologiasta ja 800xA-automaatiojärjestelmästä ja lisäksi työssä rakennettiin demolaitteisto. Ethernet APL -teknologiasta työssä käydään läpi standardeja, protokolleja, fyysisen kerroksen ominaisuuksia ja käyttöönottoa. Demolaitteisto rakennettiin Ethernet APL -laitteiden testausta varten ja selvitettiin eroavaisuudet Profibus PA- ja HART-laitteisiin. Demolaitteen ohjelmoinnissa käytettiin 800xA-automaatiojärjestelmää ja laitteiden kunnonvalvonnassa käytettiin FIM-kenttälaite hallintaohjelmaa. Työssä käytettiin eri protokollan käyttäviä laitteita ja konfiguroitiin ne osaksi järjestelmää.

Lopputuloksena opinnäytetyössä rakennettiin demolaitteisto ja saatiin tietoa Ethernet APL -ominaisuuksista, eroavaisuuksista muihin väylätekniikoihin ja sen käytöstä 800xA-automaatiojärjestelmän yhteydessä.

Asiasanat: Ethernet APL, 800xA ja Profibus PA

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Mechanical engineering, Machine automation

Author: Toni Mertala

Title of thesis: Implementation of Ethernet APL technology in the 800xA system and integration of Profibus PA field devices

Supervisor: Lari Kylmänen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2024

Number of pages: 42 + 0 appendices

The topic of this thesis was researched on Ethernet APL technology and the use of demo equipment in ABB's 800xA automation system was built. The thesis also delved into the history of bus technology and its development, condition monitoring and the 800xA automation system.

The thesis brings together theoretical topics about condition monitoring, Ethernet APL technology and the 800xA automation system, and in addition, a demo equipment was built in the work. Standards, protocols, physical quality and deployment are discussed in the work on Ethernet APL technology. Demo hardware was built for testing Ethernet APL devices and differences with Profibus PA and HART devices were clarified. The 800xA automation system was used for programming the demo device, and the FIM field device management software was used for monitoring the condition of the devices. In the work, devices using different protocols were introduced and configuration was not part of the system.

As a final result of the thesis, demo equipment was built and information was obtained about Ethernet APL features, differences again as a bus or for teaching it in connection with the 800xA automation system.

Keywords: Ethernet APL, 800xA and Profibus PA

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on tehty ABB Oy:lle syksyllä 2023 ja keväällä 2024. Työn ohjaajina toimivat lehtori Lari Kylmänen Oulun ammattikorkeakoulusta ja Pekka Tervo ABB Oy:stä. Haluan kiittää heitä saamastani hyvästä ohjauksesta.

Oulussa 19.1.2024

Toni Mertala

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	9
2	VÄYLÄTEKNIIKAN KEHITYS	10
2.1	Historia	10
2.2	Nyky aika.....	11
3	ETHERNET APL.....	14
3.1	Kommunikointi.....	14
3.2	Verkkotopologia.....	16
3.3	Kaapeli	18
3.4	Ethernet APL -laitteet	19
3.5	Atex-turvallisuus	19
4	ETHERNET APL:N KÄYTTÖÖNOTTO	20
5	JÄRJESTELMÄ	22
5.1	800xA-automaatiojärjestelmä	22
5.2	Kunnonvalvonta.....	23
5.3	FDI	24
5.4	FMI	24
6	DEMOLAITTEEN JÄRJESTELMÄ.....	26
6.1	Demolaite	26
6.2	Ohjausjärjestelmän konfigurointi	28
6.3	Kenttälaite hallintaohjelmisto	30
6.4	Demolaitteen testaus.....	36
6.5	Profibus PA -laitteiden vaihto Ethernet APL -laitteiksi	37
7	YHTEENVETO	38
	LÄHTEET.....	39

SANASTO

APL	Advanced Physical Layer, Ethernet-pohjainen kehittynyt fyysinen kerros
ATEX	Atmosphères Explosibles, räjähdysvaarallinen alue
DCS	Distributed Control System, hajautettu ohjausjärjestelmä
DD	Database description, tietokannan kuvauspaketti
EN	European Standard, Eurooppalainen standardi, joka kuuluu Euroopan standardijärjestöön
EDD	Electronic Device Description, laitekohtainen kuvaus
FDI	Field Device Integration, laitepaketti
FDT	Field Device Tool, laitehallintatyökalu
FIM	Field Information Manager, ABB:n kehittämä työkalu, jolla hallitaan kentälaitteita
FIP	Factory Instrumentation Protocol, standardoitu kenttäväyläprotokolla
CENELEC	European Committee For Electrotechnical Standardization, Eurooppalainen sähköalan standardointijärjestö
GSDML	General Station Description Markup Language, Profinet laite mallien tietopaketti
HART	Highway Addressable Remote Transducer, protokolla automaation digitaaliseen tiedonsiirtoon
IEC	International Electrotechnical Commission, kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio

IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, kansainvälinen tekniikan alan järjestö
ISA	International Society of Automation, kansainvälinen tekninen yhdistys automaatiosta kiinnostuneille henkilöille
OSI	Open Systems Interconnection, viitemalli, joka on tiedonsiirtoprotokollien perustana toimiva seitsemän kerroksen malli
PA	Process Automation, kenttäväyläratkaisu, mikä on keskittynyt prosessiautomaatiosovelluksiin
Profibus	Process Field Bus, maailmanlaajuisesti standardisoitu kenttäväyläjärjestelmä
Profinet	Process Field Net, Avoin Ethernet-standardi teollisuuden automaatiolle
UIP	Optional user interface plug-in, vaihtoehtoinen käyttöliittymä
2-WISE	2-Wire Intrinsically Safe Ethernet, luonnostaan vaaraton Ethernet-johdin

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii ABB Oy. ABB on teknologiajohtaja sähköistyksen ja automaation alalla. ABB työllistää maailmanlaajuisesti noin 105 000 työntekijää. Suomessa ABB on yksi suurimmista teollisista työnantajista ja työllistää noin 5 000 työntekijää yli 20 paikkakunnalla palvelleen koko Suomea. (1.)

Opinnäytetyössä tutkitaan Ethernet APL -teknologiaa ja testataan sen eroavaisuus Profibus PA -teknologiaan suunnittelemalla ja valmistamalla demolaitteisto. Työssä hyödynnetään myös HART-protokollan käyttämiä laitteita. Demolaitteistossa käytetään ABB:n 800xA-automaatiojärjestelmää ja ABB:n FIM-kenttälaite hallintaohjelmaa selvittämään teknologien eroavaisuuksia. Työssä selvitetään, mistä väyläteknikka on saanut alkunsa ja mihin suuntaan se on kehittymässä.

Prosessiteollisuudessa tällä hetkellä yksi käytetyistä kenttäväyläteknikoista on Profibus PA. Profibus PA:n tiedonsiirronopeus on hitaampaa kuin Ethernet APL:n. HART-tekniikan ongelmana on sen tiedonsiirronopeus, minkä takia kenttälaitteilta ei saada reaaliajassa lisätietoa siitä, mitä laite mittaa. Tämä lisätieto on tärkeää etenkin kunnonvalvonnan kannalta. Aiempien väyläteknikoiden hitaan tiedonsiirronopeuden takia kehitettiin Ethernet APL, joka mahdollistaa tiedonsiirron nopeammin, minkä myötä laitteilta saatu lisätieto saadaan luettua reaaliajassa.

2 VÄYLÄTEKNIIKAN KEHITYS

2.1 Historia

Ensimmäiset laitteet, jotka olivat automaattisia, toimivat paineilman avulla. Pneumaattiset paineen-säätimet saivat käyttövoiman paineilman avulla ja ohjaussignaalit tuotettiin paineilman avulla. Järjestelmän paineena käytettiin 3–15 psi, josta tuli standardi. Paine rajattiin kolmen psi:n koska alle sen menevän paineen tunnistaminen olisi ollut kallista suunnitella ja järjestelmän toimivuuden toteuttaminen oli helpompaa, kun järjestelmässä on painetta koko ajan. (2.)

Paineilmaohjattujen ohjainten käyttöönoton jälkeen otettiin käyttöön elektroniset ohjaukset elektronian halpenemisen ja luotettavuuden parannuttua. 1950-luvulla kehitettiin virtasilmuksia, joista 4–20 mA valikoitui standardiksi samoista syistä kuin 3–15 psi standardi. Tämä milliampeeriviestintä mahdollisti edullisen helppokäyttöisen analogisen tiedonsiirron ja ohjauksen. 1980-luvun keskivaiheella kehitettiin HART-viestintäprotokolla, joka lisää digitaalisen signaalin analogisen signaalin päälle. (2; 3; 4.)

Ensimmäisen kerran kenttäväylälaitteita otettiin käyttöön 1970-luvun alussa, mutta standardointi alkoi vasta 1980-luvun puolessa välissä. Standardoinnin johtavaa roolia veti ISA ja IEC. Samaan aikaan oli jo kehitetty kenttäväyläprotokollia kuten ranskalaisten kehittämä FIP ja saksalaisten PROFIBUS. Molemmat protokollat standardisoitiin ja laitettiin ehdolle kansainvälistä standardisointia varten IEC:lle. Järjestelmät perustuivat täysin erilaisiin protokolleihin. 1990-luvun puolessa välissä ranskalaiset ja saksalaiset asiantuntijat päätyivät yhdistämään FIP:n ja PROFIBUS:n tekniikat keskenään. Samoihin aikoihin amerikkalaiset yritykset alkoivat kehittämään omaa kenttäväylää. Tätä kenttäväylää kutsuttiin nimellä Foundation Fieldbus, joka kehitettiin pääsääntöisesti prosessiteollisuudelle. Kehityksessä oli mukana ISA ja IEC oli jäänyt kenttäväyläkehityksestä jälkeen. (5.)

Eurooppalaiset eivät päässeet yhteisymmärrykseen yhden maailmanlaajuisen kenttäväylästandardin kanssa, vaikka kansallisia standardeja oli jo olemassa. Kansainvälisen standardin puuttumisesta huolimatta kenttäväyläjärjestelmiin oli investoitu paljon resursseja, ja kukaan ei ollut valmis luopumaan omasta kenttäväylä ratkaisustaan. Tähän ongelmaan kuitenkin löytyi ratkaisu GENELEC:n toimesta. Ratkaisu oli, että kaikki kansainväliseksi standardiksi harkinnassa olleet kansalliset standardit kootaan yhdeksi EN-standardiin ilman minkäänlaisia muutoksia. Standardit

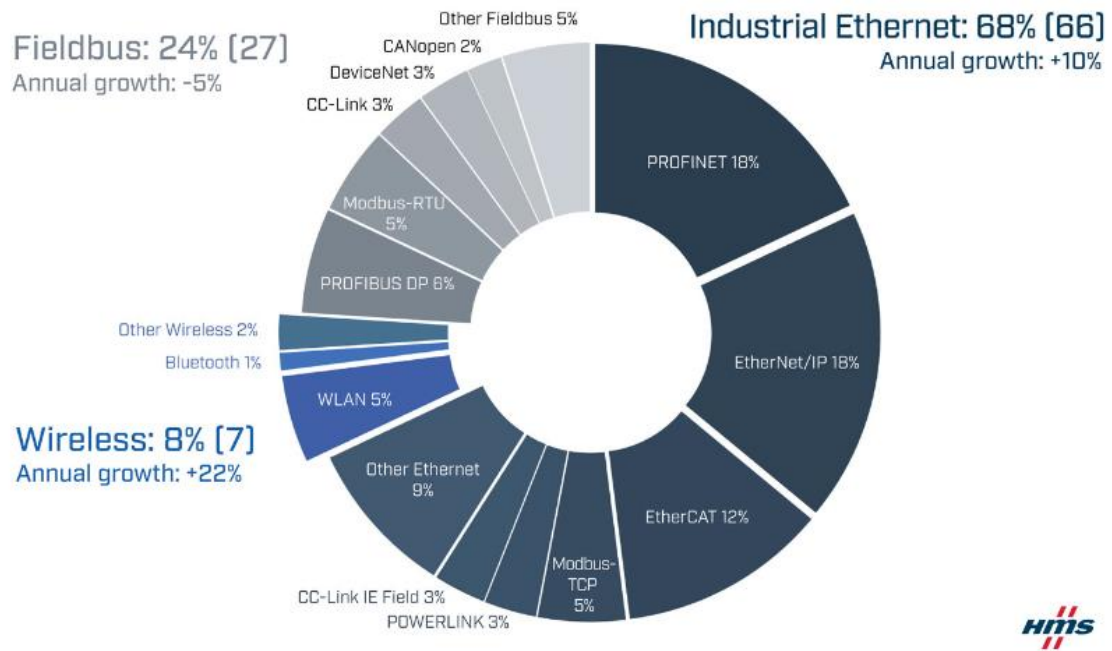
jaettiin kokoelmiin käyttöalueiden mukaan helpottamaan käsittelyä. Myöhemmin EN-standardiin li-
sättiin amerikkalaisten kehittämiä kenttäväyläteknikoita kuten Foundation Fieldbus, DeviceNet ja
ControlNet. (5.)

