



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA DE  
MANTENIMIENTO**

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA SCADA UTILIZANDO  
FLUIDSIM, LabVIEW EN LOS EQUIPOS DEL  
LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y  
MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE  
INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO”.**

**GARCÉS ROSERO ALEX RAÚL**

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2014**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2013-04-16

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**ALEX RAÚL GARCÉS ROSERO**

---

Titulada:

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA SCADA UTILIZANDO FLUIDSIM, LABVIEW EN LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO”.**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

---

Ing. Geovanny Novillo A.DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación

---

Ing. Pablo Montalvo.DIRECTOR DE TESIS

---

Dr. Marco Haro.ASESOR DE TESIS

**ESPOCH**

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** ALEX RAÚL GARCÉS ROSERO

**TÍTULO DE LA TESIS:** “DESARROLLO DE UN SISTEMA SCADA UTILIZANDO FLUIDSIM, LABVIEW EN LOS EQUIPOS DE LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN Y MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO”.

**Fecha de Exanimación:**2013-11-04

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN                           | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|---|---------|------------|-------|
| Ing. Geovanny Novillo. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA |         |            |       |
| Ing. Pablo Montalvo. DIRECTOR DE TESIS          |         |            |       |
| Dr. Marco Haro ASESOR                           |         |            |       |

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Geovanny Novillo.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos–científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Alex Raúl Garcés Rosero

## **DEDICATORIA**

Por darme la vida, por estar conmigo en cada momento, por la sabiduría brindada, he cumplido una meta muy importante en mi vida, la cual deseo compartirla con mis padres queridos Raúl Garcés Oñate y Sonia Rosero Martínez, por todo el amor que me han dado, apoyo, consejos, esfuerzos, sacrificios y dedicación para forjar el hombre que soy.

Alex Raúl Garcés Rosero

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero dejar en constancia mi más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Mecánica y de manera especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, por ser una fuente de sabiduría, que me ha sabido compartir los conocimientos necesarios, permitiendo convertirme en un profesional útil para la sociedad.

Así mismo hago presente mi gratitud a los Docentes de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento por haber hecho posible de manera exitosa la realización del presente proyecto de investigación.

A mi familia por ser un pilar fundamental en mi vida y por darme el apoyo necesario para lograr mis metas. Además no sería posible haber culminado con éxito el proyecto en mención sin la ayuda desinteresada de nuestros catedráticos, Ing. Pablo Montalvo y Dr. Marco Haroquienes estuvieron dirigiendo y asesorando este proyecto de tesis.

## CONTENIDO

|   | Pág. |
|---|------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b>  |      |
| 1.1 Antecedentes.....   | 1    |
| 1.2 Justificación.....  | 2    |
| 1.3 Objetivos.....  | 2    |
| 1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....   | 2    |
| 1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....  | 2    |
| <b>2. MARCO TEÓRICO</b>   |      |
| 2.1 El protocolo de comunicación.....   | 3    |
| 2.1.1 <i>Propósito de un protocolo de comunicación</i> .....                              | 4    |
| 2.1.2 <i>Ventajas del protocolo de comunicación</i> .....                                 | 4    |
| 2.1.3 <i>Objetivos e interfaces</i> .....   | 5    |
| 2.1.4 <i>Aplicaciones protocolo de comunicación</i> .....                                 | 6    |
| 2.1.5 <i>Tipos de interfaces</i> .....  | 6    |
| 2.1.6 <i>Servidores locales y remotos</i> .....   | 7    |
| 2.1.7 <i>Servidores de acceso a datos protocolo de comunicación</i> .....                 | 7    |
| 2.2 Comunicación Modbus.....  | 7    |
| 2.2.1 <i>Modbus</i> .....   | 7    |
| 2.2.2 <i>Variaciones</i> .....  | 8    |
| 2.2.3 <i>Extensiones del protocolo</i> .....  | 8    |
| 2.3 Sistema SCADA.....  | 8    |
| 2.4 Tipos de lazos de comunicación.....   | 9    |
| 2.4.1 <i>Lazos abiertos y cerrados</i> .....  | 9    |
| 2.4.2 <i>Definiciones del sistema</i> .....   | 11   |
| 2.4.2.1 <i>Supervisión</i> .....  | 11   |
| 2.4.2.2 <i>Automática</i> .....   | 11   |
| 2.4.3 <i>Principales familias</i> .....   | 11   |
| 2.4.4 <i>Interfaz humano máquina</i> .....  | 12   |
| 2.4.5 <i>Soluciones de hardware</i> .....   | 13   |
| 2.4.6 <i>Características</i> .....  | 13   |
| 2.5 Infraestructura y métodos de comunicación.....  | 14   |
| 2.6 LabVIEW.....  | 15   |
| 2.6.1 <i>Herramientas gráficas y textuales para el procesado digital de señales</i> ..... | 16   |
| 2.6.2 <i>Panel Frontal</i> .....  | 16   |
| 2.6.3 <i>Diagrama de bloques</i> .....  | 16   |
| 2.7 EasyPort USB.....   | 17   |
| 2.7.1 <i>Configuración con 4 módulos EasyPort</i> .....                                   | 19   |
| 2.7.1.1 <i>Como utilizar el EasyPortUSB</i> .....   | 19   |
| 2.7.2 <i>Información que ofrecen en el manual</i> .....                                   | 20   |
| 2.7.3 <i>Indicaciones</i> .....   | 20   |
| 2.8 Interfaces SysLink.....   | 21   |
| 2.8.1 <i>Conector para señales analógicas</i> .....                                       | 22   |
| 2.8.2 <i>Interfaces de datos para PC</i> .....  | 22   |
| 2.8.3 <i>Datos técnicos de la interface RS232</i> .....                                   | 23   |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 2.8.4     | <i>Puerto USB</i> .....   | 23 |
| 2.8.5     | <i>LED error</i> .....  | 24 |
| 2.8.6     | <i>LED status</i> .....   | 25 |
| 2.9       | Montaje del EasyPort.....   | 25 |
| 2.9.1     | <i>Conexión del EasyPort alPC</i> .....                               | 25 |
| 2.9.2     | <i>Indicaciones del EasyPort</i> .....                                | 26 |
| 2.9.3     | <i>Ajuste de dirección en el EasyPort</i> .....                       | 26 |
| 2.9.4     | <i>Conexión de software</i> .....                                     | 27 |
| 2.10      | Control de modelos prácticos de procesos.....                         | 27 |
| 2.10.1    | <i>Controles</i> .....  | 28 |
| 2.10.2    | <i>Reguladores</i> .....  | 28 |
| 2.10.3    | <i>Control de simulación</i> .....                                    | 38 |
| <b>3.</b> | <b>MONTAJE DEL EQUIPO</b>   |    |
| 3.1       | Estructura del módulo de EasyPort.....                                | 29 |
| 3.2       | Ubicación del EasyPort.....   | 32 |
| 3.3       | Ubicación de la fuente de alimentación.....                           | 33 |
| 3.4       | Entradas y salidas del módulo.....                                    | 34 |
| 3.5       | Ubicación de las válvulas de accionamiento.....                       | 36 |
| 3.5.1     | <i>Accionamiento neumático</i> .....                                  | 37 |
| 3.5.2     | <i>Accionamiento electroneumático</i> .....                           | 37 |
| 3.5.3     | <i>Criterios de selección de los campos</i> .....                     | 38 |
| 3.5.4     | <i>Cilindros</i> .....  | 38 |
| 3.5.4.1   | <i>Cilindros de doble efecto</i> .....                                | 39 |
| 3.5.4.2   | <i>Unidad de mantenimiento</i> .....                                  | 39 |
| 3.5.5     | <i>Introducción a la simulación y construcción de circuitos</i> ..... | 40 |
| 3.5.6     | <i>Diseño de un circuito neumático</i> .....                          | 43 |
| 3.6       | Servidor comunicación OPCFluidSIM.....                                | 45 |
| 3.6.1     | <i>Comunicación OPC y DDE con otras aplicaciones</i> .....            | 45 |
| 3.6.2     | <i>Servidor OPC</i> .....   | 46 |
| 3.6.3     | <i>Palabra de datos</i> .....   | 46 |
| 3.6.4     | <i>Negar señal</i> .....  | 46 |
| 3.7       | Utilización del hardware EasyPort.....                                | 47 |
| 3.8       | Descripción de la caja de diálogo.....                                | 48 |
| 3.8.1     | <i>Asignación del EasyPort</i> .....                                  | 48 |
| 3.8.2     | <i>Color de la conexión</i> .....                                     | 49 |
| 3.8.3     | <i>Configuraciones para la comunicación OPC y DDE</i> .....           | 49 |
| 3.8.4     | <i>Conexión del OPC</i> .....   | 49 |
| 3.9       | Comunicación con LabVIEW.....   | 53 |
| 3.10      | Guía de prácticas de laboratorio.....                                 | 58 |
| 3.10.1    | <i>Utilización de un cilindro de simple efecto</i> .....              | 58 |
| 3.10.2    | <i>Comparación entre el cilindro de simple efecto</i> .....           | 60 |
| 3.10.3    | <i>Realizar accionamiento de un cilindro de doble efecto</i> .....    | 62 |
| 3.10.4    | <i>Conocer el accionamiento indirecto del cilindro</i> .....          | 64 |
| 3.10.5    | <i>Sistema con dos actuadores neumáticos</i> .....                    | 66 |
| 3.10.6    | <i>Accionamiento de electroválvulas</i> .....                         | 68 |



|           |  |    |
|-----------|--|----|
| 3.10.7    | <i>Uso de las electroválvulas con doble bobina.....</i>                                      | 70 |
| 3.10.8    | <i>Uso de las electroválvulas en un accionamiento de doble efecto.....</i>                   | 72 |
| 3.10.9    | <i>Conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro.....</i>               | 74 |
| 3.10.10   | <i>Accionamiento de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro.....</i>          | 76 |
| 3.10.11   | <i>Conexiones de las electroválvulas de un cilindro con secuencia.....</i>                   | 79 |
| 3.10.12   | <i>Conexión de las válvulas en el accionamiento de un cilindro con secuencia.....</i>        | 82 |
| 3.10.13   | <i>Conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro con secuencia.....</i> | 85 |
| <b>4.</b> | <b>PLAN DE MANTENIMIENTO</b>   |    |
| 4.1       | Elaboración del plan de mantenimiento.....   | 88 |
| 4.1.1     | <i>Mantenimiento mensual.....</i>  | 88 |
| 4.1.2     | <i>Mantenimiento semestral.....</i>  | 89 |
| 4.1.3     | <i>Mantenimiento anual.....</i>  | 90 |
| <b>5.</b> | <b>PLAN DE SEGURIDAD</b>   |    |
| 5.1       | Plan de seguridad.....   | 91 |
| 5.2       | Formas de acción.....  | 92 |
| 5.3       | Conclusiones del plan de seguridad.....  | 92 |
| <b>6.</b> | <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>  |    |
| 6.1       | Conclusiones.....  | 94 |
| 6.2       | Recomendaciones.....   | 95 |

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## LISTA DE FIGURAS

|    |  | <b>Pág.</b> |
|----|--|-------------|
| 1  | Propósitos del protocolo de comunicación.....      | 4           |
| 2  | Aplicaciones del protocolo de comunicación.....    | 4           |
| 3  | Comunicación del protocolo de comunicación.....    | 5           |
| 4  | Acceso de datos del protocolo de comunicación..... | 5           |
| 5  | Aplicaciones OPC.....                              | 6           |
| 6  | Interfaz del OPC.....                              | 6           |
| 7  | Panel de un VI.....                                | 17          |
| 8  | Configuración con proceso de simulación.....       | 17          |
| 9  | Configuración con 4 módulos EasyPortUSB.....       | 18          |
| 10 | Servidor OPC.....                                  | 20          |
| 11 | Partes del EasyPort. ....                          | 23          |
| 12 | Tipo de conexión.....                              | 26          |
| 13 | Parte frontal EasyPort.....                        | 27          |
| 14 | EasyPort.....                                      | 27          |
| 15 | Mesa Festo.....                                    | 32          |
| 16 | EasyPort cables de alimentación.....               | 33          |
| 17 | Fuente de alimentación.....                        | 33          |
| 18 | Características de la fuente.....                  | 34          |
| 19 | Cable SysLink.....                                 | 34          |
| 20 | Entradas y salidas en borneras.....                | 35          |
| 21 | Codificación de los cables.....                    | 35          |
| 22 | Válvula distribuidora.....                         | 36          |
| 23 | Válvula electroneumática.....                      | 37          |
| 24 | Cilindro simple efecto.....                        | 38          |
| 25 | Cilindro de doble efecto.....                      | 39          |
| 26 | Unidad de mantenimiento.....                       | 39          |
| 27 | Menú de inicio de FluidSIM.....                    | 40          |
| 28 | Circuito de FluidSIM.....                          | 41          |
| 29 | Circuito Demo1.....                                | 42          |
| 30 | Significado de colores.....                        | 42          |
| 31 | Hoja de trabajo.....                               | 43          |
| 32 | Cilindro de simple efecto.....                     | 44          |
| 33 | Diseño y accionamiento del circuito.....           | 44          |
| 34 | Simulación del circuito.....                       | 45          |
| 35 | Diagramas de estado del circuito.....              | 45          |
| 36 | Cuadro de diálogo puerto FluidSIM.....             | 46          |
| 37 | Puerto de entrada DDE.....                         | 47          |
| 38 | Puerto de EasyPort.....                            | 48          |
| 39 | Selector OPC.....                                  | 48          |
| 40 | Conexión OPC.....                                  | 49          |
| 41 | OpcionesOPC.....                                   | 50          |
| 42 | Add ítem.....                                      | 50          |
| 43 | Selección de los puertos.....                      | 51          |
| 44 | Pantalla del OPC.....                              | 51          |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 45 | Comunicación OPC.....   | 52 |
| 46 | Pantalla de inicio LabVIEW.....                                   | 53 |
| 47 | Panel frontal de un VI.....                                       | 54 |
| 48 | Front Panel.....  | 54 |
| 49 | Selección de Ok botón.....  | 55 |
| 50 | Comunicación LabVIEW con Festo.....                               | 56 |
| 51 | Panel de control SCADA.....                                       | 57 |
| 52 | Cilindro de simple efecto.....                                    | 58 |
| 53 | Accionamiento indirecto.....                                      | 61 |
| 54 | Cilindro de doble efecto.....                                     | 62 |
| 55 | Posicionamiento de levas.....                                     | 64 |
| 56 | Accionamiento de dos cilindros.....                               | 67 |
| 57 | Circuito eléctrico.....   | 69 |
| 57 | Accionamiento de cilindro doble efecto.....                       | 71 |
| 59 | Accionamiento de doble efecto con electroválvula.....             | 73 |
| 60 | Accionamiento de un cilindro de simple efecto y doble efecto..... | 75 |
| 61 | Accionamiento de electro válvulas con EasyPort.....               | 77 |
| 62 | Accionamiento de doble efecto con EasyPort.....                   | 80 |
| 63 | Accionamiento doble efecto con enclavamiento.....                 | 83 |
| 64 | Accionamiento de dos cilindros con un EasyPort.....               | 86 |
| 65 | Tablero de demostración.....                                      | 93 |
| 66 | Tablero de control.....   | 93 |

## LISTA DE TABLAS

|    |  | <b>Pág.</b> |
|----|--|-------------|
| 1  | Configuraciones de EasyPort.....                   | 20          |
| 2  | Interface de proceso EasyPort.....                 | 21          |
| 3  | Conector tipo zócalo IEEE 488 de 24 contactos..... | 21          |
| 4  | Conector tipo zócalo.....                          | 22          |
| 5  | RS232.....   | 22          |
| 6  | Mediciones.....                                    | 28          |
| 7  | Controles EasyPort.....                            | 28          |
| 8  | Regulaciones EasyPort.....                         | 29          |
| 9  | Control de una simulación.....                     | 30          |
| 10 | Mantenimiento mensual.....                         | 89          |
| 11 | Mantenimiento semestral.....                       | 90          |
| 12 | Mantenimiento anual.....                           | 90          |

## LISTA DE ABREVIATURAS

|       |   |
|-------|---|
| OPC   | Procesos de Control                                   |
| CAD   | Diseño Asistido por Computadora                       |
| SCADA | Supervisión Control y Adquisición de Datos            |
| DCS   | Sistema de Control Distribuido                        |
| PLC   | Controlador Lógico Programable                        |
| OSI   | Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos          |
| RTU   | Unidad Remota Terminal                                |
| SMS   | Servicio de Mensajes Cortos                           |
| GPRS  | Servicio General de Paquetes Vía Radio                |
| HMI   | Interfaz Hombre Máquina                               |
| CP    | Control Programable                                   |
| ERP   | Protocolo de Recursos Externos                        |
| PAC   | Paquete de Comunicación Adquirida                     |
| FPC   | Comunicación de Paquetes                              |
| UNIX  | Sistema Operativo Portable                            |
| PDA   | Personal Digital Asistente                            |
| MAC   | Sistema Operativo de Macintosh                        |
| USB   | Universal Serial Bus                                  |
| ASCII | Código Estadounidense para Intercambio de Información |
| Hz    | Hertzio   |
| LCD   | Pantalla de Cristal líquido                           |
| LED   | Diodo Emisor de Luz                                   |
| MPS   | Sistema de Programación Matemática                    |

## **LISTA DE ANEXOS**

**A** Circuitos Eléctricos

**B** Manual de EasyPort

## RESUMEN

Desarrollé un sistema SCADA utilizando FluidSIM, LabVIEW en los equipos del laboratorio de Automatización y Manipulación Automática de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, con la finalidad de que los estudiantes puedan realizar prácticas de automatización con el equipo de EasyPort.

Al observar las características técnicas del EasyPort, se concluye que se puede realizar en tiempo real procesos neumáticos y electroneumáticos en los equipos del laboratorio de Automatización, por lo que al tener que laborar con técnicas actuales, se adquirió licencias y actualizaciones de software, con las cuales se procedió al ensamblaje de los módulos de aprendizaje y al acoplamiento de los diferentes elementos de control.

Los equipos requieren de una programación para que se puedan comunicar entre sí, por lo cual utilizaremos el software FluidSIM, LabVIEW y el OPCFesto. Previamente estos software tienen que ser instalados en la computadora del usuario para que se comuniquen dichos dispositivos.

Las prácticas que fueron hechas verificarán el correcto funcionamiento de los módulos, se realizaron pruebas y por último se elaboraron las guías de prácticas, tareas de mantenimiento y procedimientos de seguridad para la conservación de los equipos.

Se recomienda a los practicantes conservar en óptimas condiciones los equipos y aprovechar al máximo la tecnología implantada en el laboratorio.

## **ABSTRACT**

ASCADA system was developed using FluidSIM, LabVIEW in the equipment of the laboratory of automation automatic of the school of engineering of maintenance, in order that students can perform automation practices with EasyPort team.

The interest is to get proposed objectives to subsequently know technical characteristics and functioning of the equipments which are essential for the achievement of the practices.

The equipments require a programming to enable them to communicate with each other and the software FluidSIM, LabVIEW and the OPC Festo will be used previously to be installed on the user's computer to communicate these devices.

The correct functioning of the modules is verified through practices, different tests were also carried out and handbook of guidelines of practices, maintenance and safety procedures for the preservation of the equipment was finally elaborated.

It is recommended to the practitioners to preserve in conditions the equipments and to make use to the maximum of the technology implanted in the laboratory



# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

Los constantes avances tecnológicos, que permiten una continua modernización de los sistemas de producción en las diferentes áreas de las industrias, hace indispensable la actualización de los conocimientos de tal manera que permita de una manera clara y sencilla, implementar en el aula un módulo para la simulación de procesos industriales con la ayuda de herramienta como LabVIEW muy utilizada en la industria.

El módulo cumple con todos los requerimientos necesarios para su implementación, es así como se realiza un análisis de los diferentes tipos de montajes de la parte mecánica, neumática, eléctrica, y una revisión de los sistemas de control, partiendo de lo más básico como es el control electromecánico (tecnología cableada), hasta los más modernos como son los SCADA. En base a este conocimiento, definir el control apropiado para implementarlo en este proyecto. Como sistemas de control implementado en las diferentes áreas de la producción industrial, siendo este trabajo un pilar de conocimientos, es recomendable profundizarlos ya que el campo de aplicación es muy amplio y los profesionales deben estar acorde con las nuevas tecnologías desarrolladas.

### 1.1 Antecedentes

Mediante la introducción de esta técnica en la industria ecuatoriana se ha conseguido importantes resultados ya que se puede detectar fallas antes que se produzcan, sin detener el proceso. y con la automatización industrial se mejora los procesos productivos.

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo cuenta con diferentes laboratorios donde se encuentran módulos para prácticas de los estudiantes. Se ha visto la necesidad de simular procesos industriales con la ayuda de herramientas modernas como FluidSIM y

LabVIEW programas destinados al control y automatización, haciéndolos más funcionales para las distintas prácticas que se realizan en el Laboratorio, desarrollando de mejor manera las destrezas y habilidades de los estudiantes.

## **1.2 Justificación**

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo está innovándose en tecnología donde se pueden desarrollar diferentes procesos de automatización, de tal manera que se ve la necesidad de contar con equipos didácticos de simulación de procesos industriales y aplicaciones reales con tecnología, que esté más acorde a la actualidad y promoviendo como objetivo que el estudiante tenga facilidades para su comprensión y asegure su buen vivir y calidad intelectual dentro de su formación educativa. Ya que dentro de los objetivos de la Facultad de Mecánica y sus diversas Escuelas es estar al nivel de las exigencias del sector productivo.

## **1.3 Objetivos**

**1.3.1** *Objetivo general.* Desarrollar de un sistema SCADA utilizando FluidSIM, LabVIEW en los equipos de laboratorio de Automatización y Manipulación Automática de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento.

**1.3.2** *Objetivos específicos:*

Determinar las variables de un proceso y su control.

Determinar características de FluidSim.

Efectuar sistemas de comunicación entre FluidSim y LabVIEW.

Validar el uso del equipo en el laboratorio

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

FluidSim es una herramienta de simulación para la obtención de los conocimientos básicos de la neumática. Una característica importante de FluidSim es su estrecha relación con la función y simulación CAD. FluidSim permite, por una parte, un esquema de diagramas de circuitos fluidos con posibilidad de la ejecución sobre la base de descripciones de componentes físicos y de una simulación plenamente explicativa, con esto se establece una división entre la elaboración de un esquema y la simulación.(SANCHEZ, 2002)

Los componentes neumáticos son explicados por medio de breves descripciones, imágenes y presentaciones de principios de accionamiento.

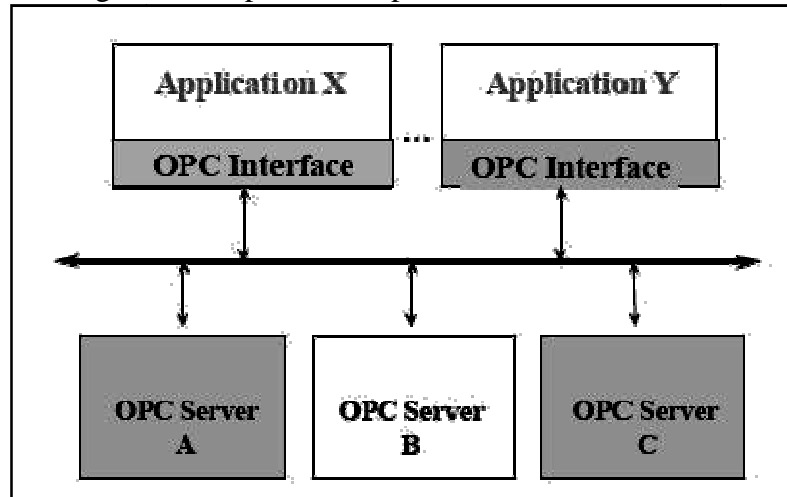
En el desarrollo del programa se ha dado especial importancia al empleo intuitivo y de ágil aprendizaje de FluidSim. Esta concepción de empleo le ofrece la posibilidad de dar un breve período de toma de contacto, diseñar y simular circuitos de fluidos.(RUVALCABA, 2005)

#### **2.1 El protocolo de comunicación**

Es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos industriales, basado en una tecnología Microsoft, que ofrece un interface común para comunicación que permite, que componentes softwares individuales interaccionen y compartan datos. La comunicación OPC se realiza a través de una arquitectura cliente-servidor. El servidor OPC es la fuente de datos (como un dispositivo hardware a nivel de planta) y cualquier aplicación basada en OPC puede acceder a dicho servidor, para leer/escribir cualquier variable que ofrezca el servidor. Es una solución abierta y flexible al clásico problema de los drivers propietarios. Prácticamente todos los mayores fabricantes de sistemas de control, instrumentación y de procesos han incluido OPC en sus productos.(PENIN, 2012)

**2.1.1 Propósito de un protocolo de comunicación.** Las aplicaciones necesitan una manera común de acceder a los datos de cualquier fuente, como un dispositivo o una base de datos.

