



Aalto University
School of Electrical
Engineering

Kenttäväylä

*Heikki Ihasalo, työelämäprofessori, älyrakennusten teknologiat ja palvelut
ELEC-C8203 - Automaatiojärjestelmät 2*

Nostoja oppimispäiväkirjoista

- **Kokemuksia**
 - Avasi monelle uuden automaation osa-alueen
 - Lisäsi ymmärrystä miten sisäilman olosuhteita hallitaan
 - Helposti samaistuttavissa
- **Kehityskohtia seuraaviin päiväkirjoihin**
 - Opitun soveltamista, esim. miten hyödyntäisin omassa kodissa
 - Linkitys aiemmin opittuun
 - *Automaation järjestelmärakenne*
 - *Säätökurssit*
 - *Aiemmat labrat*
- **Muistakaa myös itsearviointi!**

Lisätietoa koulujen ilmanvaihdosta

- **Julkisten palvelurakennusten ilmanvaihdon käytön yleisohje ja Julkisten palvelurakennusten ilmanvaihdon käytön yleisohjeen perustelumuistio**
<https://www.sisailmayhdistys.fi/Julkaisut/Hyva-sisailma-suositukset>



Aalto University
School of Electrical
Engineering

Kysymyksiä labroista?

Excut

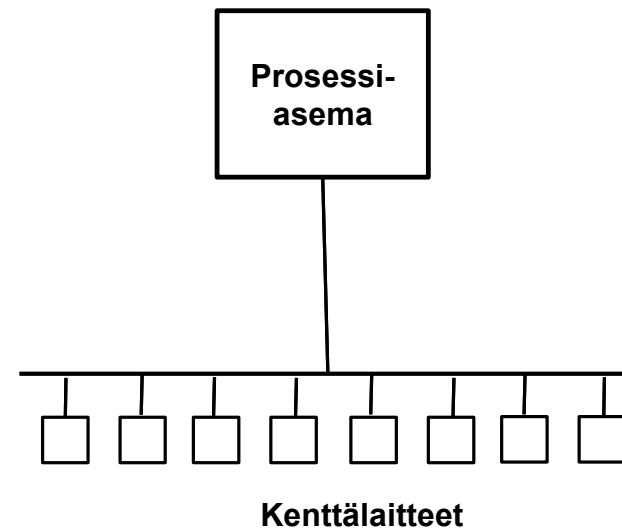
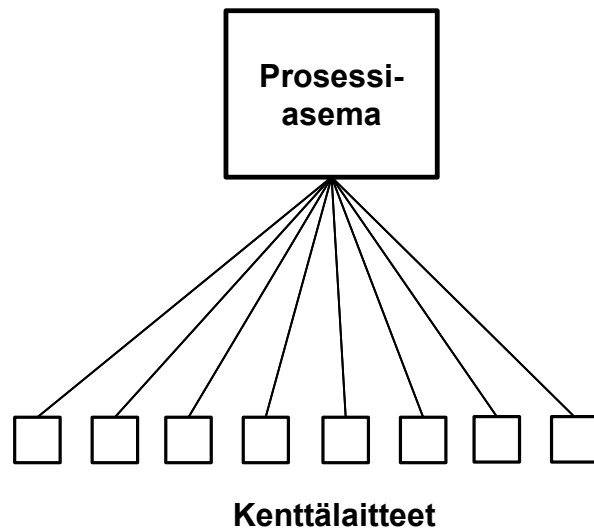
- **28.1 Siemens klo 12:15-13:45**
- **3.2 Caverion klo 10:15-11:45**
- **10.2 Swegon klo 10:15-11:45**
- **17.2 Granlund klo 10:15-11:45**

Osaamistavoitteet kenttäväyliin liittyen

Luennon jälkeen osaat

- **Selittää kenttäväylän hyödyt**
- **Tunnistaa kenttäväylän valintaan vaikuttavia tekijöitä**
- **Kuvaila muutaman kenttäväylästandardin ominaisuuksia**

