

Jaana Karjalainen

LABVIEW-OHJELMALLA SARJAVÄYLÄN KAUTTA OHJATTU  
PNEUMAATTINEN KYTKENTÄ

Insinöörityö

Kajaanin ammattikorkeakoulu

Tekniikan ja liikenteen ala

Tietotekniikan koulutusohjelma

Kevät 2004

Osasto	Koulutusohjelma
Tekniikka ja liikenne	Tietotekniikan koulutusohjelma
Tekijä(t)	
Jaana Karjalainen	
Työn nimi	
LabView-ohjelmalla sarjaväylän kautta ohjattu pneumaattinen kytkentä	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot	Ohjaaja(t)
Konenäkö ja mittaustekniikka	Tiina Kärkkäinen ja Pekka Juntunen
Aika	Sivumäärä
Kevät 2004	40+ 11
Tiivistelmä	
<p>Tämän insinöörityön tarkoituksena on ollut lisätä Kajaanin ammattikorkeakoulun automaatiotekniikan laboratorion laitteistojen käyttömahdollisuuksia sekä monipuolistaa logiikan ohjauksen opetusta. Laboratorioon on jo aiemmin hankittu runsaasti mm. Feston sähköisiä ja pneumaattisia komponentteja, joiden ohjattavuutta haluttiin nyt laajentaa graafisella LabVIEW-ohjelmalla.</p> <p>Työssä otettiin käyttöön Festo Didacticin toimittama EasyPort-laitteisto, joka mahdollistaa pneumaattisen kytkennän ohjauksen PC:llä sarjaväylän kautta. Laitteistoon kuului EasyPort D8A -moduuli, joka toimii rajapintana kaksisuuntaiselle sarjaliikenteelle PC:n ja matalajännitteisen prosessinohjausjärjestelmän välillä sekä kytkentäyksikkö kahdeksalle digitaaliselle tulolle ja lähdölle. Pneumaattinen kytkentä käsitti kaksi sylinteriä rajakytkimiseen. Kytkennän ohjausta varten laadittiin LabVIEW-ohjelma, jolla käyttäjä pystyy valitsemaan haluamansa toimintasekvenssit ja viiveet kummallekin sylinterille.</p> <p>Kytkennän toiminnan havainnollistamiseksi kytkentä piirrettiin myös Feston FluidSIM-ohjelmalla. Tämän ohjelman avulla opiskelija pystyy simuloimaan erikseen sekä kytkennän sähköisen että paineilmaosuuden ja tutustuu näin ollen pneumaattisen kytkennän ohjattavuuteen kokonaisuudessaan.</p>	
Luottamuksellinen	
Kyllä	
Ei X	
Hakusanat	
Säilytyspaikka	
Kajaanin ammattikorkeakoulu	



**Kajaanin  
ammattikorkeakoulu**

## ABSTRACT

## FINAL YEAR PROJECT

Faculty	Degree programme
Faculty of Engineering	Information Technology
Author(s)	
Jaana Karjalainen	
Title	
A Pneumatic Connection Controlled by LabView via a Serial Bus	
Optional professional studies	Instructor(s) / Supervisor(s)
Machine vision and measuring technology	Tiina Kärkkäinen, Pekka Juntunen / <b>Pentti Romppainen</b>
Date	Total number of pages
Spring 2004	40+ 11
Abstract	
<p>The purpose of this final year project was to improve possibilities to use the equipment of the automation laboratory of Kajaani Polytechnic. The laboratory has many electric and pneumatic components purchased from Festo Didactic.</p> <p>In this project the EasyPort equipment was introduced. The equipment comprised the EasyPort D8A module, a digital connection unit, a PC and the pneumatic connection. EasyPort makes it possible to control the pneumatic connection by the LabView program via a serial bus. The EasyPort module which acts as an interface makes bidirectional transmission possible between a PC and the digital connection unit. The pneumatic connection included two cylinders with their limit switches and two double acting valves. The control software for the connection was made by the LabVIEW program. Users can choose the required sequences and delays for both of the cylinders.</p> <p>To simulate the connection a wiring diagram was made by the FluidSim program. With this program students are able to test the electric and compressed air part of the connection separately. The simulation visualizes comprehensively all controlling of the pneumatic connection to the students.</p>	
Confidential	
Yes	
No <input checked="" type="checkbox"/>	
Keywords	
Deposited at	
Kajaani's Polytechnic, library	

TIIVISTELMÄ	
ABSTRACT	
SISÄLLYSLUETTELO	
SYMBOLILUETTELO	
1 JOHDANTO .....	6
2 LAITTEET JA OHJELMISTOT .....	7
2.1 Työssä käytetyt laitteet .....	7
2.2.1 EasyPort D8A .....	7
2.2.2 KytKentäyksikkö 162231 .....	8
2.2.3 Pneumaattiset komponentit .....	9
2.3 Ohjelmat .....	12
2.3.1 Ezdde V3.9 .....	12
2.3.2 Vswitch V2.6 .....	12
2.3.3 FluidSim-P 3.5 .....	13
2.3.4 LabVIEW 7.0.....	14
3 EASYPORT-LAITTEISTON KÄYTTÖÖNOTTO.....	16
3.1 Laitteiston kytkentä.....	16
3.2 Sarjaliikenteen ohjaus .....	17
3.3 EasyPortin ja sarjaliikenteen toiminnan testaus .....	18
4 PNEUMAATTINEN KYTKENTÄ .....	21
5 OHJELMISTO .....	24
5.1 Ohjelman määrittely .....	24
5.2 Ohjelman toteutus .....	24
5.2.1 Etupaneeli.....	26
5.2.2 Diagrammi-ikkuna .....	27
5.3 Testaus.....	31
5.3.1 Testaussuunnitelma.....	31
5.3.2 Testauksen toteutus.....	32
6 LAITTEISTON KÄYTTÖOHJEET .....	34
7 TYÖN TULOKSET .....	35
8 YHTEENVETO.....	37
LÄHDELUETTELO .....	39
LIITTEET	

## TERMIT JA LYHENTEET

Client	Asiakas. Tässä yhteydessä puhutaan asiakasohjelmasta (LabVIEW) , jolla tässä työssä tehtiin käyttöliittymä pneumaattisen kytkennän ohjaamiseksi.	
Item	Osoitus. LabVIEW-ohjelmoinnissa käytetty käsky, jolla määritellään käsiteltävän bitin osoite.	
Sekvenssi	Kahden tai useamman peräkkäisen aineksen järjestys. Tässä työssä lähinnä jakso tai liikesarja.	
Server	Palvelin. Auttaa kahta eri ohjelmistoa tai laitteistoa kommunikoi- maan keskenään.	
DDE	<b>D</b> ynamic <b>D</b> ata <b>E</b> xchange	(kommunikointiprotokolla)
LED	<b>L</b> ight <b>E</b> mitting <b>D</b> iode	valodiodi
.vi	<b>V</b> irtual <b>I</b> nstrument	LabVIEW:lla laaditun ohjelman tunnus

## 1 JOHDANTO

Kajaanin ammattikorkeakoulun automaatiotekniikan laboratorio on suunniteltu pääasiassa opetuskäyttöön. Laboratoriossa opiskelijoilla on mahdollisuus toteuttaa pneumaattisia ja sähköisiä kytkentöjä sekä perehtyä prosessin ohjaukseen mm. sumealla logiikalla tai esimerkiksi Medoc+-ohjelmistolla. Laboratorioon on jo aiemmin hankittu pääasiassa Festo Didacticin valmistamia pneumatiikan komponentteja, kytkentöjen testaukseen tarkoitettuja ohjelmistoja sekä erilaisia prosessin ohjaukseen tarkoitettuja laitteistoja.

Pneumaattisten komponenttien käytön sekä opetuksen monipuolistamiseksi laboratorioon on lisäksi hankittu Feston valmistama EasyPort-laitteisto, joka mahdollistaa pneumaattisen kytkennän ohjauksen PC:llä sarjaväylän kautta. Logiikan ohjausmahdollisuuksia haluttiin lisäksi laajentaa LabVIEW-ohjelmoinnilla.

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli saattaa hankittu EasyPort-laitteisto toimintavalmiuteen opetustilanteita varten. Laitteiston testaamiseksi ja käytön havainnollistamiseksi sille laadittiin muutaman sylinterin käsittävä pneumaattinen kytkentä, LabVIEW-ohjelma kytkennän toiminnan ohjaamiseksi sekä yksityiskohtaiset käyttöohjeet.

Tämän laitteiston avulla opiskelijoiden on tarkoitus tutustua kokonaisvaltaisesti pneumaattisen laitteiston ohjaukseen ja perehtyä pneumatiikan kytkentä-periaatteisiin, sarjaliikenteen avulla tapahtuvaan ohjaukseen sekä LabVIEW-ohjelmointiin.

## 2 LAITTEET JA OHJELMISTOT

### 2.1 Työssä käytetyt laitteet

Käytettävä laitteisto koostui neljästä osasta:

- PC:stä, jolla käyttäjä ohjaa sarjaväylän kautta kytkennän toimintaa.
- Festo Didacticin EasyPortista, joka on rajapintatyökalu kaksisuuntaiselle sarjaliikenteelle PC:n ja pienjännitteisen prosessinohjausjärjestelmän välillä.
- Festo Didacticin kytkentäyksiköstä, jolla ohjataan pneumaattisen kytkennän sähköistä toimintaa.
- pneumaattisesta kytkennästä.

#### 2.2.1 EasyPort D8A

*EasyPort D8A* -moduuli tuottaa rajapinnan kaksisuuntaiselle sarjaliikenteelle PC:n ja matalajännitteisen (24 V DC) prosessinohjausjärjestelmän välillä. Kuvan 1 mukaisia EasyPort-moduuleja on mahdollisuus kytkeä jopa kahdeksan kappaletta kuituoptiseen silmukkaan, mikä mahdollistaa useiden prosessien kontrolloinnin yhdellä PC:llä. [1]



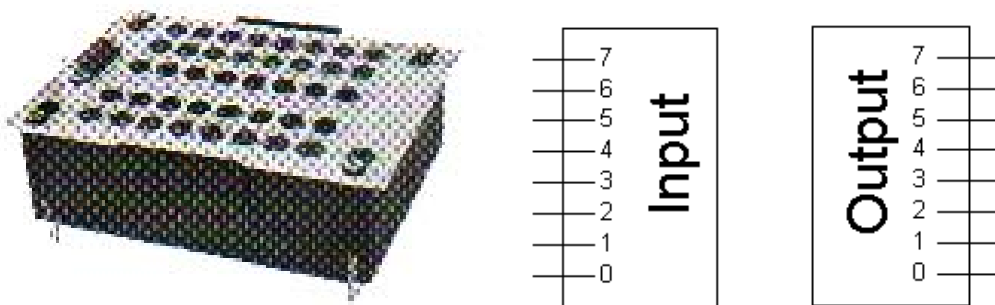
*Kuva 1. EasyPort-moduuli*

EasyPort-laitteisto on suunniteltu nimenomaan opetustarkoitukseen, mutta sen käyttö on mahdollista myös teollisessa ympäristössä.

EasyPort-moduuli liitetään PC:n COM-porttiin RS-232-kaapelilla. Mahdolliset lisämoduulit kytketään toisiinsa optisella kuitukaapelilla. Moduulissa on kahdeksan digitaalista ja neljä analogista tuloa sekä kahdeksan digitaalista ja kaksi analogista lähtöä. Lähtöjen ja tulojen tilat on ilmaistu LEDien avulla. EasyPortin tarvitsema käyttöjännite on 24 V DC +/- 10 %.[2]

### 2.2.2 KytKentäyksikkö 162231

KytKentäyksikkö 162231 käsittää 8 digitaalista tuloa ja lähtöä sekä 24-nastaisen liittimen (IEEE 488). Kuvassa 2 on esitetty kytKentäyksikön valokuva ja piirrosmerkki. Tuloille on kolme 4 mm:n liitinaukkoa jokaista kahdeksaa 3-napaista anturia kohden. Lähdöille on kaksi 4 mm:n liitinaukkoa jokaista kahdeksaa kytKintä (actuators) kohden. Tulojen ja lähtöjen tilat (0 tai 1) ilmaistaan LEDien avulla. KytKentäyksikön käyttöjännite on 24 V DC, mikä kytketään yksikköön 4 mm:n liittimillä (SysLink). KytKentäyksikkö liitetään EasyPort-moduuliin 24-nastaisella (IEEE 488) kaapelilla.[3]



Kuva 2. KytKentäyksikkö 162231



### 2.2.3 Pneumaattiset komponentit

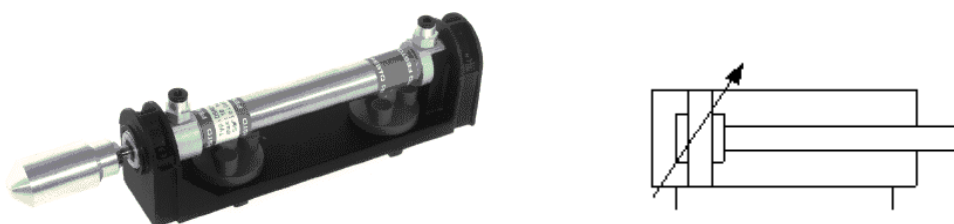
Työssä laadittu pneumaattinen kytkentä sisälsi seuraavat komponentit:

- kaksitoiminen sylinteri, 2 kpl
- 5/2 suuntaventtiili, 1 kpl
- 5/2 jousipalautteinen suuntaventtiili, 1 kpl
- painonappikytkinyksikkö, 1 kpl
- rajakytkin, 2 kpl

Seuraavissa kappaleissa komponenttien toimintaa esitellään yksityiskohtaisemmin. Kuvissa 4, 5 ja 6 on valokuvien lisäksi esitetty myös komponenttien piirrosmerkit.

