

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA PLANCHADORA TIPO MANIQUÍ MEDIANTE UN PLC PARA EL HOSPITAL BACA ORTIZ**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN  
ELECTROMECAÁNICA**

**CHRISTIAN DANILO TASHIGUANO SIMBAÑA**

[cdanilots@hotmail.com](mailto:cdanilots@hotmail.com)

**DIRECTOR: Ing. Alcívar Costales**

[eduardo.costales@epn.edu.ec](mailto:eduardo.costales@epn.edu.ec)

**Quito, diciembre, 2011**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Christian Danilo Tashiguano Simbaña, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Christian D. Tashiguano S.

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Christian Danilo Tashiguano Simbaña, bajo mi supervisión.

---

**Ing. Alcívar Costales**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

# CONTENIDO

Resumen

Introducción

Desarrollo

## CAPÍTULO 1.

<b>1 SISTEMAS AUTOMÁTICOS</b> .....	01
<b>1.1 FUNDAMENTOS DE AUTOMATIZACIÓN</b> .....	01
1.1.1 AUTOMATIZACIÓN.....	01
1.1.2 OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN.....	01
1.1.3 LA AUTOMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA.....	01
1.1.4 LA AUTOMATIZACIÓN Y EL EMPLEO.....	02
<b>1.2 SISTEMAS AUTOMÁTICOS, PARTES COMPONENTES Y SU     FUNCIONAMIENTO COLECTIVO</b> .....	03
1.2.1 ¿QUE ES UN SISTEMA AUTOMATIZADO?.....	03
1.2.1.1 La parte operativa.....	03
1.2.1.2 La parte del mando.....	03
1.2.2 ELEMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN.....	04
1.2.2.1 Realimentación.....	04
1.2.2.2 Informática.....	04
1.2.2.3 Tecnologías cableadas.....	05
1.2.2.4 Tecnologías programadas.....	05
1.2.2.5 Detectores y Captadores.....	06
1.2.2.6 Accionadores.....	07
1.2.3 FUNCIONAMIENTO COLECTIVO.....	07
<b>1.3 PLC'S</b> .....	08
1.3.1 INTRODUCCIÓN.....	08
1.3.2 CAMPOS DE APLICACIÓN.....	09
1.3.3 VENTAJAS E INCONVENIENTES.....	10
1.3.3.1 Ventajas.....	10
1.3.3.2 Inconvenientes y desventajas.....	10

1.3.4 FUNCIONES BÁSICAS DE UN PLC.....	11
1.3.5 NUEVAS FUNCIONES.....	11
1.3.5.1 Redes de comunicación.....	11
1.3.5.2 Sistemas de supervisión.....	12
1.3.5.3 Control de procesos continuos.....	12
1.3.5.4 Entradas – Salidas distribuidas.....	12
1.3.5.5 Buses de campo.....	12
<b>1.4 TEMPORIZADORES.....</b>	<b>13</b>
1.4.1 TIPOS DE TEMPORIZADORES.....	13
1.4.1.1 Relés de tipo neumático.....	13
1.4.1.2 Relés de tiempo accionados por motor.....	14
1.4.1.3 Relés de tiempo tipo térmico.....	14
1.4.1.4 Relés de tiempo electrónicos o de estado.....	14
1.4.2 FORMAS DE OPERACIÓN DE LOS RELÉS DE TIEMPO.....	15
1.4.2 .1 Operación tipo ON – DELAY.....	15
1.4.2 .2 Operación tipo OFF –DELAY.....	15
1.4.2 .3 Operación tipo Pulso.....	16
1.4.2 .4 Operación cíclica o intermitente.....	16
1.4.3 APLICACIONES.....	16
<b>1.5 TIPOS DE CONTROLADORES.....</b>	<b>17</b>
1.5.1 CONTROLADORES SECUENCIALES.....	18
1.5.2 CONTROLADOR DE PROCESOS.....	18
1.5.2.1 Controlador Proporcional.....	18
1.5.2.2 Controlador proporcional integral (PI).....	19
1.5.2.3 Controlador proporcional derivativo (PD).....	19
1.5.2.4 Controlador proporcional integral derivativo (PID).....	19
1.5.3 CONTROLADORES PARA PROCESOS DISCRETOS.....	20
<b>1.6 CIRCUITOS NEUMÁTICOS, FUNCIONAMIENTO Y PARTES</b>	
<b>COMPONENTES.....</b>	<b>20</b>
1.6.1 ELEMENTOS BÁSICOS DE UN CIRCUITO NEUMÁTICO.....	20
1.6.1.1 Sistema de producción y tratamiento del aire comprimido.....	20
1.6.1.2 Sistema de regulación y control del aire comprimido.....	21

## **CAPÍTULO 2.**

<b>2 LÓGICA Y PROGRAMACIÓN DE PLC'S</b> .....	22
<b>2.1 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PLC'S</b> .....	22
2.1.1 DEFINICIÓN DE UN PLC.....	22
2.1.2 FUNCIONAMIENTO DE UN PLC.....	23
2.1.3 ESTRUCTURA BÁSICA DE UN PLC.....	24
<b>2.2 TIPOS DE PLC'S</b> .....	26
2.2.1 PLC TIPO NANO.....	26
2.2.2 PLC COMPACTO.....	26
2.2.3 PLC MODULAR.....	27
<b>2.3 VENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLC</b> .....	28
<b>2.4 LÓGICA DE UN PLC</b> .....	28
2.4.1 ESTRUCTURA DE UNA INSTRUCCIÓN DE MANDO.....	29
2.4.1.1 Operación.....	29
2.4.1.2 Operando.....	30
<b>2.5 PROGRAMACIÓN DE PLC'S</b> .....	30
2.5.1 SEÑAL DISCRETA.....	30
2.5.2 SEÑAL ANALÓGICA.....	31
2.5.3 REPRESENTACIÓN DE LAS CANTIDADES BINARIAS.....	32
2.5.3.1 Bit.....	32
2.5.3.2 Byte.....	32
2.5.3.3 Palabra.....	33
2.5.3.4 Direccionamiento de Bits.....	33
2.5.4 TIPOS DE PROGRAMACIÓN.....	34
2.5.4.1 Programación Lineal.....	34
2.5.4.2 Programación Estructurada.....	34
2.5.5 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.....	35
2.5.5.1 Lenguajes de bajo nivel.....	35
2.5.5.2 Lenguajes de nivel intermedio.....	36
2.5.5.3 Lenguajes de nivel superior.....	36
2.5.6 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN ORIENTADOS AL PLC.....	36

2.5.6.1 Texto Estructurado ST (Structured text).....	37
2.5.6.2 Lenguaje por Lista de Instrucciones (IL).....	37
2.5.6.3 SFC (Sequential Function Chart) o Grafcet.....	38
2.5.6.4 Plano de funciones o FBD(Function Block Diagram).....	38
2.5.6.5 Diagrama de escalera LD (Ladder Diagram).....	39
2.5.6.6 Ejemplos en diagramas de escalera LD (Ladder).....	41

## **CAPÍTULO 3.**

### **3 NEUMÁTICA Y CIRCUITOS NEUMÁTICOS.....45**

#### **3.1 PRESIÓN.....45**

##### 3.1.1 TIPOS DE PRESIÓN.....45

###### 3.1.1.1 Presión absoluta o real.....45

###### 3.1.1.2 Presión atmosférica.....45

###### 3.1.1.3 Presión manométrica.....45

###### 3.1.1.4 Presión relativa.....46

###### 3.1.1.5 Presión diferencial.....46

###### 3.1.1.6 Vacío.....46

##### 3.1.2 PROPIEDADES DE LOS GASES Y VARIABLES QUE AFECTAN SU COMPORTAMIENTO.....46

#### **3.2 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA NEUMÁTICA.....46**

##### 3.2.1 PROPIEDADES DEL AIRE COMPRIMIDO.....47

###### 3.2.1.1 Propiedades favorables.....47

###### 3.2.1.2 Propiedades desfavorables.....48

#### **3.3 PARTES COMPONENTES E INSTALACIÓN DE UN CIRCUITO NEUMÁTICO.....48**

##### 3.3.1 SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO.....49

###### 3.3.1.1 Compresor.....49

###### *Compresor de desplazamiento positivo.....50*

###### *Compresor aerodinámico.....50*

###### 3.3.1.2 Motor eléctrico.....51

3.3.1.3 Presostato.....	51
3.3.1.4 Válvula Anti retorno o check.....	51
3.3.1.5 Depósito.....	51
3.3.1.6 Manómetro.....	51
3.3.1.7 Purga Automática.....	51
3.3.1.8 Válvula de Seguridad.....	51
3.3.1.9 Secador de Aire Refrigerado.....	52
3.3.1.10 Filtro de línea.....	52
<b>3.3.2 SISTEMAS DE UTILIZACIÓN Y CONSUMO DE AIRE.....</b>	<b>52</b>
3.3.2.1 Purga del aire.....	52
3.3.2.2 Purga Automática.....	52
3.3.2.3 Unidad de acondicionamiento del aire FRL (Filtro, Regulador, Lubricador.....	53
3.3.2.4 Válvula Direccional.....	53
3.3.2.5 Actuador.....	53
3.3.2.6 Controladores de velocidad.....	53
<b>3.4 ACTUADORES Y CILINDROS NEUMÁTICOS.....</b>	<b>54</b>
3.4.1 ACTUADORES DE GIRO.....	54
3.4.1.1 Actuadores de giro limitado.....	54
<i>Actuador de giro de tipo paleta.....</i>	<i>54</i>
<i>Actuador piñón Cremallera.....</i>	<i>55</i>
3.4.1.2 Motores neumáticos.....	55
3.4.2 ACTUADORES LINEALES.....	56
3.4.2.1 Cilindros de simple efecto.....	57
3.4.2.2 Cilindro de doble efecto.....	58
3.4.2.3 Cilindro de doble vástago.....	58
3.4.2.4 Cilindros de membrana.....	59
3.4.2.5 Cilindro tándem.....	59
3.4.2.6 Cilindro multiposicional.....	59
3.4.2.7 Cilindro de giro.....	60
<b>3.5 VÁLVULAS NEUMÁTICAS.....</b>	<b>60</b>
3.5.1 VÁLVULAS DE CONTROL DIRECCIONAL DE VÍAS.....	60
3.5.1.1 Número de Posiciones.....	61

3.5.1.2 Número de Vías.....	61
3.5.1.3 Accionamiento o Comandos.....	63
<i>Comando Directo</i> .....	63
<i>Comando Indirecto</i> .....	63
3.5.2 VÁLVULAS DE CONTROL DE FLUJO.....	64
3.5.2.1 Válvulas de Bloqueo o Anti-retorno.....	64
3.5.2.2 Válvulas de Caudal.....	64
3.5.2.3 Válvulas de escape rápido.....	65
3.5.2.4 Válvula “AND” o de simultaneidad.....	65
3.5.2.5 Válvula “OR” o selectora.....	66
3.5.2.6 Válvula Reguladora.....	66
3.5.3 VÁLVULAS ELECTROMAGNÉTICAS (ELECTROVÁLVULAS).....	67

### **3.6 TRABAJO EN CONJUNTO DE NEUMÁTICA CON SISTEMAS**

<b>DE CONTROL</b> .....	67
3.6.1 CONTROL DE CILINDROS MEDIANTE VÁLVULAS.....	68
3.6.1.1 Control de Cilindro de Simple Efecto (CSE) con válvulas 2/2.....	68
3.6.1.2 Control de un Cilindro de Doble Efecto (CDE) con una válvula de 5/2.....	68
3.6.1.3 Control Remoto manual de un CDE con válvulas 3/2 y 5/2.....	69
3.6.2 FUNCIONES ESPECIALES.....	70
3.6.2.1 Mando neumático de Inversión retardado (temporizador).....	70
3.6.2.2 Final de carrera neumático.....	70
3.6.3 CONTROL SECUENCIAL DE CILINDROS.....	71
3.6.3.1 Control semiautomático de un CDE con retorno temporizado.....	71
3.6.3.4 Control de cilindros mediante diagrama camino-pasos.....	72
<i>Descripción del diagrama camino pasos de la figura</i> .....	72
<i>Descripción del diagrama de control neumático</i> .....	72
3.6.4 AUTOMATISMO NEUMÁTICO CON ELECTROVÁLVULAS.....	73

## **CAPÍTULO 4.**

<b>4 INSTALACIÓN DE UN PLC</b> .....	75
--------------------------------------	----

<b>4.1 PRECAUCIONES ANTERIOR A LA INSTALACIÓN DE UN</b>	
<b>PLC</b> .....	75
4.1.1 CONDICIONES AMBIENTALES DEL ENTORNO .....	75
4.1.2 DISTRIBUCIÓN DE COMPONENTES.....	76
4.1.2.1 Distribución de elementos al interior del armario.....	76
4.1.3 ALIMENTACIÓN.....	77
4.1.4 PUESTA A TIERRA.....	77
4.1.5 RUIDO EN PLANTA.....	78
4.1.5.1 Fuentes de ruido.....	78
<b>4.2 PROCEDIMIENTO DE CONEXIÓN DEL PLC</b> .....	79
<b>4.3 FUNCIONAMIENTO ANTES DE LA INSTALACIÓN DEL</b>	
<b>PLC</b> .....	80
4.3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PLANCHADO .....	80
4.3.2 CIRCUITO DE VAPOR.....	81
4.3.2.1 Descripción del diagrama.....	81
4.3.3 CIRCUITO NEUMÁTICO .....	82
4.3.3.1 Descripción del diagrama.....	82
4.3.3.2 Diagrama Camino- pasos del proceso de planchado.....	83
<b>4.4 FOTOGRAFÍAS DE LA MÁQUINA ANTES DE LA</b>	
<b>INSTALACIÓN</b> .....	83
<b>4.5 DIAGRAMAS DE INSTALACIÓN</b> .....	84
4.5.1 DIAGRAMA ELÉCTRICO Y DE CONEXIÓN DEL PLC.....	84
4.5.1.1 Descripción del diagrama.....	84
<b>4.6 PROGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DEL PLC</b> .....	85
4.6.1 ESCRITURA DEL PROGRAMA USANDO EL SOFTWARE.....	85
4.6.2 ESQUEMA DEL PROGRAMA EN LENGUAJE LADDER.....	88
<b>4.7 PRUEBAS Y VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO</b> .....	88
4.7.1 SIMULACIÓN DEL PROGRAMA.....	88
4.7.2 MONITOREO Y DESCARGA DEL PROGRAMA.....	89
<b>CAPÍTULO 5.</b>	
<b>5 MANTENIMIENTO Y MANIPULACIÓN DE UN PLC</b> .....	91

<b>5.1 MANEJO DEL PROGRAMA DIRECTAMENTE EN EL PLC</b> .....	91
5.1.1 PARTES EXTERNAS DEL PLC ZELIO LOGO SB2B201FU .....	91
5.1.2 DESCRIPCIÓN DEL MENÚ INTERNO DEL MODULO ZELIO LOGO .....	92
<b>5.2 MANEJO DEL MODULO DE MODO MANUAL</b> .....	94
5.2.1 COMO DETENER EL PROGRAMA DEL MODULO .....	94
5.2.2 OPCIONES PARA MODIFICACIÓN DEL PROGRAMA .....	94
5.2.3 MODIFICACIÓN DEL PROGRAMA DEL MODULO .....	95
<b>5.3 PRINCIPALES FALLAS EN UN PLC</b> .....	95
5.3.1 FALLA DE DESPROGRAMACIÓN .....	95
5.3.2 FALLA DE TRANSMISIÓN .....	96
5.3.3 FALLA DE WATCHDOG TIMER .....	96
5.3.4 FALLA DE LAS SALIDAS .....	96
<b>5.4 ACCIONES PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS ANTE FALLAS</b> .....	96
5.4.1 REPROGRAMAR EL MODULO .....	97
5.4.2 PRECAUCIÓN AL TRANSMITIR .....	97
5.4.3 COLOCACIÓN DE RELÉS PARA LAS SALIDAS .....	97
5.4.4 FUSIBLES DE PROTECCIÓN .....	98
5.4.5 REPROGRAMAR SALIDAS .....	98
<b>5.5 FOTOGRAFÍAS RECIENTES DE LA MÁQUINA</b> .....	98

## **CAPÍTULO 6.**

<b>5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	99
---	----

Anexos

Bibliografía

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.1</b> PLC marca Delta con múltiples entradas y salidas .....	8
<b>FIGURA 1.2</b> Gráfico de un sistema de producción y tratamiento del aire comprimido previo a la distribución .....	21
<b>FIGURA 1.3</b> Elementos que componen un sistema de regulación y control de aire comprimido .....	21
<b>FIGURA 2.1</b> Gráfico de estructura interna y funciones básicas de un PLC .....	23
<b>FIGURA 2.2</b> Elementos Internos de un PLC .....	24
<b>FIGURA 2.3</b> Nano Plc's Logo Telemecanique con Hand Help para Programación .....	26
<b>FIGURA 2.4</b> Plc Compacto Allen Bradley con interfaces al operador .....	27
<b>FIGURA 2.5</b> Plc Modular SYSMAC para controlar máquinas compactas .....	27
<b>FIGURA 2.6</b> Gráfico de la señal discreta en función del tiempo .....	31
<b>FIGURA 2.7</b> Gráfico de la señal analógica en función del tiempo .....	32
<b>FIGURA 2.8</b> Muestra gráficamente la definición de bit, byte y palabra .....	33
<b>FIGURA 2.9</b> Ejemplo gráfico de un plano de funciones .....	39
<b>FIGURA 2.10</b> Ejemplo gráfico de activación directa de salida con un switch .....	42
<b>FIGURA 2.11</b> Ejemplo gráfico de activación con dos switch en serie .....	42
<b>FIGURA 2.12</b> Ejemplo gráfico de activación con dos switchs paralelo .....	42
<b>FIGURA 2.13</b> Ejemplo gráfico de activación usando lógica AND y OR .....	43
<b>FIGURA 2.14</b> Ejemplo gráfico de un contacto normalmente cerrado .....	43
<b>FIGURA 2.15</b> Ejemplo gráfico de una combinación de elementos en el lenguaje Ladder .....	43
<b>FIGURA 3.1</b> Descripción gráfica de los componentes del sistema de producción de aire comprimido .....	49
<b>FIGURA 3.2</b> Cuadro gráfico de tipos de compresores .....	50
<b>FIGURA 3.3</b> Descripción gráfica de los componentes del sistema de consumo y utilización .....	52
<b>FIGURA 3.4</b> Unidad de mantenimiento FRL y su representación simbólica .....	53

<b>FIGURA 3.5</b> Aspecto físico de un Actuador de paleta.....	55
<b>FIGURA 3.6</b> Aspecto físico de un piñón – cremallera.....	55
<b>FIGURA 3.7</b> Motor neumático de paletas de engranajes GlobeATEX.....	56
<b>FIGURA 3.8</b> Partes internas de un Cilindro neumático.....	57
<b>FIGURA 3.9</b> Cilindro de simple efecto compacto.....	57
<b>FIGURA 3.10</b> Cilindro de doble efecto.....	58
<b>FIGURA 3.11</b> Cilindro de doble vástago.....	58
<b>FIGURA 3.12</b> Gráfico de un Cilindro multiposicional.....	59
<b>FIGURA 3.13</b> Representación gráfica del número de posiciones de una válvula neumática de control direccional.....	61
<b>FIGURA 3.14</b> Representación gráfica de una válvula 2/2 (2 vías, 2 posiciones)y una 3/2 (3 vías, 2 posiciones).....	62
<b>FIGURA 3.15</b> Representación de una válvula 5/2 de accionamiento manual.....	63
<b>FIGURA 3.16</b> Imagen y simbología de válvula antiretorno.....	64
<b>FIGURA 3.17</b> Imagen y símbolo de válvula de caudal.....	65
<b>FIGURA 3.18</b> Imagen y simbología de válvula de escape rápido.....	65
<b>FIGURA 3.19</b> Simbología de una válvula AND o de simultaneidad.....	66
<b>FIGURA 3.20</b> Simbología de una válvula OR o Select.....	66
<b>FIGURA 3.21</b> Imagen y simbología de una electroválvula 3/2 de doble bobina.....	67
<b>FIGURA 3.22</b> Ejemplo gráfico del control de un CSE.....	68
<b>FIGURA 3.23</b> Ejemplo gráfico del control de un CDE.....	69
<b>FIGURA 3.24</b> Ejemplo gráfico del control manual de un CDE.....	69
<b>FIGURA 3.25</b> Diagrama interno de un timer neumático.....	70
<b>FIGURA 3.26</b> Final de carrera neumático de válvula 3/2.....	71
<b>FIGURA 3.27</b> Ejemplo gráfico del control semiautomático temporizado de un cilindro de doble efecto.....	71
<b>FIGURA 3.28</b> Descripción gráfica del movimiento de dos cilindros.....	72
<b>FIGURA 3.29</b> Ejemplo de interacción entre control eléctrico o electrónico y circuitos neumáticos.....	74
<b>FIGURA 4.1</b> Ejemplo de un tablero pre-armado con elementos.....	77
<b>FIGURA 4.2</b> Diagrama de elementos que reciben y emanan ruido.....	78
<b>FIGURA 4.3</b> Conexión eléctrica para PLC Zelio Logo marca Telemecanique.....	80

<b>FIGURA 4.4</b> Cuadro de inicio del software.....	86
<b>FIGURA 4.5</b> Cuadro de selección del módulo.....	86
<b>FIGURA 4.6</b> Cuadro de selección del lenguaje de programación.....	87
<b>FIGURA 4.7</b> Cuadro de programación en lenguaje Ladder.....	87
<b>FIGURA 4.8</b> Selección del modo simulación en cuadro de programación .....	88
<b>FIGURA 4.9</b> Cuadro de simulación con entradas y salidas.....	88
<b>FIGURA 4.10</b> Cuadro de simulación completa del programa en modo RUN.....	89
<b>FIGURA 4.11</b> PLC conectado a la PC mediante cable de datos.....	90
<b>FIGURA 4.12</b> Cuadro de selección para transmitir el programa.....	90
<b>FIGURA 5.1</b> Partes del PLC utilizado en el proyecto.....	91
<b>FIGURA 5.2</b> Pantalla principal del módulo zelio logo en modo RUN.....	92
<b>FIGURA 5.3</b> Menú visualizado en la pantalla del módulo.....	93

# **ANEXO 1**

## **CAPÍTULO 3**

**ANEXO 3.1** Tipo de accionamiento de las válvulas neumáticas.

**ANEXO 3.2** Tipo de actuadores neumáticos lineales según norma DIN ISO 1219.

**ANEXO 3.3** Diagramas de válvulas direccionales neumáticas.

**ANEXO 3.4** Simbología de válvulas de bloqueo y flujo neumáticas.

**ANEXO 3.5** Ejemplo gráfico de operación de cilindros neumáticos según diagrama camino pasos de la figura 3.27.

# **ANEXO2**

## **CAPÍTULO 4**

**ANEXO 4.1** Plano de componentes del sistema de vapor.

**ANEXO 4.2** Plano del circuito de vapor.

**ANEXO 4.3** Plano de ubicación de cilindros neumáticos y electroválvulas del equipo maniquí.

**ANEXO 4.4** Plano del circuito neumático del maniquí.

**ANEXO 4.5** Diagrama neumático realizado para simulación.

**ANEXO 4.6** Diagrama camino pasos obtenido de la simulación.

**ANEXO 4.7** Fotografías de las partes del equipo antes del montaje.

**FOTOGRAFÍA 4.7.1** Unidad de mantenimiento neumático FRL original.

**FOTOGRAFÍA 4.7.2** Compresor de aire que suministra aire a equipos neumáticos del área de lavandería.

**FOTOGRAFÍA 4.7.3** Sistema de vapor original.

**FOTOGRAFÍA 4.7.4** Cilindros neumáticos de puertas de cabina.

**FOTOGRAFÍA 4.7.5** Cuadro de electroválvulas neumáticas.

**FOTOGRAFÍA 4.7.5** Cuadro original de control de la planchadora neumática con Timer controlador.

**ANEXO 4.8** Diagrama eléctrico y de conexión del PLC.

**ANEXO 4.9** Programa cargado al PLC del proyecto maniquí.

## **ANEXO 3**

### **CAPÍTULO 5**

**ANEXO 5.1** Fotografías recientes de la maquina.

**FOTOGRAFÍA 5.1.1** Cuerpo del maniquí.

**FOTOGRAFÍA 5.1.2** Cabina que contiene el cuerpo del maniquí.

**FOTOGRAFÍA 5.1.3** Tablero de control del proceso de planchado.

**FOTOGRAFÍA 5.1.4** Modulo controlador PLC Telemecanique con fusibles de protección.

**FOTOGRAFÍA 5.1.5** Válvula de compuerta y válvula reguladora de vapor que permite el ingreso al intercambiador de calor.

**FOTOGRAFÍA 5.1.6** Unidad compacta de mantenimiento neumático FRL.

**FOTOGRAFÍA 5.1.7** Pecho del maniquí con manguera de ingreso de vapor

**FOTOGRAFÍA 5.1.8** Cilindros neumáticos trabajando en conjunto en el cuerpo del maniquí.

## RESUMEN

La planchadora tipo maniquí es una máquina neumática que opera en el área de lavandería del Hospital Pediátrico Baca Ortiz, su función es secar y planchar mandiles, colocando la prenda alrededor de una estructura metálica caliente en forma de maniquí humano en el interior de una cabina, para lo cual utiliza elementos importantes como son: aire comprimido, vapor y energía eléctrica.

Este equipo está compuesto por dos ventiladores de diferentes tamaños con motores eléctricos de baja potencia ( $1 \frac{1}{2}$  HP y  $\frac{3}{4}$  HP) que utilizan energía trifásica de 220 Vac a 60Hz para su funcionamiento; uno que suministra el aire al interior de la cámara donde se aloja el maniquí y el otro que lo extrae para evacuar al ambiente por medio de un ducto. Un intercambiador de calor de flujo no mezclado llamado serpentín, el cual está construido por tubos de cobre por donde circula vapor a 2 BARES de presión y paneles de aluminio a manera de radiador, a través de este, cruza el aire suministrado por el ventilador más grande para ser calentado antes de ingresar a la cámara. Además cuenta con ocho cilindros neumáticos de diferentes dimensiones, que realizan funciones específicas.

Para el funcionamiento neumático, utilizamos una fuente de aire comprimido que suministra 80 PSI de presión, estos cilindros están comandados por electro válvulas de tres y cuatro vías, que se abren y cierran según el proceso de planchado. Para el manejo de las electro válvulas hay que tener en cuenta que el movimiento de los cilindros siguen una secuencia exacta durante el proceso, pues toda esta secuencia de movimientos, se ejecutan dentro de la cabina cerrada, donde debido al ingreso de aire caliente, la prenda se infla para secarse y de esta manera elimina la mayoría de arrugas producidas durante el lavado.

El trabajo de esta máquina se efectúa mediante la implementación y programación de un PLC de doce entradas y ocho salidas, que usando sus timers internos permite realizar la secuencia exacta y precisa de trabajo de las electro válvulas durante el proceso, para de esta manera tener a la prenda lista en un tiempo determinado.

## INTRODUCCIÓN

La realidad económica y administrativa de los hospitales públicos en el país ha sido ciertamente lamentable, haciendo que equipos y máquinas salgan de funcionamiento por no encontrar repuestos o por utilizar tecnología obsoleta para su operación. Afortunadamente debido a los avances tecnológicos, sociales y culturales que se están evidenciando en la actualidad, estos están comenzando a influir en todos los ámbitos y en especial en los técnicos del pueblo ecuatoriano.

Es por eso que los sistemas automáticos hoy en día, son de gran importancia en la vida diaria, ya que no solamente podemos encontrar sistemas autómatas en plantas industriales, sino también en nuestros hogares, sitios de entretenimiento, y hasta en hospitales. De hecho en todo lugar donde se necesite realizar una tarea repetitiva, con una gran precisión y eficiencia son indispensables estos sistemas, además se obtiene de ellos una gran variedad de aplicaciones ya que al tener sistemas automáticos que fusionan varios principios de la ciencia, tales como la Física, Electrónica, Neumática, Electromecánica entre otras nos dan resultados satisfactorios .

En la industria la utilización de sistemas autómatas es cada vez mayor, puesto que se manipulan fuerzas, presiones, y otras variables con un valor cada vez más alto que el ser humano no puede controlar manualmente por factores de riesgo y demás. La automatización permite la manipulación de estas variables con una exactitud similar e incluso a veces superior a la de un ser humano. La mayor ventaja que nos brindan estos sistemas autómatas es el tiempo de trabajo y de reacción, pudiendo ser estos tan exactos que incluso realizan tareas microscópicas, con un marco mínimo de error y con una vida útil y operativa de trabajo muy prolongada, todos estos beneficios a cambio de un mantenimiento mínimo. Es así como el próximo paso será sin duda, la automatización de la mayoría de tareas realizadas por el hombre, todo esto buscando mejorar nuestra vida y la de futuras generaciones.

El presente proyecto pretende mejorar el funcionamiento operativo del departamento de Lavandería del Hospital Pediátrico Baca Ortiz, especialmente de un equipo denominado “Maniquí” el mismo que realiza las funciones de secado y planchado de mandiles.

Apoyados en el avance tecnológico será fácil la recuperación de los equipos que por su antigüedad resulta difícil encontrar repuestos para poder realizar su mantenimiento y en consecuencia de esto han dejado de funcionar; pero gracias a la automatización este maniquí puede volver a trabajar mediante la implementación de un nuevo dispositivo de control como es un PLC el cual asegura un funcionamiento eficaz para de esta manera disminuir el tiempo de planchado y aumentar la productividad del personal del departamento de lavandería del hospital.

La máquina estuvo sin usarse durante tres años aproximadamente, quedó deshabilitada debido a un daño producido en su Timer controlador de tecnología antigua y descontinuada, este Timer funcionaba con un motor eléctrico de 12 voltios AC, engranes a manera de reloj y 12 switches, por esta razón el equipo fue sacado de funcionamiento hasta poder adquirir el repuesto o encontrar un controlador sustituto, que en este caso fue el PLC.

En esta investigación se pondrá en práctica todos los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas y de esta manera cambiar el funcionamiento mecánico original antiguo y descontinuada por una tecnología avanzada y accesible, utilizando la automatización.

Para este proyecto fue necesario recopilar información basados en la observación del funcionamiento y manejo del equipo original para diseñar el programa que se cargara en el PLC previo a la instalación.

# **CAPÍTULO 1.**

## **SISTEMAS AUTOMÁTICOS**

### **1.1 FUNDAMENTOS DE AUTOMATIZACIÓN**

#### **1.1.1 AUTOMATIZACIÓN**

Sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas, anteriormente efectuadas por seres humanos y para controlar la secuencia de las operaciones con mayor rapidez y mejor de lo que podría hacerlo un ser humano.

#### **1.1.2 OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN**

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

#### **1.1.3 LA AUTOMATIZACIÓN EN LA INDUSTRIA**

Muchas industrias utilizan tecnología de automatización en alguna etapa de sus actividades donde necesita un riguroso control de un determinado proceso ya sea de producción, de distribución o de mantenimiento.

No todas las industrias requieren el mismo grado de automatización pues en algunos sectores de servicios pueden llegar a automatizarse todo un sistema, pero aun sigue siendo necesario realizar procedimientos de forma manual.

