

Seppo Leskinen

MEKATRONIIKAN OPETUSLAITTEIDEN KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyö

Kajaanin ammattikorkeakoulu

Ammattikorkeakoulun tekniikan jatkotutkinto

Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelma

Toukokuu 2007

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	Koulutusohjelma Teknologiaosaamisen johtaminen
Tekijä(t) Seppo Leskinen	
Työn nimi Mekatroniikan opetuslaitteiden kehittäminen	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot	Ohjaaja(t) Eero Pikkarainen, Ilpo Niskanen, Markku Tervo
	Toimeksiantaja Kainuun ammattiopisto
Aika Toukokuu 2007	Sivumäärä ja liitteet 74 + 7
<p>Opinnäytetyössä suunniteltiin, rakennettiin ja testattiin Feston MPS –mekatroniikkaopetuslaitteiden oppimisympäristö suljettuun verkkoympäristöön.</p> <p>Työn teoreettisessa osassa käsiteltiin oppimisen perusteita, tietoverkkotekniikkaa, ohjelmoitavaa logiikkaa ja tulevaisuuden langatonta tiedonsiirtojärjestelmää. Lisäksi selvitettiin Ethernetin toimivuutta suljetussa ja avoimessa järjestelmässä.</p> <p>Työn kokeellisessa osassa toteutettiin suljettu tietoverkkojärjestelmä, jonka kautta ohjataan ohjelmoitavan logiikan avulla Feston MPS –mekatroniikkaopetuslaitteita.</p> <p>Rakennettu opetuslaitteisto todettiin hyödylliseksi opetuksessa ja tulevaisuudessa laitteiston laajennusmahdollisuus antaa valmiudet pysyä ajan tasalla opetuksessa työelämän tarpeet huomioiden. Lisäksi työ tuotti hyödyllistä opetusaineistoa.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	MPS -mekatroniikkaopetuslaitteisto, ohjelmoitavat logiikat, tiedonsiirto, oppimisprosessi
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun Kaktus-tietokanta <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School Engineering	Degree Programme Technological Competence Management
Author(s) Seppo Leskinen	
Title Development of Mechatronics Teaching Environment	
Optional Professional Studies	Instructor(s) Eero Pikkarainen, Ilpo Niskanen, Markku Tervo
	Commissioned by Kainuu Vocational College
Date May 2007	Total Number of Pages and Appendices 74 + 7
<p>The aim of this thesis was to design, implement and test a Feston MPS mechatronics learning environment to be used in the closed network of the Kainuu Vocational College.</p> <p>The theoretical part of the thesis includes an introduction to pedagogy, network technology, programmable logic as well as future wireless data transfer systems. In addition, the usability of Ethernet in closed and open systems was tested.</p> <p>The experimental part deals with the implementation of a closed network system of Feston MPS devices controlled by means of programmable logic. At the test phase with students the system proved useful for teaching purposes. Its expandability makes it possible to update and modify the course content according to the needs of continuously changing working life.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	MPS mechatronics, programmable logic, data transfer, learning process
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Kaktus Database at University of Applied Sciences Library <input checked="" type="checkbox"/> Library of University of Applied Sciences

ESIPUHE

Työni valmistumiseen ovat vaikuttaneet useat henkilöt, joita kaikkia haluan kiittää. Kiitokset esimiehilleni Kainuun ammattiopiston rehtori Leo Niinikoskelle ja koulutusjohtaja Mauri Lindstedtille luvasta saada toteuttaa tämä työ ja siitä, että rahoituksen järjestyessä myös työhön liittyvät opetuslaitteistot oli mahdollista heti rakentaa.

Kajaanin ammattiopiston tekniikan- ja liikenteen alan lehtori Markku Tervolle ja Oulun yliopiston Mittalaboratorion tutkija tekniikan lisensiaatti Ilpo Niskaselle esitän kiitokset asiantuntevista ja hyödyllisistä neuvoista. Opinnäytetyön ohjaajana toimi yliopettaja Eero Pikkarainen.

Lisäksi kiitän Kainuun ammattiopiston sähköautomaatiolinjan opettajakollegoitani kannustamisesta ja opetusjärjestelyiden toteuttamisesta opintojeni aikana.

Osoitan myös suuren kiitoksen perheelleni opintojeni aikana saadusta tuesta.

Kajaani 25.5.2007

Seppo Leskinen

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ESIPUHE

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	1
2 TUTKIMUSTYÖN KUVAUS	2
2.1 Käynnistyminen	2
2.2 Ongelmanasettelu ja tavoite	2
2.3 Teoreettinen viitekehys	4
2.4 Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteet	5
2.5 Opinnäytetyön käytettävyys	5
2.6 Rajaus	6
2.7 Tiedonhankinta	6
2.8 Haastattelut	7
2.9 Tutkimusmetodin valinta	8
3 OPPIMISEN PERUSTEITA	10
4 TIEDONSIIRRON TEORIAA	14
4.1 Tietoverkkotekniikat	14
4.1.1 Lähiverkko	14
4.1.2 Suljettu tietoliikenneverkko	15
4.1.3 Avoin tietoliikenneverkko	15
4.2 Tiedonsiirto komponentit	18
4.2.1 Tiedonsiirtoprotokolla	20
4.2.2 Tiedonsiirron kaapelointi ja standardit	22
4.3 Kenttäväylät	24
4.3.1 Profibus-kenttäväylä	26
4.3.2 Teollisuus Ethernet	29
4.4 Langattomat tiedonsiirtoyhteydet	30
4.5 Ohjelmoitavat logiikat	34
4.5.1 Yleistä ohjelmoitavan logiikan rakenteesta ja toimintaympäristöstä	38
4.5.2 Tekniikka ja turvallisuus vaatimukset	39

5 FESTON MPS -MEKATRONIIKAN OPPIMISYMPÄRISTÖN KEHITTÄMINEN	41
5.1 Kehitystavoitteet	42
5.1.1 Lähtötilanne	42
5.1.2 Lopputilanne	42
5.2 Suoritetut toimenpiteet	43
5.2.1 Feston MPS -mekatroniikka	43
5.2.2 Vaunujen ohjauksen toteutus suljetulla tietoliikenneverkkojärjestelmällä	43
5.2.3 Kehitetyn Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteiden toiminta	47
5.2.4 Festo Training Education FEC FC34 Ohjelmoitava logiikka	49
5.2.5 FST 4.10 Ohjelma	51
5.3 Uutta kehitystä robotilla Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteistoon	57
5.4 Langaton tiedonsiirtosuunnitelma Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteille	59
5.5 Diskussio	63
6 TULEVAISUUDEN KEHITYSNÄKYMÄT JÄRJESTELMÄLLE V. 2010	65
7 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT	68
LÄHTEET	70

LIITTEET

SANASTOA

CE	(Certification European Marking) Tuotteen valmistaja tai valtuutettu edustaja ilmoittaa viranomaisille, että tuote täyttää sitä koskevat Euroopan Unionin turvallisuusvaatimukset.
EMC	(Electromagnetic Compatibility) Sähkömagneettinen yhteensopivuus.
Ethernet	Lähiverkoissa käytettävä nopea tiedonsiirtoverkko.
IEC	(International Electrotechnical Commission) Kansainvälinen sähkötekninen standardoimisjärjestö.
IP	(Internet Protocol) TCP/IP:n standardiprotokolla, joka varaa tilaa 20 tavua.
LAN	(Local Area Network) Lähiverkko.
Motivaatio	On halujen ja tarpeiden aikaansaama tila, jossa yksilö toimii jonkin päämäärän saavuttamiseksi.
OPC	(Open Connectivity via open standards) Avoin liitettävyys avoimilla standardeilla automaatiassa.
Oppimisympäristö	On yleisesti määritelty paikka, tila, yhteisö tai toimintakäytäntö, jonka tarkoituksena on edistää oppimista.
OSI	(Open system Interconnection) Protokolla siirtoyhteys perhe.
PLC	(Programmable Logic Controller) Ohjelmoitava logiikka.
PROFIBUS	(Process Field Bus) Profibus myyjästä riippumaton avoin väylästandardi automaatiassa.
TP	(Twisted Pair) Kierretty parikaapeli.
WLAN	(Wireless Local Area Network) Langaton paikallisverkko.
WPAN	(Wireless Personal Area Network) Langaton lyhyen kantaman verkko.

1 JOHDANTO

Työnantajien mukaan nykypäivänä tarvitaan työelämään oikean asenteen, motivaation, yhteistyökyvyn ja kielitaidon omaavia nuoria, joilla on perusvalmiudet ammatillisen koulutuksen osaamisen osalta.

Tämä Festo MPS -mekatroniikkaopetuslaitteiden oppimisympäristö oli ajankohtainen ja tarpeellinen, koska huomioiden tämän päivän teollisuuden tarpeet ja tulevaisuuden haasteet sekä uusien teknologioiden antamat mahdollisuudet on opetuksen, opetuslaitteiden ja menetelmien pystyttävä vastamaan työelämän tarpeisiin.

Tutkimuslähtökohta ja toimintaympäristö

Koulutuksen tavoitteet on määritelty laissa ammatillisesta koulutuksesta (L 630/98 2§, 5§) ja valtioneuvoston päätöksessä (VnP 213/1999). Ammatillisen peruskoulutus antaa opiskelijalle laaja-alaiset ammatilliset perusvalmiudet alan eri tehtäviin ja erikoistuneemman osaamisen ja työelämän edellyttämän ammattitaidon. Henkilö voi tutkinnon suorittuaan sijoittua työelämään, suoriutua alansa vaihtelevista tehtävistä myös muuttuvissa oloissa sekä kehittää ammattitaitoaan läpi elämän tai suuntautua jatko-opintoihin. (Opetushallitus 1999)

Automaatiotekniikan ja kunnossapidon koulutusohjelmassa opiskelija suuntautuu teollisuuden koneiden, laitteiden sekä automaatiojärjestelmien asennukseen, käyttöön, kunnossapitoon ja huoltoon liittyviin sähköalan osaamista vaativiin tehtäviin. Keskeisinä ammattitaitoon liittyvinä osa-alueina ovat erilaisten säätö-, kappaletavara- ja valvomojärjestelmien tuntemus, robotiikka sekä niiden asennus- ja kunnossapitotöihin liittyvien tehtävien hallinta.

Tämä opinnäytetyö tehtiin Kainuun koulutuskuntayhtymään kuuluvan ja Kajaanissa sijaitsevaan Kainuun ammattiopiston Tekniikan ja liikenteen alan automaatio-osastolle. Tekniikan ja liikenteen alan automaatio-osaston tehtävänä on palvella nuoria tarjoamalla toisen asteen perustutkintokoulutusta.

2 TUTKIMUSTYÖN KUVAUS

2.1 Käynnistyminen

Opiskelun alkuvaiheessa saatu informaatio opinnäytetyöprosessista auttoi löytämään opinnäytetyön aiheen ja kehittämään ideaa eteenpäin. Kainuun ammattiopiston koulutusjohtaja Mauri Lindstedtin kanssa aiheen hyväksyminen ja vieminen eteenpäin jatkotoimenpiteitä varten käynnisti opinnäytetyön tekemisen. Opinnäytetyön alkuvaiheeseen kuului alkutietomuistio. Muistion perussuunnittelussa täytyi hahmotella kokonaisuus prosessiksi, joka sisälsi alustavan aikataulun, lyhyen yhteenvedon, substanssiohjaajan, työnhjaajan ja ydinkohtia opinnäytetyön rakenteiksi. Kokonaisuuden selvää hahmotusta ja tiedonhankinnan tapaa ei vielä perussuunnitteluvaiheessa ollut. Lähiopetuspäivällä Kajaanissa ohjaavien opettajien luento teoreettisesta viitekehyksestä antoi opinnäytetyölle selvän ohjenuoran opinnäytetyön etenemiselle.

2.2 Ongelmanasettelu ja tavoite

Tutkimuksen tavoite

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli Tekniikan ja liikenteen alan opintoihin liittyvä kehitystyö, jolla on saatu uutta tietoa ja sovellettu sitä käytäntöön MPS -mekatroniikkaopetuslaitteiden oppimisprosessissa, kuva 1.



Kuva 1. Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteisto.

Opinnäytetyössä piti tuottaa myös esimerkki opetuksen järjestämistä varten. Esimerkki sisälsi tiedollisen oppimateriaalin ja käytännön harjoittelulaitteistot.

Tutkimuksen ongelmat

Miten voidaan ottaa käyttöön Festo Oy:n MPS -mekatroniikkalaitteet suljetun verkkoympäristön ohjauksen kautta?

Alaongelmat

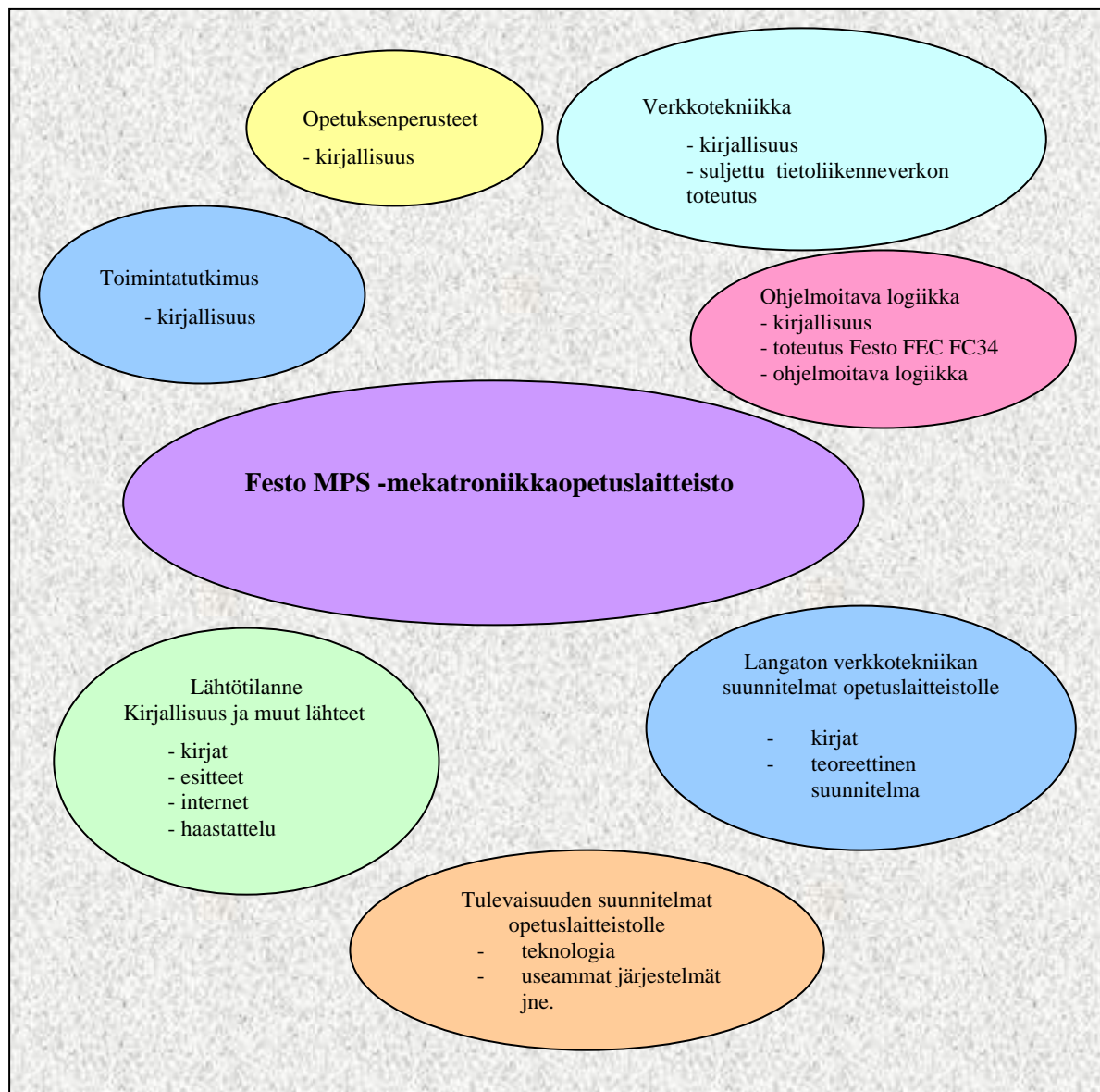
Suunnitella, miten laitteisto on mahdollista ottaa käyttöön avoimen verkkoympäristön ohjauksen kautta?

Tutkia, miten järjestelmä on mahdollista ohjata langattomasti tulevaisuudessa?

Millaisia kehitysnäkymiä on mahdollista luoda laitteistolle tulevaisuudessa?

2.3 Teoreettinen viitekehys

Opinnäytetyön Festo MPS -mekatroniikkalaitteiden teoreettinen viitekehys. Kuvassa olevien ympyröiden sisältötietojen pohjalta lähtee opinnäytetyö Festo MPS -mekatroniikkaopetuslaitteiden kehittämisen liikkeelle myötäpäivään. Teoreettinen viitekehys esitetään kuvassa 1.



Kuva 1. Feston MPS -mekatroniikkalaitteen teoreettinen viitekehys.

2.4 Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteet

Opinnäytetyössä esiintyvä Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteet tarkoittaa tässä yhteydessä Kainuun ammattiopiston automaatio-osaston olevaa mekatroniikan opetuslaitteistoa. Laitteisto sisältää todellisessa tuotannossa tarvittavaa sähköpneumatiikkaa, kuljetintekniikkaa, anturitekniikkaa, tiedonsiirtoyksiköitä ja ohjelmoitavia logiikoita.

2.5 Opinnäytetyön käytettävyys

Opinnäytetyössä hankittu tietotaito ja käytännön harjoittelulaitteistot ovat tarkoitettu lisäämään automaatio-osastossa olevaa osaamista mekatroniikan opetuksessa nykypäivän vaatimukset huomioon ottaen.

Opinnäytetyössä esiintyvät käytännön tilanteita läheisesti simuloivat opetuslaitteistot ovat tarkoitettut edistämään opiskelijan oppimisprosessia sekä tiedollista ymmärtämistä että käden taidon osaamista.

Tiedollista ymmärtämistä tukee laitteistolla suoritettavan opetuksen ohjeistus ja teknisten piirustusten varaan rakennettu työn eteneminen. Käden taidon osaamista tukevat laitteistolla tehtävät asennustyöt ja työsuoritukseen perustuva laitteiston käyttöönotto testauksineen. Opetuslaitteistot koostuvat uusintatekniikkaa edustavista komponenteista ja ohjelmistoista.

Työn tiedollisia oppimateriaaleja ja opetuslaitteistoja voidaan hyödyntää ammatillisen perusosaamisen opetuksessa, harjoittelussa sekä ammattiosaamisen näytöissä. Ammattiosaamisen näytöissä opiskelija osoittaa aidoissa, käytännön työtehtävissä, miten hyvin hän on saavuttanut työelämän edellyttämän ammattitaidon. Lisäksi laitteistoilla pystytään antamaan järjestelmäkohtaista asennustekniikkaan ja ohjelmointiin sekä ohjaukseen syvemmälle menevää koulutusta myös aikuisopetuksen alalla.

2.6 Rajaus

Opinnäytetyön alkuvaiheessa käytiin Kainuun ammattiopiston automaatio-osastolla aloituspalaveri opinnäytetyön ohjaajien kanssa. Kehittämistehtävän rajaukseksi määriteltiin MPS -mekatroniikkalaitteiston ohjaus suljetun tietoliikenneverkon kautta. Laitteiston tietomateriaaliksi rajasin verkko-ohjaustekniikan ymmärtämiseksi tarvittavan yleistiedon. Sen sijaan ohjelmointi ja suljetun verkon asennustekninen osaaminen ja normien mukainen tekeminen tulee tuotoksessa enemmän painottumaan. Tällä katson olevan IT -teknologian asennustoimintaa ja sen laajempaa ammattiosaamista palveleva tarkoitus. Lisäksi opinnäytetyössä tavoitteiksi asetettiin suunnitella miten tulevaisuudessa laitteiston käyttöönotto on mahdollista avoimen ja langattoman tietoliikenneverkko ympäristön kautta; millaisia kehitysnäkymiä on mahdollista luoda laitteistolle tulevaisuudessa?

2.7 Tiedonhankinta

Tiedonhankinta käynnistyi tutustumalla erilaisiin opetuksenperusteiden ja tutkimusmenetelmien kirjallisuuteen, internetsivuihin sekä oppilaitoksessamme olevan MPS -mekatroniikkalaitteiston laitetoimittajan Festo Oy:n kirjallisuuteen, tuote-esitteisiin ja internetsivustoihin.

Tiedon hankkimisen teoreettista viitekehystä varten aloitin heti. Tiedonhankinnan keskeiset paikat olivat: Oulun yliopiston kirjasto, Kajaanin kaupungin kirjasto, ammattikorkeakoulun kirjasto sekä internet tietolähteet.

Tiedon hankkimisessa olivat tukenani järjestelmätoimittajan tekninen kirjallisuus, Festo Oy:n Suomi- internetsivut sekä järjestelmätoimittajan koulutustilaisuus. Itsenäisesti selvitettäväksi jäi vielä, mitä muuta yleistä tietoaaineistoa käytän ja hyödynnän suljetussa tietoverkko-ohjausjärjestelmässä sekä materiaalien valmistamisessa.

2.8 Haastattelut

Haastattelut toteutin Festo Oy Suomi ja SMC Suomi mekatroniikkalaitetoimittaja järjestelmien asiantuntijoiden kanssa. Samalla sain itse koulutusta heidän järjestelmistään. Haastattelukysymyksillä (Liite 1), pyrin hakemaan taustatietoa järjestelmästä ja sen tulevaisuuden kehitysnäkymistä. Hain taustatietoa järjestelmien asemasta ja käytettävyydestä markkinoilla, en niinkään niiden varsinaisesta tekniikasta.

Haastateltavat henkilöt olivat aikajärjestyksessä seuraavat:

- Markku Lähetkangas (Festo Oyj Finland), hankintaneuvottelu, Kajaani 2.10.2006,
- Markku Lähetkangas ja Hannu Hassinen (Festo Oyj Finland), hankintaneuvottelu ja tarjous, Kajaani 2.10.2006,
- Markku Lähetkangas (Festo Oyj Finland), ostotilaus, Kajaani 2.12.2006,
- Juha Koskinen (SMC Oy Finland), puhelinkeskustelu myyntiosasto, 26.1.2007,
- Markku Lähetkankaan (Festo Oyj Finland), puhelinkeskustelu, 26.1.2007,
- Markku Lähetkangas (Festo Oy Finland), sähköposti kysely, 29.2.2007 ja
- Markku Lähetkangas (Festo Oyj Finland), koulutustilaisuus, Kainuun ammattiopisto automaatio-osasto, Kajaani 13 - 14.3.2007.

Lähetkangas ja Hassinen sekä Koskinen ovat yritystensä asiantuntijaedustajia mekatroniikkaopetuslaitteistojen osalta.

Kyselylomakkeilta saatujen tietojen pohjalta esitän seuraavaa: hinnanmuodostus on kummallakin toimittajalla asemavaunukohtainen, markkinaosuuksia ei toimittajilla ole tiedossa mutta kumpikin laitteistojen toimittaja on toimittanut useita järjestelmiä Suomeen. Kilpailuetuna olivat Feston hyväksi opetus- ja harjoitusmateriaaleissa laajennettavuus, joustavuus sekä uuden tekniikan jotka ovat liitettävyyys aikaisempiin moduuleihin. Etuna on myös jatkuvasti kehittyvä tuoteperhe ja yhteensopivuus kaikkien Feston opetusvälineiden kesken. Yksi Feston suurimmista eduista kilpailijoihin nähden on se, että Festo Didactic on itsenäinen tulosvastuullinen Feston yksikkö.

2.9 Tutkimusmetodin valinta

Seuraavien toimintatutkimuksen kirjallisuuslähteiden mukaan esitän seuraavaa: (Aaltola & Syrjälä 1999, Heikkinen & Jyrkämä 1999, Heikkinen 2001, Kuula 2000, Suojanen 1992).

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä oli toimintatutkimus. Toimintatutkimuksessa kohdetta pyritään tutkimaan mahdollisimman kokonaisvaltaisesti ja todellisissa tilanteissa. Tavoitteena onkin ymmärtää ja tulkita sekä kehittää toimintaa ja menetelmiä, joihin kehittämistutkimuksella päästään. Sen voi ajatella olevan elävän teorian luomista käytäntöön, kun yritetään vastata sen tyyppisiin kysymyksiin kuten, miten parannan ja kehitän nykyistä toimintaani? Toimintatutkimus ei ole kiinnostunut vain siitä, miten asiat ovat, vaan ennen kaikkea siitä, miten niiden tulisi olla.

Teollisiin tuotteisiin liittyy monenlaista ihmisten toimintaa kuten tuotteiden suunnittelua, valmistusta, käyttöä ja huoltoa. Usein sattuu, että jokin näistä toiminnoista ei sujukaan niin hyvin kuin pitäisi. Tällöin apua ongelmaan voidaan hakea toiminnan kehittämisen avulla. Toimintatutkimus lähtee työelämän arjen, työn, tilanteen, ihmisen toiminnan selvittämisestä ja kartoittamisesta. "Kehittäminen" tarkoittaa siis sitä, että hanke ei sisällä pelkästään asioiden toteamista, vaan myös niiden ohjaavaa arviointia sekä parannusehdotuksien laatimista. Kehittämistarve johtuu usein toiminta ympäristön jatkuvasta muutoksesta. Olennaista ongelman tai asian kehittämisessä on toiminnan ja sen vaikutuksen jatkuva reflektointi, jonka avulla voidaan saavuttaa tuloksia, joita ei saada esille muilla menetelmillä. Reflektointi on eräs toimintatutkimuksen lähtökohta. Sen avulla yritetään päästä uudenlaisen toiminnan ymmärtämiseen, toiminnan kehittämiseen ja oppimisprosessointiin.

Tutkija osallistuu kiinteästi tutkittavana olevan kohdeyhteisön elämään ja pyrkii yhdessä kohdeyhteisön jäsenten kanssa ratkaisemaan asetetut tavoitteet, ongelmat ja päämäärät, tutkimalla näiden ongelmien ilmenemistä että synty- ja kehitysehtoja sekä niiden ratkaisuun johtavia teitä. Saadun tiedon ja kehitettyjen ratkaisuvaihtoehtojen pohjalta kohdeyhteisön jäsenet löytävät ratkaisut ongelmiin ja saavuttavat tavoitteet. Tutkimusprosessissa vuorottelevat siis suunnittelu, toiminta ja toiminnan arviointi.

Toimintatutkimus sopii esimerkiksi niin sanotun hiljaisen tai piilevän tiedon ja käytänteiden näkyväksi tekemiseen. Tutkija on osa tutkimusta, sen subjekti, ja vaikuttaa tutkimuskohteeseen. Näin ollen tutkimus kohdistuu aina myös tutkijaan itseensä. Toimintatutkimuksessa voi tuoda esiin eri asianosaisten näkökulmia tai "ääniä" samaan asiaan liittyen.

3 OPPIMISEN PERUSTEITA

Oppilaitosympäristössä oppimisen perusteilla on tärkeä merkitys ymmärtää oppimista yleisesti opetuslaitteistoihin liittyvän opetuksen ja kehittämisen kannalta. Ei riitä että on opetuslaitteistoja, vaan on huomioitava miten laitteistojen avulla saadaan myönteinen oppimistulos. Opettajien on luotava mielekäs, haasteellinen ja toimiva oppimisympäristö opiskelijoille. Opettajan on myös sovitettava opetukseen ymmärtämänsä opetuksen perusteita.