Figura 1. Propósitos del protocolo de comunicación

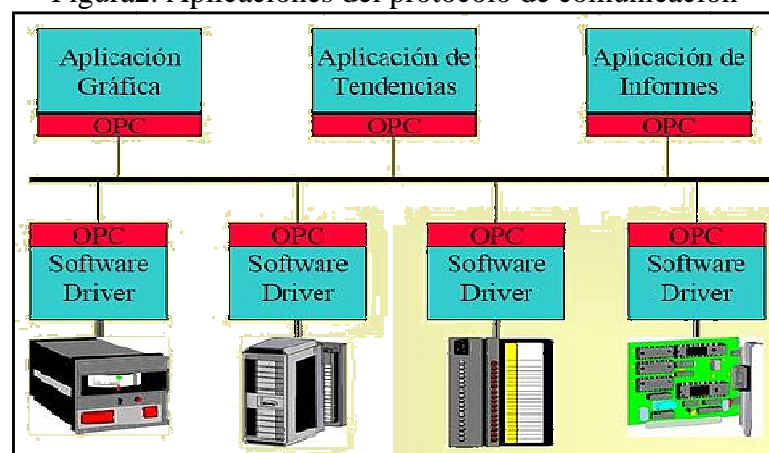


Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>

**2.1.2 Ventajas del protocolo de comunicación.**

- Los fabricantes de hardware sólo tienen que hacer un conjunto de componentes de programa para que los clientes los utilicen en sus aplicaciones.
- Los fabricantes de software no tienen que adaptar los drivers ante cambios de hardware.

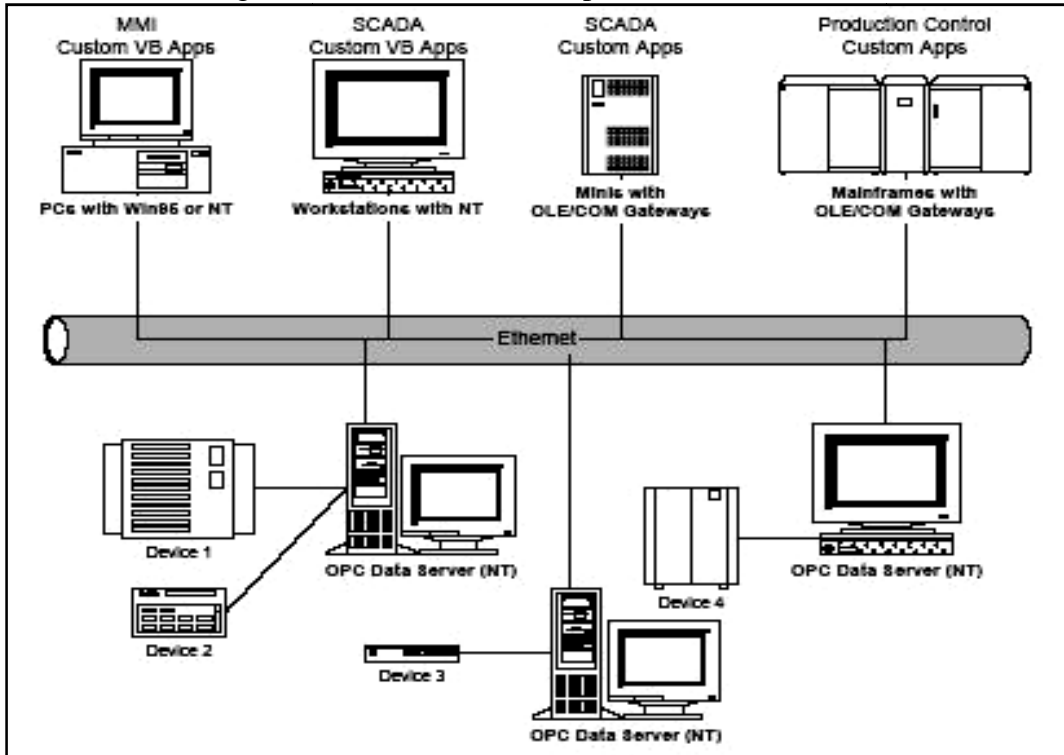
Figura2. Aplicaciones del protocolo de comunicación



Fuente. <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>

Con OPC, la integración de sistemas en un entorno heterogéneo se tornará simple.

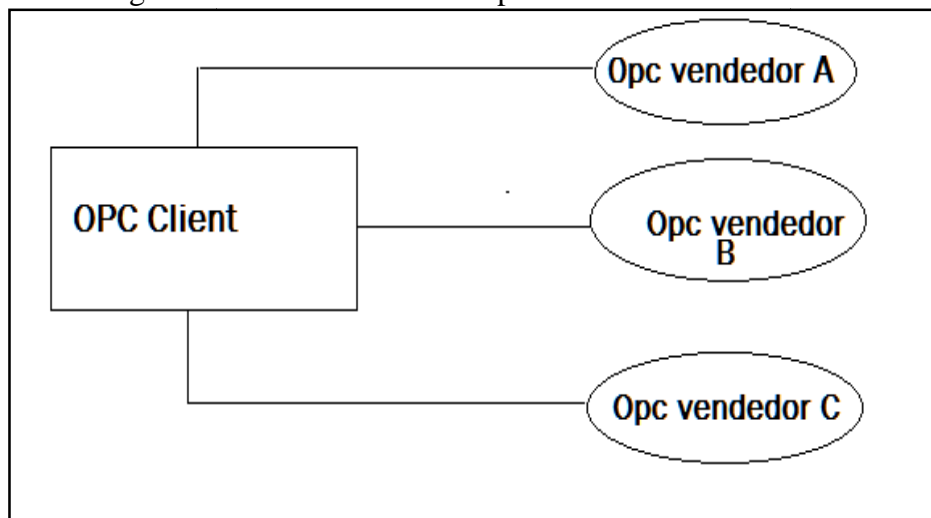
Figura 3. Comunicación del protocolo de comunicación



Fuente. <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>

**2.1.3 Objetos e interfaces.** Un cliente OPC se puede conectar a servidores OPC proporcionados por más de un "proveedor".

Figura 4. Acceso de datos del protocolo de comunicación



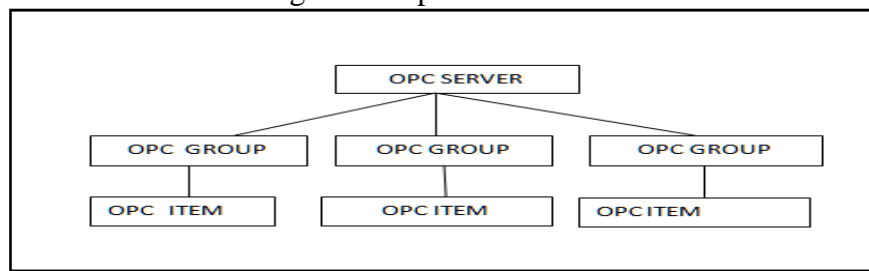
Fuente. <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>

**2.1.4 Aplicaciones protocolo de comunicación**

- Diseñado principalmente para acceder a datos de un servidor en red.
- Distintas aplicaciones de un nivel más bajo pueden coger datos de aparatos físicos

- y llevarlo a SCADA o DCS, o de un servidor SCADA o DCS a una aplicación.

Figura 5. Aplicaciones OPC

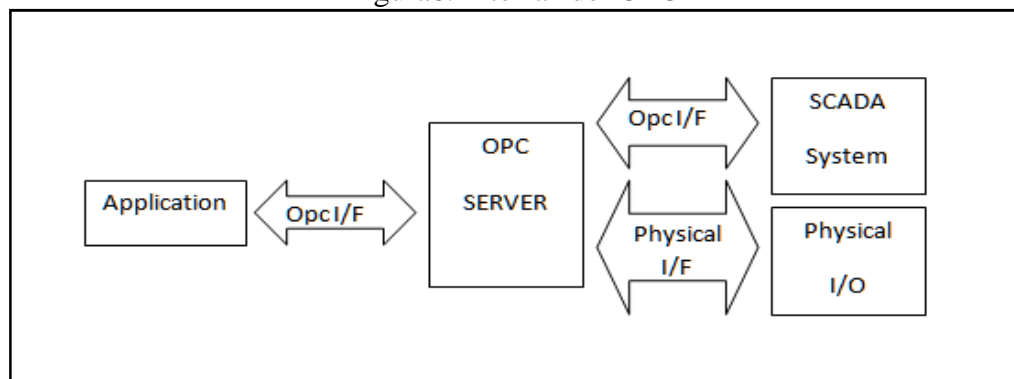


Fuente. <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>

### 2.1.5 Tipos de interfaces

- Interfaces Custom
- Interfaces de Automatización

Figura6. Interfaz del OPC



Fuente. <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>

OPC especifica la interfaz COM, como: “Lo que la interfaz es y su aplicación y no su implementación”, así como también el comportamiento esperado que proporciona la interfaz ante el uso y/o aplicaciones del cliente.

**2.1.6 Servidores locales y remotos.** Los clientes se deben conectar siempre a un servidor local que hará uso de un esquema de red existente. El cliente se puede conectar al servidor local/remoto que desee.

Una aplicación cliente OPC, puede conectarse por medio de una red, a varios servidores OPC proporcionados por uno o más fabricantes. De esta forma no existe restricción por

cuanto a tener un software cliente para un software servidor, lo que es un problema de interoperabilidad que hoy en día se aprecia con sistemas del tipo propietario. Los sistemas de control supervisorio como lo son SCADA o DCS pueden comunicarse con un Servidor OPC y proveer a éste, información de los dispositivos de campo asociados, de ésta forma, aplicaciones cliente OPC de otros fabricantes tendrán acceso a estos datos por medio del servidor.

### **2.1.7** *Servidor de acceso a datos protocolo de comunicación*

- A un alto nivel, está compuesto por los objetos:
- Servidor: Mantiene la información sobre sí mismo
- Grupo: Dota de un mecanismo que contiene en forma lógica los ítems, se clasifican en público o local.
- Ítem: Es un valor, una condición y permanece o varía en el tiempo. Es una dirección específica de los datos y no la fuente de datos (Netware Dynamic Data Exchange . Dorin Carstoiu, Ana B Automatic and Industrial Informatics., 2010).

## **2.2** **Comunicación Modbus**

**2.2.1** *Modbus*. Es un protocolo de comunicaciones situado en el nivel 2 del Modelo OSI, basado en la arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor, diseñado en 1979 por Modicon para su gama de controladores lógicos programables (PLCs). Convertido en un protocolo de comunicaciones estándar de facto en la industria es el que goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales. Las razones por las cuales el uso de Modbus es superior a otros protocolos de comunicaciones son:

- Es público.
- Su implementación es fácil y requiere poco desarrollo.
- Maneja bloques de datos sin suponer restricciones.

Modbus permite el control de una red de dispositivos, por ejemplo un sistema de medida de temperatura y humedad, y comunica los resultados a un ordenador.

Modbus también se usa para la conexión de un ordenador de supervisión con una unidad remota (RTU) en sistemas de supervisión adquisición de datos (SCADA).

Existen versiones del protocolo Modbus para puerto serie y Ethernet (Modbus/TCP) (LAJARA, 2011)

Existe gran cantidad de módems que aceptan el protocolo Modbus. Algunos están específicamente diseñados para funcionar con este protocolo. Existen implementaciones para conexión por cable, wireless, SMS o GPRS. La mayoría de problemas presentados hacen referencia a la latencia y a la sincronización.

**2.2.2** *Variaciones.* Todas las implementaciones presentan variaciones respecto al estándar oficial, algunas de las variaciones más habituales son:

- Coma Flotante IEEE
- Entero 32 bits
- Datos 8 bits
- Tipos de datos mixtos
- Campos de bits en enteros
- Multiplicadores para cambio de datos a/de entero. 10, 100, 1000, 256 ...

**2.2.3** *Extensiones del protocolo*

- Direcciones de esclavo de 16 bits
- Tamaño de datos de 32 bits (1 dirección = 32 bits de datos devueltos.)

## **2.3 Sistema SCADA**

Es un software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia. Facilita retroalimentación en tiempo real con los dispositivos de campo (sensores y actuadores) y controlando el proceso automáticamente. Provee de toda la información que se genera en el proceso productivo (supervisión, control calidad,



control de producción, almacenamiento de datos, etc.) y permite su gestión e intervención.(KALVAN, 2008).

En la teoría de control, la realimentación es un proceso por el que una cierta proporción de la señal de salida de un sistema se redirige de nuevo a la entrada. Esto es de uso frecuente para controlar el comportamiento dinámico del sistema. Los ejemplos de la realimentación se pueden encontrar en la mayoría de los sistemas complejos, tales como ingeniería, arquitectura, economía, sociología y biología. Arturo Rosenblueth, investigador mexicano y médico en cuyo seminario de 1943 hizo una ponencia llamada "Behavior, Purpose and Teleology" ("comportamiento, propósito y teleología"), de acuerdo con Norbert Wiener, fijó las bases para la nueva ciencia de la cibernética y propuso que el comportamiento controlado por la realimentación negativa, aplicada a un animal, al ser humano o a las máquinas era un principio determinante y directivo, en la naturaleza o en las creaciones humanas(SANCHEZ, 2002).

## **2.4 Tipos de lazos de comunicación**

**2.4.1** *Lazo abierto y cerrado.* Existen dos tipos de sistemas principalmente: los de lazo abierto o no realimentados y los de lazo cerrado o realimentados. Los sistemas de lazo cerrado funcionan de tal manera que hacen que la salida vuelva al principio para que se analice la diferencia con un valor de referencia y en una segunda opción la salida se vaya ajustando, así hasta que el error a cero.

Cualquier sistema que tenga como objeto controlar una cantidad como por ejemplo temperatura, velocidad, presión, caudal, fuerza, posición, etc., son normalmente de lazo cerrado. Los sistemas de lazo abierto no se comparan a la variable controlada con una entrada de referencia. Cada ajuste de entrada determina una posición de funcionamiento fijo en los elementos de control.

Es así que, la realimentación es un mecanismo o proceso cuya señal se mueve dentro de un sistema y vuelve al principio de éste como en un bucle, que se llama "bucle de realimentación". En un sistema de control (que tiene entradas y salidas), parte de la señal de salida vuelve de nuevo al sistema como parte de su entrada; a esto se le llama "realimentación" o retroalimentación.

La realimentación comprende todas aquellas soluciones de aplicación que hacen

referencia a la captura de información de un proceso o planta, no necesariamente industrial, para que, con esta información, sea posible realizar una serie de análisis o estudios con los que se pueden obtener valiosos indicadores que permitan una retroalimentación sobre un operador o sobre el propio proceso, tales como:

- Indicadores sin retroalimentación inherente.
- Estado actual del proceso, valores instantáneos.
- Desviación o deriva del proceso, evolución histórica y acumulada.
- Indicadores con retroalimentación inherente.
- Generación de alarmas.
- Interfaces hombre-máquina.
- Toma de decisiones.
- Mediante operatoria humana.
- Automática.

El esquema del sistema SCADA en áreas industriales. Estas áreas pueden ser:

- Monitorizar procesos químicos, físicos o de transporte en sistemas de suministro de agua, para controlar la generación y distribución de energía eléctrica, de gas o en oleoductos y otros procesos de distribución.
- Gestión de la producción (facilita la programación de la fabricación).
- Mantenimiento (proporciona magnitudes de interés tales para evaluar y determinar modos de fallo, MTBF, índices de Fiabilidad, entre otros).
- Control de Calidad (proporciona de manera automatizada los datos necesarios para calcular índices de estabilidad de la producción CP y CPk, tolerancias).
- Administración (actualmente pueden enlazarse estos datos del SCADA con un servidor ERP (Enterprise Resource Planning o sistema de planificación de recursos empresariales), e integrarse como un módulo más).

## **2.4.2** *Definiciones del sistema*

**2.4.2.1** *Supervisión.* Acto de observar el trabajo o tareas de otro (individuo o máquina) que puede no conocer el tema en profundidad, supervisar no significa el control sobre el otro, sino el guiarlo en un contexto de trabajo, profesional o personal, es decir con fines correctivos y/o de modificación.

**2.4.2.2** *Automática.* Ciencia tecnológica que busca la incorporación de elementos de ejecución autónoma que emulan el comportamiento humano o incluso superior.

**2.4.3** *Principales familias.* Automatas, robots, controles de movimiento, adquisición de datos, visión artificial, etc.

PLC: Programmable Logic Controller, Controlador Lógico Programable.

PAC: Programmable Automation Controller,

Un sistema SCADA incluye un hardware de señal de entrada y salida, controladores, interfaz hombre-máquina (HMI), redes, comunicaciones, base de datos y software.

El término SCADA usualmente se refiere a un sistema central que monitoriza y controla un sitio completo o una parte de un sitio que nos interesa controlar (el control puede ser sobre máquinas en general, depósitos, bombas, etc.) o finalmente un sistema que se extiende sobre una gran distancia (kilómetros / millas). La mayor parte del control del sitio es en realidad realizada automáticamente por una unidad terminal remota (UTR), por un controlador lógico programable (PLC) y más actualmente por un Controlador de Automatización Programable (PAC). Las funciones de control del servidor están casi siempre restringidas a reajustes básicos del sitio o capacidades de nivel de supervisión. Por ejemplo un PLC puede controlar el flujo de agua fría a través de un proceso, pero un sistema SCADA puede permitirle a un operador cambiar el punto de consigna (set point) de control para el flujo, y permitirá grabar y mostrar cualquier condición de alarma como la pérdida de un flujo o una alta temperatura. La realimentación del lazo de control es cerrada a través del RTU o el PLC; el sistema SCADA monitoriza el desempeño general de dicho lazo. El sistema SCADA también puede mostrar gráficas

con históricos, tablas con alarmas y eventos, permisos y accesos de los usuarios.

- Limitaciones de la visualización de los sistemas de adquisición y control.
- Control software. Cierre de lazo del control.
- Recoger, almacenar y visualizar la información.

**2.4.4 Interfaz humano-máquina.** Una interfaz Hombre - Máquina o HMI es el aparato que presenta los datos a un operador (humano) y a través del cual éste controla el proceso.

La industria de HMI nació esencialmente de la necesidad de estandarizar la manera de monitorizar y de controlar múltiples sistemas remotos, PLCs y otros mecanismos de control. Aunque un PLC realiza automáticamente un control pre-programado sobre un proceso, normalmente se distribuyen a lo largo de toda la planta, haciendo difícil recoger los datos de manera manual, los sistemas SCADA lo hacen de manera automática.

Históricamente los PLC no tienen una manera estándar de presentar la información al operador. La obtención de los datos por el sistema SCADA parte desde el PLC o desde otros controladores y se realiza por medio de algún tipo de red, posteriormente esta información es combinada y formateada. Un HMI puede tener también vínculos con una base de datos para proporcionar las tendencias, los datos de diagnóstico y manejo de la información así como un cronograma de procedimientos de mantenimiento, información logística, esquemas detallados para un sensor o máquina en particular, incluso sistemas expertos con guía de resolución de problemas. Desde cerca de 1998, virtualmente todos los productores principales de PLC ofrecen integración con sistemas HMI/SCADA, muchos de ellos usan protocolos de comunicaciones abiertos y no propietarios. Numerosos paquetes de HMI/SCADA de terceros ofrecen compatibilidad incorporada con la mayoría de PLCs.

SCADA es popular debido a esta compatibilidad y seguridad. Ésta se usa desde aplicaciones a pequeñas escalas, como controladores de temperatura en un espacio, hasta aplicaciones muy grandes como el control de plantas nucleares (JHONES, 1997).

**2.4.5** *Soluciones de hardware.* La solución de SCADA a menudo tiene componentes de sistemas de control distribuido, DCS (Distributed Control System). El uso de RTUs o PLCs o últimamente PACs sin involucrar computadoras maestras está aumentando, los cuales son autónomos ejecutando procesos de lógica simple. Frecuentemente se usa un lenguaje de programación funcional para crear programas que corran en estos RTUs y PLCs,

La complejidad y la naturaleza de este tipo de programación hace que los programadores necesiten cierta especialización y conocimiento sobre los actuadores que van a programar. Aunque la programación de estos elementos es ligeramente distinta a la programación tradicional, también se usan lenguajes que establecen procedimientos, como pueden ser: C o Ada95. Esto les permite a los ingenieros de sistemas SCADA implementar programas para ser ejecutados en RTUs o un PLCs.

Los tres componentes de un sistema SCADA son:

- Múltiples Unidades de Terminal Remota
- Estación Maestra y Computador con HMI.
- Infraestructura de Comunicación.

#### **2.4.6** *Características*

- Configuración: permite definir el entorno de trabajo del SCADA, adaptándolo a la aplicación particular que se desea desarrollar.
- Interfaz gráfica del operador: proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta. El proceso se representa mediante sinópticos gráficos almacenados en el ordenador de proceso y generados desde el editor incorporado en el SCADA o importados desde otra aplicación.
- Módulo de proceso: ejecuta las acciones de mando pre programado a partir de los valores actuales de variables leídas.
- Gestión y archivo de datos: almacenamiento y procesado ordenado de datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.

- Comunicaciones: transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el SCADA, y también entre ésta y el resto de elementos informáticos de gestión.

El paquete HMI para el sistema SCADA típicamente incluye un programa de dibujo con el cual los operadores o el personal de mantenimiento del sistema pueden cambiar la apariencia de la interfaz.

Esas representaciones pueden ser tan simples como unas luces de tráfico en pantalla, las cuales representan el estado actual de un campo en el tráfico actual, o tan complejas como una pantalla de multiproyector representando posiciones de todos los elevadores en un rascacielos o todos los trenes de una vía férrea. Plataformas abiertas como GNU/Linux que no eran ampliamente usados inicialmente, se usan debido al ambiente de desarrollo altamente dinámico y porque un cliente que tiene la capacidad de acomodarse en el campo del hardware y mecanismos a ser controlados que usualmente se venden UNIX o con licencias OpenVMS.

Hoy todos los grandes sistemas son usados en los servidores de la estación maestra así como en las estaciones de trabajo HMI.

## **2.5 Infraestructura y métodos de comunicación**

Los sistemas SCADA tienen tradicionalmente una combinación de radios y señales directas seriales o conexiones de módem para conocer los requerimientos de comunicaciones, incluso Ethernet e IP sobre SONET (fibra óptica) es también frecuentemente usada en sitios muy grandes como ferrocarriles y estaciones de energía eléctrica. Es más, los métodos de conexión entre sistemas pueden incluso que sea a través de comunicación wireless (por ejemplo si queremos enviar la señal a una PDA, a un teléfono móvil,...) y así no tener que emplear cables. Para que la instalación de un SCADA sea perfectamente aprovechada, debe de cumplir varios objetivos:

- Deben ser sistemas de arquitectura abierta (capaces de adaptarse según las necesidades de la empresa).
- Deben comunicarse con facilidad al usuario con el equipo de planta y resto de la

empresa (redes locales y de gestión).

- Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware. También tienen que ser de utilización fácil.
- Un lema tradicional de LabVIEW es la potencia está en el software, que con la aparición de los sistemas multinúcleo se ha hecho aún más potente. Entre sus objetivos están el reducir el tiempo de desarrollo de aplicaciones de todo tipo (no sólo en ámbitos de Pruebas, Control y Diseño) y el permitir la entrada a la informática a profesionales de cualquier otro campo. LabVIEW consigue combinarse con todo tipo de software y hardware, tanto del propio fabricante - tarjetas de adquisición de datos, PAC, Visión, instrumentos y otro Hardware- como de otros fabricantes (KALVAN, 2008).

## **2.6 LabVIEW**

LabVIEW es una plataforma y entorno de desarrollo para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico. Recomendado para sistemas hardware y software de pruebas, control y diseño, simulado o real y embebido, pues acelera la productividad. El lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje gráfico.

Este programa fue creado por National Instruments (1976) para funcionar sobre máquinas MAC, salió al mercado por primera vez en 1986. Ahora está disponible para las plataformas Windows, UNIX, MAC y GNU/Linux. La última versión es la 2012, con la increíble Demostración de poderse usar simultáneamente para el diseño del firmware de un instrumento RF de última generación, a la programación de alto nivel del mismo instrumento, todo ello con código abierto.

Los programas desarrollados con LabVIEW se llaman Instrumentos Virtuales, o VIs, y su origen provenía del control de instrumentos, aunque hoy en día se ha expandido ampliamente no sólo al control de todo tipo de electrónica (Instrumentación electrónica)

### **2.6.1 Herramientas gráficas y textuales para el procesado digital de señales**

- Visualización y manejo de gráficas con datos dinámicos.

- Adquisición y tratamiento de imágenes.

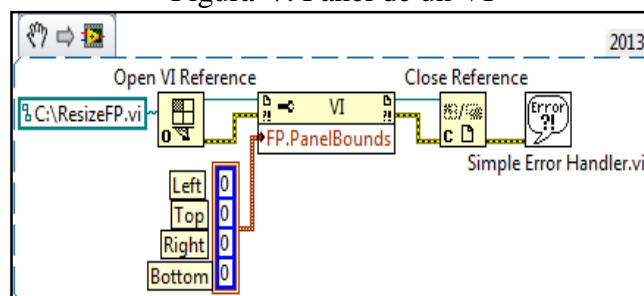
Como se ha dicho LabVIEW es una herramienta gráfica de programación, esto significa que los programas no se escriben, sino que se dibujan, facilitando su comprensión. Al tener ya pre-diseñados una gran cantidad de bloques, se le facilita al usuario la creación del proyecto, con lo cual en vez de estar una gran cantidad de tiempo en programar un dispositivo/bloque, se le permite invertir mucho menos tiempo y dedicarse un poco más en la interfaz gráfica y la interacción con el usuario final. Cada VI consta de dos partes diferenciadas:

**2.6.2 Panel frontal.** Es la interfaz con el usuario, la utilizamos para interactuar con el usuario cuando el programa se está ejecutando. Los usuarios podrán observar los datos del programa actualizados en tiempo real.