El concepto de automatización está evolucionando rápidamente, en parte debido a que las técnicas avanzan tanto dentro de una instalación o sector como entre las industrias.

En sectores como el automotriz y de otros productos de consumo utilizan las técnicas de producción masivas de fabricación y montaje paso a paso. Esta técnica se aproxima al concepto de flujo continuo, aunque incluye máquinas de transferencia. Por consiguiente, desde el punto de vista de la industria del automóvil, las máquinas de transferencia son esenciales para la definición de la automatización.

Las industrias utilizan máquinas automatizadas en la totalidad o en parte de sus procesos de fabricación. Como resultado, cada sector tiene un concepto de automatización adaptado a sus necesidades específicas y la propagación de la automatización y su influencia sobre la vida cotidiana constituye la base de la preocupación expresada por muchos acerca de las consecuencias de la automatización sobre la sociedad y el individuo.

#### **1.1.4 LA AUTOMATIZACIÓN Y EL EMPLEO.**

Sin embargo, no todos los resultados de la automatización han sido positivos. Algunos observadores argumentan que la automatización ha llevado al exceso de producción y al derroche, que ha provocado la alienación del trabajador y que ha generado desempleo. De todos estos temas, el que mayor atención ha recibido es la relación entre la automatización y el paro. Ciertos economistas defienden que la automatización ha tenido un efecto mínimo, o ninguno, sobre el desempleo.

Sostienen que los trabajadores son desplazados, y no cesados, y que por lo general son contratados para otras tareas dentro de la misma empresa, o bien en el mismo trabajo en otra empresa que todavía no se ha automatizado.

Los ejecutivos de las empresas suelen coincidir en que aunque las computadoras han sustituido a muchos trabajadores, el propio sector ha generado más empleos en fabricación, venta y mantenimiento de ordenadores que los que ha eliminado este dispositivo.

## **1.2 SISTEMAS AUTOMATICOS, PARTES COMPONENTES Y SU FUNCIONAMIENTO COLECTIVO**

### **1.2.1 ¿QUE ES UN SISTEMA AUTOMATIZADO?**

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

#### **1.2.1.1 La Parte Operativa**

Es la parte que actúa directamente sobre la máquina, es decir: son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Estos elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera.

#### **1.2.1.2 La Parte de Mando**

Suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación

automatizado el autómeta programable esta en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

## **1.2.2 ELEMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN**

### **1.2.2.1 Realimentación**

Un elemento esencial de todos los mecanismos de control automático es el principio de realimentación, que permite al diseñador dotar a una máquina de capacidad de auto corrección. Un ciclo o bucle de realimentación es un dispositivo mecánico, neumático o electrónico que detecta una magnitud física como una temperatura, un tamaño o una velocidad, la compara con una norma preestablecida, y realiza aquella acción preprogramada necesaria para mantener la cantidad medida dentro de los límites de la norma aceptable.

En la fabricación y en la producción, los ciclos de realimentación requieren la determinación de límites aceptables para que el proceso pueda efectuarse; que estas características físicas sean medidas y comparadas con el conjunto de límites, y que el sistema de realimentación sea capaz de corregir el proceso para que los elementos medidos cumplan la norma. Mediante los dispositivos de realimentación las máquinas pueden ponerse en marcha, pararse, acelerar, disminuir su velocidad, contar, inspeccionar, comprobar, comparar y medir.

### **1.2.2.2 Informática**

El arribo del ordenador o computadora ha facilitado enormemente el uso de ciclos de realimentación en los procesos de fabricación. En combinación, las computadoras y los ciclos de realimentación han permitido el desarrollo de máquinas controladas numéricamente (cuyos movimientos están controlados por papel perforado o cintas magnéticas) y centros de maquinado (máquinas herramientas que pueden realizar varias operaciones de maquinado diferentes).

La aparición de las combinaciones de microprocesadores y computadoras ha posibilitado el desarrollo de la tecnología de diseño y fabricación asistidos por computadora.

Actualmente una computadora se emplea para supervisar y dirigir todo el funcionamiento de la fábrica, desde la programación de cada fase de la producción hasta el seguimiento de los niveles de inventario y de utilización de herramientas.

### **1.2.2.3 Tecnologías Cableadas**

Con este tipo de tecnología, el automatismo se realiza interconectando los distintos elementos que lo integran. Su funcionamiento es establecido por los elementos que lo componen y por la forma de conectarlos.

Los dispositivos que se utilizan en las tecnologías cableadas para la realización del automatismo son:

- Relés electromagnéticos.
- Módulos lógicos neumáticos.
- Tarjetas electrónicas.

### **1.2.2.4 Tecnologías programadas**

Los avances en el campo de los microprocesadores de los últimos años han favorecido la generalización de las tecnologías programadas. En la realización de automatismos. Los equipos realizados para este fin son:

- Los ordenadores.
- Los autómatas programables.

El ordenador, como parte de mando de un automatismo presenta la ventaja de ser altamente flexible a modificaciones de proceso. Pero, al mismo tiempo, y debido a su diseño no específico para su entorno industrial, resulta un elemento frágil para trabajar en entornos de líneas industriales de producción.

Un autómeta programable industrial es un elemento robusto diseñado especialmente para trabajar en ambientes de talleres, con casi todos los elementos del ordenador.

#### 1.2.2.5 Detectores y Captadores

Como las personas necesitan de los sentidos para percibir, lo que ocurre en su entorno, los sistemas automatizados precisan de los transductores para adquirir información de:

- La variación de ciertas magnitudes físicas del sistema.
- El estado físico de sus componentes.

Los dispositivos encargados de convertir las magnitudes físicas en magnitudes eléctricas se denominan transductores.

Los transductores se pueden clasificar en función del tipo de señal que transmiten en:

- *Transductores todo o nada:* Suministran una señal binaria claramente diferenciada. Los finales de carrera son transductores de este tipo.
- *Transductores numéricos:* Transmiten valores numéricos en forma de combinaciones binarias. Los encoders son transductores de este tipo.
- *Transductores analógicos:* Suministran una señal continua que es fiel reflejo de la variación de la magnitud física medida.

Algunos de los transductores más utilizados son: Final de carrera, fotocélulas, pulsadores, encoders, etc.

### **1.2.2.6 Accionadores**

El accionador es el elemento final de control que, en respuesta a la señal de mando que recibe, actúa sobre la variable o elemento final del proceso.

Un accionador transforma la energía de salida del automatismo en otra útil para el entorno industrial de trabajo, los accionadores pueden ser clasificados en eléctricos, neumáticos e hidráulicos.

Los accionadores más utilizados en la industria son: Cilindros, motores de corriente alterna, motores de corriente continua, etc.

Los accionadores son gobernados por la parte de mando, sin embargo, pueden estar bajo el control directo de la misma o bien requerir algún pre accionamiento para amplificar la señal de mando. Esta pre amplificación se traduce en establecer o interrumpir la circulación de energía desde la fuente al accionador.

### **1.2.3 FUNCIONAMIENTO COLECTIVO**

Se obtiene un funcionamiento óptimo al realizar trabajos en conjunto entre la automatización y el electro neumático, puesto que la electro neumática necesita de señales para poder funcionar, estas mismas señales pueden ser controladas mediante el PLC u otro dispositivo de control.

Este funcionamiento colectivo es evidente, pues para tener automatización se necesita de elementos de control y elementos actuadores hablando a breves rasgos.

De ahí que se puede evidenciar en todo tipo de automatización un funcionamiento colectivo ya sea electro neumático o de otro tipo, tiene en su estructura muchos elementos que trabajan en conjunto buscando un mismo fin, o trabajando para realizar una misma tarea.

## 1.3 PLC'S

### 1.3.1 INTRODUCCIÓN

Su historia se remonta a finales de la década de 1960, cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinatorial.

Hoy en día, los Plcs no solo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores proporcional integral derivativo (PID).

Los Plcs actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido (Fig. 1.1).

Un autómata programable industrial (API) o Programable logiccontroller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.



**Figura 1.1 PLC marca Delta con múltiples entradas y salidas**

### 1.3.2 CAMPOS DE APLICACIÓN

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales
- Maquinaria de procesos variables
- Instalaciones de procesos complejos y amplios
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso

Ejemplos de aplicaciones generales:

- Maniobra de máquinas
- Maquinaria industrial en general
- Máquinas de transferencia de energía
- Maniobra de instalaciones: de aire acondicionado y calefacción
- Instalaciones de seguridad, señalización y control
- Chequeo de programas y señalización del estado de procesos etc.

### 1.3.3 VENTAJAS E INCONVENIENTES

No todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Tales consideraciones obligan a referirnos a las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

#### 1.3.3.1 Ventajas

- ✓ Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos
- ✓ No es necesario dibujar el esquema de contactos
- ✓ Fácil lenguaje de programación.
- ✓ No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- ✓ Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- ✓ Mínimo espacio de ocupación.
- ✓ Menor coste de mano de obra de la instalación.
- ✓ Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- ✓ Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- ✓ Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- ✓ Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

#### 1.3.3.2 Inconvenientes y Desventajas

- ✓ Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal

sentido, pero hoy en día ese inconveniente se está solucionado porque los estudios superiores futuros ya se encargan de dicho adiestramiento.

- ✓ El costo inicial de inversión para adquirir y realizar un cambio de sistema de control también puede ser un inconveniente.
- ✓ Los cables de transmisión de datos entre el PLC y el ordenador varían según la marca y modelo del controlador, lo que resulta imposible realizar una transmisión de datos a varios Plcs de diferentes marcas utilizando un solo cable adquirido.

#### **1.3.4 FUNCIONES BÁSICAS DE UN PLC**

- *Detección:* Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.
- *Mando:* Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.
- *Dialogo hombre maquina:* Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.
- *Programación:* Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómeta. El dialogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómeta controlando la maquina.

#### **1.3.5 NUEVAS FUNCIONES**

Estas nuevas funciones se han ido incrementado conforme ha ido evolucionando el diseño del controlador lógico programable PLC.

##### **1.3.5.1 Redes de comunicación:**

Permiten establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómetas a

tiempo real. En unos cuantos milisegundos pueden enviarse telegramas e intercambiar tablas de memoria compartida.

#### **1.3.5.2 Sistemas de supervisión:**

También los autómatas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial. Esta comunicación se realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto serie del ordenador.

#### **1.3.5.3 Control de procesos continuos:**

Además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos los autómatas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos.

Disponen de módulos de entrada y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómata.

#### **1.3.5.4 Entradas- Salidas distribuidas:**

Los módulos de entrada-salida no tienen porqué estar en el armario del autómata. Pueden estar distribuidos por la instalación, se comunican con la unidad central del autómata mediante un cable de red.

#### **1.3.5.5 Buses de campo:**

Mediante un solo cable de comunicación se pueden conectar al bus captadores y accionadores, reemplazando al cableado tradicional. El autómata consulta cíclicamente el estado de los captadores y actualiza el estado de los accionadores.

## **1.4 TEMPORIZADORES**

Un temporizador o relé de tiempo es un aparato capaz de abrir o cerrar sus contactos de salida luego de transcurrido un determinado tiempo posterior a la excitación o des excitación de su elemento de operación.

Su principal utilización es para producir automatización en función del tiempo, de una gran variedad de circuitos de control.

### **1.4.1 TIPOS DE TEMPORIZADORES.**

Existe una gran variedad de temporizadores, cada uno de los cuales presentan ventajas y desventajas en cuanto a sus características Técnico-económicas, pero las que presentan mayor utilidad son las siguientes:

- 1.- Neumáticos
- 2.- De accionamiento por motor
- 3.- Térmicos
- 4.- Electrónicos o de estado sólido.

#### **1.4.1.1 Relés de tipo Neumático.**

Este tipo de relés de tiempo, para su accionamiento poseen un electroimán, similar al de un contactor, sobre el cual van montados contactos de acción instantánea, y para producir la acción retardada, tiene un elemento neumático unido mecánicamente a otro juego de contactos.

Este tipo de relés pueden ajustarse a un rango de trabajo de 0.2 a 180 segundos aproximadamente.

Además dependiendo de la forma cómo se coloque el electroimán o el elemento neumático, este puede operar como ON DELAY u OFF DELAY.

#### **1.4.1.2 Relés de tiempo accionados por Motor**

Los relés de tiempo accionados por motor, para proveer el retardo de accionamiento de los contactos, posee un mecanismo de relojería accionado por un pequeño motor sincrónico, acoplado a uno de los piñones de reducción de velocidad, existe un diente que acciona los contactos, los cuales se mantienen cerrados durante el tiempo que esté conectado el motor.

Cuando el motor se desconecta los piñones se desengranan y un sistema de resortes hace que regresen todos los piñones a su posición inicial, el tiempo de ajuste deseado se obtiene desplazando la posición del piñón que actúa sobre los contactos.

Este tipo de relés permiten trabajar con grandes rangos de ajuste de tiempo, y van desde unos pocos segundos hasta muchas horas 60-72 horas aproximadamente.

#### **1.4.1.3 Relés de tiempo tipo térmico.**

En este tipo de relé el retardo de tiempo se consigue mediante un elemento bimetalico (dos laminas soldadas de diferente coeficiente de dilatación), el cual después de circular la corriente de excitación un cierto tiempo, se curva por efecto de la dilatación, provocando el accionamiento de los contactos.

El tiempo de retardo de este tipo de relés, va desde segundos hasta uno o dos minutos, con una pésima exactitud repetitiva, cuando no se ha esperado el tiempo suficiente para el enfriamiento del elemento bimetalico.

#### **1.4.1.4 Relés de tiempo electrónicos o de estado.**

El principio de funcionamiento de este relé está basado en la carga y descarga de un capacitor. Un circuito RC (Resistencia y Capacitor), se encarga de proveer el voltaje que es en función del tiempo. Este voltaje es aplicado a un circuito de

disparo, que principalmente está formado por un transistor de uní juntura UJT donde el tiempo es calibrado mediante la resistencia variable.

Para poder utilizar este tipo de relés sin ningún inconveniente junto a otros contactores o relés que funcionan con 110 o 220 voltios en AC, es necesario acoplar un circuito de entrada y otro de salida, que permita trabajar sin daños a los circuitos de temporización.

## **1.4.2 FORMAS DE OPERACIÓN DE LOS RELÉS DE TIEMPO.**

Las formas básicas de operación de los relés de tiempo son:

### **1.4.2.1 Operación tipo ON-DELAY.**

Al cerrar el interruptor que excita el elemento de operación del relé, comienza a correr el tiempo preestablecido para el retardo, luego del cual se cierran los contactos normalmente abiertos y se abren los normalmente cerrados. Cabe resaltar que el elemento de operación del relé debe permanecer excitado durante todo el tiempo, pues una des excitación antes de que pase el tiempo de retardo produciría que los contactos jamás operen, es decir el tiempo de conexión debe ser mayor al tiempo de retardo siempre.

Adicional a esto los contactos que operan transcurrido el tiempo de retardo se quedan en sus nuevas posiciones hasta que el elemento de operación sea des excitado.

### **1.4.2.2 Operación tipo OFF-DELAY.**

Al cerrar el circuito que excita al elemento de operación del relé de tiempo, en ese mismo momento los contactos normalmente cerrados se abren y los normalmente abiertos se cierran. Al des excitar el elemento de operación del relé, el relé deja

de operar, pero a partir de esta nueva condición comienza a contar el tiempo de retardo luego del cual los contactos volverán a su condición inicial.

En este tipo de operación el tiempo de conexión puede ser menor al tiempo de retardo, sin causar ningún problema.

#### **1.4.2.3 Operación tipo Pulso.**

Al excitar el elemento de operación del relé de tiempo operan los contactos, pasando de normalmente cerrados a abiertos y viceversa, y a su vez empieza a correr el tiempo de retardo establecido pasado el cual, los contactos vuelven a su posición inicial.

#### **1.4.2.4 Operación cíclica o intermitente.**

Al excitar el elemento de operación del relé, el contacto del relé comienza a generar ciclos de operación intermitentes (un cierre y una apertura de contactos), exactamente iguales, existiendo las posibilidades que tenga funcionamiento dependiente o independiente a la excitación del elemento de operación del relé.

### **1.4.3 APLICACIONES.**

Los temporizadores tienen una gran aplicación dentro de la automatización, entre las principales tenemos:

Utilizado un tipo de operación ON DELAY.

- Control de bandas Transportadoras.
- Control de enfriamiento de Maquinas herramientas.
- Control de Seguridad. (Accionamiento de Alarmas).
- Arranque de motores.
- Secuencia de Arranques Retardados.

Utilizando un tipo de operación OFF DELAY.

- Control de Ascensores.
- Control de Enfriamiento. (Enfriamiento luego de Paro de la Maquinaria)
- Control de tiempo de Permanencia de una Máquina Herramienta.

Utilizando un tipo de operación de PULSO.

- Sellamientos en caliente de empaques plásticos.

Utilizando un tipo de operación CÍCLICA o REPETITIVA.

- Prueba de vida de un aparato de maniobra. (Pruebas de Operación)
- Señalización Luminosa.

## **1.5 TIPOS DE CONTROLADORES**

El controlador es un sistema electrónico, basado en un microprocesador o microcontrolador, con una estructura y funcionamiento complejo, con un sistema operativo y un lenguaje de programación especializado.

El controlador recibe las señales de los dispositivos de entrada, realiza los cálculos matemáticos y comparaciones lógicas, a fin de decidir las acciones a realizarse y por ultimo genera las señales de salida dirigidas hasta los dispositivos de actuación.

Existen dos tipos de controladores:

- El Secuencial. Que trata señales de tipo binario
- El de Procesos. Relaciona procesos que varían de forma continua.

### **1.5.1 CONTROLADORES SECUENCIALES.**

Este tipo de controlador secuencial se emplea en procesos de lazo abierto para la fabricación de productos en forma discreta, que se realizan por etapas estados o secuencias.

### **1.5.2 CONTROLADOR DE PROCESOS.**

El controlador de procesos se emplea en procesos en los cuales existe variación continua, por lo que requiere de supervisión constante, así como de actualización continua de entradas y salidas, para mantenerse en forma precisa, próximo a un valor de referencia. Este controlador suministra una salida que puede variar en forma continua entre los valores considerados como correspondientes a los estados prendido/ apagado totales.

Dentro de este tipo de controlador tenemos:

- Controlador Proporcional.
- Controlador Proporcional Integral (PI)
- Controlador proporcional Derivativo (PD)
- Controlador Proporcional Integral Derivativo (PID)
- 

#### **1.5.2.1 Controlador Proporcional.**

Para este tipo de controlador una señal de entrada constante da como resultado un valor constante para la variable de salida que se está controlando. Por esta razón la señal de salida encargada de modificar la variable controlada es proporcional al valor de la señal de error.

Este controlador reajusta el valor de la ganancia del sistema, a medida que la corrección al error se acerca al valor de referencia, la señal correctora se vuelve cada vez más pequeña, por lo cual en el equilibrio existe un pequeño error constante que da como resultado una señal de control también constante.

### **1.5.2.2 Controlador Proporcional integral (PI).**

Se denomina también compensador de retardo, ajusta la ganancia del sistema de manera similar a la del controlador proporcional pero además incrementa el controlador integral, esta última implica que la salida a una entrada constante es una aceleración constante. La ventaja de este controlador es la de permitir aumentos en los tipos de entrada sin que se produzcan errores estacionarios intolerables.

Este tipo de controlador se emplea en situaciones que requieren cambios importantes en el valor de referencia a causa de variaciones importantes en la carga.

### **1.5.2.3 Controlador Proporcional Derivativo (PD).**

Este controlador puede convertir un sistema subamortiguado en un sistema crítico o sobre amortiguado. Permite además modificar la ganancia para alterar la estabilidad del sistema y un error estacionario.

Este control se emplea cuando tienen lugar variaciones en la carga de forma rápida, este es el caso de servomotores y en los que se producen cambios pequeños pero rápidos en los parámetros del proceso.

### **1.5.2.4 Controlador Proporcional Integral Derivativo (PID)**

Este tipo de controlador es una combinación de los tres tipos anteriormente mencionados, permite alterar la ganancia, el tipo del sistema y la respuesta en el transitorio para mejorar el funcionamiento del sistema.

Este tipo de controlador es el modo de control más flexible y aunque más difícil de ajustar puede emplearse prácticamente en cualquier operación que necesite de un control, para ello se ajusta de forma correcta cada lazo a las constantes de tiempo y a los factores de ganancia específicos requeridos.

### **1.5.3 CONTROLADORES PARA PROCESOS DISCRETOS**

Los programas de control para procesos discretos, que conllevan al encendido y apagado de los diferentes componentes del proceso, se realizan mediante diagramas de “escalera”, este esquema permite observar condiciones bajo las cuales debe conectarse cada uno de los componentes a la fuente de alimentación.

## **1.6 CIRCUITOS NEUMATICOS FUNCIONAMIENTO Y PARTES COMPONENTES.**

Aunque más adelante se trata un capítulo completo acerca de este tema, en este punto citaremos lo más básico.

Un circuito neumático es un conjunto de elementos que para su desempeño y trabajo ocupan como parámetro importante el aire comprimido.

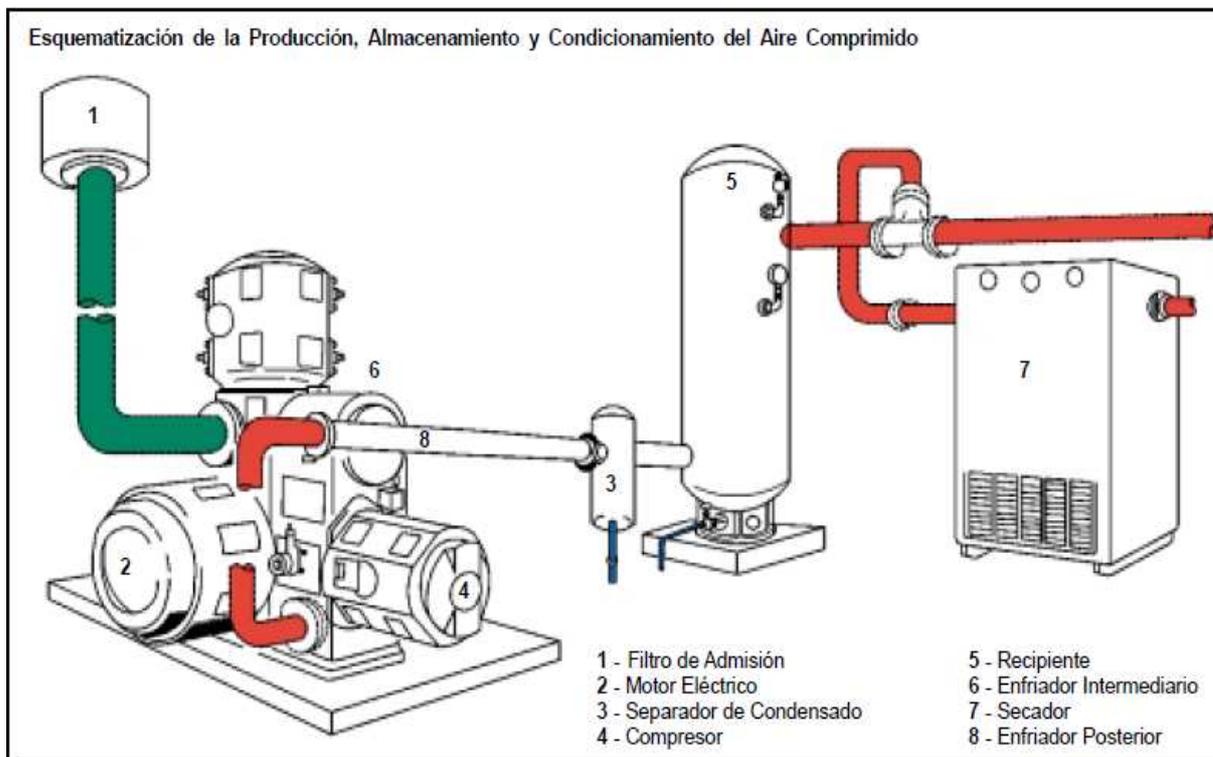
### **1.6.1 ELEMENTOS BÁSICOS DE UN CIRCUITO NEUMATICO**

Existen dos elementos básicos perfectamente diferenciados que hacen posible el desarrollo de un circuito neumático.

#### **1.6.1.1 Sistema de producción y tratamiento del aire comprimido**

El sistema de producción y tratamiento es la base de la neumática pues aquí es donde se genera el aire comprimido, con lo que vamos a poner en funcionamiento todos nuestros elementos neumáticos.

Dentro de este sistema encontramos varios elementos que comprimen, almacenan, secan, filtran, limpian, lubrican y regulan al aire antes de ser distribuido al siguiente sistema (Fig. 1.2).



**Figura 1.2 Grafico de un sistema de producción y tratamiento del aire comprimido previo a la distribución.<sup>1</sup>**

### 1.6.1.2 Sistema de regulación y control del aire comprimido

Este sistema está compuesto de varios elementos como son las válvulas y los actuadores neumáticos. Existen varios tipos de válvulas las cuales se encargan de regular el paso de aire comprimido para poder controlar el movimiento de los actuadores sean estos cilindros o motores neumáticos, es aquí donde se utiliza el aire comprimido proveniente de un sistema de producción y tratamiento (Fig.1.3).



**Figura 1.3 Elementos de un sistema de regulación y control.**

<sup>1</sup> Catalogo Parker Hannifin Ind.Com.Ltda.Jacareí, SP – Brasil Pag.20

## **CAPITULO 2.**

### **LÓGICA Y PROGRAMACIÓN DE PLC'S**

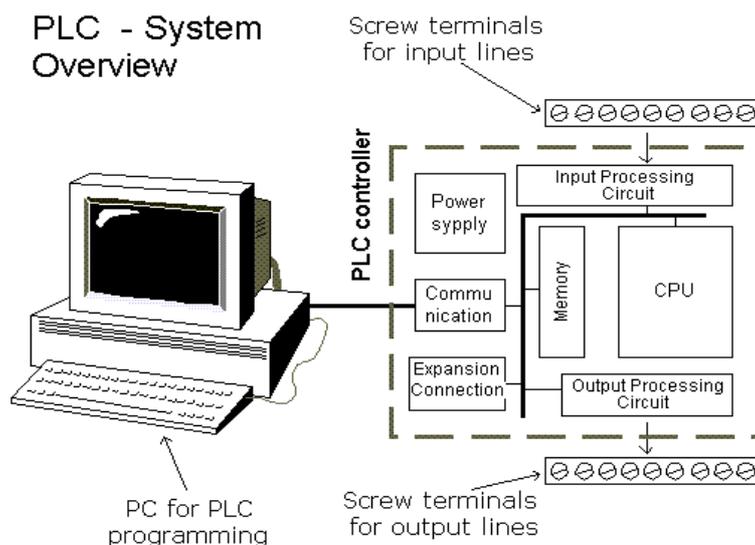
Una de las bases principales de las industrias es un dispositivo electrónico llamado Controlador Lógico Programable (PLC). Este dispositivo fue inicialmente introducido en 1970 con elementos electrónicos de la época exclusivamente para controlar procesos industriales y se ha ido refinando con nuevos componentes electrónicos, tales como micro-procesadores de alta velocidad, agregándole funciones especiales para el control de procesos complejos lo cual proporciona una mayor confiabilidad en su operación, aplicaciones industriales donde existen peligro debido al medio ambiente, alta repetitividad, altas temperaturas, ruido o ambiente eléctrico, suministro de potencia eléctrica no confiable, vibraciones mecánicas etc. Pues fue diseñado para su uso en el medio ambiente industrial.

#### **2.1 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PLC'S.**

##### **2.1.1 DEFINICIÓN DE UN PLC.**

El PLC (Programmable Logic Controller) es un equipo electrónico diseñado con una memoria programable para almacenar internamente instrucciones específicas que controlan en tiempo real y en ambiente industrial un proceso secuencial, ofrecen muchas ventajas sobre otros dispositivos de control, controlan la lógica de funcionamiento de máquinas y procesos industriales, también realizan operaciones aritméticas para manejar señales y realizar estrategias de control.

Al interior de un PLC se produce una reacción a la información recibida por los elementos captadores del sistema automatizado como son los (finales de carrera, células fotoeléctricas, sensores, encoders, teclados, etc.) y actúa sobre los elementos accionadores de la instalación como por ejemplo: motores, contactores electroválvulas, indicadores luminosos, etc. En definitiva, se trata de un lazo cerrado entre un dispositivo que controla (PLC) y la instalación en general (Fig.2.1).



**Figura 2.1 Grafico de estructura interna y funciones básicas de un PLC.<sup>2</sup>**

### 2.1.2 FUNCIONAMIENTO DE UN PLC

Al principio estos Plcs realizaban únicamente controles On - Off similar al trabajo que ejecuta un relé temporizado en los procesos industriales, con la diferencia que el controlador lógico programable proporciona hasta el momento auto diagnósticos sencillos, costo reducido, menor espacio y facilidad de manejo e instalación.

Con el avance de la electrónica y la tecnología de los microprocesadores se pudo agregar más funciones al PLC permitiendo inteligencia adicional al equipo y la capacidad de una interface con su operador mejorando cada vez más su trabajo y convirtiéndose en lo que ahora son Sistemas Electrónicos Versátiles y Flexibles.

En la actualidad los nuevos Plcs no solo cumplen estas características antes mencionadas, sino que ha logrado superarlas porque son computadores completos que realizan un propósito específico, como lo es en su mayoría el control industrial.

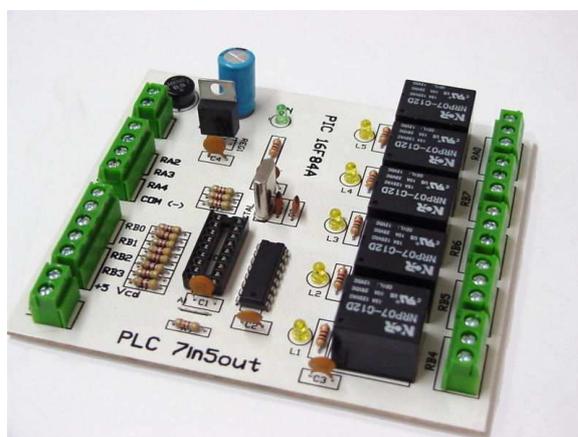
<sup>2</sup> [www.pacontrol.com](http://www.pacontrol.com)

En los módulos de entrada se pueden tener elementos como pulsadores, finales de carrera, foto celdas, sensores, etc. Mientras que en los terminales de salida se puede conectar bobinas de contactores, electro válvulas, lámparas y demás elementos que actúen en función de las señales de entrada que estén activadas en ese instante, según el programa almacenado.

Su programación y manejo que no es más que la relación entre las señales de entrada que se tienen cumplir para activar cada salida, puede ser realizado por personal con conocimientos electrónicos y eléctricos sin previos conocimientos sobre informática avanzada.

### 2.1.3 ESTRUCTURA BÁSICA DE UN PLC.

Un controlador lógico programable está constituido por un conjunto de tarjetas o circuitos impresos, sobre los cuales están ubicados componentes electrónicos (Fig. 2.2).



**Figura 2.2 Elementos Internos de un PLC<sup>3</sup>**

El controlador Programable tiene la estructura típica de muchos sistemas programables, como por ejemplo una microcomputadora.