Seuraavien kirjallisuuslähteiden mukaan esitän seuraavaa alakohdittain: Engeström 1988, Honka ym. 1999, Manninen & Pesonen 1997, Nieminen 2002, Peltonen & Ruohotie 1992, Ruohotie 2003, Ruohotie ym. 1993, Salovaara 1998, Tammilehto 2006, Vakkuri 1998.

Yhteiskuntamme on koulutusyhteiskunta. Yhteiskunnassamme korostetaan elinikäistä oppimista ja tietoyhteiskunnan osaamista. Yhteiskunnan jäseniltä vaaditaan myös jatkuvaa tietojen ja taitojen päivittämistä niin työelämässä kuin arkisessa toiminnassa. Nuoret hakevat vapautta opiskella ja valita opintoja eri oppilaitoksista sekä eri suuntautumismuutoksista. Opiskelun toteutukselta vaaditaan joustavuutta.

Suomessa tietotekniikan ja teknologian taso on korkea. Suomessa on käytössä uusimmat ja nykyaikaisimmat laitteet ja ohjelmistot. Internetin tuomat palvelut ja ohjelmat ovat monille tuttuja ja niitä käytetään sujuvasti muun muassa tiedon hankinnassa ja kaupankäynnissä.

Ammatillisen perustutkinnon tulee olla sellainen, että se kattaa tietyn työelämän tehtävä- ja osaamiskokonaisuuden kannalta keskeiset osaamisalueet, jotta se mahdollistaa osaamisen hyödyntämisen käytännön työtehtävissä heti tutkinnon suorittamisen jälkeen. Koska työelämä muuttuu nopeasti, niin perustutkinnon tulee antaa myös sellaisia valmiuksia, että hankittua ja osoitettua ammattipätevyyttä voidaan kehittää ja uudistaa. Muutoksen hallintaa voidaan vahventaa ydinosaamisella oppimisprosessien eri vaiheissa muun muassa oppimis- ja ongelmanratkaisutaidoin, vuorovaikutus- ja viestintätaidoin ja sosiaalisin yhteistyötaidoin.

Opettajan tulee yhdessä oppilaitoksen kanssa huolehtia jatkuvasti omasta kouluttautumisestaan pysyäkseen teknisen kehityksen mukana. Vain jatkuva uuden tiedon

hankkiminen takaa yksilön osaamisen, mielenkiinnon työhönsä ja sitä kautta myös organisaation osaamisen ja jaksamisen kovaa vauhtia kehittyvässä yhteiskunnassa.

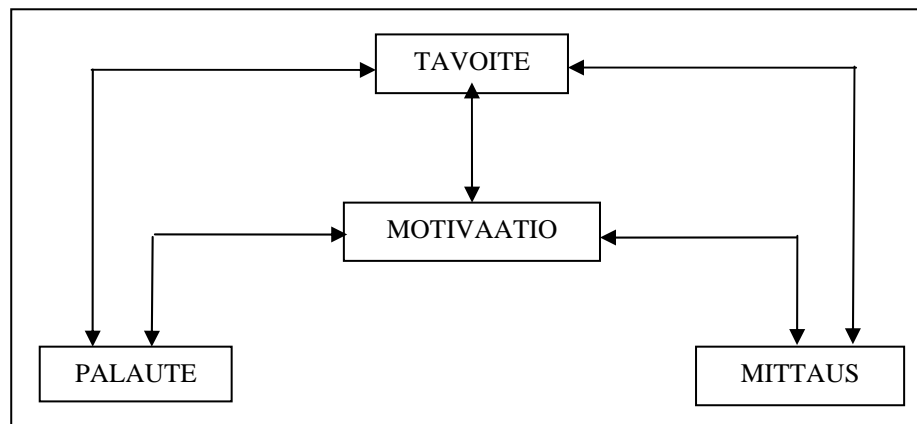
Oppimisprosessi kuvataan usein polkuna, jossa oppiminen tapahtuu ja etenee erilaisten vaiheiden kautta. Tämän päivän yhteiskunnassa ja opiskelussa korostetaan opiskelijan henkilökohtaista opiskeluohjelmaa. Opiskelun luonteen muuttuminen vaatii tehokkaita ja toimivia oppimisen ohjaamisen menetelmiä. Opiskelija tarvitsee yksilöllistä tai pienryhmissä tapahtuvaa joustavaa ohjausta. Usein koulutusten toteuttaminen tapahtuu monimuotoisena, jolloin lähiopetus vuorottelee etäopetuksen, itsenäisen ja työssäoppimisen kanssa. Opiskelija voi työskennellä joko yksin tai yhdessä muiden kanssa. Tärkeää on tunnistaa ongelmat ja ratkaista ne. Oppimisprosessissa opiskelija on itse vastuussa henkilökohtaisesta kehityksestään. Pyritään siihen, että oppimiselle olisi olemassa sisäinen motivaatio.

Oppiminen on kokonaisvaltainen prosessi, jossa teknisiä ratkaisuja voidaan käyttää työkaluina. Oppimiseen tarvitaan aina aikaa ja myös oppijan omaa oppimistyötä. Oppimisympäristön luominen tarkoittaa asianmukaisten puitteiden laatimista työskentelytapahtumalle. Suunnitellaan ja hankitaan fyysinen ympäristö, opiskelumateriaali, sovitaan ryhmä- ja roolijaoista sekä aikatauluista ja lisäksi muista työskentelytilanteisiin liittyvistä seikoista. Opiskelussa tähdennetään opiskelijan itseohjautuvuutta ja vastuullisuutta omasta oppimisesta. Koulutus tarjoaa aineksia, joista oppija rakentaa itselleen tietoja ja taitoja sekä valmiuksia omien päämääriensä mukaisesti. Olennaisia ovat oppijan omat kokemukset, yksilölliset työtavat ja oma työskentely.

Teknologianäkökulman avulla rakennetaan oppimisympäristöt teknisten apuvälineiden varaan muun muassa opiskeluvälineet, tietokoneet, verkot, tekniset ohjelmat, tekniset erikoislaitteet.

Kaiken oppimisen ja opiskelun ensisijainen perusta on oman itsensä motivoiminen. Ellemme tee itsellemme selväksi miksi haluamme oppia, niin emme myöskään opi oikealla tavalla. Motivoitumisen tärkein yksittäinen tekijä on ilon tunne uuden omaksumisesta. Ilon tunteeseen yhdistyy tietoisuus siitä, että saavutamme omalla työllämme jotakin meille tärkeää.

Motivaatioon vaikuttavat monet tekijät. Keskeistä on se, että voimakkaammin motivaatioon vaikuttavat itse oppimisprosessiin kuuluvat kolme seuraavaa vaihetta: tavoitteet, mittaus ja palaute. Oppimisprosessin yhteyksiä esitetään kuvassa 2.



Kuva 2. Oppimisprosessiin kuuluvat vaiheet (Peltonen ym. 1992).

Sisäinen motivaatio eli halu ja tarve oppia sekä kiinnostus opiskeltavaa asiaa kohtaan auttavat varmasti oppimistavoitteiden saavuttamisessa. Kun on kiinnostunut, jaksaa sitkeämmin nähdä vaivaa oppimisen eteen niin teorian kuin käytännön läheisessä työskentelyssä. Aikaisemmat tiedot, kokemukset sekä asenteet vaikuttavat siihen, miten ymmärtää uuden asian ja miten käsittelee ja tulkitsee tietoa. Opiskellessa voit kohdata ajatuksia ja väitteitä, jotka ovat ristiriidassa aikaisempien käsitysten kanssa. Silloin tarvitaan avarakatseisuutta, joustavuutta ja rohkeutta punnita totuttuja näkemyksiä.

Tavoitteiden määrittäminen selkeyttää oppimistilannetta ja motivoi osallistujia. Tavoitteet kannattaa luoda realistisesti sekä lyhyellä, että tarvittaessa myös pidemmällä tähtäimellä. Todellisen elämän ongelmatilanteiden ratkaisu ja omaan kokemusmaailmaan kiinteästi liittyvät asiat ovat opiskelijoille mielekkäitä ja merkityksellisiä.

Laaja tiedon määrä on ongelma nykyisessä tietoyhteiskunnassa. Ongelmana on se, miten saadaan oikeaa ja todella luotettavaa tietoa. Opiskelua tulevaisuuden oppilaitoksessa tapahtuu muuallakin kuin oppilaitoksen sisällä pelkästään opettajan ohjaamana. Opiskelua ohjaavat opettajat, työpaikoilla olevat kouluttajat sekä vanhemmat työntekijät ja muut asiantuntijat. Koulutusohjelmat ovat nykyistä joustavampia ja edistävät laaja-alaista ammatillista perusoppimista ja työpaikalla tapahtuvaa erikoistumista.

Oppilaitoksen on oltava joustava, jotta sen koulutus pystyy mukautumaan nopeasti muuttuviin työelämän tarpeisiin. Oppilaitoksissa tulee panostaa aitoihin oppimisprosesseihin aidoin opetuslaittein, johon esimerkiksi opinnäytetyössäni olevalla mekatroniikkaopetuslaitteiden kehittämisellä päästään.

4 TIEDONSIIRRON TEORIAA

4.1 Tietoverkkotekniikat

Tässä luvussa on tieteellistä tietoa langallisesta ja langattomasta tietoverkkotekniikasta, tietoverkkotekniikan komponenteista, kenttävyylistä ja ohjelmoitavista logiikoista.

4.1.1 Lähiverkko

Tietoliikenteessä lähiverkko LAN (Local Area Network) tarkoittaa maantieteellisesti rajatun pienehkön alueen sisäistä tietoliikennettä toteuttavaa ja suuren siirtokapasiteetin omaavaa verkkoa, joka on tavallisesti yhden organisaation hallinnassa. (Jaakkohuhta 2002)

Puhuttaessa tietokoneverkoista voidaan niitä jakaa rakenteidensa puolesta usealla eri tavalla. Verkon koon mukaan puhutaan lähiverkosta eli LAN -verkoista ja laajaverkoista eli WAN -verkoista. LAN-verkolla ymmärretään yleensä yrityksen omaa tai pääosin saman kiinteistön sisällä sijaitsevaa lähiverkkoa. WAN-verkko (Wide Area Network) muodostuu kahdesta tai useammasta LAN-verkosta, jotka on yhdistetty toisiinsa tiedonsiirtoyhteyksillä ja reitittimillä (Router) (Jaatinen & Oksanen 2000, Hakala & Vainio 2000).

Tarkemmin asian voi ilmaista myös seuraavasti. Verkko kattaa rajoitetun alueen toimistorakennuksen, yliopiston kampusalueen tai kokonaisen organisaation. Lähiverkko koostuu työasemista (Client) ja palvelimista (Server). Kaksi tai useampi kone on liitetty toisiinsa kaapelilla niin, että ne voivat vaihtaa tietoa. Lähiverkon rakentamiseen tarvitaan verkkokortti jokaiseen koneeseen, kaapelointi (parikaapeli - ohut Ethernet), keskitin/kytkin, verkkokäyttöjärjestelmä esimerkiksi Windows 2003 (Server, Client) ja tarvittavat muut ohjelmat.

4.1.2 Suljettu tietoliikenneverkko

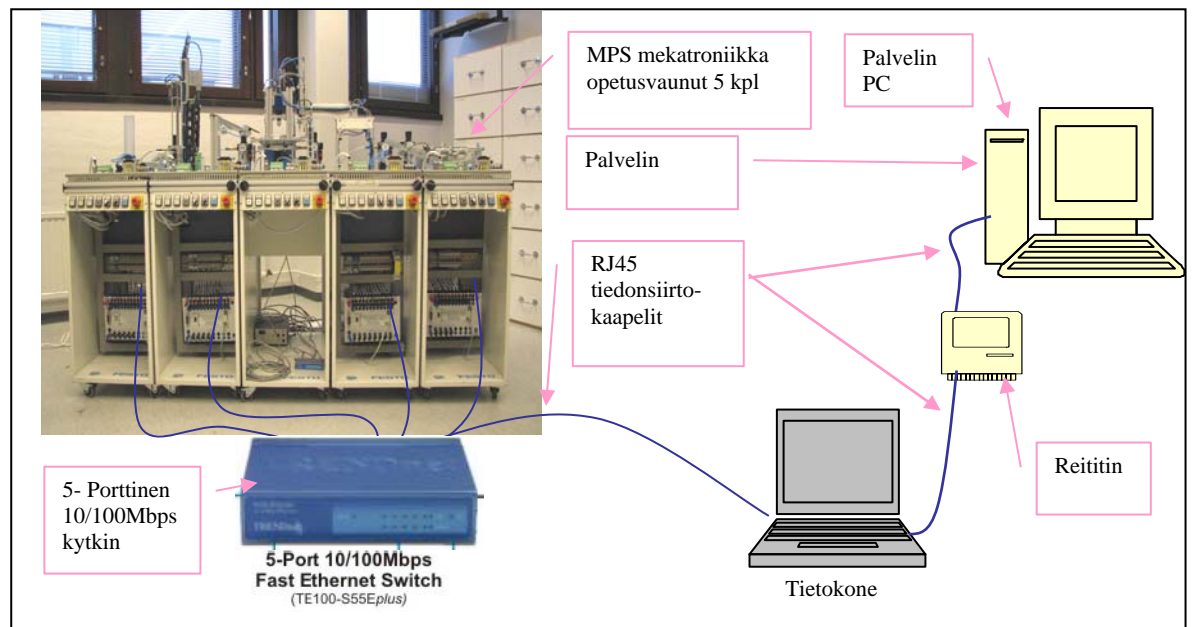
Suljetussa tietoliikenneverkossa LAN on palvelin (Server) ja käyttäjät (Clients) ja verkosta ei ole yhteyttä muihin ulospäin oleviin järjestelmiin. Serverille voidaan liittää kirjoitin ja muita oheislaitteita. Järjestelmä on tietosuoja riskit huomioiden turvallinen koska järjestelmästä ei pääse tiedonsiirtoyhteyttä ulkoisiin tietoverkkojärjestelmiin. Järjestelmässä on omat käyttäjätunnukset ja salasanat, jotka ovat vain laitteiston käyttäjillä. Suljettu LAN tietoliikenneverkko järjestelmä sisältää tietokoneita, käyttöjärjestelmiä, ohjelmia, verkkokortteja, kytkimen, kaapeleita, kaapeliliittimiä.

Suljettua tiedonsiirronverkkoratkaisua on käytetty opinnäytetyössäni Festo MPS -mekatroniikkaopetuslaitteiden kehittämisessä. Tila missä opetuslaitteet sijaitsevat, ei voida poistaa atk-laitteiden verkkotunnuksia ja muita tietoja, koska opetuslaitteita ja tiloja käytetään joka päivä opetustoiminnassa eri opiskelija luokkien kesken. Jos näin tehtäisiin, olisi mahdollista ohjata omalta koneelta opetuslaitteiston toimintaa ja ohjelmointia, mutta atk-luokan toiminta jouduttaisiin keskeyttämään. Toisena syynä on se, että pääpalvelimelle ei ole mahdollista rakentaa nykyiselle kapasiteetille toimialueprofiilia opetuslaitteistolle huomioiden kapasiteetin ja tietoturvallisuuden rajat. Myöhemmässä vaiheessa tilaratkaisujen kautta tulee olemaan mahdollista ohjata järjestelmää avoimen verkkojärjestelmän kautta.

4.1.3 Avoin tietoliikenneverkko

Avoimessa tietoliikenneverkossa päästään palvelimelta kytkimien ja reitittimien kautta pääpalvelimelle, josta on yhteydet muille toimialueille. Avoimessa tietoliikenneverkossa on erilaisia toimintaratkaisuja. Avoimessa tietoliikenneverkossa järjestelmästä on tietoliikenne yhteydet ulos laajaan WWW -järjestelmän (World Wide Web) kautta kaikkialle maailmaan. Avoimessa tietoliikenneverkkojärjestelmässä on myös omat tietoturvajärjestelmät ja menetelmät. Tässä järjestelmässä haavoittuvuusriski on suuri, koska järjestelmään on mahdollista päästä ulkopuolinen henkilö jolla ei ole oikeutta liittyä järjestelmään muista ulkopuolisista järjestelmistä.

Esimerkiksi mekatronikkaopetuslaitteita avoimessa tietoliikennejärjestelmässä on mahdollista ohjata etäkäyttönä Kainuun ammattiopistonoppilaitoksen toisista rakennuksista. Feston -mekatronikkaopetuslaitteen avoimen tietoliikenneverkkoratkaisun suunnitelma esitetään kuvassa 3.



Kuva 3. Feston -mekatronikkaopetuslaitteiston tietoliikennelähiverkkorakenne.

Tietoliikenneverkon avulla voidaan suorittaa seuraavanlaisia tehtäviä:

- lähettää tiedosto suoraan naapurin koneelle,
- tallentaa tiedosto väliaikaiseen paikkaan josta vastaanottaja voi sen noutaa ja
- tallentaa tiedosto palvelimelle pysyvään paikkaan, josta sen voi hakea käyttöön aina tarvittaessa.

Lähiverkkotekniikan etuja ovat seuraavia etuja:

- oheislaitteiden jako (tulostin, cd-rom asema, modeemi),
- sovellusten käyttö verkossa (tuotannonohjaus, valvonta, automaatio/ järjestelmien ohjaus, taloushallintojärjestelmä),
- palvelimen levytilan jakaminen verkkokäyttäjille, asiakirjapohjat, asiakirjat, dokumenttien arkistointi, yleinen käyttö, henkilökohtainen käyttö,

- toimistojärjestelmien käyttö (sähköposti, asiakirjojen jakelu, yhteisen kalenterin käyttö),
- Internet -yhteyden käyttö (yhteydet alihankkijoihin ja päämiehiin yritystoiminnassa),
- Intranet ja Extranet yhteyden käyttö (yrityksen sisäiset tiedotteet, hinnasto, dokumentit, varastotilanne),
- verkosta ladattavat sovellukset, sama ohjelmaversio kaikilla, lisenssien valvonta, tiedon tallennus ja
- ohjelmaversioiden asennukset ja päivitykset, käyttäjien tuen ja ylläpidon helppous.

Lähiverkkoratkaisuja on mahdollista toteuttaa seuraavin väylä, tähti-, rengas-, vertais-, palvelin ratkaisuin. Liitteessä 2 esitetään erilaisia tietoliikennelähiverkkoratkaisuja malleja.

Alla luettelo maailmalla olevista tietoliikenneverkkoratkaisuista:

- lähiverkko LAN (Local Area Network) on nopea lähialueverkko,
- kaupunkiverkko MAN (Metropolitan Area Network) on nopea laajemman alueen kattava runkoverkko,
- laajaverkko WAN (Wide Area Network) laajan alueen verkko kattaa yleensä maan tai koko maailman ja
- lisäarvoverkko VAN (Value Added Network) pelkän datan tiedonsiirto (sanomavälitys, elektronisten lomakkeiden välitys, järjestelmien sovitus, organisaatioiden tiedon välitys).

Lähiverkon teknologiaan on luotu standardit Yhdysvaltojen tietoliikenteen alueella toimivan standardointijärjestön IEEE (Institute Electrical and Electronics Engineers) kautta.

Verkon suorituskykyä nopeuttavista ratkaisumalleista esitän seuraavaa:

- 10BaseT/100BaseT -yhdistelmät Ethernet-kytkinten kanssa ovat nykypäivää ja paljon käytettyjä ratkaisumalleja työasemaverkon tehokkuuden parantamiseksi,
- Giga Ethernet -verkot ovat hiljalleen yleistymässä ja ovat tulevaisuuden työasemaverkkoja,
- ATM- runkoverkko on myös nykypäivää ja
- Frame Relay -verkot ovat nykypäivän ratkaisuja hajautetun organisaation eri paikkakunnilla olevien lähiverkkojen yhdistämissä.

4.2 Tiedonsiirto komponentit

Seuraavaksi esitän yhteenvedon seuraavista kirjallisuus lähteistä: Jaakkohuhta 2002, Ahola & Lindh 2006, Hakala & Vainio 2005.

Verkot ja kaapelointi

Käytännössä tänä päivänä rakennettavat tietoliikenneverkot kaapeloidaan siten, että parikaapelia käytetään työasemakaapelina (suositus luokat 5 tai 6). Uusissa runkoverkko kaapeloinneissa käytetään optista kuitua (valokaapelia) ja vanhemmissa verkkoratkaisuissa työasemakaapelointina voi olla ohut koaksiaalikaapeli (ohut Ethernet) tai jopa paksu koaksiaalikaapeli (paksu Ethernet).

Kytkin

Kytkin voi yhdistää Ethernet tai muita pakettikytkentäisiä verkon osia toisiinsa, jotta saadaan muodostettua yhtenäinen OSI-viitemallin kerroksella 2 (siirtoyhteys) toimiva verkko. OSI-mallin fyysinen taso esitetään kuvassa 4, sivulla 20. Kytkimillä voidaan parantaa verkon suorituskykyä ja tietoturvallisuutta jakamalla eli segmentoimalla verkko pienempiin osiin. Kytkimen avulla voidaan myös yhdistää toisiinsa samanlaisia, mutta eri nopeudella toimivia verkkoja. Esimerkiksi niin sanottuun Gigabit-Ethernet -kytkimeen voidaan liittää 1000 Mbps laitteiden lisäksi vanhempia 100 Mbps ja 10 Mbps laitteita

Toistin

Tietoliikenteessä IEEE 802.3:n mukaan lähiverkossa on tähtipiste (moniporttitoistin), johon työasemat liitetään ja jaetaan verkkoa. Toistin on paksussa ja ohuessa Ethernetissä, verkon laajentamiseen käytettävä verkonhallintalaite. Keskitin hoitaa parikaapeli Ethernetissä työasemien ja palvelinten liittämisen lisäksi myös toistimen tehtäviä. Verkkosegmentin maksimipituus on tarkoin rajattu, mutta toistimella saadaan lisää pituutta yhdistämällä kaksi samanlaista verkon osaa. Parikaapeli Ethernetissä työaseman ja toistimen välinen maksimietäisyys voi olla enintään 100 metriä. Lisäksi kaksi keskitintä on mahdollista liittää toisiinsa ristikytkentäkaapelilla. Toistin ja keskitin vahvistavat sähköisiä signaaleja ja tarkistavat bittivirran ajoituksen. Toistin ei karsi dataa, vaan toistaa sen samanlaisena seuraavaan verkkosegmenttiin. Toistin toimii OSI-mallin fyysisellä tasolla 1. OSI-mallin fyysinen taso esitetään kuvassa 4, sivulla 20. Toistinta käytetään myös erilaisten

verkonosien liittämiseen, kuten ohut ja parikaapeli Ethernetin liittämiseen toisiinsa tai parikaapeliosan liittämiseen valokuituun.

Silta

Silta on aktiivinen lähiverkon komponentti joka suodattaa liikenteen lävitseen. Paikallissilta on tarkoitettu lähekkäin olevien verkkojen yhdistämiseen. Etäsillat sopivat kaukana toisistaan olevien verkkojen liittämiseen.

Silta sekä liittää yhteen että erottaa. Siirrettäessä tietoa eteenpäin se vahvistaa signaalia ja toimii näin ollen myös toistimena. Silta myös eristää paikallisen liikenteen omaan verkonosaansa ja välittää vain verkkojen välisen liikenteen ylitseen. Tästä syystä siltoja käytetään jakamaan verkkoja pienempiin kokonaisuuksiin. Tällöin voidaan estää tietyn verkonosan liikennettä tukkimasta koko verkkoa tai näkymästä muussa verkossa. Samalla verkonhallinta ja vikatilanteiden selvittäminen helpottuu. Silta toimii tiedonsiirron OSI-mallin tasolla kaksi. ja se ei ota kantaa siirrettävän tietopakettin (eli kehyksen) sisältämästä ylemmän tason protokollasta (NetBEUI, SPX/IPX, TCP/IP) eli se protokollariippumaton. OSI-mallin fyysinen taso 2 esitetään kuvassa 4, sivulla 20. Alun perin silta on ollut ohjelmallisesti hallittu laite. Nykyään siltojen tilalla käytetään parikaapeliverkoissa Ethernet-kytkimiä.

Reititin

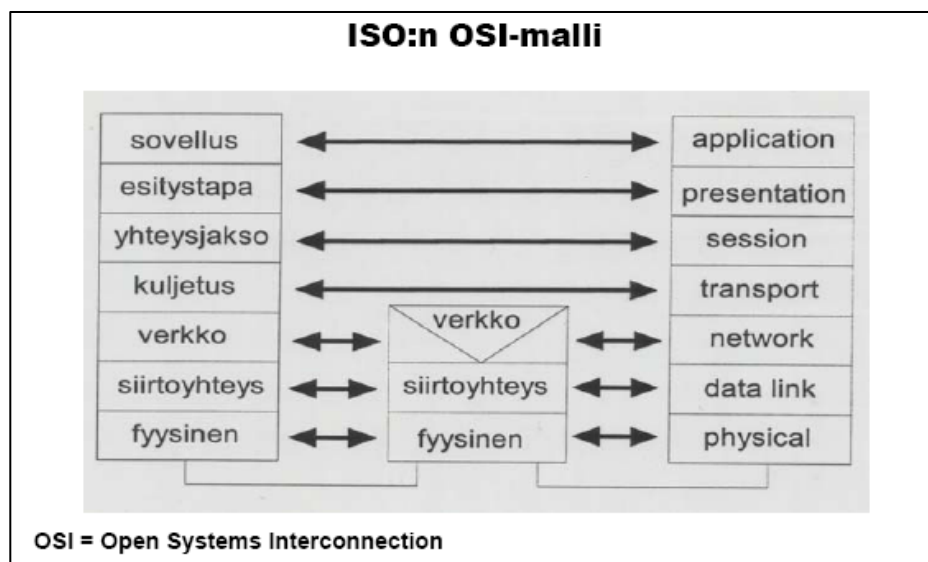
Reitittimiä käytetään siltojen tapaan verkkojen yhdistämiseen ja erottamiseen. Suodatus- ja hallintaominaisuuksiltaan reititin on siltaa huomattavasti kehittyneempi. Reitittimen avulla voidaan hyvin tarkkaan kontrolloida verkkojen välistä liikennettä ja määritellä kuka saa liikennöidä ja minne. Jos halutaan estää asiattomien pääsy johonkin verkkoon tai verkonosaan, käytetään sillan asemasta reititintä. Reititin on sillasta poiketen protokollariippuvainen laite, koska se toimii OSI-mallin tasolla kolme. OSI-mallin fyysinen taso 3 esitetään kuvassa 4, sivulla 20. Reitittimen pitää ymmärtää se kieli eli protokolla, jota sen yli halutaan siirtää. Reititin välittää eli reitittää datapaketit verkko-osoitteen mukaisille vastaanottajille. Reititin poikkeaa sillasta olemalla protokollariippuva laite, joka suodattaa, valvoo ja rajoittaa hyvinkin tarkkaan läpikulkevaa liikennettä. Reititin voi toimia myös palomuurina. Yleisin reitittimien ymmärtämä protokolla on TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) on tietoliikenteessä tiedonsiirtokäytäntö.

4.2.1 Tiedonsiirtoprotokolla

Tiedonsiirtoprotokolla määrittelee menettelytavat, joiden perusteella samassa väylässä olevat laitteet pystyvät vaihtamaan viestejä toistensa kanssa. Protokolla määrittelee muun muassa väylän varauksen, datan kehysrakenteen, virheentarkistuksen, virheenkorjauksen, käytettävissä olevat funktiot, virhetilanteiden käsittelyn ja väylän laitteiden tunnistaminen.

Yhdyskäytävä eli gateway

Tietokoneverkoissa yhdyskäytävällä tarkoitetaan tietokonetta, joka toimii eräänlaisena muuntimena ja mahdollistaa sen, että kaksi eri protokollaa käyttävää laitetta tai järjestelmää voivat keskustella keskenään. Yhdyskäytävän OSI-viitemalli eri tiedonsiirron tasoilla esitetään kuvassa 4. (Hakala ym. 2005, s. 138)



Kuva 4. OSI-viitemalli. Lähde. Hakala ym. Tietoverkon rakentaminen s.138, Docendo Finland Oy, WS Bookwell Porvoo 2005.