IEC:n komitea ehdotti vuonna 1999 ratkaisun suurimmille yrityksille, joilla oli oma kenttäväylätekn-
niikka mukana. Kuukautta myöhemmin yritykset allekirjoittivat sopimuksen minkä ansiosta asiaan
saatiin päätös ja luotiin IEC 61158 -standardi, joka sisälsi kaikkien yritysten kenttäväyläjärjestelmät.
(5.)

2.2 Nykyaika

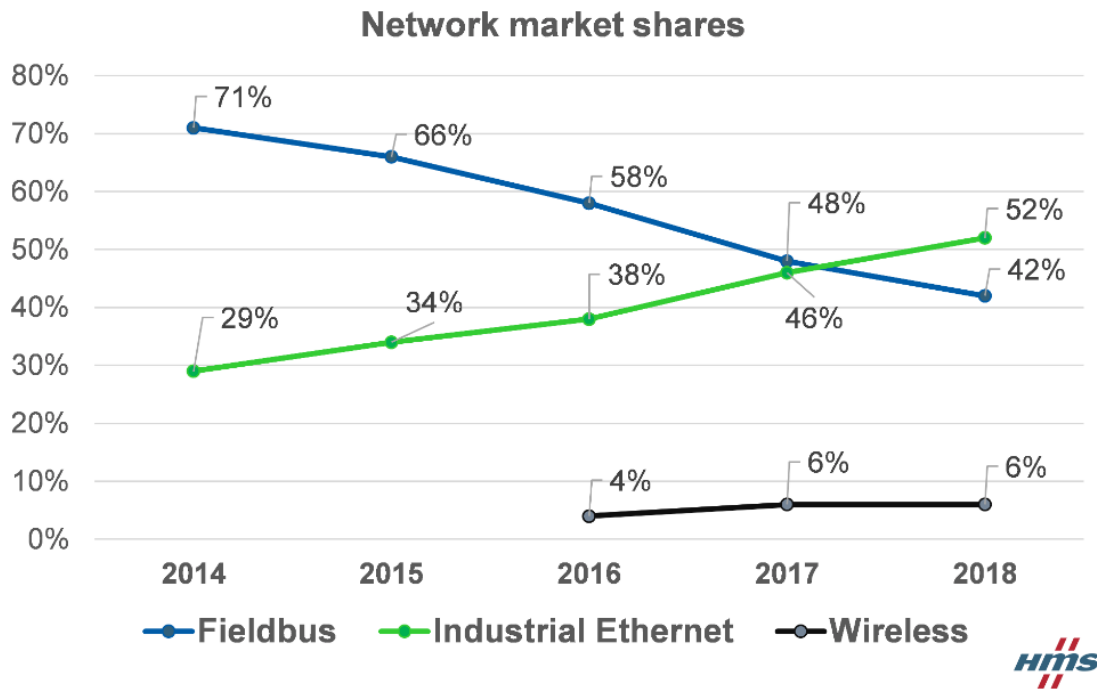
Nykyaikana kenttäväylätyyppejä on saatavilla monia erilaisia. Kenttäväylistä Profibus on yksi tun-
netuimpia ja sitä käytetään monilla eri teollisuudenaloilla. Profibus:sta on saatavilla kolmea eri ver-
siota Profibus DP, Profibus PA ja Profibus FMS. Teollisuus Ethernet kattaa kaikki Ethernet-pohjai-
set protokollat ja näistä isoimpia ovat Profinet ja Ethernet/IP (6; 7.)

Teollisuus-Ethernetin käyttö vuonna 2023 prosessiautomaatiossa kattaa jo 68 prosenttia kenttä-
väyliä markkinaosuudesta. Edellisestä vuodesta teollisuus Ethernetin käyttö kasvoi 2 prosenttia.
Teollisuus Ethernetin osuus vuonna 2015 oli 34 prosenttia, joten kasvua 8 vuodessa on tullut 34
prosenttia ja on kasvanut suuremmaksi kuin sarjaliikenneperustaiset kenttäväylät. Kuvassa 1 nä-
kyvät kenttäväyliä, teollisuus Ethernetin ja langattomien markkinaosuudet vuodelta 2023. (7; 8.)



KUVA 1. Kenttäväylät, Teollinen Ethernet ja langaton markkinaosuudet vuonna 2023 HMS Networksin mukaan (7.)

Teollisuus Ethernetin kommunikaatiotapa on digitaalista. Digitaalisessa tiedonsiirrossa saatu tieto on suurempaa kuin milliampeeriviestissä ja sen myötä saadaan enemmän tietoa kerralla. Vuonna 2017 teollisuus Ethernet ohitti kenttäväylien käytön, mikä näkyy kuvassa 2. (9.)



KUVA 2. Kenttäväylien, Teollisen Ethernetin ja langattomien ratkaisujen kehitys HMS Networksin mukaan (10.)

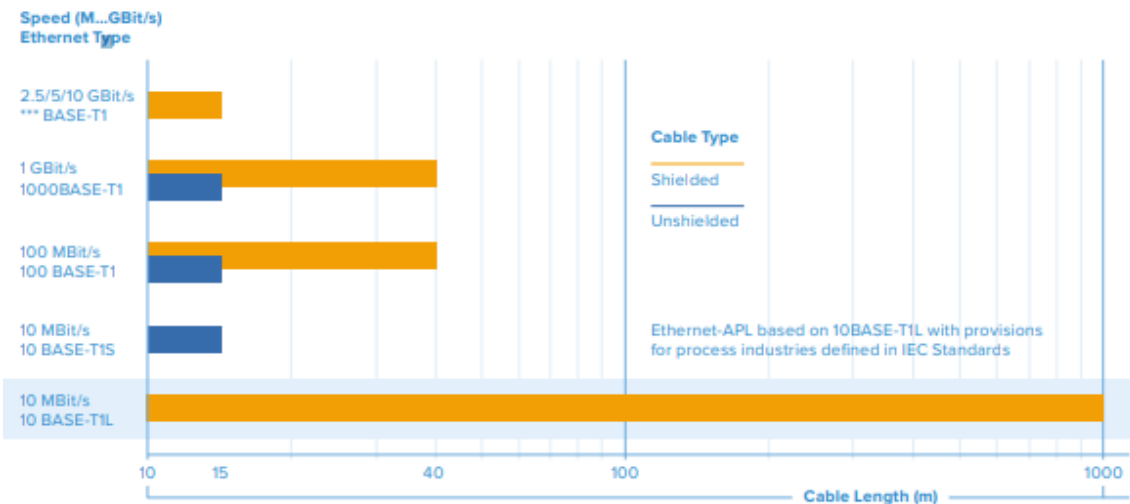
3 ETHERNET APL

Ethernet APL (Advanced Physical Layer) on viestintäteknologia, joka on kehitetty prosessiteollisuutta varten kehittämään ominaisuuksia, joita aiemmissa teknologioissa ei ole ollut. Ethernet APL mahdollistaa kestäväen ja kaikista yksinkertaisimman version hallita kaikkia digitaalisia yhteyksiä Ethernet-pohjaisella verkolla prosessiteollisuudessa. Ethernet APL hyödyntää OSI-mallin ensimmäistä kerrosta eli fyysistä kerrosta. Ethernet APL:ssä on uusi kehittynyt fyysinen kerros, joka mahdollistaa sen käytön räjähdysvaarallisilla alueilla. Ethernet APL:n avulla tiedonsiirto on mahdollista nopeasti pitkälläkin matkoilla. Kaapeleiden pituudet voivat olla jopa 1 000 metriä pitkiä. (11, s. 3–12; 12; 13.)

Ethernet APL:n avulla saadaan tuotua digitalisaatio prosessiteollisuuden koko alueelle. Ethernet APL on yhteensopiva aiempien teollisuuden Ethernet-protokollien kanssa, minkä ansiosta nykyisiä järjestelmiä voidaan käyttää ja uudistaa edullisemmin. Kenttälaitteet voidaan yhdistää suoraan ilman yhdyskäytäviä räjähdysvaarallisille alueille. Ethernet APL:n tiedonsiirtonopeus on yli 300 kertaa nopeampi kuin Profibus PA:n tiedonsiirto, joka on 31,25 kbit/s. Kaapelin tiedonsiirtonopeus on 10 Mbit/s, ja se on täysin kaksisuuntainen eli tietoa voidaan lähettää kumpaankin suuntaan yhtäaikaaisesti. Ethernet APL -teknologiaa alettiin kehittämään vuonna 2018. Uuden teknologian kehittämistä tukivat alan johtavat kehitysorganisaatiot ja prosessiautomaation suurimmat toimittajat. (11, s. 3–12; 12; 13.)

3.1 Kommunikointi

Ethernet APL kommunikointi perustuu 10BASE-T1L-standardiin, joka on yksi Ethernetin muunnelma IEEE Std 802.3cg -standardista. IEEE Std 802.3cg-2019 -standardin ansiosta Ethernet APL on yhteensopiva muiden teollisuus Ethernet-protokollien kanssa. 10BASE-T1L-standardi mahdollistaa kaksisuuntaisen tiedonsiirron 10 Mbit/s tiedonsiirtonopeuksella jopa 1000 metriin asti käyttämällä kierrettyä kaksijohdinkaapelia. Kuvassa 3 ilmenee IEEE Std 802.3cg -standardin Ethernet yhteydet. (11, s. 6–8.)



KUVA 3. IEE 802.3 -standardin Ethernet yhteydet (11, s. 6)

Ethernet APL hyödyntää OSI-mallin Ethernet-protokollaa, josta se käyttää ainoastaan ensimmäistä kerrosta. Kuvassa 4 ilmenee OSI-mallin eri kerrokset. Ethernet APL on myös yhteensopiva ylempien OSI-mallin kerrosten kanssa, jotka täyttävät Ethernet pohjaisen yhteyden yleiset vaatimukset. Yleisiä vaatimuksia ovat yhteyden yksinkertaisuus, fyysisen kerroksen laaja käytösopivuus ja verkon automatisointi. Tämä mahdollistaa laitteiden automaattisen tunnistuksen laitteiden vaihdon yhteydessä, käyttäjien pääsyn järjestelmän kaikkiin kenttälaitteiden ja hallintapaneelien ominaisuuksiin prosessiautomaatiossa ilman minkäänlaisien yhteyksien häiritsemistä. Järjestelmän yhden laitteen vika ei vaikuta muun järjestelmän toimivuuteen. (11, s. 10; 14, s. 23.)