- Kaksitoiminen sylinteri

Sylintereitä käytetään erilaisilla tuotantolinjoilla mm. kappaleiden siirtämiseen, kiinnittämiseen ja irrottamiseen. Sylinteri muuttaa pneumaattisen energian suoraviivaiseksi mekaaniseksi liikkeeksi. Kaksitoimisen sylinterin (kuva 3) männänvarsi liikkuu paineilman avulla edestakaisin. Sylinterin sitä kammiota, johon paineilma tuodaan, kun sylinterin varsi työntyy ulos, kutsutaan plus-kammioksi. Ulospäin tapahtuvaa liikettä kutsutaan plus-liikkeeksi ja vastaavasti sisäänpäin tapahtuvaa liikettä miinus-liikkeeksi. Mäntä saadaan liikkumaan haluttuun suuntaan johtamalla paineilma toiseen kammioon ja poistamalla paineet vastakkaisen puolen kammioista. Männän ääriasento on säädettävissä kahden ruuvin avulla. Sylinterin männässä on solenoidi, jota voidaan käyttää rajakytkimenä [4].



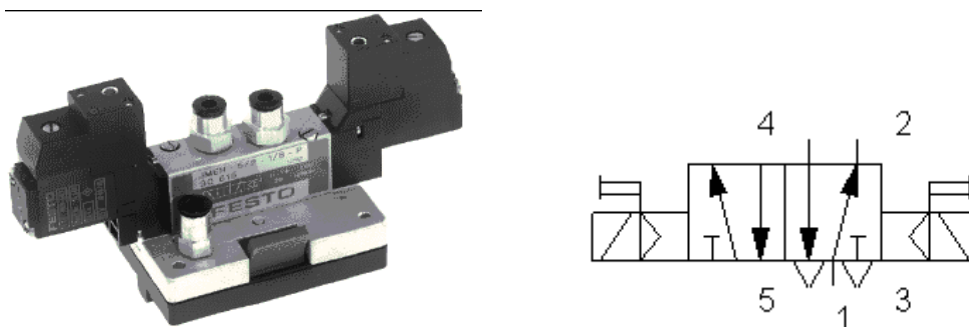
Kuva 3. Kaksitoiminen sylinteri ja sen piirrosmerkki [4]

Sylintereitä valmistetaan hyvin monen kokoisia. Seuraavassa on esimerkkinä Feston valmistamien sylinterien ominaisuuksia. Suluissa on esitetty tässä työssä käytetyn sylinterin ominaisuudet.[4]

Männän maksimiliike:	1 ... 5000 mm	(100 mm)
Männän ala:	0,25 ... 810 cm <sup>2</sup>	(3,14 cm <sup>2</sup> )
Männän halkaisija:	0,1 ... 750 cm <sup>2</sup>	(2,72 cm <sup>2</sup> )

- 5/2 Suuntaventtiili

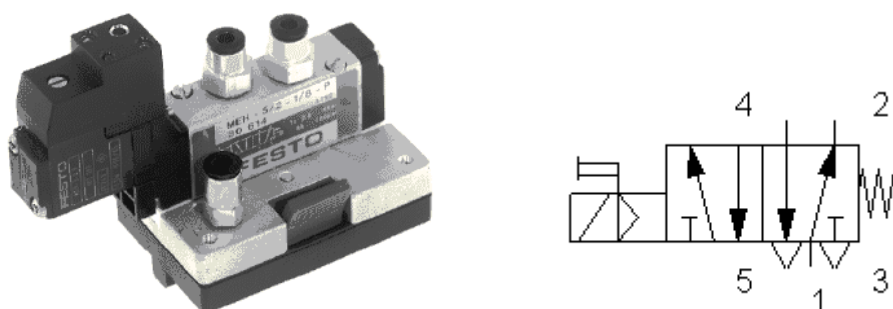
Kuvan 4 magneettiventtiiliä kontrolloidaan kelan ja sopivan jännitesignaalin avulla, joilla ohjataan venttiilin karan liikettä ja siten paineilman virtaussuuntaa. Venttiilin nimi tulee siitä, että sillä on viisi liitäntäaukkoa ja kaksi tilaa. Tila säilyy samana myös ohjaussignaalin katkettua. Paluuliike tapahtuu vastakkaisella signaalilla. Liitäntäaukkojen numerointi käy selville kuvan 4 piirrosmerkistä. Paineilma johdetaan venttiiliin aukosta 1. Lähtöaukoista 2 ja 4 paine johdetaan toimilaitteelle. Poistoilma vapautuu aukoista 3 ja 5. Venttiiliä voidaan ohjata myös manuaalisesti ilman ohjaussignaalia.



Kuva 4. 5/2 suuntaventtiili ja sen piirrosmerkki [4]

- 5/2 Jousipalautteinen venttiili

Myös kuvan 5 jousipalautteisen venttiilin ohjaus tapahtuu jännitesignaalilla. Paineilma tuodaan kuvan 5 piirrosmerkin mukaisesti aukkoon 1, mistä se ohjautuu toimilaitteelle lähdöstä 4. Ohjaussignaalin katkettua venttiili palautuu alkuasentoon jousen avulla (paineilma tulosta 1 lähtöön 2). Lähdöt 3 ja 5 ovat paineen poistoaukkoja.



*Kuva 5. 5/2 Jousipalautteinen suuntaventtiili ja sen piirrosmerkki [4]*

- Painonappikytkin

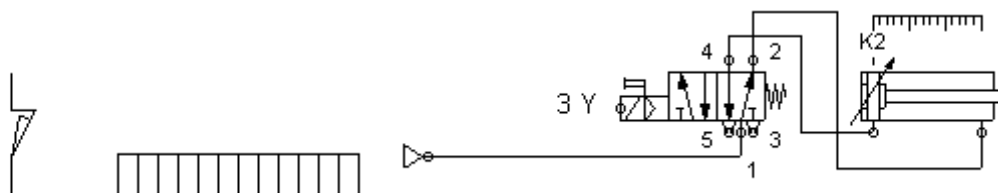
Painonappikytkintä käytetään yleensä käynnistämään jokin toiminto. Usein painonappikytkin toimii myös turvakytkimenä. Kuvassa 6 olevassa kytkinyksikössä on kolme painonappia, joilla kullakin ohjataan neljää kytkintä. Kytkimet sulkeutuvat nappia painettaessa ja vapautuvat välittömästi vapautettaessa painike [4]. Kytkinyksikölle tuodaan +24 V tasajännite ylänurkan punaiseen liitinaukkoon ja maa +0 V alanurkan siniseen liitinaukkoon. Kunkin kytkimen yläpuoliseen liitinaukkoon tuodaan käyttöjännite ( +24 V), ja alapuolinen liitinaukko kytketään sille toimilaitteelle, jota halutaan ohjata.



*Kuva 6. Painonappikytkinyksikkö ja sen piirrosmerkki [4]*

- Rajakytkin

Rajakytkintä käytetään kontrolloimaan sylinterin tilaa kytkennässä kuvan 7 mukaisesti. Yleensä rajakytkin sijoitetaan kontrolloimaan joko sylinterin männän alkuasentoa tai ääriasentoa. Kytkin on normaalitilassa auki ja sulkeutuu välittömästi sylinterin männän saavuttaessa kytkimen mekaanisen sulkimen.



Kuva 7. Rajakytkimen piirrosmerkit [4]

## 2.3 Ohjelmat

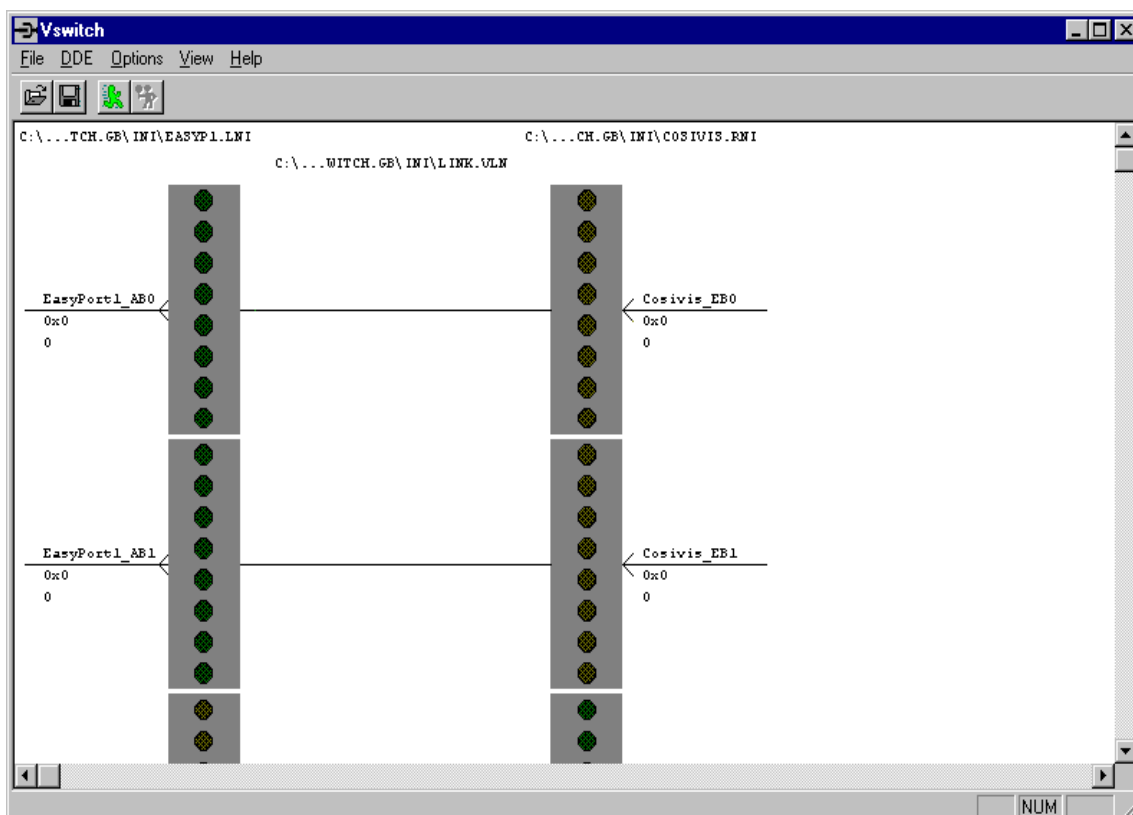
### 2.3.1 Ezdde V3.9

Ezdde on DDE (Dynamic Data Exchange) -serveri Feston logiikoille, Burgertin säätimille ja EasyPort-liitäntäyksikölle. Tämän kommunikointiprotokollan avulla voidaan kommunikoida eri sovellusten kesken yhdellä PC:llä.

### 2.3.2 Vswitch V2.6

Vswitch on Festo Didacticin ohjelma, jonka avulla voidaan käynnistää DDE-serveri (palvelin) toimimaan esimerkiksi logiikan kontrolliohjelmien kanssa. Monet ohjelmat, kuten PLC-simulaattorit ja laitteistojen ajurit, edellyttävät DDE-serverifunktiota. Vswitch auttaa DDE-serverin (Ezdde) ja asiakasohjelman (Exel, LabView, FluidSim, InTouch...) liittämisesä keskenään ja on kehitetty nimenomaan tähän tarkoitukseen. Vswitch edellyttää DDE-kytkennässä terminaalien käyttöä. Terminaalit on jaettu oikean- ja vasemmanpuoleiseen terminaaliin (server ja client), jotka on linkitetty yhteen. Käyttäjä voi konfiguroida sekä palvelimen että asiakasohjelman kommunikointitavan ini-tiedostojen avulla. Niiden nimet (.LNI, .RNI ja .VLN) näkyvät Vswitch:n ohjelmaikkunan

yläosassa kuvan 8 mukaisesti. Terminaaleissa jokainen bitti ilmaistaan LEDillä. Ne on ryhmitelty bittien tavoin ( 8 bittiä tai 16 bittiä). [2]

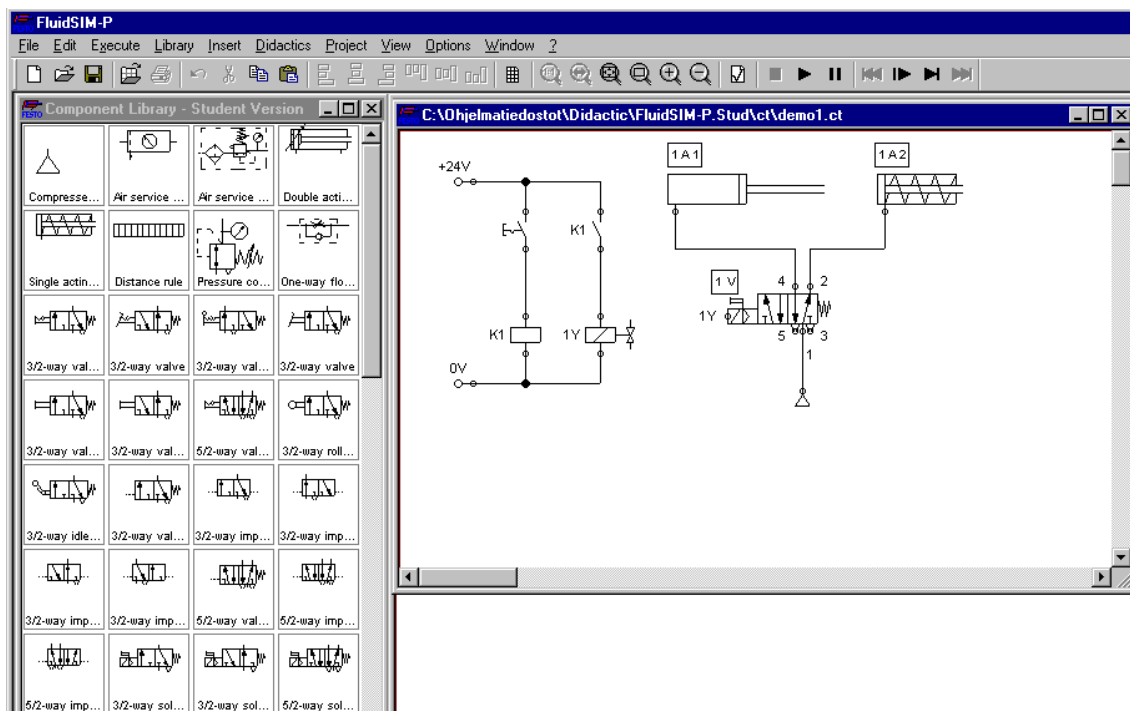


Kuva 8. Vswitch-ohjelman terminaalit

### 2.3.3 FluidSim-P 3.5

FluidSim on Feston opetuskäyttöön laatima ohjelma, jolla voidaan piirtää ja simuloida pneumaattisia kytkentöjä. Yleisimmin käytettävät komponentit ovat saatavilla suoraan ohjelman komponenttikirjastosta. Ohjelmassa käyttäjä voi testata ja simuloida erikseen kytkennän paineilmaosuuden sekä sähköisen osuuden.