OSI-mallin kerrosten tehtävänä on Fyysisenä kerroksena (Physical layer) huolehtia bittivirran siirtämisestä fyysisen median yli. Se määrittelee kaapelointiin ja signaalinsiirtoon liittyvät sähköiset ja mekaaniset arvot. Tyypillisiä määriytyksiä ovat käytettävät liitin- ja kaapelityypit, signaalien jännitetasot, vaimennus, ylikuumeneminen, heijastukset. Verkon aktiivilaitteista toistimet ja mediamuuntimet kuuluvat fyysisen kerroksen laitteisiin. Siirtoyhteyskerros (Data link layer) määrittelee, miten lähetettävästä datasta muodostetaan kaapelointijärjestelmässä siirrettäviä yksiköitä, kuten kehyksiä (frame) ja soluja. Kerroksen

tehtävänä on määrittellä lähtevän ja vastaanottavan laitteen fyysiset osoitteet. Verkkokortit, sillat ja kytkimet ovat kerroksen tärkeimmät aktiivilaitteet.

Verkkokerros (Network layer) määrittelee verkkojen välisessä tietoliikenteessä tarvittavan reitityksen sekä eri liikennöinti muotojen välisen priorisoinnin. Tehtävien hoitamiseen käytetään tarkoitukseen suunniteltuja protokollia, joista lähiverkoista käytetään yleisemmin IP -protokollaa (Internet Protocol) sekä Novellin IPX -protokollaa (Internetwork Packet eXchange).

Kuljetuskerroksen (Transport layer) tehtävänä on huolehtia kuljetusprotokollat (transport protocol), joista lähiverkoissa käytössä ovat. TCP (Transmission Control Protocol), Novellin SPX (Sequential Packet Exchange) sekä NetBIOS-protokollat. Kuljetuskerroksen protokollien tehtävänä on pilkkoa sovellusten lähettämää datavirtaa ja huolehtia yhteyden muodostumisesta sekä purkamisesta asiakas- ja palvelinohjelmistojen välillä. Lisäksi varmistaa lähetetyn datan perille meno sopivalla kuittausmenettelyllä.

Yhteysjaksokerroksen (Session layer) tehtäviin kuuluvat käyttöoikeuksien tarkistukset ja muut järjestelmän suojauksiin liittyvät tehtävät. Sen ohjelmistojen tehtävinä on tarjota tarvittavat kirjautumisrutiinit ja salausten menetelmät sekä huolehtia tiedosto-, tietue- ja kenttälukituksista.

Esitystapakerros (Presentation layer) määrittelee, missä muodossa asiakkaan ja palvelimen välinen sanomaliikenne tapahtuu. Kerroksen määrittelyihin kuuluvat erilaiset koodausjärjestelmät. Tiedon siirto järjestelmien välillä tapahtuu binääri merkkijonoina (binary string).

Ethernet –kytkimet

Pelkistetysti voidaan sanoa, että kytkin (switch) on kehysten välittämiseen rakennettu tietokone, jonka tehtävänä on välittää kehyksiä mahdollisimman nopeasti lähdeportista kohdeporttiin. 10BaseT/100BaseT -yhdistelmää Ethernet-kytkimissä käytetään organisaation työasemaverkkojen suorituskyvyn parantamiseen. Menettelyn etuna on se, että olemassa olevia verkkokortteja ja verkon hallintalaitteita ei tarvitse hylätä, koska pienehköilläkin investoinneilla verkon suorituskykyä voidaan merkittävästi kohottaa (Jaakkohuhta 2002, Hakala ym. 2005).

100BaseT-kytkimet

100BaseT-kytkimet ovat yleistyneet verkonhallintalaitteina. Tällöin jokainen kytkimen porttiin liitetty laite (työasema ja palvelin) saa käyttöönsä oman 100 Mbit/sek -liitännän. Esimerkiksi kasvattamalla kytkimeltä palvelimeen yhdistettyjen porttien ja palvelimella olevien verkkokorttien lukumäärää, tilanne muuttuu vasteaikojen osalta nopeudessa. Palvelin itsessään omaa jo riittävästi kapasiteettia, läpimenotehokkuus kasvaa ja tällöin käyttäjät huomaavat palvelimen vasteaikojen nopeutuvan.

4.2.2 Tiedonsiirron kaapelointi ja standardit

Jaakkohuhta 2002, Hakala ym. 2005 kirjallisuuden pohjalta tuon esille tiedonsiirtotekniikan ja standardien osalta seuraavaa:

- rinnakkaissiirto-> tarvitsee useita rinnakkaisia linjoja,
- sarjasiirto -> tulee toimeen yhdellä yhteisellä linjalla (esimerkiksi parikaapeliyhteys),
- tiedonsiirto on kaksisuuntaista (FDX = full duplex) jolloin laite samanaikaisesti lähettää että vastaanottaa tietoa ja
- tiedonsiirto on vuorosuuntaista (HDX = half duplex) jolloin laite eri aikaan lähettää ja vastaan ottaa tietoa.

EIA-232 -liitäntä (RS-232C)

RS-232C (Recommended Standardi) ei ole koskaan ollut standardi, vaan on standardisuositus. Tärkein ja laajimmalle levinnyt on teollisuusstandardi (De Facto -standardi), joka määrittää asynkronisessa siirrossa käytettävän fyysisen tiedonsiirtoyhteyden mekaaniset, sähköiset ja toiminnalliset ominaisuudet ovat EIA:n (Electronic Industries Association) esittämä RS-232C(EIA/TIA-232-E). Sopii myös synkroniseen tiedonsiirtoon, mutta esiintyy yleisemmin asynkronisen tiedonsiirron yhteydessä. RS-232C tiedonsiirtolinja on melko herkkä ulkoisille häiriöille. Tiedonsiirrossa häiriöalttiuden pienentämiseksi voidaan siirtolinjana käyttää suojattua kaapelia ja lisäksi johtimien kiertäminen toistensa ympärille vähentää tiedonsiirron häiriöitä.

Kierrettyparikaapeli ja RS-422 / RS-485 standardi

Seuraavaksi esitän yhteenvedon pääkohdittain seuraavista kirjallisuus ja internet artikkeli lähteistä: Jaakkohuhta 2002, www.integrityusa.com 2007, www.westermo.se 2007.

RS-422 on tyypillisesti käytössä teollisuudessa ja automaatioissa johtuen sen kehittyneisyydestä verrattuna RS-232:een. RS-485 on puolestaan kehittyneempi versio RS-422:sta. RS-422 standardi määrittelee tiedonsiirtotavaksi johdinparin, eikä niin kuin RS-232:ssa, jossa tieto siirretään yhtä johdinta pitkin.

Tiedonsiirtomuotoina ovat Half Duplex ja Full Duplex. Tiedonsiirtonopeudet maksimissaan luokkaa Mb/s, siirtoetäisyydet kilometriluokkaa EIA 530 (entinen RS-485) sisältää kaksi RS-422A ja RS-423A. Niistä edellinen määrittelee symmetrisen 5 voltin signaalin ja jälkimmäinen epäsymmetrisen 5 voltin signaalin. EIA 530 on yleisempiä tiedonsiirtoliitäntöjä teollisuudessa. Liityntä voi olla väylä, jossa voi olla esim. 8 tai 16 laitetta tai piste-piste-liitäntä kahden laitteen välillä. Piste-piste -liitännässä parannetaan RS-232C -liitännän epävarmempaa tiedonsiirtoa häiriöllisissä tai pitkissä tiedonsiirroissa.

Tietokoneeseen voidaan liittää EIA 530-kortti tai asentaa RS-232C/EIA-530-muunnin sarjaporttiin. Muuntimella RS-232C-linja muunnetaan tietokoneen ulkopuolella EIA-530-linjaksi. Joissakin tuotantokoneissa on valmiina tiedonsiirtoliitännän RS-232C lisäksi EIA-530, jolloin muunninta ei tarvitse hankkia tuotantokoneeseen.

RJ 45 tiedonsiirtokaapeli

On puhelin- ja lähiverkoissa käytetty päätelaitteiden ja kytkentärasioiden liitintyyppi, joka tunnetaan myös ISDN-liittimenä. Liitäntä tunnetaan myös 1.420, FCC68/8 ja ISO8877 standardina.

Centronic-liitäntä

Centronic-liitännässä käytetään 36-napaista erikoisliitäntää. On nopea ja varmatoiminen. Edellyttää lyhyttä tiedonsiirtoetäisyyttä, enintään muutamia metrejä. Muistipiiri valmistaja Intelin kehittämä ECP- tila, jolloin rakennetaan ketjuttamalla samaan siirtoväylään laitteita. Siirtonopeudeksi saadaan noin 500 kilotavun verran. ECP -tila vaatii erikoiskaapeleita rinnakkaisporttitoimintaan. ECP- tilassa päästään 400 kt:n - 2 Mt:n siirtonopeuteen

4.3 Kenttäväylät

Kenttäväylä on yleisnimitys sarjamuotoiselle tiedonsiirtoväylälle, jota käytetään prosessoinnin hajautuksessa kentällä ja älykkäiden toimilaitteiden ja antureiden liittämisen ohjausjärjestelmään. Tällöin siirrettävät tietomäärät voivat olla suurempia kuin perinteisellä johdotetulla tekniikalla ja siirrettävä tieto voi olla jo kenttälaitteen oman älyn jalostamaa. Kenttäväylillä tarkoitetaan monia erilaisia ja eri käyttökohteisiin tarkoitettuja väyliä. Kenttäväylä on väylä, joka kulkee tuotantolaitoksen tuotantotiloissa. Väylät välittävät sekä ohjaus- että datatietoa. Kohteen tarpeista riippuen kenttäväylä voi olla tarkoitettu joko binaarisen mittaus- ja ohjaustiedon välittämiseen, nopeaan analogisen mittaustiedon välittämiseen tai monimutkaisempien asemien väliseen kommunikointiin. Prosessien ohjausjärjestelmät joutuvat toimimaan ilman keskeytyksiä hankalissa ympäristöolosuhteissa. Sen vuoksi käytettävyys, luotettavuus ja vikasietoisuus ovat keskeisiä ominaisuuksia. Väyläratkaisuja käytetään ohjelmoitavien logiikoiden yhteydessä, kun ilmenee tarvetta siirtää tai hajauttaa tietoa laitteilta toisille.

Seuraavilla internet www-sivustoilla esiintyvien tietojen pohjalta on kenttäväylistä seuraavia teknisiä ratkaisuja: <http://www.nelesautomation.com/act/index.nsf>, <http://www.profibus.com/data/technic/index.html>, <http://www.isbe.ch/~wwwfbus/profibus/#epg>, http://opetus.stadia.fi/koneautomaatiolaboratorio/kenttavaylat/01_kentt%E4v%E4yl%E4t_osa1.ppt#..

Automaatiiväylien kehityksen perustana on ollut tiedon luotettava tiedonsiirto toistettavasti tietyn ajan sisällä sekä tehokas kehityksen muoto, mikä mahdollistaa pienenkin tietomäärän siirtämisen ilman isoja kehysrakenteita. Nykyinen automaation Ethernet -pohjainen tiedonsiirtotekniikka on joutunut kehittämään omia ratkaisujaan. Tiedonsiirron ollessa aikakriittistä käytetään siirtoon UDP/IP -protokollaa sen keveyden, nopeuden ja yksinkertaisuuden takia. UDP -protokolla ei tarjoa luotettavaa siirtopalvelua, minkä takia tiedon siirron virheettömyys täytyy hoitaa sovelluskerroksella olevalla protokolla-ohjelmistolla. Eri valmistajat ovat kehittäneet oman sovellustason protokollansa. Tämä taas johtaa siihen, että eri valmistajien kenttälaitteiden tulee tukea monen eri valmistajan sovellustason ratkaisuja. Tiedonsiirtoprotokolla määrittelee menettelytavat, joiden perusteella samassa väylässä olevat laitteet pystyvät vaihtamaan toistensa kanssa viestejä. Protokolla määrittelee muun muassa: väylän varauksen, datan kehysrakenteen,

virheentarkistuksen, virheenkorjauksen, käytettävissä olevat funktiot, virhetilanteiden käsittelyn ja väylän laitteiden tunnistamisen.

Uusi OPC- protokolla automaatiassa

Käytännössä OPC -protokollan soveltaminen on jäänyt varsin kapealle alueelle. Suurin osa OPC -sovelluksista on. laiteajureita, joiden avulla MS Windows sovelluksia käytetään teollisuusvalvomoissa ja kommunikoidaan erilaisten teollisuuslaitteiden kanssa. Itse kenttälaitteissa OPC -toteutuksia ei kuitenkaan ole, vaan ne kommunikoivat edelleen monilla eri kenttäväylästandardeilla. OPC -UA arkkitehtuurin ydin koostuu oliomallista, osoiteavaruudesta, palvelurajapinnoista ja profiileista. Yksi iso, keskeinen uusi asia OPC -UA:ssa on parempi tuki tietomallille johon liittyy uudistettu osoiteavaruus, oliomalli ja informaatiomalli (Aro Automaatioväylä lehti 4/2006).

Ethernet -verkon kytkentään liittyvillä komponenteilla samoin kuin kaapeliasennuksilla on teollisuudessa erilaiset luotettavuusvaatimukset kuin toimisto-olosuhteissa. Toimistoverkko on myös eristettävä huolellisesti kenttätasosta, jotta asiaankuulumattomat ruuhkat eivät vaikuttaisi luotettavuuteen.

Automaation kenttäväylien suosio on kasvanut tasaisesti, koska niiden avulla pystytään merkittävästi vähentämään kaapelointi kustannuksia ja asennukseen kuluva aikaa. Väylässä liikkuvan datan määrä on ollut suhteellisen vähäistä, joten tosiaikavaatimukset on pystytty toteuttamaan melko vaatimattomilla tiedonsiirtonopeuksilla. Kenttäväylien kehitystä leimasi pitkään standardoinnin puute. Valmistajat esittelivät kilvan omia tuotteitaan parhaana mahdollisena. Logiikkavalmistajan oma väylä onkin hyvä valinta, jos väylää tarvitaan ainoastaan liittämään valmistajan omat logiikat tai samaan tuoteperheeseen kuuluvat laitteet keskenään. Ongelmia saattaa syntyä, kun halutaan liittää muiden valmistamia laitteita olemassa olevaan väylään. Lisäksi väylään kytkettävien laitetyyppien määrä kasvaa jatkuvasti. Väylävalmius on useilla mittalaitteilla, antureilla sekä säätöventtiileillä ja taajuusmuuttajilla. Nykyisissä väylään liitettävissä laitteissa on usein mahdollisuus parin eri väyläratkaisun käyttöön. Ohjelmoitavien logiikoiden osalta onkin nyt keskitytty muutamaaan yleisimpään väylään. Euroopassa vallitseva standardi on PROFIBUS ("Process Field Bus"). Pohjois- Amerikassa yleisiä puolestaan ovat DeviceNet ja ControlNet (www.profibus.com 2007, Vuorenpää & Rotkus 2007. pdf).

4.3.1 Profibus-kenttäväylä

Seuraavan Profibus-kenttäväylä kirjallisuus artikkelin ja internet www-sivuston tietojen pohjalta esitän seuraavaa: Pyykkö Automaatioväylä -lehti, 1/2005, s. 36 - 38, 2005, Internet lähteestä www.automatioseura.fi.

Profibus on Euroopan yleisin kenttäväylä ja sitä käytetään eniten valmistavassa ja prosessiteollisuudessa. Avoimen kenttäväylän kautta eri toimittajien laitteet voivat kommunikoida keskenään. Väylän ala-asetat voivat olla erillisiä älykkäitä laitteita kuten logiikkajärjestelmiä, taajuusmuuttajia tai vaihtoehtoisesti I/O-moduuleja, jotka vain lähettävät ja vastaanottavat informaatiota. Saksalainen Profibus-väyläperhe edustaa täydellisen palvelun verkkoja joilla on vahvat kytkennät IEEE 802.4 määritelmään (Token bus) ja kenttäväylästandardiin. Profibus on etupäässä Siemensin kehittämä ja se on Euroopassa hyväksytty "väliaikaiseksi" kenttäväyläksi. Profibus -kenttäväylää on enimmäkseen sovellettu kytkemään ohjausjärjestelmät (PLC -verkot) etäisiin toimilaitteisiin, mutta ne soveltuvat myös prosessisäätöön ja datan keruuseen.

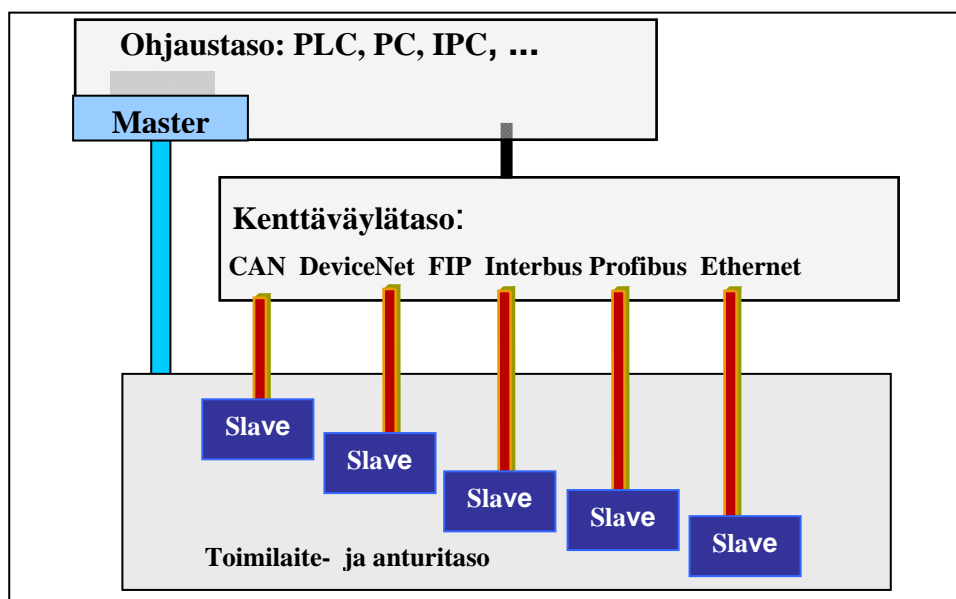
PROFIBUS -väylään suunniteltiin alkujaan kaksi eri profiilia. DP -profiili on tarkoitettu I/O tiedon keruuseen kenttälaitteista. FMS -profiili puolestaan on tarkoitettu kahden "älykkään" laitteen tiedonsiirtoon. Käytännössä TCP/IP -pohjaiset ratkaisut ovat korvanneet nykyisin FMS -profiilin käytön, joten PROFIBUS -väylä on sama kuin PROFIBUS DP. PROFIBUS sallii periaatteessa useampia mastereita samassa väylässä. PROFIBUS -väylän MAC -protokolla käyttää vuoromerkkiä (Token passing) mastereiden väliseen vuorotteluun. Vuoron saatuaan master -asema kommunikoi slave -periaatteen mukaisesti ala asemissa sekä tarvittaessa master/master -periaatteen mukaisesti väylässä olevien toisten masterien kanssa. Käytännössä useamman masterin käyttö on rajoitettu, koska kaikki masterit voivat kyllä lukea slave -asemien I/O:n, mutta vain yhdellä masterilla on kirjoitusoikeus. Masterin kommunikointi slave -asemiensa kanssa on syklistä. Väylän sykliajan tulisi olla lyhyempi kuin masterin ohjelman kiertoaika, jotta tiedot slave -asemassa vastaisivat masterin tilannetta. Suurin sallittu asemien lukumäärä on 126 ja väylän nopeus on valittavissa väliltä 9,6 kBit/s - 12 MBit/s riippuen asemien välimatkoista ja tiedonsiirto tarpeesta. Profibus DP linja tai puumainen haaroitus, yksi master -asema (multi -master, Profibus FMS). Profibus -FMS:n protokolla on optimoitu tuotantosolun sisällä tapahtuvaan tiedonsiirtoon. Ohjelmointilaitteet, NC-työstökoneet, ohjelmoitavat logiikat, PC-mikrot jne kommunikoiivat keskenään. Teknisesti väylä on samanlainen kuin Profibus -DP.

Tehdasväylä integroi tehtaan eri automaatiojärjestelmät osaksi tehtaan muuta informaatiojärjestelmää. Tehdasväylän kautta tuotannonohjaus asettaa prosesseille ja laitteille kunkin eri tuotteen valmistamiseen tarvittavat reseptit, ohjelmat ja parametrit. Tehdasväylän kautta tuotannosta kerätään esimerkiksi valmistusmääriä ja häiriötilanteita kuvaavia raportteja. Tehdasväylän tiedon siirrossa on suunnilleen samat varmuus- ja kapasiteettivaatimukset kuin missä hyvänsä yrityksen tietojärjestelmässä. Tehdasväylä on usein Ethernet-verkko

Kenttäväylätekniiikan etuja verrattuna perinteiseen kenttäkaapelointiin ilmenee seuraavia etuja:

- automaatiojärjestelmän suunnittelukustannukset laskevat,
- ristikytkentätiloja ei tarvitse suunnitella,
- kaapeleiden johdinparien käyttöä ja päätekoteloita ei tarvitse suunnitella,
- kaapelivetoluettelot ja kytkentäluettelot ovat aikaisempaa yksinkertaisempia,
- järjestelmän hankintakustannus on alhaisempi,
- asennuskoteloiden, riviliittimien, kaapelihyllyjen ja. asennustarvikkeiden määrä on pieni,
- ohjausjärjestelmät ja kenttälaitteet ovat suunnilleen samanhintaisia kuin perinteiselläkin tekniikalla ja asennuskustannukset ovat alhaisemmat,
- asennettavia kaapeleita ja kytkettäviä johtimia on hyvin vähän,
- käyttöönotto on helppoa,
- kenttälaitteiden parametrit voidaan asettaa ohjelmallisesti väylän kautta,
- automaatiojärjestelmän ylläpitokustannukset ovat alhaiset ja
- kenttälaitteet hälyttävät vikadiagnostiikan havaitsemista virhetoiminnoista väylän kautta valvomoon. ja kenttälaitteita voidaan lisätä joustavasti.

Yksinkertainen ratkaisu esimerkki kenttäväylästä ja käytetyistä ohjelmista on kuvassa 5.



Kuva 5. Esimerkki kenttäväyläratkaisusta ja ohjelmista kenttäväylässä.

Yleisiä tuotanto sovelluksia on mm. PROFIBUS, Foundation Fieldbus, LON, CAN, HART, Modbus, ControlNet, Interbus, P-Net, WorldFIP, SwiftNet.

Kenttäväylien yleisimpiä sovellusalue ratkaisuja on seuraavia: prosessiteollisuudessa (FF=Foundation Fieldbus ja Profibus PA), kappaletavarateollisuudessa (Profibus DP, Interbus-S, DeviceNet ja ASi) ja ajoneuvoissa ja työkoneissa (CAN).

Kenttäväylät voidaan jakaa karkeasti kolmeen hierarkiatasoon siirrettävän tiedon määrän perusteella:

- anturiväylät sisältävät antureiden ja toimilaitteiden tilatiedot sekä tiedonsiirto on aika kriittisintä,
- laiteväylät sisältävät tilatiedot (1 bitti), mittausarvot (yksi sana), parametrit (yksi tai useampi sana) ja tiedostot ja
- tehdasväylät (tiedostot).

Laiteväylää käytetään liittämään automaation laitteita ohjausjärjestelmään. Laitteita voivat olla: vaihtosähkömoottorin pyörimisnopeutta säättävä taajuusmuuttaja, kappaleiden työstämiseen käytettävä NC -sorvi, kappaleiden siirtämiseen käytettävä robotti, koneen

käyttäjän operointipaneeli ja säiliön pinnankorkeutta säätävä yksikkösäädin. Laiteväylässä on kyettävä siirtämään yksittäisten ohjausten lisäksi myös suuria tiedostoja.

4.3.2 Teollisuus Ethernet

Syitä siirtyä kenttäväylästä teollisuuden Ethernetiin on sen etuina suurempi nopeus ja parantuneet mahdollisuudet eri laitteiden etäkäyttömahdollisuuksissa. Ethernetin käyttö teollisuudessa edellyttää kuitenkin joitain asioita verrattuna tavalliseen toimistokäyttöön.

Huomioitavia asioita ovat seuraavat kohdat:

- turvallisuus, tulee käyttää palomuureja, tällöin luvattomia toimintoja eivät ulkopuoliset pääse suorittamaan,
- ympäristö, liitanta ja laitetekniikan tarvitsee vastata vain IP 65-asetusta teollisuusympäristössä,
- tosiaikaisuus, siirtonopeuden ja protokollien asettamiseen kuluva aika oltava pieni ja kellojen synkronointi on tärkeää, jotta saavutetaan toimilaitetasolla tosiaikainen toiminta ja
- stabiilius, kiinnitettävä huomiota siihen että protokollat ovat stabiileja ja että verkon ylläpito on yksinkertaista, jotta toiminta ei häiriinny verkon kaatumiseen.

Ethernetin edut verrattuna nykypäivän kenttäväylään: on avoin informaation profiili (IP tiedonsiirron kautta) ja nopea siirtokyky eli suuri kaistanleveys (Aksela 2007).

Teollisuus -Ethernet on käsite, joka pyrkii kattamaan automaation vaatimukset niin ohjauskuin kenttätasolla. Toimittajakohtaisiin verkkoihin nähden Ethernet tarjoaa paremman liitettävyyden muihin järjestelmiin ja enemmän kaapelointivaihtoehtoja. Muut verkkoratkaisut kuten FDDI, ATM, High-Speed Token Ring, USB tai FireWire löytävät omia erikoistumisalueitaan automaatioverkoissa, mutta eivät pysty uhkaamaan Ethernetin ympärillä tapahtuvaa voimakasta kehitystyötä. Automaation vaatimusten osalta esimerkiksi käytettävyyden, turvallisuuden, erikoisvaatimuksien ja liitännät liiketoimintaverkkoon vaatii tietyillä osa-alueilla vielä paljon kehitystyötä Ethernet -ratkaisujen suhteen. Laajeneva toimittajien yhteistoimintaverkko ja tehdyt ratkaisut kenttäväyläympäristössä Ethernet TCP/UDP/IP:n suhteen tuo jatkuvasti uusia sovelluskelpoisia ratkaisuja. Käytettävyys perustuu tiedonsiirron osalta toimittajakohtaisiin ratkaisuihin ja verkon hallittavuuteen ja

tuettavuuteen. Jokainen yleinen standardoitu kenttäväylä on liitettävissä Ethernet TCP/IP-verkkoon, jolloin käytettävissä ovat kaikki yleiset ja tunnetut työkalut ja tiedonsiirtomenetelmät aina laitetasolle asti. Ethernetistä puuttuu kuitenkin sovellustason profiili, joten automaatiosovellusten välinen tiedonsiirto vaatii vielä kehitystyötä. (Mäkelä 2007. <http://www.enera.fi>)

4.4 Langattomat tiedonsiirtoyhteydet

Opinnäytetyössä yhtenä osana oli suunnitella opetuslaitteistolle langattomantiedonsiirron ratkaisumalli. Seuraavassa esitän ensin teoriaa langattomasta tiedonsiirrosta ja lopuksi kaksi toteutusmallia mekatroniikkaopetuslaitteiston langattomaan tiedonsiirtoon.

