

Samir Galmassi  
ETHERNET AUTOMAATIOOTEKNIKASSA

Tieto- ja viestintätekniiikan koulutusohjelma  
2019

# ETHERNET AUTOMAATIOTEKNIKASSA

Galmassi, Samir  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Tieto- ja viestintäteknikan koulutusohjelma  
Kesäkuu 2019  
Sivumäärä: 25

Asiasanat: Tietoverkot, Automaatio, Ethernet, Cisco

---

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutkia, miten Ciscon tuottamat laitteet toimivat automaatio teollisuudessa, ja voidaanko niiden tukemalla Ethernet- ja IP-teknologialla korvata kenttäväyliä. Opinnäytetyö on suoritettu esiselvityksenä ja samalla työssä halettiin tutkia automaatioteollisuuden, tietotekniikan ja tietoliikennetekniikan mahdollisuuksia.

Opinnäytetyötä aloitettiin tekemään teoriapohjalta ja aluksi tutustuttiin automaatioon ja automaatioteollisuuteen. Työssä tutkittiin automaation ja tietoliikenteen ominaispiirteitä. Työssä tuodaan esille kenttäväylien tietoliikenteen erilaisia protokollia ja miten niitä käytetään. Työssä myös tutustutaan kenttäväylän toimintaperiaatteeseen, jonka jälkeen tarkastellaan Ethernetiä, jolla sen voisi korvata.

Opinnäytetyössä tutkittiin myös Ciscon laitteita ja niiden tuomia etuja automaatioteollisuuteen. Ciscon laitteita verrattiin siihen, että pystyvätkö ne tukemaan teollista Ethernetiä, ja pystyvätkö ne korvaamaan kenttäväylän. Työn yhteenvedossa päädyttiin lopputulokseen, että Ciscon laitteet pystyvät tukemaan teollista Ethernetiä. On kuitenkin toimintoja, joihin Ciscon laitteet ei pysty aivan yhtä hyvin kuin perinteisillä kenttäväylillä.

## ETHERNET IN AUTOMATION TECHNOLOGY

Galmassi, Samir

Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Information and Communication Technology

June 2019

Number of pages:25

Keywords: Network, Automation, Ethernet, Cisco

---

The subject of this thesis was to study how devices made by Cisco work in the automation industry and whether they can be used to replace the fieldbus with their Ethernet and IP technology that they support. The thesis has been carried out as a preliminary study and at the same time the aim was to explore the potential of automation industry, information technology and telecommunication technology.

The thesis was started on a theoretical basis, and at the first we were introduced to automation and automation industry. The work examined the characteristics of automation and telecommunications. The work presents various protocols for fieldbus communication and how to use them. The work also introduces the fieldbus operating principle, after which we examine the Ethernet that could replace it.

The thesis also explored Cisco devices and their benefits to the automation industry. Cisco devices were compared to be able to support industrial Ethernet and are they able to replace the fieldbus. The work summary concluded that Cisco's devices are capable of supporting industrial Ethernet. However, there are features that Cisco's devices can't do as well as traditional fieldbus.

## SISÄLLYS

1	AUTOMAATION TIETOLIIKENNE.....	5
1.1	Cisco ja Automaatio.....	5
1.2	Automaatio.....	5
1.3	Teollisuus Automaatio .....	6
2	KENTTÄVÄYLÄT.....	8
2.1	Kenttäväylän kehitys.....	10
2.2	Profinet.....	11
3	INDUSTRIAL ETHERNET JA IP .....	13
3.1	Ethernet .....	13
3.2	Industrial Ethernet.....	15
3.3	Ethernet/IP .....	17
4	CISCO:N TCP/IP VERKON LAITTEET AUTOMAATIOSSA .....	19
5	YHTEENVETO .....	22
	LÄHTEET.....	24
	LIITTEET	

# 1 AUTOMAATION TIETOLIIKENNE

## 1.1 Cisco ja Automaatio

Internet of Things suuren levinneisyyden ja kasvamisen vuoksi suurin osa yrityksistä suunnittelee sen käyttöönottoa koko ajan enemmän ja enemmän. Tämä sitten taas vaatii firman tietoverkoilta sen, että ne ovat kunnossa ja pystyvät tukemaan suuria määriä laitteita mitä niihin lisätään. Siksi monet kääntyvät Ciscon puoleen, joka on tunnettu ja luotettu valmistaja teollisuus tietoverkoissa. Cisco tarjoaa yrityksille helppokäyttöiset hallintatyökalut, joilla voidaan tehostaa toimintaa ja vähentää linjastoiden seisontaa ja kustannuksia. Ciscon laitteet ja ohjelmat tukevat teollisuusautomaatio- ja ohjausjärjestelmien protokollia, kuten EtherNet/IP, Profinet ja CC-Link. Cisco on myös nimetty parhaaksi valmistajaksi teollisuuskytkimien osalta (Cisco, 2019)

Cisco tarjoaa useita erilaisia ratkaisuja firmoille ja yrityksille niiden koosta tai alasta riippumatta. Ciscon suurimpiin tuotteisiin kuuluu Factory Network. Tämän avulla voidaan yhdistää tehtaan automaatio- ja ohjausjärjestelmät yhteen IT-järjestelmien kanssa käyttäen IP-verkkoa. Tämän avulla voidaan myös vähentää riskejä parantamalla verkon käynnissä olemista ja laitteiden saatavuutta. Järjestelmällä pystytään turvaamaan kriittisiä tuotanto tietoja käyttämällä teollisuutta johtavia turvallisuus ominaisuuksia (Cisco, 2019)

## 1.2 Automaatio

Automaatio on teknologia, ja sitä sovelletaan erilaisten palveluiden ja tuotannon valvomisessa, ja myös niiden ohjaamisessa. Automaatiolla suoritetaan tehtäviä, jotka kuuluivat ennen ihmisille. Nykypäivänä automaatio on laajasti levinnyt ja sitä käytetään useilla eri aloilla, kuten valmistuksessa, liikenteessä, turvallisuudessa, apuohjelmissa ja nykyään tietotekniikassa.