FluidSim-ohjelman käyttöpaneelissa (kuva 9) on tila kytkentäkaavion piirtämistä varten sekä komponenttikirjasto, josta komponentit voidaan siirtää hiirellä vetämällä suoraan kytkentäpiirustukseen.



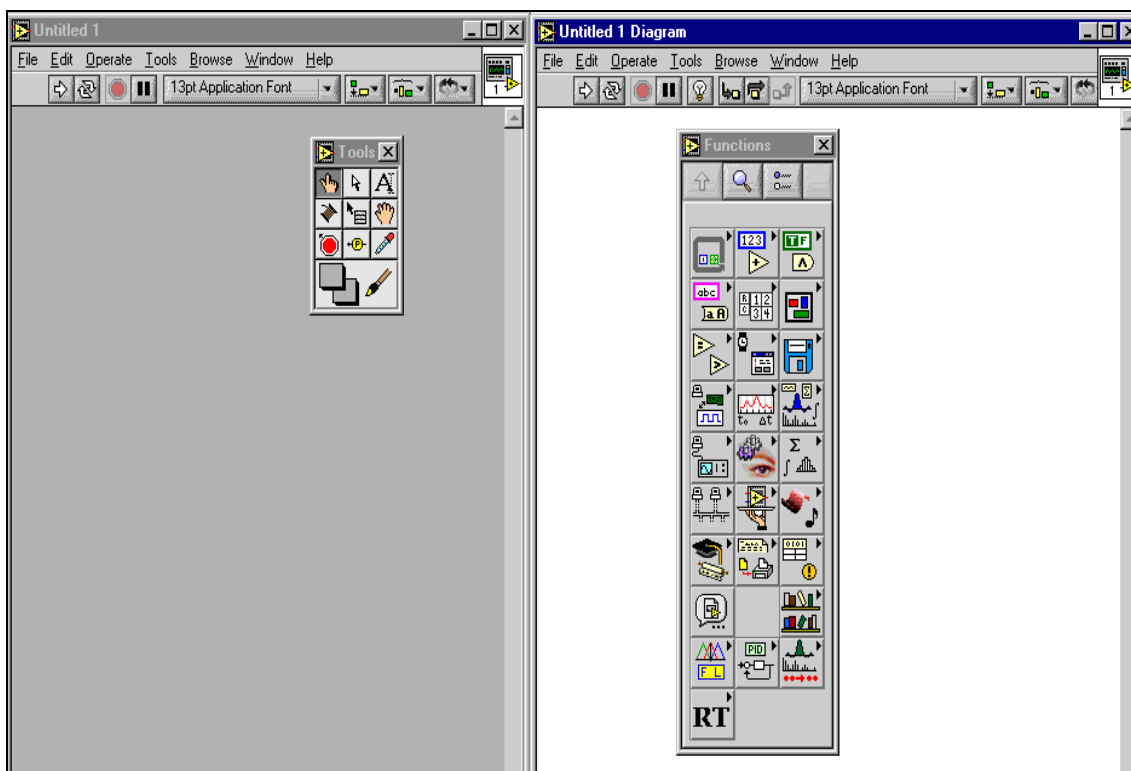
Kuva 9. FluidSim-ohjelman käyttöpaneeli

### 2.3.4 LabVIEW 7.0

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) on National Instrumentsin vuonna 1986 markkinoille tuoma graafinen ohjelmointikieli. LabVIEW tukee RS-232/422-porttia, IEEE 488 (GPIB) –kortteja, tiedonkeruukortteja, VXI-väylää sekä kuvankäsittelykortteja. Ohjelmointi LabVIEW:lla tapahtuu muodostamalla lohko-kaavioesityksiä, joista LabVIEW kääntää konekielisen ohjelman.[5]

Käynnistettäessä LabVIEW-ohjelma avautuu kaksi ikkunaa, etupaneeli ja diagrammi-ikkuna. Ikkunat saadaan asetettua rinnakkain kuvan 10 mukaisesti (vasemmalle etupaneeli ja oikealle diagrammi-ikkuna) valitsemalla ylävalikosta ”Windows” ja edelleen ”Tile left and Right”. Etupaneeli toimii ohjelman käyttö-

liittymänä, ja siihen sijoitetaan ohjelman input- ja output-toiminnot eli kontrollit ja indikaattorit. Kontrolleilla syötetään tarvittava tieto ohjelmaan ja vastaavasti indikaattoreihin tulostetaan ohjelman tuottama tieto. Ohjelman varsinainen looginen osa sijaitsee diagrammi-ikkunassa. Ohjelmointi suoritetaan diagrammi-ikkunassa langoittamalla yhteen indikaattoreita, kontrolleja ja vakioita vastaavia terminaaleja sekä funktioiden ja aliohjelmien terminaaleja.[5]



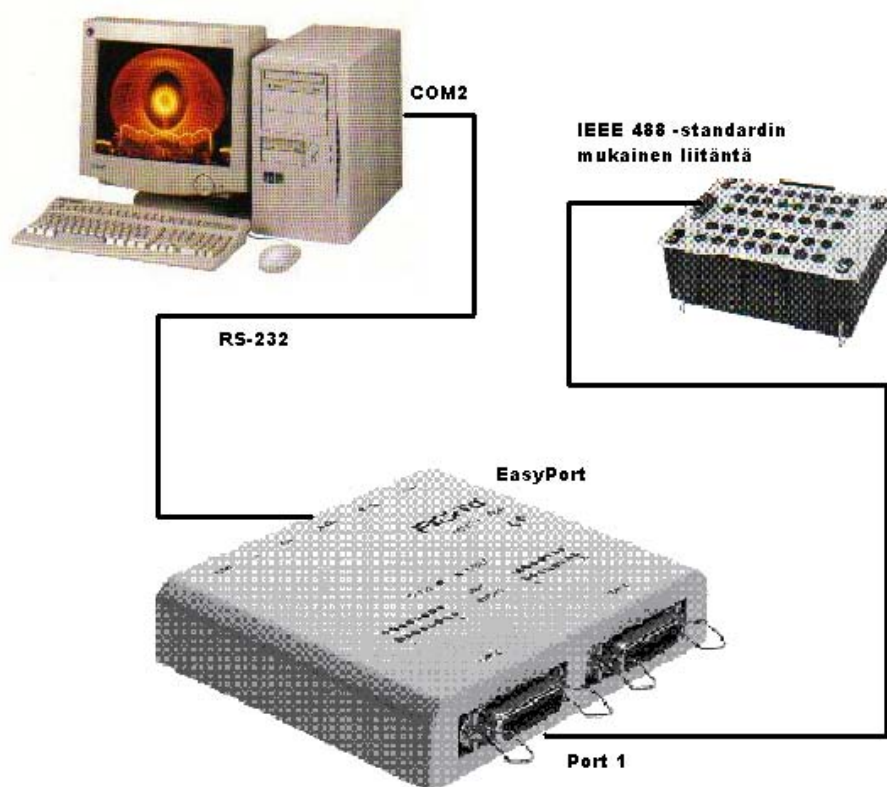
Kuva 10. LabVIEW-ohjelman etupaneeli ja diagrammi-ikkuna

### 3 EASYPORT-LAITTEISTON KÄYTTÖNOTTO

#### 3.1 Laitteiston kytkentä

EasyPort-laitteisto kytkettiin kuvan 11 mukaisesti. EasyPort-moduuli kytkettiin PC:n sarjaporttiin 9-nastaisella RS-232-kaapelilla. Moduulin puoleisessa liittimessä nastassa 2 on datan vastaanotto, nastassa 3 datan lähetys ja nastassa 5 maa. Nastat 1,4,6-9 eivät ole käytössä.

Kytkeyksikkö liitettiin EasyPort-moduulin PORT1:een (digital I/O) SysLink-liitännällä, joka on IEEE 488 –standardin mukainen. Kytkeyksikölle kytkettiin käyttöjännitteet 24 V DC 4 mm:n liittimillä.



Kuva 11. EasyPort-laitteiston kytkentä



### 3.2 Sarjaliikenteen ohjaus

Sarjaliikenteen välittyminen EasyPort-moduulin ja PC:n välillä edellyttää PC:n sarjaportin asetusten konfiguroimista yhteensopiviksi EasyPortin kanssa.

PC:ltä otettiin käyttöön COM2-portti ja sille muutettiin seuraavat asetukset:

Baud Rate	19200
Data Bits	8
Parity	none
Stop Bits	1
Flow Control	Xon / Xoff
FIFO	3 (käytössä)

Sarjaliikenteen aloittamiseksi PC:lle asennettiin Feston Ezdde- ja Vswitch-ohjelmat. Vswitch on ohjelma, jolla kaksi DDE-kommunikointiin kykenevää ohjelmaa (esim. Ezdde ja LabView) liitetään toimimaan yhdessä. Tässä Ezdde on serveri ja LabVIEW on liitettävä aihe (topic). Liitääntää varten Vswitch tarvitsee seuraavat määriteltävät tiedostot, jotka näkyvät Vswitch:in ohjelmaikkunan yläosassa:

- vasen terminaali      \*.LNI
- oikea terminaali      \*.RNI
- linkin konfigurointi   \*.VLN

LNI- ja RNI-tiedostoihin tehtiin seuraavat asetukset, joilla määriteltiin PC:n käytettävä portti, tiedonsiirtonopeus, databittien määrä ym. tiedonsiirrossa tarvittava protokolla kuten päivitysaika. Näillä \*.LNI ja \*.RNI –tiedostoilla määritellään toisin sanoen yhteen linkitettävien asioiden tiedot ja osoitteet siten, että ne löytävät toisensa ja pystyvät kommunikoimaan keskenään.

Easyport1.ini:

(ezdde.ini-tiedoston EasyPort osuus)

```
[SERIUOS]
PORT=COM2:19200,N,8,1      =PC:n sarjaportin asetukset sekä
TIMEOUT=0xBB8             sarjaliikenteen vaatimat asetukset ja
UPPDATETIME=0x32         ajoitukset.
TRACE=0
NOTIFY=1
ANALOG_ACT=1
```

Määriteltyjen LNI ja RNI -tiedostojen [GENERAL] ja [0x1200] osuudet:

```
[GENERAL]
ID_1=0x2200
ID_2=0x2201
ID_3=0x1200                =input tavu 0 EasyPortista
ID_4=0x1201                =input tavu 1 EasyPortista

[0x1200]                   = input tavu 0 määrittelyt
SERVER=EZDDE               = DDE sovelluksen nimi
TOPIC=EasyPort             = DDE topic
ITEM=DEB1.0.0             = Item, EasyPort-laitteen 1 ensimmäisen
                           input-sanan alin tavu
SYMBOLIC=EasyPort1_EB0    = nimi tavulle, näkyy Vswitch:n ikkunassa
```

Serverin (Ezdde) käynnistyminen edellytti ensin Vswitch-ohjelman käynnistämistä. Se asetettiin "ajo-tilaan" ylävalikon RUN-painikkeella. Ini-tiedostoja avattaessa näyttö ei päivyty ennen kuin painetaan RUN-nappia. DDE-serveri käynnistettiin Vswitch'in DDE-alasvetovalikosta, jolloin avautui pieni DDE data -ikkuna.

### 3.3 EasyPortin ja sarjaliikenteen toiminnan testaus

Sarjaliikenteen toimintaa testattiin aluksi asettamalla kytkinyksikön tulot (input) vuorotellen manuaalisesti 1-tilaan. Kytkenässä käytettiin 4 mm:n (SysLink) liittimiä. EasyPort ilmaisi tulojen tilat vihreillä LEDeillä, ja DDE-ikkunasta voitiin lukea kunkin kytkinyksikön tulo osoite:

tulot, bitti	0	FF01
	1	FF02
	2	FF04
	3	FF08
	4	FF10
	5	FF20
	6	FF40
	7	FF80

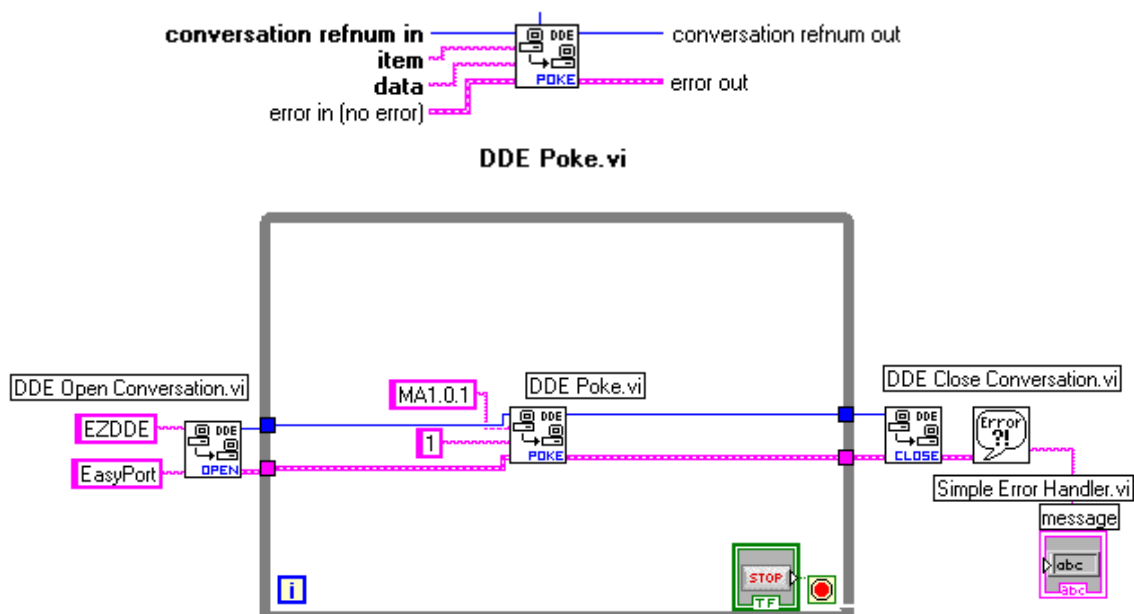
Kytkenäyksikön tulot tarkoittavat sarjaliikenteessä bittejä 0...7 ja muodostavat sanan 0. Lähdöt (output) muodostavat samoin oman sanansa biteillä 0...7.