Seuraavaksi esitän yhteenvedon seuraavien kirjallisuus ja internet lähteiden mukaan seuraavaa: Seppälä, Automaatioväylä lehti 1/2007, Emerson Kenttälaitesanomien lehti 1/2007, Jaakkohuhta 2002, www.palowireless.com/wireless, www.TEKES.fi/tulevaisuuden/verkot, www.zigbee.org/_wireless.

Langaton tietoliikenneverkko on alueellinen nopea langaton tiedonsiirtoyhteys. Langatonta verkkoa kutsutaan myös nimellä Wireless Local Area Network (WLAN). Langaton lähiverkko perustuu radiotaajuuksien hyödyntämiseen samalla tavalla kuin matkapuhelinverkkokin, mutta sen kantama on vain kymmeniä metrejä. Langaton lähiverkko on suunniteltu lähinnä soveltuvan hitaasti liikkuviin laitteisiin, eikä se sovellu esimerkiksi autoissa käytettäväksi. Langattomia lähiverkkoja on nykyisin lähinnä yritysten sisäisessä käytössä, mutta järjestelmiä on saatavissa myös yhteiskäyttöön. Niitä on asennettu esimerkiksi lentokentille ja hotelleihin, joissa kannettavien tietokoneiden käyttäjät voivat vuokrata käyttöönsä tietoliikennekapasiteettia. Useissa yliopistoissa on käytössä langaton lähiverkko. Langattomia lähiverkkoja voidaan rakentaa kattavasti ja edullisesti ainoastaan suurten käyttäjämäärien alueille.

WLAN:n uusin standardi tänä päivänä on 802.11b. Todellisuudessa ei mikään tekniikka yksin ole saavuttanut lupaamaansa asemaa. Tärkeimpiä vaatimuksina automaation langattomille ja langallisille verkkotekniikoille ovat luotettavuus ja reaaliaikaisuus. Luotettavuus käsittää häiriösietoisuuden, toipumiskyvyn ja tietoturvallisuuden. Reaaliaikaiset ominaisuudet kuvaavat kykyä toimia annettujen aikarajoitteen puitteissa sekä

tiedon miten järjestelmä toimii jos näissä puitteissa ei pysytäkään. Langattomuuden käytölle ei ole enää esteitä ja yksi selkeä sovellusalue ovat anturiverkot.

Langattomuudella on antureiden lyhyen kantaman verkottamisessa selkeä rooli. Yhdysvaltojen tietoliikenteen alueella toimivan standardointijärjestö IEEE (Institute Electrical and Electronics Engineers) on muun muassa jakanut eri verkkotekniikat niiden optimaalisen toiminta-alueen mukaan. 802-standardiperheen verkkoja yhdistää sama OSI-mallin (Open System Interconnection) siirtoyhteyskerros, muiden kerrosten ollessa standardikohtaisia. Local Area Network (LAN) standardinumeroltaan 802.11, paikallisverkko on tarkoitettu alle 1 km alueelle. Kotitalouksissakin paljon käytetty WLAN 802.11/a/b/g kuuluu tähän ryhmään. (Seppälä Automaatioväylä lehti, 1/2007 s. 24 - 27)

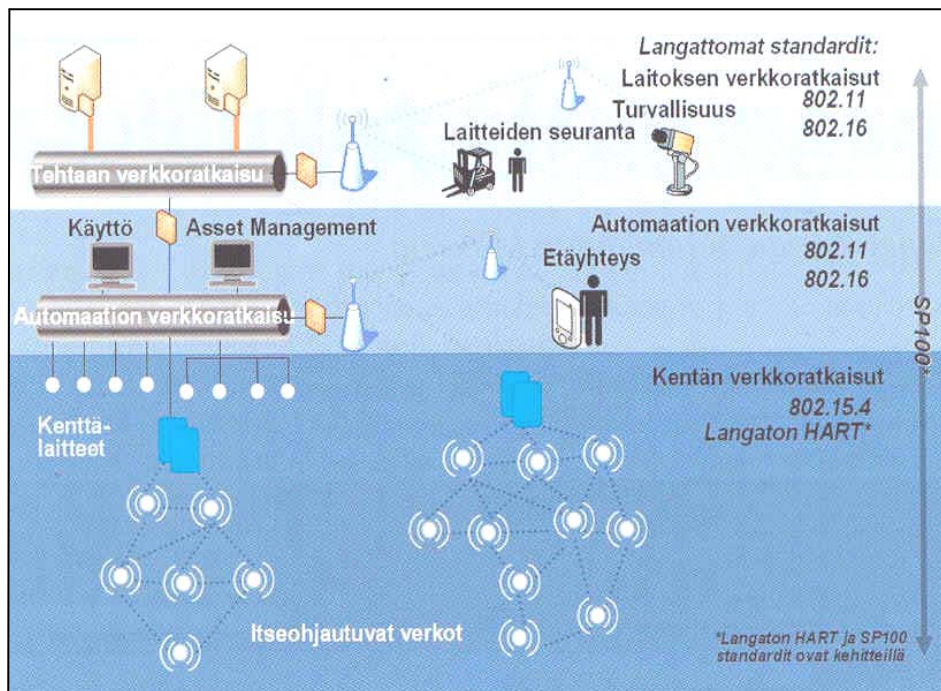
Langattomuus tuo myös tiedonsiirtoon monia etuja verrattuna perinteisiin langallisiin tiedonsiirtotekniikoihin. Johtojen puuttuminen vähentää tilantarvetta ja asennuskustannuksia, tuo joustavuutta laitteiden sijoittamiseen ja mahdollistaa järjestelmän komponenttien tai koko järjestelmän helpomman siirtämisen paikasta toiseen. Tosin haittapuoliakin langattomista tekniikoista luonnollisesti löytyy. Ne ovat usein vastaavia langallisia tekniikoita kalliimpia. Lisäksi langalliset tekniikat ovat ainakin vielä huomattavasti langattomia tietoliikennetekniikoita luotettavampia ja nopeampia.

Langattomuus tulee vaikuttamaan automaatiojärjestelmien tiedonsiirtoon ja tuotantoprosessien automaatiojärjestelmien eri osien toteuttamiseen ja käyttämiseen tavalla, joka ei vielä ole täysin selvä. Yleinen suuntaus on kuitenkin langattomia päätelaitteita ja tukijärjestelmiä tukeva. Lisäksi automaatioissa on huomioitava myös tulossa olevat langattomat mittalaitteet ja analysointilaitteet sekä järjestelmät. Koska langattomuuden hyödyntäminen automaatiojärjestelmissä on kehittynyt vasta vähän, alueella on hyvät mahdollisuudet löytää yhteneviä käyttökohteita ja käyttöperiaatteita useilta teollisuuden aloilta. Kenttäväylien ja langattomien järjestelmien käyttöönotossa oleellista on niiden tuomat uudet mahdollisuudet tuotantoprosessien hallinnan, diagnostiikan, huollon ja kunnossapidon alueilla. Viime vuosina langattomat lähiverkot sekä langaton kommunikointi ovat kasvattaneet huomattavasti suosiotaan. WLAN -laitteiden perustana oleva 802.11-standardi on kuitenkin monimutkainen ja sen virrankulutus on suuri. Se ei näin sovellu pienten ja yksinkertaisten laitteiden verkottamiseen. IEEE 802.15.4 -standardi mahdollistaa juuri tällaisten laitteiden langattoman kommunikoinnin.

Mikä on jo tämän päivänkin ja tulevaisuuden ZigBee?

ZigBee on vuoden 2003 lopussa valmistunut WPAN -standardiperheeseen (IEEE 802.15) kuuluva lyhyen kantaman radioliikennestandardi. Tämän päivän standardi on 802.15.4 ZigBee:ssä ja Hard:ssa. ZigBeen tarkoitus on pienten ja yksinkertaisten laitteiden verkottaminen langattomasti. ZigBee -tekniikan merkittävin käyttökohde on automaatio ja riittävien tiedonsiirto nopeuksien tarve alle 250 kb/s. Erityisesti teollisuudessa langatonta teknologiaa voidaan käyttää erilaisissa mittauksissa ja ohjauksissa sekä muissa automaatioon liittyvissä sovelluksissa. ZigBee -tekniikan eduksi voidaan lukea pieni virrankulutus, monipuoliset verkonrakennusmahdollisuudet ja pieni koko. Pienen virrankulutuksen ansiosta ZigBee-laite voi toimia samoilla paristoilla jopa useita vuosia. ZigBeen etuna on lisäksi se, että se on standardoitu ja yhteensopiva eri valmistajien laitteiden kanssa. ZigBee -verkot voivat sisältää maksimissaan 65 536 laitetta. ZigBee -tekniikalla toteutettujen laitteiden välinen pisin mahdollinen kantomatka on noin 100 metriä. ZigBee -tekniikalla toteutettuja laitteita voidaan ketjuttaa peräkkäin, jolloin saadaan pidempi langaton yhteys. ZigBee -tekniikka on nopea ja ZigBee -laite kytkeytyy nopeasti verkkoon jopa alle 30 millisekunnissa sekä herää lepotilasta alle 15 millisekunnissa ja on toimintavalmis tiedon lähetykseen (www.zigbee.org/wireless, www.palowireless.com/wireless, [www.tekes.fi/tulevaisuuden verkot](http://www.tekes.fi/tulevaisuuden_verkot)).

Totean, että 802.15.4-standardi on suunniteltu yksinkertaisten ja vähän virtaa kuluttavien laitteiden tiedonsiirtotekniikaksi taajuudella 2,4 GHz - 2,4835 välille. Tiedonsiirtonopeus alle 250 kb/s tekniikka ei yllä samansuuruisiin 1 - 11 Mb/s tiedonsiirtonopeuksiin, mitä esimerkiksi Bluetooth tai WLAN -tekniikoilla on mahdollista saavuttaa. 802.15.4-standardi on kuitenkin yksinkertaisempi kuin Bluetooth ja soveltuu näin yksinkertaisten ja edullisten laitteiden tiedonsiirtotekniikaksi. ZigBee on käytössä ja tulee kasvamaan markkinoilla. Sekä Hart- ja SP100 standardit ovat kehitteillä noassa tahdissa. Langattoman tiedonsiirron standardien kokonaistoteutusmalli on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Tämän päivän langattoman tiedonsiirron standardien kokonaistoteutusmalli. Lähde Emerson Kenttälaitesanomalehti, 1/2007.

Mielenkiintoisia kysymyksiä tulevaisuuden kannalta on. langattomuuden yleistymisen verkkoratkaisuissa. Missä määrin langattomuus tulee korvaamaan fyysistä kaapelointia ja missä aikataulussa se tulee tapahtumaan. Langattomuuden yleistymisen työasemaverkoissa on tulossa kovaa vauhtia. Yhtenä tärkeänä kysymyksenä on myös se, miten kauan nykyiset tietoliikenneverkot kestävät jatkuvasti kasvavaa kuormitusta. Langattomassa tiedonsiirrossa olemme astumassa prosessi-innovaatioiden aikaan, jossa IP on pohjana useimmille sovelluksille. Voidaan puhua All-IP ajanjaksosta, jossa kehitetään ja kilpaillaan osaamisen sovelluksilla uusilla alueilla. Vastaavanlainen tarkastelu pätee myös langattomassa viestinnässä. Mobiiliverkkojen kehitys suuntautuu yhä suurempiin nopeuksiin, laajempiin kaistanleveyksiin ja taajuusalueiden yhä tehokkaampaan hyödyntämiseen. Erilaisten mobiiliverkkojen skaalautuvuus, saumaton yhteistoiminta ja paikannus ovat keskeisessä asemassa. Tärkeitä teknologioita ovat GSM+, WCDMA, WLAN, Bluetooth, UWB sekä seuraavien sukupolvien ratkaisut (www.TEKES.fi/tulevaisuuden/verkot).

Uusien verkkojen ja päätelaitteiden kehitys ja yleistymisen mahdollistavat ja vaativat uudentyyppisten mobiilien sovellus ja palveluympäristöjen kehittämisen. Mobiiliverkot integroituvat yhä enemmän kiinteisiin verkkoihin ja niiden palveluihin.

Langattomien järjestelmien kehitys näkymiä tulevaisuudessa ehkä vuonna 2010:

- pakettikytkentäinen 100kb + liittymänopeus yleistyy matkapuhelinverkoissa (WCDMA),
- moniradioterminaalit ja verkkotuki yleistyy (WCDMA/GSM/WLAN/PAN),
- järjestelmien spektritehokkuus parantuu merkittävästi,
- lyhyen kantaman vaihtoehdoksi tulossa UWB (Ultra Wide Band),
- nanoteknologia lupaava vaihtoehto, kun piitekknologia on saavuttamassa rajansa ja
- 4G radiostandardi on valmistumassa.

Tavoitteiden painopistealueita ovat tulevaisuudessa kolmannen sukupolven langattomien järjestelmien jatkokehitys, WLAN ja Bluetooth teknologioiden kehitys sekä seuraavien sukupolvien langattomat järjestelmät. Kehityskohteita tulevat olemaan laajenevat uusien tulevaisuuden laajakaistaisten langattomien tietoliikenneverkkojen verkkoarkkitehtuurit, toteutusteknologiat esimerkiksi 4G teknologiat ja -standardointi, langattomat liittymät ja lyhyen matkan kommunikointi.

4.5 Ohjelmoitavat logiikat

Automaatiojärjestelmien ohjauksessa 1960- luvulla sovellettiin releohjauksia, jolloin ohjauslaitteet veivät huoneen kokoisen seinän. Ohjaus hoidettiin johdoin yhdistetyillä releillä. Insinööri suunnitteli ensin ohjauksen loogisen toiminnan ja sähkömies kokosi sen sitten releistä ja johdoista. Tällaiset ohjausjärjestelmät olivat suuria ja monimutkaisia johtoviidakoita. Muutosten tekeminen oli työlästä ja muutostöiden ajaksi koko ohjausjärjestelmä täytyi sammuttaa. Releen mennessä rikki oli vian löytäminen hankalaa. Mikroprosessorien keksiminen mahdollisti askeleen kohti joustavampia ohjausjärjestelmiä. General Motors oli ensimmäisiä firmoja, joka keksi korvata releet mikroprosessoreilla. Mikroprosessorilla toteutettu ohjausjärjestelmä oli huomattavasti perinteistä pienempi ja muutoksia logiikkaan pystyttiin tekemään yksinkertaisesti muuttamalla ohjelmaa. Mallimuutosten vuoksi joudutaan tuotanto-ohjelmia muuttamaan jopa useita kertoja vuodessa. Koska tuotantokoneet pysyvät ennallaan myös mallimuutosten jälkeen, haluttiin

löyttää keino, jolla koneiden ohjaus pystyttiin muuttamaan helpommin ja nopeammin kuin se reletekniikalla on mahdollista.

Näistä lähtökohdista kehitetyt ensimmäiset ohjelmoitavat logiikat otettiin käyttöön 1970-luvun alussa. Ohjelmoitava logiikka sai Yhdysvalloissa nimen PLC (Programmable Logic Controller). Logiikkaan perustuvien ohjausjärjestelmien kehittämisessä on lähtökohtana ollut se, että niiden käytön täytyy olla selkeää, helppoa ja suoraviivaista sekä toiminnan täysin varmaa. Teollisuudessa käytäntö on osoittanut, että nämä vaatimukset ovat myös toteutuneet. (Värjä & Mikkola 1996)

Ohjelmoitava logiikka on laite, joka alun perin suunniteltiin korvaamaan releillä toteutetut ohjauspiirit. Ohjelmoitavan logiikan toiminta on peruseriaaltaan syklinen ja suoraviivainen. Logiikka lukee signaalitulonsa, suorittaa ohjelmamuistiin tallennetun ohjelman ja ohjaa lähtönsä ohjelman mukaisesti. Alkujaan ohjelmoitavat logiikat oli tarkoitettu koneohjauksiin, joissa ei ollut tiukkoja erityisvaatimuksia (Lempiäinen 2002).

1990-luvulla tiedonsiirrossa muutama väyläratkaisu vakiinnutti asemansa. Jokainen logiikkavalmistaja ei enää yrittänyt rakentaa omaa protokollaa ja väylää. Valmistajat sopivat myös yhteisestä kuvaustavasta logiikoiden ohjelmoinnissa ja näin muodostui standardi IEC 1131-3. Standardi käsittelee ainoastaan ohjelmointitapaa, joten saman ohjelmakoodin käyttö eri valmistajien laitteissa on edelleen mahdotonta. Perinteisten logiikoiden rinnalle ilmestyivät 90-luvun lopulla Soft-PLC -ratkaisut. Niissä logiikan CPU on korvattu PC:ssä toimivalla ohjelmalla (Lempiäinen 2002).

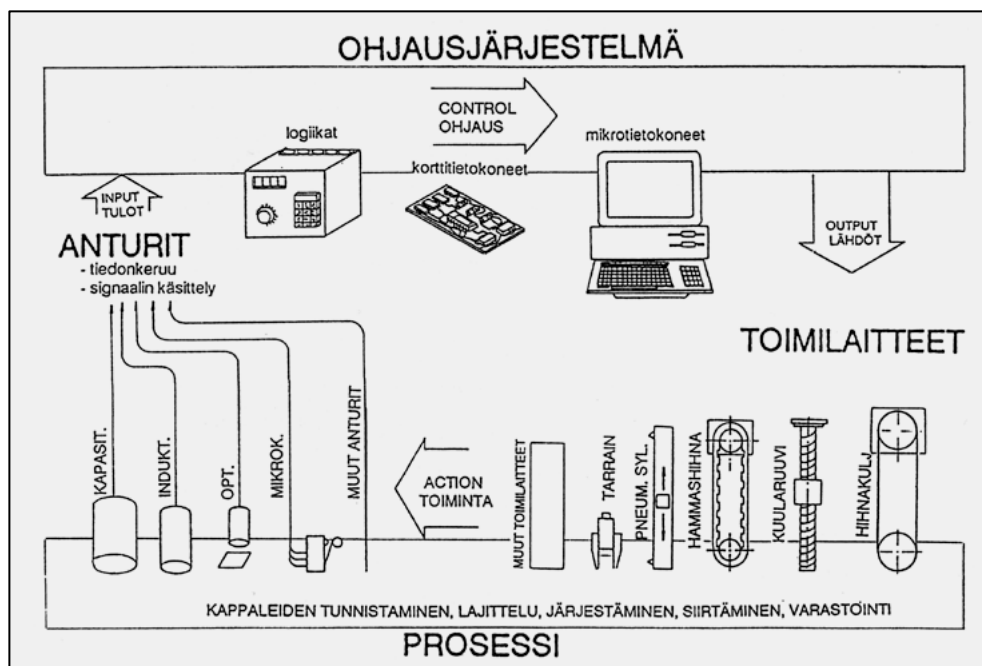
Aiemmin siis ohjaustehtävät suoritettiin rele- ja kontaktoritekniikalla johdotuksen siirtäminen signaalin mukaisesti. Ohjauksen toiminta on täten määritelty johdotuksen ja kytkentäkomponenttien yhteydellä ja signaalin etenemisellä. Perusosina ovat tällöin virtapiirikuvat, sijoituskuvat ja johdotuslistat. Tällöin laitos voidaan johdottaa vasta kun tiedetään, minkälaista ohjausta sen tulee suorittaa ja millaisista kytkinelementeistä ja releistä se koostuu. Mikäli on tehty virhe, tarkoittaa se, että johdotusta on purettava ja se on tehtävä uudelleen. Tällöin järjestelmän toiminnassa muutokset edellyttävät aina yksiköiden tai johdotuksen muutosta. Kehityksen myötä ohjelmoitavalla logiikalla voidaan toteuttaa samat ja monimutkaisemmat ohjaustehtävät kuin johdotusohjauksilla. Johdotustarve on oleellisesti pienempi ja silloin se mahdollistaa myös yksinkertaisen laitoksen laajennuksen ja helpon

vianetsinnän. Laitteelle kirjoitetaan ohjelma, joka määrittelee laitoksen toiminnan. Tällöin ohjelman tekeminen ja muuttaminen on helpompaa kuin johdotetulla ohjauksella. Ohjauksen toiminta siis kirjoitetaan ohjelmoitavan logiikan muistiin. Ohjelma tehdään ohjelmointilaitteella, josta se edelleen siirretään kaapelia pitkin ohjelmoitavalle logiikalle. Ohjelmointi toteuttamisessa tarvitaan automaatiojärjestelmä, ohjelmointilaite ja yhdyskaapeli.

Ohjelmoitavia logiikoita käytetään tavallisimmin teollisuuslaitosten prosessien ohjauksissa ja säädöissä, kappaletavaran pakkauksessa ja käsittelyssä sekä koneiden ja kuljettimien ohjauksissa. Ohjelmoitavien logiikoiden käyttö koneiden/prosessien automaattisessa ohjauksessa ja kappaletavaran käsittelyssä on lisääntynyt viime vuosina voimakkaasti niin kuin muukin automaatio. Sana ”auto” on kreikkaa ja tarkoittaa ”itse”. Automaatiolaite on siis laite, joka toimii itse. Automaattisella laitteella tarkoitetaan sitä, kuinka suuressa määrin laitetta voidaan käyttää ihmisen puuttumatta sen toimintaa.

Ohjelmoitava logiikka on mikroprosessorilla varustettu laite, joka ohjaa ja säätää koneiden sekä prosessien toimintoja logiikan ohjelman mukaisesti. Siihen liitetyt kytkimet, koskettimet ja anturit välittävät tietoja laitteiden toimintatiloista ja prosessien mitta-arvoista. Näiden tietojen perusteella logiikan ohjelma ohjaa releitä, merkkilamppuja, magneettiventtiileitä, tarttuvia, moottoreita ja työsyntereitä.

Anturit ja toimilaitteet liitetään automaatiolaitteeseen ja niiden todellinen toiminta järjestelmässä määritellään sitten logiikan ohjelmalla. Logiikka ohjaa toimilaitteita käyttäjän laatiman ohjelman ja antureiden antamien tietojen mukaisesti. Ohjelma muodostuu ryhmästä käskyjä, joita ohjelmoitava logiikka suorittaa peräjälkeen. Tällöin automaatiolaite lukitsee antureiden signaalitilat keskenään ja ohjaa toimilaitteita ohjelman mukaisesti. Ohjelmoitavan logiikan ulkoisista liitännöistä käytetään yleisesti termejä tulo ja lähtö. Nimitys juontuu termistä I/O, Tulot/Lähdöt. Tuloporttien kautta logiikka saa tietoa järjestelmän ja sen laitteen tilasta sekä lähtöporttien kautta se voi ohjata järjestelmän laitteita. Logiikka ohjelmoidaan siten, että se antaa tietyillä tulosignaaleilla tai niiden yhdistelmällä tiettyjä signaaleja lähtöihin kytketyille laitteille. Näiden avulla PLC liitetään ympäröivään maailmaan. Perusohjausjärjestelmä on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Ohjelmoitavan logiikan toteutus prosessin perusohjausjärjestelmässä. Lähde Siemens Oy Automaatiokoulutus S7, 2001.

Anturit ilmaisevat vain päällä tai poissa (1 tai 0, tosi tai epätosi). Esimerkiksi painikkeet, rajakytkimet ja valokennot ovat laitteita, jotka antavat digitaalisen viestin. Digitaalisten viestin ilmaisemiseksi käytetään yleensä jännitettä tai virtaa. Tällöin suuren tietty arvo tulkitaan 0-tilaksi ja toinen 1-tilaksi. Ohjelmoitava logiikka voi käyttää esimerkiksi 24 VDC jännitettä, jolloin 22 V ylittävät jännitteen arvot tulkitaan päällä olevaksi signaaliksi ja alle 2 V jännitteet poissa olevaksi arvoksi. Alun perin ohjelmoitavissa logiikoissa oli vain digitaalisia liitäntöjä. Analogisia viestejä välittävät kaikki arvot toiminta-alueensa ääripäiden väliltä ja käyttäytyvät kuten äänenvoimakkuuden säätimet. Myös analogiset signaalit voivat käyttää virta- tai jänniteviestiä, mutta niissä ei ole erillisiä päällä- tai poistiloja. Yleensä analogiset arvot tulkitaan ohjelmoitavassa logiikassa kokonaisluvuksi. Tarkkuus riippuu käytetystä laitteistosta, ja suurempi tarkkuus vaatii enemmän muistia. Tyypillisiä analogisen signaalin avulla välitettäviä mittaustietoja ovat paine-, virtaus- ja lämpötilalähettimet. Mitattavan signaali arvo voi olla mitä tahansa valitulla mitta-alueella. Analogia viesti voi tyypistä riippuen olla esimerkiksi 4-20 mA, 0-20 mA, 0-10 V, +-10 V tai +-5 V. On olemassa myös vastuskortteja, jolloin ei tarvita erillisiä lähettämiä vaan kortille voidaan kytkeä suoraan esimerkiksi PT100 anturi. Yleisesti käytettyjä viestejä on 4-20 mA ja +-10 V.

4.5.1 Yleistä ohjelmoitavan logiikan rakenteesta ja toimintaympäristöstä

Ohjelmoitavaan logiikkaan kuuluva keskusyksikkö (CPU) on ohjelmoitavan logiikan sydän, jossa ohjelma on tallennettuna muistiin ja siellä sitä läpikäydään. Laitteessa on käyttöläjikytkin, puskuriparisto, 24 VDC liitäntä, LEDit tila- ja virhenäytöille, ulkoinen liitäntä, prosessori ja muistimoduuli. Keskusyksikön prosessorin tehtävänä on suorittaa ohjelmamuistissa olevaa ohjelmaa. Käyttöläjikytkimellä automaatiolaite saadaan käsin haluttuun toimintatilaan ja muutetaan automaatiolaitteen käyttötapa (run / käy, stop / seis). Muistimoduulia käytetään ohjelman tallentamiseen keskusyksikössä. Ohjelmat tulee kuitenkin ensin siirtää tällaiselle muistille (RAM, EPROM / EEPROM, FLASH EPROM).

Tärkeää on taata automaatiolaitteen moitteeton toiminta. Tämä edellyttää noudatettavan tiettyjä ohjeita asennuksen ja johdotuksen suhteen. Maadoitus tarkoittaa, että sähköä johtava osa liitetään maadoitusjohtimella maahan. Käyttömaapotentiali tarkoittaa sitä että, maadoitettaessa voi maa (käyttömaa) saada nollasta eroavan arvon. Automaatiolaitetta käytetään maadoitetulla käytöllä koneissa ja pienissä teollisuusprosesseissa ja syntyvät häiriövirrat johdetaan maahan. Joissakin laitoksissa voi olla vaatimuksena automaatiolaitteen asentamisen maadoittamattomana käyttönä esimerkiksi maasulunvalvonnan vuoksi (sähköturvallisuusmääräyksissä maasulku on määritelty käyttömaadoittamattoman virtajohtimen ja maan tai maahan johtavassa yhteydessä olevan osan väliseksi eristysviaksi).

Kaapeloinnissa täytyy saavuttaa EMC- mukainen toiminta (EMC = sähkömagneettinen mukautuvaisuus). Kaapeleilla asennettaessa rakennusten sisällä ja ulkopuolella tulee kaapeliryhmien välillä pitää olla tietty välimatka. Tällä vältetään automaatiolaitteen virhetoiminnat. Suojaus (esimerkiksi kaapelin varustaminen vaipalla) on toimenpide, jolla pienennetään sähkömagneettisten kenttien vaikutusta. Suojaus voidaan jakaa laite- ja kaapelisuojaukseen. Automaatiolaitteiden ja logiikoiden käyttökuntoon laittamisessa täytyy noudattaa laitteen valmistajan ohjeita ja käsikirjoja järjestelmän saamiseksi onnistuneiksi toimivaksi kokonaisuudeksi

Markkinoilla ohjelmoitavien logiikoiden suurimpia toimittajia on mm. ABB, Allen-Bradley, Mitsubishi, Omron, Schneider, Siemens AG, Unitronics. Tämän opinnäytetyön Feston

Training Education FEC FC34 -ohjelmoitavan logiikan toimintaympäristössä ohjelmoitaessa käytetään Siemens AG toimittajan järjestelmää.