Su hardware básico está constituido por una:

<sup>3</sup> [www.cen-sa.com.mx/proyectos](http://www.cen-sa.com.mx/proyectos)

- *Fuente de alimentación.*- Cuyo trabajo es suministrar la energía ala CPU y demás tarjetas según la configuración del PLC
- *Unidad de procesamiento central (CPU).*- Es el cerebro del controlador donde se almacena datos e instrucciones del programa, lee los estados de las señales de entrada, ejecuta el programa de control y administra las salidas, el procesamiento es permanente y a gran velocidad, por lo tanto es la parte más compleja e indispensable del PLC.
- *Módulos de interfaces de entradas/salidas (E/S).*-Son los que proporciona el vínculo entre la CPU del controlador y los dispositivos de campo del sistema.

A través de ellos se origina el intercambio de información ya sea para la adquisición de datos o para el mando de control de maquinas del proceso, existen dos tipos de módulos:

- Módulos de entradas y salidas discretas
  - Módulos de entrada y salidas analógica
- *Modulo de memorias.*-Son dispositivos destinados a guardar información de manera provisional o permanente.

Se cuenta con dos tipos de memorias:

- Volátiles (**RAM**) almacenan información provisionalmente.
  - No volátiles (**EPROM y EEPROM**) almacenan información permanente.
- *Unidad de programación.*-Los terminales de programación, son el medio de comunicación entre el hombre y la máquina; estos aparatos están constituidos por teclados y dispositivos de visualización

Existen tres tipos de programadores: los manuales (**Hand Held**) tipo calculadora, los de video tipo (**PC**), y la (**computadora**).Para situaciones de trabajo en las que el controlador tiene que ser más preciso se utilizan módulos inteligentes

## 2.2 TIPOS DE PLC'S

### 2.2.1 PLC TIPO NANO

Es un PLC de tipo compacto que integra la fuente de alimentación, la CPU y las entradas y salidas, además puede manejar un conjunto reducido de entradas y salidas digitales con algunos módulos especiales (Fig. 2.3).



**Figura 2.3 Nano Plc's LogoTelemecanique con Hand Help.<sup>4</sup>**

### 2.2.2 PLC COMPACTO

Estos PLC tienen incorporada la fuente de alimentación, su CPU y los módulos de entrada y salida en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas entradas y salidas hasta varios cientos (alrededor de 500 entradas y salidas), su tamaño es superior a los PLC tipo Nano y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como:

- entradas y salidas análogas
- módulos contadores rápidos
- módulos de comunicaciones
- interfaces de operador
- expansiones de entrada y salida

Véase (Fig. 2.4).

<sup>4</sup> [www.kintercontrol.com/images/product/Zelio%20Logic.jpg](http://www.kintercontrol.com/images/product/Zelio%20Logic.jpg)



**Figura 2.4 PLC Compacto con interfaces al operador.<sup>5</sup>**

### 2.2.3 PLC MODULAR

De estos tipos de PLC existen desde los denominados Micro-PLC que soportan gran cantidad de entradas y salida, hasta los PLC de grandes prestaciones que permiten manejar miles de entradas y salidas ideales para trabajar con adquisición de datos SCADA (Fig.2.5).

El control final se conforma de un conjunto de elementos como son:

- El Rack (Armarios para equipamiento electrónico).
- La fuente de alimentación
- La CPU
- Los módulos de entrada y salida



**Figura 2.5 Plc Modular SYSMAC para controlar maquinas compactas.<sup>6</sup>**

<sup>5</sup> [www.tecnoing.com/images/plc\\_compactlogix.jpg](http://www.tecnoing.com/images/plc_compactlogix.jpg)

<sup>6</sup> [www.tecnoing.com/images/plc\\_modular.jpg](http://www.tecnoing.com/images/plc_modular.jpg)

## **2.3 VENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLC.**

- Dependiendo de la capacidad del PLC, este puede comandar desde el encendido de un foco, hasta el complejo proceso de transferencia de energía.
- Un PLC realiza el mismo trabajo de un gran circuito de control diseñado con contactores, temporizadores y definitivamente reduce el cableado, lo que simplifica y reduce el espacio ocupado por este tipo de circuitos.
- Todos los PLC'S trabajan en base a una misma lógica, lo que facilita la manipulación de los mismos.
- Es un modo de control más preciso pues trabaja con rangos de tiempo de milisegundos.
- Reduce pérdidas de corriente al evitar todo el cableado que se necesitaría para realizar la misma acción pero con un circuito de control.
- Se puede comandar todo un proceso sin importar lo complicado que sea manteniendo la seguridad del operador, desde una sola estación.

Sus reducidas dimensiones, las extremas facilidades de montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior utilización, la modificación o alteración de los mismos, hacen que su eficiencia se aprecie fundamentalmente en sitios de espacio reducido, procesos de producción periódicamente cambiantes, maquinaria de procesos variables, instalación de procesos complejos, chequeo de programación centralizada de un proceso.

## **2.4 LÓGICA DE UN PLC.**

Entender la lógica de un PLC es una forma sencilla de programar aplicaciones de automatización sin necesidad de requerir conocimientos previos de materias avanzadas, debido a que los programas están basados por instrucciones del tipo booleano (lógicas) con simbología elemental y precisa.

Algunas de las limitaciones que presenta esta forma de programar son:

- Un programa que consta de una gran cantidad de instrucciones es muy laborioso ingresarlas utilizando cualquier tipo de programador.
- Al tener muchas instrucciones es difícil entender rápidamente de lo que trata el programa.
- En un programa largo se emplea mayor tiempo en el diagnóstico y detección de fallas.

No obstante, una de las ventajas que presenta, es que los programadores diseñados para este propósito no son muy costosos, es el caso de los PLC con (Hand-Help), ni requieren software especial como en el caso de las PC.

#### **2.4.1 ESTRUCTURA DE UNA INSTRUCCIÓN DE MANDO.**

Una instrucción de mando es la parte más pequeña de un programa y representa para el procesador una orden de trabajo.

Para que la instrucción de mando cumpla su función es necesario especificar dos partes: la parte operacional y la parte del operando.

##### **2.4.1.1 Operación**

La parte operacional representa lo que hay que hacer, esto significa la operación a ejecutar. Por ejemplo, ejecutar una

- Operación binaria Y (And)
- Operación binaria O (Or)
- Operación binaria O-exclusiva (XO)
- Cargar L (Load)
- Transferir T (Transference)
- Salto de instrucción JMPi (Jump)
- Asignar resultado =, etc.

### 2.4.1.2 Operando

La parte del operando está compuesto por el tipo de operando y su dirección. El operando responde a la pregunta con que se hace la operación. El tipo de operando puede ser una:

- Entrada
- Salida
- Memoria interna
- Dato
- Temporizador
- Contador,etc.

La dirección del operando se define según el tipo de direccionamiento que se emplee, fijo o variable y del número del terminal de los módulos de E/S.

## 2.5 PROGRAMACIÓN DE PLC'S.

Dentro de la programación de los PLC'S existen dos tipos de señales bien definidas que un PLC puede procesar, estos son:

### 2.5.1 SEÑAL DISCRETA

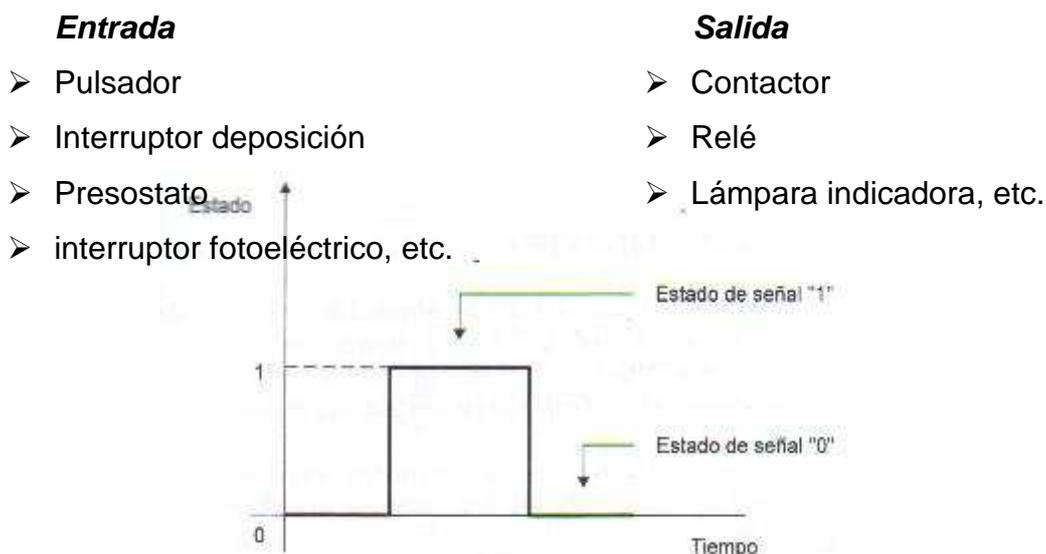
Este tipo de señal es conocido también con los siguientes nombres:

- señal binaria
- señal digital
- señal lógica
- señal todo o nada (TON)

Se caracteriza porque sólo pueden adoptar uno de dos posibles estados o niveles, pasando del uno al otro en un instante mínimo de tiempo que tiende a cero. Se le asocia para efectos del procesamiento el estado de señal "0" y el estado de señal "1". Cuando se relaciona estos estados de acuerdo a su condición eléctrica se dice: no existe tensión y si existe tensión, la magnitud de la

tensión no interesa ya que dependerá del diseño del componente electrónico que pueda asumir esta tensión nominal (Fig. 2.6).

Como ejemplo se pueden citar aquellos dispositivos de campo de entrada y salida de donde provienen o se asigna una señal discreta a un PLC.



**Figura 2.6 Gráfico de la señal discreta en función del tiempo.**

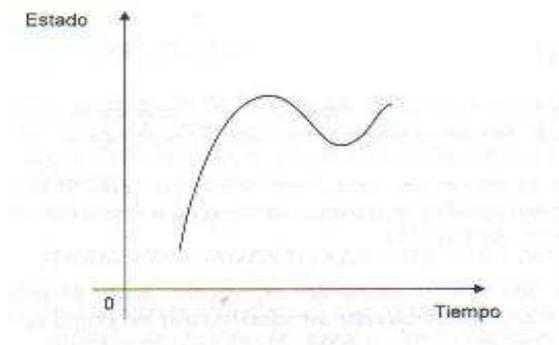
### 2.5.2 SEÑAL ANALÓGICA

Se conoce como señal análoga, aquella cuyo valor varía de forma continua con respecto al tiempo, pudiendo asumir un número infinito de valores entre sus límites mínimos y máximos de tiempo.

A continuación se citan parámetros físicos con algunos sensores muy utilizados en los procesos industriales, que pueden ser controlados y medidos mediante señal analógica.

- Temperatura (Termopar, PT100)
- Velocidad (Dinamo Tacométrica)

- Presión ( Piezoeléctricos)
- Caudal (Turbina, Magnética)
- Nivel, etc.



**Figura 2.7 Gráfico de la señal analógica en función del tiempo.**

### **2.5.3 REPRESENTACIÓN DE LAS CANTIDADES BINARIAS**

Dado que el PLC recibe la información proveniente del proceso ya sea en forma discreta o análoga, donde la información se almacena en forma de una agrupación binaria, es preciso por lo tanto, disponer de un medio de representación que facilite su manejo y mejore la capacidad de procesamiento.

Para ello se emplean con mayor frecuencia tres tipos de representación para la información, éstos son: bit, byte y palabra.

#### **2.5.3.1 Bit**

El bit es la unidad elemental de información donde sólo puede tomar uno de los dos valores un "1" ó un "0", es decir, un bit es suficiente para representar una señal binaria.

#### **2.5.3.2 Byte**

El byte es una unidad compuesta por una agrupación ordenada de 8 bits, es decir, ocho dígitos binarios. Los bits se agrupan de derecha a izquierda tomando como número de bit del 0 al 7.

En un byte se puede representar el estado de hasta ocho señales binarias, puede usarse para almacenar un número cuya magnitud como máximo sería:  $2^8 - 1$

Número máximo de un byte =  $1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 = 2^8 - 1 = 255$

### 2.5.3.3 Palabra

Para obtener mayor capacidad de procesamiento a veces se agrupan los bytes formando lo que se denomina las palabras.

La palabra es una unidad mayor compuesta de 16 bits = 2 bytes. Los bits de una palabra se agrupan de derecha a izquierda tomando como número de bit del 0 al 15.

En una palabra se pueden representar hasta 16 señales binarias, puede usarse para almacenar un número cuya magnitud como máximo sería

Número máximo en una Palabra =  $2^{16} - 1 = 65535$

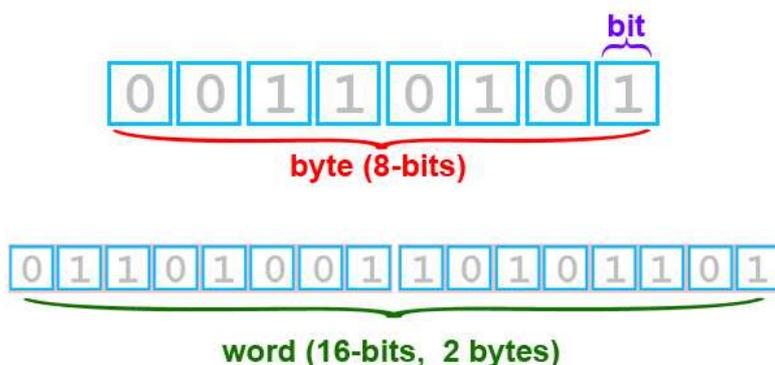


Figura 2.8 Muestra gráficamente la definición de bit, byte y palabra.<sup>7</sup>

### 2.5.3.4 Direccionamiento de Bits.

Cuando se elabora un programa de control, se van indicando las diferentes instrucciones de mando donde, en cada instrucción se indica que operación se debe ejecutar direccionando y moviendo los bits internamente en las unidades de memoria que posee el controlador, todo esto lo hace al momento de correr el

<sup>7</sup> [www.teach-ict.com/ecdl/module\\_1/workbook1/miniweb/images/bitbyte.jpg](http://www.teach-ict.com/ecdl/module_1/workbook1/miniweb/images/bitbyte.jpg)

programa, también figura la dirección exacta del módulo y canal o terminal de conexión de las señales de E/S involucradas en el proceso, esto sucede al interior de cada microprocesador que posee el PLC.

## **2.5.4 TIPOS DE PROGRAMACIÓN.**

### **2.5.4.1 Programación Lineal**

Se emplea para aplicaciones simples de automatización, su procesamiento es cíclico o secuencial y es suficiente programar las diferentes instrucciones en un solo bloque o sección de programación.

Un procesamiento cíclico o secuencial, consiste en la lectura, interpretación y ejecución de instrucción por instrucción, respetando el orden en que se han programado, salvo las instrucciones de salto. Para ejecutar las instrucciones se utilizan informaciones procedentes de la imagen de proceso de entradas (IPE), memorias internas, memorias intermedias, así como los datos actuales de los temporizadores y contadores. Los resultados se escriben en la imagen de proceso de salidas (IPS).

Esta forma de procesamiento dificulta notablemente el trabajo cuando se tiene que procesar diferentes funciones a la vez, y en algunos casos es casi imposible estructurar los programas debido al incremento del tiempo de barrido que dificulta el cumplimiento en tiempo real de funciones avanzadas.

### **2.5.4.2 Programación Estructurada**

La programación estructurada consiste en la división del programa de aplicación en bloques que se caracterizan por una independencia funcional, donde cada bloque del programa realiza una tarea específica claramente definida y al final se une este conjunto de programas en uno solo. Es muy útil cuando programar tareas de automatización muy complejas donde utilizar una programación lineal resulta demasiado laborioso.

La programación estructurada optimiza el tiempo de escaneo ya que no se ejecutan todos los bloques en cada ciclo de barrido y mejora la capacidad de la memoria dado que pueden llamarse los bloques de programas las veces que se requiera sin que se tenga que programar repetidas veces optimizando así el tiempo de barrido.

La comprensión, solución, simulación y pruebas es mucho más fácil ya que cuando un problema es muy complejo es tratado por partes y una vez identificado el bloque del programa donde se encuentra la falla, su corrección resulta más rápido que si se afrontara el programa global.

### **2.5.5 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN**

Los lenguajes de programación poseen un grupo de instrucciones coordinadas que ejecutan una determinada función.

Existen lenguajes de nivel bajo, intermedio y superior dependiendo del grado de comunicación que se tiene con la unidad de control de procesos (CPU) y el grado de complejidad de las instrucciones. También se pueden clasificar entre si son lenguajes estructurados o no estructurados, lo que se refiere a la forma en que se escriben y agrupan las instrucciones.

Estos lenguajes de programación tienen que ser fáciles de entender para que puedan permitir su modificación a futuro dependiendo de nuevos requerimientos.

#### **2.5.5.1 Lenguajes de bajo nivel**

Son los lenguajes que operan con instrucciones que controlan cada bit de la CPU como los lenguajes assembler y de máquina. No obstante, están muy limitados: Por ejemplo, con estos lenguajes sólo se pueden sumar números de 8 ó 16 bits. Para realizar una suma más compleja, de números de más bits, es necesario descomponer el número en números sencillos, sumarlos uno por uno guardando

el arrastre de cada suma básica para sumarlo con el siguiente número más significativo y así sucesivamente.

### **2.5.5.2 Lenguajes de nivel intermedio**

Con estos lenguajes de programación se dispone de un conjunto de instrucciones que ya pueden comunicarse, tanto a nivel de bit con el microprocesador, como ejecutar funciones de mayor grado de complejidad.

En estos lenguajes de nivel intermedio se incorporan las funciones aritméticas, algunas funciones matemáticas (trigonométricas, raíz cuadrada, logaritmos, etc.) y funciones de manipulación de archivos en dispositivos de almacenamiento externo, ejemplos de este lenguaje son: lenguaje C, FORTH.

### **2.5.5.3 Lenguajes de nivel superior**

Con los lenguajes de nivel superior se consigue realizar con tan solo una instrucción una operación que en los lenguajes de niveles inferiores sólo se podrían realizar con el auxilio de un conjunto de múltiples instrucciones, ejemplos de lenguajes de nivel superior: PASCAL, BASIC, SQL.

### **2.5.6 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN ORIENTADOS AL PLC.**

Dentro de los tipos de lenguajes podemos encontrar lenguajes gráficos que no son más que la representación basada en símbolos, de tal forma que según la disposición en que se encuentran cada uno de estos símbolos, expresa una lógica de mando y control. También podemos encontrar lenguajes que utilizan listas de instrucciones que definen órdenes lógicas secuenciales y que además cumplen una determinada orden de control.

Recientemente, el estándar internacional. IEC 61131-3 define cinco lenguajes de programación para los sistemas de control programables:

1. ST (Structured Text, similar al Lenguaje de programación Pascal)
2. IL (Instruction List)
3. SFC (Sequential Function Chart)
4. FBD (Function Block Diagram)
5. LD (Ladder Diagram)

Junto con el lenguaje de programación, todos los fabricantes de PLC suministran un software de entorno para que el usuario pueda escribir sus programas de manera confortable. Este software es normalmente gráfico y funciona en ordenadores personales con sistemas operativos habituales.

#### **2.5.6.1 Texto Estructurado, ST (Structured text)**

Es un lenguaje de alto nivel estructurado por bloques que posee una sintaxis parecida e incluso superior al PASCAL. El ST puede ser empleado para realizar rápidamente sentencias complejas que manejen variables con un amplio rango de diferentes tipos de datos, incluyendo valores analógicos y digitales. También se especifica tipos de datos para el manejo de horas, fechas y temporizaciones, algo importante en procesos industriales.

Es un lenguaje estructurado del tipo booleano de alto nivel, incluye las típicas sentencias de selección (IF-THEN-ELSE) y de interacción (FOR, WHILE Y REPEAT), además de otras funciones específicas aplicadas a control.

Su uso es ideal para aplicaciones en las que el PLC requiere realizar cálculos matemáticos, comparaciones, emular protocolos dentro de su proceso.

#### **2.5.6.2 Lenguaje por Lista de Instrucciones, IL (Instruction List)**

La lista de instrucciones (IL o AWL) es un lenguaje de bajo nivel, similar al lenguaje ensamblador. Con IL solo una operación es permitida por línea. Este lenguaje es adecuado para pequeñas aplicaciones y para optimizar partes de una aplicación.

Consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemónicos que se asocian a los símbolos y su combinación en un circuito eléctrico de contactos.

Este tipo de lenguaje es, en algunos casos, la forma más rápida de programación.

#### **2.5.6.3 SFC (Sequential function chart) o Grafcet**

Este tipo de programación está especialmente diseñado para resolver problemas de automatismos secuenciales, usa una interface gráfica de bloques funcionales, ha sido diseñado para describir, programar y documentar la secuencia del proceso de control, todo en sencillos pasos como el lenguaje de programación llamado Carta de Funciones Secuéciales, Grafcet o SFC.

Este es un lenguaje gráfico que proporciona una representación en forma de diagrama de las secuencias del programa. Soporta selecciones alternativas de secuencia y secuencias paralelas, es un lenguaje sencillo y fácil de entender por personas sin demasiados conocimientos de automatismos eléctricos.

En la lógica secuencial, la programación con bloques funcionales es muy superior a otras formas de programación, mientras que los diagramas escalera y booleanos son mejores en lógica combinacional por lo tanto la programación con bloques funcionales se convierte en el lenguaje estándar para programar PLC.

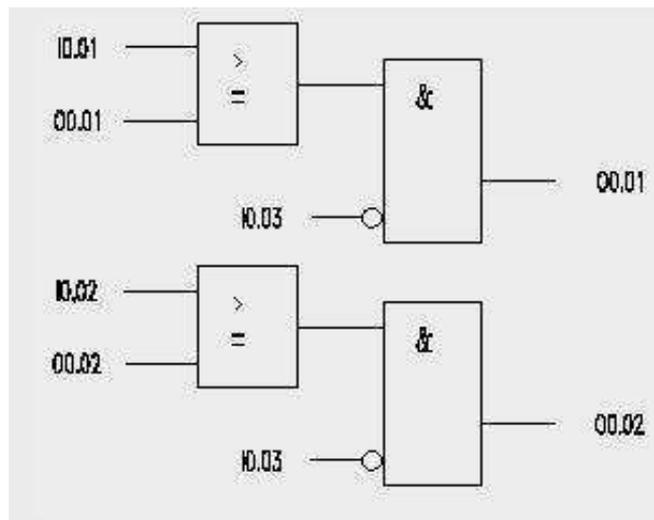
Este lenguaje consiste en una secuencia de etapas y transiciones, asociadas respectivamente con acciones y condiciones, las etapas representan las acciones a realizar y las transiciones las condiciones que deben cumplirse para ir desarrollando acciones.

#### **2.5.6.4 Plano de funciones o FBD (Function block diagram).**

Esta programación con bloques funcionales es una representación gráfica orientada a las compuertas lógicas AND, OR, NOT y sus combinaciones. Utiliza programación con lógica booleana, la cual resulta fácil y cómoda para técnicos

acostumbrados a trabajar con circuitos de compuertas lógicas ya que los símbolos usados son iguales o semejantes a los que se utilizan en los esquemas de bloques en electrónica digital (Fig. 2.9).

Las funciones individuales se representan con un símbolo, donde su lado izquierdo se ubica las entradas y en el derecho las salidas.



**Figura 2.9 Ejemplo gráfico de un plano de funciones <sup>8</sup>**

#### 2.5.6.5 Diagrama de escalera LD (Ladder diagram)

Este lenguaje de programación se basa en los diagramas de contactos, que es una representación gráfica similar a los esquemas de contactos del control industrial según normas NEMA (National Electrical Manufacturers Association).

Su estructura obedece a la semejanza que existe con los circuitos de control y con la lógica cableada, es decir, utiliza la misma representación de los contactos normalmente abiertos y normalmente cerrados, con la diferencia que su interpretación es totalmente diferente.

<sup>8</sup> [www.inele.ufro.cl/bmonteci/pulsos/apuntes/plc](http://www.inele.ufro.cl/bmonteci/pulsos/apuntes/plc)

Además de los simples contactos que dispone, existen otros elementos que permiten realizar cálculos aritméticos, operaciones de comparación, timers, implementar algoritmos de regulación, etc. Esto facilita el trabajo e interpretación de los usuarios y por esa razón es el lenguaje más sencillo y utilizado en la programación de PLC. Se desarrolla a partir de los sistemas antiguos basados en relés y el hecho que se continúe utilizando se debe principalmente a dos razones:

- El personal técnico encargado del mantenimiento de los Plc's están acostumbrados a este lenguaje pues es similar al que utiliza cualquier electricista al armar tableros de control.
- Aunque los lenguajes de alto nivel se han desarrollado mucho, han sido pocos los que han podido cubrir de modo satisfactorio todos los requerimientos de control en tiempo real que incluyan la representación de los estados de los puntos de entrada y salida.

Esta forma de programación se ha llamado de "lógica de escalera", porque en el diseño gráfico del diagrama se emplean una especie de "rieles" y "peldaños".

Vamos a poner más énfasis a este tipo de programación, debido a que el presente proyecto utiliza este lenguaje en el Plc para controlar todo un proceso de planchado.

La lógica de escalera es la forma convencional de describir paneles eléctricos y aparatos de control lógico.

En la lógica de escalera existen dos tipos de instrucciones:

- *Las instrucciones básicas*, que obedecen al origen de la lógica como: los relés. Así contemplan los propios relés, temporizadores, contadores, manipulación de registros y puntos de entrada y salida, conversiones y funciones matemáticas.
- *Las instrucciones expandidas*, contemplan la realidad de la presencia de microprocesadores en los PLC y ya incluyen funciones tales como movimiento de datos, movimiento de tablas, administradores de listas,

aritmética con signo y doble precisión, cálculos matriciales y ejecución de subrutinas.

En la programación ladder el estado y control de cada dispositivo de salida, relojes y contadores se puede determinar solo examinando el elemento precedente en el rango lógico. Una salida está activada (ON) cuando el elemento anterior presenta un estado de contacto activado como salida.

Para que una salida reciba un estado activado (ON), la serie de elementos “contacto activado” tiene que enlazar con la salida al eje lógico izquierdo y tenemos un estado “contacto activado” cuando un contacto normalmente abierto (NO) se cierra o bien un contacto que normalmente está cerrado (NC) se desactiva o abre.

Un ejemplo es la apertura normal de un interruptor que ha sido activado para enviar energía a una salida, como en el caso de una lámpara, en el diagrama de escalera este tipo de elemento se representa con un contacto normalmente abierto (NO).

#### **2.5.6.6 Ejemplos en diagramas de escalera LD (Ladder)**

Utilizando la lógica de escalera se puede escoger toda una serie de posibilidades para las salidas, que logran activarse o modificarse usando las estructuras AND y OR. Se puede observar estas posibilidades que existe dentro del control en las figuras a continuación:

##### *✓ Ejemplo 1*

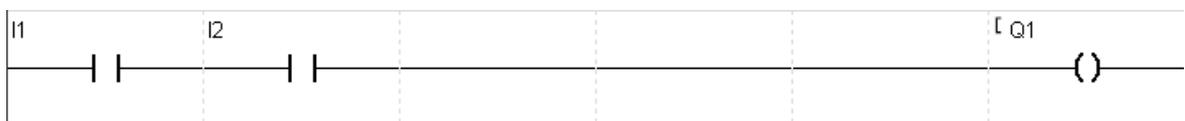
Este es un ejemplo de un contacto NO (I1) conectado directamente a la salida (Q1). La cual se activa cuando solo cuando I1 está activado. Si I1 fuera un interruptor y Q1 una lámpara, la lámpara funcionaría con la operación del interruptor.



**Figura 2.10 Ejemplo gráfico de activación directa de salida con un switch.**

✓ *Ejemplo 2*

Éste muestra un circuito con dos entradas. I1 e I2 las cuales están colgadas del eje izquierdo y conectado a Q1. Si y solo si I1 e I2 están activados Q1 está activado. Este tipo de circuitos se conoce como de lógica AND.



**Figura 2.11 Ejemplo gráfico de activación con dos switch en serie.**

✓ *Ejemplo 3*

Este ejemplo muestra que Q1 está activado cuando cualquiera de los dos sea I1 o I2 están activados de manera individual. Este circuito muestra la lógica OR.

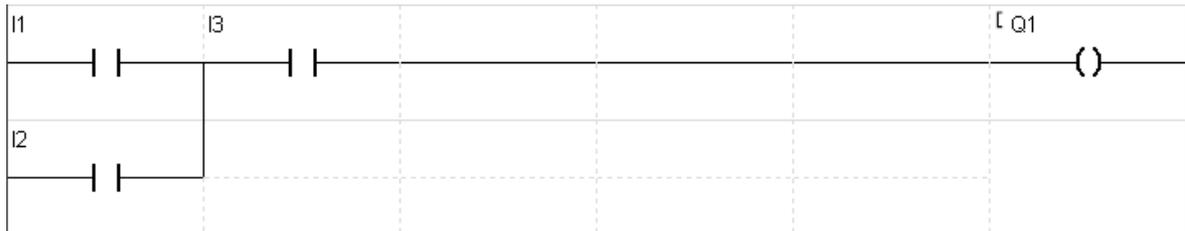


**Figura 2.12 Ejemplo gráfico de activación con dos switchs paralelo.**

✓ *Ejemplo 4*

Muestra un circuito compuesto por la lógica AND y la lógica OR en el mismo rango. Entonces Q1 se activa si y solo si, I3 se encuentra activado (AND) junto con cualquiera de las dos entradas I1 o I2 (OR)

Si no se cumple estas condiciones, la salida no se activará.



**Figura 2.13 Ejemplo gráfico de activación usando lógica AND y OR.**

✓ *Ejemplo 5*

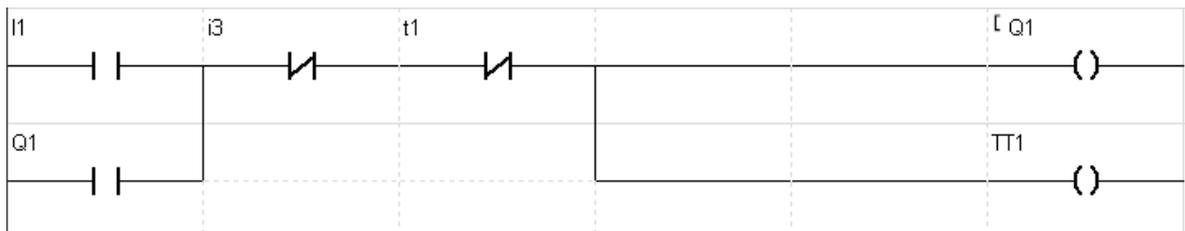
El siguiente circuito es un contacto normalmente cerrado. El control no reconoce ni sabe cuando se considera que una entrada es una apertura normal (NO) o un cierre normal (NC). El control solo examina la línea de entrada para determinar si está activado o desactivado, con independencia de si es su estado normal. Un contacto normalmente cerrado solo representa la condición opuesta a la línea de entrada, es decir, que estará activado, cuando la línea de entrada no lo está.