Kahdenväläinen yhteys vs. kenttäväylät

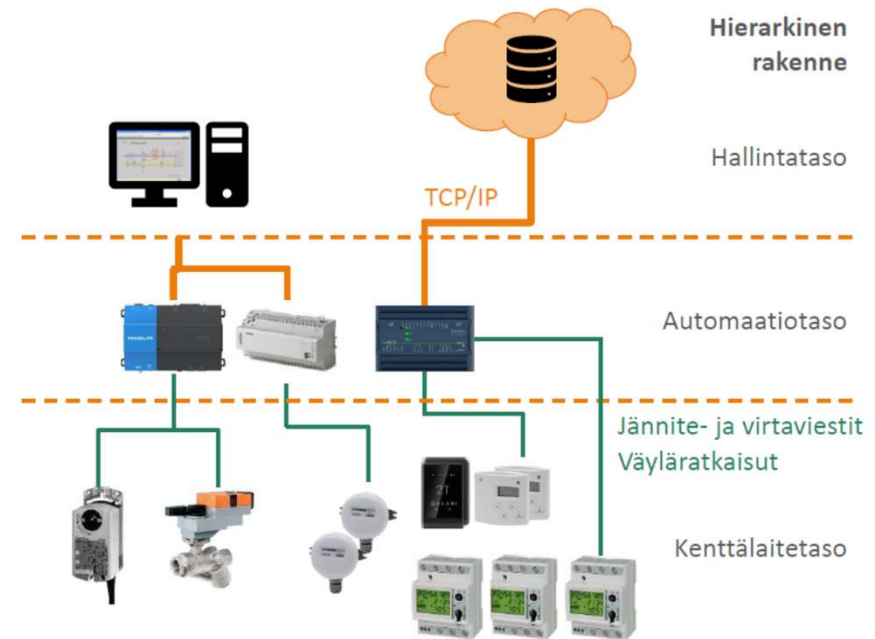


Kenttäväylä hyötyjä

- Kaapeloinnin vähentyminen
- Kaksisuuntainen kommunikointi
- Lisätietoa laitteilta (esim. diagnostiikka)
- Suora laitteiden välinen kommunikointi
- Mahdollistaa älykkyyden hajautumisen kentälle
- Standardiväylissä valmistajariippumattomuus

Kenttäväylä

- ”Kenttä” viittaa tehtaan lattiatasoon
- Anturi- ja toimilaitteiden viestintä
 - Mittaustietoa
 - Ohjaustietoa
 - Diagnostiikkatietoa
- Useita sovelluskohteita → useita eri kenttäväyliä
- Muita tehtaan tietoliikenneväyliä
 - Tehdasväylät
 - Järjestelmäväylät



Tiedonsiirtomedia

(Lähde: Commscope)



Kierretty parikaapeli

Koaksiaalikaapeli

Valokaapeli

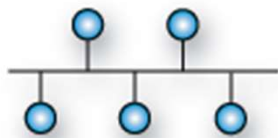
hinta, tiedonsiirtonopeus, välimatkojen pituus

Tiedonsiirtomedia - langaton



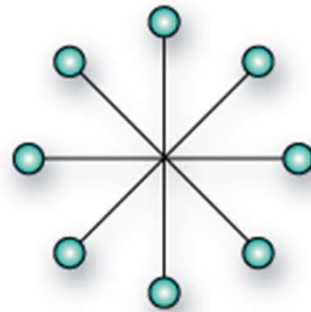
- Ei kaapelia
- Vaivaton siirtää
- Luotettavuus?

Topologiat



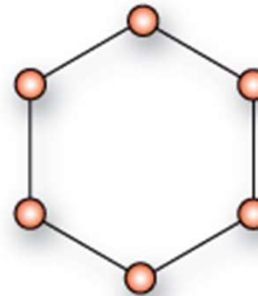
Väylä

Yksi laite kommunikoi kerrallaan



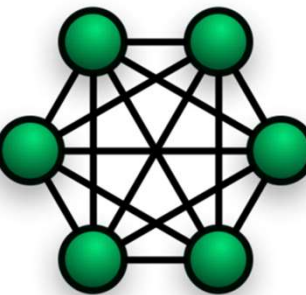
Tähti

Solmukohta kriittinen



Rengas

Häiriö yhdessä laitteessa voi vaikuttaa väylän toimintaan



Solmu

Hyvä vikasietoisuus

(Lähde: Wikipedia)