Automaatiota voidaan soveltaa monin tavoin eri toimialoilla. Esimerkiksi tietotekniikan alalla ohjelmistokoodi voidaan laittaa testaamaan ohjelmistotuotteita ja tuottamaan niistä raportteja. Markkinoilla on myös erilaisia ohjelmistotyökaluja, jotka voivat luoda koodin sovellukselle. Käyttäjien tarvitsee vain määritellä työkalu ja sen prosessi. Muilla toimialoilla automaatio parantaa merkittävästi tuottavuutta, säästää aikaa ja vähentää kustannuksia.

Automaatio kehittyy koko ajan nopeasti ja sovellusten älykkyys on suuri osa nykypäiväistä korkean tason automaatiota. Teknologia-aloilla automaation vaikutus kasvaa nopeasti ohjelmisto- ja laitepuolella, sekä vaikutusta nähdään jo koneistopuolellakin tehtaissa. Automaation edistyksistä huolimatta, joitakin manuaalisia osia on aina suositeltavaa säästää, vaikka automaatiolaite voi suorittaa lähes kaikki tehtävät. (Technopedia, 2019)

### 1.3 Teollisuus Automaatio

Teollisuus automaatio on sellaisten ohjausjärjestelmien, kuten tietokoneiden ja robottien käyttöä erilaisten prosessien käsittelemiseksi teollisuudessa, joilla voidaan korvata ihminen kyseisestä prosessista. Teollisuus automaatio on askel kohti täysin koneistettua teollisuutta.

Aikaisemmin automaation tarkoituksena oli lisätä tuottavuutta, koska koneet voivat tehdä töitä kellon ympäri. Automaation tarkoitus oli myös vähentää ihmisiin liittyviä kustannuksia, kuten palkka ja erilaiset edut. Nykyään teollisen automaation painopiste on siirtynyt valmistusprosessin laadun ja joustavuuden lisäämiseen. Automaatiolla voidaan myös vähentää virheitä suurella marginaalilla, kuten esimerkiksi auto teollisuudessa autojen mäntien asentaminen moottoriin saattoi epäonnistua noin 1-1,5% todennäköisyydellä, mutta automaation jälkeen se on pudonnut noin 0,00001%.

Teollisuusautomaation etuja ovat alhaisemmat käyttökustannukset. Esimerkiksi teollisuusautomaatio eliminoi huomattavan määrän kustannuksia yritykseltä, kuten lomina,

terveydenhuoltoja ja palkkoja. Lisäksi teollisuusautomaatio ei vaadi työsuhde-etuuksia. Vaikka teollisuusautomaatioon kuuluvat suuret alkukustannukset se alkaa maksamaan itseään takaisin heti, sitten kun se saadaan toimintaan. Teollisuusautomaatiossa käytettävien koneiden kustannukset ovat yleensä alhaiset, koska niiden epäonnistuminen tehtävässään on harvinaista ja tapahtuu harvoin. Mutta jos epäonnistumine tai hajoaminen tapahtuu, niin sen korjaamiseen tarvitaan vain huoltoinsinööri, joka laittaa laitteet takaisin toimintaan.

Teollisuusautomaation haittapuolia ei juuri ole ollenkaan. Suurin miinus mitä sille voi antaa on sen hinta. (Brei, 2013)

## 2 KENTTÄVÄYLÄT

Kenttäväylä on digitaalinen kaksisuuntainen tiedonsiirtoyhteys älykkäiden kenttälaitteiden välillä. Kenttäväylä on lähiverkko, joka on tarkoitettu teollisuusautomaatioon. Se korvaa keskitetyt ohjausverkot hajautetuilla ohjausverkoilla ja yhdistää eristetyt kenttälaitteet, kuten älykkäät anturit, muuntimet ja ohjaimet.

Foundation Fieldbus H1 ja Profibus-PA ovat esimerkkejä kenttäväylätekniikoista, joita käytetään prosessinohjauksessa. Näissä kaksisuuntaisissa viestinnöissä on mahdollista lukea tietoja älykkästä anturista, ja on myös mahdollista kirjoittaa siihen tietoja. Kenttäväylän multidrop-viestintäpalvelu johtaa suuriin kaapeli säästöihin, joka sitten taas johtaa kustannussäästöihin.