**2.6.3 Diagrama de bloques.** Es el programa propiamente dicho, donde se define su funcionalidad, aquí se colocan íconos que realizan una determinada función y se interconectan (el código que controla el programa. Suele haber una tercera parte icono/conector que son los medios utilizados para conectar un VI con otros Vis.

En el Panel frontal, encontraremos todo tipos de controles o indicadores, donde cada uno de estos elementos tiene asignado en el diagrama de bloques una terminal, es decir el usuario podrá diseñar un proyecto en el Panel frontal con controles e indicadores, desde estos elementos donde estos elementos serán las entradas y salidas que interactuaran con la terminal del VI. (LabVIEW, 2013).

Figura 7. Panel de un VI



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>

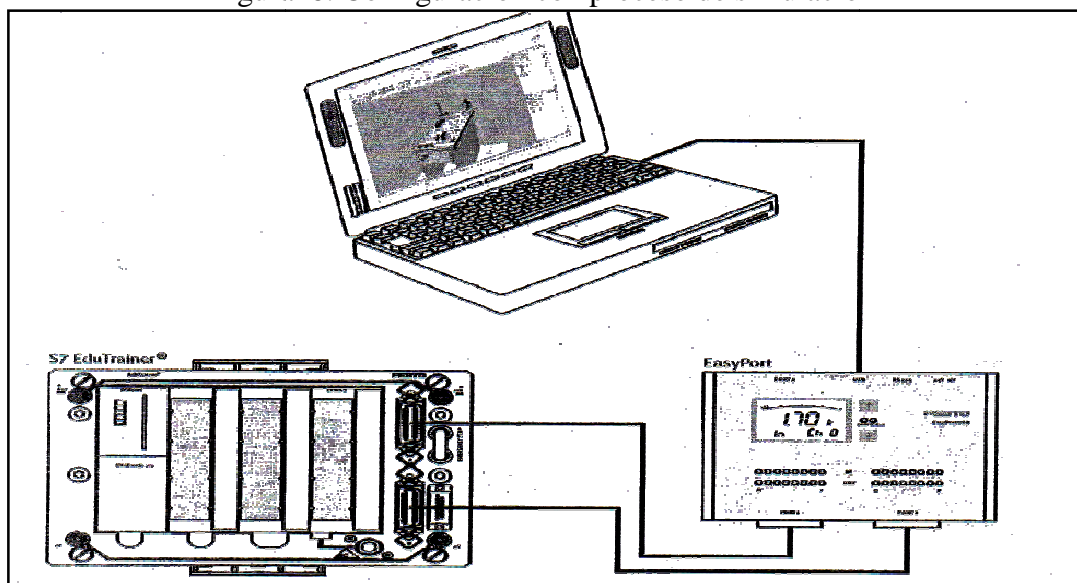


## 2.7 EasyPortUSB

La interface de procesos EasyPortUSB se utiliza para la transmisión bidireccional de señales entre un proceso de control real en técnica de bajo voltaje (24 VDC) y un PC.

Con el fin de excluir posibles interferencias en el PC, únicamente se utilizan interfaces galvánicamente separadas para realizar la transmisión de datos entre EasyPortUSB y el PC.

Figura 8. Configuración con proceso de simulación



Fuente: Manual de EasyPort.

EasyPortUSB tiene numerosas utilizaciones posibles:

- Control de un proceso de control real mediante un sistema de control que funciona en el PC.
- Control de un modelo de proceso simulado mediante un PLC real.
- Regulación de un proceso real; la regulación funciona en el PC.
- Captación y evaluación de datos de medición provenientes de un proceso real.

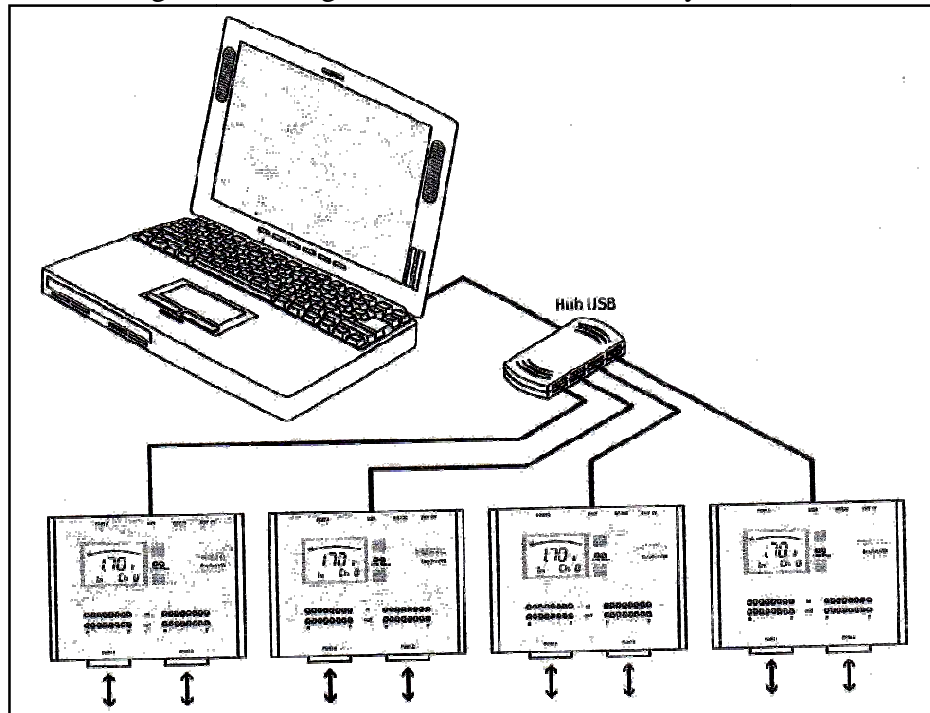
En todas estas aplicaciones, el EasyPortUSB une el mundo real con el mundo virtual del PC.

La interface de procesos EasyPortUSB dispone de 16 entradas y salidas digitales, así

como de 4 entradas analógicas y 2 salidas analógicas.

En un distribuidor de puertos USB conectado a un PC o en los puertos USB del propio PC; pueden conectarse como máximo cuatro módulos EasyPortUSB. Deberá tenerse en cuenta que las direcciones de los módulos son diferentes.

Figura 9. Configuración con 4 módulos EasyPortUSB.



Fuente: Manual de EasyPort.

**2.7.1 Configuración con 4 módulos EasyPortUSB.** Para transmitir las señales de los procesos entre el EasyPortUSB y el software del PC se dispone del server OPC o el elemento de control ActiveX del EasyPortUSB.

**2.7.1.1 Como utilizar el EasyPortUSB.** Al utilizar la interface de procesos EasyPortUSB junto con otros productos de Festo Didactic, se podrán ver los siguientes parámetros:

- Un proceso de automatización con actuadores y detectores.
- Un PLC real
- Una caja de simulación

También puede disponerse de diversos programas de software para el mundo virtual. Se trata de programas para los siguientes fines:

- Control
- Regulación
- Captación de valores de medición
- Visualización

Es estas configuraciones preparadas, es muy sencillo utilizar EasyPortUSB.

Igualmente es posible incluir la interface de procesos EasyPortUSB en aplicaciones propias. Para ello debe utilizarse el elemento de control ActiveX del EasyPortUSB.

Tabla 1. Configuraciones de EasyPort.

| <b>Control de un proceso real</b>                      | <b>Control de un proceso simulado</b>                     | <b>Medir</b>  | <b>Regular</b>                                |
|--|---|---|---|
| Software utilizado para tareas de control de procesos: | Software utilizado para tareas de simulación de procesos: | Software utilizado para tareas de captación de datos de medición: | Software utilizado para tareas de regulación: |
| * FluidSim (solo digital)                              | * EasyVeep  | * FluidLab PA   | * FluidLab PA                                 |
| * S7 – PLCSIM  | * FluidSim  | * FluidLab P  | * FluidLab P                                  |
| - CodeSys Soft - SPS                                   | * CIROS   | * FluidLab H  | a partir de V.2.0                             |
| Interfase EasyPortUSB                                  | Interfase EasyPortUSB                                     | Interfase EasyPortUSB   | Interfase EasyPortUSB                         |

Fuente: Manual de EasyPort.

### 2.7.2 Información que ofrecen en el presente manual

En el manual se describe lo siguiente:

- La estructura y el funcionamiento de la interface de procesos EasyPortUSB.
- Indicaciones de seguridad que deben tenerse en cuenta al trabajar con EasyPortUSB.

**2.7.3 Indicaciones importantes.** Para el uso correcto, seguro y fiable de la interface de procesos EasyPortUSB, es indispensable conocer y respetar las indicaciones y normas de seguridad.

El presente manual del EasyPort que se encuentra en los anexos, se incluye las indicaciones más importantes que deben tenerse en cuenta para el uso seguro del EasyPortUSB.

Además deberán respetarse las reglas y disposiciones de prevención de accidentes.

Tabla 2. Interface de proceso EasyPort

| <b>Interface de procesos EasyPortUSB</b> |   |
|--|---|
| Tensión de funcionamiento                | 24 VDC +/- 10 %   |
| Consumo                                  | 3 VA  |
| Cantidad de salidas                      | 16 digitales de 24 VDC, 2 analógicas de 0 ...10 VDC -10 ...+10 VDC, resolución de 12 Bit. |
| Carga admisible                          | 0,7 A por salida digital 10 mA por salida analógica                                       |
| Histéresis de las entradas digitales     | 3V  |
| Filtro                                   | 5 ms  |

Fuente: Manual de EasyPort.

## 2.8 Interface SysLink para señales digitales

Las 8 entradas digitales del EasyPortUSB están conectadas según IEEE 488 a un conector tipo zócalo de 24 contactos SysLink. Además, la entrada 0 en el puerto 1 o en el puerto 2 puede utilizarse como entrada de conteo rápido. Las entradas de conteo pueden funcionar con niveles de tensión desde 5 hasta 24 VDC.

Tabla 3. Conector tipo zócalo IEEE 488 de 24 contactos

| <b>Puerto 1</b> |   | <b>Contacto</b> | <b>Puerto 2</b> |   | <b>Contacto</b> |
|-----------------|---|-----------------|-----------------|---|-----------------|
| Output          | 0 | 1               | Output          | 0 | 1               |
| Output          | 1 | 2               | Output          | 1 | 2               |
| Output          | 2 | 3               | Output          | 2 | 3               |
| Output          | 3 | 4               | Output          | 3 | 4               |
| Output          | 4 | 5               | Output          | 4 | 5               |

Fuente: Manual de EasyPort.

**2.8.1 Conector para señales analógicas.** Las 4 entradas analógicas y las 2 salidas analógicas del EasyPortUSB están conectadas a un conector Sub D tipo zócalo de 15 contactos. La transformación analógica/ digital se realiza con un resolución de 12 bits.

Tabla 4. Conector tipo zócalo

| <b>PUERTO 3</b> | <b>CONTACTOS</b> |
|-----------------|------------------|
| Output 0        | 1                |
| Output 1        | 2                |
| 0V              | 3                |
| (LIBRE)         | 4                |
| (LIBRE)         | 5                |
| 0v              | 6                |
| Input 1         | 7                |
| Input 2         | 8                |
| (LIBRE)         | 9                |
| (LIBRE)         | 10               |
| +10 VDC REF     | 11               |
| (LIBRE)         | 12               |

Fuente: Manual de EasyPort.

**2.8.2 Interfaces de datos para PC.**El intercambio de datos con el PC se realiza a través del puerto serie RS232 o a través del puerto USB de EasyPort USB. La velocidad de la transmisión de datos es de 115.2kBaund.

Tabla 5. RS232

| <b>RS232 Conector Sub D tipo zócalo de 9 contactos</b> | <b>=</b> | <b>CONTACTOS</b> |
|--|----------|------------------|
| (LIBRE)  |          | 1                |
| Recibir datos  | RxD      | 2                |
| Enviar Datos   | TxD      | 3                |
| (LIBRE)  |          | 4                |
| Masa de señales  | SGnd     | 5                |
| (LIBRE)  |          | 6                |
| (LIBRE)  |          | 7                |
| (LIBRE)  |          | 8                |
| (LIBRE)  |          | 9                |

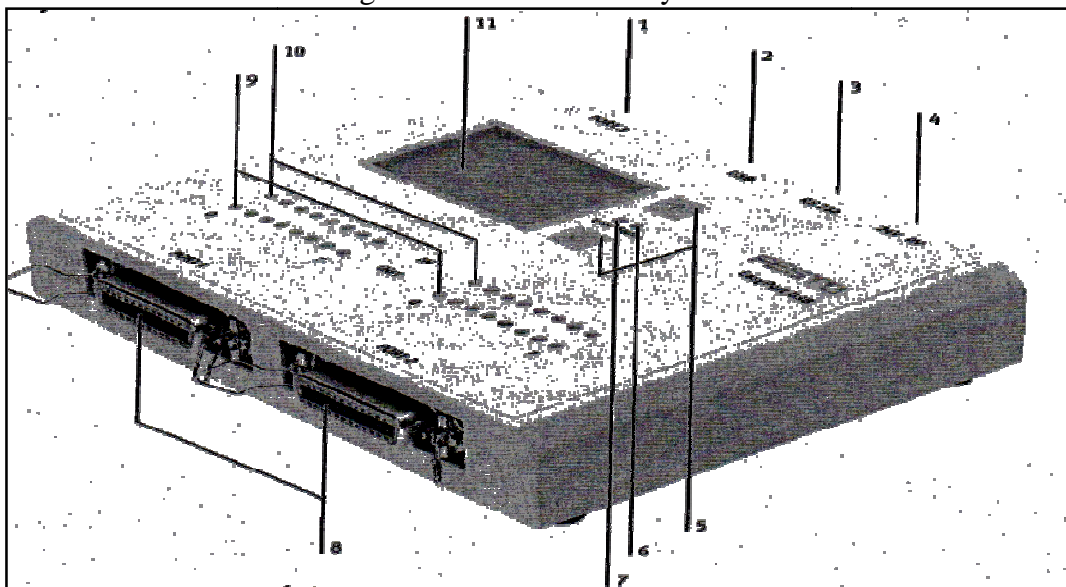
Fuente: Manual de EasyPort

**2.8.3** *Datos técnicos de la interface RS 232.* Para realizar la conexión a un PC puede utilizarse un cable prolongador de conexión en serie de 9 contactos, de venta comercial.

**2.8.4** *Puerto USB.* EasyPortUSB cuenta con un interface USB 2.0 con separación galvánica. A un hub-USB pueden conectarse como máximo 4 módulos EasyPortUSB. Deberá tenerse en cuenta que las dirección de los módulos EasyPort son diferentes, se admiten las direcciones desde 1 hasta 4. Las partes del EasyPort son:

1. Conector Sub (puerto3).
2. Puerto USB.
3. Interface RS232 corriente eléctrica.
4. Bornes roscados por separado, para alimentación de corriente eléctrica.
5. Teclas ↑↓.
6. LED status (verde).
7. LED error (rojo).
8. Interfaces SysLink (puerto 1 y 2).
9. LED para indicación del estado de las salidas digitales (amarillos).
10. LED para indicación del estado de las entradas digitales (verde).
11. LCD de indicación para señales analógicas del EasyPort.

Figura 10. Partes del EasyPort.



Fuente: Manual de EasyPort.

La interface de procesos EasyPortUSB cuenta con lo siguiente:

- 2 interfaces SysLink para recibir y transmitir señales digitales a través de 8 entradas y 8 salidas y una entrada 0
- Conector Sub D tipo zócalo para recibir y transmitir señales analógicas a través de 4 entradas y 2 salidas.
- Puerto USB 2.0 e interface serie RS232 para conectar el EasyPortUSB a un PC.
- Dos bornes roscados separados, para la alimentación de corriente de 24 VDC.
- 16 LED (verdes) para la indicación del estado de las entradas digitales.
- 16 LED (amarillos) para indicación de estado de las salidas digitales.
- LCD para indicar una señal analógica seleccionada.
- Dos teclas para ajustar el canal analógico, para seleccionar la unidad física del valor analógico y para ajustar la dirección del EasyPortUSB.
- Unidad de alimentación eléctrica de 24 VDC
- Cable para la interface de SysLink
- Cable para el conector sub D tipo zócalo.

La alimentación de 24 VDC para el EasyPortUSB es externa. La conexión puede realizarse a través de los puertos 1 y 2 o mediante dos bornes roscados separados, que se encuentran en la parte posterior del EasyPortUSB. El suministro incluye dos cables con conectores de seguridad de 4mm.

Para conectar el EasyPortUSB al puerto USB del PC o de un hub, deberá utilizarse el cable USB A-B que se incluye en el suministro.

El Panel de mandos del EasyPortUSB contiene lo siguiente:

**2.8.5 LED error.** Si se detecta un cortocircuito en una de las salidas, se enciende el LED error, en este caso se desconecta las salidas del EasyPortUSB.

Al conectar el EasyPortUSB, se enciende este LED brevemente. Se apaga durante el test de conexión.

**2.8.6** *LED status.* El LED status de color verde indica dos estados:

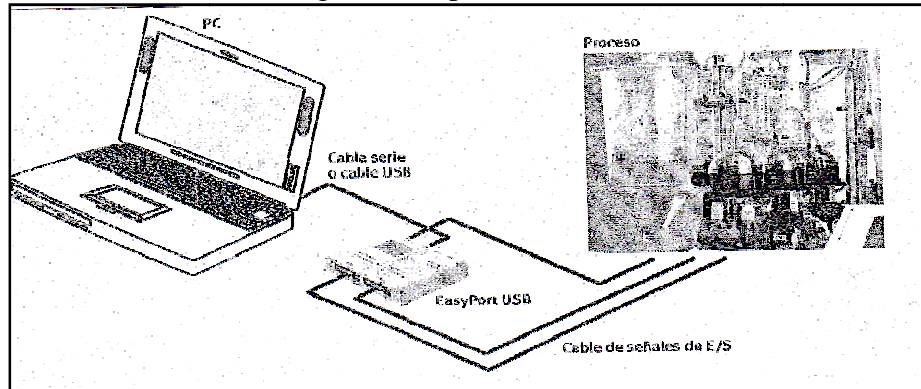
- Parpadeo con frecuencia de 1 Hz:
- Estado después de la conexión. El módulo EasyPortUSB todavía se comunica.
- Parpadeo pulsante:
- Se ha definido la dirección del módulo EasyPortUSB. La dirección se muestra cada 2 segundos mediante una determinada cantidad de señales luminosas que se encienden brevemente.
- LCD de indicación
- En la primera línea se muestran las tensiones de entrada y salida de la señal analógica seleccionada mediante un valor y adicionalmente se muestra un diagrama de barras.
- En la segunda línea se indica el número de canal y el sentido de la señal.
- Significados: In = Señal de entrada, Out = Señal de salida.
- LED in 0...7
- Indicación de estado de las entradas digitales mediante LED verdes
- Indicación de estado de las salidas digitales mediante LED amarillos.
- Con la tecla ↓ se selecciona el canal analógico que consta en el LED.
- El número del canal Ch como señal de entrada puede ser: 0...3
- El número de canal Ch como señal de salida puede ser: 0...1.
- Con la tecla ↑ pueden seleccionarse diversas magnitudes físicas.

## **2.9 Montaje del EasyPortUSB**

**2.9.1** *Conexión del EasyPortUSB al PC y al proceso.* La conexión entre el PC y la interface de procesos EasyPortUSB se realiza mediante la interface RS 232 con separación galvánica o a través de un puerto USB separado galvánicamente. Si para la comunicación se realiza el puerto USB, se conecta el EasyPortUSB con el cable USB incluido en el envío. Si se opta por la comunicación a través de la interface serie, puede utilizarse cualquier cable prolongador de conexión en serie de 9 contactos, de venta comercial.



Figura 1. Tipo de conexión



Fuente: Manual de EasyPort.

Para conectar el EasyPortUSB con un proceso de control real, se dispone de diversos cables /E/S.El cable E/S depende de la tecnología del control de la aplicación.

A continuación se explican las aplicaciones más frecuentes del EasyPortUSB.

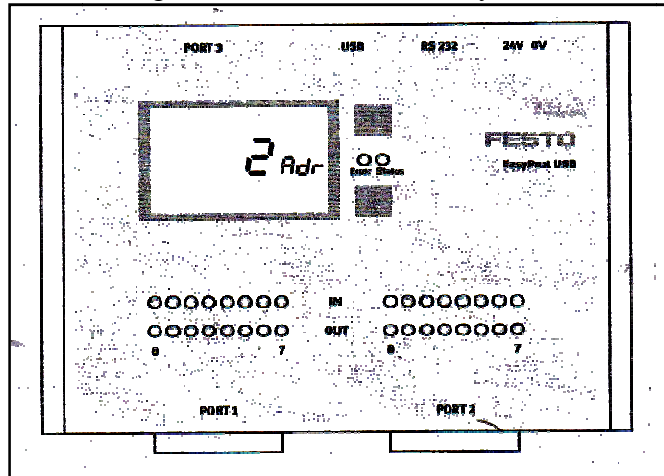
En la gráfica se pueden apreciar en qué casos debe utilizarse un cable E/S cruzado.

**2.9.2** *Indicación.* La alimentación de corriente de 24 VDC para el EasyPortUSB es externa. La conexión puede realizarse a través de los puertos 1 y 2 o mediante dos bornes roscados separados, que se encuentran en la parte posterior del EasyPortUSB.

**2.9.3** *Ajuste de la dirección en el EasyPortUSB.* La dirección del EasyPortUSB se ajusta mediante las teclas  $\uparrow\downarrow$ . Para activar la modalidad de ajuste de la dirección, deberán pulsarse simultáneamente las dos teclas.

Con  $\uparrow$  y  $\downarrow$  se selecciona entre las direcciones desde 1 hasta 4. Pulsando simultáneamente las dos teclas, se memoriza la dirección y se abandona la modalidad de ajuste de la dirección.

Figura 12. Parte frontal EasyPort.



Fuente: Manual de EasyPort.

EasyPortUSB interface para medir, controlar y regular. Acerca la simulación al mundo real.

**2.9.4** *Conexión de software/simulación con dispositivos de entrenamiento reales/cualquier PLC.* El principio es simple: la interface USB se conecta al PC. La conexión a la técnica de automatización se realiza a través de racores rápidos estándar (SysLink). De este modo, el PC puede leer y emitir señales de entrada y salida. Para que el EasyPort pueda adaptarse a diferentes situaciones, hemos creado un software para el controlador del dispositivo con representaciones gráficas que permiten establecer conexiones.

## 2.10 Control de modelos prácticos de procesos.

Figura 13. EasyPort



Fuente: Manual de EasyPort

EasyVeep es fácil de instalar y ofrece campos de aplicaciones fascinantes.

- Visualizador digital de siete segmentos
- Instalación de alarma
- Pasos a nivel
- 

• Tabla 6. Mediciones

| <b>PC:<br/>Software y simulación</b>                                     | <b>Interface:<br/>EasyPort USB</b>                 | <b>Dispositivos de<br/>entrenamiento<br/>reales</b>                                |
|--|--|--|
| FluidLab®-PA<br>FluidLab®-P<br>FluidLab®-H<br>LabVIEW<br>C++Visual Basic | Interface: USB<br><br>Interface: digital/analógica | Caja de simulación:<br>digital/analógica<br>El sistema MPS® PA<br>TP 210<br>TP 610 |

Fuente: Manual de EasyPort.

El EasyPortUSB es la interface del PC que registra valores analógicos de medición y señales digitales.

Adquisición de los valores medidos a través de:

- FluidLab®-PA
- FluidLab®-P

**2.10.1 Controles.** El EasyPortUSB es la interface del PC que permite controlar procesos reales o simulaciones en un PC a través de un PLC real.

Tabla 7. Controles EasyPort

| <b>PC:<br/>Software y<br/>simulaciones</b>   | <b>Interface:<br/>EasyPort USB</b>             | <b>Dispositivos de<br/>entrenamiento<br/>reales</b>                              |
|--|--|--|
| FluidSim®<br>(sólo digital)<br>S7-PLCSIM<br>CoDeSys<br>Soft-SPS<br>LabVIEW<br>Visual Basic | Interface: USB<br>Interface: digital/analógica | Caja de simulación:<br>digital/analógica<br>El sistema MPS® PA<br>MPS®<br>TP 301 |

Fuente: Manual de EasyPort

Procesos reales controlados a partir de:

- S7-PLCSIM
- FluidSim®
- CoDeSys

**2.10.2 Regulaciones.** El EasyPortUSB es la interface del PC que regula los tramos de regulación reales.

Tamo de regulación regulado a través de:

- FluidLab®-PA
- FluidLab®-P a partir de la versión 2.0

Recomendaciones en el conjunto básico CoDeSys con CECC-LK y EasyPort USB incluye todas las informaciones necesarias para la introducción en el tema del control.

Procesos simulados, representados con:

- CIROS®

Tabla 8. Regulaciones EasyPort.

| <b>PC:<br/>Software y<br/>simulaciones</b>   | <b>Interface:<br/>EasyPort USB</b>                 | <b>Dispositivos de<br/>entrenamiento<br/>reales</b>                             |
|--|--|---|
| FluidLab<br>FluidLab<br>a partir de la<br>versión 2.0 LabVIEW<br>C++<br>Visual Basic | Interface: USB<br><br>Interface: digital/analógica | Caja de simulación: digital/analógica<br>El sistema MPS® PA<br>TP 210<br>TP 610 |

Fuente: Manual de EasyPort.