**Figura 2.14 Ejemplo gráfico de un contacto normalmente cerrado.**

✓ *Ejemplo 6*

En este ejemplo utilizamos una combinación de los ejemplos anteriores, donde para activar la salida Q1 conectado en paralelo a un timer ON-DELAY (TT1) se debe pulsar I1 y debido a que i3 y t1 están cerrados se energiza la salida Q1. El switch Q1 paralelo a I1 queda enclavado como memoria dependiente de la salida y el timer TT1 cuenta un determinado tiempo antes de apagar el circuito abriendo el switch t1, se puede desconectar el circuito al oprimir un paro general i3 en cualquier instante.



**Figura 2.15 Ejemplo gráfico de una combinación de elementos en el lenguaje ladder.**

Con la ayuda de estos ejemplos y otros comandos más, diseñaremos el programa en un capítulo posterior detallando su aplicación y funcionamiento. Es necesario recalcar que nuestras letras en mayúsculas en el diagrama representan las entradas normalmente abiertas y las letras minúsculas representan contactos normalmente cerrados.

## **CAPITULO 3.**

### **NEUMÁTICA Y CIRCUITOS NEUMÁTICOS**

#### **3.1 PRESIÓN**

Es la fuerza total ejercida por unidad de área o superficie.

$$\text{Presión} = \text{fuerza} / \text{área de la superficie}$$

Aunque la presión en cualquier punto es igual en todas las direcciones, la fuerza debida a una presión siempre actúa perpendicular a la superficie.

##### **3.1.1 TIPOS DE PRESIÓN**

Dentro del estudio referente a presión, vamos a encontrar términos generales que permiten su definición y diferenciación

###### **3.1.1.1 Presión Absoluta o real**

Es la presión de un fluido medido con referencia al vacío perfecto o cero absolutos.

###### **3.1.1.2 Presión Atmosférica**

Es la presión ejercida por la atmósfera terrestre medida mediante un barómetro. A nivel del mar, esta presión es próxima a 760 mm (29,9 pulgadas) de mercurio absolutas o 14,7 psia (libras por pulgada cuadrada absolutas).

###### **3.1.1.3 Presión Manométrica**

Se llama presión manométrica a la diferencia entre la presión absoluta o real y la presión atmosférica. Estas presiones son medidas por medio de un instrumento llamado manómetro.

#### **3.1.1.4 Presión relativa**

Es la determinada por un elemento que mide la diferencia entre la presión absoluta y la atmosférica del lugar donde se efectúa la medición.

#### **3.1.1.5 Presión diferencial**

Es el rango de la diferencia entre dos presiones.

#### **3.1.1.6 Vacío**

El vacío es la diferencia de presiones entre la presión atmosférica existente y la presión absoluta, es decir, es la presión medida por debajo de la atmosférica.

### **3.1.2 PROPIEDADES DE LOS GASES Y VARIABLES QUE AFECTAN SU COMPORTAMIENTO**

Existen cuatro propiedades que rigen a los gases, esto incluye al aire.

1. Se adaptan a la forma y el volumen del recipiente que los contiene.
2. Se dejan comprimir fácilmente.
3. Se esparcen y propagan en forma espontánea.
4. Se dilatan de manera proporcional a la temperatura aplicada.

Dentro del estudio de los gases existen ciertos factores y variables que afectan y rigen su comportamiento como son: la presión, temperatura, cantidad, volumen y densidad.

### **3.2 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA NEUMÁTICA**

La neumática basa su estudio en el proceso de producción y empleo del aire comprimido y como derivación de la palabra "Pneuma" se obtuvo, entre otras cosas el concepto de neumática que trata los movimientos y procesos del aire.

En la actualidad, ya no se concibe una moderna explotación industrial sin el aire comprimido y por este motivo en los campos industriales más variados se utilizan aparatos neumáticos.

### **3.2.1 PROPIEDADES DEL AIRE COMPRIMIDO**

#### **3.2.1.1 Propiedades Favorables**

Existen numerosas propiedades que posee el aire comprimido, lo que lo hace uno de los más eficientes modos de producir energía mecánica para un proceso.

1. *Abundante.* Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.
2. *Transporte.* El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno.
3. *Almacenable.* No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de éstos. Además, se puede transportar en recipientes (botellas).
4. *Temperatura.* El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.
5. *Anti deflagrante.* No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones anti deflagrantes, que son caras.
6. *Limpio.* El aire comprimido es limpio y, en caso de faltas de estanqueidad en elementos, no produce ningún ensuciamiento. Esto es muy importante por ejemplo, en las industrias alimenticias, de la madera, textiles y del cuero.
7. *Constitución de los elementos.* La concepción de los elementos de trabajo es simple, por lo tanto su precio es económico.

8. *Velocidad.* Es un medio de trabajo muy rápido y, por eso, permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas. (La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos pueden regularse sin escalones.)
9. *A prueba de sobrecargas.* Las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden hasta su parada completa sin riesgo alguno de sobrecargas.

### **3.2.1.2 Propiedades Desfavorables**

Para delimitar el campo de utilización de la neumática es preciso conocer también las propiedades adversas.

- a. *Preparación.* El aire comprimido debe ser preparado, antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (al objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes).
- b. *Compresible.* No es posible obtener para los émbolos velocidades uniformes y constantes con aire comprimido.
- c. *Fuerza.* El aire comprimido es económico solo hasta cierta fuerza. Condicionado por la presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bar), el límite.
- d. *Escape.* El escape de aire produce ruido. No obstante, este problema ya se ha resuelto en gran parte, gracias al desarrollo de materiales insonorizantes.
- e. *Costos.* El aire comprimido es una fuente de energía relativamente cara este elevado costo se compensa en su mayor parte por los elementos de precio económico y el buen rendimiento.

## **3.3 PARTES COMPONENTES E INSTALACIÓN DE UN CIRCUITO NEUMÁTICO**

El trabajo completo de un sistema neumático básico se lo puede resumir en estos cuatro pasos:

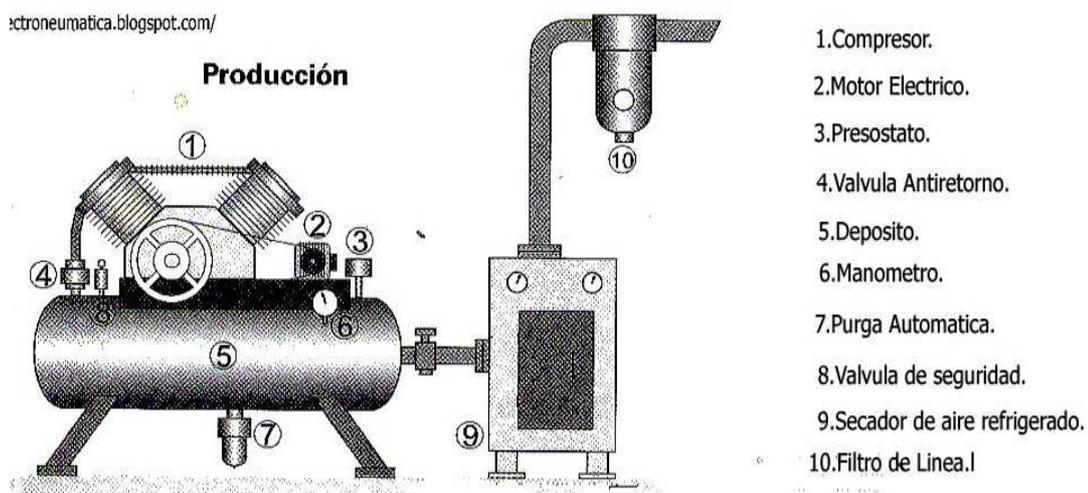
1. El compresor aspira aire atmosférico, aumentando su presión y generando aire comprimido.
2. Este aire alimenta el resto de la instalación a través de un conjunto de conducciones diseñadas para tal fin.
3. La circulación del aire comprimido se controla a través de un conjunto de válvulas.
4. Las válvulas regulan el funcionamiento de los actuadores, en los que se transforma la energía acumulada por el aire comprimido en energía mecánica.

Para su mejor entendimiento en lo que se refiere a instalación y distribución de aire comprimido hay que diferenciar dos partes en el sistema:

- Sistema de Producción y distribución del aire.
- Sistema de Utilización y consumo de aire.

### 3.3.1 SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO

A continuación describiremos las partes de las que está constituido el sistema:



**Figura 3.1 Descripción grafica de los componentes del sistema de producción de aire comprimido.**

#### 3.3.1.1 Compresor (1)

Este equipo hace que el aire que se encuentra a presión atmosférica ambiental sea aspirado para comprimirlo, almacenarlo y entregarlo al sistema neumático a

presión más elevada. Es muy importante que el aire sea puro. Si es puro el generador de aire comprimido tendrá una larga duración.

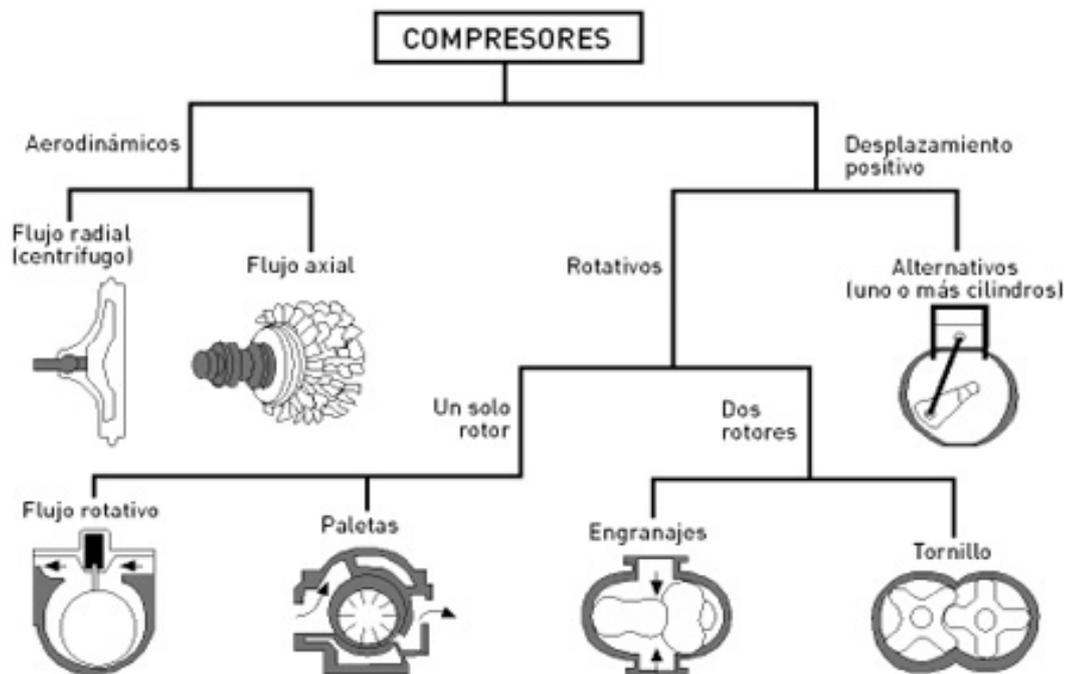
Se distinguen dos tipos básicos de compresores de los cuales nace una clasificación de equipos (Fig. 3.2):

*Compresor de desplazamiento positivo.*

Este trabaja según el principio de desplazamiento. La compresión se obtiene por la admisión del aire en un recinto hermético, donde luego se reduce el volumen. Se utiliza en el compresor de émbolo (oscilante o rotativo).

*Compresor aerodinámico.*

Este trabaja según el principio de la dinámica de los fluidos. El aire es aspirado por un lado y comprimido como consecuencia de la aceleración de la masa (turbina).



**Figura 3.2 Cuadro gráfico de tipos de compresores<sup>9</sup>**

<sup>9</sup> [www.empresaeficiente.com/es/catalogo-de-tecnologías/distribucion-y-generacion-de-aire-comprimido](http://www.empresaeficiente.com/es/catalogo-de-tecnologías/distribucion-y-generacion-de-aire-comprimido).

Según las exigencias referentes a la presión de trabajo y al caudal de suministro, se pueden emplear estos diversos tipos de compresores.

#### **3.3.1.2 Motor eléctrico (2)**

Suministra la energía mecánica para mover los elementos internos del compresor. Transforma la energía eléctrica en energía mecánica y dependiendo de la potencia del compresor se utiliza una fuente monofásica o polifásica.

#### **3.3.1.3 Presostato (3)**

Es un elemento de control ciego el cual controla el encendido y apagado del compresor detectando la presión en el depósito. Se regula a la presión máxima a la que desconecta el motor eléctrico y a la presión mínima a la que vuelve a arrancar el motor.

#### **3.3.1.4 Válvula Anti retorno o check (4)**

Deja pasar el aire comprimido del compresor al depósito e impide su retorno cuando el compresor está parado.

#### **3.3.1.5 Depósito (5)**

Almacena el aire comprimido. Su tamaño está definido por la capacidad del compresor. Cuando más grande sea su volumen más largos son los intervalos de funcionamiento del compresor.

#### **3.3.1.6 Manómetro (6)**

Indica la presión del compresor en una escala legible y graduada.

#### **3.3.1.7 Purga Automática (7)**

Elimina toda el agua que se condensa en el depósito mediante una válvula sin necesitar supervisión.

#### **3.3.1.8 Válvula de Seguridad (8)**

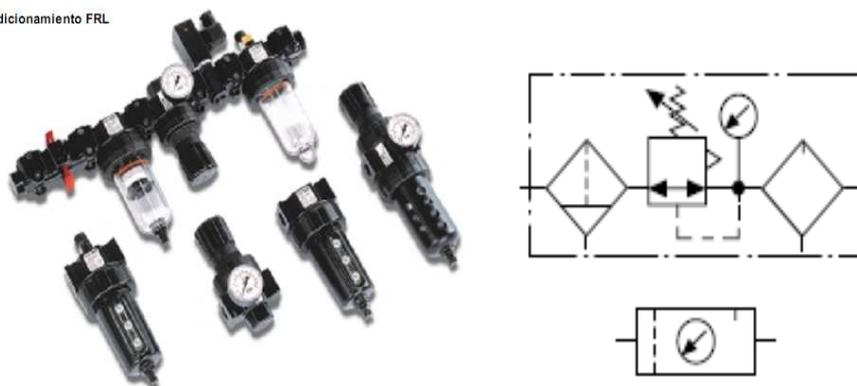
Expulsa el aire comprimido si la presión en el depósito sube por encima de la presión permitida.



### 3.3.2.3 Unidad de acondicionamiento del aire o FRL (Filtro, Regulador, Lubricador)

Acondiciona el aire comprimido para suministrar aire limpio, filtrado a una presión óptima previamente regulada y visualizada en un manómetro, ocasionalmente añade lubricante a base de petróleo o sintético para alargar la duración de los componentes del sistema neumático el cual necesita lubricación (Fig. 3.4).

Unidad de Acondicionamiento FRL



**Figura 3.4** Unidad de mantenimiento FRL y su representación simbólica.<sup>10</sup>

### 3.3.2.4 Válvula Direccional (4)

Proporciona presión y pone escape alternativamente en las conexiones del actuador neumático para controlar la dirección del movimiento.

### 3.3.2.5 Actuador (5)

Transforma la energía potencial del aire comprimido en trabajo mecánico. En la figura se muestra un cilindro lineal, pero puede ser un actuador de giro o una herramienta neumática.

### 3.3.2.6 Controladores de velocidad (6)

Permiten una regulación fácil y continua de la velocidad de movimiento del actuador, pertenecen a un grupo de válvulas.

<sup>10</sup> *Catalogo Parker Hannifin Ind. Com. Ltda. Jacareí, SP – Brasil Pág. 25*

### 3.4 ACTUADORES Y CILINDROS NEUMÁTICOS

La energía del aire comprimido por medio de elementos neumáticos de trabajo como son los actuadores se transforma: en un movimiento lineal de vaivén en el caso de los cilindros neumáticos de embolo o en un movimiento de giro rotativo mediante motores neumáticos. Estos actuadores suministran la fuerza y el movimiento a la mayoría de los controles neumáticos para sujetar, mover, formar y procesar el material.<sup>11</sup>

Los actuadores neumáticos se clasifican en dos grupos:

- Actuadores de giro
- Actuadores Lineales

#### 3.4.1 ACTUADORES DE GIRO

Estos actuadores rotativos son los encargados de transformar la energía neumática en energía mecánica de rotación. Dependiendo de si el móvil de giro tiene un ángulo limitado o no, se forman los dos grandes grupos a analizar:

##### 3.4.1.1 Actuadores de giro limitado

Son aquellos que proporcionan movimiento de giro pero no llegan a producir una revolución. Dentro de este grupo tenemos los:

*Actuador de giro de tipo paleta.*

Estos actuadores realizan un movimiento de giro que rara vez supera los 270°, incorporando unos topes mecánicos que permiten la regulación de este giro, véase (Fig. 3.5).

---

<sup>11</sup> *Catalogo Parker Hannifin Ind. Com. Ltda. Jacareí, SP – Brasil Pág. 85*



**Figura 3.5 Aspecto físico de un Actuator de paleta.<sup>12</sup>**

#### *Actuador piñón Cremallera*

En este tipo de actuador el vástago es una cremallera que acciona un piñón y transforma el movimiento lineal en un movimiento giratorio, hacia la izquierda o hacia la derecha, según el sentido del émbolo (Fig. 3.6).



**Figura 3.6 Aspecto físico de un piñón – cremallera.<sup>13</sup>**

#### **3.4.1.2 Motores neumáticos**

Son aquellos que proporcionan un movimiento rotativo constante y un elevado número de revoluciones por minuto están compuestas por una carcasa, en cuyo interior se encuentra una paleta similar a la de los compresores de paletas, es decir, un rotor ranurado, que delimita las dos cámaras (Fig. 3.7). Al aplicar aire comprimido a una de sus cámaras, la paleta tiende a girar sobre el eje, siempre y cuando exista diferencia de presión con respecto a la cámara contraria.

<sup>12</sup> [www.ebroaire.com/imagenes/servicios/neumatica1](http://www.ebroaire.com/imagenes/servicios/neumatica1)

<sup>13</sup> [www.ebroaire.com/imagenes/servicios/neumatica2](http://www.ebroaire.com/imagenes/servicios/neumatica2)



**Figura 3.7 Motor neumático de paletas de engranajes Globe ATEX.<sup>14</sup>**

### **3.4.2 ACTUADORES LINEALES**

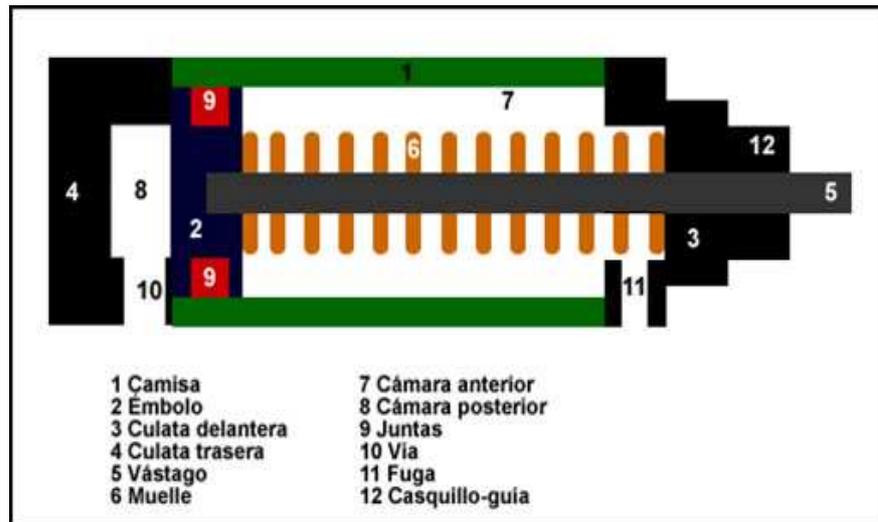
Los cilindros neumáticos de embolo son los actuadores lineales más comunes y utilizados en circuitos neumáticos, se componen de varios elementos: tubo, tapa posterior, tapa anterior con cojinete y aro rascador, además de piezas de unión y juntas (Fig.3.8).

El desempeño físico de estos elementos se basa en el desplazamiento lineal que realiza el vástago como resultado de la presión de aire aplicada a la superficie del embolo al interior del cilindro de tal manera que mientras mayor es el área del cilindro, mayor es la fuerza mecánica que pueda producir este actuador.

El material para su construcción depende del tipo de esfuerzo que va a realizar este actuador en su trabajo

---

<sup>14</sup> [www.directindustry.es/prod/globe/motor-neumatico-de-paletas-de-engranajes-23399-56897.html](http://www.directindustry.es/prod/globe/motor-neumatico-de-paletas-de-engranajes-23399-56897.html)

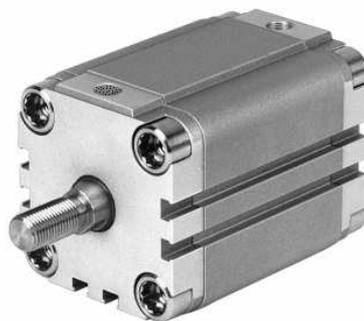


**Figura 3.8 Partes internas de un Cilindro neumático.<sup>15</sup>**

### 3.4.2.1 Cilindros de simple efecto

Poseen una entrada de aire para producir una carrera de trabajo en un sentido.

Estos cilindros tienen una sola conexión de aire comprimido. Se necesita aire solo para un movimiento de traslación. El vástago retorna por el efecto de un resorte incorporado o de una fuerza externa la cual limita su carrera (Fig. 3.9).



**Figura 3.9 Cilindro de simple efecto compacto.<sup>16</sup>**

<sup>15</sup> [www.sitioniche.nichese.com/cilindros-simples.html](http://www.sitioniche.nichese.com/cilindros-simples.html)

<sup>16</sup> [www.automatastr.galeon.com/a-actu8.jpg](http://www.automatastr.galeon.com/a-actu8.jpg)

### 3.4.2.2 Cilindro de doble efecto

Los cilindros de doble efecto son aquellos que realizan su carrera de trabajo de avance y retroceso por acción del aire comprimido en cualesquiera de sus dos orificios, por lo que estos componentes si pueden realizar trabajo en ambos sentidos, los cilindros de doble efecto siempre contienen aire en una de sus dos cámaras con lo que se asegura el posicionamiento del embolo, su campo de aplicación es mucho más extenso que los de simple efecto (Fig.3.10).



**Figura 3.10 Cilindro de doble efecto.<sup>17</sup>**

### 3.4.2.3 Cilindro de doble vástago

Este tipo de cilindros tiene un vástago corrido hacia ambos lados. La guía del vástago es mejor, porque dispone de dos cojinetes y la distancia entre éstos permanece constante. Este tipo de cilindros recibe también la denominación de cilindro compensado (Fig. 3.11).



**Figura 3.11 Cilindro de doble vástago.<sup>18</sup>**

<sup>17</sup> [www.festodidactic.com/ov3/media/customers/1100/09113610012477.jpg](http://www.festodidactic.com/ov3/media/customers/1100/09113610012477.jpg)

<sup>18</sup> [www.asis-tecweb.com/uploadimagen/3..jpeg](http://www.asis-tecweb.com/uploadimagen/3..jpeg)

#### 3.4.2.4 Cilindros de membrana

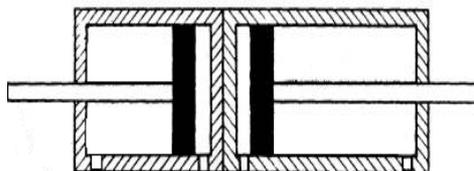
Estos cilindros forman parte de los cilindros de simple y de doble efecto y se caracterizan debido a que para su construcción se usa una membrana de goma, plástico o metal que reemplaza al émbolo. El vástago está fijado en el centro de la membrana. No hay piezas estancadas que se deslicen y se produce un rozamiento únicamente por la dilatación del material.

#### 3.4.2.5 Cilindro tándem

Estos cilindros están constituidos por dos cilindros de doble efecto en una sola unidad, de tal manera que al aplicar presión de aire sobre los dos émbolos se obtiene una gran fuerza de casi el doble que la de un cilindro normal del mismo diámetro, es por eso que estos actuadores son muy poco comunes y muy utilizados cuando se necesita gran fuerza pero se dispone de un espacio reducido.

#### 3.4.2.6 Cilindro multiposicional

Este cilindro está constituido por dos o más cilindros de doble efecto. Son una buena opción en aquellos casos en los que se requiera alcanzar 3 ó 4 posiciones diferentes y no se requiera una variabilidad frecuente de las mismas. Según el émbolo al que se aplique presión, actúa uno u otro cilindro. En el caso de dos cilindros de carreras distintas, pueden obtenerse cuatro posiciones (Fig. 3.12).



**Figura 3.12 Gráfico de un Cilindro multiposicional**

### **3.4.2.7 Cilindro de giro**

Son actuadores de giro que transforman el movimiento lineal de un cilindro de doble efecto en un movimiento giratorio hacia la izquierda o hacia la derecha, según el sentido del émbolo. Los ángulos de giro corrientes pueden ser de 45°, 90°, 180°, 290° hasta 720°. Es posible determinar el margen de giro dentro del margen total por medio de un tornillo de ajuste.

## **3.5 VÁLVULAS NEUMÁTICAS**

Las válvulas neumáticas son dispositivos de control utilizados para el arranque, parada, dirección o sentido de flujo del aire utilizado en un circuito neumático.

Según el tipo de válvulas, estas sirven para: orientar los flujos de aire, imponer bloqueos, controlar su intensidad de flujo o presión.

Para facilitar el estudio, las válvulas neumáticas podemos clasificarlas por el manejo del flujo de aire.

### **3.5.1 VÁLVULAS DE CONTROL DIRECCIONAL DE VÍAS**

Tienen por función orientar el flujo que el aire comprimido debe seguir, con el fin de realizar un trabajo propuesto, además cuentan con algún mecanismo interno de recuperación o reposición como por ejemplo un resorte.

Estas válvulas de regulación y control, se nombran y representan con arreglo a su constitución, de manera que se indica en primer lugar el número de vías (orificios de entrada o salida) y a continuación el número de posiciones.

Para un buen desempeño de estos elementos controladores debe tenerse en cuenta los siguientes parámetros:

- Posición Inicial (como actúa la válvula antes de recibir una señal controladora)
- Número de Posiciones
- Número de Vías

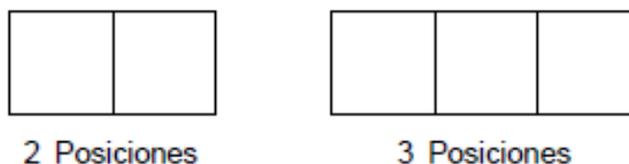
- Tipo de Acción (Comando)
- Tipo de Retorno (forma en la que la válvula recupera su posición inicial)
- Caudal

Además de éstos, merece ser considerado el tipo Constructivo.

### 3.5.1.1 Número de Posiciones

Es la cantidad de posiciones o maniobras diferentes que una válvula direccional puede ejecutar o sea, permanecer bajo la acción de su funcionamiento. Según lo mencionados, un grifo, sería una válvula que tiene dos posiciones: permite el paso de agua y en otros casos no lo permite.

La representación de las válvulas direccionales está normalizada y se lo representa con el dibujo de un rectángulo. Este rectángulo es dividido en cuadrados, el número de cuadrados representados en la simbología es igual al número de posiciones de la válvula, representando una cantidad de movimientos que ejecuta a través de los accionamientos (Fig. 3.13).



**Figura 3.13 Representación gráfica del número de posiciones de una válvula neumática de control direccional.**

### 3.5.1.2 Número de Vías

Es el número de conexiones de trabajo que la válvula posee. Son consideradas como vías de conexión de entrada de la presión, conexiones de utilización del aire y los escapes. Para que se pueda entender fácilmente el número de vías de una válvula de control direccional, debemos considerar una regla práctica para su determinación, que consiste en separar uno de los cuadrados de posiciones y

verificar cuántas veces los símbolos internos tocan los lados del cuadrado, obteniéndose así el número de orificios en relación al número de vías.

Preferiblemente, los puntos de conexión deberán ser contados en el cuadrado de la posición inicial.



**Figura 3.14 Representación gráfica de una válvula 2/2 (2 vías, 2 posiciones) y una 3/2(3 vías, 2 posiciones).**

En los cuadros representativos de las posiciones, encontramos símbolos diferentes: Las flechas indican la inter-relación interna de las conexiones, pero no necesariamente el sentido del flujo (Fig. 3.14).

En los diagramas representativos de válvulas neumáticas la norma establece la identificación de los orificios o vías de las válvulas según su uso, mediante identificación numérica o alfabética según la norma que se esté aplicando (Tabla3.1).

Orificio Norma DIN 24300			Norma ISO 1219			
<b>Presión</b>	<b>P</b>			<b>1</b>		
<b>Utilización</b>	A	B	C	2	4	6
<b>Escape</b>	R	S	T	3	5	7
<b>Pilotaje</b>	X	Y	Z	10	12	14

**Tabla 3.1 Identificación de los orificios de una válvula direccional.**

Existe gran cantidad de válvulas que se encuentran en el mercado y que se derivan de este tipo de representación.

**VER ANEXO 3.1**

### 3.5.1.3 Accionamiento o Comandos

Las válvulas requieren un agente externo o interno que mueva sus partes interiores de una posición a otra, en otros términos, que altere las direcciones del flujo, efectúe los bloqueos y produzca la liberación de los escapes, el tipo de mando que modifica la posición de la válvula llamada también señal de pilotaje, puede ser manual, por muelle, por presión, eléctrica etc.

Los elementos responsables de tales alteraciones pueden clasificarse en dos comandos:

- *Comando Directo.*-

Se define así cuando la fuerza de accionamiento interviene directamente sobre cualquier mecanismo que cause la inversión de la válvula como los de tipo manual, muscular y mecánicos.

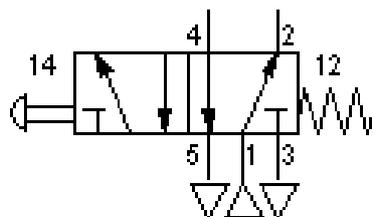
- *Comando Indirecto.*-

Se define así cuando la fuerza de accionamiento actúa sobre cualquier dispositivo intermedio, el cual libera el comando principal que, a su vez, es responsable por la inversión de la válvula como los de tipo neumáticos y eléctricos, son también llamados de combinación, servo etc.

Estos elementos son representados por símbolos normalizados y son escogidos conforme a la necesidad de la aplicación de la válvula direccional.

#### VER ANEXO 3.2

Podemos resumir todo lo expuesto en los subcapítulos anteriores con el siguiente ejemplo grafico:



**Figura 3.15 Representación de una válvula 5/2 de accionamiento manual por pulsador y retorno por muelle.**

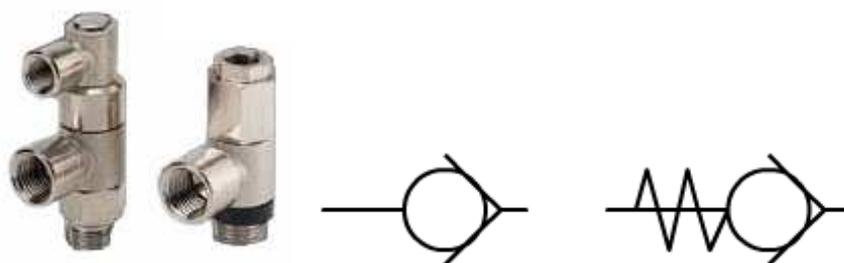
Esta válvula tiene 5 vías y 2 posiciones; en el estado de reposo, la vía 1 se conecta a la vía 2, la vía 4 se conecta a la vía 5 y la vía 3 esta deshabilitada.