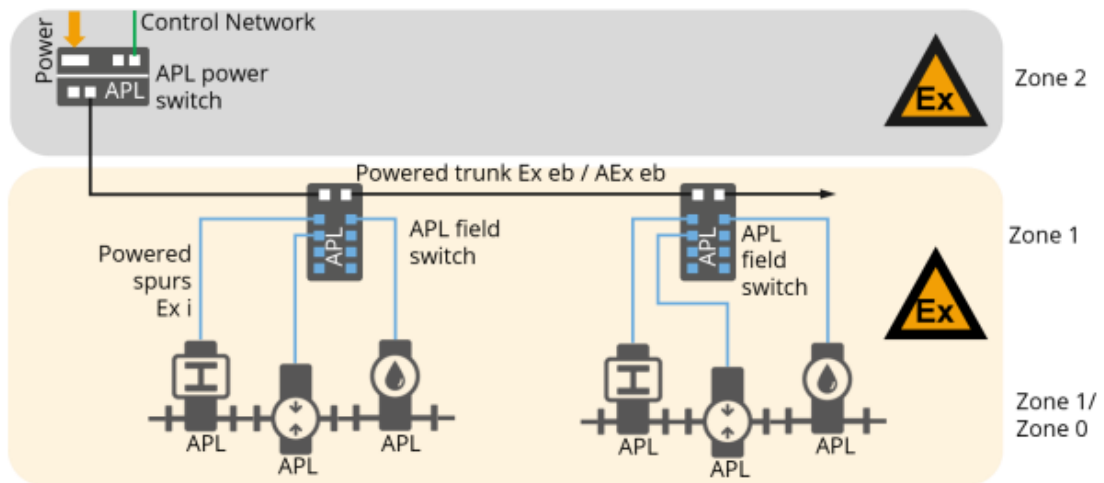
7	Application Layer	Human-computer interaction layer, where applications can access the network services
6	Presentation Layer	Ensures that data is in a usable format and is where data encryption occurs
5	Session Layer	Maintains connections and is responsible for controlling ports and sessions
4	Transport Layer	Transmits data using transmission protocols including TCP and UDP
3	Network Layer	Decides which physical path the data will take
2	Data Link Layer	Defines the format of data on the network
1	Physical Layer	Transmits raw bit stream over the physical medium

KUVA 4. OSI 7-Layer Model taulukko (15.)

3.2 Verkkotopologia

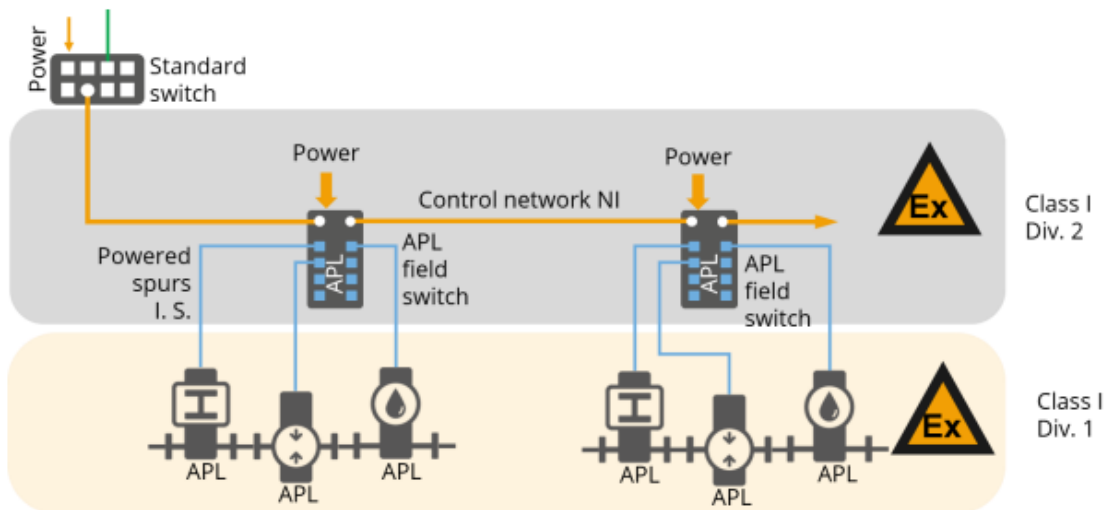
Ethernet APL tukee erilaisia verkkorakenteita ja asennustopologeja, mikä mahdollistaa joustavan suunnittelun käyttökohteesta riippumatta. Ethernet APL:n rakenne koostuu Ethernet APL -virtakytkimestä, Ethernet APL -kenttäkytkimestä, Ethernet APL -kenttälaitteista, runkojohtimesta ja laitekaapelista. (14, s. 33–42.)

Kuvassa 5 esitellään laitteiden sijoittelu kolmelle eri räjähdysvaaralliselle alueelle. APL-virtakytkin sijaitsee alueella 2. APL-kenttäkytkimet sijaitsevat alueella 1 ja APL-kenttälaitteet sijaitsevat alueella 1 ja 0. Runkokaapelia käytetään yhdistämään virtakytkin kenttäkytkimeen ja yhdistämään kenttäkytkimet toisiinsa. Runkokaapelin pituus voi olla maksimissaan 1 000 metriä. Kenttälaitteet yhdistetään laitekaapelilla kenttäkytkimiin. Laitekaapelin pituus voi olla maksimissaan 200 metriä. (12; 14, s. 47.)



KUVA 5. Topologia käyttäen runkokaapelia ATEX-luokitellulla alueella (14, s. 47)

Kuvassa 6 esitellään vaihtoehtoinen ratkaisu ilman runkokaapelin ja APL-virtakytkimen käyttöä. APL-kenttäkytkimille tuodaan virta- ja tiedonsiirto eri kaapelia pitkin. Etuna tässä vaihtoehdossa aiemmin esitettyyn on teollisen Ethernetin suora yhdistäminen kenttäkytkimeen ja erillinen virransyöttö jokaiselle kenttäkytkimelle. Erillinen virransyöttö mahdollistaa suuremman määrän kenttä-laitteita pidemmillä kenttäkytkinten välisillä etäisyyksillä. (14, s. 48–62.)



KUVA 6. Topologia ilman runkokaapelia ATEX-luokitellulla alueella, käyttäen teollista Ethernetiä (14, s. 48)

3.3 Kaapeli

Ethernet APL:n käyttämät kaapelit perustuvat standardiin IEC 61158-2. Kaapelityyppejä on neljä ja näistä yksi on spesifioitu Ethernet APL:n käyttöön. Kaapelityypit ovat A, B, C ja D. Näistä kaapelityyppi A on spesifioitu toimimaan täysin Ethernet APL:n asennuksissa. (14, s. 30–31.)

IEC 61158-2 tyyppin A kaapelin impedanssi on 100 Ohmia toleranssilla +/- 20 Ohmia ja taajuus 100 kHz – 20 MHz. Kaapelin johtimen koko, jota käytetään, on 0.14 mm² – 2.5 mm², ja johdin on joko kiinteä tai kierretty. Kaapelin ollessa kierretty parikaapeli on se myös suojattu ja tasapainotettu. APL-kaapeli sisältää kolme signaalia miinus-, plus- ja suojasignaalin. Kaapelin poikkipinta-ala vaikuttaa käytettävien kaapeleiden pituuteen. Kaapelissa voidaan käyttää M12, M8 tai terminaali liitäntää. A-koodattu M12-liitin ja terminaaliliitäntää voidaan käyttää luonnostaan vaarattomille piireille. A-koodattua M8-liitintä voidaan myös käyttää, mutta sitä ei voida käyttää luonnostaan vaarattomille piireille. (14, s. 30–36, 80.)

Ethernet APL käyttää 2-WISE (2-Wire Intrinsically Safe Ethernet) -konseptia, joka on aiemminkin ollut käytössä. 2-WISE:n avulla on voitu toteuttaa täysin turvallinen yhteys. Standardi IEC TS 60070-47 (2-WISE) määrittää raja-arvot APL-piirille. Kaikki Ethernet APL:n laitteet ja kaapeli on standardoitu 2-WISE:n mukaan, minkä ansiosta laitteet ja kaapelit on mahdollista asentaa räjähdysvaarallisille alueille. (13; 14, s. 43–44.)

Ethernet APL -runkokaapelin tiedonsiirtonopeus on 10 Mbit/s. Runkokaapelin pituus määräytyy monen parametrin mukaan ja tämä täytyy laskea aina käyttökohteen mukaan. Näitä parametrejä ovat APL-virtakytkimen syöttöjännite, APL-kenttäkytkimien määrä, APL-kenttälaitteiden määrä ja näiden tehontarve, runkokaapelin johtimen koko ja runkokaapelin lämpötila. APL-virtakytkimeltä lähtevän runkokaapelin pituus voi olla APL-kenttäkytkimille maksimissaan jopa 1 000 metriä. Runkokaapeli mahdollistaa korkean signaali- ja tehotason. (11, s. 6–7; 14, s. 33–36.)

Ethernet APL -kenttäkytkimeltä lähtevän laitekaapelin pituus voi olla kenttälaitteelle maksimissaan jopa 200 metriä. Laitekaapeli mahdollistaa pienemmän tehon turvallisuuden rajoissa. Ethernet APL -laitteet yhdistetään point-to-point menetelmällä tehden lohkoja yhteyksien välille ja eristäen yhteyden lohkojen sisällä. Tämän ansiosta niin sanottu ristiin keskustelu laitteiden välillä poistuu, minkä ansiosta yhden lohkon laitteen vika on suojattu muilta lohkoilta. (11, s. 7.)

3.4 Ethernet APL -laitteet

Ethernet APL -laitteita on kolmea erilaista ja niitä ovat virtakytkimet, kenttäkytkimet ja kenttälaitteet. Myös apulaitteita on ja niitä ovat ylijännitesuoja, joka voidaan asentaa runko- tai laitekaapelin väliin ja riviliittimet. Ethernet APL -laitteissa on ruuvi-, jousi-, M12- tai M8 liitäntä johon kaapeli liitetään. Ethernet APL -laite määräkin yleensä minkälaista liitäntää kaapelissa voidaan käyttää. Kaapelin toisessa päässä voidaan käyttää erilaista liitäntä vaihtoehtoa kuin toisessa päässä. (14, s. 28–30, 80.)

Pepperl+Fuchsilla on tällä hetkellä myynnissä kenttäkytkimiä, apulaitteita sekä kenttäkytkinkeskus-
sia. Apulaitteita ovat erilaiset ylijännitesuojat ja Ethernet liitäntä portit. Endress+Hauserilla on tällä hetkellä myynnissä erilaisia paineen lähettimiä, sensoreita sekä lämpötilälähetin lämpömittareille. (16; 17.)

3.5 Atex-turvallisuus

Räjähdyksivaaralliseksi tilaksi on määritetty olevan tila, jossa on mahdollisuus esiintyä räjähdysvaarallinen ilmaseos. Räjähdyksivaarallisen ilmaseoksen aiheuttaa normaalipaineisen ilman sekoittuminen palavan kaasun, sumun, höyryn tai pölyn kanssa. Räjähdyksivaarallisilla alueilla olevien laitteiden ja suojajärjestelmien on täytettävä ATEX-direktiivin vaatimukset. Tuotteet jaetaan kahteen ryhmään ATEX-laitedirektiivin mukaan ryhmään 1 ja 2. Ryhmään 1 kuuluu laiteluokat M1 ja M2 ja ryhmään 2 laiteluokat 1, 2 ja 3. (18.)