4.5.2 Tekniikka ja turvallisuus vaatimukset

Tekniikan ja liikenteen koulutusalan teknisessä opetuksessa on huomioitava aina alaan liittyvät turvallisuusriskit. Oppilaitoksessa opiskelijat suorittavat opinnoissaan työturvallisuuskorttitutkinnon, sähköturvallisuuskorttitutkinnon ja sähköturvallisuus taso 3-tutkinnon, jolloin heillä on valmiudet työskennellä turvallisesti laitteistojen huolto, korjaus ja asennus töissä. Opetuslaitteistoilla opiskelijoiden työskennellessä, ovat opettajat vastuussa opiskelun ja yleisen työskentelyn turvallisuudesta. Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteistojen kanssa työskennellessä on huomioitava sähkö-, pneumatiikka- ja mekaniikkaturvallisuus sekä yleiset turvallisuus asiat.

Sähkötekniisten koneiden ja laitteiden ammattimaista valmistamista ja hallintaa säätelevät Kauppa- ja teollisuusministeriön päätökset sähkölaitteistojen turvallisuudesta, Suomen sähköturvallisuuslaki sekä sähköturvallisuusasetus. Myös opetusvälineinä käytettävien sähkötekniisten laitteiden, koneiden sekä opetustarkoitukseen rakennettavien sähkötekniisten asennusten on oltava voimassa olevien sähköalan säännösten mukaisia (SFS 6000 1999).

Suomen Sähköteknillinen Standardisoimisyhdistys SESKO ry huolehtii suomalaisten sähköalan standardien valmistelusta ja laatimisesta. SESKO on puolueeton ja taloudellista voittoa tavoittelematon yhdistys. Suomessa käytettävät sähköalaa koskevat standardit perustuvat kansainvälisten sähköalan standardisoimisjärjestöjen CENELEC tai IEC standardeihin. Laitestandardit useimmiten ovat EN-standardeja, jotka vahvistetaan kaikissa CENELECin jäsenmaissa sisällöltään identtiseksi kansallisiksi standardeiksi. Suomessa SFS-EN standardeiksi (Sähköasennuksia koskevat standardit 2004).

Sähkötöissä työntekijän oma turvallisuus ja työnaikainen muu turvallisuus toteutuvat, kun Suomessa noudatetaan standardia SFS 6002. Käytännössä se tarkoittaa sitä, että työsuorituksissa toiminta ja valvonta tapahtuvat määrätyiltä osin hyväksytyyn ohjeistetun (SFS 6002) mukaisesti (SFS 6002 1999).

Kun sähkölaite on valmistettu direktiivien mukaisesti, voi siihen kiinnittää vaatimustenmukaisuustunnuksen, CE-merkinnän. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksellä (922/1994) Suomessa päätöksen tarkoittamia sähkölaitteita kaupan pitävän, tai niitä toiselle luovuttavan, on tullut 1.1.1977 lukien huolehtia siitä, että sähkölaitteessa on CE-merkintä (Sähkölaitteiden merkinnät 2003).

Kun laitteisto tai kone täyttää CE (Certification European Marking) luokituksen, tällöin tuotteen valmistaja tai valtuutettu edustaja ilmoittaa viranomaisille, että tuote täyttää sitä koskevat Euroopan Unionin turvallisuusvaatimukset. CE-merkki on Euroopan alueen hyväksymismerkki. Sähköturvallisuusviranomaisena Suomessa toimii Kauppa- ja Teollisuusministeriö. Päätösten mukaista toimintaa Suomessa valvoo Turvatekniikakeskus (TUKES) (Sähköturvallisuuslaki 2004).

Laatu

Ammatinopetuksen ja ammatillisen oppimisen keskeinen tavoite koneiden, laitteiden ja järjestelmien osalta on saavuttaa yleisiä hyväksytyjä normeja vastaava toiminnan tulos. Kyseinen toiminnan tulos määritellään sähköturvallisuuslaissa, jonka mukaan varsinaisen teknisen toiminnan lisäksi ”sähkölaitteistot ja -laitteet eivät saa aiheuttaa vaaraa tai häiriötä kohtuuttomasti taikka häiriintyä helposti (5 §)” (Sähköturvallisuuslaki 2004).

EMC -direktiivi (Electromagnetic Compatibility Directive) elektromagneettinen yhteensopivuus säätelee sitä, että sähkölaitteet tai -laitteistot eivät häiritse kohtuuttomasti muita sähkölaitteita tai -laitteistoja, eivätkä liiaksi itse häiriinny muiden sähkölaitteiden tai laitteistojen aiheuttamista häiriöistä. (Sähkölaitteiden sähkömagneettinen yhteensopivuus 1996)

LVD -direktiivi (Low Voltage Directive) säätelee sähkölaitteiden ja laitteistojen rakentamista. Direktiivin mukaan laitteet eivät saa aiheuttaa vaaraa ihmiselle, kotieläimelle tai omaisuudelle. (Sähkölaitteiden turvallisuusvaatimukset 2003)

5 FESTON MPS -MEKATRONIIKAN OPPIMISYMPÄRISTÖN KEHITTÄMINEN

Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteiston toimintaprosessia on aikaisemmin käytetty yksittäisinä ja rinnan jonkin toisen asemavaunun kanssa. Ohjelmoitavina logiikkoina on käytetty Siemensiä, Omronia ja Feston vanhempia 100-logiikoita. Useamman ohjelmoitavan logiikan opiskelu antaa opiskelijoille laajemman näkemyksen ohjelmoinnista työelämää varten. Opetuslaitteistoa ei ole aikaisemmin ohjattu tietoliikenneverkon välityksellä. Tässä opinnäytetyössä on otettu käyttöön uusi Feston Education Training FEC FC34 - ohjelmoitava logiikka käyttäen ohjelmointiohjelmana FST 4.10 ohjelmaa OFF-line tilassa. Suljetussa tietoliikenneverkossa kytkinlaitteen välityksellä ohjelmoitu ja tallennettu ohjelma saadaan siirrettyä nopeasti Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteen FEC FC34 - ohjelmoitavaan logiikkaan. Logiikan kautta ohjataan mekatroniikkaopetuslaitteiston asemavaunuja kokonaisena prosessisarjana. Opetuslaitteiden avulla voidaan opiskella työelämässä tarvittavia sosiaalisia, teknisiä ja loogisia taitoja. Lisäksi koulutuksessa voidaan edistää tiimikykyjä, halukkuutta toimia yhdessä ja organisointia.

Opetuslaitteiston opetus sisältää seuraavaa: mekaaniset rakenteet, putkikytkennät pneumaattisilla komponenteilla, oikea johdotus sähköisille komponenteille, oikea käyttö rajakytkimille, ohjelmointi ja logiikan käyttö sekä rakenteellinen logiikan ohjelmointi ja lisäksi systemaattinen vianetsintä tuotantosysteemille. Aiheina projektitöille on releohjaus, ohjelmoitava logiikka, Häätä – Seis -toiminta ja pneumaattisten komponenttien sekä lineaarilaitteiden valinta. Kehittämisen kannalta, toiminnanohjaus suljetun verkkoympäristön kautta sisältää yleisen tietoliikennetekniikan perusosaamisen huomioiden myös langattoman tiedonsiirtotekniikan.

5.1 Kehitystavoitteet

Tämä opinnäytetyön tavoitteena oli Tekniikan ja liikenteen alan opintoihin liittyvä kehitystyö, jolla on saatu uutta tietoa ja sovellettu sitä käytäntöön Festo Oy:n MPS - mekatroniikkaopetuslaitteiden oppimisprosessissa.

Opinnäytetyössä piti tuottaa myös esimerkki opetuksen järjestämistä varten. Esimerkki sisälsi tiedollisen oppimateriaalia ja käytännön harjoittelulaitteet.

Tehdä suunnitelma, miten laitteisto on mahdollista ottaa käyttöön avoimen verkkoympäristön ohjauksen kautta?

Tutkia, miten järjestelmä on mahdollista ohjata langattomasti tulevaisuudessa?

Millaisia kehitysnäkymiä on mahdollista luoda laitteistolle tulevaisuudessa?

5.1.1 Lähtötilanne

Tässä mekatroniikanopetuslaitteistossa asemavaunujen välinen tiedonsiirto tapahtui kättelyperiaatteella eli toisen ohjelmoitavan logiikan lähtö ohjasi toisen ohjelmoitavan logiikan tuloa. Mekatroniikkaopetuslaitteet sisälsivät laitetoimittajalla valmiiksi asennettuna asemavaunuihin anturit, sähköiset ja -sähköpneumaattiset toimilaitteet, sähköiset kytkennät riviliittimille asti sekä pneumaattiset kytkennät.

5.1.2 Lopputilanne

Laitteisto on otettu opetuskäyttöön tietoliikenneverkotetun ohjausjärjestelmän opetuksen käytössä. Laitteisto toimii suunnitelmien mukaisesti. Langattomantiedonsiirron suunnitelmat on tehty ja otetaan opetuskäyttöön syksyllä 2007.

5.2 Suoritetut toimenpiteet

Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteiston kehittämisessä on tehty seuraavat toimenpiteet:

- on määritelty ja rakennettu suljettu tietoliikenneverkko järjestelmä,
- opetuslaitteistoon on liitetty FEC FC34 -ohjelmoitavat logiikat, joissa on Ethernet tietoliikenne RJ45-liitännät,
- on tehty ohjelmoitaviin logiikoihin ohjaus FST 4.10 Ohjelmalla ja
- on tehty suunnitelmat langattomantiedonsiirron käyttöönotosta.

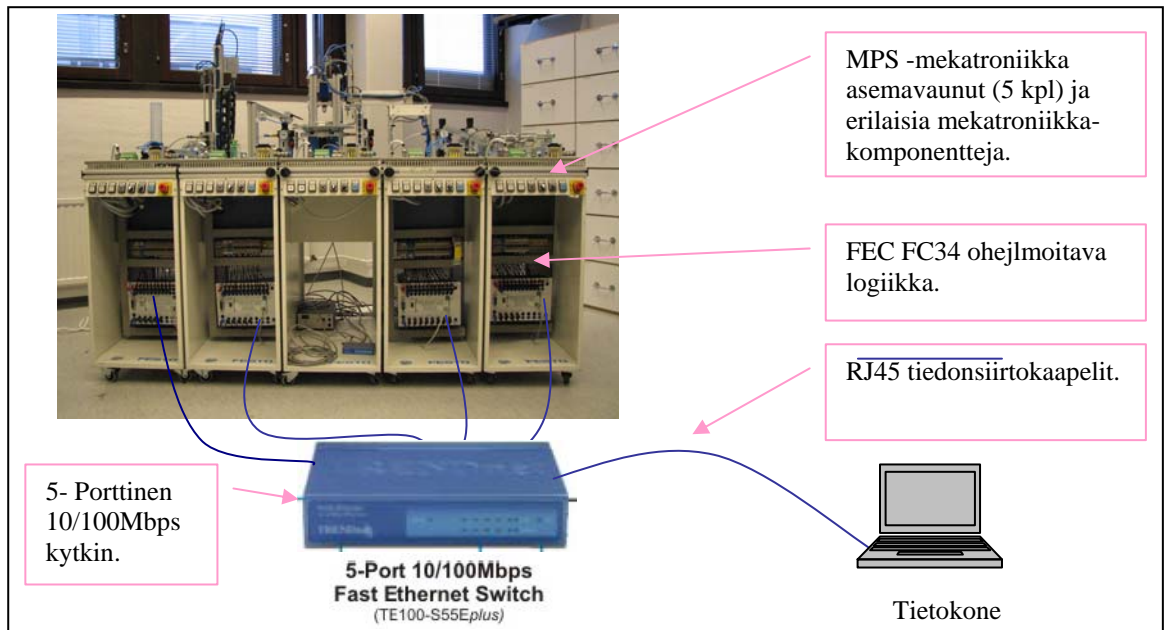
5.2.1 Feston MPS -mekatroniikka

Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteisto sisältää varastoaseman, testausaseman, prosessiaseman, käsittelyaseman ja lajitteluaseman. Asemavaunut sisältävät erilaisia antureita, moottoreita, kuljetinlaitteistoa, tarttujia, sähköjohtoja ja liittimiä, ohjelmoitavan logiikan, metallisia rakenneprofiileja sekä sähkö- ja pneumatiikka energiaa.

Järjestelmän MPS -mekatroniikkaopetuslaitteisto, tietokone, tiedonsiirtokaapelit, ohjelmoitavat logiikat, kytkin, ohjelmat asennetaan ja kytketään teknisten piirustusten ja ohjeiden mukaisesti. Järjestelmä ohjelmoidaan tietokoneen kautta OFF-line tai ON-line menetelmällä. Ohjelmointi ohjelmana on Feston FS 4.10-ohjelma. Ohjelmointia tehdään ohjelmointi ohjelmalla ja testataan opetuslaitteessa vaihe vaiheelta. Näin jatketaan kunnes mekatroniikkalaitteiden toimintaprosessi toimii alusta loppuun onnistuneesti.

5.2.2 Vaunujen ohjauksen toteutus suljetulla tietoliikenneverkkojärjestelmällä

Suljettu verkkoympäristö tarkoittaa sitä, että laitteistolta ei ole ulkoista yhteyttä ulospäin esimerkiksi oppilaitoksen yleiseen lähiverkkoympäristöön. Tietoa siirretään langallisesti tietokoneen sekä kytkimen että kytkimen ja asemavaunujen ohjelmoitavien logiikoiden välillä. Kyseinen suljettu verkko-ohjausjärjestelmä ratkaisu on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Festo MPS -mekatroniikkaopetuslaitteiston suljettu tietoliikennelähiverkko.

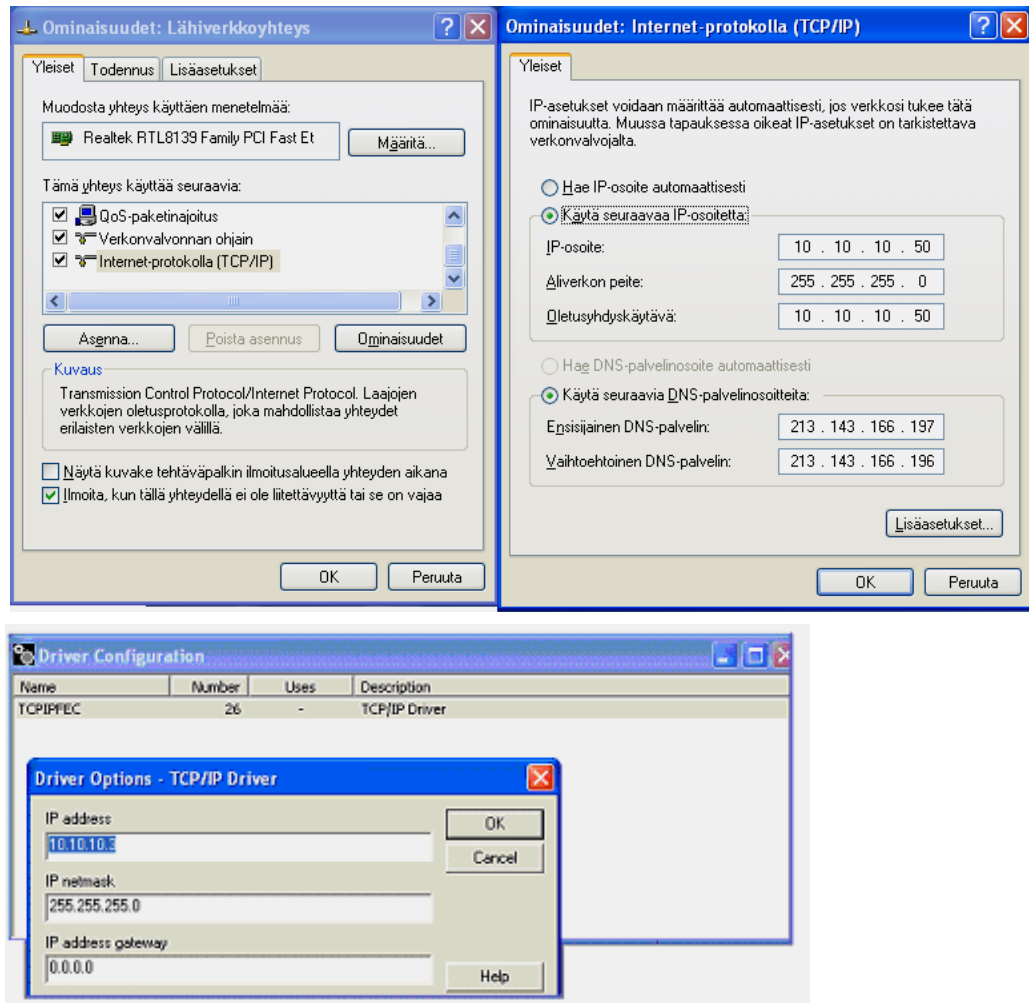
Verkon fyysinen ratkaisu ja rakentaminen

Tiedonsiirtoväylä rakennetaan RJ45-kaapelilla tietokoneelta 5-porttiselle kytkimelle, josta edelleen FEC FC34:n ohjelmoitavaan logiikkayksikköön. Mekatroniikka asemavaunut keskustelevat tiedonsiirrossa kytkimen välityksellä nopeasti suoraan keskenään tai tietokoneen kanssa. Kunkin mekatroniikkavaunuaseman logiikkayksiköltä tieto siirretään Amphenol- tiedonsiirtokaapelilla vaununsa galvaaniseen kiskoon liitettyyn I/O-terminaaliin. Terminaalista lähtee johdotukset mekatroniikka komponenteille muun muassa antureille ja eri toimilaitteille. Väylä lähdetään rakentamaan järjestelmän jännitelähteeltä ja se yhdistää kaikki järjestelmän älykkäät laitteet yhdeksi verkoksi. 24 V:n järjestelmäjännitteen lisäksi väylässä tapahtuu kaikki ohjauskyselyihin ja ohjaukseen tarvittava tiedonsiirto.

Lähiverkkoyhteysasetukset

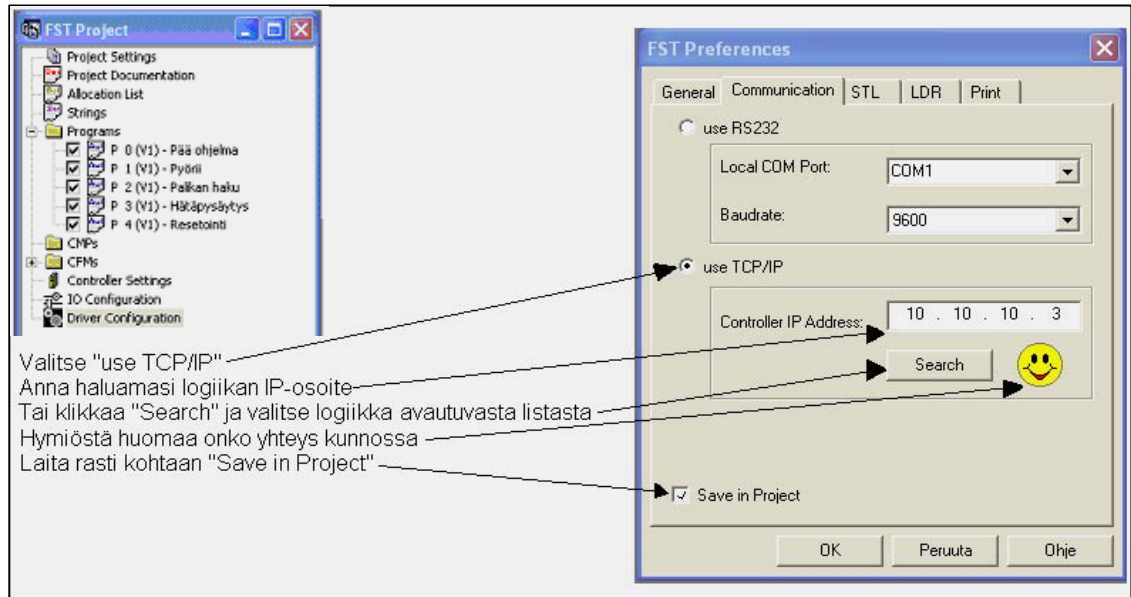
Tietokoneena on kannettava Fujitsu Siemens Pentium 3, varustettuna Microsoft Windows EP Professional 2002 käyttöjärjestelmällä. Tehdään tietokoneen lähiverkkoyhteydet seuraavassa järjestyksessä: asetukset, verkkoyhteydet, verkkoyhteysasetukset ja ominaisuudet. Ominaisuudet kohdassa pitää vaihtaa asetuksia tietokoneen IP -osoite samaan IP -avaruuteen logiikoiden IP -osoitteiden kanssa. IP-osoitteeksi valitaan 10-ryhmät, koska nämä ovat yksityisiä IP-osoitteita ja joiden käyttö on sallittu yksityisissä verkoissa.

Lähiverkkoyhteydet ja Internet -protokolla asetukset esitetään kuvassa 9.



Kuva 9. Lähiverkkoyhteys ja Internet -protokolla asetukset.

Myös jokaiselle ohjelmoitavalle logiikalle pitää vaihtaa IP -osoite sarjaliikennekaapelin välityksellä samaan IP -avaruuteen tietokoneen kanssa. Asetuksiin määritetään esimerkiksi asemavaunu 1:en IP -osoite (Controller IP Address) on 10.10.10.3 ja asemavaunu 5 on 10.10.10.5. Ohjelmoitavien logiikoiden IP -osoite ja IP -avaruus asetukset FST Project ja FST Preferences valikoissa esitetään kuvassa 10.



Kuva 10. Ohjelmoitavien logiikoiden IP -osoite ja IP -avaruus asetukset.

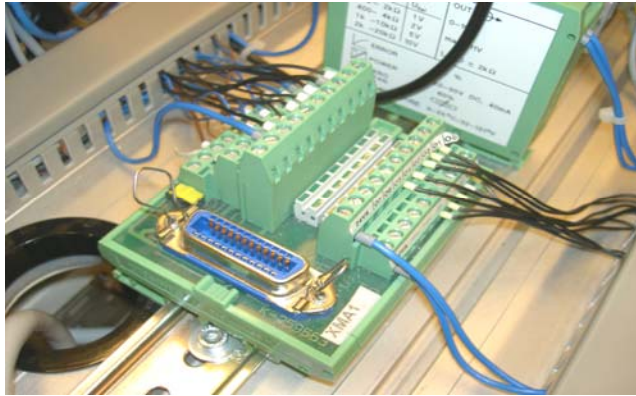
Kytkin TE100-S55Eplus ja I/O kaapeli

Järjestelmässä on 5-porttinen TE100-S55Eplus 10/100Mbps Ethernet-kytkin, joka on tarkoitettu pienille verkkotyöryhmille. Kytkimen avulla voidaan helposti liittää tietokone tai muut laitteet osaksi lähiverkkoa. TE100-S55Eplus tunnistaa automaattisesti verkon nopeuden ja on yhteensopiva IEEE 802.3 ja IEEE 803.2 verkkostandardeihin. Nopeutena on 5 x 10/100Mbps Auto Negotiation ja Auto-MIDX -porttia ja tiedonsiirtona on Full/Half Duplex Transfer Mode jokaiselle portille. Tiedonsiirto voi olla kaksisuuntaista (FDX = full duplex), jolloin laite samanaikaisesti sekä lähettää ja vastaan ottaa tietoa tai vuorosuuntaista (HDX = half duplex), jolloin laite lähettää ja vastaan ottaa tietoa eri aikaan.

I/O kaapeli ja terminaali

Amphenol I/O-tiedonsiirtokaapelissa on 21-johdinta. I/O-kaapelilla yhdistetään I/O-terminaalin riviliittimille ja riviliittimiltä logiikalle. Tällöin voidaan käyttää 16:sta I/O signaalia. Kaapelista saadaan myös virtasyöttö toimilaitteille. I/O-terminaaliin kytketään 24-pinninen -uroslitin, jonka kaapelin toinen pää on liitetty riviliittimille. Terminaalissa on myös 24 kpl ledejä, jotka ilmoittavat tulojen ja lähtöjen tilan. I/O terminaalista lähtee

edelleen tiedonsiirto johdotukset vaunun komponenteille muun muassa antureille, releille ja sylintereille. I/O-terminaali on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. I/O-terminaali.

5.2.3 Kehitetyn Feston MPS -mekatronikkaopetuslaitteiden toiminta

Opetuslaitteiden asemavaunut

Mekatronikkaopetuslaitteiden vaunuasemat esitetään liitteessä 3. Mekatronikka opetuslaitteistojen vaunuasemien toimintaprosessi kuvataan seuraavasti:

Jakeluasema

Asema sisältää seuraavia komponentteja: pyöreän varastomakasiinin, 2-toimisen sylinterin, 180° kääntävän sylinterin ja muita komponentteja. Aseman varastomakasiinissa olevat värilliset pyöreät kappaleet punainen, musta ja kirkas siirretään imukuppi tarttujalla testausaseman tunnistusalustalle. Seuraava kappaleita pääsee siirtymään testausasemalle vasta kun testausasema on siirtänyt aina tunnistetun värillisen kappaleen prosessiasemalle.

Testausasema

Asema sisältää seuraavia komponentteja: hissisylinterin, 2-toimisen sylinterin, 2-toimisen ”poisto” sylinterin, jousipalautteisen sylinterin, optisen, kapasitiivisen ja induktiivisen anturin. Testausasemalla tutkitaan kappaleiden värit seuraavasti: optinen ja kapasitiivinen anturi tunnistaa punaisen kappaleen. Induktiivinen ja optinen anturi tunnistaa kirkkaan kappaleen ja kapasitiivinen anturi tunnistaa mustan kappaleen. Kappaleen oikean korkeuden tunnistus tapahtuu RU -muuntimella hissinostimessa, jossa mittaus tapahtuu. Seuraavaksi,

jos kappale on oikean korkuinen, pneumaattinen sylinteri työntää kappaleen prosessiaseman pyörityspaletille. Jos kappale on väärän korkuinen, hissi laskee alas ja paineilmasylinteri työntää kappaleen hylkylinjan kouruun.

Prosessiasema

Asema sisältää seuraavia komponentteja: 360° pyörivän paletin, porakoneen, porakonetta nostavan ja laskevan "hissin", mittaus- ja kohdistussylinterit, optisen anturin, induktiivisen anturin jne. Kappaleensyöttö tapahtuu, kun edellinen vaunu työntää kappaleen ramppiin. Jos kourussa ei ole valmiiksi kappaletta, jää syötettävä kappale odottamaan kourun alapäähän. Se päästetään laskeutumaan paletille vasta, kun seuraava kappale syötetään kourulle. Prosessiaseman pyörityspaletti lähtee pyörimään, kun anturi tunnistaa kappaleen ja samalla nousevat myös kohdistus- ja mittaussylinterit ylärajalle. Paletti pyörii ¼ kierroksen ja pysähtyy. Paletin pysähtyttyä lähtee pora käyntiin ja laskeutuu poraamaan reiän kappaleeseen. Porauksen jälkeen pora nousee jälleen yläasentoon. Paletti jatkaa tätä niin kauan, että paletille on tullut kolme kappaletta. Kolmannen kappaleen porauksen kohdalla seuraava vaunu saa tiedon, että kappale on valmiina paletilla noudettavaksi. Kun käsittelyaseman imukuppitarttuja on saanut noudettua kappaleen lajitteluasemalle, jatkaa laite toimintaa aina kun seuraava kappale syötetään pyörityspaletille.