Cuando la válvula es pulsada en el punto 14 el ingreso de aire cambia de sentido; la vía 1 es conectada a la vía 4, simultáneamente la vía 2 se conecta a la vía 3 y la vía 5 queda deshabilitada. Tras eliminar la señal la válvula vuelve a la posición inicial por efecto de descompresión del muelle (Fig.3.15).

### 3.5.2 VÁLVULAS DE CONTROL DE FLUJO

#### 3.5.2.1 Válvulas de Bloqueo o Anti-retorno

Este tipo de válvulas tiene la característica de dejar pasar el flujo de aire comprimido en un solo sentido y detener o bloquear completamente el paso del aire en el otro sentido, generalmente realizan este trabajo mediante el movimiento de membranas, platos, bolas o conos con o sin ayuda de resortes al interior de la válvula (Fig. 3.16).



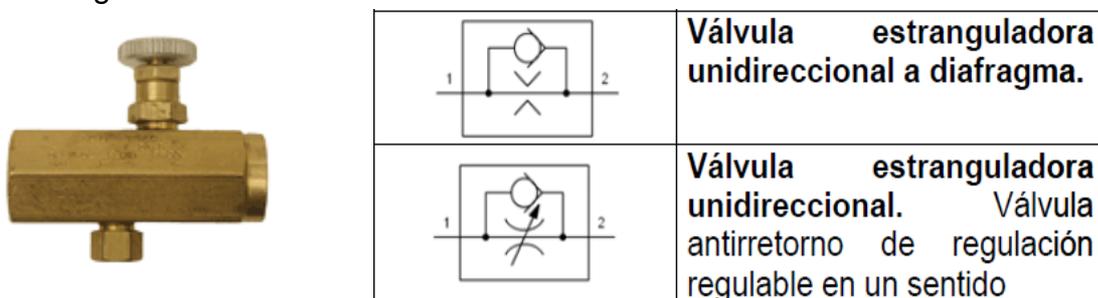
**Figura 3.16 Imagen y simbología de válvula anti retorno.**<sup>19</sup>

#### 3.5.2.2 Válvulas de Caudal

La principal característica de estas válvulas es la de dosificar el paso de aire de manera bidireccional, estas válvulas son graduables y regulan la entrada de aire a los actuadores, haciéndolos que su movimiento sea más lento o más rápido por medio de estrangulación del orificio de circulación de aire (Fig. 3.17). Muchos de

<sup>19</sup> [www.carrlane.com/SiteData/CategoryImages/chek.jpg](http://www.carrlane.com/SiteData/CategoryImages/chek.jpg)

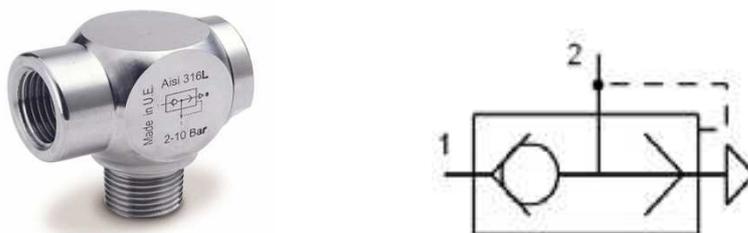
estos elementos utilizan en su interior válvulas de anti retorno o (check). También son conocidos como amortiguadores neumáticos o válvulas estranguladoras.



**Figura 3.17 Imagen y simbología de válvula de caudal.<sup>20</sup>**

### 3.5.2.3 Válvulas de escape rápido

Estas válvulas son las encargadas de evacuar de manera inmediata el aire en el interior de los actuadores y hacer que realicen su retroceso en la menor cantidad de tiempo al aumentar la velocidad como por ejemplo en los cilindros neumáticos (Fig.3.18). Para realizar su trabajo este elemento utiliza el principio de funcionamiento de la válvula de caudal y anti retorno.



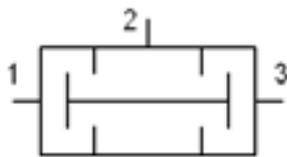
**Figura 3.18 Imagen y simbología de válvula de escape rápido.<sup>21</sup>**

### 3.5.2.4 Válvula “AND” o de simultaneidad

Estas válvulas cuentan con una salida y dos entradas de aire y su funcionamiento indica que el aire solo podrá circular por la salida únicamente cuando exista presión simultánea en las dos entradas (Fig. 3.19).

<sup>20</sup> [www.carrlane.com/SiteData/CategoryImages/CLR-100-AFC\\_t.gif](http://www.carrlane.com/SiteData/CategoryImages/CLR-100-AFC_t.gif)

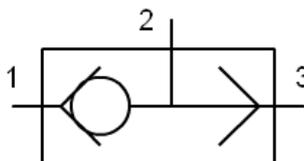
<sup>21</sup> [www.directindustry.es/prod/netfluid/valvula-neumatica-de-escape-rapida](http://www.directindustry.es/prod/netfluid/valvula-neumatica-de-escape-rapida)



**Figura 3.19 Simbología de una válvula AND o de simultaneidad.**

### 3.5.2.5 Válvula “ OR ” o selectora

Esta válvula es conocida como válvula anti-retorno de doble mando o anti retorno doble y su funcionamiento indica que el aire podrá circular por la salida cuando exista presión en cualquiera de las dos entradas. Puede aislar dos mandos neumáticos diferentes por eso también es conocida como válvula de aislamiento



**Figura 3.20 Simbología de una válvula OR o Select.**

### 3.5.2.6 Válvula Reguladora

La función de esta válvula es compensar automáticamente el volumen de aire requerido por los equipos neumáticos y mantener constante la presión de trabajo (presión secundaria), independiente de las fluctuaciones de presión en la entrada (presión primaria) cuando esta por encima del valor regulado. La presión primaria debe ser siempre superior a la presión secundaria.

Puede funcionar como válvula de seguridad para evitar algún tipo de sobre presión, por lo general se encuentra en la entrada de los circuitos neumáticos como parte de la unidad de mantenimiento FRL (Fig. 3.4).

### 3.5.3 VÁLVULAS ELECTROMAGNÉTICAS (ELECTROVÁLVULAS)

Son sistemas que bloquean, liberan o desvían el flujo de aire en un sistema neumático de tal manera que la válvula pasa de una posición a otra internamente, mediante el movimiento producido por un pistón o diafragma, producto de energizar una bobina o solenoide con una señal de tipo eléctrico, por esta razón también son denominadas electroválvulas (Fig. 3.21).

Estas electroválvulas de control neumático se componen del conjunto servomotor, actuador y de la válvula propiamente dicha, que puede ser de simple asiento, doble asiento (2 o 3 vías), de membrana, de mariposa, etc. Por esta razón su clasificación puede ser similar a la anterior de las válvulas neumáticas de control direccional sin importar el número de posiciones o salidas, con el único detalle que su accionamiento es eléctrico.

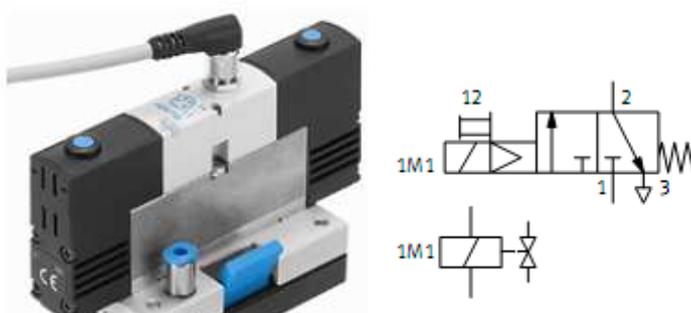


Figura 3.21 Imagen y simbología de una electroválvula 3/2 de doble bobina.<sup>22</sup>

## 3.6 TRABAJO EN CONJUNTO DE NEUMÁTICA CON SISTEMAS DE CONTROL.

Para controlar actuadores neumáticos se utilizan y combinan elementos ya antes vistos como son las válvulas y las electroválvulas, pero estos elementos a su vez siguen la orden definida por el circuito neumático diseñado para realizar alguna tarea específica con dicho actuador.

<sup>22</sup> Catálogo básico, software Festo, portada.

### 3.6.1 CONTROL DE CILINDROS MEDIANTE VÁLVULAS

#### 3.6.1.1 Control de Cilindro de Simple Efecto (CSE) con válvulas 2/2

Para controlar un CSE de retorno por muelle podemos utilizar dos válvulas 2/2, una para la salida y otra para el retorno del vástago, la posición de reposo de estas válvulas esta forzada por un muelle.

El proceso comienza al oprimir el pulsador de OUT de tal manera que esta válvula admite el aire, haciendo salir el vástago, comprimiendo al muelle y debido a la presión de aire que se mantiene en la línea el cilindro queda en esa posición hasta oprimir el botón de IN. Esta otra válvula es de escape y permite expulsar el aire de la línea para descomprimir el muelle haciendo que el vástago regrese a su posición inicial dentro del cilindro (Fig.3.22). Para controlar la velocidad de entrada y salida del vástago podemos utilizar válvulas de caudal en la entrada y salida de aire.

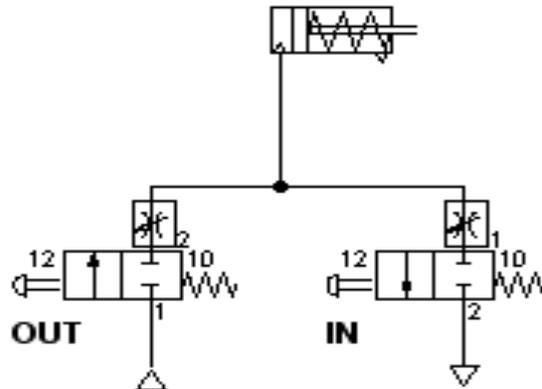
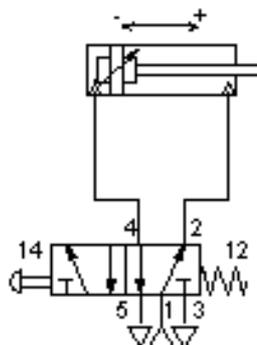


Figura 3.22 Ejemplo gráfico del control de un CSE.

#### 3.6.1.2 Control de un Cilindro de Doble Efecto (CDE) con una válvula de 5/2

Para controlar un CDE utilizamos una válvula 5/2 la cual intercambia simultáneamente la vías de presión y escape cuando el pulsador es accionado. La vía 1 se conecta a la 4 dejando ingresar el aire comprimido por esta y la vía 2 se conecta al escape de la vía 3 haciendo que el vástago salga del cilindro.

Cuando dejamos de pulsar la válvula el muelle la regresa a la posición de reposo reconectando las vías a la posición inicial y haciendo que el vástago ingrese al cilindro (Fig. 3.23).

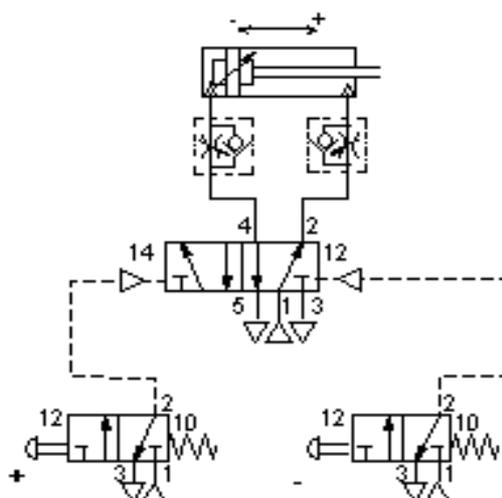


**Figura 3.23** Ejemplo gráfico del control de un CDE

### 3.6.1.3 Control Remoto manual de un CDE con válvulas 3/2 y 5/2

En este circuito neumático utilizamos dos válvulas 3/2 de retorno por muelle para controlar un válvula biestable 5/2 pilotada por presión es, es decir que una vez recibida la señal de la primera válvula, mantendrá su posición haciendo salir el vástago hasta que se oprima el otro pulsante que lo hace regresar al su posición inicial (Fig. 3.24).

También utilizamos reguladores de caudal unidireccionales para controlar la velocidad.



**Figura 3.24** Ejemplo gráfico del control manual de un CDE.

### 3.6.2 FUNCIONES ESPECIALES.

#### 3.6.2.1 Mando neumático de Inversión retardado (temporizador)

Estas válvulas se componen de una válvula distribuidora 3/2, de accionamiento neumático, un regulador unidireccional (válvula anti retorno y de estrangulación) y un depósito pequeño de aire (Fig. 3.25).

Su funcionamiento es muy simple, el aire ingresa al depósito de aire pasando por la válvula reguladora unidireccional según el ajuste del tornillo, una vez que existe la suficiente presión de mando en el depósito, se mueve el émbolo de mando de la válvula distribuidora 3/2 accionando de esta manera el paso de aire para cumplir el proceso neumático deseado. El tiempo en que se forma presión en el depósito corresponde al retardo de mando de la válvula.

Para que el temporizador recupere su posición inicial, el aire del depósito escapa a través del regulador unidireccional a la atmósfera y los muelles de la válvula 3/2 vuelven el émbolo de mando a su posición Inicial.

Estos elementos son utilizados para un control secuencial de cilindros

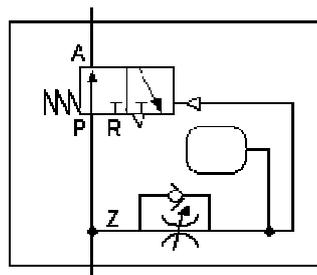
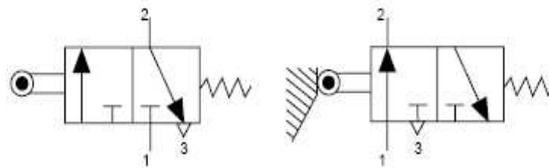


Figura 3.25 Diagrama interno de un timer neumático

#### 3.6.2.2 Final de carrera neumático.

No son más que válvulas de acción directa y de mando mecánico con un elemento llamado rodillo palpador, que al contacto con una parte de la superficie del vástago al estar afuera o adentro del cilindro, abren o cierran el paso de aire

que sirve de señal piloto para la válvula que controla la acción de dicho cilindro (Fig. 3.26).

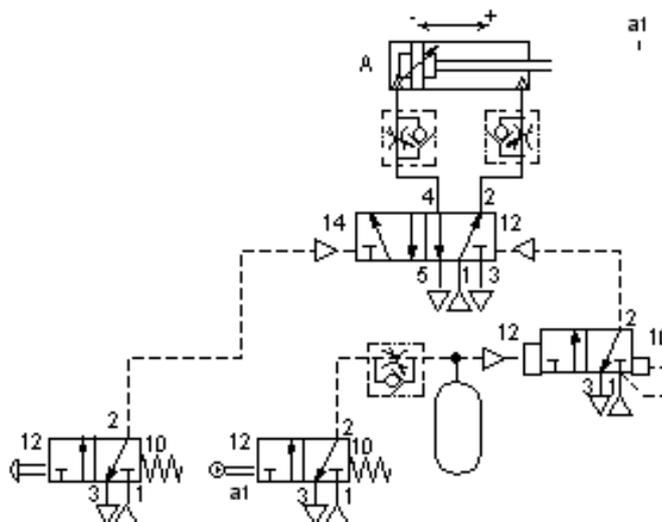


**Figura 3.26 Final de carrera neumático de válvula 3/2.**

### 3.6.3 CONTROL SECUENCIAL DE CILINDROS

#### 3.6.3.1 Control semiautomático de un CDE con retorno temporizado

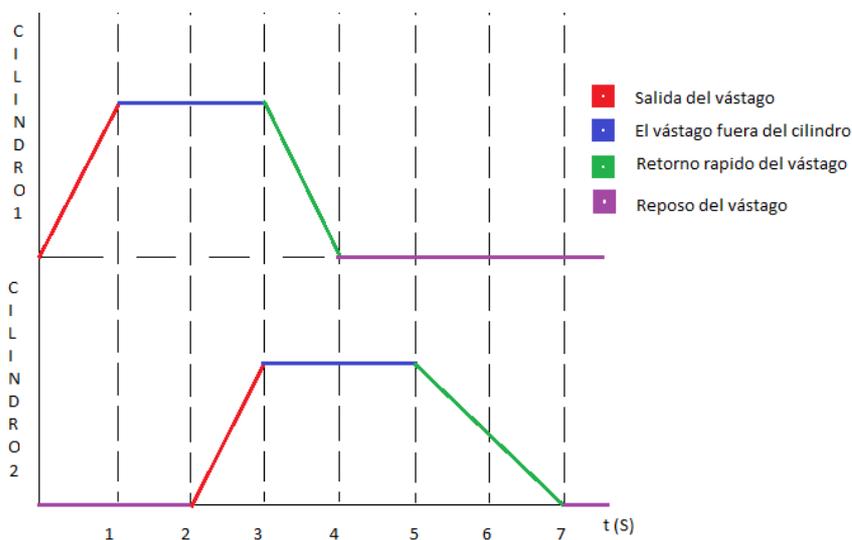
El accionamiento de este cilindro es manual y utiliza un válvula 5/2 pilotada por presión para su control directo, el vástago avanza al oprimir la primera válvula 3/2 y su retorno automático retardado, lo realiza utilizando un fin de carrera a1, el cual controla la otra válvula 3/2 del temporizador neumático, además utilizamos dos válvulas reguladoras de caudal para controlar la velocidad del vástago (Fig.3.27).



**Figura 3.27 Ejemplo gráfico del control semiautomático temporizado de un cilindro de doble efecto.**

### 3.6.3.4 Control de cilindros mediante diagrama camino-pasos

Este tipo de control utiliza la interpretación de diagramas, en los cuales se puede describir el movimiento de los cilindros tomando como referencia el tiempo de ejecución del trabajo (Fig. 3.28).



**Figura 3.28 Descripción gráfica del movimiento de dos cilindros.**

*Descripción del diagrama camino pasos de la figura:*

1. En el tiempo (0) comienza a salir el vástago del cilindro 1.
2. Después de haber salido completamente el primer vástago transcurre 1 seg. de tiempo y sale el vástago del cilindro 2
3. Al salir completamente el vástago del cilindro 2, el vástago del cilindro 1 regresa a su posición inicial rápidamente luego de haber estado fuera 2 seg.
4. El vástago del cilindro 2 queda fuera durante 2 seg. y luego de este tiempo retorna a su posición de inicio lentamente.

A continuación presentamos el circuito neumático que realizara el proceso que se describe en el diagrama camino – pasos

**VER ANEXO 3.5**

*Descripción del diagrama de control neumático:*

- La válvula neumática 3/2 denominada 0.2 es un switch de conexión y desconexión manual que permite alimentar de aire al sistema.
- Al pulsar la válvula 1.2 pasa el aire a través del fin de carrera 1.4 y acciona por señal piloto la válvula 1.1, que da la señal para que el vástago 1 salga.
- Cuando sale completamente el vástago 1 presiona el final de carrera 2.2 permitiendo el ingreso de aire al temporizador 1, el cual cumple su función y da una señal piloto demorada a la válvula 2.1 permitiendo salir el vástago 2.
- Cuando sale completamente el vástago 2 éste presiona el fin de carrera 1.3 permitiendo el ingreso de aire de forma simultánea al temporizador y como señal piloto para la válvula 1.1
- La válvula 1.1 al recibir la señal piloto regresa a su posición normal y hace que el vástago 1 regrese de manera inmediata con la ayuda de la válvula de escape rápido con silenciador.
- El temporizador 2 cumple su función de retraso y envía otra señal piloto demorada a la válvula 2.1 permitiendo el retorno del vástago 2 en forma lenta con la ayuda de la válvula reguladora unidireccional.
- De esta manera todos los elementos neumáticos de este control regresan a su posición inicial hasta el momento de oprimir nuevamente el pulsador manual y realizar un nuevo ciclo.

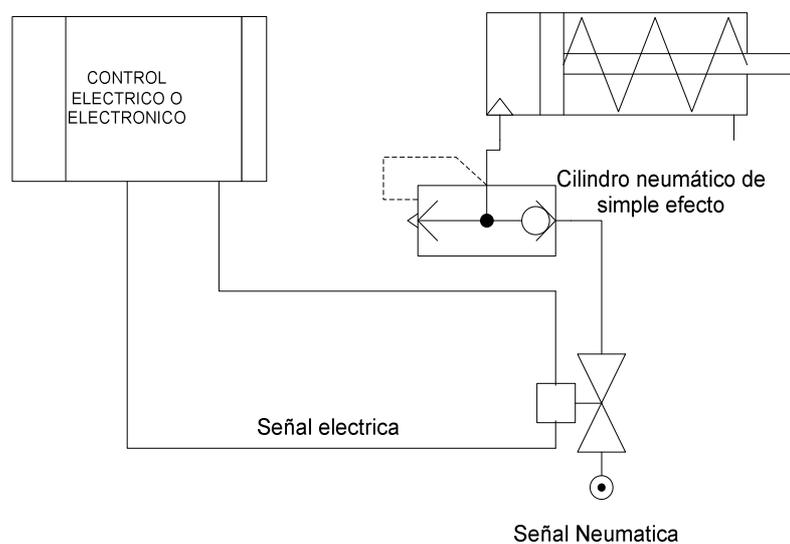
### **3.6.4 AUTOMATISMO NEUMÁTICO CON ELECTROVÁLVULAS**

Las electroválvulas constituyen el medio más común de obtener un mando automático en instalaciones neumáticas industriales pues la única señal que necesitamos controlar es la señal eléctrica que servirá como señal piloto para activar o desactivar las válvulas que controlen directamente a los actuadores neumáticos y de esta manera utilizar solo determinados elementos.

Estas electroválvulas se utilizan cuando la señal proviene de elementos eléctricos como un temporizador, un final de carrera, presostatos o mandos electrónicos

controladores como los PLC'S o microprocesadores para realizar los diferentes procesos neumáticos (Fig. 3.29).

En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos a distancias extremadamente largas entre emisor y receptor, para simplificar circuitos neumáticos y cuando la velocidad de las señales de control debe realizar acción inmediata.



**Figura 3.29 Ejemplo de interacción entre control eléctrico o electrónico y circuitos neumáticos.**

## **CAPITULO 4**

### **INSTALACIÓN DE UN PLC**

#### **4.1 PRECAUCIONES ANTERIOR A LA INSTALACIÓN DE UN PLC.**

Para que un PLC funcione correctamente hay que tener en cuenta todas las precauciones necesarias para proteger el equipo mientras realiza el trabajo para el que fue programado.

Por lo general estas especificaciones vienen dadas por el fabricante y la mayoría concuerda y considera varios puntos importantes que al cumplirse de manera estricta se puede garantizar un buen desempeño del equipo y una larga vida útil.

##### **4.1.1 CONDICIONES AMBIENTALES DEL ENTORNO**

El entorno donde se debe colocar el PLC debe reunir ciertas condiciones físicas, salvo indicaciones específicas del fabricante. Estas condiciones son:

- No estar sometidos a altas vibraciones o golpes, etc.
- Evitar exposición directa de rayos solares o focos incandescentes de tal manera que sus rangos de temperatura no superen los 50 ° o 60 ° C dependiendo del fabricante.
- De igual manera evitar sitios con bajas temperaturas por debajo de los 5°C, donde estos cambios violentos pueden producir condensados al interior del equipo.
- No situarlos en ambientes con humedad relativa por debajo del 20% o por encima del 90%.
- Evitar colocarlos en ambientes directos al polvo y a ambientes salinos.
- Evitar ambientes con gases corrosivos e inflamables, por seguridad.
- No colocar junto a líneas de alta tensión.

#### **4.1.2 DISTRIBUCIÓN DE COMPONENTES**

El PLC por norma debe ser situado en armarios metálicos donde, para evitar que la temperatura ambiente supere lo especificado por el fabricante, se coloca un ventilador externo para forzar el suministro de aire al equipo y de esta manera enfriarlo, o en caso de formar condensados debido a las bajas temperaturas se coloca una lámpara incandescente para elevar la temperatura ambiente que rodea al PLC.

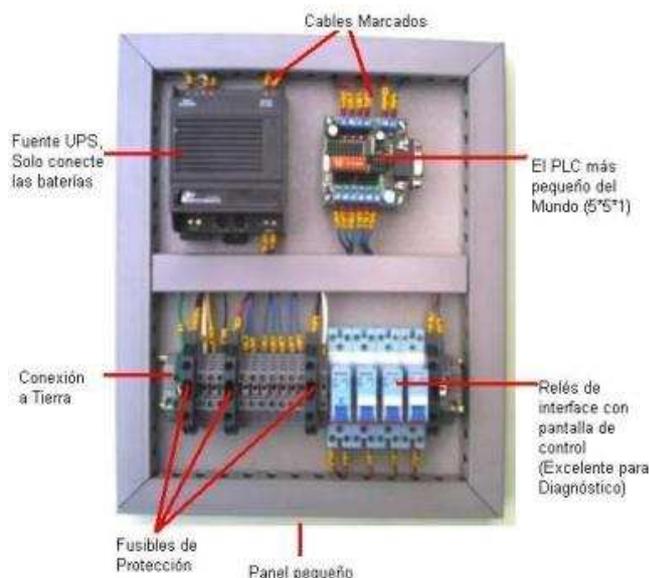
El armario debe estar dimensionado para contener al PLC y los demás elementos que conforman el control como por ejemplo: relés, pulsadores, protecciones, fuentes, regletas, cableados, etc.

Aunque ciertos fabricantes indican que el PLC se puede colocar en cualquier posición y dependiendo del espacio, por lo general se lo sitúa en el tablero de forma vertical y sobre riel de tal manera que sea de fácil desmontaje.

##### **4.1.2.1 Distribución de elementos al interior del armario**

Se considera ciertos parámetros al momento de armar un tablero de control (Fig.4.1).

- En la parte superior del armario se colocan los elementos que emanan calor para su rápida disipación, principalmente el PLC y las fuentes de alimentación, tomado en cuenta que esta última genera más calor.
- Los elementos electromecánicos como: relés, contactores y transformadores son generadores de campos magnéticos y por lo tanto producen ruido, es por eso que se recomienda alejarlos del CPU y de las entradas y salidas para que no distorsionen las señales.
- Dentro del armario es recomendable separar módulos de E/S digitales por un lado y analógicas por otro.



**Figura 4.1 Ejemplo de un tablero pre-armado con elementos distribuidos.**<sup>23</sup>

### 4.1.3 ALIMENTACIÓN

El PLC necesita una fuente de alimentación que contenga:

- Tensiones estables del valor requerido por el equipo, en lo posible libre de picos provocados por otros aparatos de la instalación.
- Protecciones contra sobre cargas y cortocircuitos mediante el uso de interruptores magneto térmicos, fusibles, etc.
- Una tierra de valor adecuado y señalizada. Si la instalación no posee esta tierra, habrá de habilitarse una exclusivamente para el PLC.
- Un circuito de mando que permita conectar y desconectar en el momento preciso el circuito o parte del mismo.

### 4.1.4 PUESTA A TIERRA

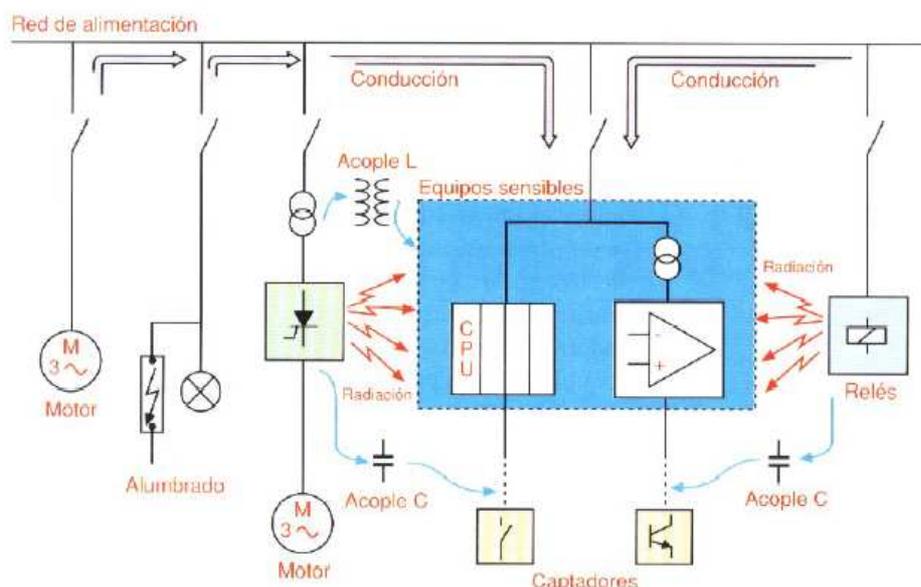
Se deberá seguir lo especificado en la normativa y las recomendaciones del fabricante, pero hay que recordar que cada una de las estructuras (racks) del PLC, debe estar unida mediante un cable independiente de sección adecuada, a

<sup>23</sup> [www.lt-automation.com/Dibujos/board4.JPG](http://www.lt-automation.com/Dibujos/board4.JPG)

la platina de tomas de tierra del armario. Nunca deben compartirse circuitos de tierra entre racks o con otros componentes del sistema a manera de extensión.

#### 4.1.5 RUIDO EN PLANTA

Para instalar un PLC en el lugar adecuado, hay que tener en cuenta las características de las fuentes de interferencia y de ruido electromagnético (Fig.4.2).



**Figura 4.2 Diagrama de elementos que reciben y emanan ruido.**

##### 4.1.5.1 Fuentes de ruido

- El acoplamiento o resonancia electrostática se produce debido a la existencia de capacitancias parásitas entre la línea de ruido y la línea de alimentación o señal. Esto ocurre generalmente cuando se colocan demasiados cables largos en una misma tubería conduit.
- El acoplamiento o resonancia magnética ocurre a través de las inductancias mutuas parásitas existentes entre líneas.
- El ruido puede ser conducido a través de los cables de señal o de alimentación, o puede ser irradiado por ondas electromagnéticas.
- El ruido electromagnético irradiado es generalmente de alta frecuencia.

Se debe tener especial cuidado en el sistema de control y su alambrado, ya que pueden actuar como antenas.

Las fuentes primarias de ruido en ambientes industriales son:

- Motores grandes.
- Máquinas soldadoras.
- Contactores (*switch* con cargas electromagnéticas).
- Máquinas de estado sólido.

Una manera de evitar el ruido (armónicos) en las redes de alimentación es colocando transformadores de aislamiento.