Räjähdyksivaarallisille alueille on tehtävä tilaluokitus, joka määritetään räjähdysvaarallisten aineiden ja keston mukaan. Tilaluokan mukaan määräytyy mitä laitteita alueella voidaan käyttää. Tilaluokkia on 0, 1, 2, 20, 21 ja 22. Tilaluokat 0, 1 ja 2 ovat aluille, joissa ilmenee kaasua, höyryä ja sumua. Tilaluokat 20, 21 ja 22 ovat alueille, joissa ilmenee jauhetta ja pölyä. Räjähdyksivaaralliset tilat täytyy merkitä EX-merkinnällä. (19; 20.)

Ethernet APL -kenttälaitteet voidaan asentaa kaikille räjähdysvaarallisen alueen tiloille. Ethernet APL -kenttäkytkimet voidaan asentaa räjähdysvaarallisen alueen tiloille 1 ja 2. Ethernet APL -virtakytkimet voidaan asentaa räjähdysvaarallisen alueen tilalle 2. Asennuksissa kuitenkin pitää huomioida se, että onko laite sertifioitu näihin alueisiin. (14, s. 46–49.)

4 ETHERNET APL:N KÄYTTÖÖNOTTO

Ethernet APL -järjestelmän käyttöönotossa tulee huomioida monia asioita. APL-kaapelit tulisi asentaa erilleen virtakaapeleista. Vähimmäisetäisyys virtakaapelin ja APL-kaapelin välillä täytyy laskea aina käyttökohteen mukaan. Kaapeloinnin vähimmäisetäisyyksistä määrää standardi EN 50174-2, jonka mukaan kaapelointi pitää suunnitella. APL-kaapeleiden rinnakkaisreititys muiden kaapeleiden kanssa tulisi minimisoida ja etäisyys maksimoida. APL-kaapeleiden asennuksessa tulisi huomioida kaapelin vähimmäistaivutussäde ja vetolujuus. (14, s. 71.)

Kaapelien asennuksessa tulisi aina mahdollisuuksien mukaan käyttää kaapelikanavia. Kaapeleihin, johon kohdistuu vetojännitystä, on suositeltua asentaa vedonpoistaja liittimien läheisyyteen. Kaapelin taittuminen voidaan estää asentamalla pyöreäkulmainen kulmapala kaapelikanavan päähän. Asennuksessa voidaan käyttää kolmea eri liitintätyyppiä ja yleensä Ethernet APL -laite määrittää liitintätyypin. (14, s. 71–75, 79–80.)

Asennusten jälkeen tulee suorittaa tarkastus ennen järjestelmän käyttöönottoa. Tarkastus koostuu kolmesta eri osa-alueesta, joita ovat kaapelien ja liittimen visuaalinen tarkastus, kaapelien mitat ja Ethernet APL -järjestelmän tarkastus Ethernet APL -kytkimen nettipohjaisella käyttöliittymällä ilman ohjausjärjestelmää. Tarkastuksiin löytyy lista lähteestä 10 s. 86–89, jota voidaan käyttää apuna tarkastuksien suorittamisessa. Lista sisältää kaikki mahdolliset tarkastus kohdat, joita tarkastuksissa tulisi huomioida. Hyväksytyin tarkastuksen jälkeen voidaan Ethernet APL -järjestelmä käyttöönottaa. (14, s. 86–89.)

Olemassa olevien Profibus PA -laitteiden päivitys Ethernet APL -tekniikkaan on helppo suunnitella, koska Ethernet APL:n kaapelin ollessa standardisoitu voidaan aiemmin asennettuja kaapeleita käyttää ja eikä johtimien napaisuudella ole kytkennän kannalta merkitystä mikä vähentää huomattavasti asennusvirheitä. Vanhan kaapelin uudelleen käyttämisessä tulee kumminkin ottaa huomioon kaapelin kunto ja toimivuus Ethernet APL:n verkossa. Diagnostiikan hyödyntäminen Ethernet pohjaisessa järjestelmässä on helppo hyödyntää. Diagnostiikasta voidaan havaita mahdolliset asennusongelmat, signaalin voimakkuus ja selvittää verkon kestävyys kuten kuvasta 7 selviää. Ethernet APL ei tarvitse toimiakseen muuntajia tai yhdyskäytäviä, mikä mahdollistaa käytettävyyden olevan esteetöntä ja se myös tarjoaa lisänopeuden, jota tarvitaan tietopohjaisessa taloudessa. (11, s. 5, 10–11; 14, s. 90–95.)

Diagnostics



No problems detected

Physical layer

SNR:	31.9 dB
Current:	27 mA
Voltage:	13.7 V

Connected device

pn710ti001 ▼

Communication statistics

Inbound statistics: ▼

Outbound statistics: ▼

[CLEAR STATISTICS](#)

Status & Configuration

State:	Enabled
Communication mode:	10 Mbit/s
Communication mode configuration:	▼

KUVA 7. Diagnostiikka välilehti Ethernet APL -kenttäkytkimen käyttöliittymässä

5 JÄRJESTELMÄ

5.1 800xA-automaatiojärjestelmä

800xA-hajautettu automaatiojärjestelmä on ABB:n kehittämä järjestelmä, joka on suunniteltu ensisijaisesti prosessiautomaatiolle. Järjestelmän suunnittelussa on sisälletty kaikki automaatiotoiminnot yhteen operaatio- ja suunnittelu ympäristöön. Tämän ansiosta käyttäjän on mahdollista toimia älykkäämmin ja paremmin, mikä mahdollistaa käyttäjälle kustannussäästöjä. 800xA-automaatiojärjestelmä mahdollistaa monien eri viestintärajapintojen käytön ja tukee yleisimpien kenttäväylien käyttöä. 800xA-järjestelmän perustana on Aspect Objects -konsepti. Konseptin ansiosta tiedon saatavuus ja tiedon etsiminen toimii yhtenäisesti. Eri käyttäjille on mahdollista konfiguroida näkyvään tietty osa järjestelmän tiedoista, mikä mahdollistaa nopeamman tiedon hankkimisen. Tämän myötä tuottavuus paranee. (21, s. 33.)

800xA-automaatiojärjestelmän perustana on Aspect Objects -malli. Tämä mahdollistaa konseptin, joka on johdonmukainen ja skaalautuva yhdistäen prosessinohjauksen, automaation sekä turvallisuuden tuotteet. Tiedon etsiminen tapahtuu johdonmukaisesti ja tietoihin päästään käsiksi välittömästi. Objekti on fyysinen asia, vaikka teollisuudessa oleva reaktori. Objektia kuvaillaan eri näkökulmista ja eri näkökulmat kertovat eri tietoa objektista. Nämä tiedot mitä objektista saadaan ovat aspekteja. (21, s. 33–35.)

800xA-automaatiojärjestelmän toiminnallisuus jakautuu kahteen osaan ja ne ovat perusjärjestelmä ja valinnaiset lisävarusteet. Toimintoja voidaan lisätä järjestelmään prosessin ohjauksen tarpeiden mukaan. Perusjärjestelmä koostuu hajautetun ohjausjärjestelmän (DCS) toiminnallisuudesta, integroiduista ohjaimista ja monista järjestelmä asetuksista. (22, s. 73–75.)

800xA-automaatiojärjestelmän vakio laitealustana toimii AC 800M, joka on ohjausjärjestelmä mikä näkyy kuvassa 8. Laitealusta koostuu eri laiteyksiköistä, jotka kiinnitetään DIN-kiskoon. Laitealusta on modulaarinen eli siihen voi tarvittaessa lisätä laiteyksiköitä. Laiteyksiköitä on prosessori, eri protokollia varten olevat tiedonsiirtokäyttöliittymät ja virtalähteet sekä varavirtalähteet. Ohjelmistolla varustettua AC 800M -ohjausjärjestelmää voidaan käyttää automaatiosovelluksiin. Ohjausjärjestelmä toimii joko itsenäisenä prosessin ohjaimena tai suorittaen paikallisia ohjausverkon tehtäviä. (22, s. 29–31; 23, s. 3.)

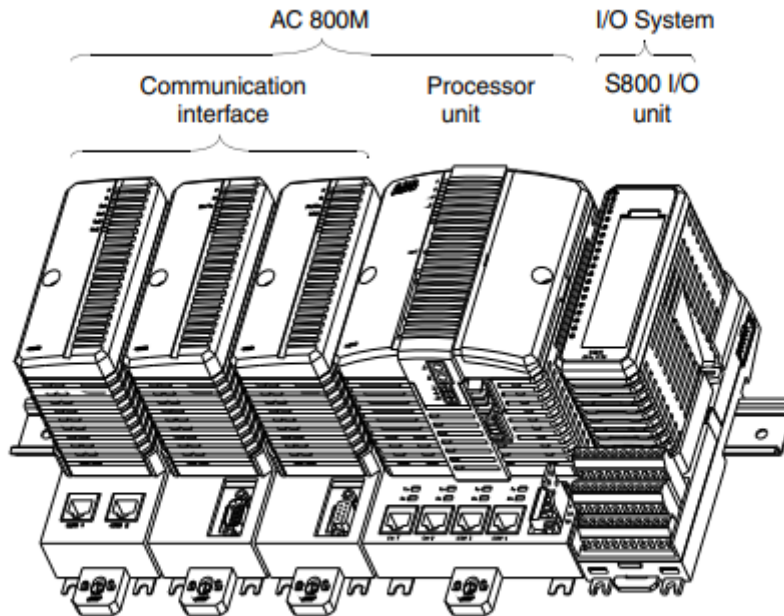


Figure 1. Example of an AC 800M Controller (except PM891) with an S800 I/O Unit

KUVA 8. AC 800M -ohjausjärjestelmä (22, s. 31)

AC 800M -ohjausjärjestelmä tukee IEC 61131-3 standardin kaikkia ohjelmointikieliä. Ohjelmointikieliä on yhteensä viisi, joista kaksi on tekstipohjaisia ja kolme grafiikkapohjaisia. Tekstipohjaiset ohjelmointikieliset ovat Instruction List (IL) ja Structured Text (ST). Grafiikkapohjaiset ohjelmointikieliset ovat Ladder Diagram (LD), Functional Block Diagram (FBD) ja Sequential Function Chart (SFC). (21, s. 149–150; 24; 25.)

5.2 Kunnonvalvonta

Kunnonvalvonnassa kerätään tietoa laitteiden kunnosta. Kunnonvalvonnan automaattiosoinnilla saadaan kerättyä erilaisia tietoja mittalaitteista tai toimilaitteista, joka auttaa kertomaan mahdollisista ongelmista ennen kuin varsinainen vika aiheuttaa ongelmia. Kerätyn tietojen ansiosta voidaan kunnossapidon suunnitelmaa parantaa huomattavasti. (26.)

Digitalisaation kasvaessa kunnossapidon merkitys kasvaa ja on koko ajan merkittävämpi osa tuotantoresurssien hallintaa. Digitalisaation myötä kunnonvalvonta tiedot on helpompi kerätä yhteen paikkaan, joka helpottaa tiedon saantia suuresti. Vuosien mittaan kertyvän kunnossapitodatan ja sen hyödyntämisen myötä työ painottuu entistä enemmän seurantaan, valvontaan ja ennakoivaan

kunnossapitoon entä korjaavaan kunnossapitoon. Laitteiden kunnossapitodatan poikkeukset ker-
tovat yleensä laitteen kunnan heikentymisenä. (26.)