**2.10.3 Control de una simulación:**

Tabla 9. Control de una simulación.

| <b>PC:<br/>Software y<br/>simulaciones</b>                         | <b>Interface:<br/>EasyPort USB</b>       | <b>Dispositivos de<br/>entrenamiento<br/>reales</b>         |
|--|--|---|
| EasyVeep®<br>FluidSim®<br>CIROS®<br>LabVIEW<br>C++<br>Visual Basic | Interface: USB<br><br>Interface: Digital | Cualquier PLC<br>Caja de simulación, digital<br>EduTrainer® |

Fuente: Manual de EasyPort.

## **CAPÍTULO III**

### **3. MONTAJE DEL EQUIPO**

Cuando nos encontramos ante un proyecto de automatización, se debe recordarse que todo sistema de control es la herramienta que se utiliza para llevar a cabo las operaciones necesarias. Por lo tanto debe desarrollarse una definición exacta de las funciones que el sistema debe realizar resulta económico en términos de tiempo y dinero tener una especificación correcta del funcionamiento de los equipos y por lo tanto una adecuada información de la operación de los mismos.

El Módulo de EasyPort tiene contiene los componentes básicos y necesarios para el aprendizaje, manejo, adiestramiento y desarrollo de proyectos de automatización de procesos industriales como por ejemplo la comunicación con LabVIEW.

Pantallas táctiles para el interfaz hombre máquina(HMI), permitiendo una mejor comprensión y visualización de los conocimientos impartidos en el laboratorio.

En este Módulo llamado EasyPort permite la comunicación por medio de USB como el programa FluidSIM 4.5 en el cual se realiza la programación de neumática y sus diferentes aplicaciones

#### **3.1 Estructura del módulo de EasyPort**

La estructura que sostendrá todos los componentes Festo y el equipo EasyPort es una mesa de trabajos Festo cuyas dimensiones son las siguientes.

Este módulo es de aspecto ergonómico adecuado para la realización de las diferentes prácticas y componentes y herramientas, esta mesa didáctica tiene las característica de ser resistente a la corrosión de los medios atmosféricos y medios en su alrededor que puedan afectar su estructura y función.

Figura 14. Mesa Festo



Fuente: Autor

En la mesa de ensayos se puede colocar dispositivos como:

- Módulo del EasyPort.
- Diferentes válvulas de Festo.
- Actuadores neumáticos.
- Fuentes de alimentación de (24voltios).
- Unidades de mantenimiento.
- Borneras de alimentación, etc.

Además está diseñada de tal manera que se permite modificar, corregir o implementar nuevos dispositivos, dicho de otra manera se pueden modificar los parámetros que conformara el proyecto.

### **3.2 Ubicación del EasyPort**

Este dispositivo se lo considera como un PLC o un logo programable por tener características similares a los de ellos ya que este dispositivo permite la automatización de diferentes procesos industriales.

Este dispositivo ira ubicado en la parte inferior de la mesa alado de la fuente de suministro de energía de 24 voltios.

Figura 15. EasyPort cables de alimentación



Fuente: Autor

### 3.3 Ubicación de la fuente de alimentación

Para poder operar y encender los distintos dispositivos como el EasyPort se necesitará una fuente de 24 voltios cuyas características de operación son las siguientes:

Figura 16. Fuente de alimentación.



Fuente: Autor

Ya que esta fuente es la más adecuada para la operación del EasyPort ya que cuenta con los voltajes, amperajes adecuados para su funcionamiento.

Figura 17. Características de la fuente.



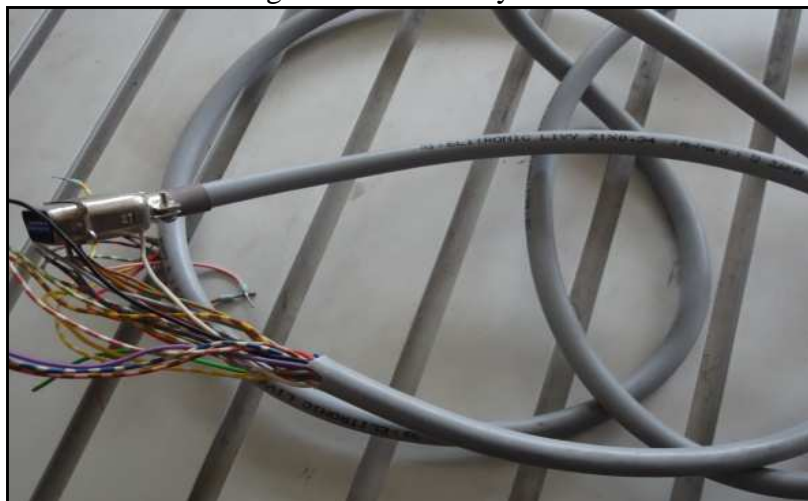
Fuente: Autor

### 3.4 Entradas y salidas del módulo

Las entradas y salidas que se ubicarán en el módulo, representan las salidas del módulo del EasyPort, estas pueden ser análogas o digitales. Cuyas salidas del dispositivo generarán un voltaje de 24 voltios, ya que este voltaje accionará las distintas electroválvulas, las entradas del dispositivos serán alimentadas con 24 voltios para su operación y recibimiento de las señales.

Estas entradas y salidas serán ubicadas en la parte inferior conectadas a unas borneras de alimentación con un cable (ELITRINIC LYY 21X 0,34 T2 ZL60184).

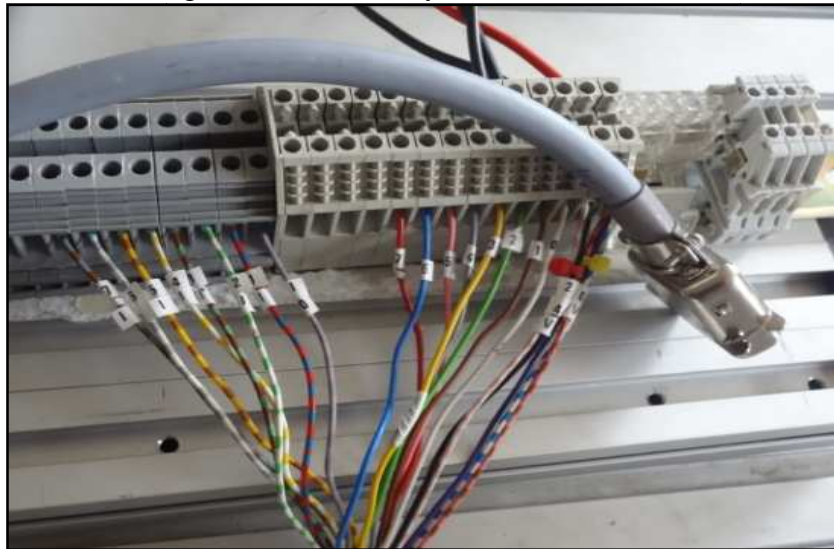
Figura 18. Cable SysLink



Fuente: Autor



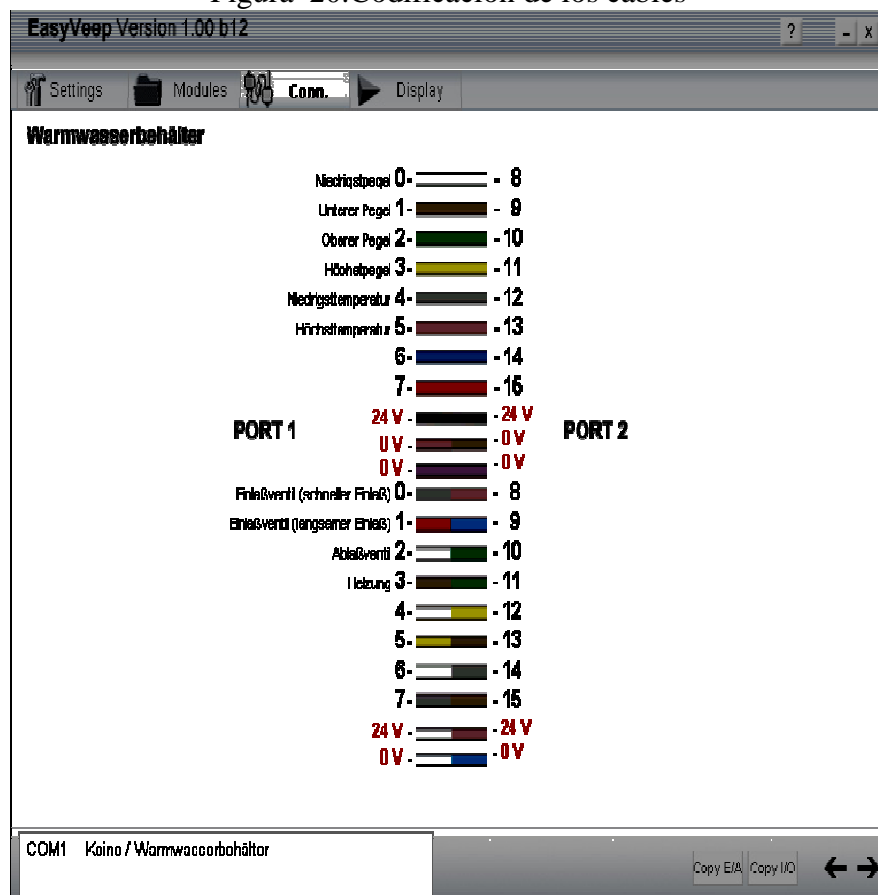
Figura 19. Entradas y salidas en borneras



Fuente: Autor

Dentro de las borneras han sido codificadas según sus colores de sus terminales que a continuación se detallarán.

Figura 20. Codificación de los cables



Fuente: Manual de EasyPort.

### 3.5 Ubicación de las válvulas de accionamiento

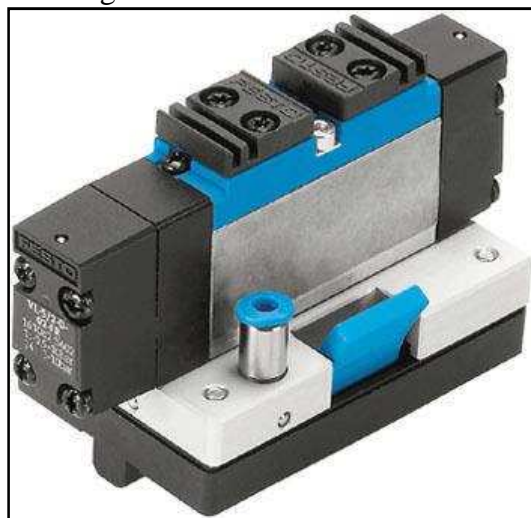
Las electroválvulas son dispositivos de accionamiento eléctrico cuya característica es que al recibir una señal digital de 24 voltios en este caso se excitará una bobina interna y accionará un solenoide que hará retraer dicho dispositivo para dejar en paso libre del aire.

La ubicación de dichas válvulas solenoides se las hará en la parte central del tablero Festo como a continuación se mostrará.

Las electroválvulas que se utilizarán son de marca Festo y son las siguientes:

- Válvula 5/2 de doble accionamiento neumático.
- Válvula 3/2 de doble accionamiento neumático.
- Válvula de distribución.

Figura 21. Válvula distribuidora



Fuente: Autor

Los accionamientos mecánicos pueden tener las siguientes variantes:

- Válvula distribuidora de 3/2 vías con palanca de rodillo, normalmente cerrada.
- Válvula distribuidora de 3/2 vías con selector o pulsador, normalmente cerrada.
- Válvula distribuidora de 5/2 vías con interruptor de selección.

**3.5.1** *Accionamiento neumático.* En estos distribuidores, la acción mecánica sobre el carrete es sustituida por la acción del aire comprimido sobre éste como si se tratara de un embolo.

**3.5.2** *Accionamiento electroneumático.* Cuando en los circuitos neumáticos de un automatismo se necesita efectuar movimientos con multitud de cilindros, controles remotos, autómatas programables, etc., es preciso utilizar distribuidores de mando eléctrico o electromagnético como enlace entre ambas energías.

Las electroválvulas y los electros distribuidores son, por tanto, los encargados de transformar las señales eléctricas en señales neumáticas.

En la situación actual de los automatismos, puede decirse que los electrodistribuidores son la familia más amplia de los componentes de automatismos.

Figura 22. Válvula electroneumática



Fuente: Autor

Los accionamientos electroneumáticos pueden tener las siguientes variantes:

- Válvula de solenoide distribuidora de 3/2 vías, normalmente cerrada.
- Válvula de solenoide distribuidora de 3/2 vías, normalmente abierta.
- Válvula de solenoide distribuidora de 5/2 vías.
- Válvula de solenoide distribuidora de 5/2 vías.

**3.5.3** *Criterios de selección de los componentes distribuidores.* Para atender al diseño de automatismos, los distribuidores pueden agruparse según diferentes aspectos:

Función operativa dentro del circuito: inicio de ciclo, final de carrera o como detector de presencia de un cilindro o mecanismo en una determinada posición, maniobra de dirección de un cilindro o de un cilindro de giro o de un motor rotativo y otros.

Tamaño del distribuidor en cuanto se refiere al tamaño de roscas, pasos internos, lo que en definitiva condiciona el caudal y, por lo tanto, la velocidad del actuador controlado.

Función interna del distribuidor (número de vías) que se determina según la maniobra que se desea en el actuador, teniendo en cuenta si éste es de simple, doble efecto, con bloqueo o con libertad de movimientos en posiciones intermedias, etc.

Condiciones ambientales de la situación real del distribuidor dentro del mecanismo y de la máquina o de la instalación.

**3.5.4** *Cilindros de simple efecto.* En estos cilindros se aplica aire comprimido por una sola cámara.

Una vez expulsado el aire de la cámara, el vástago vuelve a su posición inicial por medio de un muelle de retroceso incorporado. Estos cilindros se aplican principalmente para sujetar piezas o en operaciones de montaje.

Figura 23. Cilindro simple efecto



Fuente: Autor

**3.5.4.1 Cilindros de doble efecto.** Con estos cilindros, el avance como el retorno del émbolo se efectúa con aire comprimido que trabaja en ambos sentidos.

Los cilindros pueden ser con amortiguación regulable en ambos sentidos de trabajo, como lo muestra la figura 18, esta característica permite reducir la velocidad del émbolo antes que llegue al final de carrera.

Estos elementos son utilizados en sistemas complejos y de trabajos donde se necesitan una mayor fuerza de empuje o de arrastre, tienen una gran aplicación en sistemas de alimentación ya que no son elementos de contaminación en comparación a los que se los utiliza en la parte hidráulica.

Figura 24. Cilindro de doble efecto



Fuente: Autor

**3.5.4.2 Unidad de mantenimiento.** La unidad de mantenimiento se compone de un filtro de aire comprimido con separador de agua y una válvula reguladora de presión.

Para este efecto tenemos de saber el correcto funcionamiento del mismo, ya que si no podríamos causar una sobre presión en los equipos.

Figura 25. Unidad de mantenimiento

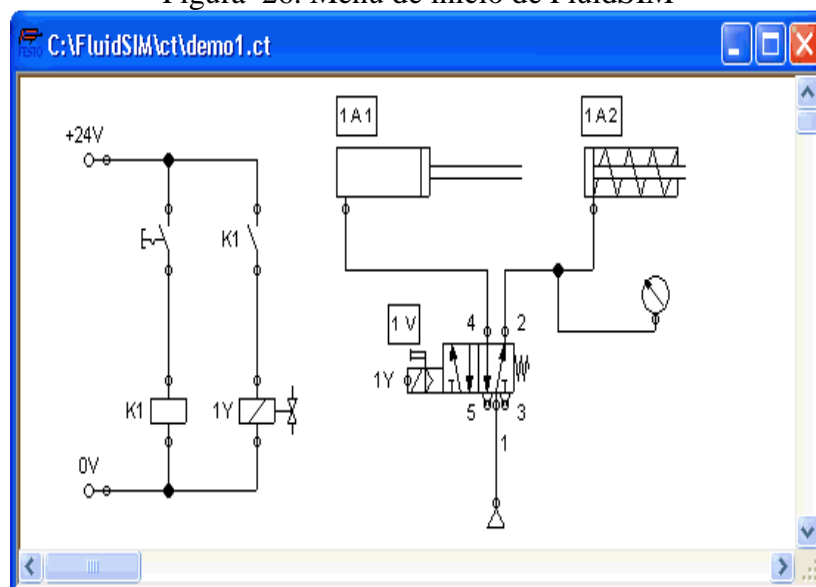


Fuente: Autor

**3.5.5** *Introducción a la simulación y construcción de circuitos.* El objetivo de esta introducción es el usuario podrá iniciar el programa de FluidSIM, con ello se procederá a realizar los diferentes circuitos.:

- Arranque el programa FluidSIM a través del menú de inicio del Programas/Festo Didactic.

Figura 26. Menú de inicio de FluidSIM



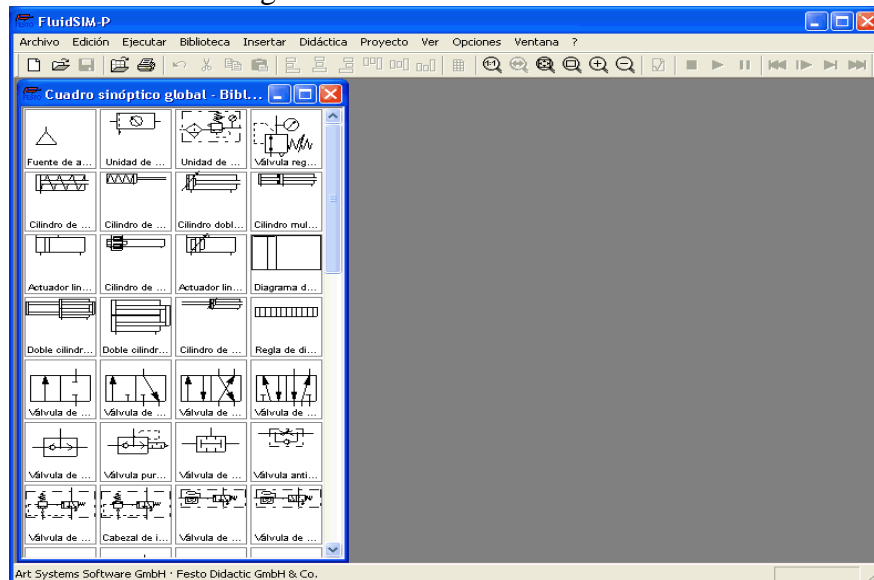
Fuente: Autor

En la parte izquierda de la ventana principal se muestran todos los componentes y herramientas de neumática como: electroválvulas, actuadores, componentes eléctricos etc.

Después de tener abierto la ventana principal de FluidSIM escogimos en la barra de menú un proyecto nuevo para poder empezar a plasmar nuestro proyecto de neumática. Cada ventana de división se encuentra otras ventanas de división, de forma reducida por orden alfabético.

A través de un doble clic del ratón sobre los símbolos de carpetas llegarán a los correspondientes subdirectorios.

Figura 27. Circuito de FluidSIM

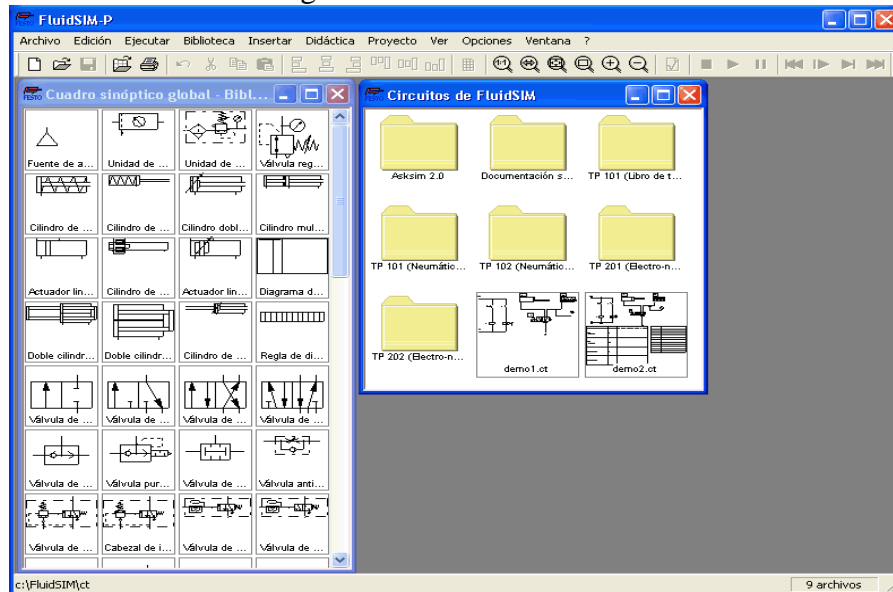


Fuente: Autor

En el subdirectorio ct., del directorio de instalación FluidSIM pueden abrirse otros subdirectorios para grabar los diferentes circuitos. FluidSIM reconoce todos los directorios de circuitos y genera para ello los correspondientes símbolos de carpetas, escoja el circuito Demo 1ct.

Haciendo doble clic sobre el icono correspondiente se abrirá un circuito correspondiente a la dirección recomendada que se eligió.

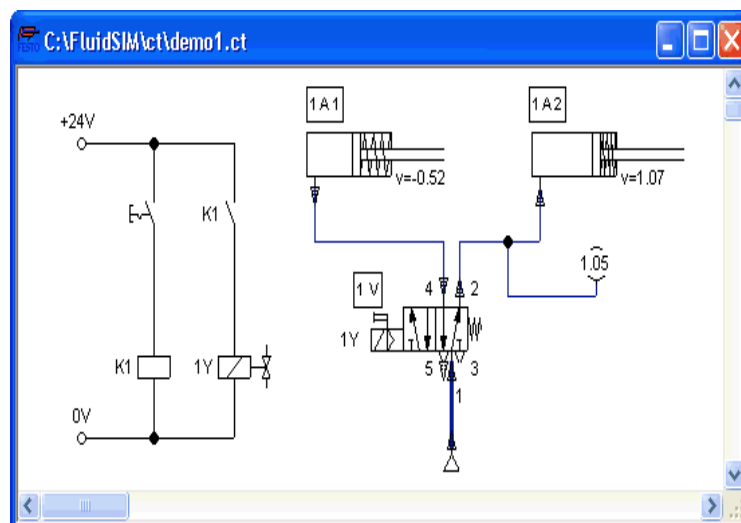
Figura 28. Circuito Demo 1



Fuente: Autor

Al hacer el modo simulación y comenzar la ejecución del circuito. En el modo de simulación, el señalizador del ratón se convierte en una mano. Durante la simulación, se calculan de inmediato medidas eléctricas de FluidSIM. A continuación se procede a una construcción modelo simple para el simple circuito neumático y sobre estos se calcula lo necesario para una distribución cualitativa de presión y flujo para el circuito y la capacidad del ordenador. Tan pronto como se presentan los resultados, aparecerán los diferentes tipos de colores en los cilindros de conductos coloreados.

Figura 29. Significado de colores



Fuente: Autor



Los colores de los circuitos tienen los siguientes significados:

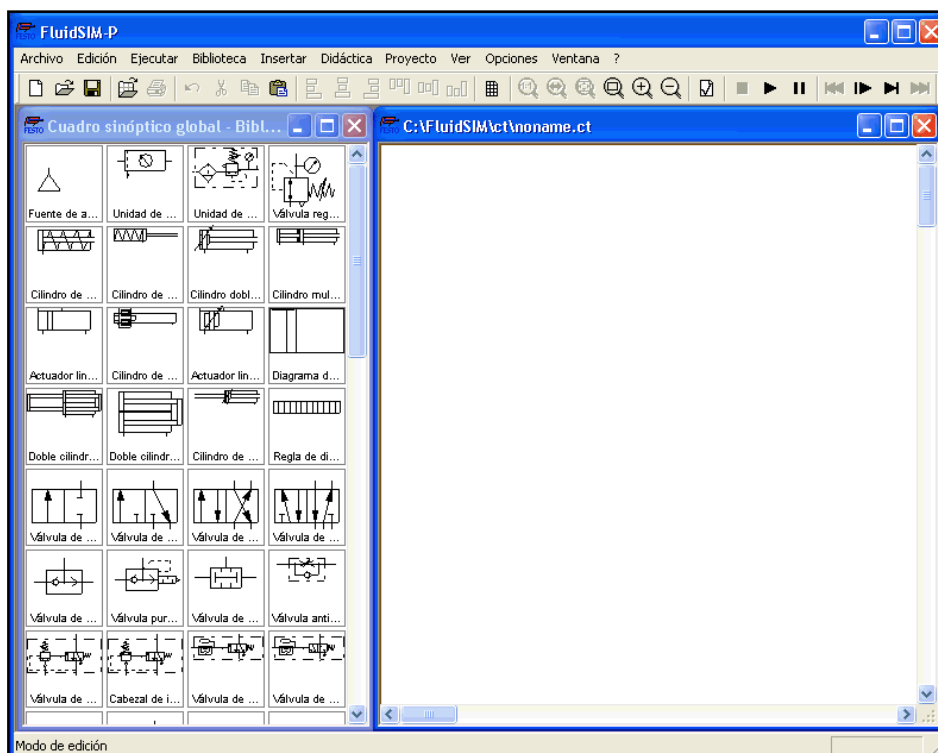
### ColorSignificado

- **Azul oscuro** Conducto de presión neumática.
- **Azul claro** Conducto sin presión neumática.
- **Rojo claro** Conducto e eléctrico cargado.