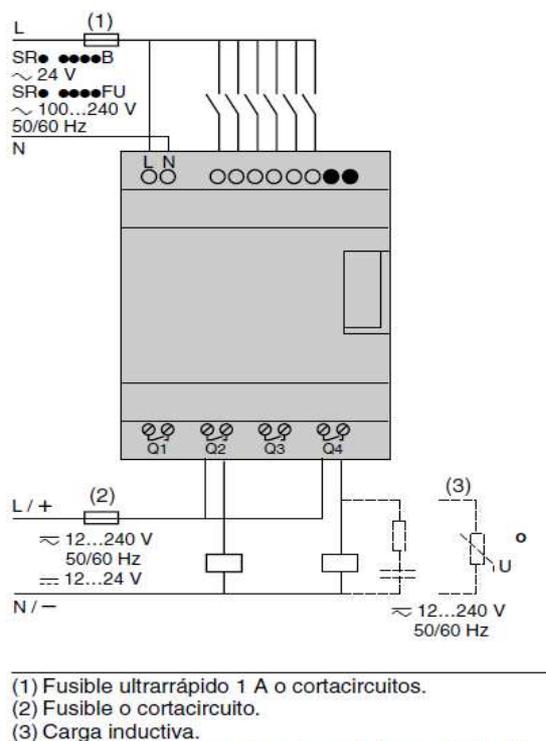
## **4.2 PROCEDIMIENTO DE CONEXIÓN DEL PLC**

Tomando en cuenta los puntos del subcapítulo anterior y considerando las instrucciones del fabricante, procedemos a conectar nuestro PLC que posee las siguientes características:

- Nano PLC Zelio Logo marca Telemecanique.
- Pantalla con Hand - Help para programación manual
- Modelo: SR2B201FU
- Voltaje de entrada 100-240Vac, 50/60Hz. y salidas 12 - 240Vac o 12-24 Vdc dependiendo de la corriente. Q1-Q8
- 12 Entradas digitales, 8 Salidas digitales a relé.
- Lenguajes de programación que soporta: BDF/LD.

Una vez verificado las características del PLC conectamos el equipo a la fuente utilizando un fusible de 1A en la línea de energía según recomendación del fabricante para protección eléctrica. A continuación conectamos todas las entradas digitales tal y como indica la figura, independiente de si son normalmente cerrados o normalmente abiertos, pues la configuración de estos elementos se lo realiza en el diseño del programa.

Para la conexión de las salidas hay que tomar en cuenta si las cargas, sean estos: relés, contactores, lámparas, etc. Van a utilizar la misma fuente de alimentación, de ser así, se puede utilizar un punto común entre varias salidas, realizando puentes entre uno de los dos bornes de cada salida ya que cada una es un switch diferente. Además es necesario recordar que para la conexión de las salidas también utilizamos una protección eléctrica, la cual será dimensionada según el consumo de las cargas que se tiene, esto se hace con el objeto de proteger al PLC (Fig. 4.3).



**Figura 4.3 Conexión eléctrica para PLC Zelio Logo marca Telemecanique.**<sup>24</sup>

## 4.3 FUNCIONAMIENTO ANTES DE LA INSTALACIÓN DEL PLC

### 4.3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PLANCHADO.

- *Paso 1:* Se enciende la máquina con el switch colocándolo de la posición 0 a la posición 1, esto produce que se enciendan conjuntamente el motor-ventilador de 1 ½ hp, el motor-extractor de ¾ hp y los focos que iluminan el interior de la cabina.

<sup>24</sup> *Catalogo de módulos zelio logo Telemecanique Schneider.*

- *Paso 2:* Se presiona el pulsante P1 (amarillo) para el cierre de los brazos neumáticos que forman parte del cuerpo del equipo.
- *Paso 3:* Se coloca la prenda (mandil) alrededor del maniquí y presionamos los pulsantes p1 y p2 (verdes) simultáneamente.
- *Paso 4:* Se cierran las puertas accionadas por cilindros neumáticos y comienza el proceso de planchado.
- *Paso 5:* Al interior de la cabina sucede lo siguiente: el pecho y la espalda neumática se cierran comprimiendo la prenda.  
El cuerpo del maniquí se eleva un poco, se abren los brazos y baja el pecho templando la prenda.  
La compuerta neumática del ventilador se abre para que ingrese el aire caliente producido al pasar por el intercambiador de calor e ingresa al interior de la cabina inflando la prenda.  
En determinado momento el atomizador al interior de la cabina humedece la prenda.
- *Paso 6:* Luego de haber realizado este proceso por el tiempo aproximado de 1 minuto el equipo se desactiva regresando todos los elementos a su posición original y dejando los brazos cerrados para sacar fácilmente la prenda.

#### **4.3.2 CIRCUITO DE VAPOR.**

Adjunto diagrama del circuito de vapor original. No se realiza cambio alguno a este sistema

#### **VER ANEXO 4.1 y 4.2**

##### **4.3.2.1 Descripción del diagrama**

- Según requerimientos de la máquina nuestro equipo necesita vapor a una presión de 125 psi max, este ingresa por una tubería de 1" al intercambiador de calor, al cuerpo del maniquí y al condensador.

- Durante el proceso, la cantidad de vapor que ingresa al intercambiador de calor en forma de serpentín, se encarga de calentar el aire que pasa a través de éste con ayuda de un ventilador eléctrico y toma contacto con la prenda directamente, haciendo que esta se infle y elimine arrugas en sus mangas y parte del cuerpo.
- Parte del vapor que ingresa al cuerpo del equipo se encarga de mantener calientes estas superficies, las cuales tienen contacto directo con la espalda y pecho de la prenda.
- El vapor que ingresa al condensador deja pasar una pequeña cantidad de condensado (líquido) por un determinado tiempo mientras la electroválvula está activada, esto se realiza con el objeto de humedecer un poco la prenda durante el proceso de planchado.
- Como se trata de un circuito cerrado, el vapor que constantemente se condensa sale en forma de líquido mediante las tuberías de retorno, las cuales cuentan con elementos que hacen más eficaz este proceso como son los filtros y las trampas de vapor.

### **4.3.3 CIRCUITO NEUMÁTICO**

Adjunto diagrama del circuito neumático original. No se realiza cambio alguno a este sistema.

### **VER ANEXO 4.3, 4.4 y 4.5**

#### **4.3.3.1 Descripción del diagrama**

- Para el funcionamiento de los cilindros neumáticos el equipo requiere una entrada de presión de aire comprimido de 80- 100 psi, así que está conectada a la red general de suministro de aire comprimido y regulada mediante una unidad de mantenimiento neumático FRL.
- La planchadora para su funcionamiento cuenta con ocho cilindros de diferentes medidas y recorridos que cumplen distintas funciones:

*Cilindro 1 y 2:* Este cilindro de simple efecto cierra los brazos del equipo en forma horizontal, y sus medidas son 1 1/8" de diámetro x 1 3/4" de recorrido.

*Cilindro 3:* Este cilindro de simple efecto mueve los brazos en forma vertical, y sus medidas son 1 1/2" x 3".

*Cilindro 4:* Este cilindro de simple efecto cierra el pecho en el cuerpo del equipo, y sus medidas son 3" x 3"

*Cilindro 5:* Este cilindro de simple efecto cierra el pecho en el cuerpo del equipo, y sus medidas son 1 1/2" x 3 5/8".

*Cilindro 6:* Este cilindro de doble efecto abre la compuerta para el ingreso de aire caliente al interior de la cabina, y sus medidas son 1 1/8" x 9"

*Cilindro 7:* Este cilindro pequeño de simple efecto estira la prenda desde su pecho, y sus medidas son 1 1/8" x 1 3/4".

*Cilindro 8:* Este cilindro de simple efecto cierra las compuertas de la cabina.

Todos los cilindros de simple efecto son de retorno por muelle.

- Los cilindros de simple efecto son comandados por electroválvulas neumáticas 3/2 y el cilindro de doble efecto por una electroválvula 5/2.
- La señal que activa la secuencia de las electroválvulas proviene del PLC ya programado en base al diagrama camino - pasos de los cilindros.

#### **4.3.3.2 Diagrama Camino- pasos del proceso de planchado.**

#### **VER ANEXO 4.6**

### **4.4 FOTOGRAFÍAS DE LA MÁQUINA ANTES DE LA INSTALACIÓN.**

A continuación podemos observar las fotografías del sistema de vapor y sistemas neumáticos originales, el tablero y el tipo de control eléctrico que poseía la máquina antes de la instalación del PLC.

#### **VER ANEXO 4.7**

## **4.5 DIAGRAMAS DE INSTALACIÓN**

### **4.5.1 DIAGRAMA ELÉCTRICO Y DE CONEXIÓN DEL PLC**

Adjunto diagrama de fuerza y conexiones eléctricas para el funcionamiento de la planchadora.

#### **VER ANEXO 4.8**

##### **4.5.1.1 Descripción del diagrama**

El proceso de funcionamiento está descrito de una manera resumida en el subcapítulo 4.3.1 pero a continuación se describe detalladamente el funcionamiento eléctrico según el nuevo diseño.

- El equipo requiere de una fuente trifásica de 220V, 60Hz. y un neutro con lo cual podemos diseñar nuestro circuito de control y conectar el circuito de fuerza.
- El proceso comienza al encender el equipo utilizando un switch de dos posiciones con el cual energizamos al RELÉ 1, el cual controla el encendido directo del PLC y los focos al interior de la cabina, además comanda los contactores que encienden el motor ventilador y el motor extractor simultáneamente.
- A continuación oprimimos el pulsante de color amarillo denominado P1 que ingresa al PLC para activar la salida Q1 la cual permite cerrar los brazos neumáticos dejándolo listo para colocar la prenda sobre el cuerpo metálico.
- Procedemos a oprimir los pulsantes en serie P2 y P3 simultáneamente para iniciar el proceso, esta señal que ingresa al PLC permite activar las salidas en una determinada secuencia pre programado según nuestro diseño del programa de control.
- El Relé 2 energiza dos electroválvulas utilizando la señal que proviene al activarse la salida Q2.

- El proceso puede ser suspendido en cualquier momento al oprimir el botón de paro general P0 o regresando el switch de dos posiciones a la posición de apagado.

Se ha colocado diferentes protecciones eléctricas como fusibles basándonos en los requerimientos y recomendaciones del fabricante como es el caso de la alimentación del PLC (1 Amp), mientras que en el caso de los guarda motores se tiene la siguiente consideración:

Corriente para dimensionar guarda motor (menores a 1HP y mayores a 1/8HP)  
 $I = 1,15 \times I_n$ ;      Para nuestro motor de 3/4 de HP       $I = 1,15 \times 2,8 = 3.22A$

Corriente para dimensionar guarda motor (mayores a 1HP)  
 $I = 1,25 \times I_n$ ,      Para nuestro motor de  $1 \frac{1}{2}$  HP       $I = 1,25 \times 5,2 = 6.5A$

$P_t = \Sigma$  Potencias de electroválvulas = 7 electro válvulas x 6 W c/u = 42W

$$I = \frac{42W}{110V} = 0,38A + 2 \text{ relés de } 0.2 A = 0.78 A$$

Entonces se coloca 1 fusible inmediato superior al valor obtenido, en este caso de 1A para la protección de las salidas del PLC

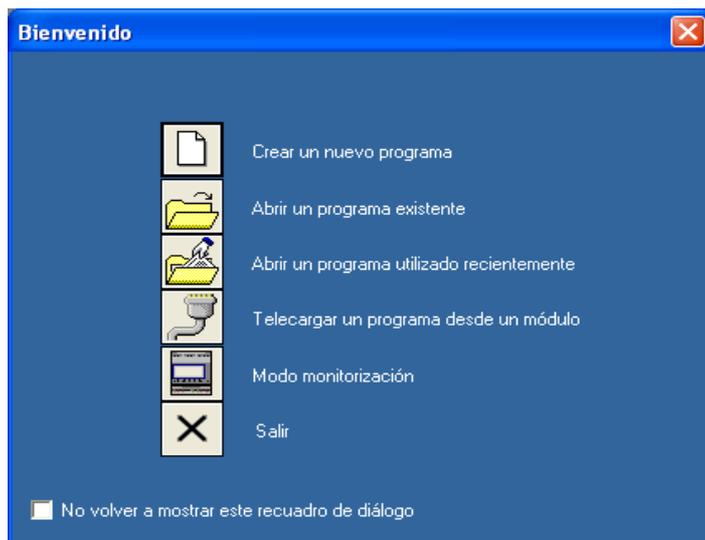
## 4.6 PROGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DEL PLC

### 4.6.1 ESCRITURA DEL PROGRAMA USANDO EL SOFTWARE

Como se utiliza un PLC de la familia zelio Telemecanique entonces se programa utilizando el software requerido que es ZELIO SOFT 2 versión 4.1.1.

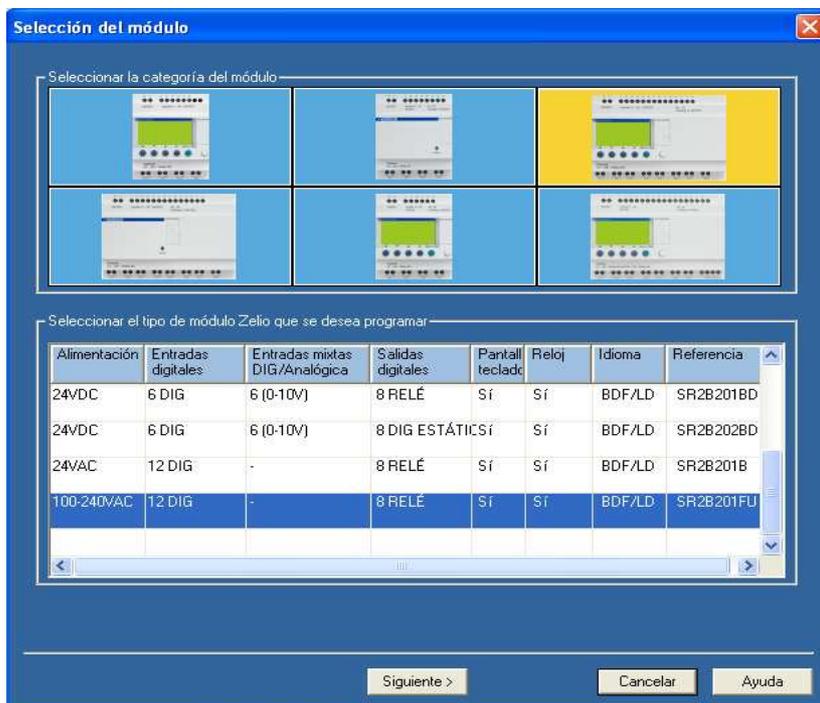
A continuación se describe paso a paso el uso de este software:

1. Se abre el programa y se selecciona "crear nuevo programa" (Fig. 4.4).



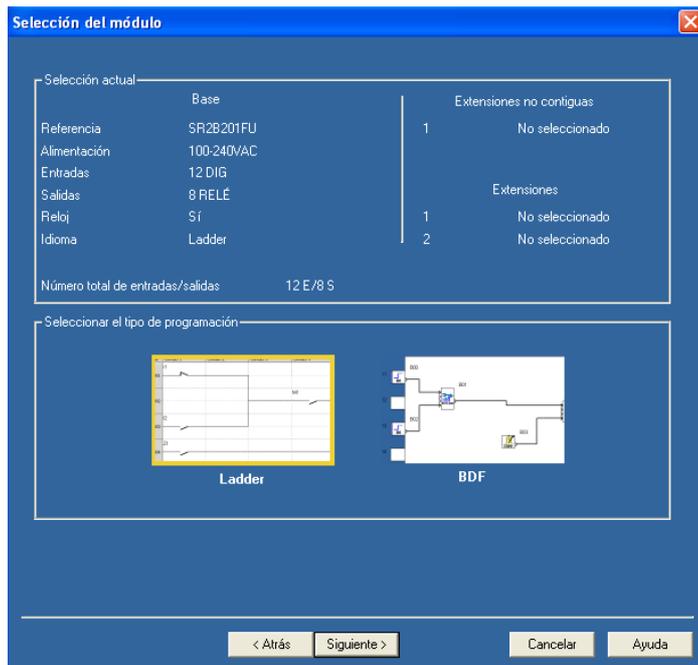
**Figura 4.4 Cuadro de inicio del software.**

2. Según el gráfico se selecciona el módulo a utilizar y se oprime “siguiente”, en este caso se elige el PLC SR2B201FU (Fig.4.5).



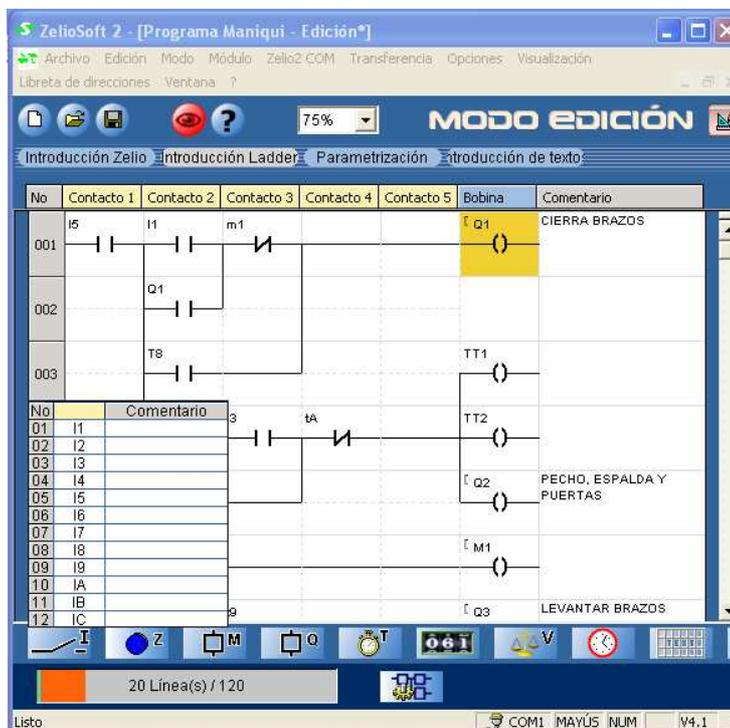
**Figura 4.5 Cuadro de selección del módulo.**

3. En este cuadro se selecciona el lenguaje en el que se va a programar, en este caso utilizamos LADDER y oprimimos “siguiente” (Fig. 4.6).



**Figura 4.6 Cuadro de selección del lenguaje de programación.**

Utilizando todos los comandos que ofrece el software como son: los timers, interruptores bobinas, relés auxiliares etc. se realiza el programa que controlará el proceso neumático de planchado (Fig. 4.7).



**Figura 4.7 Cuadro de programación en lenguaje Ladder.**

## 4.6.2 ESQUEMA DEL PROGRAMA EN LENGUAJE LADDER

VER ANEXO 4.9

## 4.7 PRUEBAS Y VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO

### 4.7.1 SIMULACIÓN DEL PROGRAMA

Esta herramienta sirve para verificar el programa mediante la simulación (Fig.4.8).

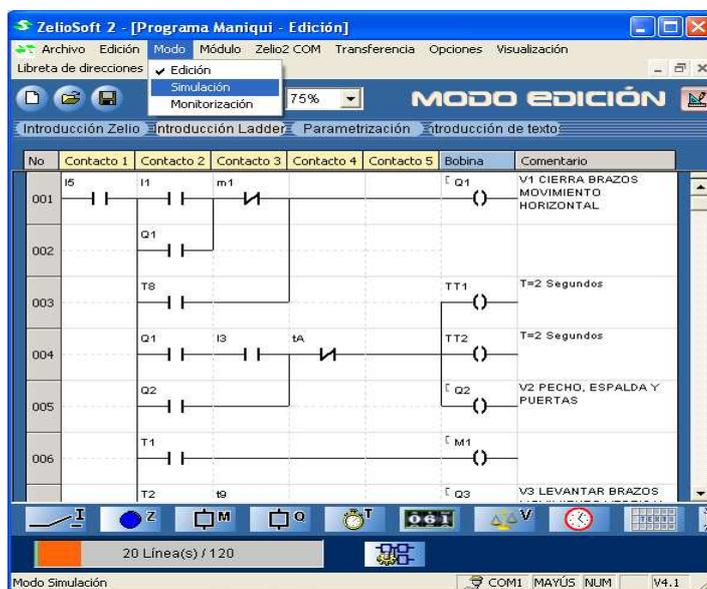


Figura 4.8 Modo simulación en cuadro del programa.

Se activa “INIC y RUN” en esta pestaña para simular el programa (Fig.4.9)

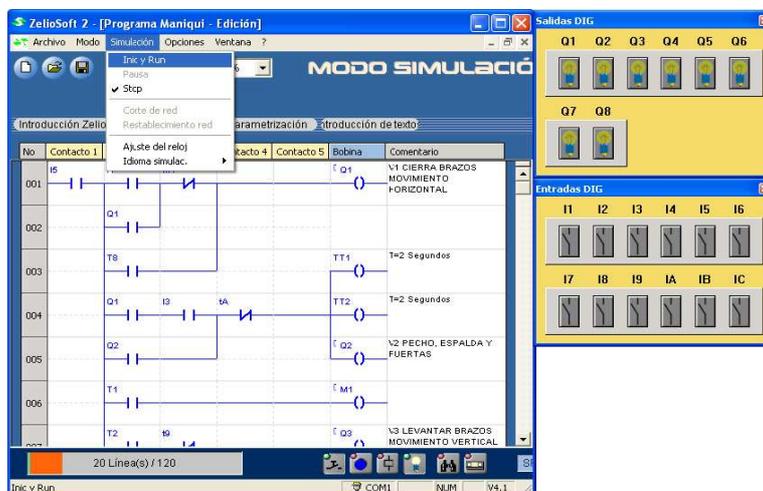
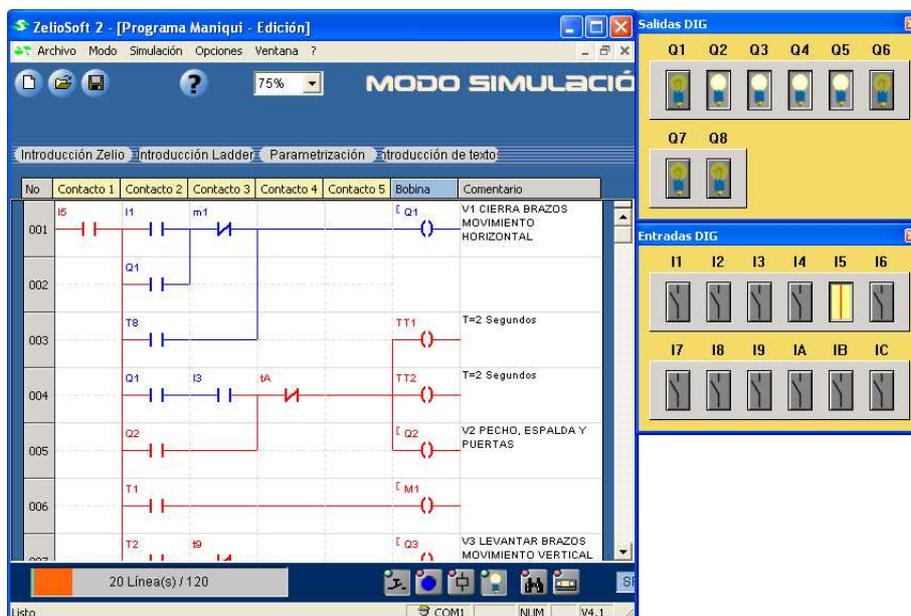


Figura 4.9 Cuadro de simulación con entradas y salidas.

Al activar los botones en la parte inferior derecha se puede visualizar las entradas y las salidas, de manera que cuando se oprime los pulsantes en el recuadro como si se tratara del proceso real se observa el encendido de las luces y se puede verificar si cumple la secuencia según el diseño del programa (Fig. 4.10).

Se puede detener la simulación activando “stop” en la viñeta de simulación y para poder realizar algún tipo de arreglo se selecciona en la viñeta “modo” la opción de edición.



**Figura 4.10 Cuadro de simulación completa del programa en modo RUN.**

Luego de haber verificado la ausencia de errores en el programa, se procede con la descarga hacia el módulo físico, esto es mediante transmisión de datos por medio de un cable diseñado para trabajar con módulos Zelio Logo.

#### 4.7.2 MONITOREO Y DESCARGA DEL PROGRAMA

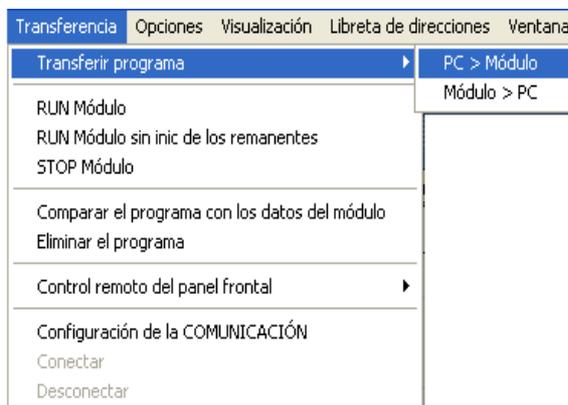
Existen varios modos de comunicación y transmisión de datos entre la PC y el PLC, pero en este caso se utiliza un cable de interface RS232 adquirido especialmente para este tipo de módulos. Este cable permite monitorear y reconocer el módulo desde la PC utilizando el software. Al conectar el PLC y seleccionar en la pestaña “modo” la opción “monitorización” se puede activar las

salidas físicas del módulo utilizando únicamente los pulsantes colocados en el programa mediante el software (Fig. 4.11).



**Figura 4.11 PLC conectado a la PC mediante cable de datos.**

Luego de realizar todo este proceso previo a la descarga del programa al módulo y verificando que opere según lo requerido, seleccionamos la pestaña de transferencia como indica la figura



**Figura 4.12 Cuadro de selección para transmitir el programa.**

Una vez transmitido el programa, en la misma pestaña seleccionamos “RUN modulo” para dejar encendido y corriendo el programa. Ahora el PLC se encuentra listo para la instalación física en el tablero y su trabajo correspondiente de controlador del proceso de planchado.

## CAPITULO 5

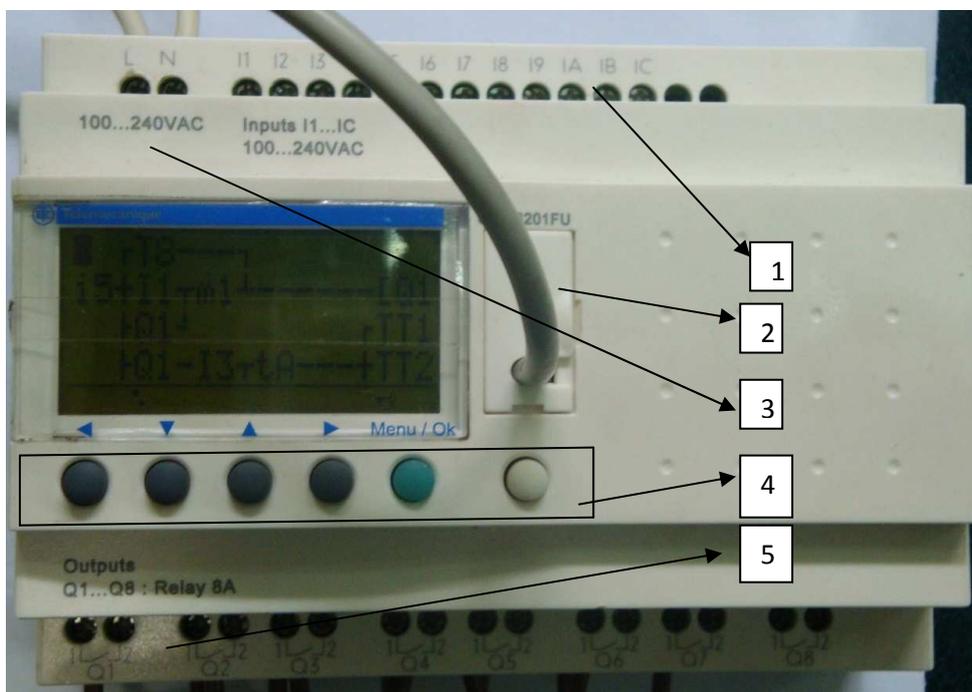
### MANTENIMIENTO Y MANIPULACIÓN DE UN PLC.

#### 5.1 MANEJO DEL PROGRAMA DIRECTAMENTE EN EL PLC

El PLC una vez instalado en el tablero de control respectivo podemos manejarlo, simularlo e incluso reprogramarlo dependiendo del tipo de PLC que sea.

El controlador de este proceso de planchado, es un nano PLC zelio logo, el cual nos permite realizar las actividades antes mencionadas, sin necesidad de desmontar y desconectar el controlador del tablero, gracias al teclado (Hand Help) y pantalla LCD que posee para realizar cualquier modificación en el programa.

##### 5.1.1 PARTES EXTERNAS DEL PLC ZELIO LOGO SB2B201FU



**Figura 5.1 Partes del PLC utilizado en el proyecto.**

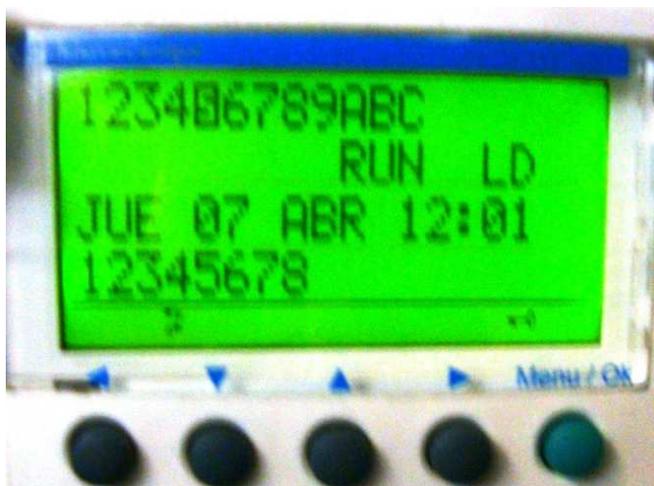
1. Orificios de conexión de entradas.
2. Orificio para ingreso de cable de transmisión de datos SR2 CBL01 RS-232.

3. Orificios de conexión de fuente.
4. Teclado Hand Help con botones (derecho, izquierdo, sube, baja, ok, shift).
5. Orificios de conexión de salidas.

### 5.1.2 DESCRIPCION DEL MENÚ INTERNO DEL MÓDULO ZELIO LOGO

El módulo luego de ser programado mediante PC, como se indico en el capítulo anterior se encuentra en estado "RUN" (corriendo el programa) de tal manera que una vez conectado el controlador en el tablero, se puede visualizar algunos parámetros en el LCD como: la fecha, hora, modo STOP/RUN, el lenguaje utilizado para la programación LD/ BDF, número de entradas y número de salidas.

En la pantalla LCD también se puede apreciar el estado de la entrada o salida (abierto o cerrado) según la tonalidad que posee el número, como es el caso de la entrada I5, la cual se encuentra en estado de cierre (Fig. 5.2).



**Figura 5.2 Pantalla principal del módulo zelio logo en modo RUN.**

Al oprimir el botón MENÚ / OK de color verde que se encuentra en el teclado del modulo, se despliega en el LCD un menú de programación que posee varias opciones, las cuales pueden ser elegidas desplazándose con el teclado y oprimiendo el botón OK (Fig. 5.3).



**Figura 5.3 Menú visualizado en la pantalla del módulo.**

Este menú contiene opciones y parámetros cuya función que se describe brevemente a continuación.

- **MONITORIZACION.-** Durante el modo RUN permite verificar de manera visual el cambio de estado de los elementos como switches, timers, salidas, bobinas auxiliares, etc. utilizados en la programación del modulo. Para tener acceso a este parámetro es necesario introducir una clave que es solicitada por el equipo PLC.
- **PARAMETRO.-** Nos permite apreciar los valores y comportamiento de varios elementos como por ejemplo los timers.
- **RUN/STOP.-** Este parámetro sirve para activar o desactivar el programa ingresado en el módulo.
- **VERSION.-** Describe especificaciones del equipo, lenguaje de programación y software, no se puede modificar nada en este parámetro.
- **IDIOMA.-** Permite seleccionar el idioma en el cual se visualizarán opciones y parámetros del módulo.
- **FALLO.-** Registra los fallos que sucedieron en el módulo durante el proceso de trabajo.
- **CAMBIAR D/H.-** Nos permite modificar el día y la hora del módulo.