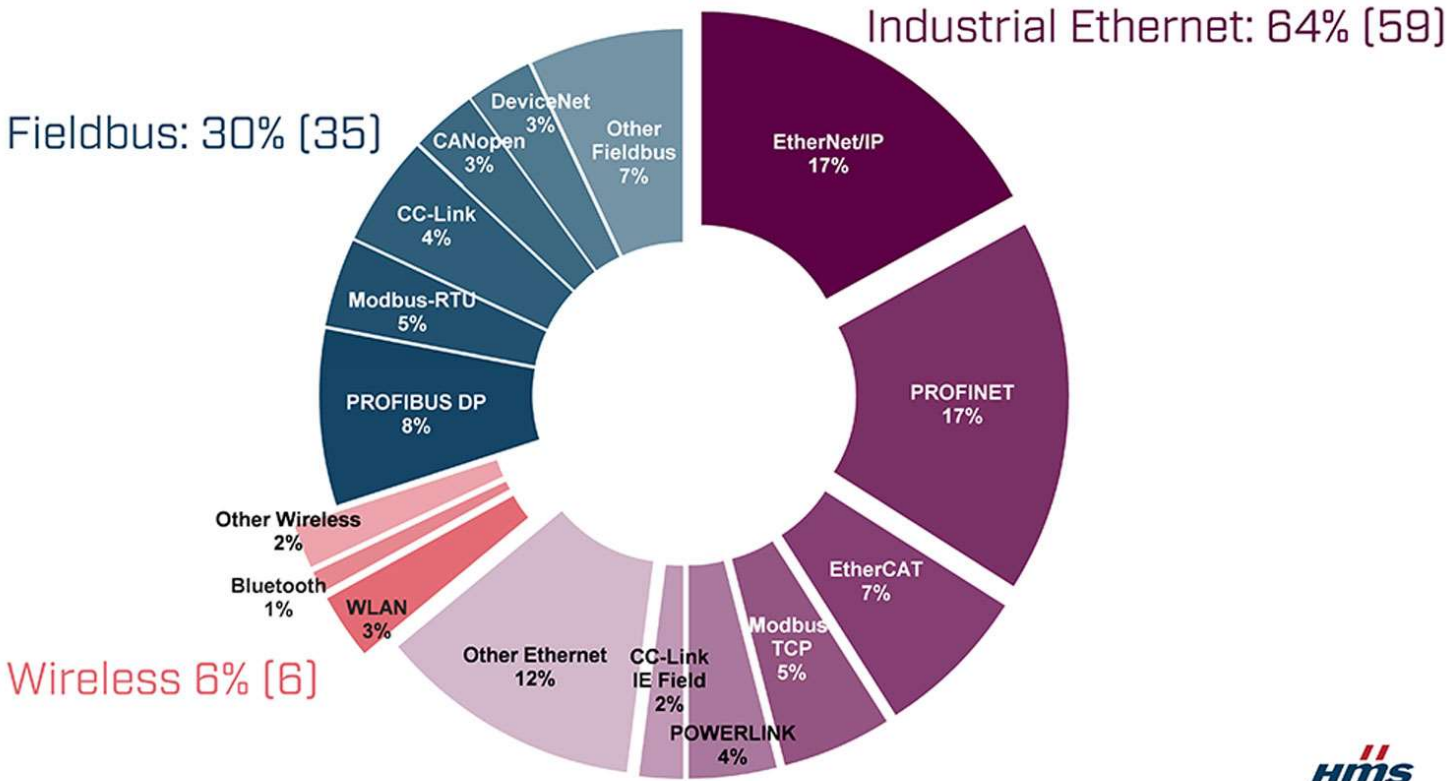
Väylän varaaminen

- Kilpavarauus (CSMA- Carrier Sense Multiple Access)
 - Viesti lähetetään, jos verkko on vapaa
 - Jatketaan lähettämistä, jos lähetys onnistui
 - Törmäystilanteissa odotetaan satunnainen aika
- Valtuuden välitys (Token passing)
 - Kierrätetään valtuutta
 - Varauksen jälkeen lähetetään viesti