5.3 FDI

FDI on laitepaketti kenttälaitteille. Ennen FDI:tä laiteintegraatio oli haastavaa, koska eri valmistajat
vaativat laitteisiinsa erilaiset laiteajurit. Tämän takia oikean laiteajurin löytäminen oli hankalaa ja
tämä johti siihen, että laitteen integrointia ei aina tehty eikä tällöin laitteen tarjoamia lisätietoja voitu
hyödyntää. Lisäksi laitepakettien päivittäminen uusimpaan versioon oli tämän takia työlästä. Tähän
ongelmaan kehitettiin uusi yhtenäinen laiteintegraatio teknologia FDI. FDI:n sisällytettiin olemassa
olevat laiteintegraatioteknologiat EDD ja FDT. (27.)

FDI-tekniikan ovat kehittäneet automaatioalan johtavat teknologiasäätiöt ja -toimittajat. FDI-yh-
teensopiva ratkaisu vaatii kaksi osaa. Nämä osat ovat järjestelmä, joka tukee FDI-tekniikkaa ja
laitteen, joka sisältää tuen FDI-tiedostopakettien vastaanottamiselle. FDI-tiedostopaketti koostuu
EDD-laitekuvaus tiedostosta, UIP-käyttöliittymästä, instrumenttidokumentaatio tiedostosta ja vies-
tintätekniikka tiedostosta. (28.)

5.4 FMI

ABB julkaisi ensimmäisenä yrityksenä FDI:n perustuvan ohjelmistotyökalun vuonna 2015. Tämä
ohjelmistotyökalu on nimeltään Field Information Manager, jolla hallitaan kenttäväylälaitteita. FIM:n
ominaisuuksia ovat intuitiivinen käyttöliittymä, laitteiden tehokas ja helppo käyttöinen hallinta ja uu-
simpien kenttälaiteteknologioiden tukeminen. Käyttöliittymä voidaan suunnitella eri käyttäjiä varten,
jolla voidaan rajata käyttäjien käyttöoikeuksia. Ohjelmisto on suunniteltu helppokäyttöiseksi, jonka
ansioista laitteiden ominaisuuksia päästään tutkimaan nopeasti. FIM voidaan asentaa yksittäisenä
ohjelmistona tai osaksi ABB:n automaatiojärjestelmää. Ohjelmiston käyttöönotto tapahtuu muuta-
massa minuutissa. Tämän ansiosta laitteiden skannaaminen, tunnistaminen ja määrittäminen ta-
pahtuu nopeasti. Ohjelmisto skannaa topologian ja tunnistaa laitteet automaattisesti. FIM tukee
DD-paketteja sekä FDI-paketteja, joten se on yhteensopiva olemassa oleville ja uusille laitteille.
FIM tukee monia eri kenttäväylä protokollia. (29.)

FIM 3.0 version julkaisun myötä uusia lisäykset ovat uusi client/server arkkitehtuuri, monen eri
käyttäjän tuki, kenttätukien lisäystä ja Ethernet APL tuen vahvistamista. Osa lisäyksistä ovat muun

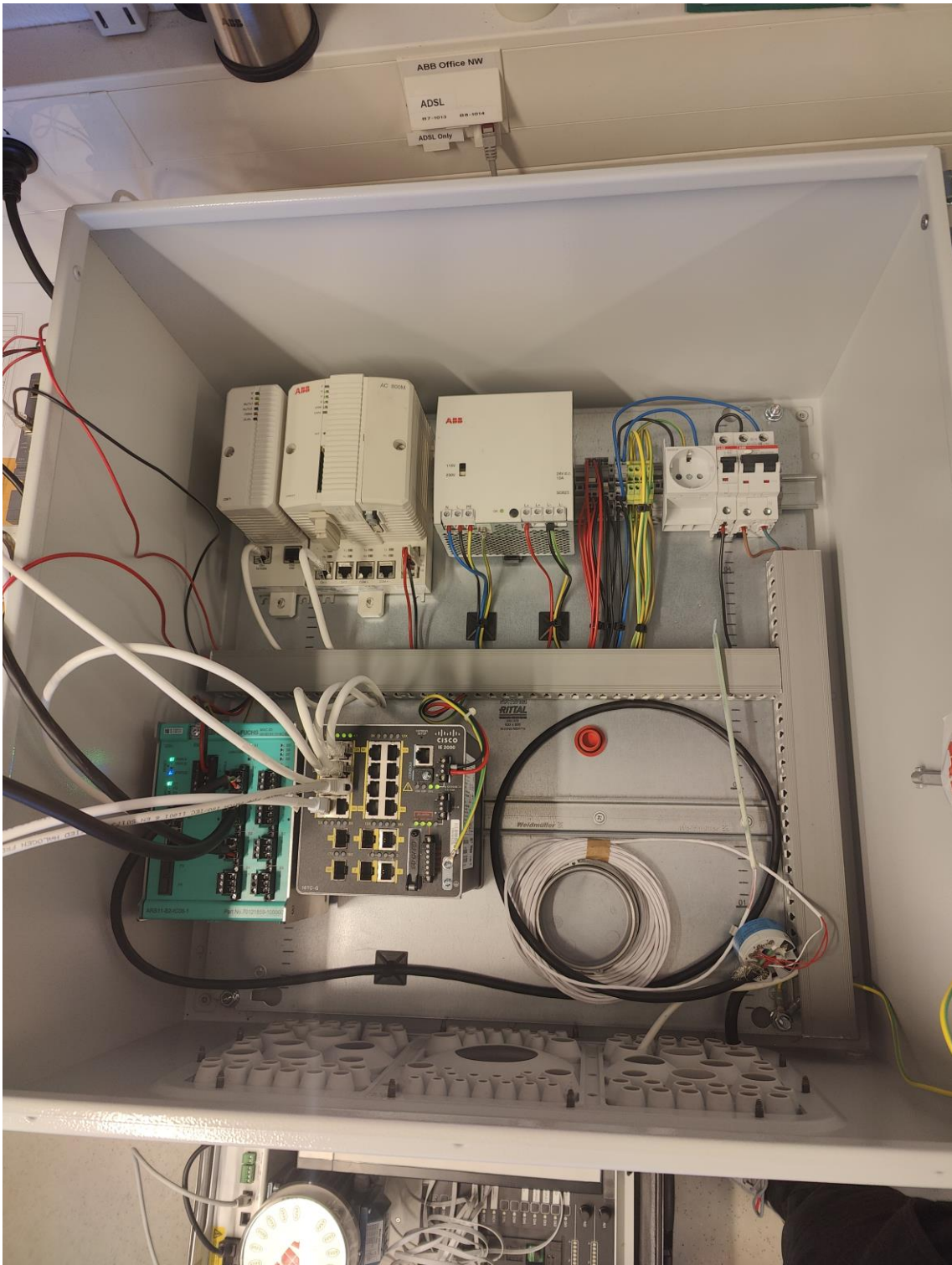
muassa monien eri käyttäjien samanaikainen laitehallinta tehtävien käyttö, mikä tehostaa työskentelyä merkittävästi. FIM-ohjelmistotyökalun käyttö ASI-5-protokollan laitteille. PA Profile 4.02 -laitepaketti, joka mahdollistaa eri laitevalmistajien laitteiden välisen yhteen toimivuuden ja suunnittelun tehokkuuden. PA Profile 4.02 -laitepakettia käytetään yleisesti myös Ethernet APL PROFINET -laitteissa. Ethernet APL -kenttäkytkimet ovat saaneet samankaltaisen offline konfiguroinnin kuin kenttäydyskäytävät, jonka ansiosta FIM-työkalulla voidaan hallita molempia konfigurointeja eikä toiselle työkalulle ole tarvetta. (30, s. 1–2.)

6 DEMOLAITTEEN JÄRJESTELMÄ

6.1 Demolaite

Demolaitteen valmistus aloitettiin valitsemalla siihen tarvittavat komponentit ja tilaamalla tarvittavia komponentteja. Komponentit, jotka valittiin asennettavaksi koteloon, olivat ABB:n PM864AK01-prosessori, ABB:n CI871-Profinet master, ABB:n SD823-virtalähde, Pepperl+Fuchs:n ARS11-B2-IC08-1 Ethernet APL -kenttäkytkin, Ciscon IE-2000-16TC-G-E-Ethernet-kytkin, ABB:n DS201-vikavirtajohsuojakytkin, SNS016-pistorasia, ABB:n S201-johdonsuojakytkin ja riviliittimiä. Komponentit asennettiin Rittalin koteloon ja johdotettiin.

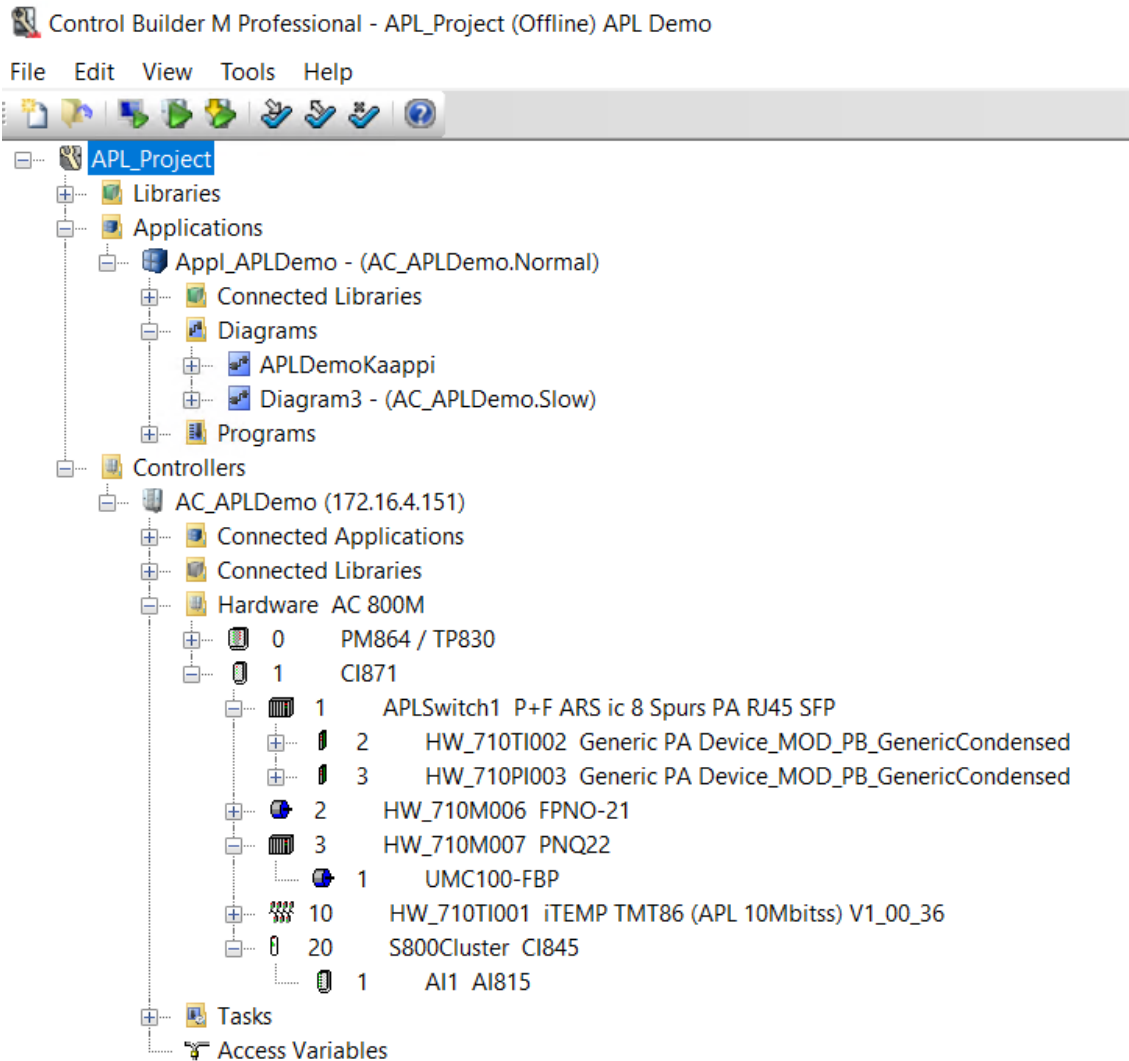
Kenttälaitteet käyttivät kolmea eri protokollaa Profinet, Profibus PA ja HART. Kenttälaitteiksi valittiin Endress+Hauserin Ethernet APL -lämpötilalähetin, ABB:n TF12-lämpötilalähetin, ABB:n TH 02 -lämpötilalähetin, ABB:n 266HSHPSPB2-painelähetin, ABB:n 266HSHESPB8-painelähetin, ABB:n moottorinohjain ja ABB:n taajuusmuuttaja. Kuvassa 9 näkyy demolaitteiston sisältö.