## **5.2 MANEJO DEL MODULO DE MODO MANUAL**

### **5.2.1 COMO DETENER EL PROGRAMA DEL MODULO**

Antes de querer realizar cualquier modificación en el programa previamente introducido mediante cable de datos, es necesario detener el programa que se está ejecutando actualmente, para lo cual realizamos las siguientes acciones:

- En la pantalla principal del modulo oprimimos la tecla MENU/OK.
- Al desplegar la pantalla de parámetros elegimos la opción RUN/STOP.
- Seleccionamos la opción STOP e inmediatamente se detiene el programa.

### **5.2.2 OPCIONES PARA MODIFICACIÓN DEL PROGRAMA**

Una vez que se ha detenido el programa nuestro menú de parámetros cambia y aparecen más opciones del módulo intercaladas con algunas opciones anteriores como por ejemplo:

- ✓ PROGRAMACION.- En este parámetro podemos modificar o quitar elementos que se encuentran dentro del programa e incluso nos permite añadir nuevas líneas de programa.
- ✓ CONFIGURACION.- Esta opción nos permite ver y modificar los valores de algunos elementos como por ejemplo los timers, salidas, bobinas auxiliares e incluso entradas.
- ✓ BORRAR PROG.- Para ingresar en esta opción es necesario ingresar la clave del programa, de tal manera que al ingresarla se borra completamente cualquier programa grabado previamente en el módulo.
- ✓ TRANSFERENCIA.- Esta opción se utiliza para transmisión de datos y programas hacia o desde el módulo PLC.
- ✓ CONTRASEÑA.- Esta opción nos permite modificar nuestra clave de acceso al programa, previamente ingresando la clave anterior.

- ✓ CYCLO & WATCHDOG.- Esta opción sirve para evitar que la memoria interna del PLC en algún momento entre en un lazo cerrado y se quede sin reaccionar a ninguna orden (colgado).

### **5.2.3 MODIFICACIÓN DEL PROGRAMA DEL MÓDULO**

- En el nuevo menú de opciones de la pantalla principal seleccionamos PROGRAMACION.
- Ingresamos la clave que protege nuestro programa.
- Se puede visualizar varios elementos en las líneas de programación
- Desplazamos el ícono parpadeante arriba abajo, izquierda, derecha con la ayuda del teclado.
- Oprimimos simultáneamente las teclas MENU/OK y SHIFT para modificar e incluir nuevos elementos o líneas completas de programa
- Una vez realizado los respectivos cambios se oprime la tecla OK para validar la modificación.
- Al regresar al menú principal escogemos la opción RUN/STOP y mandamos a correr nuestro nuevo programa

## **5.3 PRINCIPALES FALLAS EN UN PLC**

Existen innumerables posibles fallas por las que un PLC no podría trabajar correctamente, a continuación nombraremos las fallas más comunes que se pueden encontrar en el módulo.

### **5.3.1 FALLA DE DESPROGRAMACIÓN**

Este tipo de falla se da normalmente cuando el equipo a estado demasiado tiempo sin funcionamiento y expuesto a condiciones de trabajo no recomendables para el equipo, como suele ser: la humedad, ambientes de polvo, gases o elementos corrosivos los cuales dañan elementos internos como sistemas

integrados y microprocesadores al interior del PLC provocando una des configuración total del programa e incluso provocando la pérdida total del mismo.

### **5.3.2 FALLA DE TRANSMISIÓN**

Este tipo de fallas son producidas generalmente durante el momento de la transmisión de datos del programa ya sea desde la PC hacia el PLC o viceversa y muchas veces es producto de una mala instalación de software o por trabajar con una versión diferente a la versión con la que fue programado anteriormente el módulo.

### **5.3.3 FALLA DE WATCHDOG TIMER**

El watchdog timer (perro guardián) produce una falla que es para lo que está diseñado y realiza el trabajo de proteger al microprocesador interno del Plc durante la transmisión de datos, reiniciando al microprocesador en caso de ser interrumpida una transmisión de datos, evitando de esta manera que el microprocesador entre en un lazo cerrado de instrucciones y se cuelgue sin responder a ningún tipo de instrucción. Este tipo de falla se auto corrige por si sola.

### **5.3.4 FALLA DE LAS SALIDAS**

Estas fallas son las más comunes debido a que las salidas del módulo, que por lo general son relés de estado sólido, en la mayoría de los casos suelen quedar deshabilitados debido al daño que sufren al controlar una carga con un alto consumo de corriente para el cual no está diseñado la salida del PLC.

## **5.4 ACCIONES PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS ANTE FALLAS**

En base a las fallas de los puntos anteriores se puede tomar varias acciones preventivas y correctivas para evitar o solucionar problemas que se produzcan en el PLC antes o durante el ciclo de trabajo.

### **5.4.1 REPROGRAMAR EL MÓDULO**

En caso de detectar fallas en el programa primero debemos asegurarnos de que los valores y funciones de los elementos dentro del programa sean los correctos, caso contrario lo reparamos de ser posible modificando el programa, si se ha producido la pérdida total del programa es necesario reprogramarlo nuevamente realizando los pasos descritos en el subcapítulo 4.6.

### **5.4.2 PRECAUCIÓN AL TRANSMITIR**

Para evitarnos fallas al momento de la transmisión de datos debemos asegurarnos que se está trabajando con el software adecuado para el controlador a programar, de lo contrario habremos perdido tiempo realizando el programa y darnos cuenta al final de no poderlo transmitir.

### **5.4.3 COLOCACION DE RELES PARA LAS SALIDAS**

Para evitar daños en las salidas debido a la alta circulación es necesario tomar en cuenta las características y recomendaciones del fabricante en las cuales deben destacar la carga máxima que pueden soportar en sus salidas este módulo, sean estas salidas por relé o transistor.

En el caso de que nuestra carga tenga un gran consumo de corriente que podría afectar el desempeño de una de las salidas utilizamos relés, los cuales poseen contactos que pueden soportar una corriente mayor a la que indica el dato de placa del modulo. Además en caso de daño su mantenimiento o reparación es más fácil, más accesible por la facilidad de montaje y desmontaje lo cual nos representa un gran ahorro económico ya que la diferencia de costos entre un PLC y un relé es bastante significativa, siendo este segundo elemento el más barato.

#### **5.4.4 FUSIBLES DE PROTECCIÓN**

Dentro de las descripciones del fabricante como en nuestro caso recomienda fusibles de protección tanto en la salida como en la entrada, esto se lo realiza con el fin de salvaguardar el buen desempeño del módulo y evitar posibles daños que dejen deshabilitado definitivamente al equipo. En el caso de nuestro PLC se recomienda usar un fusible de 1 amperio en la línea de energía (fase) de alimentación para encendido y funcionamiento del módulo y un fusible dimensionado según las cargas de las salidas que resulta de la suma total de las corrientes que consume cada carga, en nuestro caso electroválvulas neumáticas

#### **5.4.5 REPROGRAMAR SALIDAS.**

Como suele suceder en muchos casos en la industria, la falta de un buen sistema de protección eléctrica puede ocasionar severos daños en el modulo de control sean estos producidos por cortocircuitos, sobrecargas o sobre voltajes de tal manera que si se trata de las salidas, en el peor de los casos queda deshabilitada y la solución que se puede dar, es utilizar alguna salida extra que posea el modulo y que no se esté utilizando. El realizar este tipo de acción implica tener que modificar no solo el programa al interior del controlador sino también las conexiones externas del módulo de la salida perjudicada.

### **5.5 FOTOGRAFÍAS RECIENTES DE LA MÁQUINA**

**VER ANEXO 5.1**

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La Industria ha crecido de tal manera que requiere de largas jornadas de trabajo y de un gran número de trabajadores, pero muchos de estos trabajos se basan en tareas repetitivas, lo que acarrea errores involuntarios debido al margen de falla humana. De ahí la necesidad de implementar un tipo de controlador, que este pendiente de cualquier cambio que se produzca en el proceso, tome la acción correctiva y trabaje largas jornadas con solo mantenimientos preventivos y correctivos cuando se amerite, el PLC nos brinda esta facilidad.
- Los Plcs como herramienta de control a comparación de los microprocesadores son módulos de fácil programación debido a que utilizan un software más gráfico que hace sencillo su entendimiento, además el diseño del hardware ya vienen diseñado con estándares y normas adquiridas por el fabricante lo que lo vuelve más seguro.
- Los Plcs sustituyen a los antiguos sistemas de control basados únicamente en relés, pues estos producían dificultades tanto en su instalación como en su mantenimiento trayendo consigo altos costos de reparación para equipos poco confiables.
- La mayoría de las electroválvulas tienen un sistema de accionamiento manual con el cual se pueden activar sin necesidad de utilizar señales eléctricas. Esto se hace solamente en labores de mantenimiento, verificar la existencia del aire a presión o simplemente para corroborar el buen funcionamiento de la válvula y del cilindro.
- Podemos afirmar que en los actuadores de doble efecto, para igualdad de presión y caudal, la velocidad de retorno es mayor que la de avance y la fuerza provocada a la salida es mayor que la fuerza de retorno debido al interior del cilindro el área del vástago disminuye el área efectiva del émbolo en una de sus dos caras provocando el fenómeno físico mencionado anteriormente. En los cilindros de

doble vástago la fuerza y la velocidad de desplazamiento es igual en los dos sentidos ya que las superficies del émbolo son iguales.

- En todos los sistemas de vapor se utiliza un sistema de trampeo, el cual nos permite optimizar el proceso de intercambio de calor evacuando solamente el líquido condensado y dejando la línea colmada únicamente de vapor para su trabajo.
- En la línea de ingreso de vapor se utiliza una válvula reguladora que disminuye la presión de la red de suministro con el objeto de asegurar el buen estado y desempeño de las tuberías, intercambiadores y trampas del sistema de vapor completo de la máquina.
- El cuerpo del maniquí necesita limpieza y lubricación periódica por tratarse de piezas y elementos móviles que se saturan de pelusas e hilos desprendidos por las prendas al momento de ser planchadas.
- Los pulsantes p1 y p2 se los conecta en serie de tal manera que se deban oprimir simultáneamente para iniciar el proceso con la finalidad de brindar protección al operador, pues tiene que estar con los dos brazos fuera de la cabina para iniciar el ciclo y evitar accidentes.
- La prenda que va a ser planchada en esta máquina no necesariamente debe estar seca para su colocación en el maniquí ya que el ingreso de aire caliente y la temperatura de las superficies donde tienen contacto el mandil se encarga de secar la prenda por completo durante el ciclo de trabajo
- Los relés colocados a las salidas del módulo controlador no solo nos sirven para proteger el funcionamiento de dicha salida además podemos usarla como herramienta para energizar múltiples circuitos simultáneamente utilizando la misma señal de control que envía esta salida pues el elemento relé posee varios contactos sean abiertos o cerrados que los podemos utilizar como herramientas según el diseño de control.

- La simbología neumática no suele representar las características mecánicas de un componente sino tan sólo su principio de funcionamiento y por tanto su aplicación.
- El mantenimiento periódico semanal que se le da al equipo en general es:
  1. Se realiza la Limpieza de toda la cámara pues recoge gran cantidad de pelusas provenientes de las diferentes prendas a planchar. Esto se lo realiza con ayuda de un compresor.
  2. Se engrasa y lubrica las partes móviles del equipo como son las puertas de la cabina y de ingreso de aire, los brazos móviles y uniones que realizan movimiento alguno exceptuando los vástagos de los cilindros.
  3. Se purga y chequea el contenido de aceite de la unidad FRL del equipo a fin de preservar el sistema neumático.
  4. Se revisa que la banda que une al motor eléctrico con el ventilador esté en perfectas condiciones para evitar contratiempos como una posible ruptura o deslizamiento entre las poleas.
  5. Se chequea que el sistema eléctrico se encuentre en perfecto estado desde la fuente verificando voltajes adecuados, conexiones sueltas o cables flojos que pueden producir un mal desempeño del proceso.

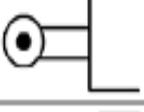
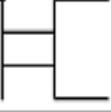
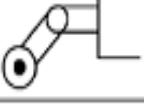
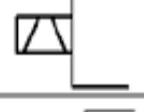
## BIBLIOGRAFÍA

1. **LUIS MA. JIMÉNEZ DE CISNEROS**, (3ra EDICIÓN), "*Manual de Neumática*", versión castellana.
2. **A. SERRANO NICOLÁS**, (5ta EDICIÓN), "*Neumática*".
3. **ANTONIO CREUS SOLE**, (1era EDICIÓN), "*Neumática e Hidráulica*".
4. **CARLOS A. SMITH, ARMANDO B. CORRIPIO**, "*Control automático de procesos*", teoría y práctica.
5. **FESTO**, "*Catálogo, programa básico*" (Edición 01/03) Pag. 2-13
6. **FESTO**, "*Aire Comprimido, Fuente de Energía*" Pág. 71
7. **INSETEC**, "*Actualización, análisis y rediseño del sistema de distribución de aire comprimido*" Pag. 22
8. **KATSUHIKO OGATA**, (4ta EDICION) "*Control automático de procesos*"
9. **EMPRESA ENTRECANALES CONSTRUCTORA**, (1984) "*catalogo Maniquí modelo 168*".
10. **TELEMECANIQUE**, (2006/2007) "*Catalogo de control industrial Simply Smart*" Cap. 4, pág. 38-39

11. **ING. PABLO ANGULO SANCHEZ**, (1990) *“Diagramas de control industrial”*.
12. **CARLOS CANTO** *“Simbología Neumática”*
13. [www.tecnoautomat.com](http://www.tecnoautomat.com)
14. **ZELIO LOGIC**, *“Manual de Relés Programables .pdf”*.
15. **PARKER TRAINING**, (2003), *“Tecnología Neumática Industrial.Pdf.”*
16. **ANTONIO BUENO**, *“Unidad didáctica de simbología neumática .pdf”*
17. [http://www.tecnologiaindustrial.info/index.php?main\\_page=document\\_general\\_info&cPath=412&products\\_id=381](http://www.tecnologiaindustrial.info/index.php?main_page=document_general_info&cPath=412&products_id=381)
18. <http://www.guindo.pntic.mec.es/~crangil/neumatica.htm#simbolo>
19. <http://www.monografias.com/trabajos13/circuneu/circuneu.shtml#captad>.
20. <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/instindustrial/teorico/03.Anexo02-AutomatasProgramables.pdf>

**ANEXO**  
**CAPITULO 3**

**ANEXO 3.1 Tipo de accionamiento de las válvulas neumáticas.<sup>25</sup>**

Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Mando manual en general, pulsador.		Palpador, control mecánico en general.
	Botón pulsador, seta, control manual.		Rodillo palpador, control mecánico.
	Mando por palanca, control manual.		Rodillo escamoteable, accionamiento en un sentido, control mecánico.
	Mando por pedal, control manual.		Mando electromagnético con una bobina.
	Mando por llave, control manual.		Mando electromagnético con dos bobinas actuando de forma opuesta.
	Mando con bloqueo, control manual.		Presurizado neumático.
	Muelle, control mecánico.		Mando por presión. Con válvula de pilotaje neumático.

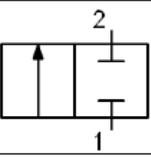
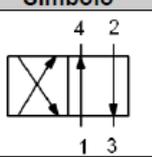
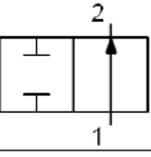
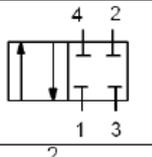
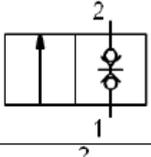
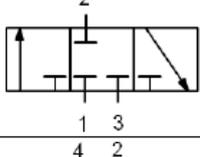
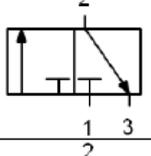
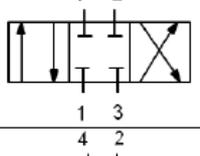
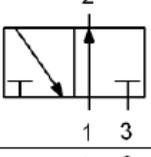
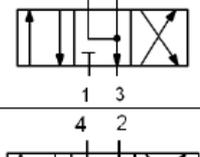
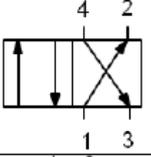
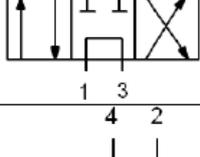
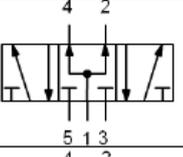
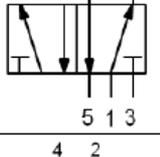
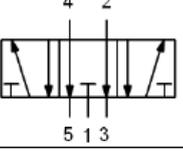
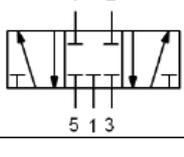
<sup>25</sup> [www.iesenriqueflorez.centros.educa.jcyl.es/sitio/upload/simbologia\\_neumatica.pdf](http://www.iesenriqueflorez.centros.educa.jcyl.es/sitio/upload/simbologia_neumatica.pdf)

### ANEXO 3.2 Tipo de actuadores neumáticos lineales según norma DIN ISO 1219.<sup>26</sup>

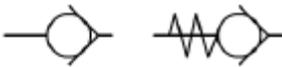
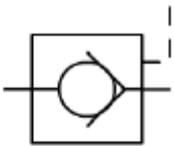
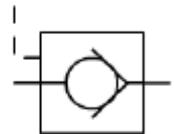
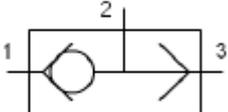
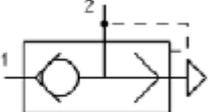
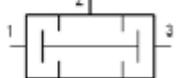
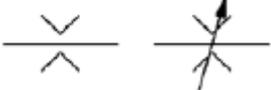
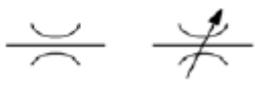
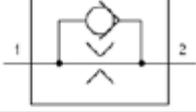
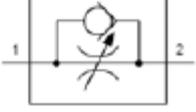
Símbolo	Descripción		
	Cilindro de simple efecto, retorno por esfuerzos externos.		Cilindro de simple efecto, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	Cilindro de simple efecto, retorno por esfuerzos externos.		Cilindro de simple efecto, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	Cilindro de simple efecto, retorno por muelle.		Cilindro de simple efecto, vástago simple anti giro, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	Cilindro de simple efecto, retorno por muelle.		Cilindro de simple efecto, vástago simple anti giro, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple.		Cilindro de doble efecto, vástago simple.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple.		Cilindro de doble efecto, vástago simple anti giro.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple anti giro.		Cilindro de doble efecto, vástago simple montaje muñón trasero.
	Cilindro de doble efecto, doble vástago.		Cilindro de doble efecto, doble vástago.
	Cilindro de doble efecto, doble vástago anti giro.		Cilindro de doble efecto, vástago telescópico.

### ANEXO 3.3 Diagramas de válvulas direccionales neumáticas.<sup>27</sup>

<sup>26</sup> [www.iesenriqueflorez.centros.educa.jcyl.es/sitio/upload/simbologia\\_neumatica.pdf](http://www.iesenriqueflorez.centros.educa.jcyl.es/sitio/upload/simbologia_neumatica.pdf)

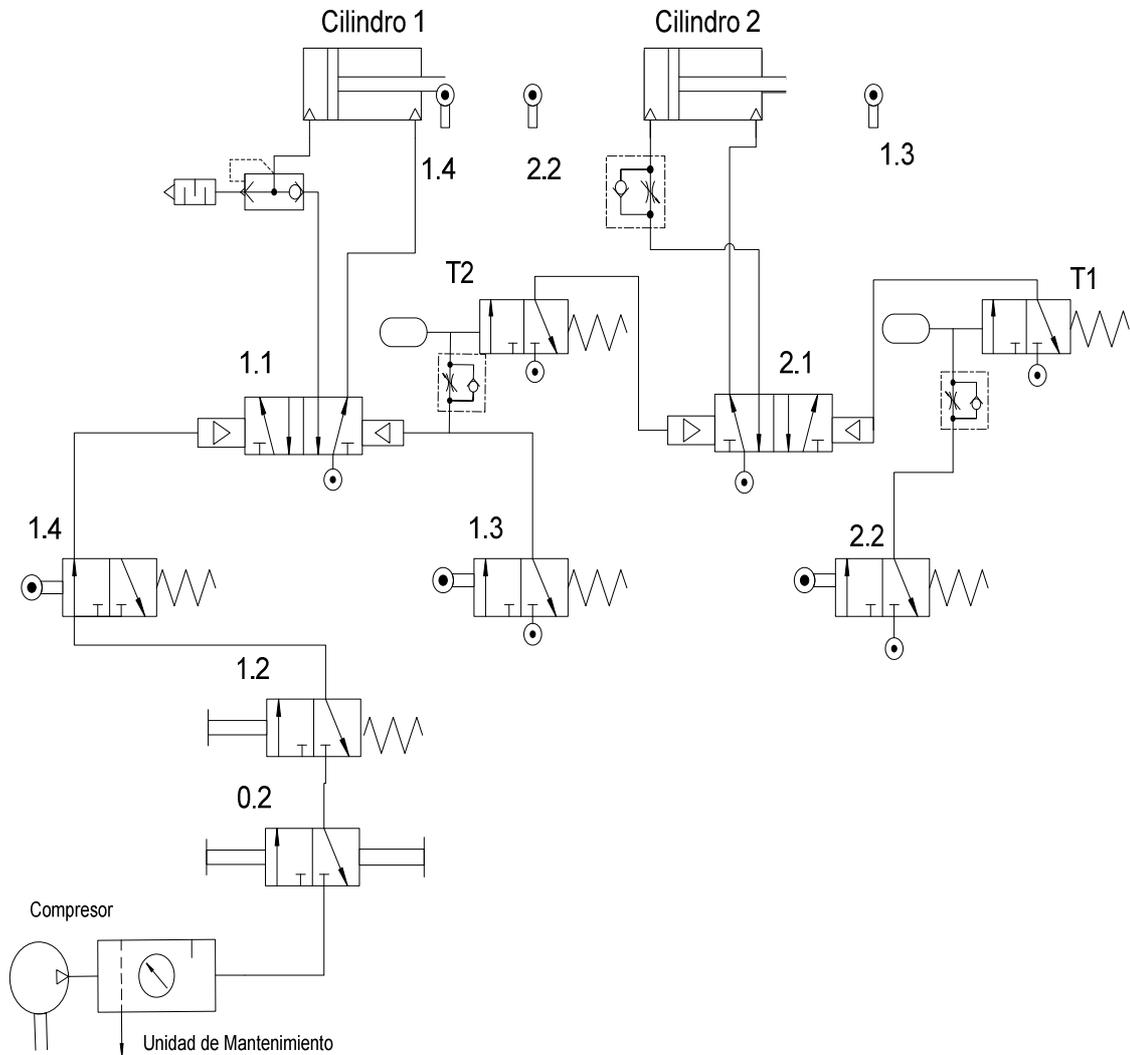
Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Válvula 2/2 en posición normalmente cerrada.		Válvula 4/2.
	Válvula 2/2 en posición normalmente abierta.		Válvula 4/2 en posición normalmente cerrada.
	Válvula 2/2 de asiento en posición normalmente cerrada.		Válvula 3/3 en posición neutra normalmente cerrada.
	Válvula 3/2 en posición normalmente cerrada.		Válvula 4/3 en posición neutra normalmente cerrada.
	Válvula 3/2 en posición normalmente abierta.		Válvula 4/3 en posición neutra escape.
	Válvula 4/2.		Válvula 4/3 en posición central con circulación.
	Válvula 5/3 en posición normalmente abierta.		Válvula 5/2.
	Válvula 5/3 en posición de escape.		Válvula 5/3 en posición normalmente cerrada.

ANEXO 3.4 Simbología de válvulas de bloqueo y flujo neumáticas.<sup>28</sup>

Símbolo	Descripción
	Válvula de cierre.
	Válvula de bloqueo (antirretorno).
	Válvula de retención pilotada. $P_e > P_a \rightarrow$ Cierre.
	Válvula de retención pilotada. $P_a > P_e \rightarrow$ Cierre.
	Válvula O (OR). Selector.
	Válvula de escape rápido. Válvula antirretorno.
	Válvula de escape rápido, Válvula antirretorno, doble efecto con silenciador.
	Válvula Y (AND).
	Orificio calibrado. El primer símbolo es fijo, el segundo regulable.
	Estrangulación. El primer símbolo es fijo, el segundo regulable.
	Válvula estranguladora unidireccional a diafragma.
	Válvula estranguladora unidireccional. Válvula antirretorno de regulación regulable en un sentido

<sup>28</sup>Folleto Unidad didáctica: "Simbología Neumática e Hidráulica" – Antonio Bueno Pag.7

**ANEXO 3.5 Ejemplo grafico de operación de cilindros neumaticos según diagrama camino pasos de la figura 3.27.<sup>29</sup>**

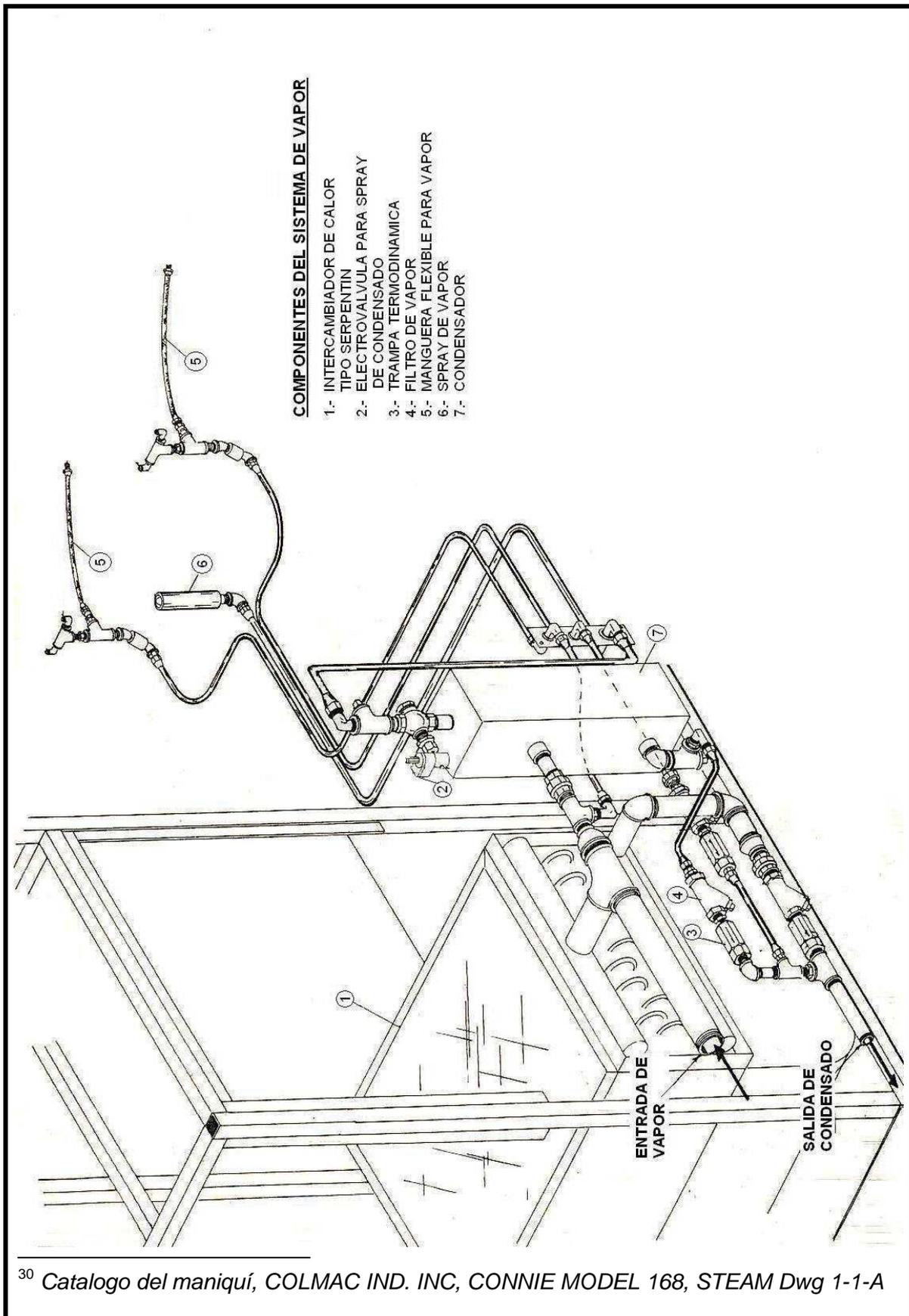


<sup>29</sup> Ejercicio en clase, materia NEUMÁTICA Y OLEO HIDRÁULICA, Ing. Jácome.