Viestintä verkossa

- Viesti lähetetään kaikille verkossa oleville laitteille
- Viesti lähetetään tietylle ryhmälle tai kiinnostuneille
- Viesti vain yhdelle laitteelle, joka lähettää tarvittaessa edelleen
- Isäntä-renki (master-slave)
 - *Laite vastaa isännän pyynnöstä*
 - *Samanaikaisesti tietoa yhteen suuntaan ja yhdelle laitteelle*
- Vertaisverkot (peer to peer)
 - *Kommunikointia laitteiden välillä ilman keskitettyä isäntää*

Teollisuuden väylien yleisyys 2020



(Lähde: HMS)

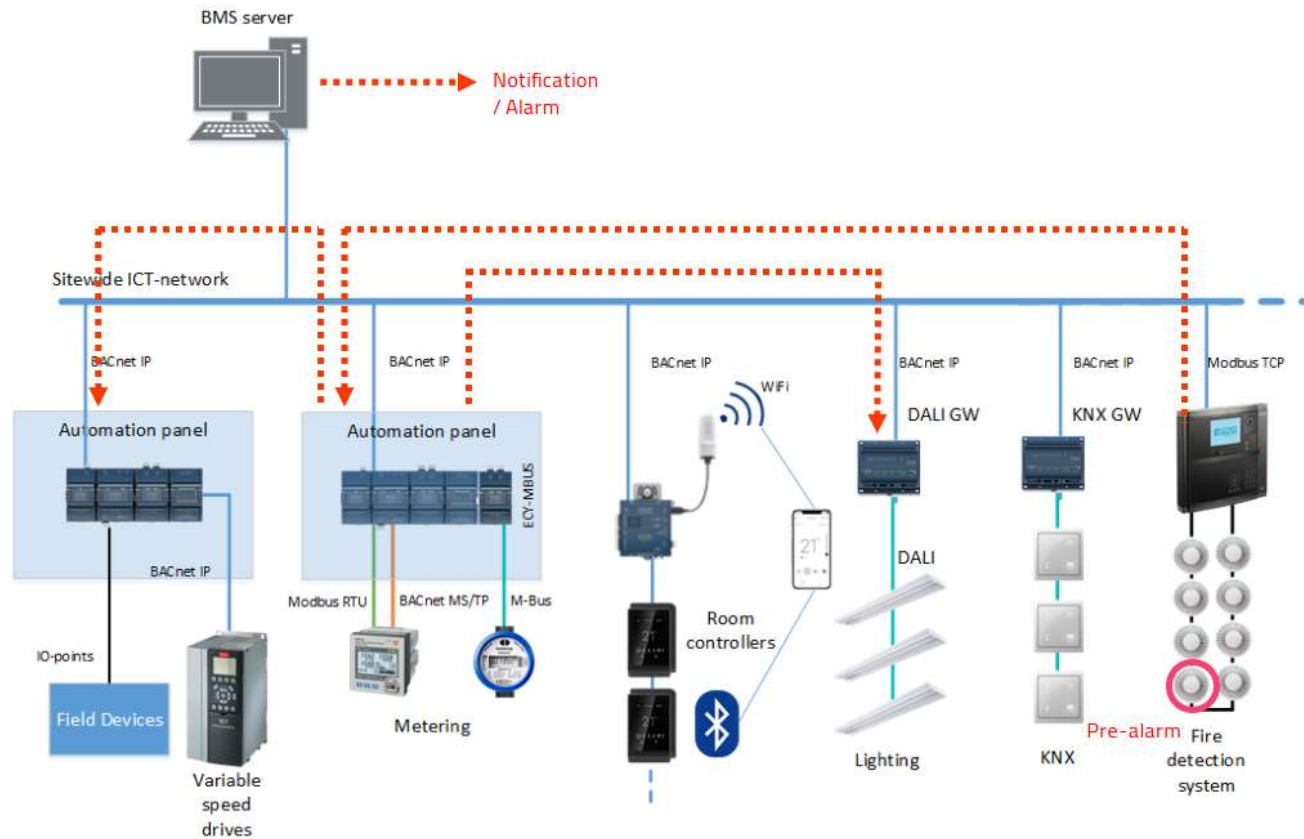
Teollisuus-Ethernet

- Laajasti käytössä olevan Ethernetin versio teollisuuskäyttöön
- Suuri tiedonsiirtonopeus ja suuret datapaketit
- Toimistokäyttöä vaativamman työympäristön kestävä, esim. lämpötila ja värinä
- Ethernetin päälle teollisuuskäyttöä tukevia protokollia
- Haasteena reaaliaikaisuus ja deterministisyys
 - Verkon segmentointi
 - Datapakettien priorisointi