Usted podría variar estas especificaciones a través de la opción simulación, si dentro de la simulación existen conductos atravesados el programa no dejará arrancar la simulación, es necesario corregir los errores que se presenten.

**3.5.6** *Diseño de un circuito neumático.* Lo primero que hacemos es abrir una nueva ventana de para tener una hoja en blanco para poder diseñar nuestro circuito

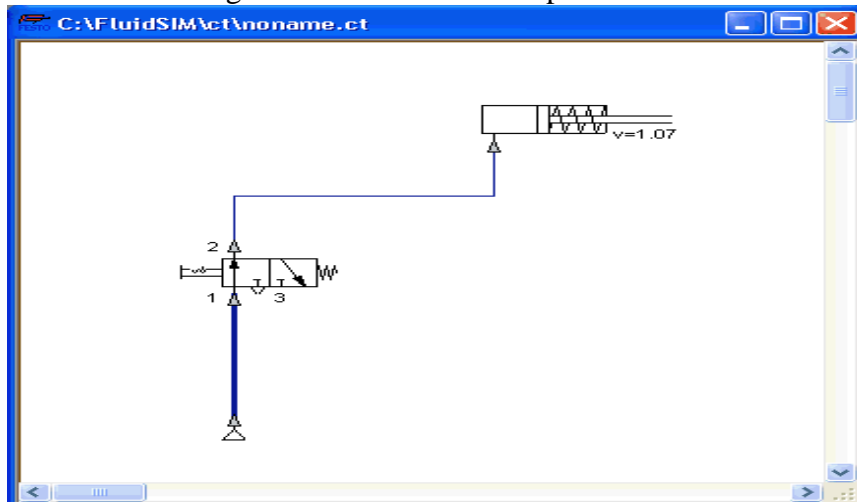
Figura 30. Hoja de trabajo



Fuente: Autor

Después de tener nuestra la ventana en blanco escojamos en la parte izquierda de un cilindro de simple efecto y lo arrastramos hacia nuestra hoja en blanco

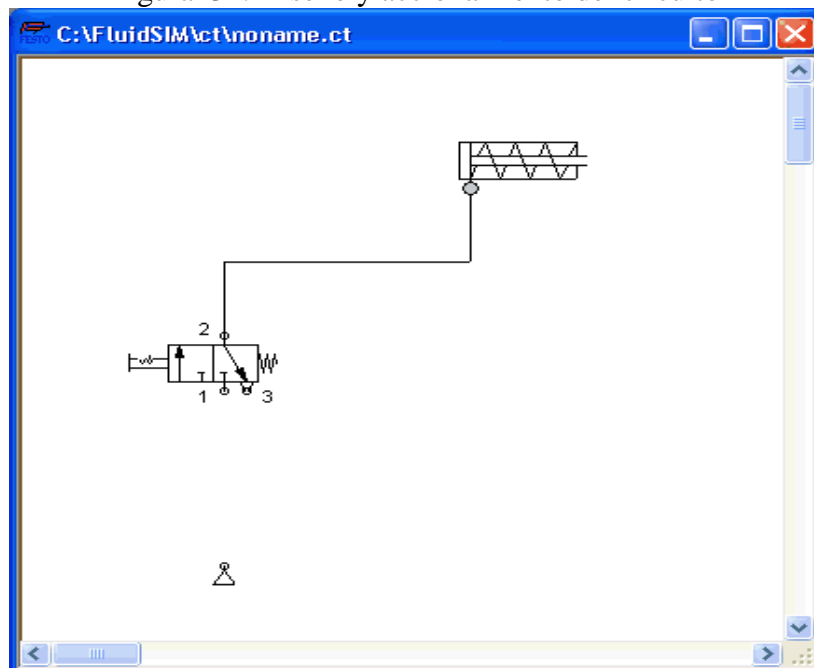
Figura 31. Cilindro de simple efecto



Fuente: Autor

Después de haber realizado la operación anterior se escoje de nuestro menú de Opciones ubicado en la parte izquierda de nuestra ventana una válvula 3/2 electroneumática y lo ponemos en nuestro panel de diseño.

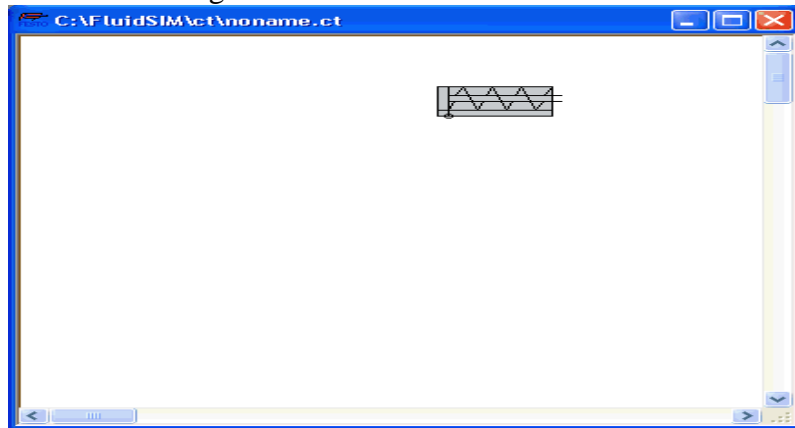
Figura 32. Diseño y accionamiento del circuito



Fuente: Autor

A continuación ponemos a simular nuestro circuito anteriormente propuesto y para eso damos doble clic en la opción de simulación.

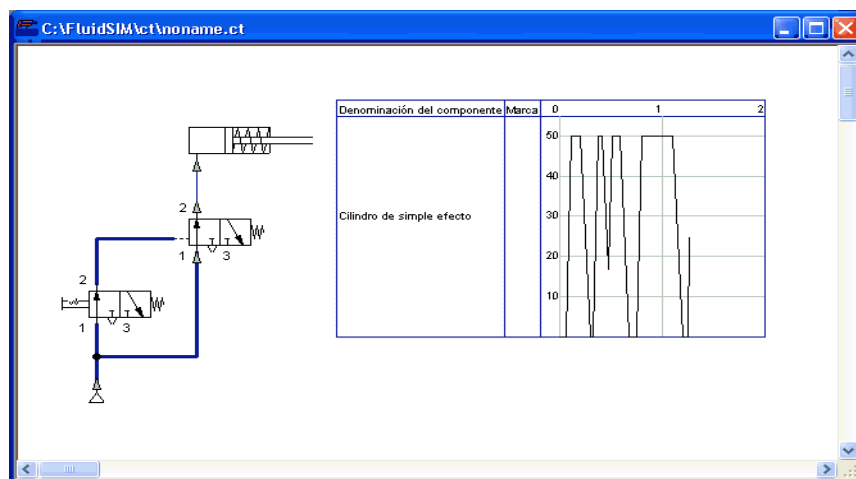
Figura 33. Simulación del circuito



Fuente: Autor

Para mejorar nuestra visualización del circuito los demos poner un diagrama de estado de la función de los distintos componentes de neumática.

Figura 34. Diagramas de estado del circuito



Fuente: Autor

### 3.6 Comunicación OPCFluidSIM

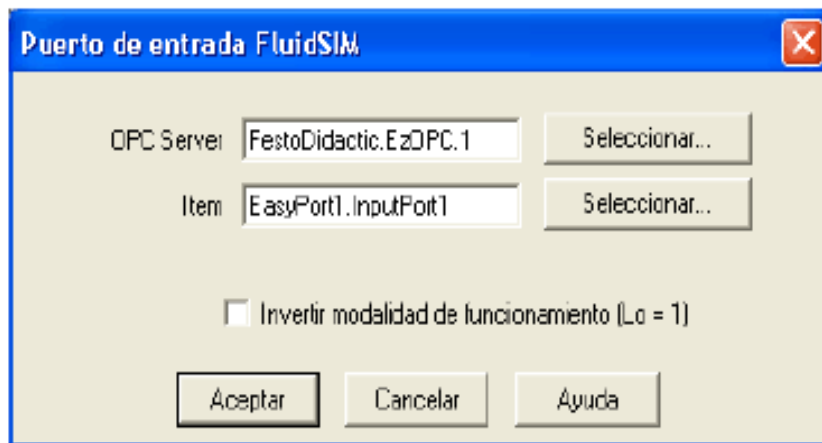
**3.6.1 Comunicación OPC y DDE con otras aplicaciones:** FluidSIM ofrece la posibilidad de intercambiar datos con otras aplicaciones y de este modo trabajar. La condición para este acoplamiento es que la otra aplicación posea un interfaz de OPC, o que pueda actuar como de cliente.

El acoplamiento tiene lugar por medio de componentes especiales de entrada/salida, los cuales ponen a disposición ocho entradas y salidas.

Configure en primer lugar en el menú Opciones Contacto OPC/DDE, la opción utilizar OPC, arrastre desde la biblioteca de componentes un componente de entrada o de salida hacia una ventana de circuito.

Abra la ventana de diálogo con la configuración mediante un doble clic bien a través del menú Edición Propiedades, a continuación se abrirá la ventana siguiente como se muestra en la figura.

Figura 35. Cuadro de diálogo puerto FluidSIM



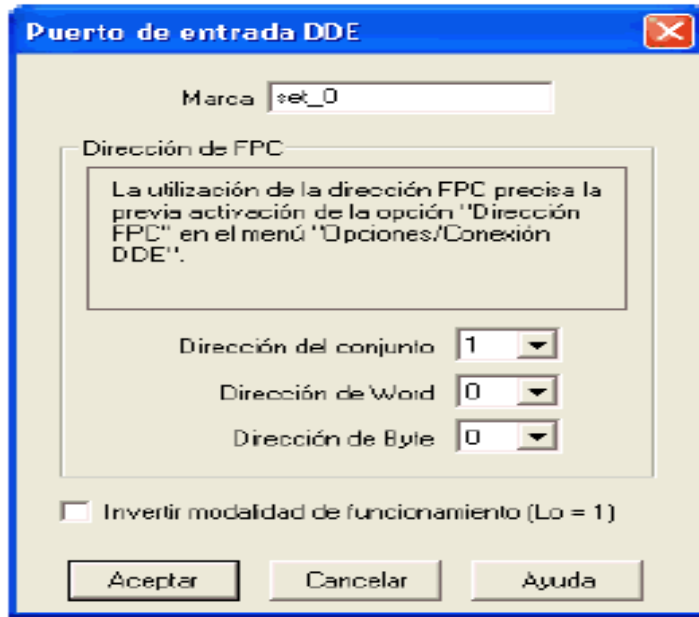
Fuente: Autor

**3.6.2 Servidor OPC.** Introduzca aquí el servidor de OPC o entre en el campo Seleccionar y escoja uno de la lista.

**3.6.3 Palabra de datos (Ítem).** Se debe introducir aquí la palabra de datos o entre en el campo.

**3.6.4 Negar señal.** Con este interruptor se puede invertir los valores de DDE, de forma estándar supone un flujo de corriente que ha instalado el bit, seleccione en el menú Opciones Contacto OPC/DDE, la opción utilizar DDE, abra de nuevo la ventana de configuración por medio de un doble clic o a través del menú Edición Propiedades.

Figura 36. Puerto de entrada DDE



Fuente: Autor

Se puede acoplar FluidSim con otro programa que también apoye la dirección FPC, se podrá introducir la dirección de los grupos de construcción, del término y de byte. Estos valores sólo serán precisos si en la ventana de diálogo de se ha activado la Opción Modo FPC.

Con este interruptor puede invertir los valores lógicos de los componentes DDE. De forma estándar corresponde a un flujo de corriente que tiene el bit correspondiente.

### 3.7 Utilización del hardware EasyPort

FluidSim puede direccionar un EasyPort que se halle conectado al puerto serie del ordenador. No se requieren otros controladores herramientas de software para ello. La interconexión se realiza implementando componentes eléctricos especiales de entrada/salida que proporcionan ocho entradas y ocho salidas.

Los componentes son los mismos que los utilizados para la interconexión vía OPC o DDE. El modo de funcionamiento de estos componentes de entrada y salida se define utilizando la opción de menú Opciones- Conexión EasyPort/OPC/DDE.

El hardware EasyPort también puede direccionarse utilizando la comunicación OPC, así es como pueden direccionarse también módulos EasyPort que no estén conectados.

Si los módulos EasyPort están conectados localmente al ordenador que realiza la simulación, recomendamos definir una conexión directa. Menú Opciones- Conexión EasyPort/OPC/DDE.

Arrastra un componente de entrada o salida desde la biblioteca a la ventana del circuito y abra la caja de diálogo de propiedades haciendo doble clic y accediendo al menú Edición- propiedades.

Figura 37. Puerto de EasyPort



Fuente: Autor

### 3.8 Descripción de la caja de diálogo

**3.8.1 Asignación del EasyPort.** Aquí es donde puede definir qué puerto serie utiliza el hardware para conectarse con su ordenador, qué módulo EasyPort y qué número de puerto está asignado al módulo de E/S.

En ejecución estándar, el hardware del EasyPort viene con un interface serie, que ha Demostrado funcionar bien durante años tanto en el mundo de los ordenadores como en su uso industrial. Los ordenadores modernos y casi todos los portátiles tienden cada vez

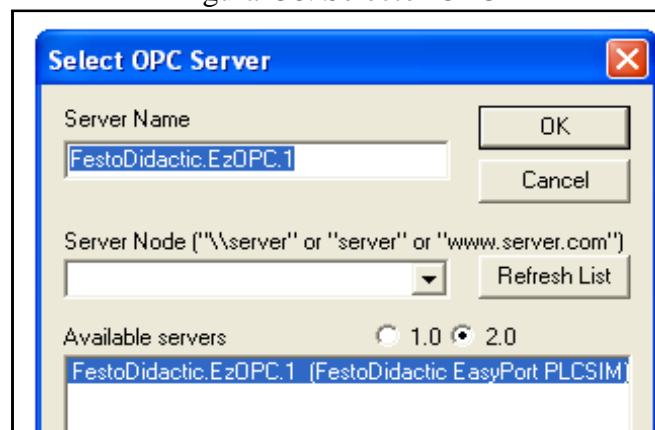
más a prescindir de este interface. No obstante, se puede añadir fácil y económicamente un interface serie utilizando un convertidor USB-serie, que le permitirá utilizar el EasyPort. El propio software del convertidor define un puerto COM virtual, al que se le asigna un número superior al de los interfaces físicos existentes (generalmente COM 5). Este puerto virtual le permite direccionar el hardware como de costumbre.

**3.8.2** *Color de la conexión.* Define el color del indicador de conexión para el componente de E/S cuando el EasyPort está activo o cuando la conexión no está disponible o no funciona.

Si FluidSim no encuentra el hardware EasyPort al iniciar la simulación, se mostrará un mensaje de advertencia. La simulación aún puede empezar, pero hasta el final o hasta una nueva puesta en marcha de la simulación FluidSim no intentará detectar de nuevo EasyPort.

**3.8.3** *Configuraciones para la comunicación OPC y DDE.* Al hacer clic sobre Opciones Contacto OPC/DDE, aparecerá una ventana de diálogo con configuraciones para la conexión OPC y DDE.

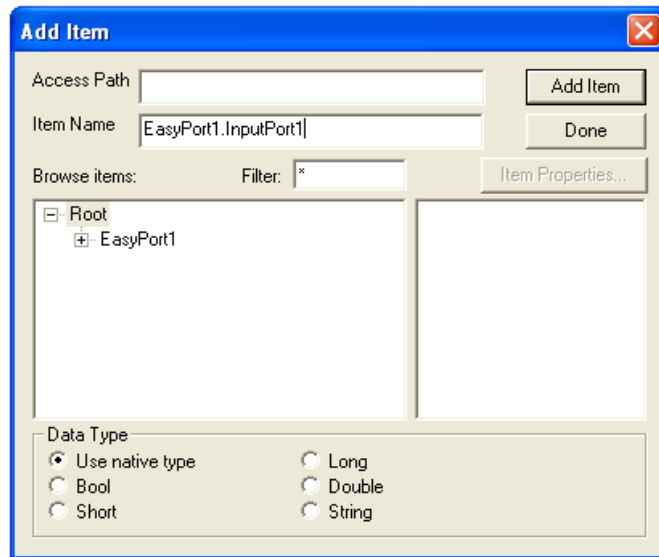
Figura 38. Selector OPC



Fuente: Autor

**3.8.4** *Conexión OPC.* El procedimiento para establecer una conexión de OPC se presenta debajo por la referencia al ejemplo del cliente de OPC normal de la compañía de Factory Soft.

Figura 39. Conexión OPC

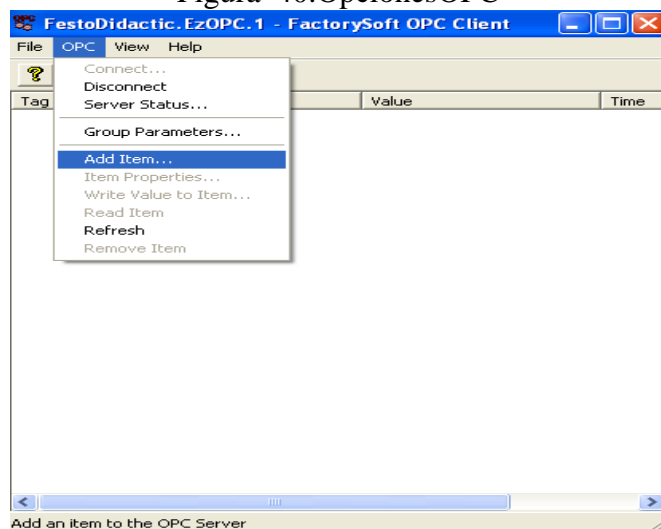


Fuente: Autor

La sección de los servidores disponible, detalla todos los servidores de OPC que se instalan en su sistema, el servidor de Ez OPC se llama FestoDidactic.

Después de seleccionar este servidor mediante un clic, su nombre aparecerá en los datos de campo como nombre del servidor.

Figura 40. Opciones OPC



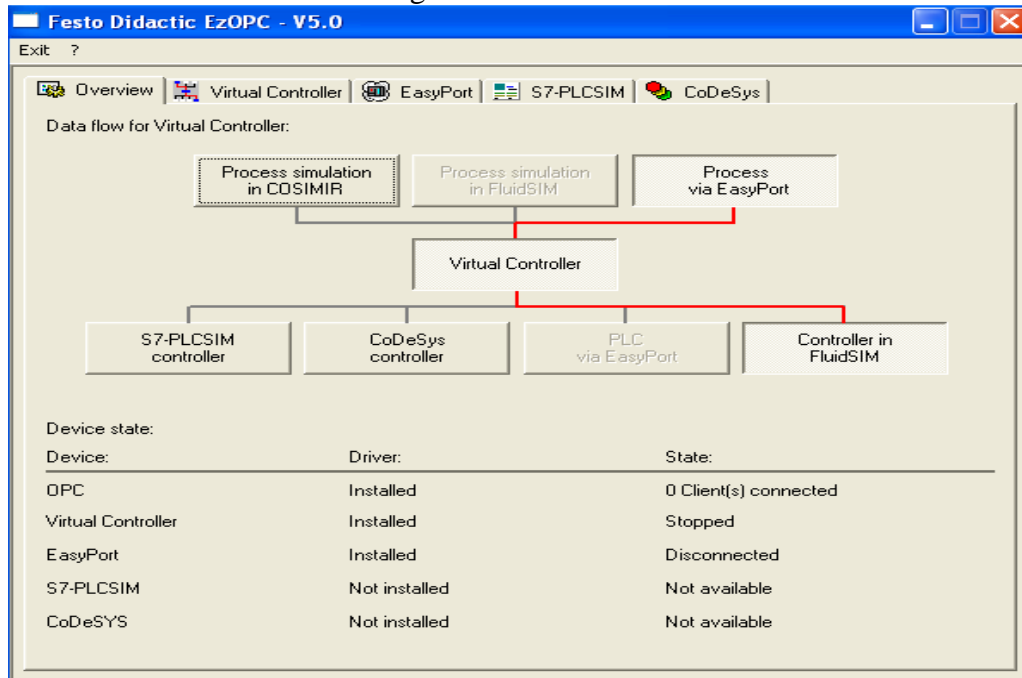
Fuente: Autor

Se necesita informar al cliente acerca de qué datos serán comunicados con el servidor.



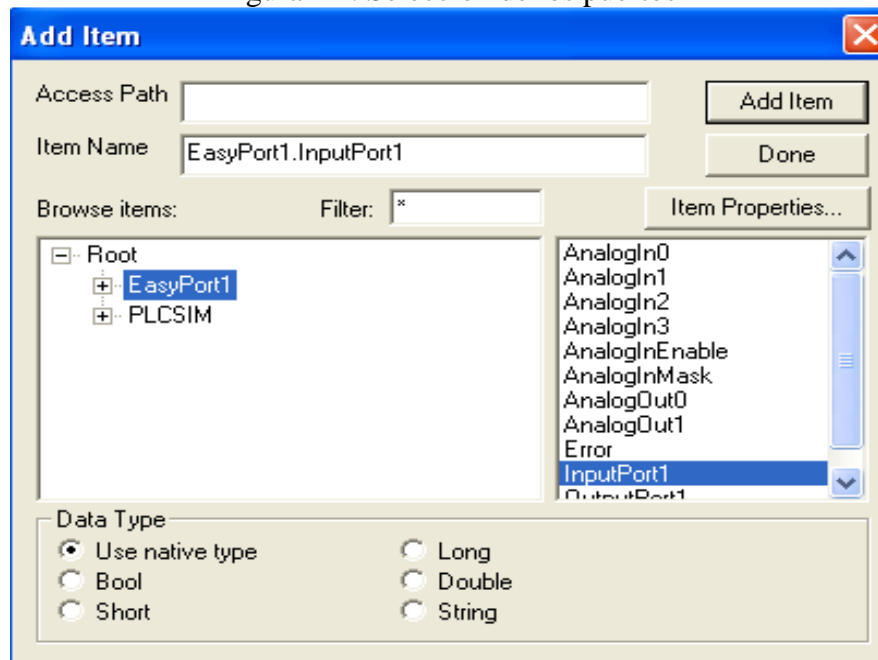
En el idioma de OPC, un elemento de comunicación está llamado como un artículo.  
 Ahora agregar un artículo mediante el menú *OPC*

Figura 41. Add item



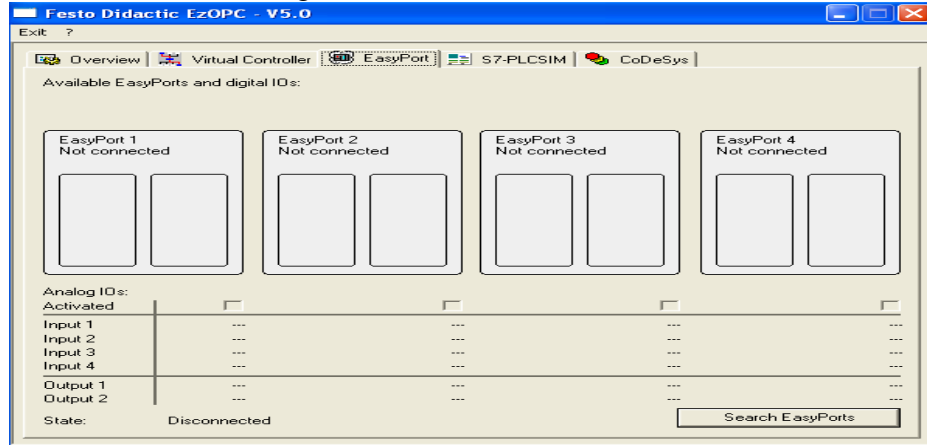
Fuente: Autor

Figura 42. Selección de los puertos



Fuente: Autor

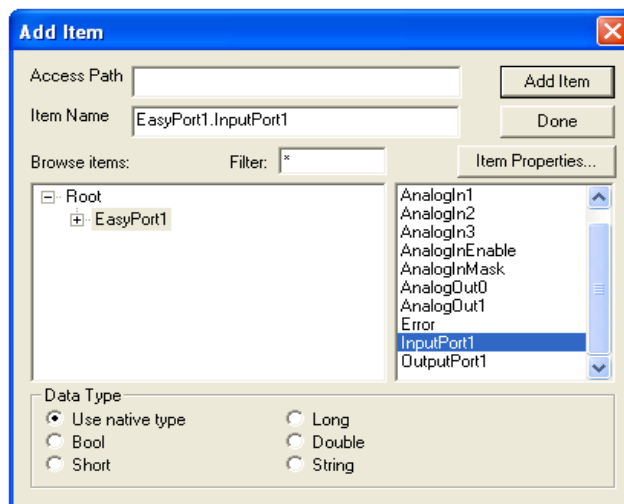
Figura 43. Selección del Puerto



Fuente: Autor

Seleccionar Input Port 1y haciendo clic adelante agregar el artículo para desplegar los datos de valores de Input Port 1. Si se desea desplegar sólo valores de bits específicos de EasyPort1, haga clic en bits en el área izquierda de la ventana, después de lo cual el siguiente despliegue siguiente aparecerá.

Figura 44. Pantalla del Ez OPC



Fuente: Autor

Una vez comunicado el sistema Ez OPC con el EasyPort D16A aparecerá una ventana como ésta, la cual indica la comunicación correcta del EasyPort con cualquier aplicación.

Para ello dentro de la aplicación se puede ver el simulador donde nos darán las

características de los equipos que están conectados.