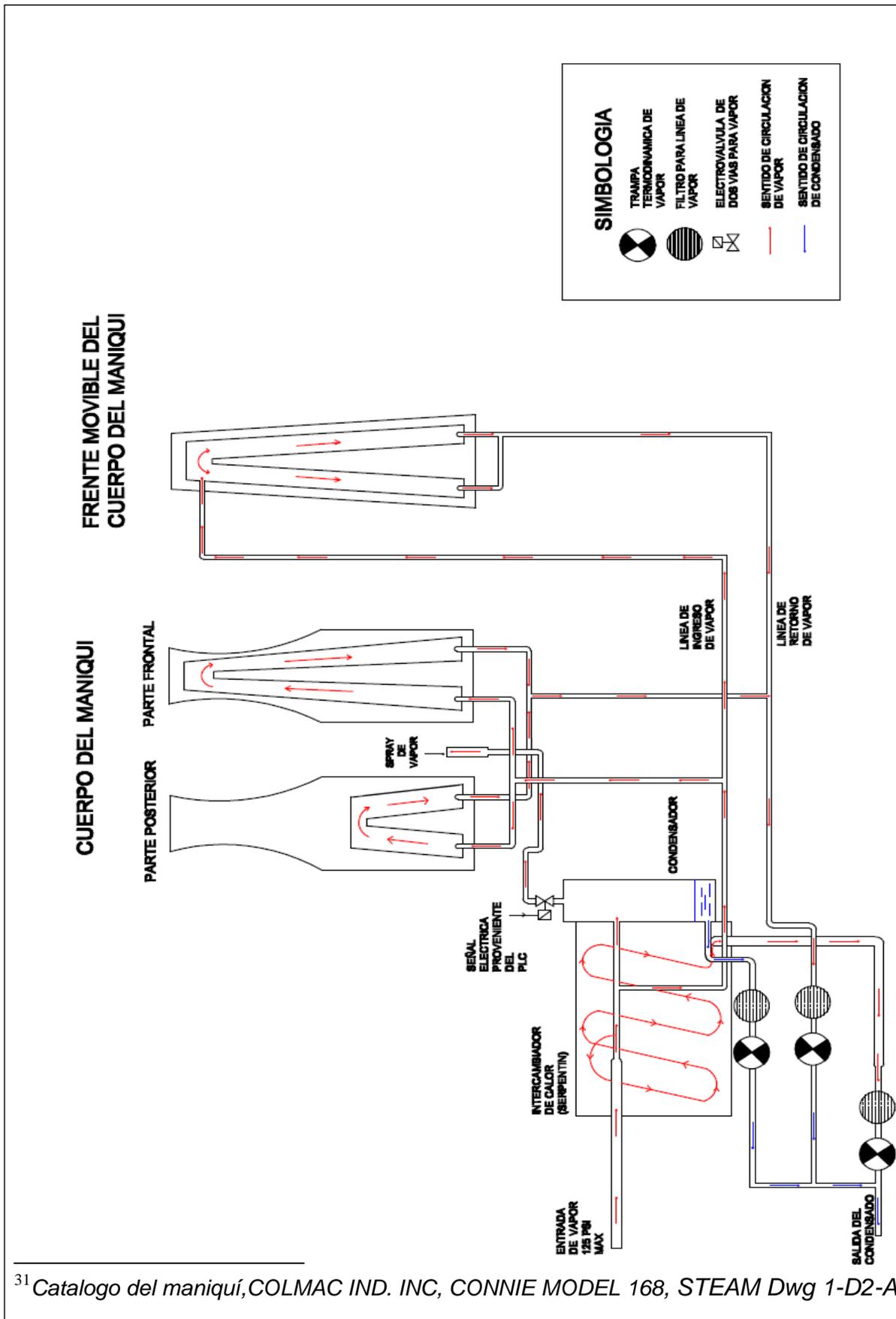
# **ANEXO**

## **CAPITULO 4**

**ANEXO 4.1 Diagrama de componentes del sistema de vapor del equipo.<sup>30</sup>**

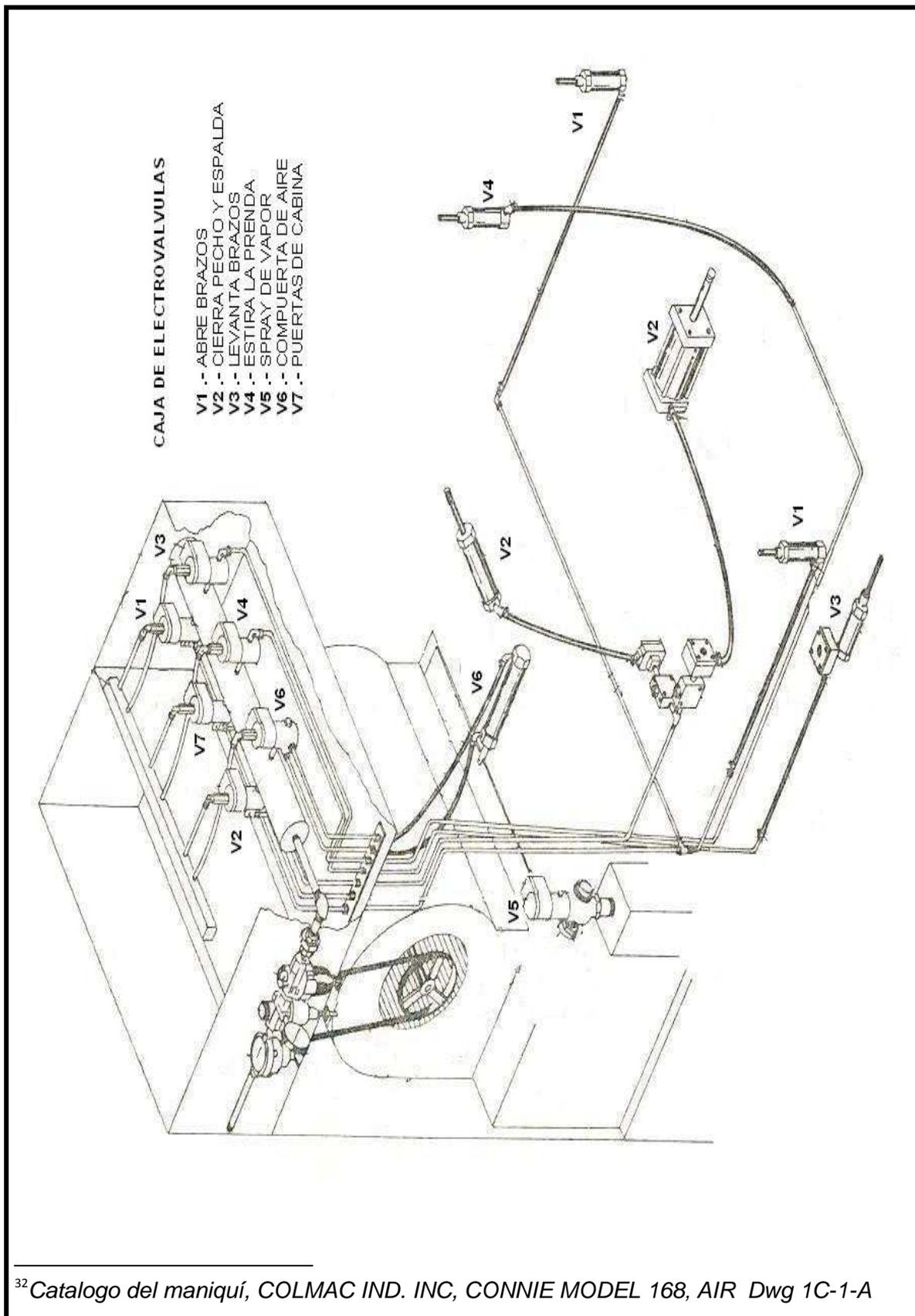


ANEXO 4.2 Diagrama del circuito de vapor del equipo.<sup>31</sup>

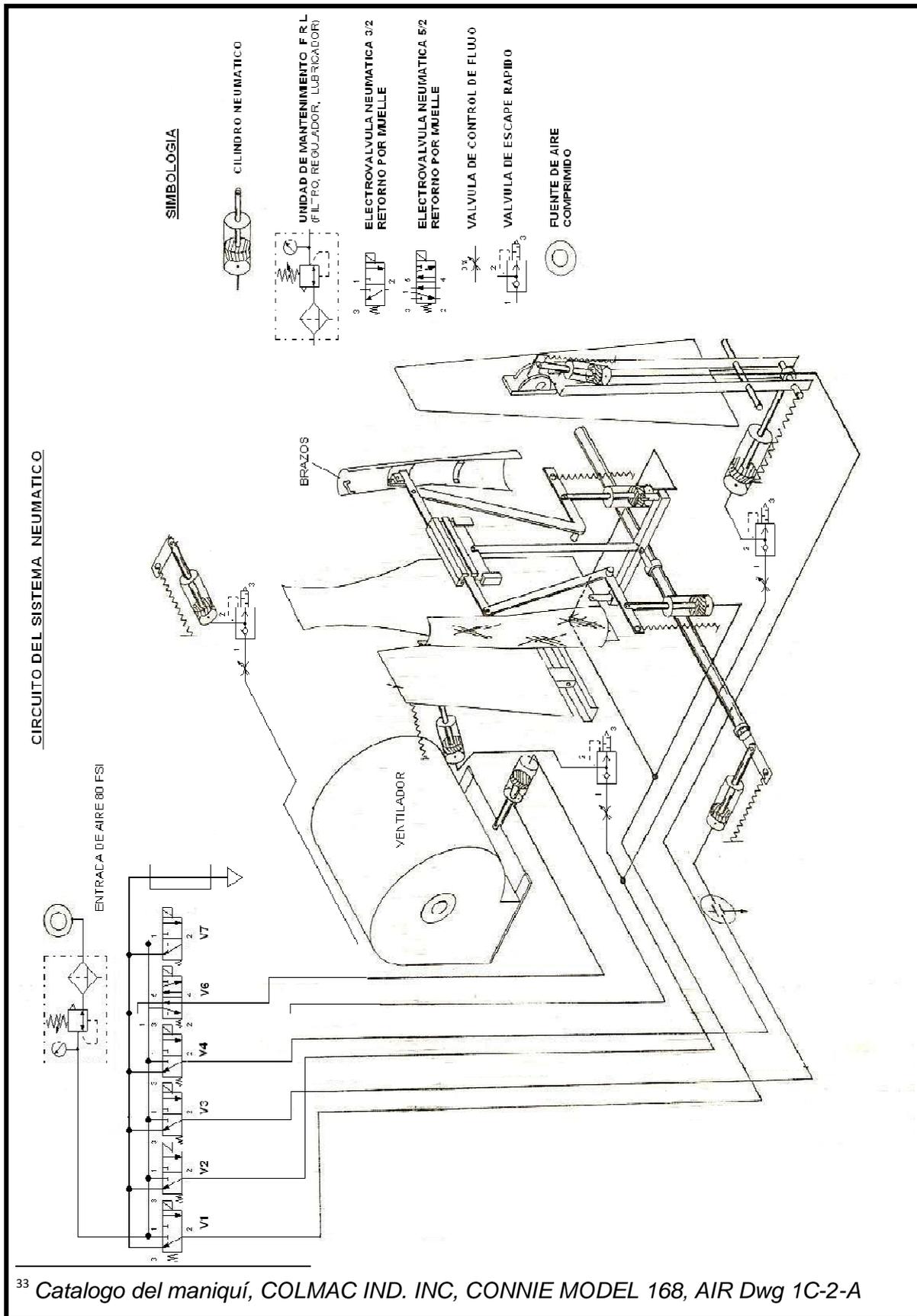


<sup>31</sup> Catalogo del maniquí, COLMAC IND. INC, CONNIE MODEL 168, STEAM Dwg 1-D2-A

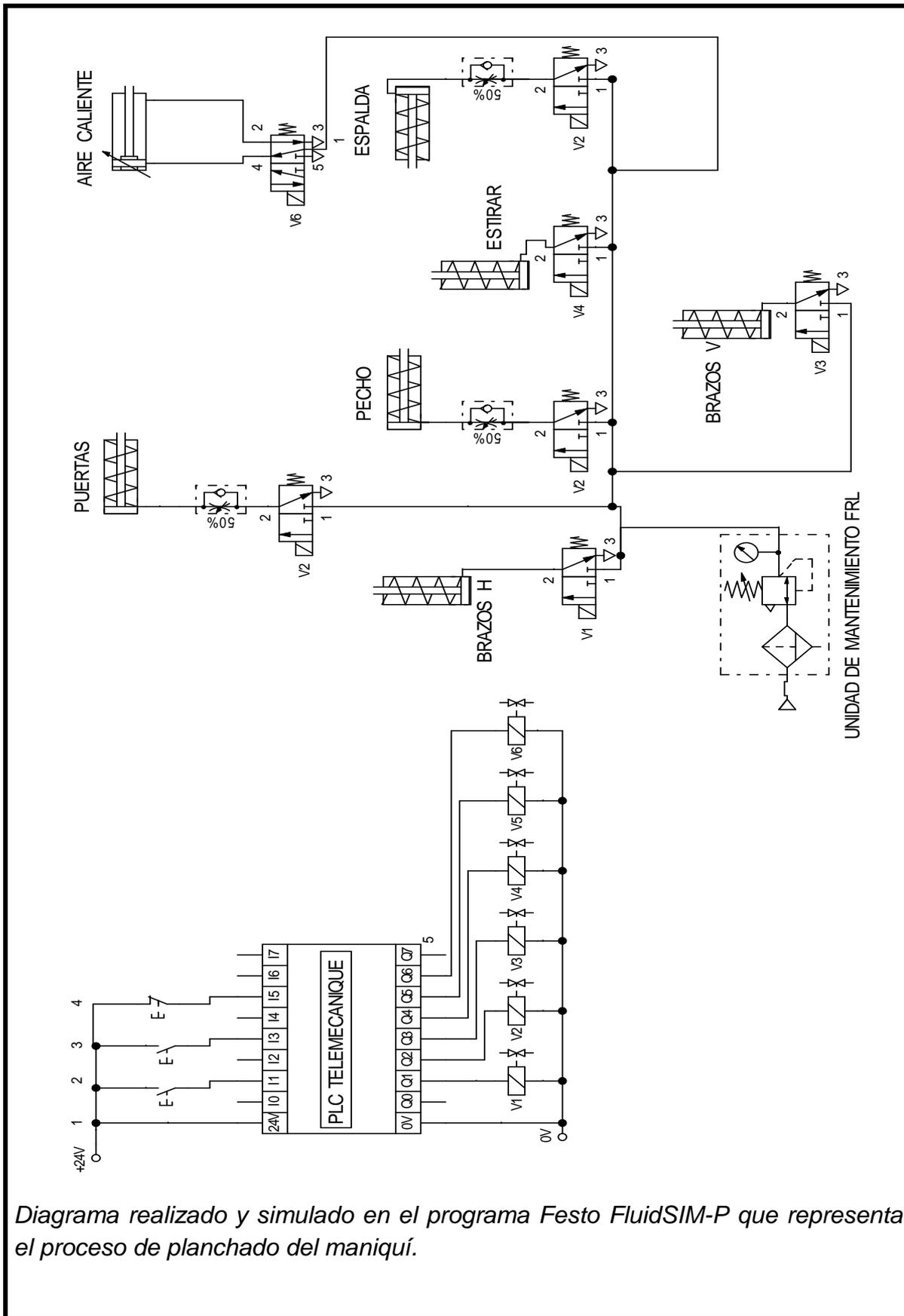
**ANEXO 4.3 Diagrama de ubicación de cilindros neumáticos y electroválvulas del equipo maniquí.<sup>32</sup>**



ANEXO 4.4 Diagrama del circuito neumático del maniquí.<sup>33</sup>



**ANEXO 4.5 Diagrama neumático realizado para simulación.**



*Diagrama realizado y simulado en el programa Festo FluidSIM-P que representa el proceso de planchado del maniquí.*

### ANEXO 4.6 Diagrama camino pasos obtenido de la simulación.



Diagrama utilizado para diseñar el programa de control del PLC, Tiempo (Seg).

## ANEXO 4. 7 Fotografías de las partes del equipo antes del montaje

Fotografía 4.7.1 Unidad de mantenimiento neumático FRL original.



Fotografía 4.7.2 Compresor de aire que suministra aire a equipos neumáticos del área de lavandería.



**Fotografía 4.7.3** Sistema de vapor original.



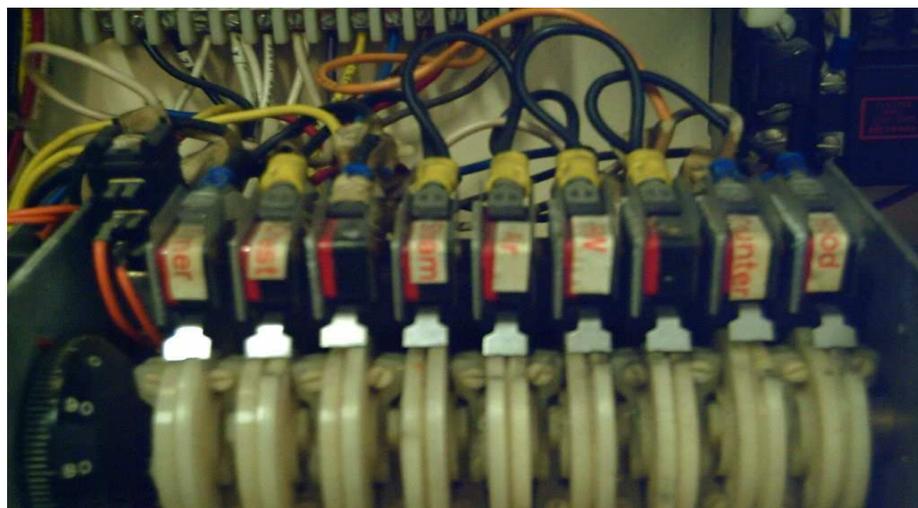
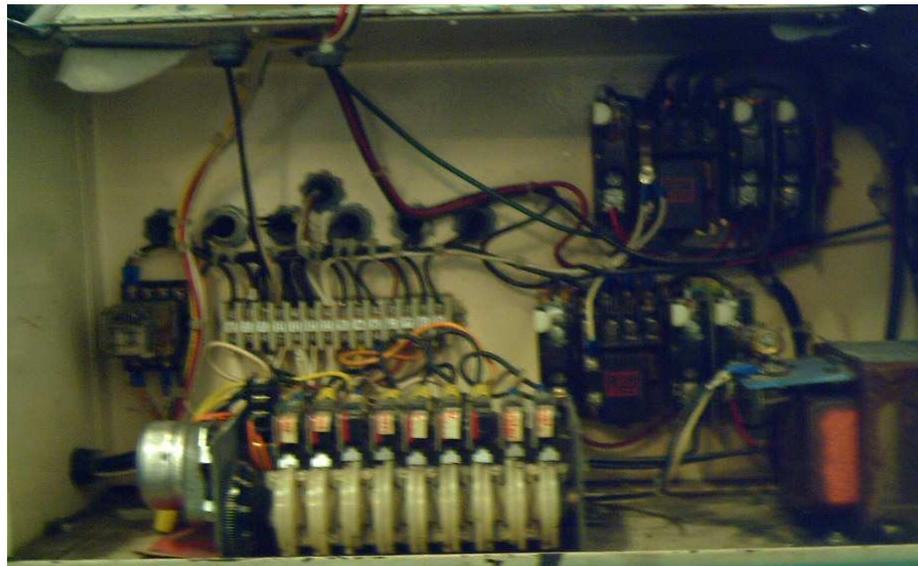
**Fotografía 4.7.4** Cilindros neumáticos de puertas de cabina.



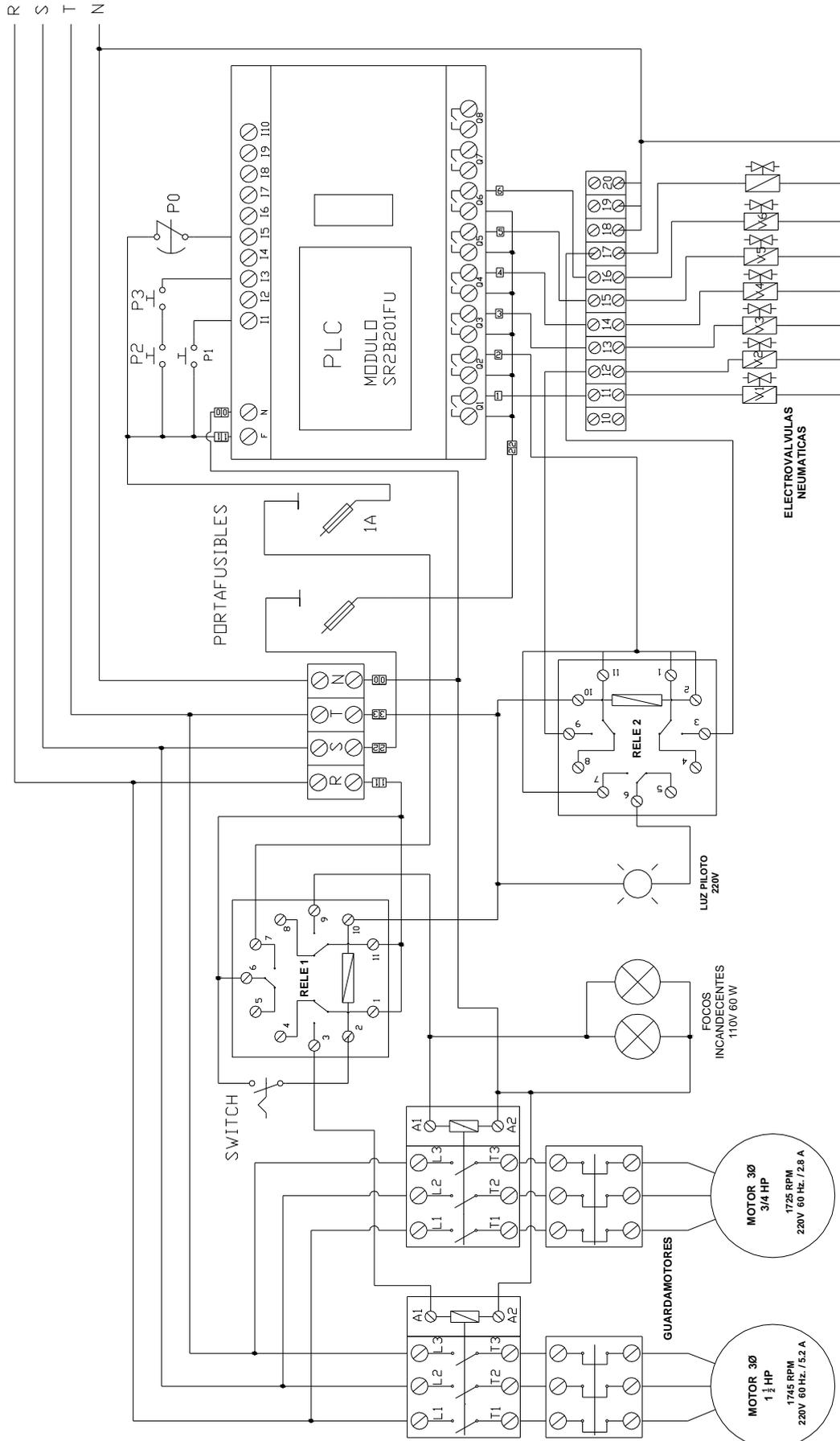
**Fotografía 4.7.5** Cuadro de electroválvulas neumáticas.



**Fotografía 4.7.5** Cuadro original de control de la planchadora neumática con Timer controlador.



ANEXO 4.8 Diagrama electrico y de conexión del PLC



EPN ESCUELA DE FORMACION DE TECNOLOGOS ELECTROMECANICA

DIBUJADO CHRISTIAN DANILO TASHIGUANO S.  
 DISEÑADO CHRISTIAN DANILO TASHIGUANO S.  
 REVISADO ING. ALCIVAR COSTALES

FECHA

CONEXION ELECTRICA DE FUERZA DEL EQUIPO MANIQUI

No. 01

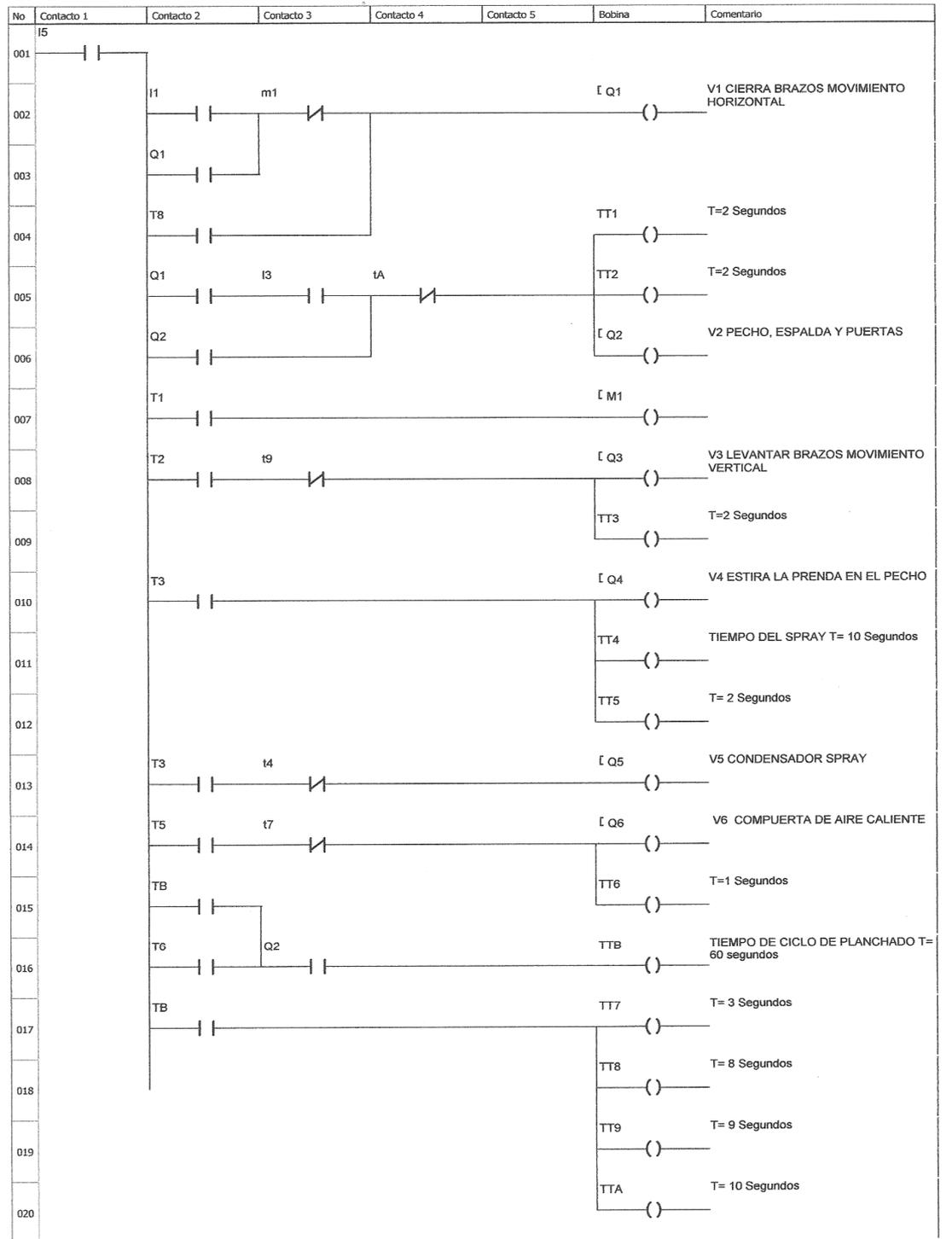
01 DE MARZO 2011

### ANEXO 4.9 Programa cargado al PLC del proyecto.

Programa Maniqui.zm2 - v0.0

Programa Maniqui

#### Esquema del programa



Danilo Tashiguano

Programa elaborado por el autor en el Software "ZelioSoft 2".

**ANEXO**  
**CAPITULO 5**

## ANEXO 5.1 Fotografías actuales del equipo.

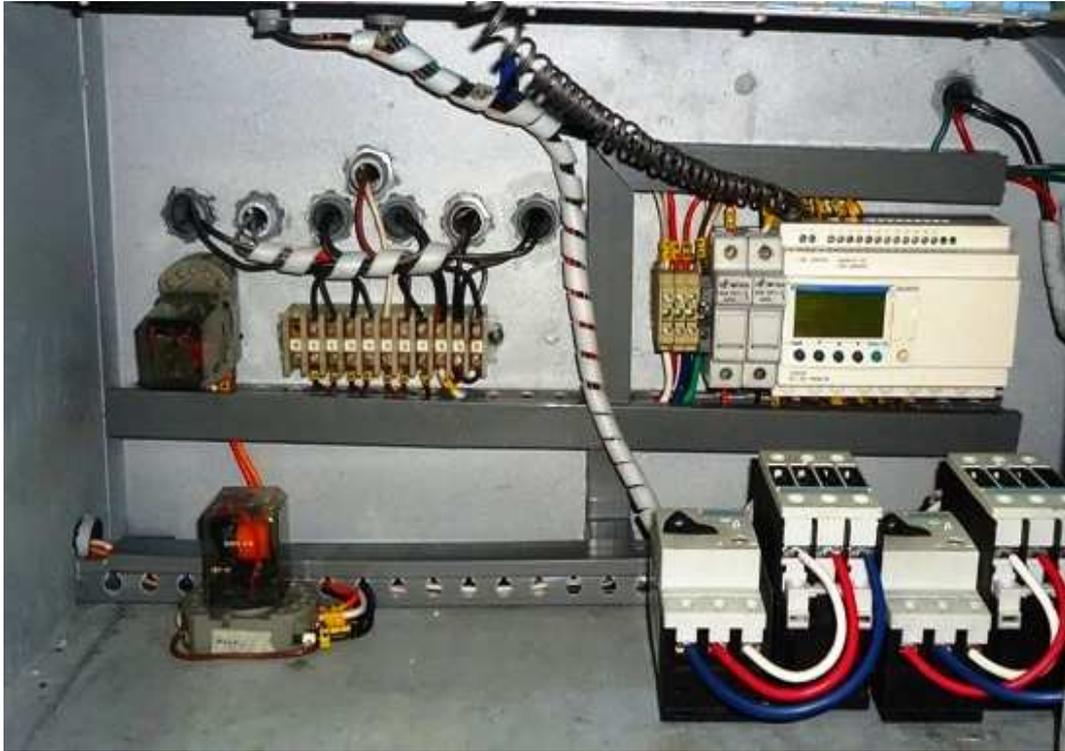
Fotografía 5.1.1 Cuerpo del maniquí.



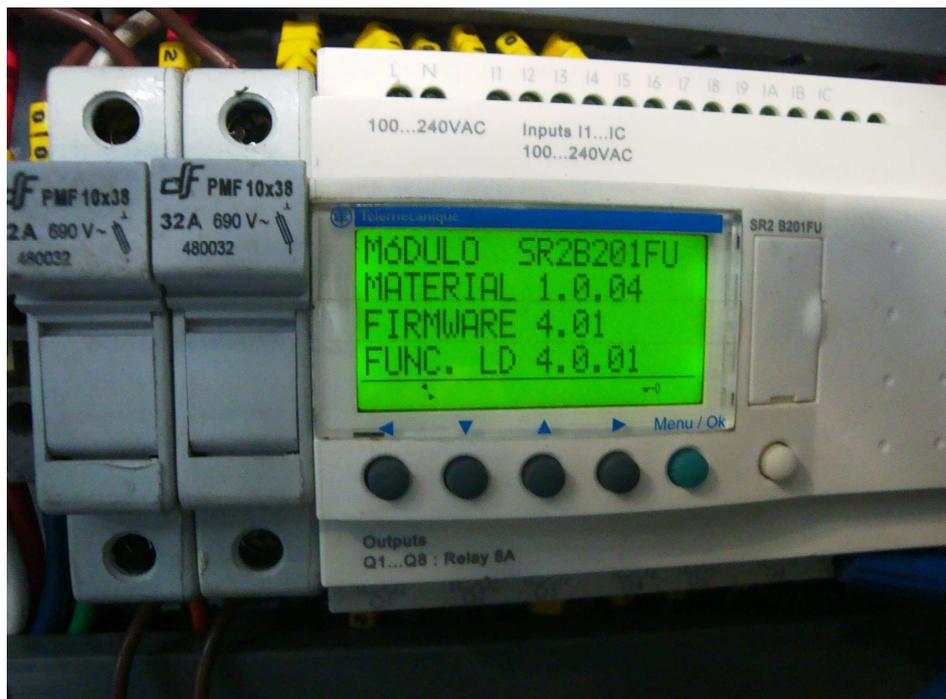
Fotografía 5.1.2 Cabina que contiene el cuerpo del maniquí.



Fotografía 5.1.3 Tablero de control del equipo maniquí.



Fotografía 5.1.4 Módulo controlador PLC Telemecanique con fusibles de protección.



**Fotografía 5.1.5** Válvula de compuerta y válvula reguladora en la línea de ingreso de vapor hacia el intercambiador de calor.



**Fotografía 5.1.6** Unidad compacta de mantenimiento neumático FRL.



**Fotografía 5.1.7** Pecho del maniquí con manguera de ingreso de vapor.



**Fotografía 5.1.8** Cilindros neumáticos trabajando en conjunto en el cuerpo del maniquí.