Esimerkki väylästä - BACnet

- **Building Automation and Control Network**
- Kehitys aloitettu 80-luvun lopulla, ISO standardi 2003
- Lähtökohta LVI-järjestelmien ohjauksessa, laajentunut myöhemmin muuhun talotekniikkaan
- Tukee useita fyysisiä ja siirtokerroksia
- **BACnet/MSTP (Master-Slave/Token-Passing)**
 - RS-485 kierretty parikaapeli, max. 128 laitetta
 - Väylän pituus 1 200 m, nopeus 9,6-76,8 kbit/s
- **BACnet/IP**
 - Osoitteellinen viestintä
 - CAT-5, CAT-6, kuitu
 - 10/100/1000 Mbit/s, satoja laitteita segmentissä

Useita protokollia yhdessä



(Lähde: Caverion)

Kenttäväylästandardeihin tutustuminen

- **Valitkaa pienryhmissä kenttäväylästandardi, johon haluatte perehtyä ja etsikää internetistä siitä tietoa kuten**
 - Tyypillinen sovelluskohde
 - Tiedonsiirtomedia (pari, koaksiaali, valokuitu...)
 - Topologia (tähti, väylä...)
 - Liitettävien asemien määrä ja väylän pituus
 - Datapaketin koko
 - Viestintätapa verkossa
 - Vasteajat (ennustettava, nopeus)
- **Pohtikaa miksi väylässä on juuri tällaisia ominaisuuksia**
- **Tehkää yhden sivun powerpoint tuloksista**
- **Tauon jälkeen ryhmät esittelevät tulokset muille**
- **Lähetäkää tulokset ennen taukoa sähköpostilla heikki.ahasalo@aalto.fi**

Kenttäväylästandardeja

AS-I

Profibus

Foundation Fieldbus

Lon-Works

Interbus

DALI

ModBus

M-Bus

WorldFIP

CAN

ControlNet

HART

CC-Link

Älkää valitko KNX, sillä siihen perehdytään labrassa

AS-I (Actuator Sensor Interface)

- Teollinen verkkoprotokolla, perustuu eurooppalaiseen avoimeen standardiin
- Käytössä PLC-, DCS ja PC-automaatiojärjestelmissä
- Yksinkertainen ja nopea asentaa, kustannustehokas
 - Pienet kaapelointikustannukset (parikaapelointi)
 - Kaapelissa siirtyy sekä data että laitteiden jännitesyöttö
- Soveltuu 10-100m etäisyyksille (vahvistimella 300m)
- Topologia ilmeisesti melko mielivaltainen (puu / tähti?)
 - Erilaiset ratkaisut mahdollisia ja tapauskohtaisia
- Yksi isäntä ohjaa 31 renkiä
 - Renkiasemaan voidaan kytkeä neljä D tuloa ja neljä lähtöä
- Vain digitaalinen tiedonsiirto
- Siirtonopeus on pieni (167 kbit/s)
 - Datapaketin koko 4 bittiä?
 - Siirrettävät viestit tasoa "laite päälle / pois"
 - Nopea vasteaika (5ms, jos kaikki liitännät käytössä?)
- Väylän taajuus 167 kHz

Actuator Sensor Interface (AS-I)

- Tyypillinen sovelluskohde: automaation hihnatuotanto ja liukuhihnaohjaus
- Tiedonsiirtomedia: tavallinen parikaapeli sekä tiedonsiirtoon että virtaan
- Topologia: vaihtelevaa, viiva, tähti, rengas ja puutopologiat ovat kaikki mahdollisia
- Liitettävien asemien määrä: 62
- Väylän pituus: 100m
- Datapaketin koko: AS-I 3 käyttää 4 bittistä, AS-I 5 16 bittistä
- Vasteajat: helposti laskettavissa, sillä isännän ja rengin välinen tiedonsiirto on ennaltamääritettyä ja syklistä

CAN -väylä

- Käyttökohteet ajoneuvoissa, koneissa ja teollisuuslaitteissa.
- Parikaapeli
- Topologia väylä
- Datapaketin koko: 10 tavua
- Vertaisverkko
- Verkon maksimipituus vaihtelee (250m-1km) vaikuttaa verkon nopeuteen

CAN (Controller Area Network) -väylä



Sovelluskohteina ajoneuvojen sekä sairaaloiden rakennusautomaation systemien yhdistäminen.