Lähtöjä ja tuloja ohjataan yksinkertaisilla ohjauksikäskyillä, *ITEMeilla*. Osoitteet annetaan esimerkiksi seuraavasti:

tulon 2. bitti :	DE1.0.2	Moduuli 1, input sana 0, bitti 2
lähdön 3. bitti :	MA1.0.3	Moduuli 1, output sana 0, bitti 3

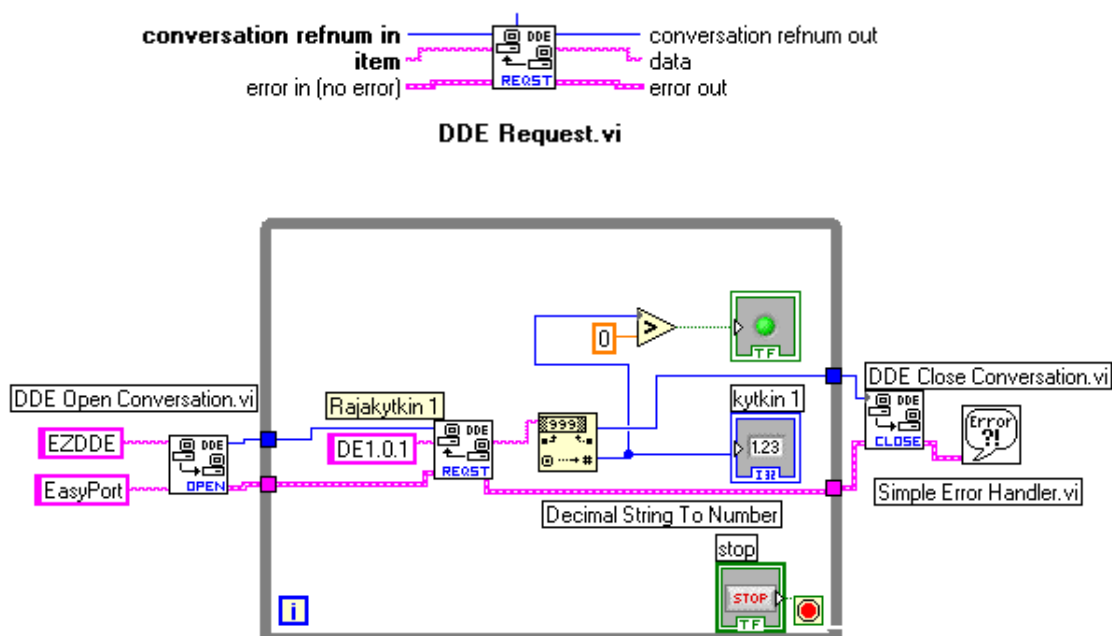
Moduulilla 1 tarkoitetaan ensimmäistä EasyPort-moduulia. Näitä moduulejahan oli mahdollisuus kytkeä jopa kahdeksan kappaletta kuituoptiseen silmukkaan, mutta tässä työssä käytettiin vain yhtä.

Ohjauksikäskyjä testattiin seuraavan kuvan 12 yksinkertaisella LabVIEW-ohjelmalla, jolla kytkettiin päälle kytkentäyksikön ja EasyPort-moduulin LEDejä. Lähdön bittien osoitteet annettiin *DDE Poke.vi* -funktiolla itemien avulla. Kytkinten tilaksi (data) määriteltiin joko 1 tai 0. Mikäli osoitteeksi kirjoitti tulon (input) itemin, ohjelma antoi virheilmoituksen.



Kuva 12. Toimintakäskeyjen kirjoittaminen DDE Poke.vi –funktiolla

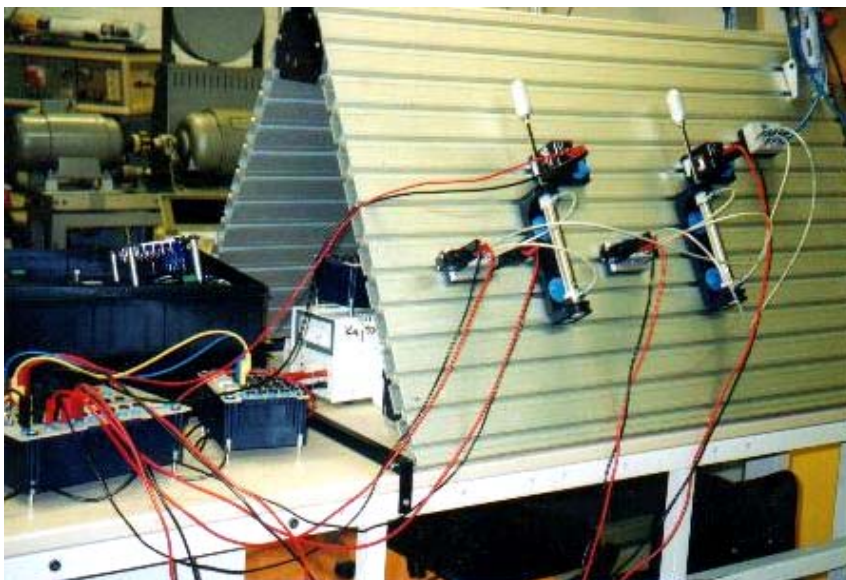
Kytkeyntäyksikön tulosten tilojen lukemista testattiin myös *DDE Request.vi* –funktiolla kuvan 13 mukaisesti. Käsiteltävän tulon (esim. input-bitti 1) osoite annettiin itemilla ja tilan ilmaisu tapahtui LEDillä.



Kuva 13. Tietojen lukeminen DDE Request.vi –funktiolla

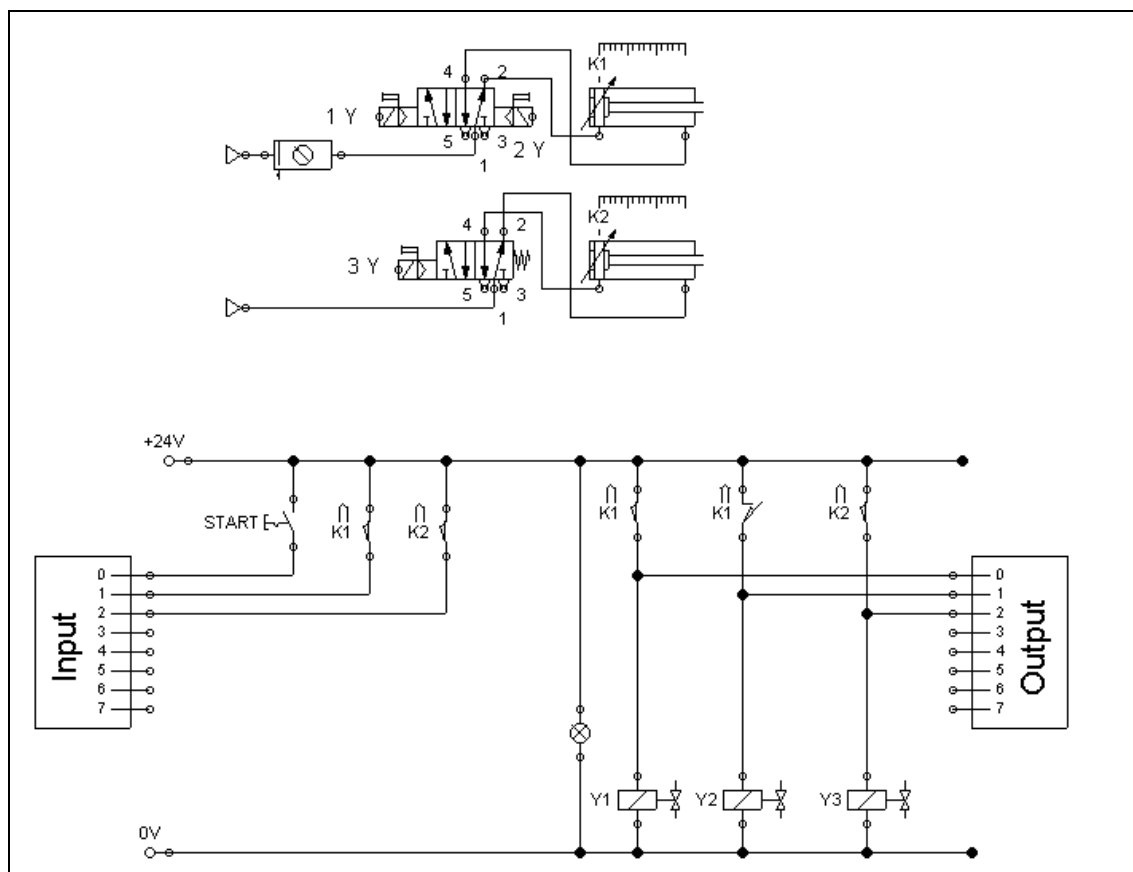
#### 4 PNEUMAATTINEN KYTKENTÄ

Logiikan ohjauksen havainnollistamiseksi sarjaväylän kautta työssä laadittiin kuvassa 14 esitetty, kaksi sylinteriä käsittävä pneumaattinen kytkentä. KytKentä on jaettavissa kahteen osaan; paineilmaosaan ja sähköiseen osaan kuvan 15 mukaisesti.



*Kuva 14. Pneumaattinen kytkentä*

KytKentäyksikölle 162231 tuotiin käyttöjännite (24 V DC) erillisellä jännitelähteellä. KytKentä tehtiin kuvan 15 mukaisesti. Yksikön tuloon 0 (input-bitti 0) kytkettiin painonappikytkin (*start*), tuloon 1 rajakytkin 1 ja tuloon 2 rajakytkin 2. Lähtöihin 0 ja 1 kytkettiin kaksitoiminen suuntaventtiili ja lähtöön 2 jousipalautteinen suuntaventtiili.



Kuva 15. Pneumaattinen kytkentä

### Kytkenän toimintaperiaate

Venttiilien toiminnanohjaus perustuu kelaan ja jännitesignaaliin (24 V DC), jolla ohjataan venttiilin karan liikettä. Karan asennolla puolestaan määrätään paineilman virtaussuunta ja toimilaitteen liikesuunta.

*Start*-kytkimen (tulo 0) painalluksella sallitaan ohjausohjelman käynnistyminen. FluidSIM-ohjelmassa on tarvittaessa mahdollisuus saattaa kytkimet pysyvästi lukitustilaan. Tällöin pidetään hiiren nappia alhaalla ja painetaan samanaikaisesti Shift-painiketta. Tämä tila vapautetaan klikkaamalla komponenttia.

Tarkastellaan kuvaa 15. Rajakytkimillä K1 ja K2 (tulot 1 ja 2) kontrolloidaan kytkennässä sylinterien männän asentoja. Tässä työssä rajakytkimet on sijoitettu kuvan 14 mukaisesti sylinterin miinus-asennon kohdalle (männänvarsi sylinterin sisällä).

Kaksitoimisen sylinterin plus-liike (mäntä ulospäin) voidaan toteuttaa, kun rajakytkin on kiinni (sylinteri on miinus-asennossa) ja miinus-liike vastaavasti kytkimen ollessa auki. Venttiilin ohjausjännitteellä (output 0,1 tai 2) ohjataan venttiilin kara siten, että paineilma ohjautuu haluttuun lähtöaukkoon 2 tai 4 (riippuen venttiilin mallista ja halutusta liikkeestä) ja sitä kautta sylinterille.

Tarkasteltaessa kuvan 15 ylimmän 5/2 venttiilin ja sylinterin toimintaa voidaan havaita, että alkutilanteessa sylinterin kara on miinus-asennossa. Lähdössä 0 on jännite ja paineilma on ohjautunut venttiilin tulosta 1 lähtöaukkoon 4 (sylinterin plus-pääty). Sylinterin plus-liike saadaan aikaan asettamalla venttiilin (kytkentäyksikön lähtö 0) ohjausjännite mihin, ja ohjaamalla jännitteet lähtöön 1. Paineilma ohjautuu tällöin venttiilin tulosta 1 lähtöön 2 työntäen sylinterin männän ulos ja avaten rajakytkimen K1. Sylinterin vastakkaisen päädyn paine poistuu aukosta 5. Vastakkainen liike saadaan ohjaamalla paineilma venttiilin lähtöaukkoon 4.

## 5 OHJELMISTO

### 5.1 Ohjelman määrittely

LabVIEW-ohjelman tarkoituksena oli luoda käyttöliittymä, jolla kontrolloidaan ja ohjataan kytkentää sarjaväylän, EasyPortin ja kytkentäyksikön kautta.