Figura 45. Comunicación OPC



Fuente: Autor

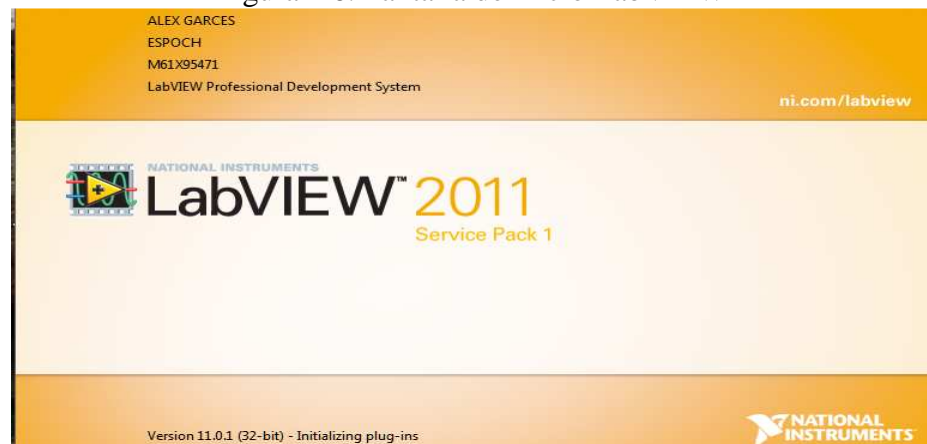
### 3.9 Comunicación con LabVIEW.

La comunicación para la realización del sistema SCADA va a ser la siguiente, como primer punto tenemos de tener en nuestro computador cargado el programa LabVIEW.

Abrimos el programa y nos aparecerá una ventana de Inicio.

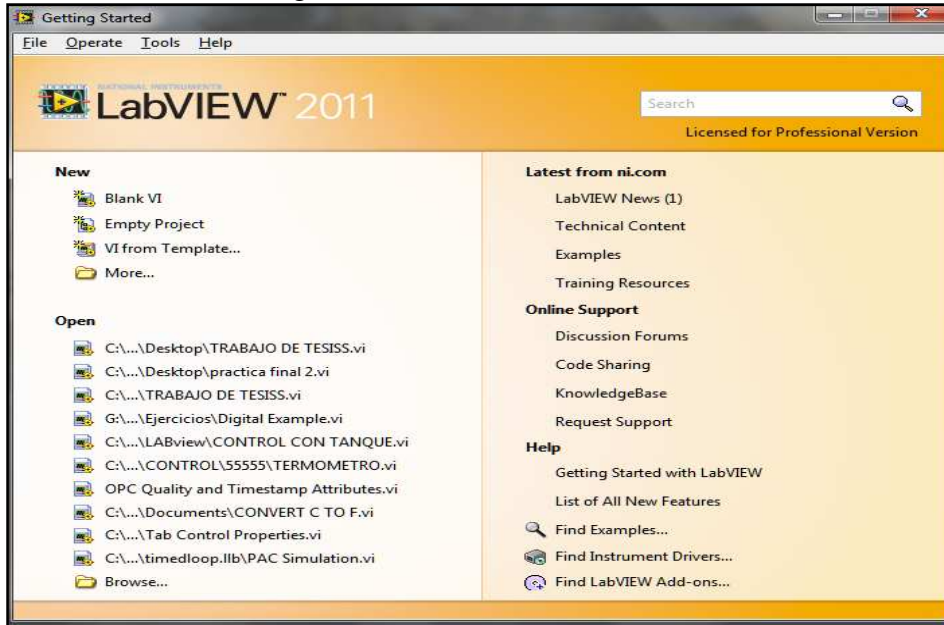
Dentro de las versiones del programa se pueden encontrar características que deben tener para la simulación del programa que se va a realizar para ello, si no la tenemos usaremos la biblioteca de actualización del programa.

Figura 46. Pantalla de inicio LabVIEW



Fuente: Autor.

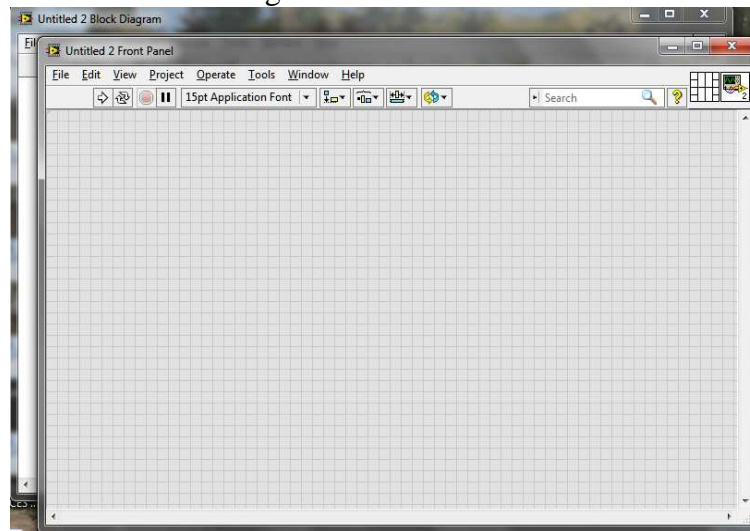
Figura 47. Panel frontal de un VI



Fuente: Autor

Escoger la opción Black VI para abrir nuestro VI blanco donde vamos a agregar nuestros botones de control para poder hacer la simulación.

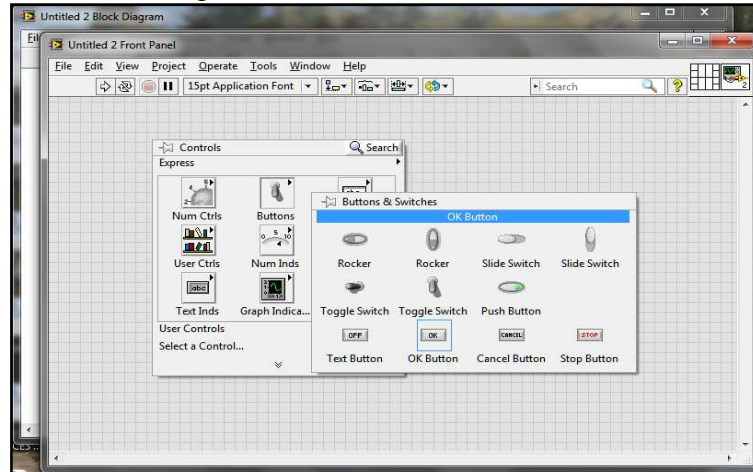
Figura 48. Front Panel



Fuente: Autor

Después de tener nuestro panel abierto empezamos a colocar nuestros botones para controlar nuestro proceso haciendo clic derecho de nuestro ratón y cogemos la opción de botón.

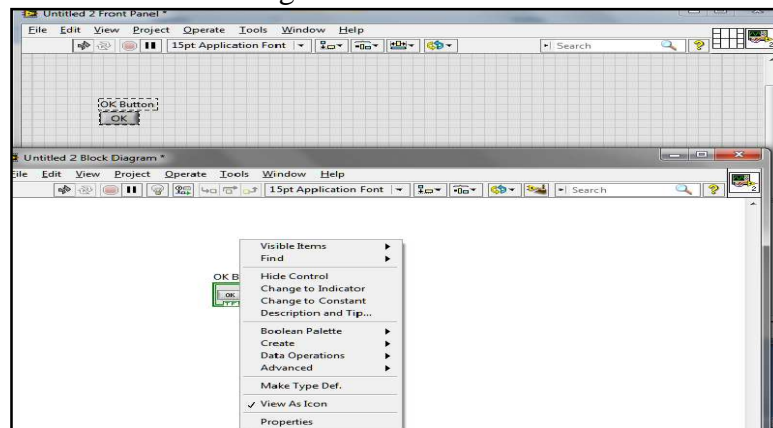
Figura 49. Selección de OkBotón



Fuente: Autor

Al elegir nuestros botones de controles vamos a ser la conexión OPC con LabVIEW haciendo doble clic en el botón y escoger la opción propiedades.

Figura 50. FrontPanel



Fuente: Autor

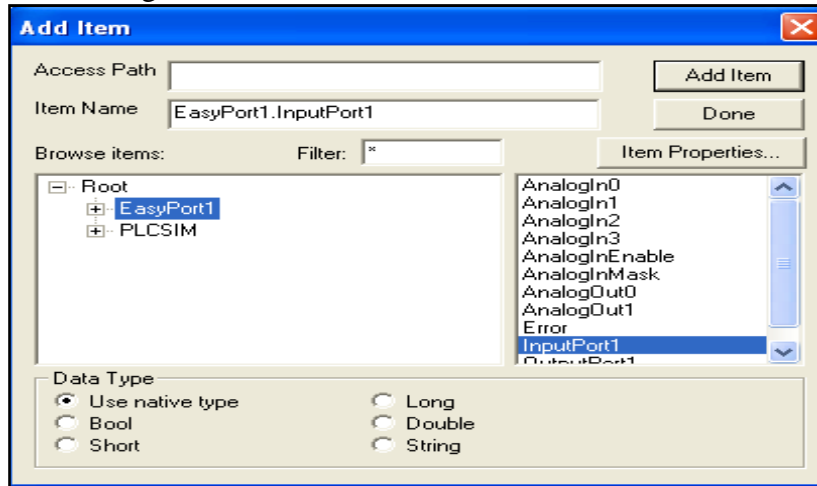
Después de desplegar nuestro Panel de propiedades tendremos que escoger el OPC de nuestro proveedor para que se pueda hacer la comunicación.

Para ello tendremos que escoger la Opciones de data binding de nuestra ventana, dentro de ella acogeremos la pestaña de browse haciendo clic sobre esta pestaña encontrara las direcciones de nuestras entradas y salidas del OPCFesto.

Al encontrar la dirección de salida del OPC en nuestro servidor daremos esta

comunicación a nuestros botones, para ello tendremos que tener una comunicación con el EasyPort directamente ya que si no la hubiera no se encontraría la señal del botón, que necesitaremos actuar.

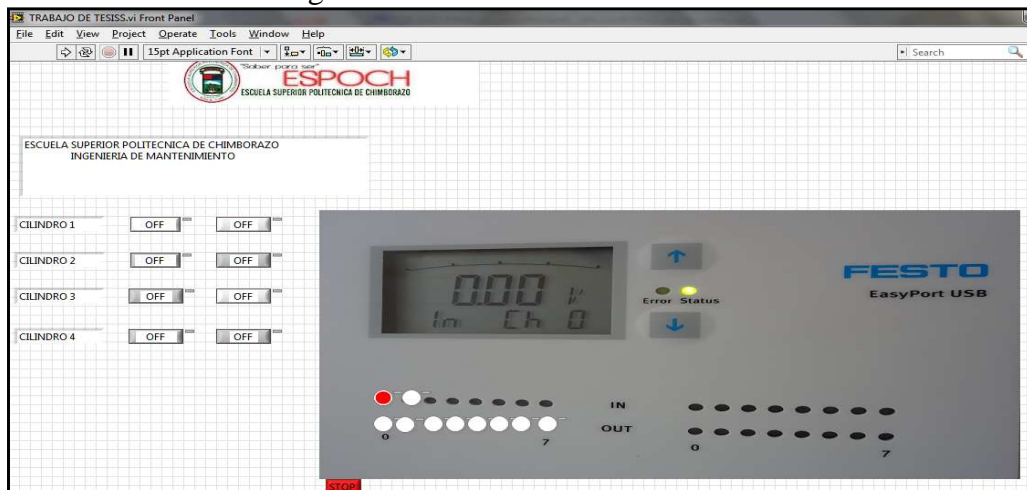
Figura 51. Comunicación LabVIEW con Festo



Fuente: Autor

Luego de haber comunicado todo los botones que necesitemos en nuestro control encontraremos con un Panel de selección, de nuestros dos módulos a presentar cuando nuestros botones estén activos tendrán en la parte derecha un color verde.

Figura 52. Panel de control SCADA



Fuente: Autor

La presente guía de prácticas se la realizó con el fin de dar a conocer, la manera en que los diferentes elementos funcionan y las diversas aplicaciones que se pueden dar

mediante las cuales se logran el contacto físico con los elementos y componentes existentes en el laboratorio.

Actualmente se implementó en el laboratorio de Automatización de la Facultad de Mecánica en la Escuela de Mantenimiento, este equipo de EasyPort dará al estudiante las herramientas indispensables para su desenvolvimiento en esta área y mediante estas guías de prácticas se tendrá una orientación más amplia hacia el campo de la automatización industrial.

En las prácticas realizadas en el laboratorio de automatización y manipulación automática de la Escuela de Mantenimiento se pudo comprobar la eficiencia del presente equipo y los diferentes componentes de Festo, el mismo que cuenta con una alta tecnología en cuanto equipos automáticos.

Al realizar las prácticas se logró identificar los diferentes eventos que realizan los sensores digitales y comprobar la exactitud de los mismos.

Con las prácticas realizadas he querido dar un modelo del cual los estudiantes puedan guiarse para las respectivas prácticas que se realizan en laboratorio, existen una infinidad de problemas que pueden realizarse en dicho dispositivo, solo depende del personal y de los estudiantes y de las expectativas de los mismos para realizar dichas prácticas en FluidSim.

En las prácticas que ha futuro realizaran los estudiantes pueden hacerlo iniciando con el programa que he realizado con FluidSIM y LabVIEW y posteriormente pueden realizar su propio programa de manera que se pueda ver su ingenio al resolver cualquier programa existente en un sistema automatizado y dando de esta manera una pronta solución a los problemas que se presenten.

Los diferentes laboratorios indican la manera en que el equipo puede realizar las diferentes funciones que el aprendiz puede realizar.

### 3.10 Guía de Prácticas de laboratorio

#### 3.10.1 Tema: Utilización de un cilindro de simple efecto.


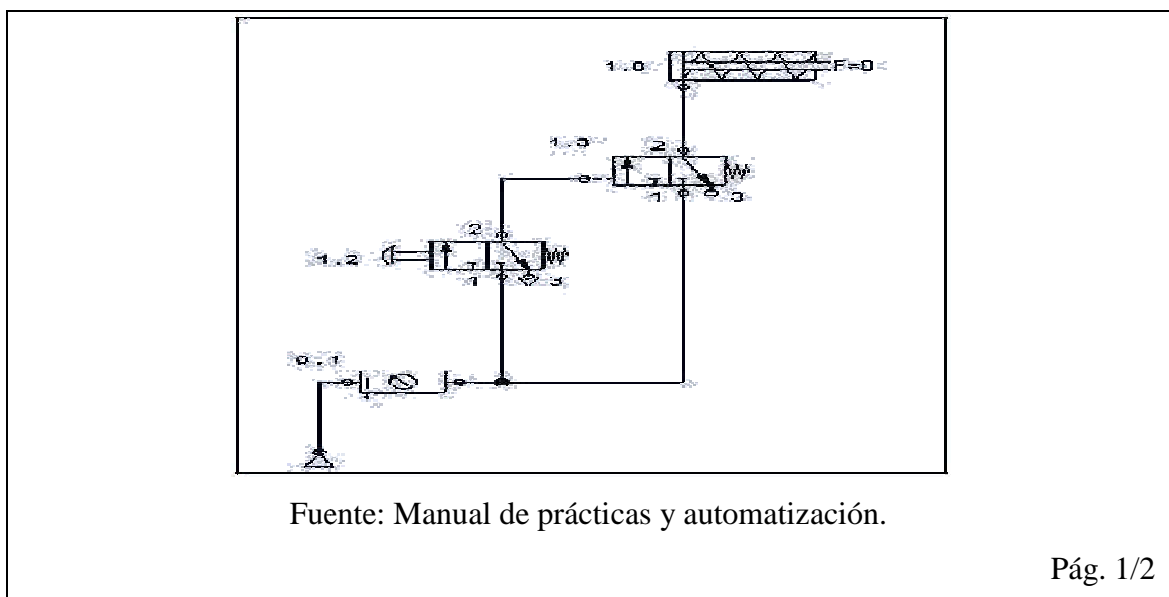
|  |  |
|--|--|
|   | <b>PRÁCTICA No1</b>                                |
|  | <b>Utilización de un cilindro de simple efecto</b> |
| <p><b>Objetivo:</b> El alumno aprenderá a utilizar el del cilindro de simple efecto, mediante su accionamiento directo e indirecto mediante una válvula 3/2 con retorno por muelle.</p>  |  |
| <p><b>Equipo requerido:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>1 Unidad de Acondicionamiento (Mantenimiento).</li><li>1 Cilindro de simple efecto.</li><li>1 Válvula 3/2 con botón pulsador y reposición de resorte.</li><li>1 Válvula 3/2 con accionamiento neumático y reposición de resorte.</li></ul> |  |
| <p><b>Procedimiento</b></p> <p>La figura representa un troquel de estampado para reglas de cálculo. La salida del troquel debe tener lugar cuando accionamos un pulsador y el retorno debe producirse cuando dejamos de pulsar.</p> <p><b>Esquema de distribución del circuito</b></p>                           |  |

Figura 53. Cilindro de Simple Efecto





## **Cuestionario**

1. ¿Qué función cumple la unidad de mantenimiento?
2. ¿Qué ocurre al accionar la válvula 0.1?
3. ¿Puede retroceder el pistón esperando accionada la válvula?
4. ¿Cuál es la función del resorte dentro del cilindro?
5. ¿Cuál es la función de la válvula 1.3?

## **Funcionamiento y conclusiones**

Redacta una breve descripción acerca del funcionamiento del circuito

---

---

---

## **Actividades propuestas**

Realiza la simulación del montaje con ayuda del programa FluidSIM, y comprueba el correcto funcionamiento de la misma.

## **PRECAUCIÓN**

Revise las conexiones neumáticas antes de alimentar el circuito con aire, recuerde que la presión es de 6 bares.

Pág.2/2

**3.10.2** Tema: Comparación entre el cilindro de simple efecto una vez que se regula su velocidad.



## PRÁCTICA No 2

### Comparación entre el cilindro de simple efecto una vez que se regula su velocidad.

**Objetivo:** Él alumno realizara la comparación entre del cilindro de simple efecto una vez que se regula su velocidad y el mando directo, y al mismo tiempo conocerá el uso de una válvula estranguladora.

#### Equipo requerido:

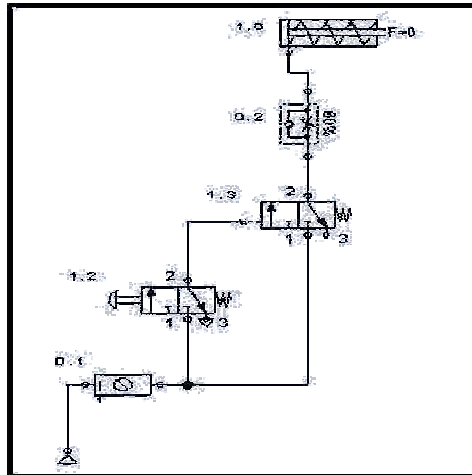
- 1 Unidad de Acondicionamiento (Mantenimiento)
- 1 Cilindro de simple efecto
- 1 Válvula 3/2 con botón pulsador y reposición de resorte
- 1 Válvula 3/2 con accionamiento neumático y reposición de resorte
- 1 Válvula reguladora de gasto o caudal (reguladora de velocidad)

#### Procedimiento

La figura representa una cuchara de colada. Cuando activamos el pulsador de bajada, la cuchara baja lentamente. Ésta permanecerá en esta posición durante todo el tiempo que deseemos, cuando activamos el pulsador de subida subirá lentamente para depositar la colada en el recipiente.

## Esquema de distribución del circuito

Figura 54. Accionamiento Indirecto



Fuente: Manual de prácticas y automatización.

### Cuestionario

1. ¿Qué función cumple la válvula 0.2?
2. ¿Existe variación en el sistema si se conecta antes o después de la válvula 1.3?
3. ¿Existe variación si se conecta en el escape de la válvula 1.3?

### Funcionamiento y Conclusiones

---

---

### Actividades propuestas

Realiza la simulación del montaje con ayuda del programa FluidSIM, y comprueba el correcto funcionamiento de la misma.

### PRECAUCIÓN

Revise las conexiones neumáticas antes de alimentar el circuito con aire, recuerde que la presión es de 6 bares. Evite accidentes.

**3.10.3** Tema: Realizar accionamiento de un cilindro de doble efecto mediante una válvula conmutadora (direccional).



### PRÁCTICA No 3

#### Accionamiento de un cilindro de doble efecto mediante una válvula conmutadora (direccional).

**Objetivo:** Él alumno será capaz de realizar accionamiento de un cilindro de doble efecto mediante una u válvula conmutadora (direccional).

**Equipo requerido:**

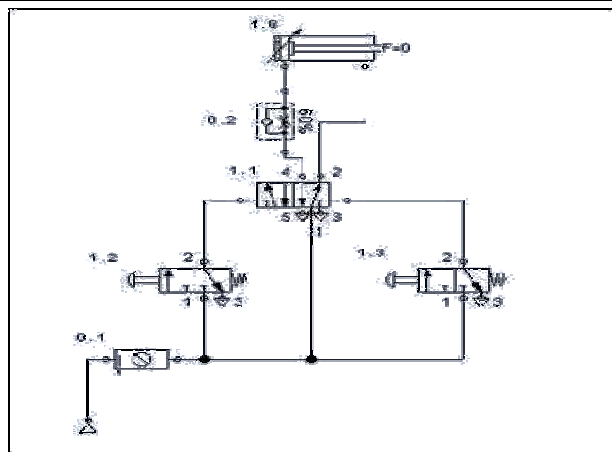
- 1 Unidad de Acondicionamiento (Mantenimiento)
- 1 Cilindro de doble efecto
- 2 Válvulas 3/2 con botón pulsador
- 1 Válvula 5/2 con doble accionamiento neumático
- 1 Válvula reguladora de gasto o caudal (reguladora de velocidad)

**Procedimiento**

Utilizando un troquel de estampado para reglas de cálculo. La salida del troquel debe tener lugar cuando accionamos un pulsador y el retorno debe producirse cuando se ha realizado la estampación y el cilindro debe regresar activa mediante el accionamiento de un pulsador situado junto a la regla de cálculo.

**Esquema del circuito**

Figura 55. Cilindro de doble efecto



Fuente: Manual de prácticas y automatización.

## **Cuestionario**

1. ¿Qué función cumplen las válvulas 3/2?
2. ¿Qué función cumple la válvula 5/2?
3. ¿Cómo es accionado el cilindro?
4. ¿Puede invertirse el accionamiento del cilindro?

## **Funcionamiento y Conclusiones**

---

---

---

## **Actividades propuestas**


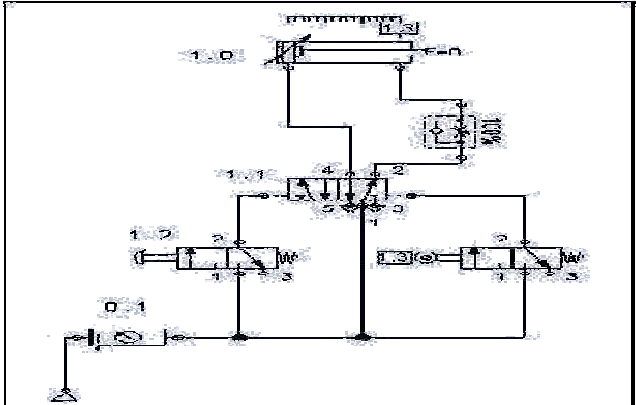
Realiza la simulación del montaje con ayuda del programa FluidSIM, y comprueba el correcto funcionamiento de la misma.

## **PRECAUCIÓN**

Revise las conexiones neumáticas antes de alimentar el circuito con aire, recuerde que la presión es de 6 bares. Evite accidentes.

Pág. 2/2

**3.10.4 Tema:** Conocer el accionamiento indirecto del cilindro de doble efecto.

|  |
|--|
|  <p><b>PRÁCTICA No 4</b></p> <p><b>Accionamiento indirecto del cilindro de doble efecto.</b></p>  |
| <p><b>Objetivo:</b> El alumno conocerá el accionamiento indirecto del cilindro de doble efecto, y al mismo tiempo el funcionamiento de una válvula conmutadora (direccional).</p>  |
| <p><b>Equipo requerido:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>1 Unidad de Acondicionamiento (Mantenimiento)</li><li>1 Cilindro de doble efecto</li><li>1 Válvula 3/2 con botón pulsador y reposición de resorte</li><li>1 Válvula 3/2 con rodillo y reposición de resorte</li><li>1 Válvula 5/2 de doble accionamiento neumático</li><li>1 Válvula reguladora de caudal (estranguladora)</li></ul> |
| <p><b>Procedimiento</b></p> <p>La figura representa un troquel de estampado para reglas de cálculo. La salida del troquel debe tener lugar cuando accionamos un pulsador y el retorno debe producirse cuando se ha realizado la estampación y el cilindro activa un final de carrera situado junto a la regla de cálculo.</p>  |
| <p><b>Esquema de distribución del circuito</b></p> <p style="text-align: center;">Figura 56. Posicionamiento de levas</p> <div style="text-align: center;"></div>  |
| <p>Fuente: Manual de prácticas y automatización.</p>   |

## **Cuestionario**

1. ¿Cuál es la función de la válvulas 1.3?
2. ¿Qué función cumple la válvula 5/2?
3. ¿Cómo es accionado el cilindro?
4. ¿Es posible regular las dos direcciones del cilindro (el avance y el retroceso)?.

## **Funcionamiento y Conclusiones**

---

---

## **Actividades propuestas**

Realiza la simulación del montaje con ayuda del programa FluidSIM, y comprueba el correcto funcionamiento de la misma.