Väylä käyttää parikaapelia johdotuksena. Välimatkojen ei ole tarkoitus olla pitkiä ja siirtonopeudet kohtalaisen pieniä.

Usein käytettyjä topologioita väylä, tähti, rengas

Yksilöllisiä osoitteita on 127:lle asemalle, mutta käytännössä asemia voi liittää noin 110 per CAN-väylä

Väylän pituus voi olla jopa 1km, jolloin siirtonopeus 10kbit/s ja lyhyin 40 m, jolloin siirtonopeus on jopa 1Mbit/s

Datapakettien koko on maksimissaan perus formaatissa 134 bittiä ja laajennetussa formaatissa 152 bittiä.

Kaikki viesti kaikille moduuleille. Sanomatunnisteen perusteella vastaanottava päättää kuuluko viesti myös sille. Tunnisteessa myös priorisointi.

Lähteet: National Instruments, <https://www.ni.com/fi-fi/innovations/white-papers/06/controller-area-network--can--overview.html>

Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/CAN_bus
<https://www.axiomatic.com/whatiscan.pdf>

ModBus (Modicon 1979)

- Hyvin pitkään käytössä ollut ja laajalle levinnyt standardi, muodostunut de facto –väyläksi teollisuusautomaatiossa
- Avoimesti saatavilla ja ilmainen
- Tiedonsiirtoprotokollana joko sarjaväylä tai Ethernet/muut IP-pohjaiset protokollat, useita eri versioita
- Vanhempaa parikaapelia käyttäessä tiettyjä rajoituksia: laitteiden maksimimäärä 32 ja yhden kaapelivedon pituus 700 m.
- Topologiana väyläverkko (bus network)
- Alunperin datapaketin maksimikoko 256 tavua
- Edestakainen vasteaika noin 100-200 ms

ModBus

Modbus RTU:n kehysformaatti

Nimi	Engl. nimi	Pituus (bittinä)	Toiminto
Aloitus	Start	28	Vähintään 3 1/2 merkkiä kestävä tauko (mark condition)
Osoite	Address	8	Laitteen osoite
Toiminto	Function	8	Toimintokoodi, kuten rekisterin luku
Data	Data	$n \times 8$	Data + viestin tyypistä riippuva pidennys
Tarkiste	CRC	16	Tarkistussumma (CRC, Cyclic redundancy check)
Lopetus	End	28	Vähintään 3 1/2 merkkiä kestävä tauko kehysten välillä

- Yleisessä käytössä teollisuudessa, usein yhdistämään valvontatietokone kenttälaitteisiin
- Sisältää useita eri protokollaversioita kuten Modbus RTU, Modbus ASCII, Modbus TCP...
- Käyttää parikaapelia, esim. ethernet.
- Väylän rakenteen täytyy olla ketjumainen, maksimipituus 1200 metriä ja maksimissaan 254 laitetta.
- Suurin osa Modbus RTU laitteista tukee max 38,4 kb/s



MODBUS

- Tyypillinen sovelluskohde
 - Client/server-sarjaliikenneprotokolla, jolla mahdollista yhdistää mittaus- tai ohjausjärjestelmiä yhteen laitteeseen esim. PLC tai tietokone.
- Tiedonsiirtomedia
 - Esim. RS-232C (sarjaportti), Ethernet
- Topologia
 - Väylä
- Liitettävien asemien määrä ja väylän pituus
 - 247 kpl ja maksimipituus 1000 metriä
- Datapaketin koko
 - 253 tavua
- Viestintätapa verkossa
 -
- Vasteajat
 - Tosi pieni

- 
- <https://www.simplymodbus.ca/FAQ.htm>
 - <https://www.simplymodbus.ca/FAQ.htm>