Käyttäjän oli pystyttävä LabVIEW:n etupaneelista kontrolloimaan rajakytkinten tilaa, määrittelemään sylinterien toimintasekvenssit ja pysäyttämään ohjelman suoritus *stop*-painikkeella. Ohjelmalla tuli pystyä toteuttamaan kuusi liikettä sylintereillä, ja käyttäjän oli pystyttävä määrittelemään viiveet kaikkien liikkeiden välille.

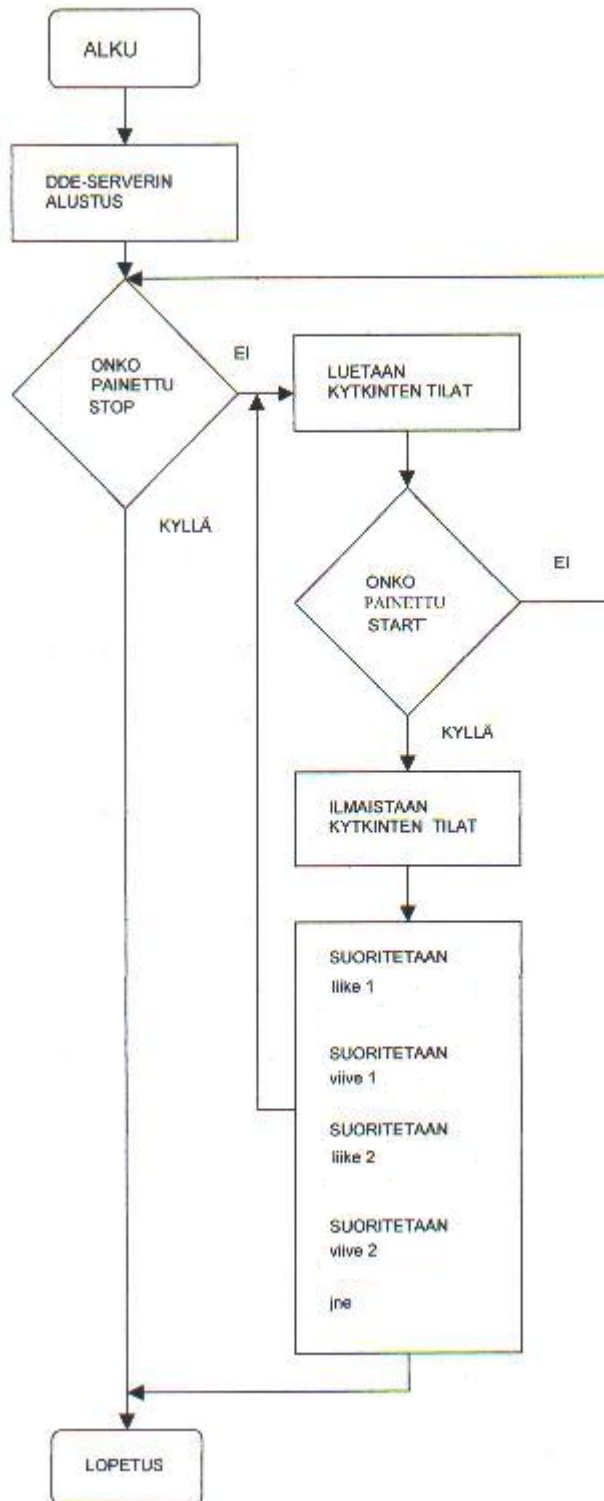
### 5.2 Ohjelman toteutus

Ohjelmakoodin rakenne suunniteltiin kuvan 16 vuokaavion mukaisesti.

Ohjelman alussa suoritetaan DDE-serverin alustus sarjaliikenteen aloittamiseksi.

Ohjelma tarkkailee jatkuvasti, että onko *stop*-painiketta painettu. Mikäli sitä ei ole painettu, ohjelma lukee kytkinten tilat. Tämän jälkeen odotetaan *start*-napin painallusta, joka antaa ohjelmalle luvan edetä. Ohjelma ilmaisee LEDeillä rajakytkinten tilat ja etenee sen jälkeen suorittamaan määriteltyjä sekvenssejä eli liikesarjoja. Vain *stop*-painikkeen painallus voi keskeyttää ohjelmasuorituksen. Kun kaikki sekvenssit on suoritettu, ohjelma jää odottamaan uutta *start*-napin painallusta.





Kuva 16. Ohjelman suunnitelmallinen vuokaavio

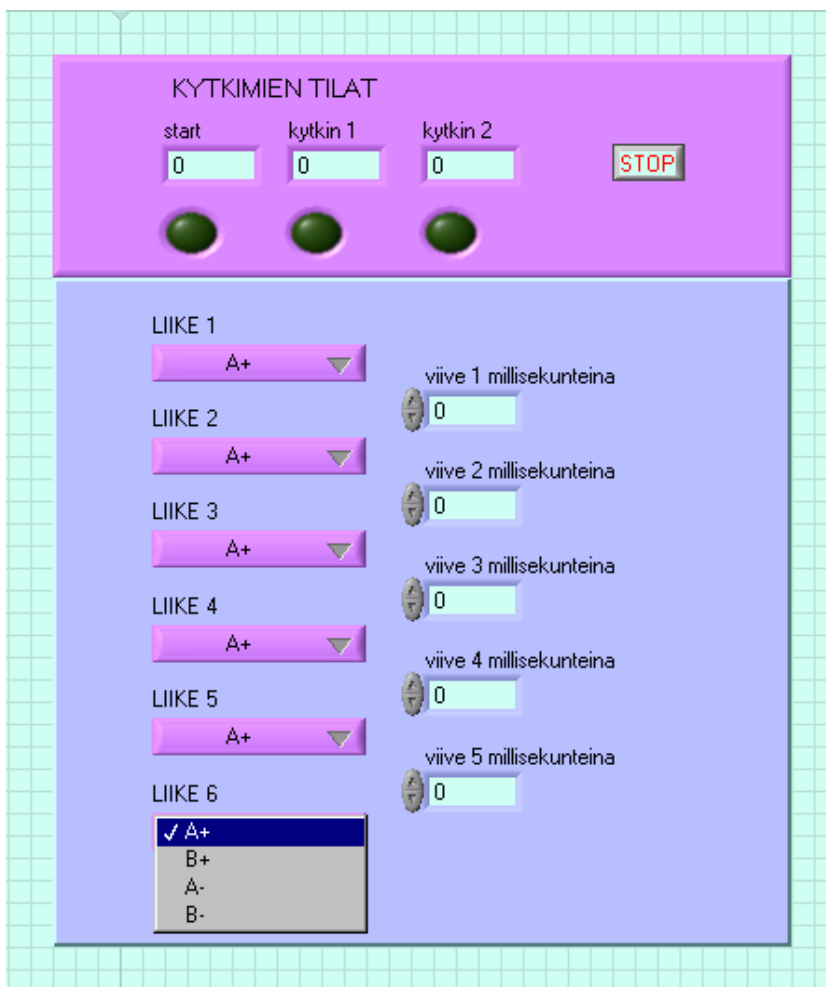
### 5.2.1 Etupaneeli

LabVIEW:n etupaneeliin yläosaan (kuva 17) luotiin indikaattorit painonappikytkimelle (start) sekä molemmille rajakytkimille. Indikaattorit ilmaisevat kulloisenkin kytkimien tilan (0 tai 1) numeerisesti sekä LEDien avulla. Lisäksi etupaneelin yläosassa on STOP-kontrolli ohjelman suorituksen pysäyttämiseksi. STOP toimii hätäkatkaisijana, ja sen painallus keskeyttää ohjelman suorituksen välittömästi.

Pneumaattisessa kytkennässä on kaksi sylinteriä. Käyttäjällä on mahdollisuus suorittaa ohjelman avulla näillä sylintereillä yhteensä kuusi eri liikettä. Liikkeiden valitsemista varten etupaneeliin luotiin kuvan 17 mukaiset *Ring*-kontrollit, joista käyttäjä valitsee haluamansa sylinterin liikkeen (A+, A-, B+ ja B-).

A:lla ja B:llä on nimetty sylinterit, jotta ne voidaan erottaa toisistaan. ”+” tarkoittaa sylinterin varren ulospäin suuntautuvaa liikettä. Vastaavasti ”-” tarkoittaa sylinterin varren sisäänpäin suuntautuvaa liikettä. Alkuasennossa oletetaan molempien sylinterien olevan miinus-asennossa (varret sylinterin sisällä). Käyttäjä valitsee liikkeen 1 kontrollista sen vaihtoehdon, minkä liikkeen hän haluaa ensimmäiseksi suoritettavan. Valinta tapahtuu napsauttamalla hiiren vasemmanpuoleisella painikkeella haluttua toimintoa. Ensimmäinen liike voi olla vain joko A+ tai B+. Seuraavien liikkeiden 2...6 valikoista käyttäjä voi valita minkä tahansa mahdollisen liikkeen (A+, A-, B+ ja B-). On kuitenkin huomioitava, että esimerkiksi A- ei aiheuta kytkennässä näkyvää tapahtumaa ellei ensin ole suoritettu A+-liikettä. Toisin sanoen, kaksi täysin samaa peräkkäistä liikettä aiheuttaa vain ajallisen viiveen.

Käyttäjä valitsee viiveen pituuden etupaneeliin kuvan 17 mukaisesti sijoitetuilla kontrolleilla. Viiveet voidaan ohjelmassa määrittellä jokaisen liikkeen välille, ja ne ilmoitetaan millisekunteina.



Kuva 17. LabView-ohjelman etupaneeli.

### 5.2.2 Diagrammi-ikkuna

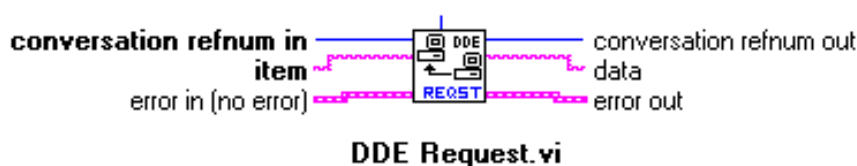
Diagrammi-ikkunassa suoritettiin varsinainen ohjelmointi langoittamalla yhteen kontrollien, indikaattorien ja funktioiden terminaaleja. Ohjelmassa käytettiin myös toisto-silmukkaa (*while*) sekä *tapaus-* ja *sekvenssirakenteita*. Tapausrakenteesta käytetään myös *case-*nimitystä.

Sarjaliikenteen aloittamiseksi suoritettiin serverin alustus *DDE Open Conversation.vi* -funktiolla kuvan 19 mukaisesti. *Service*-kohtaan alustettiin *Ezdde* (serveriohjelma) ja *topic*-kohtaan *EasyPort*.

## While-silmukka

Ohjelma sijoitettiin kokonaisuudessaan *while*-silmukan sisään lukuun ottamatta DDE-alustusta. *While*-silmukka mahdollistaa kytkinten tilan jatkuvan kontrolloinnin ohjelman ajon aikana. *While*-silmukassa ohjelman ajo jatkuu niin kauan, kuin annetut ehdot ohjelman etenemiseksi täyttyvät ( START JA STOP).

Kytken tilat luettiin *DDE Request.vi* -funktiolla (kuva 18). Item-kohtaan määriteltiin luettavan kytkimen osoite, ja tieto saatiin ulos data-kohdasta.



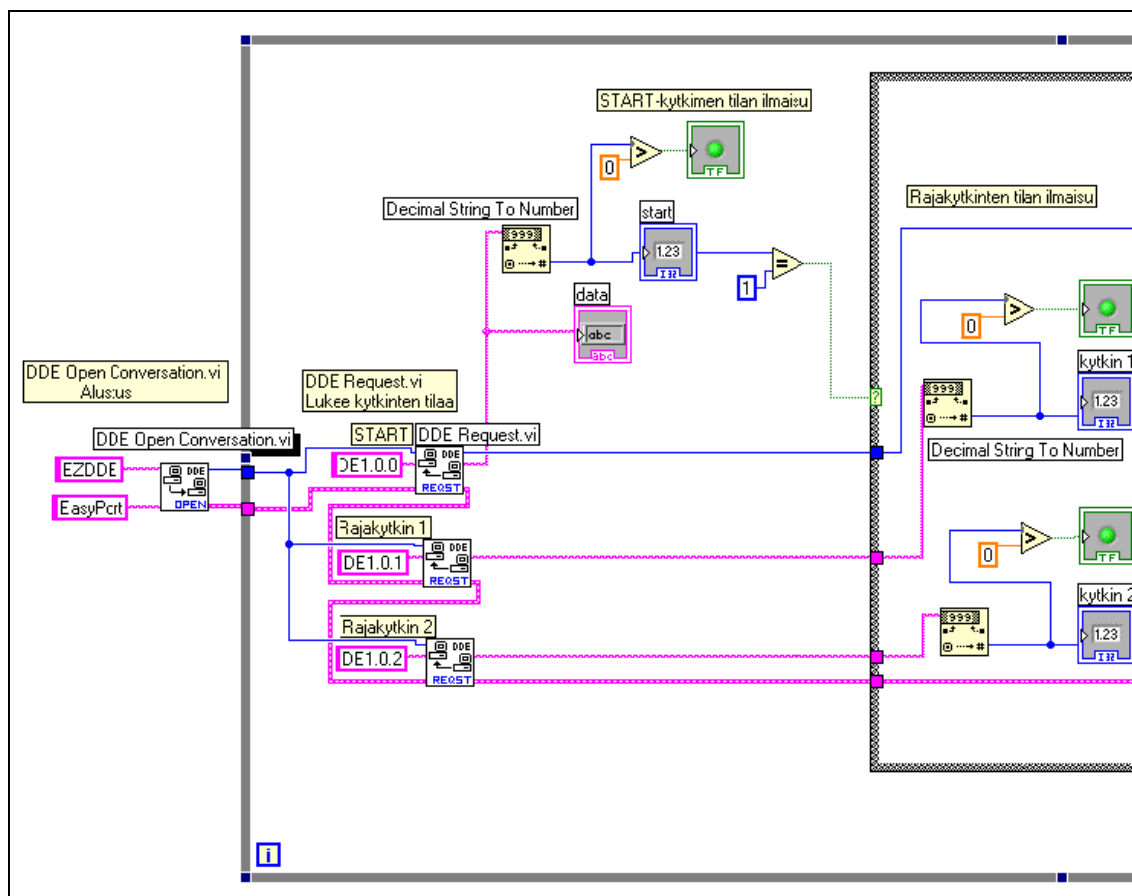
Kuva 18. *DDE Request.vi* -funktio

Itemit eli osoitteet muodostuvat seuraavalla tavalla:

- START-kytkin on ensimmäisen toimilaitteen (1.EasyPort-moduuli) sanan 0 ensimmäinen bitti (bitti 0) = DE1.0.0.
- Rajakytkin 1 on ensimmäisen laitteen, sanan 0 toinen bitti (bitti 1) = DE1.0.1
- Rajakytkin 2 on ensimmäisen laitteen, sanan 0 kolmas bitti (bitti 2) = DE1.0.2

Kytken tilat ilmaistiin muuttamalla ensin kytkimeltä luettu merkkitieto numeeriseksi kuvan 19 mukaisesti *Desimal String To Number* -funktiolla ja viemällä tieto sekä LEDille että numeeriselle indikaattorille. LED ilmaisi merkki-valolla kytkimen olevan 1-tilassa.