## **PRECAUCIÓN**

Revise las conexiones neumáticas antes de alimentar el circuito con aire, recuerde que la presión es de 6 bares. Evite accidentes.

**3.10.5 Tema:** Sistema con dos actuadores neumáticos, accionados por mando secuencial.



**PRÁCTICA No 5**

**Sistema con dos actuadores neumáticos, accionados por mando secuencial.**

**Objetivo:** El alumno utilizara y comprobará los mandos secuenciales mediante un sistema con dos actuadores neumáticos.

**Equipo requerido**

- 1 Unidad de Acondicionamiento (Mantenimiento)
- 1 Cilindro de simple efecto
- 1 Cilindro de doble efecto
- 2 Válvulas 3/2 con botón pulsador y reposición de resorte
- 1 Válvula 3/2 con rodillo y reposición de resorte
- 1 Válvula 5/2 con doble accionamiento neumático

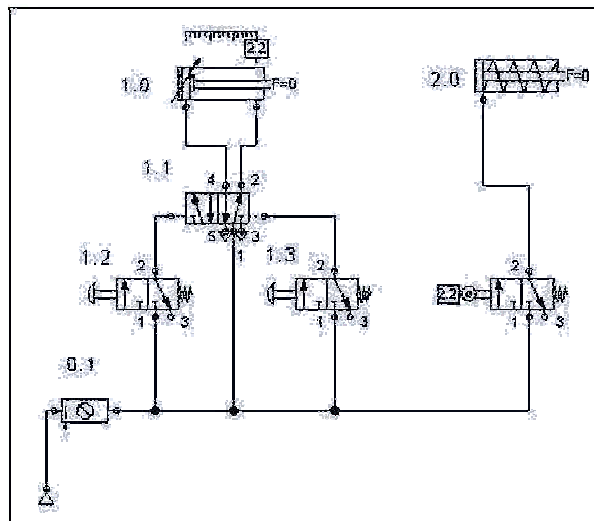
**Procedimiento**

El circuito neumático mostrado en el esquema funciona mediante el accionamiento de dos válvulas 3/2 con pulsador y retorno con muelle que controlan el avance y retroceso de un actuador de doble efecto a través de una válvula 5/2 accionada mediante presión neumática, cuando el actuador de doble efecto se encuentra en su posición de avance acciona válvula 2.2 que impulsa el vástago del actuador de simple efecto hacia afuera. Cuando el actuador de doble efecto 1.0 regresa a su posición de retroceso mediante el pulsador 1.3, también regresa el actuador de simple efecto 2.0.



## Esquema de distribución del circuito

Figura 57. Accionamiento de dos cilindros



Fuente: Manual de prácticas y automatización.

### Cuestionario

1. ¿Qué válvula arranca el sistema?
2. ¿Cómo se logra el accionamiento del cilindro 2.0?
3. ¿Qué se necesita para que el cilindro 1.0 retroceda?
4. Nombrando A y B respectivamente a los cilindros 1.0 y 2.0. ¿Cuál es la secuencia del accionamiento de los pistones?

### Actividades propuestas

Realiza la simulación del montaje con ayuda del programa FluidSIM, y comprueba el correcto funcionamiento de la misma.

### PRECAUCIÓN

Revise las conexiones neumáticas antes de alimentar el circuito.

Pág. 2/2

**3.10.6** Tema: *Accionamiento de unas electroválvulas a través de un interruptor pulsador con retorno por muelle (push botón).*



**PRÁCTICA No 6**

**Accionamiento de unas electroválvulas a través de un interruptor pulsador con retorno por muelle (push botón).**

**Objetivo:** Él alumno realizara la conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro de simple efecto.

**Equipo requerido:**

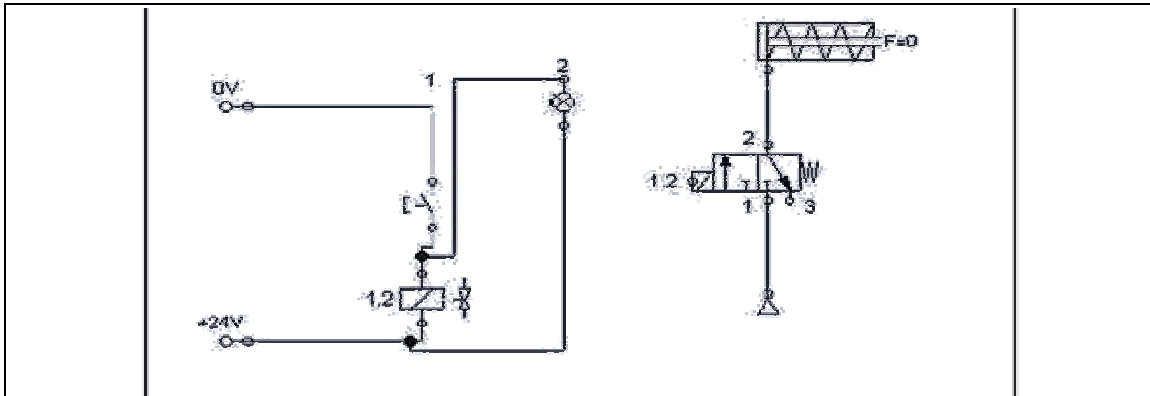
- 1 Unidad de Acondicionamiento (Mantenimiento)
- 1 Cilindro de simple efecto
- 1 Válvula 3/2 con bobina y reposición de resorte
- 1 Interruptor pulsador con retorno por muelle (Push botón)
- 1 Indicador luminoso

**Procedimiento**

El accionamiento del actuador de simple efecto se realizara a través de una electroválvula 3/2 con bobina de 24 volts que deberá ser energizada mediante un interruptor pulsador con retorno por muelle, con un indicador luminoso conectado en paralelo con la bobina de la electroválvula para indicar que la válvula se encuentra energizada.

## Esquema de distribución del circuito

Figura 58. Circuito Eléctrico



Fuente: Manual de prácticas y automatización.

### Cuestionario

1. ¿Cuál es la función del switch?
2. ¿Cuál es la función de la bobina?
3. ¿Qué tipo de conexión eléctrica debes utilizar para el switch y el indicador luminoso?

### Funcionamiento y Conclusiones

---

---

### Actividades propuestas

Realiza la simulación del montaje con ayuda del programa FluidSIM , y comprueba el correcto funcionamiento.

### PRECAUCIÓN

Revise las conexiones neumáticas antes de alimentar el circuito con aire, recuerde que la presión es de 6 bares.

La electricidad puede ocasionar descargas eléctricas, quemaduras o la muerte si se maneja sin precaución, evite tocar conexiones eléctricas cuando el circuito se encuentre energizado.

Evite accidentes respete las medidas de seguridad del laboratorio.

**3.10.7** Tema: *Uso de las electroválvulas con doble bobina en el accionamiento de un actuador de doble efecto.*



## PRÁCTICA No 7

### Uso y conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro de doble efecto.

**Objetivo:** El alumno conocerá el uso y conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro de doble efecto.

#### Equipo requerido:

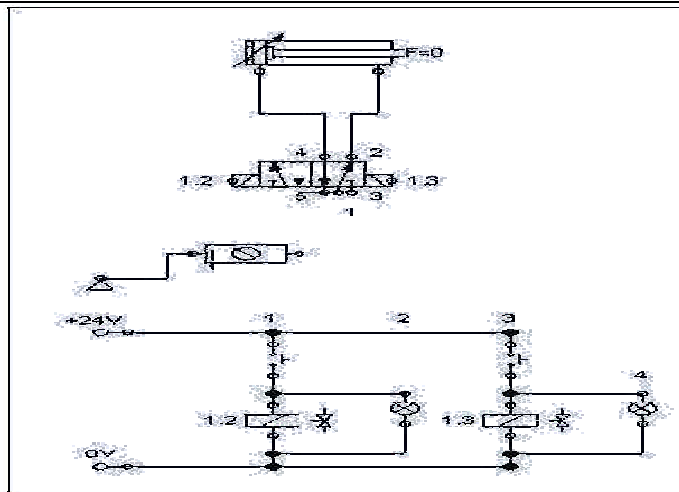
- 1 Unidad de acondicionamiento (Mantenimiento)
- 1 Cilindro de doble efecto
- 1 Válvula 5/2 con bobina de avance y retroceso
- 1 Switch
- 1 Indicador luminoso.

#### Procedimiento

El accionamiento del actuador de doble efecto se realizara a través de una electroválvula 5/2 con bobina para el avance y retroceso de 24 volts que deberán ser energizadas mediante un interruptor pulsador con retorno por muelle para el avance y otro para energizar la bobina de retroceso de la electroválvula, con un indicador luminoso conectado en paralelo con la bobina de avance de la electroválvula y otro indicador luminoso en la bobina de retroceso y otro es pata indicar que las válvulas se encuentran energizadas.

## Esquema de distribución del circuito

Figura 59. Accionamiento de cilindro doble efecto



Fuente: Manual de prácticas y automatización.

## Cuestionario

1. ¿Cuál es la función de la válvula direccional?
2. ¿Qué tipo de accionamiento tiene este circuito?
3. ¿Qué ocurre con el retroceso del cilindro?

## Funcionamiento y Conclusiones

---

---

## Actividades propuestas

Realizar la simulación del montaje con ayuda del programa FluidSIM , y comprueba el correcto funcionamiento de la misma.

## PRECAUCIÓN

Revise las conexiones neumáticas antes de alimentar el circuito con aire, recuerde que la presión es de 6 bares.

Pág. 2/2

**3.10.8 Tema:** *Uso de las electroválvulas en un accionamiento de doble efecto.*



**PRÁCTICAS No 8**

**Uso y conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro con secuencia.**

**Objetivo:** Él alumno conocerá el uso y conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro con secuencia.

**Equipo requerido:**

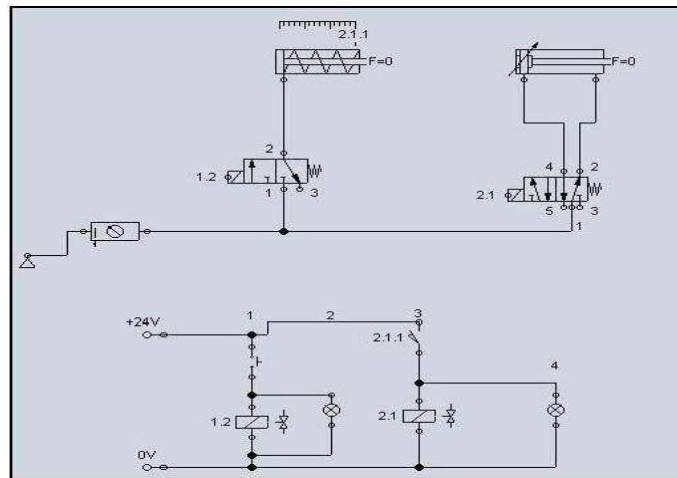
- 1 Unidad de Acondicionamiento (Mantenimiento)
- 1 Cilindro de doble efecto
- 1 Válvula 5/2 con bobina y reposición de resorte
- 1 interruptor de pulsador con retorno por muelle interruptor de límite.
- 1 Indicador luminoso

**Procedimiento**

El accionamiento del actuador de simple efecto se realizara al presionar un interruptor de pulsador con retorno por muelle de una electroválvula 3/2 con bobina para el avance de 24 volts y retorno por muelle, que al avanzar acciona un interruptor de limite que energiza la bobina de una electroválvula 5/2 con retorno con muelle que hace avanzar un actuador de doble efecto con un indicador luminoso conectado en paralelo con la bobina de avance de la electroválvula 3/2 y otro indicador luminoso en la bobina de retroceso de la electroválvula 5/2 para indicar que las válvulas se encuentran energizadas. Al dejar de presionar el pulsador del interruptor con retorno por muelle los dos actuadores retornan a su posición de retroceso.

## Esquema de distribución del circuito

Figura 60. Accionamiento de doble efecto con electroválvula



Fuente: Manual de prácticas y automatización.

### Cuestionario

1. ¿Cuál es la función de la válvula direccional?
2. ¿Qué tipo de accionamiento tiene este circuito?
3. ¿Qué ocurre con el retroceso del cilindro?

### Funcionamiento y Conclusiones

---

---

### Actividades propuestas

Realiza la simulación del montaje con ayuda del programa FluidSIM, y comprueba el correcto funcionamiento de la misma.

### PRECAUCIÓN

**Revise las conexiones neumáticas antes de alimentar el circuito con aire, recuerde que la presión es de 6 bares.**

Pág. 2/2

**3.10.9** Tema: *Conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro con secuencia.*



**PRÁCTICA No 9**

**Conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro con secuencia.**

**Objetivo:** El alumno realizara la conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro con secuencia.

**Equipo requerido:**

- 1 Unidad de Acondicionamiento (Mantenimiento)
- 1 Cilindro de doble efecto
- 1 Válvula 5/2 con bobina y reposición de resorte
- 1 Interruptor
- 1 Indicador luminoso

**Procedimiento**

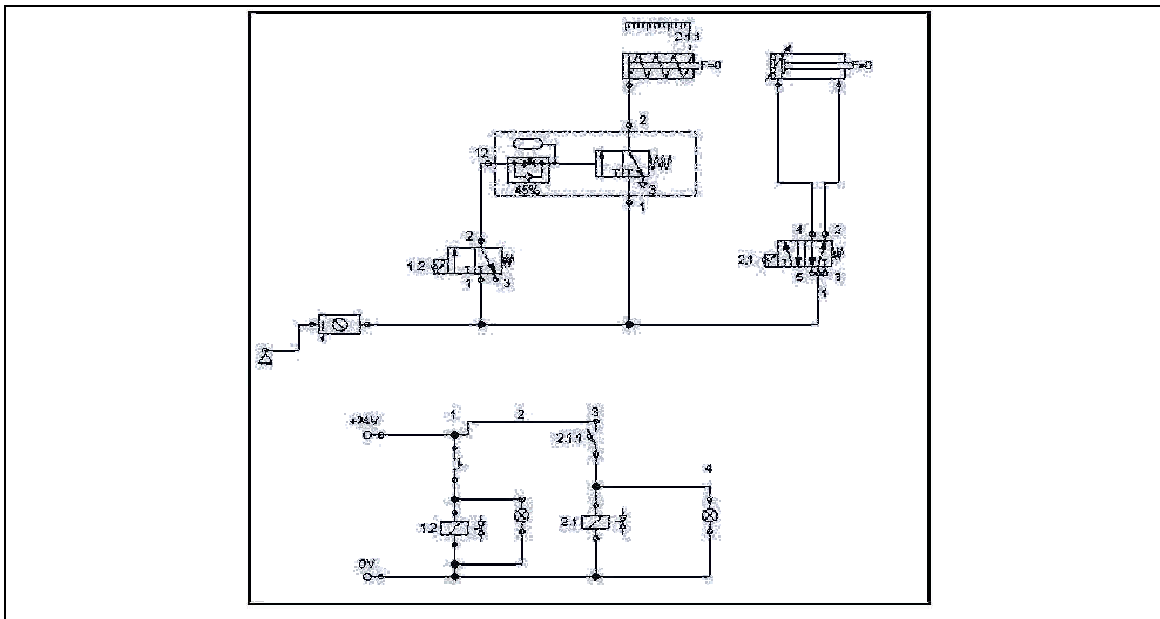
El accionamiento del actuador de simple efecto se realizara a través de una electroválvula 3/2 con bobina de 24 volts que deberá ser energizada mediante un interruptor pulsador con retorno por muelle. Cuando la electroválvula 3/2 es energizada activa la válvula temporizadora la cual retrasa el tiempo en que el actuador de simple efecto inicia su carrera de avance al avanzar acciona un interruptor de limite que energiza la bobina de una electroválvula 5/2 con retorno con muelle que hace avanzar un actuador de doble efecto con un indicador luminoso conectado en paralelo con la bobina de la electroválvula para indicar que la válvula se encuentra. Con un indicador luminoso conectado en paralelo con la bobina de avance de la electroválvula 3/2 y otro indicador luminoso en la bobina de retroceso de la electroválvula 5/2 para indicar que las válvulas se encuentran energizadas.

Pág. 1/2



## Esquema de distribución del circuito

Figura 61. Accionamiento de un cilindro de simple efecto y doble efecto



Fuente: Manual de prácticas y automatización.

### Cuestionario

1. ¿Cuál es la función de la válvula direccional?
2. ¿Qué tipo de accionamiento tiene este circuito?
3. ¿Qué ocurre con el retroceso del cilindro?

### Funcionamiento y Conclusiones

---

---

---

### Actividades propuestas

Realiza la simulación del montaje con ayuda del programa FluidSIM, y comprueba el correcto funcionamiento de la misma.

### PRECAUCIÓN

Revise las conexiones neumáticas antes de alimentar el circuito con aire, recuerde que la presión es de 6 bares.

Pág. 2/2

**3.10.10 Tema:** *Conexión de una electroválvula en el accionamiento dos cilindro con la ayuda de un EasyPort.*



## PRÁCTICA No 10

### **Conexión de una electroválvula en el accionamiento dos cilindro con la ayuda de un EasyPort.**

**Objetivo:** Él alumno realizara la conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro con secuencia.

#### **Equipo requerido:**

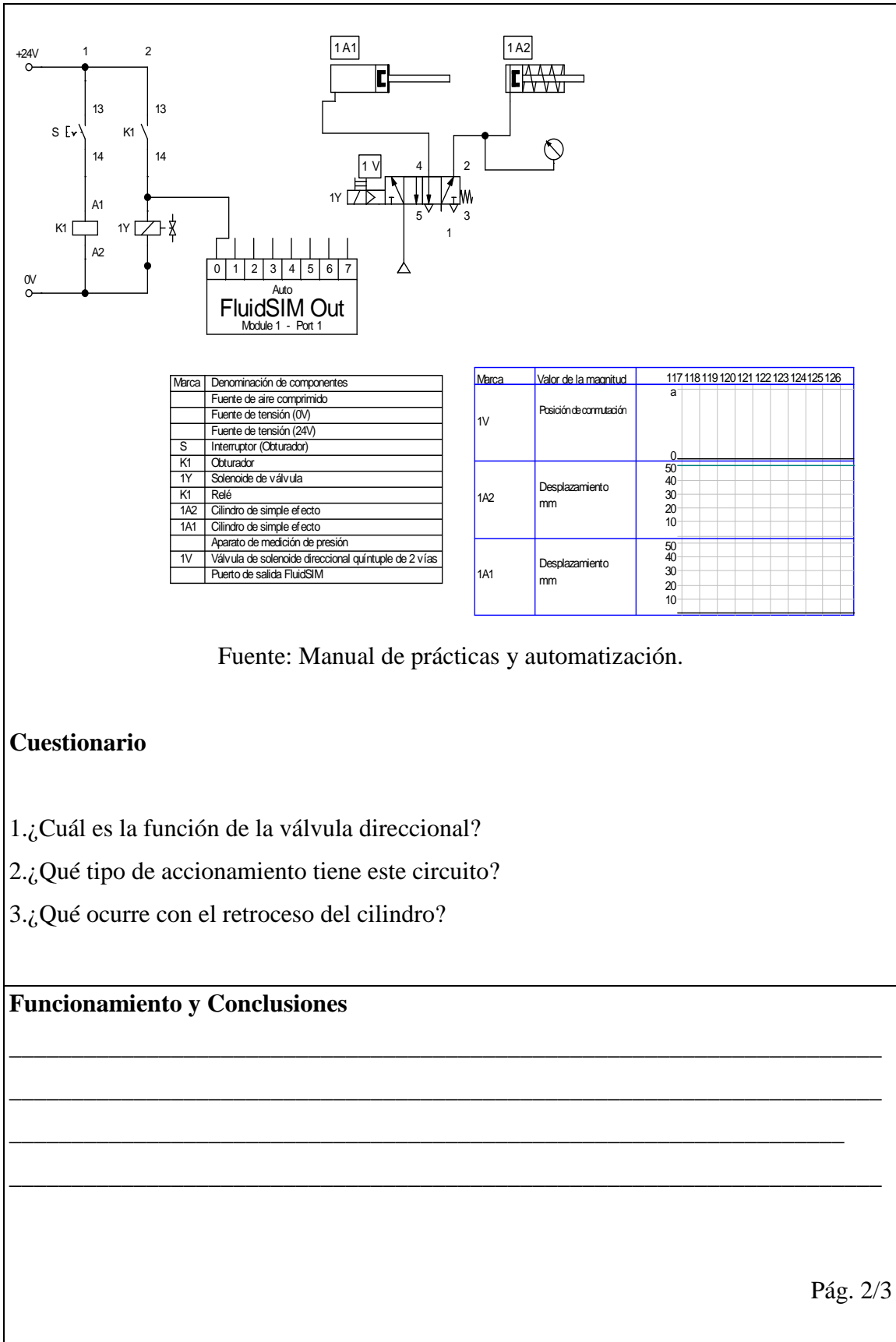
- 1 Unidad de Acondicionamiento (Mantenimiento).
- 2 Cilindro de Simple efecto.
- 1 Válvula 5/2 con bobina y reposición de resorte.
- 1 Interruptor.
- 1 EasyPort.

#### **Procedimiento**

El accionamiento del actuador de simple efecto se realizara a través de una electroválvula 5/2 con bobina de 24volts que deberá ser energizada mediante un interruptor pulsador con retorno por muelle. Después conectamos el EasyPort a la fuente de alimentación, nos aparecerá en el programa de FluidSIM que estamos conectados con el EasyPort. Luego escogemos la Opción de Out EasyPort para conectar el solenoide de la electroválvula

## Esquema de distribución del circuito

Figura 62. Accionamiento de electro válvulas con EasyPort



Fuente: Manual de prácticas y automatización.

### Cuestionario

1. ¿Cuál es la función de la válvula direccional?
2. ¿Qué tipo de accionamiento tiene este circuito?
3. ¿Qué ocurre con el retroceso del cilindro?

### Funcionamiento y Conclusiones

---



---



---



---

### **Actividades propuestas**

Realiza la simulación del montaje con ayuda del programa FluidSIM y EasyPort, y comprueba el correcto funcionamiento de la misma.

### **PRECAUCIÓN**


Revise las conexiones neumáticas antes de alimentar el circuito con aire, recuerde que la presión es de 6 bares.

La electricidad puede ocasionar descargas eléctricas, quemaduras o la muerte si se maneja sin precaución, evite tocar conexiones eléctricas cuando el circuito se encuentre energizado.

Evite accidentes respete las medidas de seguridad del laboratorio.

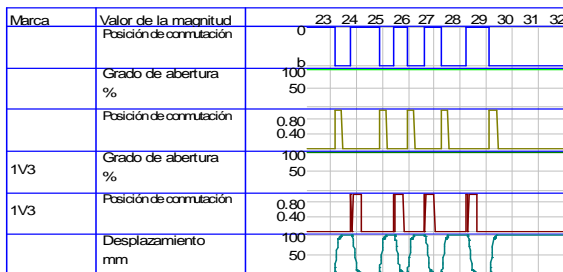
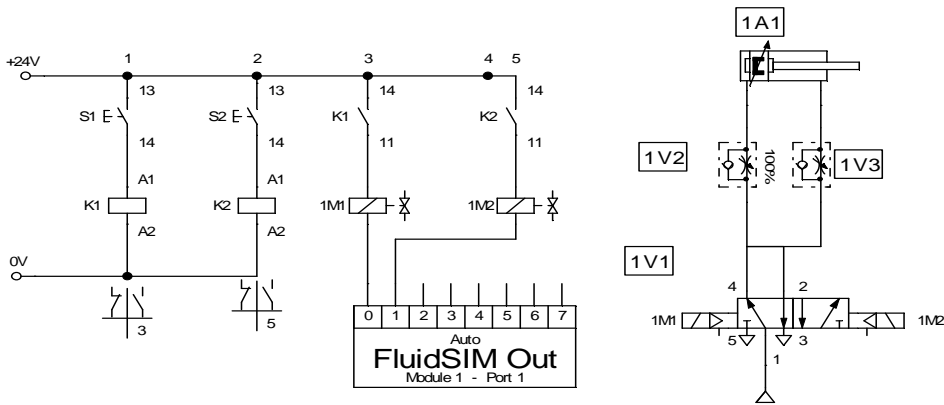
Pág. 3/3

**3.10.11 Tema:** *Conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro con secuencia.*

|  |
|--|
|  <p><b>PRÁCTICA No 11</b></p> <p><b>Conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro con secuencia.</b></p>   |
| <p><b>Objetivo:</b> Él alumno realizara la conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro con secuencia.</p> <p><b>Equipo requerido:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>1 Unidad de Acondicionamiento (Mantenimiento)</li><li>1 Cilindro de doble efecto</li><li>1 Válvula 5/2 con bobina y reposición de resorte</li><li>1 Interruptor</li><li>1 EasyPort</li></ul> <p><b>Procedimiento</b></p> <p>El accionamiento del actuador de simple efecto se realizara a través de una electroválvula 3/2 con bobina de 24volts que deberá ser energizada mediante un interruptor pulsador con retorno por muelle. Con el pulsador uno observaremos que el cilindro se desplazara en dirección de la Izquierda. Al pulsar el segundo pulsador observaremos que el actuador se desplazara en dirección contraria a la del anterior.</p> |
| <p>Pág. 1/3</p>  |

## Esquema de distribución del circuito

Figura 63. Accionamiento de doble efecto con EasyPort



| Cantidad | Denominación de componentes                                    |
|----------|--|
| 1        | Fuente de aire comprimido                                      |
| 1        | Fuente de tensión (24V)  |
| 1        | Fuente de tensión (0V)   |
| 2        | Pulsador (Obturador)   |
| 2        | Solenoides de válvula  |
| 1        | Cilindro doble efecto  |
| 2        | Relé   |
| 2        | Obturador  |
| 1        | Válvula de impulsos solenoides direccional quintuple de 2 vías |
| 2        | Válvula antirretorno estranguladora                            |
| 1        | Puerto de salida FluidSIM                                      |

Fuente: Manual de prácticas y automatización.