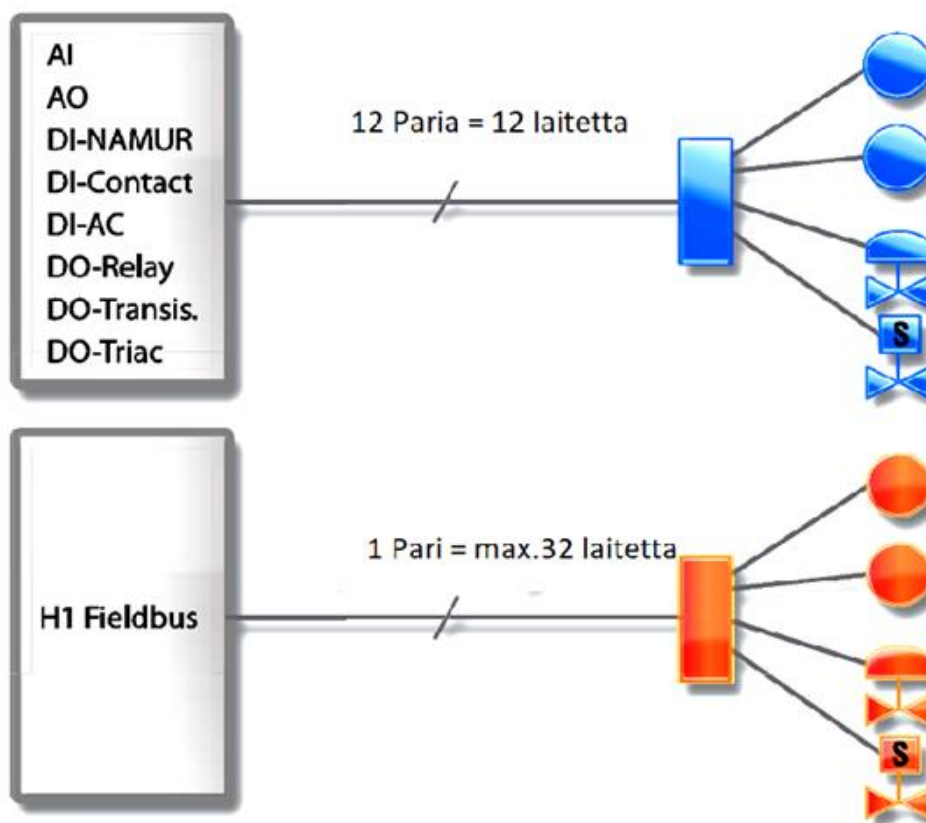
S.NO	Description	4-20mA System	Fieldbus System
1	Number of field devices per wire	1	Max. 32
2	Signal/data	1	Up to thousands
3	Power supply over the wires	Yes	Yes
4	Signal degradation	Yes	Managed with terminators
5	Failure analysis	By human intervention	Reported at HMI
6	Max. run length	2000 m with proper cables and power supply	1900 m, extendable to 5700 m with repeaters
7	Field device interchangeability	Yes	Yes
8	Intrinsic safety	Yes, more barriers needed	Yes, less barriers needed
9	Control in the field	No	Yes
10	Device failure notification	Very limited	Extensive
11	Networking of field devices	No	Yes

**Kuva 1.** Vertailu taulukko 4-20 mA järjestelmän ja kenttäväyläjärjestelmän välillä. (InstrumentationTools, 2019)

Kuvassa 1 on vertailtu erilaisia kaapelointeja.



Tavanomaisessa 4-20 mA virransyöttöjärjestelmässä on kaksi johtoa kullekin käytetylle yksittäiselle kentälaitteelle. Tähän verrattuna kenttäväyläjärjestelmässä on kaksi johtoa, jotka toimivat moniin samaan segmenttiin kuuluviin laitteisiin. Segmentti voi koostua 32 laitteesta.



**Kuva 2.** Pisteestä – pisteeseen viestintäjärjestelmä (InstrumentationTools, 2019)

Kuva 2 esittää tavanomaista pisteestä pisteeseen-viestintäjärjestelmää ja sen kenttäväyläosaa. Siinä on yhtä monta lankaparia kuin kenttälaitteiden lukumäärä, kun taas kenttäväylä järjestelmään tarvitaan vain yksi pari, johon voi liittää useita laitteita. (InstrumentationTools, 2019)

## 2.1 Kenttäväylän kehitys

Digitaalinen kommunikaatio on edennyt prosessin automaatiojärjestelmiin useita vuosikymmeniä sitten. Tämän jälkeen eri toimittajat alkoivat kehittää omia protokolliaan toisistaan riippumatta. Kenttäväylän käyttöönoton alkuvaiheissa suunnittelijat kohtasivat useita ongelmia.

Ensinnäkin tietty myyjä ei voinut toimittaa kaikkia laitteeseen tarvittavia osia / komponentteja, sekä että tietyt valmistajat eivät voi tehdä kaikkia laitteita paremmin kuin muut valmistajat. Tämä johti joko parhaan laitteen valitsemiseen yhdeltä valmistajalta tai muuten vaan valitsemalla eri valmistajien parhaat laitteet. Jälkimmäinen vaihtoehto aiheuttaisi integroitumisongelmia, joka johtaisi eristyneisyyteen ja siitä johtuviin vaikeuksiin eri valmistajien laitteiden kanssa.

Aluksi, kun kenttäväylä otettiin käyttöön, se kärsi useista ongelmista, kuten patentoituista protokollista, hitaasta lähetysoopeudesta ja erilaisista data formaateista. Kenttäväylän signaalinsiirtotekniikan parannukset johtivat hajauttamisen lisääntymiseen.

Vuonna 1985 alan asiantuntijat työskentelivät yhdessä valmistaja riippumattoman kenttäväylästandardin valmistamiseksi, eli se olisi yhteensopiva. Väylästandardi antaisi lisää väylä tehoa, sisäisen turvallisuuden ja kyvyn kommunikoida pitkiä matkoja olemassa olevien johtojen yli, jotka ovat prosessilaitoksen automaatiojärjestelmän perusvaatimukset.

Osittain instrumentointiautomaatiojärjestelmien monimutkaisuuden vuoksi ja lähinnä valmistajien haluttomuuden vuoksi yhtenäistä standardiprotokolla rakenneta ei ole vielä luotu. Foundation Fieldbus ja PROFIBUS ovat kaksi hallitsevinta kenttäväyläteknologiaa, jotka hallitsevat prosessiautomaatiota. Laitteet, jotka kattavat nämä kaksi tekniikkaa eivät voi kommunikoida keskenään protokollien yhteensopimattomuuden vuoksi, joten saumaton yhteensopivuus on vielä saavuttamatta.