Ehtona ohjelman etenemiselle tapaus-rakenteeseen (Case) oli, että *START*-kytkintä on painettu, jolloin sen arvo on 1.



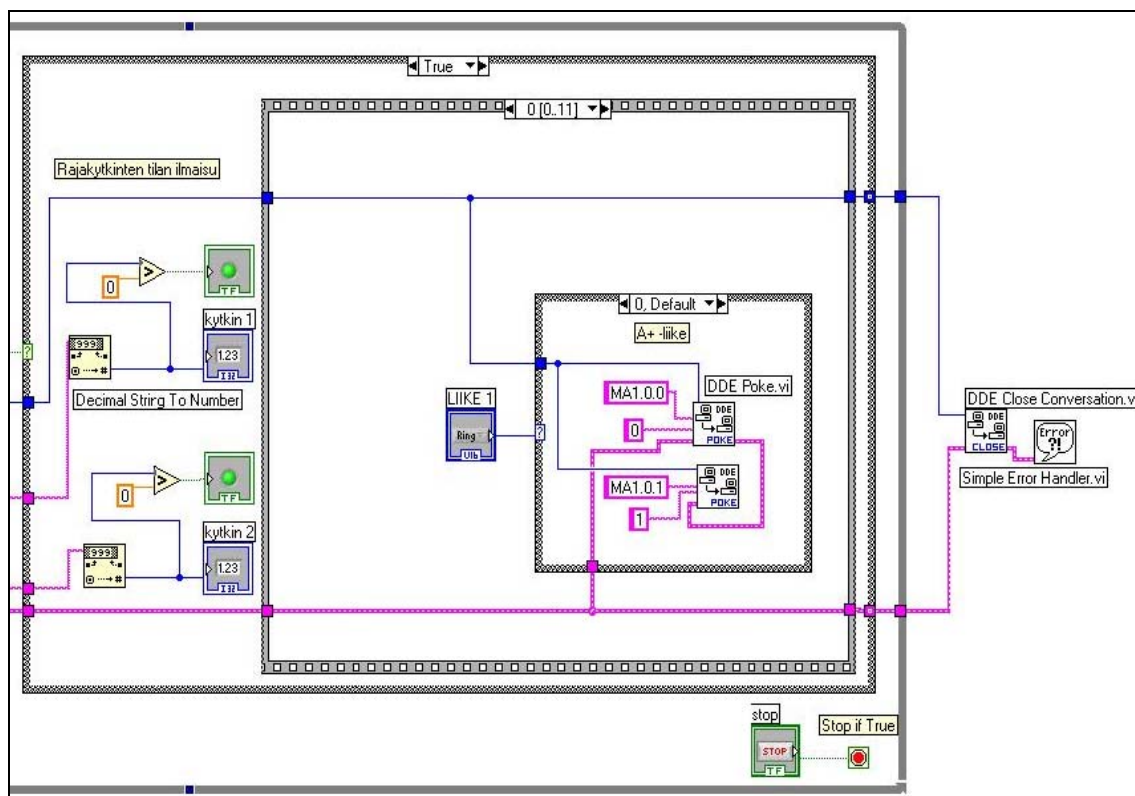
Kuva 19. Serverin alustus ja kytkinten tilojen ilmaisu.

Turvakytkimenä toimiva *Start* sijoitettiin ohjelmassa tapaus-rakenteen ulkopuolelle siitä syystä, että ohjelman etenemisen edellytyksenä haluttiin olevan *START*-kytkimen painaminen. Näin haluttiin varmistaa se, että käyttäjä kontrolloi ensin pneumaattisen kytkennän tilanteen ennen varsinaisen ohjelmasuorituksen aloittamista, ja voidaan välttyä turhilta komponenttien rikkoontumisilta. *Tapaus*-rakenteen arvona on joko *True* tai *False* (tosi tai epätosi). *True*-arvolla ohjelma etenee suorittamaan kyseisen rakenteen sisällä olevan toiminnon.

### Sekvenssirakenne

Sekvensseillä määritellään tässä työssä ohjelman osille haluttu suoritusjärjestys. Sekvenssirakenteen ruudut sijaitsevat päällekkäin siten, että päällimmäisenä on ensimmäiseksi suoritettava sekvenssi, toisessa ruudussa toinen sekvenssi jne. [5].

Sekvensseillä (kuva 20) määriteltiin liikkeiden ja viiveiden suoritusjärjestys. Ensimmäinen liike oli ensimmäisessä sekvenssiruudussa, ensimmäinen viive toisessa ruudussa, toinen liike kolmannessa ruudussa, toinen viive neljännessä jne. Kaiken kaikkiaan sekvenssejä oli 11 kappaletta. Viimeisessä sekvenssissä molemmat sylinterit asetetaan alkuasentoon eli miinus-tilaan. Tällöin rajakytkimet ovat 1-tilassa.



Kuva 20. Ohjelman tapaus- ja sekvenssirakenteet

Jokaiseen sekvenssiin, joka sisälsi liikkeen, sijoitettiin *tapaus*-rakenne. Ohjelma suorittaa sen toiminnon, jonka käyttäjä on valinnut etupaneelin merkkitietovalikosta (Ring). Esimerkiksi ensimmäisen sekvenssin *tapaus*-rakenteelle tuotiin ensimmäisen liikkeen merkkitieto. *Tapaus*-rakenteessa oli niin monta päällekkäistä ruutua, kuin oli mahdollisia liikkeitäkin. Ensimmäisessä sekvenssissä oli tässä tapauksessa mahdollista suorittaa vain joko 1. sylinterin tai 2. sylinterin plus-liike. Kuvan 20 ensimmäiseen *tapaus*-ruutuun sijoitettiin siis 1. sylinterin plus-liikkeen toteutuksen funktiot ja toiseen tapaukseen 2. sylinterin plus-liikkeen funktiot.

Sylinterien ohjaushan tapahtui viemällä venttiileille (lähdöt 0,1 ja 2) ohjausjännite. Tämä tapahtui *DDE Poke.vi* –funktiolla. *Item*-kohtaan määriteltiin lähtöjen osoitteet seuraavasti:

- Kytkeyksikön lähtö 0 (kaksisuuntainen venttiili) on ensimmäisen laitteen, sanan 0 ensimmäinen bitti (bitti 0) = MA1.0.0
- Kytkeyksikön lähtö 1 (kaksisuuntainen venttiili) on ensimmäisen laitteen, sanan 0 toinen bitti (bitti 1) = MA1.0.1
- Kytkeyksikön lähtö 2 (jousipalautteinen venttiili) on ensimmäisen laitteen, sanan 0 kolmas bitti (bitti 2) = MA1.0.2

Ohjelman suorituksen päättäminen

Ohjelman suoritus päätettiin *while*-silmukan ulkopuolelle sijoitettavalla *DDE Close Conversation .vi* –funktiolla kuvan 20 mukaisesti. Lisäksi silmukan ulkopuolelle sijoitettiin *Simple Error Handler.vi* –funktio jolla käsitellään ohjelman ilmoittamia virheitä. Virheet on mahdollista ilmaista etupaneeliin sijoitettavalla indikaattorilla.

## 5.3 Testaus

### 5.3.1 Testaussuunnitelma

Työn etenemisen ja sen hallinnan kannalta oli oleellista, että työ testattiin vaihe vaiheelta. Työn testaaminen jaettiin vaiheittain kolmeen eri osaan:

1. Sarjaliikenteen toiminnan testaamiseen PC:n ja EasyPort-laitteiston välillä.
2. Pneumaattisen kytkennän toiminnan testaamiseen.
3. LabVIEW-ohjelman toiminnan testaamiseen.

Sarjaliikenteen toiminnan testaus oli mahdollista vasta sen jälkeen, kun EasyPort-moduuli ja kytkentäyksikkö oli liitetty PC:iin kuvan 11 mukaisesti.

Testaus tuli suorittaa tiedonkulun varmistamiseksi molempiin suuntiin sarjaväylällä ja osoiteperiaatteiden ymmärtämiseksi.

Pneumaattinen kytkentä voitiin testata joko ohjelmallisesti FluidSIM-ohjelmalla tai manuaalisesti rakentamalla kytkentä. Manuaalisessa testauksessa kytkentään ohjataan paineilma ja jännitteet. Testaus tapahtuu tällöin kytkentäyksikön lähtöjen ja tulojen tiloja testaamalla.

LabVIEW-ohjelma sisälsi alkutietojen perusteella seuraavat testattavat vaiheet:

- Ohjelman alustuksen testaus, jotta todetaan ohjelman kommunikoivan DDE-serverin (Ezdde) kanssa.
- Tiedon lukemisen testaus. Varmistetaan, että kytkentäyksikön tulojen tilat saadaan luetuksi sarjaväylän kautta.
- Tiedon kirjoittamisen testaus. Varmistetaan, että toiminnallisten käskyjen kirjoittaminen kytkentäyksikön lähtöihin onnistuu sarjaväylää pitkin.
- Ohjelman toiminnallinen testaus pneumaattisen kytkennän kanssa.

### 5.3.2 Testauksen toteutus

Sarjaliikenteen toiminta testattiin EasyPort-laitteiston kytkennän jälkeen kappaleessa 3.3 (s. 17) esitetyllä tavalla. Manuaalinen testaus suoritettiin tuomalla +24 V DC jännite kytkentäyksikölle ja asettamalla kytkentäyksikön tulot (bitit 0...7) vuorotellen manuaalisesti 1-tilaan. Tilat voitiin lukea tällöin EasyPort-moduulin tulojen LEDeiltä. Kunkin bitin osoite näkyi lisäksi Ezdde-ohjelman dataikkunassa.

Sarjaväylän kautta kirjoittaminen ja lukeminen testattiin yksinkertaisilla LabVIEW-ohjelmilla, jotka on esitelty kappaleessa 3.3 (s.21-22). Jotta LabVIEW toimisi palvelinohjelman kanssa, suoritettiin ohjelman alustus kuvan 19 mukaisesti *DDE Open Conversation.vi* -funktiolla. Lähtöjen ja tulojen bittien osoitteet määriteltiin luku- ja kirjoitusfunktioille osoittimilla (Itemeilla). Kytkentä-



yksikössä ja EasyPort-moduulissa tulojen ja lähtöjen tilat ilmaistiin LEDeillä. Lisäksi tuloihin kytkettyjen rajakytkinten ja *start*-kytkimen tilat ilmaistiin etupaneelissa sijaitsevilla indikaattoreilla.

Lopullinen LabVIEW-ohjelma testattiin pneumaattisen kytkennän avulla. Kytkentään oli johdettu käyttöjännite (24 V DC) kytkentäyksikön kautta erillisellä jännitelähteellä sekä 3 baarin paineilma, joka oli alennettu paineilmaverkoston 6-7 baarista. Ohjelman etupaneelissa olevien LEDien ja numeeristen indikaattoreiden avulla tarkastettiin kytkennän alkutilanne. Alkutilanteessa pneumaattisen kytkennän sylinterien männät olivat miinus-tilassa, ja rajakytkimet 1 ja 2 olivat 1-tilassa.

Ohjelmaa testattiin pala palalta koko ohjelman rakentamisen ajan. LabVIEW-ohjelman etupaneelin merkkitieto-kontrolleista (Ring) valittiin sylintereille toimintasekvenssit ja liikkeiden väliset viiveet millisekunneina. Ohjelma pantiin jatkuvaan "ajoon". Etupaneelin indikaattoreissa näkyivät kytkinten tilat. Ohjelma ei edennyt lukufunktioita pidemmälle ennen *start*-kytkimen painallusta. Kytkimen painalluksen jälkeen ohjelma eteni ensimmäiseen sekvenssiin, johon tuotiin tieto etupaneelin ensimmäisestä merkkitietovalikosta. Ohjelma suoritti valitun tapauksen mukaisen toiminnon. Seuraavaksi ohjelma eteni toiseen sekvenssiin ja suoritti etupaneelista määritetyn viiveen, siirtyi kolmanteen sekvenssiin ja suoritti toisen liikkeen jne. Viimeisessä sekvenssissä sylinterit asettuivat alku-asentoon eli miinus-tilaan.

Ohjelmaa testattiin etupaneelista valituilla erilaisilla sylinterien liikesarjoilla sekä eri mittaisilla viiveillä. Ohjelman todettiin toimivan halutulla tavalla.

## 6 LAITTEISTON KÄYTTÖOHJEET

EasyPort-laitteistolle, pneumaattiselle kytkennälle sekä käyttöliittymänä toimivalle LabVIEW-ohjelmalle laadittiin yksityiskohtaiset käyttöohjeet.

Ohjeistuksesta käy selville laitteiden ja komponenttien tarkat kytkentäohjeet, sekä laitteistoa koskevat turvallisuusohjeet.