Käsittelyasema

Asema sisältää seuraavia komponentteja: 180 astetta kääntävän sylinterin, 2-toimisen sylinterin vaakasuunnassa + & - liike, sylinteri jossa jousipalautus, alipaine jolla kappale pysyy kiinni. Aseman imukuppitarttujalla varustettu siirtolaite tarttuu prosessiaseman pyörityspaletilla olevan hyväksytyyn kappaleeseen ja siirtää kappaleen lajitteluaseman hihnakuuljettimelle. Asema työskentelee jatkuvatoimisesti niin kauan kun prosessiasema toimittaa kappaleita hyväksytysti eteenpäin asemaltaan.

Lajitteluasema

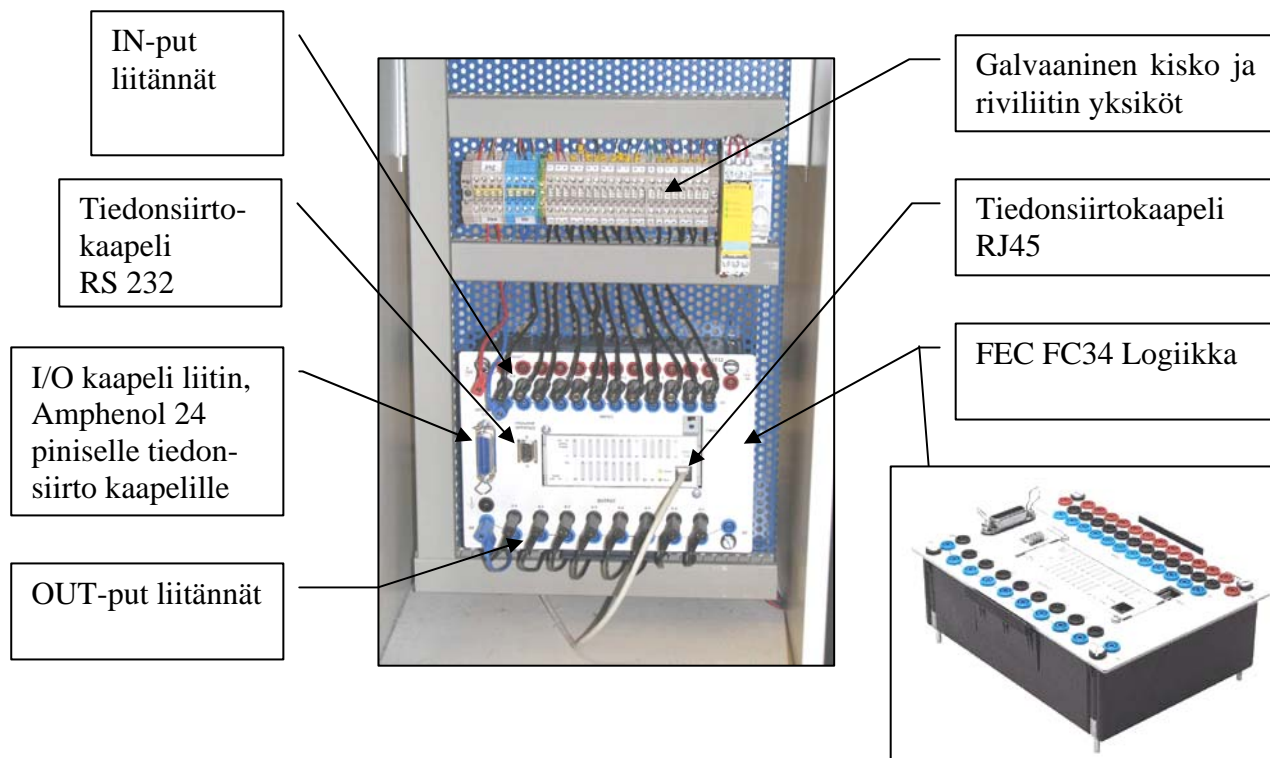
Asema sisältää mm. seuraavia komponentteja: 1-toimisen ja 2-toimiset lyhytisku sylinterin, vaihteellisen hihnamoottorin, optisen anturin, peiliheijasteisen anturin, valokuitukaapeleilla ohjatun optisen anturin, induktiivisia kytkimiä jne. Käsittelyaseman tarttuja on siirtänyt kappaleen kuljetin hihnalle. Toimintaprosessin alkutoiminta pohjautuu testausasemalta tulleiden tietojen pohjalta eri vaunuasemille. Jokainen kappale pysäytetään kuljettimella ohjausvivun avulla varastokouruun. Peiliheijasteinen anturi pysäyttää koko prosessin jos

varastot täyttyvät. Toimintaprosessissa kaikki kappaleet siirretään käsin varastoaseman 1:en varastosäiliöön, jolloin toiminta voidaan käynnistää uudelleen painamalla Start-painiketta. Värillisiä kappaleita voidaan myös syöttää jatkuvasti yksitellen jakeluaseman varastosäiliöön, jolloin toimintaprosessi on jatkuvatoiminen. Järjestelmä voidaan pysäyttää kesken toiminnan painamalla Reset-painiketta.

5.2.4 Festo Training Education FEC FC34 Ohjelmoitava logiikka

Oppilaitoksessamme automaatio-opetuksessa logiikoiden osalta on opetuskäytössä seuraavia logiikoita: Siemens S7 ja S5, Omron sekä Feston-100. Opetuslaitteiden kehityksen kannalta hankittiin uutta ohjelmoitavaa logiikkaa lisää. Itsestään selvänä oli oppilaitoksessa olevan Festo -mekatroniikkaopetuslaitteiden kehittäminen Feston tuoteperheen pohjalta, eli hankittava logiikka oli Festo Training Education FEC FC34 ja FC 4.10-ohjelma. Lisäksi toisena merkittävänä seikkana hankinnassa oli Suomen ammattioppilaitoksien automaatiokilpailut, joissa käytetään Festo Oy:n valmistamia kappaletavara-automaation mekatroniikan opetuslaitteistoja. Opiskelijamme käyvät joka vuosi kyseisessä kilpailussa, joten opiskelu ja harjoittelulaitteistot ovat oppilaitoksessa ajan tasalla.

Komponentit asennetaan laitteiston mukana olevaan asennuslevyyn kuvan 17 mukaisesti ja sijoitetaan kunkin asemavaunun sisärunkoon kiinni. Asennus- ja sähkötekniisten piirustusohjeiden mukaisesti suoritetaan asennukset ja sähköiset kytkennät asennuslevylle ohjelmoitavalogiikka FEC FC34, galvaaninen kisko, riviliitinyksiköt, sähköiset johdotukset. Kultakin asemavaunun logiikalta yhdistetään Centronics-kaapeli logiikan I/O-terminaaliin sekä liitetään RJ45-tiedonsiirtokaapeli asemavaunujen logiikoilta järjestelmän kytkimelle ja kytkimeltä edelleen kannettavalle tietokoneelle.



Kuva 12. FEC FC 34 Ohjelmoitava logiikka ja kytkennät.

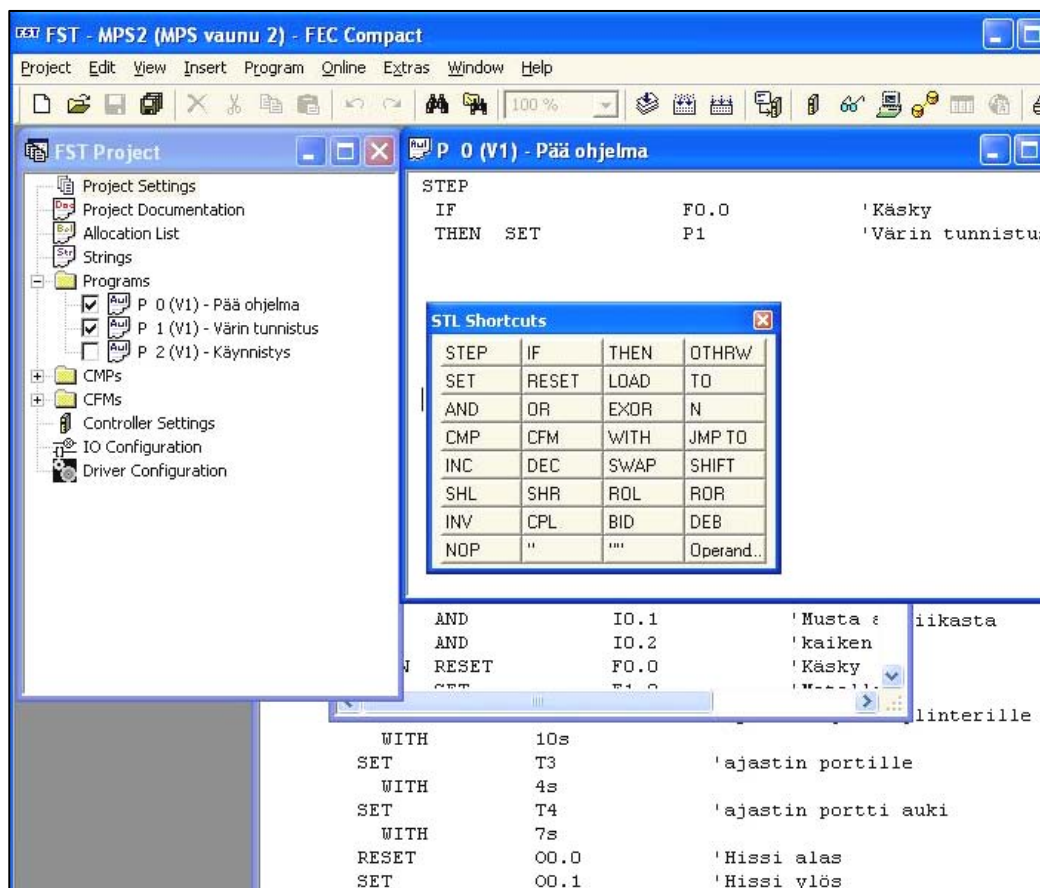
Kuvassa 12, esitetään FEC FC34 -ohjelmoitava logiikka ja alla luettelo logiikan teknisistä tiedoista:

- käyttöjännite on 24 V DC (+20/-15 %), laitteen ottama teho 10 W,
- 25 °C on kosteusprosenttialue 0-95 %,
- käyttölämpötila 0-55 °C,
- kotelointi suojausluokka IP 20,
- tuloa 12 digitaalista PNP tai NPN, 24 V DC, 7 mA,
- 6 digitaalista lähtöä transistorisäädöllä, käyttöjännite 24 V DC,
- kytkimen ottama maksimivirta 0,4 A,
- kytkimen käyttöjännite maksimissaan 230 V AC (kytkimen ottama virta 3 A),
- 2 tuloa käyttää 4 kHz
- Ethernet tiedonsiirto, RJ 45, RS 232,
- 256 ajastinta, 256 yhteyttä, 256 rekisteriä, 10 000 lippusanaa ja
- RAM muisti 512 kt.

Tulot ja lähdöt ovat sähköisiä 24 VDC tasajännitettä. Kytkeväissä 4 mm uros- ja naarasliittimillä, joihin on mahdollista liittää kolme anturia yhteyttä. 8 input:a ja outputtia ovat liitettävissä Centronics liitännällä (osoitteet ovat 0.0 välillä 0.7) kunkin logiikan omaan asemavaunuunsa. Järjestelmässä opetuksen tiedonsiirto käytäntö on standardi IEC 1131-3 ja asemavaunujen tiedonsiirrossa käytetään RS-232 kaapelia (Festo Oy Festo Didactic 1991, Festo Oy Suomi).

5.2.5 FST 4.10 Ohjelma

Feston mekatronikkaopetuslaitteiden ja ohjelmien kirjallinen oppimateriaali esittelee järjestelmärakenteen, jokaisen mekatronikkaopetusasemavaunun järjestelmäkomponentit, yleiset kytkentäpiirustukset, komponenttien sähköisetkytkentämallit, tekniset datatiedot, FEC FC34 -ohjelmoitavan logiikan ja FST 4.10 ohjelmointi ohjelman. Kuvassa 13 on esitetty FST 4.10 -ohjelmaa ja valikkojen sisältöä.



Kuva 13. FST 4.10 Ohjelma ja asemavaunu 2:en tietoja.

FST -ohjelmistoa voidaan käyttää myös vanhoissa IBM XT/AT- yhteensopivissa tietokoneissa, joissa on PC/MS-DOS- käyttöjärjestelmä. Feston ohjelmoitavat logiikat sallivat mallista riippuen 1 - 5 keskusyksikön liittämisen toisiinsa yhdessä projektissa.

Ohjelmoitavan logiikan kokonaisvaltaisen toiminnan kannalta on huomioitava seuraavia asioita tehtäessä asetuksia ja määrittämiä FST 4.10 ohjelmaan.

Alustavat toimet

FST 4.10 ohjelma asennetaan tietokoneelle CD-levyllä tietokoneen kiintolevyn C:/>-asemalle asennusohjeiden mukaisesti. FST -projekti voidaan valita jo olemassa oleva tai luoda uusi projektinimi. Projekti on niin sanottu ohjelma mikä on tehty esimerkiksi. MPS mekatroniikkaopetuslaitteiden testausasemasta 2 (MPS vaunu 2).

Ohjelman luonti Feston 4.10 versiolla

Käskylistaeditoria käytetään uusien käskylistaohjelmien luomiseen tai olemassa olevien käskylistaohjelmien muokkaukseen. Kun luodaan uusi ohjelma, ei vielä ole olemassa olevaa ohjelmaa. FST ohjelman luomisessa on huomioitava opasteista ohjelmanluontia näytön kehoitteiden avulla.

Käskylistaeditorin käyttö

OFF-line ohjelmointi tarkoittaa, että asemavaunuja ei ole varattu tuotannosta pois eli tuotanto jatkuu keskeytyksettä ja asemavaunut ovat tuotannosta pois vain sen ajan kun ohjelma ladataan asemille käyttöön. ON-line ohjelmointi tarkoittaa, että asemavaunut on varattu tuotannosta pois eli tuotanto on keskeytetty ohjelmoinnin ajaksi.

FST -projekti sisältää järjestelmän kaikki keskusyksiköt (asemavaunut, 1 tai useampi), jotka on liitetty keskusyksikön pääväylään. FST -ohjelmisto järjestää kaikki toiminnot projektitasoissa. Laajemmat ohjausjärjestelmät voivat käsittää useita FST -projekteja (5 asemavaunua), jotka on liitetty yhteen verkon kautta. Käskylistaeditori mahdollistaa ohjelmien OFF-line -syötön ja -muokkauksen käyttämällä ohjelmaan määriteltäviä ohjelman syöttöä ja muotoilua helpottavia toimintonäppäimiä. OFF-line ominaisuuden ansiosta ohjelmia voi muokata siis ilman liittämää FPC:n ohjelmoitavaan logiikkaan (Festo Oy Festo Didactic 1991).

Ohjelmalle voidaan tehdä syntaksitarkistus niin sanottu simulointi, jolloin voidaan testata ovatko ohjelman käskyt oikeanmuotoisia. Jos mahdolliset ristiriidat tulevat näyttöön, on ne korjattava ennen kuin ohjelma voidaan ladata logiikkaan.

Ohjelmien lataus

FPC:ssä kun ohjelmien muokkaus on lopetettu, täytyy ne siirtää (ladata) tietokoneesta ohjelmoitavaan logiikkaan. Siirto tehdään FST-ohjelmiston avulla ja RS232-sarjaportin kautta. FST-ohjelmistossa on mahdollista ladata ohjelmia tai projekteja

Ohjelman erityisetuna on se, että voi keskustella suoraan ohjelmassa kunkin asemavaunun kanssa reaaliaikaisesti. Kytkimen toiminnan välityksellä keskustelevat vaunut suoraan keskenään.

FST:n ON-line-toiminto mahdollistaa ohjelmoitavan logiikan tarkkailun milloin hyvänsä. Ominaisuuden ansiosta voi tarkkailla kaikkia tärkeitä ohjelmoitavan logiikan tietoja kuten ajastimia, laskureita, rekistereitä sekä tuloja ja lähtöjä. Käskylistaohjelmien vianmääritys tehostuu koska on mahdollista tarkistaa, mikä ohjelma-askel on parhaillaan meneillään.

FST 4.10 ohjelman kautta suoritetaan ohjelmointi käskyt RJ45 tiedonsiirto kaapelin kautta kunkin vaunun FC34-ohjelmoitavaan logiikkaan. Vaunujen välinen keskustelu tapahtuu Input/Output kytkentöjen kautta. Tässä ohjelmassa käytettiin FEC FC34 ohjelmoitavan logiikan lippusanoja.

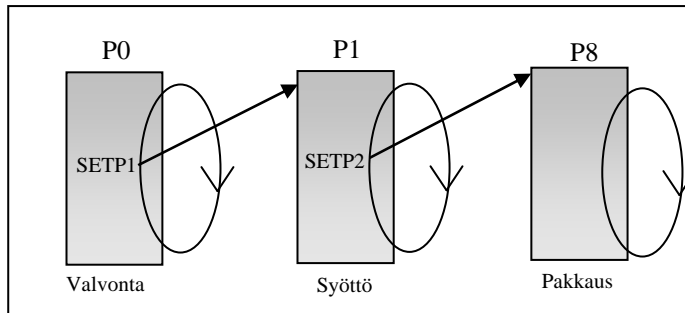
Ohjelmat ja logiikkaohjelmointi

Aukaistaan tietokoneessa FST 4.10-ohjelma ja luodaan projektille asetukset ja määrittymiset oikeanlaisin merkein. Tällöin luodaan logiikkaohjelmoinnille ja toimintaprosessille todellisen onnistumisen.

Ohjelma

Ohjelmat ovat itsenäisiä ja rinnakkain suoritettavia erillisiä ohjelmia. Ohjattavan laitteiston toiminnot voi jakaa helposti erillisiksi sekvensseiksi (osiksi) ja käynnistää / pysäyttää niitä tarpeen mukaan. Ohjelma numero 0 käynnistyy automaattisesti, kun logiikka käynnistyy. Muut ohjelmat voidaan käynnistää ”SET Px” komennolla. Pääohjelmat voivat pyöriä

yhtäaikaaisesti alusta loppuun ja aliohjelmat CMPs:ät pysäyttävät pääohjelmat kierron ajaksi. Kierron loputtua pääohjelmat jatkavat siitä mihin ovat jääneet. Peräkkäisajo ohjelmaa ja esitetään kuvassa 14.



Kuva 14. Ohjelma.

Aliohjelma ja valmisohjelma (rutiini)

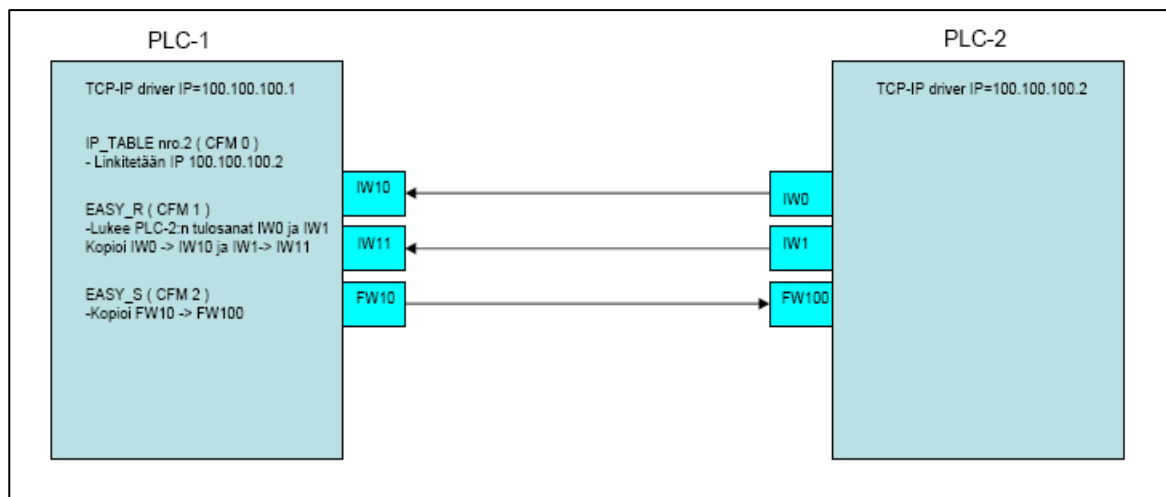
Kun jokin ohjelma kutsuu aliohjelmaa tai valmisohjelmaa, niin tämän ohjelman suositus keskeyttää aliohjelman tai funktion suorittamisen ajaksi. Tyypillisesti CMP ja CFM käytetään silloin, kun ohjelmassa tarvitaan jokin usein toistuva rutiini. CMP:t ja CFM:t ovat kaikkien ohjelmien käytettävissä. FST ohjelmistossa on yli 100 kpl valmiita valmisohjelmaa erilaisten toimintojen toteuttamiseksi.

IP TABLE

Ohjelmoitavien logiikoiden tiedon siirrossa tarvitaan IP-TABLE:a toimintoa, lähettäessä ja vastaanottaessa käskyjä suoraan eri asemavaunujen 1-5 logiikkayksiköiden kesken. Lähettäessä tietoa toiselle logiikalta toiselle tarvitaan EASY_S ja EASY_R toiminnot.

IP TABLE tarvitaan vain siinä ohjelmoitavassa logiikassa joka lukee/kirjoittaa jonkin toisen ohjelmoitavan logiikan operandeja. Jos haluaa esimerkiksi oheisen kuva 15 toiminnan, niin ohjelmoitava logiikka 2:si lukee ja kirjoittaa ohjelmoitava logiikka 1e:n operandeja ja silloin myös ohjelmoitava logiikka 2:ssa täytyy olla IP TABLE, joka on linkitetty IP-osoite 100.100.100.1. IP TABLE:a voi verrata samaksi kuin TCP/IP osoitteet.

Feston FEC FC34:n ohjelmoitavan logiikan tiedonsiirtokäytäntö ja osoitteet esitetään kuvissa 15 ja 16.



Kuva 15. IN TABLE lukeva ja kirjoittava lähde linkitys IP 100.100.100.2.

```

STEP
IF
THEN CFM 0      NOP
                ' IP_TABLE      1 tarkoittaa että se asettaa toiseen logiikkaan.
                V1 ←            (2 tarkoittaa, että se vastaanottaa.
                V2 ←            Numero millä se on In Tabelissä.
                V10 ←           IP-numero
                V10 ←           IP-numero
                V10 ←           IP-numero
                V2 ←            IP-numero

STEP
IF
THEN SET       NOP
                FO.1          'lippu luvan anto 2 logiikalle

STEP
IF
THEN CFM 1     NOP
                ' EASY_S      Numero millä se on ip tabelissä
                V2 ←           Mitä tyyppiä (1:F 2:I 3:O 4:R 11:Str)
                V1 ←           Lippusanojen määrä.
                V1 ←           Ensimmäinen paikallinen lippusana
                V0 ←           Ensimmäinen vastaanottajan lippusana
                V0 ←           Lähetyksen tarkistus numero.
                V1 ←

STEP lopetus
IF
THEN SET       NOP
                FO.1          'lippu luvan anto 2 logiikalle

```

Kuva 16. Tiedon siirto logiikalta toiselle. Kuvan oikeassa reunassa on selvitykset siitä mitä tapahtuu.

Täytyy ottaa myös huomioon, että funktiot EASY_R ja EASY_S suorittavat datasiirron yhden kerran / funktiokutsu. Jos siis haluaa, että operandien tilatiedot päivittyvät jatkuvasti, niin tällöin tarvitaan ohjelmasilmukka joka toistaa funktiokutsua koko ajan. Tässä piilee kuitenkin sellainen vaara, että TCP/IP kommunikointi vie liikaa prosessoriaikaa ja muiden toimintojen suoritus hidastuu. Tämä johtuu siitä, että TCP/IP liikenne aiheuttaa

laitteistotason keskeytyksen CPU:lle ja sen prioriteetti on korkea. Ohjelmaesimerkissä on 1-sekunnin viive ohjelmasilmukkaan, jotta edellä kuvattua ongelmaa ei tule.

Jos kytkee useampia logiikoita samaan verkkoon ja haluaa että ohjelmoitava logiikka 1:si voi lukea useiden muiden ohjelmoitavien logiikan operandeja, niin tällöin ohjelmoitava logiikka 1:een täytyy tehdä omat IP_TABLET jokaista muuta ohjelmoitavaa logiikkaa varten. Kaikilla IP_TABLE:lla jotka ovat samassa tietokoneessa, täytyy olla eri indeksit / numerot. EAST_R ja EASY_S funktiokutsuissa määritellään ensimmäisellä parametrilla mistä IP TABLE:sta data luetaan / kirjoitetaan.

FST-ohjelmassa käytetään absoluuttisia operandeja (esim. T1 on ajastimen Timer 1 absoluuttinen operandi) sekä symbolisia operandeja (esimerkiksi operandin Output 1.6 arvoksi määritellään MOTOR).

Yksi- ja monibittiset operandit on erotettava toisistaan. Yksibittisille operandeille (SBO, Single Bit Operand) voidaan määrittää arvo tosi / epätosi ohjelmalauseen toiminto-osassa ja ne voidaan asettaa ja nollata ohjelmalataukseen toiminto-osassa. Monibittisten operandien (MBO, Multibit Operand) arvoa voidaan verrata (<, >, = jne) lukuarvoihin (lukuarvo 0 - 255, 0 - 65535, + = -32727) tai toisiin monibittisiin operandeihin lauseen ehto-osassa.

Ohjelmoinnissa käytetään myös lippusanoja. Lippusanat ovat yhtäläisyydeltään samankaltaisia kuin monibittisten operandien rekisterit. Kukin lippusana sisältää 16 bittiä. Lippusana termiä käytetään kun viitataan täydellisiin 16-bittisiin yksiköihin (monibittisiin operandeihin). Käskylistaohjelmissa käytetään lyhennettä FW (Flag Word).

Vaunujen ohjelmointi käytetään lippusanoja. Ensin määritellään logiikka jolle viesti halutaan lähettää ja toiseksi määritellään mitä lähetään. Tässä ohjelmassa on käytetty lippuja (Lippu = muistipaikka). Montako lippua lähetetään ja missä se asettuu logiikassa jonne viesti lähetetään.

Seuraavaksi asetetaan väripalikat syöttömakasiiniin ja resetoidaan järjestelmä jolloin saadaan kaikki MPS -mekatroniikkavaunut valmiustilaan.

Painetaan vaunu 1:en START painiketta jolloin vaunu lähtee käyntiin. Seuraavaksi painetaan vaunu 2:en START painiketta koska linjasto on tyhjä.

Ensimmäinen lähetettävä lippu (siirtorekisteri) lähetetään vaunulta 1 vaunulle 2 kun palikka on tuotu 2 vaunuun, tämän jälkeen vaunu 2 voi jatkaa ohjelmaansa.

Toinen lähetettävä lippu lähetetään 2 vaunulta vaunulle 5 kun anturit (induktiivinen, kapasitiivinen ja optinen) ovat tunnistaneet kappaleen värin.

Kolmas lähetettävä lippu lähetetään 3 ja 4 vaunulta vaunulle 2 kun edellinen kappale on päässyt vaunun 5:en hihnalle, jolloin vaunu 2 voi suorittaa värin tunnistukset ja laittaa kappaleen eteenpäin.

Laitteistoa hallitaan lippu käskyjen kautta, aina vaihe vaiheelta eteenpäin ja käynnistäen järjestelmän (Start) painikkeella uudestaan ja uudestaan. Toimintoa jatketaan kyseisillä lailla, kunnes kappaleet saadaan kulkemaan järjestelmässä alusta loppuun asti. Kyseinen vaihe on kaikkein työläin edestakaisen ohjelman testauksen ja ajon vuoksi prosessissa.