Nykyään on käytössä monia erilaisia kenttäväyliä, joita käytetään riippuen teollisuuden tyypistä. Erilaisia kenttäväylätyyppejä ovat Foundation Fieldbus, PROFIBUS, DeviceNet, ControlNet, InterBus, HART, AS-i, MODBUS, CAN-väylä, Ethernet, LonWorks ja WorldFIP. (InstrumentationTools, 2019)

## 2.2 Profinet

Profinet on mekanismi tietojen vaihtamiseksi ja liikuttamiseksi eri ohjaimien välillä. Ohjaimet voivat olla PLC-, DCS- tai PAC-ohjaimia (Programmable Logic Controllers, Distributed Control Systems, or Programmable Automation Controllers.). Laitteet voivat olla I/O-blokkeja, visiojärjestelmiä, RFID-lukijoita, asemia, prosessilaitteita, välityspalvelimia tai jopa muita ohjaimia.

Profinet vaihtaa tietoja nopeasti ja deterministisesti. Vaaditut nopeudet vaihtelevat sovelluksen mukaan; prosessilaitteiden päivittävät tietoja satojen millisekuntien aikana, tehdaslaitteet tarjoavat nopeammat päivitys ajat jopa alle 10 millisekuntia, ja liikeohjauksen synkronointi on vieläkin vaativampaa.

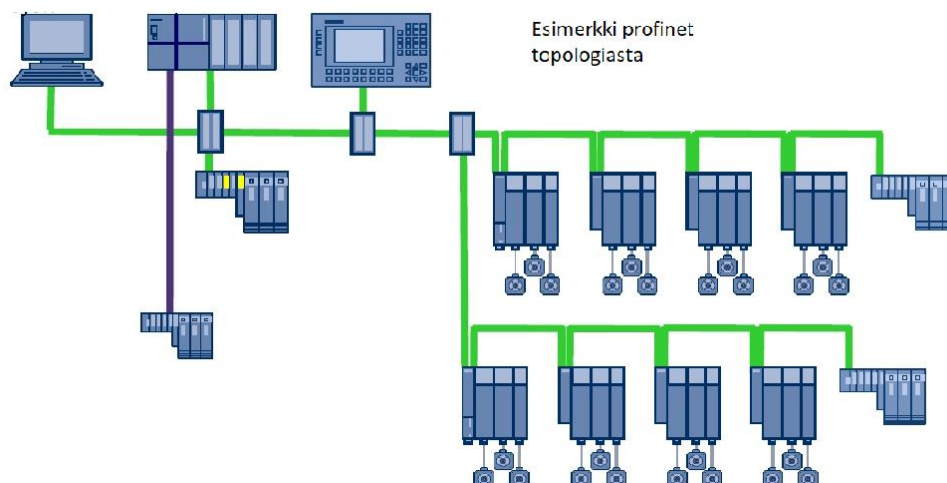
Kilpailevat protokollat eivät ole niin nopeita tai deterministisiä kuin Profinet tai ne ovat suljettuja verkkoja.

Modbus TCP käyttää TCP:tä, joka vaatii virtuaalisen yhteyden muodostamisen kahden laitteen välille, jonka jälkeen viestien pitää läpäistä TCP/IP-pino. EtherNet/IP käyttää UDP:tä, joten viestien on läpäistävä UDP/IP-pino. Ethernet CAT on deterministinen, mutta se sattuu olemaan suljettu verkko.

Pinojen kerrosten lävitse kulkemiseen kuluva aika on vaihteleva, joka vähentää deterministisyyttä, joka samalla johtaa myös nopeuden menettämiseen.

Profinet vaihtaa dataa mukaan lukien laadun ja edunhallinnantiedot. Saadaan selville enemmän, kuin pelkkä data, Saadaan tietoa onko data hyvää. Saadaan tietoja siitä, että onko tarvetta huolto toimenpiteille, ennen kuin jotain hajoaa (Ennakoiva ylläpito.).

Profinet vaihtaa dataa ennalta määritellyssä järjestelyssä, ja se voi järjestää tiedot siten, että kaikki parametrit ovat samassa paikassa, jolloin laitteet voidaan vaihtaa yhdeltä myyjältä toiselle siten, ettei käyttäjän tarvitse olla laitteen kanssa vuorovaikutuksessa. Prosessilaitteilla, asemilla, energia mittareilla ja monilla muilla laitteilla on olemassa sovellusprofiili, joka mahdollistaa laitteiden siirron, jos se on tarpeellista. (Profinet University, 2019)



**Kuva 3.** Profinetin topologian esimerkki (Chris.A, 2013)

## 3 INDUSTRIAL ETHERNET JA IP

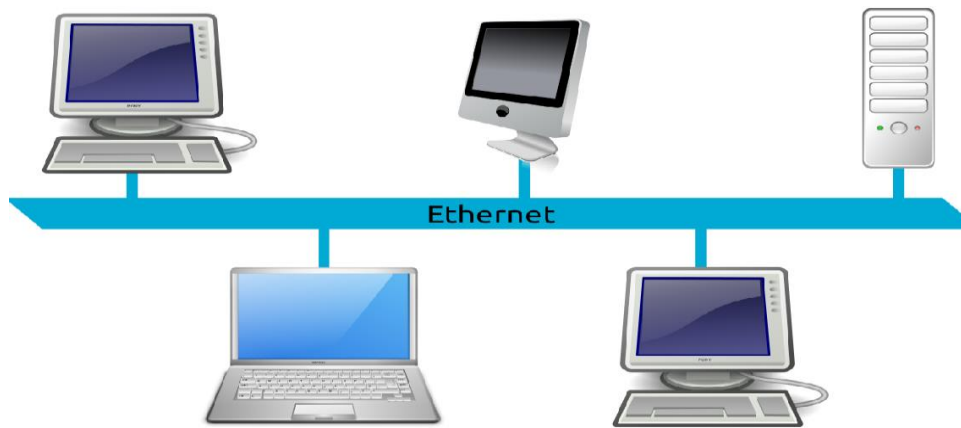
### 3.1 Ethernet

Teknisesti sähkö- ja elektroniikkatekniikan insinöörit (IEEE) määrittelee Ethernetin protokollaksi 802.3. Mutta vain yksinkertainen “Ethernet” on paljon helpompi sanoa, ja ihmiset ovat oppineet, että Ethernet on internetin tuoja.