KUVA 9. Demolaitteisto

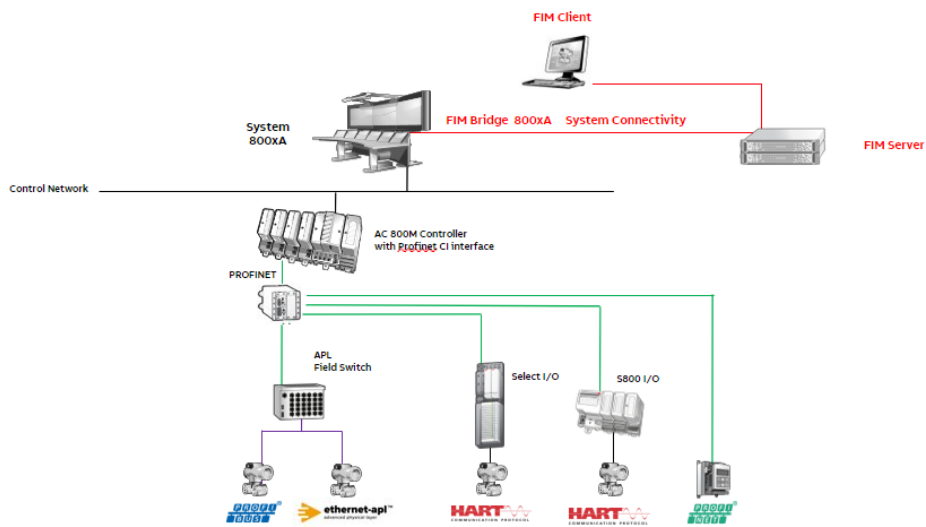
6.2 Ohjausjärjestelmän konfigurointi

Automaatiojärjestelmä oli asennettu virtuaalipalvelimille. Projekti luotiin Engineering Workplacessa, minkä jälkeen aloitettiin koodin tekeminen Control Builderiin. Control Builderiin lisättiin laitteet, jotka oli yhdistetty demolaitteistoon. Ethernet APL -kenttäkytkimen ja Ethernet APL -lämpötilalähettimen lisäykseen tarvittiin GSDML-tiedosto, joka ladattiin laitteiden tuotekohtaisilta sivuilta. Latauksien jälkeen GSDML-tiedostot tuotiin ABB:n 800xA-järjestelmään ja laitteet lisättiin ABB:n 800xA-järjestelmään Control Builderissa. Ethernet APL -kenttäkytkimelle ja Ethernet APL -lämpötilalähtelmelle määritettiin omat IP-osoitteet ja nimet. IP-osoitteiden avulla päästiin laitekohtaisille nettipohjaiselle käyttöliittymälle. ABB:n valmistamien laitteiden lisäys tapahtui laitekohtaisen kirjaston lisäämisellä projektiin ja laitteille määritettiin nimet. Laitteiden lisäämisen ja nimeämisen jälkeen tehtiin koodi. Kuvassa 10 näkyy laitteiden sijainti Control Builderissa.



KUVA 10. ABB 800xA Control Builder -näkyä projektista

Demolaitteiston järjestelmässä ohjelmistot asennettiin virtuaalipalvelimelle. Järjestelmässä käytettävät ohjelmat olivat FIM-kenttälaitte hallintaohjelmisto, ohjelmointi ympäristö Control Builder ja Engineering Workplace jossa projekti luotiin. Kenttälaitteina käytettiin kahta Profibus PA-, yhtä Ethernet APL-, kahta HART-kenttälaitetta, yhtä moottorinohjainta ja yhtä taajuusmuuttajaa. Kenttälaitteet yhdistettiin Profinet-kytkimen kautta prosessiasemaan. Kuvassa 11 näkyy viitteellinen järjestelmä kaavio.



KUVA 11. Viitteellinen järjestelmä kaavio

6.3 Kenttälaite hallintaohjelmisto

Kenttälaitteidenhallinta ohjelmistona käytettiin FIM-ohjelmaa. Laitteiden FDI- ja EDD-laitemallit liitettiin FIM-ohjelmaan. Diagnostiikkatiedostojen lisäys tapahtui FIM:ssä raahaamalla FDI- ja EDD-tiedostot ohjelmaan, jolloin ohjelma latsi tiedostot ohjelmaan. Ethernet APL -kytkimen diagnostiikkatiedostoja oli saatavilla kaksi vaihtoehtoa FDI- ja FIMlet-tiedosto, joista FIMlet valittiin. Kuvassa 12 näkyy laitetyyppikatalogi, johon tiedostot raahattiin.

DEVICE CATALOG (visible 34 / 34 selected 0)

<input type="checkbox"/>	DEVICE TYPE (ID)	MANUFA...	LOCATION	PROTOCOL	CLASSIFI...	TYPE
<input type="checkbox"/>	2600T 266 Pressure (0x...	ABB	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD
<input type="checkbox"/>	2600T 266 Pressure (0x...	ABB	Local	HART 7	Pressure	Specific EDD
<input type="checkbox"/>	2600T-266 MV (0x008E)	ABB	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD
<input type="checkbox"/>	261 (0x008C)	ABB	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD
<input type="checkbox"/>	261 (0x008C)	ABB	Local	HART 5	Pressure	Specific EDD
<input type="checkbox"/>	266 P-dP 1...5 Vdc (0x1A...	ABB	Local	HART 7	Pressure	Specific EDD
<input type="checkbox"/>	266PDP (0x1A07)	ABB	Local	HART 7	Pressure	Specific Device Package
<input type="checkbox"/>	266PDP (0x1A07)	ABB	Local	HART 7	Pressure	Specific Device Package
<input type="checkbox"/>	266PDP-W (0x1A06)	ABB	Local	HART 7	Pressure	Specific Device Package
<input type="checkbox"/>	APL-Switches	Pepperl+Fuchs	Local	FIMLET	Network Compo...	Specific Device Package
<input type="checkbox"/>	Connect.S900.Gateway	ABB	Local	FIMLET	Network	Specific Device Package
<input type="checkbox"/>	GENERIC (0x0082)	ABB	Local	HART 5	Universal	Generic Device Package
<input type="checkbox"/>	GENERIC (0x0082)	ABB	Local	HART 5	Universal	Generic Device Package
<input type="checkbox"/>	GENERIC (0x1A82)	ABB	Local	HART 7	Universal	Generic Device Package
<input type="checkbox"/>	GENERIC (0x1A82)	ABB	Local	HART 7	Universal	Generic Device Package
<input type="checkbox"/>	GENERIC (0x1A82)	ABB	Local	HART 7	Universal	Generic Device Package
<input type="checkbox"/>	GENERIC (0x9700)	ABB	Local	PROFIBUS PA	Universal	Generic Device Package
<input type="checkbox"/>	GENERIC (0x9701)	ABB	Local	PROFIBUS PA	Universal	Generic Device Package
<input type="checkbox"/>	GENERIC (0x9701)	ABB	Local	PROFIBUS PA	Universal	Generic Device Package
<input type="checkbox"/>	HART-IP FDI Communic...	Thorsis Technol...	Local	HART	Network Compo...	Specific Device Package
<input type="checkbox"/>	isHRT FDI Communicati...	Thorsis Technol...	Local	HART	Network Compo...	Specific Device Package
<input type="checkbox"/>	isPro FDI Communicati...	Thorsis Technol...	Local	PROFIBUS DP	Network Compo...	Specific Device Package
<input type="checkbox"/>	iTEMP TMT182B (0x11D2)	Endress+Hauser	Local	HART 7	Temperature	Specific Device Package
<input type="checkbox"/>	iTEMP TMT86 (0xA3FF)	Endress+Hauser	Local	PROFINET	Temperature	Specific Device Package
<input type="checkbox"/>	ProfinetCommServer	ABB	Local	PROFINET	Network Compo...	Specific Device Package
<input type="checkbox"/>	S800	ABB	Local	FIMLET	Network Compo...	Specific Device Package
<input type="checkbox"/>	Selectio	ABB	Local	FIMLET	Network Compo...	Specific Device Package
<input type="checkbox"/>	System800xA	ABB	Local	FIMLET	Network Compo...	Specific Device Package
<input type="checkbox"/>	System800xACommSer...	ABB	Local	GENERIC	Network Compo...	Specific Device Package
<input type="checkbox"/>	UMC USB Serial Commu...	Thorsis Technol...	Local	PROFIBUS PA	Network Compo...	Specific Device Package