Käyttöohje on tämän insinööriyöraportin liitteenä A.

## 7 TYÖN TULOKSET

Tämän lopputyön tuotoksena Kajaanin ammattikorkeakoulun automaatio-tekniikan laboratorioon saatiin koottua monipuolinen laitteisto logiikan ohjauksen opetustilanteita varten.

Työssä yhdistyvät sarjaväylän kautta ohjattavuus, pneumaattisen kytkennän rakenne toimintaperiaatteineen sekä LabVIEW-ohjelmointi.

Opiskelija joutuu laitteistoon tutustuessaan ja sitä kootessaan perehtymään melko syvällisesti sarjaliikenteen vaatimiin porttien sekä ohjelmistojen asetuksiin. Työssä tutustutaan myös useisiin eri ohjelmiin, ja sovelletaan niitä yhden päämäärän saavuttamiseksi ja tulosten testaamiseksi.

EasyPort-laitteistolla saavutettiin monipuoliset mahdollisuudet ohjata kytkentöjä PC:llä sarjaväylän kautta. LabVIEW:n ohella ohjausohjelmia voidaan toteuttaa esimerkiksi C:llä, Excelillä, InTouchilla, FluidSimillä... yms. ohjelmilla. Laadittu LabVIEW-ohjelma ja pneumaattinen kytkentä ovat siis vain yksi esimerkki lukemattomista eri vaihtoehdoista joita EasyPortin avulla voidaan toteuttaa. Ohjattava kytkentä voi yhtä hyvin olla niin sähköinen kuin pneumaattinenkin.

Laitteistoa on mahdollisuus laajentaa lisäämällä useampia EasyPort-moduuleja kuituoptiseen silmukkaan. Tällöin on mahdollista ohjata samanaikaisesti jopa kahdeksaa erilaista kytkentää yhdellä PC:llä. Opiskelun kannalta laitteisto on merkittävä, koska sen käyttö ei ole sidoksissa ainoastaan yhteen ohjelmointikieleen. Useamman eri suuntautumisvaihtoehdon opiskelijoilla on mahdollisuus soveltaa ja hyödyntää laitteistoa parhaaksi katsomallaan ohjelmointikielellä.

Laadittua LabVIEW-ohjelmaa on myös mahdollista laajentaa ja hienosäätää. Ohjelmaan voidaan lisätä tarpeen mukaan useampia sekvenssejä ja viiveitä, ja sen tuottamaa tietoa voidaan tutkia useammilla, etupaneeliin sijoitetuilla indikaattoreilla. Ohjelmaa voidaan laajentaa huomattavasti lisäämällä kytkentään komponentteja, tai ohjaamalla samanaikaisesti useampia kytkentöjä. Ohjelma

voidaan lisäksi muuttaa aliohjelmaksi, tai sille voidaan tehdä aliohjelmiä tarpeen mukaan.

Pneumaattista kytkentää voidaan soveltaa useisiin teollisen tuotannon työvaiheisiin. Sylinterikytkentöjä voidaan käyttää mm. kappaleiden siirtämiseen tuotantolinjalla, tuotteen osien kiinnittämiseen tai irrottamiseen, sekä kuorman nostamiseen ja laskemiseen.

Käyttämällä jo aiemmin hankittuja laitteistoja, ja soveltamalla niitä yhdessä nyt kootun laitteiston kanssa saavutetaan mahdollisuus, jolla automaatiotekniikan laboratorioon voidaan rakentaa jopa pienimuotoinen teollisen tuotannon linjasto.

## 8 YHTEENVETO

Kajaanin ammattikorkeakoulun automaatiotekniikan laboratorio on suunniteltu pääasiassa opetuskäyttöön. Laboratoriossa opiskelijoilla on mahdollisuus toteuttaa pneumaattisia ja sähköisiä kytkentöjä sekä perehtyä prosessin ohjaukseen mm. sumealla logiikalla tai esimerkiksi Medoc+-ohjelmistolla. Laboratorioon oli jo aiemmin hankittu pääasiassa Festo Didacticin valmistamia pneumatiikan komponentteja, kytkentöjen testaukseen tarkoitettuja ohjelmistoja sekä erilaisia prosessin ohjaukseen tarkoitettuja laitteistoja.

Koska pneumaattisten komponenttien käyttömahdollisuuksia haluttiin lisätä ja samalla monipuolistaa opetusta, laboratorioon oli hankittu Feston valmistama EasyPort-laitteisto, joka mahdollistaa kytkennän ohjauksen PC:llä sarjaväylän kautta. Logiikan ohjausmahdollisuuksia haluttiin lisäksi laajentaa LabVIEW-ohjelmoinnilla.

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli rakentaa EasyPort-laitteiston avulla kokonaisuus, jossa hyödynnetään jo olemassa olevia laboratorion laitteita, laajennetaan ohjelmointimahdollisuuksia ja tutustutaan sarjaliikenteen kautta tapahtuvaan prosessinohjaukseen. Työssä yhdistyivät täten pneumaattinen kytkentä, sarjaliikenteen avulla tapahtuva kytkennän ohjaus sekä LabVIEW-ohjelmointi.

Työssä koottu laitteisto käsitti PC:n, EasyPort-moduulin, kytkentäyksikön ja pneumaattisen kytkennän. Lisäksi LabVIEW:lla laadittiin ohjelma kytkennän kontrolloimiseksi.

LabVIEW-ohjelman etupaneeli toimii käyttöliittymänä laitteistolle. Ohjelman ja pneumaattisen kytkennän avulla simuloidaan todellista prosessin ohjausta. Käyttäjä voi ohjelman etupaneelistä valita haluamansa liikesarjan toteutettavaksi pneumaattisen kytkennän komponenteilla ja tarkkailla indikaattoreiden avulla komponenttien tiloja. Opiskelijoilla on lisäksi mahdollisuus testata kytkennän toimintaa Feston kehittämällä FluidSIM-simulointiohjelmalla.

Tässä insinöörityössä koottiin laitteisto toimintavalmiuteen opetustilanteita varten ja testattiin sen toiminta. Laitteisto mahdollistaa useiden eri tyyppisten kytkentöjen ohjaamisen, sekä antaa opiskelijoille mahdollisuuden käyttää prosessinohjauksessa useita vaihtoehtoisia ohjelmointikieliä. Työn lopputuloksena muodostui opetuksen kannalta monipuolinen ja helposti laajennettava kokonaisuus käyttöohjeineen.

## LÄHDELUETTELO

1. FESTO Didactic GmbH & Co, Easyport D8A esittelymanuaali, D-72666
2. FESTO Didactic GmbH & Co, FluidSIM & Pneumatics CD, Easy Veep – manuaali, EasyPort-osuus
3. FESTO Didactic GmbH & Co, KytKentäyksikkö 162231 esittelymanuaali, 648927 (08 / 2000)
4. FESTO Didactic GmbH & Co, FluidSIM-ohjelma, Component library
5. Kurssimoniste, LabVIEW-ohjelmointi, Pentti Romppainen

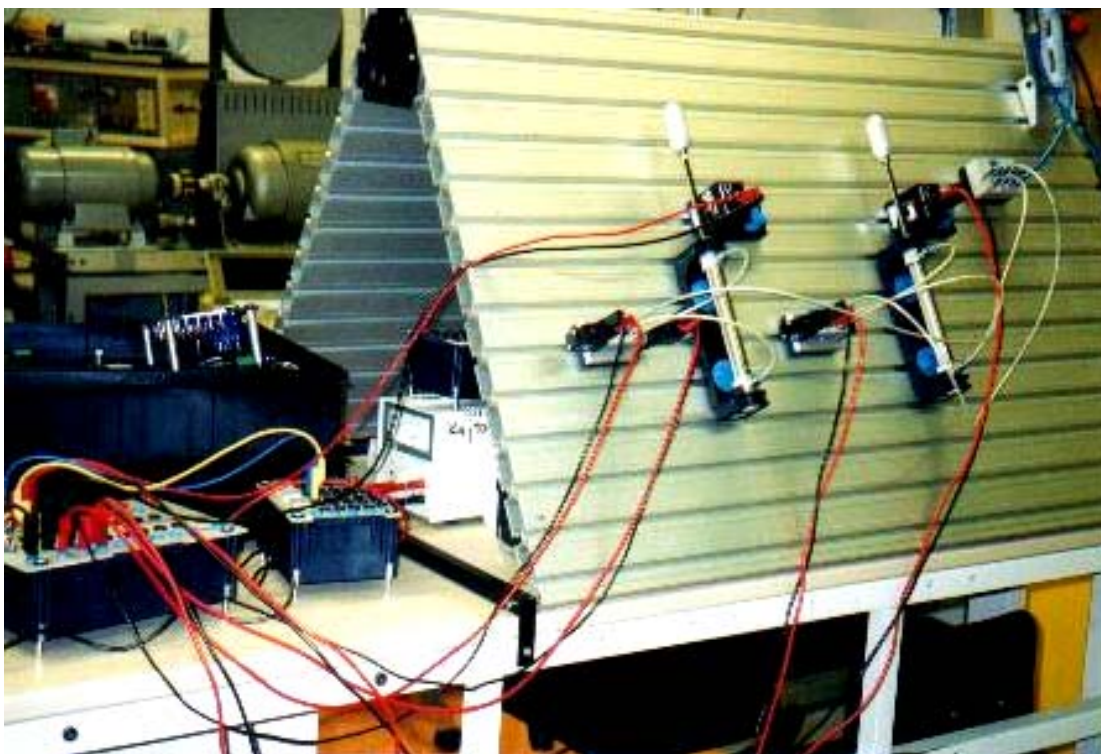
## LIITTEET

Liite A	EasyPort-laitteiston ja pneumaattisen kytkennän kytkentä, käyttö ja turvallisuusohjeet
---------	---



EASYPORT-LAITTEISTON JA PNEUMAATTISEN KYTKENNÄN  
KYTKENTÄ-, KÄYTTÖ- JA TURVALLISUUSOHJEET

---



## EASYPORT-LAITTEISTON JA PNEUMAATTISEN KYTKENNÄN KYTKENTÄ-, KÄYTTÖ- JA TURVALLISUUSOHJEET

---

Tämä laitteistokokonaisuus muodostuu kolmesta osa-alueesta:

- Easyport-laitteistosta
- pneumaattisesta kytkennästä
- ohjelmistosta

Laitteistokokonaisuuden avulla ohjataan pneumaattista kytkentää PC:llä sarjavyölyn ja kytkinyksikön kautta. Kytkennän hallinta tapahtuu tässä LabVIEW:lla laaditulla ohjelmalla. LabVIEW:n ohella ohjausohjelmia voidaan toteuttaa esimerkiksi C:llä, Excelillä, InTouchilla, FluidSimillä... yms. ohjelmilla.

Laitteiston avulla simuloidaan teollisen tuotannon prosessinohjausta. Pneumaattisia järjestelmiä käytetään mm. kappaleiden siirtämiseen tuotantolinjalla, tuotteen osien kiinnittämiseen tai irrottamiseen, sekä kuorman nostamiseen ja laskemiseen.

## EASYPORT-LAITTEISTON JA PNEUMAATTISEN KYTKENNÄN KYTKENTÄ-, KÄYTTÖ- JA TURVALLISUUSOHJEET

---

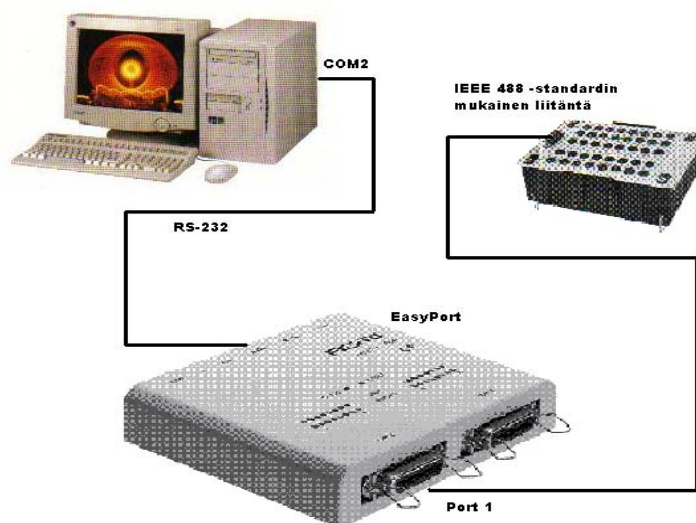
### 1 KYTKENNÄT

#### 1.1 EasyPort-laitteiston kytkentä

EasyPort-laitteisto sisältää seuraavat välineet:

- PC:n , jolla käyttäjä ohjaa sarjaväylän kautta kytkennän toimintaa.
- EasyPort-moduulin D8A (Festo), joka on rajapintatyökalu kaksisuuntaiselle sarjaliikenteelle PC:n ja pienjännitteisen prosessinohjausjärjestelmän välillä.
- Kytkentäyksikkön 162231 (Festo), jolla ohjataan pneumaattisen kytkennän sähköistä toimintaa.
- 9-Nastaisen RS232-kaapelin, jolla EasyPort-moduuli liitetään PC:n sarjaporttiin.
- 24-Nastaisen IEEE 488 –standardin mukaisen kaapelin, jolla EasyPort ja kytkentäyksikkö liitetään yhteen.

Kytkentä suoritetaan kuvan 1 mukaisesti.