Ethernet yksinkertaisesti viittaa yleisimpään Local Area Network (LAN) jota käytetään nykypäivänä. Lähiverkko, toisin kuin WAN (Wide Area Network) joka ulottuu laajemmalle maantieteelliselle alueelle, on yhdistetty tietokoneverkko pienellä alueella, kuten toimistossa, kampuksella tai jopa kotona. Ethernet ei kuitenkaan ole langaton.

Koska Ethernet on ollut olemassa jo 1970-luvun alkupuolelta lähtien, perinteiset Ethernet nopeudet ovat kelloitettu vain 10 megabittiin sekunnissa (Mbps). Fast Ethernet lopulta läpäisi nämä rajat ja toi tiedonsiirron jopa 100 Mbps:n nopeuksiin asti, mutta suurten teknologisten askeleiden jälkeen nykyinen Gigabit Ethernet tukee jopa 1000 Mbps:n nopeuksia.

Langallinen protokolla, jolloin johdon tyyppillä on väliä ja sillä mihin sitä käytetään. Yleisimmin nähdään luokan 5 (tai CAT5) Ethernet-kaapeleita. Nämä tukevat sekä perinteistä ja Fast Ethernetiä, kun taas luokan 5e ja kategorian 6 (CAT5e ja CAT6) kaapelit voivat käsitellä Gigabit- ja 10 Gigabit Ethernet nopeuksia. (Linksys, 2019)



**Kuva 4.** Ethernetin rakenne (T.seppelt, 2014)

## 3.2 Industrial Ethernet

Monien uusien koneiden automaatio-sovellukset, jotka vaativat suuren tiedonsiirtonopeuden, kuten konenäköjärjestelmän yhdistäminen PLC:hen, yhteydessä voidaan harvita teollisen Ethernet-protokollan käyttöä kenttäväylän sijasta.

Monet ihmiset pitävät teollista Ethernetiä edelleen erilaisena kuin kenttäväylää, mutta jos otetaan huomioon mitä kenttäväyläteknologia on perinteisesti saavuttanut, sekä mitä Ethernet voi tehdä nykypäivänä, niin voidaan todeta, että ne ovat melkein sama asia. Kenttäväyläteknologiat ovat perinteisesti korostaneet erittäin determinististä tiedonsiirtoa, ja Ethernet voi tehdä samoin kasvaneen nopeuden ja matalan ajan synkronointimenetelmän avulla. Tietovirta voidaan toimittaa laiteille monien kenttäväyläkaapeleiden kautta, ja sama pätee myös Power over Ethernet-verkkoon. Teollisuusverkon sovelluksia on hyvin vähän, jos asianmukaisesti määritelty teollinen Ethernet-protokolla ei toimi.

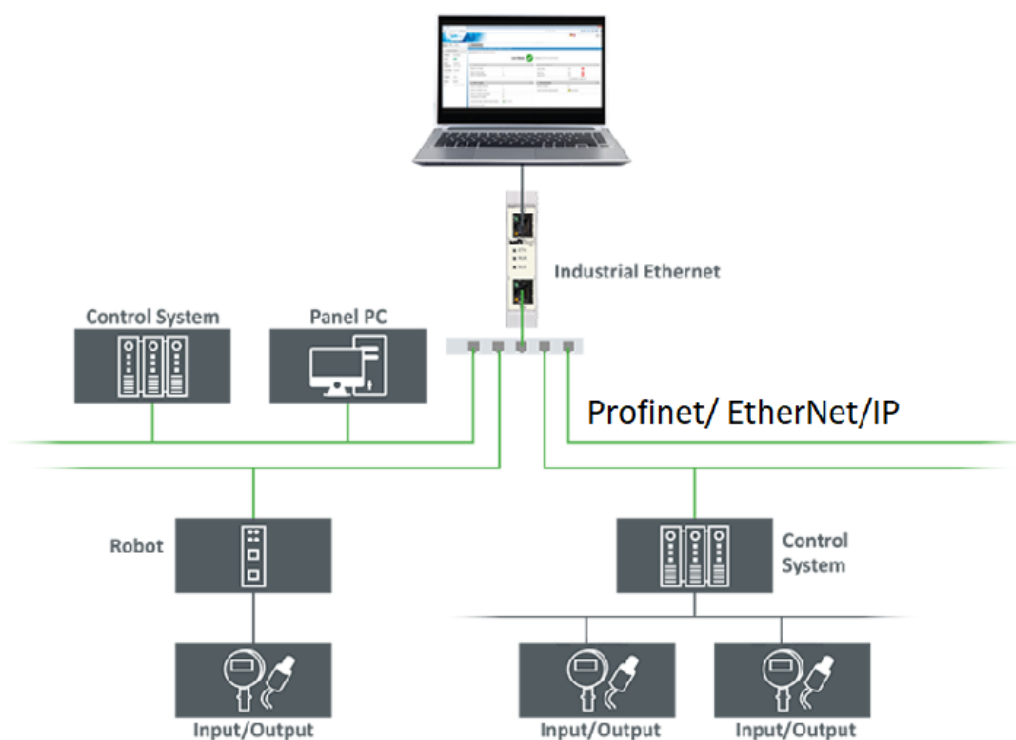
Varhaisissa Ethernet-verkoissa deterministisyys oli huono ja viive oli merkittävä, mikä johti hitaisiin käsittelynopeuksiin. Triviaalit hovit olivat yleisiä tietoverkoissa. Tämän seurauksena yhteentörmäykset ja uudelleentarkastelut olivat yleisiä. Kustannustehokkaan teollisen Ethernetin, unmanaged kytkimien ja lopulta managed kytkimien myötä törmäykset ja virheet ovat tulleet epätodennäköisiksi. Käsittelyteho on lisääntynyt myös ja se on vähentänyt tiedonsiirron käyttämää aikaa lähes olemattomalle tasolle useimmissa sovelluksissa.