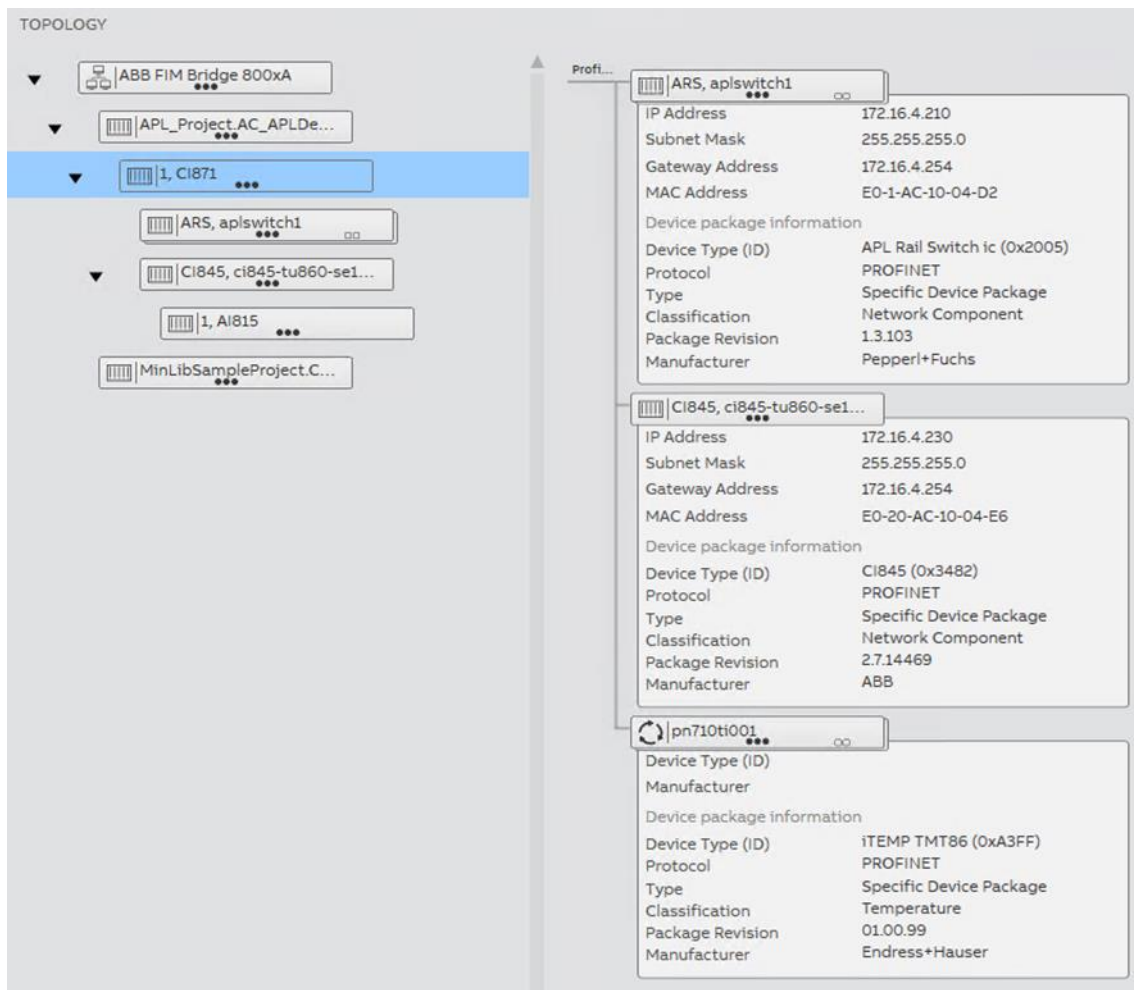
KUVA 12. Katalogia FIM-ohjelmassa

Diagnostiikkatiedostojen lataamisen jälkeen skannattiin kaikki laitetasot kerrallaan topologia väli-lehdeltä. Ohjelma tunnistaa laitteet automaattisesti ja linkittää niille katalogista löytyvät diagnostiikkatiedostot. Kuvassa 13 näkyy laitteiden skannaaminen.



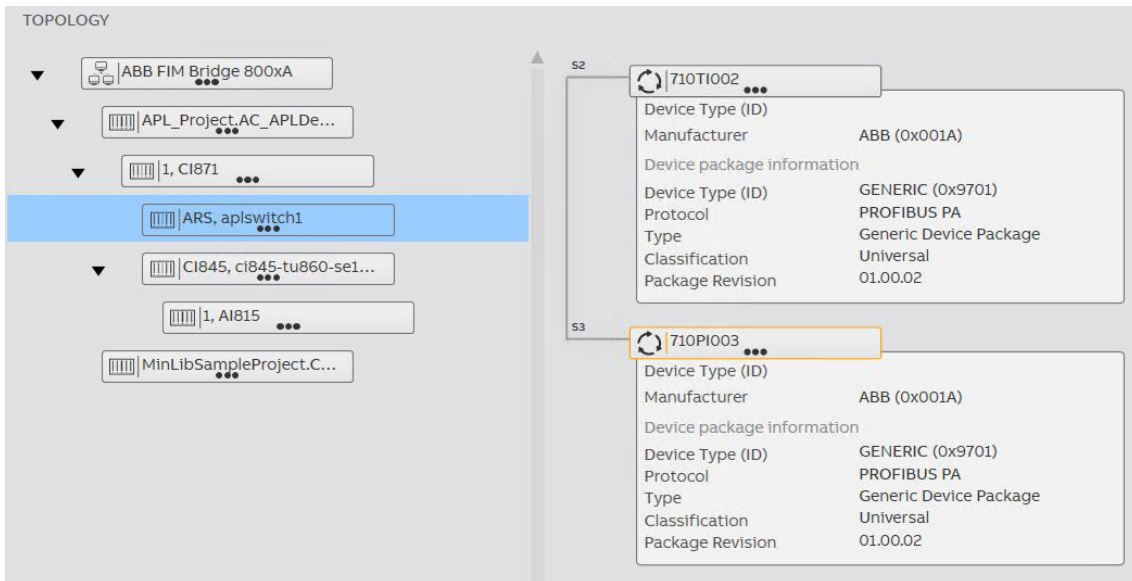
KUVA 13. Laitteiden skannaus

Skannauksen jälkeen ohjelmaan tuli näkyviin topologia laitteista. Kuvassa 14 näkyy, että Ethernet APL -kenttäkytkin ja Ethernet APL -lämpötilalähetin tuli näkyviin CI871 alapuolelle.



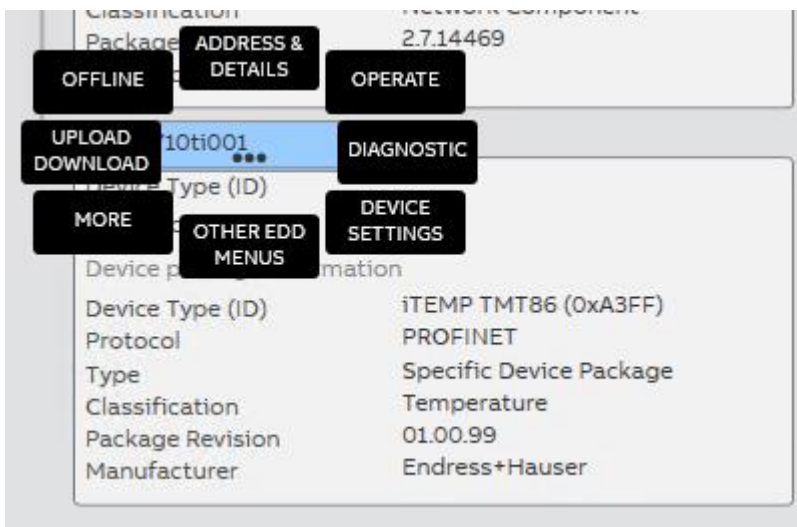
KUVA 14. Topologia FIM-ohjelmassa, jossa näkyy Ethernet APL -kenttäkytkin ja -laite

Kuvassa 15 näkyy, että Profibus PA -laitteet tulivat näkyviin Ethernet APL -kenttäkytkimen alapuolelle.



KUVA 15. Topologia FIM-ohjelmassa, jossa näkyy Profibus PA -laitteet

Skannauksen jälkeen laitteet konfiguroitiin ja nimettiin laitekohtaisilla nimillä, jotka oli määritelty aiemmin 800xA-järjestelmässä. Laitteiden nimeäminen tapahtui valitsemalla laitteen valikosta Address & Details, josta ohjelma siirtää ikkunan laitenäkymään. Kuvassa 16 näkyy Address & Details valitseminen.



KUVA 16. Laittevalikko

Kuvassa 17 näkyy laitenäkymä ja kohta mistä nimi voidaan vaihtaa.

ABB Field Information Manager - APLFIMProject01

ARS, aplswitch1 pn710ti001


-DEVICE- pn710ti001 / ADDRESS & DETAILS

Device Name: pn710ti001

Address: 172.16.4.220

Device package information

Device Type (ID)	iTEMP TMT86 (0xA3FF)
Protocol	PROFINET
Classification	Temperature
Type	Specific Device Package
Package Revision	01.00.99
Supported device revision	1.0.0
Manufacturer	Endress+Hauser(0x0011)
Manufacturer info	Contact your local sales center www.endress.com



ONLINE DEVICE INFORMATION (0)

DOCUMENTATION (1)

KUVA 17. Laitenimen vaihtaminen

Ohjelma tunnistaa laitteet automaattisesti ja linkittää niille katalogista löytyvät diagnostiikkatiedostot. Laitteille, joille ei ollut saatavilla laitekohtaista diagnostiikkatiedostoa ohjelma lisäsi niille ABB:n geneerisen laitepakettin. Kuvassa 18 näkyy kaikki laitteet, joita projektissa käytettiin.

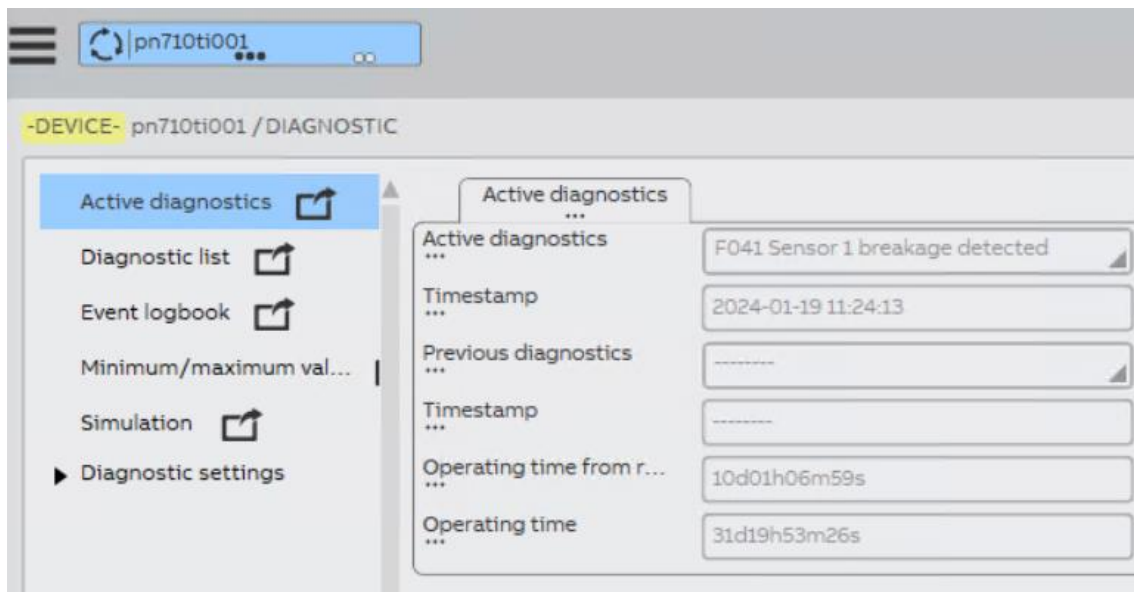
CONFIGURATIONS APLFIMProject01 - (visible 13 / 13 selected 0)			
<input type="checkbox"/>	NAME	PACKAGE DEVICE...	PACKAGE PROTOCOL
<input type="checkbox"/>	1, AI815	AI815 (0x090F)	GENERIC
<input type="checkbox"/>	1, CI871	CI871 (0x0147)	GENERIC
<input type="checkbox"/>	710PI003	GENERIC (0x9701)	PROFIBUS PA
<input type="checkbox"/>	710PI005	2600T 266 Pressure (0x0...	HART 5
<input type="checkbox"/>	710TI002	GENERIC (0x9701)	PROFIBUS PA
<input type="checkbox"/>	710TI004	GENERIC (0x0082)	HART 5
<input type="checkbox"/>	ABB FIM Bridge 800xA	System800xACommServer	GENERIC
<input type="checkbox"/>	APL_Project.AC_APLDe...	PM864 (0x20B0)	GENERIC
<input type="checkbox"/>	ARS, aplswitch1	APL Rail Switch ic (0x2005)	PROFINET
<input type="checkbox"/>	CI845, ci845-tu860-se1...	CI845 (0x3482)	PROFINET
<input type="checkbox"/>	hw710m006	Universal (0x0000)	UNIVERSAL
<input type="checkbox"/>	MinLibSampleProject.C...	PM860 (0x2080)	GENERIC
<input type="checkbox"/>	pn710ti001	iTEMP TMT86 (0xA3FF)	PROFINET

KUVA 18. Lista laitteista

6.4 Demolaitteen testaus

Demolaitteen laitteiden tietojen näkyvyydessä FIM-ohjelmassa oli isoja nopeuseroja. Ethernet APL -laitteen tiedot tulivat nopeammin näkyviin kuin Profibus PA- ja HART-laitteiden. Ethernet APL -kenttäkytkimellä ja -lämpötilälähtettimeillä oli laite kohtaiset nettipohjaiset käyttöliittymät. Käyttöliittymiä Profibus PA- ja HART-laitteilla ei ollut kuin ABB:n FIM-ohjelman kautta. Laitteiden kytkennässä oli hieman eroja. Profibus PA -laitteet ja Ethernet APL -laite yhdistettiin Pepperl+Fuchs:n Ethernet APL -kenttäkytkimeen väyläkaapelilla eikä napaisuudella ollut väliä. HART-laitteiden yhdistämiseen tarvittiin CI845-Profinet Slave, S800 I/O -tuoteperheen AI815-moduuli johon HART-laitteet yhdistettiin perinteisellä IO-kaapeloinnilla.