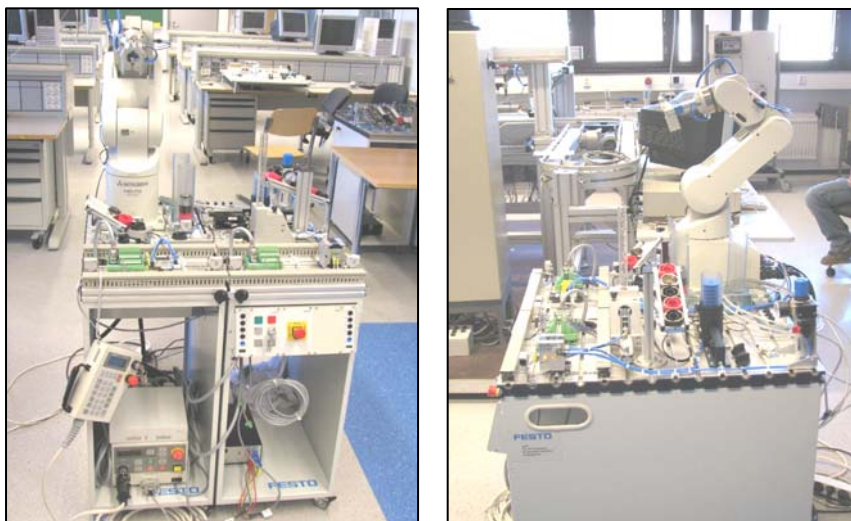
5.3 Uutta kehitystä robotilla Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteistoon

Oppilaitoksen hankintasuunnitelmassa saimme kehitystehtävän tekemisen aikana hyväksynnän investointirahastosta robotinhankintaan. Näin ollen lisäksi kehittämistehtävääni uutena MPS -mekatroniikanopetuslaitteiden kehitysprosessiin myös robottiasemavaunun. Tämä luo uutta ulottuvuutta kappaletavara-automaation opetukseen MPS -mekatroniikkaopetuslaitteistojen osalle vastaamaan työelämän tarpeita.

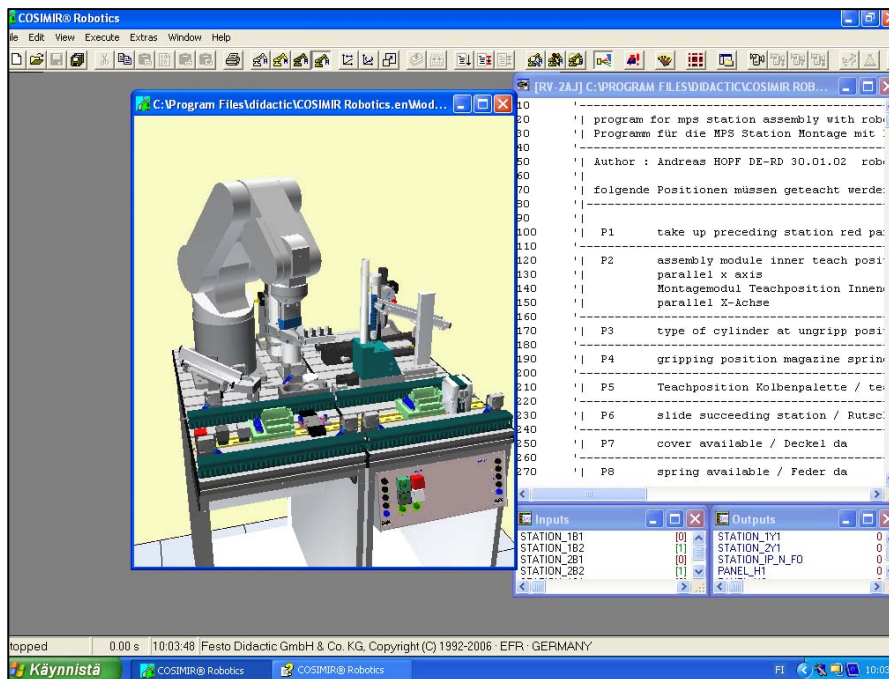
Robotiksi hankittiin Feston uusiin B-sarjaan kuuluva Mitsubishi Melfa RV-2AJ robotti. Toimitus saapui viikolla 9 ja kahden päivän koulutus mikä kuului hankintaan toteutettiin 13. - 14.3.2007. Robotin mekaniikkakomponentit ja sähköiset asennukset suoritettiin asennusohjeiden mukaisesti apuasemavaunun rinnalle. Mitsubishi Melfa RV-2AJ on esitetty kuvassa 17.

Robotti sisältää Cosimir-ohjelmointikielen ja Cosimir-simulointiohjelman. Simulointiohjelmointi suoritetaan ohjelmointikielillä Cosimir OFF-line tilassa tällöin

robotti voi työskennellä normaalisti ja robotti ei ole pois tuotannosta. Casimir-simulointiohjelma esitetään kuvassa 18. Tietokoneella suoritetaan simulointiohjelmalla testausta ja uudelleenajoa vaihe vaiheelta niin kauan, että toimintaprosessi toimii toiminnallisena kokonaisuutena. Simuloinnin jälkeen ohjelmat ajetaan (ladataan) robotin ohjelmamuistiin. Robotti kytketään laitteiston paineilma ja sähköiset liitännät päälle, jolloin robotti siirtyy valmiustilaan. Start- painikkeella käynnistetään robotti toimintaan ja ajetaan simuloituohjelma robotilla. Robottia voi myös ohjelmoida ja ajaa pisteestä pisteeseen (Point to Point) käsiohjelmoitiohjaimen kautta. Ohjelmointi suoritetaan ON-line ohjelmoinnilla varaamalla robotti pois tuotannosta ohjelmoinnin ajaksi. Ohjelmointi tapahtuu liikuttamalla robottia käsiohjaimen kautta ja hyväksymällä aina tietyt toimenpiteet ja käskyt käsiohjaimen ohjauspaneelissa. Tehdyt toimenpiteet tallennetaan ohjelmaksi järjestelmään ja ladataan programmiin. Ajetaan samalla tavalla kuin simuloimalla tehdyt ohjelmat. Syksyllä 2007 tuotetaan robotille opetusmateriaali ja tehtävät oppilaitoksen opetussuunnitelmien pohjalta (Festo Oy Festo Didactic 1991).



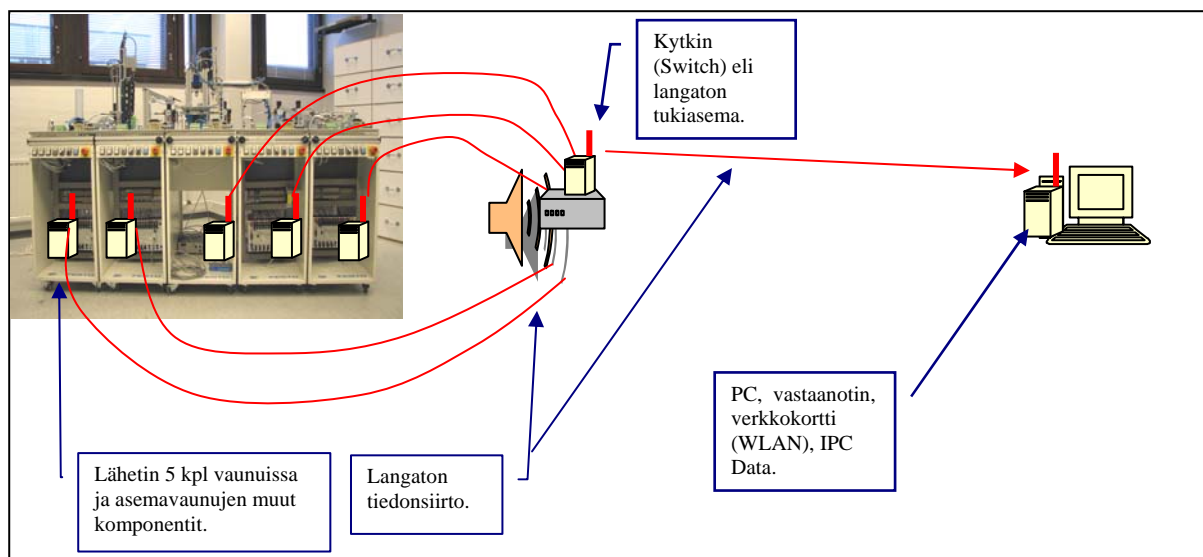
Kuva 17. Mitsubishi Melfa RV-2AJ Robotti



Kuva 18. Cosimir Robotc simulointiohjelma.

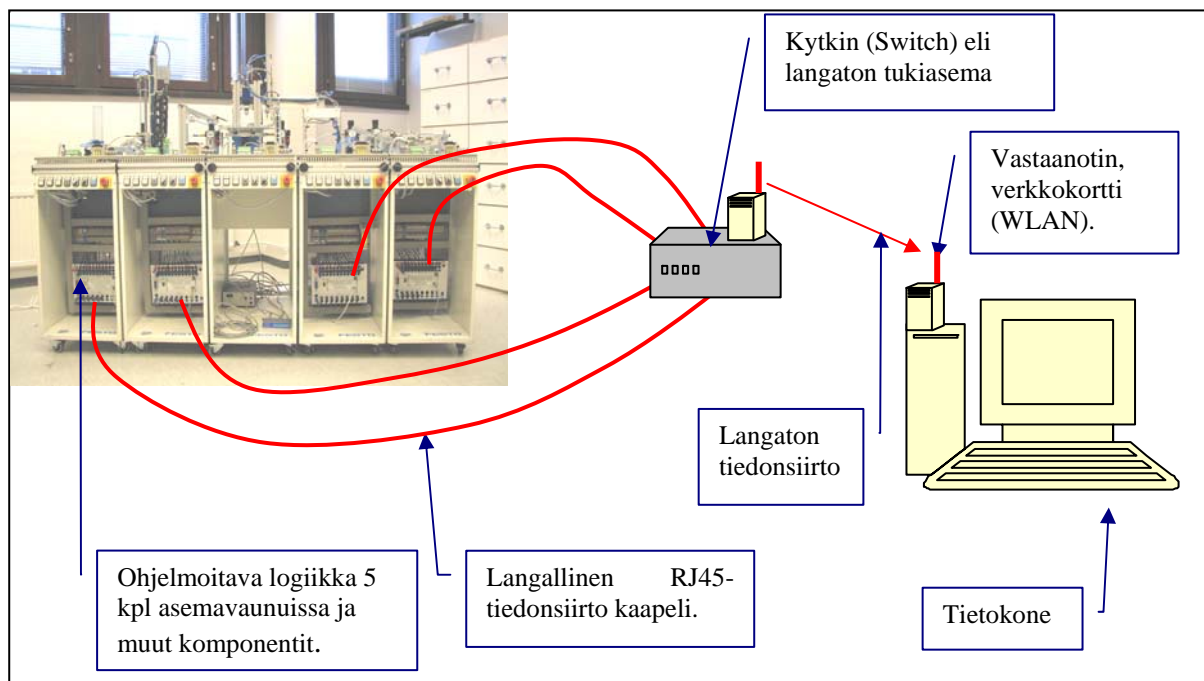
5.4 Langaton tiedonsiirtosuunnitelma Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteille

Ensimmäinen langattoman tiedonsiirron toteutusmalli esitetään kuvassa 19. Järjestelmään asennetaan RJ45-liitännällä olevat langattomat Ethernet-verkkokortit. Liitäntöihin RJ45 asennetaan D-link antennit. Lisäksi tarvitaan tukiasemaksi langattoman tiedonsiirtoon soveltuva kytkin (Switch), WLAN tietoliikennekortilla varustettu tietokone ja ohjelmat. Tuotteiden on hyvä olla saman valmistajan rakentamia, koska laitteiden ja komponenttien toiminta varmempaa määriteltäessä järjestelmään asetuksia ja asennuksia.



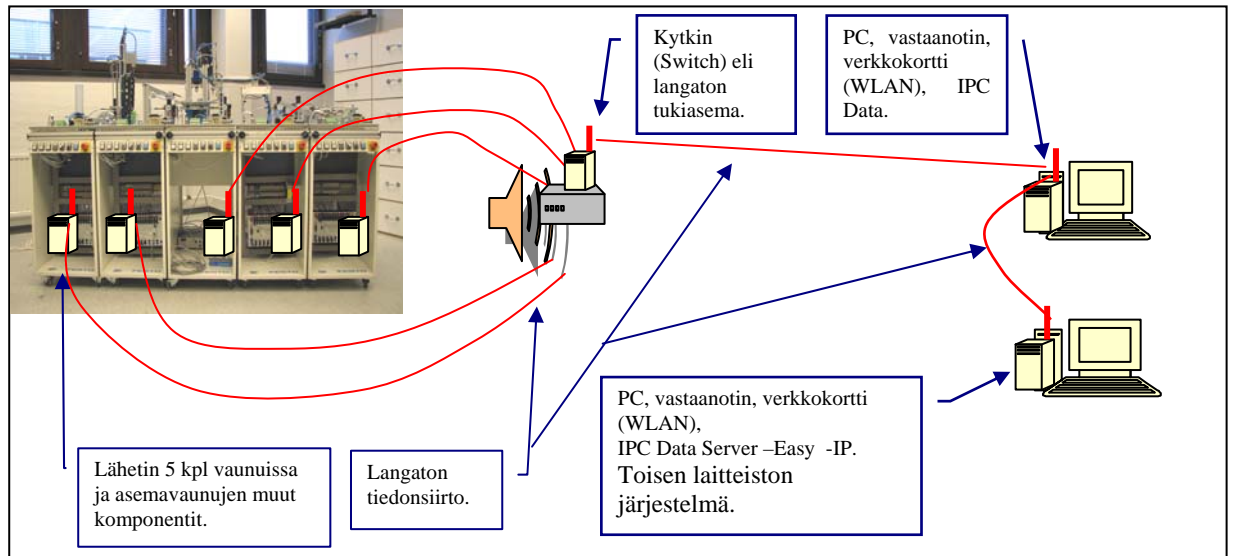
Kuva 19. Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteiston langaton tiedonsiirtosuunnitelma. Tietoa siirretään langattomasti tietokoneen sekä kytkimen että kytkimen ja asemavaunujen ohjelmoitavien logiikoiden välillä.

Toinen toteutus langattoman tiedonsiirron toteutusmalli esitetään kuvassa 20. Järjestelmään asennetaan RJ45-liitännällä olevat langattomat Ethernet-verkkokortit. Liitäntöihin RJ45 asennetaan D-link antennit. Lisäksi tarvitaan tukiasemaksi langattoman tiedonsiirtoon soveltuva kytkin (Switch) ja WLAN tietoliikenne kortilla varustettu tietokone sekä ohjelmat. Langatontiedonsiirron kytkimeltä asennetaan normaalin RJ45-johdotus jokaiseen opetuslaitteen asemavaunun ohjelmoitavaan logiikkaan. Järjestelmä on siis langaton ja langallinen tiedonsiirtoverkko.



Kuva 20. Feston MPS -mekatronikkaopetuslaitteiston osittainen langaton tiedonsiirtosuunnitelma. Tietoa siirretään langattomasti tietokoneen sekä kytkimen välillä ja langallisesti kytkimen ja asemavaunujen ohjelmoitavien logiikoiden välillä.

Kolmas toteutus langattoman tiedonsiirron toteutusmalli esitetään kuvassa 21. Järjestelmään voidaan liittää vielä useampi tietokone, jolloin palvelin tietokoneeseen on asennettava IPC Data Server -Easy /P ohjelma. Muihin tietokoneisiin IPC Data Server -Easy -P ohjelma. Tietoa siirretään ohjelmoitavilta logiikoilta muihin järjestelmiin asti.



Kuva 21. Feston MPS -mekatronikkaopetuslaitteiston osittainen langaton tiedonsiirtosuunnitelma. Tietoa siirretään asemavaunujen ohjelmoitavilta logiikoilta tietokoneelle ja edelleen langattomasti muihin järjestelmiin asti.

Opetukseen syksyllä 2007 otetaan teoreettista tietoa automaatio laitteiden langattomasta tiedonsiirrosta ohjelmoitavien logiikoiden opiskelukurssissa sekä toteuttaa aluksi osittainen langaton tiedonsiirto kuvan 26 mukaisesti. Syynä syksyn 2007 ajankohtaan on se, että oppilaitoksessamme voidaan testata järjestelmiä vain syksyisin. Koska keväisin usean luokan opiskelijat suorittavat opetuslaitteistolla opintokursseja ja opinnäytetöitä kappaletavara-automaation opintokokonaisuudessa.

5.5 Diskussio

Totean, että tässä opinnäytetyössä teoria tukee käytäntöä opetuslaitteiden ja opetuksen perusteiden toteutuksessa. Opetuslaitteiden avulla voidaan opiskella työelämässä tarvittavia asioita kohtia: sosiaalisia, teknisiä ja loogisia taitoja. Lisäksi koulutuksessa voidaan edistää tiimityöskentely taitoja ja halukkuutta toimia yhdessä sekä organisointikykyä.

Esimerkiksi erilaisten asetusten, asennuksien, ohjelmoitavan logiikan, tietoliikenneverkon ja yleisen suunnittelun sekä tulevaisuuden suunnitelmien pohjalta teorettinen tieto on otettava pohjaksi, ennen kuin tekee toteutuksia mekatroniikkaopetuslaitteistolle.

Opinnäytetyössä olevan teorian pohjalta toteutettu opetuslaitteiston kokonaisvaltainen toiminta on moitteetonta. Opinnäytetyössä laadittujen tavoitteiden ja alaongelmissa suunnitelmat, kehitysnäkymät, tutkimukset mekatroniikkaopetuslaitteistolle on tehty ja suunniteltu sekä ratkaisut löydetty kirjallisuudessa olevan teorian pohjalta sekä toteutetaan syksyllä 2007.

Tällä Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteilla saadaan luotua käytännönläheinen fyysinen ympäristö opiskelijoille, jonka kautta opiskelijoilla on mahdollisuus saavuttaa oman itsensä motivoituminen ja positiivinen oppiminen. Tämän päivän yhteiskunnassa ja opiskelussa korostetaan opiskelijan henkilökohtaista opiskeluohjelmaa. Opiskelussa korostuu lisäksi opiskeltavan koulutusalan sisällöllinen valinnaisuus, opiskelijan itsensä konstruoima tieto (teoria ja laitteistot), työssäoppimisen ja ohjaamisen mahdollisuus, oppimisen tehokkuus ja siirto työelämään sekä oppimisen ajan ja paikan vapaus ja menetelmät.

Oppimisympäristön on oltava toimiva niin pedagogisesti kuin teknisesti ja sen tulee tukea ja kehittää fyysistä, psyykkistä että sosiaalista toimintaa ja. Hyvässä oppimisympäristössä opiskelijat ovat aktiivisessa tietojen rakentamisprosessissa, joka toteutuu keskustelun, vuorovaikutuksen, yhteistoiminnan ja reflektoinnin avulla. Fyysisen ympäristön avulla pyritään rakentamaan aitoja työympäristöjä. (Nieminen 2002)

Kaiken oppimisen ja opiskelun ensisijainen perusta on oman itsen motivoituminen. Ellemme tee itsellemme selväksi, miksi haluamme oppia, emme myöskään opi oikealla

tavalla. Motivoitumisen tärkein yksittäinen tekijä on ilon tunne uuden omaksumisesta. Ilon tunteeseen yhdistyy tietoisuus siitä, että saavutamme omalla työllämme jotakin meille tärkeää. oppimisen teorioiden mukaan motivoitumiseen kuuluu halu saavuttaa jotakin, ilo itse työskentelystä ja tyytyväisyys onnistumisesta. (Vakkuri 1998, 22)

6 TULEVAISUUDEN KEHITYSNÄKYMÄT JÄRJESTELMÄLLE V. 2010

Opinnäytetyön valmistumisen aikana syntyi uusia näkemyksiä opetuslaitteiston edelleen kehittämiseksi. Tulevaisuudessa tullaan ohjaamaan opetuslaitteistoa avoimen verkkoympäristön kautta. Tähän kuitenkin vaikuttaa oppilaitoksen tietoturvasääntöjä ja rajoitteet mitkä tulisi ratkaista oppilaitoksen tietotekniikkapäällikön kanssa.

Mahdollisuus ohjata järjestelmää kahden kenttäväylä tiedonsiirron kautta, jakamalla laitteistot kahteen osaan, samaan luokkatilaan ja kahden eri luokkatilan välillä.

Ottaa käyttöön opetuslaitteistolle langaton tiedonsiirtojärjestelmä, jolloin opetuslaitteiston asemavaunuissa olisivat lähettimet tiedonsiirtoon antureille ja muille komponenteille sekä tietokoneessa vastaanotin.

Ostattaessa uusia mekatroniikkaopetuslaitteita järjestelmään on mahdollista rakentaa kaksi pienimuotoista tuotantolinjaa ja myös mahdollisuus yhdistää ja täydentää C- ja B opetuslaitesarjat eri tuotantoprosessilinjalle.

Robottiikka mekatroniikkaopetuslaitteiden myötä, on mahdollista laajentaa kappaleenkäsittely- ja robotiikkakurssien laajuutta eri ammattitutkinnoissa.

Opetuslaitteiden uudistaminen ja koulutus pitää yllä opettajien tieto- ja taitotasa nykypäivän käytännön työelämän vaatimusten tasolla.

Automaation älytekniikka ja tiedonsiirto

Seuraavien kirjallisuus lähteiden (Seppälä Automaatioväylä lehti 1/2007, s. 24 - 27. Lehto Kenttälaitesanomien asiakaslehti 1/2007, s. 14 - 15) pohjalta totean, että älykkään automaation tulevaisuudenkuvassa tärkeinä kohteina tulevat esiin hyvin voimakkaasti mm. älykkäät anturit ja toimilaitteet automaation eri osa-alueille, tuotannonohjaus, automaatioarkkitehtuurit, standardit, automaatiokomponentit, rajapinnat, komponentti kommunikointi (langaton ja langallinen), automaation tietojärjestelmät ja tietämyshallinta, Integroitu tuotteiden ja tuotannon suunnittelu, elinkaarimallit, käytettävyys,

kunnonvalvonta, aineellisten ja henkisten voimavarojen hallinta sekä käyttöliittymät, ihminen-tekniikka – vuorovaikutus.

Kenttälaitteiden älykkyydestä valtaosa liittyy mittaustiedon käsittelyyn, monitorointiin tai diagnostiikkaan. Yhä enemmän kehittää myös älykkäitä toimilatteita, jotka sisältävät vaikuttamista mittauksiin, prosesseihin ja usein myös luonnostaan paikallista muuta automaatiota. High Tech -mielessä ehkä kiinnostavimmat suunnat liittyvät mekatroniikkaan, mikromekaniikkaan, mikroelektroniikkaan sekä älykkäisiin ja säätyviin materiaaleihin. Lyhyellä tähtämellä tavallisimmat paikalliset älykkäät toiminnot liittyvät diagnostiikkaan ja monitorointiin. Tietoliikenteen kehittymisen myötä monenlaiset etädiagnostiikat ja -monitoroinnit ovat tulleet tuotekehitys projekteissa hyvin tavallisiksi. Etätoimintoja on luontevinta toteuttaa automaatiojärjestelmän kautta, mutta yhä useammin ne ovat mahdollisia suoraan antureilta tai kenttälaitteilta. Suurimpana esteenä edistymiselle nähdään erilaiset tietoturvaongelmat sekä ICT -alalle niin tyypilliset nopeat teknologiasukupolven vaihdokset, jotka aiheuttavat runsaasti huolto- ja ylläpitotyötä.. Yksi tärkeä sivujuonne on kenttälaitteiden koon pieneneminen, jolloin laskenta- ja kommunikointiominaisuuksien suhteenkin pyritään tekemään kompromisseja. Uudet teknologiset älykkäät laitteet tuottavat yhä enemmän kunnonvalvonta- ja diagnostiikkatietoa, jota ei kuitenkaan saada hyödynnetyksi huollossa tai kunnossapidossa.

Tulevaisuuden langattoman tiedonsiirtotekniikka ajatellaan rakentuvan kolmesta osasta: matkaviestinverkoista, langattomasta lähiverkosta WLANista ja Bluetoothista. Matkaviestinverkot mahdollistavat tiedonsiirron kaikkialle. Langatonta lähiverkkoa käytetään, kun tarvitaan tiedonsiirtoa muutaman kymmenen metrin säteellä esimerkiksi paikallaan pysyvien tietokoneiden, tulostimien ja muitten laitteiden kytkemiseksi samaan lähiverkkoon tai Internetiin. Bluetoothia ja muita vastaavia pienten etäisyyksien tiedonsiirtotekniikoita käytetään yksittäisten laitteiden välillä. Langattoman tekniikan käyttö yleistyy hitaasti. WLAN ja Bluetooth ovat tämän hetken ennustuksissa keskeisimmät lähivuosisien tekniikat. Päätelaitteiden kehittyminen näkyy vähitellen myös automaatiosovelluksissa, tosin pienet näytöt ja ahtaat näppäimistöt koetaan hankaliksi.

Automaatiotekniikan langattoman tiedonsiirron standardi 802.15.4 ZigBee ja Hart ovat tulevaisuuden tiedonsiirron menetelmiä 2,4 GHz – 2,4835 GHz taajuusalueiden välillä.. Koska langattomiin laitteisiin ei tule johtoa, jota pitkin niihin voitaisiin tuoda virtaa, täytyy

langattomilla laitteilla olla jokin oma virtalähde (esimerkiksi akku tai patterit), jotta ne voivat toimia. Mitä enemmän tällaiset laitteet sitten kuluttavat virtaa sitä useammin virtalähde on ladattava tai vaihdettava ja kustannukset kasvavat. Tämä on juuri se markkinarako, johon ZigBee ja Hart suuntaa (www.tekes.fi).

Laitteiden ja kommunikoinnin tietoturva on edelleen ratkaisematta. Lyhyen kantaman radiotekniikalla voidaan kehittää sovelluksia, joissa kantaman puitteissa paikallisesti kommunikoidaan älykkäiden laitteiden kanssa. Myös elektroniikka ja varsinkin piiriteknologia kehittyy todella nopealla tahdilla, mikä luo uusia nopeita ratkaisuja langattomaan tiedonsiirtoon. Tulevaisuudessa standardit tiedonsiirrossa 802.20 ja 802.22 MBWA (Mobile Broadband Wireless Access) eli toimii samalla alueella kuin MN, mutta eri taajuuksilla. MBWA:n tarkoitus on toimia kaupunkialueella liikkuvien kohteiden verkkotekniikassa, millä voi hyvinkin olla myös automaatiolle soveltuvia sovelluskohteita jopa älytekniikan osalta.

7 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Opinnäytetyössä asetetut tavoitteet saavutettiin. Tämä opinnäytetyön tavoitteena oli Tekniikan ja liikenteen alan automaatio-osaston opintoihin liittyvä kehitystyö, jossa otettiin käytäntöön Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteisto. Työssä on suunniteltu, rakennettu, testattu ja toteutettu Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteiden ohjaus suljetun tietoliikenneverkon kautta. Ohjaus tiedonsiirrossa, mekaniikassa ja logiikan ohjelmoinnissa toimi moitteettomasti. Tiedonsiirto suljetussa verkkoympäristössä on eri vaunujen välillä nopeaa.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen, aihe onnistunut ja omaa työtä palveleva. Opinnäytetyö on tarpeellinen, koska siinä otetaan käyttöön uutta tekniikkaa opetuslaitteiden kehittämisessä ja opetuksessa. Laitteiston laajennusmahdollisuudet antavat valmiudet pysyä ajan tasalla opetuksessa ja huomioida työelämän tarpeet ja vaatimukset. Opettajien pedagogisen näkemyksen kautta opetuslaitteistolla saadaan luotua oikea mielikuva ja halu oppia uusinta tekniikkaa ja huomioida työelämän tarpeet.