Jopa tavallisissa hyllyistä löytyvissä Ethernet-siruissa viive on riittävän alhainen useimmille sovelluksille, koska ne voivat käyttää aikataulutuskoneistuksia, kuten Class 1 I/O-viestejä EtherNet/IP:ssä. Sovelluksissa, jotka ovat vieläkin kriittisempiä niin protokollat kuten EthernetCAT käyttävät tarkkuusaikaprotokollan synkronointia (IEEE 1588).

Vaikka useimmat Ethernet-verkot käyttävät tähtityyppistä topologiaa, jossa Ethernet-kytkin tai -kytkimet muodostavat keskuksen ja laitteet haarautuvat ulos päin. Monet laitteet sisältävät kytkentäportteja, joissa on useita RJ-45 liitäntöjä, jotta ketjuttaminen olisi kustannustehokkaampaa. (Harris, 2016)

Suosittuja Ethernet protokollia.

EtherCAT
EtherNet/IP
Modbus TCP
Powerlink
Profinet
SERCOS



**Kuva 5.** Teknologioiden yhteyskäyttö (Softing, 2019)



### 3.3 Ethernet/IP

EtherNet/IP tuottaa käyttäjille tietoverkkovälineet, joilla ottaa käyttöön standardi Ethernet teknologia IEEE 802.3 yhdistettynä TCP/IP:n kanssa. Näin saadaan yhdistettyä automaatiolaitteistot samalla, kun mahdollistetaan internet ja yrityksen datayhteydet missä ja milloin vain. Internet of Things:in (IoT) tarkoituksena on tarjota valmistajalle merkittäviä mahdollisuuksia innovointiin. Jotta voidaan hyödyntää tätä mahdollisuutta ja samalla yhdistää kaikki laitteet, eikä vain ohjaimiin yhdistettyjä laitteita, on investoitava verkkoihin, jotka tukevat internet -protokollaa. Perinteisten Internet- ja Ethernet-standardiansa ansiosta Ethernet/IP on ainoa teollinen Ethernet-verkko, joka on valmis teolliseen Internet of Things käyttöön.

EtherNet/IP tarjoaa erilaisia topologiavaihtoehtoja kuten tavallisen yhden tähden vaihtoehdon, jossa on tavallinen Ethernet infrastruktuurilaitteisto tai device level ring (DLR), jossa Ethernet/IP-laitteet ovat käytössä QuickConnect toiminnon kanssa, joka mahdollistaa laitteiden vaihtamisen samalla kun verkko on käynnissä. IEEE Ethernet -standardien noudattaminen antaa käyttäjille mahdollisuuden valita verkkoliittymän nopeuksista. 10, 100 Mbps ja 1 Gbps ovat esimerkkejä joustavasta verkkoarkkitehtuurista, joka on yhteensopiva kaupallisesti saatavien Ethernet-asennusvaihtoehtojen kanssa, kuten kupari-, kuitu- tai langatonyhteys. Vaihtoehdot teollisesti mitoitetuille laitteille, joissa on IP67-luokitellut liittimet, joissa on moduulin ja verkon tila ledit, jotka tarjoavat helpon käyttöönoton.

Kuten kaikki CIP-verkot, EtherNet/IP käyttää ylemmille kerroksille yhteistä teollisuusprotokollaa (CIP). CIP-verkot noudattavat Open Systems Interconnection -mallia (OSI), jossa määritellään puitteet verkkoprotokollien toteuttamiselle seitsemässä eri kerroksessa: fyysinen, datayhteys, verkko, kuljetus, sessio, esitys ja sovellus. Tätä mallia seuraavat verkot määrittelevät täydellisen verkon toiminnallisuuden fyysisestä toteutuksesta sovellus- tai käyttöliittymäkerroksen avulla. CIP sisältää kattavan joukon viestejä ja palveluita erilaisille valmistusautomaatio-sovelluksille, mukaan lukien ohjaus, turvallisuus, energia, synkronointi ja liike, tiedot ja verkkohallinta. CIP tarjoaa käyttäjille aidosti mediasta riippumattoman protokollan, jota tukevat sadat toimittajat ympäri maailmaa. (ODVA, 2019)

## 4 CISCO:N TCP/IP VERKON LAITTEET AUTOMAATIOSSA

Työssä selvitetään minkälaisia kytkimiä voidaan käyttää Teollisuus-Ethernetin kytkennöissä, jotka ovat Ethernetiin perustuvia kenttäväyliä. Kytkimiä on useita eri valmistajien puolesta, mutta esimerkkinä käytetään Ciscon valmistamia kytkimiä. Käytössä on myös useita erilaisia Teollisuus-Ethernet ohjelmia kuten EtherNet/IP ja Profinet. Työssä keskitytään kytkimien toimintaan Profinetin kanssa.