Kuva 1. EasyPort-laitteiston kytkentä

## EASYPORT-LAITTEISTON JA PNEUMAATTISEN KYTKENNÄN KYTKENTÄ-, KÄYTTÖ- JA TURVALLISUUSOHJEET

---

### KytKentäohje:

1. Kytke EasyPort-moduuli PC:n COM2-porttiin 9-nastaisella RS-232-kaapelilla.
2. Valitse moduulin päädyssä olevista kolmesta kytkimestä tilanne, että käytössä on vain yksi ohjattava laite.
3. Kytke EasyPortin digitaalinen I/O-linja 24-nastaisella IEEE 488 –standardin mukaisella kaapelilla kytkentäyksikköön.
4. Tuo kytkentäyksikölle jännite 24 V DC 4 mm:n liittimillä, mutta älä kytke vielä jännitteitä päälle.
5. Tarkista PC:n ohjauspaneelin asetuksista, että COM2-portin asetukset ovat seuraavanlaiset:

Baud Rate	19200
Data Bits	8
Parity	none
Stop Bits	1
Flow Control	Xon / Xoff
FIFO	3(käytössä)

## EASYPORT-LAITTEISTON JA PNEUMAATTISEN KYTKENNÄN KYTKENTÄ-, KÄYTTÖ- JA TURVALLISUUSOHJEET

---

### 1.2 Pneumaattinen kytkentä

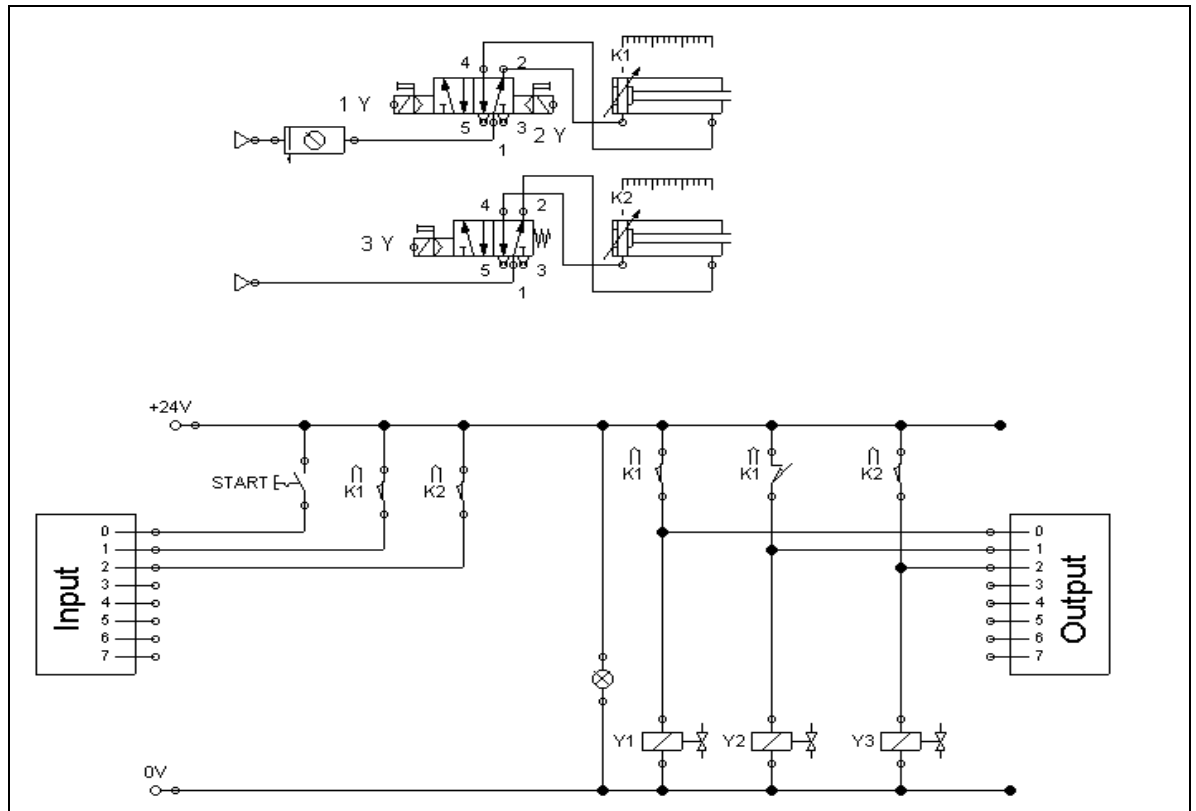
Pneumaattisessa kytkennässä tarvittavat välineet:

- painonappikytkinyksikkö
- 2 kpl kaksitoimisia paineilmalla ohjattavia sylintereitä
- 5/2 magneettinen suuntaventtiili
- 5/2 jousipalautteinen suuntaventtiili
- 2 rajakytkintä
- paineilmaletkuja
- 4 mm:n SysLink -liittimiä

Pneumaattinen kytkentä kootaan varta vasten sille tarkoitetulle kytkentäpöydälle, johon on johdettu 6-7 baarin paineilma oppilaitoksen verkostosta. Tarkista ennen kytkennän aloittamista pöydän nurkassa olevasta paineensäätimestä, että paineet on kytketty pois päältä.

## EASYPORT-LAITTEISTON JA PNEUMAATTISEN KYTKENNÄN KYTKENTÄ-, KÄYTTÖ- JA TURVALLISUUSOHJEET

Kuvassa 2 on esitetty pneumaattisen laitteiston kytkentäkaavio. Kuvassa yllinnä on kytkennän pneumaattinen osuus ja alinna sähköinen osuus.



Kuva 2. Pneumaattisen kytkennän kytkentäkaavio

6. Tee kuvan 2 mukainen kytkentä.
7. Tarkista, että paineilmaletkut ovat kunnolla kiinni.
8. Säädä kytkentäpöydän paineilma kolmeen baariin.

## EASYPORT-LAITTEISTON JA PNEUMAATTISEN KYTKENNÄN KYTKENTÄ-, KÄYTTÖ- JA TURVALLISUUSOHJEET

---

### 2 OHJELMAT

Työssä tarvittavat ohjelmat:

- Ezdde V3.9
- Vswitch V2.6
- LabView 7.0
- FluidSim-P 3.5

#### Ezdde V3.9

Ezdde on DDE (Dynamic Data Exchange) -serveri Feston logiikoille, Burgertin säätimille ja EasyPort liitäntäyksikölle. Tämän kommunikointiprotokollan avulla voidaan kommunikoida eri sovellusten kesken yhdellä PC:llä.

LabView:lla on laadittu laitteiston ohjaamiseksi ja kontrolloimiseksi ohjelma. Jotta LabView pystyisi kommunikoimaan Ezdde:n kanssa, täytyy käynnistää myös Switch-ohjelma.

#### Vswitch V2.6

Vswitch on Festo Didacticin ohjelma, jonka avulla käynnistetään DDE-serveri (palvelin) toimimaan logiikan kontrollohjelmien kanssa. Vswitch auttaa DDE-serverin (Ezdde) ja asiakasohjelman (Excel, LabVIEW, FluidSim, InTouch...) liittämässä keskenään ja on kehitetty nimenomaan tähän tarkoitukseen. Vswitch edellyttää DDE-kytkennässä terminaalien käyttöä. Terminaalit on jaettu oikean- ja vasemmanpuoleiseen terminaaliin (server ja client), jotka on linkitetty yhteen. Käyttäjän on konfiguroitava terminaalitiedostoihin sekä palvelimen että asiakasohjelman kommunikointitavat ini-tiedostojen avulla.

## EASYPORT-LAITTEISTON JA PNEUMAATTISEN KYTKENNÄN KYTKENTÄ-, KÄYTTÖ- JA TURVALLISUUSOHJEET

---

Seuraavat tiedostot näkyvät Vswitch:n ohjelmaikkunan yläosassa.

- vasen terminaali       \*.LNI
- oikea terminaali       \*.RNI
- linkin konfigurointi   \*.VLN

LNI- ja RNI-tiedostoihin tehdään seuraavat käytettävien ohjelmien mukaiset asetukset, joilla määritellään PC:n käytettävä portti, tiedonsiirtonopeus, databittien määrä ym. tiedonsiirrossa tarvittava protokolla.

9. Avaa ezdde.ini-tiedosto (C:\\Didactic\\) notepadillä ja tarkasta, että asetukset ovat seuraavanlaiset:

Easyport1.ini:

(ezdde.ini-tiedoston EasyPort osuus)

[SERIUOS]

PORT=COM2:19200,N,8,1           =PC:n sarjaportin asetukset sekä  
TIMEOUT=0xBB8                   sarjaliikenteen vaatimat asetukset ja  
UPPDATETIME=0x32               ajoitukset.  
TRACE=0  
NOTIFY=1  
ANALOG\_ACT=1

Määriteltyjen LNI ja RNI -tiedostojen [GENERAL] ja [0x1200] osuudet:

[GENERAL]

ID\_1=0x2200  
ID\_2=0x2201  
ID\_3=0x1200                       =input tavu 0 EasyPortista  
ID\_4=0x1201                       =input tavu 1 EasyPortista



## EASYPORT-LAITTEISTON JA PNEUMAATTISEN KYTKENNÄN KYTKENTÄ-, KÄYTTÖ- JA TURVALLISUUSOHJEET

---

[0x1200]	= input tavu 0 määrittelyt
SERVER=EZDDE	= DDE sovelluksen nimi
TOPIC=EasyPort	= DDE topic
ITEM=DEB1.0.0	= Item, EasyPort-laitteen 1 ensimmäisen input-sanan alin tavu
SYMBOLIC=EasyPort1_EB0	= nimi tavulle, näkyy Vswitch:n ikkunassa

10. Kytke 24 V jännite kytkentäyksikölle.

11. Avaa PC:n työpöydältä (tai C:\\Didactic\\) Ezdde- ja Vswitch-ohjelmat.
12. Käynnistä Vswitch *Run*-painikkeella jatkuvaan ajoon. (Näyttö ei päivity .ini-tiedostojen muuttamisen jälkeen ennen Run-painikkeen painallusta.)
13. Tarkasta Vswitch-ohjelman DDE-alasvetovalikosta, että DDE on käynnissä.
14. Sulje Vswitch-ohjelma.

### LabView 7.0

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) on National Instrumentsin kehittämä graafinen ohjelmointikieli. LabVIEW tukee RS-232/422-porttia, IEEE 488 (GPIB) –kortteja, tiedonkeruukortteja, VXI-väylää sekä kuvankäsittelykortteja. Ohjelmointi LabVIEW:lla tapahtuu muodostamalla lohkokaaavioesityksiä, joista LabVIEW kääntää konekielisen ohjelman.

Käynnistettäessä LabVIEW-ohjelma avautuu kaksi ikkunaa, etupaneeli ja diagrammi-ikkuna. Ikkunat saadaan asetettua rinnakkain (vasemmalle etupaneeli ja oikealle diagrammi-ikkuna) valitsemalla ylävalikosta "Windows" ja edelleen "Tile left and Right".

## EASYPORT-LAITTEISTON JA PNEUMAATTISEN KYTKENNÄN KYTKENTÄ-, KÄYTTÖ- JA TURVALLISUUSOHJEET

---

15. Käynnistä LabView ja avaa pneumaattista kytkentää varten tehty ohjelma polusta C:\\Program Files\\EasyPort\\Sylinterien ohjaus.vi.
16. Valitse LabVIEW-ohjelman etupaneelistä sylinterien toimintasekvenssit merkkietokontrollien alavetovalikosta (LIIKE 1, LIIKE 2...jne.). Kirjoita lisäksi suunnittelemasi liikkeiden väliset viiveet niille tarkoitettuihin etupaneelin kontrolleihin. Viiveet ilmoitetaan millisekunneina.
17. Avaa 3 bar paine pneumaattiselle kytkennälle kytkentäpöydän ylänurkassa olevasta paineensäätimestä.
18. Käynnistä LabVIEW-ohjelma jatkuvaan ajoon ylävalikon nuolipainikkeesta, jolloin ohjelma lukee kytkinten tilat ja ilmaisee ne ohjelman etupaneelin indikaattoreilla.
19. Paina painonappikytkinyksiköstä *Start*-painiketta. Ohjelma etenee tällöin sekvenssirakenteisiin ja suorittaa sylintereillä halutun liikesarjan, joka määriteltiin etupaneelin kontrolleilla. Kokeile erilaisia liikesarjoja ja viiveitä.

### FluidSIM-P 3.5

20. Käynnistä FluidSim-P 3.5 –ohjelma ja avaa polusta C:\\Programs \\EasyPort\\KytKentä.ct. Tällöin avautuu kuvan 2 kytkentä.
21. Laita ohjelma ajoon ylävalikon *Start*-painikkeella.

FluidSim-ohjelmalla pystytään simuloimaan pneumaattisen kytkennän toimintaa. Ohjelmalla voidaan testata erikseen sekä kytkennän paineilmaisuus että sähköinen osuus.

22. Tutki kytkennän toimintaa napauttamalla hiirellä komponenttien päällä (hiiren osoitin muuttuu käden kuvaksi). Tutustu komponentteihin myös komponenttikirjaston avulla. Napauttamalla hiiren kakkospainikkeella kirjaston komponenttia, voit valita valikosta komponentin esittelyn tai jopa valokuvan.

## EASYPORT-LAITTEISTON JA PNEUMAATTISEN KYTKENNÄN KYTKENTÄ-, KÄYTTÖ- JA TURVALLISUUSOHJEET

---

### 3 TURVALLISUUSOHJEET

#### Sähköiset kytkennät

Tarkasta ennen kytkennän aloittamista, että käytössäsi olevat komponentit ja liittimet ovat ulkoisesti ehjiä. Ennen käyttöjännitteiden kytkemistä on muistettava tarkastaa, että kytkennälle tuotava jännite on säädetty oikean suuruiseksi.

#### Paineilmakytkennät

Laboratorion paineilmaverkoston paine on 6-7 baaria. Ennen pneumaattisen kytkennän aloittamista tarkasta, että kytkentäpöydälle tuleva paine on alennettu 3 baariin. Kytke komponenttien väliset paineilmaletkut huolellisesti, ja tarkasta kytkentä aina ennen paineiden kytkemistä.

#### VARO KOHDISTAMASTA PAINEILMAA IHOLLE !

Kytkeä testattaessa ole huolellinen, ettet jätä sormiasi komponenttien liikeradalle. Älä myöskään käytä komponentteja käsin.