Opinnäytetyössä on käsitelty oppimisen perusteita, tietoverkkoja sekä ohjelmoitava logiikka ja tulevaisuuden langattomia tiedonsiirtojärjestelmiä. Saadun tiedon pohjalta on suunniteltu opetuslaitteistolle langattoman tiedonsiirron ja avoimen tietoverkkoverkkotekniikan toteutusmallit, mitkä toteutetaan syksyllä 2007. Työ toteutettiin suljettuun tietoverkkojärjestelmään, jonka kautta ohjataan uuden Education Training FEC FC34 -ohjelmoitavan logiikan avulla Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteita. Lisäksi kappaletavara-automaatiossa on otettu opetuskäyttöön OFF-line simulointiohjelmat. Tietokoneessa simulointiohjelmien avulla voi useampi opiskelija tehdä yhtä aikaa ohjelmia sekä siirtää ja testata ohjelmat Feston MPS -mekatroniikkaopetuslaitteella ja Mitsubishi robotilla. Lisäksi oppimisympäristöön lisättiin kappaletavara-automaatioon robotti ja siihen tarvittavat ohjelmistot sekä suoritettiin käyttöönotto.

Ongelmaksi opinnäytetyön osalta muodostui aika, koska loppukeväästä ja loppusyksystä laitteistolla opiskellaan eri kursseja useiden opiskelijaluokkien kanssa sekä keväisin päättävät luokat tekevät opinnäytetöitä. Tällöin mekatroniikkaopetuslaitteiden kehittämisen ajankohdaksi muodostui syksy ja alkutalvi. Aikataulu opinnäytetyön tekemisessä täytyi sovittaa näiden kurssiaikojen pohjalta. Ongelman ratkaisuksi on yksi selkeä vaihtoehto

hankkia lisää useita opetuslaitesarjoja. Tulemme jatkossa esittämään vuosittain investointirahaston kautta hankintaan mekatronikkaopetuslaitesarjoja. Oman opetustyöni osalta suuret opetustuntimäärät myös aiheuttivat aikaongelmaa opinnäytetyön valmistamisessa. Opinnäytetyön tekemisessä olisi hyväksi se, että keskittyy ainoastaan opinnäytetyön tekemiseen ja ottaa virkavapaata työnantajalta.

Opinnäytetyön aikana ilmeni opetuslaitteistolle seuraavia kehitysnäkymiä: järjestelmän jakaminen eri tuotantolinjoiksi, C-sarjan ja B- sarjan yhdistäminen yhteiseksi tuotantolinjaksi, kenttäväylätekniiikan kehittäminen opetuslaitteistolle, langaton tiedonsiirto, automaattiset vikailmoitukset mobiililaitteisiin, mekatroniikanopetuslaitteiden lisähankinnat ja koulutustarpeet.

LÄHTEET

Ahola & Lindh. 2006. Teollisuuden tiedonsiirto- ja tietojärjestelmät. Lappeenranta: University of Technology.

Aksela, M. 2007. IHA-2400 Hydrauliiikkatekniikka II. Tampere: Seminaari 19.1.2007.

Aro, J. 2006. Automaation uusi OPC -tiedonsiirto protokolla. Automaatio lehti 4/2006.

Festo Oy Suomi. 2006. Mekatroniikkaopetuslaitteisto kirjat. Vantaa: 53064 GmbH & Co. Kg.

Festo Oy Festo Didactic. 1991. Ohjaustekniikan perusteet. Vantaa: Paino. Saksa. Lunda Text AB.

Haimakainen, J. 2001. Teollisuus Ethernet Seminaariesitelmä. Tampere: Automaatio tietotekniikkaseminaari.

Hakala, M. & Vainio, M. 2005. Tietoverkon rakentaminen. Porvoo: Docendo Finland Oy. WS Bookwell.

Jaakkohuhta, H. 2002. Lähiverkot Ethernet. Helsinki: IT Press Edita Prima Oy.

Jaatinen, M. & Oksanen, E. 2000. Windows NT 4.0. Workstation Visual-sarja. Ternolit: Saarijärven Offset Oy.

Keinänen, Kärkkäinen, Metso, Putkonen. 2001. Logiikat ja ohjausjärjestelmät. Vantaa: Tummuvuoren Kirjapaino Oy.

Opetushallitus, 1999. Laki ammatillisesta koulutuksesta (L 630/98 2§, 5§) ja valtioneuvoston päätöksessä (VnP 213/1999). Helsinki: Opetushallitus.

Lehto, A. 2007. Kenttälaitesanomien, 1/2007. Emerson Process Management Oy:n asiakaslehti. Tampere: Kirjapaino Hermes.

Lempiäinen, M. 2002. Ohjelmoitavat logiikat. Tosiakajärjestelmät – Seminaari.

HELSINGIN YLIOPISTO: Tietojenkäsittelytieteen laitos.

Saarelainen, K. 1993. Lähiverkkojen tekniikka. Helsinki: Yritysmikrot Oy.

Seppälä, J. 2007. Automaatioväylä lehti1/2007. Forssan Kirjapaino Oy.

Sähköasennuksia koskevat standardit. 2004. Sähköalan Tietokansio, välilehti 0. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sähköturvallisuuslaki. 2004. Sähköalan Tietokansio, välilehti 1. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sähkölaitteiden turvallisuusvaatimukset. 2003. Sähköalan Tietokansio, välilehti 1. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sähkölaitteiden merkinnät. 2003. Sähköalan Tietokansio, välilehti 2. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sähkölaitteiden sähkömagneettinen yhteensopivuus. 1996. Sähköalan Tietokansio, välilehti 1. Espoo: Sähköinfo Oy.

SFS 6002. 1999. Sähkötyöturvallisuus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

TEKES, 2005. Äly- Älykkäät automaatiojärjestelmät. Teknologiaohjelma raportti 4/2005. Helsinki: Libria Oy.

Vuorenpää, P. & Rotkus J-P. 168575, 76490, 2006. Teollisuuden Profibus sovelluksia, pdf. Tampere: Tampereen Teknillinen yliopisto, Automaatio- ja säätötekniikan laitos.

OHEISKIRJALLISUUSTTA

Engeström, Y. 1988. Perustietoa opetuksesta. Helsinki: Valtiovarainministeriö – valtion painatuskeskus.

Festo Oy Suomi. 2006. Mekatroniikkaopetuslaitteisto kirjat. Vantaa: 53064 GmbH & Co. Kg.

Festo Oy Festo Didactic. 1991. Ohjaustekniikan perusteet. Vantaa: Paino. Saksa. Lunda Text AB.

Heikkinen, H.L.T. & Jyrkämä, J. 1999. Mitä on toimintatutkimus? Teoksessa Heikkinen, H. L.T. & Huttunen, R. & Moilanen, P. (toim.) Siinä tutkija missä tekijä - toimintatutkimuksen perusteita ja näköaloja. Jyväskylä: Atena Kustannus.

Heikkinen, H.L.T. 2001. Toimintatutkimus – Toiminnan ja ajattelun taitoa. Jyväskylä: Atena kustannus.

Heikkinen, H.L.T. 2001. "Toimintatutkimus". Teoksessa Aaltola, J. & Valli, R. (toim.) Ikkunoita tutkimusmetodeihin. Jyväskylä: I. PS-kustannus.

Honka, J., Ruohotie, P., Suvanto, A. & Mustonen, L. 2000. Ammattikasvatuksen haasteet. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu.

Kuula, A. 2000. Toimintatutkimus. Kenttätöitä ja muutospyrkimyksiä. Tampere: Tampereen Vastapaino.

Leppisaari, I. 2003. Oppiminen ja oppimismenetelmät. Kokkola: Luentomateriaali, Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu/AVERKO.

Manninen, J. & Pesonen, S. 1997. Uudet oppimisympäristöt. Aikuiskasvatus lehti 4/1997.

Olkinuora, E. 1979. Oppimisen ja opiskelun mielekkyydestä. Jyväskylän yliopisto: Kasvatustieteiden tutkimuslaitoksen selosteita ja tiedotteita 121.

Olkinuora, E. 1983. Oppimisen ja opiskelun mielekkyydestä peruskoulun päättövaiheessa. Empiirisiä tuloksia. Turun yliopisto: Kasvatustieteiden laitoksen julkaisusarja A:86.

Peltonen, M. Ruohotie, P. 1992. Oppimismotivaatio, Teoriaa, tutkimuksia ja esimerkkejä oppimishalukkuudesta. Keuruu: Kustannusosakeyhtiö Otavan painolaitokset.

Ruohotie, P & Honka J. 2003. Ammatillinen huipputaaminen. Hämeenlinna: Hämeenlinnan opettajainkoulutuslaitos.

Ruohotie, P. & Leino, J. & Rauhala, P. 1993. Oppimis- ja opettamismotivaatio ammatillisissa oppilaitoksissa. Hämeenlinna: Ammatikasvatussarja 7. Tampereen yliopiston Hämeenlinnan opettajainkoulutuslaitos.

Suojanen, U. 1992. Toimintatutkimus koulutuksen ja ammatillisen kehittymisen välineenä. Helsinki: Finn Lectura.

Tammilehto, M.2006. Haasteita ammatillisen perustutkintojen päivitykselle. Helsinki: Opetusministeriö.

Vakkuri, K. 1998. Opi tehokkaammin opi oppimaan. Vantaa: Tummavuoren Kirjapaino Oy.

Internet lähteet

http://www.automation.hut.fi/edu/as84168/htmat/IEC61131/language_sfc.html
(Luettu 2.2.2007).

http://www.automaatiovayla.fi/julkaisut_1_2007/ (Luettu 4.10.2006).

http://www.automaatioseura.fi/_kenttalaitteet/ (Luettu 6.9.2006).

http://www.emersonprocess.fi/kenttalaitesanommat1_7/ (Luettu 2.3.2007).

<http://www.enera.fi/> Teollisuus- Ethernet verkkoratkaisut automaatio- ja kenttäväyläympäristössä (Luettu 5.1.2007).

<http://www.festo.com>. (Luettu 30.9.2006, 8.1.2007, 25.1.2007, 27.1.2007).

<http://www.integrityusa.com/sper.htm> (Luettu 24.1.2007).

<http://www.kajak.fi/Opari//ontTukiToimTutk.aspx>. (Luettu 9.1.2007, 28.1.2007)

<http://oph.fi/attachment.asp>. (Luettu 28.11.2006).

http://www.opetus.stadia.fi/koneautomaatiolaboratorio/kenttavaylat/01_kentt%E4v%E4yl%E4t_osa1.ppt#26 (Luettu 14.9.2006).

<http://www.palowireless.com/wireless> (Luettu 1.3.2007).

<http://www.profibus.com> (Luettu 14.9.2006, 10.11.2006, 4.2.2007).

<http://www.tekes.fi/ohjelmat/aly> Luettu 4.3.2007).

http://www.TEKES.fi/tulevaisuuden_verkot/ (Luettu 7.2.2007).

<http://www.westermo.se/k14.html> (Luettu 24.1.2007).

<http://www.zigbee.org/wireless> (Luettu 1.3.2007).

<http://www.profibus.com> (Luettu 14.9.2007).

<http://www.profibus.com/data/technic/index.html> (Luettu 14.9.2006).

Liitteet ja kyselylomakkeet

Sähköposti haastattelu

Feston MPS Mekatroniikkavaunut C-sarja, B-sarja ja verkkojärjestelmäohjaus

Järjestelmä:

Haastateltava: Festo Oy Finland, Markku Lähetkangas

Päiväys

1. Hinnanmuodostus MPS -mekatroniikka opetuslaitteet järjestelmissä, C- sarja ja B-sarja.
2. Markkinaosuus MPS -mekatroniikkavaunujen asennuksissa (määrät myynnissä) Suomessa.
Vanhempi C-sarja ja uusi B-sarja
3. Markkinaosuus MPS -mekatroniikkavaunujen asennuksissa (määrät myynnissä) Suomessa. Vertailu kilpailijoiden vastaaviin järjestelmiin?
4. Mikä on kyseessä olevan B-järjestelmän edut perinteiseen C-sarjaan nähden, kolme kohtaa?
 - 1.
 - 2.
 - 3.
5. Mikä on kyseessä olevan C- ja B- sarja järjestelmän edut kilpailijoiden vastaaviin järjestelmiin verrattuna, kolme kohtaa?
 - 1.
 - 2.
 - 3.
6. MPS -mekatroniikkavaunut B-sarja järjestelmä. Miten seuraavat asiat toimivat seuraavan viiden vuoden aikana järjestelmän uudistuessa (ruksita kohta).

Ruksi	Kohde asiat	Ruksi	Kohde asiat
	Yleinen sähkösuunnittelu		Verkkojärjestelmän ylläpito
	Osatoimitukset		Koulutus
	Päivitykset komponenteissa		Huolto
	Järjestelmän ylläpito		Laitetoimittajan osaaja
	Varaosien saatavuus		Ohjelmointi ja ylläpito

7. Muuta esille tulevaisuuteen liittyvää asiaa.

LIITE 1/2
Liitteet ja kyselylomakkeet

Sähköposti haastattelu

SMC Mekatroniikka opetuslaitteet (vaunut) .

Järjestelmä:

Haastateltava: SMC Oy Finland, Juha Kivistö

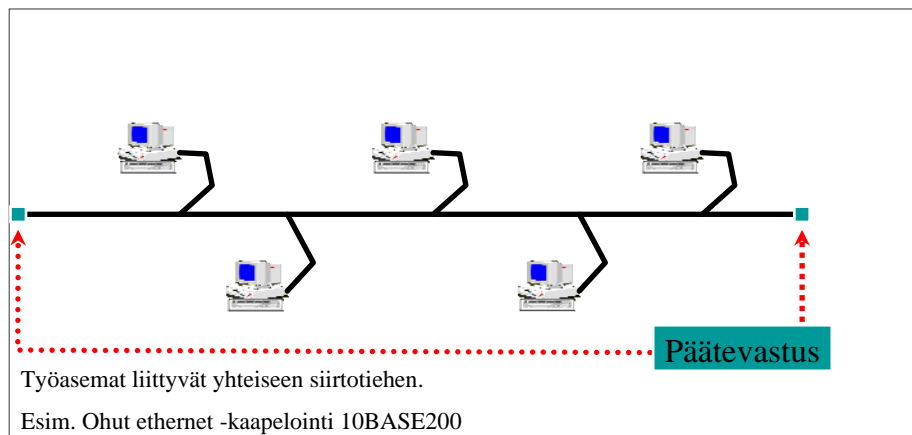
Päiväys

7. Hinnanmuodostus MPS -mekatroniikka opetuslaitteet järjestelmissä.
8. Markkinaosuus MPS -mekatroniikkavaunujen asennuksissa (määrät myynnissä) Suomessa.
9. Markkinaosuus MPS -mekatroniikkavaunujen asennuksissa (määrät myynnissä) Suomessa. Vertailu kilpailijoiden vastaaviin järjestelmiin?
10. Mikä on kyseessä olevan järjestelmän edut, kolme kohtaa?
- 1.
 - 2.
 - 3.
11. Mikä on kyseessä olevan järjestelmän edut kilpailijoiden vastaaviin järjestelmiin verrattuna, kolme kohtaa?
- 1.
 - 2.
 - 3.
12. MPS -mekatroniikkavaunut järjestelmä. Miten seuraavat asiat toimivat seuraavan viiden vuoden aikana järjestelmän uudistuessa (ruksita kohta).

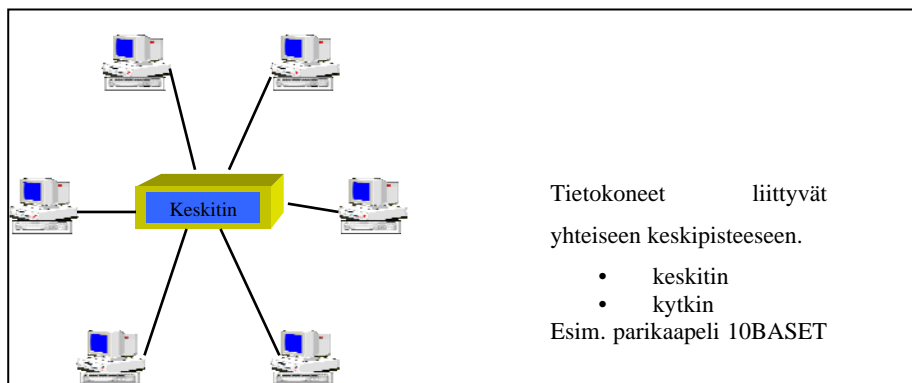
Ruksi	Kohde asiat	Ruksi	Kohde asiat
	Yleinen sähkösuunnittelu		Verkkojärjestelmän ylläpito
	Osatoimitukset		Koulutus
	Päivitykset komponenteissa		Huolto
	Järjestelmän ylläpito		Laitetoimittajan osaaja
	Varaosien saatavuus		Ohjelmointi ja ylläpito

7. Muuta esille tulevaisuuteen liittyvää asiaa.

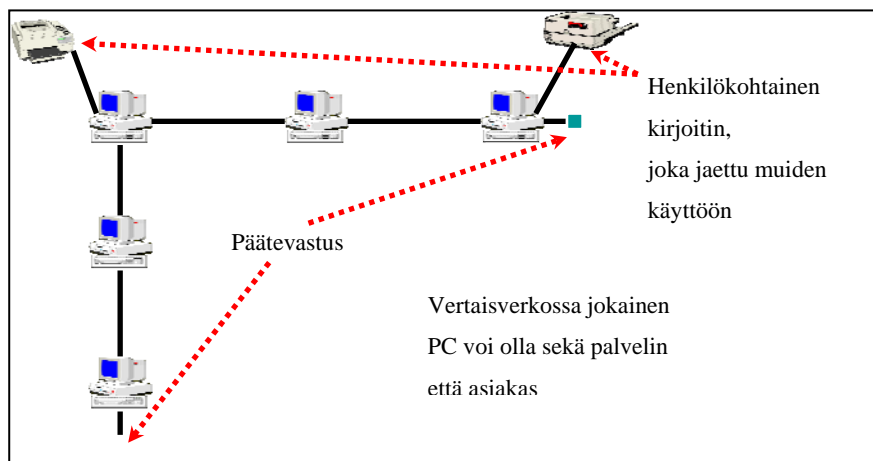
LÄHIVERKKO RATKAISUMALLEJA



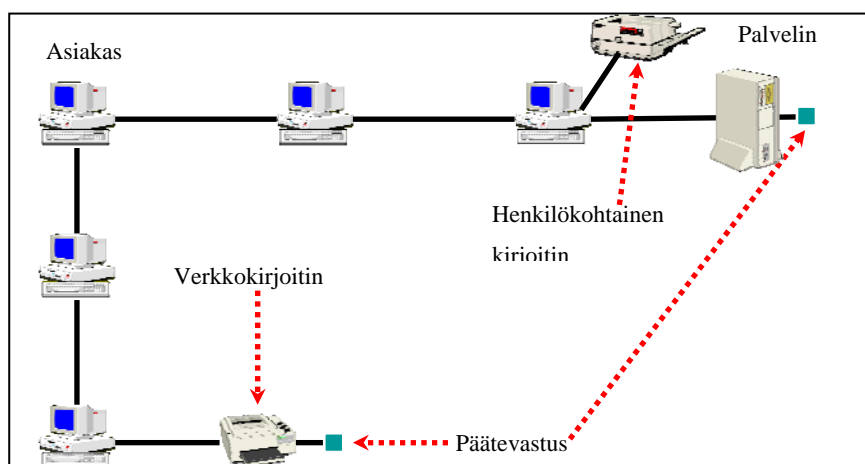
Väyläverkko.



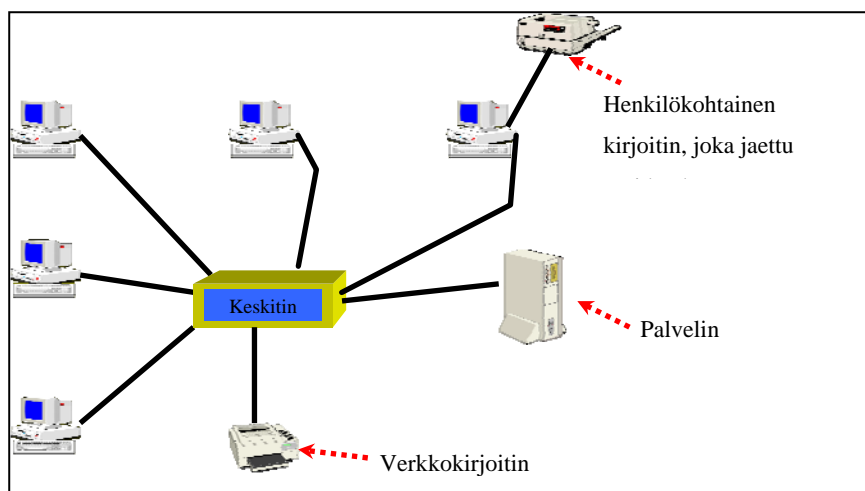
Tähtiverkko.



Vertaisverkko (Työryhmäverkko Ethernet).



Palvelin verkko Ethernet – kaapeli.

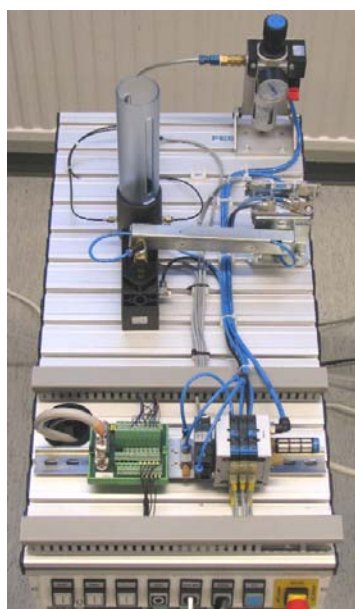


Palvelinverkko, parikaapeli.

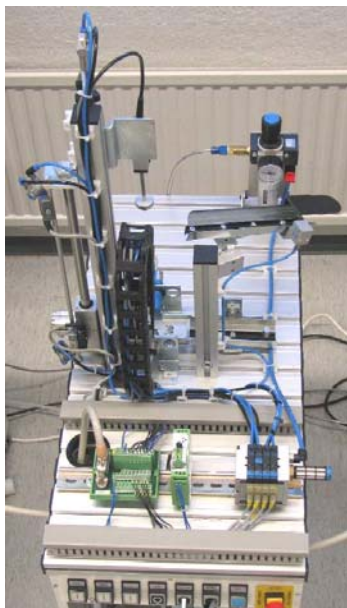
FESTON – MEKATRONIIKKAOPETUSLAITTEET



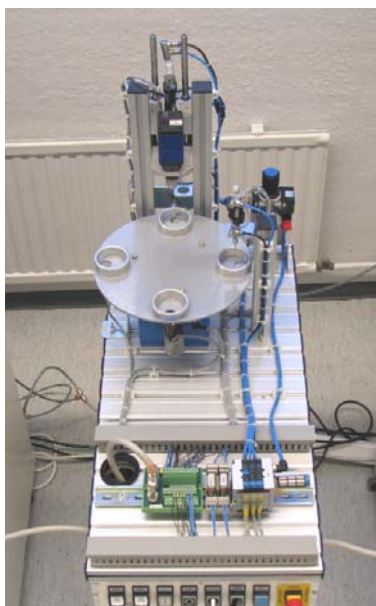
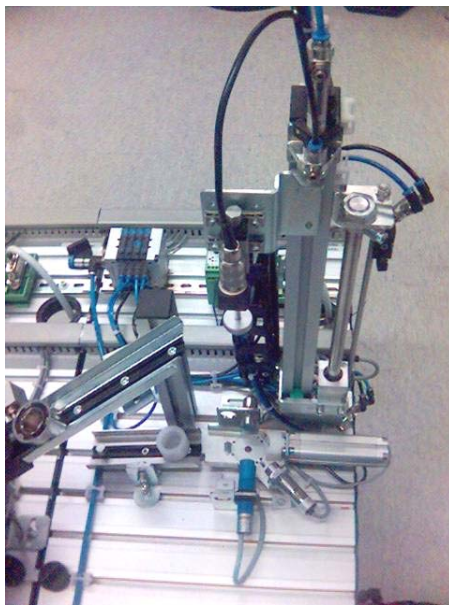
MPS -mekatronikkaopetuslaitteiden koko järjestelmä.



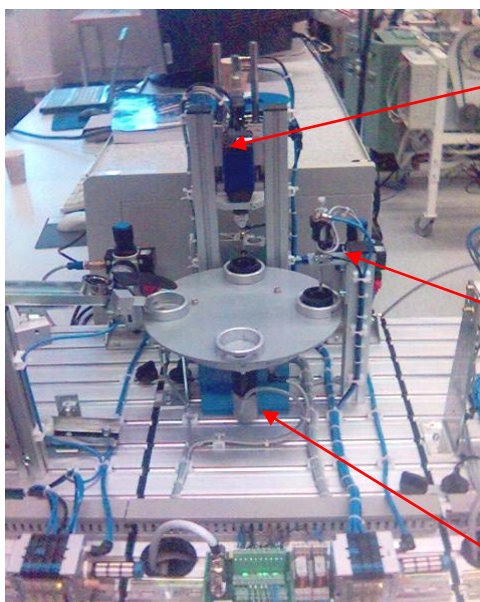
Jakeluasema.



Testausasema.



Prosessiasema.



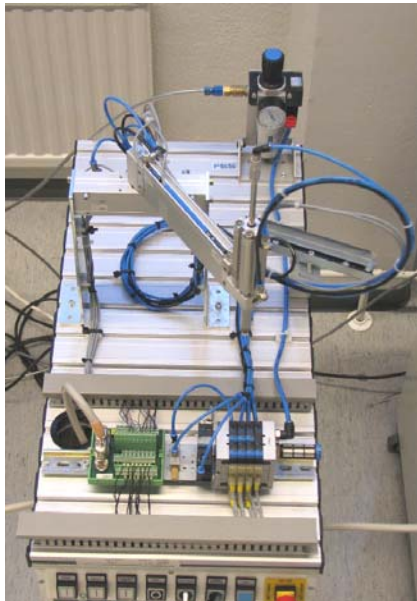
Porakone



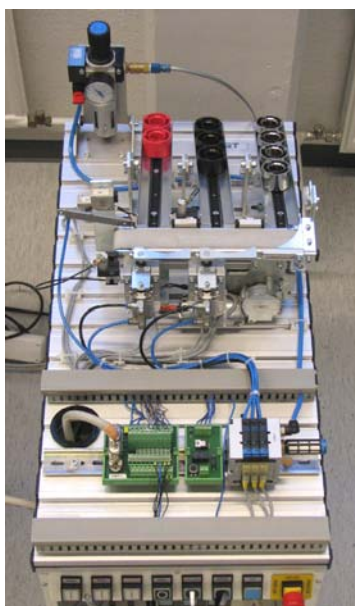
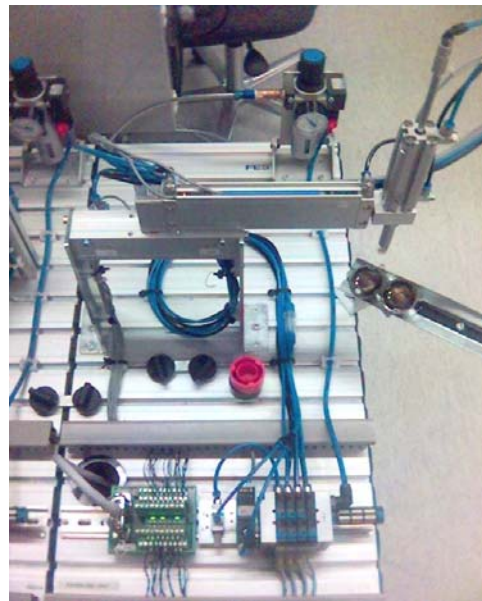
Mittaussylinteri



Vaihdemoottori



Käsittelyasema.



Lajitteluasema.