Aluksi aloitettiin tutustumalla Ciscon tarjontaan Teollisuus-Ethernet kytkimien osalta ja millaisia versioita niistä on tarjolla. Teollisuuteen suunniteltujen kytkimien ero tulee siinä, että ne ovat usein rakennettu tiiviimmiksi ja kestävämmiksi, jotta tärinä, pöly ja lämpötilan vaihtelu eivät vaikuttaisi niihin lähes ollenkaan. Kytkimien johtojenkin pitää olla kestävämpiä kuin perus Rj-45 koska tehtaan lattialla voi olla kaikenlaisia asioita kuten likaa, metallipölyä tai vaikka öljyä.

Aluksi tutkittiin Ciscon tarjontaa teollisten Ethernet kytkimien kannalta, ja tarkasteltiin valmistaako Cisco kyseisiä laitteita. Ciscon laitteita tutkittaessa voidaan todeta, että Cisco valmistaa kyseisiä laitteita.

- Cisco Catalyst IE3400 Rugged Series
- Cisco Catalyst IE3300 Rugged Series
- Cisco Catalyst IE3200 Rugged Series
- Cisco Embedded Services 3300 Series Switches
- Cisco Embedded Services 2020 Series Switches
- Cisco Industrial Ethernet 5000 Series Switches
- Cisco Industrial Ethernet 4010 Series Switches
- Cisco Industrial Ethernet 4000 Series Switches
- Cisco Industrial Ethernet 3010 Series Switches
- Cisco Industrial Ethernet 3000 Series Switches
- Cisco Industrial Ethernet 2000 Series Switches
- Cisco Industrial Ethernet 2000U Series Switches
- Cisco Industrial Ethernet 1000 Series Switches

Yllä oleva lista sisältää Ciscon valmistamat Teollisuus-Ethernet kytkimet (Cisco, 2019). Listasta voidaan huomata, että niitä on useita eri malleja, mutta työssä keskitytään Ciscon Industrial Ethernet 3000 (IE 3000) sarjan kytkimeen ja tutkitaan, toimiiko se Profinetin kanssa.



**Kuva 6.** Esimerkki teollisuus-Ethernetin kytkimestä

Ciscon Industrial Ethernet 3000 sarjan kytkimestä tutkitaan aluksi, mitä se tarjoaa käyttäjälleen ja miten voidaan hyödyntää käytännössä. Kyseinen IE 3000 kytkin on suunniteltu teollisuuskäyttöön, joten se on suojattu mahdolliselta tärinältä ja tärähdyksiltä sekä siihen on sisällytetty virtapiikkisuoja. IE 3000 tukee Power over Ethernetiä (PoE) eli se pystyy antamaan virtaa laitteelle, joka on yhdistetty sen porttiin. IE 3000 tarjoaa myös käyttöön irrotettavan muistiteknologian, joka mahdollistaa laitteen vaihtamisen ilman, että sitä pitäisi uudestaan konfiguroida.

IE 3000 sarjan kytkimet ovat hyvin joustavia, koska niihin voidaan lisätä moduuleja tarpeen mukaan. Kyseiset moduulit vaihtelevat sen mukaan, mitä tarvitaan (voi olla lisää Ethernet-portteja, valokuitumoduuli tai vaikka virran säätömoduuli). IE 3000:en Ethernet portit tukevat 10/100 megan nopeuksia, mutta laitteesta löytyy myös dual purpose portit, jotka tarjoavat 10/100/1000 MBit/s nopeuden. IE 3000 sisältää myös tuen Profinetille ja Ethernet/IP:lle sekä niiden laitteille. Tämän takia se voi toimia yhteistyössä rakennetussa Teollisuus-Ethernetissä joka sisältää profinetin tai Ethernet/IP:n. (Cisco, 2019)

Voidaan todeta, että Cisco valmistaa kytkimiä, joita voidaan käyttää teollisen Ethernetin rakentamiseen, mutta Ciscon kaikki laitteet eivät sovellu tähän tarkoitukseen. Tämän takia Ciscolta löytyy oma linja kyseisille kytkimille, jotka ovat alusta asti rakennettu ja suunniteltu teolliseen käyttöön.

Mitä Ciscolta voidaan odottaa tulevaisuudessa teollisen Ethernetin kannalta? Oletettavasti Cisco jatkaa järjestelmien kehittämistä, jotta heidän järjestelmiensä tuki kattaisi mahdollisimman monta teollisuusprotokollaa. Täyden kattavuuden saavuttamista tullaan odottamaan vielä pitkä aika, ellei suurta läpimurtoa saavuteta, jolloin luodaan yksi yhtenäistä teollisuus protokolla, joka ei olisi valmistajasta riippuvainen.

## 5 YHTEENVETO

Työssä tutustuttiin kenttäväylien siirtymistä Ethernet- ja IP-teknologioihin. Aluksi työssä tutustuttiin perinteiseen kenttäväylään ja kuinka sitä hyödynnetään teollisuudessa. Tämän jälkeen siirryttiin tutkimaan Ethernetiä ja kuinka sitä voidaan soveltaa vastaavissa olosuhteissa. Tästä päädyttiin teollisen Ethernetin käyttöön, ja käsiteltiin sen protokollia. Teollisia protokollia, jotka soveltavat Ethernetiä kenttäväylän tilalla ovat esimerkiksi PROFINET ja EtherNet/IP. Nämä kaksi ovat suurimpia teollisia protokollia, jotka ovat käytössä tällä hetkellä, mutta protokollia löytyy monia muitakin.