Laitteet lähettivät diagnostiikka tietoja FIM-ohjelmaan vian tai muutosten tapahduttua. Laitteista käytettiin irti väyläkaapelia ja anturijohtoja nähdäkseen mitä tapahtuu. Väyläkaapelin irrottaminen Profibus PA- tai Ethernet APL -lämpötilälähtetimestä aiheutti FIM-ohjelmaan ja Control Builderiin yhteyden menetyksen laitteeseen. Anturijohdon irrottaminen aiheutti diagnostiikka ilmoituksen kyseille laitteella. Kuvasta 19 näkyy diagnostiikkailmoitus minkä anturijohdon irrottaminen Ethernet APL -lämpötilälähtetimestä aiheutti.



KUVA 19. Anturijohdon irrottamisesta johtuva diagnostiikkailmoitus

6.5 Profibus PA -laitteiden vaihto Ethernet APL -laitteiksi

Käytössä olevien Profibus PA -laitteiden vaihdossa Ethernet APL -laitteiksi pitää huomioida monia asioita. Olemassa olevia kaapeleita voidaan käyttää, jos ne ovat IEC 61158-2 -tyypin kaapeleita mutta ainoastaan IEC 61158-2 A -tyypin kaapeli on suoraan sopiva ja muiden tyyppien kaapeleiden sopivuus pitää todeta. Kaapelin sopivuus voidaan tarkastaa taulukosta, joka löytyy lähteestä 10 s.31. Ethernet APL -järjestelmä tarvitsee toimiakseen Ethernet APL -kenttäkytkimen, johon Ethernet APL -kenttälaitteet kytketään. Pepperl+Fuchs:n Ethernet APL -kenttäkytkimeen voidaan myös kytkeä olemassa olevia Profibus PA -laitteita. (14, s. 30–31; 16.)

Ethernet APL -järjestelmä voidaan toteuttaa käyttämällä Ethernet APL -virtakytkintä hyödyntäen, jolloin järjestelmä tarvitsee toimiakseen myös Ethernet APL -kenttäkytkimen, johon kenttälaitteet kytketään. Järjestelmä voidaan toteuttaa myös ilman Ethernet APL -virtakytkintä. Ethernet APL -kenttäkytkinten välinen etäisyys järjestelmää asennettaessa tulee ottaa huomioon koska kenttälaitteiden määrä vaikuttaa etäisyyksiin. Etäisyyksistä löytyy esimerkki tapauksia lähteestä 10 s.56–61. (14, s. 47, 56–61.)

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä tutkittiin vasta kehitettyä Ethernet APL -teknologiaa ja sen ominaisuuksia. Lisäksi rakennettiin demolaitteisto Ethernet APL -komponentteja hyödyntäen. ABB:n automaatiojärjestelmää käytettiin osana demolaitteistoa. Demolaitteiston rakentamiseen liittyi komponenttien valitseminen, asentaminen, koodin tekeminen ja testaaminen. Työssä selvitettiin Ethernet APL -teknologian liittyviä asioita kuten mihin viestintä perustuu ja miten kaapelit ja liittimet valitaan. Lisäksi pohdittiin turvallisuutta ja käyttöönottoa.

Ethernet APL:n tiedonsiirtonopeuden ollessa 10 mbit/s on se yli 300 kertaa nopeampi kuin Profibus PA:n ja HART:n tiedonsiirto. Ethernet APL:n nopean tiedonsiirron ansiosta kenttälaitteilta saadaan entistä enemmän tietoa, jota voidaan hyödyntää. Prosessiteollisuudessa tällä hetkellä käytettävät Profibus PA -kenttälaitteet eivät mahdollista tämän lisätiedon hyödyntämistä. Tämän takia Ethernet APL -teknologia tulee varmasti korvaamaan Profibus PA -kenttäväylän ja muut vanhemmat väyläteknikat tulevaisuudessa.

LÄHTEET

1. ABB 2023. ABB Suomessa. Hakupäivä 19.12.2023. <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa>.
2. Precision Digital Corporation 2023. Back to Basics: The Fundamentals of 4-20 mA Current Loops. Hakupäivä 4.1.2024. <https://www.prediq.com/indicatorpage/back-basics-fundamentals-4-20-ma-current-loops>.
3. PI North America 2020. FIELDBUS VS 4-20 MA – A COMPREHENSIVE COMPARISON. Hakupäivä 4.1.2024. <https://us.profinet.com/fieldbus-vs-4-20-ma/>.
4. Endress+Hauser Process Solution AG. Netilion Blog. Everything you need to know about the Hart Communication Protocol and Industrial Internet of Things. Hakupäivä 4.1.2024. <https://netilion.endress.com/blog/hart-communication-iiot/>.
5. Felser, Max. 2002. The Fieldbus Standards: History and Structures. University Of Applied Science Berne. Hakupäivä 4.1.2024. https://www.researchgate.net/publication/228733981_The_fieldbus_standards_History_and_structures.
6. Antaira technologies 2022. Commonly used Industrial Networks. Hakupäivä 4.1.2024. <https://www.antaira.com/Blog-Commonly-Used-Industrial-Networks>.
7. HMS NETWORKS 2023. Industrial network market shares 2023. Hakupäivä 4.1.2024. <https://www.hms-networks.com/news-and-insights/news-from-hms/2023/05/05/industrial-network-market-shares-2023>.
8. Automation Inside 2015. Industrial Network Shares According To HMS. Hakupäivä 4.1.2024. <https://www.automationinside.com/article/industrial-network-shares-according-to-hms>.

9. Control Global 2024. How Ethernet-APL will impact tomorrow's field devices. Hakupäivä 12.1.2024. <https://www.controlglobal.com/network/industrial-networks/article/11288522/how-ethernet-apl-will-impact-tomorrows-field-devices>.
10. HMS NETWORKS 2018. Industrial network market shares 2018. Hakupäivä 4.1.2024. <https://www.hms-networks.com/news-and-insights/news-from-hms/2018/02/27/industrial-ethernet-is-now-bigger-than-fieldbuses>.
11. Ethernet-apl 2023. Ethernet- To the Field. Hakupäivä 13.11.2023. https://www.ethernet-apl.org/wp-content/uploads/2022/08/Ethernet-APL_Ethernet-To-The-Field_EN_FI-NAL_June-2021.pdf.
12. Phoenixcontact 2023. Ethernet APL. Hakupäivä 13.11.2023. <https://www.phoenixcontact.com/fi-fi/teknologiat/tiedonsiirtotekniikat/ethernet-apl>.
13. Pepperl-fuchs 2023. Ethernet APL – Digitalisaatio saavuttaa prosessiteollisuuden. Hakupäivä 13.11.2023. <https://www.pepperl-fuchs.com/finland/fi/ethernet-apl.htm>.
14. Ethernet-apl 2023. Ethernet-APL Engineering Guidelines. Hakupäivä 14.11.2023. https://www.ethernet-apl.org/wp-content/uploads/APL-Engineering-Guideline-V114_1.14.pdf.
15. Imperva 2023. OSI Model. What Is the OSI Model. Hakupäivä 13.11.2023. <https://www.imperva.com/learn/application-security/osi-model/>.
16. Pepperl+Fuchs 2023. Ethernet APL. Hakupäivä 5.12.2023. https://www.pepperl-fuchs.com/finland/fi/classid_9824.htm.
17. Endress+Hauser Oy. Hakupäivä 5.12.2023. <https://www.fi.endress.com/en/search?s.category=search-product&filter.text=Ethernet%20apl&p.p=3&p.fb=true>.
18. Tukes. Räjähdyksvaarallisten tilojen laitteet – ATEX. Hakupäivä 5.12.2023. <https://tukes.fi/teollisuus/rajahdyksvaaralliset-tilat/rajahdyksvaarallisten-tilojen-laitteet-atex#fb9a8aaf>.

19. Hanningfield 2018. Comparing ATEX and Ex-Proof Classifications. Hakupäivä 5.12.2023. <https://www.hanningfield.com/comparing-atex-ex-proof/>.
20. Tukes. Räjähdyksvaaralliset tilat. Hakupäivä 5.12.2023. <https://tukes.fi/teollisuus/rajahdysvaaralliset-tilat#fb9a8aaf>.
21. ABB 2013. System 800xA. System Guide Functional Description. Hakupäivä 15.11.2023. https://library.e.abb.com/public/898c17457d403304c1257b40002e8171/3BSE038018-510_H_en_System_800xA_5.1_System_Guide_Functional_Description.pdf.
22. ABB 2013. AC 800M. Controller Hardware. Hakupäivä 15.11.2023. https://library.e.abb.com/public/1cb4fadd66365e57c1257b740027013b/3BSE036351-510_A_en_AC_800M_5.1_Controller_Hardware.pdf.
23. ABB 2023. ABB Ability Systems 800xA. Control and I/O Overview. Hakupäivä 16.11.2023. <https://search-ext.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3BSE047351&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>.
24. Control. Technical Articles. An Overview of Sequential Function Chart (SFC) PLC Programming. Hakupäivä 16.11.2023. <https://control.com/technical-articles/an-overview-of-sequential-function-chart-sfc-programming>.
25. PLCopen 2013. IEC 61131-3. Hakupäivä 16.11.2023. <https://plcopen.org/iec-61131-3>.
26. Pinja 2022. Kunnonvalvonta on osa nykyaikaista teollisuuden kunnossapitoa. Hakupäivä 21.11.2023. <https://blog.pinja.com/kunnonvalvonta-on-osa-nykyaikaista-teollisuuden-kunnossapitoa>.
27. Profibus 2024. FDI. Hakupäivä 10.1.2024. <https://www.profibus.com/technology/fdi>.
28. FieldComm Group 2022. FDI EXPLAINED. Hakupäivä 10.1.2024. <https://www.fieldcommgroup.org/technologies/fdi/fdi-technology-explained#4257225834-2147077273>.

29. ABB 2023. ABB Ability™ Field Information Manager. External Presentation. Hakupäivä 7.12. 2023. <https://library.abb.com/d/2PAA125619>. Vaati käyttöoikeuden.

30. ABB 2023. ABB Ability™ Field Information Manager 3.0. Device management made easy. Hakupäivä 16.11.2023. <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3BSE091144&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>.