## Cuestionario

1. ¿Cuál es la función de las electroválvulas?
2. ¿Qué tipo de accionamiento tiene este circuito?
3. ¿Qué ocurre al dar un pulso contrario?

## Funcionamiento y Conclusiones

---



---



---

Pág. 2/3

## Actividades propuestas

Realiza la simulación del montaje con ayuda del programa FluidSIM, EasyPort y comprueba el correcto funcionamiento de la misma.

### **PRECAUCIÓN**

Revise las conexiones neumáticas antes de alimentar el circuito con aire, recuerde que la presión es de 6 bares.

La electricidad puede ocasionar descargas eléctricas, quemaduras o la muerte si se maneja sin precaución, evite tocar conexiones eléctricas cuando el circuito se encuentre energizado.

Evite accidentes respete las medidas de seguridad del laboratorio.

Pág. 3/3

**3.10.12 Tema:** *Conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro con secuencia.*



## PRÁCTICA No 12

### **Conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro con secuencia.**

**Objetivo:** El alumno realizará la conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro con secuencia.

#### **Equipo requerido:**

- 1 Unidad de Acondicionamiento (Mantenimiento).
- 1 Cilindro de doble efecto.
- 1 Válvula 5/2 con bobina y reposición de resorte.
- 1 Interruptor.
- 1 Indicador luminoso.

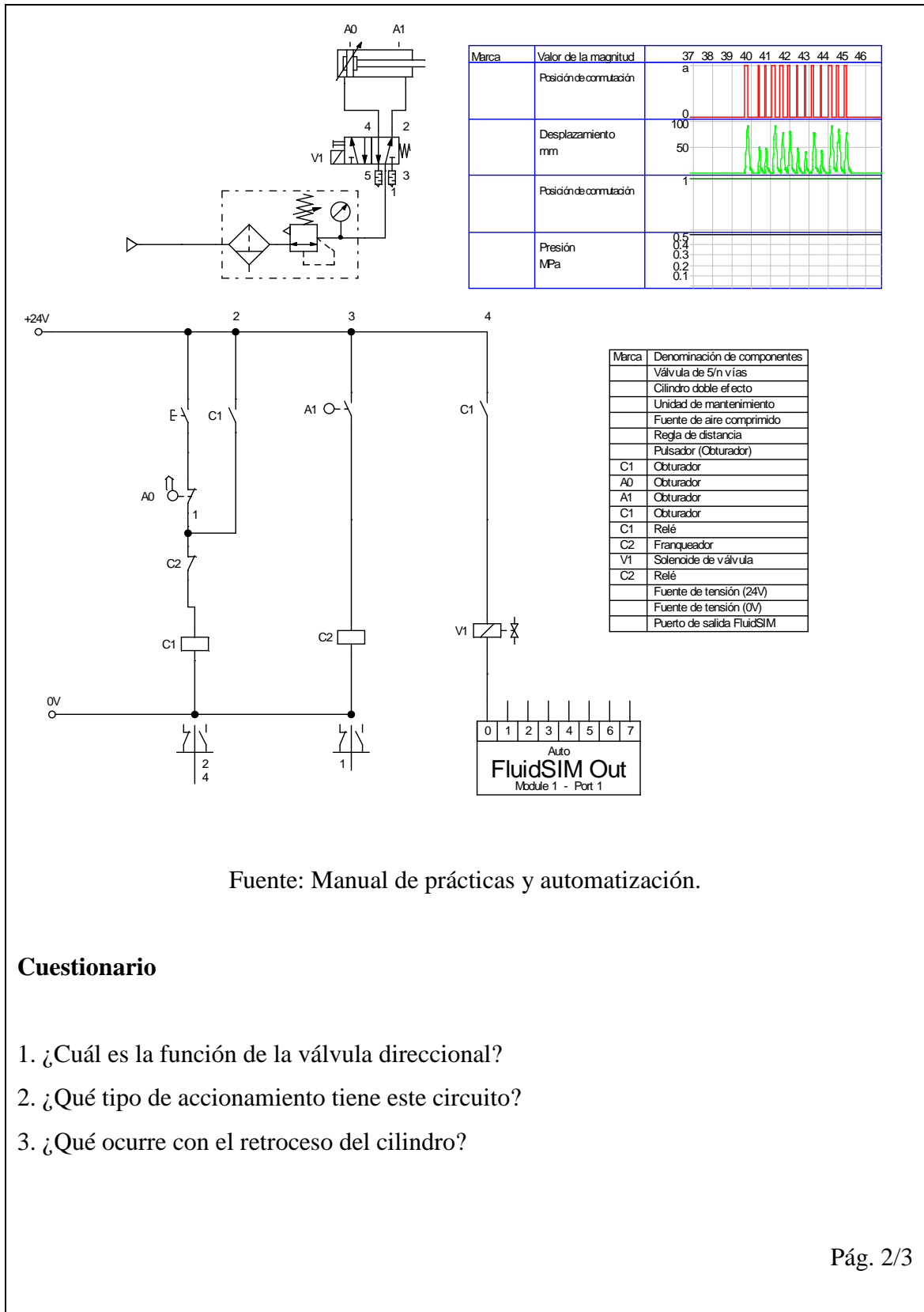
#### **Procedimiento**

El accionamiento del actuador de simple efecto se realizara a través de una electroválvula 5/2 con bobina de 24volts que deberá ser energizada mediante un interruptor pulsador con retorno por muelle. Lo cual provocara que se active C1 y quedara enclavado al desplazarse el cilindro y tomar y activar el final de carrera en cilindro volverá a su posición final



## Esquema de distribución del circuito.

Figura 64. Accionamiento doble efecto con enclavamiento



Fuente: Manual de prácticas y automatización.

## Cuestionario

1. ¿Cuál es la función de la válvula direccional?
2. ¿Qué tipo de accionamiento tiene este circuito?
3. ¿Qué ocurre con el retroceso del cilindro?

## **Funcionamiento y Conclusiones**

---

---

---

---

## **Actividades propuestas**

Realiza la simulación del montaje con ayuda del programa FluidSIM, EasyPort y comprueba el correcto funcionamiento de la misma.

## **PRECAUCIÓN**

Revise las conexiones neumáticas antes de alimentar el circuito con aire, recuerde que la presión es de 6 bares.

La electricidad puede ocasionar descargas eléctricas, quemaduras o la muerte si se maneja sin precaución, evite tocar conexiones eléctricas cuando el circuito se encuentre energizado.

Evite accidentes respete las medidas de seguridad del laboratorio.

**3.10.13 Tema:** *Conexión del EasyPort a una electroválvula en el accionamiento de un cilindro con secuencia.*



## PRÁCTICA No 13

### **Conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro con secuencia.**

**Objetivo:** El alumno realizará la conexión de las electroválvulas en el accionamiento de un cilindro con secuencia.

#### **Equipo requerido:**

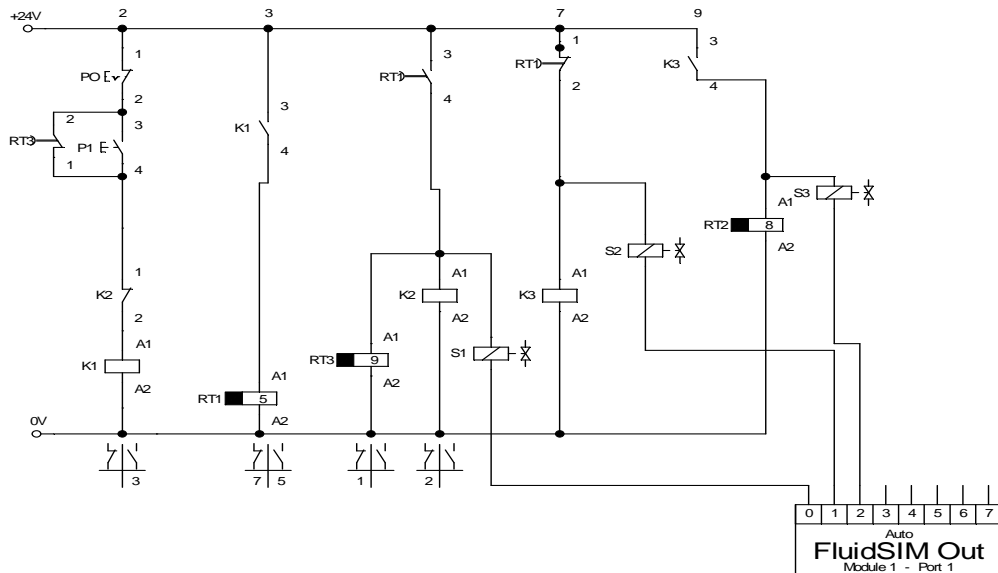
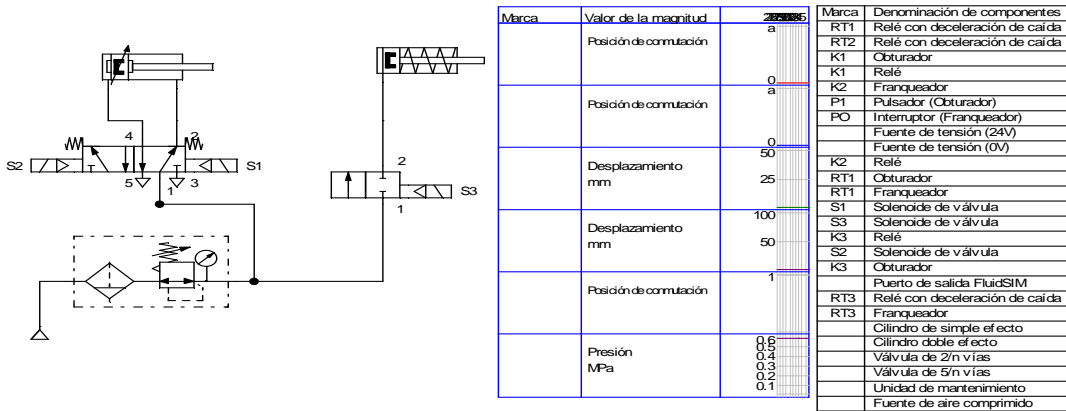
- 1 Unidad de Acondicionamiento (Mantenimiento).
- 1 Cilindro de Simple Efecto.
- 1 Cilindro de doble efecto.
- 1 Válvula 5/2 con bobina y reposición de resorte.
- 1 Interruptor.
- 1 EasyPort.

#### **Procedimiento**

El accionamiento del actuador de simple efecto se realizara a través de una electroválvula 5/2 con bobina de 24 voltios que deberá ser energizada mediante un interruptor pulsador con retorno por muelle. Con el circuito eléctrico conectamos las bobinas de accionamiento a las bobinas de las electroválvulas a las salidas del EasyPort.

## Esquema de distribución del circuito

Figura 65. Accionamiento de dos cilindros con un EasyPort



Fuente: Manual de prácticas y automatización.

Pág. 2/3

## Cuestionario

1. ¿Cuál es la función del EasyPort?
2. ¿Qué tipo de accionamiento tiene este circuito?
3. ¿Qué ocurre con el retroceso del cilindro?

## **Funcionamiento y Conclusiones**

---

---

---

### **Actividades propuestas**

Realice la simulación del montaje con ayuda del programa FluidSIM y EasyPort compruebe el correcto funcionamiento de la misma.

### **PRECAUCIÓN**

Revise las conexiones neumáticas antes de alimentar el circuito con aire, recuerde que la presión es de 6 bares.

La electricidad puede ocasionar descargas eléctricas, quemaduras o la muerte si se maneja sin precaución, evite tocar conexiones eléctricas cuando el circuito se encuentre energizado.

Evite accidentes respete las medidas de seguridad del laboratorio.

## CAPÍTULO IV

### 4. PLAN DE MANTENIMIENTO

#### 4.1 Elaboración del plan de mantenimiento

Para los diferentes ensayos se debe dar una atención a la programación, y sistemática para realizar una inspección general, limpieza, ajustes que pueden prevenir fallas al equipo y pérdidas de tiempo productivo.

En el plan de mantenimiento se detallará el tipo de mantenimiento que se debe realizar al equipo, tomando en cuenta los procedimientos, específicos de mantenimiento que deben ser basadas en las recomendaciones del fabricante para nuestro caso se ha desarrollado el siguiente programa de mantenimiento. Al analizar el equipo, hemos visto la necesidad de realizar el presente plan de, mantenimiento el mismo que se lo hará de forma mensual, semestral, anual.

##### 4.1.1 *Mantenimiento mensual*

- Revisar el estado en que se encuentra el EasyPort
- Revisar el estado de los sensores que se encuentran en los diferentes dispositivos del equipo.
- Revisar el equipo de alimentación.
- Revisar el estado del fusible de la fuente Festo (24 voltios).
- Revisar el estado del cable de transferencia de información Conector SysLink.
- Comprobar el estado de las terminales de salida y entrada del EasyPort.
- Estar pendiente de que el equipo tenga las condiciones adecuadas para su instalación.
- Revisar el estado de las electroválvulas Festo.
- Revisar la presión de alimentación de la unidad de mantenimiento.

Tabla 10. Mantenimiento mensual

| MANTENIMIENTO MENSUAL  |                  |   |   |   |
|--|------------------|---|---|---|
| Actividades  | Tiempo en un mes |   |   |   |
|  | 1                | 2 | 3 | 4 |
| Revisar el estado en que se encuentra el EasyPort.   |                  |   |   | X |
| Revisar el estado de los sensores que se encuentran en los diferentes dispositivos del equipo. |                  | X |   |   |
| Revisar el equipo de alimentación  |                  |   |   | X |
| Revisar el estado del fusible de la fuente Festo (24 Voltios).                                 | X                |   |   |   |
| Revisar el estado del cable de transferencia de información Conector SysLink.                  |                  | X |   |   |
| Comprobar el estado de las terminales de salida y entrada del EasyPort.                        |                  |   | X |   |
| Estar pendiente de que el equipo tenga las condiciones adecuadas para su instalación.          |                  | X |   |   |
| Revisar el estado de las electroválvulas Festo.  | X                |   |   |   |

Fuente: Autor

#### 4.1.2 *Mantenimiento semestral*

- Inspeccionar todas las conexiones de los cables asegurando que no se haya desconectado, de tal manera que cumplan con las especificaciones del fabricante.
- Inspeccionar los sensores, su posición y ubicación en el módulo de tal manera que estén bien ubicados para su buen funcionamiento.
- Revisar que todos los sistemas estén conectados.
- Revisar que todas las conexiones estén bien conectadas, reapretar las conexiones que estén flojas.
- Realizar una limpieza externa de los elementos, para que estén libre de suciedad.

Tabla 11. Mantenimiento semestral

| MANTENIMIENTO SEMESTRAL  |                      |                 |                |                |                |              |
|--|----------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| Actividades  | Tiempo en seis meses |                 |                |                |                |              |
|  | Prime<br>r Mes       | Segund<br>o Mes | Terce<br>r Mes | Cuart<br>o Mes | Quint<br>o Mes | Sexto<br>Mes |
| Inspeccionar todas las conexiones de los cables asegurando que no se haya desconectado, de tal manera que cumplan con las especificaciones del fabricante. | X                    |                 |                |                |                |              |

Tabla 11. (Continuación)

|  |  |   |  |   |   |   |
|--|--|---|--|---|---|---|
| Inspeccionar los sensores, su posición y ubicación en el módulo de tal manera que estén bien ubicados para su buen funcionamiento. |  |   |  | X |   |   |
| Revisar que todos los sistemas estén conectados.   |  | X |  |   | X |   |
| Revisar que todas las conexiones estén bien conectadas, reapretar las conexiones que estén flojas.                                 |  |   |  | X |   |   |
| Realizar una limpieza externa de los elementos, para que estén libres de suciedad.   |  |   |  |   |   | X |

Fuente: Autor

#### 4.1.3 *Mantenimiento anual*

- Revisar el estado de los componentes electrónicos con medición de voltaje.
- Revisar las conexiones del EasyPort.
- Revisar las conexiones que sean adecuadas en los distintos elementos de elementos alas borneras de conexión.
- Darle una atención especial al funcionamiento de los programas de ejecución como FluidSIM.

Tabla 12. Mantenimiento anual

| MANTENIMIENTO ANUAL  |                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Actividades  | Tiempo en un Año |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|  | E                | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| Revisar el estado de los componentes electrónicos con medición de voltaje.                                   | X                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Revisar las conexiones del EasyPort  |                  |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Revisar las conexiones que sean adecuadas en los distintos elementos de elementos alas borneras de conexión. |                  |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |
| Darle una atención especial al funcionamiento de los programas de ejecución como FluidSIM.                   |                  |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   | X |

Fuente: Autor



## **CAPÍTULO V**

### **5. PLAN DE SEGURIDAD**

Dentro de este capítulo se denominarán las diferentes actividades para proporcionar las medidas de protección necesarias sobre los factores influyentes de la personalidad individual y colectiva y que crean situaciones conflictivas causantes de accidentes.

Dentro del laboratorio y los equipos que se usarán para las diferentes prácticas que se producirán en el transcurso de los diferentes semestres.

Para lo cual se realizará un bosquejo visual solo del equipo en general y detectar los puntos más conflictivos que pueden dañar al usuario.

#### **5.1 Plan de seguridad para los equipos de laboratorio.**

El plan se orienta a la determinación y estudio de las características; tanto físicas, como técnicas de los materiales y equipo, respectivamente, y determinado las partes que merecen especial atención, y sobre las cuales incidirán las medidas de protección.

Manteniendo protegidos los materiales, el equipo y herramientas, y eliminar las posibles causas de accidentes, debidas a condiciones inseguras.

Para ello se deberá realizar un inventario de materiales, equipos y herramientas existentes en las prácticas. Estudiar las características de los materiales, especificaciones técnicas del equipo, para determinar los puntos sensibles, capaces de producir accidentes.

## **5.2 Formas de acción para los equipos**

Se actuar directamente sobre dichos elementos, ya que la variable es una, o sea de tipo físico. La ejecución se llevará de la siguiente manera:

El elemento encargado de la seguridad es el ingeniero que este a cargo y realizarán el estudio y catalogación del material y equipo, determinando los puntos peligrosos, que merecen especial atención en su manipulación, estas normas son:

- Transporte y almacenamiento de materiales.
- Señalización de los puntos de operación que encierran el peligro.
- Colocación de los dispositivos de seguridad.
- Almacenaje de materiales y herramientas.
- Mantenimiento de equipo y herramienta.
- Uso de equipo y herramienta.
- Colocación de ayudas de memoria, sobre las características técnicas y de operación de los equipos y herramientas, en lugares visibles de los mismos.

## **5.3 Conclusiones del plan de seguridad**

El plan permitirá eliminar una serie de condiciones inseguras inherentes a los materiales y equipos; es un medio más de control de seguridad dentro del laboratorio, que determina los medios de protección del material, equipos y herramientas en relación con el personal y la instalación. La concepción de los dispositivos de señalización, como la información pertinente es un elemento más que influye de forma positiva dentro del conjunto de la seguridad como sistema.

Un legado de catalogación de los diversos equipos y herramientas con sus características técnicas y de operación.

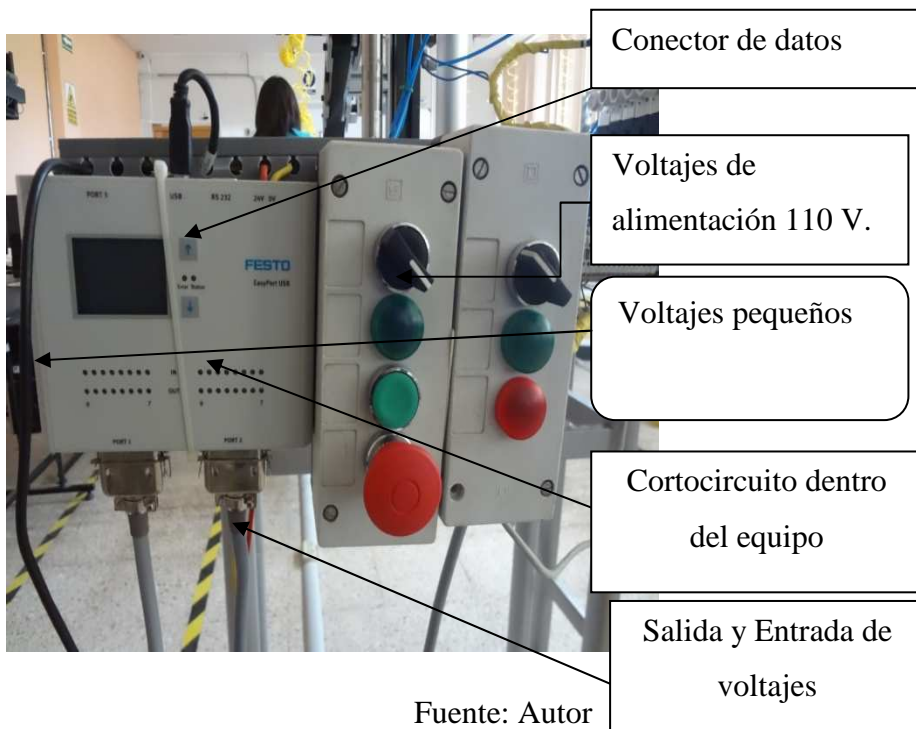
Por lo tanto se ha incluido protecciones de seguridad para que el usuario no corra ningún tipo de riesgo al manipular el equipo.

Figura 66. Tablero de Demostración



Fuente: Autor

Figura67. Tablero de control



## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones:

Se identificó las características de FluidSim ya que para este tema fue necesario tener todas las Opciones e iconos de Festo por lo que se adquirió la licencia de FluidSIM 4.4.

Se efectuó los sistemas de comunicación entre FluidSim y LabVIEW con el uso del Equipo de EasyPort.

Se implementó la interfaz de comunicación entre PC-Módulo de I/O análogos y digitales en tiempo real para el laboratorio de automatización y manipulación automática del laboratorio.

Se seleccionó e implementó el módulo EasyPort D16A de Festo Didactic como medio físico de la interfaz de comunicación.

Se seleccionó e implementó el paquete computacional FluidSIM versión para las aplicaciones digitales como software de interacción el cual ayuda a enseñar, aprender y visualizar la neumática.

Se estableció una comunicación OPC mediante los servidores EzOPC versión 5.5 y OPC LINK, con FluidSIM versión 4.4 en donde se utilizaron los equipos didácticos de laboratorio.

Se implementó un programa de prácticas de electrónica neumática y Neumática proporcional en donde se puede realizar diseño, monitoreo, control y supervisión de circuitos neumáticos

El módulo EasyPort D16A no requiere de direccionamiento ya que el sistema se configura automáticamente.

## **6.2 Recomendaciones**

Cuidar que los voltajes máximos indicados para el suministro de poder y para las entradas y salidas del módulo EasyPort D16A no deben excederse bajo ninguna circunstancia los voltajes 30 VDC.

Efectuar las conexiones eléctricas cuando estén interrumpidos los voltajes y los dispositivos apagados.

Usar el dispositivo EasyPort D16A en sistemas que devuelvan automáticamente a un estado seguro cuando la fuente de voltaje se apaga.

Utilizar los cables de datos paralelos y cruzados tanto digitales como análogos de acuerdo a la aplicación que se desee, una mala elección podría causar cortocircuitos o mal funcionamiento de dispositivos conectados al proceso.

Emplear el cable de datos digital SysLink con los terminales abiertos se debe verificar la asignación de pines del cable, para evitar malas conexiones.

Verificar en caso de que la comunicación FluidSIM-Ez OPC no sea exitosa, cerrar los paquetes computacionales, reiniciar el equipo y las aplicaciones que se estuvieron realizando.

## BIBLIOGRAFÍA

**GALVES, Remigio. 2002.** [En línea] 2002. [Citado el: 31 de Agosto de 2013.]  
www.esPOCH.edu.com.

**JHONES. 1997.***Automatas de programables.* España : s.n., 1997. págs. 6-11.

**KALVAN. 2008.***Industrial control.* Barcelona : s.n., 2008. pág. 26.

**LABVIEW. 2013.**OPC. *OPC.* [En línea] 20 de 07 de 2013. [Citado el: 15 de 08 de 2013.] <http://es.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>.

**LAJARA. 2011.***Entornos graficos de programacion.* Barcelona : Marcombo S.A, 2011.  
págs. 15-79.

**PENIN. 2012.***Sistema SCADA.* Barcelona : Tecnicas, 2012. págs. 1-171.

**PÉREZ Enrique Mandado. 1995.** Autómata Programable y Sistemas de automatización,. [aut. libro] PÉREZ Enrique Mandado. *Autómata Programable.* España : Codial, 1995.

**RUVALCABA. 2005.***Practicas neumaticas.* Mexico : s.n., 2005.

**SANCHEZ. 2002.***Control avanzado de procesos.* 2002. págs. 140-185.

**SANCHEZ. 2003.** Control de avanzado de procesos. *Controla avanzado de procesos.* España : Diaz de Santos, 2003, págs. 153-185.