Työssä selvitettiin Ciscon laitteiden sopivuutta kenttäväylien tietoliikenteessä. Havaittiin, että Cisco on kehittänyt oman linjan kytkimiä, jotka ovat suunniteltu teolliseen käyttöön. Ciscon teollisuus kytkimet on kehitetty ja suunniteltu tukemaan teollisuuden olosuhteita ja teollisia protokollia. Laitteita tutkiessa havaittiin myös, että kaikki Ciscon valmistamat laitteet ja kytkimet eivät sovellu teolliseen käyttöön. Tämä johtuu yleensä kestävyys- ja suojaussyistä, tai sitten laitteesta puuttuu jokin ominaisuus, jonka sen teollisuuteen suunniteltu laite edellyttäisi.

Ongelmia perinteisen reititin- ja kytkinlaitteiden soveltamisessa saattaa esiintyä. Spanning tree on yksi esimerkki, joka tuottaa ongelmia, jos käytetään perinteisiä laitteita. Spanning tree jakaa kaikille reiteille erilliset summat ja käyttää aina halvinta reittiä. Tämän takia viesti saapuvat aina perille, vaikka nopein reitti olisikin epäonnistunut tai poikki. Tämä on ongelma, kun kyseessä on arkkitehtuuri, joiden pitäisi toimia aina samalla tavalla. Silloin pienetkin aikaväli muutokset ovat riskejä, joita perinteinen kenttäväylä ei esiinny.

Toinen hyvä esimerkki on I/O-laitteiden synkronointi. Tässä ongelma tulee esille, kun I/O laitteet tarvitsevat reaaliaikaista synkronointia, jolloin laite saa dataa koko ajan samalla tahdilla ilman muutoksia. Kaikissa Ciscon laitteissa tämä ei onnistu, ja siitä syntyy ongelma jälleen, kun aikaväli vaihtelee. Tähän ongelmaan Cisco on kehittänyt teknologian, joka mahdollistaa kellojen synkronoinnin joka paikassa verkon sisällä, mutta tätä teknologiaa ei ole lisätty kaikkiin Ciscon laitteisiin.

Voidaan todeta, että käytettäessä Ciscon peruslaitteita, suurin osa vastaantulevista ongelmista johtuu aikavaihteluista tai laitteista puuttuvista tekniikoista.

## LÄHTEET

Cisco 2019. Cisco ja automaatio. Viitattu 21.5.2019

<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/industries/manufacturing/why-cisco-manufacturing.html?oid=ifgxa015795&ccid=cc001101>

Cisco 2019. Cisco ja automaatio. Viitattu 21.5.2019

<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/industries/manufacturing/connected-factory/automation.html>

Odva 2019. EtherNet/IP. Viitattu 21.5.2019

<https://www.odva.org/Technology-Standards/EtherNet-IP/Overview>

Profinet University 2019. Profinet. Viitattu 21.5.2019

<https://profinetuniversity.com/profinet-basics/definition-profinet/>

Technopedia 2019. Automaatio, Viitattu 5.6.2019

<https://www.techopedia.com/definition/32099/automation>

Terry M. Brei. 15.10.2013, Teollinen automaatio, Viitattu 5.6.2019

<https://www.surecontrols.com/what-is-industrial-automation/>

InstrumentationTools 2019. Kenttäväylät. Viitattu 5.6.2019

<https://instrumentationtools.com/what-is-a-fieldbus/>

Linksys 2019. Ethernethet, Viitattu 5.6.2019

<https://www.linksys.com/us/r/resource-center/basics/whats-ethernet/>

Chris Harris. 15.6.2016. Industrial Ethernet, Viitattu 5.6.2019

<https://www.controleng.com/articles/ethernet-as-a-leading-machine-automation-protocol/>

Cisco 2019, Cisco:n tcp/ip verkon laitteet automaatiassa, Viitattu 11.6.2019



[https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/industrial-ethernet-3000-series-switches/data\\_sheet\\_c78-440930.html](https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/switches/industrial-ethernet-3000-series-switches/data_sheet_c78-440930.html)

Cisco 2019, Cisco:n tcp/ip verkon laitteet automaatioissa, Viitattu 11.6.2019.

<https://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/product-listing.html>

InstrumentationTools 2019. Vertailu taulukko 4-20 mA järjestelmän ja kenttäväyläjärjestelmän välillä. Viitattu 11.6.2019.

<https://instrumentationtools.com/what-is-a-fieldbus/>

InstrumentationTools 2019.Pisteestä – pisteeseen viestintäjärjestelmä. Viitattu 11.6.2019.

<https://instrumentationtools.com/what-is-a-fieldbus/>

Chris.A 2013, Profinetin topologia esimerkki kuva. Viitattu 11.6.2019

<https://wiki.hmksdirect.com/mediawiki/index.php/File:ProfinetIOTopology.jpg>

T.Seppelt 2014, Ethernetin rakenne kuva, viitattu 11.6.2019

[https://en.wikipedia.org/wiki/Local\\_area\\_network#/media/File:Ethernet\\_LAN.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Local_area_network#/media/File:Ethernet_LAN.svg)

Softing 2019. Industrial Ethernet esimerkki kuva. Viitattu 11.6.2019

<https://industrial.softing.com/en/products/network-management-tools/th-link-industrial-ethernet-industrial-ethernet-network-diagnostics-independent-from-controller-and-control-room.html>

Cisco 2019, Cisco Industrial Ethernet 3000 series switch esimerkki kuva. Viitattu 11.6.2019.

<https://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/industrial-ethernet-3000-series-switches/index.html>